

Formulierversie
2020.01

Aanvraaggegevens

Algemeen

Aanvraagnummer	6510399
Aanvraagnaam	Realisatie kas - Hooghoutseweg 17, Biezenmortel
Uw referentiecode	2046-2
Ingediend op	11-11-2021
Soort procedure	Onbekend
Projectomschrijving	Aanvraag omgevingsvergunning, activiteiten: - Buitenplans afwijken bestemmingsplan ('projectafwijkingsbesluit') - Bouw - Uitvoeren van werken en/of werkzaamheden ('aanleggen') Ten behoeve van de realisatie van circa 0,5 hectare kas (buiten het geldende bouwvlak) bij de plantenkwekerij aan de Hooghoutseweg 17 te Biezenmortel.
Opmerking	-
Gefaseerd	Nee
Blokkerende onderdelen weglaten	Ja
Kosten openbaar maken	Nee
Bijlagen die later komen	N.v.t.
Bijlagen n.v.t. of al bekend	N.v.t.

Bevoegd gezag

Naam:	Gemeente Tilburg
Postadres:	Postbus 90118 5000 LA Tilburg
Telefoonnummer:	14 013
E-mailadres:	info@tilburg.nl
Website:	www.tilburg.nl/omgevingsvergunning
Contactpersoon:	Afdeling Omgevingsvergunningen

Overzicht bijgevoegde modulebladen

Aanvraaggegevens

Locatie van de werkzaamheden

Werkzaamheden en onderdelen

- Overig bouwwerk bouwen
  - Bouwen
- Handelen in strijd met regels ruimtelijke ordening
  - Handelen in strijd met regels ruimtelijke ordening
- Werk of werkzaamheden uitvoeren
  - Werk of werkzaamheden uitvoeren

Bijlagen



Locatie

1 Adres

Postcode	5074NA
Huisnummer	17
Huisletter	-
Huisnummertoevoeging	-
Straatnaam	Hooghoutseweg
Plaatsnaam	Biezenmortel
Gelden de werkzaamheden in deze aanvraag/melding voor meerdere adressen of percelen?	☐ Ja ☑ Nee



Bouwen

Overig bouwwerk bouwen

1 De bouwwerkzaamheden

Wat is er op het bouwwerk van toepassing?	☐ Het wordt geheel vervangen ☐ Het wordt gedeeltelijk vervangen ☑ Het wordt nieuw geplaatst
Eventuele toelichting	Nieuwbouw kas
Hebt u voor deze bouwwerkzaamheden al eerder een vergunning aangevraagd?	☐ Ja ☑ Nee

2 Plaats van het bouwwerk

Waar gaat u bouwen?	Terrein

3 Bruto vloeroppervlakte bouwwerk

Verandert de bruto vloeroppervlakte van het bouwwerk door de bouwwerkzaamheden?	☑ Ja ☐ Nee
Wat is de bruto vloeroppervlakte van het bouwwerk in m2 voor uitvoering van de bouwwerkzaamheden?	0
Wat is de bruto vloeroppervlakte van het bouwwerk in m2 na uitvoering van de bouwwerkzaamheden?	4925

4 Bruto inhoud bouwwerk

Verandert de bruto inhoud van het bouwwerk door de bouwwerkzaamheden?	☑ Ja ☐ Nee
Wat is de bruto inhoud van het bouwwerk in m3 voor uitvoering van de bouwwerkzaamheden?	0
Wat is de bruto inhoud van het bouwwerk in m3 na uitvoering van de bouwwerkzaamheden?	25856

5 Oppervlakte bebouwd terrein

Verandert de bebouwde oppervlakte van het terrein na uitvoering van de bouwwerkzaamheden?	☑ Ja ☐ Nee

Wat is de bebouwde oppervlakte van het terrein in m2 voor uitvoering van de bouwwerkzaamheden?	0
Wat is de bebouwde oppervlakte van het terrein in m2 na uitvoering van de bouwwerkzaamheden?	4925

6 Seizoensgebonden en tijdelijke bouwwerken

Gaat het om een seizoensgebonden bouwwerk?	☐ Ja ☑ Nee
Gaat het om een tijdelijk bouwwerk?	☐ Ja ☑ Nee

7 Gebruik

Waar gebruikt u het bouwwerk en/ of terrein momenteel voor?	☐ Wonen ☑ Overige gebruiksfuncties
Geef aan waar u het bouwwerk en/ of terrein momenteel voor gebruikt.	Teeltbedrijf / plantenkwekerij
Waar gaat u het bouwwerk voor gebruiken?	☐ Wonen ☑ Overige gebruiksfuncties
Geef aan waar u het bouwwerk voor gaat gebruiken.	Teeltondersteunende kas

8 Gebruiksfuncties

In onderstaande tabel staan in de eerste kolom mogelijke gebruiksfuncties die in een bouwwerk kunnen voorkomen. Vul voor alle gebruiksfuncties die voor u van toepassing zijn het aantal personen, de totale gebruiksoppervlakte en de totale vloeroppervlakte van het verblijfsgebied in m2 in hele getallen in.

Gebruiksfunctie	Aantal personen	Gebruiksoppervlakte (m2)	Verblijfsoppervlakte (m2)
Bijeenkomst	-	-	-
Cel	-	-	-
Gezondheidszorg	-	-	-
Industrie	-	-	-
Kantoor	-	-	-
Logies	-	-	-
Onderwijs	-	-	-
Sport	-	-	-
Winkel	-	-	-
Overige gebruiksfuncties	-	-	-

9 Uiterlijk bouwwerk/welstand

Beschrijf van de onderstaande onderdelen de materialen en kleuren die u voor het bouwwerk gebruikt. U mag het veld leeg laten als u materialen en kleuren in de bijlagen vermeldt

Onderdelen	Materiaal	Kleur
Gevels	-	-
- Plint gebouw	-	-
- Gevelbekleding	-	-
- Borstweringen	-	-
- Voegwerk	-	-
Kozijnen	-	-
- Ramen	-	-
- Deuren	-	-
- Luiken	-	-
Dakgoten en boeidelen	-	-
Dakbedekking	-	-

Vul hier overige onderdelen en bijbehorende materialen en kleuren in.

Zie bijgevoegde tekeningen.

10 Mondeling toelichten

Ik wil mijn bouwplan mondeling toelichten voor de welstandscommissie/ stadsbouwmeester.

☐ Ja
☑ Nee



Handelen in strijd met regels ruimtelijke ordening

1 Handelen in strijd met regels ruimtelijke ordening

Met welke regels voor ruimtelijke ordening zijn de voorgenomen werkzaamheden in strijd?	☑ Bestemmingsplan ☐ Beheersverordening ☐ Exploitatieplan ☐ Regels op grond van de provinciale verordening ☐ Regels op grond van een AMvB ☐ Regels van het voorbereidingsbesluit
Beschrijf hoe en in welke mate de voorgenomen werkzaamheden in strijd zijn met de regels voor ruimtelijke ordening.	Realisatie nieuw te bouwen kas van circa 0,5 hectare buiten het geldende agrarische bouwvlak. Zie tevens bijgevoegde ruimtelijke onderbouwing.
Beschrijf het huidige gebruik van de gronden of het bouwwerk.	Plantenkwekerij. Ter plaatse van het bouwplan zijn momenteel containervelden aanwezig. Zie tevens bijgevoegde ruimtelijke onderbouwing.
Beschrijf het beoogde gebruik van de gronden of het bouwwerk.	Plantenkwekerij. Wijziging circa 0,5 hectare containervelden, naar 0,5 hectare teeltondersteunende kas. Zie tevens bijgevoegde ruimtelijke onderbouwing.
Beschrijf de gevolgen van het beoogde gebruik voor de ruimtelijke ordening.	Zie ruimtelijke onderbouwing en bijgevoegde bijlagen.
Is het beoogde gebruik tijdelijk van aard?	☐ Ja ☑ Nee
Hebt u een rapport nodig waarin de archeologische waarde van het terrein dat zal worden verstoord in voldoende mate is vastgelegd?	☑ Ja ☐ Nee
Wordt er afgeweken van het exploitatieplan?	☐ Ja ☑ Nee



Werk of werkzaamheden uitvoeren

1 Werk of werkzaamheden uitvoeren

Binnen welk bestemmingsplan zullen de werken, geen bouwwerk zijnde, of werkzaamheden worden uitgevoerd?	Bestemmingsplan 'Buitengebied, herziening 2020', als vastgesteld door de voormalige gemeente Haaren.
Welke werken, geen bouwwerken zijnde, of welke werkzaamheden zullen worden uitgevoerd?	Realisatie nieuw te bouwen kas. Aanlegvergunning nodig wegens nieuwbouw ter plaatse van dubbelbestemming 'Waarde - Archeologie 2'.
Wordt grond afgevoerd naar een andere locatie?	☐ Ja ☑ Nee
Zijn er obstakels aanwezig die in de weg staan voor het uitvoeren van het werk of de werkzaamheid?	☐ Ja ☑ Nee
Staat in het bestemmingsplan dat een rapport moet worden overlegd waarin de archeologische waarde is vastgelegd van het terrein dat zal worden verstoord?	☑ Ja ☐ Nee



Bijlagen

Formele bijlagen

Naam bijlage	Bestandsnaam	Type	Datum ingediend	Status document
Antwoordenlijst_aimsessie_af3skgtdnsy_	antwoordenlijst_aimsessie_af3skgtdnsy.pdf	Anders	11-11-2021	In behandeling
venlo_6x_18_40mph_4__00m_samenvatting_pdf	CK1.CA_21-019 Hooghoutplant venlo 6x 18.40mph 4.00m samenvatting.pdf	Constructieve veiligheid complexere bouwwerken	11-11-2021	In behandeling
ant_venlo_6x_18_40mph_4_00m_volledig_pdf	CK1.CA_21-019 Hooghoutplant venlo 6x 18.40mph 4.00m volledig.pdf	Constructieve veiligheid complexere bouwwerken	11-11-2021	In behandeling
_venlo_6x_4_80mph_4__00m_samenvatting_pdf	CK2.CA_21-019 Hooghoutplant venlo 6x 4.80mph 4.00m samenvatting.pdf	Constructieve veiligheid complexere bouwwerken	11-11-2021	In behandeling
lant_venlo_6x_4_80mph_4_00m_volledig_pdf	CK2.CA_21-019 Hooghoutplant venlo 6x 4.80mph 4.00m volledig.pdf	Constructieve veiligheid complexere bouwwerken	11-11-2021	In behandeling
nt_BK_11x9_60m_ph_4__00m_samenvatting_pdf	CK3.CA_21-019 Hooghoutplant BK 11x9.60m ph 4.00m samenvatting.pdf	Constructieve veiligheid complexere bouwwerken	11-11-2021	In behandeling
tplant_BK_11x9_60m_ph_4_00m_volledig_pdf	CK3.CA_21-019 Hooghoutplant BK 11x9.60m ph 4.00m volledig.pdf	Constructieve veiligheid complexere bouwwerken	11-11-2021	In behandeling
melding_aimsessie_af3skgtdnsy_pdf	melding_aimsessie_af3skgtdnsy-.pdf	Anders	11-11-2021	In behandeling
OT-21-019-B_Hooghoutplant_pdf	OT-21-019-B Hooghoutplant.pdf	Plattegronden, doorsneden en detailtekeningen bouwen complexere bouwwerken Situatietekening Werk of werkzaamheden uitvoeren	11-11-2021	In behandeling
B_Hooghoutplant-inplanting_luchtfoto_pdf	OT-21-019-B Hooghoutplant-inplanting luchtfoto.pdf	Plattegronden, doorsneden en detailtekeningen bouwen complexere bouwwerken Situatietekening Werk of werkzaamheden uitvoeren	11-11-2021	In behandeling
Plattegr_milieu-tekening__30-09-2021-A1	Plattegrond milieutekening 30-09-2021-A1.pdf	Anders	11-11-2021	In behandeling
RO_-_Hooghoutseweg_17_pdf	RO - Hooghoutseweg 17.pdf	Gegevens Handelen in strijd met regels ruimtelijke ordening	11-11-2021	In behandeling

Naam bijlage	Bestandsnaam	Type	Datum ingediend	Status document
RO-B1 - Situatietekeningen	RO-B1 - Situatietekening bestaande en beoogde situatie.pdf	Gegevens Handelen in strijd met regels ruimtelijke ordening	11-11-2021	In behandeling
RO-B2_-_AAB_advies_pdf	RO-B2 - AAB advies.pdf	Gegevens Handelen in strijd met regels ruimtelijke ordening	11-11-2021	In behandeling
RO-B3 - LIP en berek kwaliteitsverbeter	RO-B3 - Landschappelijk inpassingsplan en berekening kwaliteitsverbetering.pdf	Gegevens Handelen in strijd met regels ruimtelijke ordening	11-11-2021	In behandeling
RO-B4_-_Verkennend_-bodemonderzoek_pdf	RO-B4 - Verkennend bodemonderzoek-.pdf	Gegevens Handelen in strijd met regels ruimtelijke ordening	11-11-2021	In behandeling
RO-B5 - Memo stikstofberek AER_-_totaal_	RO-B5 - Berekening stikstofdepositie AERIUS Calculator - totaal.pdf	Gegevens Handelen in strijd met regels ruimtelijke ordening	11-11-2021	In behandeling
RO-B5_-_Bijlage_1_AERIUS_berek_los_pdf	RO-B5 - Bijlage 1 AERIUS_berekening los.pdf	Gegevens Handelen in strijd met regels ruimtelijke ordening	11-11-2021	In behandeling
RO-B6_-_Archeologisch_onderzoek_pdf	RO-B6 - Archeologisch onderzoek.pdf	Gegevens werk of werkzaamheden uitvoeren Gegevens Handelen in strijd met regels ruimtelijke ordening	11-11-2021	In behandeling
Verslag_omgevingsdialoog_pdf	Verslag omgevingsdialoog.pdf	Anders	11-11-2021	In behandeling

GEMEENTE TILBURG

Onderwerp
Brief bij besluit

Datum
5 oktober 2022

Ons kenmerk
Z-HZ_WABO-2021-04600 / 1721349

OLO kenmerk
6510399

Afdeling
Dienstverlening, Vergunningen

Algemeen nummer
14 - 013

E-mail
paul.abrahams@tilburg.nl

Doorkiesnummer
013-5429560

Postadres
Postbus 90118
5000 LA Tilburg

Bezoekadres
Stadskantoor 6
Spoorlaan 181

Hooghoutplant
T.a.v. De heer J.A. Schapendonk
Hooghoutseweg 17
5074 NA BIEZENMORTEL

Beste heer Schapendonk,

Op 11 november 2021 hebben wij de aanvraag voor een omgevingsvergunning ontvangen voor het realiseren van een kas aan de Hooghoutseweg 17 te Biezenmortel. Deze bestaat uit:

1. het (ver-) bouwen van een bouwwerk;
2. het handelen in strijd met regels van de ruimtelijke ordening;

Verlenen omgevingsvergunning
Wij hebben besloten de omgevingsvergunning te verlenen. Het besluit hebben wij bijgevoegd. Het besluit betreft een beschikking omgevingsvergunning. Aan de beschikking zijn voorschriften verbonden, welke moeten worden nageleefd. Wij raden u aan om de vergunning met de bijbehorende bijlagen zorgvuldig door te nemen. Dit kan veel misverstanden voorkomen.
Aan dit besluit is een termijn van 6 weken verbonden waarbinnen bezwaren tegen het genomen besluit kenbaar gemaakt kunnen worden. Indien u gebruik maakt van de vergunning zolang de bezwaar en beroep procedure loopt, handelt u op eigen risico.

Burgerlijk wetboek
In het Burgerlijk Wetboek (boek 5, titel 4) staan rechten en plichten van burgers vermeld. Wij willen u erop wijzen dat er rechten van derden worden genoemd, die er mogelijk voor zorgen dat u geen gebruik kunt maken van uw omgevingsvergunning.

Gewaarmerkte stukken behorende bij besluit
De bij dit besluit behorende gewaarmerkte stukken ontvangt u per email.

Betaling leges
Overeenkomstig de legesverordening bent u voor het in behandeling nemen van uw aanvraag voor een omgevingsvergunning leges verschuldigd. In de legesverordening kunt u zien hoe dit wordt bepaald. Voor betaling van dit bedrag ontvangt u separaat een nota.

Publicatie
Het besluit wordt door ons gepubliceerd op https://www.officielebekendmakingen.nl/. Hierop staan alle officiële bekendmakingen van de overheid.

Een exemplaar van de kennisgeving is bijgevoegd. Tegen het besluit kan door belanghebbenden beroep worden aangetekend.

GEMEENTE TILBURG

Nadere informatie
Voor informatie kunt u contact opnemen met de heer Paul Abrahams, telefoonnummer 013-5429560 en e-mail paul.abrahams@tilburg.nl.

Melden start bouw
Meld bij voorkeur minimaal 3 weken voor aanvang de start van de bouwwerkzaamheden dit kan op de website www.tilburg.nl/bouwen/ en te kiezen voor 'Melden bouw', via het bijgevoegd meldingsformulier of stuur een email naar handhaving@tilburg.nl. Naar aanleiding van uw melding op de website of uw email zal een toezichthouder met u contact opnemen om de voorwaarden uit het besluit en de eventueel benodigde nadere toestemmingen met u door te nemen. Tevens willen we graag de planning van de verschillende werkzaamheden met u doornemen, zodat we deze op elkaar kunnen afstemmen.

Met vriendelijke groet,

ValidSigned door Theo de Bruin
op 05-10-2022

Theo de Bruin
Manager Vergunningen

Tevens verzonden aan:
HAVU Brabant B.V. *(Gemachtigde)*

Bijlagen
- Besluit
- Meldingskaart
- Kennisgeving publicatie

GEMEENTE TILBURG

MELDINGSFORMULIER

Voor het realiseren van een kas aan de Hooghoutseweg 17 te Biezenmortel, geregistreerd onder nummer Z-HZ_WABO-2021-04600 wil ik de volgende melding doen:

Melding *Ingangsdatum*

□ Start bouw d.d. : .....
□ Bouw voltooid d.d. : .....
□ Aanvraag uitzetten grenzen d.d. : .....
□ Aanvraag controle rooilijn/weglijn/peil d.d. : .....

Uw persoonlijke gegevens

□ **Aanvrager**

Naam : Hooghoutplant

....

(datum) *(handtekening)*

□ **Anders, nl. :**

Handelsnaam : .....

Naam : .....

Adres : .....

Postcode + plaats : .....

....

(datum) *(handtekening)*

Dit formulier dient u terug te zenden naar:
Gemeente Tilburg
Afdeling Veiligheid & Wijken
Team Toezicht en Handhaving
Antwoordnummer 300
5000 WB TILBURG

GEMEENTE TILBURG

Tilburg, toegekend een omgevingsvergunning Z-HZ_WABO-2021-04600 Hooghoutseweg 17 te Biezenmortel, realiseren van een kas, verzonden 5 oktober 2022.

Een omgevingsvergunning

Het college van B en W heeft de bovenstaande aanvraag voor een omgevingsvergunning op grond van de Wabo toegekend (uitgebreide procedure).

Wilt u het besluit met bijbehorende stukken inzien, bel 14 - 013.

Bent u het niet eens met het besluit? De aanvraag, de beschikking en de bijbehorende stukken liggen met ingang van de maandag na bekendmaking gedurende zes weken ter inzage. Deze zijn alleen digitaal in te zien via de informatiezuil in de Stadswinkel Centrum te Tilburg en via www.tilburg.nl .

Dan kunt u binnen deze termijn gemotiveerd beroep instellen bij de Rechtbank Zeeland-West-Brabant, Team Bestuursrecht, Postbus 90006, 4800 PA Breda. U kunt ook digitaal het beroepschrift indienen bij genoemde rechtbank via http://loket.rechtspraak.nl/bestuursrecht. Daarvoor moet u wel beschikken over een elektronische handtekening (DigiD). Kijk op de genoemde site voor de precieze voorwaarden.
Het instellen van rechtstreeks beroep schorst de werking van onze beslissing niet. Daarvoor moet u een voorlopige voorziening vragen én verkrijgen bij de voorzieningenrechter van de Rechtbank Zeeland-West-Brabant, Team Bestuursrecht.
Een dergelijk verzoek kan pas worden gedaan als het beroepschrift is ingediend.

Kenmerk: - Z-HZ_WABO-2021-04600 - B - Hooghoutseweg 17 te Biezenmortel.docx

GEMEENTE TILBURG

Onderwerp
Brief bij besluit

Datum
5 oktober 2022

Ons kenmerk
Z-HZ_WABO-2021-04600 / 1721349

OLO kenmerk
6510399

Afdeling
Dienstverlening, Vergunningen

Algemeen nummer
14 - 013

E-mail
paul.abrahams@tilburg.nl

Doorkiesnummer
013-5429560

Postadres
Postbus 90118
5000 LA Tilburg

Bezoekadres
Stadskantoor 6
Spoorlaan 181

HAVU Brabant B.V.
T.a.v. Mevrouw L.M.M. Soetens
Berktweg 3
5076 PA HAAREN

Beste mevrouw Soetens,

Op 11 november 2021 hebben wij de aanvraag voor een omgevingsvergunning ontvangen voor het realiseren van een kas aan de Hooghoutseweg 17 te Biezenmortel. Deze bestaat uit:

1. het (ver-) bouwen van een bouwwerk;
2. het handelen in strijd met regels van de ruimtelijke ordening;

Verlenen omgevingsvergunning
Wij hebben besloten de omgevingsvergunning te verlenen. Het besluit hebben wij bijgevoegd. Het besluit betreft een beschikking omgevingsvergunning. Aan de beschikking zijn voorschriften verbonden, welke moeten worden nageleefd. Wij raden u aan om de vergunning met de bijbehorende bijlagen zorgvuldig door te nemen. Dit kan veel misverstanden voorkomen.
Aan dit besluit is een termijn van 6 weken verbonden waarbinnen bezwaren tegen het genomen besluit kenbaar gemaakt kunnen worden. Indien u gebruik maakt van de vergunning zolang de bezwaar en beroep procedure loopt, handelt u op eigen risico.

Burgerlijk wetboek
In het Burgerlijk Wetboek (boek 5, titel 4) staan rechten en plichten van burgers vermeld. Wij willen u erop wijzen dat er rechten van derden worden genoemd, die er mogelijk voor zorgen dat u geen gebruik kunt maken van uw omgevingsvergunning.

Publicatie
Het besluit wordt door ons gepubliceerd op https://www.officielebekendmakingen.nl/. Hierop staan alle officiële bekendmakingen van de overheid.

Een exemplaar van de kennisgeving is bijgevoegd. Tegen het besluit kan door belanghebbenden beroep worden aangetekend.

Nadere informatie
Voor informatie kunt u contact opnemen met de heer Paul Abrahams, telefoonnummer 013-542 9560 en e-mail paul.abrahams@tilburg.nl.

GEMEENTE TILBURG

Melden start bouw
Meld bij voorkeur minimaal 3 weken voor aanvang de start van de bouwwerkzaamheden dit kan op de website www.tilburg.nl/bouwen/ en te kiezen voor 'Melden bouw', via het bijgevoegd meldingsformulier of stuur een email naar handhaving@tilburg.nl. Naar aanleiding van uw melding op de website of uw email zal een toezichthouder met u contact opnemen om de voorwaarden uit het besluit en de eventueel benodigde nadere toestemmingen met u door te nemen. Tevens willen we graag de planning van de verschillende werkzaamheden met u doornemen, zodat we deze op elkaar kunnen afstemmen.

Met vriendelijke groet,

ValidSigned door Theo de Bruin
op 05-10-2022

Theo de Bruin
Manager Vergunningen

Bijlagen
- Besluit
- Kennisgeving publicatie

GEMEENTE TILBURG

Tilburg, toegekend een omgevingsvergunning Z-HZ_WABO-2021-04600 Hooghoutseweg 17 te Biezenmortel, realiseren van een kas, verzonden 5 oktober 2022.

Een omgevingsvergunning

Het college van B en W heeft de bovenstaande aanvraag voor een omgevingsvergunning op grond van de Wabo toegekend (uitgebreide procedure).

Wilt u het besluit met bijbehorende stukken inzien, bel 14 - 013.

Bent u het niet eens met het besluit? De aanvraag, de beschikking en de bijbehorende stukken liggen met ingang van de maandag na bekendmaking gedurende zes weken ter inzage. Deze zijn alleen digitaal in te zien via de informatiezuil in de Stadswinkel Centrum te Tilburg en via www.tilburg.nl .

Dan kunt u binnen deze termijn gemotiveerd beroep instellen bij de Rechtbank Zeeland-West-Brabant, Team Bestuursrecht, Postbus 90006, 4800 PA Breda. U kunt ook digitaal het beroepschrift indienen bij genoemde rechtbank via http://loket.rechtspraak.nl/bestuursrecht. Daarvoor moet u wel beschikken over een elektronische handtekening (DigiD). Kijk op de genoemde site voor de precieze voorwaarden.
Het instellen van rechtstreeks beroep schorst de werking van onze beslissing niet. Daarvoor moet u een voorlopige voorziening vragen én verkrijgen bij de voorzieningenrechter van de Rechtbank Zeeland-West-Brabant, Team Bestuursrecht.
Een dergelijk verzoek kan pas worden gedaan als het beroepschrift is ingediend.

Kenmerk: - Z-HZ_WABO-2021-04600 - B - Hooghoutseweg 17 te Biezenmortel.docx

Bijlage 1: Situatietekeningen bestaande en beoogde situatie



Bestaande situatie



Beoogde situatie

Nieuw te bouwen kas (circa 0,5 ha)



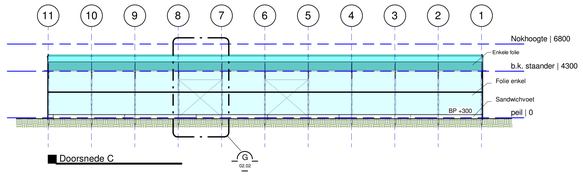
Bestaande situatie

- Geldend bouwvlak

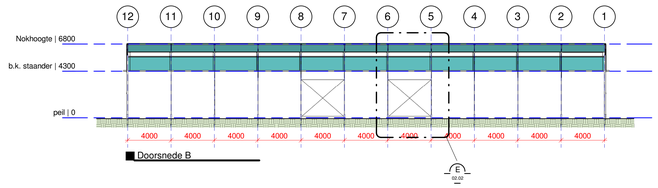


Beoogde situatie

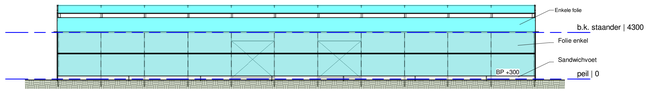
- Geldend bouwvlak
- Nieuw te bouwen kas (circa 0,5 ha)



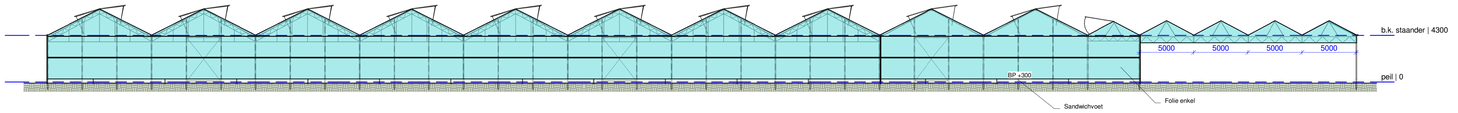
■ Doorsnede C



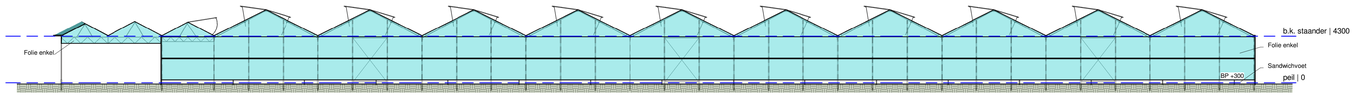
■ Doorsnede B



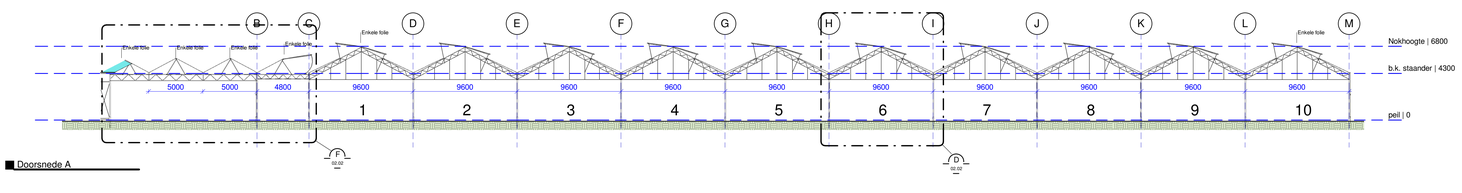
■ Zijgevel rechts



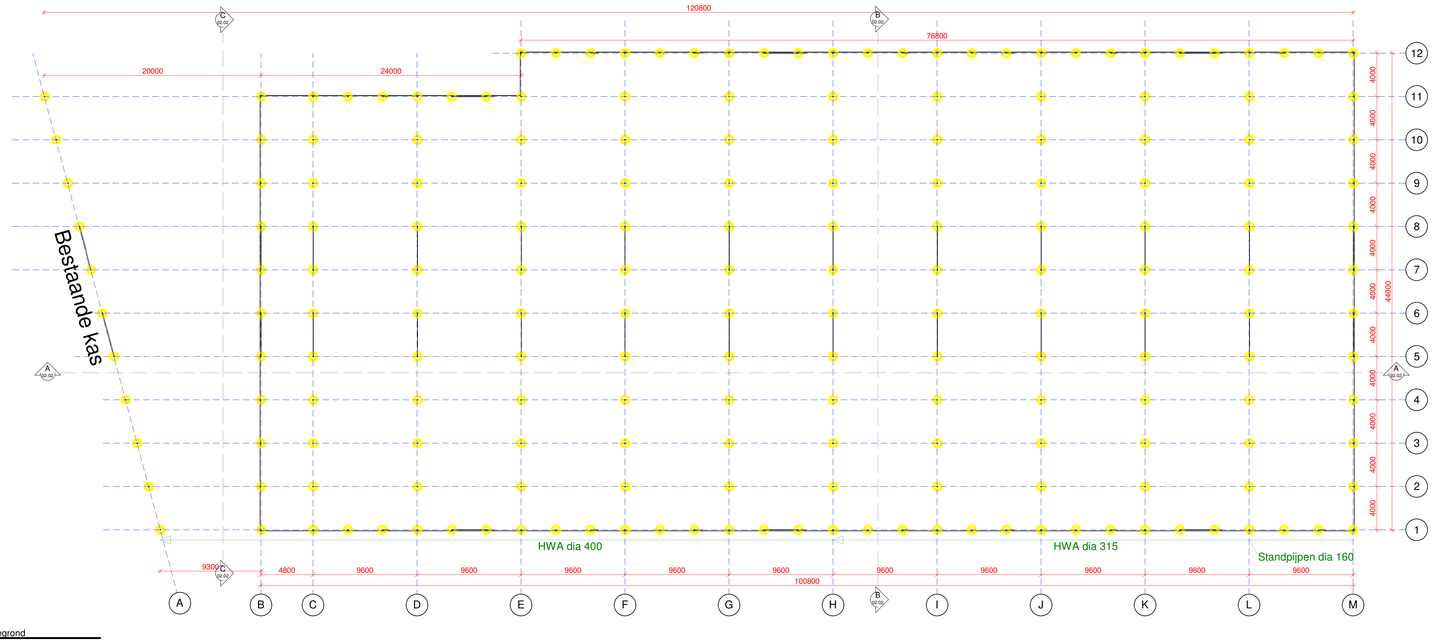
■ Achtergevel



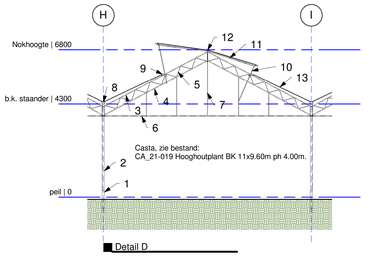
■ Voorgevel



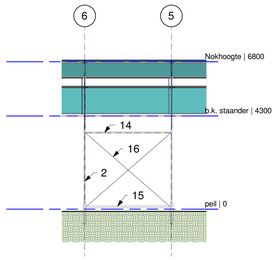
■ Doorsnede A



■ Plattegrond



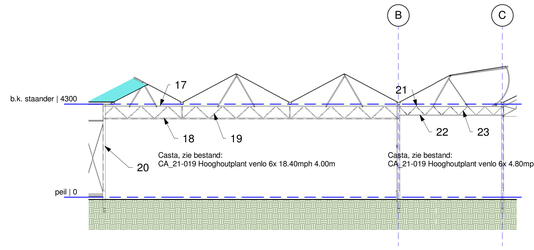
■ Detail D



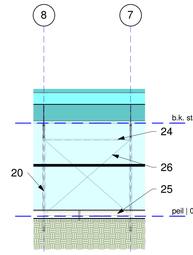
■ Detail E

1) Betonpaneel type Zeus
2) Koker 100x50x3
3) Koker 50x30x2
4) Koker 50x30x1.5
5) Rond dia 14
6) Koker 50x25x1.5
7) Buis dia 25x1.5
8) Aluminium kokergoot
9) Stalen luchtraamprofiel
10) Tandheugel
11) Koker 50x30x1.5
12) Nokbuis dia 70x2
13) Folie 235 micron
14) Koker 50x50x2
15) Koker 80x50x3
16) Rond dia 12
17) Koker 100x50x3
18) Koker 100x50x3
19) Koker 50x30x2
20) Koker 100x100x3
21) Koker 50x30x1.5
22) Koker 50x30x1.5
23) Koker 20x20x1.5
24) Koker 50x50x3
25) Koker 100x100x3
26) Rond dia 20

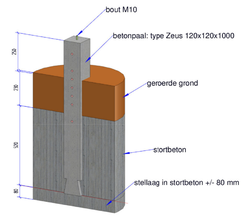
■ Verklarende legende



■ Detail F



■ Detail G





■ Situering

Wijziging: Datum: Omschrijving: Uitgegeven door:

Revisie's:

OT- 21-019

02.02 Plattegrond, Gevels en Doorsneden — **schaal :** As indicated

opdrachtgever:
Hooghoutplant

werf adres:
Hooghoutseweg 17
5074 NA Biezemortel
Nederland

tel. :
gsm. :
mail :

datum: 30-03-2022 — **tek. :** artem

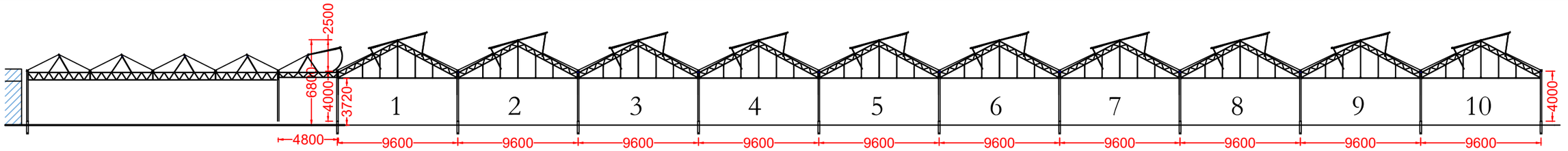
postadres:
Hooghoutseweg 17
5074 NA Biezemortel
Nederland

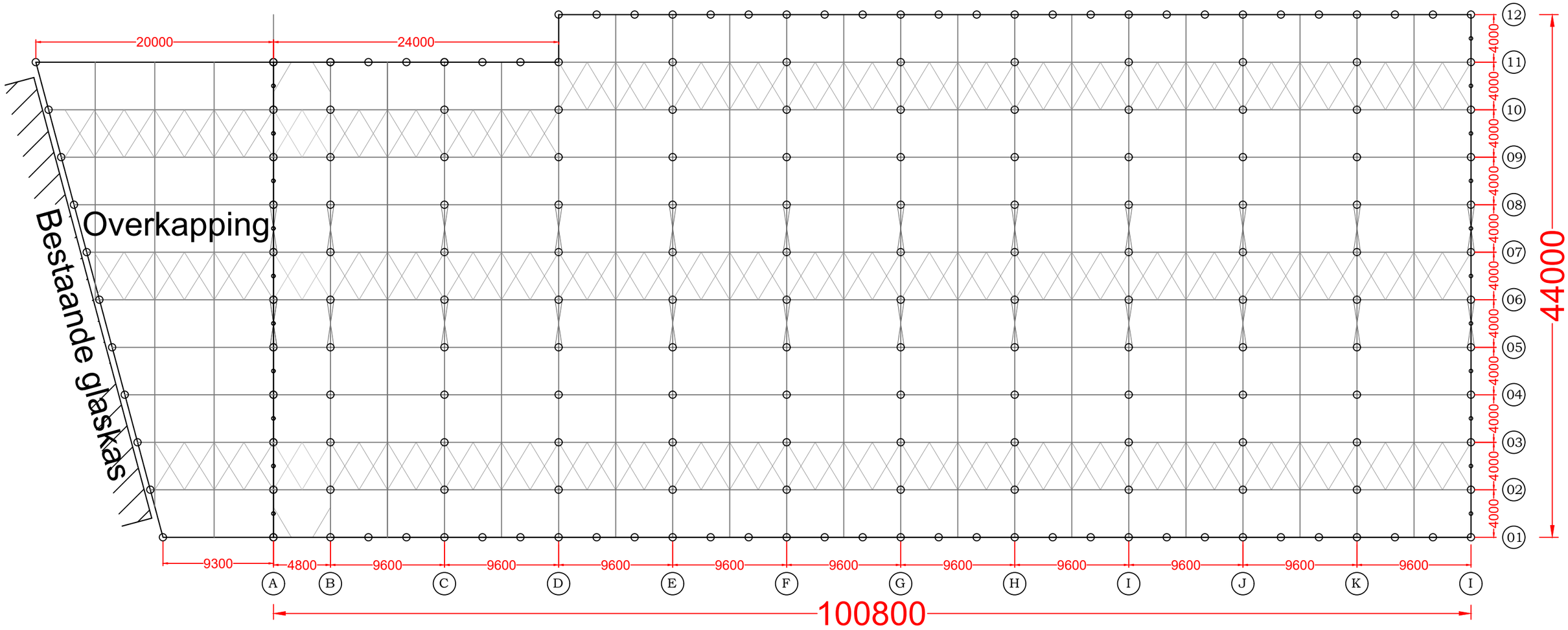
formaat: A0
opp. : 4.925,20 m²

VDH FOLIEKASSEN

niets uit deze tekening mag geheel of gedeeltelijk worden overgenomen of vermenigvuldigd zonder schriftelijke toestemming

KEUVELAAR SERRES - Oost Vaste 8 - 2991 LB Barendrecht - T: +31 (0) 180 64 - mail@keuvelaar-serres.com





Wijziging:	Datum:	Omschrijving:
Revisie's: B	5/07/2021	venlo kap van rij I naar A

OT- 21-019-B

schaal :

opdrachtgever:

Hooghoutplant

werf adres:

Hooghoutseweg 17
5074 N.A. Biezemortel
NL

tel. : ----
mob. : ----
fax. : ----
mail : ----

datum: 18/01/2021

tek. : ----

Postadres:
Hooghoutseweg 17
5074 N.A.Biezemortel
NL

formaat: ----

opp. :

VDH FOLIEKASSEN BV

HEUVEL-FOLIE-SERRES - Groot Veerle 8 - 2960 - Brecht - T: +32 3 313 89 76 - mail@heuvel-folie-serres.com

Adviescommissie
Agrarische Bouwaanvragen

Aan het College van Burgemeester en Wethouders
van de gemeente
t.a.v. Dhr. P. Abrahams,
Medewerker omgevingsvergunningen

(verzonden per e-mail)

Uw kenmerk	*Ons nummer*	*Datum*
e-mail, P. Abrahams	BA 9645	29 april 2021
Behandeld door	*Onderwerp*	*Bijlage*
H. Gerlings/TS		

Geacht College,

Naar aanleiding van uw schrijven van 10 maart 2021, inzake het verzoek van de heer R. Schapendonk, Hooghoutseweg 17 te Biezenmortel, delen wij u het volgende mede.

Op 8 april 2021 heeft een vertegenwoordiger van de Adviescommissie Agrarische Bouwaanvragen de bedrijfslocatie aan Hooghoutseweg 17 te Biezenmortel bezocht. Op basis van aldaar met de heer R. Schapendonk gevoerd overleg, de door uw gemeente toegezonden stukken en nader onderzoek komt de Adviescommissie Agrarische Bouwaanvragen tot de volgende bevindingen.

Bedrijfsbeschrijving
De heer R. Schapendonk (32 jaar) exploiteert samen met zijn vader J.A. Schapendonk en zijn moeder N. Schapendonk een agrarisch bedrijf. De bedrijfsvoering vindt plaats vanuit de vennootschap onder firma Hooghoutplant vof waarin betrokkenen deelnemen met hun besloten vennootschappen.

De bedrijfsbebouwing aan de Hooghoutseweg 17 omvat een woonhuis, een twee jaar geleden vernieuwde loods, een kas van circa 0.46 ha en een waterbassin van 4300 m^3. Ter plaatse is 3½ ha containerveld beschikbaar. De kas is uitgevoerd met een automatisch water-, beluchting- en voedingssysteem.
In 2012 is aan de overzijde van de Hooghoutseweg de locatie Hooghoutseweg 12 aangekocht. Dit betreft een perceel van circa 2¼ ha waarop een woning aanwezig is in combinatie met een containerveld en een water-bassin. Er is voor deze locatie nog een bouwplan voor een loods van circa 800 m^2.

Het teeltplan van het bedrijf richt zich hoofdzakelijk op heesters, bodembedekkers en vaste planten voor de afzet aan bedrijfsmatige aanplant, utiliteitswerken en openbaar groen. De bedrijfsvoering is gericht op een relatief breed assortiment dat gedurende één seizoen kan worden opgekweekt en dat in een relatief kleine maatvoering en grotere aantallen kan worden afgezet.

De kas is in gebruik voor de productie van stekgoed, het bewortelen daarvan en het aantrekken ervan. Dit betreft zowel winterstek als zomerstek. In de loop van april wordt het jonge plantmateriaal uitgezet op containervelden. Vanaf mei is de kas leeg. Hierna wordt gestart met de productie van zomerstek, die het jaar daarop weer kunnen worden uitgezet. Vanaf oktober worden tot aan het voorjaar planten rechtstreeks uitgeleverd aan de afnemers. Planten die in de winterperiode op het containerveld aanwezig zijn worden middels vliesdoek beschermd tegen de vorst.
Middels de deelname aan diverse beurzen in binnen- en buitenland wordt, naast de afzet via handelsbedrijven, gestreefd naar het opbouwen van meer rechtstreekse afzet.
De werkzaamheden op het bedrijf worden uitgevoerd door de leden van de vof, vier arbeidskrachten die het jaarrond op het bedrijf werkzaam zijn en een aantal seizoensarbeiders dat kan oplopen tot een tiental.

Verzoek
Het verzoek omvat de uitbreiding van de kas met 0.50 ha. Deze uitbreiding is aan de achterzijde van het bedrijf gesitueerd in het verlengde van de huidige kas. De uitbreiding van de kas biedt de mogelijkheid om meer planten langer in de kas aan te trekken voordat ze buiten op het containerveld worden gezet. Door de gecontroleerde en betere groeiomstandigheden in de kas zijn de planten in het voorjaar eerder aan de maat en kunnen eerder visueel aantrekkelijke planten worden verkocht. Ook kan enige verbreding van het assortiment plaatsvinden met meer vorstgevoelige soorten. De heer R. Schapendonk beargumenteerde dat een grotere kas de flexibiliteit in de bedrijfsvoering ten goede komt, zowel vanuit optiek van teelt als vanuit optiek van arbeidsplanning.

Advies
Op basis van de voorgaande bevindingen komt de Adviescommissie Agrarische Bouwaanvragen tot de volgende conclusie. De vof Schapendonk exploiteert aan de Hooghoutseweg 17 te Biezenmortel een volwaardig agrarisch bedrijf. Het ingediende verzoek omvat de uitbreiding van het areaal glas van circa 0.46 ha naar 0.96 ha. De Adviescommissie constateert dat voor de huidige bedrijfsvoering naar verhouding een aanzienlijk containerveld beschikbaar is ten opzichte van de omvang van de beschikbare tuinbouwkas. Gelet op de functie van de kas voor het bewortelen en aantrekken van planten en gelet op de voordelen om deze planten gedurende langere tijd binnen op te kunnen kweken, biedt de voorgenomen uitbreiding van het areaal glas een aantal bedrijfstechnische voordelen voor de bedrijfsvoering.

Samenvattend is de Adviescommissie Agrarische Bouwaanvragen van oordeel dat de voorgenomen bedrijfsuitbreiding met 0.50 ha kas noodzakelijk is voor een doelmatige agrarische bedrijfsvoering.

Graag ontvangen wij een kopie van de beslissing van de gemeente.

Hoogachtend,

ADVIESCOMMISSIE AGRARISCHE
BOUWAANVRAGEN



H. Gerlings
secretaris

Rapport: VERKENNEND BODEMONDERZOEK

Hooghoutseweg 17

Biezenmortel

Opdrachtgever: Hooghoutplant vof
Hooghoutseweg 17
5074 NA Biezenmortel

Rapportnummer: 2101974 Versie: 1

Rapportdatum: 16 september 2021
Status: Definitief

Auteur: ing. T.M.C. van der Meeren

Kwaliteitscontrole: ing. W.J.H. van den Heuvel

Lankelma Geotechniek Zuid BV
Postbus 38, 5688ZG Oirschot
KvK. nr.: 17131641

Tel. 0499-578520
Website: www.lankelma-zuid.nl
E-mail: info@lankelma-zuid.nl

IBAN: NL98ABNA0590577670
BIC ABNANL2A
BTW: NL 8105.11.654.B.01

Inhoudsopgave

1 Inleiding 1
1.1 Opdrachtvorming 1
1.2 Doelstelling 1
1.3 Gevolgde richtlijnen en opbouw rapportage 1
2 Vooronderzoek 3
2.1 Locatiegegevens 3
2.2 Historische informatie 3
2.3 Gebiedsgericht beleid en/of kwaliteit grond en grondwater 4
2.4 Bevindingen bodemonderzoeken en/of archief onderzoek 4
2.5 Regionale bodemopbouw en geohydrologie 4
2.6 Resumé 4
3 Hypothese en Onderzoeksstrategie 5
3.1 Hypothese 5
3.2 Onderzoeksstrategie 5
4 Veldwerkzaamheden 6
4.1 Grond 6
4.2 Grondwater 6
4.3 Afwijkingen BRL-SIKB 2000 protocollen 2001 en 2002 6
5 Analyses en resultaten laboratoriumonderzoek 7
5.1 Samenstelling en analyseparameters 7
5.2 Toetsingscriteria 7
5.2.1 Generiek referentiekader Wet bodembescherming (Wbb) 7
5.2.2 Generiek referentiekader kader Besluit bodemkwaliteit (Bbk) 7
5.3 Toetsingen 8
5.3.1 Grond 8
5.3.2 Grondwater 8
6 Conclusie en aanbeveling 9
6.1 Conclusie 9
6.2 Resumé en aanbeveling 10

Bijlagen

Bijlage 1: Regionale ligging locatie
Bijlage 2: Situatietekening met boorlocaties
Bijlage 3: Profielbeschrijvingen
Bijlage 4: Analysecertificaten grond en grondwater
Bijlage 5: Toetsingstabellen grond en grondwater

1 Inleiding

1.1 Opdrachtvorming

In opdracht van Hooghoutplant VOF heeft Lankelma Geotechniek Zuid B.V. een verkennend bodemonderzoek uitgevoerd op een locatie gelegen aan de Hooghoutseweg 17 te Biezenmortel, gemeente Tilburg. De regionale ligging van de locatie is weergegeven in bijlage 1.

De aanleiding voor het laten uitvoeren van een bodemonderzoek is de voorgenomen ontwikkeling ter plaatse van de onderzoekslocatie. Als gevolg hiervan dient de milieuhygiënische kwaliteit van de grond en het grondwater vastgelegd te worden. Daarnaast dient door middel van onderhavig onderzoek beoordeeld te worden of aanvullende procedures noodzakelijk zijn in het kader van de Wet bodembescherming (Wbb).

Opgemerkt wordt dat bij een bodemonderzoek sprake is van een steekproefsgewijze bemonstering die erop is gericht om te kunnen beoordelen of (mogelijke) bodemverontreinigingen aanwezig zijn, evenals het bepalen van de milieuhygiënische kwaliteit van de bodem. De mogelijkheid blijft daarom bestaan dat puntverontreinigingen, welke niet voortkomen uit het historisch onderzoek, niet door het onderzoek worden aangetoond. Tevens wordt erop gewezen dat het uitgevoerde onderzoek een momentopname is.

Het bodemonderzoek is uitgevoerd conform de Nederlandse norm NEN5740. Het veldwerk is onder certificaat uitgevoerd op grond van beoordelingsrichtlijn BRL-SIKB 2000.

Het hierbij behorende procescertificaat en keurmerk van Lankelma Geotechniek Zuid B.V. is van toepassing op het gehele proces van het veldwerk bij milieuhygiënisch bodemonderzoek, vanaf acceptatie tot aan de overdracht van de veldgegevens en monsters.

Lankelma Geotechniek Zuid B.V. heeft geen binding met de opdrachtgever en de onderzoekslocatie anders dan als onafhankelijk onderzoeksbureau. Verder is zij gecertificeerd in het kader van ISO-9001 en de BRL-SIKB 2000 “veldwerk bij milieuhygiënisch bodemonderzoek” en de daarbij behorende protocollen. Hierbij gelden de ten tijde van het uitvoeren van het veldwerk, vigerende versies van deze documenten.

1.2 Doelstelling

De doelstelling van het onderzoek wordt onderstaand puntsgewijs benoemd:

- historisch onderzoek naar bodembedreigende activiteiten/situaties binnen de locatie middels welke een inschatting wordt gemaakt of en waar op de locatie bodemverontreiniging te verwachten is;
- bepalen van de milieuhygiënische kwaliteit van de bodem ter plaatse van de onderzoekslocatie;
- op basis van de resultaten vaststellen of in het kader van de Wbb sprake is van een geval van ernstige bodemverontreiniging.

1.3 Gevolgde richtlijnen en opbouw rapportage

De werkzaamheden zijn door Lankelma Geotechniek Zuid B.V. onder certificaat uitgevoerd, te weten conform BRL-SIKB 2000 en de daaraan gekoppelde protocollen:

- 2001: “Plaatsen van handboringen en peilbuizen, maken boorbeschrijvingen, nemen van grondmonsters en waterpassen”;
- 2002: “Het nemen van grondwatermonsters”.

In de BRL-SIKB 2000 wordt verwezen naar de Nederlandse normen voor bodemonderzoek die eveneens bepalend zijn voor de uitvoering van het bodemonderzoek. De belangrijkste en meest bepalende normeringen zijn de NEN5725:2017 “Bodem-landbodem-strategie voor het uitvoeren van vooronderzoek” en de NEN5740/A1: 2016 “Onderzoeksstrategie bij verkennend bodemonderzoek”.

Voorliggend rapport presenteert de resultaten van het vooronderzoek (hoofdstuk 2), de onderzoekshypothese en –strategie (hoofdstuk 3) en de resultaten van het veldwerk (hoofdstuk 4) en analytisch onderzoek en de aan het onderzoek te verbinden interpretatie van de onderzoeksresultaten (hoofdstuk 5) en conclusies en aanbevelingen (hoofdstuk 6).

2 Vooronderzoek

Conform het onderzoeksprotocol NEN5725 is ten behoeve van de bepaling van de onderzoeksstrategie op onderhavige locatie een vooronderzoek uitgevoerd. De resultaten van dit vooronderzoek zijn opgenomen in voorliggend hoofdstuk. De in paragraaf 2.1 t/m 2.3 opgenomen informatie is afkomstig van/uit:

- terreininspectie;
- het archief van Lankelma Geotechniek Zuid B.V.;
- archiefonderzoek door een ambtenaar van de gemeente Tilburg;
- omgevingsrapportage van de gezamenlijke omgevingsdiensten in Noord-Brabant;
- informatie opdrachtgever;
- TNO (Regis);
- website www.topotijdreis.nl;
- website www.bodemloket.nl.

Vermeld dient te worden dat de verantwoordelijkheid voor de resultaten van onderhavig onderzoek worden beperkt tot de aan deze resultaten ten grondslag liggende en op het moment van onderzoek ter beschikking staande gegevens alsmede de bij de terreininspectie geconstateerde situatie.

Aanleiding en aspecten van het vooronderzoek
De aanleiding voor het opstellen van onderhavig vooronderzoek sluit aan bij A ‘opstellen hypothese over de milieuhygiënische bodemkwaliteit ten behoeve van uit te voeren bodemonderzoek’, uit de NEN5725.

2.1 Locatiegegevens

Algemeen
De onderzochte locatie is gelegen aan de Hooghoutseweg 17 te Biezenmortel, gemeente Tilburg. Kadastraal is de locatie bekend onder kadastrale gemeente Udenhout, sectie E, nr. 5924 ged. De coördinaten volgens het R.D. stelsel zijn x = 141,7 en y = 403,4.

Het oppervlak van de onderzoekslocatie bedraagt maximaal 6.000 m². Ten tijde van de uitvoering van het onderzoek was onderhavige onderzoekslocatie in gebruik als plantenkwekerij. In bijlage 2 is voornoemde situatie van de onderzoekslocatie weergegeven. Onderhavige locatie is zuidoostelijk gelegen ten opzichte van het centrum van Biezenmortel.

Terreininspectie
Door een gecertificeerd medewerker van Lankelma Geotechniek Zuid B.V. is een terreininspectie uitgevoerd voorafgaande aan de veldwerkzaamheden. De locatie is daadwerkelijk in gebruik zoals in voorgaande alinea omschreven. Er zijn tijdens de terreininspectie geen bijzonderheden (zoals verdachte plekken, artefacten of bodembeschermende voorzieningen, puin en/of asbest op het maaiveld, asbest beschoeiingen, verzakkingen, verhogingen, verkleuringen, brandplaatsen) geconstateerd, welke een aanwijzing zouden kunnen zijn voor een mogelijke bodemverontreiniging.

2.2 Historische informatie

Gebruik locatie: heden en verleden
Uit het historisch kaartmateriaal blijkt dat tot eind 20ste eeuw sprake was van een gebied met een agrarische bestemming. De locatie is sinds 1998 in gebruik als plantenkwekerij. Sindsdien is ten zuiden van de onderzoekslocatie een kas gebouwd.

De locatie is in het buitengebied van Biezenmortel gesitueerd. De zuidzijde van de locatie grenst aan een kas. De noordzijde grenst aan de spoorlijn Tilburg – ‘s-Hertogenbosch. De overige zijden grenzen aan agrarische percelen.

Ter plaatse van de onderzoekslocatie zijn geen gegevens bekend van activiteiten die de bodem mogelijk negatief hebben kunnen beïnvloeden. Er is niets bekend over een (voormalige) ondergrondse c.q. bovengrondse brandstoftank.

Voormalige stortlocatie
Ter plaatse van de onderzoekslocatie is voor zover bekend geen sprake van een (voormalige) stortlocatie.

Explosieven
De Indicatieve Kaart Militair Erfgoed (IKME) geeft voor Nederland een landelijk overzicht op een kleine schaal van de (verwachte) ligging van resten van ondergronds en bovengronds militair erfgoed. De onderzoekslocatie is gesitueerd in de zone 'Overige gebieden'. Binnen deze zone kunnen resten worden verwacht van kleinere objecten en structuren zoals crashlocaties, veldgraven en onderduikholen.

2.3 Gebiedsgericht beleid en/of kwaliteit grond en grondwater

Het onderhavige onderzoeksgebied is gelegen binnen een gebied waarvoor een bodemkwaliteitskaart (Lievense, 28 februari 2019) is opgesteld. Volgens de kaart valt het onderzoeksgebied binnen een schoon deelgebied. Op basis van de kaart kan worden aangenomen dat de bodem ter plaatse niet verontreinigd is. De milieuhygiënische kwaliteit wordt als zijnde de achtergrondwaarde beschouwd.

2.4 Bevindingen bodemonderzoeken en/of archief onderzoek

Bij de gemeente Tilburg en via de omgevingsrapportage zijn gegevens bekend van bodemonderzoeken en/of potentieel bodembedreigende activiteiten ter plaatse van en/of in de directe omgeving van de onderzoekslocatie. In onderstaande tekst zijn de bevindingen hiervan in het kort omschreven.

Verkennend bodemonderzoek Hooghoutseweg, Anteagroup, rap.nr. 408222-41, d.d. 24 mei 2017. In de bovengrond zijn analytisch licht verhoogde gehalten met kobalt, koper, lood, zink, PAK, PCB en minerale olie aangetoond. In de ondergrond zijn analytisch licht verhoogde gehalten met koper, lood, zink, PAK en minerale olie aangetoond. Het grondwater is licht verontreinigd met barium en zink. Ter plaatse van boring 24 is asbest (140 mg/kg d.s.) boven de interventiewaarde aangetoond.

2.5 Regionale bodemopbouw en geohydrologie

De op basis van de geraadpleegde bronnen verwachte ondiepe geologie op de locatie is weergegeven in tabel 2.1. Hierbij dient te worden opgemerkt dat het de geologische bodemopbouw betreft die door TNO is geïnterpoleerd op basis van onderzoek in de omgeving. De werkelijke laagopbouw en –samenstelling kunnen hiervan afwijken.

*tabel 2.1 Geohydrologische bodemopbouw**

Diepte [m-mv]	Formatienaam	Lithologie
0 – 1,4	Formatie van Boxtel	Zandige eenheid, hoofdzakelijk bestaande uit midden en fijn zand, weinig zandige klei en grof zand en een spoor klei, veen en grind
1,4 – 4,5	Formatie van Boxtel, Laagpakket van Liempde	Kleiige eenheid, hoofdzakelijk bestaande uit leem, weinig fijn en midden zand en een spoor veen en grof zand
4,5 – 20,7	Formatie van Boxtel	Zandige eenheid, hoofdzakelijk bestaande uit midden en fijn zand, weinig zandige klei en grof zand en een spoor klei, veen en grind

* *Bron: Landelijk DGM model V1.3 – 2009, NITG-TNO, de werkelijke diepte en formatienaam kan afwijken (met name nabij geologische breukzones)*

De grondwaterstand van het freatisch pakket bedraagt circa 1,7 m-mv. Het grondwater in het ondiepe (freatische) grondwater stroomt regionaal gezien in overwegend noordoostelijke richting. De locatie ligt niet in het intrekgebied van een grondwaterwinning c.q. een grondwaterbeschermingsgebied.

2.6 Resumé

Op basis van de resultaten van dit bodemonderzoek is de locatie als zijnde "verdacht" gekwalificeerd ten aanzien van grondverontreiniging. Hiermee wordt bedoeld dat er mogelijk stoffen in gehalten boven de generieke achtergrondwaarden vallen.

3 Hypothese en Onderzoeksstrategie

3.1 Hypothese

Op basis van de resultaten van het vooronderzoek is de locatie ten aanzien van de grond en het grondwater als een ‘heterogeen diffuus verontreinigd gebied’ gekwalificeerd. In verband met de plantenkwekerij wordt de bovengrond aanvullend onderzocht op OCB.

3.2 Onderzoeksstrategie

Grond en grondwater
Bij het vaststellen van de onderzoeksstrategie is de boor-, bemonsterings- en analysestrategie gehanteerd zoals beschreven in de NEN5740/A1 ‘Onderzoeksstrategie voor een verdachte locatie, diffuus belaste niet-lijnvormige locatie met een heterogeen verdeelde stof op schaal van monsterneming’ (VED-HE-NL, tabel 9.1). Vanwege de aanwezigheid van een kas wordt de bovengrond aanvullend onderzocht op het voorkomen van PCB.

In het kader van onderhavig bodemonderzoek is géén onderzoek naar asbest in de bodem verricht. Tijdens de veldwerkzaamheden zal het maaiveld en de uitkomende grond wel indicatief visueel beoordeeld worden op het voorkomen van asbestverdachte materialen en/of bijmengingen.

In tabel 3.1 is een overzicht opgenomen van de uit te voeren veldwerkzaamheden en laboratoriumwerkzaamheden. Om de kwaliteit van de ondergrond vast te leggen worden aanvullend twee ondergrond monsters geanalyseerd op het NEN-pakket.

tabel 3.1 Uit te voeren veld- en laboratoriumwerkzaamheden bodemonderzoek

Oppervlak (m²)	**Veldwerk**			**Analyses**		
	0,5 m-mv	**2 m-mv[1]**	**peilbuis[2]**	**bovengrond**	**ondergrond**	**grondwater**
Max. 6.000	15	3	1	3 x NEN5740[3] 3 x OCB	2 x NEN5740[3]	1 x NEN5740[4]

1	Handboring tot minimaal 0,5 m- freatische grondwaterstand of 1 m-mv, maximaal tot 2,5 meter. Indien visueel schoon dan boren tot opgegeven einddiepte, anders boren tot 0,5 meter minus verdachte bodemlaag.
2	Indien een grondwaterspiegel wordt aangetroffen dieper dan 5 m-mv behoeft geen peilbuis te worden geplaatst.
3	Standaard NEN5740 pakket voor grond: zware metalen (barium, cadmium, kobalt, koper, kwik, lood, molybdeen, nikkel, zink), organische parameters (PAK (som 10), minerale olie, PCB (som 7)), lutum en organische stof.
4	Standaard NEN 5740 pakket voor grondwater: zware metalen (barium, cadmium, kobalt, koper, kwik, lood, molybdeen, nikkel, zink), benzeen, tolueen, ethylbenzeen, xylenen, styreen, naftaleen, minerale olie, vinylchloride, 1,1-dichlooretheen, dichloormethaan, trans-1,2-dichlooretheen, cis-1,2-dichlooretheen, Som1,2-dichlooretheen, 1,1-dichlooretheaan, chloroform, 1,1,1-trichloorethaan, tetrachloormethaan, 1,2-dichloorethaan, trichlooretheen, 1,2-dichloorpropaan, 1,1-dichloorpropaan, 1,3-dichloorpropaan, Somdichloorpropaan, 1,1,2-trichloorethaan, tetrachlooretheen, bromoform.

4 Veldwerkzaamheden

De veldwerkzaamheden zijn uitgevoerd onder procescertificaat van de BRL-SIKB 2000, conform de protocollen 2001 en 2002 van de Stichting Infrastructuur Kwaliteitsborging Bodembeheer. Evenals de daaraan gekoppelde Nederlandse Eenheidsnormen (NEN).

4.1 Grond

Het plaatsen van de boringen en de peilbuis is door de erkende veldwerkers de heer J. Schoonhoven (Bodex Milieu B.V.) en de heer L. Dijks (Bodex Milieu B.V.), uitgevoerd op 28 juli 2021. Op instructie en onder controle van voornoemde erkende personen zijn mede (veld)werkzaamheden uitgevoerd door de assistent de heer J. Klaassen. De veldwerkers verklaren hierbij de werkzaamheden onafhankelijk van de opdrachtgever te hebben uitgevoerd, conform de eisen van de BRL-SIKB 2000 en de daarbij horende protocollen. In tabel 4.1 zijn ten behoeve van het onderzoek de uitgevoerde werkzaamheden opgenomen.

tabel 4.1 Uitgevoerde werkzaamheden

Boring	Diepte [m-mv]	Filterdiepte [m-mv]
B05 t/m B19	0,5	-
B02 t/m B04	2,0	-
PB01	3,8	2,8 – 3,8

De bodem op de locatie bestaat tot de verkende diepte van 3,8 m-mv overwegend uit matig fijn, matig siltig zand. Met name de bovengrond is humushoudend. In de bodemlaag van 0,3 tot 2,2 m-mv wordt een leemlaag aangetroffen. De situering van de onderzoekslocatie en de geplaatste boringen en peilbuis is opgenomen in bijlage 2. Voor de complete boorbeschrijvingen wordt verwezen naar bijlage 3.

Tijdens de uitvoering van de veldwerkzaamheden is geen aanvullende informatie naar voren gekomen welke tot een aanpassing van de boorstrategie heeft geleid.

In de uitkomende grond zijn geen waarnemingen gedaan die duiden op de mogelijke aanwezigheid van verontreinigende stoffen in de bodem.

In het kader van dit onderzoek is geen specifiek onderzoek (conform NEN5707) verricht naar het voorkomen van asbest in de grond en op het maaiveld. Wel heeft een indicatieve inspectie van het terrein plaatsgevonden. In de vrijkomende grond en op het maaiveld zijn geen asbestverdachte materialen en/of bijmengingen aangetroffen.

4.2 Grondwater

De peilbuis is, na inachtneming van de geldende rustperiode van minimaal een week door de erkende veldwerker, de heer S. Dieleman, bemonsterd op 6 augustus 2021. De veldwerker verklaart hierbij de werkzaamheden onafhankelijk van de opdrachtgever te hebben uitgevoerd, conform de eisen van protocol 2002. In tabel 4.2 zijn de gegevens hiervan weergegeven:

tabel 4.2 Peilbuisgegevens

Peilbuisnummer	**PB01**
Datum bemonstering	**6 augustus 2021**
Diepte grondwaterspiegel [m-mv]	1,67
Filterstelling [m-mv]	2,8 – 3,8
Toestroming	goed
Beluchting	niet belucht
Zuurgraad [pH]	4,88
Elektrische geleidbaarheid [Ec, µS/cm]	421
Troebelheid (NTU)	0
Waargenomen afwijkingen	geen
Drijflaag	geen

4.3 Afwijkingen BRL-SIKB 2000 protocollen 2001 en 2002

Tijdens de uitvoering van de veldwerkzaamheden zijn geen kritieke afwijkingen opgetreden in het kader van de BRL-SIKB 2000 protocollen 2001 en 2002.

5 Analyses en resultaten laboratoriumonderzoek

5.1 Samenstelling en analyseparameters

De grond(meng)monsters en het grondwatermonster zijn in het laboratorium van SGS Environmental Analytics B.V. te Rotterdam (door de RvA erkend) chemisch geanalyseerd. De analyses zijn uitgevoerd conform Accreditatieschema AS3000.

Het aantal samengestelde en analytisch onderzochte grond(meng)monsters en grondwatermonster is in overeenstemming met de onderzoeksstrategie zoals opgenomen in hoofdstuk 3.

In tabel 5.1 is inzichtelijk gemaakt hoe de betreffende grond(meng)monsters zijn samengesteld (o.a. zintuiglijke waarnemingen en diepte geanalyseerde bodemlaag). Tevens zijn in tabel 5.2 de resultaten van het grondwateronderzoek weergegeven. De analysecertificaten zijn weergegeven in bijlage 4. De resultaten zijn getoetst aan de achtergrondwaarden en interventiewaarden en zijn weergegeven in bijlage 5.

5.2 Toetsingscriteria

Teneinde de mate van verontreiniging van de bodem te kunnen beoordelen, zijn de chemische analyseresultaten van de grond- en grondwatermonsters getoetst aan de richtlijnen die zijn vastgesteld door het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (de zogenaamde generieke referentiewaarden).

5.2.1 Generiek referentiekader Wet bodembescherming (Wbb)

De gehalten en concentraties van de milieuschadelijke stoffen in respectievelijk de grond- dan wel grondwatermonsters worden gerelateerd aan het toetsingskader uit de Circulaire bodemsanering (Per 1 juli 2013), die een onderdeel vormt van de Wet bodembescherming (Wbb).

Bij de referentiewaarden wordt onderscheid gemaakt in zogenaamde generieke ofwel landelijke achtergrondwaarden (in geval van grond), streefwaarden (in geval van grondwater) en de interventiewaarden (zowel grond als grondwater):

achtergrondwaarde (grond) of S-waarde (grondwater)	=	waarde voor een schone, multifunctionele bodem
½ (AW of SW+I) waarde of bodemindex	=	Waarde waarbij men een aanvullend/nader onderzoek in overweging dient te nemen ((achtergrond- of streefwaarde + interventiewaarde) / 2)
interventiewaarde of I-waarde	=	interventiewaarde voor sanering(sonderzoek)

De referentiewaarden voor grond zijn mede afhankelijk gesteld van het gehalte lutum (fractie <2µm) en organische stof. Dit betekent dat bij elk (verkennend) bodemonderzoek de gemeten waarden moeten worden omgerekend als zijnde “standaard bodem” (10% organische stof en 25% lutum). De omgerekende waarden worden vervolgens getoetst aan de vigerende referentiewaarden. Ten aanzien van de resultaten van de toetsing wordt in voorliggend rapport de volgende terminologie gehanteerd:

- licht verhoogd gehalte: gehalte tussen de achtergrondwaarde (grond) c.q. streefwaarde (grondwater) en de ½ (AW+I) waarde;
- matig verhoogd gehalte: gehalte tussen de ½ (AW of SW+I) waarde of bodemindex en gelijk interventiewaarde;
- sterk verhoogd gehalte: gehalte groter dan de interventiewaarde.

5.2.2 Generiek referentiekader kader Besluit bodemkwaliteit (Bbk)

Bij het op basis van het Besluit Bodemkwaliteit (Bbk) toepassen van een partij grond, volgens het generieke toetsingskader, spelen de kwaliteit en de functie van de ontvangende bodem een belangrijke rol. In verband met hergebruiksmogelijkheden van de grond voor een toepassing als zijnde landbodem, zijn de in de grond(meng)monsters gemeten gehalten indicatief getoetst aan de waarden afkomstig uit de Regeling bodemkwaliteit (Bijlage B, tabellen 1 en 2). Dit is geschied met behulp van het toetsingsinstrument BoToVa (Bodemtoets- en validatieservice).

Ten aanzien van de resultaten van de toetsing wordt in voorliggend rapport de volgende terminologie gehanteerd:

- achtergrondwaarden: grond die vrij toepasbaar is bij elke bodemfunctie en elke bodemkwaliteit;
- wonen: grond kan worden toepast bij de bodemfuncties en bodemkwaliteiten ‘wonen’ en ‘industrie’;
- industrie: grond kan worden toegepast bij bodemfunctie en bodemkwaliteit ‘industrie’;
- niet toepasbaar: grond kan niet elders worden toegepast en dient te worden afgevoerd naar een erkend verwerker.

5.3 Toetsingen

5.3.1 Grond

In tabel 5.1 zijn (indien van toepassing) alleen de onderzochte parameters vermeld, waarvan de concentraties de betreffende achtergrondwaarden overschrijden.

tabel 5.1 Resultaten grondonderzoek

Monster-nr.	Samenstelling (cm-mv)	Bodemsamenstelling/ bijmengingen	Analysepara-meters	Parameters >AW	Toets (Wbb)	Bbk
MM1	B11 (0-50) B13 (0-50) B14 (0-50) Pb01 (0-30)	matig fijn siltig zand, humeus	NEN5740 pakket grond; OCB	-	-	AW
MM2	B02 (0-30) B05 (0-50) B06 (0-50) B08 (0-50)	matig fijn siltig zand, humeus	NEN5740 pakket grond; OCB	-	-	AW
MM3	B15 (0-50) B17 (0-50) B18 (0-50) B19 (0-50)	matig fijn siltig zand, humeus	NEN5740 pakket grond; OCB	-	-	AW
MM4	B03 (130-170) B04 (130-180) Pb01 (120-150) Pb01 (150-200)	matig fijn siltig zand	NEN5740 pakket grond	Nikkel	*	AW
MM5	B02 (80-130) B03 (80-110) B04 (110-130)	matig fijn siltig zand	NEN5740 pakket grond	-	-	AW

	Verklaring gebruikte afkortingen:		Verklaring van de tekens:
AW	voldoet aan bodemkwaliteitsklasse achtergrondwaarde 2000	*	groter dan AW en kleiner of gelijk aan de bodemindex
WO	voldoet aan bodemkwaliteitsklasse wonen	**	groter dan bodemindex (0,5), kleiner of gelijk interventiewaarde
IND	voldoet aan bodemkwaliteitsklasse industrie	***	groter dan interventiewaarde
NT	voldoet aan bodemkwaliteitsklasse niet toepasbaar	-	gehalte niet verhoogd t.o.v. AW dan wel detectiegrens
Bbk	indicatief getoetst aan Besluit bodemkwaliteit		

5.3.2 Grondwater

In tabel 5.2 zijn alleen de onderzochte parameters vermeld, waarvan de concentraties de betreffende streefwaarden overschrijden.

tabel 5.2 Resultaten grondwateronderzoek

Monsternr.	Analyse	Parameters >SW	Toets (Wbb)
PB01	NEN5740 grondwater	Nikkel	**

Verklaring van de tekens:	
*	groter dan streefwaarde en kleiner of gelijk ½ (streefwaarde+I) waarde
**	groter dan ½ (SW+I) waarde en kleiner of gelijk interventiewaarde
***	groter interventiewaarde
-	gehalte niet verhoogd t.o.v. streefwaarde dan wel detectiegrens

6 Conclusie en aanbeveling

In opdracht van Hooghoutplant VOF heeft Lankelma Geotechniek Zuid B.V. een verkennend bodemonderzoek uitgevoerd op een locatie gelegen aan de Hooghoutseweg 17 te Biezenmortel, gemeente Tilburg.

De aanleiding voor het laten uitvoeren van dit bodemonderzoek is de voorgenomen ontwikkeling op deze locatie. Als gevolg hiervan is de milieuhygiënische kwaliteit van de grond en het grondwater vastgelegd. Daarnaast is door middel van onderhavig onderzoek beoordeeld of aanvullende procedures noodzakelijk zijn in het kader van de Wet bodembescherming (Wbb).

6.1 Conclusie

Algemeen
De bodem op de locatie bestaat tot de verkende diepte van 3,8 m-mv overwegend uit matig fijn siltig zand. Met name de bovengrond is humushoudend. In de bodemlaag van 0,3 tot 2,2 m-mv is een leemlaag aangetroffen. In de uitkomende grond zijn geen waarnemingen gedaan die duiden op de mogelijke aanwezigheid van verontreinigende stoffen in de bodem. Tijdens de uitvoering van de veldwerkzaamheden is geen aanvullende informatie naar voren gekomen welke tot een aanpassing van de boorstrategie heeft geleid.

Grond
In de grondmengmonsters MM1, MM2 en MM3 (bovengrond) zijn analytisch geen van de onderzochte parameters in verhoogde mate aangetoond. Allen liggen onder de achtergrondwaarden. Op basis van het Besluit bodemkwaliteit kan de milieuhygiënische kwaliteit van deze bodemlaag indicatief als klasse AW2000 beschouwd worden.

In het grondmengmonster MM5 (ondergrond) zijn analytisch geen van de onderzochte parameters in verhoogde mate aangetoond. In het grondmengmonster MM4 (ondergrond) is analytisch een licht verhoogd gehalte met nikkel aangetoond. Het gehalte overschrijdt de achtergrondwaarde, doch overschrijdt de interventiewaarde niet. Op basis van het Besluit bodemkwaliteit kan de milieuhygiënische kwaliteit van deze bodemlaag indicatief als klasse AW2000 beschouwd worden.

Grondwater
In het grondwater uit peilbuis PB01 is analytisch nikkel aangetoond in een concentratie groter dan ½ (S+I). De concentratie overschrijdt de streefwaarde doch niet de interventiewaarde.

Formeel gezien is de bodem op de locatie niet geheel vrij van bodemverontreiniging en is een nader bodemonderzoek noodzakelijk naar het voorkomen van nikkel in het grondwater. Dit wordt echter niet zinvol geacht en wel om de navolgende redenen:

- Het filter van de peilbuis is direct geplaatst onder de bodemlaag, waarin van nature metalen in verhoogde mate worden aangetroffen, als gevolg van natuurlijke uitloging;
- In de huidige situatie zijn er geen humane risico's;
- Alhoewel voor Tilburg geen lokale achtergrondwaarden zijn vastgesteld blijkt uit eerder uitgevoerde bodemonderzoeken in de regio, dat er hier in het grondwater ook (matig) verhoogde gehalten met nikkel voorkomen. In het algemeen kan worden gesteld dat er in de regio lokaal verhoogde gehalten voorkomen zonder dat er een mogelijke bron in de directe omgeving aanwezig is.

Asbest in grond
In het kader van dit onderzoek is geen specifiek onderzoek (conform NEN5707) verricht naar het voorkomen van asbest in de grond en op het maaiveld. Wel heeft een indicatieve inspectie van het terrein plaatsgevonden. In de vrijkomende grond en op het maaiveld zijn geen asbestverdachte (plaat)materialen aangetroffen. Het voorliggende onderzoek doet echter geen bindende uitspraak over de aan- of afwezigheid van asbest in de bodem binnen de onderzoekslocatie.

Toetsing hypothese
De hypothese ‘heterogeen diffuus verdacht’ dient op basis van de resultaten formeel gezien te worden aanvaard.

Nader bodemonderzoek
Op basis van voornoemde samenvatting en conclusies is nader bodemonderzoek vanuit milieuhygiënisch oogpunt gezien niet aan de orde.

6.2 Resumé en aanbeveling

Middels onderhavig bodemonderzoek is de milieuhygiënische kwaliteit van de grond en het grondwater vastgelegd. In het kader van de Wet bodembescherming zijn geen aanvullende procedures noodzakelijk. Op basis van de bevindingen uit onderhavig bodemonderzoek zijn er, ons inziens, vanuit milieuhygiënisch oogpunt derhalve geen belemmeringen c.q. beperkingen voor de voorgenomen ontwikkeling op deze locatie.

Wanneer men (graaf)werkzaamheden en/of wijzigingen uit gaat voeren, dient men rekening te houden met de volgende zaken:

- wanneer men grond van de locatie wil afvoeren dient men rekening te houden met afzetkosten. Een acceptant van de grond kan een aanvullend onderzoek eisen (lees partijkeuring). Op basis van dit onderzoek is de bovengrond indicatief als zijnde klasse AW2000 bestempeld. De ondergrond is indicatief bestempeld als klasse AW2000;
- het verlenen van een omgevingsvergunning is ter competentie aan het bevoegd gezag.

Bijlage 1 : Regionale ligging locatie


Vlijmen
Nieuwkuijk
'S-HERTOGENBOSCH
Gemeente Heusden
Gemeente Vught
Vught
Helvoirtsche
Heide
LOONSE EN DRUNENSE DUINEN
Gemeente Haaren
Helvoirt
Haaren
Boxtel
Gemeente Boxtel

Bijlage 2 : Situatietekening met boorlocaties

lankelma
Geo- milieu en funderingstechniek

N

E5685
E5795
E5926
E5687
E5925
E6107
E6106
E6103
E5688
E5689
E5690
E6102
E5960
zie bijlage 2/b

B18 B15 Pb01 B11 B08 B05 B07 B17 B04 B16 B13 B09 B06 B12 B02 B03 B14 B10 B19

0 m 10 m 50 m

Boring afgewerkt met een peilbuis

⊗ Boring tot circa 2,0 meter minus maaiveld

● Boring tot circa 0,5 meter minus maaiveld

Begrenzing onderzoekslocatie

E5924 Kadastraal nummer

L:\Projecten\2021\21019\2101974 Biezenmortel\Tekeningen\2101974 Biezenmortel MSC2.dwg

Datum tekening:	27-08-2021	Projectnummer:	2101974
Schaal:	1:1.000	Onderdeel:	Situatietekening
Formaat:	A3	Opdrachtgever:	Hooghoutplant vof
Bijlage:	2/a	Project:	Hooghoutseweg 17 te Biezenmortel

silt

lankelma
Geo- milieu en funderingstechniek

N

B18 B15 B11 B08 B05 B07 Pb01 B17 B04 B16 B13 B09 B06 B12 B02 B03 B14 B10 B19

E5924 E6102

0 m 5 m 25 m

- Boring afgewerkt met een peilbuis
- Boring tot circa 2,0 meter minus maaiveld
- Boring tot circa 0,5 meter minus maaiveld
- Begrenzing onderzoekslocatie
- E5924 Kadastraal nummer

L:\Projecten\2021\21019\2101974 Biezenmortel\Tekeningen\2101974 Biezenmortel MSC2.dwg

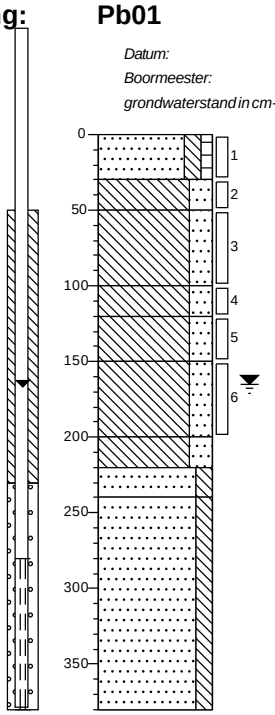
Datum tekening:	27-08-2021	Projectnummer:	2101974
Schaal:	1:500	Onderdeel:	Situatietekening
Formaat:	A3	Opdrachtgever:	Hooghoutplant vof
Bijlage:	2/b	Project:	Hooghoutseweg 17 te Biezenmortel

silt

Bijlage 3 : Profielbeschrijvingen

Boring: Pb01

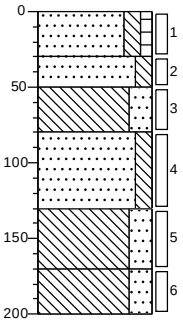
Datum: *28-7-2021*
Boormeester: *Jasper Schoonhoven*
grondwaterstand in cm-mv: *165*



0	akker
30	Zand, matig fijn, matig siltig, zwak humeus, donker grijsbruin, Edelmanboor
50	Leem, sterk zandig, neutraal beigegrijs, Edelmanboor
100	Leem, sterk zandig, matig roesthoudend, neutraal roestbeige, Edelmanboor
120	Leem, sterk zandig, matig roesthoudend, neutraal roestbeige, Edelmanboor
150	Leem, sterk zandig, sporen roest, licht roestgrijs, Edelmanboor
200	Leem, sterk zandig, zwak roesthoudend, licht roestgrijs, Edelmanboor
220	Leem, sterk zandig, zwak roesthoudend, licht roestgrijs, Edelmanboor
240	Zand, matig fijn, matig siltig, lichtgrijs, Edelmanboor
	Zand, matig fijn, matig siltig, lichtgrijs, Zuigerboor
380	

Boring: B02

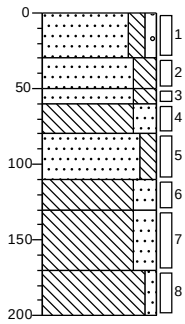
Datum: *28-7-2021*
Boormeester: *Jasper Schoonhoven*



0	akker
30	Zand, matig fijn, matig siltig, zwak humeus, lichtbruin, Edelmanboor
50	Zand, matig fijn, matig siltig, licht beigebruin, Edelmanboor
80	Leem, sterk zandig, sporen roest, licht roestbeige, Edelmanboor
130	Zand, matig fijn, matig siltig, volledig roest, neutraal beigeroest, Edelmanboor
170	Leem, sterk zandig, sporen roest, licht roestgrijs, Edelmanboor
200	Leem, sterk zandig, zwak roesthoudend, licht grijsroest, Edelmanboor

Boring: B03

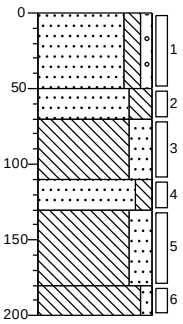
Datum: *28-7-2021*
Boormeester: *Jasper Schoonhoven*



0	akker
30	Zand, matig fijn, matig siltig, zwak grindig, donker grijsbruin, Edelmanboor
50	Zand, matig fijn, sterk siltig, licht geelbeige, Edelmanboor
60	Zand, matig fijn, sterk siltig, licht geelbeige, Edelmanboor
80	Leem, sterk zandig, matig roesthoudend, licht roestbeige, Edelmanboor
110	Zand, matig fijn, matig siltig, matig roesthoudend, neutraal roestbeige, Edelmanboor
130	Leem, sterk zandig, sporen roest, licht roestgrijs, Edelmanboor
170	Leem, sterk zandig, zwak roesthoudend, licht beige Edelmanboor
200	ak zandig, matig roesthoudend, licht grijsbeige,

Boring: B04

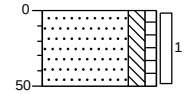
Datum: *28-7-2021*
Boormeester: *Jasper Schoonhoven*



0	akker
	Zand, matig fijn, matig siltig, zwak grindig, donker grijsbruin, Edelmanboor
50	
70	Zand, matig fijn, sterk siltig, sporen roest, licht roestbeige, Edelmanboor
110	Leem, sterk zandig, matig roesthoudend, licht roestbeige, Edelmanboor
130	Zand, matig fijn, matig siltig, matig roesthoudend, neutraal roestbeige, Edelmanboor
180	Leem, sterk zandig, zwak roesthoudend, licht beigegrijs, Edelmanboor
200	Leem, zwak zandig, matig roesthoudend, licht grijsbeige, Edelmanboor

Boring: B05

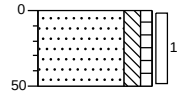
Datum: *28-7-2021*
Boormeester: *Jasper Schoonhoven*



0	akker
	Zand, matig fijn, matig siltig, zwak humeus, donker grijsbruin, Edelmanboor
50	

Boring: B06

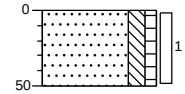
Datum: *28-7-2021*
Boormeester: *Jasper Schoonhoven*



0	akker
	Zand, matig fijn, matig siltig, zwak humeus, donker grijsbruin, Edelmanboor
50	

Boring: B07

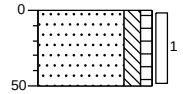
Datum: *28-7-2021*
Boormeester: *Jasper Schoonhoven*



0	akker
	Zand, matig fijn, matig siltig, zwak humeus, neutraal grijsbruin, Edelmanboor
50	

Boring: B08

Datum: *28-7-2021*
Boormeester: *Jasper Schoonhoven*



0	akker
	Zand, matig fijn, matig siltig, zwak humeus, neutraal grijsbruin, Edelmanboor
50	

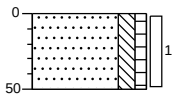
Projectnaam:Hooghoutseweg 17, Biezenmortel

Lokatienaam:Biezenmortel

Boring: B09

Datum: *28-7-2021*

Boormeester: *Jasper Schoonhoven*



0 akker

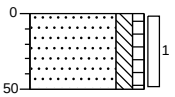
Zand, matig fijn, matig siltig, zwak humeus, donker grijsbruin, Edelmanboor

50

Boring: B10

Datum: *28-7-2021*

Boormeester: *Jasper Schoonhoven*



0 akker

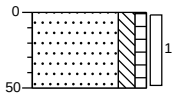
Zand, matig fijn, matig siltig, zwak humeus, donker grijsbruin, Edelmanboor

50

Boring: B11

Datum: *28-7-2021*

Boormeester: *Jasper Schoonhoven*



0 akker

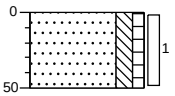
Zand, matig fijn, matig siltig, zwak humeus, donker grijsbruin, Edelmanboor

50

Boring: B12

Datum: *28-7-2021*

Boormeester: *Jasper Schoonhoven*



0 akker

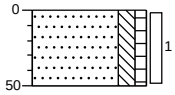
Zand, matig fijn, matig siltig, zwak humeus, donker grijsbruin, Edelmanboor

50

Boring: B13

Datum: *28-7-2021*

Boormeester: *Jasper Schoonhoven*



0 akker

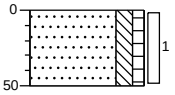
Zand, matig fijn, matig siltig, zwak humeus, donker grijsbruin, Edelmanboor

50

Boring: B14

Datum: *28-7-2021*

Boormeester: *Jasper Schoonhoven*



0 akker

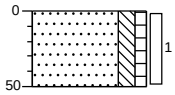
Zand, matig fijn, matig siltig, zwak humeus, donker grijsbruin, Edelmanboor

50

Boring: B15

Datum: *28-7-2021*

Boormeester: *Jasper Schoonhoven*



0 akker

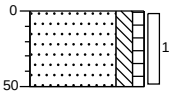
Zand, matig fijn, matig siltig, zwak humeus, donker grijsbruin, Edelmanboor

50

Boring: B16

Datum: *28-7-2021*

Boormeester: *Jasper Schoonhoven*



0 akker

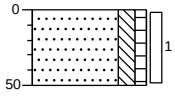
Zand, matig fijn, matig siltig, zwak humeus, donker grijsbruin, Edelmanboor

50

Boring: B17

Datum: *28-7-2021*

Boormeester: *Jasper Schoonhoven*



0 akker

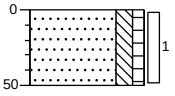
Zand, matig fijn, matig siltig, zwak humeus, donker grijsbruin, Edelmanboor

50

Boring: B18

Datum: *28-7-2021*

Boormeester: *Jasper Schoonhoven*



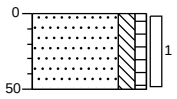
0 akker

Zand, matig fijn, matig siltig, zwak humeus, donker grijsbruin, Edelmanboor

50

Boring: B19

Datum: *28-7-2021*
Boormeester: *Jasper Schoonhoven*



0 akker

Zand, matig fijn, matig siltig, zwak humeus, donker grijsbruin, Edelmanboor

50

Boring: B20

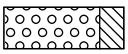
Datum: *28-7-2021*
Boormeester: *Jasper Schoonhoven*

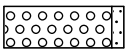
0

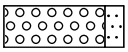
0 akker

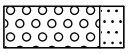
Legenda (conform NEN 5104)

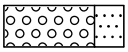
grind


Grind, siltig

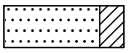

Grind, zwak zandig

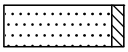

Grind, matig zandig

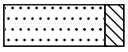

Grind, sterk zandig

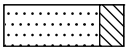

Grind, uiterst zandig

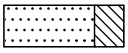
zand


Zand, kleïig

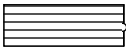

Zand, zwak siltig


Zand, matig siltig

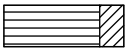

Zand, sterk siltig

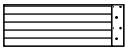

Zand, uiterst siltig

veen


Veen, mineraalarm

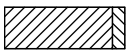

Veen, zwak kleïig

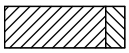

Veen, sterk kleïig

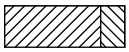

Veen, zwak zandig

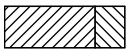

Veen, sterk zandig

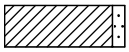
klei

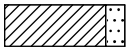

Klei, zwak siltig

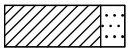

Klei, matig siltig


Klei, sterk siltig

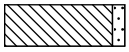

Klei, uiterst siltig


Klei, zwak zandig


Klei, matig zandig

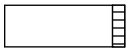

Klei, sterk zandig

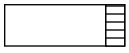
leem

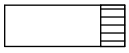

Leem, zwak zandig

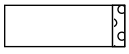

Leem, sterk zandig

overige toevoegingen

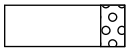

zwak humeus


matig humeus


sterk humeus


zwak grindig


matig grindig


sterk grindig

geur

- geen geur
- zwakke geur
- matige geur
- sterke geur
- uiterste geur

olie

- geen olie-water reactie
- zwakke olie-water reactie
- matige olie-water reactie
- sterke olie-water reactie
- uiterste olie-water reactie

p.i.d.-waarde

- >0
- >1
- >10
- >100
- >1000
- >10000

monsters

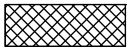
geroerd monster

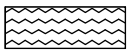
ongeroerd monster

volumering

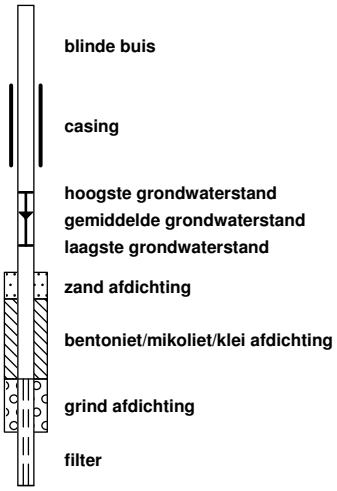
overig

- bijzonder bestanddeel
- Gemiddeld hoogste grondwaterstand
- grondwaterstand
- Gemiddeld laagste grondwaterstand


slib


water

peilbuis



Bijlage 4 : Analysecertificaten grond en grondwater

SGS Environmental Analytics B.V.
Correspondentieadres
Steenhouwerstraat 15 · 3194 AG Rotterdam
Tel.: +31 (0)10 231 47 00 · Fax: +31 (0)10 416 30 34
www.sgs.com/analytics-nl

Analyserapport

Lankelma Geo. Zuid BV
Walter van den Heuvel
Postbus 38
5688 ZG OIRSCHOT

Uw projectnaam	: Hooghoutseweg 17, Biezenmortel
Uw projectnummer	: 2101974
SGS rapportnummer	: 13510357, versienummer: 1.
Rapport-verificatienummer	: A4FA6PXB

Rotterdam, 02-08-2021

Geachte heer/mevrouw,

Hierbij ontvangt u de analyse resultaten van het laboratoriumonderzoek ten behoeve van uw project 2101974. Het onderzoek werd uitgevoerd conform uw opdracht. De gerapporteerde resultaten hebben uitsluitend betrekking op de monsters zoals deze door SGS ontvangen zijn. De door u aangegeven omschrijvingen voor de monsters, het project en de monsternamedatum (indien aangeleverd) zijn overgenomen in dit analyserapport. SGS is niet verantwoordelijk voor de gegevens verstrekt door de opdrachtgever.

Het onderzoek is uitgevoerd door SGS Environmental Analytics B.V., gevestigd aan de Steenhouwerstraat 15 in Rotterdam (NL). Indien het onderzoek is uitgevoerd door derden of het SGS laboratorium in Frankrijk (99-101 Avenue Louis Roche, Gennevilliers) is dit in het rapport aangegeven.

Dit analyserapport bestaat inclusief bijlagen uit 10 pagina's. In geval van een versienummer van '2' of hoger vervallen de voorgaande versies. Alle bijlagen maken onlosmakelijk onderdeel uit van het rapport. Alleen vermenigvuldiging van het hele rapport is toegestaan.

Voor meer informatie, omtrent bijvoorbeeld meetonzekerheid of gebruikte analysemethoden, kunt u contact opnemen met de afdeling Customer Support.

Per 23 maart 2021 is SYNLAB Analytics & Services B.V. overgegaan naar de nieuwe naam SGS Environmental Analytics B.V. Alle erkenningen van SYNLAB Analytics & Services B.V blijven van kracht en zijn/worden omgezet naar SGS Environmental Analytics B.V.

Wij vertrouwen er op u met deze informatie van dienst te zijn.

Hoogachtend,



Jaap-Willem Hutter
Technical Director

SGS Environmental Analytics B.V. IS GEACCREDITEERD VOLGENS DE DOOR DE RAAD VOOR ACCREDITATIE GESTELDE CRITERIA VOOR TESTLABORATORIA CONFORM EN ISO/IEC 17025:2017 ONDER NR. L 028

AL ONZE WERKZAAMHEDEN WORDEN UITGEVOERD ONDER DE ALGEMENE VOORWAARDEN GEDEPONEERD BIJ DE KAMER VAN KOOPHANDEL EN FABRIEKEN TE ROTTERDAM INSCHRIJVING HANDELSREGISTER: KVK ROTTERDAM 24265286

Analyserapport

Lankelma Geo. Zuid BV
Walter van den Heuvel

Projectnaam	Hooghoutseweg 17, Biezenmortel	Orderdatum	29-07-2021
Projectnummer	2101974	Startdatum	29-07-2021
Rapportnummer	13510357 - 1	Rapportagedatum	02-08-2021

Nummer	Monstersoort	Monsterspecificatie
001	Grond (AS3000)	MM1 B11 (0-50) B13 (0-50) B14 (0-50) Pb01 (0-30)
002	Grond (AS3000)	MM2 B02 (0-30) B05 (0-50) B06 (0-50) B08 (0-50)
003	Grond (AS3000)	MM3 B15 (0-50) B17 (0-50) B18 (0-50) B19 (0-50)
004	Grond (AS3000)	MM4 B03 (130-170) B04 (130-180) Pb01 (120-150) Pb01 (150-200)
005	Grond (AS3000)	MM5 B02 (80-130) B03 (80-110) B04 (110-130)

Analyse	Eenheid	Q	001	002	003	004	005
monster voorbehandeling		S	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
droge stof	gew.-%	S	84.6	85.9	85.9	79.2	85.4
gewicht artefacten	g	S	<1	<1	<1	<1	<1
aard van de artefacten	-	S	geen	geen	geen	geen	geen
organische stof (gloeiverlies)	% vd DS	S	2.7	2.2	1.8	<0.5	<0.5
KORRELGROOTTEVERDELING							
lutum (bodem)	% vd DS	S	5.8	5.4	6.0	16	4.8
METALEN							
barium	mg/kgds	S	<20	21	<20	67	29
cadmium	mg/kgds	S	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2
kobalt	mg/kgds	S	<1.5	1.9	<1.5	9.5	3.2
koper	mg/kgds	S	17	14	8.0	12	5.5
kwik	mg/kgds	S	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
lood	mg/kgds	S	14	14	<10	13	<10
molybdeen	mg/kgds	S	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
nikkel	mg/kgds	S	4.1	5.5	4.4	30	9.8
zink	mg/kgds	S	31	30	23	47	<20
POLYCYCLISCHE AROMATISCHE KOOLWATERSTOFFEN							
naftaleen	mg/kgds	S	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
fenantreen	mg/kgds	S	<0.01	<0.01	0.04	<0.01	<0.01
antraceen	mg/kgds	S	<0.01	<0.01	0.02	<0.01	<0.01
fluoranteen	mg/kgds	S	0.02	0.03	0.05	<0.01	<0.01
benzo(a)antraceen	mg/kgds	S	<0.01	<0.01	0.02	<0.01	<0.01
chryseen	mg/kgds	S	<0.01	0.02	0.02	<0.01	<0.01
benzo(k)fluoranteen	mg/kgds	S	0.01	0.02	0.01	<0.01	<0.01
benzo(a)pyreen	mg/kgds	S	<0.01	0.02	0.02	<0.01	<0.01
benzo(ghi)peryleen	mg/kgds	S	0.01	0.02	0.01	<0.01	<0.01
indeno(1,2,3-cd)pyreen	mg/kgds	S	0.01	0.02	<0.01	<0.01	<0.01
pak-totaal (10 van VROM) (0.7 factor)	mg/kgds	S	0.092 [1)]	0.158 [1)]	0.204 [1)]	0.07 [1)]	0.07 [1)]
CHLOORBENZENEN							
hexachloorbenzeen	µg/kgds	S	<1	<1	<1		
POLYCHLOORBIFENYLEN (PCB)							
PCB 28	µg/kgds	S	<1	<1	<1	<1	<1
PCB 52	µg/kgds	S	<1	<1	<1	<1	<1
PCB 101	µg/kgds	S	<1	<1	<1	<1	<1

De met S gemerkte analyses zijn geaccrediteerd en vallen onder de AS3000-erkenning.

Paraaf :

SGS Environmental Analytics B.V. IS GEACCREDITEERD VOLGENS DE DOOR DE RAAD VOOR ACCREDITATIE GESTELDE CRITERIA VOOR TESTLABORATORIA CONFORM EN ISO/IEC 17025:2017 ONDER NR. L 028

TESTEN RvA L 028

AL ONZE WERKZAAMHEDEN WORDEN UITGEVOERD ONDER DE ALGEMENE VOORWAARDEN GEDEPONEERD BIJ DE KAMER VAN KOOPHANDEL EN FABRIEKEN TE ROTTERDAM INSCHRIJVING HANDELSREGISTER: KVK ROTTERDAM 24265286

kwaliteitswaarborg bodembeheer SIKB AS3000

Analyserapport

Lankelma Geo. Zuid BV
Walter van den Heuvel

Projectnaam	Hooghoutseweg 17, Biezenmortel	Orderdatum	29-07-2021
Projectnummer	2101974	Startdatum	29-07-2021
Rapportnummer	13510357 - 1	Rapportagedatum	02-08-2021

Nummer	Monstersoort	Monsterspecificatie
001	Grond (AS3000)	MM1 B11 (0-50) B13 (0-50) B14 (0-50) Pb01 (0-30)
002	Grond (AS3000)	MM2 B02 (0-30) B05 (0-50) B06 (0-50) B08 (0-50)
003	Grond (AS3000)	MM3 B15 (0-50) B17 (0-50) B18 (0-50) B19 (0-50)
004	Grond (AS3000)	MM4 B03 (130-170) B04 (130-180) Pb01 (120-150) Pb01 (150-200)
005	Grond (AS3000)	MM5 B02 (80-130) B03 (80-110) B04 (110-130)

Analyse	Eenheid	Q	001	002	003	004	005
PCB 118	µg/kgds	S	<1	<1	<1	<1	<1
PCB 138	µg/kgds	S	<1	<1	<1	<1	<1
PCB 153	µg/kgds	S	<1	<1	<1	<1	<1
PCB 180	µg/kgds	S	<1	<1	<1	<1	<1
som PCB (7) (0.7 factor)	µg/kgds	S	4.9 [1)]	4.9 [1)]	4.9 [1)]	4.9 [1)]	4.9 [1)]
CHLOORBESTRIJDINGSMIDDELEN							
o,p-DDT	µg/kgds	S	<1	<1	<1		
p,p-DDT	µg/kgds	S	<1	1.2	<1		
som DDT (0.7 factor)	µg/kgds	S	1.4 [1)]	1.9 [1)]	1.4 [1)]		
o,p-DDD	µg/kgds	S	<1	<1	<1		
p,p-DDD	µg/kgds	S	<1	2.4	<1		
som DDD (0.7 factor)	µg/kgds	S	1.4 [1)]	3.1 [1)]	1.4 [1)]		
o,p-DDE	µg/kgds	S	<1	<1	<1		
p,p-DDE	µg/kgds	S	<1	<1	<1		
som DDE (0.7 factor)	µg/kgds	S	1.4 [1)]	1.4 [1)]	1.4 [1)]		
som DDT,DDE,DDD (0.7 factor)	µg/kgds		4.2 [1)]	6.4 [1)]	4.2 [1)]		
aldrin	µg/kgds	S	<1	<1	<1		
dieldrin	µg/kgds	S	<1	<1	<1		
endrin	µg/kgds	S	<1	<1	<1		
som aldrin/dieldrin/endrin (0.7 factor)	µg/kgds	S	2.1 [1)]	2.1 [1)]	2.1 [1)]		
isodrin	µg/kgds	S	<1	<1	<1		
som aldrin/dieldrin (0.7 factor)	µg/kgds		1.4 [1)]	1.4 [1)]	1.4 [1)]		
telodrin	µg/kgds	S	<1	<1	<1		
alpha-HCH	µg/kgds	S	<1	<1	<1		
beta-HCH	µg/kgds	S	<1	<1	<1		
gamma-HCH	µg/kgds	S	<1	<1	<1		
delta-HCH	µg/kgds	S	<1	<1	<1		
som a-b-c-d HCH (0.7 factor)	µg/kgds		2.8 [1)]	2.8 [1)]	2.8 [1)]		
heptachloor	µg/kgds	S	<1	<1	<1		
cis-heptachloorepoxide	µg/kgds	S	<1	<1	<1		
trans-heptachloorepoxide	µg/kgds	S	<1	<1	<1		
som heptachloorepoxide (0.7 factor)	µg/kgds	S	1.4 [1)]	1.4 [1)]	1.4 [1)]		
alpha-endosulfan	µg/kgds	S	<1	<1	<1		
hexachloorbutadieen	µg/kgds	S	<1	<1	<1		
endosulfansulfaat	µg/kgds	S	<1	<1	<1		
trans-chloordaan	µg/kgds	S	<1	<1	<1		
cis-chloordaan	µg/kgds	S	<1	<1	<1		
som chloordaan (0.7 factor)	µg/kgds	S	1.4 [1)]	1.4 [1)]	1.4 [1)]		

De met S gemerkte analyses zijn geaccrediteerd en vallen onder de AS3000-erkenning.

Paraaf :

SGS Environmental Analytics B.V. IS GEACCREDITEERD VOLGENS DE DOOR DE RAAD VOOR ACCREDITATIE GESTELDE CRITERIA VOOR TESTLABORATORIA CONFORM EN ISO/IEC 17025:2017 ONDER NR. L 028

TESTEN RvA L 028

AL ONZE WERKZAAMHEDEN WORDEN UITGEVOERD ONDER DE ALGEMENE VOORWAARDEN GEDEPONEERD BIJ DE KAMER VAN KOOPHANDEL EN FABRIEKEN TE ROTTERDAM INSCHRIJVING HANDELSREGISTER: KVK ROTTERDAM 24265286

kwaliteitswaarborg bodembeheer SIKB AS3000

Analyserapport

Lankelma Geo. Zuid BV
Walter van den Heuvel

Projectnaam	Hooghoutseweg 17, Biezenmortel	Orderdatum	29-07-2021
Projectnummer	2101974	Startdatum	29-07-2021
Rapportnummer	13510357 - 1	Rapportagedatum	02-08-2021

Nummer	Monstersoort	Monsterspecificatie
001	Grond (AS3000)	MM1 B11 (0-50) B13 (0-50) B14 (0-50) Pb01 (0-30)
002	Grond (AS3000)	MM2 B02 (0-30) B05 (0-50) B06 (0-50) B08 (0-50)
003	Grond (AS3000)	MM3 B15 (0-50) B17 (0-50) B18 (0-50) B19 (0-50)
004	Grond (AS3000)	MM4 B03 (130-170) B04 (130-180) Pb01 (120-150) Pb01 (150-200)
005	Grond (AS3000)	MM5 B02 (80-130) B03 (80-110) B04 (110-130)

Analyse	Eenheid	Q	001	002	003	004	005
Som organochloorbestrijdingsmiddelen (0.7 factor) waterbodem	µg/kgds		16.1 [1)]	18.3 [1)]	16.1 [1)]		
som organochloorbestrijdingsmiddelen (0.7 factor) landbodem	µg/kgds	S	14.7 [1)]	16.9 [1)]	14.7 [1)]		
MINERALE OLIE							
fractie C10-C12	mg/kgds		<5	<5	<5	<5	<5
fractie C12-C22	mg/kgds		<5	<5	<5	<5	<5
fractie C22-C30	mg/kgds		5	<5	7	<5	<5
fractie C30-C40	mg/kgds		<5	<5	6	<5	<5
totaal olie C10 - C40	mg/kgds	S	<20	<20	<20	<20	<20

De met S gemerkte analyses zijn geaccrediteerd en vallen onder de AS3000-erkenning.

Paraaf :

SGS Environmental Analytics B.V. IS GEACCREDITEERD VOLGENS DE DOOR DE RAAD VOOR ACCREDITATIE GESTELDE CRITERIA VOOR TESTLABORATORIA CONFORM EN ISO/IEC 17025:2017 ONDER NR. L 028

AL ONZE WERKZAAMHEDEN WORDEN UITGEVOERD ONDER DE ALGEMENE VOORWAARDEN GEDEPONEERD BIJ DE KAMER VAN KOOPHANDEL EN FABRIEKEN TE ROTTERDAM INSCHRIJVING HANDELSREGISTER: KVK ROTTERDAM 24265286

Analyserapport

Lankelma Geo. Zuid BV
Walter van den Heuvel

Projectnaam	Hooghoutseweg 17, Biezenmortel	Orderdatum	29-07-2021
Projectnummer	2101974	Startdatum	29-07-2021
Rapportnummer	13510357 - 1	Rapportagedatum	02-08-2021

Monster beschrijvingen

001	*	De monstervoorbehandeling en analyses zijn uitgevoerd conform Accreditatieschema AS3000, dit geldt alleen voor de analyses die worden gerapporteerd met het "S" kenmerk.
002	*	De monstervoorbehandeling en analyses zijn uitgevoerd conform Accreditatieschema AS3000, dit geldt alleen voor de analyses die worden gerapporteerd met het "S" kenmerk.
003	*	De monstervoorbehandeling en analyses zijn uitgevoerd conform Accreditatieschema AS3000, dit geldt alleen voor de analyses die worden gerapporteerd met het "S" kenmerk.
004	*	De monstervoorbehandeling en analyses zijn uitgevoerd conform Accreditatieschema AS3000, dit geldt alleen voor de analyses die worden gerapporteerd met het "S" kenmerk.
005	*	De monstervoorbehandeling en analyses zijn uitgevoerd conform Accreditatieschema AS3000, dit geldt alleen voor de analyses die worden gerapporteerd met het "S" kenmerk.

Voetnoten

1	De sommatie na verrekening van de 0.7 factor voor <-waarden volgens BoToVa.

Paraaf :

SGS Environmental Analytics B.V. IS GEACCREDITEERD VOLGENS DE DOOR DE RAAD VOOR ACCREDITATIE GESTELDE CRITERIA VOOR TESTLABORATORIA CONFORM EN ISO/IEC 17025:2017 ONDER NR. L 028

TESTEN RvA L 028

AL ONZE WERKZAAMHEDEN WORDEN UITGEVOERD ONDER DE ALGEMENE VOORWAARDEN GEDEPONEERD BIJ DE KAMER VAN KOOPHANDEL EN FABRIEKEN TE ROTTERDAM INSCHRIJVING HANDELSREGISTER: KVK ROTTERDAM 24265286

AS3000

Analyserapport

Lankelma Geo. Zuid BV
Walter van den Heuvel

Projectnaam	Hooghoutseweg 17, Biezenmortel	Orderdatum	29-07-2021
Projectnummer	2101974	Startdatum	29-07-2021
Rapportnummer	13510357 - 1	Rapportagedatum	02-08-2021

Analyse	Monstersoort	Relatie tot norm
monster voorbehandeling	Grond (AS3000)	Grond: conform NEN-EN 16179. Grond (AS3000): conform NEN-EN 16179
droge stof	Grond (AS3000)	Grond: Gelijkwaardig aan ISO 11465 en gelijkwaardig aan NEN-EN 15934. Grond (AS3000): conform AS3010-2 en gelijkwaardig aan NEN-EN 15934
gewicht artefacten	Grond (AS3000)	Conform AS3000
aard van de artefacten	Grond (AS3000)	Idem
organische stof (gloeiverlies)	Grond (AS3000)	Grond: gelijkwaardig aan NEN 5754. Grond (AS3000): conform AS3010-3
lutum (bodem)	Grond (AS3000)	Grond: eigen methode. Grond (AS3000): conform AS3010-4
barium	Grond (AS3000)	Conform AS3010-5 en conform NEN 6950 (ontsluiting conform NEN 6961, meting conform NEN-EN-ISO 17294-2)
cadmium	Grond (AS3000)	Idem
kobalt	Grond (AS3000)	Idem
koper	Grond (AS3000)	Idem
kwik	Grond (AS3000)	Idem
lood	Grond (AS3000)	Idem
molybdeen	Grond (AS3000)	Idem
nikkel	Grond (AS3000)	Idem
zink	Grond (AS3000)	Idem
naftaleen	Grond (AS3000)	Conform AS3010-6
fenantreen	Grond (AS3000)	Idem
antraceen	Grond (AS3000)	Idem
fluoranteen	Grond (AS3000)	Idem
benzo(a)antraceen	Grond (AS3000)	Idem
chryseen	Grond (AS3000)	Idem
benzo(k)fluoranteen	Grond (AS3000)	Idem
benzo(a)pyreen	Grond (AS3000)	Idem
benzo(ghi)peryleen	Grond (AS3000)	Idem
indeno(1,2,3-cd)pyreen	Grond (AS3000)	Idem
pak-totaal (10 van VROM) (0.7 factor)	Grond (AS3000)	Idem
hexachloorbenzeen	Grond (AS3000)	Conform AS3020-2
PCB 28	Grond (AS3000)	Conform AS3010-8
PCB 52	Grond (AS3000)	Idem
PCB 101	Grond (AS3000)	Idem
PCB 118	Grond (AS3000)	Idem
PCB 138	Grond (AS3000)	Idem
PCB 153	Grond (AS3000)	Idem
PCB 180	Grond (AS3000)	Idem
som PCB (7) (0.7 factor)	Grond (AS3000)	Idem
o,p-DDT	Grond (AS3000)	Conform AS3020-1
p,p-DDT	Grond (AS3000)	Idem
som DDT (0.7 factor)	Grond (AS3000)	Idem
o,p-DDD	Grond (AS3000)	Idem
p,p-DDD	Grond (AS3000)	Idem
som DDD (0.7 factor)	Grond (AS3000)	Idem

Paraaf :

TESTEN RvA L 028

SGS Environmental Analytics B.V. IS GEACCREDITEERD VOLGENS DE DOOR DE RAAD VOOR ACCREDITATIE GESTELDE CRITERIA VOOR TESTLABORATORIA CONFORM EN ISO/IEC 17025:2017 ONDER NR. L 028

AL ONZE WERKZAAMHEDEN WORDEN UITGEVOERD ONDER DE ALGEMENE VOORWAARDEN GEDEPONEERD BIJ DE KAMER VAN KOOPHANDEL EN FABRIEKEN TE ROTTERDAM INSCHRIJVING HANDELSREGISTER: KVK ROTTERDAM 24265286

kwaliteitswaarborg bodembeheer SIKB AS3000

Analyserapport

Lankelma Geo. Zuid BV
Walter van den Heuvel

Projectnaam	Hooghoutseweg 17, Biezenmortel	Orderdatum	29-07-2021
Projectnummer	2101974	Startdatum	29-07-2021
Rapportnummer	13510357 - 1	Rapportagedatum	02-08-2021

Analyse	Monstersoort	Relatie tot norm
o,p-DDE	Grond (AS3000)	Idem
p,p-DDE	Grond (AS3000)	Idem
som DDE (0.7 factor)	Grond (AS3000)	Idem
som DDT,DDE,DDD (0.7 factor)	Grond (AS3000)	Idem
aldrin	Grond (AS3000)	Idem
dieldrin	Grond (AS3000)	Idem
endrin	Grond (AS3000)	Idem
som aldrin/dieldrin/endrin (0.7 factor)	Grond (AS3000)	Idem
isodrin	Grond (AS3000)	Idem
som aldrin/dieldrin (0.7 factor)	Grond (AS3000)	Eigen methode
telodrin	Grond (AS3000)	Conform AS3020-1
alpha-HCH	Grond (AS3000)	Idem
beta-HCH	Grond (AS3000)	Idem
gamma-HCH	Grond (AS3000)	Idem
delta-HCH	Grond (AS3000)	Conform AS3020-3
som a-b-c-d HCH (0.7 factor)	Grond (AS3000)	Eigen methode, aceton/hexaan-extractie, clean-up, analyse m.b.v. GCMS
heptachloor	Grond (AS3000)	Conform AS3020-1
cis-heptachloorepoxide	Grond (AS3000)	Idem
trans-heptachloorepoxide	Grond (AS3000)	Idem
som heptachloorepoxide (0.7 factor)	Grond (AS3000)	Idem
alpha-endosulfan	Grond (AS3000)	Idem
hexachloorbutadieen	Grond (AS3000)	Idem
endosulfansulfaat	Grond (AS3000)	Conform AS3020-3
trans-chloordaan	Grond (AS3000)	Conform AS3020-1
cis-chloordaan	Grond (AS3000)	Idem
som chloordaan (0.7 factor)	Grond (AS3000)	Idem
Som organochloorbestrijdingsmiddelen (0.7 factor) waterbodem	Grond (AS3000)	Conform AS3220-1 en AS3220-2
som organochloorbestrijdingsmiddelen (0.7 factor) landbodem	Grond (AS3000)	Conform AS3020
totaal olie C10 - C40	Grond (AS3000)	Conform AS3010-7 en conform NEN-EN-ISO 16703

Monster	Barcode	Aanlevering	Monstername	Verpakking
001	Y9366320	28-07-2021	28-07-2021	ALC201
001	Y9366324	28-07-2021	28-07-2021	ALC201
001	Y9366684	28-07-2021	28-07-2021	ALC201
001	Y9367340	28-07-2021	28-07-2021	ALC201
002	Y9366683	28-07-2021	28-07-2021	ALC201
002	Y9366311	28-07-2021	28-07-2021	ALC201
002	Y9367384	28-07-2021	28-07-2021	ALC201
002	Y9366321	28-07-2021	28-07-2021	ALC201
003	Y9366307	28-07-2021	28-07-2021	ALC201

Paraaf :

TESTEN RvA L 028

SGS Environmental Analytics B.V. IS GEACCREDITEERD VOLGENS DE DOOR DE RAAD VOOR ACCREDITATIE GESTELDE CRITERIA VOOR TESTLABORATORIA CONFORM EN ISO/IEC 17025:2017 ONDER NR. L 028

AL ONZE WERKZAAMHEDEN WORDEN UITGEVOERD ONDER DE ALGEMENE VOORWAARDEN GEDEPONEERD BIJ DE KAMER VAN KOOPHANDEL EN FABRIEKEN TE ROTTERDAM INSCHRIJVING HANDELSREGISTER: KVK ROTTERDAM 24265286

kwaliteitswaarborg bodembeheer SIKB AS3000

Analyserapport

Lankelma Geo. Zuid BV
Walter van den Heuvel

Projectnaam	Hooghoutseweg 17, Biezenmortel	Orderdatum	29-07-2021
Projectnummer	2101974	Startdatum	29-07-2021
Rapportnummer	13510357 - 1	Rapportagedatum	02-08-2021

Monster	Barcode	Aanlevering	Monstername	Verpakking
003	Y9366318	28-07-2021	28-07-2021	ALC201
003	Y9366322	28-07-2021	28-07-2021	ALC201
003	Y9366308	28-07-2021	28-07-2021	ALC201
004	Y9366314	28-07-2021	28-07-2021	ALC201
004	Y9367388	28-07-2021	28-07-2021	ALC201
004	Y9367380	28-07-2021	28-07-2021	ALC201
004	Y9367373	28-07-2021	28-07-2021	ALC201
005	Y9367379	28-07-2021	28-07-2021	ALC201
005	Y9366309	28-07-2021	28-07-2021	ALC201
005	Y9367375	28-07-2021	28-07-2021	ALC201

Paraaf :

SGS Environmental Analytics B.V. IS GEACCREDITEERD VOLGENS DE DOOR DE RAAD VOOR ACCREDITATIE GESTELDE CRITERIA VOOR TESTLABORATORIA CONFORM EN ISO/IEC 17025:2017 ONDER NR. L 028

AL ONZE WERKZAAMHEDEN WORDEN UITGEVOERD ONDER DE ALGEMENE VOORWAARDEN GEDEPONEERD BIJ DE KAMER VAN KOOPHANDEL EN FABRIEKEN TE ROTTERDAM INSCHRIJVING HANDELSREGISTER: KVK ROTTERDAM 24265286

Analyserapport

Lankelma Geo. Zuid BV
Walter van den Heuvel

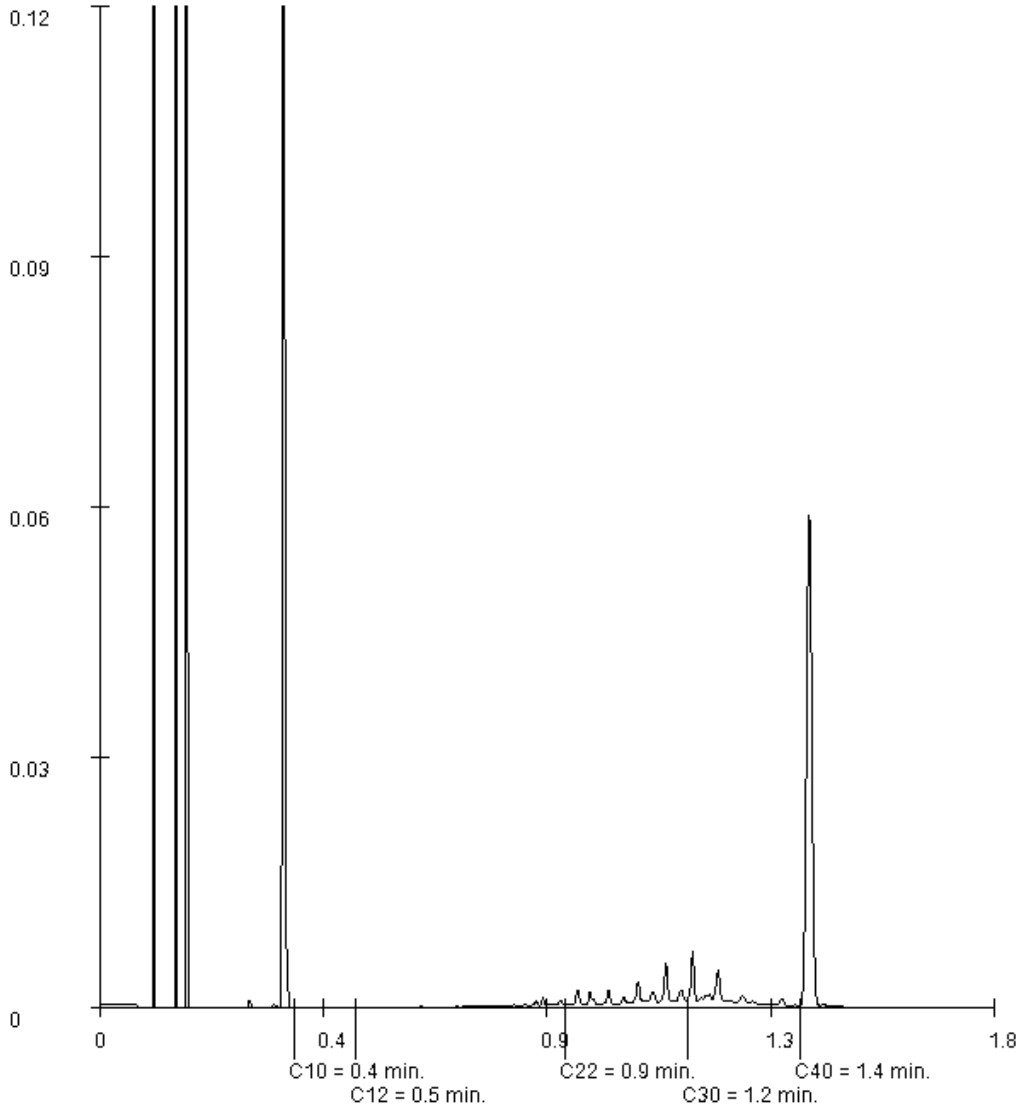
Projectnaam	Hooghoutseweg 17, Biezenmortel	Orderdatum	29-07-2021
Projectnummer	2101974	Startdatum	29-07-2021
Rapportnummer	13510357 - 1	Rapportagedatum	02-08-2021

Monsternummer:	001
Monster beschrijvingen	MM1 B11 (0-50) B13 (0-50) B14 (0-50) Pb01 (0-30)

Karakterisering naar alkaantraject

benzine	C9-C14
kerosine en petroleum	C10-C16
diesel en gasolie	C10-C28
motorolie	C20-C36
stookolie	C10-C36

De C10 en C40 pieken zijn toegevoegd door het laboratorium en worden gebruikt als interne standaard.



Paraaf :

SGS Environmental Analytics B.V. IS GEACCREDITEERD VOLGENS DE DOOR DE RAAD VOOR ACCREDITATIE GESTELDE CRITERIA VOOR TESTLABORATORIA CONFORM EN ISO/IEC 17025:2017 ONDER NR. L 028

AL ONZE WERKZAAMHEDEN WORDEN UITGEVOERD ONDER DE ALGEMENE VOORWAARDEN GEDEPONEERD BIJ DE KAMER VAN KOOPHANDEL EN FABRIEKEN TE ROTTERDAM INSCHRIJVING HANDELSREGISTER: KVK ROTTERDAM 24265286

Analyserapport

Lankelma Geo. Zuid BV
Walter van den Heuvel

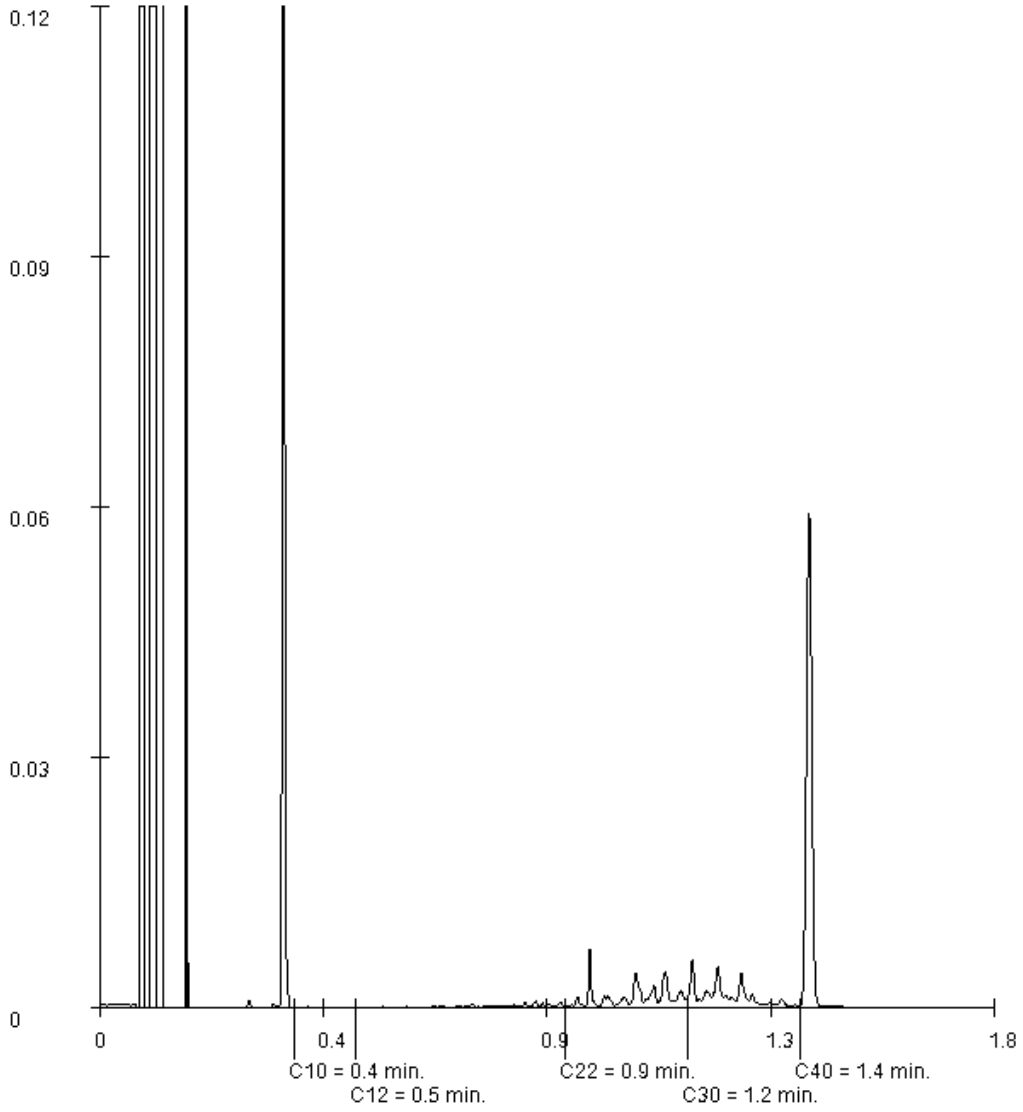
Projectnaam	Hooghoutseweg 17, Biezenmortel	Orderdatum	29-07-2021
Projectnummer	2101974	Startdatum	29-07-2021
Rapportnummer	13510357 - 1	Rapportagedatum	02-08-2021

Monsternummer:	003
Monster beschrijvingen	MM3 B15 (0-50) B17 (0-50) B18 (0-50) B19 (0-50)

Karakterisering naar alkaantraject

benzine	C9-C14
kerosine en petroleum	C10-C16
diesel en gasolie	C10-C28
motorolie	C20-C36
stookolie	C10-C36

De C10 en C40 pieken zijn toegevoegd door het laboratorium en worden gebruikt als interne standaard.



Paraaf :

SGS Environmental Analytics B.V. IS GEACCREDITEERD VOLGENS DE DOOR DE RAAD VOOR ACCREDITATIE GESTELDE CRITERIA VOOR TESTLABORATORIA CONFORM EN ISO/IEC 17025:2017 ONDER NR. L 028

AL ONZE WERKZAAMHEDEN WORDEN UITGEVOERD ONDER DE ALGEMENE VOORWAARDEN GEDEPONEERD BIJ DE KAMER VAN KOOPHANDEL EN FABRIEKEN TE ROTTERDAM INSCHRIJVING HANDELSREGISTER: KVK ROTTERDAM 24265286

SGS Environmental Analytics B.V.
Correspondentieadres
Steenhouwerstraat 15 · 3194 AG Rotterdam
Tel.: +31 (0)10 231 47 00 · Fax: +31 (0)10 416 30 34
www.sgs.com/analytics-nl

Analyserapport

Lankelma Geo. Zuid BV
Walter van den Heuvel
Postbus 38
5688 ZG OIRSCHOT

Uw projectnaam	: Hooghoutseweg 17, Biezenmortel
Uw projectnummer	: 2101974
SGS rapportnummer	: 13515010, versienummer: 1.
Rapport-verificatienummer	: XET1GY86

Rotterdam, 11-08-2021

Geachte heer/mevrouw,

Hierbij ontvangt u de analyse resultaten van het laboratoriumonderzoek ten behoeve van uw project 2101974. Het onderzoek werd uitgevoerd conform uw opdracht. De gerapporteerde resultaten hebben uitsluitend betrekking op de monsters zoals deze door SGS ontvangen zijn. De door u aangegeven omschrijvingen voor de monsters, het project en de monsternamedatum (indien aangeleverd) zijn overgenomen in dit analyserapport. SGS is niet verantwoordelijk voor de gegevens verstrekt door de opdrachtgever.

Het onderzoek is uitgevoerd door SGS Environmental Analytics B.V., gevestigd aan de Steenhouwerstraat 15 in Rotterdam (NL). Indien het onderzoek is uitgevoerd door derden of het SGS laboratorium in Frankrijk (99-101 Avenue Louis Roche, Gennevilliers) is dit in het rapport aangegeven.

Dit analyserapport bestaat inclusief bijlagen uit 5 pagina's. In geval van een versienummer van '2' of hoger vervallen de voorgaande versies. Alle bijlagen maken onlosmakelijk onderdeel uit van het rapport. Alleen vermenigvuldiging van het hele rapport is toegestaan.

Voor meer informatie, omtrent bijvoorbeeld meetonzekerheid of gebruikte analysemethoden, kunt u contact opnemen met de afdeling Customer Support.

Per 23 maart 2021 is SYNLAB Analytics & Services B.V. overgegaan naar de nieuwe naam SGS Environmental Analytics B.V. Alle erkenningen van SYNLAB Analytics & Services B.V blijven van kracht en zijn/worden omgezet naar SGS Environmental Analytics B.V.

Wij vertrouwen er op u met deze informatie van dienst te zijn.

Hoogachtend,

Jaap-Willem Hutter
Technical Director

SGS Environmental Analytics B.V. IS GEACCREDITEERD VOLGENS DE DOOR DE RAAD VOOR ACCREDITATIE GESTELDE CRITERIA VOOR TESTLABORATORIA CONFORM EN ISO/IEC 17025:2017 ONDER NR. L 028

AL ONZE WERKZAAMHEDEN WORDEN UITGEVOERD ONDER DE ALGEMENE VOORWAARDEN GEDEPONEERD BIJ DE KAMER VAN KOOPHANDEL EN FABRIEKEN TE ROTTERDAM INSCHRIJVING HANDELSREGISTER: KVK ROTTERDAM 24265286

Analyserapport

Lankelma Geo. Zuid BV
Walter van den Heuvel

Projectnaam	Hooghoutseweg 17, Biezenmortel	Orderdatum	06-08-2021
Projectnummer	2101974	Startdatum	06-08-2021
Rapportnummer	13515010 - 1	Rapportagedatum	11-08-2021

Nummer	Monstersoort	Monsterspecificatie
001	Grondwater (AS3000)	Pb01-1-1 Pb01 (280-380)

Analyse	Eenheid	Q	001
METALEN			
barium	µg/l	S	45
cadmium	µg/l	S	0.37
kobalt	µg/l	S	5.4
koper	µg/l	S	2.0
kwik	µg/l	S	<0.05
lood	µg/l	S	<2.0
molybdeen	µg/l	S	<2
nikkel	µg/l	S	58
zink	µg/l	S	15
VLUCHTIGE AROMATEN			
benzeen	µg/l	S	<0.2
tolueen	µg/l	S	<0.2
ethylbenzeen	µg/l	S	<0.2
o-xyleen	µg/l	S	<0.1
p- en m-xyleen	µg/l	S	<0.2
xylenen (0.7 factor)	µg/l	S	0.21 [1)]
styreen	µg/l	S	<0.2
naftaleen	µg/l	S	<0.02
GEHALOGENEERDE KOOLWATERSTOFFEN			
1,1-dichloorethaan	µg/l	S	<0.2
1,2-dichloorethaan	µg/l	S	<0.2
1,1-dichlooretheen	µg/l	S	<0.1
cis-1,2-dichlooretheen	µg/l	S	<0.1
trans-1,2-dichlooretheen	µg/l	S	<0.1
som (cis,trans) 1,2-dichloorethenen (0.7 factor)	µg/l	S	0.14 [1)]
dichloormethaan	µg/l	S	<0.2
1,1-dichloorpropaan	µg/l	S	<0.2
1,2-dichloorpropaan	µg/l	S	<0.2
1,3-dichloorpropaan	µg/l	S	<0.2
som dichloorpropanen (0.7 factor)	µg/l	S	0.42 [1)]
tetrachlooretheen	µg/l	S	<0.1
tetrachloormethaan	µg/l	S	<0.1
1,1,1-trichloorethaan	µg/l	S	<0.1
1,1,2-trichloorethaan	µg/l	S	<0.1
trichlooretheen	µg/l	S	<0.2
chloroform	µg/l	S	<0.2
vinylchloride	µg/l	S	<0.2
tribroommethaan	µg/l	S	<0.2
MINERALE OLIE			
fractie C10-C12	µg/l		<25

De met S gemerkte analyses zijn geaccrediteerd en vallen onder de AS3000-erkenning.

Paraaf :

SGS Environmental Analytics B.V. IS GEACCREDITEERD VOLGENS DE DOOR DE RAAD VOOR ACCREDITATIE GESTELDE CRITERIA VOOR TESTLABORATORIA CONFORM EN ISO/IEC 17025:2017 ONDER NR. L 028

TESTEN RvA L 028

AL ONZE WERKZAAMHEDEN WORDEN UITGEVOERD ONDER DE ALGEMENE VOORWAARDEN GEDEPONEERD BIJ DE KAMER VAN KOOPHANDEL EN FABRIEKEN TE ROTTERDAM INSCHRIJVING HANDELSREGISTER: KVK ROTTERDAM 24265286

kwaliteitswaarborg bodembeheer SIKB AS3000

Analyserapport

Lankelma Geo. Zuid BV
Walter van den Heuvel

Projectnaam	Hooghoutseweg 17, Biezenmortel	Orderdatum	06-08-2021
Projectnummer	2101974	Startdatum	06-08-2021
Rapportnummer	13515010 - 1	Rapportagedatum	11-08-2021

Nummer	Monstersoort	Monsterspecificatie
001	Grondwater (AS3000)	Pb01-1-1 Pb01 (280-380)

Analyse	Eenheid	Q	001
fractie C12-C22	µg/l		<25
fractie C22-C30	µg/l		<25
fractie C30-C40	µg/l		<25
totaal olie C10 - C40	µg/l	S	<50

De met S gemerkte analyses zijn geaccrediteerd en vallen onder de AS3000-erkenning.

Paraaf :

SGS Environmental Analytics B.V. IS GEACCREDITEERD VOLGENS DE DOOR DE RAAD VOOR ACCREDITATIE GESTELDE CRITERIA VOOR TESTLABORATORIA CONFORM EN ISO/IEC 17025:2017 ONDER NR. L 028

AL ONZE WERKZAAMHEDEN WORDEN UITGEVOERD ONDER DE ALGEMENE VOORWAARDEN GEDEPONEERD BIJ DE KAMER VAN KOOPHANDEL EN FABRIEKEN TE ROTTERDAM INSCHRIJVING HANDELSREGISTER: KVK ROTTERDAM 24265286

Analyserapport

Lankelma Geo. Zuid BV
Walter van den Heuvel

Projectnaam	Hooghoutseweg 17, Biezenmortel	Orderdatum	06-08-2021
Projectnummer	2101974	Startdatum	06-08-2021
Rapportnummer	13515010 - 1	Rapportagedatum	11-08-2021

Monster beschrijvingen

001	*	De monstervoorbehandeling en analyses zijn uitgevoerd conform Accreditatieschema AS3000, dit geldt alleen voor de analyses die worden gerapporteerd met het "S" kenmerk.

Voetnoten

1	De sommatie na verrekening van de 0.7 factor voor <-waarden volgens BoToVa.

Paraaf :

SGS Environmental Analytics B.V. IS GEACCREDITEERD VOLGENS DE DOOR DE RAAD VOOR ACCREDITATIE GESTELDE CRITERIA VOOR TESTLABORATORIA CONFORM EN ISO/IEC 17025:2017 ONDER NR. L 028

AL ONZE WERKZAAMHEDEN WORDEN UITGEVOERD ONDER DE ALGEMENE VOORWAARDEN GEDEPONEERD BIJ DE KAMER VAN KOOPHANDEL EN FABRIEKEN TE ROTTERDAM INSCHRIJVING HANDELSREGISTER: KVK ROTTERDAM 24265286

Analyserapport

Lankelma Geo. Zuid BV
Walter van den Heuvel

Projectnaam	Hooghoutseweg 17, Biezenmortel	Orderdatum	06-08-2021
Projectnummer	2101974	Startdatum	06-08-2021
Rapportnummer	13515010 - 1	Rapportagedatum	11-08-2021

Analyse	Monstersoort	Relatie tot norm
barium	Grondwater (AS3000)	Conform AS3110-3 en conform NEN-EN-ISO 17294-2
cadmium	Grondwater (AS3000)	Idem
kobalt	Grondwater (AS3000)	Idem
koper	Grondwater (AS3000)	Idem
kwik	Grondwater (AS3000)	Conform AS3110-3 en conform NEN-EN-ISO 17852
lood	Grondwater (AS3000)	Conform AS3110-3 en conform NEN-EN-ISO 17294-2
molybdeen	Grondwater (AS3000)	Idem
nikkel	Grondwater (AS3000)	Idem
zink	Grondwater (AS3000)	Idem
benzeen	Grondwater (AS3000)	Conform AS3130-1
tolueen	Grondwater (AS3000)	Idem
ethylbenzeen	Grondwater (AS3000)	Idem
o-xyleen	Grondwater (AS3000)	Idem
p- en m-xyleen	Grondwater (AS3000)	Idem
xylenen (0.7 factor)	Grondwater (AS3000)	Idem
styreen	Grondwater (AS3000)	Idem
naftaleen	Grondwater (AS3000)	Idem
1,1-dichloorethaan	Grondwater (AS3000)	Idem
1,2-dichloorethaan	Grondwater (AS3000)	Idem
1,1-dichlooretheen	Grondwater (AS3000)	Idem
cis-1,2-dichlooretheen	Grondwater (AS3000)	Idem
trans-1,2-dichlooretheen	Grondwater (AS3000)	Idem
som (cis,trans) 1,2-dichloorethenen (0.7 factor)	Grondwater (AS3000)	Idem
dichloormethaan	Grondwater (AS3000)	Idem
1,1-dichloorpropaan	Grondwater (AS3000)	Idem
1,2-dichloorpropaan	Grondwater (AS3000)	Idem
1,3-dichloorpropaan	Grondwater (AS3000)	Idem
som dichloorpropanen (0.7 factor)	Grondwater (AS3000)	Idem
tetrachlooretheen	Grondwater (AS3000)	Idem
tetrachloormethaan	Grondwater (AS3000)	Idem
1,1,1-trichloorethaan	Grondwater (AS3000)	Idem
1,1,2-trichloorethaan	Grondwater (AS3000)	Idem
trichlooretheen	Grondwater (AS3000)	Idem
chloroform	Grondwater (AS3000)	Idem
vinylchloride	Grondwater (AS3000)	Idem
tribroommethaan	Grondwater (AS3000)	Idem
totaal olie C10 - C40	Grondwater (AS3000)	Conform AS3110-5

Monster	Barcode	Aanlevering	Monstername	Verpakking
001	G6946263	06-08-2021	06-08-2021	ALC236
001	G6946255	06-08-2021	06-08-2021	ALC236
001	B1989357	06-08-2021	06-08-2021	ALC204

Paraaf :

TESTEN RvA L 028

SGS Environmental Analytics B.V. IS GEACCREDITEERD VOLGENS DE DOOR DE RAAD VOOR ACCREDITATIE GESTELDE CRITERIA VOOR TESTLABORATORIA CONFORM EN ISO/IEC 17025:2017 ONDER NR. L 028

AL ONZE WERKZAAMHEDEN WORDEN UITGEVOERD ONDER DE ALGEMENE VOORWAARDEN GEDEPONEERD BIJ DE KAMER VAN KOOPHANDEL EN FABRIEKEN TE ROTTERDAM INSCHRIJVING HANDELSREGISTER: KVK ROTTERDAM 24265286

kwaliteitswaarborg bodembeheer SIKB AS3000

Bijlage 5 : Toetsingstabellen grond en grondwater

Toetsing volgens BoToVa, module T.12-Beoordeling kwaliteit van grond volgens Wbb
(Toetsversie 3.0.0, toetskader WBB, SIKB versie 13.3.0, toetsingsdatum: 04-08-2021 - 09:17)

Projectcode	2101974	2101974	2101974
Projectnaam	Hooghoutseweg 17, Biezenmortel	Hooghoutseweg 17, Biezenmortel	Hooghoutseweg 17, Biezenmortel
Monsteromschrijving	MM1 B11 (0-50) B13	MM2 B02 (0-30) B05	MM3 B15 (0-50) B17
Monstersoort	Grond (AS3000)	Grond (AS3000)	Grond (AS3000)
Monster conclusie	**Voldoet aan Achtergrondwaarde**	**Voldoet aan Achtergrondwaarde**	**Voldoet aan Achtergrondwaarde**

Analyse	Eenheid	SR	BT	BC	BI	SR	BT	BC	BI	SR	BT	BC	BI
monster voorbehandeling		Ja		-		Ja		-		Ja		-	
droge stof	%	84.6	**84.6**			85.9	**85.9**			85.9	**85.9**		
gewicht artefacten	g	<1				<1				<1			
aard van de artefacten	-	Geen				Geen				Geen			
organische stof (gloeiverlies)	%	2.7	**2.7**			2.2	**2.2**			1.8	**1.8**		
KORRELGROOTTEVERDELING													
lutum (bodem)	% vd DS	5.8	**5.8**			5.4	**5.4**			6.0	**6.0**		
METALEN													
barium⁺	mg/kg	<20	**36.8**	--		21	**57.1**	--		<20	**36.2**	--	
cadmium				<=A				<=A				<=A	
	mg/kg	<0.2	**0.221**	W	-0.03	<0.2	**0.227**	W	-0.03	<0.2	**0.227**	W	-0.03
kobalt				<=A				<=A				<=A	
	mg/kg	<1.5	**2.61**	W	-0.07	1.9	**4.87**	W	-0.06	<1.5	**2.57**	W	-0.07
koper				<=A				<=A				<=A	
	mg/kg	17	**30.4**	W	-0.06	14	**25.8**	W	-0.09	8.0	**14.5**	W	-0.17
kwik°				<=A				<=A				<=A	
	mg/kg	<0.05	**0.0471**	W	0.00	<0.05	**0.0476**	W	0.00	<0.05	**0.0472**	W	0.00
lood				<=A				<=A				<=A	
	mg/kg	14	**20.3**	W	-0.06	14	**20.7**	W	-0.06	<10	**10.3**	W	-0.08
molybdeen				<=A				<=A				<=A	
	mg/kg	<0.5	**0.35**	W	-0.01	<0.5	**0.35**	W	-0.01	<0.5	**0.35**	W	-0.01
nikkel				<=A				<=A				<=A	
	mg/kg	4.1	**9.08**	W	-0.40	5.5	**12.5**	W	-0.35	4.4	**9.62**	W	-0.39
zink				<=A				<=A				<=A	
	mg/kg	31	**60.7**	W	-0.14	30	**60.4**	W	-0.14	23	**45.4**	W	-0.16
POLYCYCLISCHE AROMATISCHE KOOLWATERSTOFFEN													
naftaleen	mg/kg	<0.01	**0.007**	-		<0.01	**0.007**	-		<0.01	**0.007**	-	
fenantreen	mg/kg	<0.01	**0.007**	-		<0.01	**0.007**	-		0.04	**0.04**	-	
antraceen	mg/kg	<0.01	**0.007**	-		<0.01	**0.007**	-		0.02	**0.02**	-	
fluoranteen	mg/kg	0.02	**0.02**	-		0.03	**0.03**	-		0.05	**0.05**	-	
benzo(a)antraceen	mg/kg	<0.01	**0.007**	-		<0.01	**0.007**	-		0.02	**0.02**	-	
chryseen	mg/kg	<0.01	**0.007**	-		0.02	**0.02**	-		0.02	**0.02**	-	
benzo(k)fluoranteen	mg/kg	0.01	**0.01**	-		0.02	**0.02**	-		0.01	**0.01**	-	
benzo(a)pyreen	mg/kg	<0.01	**0.007**	-		0.02	**0.02**	-		0.02	**0.02**	-	
benzo(ghi)peryleen	mg/kg	0.01	**0.01**	-		0.02	**0.02**	-		0.01	**0.01**	-	
indeno(1,2,3-cd)pyreen	mg/kg	0.01	**0.01**	-		0.02	**0.02**	-		<0.01	**0.007**	-	
pak-totaal (10 van VROM) (0.7 factor)	mg/kg	0.092	**0.092**	<=A W	-0.04	0.158	**0.158**	<=A W	-0.03	0.204	**0.204**	<=A W	-0.03
CHLOORBENZENEN													
hexachloorbenzeen				<=A				<=A				<=A	
	ug/kg	<1	**2.59**	W	-	<1	**3.18**	W	-	<1	**3.5**	W	-
POLYCHLOORBIFENYLEN (PCB)													
PCB 28	ug/kg	<1	**2.59**	-		<1	**3.18**	-		<1	**3.5**	-	
PCB 52	ug/kg	<1	**2.59**	-		<1	**3.18**	-		<1	**3.5**	-	
PCB 101	ug/kg	<1	**2.59**	-		<1	**3.18**	-		<1	**3.5**	-	
PCB 118	ug/kg	<1	**2.59**	-		<1	**3.18**	-		<1	**3.5**	-	
PCB 138	ug/kg	<1	**2.59**	-		<1	**3.18**	-		<1	**3.5**	-	
PCB 153	ug/kg	<1	**2.59**	-		<1	**3.18**	-		<1	**3.5**	-	
PCB 180	ug/kg	<1	**2.59**	-		<1	**3.18**	-		<1	**3.5**	-	
som PCB (7) (0.7 factor)				<=A				<=A				<=A	
	ug/kg	4.9	**18.1**	W	-	4.9	**22.3**	W	-	4.9	**24.5**	W	-
CHLOORBESTRIJDINGSMIDDELEN													
o,p-DDT	ug/kg	<1	**2.59**	-		<1	**3.18**	-		<1	**3.5**	-	
p,p-DDT	ug/kg	<1	**2.59**	-		1.2	**5.45**	-		<1	**3.5**	-	
som DDT (0.7 factor)				<=A				<=A				<=A	
	ug/kg	1.4	**5.19**	W	-	1.9	**8.64**	W	-	1.4	**7**	W	-
o,p-DDD	ug/kg	<1	**2.59**	-		<1	**3.18**	-		<1	**3.5**	-	

p,p-DDD	ug/kg	<1	**2.59**	-		2.4	**10.9**	-		<1	**3.5**	-	
som DDD (0.7 factor)				<=A				<=A				<=A	
	ug/kg	1.4	**5.19**	W	-	3.1	**14.1**	W	-	1.4	**7**	W	-
o,p-DDE	ug/kg	<1	**2.59**	-		<1	**3.18**	-		<1	**3.5**	-	
p,p-DDE	ug/kg	<1	**2.59**	-		<1	**3.18**	-		<1	**3.5**	-	
som DDE (0.7 factor)				<=A				<=A				<=A	
	ug/kg	1.4	**5.19**	W	-	1.4	**6.36**	W	-	1.4	**7**	W	-
som DDT,DDE,DDD (0.7 factor)	µg/kgds	4.2		-		6.4		-		4.2		-	
aldrin	ug/kg	<1	**2.59**	-		<1	**3.18**	-		<1	**3.5**	-	
dieldrin	ug/kg	<1	**2.59**	-		<1	**3.18**	-		<1	**3.5**	-	
endrin	ug/kg	<1	**2.59**	-		<1	**3.18**	-		<1	**3.5**	-	
som aldrin/dieldrin/endrin (0.7				<=A				<=A				<=A	
factor)	ug/kg	2.1	**7.78**	W	-	2.1	**9.55**	W	-	2.1	**10.5**	W	-
isodrin	ug/kg	<1	**2.59**	-		<1	**3.18**	-		<1	**3.5**	-	
som aldrin/dieldrin (0.7 factor)	µg/kgds	1.4		-		1.4		-		1.4		-	
telodrin	ug/kg	<1	**2.59**	-		<1	**3.18**	-		<1	**3.5**	-	
alpha-HCH				<=A				<=A				<=A	
	ug/kg	<1	**2.59**	W	-	<1	**3.18**	W	-	<1	**3.5**	W	-
beta-HCH				<=A				<=A				<=A	
	ug/kg	<1	**2.59**	W	-	<1	**3.18**	W	-	<1	**3.5**	W	-
gamma-HCH				<=A				<=A				<=A	
	ug/kg	<1	**2.59**	W	-	<1	**3.18**	W	-	<1	**3.5**	W	-
delta-HCH	ug/kg	<1	**2.59**	--		<1	**3.18**	--		<1	**3.5**	--	
som a-b-c-d HCH (0.7 factor)	µg/kgds	2.8		-		2.8		-		2.8		-	
heptachloor				<=A				<=A				<=A	
	ug/kg	<1	**2.59**	W	-	<1	**3.18**	W	-	<1	**3.5**	W	-
cis-heptachloorepoxide	ug/kg	<1	**2.59**	-		<1	**3.18**	-		<1	**3.5**	-	
trans-heptachloorepoxide	ug/kg	<1	**2.59**	-		<1	**3.18**	-		<1	**3.5**	-	
som heptachloorepoxide (0.7				<=A				<=A				<=A	
factor)	ug/kg	1.4	**5.19**	W	-	1.4	**6.36**	W	-	1.4	**7**	W	-
alpha-endosulfan				<=A				<=A				<=A	
	ug/kg	<1	**2.59**	W	-	<1	**3.18**	W	-	<1	**3.5**	W	-
hexachloorbutadieen				<=A				<=A				<=A	
	ug/kg	<1	**2.59**	W	-	<1	**3.18**	W	-	<1	**3.5**	W	-
endosulfansulfaat	ug/kg	<1	**2.59**	--		<1	**3.18**	--		<1	**3.5**	--	
trans-chloordaan	ug/kg	<1	**2.59**	-		<1	**3.18**	-		<1	**3.5**	-	
cis-chloordaan	ug/kg	<1	**2.59**	-		<1	**3.18**	-		<1	**3.5**	-	
som chloordaan (0.7 factor)				<=A				<=A				<=A	
	ug/kg	1.4	**5.19**	W	-	1.4	**6.36**	W	-	1.4	**7**	W	-
Som organochloorbestrijdingsmiddele n (0.7 factor) waterbodem	µg/kgds	16.1		-		18.3		-		16.1		-	
som organochloorbestrijdingsmiddele n (0.7 factor) landbodem	ug/kg	14.7	**54.4**	<=A W	-	16.9	**76.8**	<=A W	-	14.7	**73.5**	<=A W	-
MINERALE OLIE													
fractie C10-C12	mg/kg	<5	**13**	--	-	<5	**15.9**	--	-	<5	**17.5**	--	-
fractie C12-C22	mg/kg	<5	**13**	--	-	<5	**15.9**	--	-	<5	**17.5**	--	-
fractie C22-C30	mg/kg	5	**18.5**	--	-	<5	**15.9**	--	-	7	**35**	--	-
fractie C30-C40	mg/kg	<5	**13**	--	-	<5	**15.9**	--	-	6	**30**	--	-
totaal olie C10 - C40				<=A				<=A				<=A	
	mg/kg	<20	**51.9**	W	-0.03	<20	**63.6**	W	-0.03	<20	**70**	W	-0.02

Monstercode	Monsteromschrijving
13510357-001	*MM1 B11 (0-50) B13 (0-50) B14 (0-50) Pb01 (0-30)*
13510357-002	*MM2 B02 (0-30) B05 (0-50) B06 (0-50) B08 (0-50)*
13510357-003	*MM3 B15 (0-50) B17 (0-50) B18 (0-50) B19 (0-50)*

Toetsing volgens BoToVa, module T.12-Beoordeling kwaliteit van grond volgens Wbb
(Toetsversie 3.0.0, toetskader WBB, SIKB versie 13.3.0, toetsingsdatum: 04-08-2021 - 09:17)

Projectcode	2101974	2101974
Projectnaam	Hooghoutseweg 17, Biezenmortel	Hooghoutseweg 17, Biezenmortel
Monsteromschrijving	MM4 B03 (130-170) B	MM5 B02 (80-130) B0
Monstersoort	Grond (AS3000)	Grond (AS3000)
Monster conclusie	**Voldoet aan Achtergrondwaarde**	**Voldoet aan Achtergrondwaarde**

Analyse	Eenheid	SR	BT	BC	BI	SR	BT	BC	BI
monster voorbehandeling		Ja		-		Ja		-	
droge stof	%	79.2	**79.2**			85.4	**85.4**		
gewicht artefacten	g	<1				<1			
aard van de artefacten	-	Geen				Geen			
organische stof (gloeiverlies)	%	<0.5	**0.5**			<0.5	**0.5**		
KORRELGROOTTEVERDELING									
lutum (bodem)	% vd DS	16	**16**			4.8	**4.8**		
METALEN									
barium+	mg/kg	67	**94.4**	--		29	**83.2**	--	
cadmium	mg/kg	<0.2	**0.198**	<=AW	-0.03	<0.2	**0.231**	<=AW	-0.03
kobalt	mg/kg	9.5	**13.2**	<=AW	-0.01	3.2	**8.61**	<=AW	-0.04
koper	mg/kg	12	**16.7**	<=AW	-0.16	5.5	**10.4**	<=AW	-0.20
kwik°	mg/kg	<0.05	**0.041**	<=AW	0.00	<0.05	**0.0481**	<=AW	0.00
lood	mg/kg	13	**16.2**	<=AW	-0.07	<10	**10.5**	<=AW	-0.08
molybdeen	mg/kg	<0.5	**0.35**	<=AW	-0.01	<0.5	**0.35**	<=AW	-0.01
nikkel	mg/kg	30	**40.4**	IN	0.08	9.8	**23.2**	<=AW	-0.18
zink	mg/kg	47	**65.1**	<=AW	-0.13	<20	**29.1**	<=AW	-0.19
POLYCYCLISCHE AROMATISCHE KOOLWATERSTOFFEN									
naftaleen	mg/kg	<0.01	**0.007**	-		<0.01	**0.007**	-	
fenantreen	mg/kg	<0.01	**0.007**	-		<0.01	**0.007**	-	
antraceen	mg/kg	<0.01	**0.007**	-		<0.01	**0.007**	-	
fluoranteen	mg/kg	<0.01	**0.007**	-		<0.01	**0.007**	-	
benzo(a)antraceen	mg/kg	<0.01	**0.007**	-		<0.01	**0.007**	-	
chryseen	mg/kg	<0.01	**0.007**	-		<0.01	**0.007**	-	
benzo(k)fluoranteen	mg/kg	<0.01	**0.007**	-		<0.01	**0.007**	-	
benzo(a)pyreen	mg/kg	<0.01	**0.007**	-		<0.01	**0.007**	-	
benzo(ghi)peryleen	mg/kg	<0.01	**0.007**	-		<0.01	**0.007**	-	
indeno(1,2,3-cd)pyreen	mg/kg	<0.01	**0.007**	-		<0.01	**0.007**	-	
pak-totaal (10 van VROM) (0.7 factor)	mg/kg	0.07	**0.07**	<=AW	-0.04	0.07	**0.07**	<=AW	-0.04
POLYCHLOORBIFENYLEN (PCB)									
PCB 28	ug/kg	<1	**3.5**	-		<1	**3.5**	-	
PCB 52	ug/kg	<1	**3.5**	-		<1	**3.5**	-	
PCB 101	ug/kg	<1	**3.5**	-		<1	**3.5**	-	
PCB 118	ug/kg	<1	**3.5**	-		<1	**3.5**	-	
PCB 138	ug/kg	<1	**3.5**	-		<1	**3.5**	-	
PCB 153	ug/kg	<1	**3.5**	-		<1	**3.5**	-	
PCB 180	ug/kg	<1	**3.5**	-		<1	**3.5**	-	
som PCB (7) (0.7 factor)	ug/kg	4.9	**24.5**	<=AW	-	4.9	**24.5**	<=AW	-
MINERALE OLIE									
fractie C10-C12	mg/kg	<5	**17.5**	--	-	<5	**17.5**	--	-
fractie C12-C22	mg/kg	<5	**17.5**	--	-	<5	**17.5**	--	-
fractie C22-C30	mg/kg	<5	**17.5**	--	-	<5	**17.5**	--	-
fractie C30-C40	mg/kg	<5	**17.5**	--	-	<5	**17.5**	--	-
totaal olie C10 - C40	mg/kg	<20	**70**	<=AW	-0.02	<20	**70**	<=AW	-0.02

Monstercode	Monsteromschrijving
13510357-004	*MM4 B03 (130-170) B04 (130-180) Pb01 (120-150) Pb01 (150-200)*
13510357-005	*MM5 B02 (80-130) B03 (80-110) B04 (110-130)*

Verklaring kolommen

SR	*Resultaat op het analyserapport*
BT	*Berekend toetsresultaat (omgerekend naar standaard bodem). Bij organische stof en lutum staan de voor de toetsing gebruikte waarden.*
BC	*Toetsoordeel*
BI	*SGS berekende BodemIndex waarde: =(BT - (S of AW)) / (I - (S of AW))*

Verklaring toetsingsoordelen

-	*Geen toetsoordeel mogelijk*
--	*Heeft geen normwaarde, zorgplicht van toepassing*
---	*Interventiewaarde ontbreekt, zorgplicht van toepassing*
#	*Verhoogde rapportagegrens, voor meer informatie zie analysecertificaat*
+	*De normen voor barium zijn ingetrokken. Indien er sprake is van verhoogde bariumgehalten ten opzichte van de natuurlijke achtergrond als gevolg van een antropogene bron, kan dit gehalte door het bevoegd gezag worden beoordeeld op basis van de voormalige interventiewaarde voor barium van 625 mg/kg d.s (waterbodem) en de interventiewaarde voor landbodem van 920 mg/kg (landbodem).*
°	*Er staan twee interventie waardes beschreven voor kwik in grond in de circulaire bodemsanering (per 1 juli 2013); 4 mg/kg d.s. voor organisch kwik en 36 mg/kg d.s. voor anorganisch kwik. Het analyse resultaat is het gehalte aan kwik. Er kan daarin geen verder onderscheid worden gemaakt tussen de twee soorten. Voor deze toetsing wordt de eis van 36 mg/kg d.s. gehanteerd.*
<=AW	*Kleiner dan of gelijk aan de achtergrondwaarde*
WO	*Wonen*
IN	*Industrie*
,zp	*Interventiewaarde ontbreekt, zorgplicht van toepassing*
>I	*Groter dan interventiewaarde*
>(ind)I	*INEV (Indicatieve interventiewaarde) wordt overschreden*
somIW>1	*Interventiewaarde wordt overschreden door som fractie interventiewaarde > 1 (interventie factor)*
^	*Enkele parameters ontbreken in de som*
>IND	*Groter dan industrie*

Kleur informatie

Rood	*> Interventiewaarde*
Roze	*> Industrie*
Oranje	*>= Tussenwaarde (BI ligt tussen 0.5 en 1)*
Blauw	*>= Achtergrond waarde*

Normenblad
Toetskeuze: T.12: Beoordeling kwaliteit van grond volgens Wbb

Analyse	Eenheid	AW	Wo	Ind	I
METALEN					
cadmium	mg/kg	0.6	1.2	4.3	13
kobalt	mg/kg	15	35	190	190
koper	mg/kg	40	54	190	190
kwik°	mg/kg	0.15	0.83	4.8	36
lood	mg/kg	50	210	530	530
molybdeen	mg/kg	1.5	88	190	190
nikkel	mg/kg	35	39	100	100
zink	mg/kg	140	200	720	720
POLYCYCLISCHE AROMATISCHE KOOLWATERSTOFFEN					
pak-totaal (10 van VROM) (0.7 factor)	mg/kg	1.5	6.8	40	40
CHLOORBENZENEN					
hexachloorbenzeen	ug/kg	8.5	27	1400	2000
POLYCHLOORBIFENYLEN (PCB)					
som PCB (7) (0.7 factor)	ug/kg	20	40	500	1000
CHLOORBESTRIJDINGSMIDDELEN					
som DDT (0.7 factor)	ug/kg	200	200	1000	1700
som DDD (0.7 factor)	ug/kg	20	840	34000	34000
som DDE (0.7 factor)	ug/kg	100	130	1300	2300
aldrin	ug/kg				320
som aldrin/dieldrin/endrin (0.7 factor)	ug/kg	15	40	140	4000
alpha-HCH	ug/kg	1	1	500	17000
beta-HCH	ug/kg	2	2	500	1600
gamma-HCH	ug/kg	3	40	500	1200
heptachloor	ug/kg	0.7	0.7	100	4000
alpha-endosulfan	ug/kg	0.9	0.9	100	4000
som heptachloorepoxide (0.7 factor)	ug/kg	2	2	100	4000
hexachloorbutadieen	ug/kg	3			
som chloordaan (0.7 factor)	ug/kg	2	2	100	4000
som organochloorbestrijdingsmiddelen (0.7 factor) landbodem	ug/kg	400			
MINERALE OLIE					
totaal olie C10 - C40	mg/kg	190	190	500	5000

* Indicatief niveau voor ernstige verontreiniging

Legenda normenblad
AW = Achtergrondwaarden
WO = Maximale waarden bodemfunctieklasse wonen
IND = Maximale waarden bodemfunctieklasse industrie
I = Interventiewaarden
Normen en definities http://www.rwsleefomgeving.nl/onderwerpen/bodem-ondergrond/bbk/instrumenten/botova/downloads

Toetsing volgens BoToVa, module T.13-Beoordeling kwaliteit van grondwater volgens Wbb
(Toetsversie 2.0.0, toetskader WBB, SIKB versie 13.3.0, toetsingsdatum: 06-09-2021 - 16:59)

Projectcode	2101974
Projectnaam	Hooghoutseweg 17, Biezenmortel
Monsteromschrijving	Pb01-1-1 Pb01 (280-
Monstersoort	Grondwater (AS3000)
Monster conclusie	**Overschrijding Streefwaarde**

Analyse	Eenheid	SR	BT	BC	BI
METALEN					
barium	ug/l	45	**45**	<=S	-
cadmium	ug/l	0.37	**0.37**	<=S	-
kobalt	ug/l	5.4	**5.4**	<=S	-
koper	ug/l	2.0	**2**	<=S	-
kwik	ug/l	<0.05	**0.035**	<=S	-
lood	ug/l	<2.0	**1.4**	<=S	-
molybdeen	ug/l	<2	**1.4**	<=S	-
nikkel	ug/l	58	**58**	>S	0.72
zink	ug/l	15	**15**	<=S	-
VLUCHTIGE AROMATEN					
benzeen	ug/l	<0.2	**0.14**	<=S	-
tolueen	ug/l	<0.2	**0.14**	<=S	-
ethylbenzeen	ug/l	<0.2	**0.14**	<=S	-
o-xyleen	ug/l	<0.1	**0.07**	-	
p- en m-xyleen	ug/l	<0.2	**0.14**	-	
xylenen (0.7 factor)	ug/l	0.21	**0.21**	<=S	-
styreen	ug/l	<0.2	**0.14**	<=S	-
naftaleen	ug/l	<0.02	**0.014**	<=S	-
GEHALOGENEERDE KOOLWATERSTOFFEN					
1,1-dichloorethaan	ug/l	<0.2	**0.14**	<=S	-
1,2-dichloorethaan	ug/l	<0.2	**0.14**	<=S	-
1,1-dichlooretheen	ug/l	<0.1	**0.07**	<=S	-
cis-1,2-dichlooretheen	ug/l	<0.1	**0.07**	-	
trans-1,2-dichlooretheen	ug/l	<0.1	**0.07**	-	
som (cis,trans) 1,2- dichloorethenen (0.7 factor)	ug/l	0.14	**0.14**	<=S	-
dichloormethaan	ug/l	<0.2	**0.14**	<=S	-
1,1-dichloorpropaan	ug/l	<0.2	**0.14**	-	
1,2-dichloorpropaan	ug/l	<0.2	**0.14**	-	
1,3-dichloorpropaan	ug/l	<0.2	**0.14**	-	
som dichloorpropanen (0.7 factor)	ug/l	0.42	**0.42**	<=S	-
tetrachlooretheen	ug/l	<0.1	**0.07**	<=S	-
tetrachloormethaan	ug/l	<0.1	**0.07**	<=S	-
1,1,1-trichloorethaan	ug/l	<0.1	**0.07**	<=S	-
1,1,2-trichloorethaan	ug/l	<0.1	**0.07**	<=S	-
trichlooretheen	ug/l	<0.2	**0.14**	<=S	-
chloroform	ug/l	<0.2	**0.14**	<=S	-
vinylchloride	ug/l	<0.2	**0.14**	<=S	-
tribroommethaan	ug/l	<0.2	**0.14**	---	
MINERALE OLIE					
fractie C10-C12	ug/l	<25	**17.5**	--	-
fractie C12-C22	ug/l	<25	**17.5**	--	-
fractie C22-C30	ug/l	<25	**17.5**	--	-
fractie C30-C40	ug/l	<25	**17.5**	--	-
totaal olie C10 - C40	ug/l	<50	**35**	<=S	-

ADDITIONELE TOETSPARAMETERS	Eenheid	BT	BC
13515010-001			
som 16 aromatische oplosmiddelen (Bbk, 1-1-2008)	ug/l	**0.77**	^--
som 10 polyaromatische koolwaterstoffen (VROM)	DIMSLS	**0.0002**	

Monstercode	Monsteromschrijving
13515010-001	*Pb01-1-1 Pb01 (280-380)*

Verklaring kolommen

SR	*Resultaat op het analyserapport*
BT	*Berekend toetsresultaat (omgerekend naar standaard bodem). Bij organische stof en lutum staan de voor de toetsing gebruikte waarden.*
BC	*Toetsoordeel*
BI	*SGS berekende BodemIndex waarde: =(BT - (S of AW)) / (I - (S of AW))*

Verklaring toetsingsoordelen

-	*Geen toetsoordeel mogelijk*
--	*Heeft geen normwaarde, zorgplicht van toepassing*
---	*Streefwaarde ontbreekt, zorgplicht van toepassing*
#	*Verhoogde rapportagegrens, voor meer informatie zie analysecertificaat*
<=AW	*Kleiner dan of gelijk aan de achtergrondwaarde*
<=S	*Kleiner dan of gelijk aan de streefwaarde*
>S	*Groter dan de streefwaarde*
>I	*Groter dan interventiewaarde*
>(ind)I	*INEV (Indicatieve interventiewaarde) wordt overschreden*
^	*Enkele parameters ontbreken in de som*

Kleur informatie

Rood *> Interventiewaarde*
Oranje *>= Tussenwaarde (BI ligt tussen 0.5 en 1)*
Blauw *> streefwaarde*

Normenblad
Toetskeuze: T.13: Beoordeling kwaliteit van grondwater volgens Wbb

Analyse	Eenheid	S	I
METALEN			
barium	ug/l	50	625
cadmium	ug/l	0.4	6
kobalt	ug/l	20	100
koper	ug/l	15	75
kwik	ug/l	0.05	0.3
lood	ug/l	15	75
molybdeen	ug/l	5	300
nikkel	ug/l	15	75
zink	ug/l	65	800
VLUCHTIGE AROMATEN			
benzeen	ug/l	0.2	30
tolueen	ug/l	7	1000
ethylbenzeen	ug/l	4	150
xylenen (0.7 factor)	ug/l	0.2	70
styreen	ug/l	6	300
naftaleen	ug/l	0.01	70
GEHALOGENEERDE KOOLWATERSTOFFEN			
1,1-dichloorethaan	ug/l	7	900
1,2-dichloorethaan	ug/l	7	400
1,1-dichlooretheen	ug/l	0.01	10
dichloormethaan	ug/l	0.01	1000
som (cis,trans) 1,2- dichloorethenen (0.7 factor)	ug/l	0.01	20
som dichloorpropanen (0.7 factor)	ug/l	0.8	80
tetrachlooretheen	ug/l	0.01	40
tetrachloormethaan	ug/l	0.01	10
1,1,1-trichloorethaan	ug/l	0.01	300
1,1,2-trichloorethaan	ug/l	0.01	130
trichlooretheen	ug/l	24	500
chloroform	ug/l	6	400
vinylchloride	ug/l	0.01	5
tribroommethaan	ug/l		630
MINERALE OLIE			
totaal olie C10 - C40	ug/l	50	600

* Indicatief niveau voor ernstige verontreiniging

Legenda normenblad
S = Streefwaarden
I = Interventiewaarden
Normen en definities http://www.rwsleefomgeving.nl/onderwerpen/bodem-ondergrond/bbk/instrumenten/botova/downloads

Projectberekening

Dit document geeft een overzicht van de invoer en rekenresultaten van een Projectberekening met AERIUS Calculator. De berekening is uitgevoerd binnen stikstofgevoelige Natura 2000-gebieden, op rekenpunten die overlappen met habitattypen en/of leefgebieden die aangewezen zijn in het kader van de Wet natuurbescherming, gekoppeld aan een aangewezen soort, of nog onbekend maar mogelijk wel relevant, en waar tevens sprake is van een overbelaste of bijna overbelaste situatie voor stikstof.



- Overzicht
- Samenvatting situaties
- Resultaten
- Detailgegevens per emissiebron

Meer toelichting over deze PDF kunt u vinden in een bijbehorende leeswijzer. Deze leeswijzer en overige documentatie is te raadplegen via: www.aerius.nl/handleidingen-en-leeswijzers

Contactgegevens

Rechtspersoon	LS Plan & Advies
Inrichtingslocatie	Hooghoutseweg 17, 5074NA Biezenmortel

Activiteit

Omschrijving	Hooghoutplant
Toelichting	Beoogde bedrijfsopzet - gebruiksfase

Berekening

AERIUS kenmerk	RbK9jBxfHmVP
Datum berekening	15 april 2022, 13:36
Rekenconfiguratie	Wnb-rekengrid

Totale emissie

	Rekenjaar	Emissie NH3	Emissie NOx
Situatie 1 - Beoogd	2022	0,1 kg/j	9,0 kg/j

Resultaten

	Hoogste depositie	Hexagon	Gebied
Situatie 1 - Beoogd	-		
Gekarteerd oppervlak met toename (ha)	0,00 ha		
Gekarteerd oppervlak met afname (ha)	0,00 ha		
Grootste toename van depositie	0,00 mol/ha/j		
Grootste afname van depositie	0,00 mol/ha/j		

Situatie 1 (Beoogd), rekenjaar 2022

Emissiebronnen	Emissie NH3	Emissie NOx
1 Wonen en Werken | Woningen | CV - woning	-	3,6 kg/j
2 Wonen en Werken | Kantoren en winkels | CV - loods	-	0,3 kg/j
Verkeersnetwerk	0,1 kg/j	5,1 kg/j

Hoogste af- en toename op (bijna) overbelaste stikstofgevoelige Natura 2000 gebieden.



Habitatrichtlijn
Vogelrichtlijn
Vogelrichtlijn, Habitatrichtlijn
Niet bepaald
Grootste afname van depositie
Grootste toename van depositie
Hoogste totale depositie

De bronnen op de kaart horen bij de Beoogde situatie.

Resultaten stikstofgevoelige Natura 2000 gebieden situatie "Situatie 1" (Beoogd) incl. saldering e/o referentie

	Berekend (ha gekarteerd)	Hoogste totale depositie (mol/ha/jr)	Met toename (ha gekarteerd)	Grootste toename (mol/ha/jr)	Met afname (ha gekarteerd)	Grootste afname (mol/ha/jr)
Totaal	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Situatie 1, Rekenjaar 2022

1 Wonen en Werken | Woningen

Naam	CV - woning	Uittreedhoogte	7,0 m	NOx	3,6 kg/j
Locatie	141736, 403156	Warmteinhoud	0,000 MW		
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele Variatie	Continue Emissie				

2 Wonen en Werken | Kantoren en winkels

Naam	CV - loods	Uittreedhoogte	4,0 m	NOx	0,3 kg/j
Locatie	141721, 403174	Warmteinhoud	0,000 MW		
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele Variatie	Standaard Profiel Industrie				

Disclaimer

Hoewel verstrekte gegevens kunnen dienen ter onderbouwing van een vergunningaanvraag, kunnen er geen rechten aan worden ontleend. De eigenaar van AERIUS aanvaardt geen aansprakelijkheid voor de inhoud van de door de gebruiker aangeboden informatie. Bovenstaande gegevens zijn enkel bruikbaar tot er een nieuwe versie van AERIUS beschikbaar is. AERIUS is een geregistreerd handelsmerk in Europa. Alle rechten die niet expliciet worden verleend, zijn voorbehouden.

Rekenbasis

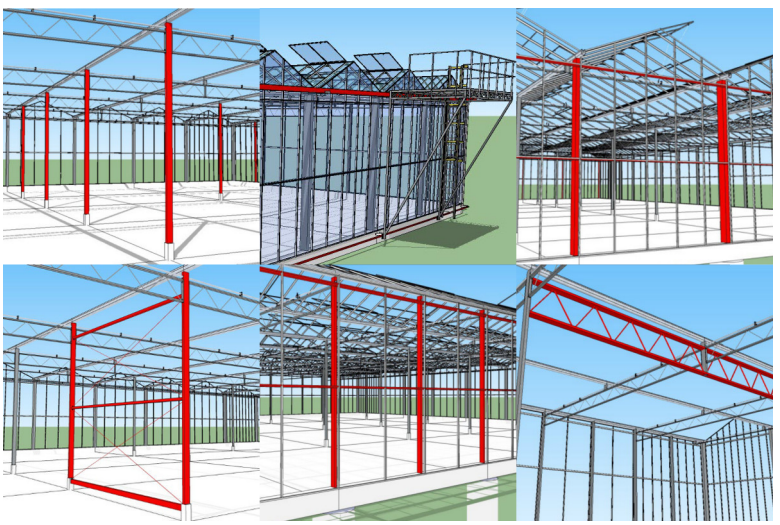
Deze berekening is tot stand gekomen op basis van:

AERIUS versie	2021.0.5_20220328_855771c674
Database versie	2021.0.5_855771c674

Voor meer informatie over de gebruikte methodiek en data zie:
https://www.aerius.nl/

Bedrijf: Heuvel-Folie-Serres bvba, CK-324-1
Project: Hooghoutplant VOF,koude kas, NEN13031
Bestand: 3.CA_21-019 Hooghoutplant BK 11x9.60m ph 4.00m.ckd

De controle is uitgevoerd met CASTA/Kassenbouw versie 3.10 SP5



BATCH

Kasgegevens:

- Kastype	:	Breedkap-kas
- Overspanning (l)	:	9.60 m
- Aantal gekoppelde spanten	:	11 (y-richting)
- Vakmaat (v)	:	4.00 m
- Kolomhoogte (h)	:	4.00 m
- Spanthoogte (hspant)	:	390 mm (Vertikaal gemeten: 438 mm)
- Spantverlaging (vspant)	:	80 mm

De berekeningen zijn in overeenstemming met de algemene Nederlandse norm voor bouwconstructies
NEN-EN 1990 en de hierna volgende specifieke Nederlandse bouwnormen, waarmee is voldaan aan
de van toepassing zijnde bepalingen van het Bouwbesluit (Hfdst. 2; art. 21 t/m 24):
De belastingen en belastingscombinaties zijn bepaald volgens:
- NEN-EN 13031:2020: CC1 Greenhouse NL;
- Basiswindsnelheid: Vb50 = 24.5 m/s met Cprob 15 jaar: Vb = 22.4 m/s
- Karateristieke Sneeuwbelasting: SK = 700.0 N/m² op de grond (50 jaar)

De controle berekeningen zijn geheel of gedeeltelijk uitgevoerd volgens de volgende normen:
- NEN-EN 1993 Eurocode 3: Ontwerp en berekening van staalconstructies
  * NEN-EN 1993-1-1: Algemene regels en regels voor gebouwen
  * NEN-EN 1993-1-3: Koudgevormde dunwandige profielen en platen
  * NEN-EN 1993-1-8: Ontwerp en berekening van verbindingen

(voor zover van toepassing voor de uitgevoerde controle berekening)
Bij de genoemde Eurocodes zijn de Nederlandse nationale bijlagen van toepassing

CASTA/Kassenbouw is een hulpmiddel bij het ontwerp van de constructie en onderdelen van een kas.
De gebruiker van CASTA/Kassenbouw is zelf verantwoordelijk voor het invoeren van de juiste gegevens.
TNO aanvaardt geen enkele aansprakelijkheid bij het toepassen van de resultaten van CASTA/Kassenbouw.
Het programma CASTA/Kassenbouw is ontwikkeld door TNO in samenwerking met en onder begeleiding van
de stichting Hortivation.
Voor meer informatie over CASTA/Kassenbouw kunt u contact opnemen met TNO (088 8663460).

1 GEGEVENS OVER DE TOEGEPASTE NORM

1.1 Gegevens over de Europese kassenbouwnorm

- NEN-EN 13031:2020: CC1 Greenhouse NL;
- Basiswindsnelheid: Vb50 = 24.5 m/s met Cprob 15 jaar: Vb = 22.4 m/s
- Karateristieke Sneeuwbelasting: SK = 700.0 N/m² op de grond (50 jaar)

1.2 Windbelasting:

- Reference wind velocity : Vref.50 = 24.5 m/s
- Return period : ref = 15
- Shape parameter : K1 = 0.281 ; n = 0.5
- Terrain category greenhouses : z0II = 0.050 m, z0 = 0.200 m, zmin = 4.000 m
  Kr = 0.19*(z0/z0II)^0.07 = 0.19*(0.200 /0.050)^0.07 = 0.209
- Reference wind velocity (for ref.min = 15 years):

$$Vref = Vref.50 * \frac{1 - K1 * \ln(1/ref)}{1 - K1 * \ln(0.02)}^{+0.5} = 22.439 \text{ m/s}$$

- Height ridge : 0.300 + 4.000 + 0.5*9.600*tan27° = 6.746 m
- Reference height : ze = 6.746 m (ze = Height ridge = building height = 6.746 m)
- Roughness coëfficiënt : cr(ze) = 0.737
- Topography coëfficiënt : co(ze) = 1.000
- Turbulence coëfficiënt : kl = 1.000
- Turbulence intensity : Iv(ze) = (Kr * kl) /(ct(ze) * co(ze))= 0.284
- Exposure coëfficiënt : ce(ze) = cr(ze)² * co(ze)² * (1 + 7 * Iv(ze)) = 1.622
- Reference wind pressure : rho = 1.250 kg/m3; q = rho/2*(Vref)² = 314.697 N/m²
- Peak velocity : Vpeak = ce(ze)^0.5 * Vref = 1.622 ^0.5 * 22.439 = 28.6 m/s
- Mean wind pressure : qref = ce(ze) * q = 510.474 N/m²

  Windstuwdruk (qwind) : 510 N/m² = 0.510 N/m² dekoppervlak

1.3 Sneeuwbelasting:
Sneeuwbelasting (qsneeuw): 423.5 N/m² grondoppervlak (zonder afsmelten: qsi = 423.5 N/m²)
- Return period: ref = 15
- Basic snow load: SK = 700.0 N/m²
- Reduction with a return period n and V=0.800
  EN 13031-1: Rf = (1-0.800*0.7797*(ln(1/15)+0.577216))/(1+2.6*0.800) = 0.756
- Snow load shape coëfficiënt (for sub_structure only): C1 = 0.80
- Thermal coëfficiënt for non-heated greenhouses: Ct = 1.00
- Exposure coëfficiënt Ce, usually 1.0 (no effect from wind): Ce = 1.00
- Snow load (load on the roof projected on the ground):
  qs = Rf*C1*Ce*Ct*Sk = 0.756 * 0.8 * 1.0 * 1.000 * 700.0 = 423.5 N/m² 1)

1.3.1 Calculation of the thermal coefficient with EN13031-1 and ISO 4355 'Snow control by heating'
For heated greenhouses, equipped for the controlled melting of roof snow, see Table C.1
category THSC, the thermal coefficient in accordance with ISO 4355:201.

Conditions during a snow event
- The characteristic snow load on the ground : Sk = 700.0 N/m²
- Roof angle : a = 27°
- Air temperature inside (at snow event) : Ti = Niet verwarmd
- Air temperature outside (at snow event) : Te > -8 °C
- Screen system is open : yes
- Water discharge is unhindered : yes
- Material roof cover : Single layer plastic film (0.2 mm PE or

Derived data for the calculation of Ct according EN13031
- U in for heat protection : U = 7.1 W/m²K (see Table C2, EN13031-1)
- External surface resistance : Rse = 0.04 m²K/W
- Uo value of the roof cover : Uo.r = U1/[1/U-R.se] = 9.916 W/m²*K
- Heat transmittance (max value) : Uo = 4.177 W/m²K (min-max: 1 min 4.177 max W/m²K)
- Upper ground snow load limit : Lim.Skn = [20.2634/[(Ti-5)*(sin(0.4*Uo-0.1))^3/4] = 70219 N/m²
- Skmax in the Ct Calculation : Skmax = min(Skn,Lim.Skn)= min(700*0.756, 70219)

Basic melt factor Ct, see C.2.3 EN13031-1:
Ct = [1-0.054(Skmax/3500)^1/4*(Ti-5)*(sin(0.4Uo-0.1))^3/4]*cos(a) = 1.000 (incl. corrections)

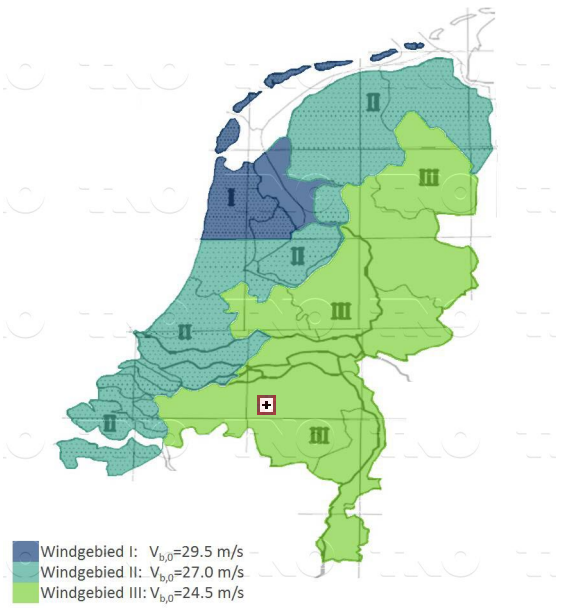
Corrections for Ct depending on parameters:
- Air temperature outside: for Te <= -8 °C factor = 1.2 so Ct = 1.0*Ct
- Upper limit Ct <= 1.0
- Lower limit Ct > 0.2 * cos(a)

2 Wind, sneeuw en seismische belastingen (door norm bepaald)

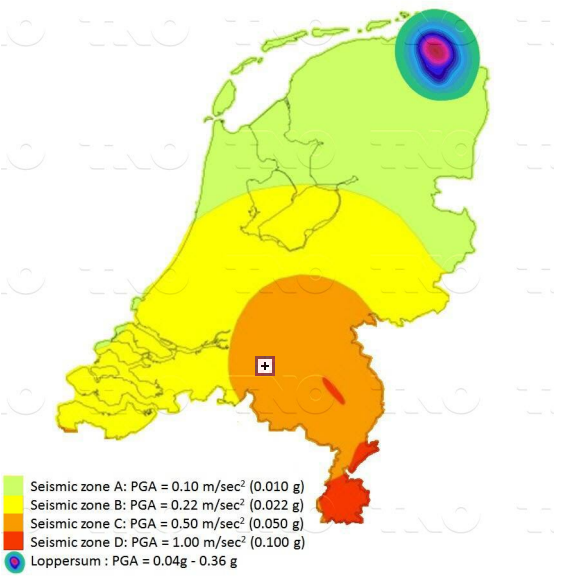
GPS gegevens Nederland

adres 5074 na Biezenmortel (GPS: 51.6159, 5.1955)
Hoogte boven zeeniveau 9 m

Windkaart (Windgebied III (24.5 m/s))



Seismische kaart (0.050 x g m/s²)



Bedrijf: Heuvel-Folie-Serres bvba, CK-324-1
Project: Hooghoutplant VOF,koude kas, NEN13031
Bestand: 3.CA_21-019 Hooghoutplant BK 11x9.60m ph 4.00m.ckd

De controle is uitgevoerd met CASTA/Kassenbouw versie 3.10 SP5

3

Kasgegevens:
- Kastype : Breedkap-kas
- Overspanning (l) : 9.60 m
- Aantal gekoppelde spanten : 11 (y-richting)
- Vakmaat (v) : 4.00 m
- Kolomhoogte (h) : 4.00 m
- Spanthoogte (hspant) : 390 mm (Vertikaal gemeten: 438 mm)
- Spantverlaging (vspant) : 80 mm

De navolgende rapportage van de CASTA controleberekening van de tralieligger
van een kas is in overeenstemming met de algemene Nederlandse norm voor bouwconstructies
NEN-EN 1990 en de hierna volgende specifieke Nederlandse bouwnormen, waarmee is voldaan
aan de van toepassing zijnde bepalingen van het Bouwbesluit (Hfdst. 2; art. 21 t/m 24):
De belastingen en belastingscombinaties zijn bepaald volgens:
- NEN-EN 13031:2020: CC1 Greenhouse NL;
- Basiswindsnelheid: Vb50 = 24.5 m/s met Cprob 15 jaar: Vb = 22.4 m/s
- Karateristieke Sneeuwbelasting: SK = 700.0 N/m² op de grond (50 jaar)

De controle berekeningen zijn geheel of gedeeltelijk uitgevoerd volgens de volgende normen:
- NEN-EN 1993 Eurocode 3: Ontwerp en berekening van staalconstructies
  * NEN-EN 1993-1-1: Algemene regels en regels voor gebouwen
  * NEN-EN 1993-1-3: Koudgevormde dunwandige profielen en platen
  * NEN-EN 1993-1-8: Ontwerp en berekening van verbindingen

(voor zover van toepassing voor de uitgevoerde controle berekening)
Bij de genoemde Eurocodes zijn de Nederlandse nationale bijlagen van toepassing

CASTA/Kassenbouw is een hulpmiddel bij het ontwerp van de constructie en onderdelen van een kas.
De gebruiker van CASTA/Kassenbouw is zelf verantwoordelijk voor het invoeren van de juiste gegevens.
TNO aanvaardt geen enkele aansprakelijkheid bij het toepassen van de resultaten van CASTA/Kassenbouw.
Het programma CASTA/Kassenbouw is ontwikkeld door TNO in samenwerking met en onder begeleiding van
de stichting Hortivation.
Voor meer informatie over CASTA/Kassenbouw kunt u contact opnemen met TNO (088 8663460).

3.1 Samenvatting maatgevende berekeningsresultaten:
(Tussen haakjes is per item het nummer van de maatgevende B.C. gegeven.)

3.1.1 Liggers in de middenvelden:

- Stijfheid (B.C.1) : neerwaarts	=|	-9.7|mm	<	21.5 mm:		voldoet.
- Bovenrand:						
- uit het vlak (5):		0.76	<	1.00:		voldoet.
- in het vlak (5) :		0.73	<	1.00:		voldoet.
- doorsnede (5) :		0.49	<	1.00:		voldoet.
- Onderrand:						
- uit het vlak (5):		0.84	<	0.95:		voldoet.
- in het vlak (3) :		0.48	<	1.00:		voldoet.
- doorsnede (4) :		0.67	<	1.00:		voldoet.
- Diagonalen eindvelden:						
- druk (B.C.5) :		0.81	<	1.00:		voldoet.
- trek (B.C.4) :		0.23	<	1.00:		voldoet.
- Verbinding diagonalen eindvelden:						
- Lassen (B.C.4) : UClasD	=	0.19	<	1.00:		voldoen
- Aansluitingen(5): UCdiaD	=	0.68	<	1.00:		voldoen
- Verbinding diagonalen middenvelden:						
- Lassen (B.C.1) : UClasT	=	0.00	<	1.00:		voldoen
- Aansluitingen(1): UCdiaT	=	0.50	<	1.00:		voldoen
- Gordingverticaal:						
- druk (B.C.3) : Ndgv	=|	-5509|N	<	69549 N:		voldoet.
- veerstijfheid(3): k0gvert	=	705.4 N/mm	<	1826.1 N/mm:		voldoet.
- plaatsvastheid(1): kor	=	16.5 N/mm	<	94.4 N/mm:		voldoet.
- Bouten eindplaten:						
- bovenste (B.C.3): Fi,max	=	13441 N	<	33926 N:		voldoet.
- onderste (B.C.4): Fi,max	=	23674 N	<	33926 N:		voldoet.
- Eindplaten (zonder onderlegringen)						
- pons boven (3) : Ft,max	=	9650 N	<	80159 N:		voldoet.
- pons onder (4) : Ft,max	=	22254 N	<	80159 N:		voldoet.
- buiging boven(3): Meindpl	=	171.3 Nm	<	1986.7 Nm:		voldoet.
- buiging onder(4): Meindpl	=	556.4 Nm	<	2682.9 Nm:		voldoet.
- Lasaansluiting eindplaten:						niet gecontroleerd!
- Bouten nokplaten:						
- bovenste (B.C.4): Fi,max	=	20834 N	<	33926 N:		voldoet.
- onderste (B.C.2): Fi,max	=	6916 N	<	33926 N:		voldoet.
- Nokplaten (zonder onderlegringen)						
- pons boven (4) : Ft,max	=	20491 N	<	96191 N:		voldoet.
- pons onder (7) : Ft,max	=	1188 N	<	96191 N:		voldoet.
- buiging boven(4): Mnokpl	=	265.0 Nm	<	367.8 Nm:		voldoet.
- buiging onder(7): Mnokpl	=	14.1 Nm	<	685.0 Nm:		voldoet.
- Lasaansluiting nokplaten:						niet gecontroleerd!

3.1.2 Eindconclusie(s):

- De liggers in de middenvelden voldoen qua sterkte, stijfheid en stabiliteit bij alle berekende belastingcombinaties.
  - Stijfheid: voldoet
  - Bovenrand (RHBK50*30*2.0 mm) (S235 (EN10219)): voldoet
  - Onderrand (RHBK50*30*1.5 mm) (S275 (EN10219)): voldoet
  - Diag.eindvelden (RD14.0 mm) (S235 (EN10219)): voldoen
  - Gordingverticaal (ST50*10.0 mm) (S235 (EN10219)): voldoet
  - Bouten eindplaten:
    - Bij de bovenrand (1xM10-8.8): voldoen
    - Bij de onderrand (2xM10-8.8): voldoen
  - Eindplaten (ST50*10.0 mm) (zonder onderlegringen):
    - Bij de bovenrand met schotjes: voldoen
    - Bij de onderrand met schotjes: voldoen
    - Lasaansluitingen: niet gecontroleerd!
  - Bouten nokplaten:
    - Bij de bovenrand (1xM10-8.8): voldoen
    - Bij de onderrand (1xM10-8.8): voldoen
  - Nokplaten (ST50*12.0 mm) (zonder onderlegringen):
    - Lasaansluitingen: niet gecontroleerd!

3.1.3 Liggers 2e spant:
- Stijfheid (B.C.1) : neerwaarts =| -9.8|mm < 21.5 mm: voldoet.
- Bovenrand:
  - uit het vlak (4): 0.94 < 1.00: voldoet.
  - in het vlak (4) : 0.93 < 1.00: voldoet.
  - doorsnede (4) : 0.63 < 1.00: voldoet.
- Onderrand:
  - uit het vlak (2): 0.72 < 0.95: voldoet.
  - in het vlak (2) : 0.41 < 1.00: voldoet.
  - doorsnede (4) : 0.49 < 1.00: voldoet.
- Diagonalen eindvelden:
  - druk (B.C.4) : 0.92 < 1.00: voldoet.
  - trek (B.C.5) : 0.27 < 1.00: voldoet.
- Verbinding diagonalen eindvelden:
  - Lassen (B.C.5) : UClasD = 0.24 < 1.00: voldoen
  - Aansluitingen(4): UCdiaD = 0.74 < 1.00: voldoen
- Verbinding diagonalen middenvelden:
  - Lassen (B.C.1) : UClasT = 0.00 < 1.00: voldoen
  - Aansluitingen(1): UCdiaT = 0.50 < 1.00: voldoen
- Gordingverticaal:
  - druk (B.C.3) : Ndgv =| -5509|N < 69549 N: voldoet.
  - veerstijfheid(5): k0gvert = 732.0 N/mm < 1826.1 N/mm: voldoet.
  - plaatsvastheid(1): kor = 28.3 N/mm < 94.4 N/mm: voldoet.
- Bouten eindplaten:
  - bovenste (B.C.3): Fi,max = 13849 N < 33926 N: voldoet.
  - onderste (B.C.4): Fi,max = 30833 N < 33926 N: voldoet.
- Eindplaten (zonder onderlegringen)
  - pons boven (3) : Ft,max = 10067 N < 80159 N: voldoet.
  - pons onder (4) : Ft,max = 28630 N < 80159 N: voldoet.
  - buiging boven(3): Meindpl = 177.8 Nm < 1986.7 Nm: voldoet.
  - buiging onder(4): Meindpl = 715.8 Nm < 2682.9 Nm: voldoet.
- Lasaansluiting eindplaten: niet gecontroleerd!
- Bouten nokplaten:
  - bovenste (B.C.5): Fi,max = 33608 N < 33926 N: voldoet.
  - onderste (B.C.2): Fi,max = 7970 N < 33926 N: voldoet.
- Nokplaten (zonder onderlegringen)
  - pons boven (4) : Ft,max = 33368 N < 96191 N: voldoet.
  - pons onder (7) : Ft,max = 3604 N < 96191 N: voldoet.
  - buiging boven(4): Mnokpl = 431.6 Nm < 685.0 Nm: voldoet.
  - buiging onder(7): Mnokpl = 45.3 Nm < 685.0 Nm: voldoet.
- Lasaansluiting nokplaten: niet gecontroleerd!

3.1.4 Eindconclusie(s):
- De liggers in het 2e spant voldoen qua sterkte, stijfheid en stabiliteit
  bij alle berekende belastingcombinaties.
  - Stijfheid: voldoet
  - Bovenrand (RHBK50*30*2.0 mm) (S235 (EN10219)): voldoet
  - Onderrand (RHBK50*30*3.0 mm) (S235 (EN10219)): voldoet
  - Diag.eindvelden (RD15.0 mm) (S235 (EN10219)): voldoen
  - Gordingverticaal (ST50*10.0 mm) (S235 (EN10219)): voldoet
  - Bouten eindplaten:
    - Bij de bovenrand (1xM10-8.8): voldoen
    - Bij de onderrand (2xM10-8.8): voldoen
  - Eindplaten (ST50*10.0 mm) (zonder onderlegringen):
    - Bij de bovenrand met schotjes: voldoen
    - Bij de onderrand met schotjes: voldoen
    - Lasaansluitingen: niet gecontroleerd!
  - Bouten nokplaten:
    - Bij de bovenrand (1xM10-8.8): voldoen
    - Bij de onderrand (1xM10-8.8): voldoen
  - Nokplaten (ST50*12.0 mm) (zonder onderlegringen):
    - Lasaansluitingen: niet gecontroleerd!

3.1.5 Liggers 1e spant:

- Stijfheid (B.C.1) : neerwaarts	=| -9.5|mm	<	21.5 mm:		voldoet.
- Bovenrand:					
- uit het vlak (5):	0.61	<	1.00:		voldoet.
- in het vlak (5) :	0.61	<	1.00:		voldoet.
- doorsnede (5) :	0.38	<	1.00:		voldoet.
- Onderrand:					
- uit het vlak (6):	0.83	<	0.95:		voldoet.
- in het vlak (6) :	0.35	<	1.00:		voldoet.
- doorsnede (5) :	0.30	<	1.00:		voldoet.
- Diagonalen eindvelden:					
- druk (B.C.6) :	0.71	<	1.00:		voldoet.
- trek (B.C.5) :	0.39	<	1.00:		voldoet.
- Verbinding diagonalen eindvelden:					
- Lassen (B.C.5) : UClasD	= 0.32	<	1.00:		voldoen
- Aansluitingen(5): UCdiaD	= 0.58	<	1.00:		voldoen
- Verbinding diagonalen middenvelden:					
- Lassen (B.C.1) : UClasT	= 0.00	<	1.00:		voldoen
- Aansluitingen(1): UCdiaT	= 0.50	<	1.00:		voldoen
- Gordingverticaal:					
- druk (B.C.3) : Ndgv	=| -5509|N	<	69549 N:		voldoet.
- veerstijfheid(4): k0gvert	= 992.5 N/mm	<	1826.1 N/mm:		voldoet.
- plaatsvastheid(1): kor	= 28.3 N/mm	<	94.4 N/mm:		voldoet.
- Bouten eindplaten:					
- bovenste (B.C.3): Fi,max	= 12714 N	<	33926 N:		voldoet.
- onderste (B.C.5): Fi,max	= 22810 N	<	33926 N:		voldoet.
- Eindplaten (zonder onderlegringen)					
- pons boven (3) : Ft,max	= 8244 N	<	80159 N:		voldoet.
- pons onder (5) : Ft,max	= 20551 N	<	80159 N:		voldoet.
- buiging boven(3): Meindpl	= 151.7 Nm	<	1986.7 Nm:		voldoet.
- buiging onder(5): Meindpl	= 513.8 Nm	<	2682.9 Nm:		voldoet.
- Lasaansluiting eindplaten:					niet gecontroleerd!
- Bouten nokplaten:					
- bovenste (B.C.6): Fi,max	= 36712 N	<	42408 N:		voldoet.
- onderste (B.C.3): Fi,max	= 7921 N	<	33926 N:		voldoet.
- Nokplaten (zonder onderlegringen)					
- pons boven (6) : Ft,max	= 36568 N	<	96191 N:		voldoet.
- pons onder (6) : Ft,max	= 1050 N	<	96191 N:		voldoet.
- buiging boven(6): Mnokpl	= 472.4 Nm	<	685.0 Nm:		voldoet.
- buiging onder(6): Mnokpl	= 13.5 Nm	<	685.0 Nm:		voldoet.
- Lasaansluiting nokplaten:					niet gecontroleerd!

3.1.6 Eindconclusie(s):

- De liggers in het 1e spant voldoen qua sterkte, stijfheid en stabiliteit bij alle berekende belastingcombinaties.
  - Stijfheid: voldoet
  - Bovenrand (RHBK50*30*2.0 mm) (S275 (EN10219)): voldoet
  - Onderrand (RHBK50*30*3.0 mm) (S275 (EN10219)): voldoet
  - Diag.eindvelden (RD14.0 mm) (S235 (EN10219)): voldoen
  - Gordingverticaal (ST50*10.0 mm) (S235 (EN10219)): voldoet
  - Bouten eindplaten:
    - Bij de bovenrand (1xM10-8.8): voldoen
    - Bij de onderrand (2xM10-8.8): voldoen
  - Eindplaten (ST50*10.0 mm) (zonder onderlegringen):
    - Bij de bovenrand met schotjes: voldoen
    - Bij de onderrand met schotjes: voldoen
    - Lasaansluitingen: niet gecontroleerd!
  - Bouten nokplaten:
    - Bij de bovenrand (1xM10-10.9): voldoen
    - Bij de onderrand (1xM10-8.8): voldoen
  - Nokplaten (ST50*12.0 mm) (zonder onderlegringen):
    - Lasaansluitingen: niet gecontroleerd!

3.1.7 Uitdijen van de kas:
- Met het uitdijen van de kas wordt de totale verlenging of verkorting (ten opzichte van de uitgangspositie) van een spantenrij op goothoogte bedoeld. Het uitdijen van een spantenrij kan gereduceerd worden door in het ontwerpstadium hier al rekening mee te houden. Er wordt aanbevolen om voor het uitdijen van de kas een maximum aan te houden van 2 * 30 mm = 60 mm.
- Uitdijen (B.C.3): 18.5 mm

3.1.8 Trekstang spant:
- sigma (B.C.1) = | 42.5| N/mm² < 268.3 N/mm²: voldoet.
- sigma (B.C.2) = | 1.3| N/mm² < 268.3 N/mm²: voldoet.
- sigma (B.C.3) = | 51.7| N/mm² < 268.3 N/mm²: voldoet.
- sigma (B.C.4) = | 0.0| N/mm² < 268.3 N/mm²: voldoet.
- sigma (B.C.5) = | 0.0| N/mm² < 268.3 N/mm²: voldoet.
- sigma (B.C.6) = | 0.0| N/mm² < 268.3 N/mm²: voldoet.
- sigma (B.C.7) = | 0.0| N/mm² < 268.3 N/mm²: voldoet.
- sigma (B.C.8) = | 11.2| N/mm² < 268.3 N/mm²: voldoet.
- sigma (B.C.9) = | 17.2| N/mm² < 268.3 N/mm²: voldoet.
- sigma (B.C.10) = | 17.2| N/mm² < 268.3 N/mm²: voldoet.
- sigma (B.C.11) = | 10.3| N/mm² < 268.3 N/mm²: voldoet.

3.1.9 Eindconclusie:
- Alle spanten voldoen (niet alle lassen zijn gecontroleerd).

3.1.10 Mededelingen/opmerkingen:
De belastingen en belastingscombinaties zijn bepaald volgens:
- EN13031-1 Greenhouses: Design and Construction
  - Onderzochte belastingcombinaties:
    - B.C.1: a0) Dead load + Services + Snow (without snow removal)
    - B.C.2: a11) Dead load + Services + Wind + Crop
    - B.C.3: a21) Dead Load + Services + Snow + Psi_Crop
    - B.C.4: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay up wind)
    - B.C.5: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay down wind)
    - B.C.6: b1) Dead load + Wind (Cpi negative, Cpe 1st bay up wind)
    - B.C.7: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, wind zone G)
    - B.C.8: c1) Dead load + Services + Crop + repair/incident actions
    - B.C.9: d2) Dead Load + Services + Psi_Snow + Psi_Crop + Seismic
    - B.C.10: d1) Dead Load + Services + Psi_Snow + Seismic
    - B.C.11: d3) Dead Load + Services + Psi_Crop + Seismic

- De lasverbinding van de eindplaat van de middenvelden is niet gecontroleerd.
- De lasverbinding van de eindplaat van de 2e rij tralies is niet gecontroleerd.
- De lasverbinding van de eindplaat van de 1e rij tralies is niet gecontroleerd.

'Gap' van de lassen van de diagonaalaansluitingen

	Eindvelden		Middenvelden	
	bovenrand	onderrand	bovenrand	onderrand
Middenvelden	10.00 mm	10.00 mm	10.00 mm	10.00 mm
2e spant	10.00 mm	10.00 mm	10.00 mm	10.00 mm
1e spant	10.00 mm	10.00 mm	10.00 mm	10.00 mm

- Bij de stabiliteitsberekeningen van de bovenrand en de onderrand uit het vlak van de tralie wordt uitgegaan van specifieke stabiliteits-voorzieningen ter plaatse van de zwevende goten (zie paragraaf 4.2 en 5.2 van hoofdstuk 6, 7, 8 en 9).

- In de berekeningen wordt uitgegaan van een adequate krachtsinleiding van de verticale belastingen in de bovenrand van de tralieligger, zowel bij opwaartse alsook bij neerwaartse belasting.

- Uit experimenteel onderzoek is gebleken, dat de werkelijke doorbuiging van de tralieligger 20% tot 100% groter is dan berekend, ten gevolge van locale vervormingen ter plaatse van de diagonaal-aansluitingen. Onder normale omstandigheden is dit echter niet maatgevend.

3.2 INVOERGEGEVENS

3.2.1 Type en afmetingen van de kas:
- Kastype : Breedkapkas
- Overspanning (l) : 9.60 m
- Vakmaat (v) : 4.00 m
- Kolomhoogte gevel : 4.00 m
- Kaslengte (L) : 44.0 m
- Minimum aantal aaneengesloten overspanningen (y-richting): 11

3.2.2 Overige gegevens van de kas:
- Dekhelling (alfa) : 27.0 graden
- Funderingshoogte (fh) : 300 mm
- Spanthoogte (hspant) : 390 mm (vertikaal gemeten: 438 mm)
- Spantverlaging (vspant) : 80 mm
- Glasbreedte dek (bd) : 1125 mm
- Glasbreedte kopgevel (bkg): 800 mm
- Glasbreedte zijgevel (bzg): 852 mm

3.2.3 Kolommen:
- Profiel : RHBK100*50*3.0
- Staalsoort kolommen : S275 (EN10219)
- Lengte kolom : 4000 mm
- Gat in de kolom : Nee

3.2.4 Gegevens van het Breedkapspant:
3.2.5 In de middenvelden:
- Bovenrand (br) : RHBK50*30*2.0 (Staalsoort: S235 (EN10219))
- Onderrand (or) : RHBK50*30*1.5 (Staalsoort: S275 (EN10219))
- Aantal diagonalen per veld: 6 (12 diagonalen per spantbeen)
- Diagonaal-aansluitingen : Omgezet 2-zijdige las. Nagloeien van de omzetting is vereist!
- Verstijfde verbinding : Nee (controle geometrie)
- Controle van de lassen druk trek
  - Lengte omzetting : 30 30 mm
  - Excentriciteit : 0 0 mm
  - Keeldoorsnede : 5.0 5.0 mm
- Gordingverticaal (gv) : ST50*10.0 (Staalsoort: S235 (EN10219))
  - plaatsvastheid : 100 %
- Diagonalen eindvelden : RD14.0 (Staalsoort: S235 (EN10219))
- Extra diag. bij kopplaat : geen
- Diagonaal-aansluitingen : Omgezet 2-zijdige las. Nagloeien va
- Gordingverticaal (gv) : ST50*10.0 (Staalsoort: S235 (EN10219))
- plaatsvastheid onderrand : 100 %
- Strip in eerste veld : geen
- Eindplaat (ep) : ST50*10.0 met schotjes (S235 (EN10219))
  - Bout bij de bovenrand : M10-8.8
    onder de rand (3): < 25 mm
    boven de rand (4): niet aanwezig.
  - Bout bij de onderrand : M10-8.8
    onder de rand (1): < 50 mm
    boven de rand (2): < 25 mm

		aantal	breedte	dikte	verlaagd
- Schotjes	bovenrand :	1	80 x	5 -	5 mm
	onderrand :	1	80 x	8 -	5 mm

  - Lassen van de kopplaat niet gecontroleerd.
- Nokplaat (np) : ST50*12.0 met schotjes (S235 (EN10219))
  - Boutdiameter en -kwaliteit bij de bovenrand: M10-8.8
  - Plaatsing bout (3) onder de bovenrand < 25 mm
    bout (4) boven de bovenrand niet aanwezig.
  - Boutdiameter en -kwaliteit bij de onderrand: M10-8.8
    bout (1) onder de onderrand niet aanwezig.
  - Plaatsing bout (2) boven de onderrand < 25 mm

		aantal	breedte	dikte	verlaagd
- Schotjes	bovenrand :	0	40 x	5 -	5 mm
	onderrand :	1	40 x	5 -	5 mm

  - Lassen niet gecontroleerd.
- Iy gording kasdek : niet ingevoerd
- Toog : 10 mm

3.2.6 2e spant:
- Bovenrand (br) : RHBK50*30*2.0 (Staalsoort: S235 (EN10219))
- Onderrand (or) : RHBK50*30*3.0 (Staalsoort: S235 (EN10219))
- Aantal diagonalen per veld: 6 (12 diagonalen per spantbeen)
- Diagonaal-aansluitingen : Omgezet 2-zijdige las. Nagloeien van de omzetting is vereist!
- Verstijfde verbinding : Nee (controle geometrie)
- Controle van de lassen druk trek
  - Lengte omzetting : 30 30 mm
  - Excentriciteit : 0 0 mm
  - Keeldoorsnede : 5.0 5.0 mm
- Gordingverticaal (gv) : ST50*10.0 (Staalsoort: S235 (EN10219))
  - plaatsvastheid : 100 %
- Diagonalen eindvelden : RD15.0 (Staalsoort: S235 (EN10219))
- Extra diag. bij kopplaat : geen
- Diagonaal-aansluitingen : Omgezet 2-zijdige las. Nagloeien va
- Gordingverticaal (gv) : ST50*10.0 (Staalsoort: S235 (EN10219))
- plaatsvastheid onderrand : 100 %
- Strip in eerste veld : geen
- Eindplaat (ep) : ST50*10.0 met schotjes (S235 (EN10219))
  - Bout bij de bovenrand : M10-8.8
    onder de rand (3): < 25 mm
    boven de rand (4): niet aanwezig.
  - Bout bij de onderrand : M10-8.8
    onder de rand (1): < 50 mm
    boven de rand (2): < 25 mm

		aantal	breedte	dikte	verlaagd
- Schotjes	bovenrand :	1	80 x	5 -	5 mm
	onderrand :	1	80 x	8 -	5 mm

  - Lassen van de kopplaat niet gecontroleerd.
- Nokplaat (np) : ST50*12.0 met schotjes (S235 (EN10219))
  - Boutdiameter en -kwaliteit bij de bovenrand: M10-8.8
  - Plaatsing bout (3) onder de bovenrand < 25 mm
    bout (4) boven de bovenrand niet aanwezig.
  - Boutdiameter en -kwaliteit bij de onderrand: M10-8.8
    bout (1) onder de onderrand niet aanwezig.
  - Plaatsing bout (2) boven de onderrand < 25 mm

		aantal	breedte	dikte	verlaagd
- Schotjes	bovenrand :	1	40 x	5 -	5 mm
	onderrand :	1	40 x	5 -	5 mm

  - Lassen niet gecontroleerd.
- Iy gording kasdek : niet ingevoerd
- Toog : 10 mm

3.2.7 1e spant:
- Bovenrand (br) : RHBK50*30*2.0 (Staalsoort: S275 (EN10219))
- Onderrand (or) : RHBK50*30*3.0 (Staalsoort: S275 (EN10219))
- Aantal diagonalen per veld: 6 (12 diagonalen per spantbeen)
- Diagonaal-aansluitingen : Omgezet 2-zijdige las. Nagloeien van de omzetting is vereist!
- Verstijfde verbinding : Nee (controle geometrie)
- Controle van de lassen druk trek
  - Lengte omzetting : 30 30 mm
  - Excentriciteit : 0 0 mm
  - Keeldoorsnede : 5.0 5.0 mm
- Gordingverticaal (gv) : ST50*10.0 (Staalsoort: S235 (EN10219))
  - plaatsvastheid : 100 %
- Diagonalen eindvelden : RD14.0 (Staalsoort: S235 (EN10219))
- Extra diag. bij kopplaat : geen
- Diagonaal-aansluitingen : Omgezet 2-zijdige las. Nagloeien va
- Gordingverticaal (gv) : ST50*10.0 (Staalsoort: S235 (EN10219))
- plaatsvastheid onderrand : 100 %
- Strip in eerste veld : geen
- Eindplaat (ep) : ST50*10.0 met schotjes (S235 (EN10219))
  - Bout bij de bovenrand : M10-8.8
    onder de rand (3): < 25 mm
    boven de rand (4): niet aanwezig.
  - Bout bij de onderrand : M10-8.8
    onder de rand (1): < 50 mm
    boven de rand (2): < 25 mm

		aantal	breedte	dikte	verlaagd
- Schotjes	bovenrand :	1	80 x	5 -	5 mm
	onderrand :	1	80 x	8 -	5 mm

  - Lassen van de kopplaat niet gecontroleerd.
- Nokplaat (np) : ST50*12.0 met schotjes (S235 (EN10219))
  - Boutdiameter en -kwaliteit bij de bovenrand: M10-10.9
  - Plaatsing bout (3) onder de bovenrand < 25 mm
    bout (4) boven de bovenrand niet aanwezig.
  - Boutdiameter en -kwaliteit bij de onderrand: M10-8.8
    bout (1) onder de onderrand niet aanwezig.
  - Plaatsing bout (2) boven de onderrand < 25 mm
    aantal breedte dikte verlaagd

- Schotjes bovenrand : 1 40 x 5 - 5 mm
onderrand : 1 40 x 5 - 5 mm
- Lassen niet gecontroleerd.
- Iy gording kasdek : niet ingevoerd
- Toog : 10 mm

3.2.8 Overige gegevens Breedkapspant:
- Zijgevelspantkolom : RHBK100*50*4.0 (Staalsoort: S235 (EN10219))
- Kolom : RHBK100*50*3.0 (Staalsoort: S275 (EN10219))
- Mechaniekgat (middenkolom): 0 x 0 mm (hoogte x breedte)
- richting : loodrecht op de goot
- Spanttrekker : RHBK50*30*1.5 (Staalsoort: S235 (EN10219))
positie : goot
- Gordingen : 1

3.2.9 Eigen gewicht van diverse kasonderdelen:
- Dek (qdek) : 32 N/m² grondoppervlak
- Goot (Qgoot) : 34 N/m
- Fspantbeen 1e spant : 449 N
- Fspantbeen 2e spant : 460 N
- Fspantbeen middenvelden : 364 N
- E.g.ligger : 920 N

3.2.10 Gegevens van de verhoogde teeltlaag:
- Geen verhoogde teeltlaag toegepast.

3.2.11 Belastingen:
De belastingen zijn berekend volgens:
  - NEN-EN 13031:2020: CC1 Greenhouse NL;
  - Basic wind velocity : V50 = 24.5 m/s reference V15 = 22.4 m/s
  - Basic snowload : SK = 700.0 N/m²
  - Berekende afsmeltfactor : Ct = 1.000
    Temperatuur onder kasdek: Niet verwarmd
    Schermdoek op pakket bij sneeuwval: Ja
        Afwatering smeltwater snel en ongehinderd: Ja
  - Reference period : Rf = 15 year
  - Seismische respons : Invoer door gebruiker
  - Seismische versnelling : AgR = 0.050 x g m/sec²
    (Reference: TRC=475 years, n=50years, 10% exceedence)
  - Seismische respons : Sd = 0.050 x g m/sec²
  - Seismische ontwerpfactor: gs = 1.30
- Windstuwdruk (qwind) : 510 N/m² dekoppervlak
  (N.B.: Nokhoogte: H = 0.300 + 4.000 + 0.5 * 9.600 * tan 27° = 6.746 m)
       Gebouwhoogte: 6.746 m. Eff.hoogte: ze = 6.746 m
- Sneeuwbelasting (qsneeuw) : 423.5 N/m² grondoppervlak
- Installaties : 70 N/m² grondoppervlak
- Hangende teeltgoot : 0 N/m² grondoppervlak
  - positie ophanging : willekeurig op onderrand
  - hoh teeltgoot : 1600 mm
  - hoogte teeltgoot (Htgt) : 0 mm
- Installaties totaal : 70 N/m² grondoppervlak
- Gewasbelasting (qgewas) : 0 = Max(0 , 0) N/m² grondoppervlak
- Gewasbelasting winter : 0 N/m² grondoppervlak
  - positie ophanging : willekeurig op onderrand
  - hoh gewasdraad : 800 mm
- Gewassen op onderrand : ja
- Schoorverbanden : Geen
- Transportlast incidenteel : 1250 N
permanent : 0 N
positie : 1e gording
positie ophanging : diagonaal knooppunt
- Puntlast onderbouw (Fpunt): 1000 N (geconcentreerde verticale belasting)

3.3 GEGEVENS OVER DE TOEGEPASTE NORM

3.3.1 Gegevens over de Europese kassenbouwnorm

- NEN-EN 13031:2020: CC1 Greenhouse NL;
- Basiswindsnelheid: Vb50 = 24.5 m/s met Cprob 15 jaar: Vb = 22.4 m/s
- Karateristieke Sneeuwbelasting: SK = 700.0 N/m² op de grond (50 jaar)

3.3.2 Windbelasting:

- Reference wind velocity : Vref.50 = 24.5 m/s
- Return period : ref = 15
- Shape parameter : K1 = 0.281 ; n = 0.5
- Terrain category greenhouses : z0II = 0.050 m, z0 = 0.200 m, zmin = 4.000 m
  Kr = 0.19*(z0/z0II)^0.07 = 0.19*(0.200 /0.050)^0.07 = 0.209
- Reference wind velocity (for ref.min = 15 years):

$$Vref = Vref.50 * \frac{1 - K1 * \ln(1/ref)}{1 - K1 * \ln(0.02)}^{+0.5} = 22.439 \text{ m/s}$$

- Height ridge : 0.300 + 4.000 + 0.5*9.600*tan27° = 6.746 m
- Reference height : ze = 6.746 m (ze = Height ridge = building height = 6.746 m)
- Roughness coëfficiënt : cr(ze) = 0.737
- Topography coëfficiënt : co(ze) = 1.000
- Turbulence coëfficiënt : kl = 1.000
- Turbulence intensity : Iv(ze) = (Kr * kl) /(ct(ze) * co(ze))= 0.284
- Exposure coëfficiënt : ce(ze) = cr(ze)² * co(ze)² * (1 + 7 * Iv(ze)) = 1.622
- Reference wind pressure : rho = 1.250 kg/m3; q = rho/2*(Vref)² = 314.697 N/m²
- Peak velocity : Vpeak = ce(ze)^0.5 * Vref = 1.622 ^0.5 * 22.439 = 28.6 m/s
- Mean wind pressure : qref = ce(ze) * q = 510.474 N/m²
- Reductiefactor cscd = max(0.72, (0.83*0.85)) = 0.72 (rekentoestand)
- Reductiefactor cscd' = 0.83*0.85 = 0.70 (gebruikstoestand)

Voor de reductiefactoren wordt de onderstaande tabel aangehouden
(tussenliggende waarden via lineaire interpolatie):

X [m]	Cs 2) loodrecht	Ccor parallel	(volgens EN13031-1)
5	0.92	1.00	
10	0.89	0.85	1): de maximale reductie van de
20	0.87	0.85	windstuwdruk is 0.72 (=0.85x0.85)
30	0.85	0.85	
50	0.82	0.85	2): de ondergrens voor cs=0.85 (rekentoestand)
75	0.80	0.85	
100	0.78	0.85	
150	0.75	0.85	Cs;loodrecht = 0.83 (kaslengte 44.0 m)
> 200	0.73	0.85	Ccor;parallel = 0.85 (kasbreedte 105.6 m)

3.3.3 Sneeuwbelasting:
Sneeuwbelasting (qsneeuw): 423.5 N/m² grondoppervlak (zonder afsmelten: qsi = 423.5 N/m²)
- Return period: ref = 15
- Basic snow load: SK = 700.0 N/m²
- Reduction with a return period n and V=0.800
  EN 13031-1: Rf = (1-0.800*0.7797*(ln(1/15)+0.577216))/(1+2.6*0.800) = 0.756
- Snow load shape coëfficiënt (for sub_structure only): C1 = 0.80
- Thermal coëfficiënt for non-heated greenhouses: Ct = 1.00
- Exposure coëfficiënt Ce, usually 1.0 (no effect from wind): Ce = 1.00
- Snow load (load on the roof projected on the ground):
  qs = Rf*C1*Ce*Ct*Sk = 0.756 * 0.8 * 1.0 * 1.000 * 700.0 = 423.5 N/m² 1)

3.3.3.1 Calculation of the thermal coefficient with EN13031-1 and ISO 4355 'Snow control by heating'
For heated greenhouses, equipped for the controlled melting of roof snow, see Table C.1
category THSC, the thermal coefficient in accordance with ISO 4355:201.

Conditions during a snow event
- The characteristic snow load on the ground : Sk = 700.0 N/m²
- Roof angle : a = 27°
- Air temperature inside (at snow event) : Ti = Niet verwarmd
- Air temperature outside (at snow event) : Te > -8 °C
- Screen system is open : yes
- Water discharge is unhindered : yes
- Material roof cover : Single layer plastic film (0.2 mm PE or

Derived data for the calculation of Ct according EN13031
- U in for heat protection : U = 7.1 W/m²K (see Table C2, EN13031-1)
- External surface resistance : Rse = 0.04 m²K/W
- Uo value of the roof cover : Uo.r = U1/[1/U-R.se] = 9.916 W/m²*K
- Heat transmittance (max value) : Uo = 4.177 W/m²K (min-max: 1 min 4.177 max W/m²K)
- Upper ground snow load limit : Lim.Skn = [20.2634/[(Ti-5)*(sin(0.4*Uo-0.1))^3/4] = 70219 N/m²
- Skmax in the Ct Calculation : Skmax = min(Skn,Lim.Skn)= min(700*0.756, 70219)

Basic melt factor Ct, see C.2.3 EN13031-1:
Ct = [1-0.054(Skmax/3500)^1/4*(Ti-5)*(sin(0.4Uo-0.1))^3/4]*cos(a) = 1.000 (incl. corrections)

Corrections for Ct depending on parameters:
- Air temperature outside: for Te <= -8 °C factor = 1.2 so Ct = 1.0*Ct
- Upper limit Ct <= 1.0
- Lower limit Ct > 0.2 * cos(a)

3.3.4 Onderzochte belastingcombinaties:
- B.C.1: a0) Dead load + Services + Snow (without snow removal)
- B.C.2: a11) Dead load + Services + Wind + Crop
- B.C.3: a21) Dead Load + Services + Snow + Psi_Crop
- B.C.4: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay up wind)
- B.C.5: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay down wind)
- B.C.6: b1) Dead load + Wind (Cpi negative, Cpe 1st bay up wind)
- B.C.7: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, wind zone G)
- B.C.8: c1) Dead load + Services + Crop + repair/incident actions
- B.C.9: d2) Dead Load + Services + Psi_Snow + Psi_Crop + Seismic
- B.C.10: d1) Dead Load + Services + Psi_Snow + Seismic
- B.C.11: d3) Dead Load + Services + Psi_Crop + Seismic

- Combinaties voor dekroeden:
  - BC.R1 : a12) Dead load + Services + Wind
  - BC.R2 : a21) Dead Load + Services + Snow + Psi_Crop
  - BC.R3 : b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay down wind)
  - BC.R4 : c1) Dead load + Services + Crop + repair/incident actions

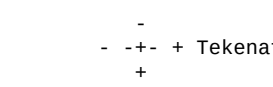
- Combinaties voor de goot:
  - BC.G1 : a0) Dead load + Snow (without snow removal)
  - BC.G2 : a11) Dead load + Services + Wind + Crop
  - BC.G3 : a12) Dead load + Services + Wind
  - BC.G4 : a21) Dead Load + Services + Snow + Psi_Crop
  - BC.G5 : d2) Dead Load + Services + Psi_Snow + Psi_Crop + Seismic
  - BC.G6 : d1) Dead Load + Services + Psi_Snow + Seismic
  - BC.G7 : d3) Dead Load + Services + Psi_Crop + Seismic

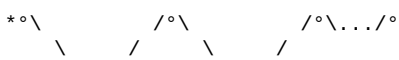
3.3.5 Tabel 7: Afgeleide belastingsfactoren in rekentoestand
en tussen haakjes in gebruikstoestand:

ref	G1	G2	Q1	Q2	Q3	Q4	AK2
BC	Eigen gewicht dek a= 32 N/m² b= 0 N	Installaties 70 N/m² + 0 N/m² = 70 N/m²	Windbelasting a= 510 N/m² b= 368 N/m² c= 510 N/m²	Sneeuwbelasting a= 423 N/m² b= 423 N/m² c= 0 N/m²	Gewasbelasting a= 0 N/m² b= 0 N/m²	Transportbelasting a= 0 N b= 1250 N	Aardbeving AgR = 0.050 [Sd]
1	1.00(1.00)	1.00(1.00)	0.00(0.00)	b 1.00(0.00)	b 0.00(0.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)
2	1.02(1.00)	1.02(1.00)	1.28(1.00)	0.00(0.00)	a 1.28(1.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)
3	1.02(1.00)	1.02(1.00)	0.00(0.00)	a 1.28(1.00)	b 1.28(1.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)
4	1.00(1.00)	0.00(0.00)	1.28(1.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)
5	1.00(1.00)	0.00(0.00)	1.28(1.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)
6	1.02(1.00)	0.00(0.00)	1.28(1.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)
7	1.00(1.00)	0.00(0.00)	1.28(1.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)
8	1.15(1.00)	1.15(1.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)	a 1.28(1.00)	1.28(1.00)	0.00(0.00)
9	1.00(1.00)	1.00(1.00)	0.00(0.00)	a 0.20(0.20)	b 1.00(1.00)	0.00(0.00)	0.80(0.00)[0.050]
10	1.00(1.00)	1.00(1.00)	0.00(0.00)	a 0.20(0.20)	b 0.00(0.00)	0.00(0.00)	0.80(0.00)[0.050]
11	1.00(1.00)	1.00(1.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)	a 1.00(1.00)	0.00(0.00)	0.80(0.00)[0.050]

G1 = Dead load: [a]roof; [b]permanent
G2 = Services : [a]load on truss; [b]permanent
Q1 = Wind Load: [a]excl.Cdim (gables); [b]gutter direction (crosses); [c]span direction (trellis, column)
Q2 = Snow load: [a]incl. Ct=1.000; [b]exeptional Ct=1.0; [c]Accidental
Q3 = Crop Load: [a]max season; [b]max winter
Q4 = Transport incidental: [a]on roof; [b]inside

3.3.6 Tabel 7: Windvormfactoren bij wind loodrecht (-) op nok:





BC	gevel druk +	1e kap	2e kap		middenkappen			eindkap	+	gevel zuig *)	Druk in de kas	Cpf,h
1	+0.00	+0.00	+0.00	+0.00	+0.00	+0.00	+0.00	+0.00	-(	0.00)	0.00	0.00
2	+0.60	+0.30	-1.00	-0.70	-0.40	-0.40	-0.40	-0.40	-(	0.30)	-0.30	0.03
3	+0.00	+0.00	+0.00	+0.00	+0.00	+0.00	+0.00	+0.00	-(	0.00)	0.00	0.00
4	+0.60	+0.30	-1.00	-0.70	-0.40	-0.40	-0.40	-0.40	-(	0.30)	0.20	0.03
5	+0.60	+0.30	-1.00	-0.70	-0.40	-0.40	-0.40	-0.40	-(	0.30)	0.20	0.03
6	+0.60	-1.07	-1.00	-0.70	-0.50	-0.40	-0.50	-0.40	-(	0.30)	-0.30	0.03
7	+0.60	-0.52	-0.52	-0.52	-0.52	-0.52	-0.52	-0.52	-(	0.30)	0.20	0.03
8	+0.00	+0.00	+0.00	+0.00	+0.00	+0.00	+0.00	+0.00	-(	0.00)	0.00	0.00
9	+0.00	+0.00	+0.00	+0.00	+0.00	+0.00	+0.00	+0.00	-(	0.00)	0.00	0.00
10	+0.00	+0.00	+0.00	+0.00	+0.00	+0.00	+0.00	+0.00	-(	0.00)	0.00	0.00
11	+0.00	+0.00	+0.00	+0.00	+0.00	+0.00	+0.00	+0.00	-(	0.00)	0.00	0.00

*) Overdruk=positief / Onderdruk=negatief

Horizontale windbelasting van het kasdek.
De som van horizontale windbelasting van het gehele kasdek loodrecht op de nokrichting (0 deg) mag worden berekend met de horizontale kracht van de eerste 2 kappen uit tabel B3 van EN13031-1, plus vanaf de derde kap elke kap een horizontale kracht bepaald met alleen de krachtcoëfficiënt Cfr,1 werkend op de kaphoogte (=verticale afstand goot tot nok).
De krachtcoëfficiënt is afgeleid van windtunneltesten voor kassen en is exclusief CsCd (zie publicatie "Equivalent static wind loads on large multi-span duo-pitch greenhouses").

Parameters for calculating the wind coefficients (See EN31031)
- Height from ground level to top : He = 6746 mm
- Height from ground level to gutter : hs = 4300 mm
- Max (0.75*He, h) : h = 5059 mm
- Roof angle : alpha = 27.0 °
- Greenhouse Width : W = 105600 mm Ratio h/W = 0.0479
- Greenhouse length : L = 44000 mm Ratio h/L = 0.1150
- Bay width gutter to gutter : S = 9600 mm Ratio h/S = 0.5270

Wind op de kappen in de middenvelden:
Volgens rekenmodel NEN3859 2012 blijven de vormfactoren op de kaphelften ook na 4 kappen asymmetrisch. De windstuwdruk wordt als volgt berekend:
- fCdim = Cdim;loodrecht*Cdim;parallel/Cdim = 0.83 *0.85 /0.72 = 0.98

3.4 OVERZICHT BEREKENINGSRESULTATEN PER BELASTINGGEVAL:

3.4.1 B.C.1: a0) Dead load + Services + Snow (without snow removal)

- Spanten in de middenvelden:

Stijfheid:						
- neerwaarts	:	| -9.7|	mm	<	21.5 mm:	voldoet.
Bovenrand:						
- uit het vlak	:	0.27		<=	1.00:	voldoet.
- in het vlak	:	0.26		<=	1.00:	voldoet.
- doorsnede	:	0.17		<=	1.00:	voldoet.
Onderrand:						
- uit het vlak	:	0.60		<=	0.95:	voldoet.
- in het vlak	:	0.39		<=	1.00:	voldoet.
- doorsnede	:	0.29		<=	1.00:	voldoet.
Drukdiagonalen:						
- druk	:	0.39		<=	1.00:	voldoet.
- trek	:	0.14		<=	1.00:	voldoet.
Trekdiagonalen:						
Verbinding diagonalen eindvelden:						
- Lassen	:	0.11		<=	1.00:	voldoen
- Aansluitingen	:	0.50		<=	1.00:	voldoen
Verbinding diagonalen middenvelden:						
- Lassen	:	0.00		<=	1.00:	voldoen
- Aansluitingen	:	0.50		<=	1.00:	voldoen
Gordingdiagonalen:						
- dekgording	:	87.43	cm4	>	9.14 cm4:	voldoet.
- druk	: |	-4495|	N	<	69549 N:	voldoet.
- veerstijfheid	:	126.2	N/mm	<	1826.1 N/mm:	voldoet.
- plaatsvasth.or	:	16.5	N/mm	<	94.4 N/mm:	voldoet.
Bouten eindplaten:						
- bovenste	:	11060	N	<	33926 N:	voldoen.
- onderste	:	7697	N	<	33926 N:	voldoen.
Eindplaten (zonder onderlegringen)						
- pons boven	:	7.9	kN	<	80.2 kN:	voldoet.
- pons onder	:	0.0	kN	<	80.2 kN:	voldoet.
- buiging boven	:	140.9	Nm	<	1986.7 Nm:	voldoet.
- buiging onder	:	0.0	Nm	<	2682.9 Nm:	voldoet.
Bouten nokplaten:						
- bovenste	:	4956	N	<	33926 N:	voldoet.
- onderste	:	4956	N	<	33926 N:	voldoet.
Nokplaten (zonder onderlegringen)						
- pons boven	:	0.0	kN	<	96.2 kN:	voldoet.
- pons onder	:	0.0	kN	<	96.2 kN:	voldoet.
- buiging boven	:	0.0	Nm	<	367.8 Nm:	voldoet.
- buiging onder	:	0.0	Nm	<	685.0 Nm:	voldoet.

- 2e spant:
Stijfheid:
  - neerwaarts : | -9.8| mm < 21.5 mm: voldoet.
Bovenrand:
  - uit het vlak : 0.28 <= 1.00: voldoet.
  - in het vlak : 0.26 <= 1.00: voldoet.
  - doorsnede : 0.18 <= 1.00: voldoet.
Onderrand:
  - uit het vlak : 0.33 <= 0.95: voldoet.
  - in het vlak : 0.22 <= 1.00: voldoet.
  - doorsnede : 0.17 <= 1.00: voldoet.
Drukdiagonalen:
  - druk : 0.32 <= 1.00: voldoet.
  - trek : 0.13 <= 1.00: voldoet.
Trekdiagonalen:
Verbinding diagonalen eindvelden:
  - Lassen : 0.11 <= 1.00: voldoen
  - Aansluitingen : 0.50 <= 1.00: voldoen
Verbinding diagonalen middenvelden:
  - Lassen : 0.00 <= 1.00: voldoen
  - Aansluitingen : 0.50 <= 1.00: voldoen
Gordingdiagonalen:
  - dekgording : 87.43 cm4 > 9.14 cm4: voldoet.
  - druk : | -4495| N < 69549 N: voldoet.
  - veerstijfheid : 126.2 N/mm < 1826.1 N/mm: voldoet.
  - plaatsvasth.or: 28.3 N/mm < 94.4 N/mm: voldoet.
Bouten eindplaten:
  - bovenste : 11406 N < 33926 N: voldoen.
  - onderste : 7839 N < 33926 N: voldoen.
Eindplaten (zonder onderlegringen)
  - pons boven : 8.3 kN < 80.2 kN: voldoet.
  - pons onder : 0.0 kN < 80.2 kN: voldoet.
  - buiging boven : 146.3 Nm < 1986.7 Nm: voldoet.
  - buiging onder : 0.0 Nm < 2682.9 Nm: voldoet.
Bouten nokplaten:
  - bovenste : 4895 N < 33926 N: voldoet.
  - onderste : 4895 N < 33926 N: voldoet.
Nokplaten (zonder onderlegringen)
  - pons boven : 0.0 kN < 96.2 kN: voldoet.
  - pons onder : 0.0 kN < 96.2 kN: voldoet.
  - buiging boven : 0.0 Nm < 685.0 Nm: voldoet.
  - buiging onder : 0.0 Nm < 685.0 Nm: voldoet.

- 1e spant:
Stijfheid:
  - neerwaarts : | -9.5| mm < 21.5 mm: voldoet.
Bovenrand:
  - uit het vlak : 0.34 <= 1.00: voldoet.
  - in het vlak : 0.32 <= 1.00: voldoet.
  - doorsnede : 0.20 <= 1.00: voldoet.
Onderrand:
  - uit het vlak : 0.32 <= 0.95: voldoet.
  - in het vlak : 0.20 <= 1.00: voldoet.
  - doorsnede : 0.14 <= 1.00: voldoet.
Drukdiagonalen:
  - druk : 0.37 <= 1.00: voldoet.
  - trek : 0.13 <= 1.00: voldoet.
Trekdiagonalen:
Verbinding diagonalen eindvelden:
  - Lassen : 0.11 <= 1.00: voldoen
  - Aansluitingen : 0.50 <= 1.00: voldoen
Verbinding diagonalen middenvelden:
  - Lassen : 0.00 <= 1.00: voldoen
  - Aansluitingen : 0.50 <= 1.00: voldoen
Gordingdiagonalen:
  - dekgording : 87.43 cm4 > 9.14 cm4: voldoet.
  - druk : | -4495| N < 69549 N: voldoet.
  - veerstijfheid : 126.2 N/mm < 1826.1 N/mm: voldoet.
  - plaatsvasth.or: 28.3 N/mm < 94.4 N/mm: voldoet.
Bouten eindplaten:
  - bovenste : 10474 N < 33926 N: voldoen.
  - onderste : 7976 N < 33926 N: voldoen.
Eindplaten (zonder onderlegringen)
  - pons boven : 6.8 kN < 80.2 kN: voldoet.
  - pons onder : 0.0 kN < 80.2 kN: voldoet.
  - buiging boven : 124.9 Nm < 1986.7 Nm: voldoet.
  - buiging onder : 0.0 Nm < 2682.9 Nm: voldoet.
Bouten nokplaten:
  - bovenste : 6530 N < 42408 N: voldoet.
  - onderste : 6528 N < 33926 N: voldoet.
Nokplaten (zonder onderlegringen)
  - pons boven : 0.1 kN < 96.2 kN: voldoet.
  - pons onder : 0.0 kN < 96.2 kN: voldoet.
  - buiging boven : 3.6 Nm < 685.0 Nm: voldoet.
  - buiging onder : 0.0 Nm < 685.0 Nm: voldoet.

Uitdijen van de kas: | 4.2| mm. Aanbevolen maximum: 2 * 30 = 60 mm.

3.4.2 B.C.2: a11) Dead load + Services + Wind + Crop

- Spanten in de middenvelden:

Stijfheid:					
- neerwaarts	: | -8.0|	mm	<	21.5 mm:	voldoet.
Bovenrand:					
- uit het vlak	: 0.66		<=	1.00:	voldoet.
- in het vlak	: 0.57		<=	1.00:	voldoet.
- doorsnede	: 0.38		<=	1.00:	voldoet.
Onderrand:					
- uit het vlak	: 0.82		<=	0.95:	voldoet.
- in het vlak	: 0.46		<=	1.00:	voldoet.
- doorsnede	: 0.41		<=	1.00:	voldoet.
Drukdiagonalen:					
- druk	: 0.47		<=	1.00:	voldoet.
- trek	: 0.11		<=	1.00:	voldoet.
Trekdiagonalen:					
Verbinding diagonalen eindvelden:					
- Lassen	: 0.09		<=	1.00:	voldoen
- Aansluitingen	: 0.50		<=	1.00:	voldoen
Verbinding diagonalen middenvelden:					
- Lassen	: 0.00		<=	1.00:	voldoen
- Aansluitingen	: 0.50		<=	1.00:	voldoen
Gordingdiagonalen:					
- dekgording	: 87.43	cm4	>	9.14 cm4:	voldoet.
- druk	: | -556|	N	<	69549 N:	voldoet.
- veerstijfheid	: 126.2	N/mm	<	1826.1 N/mm:	voldoet.
- plaatsvasth.or	: 16.5	N/mm	<	94.4 N/mm:	voldoet.
Bouten eindplaten:					
- bovenste	: 2017	N	<	33926 N:	voldoen.
- onderste	: 13847	N	<	33926 N:	voldoen.
Eindplaten (zonder onderlegringen)					
- pons boven	: 1.1	kN	<	80.2 kN:	voldoet.
- pons onder	: 13.7	kN	<	80.2 kN:	voldoet.
- buiging boven	: 21.9	Nm	<	1986.7 Nm:	voldoet.
- buiging onder	: 342.5	Nm	<	2682.9 Nm:	voldoet.
Bouten nokplaten:					
- bovenste	: 18157	N	<	33926 N:	voldoet.
- onderste	: 6916	N	<	33926 N:	voldoet.
Nokplaten (zonder onderlegringen)					
- pons boven	: 16.8	kN	<	96.2 kN:	voldoet.
- pons onder	: 0.0	kN	<	96.2 kN:	voldoet.
- buiging boven	: 218.4	Nm	<	367.8 Nm:	voldoet.
- buiging onder	: 0.0	Nm	<	685.0 Nm:	voldoet.

- 2e spant:
Stijfheid:
  - opwaarts : | -1.6| mm < 21.5 mm: voldoet.
Bovenrand:
  - uit het vlak : 0.74 <= 1.00: voldoet.
  - in het vlak : 0.70 <= 1.00: voldoet.
  - doorsnede : 0.47 <= 1.00: voldoet.
Onderrand:
  - uit het vlak : 0.72 <= 0.95: voldoet.
  - in het vlak : 0.41 <= 1.00: voldoet.
  - doorsnede : 0.31 <= 1.00: voldoet.
Drukdiagonalen:
  - druk : 0.59 <= 1.00: voldoet.
  - trek : 0.16 <= 1.00: voldoet.
Trekdiagonalen:
Verbinding diagonalen eindvelden:
  - Lassen : 0.14 <= 1.00: voldoen
  - Aansluitingen : 0.50 <= 1.00: voldoen
Verbinding diagonalen middenvelden:
  - Lassen : 0.00 <= 1.00: voldoen
  - Aansluitingen : 0.50 <= 1.00: voldoen
Gordingdiagonalen:
  - dekgording : 87.43 cm4 > 21.57 cm4: voldoet.
  - druk : | -556| N < 69549 N: voldoet.
  - veerstijfheid : 297.8 N/mm < 1826.1 N/mm: voldoet.
  - plaatsvasth.or: 28.3 N/mm < 168.2 N/mm: voldoet.
Bouten eindplaten:
  - bovenste : 5066 N < 33926 N: voldoen.
  - onderste : 18512 N < 33926 N: voldoen.
Eindplaten (zonder onderlegringen)
  - pons boven : 3.8 kN < 80.2 kN: voldoet.
  - pons onder : 17.8 kN < 80.2 kN: voldoet.
  - buiging boven : 62.4 Nm < 1986.7 Nm: voldoet.
  - buiging onder : 445.1 Nm < 2682.9 Nm: voldoet.
Bouten nokplaten:
  - bovenste : 31531 N < 33926 N: voldoet.
  - onderste : 7970 N < 33926 N: voldoet.
Nokplaten (zonder onderlegringen)
  - pons boven : 30.7 kN < 96.2 kN: voldoet.
  - pons onder : 0.0 kN < 96.2 kN: voldoet.
  - buiging boven : 397.9 Nm < 685.0 Nm: voldoet.
  - buiging onder : 0.0 Nm < 685.0 Nm: voldoet.

- 1e spant:
Stijfheid:
  - neerwaarts : | -7.2| mm < 21.5 mm: voldoet.
Bovenrand:
  - uit het vlak : 0.41 <= 1.00: voldoet.
  - in het vlak : 0.41 <= 1.00: voldoet.
  - doorsnede : 0.26 <= 1.00: voldoet.
Onderrand:
  - uit het vlak : 0.45 <= 0.95: voldoet.
  - in het vlak : 0.21 <= 1.00: voldoet.
  - doorsnede : 0.15 <= 1.00: voldoet.
Drukdiagonalen:
  - druk : 0.60 <= 1.00: voldoet.
  - trek : 0.22 <= 1.00: voldoet.
Trekdiagonalen:
Verbinding diagonalen eindvelden:
  - Lassen : 0.18 <= 1.00: voldoen
  - Aansluitingen : 0.50 <= 1.00: voldoen
Verbinding diagonalen middenvelden:
  - Lassen : 0.00 <= 1.00: voldoen
  - Aansluitingen : 0.50 <= 1.00: voldoen
Gordingdiagonalen:
  - dekgording : 87.43 cm4 > 41.33 cm4: voldoet.
  - druk : | -3364| N < 69549 N: voldoet.
  - veerstijfheid : 570.6 N/mm < 1826.1 N/mm: voldoet.
  - plaatsvasth.or: 28.3 N/mm < 273.5 N/mm: voldoet.
Bouten eindplaten:
  - bovenste : 6029 N < 33926 N: voldoen.
  - onderste : 10488 N < 33926 N: voldoen.
Eindplaten (zonder onderlegringen)
  - pons boven : 5.8 kN < 80.2 kN: voldoet.
  - pons onder : 10.1 kN < 80.2 kN: voldoet.
  - buiging boven : 94.3 Nm < 1986.7 Nm: voldoet.
  - buiging onder : 251.4 Nm < 2682.9 Nm: voldoet.
Bouten nokplaten:
  - bovenste : 16266 N < 42408 N: voldoet.
  - onderste : 7778 N < 33926 N: voldoet.
Nokplaten (zonder onderlegringen)
  - pons boven : 14.3 kN < 96.2 kN: voldoet.
  - pons onder : 0.0 kN < 96.2 kN: voldoet.
  - buiging boven : 185.9 Nm < 685.0 Nm: voldoet.
  - buiging onder : 0.0 Nm < 685.0 Nm: voldoet.

Uitdijen van de kas: | -37.9| mm. Aanbevolen maximum: 2 * 30 = 60 mm.

3.4.3 B.C.3: a21) Dead Load + Services + Snow + Psi_Crop

- Spanten in de middenvelden:

Stijfheid:						
- neerwaarts	: | -8.8|	mm	<	21.5	mm:	voldoet.
Bovenrand:						
- uit het vlak	: 0.33		<=	1.00	:	voldoet.
- in het vlak	: 0.31		<=	1.00	:	voldoet.
- doorsnede	: 0.21		<=	1.00	:	voldoet.
Onderrand:						
- uit het vlak	: 0.73		<=	0.95	:	voldoet.
- in het vlak	: 0.48		<=	1.00	:	voldoet.
- doorsnede	: 0.36		<=	1.00	:	voldoet.
Drukdiagonalen:						
- druk	: 0.47		<=	1.00	:	voldoet.
- trek	: 0.17		<=	1.00	:	voldoet.
Trekdiagonalen:						
Verbinding diagonalen eindvelden:						
- Lassen	: 0.14		<=	1.00	:	voldoen
- Aansluitingen	: 0.50		<=	1.00	:	voldoen
Verbinding diagonalen middenvelden:						
- Lassen	: 0.00		<=	1.00	:	voldoen
- Aansluitingen	: 0.50		<=	1.00	:	voldoen
Gordingdiagonalen:						
- dekgording	: 87.43	cm4	>	51.09	cm4:	voldoet.
- druk	: | -5509|	N	<	69549	N:	voldoet.
- veerstijfheid	: 705.4	N/mm	<	1826.1	N/mm:	voldoet.
- plaatsvasth.or	: 16.5	N/mm	<	320.7	N/mm:	voldoet.
Bouten eindplaten:						
- bovenste	: 13441	N	<	33926	N:	voldoen.
- onderste	: 9356	N	<	33926	N:	voldoen.
Eindplaten (zonder onderlegringen)						
- pons boven	: 9.7	kN	<	80.2	kN:	voldoet.
- pons onder	: 0.0	kN	<	80.2	kN:	voldoet.
- buiging boven	: 171.3	Nm	<	1986.7	Nm:	voldoet.
- buiging onder	: 0.0	Nm	<	2682.9	Nm:	voldoet.
Bouten nokplaten:						
- bovenste	: 6022	N	<	33926	N:	voldoet.
- onderste	: 6022	N	<	33926	N:	voldoet.
Nokplaten (zonder onderlegringen)						
- pons boven	: 0.0	kN	<	96.2	kN:	voldoet.
- pons onder	: 0.0	kN	<	96.2	kN:	voldoet.
- buiging boven	: 0.0	Nm	<	367.8	Nm:	voldoet.
- buiging onder	: 0.0	Nm	<	685.0	Nm:	voldoet.

- 2e spant:
Stijfheid:
  - neerwaarts : | -9.0| mm < 21.5 mm: voldoet.
Bovenrand:
  - uit het vlak : 0.34 <= 1.00: voldoet.
  - in het vlak : 0.32 <= 1.00: voldoet.
  - doorsnede : 0.22 <= 1.00: voldoet.
Onderrand:
  - uit het vlak : 0.40 <= 0.95: voldoet.
  - in het vlak : 0.27 <= 1.00: voldoet.
  - doorsnede : 0.21 <= 1.00: voldoet.
Drukdiagonalen:
  - druk : 0.39 <= 1.00: voldoet.
  - trek : 0.15 <= 1.00: voldoet.
Trekdiagonalen:
Verbinding diagonalen eindvelden:
  - Lassen : 0.14 <= 1.00: voldoen
  - Aansluitingen : 0.50 <= 1.00: voldoen
Verbinding diagonalen middenvelden:
  - Lassen : 0.00 <= 1.00: voldoen
  - Aansluitingen : 0.50 <= 1.00: voldoen
Gordingdiagonalen:
  - dekgording : 87.43 cm4 > 51.09 cm4: voldoet.
  - druk : | -5509| N < 69549 N: voldoet.
  - veerstijfheid : 705.4 N/mm < 1826.1 N/mm: voldoet.
  - plaatsvasth.or: 28.3 N/mm < 320.7 N/mm: voldoet.
Bouten eindplaten:
  - bovenste : 13849 N < 33926 N: voldoen.
  - onderste : 9510 N < 33926 N: voldoen.
Eindplaten (zonder onderlegringen)
  - pons boven : 10.1 kN < 80.2 kN: voldoet.
  - pons onder : 0.0 kN < 80.2 kN: voldoet.
  - buiging boven : 177.8 Nm < 1986.7 Nm: voldoet.
  - buiging onder : 0.0 Nm < 2682.9 Nm: voldoet.
Bouten nokplaten:
  - bovenste : 5932 N < 33926 N: voldoet.
  - onderste : 5932 N < 33926 N: voldoet.
Nokplaten (zonder onderlegringen)
  - pons boven : 0.0 kN < 96.2 kN: voldoet.
  - pons onder : 0.0 kN < 96.2 kN: voldoet.
  - buiging boven : 0.0 Nm < 685.0 Nm: voldoet.
  - buiging onder : 0.0 Nm < 685.0 Nm: voldoet.

- 1e spant:
Stijfheid:
  - neerwaarts : | -7.7| mm < 21.5 mm: voldoet.
Bovenrand:
  - uit het vlak : 0.42 <= 1.00: voldoet.
  - in het vlak : 0.39 <= 1.00: voldoet.
  - doorsnede : 0.25 <= 1.00: voldoet.
Onderrand:
  - uit het vlak : 0.39 <= 0.95: voldoet.
  - in het vlak : 0.24 <= 1.00: voldoet.
  - doorsnede : 0.17 <= 1.00: voldoet.
Drukdiagonalen:
  - druk : 0.45 <= 1.00: voldoet.
  - trek : 0.16 <= 1.00: voldoet.
Trekdiagonalen:
Verbinding diagonalen eindvelden:
  - Lassen : 0.13 <= 1.00: voldoen
  - Aansluitingen : 0.50 <= 1.00: voldoen
Verbinding diagonalen middenvelden:
  - Lassen : 0.00 <= 1.00: voldoen
  - Aansluitingen : 0.50 <= 1.00: voldoen
Gordingdiagonalen:
  - dekgording : 87.43 cm4 > 51.09 cm4: voldoet.
  - druk : | -5509| N < 69549 N: voldoet.
  - veerstijfheid : 705.4 N/mm < 1826.1 N/mm: voldoet.
  - plaatsvasth.or: 28.3 N/mm < 320.7 N/mm: voldoet.
Bouten eindplaten:
  - bovenste : 12714 N < 33926 N: voldoen.
  - onderste : 9679 N < 33926 N: voldoen.
Eindplaten (zonder onderlegringen)
  - pons boven : 8.2 kN < 80.2 kN: voldoet.
  - pons onder : 0.0 kN < 80.2 kN: voldoet.
  - buiging boven : 151.7 Nm < 1986.7 Nm: voldoet.
  - buiging onder : 0.0 Nm < 2682.9 Nm: voldoet.
Bouten nokplaten:
  - bovenste : 7922 N < 42408 N: voldoet.
  - onderste : 7921 N < 33926 N: voldoet.
Nokplaten (zonder onderlegringen)
  - pons boven : 0.1 kN < 96.2 kN: voldoet.
  - pons onder : 0.0 kN < 96.2 kN: voldoet.
  - buiging boven : 4.0 Nm < 685.0 Nm: voldoet.
  - buiging onder : 0.0 Nm < 685.0 Nm: voldoet.

Uitdijen van de kas: | 18.5| mm. Aanbevolen maximum: 2 * 30 = 60 mm.

3.4.4 B.C.4: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay up wind)

- Spanten in de middenvelden:

Stijfheid:					
- opwaarts	: | -1.8|	mm	<	21.5 mm:	voldoet.
Bovenrand:					
- uit het vlak	: 0.76		<=	1.00:	voldoet.
- in het vlak	: 0.73		<=	1.00:	voldoet.
- doorsnede	: 0.49		<=	1.00:	voldoet.
Onderrand:					
- uit het vlak	: 0.84		<=	0.95:	voldoet.
- in het vlak	: 0.42		<=	1.00:	voldoet.
- doorsnede	: 0.67		<=	1.00:	voldoet.
Drukdiagonalen:					
- druk	: 0.81		<=	1.00:	voldoet.
- trek	: 0.23		<=	1.00:	voldoet.
Trekdiagonalen:					
Verbinding diagonalen eindvelden:					
- Lassen	: 0.19		<=	1.00:	voldoen
- Aansluitingen	: 0.68		<=	1.00:	voldoen
Verbinding diagonalen middenvelden:					
- Lassen	: 0.00		<=	1.00:	voldoen
- Aansluitingen	: 0.50		<=	1.00:	voldoen
Gordingdiagonalen:					
- dekgording	: 87.43	cm4	>	34.15 cm4:	voldoet.
- veerstijfheid	: 471.5	N/mm	<	1826.1 N/mm:	voldoet.
- plaatsvasth.or	: 16.5	N/mm	<	236.8 N/mm:	voldoet.
Bouten eindplaten:					
- bovenste	: 8076	N	<	33926 N:	voldoen.
- onderste	: 23674	N	<	33926 N:	voldoen.
Eindplaten (zonder onderlegringen)					
- pons boven	: 0.0	kN	<	80.2 kN:	voldoet.
- pons onder	: 22.3	kN	<	80.2 kN:	voldoet.
- buiging boven	: 0.0	Nm	<	1986.7 Nm:	voldoet.
- buiging onder	: 556.4	Nm	<	2682.9 Nm:	voldoet.
Bouten nokplaten:					
- bovenste	: 20834	N	<	33926 N:	voldoet.
- onderste	: 3766	N	<	33926 N:	voldoet.
Nokplaten (zonder onderlegringen)					
- pons boven	: 20.5	kN	<	96.2 kN:	voldoet.
- pons onder	: 0.0	kN	<	96.2 kN:	voldoet.
- buiging boven	: 265.0	Nm	<	367.8 Nm:	voldoet.
- buiging onder	: 0.0	Nm	<	685.0 Nm:	voldoet.

- 2e spant:
Stijfheid:
  - opwaarts : | -2.2| mm < 21.5 mm: voldoet.
Bovenrand:
  - uit het vlak : 0.94 <= 1.00: voldoet.
  - in het vlak : 0.93 <= 1.00: voldoet.
  - doorsnede : 0.63 <= 1.00: voldoet.
Onderrand:
  - uit het vlak : 0.72 <= 0.95: voldoet.
  - in het vlak : 0.38 <= 1.00: voldoet.
  - doorsnede : 0.49 <= 1.00: voldoet.
Drukdiagonalen:
  - druk : 0.92 <= 1.00: voldoet.
  - trek : 0.27 <= 1.00: voldoet.
Trekdiagonalen:
Verbinding diagonalen eindvelden:
  - Lassen : 0.24 <= 1.00: voldoen
  - Aansluitingen : 0.74 <= 1.00: voldoen
Verbinding diagonalen middenvelden:
  - Lassen : 0.00 <= 1.00: voldoen
  - Aansluitingen : 0.50 <= 1.00: voldoen
Gordingdiagonalen:
  - dekgording : 87.43 cm4 > 53.02 cm4: voldoet.
  - veerstijfheid : 732.0 N/mm < 1826.1 N/mm: voldoet.
  - plaatsvasth.or: 28.3 N/mm < 329.7 N/mm: voldoet.
Bouten eindplaten:
  - bovenste : 11446 N < 33926 N: voldoen.
  - onderste : 30833 N < 33926 N: voldoen.
Eindplaten (zonder onderlegringen)
  - pons boven : 0.0 kN < 80.2 kN: voldoet.
  - pons onder : 28.6 kN < 80.2 kN: voldoet.
  - buiging boven : 0.0 Nm < 1986.7 Nm: voldoet.
  - buiging onder : 715.8 Nm < 2682.9 Nm: voldoet.
Bouten nokplaten:
  - bovenste : 33608 N < 33926 N: voldoet.
  - onderste : 5161 N < 33926 N: voldoet.
Nokplaten (zonder onderlegringen)
  - pons boven : 33.4 kN < 96.2 kN: voldoet.
  - pons onder : 1.7 kN < 96.2 kN: voldoet.
  - buiging boven : 431.6 Nm < 685.0 Nm: voldoet.
  - buiging onder : 21.2 Nm < 685.0 Nm: voldoet.

- 1e spant:
Stijfheid:
  - opwaarts : | -2.6| mm < 21.5 mm: voldoet.
Bovenrand:
  - uit het vlak : 0.61 <= 1.00: voldoet.
  - in het vlak : 0.61 <= 1.00: voldoet.
  - doorsnede : 0.38 <= 1.00: voldoet.
Onderrand:
  - uit het vlak : 0.55 <= 0.95: voldoet.
  - in het vlak : 0.24 <= 1.00: voldoet.
  - doorsnede : 0.30 <= 1.00: voldoet.
Drukdiagonalen:
  - druk : 0.44 <= 1.00: voldoet.
  - trek : 0.39 <= 1.00: voldoet.
Trekdiagonalen:
Verbinding diagonalen eindvelden:
  - Lassen : 0.32 <= 1.00: voldoen
  - Aansluitingen : 0.58 <= 1.00: voldoen
Verbinding diagonalen middenvelden:
  - Lassen : 0.00 <= 1.00: voldoen
  - Aansluitingen : 0.50 <= 1.00: voldoen
Gordingdiagonalen:
  - dekgording : 87.43 cm4 > 71.88 cm4: voldoet.
  - druk : | -686| N < 69549 N: voldoet.
  - veerstijfheid : 992.5 N/mm < 1826.1 N/mm: voldoet.
  - plaatsvasth.or: 28.3 N/mm < 412.4 N/mm: voldoet.
Bouten eindplaten:
  - bovenste : 9898 N < 33926 N: voldoen.
  - onderste : 22810 N < 33926 N: voldoen.
Eindplaten (zonder onderlegringen)
  - pons boven : 4.4 kN < 80.2 kN: voldoet.
  - pons onder : 20.6 kN < 80.2 kN: voldoet.
  - buiging boven : 64.4 Nm < 1986.7 Nm: voldoet.
  - buiging onder : 513.8 Nm < 2682.9 Nm: voldoet.
Bouten nokplaten:
  - bovenste : 23783 N < 42408 N: voldoet.
  - onderste : 4258 N < 33926 N: voldoet.
Nokplaten (zonder onderlegringen)
  - pons boven : 23.4 kN < 96.2 kN: voldoet.
  - pons onder : 0.0 kN < 96.2 kN: voldoet.
  - buiging boven : 302.5 Nm < 685.0 Nm: voldoet.
  - buiging onder : 0.0 Nm < 685.0 Nm: voldoet.

Uitdijen van de kas: | -69.6| mm. Aanbevolen maximum: 2 * 30 = 60 mm.

3.4.5 B.C.5: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay down wind)

- Spanten in de middenvelden:

Stijfheid:					
- opwaarts	: | -1.8|	mm	<	21.5 mm:	voldoet.
Bovenrand:					
- uit het vlak	: 0.76		<=	1.00:	voldoet.
- in het vlak	: 0.73		<=	1.00:	voldoet.
- doorsnede	: 0.49		<=	1.00:	voldoet.
Onderrand:					
- uit het vlak	: 0.84		<=	0.95:	voldoet.
- in het vlak	: 0.42		<=	1.00:	voldoet.
- doorsnede	: 0.67		<=	1.00:	voldoet.
Drukdiagonalen:					
- druk	: 0.81		<=	1.00:	voldoet.
- trek	: 0.23		<=	1.00:	voldoet.
Trekdiagonalen:					
Verbinding diagonalen eindvelden:					
- Lassen	: 0.19		<=	1.00:	voldoen
- Aansluitingen	: 0.68		<=	1.00:	voldoen
Verbinding diagonalen middenvelden:					
- Lassen	: 0.00		<=	1.00:	voldoen
- Aansluitingen	: 0.50		<=	1.00:	voldoen
Gordingdiagonalen:					
- dekgording	: 87.43	cm4	>	34.15 cm4:	voldoet.
- veerstijfheid	: 471.5	N/mm	<	1826.1 N/mm:	voldoet.
- plaatsvasth.or	: 16.5	N/mm	<	236.8 N/mm:	voldoet.
Bouten eindplaten:					
- bovenste	: 8076	N	<	33926 N:	voldoen.
- onderste	: 23674	N	<	33926 N:	voldoen.
Eindplaten (zonder onderlegringen)					
- pons boven	: 0.0	kN	<	80.2 kN:	voldoet.
- pons onder	: 22.3	kN	<	80.2 kN:	voldoet.
- buiging boven	: 0.0	Nm	<	1986.7 Nm:	voldoet.
- buiging onder	: 556.4	Nm	<	2682.9 Nm:	voldoet.
Bouten nokplaten:					
- bovenste	: 20834	N	<	33926 N:	voldoet.
- onderste	: 3766	N	<	33926 N:	voldoet.
Nokplaten (zonder onderlegringen)					
- pons boven	: 20.5	kN	<	96.2 kN:	voldoet.
- pons onder	: 0.0	kN	<	96.2 kN:	voldoet.
- buiging boven	: 265.0	Nm	<	367.8 Nm:	voldoet.
- buiging onder	: 0.0	Nm	<	685.0 Nm:	voldoet.

- 2e spant:
Stijfheid:
  - opwaarts : | -2.2| mm < 21.5 mm: voldoet.
Bovenrand:
  - uit het vlak : 0.94 <= 1.00: voldoet.
  - in het vlak : 0.93 <= 1.00: voldoet.
  - doorsnede : 0.63 <= 1.00: voldoet.
Onderrand:
  - uit het vlak : 0.72 <= 0.95: voldoet.
  - in het vlak : 0.38 <= 1.00: voldoet.
  - doorsnede : 0.49 <= 1.00: voldoet.
Drukdiagonalen:
  - druk : 0.92 <= 1.00: voldoet.
  - trek : 0.27 <= 1.00: voldoet.
Trekdiagonalen:
Verbinding diagonalen eindvelden:
  - Lassen : 0.24 <= 1.00: voldoen
  - Aansluitingen : 0.74 <= 1.00: voldoen
Verbinding diagonalen middenvelden:
  - Lassen : 0.00 <= 1.00: voldoen
  - Aansluitingen : 0.50 <= 1.00: voldoen
Gordingdiagonalen:
  - dekgording : 87.43 cm4 > 53.02 cm4: voldoet.
  - veerstijfheid : 732.0 N/mm < 1826.1 N/mm: voldoet.
  - plaatsvasth.or: 28.3 N/mm < 329.7 N/mm: voldoet.
Bouten eindplaten:
  - bovenste : 11446 N < 33926 N: voldoen.
  - onderste : 30833 N < 33926 N: voldoen.
Eindplaten (zonder onderlegringen)
  - pons boven : 0.0 kN < 80.2 kN: voldoet.
  - pons onder : 28.6 kN < 80.2 kN: voldoet.
  - buiging boven : 0.0 Nm < 1986.7 Nm: voldoet.
  - buiging onder : 715.8 Nm < 2682.9 Nm: voldoet.
Bouten nokplaten:
  - bovenste : 33608 N < 33926 N: voldoet.
  - onderste : 5161 N < 33926 N: voldoet.
Nokplaten (zonder onderlegringen)
  - pons boven : 33.4 kN < 96.2 kN: voldoet.
  - pons onder : 1.7 kN < 96.2 kN: voldoet.
  - buiging boven : 431.6 Nm < 685.0 Nm: voldoet.
  - buiging onder : 21.2 Nm < 685.0 Nm: voldoet.

- 1e spant:
Stijfheid:
  - opwaarts : | -2.6| mm < 21.5 mm: voldoet.
Bovenrand:
  - uit het vlak : 0.61 <= 1.00: voldoet.
  - in het vlak : 0.61 <= 1.00: voldoet.
  - doorsnede : 0.38 <= 1.00: voldoet.
Onderrand:
  - uit het vlak : 0.55 <= 0.95: voldoet.
  - in het vlak : 0.24 <= 1.00: voldoet.
  - doorsnede : 0.30 <= 1.00: voldoet.
Drukdiagonalen:
  - druk : 0.44 <= 1.00: voldoet.
  - trek : 0.39 <= 1.00: voldoet.
Trekdiagonalen:
Verbinding diagonalen eindvelden:
  - Lassen : 0.32 <= 1.00: voldoen
  - Aansluitingen : 0.58 <= 1.00: voldoen
Verbinding diagonalen middenvelden:
  - Lassen : 0.00 <= 1.00: voldoen
  - Aansluitingen : 0.50 <= 1.00: voldoen
Gordingdiagonalen:
  - dekgording : 87.43 cm4 > 71.88 cm4: voldoet.
  - druk : | -686| N < 69549 N: voldoet.
  - veerstijfheid : 992.5 N/mm < 1826.1 N/mm: voldoet.
  - plaatsvasth.or: 28.3 N/mm < 412.4 N/mm: voldoet.
Bouten eindplaten:
  - bovenste : 9898 N < 33926 N: voldoen.
  - onderste : 22810 N < 33926 N: voldoen.
Eindplaten (zonder onderlegringen)
  - pons boven : 4.4 kN < 80.2 kN: voldoet.
  - pons onder : 20.6 kN < 80.2 kN: voldoet.
  - buiging boven : 64.4 Nm < 1986.7 Nm: voldoet.
  - buiging onder : 513.8 Nm < 2682.9 Nm: voldoet.
Bouten nokplaten:
  - bovenste : 23783 N < 42408 N: voldoet.
  - onderste : 4258 N < 33926 N: voldoet.
Nokplaten (zonder onderlegringen)
  - pons boven : 23.4 kN < 96.2 kN: voldoet.
  - pons onder : 0.0 kN < 96.2 kN: voldoet.
  - buiging boven : 302.5 Nm < 685.0 Nm: voldoet.
  - buiging onder : 0.0 Nm < 685.0 Nm: voldoet.

Uitdijen van de kas: | -69.6| mm. Aanbevolen maximum: 2 * 30 = 60 mm.

3.4.6 B.C.6: b1) Dead load + Wind (Cpi negative, Cpe 1st bay up wind)

- Spanten in de middenvelden:

Stijfheid:					
- opwaarts	: | -0.5|	mm	<	21.5 mm:	voldoet.
Bovenrand:					
- uit het vlak	: 0.19		<=	1.00:	voldoet.
- in het vlak	: 0.18		<=	1.00:	voldoet.
- doorsnede	: 0.12		<=	1.00:	voldoet.
Onderrand:					
- uit het vlak	: 0.26		<=	0.95:	voldoet.
- in het vlak	: 0.14		<=	1.00:	voldoet.
- doorsnede	: 0.16		<=	1.00:	voldoet.
Drukdiagonalen:					
- druk	: 0.22		<=	1.00:	voldoet.
- trek	: 0.07		<=	1.00:	voldoet.
Trekdiagonalen:					
Verbinding diagonalen eindvelden:					
- Lassen	: 0.06		<=	1.00:	voldoen
- Aansluitingen	: 0.50		<=	1.00:	voldoen
Verbinding diagonalen middenvelden:					
- Lassen	: 0.00		<=	1.00:	voldoen
- Aansluitingen	: 0.50		<=	1.00:	voldoen
Gordingdiagonalen:					
- dekgording	: 87.43	cm4	>	9.14 cm4:	voldoet.
- veerstijfheid	: 126.2	N/mm	<	1826.1 N/mm:	voldoet.
- plaatsvasth.or	: 16.5	N/mm	<	94.4 N/mm:	voldoet.
Bouten eindplaten:					
- bovenste	: 1877	N	<	33926 N:	voldoen.
- onderste	: 5617	N	<	33926 N:	voldoen.
Eindplaten (zonder onderlegringen)					
- pons boven	: 0.0	kN	<	80.2 kN:	voldoet.
- pons onder	: 5.3	kN	<	80.2 kN:	voldoet.
- buiging boven	: 0.0	Nm	<	1986.7 Nm:	voldoet.
- buiging onder	: 132.4	Nm	<	2682.9 Nm:	voldoet.
Bouten nokplaten:					
- bovenste	: 6571	N	<	33926 N:	voldoet.
- onderste	: 1364	N	<	33926 N:	voldoet.
Nokplaten (zonder onderlegringen)					
- pons boven	: 6.5	kN	<	96.2 kN:	voldoet.
- pons onder	: 0.0	kN	<	96.2 kN:	voldoet.
- buiging boven	: 83.6	Nm	<	367.8 Nm:	voldoet.
- buiging onder	: 0.0	Nm	<	685.0 Nm:	voldoet.

- 2e spant:
Stijfheid:
  - neerwaarts : | -7.7| mm < 21.5 mm: voldoet.
Bovenrand:
  - uit het vlak : 0.71 <= 1.00: voldoet.
  - in het vlak : 0.63 <= 1.00: voldoet.
  - doorsnede : 0.42 <= 1.00: voldoet.
Onderrand:
  - uit het vlak : 0.15 <= 0.95: voldoet.
  - in het vlak : 0.07 <= 1.00: voldoet.
  - doorsnede : 0.31 <= 1.00: voldoet.
Drukdiagonalen:
  - druk : 0.41 <= 1.00: voldoet.
  - trek : 0.05 <= 1.00: voldoet.
Trekdiagonalen:
Verbinding diagonalen eindvelden:
  - Lassen : 0.09 <= 1.00: voldoen
  - Aansluitingen : 0.50 <= 1.00: voldoen
Verbinding diagonalen middenvelden:
  - Lassen : 0.00 <= 1.00: voldoen
  - Aansluitingen : 0.50 <= 1.00: voldoen
Gordingdiagonalen:
  - dekgording : 87.43 cm4 > 21.57 cm4: voldoet.
  - veerstijfheid : 297.8 N/mm < 1826.1 N/mm: voldoet.
  - plaatsvasth.or: 28.3 N/mm < 168.2 N/mm: voldoet.
Bouten eindplaten:
  - bovenste : 4998 N < 33926 N: voldoen.
  - onderste : 18976 N < 33926 N: voldoen.
Eindplaten (zonder onderlegringen)
  - pons boven : 0.0 kN < 80.2 kN: voldoet.
  - pons onder : 18.3 kN < 80.2 kN: voldoet.
  - buiging boven : 0.0 Nm < 1986.7 Nm: voldoet.
  - buiging onder : 457.7 Nm < 2682.9 Nm: voldoet.
Bouten nokplaten:
  - bovenste : 5970 N < 33926 N: voldoet.
  - onderste : 2673 N < 33926 N: voldoet.
Nokplaten (zonder onderlegringen)
  - pons boven : 5.5 kN < 96.2 kN: voldoet.
  - pons onder : 0.0 kN < 96.2 kN: voldoet.
  - buiging boven : 71.2 Nm < 685.0 Nm: voldoet.
  - buiging onder : 0.0 Nm < 685.0 Nm: voldoet.

- 1e spant:
Stijfheid:
  - opwaarts : | -5.1| mm < 21.5 mm: voldoet.
Bovenrand:
  - uit het vlak : 0.45 <= 1.00: voldoet.
  - in het vlak : 0.45 <= 1.00: voldoet.
  - doorsnede : 0.37 <= 1.00: voldoet.
Onderrand:
  - uit het vlak : 0.83 <= 0.95: voldoet.
  - in het vlak : 0.35 <= 1.00: voldoet.
  - doorsnede : 0.25 <= 1.00: voldoet.
Drukdiagonalen:
  - druk : 0.71 <= 1.00: voldoet.
  - trek : 0.32 <= 1.00: voldoet.
Trekdiagonalen:
Verbinding diagonalen eindvelden:
  - Lassen : 0.26 <= 1.00: voldoen
  - Aansluitingen : 0.50 <= 1.00: voldoen
Verbinding diagonalen middenvelden:
  - Lassen : 0.00 <= 1.00: voldoen
  - Aansluitingen : 0.50 <= 1.00: voldoen
Gordingdiagonalen:
  - dekgording : 87.43 cm4 > 44.84 cm4: voldoet.
  - veerstijfheid : 619.1 N/mm < 1826.1 N/mm: voldoet.
  - plaatsvasth.or: 28.3 N/mm < 290.8 N/mm: voldoet.
Bouten eindplaten:
  - bovenste : 9378 N < 33926 N: voldoen.
  - onderste : 19675 N < 33926 N: voldoen.
Eindplaten (zonder onderlegringen)
  - pons boven : 1.2 kN < 80.2 kN: voldoet.
  - pons onder : 17.3 kN < 80.2 kN: voldoet.
  - buiging boven : 18.9 Nm < 1986.7 Nm: voldoet.
  - buiging onder : 432.4 Nm < 2682.9 Nm: voldoet.
Bouten nokplaten:
  - bovenste : 36712 N < 42408 N: voldoet.
  - onderste : 3250 N < 33926 N: voldoet.
Nokplaten (zonder onderlegringen)
  - pons boven : 36.6 kN < 96.2 kN: voldoet.
  - pons onder : 1.0 kN < 96.2 kN: voldoet.
  - buiging boven : 472.4 Nm < 685.0 Nm: voldoet.
  - buiging onder : 13.5 Nm < 685.0 Nm: voldoet.

Uitdijen van de kas: | -33.0| mm. Aanbevolen maximum: 2 * 30 = 60 mm.

3.4.7 B.C.7: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, wind zone G)

- Spanten in de middenvelden:

Stijfheid:					
- opwaarts	:	| -1.3|	mm <	21.5 mm:	voldoet.
Bovenrand:					
- uit het vlak	:	0.37	<=	1.00:	voldoet.
- in het vlak	:	0.37	<=	1.00:	voldoet.
- doorsnede	:	0.25	<=	1.00:	voldoet.
Onderrand:					
- uit het vlak	:	0.38	<=	0.95:	voldoet.
- in het vlak	:	0.16	<=	1.00:	voldoet.
- doorsnede	:	0.43	<=	1.00:	voldoet.
Drukdiagonalen:					
- druk	:	0.60	<=	1.00:	voldoet.
- trek	:	0.20	<=	1.00:	voldoet.
Trekdiagonalen:					
Verbinding diagonalen eindvelden:					
- Lassen	:	0.17	<=	1.00:	voldoen
- Aansluitingen	:	0.51	<=	1.00:	voldoen
Verbinding diagonalen middenvelden:					
- Lassen	:	0.00	<=	1.00:	voldoen
- Aansluitingen	:	0.50	<=	1.00:	voldoen
Gordingdiagonalen:					
- dekgording	:	87.43 cm4	>	41.98 cm4:	voldoet.
- veerstijfheid	:	579.6 N/mm	<	1826.1 N/mm:	voldoet.
- plaatsvasth.or	:	16.5 N/mm	<	276.7 N/mm:	voldoet.
Bouten eindplaten:					
- bovenste	:	7415 N	<	33926 N:	voldoen.
- onderste	:	15875 N	<	33926 N:	voldoen.
Eindplaten (zonder onderlegringen)					
- pons boven	:	0.0 kN	<	80.2 kN:	voldoet.
- pons onder	:	14.0 kN	<	80.2 kN:	voldoet.
- buiging boven	:	0.0 Nm	<	1986.7 Nm:	voldoet.
- buiging onder	:	350.9 Nm	<	2682.9 Nm:	voldoet.
Bouten nokplaten:					
- bovenste	:	11564 N	<	33926 N:	voldoet.
- onderste	:	3461 N	<	33926 N:	voldoet.
Nokplaten (zonder onderlegringen)					
- pons boven	:	11.5 kN	<	96.2 kN:	voldoet.
- pons onder	:	1.2 kN	<	96.2 kN:	voldoet.
- buiging boven	:	147.5 Nm	<	367.8 Nm:	voldoet.
- buiging onder	:	14.1 Nm	<	685.0 Nm:	voldoet.

- 2e spant:
Stijfheid:
  - opwaarts : | -1.0| mm < 21.5 mm: voldoet.
Bovenrand:
  - uit het vlak : 0.55 <= 1.00: voldoet.
  - in het vlak : 0.54 <= 1.00: voldoet.
  - doorsnede : 0.36 <= 1.00: voldoet.
Onderrand:
  - uit het vlak : 0.21 <= 0.95: voldoet.
  - in het vlak : 0.10 <= 1.00: voldoet.
  - doorsnede : 0.32 <= 1.00: voldoet.
Drukdiagonalen:
  - druk : 0.54 <= 1.00: voldoet.
  - trek : 0.17 <= 1.00: voldoet.
Trekdiagonalen:
Verbinding diagonalen eindvelden:
  - Lassen : 0.16 <= 1.00: voldoen
  - Aansluitingen : 0.50 <= 1.00: voldoen
Verbinding diagonalen middenvelden:
  - Lassen : 0.00 <= 1.00: voldoen
  - Aansluitingen : 0.50 <= 1.00: voldoen
Gordingdiagonalen:
  - dekgording : 87.43 cm4 > 41.98 cm4: voldoet.
  - veerstijfheid : 579.6 N/mm < 1826.1 N/mm: voldoet.
  - plaatsvasth.or: 28.3 N/mm < 276.7 N/mm: voldoet.
Bouten eindplaten:
  - bovenste : 8018 N < 33926 N: voldoen.
  - onderste : 20290 N < 33926 N: voldoen.
Eindplaten (zonder onderlegringen)
  - pons boven : 0.0 kN < 80.2 kN: voldoet.
  - pons onder : 18.6 kN < 80.2 kN: voldoet.
  - buiging boven : 0.0 Nm < 1986.7 Nm: voldoet.
  - buiging onder : 466.0 Nm < 2682.9 Nm: voldoet.
Bouten nokplaten:
  - bovenste : 10714 N < 33926 N: voldoet.
  - onderste : 4929 N < 33926 N: voldoet.
Nokplaten (zonder onderlegringen)
  - pons boven : 10.6 kN < 96.2 kN: voldoet.
  - pons onder : 3.6 kN < 96.2 kN: voldoet.
  - buiging boven : 136.9 Nm < 685.0 Nm: voldoet.
  - buiging onder : 45.3 Nm < 685.0 Nm: voldoet.

- 1e spant:
Stijfheid:
  - opwaarts : | -3.3| mm < 21.5 mm: voldoet.
Bovenrand:
  - uit het vlak : 0.38 <= 1.00: voldoet.
  - in het vlak : 0.38 <= 1.00: voldoet.
  - doorsnede : 0.24 <= 1.00: voldoet.
Onderrand:
  - uit het vlak : 0.49 <= 0.95: voldoet.
  - in het vlak : 0.19 <= 1.00: voldoet.
  - doorsnede : 0.23 <= 1.00: voldoet.
Drukdiagonalen:
  - druk : 0.57 <= 1.00: voldoet.
  - trek : 0.27 <= 1.00: voldoet.
Trekdiagonalen:
Verbinding diagonalen eindvelden:
  - Lassen : 0.22 <= 1.00: voldoen
  - Aansluitingen : 0.50 <= 1.00: voldoen
Verbinding diagonalen middenvelden:
  - Lassen : 0.00 <= 1.00: voldoen
  - Aansluitingen : 0.50 <= 1.00: voldoen
Gordingdiagonalen:
  - dekgording : 87.43 cm4 > 41.98 cm4: voldoet.
  - veerstijfheid : 579.6 N/mm < 1826.1 N/mm: voldoet.
  - plaatsvasth.or: 28.3 N/mm < 276.7 N/mm: voldoet.
Bouten eindplaten:
  - bovenste : 8425 N < 33926 N: voldoen.
  - onderste : 17660 N < 33926 N: voldoen.
Eindplaten (zonder onderlegringen)
  - pons boven : 0.6 kN < 80.2 kN: voldoet.
  - pons onder : 15.5 kN < 80.2 kN: voldoet.
  - buiging boven : 2.8 Nm < 1986.7 Nm: voldoet.
  - buiging onder : 388.0 Nm < 2682.9 Nm: voldoet.
Bouten nokplaten:
  - bovenste : 22886 N < 42408 N: voldoet.
  - onderste : 4181 N < 33926 N: voldoet.
Nokplaten (zonder onderlegringen)
  - pons boven : 22.9 kN < 96.2 kN: voldoet.
  - pons onder : 0.0 kN < 96.2 kN: voldoet.
  - buiging boven : 295.0 Nm < 685.0 Nm: voldoet.
  - buiging onder : 0.0 Nm < 685.0 Nm: voldoet.

Uitdijen van de kas: | -49.4| mm. Aanbevolen maximum: 2 * 30 = 60 mm.

3.4.8 B.C.8: c1) Dead load + Services + Crop + repair/incident actions

- Spanten in de middenvelden:

Stijfheid:						
- neerwaarts	: | -9.7|	mm	<	21.5	mm:	voldoet.
Bovenrand:						
- uit het vlak	: 0.07		<=	1.00:		voldoet.
- in het vlak	: 0.06		<=	1.00:		voldoet.
- doorsnede	: 0.04		<=	1.00:		voldoet.
Onderrand:						
- uit het vlak	: 0.16		<=	0.95:		voldoet.
- in het vlak	: 0.10		<=	1.00:		voldoet.
- doorsnede	: 0.08		<=	1.00:		voldoet.
Drukdiagonalen:						
- druk	: 0.11		<=	1.00:		voldoet.
- trek	: 0.04		<=	1.00:		voldoet.
Trekdiagonalen:						
Verbinding diagonalen eindvelden:						
- Lassen	: 0.03		<=	1.00:		voldoen
- Aansluitingen	: 0.50		<=	1.00:		voldoen
Verbinding diagonalen middenvelden:						
- Lassen	: 0.00		<=	1.00:		voldoen
- Aansluitingen	: 0.50		<=	1.00:		voldoen
Gordingdiagonalen:						
- dekgording	: 87.43	cm4	>	9.14	cm4:	voldoet.
- druk	: | -1001|	N	<	69549	N:	voldoet.
- veerstijfheid	: 126.2	N/mm	<	1826.1	N/mm:	voldoet.
- plaatsvasth.or	: 16.5	N/mm	<	94.4	N/mm:	voldoet.
Bouten eindplaten:						
- bovenste	: 2985	N	<	33926	N:	voldoen.
- onderste	: 2071	N	<	33926	N:	voldoen.
Eindplaten (zonder onderlegringen)						
- pons boven	: 2.1	kN	<	80.2	kN:	voldoet.
- pons onder	: 0.0	kN	<	80.2	kN:	voldoet.
- buiging boven	: 37.9	Nm	<	1986.7	Nm:	voldoet.
- buiging onder	: 0.0	Nm	<	2682.9	Nm:	voldoet.
Bouten nokplaten:						
- bovenste	: 1343	N	<	33926	N:	voldoet.
- onderste	: 1343	N	<	33926	N:	voldoet.
Nokplaten (zonder onderlegringen)						
- pons boven	: 0.0	kN	<	96.2	kN:	voldoet.
- pons onder	: 0.0	kN	<	96.2	kN:	voldoet.
- buiging boven	: 0.0	Nm	<	367.8	Nm:	voldoet.
- buiging onder	: 0.0	Nm	<	685.0	Nm:	voldoet.

- 2e spant:
Stijfheid:
  - neerwaarts : | -9.8| mm < 21.5 mm: voldoet.
Bovenrand:
  - uit het vlak : 0.07 <= 1.00: voldoet.
  - in het vlak : 0.07 <= 1.00: voldoet.
  - doorsnede : 0.05 <= 1.00: voldoet.
Onderrand:
  - uit het vlak : 0.09 <= 0.95: voldoet.
  - in het vlak : 0.06 <= 1.00: voldoet.
  - doorsnede : 0.05 <= 1.00: voldoet.
Drukdiagonalen:
  - druk : 0.09 <= 1.00: voldoet.
  - trek : 0.04 <= 1.00: voldoet.
Trekdiagonalen:
Verbinding diagonalen eindvelden:
  - Lassen : 0.03 <= 1.00: voldoen
  - Aansluitingen : 0.50 <= 1.00: voldoen
Verbinding diagonalen middenvelden:
  - Lassen : 0.00 <= 1.00: voldoen
  - Aansluitingen : 0.50 <= 1.00: voldoen
Gordingdiagonalen:
  - dekgording : 87.43 cm4 > 9.14 cm4: voldoet.
  - druk : | -1001| N < 69549 N: voldoet.
  - veerstijfheid : 126.2 N/mm < 1826.1 N/mm: voldoet.
  - plaatsvasth.or: 28.3 N/mm < 94.4 N/mm: voldoet.
Bouten eindplaten:
  - bovenste : 3141 N < 33926 N: voldoen.
  - onderste : 2191 N < 33926 N: voldoen.
Eindplaten (zonder onderlegringen)
  - pons boven : 2.3 kN < 80.2 kN: voldoet.
  - pons onder : 0.0 kN < 80.2 kN: voldoet.
  - buiging boven : 39.6 Nm < 1986.7 Nm: voldoet.
  - buiging onder : 0.0 Nm < 2682.9 Nm: voldoet.
Bouten nokplaten:
  - bovenste : 1397 N < 33926 N: voldoet.
  - onderste : 1397 N < 33926 N: voldoet.
Nokplaten (zonder onderlegringen)
  - pons boven : 0.0 kN < 96.2 kN: voldoet.
  - pons onder : 0.0 kN < 96.2 kN: voldoet.
  - buiging boven : 0.0 Nm < 685.0 Nm: voldoet.
  - buiging onder : 0.0 Nm < 685.0 Nm: voldoet.

- 1e spant:
Stijfheid:
  - neerwaarts : | -9.5| mm < 21.5 mm: voldoet.
Bovenrand:
  - uit het vlak : 0.09 <= 1.00: voldoet.
  - in het vlak : 0.08 <= 1.00: voldoet.
  - doorsnede : 0.05 <= 1.00: voldoet.
Onderrand:
  - uit het vlak : 0.09 <= 0.95: voldoet.
  - in het vlak : 0.05 <= 1.00: voldoet.
  - doorsnede : 0.04 <= 1.00: voldoet.
Drukdiagonalen:
  - druk : 0.11 <= 1.00: voldoet.
  - trek : 0.04 <= 1.00: voldoet.
Trekdiagonalen:
Verbinding diagonalen eindvelden:
  - Lassen : 0.03 <= 1.00: voldoen
  - Aansluitingen : 0.50 <= 1.00: voldoen
Verbinding diagonalen middenvelden:
  - Lassen : 0.00 <= 1.00: voldoen
  - Aansluitingen : 0.50 <= 1.00: voldoen
Gordingdiagonalen:
  - dekgording : 87.43 cm4 > 9.14 cm4: voldoet.
  - druk : | -1001| N < 69549 N: voldoet.
  - veerstijfheid : 126.2 N/mm < 1826.1 N/mm: voldoet.
  - plaatsvasth.or: 28.3 N/mm < 94.4 N/mm: voldoet.
Bouten eindplaten:
  - bovenste : 2898 N < 33926 N: voldoen.
  - onderste : 2219 N < 33926 N: voldoen.
Eindplaten (zonder onderlegringen)
  - pons boven : 1.9 kN < 80.2 kN: voldoet.
  - pons onder : 0.0 kN < 80.2 kN: voldoet.
  - buiging boven : 34.1 Nm < 1986.7 Nm: voldoet.
  - buiging onder : 0.0 Nm < 2682.9 Nm: voldoet.
Bouten nokplaten:
  - bovenste : 1828 N < 42408 N: voldoet.
  - onderste : 1822 N < 33926 N: voldoet.
Nokplaten (zonder onderlegringen)
  - pons boven : 0.2 kN < 96.2 kN: voldoet.
  - pons onder : 0.0 kN < 96.2 kN: voldoet.
  - buiging boven : 2.5 Nm < 685.0 Nm: voldoet.
  - buiging onder : 0.0 Nm < 685.0 Nm: voldoet.

Uitdijen van de kas: | 4.2| mm. Aanbevolen maximum: 2 * 30 = 60 mm.

3.4.9 B.C.9: d2) Dead Load + Services + Psi_Snow + Psi_Crop + Seismic

- Spanten in de middenvelden:

Stijfheid:					
- neerwaarts	: | -9.5|	mm	<	21.5 mm:	voldoet.
Bovenrand:					
- uit het vlak	: 0.11		<=	1.00:	voldoet.
- in het vlak	: 0.11		<=	1.00:	voldoet.
- doorsnede	: 0.07		<=	1.00:	voldoet.
Onderrand:					
- uit het vlak	: 0.27		<=	0.95:	voldoet.
- in het vlak	: 0.17		<=	1.00:	voldoet.
- doorsnede	: 0.13		<=	1.00:	voldoet.
Drukdiagonalen:					
- druk	: 0.16		<=	1.00:	voldoet.
- trek	: 0.05		<=	1.00:	voldoet.
Trekdiagonalen:					
Verbinding diagonalen eindvelden:					
- Lassen	: 0.04		<=	1.00:	voldoen
- Aansluitingen	: 0.50		<=	1.00:	voldoen
Verbinding diagonalen middenvelden:					
- Lassen	: 0.00		<=	1.00:	voldoen
- Aansluitingen	: 0.50		<=	1.00:	voldoen
Gordingdiagonalen:					
- dekgording	: 87.43	cm4	>	13.09 cm4:	voldoet.
- druk	: | -1597|	N	<	69549 N:	voldoet.
- veerstijfheid	: 180.7	N/mm	<	1826.1 N/mm:	voldoet.
- plaatsvasth.or	: 16.5	N/mm	<	118.5 N/mm:	voldoet.
Bouten eindplaten:					
- bovenste	: 6432	N	<	33926 N:	voldoen.
- onderste	: 4008	N	<	33926 N:	voldoen.
Eindplaten (zonder onderlegringen)					
- pons boven	: 5.0	kN	<	80.2 kN:	voldoet.
- pons onder	: 0.0	kN	<	80.2 kN:	voldoet.
- buiging boven	: 87.2	Nm	<	1986.7 Nm:	voldoet.
- buiging onder	: 0.0	Nm	<	2682.9 Nm:	voldoet.
Bouten nokplaten:					
- bovenste	: 2635	N	<	33926 N:	voldoet.
- onderste	: 2635	N	<	33926 N:	voldoet.
Nokplaten (zonder onderlegringen)					
- pons boven	: 0.0	kN	<	96.2 kN:	voldoet.
- pons onder	: 0.0	kN	<	96.2 kN:	voldoet.
- buiging boven	: 0.0	Nm	<	367.8 Nm:	voldoet.
- buiging onder	: 0.0	Nm	<	685.0 Nm:	voldoet.

- 2e spant:
Stijfheid:
  - neerwaarts : | -9.6| mm < 21.5 mm: voldoet.
Bovenrand:
  - uit het vlak : 0.12 <= 1.00: voldoet.
  - in het vlak : 0.11 <= 1.00: voldoet.
  - doorsnede : 0.08 <= 1.00: voldoet.
Onderrand:
  - uit het vlak : 0.16 <= 0.95: voldoet.
  - in het vlak : 0.10 <= 1.00: voldoet.
  - doorsnede : 0.08 <= 1.00: voldoet.
Drukdiagonalen:
  - druk : 0.14 <= 1.00: voldoet.
  - trek : 0.05 <= 1.00: voldoet.
Trekdiagonalen:
Verbinding diagonalen eindvelden:
  - Lassen : 0.04 <= 1.00: voldoen
  - Aansluitingen : 0.50 <= 1.00: voldoen
Verbinding diagonalen middenvelden:
  - Lassen : 0.00 <= 1.00: voldoen
  - Aansluitingen : 0.50 <= 1.00: voldoen
Gordingdiagonalen:
  - dekgording : 87.43 cm4 > 13.09 cm4: voldoet.
  - druk : | -1597| N < 69549 N: voldoet.
  - veerstijfheid : 180.7 N/mm < 1826.1 N/mm: voldoet.
  - plaatsvasth.or: 28.3 N/mm < 118.5 N/mm: voldoet.
Bouten eindplaten:
  - bovenste : 6866 N < 33926 N: voldoen.
  - onderste : 4182 N < 33926 N: voldoen.
Eindplaten (zonder onderlegringen)
  - pons boven : 5.4 kN < 80.2 kN: voldoet.
  - pons onder : 0.0 kN < 80.2 kN: voldoet.
  - buiging boven : 93.9 Nm < 1986.7 Nm: voldoet.
  - buiging onder : 0.0 Nm < 2682.9 Nm: voldoet.
Bouten nokplaten:
  - bovenste : 2701 N < 33926 N: voldoet.
  - onderste : 2701 N < 33926 N: voldoet.
Nokplaten (zonder onderlegringen)
  - pons boven : 0.0 kN < 96.2 kN: voldoet.
  - pons onder : 0.0 kN < 96.2 kN: voldoet.
  - buiging boven : 0.0 Nm < 685.0 Nm: voldoet.
  - buiging onder : 0.0 Nm < 685.0 Nm: voldoet.

- 1e spant:
Stijfheid:
  - neerwaarts : | -9.1| mm < 21.5 mm: voldoet.
Bovenrand:
  - uit het vlak : 0.16 <= 1.00: voldoet.
  - in het vlak : 0.14 <= 1.00: voldoet.
  - doorsnede : 0.09 <= 1.00: voldoet.
Onderrand:
  - uit het vlak : 0.15 <= 0.95: voldoet.
  - in het vlak : 0.09 <= 1.00: voldoet.
  - doorsnede : 0.06 <= 1.00: voldoet.
Drukdiagonalen:
  - druk : 0.16 <= 1.00: voldoet.
  - trek : 0.05 <= 1.00: voldoet.
Trekdiagonalen:
Verbinding diagonalen eindvelden:
  - Lassen : 0.04 <= 1.00: voldoen
  - Aansluitingen : 0.50 <= 1.00: voldoen
Verbinding diagonalen middenvelden:
  - Lassen : 0.00 <= 1.00: voldoen
  - Aansluitingen : 0.50 <= 1.00: voldoen
Gordingdiagonalen:
  - dekgording : 87.43 cm4 > 13.09 cm4: voldoet.
  - druk : | -1597| N < 69549 N: voldoet.
  - veerstijfheid : 180.7 N/mm < 1826.1 N/mm: voldoet.
  - plaatsvasth.or: 28.3 N/mm < 118.5 N/mm: voldoet.
Bouten eindplaten:
  - bovenste : 6327 N < 33926 N: voldoen.
  - onderste : 4269 N < 33926 N: voldoen.
Eindplaten (zonder onderlegringen)
  - pons boven : 4.7 kN < 80.2 kN: voldoet.
  - pons onder : 0.0 kN < 80.2 kN: voldoet.
  - buiging boven : 83.0 Nm < 1986.7 Nm: voldoet.
  - buiging onder : 0.0 Nm < 2682.9 Nm: voldoet.
Bouten nokplaten:
  - bovenste : 3672 N < 42408 N: voldoet.
  - onderste : 3655 N < 33926 N: voldoet.
Nokplaten (zonder onderlegringen)
  - pons boven : 0.4 kN < 96.2 kN: voldoet.
  - pons onder : 0.0 kN < 96.2 kN: voldoet.
  - buiging boven : 5.7 Nm < 685.0 Nm: voldoet.
  - buiging onder : 0.0 Nm < 685.0 Nm: voldoet.

Uitdijen van de kas: | 7.0| mm. Aanbevolen maximum: 2 * 30 = 60 mm.

3.4.10 B.C.10: d1) Dead Load + Services + Psi_Snow + Seismic

- Spanten in de middenvelden:

Stijfheid:					
- neerwaarts	: | -9.5|	mm	<	21.5 mm:	voldoet.
Bovenrand:					
- uit het vlak	: 0.11		<=	1.00:	voldoet.
- in het vlak	: 0.11		<=	1.00:	voldoet.
- doorsnede	: 0.07		<=	1.00:	voldoet.
Onderrand:					
- uit het vlak	: 0.27		<=	0.95:	voldoet.
- in het vlak	: 0.17		<=	1.00:	voldoet.
- doorsnede	: 0.13		<=	1.00:	voldoet.
Drukdiagonalen:					
- druk	: 0.16		<=	1.00:	voldoet.
- trek	: 0.05		<=	1.00:	voldoet.
Trekdiagonalen:					
Verbinding diagonalen eindvelden:					
- Lassen	: 0.04		<=	1.00:	voldoen
- Aansluitingen	: 0.50		<=	1.00:	voldoen
Verbinding diagonalen middenvelden:					
- Lassen	: 0.00		<=	1.00:	voldoen
- Aansluitingen	: 0.50		<=	1.00:	voldoen
Gordingdiagonalen:					
- dekgording	: 87.43	cm4	>	13.09 cm4:	voldoet.
- druk	: | -1597|	N	<	69549 N:	voldoet.
- veerstijfheid	: 180.7	N/mm	<	1826.1 N/mm:	voldoet.
- plaatsvasth.or	: 16.5	N/mm	<	118.5 N/mm:	voldoet.
Bouten eindplaten:					
- bovenste	: 6432	N	<	33926 N:	voldoen.
- onderste	: 4008	N	<	33926 N:	voldoen.
Eindplaten (zonder onderlegringen)					
- pons boven	: 5.0	kN	<	80.2 kN:	voldoet.
- pons onder	: 0.0	kN	<	80.2 kN:	voldoet.
- buiging boven	: 87.2	Nm	<	1986.7 Nm:	voldoet.
- buiging onder	: 0.0	Nm	<	2682.9 Nm:	voldoet.
Bouten nokplaten:					
- bovenste	: 2635	N	<	33926 N:	voldoet.
- onderste	: 2635	N	<	33926 N:	voldoet.
Nokplaten (zonder onderlegringen)					
- pons boven	: 0.0	kN	<	96.2 kN:	voldoet.
- pons onder	: 0.0	kN	<	96.2 kN:	voldoet.
- buiging boven	: 0.0	Nm	<	367.8 Nm:	voldoet.
- buiging onder	: 0.0	Nm	<	685.0 Nm:	voldoet.

- 2e spant:
Stijfheid:
  - neerwaarts : | -9.6| mm < 21.5 mm: voldoet.
Bovenrand:
  - uit het vlak : 0.12 <= 1.00: voldoet.
  - in het vlak : 0.11 <= 1.00: voldoet.
  - doorsnede : 0.08 <= 1.00: voldoet.
Onderrand:
  - uit het vlak : 0.16 <= 0.95: voldoet.
  - in het vlak : 0.10 <= 1.00: voldoet.
  - doorsnede : 0.08 <= 1.00: voldoet.
Drukdiagonalen:
  - druk : 0.14 <= 1.00: voldoet.
  - trek : 0.05 <= 1.00: voldoet.
Trekdiagonalen:
Verbinding diagonalen eindvelden:
  - Lassen : 0.04 <= 1.00: voldoen
  - Aansluitingen : 0.50 <= 1.00: voldoen
Verbinding diagonalen middenvelden:
  - Lassen : 0.00 <= 1.00: voldoen
  - Aansluitingen : 0.50 <= 1.00: voldoen
Gordingdiagonalen:
  - dekgording : 87.43 cm4 > 13.09 cm4: voldoet.
  - druk : | -1597| N < 69549 N: voldoet.
  - veerstijfheid : 180.7 N/mm < 1826.1 N/mm: voldoet.
  - plaatsvasth.or: 28.3 N/mm < 118.5 N/mm: voldoet.
Bouten eindplaten:
  - bovenste : 6866 N < 33926 N: voldoen.
  - onderste : 4182 N < 33926 N: voldoen.
Eindplaten (zonder onderlegringen)
  - pons boven : 5.4 kN < 80.2 kN: voldoet.
  - pons onder : 0.0 kN < 80.2 kN: voldoet.
  - buiging boven : 93.9 Nm < 1986.7 Nm: voldoet.
  - buiging onder : 0.0 Nm < 2682.9 Nm: voldoet.
Bouten nokplaten:
  - bovenste : 2701 N < 33926 N: voldoet.
  - onderste : 2701 N < 33926 N: voldoet.
Nokplaten (zonder onderlegringen)
  - pons boven : 0.0 kN < 96.2 kN: voldoet.
  - pons onder : 0.0 kN < 96.2 kN: voldoet.
  - buiging boven : 0.0 Nm < 685.0 Nm: voldoet.
  - buiging onder : 0.0 Nm < 685.0 Nm: voldoet.

- 1e spant:
Stijfheid:
  - neerwaarts : | -9.1| mm < 21.5 mm: voldoet.
Bovenrand:
  - uit het vlak : 0.16 <= 1.00: voldoet.
  - in het vlak : 0.14 <= 1.00: voldoet.
  - doorsnede : 0.09 <= 1.00: voldoet.
Onderrand:
  - uit het vlak : 0.15 <= 0.95: voldoet.
  - in het vlak : 0.09 <= 1.00: voldoet.
  - doorsnede : 0.06 <= 1.00: voldoet.
Drukdiagonalen:
  - druk : 0.16 <= 1.00: voldoet.
  - trek : 0.05 <= 1.00: voldoet.
Trekdiagonalen:
Verbinding diagonalen eindvelden:
  - Lassen : 0.04 <= 1.00: voldoen
  - Aansluitingen : 0.50 <= 1.00: voldoen
Verbinding diagonalen middenvelden:
  - Lassen : 0.00 <= 1.00: voldoen
  - Aansluitingen : 0.50 <= 1.00: voldoen
Gordingdiagonalen:
  - dekgording : 87.43 cm4 > 13.09 cm4: voldoet.
  - druk : | -1597| N < 69549 N: voldoet.
  - veerstijfheid : 180.7 N/mm < 1826.1 N/mm: voldoet.
  - plaatsvasth.or: 28.3 N/mm < 118.5 N/mm: voldoet.
Bouten eindplaten:
  - bovenste : 6327 N < 33926 N: voldoen.
  - onderste : 4269 N < 33926 N: voldoen.
Eindplaten (zonder onderlegringen)
  - pons boven : 4.7 kN < 80.2 kN: voldoet.
  - pons onder : 0.0 kN < 80.2 kN: voldoet.
  - buiging boven : 83.0 Nm < 1986.7 Nm: voldoet.
  - buiging onder : 0.0 Nm < 2682.9 Nm: voldoet.
Bouten nokplaten:
  - bovenste : 3672 N < 42408 N: voldoet.
  - onderste : 3655 N < 33926 N: voldoet.
Nokplaten (zonder onderlegringen)
  - pons boven : 0.4 kN < 96.2 kN: voldoet.
  - pons onder : 0.0 kN < 96.2 kN: voldoet.
  - buiging boven : 5.7 Nm < 685.0 Nm: voldoet.
  - buiging onder : 0.0 Nm < 685.0 Nm: voldoet.

Uitdijen van de kas: | 7.0| mm. Aanbevolen maximum: 2 * 30 = 60 mm.

3.4.11 B.C.11: d3) Dead Load + Services + Psi_Crop + Seismic

- Spanten in de middenvelden:

Stijfheid:						
- neerwaarts	: |	-9.7|	mm	<	21.5 mm:	voldoet.
Bovenrand:						
- uit het vlak	:	0.06		<=	1.00:	voldoet.
- in het vlak	:	0.06		<=	1.00:	voldoet.
- doorsnede	:	0.04		<=	1.00:	voldoet.
Onderrand:						
- uit het vlak	:	0.16		<=	0.95:	voldoet.
- in het vlak	:	0.10		<=	1.00:	voldoet.
- doorsnede	:	0.08		<=	1.00:	voldoet.
Drukdiagonalen:						
- druk	:	0.10		<=	1.00:	voldoet.
- trek	:	0.03		<=	1.00:	voldoet.
Trekdiagonalen:						
Verbinding diagonalen eindvelden:						
- Lassen	:	0.03		<=	1.00:	voldoen
- Aansluitingen	:	0.50		<=	1.00:	voldoen
Verbinding diagonalen middenvelden:						
- Lassen	:	0.00		<=	1.00:	voldoen
- Aansluitingen	:	0.50		<=	1.00:	voldoen
Gordingdiagonalen:						
- dekgording	:	87.43	cm4	>	9.14 cm4:	voldoet.
- druk	: |	-872|	N	<	69549 N:	voldoet.
- veerstijfheid	:	126.2	N/mm	<	1826.1 N/mm:	voldoet.
- plaatsvasth.or	:	16.5	N/mm	<	94.4 N/mm:	voldoet.
Bouten eindplaten:						
- bovenste	:	3896	N	<	33926 N:	voldoen.
- onderste	:	2425	N	<	33926 N:	voldoen.
Eindplaten (zonder onderlegringen)						
- pons boven	:	3.0	kN	<	80.2 kN:	voldoet.
- pons onder	:	0.0	kN	<	80.2 kN:	voldoet.
- buiging boven	:	52.8	Nm	<	1986.7 Nm:	voldoet.
- buiging onder	:	0.0	Nm	<	2682.9 Nm:	voldoet.
Bouten nokplaten:						
- bovenste	:	1598	N	<	33926 N:	voldoet.
- onderste	:	1598	N	<	33926 N:	voldoet.
Nokplaten (zonder onderlegringen)						
- pons boven	:	0.0	kN	<	96.2 kN:	voldoet.
- pons onder	:	0.0	kN	<	96.2 kN:	voldoet.
- buiging boven	:	0.0	Nm	<	367.8 Nm:	voldoet.
- buiging onder	:	0.0	Nm	<	685.0 Nm:	voldoet.

- 2e spant:
Stijfheid:
  - neerwaarts : | -9.8| mm < 21.5 mm: voldoet.
Bovenrand:
  - uit het vlak : 0.07 <= 1.00: voldoet.
  - in het vlak : 0.07 <= 1.00: voldoet.
  - doorsnede : 0.04 <= 1.00: voldoet.
Onderrand:
  - uit het vlak : 0.09 <= 0.95: voldoet.
  - in het vlak : 0.06 <= 1.00: voldoet.
  - doorsnede : 0.05 <= 1.00: voldoet.
Drukdiagonalen:
  - druk : 0.09 <= 1.00: voldoet.
  - trek : 0.03 <= 1.00: voldoet.
Trekdiagonalen:
Verbinding diagonalen eindvelden:
  - Lassen : 0.03 <= 1.00: voldoen
  - Aansluitingen : 0.50 <= 1.00: voldoen
Verbinding diagonalen middenvelden:
  - Lassen : 0.00 <= 1.00: voldoen
  - Aansluitingen : 0.50 <= 1.00: voldoen
Gordingdiagonalen:
  - dekgording : 87.43 cm4 > 9.14 cm4: voldoet.
  - druk : | -872| N < 69549 N: voldoet.
  - veerstijfheid : 126.2 N/mm < 1826.1 N/mm: voldoet.
  - plaatsvasth.or: 28.3 N/mm < 94.4 N/mm: voldoet.
Bouten eindplaten:
  - bovenste : 4192 N < 33926 N: voldoen.
  - onderste : 2578 N < 33926 N: voldoen.
Eindplaten (zonder onderlegringen)
  - pons boven : 3.3 kN < 80.2 kN: voldoet.
  - pons onder : 0.0 kN < 80.2 kN: voldoet.
  - buiging boven : 57.0 Nm < 1986.7 Nm: voldoet.
  - buiging onder : 0.0 Nm < 2682.9 Nm: voldoet.
Bouten nokplaten:
  - bovenste : 1681 N < 33926 N: voldoet.
  - onderste : 1681 N < 33926 N: voldoet.
Nokplaten (zonder onderlegringen)
  - pons boven : 0.0 kN < 96.2 kN: voldoet.
  - pons onder : 0.0 kN < 96.2 kN: voldoet.
  - buiging boven : 0.0 Nm < 685.0 Nm: voldoet.
  - buiging onder : 0.0 Nm < 685.0 Nm: voldoet.

- 1e spant:
Stijfheid:
  - neerwaarts : | -9.5| mm < 21.5 mm: voldoet.
Bovenrand:
  - uit het vlak : 0.09 <= 1.00: voldoet.
  - in het vlak : 0.08 <= 1.00: voldoet.
  - doorsnede : 0.05 <= 1.00: voldoet.
Onderrand:
  - uit het vlak : 0.09 <= 0.95: voldoet.
  - in het vlak : 0.05 <= 1.00: voldoet.
  - doorsnede : 0.04 <= 1.00: voldoet.
Drukdiagonalen:
  - druk : 0.10 <= 1.00: voldoet.
  - trek : 0.03 <= 1.00: voldoet.
Trekdiagonalen:
Verbinding diagonalen eindvelden:
  - Lassen : 0.03 <= 1.00: voldoen
  - Aansluitingen : 0.50 <= 1.00: voldoen
Verbinding diagonalen middenvelden:
  - Lassen : 0.00 <= 1.00: voldoen
  - Aansluitingen : 0.50 <= 1.00: voldoen
Gordingdiagonalen:
  - dekgording : 87.43 cm4 > 9.14 cm4: voldoet.
  - druk : | -872| N < 69549 N: voldoet.
  - veerstijfheid : 126.2 N/mm < 1826.1 N/mm: voldoet.
  - plaatsvasth.or: 28.3 N/mm < 94.4 N/mm: voldoet.
Bouten eindplaten:
  - bovenste : 3872 N < 33926 N: voldoen.
  - onderste : 2625 N < 33926 N: voldoen.
Eindplaten (zonder onderlegringen)
  - pons boven : 2.8 kN < 80.2 kN: voldoet.
  - pons onder : 0.0 kN < 80.2 kN: voldoet.
  - buiging boven : 50.5 Nm < 1986.7 Nm: voldoet.
  - buiging onder : 0.0 Nm < 2682.9 Nm: voldoet.
Bouten nokplaten:
  - bovenste : 2268 N < 42408 N: voldoet.
  - onderste : 2249 N < 33926 N: voldoet.
Nokplaten (zonder onderlegringen)
  - pons boven : 0.3 kN < 96.2 kN: voldoet.
  - pons onder : 0.0 kN < 96.2 kN: voldoet.
  - buiging boven : 4.4 Nm < 685.0 Nm: voldoet.
  - buiging onder : 0.0 Nm < 685.0 Nm: voldoet.

Uitdijen van de kas: | 4.2| mm. Aanbevolen maximum: 2 * 30 = 60 mm.

3.5 PROFIEL-EIGENSCHAPPEN

In dit deel worden alle profiel-eigenschappen weergegeven en uitgerekend,
die onafhankelijk zijn van de belastingen en de belastingcombinaties.

3.5.1 Eigenschappen van het 1e spant:

3.5.1.1 Eigenschappen van de bovenrand (RHBK50*30*2.0 mm S275 (EN1021) (index "br"):

- Oppervlakte : Abr = 300.6 mm²
- Traagheidsmoment y-as: Iy.br = 99543.9 mm4
- Weerstandsmoment y-as: Wy.br = 3981.8 mm3
- Traagheidsstraal y-as: iy.br = 18.2 mm
- Traagheidsmoment z-as: Iz.br = 44406.7 mm4
- Weerstandsmoment z-as: Wz.br = 2960.4 mm3
- Traagheidsstraal z-as: iz.br = 12.2 mm
- Neutrale lijn z-as : ez.br = 15.0 mm
- Versch.neutr.lijn y : eNy = 0.0 mm
  z : eNz = 0.0 mm
- Lengte : Lbr = 0.000 m
- Gewicht : Gbr = 12.711 kg
- Rekenwaarde vloeigrens fy.br = 275.0 N/mm²
- Elasticiteitsmodulus Ebr = 210000 N/mm²
- Afschuivingsmodulus Gbr = 80769 N/mm²
- Weerstandsmom.pl.y-as Wpy.br = 3982 (Wply.br = 4910) mm3
- Weerstandsmom.pl.z-as Wpz.br = 2960 (Wplz.br = 3424) mm3
- Torsietraagheidsmoment It.br = 92298 mm4
- Rekenwaarde van de sterkte:
  - Normaalkracht Nc.Rd.br = 99319 N
    NRk.br = 99319 N
  - Moment plastisch My.c.Rd.br = 1316 Nm Mz.c.Rd.br = 978 Nm
    elastisch My.Rk.br = 1316 Nm Mz.Rk.br = 978 Nm
- Imperfectie factor volgens EC3, table 6.2 alfay = 0.49 alfaz = 0.49
- De ingevoerde staalsoort S275 (EN10219) is vastgesteld voor het basismateriaal van het kokerprofiel.
  Na het koudvervormen is er sprake van een verhoging van de vloeigrens. Deze verhoogde vloeigrens
  is als volgt berekend met de rekenformule uit NEN6770 (zie 12.1.1.4 Tabel 23, noot 2) en EN 1993-1-1:
  - Materiaalkwaliteit : S275 (EN10219) (fy = 275.0 N/mm², ft = 430.0 N/mm²)
    fy-eq = fy+(7*nhoekbr*tbr/Lbr)*(ft-fy) < (fy+ft)/2: fy-eq = 330.4 N/mm²
  - Ontwikkelde lengte : Lbr = 156.6 mm
  - Omgez. hoeken : nhoek = 4
  - Op druk belast : fy-dbr = fy-eq = 330.4 N/mm²
  - Op trek belast : fy-tbr = fy-eq = 330.4 N/mm²
  - In de z-richting:
    - Stel: Kniklengte lkzbr = lbr = 898 mm (ongesteunde kiplengte)
    - Slankheid : lambda-zbr = 898 /12.2 = 74
    - Chizbr = min(0.630 , 1.0) = 0.630

3.5.1.2 Eigenschappen van de onderrand (RHBK50*30*3.0 mm S275 (EN1021) (index "or"):
- Oppervlakte : Aor = 428.5 mm²
- Traagheidsmoment y-as: Iy.or = 133260.2 mm4
- Weerstandsmoment y-as: Wy.or = 5330.4 mm3
- Traagheidsstraal y-as: iy.or = 17.6 mm
- Traagheidsmoment z-as: Iz.or = 58900.2 mm4
- Weerstandsmoment z-as: Wz.or = 3926.7 mm3
- Traagheidsstraal z-as: iz.or = 11.7 mm
- Neutrale lijn z-as : ez.or = 15.0 mm
- Versch.neutr.lijn y : eNy = 0.0 mm
  z : eNz = 0.0 mm
- Lengte : Lor = 0.000 m
- Gewicht : Gor = 18.123 kg
- Rekenwaarde vloeigrens fy.or = 275.0 N/mm²
- Elasticiteitsmodulus Eor = 210000 N/mm²
- Afschuivingsmodulus Gor = 80769 N/mm²
- Weerstandsmom.pl.y-as Wpy.or = 5330 (Wply.or = 6762) mm3
- Weerstandsmom.pl.z-as Wpz.or = 3927 (Wplz.or = 4696) mm3
- Torsietraagheidsmoment It.or = 126905 mm4
- Rekenwaarde van de sterkte:
  - Normaalkracht Nc.Rd.or = 151063 N
    NRk.or = 151063 N
  - Moment plastisch My.c.Rd.or = 1879 Nm Mz.c.Rd.or = 1384 Nm
    elastisch My.Rk.or = 1879 Nm Mz.Rk.or = 1384 Nm
- Imperfectie factor volgens EC3, table 6.2 alfay = 0.49 alfaz = 0.49
- De ingevoerde staalsoort S275 (EN10219) is vastgesteld voor het basismateriaal van het kokerprofiel.
  Na het koudvervormen is er sprake van een verhoging van de vloeigrens. Deze verhoogde vloeigrens
  is als volgt berekend met de rekenformule uit NEN6770 (zie 12.1.1.4 Tabel 23, noot 2) en EN 1993-1-1:
  - Materiaalkwaliteit : S275 (EN10219) (fy = 275.0 N/mm², ft = 430.0 N/mm²)
    fy-eq = fy+(7*nhoekor*tor/Lor)*(ft-fy) < (fy+ft)/2: fy-eq = 352.5 N/mm²
  - Ontwikkelde lengte : Lor = 152.3 mm
  - Omgez. hoeken : nhoek = 4
  - Op druk belast : fy-dor = fy-eq = 352.5 N/mm²
  - Op trek belast : fy-tor = fy-eq = 352.5 N/mm²
  - In de z-richting:
    - Stel: Kniklengte lkzor = lor = 718 mm (ongesteunde kiplengte)
    - Slankheid : lambda-zor = 718 /11.7 = 61
    - Chizor = min(0.721 , 1.0) = 0.721

3.5.1.3 Eigenschappen van de diagonalen (index "d"):
- Hoek met de randen : adiag = atan(ht,diag / (lveld/2 - 2*20)) =
  = atan(330 / (898/2 - 2*20)) = 38.9 graden
- Systeem-lengte : ldiag = ((lveld/2 - 2*20)² + ht,diag²)1/2 =
  = ((898/2 - 2*20)² + (330)²)1/2 = 525 mm
- Reductie-factor kniklengte = 0.85, Omgezet 2-zijdige las
- Kniklengte diagonalen: lkzd = 0.85 * 525 = 447 mm (uit het vlak)
- Aansluitfactor treksterkte = 1.00, Omgezet 2-zijdige las

3.5.1.4 Diagonalen in de eindvelden (RD14.0 mm S235 (EN1021) (index "de"):
- Oppervlakte : Ade = 153.9 mm²
- Traagheidsmoment y-as: Iy.de = 1885.7 mm4
- Weerstandsmoment y-as: Wy.de = 269.4 mm3
- Traagheidsstraal y-as: iy.de = 3.5 mm
- Traagheidsmoment z-as: Iz.de = 1885.7 mm4
- Weerstandsmoment z-as: Wz.de = 269.4 mm3
- Traagheidsstraal z-as: iz.de = 3.5 mm
- Neutrale lijn z-as : ez.de = 7.0 mm
- Versch.neutr.lijn y : eNy = 0.0 mm
  z : eNz = 0.0 mm
- Lengte : Lde = 0.000 m
- Gewicht : Gde = 7.620 kg
- Rekenwaarde vloeigrens fy.de = 235.0 N/mm²
- Elasticiteitsmodulus Ede = 210000 N/mm²
- Afschuivingsmodulus Gde = 80769 N/mm²
- Weerstandsmom.pl.y-as Wpy.de = 269 (Wply.de = 269) mm3
- Weerstandsmom.pl.z-as Wpz.de = 269 (Wplz.de = 269) mm3
- Torsietraagheidsmoment It.de = 3771 mm4
- Rekenwaarde van de sterkte:
  - Normaalkracht Nc.Rd.de = 36175 N
    NRk.de = 36175 N
  - Moment plastisch My.c.Rd.de = 63 Nm Mz.c.Rd.de = 63 Nm
    elastisch My.Rk.de = 63 Nm Mz.Rk.de = 63 Nm
- Imperfectie factor volgens EC3, table 6.2 alfay = 0.49 alfaz = 0.49
- Vloeigrens:
  - Materiaalkwaliteit : S235 (EN10219) (fy = 235.0 N/mm², ft = 360.0 N/mm²)
  - Op druk belast : fy-dde = fy = 235.0 N/mm²
  - Op trek belast : fy-tde = fy = 235.0 N/mm²
- Slankheid z-as : lambda-zde = 447 / 3.50 = 127.6
- Omega-de = 2.74 (art. 7.4 van RKP 1990 met alfa = 0.49)
- Drukcapaciteit : $Fddiagd = \frac{Ade * sigmae\text{-}dde}{omega\text{-}de} = \frac{153.9 * 235.0}{2.74} = 13200$ N
- Trek : - Ftaansluiting = 1.00 * Ade * sigmau / yM =
  = 1.00 * 153.9 * 360.0 / 1.25 = 44334 N
  - Ftdoorsnede = Ade * sigmae-tde =
  = 153.9 * 235.0 = 36175 N

  dus trekcapaciteit :
  - Fddiagt = min(44334 , 36175) = 36175 N

3.5.1.5 Aanvullende eigenschappen van de stabiliteit uit het vlak

Bepaling van de kritieke veerstijfheid ten behoeve van een plaatsvast punt
van de randen en de daarbij benodigde stijfheid van de aansluiting met de
gootverticaal.

Gegevens van de rand (uit het vlak):
- Oppervlakte : A = 428.5 mm²
- Traagheidsmoment y-as: Iy = 133260.2 mm4
- Traagheidsstraal y-as: iy = 17.6 mm
- Kniklengte (ghoh) : lk = (lbeen / aantal velden) / plaatsv. percentage
  = (5387 / (1 + 1)) / 1.00 = 2694 mm
- Slankheid : lambda-y = lk / iy = 2694 / 17.6 = 152.7
- Grensslankheid : lambda-e = pi * (2.1E5/353)0.5 = 76.7
- Relatieve slankheid : lambda-r = lambda-y / lambda-e = 1.992
- Omegabuc-y : 0.20 (alfa = 0.49)

Rekenwaarde voor de kritieke stijfheid volgens 12.1.4.2.1. van NEN6770 en conform EN 1993-1-1

nveld	Xsi	De factoren Xsi als functie van het aantal velden in tabelvorm gegeven
1	1.0000	
2	0.5000	
3	0.3330	
4	0.2930	
5	0.2760	
6	0.2680	
7	0.2630	
8	0.2605	Voor nveld = (1 + 1) * 1.00 geldt:

```
  |     9  |    0.2580 |  Xsi = 0.5000
  +--------------------+
```

Berekening van de kritieke stijfheid (plaatsvast punt):

- voor lambda-r kleiner dan of gelijk aan 0.41 geldt (Phi1 = 0.64):

$$kcr = \frac{A*sigmae}{ghoh*xsi} * \left(\frac{50}{3} * Phi1 - \frac{250}{9} * Phi1^2 * lambda\text{-}r^2\right) = -3867.8 \text{ N/mm}$$

- voor lambda-r tussen 0.41 en 0.74 geldt:

$$kcr = \frac{A*sigmae}{ghoh*xsi} * \frac{1}{lambda\text{-}r^2} * \left[1-\left(\frac{Omegabuc - 0.7}{0.3}\right)^2\right) = -51.0 \text{ N/mm}$$

- voor lambda-r groter of gelijk dan 0.74 geldt:

$$kcr = \frac{A*sigmae}{ghoh*xsi} * \frac{1}{lambda\text{-}r^2} = 28.3 \text{ N/mm}$$

Hieruit volgt de maatgevende kritieke veerstijfheid rand: kcr = 28.3 N/mm

Gegevens van de rand (uit het vlak):
- Oppervlakte : A = 300.6 mm²
- Traagheidsmoment y-as: Iy = 99543.9 mm4
- Traagheidsstraal y-as: iy = 18.2 mm
- Kniklengte (ghoh) : lk = (lbeen / aantal velden) / plaatsv. percentage
  = (5387 / (1 + 1)) / 1.00 = 2694 mm
- Slankheid : lambda-y = lk / iy = 2694 / 18.2 = 148.0
- Grensslankheid : lambda-e = pi * (2.1E5/330)0.5 = 79.2
- Relatieve slankheid : lambda-r = lambda-y / lambda-e = 1.869
- Omegabuc-y : 0.22 (alfa = 0.49)

Rekenwaarde voor de kritieke stijfheid volgens 12.1.4.2.1. van NEN6770 en conform EN 1993-1-1

nveld	Xsi	De factoren Xsi
1	1.0000	in tabelvorm gegeven
2	0.5000	
3	0.3330	
4	0.2930	
5	0.2760	
6	0.2680	
7	0.2630	
8	0.2605	Voor nveld = (1 + 1) * 1.00 geldt:
9	0.2580	Xsi = 0.5000

Berekening van de kritieke stijfheid (plaatsvast punt):

- voor lambda-r kleiner dan of gelijk aan 0.41 geldt (Phi1 = 0.64):

$$kcr = \frac{A*sigmae}{ghoh*xsi}\left(\frac{50}{3}*Phi1 - \frac{250}{9}*Phi1^2*lambda\text{-}r^2\right) = -2143.9\ N/mm$$

- voor lambda-r tussen 0.41 en 0.74 geldt:

$$kcr = \frac{A*sigmae}{ghoh*xsi}*\frac{1}{lambda\text{-}r^2}*\left[1-\left(\frac{Omegabuc - 0.7}{0.3}\right)^2\right) = -32.9\ N/mm$$

- voor lambda-r groter of gelijk dan 0.74 geldt:

$$kcr = \frac{A*sigmae}{ghoh*xsi}*\frac{2.5}{lambda\text{-}r^2} = 21.1\ N/mm$$

Hieruit volgt de maatgevende kritieke veerstijfheid rand: kcr = 21.1 N/mm

Gegevens Geometrie
- Bovenrand : RHBK50*30*2.0 (Staalsoort: S275 (EN1021)
  (sigmae = 275.0 N/mm², sigmau = 430.0 N/mm²)
- Onderrand : RHBK50*30*3.0 (Staalsoort: S275 (EN1021)
  (sigmae = 275.0 N/mm², sigmau = 430.0 N/mm²)
- Diagonalen eindvelden : RD14.0 (Staalsoort: S235 (EN1021)
  (sigmae = 235.0 N/mm², sigmau = 360.0 N/mm²)
- Diagonalen middenvelden : RD14.0 (Staalsoort: S235 (EN1021)
  (sigmae = 235.0 N/mm², sigmau = 360.0 N/mm²)
- Aantal diagonalen per veld: 6 (12 diagonalen per spantbeen)
- Diagonaal-aansluitingen : Omgezet 2-zijdige las
- Hoek met de randen : adiag = atan(ht,diag / (lveld/2 - 2*20)) =
  = atan(330 / (898/2 - 2*20)) = 38.9 graden
- Systeem-lengte : ldiag = ((lveld/2 - 2*20)² + ht,diag²)1/2 =
  = ((898/2 - 2*20)² + (330)²)1/2 = 525 mm

Eindvelden		Middenvelden	
Keeldoorsnede =	5.0 mm	Keeldoorsnede =	5.0 mm
Exc. plaatsing =	0 mm	Exc. plaatsing =	0 mm
Lengte omzetting =	30 mm	Lengte omzetting =	30 mm
Nlas = 2	mm	Nlas = 2	mm
alas =	5.00 mm	alas =	5.00 mm
Modelfact. =	1.25	Modelfact. =	1.25
Bdia =	14.00 mm	Bdia =	14.00 mm
Hdia =	14.00 mm	Hdia =	14.00 mm
Tdia =	7.00 mm	Tdia =	7.00 mm
Bdia.nett =	14.00 mm	Bdia.nett =	14.00 mm
Hdia.nett =	30.00 mm	Hdia.nett =	30.00 mm
rdia =	7.00 mm	rdia =	7.00 mm
et =	6.33 mm	et =	6.33 mm
Ucv.dia.a =	0.04	Ucv.dia.a =	0.04
Ucv.dia.b =	0.50	Ucv.dia.b =	0.50
Ucv.dia.h =	0.50	Ucv.dia.h =	0.50

NEN-EN 1993-1-8, Tabel 7.8. Geldigheidsgebied voor gelaste verbindingen:
Geometrietoets randen
---------- Toelichting: Deze geometrietoets wordt niet meegewogen in de eindtoets.
UCv.rand.b = 0.71 Met resultaten van proeven en praktijkervaring is aangetoond
UCv.rand.o = 0.48 dat deze grenzen voor tralieliggers van kassen te streng zijn.

Aansluitingen

	Eindvelden		Middenvelden	
	bovenrand	onderrand	bovenrand	onderrand
Brand.nett	46.00 mm	44.00 mm	46.00 mm	44.00 mm
Bl.dia	14.00 mm	14.00 mm	14.00 mm	14.00 mm
Hl.dia	30.00 mm	30.00 mm	30.00 mm	30.00 mm
sigmau.las	360.00 N/mm²	360.00 N/mm²	360.00 N/mm²	360.00 N/mm²
sigma.wud	207.85 N/mm²	207.85 N/mm²	207.85 N/mm²	207.85 N/mm²
sigmat.las	288.00 N/mm²	288.00 N/mm²	288.00 N/mm²	288.00 N/mm²
Lasfactor	0.80	0.80	0.80	0.80
Beta_v	0.59	0.61	0.59	0.61
g	10.00 mm	10.00 mm	10.00 mm	10.00 mm
Av	137.07 mm²	217.72 mm²	137.07 mm²	217.72 mm²
gamma	11.50	7.33	11.50	7.33
Beff.t	2.04 mm	4.79 mm	2.04 mm	4.79 mm
Beff.p	6.09 mm	9.55 mm	6.09 mm	9.55 mm
Lef.dia	30.00 mm	30.00 mm	30.00 mm	30.00 mm
Llas	60.00 mm	60.00 mm	60.00 mm	60.00 mm
N1.dia	41520 N	74601 N	41520 N	74601 N
N2.dia	27216 N	43231 N	27216 N	43231 N
N3.dia	95071 N	100518 N	95071 N	100518 N
N4.dia	45919 N	70939 N	45919 N	70939 N
Ucv.afm	0.00	0.00	0.00	0.00
Ucv.dia.b	0.48	0.46	0.48	0.46
Ucv.dia.h	0.38	0.40	0.38	0.40
Ucv.B1	0.00	0.00	0.00	0.00
Ucv.max	0.48	0.46	0.48	0.46
Ucv.max	0.50		0.50	
Ucv.max	0.50			

3.5.1.6 Eigenschappen van de bouten in de spant-kolom-aansluiting:
Bij de onderrand 2 x M10-8.8 (index "bto"):
- Spanningsdoorsnede per bout : Asbto = 58.9 mm²
- Rekenwaarde vloeigrens : min (sigmae, 0.72 * sigmau)
- Ideële boutcapaciteit : Fi,capbto = 33926 N

Bij de bovenrand 1 x M10-8.8 (index "btb"):
- Spanningsdoorsnede per bout : Asbtb = 58.9 mm²
- Rekenwaarde vloeigrens : min (sigmae, 0.72 * sigmau)
- Ideële boutcapaciteit : Fi,capbtb = 33926 N

Momentenarm bij positief moment (+ = trek onderrand):
(bovenste bout onder bovenrand, dus drukpunt t.p.v. hartlijn bovenrand)
- Arm bout 1: h1 = hspant - ezbr + e1 = 438 - 15.0 + 50 = 473 mm
- Arm bout 2: h2 = hspant - ezbr - bor - e2 = 438 - 15.0 - 30 - 25 = 368 mm
- Arm bout 3: h3 = bbr - ezbr + e3 = 30 - 15.0 + 25 = 40 mm
- Arm bout 4: h4 = 0 (niet aanwezig)

Maximum hefboomsarm : hmax = 473 mm
Momenten-arm = hobout = (h1² + h2² + h3² + h4²)/hmax = 762 mm

Momentenarm bij negatief moment (- = trek bovenrand):
(onderste bout onder onderrand, dus drukpunt t.p.v. hartlijn onderste bout)
- Arm bout 1: h1 = 0 (drukpunt)
- Arm bout 2: h2 = e1 + bor + e2 = 50 + 30 + 25 = 105 mm
- Arm bout 3: h3 = e1 + hspant - bbr - e3 = 50 + 438 - 30 - 25 = 433 mm
- Arm bout 4: h4 = 0 (niet aanwezig)

Maximum hefboomsarm : hmax = 433 mm
Momenten-arm = hbbout = (h1² + h2² + h3² + h4²)/hmax = 458 mm

3.5.1.7 Eigenschappen van de eindplaat (ST50*10.0 mm S235 (EN1021) (index "ep"):
- Schuifspanning : sigma-s= 0.58 * sigmae = 0.58 * 235 = 136 N/mm²

Bij de onderrand:
Ivm aanwezigheid van schotjes is een vervangend weerstandsmoment berekend:
- Wanddikte schotje : ts = 8 mm
- Flens/profielbreedte: Hs = 68.14 mm, bij schotje(s) ter plaatse van de bout
- Slankheid : lambda = 1.052 * Hs/ts * (sigma-e / (E*ksigma))^0.5 =
  = 1.052*68.14 /8 * (235 /(2.1E5*0.43))^0.5 = 0.46
- Plooifactor : rhos = (1 - 0.22/lambda) / lambda < 1.0
  (1 - 0.22/0.46) / 0.46 , dus rhos = 1.00
- Eff.profielbreedte : Hs,eff = rhos * Hs = 1.00 * 68.14 = 68.14 mm
- Wx - elastisch : Wel = 11416.62 mm3, met schotjes
- Wx - plastisch : Wpl = 1250.00 mm3, zonder schotje(s)
- Wpep - reken : Wpep = max(Wel,Wpl) = max(11416.6, 1250.00) = 11416.62 mm3
- Moment-capaciteit : Mp,cap = Wp * sigmae = 11417 * 235 = 2683 E3 Nmm
- Diameter boutkop : e = 18.72 mm
- Capaciteit op pons : Fp,cap = pi*D*t*sigma-s = pi*18.72*10.0*136 = 80 kN

Bij de bovenrand:
Ivm aanwezigheid van schotjes is een vervangend weerstandsmoment berekend:
- Wanddikte schotje : ts = 5 mm
- Flens/profielbreedte: Hs = 93.14 mm, bij schotje(s) ter plaatse van de bout
- Slankheid : lambda = 1.052 * Hs/ts * (sigma-e / (E*ksigma))^0.5 =
  = 1.052*93.14 /5 * (235 /(2.1E5*0.43))^0.5 = 1.00
- Plooifactor : rhos = (1 - 0.22/lambda) / lambda < 1.0
  (1 - 0.22/1.00) / 1.00 , dus rhos = 0.78
- Eff.profielbreedte : Hs,eff = rhos * Hs = 0.78 * 93.14 = 72.66 mm
- Wx - elastisch : Wel = 8454.14 mm3, met schotjes
- Wx - plastisch : Wpl = 1250.00 mm3, zonder schotje(s)
- Wpep - reken : Wpep = max(Wel,Wpl) = max(8454.14, 1250.00) = 8454.14 mm3
- Moment-capaciteit : Mp,cap = Wp * sigmae = 8454 * 235 = 1987 E3 Nmm
- Diameter boutkop : e = 18.72 mm
- Capaciteit op pons : Fp,cap = pi*D*t*sigma-s = pi*18.72*10.0*136 = 80 kN

3.5.1.8 Eigenschappen van de bouten in de spantkoppeling:
Bij de onderrand 2 x M10-8.8 (index "bto"):
- Spanningsdoorsnede per bout : Asbto = 58.9 mm²
- Rekenwaarde vloeigrens : min (sigmae, 0.72 * sigmau)
- Ideële boutcapaciteit : Fi,capbto = 33926 N

Bij de bovenrand 1 x M10-8.8 (index "btb"):
- Spanningsdoorsnede per bout : Asbtb = 58.9 mm²
- Rekenwaarde vloeigrens : min (sigmae, 0.72 * sigmau)
- Ideële boutcapaciteit : Fi,capbtb = 33926 N

Momentenarm bij positief moment (+ = trek onderrand):
(bovenste bout onder bovenrand, dus drukpunt t.p.v. hartlijn bovenrand)
- Arm bout 1: h1 = 0 (niet aanwezig)
- Arm bout 2: h2 = hspant - ezbr - bor - e2 = 438 - 15.0 - 30 - 25 = 368 mm
- Arm bout 3: h3 = bbr - ezbr + e3 = 30 - 15.0 + 25 = 40 mm
- Arm bout 4: h4 = 0 (niet aanwezig)

Maximum hefboomsarm : hmax = 368 mm
Momenten-arm = hobout = (h1² + h2² + h3² + h4²)/hmax = 372 mm

```
  Momentenarm bij negatief moment (- = trek bovenrand):
  (onderste bout boven onderrand, dus drukpunt t.p.v. hartlijn onderrand)
  - Arm bout 1: h1 = 0 (niet aanwezig)
  - Arm bout 2: h2 = bor - ezor + e2          =  30 - 15.0 + 25       =  40 mm
  - Arm bout 3: h3 = hspant - ezor - bbr - e3 = 438 - 15.0 -  30 - 25 = 368 mm
  - Arm bout 4: h4 = 0 (niet aanwezig)
  Maximum hefboomsarm : hmax = 368  mm
  Momenten-arm = hbbout = (h1² + h2² + h3² + h4²)/hmax = 372  mm

3.5.1.9 Eigenschappen van de Nokplaat (ST50*12.0 mm S235 (EN1021) (index "kp"):
- Schuifspanning        : sigma-s= 0.58 * sigmae = 0.58 * 235  = 136  N/mm²
Bij de onderrand:
    Ivm aanwezigheid van schotjes is een vervangend weerstandsmoment berekend:
  - Wanddikte schotje   : ts = 5    mm
  - Flens/profielbreedte: Hs = 36.57   mm, bij schotje(s) ter plaatse van de bout
  - Slankheid           : lambda = 1.052 * Hs/ts * (sigma-e / (E*ksigma))^0.5 =
                          = 1.052*36.57  /5    * (235 /(2.1E5*0.43))^0.5 = 0.39
  - Plooifactor         : rhos = (1 - 0.22/lambda) / lambda < 1.0
                          (1 - 0.22/0.39   ) / 0.39   , dus rhos = 1.00
  - Eff.profielbreedte  : Hs,eff = rhos * Hs = 1.00 * 36.57   = 36.57   mm
  - Wx - elastisch      : Wel = 2914.78  mm3, met schotjes
  - Wx - plastisch      : Wpl = 1800.00  mm3, zonder schotje(s)
  - Wpep - reken        : Wpep = max(Wel,Wpl) = max(2914.78, 1800.00) = 2914.78  mm3
  - Moment-capaciteit   : Mp,cap = Wp * sigmae = 2915   * 235  = 685  E3 Nmm
  - Diameter boutkop    : e = 18.72 mm
  - Capaciteit op pons  : Fp,cap = pi*D*t*sigma-s = pi*18.72*12.0*136  = 96     kN
Bij de bovenrand:
    Ivm aanwezigheid van schotjes is een vervangend weerstandsmoment berekend:
  - Wanddikte schotje   : ts = 5    mm
  - Flens/profielbreedte: Hs = 36.57   mm, bij schotje(s) ter plaatse van de bout
  - Slankheid           : lambda = 1.052 * Hs/ts * (sigma-e / (E*ksigma))^0.5 =
                          = 1.052*36.57  /5    * (235 /(2.1E5*0.43))^0.5 = 0.39
  - Plooifactor         : rhos = (1 - 0.22/lambda) / lambda < 1.0
                          (1 - 0.22/0.39   ) / 0.39   , dus rhos = 1.00
  - Eff.profielbreedte  : Hs,eff = rhos * Hs = 1.00 * 36.57   = 36.57   mm
  - Wx - elastisch      : Wel = 2914.78  mm3, met schotjes
  - Wx - plastisch      : Wpl = 1800.00  mm3, zonder schotje(s)
  - Wpep - reken        : Wpep = max(Wel,Wpl) = max(2914.78, 1800.00) = 2914.78  mm3
  - Moment-capaciteit   : Mp,cap = Wp * sigmae = 2915   * 235  = 685  E3 Nmm
  - Diameter boutkop    : e = 18.72 mm
  - Capaciteit op pons  : Fp,cap = pi*D*t*sigma-s = pi*18.72*12.0*136  = 96     kN
```

3.5.1.10 Eigenschappen van de zijgevelspantkolom (RHBK100*50*4.0 mm S235 (EN10219))
- Oppervlakte : A = 1095 mm²
- Traagheidsmoment y-as : Iy = 134.4E4 mm4
- Weerstandsmoment y-as : Wy = 26875 mm3
- Traagheidsstraal y-as : iy = 35.0 mm
- Traagheidsmoment z-as : Iz = 45.2E4 mm4
- Traagheidsstraal z-as : iz = 20.3 mm
- Rekenwaarden voor de vloeigrens volgens art. 6.2.5 van RKP 1990:
  - Materiaalkwaliteit : S235 (EN1021 (sigmae = 235.0 N/mm², sigmau = 360.0 N/mm²)
  - Ontwikkelde lengte : L = 286.3 mm
  - Omgez. hoeken : nhoek = 4
  - Op druk belast : sigmae-d = sigmae-eq = 283.9 N/mm²

3.5.1.11 Eigenschappen van het 1e spant:
- Effectieve kolomhoogte: ph,eff = h - vspant - hspant/2 =
  = 4000 - 80 - 438/2 = 3701 mm
- Spanthoogte, netto : ht,net = 330 mm (tussen onder- en bovenrand)
- Idem, effectief : ht,eff = hspant-ezbr-ezor = (hart op hart afstand)
  = 438 - 15.0 - 15.0 = 360 mm
- Idem, "diagonaal" : ht,diag = 330 mm ("hoogte van de diagonalen")
- Lengte spantbeen : lbeen = 0.5 * bkap / cos(dekhelling)
  = 0.5 * 9600 / cos(27.0) = 5387 mm
- Diagonalen per been : nDiag = Diagonalen per veld * aantal gordingen + 1
  = 6 * (1 + 1) = 12
- Veldlengte randen : lveld = 2 * lbeen / nDiag = 5387 / 12 = 898 mm
- Neutrale lijn z-as : eztl = Aor*ht,eff / (Aor + Abr) = 428.5 * 360 / (428.5 + 300.6) = 211.6 mm
  (t.o.v. neutrale lijn van de bovenrand)
- Traagheidsmoment y-as : Ispant = Abr*eztl² + Aor*(ht,eff-eztl)² =
  = 300.6 * 211.6² + 428.5 * (360.0 - 211.6)² =
  = 2289.5 E4 mm4
- Eigen gewicht spantbeen van het 1e spant:
  - Gewicht bovenrand : Gbr = 5.39 m * 2.36 kg/m = 12.7 kg
  - Gewicht onderrand : Gor = 5.39 m * 3.36 kg/m = 18.1 kg
  - Gewicht diag.eindvelden : Gde = 2 * 6 * 0.525 m * 1.21 kg/m = 7.6 kg
  - Gewicht gordingverticalen : Ggv = 1 * 0.330 m * 3.93 kg/m = 1.3 kg
  - Gewicht eindplaten : Gep = 0.390/cos(27.0)* 3.93 kg/m = 3.1 kg
  - Gewicht nokplaten : Gnp = 0.390/cos(27.0)* 4.71 kg/m = 2.1 kg
    ---------- +
    Totaal: Gspant = 44.9 kg
  - In Newton: Fspantbeen = 449 N en Qspantbeen = 83.3 N/m

3.5.2 Eigenschappen van het 2e spant:

3.5.2.1 Eigenschappen van de bovenrand (RHBK50*30*2.0 mm S235 (EN1021) (index "br"):
- Oppervlakte : Abr = 300.6 mm²
- Traagheidsmoment y-as: Iy.br = 99543.9 mm4
- Weerstandsmoment y-as: Wy.br = 3981.8 mm3
- Traagheidsstraal y-as: iy.br = 18.2 mm
- Traagheidsmoment z-as: Iz.br = 44406.7 mm4
- Weerstandsmoment z-as: Wz.br = 2960.4 mm3
- Traagheidsstraal z-as: iz.br = 12.2 mm
- Neutrale lijn z-as : ez.br = 15.0 mm
- Versch.neutr.lijn y : eNy = 0.0 mm
  z : eNz = 0.0 mm
- Lengte : Lbr = 0.000 m
- Gewicht : Gbr = 12.711 kg
- Rekenwaarde vloeigrens fy.br = 235.0 N/mm²
- Elasticiteitsmodulus Ebr = 210000 N/mm²
- Afschuivingsmodulus Gbr = 80769 N/mm²
- Weerstandsmom.pl.y-as Wpy.br = 3982 (Wply.br = 4910) mm3
- Weerstandsmom.pl.z-as Wpz.br = 2960 (Wplz.br = 3424) mm3
- Torsietraagheidsmoment It.br = 92298 mm4
- Rekenwaarde van de sterkte:
  - Normaalkracht Nc.Rd.br = 84071 N
    NRk.br = 84071 N
  - Moment plastisch My.c.Rd.br = 1114 Nm Mz.c.Rd.br = 828 Nm
    elastisch My.Rk.br = 1114 Nm Mz.Rk.br = 828 Nm
- Imperfectie factor volgens EC3, table 6.2 alfay = 0.49 alfaz = 0.49
- De ingevoerde staalsoort S235 (EN10219) is vastgesteld voor het basismateriaal van het kokerprofiel.
  Na het koudvervormen is er sprake van een verhoging van de vloeigrens. Deze verhoogde vloeigrens
  is als volgt berekend met de rekenformule uit NEN6770 (zie 12.1.1.4 Tabel 23, noot 2) en EN 1993-1-1:
  - Materiaalkwaliteit : S235 (EN10219) (fy = 235.0 N/mm², ft = 360.0 N/mm²)
    fy-eq = fy+(7*nhoekbr*tbr/Lbr)*(ft-fy) < (fy+ft)/2: fy-eq = 279.7 N/mm²
  - Ontwikkelde lengte : Lbr = 156.6 mm
  - Omgez. hoeken : nhoek = 4
  - Op druk belast : fy-dbr = fy-eq = 279.7 N/mm²
  - Op trek belast : fy-tbr = fy-eq = 279.7 N/mm²
  - In de z-richting:
    - Stel: Kniklengte lkzbr = lbr = 898 mm (ongesteunde kiplengte)
    - Slankheid : lambda-zbr = 898 /12.2 = 74
    - Chizbr = min(0.671 , 1.0) = 0.671

3.5.2.2 Eigenschappen van de onderrand (RHBK50*30*3.0 mm S235 (EN1021) (index "or"):
- Oppervlakte : Aor = 428.5 mm²
- Traagheidsmoment y-as: Iy.or = 133260.2 mm4
- Weerstandsmoment y-as: Wy.or = 5330.4 mm3
- Traagheidsstraal y-as: iy.or = 17.6 mm
- Traagheidsmoment z-as: Iz.or = 58900.2 mm4
- Weerstandsmoment z-as: Wz.or = 3926.7 mm3
- Traagheidsstraal z-as: iz.or = 11.7 mm
- Neutrale lijn z-as : ez.or = 15.0 mm
- Versch.neutr.lijn y : eNy = 0.0 mm
  z : eNz = 0.0 mm
- Lengte : Lor = 0.000 m
- Gewicht : Gor = 18.123 kg
- Rekenwaarde vloeigrens fy.or = 235.0 N/mm²
- Elasticiteitsmodulus Eor = 210000 N/mm²
- Afschuivingsmodulus Gor = 80769 N/mm²
- Weerstandsmom.pl.y-as Wpy.or = 5330 (Wply.or = 6762) mm3
- Weerstandsmom.pl.z-as Wpz.or = 3927 (Wplz.or = 4696) mm3
- Torsietraagheidsmoment It.or = 126905 mm4
- Rekenwaarde van de sterkte:
  - Normaalkracht Nc.Rd.or = 127493 N
    NRk.or = 127493 N
  - Moment plastisch My.c.Rd.or = 1586 Nm Mz.c.Rd.or = 1168 Nm
    elastisch My.Rk.or = 1586 Nm Mz.Rk.or = 1168 Nm
- Imperfectie factor volgens EC3, table 6.2 alfay = 0.49 alfaz = 0.49
- De ingevoerde staalsoort S235 (EN10219) is vastgesteld voor het basismateriaal van het kokerprofiel.
  Na het koudvervormen is er sprake van een verhoging van de vloeigrens. Deze verhoogde vloeigrens
  is als volgt berekend met de rekenformule uit NEN6770 (zie 12.1.1.4 Tabel 23, noot 2) en EN 1993-1-1:
  - Materiaalkwaliteit : S235 (EN10219) (fy = 235.0 N/mm², ft = 360.0 N/mm²)
    fy-eq = fy+(7*nhoekor*tor/Lor)*(ft-fy) < (fy+ft)/2: fy-eq = 297.5 N/mm²
  - Ontwikkelde lengte : Lor = 152.3 mm
  - Omgez. hoeken : nhoek = 4
  - Op druk belast : fy-dor = fy-eq = 297.5 N/mm²
  - Op trek belast : fy-tor = fy-eq = 297.5 N/mm²
  - In de z-richting:
    - Stel: Kniklengte lkzor = lor = 718 mm (ongesteunde kiplengte)
    - Slankheid : lambda-zor = 718 /11.7 = 61
    - Chizor = min(0.754 , 1.0) = 0.754

3.5.2.3 Eigenschappen van de diagonalen (index "d"):
- Hoek met de randen : adiag = atan(ht,diag / (lveld/2 - 2*20)) =
  = atan(330 / (898/2 - 2*20)) = 38.9 graden
- Systeem-lengte : ldiag = ((lveld/2 - 2*20)² + ht,diag²)1/2 =
  = ((898/2 - 2*20)² + (330)²)1/2 = 525 mm
- Reductie-factor kniklengte = 0.85, Omgezet 2-zijdige las
- Kniklengte diagonalen: lkzd = 0.85 * 525 = 447 mm (uit het vlak)
- Aansluitfactor treksterkte = 1.00, Omgezet 2-zijdige las

3.5.2.4 Diagonalen in de eindvelden (RD15.0 mm S235 (EN1021) (index "de"):
- Oppervlakte : Ade = 176.7 mm²
- Traagheidsmoment y-as: Iy.de = 2485.0 mm4
- Weerstandsmoment y-as: Wy.de = 331.3 mm3
- Traagheidsstraal y-as: iy.de = 3.8 mm
- Traagheidsmoment z-as: Iz.de = 2485.0 mm4
- Weerstandsmoment z-as: Wz.de = 331.3 mm3
- Traagheidsstraal z-as: iz.de = 3.8 mm
- Neutrale lijn z-as : ez.de = 7.5 mm
- Versch.neutr.lijn y : eNy = 0.0 mm
  z : eNz = 0.0 mm
- Lengte : Lde = 0.000 m
- Gewicht : Gde = 8.747 kg
- Rekenwaarde vloeigrens fy.de = 235.0 N/mm²
- Elasticiteitsmodulus Ede = 210000 N/mm²
- Afschuivingsmodulus Gde = 80769 N/mm²
- Weerstandsmom.pl.y-as Wpy.de = 331 (Wply.de = 331) mm3
- Weerstandsmom.pl.z-as Wpz.de = 331 (Wplz.de = 331) mm3
- Torsietraagheidsmoment It.de = 4970 mm4
- Rekenwaarde van de sterkte:
  - Normaalkracht Nc.Rd.de = 41528 N
    NRk.de = 41528 N
  - Moment plastisch My.c.Rd.de = 78 Nm Mz.c.Rd.de = 78 Nm
    elastisch My.Rk.de = 78 Nm Mz.Rk.de = 78 Nm
- Imperfectie factor volgens EC3, table 6.2 alfay = 0.49 alfaz = 0.49
- Vloeigrens:
  - Materiaalkwaliteit : S235 (EN10219) (fy = 235.0 N/mm², ft = 360.0 N/mm²)
  - Op druk belast : fy-dde = fy = 235.0 N/mm²
  - Op trek belast : fy-tde = fy = 235.0 N/mm²
- Slankheid z-as : lambda-zde = 447 / 3.75 = 119.1
- Omega-de = 2.48 (art. 7.4 van RKP 1990 met alfa = 0.49)
- Drukcapaciteit : $Fddiagd = \frac{Ade * sigmae\text{-}dde}{omega\text{-}de} = \frac{176.7 * 235.0}{2.48} = 16714$ N
- Trek : - Ftaansluiting = 1.00 * Ade * sigmau / yM =
  = 1.00 * 176.7 * 360.0 / 1.25 = 50894 N
  - Ftdoorsnede = Ade * sigmae-tde =
  = 176.7 * 235.0 = 41528 N

  dus trekcapaciteit :
  - Fddiagt = min(50894 , 41528) = 41528 N

3.5.2.5 Aanvullende eigenschappen van de stabiliteit uit het vlak

Bepaling van de kritieke veerstijfheid ten behoeve van een plaatsvast punt van de randen en de daarbij benodigde stijfheid van de aansluiting met de gootverticaal.

Gegevens van de rand (uit het vlak):
- Oppervlakte : A = 428.5 mm²
- Traagheidsmoment y-as: Iy = 133260.2 mm4
- Traagheidsstraal y-as: iy = 17.6 mm
- Kniklengte (ghoh) : lk = (lbeen / aantal velden) / plaatsv. percentage
  = (5387 / (1 + 1)) / 1.00 = 2694 mm
- Slankheid : lambda-y = lk / iy = 2694 / 17.6 = 152.7
- Grensslankheid : lambda-e = pi * (2.1E5/298)0.5 = 83.5
- Relatieve slankheid : lambda-r = lambda-y / lambda-e = 1.830
- Omegabuc-y : 0.23 (alfa = 0.49)

Rekenwaarde voor de kritieke stijfheid volgens 12.1.4.2.1. van NEN6770 en conform EN 1993-1-1

nveld	Xsi	De factoren Xsi als functie van het aantal velden in tabelvorm gegeven
1	1.0000	
2	0.5000	
3	0.3330	
4	0.2930	
5	0.2760	
6	0.2680	
7	0.2630	
8	0.2605	Voor nveld = (1 + 1) * 1.00 geldt:

```
  |     9  |    0.2580 |  Xsi = 0.5000
  +--------------------+
```

Berekening van de kritieke stijfheid (plaatsvast punt):

- voor lambda-r kleiner dan of gelijk aan 0.41 geldt (Phi1 = 0.64):

$$kcr = \frac{A*sigmae}{ghoh*xsi} * \left(\frac{50}{3} * Phi1 - \frac{250}{9} * Phi1^2 * lambda\text{-}r^2\right) = -2597.5 \text{ N/mm}$$

- voor lambda-r tussen 0.41 en 0.74 geldt:

$$kcr = \frac{A*sigmae}{ghoh*xsi} * \frac{1}{lambda\text{-}r^2} * \left[1-\left(\frac{Omegabuc - 0.7}{0.3}\right)^2\right) = -41.7 \text{ N/mm}$$

- voor lambda-r groter of gelijk dan 0.74 geldt:

$$kcr = \frac{A*sigmae}{ghoh*xsi} * \frac{1}{lambda\text{-}r^2} = 28.3 \text{ N/mm}$$

Hieruit volgt de maatgevende kritieke veerstijfheid rand: kcr = 28.3 N/mm

Gegevens van de rand (uit het vlak):
- Oppervlakte : A = 300.6 mm²
- Traagheidsmoment y-as: Iy = 99543.9 mm4
- Traagheidsstraal y-as: iy = 18.2 mm
- Kniklengte (ghoh) : lk = (lbeen / aantal velden) / plaatsv. percentage
  = (5387 / (1 + 1)) / 1.00 = 2694 mm
- Slankheid : lambda-y = lk / iy = 2694 / 18.2 = 148.0
- Grensslankheid : lambda-e = pi * (2.1E5/280)0.5 = 86.1
- Relatieve slankheid : lambda-r = lambda-y / lambda-e = 1.719
- Omegabuc-y : 0.25 (alfa = 0.49)

Rekenwaarde voor de kritieke stijfheid volgens 12.1.4.2.1. van NEN6770 en conform EN 1993-1-1

nveld	Xsi	De factoren Xsi
1	1.0000	als functie van het aantal velden
2	0.5000	in tabelvorm gegeven
3	0.3330	
4	0.2930	
5	0.2760	
6	0.2680	
7	0.2630	
8	0.2605	Voor nveld = (1 + 1) * 1.00 geldt:
9	0.2580	Xsi = 0.5000

Berekening van de kritieke stijfheid (plaatsvast punt):

- voor lambda-r kleiner dan of gelijk aan 0.41 geldt (Phi1 = 0.64):

$$kcr = \frac{A*sigmae}{ghoh*xsi}\left(\frac{50}{3}*Phi1 - \frac{250}{9}*Phi1^2*lambda\text{-}r^2\right) = -1434.0\ N/mm$$

- voor lambda-r tussen 0.41 en 0.74 geldt:

$$kcr = \frac{A*sigmae}{ghoh*xsi}*\frac{1}{lambda\text{-}r^2}*\left[1-\left(\frac{Omegabuc - 0.7}{0.3}\right)^2\right) = -25.8\ N/mm$$

- voor lambda-r groter of gelijk dan 0.74 geldt:

$$kcr = \frac{A*sigmae}{ghoh*xsi}*\frac{2.5}{lambda\text{-}r^2} = 21.1\ N/mm$$

Hieruit volgt de maatgevende kritieke veerstijfheid rand: kcr = 21.1 N/mm

Gegevens Geometrie
- Bovenrand : RHBK50*30*2.0 (Staalsoort: S235 (EN1021)
  (sigmae = 235.0 N/mm², sigmau = 360.0 N/mm²)
- Onderrand : RHBK50*30*3.0 (Staalsoort: S235 (EN1021)
  (sigmae = 235.0 N/mm², sigmau = 360.0 N/mm²)
- Diagonalen eindvelden : RD15.0 (Staalsoort: S235 (EN1021)
  (sigmae = 235.0 N/mm², sigmau = 360.0 N/mm²)
- Diagonalen middenvelden : RD15.0 (Staalsoort: S235 (EN1021)
  (sigmae = 235.0 N/mm², sigmau = 360.0 N/mm²)
- Aantal diagonalen per veld: 6 (12 diagonalen per spantbeen)
- Diagonaal-aansluitingen : Omgezet 2-zijdige las
- Hoek met de randen : adiag = atan(ht,diag / (lveld/2 - 2*20)) =
  = atan(330 / (898/2 - 2*20)) = 38.9 graden
- Systeem-lengte : ldiag = ((lveld/2 - 2*20)² + ht,diag²)1/2 =
  = ((898/2 - 2*20)² + (330)²)1/2 = 525 mm

Eindvelden		Middenvelden	
Keeldoorsnede =	5.0 mm	Keeldoorsnede =	5.0 mm
Exc. plaatsing =	0 mm	Exc. plaatsing =	0 mm
Lengte omzetting =	30 mm	Lengte omzetting =	30 mm
Nlas = 2	mm	Nlas = 2	mm
alas =	5.00 mm	alas =	5.00 mm
Modelfact. =	1.25	Modelfact. =	1.25
Bdia =	15.00 mm	Bdia =	15.00 mm
Hdia =	15.00 mm	Hdia =	15.00 mm
Tdia =	7.50 mm	Tdia =	7.50 mm
Bdia.nett =	15.00 mm	Bdia.nett =	15.00 mm
Hdia.nett =	30.00 mm	Hdia.nett =	30.00 mm
rdia =	7.50 mm	rdia =	7.50 mm
et =	5.71 mm	et =	5.71 mm
Ucv.dia.a =	0.04	Ucv.dia.a =	0.04
Ucv.dia.b =	0.50	Ucv.dia.b =	0.50
Ucv.dia.h =	0.50	Ucv.dia.h =	0.50

NEN-EN 1993-1-8, Tabel 7.8. Geldigheidsgebied voor gelaste verbindingen:
Geometrietoets randen

UCv.rand.b = 0.71
UCv.rand.o = 0.48

Toelichting: Deze geometrietoets wordt niet meegewogen in de eindtoets. Met resultaten van proeven en praktijkervaring is aangetoond dat deze grenzen voor tralieliggers van kassen te streng zijn.

Aansluitingen

	Eindvelden		Middenvelden	
	bovenrand	onderrand	bovenrand	onderrand
Brand.nett	46.00 mm	44.00 mm	46.00 mm	44.00 mm
Bl.dia	15.00 mm	15.00 mm	15.00 mm	15.00 mm
Hl.dia	30.00 mm	30.00 mm	30.00 mm	30.00 mm
sigmau.las	360.00 N/mm²	360.00 N/mm²	360.00 N/mm²	360.00 N/mm²
sigma.wud	207.85 N/mm²	207.85 N/mm²	207.85 N/mm²	207.85 N/mm²
sigmat.las	288.00 N/mm²	288.00 N/mm²	288.00 N/mm²	288.00 N/mm²
Lasfactor	0.80	0.80	0.80	0.80
Beta_v	0.60	0.63	0.60	0.63
g	10.00 mm	10.00 mm	10.00 mm	10.00 mm
Av	137.07 mm²	217.72 mm²	137.07 mm²	217.72 mm²
gamma	11.50	7.33	11.50	7.33
Beff.t	1.74 mm	4.09 mm	1.74 mm	4.09 mm
Beff.p	6.52 mm	10.23 mm	6.52 mm	10.23 mm
Lef.dia	30.00 mm	30.00 mm	30.00 mm	30.00 mm
Llas	60.00 mm	60.00 mm	60.00 mm	60.00 mm
N1.dia	35481 N	63750 N	35481 N	63750 N
N2.dia	23258 N	36943 N	23258 N	36943 N
N3.dia	99114 N	104101 N	99114 N	104101 N
N4.dia	39727 N	61477 N	39727 N	61477 N
Ucv.afm	0.00	0.00	0.00	0.00
Ucv.dia.b	0.46	0.44	0.46	0.44
Ucv.dia.h	0.41	0.43	0.41	0.43
Ucv.B1	0.00	0.00	0.00	0.00
Ucv.max	0.46	0.44	0.46	0.44
Ucv.max	0.50		0.50	
Ucv.max	0.50			

3.5.2.6 Eigenschappen van de bouten in de spant-kolom-aansluiting:
Bij de onderrand 2 x M10-8.8 (index "bto"):
- Spanningsdoorsnede per bout : Asbto = 58.9 mm²
- Rekenwaarde vloeigrens : min (sigmae, 0.72 * sigmau)
- Ideële boutcapaciteit : Fi,capbto = 33926 N

Bij de bovenrand 1 x M10-8.8 (index "btb"):
- Spanningsdoorsnede per bout : Asbtb = 58.9 mm²
- Rekenwaarde vloeigrens : min (sigmae, 0.72 * sigmau)
- Ideële boutcapaciteit : Fi,capbtb = 33926 N

Momentenarm bij positief moment (+ = trek onderrand):
(bovenste bout onder bovenrand, dus drukpunt t.p.v. hartlijn bovenrand)
- Arm bout 1: h1 = hspant - ezbr + e1 = 438 - 15.0 + 50 = 473 mm
- Arm bout 2: h2 = hspant - ezbr - bor - e2 = 438 - 15.0 - 30 - 25 = 368 mm
- Arm bout 3: h3 = bbr - ezbr + e3 = 30 - 15.0 + 25 = 40 mm
- Arm bout 4: h4 = 0 (niet aanwezig)

Maximum hefboomsarm : hmax = 473 mm
Momenten-arm = hobout = (h1² + h2² + h3² + h4²)/hmax = 762 mm

Momentenarm bij negatief moment (- = trek bovenrand):
(onderste bout onder onderrand, dus drukpunt t.p.v. hartlijn onderste bout)
- Arm bout 1: h1 = 0 (drukpunt)
- Arm bout 2: h2 = e1 + bor + e2 = 50 + 30 + 25 = 105 mm
- Arm bout 3: h3 = e1 + hspant - bbr - e3 = 50 + 438 - 30 - 25 = 433 mm
- Arm bout 4: h4 = 0 (niet aanwezig)

Maximum hefboomsarm : hmax = 433 mm
Momenten-arm = hbbout = (h1² + h2² + h3² + h4²)/hmax = 458 mm

3.5.2.7 Eigenschappen van de eindplaat (ST50*10.0 mm S235 (EN1021) (index "ep"):
- Schuifspanning : sigma-s= 0.58 * sigmae = 0.58 * 235 = 136 N/mm²

Bij de onderrand:
Ivm aanwezigheid van schotjes is een vervangend weerstandsmoment berekend:
- Wanddikte schotje : ts = 8 mm
- Flens/profielbreedte: Hs = 68.14 mm, bij schotje(s) ter plaatse van de bout
- Slankheid : lambda = 1.052 * Hs/ts * (sigma-e / (E*ksigma))^0.5 =
  = 1.052*68.14 /8 * (235 /(2.1E5*0.43))^0.5 = 0.46
- Plooifactor : rhos = (1 - 0.22/lambda) / lambda < 1.0
  (1 - 0.22/0.46) / 0.46 , dus rhos = 1.00
- Eff.profielbreedte : Hs,eff = rhos * Hs = 1.00 * 68.14 = 68.14 mm
- Wx - elastisch : Wel = 11416.62 mm3, met schotjes
- Wx - plastisch : Wpl = 1250.00 mm3, zonder schotje(s)
- Wpep - reken : Wpep = max(Wel,Wpl) = max(11416.6, 1250.00) = 11416.62 mm3
- Moment-capaciteit : Mp,cap = Wp * sigmae = 11417 * 235 = 2683 E3 Nmm
- Diameter boutkop : e = 18.72 mm
- Capaciteit op pons : Fp,cap = pi*D*t*sigma-s = pi*18.72*10.0*136 = 80 kN

Bij de bovenrand:
Ivm aanwezigheid van schotjes is een vervangend weerstandsmoment berekend:
- Wanddikte schotje : ts = 5 mm
- Flens/profielbreedte: Hs = 93.14 mm, bij schotje(s) ter plaatse van de bout
- Slankheid : lambda = 1.052 * Hs/ts * (sigma-e / (E*ksigma))^0.5 =
  = 1.052*93.14 /5 * (235 /(2.1E5*0.43))^0.5 = 1.00
- Plooifactor : rhos = (1 - 0.22/lambda) / lambda < 1.0
  (1 - 0.22/1.00) / 1.00 , dus rhos = 0.78
- Eff.profielbreedte : Hs,eff = rhos * Hs = 0.78 * 93.14 = 72.66 mm
- Wx - elastisch : Wel = 8454.14 mm3, met schotjes
- Wx - plastisch : Wpl = 1250.00 mm3, zonder schotje(s)
- Wpep - reken : Wpep = max(Wel,Wpl) = max(8454.14, 1250.00) = 8454.14 mm3
- Moment-capaciteit : Mp,cap = Wp * sigmae = 8454 * 235 = 1987 E3 Nmm
- Diameter boutkop : e = 18.72 mm
- Capaciteit op pons : Fp,cap = pi*D*t*sigma-s = pi*18.72*10.0*136 = 80 kN

3.5.2.8 Eigenschappen van de bouten in de spantkoppeling:
Bij de onderrand 2 x M10-8.8 (index "bto"):
- Spanningsdoorsnede per bout : Asbto = 58.9 mm²
- Rekenwaarde vloeigrens : min (sigmae, 0.72 * sigmau)
- Ideële boutcapaciteit : Fi,capbto = 33926 N

Bij de bovenrand 1 x M10-8.8 (index "btb"):
- Spanningsdoorsnede per bout : Asbtb = 58.9 mm²
- Rekenwaarde vloeigrens : min (sigmae, 0.72 * sigmau)
- Ideële boutcapaciteit : Fi,capbtb = 33926 N

Momentenarm bij positief moment (+ = trek onderrand):
(bovenste bout onder bovenrand, dus drukpunt t.p.v. hartlijn bovenrand)
- Arm bout 1: h1 = 0 (niet aanwezig)
- Arm bout 2: h2 = hspant - ezbr - bor - e2 = 438 - 15.0 - 30 - 25 = 368 mm
- Arm bout 3: h3 = bbr - ezbr + e3 = 30 - 15.0 + 25 = 40 mm
- Arm bout 4: h4 = 0 (niet aanwezig)

Maximum hefboomsarm : hmax = 368 mm
Momenten-arm = hobout = (h1² + h2² + h3² + h4²)/hmax = 372 mm

```
  Momentenarm bij negatief moment (- = trek bovenrand):
  (onderste bout boven onderrand, dus drukpunt t.p.v. hartlijn onderrand)
  - Arm bout 1: h1 = 0 (niet aanwezig)
  - Arm bout 2: h2 = bor - ezor + e2          =  30 - 15.0 + 25       =  40 mm
  - Arm bout 3: h3 = hspant - ezor - bbr - e3 = 438 - 15.0 -  30 - 25 = 368 mm
  - Arm bout 4: h4 = 0 (niet aanwezig)
  Maximum hefboomsarm : hmax = 368  mm
  Momenten-arm = hbbout = (h1² + h2² + h3² + h4²)/hmax = 372  mm

3.5.2.9 Eigenschappen van de Nokplaat (ST50*12.0 mm S235 (EN1021) (index "kp"):
- Schuifspanning        : sigma-s= 0.58 * sigmae = 0.58 * 235  = 136  N/mm²
Bij de onderrand:
    Ivm aanwezigheid van schotjes is een vervangend weerstandsmoment berekend:
  - Wanddikte schotje   : ts = 5    mm
  - Flens/profielbreedte: Hs = 36.57   mm, bij schotje(s) ter plaatse van de bout
  - Slankheid           : lambda = 1.052 * Hs/ts * (sigma-e / (E*ksigma))^0.5 =
                          = 1.052*36.57  /5    * (235 /(2.1E5*0.43))^0.5 = 0.39
  - Plooifactor         : rhos = (1 - 0.22/lambda) / lambda < 1.0
                          (1 - 0.22/0.39   ) / 0.39   , dus rhos = 1.00
  - Eff.profielbreedte  : Hs,eff = rhos * Hs = 1.00 * 36.57   = 36.57   mm
  - Wx - elastisch      : Wel = 2914.78  mm3, met schotjes
  - Wx - plastisch      : Wpl = 1800.00  mm3, zonder schotje(s)
  - Wpep - reken        : Wpep = max(Wel,Wpl) = max(2914.78, 1800.00) = 2914.78  mm3
  - Moment-capaciteit   : Mp,cap = Wp * sigmae = 2915   * 235  = 685  E3 Nmm
  - Diameter boutkop    : e = 18.72 mm
  - Capaciteit op pons  : Fp,cap = pi*D*t*sigma-s = pi*18.72*12.0*136  = 96     kN
Bij de bovenrand:
    Ivm aanwezigheid van schotjes is een vervangend weerstandsmoment berekend:
  - Wanddikte schotje   : ts = 5    mm
  - Flens/profielbreedte: Hs = 36.57   mm, bij schotje(s) ter plaatse van de bout
  - Slankheid           : lambda = 1.052 * Hs/ts * (sigma-e / (E*ksigma))^0.5 =
                          = 1.052*36.57  /5    * (235 /(2.1E5*0.43))^0.5 = 0.39
  - Plooifactor         : rhos = (1 - 0.22/lambda) / lambda < 1.0
                          (1 - 0.22/0.39   ) / 0.39   , dus rhos = 1.00
  - Eff.profielbreedte  : Hs,eff = rhos * Hs = 1.00 * 36.57   = 36.57   mm
  - Wx - elastisch      : Wel = 2914.78  mm3, met schotjes
  - Wx - plastisch      : Wpl = 1800.00  mm3, zonder schotje(s)
  - Wpep - reken        : Wpep = max(Wel,Wpl) = max(2914.78, 1800.00) = 2914.78  mm3
  - Moment-capaciteit   : Mp,cap = Wp * sigmae = 2915   * 235  = 685  E3 Nmm
  - Diameter boutkop    : e = 18.72 mm
  - Capaciteit op pons  : Fp,cap = pi*D*t*sigma-s = pi*18.72*12.0*136  = 96     kN
```

3.5.2.10 Eigenschappen van de zijgevelspantkolom (RHBK100*50*4.0 mm S235 (EN10219))
- Oppervlakte : A = 1095 mm²
- Traagheidsmoment y-as : Iy = 134.4E4 mm4
- Weerstandsmoment y-as : Wy = 26875 mm3
- Traagheidsstraal y-as : iy = 35.0 mm
- Traagheidsmoment z-as : Iz = 45.2E4 mm4
- Traagheidsstraal z-as : iz = 20.3 mm
- Rekenwaarden voor de vloeigrens volgens art. 6.2.5 van RKP 1990:
  - Materiaalkwaliteit : S235 (EN1021 (sigmae = 235.0 N/mm², sigmau = 360.0 N/mm²)
  - Ontwikkelde lengte : L = 286.3 mm
  - Omgez. hoeken : nhoek = 4
  - Op druk belast : sigmae-d = sigmae-eq = 283.9 N/mm²

3.5.2.11 Eigenschappen van het 2e spant:
- Effectieve kolomhoogte: ph,eff = h - vspant - hspant/2 =
  = 4000 - 80 - 438/2 = 3701 mm
- Spanthoogte, netto : ht,net = 330 mm (tussen onder- en bovenrand)
- Idem, effectief : ht,eff = hspant-ezbr-ezor = (hart op hart afstand)
  = 438 - 15.0 - 15.0 = 360 mm
- Idem, "diagonaal" : ht,diag = 330 mm ("hoogte van de diagonalen")
- Lengte spantbeen : lbeen = 0.5 * bkap / cos(dekhelling)
  = 0.5 * 9600 / cos(27.0) = 5387 mm
- Diagonalen per been : nDiag = Diagonalen per veld * aantal gordingen + 1
  = 6 * (1 + 1) = 12
- Veldlengte randen : lveld = 2 * lbeen / nDiag = 5387 / 12 = 898 mm
- Neutrale lijn z-as : eztl = Aor*ht,eff / (Aor + Abr) = 428.5 * 360 / (428.5 + 300.6) = 211.6 mm
  (t.o.v. neutrale lijn van de bovenrand)
- Traagheidsmoment y-as : Ispant = Abr*eztl² + Aor*(ht,eff-eztl)² =
  = 300.6 * 211.6² + 428.5 * (360.0 - 211.6)² =
  = 2289.5 E4 mm4
- Eigen gewicht spantbeen van het 2e spant:
  - Gewicht bovenrand : Gbr = 5.39 m * 2.36 kg/m = 12.7 kg
  - Gewicht onderrand : Gor = 5.39 m * 3.36 kg/m = 18.1 kg
  - Gewicht diag.eindvelden : Gde = 2 * 6 * 0.525 m * 1.39 kg/m = 8.7 kg
  - Gewicht gordingverticalen : Ggv = 1 * 0.330 m * 3.93 kg/m = 1.3 kg
  - Gewicht eindplaten : Gep = 0.390/cos(27.0)* 3.93 kg/m = 3.1 kg
  - Gewicht nokplaten : Gnp = 0.390/cos(27.0)* 4.71 kg/m = 2.1 kg
    ---------- +
    Totaal: Gspant = 46.0 kg
  - In Newton: Fspantbeen = 460 N en Qspantbeen = 85.4 N/m

3.5.2.11 Eigenschappen van de bovenrand (RHBK50*30*2.0 mm S235 (EN1021) (index "br"):
- Oppervlakte : Abr = 300.6 mm²
- Traagheidsmoment y-as: Iy.br = 99543.9 mm4
- Weerstandsmoment y-as: Wy.br = 3981.8 mm3
- Traagheidsstraal y-as: iy.br = 18.2 mm
- Traagheidsmoment z-as: Iz.br = 44406.7 mm4
- Weerstandsmoment z-as: Wz.br = 2960.4 mm3
- Traagheidsstraal z-as: iz.br = 12.2 mm
- Neutrale lijn z-as : ez.br = 15.0 mm
- Versch.neutr.lijn y : eNy = 0.0 mm
  z : eNz = 0.0 mm
- Lengte : Lbr = 0.000 m
- Gewicht : Gbr = 12.711 kg
- Rekenwaarde vloeigrens fy.br = 235.0 N/mm²
- Elasticiteitsmodulus Ebr = 210000 N/mm²
- Afschuivingsmodulus Gbr = 80769 N/mm²
- Weerstandsmom.pl.y-as Wpy.br = 3982 (Wply.br = 4910) mm3
- Weerstandsmom.pl.z-as Wpz.br = 2960 (Wplz.br = 3424) mm3
- Torsietraagheidsmoment It.br = 92298 mm4
- Rekenwaarde van de sterkte:
  - Normaalkracht Nc.Rd.br = 84071 N
    NRk.br = 84071 N
  - Moment plastisch My.c.Rd.br = 1114 Nm Mz.c.Rd.br = 828 Nm
    elastisch My.Rk.br = 1114 Nm Mz.Rk.br = 828 Nm
- Imperfectie factor volgens EC3, table 6.2 alfay = 0.49 alfaz = 0.49
- De ingevoerde staalsoort S235 (EN10219) is vastgesteld voor het basismateriaal van het kokerprofiel.
  Na het koudvervormen is er sprake van een verhoging van de vloeigrens. Deze verhoogde vloeigrens
  is als volgt berekend met de rekenformule uit NEN6770 (zie 12.1.1.4 Tabel 23, noot 2) en EN 1993-1-1:
  - Materiaalkwaliteit : S235 (EN10219) (fy = 235.0 N/mm², ft = 360.0 N/mm²)
    fy-eq = fy+(7*nhoekbr*tbr/Lbr)*(ft-fy) < (fy+ft)/2: fy-eq = 279.7 N/mm²
  - Ontwikkelde lengte : Lbr = 156.6 mm
  - Omgez. hoeken : nhoek = 4
  - Op druk belast : fy-dbr = fy-eq = 279.7 N/mm²
  - Op trek belast : fy-tbr = fy-eq = 279.7 N/mm²
  - In de z-richting:
    - Stel: Kniklengte lkzbr = lbr = 898 mm (ongesteunde kiplengte)
    - Slankheid : lambda-zbr = 898 /12.2 = 74
    - Chizbr = min(0.671 , 1.0) = 0.671

3.5.2.11 Eigenschappen van de onderrand (RHBK50*30*1.5 mm S275 (EN1021) (index "or"):
- Oppervlakte : Aor = 229.1 mm²
- Traagheidsmoment y-as: Iy.or = 77726.0 mm4
- Weerstandsmoment y-as: Wy.or = 3109.0 mm3
- Traagheidsstraal y-as: iy.or = 18.4 mm
- Traagheidsmoment z-as: Iz.or = 34995.6 mm4
- Weerstandsmoment z-as: Wz.or = 2333.0 mm3
- Traagheidsstraal z-as: iz.or = 12.4 mm
- Neutrale lijn z-as : ez.or = 15.0 mm
- Versch.neutr.lijn y : eNy = 0.0 mm
  z : eNz = 0.0 mm
- Lengte : Lor = 0.000 m
- Gewicht : Gor = 9.687 kg
- Rekenwaarde vloeigrens fy.or = 275.0 N/mm²
- Elasticiteitsmodulus Eor = 210000 N/mm²
- Afschuivingsmodulus Gor = 80769 N/mm²
- Weerstandsmom.pl.y-as Wpy.or = 3109 (Wply.or = 3791) mm3
- Weerstandsmom.pl.z-as Wpz.or = 2333 (Wplz.or = 2655) mm3
- Torsietraagheidsmoment It.or = 72820 mm4
- Rekenwaarde van de sterkte:
  - Normaalkracht Nc.Rd.or = 72467 N
    NRk.or = 72467 N
  - Moment plastisch My.c.Rd.or = 984 Nm Mz.c.Rd.or = 738 Nm
    elastisch My.Rk.or = 984 Nm Mz.Rk.or = 738 Nm
- Imperfectie factor volgens EC3, table 6.2 alfay = 0.49 alfaz = 0.49
- De ingevoerde staalsoort S275 (EN10219) is vastgesteld voor het basismateriaal van het kokerprofiel.
  Na het koudvervormen is er sprake van een verhoging van de vloeigrens. Deze verhoogde vloeigrens
  is als volgt berekend met de rekenformule uit NEN6770 (zie 12.1.1.4 Tabel 23, noot 2) en EN 1993-1-1:
  - Materiaalkwaliteit : S275 (EN10219) (fy = 275.0 N/mm², ft = 430.0 N/mm²)
    fy-eq = fy+(7*nhoekor*tor/Lor)*(ft-fy) < (fy+ft)/2: fy-eq = 316.4 N/mm²
  - Ontwikkelde lengte : Lor = 157.4 mm
  - Omgez. hoeken : nhoek = 4
  - Op druk belast : fy-dor = fy-eq = 316.4 N/mm²
  - Op trek belast : fy-tor = fy-eq = 316.4 N/mm²
  - In de z-richting:
    - Stel: Kniklengte lkzor = lor = 718 mm (ongesteunde kiplengte)
    - Slankheid : lambda-zor = 718 /12.4 = 58
    - Chizor = min(0.744 , 1.0) = 0.744

3.5.2.11 Eigenschappen van de diagonalen (index "d"):
- Hoek met de randen : adiag = atan(ht,diag / (lveld/2 - 2*20)) =
  = atan(330 / (898/2 - 2*20)) = 38.9 graden
- Systeem-lengte : ldiag = ((lveld/2 - 2*20)² + ht,diag²)1/2 =
  = ((898/2 - 2*20)² + (330)²)1/2 = 525 mm
- Reductie-factor kniklengte = 0.85, Omgezet 2-zijdige las
- Kniklengte diagonalen: lkzd = 0.85 * 525 = 447 mm (uit het vlak)
- Aansluitfactor treksterkte = 1.00, Omgezet 2-zijdige las

3.5.2.11 Diagonalen in de eindvelden (RD14.0 mm S235 (EN1021) (index "de"):
- Oppervlakte : Ade = 153.9 mm²
- Traagheidsmoment y-as: Iy.de = 1885.7 mm4
- Weerstandsmoment y-as: Wy.de = 269.4 mm3
- Traagheidsstraal y-as: iy.de = 3.5 mm
- Traagheidsmoment z-as: Iz.de = 1885.7 mm4
- Weerstandsmoment z-as: Wz.de = 269.4 mm3
- Traagheidsstraal z-as: iz.de = 3.5 mm
- Neutrale lijn z-as : ez.de = 7.0 mm
- Versch.neutr.lijn y : eNy = 0.0 mm
  z : eNz = 0.0 mm
- Lengte : Lde = 0.000 m
- Gewicht : Gde = 7.620 kg
- Rekenwaarde vloeigrens fy.de = 235.0 N/mm²
- Elasticiteitsmodulus Ede = 210000 N/mm²
- Afschuivingsmodulus Gde = 80769 N/mm²
- Weerstandsmom.pl.y-as Wpy.de = 269 (Wply.de = 269) mm3
- Weerstandsmom.pl.z-as Wpz.de = 269 (Wplz.de = 269) mm3
- Torsietraagheidsmoment It.de = 3771 mm4
- Rekenwaarde van de sterkte:
  - Normaalkracht Nc.Rd.de = 36175 N
    NRk.de = 36175 N
  - Moment plastisch My.c.Rd.de = 63 Nm Mz.c.Rd.de = 63 Nm
    elastisch My.Rk.de = 63 Nm Mz.Rk.de = 63 Nm
- Imperfectie factor volgens EC3, table 6.2 alfay = 0.49 alfaz = 0.49
- Vloeigrens:
  - Materiaalkwaliteit : S235 (EN10219) (fy = 235.0 N/mm², ft = 360.0 N/mm²)
  - Op druk belast : fy-dde = fy = 235.0 N/mm²
  - Op trek belast : fy-tde = fy = 235.0 N/mm²
- Slankheid z-as : lambda-zde = 447 / 3.50 = 127.6
- Omega-de = 2.74 (art. 7.4 van RKP 1990 met alfa = 0.49)
- Drukcapaciteit : $Fddiagd = \frac{Ade * sigmae\text{-}dde}{omega\text{-}de} = \frac{153.9 * 235.0}{2.74} = 13200$ N
- Trek : - Ftaansluiting = 1.00 * Ade * sigmau / yM =
  = 1.00 * 153.9 * 360.0 / 1.25 = 44334 N
  - Ftdoorsnede = Ade * sigmae-tde =
  = 153.9 * 235.0 = 36175 N

  dus trekcapaciteit :
  - Fddiagt = min(44334 , 36175) = 36175 N

3.5.2.11 Aanvullende eigenschappen van de stabiliteit uit het vlak

Bepaling van de kritieke veerstijfheid ten behoeve van een plaatsvast punt
van de randen en de daarbij benodigde stijfheid van de aansluiting met de
gootverticaal.

Gegevens van de rand (uit het vlak):
- Oppervlakte : A = 229.1 mm²
- Traagheidsmoment y-as: Iy = 77726.0 mm4
- Traagheidsstraal y-as: iy = 18.4 mm
- Kniklengte (ghoh) : lk = (lbeen / aantal velden) / plaatsv. percentage
  = (5387 / (1 + 1)) / 1.00 = 2694 mm
- Slankheid : lambda-y = lk / iy = 2694 / 18.4 = 146.2
- Grensslankheid : lambda-e = pi * (2.1E5/316)0.5 = 80.9
- Relatieve slankheid : lambda-r = lambda-y / lambda-e = 1.807
- Omegabuc-y : 0.23 (alfa = 0.49)

Rekenwaarde voor de kritieke stijfheid volgens 12.1.4.2.1. van NEN6770 en conform EN 1993-1-1

nveld	Xsi	De factoren Xsi als functie van het aantal velden in tabelvorm gegeven
1	1.0000	
2	0.5000	
3	0.3330	
4	0.2930	
5	0.2760	
6	0.2680	
7	0.2630	
8	0.2605	Voor nveld = (1 + 1) * 1.00 geldt:

```
  |     9  |    0.2580 |  Xsi = 0.5000
  +--------------------+
```

Berekening van de kritieke stijfheid (plaatsvast punt):

- voor lambda-r kleiner dan of gelijk aan 0.41 geldt (Phi1 = 0.64):

$$kcr = \frac{A*sigmae}{ghoh*xsi} * \left(\frac{50}{3} * Phi1 - \frac{250}{9} * Phi1^2 * lambda\text{-}r^2\right) = -1424.1 \text{ N/mm}$$

- voor lambda-r tussen 0.41 en 0.74 geldt:

$$kcr = \frac{A*sigmae}{ghoh*xsi} * \frac{1}{lambda\text{-}r^2} * \left[1-\left(\frac{Omegabuc - 0.7}{0.3}\right)^2\right) = -23.4 \text{ N/mm}$$

- voor lambda-r groter of gelijk dan 0.74 geldt:

$$kcr = \frac{A*sigmae}{ghoh*xsi} * \frac{1}{lambda\text{-}r^2} = 16.5 \text{ N/mm}$$

Hieruit volgt de maatgevende kritieke veerstijfheid rand: kcr = 16.5 N/mm

Gegevens van de rand (uit het vlak):
- Oppervlakte : A = 300.6 mm²
- Traagheidsmoment y-as: Iy = 99543.9 mm4
- Traagheidsstraal y-as: iy = 18.2 mm
- Kniklengte (ghoh) : lk = (lbeen / aantal velden) / plaatsv. percentage
  = (5387 / (1 + 1)) / 1.00 = 2694 mm
- Slankheid : lambda-y = lk / iy = 2694 / 18.2 = 148.0
- Grensslankheid : lambda-e = pi * (2.1E5/280)0.5 = 86.1
- Relatieve slankheid : lambda-r = lambda-y / lambda-e = 1.719
- Omegabuc-y : 0.25 (alfa = 0.49)

Rekenwaarde voor de kritieke stijfheid volgens 12.1.4.2.1. van NEN6770 en conform EN 1993-1-1

nveld	Xsi	De factoren Xsi
1	1.0000	in tabelvorm gegeven
2	0.5000	
3	0.3330	
4	0.2930	
5	0.2760	
6	0.2680	
7	0.2630	
8	0.2605	Voor nveld = (1 + 1) * 1.00 geldt:
9	0.2580	Xsi = 0.5000

Berekening van de kritieke stijfheid (plaatsvast punt):

- voor lambda-r kleiner dan of gelijk aan 0.41 geldt (Phi1 = 0.64):

$$kcr = \frac{A*sigmae}{ghoh*xsi}\left(\frac{50}{3}*Phi1 - \frac{250}{9}*Phi1^2*lambda\text{-}r^2\right) = -1434.0\ N/mm$$

- voor lambda-r tussen 0.41 en 0.74 geldt:

$$kcr = \frac{A*sigmae}{ghoh*xsi}*\frac{1}{lambda\text{-}r^2}*\left[1-\left(\frac{Omegabuc - 0.7}{0.3}\right)^2\right) = -25.8\ N/mm$$

- voor lambda-r groter of gelijk dan 0.74 geldt:

$$kcr = \frac{A*sigmae}{ghoh*xsi}*\frac{2.5}{lambda\text{-}r^2} = 21.1\ N/mm$$

Hieruit volgt de maatgevende kritieke veerstijfheid rand: kcr = 21.1 N/mm

Gegevens Geometrie
- Bovenrand : RHBK50*30*2.0 (Staalsoort: S235 (EN1021)
  (sigmae = 235.0 N/mm², sigmau = 360.0 N/mm²)
- Onderrand : RHBK50*30*1.5 (Staalsoort: S275 (EN1021)
  (sigmae = 275.0 N/mm², sigmau = 430.0 N/mm²)
- Diagonalen eindvelden : RD14.0 (Staalsoort: S235 (EN1021)
  (sigmae = 235.0 N/mm², sigmau = 360.0 N/mm²)
- Diagonalen middenvelden : RD14.0 (Staalsoort: S235 (EN1021)
  (sigmae = 235.0 N/mm², sigmau = 360.0 N/mm²)
- Aantal diagonalen per veld: 6 (12 diagonalen per spantbeen)
- Diagonaal-aansluitingen : Omgezet 2-zijdige las
- Hoek met de randen : adiag = atan(ht,diag / (lveld/2 - 2*20)) =
  = atan(330 / (898/2 - 2*20)) = 38.9 graden
- Systeem-lengte : ldiag = ((lveld/2 - 2*20)² + ht,diag²)1/2 =
  = ((898/2 - 2*20)² + (330)²)1/2 = 525 mm

Eindvelden		Middenvelden	
Keeldoorsnede =	5.0 mm	Keeldoorsnede =	5.0 mm
Exc. plaatsing =	0 mm	Exc. plaatsing =	0 mm
Lengte omzetting =	30 mm	Lengte omzetting =	30 mm
Nlas = 2	mm	Nlas = 2	mm
alas =	5.00 mm	alas =	5.00 mm
Modelfact. =	1.25	Modelfact. =	1.25
Bdia =	14.00 mm	Bdia =	14.00 mm
Hdia =	14.00 mm	Hdia =	14.00 mm
Tdia =	7.00 mm	Tdia =	7.00 mm
Bdia.nett =	14.00 mm	Bdia.nett =	14.00 mm
Hdia.nett =	30.00 mm	Hdia.nett =	30.00 mm
rdia =	7.00 mm	rdia =	7.00 mm
et =	6.33 mm	et =	6.33 mm
Ucv.dia.a =	0.04	Ucv.dia.a =	0.04
Ucv.dia.b =	0.50	Ucv.dia.b =	0.50
Ucv.dia.h =	0.50	Ucv.dia.h =	0.50

NEN-EN 1993-1-8, Tabel 7.8. Geldigheidsgebied voor gelaste verbindingen:
Geometrietoets randen
---------- Toelichting: Deze geometrietoets wordt niet meegewogen in de eindtoets.
UCv.rand.b = 0.71 Met resultaten van proeven en praktijkervaring is aangetoond
UCv.rand.o = 0.95 dat deze grenzen voor tralieliggers van kassen te streng zijn.

Aansluitingen

	Eindvelden		Middenvelden	
	bovenrand	onderrand	bovenrand	onderrand
Brand.nett	46.00 mm	47.00 mm	46.00 mm	47.00 mm
Bl.dia	14.00 mm	14.00 mm	14.00 mm	14.00 mm
Hl.dia	30.00 mm	30.00 mm	30.00 mm	30.00 mm
sigmau.las	360.00 N/mm²	360.00 N/mm²	360.00 N/mm²	360.00 N/mm²
sigma.wud	207.85 N/mm²	207.85 N/mm²	207.85 N/mm²	207.85 N/mm²
sigmat.las	288.00 N/mm²	288.00 N/mm²	288.00 N/mm²	288.00 N/mm²
Lasfactor	0.80	0.80	0.80	0.80
Beta_v	0.59	0.57	0.59	0.57
g	10.00 mm	10.00 mm	10.00 mm	10.00 mm
Av	137.07 mm²	99.66 mm²	137.07 mm²	99.66 mm²
gamma	11.50	15.67	11.50	15.67
Beff.t	1.74 mm	1.12 mm	1.74 mm	1.12 mm
Beff.p	6.09 mm	4.47 mm	6.09 mm	4.47 mm
Lef.dia	30.00 mm	30.00 mm	30.00 mm	30.00 mm
Llas	60.00 mm	60.00 mm	60.00 mm	60.00 mm
N1.dia	35481 N	27260 N	35481 N	27260 N
N2.dia	23258 N	19789 N	23258 N	19789 N
N3.dia	94485 N	93261 N	94485 N	93261 N
N4.dia	39240 N	33957 N	39240 N	33957 N
Ucv.afm	0.00	0.00	0.00	0.00
Ucv.dia.b	0.48	0.49	0.48	0.49
Ucv.dia.h	0.38	0.37	0.38	0.37
Ucv.B1	0.00	0.00	0.00	0.00
Ucv.max	0.48	0.49	0.48	0.49
Ucv.max	0.50		0.50	
Ucv.max	0.50			

3.5.2.11 Eigenschappen van de bouten in de spant-kolom-aansluiting:
Bij de onderrand 2 x M10-8.8 (index "bto"):
- Spanningsdoorsnede per bout : Asbto = 58.9 mm²
- Rekenwaarde vloeigrens : min (sigmae, 0.72 * sigmau)
- Ideële boutcapaciteit : Fi,capbto = 33926 N

Bij de bovenrand 1 x M10-8.8 (index "btb"):
- Spanningsdoorsnede per bout : Asbtb = 58.9 mm²
- Rekenwaarde vloeigrens : min (sigmae, 0.72 * sigmau)
- Ideële boutcapaciteit : Fi,capbtb = 33926 N

Momentenarm bij positief moment (+ = trek onderrand):
(bovenste bout onder bovenrand, dus drukpunt t.p.v. hartlijn bovenrand)
- Arm bout 1: h1 = hspant - ezbr + e1 = 438 - 15.0 + 50 = 473 mm
- Arm bout 2: h2 = hspant - ezbr - bor - e2 = 438 - 15.0 - 30 - 25 = 368 mm
- Arm bout 3: h3 = bbr - ezbr + e3 = 30 - 15.0 + 25 = 40 mm
- Arm bout 4: h4 = 0 (niet aanwezig)

Maximum hefboomsarm : hmax = 473 mm
Momenten-arm = hobout = (h1² + h2² + h3² + h4²)/hmax = 762 mm

Momentenarm bij negatief moment (- = trek bovenrand):
(onderste bout onder onderrand, dus drukpunt t.p.v. hartlijn onderste bout)
- Arm bout 1: h1 = 0 (drukpunt)
- Arm bout 2: h2 = e1 + bor + e2 = 50 + 30 + 25 = 105 mm
- Arm bout 3: h3 = e1 + hspant - bbr - e3 = 50 + 438 - 30 - 25 = 433 mm
- Arm bout 4: h4 = 0 (niet aanwezig)

Maximum hefboomsarm : hmax = 433 mm
Momenten-arm = hbbout = (h1² + h2² + h3² + h4²)/hmax = 458 mm

3.5.2.11 Eigenschappen van de eindplaat (ST50*10.0 mm S235 (EN1021) (index "ep"):
- Schuifspanning : sigma-s= 0.58 * sigmae = 0.58 * 235 = 136 N/mm²

Bij de onderrand:
Ivm aanwezigheid van schotjes is een vervangend weerstandsmoment berekend:
- Wanddikte schotje : ts = 8 mm
- Flens/profielbreedte: Hs = 68.14 mm, bij schotje(s) ter plaatse van de bout
- Slankheid : lambda = 1.052 * Hs/ts * (sigma-e / (E*ksigma))^0.5 =
  = 1.052*68.14 /8 * (235 /(2.1E5*0.43))^0.5 = 0.46
- Plooifactor : rhos = (1 - 0.22/lambda) / lambda < 1.0
  (1 - 0.22/0.46) / 0.46 , dus rhos = 1.00
- Eff.profielbreedte : Hs,eff = rhos * Hs = 1.00 * 68.14 = 68.14 mm
- Wx - elastisch : Wel = 11416.62 mm3, met schotjes
- Wx - plastisch : Wpl = 1250.00 mm3, zonder schotje(s)
- Wpep - reken : Wpep = max(Wel,Wpl) = max(11416.6, 1250.00) = 11416.62 mm3
- Moment-capaciteit : Mp,cap = Wp * sigmae = 11417 * 235 = 2683 E3 Nmm
- Diameter boutkop : e = 18.72 mm
- Capaciteit op pons : Fp,cap = pi*D*t*sigma-s = pi*18.72*10.0*136 = 80 kN

Bij de bovenrand:
Ivm aanwezigheid van schotjes is een vervangend weerstandsmoment berekend:
- Wanddikte schotje : ts = 5 mm
- Flens/profielbreedte: Hs = 93.14 mm, bij schotje(s) ter plaatse van de bout
- Slankheid : lambda = 1.052 * Hs/ts * (sigma-e / (E*ksigma))^0.5 =
  = 1.052*93.14 /5 * (235 /(2.1E5*0.43))^0.5 = 1.00
- Plooifactor : rhos = (1 - 0.22/lambda) / lambda < 1.0
  (1 - 0.22/1.00) / 1.00 , dus rhos = 0.78
- Eff.profielbreedte : Hs,eff = rhos * Hs = 0.78 * 93.14 = 72.66 mm
- Wx - elastisch : Wel = 8454.14 mm3, met schotjes
- Wx - plastisch : Wpl = 1250.00 mm3, zonder schotje(s)
- Wpep - reken : Wpep = max(Wel,Wpl) = max(8454.14, 1250.00) = 8454.14 mm3
- Moment-capaciteit : Mp,cap = Wp * sigmae = 8454 * 235 = 1987 E3 Nmm
- Diameter boutkop : e = 18.72 mm
- Capaciteit op pons : Fp,cap = pi*D*t*sigma-s = pi*18.72*10.0*136 = 80 kN

3.5.2.11 Eigenschappen van de bouten in de spantkoppeling:
Bij de onderrand 2 x M10-8.8 (index "bto"):
- Spanningsdoorsnede per bout : Asbto = 58.9 mm²
- Rekenwaarde vloeigrens : min (sigmae, 0.72 * sigmau)
- Ideële boutcapaciteit : Fi,capbto = 33926 N

Bij de bovenrand 1 x M10-8.8 (index "btb"):
- Spanningsdoorsnede per bout : Asbtb = 58.9 mm²
- Rekenwaarde vloeigrens : min (sigmae, 0.72 * sigmau)
- Ideële boutcapaciteit : Fi,capbtb = 33926 N

Momentenarm bij positief moment (+ = trek onderrand):
(bovenste bout onder bovenrand, dus drukpunt t.p.v. hartlijn bovenrand)
- Arm bout 1: h1 = 0 (niet aanwezig)
- Arm bout 2: h2 = hspant - ezbr - bor - e2 = 438 - 15.0 - 30 - 25 = 368 mm
- Arm bout 3: h3 = bbr - ezbr + e3 = 30 - 15.0 + 25 = 40 mm
- Arm bout 4: h4 = 0 (niet aanwezig)

Maximum hefboomsarm : hmax = 368 mm
Momenten-arm = hobout = (h1² + h2² + h3² + h4²)/hmax = 372 mm

```
  Momentenarm bij negatief moment (- = trek bovenrand):
  (onderste bout boven onderrand, dus drukpunt t.p.v. hartlijn onderrand)
  - Arm bout 1: h1 = 0 (niet aanwezig)
  - Arm bout 2: h2 = bor - ezor + e2          =  30 - 15.0 + 25       =  40 mm
  - Arm bout 3: h3 = hspant - ezor - bbr - e3 = 438 - 15.0 -  30 - 25 = 368 mm
  - Arm bout 4: h4 = 0 (niet aanwezig)
  Maximum hefboomsarm : hmax = 368  mm
  Momenten-arm = hbbout = (h1² + h2² + h3² + h4²)/hmax = 372  mm

3.5.2.11 Eigenschappen van de Nokplaat (ST50*12.0 mm S235 (EN1021) (index "kp"):
- Schuifspanning        : sigma-s= 0.58 * sigmae = 0.58 * 235  = 136  N/mm²
Bij de onderrand:
    Ivm aanwezigheid van schotjes is een vervangend weerstandsmoment berekend:
  - Wanddikte schotje   : ts = 5    mm
  - Flens/profielbreedte: Hs = 36.57   mm, bij schotje(s) ter plaatse van de bout
  - Slankheid           : lambda = 1.052 * Hs/ts * (sigma-e / (E*ksigma))^0.5 =
                          = 1.052*36.57  /5    * (235 /(2.1E5*0.43))^0.5 = 0.39
  - Plooifactor         : rhos = (1 - 0.22/lambda) / lambda < 1.0
                          (1 - 0.22/0.39   ) / 0.39   , dus rhos = 1.00
  - Eff.profielbreedte  : Hs,eff = rhos * Hs = 1.00 * 36.57   = 36.57   mm
  - Wx - elastisch      : Wel = 2914.78  mm3, met schotjes
  - Wx - plastisch      : Wpl = 1800.00  mm3, zonder schotje(s)
  - Wpep - reken        : Wpep = max(Wel,Wpl) = max(2914.78, 1800.00) = 2914.78  mm3
  - Moment-capaciteit   : Mp,cap = Wp * sigmae = 2915   * 235  = 685  E3 Nmm
  - Diameter boutkop    : e = 18.72 mm
  - Capaciteit op pons  : Fp,cap = pi*D*t*sigma-s = pi*18.72*12.0*136  = 96     kN
Bij de bovenrand:
  - Pl.weerstandsmoment : Wpep = 1565   mm3 (zonder schotjes)
  - Moment-capaciteit   : Mp,cap = Wp * sigmae = 1565   * 235  = 368  E3 Nmm
  - Diameter boutkop    : e = 18.72 mm
  - Capaciteit op pons  : Fp,cap = pi*D*t*sigma-s = pi*18.72*12.0*136  = 96     kN
```

3.5.2.11 Eigenschappen van de zijgevelspantkolom (RHBK100*50*4.0 mm S235 (EN10219))
- Oppervlakte : A = 1095 mm²
- Traagheidsmoment y-as : Iy = 134.4E4 mm4
- Weerstandsmoment y-as : Wy = 26875 mm3
- Traagheidsstraal y-as : iy = 35.0 mm
- Traagheidsmoment z-as : Iz = 45.2E4 mm4
- Traagheidsstraal z-as : iz = 20.3 mm
- Rekenwaarden voor de vloeigrens volgens art. 6.2.5 van RKP 1990:
  - Materiaalkwaliteit : S235 (EN1021 (sigmae = 235.0 N/mm², sigmau = 360.0 N/mm²)
  - Ontwikkelde lengte : L = 286.3 mm
  - Omgez. hoeken : nhoek = 4
  - Op druk belast : sigmae-d = sigmae-eq = 283.9 N/mm²

3.5.2.11 Eigenschappen van het spant van de middenvelden:
- Effectieve kolomhoogte: ph,eff = h - vspant - hspant/2 =
  = 4000 - 80 - 438/2 = 3701 mm
- Spanthoogte, netto : ht,net = 330 mm (tussen onder- en bovenrand)
- Idem, effectief : ht,eff = hspant-ezbr-ezor = (hart op hart afstand)
  = 438 - 15.0 - 15.0 = 360 mm
- Idem, "diagonaal" : ht,diag = 330 mm ("hoogte van de diagonalen")
- Lengte spantbeen : lbeen = 0.5 * bkap / cos(dekhelling)
  = 0.5 * 9600 / cos(27.0) = 5387 mm
- Diagonalen per been : nDiag = Diagonalen per veld * aantal gordingen + 1
  = 6 * (1 + 1) = 12
- Veldlengte randen : lveld = 2 * lbeen / nDiag = 5387 / 12 = 898 mm
  Aor*ht,eff 229.1 * 360
- Neutrale lijn z-as : eztl = ---------- = ---------- = 155.7 mm
  Aor + Abr 229.1 + 300.6
  (t.o.v. neutrale lijn van de bovenrand)
- Traagheidsmoment y-as : Ispant = Abr*eztl² + Aor*(ht,eff-eztl)² =
  = 300.6 * 155.7² + 229.1 * (360.0 - 155.7)² =
  = 1684.7 E4 mm4
- Eigen gewicht spantbeen van het spant van de middenvelden:
  - Gewicht bovenrand : Gbr = 5.39 m * 2.36 kg/m = 12.7 kg
  - Gewicht onderrand : Gor = 5.39 m * 1.80 kg/m = 9.7 kg
  - Gewicht diag.eindvelden : Gde = 2 * 6 * 0.525 m * 1.21 kg/m = 7.6 kg
  - Gewicht gordingverticalen : Ggv = 1 * 0.330 m * 3.93 kg/m = 1.3 kg
  - Gewicht eindplaten : Gep = 0.390/cos(27.0)* 3.93 kg/m = 3.1 kg
  - Gewicht nokplaten : Gnp = 0.390/cos(27.0)* 4.71 kg/m = 2.1 kg
  ---------- +
  Totaal: Gspant = 36.4 kg
  - In Newton: Fspantbeen = 364 N en Qspantbeen = 67.6 N/m

3.6 MODEL ELASTISCHE ANALYSE.

3.6.1 Rekenmodel

Knopen:

nr	x-coordinaat [m]	y-coordinaat [m]
1	-0.013	0.000
2	0.000	3.701
3	2.400	4.924
4	4.800	6.147
5	7.200	4.924
6	9.587	0.000
7	9.600	3.701
8	12.000	4.924
9	14.400	6.147
10	16.800	4.924
11	19.187	0.000
12	19.200	3.701
13	21.600	4.924
14	24.000	6.147
15	26.400	4.924
16	28.787	0.000
17	28.800	3.701
18	31.200	4.924
19	33.600	6.147
20	36.000	4.924
21	38.387	0.000
22	38.400	3.701
23	40.800	4.924
24	43.200	6.147
25	45.600	4.924
26	47.987	0.000
27	48.000	3.701
28	50.400	4.924
29	52.800	6.147
30	55.200	4.924
31	57.587	0.000
32	57.600	3.701
33	60.000	4.924
34	62.400	6.147
35	64.800	4.924
36	67.187	0.000
37	67.200	3.701
38	69.600	4.924
39	72.000	6.147
40	74.400	4.924
41	76.787	0.000
42	76.800	3.701
43	79.200	4.924
44	81.600	6.147
45	84.000	4.924
46	86.387	0.000
47	86.400	3.701
48	88.800	4.924
49	91.200	6.147
50	93.600	4.924
51	95.987	0.000
52	96.000	3.701
53	98.400	4.924
54	100.800	6.147
55	103.200	4.924
56	105.587	0.000
57	105.600	3.701

Opleggingen:

knoop nr.	hoek	X-richting type	X-richting Veerconst m/N	Y-richting type	Y-richting Veerconst m/N	Rotatie type	Rotatie Veerconst N*m/gr
1	0.0	1	0.0	1	0.0	0	0.0
6	0.0	1	0.0	1	0.0	0	0.0
11	0.0	1	0.0	1	0.0	0	0.0
16	0.0	1	0.0	1	0.0	0	0.0
21	0.0	1	0.0	1	0.0	0	0.0
26	0.0	1	0.0	1	0.0	0	0.0
31	0.0	1	0.0	1	0.0	0	0.0
36	0.0	1	0.0	1	0.0	0	0.0
41	0.0	1	0.0	1	0.0	0	0.0
46	0.0	1	0.0	1	0.0	0	0.0
51	0.0	1	0.0	1	0.0	0	0.0
56	0.0	1	0.0	1	0.0	0	0.0

Staven:

staaf nr.	Van knp		Naar knp		Profiel	Materiaalsoort	Lengte [mm]
1	1		2		RHBK100*50*3.0	S275 (EN10219)	3701 (16)
2	2		3		1e Spant	S275 (EN10219)	2694 (17)
3	3		4		1e Spant	S275 (EN10219)	2694 (18)
4	4		5		1e Spant	S275 (EN10219)	2694 (19)
5	5		7		1e Spant	S275 (EN10219)	2694 (20)
6	2	0	7	0	RHBK50*30*1.5	S275 (EN10219)	9600 (21)
7	6		7		RHBK100*50*3.0	S275 (EN10219)	3701 (22)
8	7		8		2e Spant	S275 (EN10219)	2694 (23)
9	8		9		2e Spant	S275 (EN10219)	2694 (24)
10	9		10		2e Spant	S275 (EN10219)	2694 (25)
11	10		12		2e Spant	S275 (EN10219)	2694 (26)
12	7	0	12	0	RHBK50*30*1.5	S275 (EN10219)	9600 (27)
13	11		12		RHBK100*50*3.0	S275 (EN10219)	3701 (28)
14	12		13		Midden Spant	S275 (EN10219)	2694 (29)
15	13		14		Midden Spant	S275 (EN10219)	2694 (30)
16	14		15		Midden Spant	S275 (EN10219)	2694 (31)
17	15		17		Midden Spant	S275 (EN10219)	2694 (32)
18	12	0	17	0	RHBK50*30*1.5	S275 (EN10219)	9600 (33)
19	16		17		RHBK100*50*3.0	S275 (EN10219)	3701 (34)
20	17		18		Midden Spant	S275 (EN10219)	2694 (35)
21	18		19		Midden Spant	S275 (EN10219)	2694 (36)
22	19		20		Midden Spant	S275 (EN10219)	2694 (37)
23	20		22		Midden Spant	S275 (EN10219)	2694 (38)
24	17	0	22	0	RHBK50*30*1.5	S275 (EN10219)	9600 (39)
25	21		22		RHBK100*50*3.0	S275 (EN10219)	3701 (40)
26	22		23		Midden Spant	S275 (EN10219)	2694 (41)
27	23		24		Midden Spant	S275 (EN10219)	2694 (42)
28	24		25		Midden Spant	S275 (EN10219)	2694 (43)
29	25		27		Midden Spant	S275 (EN10219)	2694 (44)
30	22	0	27	0	RHBK50*30*1.5	S275 (EN10219)	9600 (45)
31	26		27		RHBK100*50*3.0	S275 (EN10219)	3701 (46)
32	27		28		Midden Spant	S275 (EN10219)	2694 (47)
33	28		29		Midden Spant	S275 (EN10219)	2694 (48)
34	29		30		Midden Spant	S275 (EN10219)	2694 (49)
35	30		32		Midden Spant	S275 (EN10219)	2694 (50)
36	27	0	32	0	RHBK50*30*1.5	S275 (EN10219)	9600 (51)
37	31		32		RHBK100*50*3.0	S275 (EN10219)	3701 (52)
38	32		33		Midden Spant	S275 (EN10219)	2694 (53)
39	33		34		Midden Spant	S275 (EN10219)	2694 (54)
40	34		35		Midden Spant	S275 (EN10219)	2694 (55)
41	35		37		Midden Spant	S275 (EN10219)	2694 (56)
42	32	0	37	0	RHBK50*30*1.5	S275 (EN10219)	9600 (57)
43	36		37		RHBK100*50*3.0	S275 (EN10219)	3701 (58)
44	37		38		Midden Spant	S275 (EN10219)	2694 (59)
45	38		39		Midden Spant	S275 (EN10219)	2694 (60)
46	39		40		Midden Spant	S275 (EN10219)	2694 (61)
47	40		42		Midden Spant	S275 (EN10219)	2694 (62)
48	37	0	42	0	RHBK50*30*1.5	S275 (EN10219)	9600 (63)
49	41		42		RHBK100*50*3.0	S275 (EN10219)	3701 (64)
50	42		43		Midden Spant	S275 (EN10219)	2694 (65)
51	43		44		Midden Spant	S275 (EN10219)	2694 (66)
52	44		45		Midden Spant	S275 (EN10219)	2694 (67)
53	45		47		Midden Spant	S275 (EN10219)	2694 (68)
54	42	0	47	0	RHBK50*30*1.5	S275 (EN10219)	9600 (69)
55	46		47		RHBK100*50*3.0	S275 (EN10219)	3701 (70)
56	47		48		2e Spant	S275 (EN10219)	2694 (71)
57	48		49		2e Spant	S275 (EN10219)	2694 (72)

58	49		50		2e Spant	S275 (EN10219)	2694 (73)
59	50		52		2e Spant	S275 (EN10219)	2694 (74)
60	47	0	52	0	RHBK50*30*1.5	S275 (EN10219)	9600 (75)

61	51		52		RHBK100*50*3.0	S275 (EN10219) 3701 (5)
62	52		53		1e Spant	S275 (EN10219) 2694 (6)
63	53		54		1e Spant	S275 (EN10219) 2694 (7)
64	54		55		1e Spant	S275 (EN10219) 2694 (8)
65	55		57		1e Spant	S275 (EN10219) 2694 (9)
66	52	0	57	0	RHBK50*30*1.5	S275 (EN10219) 9600 (10)
67	56		57		RHBK100*50*3.0	S275 (EN10219) 3701 (11)

Profielen:

Nr.	Profiel	I [mm4]	A [mm2]	W [mm3]
1	RHBK100*50*3.0	1083900.5	848.5	21678.0
2	1e Spant	22895465.7	729.1	100.0
3	2e Spant	22895465.7	729.1	100.0
4	Midden Spant	16847454.0	529.6	100.0
5	RHBK50*30*1.5	77726.0	229.1	3109.0

Materialen:

Nr.	Soort	Elast.Modul. [N/mm²]	Vloeispanning [N/mm²]
1	S275 (EN10219)	210000.0	275.0

3.6.2 Algemene belastingen en waarden voor het rekenmodel en de analyse

- Traliebelasting:
  - installaties = (q.inst+q.teeltgoot)*v = (70 +0)*4.0 qinstall = 280.0 N/m
  - eigen gewicht = Ftral / l = 920 / 9.6 qtral = 95.8 N/m
  - gewas = qgew * v = 0 * 4.0 qgewas = 0.0 N/m

- Loodrecht op het dek:
  - eigen gewicht = qdek*v*sin(a)*cos(a) = 32 *4.0 *sin(27.0)*cos(27.0) qdek.a = 51.8 N/m
  - sneeuw = qsneeuw*v*sin(a)*cos(a) = 423 *4.0 *sin(27.0)*cos(27.0) qsneew.a = 685.2 N/m

- Evenwijdig aan het dek:
  - eigen gewicht = qdek*v*cos(a)² = 32 *4.0 *cos(27.0)² qdek.s = 101.6 N/m
  - sneeuw = qsneeuw*v*cos(a)² = 423 *4.0 *cos(27.0)² qsneew.s = 1344.8 N/m
  - wind = wind*v = 510 *4.0 qwind.s = 2.0 N/m

- Puntlast goot:
  - eigen gewicht goot = qgoot*v = 34 *4.0 qgoot.m = 136.0 N/m
  - bij de zijgevel = 0.5*qgoot.m = 0.5*136.0 qgoot.s = 68.0 N/m
    (gedeeltelijk naar de zijgevel afgedragen)

- Puntlast zijgevel bij de goot:

$$\text{Windlast} = q_{wind} * \frac{0.5*ph}{ph-vspant-hspant/2} * ph * v$$

$$= 510 * \frac{0.5*4000}{4000-80 \ -438 \ /2} * 4.000 * 4.000 \qquad F_{hw.gt} = 4414 \text{ N}$$

- Puntlast zijgevel op fundatiehoogte

$$\text{Windlast} = q_{wind} * \left(1 - \frac{0.5*ph}{ph-vspant-hspant/2}\right) * ph * v$$

$$= 510 * \left(1 - \frac{0.5*4000}{4000-80 \ -438 \ /2}\right) * 4.000 * 4.000 \qquad F_{hw.fh} = 3754 \text{ N}$$

- Dekwasser: Gewicht = 0 N, wielbasis = 0 mm

$$F_{kd} = \frac{\text{Gewicht}}{4} * \left(2 - \frac{\text{wielbasis}}{2*\text{vakmaat}}\right) = \frac{0}{4} * \left(2 - \frac{0}{2*4000}\right) \qquad F_{kd} = 0 \text{ N}$$

3.7 THEORIE VAN DE BEREKENING
VAN DE STABILITEIT VAN DE BOVENRAND EN DE ONDERRAND UIT HET VLAK VAN DE TRALIE (ZIE DIN 4114).

Bij de berekening van de stabiliteit van de bovenrand en de onderrand uit het vlak van de tralieliggers wordt, per kap, rekening gehouden met:
- de randvoorwaarden aan weerszijden van de kap. De rotatieveerstijfheid wordt uitgedrukt in het k-getal (0.0 < k < 1.0) (k = 0.6 betekent 60% inklemming). De waarden van de geldende randvoorwaarden zijn bepaald d.m.v. experimenteel onderzoek en weergegeven in tabel 5.1.
- het normaalkrachtenverloop. Er wordt uitgegaan van een rechtlijnig verloop.

Tabel 5.1: Rotatieveerstijfheden voor de randvoorwaarden van boven- en onderrand van tralieliggers (zie TNO-rapport BI-91-216).

Veerstijfheid Plaats	Symbool	Rotatieveer-stijfheid (k-getal) bovenrand	onderrand
In het 1e spant:			
T.p.v. de eindkolommen	"e"	0.60	0.70
T.p.v. de gordingen	"g"	0.80	0.10
T.p.v. de nokverbinding	"n"	0.20	0.20
T.p.v. de middenkolommen	"m"	0.30	0.40
In het 2e spant:			
T.p.v. de gordingen	"g"	0.80	0.10
T.p.v. de nokverbinding	"n"	0.20	0.20
T.p.v. de middenkolommen	"m"	0.30	0.40
In een middenspant:			
T.p.v. de gordingen	"g"	0.80	0.10
T.p.v. de nokverbinding	"n"	0.20	0.20
T.p.v. de middenkolommen	"m"	0.30	0.40

Bij het berekenen van de kniklengte (lky) van de randen uit het vlak van de tralie kunnen 4 verschillende basissituaties optreden:

1) Aan beide zijden scharnierend ondersteund:
   - lky1 = bkap * [(1 + 0.88*N0/N1) / 1.88]1/2

2) Aan de zijde van N1 scharnierend ondersteund en aan de zijde van N0 volledig ingeklemd:
   - lky2 = bkap * [(1 + 0.51*N0/N1) / 3.09]1/2

3) Aan de zijde van N1 volledig ingeklemd en aan de zijde van N0 scharnierend ondersteund:
   - lky3 = bkap * [(1 + 1.65*N0/N1) / 5.42]1/2

4) Aan beide zijden volledig ingeklemd:
   - lky4 = bkap * [(1 + 0.93*N0/N1) / 7.72]1/2

waarin:
N1 = Grootste normaaldrukkracht per kap (altijd - = druk)
(indien de betreffende rand in de betreffende kap niet op druk wordt belast, speelt knik en dus ook N1 geen enkele rol)
N0 = Normaalkracht aan de andere zijde van de kap (- = druk; + = trek)
N0/N1 = Quotiënt van N0 en N1 < 1.0. Indien de normaalkracht in de betreffende rand in de betreffende kap van teken wisselt, wordt N0/N1 negatief. Overeenkomstig DIN 4114 geldt als minimum waarde: N0/N1 = -0.20

De basissituaties hebben uitsluitend betrekking op een scharnier of een volledige inklemming als randvoorwaarde. Voor de bepaling van de kniklengte van een ligger met verschillende rotatieveren aan beide uiteinden, geldt:

- lkx = (1-k0)*(1-k1)*lkx1 + k0*(1-k1)*lkx2 + (1-k0)*k1*lkx3 + k0*k1*lkx4

waarin:
k1 = Rotatieveerstijfheid (k-getal) aan de zijde van N1 (zie boven)
k0 = Rotatieveerstijfheid (k-getal) aan de zijde van N0 (zie boven)

De berekening van de stabiliteitscontroles vindt plaats volgens EN 1993-1-1

3.8 B.C.1: a0) Dead load + Services + Snow (without snow removal)

3.8.1 Berekening van de belastingen per spant:

a) Belastingen in gebruikstoestand:
- Permanente belastingen:
  - Eigen gewicht dek : (1.00 * 32) = 32 N/m²
  - Eigen gewicht van de goot: (1.00 * 34)* 4.00 = 136 N
  - E.G. spantbeen 1e spant : (1.00 * 83.3) = 83.3 N/m
  - E.G. spantbeen 2e spant : (1.00 * 85.4) = 85.4 N/m
  - E.G. spantbeen 3e spant : (1.00 * 67.6) = 67.6 N/m
- Variabele belastingen:
  - Vert. puntlast: 0.00*max(1250,1000)+1.00*0 = 0 N
  - Sneeuwbelasting : (0.00 * 423) = 0 N/m²
  - Gewas winter : (0.00 * 0) = 0 N/m²
  - Installaties : (1.00 * 70) = 70 N/m²

b) Belastingen in rekentoestand:
- Permanente belastingen:
  - Eigen gewicht dek : (1.00 * 32) = 32 N/m²
  - Eigen gewicht van de goot: (1.00 * 34)* 4.00 = 136 N
  - E.G. spantbeen 1e spant : (1.00 * 83.3) = 83.3 N/m
  - E.G. spantbeen 2e spant : (1.00 * 85.4) = 85.4 N/m
  - E.G. spantbeen 3e spant : (1.00 * 67.6) = 67.6 N/m
- Variabele belastingen:
  - Vert. puntlast: 0.00*max(1250,1000)+1.00*0 = 0 N
  - Sneeuwbelasting : (1.00 * 423) = 423 N/m²
  - Gewas winter : (0.00 * 0) = 0 N/m²
  - Installaties : (1.00 * 70) = 70 N/m²

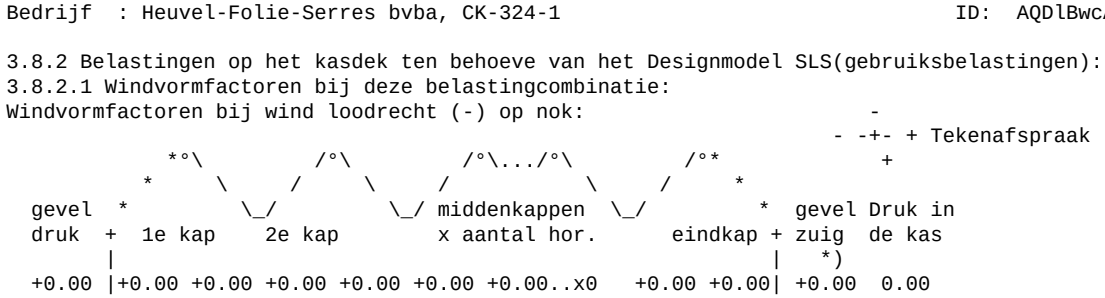
c) Bij het bepalen van de knoopcoordinaten is rekening gehouden met
de initiële scheefstand van de kolommen:
- Scheefstand psi = 1/267 (zie EN 1993-1-1)

d) Rekenvoorbeeld van de belastingen op knooppunten op de volgende plaatsen:
Knoop k = "effectieve" spanthoogte van de eerste kolom
Knoop g = Eerste gording op de eerste kaphelft

- Horizontale belasting:
  Fk,hor = 0 N (geen windbelasting)
  Fg,hor = 0 N
- Verticale belasting:
  Fk,vert = -0.5*(32 + 423 + 0 + 70)
  * 4.00 * 9.60 / [2*(1+1)] - 136 = -2658 N
  Fg,vert = -(32 + 423 + 0 + 70)
  * 4.00 * 9.60 / [2*(1+1)] + 0 = -5045 N

e) Belastingen op gordingen:
Berekening van het minimaal traagheidsmoment van de dekgording
op alle spanten in gebruikstoestand.
- Belastingssituatie met alleen eigen gewicht kasdek
  Qg1 = 32 * 9.60 / [2*(1+1)] = 77 Nm
- Vervormingseis dekgordingen volgens EN 13031-1:
  dtoel1 = min(4000/750, 6) = 5.3 mm
- Hieruit volgt een minimaal traagheidsmoment (ligger op 3 steunpunten):
  Ixgmin = 2/384 * (Qg1 * 40004) / (Estaal,g * dtoel1) = 91429 mm4

3.8.2 Belastingen op het kasdek ten behoeve van het Designmodel SLS(gebruiksbelastingen):
3.8.2.1 Windvormfactoren bij deze belastingcombinatie:
Windvormfactoren bij wind loodrecht (-) op nok:



3.8.2.2 Belastingfactoren bij deze belastingcombinatie:

Belastingfactoren	gebruikstoestand	rekentoestand
Eigen gewicht	1.00	1.00
Installaties	1.00	1.00
Sneeuw	0.00	1.00
Wind	0.00	0.00
gewas	0.00	0.00

3.8.2.3 Gesommeerde belastingen op de omhulling van de kas per vakmaat:
Belastingen gebruikstoestand SLS per vakmaat (4.000 m):

Tralie	neerwaarts	qtral = fi*qinstall + fp*qtral + fg*qgewas		
		= 1.00*280.0 + 1.00*95.8 + 0.00*0.0	qtral =	375.8 N/m
Goot	zijgevel	Fgt.s = fp*qgoot.s = 1.00*68.0	Fgt.s =	68 N
	middengoot	Fgt.m = fp*qgoot.m = 1.00*136.0	Fgt.m =	136 N
Kasdek	evenwijdig	qdek.E = [fp*qdek + fs*qsneew]*sin(dek)		
		= [1.00*114.0 + 0.00*1509.3]*sin(27.0)	qdek.E =	51.8 N/m
	loodrecht	qdek.L = [fp*qdek + fs*qsneew]*cos(dek)		
		= [1.00*114.0 + 0.00*1509.3]*cos(27.0)	qdek.L =	101.6 N/m
	+ wind per kaphelft	= qdek.L + fw*qwinds*(cpe-cpi)		
	- 1e kaphelft	= 101.6 + 0.00*2041.9*(+0.00-0.00)	qdek.L1 =	101.6 N/m
	- 2e kaphelft	= 101.6 + 0.00*2041.9*(+0.00-0.00)	qdek.L2 =	101.6 N/m
	- 3e kaphelft	= 101.6 + 0.00*2041.9*(+0.00-0.00)	qdek.L3 =	101.6 N/m
	- 4e kaphelft	= 101.6 + 0.00*2041.9*(+0.00-0.00)	qdek.L4 =	101.6 N/m
	- Middenkap links	= 101.6 + 0.00*2041.9*(+0.00-0.00)	qdek.Lm1 =	101.6 N/m
	- Middenkap rechts	= 101.6 + 0.00*2041.9*(+0.00-0.00)	qdek.Lm2 =	101.6 N/m
	- Eindkap links	= 101.6 + 0.00*2041.9*(+0.00-0.00)	qdek.Le1 =	101.6 N/m
	- Eindkap Rechts	= 101.6 + 0.00*2041.9*(+0.00-0.00)	qdek.Le2 =	101.6 N/m
	+ windwrijving nok	= Cfp,h*fi*qwind*vakmaat*bkap/hkap*cscd'		
	- middenkap FhwCpf	= 0.00*0.00*510.5 *4.0 *9.6/2.45*0.70	FhwCpf =	0 N
Zijgevel	windzijde FhwF.gt	= fw*Fhw.gt*(cp1-cpi)		
	goothoogte	= 0.00*4413.5*(0.0 -0.0)	Fhw.gt =	0 N
	windzijde FhwF.fh	= fw*Fhw.fh*(cp1-cpi)		
	fundatiehoogte	= 0.00*3754.0*(0.0 -0.0)	Fhw.fh =	0 N
Zijgevel	loefzijde FhwL.gt	= fw*Fhw.gt*(cp1+cpi)		
	goothoogte	= 0.00*4413.5*(0.0 +0.0)	Fhw.gt =	0 N
	loefzijde FhwL.fh	= fw*Fhw.fh*(cp1+cpi)		
	fundatiehoogte	= 0.00*3754.0*(0.0 +0.0)	Fhw.fh =	0 N

Belastingen rekentoestand ULS per vakmaat (4.000 m):

Tralie	neerwaarts qtral = fi*qinstall + fp*qtral + fg*qgewas		
	= 1.00*280.0 + 1.00*95.8 + 0.00*0.0	qtral =	375.8 N/m
Goot	zijgevel Fgt.s = fp*qgoot.s = 1.00*68.0	Fgt.s =	68 N
	middengoot Fgt.m = fp*qgoot.m = 1.00*136.0	Fgt.m =	136 N
Kasdek	evenwijdig qdek.E = [fp*qdek + fs*qsneew]*sin(dek)		
	= [1.00*114.0 + 1.00*1509.3]*sin(27.0)	qdek.E =	737.0 N/m
	loodrecht qdek.L = [fp*qdek + fs*qsneew]*cos(dek)		
	= [1.00*114.0 + 1.00*1509.3]*cos(27.0)	qdek.L =	1446.4 N/m
	+ wind per kaphelft = qdek.L + fw*qwinds*(cpe-cpi)		
	- 1e kaphelft = 1446.4 + 0.00*2041.9*(+0.00-0.00)	qdek.L1 =	1446.4 N/m
	- 2e kaphelft = 1446.4 + 0.00*2041.9*(+0.00-0.00)	qdek.L2 =	1446.4 N/m
	- 3e kaphelft = 1446.4 + 0.00*2041.9*(+0.00-0.00)	qdek.L3 =	1446.4 N/m
	- 4e kaphelft = 1446.4 + 0.00*2041.9*(+0.00-0.00)	qdek.L4 =	1446.4 N/m
	- Middenkap links = 1446.4 + 0.00*2041.9*(+0.00-0.00)	qdek.Lm1 =	1446.4 N/m
	- Middenkap rechts = 1446.4 + 0.00*2041.9*(+0.00-0.00)	qdek.Lm2 =	1446.4 N/m
	- Eindkap links = 1446.4 + 0.00*2041.9*(+0.00-0.00)	qdek.Le1 =	1446.4 N/m
	- Eindkap Rechts = 1446.4 + 0.00*2041.9*(+0.00-0.00)	qdek.Le2 =	1446.4 N/m
	+ windwrijving nok = Cfp,h*fi*qwind*vakmaat*bkap/hkap*cscd		
	- middenkap FhwCpf = 0.00*0.00*510.5 *4.0 *9.6/2.45*0.72	FhwCpf =	0 N
Zijgevel	windzijde FhwF.gt = fw*Fhw.gt*(cp1-cpi)		
	goothoogte = 0.00*4413.5*(0.0 -0.0)	Fhw.gt =	0 N
	windzijde FhwF.fh = fw*Fhw.fh*(cp1-cpi)		
	fundatiehoogte = 0.00*3754.0*(0.0 -0.0)	Fhw.fh =	0 N
Zijgevel	loefzijde FhwL.gt = fw*Fhw.gt*(cp1+cpi)		
	goothoogte = 0.00*4413.5*(0.0 +0.0)	Fhw.gt =	0 N
	loefzijde FhwL.fh = fw*Fhw.fh*(cp1+cpi)		
	fundatiehoogte = 0.00*3754.0*(0.0 +0.0)	Fhw.fh =	0 N

Tabel 3.8.2.4: Knoopbelastingen, oplegreacties en knoopverplaatsingen:

	Knoopbelastingen Rekentoestand		Oplegreacties		Knoopverplaatsingen gebruikstoestand		
nr.	X-as [mm]	Y-as [mm]	X-as [N]	Y-as [N]	X-verpl [mm]	Y-verpl [mm]	U_lijn [mm]
	Horiz.	Vert.	Horiz.	Vert.	Horiz.	Vert.	
1	-0.013	0.000	179	10168	0.00	0.00	0.000
2	0.000	3.701	0	-2658	-0.84	-0.05	0.000
3	2.400	4.924	0	-5045	-0.48	-0.86	0.537
4	4.800	6.147	0	-5045	-0.60	-0.71	0.000
5	7.200	4.924	0	-5045	-0.54	-0.50	0.105
6	9.587	0.000	106	21738	0.00	0.00	0.000
7	9.600	3.701	0	-5181	-0.39	-0.10	0.000
8	12.000	4.924	0	-5045	-0.22	-0.55	0.189
9	14.400	6.147	0	-5045	-0.20	-0.65	0.000
10	16.800	4.924	0	-5045	-0.20	-0.56	0.204
11	19.187	0.000	75	21145	0.00	0.00	0.000
12	19.200	3.701	0	-5181	-0.02	-0.10	0.000
13	21.600	4.924	0	-5045	0.17	-0.59	0.215
14	24.000	6.147	0	-5045	0.16	-0.69	0.000
15	26.400	4.924	0	-5045	0.15	-0.61	0.241
16	28.787	0.000	58	21018	0.00	0.00	0.000
17	28.800	3.701	0	-5181	0.35	-0.10	0.000
18	31.200	4.924	0	-5045	0.54	-0.62	0.242
19	33.600	6.147	0	-5045	0.53	-0.69	0.000
20	36.000	4.924	0	-5045	0.52	-0.61	0.231
21	38.387	0.000	37	21034	0.00	0.00	0.000
22	38.400	3.701	0	-5181	0.71	-0.10	0.000
23	40.800	4.924	0	-5045	0.90	-0.62	0.247
24	43.200	6.147	0	-5045	0.89	-0.69	0.000
25	45.600	4.924	0	-5045	0.88	-0.60	0.226
26	47.987	0.000	16	21035	0.00	0.00	0.000
27	48.000	3.701	0	-5181	1.07	-0.10	0.000
28	50.400	4.924	0	-5045	1.27	-0.63	0.252
29	52.800	6.147	0	-5045	1.25	-0.70	0.000
30	55.200	4.924	0	-5045	1.24	-0.60	0.221
31	57.587	0.000	-4	21035	0.00	0.00	0.000
32	57.600	3.701	0	-5181	1.43	-0.10	0.000
33	60.000	4.924	0	-5045	1.63	-0.63	0.256
34	62.400	6.147	0	-5045	1.61	-0.70	0.000
35	64.800	4.924	0	-5045	1.61	-0.60	0.217
36	67.187	0.000	-25	21034	0.00	0.00	0.000
37	67.200	3.701	0	-5181	1.79	-0.11	0.000
38	69.600	4.924	0	-5045	1.99	-0.64	0.261
39	72.000	6.147	0	-5045	1.97	-0.70	0.000
40	74.400	4.924	0	-5045	1.97	-0.59	0.211
41	76.787	0.000	-46	21022	0.00	0.00	0.000
42	76.800	3.701	0	-5181	2.15	-0.11	0.000
43	79.200	4.924	0	-5045	2.36	-0.65	0.270
44	81.600	6.147	0	-5045	2.33	-0.70	0.000
45	84.000	4.924	0	-5045	2.34	-0.58	0.188
46	86.387	0.000	-64	21135	0.00	0.00	0.000
47	86.400	3.701	0	-5181	2.51	-0.11	0.000
48	88.800	4.924	0	-5045	2.71	-0.59	0.229
49	91.200	6.147	0	-5045	2.70	-0.66	0.000
50	93.600	4.924	0	-5045	2.72	-0.54	0.165
51	95.987	0.000	-91	21718	0.00	0.00	0.000
52	96.000	3.701	0	-5181	2.89	-0.12	0.000
53	98.400	4.924	0	-5045	3.04	-0.54	0.132
54	100.800	6.147	0	-5045	3.09	-0.72	0.000
55	103.200	4.924	0	-5045	2.99	-0.84	0.497
56	105.587	0.000	-242	10248	0.00	0.00	0.000

Tabel 3.8.2.5: Staafbelastingen, momenten, normaal- en dwarskrachten

				B E G I N			E I N D		
Staaf nr.	Profiel	X-as [N/m]	Y-as [N/m]	Normaal [N]	Dwarskr [N]	Moment [Nm]	Normaal [N]	Dwarskr [N]	Moment [Nm]
		Horizontaal	Verticaal						
1	RHBK100*50*3.0			-10169	-142	0	-10169	-142	-526
2	1e Spant	-37.8	-74.2	-12234	2195	-526	-12132	1995	5117
3	1e Spant	-37.8	-74.2	-9842	-2500	5117	-9740	-2700	-1885

4	1e Spant	37.8	-74.2	-10199	1799	-1885	-10301	1599	2690
5	1e Spant	37.8	-74.2	-12591	-2896	2690	-12693	-3096	-5380
6	RHBK50*30*1.5			9725	0	0	9725	0	0
7	RHBK100*50*3.0			-21739	-28	-0	-21739	-28	-104
8	2e Spant	-38.8	-76.1	-11205	3310	-5484	-11101	3106	3157
9	2e Spant	-38.8	-76.1	-8811	-1389	3157	-8706	-1594	-861
10	2e Spant	38.8	-76.1	-8697	1612	-861	-8802	1407	3204
11	2e Spant	38.8	-76.1	-11092	-3088	3204	-11196	-3293	-5389
12	RHBK50*30*1.5			8196	0	0	8196	0	0
13	RHBK100*50*3.0			-21145	1	0	-21145	1	3
14	Midden Spant	-30.7	-60.3	-11213	3206	-5387	-11131	3043	3029
15	Midden Spant	-30.7	-60.3	-8840	-1451	3029	-8758	-1614	-1099
16	Midden Spant	30.7	-60.3	-8743	1642	-1099	-8826	1479	3105
17	Midden Spant	30.7	-60.3	-11116	-3015	3105	-11199	-3178	-5236
18	RHBK50*30*1.5			8175	0	0	8175	0	0
19	RHBK100*50*3.0			-21018	18	-0	-21018	18	66
20	Midden Spant	-30.7	-60.3	-11254	3157	-5170	-11171	2994	3114
21	Midden Spant	-30.7	-60.3	-8881	-1500	3114	-8798	-1663	-1145
22	Midden Spant	30.7	-60.3	-8807	1646	-1145	-8889	1483	3069
23	Midden Spant	30.7	-60.3	-11180	-3011	3069	-11262	-3174	-5261
24	RHBK50*30*1.5			8175	0	0	8175	0	0
25	RHBK100*50*3.0			-21034	39	0	-21034	39	143
26	Midden Spant	-30.7	-60.3	-11255	3146	-5118	-11172	2984	3137
27	Midden Spant	-30.7	-60.3	-8882	-1511	3137	-8800	-1674	-1152
28	Midden Spant	30.7	-60.3	-8816	1641	-1152	-8899	1478	3049
29	Midden Spant	30.7	-60.3	-11189	-3016	3049	-11272	-3179	-5295
30	RHBK50*30*1.5			8144	0	0	8144	0	0
31	RHBK100*50*3.0			-21035	59	-0	-21035	59	220
32	Midden Spant	-30.7	-60.3	-11253	3138	-5075	-11170	2975	3157
33	Midden Spant	-30.7	-60.3	-8880	-1520	3157	-8798	-1682	-1154
34	Midden Spant	30.7	-60.3	-8822	1634	-1154	-8905	1472	3029
35	Midden Spant	30.7	-60.3	-11195	-3023	3029	-11277	-3185	-5333
36	RHBK50*30*1.5			8130	0	0	8130	0	0
37	RHBK100*50*3.0			-21035	80	-0	-21035	80	297
38	Midden Spant	-30.7	-60.3	-11249	3130	-5036	-11166	2968	3177
39	Midden Spant	-30.7	-60.3	-8876	-1527	3177	-8793	-1689	-1154
40	Midden Spant	30.7	-60.3	-8825	1626	-1154	-8908	1464	3008
41	Midden Spant	30.7	-60.3	-11198	-3031	3008	-11281	-3193	-5374
42	RHBK50*30*1.5			8134	0	0	8134	0	0
43	RHBK100*50*3.0			-21034	101	-0	-21034	101	374
44	Midden Spant	-30.7	-60.3	-11241	3124	-5000	-11158	2962	3198
45	Midden Spant	-30.7	-60.3	-8868	-1533	3198	-8785	-1695	-1149
46	Midden Spant	30.7	-60.3	-8825	1616	-1149	-8908	1454	2986
47	Midden Spant	30.7	-60.3	-11198	-3041	2986	-11281	-3203	-5423
48	RHBK50*30*1.5			8155	0	0	8155	0	0
49	RHBK100*50*3.0			-21022	122	-0	-21022	122	451
50	Midden Spant	-30.7	-60.3	-11191	3126	-4972	-11109	2964	3230
51	Midden Spant	-30.7	-60.3	-8818	-1531	3230	-8736	-1693	-1113
52	Midden Spant	30.7	-60.3	-8795	1577	-1113	-8878	1415	2916
53	Midden Spant	30.7	-60.3	-11168	-3080	2916	-11251	-3242	-5598
54	RHBK50*30*1.5			8156	0	0	8156	0	0
55	RHBK100*50*3.0			-21135	140	0	-21135	140	517
56	2e Spant	-38.8	-76.1	-11184	3233	-5081	-11080	3028	3351
57	2e Spant	-38.8	-76.1	-8789	-1467	3351	-8685	-1672	-876
58	2e Spant	38.8	-76.1	-8748	1549	-876	-8852	1344	3020
59	2e Spant	38.8	-76.1	-11142	-3151	3020	-11247	-3356	-5743
60	RHBK50*30*1.5			8165	0	0	8165	0	0
61	RHBK100*50*3.0			-21717	169	-0	-21717	169	626
62	1e Spant	-37.8	-74.2	-12597	3055	-5117	-12495	2855	2844
63	1e Spant	-37.8	-74.2	-10205	-1639	2844	-10103	-1839	-1841
64	1e Spant	37.8	-74.2	-9717	2598	-1841	-9818	2398	4887
65	1e Spant	37.8	-74.2	-12109	-2097	4887	-12210	-2297	-1031
66	RHBK50*30*1.5			9595	0	0	9595	0	0
67	RHBK100*50*3.0			-10247	279	-0	-10247	279	1031

3.8.3 De krachtsverdeling in het spant van de middenvelden:

Tabel 3.8.3.1: Momentenlijn, normaal- en dwarskrachtenlijn.

Positie	Momentenlijn	Normaal-krachtenlijn	Dwars-krachtenlijn
x in [m]	M(x) in [Nm]	N(x) in [N]	Q(x) in [N]
begin - eind	(+ = U/- =)	(+ = trek)	(+ = ~~~___)
19.20 - 21.60	-5387 3029	-11213 -11131	3206 3043
21.60 - 24.00	3029 -1099	-8840 -8758	-1451 -1614
24.00 - 26.40	-1099 3105	-8743 -8826	1642 1479
26.40 - 28.80	3105 -5236	-11116 -11199	-3015 -3178
28.80 - 31.20	-5170 3114	-11254 -11171	3157 2994
31.20 - 33.60	3114 -1145	-8881 -8798	-1500 -1663
33.60 - 36.00	-1145 3069	-8807 -8889	1646 1483
36.00 - 38.40	3069 -5261	-11180 -11262	-3011 -3174
38.40 - 40.80	-5118 3137	-11255 -11172	3146 2984
40.80 - 43.20	3137 -1152	-8882 -8800	-1511 -1674
43.20 - 45.60	-1152 3049	-8816 -8899	1641 1478
45.60 - 48.00	3049 -5295	-11189 -11272	-3016 -3179
48.00 - 50.40	-5075 3157	-11253 -11170	3138 2975
50.40 - 52.80	3157 -1154	-8880 -8798	-1520 -1682
52.80 - 55.20	-1154 3029	-8822 -8905	1634 1472
55.20 - 57.60	3029 -5333	-11195 -11277	-3023 -3185
57.60 - 60.00	-5036 3177	-11249 -11166	3130 2968
60.00 - 62.40	3177 -1154	-8876 -8793	-1527 -1689
62.40 - 64.80	-1154 3008	-8825 -8908	1626 1464
64.80 - 67.20	3008 -5374	-11198 -11281	-3031 -3193
67.20 - 69.60	-5000 3198	-11241 -11158	3124 2962
69.60 - 72.00	3198 -1149	-8868 -8785	-1533 -1695
72.00 - 74.40	-1149 2986	-8825 -8908	1616 1454
74.40 - 76.80	2986 -5423	-11198 -11281	-3041 -3203
76.80 - 79.20	-4972 3230	-11191 -11109	3126 2964
79.20 - 81.60	3230 -1113	-8818 -8736	-1531 -1693
81.60 - 84.00	-1113 2916	-8795 -8878	1577 1415
84.00 - 86.40	2916 -5598	-11168 -11251	-3080 -3242

3.8.3.1 Controle van de stijfheid van het spant:

De toelaatbare doorbuiging van alle spanten wordt bepaald per spantbeen:
- uvtoel = 5387 / 250 < 30.0 mm, dus: uvtoel = 21.5 mm

Uit de U-lijn is de maximale doorbuiging:
- doorbuiging umax = -9.73 mm

- Controle van het spant van de middenvelden:
  Doorbuiging: |-9.7 | mm < 21.5 mm, dus: voldoet.
  bij B.C.1: a0) Dead load + Services + Snow (without snow removal)

3.8.3.2 Controle van de bovenrand:

3.8.3.21 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de bovenrand:

- De normaalkracht in de bovenrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = -M/0.3600 + N/2 (voor N en M, zie 3.8.3.1)
    met: Effectieve spanthoogte: 360.0 mm

- De normaalkracht in de bovenrand wordt bij de eindplaten van de nok en de kolomaansluiting gereduceerd met de normaalkracht in de diagonaal (einddiagonaal sluit aan bij eindplaat ter plaatse van de bovenrand)
  - Reductie: Nred = Nd - Q/tan(38.9) plaats van eindplaat naar gording
  - Reductie: Nred = Nd + Q/tan(38.9) plaats van gording naar eindplaat
    (voor de dwarskracht Q zie tabel 3.8.3.1)

Tabel 3.8.3.2: Normaalkrachtenverloop in de bovenrand.

Plaats	Normaalkracht in [N] (trek = positief)	Systeem-lengte
x in [m]	Spant	[mm]
19.20 - 21.60	5384 -13980	2694
21.60 - 24.00	-12835 -3326	2694
24.00 - 26.40	-3353 -13037	2694
26.40 - 28.80	-14182 5007	2694
28.80 - 31.20	4823 -14237	2694
31.20 - 33.60	-13092 -3278	2694

33.60 - 36.00	-3262	-12970	2694
36.00 - 38.40	-14115	5049	2694
38.40 - 40.80	4690	-14301	2694
40.80 - 43.20	-13156	-3274	2694
43.20 - 45.60	-3241	-12918	2694
45.60 - 48.00	-14063	5134	2694
48.00 - 50.40	4583	-14356	2694
50.40 - 52.80	-13211	-3277	2694
52.80 - 55.20	-3230	-12865	2694
55.20 - 57.60	-14010	5228	2694
57.60 - 60.00	4485	-14409	2694
60.00 - 62.40	-13264	-3285	2694
62.40 - 64.80	-3224	-12811	2694
64.80 - 67.20	-13956	5330	2694
67.20 - 69.60	4395	-14462	2694
69.60 - 72.00	-13317	-3302	2694
72.00 - 74.40	-3224	-12749	2694
74.40 - 76.80	-13894	5454	2694
76.80 - 79.20	4341	-14526	2694
79.20 - 81.60	-13381	-3374	2694
81.60 - 84.00	-3259	-12540	2694
84.00 - 86.40	-13685	5907	2694

3.8.3.22 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Nadrukkelijk wordt vermeld, dat onderstaande stabiliteits-berekeningen alleen voldoen bij toepassing van specifieke stabiliteits-voorzieningen ter plaatse van de gordingen:

- fixatie van de boven- en onderrand rand uit het vlak van het spant, door windverbanden tussen de gordingen in het eerste en laatste vak van een gootlengte en momentvaste koppelingen tussen gordingen en bovenrand

Tabel 3.8.3.22:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de bovenrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-bepaling begin-eind	Normaalkrachten (trek = positief) [N] "begin"	"einde"	Rand-voor-waar-den	Knfct staaf-lengte ßm×ßn	Knik-lengte [mm]	Klasse	Sterkte UC	Stab. UC
19.20-21.60	5384	-13980	m-g	0.494	1330	1	0.17	0.25
21.60-24.00	-12835	-3326	g-n	0.546	1471	1	0.15	0.24
24.00-26.40	-3353	-13037	n-g	0.601	1619	1	0.16	0.27
26.40-28.80	-14182	5007	g-m	0.400	1077	1	0.17	0.25
28.80-31.20	4823	-14237	m-g	0.494	1330	1	0.17	0.25
31.20-33.60	-13092	-3278	g-n	0.544	1465	1	0.16	0.25
33.60-36.00	-3262	-12970	n-g	0.600	1616	1	0.15	0.27
36.00-38.40	-14115	5049	g-m	0.400	1077	1	0.17	0.25
38.40-40.80	4690	-14301	m-g	0.494	1330	1	0.17	0.25
40.80-43.20	-13156	-3274	g-n	0.543	1464	1	0.16	0.25
43.20-45.60	-3241	-12918	n-g	0.600	1616	1	0.15	0.27
45.60-48.00	-14063	5134	g-m	0.400	1077	1	0.17	0.25
48.00-50.40	4583	-14356	m-g	0.494	1330	1	0.17	0.25
50.40-52.80	-13211	-3277	g-n	0.543	1463	1	0.16	0.25
52.80-55.20	-3230	-12865	n-g	0.600	1616	1	0.15	0.27
55.20-57.60	-14010	5228	g-m	0.400	1077	1	0.17	0.25
57.60-60.00	4485	-14409	m-g	0.494	1330	1	0.17	0.26
60.00-62.40	-13264	-3285	g-n	0.543	1463	1	0.16	0.25
62.40-64.80	-3224	-12811	n-g	0.600	1616	1	0.15	0.27
64.80-67.20	-13956	5330	g-m	0.400	1077	1	0.17	0.25
67.20-69.60	4395	-14462	m-g	0.494	1330	1	0.17	0.26
69.60-72.00	-13317	-3302	g-n	0.543	1463	1	0.16	0.25
72.00-74.40	-3224	-12749	n-g	0.600	1617	1	0.15	0.27
74.40-76.80	-13894	5454	g-m	0.400	1077	1	0.17	0.25
76.80-79.20	4341	-14526	m-g	0.494	1330	1	0.17	0.26
79.20-81.60	-13381	-3374	g-n	0.544	1466	1	0.16	0.25
81.60-84.00	-3259	-12540	n-g	0.602	1620	1	0.15	0.26
84.00-86.40	-13685	5907	g-m	0.400	1077	1	0.16	0.24

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (0.95 - 0.2)*(|-13037 |/(0.571 *84071   /1.0)) = 1.08
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-13037 |/(0.571 *84071   /1.0)) = 1.10
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(1.08   , 1.10   ) = 1.08
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.65

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-13037 |/(0.571 *84071   /1.0)+1.08 *|0.0 |/(1.00*1113.7 /1.0)
           = 0.272 + 0.000 = 0.272
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-13037 |/(0.671 *84071   /1.0)+0.65 *|0.0 |/(1.00*1113.7 /1.0)
           = 0.231 + 0.000 = 0.231

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.272 , 0.231) = 0.272

- controle: 0.27 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.8.3.23 Stabiliteitscontrole in het vlak:

- Maatgevende normaaldrukkracht: Ndmax = -14526 N

- Kniklengte: lky = 1.00 * lveld = 1.00 * 898 = 898 mm
Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
Interactiefactoren volgens bijlage B:
Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
      = 0.90 * (1.0 + (0.79 - 0.2)*(|-14526 |/(0.671 *84071   /1.0)) = 1.04
Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
      = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-14526 |/(0.671 *84071   /1.0)) = 1.09
Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(1.04   , 1.09   ) = 1.04
Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.62

UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
         = |-14526 |/(0.671 *84071   /1.0)+1.04 *|0.0 |/(1.00*828.1 /1.0)
         = 0.258 + 0.000 = 0.258
UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
         = |-14526 |/(0.829 *84071   /1.0)+0.62 *|0.0 |/(1.00*828.1 /1.0)
         = 0.208 + 0.000 = 0.208

Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.258 , 0.208) = 0.258

- controle: 0.26 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.8.3.24 Doorsnede-controle van de bovenrand:

$$\text{- UCDruk} = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} = \frac{|-14526|}{84071} = 0.17$$

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 5907   N

$$\text{- UCTrek} = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} = \frac{|5907|}{84071} = 0.07$$

Trek is maatgevend.

- Controle: 0.17 < 1.00, dus de treksterkte voldoet.

Conclusie:
- Bovenrand (RHBK50*30*2.0) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.1: a0) Dead load + Services + Snow (without snow removal)

3.8.3.3 Controle van de onderrand:

3.8.3.31 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de onderrand:

- De normaalkracht in de onderrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = M/0.3600 + N/2 (voor N en M, zie 3.8.3.1)
    met: Effectieve spanthoogte: 360.0 mm

Tabel 3.8.3.3: Normaalkrachtenverloop in de onderrand.

Plaats x in [m]	Normaalkracht in [N] (trek = positief) Spant		Systeem-lengte [mm]
19.20 - 21.60	-20570	2849	2892
21.60 - 24.00	3994	-7432	2694
24.00 - 26.40	-7425	4211	2694
26.40 - 28.80	3066	-20144	2892
28.80 - 31.20	-19988	3066	2892
31.20 - 33.60	4211	-7580	2694
33.60 - 36.00	-7585	4081	2694
36.00 - 38.40	2936	-20244	2892
38.40 - 40.80	-19844	3128	2892
40.80 - 43.20	4273	-7600	2694
43.20 - 45.60	-7608	4019	2694
45.60 - 48.00	2874	-20345	2892
48.00 - 50.40	-19724	3185	2892
50.40 - 52.80	4330	-7605	2694
52.80 - 55.20	-7617	3960	2694
55.20 - 57.60	2815	-20453	2892
57.60 - 60.00	-19613	3243	2892
60.00 - 62.40	4388	-7601	2694
62.40 - 64.80	-7617	3903	2694
64.80 - 67.20	2758	-20568	2892
67.20 - 69.60	-19508	3304	2892
69.60 - 72.00	4449	-7584	2694
72.00 - 74.40	-7604	3841	2694
74.40 - 76.80	2696	-20704	2892
76.80 - 79.20	-19406	3417	2892
79.20 - 81.60	4562	-7460	2694
81.60 - 84.00	-7490	3662	2694
84.00 - 86.40	2517	-21175	2892

3.8.3.32 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Nadrukkelijk wordt vermeld, dat onderstaande stabiliteits-berekeningen alleen voldoen bij toepassing van specifieke stabiliteits-voorzieningen ter plaatse van de gordingen:

- fixatie van de boven- en onderrand rand uit het vlak van het spant, door windverbanden tussen de gordingen in het eerste en laatste vak van een gootlengte en momentvaste koppelingen tussen gordingen en bovenrand

Tabel 3.8.3.32:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de onderrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-bepaling begin-eind	Normaalkrachten (trek = positief) [N] "begin"	"einde"	Rand-voor-waar-den	Knfct staaf-lengte ßm×ßn	Knik-lengte/PlPerc [mm]	Klasse	Sterkte UC	Stab. UC
19.20-21.60	-20570	2849	m-g	0.551	1594	1	0.28	0.52
21.60-24.00	3994	-7432	g-n	0.608	1639	1	0.10	0.20
24.00-26.40	-7425	4211	n-g	0.590	1588	1	0.10	0.19
26.40-28.80	3066	-20144	g-m	0.599	1732	1	0.28	0.56
28.80-31.20	-19988	3066	m-g	0.546	1579	1	0.28	0.50
31.20-33.60	4211	-7580	g-n	0.608	1639	1	0.10	0.20
33.60-36.00	-7585	4081	n-g	0.590	1588	1	0.10	0.19
36.00-38.40	2936	-20244	g-m	0.601	1738	1	0.28	0.57
38.40-40.80	-19844	3128	m-g	0.545	1575	1	0.27	0.50
40.80-43.20	4273	-7600	g-n	0.608	1639	1	0.10	0.20
43.20-45.60	-7608	4019	n-g	0.590	1588	1	0.10	0.19
45.60-48.00	2874	-20345	g-m	0.602	1741	1	0.28	0.57
48.00-50.40	-19724	3185	m-g	0.543	1571	1	0.27	0.49
50.40-52.80	4330	-7605	g-n	0.608	1639	1	0.10	0.20
52.80-55.20	-7617	3960	n-g	0.590	1588	1	0.11	0.19
55.20-57.60	2815	-20453	g-m	0.603	1743	1	0.28	0.58
57.60-60.00	-19613	3243	m-g	0.542	1567	1	0.27	0.49
60.00-62.40	4388	-7601	g-n	0.608	1639	1	0.10	0.20
62.40-64.80	-7617	3903	n-g	0.590	1588	1	0.11	0.19
64.80-67.20	2758	-20568	g-m	0.604	1746	1	0.28	0.58
67.20-69.60	-19508	3304	m-g	0.540	1563	1	0.27	0.49
69.60-72.00	4449	-7584	g-n	0.608	1639	1	0.10	0.20
72.00-74.40	-7604	3841	n-g	0.590	1588	1	0.10	0.19
74.40-76.80	2696	-20704	g-m	0.605	1749	1	0.29	0.59
76.80-79.20	-19406	3417	m-g	0.538	1556	1	0.27	0.48
79.20-81.60	4562	-7460	g-n	0.608	1639	1	0.10	0.20
81.60-84.00	-7490	3662	n-g	0.590	1588	1	0.10	0.19
84.00-86.40	2517	-21175	g-m	0.608	1758	1	0.29	0.60

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (1.10 - 0.2)*(|-21175 |/(0.485 *72467   /1.0)) = 1.39
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-21175 |/(0.485 *72467   /1.0)) = 1.33
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(1.39   , 1.33   ) = 1.33
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.80

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-21175 |/(0.485 *72467   /1.0)+1.33 *|0.0 |/(1.00*983.6 /1.0)
           = 0.603 + 0.000 = 0.603
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-21175 |/(0.744 *72467   /1.0)+0.80 *|0.0 |/(1.00*983.6 /1.0)
           = 0.393 + 0.000 = 0.393

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.603 , 0.393) = 0.603

- controle: 0.60 < 0.95, dus de stabiliteit voldoet.

3.8.3.33 Stabiliteitscontrole in het vlak (nabij de kolom-aansluitingen):

- Maatgevend: Ndmax = N + |Q|/tan(alfa) = -21175 + |-3242 |/tan(38.9) = -21175 N
  (N.B.: 1e drukdiagonaal reduceert de normaaldrukkracht in de onderrand)

- Kniklengte: lky = 0.80*lveld = 0.80 * 898 = 718 mm

  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.40 (het profiel is geschoord).
  M1 = 0.00 , M2 = 0.00 , Ms = 0.00 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.40 * (1.0 + (0.67 - 0.2)*(|-21175 |/(0.744 *72467   /1.0)) = 0.47
  Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.40 * (1.0 + 0.8*(|-21175 |/(0.744 *72467   /1.0)) = 0.53
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.47   , 0.53   ) = 0.47
  Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.28

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-21175 |/(0.744 *72467   /1.0)+0.47 *|0.0 |/(1.00*738.1 /1.0)
           = 0.393 + 0.000 = 0.393
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-21175 |/(0.871 *72467   /1.0)+0.28 *|0.0 |/(1.00*738.1 /1.0)
           = 0.335 + 0.000 = 0.335

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.393 , 0.335) = 0.393

- controle: 0.39 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.8.3.34 Doorsnede-controle van de onderrand:

           |NEd| |-21175 |
- UCDruk = ----- = --------- = 0.29
           Nc.Rd   72467

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 4562   N

           |NEd| | 4562 |
- UCTrek = ----- = --------- = 0.06
           Nc.Rd   72467

Druk is maatgevend.

- Controle: 0.29 < 1.00, dus de druksterkte voldoet.

Conclusie:
- Onderrand (RHBK50*30*1.5) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.1: a0) Dead load + Services + Snow (without snow removal)

3.8.3.4 Controle van de diagonalen:

3.8.3.41 Controle van de diagonalen in de eindvelden:

- Controle op druk:
  - Maatgevende dwarskracht eindvelden: Qmaxd = -3242 N (zie tabel 3.8.3.1)

$$\text{Ndiagd} = \frac{|\text{Qmaxd}|}{\sin(\text{alfa})} = \frac{|-3242|}{\sin(38.9)} = 5163 \text{ N}$$

  - Capaciteit diagonaal: Fdiagd = 13200 N (zie 4.4)

  - Controle: 5163 N < 13200 N, dus diagonaal voldoet.

- Controle op trek:
  - Maatgevende dwarskracht eindvelden: Qmaxt = 3206 N (zie tabel 3.8.3.1)

$$\text{Ndiagt} = \frac{\text{Qmaxt}}{\sin(\text{alfa})} = \frac{3206}{\sin(38.9)} = 5104 \text{ N}$$

  - Capaciteit diagonaal eindvelden: Fdiagt = 36175 N (zie 4.4)

  - Controle: 5104 N < 36175 N, dus diagonaal voldoet.

Conclusie:
- Diagonalen in eindvelden (RD14.0 mm) voldoen qua trek/druk
  bij B.C.1: a0) Dead load + Services + Snow (without snow removal)

3.8.3.42 Controle van de (las)verbindingen:

Diagonalen eindvelden		Diagonalen middenvelden	
Nd = 5163 N		Nd = - 0 N	
Nt = 5104 N		Nt = 0 N	
Fstev = 3972 N		Fstev = 0 N	
Fstlo = 3206 N		Fstlo = 0 N	
Msdt = 20277.6 Nm		Msdt = 0.00 Nm	
Fsdev = 4018 N		Fsdev = 0 N	

	bovenrand	onderrand	bovenrand	onderrand
Tau1	17.11 N/mm²	17.11 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
Tau2	13.24 N/mm²	13.24 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
Sgm1	17.11 N/mm²	17.11 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
SgmWst	23.79 N/mm²	23.79 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
UC1	0.11	0.11	0.00	0.00
UC2	0.06	0.06	0.00	0.00
SgmWsd	13.39 N/mm²	13.39 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
UC3	0.06	0.06	0.00	0.00
Nt1	20826 N	15660 N	20826 N	15660 N
knd	1.00	1.00	1.00	1.00
Nd1	20826 N	15660 N	20826 N	15660 N
UCt1	0.25	0.33	0.00	0.00
UCd1	0.25	0.33	0.00	0.00
UClas	0.11	0.11	0.00	0.00
UCdia	0.25	0.33	0.00	0.00
UCgeo	0.48	0.49	0.48	0.49

UClas	0.11	0.00
UCdia	0.50	0.50

Conclusie:
- Lassen: UClas = 0.11 <= 1.00 dus: voldoen
- Aansluitingen: UCdia = 0.50 <= 1.00 dus: voldoen

Eindconclusie:
- Aansluiting diagonalen voldoet
  bij B.C.1: a0) Dead load + Services + Snow (without snow removal)

3.8.3.43 Controle van de dekgording (het spant van de middenvelden)

- Belastingscombinatie met alleen eigen gewicht kasdek, wind en sneeuw
  Qg,links = [32 + 0 *(+0.00-(+0.00))/cos(27.0) + 0] * 9.60 /[2*(1+1)] = 0.077 Nm
  Qg,rechts = [32 + 0 *(+0.00-(+0.00))/cos(27.0) + 0] * 9.60 /[2*(1+1)] = 0.077 Nm
  Qg= max(|Qg,links| ; |Qg,rechts|) = 0.077 Nm

- Vervormingseis dekgordingen volgens EN 13031-1:
  dtoel2 = min(4000/(650 - 100*min(4000/1125;5)); 4000/150; 30) = 13.6 mm
- Hieruit volgt een minimaal traagheidsmoment (ligger op 3 steunpunten):
  Ixg,bc = 2/384 * (Qg * 40004) / (Estaal,g * dtoel2) = 35894 mm4

- Minimaal traagheidsmoment dekgording:
  Ixgmin = max(Ixg,eg, Ixg,bc) = max(91429 , 35894) = 91429 mm4

3.8.3.44 Controle van de gordingverticaal

- Controle veerstijfheid gordingverticaal
  De onderrand wordt geschematiseerd als een ligger van goot naar nok.
  - Veerstijfheid gordingprofiel:
    kgord = 4 * Estaal,g * Ixgmin / (390 ² * 4000) = 126.2 N/mm
  - Veerstijfheid gordingverticaal:
    k0gvert = 1826.1 N/mm (zie 4.7)

    De veerstijfheid van de verticaal is ten minste zo groot als 100% van
    de veerstijfheid van de inklemming van de gording.

  - Controle: 1826.1 N/mm > 126.2 N/mm, dus gordingverticaal voldoet.

- Plaatsvastheid van de gordingverticaal bij de onderrand
  Omdat de aansluiting van de gording aan de tralie in het algemeen goed
  momentvast is uitgevoerd, kan de volledige stijfheid van de gording in
  rekening worden gebracht.

  - Veerstijfheid gordingprofiel:
    kgord = 4 * Estaal,g * 91429 / (390 ² * 4000) = 126.2 N/mm

  - Veerstijfheid van de aansluiting van de onderrand-gording "uit het vlak":
    Hoekverdraaiing door gording en inklemming opzetkolom:

$$V2 = \frac{2*vak}{4*Eg*Ig} = \frac{2 * 4000}{4 * 210000 * 91429} = 104.2 \ *10\text{-}9 \ 1/Nmm$$

    Hoekverdraaiing door moment bij onderrand door bovenrand:

$$V3 = \frac{bkap}{2*(ngord+1)*\cos(27.0)*Gbr*Itbr*2} = \frac{9600}{2*(1+1)*\cos(27.0)* 80769* 92298*2} = 180.7 \ *10\text{-}9 \ 1/Nmm$$

    Hoekverdraaiing door puntlast bij gordingverticaal:

$$V4 = \frac{ht;net^2}{3 * Egv * Igv} = \frac{330^2}{3 * 210000 * 104167} = 1659.4 \ *10\text{-}9 \ 1/Nmm$$

    Moment bij bovenrand

$$MBr = \frac{V2 * hspant}{V2 + V3} = \frac{104.2 * 390}{104.2 + 180.7} = 142.6 \ Nm$$

    Moment bij gording Mozk = hspant - Mbr = 390 - 143 = 247 Nmm

    Geeft de veerstijfheid ter plaatse van de bovenrand:

$$kor = \frac{1}{V4*ht;nett + V2*hspant^2 + V2*hspant*-Mbr} = \frac{1}{1659.4*330 + 104.2*390^2 + 104.2*390*(-143)} = 94.4 \ N/mm$$

    Vereiste kritische veerstijfheid: kcr = 16.5 N/mm (zie 4.8)

  - Controle: 94.4 N/mm > 16.5 N/mm, dus veerstijfheid voldoet.

- Controle op knik:
  - Maatgevende verticale kracht: Ngv = Fvg = -4495 N
  - Capaciteit van de verticaal : Fgvertd = 69549 N (zie 4.6)

  - Controle: -4495 N > 69549 N, dus gordingverticaal voldoet.

Conclusie:
- Gordingverticaal voldoet qua sterkte/stabiliteit en stijfheid
  bij B.C.1: a0) Dead load + Services + Snow (without snow removal)

3.8.3.5 Controle van de bouten van de spant-kolom-aansluiting:

Controle van de krachten op de bout(en) bij de bovenrand:

Tabel 3.8.3.5.1: Belastingen bij bovenrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Spant-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Nt [N]	Ft,br [N]	Fs,br [N]	Fi,br [N]
19.20	-5387	-11213	3206	8175	7489	5402	10697
28.80	-5236	-11199	-3178	8175	7159	5373	10441
28.80	-5170	-11254	3157	8175	6987	5367	10317
38.40	-5261	-11262	-3174	8175	7184	5384	10469
38.40	-5118	-11255	3146	8144	6869	5358	10228
48.00	-5295	-11272	-3179	8144	7257	5391	10526
48.00	-5075	-11253	3138	8130	6776	5350	10157
57.60	-5333	-11277	-3185	8130	7338	5398	10589
57.60	-5036	-11249	3130	8134	6690	5343	10092
67.20	-5374	-11281	-3193	8134	7428	5406	10659
67.20	-5000	-11241	3124	8155	6613	5336	10033
76.80	-5423	-11281	-3203	8155	7537	5415	10744
76.80	-4972	-11191	3126	8156	6574	5326	9997
86.40	-5598	-11251	-3242	8156	7942	5443	11060

Gegevens van de eindplaat bij de bovenrand:
- Aantal bouten bij de bovenrand: nbb = 1
- Momenten-arm bij bovenrand: hbbout = 458 mm
- Hellingshoek van het spant: alpha = 27.0 graden
- Nt is de trekkracht in de trekstang van het spant
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Normaalkracht: $Ft = \frac{N*\cos(alpha) + sn*Q*\sin(alpha)}{2 * nbb} - \frac{M}{hbbout} + \frac{Nt}{2}$ met Ft>=0N
- Schuifkracht: $Fs = 0.5 * -N*\sin(alpha) + sn*Q*\cos(alpha)$
- Ideële kracht: $Fi = (Ft^2 + 2*Fs^2)0.5$
- Maximale optredende kracht: Fi,br max = 11060 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbtb max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 11060 N < 33926 N, dus bout bij bovenrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.1: a0) Dead load + Services + Snow (without snow removal)

Controle van de krachten op de bout(en) bij de onderrand:

Tabel 3.8.3.5.2: Belastingen bij onderrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Spant-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Nt [N]	Ft,or [N]	Fs,or [N]	Fi,or [N]
19.20	-5387	-11213	3206	8175	0	5402	7639
28.80	-5236	-11199	-3178	8175	0	5373	7599
28.80	-5170	-11254	3157	8175	0	5367	7590
38.40	-5261	-11262	-3174	8175	0	5384	7614
38.40	-5118	-11255	3146	8144	0	5358	7577
48.00	-5295	-11272	-3179	8144	0	5391	7624
48.00	-5075	-11253	3138	8130	0	5350	7566
57.60	-5333	-11277	-3185	8130	0	5398	7634
57.60	-5036	-11249	3130	8134	0	5343	7556
67.20	-5374	-11281	-3193	8134	0	5406	7645
67.20	-5000	-11241	3124	8155	0	5336	7546
76.80	-5423	-11281	-3203	8155	0	5415	7657
76.80	-4972	-11191	3126	8156	0	5326	7532
86.40	-5598	-11251	-3242	8156	0	5443	7697

Gegevens van de eindplaat bij de onderrand:
- Aantal bouten bij de onderrand: nbo = 2
- Momenten-arm bij onderrand: hobout = 762 mm
- Hellingshoek van het spant: alfa = 27.0 graden
- Nt is de trekkracht in de trekstang van het spant
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Schuifkracht: $Fs = 0.5 * -N*\sin(alpha) + sn*Q*\cos(alpha)$
- Ideële kracht: $Fi = (Ft^2 + 2*Fs^2)0.5$
- Maximale optredende kracht: Fi,or max = 7697 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbto max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 7697 N < 33926 N, dus bout bij onderrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.1: a0) Dead load + Services + Snow (without snow removal)

3.8.3.53 Controle van de eindplaat op pons:

Bij de boutverbinding van de bovenrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxb = 7.9 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capb = 80 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 7.9 kN < 80 kN, dus eindplaat (ST50*10.0) voldoet
zonder onderlegring bij de bovenste bout
bij B.C.1: a0) Dead load + Services + Snow (without snow removal)

Bij de boutverbinding van de onderrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxo = 0.0 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capo = 80 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0.0 kN < 80 kN, dus eindplaat (ST50*10.0) voldoet
zonder onderlegring bij de onderste bout
bij B.C.1: a0) Dead load + Services + Snow (without snow removal)

3.8.3.54 Controle van de eindplaat op buiging:

Tabel 3.8.3.5.4.1: Belastingen van de eindplaat van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Spant-kracht	Normaal-kracht	Normaal-kracht
x	M	N	Q	Nt	Ftrb	Ftro
[m]	[Nm]	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]
19.20	-5387	-11213	3206	8175	10695	0
28.80	-5236	-11199	-3178	8175	10276	0
28.80	-5170	-11254	3157	8175	10064	0
38.40	-5261	-11262	-3174	8175	10316	0
38.40	-5118	-11255	3146	8144	9916	0
48.00	-5295	-11272	-3179	8144	10409	0
48.00	-5075	-11253	3138	8130	9797	0
57.60	-5333	-11277	-3185	8130	10513	0
57.60	-5036	-11249	3130	8134	9688	0
67.20	-5374	-11281	-3193	8134	10626	0
67.20	-5000	-11241	3124	8155	9589	0
76.80	-5423	-11281	-3203	8155	10765	0
76.80	-4972	-11191	3126	8156	9534	0
86.40	-5598	-11251	-3242	8156	11274	0

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de bovenrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftrb = \frac{N*\cos(alpha) + sn*Q*\sin(alpha)}{2} - \frac{M}{ht,eff} \text{ met } Ftrb>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftrb(max) * e = 0.5 * 11274 * 25.0 = 141 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 1987 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 141 Nm < 1987 Nm, dus eindplaat (ST50*10.0) voldoet
bij B.C.1: a0) Dead load + Services + Snow (without snow removal)

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de onderrand:
- Normaalkracht : Ftbout(2) = 0.0 * 367.7 /472.7 = 0.0 kN
- Normaalkracht : Ftbout(1) = 0.0 * 472.7 /472.7 = 0.0 kN
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * max(Ftbout(2) * e(2), Ftbout(1) * e(1))
= 0.5 * max(0.0 * 25 , 0.0 * 50) = 0 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 2683 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0 Nm < 2683 Nm, dus eindplaat (ST50*10.0) voldoet
bij B.C.1: a0) Dead load + Services + Snow (without snow removal)

De lasverbindingen tussen eindplaat met resp. de boven- en onderrand
zijn niet gecontroleerd.

3.8.3.6 Controle van de bouten van de nokaansluiting:

Controle van de krachten op de bout(en) bij de bovenrand:

Tabel 3.8.3.6.1: Belastingen bij bovenrand van de nokaansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,br [N]	Fs,br [N]	Fi,br [N]
24.00	-1099	-8758	-1614	0	3426	4845
24.00	-1099	-8743	1642	0	3448	4876
33.60	-1145	-8798	-1663	0	3478	4919
33.60	-1145	-8807	1646	0	3465	4901
43.20	-1152	-8800	-1674	0	3489	4934
43.20	-1152	-8816	1641	0	3463	4898
52.80	-1154	-8798	-1682	0	3496	4943
52.80	-1154	-8822	1634	0	3458	4891
62.40	-1154	-8793	-1689	0	3501	4951
62.40	-1154	-8825	1626	0	3452	4882
72.00	-1149	-8785	-1695	0	3504	4956
72.00	-1149	-8825	1616	0	3443	4870
81.60	-1113	-8736	-1693	0	3492	4938
81.60	-1113	-8795	1577	0	3402	4811

Gegevens van de nokplaat bij de bovenrand:
- Aantal bouten bij de bovenrand: nbb = 1
- Momenten-arm bij bovenrand: hbbout = 372 mm
- Hellingshoek van het spant: alpha = 27.0 graden
- Teken dwarskracht bij eindpositie sn=+1 en bij beginpositie sn=-1

$$\text{- Normaalkracht: } Ft = \frac{N\cos(\alpha) + sn\,Q\sin(\alpha)}{2 \cdot nbb} - \frac{M}{hbbout} \text{ met } Ft>=0N$$

- Schuifkracht: $Fs = 0.5 * -N\sin(\alpha) - sn\,Q\cos(\alpha)$
- Ideële kracht: $Fi = (Ft^2 + 2Fs^2)0.5$
- Maximale optredende kracht: Fi,br max = 4956 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbtb max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 4956 N < 33926 N, dus bout bij bovenrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.1: a0) Dead load + Services + Snow (without snow removal)

Controle van de krachten op de bout(en) bij de onderrand:

Tabel 3.8.3.6.2: Belastingen bij onderrand van de nokaansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,or [N]	Fs,or [N]	Fi,or [N]
24.00	-1099	-8758	-1614	0	3426	4845
24.00	-1099	-8743	1642	0	3448	4876
33.60	-1145	-8798	-1663	0	3478	4919
33.60	-1145	-8807	1646	0	3465	4901
43.20	-1152	-8800	-1674	0	3489	4934
43.20	-1152	-8816	1641	0	3463	4898
52.80	-1154	-8798	-1682	0	3496	4943
52.80	-1154	-8822	1634	0	3458	4891
62.40	-1154	-8793	-1689	0	3501	4951
62.40	-1154	-8825	1626	0	3452	4882
72.00	-1149	-8785	-1695	0	3504	4956
72.00	-1149	-8825	1616	0	3443	4870
81.60	-1113	-8736	-1693	0	3492	4938
81.60	-1113	-8795	1577	0	3402	4811

Gegevens van de nokplaat bij de onderrand:
- Aantal bouten bij de onderrand: nbo = 1
- Momenten-arm bij onderrand: hobout = 372 mm
- Hellingshoek van het spant: alfa = 27.0 graden
- Teken dwarskracht bij eindpositie sn=+1 en bij beginpositie sn=-1

$$\text{- Normaalkracht: } Ft = \frac{N\cos(\alpha) + sn\,Q\sin(\alpha)}{2 \cdot nbo} + \frac{M}{hobout} \text{ met } Ft>=0N$$

- Schuifkracht: $Fs = 0.5 * -N\sin(\alpha) - sn\,Q\cos(\alpha)$
- Ideële kracht: $Fi = (Ft^2 + 2Fs^2)0.5$
- Maximale optredende kracht: Fi,or max = 4956 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbto max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 4956 N < 33926 N, dus bout bij onderrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.1: a0) Dead load + Services + Snow (without snow removal)

3.8.3.63 Controle van de nokplaat op pons:
Bij de boutverbinding van de bovenrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxb = 0.0 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de nokplaat: Fp,capb = 96 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0.0 kN < 96 kN, dus nokplaat (ST50*12.0) voldoet
zonder onderlegring bij de bovenste bout
bij B.C.1: a0) Dead load + Services + Snow (without snow removal)

Bij de boutverbinding van de onderrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxo = 0.0 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de nokplaat: Fp,capo = 96 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0.0 kN < 96 kN, dus nokplaat (ST50*12.0) voldoet
zonder onderlegring bij de onderste bout
bij B.C.1: a0) Dead load + Services + Snow (without snow removal)

3.8.3.64 Controle van de nokplaat op buiging:

Tabel 3.8.3.6.4.1: Belastingen van de nokplaat.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Normaal-kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ftrb [N]	Ftro [N]
24.00	-1099	-8758	-1614	0	0
24.00	-1099	-8743	1642	0	0
33.60	-1145	-8798	-1663	0	0
33.60	-1145	-8807	1646	0	0
43.20	-1152	-8800	-1674	0	0
43.20	-1152	-8816	1641	0	0
52.80	-1154	-8798	-1682	0	0
52.80	-1154	-8822	1634	0	0
62.40	-1154	-8793	-1689	0	0
62.40	-1154	-8825	1626	0	0
72.00	-1149	-8785	-1695	0	0
72.00	-1149	-8825	1616	0	0
81.60	-1113	-8736	-1693	0	0
81.60	-1113	-8795	1577	0	0

Resulterende trekkracht in de nokplaat bij de bovenrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftrb = \frac{N*\cos(alpha) + sn*Q*\sin(alpha)}{2} - \frac{M}{ht,eff} \text{ met } Ftrb>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de nokplaat:
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftrb(max) * e = 0.5 * 0 * 25.0 = 0 Nm
- Capaciteit van de nokplaat: Mp,cap = 368 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0 Nm < 368 Nm, dus nokplaat (ST50*12.0) voldoet
bij B.C.1: a0) Dead load + Services + Snow (without snow removal)

Resulterende trekkracht in de nokplaat bij de onderrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftro = \frac{N*\cos(alfa) + sn*Q*\sin(alfa)}{2} + \frac{M}{ht,eff} \text{ met } Ftro>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de nokplaat:
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftro(max) * e = 0.5 * 0 * 25.0 = 0 Nm
- Capaciteit van de nokplaat: Mp,cap = 685 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0 Nm < 685 Nm, dus nokplaat (ST50*12.0) voldoet
bij B.C.1: a0) Dead load + Services + Snow (without snow removal)

De lasverbindingen tussen nokplaat met resp. de boven- en onderrand
zijn niet gecontroleerd.

3.8.4 De krachtsverdeling in het 2e spant:

Tabel 3.8.4.1: Momentenlijn, normaal- en dwarskrachtenlijn.

Positie	Momentenlijn	Normaal-krachtenlijn	Dwars-krachtenlijn
x in [m] begin - eind	M(x) in [Nm] (+ = U/- =)	N(x) in [N] (+ = trek)	Q(x) in [N] (+ = ~~~___)
9.60 - 12.00	-5484 3157	-11205 -11101	3310 3106
12.00 - 14.40	3157 -861	-8811 -8706	-1389 -1594
14.40 - 16.80	-861 3204	-8697 -8802	1612 1407
16.80 - 19.20	3204 -5389	-11092 -11196	-3088 -3293
86.40 - 88.80	-5081 3351	-11184 -11080	3233 3028
88.80 - 91.20	3351 -876	-8789 -8685	-1467 -1672
91.20 - 93.60	-876 3020	-8748 -8852	1549 1344
93.60 - 96.00	3020 -5743	-11142 -11247	-3151 -3356

3.8.4.1 Controle van de stijfheid van het spant:

De toelaatbare doorbuiging van alle spanten wordt bepaald per spantbeen:
- uvtoel = 5387 / 250 < 30.0 mm, dus: uvtoel = 21.5 mm

Uit de U-lijn is de maximale doorbuiging:
- doorbuiging umax = -9.77 mm

- Controle van het 2e spant:
  Doorbuiging: |-9.8 | mm < 21.5 mm, dus: voldoet.
  bij B.C.1: a0) Dead load + Services + Snow (without snow removal)

3.8.4.2 Controle van de bovenrand:

3.8.4.21 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de bovenrand:

- De normaalkracht in de bovenrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = -M/0.3600 + N/2 (voor N en M, zie 3.8.4.1)
    met: Effectieve spanthoogte: 360.0 mm

- De normaalkracht in de bovenrand wordt bij de eindplaten van de nok en de kolomaansluiting gereduceerd met de normaalkracht in de diagonaal (einddiagonaal sluit aan bij eindplaat ter plaatse van de bovenrand)
  - Reductie: Nred = Nd - Q/tan(38.9) plaats van eindplaat naar gording
  - Reductie: Nred = Nd + Q/tan(38.9) plaats van gording naar eindplaat
    (voor de dwarskracht Q zie tabel 3.8.4.1)

Tabel 3.8.4.2: Normaalkrachtenverloop in de bovenrand.

Plaats	Normaalkracht in [N] (trek = positief)	Systeem-lengte
x in [m]	Spant	[mm]
9.60 - 12.00	5528 -14320	2694
12.00 - 14.40	-13175 -3937	2694
14.40 - 16.80	-3954 -13302	2694
16.80 - 19.20	-14447 5292	2694
86.40 - 88.80	4515 -14848	2694
88.80 - 91.20	-13703 -3980	2694
91.20 - 93.60	-3859 -12814	2694
93.60 - 96.00	-13959 6172	2694

3.8.4.22 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Nadrukkelijk wordt vermeld, dat onderstaande stabiliteits-berekeningen alleen voldoen bij toepassing van specifieke stabiliteits-voorzieningen ter plaatse van de gordingen:

- fixatie van de boven- en onderrand rand uit het vlak van het spant, door windverbanden tussen de gordingen in het eerste en laatste vak van een gootlengte en momentvaste koppelingen tussen gordingen en bovenrand

Tabel 3.8.4.22:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de bovenrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-	Normaalkrachten	Rand-	Knfct	Knik-	Klasse	Sterkte	Stab.

bepaling	(trek = positief)		voor-	staaf-	lengte		UC	UC
	[N]		waar-	lengte				
begin-eind	"begin"	"einde"	den	ßm×ßn	[mm]			
9.60-12.00	5528	-14320	m-g	0.494	1330	1	0.17	0.25
12.00-14.40	-13175	-3937	g-n	0.557	1499	1	0.16	0.26
14.40-16.80	-3954	-13302	n-g	0.608	1637	1	0.16	0.28
16.80-19.20	-14447	5292	g-m	0.400	1077	1	0.17	0.26
86.40-88.80	4515	-14848	m-g	0.494	1330	1	0.18	0.26
88.80-91.20	-13703	-3980	g-n	0.554	1493	1	0.16	0.26
91.20-93.60	-3859	-12814	n-g	0.608	1639	1	0.15	0.27
93.60-96.00	-13959	6172	g-m	0.400	1077	1	0.17	0.25

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (0.96 - 0.2)*(|-13302 |/(0.565 *84071   /1.0)) = 1.09
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-13302 |/(0.565 *84071   /1.0)) = 1.10
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(1.09   , 1.10   ) = 1.09
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.65

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-13302 |/(0.565 *84071   /1.0)+1.09 *|0.0 |/(1.00*1113.7 /1.0)
           = 0.280 + 0.000 = 0.280
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-13302 |/(0.671 *84071   /1.0)+0.65 *|0.0 |/(1.00*1113.7 /1.0)
           = 0.236 + 0.000 = 0.236

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.280 , 0.236) = 0.280

- controle: 0.28 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.8.4.23 Stabiliteitscontrole in het vlak:

- Maatgevende normaaldrukkracht: Ndmax = -14848 N

- Kniklengte: lky = 1.00 * lveld = 1.00 * 898 = 898 mm
Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
Interactiefactoren volgens bijlage B:
Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
      = 0.90 * (1.0 + (0.79 - 0.2)*(|-14848 |/(0.671 *84071   /1.0)) = 1.04
Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
      = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-14848 |/(0.671 *84071   /1.0)) = 1.09
Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(1.04   , 1.09   ) = 1.04
Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.62

UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
         = |-14848 |/(0.671 *84071   /1.0)+1.04 *|0.0 |/(1.00*828.1 /1.0)
         = 0.263 + 0.000 = 0.263
UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
         = |-14848 |/(0.829 *84071   /1.0)+0.62 *|0.0 |/(1.00*828.1 /1.0)
         = 0.213 + 0.000 = 0.213

Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.263 , 0.213) = 0.263

- controle: 0.26 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.8.4.24 Doorsnede-controle van de bovenrand:

$$\text{- UCDruk} = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} = \frac{|-14848|}{84071} = 0.18$$

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 6172   N

$$\text{- UCTrek} = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} = \frac{|6172|}{84071} = 0.07$$

Trek is maatgevend.

- Controle: 0.18 < 1.00, dus de treksterkte voldoet.

Conclusie:
- Bovenrand (RHBK50*30*2.0) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.1: a0) Dead load + Services + Snow (without snow removal)

3.8.4.3 Controle van de onderrand:

3.8.4.31 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de onderrand:

- De normaalkracht in de onderrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = M/0.3600 + N/2 (voor N en M, zie 3.8.4.1)
    met: Effectieve spanthoogte: 360.0 mm

Tabel 3.8.4.3: Normaalkrachtenverloop in de onderrand.

Plaats x in [m]	Normaalkracht in [N] (trek = positief) Spant		Systeem-lengte [mm]
9.60 - 12.00	-20836	3219	2892
12.00 - 14.40	4364	-6745	2694
14.40 - 16.80	-6740	4500	2694
16.80 - 19.20	3355	-20569	2892
86.40 - 88.80	-19705	3769	2892
88.80 - 91.20	4914	-6776	2694
91.20 - 93.60	-6808	3962	2694
93.60 - 96.00	2817	-21577	2892

3.8.4.32 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Nadrukkelijk wordt vermeld, dat onderstaande stabiliteits-berekeningen
alleen voldoen bij toepassing van specifieke stabiliteits-voorzieningen
ter plaatse van de gordingen:

- fixatie van de boven- en onderrand rand uit het vlak van het spant, door
  windverbanden tussen de gordingen in het eerste en laatste vak van een
  gootlengte en momentvaste koppelingen tussen gordingen en bovenrand

Tabel 3.8.4.32:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de onderrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-bepaling begin-eind	Normaalkrachten (trek = positief) [N] "begin"	"einde"	Rand-voor-waar-den	Knfct staaf-lengte ßm×ßn	Knik-lengte/PlPerc [mm]	Klasse	Sterkte UC	Stab. UC
9.60-12.00	-20836	3219	m-g	0.546	1578	1	0.16	0.29
12.00-14.40	4364	-6745	g-n	0.608	1639	1	0.05	0.10
14.40-16.80	-6740	4500	n-g	0.590	1588	1	0.05	0.09
16.80-19.20	3355	-20569	g-m	0.596	1723	1	0.16	0.31
86.40-88.80	-19705	3769	m-g	0.533	1540	1	0.15	0.27
88.80-91.20	4914	-6776	g-n	0.608	1639	1	0.05	0.10
91.20-93.60	-6808	3962	n-g	0.590	1588	1	0.05	0.09
93.60-96.00	2817	-21577	g-m	0.605	1749	1	0.17	0.33

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (1.06 - 0.2)*(|-21577 |/(0.508 *127493 /1.0)) = 1.16
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-21577 |/(0.508 *127493 /1.0)) = 1.14
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(1.16   , 1.14   ) = 1.14
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.68

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-21577 |/(0.508 *127493 /1.0)+1.14 *|0.0 |/(1.00*1585.8 /1.0)
           = 0.333 + 0.000 = 0.333
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-21577 |/(0.754 *127493 /1.0)+0.68 *|0.0 |/(1.00*1585.8 /1.0)
           = 0.224 + 0.000 = 0.224

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.333 , 0.224) = 0.333

- controle: 0.33 < 0.95, dus de stabiliteit voldoet.

3.8.4.33 Stabiliteitscontrole in het vlak (nabij de kolom-aansluitingen):

- Maatgevend: Ndmax = N + |Q|/tan(alfa) = -21577 + |-3356 |/tan(38.9) = -21577 N
  (N.B.: 1e drukdiagonaal reduceert de normaaldrukkracht in de onderrand)

- Kniklengte: lky = 0.80*lveld = 0.80 * 898 = 718 mm

  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.40 (het profiel is geschoord).
  M1 = 0.00 , M2 = 0.00 , Ms = 0.00 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.40 * (1.0 + (0.65 - 0.2)*(|-21577 |/(0.754 *127493 /1.0)) = 0.44
  Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.40 * (1.0 + 0.8*(|-21577 |/(0.754 *127493 /1.0)) = 0.47
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.44 , 0.47) = 0.44
  Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.26

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-21577 |/(0.754 *127493 /1.0)+0.44 *|0.0 |/(1.00*1168.2 /1.0)
           = 0.224 + 0.000 = 0.224
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-21577 |/(0.879 *127493 /1.0)+0.26 *|0.0 |/(1.00*1168.2 /1.0)
           = 0.192 + 0.000 = 0.192

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.224 , 0.192) = 0.224

- controle: 0.22 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.8.4.34 Doorsnede-controle van de onderrand:

           |NEd| |-21577 |
- UCDruk = ----- = --------- = 0.17
           Nc.Rd   127493

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 4914   N

           |NEd| | 4914 |
- UCTrek = ----- = --------- = 0.04
           Nc.Rd   127493

Druk is maatgevend.

- Controle: 0.17 < 1.00, dus de druksterkte voldoet.

Conclusie:
- Onderrand (RHBK50*30*3.0) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.1: a0) Dead load + Services + Snow (without snow removal)

3.8.4.4 Controle van de diagonalen:

3.8.4.41 Controle van de diagonalen in de eindvelden:

- Controle op druk:
  - Maatgevende dwarskracht eindvelden: Qmaxd = -3356 N (zie tabel 3.8.4.1)

$$\text{Ndiagd} = \frac{|\text{Qmaxd}|}{\sin(\text{alfa})} = \frac{|-3356|}{\sin(38.9)} = 5344 \text{ N}$$

  - Capaciteit diagonaal: Fdiagd = 16714 N (zie 4.4)

  - Controle: 5344 N < 16714 N, dus diagonaal voldoet.

- Controle op trek:
  - Maatgevende dwarskracht eindvelden: Qmaxt = 3310 N (zie tabel 3.8.4.1)

$$\text{Ndiagt} = \frac{\text{Qmaxt}}{\sin(\text{alfa})} = \frac{3310}{\sin(38.9)} = 5271 \text{ N}$$

  - Capaciteit diagonaal eindvelden: Fdiagt = 41528 N (zie 4.4)

  - Controle: 5271 N < 41528 N, dus diagonaal voldoet.

Conclusie:
- Diagonalen in eindvelden (RD15.0 mm) voldoen qua trek/druk
  bij B.C.1: a0) Dead load + Services + Snow (without snow removal)

3.8.4.42 Controle van de (las)verbindingen:

	Diagonalen eindvelden		Diagonalen middenvelden	
	Nd = 5344 N Nt = 5271 N		Nd = - 0 N Nt = 0 N	
	Fstev = 4102 N Fstlo = 3310 N Msdt = 18889.9 Nm Fsdev = 4158 N		Fstev = 0 N Fstlo = 0 N Msdt = 0.00 Nm Fsdev = 0 N	
	bovenrand	onderrand	bovenrand	onderrand
Tau1	16.71 N/mm²	16.71 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
Tau2	13.67 N/mm²	13.67 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
Sgm1	16.71 N/mm²	16.71 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
SgmWst	23.65 N/mm²	23.65 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
UC1	0.11	0.11	0.00	0.00
UC2	0.06	0.06	0.00	0.00
SgmWsd	13.86 N/mm²	13.86 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
UC3	0.07	0.07	0.00	0.00
Nt1	21211 N	39844 N	21211 N	39844 N
knd	1.00	1.00	1.00	1.00
Nd1	21211 N	39844 N	21211 N	39844 N
UCt1	0.25	0.14	0.00	0.00
UCd1	0.25	0.14	0.00	0.00
UClas	0.11	0.11	0.00	0.00
UCdia	0.25	0.14	0.00	0.00
UCgeo	0.46	0.44	0.46	0.44
UClas	0.11		0.00	
UCdia	0.50		0.50	

Conclusie:
- Lassen: UClas = 0.11 <= 1.00 dus: voldoen
- Aansluitingen: UCdia = 0.50 <= 1.00 dus: voldoen

Eindconclusie:
- Aansluiting diagonalen voldoet
  bij B.C.1: a0) Dead load + Services + Snow (without snow removal)

3.8.4.43 Controle van de dekgording (het 2e spant)

- Belastingscombinatie met alleen eigen gewicht kasdek, wind en sneeuw
  Qg,links = [32 + 0 *(+0.00-(+0.00))/cos(27.0) + 0] * 9.60 /[2*(1+1)] = 0.077 Nm
  Qg,rechts = [32 + 0 *(+0.00-(+0.00))/cos(27.0) + 0] * 9.60 /[2*(1+1)] = 0.077 Nm
  Qg= max(|Qg,links| ; |Qg,rechts|) = 0.077 Nm

- Vervormingseis dekgordingen volgens EN 13031-1:
  dtoel2 = min(4000/(650 - 100*min(4000/1125;5)); 4000/150; 30) = 13.6 mm
- Hieruit volgt een minimaal traagheidsmoment (ligger op 3 steunpunten):
  Ixg,bc = 2/384 * (Qg * 40004) / (Estaal,g * dtoel2) = 35894 mm4

- Minimaal traagheidsmoment dekgording:
  Ixgmin = max(Ixg,eg, Ixg,bc) = max(91429 , 35894) = 91429 mm4

3.8.4.44 Controle van de gordingverticaal

- Controle veerstijfheid gordingverticaal
  De onderrand wordt geschematiseerd als een ligger van goot naar nok.
  - Veerstijfheid gordingprofiel:
    kgord = 4 * Estaal,g * Ixgmin / (390 ² * 4000) = 126.2 N/mm
  - Veerstijfheid gordingverticaal:
    k0gvert = 1826.1 N/mm (zie 4.7)

    De veerstijfheid van de verticaal is ten minste zo groot als 100% van
    de veerstijfheid van de inklemming van de gording.

  - Controle: 1826.1 N/mm > 126.2 N/mm, dus gordingverticaal voldoet.

- Plaatsvastheid van de gordingverticaal bij de onderrand
  Omdat de aansluiting van de gording aan de tralie in het algemeen goed
  momentvast is uitgevoerd, kan de volledige stijfheid van de gording in
  rekening worden gebracht.

  - Veerstijfheid gordingprofiel:
    kgord = 4 * Estaal,g * 91429 / (390 ² * 4000) = 126.2 N/mm

  - Veerstijfheid van de aansluiting van de onderrand-gording "uit het vlak":
    Hoekverdraaiing door gording en inklemming opzetkolom:

$$V2 = \frac{2*vak}{4*Eg*Ig} = \frac{2 * 4000}{4 * 210000 * 91429} = 104.2 \ *10\text{-}9 \ 1/Nmm$$

    Hoekverdraaiing door moment bij onderrand door bovenrand:

$$V3 = \frac{bkap}{2*(ngord+1)*\cos(27.0)*Gbr*Itbr*2} = \frac{9600}{2*(1+1)*\cos(27.0)* 80769* 92298*2} = 180.7 \ *10\text{-}9 \ 1/Nmm$$

    Hoekverdraaiing door puntlast bij gordingverticaal:

$$V4 = \frac{ht;net^2}{3 * Egv * Igv} = \frac{330^2}{3 * 210000 * 104167} = 1659.4 \ *10\text{-}9 \ 1/Nmm$$

    Moment bij bovenrand

$$MBr = \frac{V2 * hspant}{V2 + V3} = \frac{104.2 * 390}{104.2 + 180.7} = 142.6 \ Nm$$

    Moment bij gording Mozk = hspant - Mbr = 390 - 143 = 247 Nmm

    Geeft de veerstijfheid ter plaatse van de bovenrand:

$$kor = \frac{1}{V4*ht;nett + V2*hspant^2 + V2*hspant*-Mbr} = \frac{1}{1659.4*330 + 104.2*390^2 + 104.2*390*(-143)} = 94.4 \ N/mm$$

    Vereiste kritische veerstijfheid: kcr = 28.3 N/mm (zie 4.8)

  - Controle: 94.4 N/mm > 28.3 N/mm, dus veerstijfheid voldoet.

- Controle op knik:
  - Maatgevende verticale kracht: Ngv = Fvg = -4495 N
  - Capaciteit van de verticaal : Fgvertd = 69549 N (zie 4.6)

  - Controle: -4495 N > 69549 N, dus gordingverticaal voldoet.

Conclusie:
- Gordingverticaal voldoet qua sterkte/stabiliteit en stijfheid
  bij B.C.1: a0) Dead load + Services + Snow (without snow removal)

3.8.4.5 Controle van de bouten van de spant-kolom-aansluiting:

Controle van de krachten op de bout(en) bij de bovenrand:

Tabel 3.8.4.5.1: Belastingen bij bovenrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Spant-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Nt [N]	Ft,br [N]	Fs,br [N]	Fi,br [N]
9.60	-5484	-11205	3310	8196	7728	5493	10958
19.20	-5389	-11196	-3293	8196	7522	5476	10796
86.40	-5081	-11184	3233	8165	6840	5419	10272
96.00	-5743	-11247	-3356	8165	8286	5543	11406

Gegevens van de eindplaat bij de bovenrand:
- Aantal bouten bij de bovenrand: nbb = 1
- Momenten-arm bij bovenrand: hbbout = 458 mm
- Hellingshoek van het spant: alpha = 27.0 graden
- Nt is de trekkracht in de trekstang van het spant
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Normaalkracht: $Ft = \frac{N\cos(alpha) + sn\,Q\sin(alpha)}{2 * nbb} - \frac{M}{hbbout} + \frac{Nt}{2}$ met Ft>=0N
- Schuifkracht: $Fs = 0.5 * -N\sin(alpha) + sn\,Q\cos(alpha)$
- Ideële kracht: $Fi = (Ft^2 + 2*Fs^2)0.5$
- Maximale optredende kracht: Fi,br max = 11406 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbtb max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 11406 N < 33926 N, dus bout bij bovenrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.1: a0) Dead load + Services + Snow (without snow removal)

Controle van de krachten op de bout(en) bij de onderrand:

Tabel 3.8.4.5.2: Belastingen bij onderrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Spant-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Nt [N]	Ft,or [N]	Fs,or [N]	Fi,or [N]
9.60	-5484	-11205	3310	8196	0	5493	7769
19.20	-5389	-11196	-3293	8196	0	5476	7744
86.40	-5081	-11184	3233	8165	0	5419	7664
96.00	-5743	-11247	-3356	8165	0	5543	7839

Gegevens van de eindplaat bij de onderrand:
- Aantal bouten bij de onderrand: nbo = 2
- Momenten-arm bij onderrand: hobout = 762 mm
- Hellingshoek van het spant: alfa = 27.0 graden
- Nt is de trekkracht in de trekstang van het spant
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Schuifkracht: $Fs = 0.5 * -N\sin(alpha) + sn\,Q\cos(alpha)$
- Ideële kracht: $Fi = (Ft^2 + 2*Fs^2)0.5$
- Maximale optredende kracht: Fi,or max = 7839 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbto max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 7839 N < 33926 N, dus bout bij onderrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.1: a0) Dead load + Services + Snow (without snow removal)

3.8.4.53 Controle van de eindplaat op pons:

Bij de boutverbinding van de bovenrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxb = 8.3 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capb = 80 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 8.3 kN < 80 kN, dus eindplaat (ST50*10.0) voldoet
zonder onderlegring bij de bovenste bout
bij B.C.1: a0) Dead load + Services + Snow (without snow removal)

Bij de boutverbinding van de onderrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxo = 0.0 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capo = 80 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0.0 kN < 80 kN, dus eindplaat (ST50*10.0) voldoet
zonder onderlegring bij de onderste bout
bij B.C.1: a0) Dead load + Services + Snow (without snow removal)

3.8.4.54 Controle van de eindplaat op buiging:

Tabel 3.8.4.5.4.1: Belastingen van de eindplaat van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Spant-kracht	Normaal-kracht	Normaal-kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Nt [N]	Ftrb [N]	Ftro [N]
9.60	-5484	-11205	3310	8196	10993	0
19.20	-5389	-11196	-3293	8196	10730	0
86.40	-5081	-11184	3233	8165	9864	0
96.00	-5743	-11247	-3356	8165	11705	0

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de bovenrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftrb = \frac{N*\cos(alpha) + sn*Q*\sin(alpha)}{2} - \frac{M}{ht,eff} \text{ met } Ftrb>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftrb(max) * e = 0.5 * 11705 * 25.0 = 146 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 1987 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 146 Nm < 1987 Nm, dus eindplaat (ST50*10.0) voldoet
bij B.C.1: a0) Dead load + Services + Snow (without snow removal)

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de onderrand:
- Normaalkracht : Ftbout(2) = 0.0 * 367.7 /472.7 = 0.0 kN
- Normaalkracht : Ftbout(1) = 0.0 * 472.7 /472.7 = 0.0 kN
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * max(Ftbout(2) * e(2), Ftbout(1) * e(1))
= 0.5 * max(0.0 * 25 , 0.0 * 50) = 0 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 2683 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0 Nm < 2683 Nm, dus eindplaat (ST50*10.0) voldoet
bij B.C.1: a0) Dead load + Services + Snow (without snow removal)

De lasverbindingen tussen eindplaat met resp. de boven- en onderrand
zijn niet gecontroleerd.

3.8.4.6 Controle van de bouten van de nokaansluiting:

Controle van de krachten op de bout(en) bij de bovenrand:

Tabel 3.8.4.6.1: Belastingen bij bovenrand van de nokaansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,br [N]	Fs,br [N]	Fi,br [N]
14.40	-861	-8706	-1594	0	3397	4804
14.40	-861	-8697	1612	0	3410	4823
91.20	-876	-8685	-1672	0	3461	4895
91.20	-876	-8748	1549	0	3366	4760

Gegevens van de nokplaat bij de bovenrand:
- Aantal bouten bij de bovenrand: nbb = 1
- Momenten-arm bij bovenrand: hbbout = 372 mm
- Hellingshoek van het spant: alpha = 27.0 graden
- Teken dwarskracht bij eindpositie sn=+1 en bij beginpositie sn=-1

$$\text{- Normaalkracht: } Ft = \frac{N\cos(\alpha) + sn\,Q\sin(\alpha)}{2 \cdot nbb} - \frac{M}{hbbout} \quad \text{met } Ft>=0N$$

- Schuifkracht: $Fs = 0.5 * -N\sin(\alpha) - sn\,Q\cos(\alpha)$
- Ideële kracht: $Fi = (Ft^2 + 2Fs^2)0.5$
- Maximale optredende kracht: Fi,br max = 4895 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbtb max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 4895 N < 33926 N, dus bout bij bovenrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.1: a0) Dead load + Services + Snow (without snow removal)

Controle van de krachten op de bout(en) bij de onderrand:

Tabel 3.8.4.6.2: Belastingen bij onderrand van de nokaansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,or [N]	Fs,or [N]	Fi,or [N]
14.40	-861	-8706	-1594	0	3397	4804
14.40	-861	-8697	1612	0	3410	4823
91.20	-876	-8685	-1672	0	3461	4895
91.20	-876	-8748	1549	0	3366	4760

Gegevens van de nokplaat bij de onderrand:
- Aantal bouten bij de onderrand: nbo = 1
- Momenten-arm bij onderrand: hobout = 372 mm
- Hellingshoek van het spant: alfa = 27.0 graden
- Teken dwarskracht bij eindpositie sn=+1 en bij beginpositie sn=-1

$$\text{- Normaalkracht: } Ft = \frac{N\cos(\alpha) + sn\,Q\sin(\alpha)}{2 \cdot nbo} + \frac{M}{hobout} \quad \text{met } Ft>=0N$$

- Schuifkracht: $Fs = 0.5 * -N\sin(\alpha) - sn\,Q\cos(\alpha)$
- Ideële kracht: $Fi = (Ft^2 + 2Fs^2)0.5$
- Maximale optredende kracht: Fi,or max = 4895 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbto max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 4895 N < 33926 N, dus bout bij onderrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.1: a0) Dead load + Services + Snow (without snow removal)

3.8.4.63 Controle van de nokplaat op pons:
Bij de boutverbinding van de bovenrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxb = 0.0 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de nokplaat: Fp,capb = 96 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0.0 kN < 96 kN, dus nokplaat (ST50*12.0) voldoet
zonder onderlegring bij de bovenste bout
bij B.C.1: a0) Dead load + Services + Snow (without snow removal)

Bij de boutverbinding van de onderrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxo = 0.0 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de nokplaat: Fp,capo = 96 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0.0 kN < 96 kN, dus nokplaat (ST50*12.0) voldoet
zonder onderlegring bij de onderste bout
bij B.C.1: a0) Dead load + Services + Snow (without snow removal)

3.8.4.64 Controle van de nokplaat op buiging:

Tabel 3.8.4.6.4.1: Belastingen van de nokplaat.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Normaal-kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ftrb [N]	Ftro [N]
14.40	-861	-8706	-1594	0	0
14.40	-861	-8697	1612	0	0
91.20	-876	-8685	-1672	0	0
91.20	-876	-8748	1549	0	0

Resulterende trekkracht in de nokplaat bij de bovenrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftrb = \frac{N*\cos(alpha) + sn*Q*\sin(alpha)}{2} - \frac{M}{ht,eff} \text{ met } Ftrb>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de nokplaat:
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftrb(max) * e = 0.5 * 0 * 25.0 = 0 Nm
- Capaciteit van de nokplaat: Mp,cap = 685 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0 Nm < 685 Nm, dus nokplaat (ST50*12.0) voldoet
bij B.C.1: a0) Dead load + Services + Snow (without snow removal)

Resulterende trekkracht in de nokplaat bij de onderrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftro = \frac{N*\cos(alfa) + sn*Q*\sin(alfa)}{2} + \frac{M}{ht,eff} \text{ met } Ftro>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de nokplaat:
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftro(max) * e = 0.5 * 0 * 25.0 = 0 Nm
- Capaciteit van de nokplaat: Mp,cap = 685 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0 Nm < 685 Nm, dus nokplaat (ST50*12.0) voldoet
bij B.C.1: a0) Dead load + Services + Snow (without snow removal)

De lasverbindingen tussen nokplaat met resp. de boven- en onderrand
zijn niet gecontroleerd.

3.8.5 De krachtsverdeling in de 1e rij tralies:

Tabel 3.8.5.1: Momentenlijn, normaal- en dwarskrachtenlijn.

Positie	Momentenlijn	Normaal-krachtenlijn	Dwars-krachtenlijn
x in [m] begin - eind	M(x) in [Nm] (+ = U/- =)	N(x) in [N] (+ = trek)	Q(x) in [N] (+ = ~~~___)
0.00 - 2.40	-526 5117	-12234 -12132	2195 1995
2.40 - 4.80	5117 -1885	-9842 -9740	-2500 -2700
4.80 - 7.20	-1885 2690	-10199 -10301	1799 1599
7.20 - 9.60	2690 -5380	-12591 -12693	-2896 -3096
96.00 - 98.40	-5117 2844	-12597 -12495	3055 2855
98.40 - 100.8	2844 -1841	-10205 -10103	-1639 -1839
100.8 - 103.2	-1841 4887	-9717 -9818	2598 2398
103.2 - 105.6	4887 -1031	-12109 -12210	-2097 -2297

3.8.5.1 Controle van de stijfheid van het spant:

De toelaatbare doorbuiging van alle spanten wordt bepaald per spantbeen:
- uvtoel = 5387 / 250 < 30.0 mm, dus: uvtoel = 21.5 mm

Uit de U-lijn is de maximale doorbuiging:
- doorbuiging umax = -9.46 mm

- Controle van de 1e rij tralies:
  Doorbuiging: |-9.5 | mm < 21.5 mm, dus: voldoet.
  bij B.C.1: a0) Dead load + Services + Snow (without snow removal)

3.8.5.2 Controle van de bovenrand:

3.8.5.21 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de bovenrand:

- De normaalkracht in de bovenrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = -M/0.3600 + N/2 (voor N en M, zie 3.8.5.1)
    met: Effectieve spanthoogte: 360.0 mm

- De normaalkracht in de bovenrand wordt bij de eindplaten van de nok en de kolomaansluiting gereduceerd met de normaalkracht in de diagonaal (einddiagonaal sluit aan bij eindplaat ter plaatse van de bovenrand)
  - Reductie: Nred = Nd - Q/tan(38.9) plaats van eindplaat naar gording
  - Reductie: Nred = Nd + Q/tan(38.9) plaats van gording naar eindplaat
    (voor de dwarskracht Q zie tabel 3.8.5.1)

Tabel 3.8.5.2: Normaalkrachtenverloop in de bovenrand.

Plaats	Normaalkracht in [N] (trek = positief)	Systeem-lengte
x in [m]	Spant	[mm]
0.00 - 2.40	-7375 -20279	2694
2.40 - 4.80	-19134 -2978	2694
4.80 - 7.20	-2091 -12623	2694
7.20 - 9.60	-13768 4760	2694
96.00 - 98.40	4129 -14146	2694
98.40 - 100.8	-13001 -2216	2694
100.8 - 103.2	-2963 -18483	2694
103.2 - 105.6	-19628 -6087	2694

3.8.5.22 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Nadrukkelijk wordt vermeld, dat onderstaande stabiliteits-berekeningen alleen voldoen bij toepassing van specifieke stabiliteits-voorzieningen ter plaatse van de gordingen:

- fixatie van de boven- en onderrand rand uit het vlak van het spant, door windverbanden tussen de gordingen in het eerste en laatste vak van een gootlengte en momentvaste koppelingen tussen gordingen en bovenrand

Tabel 3.8.5.22:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de bovenrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-	Normaalkrachten	Rand-	Knfct	Knik-	Klasse	Sterkte	Stab.

bepaling	(trek = positief) [N]		voor-waar-den	staaf-lengte ßm×ßn	lengte [mm]		UC	UC
begin-eind	"begin"	"einde"						
0.00- 2.40	-7375	-20279	e-g	0.530	1428	1	0.20	0.34
2.40- 4.80	-19134	-2978	g-n	0.518	1395	1	0.19	0.32
4.80- 7.20	-2091	-12623	n-g	0.585	1577	1	0.13	0.23
7.20- 9.60	-13768	4760	g-m	0.400	1077	1	0.14	0.22
96.00-98.40	4129	-14146	m-g	0.494	1330	1	0.14	0.23
98.40-100.8	-13001	-2216	g-n	0.522	1406	1	0.13	0.22
100.8-103.2	-2963	-18483	n-g	0.584	1574	1	0.19	0.34
103.2-105.6	-19628	-6087	g-e	0.504	1359	1	0.20	0.32

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (1.00 - 0.2)*(|-18483 |/(0.542 *99319   /1.0)) = 1.15
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-18483 |/(0.542 *99319   /1.0)) = 1.15
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(1.15   , 1.15   ) = 1.15
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.69

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-18483 |/(0.542 *99319   /1.0)+1.15 *|0.0 |/(1.00*1315.7 /1.0)
           = 0.343 + 0.000 = 0.343
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-18483 |/(0.630 *99319   /1.0)+0.69 *|0.0 |/(1.00*1315.7 /1.0)
           = 0.295 + 0.000 = 0.295

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.343 , 0.295) = 0.343

- controle: 0.34 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.8.5.23 Stabiliteitscontrole in het vlak:

- Maatgevende normaaldrukkracht: Ndmax = -20279 N

- Kniklengte: lky = 1.00 * lveld = 1.00 * 898 = 898 mm
Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
Interactiefactoren volgens bijlage B:
Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
      = 0.90 * (1.0 + (0.85 - 0.2)*(|-20279 |/(0.630 *99319   /1.0)) = 1.09
Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
      = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-20279 |/(0.630 *99319   /1.0)) = 1.13
Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(1.09   , 1.13   ) = 1.09
Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.65

UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
         = |-20279 |/(0.630 *99319   /1.0)+1.09 *|0.0 |/(1.00*978.2 /1.0)
         = 0.324 + 0.000 = 0.324
UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
         = |-20279 |/(0.804 *99319   /1.0)+0.65 *|0.0 |/(1.00*978.2 /1.0)
         = 0.254 + 0.000 = 0.254

Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.324 , 0.254) = 0.324

- controle: 0.32 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.8.5.24 Doorsnede-controle van de bovenrand:

          |NEd| |-20279 |
- UCDruk = ----- = --------- = 0.20
          Nc.Rd   99319

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 4760   N

          |NEd| | 4760 |
- UCTrek = ----- = --------- = 0.05
          Nc.Rd   99319

Trek is maatgevend.

- Controle: 0.20 < 1.00, dus de treksterkte voldoet.

Conclusie:
- Bovenrand (RHBK50*30*2.0) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.1: a0) Dead load + Services + Snow (without snow removal)

3.8.5.3 Controle van de onderrand:

3.8.5.31 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de onderrand:

- De normaalkracht in de onderrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = M/0.3600 + N/2 (voor N en M, zie 3.8.5.1)
    met: Effectieve spanthoogte: 360.0 mm

Tabel 3.8.5.3: Normaalkrachtenverloop in de onderrand.

Plaats x in [m]	Normaalkracht in [N] (trek = positief) Spant	Systeem-lengte [mm]
0.00 - 2.40	-7580 8147	2892
2.40 - 4.80	9292 -10108	2694
4.80 - 7.20	-10337 2322	2694
7.20 - 9.60	1177 -21290	2892
96.00 - 98.40	-20512 1651	2892
98.40 - 100.8	2796 -10166	2694
100.8 - 103.2	-9973 8665	2694
103.2 - 105.6	7519 -8969	2892

3.8.5.32 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Nadrukkelijk wordt vermeld, dat onderstaande stabiliteits-berekeningen
alleen voldoen bij toepassing van specifieke stabiliteits-voorzieningen
ter plaatse van de gordingen:

- fixatie van de boven- en onderrand rand uit het vlak van het spant, door
  windverbanden tussen de gordingen in het eerste en laatste vak van een
  gootlengte en momentvaste koppelingen tussen gordingen en bovenrand

Tabel 3.8.5.32:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de onderrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-bepaling begin-eind	Normaalkrachten (trek = positief) [N] "begin"	"einde"	Rand-voor-waar-den	Knfct staaf-lengte ßm×ßn	Knik-lengte/PlPerc [mm]	Klasse	Sterkte UC	Stab. UC
0.00- 2.40	-7580	8147	e-g	0.439	1270	1	0.05	0.08
2.40- 4.80	9292	-10108	g-n	0.608	1639	1	0.07	0.13
4.80- 7.20	-10337	2322	n-g	0.590	1588	1	0.07	0.13
7.20- 9.60	1177	-21290	g-m	0.625	1807	1	0.14	0.32
96.00-98.40	-20512	1651	m-g	0.571	1651	1	0.14	0.27
98.40-100.8	2796	-10166	g-n	0.608	1639	1	0.07	0.13
100.8-103.2	-9973	8665	n-g	0.590	1588	1	0.07	0.13
103.2-105.6	7519	-8969	g-e	0.552	1596	1	0.06	0.12

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (1.18 - 0.2)*(|-21290 |/(0.443 *151063 /1.0)) = 1.18
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-21290 |/(0.443 *151063 /1.0)) = 1.13
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(1.18   , 1.13   ) = 1.13
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.68

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-21290 |/(0.443 *151063 /1.0)+1.13 *|0.0 |/(1.00*1879.0 /1.0)
           = 0.318 + 0.000 = 0.318
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-21290 |/(0.721 *151063 /1.0)+0.68 *|0.0 |/(1.00*1879.0 /1.0)
           = 0.195 + 0.000 = 0.195

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.318 , 0.195) = 0.318

- controle: 0.32 < 0.95, dus de stabiliteit voldoet.

3.8.5.33 Stabiliteitscontrole in het vlak (nabij de kolom-aansluitingen):

- Maatgevend: Ndmax = N + |Q|/tan(alfa) = -21290 + |-3096 |/tan(38.9) = -21290 N
  (N.B.: 1e drukdiagonaal reduceert de normaaldrukkracht in de onderrand)

- Kniklengte: lky = 0.80*lveld = 0.80 * 898 = 718 mm

  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.40 (het profiel is geschoord).
  M1 = 0.00 , M2 = 0.00 , Ms = 0.00 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.40 * (1.0 + (0.71 - 0.2)*(|-21290 |/(0.721 *151063 /1.0)) = 0.44
  Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.40 * (1.0 + 0.8*(|-21290 |/(0.721 *151063 /1.0)) = 0.46
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.44 , 0.46) = 0.44
  Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.26

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-21290 |/(0.721 *151063 /1.0)+0.44 *|0.0 |/(1.00*1384.2 /1.0)
           = 0.195 + 0.000 = 0.195
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-21290 |/(0.860 *151063 /1.0)+0.26 *|0.0 |/(1.00*1384.2 /1.0)
           = 0.164 + 0.000 = 0.164

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.195 , 0.164) = 0.195

- controle: 0.20 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.8.5.34 Doorsnede-controle van de onderrand:

           |NEd| |-21290 |
- UCDruk = ----- = --------- = 0.14
           Nc.Rd   151063

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 9292   N

           |NEd| | 9292 |
- UCTrek = ----- = --------- = 0.06
           Nc.Rd   151063

Druk is maatgevend.

- Controle: 0.14 < 1.00, dus de druksterkte voldoet.

Conclusie:
- Onderrand (RHBK50*30*3.0) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.1: a0) Dead load + Services + Snow (without snow removal)

3.8.5.4 Controle van de diagonalen:

3.8.5.41 Controle van de diagonalen in de eindvelden:

- Controle op druk:
  - Maatgevende dwarskracht eindvelden: Qmaxd = -3096 N (zie tabel 3.8.5.1)

$$\text{Ndiagd} = \frac{|\text{Qmaxd}|}{\sin(\text{alfa})} = \frac{|-3096|}{\sin(38.9)} = 4930 \text{ N}$$

  - Capaciteit diagonaal: Fdiagd = 13200 N (zie 4.4)

  - Controle: 4930 N < 13200 N, dus diagonaal voldoet.

- Controle op trek:
  - Maatgevende dwarskracht eindvelden: Qmaxt = 3055 N (zie tabel 3.8.5.1)

$$\text{Ndiagt} = \frac{\text{Qmaxt}}{\sin(\text{alfa})} = \frac{3055}{\sin(38.9)} = 4865 \text{ N}$$

  - Capaciteit diagonaal eindvelden: Fdiagt = 36175 N (zie 4.4)

  - Controle: 4865 N < 36175 N, dus diagonaal voldoet.

Conclusie:
- Diagonalen in eindvelden (RD14.0 mm) voldoen qua trek/druk
  bij B.C.1: a0) Dead load + Services + Snow (without snow removal)

3.8.5.42 Controle van de (las)verbindingen:

Diagonalen eindvelden		Diagonalen middenvelden	
Nd = 4930 N		Nd = - 0 N	
Nt = 4865 N		Nt = 0 N	
Fstev = 3786 N		Fstev = 0 N	
Fstlo = 3055 N		Fstlo = 0 N	
Msdt = 19327.3 Nm		Msdt = 0.00 Nm	
Fsdev = 3836 N		Fsdev = 0 N	

	bovenrand	onderrand	bovenrand	onderrand
Tau1	16.31 N/mm²	16.31 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
Tau2	12.62 N/mm²	12.62 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
Sgm1	16.31 N/mm²	16.31 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
SgmWst	22.67 N/mm²	22.67 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
UC1	0.11	0.11	0.00	0.00
UC2	0.06	0.06	0.00	0.00
SgmWsd	12.79 N/mm²	12.79 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
UC3	0.06	0.06	0.00	0.00
Nt1	24371 N	45778 N	24371 N	45778 N
knd	1.00	1.00	1.00	1.00
Nd1	24371 N	45778 N	24371 N	45778 N
UCt1	0.20	0.11	0.00	0.00
UCd1	0.20	0.11	0.00	0.00
UClas	0.11	0.11	0.00	0.00
UCdia	0.20	0.11	0.00	0.00
UCgeo	0.48	0.46	0.48	0.46

UClas	0.11	0.00
UCdia	0.50	0.50

Conclusie:
- Lassen: UClas = 0.11 <= 1.00 dus: voldoen
- Aansluitingen: UCdia = 0.50 <= 1.00 dus: voldoen

Eindconclusie:
- Aansluiting diagonalen voldoet
  bij B.C.1: a0) Dead load + Services + Snow (without snow removal)

3.8.5.43 Controle van de dekgording (de 1e rij tralies)

- Belastingscombinatie met alleen eigen gewicht kasdek, wind en sneeuw
  Qg,links = [32 + 0 *(+0.00-(+0.00))/cos(27.0) + 0] * 9.60 /[2*(1+1)] = 0.077 Nm
  Qg,rechts = [32 + 0 *(+0.00-(+0.00))/cos(27.0) + 0] * 9.60 /[2*(1+1)] = 0.077 Nm
  Qg= max(|Qg,links| ; |Qg,rechts|) = 0.077 Nm

- Vervormingseis dekgordingen volgens EN 13031-1:
  dtoel2 = min(4000/(650 - 100*min(4000/1125;5)); 4000/150; 30) = 13.6 mm
- Hieruit volgt een minimaal traagheidsmoment (ligger op 3 steunpunten):
  Ixg,bc = 2/384 * (Qg * 40004) / (Estaal,g * dtoel2) = 35894 mm4

- Minimaal traagheidsmoment dekgording:
  Ixgmin = max(Ixg,eg, Ixg,bc) = max(91429 , 35894) = 91429 mm4

3.8.5.44 Controle van de gordingverticaal

- Controle veerstijfheid gordingverticaal
  De onderrand wordt geschematiseerd als een ligger van goot naar nok.
  - Veerstijfheid gordingprofiel:
    kgord = 4 * Estaal,g * Ixgmin / (390 ² * 4000) = 126.2 N/mm
  - Veerstijfheid gordingverticaal:
    k0gvert = 1826.1 N/mm (zie 4.7)

    De veerstijfheid van de verticaal is ten minste zo groot als 100% van
    de veerstijfheid van de inklemming van de gording.

  - Controle: 1826.1 N/mm > 126.2 N/mm, dus gordingverticaal voldoet.

- Plaatsvastheid van de gordingverticaal bij de onderrand
  Omdat de aansluiting van de gording aan de tralie in het algemeen goed
  momentvast is uitgevoerd, kan de volledige stijfheid van de gording in
  rekening worden gebracht.

  - Veerstijfheid gordingprofiel:
    kgord = 4 * Estaal,g * 91429 / (390 ² * 4000) = 126.2 N/mm

  - Veerstijfheid van de aansluiting van de onderrand-gording "uit het vlak":
    Hoekverdraaiing door gording en inklemming opzetkolom:

$$V2 = \frac{2*vak}{4*Eg*Ig} = \frac{2 * 4000}{4 * 210000 * 91429} = 104.2 \ *10\text{-}9 \ 1/Nmm$$

    Hoekverdraaiing door moment bij onderrand door bovenrand:

$$V3 = \frac{bkap}{2*(ngord+1)*\cos(27.0)*Gbr*Itbr*2} = \frac{9600}{2*(1+1)*\cos(27.0)* 80769* 92298*2} = 180.7 \ *10\text{-}9 \ 1/Nmm$$

    Hoekverdraaiing door puntlast bij gordingverticaal:

$$V4 = \frac{ht;net^2}{3 * Egv * Igv} = \frac{330^2}{3 * 210000 * 104167} = 1659.4 \ *10\text{-}9 \ 1/Nmm$$

    Moment bij bovenrand

$$MBr = \frac{V2 * hspant}{V2 + V3} = \frac{104.2 * 390}{104.2 + 180.7} = 142.6 \ Nm$$

    Moment bij gording Mozk = hspant - Mbr = 390 - 143 = 247 Nmm

    Geeft de veerstijfheid ter plaatse van de bovenrand:

$$kor = \frac{1}{V4*ht;nett + V2*hspant^2 + V2*hspant*-Mbr} = \frac{1}{1659.4*330 + 104.2*390^2 + 104.2*390*(-143)} = 94.4 \ N/mm$$

    Vereiste kritische veerstijfheid: kcr = 28.3 N/mm (zie 4.8)

  - Controle: 94.4 N/mm > 28.3 N/mm, dus veerstijfheid voldoet.

- Controle op knik:
  - Maatgevende verticale kracht: Ngv = Fvg = -4495 N
  - Capaciteit van de verticaal : Fgvertd = 69549 N (zie 4.6)

  - Controle: -4495 N > 69549 N, dus gordingverticaal voldoet.

Conclusie:
- Gordingverticaal voldoet qua sterkte/stabiliteit en stijfheid
  bij B.C.1: a0) Dead load + Services + Snow (without snow removal)

3.8.5.5 Controle van de bouten van de spant-kolom-aansluiting:

Controle van de krachten op de bout(en) bij de bovenrand:

Tabel 3.8.5.5.1: Belastingen bij bovenrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Spant-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Nt [N]	Ft,br [N]	Fs,br [N]	Fi,br [N]
0.00	-526	-12234	2195	9725	0	4733	6693
9.60	-5380	-12693	-3096	9725	6789	5640	10474
96.00	-5117	-12597	3055	9595	6250	5582	10068
105.6	-1031	-12210	-2297	9595	0	4818	6814

Gegevens van de eindplaat bij de bovenrand:
- Aantal bouten bij de bovenrand: nbb = 1
- Momenten-arm bij bovenrand: hbbout = 458 mm
- Hellingshoek van het spant: alpha = 27.0 graden
- Nt is de trekkracht in de trekstang van het spant
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Normaalkracht: $Ft = \frac{N\cos(alpha) + sn*Q*\sin(alpha)}{2 * nbb} - \frac{M}{hbbout} + \frac{Nt}{2}$ met Ft>=0N
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * -N*sin(alpha) + sn*Q*cos(alpha)
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,br max = 10474 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbtb max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 10474 N < 33926 N, dus bout bij bovenrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.1: a0) Dead load + Services + Snow (without snow removal)

Controle van de krachten op de bout(en) bij de onderrand:

Tabel 3.8.5.5.2: Belastingen bij onderrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Spant-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Nt [N]	Ft,or [N]	Fs,or [N]	Fi,or [N]
0.00	-526	-12234	2195	9725	0	4733	6693
9.60	-5380	-12693	-3096	9725	0	5640	7976
96.00	-5117	-12597	3055	9595	0	5582	7894
105.6	-1031	-12210	-2297	9595	0	4818	6814

Gegevens van de eindplaat bij de onderrand:
- Aantal bouten bij de onderrand: nbo = 2
- Momenten-arm bij onderrand: hobout = 762 mm
- Hellingshoek van het spant: alfa = 27.0 graden
- Nt is de trekkracht in de trekstang van het spant
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * -N*sin(alpha) + sn*Q*cos(alpha)
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,or max = 7976 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbto max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 7976 N < 33926 N, dus bout bij onderrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.1: a0) Dead load + Services + Snow (without snow removal)

3.8.5.53 Controle van de eindplaat op pons:

Bij de boutverbinding van de bovenrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxb = 6.8 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capb = 80 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 6.8 kN < 80 kN, dus eindplaat (ST50*10.0) voldoet
zonder onderlegring bij de bovenste bout
bij B.C.1: a0) Dead load + Services + Snow (without snow removal)

Bij de boutverbinding van de onderrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxo = 0.0 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capo = 80 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0.0 kN < 80 kN, dus eindplaat (ST50*10.0) voldoet
zonder onderlegring bij de onderste bout
bij B.C.1: a0) Dead load + Services + Snow (without snow removal)

3.8.5.54 Controle van de eindplaat op buiging:

Tabel 3.8.5.5.4.1: Belastingen van de eindplaat van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Spant-kracht	Normaal-kracht	Normaal-kracht
x	M	N	Q	Nt	Ftrb	Ftro
[m]	[Nm]	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]
0.00	-526	-12234	2195	9725	0	0
9.60	-5380	-12693	-3096	9725	9991	0
96.00	-5117	-12597	3055	9595	9296	0
105.6	-1031	-12210	-2297	9595	0	0

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de bovenrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftrb = \frac{N*\cos(alpha) + sn*Q*\sin(alpha)}{2} - \frac{M}{ht,eff} \text{ met } Ftrb>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftrb(max) * e = 0.5 * 9991 * 25.0 = 125 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 1987 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 125 Nm < 1987 Nm, dus eindplaat (ST50*10.0) voldoet
bij B.C.1: a0) Dead load + Services + Snow (without snow removal)

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de onderrand:
- Normaalkracht : Ftbout(2) = 0.0 * 367.7 /472.7 = 0.0 kN
- Normaalkracht : Ftbout(1) = 0.0 * 472.7 /472.7 = 0.0 kN
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * max(Ftbout(2) * e(2), Ftbout(1) * e(1))
= 0.5 * max(0.0 * 25 , 0.0 * 50) = 0 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 2683 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0 Nm < 2683 Nm, dus eindplaat (ST50*10.0) voldoet
bij B.C.1: a0) Dead load + Services + Snow (without snow removal)

De lasverbindingen tussen eindplaat met resp. de boven- en onderrand
zijn niet gecontroleerd.

3.8.5.6 Controle van de bouten van de nokaansluiting:

Controle van de krachten op de bout(en) bij de bovenrand:

Tabel 3.8.5.6.1: Belastingen bij bovenrand van de nokaansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,br [N]	Fs,br [N]	Fi,br [N]
4.80	-1885	-9740	-2700	115	4616	6530
4.80	-1885	-10199	1799	115	3918	5542
100.8	-1841	-10103	-1839	30	3932	5561
100.8	-1841	-9717	2598	30	4520	6393

Gegevens van de nokplaat bij de bovenrand:
- Aantal bouten bij de bovenrand: nbb = 1
- Momenten-arm bij bovenrand: hbbout = 372 mm
- Hellingshoek van het spant: alpha = 27.0 graden
- Teken dwarskracht bij eindpositie sn=+1 en bij beginpositie sn=-1

$$\text{- Normaalkracht: } Ft = \frac{N\cos(alpha) + sn\,Q\sin(alpha)}{2 \cdot nbb} - \frac{M}{hbbout} \quad \text{met } Ft>=0N$$

- Schuifkracht: $Fs = 0.5 * -N\sin(alpha) - sn\,Q\cos(alpha)$
- Ideële kracht: $Fi = (Ft^2 + 2*Fs^2)0.5$
- Maximale optredende kracht: Fi,br max = 6530 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbtb max = 42408 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 6530 N < 42408 N, dus bout bij bovenrand (M10-10.9) voldoet.
bij B.C.1: a0) Dead load + Services + Snow (without snow removal)

Controle van de krachten op de bout(en) bij de onderrand:

Tabel 3.8.5.6.2: Belastingen bij onderrand van de nokaansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,or [N]	Fs,or [N]	Fi,or [N]
4.80	-1885	-9740	-2700	0	4616	6528
4.80	-1885	-10199	1799	0	3918	5541
100.8	-1841	-10103	-1839	0	3932	5561
100.8	-1841	-9717	2598	0	4520	6392

Gegevens van de nokplaat bij de onderrand:
- Aantal bouten bij de onderrand: nbo = 1
- Momenten-arm bij onderrand: hobout = 372 mm
- Hellingshoek van het spant: alfa = 27.0 graden
- Teken dwarskracht bij eindpositie sn=+1 en bij beginpositie sn=-1

$$\text{- Normaalkracht: } Ft = \frac{N\cos(alpha) + sn\,Q\sin(alpha)}{2 \cdot nbo} + \frac{M}{hobout} \quad \text{met } Ft>=0N$$

- Schuifkracht: $Fs = 0.5 * -N\sin(alpha) - sn\,Q\cos(alpha)$
- Ideële kracht: $Fi = (Ft^2 + 2*Fs^2)0.5$
- Maximale optredende kracht: Fi,or max = 6528 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbto max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 6528 N < 33926 N, dus bout bij onderrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.1: a0) Dead load + Services + Snow (without snow removal)

3.8.5.63 Controle van de nokplaat op pons:
Bij de boutverbinding van de bovenrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxb = 0.1 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de nokplaat: Fp,capb = 96 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0.1 kN < 96 kN, dus nokplaat (ST50*12.0) voldoet
zonder onderlegring bij de bovenste bout
bij B.C.1: a0) Dead load + Services + Snow (without snow removal)

Bij de boutverbinding van de onderrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxo = 0.0 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de nokplaat: Fp,capo = 96 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0.0 kN < 96 kN, dus nokplaat (ST50*12.0) voldoet
zonder onderlegring bij de onderste bout
bij B.C.1: a0) Dead load + Services + Snow (without snow removal)

3.8.5.64 Controle van de nokplaat op buiging:

Tabel 3.8.5.6.4.1: Belastingen van de nokplaat.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Normaal-kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ftrb [N]	Ftro [N]
4.80	-1885	-9740	-2700	285	0
4.80	-1885	-10199	1799	285	0
100.8	-1841	-10103	-1839	196	0
100.8	-1841	-9717	2598	196	0

Resulterende trekkracht in de nokplaat bij de bovenrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftrb = \frac{N*\cos(alpha) + sn*Q*\sin(alpha)}{2} - \frac{M}{ht,eff} \text{ met } Ftrb>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de nokplaat:
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftrb(max) * e = 0.5 * 0 * 25.0 = 4 Nm
- Capaciteit van de nokplaat: Mp,cap = 685 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 4 Nm < 685 Nm, dus nokplaat (ST50*12.0) voldoet
bij B.C.1: a0) Dead load + Services + Snow (without snow removal)

Resulterende trekkracht in de nokplaat bij de onderrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftro = \frac{N*\cos(alfa) + sn*Q*\sin(alfa)}{2} + \frac{M}{ht,eff} \text{ met } Ftro>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de nokplaat:
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftro(max) * e = 0.5 * 0 * 25.0 = 0 Nm
- Capaciteit van de nokplaat: Mp,cap = 685 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0 Nm < 685 Nm, dus nokplaat (ST50*12.0) voldoet
bij B.C.1: a0) Dead load + Services + Snow (without snow removal)

De lasverbindingen tussen nokplaat met resp. de boven- en onderrand
zijn niet gecontroleerd.

3.8.6 Controle van de trekstangen

a) Maatgevende trekkracht in de trekstangen Nt = 9725 N

Bij de controle berekening wordt ervan uitgegaan dat de trekstaaf geen drukbelasting kan opnemen. In het design model is hiermee rekening gehouden en kan de trekstang niet "op druk" belast worden. In dat geval wordt de krachtsverdeling bepaald alsof er geen trekstang zit.

$$\text{Controle van de sterkte: } \sigma = \frac{N_t}{A} < \sigma_{mae_t}$$

Invullen van de bekende gegevens geeft:

$$\sigma = \frac{9725}{229.1} = 42.5 \ \text{N/mm}^2$$

- controle : 42.5 N/mm² < 268.3 N/mm², dus: sterkte voldoet.

3.8.7 Uitdijen van de kas:

Tabel 38.1: Waarden over de spanten.

spant	Urel [mm]
1	0.45
2	0.38
3	0.36
4	0.36
5	0.36
6	0.36
7	0.36
8	0.36
9	0.36
10	0.38
11	0.44

Maximale waarde is: 0.45 mm

Uitdijen van de hele kas: 4.16 mm

Toetsing van de bepalende doorsnede (lkx= 4000 mm, lky= 4000 mm):

Toetsing van de bepalende doorsnede (lkx= 7313 mm, lky= 4000 mm):

Toetsing van de bepalende doorsnede (lkx= 7072 mm, lky= 4000 mm):

c) Berekening van de toelaatbare horizontale verplaatsing in :

- Rekening houdend met de glasbreedten :
  - reductiefactor gevel: r1 = 800 / bkg < 2.0;
    800 / 800 = 1.00, dus r1 = 1.00
  - reductiefactor dek : r2 = 1125 / bd < 2.0;
    1125 / 1125 = 1.13, dus r2 = 1.00
  - ugevel = h / 100 * r1 < 50.0 mm;
    4000 / 100 * 1.00 = 35.0 mm, dus ugevel = 57.3 mm
  - udek = 1/200 * v * r2 < 50.0 mm
    1/200 * 4000 * 1.00 = 26.7 mm, dus udek = 61.3 mm
  - utoel-b = ugevel + udek = 57.3 + 61.3 = 57.4 mm
  - utoel = utoel-a < utoel-b < umax; MIN(53.3 , 0.1 , 60.0) = 160.0 mm

3.9 B.C.2: a11) Dead load + Services + Wind + Crop

3.9.1 Berekening van de belastingen per spant:

a) Belastingen in gebruikstoestand:
- Permanente belastingen:
  - Eigen gewicht dek : (1.00 * 32) = 32 N/m²
  - Eigen gewicht van de goot: (1.00 * 34)* 4.00 = 136 N
  - E.G. spantbeen 1e spant : (1.00 * 83.3) = 83.3 N/m
  - E.G. spantbeen 2e spant : (1.00 * 85.4) = 85.4 N/m
  - E.G. spantbeen 3e spant : (1.00 * 67.6) = 67.6 N/m
- Variabele belastingen:
  - Vert. puntlast: 0.00*max(1250,1000)+1.00*0 = 0 N
  - Gewasbelasting : (1.00 * 0) = 0 N/m²
  - Installaties : (1.00 * 70) = 70 N/m²
  - Windbelasting : (1.00 * 510 * 0.98) = 500 N/m²
    (fCdim = Cdim;lr*Cdim;par/Cdim = 0.83 *0.85 /0.72 = 0.98)

b) Belastingen in rekentoestand:
- Permanente belastingen:
  - Eigen gewicht dek : (1.02 * 32) = 33 N/m²
  - Eigen gewicht van de goot: (1.02 * 34)* 4.00 = 139 N
  - E.G. spantbeen 1e spant : (1.02 * 83.3) = 85.1 N/m
  - E.G. spantbeen 2e spant : (1.02 * 85.4) = 87.2 N/m
  - E.G. spantbeen 3e spant : (1.02 * 67.6) = 69.1 N/m
- Variabele belastingen:
  - Vert. puntlast: 0.00*max(1250,1000)+1.02*0 = 0 N
  - Gewasbelasting : (1.28 * 0) = 0 N/m²
  - Installaties : (1.02 * 70) = 71 N/m²
  - Windbelasting : (1.28 * 510) = 651 N/m²

c) Bij het bepalen van de knoopcoordinaten is rekening gehouden met
de initiële scheefstand van de kolommen:
- Scheefstand psi = 1/267 (zie EN 1993-1-1)

d) Rekenvoorbeeld van de belastingen op knooppunten op de volgende plaatsen:
Knoop k = "effectieve" spanthoogte van de eerste kolom
Knoop g = Eerste gording op de eerste kaphelft

- Horizontale belasting:
  Fk,hor = (4.000 - 0.5*3.701) * (651 *(+0.60-(-0.30))) * 4.00 = 2069 N
  Fg,hor = -[651 *(+0.30-(-0.30))] * tan(27.00)
  * 4.00 * 9.60 / [2*(1+1)] = 2069 N

- Verticale belasting:
  Fk,vert = -0.5*(33 + 0 + [651 *(+0.30-(-0.30))] + 0 + 71)
  * 4.00 * 9.60 / [2*(1+1)] - 139 = -2513 N
  Fg,vert = -(33 + 0 + [651 *(+0.30-(-0.30))] + 0 + 71)
  * 4.00 * 9.60 / [2*(1+1)] + 0 = -4749 N

e) Belastingen op gordingen:
Berekening van het minimaal traagheidsmoment van de dekgording
op alle spanten in gebruikstoestand.
- Belastingssituatie met alleen eigen gewicht kasdek
  Qg1 = 32 * 9.60 / [2*(1+1)] = 77 Nm
- Vervormingseis dekgordingen volgens EN 13031-1:
  dtoel1 = min(4000/750, 6) = 5.3 mm
- Hieruit volgt een minimaal traagheidsmoment (ligger op 3 steunpunten):
  Ixgmin = 2/384 * (Qg1 * 40004) / (Estaal,g * dtoel1) = 91429 mm4

3.9.2 Belastingen op het kasdek ten behoeve van het Designmodel SLS(gebruiksbelastingen):
3.9.2.1 Windvormfactoren bij deze belastingcombinatie:
Windvormfactoren bij wind loodrecht (-) op nok:



3.9.2.2 Belastingfactoren bij deze belastingcombinatie:

Belastingfactoren	gebruikstoestand	rekentoestand
Eigen gewicht	1.00	1.02
Installaties	1.00	1.02
Sneeuw	0.00	0.00
Wind	1.00	1.28
gewas	1.00	1.28

3.9.2.3 Gesommeerde belastingen op de omhulling van de kas per vakmaat:
Belastingen gebruikstoestand SLS per vakmaat (4.000 m):

Tralie	neerwaarts	qtral = fi*qinstall + fp*qtral + fg*qgewas		
		= 1.00*280.0 + 1.00*95.8 + 1.00*0.0	qtral =	375.8 N/m
Goot	zijgevel	Fgt.s = fp*qgoot.s = 1.00*68.0	Fgt.s =	68 N
	middengoot	Fgt.m = fp*qgoot.m = 1.00*136.0	Fgt.m =	136 N
Kasdek	evenwijdig	qdek.E = [fp*qdek + fs*qsneew]*sin(dek)		
		= [1.00*114.0 + 0.00*0.0]*sin(27.0)	qdek.E =	51.8 N/m
	loodrecht	qdek.L = [fp*qdek + fs*qsneew]*cos(dek)		
		= [1.00*114.0 + 0.00*0.0]*cos(27.0)	qdek.L =	101.6 N/m
	+ wind per kaphelft	= qdek.L + fw*qwinds*(cpe-cpi)		
	- 1e kaphelft	= 101.6 + 1.00*2041.9*(+0.30--0.30)	qdek.L1 =	1326.8 N/m
	- 2e kaphelft	= 101.6 + 1.00*2041.9*(-1.00--0.30)	qdek.L2 =	-1327.7 N/m
	- 3e kaphelft	= 101.6 + 1.00*2041.9*(-0.70--0.30)	qdek.L3 =	-715.1 N/m
	- 4e kaphelft	= 101.6 + 1.00*2041.9*(-0.50--0.30)	qdek.L4 =	-306.8 N/m
	- Middenkap links	= 101.6 + 1.00*2041.9*(-0.40--0.30)	qdek.Lm1 =	-102.6 N/m
	- Middenkap rechts	= 101.6 + 1.00*2041.9*(-0.40--0.30)	qdek.Lm2 =	-102.6 N/m
	- Eindkap links	= 101.6 + 1.00*2041.9*(-0.40--0.30)	qdek.Le1 =	-102.6 N/m
	- Eindkap Rechts	= 101.6 + 1.00*2041.9*(-0.40--0.30)	qdek.Le2 =	-102.6 N/m
	+ windwrijving nok	= Cfp,h*fi*qwind*vakmaat*bkap/hkap*cscd'		
	- middenkap FhwCpf	= 0.03*1.00*510.5 *4.0 *9.6/2.45*0.70	FhwCpf =	169 N
Zijgevel	windzijde FhwF.gt	= fw*Fhw.gt*(cp1-cpi)		
	goothoogte	= 1.00*4413.5*(0.6 --0.3)	Fhw.gt =	3972 N
	windzijde FhwF.fh	= fw*Fhw.fh*(cp1-cpi)		
	fundatiehoogte	= 1.00*3754.0*(0.6 --0.3)	Fhw.fh =	3379 N
Zijgevel	loefzijde FhwL.gt	= fw*Fhw.gt*(cp1+cpi)		
	goothoogte	= 1.00*4413.5*(0.3 +-0.3)	Fhw.gt =	0 N
	loefzijde FhwL.fh	= fw*Fhw.fh*(cp1+cpi)		
	fundatiehoogte	= 1.00*3754.0*(0.3 +-0.3)	Fhw.fh =	0 N

Belastingen rekentoestand ULS per vakmaat (4.000 m):

Tralie	neerwaarts qtral = fi*qinstall + fp*qtral + fg*qgewas		
	= 1.02*280.0 + 1.02*95.8 + 1.28*0.0	qtral =	383.8 N/m
Goot	zijgevel Fgt.s = fp*qgoot.s = 1.02*68.0	Fgt.s =	69 N
	middengoot Fgt.m = fp*qgoot.m = 1.02*136.0	Fgt.m =	139 N
Kasdek	evenwijdig qdek.E = [fp*qdek + fs*qsneew]*sin(dek)		
	= [1.02*114.0 + 0.00*0.0]*sin(27.0)	qdek.E =	52.9 N/m
	loodrecht qdek.L = [fp*qdek + fs*qsneew]*cos(dek)		
	= [1.02*114.0 + 0.00*0.0]*cos(27.0)	qdek.L =	103.8 N/m
	+ wind per kaphelft = qdek.L + fw*qwinds*(cpe-cpi)		
	- 1e kaphelft = 103.8 + 1.28*2041.9*(+0.30--0.30)	qdek.L1 =	1665.8 N/m
	- 2e kaphelft = 103.8 + 1.28*2041.9*(-1.00--0.30)	qdek.L2 =	-1718.6 N/m
	- 3e kaphelft = 103.8 + 1.28*2041.9*(-0.70--0.30)	qdek.L3 =	-937.6 N/m
	- 4e kaphelft = 103.8 + 1.28*2041.9*(-0.50--0.30)	qdek.L4 =	-416.9 N/m
	- Middenkap links = 103.8 + 1.28*2041.9*(-0.40--0.30)	qdek.Lm1 =	-156.6 N/m
	- Middenkap rechts = 103.8 + 1.28*2041.9*(-0.40--0.30)	qdek.Lm2 =	-156.6 N/m
	- Eindkap links = 103.8 + 1.28*2041.9*(-0.40--0.30)	qdek.Le1 =	-156.6 N/m
	- Eindkap Rechts = 103.8 + 1.28*2041.9*(-0.40--0.30)	qdek.Le2 =	-156.6 N/m
	+ windwrijving nok = Cfp,h*fi*qwind*vakmaat*bkap/hkap*cscd		
	- middenkap FhwCpf = 0.03*1.28*510.5 *4.0 *9.6/2.45*0.72	FhwCpf =	221 N
Zijgevel	windzijde FhwF.gt = fw*Fhw.gt*(cp1-cpi)		
	goothoogte = 1.28*4413.5*(0.6 --0.3)	Fhw.gt =	5065 N
	windzijde FhwF.fh = fw*Fhw.fh*(cp1-cpi)		
	fundatiehoogte = 1.28*3754.0*(0.6 --0.3)	Fhw.fh =	4308 N
Zijgevel	loefzijde FhwL.gt = fw*Fhw.gt*(cp1+cpi)		
	goothoogte = 1.28*4413.5*(0.3 +-0.3)	Fhw.gt =	0 N
	loefzijde FhwL.fh = fw*Fhw.fh*(cp1+cpi)		
	fundatiehoogte = 1.28*3754.0*(0.3 +-0.3)	Fhw.fh =	0 N

Tabel 3.9.2.4: Knoopbelastingen, oplegreacties en knoopverplaatsingen:

	Knoopbelastingen Rekentoestand		Oplegreacties		Knoopverplaatsingen gebruikstoestand			
nr.	X-as [mm]	Y-as [mm]	X-as [N]	Y-as [N]	X-as [N]	Y-as [N]	X-verpl [mm]	Y-verpl [mm]	U_lijn [mm]
	Horiz.	Vert.	Horiz.	Vert.	Horiz.	Vert.	Horiz.	Vert.	
1	-0.013	0.000	4336	0	-5789	5423	0.00	0.00	0.000
2	0.000	3.701	5991	-2513			87.08	-0.41	0.000
3	2.400	4.924	1910	-4749			87.87	-2.11	2.785
4	4.800	6.147	2069	-688			86.13	1.15	0.000
5	7.200	4.924	2229	3374			86.06	1.29	-0.956
6	9.587	0.000			-1555	-4041	0.00	0.00	0.000
7	9.600	3.701	478	2298			85.12	-0.27	0.000
8	12.000	4.924	-1273	1499			82.18	5.26	-0.189
9	14.400	6.147	-318	874			79.43	10.45	0.000
10	16.800	4.924	637	250			77.32	6.52	-1.626
11	19.187	0.000			-1182	476	0.00	0.00	0.000
12	19.200	3.701	159	-202			73.72	-0.29	0.000
13	21.600	4.924	-318	-375			73.17	0.50	2.010
14	24.000	6.147	0	-375			70.80	4.87	0.000
15	26.400	4.924	318	-375			69.76	3.13	-0.951
16	28.787	0.000			-1140	2667	0.00	0.00	0.000
17	28.800	3.701	0	-514			67.84	-0.31	0.000
18	31.200	4.924	-318	-375			66.74	1.59	1.005
19	33.600	6.147	0	-375			64.74	5.29	0.000
20	36.000	4.924	318	-375			63.59	3.30	-0.889
21	38.387	0.000			-1013	2381	0.00	0.00	0.000
22	38.400	3.701	0	-514			61.63	-0.28	0.000
23	40.800	4.924	-318	-375			60.98	0.77	1.122
24	43.200	6.147	0	-375			59.33	3.82	0.000
25	45.600	4.924	318	-375			58.54	2.49	-0.803
26	47.987	0.000			-931	2435	0.00	0.00	0.000
27	48.000	3.701	0	-514			57.01	-0.27	0.000
28	50.400	4.924	-318	-375			56.56	0.42	1.002
29	52.800	6.147	0	-375			55.22	2.90	0.000
30	55.200	4.924	318	-375			54.66	1.99	-0.747
31	57.587	0.000			-862	2412	0.00	0.00	0.000
32	57.600	3.701	0	-514			53.41	-0.25	0.000
33	60.000	4.924	-318	-375			53.22	-0.03	0.959
34	62.400	6.147	0	-375			52.16	1.91	0.000
35	64.800	4.924	318	-375			51.85	1.45	-0.693
36	67.187	0.000			-812	2404	0.00	0.00	0.000
37	67.200	3.701	0	-514			50.90	-0.24	0.000
38	69.600	4.924	-318	-375			50.91	-0.40	0.917
39	72.000	6.147	0	-375			50.10	1.09	0.000
40	74.400	4.924	318	-375			50.02	1.05	-0.709
41	76.787	0.000			-777	2407	0.00	0.00	0.000
42	76.800	3.701	0	-514			49.29	-0.24	0.000
43	79.200	4.924	-318	-375			49.62	-0.99	0.902
44	81.600	6.147	0	-375			49.15	-0.13	0.000
45	84.000	4.924	318	-375			49.31	0.27	-0.515
46	86.387	0.000			-761	2466	0.00	0.00	0.000
47	86.400	3.701	0	-514			48.99	-0.24	0.000
48	88.800	4.924	-318	-375			49.31	-0.93	0.662
49	91.200	6.147	0	-375			49.03	-0.44	0.000
50	93.600	4.924	318	-375			49.24	0.02	-0.401
51	95.987	0.000			-783	2580	0.00	0.00	0.000
52	96.000	3.701	0	-514			49.07	-0.24	0.000
53	98.400	4.924	-318	-375			49.36	-0.88	0.590
54	100.800	6.147	0	-375			49.13	-0.46	0.000
55	103.200	4.924	318	-375			49.40	0.11	-0.503
56	105.587	0.000	0	0	-771	1740	0.00	0.00	0.000

Tabel 3.9.2.5: Staafbelastingen, momenten, normaal- en dwarskrachten

				B E G I N			E I N D		
Staaf nr.	Profiel	X-as [N/m]	Y-as [N/m]	Normaal [N]	Dwarskr [N]	Moment [Nm]	Normaal [N]	Dwarskr [N]	Moment [Nm]
		Horizontaal	Verticaal						
1	RHBK100*50*3.0			-5418	1473	-0	-5418	1473	5451
2	1e Spant	-38.6	-75.8	-5364	532	5451	-5260	328	6610
3	1e Spant	-38.6	-75.8	-4806	-4770	6610	-4702	-4975	-6515

4	1e Spant	38.6	-75.8	-8945	1207	-6515	-9049	1003	-3538
5	1e Spant	38.6	-75.8	-9503	5021	-3538	-9607	4817	9710
6	RHBK50*30*1.5			0	0	0	0	0	0
7	RHBK100*50*3.0			4047	1541	-0	4047	1541	5702
8	2e Spant	-39.6	-77.7	-7791	-6005	15412	-7685	-6215	-1046
9	2e Spant	-39.6	-77.7	-7231	-4301	-1046	-7124	-4510	-12912
10	2e Spant	39.6	-77.7	-7156	3747	-12912	-7262	3538	-3100
11	2e Spant	39.6	-77.7	-7716	4049	-3100	-7823	3840	7525
12	RHBK50*30*1.5			0	0	0	0	0	0
13	RHBK100*50*3.0			-471	1184	-0	-471	1184	4380
14	Midden Spant	-31.4	-61.5	-6918	-3363	11906	-6834	-3529	2623
15	Midden Spant	-31.4	-61.5	-6380	-3719	2623	-6295	-3885	-7618
16	Midden Spant	31.4	-61.5	-7013	2475	-7618	-7098	2309	-1174
17	Midden Spant	31.4	-61.5	-7552	2120	-1174	-7636	1954	4312
18	RHBK50*30*1.5			0	0	0	0	0	0
19	RHBK100*50*3.0			-2663	1149	-0	-2663	1149	4254
20	Midden Spant	-31.4	-61.5	-6031	-2594	8566	-5946	-2760	1356
21	Midden Spant	-31.4	-61.5	-5492	-2949	1356	-5408	-3115	-6812
22	Midden Spant	31.4	-61.5	-5869	2210	-6812	-5954	2044	-1083
23	Midden Spant	31.4	-61.5	-6408	1854	-1083	-6492	1688	3688
24	RHBK50*30*1.5			0	0	0	0	0	0
25	RHBK100*50*3.0			-2378	1021	-0	-2378	1021	3779
26	Midden Spant	-31.4	-61.5	-5127	-2137	7467	-5043	-2302	1489
27	Midden Spant	-31.4	-61.5	-4589	-2492	1489	-4505	-2658	-5447
28	Midden Spant	31.4	-61.5	-4968	1748	-5447	-5053	1582	-963
29	Midden Spant	31.4	-61.5	-5507	1392	-963	-5591	1226	2563
30	RHBK50*30*1.5			0	0	0	0	0	0
31	RHBK100*50*3.0			-2432	940	0	-2432	940	3479
32	Midden Spant	-31.4	-61.5	-4321	-1668	6042	-4237	-1834	1326
33	Midden Spant	-31.4	-61.5	-3783	-2024	1326	-3698	-2189	-4348
34	Midden Spant	31.4	-61.5	-4115	1371	-4348	-4200	1205	-879
35	Midden Spant	31.4	-61.5	-4654	1015	-879	-4738	849	1632
36	RHBK50*30*1.5			0	0	0	0	0	0
37	RHBK100*50*3.0			-2409	871	-0	-2409	871	3224
38	Midden Spant	-31.4	-61.5	-3565	-1252	4855	-3481	-1417	1261
39	Midden Spant	-31.4	-61.5	-3027	-1607	1261	-2942	-1773	-3292
40	Midden Spant	31.4	-61.5	-3334	1004	-3292	-3419	838	-810
41	Midden Spant	31.4	-61.5	-3873	648	-810	-3957	483	713
42	RHBK50*30*1.5			0	0	0	0	0	0
43	RHBK100*50*3.0			-2401	821	-0	-2401	821	3038
44	Midden Spant	-31.4	-61.5	-2851	-865	3751	-2766	-1031	1198
45	Midden Spant	-31.4	-61.5	-2312	-1220	1198	-2228	-1386	-2312
46	Midden Spant	31.4	-61.5	-2601	653	-2312	-2686	488	-776
47	Midden Spant	31.4	-61.5	-3140	298	-776	-3224	132	-197
48	RHBK50*30*1.5			0	0	0	0	0	0
49	RHBK100*50*3.0			-2404	785	0	-2404	785	2907
50	Midden Spant	-31.4	-61.5	-2169	-492	2710	-2085	-658	1161
51	Midden Spant	-31.4	-61.5	-1631	-848	1161	-1546	-1013	-1345
52	Midden Spant	31.4	-61.5	-1899	321	-1345	-1984	155	-703
53	Midden Spant	31.4	-61.5	-2438	-34	-703	-2522	-200	-1019
54	RHBK50*30*1.5			0	0	0	0	0	0
55	RHBK100*50*3.0			-2463	770	-0	-2463	770	2850
56	2e Spant	-39.6	-77.7	-1528	-73	1831	-1422	-283	1352
57	2e Spant	-39.6	-77.7	-968	-472	1352	-861	-682	-202
58	2e Spant	39.6	-77.7	-1228	-38	-202	-1335	-248	-587
59	2e Spant	39.6	-77.7	-1789	-437	-587	-1895	-647	-2047
60	RHBK50*30*1.5			0	0	0	0	0	0
61	RHBK100*50*3.0			-2577	792	-0	-2577	792	2932
62	1e Spant	-38.6	-75.8	-1087	152	885	-983	-52	1021
63	1e Spant	-38.6	-75.8	-529	-242	1021	-425	-446	95
64	1e Spant	38.6	-75.8	-781	-253	95	-885	-457	-861
65	1e Spant	38.6	-75.8	-1339	-647	-861	-1443	-851	-2877
66	RHBK50*30*1.5			287	0	0	287	0	0
67	RHBK100*50*3.0			-1737	777	0	-1737	777	2877

3.9.3 De krachtsverdeling in het spant van de middenvelden:

Tabel 3.9.3.1: Momentenlijn, normaal- en dwarskrachtenlijn.

Positie	Momentenlijn	Normaal-krachtenlijn	Dwars-krachtenlijn
x in [m]	M(x) in [Nm]	N(x) in [N]	Q(x) in [N]
begin - eind	(+ = U/- =)	(+ = trek)	(+ = ~~~___)
19.20 - 21.60	11906 2623	-6918 -6834	-3363 -3529
21.60 - 24.00	2623 -7618	-6380 -6295	-3719 -3885
24.00 - 26.40	-7618 -1174	-7013 -7098	2475 2309
26.40 - 28.80	-1174 4312	-7552 -7636	2120 1954
28.80 - 31.20	8566 1356	-6031 -5946	-2594 -2760
31.20 - 33.60	1356 -6812	-5492 -5408	-2949 -3115
33.60 - 36.00	-6812 -1083	-5869 -5954	2210 2044
36.00 - 38.40	-1083 3688	-6408 -6492	1854 1688
38.40 - 40.80	7467 1489	-5127 -5043	-2137 -2302
40.80 - 43.20	1489 -5447	-4589 -4505	-2492 -2658
43.20 - 45.60	-5447 -963	-4968 -5053	1748 1582
45.60 - 48.00	-963 2563	-5507 -5591	1392 1226
48.00 - 50.40	6042 1326	-4321 -4237	-1668 -1834
50.40 - 52.80	1326 -4348	-3783 -3698	-2024 -2189
52.80 - 55.20	-4348 -879	-4115 -4200	1371 1205
55.20 - 57.60	-879 1632	-4654 -4738	1015 849
57.60 - 60.00	4855 1261	-3565 -3481	-1252 -1417
60.00 - 62.40	1261 -3292	-3027 -2942	-1607 -1773
62.40 - 64.80	-3292 -810	-3334 -3419	1004 838
64.80 - 67.20	-810 713	-3873 -3957	648 483
67.20 - 69.60	3751 1198	-2851 -2766	-865 -1031
69.60 - 72.00	1198 -2312	-2312 -2228	-1220 -1386
72.00 - 74.40	-2312 -776	-2601 -2686	653 488
74.40 - 76.80	-776 -197	-3140 -3224	298 132
76.80 - 79.20	2710 1161	-2169 -2085	-492 -658
79.20 - 81.60	1161 -1345	-1631 -1546	-848 -1013
81.60 - 84.00	-1345 -703	-1899 -1984	321 155
84.00 - 86.40	-703 -1019	-2438 -2522	-34 -200

3.9.3.1 Controle van de stijfheid van het spant:

De toelaatbare doorbuiging van alle spanten wordt bepaald per spantbeen:
- uvtoel = 5387 / 250 < 30.0 mm, dus: uvtoel = 21.5 mm

Uit de U-lijn is de maximale doorbuiging:
- doorbuiging umax = -7.99 mm

- Controle van het spant van de middenvelden:
  Doorbuiging: |-8.0 | mm < 21.5 mm, dus: voldoet.
  bij B.C.2: a11) Dead load + Services + Wind + Crop

3.9.3.2 Controle van de bovenrand:

3.9.3.21 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de bovenrand:

- De normaalkracht in de bovenrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = -M/0.3600 + N/2 (voor N en M, zie 3.9.3.1)
    met: Effectieve spanthoogte: 360.0 mm

- De normaalkracht in de bovenrand wordt bij de eindplaten van de nok en de kolomaansluiting gereduceerd met de normaalkracht in de diagonaal (einddiagonaal sluit aan bij eindplaat ter plaatse van de bovenrand)
  - Reductie: Nred = Nd - Q/tan(38.9) plaats van eindplaat naar gording
  - Reductie: Nred = Nd + Q/tan(38.9) plaats van gording naar eindplaat
    (voor de dwarskracht Q zie tabel 3.9.3.1)

Tabel 3.9.3.2: Normaalkrachtenverloop in de bovenrand.

Plaats	Normaalkracht in [N] (trek = positief)	Systeem-lengte
x in [m]	Spant	[mm]
19.20 - 21.60	-32362 -10703	2694
21.60 - 24.00	-10476 13199	2694
24.00 - 26.40	14586 -288	2694
26.40 - 28.80	-515 -13375	2694
28.80 - 31.20	-23596 -6740	2694
31.20 - 33.60	-6513 12357	2694

33.60 - 36.00	13249	32	2694
36.00 - 38.40	-195	-11397	2694
38.40 - 40.80	-20657	-6657	2694
40.80 - 43.20	-6430	9585	2694
43.20 - 45.60	10481	149	2694
45.60 - 48.00	-78	-8397	2694
48.00 - 50.40	-16878	-5802	2694
50.40 - 52.80	-5575	7515	2694
52.80 - 55.20	8321	342	2694
55.20 - 57.60	115	-5850	2694
57.60 - 60.00	-13719	-5243	2694
60.00 - 62.40	-5016	5475	2694
62.40 - 64.80	6232	542	2694
64.80 - 67.20	315	-3361	2694
67.20 - 69.60	-10774	-4712	2694
69.60 - 72.00	-4485	3591	2694
72.00 - 74.40	4313	812	2694
74.40 - 76.80	585	-902	2694
76.80 - 79.20	-8002	-4269	2694
79.20 - 81.60	-4042	1706	2694
81.60 - 84.00	2388	961	2694
84.00 - 86.40	734	1321	2694

3.9.3.22 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Nadrukkelijk wordt vermeld, dat onderstaande stabiliteits-berekeningen
alleen voldoen bij toepassing van specifieke stabiliteits-voorzieningen
ter plaatse van de gordingen:

- fixatie van de boven- en onderrand rand uit het vlak van het spant, door
  windverbanden tussen de gordingen in het eerste en laatste vak van een
  gootlengte en momentvaste koppelingen tussen gordingen en bovenrand

Tabel 3.9.3.22:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de bovenrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-bepaling begin-eind	Normaalkrachten (trek = positief) [N] "begin"	"einde"	Rand-voor-waar-den	Knfct staaf-lengte ßm×ßn	Knik-lengte [mm]	Klasse	Sterkte UC	Stab. UC
19.20-21.60	-32362	-10703	m-g	0.591	1593	1	0.38	0.66
21.60-24.00	-10476	13199	g-n	0.404	1089	1	0.12	0.19
24.00-26.40	14586	-288	n-g	0.517	1392	1	0.00	0.01
26.40-28.80	-515	-13375	g-m	0.474	1277	1	0.16	0.24
28.80-31.20	-23596	-6740	m-g	0.584	1572	1	0.28	0.48
31.20-33.60	-6513	12357	g-n	0.404	1089	1	0.08	0.12
33.60-36.00	13249	32	n-g	0.517	1392	1	0.01	0.01
36.00-38.40	-195	-11397	g-m	0.468	1261	1	0.14	0.20
38.40-40.80	-20657	-6657	m-g	0.590	1589	1	0.25	0.42
40.80-43.20	-6430	9585	g-n	0.404	1089	1	0.08	0.11
43.20-45.60	10481	149	n-g	0.517	1392	1	0.00	0.01
45.60-48.00	-78	-8397	g-m	0.466	1255	1	0.10	0.15
48.00-50.40	-16878	-5802	m-g	0.593	1598	1	0.20	0.35
50.40-52.80	-5575	7515	g-n	0.404	1089	1	0.07	0.10
52.80-55.20	8321	342	n-g	0.517	1392	1	0.00	0.00
55.20-57.60	115	-5850	g-m	0.457	1232	1	0.07	0.10
57.60-60.00	-13719	-5243	m-g	0.600	1615	1	0.16	0.29
60.00-62.40	-5016	5475	g-n	0.404	1089	1	0.06	0.09
62.40-64.80	6232	542	n-g	0.517	1392	1	0.00	0.00
64.80-67.20	315	-3361	g-m	0.435	1171	1	0.04	0.06
67.20-69.60	-10774	-4712	m-g	0.609	1640	1	0.13	0.23
69.60-72.00	-4485	3591	g-n	0.404	1089	1	0.05	0.08
74.40-76.80	585	-902	g-m	0.400	1077	1	0.01	0.02
76.80-79.20	-8002	-4269	m-g	0.624	1681	1	0.10	0.17
79.20-81.60	-4042	1706	g-n	0.404	1089	1	0.05	0.07
84.00-86.40	734	1321	g-m	0.400	1077	1	0.00	0.00

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (0.93 - 0.2)*(|-32362 |/(0.580 *84071   /1.0)) = 1.34
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-32362 |/(0.580 *84071   /1.0)) = 1.38
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(1.34   , 1.38   ) = 1.34
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.80

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-32362 |/(0.580 *84071   /1.0)+1.34 *|0.0 |/(1.00*1113.7 /1.0)
           = 0.663 + 0.000 = 0.663
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-32362 |/(0.671 *84071   /1.0)+0.80 *|0.0 |/(1.00*1113.7 /1.0)
           = 0.574 + 0.000 = 0.574

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.663 , 0.574) = 0.663

- controle: 0.66 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.9.3.23 Stabiliteitscontrole in het vlak:

- Maatgevende normaaldrukkracht: Ndmax = -32362 N

- Kniklengte: lky = 1.00 * lveld = 1.00 * 898 = 898 mm
Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
Interactiefactoren volgens bijlage B:
Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
      = 0.90 * (1.0 + (0.79 - 0.2)*(|-32362 |/(0.671 *84071   /1.0)) = 1.20
Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
      = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-32362 |/(0.671 *84071   /1.0)) = 1.31
Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(1.20   , 1.31   ) = 1.20
Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.72

UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
         = |-32362 |/(0.671 *84071   /1.0)+1.20 *|0.0 |/(1.00*828.1 /1.0)
         = 0.574 + 0.000 = 0.574
UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
         = |-32362 |/(0.829 *84071   /1.0)+0.72 *|0.0 |/(1.00*828.1 /1.0)
         = 0.465 + 0.000 = 0.465

Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.574 , 0.465) = 0.574

- controle: 0.57 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.9.3.24 Doorsnede-controle van de bovenrand:

$$\text{- UCDruk} = \frac{|N_{Ed}|}{N_{c.Rd}} = \frac{|-32362|}{84071} = 0.38$$

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 14586   N

$$\text{- UCTrek} = \frac{|N_{Ed}|}{N_{c.Rd}} = \frac{|14586|}{84071} = 0.17$$

Trek is maatgevend.

- Controle: 0.38 < 1.00, dus de treksterkte voldoet.

Conclusie:
- Bovenrand (RHBK50*30*2.0) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.2: a11) Dead load + Services + Wind + Crop

3.9.3.3 Controle van de onderrand:

3.9.3.31 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de onderrand:

- De normaalkracht in de onderrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = M/0.3600 + N/2 (voor N en M, zie 3.9.3.1)
    met: Effectieve spanthoogte: 360.0 mm

Tabel 3.9.3.3: Normaalkrachtenverloop in de onderrand.

Plaats x in [m]	Normaalkracht in [N] (trek = positief) Spant		Systeem-lengte [mm]
19.20 - 21.60	29612	3869	2892
21.60 - 24.00	4096	-24308	2694
24.00 - 26.40	-24667	-6810	2694
26.40 - 28.80	-7037	8160	2892
28.80 - 31.20	20780	794	2892
31.20 - 33.60	1021	-21625	2694
33.60 - 36.00	-21856	-5986	2694
36.00 - 38.40	-6213	6997	2892
38.40 - 40.80	18178	1614	2892
40.80 - 43.20	1841	-17383	2694
43.20 - 45.60	-17615	-5201	2694
45.60 - 48.00	-5428	4325	2892
48.00 - 50.40	14624	1566	2892
50.40 - 52.80	1793	-13926	2694
52.80 - 55.20	-14135	-4542	2694
55.20 - 57.60	-4769	2164	2892
57.60 - 60.00	11705	1762	2892
60.00 - 62.40	1989	-10615	2694
62.40 - 64.80	-10810	-3960	2694
64.80 - 67.20	-4187	2	2892
67.20 - 69.60	8994	1945	2892
69.60 - 72.00	2172	-7537	2694
72.00 - 74.40	-7724	-3498	2694
74.40 - 76.80	-3725	-2159	2892
76.80 - 79.20	6443	2184	2892
79.20 - 81.60	2411	-4508	2694
81.60 - 84.00	-4685	-2944	2694
84.00 - 86.40	-3171	-4091	2892

3.9.3.32 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Nadrukkelijk wordt vermeld, dat onderstaande stabiliteits-berekeningen
alleen voldoen bij toepassing van specifieke stabiliteits-voorzieningen
ter plaatse van de gordingen:

- fixatie van de boven- en onderrand rand uit het vlak van het spant, door
  windverbanden tussen de gordingen in het eerste en laatste vak van een
  gootlengte en momentvaste koppelingen tussen gordingen en bovenrand

Tabel 3.9.3.32:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de onderrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-bepaling begin-eind	Normaalkrachten (trek = positief) [N] "begin"	"einde"	Rand-voor-waar-den	Knfct staaf-lengte ßm×ßn	Knik-lengte/PlPerc [mm]	Klasse	Sterkte UC	Stab. UC
21.60-24.00	4096	-24308	g-n	0.618	1666	1	0.34	0.65
24.00-26.40	-24667	-6810	n-g	0.735	1981	1	0.34	0.82
26.40-28.80	-7037	8160	g-m	0.586	1694	1	0.10	0.19
31.20-33.60	1021	-21625	g-n	0.655	1765	1	0.30	0.62
33.60-36.00	-21856	-5986	n-g	0.735	1979	1	0.30	0.72
36.00-38.40	-6213	6997	g-m	0.586	1694	1	0.09	0.17
40.80-43.20	1841	-17383	g-n	0.638	1718	1	0.24	0.48
43.20-45.60	-17615	-5201	n-g	0.741	1995	1	0.24	0.59
45.60-48.00	-5428	4325	g-m	0.586	1694	1	0.07	0.15
50.40-52.80	1793	-13926	g-n	0.631	1699	1	0.19	0.38
52.80-55.20	-14135	-4542	n-g	0.748	2014	1	0.20	0.48
55.20-57.60	-4769	2164	g-m	0.586	1694	1	0.07	0.13
60.00-62.40	1989	-10615	g-n	0.612	1649	1	0.15	0.28
62.40-64.80	-10810	-3960	n-g	0.760	2046	1	0.15	0.38
64.80-67.20	-4187	2	g-m	0.639	1847	1	0.06	0.13
69.60-72.00	2172	-7537	g-n	0.608	1639	1	0.10	0.20
72.00-74.40	-7724	-3498	n-g	0.782	2107	1	0.11	0.28
74.40-76.80	-3725	-2159	g-m	0.771	2230	1	0.05	0.15
79.20-81.60	2411	-4508	g-n	0.608	1639	1	0.06	0.12
81.60-84.00	-4685	-2944	n-g	0.826	2225	1	0.06	0.18
84.00-86.40	-3171	-4091	g-m	0.810	2344	1	0.06	0.17

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (1.24 - 0.2)*(|-24667 |/(0.416 *72467   /1.0)) = 1.67
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-24667 |/(0.416 *72467   /1.0)) = 1.49
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(1.67   , 1.49   ) = 1.49
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.89

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-24667 |/(0.416 *72467   /1.0)+1.49 *|0.0 |/(1.00*983.6 /1.0)
           = 0.819 + 0.000 = 0.819
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-24667 |/(0.744 *72467   /1.0)+0.89 *|0.0 |/(1.00*983.6 /1.0)
           = 0.458 + 0.000 = 0.458

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.819 , 0.458) = 0.819

- controle: 0.82 < 0.95, dus de stabiliteit voldoet.

3.9.3.33 Stabiliteitscontrole in het vlak (nabij de kolom-aansluitingen):

- Maatgevend: Ndmax = N + |Q|/tan(alfa) = -24667 + |2475 |/tan(38.9) = -24667 N
  (N.B.: 1e drukdiagonaal reduceert de normaaldrukkracht in de onderrand)
- Veldmoment: Mgewas = 1/4*Fgew*lveld = 1/4 * 0 * 898 = 0 E3 Nmm
  (N.B.: Fgew = gamma*v*qgew*hohgew + gamma*v*qtg*hohtgt)
  = 1.28*4.00*0 *0.80 + 1.02*4.00*0 *1.60 = 0 N)

- Kniklengte: lky = 0.80*lveld = 0.80 * 898 = 718 mm
  (lky = lveld, volgens NEN 3851 art. 2.5.6.2.c.)

  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.80 (het profiel is geschoord).
  M1 = -0.00 , M2 = -0.00 , Ms = 0.00 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz2 * (1.0 + 0.6*lambdarel.z*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
  = 0.80 * (1.0 + 0.6*0.67 *(|-24667 |/(0.744 *72467 /1.0)) = 0.95
  Kz.3 = Cmz2 * (1.0 + 0.6*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
  = 0.80 * (1.0 + 0.6*(|-24667 |/(0.744 *72467 /1.0)) = 1.02
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.95 , 1.02) = 0.95
  Ky.b = 0.8 * Kz.b = 0.76

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
  = |-24667 |/(0.744 *72467 /1.0)+0.95 *|0.0 |/(1.00*738.1 /1.0)
  = 0.458 + 0.000 = 0.458
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
  = |-24667 |/(0.871 *72467 /1.0)+0.76 *|0.0 |/(1.00*738.1 /1.0)
  = 0.391 + 0.000 = 0.391

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.458 , 0.391) = 0.458

- controle: 0.46 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.9.3.34 Doorsnede-controle van de onderrand:

$$\text{- UCDruk} = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} = \frac{|-24667|}{72467} = 0.34$$

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 29612 N

$$\text{- UCTrek} = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} = \frac{|29612|}{72467} = 0.41$$

Trek is maatgevend.

- Controle: 0.41 < 1.00, dus de treksterkte voldoet.

Conclusie:
- Onderrand (RHBK50*30*1.5) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.2: a11) Dead load + Services + Wind + Crop

3.9.3.4 Controle van de diagonalen:

3.9.3.41 Controle van de diagonalen in de eindvelden:

- Controle op druk:
  - Maatgevende dwarskracht eindvelden: Qmaxd = -3885 N (zie tabel 3.9.3.1)

$$\text{Ndiagd} = \frac{|\text{Qmaxd}|}{\sin(\text{alfa})} = \frac{|-3885|}{\sin(38.9)} = 6186 \text{ N}$$

  - Capaciteit diagonaal: Fdiagd = 13200 N (zie 4.4)

  - Controle: 6186 N < 13200 N, dus diagonaal voldoet.

- Controle op trek:
  - Maatgevende dwarskracht eindvelden: Qmaxt = 2475 N (zie tabel 3.9.3.1)

$$\text{Ndiagt} = \frac{\text{Qmaxt}}{\sin(\text{alfa})} = \frac{2475}{\sin(38.9)} = 3941 \text{ N}$$

  - Capaciteit diagonaal eindvelden: Fdiagt = 36175 N (zie 4.4)

  - Controle: 3941 N < 36175 N, dus diagonaal voldoet.

Conclusie:
- Diagonalen in eindvelden (RD14.0 mm) voldoen qua trek/druk
  bij B.C.2: a11) Dead load + Services + Wind + Crop

3.9.3.42 Controle van de (las)verbindingen:

	Diagonalen eindvelden		Diagonalen middenvelden	
	Nd = 6186 N		Nd = - 0 N	
	Nt = 3941 N		Nt = 0 N	
	Fstev = 3067 N		Fstev = 0 N	
	Fstlo = 2475 N		Fstlo = 0 N	
	Msdt = 15656.9 Nm		Msdt = 0.00 Nm	
	Fsdev = 4814 N		Fsdev = 0 N	
	bovenrand	onderrand	bovenrand	onderrand
Tau1	13.21 N/mm²	13.21 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
Tau2	10.22 N/mm²	10.22 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
Sgm1	13.21 N/mm²	13.21 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
SgmWst	18.37 N/mm²	18.37 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
UC1	0.09	0.09	0.00	0.00
UC2	0.05	0.05	0.00	0.00
SgmWsd	16.05 N/mm²	16.05 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
UC3	0.08	0.08	0.00	0.00
Nt1	20826 N	15660 N	20826 N	15660 N
knd	1.00	1.00	1.00	1.00
Nd1	20826 N	15660 N	20826 N	15660 N
UCt1	0.19	0.25	0.00	0.00
UCd1	0.30	0.40	0.00	0.00
UClas	0.09	0.09	0.00	0.00
UCdia	0.30	0.40	0.00	0.00
UCgeo	0.48	0.49	0.48	0.49
UClas	0.09		0.00	
UCdia	0.50		0.50	

Conclusie:
- Lassen: UClas = 0.09 <= 1.00 dus: voldoen
- Aansluitingen: UCdia = 0.50 <= 1.00 dus: voldoen

Eindconclusie:
- Aansluiting diagonalen voldoet
  bij B.C.2: a11) Dead load + Services + Wind + Crop

3.9.3.43 Controle van de dekgording (het spant van de middenvelden)

- Belastingscombinatie met alleen eigen gewicht kasdek, wind en sneeuw
  Qg,links = [32 + 500 *(-0.40-(-0.30))/cos(27.0) + 0] * 9.60 /[2*(1+1)] = -0.058 Nm
  Qg,rechts = [32 + 500 *(-0.40-(-0.30))/cos(27.0) + 0] * 9.60 /[2*(1+1)] = -0.058 Nm
  Qg= max(|Qg,links| ; |Qg,rechts|) = 0.058 Nm

- Vervormingseis dekgordingen volgens EN 13031-1:
  dtoel2 = min(4000/(650 - 100*min(4000/1125;5)); 4000/150; 30) = 13.6 mm
- Hieruit volgt een minimaal traagheidsmoment (ligger op 3 steunpunten):
  Ixg,bc = 2/384 * (Qg * 40004) / (Estaal,g * dtoel2) = 27000 mm4

- Minimaal traagheidsmoment dekgording:
  Ixgmin = max(Ixg,eg, Ixg,bc) = max(91429 , 27000) = 91429 mm4

3.9.3.44 Controle van de gordingverticaal

- Controle veerstijfheid gordingverticaal
  De onderrand wordt geschematiseerd als een ligger van goot naar nok.
  - Veerstijfheid gordingprofiel:
    kgord = 4 * Estaal,g * Ixgmin / (390 ² * 4000) = 126.2 N/mm
  - Veerstijfheid gordingverticaal:
    k0gvert = 1826.1 N/mm (zie 4.7)

    De veerstijfheid van de verticaal is ten minste zo groot als 100% van
    de veerstijfheid van de inklemming van de gording.

  - Controle: 1826.1 N/mm > 126.2 N/mm, dus gordingverticaal voldoet.

- Plaatsvastheid van de gordingverticaal bij de onderrand
  Omdat de aansluiting van de gording aan de tralie in het algemeen goed
  momentvast is uitgevoerd, kan de volledige stijfheid van de gording in
  rekening worden gebracht.

  - Veerstijfheid gordingprofiel:
    kgord = 4 * Estaal,g * 91429 / (390 ² * 4000) = 126.2 N/mm

  - Veerstijfheid van de aansluiting van de onderrand-gording "uit het vlak":
    Hoekverdraaiing door gording en inklemming opzetkolom:

$$V2 = \frac{2*vak}{4*Eg*Ig} = \frac{2 * 4000}{4 * 210000 * 91429} = 104.2 \ *10\text{-}9 \ 1/Nmm$$

    Hoekverdraaiing door moment bij onderrand door bovenrand:

$$V3 = \frac{bkap}{2*(ngord+1)*\cos(27.0)*Gbr*Itbr*2} = \frac{9600}{2*(1+1)*\cos(27.0)* 80769* 92298*2} = 180.7 \ *10\text{-}9 \ 1/Nmm$$

    Hoekverdraaiing door puntlast bij gordingverticaal:

$$V4 = \frac{ht;net^2}{3 * Egv * Igv} = \frac{330^2}{3 * 210000 * 104167} = 1659.4 \ *10\text{-}9 \ 1/Nmm$$

    Moment bij bovenrand

$$MBr = \frac{V2 * hspant}{V2 + V3} = \frac{104.2 * 390}{104.2 + 180.7} = 142.6 \ Nm$$

    Moment bij gording Mozk = hspant - Mbr = 390 - 143 = 247 Nmm

    Geeft de veerstijfheid ter plaatse van de bovenrand:

$$kor = \frac{1}{V4*ht;nett + V2*hspant^2 + V2*hspant*-Mbr} = \frac{1}{1659.4*330 + 104.2*390^2 + 104.2*390*(-143)} = 94.4 \ N/mm$$

    Vereiste kritische veerstijfheid: kcr = 16.5 N/mm (zie 4.8)

  - Controle: 94.4 N/mm > 16.5 N/mm, dus veerstijfheid voldoet.

- Controle op knik:
  - Maatgevende verticale kracht: Ngv = Fvg = -556 N
  - Capaciteit van de verticaal : Fgvertd = 69549 N (zie 4.6)

  - Controle: -556 N > 69549 N, dus gordingverticaal voldoet.

Conclusie:
- Gordingverticaal voldoet qua sterkte/stabiliteit en stijfheid
  bij B.C.2: a11) Dead load + Services + Wind + Crop

3.9.3.5 Controle van de bouten van de spant-kolom-aansluiting:

Controle van de krachten op de bout(en) bij de bovenrand:

Tabel 3.9.3.5.1: Belastingen bij bovenrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Spant-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Nt [N]	Ft,br [N]	Fs,br [N]	Fi,br [N]
19.20	11906	-6918	-3363	0	0	-1426	2017
28.80	4312	-7636	1954	0	0	-7	11
28.80	8566	-6031	-2594	0	0	-942	1332
38.40	3688	-6492	1688	0	0	-31	43
38.40	7467	-5127	-2137	0	0	-740	1046
48.00	2563	-5591	1226	0	0	177	250
48.00	6042	-4321	-1668	0	0	-505	715
57.60	1632	-4738	849	0	0	319	451
57.60	4855	-3565	-1252	0	0	-306	433
67.20	713	-3957	483	0	0	468	662
67.20	3751	-2851	-865	0	0	-123	175
76.80	-197	-3224	132	0	0	614	869
76.80	2710	-2169	-492	0	0	54	77
86.40	-1019	-2522	-200	0	1146	751	1562

Gegevens van de eindplaat bij de bovenrand:
- Aantal bouten bij de bovenrand: nbb = 1
- Momenten-arm bij bovenrand: hbbout = 458 mm
- Hellingshoek van het spant: alpha = 27.0 graden
- Nt is de trekkracht in de trekstang van het spant
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Normaalkracht: $Ft = \frac{N*\cos(alpha) + sn*Q*\sin(alpha)}{2 * nbb} - \frac{M}{hbbout} + \frac{Nt}{2}$ met Ft>=0N
- Schuifkracht: $Fs = 0.5 * -N*\sin(alpha) + sn*Q*\cos(alpha)$
- Ideële kracht: $Fi = (Ft^2 + 2*Fs^2)0.5$
- Maximale optredende kracht: Fi,br max = 2017 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbtb max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 2017 N < 33926 N, dus bout bij bovenrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.2: a11) Dead load + Services + Wind + Crop

Controle van de krachten op de bout(en) bij de onderrand:

Tabel 3.9.3.5.2: Belastingen bij onderrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Spant-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Nt [N]	Ft,or [N]	Fs,or [N]	Fi,or [N]
19.20	11906	-6918	-3363	0	13699	-1426	13847
28.80	4312	-7636	1954	0	3735	-7	3735
28.80	8566	-6031	-2594	0	9602	-942	9694
38.40	3688	-6492	1688	0	3201	-31	3201
38.40	7467	-5127	-2137	0	8413	-740	8478
48.00	2563	-5591	1226	0	1979	177	1995
48.00	6042	-4321	-1668	0	6777	-505	6814
57.60	1632	-4738	849	0	989	319	1087
57.60	4855	-3565	-1252	0	5435	-306	5452
67.20	713	-3957	483	0	0	468	662
67.20	3751	-2851	-865	0	4189	-123	4192
76.80	-197	-3224	132	0	0	614	869
76.80	2710	-2169	-492	0	3017	54	3018
86.40	-1019	-2522	-200	0	0	751	1062

Gegevens van de eindplaat bij de onderrand:
- Aantal bouten bij de onderrand: nbo = 2
- Momenten-arm bij onderrand: hobout = 762 mm
- Hellingshoek van het spant: alfa = 27.0 graden
- Nt is de trekkracht in de trekstang van het spant
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Schuifkracht: $Fs = 0.5 * -N*\sin(alpha) + sn*Q*\cos(alpha)$
- Ideële kracht: $Fi = (Ft^2 + 2*Fs^2)0.5$
- Maximale optredende kracht: Fi,or max = 13847 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbto max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 13847   N < 33926   N, dus bout bij onderrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.2: a11) Dead load + Services + Wind + Crop

3.9.3.53 Controle van de eindplaat op pons:

Bij de boutverbinding van de bovenrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxb = 1.1 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capb = 80 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 1.1 kN < 80 kN, dus eindplaat (ST50*10.0) voldoet
zonder onderlegring bij de bovenste bout
bij B.C.2: a11) Dead load + Services + Wind + Crop

Bij de boutverbinding van de onderrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxo = 13.7 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capo = 80 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 13.7 kN < 80 kN, dus eindplaat (ST50*10.0) voldoet
zonder onderlegring bij de onderste bout
bij B.C.2: a11) Dead load + Services + Wind + Crop

3.9.3.54 Controle van de eindplaat op buiging:

Tabel 3.9.3.5.4.1: Belastingen van de eindplaat van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Spant-kracht	Normaal-kracht	Normaal-kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Nt [N]	Ftrb [N]	Ftro [N]
19.20	11906	-6918	-3363	0	0	29226
28.80	4312	-7636	1954	0	0	8132
28.80	8566	-6031	-2594	0	0	20520
38.40	3688	-6492	1688	0	0	6968
38.40	7467	-5127	-2137	0	0	17972
48.00	2563	-5591	1226	0	0	4351
48.00	6042	-4321	-1668	0	0	14481
57.60	1632	-4738	849	0	0	2229
57.60	4855	-3565	-1252	0	0	11615
67.20	713	-3957	483	0	0	108
67.20	3751	-2851	-865	0	0	8953
76.80	-197	-3224	132	0	0	0
76.80	2710	-2169	-492	0	0	6449
86.40	-1019	-2522	-200	0	1752	0

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de bovenrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftrb = \frac{N*\cos(alpha) + sn*Q*\sin(alpha)}{2} - \frac{M}{ht,eff} \text{ met } Ftrb>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftrb(max) * e = 0.5 * 1752 * 25.0 = 22 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 1987 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 22 Nm < 1987 Nm, dus eindplaat (ST50*10.0) voldoet
bij B.C.2: a11) Dead load + Services + Wind + Crop

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de onderrand:
- Normaalkracht : Ftbout(2) = 13.7 * 367.7 /472.7 = 10.7 kN
- Normaalkracht : Ftbout(1) = 13.7 * 472.7 /472.7 = 13.7 kN
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * max(Ftbout(2) * e(2), Ftbout(1) * e(1))
= 0.5 * max(10.7 * 25 , 13.7 * 50) = 342 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 2683 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 342 Nm < 2683 Nm, dus eindplaat (ST50*10.0) voldoet
bij B.C.2: a11) Dead load + Services + Wind + Crop

De lasverbindingen tussen eindplaat met resp. de boven- en onderrand
zijn niet gecontroleerd.

3.9.3.6 Controle van de bouten van de nokaansluiting:

Controle van de krachten op de bout(en) bij de bovenrand:

Tabel 3.9.3.6.1: Belastingen bij bovenrand van de nokaansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,br [N]	Fs,br [N]	Fi,br [N]
24.00	-7618	-6295	-3885	16788	4890	18157
24.00	-7618	-7013	2475	16788	3797	17626
33.60	-6812	-5408	-3115	15192	4003	16212
33.60	-6812	-5869	2210	15192	3301	15893
43.20	-5447	-4505	-2658	12031	3391	12951
43.20	-5447	-4968	1748	12031	2685	12616
52.80	-4348	-3698	-2189	9541	2790	10325
52.80	-4348	-4115	1371	9541	2155	10016
62.40	-3292	-2942	-1773	7134	2248	7810
62.40	-3292	-3334	1004	7134	1651	7506
72.00	-2312	-2228	-1386	4908	1741	5491
72.00	-2312	-2601	653	4908	1173	5180
81.60	-1345	-1546	-1013	2695	1254	3226
81.60	-1345	-1899	321	2695	717	2880

Gegevens van de nokplaat bij de bovenrand:
- Aantal bouten bij de bovenrand: nbb = 1
- Momenten-arm bij bovenrand: hbbout = 372 mm
- Hellingshoek van het spant: alpha = 27.0 graden
- Teken dwarskracht bij eindpositie sn=+1 en bij beginpositie sn=-1

$$\text{- Normaalkracht: } Ft = \frac{N\cos(\alpha) + sn\,Q\sin(\alpha)}{2 \cdot nbb} - \frac{M}{hbbout} \text{ met } Ft>=0N$$

- Schuifkracht: $Fs = 0.5 * -N\sin(\alpha) - sn\,Q\cos(\alpha)$
- Ideële kracht: $Fi = (Ft^2 + 2Fs^2)0.5$
- Maximale optredende kracht: Fi,br max = 18157 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbtb max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 18157 N < 33926 N, dus bout bij bovenrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.2: a11) Dead load + Services + Wind + Crop

Controle van de krachten op de bout(en) bij de onderrand:

Tabel 3.9.3.6.2: Belastingen bij onderrand van de nokaansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,or [N]	Fs,or [N]	Fi,or [N]
24.00	-7618	-6295	-3885	0	4890	6916
24.00	-7618	-7013	2475	0	3797	5370
33.60	-6812	-5408	-3115	0	4003	5661
33.60	-6812	-5869	2210	0	3301	4668
43.20	-5447	-4505	-2658	0	3391	4795
43.20	-5447	-4968	1748	0	2685	3797
52.80	-4348	-3698	-2189	0	2790	3946
52.80	-4348	-4115	1371	0	2155	3048
62.40	-3292	-2942	-1773	0	2248	3179
62.40	-3292	-3334	1004	0	1651	2336
72.00	-2312	-2228	-1386	0	1741	2462
72.00	-2312	-2601	653	0	1173	1658
81.60	-1345	-1546	-1013	0	1254	1773
81.60	-1345	-1899	321	0	717	1014

Gegevens van de nokplaat bij de onderrand:
- Aantal bouten bij de onderrand: nbo = 1
- Momenten-arm bij onderrand: hobout = 372 mm
- Hellingshoek van het spant: alfa = 27.0 graden
- Teken dwarskracht bij eindpositie sn=+1 en bij beginpositie sn=-1

$$\text{- Normaalkracht: } Ft = \frac{N\cos(\alpha) + sn\,Q\sin(\alpha)}{2 \cdot nbo} + \frac{M}{hobout} \text{ met } Ft>=0N$$

- Schuifkracht: $Fs = 0.5 * -N\sin(\alpha) - sn\,Q\cos(\alpha)$
- Ideële kracht: $Fi = (Ft^2 + 2Fs^2)0.5$
- Maximale optredende kracht: Fi,or max = 6916 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbto max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 6916 N < 33926 N, dus bout bij onderrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.2: a11) Dead load + Services + Wind + Crop

3.9.3.63 Controle van de nokplaat op pons:
Bij de boutverbinding van de bovenrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxb = 16.8 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de nokplaat: Fp,capb = 96 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 16.8 kN < 96 kN, dus nokplaat (ST50*12.0) voldoet
zonder onderlegring bij de bovenste bout
bij B.C.2: a11) Dead load + Services + Wind + Crop

Bij de boutverbinding van de onderrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxo = 0.0 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de nokplaat: Fp,capo = 96 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0.0 kN < 96 kN, dus nokplaat (ST50*12.0) voldoet
zonder onderlegring bij de onderste bout
bij B.C.2: a11) Dead load + Services + Wind + Crop

3.9.3.64 Controle van de nokplaat op buiging:

Tabel 3.9.3.6.4.1: Belastingen van de nokplaat.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Normaal-kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ftrb [N]	Ftro [N]
24.00	-7618	-6295	-3885	17474	0
24.00	-7618	-7013	2475	17474	0
33.60	-6812	-5408	-3115	15805	0
33.60	-6812	-5869	2210	15805	0
43.20	-5447	-4505	-2658	12521	0
43.20	-5447	-4968	1748	12521	0
52.80	-4348	-3698	-2189	9932	0
52.80	-4348	-4115	1371	9932	0
62.40	-3292	-2942	-1773	7430	0
62.40	-3292	-3334	1004	7430	0
72.00	-2312	-2228	-1386	5116	0
72.00	-2312	-2601	653	5116	0
81.60	-1345	-1546	-1013	2816	0
81.60	-1345	-1899	321	2816	0

Resulterende trekkracht in de nokplaat bij de bovenrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftrb = \frac{N\cos(alpha) + sn*Q\sin(alpha)}{2} - \frac{M}{ht,eff} \text{ met } Ftrb>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de nokplaat:
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftrb(max) * e = 0.5 * 0 * 25.0 = 218 Nm
- Capaciteit van de nokplaat: Mp,cap = 368 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 218 Nm < 368 Nm, dus nokplaat (ST50*12.0) voldoet
bij B.C.2: a11) Dead load + Services + Wind + Crop

Resulterende trekkracht in de nokplaat bij de onderrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftro = \frac{N\cos(alfa) + sn*Q\sin(alfa)}{2} + \frac{M}{ht,eff} \text{ met } Ftro>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de nokplaat:
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftro(max) * e = 0.5 * 0 * 25.0 = 0 Nm
- Capaciteit van de nokplaat: Mp,cap = 685 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0 Nm < 685 Nm, dus nokplaat (ST50*12.0) voldoet
bij B.C.2: a11) Dead load + Services + Wind + Crop

De lasverbindingen tussen nokplaat met resp. de boven- en onderrand
zijn niet gecontroleerd.

3.9.4 De krachtsverdeling in het 2e spant:

Tabel 3.9.4.1: Momentenlijn, normaal- en dwarskrachtenlijn.

Positie	Momentenlijn	Normaal-krachtenlijn	Dwars-krachtenlijn
x in [m] begin - eind	M(x) in [Nm] (+ = U/- =)	N(x) in [N] (+ = trek)	Q(x) in [N] (+ = ~~~___)
9.60 - 12.00	15412 -1046	-7791 -7685	-6005 -6215
12.00 - 14.40	-1046 -12912	-7231 -7124	-4301 -4510
14.40 - 16.80	-12912 -3100	-7156 -7262	3747 3538
16.80 - 19.20	-3100 7525	-7716 -7823	4049 3840
86.40 - 88.80	1831 1352	-1528 -1422	-73 -283
88.80 - 91.20	1352 -202	-968 -861	-472 -682
91.20 - 93.60	-202 -587	-1228 -1335	-38 -248
93.60 - 96.00	-587 -2047	-1789 -1895	-437 -647

3.9.4.1 Controle van de stijfheid van het spant:

De toelaatbare doorbuiging van alle spanten wordt bepaald per spantbeen:
- uvtoel = 5387 / 250 < 30.0 mm, dus: uvtoel = 21.5 mm

Uit de U-lijn is de maximale doorbuiging:
- doorbuiging umax = -1.63 mm

- Controle van het 2e spant:
  Doorbuiging: |-1.6 | mm < 21.5 mm, dus: voldoet.
  bij B.C.2: a11) Dead load + Services + Wind + Crop

3.9.4.2 Controle van de bovenrand:

3.9.4.21 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de bovenrand:

- De normaalkracht in de bovenrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = -M/0.3600 + N/2 (voor N en M, zie 3.9.4.1)
    met: Effectieve spanthoogte: 360.0 mm

- De normaalkracht in de bovenrand wordt bij de eindplaten van de nok en de kolomaansluiting gereduceerd met de normaalkracht in de diagonaal (einddiagonaal sluit aan bij eindplaat ter plaatse van de bovenrand)
  - Reductie: Nred = Nd - Q/tan(38.9) plaats van eindplaat naar gording
  - Reductie: Nred = Nd + Q/tan(38.9) plaats van gording naar eindplaat
    (voor de dwarskracht Q zie tabel 3.9.4.1)

Tabel 3.9.4.2: Normaalkrachtenverloop in de bovenrand.

Plaats	Normaalkracht in [N] (trek = positief)	Systeem-lengte
x in [m]	Spant	[mm]
9.60 - 12.00	-39265 -937	2694
12.00 - 14.40	-710 26716	2694
14.40 - 16.80	27646 4981	2694
16.80 - 19.20	4754 -20056	2694
86.40 - 88.80	-5761 -4467	2694
88.80 - 91.20	-4240 -715	2694
91.20 - 93.60	-6 963	2694
93.60 - 96.00	736 3938	2694

3.9.4.22 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Nadrukkelijk wordt vermeld, dat onderstaande stabiliteits-berekeningen alleen voldoen bij toepassing van specifieke stabiliteits-voorzieningen ter plaatse van de gordingen:

- fixatie van de boven- en onderrand rand uit het vlak van het spant, door windverbanden tussen de gordingen in het eerste en laatste vak van een gootlengte en momentvaste koppelingen tussen gordingen en bovenrand

Tabel 3.9.4.22:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de bovenrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-	Normaalkrachten	Rand-	Knfct	Knik-	Klasse	Sterkte	Stab.

bepaling	(trek = positief)		voor-	staaf-	lengte		UC	UC
begin-eind	"begin" [N]	"einde" [N]	waar-den	lengte ßm×ßn	[mm]			
9.60-12.00	-39265	-937	m-g	0.537	1447	1	0.47	0.74
12.00-14.40	-710	26716	g-n	0.404	1089	1	0.01	0.01
16.80-19.20	4754	-20056	g-m	0.400	1077	1	0.24	0.36
86.40-88.80	-5761	-4467	m-g	0.661	1780	1	0.07	0.13
88.80-91.20	-4240	-715	g-n	0.521	1405	1	0.05	0.08
91.20-93.60	-6	963	n-g	0.517	1392	1	0.00	0.00
93.60-96.00	736	3938	g-m	0.400	1077	1	0.00	0.00

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (0.85 - 0.2)*(|-39265 |/(0.633 *84071   /1.0)) = 1.33
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-39265 |/(0.633 *84071   /1.0)) = 1.43
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(1.33   , 1.43   ) = 1.33
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.80

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-39265 |/(0.633 *84071   /1.0)+1.33 *|0.0 |/(1.00*1113.7 /1.0)
           = 0.738 + 0.000 = 0.738
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-39265 |/(0.671 *84071   /1.0)+0.80 *|0.0 |/(1.00*1113.7 /1.0)
           = 0.696 + 0.000 = 0.696

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.738 , 0.696) = 0.738

- controle: 0.74 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.9.4.23 Stabiliteitscontrole in het vlak:

- Maatgevende normaaldrukkracht: Ndmax = -39265 N

- Kniklengte: lky = 1.00 * lveld = 1.00 * 898 = 898 mm
Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
Interactiefactoren volgens bijlage B:
Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
      = 0.90 * (1.0 + (0.79 - 0.2)*(|-39265 |/(0.671 *84071   /1.0)) = 1.27
Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
      = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-39265 |/(0.671 *84071   /1.0)) = 1.40
Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(1.27   , 1.40   ) = 1.27
Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.76

UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
         = |-39265 |/(0.671 *84071   /1.0)+1.27 *|0.0 |/(1.00*828.1 /1.0)
         = 0.696 + 0.000 = 0.696
UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
         = |-39265 |/(0.829 *84071   /1.0)+0.76 *|0.0 |/(1.00*828.1 /1.0)
         = 0.564 + 0.000 = 0.564

Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.696 , 0.564) = 0.696

- controle: 0.70 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.9.4.24 Doorsnede-controle van de bovenrand:

          |NEd| |-39265 |
- UCDruk = ----- = --------- = 0.47
          Nc.Rd   84071

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 27646   N

          |NEd| |27646 |
- UCTrek = ----- = --------- = 0.33
          Nc.Rd   84071

Trek is maatgevend.

- Controle: 0.47 < 1.00, dus de treksterkte voldoet.

Conclusie:
- Bovenrand (RHBK50*30*2.0) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.2: a11) Dead load + Services + Wind + Crop

3.9.4.3 Controle van de onderrand:

3.9.4.31 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de onderrand:

- De normaalkracht in de onderrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = M/0.3600 + N/2 (voor N en M, zie 3.9.4.1)
    met: Effectieve spanthoogte: 360.0 mm

Tabel 3.9.4.3: Normaalkrachtenverloop in de onderrand.

Plaats x in [m]	Normaalkracht in [N] (trek = positief) Spant		Systeem-lengte [mm]
9.60 - 12.00	38915	-6748	2892
12.00 - 14.40	-6521	-39429	2694
14.40 - 16.80	-39445	-12243	2694
16.80 - 19.20	-12470	16992	2892
86.40 - 88.80	4323	3045	2892
88.80 - 91.20	3272	-991	2694
91.20 - 93.60	-1175	-2298	2694
93.60 - 96.00	-2525	-6634	2892

3.9.4.32 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Nadrukkelijk wordt vermeld, dat onderstaande stabiliteits-berekeningen
alleen voldoen bij toepassing van specifieke stabiliteits-voorzieningen
ter plaatse van de gordingen:

- fixatie van de boven- en onderrand rand uit het vlak van het spant, door
  windverbanden tussen de gordingen in het eerste en laatste vak van een
  gootlengte en momentvaste koppelingen tussen gordingen en bovenrand

Tabel 3.9.4.32:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de onderrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-bepaling begin-eind	Normaalkrachten (trek = positief) [N] "begin"	"einde"	Rand-voor-waar-den	Knfct staaf-lengte ßm×ßn	Knik-lengte/PlPerc [mm]	Klasse	Sterkte UC	Stab. UC
9.60-12.00	38915	-6748	m-g	0.529	1531	1	0.05	0.09
12.00-14.40	-6521	-39429	g-n	0.715	1926	1	0.31	0.68
14.40-16.80	-39445	-12243	n-g	0.745	2006	1	0.31	0.72
16.80-19.20	-12470	16992	g-m	0.586	1694	1	0.10	0.19
88.80-91.20	3272	-991	g-n	0.608	1639	1	0.01	0.01
91.20-93.60	-1175	-2298	n-g	0.797	2147	1	0.02	0.05
93.60-96.00	-2525	-6634	g-m	0.728	2107	1	0.05	0.13

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (1.21 - 0.2)*(|-39445 |/(0.428 *127493 /1.0)) = 1.56
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-39445 |/(0.428 *127493 /1.0)) = 1.42
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(1.56   , 1.42   ) = 1.42
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.85

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-39445 |/(0.428 *127493 /1.0)+1.42 *|0.0 |/(1.00*1585.8 /1.0)
           = 0.722 + 0.000 = 0.722
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-39445 |/(0.754 *127493 /1.0)+0.85 *|0.0 |/(1.00*1585.8 /1.0)
           = 0.410 + 0.000 = 0.410

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.722 , 0.410) = 0.722

- controle: 0.72 < 0.95, dus de stabiliteit voldoet.

3.9.4.33 Stabiliteitscontrole in het vlak (nabij de kolom-aansluitingen):

- Maatgevend: Ndmax = N + |Q|/tan(alfa) = -39445 + |3747 |/tan(38.9) = -39445 N
  (N.B.: 1e drukdiagonaal reduceert de normaaldrukkracht in de onderrand)
- Veldmoment: Mgewas = 1/4*Fgew*lveld = 1/4 * 0   * 898 = 0   E3 Nmm
  (N.B.: Fgew = gamma*v*qgew*hohgew + gamma*v*qtg*hohtgt)
             = 1.28*4.00*0   *0.80 + 1.02*4.00*0   *1.60 = 0   N)

- Kniklengte: lky = 0.80*lveld = 0.80 * 898 = 718 mm
  (lky = lveld, volgens NEN 3851 art. 2.5.6.2.c.)

  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.80 (het profiel is geschoord).
  M1 = -0.00   , M2 = -0.00   , Ms = 0.00   , Mkip = 0.00   , gelijkmatig verdeeld belast.
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz2 * (1.0 + 0.6*lambdarel.z*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.80 * (1.0 + 0.6*0.65 *(|-39445 |/(0.754 *127493 /1.0)) = 0.93
  Kz.3 = Cmz2 * (1.0 + 0.6*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.80 * (1.0 + 0.6*(|-39445 |/(0.754 *127493 /1.0)) = 1.00
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.93   , 1.00   ) = 0.93
  Ky.b = 0.8 * Kz.b = 0.74

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-39445 |/(0.754 *127493 /1.0)+0.93 *|0.0 |/(1.00*1168.2 /1.0)
           = 0.410 + 0.000 = 0.410
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-39445 |/(0.879 *127493 /1.0)+0.74 *|0.0 |/(1.00*1168.2 /1.0)
           = 0.352 + 0.000 = 0.352

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.410 , 0.352) = 0.410

- controle: 0.41 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.9.4.34 Doorsnede-controle van de onderrand:

           |NEd| |-39445 |
- UCDruk = ----- = --------- = 0.31
           Nc.Rd   127493

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 38915   N

           |NEd| |38915 |
- UCTrek = ----- = --------- = 0.31
           Nc.Rd   127493

Druk is maatgevend.

- Controle: 0.31 < 1.00, dus de druksterkte voldoet.

Conclusie:
- Onderrand (RHBK50*30*3.0) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.2: a11) Dead load + Services + Wind + Crop

3.9.4.4 Controle van de diagonalen:

3.9.4.41 Controle van de diagonalen in de eindvelden:

- Controle op druk:
  - Maatgevende dwarskracht eindvelden: Qmaxd = -6215 N (zie tabel 3.9.4.1)

$$\text{Ndiagd} = \frac{|\text{Qmaxd}|}{\sin(\text{alfa})} = \frac{|-6215|}{\sin(38.9)} = 9896 \text{ N}$$

  - Capaciteit diagonaal: Fdiagd = 16714 N (zie 4.4)

  - Controle: 9896 N < 16714 N, dus diagonaal voldoet.

- Controle op trek:
  - Maatgevende dwarskracht eindvelden: Qmaxt = 4049 N (zie tabel 3.9.4.1)

$$\text{Ndiagt} = \frac{\text{Qmaxt}}{\sin(\text{alfa})} = \frac{4049}{\sin(38.9)} = 6448 \text{ N}$$

  - Capaciteit diagonaal eindvelden: Fdiagt = 41528 N (zie 4.4)

  - Controle: 6448 N < 41528 N, dus diagonaal voldoet.

Conclusie:
- Diagonalen in eindvelden (RD15.0 mm) voldoen qua trek/druk
  bij B.C.2: a11) Dead load + Services + Wind + Crop

3.9.4.42 Controle van de (las)verbindingen:

	Diagonalen eindvelden		Diagonalen middenvelden	
	Nd = 9896 N Nt = 6448 N		Nd = - 0 N Nt = 0 N	
	Fstev = 5018 N Fstlo = 4049 N Msdt = 23106.6 Nm Fsdev = 7701 N		Fstev = 0 N Fstlo = 0 N Msdt = 0.00 Nm Fsdev = 0 N	
	bovenrand	onderrand	bovenrand	onderrand
Tau1	20.44 N/mm²	20.44 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
Tau2	16.73 N/mm²	16.73 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
Sgm1	20.44 N/mm²	20.44 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
SgmWst	28.93 N/mm²	28.93 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
UC1	0.14	0.14	0.00	0.00
UC2	0.07	0.07	0.00	0.00
SgmWsd	25.67 N/mm²	25.67 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
UC3	0.12	0.12	0.00	0.00
Nt1	21211 N	39844 N	21211 N	39844 N
knd	1.00	1.00	1.00	1.00
Nd1	21211 N	39844 N	21211 N	39844 N
UCt1	0.30	0.17	0.00	0.00
UCd1	0.47	0.27	0.00	0.00
UClas	0.14	0.14	0.00	0.00
UCdia	0.47	0.27	0.00	0.00
UCgeo	0.46	0.44	0.46	0.44
UClas	0.14		0.00	
UCdia	0.50		0.50	

Conclusie:
- Lassen: UClas = 0.14 <= 1.00 dus: voldoen
- Aansluitingen: UCdia = 0.50 <= 1.00 dus: voldoen

Eindconclusie:
- Aansluiting diagonalen voldoet
  bij B.C.2: a11) Dead load + Services + Wind + Crop

3.9.4.43 Controle van de dekgording (het 2e spant)

- Belastingscombinatie met alleen eigen gewicht kasdek, wind en sneeuw
  Qg,links = [32 + 500 *(-0.70-(-0.30))/cos(27.0) + 0] * 9.60 /[2*(1+1)] = -0.461 Nm
  Qg,rechts = [32 + 500 *(-0.50-(-0.30))/cos(27.0) + 0] * 9.60 /[2*(1+1)] = -0.192 Nm
  Qg= max(|Qg,links| ; |Qg,rechts|) = 0.461 Nm

- Vervormingseis dekgordingen volgens EN 13031-1:
  dtoel2 = min(4000/(650 - 100*min(4000/1125;5)); 4000/150; 30) = 13.6 mm
- Hieruit volgt een minimaal traagheidsmoment (ligger op 3 steunpunten):
  Ixg,bc = 2/384 * (Qg * 40004) / (Estaal,g * dtoel2) = 215681 mm4

- Minimaal traagheidsmoment dekgording:
  Ixgmin = max(Ixg,eg, Ixg,bc) = max(91429 , 215681) = 215681 mm4

3.9.4.44 Controle van de gordingverticaal

- Controle veerstijfheid gordingverticaal
  De onderrand wordt geschematiseerd als een ligger van goot naar nok.
  - Veerstijfheid gordingprofiel:
    kgord = 4 * Estaal,g * Ixgmin / (390 ² * 4000) = 297.8 N/mm
  - Veerstijfheid gordingverticaal:
    k0gvert = 1826.1 N/mm (zie 4.7)

    De veerstijfheid van de verticaal is ten minste zo groot als 100% van
    de veerstijfheid van de inklemming van de gording.

  - Controle: 1826.1 N/mm > 297.8 N/mm, dus gordingverticaal voldoet.

- Plaatsvastheid van de gordingverticaal bij de onderrand
  Omdat de aansluiting van de gording aan de tralie in het algemeen goed
  momentvast is uitgevoerd, kan de volledige stijfheid van de gording in
  rekening worden gebracht.

  - Veerstijfheid gordingprofiel:
    kgord = 4 * Estaal,g * 215681 / (390 ² * 4000) = 297.8 N/mm

  - Veerstijfheid van de aansluiting van de onderrand-gording "uit het vlak":
    Hoekverdraaiing door gording en inklemming opzetkolom:

$$V2 = \frac{2*vak}{4*Eg*Ig} = \frac{2 * 4000}{4 * 210000 * 215681} = 44.2 \ *10\text{-}9 \ 1/Nmm$$

    Hoekverdraaiing door moment bij onderrand door bovenrand:

$$V3 = \frac{bkap}{2*(ngord+1)*\cos(27.0)*Gbr*Itbr*2} = \frac{9600}{2*(1+1)*\cos(27.0)* 80769* 92298*2} = 180.7 \ *10\text{-}9 \ 1/Nmm$$

    Hoekverdraaiing door puntlast bij gordingverticaal:

$$V4 = \frac{ht;net^2}{3 * Egv * Igv} = \frac{330^2}{3 * 210000 * 104167} = 1659.4 \ *10\text{-}9 \ 1/Nmm$$

    Moment bij bovenrand

$$MBr = \frac{V2 * hspant}{V2 + V3} = \frac{44.2 * 390}{44.2 + 180.7} = 76.6 \ Nm$$

    Moment bij gording Mozk = hspant - Mbr = 390 - 77 = 313 Nmm

    Geeft de veerstijfheid ter plaatse van de bovenrand:

$$kor = \frac{1}{V4*ht;nett + V2*hspant^2 + V2*hspant*-Mbr} = \frac{1}{1659.4*330 + 44.2*390^2 + 44.2*390*(-77)} = 168.2 \ N/mm$$

    Vereiste kritische veerstijfheid: kcr = 28.3 N/mm (zie 4.8)

  - Controle: 168.2 N/mm > 28.3 N/mm, dus veerstijfheid voldoet.

- Controle op knik:
  - Maatgevende verticale kracht: Ngv = Fvg = -556 N
  - Capaciteit van de verticaal : Fgvertd = 69549 N (zie 4.6)

  - Controle: -556 N > 69549 N, dus gordingverticaal voldoet.

Conclusie:
- Gordingverticaal voldoet qua sterkte/stabiliteit en stijfheid
  bij B.C.2: a11) Dead load + Services + Wind + Crop

3.9.4.5 Controle van de bouten van de spant-kolom-aansluiting:

Controle van de krachten op de bout(en) bij de bovenrand:

Tabel 3.9.4.5.1: Belastingen bij bovenrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Spant-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Nt [N]	Ft,br [N]	Fs,br [N]	Fi,br [N]
9.60	15412	-7791	-6005	0	0	-3582	5066
19.20	7525	-7823	3840	0	0	-1646	2328
86.40	1831	-1528	-73	0	0	282	398
96.00	-2047	-1895	-647	0	3771	1006	4030

Gegevens van de eindplaat bij de bovenrand:
- Aantal bouten bij de bovenrand: nbb = 1
- Momenten-arm bij bovenrand: hbbout = 458 mm
- Hellingshoek van het spant: alpha = 27.0 graden
- Nt is de trekkracht in de trekstang van het spant
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Normaalkracht: $Ft = \frac{N\cos(alpha) + sn*Q*\sin(alpha)}{2 * nbb} - \frac{M}{hbbout} + \frac{Nt}{2}$ met Ft>=0N
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * -N*sin(alpha) + sn*Q*cos(alpha)
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,br max = 5066 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbtb max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 5066 N < 33926 N, dus bout bij bovenrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.2: a11) Dead load + Services + Wind + Crop

Controle van de krachten op de bout(en) bij de onderrand:

Tabel 3.9.4.5.2: Belastingen bij onderrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Spant-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Nt [N]	Ft,or [N]	Fs,or [N]	Fi,or [N]
9.60	15412	-7791	-6005	0	17805	-3582	18512
19.20	7525	-7823	3840	0	7696	-1646	8040
86.40	1831	-1528	-73	0	2054	282	2092
96.00	-2047	-1895	-647	0	0	1006	1423

Gegevens van de eindplaat bij de onderrand:
- Aantal bouten bij de onderrand: nbo = 2
- Momenten-arm bij onderrand: hobout = 762 mm
- Hellingshoek van het spant: alfa = 27.0 graden
- Nt is de trekkracht in de trekstang van het spant
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * -N*sin(alpha) + sn*Q*cos(alpha)
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,or max = 18512 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbto max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 18512 N < 33926 N, dus bout bij onderrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.2: a11) Dead load + Services + Wind + Crop

3.9.4.53 Controle van de eindplaat op pons:

Bij de boutverbinding van de bovenrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxb = 3.8 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capb = 80 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 3.8 kN < 80 kN, dus eindplaat (ST50*10.0) voldoet
zonder onderlegring bij de bovenste bout
bij B.C.2: a11) Dead load + Services + Wind + Crop

Bij de boutverbinding van de onderrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxo = 17.8 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capo = 80 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 17.8 kN < 80 kN, dus eindplaat (ST50*10.0) voldoet
zonder onderlegring bij de onderste bout
bij B.C.2: a11) Dead load + Services + Wind + Crop

3.9.4.54 Controle van de eindplaat op buiging:

Tabel 3.9.4.5.4.1: Belastingen van de eindplaat van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Spant-kracht	Normaal-kracht	Normaal-kracht
x	M	N	Q	Nt	Ftrb	Ftro
[m]	[Nm]	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]
9.60	15412	-7791	-6005	0	0	37977
19.20	7525	-7823	3840	0	0	16546
86.40	1831	-1528	-73	0	0	4390
96.00	-2047	-1895	-647	0	4989	0

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de bovenrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftrb = \frac{N*\cos(alpha) + sn*Q*\sin(alpha)}{2} - \frac{M}{ht,eff} \text{ met } Ftrb>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftrb(max) * e = 0.5 * 4989 * 25.0 = 62 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 1987 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 62 Nm < 1987 Nm, dus eindplaat (ST50*10.0) voldoet
bij B.C.2: a11) Dead load + Services + Wind + Crop

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de onderrand:
- Normaalkracht : Ftbout(2) = 17.8 * 367.7 /472.7 = 13.9 kN
- Normaalkracht : Ftbout(1) = 17.8 * 472.7 /472.7 = 17.8 kN
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * max(Ftbout(2) * e(2), Ftbout(1) * e(1))
= 0.5 * max(13.9 * 25 , 17.8 * 50) = 445 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 2683 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 445 Nm < 2683 Nm, dus eindplaat (ST50*10.0) voldoet
bij B.C.2: a11) Dead load + Services + Wind + Crop

De lasverbindingen tussen eindplaat met resp. de boven- en onderrand
zijn niet gecontroleerd.

3.9.4.6 Controle van de bouten van de nokaansluiting:

Controle van de krachten op de bout(en) bij de bovenrand:

Tabel 3.9.4.6.1: Belastingen bij bovenrand van de nokaansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,br [N]	Fs,br [N]	Fi,br [N]
14.40	-12912	-7124	-4510	30507	5636	31531
14.40	-12912	-7156	3747	30666	4963	31459
91.20	-202	-861	-682	4	803	1135
91.20	-202	-1228	-38	4	245	346

Gegevens van de nokplaat bij de bovenrand:
- Aantal bouten bij de bovenrand: nbb = 1
- Momenten-arm bij bovenrand: hbbout = 372 mm
- Hellingshoek van het spant: alpha = 27.0 graden
- Teken dwarskracht bij eindpositie sn=+1 en bij beginpositie sn=-1

$$\text{- Normaalkracht: } Ft = \frac{N\cos(\alpha) + sn\,Q\sin(\alpha)}{2 \cdot nbb} - \frac{M}{hbbout} \quad \text{met } Ft>=0N$$

- Schuifkracht: $Fs = 0.5 * -N\sin(\alpha) - sn\,Q\cos(\alpha)$
- Ideële kracht: $Fi = (Ft^2 + 2Fs^2)0.5$
- Maximale optredende kracht: Fi,br max = 31531 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbtb max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 31531 N < 33926 N, dus bout bij bovenrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.2: a11) Dead load + Services + Wind + Crop

Controle van de krachten op de bout(en) bij de onderrand:

Tabel 3.9.4.6.2: Belastingen bij onderrand van de nokaansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,or [N]	Fs,or [N]	Fi,or [N]
14.40	-12912	-7124	-4510	0	5636	7970
14.40	-12912	-7156	3747	0	4963	7019
91.20	-202	-861	-682	0	803	1135
91.20	-202	-1228	-38	0	245	346

Gegevens van de nokplaat bij de onderrand:
- Aantal bouten bij de onderrand: nbo = 1
- Momenten-arm bij onderrand: hobout = 372 mm
- Hellingshoek van het spant: alfa = 27.0 graden
- Teken dwarskracht bij eindpositie sn=+1 en bij beginpositie sn=-1

$$\text{- Normaalkracht: } Ft = \frac{N\cos(\alpha) + sn\,Q\sin(\alpha)}{2 \cdot nbo} + \frac{M}{hobout} \quad \text{met } Ft>=0N$$

- Schuifkracht: $Fs = 0.5 * -N\sin(\alpha) - sn\,Q\cos(\alpha)$
- Ideële kracht: $Fi = (Ft^2 + 2Fs^2)0.5$
- Maximale optredende kracht: Fi,or max = 7970 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbto max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 7970 N < 33926 N, dus bout bij onderrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.2: a11) Dead load + Services + Wind + Crop

3.9.4.63 Controle van de nokplaat op pons:
Bij de boutverbinding van de bovenrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxb = 30.7 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de nokplaat: Fp,capb = 96 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 30.7 kN < 96 kN, dus nokplaat (ST50*12.0) voldoet
zonder onderlegring bij de bovenste bout
bij B.C.2: a11) Dead load + Services + Wind + Crop

Bij de boutverbinding van de onderrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxo = 0.0 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de nokplaat: Fp,capo = 96 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0.0 kN < 96 kN, dus nokplaat (ST50*12.0) voldoet
zonder onderlegring bij de onderste bout
bij B.C.2: a11) Dead load + Services + Wind + Crop

3.9.4.64 Controle van de nokplaat op buiging:

Tabel 3.9.4.6.4.1: Belastingen van de nokplaat.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Normaal-kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ftrb [N]	Ftro [N]
14.40	-12912	-7124	-4510	31669	0
14.40	-12912	-7156	3747	31829	0
91.20	-202	-861	-682	22	0
91.20	-202	-1228	-38	22	0

Resulterende trekkracht in de nokplaat bij de bovenrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftrb = \frac{N*\cos(alpha) + sn*Q*\sin(alpha)}{2} - \frac{M}{ht,eff} \text{ met } Ftrb>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de nokplaat:
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftrb(max) * e = 0.5 * 0 * 25.0 = 398 Nm
- Capaciteit van de nokplaat: Mp,cap = 685 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 398 Nm < 685 Nm, dus nokplaat (ST50*12.0) voldoet
bij B.C.2: a11) Dead load + Services + Wind + Crop

Resulterende trekkracht in de nokplaat bij de onderrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftro = \frac{N*\cos(alfa) + sn*Q*\sin(alfa)}{2} + \frac{M}{ht,eff} \text{ met } Ftro>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de nokplaat:
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftro(max) * e = 0.5 * 0 * 25.0 = 0 Nm
- Capaciteit van de nokplaat: Mp,cap = 685 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0 Nm < 685 Nm, dus nokplaat (ST50*12.0) voldoet
bij B.C.2: a11) Dead load + Services + Wind + Crop

De lasverbindingen tussen nokplaat met resp. de boven- en onderrand
zijn niet gecontroleerd.

3.9.5 De krachtsverdeling in de 1e rij tralies:

Tabel 3.9.5.1: Momentenlijn, normaal- en dwarskrachtenlijn.

Positie	Momentenlijn	Normaal-krachtenlijn	Dwars-krachtenlijn
x in [m] begin - eind	M(x) in [Nm] (+ = U/- =)	N(x) in [N] (+ = trek)	Q(x) in [N] (+ = ~~~___)
0.00 - 2.40	5451 6610	-5364 -5260	532 328
2.40 - 4.80	6610 -6515	-4806 -4702	-4770 -4975
4.80 - 7.20	-6515 -3538	-8945 -9049	1207 1003
7.20 - 9.60	-3538 9710	-9503 -9607	5021 4817
96.00 - 98.40	885 1021	-1087 -983	152 -52
98.40 - 100.8	1021 95	-529 -425	-242 -446
100.8 - 103.2	95 -861	-781 -885	-253 -457
103.2 - 105.6	-861 -2877	-1339 -1443	-647 -851

3.9.5.1 Controle van de stijfheid van het spant:

De toelaatbare doorbuiging van alle spanten wordt bepaald per spantbeen:
- uvtoel = 5387 / 250 < 30.0 mm, dus: uvtoel = 21.5 mm

Uit de U-lijn is de maximale doorbuiging:
- doorbuiging umax = -7.22 mm

- Controle van de 1e rij tralies:
  Doorbuiging: |-7.2 | mm < 21.5 mm, dus: voldoet.
  bij B.C.2: a11) Dead load + Services + Wind + Crop

3.9.5.2 Controle van de bovenrand:

3.9.5.21 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de bovenrand:

- De normaalkracht in de bovenrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = -M/0.3600 + N/2 (voor N en M, zie 3.9.5.1)
    met: Effectieve spanthoogte: 360.0 mm

- De normaalkracht in de bovenrand wordt bij de eindplaten van de nok en de kolomaansluiting gereduceerd met de normaalkracht in de diagonaal (einddiagonaal sluit aan bij eindplaat ter plaatse van de bovenrand)
  - Reductie: Nred = Nd - Q/tan(38.9) plaats van eindplaat naar gording
  - Reductie: Nred = Nd + Q/tan(38.9) plaats van gording naar eindplaat
    (voor de dwarskracht Q zie tabel 3.9.5.1)

Tabel 3.9.5.2: Normaalkrachtenverloop in de bovenrand.

Plaats	Normaalkracht in [N] (trek = positief)	Systeem-lengte
x in [m]	Spant	[mm]
0.00 - 2.40	-18483 -20990	2694
2.40 - 4.80	-20763 9581	2694
4.80 - 7.20	12129 5305	2694
7.20 - 9.60	5078 -25808	2694
96.00 - 98.40	-3191 -3326	2694
98.40 - 100.8	-3099 -1028	2694
100.8 - 103.2	-341 1949	2694
103.2 - 105.6	1722 6217	2694

3.9.5.22 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Nadrukkelijk wordt vermeld, dat onderstaande stabiliteits-berekeningen alleen voldoen bij toepassing van specifieke stabiliteits-voorzieningen ter plaatse van de gordingen:

- fixatie van de boven- en onderrand rand uit het vlak van het spant, door windverbanden tussen de gordingen in het eerste en laatste vak van een gootlengte en momentvaste koppelingen tussen gordingen en bovenrand

Tabel 3.9.5.22:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de bovenrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-	Normaalkrachten	Rand-	Knfct	Knik-	Klasse	Sterkte	Stab.

bepaling	(trek = positief)		voor-	staaf-	lengte		UC	UC
	[N]		waar-	lengte				
begin-eind	"begin"	"einde"	den	ßm×ßn	[mm]			
0.00- 2.40	-18483	-20990	e-g	0.611	1645	1	0.21	0.41
2.40- 4.80	-20763	9581	g-n	0.404	1089	1	0.21	0.33
7.20- 9.60	5078	-25808	g-m	0.401	1080	1	0.26	0.41
96.00-98.40	-3191	-3326	m-g	0.688	1852	1	0.03	0.07
98.40-100.8	-3099	-1028	g-n	0.565	1522	1	0.03	0.06
100.8-103.2	-341	1949	n-g	0.517	1392	1	0.00	0.01

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (0.68 - 0.2)*(|-25808 |/(0.735 *99319   /1.0)) = 1.05
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-25808 |/(0.735 *99319   /1.0)) = 1.15
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(1.05   , 1.15   ) = 1.05
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.63

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-25808 |/(0.735 *99319   /1.0)+1.05 *|0.0 |/(1.00*1315.7 /1.0)
           = 0.354 + 0.000 = 0.354
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-25808 |/(0.630 *99319   /1.0)+0.63 *|0.0 |/(1.00*1315.7 /1.0)
           = 0.412 + 0.000 = 0.412

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.354 , 0.412) = 0.412

- controle: 0.41 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.9.5.23 Stabiliteitscontrole in het vlak:

- Maatgevende normaaldrukkracht: Ndmax = -25808 N

- Kniklengte: lky = 1.00 * lveld = 1.00 * 898 = 898 mm
Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
Interactiefactoren volgens bijlage B:
Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
      = 0.90 * (1.0 + (0.85 - 0.2)*(|-25808 |/(0.630 *99319   /1.0)) = 1.14
Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
      = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-25808 |/(0.630 *99319   /1.0)) = 1.20
Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(1.14   , 1.20   ) = 1.14
Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.68

UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
         = |-25808 |/(0.630 *99319   /1.0)+1.14 *|0.0 |/(1.00*978.2 /1.0)
         = 0.412 + 0.000 = 0.412
UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
         = |-25808 |/(0.804 *99319   /1.0)+0.68 *|0.0 |/(1.00*978.2 /1.0)
         = 0.323 + 0.000 = 0.323

Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.412 , 0.323) = 0.412

- controle: 0.41 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.9.5.24 Doorsnede-controle van de bovenrand:

          |NEd| |-25808 |
- UCDruk = ----- = --------- = 0.26
          Nc.Rd   99319

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 12129   N

          |NEd| |12129 |
- UCTrek = ----- = --------- = 0.12
          Nc.Rd   99319

Trek is maatgevend.

- Controle: 0.26 < 1.00, dus de treksterkte voldoet.

Conclusie:
- Bovenrand (RHBK50*30*2.0) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.2: a11) Dead load + Services + Wind + Crop

3.9.5.3 Controle van de onderrand:

3.9.5.31 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de onderrand:

- De normaalkracht in de onderrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = M/0.3600 + N/2 (voor N en M, zie 3.9.5.1)
    met: Effectieve spanthoogte: 360.0 mm

Tabel 3.9.5.3: Normaalkrachtenverloop in de onderrand.

Plaats x in [m]	Normaalkracht in [N] (trek = positief) Spant		Systeem-lengte [mm]
0.00 - 2.40	12459	15730	2892
2.40 - 4.80	15957	-20448	2694
4.80 - 7.20	-22569	-14353	2694
7.20 - 9.60	-14580	22170	2892
96.00 - 98.40	1915	2343	2892
98.40 - 100.8	2570	51	2694
100.8 - 103.2	-127	-2833	2694
103.2 - 105.6	-3060	-8714	2892

3.9.5.32 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Nadrukkelijk wordt vermeld, dat onderstaande stabiliteits-berekeningen
alleen voldoen bij toepassing van specifieke stabiliteits-voorzieningen
ter plaatse van de gordingen:

- fixatie van de boven- en onderrand rand uit het vlak van het spant, door
  windverbanden tussen de gordingen in het eerste en laatste vak van een
  gootlengte en momentvaste koppelingen tussen gordingen en bovenrand

Tabel 3.9.5.32:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de onderrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-bepaling begin-eind	Normaalkrachten (trek = positief) [N] "begin"	"einde"	Rand-voor-waar-den	Knfct staaf-lengte ßm×ßn	Knik-lengte/PlPerc [mm]	Klasse	Sterkte UC	Stab. UC
2.40- 4.80	15957	-20448	g-n	0.608	1639	1	0.14	0.27
4.80- 7.20	-22569	-14353	n-g	0.828	2230	1	0.15	0.45
7.20- 9.60	-14580	22170	g-m	0.586	1694	1	0.10	0.20
98.40-100.8	2570	51	g-n	0.608	1639	1	0.00	0.01
100.8-103.2	-127	-2833	n-g	0.669	1802	1	0.02	0.04
103.2-105.6	-3060	-8714	g-e	0.660	1908	1	0.06	0.14

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (1.46 - 0.2)*(|-22569 |/(0.329 *151063 /1.0)) = 1.41
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-22569 |/(0.329 *151063 /1.0)) = 1.23
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(1.41   , 1.23   ) = 1.23
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.74

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-22569 |/(0.329 *151063 /1.0)+1.23 *|0.0 |/(1.00*1879.0 /1.0)
           = 0.454 + 0.000 = 0.454
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-22569 |/(0.721 *151063 /1.0)+0.74 *|0.0 |/(1.00*1879.0 /1.0)
           = 0.207 + 0.000 = 0.207

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.454 , 0.207) = 0.454

- controle: 0.45 < 0.95, dus de stabiliteit voldoet.

3.9.5.33 Stabiliteitscontrole in het vlak (nabij de kolom-aansluitingen):

- Maatgevend: Ndmax = N + |Q|/tan(alfa) = -22569 + |1207 |/tan(38.9) = -22569 N
  (N.B.: 1e drukdiagonaal reduceert de normaaldrukkracht in de onderrand)
- Veldmoment: Mgewas = 1/4*Fgew*lveld = 1/4 * 0 * 898 = 0 E3 Nmm
  (N.B.: Fgew = gamma*v*qgew*hohgew + gamma*v*qtg*hohtgt)
  = 1.28*4.00*0 *0.80 + 1.02*4.00*0 *1.60 = 0 N)

- Kniklengte: lky = 0.80*lveld = 0.80 * 898 = 718 mm
  (lky = lveld, volgens NEN 3851 art. 2.5.6.2.c.)

  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.80 (het profiel is geschoord).
  M1 = -0.00 , M2 = -0.00 , Ms = 0.00 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz2 * (1.0 + 0.6*lambdarel.z*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
  = 0.80 * (1.0 + 0.6*0.71 *(|-22569 |/(0.721 *151063 /1.0)) = 0.87
  Kz.3 = Cmz2 * (1.0 + 0.6*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
  = 0.80 * (1.0 + 0.6*(|-22569 |/(0.721 *151063 /1.0)) = 0.90
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.87 , 0.90) = 0.87
  Ky.b = 0.8 * Kz.b = 0.70

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
  = |-22569 |/(0.721 *151063 /1.0)+0.87 *|0.0 |/(1.00*1384.2 /1.0)
  = 0.207 + 0.000 = 0.207
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
  = |-22569 |/(0.860 *151063 /1.0)+0.70 *|0.0 |/(1.00*1384.2 /1.0)
  = 0.174 + 0.000 = 0.174

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.207 , 0.174) = 0.207

- controle: 0.21 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.9.5.34 Doorsnede-controle van de onderrand:

$$\text{UCDruk} = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} = \frac{|-22569|}{151063} = 0.15$$

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 22170 N

$$\text{UCTrek} = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} = \frac{|22170|}{151063} = 0.15$$

Druk is maatgevend.

- Controle: 0.15 < 1.00, dus de druksterkte voldoet.

Conclusie:
- Onderrand (RHBK50*30*3.0) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.2: a11) Dead load + Services + Wind + Crop

3.9.5.4 Controle van de diagonalen:

3.9.5.41 Controle van de diagonalen in de eindvelden:

- Controle op druk:
  - Maatgevende dwarskracht eindvelden: Qmaxd = -4975 N (zie tabel 3.9.5.1)

$$N_{diagd} = \frac{|Q_{maxd}|}{\sin(alfa)} = \frac{|-4975|}{\sin(38.9)} = 7921 \text{ N}$$

  - Capaciteit diagonaal: Fdiagd = 13200 N (zie 4.4)

  - Controle: 7921 N < 13200 N, dus diagonaal voldoet.

- Controle op trek:
  - Maatgevende dwarskracht eindvelden: Qmaxt = 5021 N (zie tabel 3.9.5.1)

$$N_{diagt} = \frac{Q_{maxt}}{\sin(alfa)} = \frac{5021}{\sin(38.9)} = 7995 \text{ N}$$

  - Capaciteit diagonaal eindvelden: Fdiagt = 36175 N (zie 4.4)

  - Controle: 7995 N < 36175 N, dus diagonaal voldoet.

Conclusie:
- Diagonalen in eindvelden (RD14.0 mm) voldoen qua trek/druk
  bij B.C.2: a11) Dead load + Services + Wind + Crop

3.9.5.42 Controle van de (las)verbindingen:

	Diagonalen eindvelden		Diagonalen middenvelden	
	Nd = 7921 N Nt = 7995 N		Nd = - 0 N Nt = 0 N	
	Fstev = 6222 N Fstlo = 5021 N Msdt = 31759.3 Nm Fsdev = 6164 N		Fstev = 0 N Fstlo = 0 N Msdt = 0.00 Nm Fsdev = 0 N	
	bovenrand	onderrand	bovenrand	onderrand
Tau1	26.81 N/mm²	26.81 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
Tau2	20.74 N/mm²	20.74 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
Sgm1	26.81 N/mm²	26.81 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
SgmWst	37.26 N/mm²	37.26 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
UC1	0.18	0.18	0.00	0.00
UC2	0.09	0.09	0.00	0.00
SgmWsd	20.55 N/mm²	20.55 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
UC3	0.10	0.10	0.00	0.00
Nt1	24371 N	45778 N	24371 N	45778 N
knd	1.00	1.00	1.00	1.00
Nd1	24371 N	45778 N	24371 N	45778 N
UCt1	0.33	0.18	0.00	0.00
UCd1	0.33	0.18	0.00	0.00
UClas	0.18	0.18	0.00	0.00
UCdia	0.33	0.18	0.00	0.00
UCgeo	0.48	0.46	0.48	0.46
UClas	0.18		0.00	
UCdia	0.50		0.50	

Conclusie:
- Lassen: UClas = 0.18 <= 1.00 dus: voldoen
- Aansluitingen: UCdia = 0.50 <= 1.00 dus: voldoen

Eindconclusie:
- Aansluiting diagonalen voldoet
  bij B.C.2: a11) Dead load + Services + Wind + Crop

3.9.5.43 Controle van de dekgording (de 1e rij tralies)

- Belastingscombinatie met alleen eigen gewicht kasdek, wind en sneeuw
  Qg,links = [32 + 500 *(+0.30-(-0.30))/cos(27.0) + 0] * 9.60 /[2*(1+1)] = 0.884 Nm
  Qg,rechts = [32 + 500 *(-1.00-(-0.30))/cos(27.0) + 0] * 9.60 /[2*(1+1)] = -0.865 Nm
  Qg= max(|Qg,links| ; |Qg,rechts|) = 0.884 Nm

- Vervormingseis dekgordingen volgens EN 13031-1:
  dtoel2 = min(4000/(650 - 100*min(4000/1125;5)); 4000/150; 30) = 13.6 mm
- Hieruit volgt een minimaal traagheidsmoment (ligger op 3 steunpunten):
  Ixg,bc = 2/384 * (Qg * 40004) / (Estaal,g * dtoel2) = 413257 mm4

- Minimaal traagheidsmoment dekgording:
  Ixgmin = max(Ixg,eg, Ixg,bc) = max(91429 , 413257) = 413257 mm4

3.9.5.44 Controle van de gordingverticaal

- Controle veerstijfheid gordingverticaal
  De onderrand wordt geschematiseerd als een ligger van goot naar nok.
  - Veerstijfheid gordingprofiel:
    kgord = 4 * Estaal,g * Ixgmin / (390 ² * 4000) = 570.6 N/mm
  - Veerstijfheid gordingverticaal:
    k0gvert = 1826.1 N/mm (zie 4.7)

    De veerstijfheid van de verticaal is ten minste zo groot als 100% van
    de veerstijfheid van de inklemming van de gording.

  - Controle: 1826.1 N/mm > 570.6 N/mm, dus gordingverticaal voldoet.

- Plaatsvastheid van de gordingverticaal bij de onderrand
  Omdat de aansluiting van de gording aan de tralie in het algemeen goed
  momentvast is uitgevoerd, kan de volledige stijfheid van de gording in
  rekening worden gebracht.

  - Veerstijfheid gordingprofiel:
    kgord = 4 * Estaal,g * 413257 / (390 ² * 4000) = 570.6 N/mm

  - Veerstijfheid van de aansluiting van de onderrand-gording "uit het vlak":
    Hoekverdraaiing door gording en inklemming opzetkolom:

$$V2 = \frac{2*vak}{4*Eg*Ig} = \frac{2 * 4000}{4 * 210000 * 413257} = 23.0 \ *10\text{-}9\ 1/Nmm$$

    Hoekverdraaiing door moment bij onderrand door bovenrand:

$$V3 = \frac{bkap}{2*(ngord+1)*\cos(27.0)*Gbr*Itbr*2} = \frac{9600}{2*(1+1)*\cos(27.0)*\ 80769*\ \ 92298*2} = 180.7 \ *10\text{-}9\ 1/Nmm$$

    Hoekverdraaiing door puntlast bij gordingverticaal:

$$V4 = \frac{ht;net^2}{3 * Egv * Igv} = \frac{330^2}{3 * 210000 * 104167} = 1659.4 \ *10\text{-}9\ 1/Nmm$$

    Moment bij bovenrand

$$MBr = \frac{V2 * hspant}{V2 + V3} = \frac{23.0 \ * 390}{23.0 + 180.7} = 44.1 \ Nm$$

    Moment bij gording Mozk = hspant - Mbr = 390 - 44 = 346 Nmm

    Geeft de veerstijfheid ter plaatse van de bovenrand:

$$kor = \frac{1}{V4*ht;nett + V2*hspant^2 + V2*hspant*-Mbr} = \frac{1}{1659.4*330 \ + \ 23.0*390\ ^2 + \ 23.0*390\ *(-44\ )} = 273.5 \ N/mm$$

    Vereiste kritische veerstijfheid: kcr = 28.3 N/mm (zie 4.8)

  - Controle: 273.5 N/mm > 28.3 N/mm, dus veerstijfheid voldoet.

- Controle op knik:
  - Maatgevende verticale kracht: Ngv = Fvg = -3364 N
  - Capaciteit van de verticaal : Fgvertd = 69549 N (zie 4.6)

  - Controle: -3364 N > 69549 N, dus gordingverticaal voldoet.

Conclusie:
- Gordingverticaal voldoet qua sterkte/stabiliteit en stijfheid
  bij B.C.2: a11) Dead load + Services + Wind + Crop

3.9.5.5 Controle van de bouten van de spant-kolom-aansluiting:

Controle van de krachten op de bout(en) bij de bovenrand:

Tabel 3.9.5.5.1: Belastingen bij bovenrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Spant-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Nt [N]	Ft,br [N]	Fs,br [N]	Fi,br [N]
0.00	5451	-5364	532	0	0	1692	2393
9.60	9710	-9607	4817	0	0	-2111	2985
96.00	885	-1087	152	287	0	382	541
105.6	-2877	-1443	-851	287	5831	1086	6029

Gegevens van de eindplaat bij de bovenrand:
- Aantal bouten bij de bovenrand: nbb = 1
- Momenten-arm bij bovenrand: hbbout = 458 mm
- Hellingshoek van het spant: alpha = 27.0 graden
- Nt is de trekkracht in de trekstang van het spant
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Normaalkracht: $Ft = \frac{N\cos(alpha) + sn\,Q\sin(alpha)}{2 * nbb} - \frac{M}{hbbout} + \frac{Nt}{2}$ met Ft>=0N
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * -N*sin(alpha) + sn*Q*cos(alpha)
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,br max = 6029 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbtb max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 6029 N < 33926 N, dus bout bij bovenrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.2: a11) Dead load + Services + Wind + Crop

Controle van de krachten op de bout(en) bij de onderrand:

Tabel 3.9.5.5.2: Belastingen bij onderrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Spant-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Nt [N]	Ft,or [N]	Fs,or [N]	Fi,or [N]
0.00	5451	-5364	532	0	6018	1692	6476
9.60	9710	-9607	4817	0	10055	-2111	10488
96.00	885	-1087	152	287	937	382	1082
105.6	-2877	-1443	-851	287	0	1086	1535

Gegevens van de eindplaat bij de onderrand:
- Aantal bouten bij de onderrand: nbo = 2
- Momenten-arm bij onderrand: hobout = 762 mm
- Hellingshoek van het spant: alfa = 27.0 graden
- Nt is de trekkracht in de trekstang van het spant
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * -N*sin(alpha) + sn*Q*cos(alpha)
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,or max = 10488 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbto max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 10488 N < 33926 N, dus bout bij onderrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.2: a11) Dead load + Services + Wind + Crop

3.9.5.53 Controle van de eindplaat op pons:

Bij de boutverbinding van de bovenrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxb = 5.8 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capb = 80 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 5.8 kN < 80 kN, dus eindplaat (ST50*10.0) voldoet
zonder onderlegring bij de bovenste bout
bij B.C.2: a11) Dead load + Services + Wind + Crop

Bij de boutverbinding van de onderrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxo = 10.1 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capo = 80 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 10.1 kN < 80 kN, dus eindplaat (ST50*10.0) voldoet
zonder onderlegring bij de onderste bout
bij B.C.2: a11) Dead load + Services + Wind + Crop

3.9.5.54 Controle van de eindplaat op buiging:

Tabel 3.9.5.5.4.1: Belastingen van de eindplaat van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Spant-kracht	Normaal-kracht	Normaal-kracht
x	M	N	Q	Nt	Ftrb	Ftro
[m]	[Nm]	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]
0.00	5451	-5364	532	0	0	12872
9.60	9710	-9607	4817	0	0	21600
96.00	885	-1087	152	287	0	2009
105.6	-2877	-1443	-851	287	7543	0

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de bovenrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftrb = \frac{N*\cos(alpha) + sn*Q*\sin(alpha)}{2} - \frac{M}{ht,eff} \text{ met } Ftrb>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftrb(max) * e = 0.5 * 7543 * 25.0 = 94 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 1987 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 94 Nm < 1987 Nm, dus eindplaat (ST50*10.0) voldoet
bij B.C.2: a11) Dead load + Services + Wind + Crop

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de onderrand:
- Normaalkracht : Ftbout(2) = 10.1 * 367.7 /472.7 = 7.8 kN
- Normaalkracht : Ftbout(1) = 10.1 * 472.7 /472.7 = 10.1 kN
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * max(Ftbout(2) * e(2), Ftbout(1) * e(1))
= 0.5 * max(7.8 * 25 , 10.1 * 50) = 251 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 2683 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 251 Nm < 2683 Nm, dus eindplaat (ST50*10.0) voldoet
bij B.C.2: a11) Dead load + Services + Wind + Crop

De lasverbindingen tussen eindplaat met resp. de boven- en onderrand
zijn niet gecontroleerd.

3.9.5.6 Controle van de bouten van de nokaansluiting:

Controle van de krachten op de bout(en) bij de bovenrand:

Tabel 3.9.5.6.1: Belastingen bij bovenrand van de nokaansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,br [N]	Fs,br [N]	Fi,br [N]
4.80	-6515	-4702	-4975	14286	5500	16266
4.80	-6515	-8945	1207	13252	3106	13961
100.8	95	-425	-446	0	494	698
100.8	95	-781	-253	0	-48	68

Gegevens van de nokplaat bij de bovenrand:
- Aantal bouten bij de bovenrand: nbb = 1
- Momenten-arm bij bovenrand: hbbout = 372 mm
- Hellingshoek van het spant: alpha = 27.0 graden
- Teken dwarskracht bij eindpositie sn=+1 en bij beginpositie sn=-1

$$\text{- Normaalkracht: } Ft = \frac{N\cos(\alpha) + sn\,Q\sin(\alpha)}{2 \cdot nbb} - \frac{M}{hbbout} \quad \text{met } Ft>=0N$$

- Schuifkracht: $Fs = 0.5 * -N\sin(\alpha) - sn\,Q\cos(\alpha)$
- Ideële kracht: $Fi = (Ft^2 + 2Fs^2)0.5$
- Maximale optredende kracht: Fi,br max = 16266 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbtb max = 42408 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 16266 N < 42408 N, dus bout bij bovenrand (M10-10.9) voldoet.
bij B.C.2: a11) Dead load + Services + Wind + Crop

Controle van de krachten op de bout(en) bij de onderrand:

Tabel 3.9.5.6.2: Belastingen bij onderrand van de nokaansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,or [N]	Fs,or [N]	Fi,or [N]
4.80	-6515	-4702	-4975	0	5500	7778
4.80	-6515	-8945	1207	0	3106	4392
100.8	95	-425	-446	0	494	698
100.8	95	-781	-253	0	-48	68

Gegevens van de nokplaat bij de onderrand:
- Aantal bouten bij de onderrand: nbo = 1
- Momenten-arm bij onderrand: hobout = 372 mm
- Hellingshoek van het spant: alfa = 27.0 graden
- Teken dwarskracht bij eindpositie sn=+1 en bij beginpositie sn=-1

$$\text{- Normaalkracht: } Ft = \frac{N\cos(\alpha) + sn\,Q\sin(\alpha)}{2 \cdot nbo} + \frac{M}{hobout} \quad \text{met } Ft>=0N$$

- Schuifkracht: $Fs = 0.5 * -N\sin(\alpha) - sn\,Q\cos(\alpha)$
- Ideële kracht: $Fi = (Ft^2 + 2Fs^2)0.5$
- Maximale optredende kracht: Fi,or max = 7778 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbto max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 7778 N < 33926 N, dus bout bij onderrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.2: a11) Dead load + Services + Wind + Crop

3.9.5.63 Controle van de nokplaat op pons:
Bij de boutverbinding van de bovenrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxb = 14.3 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de nokplaat: Fp,capb = 96 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 14.3 kN < 96 kN, dus nokplaat (ST50*12.0) voldoet
zonder onderlegring bij de bovenste bout
bij B.C.2: a11) Dead load + Services + Wind + Crop

Bij de boutverbinding van de onderrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxo = 0.0 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de nokplaat: Fp,capo = 96 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0.0 kN < 96 kN, dus nokplaat (ST50*12.0) voldoet
zonder onderlegring bij de onderste bout
bij B.C.2: a11) Dead load + Services + Wind + Crop

3.9.5.64 Controle van de nokplaat op buiging:

Tabel 3.9.5.6.4.1: Belastingen van de nokplaat.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Normaal-kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ftrb [N]	Ftro [N]
4.80	-6515	-4702	-4975	14873	0
4.80	-6515	-8945	1207	13838	0
100.8	95	-425	-446	0	0
100.8	95	-781	-253	0	0

Resulterende trekkracht in de nokplaat bij de bovenrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftrb = \frac{N\cos(alpha) + sn*Q*\sin(alpha)}{2} - \frac{M}{ht,eff} \text{ met } Ftrb>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de nokplaat:
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftrb(max) * e = 0.5 * 0 * 25.0 = 186 Nm
- Capaciteit van de nokplaat: Mp,cap = 685 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 186 Nm < 685 Nm, dus nokplaat (ST50*12.0) voldoet
bij B.C.2: a11) Dead load + Services + Wind + Crop

Resulterende trekkracht in de nokplaat bij de onderrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftro = \frac{N\cos(alfa) + sn*Q*\sin(alfa)}{2} + \frac{M}{ht,eff} \text{ met } Ftro>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de nokplaat:
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftro(max) * e = 0.5 * 0 * 25.0 = 0 Nm
- Capaciteit van de nokplaat: Mp,cap = 685 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0 Nm < 685 Nm, dus nokplaat (ST50*12.0) voldoet
bij B.C.2: a11) Dead load + Services + Wind + Crop

De lasverbindingen tussen nokplaat met resp. de boven- en onderrand
zijn niet gecontroleerd.

3.9.6 Controle van de trekstangen

a) Maatgevende trekkracht in de trekstangen Nt = 287 N

Bij de controle berekening wordt ervan uitgegaan dat de trekstaaf geen drukbelasting kan opnemen. In het design model is hiermee rekening gehouden en kan de trekstang niet "op druk" belast worden. In dat geval wordt de krachtsverdeling bepaald alsof er geen trekstang zit.

$$\text{Controle van de sterkte: } \sigma = \frac{Nt}{A} < \sigma_{mae_t}$$

Invullen van de bekende gegevens geeft:

- $\sigma = \frac{287}{229.1} = 1.3$ N/mm²
- controle : 1.3 N/mm² < 268.3 N/mm², dus: sterkte voldoet.

3.9.7 Uitdijen van de kas:

Tabel 39.1: Waarden over de spanten.

spant	Urel [mm]
1	-1.96
2	-11.40
3	-5.88
4	-6.21
5	-4.62
6	-3.60
7	-2.51
8	-1.61
9	-0.30
10	0.08
11	0.14

Maximale waarde is: -11.40 mm

Uitdijen van de hele kas: -37.88 mm

Toetsing van de bepalende doorsnede (lkx= 4000 mm, lky= 4000 mm):

Toetsing van de bepalende doorsnede (lkx= 7313 mm, lky= 4000 mm):

Toetsing van de bepalende doorsnede (lkx= 7072 mm, lky= 4000 mm):

c) Berekening van de toelaatbare horizontale verplaatsing in :

- Rekening houdend met de glasbreedten :
  - reductiefactor gevel: r1 = 800 / bkg < 2.0;
    800 / 800 = 1.00, dus r1 = 1.00
  - reductiefactor dek : r2 = 1125 / bd < 2.0;
    1125 / 1125 = 1.13, dus r2 = 1.00
  - ugevel = h / 100 * r1 < 50.0 mm;
    4000 / 100 * 1.00 = 35.0 mm, dus ugevel = 57.3 mm
  - udek = 1/200 * v * r2 < 50.0 mm
    1/200 * 4000 * 1.00 = 26.7 mm, dus udek = 61.3 mm
  - utoel-b = ugevel + udek = 57.3 + 61.3 = 57.4 mm
  - utoel = utoel-a < utoel-b < umax; MIN(53.3 , 0.1 , 60.0) = 160.0 mm

3.10 B.C.3: a21) Dead Load + Services + Snow + Psi_Crop

3.10.1 Berekening van de belastingen per spant:

a) Belastingen in gebruikstoestand:
- Permanente belastingen:
  - Eigen gewicht dek : (1.00 * 32) = 32 N/m²
  - Eigen gewicht van de goot: (1.00 * 34)* 4.00 = 136 N
  - E.G. spantbeen 1e spant : (1.00 * 83.3) = 83.3 N/m
  - E.G. spantbeen 2e spant : (1.00 * 85.4) = 85.4 N/m
  - E.G. spantbeen 3e spant : (1.00 * 67.6) = 67.6 N/m
- Variabele belastingen:
  - Vert. puntlast: 0.00*max(1250,1000)+1.00*0 = 0 N
  - Sneeuwbelasting : (1.00 * 423) = 423 N/m²
  - Gewas winter : (1.00 * 0) = 0 N/m²
  - Installaties : (1.00 * 70) = 70 N/m²

b) Belastingen in rekentoestand:
- Permanente belastingen:
  - Eigen gewicht dek : (1.02 * 32) = 33 N/m²
  - Eigen gewicht van de goot: (1.02 * 34)* 4.00 = 139 N
  - E.G. spantbeen 1e spant : (1.02 * 83.3) = 85.1 N/m
  - E.G. spantbeen 2e spant : (1.02 * 85.4) = 87.2 N/m
  - E.G. spantbeen 3e spant : (1.02 * 67.6) = 69.1 N/m
- Variabele belastingen:
  - Vert. puntlast: 0.00*max(1250,1000)+1.02*0 = 0 N
  - Sneeuwbelasting : (1.28 * 423) = 540 N/m²
  - Gewas winter : (1.28 * 0) = 0 N/m²
  - Installaties : (1.02 * 70) = 70 N/m²

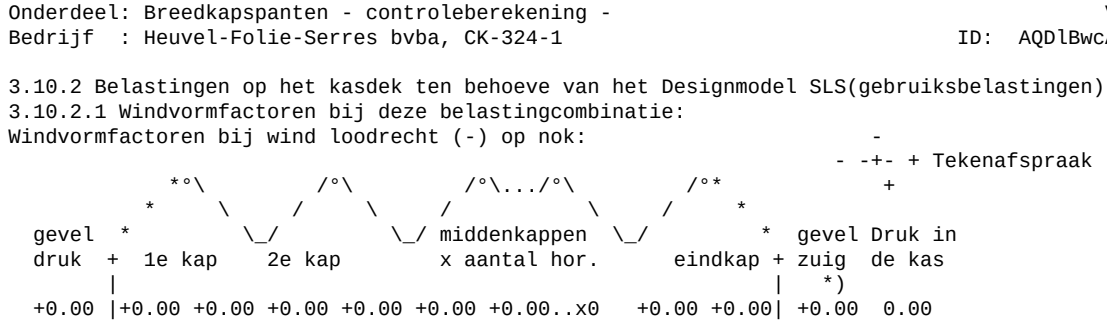
c) Bij het bepalen van de knoopcoordinaten is rekening gehouden met
de initiële scheefstand van de kolommen:
- Scheefstand psi = 1/267 (zie EN 1993-1-1)

d) Rekenvoorbeeld van de belastingen op knooppunten op de volgende plaatsen:
Knoop k = "effectieve" spanthoogte van de eerste kolom
Knoop g = Eerste gording op de eerste kaphelft

- Horizontale belasting:
  Fk,hor = 0 N (geen windbelasting)
  Fg,hor = 0 N
- Verticale belasting:
  Fk,vert = -0.5*(33 + 540 + 0 + 71)
  * 4.00 * 9.60 / [2*(1+1)] - 139 = -3231 N
  Fg,vert = -(33 + 540 + 0 + 71)
  * 4.00 * 9.60 / [2*(1+1)] + 0 = -6183 N

e) Belastingen op gordingen:
Berekening van het minimaal traagheidsmoment van de dekgording
op alle spanten in gebruikstoestand.
- Belastingssituatie met alleen eigen gewicht kasdek
  Qg1 = 32 * 9.60 / [2*(1+1)] = 77 Nm
- Vervormingseis dekgordingen volgens EN 13031-1:
  dtoel1 = min(4000/750, 6) = 5.3 mm
- Hieruit volgt een minimaal traagheidsmoment (ligger op 3 steunpunten):
  Ixgmin = 2/384 * (Qg1 * 40004) / (Estaal,g * dtoel1) = 91429 mm4

3.10.2 Belastingen op het kasdek ten behoeve van het Designmodel SLS(gebruiksbelastingen):
3.10.2.1 Windvormfactoren bij deze belastingcombinatie:
Windvormfactoren bij wind loodrecht (-) op nok:



3.10.2.2 Belastingfactoren bij deze belastingcombinatie:

Belastingfactoren	gebruikstoestand	rekentoestand
Eigen gewicht	1.00	1.02
Installaties	1.00	1.02
Sneeuw	1.00	1.28
Wind	0.00	0.00
gewas	1.00	1.28

3.10.2.3 Gesommeerde belastingen op de omhulling van de kas per vakmaat:
Belastingen gebruikstoestand SLS per vakmaat (4.000 m):

Tralie	neerwaarts	qtral = fi*qinstall + fp*qtral + fg*qgewas		
		= 1.00*280.0 + 1.00*95.8 + 1.00*0.0	qtral =	375.8 N/m
Goot	zijgevel	Fgt.s = fp*qgoot.s = 1.00*68.0	Fgt.s =	68 N
	middengoot	Fgt.m = fp*qgoot.m = 1.00*136.0	Fgt.m =	136 N
Kasdek	evenwijdig	qdek.E = [fp*qdek + fs*qsneew]*sin(dek)		
		= [1.00*114.0 + 1.00*1509.3]*sin(27.0)	qdek.E =	737.0 N/m
	loodrecht	qdek.L = [fp*qdek + fs*qsneew]*cos(dek)		
		= [1.00*114.0 + 1.00*1509.3]*cos(27.0)	qdek.L =	1446.4 N/m
	+ wind per kaphelft	= qdek.L + fw*qwinds*(cpe-cpi)		
	- 1e kaphelft	= 1446.4 + 0.00*2041.9*(+0.00-0.00)	qdek.L1 =	1446.4 N/m
	- 2e kaphelft	= 1446.4 + 0.00*2041.9*(+0.00-0.00)	qdek.L2 =	1446.4 N/m
	- 3e kaphelft	= 1446.4 + 0.00*2041.9*(+0.00-0.00)	qdek.L3 =	1446.4 N/m
	- 4e kaphelft	= 1446.4 + 0.00*2041.9*(+0.00-0.00)	qdek.L4 =	1446.4 N/m
	- Middenkap links	= 1446.4 + 0.00*2041.9*(+0.00-0.00)	qdek.Lm1 =	1446.4 N/m
	- Middenkap rechts	= 1446.4 + 0.00*2041.9*(+0.00-0.00)	qdek.Lm2 =	1446.4 N/m
	- Eindkap links	= 1446.4 + 0.00*2041.9*(+0.00-0.00)	qdek.Le1 =	1446.4 N/m
	- Eindkap Rechts	= 1446.4 + 0.00*2041.9*(+0.00-0.00)	qdek.Le2 =	1446.4 N/m
	+ windwrijving nok	= Cfp,h*fi*qwind*vakmaat*bkap/hkap*cscd'		
	- middenkap FhwCpf	= 0.00*0.00*510.5 *4.0 *9.6/2.45*0.70	FhwCpf =	0 N
Zijgevel	windzijde FhwF.gt	= fw*Fhw.gt*(cp1-cpi)		
	goothoogte	= 0.00*4413.5*(0.0 -0.0)	Fhw.gt =	0 N
	windzijde FhwF.fh	= fw*Fhw.fh*(cp1-cpi)		
	fundatiehoogte	= 0.00*3754.0*(0.0 -0.0)	Fhw.fh =	0 N
Zijgevel	loefzijde FhwL.gt	= fw*Fhw.gt*(cp1+cpi)		
	goothoogte	= 0.00*4413.5*(0.0 +0.0)	Fhw.gt =	0 N
	loefzijde FhwL.fh	= fw*Fhw.fh*(cp1+cpi)		
	fundatiehoogte	= 0.00*3754.0*(0.0 +0.0)	Fhw.fh =	0 N

Belastingen rekentoestand ULS per vakmaat (4.000 m):

Tralie	neerwaarts qtral = fi*qinstall + fp*qtral + fg*qgewas		
	= 1.02*280.0 + 1.02*95.8 + 1.28*0.0	qtral =	383.8 N/m
Goot	zijgevel Fgt.s = fp*qgoot.s = 1.02*68.0	Fgt.s =	69 N
	middengoot Fgt.m = fp*qgoot.m = 1.02*136.0	Fgt.m =	139 N
Kasdek	evenwijdig qdek.E = [fp*qdek + fs*qsneew]*sin(dek)		
	= [1.02*114.0 + 1.28*1509.3]*sin(27.0)	qdek.E =	926.5 N/m
	loodrecht qdek.L = [fp*qdek + fs*qsneew]*cos(dek)		
	= [1.02*114.0 + 1.28*1509.3]*cos(27.0)	qdek.L =	1818.4 N/m
	+ wind per kaphelft = qdek.L + fw*qwinds*(cpe-cpi)		
	- 1e kaphelft = 1818.4 + 0.00*2041.9*(+0.00-0.00)	qdek.L1 =	1818.4 N/m
	- 2e kaphelft = 1818.4 + 0.00*2041.9*(+0.00-0.00)	qdek.L2 =	1818.4 N/m
	- 3e kaphelft = 1818.4 + 0.00*2041.9*(+0.00-0.00)	qdek.L3 =	1818.4 N/m
	- 4e kaphelft = 1818.4 + 0.00*2041.9*(+0.00-0.00)	qdek.L4 =	1818.4 N/m
	- Middenkap links = 1818.4 + 0.00*2041.9*(+0.00-0.00)	qdek.Lm1 =	1818.4 N/m
	- Middenkap rechts = 1818.4 + 0.00*2041.9*(+0.00-0.00)	qdek.Lm2 =	1818.4 N/m
	- Eindkap links = 1818.4 + 0.00*2041.9*(+0.00-0.00)	qdek.Le1 =	1818.4 N/m
	- Eindkap Rechts = 1818.4 + 0.00*2041.9*(+0.00-0.00)	qdek.Le2 =	1818.4 N/m
	+ windwrijving nok = Cfp,h*fi*qwind*vakmaat*bkap/hkap*cscd		
	- middenkap FhwCpf = 0.00*0.00*510.5 *4.0 *9.6/2.45*0.72	FhwCpf =	0 N
Zijgevel	windzijde FhwF.gt = fw*Fhw.gt*(cp1-cpi)		
	goothoogte = 0.00*4413.5*(0.0 -0.0)	Fhw.gt =	0 N
	windzijde FhwF.fh = fw*Fhw.fh*(cp1-cpi)		
	fundatiehoogte = 0.00*3754.0*(0.0 -0.0)	Fhw.fh =	0 N
Zijgevel	loefzijde FhwL.gt = fw*Fhw.gt*(cp1+cpi)		
	goothoogte = 0.00*4413.5*(0.0 +0.0)	Fhw.gt =	0 N
	loefzijde FhwL.fh = fw*Fhw.fh*(cp1+cpi)		
	fundatiehoogte = 0.00*3754.0*(0.0 +0.0)	Fhw.fh =	0 N

Tabel 3.10.2.4: Knoopbelastingen, oplegreacties en knoopverplaatsingen:

	Knoopbelastingen Rekentoestand		Oplegreacties		Knoopverplaatsingen gebruikstoestand		
nr.	X-as [mm] Horiz.	Y-as [mm] Vert.	X-as [N] Horiz.	Y-as [N] Vert.	X-verpl [mm] Horiz.	Y-verpl [mm] Vert.	U_lijn [mm]
1	-0.013	0.000	218	12350	0.00	0.00	0.000
2	0.000	3.701	0	-3231	-3.85	-0.20	0.000
3	2.400	4.924	0	-6183	-2.30	-3.71	2.304
4	4.800	6.147	0	-6183	-2.80	-3.09	0.000
5	7.200	4.924	0	-6183	-2.55	-2.20	0.473
6	9.587	0.000	130	26426	0.00	0.00	0.000
7	9.600	3.701	0	-6322	-1.91	-0.44	0.000
8	12.000	4.924	0	-6183	-1.14	-2.38	0.825
9	14.400	6.147	0	-6183	-1.09	-2.82	0.000
10	16.800	4.924	0	-6183	-1.05	-2.40	0.860
11	19.187	0.000	92	25722	0.00	0.00	0.000
12	19.200	3.701	0	-6322	-0.27	-0.44	0.000
13	21.600	4.924	0	-6183	0.57	-2.68	1.000
14	24.000	6.147	0	-6183	0.55	-3.11	0.000
15	26.400	4.924	0	-6183	0.49	-2.75	1.077
16	28.787	0.000	71	25587	0.00	0.00	0.000
17	28.800	3.701	0	-6322	1.36	-0.44	0.000
18	31.200	4.924	0	-6183	2.24	-2.76	1.087
19	33.600	6.147	0	-6183	2.18	-3.12	0.000
20	36.000	4.924	0	-6183	2.14	-2.72	1.041
21	38.387	0.000	45	25606	0.00	0.00	0.000
22	38.400	3.701	0	-6322	2.99	-0.45	0.000
23	40.800	4.924	0	-6183	3.88	-2.78	1.110
24	43.200	6.147	0	-6183	3.81	-3.12	0.000
25	45.600	4.924	0	-6183	3.78	-2.71	1.020
26	47.987	0.000	20	25607	0.00	0.00	0.000
27	48.000	3.701	0	-6322	4.62	-0.45	0.000
28	50.400	4.924	0	-6183	5.51	-2.81	1.131
29	52.800	6.147	0	-6183	5.43	-3.12	0.000
30	55.200	4.924	0	-6183	5.41	-2.69	0.999
31	57.587	0.000	-5	25607	0.00	0.00	0.000
32	57.600	3.701	0	-6322	6.24	-0.46	0.000
33	60.000	4.924	0	-6183	7.15	-2.83	1.152
34	62.400	6.147	0	-6183	7.05	-3.13	0.000
35	64.800	4.924	0	-6183	7.04	-2.68	0.978
36	67.187	0.000	-31	25606	0.00	0.00	0.000
37	67.200	3.701	0	-6322	7.86	-0.47	0.000
38	69.600	4.924	0	-6183	8.78	-2.86	1.173
39	72.000	6.147	0	-6183	8.68	-3.14	0.000
40	74.400	4.924	0	-6183	8.68	-2.67	0.956
41	76.787	0.000	-56	25591	0.00	0.00	0.000
42	76.800	3.701	0	-6322	9.49	-0.47	0.000
43	79.200	4.924	0	-6183	10.42	-2.89	1.205
44	81.600	6.147	0	-6183	10.31	-3.14	0.000
45	84.000	4.924	0	-6183	10.34	-2.61	0.884
46	86.387	0.000	-78	25710	0.00	0.00	0.000
47	86.400	3.701	0	-6322	11.12	-0.48	0.000
48	88.800	4.924	0	-6183	11.95	-2.54	0.971
49	91.200	6.147	0	-6183	11.94	-2.86	0.000
50	93.600	4.924	0	-6183	12.04	-2.33	0.721
51	95.987	0.000	-111	26401	0.00	0.00	0.000
52	96.000	3.701	0	-6322	12.75	-0.50	0.000
53	98.400	4.924	0	-6183	13.44	-2.35	0.589
54	100.800	6.147	0	-6183	13.64	-3.13	0.000
55	103.200	4.924	0	-6183	13.20	-3.60	2.131
56	105.587	0.000	-294	12447	0.00	0.00	0.000

Tabel 3.10.2.5: Staafbelastingen, momenten, normaal- en dwarskrachten

				B E G I N			E I N D		
Staaf nr.	Profiel	X-as [N/m] Horizontaal	Y-as [N/m] Verticaal	Normaal [N]	Dwarskr [N]	Moment [Nm]	Normaal [N]	Dwarskr [N]	Moment [Nm]
1	RHBK100*50*3.0			-12350	-173	0	-12350	-173	-641
2	1e Spant	-38.6	-75.8	-14878	2654	-641	-14774	2450	6233
3	1e Spant	-38.6	-75.8	-11967	-3060	6233	-11863	-3264	-2284

4	1e Spant	38.6	-75.8	-12421	2169	-2284	-12525	1965	3284
5	1e Spant	38.6	-75.8	-15332	-3544	3284	-15436	-3749	-6538
6	RHBK50*30*1.5			11834	0	0	11834	0	0
7	RHBK100*50*3.0			-26427	-34	-0	-26427	-34	-127
8	2e Spant	-39.6	-77.7	-13623	4009	-6666	-13516	3800	3851
9	2e Spant	-39.6	-77.7	-10709	-1710	3851	-10602	-1919	-1037
10	2e Spant	39.6	-77.7	-10592	1940	-1037	-10698	1730	3906
11	2e Spant	39.6	-77.7	-13506	-3779	3906	-13612	-3988	-6555
12	RHBK50*30*1.5			9971	0	0	9971	0	0
13	RHBK100*50*3.0			-25722	1	-0	-25722	1	2
14	Midden Spant	-31.4	-61.5	-13658	3889	-6553	-13573	3724	3700
15	Midden Spant	-31.4	-61.5	-10766	-1786	3700	-10682	-1952	-1333
16	Midden Spant	31.4	-61.5	-10665	1985	-1333	-10749	1819	3790
17	Midden Spant	31.4	-61.5	-13556	-3690	3790	-13641	-3856	-6373
18	RHBK50*30*1.5			9964	0	0	9964	0	0
19	RHBK100*50*3.0			-25587	22	-0	-25587	22	80
20	Midden Spant	-31.4	-61.5	-13706	3831	-6293	-13621	3665	3803
21	Midden Spant	-31.4	-61.5	-10814	-1844	3803	-10730	-2010	-1388
22	Midden Spant	31.4	-61.5	-10740	1990	-1388	-10825	1824	3748
23	Midden Spant	31.4	-61.5	-13632	-3686	3748	-13716	-3851	-6403
24	RHBK50*30*1.5			9963	0	0	9963	0	0
25	RHBK100*50*3.0			-25606	47	-0	-25606	47	173
26	Midden Spant	-31.4	-61.5	-13708	3818	-6230	-13623	3652	3830
27	Midden Spant	-31.4	-61.5	-10816	-1858	3830	-10732	-2023	-1397
28	Midden Spant	31.4	-61.5	-10752	1983	-1397	-10836	1818	3722
29	Midden Spant	31.4	-61.5	-13644	-3692	3722	-13728	-3858	-6445
30	RHBK50*30*1.5			9925	0	0	9925	0	0
31	RHBK100*50*3.0			-25606	72	-0	-25606	72	268
32	Midden Spant	-31.4	-61.5	-13705	3808	-6178	-13621	3642	3855
33	Midden Spant	-31.4	-61.5	-10813	-1868	3855	-10729	-2033	-1399
34	Midden Spant	31.4	-61.5	-10759	1975	-1399	-10843	1809	3698
35	Midden Spant	31.4	-61.5	-13650	-3700	3698	-13735	-3866	-6492
36	RHBK50*30*1.5			9908	0	0	9908	0	0
37	RHBK100*50*3.0			-25606	98	0	-25606	98	362
38	Midden Spant	-31.4	-61.5	-13700	3799	-6130	-13615	3633	3879
39	Midden Spant	-31.4	-61.5	-10808	-1876	3879	-10724	-2042	-1399
40	Midden Spant	31.4	-61.5	-10763	1966	-1399	-10847	1800	3673
41	Midden Spant	31.4	-61.5	-13654	-3709	3673	-13739	-3875	-6541
42	RHBK50*30*1.5			9912	0	0	9912	0	0
43	RHBK100*50*3.0			-25606	123	-0	-25606	123	456
44	Midden Spant	-31.4	-61.5	-13690	3792	-6086	-13606	3626	3904
45	Midden Spant	-31.4	-61.5	-10799	-1884	3904	-10714	-2049	-1393
46	Midden Spant	31.4	-61.5	-10763	1954	-1393	-10847	1788	3647
47	Midden Spant	31.4	-61.5	-13654	-3721	3647	-13739	-3887	-6601
48	RHBK50*30*1.5			9938	0	0	9938	0	0
49	RHBK100*50*3.0			-25591	148	0	-25591	148	549
50	Midden Spant	-31.4	-61.5	-13631	3793	-6051	-13547	3627	3942
51	Midden Spant	-31.4	-61.5	-10740	-1882	3942	-10655	-2048	-1351
52	Midden Spant	31.4	-61.5	-10727	1907	-1351	-10812	1741	3563
53	Midden Spant	31.4	-61.5	-13619	-3768	3563	-13703	-3934	-6810
54	RHBK50*30*1.5			9941	0	0	9941	0	0
55	RHBK100*50*3.0			-25709	170	-0	-25709	170	630
56	2e Spant	-39.6	-77.7	-13597	3915	-6179	-13491	3706	4084
57	2e Spant	-39.6	-77.7	-10683	-1804	4084	-10577	-2013	-1056
58	2e Spant	39.6	-77.7	-10653	1864	-1056	-10759	1655	3684
59	2e Spant	39.6	-77.7	-13566	-3855	3684	-13673	-4064	-6981
60	RHBK50*30*1.5			9933	0	0	9933	0	0
61	RHBK100*50*3.0			-26401	206	-0	-26401	206	762
62	1e Spant	-38.6	-75.8	-15318	3699	-6219	-15214	3495	3471
63	1e Spant	-38.6	-75.8	-12407	-2014	3471	-12303	-2219	-2230
64	1e Spant	38.6	-75.8	-11834	3140	-2230	-11938	2936	5953
65	1e Spant	38.6	-75.8	-14745	-2574	5953	-14849	-2778	-1255
66	RHBK50*30*1.5			11675	0	0	11675	0	0
67	RHBK100*50*3.0			-12446	339	0	-12446	339	1255

3.10.3 De krachtsverdeling in het spant van de middenvelden:

Tabel 3.10.3.1: Momentenlijn, normaal- en dwarskrachtenlijn.

Positie	Momentenlijn	Normaal-krachtenlijn	Dwars-krachtenlijn
x in [m]	M(x) in [Nm]	N(x) in [N]	Q(x) in [N]
begin - eind	(+ = U/- =)	(+ = trek)	(+ = ~~~___)
19.20 - 21.60	-6553 3700	-13658 -13573	3889 3724
21.60 - 24.00	3700 -1333	-10766 -10682	-1786 -1952
24.00 - 26.40	-1333 3790	-10665 -10749	1985 1819
26.40 - 28.80	3790 -6373	-13556 -13641	-3690 -3856
28.80 - 31.20	-6293 3803	-13706 -13621	3831 3665
31.20 - 33.60	3803 -1388	-10814 -10730	-1844 -2010
33.60 - 36.00	-1388 3748	-10740 -10825	1990 1824
36.00 - 38.40	3748 -6403	-13632 -13716	-3686 -3851
38.40 - 40.80	-6230 3830	-13708 -13623	3818 3652
40.80 - 43.20	3830 -1397	-10816 -10732	-1858 -2023
43.20 - 45.60	-1397 3722	-10752 -10836	1983 1818
45.60 - 48.00	3722 -6445	-13644 -13728	-3692 -3858
48.00 - 50.40	-6178 3855	-13705 -13621	3808 3642
50.40 - 52.80	3855 -1399	-10813 -10729	-1868 -2033
52.80 - 55.20	-1399 3698	-10759 -10843	1975 1809
55.20 - 57.60	3698 -6492	-13650 -13735	-3700 -3866
57.60 - 60.00	-6130 3879	-13700 -13615	3799 3633
60.00 - 62.40	3879 -1399	-10808 -10724	-1876 -2042
62.40 - 64.80	-1399 3673	-10763 -10847	1966 1800
64.80 - 67.20	3673 -6541	-13654 -13739	-3709 -3875
67.20 - 69.60	-6086 3904	-13690 -13606	3792 3626
69.60 - 72.00	3904 -1393	-10799 -10714	-1884 -2049
72.00 - 74.40	-1393 3647	-10763 -10847	1954 1788
74.40 - 76.80	3647 -6601	-13654 -13739	-3721 -3887
76.80 - 79.20	-6051 3942	-13631 -13547	3793 3627
79.20 - 81.60	3942 -1351	-10740 -10655	-1882 -2048
81.60 - 84.00	-1351 3563	-10727 -10812	1907 1741
84.00 - 86.40	3563 -6810	-13619 -13703	-3768 -3934

3.10.3.1 Controle van de stijfheid van het spant:

De toelaatbare doorbuiging van alle spanten wordt bepaald per spantbeen:
- uvtoel = 5387 / 250 < 30.0 mm, dus: uvtoel = 21.5 mm

Uit de U-lijn is de maximale doorbuiging:
- doorbuiging umax = -8.79 mm

- Controle van het spant van de middenvelden:
  Doorbuiging: |-8.8 | mm < 21.5 mm, dus: voldoet.
  bij B.C.3: a21) Dead Load + Services + Snow + Psi_Crop

3.10.3.2 Controle van de bovenrand:

3.10.3.2 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de bovenrand:

- De normaalkracht in de bovenrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = -M/0.3600 + N/2 (voor N en M, zie 3.10.3.1)
    met: Effectieve spanthoogte: 360.0 mm

- De normaalkracht in de bovenrand wordt bij de eindplaten van de nok en de kolomaansluiting gereduceerd met de normaalkracht in de diagonaal (einddiagonaal sluit aan bij eindplaat ter plaatse van de bovenrand)
  - Reductie: Nred = Nd - Q/tan(38.9) plaats van eindplaat naar gording
  - Reductie: Nred = Nd + Q/tan(38.9) plaats van gording naar eindplaat
    (voor de dwarskracht Q zie tabel 3.10.3.1)

Tabel 3.10.32: Normaalkrachtenverloop in de bovenrand.

Plaats	Normaalkracht in [N] (trek = positief)	Systeem-lengte
x in [m]	Spant	[mm]
19.20 - 21.60	6553 -17066	2694
21.60 - 24.00	-15662 -4056	2694
24.00 - 26.40	-4089 -15903	2694
26.40 - 28.80	-17307 6104	2694
28.80 - 31.20	5881 -17373	2694
31.20 - 33.60	-15970 -3999	2694

33.60 - 36.00	-3979 -15822	2694
36.00 - 38.40	-17226 6156	2694
38.40 - 40.80	5720 -17451	2694
40.80 - 43.20	-16047 -3994	2694
43.20 - 45.60	-3954 -15758	2694
45.60 - 48.00	-17162 6260	2694
48.00 - 50.40	5590 -17518	2694
50.40 - 52.80	-16114 -3997	2694
52.80 - 55.20	-3940 -15694	2694
55.20 - 57.60	-17097 6374	2694
57.60 - 60.00	5470 -17583	2694
60.00 - 62.40	-16179 -4008	2694
62.40 - 64.80	-3933 -15628	2694
64.80 - 67.20	-17031 6499	2694
67.20 - 69.60	5361 -17648	2694
69.60 - 72.00	-16244 -4028	2694
72.00 - 74.40	-3933 -15553	2694
74.40 - 76.80	-16957 6649	2694
76.80 - 79.20	5293 -17725	2694
79.20 - 81.60	-16321 -4114	2694
81.60 - 84.00	-3975 -15304	2694
84.00 - 86.40	-16707 7189	2694

3.10.3.2 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Nadrukkelijk wordt vermeld, dat onderstaande stabiliteits-berekeningen alleen voldoen bij toepassing van specifieke stabiliteits-voorzieningen ter plaatse van de gordingen:

- fixatie van de boven- en onderrand rand uit het vlak van het spant, door windverbanden tussen de gordingen in het eerste en laatste vak van een gootlengte en momentvaste koppelingen tussen gordingen en bovenrand

Tabel 3.10.3.2:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de bovenrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-bepaling begin-eind	Normaalkrachten (trek = positief) [N] "begin"	"einde"	Rand-voor-waar-den	Knfct staaf-lengte ßm×ßn	Knik-lengte [mm]	Klasse	Sterkte UC	Stab. UC
19.20-21.60	6553	-17066	m-g	0.494	1330	1	0.20	0.30
21.60-24.00	-15662	-4056	g-n	0.546	1471	1	0.19	0.30
24.00-26.40	-4089	-15903	n-g	0.601	1619	1	0.19	0.33
26.40-28.80	-17307	6104	g-m	0.400	1077	1	0.21	0.31
28.80-31.20	5881	-17373	m-g	0.494	1330	1	0.21	0.31
31.20-33.60	-15970	-3999	g-n	0.544	1465	1	0.19	0.30
33.60-36.00	-3979	-15822	n-g	0.600	1616	1	0.19	0.33
36.00-38.40	-17226	6156	g-m	0.400	1077	1	0.20	0.31
38.40-40.80	5720	-17451	m-g	0.494	1330	1	0.21	0.31
40.80-43.20	-16047	-3994	g-n	0.543	1464	1	0.19	0.30
43.20-45.60	-3954	-15758	n-g	0.600	1616	1	0.19	0.33
45.60-48.00	-17162	6260	g-m	0.400	1077	1	0.20	0.30
48.00-50.40	5590	-17518	m-g	0.494	1330	1	0.21	0.31
50.40-52.80	-16114	-3997	g-n	0.543	1463	1	0.19	0.31
52.80-55.20	-3940	-15694	n-g	0.600	1616	1	0.19	0.33
55.20-57.60	-17097	6374	g-m	0.400	1077	1	0.20	0.30
57.60-60.00	5470	-17583	m-g	0.494	1330	1	0.21	0.31
60.00-62.40	-16179	-4008	g-n	0.543	1463	1	0.19	0.31
62.40-64.80	-3933	-15628	n-g	0.600	1616	1	0.19	0.32
64.80-67.20	-17031	6499	g-m	0.400	1077	1	0.20	0.30
67.20-69.60	5361	-17648	m-g	0.494	1330	1	0.21	0.31
69.60-72.00	-16244	-4028	g-n	0.543	1463	1	0.19	0.31
72.00-74.40	-3933	-15553	n-g	0.600	1617	1	0.18	0.32
74.40-76.80	-16957	6649	g-m	0.400	1077	1	0.20	0.30
76.80-79.20	5293	-17725	m-g	0.494	1330	1	0.21	0.31
79.20-81.60	-16321	-4114	g-n	0.544	1466	1	0.19	0.31
81.60-84.00	-3975	-15304	n-g	0.601	1620	1	0.18	0.32
84.00-86.40	-16707	7189	g-m	0.400	1077	1	0.20	0.30

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (0.95 - 0.2)*(|-15903 |/(0.571 *84071   /1.0)) = 1.12
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-15903 |/(0.571 *84071   /1.0)) = 1.14
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(1.12   , 1.14   ) = 1.12
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.67

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-15903 |/(0.571 *84071   /1.0)+1.12 *|0.0 |/(1.00*1113.7 /1.0)
           = 0.331 + 0.000 = 0.331
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-15903 |/(0.671 *84071   /1.0)+0.67 *|0.0 |/(1.00*1113.7 /1.0)
           = 0.282 + 0.000 = 0.282

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.331 , 0.282) = 0.331

- controle: 0.33 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.10.3.2 Stabiliteitscontrole in het vlak:

- Maatgevende normaaldrukkracht: Ndmax = -17725 N

- Kniklengte: lky = 1.00 * lveld = 1.00 * 898 = 898 mm
Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
Interactiefactoren volgens bijlage B:
Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
      = 0.90 * (1.0 + (0.79 - 0.2)*(|-17725 |/(0.671 *84071   /1.0)) = 1.07
Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
      = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-17725 |/(0.671 *84071   /1.0)) = 1.13
Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(1.07   , 1.13   ) = 1.07
Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.64

UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
         = |-17725 |/(0.671 *84071   /1.0)+1.07 *|0.0 |/(1.00*828.1 /1.0)
         = 0.314 + 0.000 = 0.314
UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
         = |-17725 |/(0.829 *84071   /1.0)+0.64 *|0.0 |/(1.00*828.1 /1.0)
         = 0.254 + 0.000 = 0.254

Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.314 , 0.254) = 0.314

- controle: 0.31 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.10.3.2 Doorsnede-controle van de bovenrand:

          |NEd| |-17725 |
- UCDruk = ----- = --------- = 0.21
          Nc.Rd   84071

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 7189   N

          |NEd| | 7189 |
- UCTrek = ----- = --------- = 0.09
          Nc.Rd   84071

Trek is maatgevend.

- Controle: 0.21 < 1.00, dus de treksterkte voldoet.

Conclusie:
- Bovenrand (RHBK50*30*2.0) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.3: a21) Dead Load + Services + Snow + Psi_Crop

3.10.3.3 Controle van de onderrand:

3.10.3.3 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de onderrand:

- De normaalkracht in de onderrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = M/0.3600 + N/2 (voor N en M, zie 3.10.3.1)
    met: Effectieve spanthoogte: 360.0 mm

Tabel 3.10.33: Normaalkrachtenverloop in de onderrand.

Plaats x in [m]	Normaalkracht in [N] (trek = positief) Spant		Systeem-lengte [mm]
19.20 - 21.60	-25030	3492	2892
21.60 - 24.00	4896	-9044	2694
24.00 - 26.40	-9036	5154	2694
26.40 - 28.80	3750	-24523	2892
28.80 - 31.20	-24334	3752	2892
31.20 - 33.60	5155	-9222	2694
33.60 - 36.00	-9227	4998	2694
36.00 - 38.40	3594	-24645	2892
38.40 - 40.80	-24159	3828	2892
40.80 - 43.20	5231	-9245	2694
43.20 - 45.60	-9255	4922	2694
45.60 - 48.00	3518	-24768	2892
48.00 - 50.40	-24013	3897	2892
50.40 - 52.80	5301	-9252	2694
52.80 - 55.20	-9266	4850	2694
55.20 - 57.60	3447	-24899	2892
57.60 - 60.00	-23878	3968	2892
60.00 - 62.40	5371	-9247	2694
62.40 - 64.80	-9266	4781	2694
64.80 - 67.20	3377	-25039	2892
67.20 - 69.60	-23750	4042	2892
69.60 - 72.00	5445	-9226	2694
72.00 - 74.40	-9250	4706	2694
74.40 - 76.80	3302	-25205	2892
76.80 - 79.20	-23625	4178	2892
79.20 - 81.60	5581	-9079	2694
81.60 - 84.00	-9115	4492	2694
84.00 - 86.40	3089	-25767	2892

3.10.3.3 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Nadrukkelijk wordt vermeld, dat onderstaande stabiliteits-berekeningen alleen voldoen bij toepassing van specifieke stabiliteits-voorzieningen ter plaatse van de gordingen:

- fixatie van de boven- en onderrand rand uit het vlak van het spant, door windverbanden tussen de gordingen in het eerste en laatste vak van een gootlengte en momentvaste koppelingen tussen gordingen en bovenrand

Tabel 3.10.3.3:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de onderrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-bepaling begin-eind	Normaalkrachten (trek = positief) [N] "begin"	"einde"	Rand-voor-waar-den	Knfct staaf-lengte ßm×ßn	Knik-lengte/PlPerc [mm]	Klasse	Sterkte UC	Stab. UC
19.20-21.60	-25030	3492	m-g	0.551	1593	1	0.35	0.64
21.60-24.00	4896	-9044	g-n	0.608	1639	1	0.12	0.24
24.00-26.40	-9036	5154	n-g	0.590	1588	1	0.12	0.23
26.40-28.80	3750	-24523	g-m	0.599	1731	1	0.34	0.69
28.80-31.20	-24334	3752	m-g	0.546	1578	1	0.34	0.61
31.20-33.60	5155	-9222	g-n	0.608	1639	1	0.13	0.24
33.60-36.00	-9227	4998	n-g	0.590	1588	1	0.13	0.23
36.00-38.40	3594	-24645	g-m	0.601	1737	1	0.34	0.69
38.40-40.80	-24159	3828	m-g	0.544	1574	1	0.33	0.61
40.80-43.20	5231	-9245	g-n	0.608	1639	1	0.13	0.24
43.20-45.60	-9255	4922	n-g	0.590	1588	1	0.13	0.23
45.60-48.00	3518	-24768	g-m	0.602	1740	1	0.34	0.70
48.00-50.40	-24013	3897	m-g	0.543	1570	1	0.33	0.60
50.40-52.80	5301	-9252	g-n	0.608	1639	1	0.13	0.24
52.80-55.20	-9266	4850	n-g	0.590	1588	1	0.13	0.24
55.20-57.60	3447	-24899	g-m	0.603	1743	1	0.34	0.70
57.60-60.00	-23878	3968	m-g	0.542	1566	1	0.33	0.60
60.00-62.40	5371	-9247	g-n	0.608	1639	1	0.13	0.24
62.40-64.80	-9266	4781	n-g	0.590	1588	1	0.13	0.24
64.80-67.20	3377	-25039	g-m	0.604	1746	1	0.35	0.71
67.20-69.60	-23750	4042	m-g	0.540	1562	1	0.33	0.59
69.60-72.00	5445	-9226	g-n	0.608	1639	1	0.13	0.24
72.00-74.40	-9250	4706	n-g	0.590	1588	1	0.13	0.23
74.40-76.80	3302	-25205	g-m	0.605	1749	1	0.35	0.71
76.80-79.20	-23625	4178	m-g	0.538	1555	1	0.33	0.59
79.20-81.60	5581	-9079	g-n	0.608	1639	1	0.13	0.24
81.60-84.00	-9115	4492	n-g	0.590	1588	1	0.13	0.23
84.00-86.40	3089	-25767	g-m	0.608	1757	1	0.36	0.73

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (1.10 - 0.2)*(|-25767 |/(0.485 *72467   /1.0)) = 1.49
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-25767 |/(0.485 *72467   /1.0)) = 1.43
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(1.49   , 1.43   ) = 1.43
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.86

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-25767 |/(0.485 *72467   /1.0)+1.43 *|0.0 |/(1.00*983.6 /1.0)
           = 0.733 + 0.000 = 0.733
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-25767 |/(0.744 *72467   /1.0)+0.86 *|0.0 |/(1.00*983.6 /1.0)
           = 0.478 + 0.000 = 0.478

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.733 , 0.478) = 0.733

- controle: 0.73 < 0.95, dus de stabiliteit voldoet.

3.10.3.3 Stabiliteitscontrole in het vlak (nabij de kolom-aansluitingen):

- Maatgevend: Ndmax = N + |Q|/tan(alfa) = -25767 + |-3934 |/tan(38.9) = -25767 N
  (N.B.: 1e drukdiagonaal reduceert de normaaldrukkracht in de onderrand)
- Veldmoment: Mgewas = 1/4*Fgew*lveld = 1/4 * 0 * 898 = 0 E3 Nmm
  (N.B.: Fgew = gamma*v*qgew*hohgew + gamma*v*qtg*hohtgt)
  = 1.28*4.00*0 *0.80 + 1.28*4.00*0 *1.60 = 0 N)

- Kniklengte: lky = 0.80*lveld = 0.80 * 898 = 718 mm
  (lky = lveld, volgens NEN 3851 art. 2.5.6.2.c.)

  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.80 (het profiel is geschoord).
  M1 = -0.00 , M2 = -0.00 , Ms = 0.00 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz2 * (1.0 + 0.6*lambdarel.z*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
  = 0.80 * (1.0 + 0.6*0.67 *(|-25767 |/(0.744 *72467 /1.0)) = 0.95
  Kz.3 = Cmz2 * (1.0 + 0.6*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
  = 0.80 * (1.0 + 0.6*(|-25767 |/(0.744 *72467 /1.0)) = 1.03
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.95 , 1.03) = 0.95
  Ky.b = 0.8 * Kz.b = 0.76

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
  = |-25767 |/(0.744 *72467 /1.0)+0.95 *|0.0 |/(1.00*738.1 /1.0)
  = 0.478 + 0.000 = 0.478
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
  = |-25767 |/(0.871 *72467 /1.0)+0.76 *|0.0 |/(1.00*738.1 /1.0)
  = 0.408 + 0.000 = 0.408

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.478 , 0.408) = 0.478

- controle: 0.48 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.10.3.3 Doorsnede-controle van de onderrand:

$$\text{- UCDruk} = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} = \frac{|-25767|}{72467} = 0.36$$

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 5581 N

$$\text{- UCTrek} = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} = \frac{|5581|}{72467} = 0.08$$

Druk is maatgevend.

- Controle: 0.36 < 1.00, dus de druksterkte voldoet.

Conclusie:
- Onderrand (RHBK50*30*1.5) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.3: a21) Dead Load + Services + Snow + Psi_Crop

3.10.3.4 Controle van de diagonalen:

3.10.3.4 Controle van de diagonalen in de eindvelden:

- Controle op druk:
  - Maatgevende dwarskracht eindvelden: Qmaxd = -3934 N (zie tabel 3.10.3.1)

$$\text{Ndiagd} = \frac{|\text{Qmaxd}|}{\sin(\text{alfa})} = \frac{|-3934|}{\sin(38.9)} = 6264 \text{ N}$$

  - Capaciteit diagonaal: Fdiagd = 13200 N (zie 4.4)

  - Controle: 6264 N < 13200 N, dus diagonaal voldoet.

- Controle op trek:
  - Maatgevende dwarskracht eindvelden: Qmaxt = 3889 N (zie tabel 3.10.3.1)

$$\text{Ndiagt} = \frac{\text{Qmaxt}}{\sin(\text{alfa})} = \frac{3889}{\sin(38.9)} = 6193 \text{ N}$$

  - Capaciteit diagonaal eindvelden: Fdiagt = 36175 N (zie 4.4)

  - Controle: 6193 N < 36175 N, dus diagonaal voldoet.

Conclusie:
- Diagonalen in eindvelden (RD14.0 mm) voldoen qua trek/druk
  bij B.C.3: a21) Dead Load + Services + Snow + Psi_Crop

3.10.3.4 Controle van de (las)verbindingen:

	Diagonalen eindvelden		Diagonalen middenvelden	
	Nd = 6264 N Nt = 6193 N		Nd = - 0 N Nt = 0 N	
	Fstev = 4820 N Fstlo = 3889 N Msdt = 24602.9 Nm Fsdev = 4875 N		Fstev = 0 N Fstlo = 0 N Msdt = 0.00 Nm Fsdev = 0 N	
	bovenrand	onderrand	bovenrand	onderrand
Tau1	20.77 N/mm²	20.77 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
Tau2	16.07 N/mm²	16.07 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
Sgm1	20.77 N/mm²	20.77 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
SgmWst	28.86 N/mm²	28.86 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
UC1	0.14	0.14	0.00	0.00
UC2	0.07	0.07	0.00	0.00
SgmWsd	16.25 N/mm²	16.25 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
UC3	0.08	0.08	0.00	0.00
Nt1	20826 N	15660 N	20826 N	15660 N
knd	1.00	1.00	1.00	1.00
Nd1	20826 N	15660 N	20826 N	15660 N
UCt1	0.30	0.40	0.00	0.00
UCd1	0.30	0.40	0.00	0.00
UClas	0.14	0.14	0.00	0.00
UCdia	0.30	0.40	0.00	0.00
UCgeo	0.48	0.49	0.48	0.49
UClas	0.14		0.00	
UCdia	0.50		0.50	

Conclusie:
- Lassen: UClas = 0.14 <= 1.00 dus: voldoen
- Aansluitingen: UCdia = 0.50 <= 1.00 dus: voldoen

Eindconclusie:
- Aansluiting diagonalen voldoet
  bij B.C.3: a21) Dead Load + Services + Snow + Psi_Crop

3.10.3.4 Controle van de dekgording (het spant van de middenvelden)

- Belastingscombinatie met alleen eigen gewicht kasdek, wind en sneeuw
  Qg,links = [32 + 0 *(+0.00-(+0.00))/cos(27.0) + 423] * 9.60 /[2*(1+1)] = 1.093 Nm
  Qg,rechts = [32 + 0 *(+0.00-(+0.00))/cos(27.0) + 423] * 9.60 /[2*(1+1)] = 1.093 Nm
  Qg= max(|Qg,links| ; |Qg,rechts|) = 1.093 Nm

- Vervormingseis dekgordingen volgens EN 13031-1:
  dtoel2 = min(4000/(650 - 100*min(4000/1125;5)); 4000/150; 30) = 13.6 mm
- Hieruit volgt een minimaal traagheidsmoment (ligger op 3 steunpunten):
  Ixg,bc = 2/384 * (Qg * 40004) / (Estaal,g * dtoel2) = 510905 mm4

- Minimaal traagheidsmoment dekgording:
  Ixgmin = max(Ixg,eg, Ixg,bc) = max(91429 , 510905) = 510905 mm4

3.10.3.4 Controle van de gordingverticaal

- Controle veerstijfheid gordingverticaal
  De onderrand wordt geschematiseerd als een ligger van goot naar nok.
  - Veerstijfheid gordingprofiel:
    kgord = 4 * Estaal,g * Ixgmin / (390 ² * 4000) = 705.4 N/mm
  - Veerstijfheid gordingverticaal:
    k0gvert = 1826.1 N/mm (zie 4.7)

    De veerstijfheid van de verticaal is ten minste zo groot als 100% van
    de veerstijfheid van de inklemming van de gording.

  - Controle: 1826.1 N/mm > 705.4 N/mm, dus gordingverticaal voldoet.

- Plaatsvastheid van de gordingverticaal bij de onderrand
  Omdat de aansluiting van de gording aan de tralie in het algemeen goed
  momentvast is uitgevoerd, kan de volledige stijfheid van de gording in
  rekening worden gebracht.

  - Veerstijfheid gordingprofiel:
    kgord = 4 * Estaal,g * 510905 / (390 ² * 4000) = 705.4 N/mm

  - Veerstijfheid van de aansluiting van de onderrand-gording "uit het vlak":
    Hoekverdraaiing door gording en inklemming opzetkolom:

$$V2 = \frac{2*vak}{4*Eg*Ig} = \frac{2}{4} * \frac{4000}{210000 * 510905} = 18.6 \ *10\text{-}9 \ 1/Nmm$$

    Hoekverdraaiing door moment bij onderrand door bovenrand:

$$V3 = \frac{bkap}{2*(ngord+1)*\cos(27.0)*Gbr*Itbr*2} = \frac{9600}{2*(1+1)*\cos(27.0)* 80769* 92298*2} = 180.7 \ *10\text{-}9 \ 1/Nmm$$

    Hoekverdraaiing door puntlast bij gordingverticaal:

$$V4 = \frac{ht;net^2}{3 * Egv * Igv} = \frac{330^2}{3 * 210000 * 104167} = 1659.4 \ *10\text{-}9 \ 1/Nmm$$

    Moment bij bovenrand

$$MBr = \frac{V2 * hspant}{V2 + V3} = \frac{18.6 * 390}{18.6 + 180.7} = 36.5 \ Nm$$

    Moment bij gording Mozk = hspant - Mbr = 390 - 36 = 354 Nmm

    Geeft de veerstijfheid ter plaatse van de bovenrand:

$$kor = \frac{1}{V4*ht;nett + V2*hspant^2 + V2*hspant*-Mbr} = \frac{1}{1659.4*330 + 18.6*390^2 + 18.6*390*(-36)} = 320.7 \ N/mm$$

    Vereiste kritische veerstijfheid: kcr = 16.5 N/mm (zie 4.8)

  - Controle: 320.7 N/mm > 16.5 N/mm, dus veerstijfheid voldoet.

- Controle op knik:
  - Maatgevende verticale kracht: Ngv = Fvg = -5509 N
  - Capaciteit van de verticaal : Fgvertd = 69549 N (zie 4.6)

  - Controle: -5509 N > 69549 N, dus gordingverticaal voldoet.

Conclusie:
- Gordingverticaal voldoet qua sterkte/stabiliteit en stijfheid
  bij B.C.3: a21) Dead Load + Services + Snow + Psi_Crop

3.10.3.5 Controle van de bouten van de spant-kolom-aansluiting:

Controle van de krachten op de bout(en) bij de bovenrand:

Tabel 3.10.3.5.1: Belastingen bij bovenrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Spant-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Nt [N]	Ft,br [N]	Fs,br [N]	Fi,br [N]
19.20	-6553	-13658	3889	9964	9099	6566	13000
28.80	-6373	-13641	-3856	9964	8707	6532	12695
28.80	-6293	-13706	3831	9963	8499	6525	12545
38.40	-6403	-13716	-3851	9963	8739	6545	12730
38.40	-6230	-13708	3818	9925	8356	6513	12437
48.00	-6445	-13728	-3858	9925	8827	6553	12799
48.00	-6178	-13705	3808	9908	8242	6504	12350
57.60	-6492	-13735	-3866	9908	8926	6562	12877
57.60	-6130	-13700	3799	9912	8138	6495	12271
67.20	-6541	-13739	-3875	9912	9035	6571	12962
67.20	-6086	-13690	3792	9938	8044	6486	12200
76.80	-6601	-13739	-3887	9938	9168	6582	13065
76.80	-6051	-13631	3793	9941	7995	6474	12155
86.40	-6810	-13703	-3934	9941	9650	6616	13441

Gegevens van de eindplaat bij de bovenrand:
- Aantal bouten bij de bovenrand: nbb = 1
- Momenten-arm bij bovenrand: hbbout = 458 mm
- Hellingshoek van het spant: alpha = 27.0 graden
- Nt is de trekkracht in de trekstang van het spant
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Normaalkracht: $Ft = \frac{N*\cos(alpha) + sn*Q*\sin(alpha)}{2 * nbb} - \frac{M}{hbbout} + \frac{Nt}{2}$ met Ft>=0N
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * -N*sin(alpha) + sn*Q*cos(alpha)
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,br max = 13441 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbtb max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 13441 N < 33926 N, dus bout bij bovenrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.3: a21) Dead Load + Services + Snow + Psi_Crop

Controle van de krachten op de bout(en) bij de onderrand:

Tabel 3.10.3.5.2: Belastingen bij onderrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Spant-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Nt [N]	Ft,or [N]	Fs,or [N]	Fi,or [N]
19.20	-6553	-13658	3889	9964	0	6566	9285
28.80	-6373	-13641	-3856	9964	0	6532	9238
28.80	-6293	-13706	3831	9963	0	6525	9227
38.40	-6403	-13716	-3851	9963	0	6545	9256
38.40	-6230	-13708	3818	9925	0	6513	9211
48.00	-6445	-13728	-3858	9925	0	6553	9268
48.00	-6178	-13705	3808	9908	0	6504	9197
57.60	-6492	-13735	-3866	9908	0	6562	9280
57.60	-6130	-13700	3799	9912	0	6495	9185
67.20	-6541	-13739	-3875	9912	0	6571	9293
67.20	-6086	-13690	3792	9938	0	6486	9173
76.80	-6601	-13739	-3887	9938	0	6582	9309
76.80	-6051	-13631	3793	9941	0	6474	9156
86.40	-6810	-13703	-3934	9941	0	6616	9356

Gegevens van de eindplaat bij de onderrand:
- Aantal bouten bij de onderrand: nbo = 2
- Momenten-arm bij onderrand: hobout = 762 mm
- Hellingshoek van het spant: alfa = 27.0 graden
- Nt is de trekkracht in de trekstang van het spant
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * -N*sin(alpha) + sn*Q*cos(alpha)
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,or max = 9356 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbto max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 9356   N < 33926   N, dus bout bij onderrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.3: a21) Dead Load + Services + Snow + Psi_Crop

3.10.3.5 Controle van de eindplaat op pons:

Bij de boutverbinding van de bovenrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxb = 9.7 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capb = 80 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 9.7 kN < 80 kN, dus eindplaat (ST50*10.0) voldoet
zonder onderlegring bij de bovenste bout
bij B.C.3: a21) Dead Load + Services + Snow + Psi_Crop

Bij de boutverbinding van de onderrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxo = 0.0 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capo = 80 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0.0 kN < 80 kN, dus eindplaat (ST50*10.0) voldoet
zonder onderlegring bij de onderste bout
bij B.C.3: a21) Dead Load + Services + Snow + Psi_Crop

3.10.3.5 Controle van de eindplaat op buiging:

Tabel 3.10.3.5.4.1: Belastingen van de eindplaat van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Spant-kracht	Normaal-kracht	Normaal-kracht
x	M	N	Q	Nt	Ftrb	Ftro
[m]	[Nm]	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]
19.20	-6553	-13658	3889	9964	13000	0
28.80	-6373	-13641	-3856	9964	12501	0
28.80	-6293	-13706	3831	9963	12245	0
38.40	-6403	-13716	-3851	9963	12550	0
38.40	-6230	-13708	3818	9925	12065	0
48.00	-6445	-13728	-3858	9925	12664	0
48.00	-6178	-13705	3808	9908	11920	0
57.60	-6492	-13735	-3866	9908	12791	0
57.60	-6130	-13700	3799	9912	11787	0
67.20	-6541	-13739	-3875	9912	12929	0
67.20	-6086	-13690	3792	9938	11666	0
76.80	-6601	-13739	-3887	9938	13097	0
76.80	-6051	-13631	3793	9941	11597	0
86.40	-6810	-13703	-3934	9941	13704	0

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de bovenrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftrb = \frac{N\cos(\alpha) + sn\,Q\sin(\alpha)}{2} - \frac{M}{ht,eff} \text{ met } Ftrb>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftrb(max) * e = 0.5 * 13704 * 25.0 = 171 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 1987 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 171 Nm < 1987 Nm, dus eindplaat (ST50*10.0) voldoet
bij B.C.3: a21) Dead Load + Services + Snow + Psi_Crop

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de onderrand:
- Normaalkracht : Ftbout(2) = 0.0 * 367.7 /472.7 = 0.0 kN
- Normaalkracht : Ftbout(1) = 0.0 * 472.7 /472.7 = 0.0 kN
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * max(Ftbout(2) * e(2), Ftbout(1) * e(1))
= 0.5 * max(0.0 * 25 , 0.0 * 50) = 0 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 2683 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0 Nm < 2683 Nm, dus eindplaat (ST50*10.0) voldoet
bij B.C.3: a21) Dead Load + Services + Snow + Psi_Crop

De lasverbindingen tussen eindplaat met resp. de boven- en onderrand
zijn niet gecontroleerd.

3.10.3.6 Controle van de bouten van de nokaansluiting:

Controle van de krachten op de bout(en) bij de bovenrand:

Tabel 3.10.3.6.1: Belastingen bij bovenrand van de nokaansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,br [N]	Fs,br [N]	Fi,br [N]
24.00	-1333	-10682	-1952	0	4164	5888
24.00	-1333	-10665	1985	0	4189	5925
33.60	-1388	-10730	-2010	0	4227	5977
33.60	-1388	-10740	1990	0	4211	5955
43.20	-1397	-10732	-2023	0	4239	5995
43.20	-1397	-10752	1983	0	4208	5951
52.80	-1399	-10729	-2033	0	4247	6007
52.80	-1399	-10759	1975	0	4202	5943
62.40	-1399	-10724	-2042	0	4254	6016
62.40	-1399	-10763	1966	0	4195	5932
72.00	-1393	-10714	-2049	0	4258	6022
72.00	-1393	-10763	1954	0	4184	5917
81.60	-1351	-10655	-2048	0	4243	6001
81.60	-1351	-10727	1907	0	4134	5847

Gegevens van de nokplaat bij de bovenrand:
- Aantal bouten bij de bovenrand: nbb = 1
- Momenten-arm bij bovenrand: hbbout = 372 mm
- Hellingshoek van het spant: alpha = 27.0 graden
- Teken dwarskracht bij eindpositie sn=+1 en bij beginpositie sn=-1

$$\text{- Normaalkracht: } Ft = \frac{N*\cos(alpha) + sn*Q*\sin(alpha)}{2 * nbb} - \frac{M}{hbbout} \text{ met } Ft>=0N$$

- Schuifkracht: $Fs = 0.5 * -N*\sin(alpha) - sn*Q*\cos(alpha)$
- Ideële kracht: $Fi = (Ft^2 + 2*Fs^2)0.5$
- Maximale optredende kracht: Fi,br max = 6022 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbtb max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 6022 N < 33926 N, dus bout bij bovenrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.3: a21) Dead Load + Services + Snow + Psi_Crop

Controle van de krachten op de bout(en) bij de onderrand:

Tabel 3.10.3.6.2: Belastingen bij onderrand van de nokaansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,or [N]	Fs,or [N]	Fi,or [N]
24.00	-1333	-10682	-1952	0	4164	5888
24.00	-1333	-10665	1985	0	4189	5925
33.60	-1388	-10730	-2010	0	4227	5977
33.60	-1388	-10740	1990	0	4211	5955
43.20	-1397	-10732	-2023	0	4239	5995
43.20	-1397	-10752	1983	0	4208	5951
52.80	-1399	-10729	-2033	0	4247	6007
52.80	-1399	-10759	1975	0	4202	5943
62.40	-1399	-10724	-2042	0	4254	6016
62.40	-1399	-10763	1966	0	4195	5932
72.00	-1393	-10714	-2049	0	4258	6022
72.00	-1393	-10763	1954	0	4184	5917
81.60	-1351	-10655	-2048	0	4243	6001
81.60	-1351	-10727	1907	0	4134	5847

Gegevens van de nokplaat bij de onderrand:
- Aantal bouten bij de onderrand: nbo = 1
- Momenten-arm bij onderrand: hobout = 372 mm
- Hellingshoek van het spant: alfa = 27.0 graden
- Teken dwarskracht bij eindpositie sn=+1 en bij beginpositie sn=-1

$$\text{- Normaalkracht: } Ft = \frac{N*\cos(alpha) + sn*Q*\sin(alpha)}{2 * nbo} + \frac{M}{hobout} \text{ met } Ft>=0N$$

- Schuifkracht: $Fs = 0.5 * -N*\sin(alpha) - sn*Q*\cos(alpha)$
- Ideële kracht: $Fi = (Ft^2 + 2*Fs^2)0.5$
- Maximale optredende kracht: Fi,or max = 6022 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbto max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 6022   N < 33926   N, dus bout bij onderrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.3: a21) Dead Load + Services + Snow + Psi_Crop

3.10.3.6 Controle van de nokplaat op pons:
Bij de boutverbinding van de bovenrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxb = 0.0 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de nokplaat: Fp,capb = 96 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0.0 kN < 96 kN, dus nokplaat (ST50*12.0) voldoet
zonder onderlegring bij de bovenste bout
bij B.C.3: a21) Dead Load + Services + Snow + Psi_Crop

Bij de boutverbinding van de onderrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxo = 0.0 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de nokplaat: Fp,capo = 96 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0.0 kN < 96 kN, dus nokplaat (ST50*12.0) voldoet
zonder onderlegring bij de onderste bout
bij B.C.3: a21) Dead Load + Services + Snow + Psi_Crop

3.10.3.6 Controle van de nokplaat op buiging:

Tabel 3.10.3.6.4.1: Belastingen van de nokplaat.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Normaal-kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ftrb [N]	Ftro [N]
24.00	-1333	-10682	-1952	0	0
24.00	-1333	-10665	1985	0	0
33.60	-1388	-10730	-2010	0	0
33.60	-1388	-10740	1990	0	0
43.20	-1397	-10732	-2023	0	0
43.20	-1397	-10752	1983	0	0
52.80	-1399	-10729	-2033	0	0
52.80	-1399	-10759	1975	0	0
62.40	-1399	-10724	-2042	0	0
62.40	-1399	-10763	1966	0	0
72.00	-1393	-10714	-2049	0	0
72.00	-1393	-10763	1954	0	0
81.60	-1351	-10655	-2048	0	0
81.60	-1351	-10727	1907	0	0

Resulterende trekkracht in de nokplaat bij de bovenrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftrb = \frac{N\cos(\alpha) + sn\,Q\sin(\alpha)}{2} - \frac{M}{ht,eff} \quad \text{met } Ftrb \geq 0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de nokplaat:
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftrb(max) * e = 0.5 * 0 * 25.0 = 0 Nm
- Capaciteit van de nokplaat: Mp,cap = 368 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0 Nm < 368 Nm, dus nokplaat (ST50*12.0) voldoet
bij B.C.3: a21) Dead Load + Services + Snow + Psi_Crop

Resulterende trekkracht in de nokplaat bij de onderrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftro = \frac{N\cos(alfa) + sn\,Q\sin(alfa)}{2} + \frac{M}{ht,eff} \quad \text{met } Ftro \geq 0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de nokplaat:
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftro(max) * e = 0.5 * 0 * 25.0 = 0 Nm
- Capaciteit van de nokplaat: Mp,cap = 685 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0 Nm < 685 Nm, dus nokplaat (ST50*12.0) voldoet
bij B.C.3: a21) Dead Load + Services + Snow + Psi_Crop

De lasverbindingen tussen nokplaat met resp. de boven- en onderrand
zijn niet gecontroleerd.

3.10.4 De krachtsverdeling in het 2e spant:

Tabel 3.10.4.1: Momentenlijn, normaal- en dwarskrachtenlijn.

Positie	Momentenlijn	Normaal-	Dwars-
		krachtenlijn	krachtenlijn
x in [m]	M(x) in [Nm]	N(x) in [N]	Q(x) in [N]
begin - eind	(+ = U/- =)	(+ = trek)	(+ = ~~~___)
9.60 - 12.00	-6666 3851	-13623 -13516	4009 3800
12.00 - 14.40	3851 -1037	-10709 -10602	-1710 -1919
14.40 - 16.80	-1037 3906	-10592 -10698	1940 1730
16.80 - 19.20	3906 -6555	-13506 -13612	-3779 -3988
86.40 - 88.80	-6179 4084	-13597 -13491	3915 3706
88.80 - 91.20	4084 -1056	-10683 -10577	-1804 -2013
91.20 - 93.60	-1056 3684	-10653 -10759	1864 1655
93.60 - 96.00	3684 -6981	-13566 -13673	-3855 -4064

3.10.4.1 Controle van de stijfheid van het spant:

De toelaatbare doorbuiging van alle spanten wordt bepaald per spantbeen:
- uvtoel = 5387 / 250 < 30.0 mm, dus: uvtoel = 21.5 mm

Uit de U-lijn is de maximale doorbuiging:
- doorbuiging umax = -9.03 mm

- Controle van het 2e spant:
  Doorbuiging: |-9.0 | mm < 21.5 mm,   dus: voldoet.
  bij B.C.3: a21) Dead Load + Services + Snow + Psi_Crop

3.10.4.2 Controle van de bovenrand:

3.10.4.2 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de bovenrand:

- De normaalkracht in de bovenrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = -M/0.3600 + N/2   (voor N en M, zie 3.10.4.1)
    met: Effectieve spanthoogte: 360.0 mm

- De normaalkracht in de bovenrand wordt bij de eindplaten van de nok en de kolomaansluiting gereduceerd met de normaalkracht in de diagonaal (einddiagonaal sluit aan bij eindplaat ter plaatse van de bovenrand)
  - Reductie: Nred = Nd - Q/tan(38.9) plaats van eindplaat naar gording
  - Reductie: Nred = Nd + Q/tan(38.9) plaats van gording naar eindplaat
    (voor de dwarskracht Q zie tabel 3.10.4.1)

Tabel 3.10.42: Normaalkrachtenverloop in de bovenrand.

Plaats	Normaalkracht in [N] (trek = positief)	Systeem-lengte
x in [m]	Spant	[mm]
9.60 - 12.00	6737 -17454	2694
12.00 - 14.40	-16051 -4799	2694
14.40 - 16.80	-4819 -16199	2694
16.80 - 19.20	-17603 6460	2694
86.40 - 88.80	5514 -18091	2694
88.80 - 91.20	-16688 -4850	2694
91.20 - 93.60	-4704 -15612	2694
93.60 - 96.00	-17016 7519	2694

3.10.4.2 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Nadrukkelijk wordt vermeld, dat onderstaande stabiliteits-berekeningen alleen voldoen bij toepassing van specifieke stabiliteits-voorzieningen ter plaatse van de gordingen:

- fixatie van de boven- en onderrand rand uit het vlak van het spant, door windverbanden tussen de gordingen in het eerste en laatste vak van een gootlengte en momentvaste koppelingen tussen gordingen en bovenrand

Tabel 3.10.4.2:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de bovenrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-	Normaalkrachten	Rand-	Knfct	Knik-	Klasse	Sterkte	Stab.

bepaling	(trek = positief)		voor-	staaf-	lengte		UC	UC
	[N]		waar-	lengte				
begin-eind	"begin"	"einde"	den	ßm×ßn	[mm]			
9.60-12.00	6737	-17454	m-g	0.494	1330	1	0.21	0.31
12.00-14.40	-16051	-4799	g-n	0.557	1499	1	0.19	0.31
14.40-16.80	-4819	-16199	n-g	0.608	1637	1	0.19	0.34
16.80-19.20	-17603	6460	g-m	0.400	1077	1	0.21	0.31
86.40-88.80	5514	-18091	m-g	0.494	1330	1	0.22	0.32
88.80-91.20	-16688	-4850	g-n	0.554	1493	1	0.20	0.32
91.20-93.60	-4704	-15612	n-g	0.608	1639	1	0.19	0.33
93.60-96.00	-17016	7519	g-m	0.400	1077	1	0.20	0.30

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (0.96 - 0.2)*(|-16199 |/(0.565 *84071   /1.0)) = 1.13
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-16199 |/(0.565 *84071   /1.0)) = 1.15
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(1.13   , 1.15   ) = 1.13
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.68

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-16199 |/(0.565 *84071   /1.0)+1.13 *|0.0 |/(1.00*1113.7 /1.0)
           = 0.341 + 0.000 = 0.341
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-16199 |/(0.671 *84071   /1.0)+0.68 *|0.0 |/(1.00*1113.7 /1.0)
           = 0.287 + 0.000 = 0.287

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.341 , 0.287) = 0.341

- controle: 0.34 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.10.4.2 Stabiliteitscontrole in het vlak:

- Maatgevende normaaldrukkracht: Ndmax = -18091 N

- Kniklengte: lky = 1.00 * lveld = 1.00 * 898 = 898 mm
Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
Interactiefactoren volgens bijlage B:
Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
      = 0.90 * (1.0 + (0.79 - 0.2)*(|-18091 |/(0.671 *84071   /1.0)) = 1.07
Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
      = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-18091 |/(0.671 *84071   /1.0)) = 1.13
Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(1.07   , 1.13   ) = 1.07
Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.64

UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
         = |-18091 |/(0.671 *84071   /1.0)+1.07 *|0.0 |/(1.00*828.1 /1.0)
         = 0.321 + 0.000 = 0.321
UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
         = |-18091 |/(0.829 *84071   /1.0)+0.64 *|0.0 |/(1.00*828.1 /1.0)
         = 0.260 + 0.000 = 0.260

Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.321 , 0.260) = 0.321

- controle: 0.32 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.10.4.2 Doorsnede-controle van de bovenrand:

          |NEd| |-18091 |
- UCDruk = ----- = --------- = 0.22
          Nc.Rd   84071

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 7519   N

          |NEd| | 7519 |
- UCTrek = ----- = --------- = 0.09
          Nc.Rd   84071

Trek is maatgevend.

- Controle: 0.22 < 1.00, dus de treksterkte voldoet.

Conclusie:
- Bovenrand (RHBK50*30*2.0) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.3: a21) Dead Load + Services + Snow + Psi_Crop

3.10.4.3 Controle van de onderrand:

3.10.4.3 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de onderrand:

- De normaalkracht in de onderrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = M/0.3600 + N/2 (voor N en M, zie 3.10.4.1)
    met: Effectieve spanthoogte: 360.0 mm

Tabel 3.10.43: Normaalkrachtenverloop in de onderrand.

Plaats x in [m]	Normaalkracht in [N] (trek = positief) Spant		Systeem-lengte [mm]
9.60 - 12.00	-25327	3938	2892
12.00 - 14.40	5342	-8182	2694
14.40 - 16.80	-8177	5501	2694
16.80 - 19.20	4097	-25014	2892
86.40 - 88.80	-23963	4601	2892
88.80 - 91.20	6004	-8221	2694
91.20 - 93.60	-8259	4853	2694
93.60 - 96.00	3449	-26228	2892

3.10.4.3 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Nadrukkelijk wordt vermeld, dat onderstaande stabiliteits-berekeningen
alleen voldoen bij toepassing van specifieke stabiliteits-voorzieningen
ter plaatse van de gordingen:

- fixatie van de boven- en onderrand rand uit het vlak van het spant, door
  windverbanden tussen de gordingen in het eerste en laatste vak van een
  gootlengte en momentvaste koppelingen tussen gordingen en bovenrand

Tabel 3.10.4.3:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de onderrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-bepaling begin-eind	Normaalkrachten (trek = positief) [N] "begin"	"einde"	Rand-voor-waar-den	Knfct staaf-lengte ßm×ßn	Knik-lengte/PlPerc [mm]	Klasse	Sterkte UC	Stab. UC
9.60-12.00	-25327	3938	m-g	0.545	1577	1	0.20	0.35
12.00-14.40	5342	-8182	g-n	0.608	1639	1	0.06	0.12
14.40-16.80	-8177	5501	n-g	0.590	1588	1	0.06	0.11
16.80-19.20	4097	-25014	g-m	0.596	1723	1	0.20	0.38
86.40-88.80	-23963	4601	m-g	0.532	1540	1	0.19	0.32
88.80-91.20	6004	-8221	g-n	0.608	1639	1	0.06	0.12
91.20-93.60	-8259	4853	n-g	0.590	1588	1	0.06	0.11
93.60-96.00	3449	-26228	g-m	0.604	1748	1	0.21	0.40

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (1.06 - 0.2)*(|-26228 |/(0.508 *127493 /1.0)) = 1.21
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-26228 |/(0.508 *127493 /1.0)) = 1.19
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(1.21   , 1.19   ) = 1.19
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.71

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-26228 |/(0.508 *127493 /1.0)+1.19 *|0.0 |/(1.00*1585.8 /1.0)
           = 0.405 + 0.000 = 0.405
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-26228 |/(0.754 *127493 /1.0)+0.71 *|0.0 |/(1.00*1585.8 /1.0)
           = 0.273 + 0.000 = 0.273

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.405 , 0.273) = 0.405

- controle: 0.40 < 0.95, dus de stabiliteit voldoet.

3.10.4.3 Stabiliteitscontrole in het vlak (nabij de kolom-aansluitingen):

- Maatgevend: Ndmax = N + |Q|/tan(alfa) = -26228 + |-4064 |/tan(38.9) = -26228 N
  (N.B.: 1e drukdiagonaal reduceert de normaaldrukkracht in de onderrand)
- Veldmoment: Mgewas = 1/4*Fgew*lveld = 1/4 * 0 * 898 = 0 E3 Nmm
  (N.B.: Fgew = gamma*v*qgew*hohgew + gamma*v*qtg*hohtgt)
  = 1.28*4.00*0 *0.80 + 1.28*4.00*0 *1.60 = 0 N)

- Kniklengte: lky = 0.80*lveld = 0.80 * 898 = 718 mm
  (lky = lveld, volgens NEN 3851 art. 2.5.6.2.c.)

  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.80 (het profiel is geschoord).
  M1 = -0.00 , M2 = -0.00 , Ms = 0.00 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz2 * (1.0 + 0.6*lambdarel.z*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
  = 0.80 * (1.0 + 0.6*0.65 *(|-26228 |/(0.754 *127493 /1.0)) = 0.89
  Kz.3 = Cmz2 * (1.0 + 0.6*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
  = 0.80 * (1.0 + 0.6*(|-26228 |/(0.754 *127493 /1.0)) = 0.93
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.89 , 0.93) = 0.89
  Ky.b = 0.8 * Kz.b = 0.71

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
  = |-26228 |/(0.754 *127493 /1.0)+0.89 *|0.0 |/(1.00*1168.2 /1.0)
  = 0.273 + 0.000 = 0.273
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
  = |-26228 |/(0.879 *127493 /1.0)+0.71 *|0.0 |/(1.00*1168.2 /1.0)
  = 0.234 + 0.000 = 0.234

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.273 , 0.234) = 0.273

- controle: 0.27 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.10.4.3 Doorsnede-controle van de onderrand:

$$\text{- UCDruk} = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} = \frac{|-26228|}{127493} = 0.21$$

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 6004 N

$$\text{- UCTrek} = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} = \frac{|6004|}{127493} = 0.05$$

Druk is maatgevend.

- Controle: 0.21 < 1.00, dus de druksterkte voldoet.

Conclusie:
- Onderrand (RHBK50*30*3.0) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.3: a21) Dead Load + Services + Snow + Psi_Crop

3.10.4.4 Controle van de diagonalen:

3.10.4.4 Controle van de diagonalen in de eindvelden:

- Controle op druk:
  - Maatgevende dwarskracht eindvelden: Qmaxd = -4064 N (zie tabel 3.10.4.1)

$$N_{diagd} = \frac{|Q_{maxd}|}{\sin(alfa)} = \frac{|-4064|}{\sin(38.9)} = 6471 \text{ N}$$

  - Capaciteit diagonaal: Fdiagd = 16714 N (zie 4.4)

  - Controle: 6471 N < 16714 N, dus diagonaal voldoet.

- Controle op trek:
  - Maatgevende dwarskracht eindvelden: Qmaxt = 4009 N (zie tabel 3.10.4.1)

$$N_{diagt} = \frac{Q_{maxt}}{\sin(alfa)} = \frac{4009}{\sin(38.9)} = 6383 \text{ N}$$

  - Capaciteit diagonaal eindvelden: Fdiagt = 41528 N (zie 4.4)

  - Controle: 6383 N < 41528 N, dus diagonaal voldoet.

Conclusie:
- Diagonalen in eindvelden (RD15.0 mm) voldoen qua trek/druk
  bij B.C.3: a21) Dead Load + Services + Snow + Psi_Crop

3.10.4.4 Controle van de (las)verbindingen:

	Diagonalen eindvelden		Diagonalen middenvelden	
	Nd = 6471 N		Nd = - 0 N	
	Nt = 6383 N		Nt = 0 N	
	Fstev = 4968 N		Fstev = 0 N	
	Fstlo = 4009 N		Fstlo = 0 N	
	Msdt = 22874.8 Nm		Msdt = 0.00 Nm	
	Fsdev = 5036 N		Fsdev = 0 N	
	bovenrand	onderrand	bovenrand	onderrand
Tau1	20.23 N/mm²	20.23 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
Tau2	16.56 N/mm²	16.56 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
Sgm1	20.23 N/mm²	20.23 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
SgmWst	28.64 N/mm²	28.64 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
UC1	0.14	0.14	0.00	0.00
UC2	0.07	0.07	0.00	0.00
SgmWsd	16.79 N/mm²	16.79 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
UC3	0.08	0.08	0.00	0.00
Nt1	21211 N	39844 N	21211 N	39844 N
knd	1.00	1.00	1.00	1.00
Nd1	21211 N	39844 N	21211 N	39844 N
UCt1	0.30	0.17	0.00	0.00
UCd1	0.31	0.18	0.00	0.00
UClas	0.14	0.14	0.00	0.00
UCdia	0.31	0.18	0.00	0.00
UCgeo	0.46	0.44	0.46	0.44
UClas	0.14		0.00	
UCdia	0.50		0.50	

Conclusie:
- Lassen: UClas = 0.14 <= 1.00 dus: voldoen
- Aansluitingen: UCdia = 0.50 <= 1.00 dus: voldoen

Eindconclusie:
- Aansluiting diagonalen voldoet
  bij B.C.3: a21) Dead Load + Services + Snow + Psi_Crop

3.10.4.4 Controle van de dekgording (het 2e spant)

- Belastingscombinatie met alleen eigen gewicht kasdek, wind en sneeuw
  Qg,links = [32 + 0 *(+0.00-(+0.00))/cos(27.0) + 423] * 9.60 /[2*(1+1)] = 1.093 Nm
  Qg,rechts = [32 + 0 *(+0.00-(+0.00))/cos(27.0) + 423] * 9.60 /[2*(1+1)] = 1.093 Nm
  Qg= max(|Qg,links| ; |Qg,rechts|) = 1.093 Nm

- Vervormingseis dekgordingen volgens EN 13031-1:
  dtoel2 = min(4000/(650 - 100*min(4000/1125;5)); 4000/150; 30) = 13.6 mm
- Hieruit volgt een minimaal traagheidsmoment (ligger op 3 steunpunten):
  Ixg,bc = 2/384 * (Qg * 40004) / (Estaal,g * dtoel2) = 510905 mm4

- Minimaal traagheidsmoment dekgording:
  Ixgmin = max(Ixg,eg, Ixg,bc) = max(91429 , 510905) = 510905 mm4

3.10.4.4 Controle van de gordingverticaal

- Controle veerstijfheid gordingverticaal
  De onderrand wordt geschematiseerd als een ligger van goot naar nok.
  - Veerstijfheid gordingprofiel:
    kgord = 4 * Estaal,g * Ixgmin / (390 ² * 4000) = 705.4 N/mm
  - Veerstijfheid gordingverticaal:
    k0gvert = 1826.1 N/mm (zie 4.7)

    De veerstijfheid van de verticaal is ten minste zo groot als 100% van
    de veerstijfheid van de inklemming van de gording.

  - Controle: 1826.1 N/mm > 705.4 N/mm, dus gordingverticaal voldoet.

- Plaatsvastheid van de gordingverticaal bij de onderrand
  Omdat de aansluiting van de gording aan de tralie in het algemeen goed
  momentvast is uitgevoerd, kan de volledige stijfheid van de gording in
  rekening worden gebracht.

  - Veerstijfheid gordingprofiel:
    kgord = 4 * Estaal,g * 510905 / (390 ² * 4000) = 705.4 N/mm

  - Veerstijfheid van de aansluiting van de onderrand-gording "uit het vlak":
    Hoekverdraaiing door gording en inklemming opzetkolom:

$$V2 = \frac{2*vak}{4*Eg*Ig} = \frac{2}{4} = \frac{2 * 4000}{4 * 210000 * 510905} = 18.6 \ *10\text{-}9 \ 1/Nmm$$

    Hoekverdraaiing door moment bij onderrand door bovenrand:

$$V3 = \frac{bkap}{2*(ngord+1)*\cos(27.0)*Gbr*Itbr*2} = \frac{9600}{2*(1+1)*\cos(27.0)* 80769* 92298*2} = 180.7 \ *10\text{-}9 \ 1/Nmm$$

    Hoekverdraaiing door puntlast bij gordingverticaal:

$$V4 = \frac{ht;net^2}{3 * Egv * Igv} = \frac{330^2}{3 * 210000 * 104167} = 1659.4 \ *10\text{-}9 \ 1/Nmm$$

    Moment bij bovenrand

$$MBr = \frac{V2 * hspant}{V2 + V3} = \frac{18.6 * 390}{18.6 + 180.7} = 36.5 \ Nm$$

    Moment bij gording Mozk = hspant - Mbr = 390 - 36 = 354 Nmm

    Geeft de veerstijfheid ter plaatse van de bovenrand:

$$kor = \frac{1}{V4*ht;nett + V2*hspant^2 + V2*hspant*-Mbr} = \frac{1}{1659.4*330 + 18.6*390^2 + 18.6*390*(-36)} = 320.7 \ N/mm$$

    Vereiste kritische veerstijfheid: kcr = 28.3 N/mm (zie 4.8)

  - Controle: 320.7 N/mm > 28.3 N/mm, dus veerstijfheid voldoet.

- Controle op knik:
  - Maatgevende verticale kracht: Ngv = Fvg = -5509 N
  - Capaciteit van de verticaal : Fgvertd = 69549 N (zie 4.6)

  - Controle: -5509 N > 69549 N, dus gordingverticaal voldoet.

Conclusie:
- Gordingverticaal voldoet qua sterkte/stabiliteit en stijfheid
  bij B.C.3: a21) Dead Load + Services + Snow + Psi_Crop

3.10.4.5 Controle van de bouten van de spant-kolom-aansluiting:

Controle van de krachten op de bout(en) bij de bovenrand:

Tabel 3.10.4.5.1: Belastingen bij bovenrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Spant-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Nt [N]	Ft,br [N]	Fs,br [N]	Fi,br [N]
9.60	-6666	-13623	4009	9971	9389	6664	13303
19.20	-6555	-13612	-3988	9971	9147	6643	13113
86.40	-6179	-13597	3915	9933	8317	6575	12475
96.00	-6981	-13673	-4064	9933	10067	6725	13849

Gegevens van de eindplaat bij de bovenrand:
- Aantal bouten bij de bovenrand: nbb = 1
- Momenten-arm bij bovenrand: hbbout = 458 mm
- Hellingshoek van het spant: alpha = 27.0 graden
- Nt is de trekkracht in de trekstang van het spant
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Normaalkracht: $Ft = \frac{N\cos(alpha) + sn*Q*\sin(alpha)}{2 * nbb} - \frac{M}{hbbout} + \frac{Nt}{2}$ met Ft>=0N
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * -N*sin(alpha) + sn*Q*cos(alpha)
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,br max = 13849 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbtb max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 13849 N < 33926 N, dus bout bij bovenrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.3: a21) Dead Load + Services + Snow + Psi_Crop

Controle van de krachten op de bout(en) bij de onderrand:

Tabel 3.10.4.5.2: Belastingen bij onderrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Spant-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Nt [N]	Ft,or [N]	Fs,or [N]	Fi,or [N]
9.60	-6666	-13623	4009	9971	0	6664	9425
19.20	-6555	-13612	-3988	9971	0	6643	9395
86.40	-6179	-13597	3915	9933	0	6575	9298
96.00	-6981	-13673	-4064	9933	0	6725	9510

Gegevens van de eindplaat bij de onderrand:
- Aantal bouten bij de onderrand: nbo = 2
- Momenten-arm bij onderrand: hobout = 762 mm
- Hellingshoek van het spant: alfa = 27.0 graden
- Nt is de trekkracht in de trekstang van het spant
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * -N*sin(alpha) + sn*Q*cos(alpha)
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,or max = 9510 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbto max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 9510 N < 33926 N, dus bout bij onderrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.3: a21) Dead Load + Services + Snow + Psi_Crop

3.10.4.5 Controle van de eindplaat op pons:

Bij de boutverbinding van de bovenrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxb = 10.1 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capb = 80 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 10.1 kN < 80 kN, dus eindplaat (ST50*10.0) voldoet
zonder onderlegring bij de bovenste bout
bij B.C.3: a21) Dead Load + Services + Snow + Psi_Crop

Bij de boutverbinding van de onderrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxo = 0.0 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capo = 80 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0.0 kN < 80 kN, dus eindplaat (ST50*10.0) voldoet
zonder onderlegring bij de onderste bout
bij B.C.3: a21) Dead Load + Services + Snow + Psi_Crop

3.10.4.5 Controle van de eindplaat op buiging:

Tabel 3.10.4.5.4.1: Belastingen van de eindplaat van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Spant-kracht	Normaal-kracht	Normaal-kracht
x	M	N	Q	Nt	Ftrb	Ftro
[m]	[Nm]	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]
9.60	-6666	-13623	4009	9971	13357	0
19.20	-6555	-13612	-3988	9971	13049	0
86.40	-6179	-13597	3915	9933	11996	0
96.00	-6981	-13673	-4064	9933	14223	0

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de bovenrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftrb = \frac{N*\cos(alpha) + sn*Q*\sin(alpha)}{2} - \frac{M}{ht,eff} \text{ met } Ftrb>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftrb(max) * e = 0.5 * 14223 * 25.0 = 178 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 1987 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 178 Nm < 1987 Nm, dus eindplaat (ST50*10.0) voldoet
bij B.C.3: a21) Dead Load + Services + Snow + Psi_Crop

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de onderrand:
- Normaalkracht : Ftbout(2) = 0.0 * 367.7 /472.7 = 0.0 kN
- Normaalkracht : Ftbout(1) = 0.0 * 472.7 /472.7 = 0.0 kN
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * max(Ftbout(2) * e(2), Ftbout(1) * e(1))
= 0.5 * max(0.0 * 25 , 0.0 * 50) = 0 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 2683 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0 Nm < 2683 Nm, dus eindplaat (ST50*10.0) voldoet
bij B.C.3: a21) Dead Load + Services + Snow + Psi_Crop

De lasverbindingen tussen eindplaat met resp. de boven- en onderrand
zijn niet gecontroleerd.

3.10.4.6 Controle van de bouten van de nokaansluiting:

Controle van de krachten op de bout(en) bij de bovenrand:

Tabel 3.10.4.6.1: Belastingen bij bovenrand van de nokaansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,br [N]	Fs,br [N]	Fi,br [N]
14.40	-1037	-10602	-1919	0	4117	5822
14.40	-1037	-10592	1940	0	4133	5844
91.20	-1056	-10577	-2013	0	4194	5932
91.20	-1056	-10653	1864	0	4079	5769

Gegevens van de nokplaat bij de bovenrand:
- Aantal bouten bij de bovenrand: nbb = 1
- Momenten-arm bij bovenrand: hbbout = 372 mm
- Hellingshoek van het spant: alpha = 27.0 graden
- Teken dwarskracht bij eindpositie sn=+1 en bij beginpositie sn=-1

$$\text{- Normaalkracht: } Ft = \frac{N\cdot\cos(\alpha) + sn\cdot Q\cdot\sin(\alpha)}{2\cdot nbb} - \frac{M}{hbbout} \text{ met } Ft>=0N$$

- Schuifkracht: $Fs = 0.5 * -N\cdot\sin(\alpha) - sn\cdot Q\cdot\cos(\alpha)$
- Ideële kracht: $Fi = (Ft^2 + 2\cdot Fs^2)0.5$
- Maximale optredende kracht: Fi,br max = 5932 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbtb max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 5932 N < 33926 N, dus bout bij bovenrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.3: a21) Dead Load + Services + Snow + Psi_Crop

Controle van de krachten op de bout(en) bij de onderrand:

Tabel 3.10.4.6.2: Belastingen bij onderrand van de nokaansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,or [N]	Fs,or [N]	Fi,or [N]
14.40	-1037	-10602	-1919	0	4117	5822
14.40	-1037	-10592	1940	0	4133	5844
91.20	-1056	-10577	-2013	0	4194	5932
91.20	-1056	-10653	1864	0	4079	5769

Gegevens van de nokplaat bij de onderrand:
- Aantal bouten bij de onderrand: nbo = 1
- Momenten-arm bij onderrand: hobout = 372 mm
- Hellingshoek van het spant: alfa = 27.0 graden
- Teken dwarskracht bij eindpositie sn=+1 en bij beginpositie sn=-1

$$\text{- Normaalkracht: } Ft = \frac{N\cdot\cos(\alpha) + sn\cdot Q\cdot\sin(\alpha)}{2\cdot nbo} + \frac{M}{hobout} \text{ met } Ft>=0N$$

- Schuifkracht: $Fs = 0.5 * -N\cdot\sin(\alpha) - sn\cdot Q\cdot\cos(\alpha)$
- Ideële kracht: $Fi = (Ft^2 + 2\cdot Fs^2)0.5$
- Maximale optredende kracht: Fi,or max = 5932 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbto max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 5932 N < 33926 N, dus bout bij onderrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.3: a21) Dead Load + Services + Snow + Psi_Crop

3.10.4.6 Controle van de nokplaat op pons:
Bij de boutverbinding van de bovenrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxb = 0.0 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de nokplaat: Fp,capb = 96 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0.0 kN < 96 kN, dus nokplaat (ST50*12.0) voldoet
zonder onderlegring bij de bovenste bout
bij B.C.3: a21) Dead Load + Services + Snow + Psi_Crop

Bij de boutverbinding van de onderrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxo = 0.0 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de nokplaat: Fp,capo = 96 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0.0 kN < 96 kN, dus nokplaat (ST50*12.0) voldoet
zonder onderlegring bij de onderste bout
bij B.C.3: a21) Dead Load + Services + Snow + Psi_Crop

3.10.4.6 Controle van de nokplaat op buiging:

Tabel 3.10.4.6.4.1: Belastingen van de nokplaat.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Normaal-kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ftrb [N]	Ftro [N]
14.40	-1037	-10602	-1919	0	0
14.40	-1037	-10592	1940	0	0
91.20	-1056	-10577	-2013	0	0
91.20	-1056	-10653	1864	0	0

Resulterende trekkracht in de nokplaat bij de bovenrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftrb = \frac{N*\cos(alpha) + sn*Q*\sin(alpha)}{2} - \frac{M}{ht,eff} \text{ met } Ftrb>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de nokplaat:
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftrb(max) * e = 0.5 * 0 * 25.0 = 0 Nm
- Capaciteit van de nokplaat: Mp,cap = 685 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0 Nm < 685 Nm, dus nokplaat (ST50*12.0) voldoet
bij B.C.3: a21) Dead Load + Services + Snow + Psi_Crop

Resulterende trekkracht in de nokplaat bij de onderrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftro = \frac{N*\cos(alfa) + sn*Q*\sin(alfa)}{2} + \frac{M}{ht,eff} \text{ met } Ftro>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de nokplaat:
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftro(max) * e = 0.5 * 0 * 25.0 = 0 Nm
- Capaciteit van de nokplaat: Mp,cap = 685 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0 Nm < 685 Nm, dus nokplaat (ST50*12.0) voldoet
bij B.C.3: a21) Dead Load + Services + Snow + Psi_Crop

De lasverbindingen tussen nokplaat met resp. de boven- en onderrand
zijn niet gecontroleerd.

3.10.5 De krachtsverdeling in de 1e rij tralies:

Tabel 3.10.5.1: Momentenlijn, normaal- en dwarskrachtenlijn.

Positie	Momentenlijn	Normaal-	Dwars-
		krachtenlijn	krachtenlijn
x in [m]	M(x) in [Nm]	N(x) in [N]	Q(x) in [N]
begin - eind	(+ = U/- =)	(+ = trek)	(+ = ~~~___)
0.00 - 2.40	-641 6233	-14878 -14774	2654 2450
2.40 - 4.80	6233 -2284	-11967 -11863	-3060 -3264
4.80 - 7.20	-2284 3284	-12421 -12525	2169 1965
7.20 - 9.60	3284 -6538	-15332 -15436	-3544 -3749
96.00 - 98.40	-6219 3471	-15318 -15214	3699 3495
98.40 - 100.8	3471 -2230	-12407 -12303	-2014 -2219
100.8 - 103.2	-2230 5953	-11834 -11938	3140 2936
103.2 - 105.6	5953 -1255	-14745 -14849	-2574 -2778

3.10.5.1 Controle van de stijfheid van het spant:

De toelaatbare doorbuiging van alle spanten wordt bepaald per spantbeen:
- uvtoel = 5387 / 250 < 30.0 mm, dus: uvtoel = 21.5 mm

Uit de U-lijn is de maximale doorbuiging:
- doorbuiging umax = -7.70 mm

- Controle van de 1e rij tralies:
  Doorbuiging: |-7.7 | mm < 21.5 mm,   dus: voldoet.
  bij B.C.3: a21) Dead Load + Services + Snow + Psi_Crop

3.10.5.2 Controle van de bovenrand:

3.10.5.2 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de bovenrand:

- De normaalkracht in de bovenrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = -M/0.3600 + N/2   (voor N en M, zie 3.10.5.1)
    met: Effectieve spanthoogte: 360.0 mm

- De normaalkracht in de bovenrand wordt bij de eindplaten van de nok en de kolomaansluiting gereduceerd met de normaalkracht in de diagonaal (einddiagonaal sluit aan bij eindplaat ter plaatse van de bovenrand)
  - Reductie: Nred = Nd - Q/tan(38.9) plaats van eindplaat naar gording
  - Reductie: Nred = Nd + Q/tan(38.9) plaats van gording naar eindplaat
    (voor de dwarskracht Q zie tabel 3.10.5.1)

Tabel 3.10.52: Normaalkrachtenverloop in de bovenrand.

Plaats	Normaalkracht in [N] (trek = positief)	Systeem-lengte
x in [m]	Spant	[mm]
0.00 - 2.40	-8948 -24700	2694
2.40 - 4.80	-23296 -3631	2694
4.80 - 7.20	-2554 -15384	2694
7.20 - 9.60	-16788 5798	2694
96.00 - 98.40	5031 -17248	2694
98.40 - 100.8	-15844 -2705	2694
100.8 - 103.2	-3612 -22504	2694
103.2 - 105.6	-23907 -7382	2694

3.10.5.2 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Nadrukkelijk wordt vermeld, dat onderstaande stabiliteits-berekeningen alleen voldoen bij toepassing van specifieke stabiliteits-voorzieningen ter plaatse van de gordingen:

- fixatie van de boven- en onderrand rand uit het vlak van het spant, door windverbanden tussen de gordingen in het eerste en laatste vak van een gootlengte en momentvaste koppelingen tussen gordingen en bovenrand

Tabel 3.10.5.2:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de bovenrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-	Normaalkrachten	Rand-	Knfct	Knik-	Klasse	Sterkte	Stab.

bepaling	(trek = positief)		voor-	staaf-	lengte		UC	UC
	[N]		waar-	lengte				
begin-eind	"begin"	"einde"	den	ßm×ßn	[mm]			
0.00- 2.40	-8948	-24700	e-g	0.530	1428	1	0.25	0.42
2.40- 4.80	-23296	-3631	g-n	0.518	1395	1	0.23	0.38
4.80- 7.20	-2554	-15384	n-g	0.585	1577	1	0.15	0.29
7.20- 9.60	-16788	5798	g-m	0.400	1077	1	0.17	0.27
96.00-98.40	5031	-17248	m-g	0.494	1330	1	0.17	0.28
98.40-100.8	-15844	-2705	g-n	0.522	1406	1	0.16	0.26
100.8-103.2	-3612	-22504	n-g	0.584	1574	1	0.23	0.42
103.2-105.6	-23907	-7382	g-e	0.504	1358	1	0.24	0.39

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (1.00 - 0.2)*(|-22504 |/(0.542 *99319   /1.0)) = 1.20
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-22504 |/(0.542 *99319   /1.0)) = 1.20
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(1.20   , 1.20   ) = 1.20
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.72

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-22504 |/(0.542 *99319   /1.0)+1.20 *|0.0 |/(1.00*1315.7 /1.0)
           = 0.418 + 0.000 = 0.418
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-22504 |/(0.630 *99319   /1.0)+0.72 *|0.0 |/(1.00*1315.7 /1.0)
           = 0.359 + 0.000 = 0.359

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.418 , 0.359) = 0.418

- controle: 0.42 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.10.5.2 Stabiliteitscontrole in het vlak:

- Maatgevende normaaldrukkracht: Ndmax = -24700 N

- Kniklengte: lky = 1.00 * lveld = 1.00 * 898 = 898 mm
Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
Interactiefactoren volgens bijlage B:
Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
      = 0.90 * (1.0 + (0.85 - 0.2)*(|-24700 |/(0.630 *99319   /1.0)) = 1.13
Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
      = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-24700 |/(0.630 *99319   /1.0)) = 1.18
Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(1.13   , 1.18   ) = 1.13
Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.68

UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
         = |-24700 |/(0.630 *99319   /1.0)+1.13 *|0.0 |/(1.00*978.2 /1.0)
         = 0.395 + 0.000 = 0.395
UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
         = |-24700 |/(0.804 *99319   /1.0)+0.68 *|0.0 |/(1.00*978.2 /1.0)
         = 0.309 + 0.000 = 0.309

Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.395 , 0.309) = 0.395

- controle: 0.39 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.10.5.2 Doorsnede-controle van de bovenrand:

          |NEd| |-24700 |
- UCDruk = ----- = --------- = 0.25
          Nc.Rd   99319

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 5798   N

          |NEd| | 5798 |
- UCTrek = ----- = --------- = 0.06
          Nc.Rd   99319

Trek is maatgevend.

- Controle: 0.25 < 1.00, dus de treksterkte voldoet.

Conclusie:
- Bovenrand (RHBK50*30*2.0) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.3: a21) Dead Load + Services + Snow + Psi_Crop

3.10.5.3 Controle van de onderrand:

3.10.5.3 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de onderrand:

- De normaalkracht in de onderrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = M/0.3600 + N/2 (voor N en M, zie 3.10.5.1)
    met: Effectieve spanthoogte: 360.0 mm

Tabel 3.10.53: Normaalkrachtenverloop in de onderrand.

Plaats x in [m]	Normaalkracht in [N] (trek = positief) Spant	Systeem-lengte [mm]
0.00 - 2.40	-9219 9926	2892
2.40 - 4.80	11329 -12276	2694
4.80 - 7.20	-12555 2860	2694
7.20 - 9.60	1456 -25879	2892
96.00 - 98.40	-24933 2033	2892
98.40 - 100.8	3437 -12347	2694
100.8 - 103.2	-12112 10566	2694
103.2 - 105.6	9162 -10910	2892

3.10.5.3 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Nadrukkelijk wordt vermeld, dat onderstaande stabiliteits-berekeningen alleen voldoen bij toepassing van specifieke stabiliteits-voorzieningen ter plaatse van de gordingen:

- fixatie van de boven- en onderrand rand uit het vlak van het spant, door windverbanden tussen de gordingen in het eerste en laatste vak van een gootlengte en momentvaste koppelingen tussen gordingen en bovenrand

Tabel 3.10.5.3:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de onderrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-bepaling begin-eind	Normaalkrachten (trek = positief) [N] "begin"	"einde"	Rand-voor-waar-den	Knfct staaf-lengte ßm×ßn	Knik-lengte/PlPerc [mm]	Klasse	Sterkte UC	Stab. UC
0.00- 2.40	-9219	9926	e-g	0.439	1270	1	0.06	0.09
2.40- 4.80	11329	-12276	g-n	0.608	1639	1	0.08	0.16
4.80- 7.20	-12555	2860	n-g	0.590	1588	1	0.08	0.16
7.20- 9.60	1456	-25879	g-m	0.624	1806	1	0.17	0.39
96.00-98.40	-24933	2033	m-g	0.571	1650	1	0.17	0.33
98.40-100.8	3437	-12347	g-n	0.608	1639	1	0.08	0.16
100.8-103.2	-12112	10566	n-g	0.590	1588	1	0.08	0.15
103.2-105.6	9162	-10910	g-e	0.552	1596	1	0.07	0.14

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (1.18 - 0.2)*(|-25879 |/(0.444 *151063 /1.0)) = 1.24
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-25879 |/(0.444 *151063 /1.0)) = 1.18
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(1.24   , 1.18   ) = 1.18
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.71

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-25879 |/(0.444 *151063 /1.0)+1.18 *|0.0 |/(1.00*1879.0 /1.0)
           = 0.386 + 0.000 = 0.386
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-25879 |/(0.721 *151063 /1.0)+0.71 *|0.0 |/(1.00*1879.0 /1.0)
           = 0.238 + 0.000 = 0.238

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.386 , 0.238) = 0.386

- controle: 0.39 < 0.95, dus de stabiliteit voldoet.

3.10.5.3 Stabiliteitscontrole in het vlak (nabij de kolom-aansluitingen):

- Maatgevend: Ndmax = N + |Q|/tan(alfa) = -25879 + |-3749 |/tan(38.9) = -25879 N
  (N.B.: 1e drukdiagonaal reduceert de normaaldrukkracht in de onderrand)
- Veldmoment: Mgewas = 1/4*Fgew*lveld = 1/4 * 0 * 898 = 0 E3 Nmm
  (N.B.: Fgew = gamma*v*qgew*hohgew + gamma*v*qtg*hohtgt)
  = 1.28*4.00*0 *0.80 + 1.28*4.00*0 *1.60 = 0 N)

- Kniklengte: lky = 0.80*lveld = 0.80 * 898 = 718 mm
  (lky = lveld, volgens NEN 3851 art. 2.5.6.2.c.)

  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.80 (het profiel is geschoord).
  M1 = -0.00 , M2 = -0.00 , Ms = 0.00 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz2 * (1.0 + 0.6*lambdarel.z*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
  = 0.80 * (1.0 + 0.6*0.71 *(|-25879 |/(0.721 *151063 /1.0)) = 0.88
  Kz.3 = Cmz2 * (1.0 + 0.6*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
  = 0.80 * (1.0 + 0.6*(|-25879 |/(0.721 *151063 /1.0)) = 0.91
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.88 , 0.91) = 0.88
  Ky.b = 0.8 * Kz.b = 0.70

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
  = |-25879 |/(0.721 *151063 /1.0)+0.88 *|0.0 |/(1.00*1384.2 /1.0)
  = 0.238 + 0.000 = 0.238
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
  = |-25879 |/(0.860 *151063 /1.0)+0.70 *|0.0 |/(1.00*1384.2 /1.0)
  = 0.199 + 0.000 = 0.199

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.238 , 0.199) = 0.238

- controle: 0.24 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.10.5.3 Doorsnede-controle van de onderrand:

$$\text{- UCDruk} = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} = \frac{|-25879|}{151063} = 0.17$$

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 11329 N

$$\text{- UCTrek} = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} = \frac{|11329|}{151063} = 0.07$$

Druk is maatgevend.

- Controle: 0.17 < 1.00, dus de druksterkte voldoet.

Conclusie:
- Onderrand (RHBK50*30*3.0) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.3: a21) Dead Load + Services + Snow + Psi_Crop

3.10.5.4 Controle van de diagonalen:

3.10.5.4 Controle van de diagonalen in de eindvelden:

- Controle op druk:
  - Maatgevende dwarskracht eindvelden: Qmaxd = -3749 N (zie tabel 3.10.5.1)

$$N_{diagd} = \frac{|Q_{maxd}|}{\sin(alfa)} = \frac{|-3749|}{\sin(38.9)} = 5969 \text{ N}$$

  - Capaciteit diagonaal: Fdiagd = 13200 N (zie 4.4)

  - Controle: 5969 N < 13200 N, dus diagonaal voldoet.

- Controle op trek:
  - Maatgevende dwarskracht eindvelden: Qmaxt = 3699 N (zie tabel 3.10.5.1)

$$N_{diagt} = \frac{Q_{maxt}}{\sin(alfa)} = \frac{3699}{\sin(38.9)} = 5890 \text{ N}$$

  - Capaciteit diagonaal eindvelden: Fdiagt = 36175 N (zie 4.4)

  - Controle: 5890 N < 36175 N, dus diagonaal voldoet.

Conclusie:
- Diagonalen in eindvelden (RD14.0 mm) voldoen qua trek/druk
  bij B.C.3: a21) Dead Load + Services + Snow + Psi_Crop

3.10.5.4 Controle van de (las)verbindingen:

	Diagonalen eindvelden		Diagonalen middenvelden	
	Nd = 5969 N Nt = 5890 N		Nd = - 0 N Nt = 0 N	
	Fstev = 4584 N Fstlo = 3699 N Msdt = 23400.1 Nm Fsdev = 4645 N		Fstev = 0 N Fstlo = 0 N Msdt = 0.00 Nm Fsdev = 0 N	
	bovenrand	onderrand	bovenrand	onderrand
Tau1	19.75 N/mm²	19.75 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
Tau2	15.28 N/mm²	15.28 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
Sgm1	19.75 N/mm²	19.75 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
SgmWst	27.45 N/mm²	27.45 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
UC1	0.13	0.13	0.00	0.00
UC2	0.07	0.07	0.00	0.00
SgmWsd	15.48 N/mm²	15.48 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
UC3	0.07	0.07	0.00	0.00
Nt1	24371 N	45778 N	24371 N	45778 N
knd	1.00	1.00	1.00	1.00
Nd1	24371 N	45778 N	24371 N	45778 N
UCt1	0.24	0.14	0.00	0.00
UCd1	0.24	0.14	0.00	0.00
UClas	0.13	0.13	0.00	0.00
UCdia	0.24	0.14	0.00	0.00
UCgeo	0.48	0.46	0.48	0.46
UClas	0.13		0.00	
UCdia	0.50		0.50	

Conclusie:
- Lassen: UClas = 0.13 <= 1.00 dus: voldoen
- Aansluitingen: UCdia = 0.50 <= 1.00 dus: voldoen

Eindconclusie:
- Aansluiting diagonalen voldoet
  bij B.C.3: a21) Dead Load + Services + Snow + Psi_Crop

3.10.5.4 Controle van de dekgording (de 1e rij tralies)

- Belastingscombinatie met alleen eigen gewicht kasdek, wind en sneeuw
  Qg,links = [32 + 0 *(+0.00-(+0.00))/cos(27.0) + 423] * 9.60 /[2*(1+1)] = 1.093 Nm
  Qg,rechts = [32 + 0 *(+0.00-(+0.00))/cos(27.0) + 423] * 9.60 /[2*(1+1)] = 1.093 Nm
  Qg= max(|Qg,links| ; |Qg,rechts|) = 1.093 Nm

- Vervormingseis dekgordingen volgens EN 13031-1:
  dtoel2 = min(4000/(650 - 100*min(4000/1125;5)); 4000/150; 30) = 13.6 mm
- Hieruit volgt een minimaal traagheidsmoment (ligger op 3 steunpunten):
  Ixg,bc = 2/384 * (Qg * 40004) / (Estaal,g * dtoel2) = 510905 mm4

- Minimaal traagheidsmoment dekgording:
  Ixgmin = max(Ixg,eg, Ixg,bc) = max(91429 , 510905) = 510905 mm4

3.10.5.4 Controle van de gordingverticaal

- Controle veerstijfheid gordingverticaal
  De onderrand wordt geschematiseerd als een ligger van goot naar nok.
  - Veerstijfheid gordingprofiel:
    kgord = 4 * Estaal,g * Ixgmin / (390 ² * 4000) = 705.4 N/mm
  - Veerstijfheid gordingverticaal:
    k0gvert = 1826.1 N/mm (zie 4.7)

    De veerstijfheid van de verticaal is ten minste zo groot als 100% van
    de veerstijfheid van de inklemming van de gording.

  - Controle: 1826.1 N/mm > 705.4 N/mm, dus gordingverticaal voldoet.

- Plaatsvastheid van de gordingverticaal bij de onderrand
  Omdat de aansluiting van de gording aan de tralie in het algemeen goed
  momentvast is uitgevoerd, kan de volledige stijfheid van de gording in
  rekening worden gebracht.

  - Veerstijfheid gordingprofiel:
    kgord = 4 * Estaal,g * 510905 / (390 ² * 4000) = 705.4 N/mm

  - Veerstijfheid van de aansluiting van de onderrand-gording "uit het vlak":
    Hoekverdraaiing door gording en inklemming opzetkolom:

$$V2 = \frac{2*vak}{4*Eg*Ig} = \frac{2 * 4000}{4 * 210000 * 510905} = 18.6 \ *10\text{-}9 \ 1/Nmm$$

    Hoekverdraaiing door moment bij onderrand door bovenrand:

$$V3 = \frac{bkap}{2*(ngord+1)*\cos(27.0)*Gbr*Itbr*2} = \frac{9600}{2*(1+1)*\cos(27.0)* 80769* 92298*2} = 180.7 \ *10\text{-}9 \ 1/Nmm$$

    Hoekverdraaiing door puntlast bij gordingverticaal:

$$V4 = \frac{ht;net^2}{3 * Egv * Igv} = \frac{330^2}{3 * 210000 * 104167} = 1659.4 \ *10\text{-}9 \ 1/Nmm$$

    Moment bij bovenrand

$$MBr = \frac{V2 * hspant}{V2 + V3} = \frac{18.6 * 390}{18.6 + 180.7} = 36.5 \ Nm$$

    Moment bij gording Mozk = hspant - Mbr = 390 - 36 = 354 Nmm

    Geeft de veerstijfheid ter plaatse van de bovenrand:

$$kor = \frac{1}{V4*ht;nett + V2*hspant^2 + V2*hspant*-Mbr} = \frac{1}{1659.4*330 + 18.6*390^2 + 18.6*390*(-36)} = 320.7 \ N/mm$$

    Vereiste kritische veerstijfheid: kcr = 28.3 N/mm (zie 4.8)

  - Controle: 320.7 N/mm > 28.3 N/mm, dus veerstijfheid voldoet.

- Controle op knik:
  - Maatgevende verticale kracht: Ngv = Fvg = -5509 N
  - Capaciteit van de verticaal : Fgvertd = 69549 N (zie 4.6)

  - Controle: -5509 N > 69549 N, dus gordingverticaal voldoet.

Conclusie:
- Gordingverticaal voldoet qua sterkte/stabiliteit en stijfheid
  bij B.C.3: a21) Dead Load + Services + Snow + Psi_Crop

3.10.5.5 Controle van de bouten van de spant-kolom-aansluiting:

Controle van de krachten op de bout(en) bij de bovenrand:

Tabel 3.10.5.5.1: Belastingen bij bovenrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Spant-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Nt [N]	Ft,br [N]	Fs,br [N]	Fi,br [N]
0.00	-641	-14878	2654	11834	0	5742	8120
9.60	-6538	-15436	-3749	11834	8244	6844	12714
96.00	-6219	-15318	3699	11675	7587	6773	12220
105.6	-1255	-14849	-2778	11675	0	5846	8267

Gegevens van de eindplaat bij de bovenrand:
- Aantal bouten bij de bovenrand: nbb = 1
- Momenten-arm bij bovenrand: hbbout = 458 mm
- Hellingshoek van het spant: alpha = 27.0 graden
- Nt is de trekkracht in de trekstang van het spant
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Normaalkracht: $Ft = \frac{N\cos(alpha) + sn\,Q\sin(alpha)}{2 \cdot nbb} - \frac{M}{hbbout} + \frac{Nt}{2}$ met Ft>=0N
- Schuifkracht: $Fs = 0.5 * -N\sin(alpha) + sn\,Q\cos(alpha)$
- Ideële kracht: $Fi = (Ft^2 + 2*Fs^2)0.5$
- Maximale optredende kracht: Fi,br max = 12714 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbtb max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 12714 N < 33926 N, dus bout bij bovenrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.3: a21) Dead Load + Services + Snow + Psi_Crop

Controle van de krachten op de bout(en) bij de onderrand:

Tabel 3.10.5.5.2: Belastingen bij onderrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Spant-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Nt [N]	Ft,or [N]	Fs,or [N]	Fi,or [N]
0.00	-641	-14878	2654	11834	0	5742	8120
9.60	-6538	-15436	-3749	11834	0	6844	9679
96.00	-6219	-15318	3699	11675	0	6773	9579
105.6	-1255	-14849	-2778	11675	0	5846	8267

Gegevens van de eindplaat bij de onderrand:
- Aantal bouten bij de onderrand: nbo = 2
- Momenten-arm bij onderrand: hobout = 762 mm
- Hellingshoek van het spant: alfa = 27.0 graden
- Nt is de trekkracht in de trekstang van het spant
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Schuifkracht: $Fs = 0.5 * -N\sin(alpha) + sn\,Q\cos(alpha)$
- Ideële kracht: $Fi = (Ft^2 + 2*Fs^2)0.5$
- Maximale optredende kracht: Fi,or max = 9679 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbto max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 9679 N < 33926 N, dus bout bij onderrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.3: a21) Dead Load + Services + Snow + Psi_Crop

3.10.5.5 Controle van de eindplaat op pons:

Bij de boutverbinding van de bovenrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxb = 8.2 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capb = 80 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 8.2 kN < 80 kN, dus eindplaat (ST50*10.0) voldoet
zonder onderlegring bij de bovenste bout
bij B.C.3: a21) Dead Load + Services + Snow + Psi_Crop

Bij de boutverbinding van de onderrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxo = 0.0 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capo = 80 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0.0 kN < 80 kN, dus eindplaat (ST50*10.0) voldoet
zonder onderlegring bij de onderste bout
bij B.C.3: a21) Dead Load + Services + Snow + Psi_Crop

3.10.5.5 Controle van de eindplaat op buiging:

Tabel 3.10.5.5.4.1: Belastingen van de eindplaat van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Spant-kracht	Normaal-kracht	Normaal-kracht
x	M	N	Q	Nt	Ftrb	Ftro
[m]	[Nm]	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]
0.00	-641	-14878	2654	11834	0	0
9.60	-6538	-15436	-3749	11834	12136	0
96.00	-6219	-15318	3699	11675	11289	0
105.6	-1255	-14849	-2778	11675	0	0

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de bovenrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftrb = \frac{N*\cos(alpha) + sn*Q*\sin(alpha)}{2} - \frac{M}{ht,eff} \text{ met } Ftrb>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftrb(max) * e = 0.5 * 12136 * 25.0 = 152 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 1987 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 152 Nm < 1987 Nm, dus eindplaat (ST50*10.0) voldoet
bij B.C.3: a21) Dead Load + Services + Snow + Psi_Crop

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de onderrand:
- Normaalkracht : Ftbout(2) = 0.0 * 367.7 /472.7 = 0.0 kN
- Normaalkracht : Ftbout(1) = 0.0 * 472.7 /472.7 = 0.0 kN
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * max(Ftbout(2) * e(2), Ftbout(1) * e(1))
= 0.5 * max(0.0 * 25 , 0.0 * 50) = 0 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 2683 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0 Nm < 2683 Nm, dus eindplaat (ST50*10.0) voldoet
bij B.C.3: a21) Dead Load + Services + Snow + Psi_Crop

De lasverbindingen tussen eindplaat met resp. de boven- en onderrand
zijn niet gecontroleerd.

3.10.5.6 Controle van de bouten van de nokaansluiting:

Controle van de krachten op de bout(en) bij de bovenrand:

Tabel 3.10.5.6.1: Belastingen bij bovenrand van de nokaansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,br [N]	Fs,br [N]	Fi,br [N]
4.80	-2284	-11863	-3264	113	5601	7922
4.80	-2284	-12421	2169	113	4752	6722
100.8	-2230	-12303	-2219	10	4770	6745
100.8	-2230	-11834	3140	10	5484	7756

Gegevens van de nokplaat bij de bovenrand:
- Aantal bouten bij de bovenrand: nbb = 1
- Momenten-arm bij bovenrand: hbbout = 372 mm
- Hellingshoek van het spant: alpha = 27.0 graden
- Teken dwarskracht bij eindpositie sn=+1 en bij beginpositie sn=-1

$$\text{- Normaalkracht: } Ft = \frac{N\cos(\alpha) + sn\,Q\sin(\alpha)}{2 \cdot nbb} - \frac{M}{hbbout} \quad \text{met } Ft>=0N$$

- Schuifkracht: $Fs = 0.5 * -N\sin(\alpha) - sn\,Q\cos(\alpha)$
- Ideële kracht: $Fi = (Ft^2 + 2Fs^2)0.5$
- Maximale optredende kracht: Fi,br max = 7922 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbtb max = 42408 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 7922 N < 42408 N, dus bout bij bovenrand (M10-10.9) voldoet.
bij B.C.3: a21) Dead Load + Services + Snow + Psi_Crop

Controle van de krachten op de bout(en) bij de onderrand:

Tabel 3.10.5.6.2: Belastingen bij onderrand van de nokaansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,or [N]	Fs,or [N]	Fi,or [N]
4.80	-2284	-11863	-3264	0	5601	7921
4.80	-2284	-12421	2169	0	4752	6721
100.8	-2230	-12303	-2219	0	4770	6745
100.8	-2230	-11834	3140	0	5484	7756

Gegevens van de nokplaat bij de onderrand:
- Aantal bouten bij de onderrand: nbo = 1
- Momenten-arm bij onderrand: hobout = 372 mm
- Hellingshoek van het spant: alfa = 27.0 graden
- Teken dwarskracht bij eindpositie sn=+1 en bij beginpositie sn=-1

$$\text{- Normaalkracht: } Ft = \frac{N\cos(\alpha) + sn\,Q\sin(\alpha)}{2 \cdot nbo} + \frac{M}{hobout} \quad \text{met } Ft>=0N$$

- Schuifkracht: $Fs = 0.5 * -N\sin(\alpha) - sn\,Q\cos(\alpha)$
- Ideële kracht: $Fi = (Ft^2 + 2Fs^2)0.5$
- Maximale optredende kracht: Fi,or max = 7921 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbto max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 7921 N < 33926 N, dus bout bij onderrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.3: a21) Dead Load + Services + Snow + Psi_Crop

3.10.5.6 Controle van de nokplaat op pons:
Bij de boutverbinding van de bovenrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxb = 0.1 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de nokplaat: Fp,capb = 96 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0.1 kN < 96 kN, dus nokplaat (ST50*12.0) voldoet
zonder onderlegring bij de bovenste bout
bij B.C.3: a21) Dead Load + Services + Snow + Psi_Crop

Bij de boutverbinding van de onderrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxo = 0.0 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de nokplaat: Fp,capo = 96 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0.0 kN < 96 kN, dus nokplaat (ST50*12.0) voldoet
zonder onderlegring bij de onderste bout
bij B.C.3: a21) Dead Load + Services + Snow + Psi_Crop

3.10.5.6 Controle van de nokplaat op buiging:

Tabel 3.10.5.6.4.1: Belastingen van de nokplaat.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Normaal-kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ftrb [N]	Ftro [N]
4.80	-2284	-11863	-3264	319	0
4.80	-2284	-12421	2169	319	0
100.8	-2230	-12303	-2219	211	0
100.8	-2230	-11834	3140	211	0

Resulterende trekkracht in de nokplaat bij de bovenrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftrb = \frac{N\cos(alpha) + sn*Q*\sin(alpha)}{2} - \frac{M}{ht,eff} \text{ met } Ftrb>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de nokplaat:
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftrb(max) * e = 0.5 * 0 * 25.0 = 4 Nm
- Capaciteit van de nokplaat: Mp,cap = 685 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 4 Nm < 685 Nm, dus nokplaat (ST50*12.0) voldoet
bij B.C.3: a21) Dead Load + Services + Snow + Psi_Crop

Resulterende trekkracht in de nokplaat bij de onderrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftro = \frac{N\cos(alfa) + sn*Q*\sin(alfa)}{2} + \frac{M}{ht,eff} \text{ met } Ftro>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de nokplaat:
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftro(max) * e = 0.5 * 0 * 25.0 = 0 Nm
- Capaciteit van de nokplaat: Mp,cap = 685 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0 Nm < 685 Nm, dus nokplaat (ST50*12.0) voldoet
bij B.C.3: a21) Dead Load + Services + Snow + Psi_Crop

De lasverbindingen tussen nokplaat met resp. de boven- en onderrand
zijn niet gecontroleerd.

3.10.6 Controle van de trekstangen

a) Maatgevende trekkracht in de trekstangen Nt = 11834 N

Bij de controle berekening wordt ervan uitgegaan dat de trekstaaf geen drukbelasting kan opnemen. In het design model is hiermee rekening gehouden en kan de trekstang niet "op druk" belast worden. In dat geval wordt de krachtsverdeling bepaald alsof er geen trekstang zit.

$$\text{Controle van de sterkte: } \sigma = \frac{Nt}{A} < \sigma_{mae_t}$$

Invullen van de bekende gegevens geeft:

$$\sigma = \frac{11834}{229.1} = 51.7 \ N/mm^2$$

- controle : 51.7 N/mm² < 268.3 N/mm², dus: sterkte voldoet.

3.10.7 Uitdijen van de kas:

Tabel 3*.1: Waarden over de spanten.

spant	Urel [mm]
1	1.94
2	1.64
3	1.63
4	1.63
5	1.63
6	1.62
7	1.62
8	1.63
9	1.63
10	1.63
11	1.91

Maximale waarde is: 1.94 mm

Uitdijen van de hele kas: 18.51 mm

Toetsing van de bepalende doorsnede (lkx= 4000 mm, lky= 4000 mm):

Toetsing van de bepalende doorsnede (lkx= 7313 mm, lky= 4000 mm):

Toetsing van de bepalende doorsnede (lkx= 7072 mm, lky= 4000 mm):

c) Berekening van de toelaatbare horizontale verplaatsing in :

- Rekening houdend met de glasbreedten :
  - reductiefactor gevel: r1 = 800 / bkg < 2.0;
    800 / 800 = 1.00, dus r1 = 1.00
  - reductiefactor dek : r2 = 1125 / bd < 2.0;
    1125 / 1125 = 1.13, dus r2 = 1.00
  - ugevel = h / 100 * r1 < 50.0 mm;
    4000 / 100 * 1.00 = 35.0 mm, dus ugevel = 57.3 mm
  - udek = 1/200 * v * r2 < 50.0 mm
    1/200 * 4000 * 1.00 = 26.7 mm, dus udek = 61.3 mm
  - utoel-b = ugevel + udek = 57.3 + 61.3 = 57.4 mm
  - utoel = utoel-a < utoel-b < umax; MIN(53.3 , 0.1 , 60.0) = 160.0 mm

3.11 B.C.4: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay up wind)

3.11.1 Berekening van de belastingen per spant:

a) Belastingen in gebruikstoestand:
- Permanente belastingen:
  - Eigen gewicht dek : (1.00 * 32) = 32 N/m²
  - Eigen gewicht van de goot: (1.00 * 34)* 4.00 = 136 N
  - E.G. spantbeen 1e spant : (1.00 * 83.3) = 83.3 N/m
  - E.G. spantbeen 2e spant : (1.00 * 85.4) = 85.4 N/m
  - E.G. spantbeen 3e spant : (1.00 * 67.6) = 67.6 N/m
- Variabele belastingen:
  - Vert. puntlast: 0.00*max(1250,1000)+0.00*0 = 0 N
  - Windbelasting : (1.00 * 510 * 0.98) = 500 N/m²
    (fCdim = Cdim;lr*Cdim;par/Cdim = 0.83 *0.85 /0.72 = 0.98)

b) Belastingen in rekentoestand:
- Permanente belastingen:
  - Eigen gewicht dek : (1.00 * 32) = 32 N/m²
  - Eigen gewicht van de goot: (1.00 * 34)* 4.00 = 136 N
  - E.G. spantbeen 1e spant : (1.00 * 83.3) = 83.3 N/m
  - E.G. spantbeen 2e spant : (1.00 * 85.4) = 85.4 N/m
  - E.G. spantbeen 3e spant : (1.00 * 67.6) = 67.6 N/m
- Variabele belastingen:
  - Vert. puntlast: 0.00*max(1250,1000)+0.00*0 = 0 N
  - Windbelasting : (1.28 * 510) = 651 N/m²

c) Bij het bepalen van de knoopcoordinaten is rekening gehouden met
de initiële scheefstand van de kolommen:
- Scheefstand psi = 1/267 (zie EN 1993-1-1)

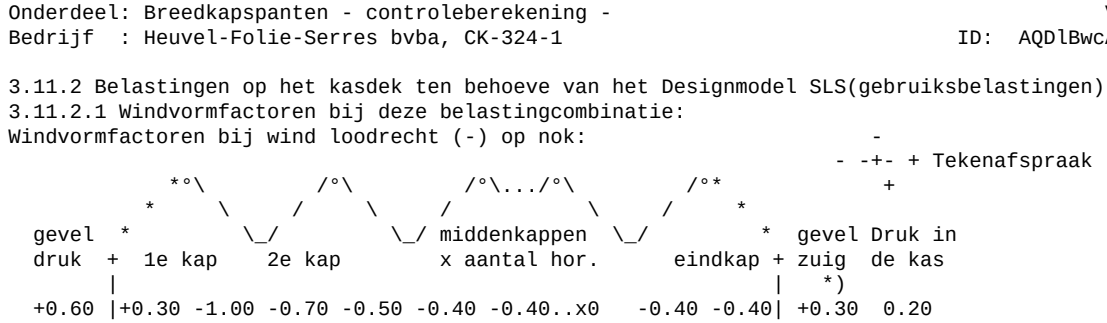
d) Rekenvoorbeeld van de belastingen op knooppunten op de volgende plaatsen:
Knoop k = "effectieve" spanthoogte van de eerste kolom
Knoop g = Eerste gording op de eerste kaphelft

- Horizontale belasting:
  Fk,hor = (4.000 - 0.5*3.701) * (651 *(+0.60-(0.20))) * 4.00 = 2069 N
  Fg,hor = -[651 *(+0.30-(0.20))] * tan(27.00)
  * 4.00 * 9.60 / [2*(1+1)] = 2069 N

- Verticale belasting:
  Fk,vert = -0.5*(32 + 0 + [651 *(+0.30-(0.20))] + 0 + 0)
  * 4.00 * 9.60 / [2*(1+1)] - 136 = -602 N
  Fg,vert = -(32 + 0 + [651 *(+0.30-(0.20))] + 0 + 0)
  * 4.00 * 9.60 / [2*(1+1)] + 0 = -932 N

e) Belastingen op gordingen:
Berekening van het minimaal traagheidsmoment van de dekgording
op alle spanten in gebruikstoestand.
- Belastingssituatie met alleen eigen gewicht kasdek
  Qg1 = 32 * 9.60 / [2*(1+1)] = 77 Nm
- Vervormingseis dekgordingen volgens EN 13031-1:
  dtoel1 = min(4000/750, 6) = 5.3 mm
- Hieruit volgt een minimaal traagheidsmoment (ligger op 3 steunpunten):
  Ixgmin = 2/384 * (Qg1 * 40004) / (Estaal,g * dtoel1) = 91429 mm4

3.11.2 Belastingen op het kasdek ten behoeve van het Designmodel SLS(gebruiksbelastingen):
3.11.2.1 Windvormfactoren bij deze belastingcombinatie:
Windvormfactoren bij wind loodrecht (-) op nok:



3.11.2.2 Belastingfactoren bij deze belastingcombinatie:

Belastingfactoren	gebruikstoestand	rekentoestand
Eigen gewicht	1.00	1.00
Installaties	0.00	0.00
Sneeuw	0.00	0.00
Wind	1.00	1.28
gewas	0.00	0.00

3.11.2.3 Gesommeerde belastingen op de omhulling van de kas per vakmaat:
Belastingen gebruikstoestand SLS per vakmaat (4.000 m):

Tralie	neerwaarts	qtral = fi*qinstall + fp*qtral + fg*qgewas		
		= 0.00*280.0 + 1.00*95.8 + 0.00*0.0	qtral =	95.8 N/m
Goot	zijgevel	Fgt.s = fp*qgoot.s = 1.00*68.0	Fgt.s =	68 N
	middengoot	Fgt.m = fp*qgoot.m = 1.00*136.0	Fgt.m =	136 N
Kasdek	evenwijdig	qdek.E = [fp*qdek + fs*qsneew]*sin(dek)		
		= [1.00*114.0 + 0.00*0.0]*sin(27.0)	qdek.E =	51.8 N/m
	loodrecht	qdek.L = [fp*qdek + fs*qsneew]*cos(dek)		
		= [1.00*114.0 + 0.00*0.0]*cos(27.0)	qdek.L =	101.6 N/m
	+ wind per kaphelft	= qdek.L + fw*qwinds*(cpe-cpi)		
	- 1e kaphelft	= 101.6 + 1.00*2041.9*(+0.30-0.20)	qdek.L1 =	305.8 N/m
	- 2e kaphelft	= 101.6 + 1.00*2041.9*(-1.00-0.20)	qdek.L2 =	-2348.7 N/m
	- 3e kaphelft	= 101.6 + 1.00*2041.9*(-0.70-0.20)	qdek.L3 =	-1736.1 N/m
	- 4e kaphelft	= 101.6 + 1.00*2041.9*(-0.50-0.20)	qdek.L4 =	-1327.7 N/m
	- Middenkap links	= 101.6 + 1.00*2041.9*(-0.40-0.20)	qdek.Lm1 =	-1123.5 N/m
	- Middenkap rechts	= 101.6 + 1.00*2041.9*(-0.40-0.20)	qdek.Lm2 =	-1123.5 N/m
	- Eindkap links	= 101.6 + 1.00*2041.9*(-0.40-0.20)	qdek.Le1 =	-1123.5 N/m
	- Eindkap Rechts	= 101.6 + 1.00*2041.9*(-0.40-0.20)	qdek.Le2 =	-1123.5 N/m
	+ windwrijving nok	= Cfp,h*fi*qwind*vakmaat*bkap/hkap*cscd'		
	- middenkap FhwCpf	= 0.03*1.00*510.5 *4.0 *9.6/2.45*0.70	FhwCpf =	169 N
Zijgevel	windzijde FhwF.gt	= fw*Fhw.gt*(cp1-cpi)		
	goothoogte	= 1.00*4413.5*(0.6 -0.2)	Fhw.gt =	1765 N
	windzijde FhwF.fh	= fw*Fhw.fh*(cp1-cpi)		
	fundatiehoogte	= 1.00*3754.0*(0.6 -0.2)	Fhw.fh =	1502 N
Zijgevel	loefzijde FhwL.gt	= fw*Fhw.gt*(cp1+cpi)		
	goothoogte	= 1.00*4413.5*(0.3 +0.2)	Fhw.gt =	2207 N
	loefzijde FhwL.fh	= fw*Fhw.fh*(cp1+cpi)		
	fundatiehoogte	= 1.00*3754.0*(0.3 +0.2)	Fhw.fh =	1877 N

Belastingen rekentoestand ULS per vakmaat (4.000 m):

Tralie	neerwaarts qtral = fi*qinstall + fp*qtral + fg*qgewas		
	= 0.00*280.0 + 1.00*95.8 + 0.00*0.0	qtral =	95.8 N/m
Goot	zijgevel Fgt.s = fp*qgoot.s = 1.00*68.0	Fgt.s =	68 N
	middengoot Fgt.m = fp*qgoot.m = 1.00*136.0	Fgt.m =	136 N
Kasdek	evenwijdig qdek.E = [fp*qdek + fs*qsneew]*sin(dek)		
	= [1.00*114.0 + 0.00*0.0]*sin(27.0)	qdek.E =	51.8 N/m
	loodrecht qdek.L = [fp*qdek + fs*qsneew]*cos(dek)		
	= [1.00*114.0 + 0.00*0.0]*cos(27.0)	qdek.L =	101.6 N/m
	+ wind per kaphelft = qdek.L + fw*qwinds*(cpe-cpi)		
	- 1e kaphelft = 101.6 + 1.28*2041.9*(+0.30-0.20)	qdek.L1 =	362.0 N/m
	- 2e kaphelft = 101.6 + 1.28*2041.9*(-1.00-0.20)	qdek.L2 =	-3022.5 N/m
	- 3e kaphelft = 101.6 + 1.28*2041.9*(-0.70-0.20)	qdek.L3 =	-2241.5 N/m
	- 4e kaphelft = 101.6 + 1.28*2041.9*(-0.50-0.20)	qdek.L4 =	-1720.8 N/m
	- Middenkap links = 101.6 + 1.28*2041.9*(-0.40-0.20)	qdek.Lm1 =	-1460.4 N/m
	- Middenkap rechts = 101.6 + 1.28*2041.9*(-0.40-0.20)	qdek.Lm2 =	-1460.4 N/m
	- Eindkap links = 101.6 + 1.28*2041.9*(-0.40-0.20)	qdek.Le1 =	-1460.4 N/m
	- Eindkap Rechts = 101.6 + 1.28*2041.9*(-0.40-0.20)	qdek.Le2 =	-1460.4 N/m
	+ windwrijving nok = Cfp,h*fi*qwind*vakmaat*bkap/hkap*cscd		
	- middenkap FhwCpf = 0.03*1.28*510.5 *4.0 *9.6/2.45*0.72	FhwCpf =	221 N
Zijgevel	windzijde FhwF.gt = fw*Fhw.gt*(cp1-cpi)		
	goothoogte = 1.28*4413.5*(0.6 -0.2)	Fhw.gt =	2251 N
	windzijde FhwF.fh = fw*Fhw.fh*(cp1-cpi)		
	fundatiehoogte = 1.28*3754.0*(0.6 -0.2)	Fhw.fh =	1915 N
Zijgevel	loefzijde FhwL.gt = fw*Fhw.gt*(cp1+cpi)		
	goothoogte = 1.28*4413.5*(0.3 +0.2)	Fhw.gt =	2814 N
	loefzijde FhwL.fh = fw*Fhw.fh*(cp1+cpi)		
	fundatiehoogte = 1.28*3754.0*(0.3 +0.2)	Fhw.fh =	2393 N

Tabel 3.11.2.4: Knoopbelastingen, oplegreacties en knoopverplaatsingen:

	Knoopbelastingen Rekentoestand		Oplegreacties		Knoopverplaatsingen gebruikstoestand			
nr.	X-as [mm]	Y-as [mm]	X-as [N]	Y-as [N]	X-as [N]	Y-as [N]	X-verpl [mm]	Y-verpl [mm]	U_lijn [mm]
	Horiz.	Vert.	Horiz.	Vert.	Horiz.	Vert.	Horiz.	Vert.	
1	-0.013	0.000	1927	0	-3772	-1610	0.00	0.00	0.000
2	0.000	3.701	2398	-602			100.50	-0.34	0.000
3	2.400	4.924	318	-932			98.48	3.63	0.188
4	4.800	6.147	2069	3129			96.29	7.95	0.000
5	7.200	4.924	3820	7191			95.00	5.50	-1.729
6	9.587	0.000			-1675	-20164	0.00	0.00	0.000
7	9.600	3.701	478	6117			92.14	-0.02	0.000
8	12.000	4.924	-2865	5316			88.95	6.20	-0.130
9	14.400	6.147	-318	4691			85.87	12.19	0.000
10	16.800	4.924	2229	4067			83.74	8.05	-2.234
11	19.187	0.000			-1331	-14595	0.00	0.00	0.000
12	19.200	3.701	159	3618			79.58	-0.06	0.000
13	21.600	4.924	-1910	3442			77.92	3.18	1.197
14	24.000	6.147	0	3442			75.16	8.57	0.000
15	26.400	4.924	1910	3442			73.75	5.84	-1.781
16	28.787	0.000			-1232	-12643	0.00	0.00	0.000
17	28.800	3.701	0	3306			70.72	-0.06	0.000
18	31.200	4.924	-1910	3442			68.69	3.94	0.336
19	33.600	6.147	0	3442			66.35	8.54	0.000
20	36.000	4.924	1910	3442			64.93	5.74	-1.670
21	38.387	0.000			-1071	-12876	0.00	0.00	0.000
22	38.400	3.701	0	3306			61.99	-0.03	0.000
23	40.800	4.924	-1910	3442			60.37	3.20	0.368
24	43.200	6.147	0	3442			58.42	7.09	0.000
25	45.600	4.924	1910	3442			57.34	4.92	-1.546
26	47.987	0.000			-952	-12834	0.00	0.00	0.000
27	48.000	3.701	0	3306			54.84	-0.00	0.000
28	50.400	4.924	-1910	3442			53.42	2.87	0.218
29	52.800	6.147	0	3442			51.81	6.13	0.000
30	55.200	4.924	1910	3442			50.95	4.36	-1.446
31	57.587	0.000			-847	-12857	0.00	0.00	0.000
32	57.600	3.701	0	3306			48.77	0.02	0.000
33	60.000	4.924	-1910	3442			47.57	2.49	0.133
34	62.400	6.147	0	3442			46.25	5.21	0.000
35	64.800	4.924	1910	3442			45.61	3.84	-1.369
36	67.187	0.000			-760	-12855	0.00	0.00	0.000
37	67.200	3.701	0	3306			43.73	0.04	0.000
38	69.600	4.924	-1910	3442			42.73	2.14	0.054
39	72.000	6.147	0	3442			41.69	4.34	0.000
40	74.400	4.924	1910	3442			41.25	3.33	-1.276
41	76.787	0.000			-691	-12896	0.00	0.00	0.000
42	76.800	3.701	0	3306			39.64	0.05	0.000
43	79.200	4.924	-1910	3442			38.78	1.92	-0.013
44	81.600	6.147	0	3442			37.93	3.77	0.000
45	84.000	4.924	1910	3442			37.67	3.10	-1.328
46	86.387	0.000			-620	-12644	0.00	0.00	0.000
47	86.400	3.701	0	3306			36.20	0.06	0.000
48	88.800	4.924	-1910	3442			36.05	0.50	0.094
49	91.200	6.147	0	3442			35.81	1.11	0.000
50	93.600	4.924	1910	3442			35.83	1.01	-0.469
51	95.987	0.000			-662	-13461	0.00	0.00	0.000
52	96.000	3.701	0	3306			35.43	0.08	0.000
53	98.400	4.924	-1910	3442			34.24	2.56	-0.159
54	100.800	6.147	0	3442			33.21	4.76	0.000
55	103.200	4.924	1910	3442			33.24	4.69	-2.605
56	105.587	0.000	2409	0	-2764	-5380	0.00	0.00	0.000

Tabel 3.11.2.5: Staafbelastingen, momenten, normaal- en dwarskrachten

				B E G I N			E I N D		
Staaf nr.	Profiel	X-as [N/m]	Y-as [N/m]	Normaal [N]	Dwarskr [N]	Moment [Nm]	Normaal [N]	Dwarskr [N]	Moment [Nm]
		Horizontaal	Verticaal						
1	RHBK100*50*3.0			1617	1839	-0	1617	1839	6806
2	1e Spant	-37.8	-74.2	512	-2222	6806	614	-2422	551
3	1e Spant	-37.8	-74.2	753	-3397	551	855	-3597	-8868

4	1e Spant	37.8	-74.2	-2831	922	-8868	-2932	722	-6654
5	1e Spant	37.8	-74.2	-3072	8863	-6654	-3174	8663	16950
6	RHBK50*30*1.5			0	0	0	0	0	0
7	RHBK100*50*3.0			20170	1602	-0	20170	1602	5929
8	2e Spant	-38.8	-76.1	-1430	-9448	22880	-1326	-9653	-2844
9	2e Spant	-38.8	-76.1	-1187	-3615	-2844	-1082	-3820	-12858
10	2e Spant	38.8	-76.1	-1313	2666	-12858	-1417	2461	-5954
11	2e Spant	38.8	-76.1	-1557	7096	-5954	-1661	6891	12883
12	RHBK50*30*1.5			0	0	0	0	0	0
13	RHBK100*50*3.0			14600	1278	-0	14600	1278	4732
14	Midden Spant	-30.7	-60.3	-524	-6542	17615	-441	-6705	-226
15	Midden Spant	-30.7	-60.3	-302	-2771	-226	-219	-2933	-7908
16	Midden Spant	30.7	-60.3	-939	1520	-7908	-1022	1357	-4033
17	Midden Spant	30.7	-60.3	-1161	5291	-4033	-1244	5129	10000
18	RHBK50*30*1.5			0	0	0	0	0	0
19	RHBK100*50*3.0			12648	1186	-0	12648	1186	4391
20	Midden Spant	-30.7	-60.3	456	-5752	14390	539	-5915	-1323
21	Midden Spant	-30.7	-60.3	678	-1981	-1323	761	-2143	-6877
22	Midden Spant	30.7	-60.3	276	1191	-6877	193	1029	-3887
23	Midden Spant	30.7	-60.3	54	4963	-3887	-29	4800	9261
24	RHBK50*30*1.5			0	0	0	0	0	0
25	RHBK100*50*3.0			12879	1025	0	12879	1025	3792
26	Midden Spant	-30.7	-60.3	1398	-5243	13053	1481	-5405	-1287
27	Midden Spant	-30.7	-60.3	1621	-1471	-1287	1703	-1633	-5468
28	Midden Spant	30.7	-60.3	1242	728	-5468	1159	566	-3725
29	Midden Spant	30.7	-60.3	1020	4500	-3725	937	4338	8178
30	RHBK50*30*1.5			0	0	0	0	0	0
31	RHBK100*50*3.0			12838	906	0	12838	906	3352
32	Midden Spant	-30.7	-60.3	2216	-4750	11530	2299	-4912	-1482
33	Midden Spant	-30.7	-60.3	2438	-978	-1482	2521	-1141	-4336
34	Midden Spant	30.7	-60.3	2121	357	-4336	2039	195	-3593
35	Midden Spant	30.7	-60.3	1899	4128	-3593	1816	3966	7308
36	RHBK50*30*1.5			0	0	0	0	0	0
37	RHBK100*50*3.0			12860	801	-0	12860	801	2965
38	Midden Spant	-30.7	-60.3	2950	-4325	10273	3033	-4487	-1595
39	Midden Spant	-30.7	-60.3	3173	-553	-1595	3255	-716	-3305
40	Midden Spant	30.7	-60.3	2897	12	-3305	2814	-150	-3490
41	Midden Spant	30.7	-60.3	2675	3784	-3490	2592	3621	6483
42	RHBK50*30*1.5			0	0	0	0	0	0
43	RHBK100*50*3.0			12857	714	-0	12857	714	2641
44	Midden Spant	-30.7	-60.3	3606	-3938	9124	3689	-4100	-1700
45	Midden Spant	-30.7	-60.3	3828	-166	-1700	3911	-328	-2366
46	Midden Spant	30.7	-60.3	3595	-290	-2366	3513	-453	-3367
47	Midden Spant	30.7	-60.3	3373	3481	-3367	3291	3319	5791
48	RHBK50*30*1.5			0	0	0	0	0	0
49	RHBK100*50*3.0			12899	644	-0	12899	644	2384
50	Midden Spant	-30.7	-60.3	4219	-3619	8176	4301	-3781	-1791
51	Midden Spant	-30.7	-60.3	4441	153	-1791	4524	-10	-1598
52	Midden Spant	30.7	-60.3	4213	-599	-1598	4131	-761	-3430
53	Midden Spant	30.7	-60.3	3991	3173	-3430	3909	3010	4898
54	RHBK50*30*1.5			0	0	0	0	0	0
55	RHBK100*50*3.0			12646	574	-0	12646	574	2125
56	2e Spant	-38.8	-76.1	4654	-3108	7023	4758	-3313	-1624
57	2e Spant	-38.8	-76.1	4898	621	-1624	5002	416	-227
58	2e Spant	38.8	-76.1	4839	-736	-227	4735	-940	-2484
59	2e Spant	38.8	-76.1	4595	2993	-2484	4491	2788	5303
60	RHBK50*30*1.5			0	0	0	0	0	0
61	RHBK100*50*3.0			13464	614	-0	13464	614	2271
62	1e Spant	-37.8	-74.2	5585	-3476	7574	5686	-3676	-2057
63	1e Spant	-37.8	-74.2	5826	258	-2057	5928	58	-1631
64	1e Spant	37.8	-74.2	5094	-1695	-1631	4992	-1895	-6466
65	1e Spant	37.8	-74.2	4852	2039	-6466	4751	1839	-1243
66	RHBK50*30*1.5			0	0	0	0	0	0
67	RHBK100*50*3.0			5382	336	-0	5382	336	1243

3.11.3 De krachtsverdeling in het spant van de middenvelden:

Tabel 3.11.3.1: Momentenlijn, normaal- en dwarskrachtenlijn.

Positie	Momentenlijn	Normaal-krachtenlijn	Dwars-krachtenlijn
x in [m]	M(x) in [Nm]	N(x) in [N]	Q(x) in [N]
begin - eind	(+ = U/- =)	(+ = trek)	(+ = ~~~___)
19.20 - 21.60	17615 -226	-524 -441	-6542 -6705
21.60 - 24.00	-226 -7908	-302 -219	-2771 -2933
24.00 - 26.40	-7908 -4033	-939 -1022	1520 1357
26.40 - 28.80	-4033 10000	-1161 -1244	5291 5129
28.80 - 31.20	14390 -1323	456 539	-5752 -5915
31.20 - 33.60	-1323 -6877	678 761	-1981 -2143
33.60 - 36.00	-6877 -3887	276 193	1191 1029
36.00 - 38.40	-3887 9261	54 -29	4963 4800
38.40 - 40.80	13053 -1287	1398 1481	-5243 -5405
40.80 - 43.20	-1287 -5468	1621 1703	-1471 -1633
43.20 - 45.60	-5468 -3725	1242 1159	728 566
45.60 - 48.00	-3725 8178	1020 937	4500 4338
48.00 - 50.40	11530 -1482	2216 2299	-4750 -4912
50.40 - 52.80	-1482 -4336	2438 2521	-978 -1141
52.80 - 55.20	-4336 -3593	2121 2039	357 195
55.20 - 57.60	-3593 7308	1899 1816	4128 3966
57.60 - 60.00	10273 -1595	2950 3033	-4325 -4487
60.00 - 62.40	-1595 -3305	3173 3255	-553 -716
62.40 - 64.80	-3305 -3490	2897 2814	12 -150
64.80 - 67.20	-3490 6483	2675 2592	3784 3621
67.20 - 69.60	9124 -1700	3606 3689	-3938 -4100
69.60 - 72.00	-1700 -2366	3828 3911	-166 -328
72.00 - 74.40	-2366 -3367	3595 3513	-290 -453
74.40 - 76.80	-3367 5791	3373 3291	3481 3319
76.80 - 79.20	8176 -1791	4219 4301	-3619 -3781
79.20 - 81.60	-1791 -1598	4441 4524	153 -10
81.60 - 84.00	-1598 -3430	4213 4131	-599 -761
84.00 - 86.40	-3430 4898	3991 3909	3173 3010

3.11.3.1 Controle van de stijfheid van het spant:

De toelaatbare doorbuiging van alle spanten wordt bepaald per spantbeen:
- uvtoel = 5387 / 250 < 30.0 mm, dus: uvtoel = 21.5 mm

Uit de U-lijn is de maximale doorbuiging:
- doorbuiging umax = -1.78 mm

- Controle van het spant van de middenvelden:
  Doorbuiging: |-1.8 | mm < 21.5 mm, dus: voldoet.
  bij B.C.4: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay up wind)

3.11.3.2 Controle van de bovenrand:

3.11.3.2 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de bovenrand:

- De normaalkracht in de bovenrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = -M/0.3600 + N/2 (voor N en M, zie 3.11.3.1)
    met: Effectieve spanthoogte: 360.0 mm

- De normaalkracht in de bovenrand wordt bij de eindplaten van de nok en de kolomaansluiting gereduceerd met de normaalkracht in de diagonaal (einddiagonaal sluit aan bij eindplaat ter plaatse van de bovenrand)
  - Reductie: Nred = Nd - Q/tan(38.9) plaats van eindplaat naar gording
  - Reductie: Nred = Nd + Q/tan(38.9) plaats van gording naar eindplaat
    (voor de dwarskracht Q zie tabel 3.11.3.1)

Tabel 3.11.32: Normaalkrachtenverloop in de bovenrand.

Plaats	Normaalkracht in [N] (trek = positief)	Systeem-lengte
x in [m]	Spant	[mm]
19.20 - 21.60	-41086 407	2694
21.60 - 24.00	476 18222	2694
24.00 - 26.40	19614 10693	2694
26.40 - 28.80	10623 -22044	2694
28.80 - 31.20	-32617 3944	2694
31.20 - 33.60	4013 16827	2694

33.60 - 36.00	17765 10895	2694
36.00 - 38.40	10825 -19791	2694
38.40 - 40.80	-29063 4316	2694
40.80 - 43.20	4385 14017	2694
43.20 - 45.60	14908 10926	2694
45.60 - 48.00	10856 -16872	2694
48.00 - 50.40	-25035 5267	2694
50.40 - 52.80	5336 11891	2694
52.80 - 55.20	12663 11001	2694
55.20 - 57.60	10931 -14477	2694
57.60 - 60.00	-21701 5948	2694
60.00 - 62.40	6017 9920	2694
62.40 - 64.80	10613 11102	2694
64.80 - 67.20	11032 -12225	2694
67.20 - 69.60	-18663 6568	2694
69.60 - 72.00	6637 8122	2694
72.00 - 74.40	8731 11109	2694
74.40 - 76.80	11039 -10329	2694
76.80 - 79.20	-16117 7125	2694
79.20 - 81.60	7194 6689	2694
81.60 - 84.00	7288 11592	2694
84.00 - 86.40	11522 -7920	2694

3.11.3.2 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Nadrukkelijk wordt vermeld, dat onderstaande stabiliteits-berekeningen alleen voldoen bij toepassing van specifieke stabiliteits-voorzieningen ter plaatse van de gordingen:

- fixatie van de boven- en onderrand rand uit het vlak van het spant, door windverbanden tussen de gordingen in het eerste en laatste vak van een gootlengte en momentvaste koppelingen tussen gordingen en bovenrand

Tabel 3.11.3.2:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de bovenrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-bepaling begin-eind	Normaalkrachten (trek = positief) [N] "begin"	"einde"	Rand-voor-waar-den	Knfct staaf-lengte ßm×ßn	Knik-lengte [mm]	Klasse	Sterkte UC	Stab. UC
19.20-21.60	-41086	407	m-g	0.531	1430	1	0.49	0.76
26.40-28.80	10623	-22044	g-m	0.400	1077	1	0.26	0.39
28.80-31.20	-32617	3944	m-g	0.510	1373	1	0.39	0.59
36.00-38.40	10825	-19791	g-m	0.400	1077	1	0.24	0.35
38.40-40.80	-29063	4316	m-g	0.504	1358	1	0.35	0.52
45.60-48.00	10856	-16872	g-m	0.400	1077	1	0.20	0.30
48.00-50.40	-25035	5267	m-g	0.494	1330	1	0.30	0.44
55.20-57.60	10931	-14477	g-m	0.400	1077	1	0.17	0.26
57.60-60.00	-21701	5948	m-g	0.494	1330	1	0.26	0.38
64.80-67.20	11032	-12225	g-m	0.400	1077	1	0.15	0.22
67.20-69.60	-18663	6568	m-g	0.494	1330	1	0.22	0.33
74.40-76.80	11039	-10329	g-m	0.400	1077	1	0.12	0.18
76.80-79.20	-16117	7125	m-g	0.494	1330	1	0.19	0.29
84.00-86.40	11522	-7920	g-m	0.400	1077	1	0.09	0.14

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (0.84 - 0.2)*(|-41086 |/(0.639 *84071   /1.0)) = 1.34
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-41086 |/(0.639 *84071   /1.0)) = 1.45
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(1.34   , 1.45   ) = 1.34
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.80

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-41086 |/(0.639 *84071   /1.0)+1.34 *|0.0 |/(1.00*1113.7 /1.0)
           = 0.765 + 0.000 = 0.765
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-41086 |/(0.671 *84071   /1.0)+0.80 *|0.0 |/(1.00*1113.7 /1.0)
           = 0.729 + 0.000 = 0.729

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.765 , 0.729) = 0.765

- controle: 0.76 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.11.3.2 Stabiliteitscontrole in het vlak:

- Maatgevende normaaldrukkracht: Ndmax = -41086 N

- Kniklengte: lky = 1.00 * lveld = 1.00 * 898 = 898 mm
Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
Interactiefactoren volgens bijlage B:
Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
      = 0.90 * (1.0 + (0.79 - 0.2)*(|-41086 |/(0.671 *84071   /1.0)) = 1.28
Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
      = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-41086 |/(0.671 *84071   /1.0)) = 1.42
Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(1.28   , 1.42   ) = 1.28
Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.77

UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
         = |-41086 |/(0.671 *84071   /1.0)+1.28 *|0.0 |/(1.00*828.1 /1.0)
         = 0.729 + 0.000 = 0.729
UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
         = |-41086 |/(0.829 *84071   /1.0)+0.77 *|0.0 |/(1.00*828.1 /1.0)
         = 0.590 + 0.000 = 0.590

Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.729 , 0.590) = 0.729

- controle: 0.73 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.11.3.2 Doorsnede-controle van de bovenrand:

          |NEd| |-41086 |
- UCDruk = ----- = --------- = 0.49
          Nc.Rd   84071

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 19614   N

          |NEd| |19614 |
- UCTrek = ----- = --------- = 0.23
          Nc.Rd   84071

Trek is maatgevend.

- Controle: 0.49 < 1.00, dus de treksterkte voldoet.

Conclusie:
- Bovenrand (RHBK50*30*2.0) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.4: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay up wind)

3.11.3.3 Controle van de onderrand:

3.11.3.3 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de onderrand:

- De normaalkracht in de onderrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = M/0.3600 + N/2 (voor N en M, zie 3.11.3.1)
    met: Effectieve spanthoogte: 360.0 mm

Tabel 3.11.33: Normaalkrachtenverloop in de onderrand.

Plaats x in [m]	Normaalkracht in [N] (trek = positief) Spant		Systeem-lengte [mm]
19.20 - 21.60	48669	-848	2892
21.60 - 24.00	-778	-22076	2694
24.00 - 26.40	-22436	-11715	2694
26.40 - 28.80	-11784	27156	2892
28.80 - 31.20	40202	-3405	2892
31.20 - 33.60	-3335	-18722	2694
33.60 - 36.00	-18965	-10701	2694
36.00 - 38.40	-10771	25711	2892
38.40 - 40.80	36958	-2834	2892
40.80 - 43.20	-2765	-14338	2694
43.20 - 45.60	-14568	-9766	2694
45.60 - 48.00	-9836	23185	2892
48.00 - 50.40	33137	-2968	2892
50.40 - 52.80	-2898	-10784	2694
52.80 - 55.20	-10984	-8962	2694
55.20 - 57.60	-9032	21208	2892
57.60 - 60.00	30011	-2915	2892
60.00 - 62.40	-2845	-7552	2694
62.40 - 64.80	-7731	-8288	2694
64.80 - 67.20	-8357	19305	2892
67.20 - 69.60	27148	-2879	2892
69.60 - 72.00	-2809	-4618	2694
72.00 - 74.40	-4776	-7596	2694
74.40 - 76.80	-7666	17733	2892
76.80 - 79.20	24820	-2823	2892
79.20 - 81.60	-2754	-2178	2694
81.60 - 84.00	-2333	-7461	2694
84.00 - 86.40	-7531	15559	2892

3.11.3.3 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Nadrukkelijk wordt vermeld, dat onderstaande stabiliteits-berekeningen alleen voldoen bij toepassing van specifieke stabiliteits-voorzieningen ter plaatse van de gordingen:

- fixatie van de boven- en onderrand rand uit het vlak van het spant, door windverbanden tussen de gordingen in het eerste en laatste vak van een gootlengte en momentvaste koppelingen tussen gordingen en bovenrand

Tabel 3.11.3.3:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de onderrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-bepaling begin-eind	Normaalkrachten (trek = positief) [N] "begin"	"einde"	Rand-voor-waar-den	Knfct staaf-lengte ßm×ßn	Knik-lengte/PlPerc [mm]	Klasse	Sterkte UC	Stab. UC
19.20-21.60	48669	-848	m-g	0.529	1531	1	0.01	0.02
21.60-24.00	-778	-22076	g-n	0.679	1829	1	0.30	0.66
24.00-26.40	-22436	-11715	n-g	0.800	2154	1	0.31	0.84
26.40-28.80	-11784	27156	g-m	0.586	1694	1	0.16	0.32
28.80-31.20	40202	-3405	m-g	0.529	1531	1	0.05	0.08
31.20-33.60	-3335	-18722	g-n	0.719	1936	1	0.26	0.60
33.60-36.00	-18965	-10701	n-g	0.810	2183	1	0.26	0.72
36.00-38.40	-10771	25711	g-m	0.586	1694	1	0.15	0.29
38.40-40.80	36958	-2834	m-g	0.529	1531	1	0.04	0.07
40.80-43.20	-2765	-14338	g-n	0.723	1946	1	0.20	0.46
43.20-45.60	-14568	-9766	n-g	0.836	2252	1	0.20	0.58
45.60-48.00	-9836	23185	g-m	0.586	1694	1	0.14	0.27
48.00-50.40	33137	-2968	m-g	0.529	1531	1	0.04	0.07
50.40-52.80	-2898	-10784	g-n	0.742	2000	1	0.15	0.36
52.80-55.20	-10984	-8962	n-g	0.870	2345	1	0.15	0.47
55.20-57.60	-9032	21208	g-m	0.586	1694	1	0.12	0.25
57.60-60.00	30011	-2915	m-g	0.529	1531	1	0.04	0.07
60.00-62.40	-2845	-7552	g-n	0.770	2074	1	0.10	0.27
62.40-64.80	-7731	-8288	n-g	0.897	2416	1	0.11	0.37
64.80-67.20	-8357	19305	g-m	0.586	1694	1	0.12	0.23
67.20-69.60	27148	-2879	m-g	0.529	1531	1	0.04	0.07
69.60-72.00	-2809	-4618	g-n	0.826	2224	1	0.06	0.18
72.00-74.40	-4776	-7596	n-g	0.826	2225	1	0.10	0.30
74.40-76.80	-7666	17733	g-m	0.586	1694	1	0.11	0.21
76.80-79.20	24820	-2823	m-g	0.529	1531	1	0.04	0.07
79.20-81.60	-2754	-2178	g-n	0.867	2335	1	0.04	0.12
81.60-84.00	-2333	-7461	n-g	0.745	2008	1	0.10	0.25
84.00-86.40	-7531	15559	g-m	0.586	1694	1	0.10	0.21

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (1.35 - 0.2)*(|-22436 |/(0.369 *72467   /1.0)) = 1.77
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-22436 |/(0.369 *72467   /1.0)) = 1.50
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(1.77   , 1.50   ) = 1.50
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.90

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-22436 |/(0.369 *72467   /1.0)+1.50 *|0.0 |/(1.00*983.6 /1.0)
           = 0.838 + 0.000 = 0.838
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-22436 |/(0.744 *72467   /1.0)+0.90 *|0.0 |/(1.00*983.6 /1.0)
           = 0.416 + 0.000 = 0.416

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.838 , 0.416) = 0.838

- controle: 0.84 < 0.95, dus de stabiliteit voldoet.

3.11.3.3 Stabiliteitscontrole in het vlak (nabij de kolom-aansluitingen):

- Maatgevend: Ndmax = N + |Q|/tan(alfa) = -22436 + |1520 |/tan(38.9) = -22436 N
  (N.B.: 1e drukdiagonaal reduceert de normaaldrukkracht in de onderrand)

- Kniklengte: lky = 0.80*lveld = 0.80 * 898 = 718 mm

  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.40 (het profiel is geschoord).
  M1 = 0.00 , M2 = 0.00 , Ms = 0.00 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.40 * (1.0 + (0.67 - 0.2)*(|-22436 |/(0.744 *72467   /1.0)) = 0.48
  Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.40 * (1.0 + 0.8*(|-22436 |/(0.744 *72467   /1.0)) = 0.53
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.48   , 0.53   ) = 0.48
  Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.29

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-22436 |/(0.744 *72467   /1.0)+0.48 *|0.0 |/(1.00*738.1 /1.0)
           = 0.416 + 0.000 = 0.416
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-22436 |/(0.871 *72467   /1.0)+0.29 *|0.0 |/(1.00*738.1 /1.0)
           = 0.355 + 0.000 = 0.355

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.416 , 0.355) = 0.416

- controle: 0.42 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.11.3.3 Doorsnede-controle van de onderrand:

           |NEd| |-22436 |
- UCDruk = ----- = --------- = 0.31
           Nc.Rd   72467

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 48669   N

           |NEd| |48669 |
- UCTrek = ----- = --------- = 0.67
           Nc.Rd   72467

Trek is maatgevend.

- Controle: 0.67 < 1.00, dus de treksterkte voldoet.

Conclusie:
- Onderrand (RHBK50*30*1.5) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.4: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay up wind)

3.11.3.4 Controle van de diagonalen:

3.11.3.4 Controle van de diagonalen in de eindvelden:

- Controle op druk:
  - Maatgevende dwarskracht eindvelden: Qmaxd = -6705 N (zie tabel 3.11.3.1)

$$N_{diagd} = \frac{|Q_{maxd}|}{\sin(alfa)} = \frac{|-6705|}{\sin(38.9)} = 10676 \text{ N}$$

  - Capaciteit diagonaal: Fdiagd = 13200 N (zie 4.4)

  - Controle: 10676 N < 13200 N, dus diagonaal voldoet.

- Controle op trek:
  - Maatgevende dwarskracht eindvelden: Qmaxt = 5291 N (zie tabel 3.11.3.1)

$$N_{diagt} = \frac{Q_{maxt}}{\sin(alfa)} = \frac{5291}{\sin(38.9)} = 8425 \text{ N}$$

  - Capaciteit diagonaal eindvelden: Fdiagt = 36175 N (zie 4.4)

  - Controle: 8425 N < 36175 N, dus diagonaal voldoet.

Conclusie:
- Diagonalen in eindvelden (RD14.0 mm) voldoen qua trek/druk
  bij B.C.4: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay up wind)

3.11.3.4 Controle van de (las)verbindingen:

	Diagonalen eindvelden		Diagonalen middenvelden	
	Nd = 10676 N		Nd = - 0 N	
	Nt = 8425 N		Nt = 0 N	
	Fstev = 6557 N		Fstev = 0 N	
	Fstlo = 5291 N		Fstlo = 0 N	
	Msdt = 33469.7 Nm		Msdt = 0.00 Nm	
	Fsdev = 8308 N		Fsdev = 0 N	
	bovenrand	onderrand	bovenrand	onderrand
Tau1	28.25 N/mm²	28.25 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
Tau2	21.86 N/mm²	21.86 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
Sgm1	28.25 N/mm²	28.25 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
SgmWst	39.26 N/mm²	39.26 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
UC1	0.19	0.19	0.00	0.00
UC2	0.10	0.10	0.00	0.00
SgmWsd	27.69 N/mm²	27.69 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
UC3	0.13	0.13	0.00	0.00
Nt1	20826 N	15660 N	20826 N	15660 N
knd	1.00	1.00	1.00	1.00
Nd1	20826 N	15660 N	20826 N	15660 N
UCt1	0.40	0.54	0.00	0.00
UCd1	0.51	0.68	0.00	0.00
UClas	0.19	0.19	0.00	0.00
UCdia	0.51	0.68	0.00	0.00
UCgeo	0.48	0.49	0.48	0.49
UClas	0.19		0.00	
UCdia	0.68		0.50	

Conclusie:
- Lassen: UClas = 0.19 <= 1.00 dus: voldoen
- Aansluitingen: UCdia = 0.68 <= 1.00 dus: voldoen

Eindconclusie:
- Aansluiting diagonalen voldoet
  bij B.C.4: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay up wind)

3.11.3.4 Controle van de dekgording (het spant van de middenvelden)

- Belastingscombinatie met alleen eigen gewicht kasdek, wind en sneeuw
  Qg,links = [32 + 500 *(-0.40-(+0.20))/cos(27.0) + 0] * 9.60 /[2*(1+1)] = -0.731 Nm
  Qg,rechts = [32 + 500 *(-0.40-(+0.20))/cos(27.0) + 0] * 9.60 /[2*(1+1)] = -0.731 Nm
  Qg= max(|Qg,links| ; |Qg,rechts|) = 0.731 Nm

- Vervormingseis dekgordingen volgens EN 13031-1:
  dtoel2 = min(4000/(650 - 100*min(4000/1125;5)); 4000/150; 30) = 13.6 mm
- Hieruit volgt een minimaal traagheidsmoment (ligger op 3 steunpunten):
  Ixg,bc = 2/384 * (Qg * 40004) / (Estaal,g * dtoel2) = 341469 mm4

- Minimaal traagheidsmoment dekgording:
  Ixgmin = max(Ixg,eg, Ixg,bc) = max(91429 , 341469) = 341469 mm4

3.11.3.4 Controle van de gordingverticaal

- Controle veerstijfheid gordingverticaal
  De onderrand wordt geschematiseerd als een ligger van goot naar nok.
  - Veerstijfheid gordingprofiel:
    kgord = 4 * Estaal,g * Ixgmin / (390 ² * 4000) = 471.5 N/mm
  - Veerstijfheid gordingverticaal:
    k0gvert = 1826.1 N/mm (zie 4.7)

    De veerstijfheid van de verticaal is ten minste zo groot als 100% van
    de veerstijfheid van de inklemming van de gording.

  - Controle: 1826.1 N/mm > 471.5 N/mm, dus gordingverticaal voldoet.

- Plaatsvastheid van de gordingverticaal bij de onderrand
  Omdat de aansluiting van de gording aan de tralie in het algemeen goed
  momentvast is uitgevoerd, kan de volledige stijfheid van de gording in
  rekening worden gebracht.

  - Veerstijfheid gordingprofiel:
    kgord = 4 * Estaal,g * 341469 / (390 ² * 4000) = 471.5 N/mm

  - Veerstijfheid van de aansluiting van de onderrand-gording "uit het vlak":
    Hoekverdraaiing door gording en inklemming opzetkolom:

$$V2 = \frac{2*vak}{4*Eg*Ig} = \frac{2 * 4000}{4 * 210000 * 341469} = 27.9 \ *10\text{-}9\ 1/Nmm$$

    Hoekverdraaiing door moment bij onderrand door bovenrand:

$$V3 = \frac{bkap}{2*(ngord+1)*\cos(27.0)*Gbr*Itbr*2} = \frac{9600}{2*(1+1)*\cos(27.0)*\ 80769*\ \ 92298*2} = 180.7 \ *10\text{-}9\ 1/Nmm$$

    Hoekverdraaiing door puntlast bij gordingverticaal:

$$V4 = \frac{ht;net^2}{3 * Egv * Igv} = \frac{330^2}{3 * 210000 * 104167} = 1659.4 \ *10\text{-}9\ 1/Nmm$$

    Moment bij bovenrand

$$MBr = \frac{V2 * hspant}{V2 + V3} = \frac{27.9 \ * 390}{27.9 + 180.7} = 52.2 \ Nm$$

    Moment bij gording Mozk = hspant - Mbr = 390 - 52 = 338 Nmm

    Geeft de veerstijfheid ter plaatse van de bovenrand:

$$kor = \frac{1}{V4*ht;nett + V2*hspant^2 + V2*hspant*-Mbr} = \frac{1}{1659.4*330 \ + \ \ 27.9*390\ ^2 + \ \ 27.9*390\ *(-52\ \ )} = 236.8 \ N/mm$$

    Vereiste kritische veerstijfheid: kcr = 16.5 N/mm (zie 4.8)

  - Controle: 236.8 N/mm > 16.5 N/mm, dus veerstijfheid voldoet.

- Controle op knik:
  - Maatgevende verticale kracht: Ngv = Fvg = 0 N
  - Capaciteit van de verticaal : Fgvertd = 69549 N (zie 4.6)

  - Controle: 0 N > 69549 N, dus gordingverticaal voldoet.

Conclusie:
- Gordingverticaal voldoet qua sterkte/stabiliteit en stijfheid
  bij B.C.4: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay up wind)

3.11.3.5 Controle van de bouten van de spant-kolom-aansluiting:

Controle van de krachten op de bout(en) bij de bovenrand:

Tabel 3.11.3.5.1: Belastingen bij bovenrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Spant-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Nt [N]	Ft,br [N]	Fs,br [N]	Fi,br [N]
19.20	17615	-524	-6542	0	0	-5710	8076
28.80	10000	-1244	5129	0	0	-4287	6063
28.80	14390	456	-5752	0	0	-5229	7395
38.40	9261	-29	4800	0	0	-4270	6039
38.40	13053	1398	-5243	0	0	-4989	7055
48.00	8178	937	4338	0	0	-4078	5767
48.00	11530	2216	-4750	0	0	-4735	6696
57.60	7308	1816	3966	0	0	-3946	5581
57.60	10273	2950	-4325	0	0	-4523	6397
67.20	6483	2592	3621	0	0	-3815	5395
67.20	9124	3606	-3938	0	0	-4327	6119
76.80	5791	3291	3319	0	0	-3704	5238
76.80	8176	4219	-3619	0	0	-4182	5914
86.40	4898	3909	3010	0	0	-3570	5048

Gegevens van de eindplaat bij de bovenrand:
- Aantal bouten bij de bovenrand: nbb = 1
- Momenten-arm bij bovenrand: hbbout = 458 mm
- Hellingshoek van het spant: alpha = 27.0 graden
- Nt is de trekkracht in de trekstang van het spant
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Normaalkracht: $Ft = \frac{N*\cos(alpha) + sn*Q*\sin(alpha)}{2 * nbb} - \frac{M}{hbbout} + \frac{Nt}{2}$ met Ft>=0N
- Schuifkracht: $Fs = 0.5 * -N*\sin(alpha) + sn*Q*\cos(alpha)$
- Ideële kracht: $Fi = (Ft^2 + 2*Fs^2)0.5$
- Maximale optredende kracht: Fi,br max = 8076 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbtb max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 8076 N < 33926 N, dus bout bij bovenrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.4: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay up wind)

Controle van de krachten op de bout(en) bij de onderrand:

Tabel 3.11.3.5.2: Belastingen bij onderrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Spant-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Nt [N]	Ft,or [N]	Fs,or [N]	Fi,or [N]
19.20	17615	-524	-6542	0	22254	-5710	23674
28.80	10000	-1244	5129	0	12262	-4287	13679
28.80	14390	456	-5752	0	18331	-5229	19766
38.40	9261	-29	4800	0	11601	-4270	13078
38.40	13053	1398	-5243	0	16844	-4989	18261
48.00	8178	937	4338	0	10447	-4078	11933
48.00	11530	2216	-4750	0	15084	-4735	16503
57.60	7308	1816	3966	0	9544	-3946	11055
57.60	10273	2950	-4325	0	13646	-4523	15071
67.20	6483	2592	3621	0	8673	-3815	10214
67.20	9124	3606	-3938	0	12329	-4327	13764
76.80	5791	3291	3319	0	7955	-3704	9525
76.80	8176	4219	-3619	0	11257	-4182	12716
86.40	4898	3909	3010	0	6956	-3570	8594

Gegevens van de eindplaat bij de onderrand:
- Aantal bouten bij de onderrand: nbo = 2
- Momenten-arm bij onderrand: hobout = 762 mm
- Hellingshoek van het spant: alfa = 27.0 graden
- Nt is de trekkracht in de trekstang van het spant
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Schuifkracht: $Fs = 0.5 * -N*\sin(alpha) + sn*Q*\cos(alpha)$
- Ideële kracht: $Fi = (Ft^2 + 2*Fs^2)0.5$
- Maximale optredende kracht: Fi,or max = 23674 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbto max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 23674   N < 33926   N, dus bout bij onderrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.4: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay up wind)

3.11.3.5 Controle van de eindplaat op pons:

Bij de boutverbinding van de bovenrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxb = 0.0 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capb = 80 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0.0 kN < 80 kN, dus eindplaat (ST50*10.0) voldoet
zonder onderlegring bij de bovenste bout
bij B.C.4: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay up wind)

Bij de boutverbinding van de onderrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxo = 22.3 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capo = 80 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 22.3 kN < 80 kN, dus eindplaat (ST50*10.0) voldoet
zonder onderlegring bij de onderste bout
bij B.C.4: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay up wind)

3.11.3.5 Controle van de eindplaat op buiging:

Tabel 3.11.3.5.4.1: Belastingen van de eindplaat van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Spant-kracht	Normaal-kracht	Normaal-kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Nt [N]	Ftrb [N]	Ftro [N]
19.20	17615	-524	-6542	0	0	47213
28.80	10000	-1244	5129	0	0	26059
28.80	14390	456	-5752	0	0	38871
38.40	9261	-29	4800	0	0	24623
38.40	13053	1398	-5243	0	0	35691
48.00	8178	937	4338	0	0	22149
48.00	11530	2216	-4750	0	0	31938
57.60	7308	1816	3966	0	0	20209
57.60	10273	2950	-4325	0	0	28869
67.20	6483	2592	3621	0	0	18342
67.20	9124	3606	-3938	0	0	26058
76.80	5791	3291	3319	0	0	16800
76.80	8176	4219	-3619	0	0	23769
86.40	4898	3909	3010	0	0	14663

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de bovenrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftrb = \frac{N\cos(\alpha) + sn\,Q\sin(\alpha)}{2} - \frac{M}{ht,eff} \text{ met } Ftrb>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftrb(max) * e = 0.5 * 0 * 25.0 = 0 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 1987 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0 Nm < 1987 Nm, dus eindplaat (ST50*10.0) voldoet
bij B.C.4: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay up wind)

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de onderrand:
- Normaalkracht : Ftbout(2) = 22.3 * 367.7 /472.7 = 17.3 kN
- Normaalkracht : Ftbout(1) = 22.3 * 472.7 /472.7 = 22.3 kN
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * max(Ftbout(2) * e(2), Ftbout(1) * e(1))
= 0.5 * max(17.3 * 25 , 22.3 * 50) = 556 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 2683 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 556 Nm < 2683 Nm, dus eindplaat (ST50*10.0) voldoet
bij B.C.4: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay up wind)

De lasverbindingen tussen eindplaat met resp. de boven- en onderrand
zijn niet gecontroleerd.

3.11.3.6 Controle van de bouten van de nokaansluiting:

Controle van de krachten op de bout(en) bij de bovenrand:

Tabel 3.11.3.6.1: Belastingen bij bovenrand van de nokaansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,br [N]	Fs,br [N]	Fi,br [N]
24.00	-7908	-219	-2933	20491	2663	20834
24.00	-7908	-939	1520	20491	1567	20611
33.60	-6877	761	-2143	18336	1737	18500
33.60	-6877	276	1191	18336	999	18390
43.20	-5468	1703	-1633	15085	1069	15161
43.20	-5468	1242	728	15085	367	15094
52.80	-4336	2521	-1141	12518	444	12534
52.80	-4336	2121	357	12518	-164	12520
62.40	-3305	3255	-716	10170	-101	10171
62.40	-3305	2897	12	10170	-647	10211
72.00	-2366	3911	-328	8028	-595	8072
72.00	-2366	3595	-290	8028	-1075	8171
81.60	-1598	4524	-10	6309	-1018	6471
81.60	-1598	4213	-599	6309	-1490	6651

Gegevens van de nokplaat bij de bovenrand:
- Aantal bouten bij de bovenrand: nbb = 1
- Momenten-arm bij bovenrand: hbbout = 372 mm
- Hellingshoek van het spant: alpha = 27.0 graden
- Teken dwarskracht bij eindpositie sn=+1 en bij beginpositie sn=-1

$$\text{- Normaalkracht: } Ft = \frac{N\cos(\alpha) + sn\,Q\sin(\alpha)}{2 \cdot nbb} - \frac{M}{hbbout} \text{ met } Ft>=0N$$

- Schuifkracht: $Fs = 0.5 * -N\sin(\alpha) - sn\,Q\cos(\alpha)$
- Ideële kracht: $Fi = (Ft^2 + 2Fs^2)0.5$
- Maximale optredende kracht: Fi,br max = 20834 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbtb max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 20834 N < 33926 N, dus bout bij bovenrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.4: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay up wind)

Controle van de krachten op de bout(en) bij de onderrand:

Tabel 3.11.3.6.2: Belastingen bij onderrand van de nokaansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,or [N]	Fs,or [N]	Fi,or [N]
24.00	-7908	-219	-2933	0	2663	3766
24.00	-7908	-939	1520	0	1567	2216
33.60	-6877	761	-2143	0	1737	2456
33.60	-6877	276	1191	0	999	1412
43.20	-5468	1703	-1633	0	1069	1511
43.20	-5468	1242	728	0	367	519
52.80	-4336	2521	-1141	0	444	628
52.80	-4336	2121	357	0	-164	231
62.40	-3305	3255	-716	0	-101	143
62.40	-3305	2897	12	0	-647	914
72.00	-2366	3911	-328	0	-595	842
72.00	-2366	3595	-290	0	-1075	1520
81.60	-1598	4524	-10	0	-1018	1440
81.60	-1598	4213	-599	0	-1490	2107

Gegevens van de nokplaat bij de onderrand:
- Aantal bouten bij de onderrand: nbo = 1
- Momenten-arm bij onderrand: hobout = 372 mm
- Hellingshoek van het spant: alfa = 27.0 graden
- Teken dwarskracht bij eindpositie sn=+1 en bij beginpositie sn=-1

$$\text{- Normaalkracht: } Ft = \frac{N\cos(\alpha) + sn\,Q\sin(\alpha)}{2 \cdot nbo} + \frac{M}{hobout} \text{ met } Ft>=0N$$

- Schuifkracht: $Fs = 0.5 * -N\sin(\alpha) - sn\,Q\cos(\alpha)$
- Ideële kracht: $Fi = (Ft^2 + 2Fs^2)0.5$
- Maximale optredende kracht: Fi,or max = 3766 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbto max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 3766   N < 33926   N, dus bout bij onderrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.4: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay up wind)

3.11.3.6 Controle van de nokplaat op pons:
Bij de boutverbinding van de bovenrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxb = 20.5 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de nokplaat: Fp,capb = 96 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 20.5 kN < 96 kN, dus nokplaat (ST50*12.0) voldoet
zonder onderlegring bij de bovenste bout
bij B.C.4: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay up wind)

Bij de boutverbinding van de onderrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxo = 0.0 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de nokplaat: Fp,capo = 96 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0.0 kN < 96 kN, dus nokplaat (ST50*12.0) voldoet
zonder onderlegring bij de onderste bout
bij B.C.4: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay up wind)

3.11.3.6 Controle van de nokplaat op buiging:

Tabel 3.11.3.6.4.1: Belastingen van de nokplaat.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Normaal-kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ftrb [N]	Ftro [N]
24.00	-7908	-219	-2933	21203	0
24.00	-7908	-939	1520	21203	0
33.60	-6877	761	-2143	18955	0
33.60	-6877	276	1191	18955	0
43.20	-5468	1703	-1633	15578	0
43.20	-5468	1242	728	15578	0
52.80	-4336	2521	-1141	12909	0
52.80	-4336	2121	357	12909	0
62.40	-3305	3255	-716	10467	0
62.40	-3305	2897	12	10467	0
72.00	-2366	3911	-328	8241	0
72.00	-2366	3595	-290	8241	0
81.60	-1598	4524	-10	6453	0
81.60	-1598	4213	-599	6453	0

Resulterende trekkracht in de nokplaat bij de bovenrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftrb = \frac{N\cos(\alpha) + sn\,Q\sin(\alpha)}{2} - \frac{M}{ht,eff} \quad \text{met } Ftrb>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de nokplaat:
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftrb(max) * e = 0.5 * 0 * 25.0 = 265 Nm
- Capaciteit van de nokplaat: Mp,cap = 368 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 265 Nm < 368 Nm, dus nokplaat (ST50*12.0) voldoet
bij B.C.4: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay up wind)

Resulterende trekkracht in de nokplaat bij de onderrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftro = \frac{N\cos(alfa) + sn\,Q\sin(alfa)}{2} + \frac{M}{ht,eff} \quad \text{met } Ftro>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de nokplaat:
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftro(max) * e = 0.5 * 0 * 25.0 = 0 Nm
- Capaciteit van de nokplaat: Mp,cap = 685 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0 Nm < 685 Nm, dus nokplaat (ST50*12.0) voldoet
bij B.C.4: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay up wind)

De lasverbindingen tussen nokplaat met resp. de boven- en onderrand
zijn niet gecontroleerd.

3.11.4 De krachtsverdeling in het 2e spant:

Tabel 3.11.4.1: Momentenlijn, normaal- en dwarskrachtenlijn.

Positie	Momentenlijn	Normaal-	Dwars-
		krachtenlijn	krachtenlijn
x in [m]	M(x) in [Nm]	N(x) in [N]	Q(x) in [N]
begin - eind	(+ = U/- =)	(+ = trek)	(+ = ~~~___)
9.60 - 12.00	22880 -2844	-1430 -1326	-9448 -9653
12.00 - 14.40	-2844 -12858	-1187 -1082	-3615 -3820
14.40 - 16.80	-12858 -5954	-1313 -1417	2666 2461
16.80 - 19.20	-5954 12883	-1557 -1661	7096 6891
86.40 - 88.80	7023 -1624	4654 4758	-3108 -3313
88.80 - 91.20	-1624 -227	4898 5002	621 416
91.20 - 93.60	-227 -2484	4839 4735	-736 -940
93.60 - 96.00	-2484 5303	4595 4491	2993 2788

3.11.4.1 Controle van de stijfheid van het spant:

De toelaatbare doorbuiging van alle spanten wordt bepaald per spantbeen:
- uvtoel = 5387 / 250 < 30.0 mm, dus: uvtoel = 21.5 mm

Uit de U-lijn is de maximale doorbuiging:
- doorbuiging umax = -2.23 mm

- Controle van het 2e spant:
  Doorbuiging: |-2.2 | mm < 21.5 mm, dus: voldoet.
  bij B.C.4: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay up wind)

3.11.4.2 Controle van de bovenrand:

3.11.4.2 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de bovenrand:

- De normaalkracht in de bovenrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = -M/0.3600 + N/2 (voor N en M, zie 3.11.4.1)
    met: Effectieve spanthoogte: 360.0 mm

- De normaalkracht in de bovenrand wordt bij de eindplaten van de nok en de kolomaansluiting gereduceerd met de normaalkracht in de diagonaal (einddiagonaal sluit aan bij eindplaat ter plaatse van de bovenrand)
  - Reductie: Nred = Nd - Q/tan(38.9) plaats van eindplaat naar gording
  - Reductie: Nred = Nd + Q/tan(38.9) plaats van gording naar eindplaat
    (voor de dwarskracht Q zie tabel 3.11.4.1)

Tabel 3.11.42: Normaalkrachtenverloop in de bovenrand.

Plaats	Normaalkracht in [N] (trek = positief)	Systeem-lengte
x in [m]	Spant	[mm]
9.60 - 12.00	-52563 7238	2694
12.00 - 14.40	7307 30441	2694
14.40 - 16.80	31756 15829	2694
16.80 - 19.20	15759 -28079	2694
86.40 - 88.80	-13331 6890	2694
88.80 - 91.20	6959 3647	2694
91.20 - 93.60	3961 9267	2694
93.60 - 96.00	9198 -9029	2694

3.11.4.2 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Nadrukkelijk wordt vermeld, dat onderstaande stabiliteits-berekeningen alleen voldoen bij toepassing van specifieke stabiliteits-voorzieningen ter plaatse van de gordingen:

- fixatie van de boven- en onderrand rand uit het vlak van het spant, door windverbanden tussen de gordingen in het eerste en laatste vak van een gootlengte en momentvaste koppelingen tussen gordingen en bovenrand

Tabel 3.11.4.2:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de bovenrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-	Normaalkrachten	Rand-	Knfct	Knik-	Klasse	Sterkte	Stab.

bepaling	(trek = positief)		voor-	staaf-	lengte		UC	UC
	[N]		waar-	lengte				
begin-eind	"begin"	"einde"	den	ßm×ßn	[mm]			
9.60-12.00	-52563	7238	m-g	0.506	1364	1	0.63	0.94
16.80-19.20	15759	-28079	g-m	0.400	1077	1	0.33	0.50
86.40-88.80	-13331	6890	m-g	0.494	1330	1	0.16	0.24
93.60-96.00	9198	-9029	g-m	0.400	1077	1	0.11	0.16

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (0.80 - 0.2)*(|-52563 |/(0.664 *84071   /1.0)) = 1.41
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-52563 |/(0.664 *84071   /1.0)) = 1.58
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(1.41   , 1.58   ) = 1.41
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.84

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-52563 |/(0.664 *84071   /1.0)+1.41 *|0.0 |/(1.00*1113.7 /1.0)
           = 0.942 + 0.000 = 0.942
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-52563 |/(0.671 *84071   /1.0)+0.84 *|0.0 |/(1.00*1113.7 /1.0)
           = 0.932 + 0.000 = 0.932

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.942 , 0.932) = 0.942

- controle: 0.94 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.11.4.2 Stabiliteitscontrole in het vlak:

- Maatgevende normaaldrukkracht: Ndmax = -52563 N

- Kniklengte: lky = 1.00 * lveld = 1.00 * 898 = 898 mm
Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
Interactiefactoren volgens bijlage B:
Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
      = 0.90 * (1.0 + (0.79 - 0.2)*(|-52563 |/(0.671 *84071   /1.0)) = 1.39
Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
      = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-52563 |/(0.671 *84071   /1.0)) = 1.57
Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(1.39   , 1.57   ) = 1.39
Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.84

UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
         = |-52563 |/(0.671 *84071   /1.0)+1.39 *|0.0 |/(1.00*828.1 /1.0)
         = 0.932 + 0.000 = 0.932
UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
         = |-52563 |/(0.829 *84071   /1.0)+0.84 *|0.0 |/(1.00*828.1 /1.0)
         = 0.754 + 0.000 = 0.754

Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.932 , 0.754) = 0.932

- controle: 0.93 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.11.4.2 Doorsnede-controle van de bovenrand:

          |NEd| |-52563 |
- UCDruk = ----- = --------- = 0.63
          Nc.Rd   84071

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 31756   N

          |NEd| |31756 |
- UCTrek = ----- = --------- = 0.38
          Nc.Rd   84071

Trek is maatgevend.

- Controle: 0.63 < 1.00, dus de treksterkte voldoet.

Conclusie:
- Bovenrand (RHBK50*30*2.0) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.4: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay up wind)

3.11.4.3 Controle van de onderrand:

3.11.4.3 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de onderrand:

- De normaalkracht in de onderrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = M/0.3600 + N/2 (voor N en M, zie 3.11.4.1)
    met: Effectieve spanthoogte: 360.0 mm

Tabel 3.11.43: Normaalkrachtenverloop in de onderrand.

Plaats x in [m]	Normaalkracht in [N] (trek = positief) Spant		Systeem-lengte [mm]
9.60 - 12.00	62840	-8564	2892
12.00 - 14.40	-8494	-36257	2694
14.40 - 16.80	-36373	-17247	2694
16.80 - 19.20	-17316	34957	2892
86.40 - 88.80	21836	-2131	2892
88.80 - 91.20	-2062	1871	2694
91.20 - 93.60	1790	-4532	2694
93.60 - 96.00	-4602	16975	2892

3.11.4.3 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Nadrukkelijk wordt vermeld, dat onderstaande stabiliteits-berekeningen
alleen voldoen bij toepassing van specifieke stabiliteits-voorzieningen
ter plaatse van de gordingen:

- fixatie van de boven- en onderrand rand uit het vlak van het spant, door
  windverbanden tussen de gordingen in het eerste en laatste vak van een
  gootlengte en momentvaste koppelingen tussen gordingen en bovenrand

Tabel 3.11.4.3:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de onderrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-bepaling begin-eind	Normaalkrachten (trek = positief) [N] "begin"	"einde"	Rand-voor-waar-den	Knfct staaf-lengte ßm×ßn	Knik-lengte/PlPerc [mm]	Klasse	Sterkte UC	Stab. UC
9.60-12.00	62840	-8564	m-g	0.529	1531	1	0.07	0.11
12.00-14.40	-8494	-36257	g-n	0.733	1976	1	0.28	0.65
14.40-16.80	-36373	-17247	n-g	0.788	2122	1	0.29	0.72
16.80-19.20	-17316	34957	g-m	0.586	1694	1	0.14	0.26
86.40-88.80	21836	-2131	m-g	0.529	1531	1	0.02	0.03
88.80-91.20	-2062	1871	g-n	0.608	1639	1	0.02	0.03
91.20-93.60	1790	-4532	n-g	0.590	1588	1	0.04	0.06
93.60-96.00	-4602	16975	g-m	0.586	1694	1	0.04	0.07

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (1.28 - 0.2)*(|-36373 |/(0.397 *127493 /1.0)) = 1.60
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-36373 |/(0.397 *127493 /1.0)) = 1.42
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(1.60   , 1.42   ) = 1.42
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.85

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-36373 |/(0.397 *127493 /1.0)+1.42 *|0.0 |/(1.00*1585.8 /1.0)
           = 0.719 + 0.000 = 0.719
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-36373 |/(0.754 *127493 /1.0)+0.85 *|0.0 |/(1.00*1585.8 /1.0)
           = 0.378 + 0.000 = 0.378

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.719 , 0.378) = 0.719

- controle: 0.72 < 0.95, dus de stabiliteit voldoet.

3.11.4.3 Stabiliteitscontrole in het vlak (nabij de kolom-aansluitingen):

- Maatgevend: Ndmax = N + |Q|/tan(alfa) = -36373 + |2666 |/tan(38.9) = -36373 N
  (N.B.: 1e drukdiagonaal reduceert de normaaldrukkracht in de onderrand)

- Kniklengte: lky = 0.80*lveld = 0.80 * 898 = 718 mm

  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.40 (het profiel is geschoord).
  M1 = 0.00 , M2 = 0.00 , Ms = 0.00 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.40 * (1.0 + (0.65 - 0.2)*(|-36373 |/(0.754 *127493 /1.0)) = 0.47
  Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.40 * (1.0 + 0.8*(|-36373 |/(0.754 *127493 /1.0)) = 0.52
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.47   , 0.52   ) = 0.47
  Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.28

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-36373 |/(0.754 *127493 /1.0)+0.47 *|0.0 |/(1.00*1168.2 /1.0)
           = 0.378 + 0.000 = 0.378
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-36373 |/(0.879 *127493 /1.0)+0.28 *|0.0 |/(1.00*1168.2 /1.0)
           = 0.324 + 0.000 = 0.324

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.378 , 0.324) = 0.378

- controle: 0.38 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.11.4.3 Doorsnede-controle van de onderrand:

            |NEd| |-36373 |
- UCDruk = ----- = --------- = 0.29
            Nc.Rd   127493

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 62840   N

            |NEd| |62840 |
- UCTrek = ----- = --------- = 0.49
            Nc.Rd   127493

Trek is maatgevend.

- Controle: 0.49 < 1.00, dus de treksterkte voldoet.

Conclusie:
- Onderrand (RHBK50*30*3.0) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.4: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay up wind)

3.11.4.4 Controle van de diagonalen:

3.11.4.4 Controle van de diagonalen in de eindvelden:

- Controle op druk:
  - Maatgevende dwarskracht eindvelden: Qmaxd = -9653 N (zie tabel 3.11.4.1)

$$N_{diagd} = \frac{|Q_{maxd}|}{\sin(alfa)} = \frac{|-9653|}{\sin(38.9)} = 15370 \text{ N}$$

  - Capaciteit diagonaal: Fdiagd = 16714 N (zie 4.4)

  - Controle: 15370 N < 16714 N, dus diagonaal voldoet.

- Controle op trek:
  - Maatgevende dwarskracht eindvelden: Qmaxt = 7096 N (zie tabel 3.11.4.1)

$$N_{diagt} = \frac{Q_{maxt}}{\sin(alfa)} = \frac{7096}{\sin(38.9)} = 11299 \text{ N}$$

  - Capaciteit diagonaal eindvelden: Fdiagt = 41528 N (zie 4.4)

  - Controle: 11299 N < 41528 N, dus diagonaal voldoet.

Conclusie:
- Diagonalen in eindvelden (RD15.0 mm) voldoen qua trek/druk
  bij B.C.4: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay up wind)

3.11.4.4 Controle van de (las)verbindingen:

	Diagonalen eindvelden		Diagonalen middenvelden	
	Nd = 15370 N		Nd = - 0 N	
	Nt = 11299 N		Nt = 0 N	
	Fstev = 8793 N		Fstev = 0 N	
	Fstlo = 7096 N		Fstlo = 0 N	
	Msdt = 40489.4 Nm		Msdt = 0.00 Nm	
	Fsdev = 11961 N		Fsdev = 0 N	
	bovenrand	onderrand	bovenrand	onderrand
Tau1	35.81 N/mm²	35.81 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
Tau2	29.31 N/mm²	29.31 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
Sgm1	35.81 N/mm²	35.81 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
SgmWst	50.69 N/mm²	50.69 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
UC1	0.24	0.24	0.00	0.00
UC2	0.12	0.12	0.00	0.00
SgmWsd	39.87 N/mm²	39.87 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
UC3	0.19	0.19	0.00	0.00
Nt1	21211 N	39844 N	21211 N	39844 N
knd	0.98	1.00	1.00	1.00
Nd1	20802 N	39844 N	21211 N	39844 N
UCt1	0.53	0.31	0.00	0.00
UCd1	0.74	0.42	0.00	0.00
UClas	0.24	0.24	0.00	0.00
UCdia	0.74	0.42	0.00	0.00
UCgeo	0.46	0.44	0.46	0.44
UClas	0.24		0.00	
UCdia	0.74		0.50	

Conclusie:
- Lassen: UClas = 0.24 <= 1.00 dus: voldoen
- Aansluitingen: UCdia = 0.74 <= 1.00 dus: voldoen

Eindconclusie:
- Aansluiting diagonalen voldoet
  bij B.C.4: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay up wind)

3.11.4.4 Controle van de dekgording (het 2e spant)

- Belastingscombinatie met alleen eigen gewicht kasdek, wind en sneeuw
  Qg,links = [32 + 500 *(-0.70-(+0.20))/cos(27.0) + 0] * 9.60 /[2*(1+1)] = -1.134 Nm
  Qg,rechts = [32 + 500 *(-0.50-(+0.20))/cos(27.0) + 0] * 9.60 /[2*(1+1)] = -0.865 Nm
  Qg= max(|Qg,links| ; |Qg,rechts|) = 1.134 Nm

- Vervormingseis dekgordingen volgens EN 13031-1:
  dtoel2 = min(4000/(650 - 100*min(4000/1125;5)); 4000/150; 30) = 13.6 mm
- Hieruit volgt een minimaal traagheidsmoment (ligger op 3 steunpunten):
  Ixg,bc = 2/384 * (Qg * 40004) / (Estaal,g * dtoel2) = 530150 mm4

- Minimaal traagheidsmoment dekgording:
  Ixgmin = max(Ixg,eg, Ixg,bc) = max(91429 , 530150) = 530150 mm4

3.11.4.4 Controle van de gordingverticaal

- Controle veerstijfheid gordingverticaal
  De onderrand wordt geschematiseerd als een ligger van goot naar nok.
  - Veerstijfheid gordingprofiel:
    kgord = 4 * Estaal,g * Ixgmin / (390 ² * 4000) = 732.0 N/mm
  - Veerstijfheid gordingverticaal:
    k0gvert = 1826.1 N/mm (zie 4.7)

    De veerstijfheid van de verticaal is ten minste zo groot als 100% van
    de veerstijfheid van de inklemming van de gording.

  - Controle: 1826.1 N/mm > 732.0 N/mm, dus gordingverticaal voldoet.

- Plaatsvastheid van de gordingverticaal bij de onderrand
  Omdat de aansluiting van de gording aan de tralie in het algemeen goed
  momentvast is uitgevoerd, kan de volledige stijfheid van de gording in
  rekening worden gebracht.

  - Veerstijfheid gordingprofiel:
    kgord = 4 * Estaal,g * 530150 / (390 ² * 4000) = 732.0 N/mm

  - Veerstijfheid van de aansluiting van de onderrand-gording "uit het vlak":
    Hoekverdraaiing door gording en inklemming opzetkolom:

$$V2 = \frac{2*vak}{4*Eg*Ig} = \frac{2 * 4000}{4 * 210000 * 530150} = 18.0 \ *10\text{-}9 \ 1/Nmm$$

    Hoekverdraaiing door moment bij onderrand door bovenrand:

$$V3 = \frac{bkap}{2*(ngord+1)*\cos(27.0)*Gbr*Itbr*2} = \frac{9600}{2*(1+1)*\cos(27.0)* 80769* 92298*2} = 180.7 \ *10\text{-}9 \ 1/Nmm$$

    Hoekverdraaiing door puntlast bij gordingverticaal:

$$V4 = \frac{ht;net^2}{3 * Egv * Igv} = \frac{330^2}{3 * 210000 * 104167} = 1659.4 \ *10\text{-}9 \ 1/Nmm$$

    Moment bij bovenrand

$$MBr = \frac{V2 * hspant}{V2 + V3} = \frac{18.0 * 390}{18.0 + 180.7} = 35.3 \ Nm$$

    Moment bij gording Mozk = hspant - Mbr = 390 - 35 = 355 Nmm

    Geeft de veerstijfheid ter plaatse van de bovenrand:

$$kor = \frac{1}{V4*ht;nett + V2*hspant^2 + V2*hspant*-Mbr} = \frac{1}{1659.4*330 + 18.0*390^2 + 18.0*390*(-35)} = 329.7 \ N/mm$$

    Vereiste kritische veerstijfheid: kcr = 28.3 N/mm (zie 4.8)

  - Controle: 329.7 N/mm > 28.3 N/mm, dus veerstijfheid voldoet.

- Controle op knik:
  - Maatgevende verticale kracht: Ngv = Fvg = 0 N
  - Capaciteit van de verticaal : Fgvertd = 69549 N (zie 4.6)

  - Controle: 0 N > 69549 N, dus gordingverticaal voldoet.

Conclusie:
- Gordingverticaal voldoet qua sterkte/stabiliteit en stijfheid
  bij B.C.4: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay up wind)

3.11.4.5 Controle van de bouten van de spant-kolom-aansluiting:

Controle van de krachten op de bout(en) bij de bovenrand:

Tabel 3.11.4.5.1: Belastingen bij bovenrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Spant-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Nt [N]	Ft,br [N]	Fs,br [N]	Fi,br [N]
9.60	22880	-1430	-9448	0	0	-8093	11446
19.20	12883	-1661	6891	0	0	-5763	8150
86.40	7023	4654	-3108	0	0	-3825	5410
96.00	5303	4491	2788	0	0	-3504	4955

Gegevens van de eindplaat bij de bovenrand:
- Aantal bouten bij de bovenrand: nbb = 1
- Momenten-arm bij bovenrand: hbbout = 458 mm
- Hellingshoek van het spant: alpha = 27.0 graden
- Nt is de trekkracht in de trekstang van het spant
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Normaalkracht: $Ft = \frac{N\cos(alpha) + sn*Q*\sin(alpha)}{2 * nbb} - \frac{M}{hbbout} + \frac{Nt}{2}$ met Ft>=0N
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * -N*sin(alpha) + sn*Q*cos(alpha)
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,br max = 11446 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbtb max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 11446 N < 33926 N, dus bout bij bovenrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.4: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay up wind)

Controle van de krachten op de bout(en) bij de onderrand:

Tabel 3.11.4.5.2: Belastingen bij onderrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Spant-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Nt [N]	Ft,or [N]	Fs,or [N]	Fi,or [N]
9.60	22880	-1430	-9448	0	28630	-8093	30833
19.20	12883	-1661	6891	0	15753	-5763	17736
86.40	7023	4654	-3108	0	9899	-3825	11281
96.00	5303	4491	2788	0	7642	-3504	9108

Gegevens van de eindplaat bij de onderrand:
- Aantal bouten bij de onderrand: nbo = 2
- Momenten-arm bij onderrand: hobout = 762 mm
- Hellingshoek van het spant: alfa = 27.0 graden
- Nt is de trekkracht in de trekstang van het spant
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * -N*sin(alpha) + sn*Q*cos(alpha)
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,or max = 30833 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbto max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 30833 N < 33926 N, dus bout bij onderrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.4: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay up wind)

3.11.4.5 Controle van de eindplaat op pons:

Bij de boutverbinding van de bovenrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxb = 0.0 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capb = 80 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0.0 kN < 80 kN, dus eindplaat (ST50*10.0) voldoet
zonder onderlegring bij de bovenste bout
bij B.C.4: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay up wind)

Bij de boutverbinding van de onderrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxo = 28.6 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capo = 80 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 28.6 kN < 80 kN, dus eindplaat (ST50*10.0) voldoet
zonder onderlegring bij de onderste bout
bij B.C.4: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay up wind)

3.11.4.5 Controle van de eindplaat op buiging:

Tabel 3.11.4.5.4.1: Belastingen van de eindplaat van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Spant-kracht	Normaal-kracht	Normaal-kracht
x	M	N	Q	Nt	Ftrb	Ftro
[m]	[Nm]	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]
9.60	22880	-1430	-9448	0	0	60773
19.20	12883	-1661	6891	0	0	33483
86.40	7023	4654	-3108	0	0	20877
96.00	5303	4491	2788	0	0	16098

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de bovenrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftrb = \frac{N*\cos(alpha) + sn*Q*\sin(alpha)}{2} - \frac{M}{ht,eff} \text{ met } Ftrb>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftrb(max) * e = 0.5 * 0 * 25.0 = 0 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 1987 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0 Nm < 1987 Nm, dus eindplaat (ST50*10.0) voldoet
bij B.C.4: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay up wind)

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de onderrand:
- Normaalkracht : Ftbout(2) = 28.6 * 367.7 /472.7 = 22.3 kN
- Normaalkracht : Ftbout(1) = 28.6 * 472.7 /472.7 = 28.6 kN
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * max(Ftbout(2) * e(2), Ftbout(1) * e(1))
= 0.5 * max(22.3 * 25 , 28.6 * 50) = 716 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 2683 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 716 Nm < 2683 Nm, dus eindplaat (ST50*10.0) voldoet
bij B.C.4: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay up wind)

De lasverbindingen tussen eindplaat met resp. de boven- en onderrand
zijn niet gecontroleerd.

3.11.4.6 Controle van de bouten van de nokaansluiting:

Controle van de krachten op de bout(en) bij de bovenrand:

Tabel 3.11.4.6.1: Belastingen bij bovenrand van de nokaansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,br [N]	Fs,br [N]	Fi,br [N]
14.40	-12858	-1082	-3820	33209	3649	33608
14.40	-12858	-1313	2666	33368	2673	33582
91.20	-227	5002	416	2932	-1506	3624
91.20	-227	4839	-736	2932	-1754	3841

Gegevens van de nokplaat bij de bovenrand:
- Aantal bouten bij de bovenrand: nbb = 1
- Momenten-arm bij bovenrand: hbbout = 372 mm
- Hellingshoek van het spant: alpha = 27.0 graden
- Teken dwarskracht bij eindpositie sn=+1 en bij beginpositie sn=-1

$$\text{- Normaalkracht: } Ft = \frac{N\cos(\alpha) + sn\,Q\sin(\alpha)}{2 \cdot nbb} - \frac{M}{hbbout} \quad \text{met } Ft>=0N$$

- Schuifkracht: $Fs = 0.5 * -N\sin(\alpha) - sn\,Q\cos(\alpha)$
- Ideële kracht: $Fi = (Ft^2 + 2Fs^2)0.5$
- Maximale optredende kracht: Fi,br max = 33608 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbtb max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 33608 N < 33926 N, dus bout bij bovenrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.4: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay up wind)

Controle van de krachten op de bout(en) bij de onderrand:

Tabel 3.11.4.6.2: Belastingen bij onderrand van de nokaansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,or [N]	Fs,or [N]	Fi,or [N]
14.40	-12858	-1082	-3820	0	3649	5161
14.40	-12858	-1313	2666	0	2673	3780
91.20	-227	5002	416	1714	-1506	2734
91.20	-227	4839	-736	1714	-1754	3015

Gegevens van de nokplaat bij de onderrand:
- Aantal bouten bij de onderrand: nbo = 1
- Momenten-arm bij onderrand: hobout = 372 mm
- Hellingshoek van het spant: alfa = 27.0 graden
- Teken dwarskracht bij eindpositie sn=+1 en bij beginpositie sn=-1

$$\text{- Normaalkracht: } Ft = \frac{N\cos(\alpha) + sn\,Q\sin(\alpha)}{2 \cdot nbo} + \frac{M}{hobout} \quad \text{met } Ft>=0N$$

- Schuifkracht: $Fs = 0.5 * -N\sin(\alpha) - sn\,Q\cos(\alpha)$
- Ideële kracht: $Fi = (Ft^2 + 2Fs^2)0.5$
- Maximale optredende kracht: Fi,or max = 5161 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbto max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 5161 N < 33926 N, dus bout bij onderrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.4: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay up wind)

3.11.4.6 Controle van de nokplaat op pons:
Bij de boutverbinding van de bovenrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxb = 33.4 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de nokplaat: Fp,capb = 96 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 33.4 kN < 96 kN, dus nokplaat (ST50*12.0) voldoet
zonder onderlegring bij de bovenste bout
bij B.C.4: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay up wind)

Bij de boutverbinding van de onderrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxo = 1.7 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de nokplaat: Fp,capo = 96 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 1.7 kN < 96 kN, dus nokplaat (ST50*12.0) voldoet
zonder onderlegring bij de onderste bout
bij B.C.4: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay up wind)

3.11.4.6 Controle van de nokplaat op buiging:

Tabel 3.11.4.6.4.1: Belastingen van de nokplaat.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Normaal-kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ftrb [N]	Ftro [N]
14.40	-12858	-1082	-3820	34367	0
14.40	-12858	-1313	2666	34526	0
91.20	-227	5002	416	2953	1693
91.20	-227	4839	-736	2953	1693

Resulterende trekkracht in de nokplaat bij de bovenrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftrb = \frac{N*\cos(alpha) + sn*Q*\sin(alpha)}{2} - \frac{M}{ht,eff} \text{ met } Ftrb>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de nokplaat:
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftrb(max) * e = 0.5 * 0 * 25.0 = 432 Nm
- Capaciteit van de nokplaat: Mp,cap = 685 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 432 Nm < 685 Nm, dus nokplaat (ST50*12.0) voldoet
bij B.C.4: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay up wind)

Resulterende trekkracht in de nokplaat bij de onderrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftro = \frac{N*\cos(alfa) + sn*Q*\sin(alfa)}{2} + \frac{M}{ht,eff} \text{ met } Ftro>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de nokplaat:
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftro(max) * e = 0.5 * 0 * 25.0 = 21 Nm
- Capaciteit van de nokplaat: Mp,cap = 685 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 21 Nm < 685 Nm, dus nokplaat (ST50*12.0) voldoet
bij B.C.4: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay up wind)

De lasverbindingen tussen nokplaat met resp. de boven- en onderrand
zijn niet gecontroleerd.

3.11.5 De krachtsverdeling in de 1e rij tralies:

Tabel 3.11.5.1: Momentenlijn, normaal- en dwarskrachtenlijn.

Positie	Momentenlijn	Normaal-	Dwars-
		krachtenlijn	krachtenlijn
x in [m]	M(x) in [Nm]	N(x) in [N]	Q(x) in [N]
begin - eind	(+ = U/- =)	(+ = trek)	(+ = ~~~___)
0.00 - 2.40	6806 551	512 614	-2222 -2422
2.40 - 4.80	551 -8868	753 855	-3397 -3597
4.80 - 7.20	-8868 -6654	-2831 -2932	922 722
7.20 - 9.60	-6654 16950	-3072 -3174	8863 8663
96.00 - 98.40	7574 -2057	5585 5686	-3476 -3676
98.40 - 100.8	-2057 -1631	5826 5928	258 58
100.8 - 103.2	-1631 -6466	5094 4992	-1695 -1895
103.2 - 105.6	-6466 -1243	4852 4751	2039 1839

3.11.5.1 Controle van de stijfheid van het spant:

De toelaatbare doorbuiging van alle spanten wordt bepaald per spantbeen:
- uvtoel = 5387 / 250 < 30.0 mm, dus: uvtoel = 21.5 mm

Uit de U-lijn is de maximale doorbuiging:
- doorbuiging umax = -2.61 mm

- Controle van de 1e rij tralies:
  Doorbuiging: |-2.6 | mm < 21.5 mm,   dus: voldoet.
  bij B.C.4: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay up wind)

3.11.5.2 Controle van de bovenrand:

3.11.5.2 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de bovenrand:

- De normaalkracht in de bovenrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = -M/0.3600 + N/2   (voor N en M, zie 3.11.5.1)
    met: Effectieve spanthoogte: 360.0 mm

- De normaalkracht in de bovenrand wordt bij de eindplaten van de nok en de kolomaansluiting gereduceerd met de normaalkracht in de diagonaal (einddiagonaal sluit aan bij eindplaat ter plaatse van de bovenrand)
  - Reductie: Nred = Nd - Q/tan(38.9) plaats van eindplaat naar gording
  - Reductie: Nred = Nd + Q/tan(38.9) plaats van gording naar eindplaat
    (voor de dwarskracht Q zie tabel 3.11.5.1)

Tabel 3.11.52: Normaalkrachtenverloop in de bovenrand.

Plaats	Normaalkracht in [N] (trek = positief)	Systeem-lengte
x in [m]	Spant	[mm]
0.00 - 2.40	-15896 -1225	2694
2.40 - 4.80	-1155 20603	2694
4.80 - 7.20	22076 17018	2694
7.20 - 9.60	16948 -37936	2694
96.00 - 98.40	-13940 8558	2694
98.40 - 100.8	8628 7568	2694
100.8 - 103.2	9179 20456	2694
103.2 - 105.6	20387 8106	2694

3.11.5.2 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Nadrukkelijk wordt vermeld, dat onderstaande stabiliteits-berekeningen alleen voldoen bij toepassing van specifieke stabiliteits-voorzieningen ter plaatse van de gordingen:

- fixatie van de boven- en onderrand rand uit het vlak van het spant, door windverbanden tussen de gordingen in het eerste en laatste vak van een gootlengte en momentvaste koppelingen tussen gordingen en bovenrand

Tabel 3.11.5.2:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de bovenrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-	Normaalkrachten	Rand-	Knfct	Knik-	Klasse	Sterkte	Stab.

bepaling	(trek = positief)		voor-	staaf-	lengte		UC	UC
	[N]		waar-	lengte				
begin-eind	"begin"	"einde"	den	ßm×ßn	[mm]			
0.00- 2.40	-15896	-1225	e-g	0.479	1291	1	0.16	0.25
2.40- 4.80	-1155	20603	g-n	0.404	1089	1	0.01	0.02
7.20- 9.60	16948	-37936	g-m	0.400	1077	1	0.38	0.61
96.00-98.40	-13940	8558	m-g	0.494	1330	1	0.14	0.22

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (0.68 - 0.2)*(|-37936 |/(0.736 *99319   /1.0)) = 1.13
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-37936 |/(0.736 *99319   /1.0)) = 1.27
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(1.13   , 1.27   ) = 1.13
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.68

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-37936 |/(0.736 *99319   /1.0)+1.13 *|0.0 |/(1.00*1315.7 /1.0)
           = 0.519 + 0.000 = 0.519
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-37936 |/(0.630 *99319   /1.0)+0.68 *|0.0 |/(1.00*1315.7 /1.0)
           = 0.606 + 0.000 = 0.606

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.519 , 0.606) = 0.606

- controle: 0.61 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.11.5.2 Stabiliteitscontrole in het vlak:

- Maatgevende normaaldrukkracht: Ndmax = -37936 N

- Kniklengte: lky = 1.00 * lveld = 1.00 * 898 = 898 mm
Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
Interactiefactoren volgens bijlage B:
Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
      = 0.90 * (1.0 + (0.85 - 0.2)*(|-37936 |/(0.630 *99319   /1.0)) = 1.25
Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
      = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-37936 |/(0.630 *99319   /1.0)) = 1.34
Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(1.25   , 1.34   ) = 1.25
Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.75

UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
         = |-37936 |/(0.630 *99319   /1.0)+1.25 *|0.0 |/(1.00*978.2 /1.0)
         = 0.606 + 0.000 = 0.606
UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
         = |-37936 |/(0.804 *99319   /1.0)+0.75 *|0.0 |/(1.00*978.2 /1.0)
         = 0.475 + 0.000 = 0.475

Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.606 , 0.475) = 0.606

- controle: 0.61 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.11.5.2 Doorsnede-controle van de bovenrand:

          |NEd| |-37936 |
- UCDruk = ----- = --------- = 0.38
          Nc.Rd   99319

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 22076   N

          |NEd| |22076 |
- UCTrek = ----- = --------- = 0.22
          Nc.Rd   99319

Trek is maatgevend.

- Controle: 0.38 < 1.00, dus de treksterkte voldoet.

Conclusie:
- Bovenrand (RHBK50*30*2.0) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.4: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay up wind)

3.11.5.3 Controle van de onderrand:

3.11.5.3 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de onderrand:

- De normaalkracht in de onderrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = M/0.3600 + N/2 (voor N en M, zie 3.11.5.1)
    met: Effectieve spanthoogte: 360.0 mm

Tabel 3.11.53: Normaalkrachtenverloop in de onderrand.

Plaats x in [m]	Normaalkracht in [N] (trek = positief) Spant		Systeem-lengte [mm]
0.00 - 2.40	19162	1838	2892
2.40 - 4.80	1908	-24206	2694
4.80 - 7.20	-26048	-19950	2694
7.20 - 9.60	-20020	45498	2892
96.00 - 98.40	23832	-2872	2892
98.40 - 100.8	-2802	-1568	2694
100.8 - 103.2	-1985	-15465	2694
103.2 - 105.6	-15534	-1076	2892

3.11.5.3 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Nadrukkelijk wordt vermeld, dat onderstaande stabiliteits-berekeningen
alleen voldoen bij toepassing van specifieke stabiliteits-voorzieningen
ter plaatse van de gordingen:

- fixatie van de boven- en onderrand rand uit het vlak van het spant, door
  windverbanden tussen de gordingen in het eerste en laatste vak van een
  gootlengte en momentvaste koppelingen tussen gordingen en bovenrand

Tabel 3.11.5.3:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de onderrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-bepaling begin-eind	Normaalkrachten (trek = positief) [N] "begin"	"einde"	Rand-voor-waar-den	Knfct staaf-lengte ßm×ßn	Knik-lengte/PlPerc [mm]	Klasse	Sterkte UC	Stab. UC
2.40- 4.80	1908	-24206	g-n	0.646	1740	1	0.16	0.34
4.80- 7.20	-26048	-19950	n-g	0.859	2313	1	0.17	0.55
7.20- 9.60	-20020	45498	g-m	0.586	1694	1	0.13	0.28
96.00-98.40	23832	-2872	m-g	0.529	1531	1	0.02	0.04
98.40-100.8	-2802	-1568	g-n	0.814	2193	1	0.02	0.05
100.8-103.2	-1985	-15465	n-g	0.694	1868	1	0.10	0.24
103.2-105.6	-15534	-1076	g-e	0.607	1756	1	0.10	0.22

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (1.51 - 0.2)*(|-26048 |/(0.311 *151063 /1.0)) = 1.55
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-26048 |/(0.311 *151063 /1.0)) = 1.30
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(1.55   , 1.30   ) = 1.30
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.78

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-26048 |/(0.311 *151063 /1.0)+1.30 *|0.0 |/(1.00*1879.0 /1.0)
           = 0.555 + 0.000 = 0.555
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-26048 |/(0.721 *151063 /1.0)+0.78 *|0.0 |/(1.00*1879.0 /1.0)
           = 0.239 + 0.000 = 0.239

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.555 , 0.239) = 0.555

- controle: 0.55 < 0.95, dus de stabiliteit voldoet.

3.11.5.3 Stabiliteitscontrole in het vlak (nabij de kolom-aansluitingen):

- Maatgevend: Ndmax = N + |Q|/tan(alfa) = -26048 + |922 |/tan(38.9) = -26048 N
  (N.B.: 1e drukdiagonaal reduceert de normaaldrukkracht in de onderrand)

- Kniklengte: lky = 0.80*lveld = 0.80 * 898 = 718 mm

  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.40 (het profiel is geschoord).
  M1 = 0.00 , M2 = 0.00 , Ms = 0.00 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.40 * (1.0 + (0.71 - 0.2)*(|-26048 |/(0.721 *151063 /1.0)) = 0.45
  Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.40 * (1.0 + 0.8*(|-26048 |/(0.721 *151063 /1.0)) = 0.48
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.45 , 0.48) = 0.45
  Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.27

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-26048 |/(0.721 *151063 /1.0)+0.45 *|0.0 |/(1.00*1384.2 /1.0)
           = 0.239 + 0.000 = 0.239
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-26048 |/(0.860 *151063 /1.0)+0.27 *|0.0 |/(1.00*1384.2 /1.0)
           = 0.200 + 0.000 = 0.200

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.239 , 0.200) = 0.239

- controle: 0.24 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.11.5.3 Doorsnede-controle van de onderrand:

           |NEd| |-26048 |
- UCDruk = ----- = --------- = 0.17
           Nc.Rd   151063

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 45498   N

           |NEd| |45498 |
- UCTrek = ----- = --------- = 0.30
           Nc.Rd   151063

Trek is maatgevend.

- Controle: 0.30 < 1.00, dus de treksterkte voldoet.

Conclusie:
- Onderrand (RHBK50*30*3.0) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.4: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay up wind)

3.11.5.4 Controle van de diagonalen:

3.11.5.4 Controle van de diagonalen in de eindvelden:

- Controle op druk:
  - Maatgevende dwarskracht eindvelden: Qmaxd = -3676 N (zie tabel 3.11.5.1)

$$\text{Ndiagd} = \frac{|\text{Qmaxd}|}{\sin(\text{alfa})} = \frac{|-3676|}{\sin(38.9)} = 5853 \text{ N}$$

  - Capaciteit diagonaal: Fdiagd = 13200 N (zie 4.4)

  - Controle: 5853 N < 13200 N, dus diagonaal voldoet.

- Controle op trek:
  - Maatgevende dwarskracht eindvelden: Qmaxt = 8863 N (zie tabel 3.11.5.1)

$$\text{Ndiagt} = \frac{\text{Qmaxt}}{\sin(\text{alfa})} = \frac{8863}{\sin(38.9)} = 14113 \text{ N}$$

  - Capaciteit diagonaal eindvelden: Fdiagt = 36175 N (zie 4.4)

  - Controle: 14113 N < 36175 N, dus diagonaal voldoet.

Conclusie:
- Diagonalen in eindvelden (RD14.0 mm) voldoen qua trek/druk
  bij B.C.4: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay up wind)

3.11.5.4 Controle van de (las)verbindingen:

	Diagonalen eindvelden		Diagonalen middenvelden	
	Nd = 5853 N Nt = 14113 N		Nd = - 0 N Nt = 0 N	
	Fstev = 10983 N Fstlo = 8863 N Msdt = 56066.3 Nm Fsdev = 4555 N		Fstev = 0 N Fstlo = 0 N Msdt = 0.00 Nm Fsdev = 0 N	
	bovenrand	onderrand	bovenrand	onderrand
Tau1	47.32 N/mm²	47.32 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
Tau2	36.61 N/mm²	36.61 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
Sgm1	47.32 N/mm²	47.32 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
SgmWst	65.77 N/mm²	65.77 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
UC1	0.32	0.32	0.00	0.00
UC2	0.16	0.16	0.00	0.00
SgmWsd	15.18 N/mm²	15.18 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
UC3	0.07	0.07	0.00	0.00
Nt1	24371 N	45778 N	24371 N	45778 N
knd	1.00	1.00	1.00	1.00
Nd1	24371 N	45778 N	24371 N	45778 N
UCt1	0.58	0.33	0.00	0.00
UCd1	0.24	0.14	0.00	0.00
UClas	0.32	0.32	0.00	0.00
UCdia	0.58	0.33	0.00	0.00
UCgeo	0.48	0.46	0.48	0.46
UClas	0.32		0.00	
UCdia	0.58		0.50	

Conclusie:
- Lassen: UClas = 0.32 <= 1.00 dus: voldoen
- Aansluitingen: UCdia = 0.58 <= 1.00 dus: voldoen

Eindconclusie:
- Aansluiting diagonalen voldoet
  bij B.C.4: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay up wind)

3.11.5.4 Controle van de dekgording (de 1e rij tralies)

- Belastingscombinatie met alleen eigen gewicht kasdek, wind en sneeuw
  Qg,links = [32 + 500 *(+0.30-(+0.20))/cos(27.0) + 0] * 9.60 /[2*(1+1)] = 0.211 Nm
  Qg,rechts = [32 + 500 *(-1.00-(+0.20))/cos(27.0) + 0] * 9.60 /[2*(1+1)] = -1.538 Nm
  Qg= max(|Qg,links| ; |Qg,rechts|) = 1.538 Nm

- Vervormingseis dekgordingen volgens EN 13031-1:
  dtoel2 = min(4000/(650 - 100*min(4000/1125;5)); 4000/150; 30) = 13.6 mm
- Hieruit volgt een minimaal traagheidsmoment (ligger op 3 steunpunten):
  Ixg,bc = 2/384 * (Qg * 40004) / (Estaal,g * dtoel2) = 718832 mm4

- Minimaal traagheidsmoment dekgording:
  Ixgmin = max(Ixg,eg, Ixg,bc) = max(91429 , 718832) = 718832 mm4

3.11.5.4 Controle van de gordingverticaal

- Controle veerstijfheid gordingverticaal
  De onderrand wordt geschematiseerd als een ligger van goot naar nok.
  - Veerstijfheid gordingprofiel:
    kgord = 4 * Estaal,g * Ixgmin / (390 ² * 4000) = 992.5 N/mm
  - Veerstijfheid gordingverticaal:
    k0gvert = 1826.1 N/mm (zie 4.7)

    De veerstijfheid van de verticaal is ten minste zo groot als 100% van
    de veerstijfheid van de inklemming van de gording.

  - Controle: 1826.1 N/mm > 992.5 N/mm, dus gordingverticaal voldoet.

- Plaatsvastheid van de gordingverticaal bij de onderrand
  Omdat de aansluiting van de gording aan de tralie in het algemeen goed
  momentvast is uitgevoerd, kan de volledige stijfheid van de gording in
  rekening worden gebracht.

  - Veerstijfheid gordingprofiel:
    kgord = 4 * Estaal,g * 718832 / (390 ² * 4000) = 992.5 N/mm

  - Veerstijfheid van de aansluiting van de onderrand-gording "uit het vlak":
    Hoekverdraaiing door gording en inklemming opzetkolom:

$$V2 = \frac{2*vak}{4*Eg*Ig} = \frac{2 * 4000}{4 * 210000 * 718832} = 13.2 \ *10\text{-}9 \ 1/Nmm$$

    Hoekverdraaiing door moment bij onderrand door bovenrand:

$$V3 = \frac{bkap}{2*(ngord+1)*\cos(27.0)*Gbr*Itbr*2} = \frac{9600}{2*(1+1)*\cos(27.0)* 80769* 92298*2} = 180.7 \ *10\text{-}9 \ 1/Nmm$$

    Hoekverdraaiing door puntlast bij gordingverticaal:

$$V4 = \frac{ht;net^2}{3 * Egv * Igv} = \frac{330^2}{3 * 210000 * 104167} = 1659.4 \ *10\text{-}9 \ 1/Nmm$$

    Moment bij bovenrand

$$MBr = \frac{V2 * hspant}{V2 + V3} = \frac{13.2 * 390}{13.2 + 180.7} = 26.6 \ Nm$$

    Moment bij gording Mozk = hspant - Mbr = 390 - 27 = 363 Nmm

    Geeft de veerstijfheid ter plaatse van de bovenrand:

$$kor = \frac{1}{V4*ht;nett + V2*hspant^2 + V2*hspant*-Mbr} = \frac{1}{1659.4*330 + 13.2*390^2 + 13.2*390*(-27)} = 412.4 \ N/mm$$

    Vereiste kritische veerstijfheid: kcr = 28.3 N/mm (zie 4.8)

  - Controle: 412.4 N/mm > 28.3 N/mm, dus veerstijfheid voldoet.

- Controle op knik:
  - Maatgevende verticale kracht: Ngv = Fvg = -686 N
  - Capaciteit van de verticaal : Fgvertd = 69549 N (zie 4.6)

  - Controle: -686 N > 69549 N, dus gordingverticaal voldoet.

Conclusie:
- Gordingverticaal voldoet qua sterkte/stabiliteit en stijfheid
  bij B.C.4: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay up wind)

3.11.5.5 Controle van de bouten van de spant-kolom-aansluiting:

Controle van de krachten op de bout(en) bij de bovenrand:

Tabel 3.11.5.5.1: Belastingen bij bovenrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Spant-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Nt [N]	Ft,br [N]	Fs,br [N]	Fi,br [N]
0.00	6806	512	-2222	0	0	-2096	2964
9.60	16950	-3174	8663	0	0	-6999	9898
96.00	7574	5585	-3476	0	0	-4365	6173
105.6	-1243	4751	1839	0	4411	-2717	5850

Gegevens van de eindplaat bij de bovenrand:
- Aantal bouten bij de bovenrand: nbb = 1
- Momenten-arm bij bovenrand: hbbout = 458 mm
- Hellingshoek van het spant: alpha = 27.0 graden
- Nt is de trekkracht in de trekstang van het spant
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Normaalkracht: $Ft = \frac{N\cos(alpha) + sn*Q*\sin(alpha)}{2 * nbb} - \frac{M}{hbbout} + \frac{Nt}{2}$ met Ft>=0N
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * -N*sin(alpha) + sn*Q*cos(alpha)
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,br max = 9898 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbtb max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 9898 N < 33926 N, dus bout bij bovenrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.4: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay up wind)

Controle van de krachten op de bout(en) bij de onderrand:

Tabel 3.11.5.5.2: Belastingen bij onderrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Spant-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Nt [N]	Ft,or [N]	Fs,or [N]	Fi,or [N]
0.00	6806	512	-2222	0	8792	-2096	9278
9.60	16950	-3174	8663	0	20551	-6999	22810
96.00	7574	5585	-3476	0	10788	-4365	12429
105.6	-1243	4751	1839	0	0	-2717	3843

Gegevens van de eindplaat bij de onderrand:
- Aantal bouten bij de onderrand: nbo = 2
- Momenten-arm bij onderrand: hobout = 762 mm
- Hellingshoek van het spant: alfa = 27.0 graden
- Nt is de trekkracht in de trekstang van het spant
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * -N*sin(alpha) + sn*Q*cos(alpha)
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,or max = 22810 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbto max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 22810 N < 33926 N, dus bout bij onderrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.4: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay up wind)

3.11.5.5 Controle van de eindplaat op pons:

Bij de boutverbinding van de bovenrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxb = 4.4 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capb = 80 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 4.4 kN < 80 kN, dus eindplaat (ST50*10.0) voldoet
zonder onderlegring bij de bovenste bout
bij B.C.4: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay up wind)

Bij de boutverbinding van de onderrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxo = 20.6 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capo = 80 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 20.6 kN < 80 kN, dus eindplaat (ST50*10.0) voldoet
zonder onderlegring bij de onderste bout
bij B.C.4: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay up wind)

3.11.5.5 Controle van de eindplaat op buiging:

Tabel 3.11.5.5.4.1: Belastingen van de eindplaat van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Spant-kracht	Normaal-kracht	Normaal-kracht
x	M	N	Q	Nt	Ftrb	Ftro
[m]	[Nm]	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]
0.00	6806	512	-2222	0	0	18629
9.60	16950	-3174	8663	0	0	43704
96.00	7574	5585	-3476	0	0	22739
105.6	-1243	4751	1839	0	5151	0

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de bovenrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftrb = \frac{N*\cos(alpha) + sn*Q*\sin(alpha)}{2} - \frac{M}{ht,eff} \text{ met } Ftrb>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftrb(max) * e = 0.5 * 5151 * 25.0 = 64 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 1987 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 64 Nm < 1987 Nm, dus eindplaat (ST50*10.0) voldoet
bij B.C.4: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay up wind)

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de onderrand:
- Normaalkracht : Ftbout(2) = 20.6 * 367.7 /472.7 = 16.0 kN
- Normaalkracht : Ftbout(1) = 20.6 * 472.7 /472.7 = 20.6 kN
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * max(Ftbout(2) * e(2), Ftbout(1) * e(1))
= 0.5 * max(16.0 * 25 , 20.6 * 50) = 514 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 2683 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 514 Nm < 2683 Nm, dus eindplaat (ST50*10.0) voldoet
bij B.C.4: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay up wind)

De lasverbindingen tussen eindplaat met resp. de boven- en onderrand
zijn niet gecontroleerd.

3.11.5.6 Controle van de bouten van de nokaansluiting:

Controle van de krachten op de bout(en) bij de bovenrand:

Tabel 3.11.5.6.1: Belastingen bij bovenrand van de nokaansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,br [N]	Fs,br [N]	Fi,br [N]
4.80	-8868	855	-3597	23399	3011	23783
4.80	-8868	-2831	922	22365	1464	22460
100.8	-1631	5928	58	7039	-1397	7311
100.8	-1631	5094	-1695	7039	-2666	7985

Gegevens van de nokplaat bij de bovenrand:
- Aantal bouten bij de bovenrand: nbb = 1
- Momenten-arm bij bovenrand: hbbout = 372 mm
- Hellingshoek van het spant: alpha = 27.0 graden
- Teken dwarskracht bij eindpositie sn=+1 en bij beginpositie sn=-1

$$\text{- Normaalkracht: } Ft = \frac{N\cos(\alpha) + sn\,Q\sin(\alpha)}{2 \cdot nbb} - \frac{M}{hbbout} \quad \text{met } Ft>=0N$$

- Schuifkracht: $Fs = 0.5 * -N\sin(\alpha) - sn\,Q\cos(\alpha)$
- Ideële kracht: $Fi = (Ft^2 + 2Fs^2)0.5$
- Maximale optredende kracht: Fi,br max = 23783 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbtb max = 42408 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 23783 N < 42408 N, dus bout bij bovenrand (M10-10.9) voldoet.
bij B.C.4: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay up wind)

Controle van de krachten op de bout(en) bij de onderrand:

Tabel 3.11.5.6.2: Belastingen bij onderrand van de nokaansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,or [N]	Fs,or [N]	Fi,or [N]
4.80	-8868	855	-3597	0	3011	4258
4.80	-8868	-2831	922	0	1464	2070
100.8	-1631	5928	58	0	-1397	1976
100.8	-1631	5094	-1695	0	-2666	3771

Gegevens van de nokplaat bij de onderrand:
- Aantal bouten bij de onderrand: nbo = 1
- Momenten-arm bij onderrand: hobout = 372 mm
- Hellingshoek van het spant: alfa = 27.0 graden
- Teken dwarskracht bij eindpositie sn=+1 en bij beginpositie sn=-1

$$\text{- Normaalkracht: } Ft = \frac{N\cos(\alpha) + sn\,Q\sin(\alpha)}{2 \cdot nbo} + \frac{M}{hobout} \quad \text{met } Ft>=0N$$

- Schuifkracht: $Fs = 0.5 * -N\sin(\alpha) - sn\,Q\cos(\alpha)$
- Ideële kracht: $Fi = (Ft^2 + 2Fs^2)0.5$
- Maximale optredende kracht: Fi,or max = 4258 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbto max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 4258 N < 33926 N, dus bout bij onderrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.4: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay up wind)

3.11.5.6 Controle van de nokplaat op pons:
Bij de boutverbinding van de bovenrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxb = 23.4 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de nokplaat: Fp,capb = 96 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 23.4 kN < 96 kN, dus nokplaat (ST50*12.0) voldoet
zonder onderlegring bij de bovenste bout
bij B.C.4: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay up wind)

Bij de boutverbinding van de onderrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxo = 0.0 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de nokplaat: Fp,capo = 96 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0.0 kN < 96 kN, dus nokplaat (ST50*12.0) voldoet
zonder onderlegring bij de onderste bout
bij B.C.4: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay up wind)

3.11.5.6 Controle van de nokplaat op buiging:

Tabel 3.11.5.6.4.1: Belastingen van de nokplaat.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Normaal-kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ftrb [N]	Ftro [N]
4.80	-8868	855	-3597	24198	0
4.80	-8868	-2831	922	23163	0
100.8	-1631	5928	58	7186	0
100.8	-1631	5094	-1695	7186	0

Resulterende trekkracht in de nokplaat bij de bovenrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftrb = \frac{N\cos(\text{alpha}) + sn\,Q\sin(\text{alpha})}{2} - \frac{M}{ht,eff} \quad \text{met } Ftrb>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de nokplaat:
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftrb(max) * e = 0.5 * 0 * 25.0 = 302 Nm
- Capaciteit van de nokplaat: Mp,cap = 685 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 302 Nm < 685 Nm, dus nokplaat (ST50*12.0) voldoet
bij B.C.4: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay up wind)

Resulterende trekkracht in de nokplaat bij de onderrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftro = \frac{N\cos(\text{alfa}) + sn\,Q\sin(\text{alfa})}{2} + \frac{M}{ht,eff} \quad \text{met } Ftro>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de nokplaat:
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftro(max) * e = 0.5 * 0 * 25.0 = 0 Nm
- Capaciteit van de nokplaat: Mp,cap = 685 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0 Nm < 685 Nm, dus nokplaat (ST50*12.0) voldoet
bij B.C.4: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay up wind)

De lasverbindingen tussen nokplaat met resp. de boven- en onderrand
zijn niet gecontroleerd.

3.11.6 Controle van de trekstangen

a) Maatgevende trekkracht in de trekstangen Nt = 0 N

Bij de controle berekening wordt ervan uitgegaan dat de trekstaaf geen drukbelasting kan opnemen. In het design model is hiermee rekening gehouden en kan de trekstang niet "op druk" belast worden. In dat geval wordt de krachtsverdeling bepaald alsof er geen trekstang zit.

$$\text{Controle van de sterkte: } \sigma = \frac{N_t}{A} < \sigma_{mae_t}$$

Invullen van de bekende gegevens geeft:

$$\sigma = \frac{0}{229.1} = 0.0 \quad N/mm^2$$

- controle : 0.0 N/mm² < 268.3 N/mm², dus: sterkte voldoet.

3.11.7 Uitdijen van de kas:

Tabel 3*.1: Waarden over de spanten.

spant	Urel [mm]
1	-8.36
2	-12.56
3	-8.87
4	-8.73
5	-7.14
6	-6.07
7	-5.05
8	-4.08
9	-3.44
10	-0.78
11	-4.52

Maximale waarde is: -12.56 mm

Uitdijen van de hele kas: -69.59 mm

Toetsing van de bepalende doorsnede (lkx= 4000 mm, lky= 4000 mm):

Toetsing van de bepalende doorsnede (lkx= 7313 mm, lky= 4000 mm):

Toetsing van de bepalende doorsnede (lkx= 7072 mm, lky= 4000 mm):

c) Berekening van de toelaatbare horizontale verplaatsing in :

- Rekening houdend met de glasbreedten :
  - reductiefactor gevel: r1 = 800 / bkg < 2.0;
    800 / 800 = 1.00, dus r1 = 1.00
  - reductiefactor dek : r2 = 1125 / bd < 2.0;
    1125 / 1125 = 1.13, dus r2 = 1.00
  - ugevel = h / 100 * r1 < 50.0 mm;
    4000 / 100 * 1.00 = 35.0 mm, dus ugevel = 57.3 mm
  - udek = 1/200 * v * r2 < 50.0 mm
    1/200 * 4000 * 1.00 = 26.7 mm, dus udek = 61.3 mm
  - utoel-b = ugevel + udek = 57.3 + 61.3 = 57.4 mm
  - utoel = utoel-a < utoel-b < umax; MIN(53.3 , 0.1 , 60.0) = 160.0 mm

3.12 B.C.5: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay down wind)

3.12.1 Berekening van de belastingen per spant:

a) Belastingen in gebruikstoestand:
- Permanente belastingen:
  - Eigen gewicht dek : (1.00 * 32) = 32 N/m²
  - Eigen gewicht van de goot: (1.00 * 34)* 4.00 = 136 N
  - E.G. spantbeen 1e spant : (1.00 * 83.3) = 83.3 N/m
  - E.G. spantbeen 2e spant : (1.00 * 85.4) = 85.4 N/m
  - E.G. spantbeen 3e spant : (1.00 * 67.6) = 67.6 N/m
- Variabele belastingen:
  - Vert. puntlast: 0.00*max(1250,1000)+0.00*0 = 0 N
  - Windbelasting : (1.00 * 510 * 0.98) = 500 N/m²
    (fCdim = Cdim;lr*Cdim;par/Cdim = 0.83 *0.85 /0.72 = 0.98)

b) Belastingen in rekentoestand:
- Permanente belastingen:
  - Eigen gewicht dek : (1.00 * 32) = 32 N/m²
  - Eigen gewicht van de goot: (1.00 * 34)* 4.00 = 136 N
  - E.G. spantbeen 1e spant : (1.00 * 83.3) = 83.3 N/m
  - E.G. spantbeen 2e spant : (1.00 * 85.4) = 85.4 N/m
  - E.G. spantbeen 3e spant : (1.00 * 67.6) = 67.6 N/m
- Variabele belastingen:
  - Vert. puntlast: 0.00*max(1250,1000)+0.00*0 = 0 N
  - Windbelasting : (1.28 * 510) = 651 N/m²

c) Bij het bepalen van de knoopcoordinaten is rekening gehouden met
de initiële scheefstand van de kolommen:
- Scheefstand psi = 1/267 (zie EN 1993-1-1)

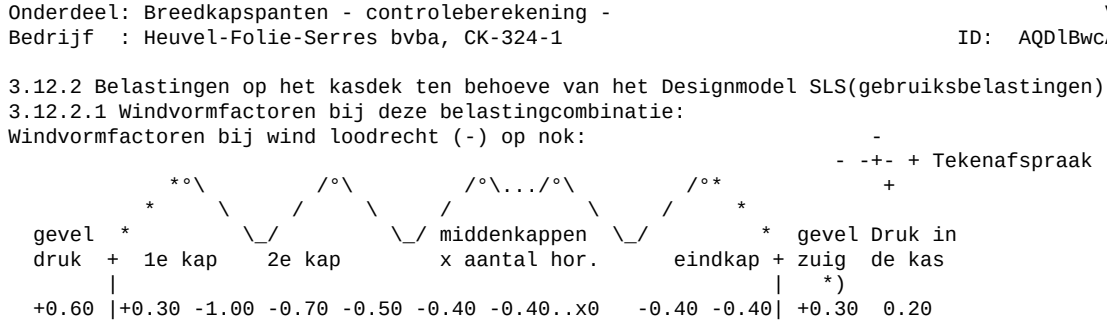
d) Rekenvoorbeeld van de belastingen op knooppunten op de volgende plaatsen:
Knoop k = "effectieve" spanthoogte van de eerste kolom
Knoop g = Eerste gording op de eerste kaphelft

- Horizontale belasting:
  Fk,hor = (4.000 - 0.5*3.701) * (651 *(+0.60-(0.20))) * 4.00 = 2069 N
  Fg,hor = -[651 *(+0.30-(0.20))] * tan(27.00)
  * 4.00 * 9.60 / [2*(1+1)] = 2069 N

- Verticale belasting:
  Fk,vert = -0.5*(32 + 0 + [651 *(+0.30-(0.20))] + 0 + 0)
  * 4.00 * 9.60 / [2*(1+1)] - 136 = -602 N
  Fg,vert = -(32 + 0 + [651 *(+0.30-(0.20))] + 0 + 0)
  * 4.00 * 9.60 / [2*(1+1)] + 0 = -932 N

e) Belastingen op gordingen:
Berekening van het minimaal traagheidsmoment van de dekgording
op alle spanten in gebruikstoestand.
- Belastingssituatie met alleen eigen gewicht kasdek
  Qg1 = 32 * 9.60 / [2*(1+1)] = 77 Nm
- Vervormingseis dekgordingen volgens EN 13031-1:
  dtoel1 = min(4000/750, 6) = 5.3 mm
- Hieruit volgt een minimaal traagheidsmoment (ligger op 3 steunpunten):
  Ixgmin = 2/384 * (Qg1 * 40004) / (Estaal,g * dtoel1) = 91429 mm4

3.12.2 Belastingen op het kasdek ten behoeve van het Designmodel SLS(gebruiksbelastingen):
3.12.2.1 Windvormfactoren bij deze belastingcombinatie:
Windvormfactoren bij wind loodrecht (-) op nok:



3.12.2.2 Belastingfactoren bij deze belastingcombinatie:

Belastingfactoren	gebruikstoestand	rekentoestand
Eigen gewicht	1.00	1.00
Installaties	0.00	0.00
Sneeuw	0.00	0.00
Wind	1.00	1.28
gewas	0.00	0.00

3.12.2.3 Gesommeerde belastingen op de omhulling van de kas per vakmaat:
Belastingen gebruikstoestand SLS per vakmaat (4.000 m):

Tralie	neerwaarts	qtral = fi*qinstall + fp*qtral + fg*qgewas	
		= 0.00*280.0 + 1.00*95.8 + 0.00*0.0	qtral = 95.8 N/m
Goot	zijgevel	Fgt.s = fp*qgoot.s = 1.00*68.0	Fgt.s = 68 N
	middengoot	Fgt.m = fp*qgoot.m = 1.00*136.0	Fgt.m = 136 N
Kasdek	evenwijdig	qdek.E = [fp*qdek + fs*qsneew]*sin(dek)	
		= [1.00*114.0 + 0.00*0.0]*sin(27.0)	qdek.E = 51.8 N/m
	loodrecht	qdek.L = [fp*qdek + fs*qsneew]*cos(dek)	
		= [1.00*114.0 + 0.00*0.0]*cos(27.0)	qdek.L = 101.6 N/m
	+ wind per kaphelft	= qdek.L + fw*qwinds*(cpe-cpi)	
	- 1e kaphelft	= 101.6 + 1.00*2041.9*(+0.30-0.20)	qdek.L1 = 305.8 N/m
	- 2e kaphelft	= 101.6 + 1.00*2041.9*(-1.00-0.20)	qdek.L2 = -2348.7 N/m
	- 3e kaphelft	= 101.6 + 1.00*2041.9*(-0.70-0.20)	qdek.L3 = -1736.1 N/m
	- 4e kaphelft	= 101.6 + 1.00*2041.9*(-0.50-0.20)	qdek.L4 = -1327.7 N/m
	- Middenkap links	= 101.6 + 1.00*2041.9*(-0.40-0.20)	qdek.Lm1 = -1123.5 N/m
	- Middenkap rechts	= 101.6 + 1.00*2041.9*(-0.40-0.20)	qdek.Lm2 = -1123.5 N/m
	- Eindkap links	= 101.6 + 1.00*2041.9*(-0.40-0.20)	qdek.Le1 = -1123.5 N/m
	- Eindkap Rechts	= 101.6 + 1.00*2041.9*(-0.40-0.20)	qdek.Le2 = -1123.5 N/m
	+ windwrijving nok	= Cfp,h*fi*qwind*vakmaat*bkap/hkap*cscd'	
	- middenkap FhwCpf	= 0.03*1.00*510.5 *4.0 *9.6/2.45*0.70	FhwCpf = 169 N
Zijgevel	windzijde FhwF.gt	= fw*Fhw.gt*(cp1-cpi)	
	goothoogte	= 1.00*4413.5*(0.6 -0.2)	Fhw.gt = 1765 N
	windzijde FhwF.fh	= fw*Fhw.fh*(cp1-cpi)	
	fundatiehoogte	= 1.00*3754.0*(0.6 -0.2)	Fhw.fh = 1502 N
Zijgevel	loefzijde FhwL.gt	= fw*Fhw.gt*(cp1+cpi)	
	goothoogte	= 1.00*4413.5*(0.3 +0.2)	Fhw.gt = 2207 N
	loefzijde FhwL.fh	= fw*Fhw.fh*(cp1+cpi)	
	fundatiehoogte	= 1.00*3754.0*(0.3 +0.2)	Fhw.fh = 1877 N

Belastingen rekentoestand ULS per vakmaat (4.000 m):

Tralie	neerwaarts qtral = fi*qinstall + fp*qtral + fg*qgewas		
	= 0.00*280.0 + 1.00*95.8 + 0.00*0.0	qtral =	95.8 N/m
Goot	zijgevel Fgt.s = fp*qgoot.s = 1.00*68.0	Fgt.s =	68 N
	middengoot Fgt.m = fp*qgoot.m = 1.00*136.0	Fgt.m =	136 N
Kasdek	evenwijdig qdek.E = [fp*qdek + fs*qsneew]*sin(dek)		
	= [1.00*114.0 + 0.00*0.0]*sin(27.0)	qdek.E =	51.8 N/m
	loodrecht qdek.L = [fp*qdek + fs*qsneew]*cos(dek)		
	= [1.00*114.0 + 0.00*0.0]*cos(27.0)	qdek.L =	101.6 N/m
	+ wind per kaphelft = qdek.L + fw*qwinds*(cpe-cpi)		
	- 1e kaphelft = 101.6 + 1.28*2041.9*(+0.30-0.20)	qdek.L1 =	362.0 N/m
	- 2e kaphelft = 101.6 + 1.28*2041.9*(-1.00-0.20)	qdek.L2 =	-3022.5 N/m
	- 3e kaphelft = 101.6 + 1.28*2041.9*(-0.70-0.20)	qdek.L3 =	-2241.5 N/m
	- 4e kaphelft = 101.6 + 1.28*2041.9*(-0.50-0.20)	qdek.L4 =	-1720.8 N/m
	- Middenkap links = 101.6 + 1.28*2041.9*(-0.40-0.20)	qdek.Lm1 =	-1460.4 N/m
	- Middenkap rechts = 101.6 + 1.28*2041.9*(-0.40-0.20)	qdek.Lm2 =	-1460.4 N/m
	- Eindkap links = 101.6 + 1.28*2041.9*(-0.40-0.20)	qdek.Le1 =	-1460.4 N/m
	- Eindkap Rechts = 101.6 + 1.28*2041.9*(-0.40-0.20)	qdek.Le2 =	-1460.4 N/m
	+ windwrijving nok = Cfp,h*fi*qwind*vakmaat*bkap/hkap*cscd		
	- middenkap FhwCpf = 0.03*1.28*510.5 *4.0 *9.6/2.45*0.72	FhwCpf =	221 N
Zijgevel	windzijde FhwF.gt = fw*Fhw.gt*(cp1-cpi)		
	goothoogte = 1.28*4413.5*(0.6 -0.2)	Fhw.gt =	2251 N
	windzijde FhwF.fh = fw*Fhw.fh*(cp1-cpi)		
	fundatiehoogte = 1.28*3754.0*(0.6 -0.2)	Fhw.fh =	1915 N
Zijgevel	loefzijde FhwL.gt = fw*Fhw.gt*(cp1+cpi)		
	goothoogte = 1.28*4413.5*(0.3 +0.2)	Fhw.gt =	2814 N
	loefzijde FhwL.fh = fw*Fhw.fh*(cp1+cpi)		
	fundatiehoogte = 1.28*3754.0*(0.3 +0.2)	Fhw.fh =	2393 N

Tabel 3.12.2.4: Knoopbelastingen, oplegreacties en knoopverplaatsingen:

	Knoopbelastingen						Knoopverplaatsingen		
	Rekentoestand		Oplegreacties				gebruikstoestand		
nr.	X-as	Y-as	X-as	Y-as	X-as	Y-as	X-verpl	Y-verpl	U_lijn
	[mm]	[mm]	[N]	[N]	[N]	[N]	[mm]	[mm]	[mm]
	Horiz.	Vert.	Horiz.	Vert.	Horiz.	Vert.	Horiz.	Vert.	
1	-0.013	0.000	1927	0	-3772	-1610	0.00	0.00	0.000
2	0.000	3.701	2398	-602			100.50	-0.34	0.000
3	2.400	4.924	318	-932			98.48	3.63	0.188
4	4.800	6.147	2069	3129			96.29	7.95	0.000
5	7.200	4.924	3820	7191			95.00	5.50	-1.729
6	9.587	0.000			-1675	-20164	0.00	0.00	0.000
7	9.600	3.701	478	6117			92.14	-0.02	0.000
8	12.000	4.924	-2865	5316			88.95	6.20	-0.130
9	14.400	6.147	-318	4691			85.87	12.19	0.000
10	16.800	4.924	2229	4067			83.74	8.05	-2.234
11	19.187	0.000			-1331	-14595	0.00	0.00	0.000
12	19.200	3.701	159	3618			79.58	-0.06	0.000
13	21.600	4.924	-1910	3442			77.92	3.18	1.197
14	24.000	6.147	0	3442			75.16	8.57	0.000
15	26.400	4.924	1910	3442			73.75	5.84	-1.781
16	28.787	0.000			-1232	-12643	0.00	0.00	0.000
17	28.800	3.701	0	3306			70.72	-0.06	0.000
18	31.200	4.924	-1910	3442			68.69	3.94	0.336
19	33.600	6.147	0	3442			66.35	8.54	0.000
20	36.000	4.924	1910	3442			64.93	5.74	-1.670
21	38.387	0.000			-1071	-12876	0.00	0.00	0.000
22	38.400	3.701	0	3306			61.99	-0.03	0.000
23	40.800	4.924	-1910	3442			60.37	3.20	0.368
24	43.200	6.147	0	3442			58.42	7.09	0.000
25	45.600	4.924	1910	3442			57.34	4.92	-1.546
26	47.987	0.000			-952	-12834	0.00	0.00	0.000
27	48.000	3.701	0	3306			54.84	-0.00	0.000
28	50.400	4.924	-1910	3442			53.42	2.87	0.218
29	52.800	6.147	0	3442			51.81	6.13	0.000
30	55.200	4.924	1910	3442			50.95	4.36	-1.446
31	57.587	0.000			-847	-12857	0.00	0.00	0.000
32	57.600	3.701	0	3306			48.77	0.02	0.000
33	60.000	4.924	-1910	3442			47.57	2.49	0.133
34	62.400	6.147	0	3442			46.25	5.21	0.000
35	64.800	4.924	1910	3442			45.61	3.84	-1.369
36	67.187	0.000			-760	-12855	0.00	0.00	0.000
37	67.200	3.701	0	3306			43.73	0.04	0.000
38	69.600	4.924	-1910	3442			42.73	2.14	0.054
39	72.000	6.147	0	3442			41.69	4.34	0.000
40	74.400	4.924	1910	3442			41.25	3.33	-1.276
41	76.787	0.000			-691	-12896	0.00	0.00	0.000
42	76.800	3.701	0	3306			39.64	0.05	0.000
43	79.200	4.924	-1910	3442			38.78	1.92	-0.013
44	81.600	6.147	0	3442			37.93	3.77	0.000
45	84.000	4.924	1910	3442			37.67	3.10	-1.328
46	86.387	0.000			-620	-12644	0.00	0.00	0.000
47	86.400	3.701	0	3306			36.20	0.06	0.000
48	88.800	4.924	-1910	3442			36.05	0.50	0.094
49	91.200	6.147	0	3442			35.81	1.11	0.000
50	93.600	4.924	1910	3442			35.83	1.01	-0.469
51	95.987	0.000			-662	-13461	0.00	0.00	0.000
52	96.000	3.701	0	3306			35.43	0.08	0.000
53	98.400	4.924	-1910	3442			34.24	2.56	-0.159
54	100.800	6.147	0	3442			33.21	4.76	0.000
55	103.200	4.924	1910	3442			33.24	4.69	-2.605
56	105.587	0.000	2409	0	-2764	-5380	0.00	0.00	0.000

Tabel 3.12.2.5: Staafbelastingen, momenten, normaal- en dwarskrachten

				B E G I N			E I N D		
Staaf	Profiel	X-as	Y-as	Normaal	Dwarskr	Moment	Normaal	Dwarskr	Moment
nr.		[N/m]	[N/m]	[N]	[N]	[Nm]	[N]	[N]	[Nm]
		Horizontaal	Verticaal						
1	RHBK100*50*3.0			1617	1839	-0	1617	1839	6806
2	1e Spant	-37.8	-74.2	512	-2222	6806	614	-2422	551
3	1e Spant	-37.8	-74.2	753	-3397	551	855	-3597	-8868

4	1e Spant	37.8	-74.2	-2831	922	-8868	-2932	722	-6654
5	1e Spant	37.8	-74.2	-3072	8863	-6654	-3174	8663	16950
6	RHBK50*30*1.5			0	0	0	0	0	0
7	RHBK100*50*3.0			20170	1602	-0	20170	1602	5929
8	2e Spant	-38.8	-76.1	-1430	-9448	22880	-1326	-9653	-2844
9	2e Spant	-38.8	-76.1	-1187	-3615	-2844	-1082	-3820	-12858
10	2e Spant	38.8	-76.1	-1313	2666	-12858	-1417	2461	-5954
11	2e Spant	38.8	-76.1	-1557	7096	-5954	-1661	6891	12883
12	RHBK50*30*1.5			0	0	0	0	0	0
13	RHBK100*50*3.0			14600	1278	-0	14600	1278	4732
14	Midden Spant	-30.7	-60.3	-524	-6542	17615	-441	-6705	-226
15	Midden Spant	-30.7	-60.3	-302	-2771	-226	-219	-2933	-7908
16	Midden Spant	30.7	-60.3	-939	1520	-7908	-1022	1357	-4033
17	Midden Spant	30.7	-60.3	-1161	5291	-4033	-1244	5129	10000
18	RHBK50*30*1.5			0	0	0	0	0	0
19	RHBK100*50*3.0			12648	1186	-0	12648	1186	4391
20	Midden Spant	-30.7	-60.3	456	-5752	14390	539	-5915	-1323
21	Midden Spant	-30.7	-60.3	678	-1981	-1323	761	-2143	-6877
22	Midden Spant	30.7	-60.3	276	1191	-6877	193	1029	-3887
23	Midden Spant	30.7	-60.3	54	4963	-3887	-29	4800	9261
24	RHBK50*30*1.5			0	0	0	0	0	0
25	RHBK100*50*3.0			12879	1025	-0	12879	1025	3792
26	Midden Spant	-30.7	-60.3	1398	-5243	13053	1481	-5405	-1287
27	Midden Spant	-30.7	-60.3	1621	-1471	-1287	1703	-1633	-5468
28	Midden Spant	30.7	-60.3	1242	728	-5468	1159	566	-3725
29	Midden Spant	30.7	-60.3	1020	4500	-3725	937	4338	8178
30	RHBK50*30*1.5			0	0	0	0	0	0
31	RHBK100*50*3.0			12838	906	0	12838	906	3352
32	Midden Spant	-30.7	-60.3	2216	-4750	11530	2299	-4912	-1482
33	Midden Spant	-30.7	-60.3	2438	-978	-1482	2521	-1141	-4336
34	Midden Spant	30.7	-60.3	2121	357	-4336	2039	195	-3593
35	Midden Spant	30.7	-60.3	1899	4128	-3593	1816	3966	7308
36	RHBK50*30*1.5			0	0	0	0	0	0
37	RHBK100*50*3.0			12860	801	-0	12860	801	2965
38	Midden Spant	-30.7	-60.3	2950	-4325	10273	3033	-4487	-1595
39	Midden Spant	-30.7	-60.3	3173	-553	-1595	3255	-716	-3305
40	Midden Spant	30.7	-60.3	2897	12	-3305	2814	-150	-3490
41	Midden Spant	30.7	-60.3	2675	3784	-3490	2592	3621	6483
42	RHBK50*30*1.5			0	0	0	0	0	0
43	RHBK100*50*3.0			12857	714	-0	12857	714	2641
44	Midden Spant	-30.7	-60.3	3606	-3938	9124	3689	-4100	-1700
45	Midden Spant	-30.7	-60.3	3828	-166	-1700	3911	-328	-2366
46	Midden Spant	30.7	-60.3	3595	-290	-2366	3513	-453	-3367
47	Midden Spant	30.7	-60.3	3373	3481	-3367	3291	3319	5791
48	RHBK50*30*1.5			0	0	0	0	0	0
49	RHBK100*50*3.0			12899	644	-0	12899	644	2384
50	Midden Spant	-30.7	-60.3	4219	-3619	8176	4301	-3781	-1791
51	Midden Spant	-30.7	-60.3	4441	153	-1791	4524	-10	-1598
52	Midden Spant	30.7	-60.3	4213	-599	-1598	4131	-761	-3430
53	Midden Spant	30.7	-60.3	3991	3173	-3430	3909	3010	4898
54	RHBK50*30*1.5			0	0	0	0	0	0
55	RHBK100*50*3.0			12646	574	-0	12646	574	2125
56	2e Spant	-38.8	-76.1	4654	-3108	7023	4758	-3313	-1624
57	2e Spant	-38.8	-76.1	4898	621	-1624	5002	416	-227
58	2e Spant	38.8	-76.1	4839	-736	-227	4735	-940	-2484
59	2e Spant	38.8	-76.1	4595	2993	-2484	4491	2788	5303
60	RHBK50*30*1.5			0	0	0	0	0	0
61	RHBK100*50*3.0			13464	614	0	13464	614	2271
62	1e Spant	-37.8	-74.2	5585	-3476	7574	5686	-3676	-2057
63	1e Spant	-37.8	-74.2	5826	258	-2057	5928	58	-1631
64	1e Spant	37.8	-74.2	5094	-1695	-1631	4992	-1895	-6466
65	1e Spant	37.8	-74.2	4852	2039	-6466	4751	1839	-1243
66	RHBK50*30*1.5			0	0	0	0	0	0
67	RHBK100*50*3.0			5382	336	0	5382	336	1243

3.12.3 De krachtsverdeling in het spant van de middenvelden:

Tabel 3.12.3.1: Momentenlijn, normaal- en dwarskrachtenlijn.

Positie	Momentenlijn	Normaal-krachtenlijn	Dwars-krachtenlijn
x in [m]	M(x) in [Nm]	N(x) in [N]	Q(x) in [N]
begin - eind	(+ = U/- =)	(+ = trek)	(+ = ~~~___)
19.20 - 21.60	17615 -226	-524 -441	-6542 -6705
21.60 - 24.00	-226 -7908	-302 -219	-2771 -2933
24.00 - 26.40	-7908 -4033	-939 -1022	1520 1357
26.40 - 28.80	-4033 10000	-1161 -1244	5291 5129
28.80 - 31.20	14390 -1323	456 539	-5752 -5915
31.20 - 33.60	-1323 -6877	678 761	-1981 -2143
33.60 - 36.00	-6877 -3887	276 193	1191 1029
36.00 - 38.40	-3887 9261	54 -29	4963 4800
38.40 - 40.80	13053 -1287	1398 1481	-5243 -5405
40.80 - 43.20	-1287 -5468	1621 1703	-1471 -1633
43.20 - 45.60	-5468 -3725	1242 1159	728 566
45.60 - 48.00	-3725 8178	1020 937	4500 4338
48.00 - 50.40	11530 -1482	2216 2299	-4750 -4912
50.40 - 52.80	-1482 -4336	2438 2521	-978 -1141
52.80 - 55.20	-4336 -3593	2121 2039	357 195
55.20 - 57.60	-3593 7308	1899 1816	4128 3966
57.60 - 60.00	10273 -1595	2950 3033	-4325 -4487
60.00 - 62.40	-1595 -3305	3173 3255	-553 -716
62.40 - 64.80	-3305 -3490	2897 2814	12 -150
64.80 - 67.20	-3490 6483	2675 2592	3784 3621
67.20 - 69.60	9124 -1700	3606 3689	-3938 -4100
69.60 - 72.00	-1700 -2366	3828 3911	-166 -328
72.00 - 74.40	-2366 -3367	3595 3513	-290 -453
74.40 - 76.80	-3367 5791	3373 3291	3481 3319
76.80 - 79.20	8176 -1791	4219 4301	-3619 -3781
79.20 - 81.60	-1791 -1598	4441 4524	153 -10
81.60 - 84.00	-1598 -3430	4213 4131	-599 -761
84.00 - 86.40	-3430 4898	3991 3909	3173 3010

3.12.3.1 Controle van de stijfheid van het spant:

De toelaatbare doorbuiging van alle spanten wordt bepaald per spantbeen:
- uvtoel = 5387 / 250 < 30.0 mm, dus: uvtoel = 21.5 mm

Uit de U-lijn is de maximale doorbuiging:
- doorbuiging umax = -1.78 mm

- Controle van het spant van de middenvelden:
  Doorbuiging: |-1.8 | mm < 21.5 mm, dus: voldoet.
  bij B.C.5: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay down wind)

3.12.3.2 Controle van de bovenrand:

3.12.3.2 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de bovenrand:

- De normaalkracht in de bovenrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = -M/0.3600 + N/2 (voor N en M, zie 3.12.3.1)
    met: Effectieve spanthoogte: 360.0 mm

- De normaalkracht in de bovenrand wordt bij de eindplaten van de nok en de kolomaansluiting gereduceerd met de normaalkracht in de diagonaal (einddiagonaal sluit aan bij eindplaat ter plaatse van de bovenrand)
  - Reductie: Nred = Nd - Q/tan(38.9) plaats van eindplaat naar gording
  - Reductie: Nred = Nd + Q/tan(38.9) plaats van gording naar eindplaat
    (voor de dwarskracht Q zie tabel 3.12.3.1)

Tabel 3.12.32: Normaalkrachtenverloop in de bovenrand.

Plaats	Normaalkracht in [N] (trek = positief)	Systeem-lengte
x in [m]	Spant	[mm]
19.20 - 21.60	-41086 407	2694
21.60 - 24.00	476 18222	2694
24.00 - 26.40	19614 10693	2694
26.40 - 28.80	10623 -22044	2694
28.80 - 31.20	-32617 3944	2694
31.20 - 33.60	4013 16827	2694

33.60 - 36.00	17765 10895	2694
36.00 - 38.40	10825 -19791	2694
38.40 - 40.80	-29063 4316	2694
40.80 - 43.20	4385 14017	2694
43.20 - 45.60	14908 10926	2694
45.60 - 48.00	10856 -16872	2694
48.00 - 50.40	-25035 5267	2694
50.40 - 52.80	5336 11891	2694
52.80 - 55.20	12663 11001	2694
55.20 - 57.60	10931 -14477	2694
57.60 - 60.00	-21701 5948	2694
60.00 - 62.40	6017 9920	2694
62.40 - 64.80	10613 11102	2694
64.80 - 67.20	11032 -12225	2694
67.20 - 69.60	-18663 6568	2694
69.60 - 72.00	6637 8122	2694
72.00 - 74.40	8731 11109	2694
74.40 - 76.80	11039 -10329	2694
76.80 - 79.20	-16117 7125	2694
79.20 - 81.60	7194 6689	2694
81.60 - 84.00	7288 11592	2694
84.00 - 86.40	11522 -7920	2694

3.12.3.2 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Nadrukkelijk wordt vermeld, dat onderstaande stabiliteits-berekeningen alleen voldoen bij toepassing van specifieke stabiliteits-voorzieningen ter plaatse van de gordingen:

- fixatie van de boven- en onderrand rand uit het vlak van het spant, door windverbanden tussen de gordingen in het eerste en laatste vak van een gootlengte en momentvaste koppelingen tussen gordingen en bovenrand

Tabel 3.12.3.2:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de bovenrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-bepaling begin-eind	Normaalkrachten (trek = positief) [N] "begin"	"einde"	Rand-voor-waar-den	Knfct staaf-lengte ßm×ßn	Knik-lengte [mm]	Klasse	Sterkte UC	Stab. UC
19.20-21.60	-41086	407	m-g	0.531	1430	1	0.49	0.76
26.40-28.80	10623	-22044	g-m	0.400	1077	1	0.26	0.39
28.80-31.20	-32617	3944	m-g	0.510	1373	1	0.39	0.59
36.00-38.40	10825	-19791	g-m	0.400	1077	1	0.24	0.35
38.40-40.80	-29063	4316	m-g	0.504	1358	1	0.35	0.52
45.60-48.00	10856	-16872	g-m	0.400	1077	1	0.20	0.30
48.00-50.40	-25035	5267	m-g	0.494	1330	1	0.30	0.44
55.20-57.60	10931	-14477	g-m	0.400	1077	1	0.17	0.26
57.60-60.00	-21701	5948	m-g	0.494	1330	1	0.26	0.38
64.80-67.20	11032	-12225	g-m	0.400	1077	1	0.15	0.22
67.20-69.60	-18663	6568	m-g	0.494	1330	1	0.22	0.33
74.40-76.80	11039	-10329	g-m	0.400	1077	1	0.12	0.18
76.80-79.20	-16117	7125	m-g	0.494	1330	1	0.19	0.29
84.00-86.40	11522	-7920	g-m	0.400	1077	1	0.09	0.14

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (0.84 - 0.2)*(|-41086 |/(0.639 *84071   /1.0)) = 1.34
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-41086 |/(0.639 *84071   /1.0)) = 1.45
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(1.34   , 1.45   ) = 1.34
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.80

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-41086 |/(0.639 *84071   /1.0)+1.34 *|0.0 |/(1.00*1113.7 /1.0)
           = 0.765 + 0.000 = 0.765
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-41086 |/(0.671 *84071   /1.0)+0.80 *|0.0 |/(1.00*1113.7 /1.0)
           = 0.729 + 0.000 = 0.729

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.765 , 0.729) = 0.765

- controle: 0.76 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.12.3.2 Stabiliteitscontrole in het vlak:

- Maatgevende normaaldrukkracht: Ndmax = -41086 N

- Kniklengte: lky = 1.00 * lveld = 1.00 * 898 = 898 mm
Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
Interactiefactoren volgens bijlage B:
Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
      = 0.90 * (1.0 + (0.79 - 0.2)*(|-41086 |/(0.671 *84071   /1.0)) = 1.28
Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
      = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-41086 |/(0.671 *84071   /1.0)) = 1.42
Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(1.28   , 1.42   ) = 1.28
Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.77

UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
         = |-41086 |/(0.671 *84071   /1.0)+1.28 *|0.0 |/(1.00*828.1 /1.0)
         = 0.729 + 0.000 = 0.729
UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
         = |-41086 |/(0.829 *84071   /1.0)+0.77 *|0.0 |/(1.00*828.1 /1.0)
         = 0.590 + 0.000 = 0.590

Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.729 , 0.590) = 0.729

- controle: 0.73 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.12.3.2 Doorsnede-controle van de bovenrand:

          |NEd| |-41086 |
- UCDruk = ----- = --------- = 0.49
          Nc.Rd   84071

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 19614   N

          |NEd| |19614 |
- UCTrek = ----- = --------- = 0.23
          Nc.Rd   84071

Trek is maatgevend.

- Controle: 0.49 < 1.00, dus de treksterkte voldoet.

Conclusie:
- Bovenrand (RHBK50*30*2.0) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.5: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay down wind)

3.12.3.3 Controle van de onderrand:

3.12.3.3 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de onderrand:

- De normaalkracht in de onderrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = M/0.3600 + N/2 (voor N en M, zie 3.12.3.1)
    met: Effectieve spanthoogte: 360.0 mm

Tabel 3.12.33: Normaalkrachtenverloop in de onderrand.

Plaats x in [m]	Normaalkracht in [N] (trek = positief) Spant		Systeem-lengte [mm]
19.20 - 21.60	48669	-848	2892
21.60 - 24.00	-778	-22076	2694
24.00 - 26.40	-22436	-11715	2694
26.40 - 28.80	-11784	27156	2892
28.80 - 31.20	40202	-3405	2892
31.20 - 33.60	-3335	-18722	2694
33.60 - 36.00	-18965	-10701	2694
36.00 - 38.40	-10771	25711	2892
38.40 - 40.80	36958	-2834	2892
40.80 - 43.20	-2765	-14338	2694
43.20 - 45.60	-14568	-9766	2694
45.60 - 48.00	-9836	23185	2892
48.00 - 50.40	33137	-2968	2892
50.40 - 52.80	-2898	-10784	2694
52.80 - 55.20	-10984	-8962	2694
55.20 - 57.60	-9032	21208	2892
57.60 - 60.00	30011	-2915	2892
60.00 - 62.40	-2845	-7552	2694
62.40 - 64.80	-7731	-8288	2694
64.80 - 67.20	-8357	19305	2892
67.20 - 69.60	27148	-2879	2892
69.60 - 72.00	-2809	-4618	2694
72.00 - 74.40	-4776	-7596	2694
74.40 - 76.80	-7666	17733	2892
76.80 - 79.20	24820	-2823	2892
79.20 - 81.60	-2754	-2178	2694
81.60 - 84.00	-2333	-7461	2694
84.00 - 86.40	-7531	15559	2892

3.12.3.3 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Nadrukkelijk wordt vermeld, dat onderstaande stabiliteits-berekeningen alleen voldoen bij toepassing van specifieke stabiliteits-voorzieningen ter plaatse van de gordingen:

- fixatie van de boven- en onderrand rand uit het vlak van het spant, door windverbanden tussen de gordingen in het eerste en laatste vak van een gootlengte en momentvaste koppelingen tussen gordingen en bovenrand

Tabel 3.12.3.3:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de onderrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-bepaling	Normaalkrachten (trek = positief) [N]		Rand-voor-waar-den	Knfct staaf-lengte ßm×ßn	Knik-lengte/PlPerc [mm]	Klasse	Sterkte UC	Stab. UC
begin-eind	"begin"	"einde"						
19.20-21.60	48669	-848	m-g	0.529	1531	1	0.01	0.02
21.60-24.00	-778	-22076	g-n	0.679	1829	1	0.30	0.66
24.00-26.40	-22436	-11715	n-g	0.800	2154	1	0.31	0.84
26.40-28.80	-11784	27156	g-m	0.586	1694	1	0.16	0.32
28.80-31.20	40202	-3405	m-g	0.529	1531	1	0.05	0.08
31.20-33.60	-3335	-18722	g-n	0.719	1936	1	0.26	0.60
33.60-36.00	-18965	-10701	n-g	0.810	2183	1	0.26	0.72
36.00-38.40	-10771	25711	g-m	0.586	1694	1	0.15	0.29
38.40-40.80	36958	-2834	m-g	0.529	1531	1	0.04	0.07
40.80-43.20	-2765	-14338	g-n	0.723	1946	1	0.20	0.46
43.20-45.60	-14568	-9766	n-g	0.836	2252	1	0.20	0.58
45.60-48.00	-9836	23185	g-m	0.586	1694	1	0.14	0.27
48.00-50.40	33137	-2968	m-g	0.529	1531	1	0.04	0.07
50.40-52.80	-2898	-10784	g-n	0.742	2000	1	0.15	0.36
52.80-55.20	-10984	-8962	n-g	0.870	2345	1	0.15	0.47
55.20-57.60	-9032	21208	g-m	0.586	1694	1	0.12	0.25
57.60-60.00	30011	-2915	m-g	0.529	1531	1	0.04	0.07
60.00-62.40	-2845	-7552	g-n	0.770	2074	1	0.10	0.27
62.40-64.80	-7731	-8288	n-g	0.897	2416	1	0.11	0.37
64.80-67.20	-8357	19305	g-m	0.586	1694	1	0.12	0.23
67.20-69.60	27148	-2879	m-g	0.529	1531	1	0.04	0.07
69.60-72.00	-2809	-4618	g-n	0.826	2224	1	0.06	0.18
72.00-74.40	-4776	-7596	n-g	0.826	2225	1	0.10	0.30
74.40-76.80	-7666	17733	g-m	0.586	1694	1	0.11	0.21
76.80-79.20	24820	-2823	m-g	0.529	1531	1	0.04	0.07
79.20-81.60	-2754	-2178	g-n	0.867	2335	1	0.04	0.12
81.60-84.00	-2333	-7461	n-g	0.745	2008	1	0.10	0.25
84.00-86.40	-7531	15559	g-m	0.586	1694	1	0.10	0.21

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (1.35 - 0.2)*(|-22436 |/(0.369 *72467   /1.0)) = 1.77
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-22436 |/(0.369 *72467   /1.0)) = 1.50
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(1.77   , 1.50   ) = 1.50
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.90

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-22436 |/(0.369 *72467   /1.0)+1.50 *|0.0 |/(1.00*983.6 /1.0)
           = 0.838 + 0.000 = 0.838
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-22436 |/(0.744 *72467   /1.0)+0.90 *|0.0 |/(1.00*983.6 /1.0)
           = 0.416 + 0.000 = 0.416

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.838 , 0.416) = 0.838

- controle: 0.84 < 0.95, dus de stabiliteit voldoet.

3.12.3.3 Stabiliteitscontrole in het vlak (nabij de kolom-aansluitingen):

- Maatgevend: Ndmax = N + |Q|/tan(alfa) = -22436 + |1520 |/tan(38.9) = -22436 N
  (N.B.: 1e drukdiagonaal reduceert de normaaldrukkracht in de onderrand)

- Kniklengte: lky = 0.80*lveld = 0.80 * 898 = 718 mm

  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.40 (het profiel is geschoord).
  M1 = 0.00 , M2 = 0.00 , Ms = 0.00 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.40 * (1.0 + (0.67 - 0.2)*(|-22436 |/(0.744 *72467   /1.0)) = 0.48
  Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.40 * (1.0 + 0.8*(|-22436 |/(0.744 *72467   /1.0)) = 0.53
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.48   , 0.53   ) = 0.48
  Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.29

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-22436 |/(0.744 *72467   /1.0)+0.48 *|0.0 |/(1.00*738.1 /1.0)
           = 0.416 + 0.000 = 0.416
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-22436 |/(0.871 *72467   /1.0)+0.29 *|0.0 |/(1.00*738.1 /1.0)
           = 0.355 + 0.000 = 0.355

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.416 , 0.355) = 0.416

- controle: 0.42 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.12.3.3 Doorsnede-controle van de onderrand:

           |NEd| |-22436 |
- UCDruk = ----- = --------- = 0.31
           Nc.Rd   72467

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 48669   N

           |NEd| |48669 |
- UCTrek = ----- = --------- = 0.67
           Nc.Rd   72467

Trek is maatgevend.

- Controle: 0.67 < 1.00, dus de treksterkte voldoet.

Conclusie:
- Onderrand (RHBK50*30*1.5) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.5: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay down wind)

3.12.3.4 Controle van de diagonalen:

3.12.3.4 Controle van de diagonalen in de eindvelden:

- Controle op druk:
  - Maatgevende dwarskracht eindvelden: Qmaxd = -6705 N (zie tabel 3.12.3.1)

$$N_{diagd} = \frac{|Q_{maxd}|}{\sin(alfa)} = \frac{|-6705|}{\sin(38.9)} = 10676 \text{ N}$$

  - Capaciteit diagonaal: Fdiagd = 13200 N (zie 4.4)

  - Controle: 10676 N < 13200 N, dus diagonaal voldoet.

- Controle op trek:
  - Maatgevende dwarskracht eindvelden: Qmaxt = 5291 N (zie tabel 3.12.3.1)

$$N_{diagt} = \frac{Q_{maxt}}{\sin(alfa)} = \frac{5291}{\sin(38.9)} = 8425 \text{ N}$$

  - Capaciteit diagonaal eindvelden: Fdiagt = 36175 N (zie 4.4)

  - Controle: 8425 N < 36175 N, dus diagonaal voldoet.

Conclusie:
- Diagonalen in eindvelden (RD14.0 mm) voldoen qua trek/druk
  bij B.C.5: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay down wind)

3.12.3.4 Controle van de (las)verbindingen:

	Diagonalen eindvelden		Diagonalen middenvelden	
	Nd = 10676 N		Nd = - 0 N	
	Nt = 8425 N		Nt = 0 N	
	Fstev = 6557 N		Fstev = 0 N	
	Fstlo = 5291 N		Fstlo = 0 N	
	Msdt = 33469.7 Nm		Msdt = 0.00 Nm	
	Fsdev = 8308 N		Fsdev = 0 N	
	bovenrand	onderrand	bovenrand	onderrand
Tau1	28.25 N/mm²	28.25 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
Tau2	21.86 N/mm²	21.86 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
Sgm1	28.25 N/mm²	28.25 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
SgmWst	39.26 N/mm²	39.26 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
UC1	0.19	0.19	0.00	0.00
UC2	0.10	0.10	0.00	0.00
SgmWsd	27.69 N/mm²	27.69 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
UC3	0.13	0.13	0.00	0.00
Nt1	20826 N	15660 N	20826 N	15660 N
knd	1.00	1.00	1.00	1.00
Nd1	20826 N	15660 N	20826 N	15660 N
UCt1	0.40	0.54	0.00	0.00
UCd1	0.51	0.68	0.00	0.00
UClas	0.19	0.19	0.00	0.00
UCdia	0.51	0.68	0.00	0.00
UCgeo	0.48	0.49	0.48	0.49
UClas	0.19		0.00	
UCdia	0.68		0.50	

Conclusie:
- Lassen: UClas = 0.19 <= 1.00 dus: voldoen
- Aansluitingen: UCdia = 0.68 <= 1.00 dus: voldoen

Eindconclusie:
- Aansluiting diagonalen voldoet
  bij B.C.5: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay down wind)

3.12.3.4 Controle van de dekgording (het spant van de middenvelden)

- Belastingscombinatie met alleen eigen gewicht kasdek, wind en sneeuw
  Qg,links = [32 + 500 *(-0.40-(+0.20))/cos(27.0) + 0] * 9.60 /[2*(1+1)] = -0.731 Nm
  Qg,rechts = [32 + 500 *(-0.40-(+0.20))/cos(27.0) + 0] * 9.60 /[2*(1+1)] = -0.731 Nm
  Qg= max(|Qg,links| ; |Qg,rechts|) = 0.731 Nm

- Vervormingseis dekgordingen volgens EN 13031-1:
  dtoel2 = min(4000/(650 - 100*min(4000/1125;5)); 4000/150; 30) = 13.6 mm
- Hieruit volgt een minimaal traagheidsmoment (ligger op 3 steunpunten):
  Ixg,bc = 2/384 * (Qg * 40004) / (Estaal,g * dtoel2) = 341469 mm4

- Minimaal traagheidsmoment dekgording:
  Ixgmin = max(Ixg,eg, Ixg,bc) = max(91429 , 341469) = 341469 mm4

3.12.3.4 Controle van de gordingverticaal

- Controle veerstijfheid gordingverticaal
  De onderrand wordt geschematiseerd als een ligger van goot naar nok.
  - Veerstijfheid gordingprofiel:
    kgord = 4 * Estaal,g * Ixgmin / (390 ² * 4000) = 471.5 N/mm
  - Veerstijfheid gordingverticaal:
    k0gvert = 1826.1 N/mm (zie 4.7)

    De veerstijfheid van de verticaal is ten minste zo groot als 100% van
    de veerstijfheid van de inklemming van de gording.

  - Controle: 1826.1 N/mm > 471.5 N/mm, dus gordingverticaal voldoet.

- Plaatsvastheid van de gordingverticaal bij de onderrand
  Omdat de aansluiting van de gording aan de tralie in het algemeen goed
  momentvast is uitgevoerd, kan de volledige stijfheid van de gording in
  rekening worden gebracht.

  - Veerstijfheid gordingprofiel:
    kgord = 4 * Estaal,g * 341469 / (390 ² * 4000) = 471.5 N/mm

  - Veerstijfheid van de aansluiting van de onderrand-gording "uit het vlak":
    Hoekverdraaiing door gording en inklemming opzetkolom:

$$V2 = \frac{2*vak}{4*Eg*Ig} = \frac{2 * 4000}{4 * 210000 * 341469} = 27.9 \ *10\text{-}9\ 1/Nmm$$

    Hoekverdraaiing door moment bij onderrand door bovenrand:

$$V3 = \frac{bkap}{2*(ngord+1)*\cos(27.0)*Gbr*Itbr*2} = \frac{9600}{2*(1+1)*\cos(27.0)*\ 80769*\ \ 92298*2} = 180.7 \ *10\text{-}9\ 1/Nmm$$

    Hoekverdraaiing door puntlast bij gordingverticaal:

$$V4 = \frac{ht;net^2}{3 * Egv * Igv} = \frac{330^2}{3 * 210000 * 104167} = 1659.4 \ *10\text{-}9\ 1/Nmm$$

    Moment bij bovenrand

$$MBr = \frac{V2 * hspant}{V2 + V3} = \frac{27.9 \ * 390}{27.9 + 180.7} = 52.2 \ Nm$$

    Moment bij gording Mozk = hspant - Mbr = 390 - 52 = 338 Nmm

    Geeft de veerstijfheid ter plaatse van de bovenrand:

$$kor = \frac{1}{V4*ht;nett + V2*hspant^2 + V2*hspant*-Mbr} = \frac{1}{1659.4*330 \ + \ \ 27.9*390\ ^2 + \ \ 27.9*390\ *(-52\ \ )} = 236.8 \ N/mm$$

    Vereiste kritische veerstijfheid: kcr = 16.5 N/mm (zie 4.8)

  - Controle: 236.8 N/mm > 16.5 N/mm, dus veerstijfheid voldoet.

- Controle op knik:
  - Maatgevende verticale kracht: Ngv = Fvg = 0 N
  - Capaciteit van de verticaal : Fgvertd = 69549 N (zie 4.6)

  - Controle: 0 N > 69549 N, dus gordingverticaal voldoet.

Conclusie:
- Gordingverticaal voldoet qua sterkte/stabiliteit en stijfheid
  bij B.C.5: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay down wind)

3.12.3.5 Controle van de bouten van de spant-kolom-aansluiting:

Controle van de krachten op de bout(en) bij de bovenrand:

Tabel 3.12.3.5.1: Belastingen bij bovenrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Spant-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Nt [N]	Ft,br [N]	Fs,br [N]	Fi,br [N]
19.20	17615	-524	-6542	0	0	-5710	8076
28.80	10000	-1244	5129	0	0	-4287	6063
28.80	14390	456	-5752	0	0	-5229	7395
38.40	9261	-29	4800	0	0	-4270	6039
38.40	13053	1398	-5243	0	0	-4989	7055
48.00	8178	937	4338	0	0	-4078	5767
48.00	11530	2216	-4750	0	0	-4735	6696
57.60	7308	1816	3966	0	0	-3946	5581
57.60	10273	2950	-4325	0	0	-4523	6397
67.20	6483	2592	3621	0	0	-3815	5395
67.20	9124	3606	-3938	0	0	-4327	6119
76.80	5791	3291	3319	0	0	-3704	5238
76.80	8176	4219	-3619	0	0	-4182	5914
86.40	4898	3909	3010	0	0	-3570	5048

Gegevens van de eindplaat bij de bovenrand:
- Aantal bouten bij de bovenrand: nbb = 1
- Momenten-arm bij bovenrand: hbbout = 458 mm
- Hellingshoek van het spant: alpha = 27.0 graden
- Nt is de trekkracht in de trekstang van het spant
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Normaalkracht: $Ft = \frac{N*\cos(alpha) + sn*Q*\sin(alpha)}{2 * nbb} - \frac{M}{hbbout} + \frac{Nt}{2}$ met Ft>=0N
- Schuifkracht: $Fs = 0.5 * -N*\sin(alpha) + sn*Q*\cos(alpha)$
- Ideële kracht: $Fi = (Ft^2 + 2*Fs^2)0.5$
- Maximale optredende kracht: Fi,br max = 8076 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbtb max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 8076 N < 33926 N, dus bout bij bovenrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.5: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay down wind)

Controle van de krachten op de bout(en) bij de onderrand:

Tabel 3.12.3.5.2: Belastingen bij onderrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Spant-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Nt [N]	Ft,or [N]	Fs,or [N]	Fi,or [N]
19.20	17615	-524	-6542	0	22254	-5710	23674
28.80	10000	-1244	5129	0	12262	-4287	13679
28.80	14390	456	-5752	0	18331	-5229	19766
38.40	9261	-29	4800	0	11601	-4270	13078
38.40	13053	1398	-5243	0	16844	-4989	18261
48.00	8178	937	4338	0	10447	-4078	11933
48.00	11530	2216	-4750	0	15084	-4735	16503
57.60	7308	1816	3966	0	9544	-3946	11055
57.60	10273	2950	-4325	0	13646	-4523	15071
67.20	6483	2592	3621	0	8673	-3815	10214
67.20	9124	3606	-3938	0	12329	-4327	13764
76.80	5791	3291	3319	0	7955	-3704	9525
76.80	8176	4219	-3619	0	11257	-4182	12716
86.40	4898	3909	3010	0	6956	-3570	8594

Gegevens van de eindplaat bij de onderrand:
- Aantal bouten bij de onderrand: nbo = 2
- Momenten-arm bij onderrand: hobout = 762 mm
- Hellingshoek van het spant: alfa = 27.0 graden
- Nt is de trekkracht in de trekstang van het spant
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Schuifkracht: $Fs = 0.5 * -N*\sin(alpha) + sn*Q*\cos(alpha)$
- Ideële kracht: $Fi = (Ft^2 + 2*Fs^2)0.5$
- Maximale optredende kracht: Fi,or max = 23674 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbto max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 23674   N < 33926   N, dus bout bij onderrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.5: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay down wind)

3.12.3.5 Controle van de eindplaat op pons:

Bij de boutverbinding van de bovenrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxb = 0.0 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capb = 80 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0.0 kN < 80 kN, dus eindplaat (ST50*10.0) voldoet
zonder onderlegring bij de bovenste bout
bij B.C.5: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay down wind)

Bij de boutverbinding van de onderrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxo = 22.3 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capo = 80 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 22.3 kN < 80 kN, dus eindplaat (ST50*10.0) voldoet
zonder onderlegring bij de onderste bout
bij B.C.5: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay down wind)

3.12.3.5 Controle van de eindplaat op buiging:

Tabel 3.12.3.5.4.1: Belastingen van de eindplaat van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Spant-kracht	Normaal-kracht	Normaal-kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Nt [N]	Ftrb [N]	Ftro [N]
19.20	17615	-524	-6542	0	0	47213
28.80	10000	-1244	5129	0	0	26059
28.80	14390	456	-5752	0	0	38871
38.40	9261	-29	4800	0	0	24623
38.40	13053	1398	-5243	0	0	35691
48.00	8178	937	4338	0	0	22149
48.00	11530	2216	-4750	0	0	31938
57.60	7308	1816	3966	0	0	20209
57.60	10273	2950	-4325	0	0	28869
67.20	6483	2592	3621	0	0	18342
67.20	9124	3606	-3938	0	0	26058
76.80	5791	3291	3319	0	0	16800
76.80	8176	4219	-3619	0	0	23769
86.40	4898	3909	3010	0	0	14663

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de bovenrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftrb = \frac{N*\cos(alpha) + sn*Q*\sin(alpha)}{2} - \frac{M}{ht,eff} \text{ met } Ftrb>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftrb(max) * e = 0.5 * 0 * 25.0 = 0 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 1987 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0 Nm < 1987 Nm, dus eindplaat (ST50*10.0) voldoet
bij B.C.5: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay down wind)

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de onderrand:
- Normaalkracht : Ftbout(2) = 22.3 * 367.7 /472.7 = 17.3 kN
- Normaalkracht : Ftbout(1) = 22.3 * 472.7 /472.7 = 22.3 kN
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * max(Ftbout(2) * e(2), Ftbout(1) * e(1))
= 0.5 * max(17.3 * 25 , 22.3 * 50) = 556 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 2683 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 556 Nm < 2683 Nm, dus eindplaat (ST50*10.0) voldoet
bij B.C.5: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay down wind)

De lasverbindingen tussen eindplaat met resp. de boven- en onderrand
zijn niet gecontroleerd.

3.12.3.6 Controle van de bouten van de nokaansluiting:

Controle van de krachten op de bout(en) bij de bovenrand:

Tabel 3.12.3.6.1: Belastingen bij bovenrand van de nokaansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,br [N]	Fs,br [N]	Fi,br [N]
24.00	-7908	-219	-2933	20491	2663	20834
24.00	-7908	-939	1520	20491	1567	20611
33.60	-6877	761	-2143	18336	1737	18500
33.60	-6877	276	1191	18336	999	18390
43.20	-5468	1703	-1633	15085	1069	15161
43.20	-5468	1242	728	15085	367	15094
52.80	-4336	2521	-1141	12518	444	12534
52.80	-4336	2121	357	12518	-164	12520
62.40	-3305	3255	-716	10170	-101	10171
62.40	-3305	2897	12	10170	-647	10211
72.00	-2366	3911	-328	8028	-595	8072
72.00	-2366	3595	-290	8028	-1075	8171
81.60	-1598	4524	-10	6309	-1018	6471
81.60	-1598	4213	-599	6309	-1490	6651

Gegevens van de nokplaat bij de bovenrand:
- Aantal bouten bij de bovenrand: nbb = 1
- Momenten-arm bij bovenrand: hbbout = 372 mm
- Hellingshoek van het spant: alpha = 27.0 graden
- Teken dwarskracht bij eindpositie sn=+1 en bij beginpositie sn=-1

$$\text{- Normaalkracht: } Ft = \frac{N\cos(\alpha) + sn\,Q\sin(\alpha)}{2 \cdot nbb} - \frac{M}{hbbout} \text{ met } Ft>=0N$$

- Schuifkracht: $Fs = 0.5 * -N\sin(\alpha) - sn\,Q\cos(\alpha)$
- Ideële kracht: $Fi = (Ft^2 + 2Fs^2)0.5$
- Maximale optredende kracht: Fi,br max = 20834 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbtb max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 20834 N < 33926 N, dus bout bij bovenrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.5: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay down wind)

Controle van de krachten op de bout(en) bij de onderrand:

Tabel 3.12.3.6.2: Belastingen bij onderrand van de nokaansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,or [N]	Fs,or [N]	Fi,or [N]
24.00	-7908	-219	-2933	0	2663	3766
24.00	-7908	-939	1520	0	1567	2216
33.60	-6877	761	-2143	0	1737	2456
33.60	-6877	276	1191	0	999	1412
43.20	-5468	1703	-1633	0	1069	1511
43.20	-5468	1242	728	0	367	519
52.80	-4336	2521	-1141	0	444	628
52.80	-4336	2121	357	0	-164	231
62.40	-3305	3255	-716	0	-101	143
62.40	-3305	2897	12	0	-647	914
72.00	-2366	3911	-328	0	-595	842
72.00	-2366	3595	-290	0	-1075	1520
81.60	-1598	4524	-10	0	-1018	1440
81.60	-1598	4213	-599	0	-1490	2107

Gegevens van de nokplaat bij de onderrand:
- Aantal bouten bij de onderrand: nbo = 1
- Momenten-arm bij onderrand: hobout = 372 mm
- Hellingshoek van het spant: alfa = 27.0 graden
- Teken dwarskracht bij eindpositie sn=+1 en bij beginpositie sn=-1

$$\text{- Normaalkracht: } Ft = \frac{N\cos(\alpha) + sn\,Q\sin(\alpha)}{2 \cdot nbo} + \frac{M}{hobout} \text{ met } Ft>=0N$$

- Schuifkracht: $Fs = 0.5 * -N\sin(\alpha) - sn\,Q\cos(\alpha)$
- Ideële kracht: $Fi = (Ft^2 + 2Fs^2)0.5$
- Maximale optredende kracht: Fi,or max = 3766 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbto max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 3766 N < 33926 N, dus bout bij onderrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.5: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay down wind)

3.12.3.6 Controle van de nokplaat op pons:
Bij de boutverbinding van de bovenrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxb = 20.5 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de nokplaat: Fp,capb = 96 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 20.5 kN < 96 kN, dus nokplaat (ST50*12.0) voldoet
zonder onderlegring bij de bovenste bout
bij B.C.5: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay down wind)

Bij de boutverbinding van de onderrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxo = 0.0 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de nokplaat: Fp,capo = 96 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0.0 kN < 96 kN, dus nokplaat (ST50*12.0) voldoet
zonder onderlegring bij de onderste bout
bij B.C.5: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay down wind)

3.12.3.6 Controle van de nokplaat op buiging:

Tabel 3.12.3.6.4.1: Belastingen van de nokplaat.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Normaal-kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ftrb [N]	Ftro [N]
24.00	-7908	-219	-2933	21203	0
24.00	-7908	-939	1520	21203	0
33.60	-6877	761	-2143	18955	0
33.60	-6877	276	1191	18955	0
43.20	-5468	1703	-1633	15578	0
43.20	-5468	1242	728	15578	0
52.80	-4336	2521	-1141	12909	0
52.80	-4336	2121	357	12909	0
62.40	-3305	3255	-716	10467	0
62.40	-3305	2897	12	10467	0
72.00	-2366	3911	-328	8241	0
72.00	-2366	3595	-290	8241	0
81.60	-1598	4524	-10	6453	0
81.60	-1598	4213	-599	6453	0

Resulterende trekkracht in de nokplaat bij de bovenrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftrb = \frac{N\cos(alpha) + sn*Q*\sin(alpha)}{2} - \frac{M}{ht,eff} \text{ met } Ftrb>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de nokplaat:
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftrb(max) * e = 0.5 * 0 * 25.0 = 265 Nm
- Capaciteit van de nokplaat: Mp,cap = 368 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 265 Nm < 368 Nm, dus nokplaat (ST50*12.0) voldoet
bij B.C.5: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay down wind)

Resulterende trekkracht in de nokplaat bij de onderrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftro = \frac{N\cos(alfa) + sn*Q*\sin(alfa)}{2} + \frac{M}{ht,eff} \text{ met } Ftro>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de nokplaat:
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftro(max) * e = 0.5 * 0 * 25.0 = 0 Nm
- Capaciteit van de nokplaat: Mp,cap = 685 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0 Nm < 685 Nm, dus nokplaat (ST50*12.0) voldoet
bij B.C.5: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay down wind)

De lasverbindingen tussen nokplaat met resp. de boven- en onderrand
zijn niet gecontroleerd.

3.12.4 De krachtsverdeling in het 2e spant:

Tabel 3.12.4.1: Momentenlijn, normaal- en dwarskrachtenlijn.

Positie	Momentenlijn	Normaal-	Dwars-
		krachtenlijn	krachtenlijn
x in [m]	M(x) in [Nm]	N(x) in [N]	Q(x) in [N]
begin - eind	(+ = U/- =)	(+ = trek)	(+ = ~~~___)
9.60 - 12.00	22880 -2844	-1430 -1326	-9448 -9653
12.00 - 14.40	-2844 -12858	-1187 -1082	-3615 -3820
14.40 - 16.80	-12858 -5954	-1313 -1417	2666 2461
16.80 - 19.20	-5954 12883	-1557 -1661	7096 6891
86.40 - 88.80	7023 -1624	4654 4758	-3108 -3313
88.80 - 91.20	-1624 -227	4898 5002	621 416
91.20 - 93.60	-227 -2484	4839 4735	-736 -940
93.60 - 96.00	-2484 5303	4595 4491	2993 2788

3.12.4.1 Controle van de stijfheid van het spant:

De toelaatbare doorbuiging van alle spanten wordt bepaald per spantbeen:
- uvtoel = 5387 / 250 < 30.0 mm, dus: uvtoel = 21.5 mm

Uit de U-lijn is de maximale doorbuiging:
- doorbuiging umax = -2.23 mm

- Controle van het 2e spant:
  Doorbuiging: |-2.2 | mm < 21.5 mm, dus: voldoet.
  bij B.C.5: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay down wind)

3.12.4.2 Controle van de bovenrand:

3.12.4.2 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de bovenrand:

- De normaalkracht in de bovenrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = -M/0.3600 + N/2 (voor N en M, zie 3.12.4.1)
    met: Effectieve spanthoogte: 360.0 mm

- De normaalkracht in de bovenrand wordt bij de eindplaten van de nok en de kolomaansluiting gereduceerd met de normaalkracht in de diagonaal (einddiagonaal sluit aan bij eindplaat ter plaatse van de bovenrand)
  - Reductie: Nred = Nd - Q/tan(38.9) plaats van eindplaat naar gording
  - Reductie: Nred = Nd + Q/tan(38.9) plaats van gording naar eindplaat
    (voor de dwarskracht Q zie tabel 3.12.4.1)

Tabel 3.12.42: Normaalkrachtenverloop in de bovenrand.

Plaats	Normaalkracht in [N] (trek = positief)	Systeem-lengte
x in [m]	Spant	[mm]
9.60 - 12.00	-52563 7238	2694
12.00 - 14.40	7307 30441	2694
14.40 - 16.80	31756 15829	2694
16.80 - 19.20	15759 -28079	2694
86.40 - 88.80	-13331 6890	2694
88.80 - 91.20	6959 3647	2694
91.20 - 93.60	3961 9267	2694
93.60 - 96.00	9198 -9029	2694

3.12.4.2 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Nadrukkelijk wordt vermeld, dat onderstaande stabiliteits-berekeningen alleen voldoen bij toepassing van specifieke stabiliteits-voorzieningen ter plaatse van de gordingen:

- fixatie van de boven- en onderrand rand uit het vlak van het spant, door windverbanden tussen de gordingen in het eerste en laatste vak van een gootlengte en momentvaste koppelingen tussen gordingen en bovenrand

Tabel 3.12.4.2:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de bovenrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-	Normaalkrachten	Rand-	Knfct	Knik-	Klasse	Sterkte	Stab.

bepaling	(trek = positief)		voor-	staaf-	lengte		UC	UC
	[N]		waar-	lengte				
begin-eind	"begin"	"einde"	den	ßm×ßn	[mm]			
9.60-12.00	-52563	7238	m-g	0.506	1364	1	0.63	0.94
16.80-19.20	15759	-28079	g-m	0.400	1077	1	0.33	0.50
86.40-88.80	-13331	6890	m-g	0.494	1330	1	0.16	0.24
93.60-96.00	9198	-9029	g-m	0.400	1077	1	0.11	0.16

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (0.80 - 0.2)*(|-52563 |/(0.664 *84071   /1.0)) = 1.41
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-52563 |/(0.664 *84071   /1.0)) = 1.58
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(1.41   , 1.58   ) = 1.41
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.84

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-52563 |/(0.664 *84071   /1.0)+1.41 *|0.0 |/(1.00*1113.7 /1.0)
           = 0.942 + 0.000 = 0.942
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-52563 |/(0.671 *84071   /1.0)+0.84 *|0.0 |/(1.00*1113.7 /1.0)
           = 0.932 + 0.000 = 0.932

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.942 , 0.932) = 0.942

- controle: 0.94 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.12.4.2 Stabiliteitscontrole in het vlak:

- Maatgevende normaaldrukkracht: Ndmax = -52563 N

- Kniklengte: lky = 1.00 * lveld = 1.00 * 898 = 898 mm
Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
Interactiefactoren volgens bijlage B:
Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
      = 0.90 * (1.0 + (0.79 - 0.2)*(|-52563 |/(0.671 *84071   /1.0)) = 1.39
Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
      = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-52563 |/(0.671 *84071   /1.0)) = 1.57
Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(1.39   , 1.57   ) = 1.39
Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.84

UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
         = |-52563 |/(0.671 *84071   /1.0)+1.39 *|0.0 |/(1.00*828.1 /1.0)
         = 0.932 + 0.000 = 0.932
UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
         = |-52563 |/(0.829 *84071   /1.0)+0.84 *|0.0 |/(1.00*828.1 /1.0)
         = 0.754 + 0.000 = 0.754

Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.932 , 0.754) = 0.932

- controle: 0.93 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.12.4.2 Doorsnede-controle van de bovenrand:

          |NEd| |-52563 |
- UCDruk = ----- = --------- = 0.63
          Nc.Rd   84071

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 31756   N

          |NEd| |31756 |
- UCTrek = ----- = --------- = 0.38
          Nc.Rd   84071

Trek is maatgevend.

- Controle: 0.63 < 1.00, dus de treksterkte voldoet.

Conclusie:
- Bovenrand (RHBK50*30*2.0) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.5: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay down wind)

3.12.4.3 Controle van de onderrand:

3.12.4.3 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de onderrand:

- De normaalkracht in de onderrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = M/0.3600 + N/2 (voor N en M, zie 3.12.4.1)
    met: Effectieve spanthoogte: 360.0 mm

Tabel 3.12.43: Normaalkrachtenverloop in de onderrand.

Plaats x in [m]	Normaalkracht in [N] (trek = positief) Spant		Systeem-lengte [mm]
9.60 - 12.00	62840	-8564	2892
12.00 - 14.40	-8494	-36257	2694
14.40 - 16.80	-36373	-17247	2694
16.80 - 19.20	-17316	34957	2892
86.40 - 88.80	21836	-2131	2892
88.80 - 91.20	-2062	1871	2694
91.20 - 93.60	1790	-4532	2694
93.60 - 96.00	-4602	16975	2892

3.12.4.3 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Nadrukkelijk wordt vermeld, dat onderstaande stabiliteits-berekeningen
alleen voldoen bij toepassing van specifieke stabiliteits-voorzieningen
ter plaatse van de gordingen:

- fixatie van de boven- en onderrand rand uit het vlak van het spant, door
  windverbanden tussen de gordingen in het eerste en laatste vak van een
  gootlengte en momentvaste koppelingen tussen gordingen en bovenrand

Tabel 3.12.4.3:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de onderrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-bepaling begin-eind	Normaalkrachten (trek = positief) [N] "begin"	"einde"	Rand-voor-waar-den	Knfct staaf-lengte ßm×ßn	Knik-lengte/PlPerc [mm]	Klasse	Sterkte UC	Stab. UC
9.60-12.00	62840	-8564	m-g	0.529	1531	1	0.07	0.11
12.00-14.40	-8494	-36257	g-n	0.733	1976	1	0.28	0.65
14.40-16.80	-36373	-17247	n-g	0.788	2122	1	0.29	0.72
16.80-19.20	-17316	34957	g-m	0.586	1694	1	0.14	0.26
86.40-88.80	21836	-2131	m-g	0.529	1531	1	0.02	0.03
88.80-91.20	-2062	1871	g-n	0.608	1639	1	0.02	0.03
91.20-93.60	1790	-4532	n-g	0.590	1588	1	0.04	0.06
93.60-96.00	-4602	16975	g-m	0.586	1694	1	0.04	0.07

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (1.28 - 0.2)*(|-36373 |/(0.397 *127493 /1.0)) = 1.60
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-36373 |/(0.397 *127493 /1.0)) = 1.42
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(1.60   , 1.42   ) = 1.42
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.85

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-36373 |/(0.397 *127493 /1.0)+1.42 *|0.0 |/(1.00*1585.8 /1.0)
           = 0.719 + 0.000 = 0.719
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-36373 |/(0.754 *127493 /1.0)+0.85 *|0.0 |/(1.00*1585.8 /1.0)
           = 0.378 + 0.000 = 0.378

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.719 , 0.378) = 0.719

- controle: 0.72 < 0.95, dus de stabiliteit voldoet.

3.12.4.3 Stabiliteitscontrole in het vlak (nabij de kolom-aansluitingen):

- Maatgevend: Ndmax = N + |Q|/tan(alfa) = -36373 + |2666 |/tan(38.9) = -36373 N
  (N.B.: 1e drukdiagonaal reduceert de normaaldrukkracht in de onderrand)

- Kniklengte: lky = 0.80*lveld = 0.80 * 898 = 718 mm

  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.40 (het profiel is geschoord).
  M1 = 0.00 , M2 = 0.00 , Ms = 0.00 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.40 * (1.0 + (0.65 - 0.2)*(|-36373 |/(0.754 *127493 /1.0)) = 0.47
  Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.40 * (1.0 + 0.8*(|-36373 |/(0.754 *127493 /1.0)) = 0.52
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.47   , 0.52   ) = 0.47
  Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.28

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-36373 |/(0.754 *127493 /1.0)+0.47 *|0.0 |/(1.00*1168.2 /1.0)
           = 0.378 + 0.000 = 0.378
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-36373 |/(0.879 *127493 /1.0)+0.28 *|0.0 |/(1.00*1168.2 /1.0)
           = 0.324 + 0.000 = 0.324

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.378 , 0.324) = 0.378

- controle: 0.38 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.12.4.3 Doorsnede-controle van de onderrand:

           |NEd| |-36373 |
- UCDruk = ----- = --------- = 0.29
           Nc.Rd   127493

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 62840   N

           |NEd| |62840 |
- UCTrek = ----- = --------- = 0.49
           Nc.Rd   127493

Trek is maatgevend.

- Controle: 0.49 < 1.00, dus de treksterkte voldoet.

Conclusie:
- Onderrand (RHBK50*30*3.0) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.5: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay down wind)

3.12.4.4 Controle van de diagonalen:

3.12.4.4 Controle van de diagonalen in de eindvelden:

- Controle op druk:
  - Maatgevende dwarskracht eindvelden: Qmaxd = -9653 N (zie tabel 3.12.4.1)

$$N_{diagd} = \frac{|Q_{maxd}|}{\sin(alfa)} = \frac{|-9653|}{\sin(38.9)} = 15370 \text{ N}$$

  - Capaciteit diagonaal: Fdiagd = 16714 N (zie 4.4)

  - Controle: 15370 N < 16714 N, dus diagonaal voldoet.

- Controle op trek:
  - Maatgevende dwarskracht eindvelden: Qmaxt = 7096 N (zie tabel 3.12.4.1)

$$N_{diagt} = \frac{Q_{maxt}}{\sin(alfa)} = \frac{7096}{\sin(38.9)} = 11299 \text{ N}$$

  - Capaciteit diagonaal eindvelden: Fdiagt = 41528 N (zie 4.4)

  - Controle: 11299 N < 41528 N, dus diagonaal voldoet.

Conclusie:
- Diagonalen in eindvelden (RD15.0 mm) voldoen qua trek/druk
  bij B.C.5: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay down wind)

3.12.4.4 Controle van de (las)verbindingen:

	Diagonalen eindvelden		Diagonalen middenvelden	
	Nd = 15370 N Nt = 11299 N		Nd = - 0 N Nt = 0 N	
	Fstev = 8793 N Fstlo = 7096 N Msdt = 40489.4 Nm Fsdev = 11961 N		Fstev = 0 N Fstlo = 0 N Msdt = 0.00 Nm Fsdev = 0 N	
	bovenrand	onderrand	bovenrand	onderrand
Tau1	35.81 N/mm²	35.81 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
Tau2	29.31 N/mm²	29.31 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
Sgm1	35.81 N/mm²	35.81 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
SgmWst	50.69 N/mm²	50.69 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
UC1	0.24	0.24	0.00	0.00
UC2	0.12	0.12	0.00	0.00
SgmWsd	39.87 N/mm²	39.87 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
UC3	0.19	0.19	0.00	0.00
Nt1	21211 N	39844 N	21211 N	39844 N
knd	0.98	1.00	1.00	1.00
Nd1	20802 N	39844 N	21211 N	39844 N
UCt1	0.53	0.31	0.00	0.00
UCd1	0.74	0.42	0.00	0.00
UClas	0.24	0.24	0.00	0.00
UCdia	0.74	0.42	0.00	0.00
UCgeo	0.46	0.44	0.46	0.44
UClas	0.24		0.00	
UCdia	0.74		0.50	

Conclusie:
- Lassen: UClas = 0.24 <= 1.00 dus: voldoen
- Aansluitingen: UCdia = 0.74 <= 1.00 dus: voldoen

Eindconclusie:
- Aansluiting diagonalen voldoet
  bij B.C.5: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay down wind)

3.12.4.4 Controle van de dekgording (het 2e spant)

- Belastingscombinatie met alleen eigen gewicht kasdek, wind en sneeuw
  Qg,links = [32 + 500 *(-0.70-(+0.20))/cos(27.0) + 0] * 9.60 /[2*(1+1)] = -1.134 Nm
  Qg,rechts = [32 + 500 *(-0.50-(+0.20))/cos(27.0) + 0] * 9.60 /[2*(1+1)] = -0.865 Nm
  Qg= max(|Qg,links| ; |Qg,rechts|) = 1.134 Nm

- Vervormingseis dekgordingen volgens EN 13031-1:
  dtoel2 = min(4000/(650 - 100*min(4000/1125;5)); 4000/150; 30) = 13.6 mm
- Hieruit volgt een minimaal traagheidsmoment (ligger op 3 steunpunten):
  Ixg,bc = 2/384 * (Qg * 40004) / (Estaal,g * dtoel2) = 530150 mm4

- Minimaal traagheidsmoment dekgording:
  Ixgmin = max(Ixg,eg, Ixg,bc) = max(91429 , 530150) = 530150 mm4

3.12.4.4 Controle van de gordingverticaal

- Controle veerstijfheid gordingverticaal
  De onderrand wordt geschematiseerd als een ligger van goot naar nok.
  - Veerstijfheid gordingprofiel:
    kgord = 4 * Estaal,g * Ixgmin / (390 ² * 4000) = 732.0 N/mm
  - Veerstijfheid gordingverticaal:
    k0gvert = 1826.1 N/mm (zie 4.7)

    De veerstijfheid van de verticaal is ten minste zo groot als 100% van
    de veerstijfheid van de inklemming van de gording.

  - Controle: 1826.1 N/mm > 732.0 N/mm, dus gordingverticaal voldoet.

- Plaatsvastheid van de gordingverticaal bij de onderrand
  Omdat de aansluiting van de gording aan de tralie in het algemeen goed
  momentvast is uitgevoerd, kan de volledige stijfheid van de gording in
  rekening worden gebracht.

  - Veerstijfheid gordingprofiel:
    kgord = 4 * Estaal,g * 530150 / (390 ² * 4000) = 732.0 N/mm

  - Veerstijfheid van de aansluiting van de onderrand-gording "uit het vlak":
    Hoekverdraaiing door gording en inklemming opzetkolom:

$$V2 = \frac{2*vak}{4*Eg*Ig} = \frac{2 * 4000}{4 * 210000 * 530150} = 18.0 \ *10\text{-}9 \ 1/Nmm$$

    Hoekverdraaiing door moment bij onderrand door bovenrand:

$$V3 = \frac{bkap}{2*(ngord+1)*\cos(27.0)*Gbr*Itbr*2} = \frac{9600}{2*(1+1)*\cos(27.0)* 80769* 92298*2} = 180.7 \ *10\text{-}9 \ 1/Nmm$$

    Hoekverdraaiing door puntlast bij gordingverticaal:

$$V4 = \frac{ht;net^2}{3 * Egv * Igv} = \frac{330^2}{3 * 210000 * 104167} = 1659.4 \ *10\text{-}9 \ 1/Nmm$$

    Moment bij bovenrand

$$MBr = \frac{V2 * hspant}{V2 + V3} = \frac{18.0 * 390}{18.0 + 180.7} = 35.3 \ Nm$$

    Moment bij gording Mozk = hspant - Mbr = 390 - 35 = 355 Nmm

    Geeft de veerstijfheid ter plaatse van de bovenrand:

$$kor = \frac{1}{V4*ht;nett + V2*hspant^2 + V2*hspant*-Mbr} = \frac{1}{1659.4*330 + 18.0*390^2 + 18.0*390*(-35)} = 329.7 \ N/mm$$

    Vereiste kritische veerstijfheid: kcr = 28.3 N/mm (zie 4.8)

  - Controle: 329.7 N/mm > 28.3 N/mm, dus veerstijfheid voldoet.

- Controle op knik:
  - Maatgevende verticale kracht: Ngv = Fvg = 0 N
  - Capaciteit van de verticaal : Fgvertd = 69549 N (zie 4.6)

  - Controle: 0 N > 69549 N, dus gordingverticaal voldoet.

Conclusie:
- Gordingverticaal voldoet qua sterkte/stabiliteit en stijfheid
  bij B.C.5: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay down wind)

3.12.4.5 Controle van de bouten van de spant-kolom-aansluiting:

Controle van de krachten op de bout(en) bij de bovenrand:

Tabel 3.12.4.5.1: Belastingen bij bovenrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Spant-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Nt [N]	Ft,br [N]	Fs,br [N]	Fi,br [N]
9.60	22880	-1430	-9448	0	0	-8093	11446
19.20	12883	-1661	6891	0	0	-5763	8150
86.40	7023	4654	-3108	0	0	-3825	5410
96.00	5303	4491	2788	0	0	-3504	4955

Gegevens van de eindplaat bij de bovenrand:
- Aantal bouten bij de bovenrand: nbb = 1
- Momenten-arm bij bovenrand: hbbout = 458 mm
- Hellingshoek van het spant: alpha = 27.0 graden
- Nt is de trekkracht in de trekstang van het spant
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Normaalkracht: $Ft = \frac{N\cos(alpha) + sn*Q*\sin(alpha)}{2 * nbb} - \frac{M}{hbbout} + \frac{Nt}{2}$ met Ft>=0N
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * -N*sin(alpha) + sn*Q*cos(alpha)
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,br max = 11446 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbtb max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 11446 N < 33926 N, dus bout bij bovenrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.5: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay down wind)

Controle van de krachten op de bout(en) bij de onderrand:

Tabel 3.12.4.5.2: Belastingen bij onderrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Spant-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Nt [N]	Ft,or [N]	Fs,or [N]	Fi,or [N]
9.60	22880	-1430	-9448	0	28630	-8093	30833
19.20	12883	-1661	6891	0	15753	-5763	17736
86.40	7023	4654	-3108	0	9899	-3825	11281
96.00	5303	4491	2788	0	7642	-3504	9108

Gegevens van de eindplaat bij de onderrand:
- Aantal bouten bij de onderrand: nbo = 2
- Momenten-arm bij onderrand: hobout = 762 mm
- Hellingshoek van het spant: alfa = 27.0 graden
- Nt is de trekkracht in de trekstang van het spant
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * -N*sin(alpha) + sn*Q*cos(alpha)
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,or max = 30833 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbto max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 30833 N < 33926 N, dus bout bij onderrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.5: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay down wind)

3.12.4.5 Controle van de eindplaat op pons:

Bij de boutverbinding van de bovenrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxb = 0.0 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capb = 80 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0.0 kN < 80 kN, dus eindplaat (ST50*10.0) voldoet
zonder onderlegring bij de bovenste bout
bij B.C.5: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay down wind)

Bij de boutverbinding van de onderrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxo = 28.6 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capo = 80 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 28.6 kN < 80 kN, dus eindplaat (ST50*10.0) voldoet
zonder onderlegring bij de onderste bout
bij B.C.5: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay down wind)

3.12.4.5 Controle van de eindplaat op buiging:

Tabel 3.12.4.5.4.1: Belastingen van de eindplaat van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Spant-kracht	Normaal-kracht	Normaal-kracht
x	M	N	Q	Nt	Ftrb	Ftro
[m]	[Nm]	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]
9.60	22880	-1430	-9448	0	0	60773
19.20	12883	-1661	6891	0	0	33483
86.40	7023	4654	-3108	0	0	20877
96.00	5303	4491	2788	0	0	16098

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de bovenrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftrb = \frac{N*\cos(alpha) + sn*Q*\sin(alpha)}{2} - \frac{M}{ht,eff} \text{ met } Ftrb>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftrb(max) * e = 0.5 * 0 * 25.0 = 0 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 1987 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0 Nm < 1987 Nm, dus eindplaat (ST50*10.0) voldoet
bij B.C.5: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay down wind)

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de onderrand:
- Normaalkracht : Ftbout(2) = 28.6 * 367.7 /472.7 = 22.3 kN
- Normaalkracht : Ftbout(1) = 28.6 * 472.7 /472.7 = 28.6 kN
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * max(Ftbout(2) * e(2), Ftbout(1) * e(1))
= 0.5 * max(22.3 * 25 , 28.6 * 50) = 716 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 2683 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 716 Nm < 2683 Nm, dus eindplaat (ST50*10.0) voldoet
bij B.C.5: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay down wind)

De lasverbindingen tussen eindplaat met resp. de boven- en onderrand
zijn niet gecontroleerd.

3.12.4.6 Controle van de bouten van de nokaansluiting:

Controle van de krachten op de bout(en) bij de bovenrand:

Tabel 3.12.4.6.1: Belastingen bij bovenrand van de nokaansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,br [N]	Fs,br [N]	Fi,br [N]
14.40	-12858	-1082	-3820	33209	3649	33608
14.40	-12858	-1313	2666	33368	2673	33582
91.20	-227	5002	416	2932	-1506	3624
91.20	-227	4839	-736	2932	-1754	3841

Gegevens van de nokplaat bij de bovenrand:
- Aantal bouten bij de bovenrand: nbb = 1
- Momenten-arm bij bovenrand: hbbout = 372 mm
- Hellingshoek van het spant: alpha = 27.0 graden
- Teken dwarskracht bij eindpositie sn=+1 en bij beginpositie sn=-1

$$\text{- Normaalkracht: } Ft = \frac{N\cos(alpha) + sn\,Q\sin(alpha)}{2 * nbb} - \frac{M}{hbbout} \quad \text{met } Ft>=0N$$

- Schuifkracht: $Fs = 0.5 * -N\sin(alpha) - sn\,Q\cos(alpha)$
- Ideële kracht: $Fi = (Ft^2 + 2*Fs^2)0.5$
- Maximale optredende kracht: Fi,br max = 33608 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbtb max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 33608 N < 33926 N, dus bout bij bovenrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.5: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay down wind)

Controle van de krachten op de bout(en) bij de onderrand:

Tabel 3.12.4.6.2: Belastingen bij onderrand van de nokaansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,or [N]	Fs,or [N]	Fi,or [N]
14.40	-12858	-1082	-3820	0	3649	5161
14.40	-12858	-1313	2666	0	2673	3780
91.20	-227	5002	416	1714	-1506	2734
91.20	-227	4839	-736	1714	-1754	3015

Gegevens van de nokplaat bij de onderrand:
- Aantal bouten bij de onderrand: nbo = 1
- Momenten-arm bij onderrand: hobout = 372 mm
- Hellingshoek van het spant: alfa = 27.0 graden
- Teken dwarskracht bij eindpositie sn=+1 en bij beginpositie sn=-1

$$\text{- Normaalkracht: } Ft = \frac{N\cos(alpha) + sn\,Q\sin(alpha)}{2 * nbo} + \frac{M}{hobout} \quad \text{met } Ft>=0N$$

- Schuifkracht: $Fs = 0.5 * -N\sin(alpha) - sn\,Q\cos(alpha)$
- Ideële kracht: $Fi = (Ft^2 + 2*Fs^2)0.5$
- Maximale optredende kracht: Fi,or max = 5161 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbto max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 5161 N < 33926 N, dus bout bij onderrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.5: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay down wind)

3.12.4.6 Controle van de nokplaat op pons:
Bij de boutverbinding van de bovenrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxb = 33.4 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de nokplaat: Fp,capb = 96 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 33.4 kN < 96 kN, dus nokplaat (ST50*12.0) voldoet
zonder onderlegring bij de bovenste bout
bij B.C.5: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay down wind)

Bij de boutverbinding van de onderrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxo = 1.7 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de nokplaat: Fp,capo = 96 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 1.7 kN < 96 kN, dus nokplaat (ST50*12.0) voldoet
zonder onderlegring bij de onderste bout
bij B.C.5: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay down wind)

3.12.4.6 Controle van de nokplaat op buiging:

Tabel 3.12.4.6.4.1: Belastingen van de nokplaat.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Normaal-kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ftrb [N]	Ftro [N]
14.40	-12858	-1082	-3820	34367	0
14.40	-12858	-1313	2666	34526	0
91.20	-227	5002	416	2953	1693
91.20	-227	4839	-736	2953	1693

Resulterende trekkracht in de nokplaat bij de bovenrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftrb = \frac{N*\cos(alpha) + sn*Q*\sin(alpha)}{2} - \frac{M}{ht,eff} \text{ met } Ftrb>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de nokplaat:
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftrb(max) * e = 0.5 * 0 * 25.0 = 432 Nm
- Capaciteit van de nokplaat: Mp,cap = 685 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 432 Nm < 685 Nm, dus nokplaat (ST50*12.0) voldoet
bij B.C.5: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay down wind)

Resulterende trekkracht in de nokplaat bij de onderrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftro = \frac{N*\cos(alfa) + sn*Q*\sin(alfa)}{2} + \frac{M}{ht,eff} \text{ met } Ftro>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de nokplaat:
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftro(max) * e = 0.5 * 0 * 25.0 = 21 Nm
- Capaciteit van de nokplaat: Mp,cap = 685 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 21 Nm < 685 Nm, dus nokplaat (ST50*12.0) voldoet
bij B.C.5: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay down wind)

De lasverbindingen tussen nokplaat met resp. de boven- en onderrand
zijn niet gecontroleerd.

3.12.5 De krachtsverdeling in de 1e rij tralies:

Tabel 3.12.5.1: Momentenlijn, normaal- en dwarskrachtenlijn.

Positie	Momentenlijn	Normaal-	Dwars-
		krachtenlijn	krachtenlijn
x in [m]	M(x) in [Nm]	N(x) in [N]	Q(x) in [N]
begin - eind	(+ = U/- =)	(+ = trek)	(+ = ~~~___)
0.00 - 2.40	6806 551	512 614	-2222 -2422
2.40 - 4.80	551 -8868	753 855	-3397 -3597
4.80 - 7.20	-8868 -6654	-2831 -2932	922 722
7.20 - 9.60	-6654 16950	-3072 -3174	8863 8663
96.00 - 98.40	7574 -2057	5585 5686	-3476 -3676
98.40 - 100.8	-2057 -1631	5826 5928	258 58
100.8 - 103.2	-1631 -6466	5094 4992	-1695 -1895
103.2 - 105.6	-6466 -1243	4852 4751	2039 1839

3.12.5.1 Controle van de stijfheid van het spant:

De toelaatbare doorbuiging van alle spanten wordt bepaald per spantbeen:
- uvtoel = 5387 / 250 < 30.0 mm, dus: uvtoel = 21.5 mm

Uit de U-lijn is de maximale doorbuiging:
- doorbuiging umax = -2.61 mm

- Controle van de 1e rij tralies:
  Doorbuiging: |-2.6 | mm < 21.5 mm, dus: voldoet.
  bij B.C.5: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay down wind)

3.12.5.2 Controle van de bovenrand:

3.12.5.2 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de bovenrand:

- De normaalkracht in de bovenrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = -M/0.3600 + N/2 (voor N en M, zie 3.12.5.1)
    met: Effectieve spanthoogte: 360.0 mm

- De normaalkracht in de bovenrand wordt bij de eindplaten van de nok en de kolomaansluiting gereduceerd met de normaalkracht in de diagonaal (einddiagonaal sluit aan bij eindplaat ter plaatse van de bovenrand)
  - Reductie: Nred = Nd - Q/tan(38.9) plaats van eindplaat naar gording
  - Reductie: Nred = Nd + Q/tan(38.9) plaats van gording naar eindplaat
    (voor de dwarskracht Q zie tabel 3.12.5.1)

Tabel 3.12.52: Normaalkrachtenverloop in de bovenrand.

Plaats	Normaalkracht in [N] (trek = positief)	Systeem-lengte
x in [m]	Spant	[mm]
0.00 - 2.40	-15896 -1225	2694
2.40 - 4.80	-1155 20603	2694
4.80 - 7.20	22076 17018	2694
7.20 - 9.60	16948 -37936	2694
96.00 - 98.40	-13940 8558	2694
98.40 - 100.8	8628 7568	2694
100.8 - 103.2	9179 20456	2694
103.2 - 105.6	20387 8106	2694

3.12.5.2 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Nadrukkelijk wordt vermeld, dat onderstaande stabiliteits-berekeningen alleen voldoen bij toepassing van specifieke stabiliteits-voorzieningen ter plaatse van de gordingen:

- fixatie van de boven- en onderrand rand uit het vlak van het spant, door windverbanden tussen de gordingen in het eerste en laatste vak van een gootlengte en momentvaste koppelingen tussen gordingen en bovenrand

Tabel 3.12.5.2:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de bovenrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-	Normaalkrachten	Rand-	Knfct	Knik-	Klasse	Sterkte	Stab.

bepaling	(trek = positief)		voor-	staaf-	lengte		UC	UC
	[N]		waar-	lengte				
begin-eind	"begin"	"einde"	den	ßm×ßn	[mm]			
0.00- 2.40	-15896	-1225	e-g	0.479	1291	1	0.16	0.25
2.40- 4.80	-1155	20603	g-n	0.404	1089	1	0.01	0.02
7.20- 9.60	16948	-37936	g-m	0.400	1077	1	0.38	0.61
96.00-98.40	-13940	8558	m-g	0.494	1330	1	0.14	0.22

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (0.68 - 0.2)*(|-37936 |/(0.736 *99319   /1.0)) = 1.13
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-37936 |/(0.736 *99319   /1.0)) = 1.27
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(1.13   , 1.27   ) = 1.13
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.68

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-37936 |/(0.736 *99319   /1.0)+1.13 *|0.0 |/(1.00*1315.7 /1.0)
           = 0.519 + 0.000 = 0.519
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-37936 |/(0.630 *99319   /1.0)+0.68 *|0.0 |/(1.00*1315.7 /1.0)
           = 0.606 + 0.000 = 0.606

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.519 , 0.606) = 0.606

- controle: 0.61 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.12.5.2 Stabiliteitscontrole in het vlak:

- Maatgevende normaaldrukkracht: Ndmax = -37936 N

- Kniklengte: lky = 1.00 * lveld = 1.00 * 898 = 898 mm
Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
Interactiefactoren volgens bijlage B:
Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
      = 0.90 * (1.0 + (0.85 - 0.2)*(|-37936 |/(0.630 *99319   /1.0)) = 1.25
Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
      = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-37936 |/(0.630 *99319   /1.0)) = 1.34
Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(1.25   , 1.34   ) = 1.25
Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.75

UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
         = |-37936 |/(0.630 *99319   /1.0)+1.25 *|0.0 |/(1.00*978.2 /1.0)
         = 0.606 + 0.000 = 0.606
UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
         = |-37936 |/(0.804 *99319   /1.0)+0.75 *|0.0 |/(1.00*978.2 /1.0)
         = 0.475 + 0.000 = 0.475

Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.606 , 0.475) = 0.606

- controle: 0.61 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.12.5.2 Doorsnede-controle van de bovenrand:

          |NEd| |-37936 |
- UCDruk = ----- = --------- = 0.38
          Nc.Rd   99319

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 22076   N

          |NEd| |22076 |
- UCTrek = ----- = --------- = 0.22
          Nc.Rd   99319

Trek is maatgevend.

- Controle: 0.38 < 1.00, dus de treksterkte voldoet.

Conclusie:
- Bovenrand (RHBK50*30*2.0) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.5: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay down wind)

3.12.5.3 Controle van de onderrand:

3.12.5.3 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de onderrand:

- De normaalkracht in de onderrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = M/0.3600 + N/2 (voor N en M, zie 3.12.5.1)
    met: Effectieve spanthoogte: 360.0 mm

Tabel 3.12.53: Normaalkrachtenverloop in de onderrand.

Plaats x in [m]	Normaalkracht in [N] (trek = positief) Spant		Systeem-lengte [mm]
0.00 - 2.40	19162	1838	2892
2.40 - 4.80	1908	-24206	2694
4.80 - 7.20	-26048	-19950	2694
7.20 - 9.60	-20020	45498	2892
96.00 - 98.40	23832	-2872	2892
98.40 - 100.8	-2802	-1568	2694
100.8 - 103.2	-1985	-15465	2694
103.2 - 105.6	-15534	-1076	2892

3.12.5.3 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Nadrukkelijk wordt vermeld, dat onderstaande stabiliteits-berekeningen
alleen voldoen bij toepassing van specifieke stabiliteits-voorzieningen
ter plaatse van de gordingen:

- fixatie van de boven- en onderrand rand uit het vlak van het spant, door
  windverbanden tussen de gordingen in het eerste en laatste vak van een
  gootlengte en momentvaste koppelingen tussen gordingen en bovenrand

Tabel 3.12.5.3:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de onderrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-bepaling begin-eind	Normaalkrachten (trek = positief) [N] "begin"	"einde"	Rand-voor-waar-den	Knfct staaf-lengte ßm×ßn	Knik-lengte/PlPerc [mm]	Klasse	Sterkte UC	Stab. UC
2.40- 4.80	1908	-24206	g-n	0.646	1740	1	0.16	0.34
4.80- 7.20	-26048	-19950	n-g	0.859	2313	1	0.17	0.55
7.20- 9.60	-20020	45498	g-m	0.586	1694	1	0.13	0.28
96.00-98.40	23832	-2872	m-g	0.529	1531	1	0.02	0.04
98.40-100.8	-2802	-1568	g-n	0.814	2193	1	0.02	0.05
100.8-103.2	-1985	-15465	n-g	0.694	1868	1	0.10	0.24
103.2-105.6	-15534	-1076	g-e	0.607	1756	1	0.10	0.22

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (1.51 - 0.2)*(|-26048 |/(0.311 *151063 /1.0)) = 1.55
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-26048 |/(0.311 *151063 /1.0)) = 1.30
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(1.55   , 1.30   ) = 1.30
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.78

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-26048 |/(0.311 *151063 /1.0)+1.30 *|0.0 |/(1.00*1879.0 /1.0)
           = 0.555 + 0.000 = 0.555
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-26048 |/(0.721 *151063 /1.0)+0.78 *|0.0 |/(1.00*1879.0 /1.0)
           = 0.239 + 0.000 = 0.239

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.555 , 0.239) = 0.555

- controle: 0.55 < 0.95, dus de stabiliteit voldoet.

3.12.5.3 Stabiliteitscontrole in het vlak (nabij de kolom-aansluitingen):

- Maatgevend: Ndmax = N + |Q|/tan(alfa) = -26048 + |922 |/tan(38.9) = -26048 N
  (N.B.: 1e drukdiagonaal reduceert de normaaldrukkracht in de onderrand)

- Kniklengte: lky = 0.80*lveld = 0.80 * 898 = 718 mm

  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.40 (het profiel is geschoord).
  M1 = 0.00 , M2 = 0.00 , Ms = 0.00 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.40 * (1.0 + (0.71 - 0.2)*(|-26048 |/(0.721 *151063 /1.0)) = 0.45
  Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.40 * (1.0 + 0.8*(|-26048 |/(0.721 *151063 /1.0)) = 0.48
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.45 , 0.48) = 0.45
  Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.27

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-26048 |/(0.721 *151063 /1.0)+0.45 *|0.0 |/(1.00*1384.2 /1.0)
           = 0.239 + 0.000 = 0.239
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-26048 |/(0.860 *151063 /1.0)+0.27 *|0.0 |/(1.00*1384.2 /1.0)
           = 0.200 + 0.000 = 0.200

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.239 , 0.200) = 0.239

- controle: 0.24 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.12.5.3 Doorsnede-controle van de onderrand:

           |NEd| |-26048 |
- UCDruk = ----- = --------- = 0.17
           Nc.Rd   151063

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 45498   N

           |NEd| |45498 |
- UCTrek = ----- = --------- = 0.30
           Nc.Rd   151063

Trek is maatgevend.

- Controle: 0.30 < 1.00, dus de treksterkte voldoet.

Conclusie:
- Onderrand (RHBK50*30*3.0) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.5: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay down wind)

3.12.5.4 Controle van de diagonalen:

3.12.5.4 Controle van de diagonalen in de eindvelden:

- Controle op druk:
  - Maatgevende dwarskracht eindvelden: Qmaxd = -3676 N (zie tabel 3.12.5.1)

$$N_{diagd} = \frac{|Q_{maxd}|}{\sin(alfa)} = \frac{|-3676|}{\sin(38.9)} = 5853 \text{ N}$$

  - Capaciteit diagonaal: Fdiagd = 13200 N (zie 4.4)

  - Controle: 5853 N < 13200 N, dus diagonaal voldoet.

- Controle op trek:
  - Maatgevende dwarskracht eindvelden: Qmaxt = 8863 N (zie tabel 3.12.5.1)

$$N_{diagt} = \frac{Q_{maxt}}{\sin(alfa)} = \frac{8863}{\sin(38.9)} = 14113 \text{ N}$$

  - Capaciteit diagonaal eindvelden: Fdiagt = 36175 N (zie 4.4)

  - Controle: 14113 N < 36175 N, dus diagonaal voldoet.

Conclusie:
- Diagonalen in eindvelden (RD14.0 mm) voldoen qua trek/druk
  bij B.C.5: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay down wind)

3.12.5.4 Controle van de (las)verbindingen:

	Diagonalen eindvelden		Diagonalen middenvelden	
	Nd = 5853 N Nt = 14113 N		Nd = - 0 N Nt = 0 N	
	Fstev = 10983 N Fstlo = 8863 N Msdt = 56066.3 Nm Fsdev = 4555 N		Fstev = 0 N Fstlo = 0 N Msdt = 0.00 Nm Fsdev = 0 N	
	bovenrand	onderrand	bovenrand	onderrand
Tau1	47.32 N/mm²	47.32 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
Tau2	36.61 N/mm²	36.61 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
Sgm1	47.32 N/mm²	47.32 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
SgmWst	65.77 N/mm²	65.77 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
UC1	0.32	0.32	0.00	0.00
UC2	0.16	0.16	0.00	0.00
SgmWsd	15.18 N/mm²	15.18 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
UC3	0.07	0.07	0.00	0.00
Nt1	24371 N	45778 N	24371 N	45778 N
knd	1.00	1.00	1.00	1.00
Nd1	24371 N	45778 N	24371 N	45778 N
UCt1	0.58	0.33	0.00	0.00
UCd1	0.24	0.14	0.00	0.00
UClas	0.32	0.32	0.00	0.00
UCdia	0.58	0.33	0.00	0.00
UCgeo	0.48	0.46	0.48	0.46
UClas	0.32		0.00	
UCdia	0.58		0.50	

Conclusie:
- Lassen: UClas = 0.32 <= 1.00 dus: voldoen
- Aansluitingen: UCdia = 0.58 <= 1.00 dus: voldoen

Eindconclusie:
- Aansluiting diagonalen voldoet
  bij B.C.5: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay down wind)

3.12.5.4 Controle van de dekgording (de 1e rij tralies)

- Belastingscombinatie met alleen eigen gewicht kasdek, wind en sneeuw
  Qg,links = [32 + 500 *(+0.30-(+0.20))/cos(27.0) + 0] * 9.60 /[2*(1+1)] = 0.211 Nm
  Qg,rechts = [32 + 500 *(-1.00-(+0.20))/cos(27.0) + 0] * 9.60 /[2*(1+1)] = -1.538 Nm
  Qg= max(|Qg,links| ; |Qg,rechts|) = 1.538 Nm

- Vervormingseis dekgordingen volgens EN 13031-1:
  dtoel2 = min(4000/(650 - 100*min(4000/1125;5)); 4000/150; 30) = 13.6 mm
- Hieruit volgt een minimaal traagheidsmoment (ligger op 3 steunpunten):
  Ixg,bc = 2/384 * (Qg * 40004) / (Estaal,g * dtoel2) = 718832 mm4

- Minimaal traagheidsmoment dekgording:
  Ixgmin = max(Ixg,eg, Ixg,bc) = max(91429 , 718832) = 718832 mm4

3.12.5.4 Controle van de gordingverticaal

- Controle veerstijfheid gordingverticaal
  De onderrand wordt geschematiseerd als een ligger van goot naar nok.
  - Veerstijfheid gordingprofiel:
    kgord = 4 * Estaal,g * Ixgmin / (390 ² * 4000) = 992.5 N/mm
  - Veerstijfheid gordingverticaal:
    k0gvert = 1826.1 N/mm (zie 4.7)

    De veerstijfheid van de verticaal is ten minste zo groot als 100% van
    de veerstijfheid van de inklemming van de gording.

  - Controle: 1826.1 N/mm > 992.5 N/mm, dus gordingverticaal voldoet.

- Plaatsvastheid van de gordingverticaal bij de onderrand
  Omdat de aansluiting van de gording aan de tralie in het algemeen goed
  momentvast is uitgevoerd, kan de volledige stijfheid van de gording in
  rekening worden gebracht.

  - Veerstijfheid gordingprofiel:
    kgord = 4 * Estaal,g * 718832 / (390 ² * 4000) = 992.5 N/mm

  - Veerstijfheid van de aansluiting van de onderrand-gording "uit het vlak":
    Hoekverdraaiing door gording en inklemming opzetkolom:

$$V2 = \frac{2*vak}{4*Eg*Ig} = \frac{2 * 4000}{4 * 210000 * 718832} = 13.2 \ *10\text{-}9 \ 1/Nmm$$

    Hoekverdraaiing door moment bij onderrand door bovenrand:

$$V3 = \frac{bkap}{2*(ngord+1)*\cos(27.0)*Gbr*Itbr*2} = \frac{9600}{2*(1+1)*\cos(27.0)* 80769* 92298*2} = 180.7 \ *10\text{-}9 \ 1/Nmm$$

    Hoekverdraaiing door puntlast bij gordingverticaal:

$$V4 = \frac{ht;net^2}{3 * Egv * Igv} = \frac{330^2}{3 * 210000 * 104167} = 1659.4 \ *10\text{-}9 \ 1/Nmm$$

    Moment bij bovenrand

$$MBr = \frac{V2 * hspant}{V2 + V3} = \frac{13.2 * 390}{13.2 + 180.7} = 26.6 \ Nm$$

    Moment bij gording Mozk = hspant - Mbr = 390 - 27 = 363 Nmm

    Geeft de veerstijfheid ter plaatse van de bovenrand:

$$kor = \frac{1}{V4*ht;nett + V2*hspant^2 + V2*hspant*-Mbr} = \frac{1}{1659.4*330 + 13.2*390^2 + 13.2*390*(-27)} = 412.4 \ N/mm$$

    Vereiste kritische veerstijfheid: kcr = 28.3 N/mm (zie 4.8)

  - Controle: 412.4 N/mm > 28.3 N/mm, dus veerstijfheid voldoet.

- Controle op knik:
  - Maatgevende verticale kracht: Ngv = Fvg = -686 N
  - Capaciteit van de verticaal : Fgvertd = 69549 N (zie 4.6)

  - Controle: -686 N > 69549 N, dus gordingverticaal voldoet.

Conclusie:
- Gordingverticaal voldoet qua sterkte/stabiliteit en stijfheid
  bij B.C.5: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay down wind)

3.12.5.5 Controle van de bouten van de spant-kolom-aansluiting:

Controle van de krachten op de bout(en) bij de bovenrand:

Tabel 3.12.5.5.1: Belastingen bij bovenrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Spant-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Nt [N]	Ft,br [N]	Fs,br [N]	Fi,br [N]
0.00	6806	512	-2222	0	0	-2096	2964
9.60	16950	-3174	8663	0	0	-6999	9898
96.00	7574	5585	-3476	0	0	-4365	6173
105.6	-1243	4751	1839	0	4411	-2717	5850

Gegevens van de eindplaat bij de bovenrand:
- Aantal bouten bij de bovenrand: nbb = 1
- Momenten-arm bij bovenrand: hbbout = 458 mm
- Hellingshoek van het spant: alpha = 27.0 graden
- Nt is de trekkracht in de trekstang van het spant
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Normaalkracht: $Ft = \frac{N\cos(alpha) + sn\,Q\sin(alpha)}{2 * nbb} - \frac{M}{hbbout} + \frac{Nt}{2}$ met Ft>=0N
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * -N*sin(alpha) + sn*Q*cos(alpha)
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,br max = 9898 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbtb max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 9898 N < 33926 N, dus bout bij bovenrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.5: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay down wind)

Controle van de krachten op de bout(en) bij de onderrand:

Tabel 3.12.5.5.2: Belastingen bij onderrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Spant-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Nt [N]	Ft,or [N]	Fs,or [N]	Fi,or [N]
0.00	6806	512	-2222	0	8792	-2096	9278
9.60	16950	-3174	8663	0	20551	-6999	22810
96.00	7574	5585	-3476	0	10788	-4365	12429
105.6	-1243	4751	1839	0	0	-2717	3843

Gegevens van de eindplaat bij de onderrand:
- Aantal bouten bij de onderrand: nbo = 2
- Momenten-arm bij onderrand: hobout = 762 mm
- Hellingshoek van het spant: alfa = 27.0 graden
- Nt is de trekkracht in de trekstang van het spant
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * -N*sin(alpha) + sn*Q*cos(alpha)
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,or max = 22810 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbto max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 22810 N < 33926 N, dus bout bij onderrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.5: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay down wind)

3.12.5.5 Controle van de eindplaat op pons:

Bij de boutverbinding van de bovenrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxb = 4.4 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capb = 80 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 4.4 kN < 80 kN, dus eindplaat (ST50*10.0) voldoet
zonder onderlegring bij de bovenste bout
bij B.C.5: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay down wind)

Bij de boutverbinding van de onderrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxo = 20.6 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capo = 80 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 20.6 kN < 80 kN, dus eindplaat (ST50*10.0) voldoet
zonder onderlegring bij de onderste bout
bij B.C.5: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay down wind)

3.12.5.5 Controle van de eindplaat op buiging:

Tabel 3.12.5.5.4.1: Belastingen van de eindplaat van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Spant-kracht	Normaal-kracht	Normaal-kracht
x	M	N	Q	Nt	Ftrb	Ftro
[m]	[Nm]	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]
0.00	6806	512	-2222	0	0	18629
9.60	16950	-3174	8663	0	0	43704
96.00	7574	5585	-3476	0	0	22739
105.6	-1243	4751	1839	0	5151	0

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de bovenrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftrb = \frac{N*\cos(alpha) + sn*Q*\sin(alpha)}{2} - \frac{M}{ht,eff} \text{ met } Ftrb>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftrb(max) * e = 0.5 * 5151 * 25.0 = 64 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 1987 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 64 Nm < 1987 Nm, dus eindplaat (ST50*10.0) voldoet
bij B.C.5: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay down wind)

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de onderrand:
- Normaalkracht : Ftbout(2) = 20.6 * 367.7 /472.7 = 16.0 kN
- Normaalkracht : Ftbout(1) = 20.6 * 472.7 /472.7 = 20.6 kN
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * max(Ftbout(2) * e(2), Ftbout(1) * e(1))
= 0.5 * max(16.0 * 25 , 20.6 * 50) = 514 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 2683 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 514 Nm < 2683 Nm, dus eindplaat (ST50*10.0) voldoet
bij B.C.5: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay down wind)

De lasverbindingen tussen eindplaat met resp. de boven- en onderrand
zijn niet gecontroleerd.

3.12.5.6 Controle van de bouten van de nokaansluiting:

Controle van de krachten op de bout(en) bij de bovenrand:

Tabel 3.12.5.6.1: Belastingen bij bovenrand van de nokaansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,br [N]	Fs,br [N]	Fi,br [N]
4.80	-8868	855	-3597	23399	3011	23783
4.80	-8868	-2831	922	22365	1464	22460
100.8	-1631	5928	58	7039	-1397	7311
100.8	-1631	5094	-1695	7039	-2666	7985

Gegevens van de nokplaat bij de bovenrand:
- Aantal bouten bij de bovenrand: nbb = 1
- Momenten-arm bij bovenrand: hbbout = 372 mm
- Hellingshoek van het spant: alpha = 27.0 graden
- Teken dwarskracht bij eindpositie sn=+1 en bij beginpositie sn=-1

$$\text{- Normaalkracht: } Ft = \frac{N\cos(\alpha) + sn\,Q\sin(\alpha)}{2 \cdot nbb} - \frac{M}{hbbout} \quad \text{met } Ft>=0N$$

- Schuifkracht: $Fs = 0.5 * -N\sin(\alpha) - sn\,Q\cos(\alpha)$
- Ideële kracht: $Fi = (Ft^2 + 2Fs^2)0.5$
- Maximale optredende kracht: Fi,br max = 23783 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbtb max = 42408 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 23783 N < 42408 N, dus bout bij bovenrand (M10-10.9) voldoet.
bij B.C.5: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay down wind)

Controle van de krachten op de bout(en) bij de onderrand:

Tabel 3.12.5.6.2: Belastingen bij onderrand van de nokaansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,or [N]	Fs,or [N]	Fi,or [N]
4.80	-8868	855	-3597	0	3011	4258
4.80	-8868	-2831	922	0	1464	2070
100.8	-1631	5928	58	0	-1397	1976
100.8	-1631	5094	-1695	0	-2666	3771

Gegevens van de nokplaat bij de onderrand:
- Aantal bouten bij de onderrand: nbo = 1
- Momenten-arm bij onderrand: hobout = 372 mm
- Hellingshoek van het spant: alfa = 27.0 graden
- Teken dwarskracht bij eindpositie sn=+1 en bij beginpositie sn=-1

$$\text{- Normaalkracht: } Ft = \frac{N\cos(\alpha) + sn\,Q\sin(\alpha)}{2 \cdot nbo} + \frac{M}{hobout} \quad \text{met } Ft>=0N$$

- Schuifkracht: $Fs = 0.5 * -N\sin(\alpha) - sn\,Q\cos(\alpha)$
- Ideële kracht: $Fi = (Ft^2 + 2Fs^2)0.5$
- Maximale optredende kracht: Fi,or max = 4258 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbto max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 4258 N < 33926 N, dus bout bij onderrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.5: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay down wind)

3.12.5.6 Controle van de nokplaat op pons:
Bij de boutverbinding van de bovenrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxb = 23.4 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de nokplaat: Fp,capb = 96 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 23.4 kN < 96 kN, dus nokplaat (ST50*12.0) voldoet
zonder onderlegring bij de bovenste bout
bij B.C.5: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay down wind)

Bij de boutverbinding van de onderrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxo = 0.0 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de nokplaat: Fp,capo = 96 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0.0 kN < 96 kN, dus nokplaat (ST50*12.0) voldoet
zonder onderlegring bij de onderste bout
bij B.C.5: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay down wind)

3.12.5.6 Controle van de nokplaat op buiging:

Tabel 3.12.5.6.4.1: Belastingen van de nokplaat.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Normaal-kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ftrb [N]	Ftro [N]
4.80	-8868	855	-3597	24198	0
4.80	-8868	-2831	922	23163	0
100.8	-1631	5928	58	7186	0
100.8	-1631	5094	-1695	7186	0

Resulterende trekkracht in de nokplaat bij de bovenrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftrb = \frac{N\cos(alpha) + sn*Q*\sin(alpha)}{2} - \frac{M}{ht,eff} \text{ met } Ftrb>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de nokplaat:
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftrb(max) * e = 0.5 * 0 * 25.0 = 302 Nm
- Capaciteit van de nokplaat: Mp,cap = 685 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 302 Nm < 685 Nm, dus nokplaat (ST50*12.0) voldoet
bij B.C.5: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay down wind)

Resulterende trekkracht in de nokplaat bij de onderrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftro = \frac{N\cos(alfa) + sn*Q*\sin(alfa)}{2} + \frac{M}{ht,eff} \text{ met } Ftro>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de nokplaat:
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftro(max) * e = 0.5 * 0 * 25.0 = 0 Nm
- Capaciteit van de nokplaat: Mp,cap = 685 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0 Nm < 685 Nm, dus nokplaat (ST50*12.0) voldoet
bij B.C.5: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay down wind)

De lasverbindingen tussen nokplaat met resp. de boven- en onderrand
zijn niet gecontroleerd.

3.12.6 Controle van de trekstangen

a) Maatgevende trekkracht in de trekstangen Nt = 0 N

Bij de controle berekening wordt ervan uitgegaan dat de trekstaaf geen drukbelasting kan opnemen. In het design model is hiermee rekening gehouden en kan de trekstang niet "op druk" belast worden. In dat geval wordt de krachtsverdeling bepaald alsof er geen trekstang zit.

$$\text{Controle van de sterkte: } \sigma = \frac{N_t}{A} < \sigma_{mae_t}$$

Invullen van de bekende gegevens geeft:

$$\sigma = \frac{0}{229.1} = 0.0 \quad N/mm^2$$

- controle : 0.0 N/mm² < 268.3 N/mm², dus: sterkte voldoet.

3.12.7 Uitdijen van de kas:

Tabel 3*.1: Waarden over de spanten.

spant	Urel [mm]
1	-8.36
2	-12.56
3	-8.87
4	-8.73
5	-7.14
6	-6.07
7	-5.05
8	-4.08
9	-3.44
10	-0.78
11	-4.52

Maximale waarde is: -12.56 mm

Uitdijen van de hele kas: -69.59 mm

Toetsing van de bepalende doorsnede (lkx= 4000 mm, lky= 4000 mm):

Toetsing van de bepalende doorsnede (lkx= 7313 mm, lky= 4000 mm):

Toetsing van de bepalende doorsnede (lkx= 7072 mm, lky= 4000 mm):

c) Berekening van de toelaatbare horizontale verplaatsing in :

- Rekening houdend met de glasbreedten :
  - reductiefactor gevel: r1 = 800 / bkg < 2.0;
    800 / 800 = 1.00, dus r1 = 1.00
  - reductiefactor dek : r2 = 1125 / bd < 2.0;
    1125 / 1125 = 1.13, dus r2 = 1.00
  - ugevel = h / 100 * r1 < 50.0 mm;
    4000 / 100 * 1.00 = 35.0 mm, dus ugevel = 57.3 mm
  - udek = 1/200 * v * r2 < 50.0 mm
    1/200 * 4000 * 1.00 = 26.7 mm, dus udek = 61.3 mm
  - utoel-b = ugevel + udek = 57.3 + 61.3 = 57.4 mm
  - utoel = utoel-a < utoel-b < umax; MIN(53.3 , 0.1 , 60.0) = 160.0 mm

3.13 B.C.6: b1) Dead load + Wind (Cpi negative, Cpe 1st bay up wind)

3.13.1 Berekening van de belastingen per spant:

a) Belastingen in gebruikstoestand:
- Permanente belastingen:
  - Eigen gewicht dek : (1.00 * 32) = 32 N/m²
  - Eigen gewicht van de goot: (1.00 * 34)* 4.00 = 136 N
  - E.G. spantbeen 1e spant : (1.00 * 83.3) = 83.3 N/m
  - E.G. spantbeen 2e spant : (1.00 * 85.4) = 85.4 N/m
  - E.G. spantbeen 3e spant : (1.00 * 67.6) = 67.6 N/m
- Variabele belastingen:
  - Vert. puntlast: 0.00*max(1250,1000)+0.00*0 = 0 N
  - Windbelasting : (1.00 * 510 * 0.98) = 500 N/m²
    (fCdim = Cdim;lr*Cdim;par/Cdim = 0.83 *0.85 /0.72 = 0.98)

b) Belastingen in rekentoestand:
- Permanente belastingen:
  - Eigen gewicht dek : (1.02 * 32) = 33 N/m²
  - Eigen gewicht van de goot: (1.02 * 34)* 4.00 = 139 N
  - E.G. spantbeen 1e spant : (1.02 * 83.3) = 85.1 N/m
  - E.G. spantbeen 2e spant : (1.02 * 85.4) = 87.2 N/m
  - E.G. spantbeen 3e spant : (1.02 * 67.6) = 69.1 N/m
- Variabele belastingen:
  - Vert. puntlast: 0.00*max(1250,1000)+0.00*0 = 0 N
  - Windbelasting : (1.28 * 510) = 651 N/m²

c) Bij het bepalen van de knoopcoordinaten is rekening gehouden met
de initiële scheefstand van de kolommen:
- Scheefstand psi = 1/267 (zie EN 1993-1-1)

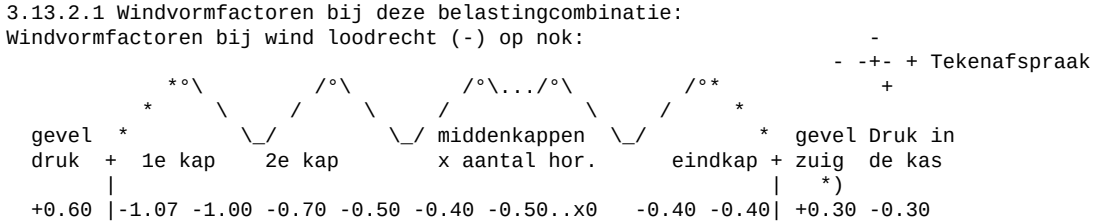
d) Rekenvoorbeeld van de belastingen op knooppunten op de volgende plaatsen:
Knoop k = "effectieve" spanthoogte van de eerste kolom
Knoop g = Eerste gording op de eerste kaphelft

- Horizontale belasting:
  Fk,hor = (4.000 - 0.5*3.701) * (651 *(+0.60-(-0.30))) * 4.00 = -111 N
  Fg,hor = -[651 *(-1.07-(-0.30))] * tan(27.00)
  * 4.00 * 9.60 / [2*(1+1)] = -111 N

- Verticale belasting:
  Fk,vert = -0.5*(33 + 0 + [651 *(-1.07-(-0.30))] + 0 + 0)
  * 4.00 * 9.60 / [2*(1+1)] - 139 = 2110 N
  Fg,vert = -(33 + 0 + [651 *(-1.07-(-0.30))] + 0 + 0)
  * 4.00 * 9.60 / [2*(1+1)] + 0 = 4497 N

e) Belastingen op gordingen:
Berekening van het minimaal traagheidsmoment van de dekgording
op alle spanten in gebruikstoestand.
- Belastingssituatie met alleen eigen gewicht kasdek
  Qg1 = 32 * 9.60 / [2*(1+1)] = 77 Nm
- Vervormingseis dekgordingen volgens EN 13031-1:
  dtoel1 = min(4000/750, 6) = 5.3 mm
- Hieruit volgt een minimaal traagheidsmoment (ligger op 3 steunpunten):
  Ixgmin = 2/384 * (Qg1 * 40004) / (Estaal,g * dtoel1) = 91429 mm4

3.13.2 Belastingen op het kasdek ten behoeve van het Designmodel SLS(gebruiksbelastingen):
3.13.2.1 Windvormfactoren bij deze belastingcombinatie:
Windvormfactoren bij wind loodrecht (-) op nok:



3.13.2.2 Belastingfactoren bij deze belastingcombinatie:

Belastingfactoren	gebruikstoestand	rekentoestand
Eigen gewicht	1.00	1.02
Installaties	0.00	0.00
Sneeuw	0.00	0.00
Wind	1.00	1.28
gewas	0.00	0.00

3.13.2.3 Gesommeerde belastingen op de omhulling van de kas per vakmaat:
Belastingen gebruikstoestand SLS per vakmaat (4.000 m):

Tralie	neerwaarts qtral = fi*qinstall + fp*qtral + fg*qgewas		
	= 0.00*280.0 + 1.00*95.8 + 0.00*0.0	qtral =	95.8 N/m
Goot	zijgevel Fgt.s = fp*qgoot.s = 1.00*68.0	Fgt.s =	68 N
	middengoot Fgt.m = fp*qgoot.m = 1.00*136.0	Fgt.m =	136 N
Kasdek	evenwijdig qdek.E = [fp*qdek + fs*qsneew]*sin(dek)		
	= [1.00*114.0 + 0.00*0.0]*sin(27.0)	qdek.E =	51.8 N/m
	loodrecht qdek.L = [fp*qdek + fs*qsneew]*cos(dek)		
	= [1.00*114.0 + 0.00*0.0]*cos(27.0)	qdek.L =	101.6 N/m
	+ wind per kaphelft = qdek.L + fw*qwinds*(cpe-cpi)		
	- 1e kaphelft = 101.6 + 1.00*2041.9*(-1.07--0.30)	qdek.L1 =	-1470.6 N/m
	- 2e kaphelft = 101.6 + 1.00*2041.9*(-1.00--0.30)	qdek.L2 =	-1327.7 N/m
	- 3e kaphelft = 101.6 + 1.00*2041.9*(-0.70--0.30)	qdek.L3 =	-715.1 N/m
	- 4e kaphelft = 101.6 + 1.00*2041.9*(-0.50--0.30)	qdek.L4 =	-306.8 N/m
	- Middenkap links = 101.6 + 1.00*2041.9*(-0.40--0.30)	qdek.Lm1 =	-102.6 N/m
	- Middenkap rechts = 101.6 + 1.00*2041.9*(-0.50--0.30)	qdek.Lm2 =	-306.8 N/m
	- Eindkap links = 101.6 + 1.00*2041.9*(-0.40--0.30)	qdek.Le1 =	-102.6 N/m
	- Eindkap Rechts = 101.6 + 1.00*2041.9*(-0.40--0.30)	qdek.Le2 =	-102.6 N/m
	+ windwrijving nok = Cfp,h*fi*qwind*vakmaat*bkap/hkap*cscd'		
	- middenkap FhwCpf = 0.03*1.00*510.5 *4.0 *9.6/2.45*0.70	FhwCpf =	169 N
Zijgevel	windzijde FhwF.gt = fw*Fhw.gt*(cp1-cpi)		
	goothoogte = 1.00*4413.5*(0.6 --0.3)	Fhw.gt =	3972 N
	windzijde FhwF.fh = fw*Fhw.fh*(cp1-cpi)		
	fundatiehoogte = 1.00*3754.0*(0.6 --0.3)	Fhw.fh =	3379 N
Zijgevel	loefzijde FhwL.gt = fw*Fhw.gt*(cp1+cpi)		
	goothoogte = 1.00*4413.5*(0.3 +-0.3)	Fhw.gt =	-0 N
	loefzijde FhwL.fh = fw*Fhw.fh*(cp1+cpi)		
	fundatiehoogte = 1.00*3754.0*(0.3 +-0.3)	Fhw.fh =	-0 N

Belastingen rekentoestand ULS per vakmaat (4.000 m):

Tralie	neerwaarts qtral = fi*qinstall + fp*qtral + fg*qgewas		
	= 0.00*280.0 + 1.02*95.8 + 0.00*0.0	qtral =	97.9 N/m
Goot	zijgevel Fgt.s = fp*qgoot.s = 1.02*68.0	Fgt.s =	69 N
	middengoot Fgt.m = fp*qgoot.m = 1.02*136.0	Fgt.m =	139 N
Kasdek	evenwijdig qdek.E = [fp*qdek + fs*qsneew]*sin(dek)		
	= [1.02*114.0 + 0.00*0.0]*sin(27.0)	qdek.E =	52.9 N/m
	loodrecht qdek.L = [fp*qdek + fs*qsneew]*cos(dek)		
	= [1.02*114.0 + 0.00*0.0]*cos(27.0)	qdek.L =	103.8 N/m
	+ wind per kaphelft = qdek.L + fw*qwinds*(cpe-cpi)		
	- 1e kaphelft = 103.8 + 1.28*2041.9*(-1.07--0.30)	qdek.L1 =	-1900.9 N/m
	- 2e kaphelft = 103.8 + 1.28*2041.9*(-1.00--0.30)	qdek.L2 =	-1718.6 N/m
	- 3e kaphelft = 103.8 + 1.28*2041.9*(-0.70--0.30)	qdek.L3 =	-937.6 N/m
	- 4e kaphelft = 103.8 + 1.28*2041.9*(-0.50--0.30)	qdek.L4 =	-416.9 N/m
	- Middenkap links = 103.8 + 1.28*2041.9*(-0.40--0.30)	qdek.Lm1 =	-156.6 N/m
	- Middenkap rechts = 103.8 + 1.28*2041.9*(-0.50--0.30)	qdek.Lm2 =	-416.9 N/m
	- Eindkap links = 103.8 + 1.28*2041.9*(-0.40--0.30)	qdek.Le1 =	-156.6 N/m
	- Eindkap Rechts = 103.8 + 1.28*2041.9*(-0.40--0.30)	qdek.Le2 =	-156.6 N/m
	+ windwrijving nok = Cfp,h*fi*qwind*vakmaat*bkap/hkap*cscd		
	- middenkap FhwCpf = 0.03*1.28*510.5 *4.0 *9.6/2.45*0.72	FhwCpf =	221 N
Zijgevel	windzijde FhwF.gt = fw*Fhw.gt*(cp1-cpi)		
	goothoogte = 1.28*4413.5*(0.6 --0.3)	Fhw.gt =	5065 N
	windzijde FhwF.fh = fw*Fhw.fh*(cp1-cpi)		
	fundatiehoogte = 1.28*3754.0*(0.6 --0.3)	Fhw.fh =	4308 N
Zijgevel	loefzijde FhwL.gt = fw*Fhw.gt*(cp1+cpi)		
	goothoogte = 1.28*4413.5*(0.3 +-0.3)	Fhw.gt =	-0 N
	loefzijde FhwL.fh = fw*Fhw.fh*(cp1+cpi)		
	fundatiehoogte = 1.28*3754.0*(0.3 +-0.3)	Fhw.fh =	-0 N

Tabel 3.13.2.4: Knoopbelastingen, oplegreacties en knoopverplaatsingen:

	Knoopbelastingen Rekentoestand		Oplegreacties		Knoopverplaatsingen gebruikstoestand		
nr.	X-as [mm] Horiz.	Y-as [mm] Vert.	X-as [N] Horiz.	Y-as [N] Vert.	X-as [N] Horiz.	Y-as [N] Vert.	X-verpl [mm] Horiz.	Y-verpl [mm] Vert.	U_lijn [mm]
1	-0.013	0.000	4336	0	-5525	-7152	0.00	0.00	0.000
2	0.000	3.701	3811	2110			42.54	-0.04	0.000
3	2.400	4.924	-2451	4497			35.50	13.78	-5.086
4	4.800	6.147	-111	4279			33.07	18.55	0.000
5	7.200	4.924	2229	4060			29.41	11.33	-2.243
6	9.587	0.000			-267	-13238	0.00	0.00	0.000
7	9.600	3.701	478	2984			23.71	0.11	0.000
8	12.000	4.924	-1273	2186			24.90	-2.23	2.337
9	14.400	6.147	-318	1561			23.96	-0.41	0.000
10	16.800	4.924	637	936			24.33	0.33	-0.645
11	19.187	0.000			-430	-1348	0.00	0.00	0.000
12	19.200	3.701	159	485			24.10	-0.07	0.000
13	21.600	4.924	-318	311			23.57	0.92	0.150
14	24.000	6.147	159	623			22.91	2.19	0.000
15	26.400	4.924	637	936			22.48	1.40	-0.365
16	28.787	0.000			-385	-2598	0.00	0.00	0.000
17	28.800	3.701	0	797			21.72	-0.05	0.000
18	31.200	4.924	-637	936			21.01	1.31	0.060
19	33.600	6.147	0	936			20.25	2.78	0.000
20	36.000	4.924	637	936			19.73	1.79	-0.462
21	38.387	0.000			-320	-2878	0.00	0.00	0.000
22	38.400	3.701	0	797			18.78	-0.03	0.000
23	40.800	4.924	-637	936			18.30	0.90	0.179
24	43.200	6.147	0	936			17.66	2.15	0.000
25	45.600	4.924	637	936			17.28	1.43	-0.418
26	47.987	0.000			-282	-2831	0.00	0.00	0.000
27	48.000	3.701	0	797			16.53	-0.02	0.000
28	50.400	4.924	-637	936			16.08	0.85	0.106
29	52.800	6.147	0	936			15.54	1.91	0.000
30	55.200	4.924	637	936			15.22	1.29	-0.387
31	57.587	0.000			-245	-2844	0.00	0.00	0.000
32	57.600	3.701	0	797			14.54	-0.02	0.000
33	60.000	4.924	-637	936			14.16	0.73	0.084
34	62.400	6.147	0	936			13.71	1.63	0.000
35	64.800	4.924	637	936			13.46	1.13	-0.358
36	67.187	0.000			-214	-2849	0.00	0.00	0.000
37	67.200	3.701	0	797			12.87	-0.01	0.000
38	69.600	4.924	-637	936			12.54	0.65	0.055
39	72.000	6.147	0	936			12.16	1.41	0.000
40	74.400	4.924	637	936			11.96	1.00	-0.341
41	76.787	0.000			-185	-2829	0.00	0.00	0.000
42	76.800	3.701	0	797			11.45	-0.01	0.000
43	79.200	4.924	-637	936			11.18	0.53	0.035
44	81.600	6.147	0	936			10.89	1.14	0.000
45	84.000	4.924	637	936			10.74	0.83	-0.293
46	86.387	0.000			-170	-2874	0.00	0.00	0.000
47	86.400	3.701	0	797			10.32	-0.00	0.000
48	88.800	4.924	-637	936			10.15	0.36	0.062
49	91.200	6.147	0	936			9.92	0.83	0.000
50	93.600	4.924	637	936			9.88	0.75	-0.383
51	95.987	0.000			-120	-1421	0.00	0.00	0.000
52	96.000	3.701	159	485			9.49	-0.02	0.000
53	98.400	4.924	-318	311			9.64	-0.31	0.275
54	100.800	6.147	0	311			9.53	-0.11	0.000
55	103.200	4.924	318	311			9.64	0.10	-0.197
56	105.587	0.000	-0	0	-146	151	0.00	0.00	0.000

Tabel 3.13.2.5: Staafbelastingen, momenten, normaal- en dwarskrachten

				B E G I N			E I N D		
Staaf nr.	Profiel	X-as [N/m] Horizontaal	Y-as [N/m] Verticaal	Normaal [N]	Dwarskr [N]	Moment [Nm]	Normaal [N]	Dwarskr [N]	Moment [Nm]
1	RHBK100*50*3.0			7156	1164	-0	7156	1164	4307
2	1e Spant	-38.6	-75.8	-46	-5683	4307	58	-5887	-11276
3	1e Spant	-38.6	-75.8	200	-767	-11276	304	-971	-13616

4	1e Spant	38.6	-75.8	1435	2945	-13616	1331	2741	-5959
5	1e Spant	38.6	-75.8	1188	7370	-5959	1084	7166	13618
6	RHBK50*30*1.5			0	0	0	0	0	0
7	RHBK100*50*3.0			13238	219	-0	13238	219	810
8	2e Spant	-39.6	-77.7	-693	-4143	14428	-586	-4352	2987
9	2e Spant	-39.6	-77.7	-444	-1826	2987	-337	-2036	-2214
10	2e Spant	39.6	-77.7	-853	322	-2214	-959	113	-1628
11	2e Spant	39.6	-77.7	-1102	1236	-1628	-1209	1027	1419
12	RHBK50*30*1.5			0	0	0	0	0	0
13	RHBK100*50*3.0			1349	425	0	1349	425	1575
14	Midden Spant	-31.4	-61.5	-907	-1020	2994	-823	-1186	22
15	Midden Spant	-31.4	-61.5	-680	-764	22	-596	-930	-2260
16	Midden Spant	31.4	-61.5	-962	563	-2260	-1046	397	-967
17	Midden Spant	31.4	-61.5	-1189	1520	-967	-1273	1355	2905
18	RHBK50*30*1.5			0	0	0	0	0	0
19	RHBK100*50*3.0			2600	375	-0	2600	375	1390
20	Midden Spant	-31.4	-61.5	-683	-1664	4295	-599	-1830	-411
21	Midden Spant	-31.4	-61.5	-457	-707	-411	-372	-873	-2538
22	Midden Spant	31.4	-61.5	-500	622	-2538	-584	456	-1086
23	Midden Spant	31.4	-61.5	-727	1579	-1086	-811	1413	2945
24	RHBK50*30*1.5			0	0	0	0	0	0
25	RHBK100*50*3.0			2879	310	0	2879	310	1147
26	Midden Spant	-31.4	-61.5	-390	-1534	4092	-306	-1700	-264
27	Midden Spant	-31.4	-61.5	-163	-577	-264	-79	-743	-2043
28	Midden Spant	31.4	-61.5	-223	461	-2043	-307	295	-1025
29	Midden Spant	31.4	-61.5	-449	1418	-1025	-534	1252	2572
30	RHBK50*30*1.5			0	0	0	0	0	0
31	RHBK100*50*3.0			2832	272	0	2832	272	1007
32	Midden Spant	-31.4	-61.5	-152	-1380	3579	-67	-1546	-362
33	Midden Spant	-31.4	-61.5	75	-423	-362	160	-589	-1725
34	Midden Spant	31.4	-61.5	42	359	-1725	-42	193	-982
35	Midden Spant	31.4	-61.5	-185	1316	-982	-269	1150	2339
36	RHBK50*30*1.5			0	0	0	0	0	0
37	RHBK100*50*3.0			2845	235	0	2845	235	869
38	Midden Spant	-31.4	-61.5	59	-1255	3208	144	-1420	-394
39	Midden Spant	-31.4	-61.5	286	-297	-394	371	-463	-1419
40	Midden Spant	31.4	-61.5	268	262	-1419	184	96	-937
41	Midden Spant	31.4	-61.5	41	1219	-937	-43	1053	2123
42	RHBK50*30*1.5			0	0	0	0	0	0
43	RHBK100*50*3.0			2850	204	-0	2850	204	755
44	Midden Spant	-31.4	-61.5	245	-1147	2878	330	-1313	-435
45	Midden Spant	-31.4	-61.5	472	-190	-435	557	-356	-1171
46	Midden Spant	31.4	-61.5	464	174	-1171	380	9	-925
47	Midden Spant	31.4	-61.5	237	1132	-925	153	966	1900
48	RHBK50*30*1.5			0	0	0	0	0	0
49	RHBK100*50*3.0			2830	175	-0	2830	175	648
50	Midden Spant	-31.4	-61.5	396	-1035	2548	481	-1201	-464
51	Midden Spant	-31.4	-61.5	623	-78	-464	707	-244	-898
52	Midden Spant	31.4	-61.5	643	118	-898	559	-48	-802
53	Midden Spant	31.4	-61.5	417	1075	-802	332	910	1871
54	RHBK50*30*1.5			0	0	0	0	0	0
55	RHBK100*50*3.0			2874	160	-0	2874	160	591
56	2e Spant	-39.6	-77.7	553	-970	2461	660	-1179	-433
57	2e Spant	-39.6	-77.7	803	-56	-433	909	-265	-866
58	2e Spant	39.6	-77.7	745	-58	-866	638	-267	-1303
59	2e Spant	39.6	-77.7	495	856	-1303	389	647	720
60	RHBK50*30*1.5			0	0	0	0	0	0
61	RHBK100*50*3.0			1422	114	-0	1422	114	423
62	1e Spant	-38.6	-75.8	95	-158	1144	199	-362	443
63	1e Spant	-38.6	-75.8	342	60	443	446	-145	329
64	1e Spant	38.6	-75.8	286	-168	329	182	-373	-400
65	1e Spant	38.6	-75.8	40	49	-400	-64	-155	-542
66	RHBK50*30*1.5			0	0	0	0	0	0
67	RHBK100*50*3.0			-150	147	0	-150	147	542

3.13.3 De krachtsverdeling in het spant van de middenvelden:

Tabel 3.13.3.1: Momentenlijn, normaal- en dwarskrachtenlijn.

Positie	Momentenlijn	Normaal-krachtenlijn	Dwars-krachtenlijn
x in [m]	M(x) in [Nm]	N(x) in [N]	Q(x) in [N]
begin - eind	(+ = U/- =)	(+ = trek)	(+ = ~~~___)
19.20 - 21.60	2994 22	-907 -823	-1020 -1186
21.60 - 24.00	22 -2260	-680 -596	-764 -930
24.00 - 26.40	-2260 -967	-962 -1046	563 397
26.40 - 28.80	-967 2905	-1189 -1273	1520 1355
28.80 - 31.20	4295 -411	-683 -599	-1664 -1830
31.20 - 33.60	-411 -2538	-457 -372	-707 -873
33.60 - 36.00	-2538 -1086	-500 -584	622 456
36.00 - 38.40	-1086 2945	-727 -811	1579 1413
38.40 - 40.80	4092 -264	-390 -306	-1534 -1700
40.80 - 43.20	-264 -2043	-163 -79	-577 -743
43.20 - 45.60	-2043 -1025	-223 -307	461 295
45.60 - 48.00	-1025 2572	-449 -534	1418 1252
48.00 - 50.40	3579 -362	-152 -67	-1380 -1546
50.40 - 52.80	-362 -1725	75 160	-423 -589
52.80 - 55.20	-1725 -982	42 -42	359 193
55.20 - 57.60	-982 2339	-185 -269	1316 1150
57.60 - 60.00	3208 -394	59 144	-1255 -1420
60.00 - 62.40	-394 -1419	286 371	-297 -463
62.40 - 64.80	-1419 -937	268 184	262 96
64.80 - 67.20	-937 2123	41 -43	1219 1053
67.20 - 69.60	2878 -435	245 330	-1147 -1313
69.60 - 72.00	-435 -1171	472 557	-190 -356
72.00 - 74.40	-1171 -925	464 380	174 9
74.40 - 76.80	-925 1900	237 153	1132 966
76.80 - 79.20	2548 -464	396 481	-1035 -1201
79.20 - 81.60	-464 -898	623 707	-78 -244
81.60 - 84.00	-898 -802	643 559	118 -48
84.00 - 86.40	-802 1871	417 332	1075 910

3.13.3.1 Controle van de stijfheid van het spant:

De toelaatbare doorbuiging van alle spanten wordt bepaald per spantbeen:
- uvtoel = 5387 / 250 < 30.0 mm, dus: uvtoel = 21.5 mm

Uit de U-lijn is de maximale doorbuiging:
- doorbuiging umax = -0.46 mm

- Controle van het spant van de middenvelden:
  Doorbuiging: |-0.5 | mm < 21.5 mm, dus: voldoet.
  bij B.C.6: b1) Dead load + Wind (Cpi negative, Cpe 1st bay up wind)

3.13.3.2 Controle van de bovenrand:

3.13.3.2 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de bovenrand:

- De normaalkracht in de bovenrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = -M/0.3600 + N/2 (voor N en M, zie 3.13.3.1)
    met: Effectieve spanthoogte: 360.0 mm

- De normaalkracht in de bovenrand wordt bij de eindplaten van de nok en de kolomaansluiting gereduceerd met de normaalkracht in de diagonaal (einddiagonaal sluit aan bij eindplaat ter plaatse van de bovenrand)
  - Reductie: Nred = Nd - Q/tan(38.9) plaats van eindplaat naar gording
  - Reductie: Nred = Nd + Q/tan(38.9) plaats van gording naar eindplaat
    (voor de dwarskracht Q zie tabel 3.13.3.1)

Tabel 3.13.32: Normaalkrachtenverloop in de bovenrand.

Plaats	Normaalkracht in [N] (trek = positief)	Systeem-lengte
x in [m]	Spant	[mm]
19.20 - 21.60	-7506 -473	2694
21.60 - 24.00	-402 4828	2694
24.00 - 26.40	5100 2162	2694
26.40 - 28.80	2091 -7028	2694
28.80 - 31.20	-10210 841	2694
31.20 - 33.60	912 5782	2694

33.60 - 36.00	6029	2723	2694
36.00 - 38.40	2652	-6835	2694
38.40 - 40.80	-9660	582	2694
40.80 - 43.20	653	4714	2694
43.20 - 45.60	4992	2693	2694
45.60 - 48.00	2622	-5859	2694
48.00 - 50.40	-8307	973	2694
50.40 - 52.80	1044	4142	2694
52.80 - 55.20	4368	2707	2694
55.20 - 57.60	2636	-5207	2694
57.60 - 60.00	-7328	1168	2694
60.00 - 62.40	1239	3553	2694
62.40 - 64.80	3751	2695	2694
64.80 - 67.20	2624	-4614	2694
67.20 - 69.60	-6451	1374	2694
69.60 - 72.00	1446	3090	2694
72.00 - 74.40	3269	2759	2694
74.40 - 76.80	2687	-4004	2694
76.80 - 79.20	-5597	1529	2694
79.20 - 81.60	1600	2545	2694
81.60 - 84.00	2668	2509	2694
84.00 - 86.40	2437	-3904	2694

3.13.3.2 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Nadrukkelijk wordt vermeld, dat onderstaande stabiliteits-berekeningen alleen voldoen bij toepassing van specifieke stabiliteits-voorzieningen ter plaatse van de gordingen:

- fixatie van de boven- en onderrand rand uit het vlak van het spant, door windverbanden tussen de gordingen in het eerste en laatste vak van een gootlengte en momentvaste koppelingen tussen gordingen en bovenrand

Tabel 3.13.3.2:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de bovenrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-bepaling begin-eind	Normaalkrachten (trek = positief) [N] "begin"	"einde"	Rand-voor-waar-den	Knfct staaf-lengte ßm×ßn	Knik-lengte [mm]	Klasse	Sterkte UC	Stab. UC
19.20-21.60	-7506	-473	m-g	0.544	1467	1	0.09	0.14
21.60-24.00	-402	4828	g-n	0.404	1089	1	0.00	0.01
26.40-28.80	2091	-7028	g-m	0.400	1077	1	0.08	0.12
28.80-31.20	-10210	841	m-g	0.517	1393	1	0.12	0.19
36.00-38.40	2652	-6835	g-m	0.400	1077	1	0.08	0.12
38.40-40.80	-9660	582	m-g	0.521	1404	1	0.11	0.18
45.60-48.00	2622	-5859	g-m	0.400	1077	1	0.07	0.10
48.00-50.40	-8307	973	m-g	0.510	1375	1	0.10	0.15
55.20-57.60	2636	-5207	g-m	0.400	1077	1	0.06	0.09
57.60-60.00	-7328	1168	m-g	0.502	1352	1	0.09	0.13
64.80-67.20	2624	-4614	g-m	0.400	1077	1	0.05	0.08
67.20-69.60	-6451	1374	m-g	0.494	1330	1	0.08	0.11
74.40-76.80	2687	-4004	g-m	0.400	1077	1	0.05	0.07
76.80-79.20	-5597	1529	m-g	0.494	1330	1	0.07	0.10
84.00-86.40	2437	-3904	g-m	0.400	1077	1	0.05	0.07

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (0.81 - 0.2)*(|-10210 |/(0.653 *84071   /1.0)) = 1.00
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-10210 |/(0.653 *84071   /1.0)) = 1.03
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(1.00   , 1.03   ) = 1.00
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.60

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-10210 |/(0.653 *84071   /1.0)+1.00 *|0.0 |/(1.00*1113.7 /1.0)
           = 0.186 + 0.000 = 0.186
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-10210 |/(0.671 *84071   /1.0)+0.60 *|0.0 |/(1.00*1113.7 /1.0)
           = 0.181 + 0.000 = 0.181

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.186 , 0.181) = 0.186

- controle: 0.19 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.13.3.2 Stabiliteitscontrole in het vlak:

- Maatgevende normaaldrukkracht: Ndmax = -10210 N

- Kniklengte: lky = 1.00 * lveld = 1.00 * 898 = 898 mm
Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
Interactiefactoren volgens bijlage B:
Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
      = 0.90 * (1.0 + (0.79 - 0.2)*(|-10210 |/(0.671 *84071   /1.0)) = 1.00
Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
      = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-10210 |/(0.671 *84071   /1.0)) = 1.03
Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(1.00   , 1.03   ) = 1.00
Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.60

UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
         = |-10210 |/(0.671 *84071   /1.0)+1.00 *|0.0 |/(1.00*828.1 /1.0)
         = 0.181 + 0.000 = 0.181
UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
         = |-10210 |/(0.829 *84071   /1.0)+0.60 *|0.0 |/(1.00*828.1 /1.0)
         = 0.147 + 0.000 = 0.147

Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.181 , 0.147) = 0.181

- controle: 0.18 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.13.3.2 Doorsnede-controle van de bovenrand:

          |NEd| |-10210 |
- UCDruk = ----- = --------- = 0.12
          Nc.Rd   84071

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 6029   N

          |NEd| | 6029 |
- UCTrek = ----- = --------- = 0.07
          Nc.Rd   84071

Trek is maatgevend.

- Controle: 0.12 < 1.00, dus de treksterkte voldoet.

Conclusie:
- Bovenrand (RHBK50*30*2.0) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.6: b1) Dead load + Wind (Cpi negative, Cpe 1st bay up wind)

3.13.3.3 Controle van de onderrand:

3.13.3.3 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de onderrand:

- De normaalkracht in de onderrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = M/0.3600 + N/2 (voor N en M, zie 3.13.3.1)
    met: Effectieve spanthoogte: 360.0 mm

Tabel 3.13.33: Normaalkrachtenverloop in de onderrand.

Plaats x in [m]	Normaalkracht in [N] (trek = positief) Spant	Systeem-lengte [mm]
19.20 - 21.60	7863 -350	2892
21.60 - 24.00	-279 -6577	2694
24.00 - 26.40	-6760 -3208	2694
26.40 - 28.80	-3280 7433	2892
28.80 - 31.20	11588 -1440	2892
31.20 - 33.60	-1369 -7236	2694
33.60 - 36.00	-7299 -3308	2694
36.00 - 38.40	-3379 7775	2892
38.40 - 40.80	11171 -888	2892
40.80 - 43.20	-816 -5713	2694
43.20 - 45.60	-5785 -3000	2694
45.60 - 48.00	-3071 6876	2892
48.00 - 50.40	9865 -1040	2892
50.40 - 52.80	-969 -4712	2694
52.80 - 55.20	-4771 -2749	2694
55.20 - 57.60	-2820 6363	2892
57.60 - 60.00	8942 -1024	2892
60.00 - 62.40	-953 -3756	2694
62.40 - 64.80	-3807 -2511	2694
64.80 - 67.20	-2583 5875	2892
67.20 - 69.60	8118 -1045	2892
69.60 - 72.00	-973 -2975	2694
72.00 - 74.40	-3021 -2379	2694
74.40 - 76.80	-2450 5354	2892
76.80 - 79.20	7276 -1048	2892
79.20 - 81.60	-977 -2139	2694
81.60 - 84.00	-2171 -1950	2694
84.00 - 86.40	-2021 5363	2892

3.13.3.3 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Nadrukkelijk wordt vermeld, dat onderstaande stabiliteits-berekeningen alleen voldoen bij toepassing van specifieke stabiliteits-voorzieningen ter plaatse van de gordingen:

- fixatie van de boven- en onderrand rand uit het vlak van het spant, door windverbanden tussen de gordingen in het eerste en laatste vak van een gootlengte en momentvaste koppelingen tussen gordingen en bovenrand

Tabel 3.13.3.3:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de onderrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-bepaling begin-eind	Normaalkrachten (trek = positief) [N] "begin"	"einde"	Rand-voor-waar-den	Knfct staaf-lengte ßm×ßn	Knik-lengte/PlPerc [mm]	Klasse	Sterkte UC	Stab. UC
19.20-21.60	7863	-350	m-g	0.529	1531	1	0.00	0.01
21.60-24.00	-279	-6577	g-n	0.681	1835	1	0.09	0.20
24.00-26.40	-6760	-3208	n-g	0.788	2122	1	0.09	0.25
26.40-28.80	-3280	7433	g-m	0.586	1694	1	0.05	0.09
28.80-31.20	11588	-1440	m-g	0.529	1531	1	0.02	0.04
31.20-33.60	-1369	-7236	g-n	0.722	1944	1	0.10	0.23
33.60-36.00	-7299	-3308	n-g	0.782	2107	1	0.10	0.26
36.00-38.40	-3379	7775	g-m	0.586	1694	1	0.05	0.09
38.40-40.80	11171	-888	m-g	0.529	1531	1	0.01	0.02
40.80-43.20	-816	-5713	g-n	0.709	1910	1	0.08	0.18
43.20-45.60	-5785	-3000	n-g	0.799	2152	1	0.08	0.22
45.60-48.00	-3071	6876	g-m	0.586	1694	1	0.04	0.08
48.00-50.40	9865	-1040	m-g	0.529	1531	1	0.01	0.03
50.40-52.80	-969	-4712	g-n	0.726	1955	1	0.07	0.15
52.80-55.20	-4771	-2749	n-g	0.813	2191	1	0.07	0.18
55.20-57.60	-2820	6363	g-m	0.586	1694	1	0.04	0.08
57.60-60.00	8942	-1024	m-g	0.529	1531	1	0.01	0.03
60.00-62.40	-953	-3756	g-n	0.739	1989	1	0.05	0.13
62.40-64.80	-3807	-2511	n-g	0.834	2245	1	0.05	0.15
64.80-67.20	-2583	5875	g-m	0.586	1694	1	0.04	0.07
67.20-69.60	8118	-1045	m-g	0.529	1531	1	0.01	0.03
69.60-72.00	-973	-2975	g-n	0.757	2040	1	0.04	0.10
72.00-74.40	-3021	-2379	n-g	0.864	2327	1	0.04	0.13
74.40-76.80	-2450	5354	g-m	0.586	1694	1	0.03	0.07
76.80-79.20	7276	-1048	m-g	0.529	1531	1	0.01	0.03
79.20-81.60	-977	-2139	g-n	0.790	2127	1	0.03	0.08
81.60-84.00	-2171	-1950	n-g	0.889	2395	1	0.03	0.10
84.00-86.40	-2021	5363	g-m	0.586	1694	1	0.03	0.06

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (1.32 - 0.2)*(|-7299 |/(0.381 *72467   /1.0)) = 1.17
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-7299 |/(0.381 *72467   /1.0)) = 1.09
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(1.17   , 1.09   ) = 1.09
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.65

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-7299 |/(0.381 *72467   /1.0)+1.09 *|0.0 |/(1.00*983.6 /1.0)
           = 0.264 + 0.000 = 0.264
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-7299 |/(0.744 *72467   /1.0)+0.65 *|0.0 |/(1.00*983.6 /1.0)
           = 0.135 + 0.000 = 0.135

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.264 , 0.135) = 0.264

- controle: 0.26 < 0.95, dus de stabiliteit voldoet.

3.13.3.3 Stabiliteitscontrole in het vlak (nabij de kolom-aansluitingen):

- Maatgevend: Ndmax = N + |Q|/tan(alfa) = -7299 + |622 |/tan(38.9) = -7299 N
  (N.B.: 1e drukdiagonaal reduceert de normaaldrukkracht in de onderrand)

- Kniklengte: lky = 0.80*lveld = 0.80 * 898 = 718 mm

  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.40 (het profiel is geschoord).
  M1 = 0.00 , M2 = 0.00 , Ms = 0.00 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
       = 0.40 * (1.0 + (0.67 - 0.2)*(|-7299 |/(0.744 *72467 /1.0)) = 0.43
  Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
       = 0.40 * (1.0 + 0.8*(|-7299 |/(0.744 *72467 /1.0)) = 0.44
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.43 , 0.44) = 0.43
  Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.26

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-7299 |/(0.744 *72467 /1.0)+0.43 *|0.0 |/(1.00*738.1 /1.0)
           = 0.135 + 0.000 = 0.135
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-7299 |/(0.871 *72467 /1.0)+0.26 *|0.0 |/(1.00*738.1 /1.0)
           = 0.116 + 0.000 = 0.116

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.135 , 0.116) = 0.135

- controle: 0.14 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.13.3.3 Doorsnede-controle van de onderrand:

           |NEd| |-7299 |
- UCDruk = ----- = --------- = 0.10
           Nc.Rd   72467

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 11588 N

           |NEd| |11588 |
- UCTrek = ----- = --------- = 0.16
           Nc.Rd   72467

Trek is maatgevend.

- Controle: 0.16 < 1.00, dus de treksterkte voldoet.

Conclusie:
- Onderrand (RHBK50*30*1.5) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.6: b1) Dead load + Wind (Cpi negative, Cpe 1st bay up wind)

3.13.3.4 Controle van de diagonalen:

3.13.3.4 Controle van de diagonalen in de eindvelden:

- Controle op druk:
  - Maatgevende dwarskracht eindvelden: Qmaxd = -1830 N (zie tabel 3.13.3.1)

$$N_{diagd} = \frac{|Q_{maxd}|}{\sin(alfa)} = \frac{|-1830|}{\sin(38.9)} = 2914 \text{ N}$$

  - Capaciteit diagonaal: Fdiagd = 13200 N (zie 4.4)

  - Controle: 2914 N < 13200 N, dus diagonaal voldoet.

- Controle op trek:
  - Maatgevende dwarskracht eindvelden: Qmaxt = 1579 N (zie tabel 3.13.3.1)

$$N_{diagt} = \frac{Q_{maxt}}{\sin(alfa)} = \frac{1579}{\sin(38.9)} = 2515 \text{ N}$$

  - Capaciteit diagonaal eindvelden: Fdiagt = 36175 N (zie 4.4)

  - Controle: 2515 N < 36175 N, dus diagonaal voldoet.

Conclusie:
- Diagonalen in eindvelden (RD14.0 mm) voldoen qua trek/druk
  bij B.C.6: b1) Dead load + Wind (Cpi negative, Cpe 1st bay up wind)

3.13.3.4 Controle van de (las)verbindingen:

	Diagonalen eindvelden		Diagonalen middenvelden	
	Nd = 2914 N Nt = 2515 N		Nd = - 0 N Nt = 0 N	
	Fstev = 1957 N Fstlo = 1579 N Msdt = 9989.79 Nm Fsdev = 2267 N		Fstev = 0 N Fstlo = 0 N Msdt = 0.00 Nm Fsdev = 0 N	
	bovenrand	onderrand	bovenrand	onderrand
Tau1	8.43 N/mm²	8.43 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
Tau2	6.52 N/mm²	6.52 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
Sgm1	8.43 N/mm²	8.43 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
SgmWst	11.72 N/mm²	11.72 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
UC1	0.06	0.06	0.00	0.00
UC2	0.03	0.03	0.00	0.00
SgmWsd	7.56 N/mm²	7.56 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
UC3	0.04	0.04	0.00	0.00
Nt1	20826 N	15660 N	20826 N	15660 N
knd	1.00	1.00	1.00	1.00
Nd1	20826 N	15660 N	20826 N	15660 N
UCt1	0.12	0.16	0.00	0.00
UCd1	0.14	0.19	0.00	0.00
UClas	0.06	0.06	0.00	0.00
UCdia	0.14	0.19	0.00	0.00
UCgeo	0.48	0.49	0.48	0.49
UClas	0.06		0.00	
UCdia	0.50		0.50	

Conclusie:
- Lassen: UClas = 0.06 <= 1.00 dus: voldoen
- Aansluitingen: UCdia = 0.50 <= 1.00 dus: voldoen

Eindconclusie:
- Aansluiting diagonalen voldoet
  bij B.C.6: b1) Dead load + Wind (Cpi negative, Cpe 1st bay up wind)

3.13.3.4 Controle van de dekgording (het spant van de middenvelden)

- Belastingscombinatie met alleen eigen gewicht kasdek, wind en sneeuw
  Qg,links = [32 + 500 *(-0.40-(-0.30))/cos(27.0) + 0] * 9.60 /[2*(1+1)] = -0.058 Nm
  Qg,rechts = [32 + 500 *(-0.50-(-0.30))/cos(27.0) + 0] * 9.60 /[2*(1+1)] = -0.192 Nm
  Qg= max(|Qg,links| ; |Qg,rechts|) = 0.192 Nm

- Vervormingseis dekgordingen volgens EN 13031-1:
  dtoel2 = min(4000/(650 - 100*min(4000/1125;5)); 4000/150; 30) = 13.6 mm
- Hieruit volgt een minimaal traagheidsmoment (ligger op 3 steunpunten):
  Ixg,bc = 2/384 * (Qg * 40004) / (Estaal,g * dtoel2) = 89893 mm4

- Minimaal traagheidsmoment dekgording:
  Ixgmin = max(Ixg,eg, Ixg,bc) = max(91429 , 89893) = 91429 mm4

3.13.3.4 Controle van de gordingverticaal

- Controle veerstijfheid gordingverticaal
  De onderrand wordt geschematiseerd als een ligger van goot naar nok.
  - Veerstijfheid gordingprofiel:
    kgord = 4 * Estaal,g * Ixgmin / (390 ² * 4000) = 126.2 N/mm
  - Veerstijfheid gordingverticaal:
    k0gvert = 1826.1 N/mm (zie 4.7)

    De veerstijfheid van de verticaal is ten minste zo groot als 100% van
    de veerstijfheid van de inklemming van de gording.

  - Controle: 1826.1 N/mm > 126.2 N/mm, dus gordingverticaal voldoet.

- Plaatsvastheid van de gordingverticaal bij de onderrand
  Omdat de aansluiting van de gording aan de tralie in het algemeen goed
  momentvast is uitgevoerd, kan de volledige stijfheid van de gording in
  rekening worden gebracht.

  - Veerstijfheid gordingprofiel:
    kgord = 4 * Estaal,g * 91429 / (390 ² * 4000) = 126.2 N/mm

  - Veerstijfheid van de aansluiting van de onderrand-gording "uit het vlak":
    Hoekverdraaiing door gording en inklemming opzetkolom:

$$V2 = \frac{2*vak}{4*Eg*Ig} = \frac{2 * 4000}{4 * 210000 * 91429} = 104.2 \ *10\text{-}9 \ 1/Nmm$$

    Hoekverdraaiing door moment bij onderrand door bovenrand:

$$V3 = \frac{bkap}{2*(ngord+1)*\cos(27.0)*Gbr*Itbr*2} = \frac{9600}{2*(1+1)*\cos(27.0)* 80769* 92298*2} = 180.7 \ *10\text{-}9 \ 1/Nmm$$

    Hoekverdraaiing door puntlast bij gordingverticaal:

$$V4 = \frac{ht;net^2}{3 * Egv * Igv} = \frac{330^2}{3 * 210000 * 104167} = 1659.4 \ *10\text{-}9 \ 1/Nmm$$

    Moment bij bovenrand

$$MBr = \frac{V2 * hspant}{V2 + V3} = \frac{104.2 * 390}{104.2 + 180.7} = 142.6 \ Nm$$

    Moment bij gording Mozk = hspant - Mbr = 390 - 143 = 247 Nmm

    Geeft de veerstijfheid ter plaatse van de bovenrand:

$$kor = \frac{1}{V4*ht;nett + V2*hspant^2 + V2*hspant*-Mbr} = \frac{1}{1659.4*330 + 104.2*390^2 + 104.2*390*(-143)} = 94.4 \ N/mm$$

    Vereiste kritische veerstijfheid: kcr = 16.5 N/mm (zie 4.8)

  - Controle: 94.4 N/mm > 16.5 N/mm, dus veerstijfheid voldoet.

- Controle op knik:
  - Maatgevende verticale kracht: Ngv = Fvg = 0 N
  - Capaciteit van de verticaal : Fgvertd = 69549 N (zie 4.6)

  - Controle: 0 N > 69549 N, dus gordingverticaal voldoet.

Conclusie:
- Gordingverticaal voldoet qua sterkte/stabiliteit en stijfheid
  bij B.C.6: b1) Dead load + Wind (Cpi negative, Cpe 1st bay up wind)

3.13.3.5 Controle van de bouten van de spant-kolom-aansluiting:

Controle van de krachten op de bout(en) bij de bovenrand:

Tabel 3.13.3.5.1: Belastingen bij bovenrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Spant-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Nt [N]	Ft,br [N]	Fs,br [N]	Fi,br [N]
19.20	2994	-907	-1020	0	0	-703	995
28.80	2905	-1273	1355	0	0	-918	1298
28.80	4295	-683	-1664	0	0	-1328	1877
38.40	2945	-811	1413	0	0	-1075	1521
38.40	4092	-390	-1534	0	0	-1279	1808
48.00	2572	-534	1252	0	0	-995	1407
48.00	3579	-152	-1380	0	0	-1195	1690
57.60	2339	-269	1150	0	0	-964	1363
57.60	3208	59	-1255	0	0	-1131	1600
67.20	2123	-43	1053	0	0	-929	1313
67.20	2878	245	-1147	0	0	-1078	1525
76.80	1900	153	966	0	0	-895	1266
76.80	2548	396	-1035	0	0	-1012	1432
86.40	1871	332	910	0	0	-886	1253

Gegevens van de eindplaat bij de bovenrand:
- Aantal bouten bij de bovenrand: nbb = 1
- Momenten-arm bij bovenrand: hbbout = 458 mm
- Hellingshoek van het spant: alpha = 27.0 graden
- Nt is de trekkracht in de trekstang van het spant
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Normaalkracht: $Ft = \frac{N*\cos(alpha) + sn*Q*\sin(alpha)}{2 * nbb} - \frac{M}{hbbout} + \frac{Nt}{2}$ met Ft>=0N
- Schuifkracht: $Fs = 0.5 * -N*\sin(alpha) + sn*Q*\cos(alpha)$
- Ideële kracht: $Fi = (Ft^2 + 2*Fs^2)0.5$
- Maximale optredende kracht: Fi,br max = 1877 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbtb max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 1877 N < 33926 N, dus bout bij bovenrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.6: b1) Dead load + Wind (Cpi negative, Cpe 1st bay up wind)

Controle van de krachten op de bout(en) bij de onderrand:

Tabel 3.13.3.5.2: Belastingen bij onderrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Spant-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Nt [N]	Ft,or [N]	Fs,or [N]	Fi,or [N]
19.20	2994	-907	-1020	0	3611	-703	3745
28.80	2905	-1273	1355	0	3375	-918	3616
28.80	4295	-683	-1664	0	5294	-1328	5617
38.40	2945	-811	1413	0	3523	-1075	3837
38.40	4092	-390	-1534	0	5108	-1279	5419
48.00	2572	-534	1252	0	3113	-995	3416
48.00	3579	-152	-1380	0	4505	-1195	4812
57.60	2339	-269	1150	0	2879	-964	3185
57.60	3208	59	-1255	0	4081	-1131	4383
67.20	2123	-43	1053	0	2656	-929	2963
67.20	2878	245	-1147	0	3701	-1078	4003
76.80	1900	153	966	0	2417	-895	2729
76.80	2548	396	-1035	0	3314	-1012	3610
86.40	1871	332	910	0	2426	-886	2730

Gegevens van de eindplaat bij de onderrand:
- Aantal bouten bij de onderrand: nbo = 2
- Momenten-arm bij onderrand: hobout = 762 mm
- Hellingshoek van het spant: alfa = 27.0 graden
- Nt is de trekkracht in de trekstang van het spant
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Schuifkracht: $Fs = 0.5 * -N*\sin(alpha) + sn*Q*\cos(alpha)$
- Ideële kracht: $Fi = (Ft^2 + 2*Fs^2)0.5$
- Maximale optredende kracht: Fi,or max = 5617 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbto max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 5617 N < 33926 N, dus bout bij onderrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.6: b1) Dead load + Wind (Cpi negative, Cpe 1st bay up wind)

3.13.3.5 Controle van de eindplaat op pons:

Bij de boutverbinding van de bovenrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxb = 0.0 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capb = 80 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0.0 kN < 80 kN, dus eindplaat (ST50*10.0) voldoet
zonder onderlegring bij de bovenste bout
bij B.C.6: b1) Dead load + Wind (Cpi negative, Cpe 1st bay up wind)

Bij de boutverbinding van de onderrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxo = 5.3 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capo = 80 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 5.3 kN < 80 kN, dus eindplaat (ST50*10.0) voldoet
zonder onderlegring bij de onderste bout
bij B.C.6: b1) Dead load + Wind (Cpi negative, Cpe 1st bay up wind)

3.13.3.5 Controle van de eindplaat op buiging:

Tabel 3.13.3.5.4.1: Belastingen van de eindplaat van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Spant-kracht	Normaal-kracht	Normaal-kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Nt [N]	Ftrb [N]	Ftro [N]
19.20	2994	-907	-1020	0	0	7681
28.80	2905	-1273	1355	0	0	7195
28.80	4295	-683	-1664	0	0	11248
38.40	2945	-811	1413	0	0	7498
38.40	4092	-390	-1534	0	0	10844
48.00	2572	-534	1252	0	0	6621
48.00	3579	-152	-1380	0	0	9560
57.60	2339	-269	1150	0	0	6117
57.60	3208	59	-1255	0	0	8654
67.20	2123	-43	1053	0	0	5639
67.20	2878	245	-1147	0	0	7844
76.80	1900	153	966	0	0	5126
76.80	2548	396	-1035	0	0	7019
86.40	1871	332	910	0	0	5138

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de bovenrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftrb = \frac{N*\cos(alpha) + sn*Q*\sin(alpha)}{2} - \frac{M}{ht,eff} \text{ met } Ftrb>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftrb(max) * e = 0.5 * 0 * 25.0 = 0 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 1987 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0 Nm < 1987 Nm, dus eindplaat (ST50*10.0) voldoet
bij B.C.6: b1) Dead load + Wind (Cpi negative, Cpe 1st bay up wind)

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de onderrand:
- Normaalkracht : Ftbout(2) = 5.3 * 367.7 /472.7 = 4.1 kN
- Normaalkracht : Ftbout(1) = 5.3 * 472.7 /472.7 = 5.3 kN
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * max(Ftbout(2) * e(2), Ftbout(1) * e(1))
= 0.5 * max(4.1 * 25 , 5.3 * 50) = 132 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 2683 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 132 Nm < 2683 Nm, dus eindplaat (ST50*10.0) voldoet
bij B.C.6: b1) Dead load + Wind (Cpi negative, Cpe 1st bay up wind)

De lasverbindingen tussen eindplaat met resp. de boven- en onderrand
zijn niet gecontroleerd.

3.13.3.6 Controle van de bouten van de nokaansluiting:

Controle van de krachten op de bout(en) bij de bovenrand:

Tabel 3.13.3.6.1: Belastingen bij bovenrand van de nokaansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,br [N]	Fs,br [N]	Fi,br [N]
24.00	-2260	-596	-930	5599	964	5762
24.00	-2260	-962	563	5519	720	5612
33.60	-2538	-372	-873	6457	862	6571
33.60	-2538	-500	622	6457	668	6526
43.20	-2043	-79	-743	5286	680	5373
43.20	-2043	-223	461	5286	461	5327
52.80	-1725	160	-589	4574	488	4626
52.80	-1725	42	359	4574	310	4595
62.40	-1419	371	-463	3874	329	3901
62.40	-1419	268	262	3874	172	3881
72.00	-1171	557	-356	3315	191	3326
72.00	-1171	464	174	3315	50	3315
81.60	-898	707	-244	2672	57	2673
81.60	-898	643	118	2672	-41	2673

Gegevens van de nokplaat bij de bovenrand:
- Aantal bouten bij de bovenrand: nbb = 1
- Momenten-arm bij bovenrand: hbbout = 372 mm
- Hellingshoek van het spant: alpha = 27.0 graden
- Teken dwarskracht bij eindpositie sn=+1 en bij beginpositie sn=-1

$$\text{- Normaalkracht: } Ft = \frac{N\cos(alpha) + sn*Q\sin(alpha)}{2 * nbb} - \frac{M}{hbbout} \text{ met } Ft>=0N$$

- Schuifkracht: Fs = 0.5 * -N*sin(alpha) - sn*Q*cos(alpha)
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,br max = 6571 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbtb max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 6571 N < 33926 N, dus bout bij bovenrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.6: b1) Dead load + Wind (Cpi negative, Cpe 1st bay up wind)

Controle van de krachten op de bout(en) bij de onderrand:

Tabel 3.13.3.6.2: Belastingen bij onderrand van de nokaansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,or [N]	Fs,or [N]	Fi,or [N]
24.00	-2260	-596	-930	0	964	1364
24.00	-2260	-962	563	0	720	1018
33.60	-2538	-372	-873	0	862	1219
33.60	-2538	-500	622	0	668	944
43.20	-2043	-79	-743	0	680	962
43.20	-2043	-223	461	0	461	652
52.80	-1725	160	-589	0	488	691
52.80	-1725	42	359	0	310	438
62.40	-1419	371	-463	0	329	465
62.40	-1419	268	262	0	172	244
72.00	-1171	557	-356	0	191	270
72.00	-1171	464	174	0	50	71
81.60	-898	707	-244	0	57	80
81.60	-898	643	118	0	-41	58

Gegevens van de nokplaat bij de onderrand:
- Aantal bouten bij de onderrand: nbo = 1
- Momenten-arm bij onderrand: hobout = 372 mm
- Hellingshoek van het spant: alfa = 27.0 graden
- Teken dwarskracht bij eindpositie sn=+1 en bij beginpositie sn=-1

$$\text{- Normaalkracht: } Ft = \frac{N\cos(alpha) + sn*Q\sin(alpha)}{2 * nbo} + \frac{M}{hobout} \text{ met } Ft>=0N$$

- Schuifkracht: Fs = 0.5 * -N*sin(alpha) - sn*Q*cos(alpha)
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,or max = 1364 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbto max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 1364   N < 33926   N, dus bout bij onderrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.6: b1) Dead load + Wind (Cpi negative, Cpe 1st bay up wind)

3.13.3.6 Controle van de nokplaat op pons:
Bij de boutverbinding van de bovenrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxb = 6.5 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de nokplaat: Fp,capb = 96 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 6.5 kN < 96 kN, dus nokplaat (ST50*12.0) voldoet
zonder onderlegring bij de bovenste bout
bij B.C.6: b1) Dead load + Wind (Cpi negative, Cpe 1st bay up wind)

Bij de boutverbinding van de onderrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxo = 0.0 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de nokplaat: Fp,capo = 96 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0.0 kN < 96 kN, dus nokplaat (ST50*12.0) voldoet
zonder onderlegring bij de onderste bout
bij B.C.6: b1) Dead load + Wind (Cpi negative, Cpe 1st bay up wind)

3.13.3.6 Controle van de nokplaat op buiging:

Tabel 3.13.3.6.4.1: Belastingen van de nokplaat.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Normaal-kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ftrb [N]	Ftro [N]
24.00	-2260	-596	-930	5802	0
24.00	-2260	-962	563	5723	0
33.60	-2538	-372	-873	6686	0
33.60	-2538	-500	622	6686	0
43.20	-2043	-79	-743	5470	0
43.20	-2043	-223	461	5470	0
52.80	-1725	160	-589	4729	0
52.80	-1725	42	359	4729	0
62.40	-1419	371	-463	4001	0
62.40	-1419	268	262	4001	0
72.00	-1171	557	-356	3420	0
72.00	-1171	464	174	3420	0
81.60	-898	707	-244	2753	0
81.60	-898	643	118	2753	0

Resulterende trekkracht in de nokplaat bij de bovenrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftrb = \frac{N\cos(\alpha) + sn\,Q\sin(\alpha)}{2} - \frac{M}{ht,eff} \quad \text{met } Ftrb>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de nokplaat:
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftrb(max) * e = 0.5 * 0 * 25.0 = 84 Nm
- Capaciteit van de nokplaat: Mp,cap = 368 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 84 Nm < 368 Nm, dus nokplaat (ST50*12.0) voldoet
bij B.C.6: b1) Dead load + Wind (Cpi negative, Cpe 1st bay up wind)

Resulterende trekkracht in de nokplaat bij de onderrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftro = \frac{N\cos(alfa) + sn\,Q\sin(alfa)}{2} + \frac{M}{ht,eff} \quad \text{met } Ftro>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de nokplaat:
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftro(max) * e = 0.5 * 0 * 25.0 = 0 Nm
- Capaciteit van de nokplaat: Mp,cap = 685 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0 Nm < 685 Nm, dus nokplaat (ST50*12.0) voldoet
bij B.C.6: b1) Dead load + Wind (Cpi negative, Cpe 1st bay up wind)

De lasverbindingen tussen nokplaat met resp. de boven- en onderrand
zijn niet gecontroleerd.

3.13.4 De krachtsverdeling in het 2e spant:

Tabel 3.13.4.1: Momentenlijn, normaal- en dwarskrachtenlijn.

Positie	Momentenlijn	Normaal-	Dwars-
		krachtenlijn	krachtenlijn
x in [m]	M(x) in [Nm]	N(x) in [N]	Q(x) in [N]
begin - eind	(+ = U/- =)	(+ = trek)	(+ = ~~~___)
9.60 - 12.00	14428 2987	-693 -586	-4143 -4352
12.00 - 14.40	2987 -2214	-444 -337	-1826 -2036
14.40 - 16.80	-2214 -1628	-853 -959	322 113
16.80 - 19.20	-1628 1419	-1102 -1209	1236 1027
86.40 - 88.80	2461 -433	553 660	-970 -1179
88.80 - 91.20	-433 -866	803 909	-56 -265
91.20 - 93.60	-866 -1303	745 638	-58 -267
93.60 - 96.00	-1303 720	495 389	856 647

3.13.4.1 Controle van de stijfheid van het spant:

De toelaatbare doorbuiging van alle spanten wordt bepaald per spantbeen:
- uvtoel = 5387 / 250 < 30.0 mm, dus: uvtoel = 21.5 mm

Uit de U-lijn is de maximale doorbuiging:
- doorbuiging umax = -7.66 mm

- Controle van het 2e spant:
  Doorbuiging: |-7.7 | mm < 21.5 mm,   dus: voldoet.
  bij B.C.6: b1) Dead load + Wind (Cpi negative, Cpe 1st bay up wind)

3.13.4.2 Controle van de bovenrand:

3.13.4.2 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de bovenrand:

- De normaalkracht in de bovenrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = -M/0.3600 + N/2   (voor N en M, zie 3.13.4.1)
                   met: Effectieve spanthoogte: 360.0 mm

- De normaalkracht in de bovenrand wordt bij de eindplaten van de nok en de
  kolomaansluiting gereduceerd met de normaalkracht in de diagonaal
  (einddiagonaal sluit aan bij eindplaat ter plaatse van de bovenrand)
  - Reductie: Nred = Nd - Q/tan(38.9) plaats van eindplaat naar gording
  - Reductie: Nred = Nd + Q/tan(38.9) plaats van gording naar eindplaat
                    (voor de dwarskracht Q zie tabel 3.13.4.1)

Tabel 3.13.42: Normaalkrachtenverloop in de bovenrand.

Plaats	Normaalkracht in [N]	Systeem-
	(trek = positief)	lengte
x in [m]	Spant	[mm]
9.60 - 12.00	-35290 -8592	2694
12.00 - 14.40	-8520 3459	2694
14.40 - 16.80	5324 4042	2694
16.80 - 19.20	3971 -3274	2694
86.40 - 88.80	-5359 1532	2694
88.80 - 91.20	1604 2531	2694
91.20 - 93.60	2850 3940	2694
93.60 - 96.00	3868 -1005	2694

3.13.4.2 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Nadrukkelijk wordt vermeld, dat onderstaande stabiliteits-berekeningen
alleen voldoen bij toepassing van specifieke stabiliteits-voorzieningen
ter plaatse van de gordingen:

- fixatie van de boven- en onderrand rand uit het vlak van het spant, door
  windverbanden tussen de gordingen in het eerste en laatste vak van een
  gootlengte en momentvaste koppelingen tussen gordingen en bovenrand

Tabel 3.13.4.2:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de bovenrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-	Normaalkrachten	Rand-	Knfct	Knik-	Klasse	Sterkte	Stab.

bepaling	(trek = positief)		voor-	staaf-	lengte		UC	UC
	[N]		waar-	lengte				
begin-eind	"begin"	"einde"	den	ßm×ßn	[mm]			
9.60-12.00	-35290	-8592	m-g	0.576	1553	1	0.42	0.71
12.00-14.40	-8520	3459	g-n	0.404	1089	1	0.10	0.15
16.80-19.20	3971	-3274	g-m	0.400	1077	1	0.04	0.06
86.40-88.80	-5359	1532	m-g	0.494	1330	1	0.06	0.10
93.60-96.00	3868	-1005	g-m	0.400	1077	1	0.01	0.02

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (0.91 - 0.2)*(|-35290 |/(0.595 *84071   /1.0)) = 1.35
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-35290 |/(0.595 *84071   /1.0)) = 1.41
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(1.35   , 1.41   ) = 1.35
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.81

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-35290 |/(0.595 *84071   /1.0)+1.35 *|0.0 |/(1.00*1113.7 /1.0)
           = 0.706 + 0.000 = 0.706
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-35290 |/(0.671 *84071   /1.0)+0.81 *|0.0 |/(1.00*1113.7 /1.0)
           = 0.626 + 0.000 = 0.626

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.706 , 0.626) = 0.706

- controle: 0.71 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.13.4.2 Stabiliteitscontrole in het vlak:

- Maatgevende normaaldrukkracht: Ndmax = -35290 N

- Kniklengte: lky = 1.00 * lveld = 1.00 * 898 = 898 mm
Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
Interactiefactoren volgens bijlage B:
Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
      = 0.90 * (1.0 + (0.79 - 0.2)*(|-35290 |/(0.671 *84071   /1.0)) = 1.23
Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
      = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-35290 |/(0.671 *84071   /1.0)) = 1.35
Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(1.23   , 1.35   ) = 1.23
Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.74

UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
         = |-35290 |/(0.671 *84071   /1.0)+1.23 *|0.0 |/(1.00*828.1 /1.0)
         = 0.626 + 0.000 = 0.626
UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
         = |-35290 |/(0.829 *84071   /1.0)+0.74 *|0.0 |/(1.00*828.1 /1.0)
         = 0.507 + 0.000 = 0.507

Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.626 , 0.507) = 0.626

- controle: 0.63 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.13.4.2 Doorsnede-controle van de bovenrand:

          |NEd| |-35290 |
- UCDruk = ----- = --------- = 0.42
          Nc.Rd   84071

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 5324   N

          |NEd| | 5324 |
- UCTrek = ----- = --------- = 0.06
          Nc.Rd   84071

Trek is maatgevend.

- Controle: 0.42 < 1.00, dus de treksterkte voldoet.

Conclusie:
- Bovenrand (RHBK50*30*2.0) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.6: b1) Dead load + Wind (Cpi negative, Cpe 1st bay up wind)

3.13.4.3 Controle van de onderrand:

3.13.4.3 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de onderrand:

- De normaalkracht in de onderrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = M/0.3600 + N/2 (voor N en M, zie 3.13.4.1)
    met: Effectieve spanthoogte: 360.0 mm

Tabel 3.13.43: Normaalkrachtenverloop in de onderrand.

Plaats x in [m]	Normaalkracht in [N] (trek = positief) Spant		Systeem-lengte [mm]
9.60 - 12.00	39731	8005	2892
12.00 - 14.40	8077	-6318	2694
14.40 - 16.80	-6576	-5002	2694
16.80 - 19.20	-5073	3338	2892
86.40 - 88.80	7114	-872	2892
88.80 - 91.20	-801	-1951	2694
91.20 - 93.60	-2034	-3302	2694
93.60 - 96.00	-3373	2195	2892

3.13.4.3 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Nadrukkelijk wordt vermeld, dat onderstaande stabiliteits-berekeningen
alleen voldoen bij toepassing van specifieke stabiliteits-voorzieningen
ter plaatse van de gordingen:

- fixatie van de boven- en onderrand rand uit het vlak van het spant, door
  windverbanden tussen de gordingen in het eerste en laatste vak van een
  gootlengte en momentvaste koppelingen tussen gordingen en bovenrand

Tabel 3.13.4.3:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de onderrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-bepaling begin-eind	Normaalkrachten (trek = positief) [N] "begin"	"einde"	Rand-voor-waar-den	Knfct staaf-lengte ßm×ßn	Knik-lengte/PlPerc [mm]	Klasse	Sterkte UC	Stab. UC
12.00-14.40	8077	-6318	g-n	0.608	1639	1	0.05	0.09
14.40-16.80	-6576	-5002	n-g	0.858	2310	1	0.05	0.15
16.80-19.20	-5073	3338	g-m	0.586	1694	1	0.04	0.08
86.40-88.80	7114	-872	m-g	0.529	1531	1	0.01	0.01
88.80-91.20	-801	-1951	g-n	0.778	2096	1	0.02	0.04
91.20-93.60	-2034	-3302	n-g	0.823	2217	1	0.03	0.07
93.60-96.00	-3373	2195	g-m	0.586	1694	1	0.03	0.05

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (1.39 - 0.2)*(|-6576 |/(0.351 *127493 /1.0)) = 1.06
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-6576 |/(0.351 *127493 /1.0)) = 1.01
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(1.06   , 1.01   ) = 1.01
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.60

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-6576 |/(0.351 *127493 /1.0)+1.01 *|0.0 |/(1.00*1585.8 /1.0)
           = 0.147 + 0.000 = 0.147
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-6576 |/(0.754 *127493 /1.0)+0.60 *|0.0 |/(1.00*1585.8 /1.0)
           = 0.068 + 0.000 = 0.068

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.147 , 0.068) = 0.147

- controle: 0.15 < 0.95, dus de stabiliteit voldoet.

3.13.4.3 Stabiliteitscontrole in het vlak (nabij de kolom-aansluitingen):

- Maatgevend: Ndmax = N + |Q|/tan(alfa) = -6576 + |322 |/tan(38.9) = -6576 N
  (N.B.: 1e drukdiagonaal reduceert de normaaldrukkracht in de onderrand)

- Kniklengte: lky = 0.80*lveld = 0.80 * 898 = 718 mm

  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.40 (het profiel is geschoord).
  M1 = 0.00 , M2 = 0.00 , Ms = 0.00 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
       = 0.40 * (1.0 + (0.65 - 0.2)*(|-6576 |/(0.754 *127493 /1.0)) = 0.41
  Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
       = 0.40 * (1.0 + 0.8*(|-6576 |/(0.754 *127493 /1.0)) = 0.42
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.41 , 0.42) = 0.41
  Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.25

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-6576 |/(0.754 *127493 /1.0)+0.41 *|0.0 |/(1.00*1168.2 /1.0)
           = 0.068 + 0.000 = 0.068
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-6576 |/(0.879 *127493 /1.0)+0.25 *|0.0 |/(1.00*1168.2 /1.0)
           = 0.059 + 0.000 = 0.059

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.068 , 0.059) = 0.068

- controle: 0.07 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.13.4.3 Doorsnede-controle van de onderrand:

           |NEd| |-6576 |
- UCDruk = ----- = --------- = 0.05
           Nc.Rd   127493

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 39731 N

           |NEd| |39731 |
- UCTrek = ----- = --------- = 0.31
           Nc.Rd   127493

Trek is maatgevend.

- Controle: 0.31 < 1.00, dus de treksterkte voldoet.

Conclusie:
- Onderrand (RHBK50*30*3.0) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.6: b1) Dead load + Wind (Cpi negative, Cpe 1st bay up wind)

3.13.4.4 Controle van de diagonalen:

3.13.4.4 Controle van de diagonalen in de eindvelden:

- Controle op druk:
  - Maatgevende dwarskracht eindvelden: Qmaxd = -4352 N (zie tabel 3.13.4.1)

$$N_{diagd} = \frac{|Q_{maxd}|}{\sin(alfa)} = \frac{|-4352|}{\sin(38.9)} = 6930 \text{ N}$$

  - Capaciteit diagonaal: Fdiagd = 16714 N (zie 4.4)

  - Controle: 6930 N < 16714 N, dus diagonaal voldoet.

- Controle op trek:
  - Maatgevende dwarskracht eindvelden: Qmaxt = 1236 N (zie tabel 3.13.4.1)

$$N_{diagt} = \frac{Q_{maxt}}{\sin(alfa)} = \frac{1236}{\sin(38.9)} = 1968 \text{ N}$$

  - Capaciteit diagonaal eindvelden: Fdiagt = 41528 N (zie 4.4)

  - Controle: 1968 N < 41528 N, dus diagonaal voldoet.

Conclusie:
- Diagonalen in eindvelden (RD15.0 mm) voldoen qua trek/druk
  bij B.C.6: b1) Dead load + Wind (Cpi negative, Cpe 1st bay up wind)

3.13.4.4 Controle van de (las)verbindingen:

	Diagonalen eindvelden		Diagonalen middenvelden	
	Nd = 6930 N Nt = 1968 N		Nd = - 0 N Nt = 0 N	
	Fstev = 1532 N Fstlo = 1236 N Msdt = 7052.22 Nm Fsdev = 5393 N		Fstev = 0 N Fstlo = 0 N Msdt = 0.00 Nm Fsdev = 0 N	
	bovenrand	onderrand	bovenrand	onderrand
Tau1	6.24 N/mm²	6.24 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
Tau2	5.11 N/mm²	5.11 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
Sgm1	6.24 N/mm²	6.24 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
SgmWst	8.83 N/mm²	8.83 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
UC1	0.04	0.04	0.00	0.00
UC2	0.02	0.02	0.00	0.00
SgmWsd	17.98 N/mm²	17.98 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
UC3	0.09	0.09	0.00	0.00
Nt1	21211 N	39844 N	21211 N	39844 N
knd	1.00	1.00	1.00	1.00
Nd1	21211 N	39844 N	21211 N	39844 N
UCt1	0.09	0.05	0.00	0.00
UCd1	0.33	0.19	0.00	0.00
UClas	0.09	0.09	0.00	0.00
UCdia	0.33	0.19	0.00	0.00
UCgeo	0.46	0.44	0.46	0.44
UClas	0.09		0.00	
UCdia	0.50		0.50	

Conclusie:
- Lassen: UClas = 0.09 <= 1.00 dus: voldoen
- Aansluitingen: UCdia = 0.50 <= 1.00 dus: voldoen

Eindconclusie:
- Aansluiting diagonalen voldoet
  bij B.C.6: b1) Dead load + Wind (Cpi negative, Cpe 1st bay up wind)

3.13.4.4 Controle van de dekgording (het 2e spant)

- Belastingscombinatie met alleen eigen gewicht kasdek, wind en sneeuw
  Qg,links = [32 + 500 *(-0.70-(-0.30))/cos(27.0) + 0] * 9.60 /[2*(1+1)] = -0.461 Nm
  Qg,rechts = [32 + 500 *(-0.50-(-0.30))/cos(27.0) + 0] * 9.60 /[2*(1+1)] = -0.192 Nm
  Qg= max(|Qg,links| ; |Qg,rechts|) = 0.461 Nm

- Vervormingseis dekgordingen volgens EN 13031-1:
  dtoel2 = min(4000/(650 - 100*min(4000/1125;5)); 4000/150; 30) = 13.6 mm
- Hieruit volgt een minimaal traagheidsmoment (ligger op 3 steunpunten):
  Ixg,bc = 2/384 * (Qg * 40004) / (Estaal,g * dtoel2) = 215681 mm4

- Minimaal traagheidsmoment dekgording:
  Ixgmin = max(Ixg,eg, Ixg,bc) = max(91429 , 215681) = 215681 mm4

3.13.4.4 Controle van de gordingverticaal

- Controle veerstijfheid gordingverticaal
  De onderrand wordt geschematiseerd als een ligger van goot naar nok.
  - Veerstijfheid gordingprofiel:
    kgord = 4 * Estaal,g * Ixgmin / (390 ² * 4000) = 297.8 N/mm
  - Veerstijfheid gordingverticaal:
    k0gvert = 1826.1 N/mm (zie 4.7)

    De veerstijfheid van de verticaal is ten minste zo groot als 100% van
    de veerstijfheid van de inklemming van de gording.

  - Controle: 1826.1 N/mm > 297.8 N/mm, dus gordingverticaal voldoet.

- Plaatsvastheid van de gordingverticaal bij de onderrand
  Omdat de aansluiting van de gording aan de tralie in het algemeen goed
  momentvast is uitgevoerd, kan de volledige stijfheid van de gording in
  rekening worden gebracht.

  - Veerstijfheid gordingprofiel:
    kgord = 4 * Estaal,g * 215681 / (390 ² * 4000) = 297.8 N/mm

  - Veerstijfheid van de aansluiting van de onderrand-gording "uit het vlak":
    Hoekverdraaiing door gording en inklemming opzetkolom:

$$V2 = \frac{2*vak}{4*Eg*Ig} = \frac{2 * 4000}{4 * 210000 * 215681} = 44.2 \ *10\text{-}9 \ 1/Nmm$$

    Hoekverdraaiing door moment bij onderrand door bovenrand:

$$V3 = \frac{bkap}{2*(ngord+1)*\cos(27.0)*Gbr*Itbr*2} = \frac{9600}{2*(1+1)*\cos(27.0)* 80769* 92298*2} = 180.7 \ *10\text{-}9 \ 1/Nmm$$

    Hoekverdraaiing door puntlast bij gordingverticaal:

$$V4 = \frac{ht;net^2}{3 * Egv * Igv} = \frac{330^2}{3 * 210000 * 104167} = 1659.4 \ *10\text{-}9 \ 1/Nmm$$

    Moment bij bovenrand

$$MBr = \frac{V2 * hspant}{V2 + V3} = \frac{44.2 * 390}{44.2 + 180.7} = 76.6 \ Nm$$

    Moment bij gording Mozk = hspant - Mbr = 390 - 77 = 313 Nmm

    Geeft de veerstijfheid ter plaatse van de bovenrand:

$$kor = \frac{1}{V4*ht;nett + V2*hspant^2 + V2*hspant*-Mbr} = \frac{1}{1659.4*330 + 44.2*390^2 + 44.2*390*(-77)} = 168.2 \ N/mm$$

    Vereiste kritische veerstijfheid: kcr = 28.3 N/mm (zie 4.8)

  - Controle: 168.2 N/mm > 28.3 N/mm, dus veerstijfheid voldoet.

- Controle op knik:
  - Maatgevende verticale kracht: Ngv = Fvg = 0 N
  - Capaciteit van de verticaal : Fgvertd = 69549 N (zie 4.6)

  - Controle: 0 N > 69549 N, dus gordingverticaal voldoet.

Conclusie:
- Gordingverticaal voldoet qua sterkte/stabiliteit en stijfheid
  bij B.C.6: b1) Dead load + Wind (Cpi negative, Cpe 1st bay up wind)

3.13.4.5 Controle van de bouten van de spant-kolom-aansluiting:

Controle van de krachten op de bout(en) bij de bovenrand:

Tabel 3.13.4.5.1: Belastingen bij bovenrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Spant-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Nt [N]	Ft,br [N]	Fs,br [N]	Fi,br [N]
9.60	14428	-693	-4143	0	0	-3534	4998
19.20	1419	-1209	1027	0	0	-640	906
86.40	2461	553	-970	0	0	-990	1400
96.00	720	389	647	0	0	-664	940

Gegevens van de eindplaat bij de bovenrand:
- Aantal bouten bij de bovenrand: nbb = 1
- Momenten-arm bij bovenrand: hbbout = 458 mm
- Hellingshoek van het spant: alpha = 27.0 graden
- Nt is de trekkracht in de trekstang van het spant
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Normaalkracht: $Ft = \frac{N\cos(alpha) + sn*Q*\sin(alpha)}{2 * nbb} - \frac{M}{hbbout} + \frac{Nt}{2}$ met Ft>=0N
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * -N*sin(alpha) + sn*Q*cos(alpha)
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,br max = 4998 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbtb max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 4998 N < 33926 N, dus bout bij bovenrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.6: b1) Dead load + Wind (Cpi negative, Cpe 1st bay up wind)

Controle van de krachten op de bout(en) bij de onderrand:

Tabel 3.13.4.5.2: Belastingen bij onderrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Spant-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Nt [N]	Ft,or [N]	Fs,or [N]	Fi,or [N]
9.60	14428	-693	-4143	0	18306	-3534	18976
19.20	1419	-1209	1027	0	1477	-640	1732
86.40	2461	553	-970	0	3243	-990	3532
96.00	720	389	647	0	958	-664	1342

Gegevens van de eindplaat bij de onderrand:
- Aantal bouten bij de onderrand: nbo = 2
- Momenten-arm bij onderrand: hobout = 762 mm
- Hellingshoek van het spant: alfa = 27.0 graden
- Nt is de trekkracht in de trekstang van het spant
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * -N*sin(alpha) + sn*Q*cos(alpha)
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,or max = 18976 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbto max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 18976 N < 33926 N, dus bout bij onderrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.6: b1) Dead load + Wind (Cpi negative, Cpe 1st bay up wind)

3.13.4.5 Controle van de eindplaat op pons:

Bij de boutverbinding van de bovenrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxb = 0.0 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capb = 80 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0.0 kN < 80 kN, dus eindplaat (ST50*10.0) voldoet
zonder onderlegring bij de bovenste bout
bij B.C.6: b1) Dead load + Wind (Cpi negative, Cpe 1st bay up wind)

Bij de boutverbinding van de onderrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxo = 18.3 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capo = 80 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 18.3 kN < 80 kN, dus eindplaat (ST50*10.0) voldoet
zonder onderlegring bij de onderste bout
bij B.C.6: b1) Dead load + Wind (Cpi negative, Cpe 1st bay up wind)

3.13.4.5 Controle van de eindplaat op buiging:

Tabel 3.13.4.5.4.1: Belastingen van de eindplaat van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Spant-kracht	Normaal-kracht	Normaal-kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Nt [N]	Ftrb [N]	Ftro [N]
9.60	14428	-693	-4143	0	0	38828
19.20	1419	-1209	1027	0	0	3171
86.40	2461	553	-970	0	0	6864
96.00	720	389	647	0	0	2027

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de bovenrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftrb = \frac{N*\cos(alpha) + sn*Q*\sin(alpha)}{2} - \frac{M}{ht,eff} \text{ met } Ftrb>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftrb(max) * e = 0.5 * 0 * 25.0 = 0 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 1987 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0 Nm < 1987 Nm, dus eindplaat (ST50*10.0) voldoet
bij B.C.6: b1) Dead load + Wind (Cpi negative, Cpe 1st bay up wind)

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de onderrand:
- Normaalkracht : Ftbout(2) = 18.3 * 367.7 /472.7 = 14.2 kN
- Normaalkracht : Ftbout(1) = 18.3 * 472.7 /472.7 = 18.3 kN
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * max(Ftbout(2) * e(2), Ftbout(1) * e(1))
= 0.5 * max(14.2 * 25 , 18.3 * 50) = 458 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 2683 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 458 Nm < 2683 Nm, dus eindplaat (ST50*10.0) voldoet
bij B.C.6: b1) Dead load + Wind (Cpi negative, Cpe 1st bay up wind)

De lasverbindingen tussen eindplaat met resp. de boven- en onderrand
zijn niet gecontroleerd.

3.13.4.6 Controle van de bouten van de nokaansluiting:

Controle van de krachten op de bout(en) bij de bovenrand:

Tabel 3.13.4.6.1: Belastingen bij bovenrand van de nokaansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,br [N]	Fs,br [N]	Fi,br [N]
14.40	-2214	-337	-2036	5338	1890	5970
14.40	-2214	-853	322	5498	481	5539
91.20	-866	909	-265	2673	30	2673
91.20	-866	745	-58	2673	-220	2691

Gegevens van de nokplaat bij de bovenrand:
- Aantal bouten bij de bovenrand: nbb = 1
- Momenten-arm bij bovenrand: hbbout = 372 mm
- Hellingshoek van het spant: alpha = 27.0 graden
- Teken dwarskracht bij eindpositie sn=+1 en bij beginpositie sn=-1

$$\text{- Normaalkracht: } Ft = \frac{N\cos(\alpha) + sn\,Q\sin(\alpha)}{2 \cdot nbb} - \frac{M}{hbbout} \quad \text{met } Ft>=0N$$

- Schuifkracht: $Fs = 0.5 * -N\sin(\alpha) - sn\,Q\cos(\alpha)$
- Ideële kracht: $Fi = (Ft^2 + 2*Fs^2)0.5$
- Maximale optredende kracht: Fi,br max = 5970 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbtb max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 5970 N < 33926 N, dus bout bij bovenrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.6: b1) Dead load + Wind (Cpi negative, Cpe 1st bay up wind)

Controle van de krachten op de bout(en) bij de onderrand:

Tabel 3.13.4.6.2: Belastingen bij onderrand van de nokaansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,or [N]	Fs,or [N]	Fi,or [N]
14.40	-2214	-337	-2036	0	1890	2673
14.40	-2214	-853	322	0	481	680
91.20	-866	909	-265	0	30	43
91.20	-866	745	-58	0	-220	312

Gegevens van de nokplaat bij de onderrand:
- Aantal bouten bij de onderrand: nbo = 1
- Momenten-arm bij onderrand: hobout = 372 mm
- Hellingshoek van het spant: alfa = 27.0 graden
- Teken dwarskracht bij eindpositie sn=+1 en bij beginpositie sn=-1

$$\text{- Normaalkracht: } Ft = \frac{N\cos(\alpha) + sn\,Q\sin(\alpha)}{2 \cdot nbo} + \frac{M}{hobout} \quad \text{met } Ft>=0N$$

- Schuifkracht: $Fs = 0.5 * -N\sin(\alpha) - sn\,Q\cos(\alpha)$
- Ideële kracht: $Fi = (Ft^2 + 2*Fs^2)0.5$
- Maximale optredende kracht: Fi,or max = 2673 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbto max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 2673 N < 33926 N, dus bout bij onderrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.6: b1) Dead load + Wind (Cpi negative, Cpe 1st bay up wind)

3.13.4.6 Controle van de nokplaat op pons:
Bij de boutverbinding van de bovenrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxb = 5.5 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de nokplaat: Fp,capb = 96 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 5.5 kN < 96 kN, dus nokplaat (ST50*12.0) voldoet
zonder onderlegring bij de bovenste bout
bij B.C.6: b1) Dead load + Wind (Cpi negative, Cpe 1st bay up wind)

Bij de boutverbinding van de onderrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxo = 0.0 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de nokplaat: Fp,capo = 96 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0.0 kN < 96 kN, dus nokplaat (ST50*12.0) voldoet
zonder onderlegring bij de onderste bout
bij B.C.6: b1) Dead load + Wind (Cpi negative, Cpe 1st bay up wind)

3.13.4.6 Controle van de nokplaat op buiging:

Tabel 3.13.4.6.4.1: Belastingen van de nokplaat.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Normaal-kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ftrb [N]	Ftro [N]
14.40	-2214	-337	-2036	5538	0
14.40	-2214	-853	322	5697	0
91.20	-866	909	-265	2751	0
91.20	-866	745	-58	2751	0

Resulterende trekkracht in de nokplaat bij de bovenrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftrb = \frac{N*\cos(alpha) + sn*Q*\sin(alpha)}{2} - \frac{M}{ht,eff} \text{ met } Ftrb>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de nokplaat:
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftrb(max) * e = 0.5 * 0 * 25.0 = 71 Nm
- Capaciteit van de nokplaat: Mp,cap = 685 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 71 Nm < 685 Nm, dus nokplaat (ST50*12.0) voldoet
bij B.C.6: b1) Dead load + Wind (Cpi negative, Cpe 1st bay up wind)

Resulterende trekkracht in de nokplaat bij de onderrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftro = \frac{N*\cos(alfa) + sn*Q*\sin(alfa)}{2} + \frac{M}{ht,eff} \text{ met } Ftro>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de nokplaat:
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftro(max) * e = 0.5 * 0 * 25.0 = 0 Nm
- Capaciteit van de nokplaat: Mp,cap = 685 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0 Nm < 685 Nm, dus nokplaat (ST50*12.0) voldoet
bij B.C.6: b1) Dead load + Wind (Cpi negative, Cpe 1st bay up wind)

De lasverbindingen tussen nokplaat met resp. de boven- en onderrand
zijn niet gecontroleerd.

3.13.5 De krachtsverdeling in de 1e rij tralies:

Tabel 3.13.5.1: Momentenlijn, normaal- en dwarskrachtenlijn.

Positie	Momentenlijn	Normaal-krachtenlijn	Dwars-krachtenlijn
x in [m]	M(x) in [Nm]	N(x) in [N]	Q(x) in [N]
begin - eind	(+ = U/- =)	(+ = trek)	(+ = ~~~___)
0.00 - 2.40	4307 -11276	-46 58	-5683 -5887
2.40 - 4.80	-11276 -13616	200 304	-767 -971
4.80 - 7.20	-13616 -5959	1435 1331	2945 2741
7.20 - 9.60	-5959 13618	1188 1084	7370 7166
96.00 - 98.40	1144 443	95 199	-158 -362
98.40 - 100.8	443 329	342 446	60 -145
100.8 - 103.2	329 -400	286 182	-168 -373
103.2 - 105.6	-400 -542	40 -64	49 -155

3.13.5.1 Controle van de stijfheid van het spant:

De toelaatbare doorbuiging van alle spanten wordt bepaald per spantbeen:
- uvtoel = 5387 / 250 < 30.0 mm, dus: uvtoel = 21.5 mm

Uit de U-lijn is de maximale doorbuiging:
- doorbuiging umax = -5.09 mm

- Controle van de 1e rij tralies:
  Doorbuiging: |-5.1 | mm < 21.5 mm,   dus: voldoet.
  bij B.C.6: b1) Dead load + Wind (Cpi negative, Cpe 1st bay up wind)

3.13.5.2 Controle van de bovenrand:

3.13.5.2 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de bovenrand:

- De normaalkracht in de bovenrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = -M/0.3600 + N/2   (voor N en M, zie 3.13.5.1)
    met: Effectieve spanthoogte: 360.0 mm

- De normaalkracht in de bovenrand wordt bij de eindplaten van de nok en de kolomaansluiting gereduceerd met de normaalkracht in de diagonaal (einddiagonaal sluit aan bij eindplaat ter plaatse van de bovenrand)
  - Reductie: Nred = Nd - Q/tan(38.9) plaats van eindplaat naar gording
  - Reductie: Nred = Nd + Q/tan(38.9) plaats van gording naar eindplaat
    (voor de dwarskracht Q zie tabel 3.13.5.1)

Tabel 3.13.52: Normaalkrachtenverloop in de bovenrand.

Plaats	Normaalkracht in [N] (trek = positief)	Systeem-lengte
x in [m]	Spant	[mm]
0.00 - 2.40	-4944 31350	2694
2.40 - 4.80	31421 36772	2694
4.80 - 7.20	34891 17218	2694
7.20 - 9.60	17147 -28405	2694
96.00 - 98.40	-2934 -1132	2694
98.40 - 100.8	-1060 -870	2694
100.8 - 103.2	-562 1202	2694
103.2 - 105.6	1130 1282	2694

3.13.5.2 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Nadrukkelijk wordt vermeld, dat onderstaande stabiliteits-berekeningen alleen voldoen bij toepassing van specifieke stabiliteits-voorzieningen ter plaatse van de gordingen:

- fixatie van de boven- en onderrand rand uit het vlak van het spant, door windverbanden tussen de gordingen in het eerste en laatste vak van een gootlengte en momentvaste koppelingen tussen gordingen en bovenrand

Tabel 3.13.5.2:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de bovenrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-	Normaalkrachten	Rand-	Knfct	Knik-	Klasse	Sterkte	Stab.

bepaling	(trek = positief)		voor-	staaf-	lengte		UC	UC
	[N]		waar-	lengte				
begin-eind	"begin"	"einde"	den	ßm×ßn	[mm]			
0.00- 2.40	-4944	31350	e-g	0.424	1141	1	0.05	0.08
7.20- 9.60	17147	-28405	g-m	0.400	1077	1	0.29	0.45
96.00-98.40	-2934	-1132	m-g	0.600	1617	1	0.03	0.06
98.40-100.8	-1060	-870	g-n	0.678	1827	1	0.01	0.02
100.8-103.2	-562	1202	n-g	0.517	1392	1	0.01	0.01

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (0.68 - 0.2)*(|-28405 |/(0.736 *99319   /1.0)) = 1.07
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-28405 |/(0.736 *99319   /1.0)) = 1.18
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(1.07   , 1.18   ) = 1.07
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.64

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-28405 |/(0.736 *99319   /1.0)+1.07 *|0.0 |/(1.00*1315.7 /1.0)
           = 0.389 + 0.000 = 0.389
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-28405 |/(0.630 *99319   /1.0)+0.64 *|0.0 |/(1.00*1315.7 /1.0)
           = 0.454 + 0.000 = 0.454

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.389 , 0.454) = 0.454

- controle: 0.45 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.13.5.2 Stabiliteitscontrole in het vlak:

- Maatgevende normaaldrukkracht: Ndmax = -28405 N

- Kniklengte: lky = 1.00 * lveld = 1.00 * 898 = 898 mm
Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
Interactiefactoren volgens bijlage B:
Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
      = 0.90 * (1.0 + (0.85 - 0.2)*(|-28405 |/(0.630 *99319   /1.0)) = 1.17
Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
      = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-28405 |/(0.630 *99319   /1.0)) = 1.23
Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(1.17   , 1.23   ) = 1.17
Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.70

UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
         = |-28405 |/(0.630 *99319   /1.0)+1.17 *|0.0 |/(1.00*978.2 /1.0)
         = 0.454 + 0.000 = 0.454
UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
         = |-28405 |/(0.804 *99319   /1.0)+0.70 *|0.0 |/(1.00*978.2 /1.0)
         = 0.356 + 0.000 = 0.356

Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.454 , 0.356) = 0.454

- controle: 0.45 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.13.5.2 Doorsnede-controle van de bovenrand:

          |NEd| |-28405 |
- UCDruk = ----- = --------- = 0.29
          Nc.Rd   99319

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 36772   N

          |NEd| |36772 |
- UCTrek = ----- = --------- = 0.37
          Nc.Rd   99319

Trek is maatgevend.

- Controle: 0.37 < 1.00, dus de treksterkte voldoet.

Conclusie:
- Bovenrand (RHBK50*30*2.0) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.6: b1) Dead load + Wind (Cpi negative, Cpe 1st bay up wind)

3.13.5.3 Controle van de onderrand:

3.13.5.3 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de onderrand:

- De normaalkracht in de onderrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = M/0.3600 + N/2 (voor N en M, zie 3.13.5.1)
    met: Effectieve spanthoogte: 360.0 mm

Tabel 3.13.53: Normaalkrachtenverloop in de onderrand.

Plaats x in [m]	Normaalkracht in [N] (trek = positief) Spant		Systeem-lengte [mm]
0.00 - 2.40	11940	-31292	2892
2.40 - 4.80	-31221	-37671	2694
4.80 - 7.20	-37106	-15887	2694
7.20 - 9.60	-15958	38369	2892
96.00 - 98.40	3225	1331	2892
98.40 - 100.8	1402	1136	2694
100.8 - 103.2	1057	-1019	2694
103.2 - 105.6	-1091	-1539	2892

3.13.5.3 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Nadrukkelijk wordt vermeld, dat onderstaande stabiliteits-berekeningen
alleen voldoen bij toepassing van specifieke stabiliteits-voorzieningen
ter plaatse van de gordingen:

- fixatie van de boven- en onderrand rand uit het vlak van het spant, door
  windverbanden tussen de gordingen in het eerste en laatste vak van een
  gootlengte en momentvaste koppelingen tussen gordingen en bovenrand

Tabel 3.13.5.3:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de onderrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-bepaling begin-eind	Normaalkrachten (trek = positief) [N] "begin"	"einde"	Rand-voor-waar-den	Knfct staaf-lengte ßm×ßn	Knik-lengte/PlPerc [mm]	Klasse	Sterkte UC	Stab. UC
0.00- 2.40	11940	-31292	e-g	0.439	1270	1	0.21	0.32
2.40- 4.80	-31221	-37671	g-n	0.875	2357	1	0.25	0.83
4.80- 7.20	-37106	-15887	n-g	0.776	2090	1	0.25	0.68
7.20- 9.60	-15958	38369	g-m	0.586	1694	1	0.11	0.22
98.40-100.8	1402	1136	g-n	0.608	1639	1	0.00	0.00
100.8-103.2	1057	-1019	n-g	0.590	1588	1	0.01	0.01
103.2-105.6	-1091	-1539	g-e	0.721	2084	1	0.01	0.03

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (1.54 - 0.2)*(|-37671 |/(0.302 *151063 /1.0)) = 1.90
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-37671 |/(0.302 *151063 /1.0)) = 1.49
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(1.90   , 1.49   ) = 1.49
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.90

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-37671 |/(0.302 *151063 /1.0)+1.49 *|0.0 |/(1.00*1879.0 /1.0)
           = 0.826 + 0.000 = 0.826
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-37671 |/(0.721 *151063 /1.0)+0.90 *|0.0 |/(1.00*1879.0 /1.0)
           = 0.346 + 0.000 = 0.346

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.826 , 0.346) = 0.826

- controle: 0.83 < 0.95, dus de stabiliteit voldoet.

3.13.5.3 Stabiliteitscontrole in het vlak (nabij de kolom-aansluitingen):

- Maatgevend: Ndmax = N + |Q|/tan(alfa) = -37671 + |-971 |/tan(38.9) = -37671 N
  (N.B.: 1e drukdiagonaal reduceert de normaaldrukkracht in de onderrand)

- Kniklengte: lky = 0.80*lveld = 0.80 * 898 = 718 mm

  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.40 (het profiel is geschoord).
  M1 = 0.00 , M2 = 0.00 , Ms = 0.00 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.40 * (1.0 + (0.71 - 0.2)*(|-37671 |/(0.721 *151063 /1.0)) = 0.47
  Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.40 * (1.0 + 0.8*(|-37671 |/(0.721 *151063 /1.0)) = 0.51
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.47   , 0.51   ) = 0.47
  Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.28

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-37671 |/(0.721 *151063 /1.0)+0.47 *|0.0 |/(1.00*1384.2 /1.0)
           = 0.346 + 0.000 = 0.346
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-37671 |/(0.860 *151063 /1.0)+0.28 *|0.0 |/(1.00*1384.2 /1.0)
           = 0.290 + 0.000 = 0.290

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.346 , 0.290) = 0.346

- controle: 0.35 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.13.5.3 Doorsnede-controle van de onderrand:

           |NEd| |-37671 |
- UCDruk = ----- = --------- = 0.25
           Nc.Rd   151063

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 38369   N

           |NEd| |38369 |
- UCTrek = ----- = --------- = 0.25
           Nc.Rd   151063

Trek is maatgevend.

- Controle: 0.25 < 1.00, dus de treksterkte voldoet.

Conclusie:
- Onderrand (RHBK50*30*3.0) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.6: b1) Dead load + Wind (Cpi negative, Cpe 1st bay up wind)

3.13.5.4 Controle van de diagonalen:

3.13.5.4 Controle van de diagonalen in de eindvelden:

- Controle op druk:
  - Maatgevende dwarskracht eindvelden: Qmaxd = -5887 N (zie tabel 3.13.5.1)

$$\text{Ndiagd} = \frac{|\text{Qmaxd}|}{\sin(\text{alfa})} = \frac{|-5887|}{\sin(38.9)} = 9374 \text{ N}$$

  - Capaciteit diagonaal: Fdiagd = 13200 N (zie 4.4)

  - Controle: 9374 N < 13200 N, dus diagonaal voldoet.

- Controle op trek:
  - Maatgevende dwarskracht eindvelden: Qmaxt = 7370 N (zie tabel 3.13.5.1)

$$\text{Ndiagt} = \frac{\text{Qmaxt}}{\sin(\text{alfa})} = \frac{7370}{\sin(38.9)} = 11736 \text{ N}$$

  - Capaciteit diagonaal eindvelden: Fdiagt = 36175 N (zie 4.4)

  - Controle: 11736 N < 36175 N, dus diagonaal voldoet.

Conclusie:
- Diagonalen in eindvelden (RD14.0 mm) voldoen qua trek/druk
  bij B.C.6: b1) Dead load + Wind (Cpi negative, Cpe 1st bay up wind)

3.13.5.4 Controle van de (las)verbindingen:

	Diagonalen eindvelden		Diagonalen middenvelden	
	Nd = 9374 N Nt = 11736 N		Nd = - 0 N Nt = 0 N	
	Fstev = 9133 N Fstlo = 7370 N Msdt = 46620.3 Nm Fsdev = 7295 N		Fstev = 0 N Fstlo = 0 N Msdt = 0.00 Nm Fsdev = 0 N	
	bovenrand	onderrand	bovenrand	onderrand
Tau1	39.35 N/mm²	39.35 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
Tau2	30.44 N/mm²	30.44 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
Sgm1	39.35 N/mm²	39.35 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
SgmWst	54.69 N/mm²	54.69 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
UC1	0.26	0.26	0.00	0.00
UC2	0.14	0.14	0.00	0.00
SgmWsd	24.32 N/mm²	24.32 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
UC3	0.12	0.12	0.00	0.00
Nt1	24371 N	45778 N	24371 N	45778 N
knd	1.00	1.00	1.00	1.00
Nd1	24371 N	45778 N	24371 N	45778 N
UCt1	0.48	0.27	0.00	0.00
UCd1	0.38	0.22	0.00	0.00
UClas	0.26	0.26	0.00	0.00
UCdia	0.48	0.27	0.00	0.00
UCgeo	0.48	0.46	0.48	0.46
UClas	0.26		0.00	
UCdia	0.50		0.50	

Conclusie:
- Lassen: UClas = 0.26 <= 1.00 dus: voldoen
- Aansluitingen: UCdia = 0.50 <= 1.00 dus: voldoen

Eindconclusie:
- Aansluiting diagonalen voldoet
  bij B.C.6: b1) Dead load + Wind (Cpi negative, Cpe 1st bay up wind)

3.13.5.4 Controle van de dekgording (de 1e rij tralies)

- Belastingscombinatie met alleen eigen gewicht kasdek, wind en sneeuw
  Qg,links = [32 + 500 *(-1.07-(-0.30))/cos(27.0) + 0] * 9.60 /[2*(1+1)] = -0.959 Nm
  Qg,rechts = [32 + 500 *(-1.00-(-0.30))/cos(27.0) + 0] * 9.60 /[2*(1+1)] = -0.865 Nm
  Qg= max(|Qg,links| ; |Qg,rechts|) = 0.959 Nm

- Vervormingseis dekgordingen volgens EN 13031-1:
  dtoel2 = min(4000/(650 - 100*min(4000/1125;5)); 4000/150; 30) = 13.6 mm
- Hieruit volgt een minimaal traagheidsmoment (ligger op 3 steunpunten):
  Ixg,bc = 2/384 * (Qg * 40004) / (Estaal,g * dtoel2) = 448388 mm4

- Minimaal traagheidsmoment dekgording:
  Ixgmin = max(Ixg,eg, Ixg,bc) = max(91429 , 448388) = 448388 mm4

3.13.5.4 Controle van de gordingverticaal

- Controle veerstijfheid gordingverticaal
  De onderrand wordt geschematiseerd als een ligger van goot naar nok.
  - Veerstijfheid gordingprofiel:
    kgord = 4 * Estaal,g * Ixgmin / (390 ² * 4000) = 619.1 N/mm
  - Veerstijfheid gordingverticaal:
    k0gvert = 1826.1 N/mm (zie 4.7)

    De veerstijfheid van de verticaal is ten minste zo groot als 100% van
    de veerstijfheid van de inklemming van de gording.

  - Controle: 1826.1 N/mm > 619.1 N/mm, dus gordingverticaal voldoet.

- Plaatsvastheid van de gordingverticaal bij de onderrand
  Omdat de aansluiting van de gording aan de tralie in het algemeen goed
  momentvast is uitgevoerd, kan de volledige stijfheid van de gording in
  rekening worden gebracht.

  - Veerstijfheid gordingprofiel:
    kgord = 4 * Estaal,g * 448388 / (390 ² * 4000) = 619.1 N/mm

  - Veerstijfheid van de aansluiting van de onderrand-gording "uit het vlak":
    Hoekverdraaiing door gording en inklemming opzetkolom:

$$V2 = \frac{2*vak}{4*Eg*Ig} = \frac{2 * 4000}{4 * 210000 * 448388} = 21.2 \ *10\text{-}9 \ 1/Nmm$$

    Hoekverdraaiing door moment bij onderrand door bovenrand:

$$V3 = \frac{bkap}{2*(ngord+1)*\cos(27.0)*Gbr*Itbr*2} = \frac{9600}{2*(1+1)*\cos(27.0)* 80769* 92298*2} = 180.7 \ *10\text{-}9 \ 1/Nmm$$

    Hoekverdraaiing door puntlast bij gordingverticaal:

$$V4 = \frac{ht;net^2}{3 * Egv * Igv} = \frac{330^2}{3 * 210000 * 104167} = 1659.4 \ *10\text{-}9 \ 1/Nmm$$

    Moment bij bovenrand

$$MBr = \frac{V2 * hspant}{V2 + V3} = \frac{21.2 * 390}{21.2 + 180.7} = 41.0 \ Nm$$

    Moment bij gording Mozk = hspant - Mbr = 390 - 41 = 349 Nmm

    Geeft de veerstijfheid ter plaatse van de bovenrand:

$$kor = \frac{1}{V4*ht;nett + V2*hspant^2 + V2*hspant*-Mbr} = \frac{1}{1659.4*330 + 21.2*390^2 + 21.2*390*(-41)} = 290.8 \ N/mm$$

    Vereiste kritische veerstijfheid: kcr = 28.3 N/mm (zie 4.8)

  - Controle: 290.8 N/mm > 28.3 N/mm, dus veerstijfheid voldoet.

- Controle op knik:
  - Maatgevende verticale kracht: Ngv = Fvg = 0 N
  - Capaciteit van de verticaal : Fgvertd = 69549 N (zie 4.6)

  - Controle: 0 N > 69549 N, dus gordingverticaal voldoet.

Conclusie:
- Gordingverticaal voldoet qua sterkte/stabiliteit en stijfheid
  bij B.C.6: b1) Dead load + Wind (Cpi negative, Cpe 1st bay up wind)

3.13.5.5 Controle van de bouten van de spant-kolom-aansluiting:

Controle van de krachten op de bout(en) bij de bovenrand:

Tabel 3.13.5.5.1: Belastingen bij bovenrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Spant-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Nt [N]	Ft,br [N]	Fs,br [N]	Fi,br [N]
0.00	4307	-46	-5683	0	0	-5053	7146
9.60	13618	1084	7166	0	0	-6631	9378
96.00	1144	95	-158	0	0	-162	230
105.6	-542	-64	-155	0	1190	153	1210

Gegevens van de eindplaat bij de bovenrand:
- Aantal bouten bij de bovenrand: nbb = 1
- Momenten-arm bij bovenrand: hbbout = 458 mm
- Hellingshoek van het spant: alpha = 27.0 graden
- Nt is de trekkracht in de trekstang van het spant
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Normaalkracht: $Ft = \frac{N\cos(alpha) + sn*Q*\sin(alpha)}{2 * nbb} - \frac{M}{hbbout} + \frac{Nt}{2}$ met Ft>=0N
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * -N*sin(alpha) + sn*Q*cos(alpha)
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,br max = 9378 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbtb max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 9378 N < 33926 N, dus bout bij bovenrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.6: b1) Dead load + Wind (Cpi negative, Cpe 1st bay up wind)

Controle van de krachten op de bout(en) bij de onderrand:

Tabel 3.13.5.5.2: Belastingen bij onderrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Spant-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Nt [N]	Ft,or [N]	Fs,or [N]	Fi,or [N]
0.00	4307	-46	-5683	0	4995	-5053	8719
9.60	13618	1084	7166	0	17296	-6631	19675
96.00	1144	95	-158	0	1504	-162	1521
105.6	-542	-64	-155	0	0	153	216

Gegevens van de eindplaat bij de onderrand:
- Aantal bouten bij de onderrand: nbo = 2
- Momenten-arm bij onderrand: hobout = 762 mm
- Hellingshoek van het spant: alfa = 27.0 graden
- Nt is de trekkracht in de trekstang van het spant
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * -N*sin(alpha) + sn*Q*cos(alpha)
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,or max = 19675 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbto max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 19675 N < 33926 N, dus bout bij onderrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.6: b1) Dead load + Wind (Cpi negative, Cpe 1st bay up wind)

3.13.5.5 Controle van de eindplaat op pons:

Bij de boutverbinding van de bovenrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxb = 1.2 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capb = 80 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 1.2 kN < 80 kN, dus eindplaat (ST50*10.0) voldoet
zonder onderlegring bij de bovenste bout
bij B.C.6: b1) Dead load + Wind (Cpi negative, Cpe 1st bay up wind)

Bij de boutverbinding van de onderrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxo = 17.3 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capo = 80 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 17.3 kN < 80 kN, dus eindplaat (ST50*10.0) voldoet
zonder onderlegring bij de onderste bout
bij B.C.6: b1) Dead load + Wind (Cpi negative, Cpe 1st bay up wind)

3.13.5.5 Controle van de eindplaat op buiging:

Tabel 3.13.5.5.4.1: Belastingen van de eindplaat van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Spant-kracht	Normaal-kracht	Normaal-kracht
x	M	N	Q	Nt	Ftrb	Ftro
[m]	[Nm]	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]
0.00	4307	-46	-5683	0	0	10652
9.60	13618	1084	7166	0	0	36683
96.00	1144	95	-158	0	0	3184
105.6	-542	-64	-155	0	1513	0

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de bovenrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftrb = \frac{N*\cos(alpha) + sn*Q*\sin(alpha)}{2} - \frac{M}{ht,eff} \text{ met } Ftrb>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftrb(max) * e = 0.5 * 1513 * 25.0 = 19 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 1987 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 19 Nm < 1987 Nm, dus eindplaat (ST50*10.0) voldoet
bij B.C.6: b1) Dead load + Wind (Cpi negative, Cpe 1st bay up wind)

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de onderrand:
- Normaalkracht : Ftbout(2) = 17.3 * 367.7 /472.7 = 13.5 kN
- Normaalkracht : Ftbout(1) = 17.3 * 472.7 /472.7 = 17.3 kN
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * max(Ftbout(2) * e(2), Ftbout(1) * e(1))
= 0.5 * max(13.5 * 25 , 17.3 * 50) = 432 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 2683 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 432 Nm < 2683 Nm, dus eindplaat (ST50*10.0) voldoet
bij B.C.6: b1) Dead load + Wind (Cpi negative, Cpe 1st bay up wind)

De lasverbindingen tussen eindplaat met resp. de boven- en onderrand
zijn niet gecontroleerd.

3.13.5.6 Controle van de bouten van de nokaansluiting:

Controle van de krachten op de bout(en) bij de bovenrand:

Tabel 3.13.5.6.1: Belastingen bij bovenrand van de nokaansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,br [N]	Fs,br [N]	Fi,br [N]
4.80	-13616	304	-971	36512	796	36530
4.80	-13616	1435	2945	36568	2298	36712
100.8	329	446	-145	0	28	39
100.8	329	286	-168	0	-215	304

Gegevens van de nokplaat bij de bovenrand:
- Aantal bouten bij de bovenrand: nbb = 1
- Momenten-arm bij bovenrand: hbbout = 372 mm
- Hellingshoek van het spant: alpha = 27.0 graden
- Teken dwarskracht bij eindpositie sn=+1 en bij beginpositie sn=-1

$$\text{- Normaalkracht: } Ft = \frac{N\cos(alpha) + sn\,Q\sin(alpha)}{2 * nbb} - \frac{M}{hbbout} \quad \text{met } Ft>=0N$$

- Schuifkracht: Fs = 0.5 * -N*sin(alpha) - sn*Q*cos(alpha)
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,br max = 36712 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbtb max = 42408 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 36712 N < 42408 N, dus bout bij bovenrand (M10-10.9) voldoet.
bij B.C.6: b1) Dead load + Wind (Cpi negative, Cpe 1st bay up wind)

Controle van de krachten op de bout(en) bij de onderrand:

Tabel 3.13.5.6.2: Belastingen bij onderrand van de nokaansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,or [N]	Fs,or [N]	Fi,or [N]
4.80	-13616	304	-971	0	796	1126
4.80	-13616	1435	2945	0	2298	3250
100.8	329	446	-145	1050	28	1050
100.8	329	286	-168	1050	-215	1093

Gegevens van de nokplaat bij de onderrand:
- Aantal bouten bij de onderrand: nbo = 1
- Momenten-arm bij onderrand: hobout = 372 mm
- Hellingshoek van het spant: alfa = 27.0 graden
- Teken dwarskracht bij eindpositie sn=+1 en bij beginpositie sn=-1

$$\text{- Normaalkracht: } Ft = \frac{N\cos(alpha) + sn\,Q\sin(alpha)}{2 * nbo} + \frac{M}{hobout} \quad \text{met } Ft>=0N$$

- Schuifkracht: Fs = 0.5 * -N*sin(alpha) - sn*Q*cos(alpha)
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,or max = 3250 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbto max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 3250 N < 33926 N, dus bout bij onderrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.6: b1) Dead load + Wind (Cpi negative, Cpe 1st bay up wind)

3.13.5.6 Controle van de nokplaat op pons:
Bij de boutverbinding van de bovenrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxb = 36.6 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de nokplaat: Fp,capb = 96 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 36.6 kN < 96 kN, dus nokplaat (ST50*12.0) voldoet
zonder onderlegring bij de bovenste bout
bij B.C.6: b1) Dead load + Wind (Cpi negative, Cpe 1st bay up wind)

Bij de boutverbinding van de onderrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxo = 1.0 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de nokplaat: Fp,capo = 96 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 1.0 kN < 96 kN, dus nokplaat (ST50*12.0) voldoet
zonder onderlegring bij de onderste bout
bij B.C.6: b1) Dead load + Wind (Cpi negative, Cpe 1st bay up wind)

3.13.5.6 Controle van de nokplaat op buiging:

Tabel 3.13.5.6.4.1: Belastingen van de nokplaat.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Normaal-kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ftrb [N]	Ftro [N]
4.80	-13616	304	-971	37738	0
4.80	-13616	1435	2945	37794	0
100.8	329	446	-145	0	1079
100.8	329	286	-168	0	1079

Resulterende trekkracht in de nokplaat bij de bovenrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftrb = \frac{N*\cos(alpha) + sn*Q*\sin(alpha)}{2} - \frac{M}{ht,eff} \text{ met } Ftrb>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de nokplaat:
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftrb(max) * e = 0.5 * 0 * 25.0 = 472 Nm
- Capaciteit van de nokplaat: Mp,cap = 685 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 472 Nm < 685 Nm, dus nokplaat (ST50*12.0) voldoet
bij B.C.6: b1) Dead load + Wind (Cpi negative, Cpe 1st bay up wind)

Resulterende trekkracht in de nokplaat bij de onderrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftro = \frac{N*\cos(alfa) + sn*Q*\sin(alfa)}{2} + \frac{M}{ht,eff} \text{ met } Ftro>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de nokplaat:
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftro(max) * e = 0.5 * 0 * 25.0 = 13 Nm
- Capaciteit van de nokplaat: Mp,cap = 685 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 13 Nm < 685 Nm, dus nokplaat (ST50*12.0) voldoet
bij B.C.6: b1) Dead load + Wind (Cpi negative, Cpe 1st bay up wind)

De lasverbindingen tussen nokplaat met resp. de boven- en onderrand
zijn niet gecontroleerd.

3.13.6 Controle van de trekstangen

a) Maatgevende trekkracht in de trekstangen Nt = 0 N

Bij de controle berekening wordt ervan uitgegaan dat de trekstaaf geen drukbelasting kan opnemen. In het design model is hiermee rekening gehouden en kan de trekstang niet "op druk" belast worden. In dat geval wordt de krachtsverdeling bepaald alsof er geen trekstang zit.

$$\text{Controle van de sterkte: } \sigma = \frac{N_t}{A} < \sigma_{mae_t}$$

Invullen van de bekende gegevens geeft:

- $\sigma = \frac{0}{229.1} = 0.0$ N/mm²
- controle : 0.0 N/mm² < 268.3 N/mm², dus: sterkte voldoet.

3.13.7 Uitdijen van de kas:

Tabel 3*.1: Waarden over de spanten.

spant	Urel [mm]
1	-18.83
2	0.39
3	-2.38
4	-2.94
5	-2.25
6	-1.99
7	-1.67
8	-1.42
9	-1.13
10	-0.83
11	0.06

Maximale waarde is: -18.83 mm

Uitdijen van de hele kas: -32.98 mm

Toetsing van de bepalende doorsnede (lkx= 4000 mm, lky= 4000 mm):

Toetsing van de bepalende doorsnede (lkx= 7313 mm, lky= 4000 mm):

Toetsing van de bepalende doorsnede (lkx= 7072 mm, lky= 4000 mm):

c) Berekening van de toelaatbare horizontale verplaatsing in :

- Rekening houdend met de glasbreedten :
  - reductiefactor gevel: r1 = 800 / bkg < 2.0;
    800 / 800 = 1.00, dus r1 = 1.00
  - reductiefactor dek : r2 = 1125 / bd < 2.0;
    1125 / 1125 = 1.13, dus r2 = 1.00
  - ugevel = h / 100 * r1 < 50.0 mm;
    4000 / 100 * 1.00 = 35.0 mm, dus ugevel = 57.3 mm
  - udek = 1/200 * v * r2 < 50.0 mm
    1/200 * 4000 * 1.00 = 26.7 mm, dus udek = 61.3 mm
  - utoel-b = ugevel + udek = 57.3 + 61.3 = 57.4 mm
  - utoel = utoel-a < utoel-b < umax; MIN(53.3 , 0.1 , 60.0) = 160.0 mm

3.14 B.C.7: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, wind zone G)

3.14.1 Berekening van de belastingen per spant:

a) Belastingen in gebruikstoestand:
- Permanente belastingen:
  - Eigen gewicht dek : (1.00 * 32) = 32 N/m²
  - Eigen gewicht van de goot: (1.00 * 34)* 4.00 = 136 N
  - E.G. spantbeen 1e spant : (1.00 * 83.3) = 83.3 N/m
  - E.G. spantbeen 2e spant : (1.00 * 85.4) = 85.4 N/m
  - E.G. spantbeen 3e spant : (1.00 * 67.6) = 67.6 N/m
- Variabele belastingen:
  - Vert. puntlast: 0.00*max(1250,1000)+0.00*0 = 0 N
  - Windbelasting : (1.00 * 510 * 0.98) = 500 N/m²
   (fCdim = Cdim;lr*Cdim;par/Cdim = 0.83 *0.85 /0.72 = 0.98)

b) Belastingen in rekentoestand:
- Permanente belastingen:
  - Eigen gewicht dek : (1.00 * 32) = 32 N/m²
  - Eigen gewicht van de goot: (1.00 * 34)* 4.00 = 136 N
  - E.G. spantbeen 1e spant : (1.00 * 83.3) = 83.3 N/m
  - E.G. spantbeen 2e spant : (1.00 * 85.4) = 85.4 N/m
  - E.G. spantbeen 3e spant : (1.00 * 67.6) = 67.6 N/m
- Variabele belastingen:
  - Vert. puntlast: 0.00*max(1250,1000)+0.00*0 = 0 N
  - Windbelasting : (1.28 * 510) = 651 N/m²

c) Bij het bepalen van de knoopcoordinaten is rekening gehouden met
de initiële scheefstand van de kolommen:
- Scheefstand psi = 1/267 (zie EN 1993-1-1)

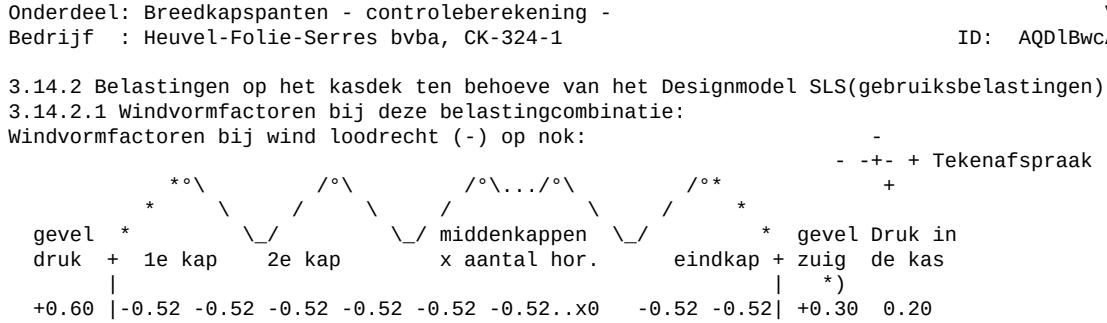
d) Rekenvoorbeeld van de belastingen op knooppunten op de volgende plaatsen:
Knoop k = "effectieve" spanthoogte van de eerste kolom
Knoop g = Eerste gording op de eerste kaphelft

- Horizontale belasting:
  Fk,hor = (4.000 - 0.5*3.701) * (651 *(+0.60-(0.20))) * 4.00 = 0 N
  Fg,hor = -[651 *(-0.52-(0.20))] * tan(27.00)
  * 4.00 * 9.60 / [2*(1+1)] = 0 N

- Verticale belasting:
  Fk,vert = -0.5*(32 + 0 + [651 *(-0.52-(0.20))] + 0 + 0)
  * 4.00 * 9.60 / [2*(1+1)] - 136 = 1974 N
  Fg,vert = -(32 + 0 + [651 *(-0.52-(0.20))] + 0 + 0)
  * 4.00 * 9.60 / [2*(1+1)] + 0 = 4220 N

e) Belastingen op gordingen:
Berekening van het minimaal traagheidsmoment van de dekgording
op alle spanten in gebruikstoestand.
- Belastingssituatie met alleen eigen gewicht kasdek
  Qg1 = 32 * 9.60 / [2*(1+1)] = 77 Nm
- Vervormingseis dekgordingen volgens EN 13031-1:
  dtoel1 = min(4000/750, 6) = 5.3 mm
- Hieruit volgt een minimaal traagheidsmoment (ligger op 3 steunpunten):
  Ixgmin = 2/384 * (Qg1 * 40004) / (Estaal,g * dtoel1) = 91429 mm4

3.14.2 Belastingen op het kasdek ten behoeve van het Designmodel SLS(gebruiksbelastingen):
3.14.2.1 Windvormfactoren bij deze belastingcombinatie:
Windvormfactoren bij wind loodrecht (-) op nok:



3.14.2.2 Belastingfactoren bij deze belastingcombinatie:

Belastingfactoren	gebruikstoestand	rekentoestand
Eigen gewicht	1.00	1.00
Installaties	0.00	0.00
Sneeuw	0.00	0.00
Wind	1.00	1.28
gewas	0.00	0.00

3.14.2.3 Gesommeerde belastingen op de omhulling van de kas per vakmaat:
Belastingen gebruikstoestand SLS per vakmaat (4.000 m):

Tralie	neerwaarts	qtral = fi*qinstall + fp*qtral + fg*qgewas	
		= 0.00*280.0 + 1.00*95.8 + 0.00*0.0	qtral = 95.8 N/m
Goot	zijgevel	Fgt.s = fp*qgoot.s = 1.00*68.0	Fgt.s = 68 N
	middengoot	Fgt.m = fp*qgoot.m = 1.00*136.0	Fgt.m = 136 N
Kasdek	evenwijdig	qdek.E = [fp*qdek + fs*qsneew]*sin(dek)	
		= [1.00*114.0 + 0.00*0.0]*sin(27.0)	qdek.E = 51.8 N/m
	loodrecht	qdek.L = [fp*qdek + fs*qsneew]*cos(dek)	
		= [1.00*114.0 + 0.00*0.0]*cos(27.0)	qdek.L = 101.6 N/m
	+ wind per kaphelft	= qdek.L + fw*qwinds*(cpe-cpi)	
	- 1e kaphelft	= 101.6 + 1.00*2041.9*(-0.52-0.20)	qdek.L1 = -1377.7 N/m
	- 2e kaphelft	= 101.6 + 1.00*2041.9*(-0.52-0.20)	qdek.L2 = -1377.7 N/m
	- 3e kaphelft	= 101.6 + 1.00*2041.9*(-0.52-0.20)	qdek.L3 = -1377.7 N/m
	- 4e kaphelft	= 101.6 + 1.00*2041.9*(-0.52-0.20)	qdek.L4 = -1377.7 N/m
	- Middenkap links	= 101.6 + 1.00*2041.9*(-0.52-0.20)	qdek.Lm1 = -1377.7 N/m
	- Middenkap rechts	= 101.6 + 1.00*2041.9*(-0.52-0.20)	qdek.Lm2 = -1377.7 N/m
	- Eindkap links	= 101.6 + 1.00*2041.9*(-0.52-0.20)	qdek.Le1 = -1377.7 N/m
	- Eindkap Rechts	= 101.6 + 1.00*2041.9*(-0.52-0.20)	qdek.Le2 = -1377.7 N/m
	+ windwrijving nok	= Cfp,h*fi*qwind*vakmaat*bkap/hkap*cscd'	
	- middenkap FhwCpf	= 0.03*1.00*510.5 *4.0 *9.6/2.45*0.70	FhwCpf = 169 N
Zijgevel	windzijde FhwF.gt	= fw*Fhw.gt*(cp1-cpi)	
	goothoogte	= 1.00*4413.5*(0.6 -0.2)	Fhw.gt = 1765 N
	windzijde FhwF.fh	= fw*Fhw.fh*(cp1-cpi)	
	fundatiehoogte	= 1.00*3754.0*(0.6 -0.2)	Fhw.fh = 1502 N
Zijgevel	loefzijde FhwL.gt	= fw*Fhw.gt*(cp1+cpi)	
	goothoogte	= 1.00*4413.5*(0.3 +0.2)	Fhw.gt = 2207 N
	loefzijde FhwL.fh	= fw*Fhw.fh*(cp1+cpi)	
	fundatiehoogte	= 1.00*3754.0*(0.3 +0.2)	Fhw.fh = 1877 N

Belastingen rekentoestand ULS per vakmaat (4.000 m):

Tralie	neerwaarts qtral = fi*qinstall + fp*qtral + fg*qgewas		
	= 0.00*280.0 + 1.00*95.8 + 0.00*0.0	qtral =	95.8 N/m
Goot	zijgevel Fgt.s = fp*qgoot.s = 1.00*68.0	Fgt.s =	68 N
	middengoot Fgt.m = fp*qgoot.m = 1.00*136.0	Fgt.m =	136 N
Kasdek	evenwijdig qdek.E = [fp*qdek + fs*qsneew]*sin(dek)		
	= [1.00*114.0 + 0.00*0.0]*sin(27.0)	qdek.E =	51.8 N/m
	loodrecht qdek.L = [fp*qdek + fs*qsneew]*cos(dek)		
	= [1.00*114.0 + 0.00*0.0]*cos(27.0)	qdek.L =	101.6 N/m
	+ wind per kaphelft = qdek.L + fw*qwinds*(cpe-cpi)		
	- 1e kaphelft = 101.6 + 1.28*2041.9*(-0.52-0.20)	qdek.L1 =	-1784.6 N/m
	- 2e kaphelft = 101.6 + 1.28*2041.9*(-0.52-0.20)	qdek.L2 =	-1784.6 N/m
	- 3e kaphelft = 101.6 + 1.28*2041.9*(-0.52-0.20)	qdek.L3 =	-1784.6 N/m
	- 4e kaphelft = 101.6 + 1.28*2041.9*(-0.52-0.20)	qdek.L4 =	-1784.6 N/m
	- Middenkap links = 101.6 + 1.28*2041.9*(-0.52-0.20)	qdek.Lm1 =	-1784.6 N/m
	- Middenkap rechts = 101.6 + 1.28*2041.9*(-0.52-0.20)	qdek.Lm2 =	-1784.6 N/m
	- Eindkap links = 101.6 + 1.28*2041.9*(-0.52-0.20)	qdek.Le1 =	-1784.6 N/m
	- Eindkap Rechts = 101.6 + 1.28*2041.9*(-0.52-0.20)	qdek.Le2 =	-1784.6 N/m
	+ windwrijving nok = Cfp,h*fi*qwind*vakmaat*bkap/hkap*cscd		
	- middenkap FhwCpf = 0.03*1.28*510.5 *4.0 *9.6/2.45*0.72	FhwCpf =	221 N
Zijgevel	windzijde FhwF.gt = fw*Fhw.gt*(cp1-cpi)		
	goothoogte = 1.28*4413.5*(0.6 -0.2)	Fhw.gt =	2251 N
	windzijde FhwF.fh = fw*Fhw.fh*(cp1-cpi)		
	fundatiehoogte = 1.28*3754.0*(0.6 -0.2)	Fhw.fh =	1915 N
Zijgevel	loefzijde FhwL.gt = fw*Fhw.gt*(cp1+cpi)		
	goothoogte = 1.28*4413.5*(0.3 +0.2)	Fhw.gt =	2814 N
	loefzijde FhwL.fh = fw*Fhw.fh*(cp1+cpi)		
	fundatiehoogte = 1.28*3754.0*(0.3 +0.2)	Fhw.fh =	2393 N

Tabel 3.14.2.4: Knoopbelastingen, oplegreacties en knoopverplaatsingen:

	Knoopbelastingen Rekentoestand		Oplegreacties		Knoopverplaatsingen gebruikstoestand			
nr.	X-as [mm]	Y-as [mm]	X-as [N]	Y-as [N]	X-as [N]	Y-as [N]	X-verpl [mm]	Y-verpl [mm]	U_lijn [mm]
	Horiz.	Vert.	Horiz.	Vert.	Horiz.	Vert.	Horiz.	Vert.	
1	-0.013	0.000	1927	0	-3112	-7071	0.00	0.00	0.000
2	0.000	3.701	1085	1974			50.87	-0.08	0.000
3	2.400	4.924	-2307	4220			46.47	8.63	-3.313
4	4.800	6.147	0	4220			45.09	11.43	0.000
5	7.200	4.924	2307	4220			42.82	6.89	-1.250
6	9.587	0.000			-670	-17242	0.00	0.00	0.000
7	9.600	3.701	0	4084			39.42	0.12	0.000
8	12.000	4.924	-2307	4220			38.97	1.11	0.698
9	14.400	6.147	0	4220			37.90	3.33	0.000
10	16.800	4.924	2307	4220			37.57	2.59	-0.978
11	19.187	0.000			-694	-15503	0.00	0.00	0.000
12	19.200	3.701	0	4084			36.35	0.11	0.000
13	21.600	4.924	-2307	4220			34.56	3.78	-0.545
14	24.000	6.147	0	4220			33.27	6.48	0.000
15	26.400	4.924	2307	4220			32.34	4.49	-1.320
16	28.787	0.000			-557	-16068	0.00	0.00	0.000
17	28.800	3.701	0	4084			30.20	0.14	0.000
18	31.200	4.924	-2307	4220			28.90	2.87	-0.240
19	33.600	6.147	0	4220			27.83	5.18	0.000
20	36.000	4.924	2307	4220			27.20	3.75	-1.225
21	38.387	0.000			-482	-15950	0.00	0.00	0.000
22	38.400	3.701	0	4084			25.45	0.15	0.000
23	40.800	4.924	-2307	4220			24.17	2.86	-0.408
24	43.200	6.147	0	4220			23.27	4.84	0.000
25	45.600	4.924	2307	4220			22.72	3.53	-1.159
26	47.987	0.000			-405	-15982	0.00	0.00	0.000
27	48.000	3.701	0	4084			21.10	0.17	0.000
28	50.400	4.924	-2307	4220			19.94	2.67	-0.454
29	52.800	6.147	0	4220			19.19	4.36	0.000
30	55.200	4.924	2307	4220			18.73	3.24	-1.093
31	57.587	0.000			-338	-15983	0.00	0.00	0.000
32	57.600	3.701	0	4084			17.28	0.18	0.000
33	60.000	4.924	-2307	4220			16.18	2.57	-0.520
34	62.400	6.147	0	4220			15.56	4.03	0.000
35	64.800	4.924	2307	4220			15.17	3.04	-1.048
36	67.187	0.000			-277	-15973	0.00	0.00	0.000
37	67.200	3.701	0	4084			13.84	0.19	0.000
38	69.600	4.924	-2307	4220			12.82	2.43	-0.571
39	72.000	6.147	0	4220			12.33	3.64	0.000
40	74.400	4.924	2307	4220			12.01	2.77	-0.954
41	76.787	0.000			-227	-16035	0.00	0.00	0.000
42	76.800	3.701	0	4084			10.82	0.21	0.000
43	79.200	4.924	-2307	4220			9.76	2.53	-0.626
44	81.600	6.147	0	4220			9.27	3.74	0.000
45	84.000	4.924	2307	4220			9.00	2.95	-1.097
46	86.387	0.000			-155	-15703	0.00	0.00	0.000
47	86.400	3.701	0	4084			7.73	0.21	0.000
48	88.800	4.924	-2307	4220			7.35	1.14	-0.391
49	91.200	6.147	0	4220			7.32	1.37	0.000
50	93.600	4.924	2307	4220			7.22	0.97	-0.187
51	95.987	0.000			-200	-16690	0.00	0.00	0.000
52	96.000	3.701	0	4084			6.93	0.23	0.000
53	98.400	4.924	-2307	4220			5.31	3.60	-0.615
54	100.800	6.147	0	4220			4.26	5.88	0.000
55	103.200	4.924	2307	4220			4.07	5.33	-2.620
56	105.587	0.000	2409	0	-2256	-7095	0.00	0.00	0.000

Tabel 3.14.2.5: Staafbelastingen, momenten, normaal- en dwarskrachten

				B E G I N			E I N D		
Staaf nr.	Profiel	X-as [N/m]	Y-as [N/m]	Normaal [N]	Dwarskr [N]	Moment [Nm]	Normaal [N]	Dwarskr [N]	Moment [Nm]
		Horizontaal	Verticaal						
1	RHBK100*50*3.0			7076	1159	-0	7076	1159	4291
2	1e Spant	-37.8	-74.2	2403	-4497	4291	2505	-4697	-8090
3	1e Spant	-37.8	-74.2	2644	110	-8090	2746	-90	-8062

4	1e Spant	37.8	-74.2	3457	1485	-8062	3356	1285	-4331
5	1e Spant	37.8	-74.2	3216	6092	-4331	3114	5892	11810
6	RHBK50*30*1.5			0	0	0	0	0	0
7	RHBK100*50*3.0			17244	607	-0	17244	607	2248
8	2e Spant	-38.8	-76.1	3634	-5437	14058	3738	-5642	-863
9	2e Spant	-38.8	-76.1	3878	-835	-863	3982	-1040	-3389
10	2e Spant	38.8	-76.1	3415	-73	-3389	3310	-278	-3863
11	2e Spant	38.8	-76.1	3171	4529	-3863	3066	4324	8059
12	RHBK50*30*1.5			0	0	0	0	0	0
13	RHBK100*50*3.0			15506	638	0	15506	638	2360
14	Midden Spant	-30.7	-60.3	4107	-4838	10420	4190	-5000	-2831
15	Midden Spant	-30.7	-60.3	4329	-193	-2831	4412	-356	-3571
16	Midden Spant	30.7	-60.3	4221	-19	-3571	4138	-181	-3840
17	Midden Spant	30.7	-60.3	3999	4626	-3840	3916	4464	8402
18	RHBK50*30*1.5			0	0	0	0	0	0
19	RHBK100*50*3.0			16069	499	-0	16069	499	1849
20	Midden Spant	-30.7	-60.3	4628	-4633	10251	4711	-4795	-2447
21	Midden Spant	-30.7	-60.3	4850	12	-2447	4933	-151	-2634
22	Midden Spant	30.7	-60.3	4693	-320	-2634	4611	-482	-3714
23	Midden Spant	30.7	-60.3	4471	4325	-3714	4388	4163	7717
24	RHBK50*30*1.5			0	0	0	0	0	0
25	RHBK100*50*3.0			15951	425	0	15951	425	1572
26	Midden Spant	-30.7	-60.3	5029	-4357	9289	5111	-4519	-2665
27	Midden Spant	-30.7	-60.3	5251	288	-2665	5333	125	-2109
28	Midden Spant	30.7	-60.3	5152	-481	-2109	5069	-644	-3625
29	Midden Spant	30.7	-60.3	4930	4163	-3625	4847	4001	7370
30	RHBK50*30*1.5			0	0	0	0	0	0
31	RHBK100*50*3.0			15984	347	0	15984	347	1285
32	Midden Spant	-30.7	-60.3	5375	-4145	8655	5458	-4307	-2729
33	Midden Spant	-30.7	-60.3	5597	499	-2729	5680	337	-1602
34	Midden Spant	30.7	-60.3	5527	-637	-1602	5444	-799	-3537
35	Midden Spant	30.7	-60.3	5305	4007	-3537	5222	3845	7039
36	RHBK50*30*1.5			0	0	0	0	0	0
37	RHBK100*50*3.0			15984	281	0	15984	281	1039
38	Midden Spant	-30.7	-60.3	5662	-3964	8078	5745	-4126	-2816
39	Midden Spant	-30.7	-60.3	5884	681	-2816	5967	519	-1201
40	Midden Spant	30.7	-60.3	5843	-763	-1201	5760	-925	-3475
41	Midden Spant	30.7	-60.3	5620	3882	-3475	5538	3719	6762
42	RHBK50*30*1.5			0	0	0	0	0	0
43	RHBK100*50*3.0			15974	219	-0	15974	219	811
44	Midden Spant	-30.7	-60.3	5890	-3802	7574	5973	-3964	-2886
45	Midden Spant	-30.7	-60.3	6113	843	-2886	6195	680	-835
46	Midden Spant	30.7	-60.3	6108	-853	-835	6025	-1015	-3350
47	Midden Spant	30.7	-60.3	5885	3792	-3350	5803	3630	6646
48	RHBK50*30*1.5			0	0	0	0	0	0
49	RHBK100*50*3.0			16036	169	0	16036	169	626
50	Midden Spant	-30.7	-60.3	6102	-3718	7272	6185	-3880	-2962
51	Midden Spant	-30.7	-60.3	6324	927	-2962	6407	764	-685
52	Midden Spant	30.7	-60.3	6300	-975	-685	6217	-1137	-3528
53	Midden Spant	30.7	-60.3	6078	3670	-3528	5995	3508	6139
54	RHBK50*30*1.5			0	0	0	0	0	0
55	RHBK100*50*3.0			15704	98	-0	15704	98	363
56	2e Spant	-38.8	-76.1	6099	-3371	6502	6204	-3576	-2854
57	2e Spant	-38.8	-76.1	6343	1231	-2854	6447	1026	186
58	2e Spant	38.8	-76.1	6535	-853	186	6431	-1058	-2389
59	2e Spant	38.8	-76.1	6292	3749	-2389	6187	3544	7433
60	RHBK50*30*1.5			0	0	0	0	0	0
61	RHBK100*50*3.0			16691	140	-0	16691	140	517
62	1e Spant	-37.8	-74.2	6671	-4053	7949	6773	-4253	-3238
63	1e Spant	-37.8	-74.2	6912	554	-3238	7014	354	-2016
64	1e Spant	37.8	-74.2	6325	-1707	-2016	6223	-1907	-6883
65	1e Spant	37.8	-74.2	6083	2900	-6883	5981	2700	659
66	RHBK50*30*1.5			0	0	0	0	0	0
67	RHBK100*50*3.0			7095	-178	0	7095	-178	-659

3.14.3 De krachtsverdeling in de 1e rij tralies:

Tabel 3.14.3.1: Momentenlijn, normaal- en dwarskrachtenlijn.

Positie	Momentenlijn	Normaal-krachtenlijn		Dwars-krachtenlijn	
x in [m]	M(x) in [Nm]	N(x) in [N]		Q(x) in [N]	
begin - eind	(+ = U/- =)	(+ = trek)		(+ = ~~~___)	
0.00 - 2.40	4291	-8090	2403	2505	-4497	-4697
2.40 - 4.80	-8090	-8062	2644	2746	110	-90
4.80 - 7.20	-8062	-4331	3457	3356	1485	1285
7.20 - 9.60	-4331	11810	3216	3114	6092	5892
96.00 - 98.40	7949	-3238	6671	6773	-4053	-4253
98.40 - 100.8	-3238	-2016	6912	7014	554	354
100.8 - 103.2	-2016	-6883	6325	6223	-1707	-1907
103.2 - 105.6	-6883	659	6083	5981	2900	2700

3.14.3.1 Controle van de stijfheid van het spant:

De toelaatbare doorbuiging van alle spanten wordt bepaald per spantbeen:
- uvtoel = 5387 / 250 < 30.0 mm, dus: uvtoel = 21.5 mm

Uit de U-lijn is de maximale doorbuiging:
- doorbuiging umax = -3.31 mm

- Controle van de 1e rij tralies:
  Doorbuiging: |-3.3 | mm < 21.5 mm,   dus: voldoet.
  bij B.C.7: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, wind zone G)

3.14.3.2 Controle van de bovenrand:

3.14.3.2 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de bovenrand:

- De normaalkracht in de bovenrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = -M/0.3600 + N/2   (voor N en M, zie 3.14.3.1)
    met: Effectieve spanthoogte: 360.0 mm

- De normaalkracht in de bovenrand wordt bij de eindplaten van de nok en de kolomaansluiting gereduceerd met de normaalkracht in de diagonaal (einddiagonaal sluit aan bij eindplaat ter plaatse van de bovenrand)
  - Reductie: Nred = Nd - Q/tan(38.9) plaats van eindplaat naar gording
  - Reductie: Nred = Nd + Q/tan(38.9) plaats van gording naar eindplaat
    (voor de dwarskracht Q zie tabel 3.14.3.1)

Tabel 3.14.32: Normaalkrachtenverloop in de bovenrand.

Plaats	Normaalkracht in [N] (trek = positief)	Systeem-lengte
x in [m]	Spant	[mm]
0.00 - 2.40	-5146	23726	2694
2.40 - 4.80	23795	23657	2694
4.80 - 7.20	22284	13708	2694
7.20 - 9.60	13638	-23946	2694
96.00 - 98.40	-13724	12380	2694
98.40 - 100.8	12450	9545	2694
100.8 - 103.2	10877	22231	2694
103.2 - 105.6	22161	4506	2694

3.14.3.2 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Nadrukkelijk wordt vermeld, dat onderstaande stabiliteits-berekeningen alleen voldoen bij toepassing van specifieke stabiliteits-voorzieningen ter plaatse van de gordingen:

- fixatie van de boven- en onderrand rand uit het vlak van het spant, door windverbanden tussen de gordingen in het eerste en laatste vak van een gootlengte en momentvaste koppelingen tussen gordingen en bovenrand

Tabel 3.14.3.2:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de bovenrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-bepaling begin-eind	Normaalkrachten (trek = positief) [N] "begin"	Normaalkrachten (trek = positief) [N] "einde"	Rand-voor-waar-den	Knfct staaf-lengte ßm×ßn	Knik-lengte [mm]	Klasse	Sterkte UC	Stab. UC
0.00- 2.40	-5146	23726	e-g	0.424	1141	1	0.05	0.08
7.20- 9.60	13638	-23946	g-m	0.400	1077	1	0.24	0.38
96.00-98.40	-13724	12380	m-g	0.494	1330	1	0.14	0.22

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (0.68 - 0.2)*(|-23946 |/(0.736 *99319   /1.0)) = 1.04
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-23946 |/(0.736 *99319   /1.0)) = 1.14
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(1.04   , 1.14   ) = 1.04
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.63

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-23946 |/(0.736 *99319   /1.0)+1.04 *|0.0 |/(1.00*1315.7 /1.0)
           = 0.328 + 0.000 = 0.328
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-23946 |/(0.630 *99319   /1.0)+0.63 *|0.0 |/(1.00*1315.7 /1.0)
           = 0.383 + 0.000 = 0.383

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.328 , 0.383) = 0.383

- controle: 0.38 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.14.3.2 Stabiliteitscontrole in het vlak:

- Maatgevende normaaldrukkracht: Ndmax = -23946 N

- Kniklengte: lky = 1.00 * lveld = 1.00 * 898 = 898 mm
Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
Interactiefactoren volgens bijlage B:
Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
      = 0.90 * (1.0 + (0.85 - 0.2)*(|-23946 |/(0.630 *99319   /1.0)) = 1.12
Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
      = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-23946 |/(0.630 *99319   /1.0)) = 1.18
Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(1.12   , 1.18   ) = 1.12
Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.67

UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
         = |-23946 |/(0.630 *99319   /1.0)+1.12 *|0.0 |/(1.00*978.2 /1.0)
         = 0.383 + 0.000 = 0.383
UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
         = |-23946 |/(0.804 *99319   /1.0)+0.67 *|0.0 |/(1.00*978.2 /1.0)
         = 0.300 + 0.000 = 0.300

Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.383 , 0.300) = 0.383

- controle: 0.38 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.14.3.2 Doorsnede-controle van de bovenrand:

          |NEd| |-23946 |
- UCDruk = ----- = --------- = 0.24
          Nc.Rd   99319

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 23795   N

          |NEd| |23795 |
- UCTrek = ----- = --------- = 0.24
          Nc.Rd   99319

Trek is maatgevend.

- Controle: 0.24 < 1.00, dus de treksterkte voldoet.

Conclusie:
- Bovenrand (RHBK50*30*2.0) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.7: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, wind zone G)

3.14.3.3 Controle van de onderrand:

3.14.3.3 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de onderrand:

- De normaalkracht in de onderrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = M/0.3600 + N/2 (voor N en M, zie 3.14.3.1)
    met: Effectieve spanthoogte: 360.0 mm

Tabel 3.14.33: Normaalkrachtenverloop in de onderrand.

Plaats x in [m]	Normaalkracht in [N] (trek = positief) Spant		Systeem-lengte [mm]
0.00 - 2.40	13121	-21221	2892
2.40 - 4.80	-21151	-21022	2694
4.80 - 7.20	-20667	-10352	2694
7.20 - 9.60	-10422	34362	2892
96.00 - 98.40	25417	-5608	2892
98.40 - 100.8	-5538	-2093	2694
100.8 - 103.2	-2437	-16008	2694
103.2 - 105.6	-16078	4822	2892

3.14.3.3 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Nadrukkelijk wordt vermeld, dat onderstaande stabiliteits-berekeningen
alleen voldoen bij toepassing van specifieke stabiliteits-voorzieningen
ter plaatse van de gordingen:

- fixatie van de boven- en onderrand rand uit het vlak van het spant, door
  windverbanden tussen de gordingen in het eerste en laatste vak van een
  gootlengte en momentvaste koppelingen tussen gordingen en bovenrand

Tabel 3.14.3.3:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de onderrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-bepaling begin-eind	Normaalkrachten (trek = positief) [N] "begin"	"einde"	Rand-voor-waar-den	Knfct staaf-lengte ßm×ßn	Knik-lengte/PlPerc [mm]	Klasse	Sterkte UC	Stab. UC
0.00- 2.40	13121	-21221	e-g	0.439	1270	1	0.14	0.22
2.40- 4.80	-21151	-21022	g-n	0.910	2452	1	0.14	0.49
4.80- 7.20	-20667	-10352	n-g	0.795	2140	1	0.14	0.39
7.20- 9.60	-10422	34362	g-m	0.586	1694	1	0.07	0.14
96.00-98.40	25417	-5608	m-g	0.529	1531	1	0.04	0.07
98.40-100.8	-5538	-2093	g-n	0.770	2074	1	0.04	0.10
100.8-103.2	-2437	-16008	n-g	0.701	1887	1	0.11	0.25
103.2-105.6	-16078	4822	g-e	0.552	1596	1	0.11	0.21

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (1.60 - 0.2)*(|-21151 |/(0.284 *151063 /1.0)) = 1.52
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-21151 |/(0.284 *151063 /1.0)) = 1.26
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(1.52   , 1.26   ) = 1.26
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.75

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-21151 |/(0.284 *151063 /1.0)+1.26 *|0.0 |/(1.00*1879.0 /1.0)
           = 0.494 + 0.000 = 0.494
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-21151 |/(0.721 *151063 /1.0)+0.75 *|0.0 |/(1.00*1879.0 /1.0)
           = 0.194 + 0.000 = 0.194

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.494 , 0.194) = 0.494

- controle: 0.49 < 0.95, dus de stabiliteit voldoet.

3.14.3.3 Stabiliteitscontrole in het vlak (nabij de kolom-aansluitingen):

- Maatgevend: Ndmax = N + |Q|/tan(alfa) = -21221 + |-4697 |/tan(38.9) = -21221 N
  (N.B.: 1e drukdiagonaal reduceert de normaaldrukkracht in de onderrand)

- Kniklengte: lky = 0.80*lveld = 0.80 * 898 = 718 mm

  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.40 (het profiel is geschoord).
  M1 = 0.00 , M2 = 0.00 , Ms = 0.00 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.40 * (1.0 + (0.71 - 0.2)*(|-21221 |/(0.721 *151063 /1.0)) = 0.44
  Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.40 * (1.0 + 0.8*(|-21221 |/(0.721 *151063 /1.0)) = 0.46
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.44 , 0.46) = 0.44
  Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.26

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-21221 |/(0.721 *151063 /1.0)+0.44 *|0.0 |/(1.00*1384.2 /1.0)
           = 0.195 + 0.000 = 0.195
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-21221 |/(0.860 *151063 /1.0)+0.26 *|0.0 |/(1.00*1384.2 /1.0)
           = 0.163 + 0.000 = 0.163

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.195 , 0.163) = 0.195

- controle: 0.19 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.14.3.3 Doorsnede-controle van de onderrand:

           |NEd| |-21221 |
- UCDruk = ----- = --------- = 0.14
           Nc.Rd   151063

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 34362   N

           |NEd| |34362 |
- UCTrek = ----- = --------- = 0.23
           Nc.Rd   151063

Trek is maatgevend.

- Controle: 0.23 < 1.00, dus de treksterkte voldoet.

Conclusie:
- Onderrand (RHBK50*30*3.0) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.7: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, wind zone G)

3.14.3.4 Controle van de diagonalen:

3.14.3.4 Controle van de diagonalen in de eindvelden:

- Controle op druk:
  - Maatgevende dwarskracht eindvelden: Qmaxd = -4697 N (zie tabel 3.14.3.1)

$$N_{diagd} = \frac{|Q_{maxd}|}{\sin(alfa)} = \frac{|-4697|}{\sin(38.9)} = 7479 \text{ N}$$

  - Capaciteit diagonaal: Fdiagd = 13200 N (zie 4.4)

  - Controle: 7479 N < 13200 N, dus diagonaal voldoet.

- Controle op trek:
  - Maatgevende dwarskracht eindvelden: Qmaxt = 6092 N (zie tabel 3.14.3.1)

$$N_{diagt} = \frac{Q_{maxt}}{\sin(alfa)} = \frac{6092}{\sin(38.9)} = 9701 \text{ N}$$

  - Capaciteit diagonaal eindvelden: Fdiagt = 36175 N (zie 4.4)

  - Controle: 9701 N < 36175 N, dus diagonaal voldoet.

Conclusie:
- Diagonalen in eindvelden (RD14.0 mm) voldoen qua trek/druk
  bij B.C.7: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, wind zone G)

3.14.3.4 Controle van de (las)verbindingen:

	Diagonalen eindvelden		Diagonalen middenvelden	
	Nd = 7479 N Nt = 9701 N		Nd = - 0 N Nt = 0 N	
	Fstev = 7549 N Fstlo = 6092 N Msdt = 38537.8 Nm Fsdev = 5820 N		Fstev = 0 N Fstlo = 0 N Msdt = 0.00 Nm Fsdev = 0 N	
	bovenrand	onderrand	bovenrand	onderrand
Tau1	32.53 N/mm²	32.53 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
Tau2	25.16 N/mm²	25.16 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
Sgm1	32.53 N/mm²	32.53 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
SgmWst	45.21 N/mm²	45.21 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
UC1	0.22	0.22	0.00	0.00
UC2	0.11	0.11	0.00	0.00
SgmWsd	19.40 N/mm²	19.40 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
UC3	0.09	0.09	0.00	0.00
Nt1	24371 N	45778 N	24371 N	45778 N
knd	1.00	1.00	1.00	1.00
Nd1	24371 N	45778 N	24371 N	45778 N
UCt1	0.40	0.22	0.00	0.00
UCd1	0.31	0.17	0.00	0.00
UClas	0.22	0.22	0.00	0.00
UCdia	0.40	0.22	0.00	0.00
UCgeo	0.48	0.46	0.48	0.46
UClas	0.22		0.00	
UCdia	0.50		0.50	

Conclusie:
- Lassen: UClas = 0.22 <= 1.00 dus: voldoen
- Aansluitingen: UCdia = 0.50 <= 1.00 dus: voldoen

Eindconclusie:
- Aansluiting diagonalen voldoet
  bij B.C.7: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, wind zone G)

3.14.3.4 Controle van de dekgording (de 1e rij tralies)

- Belastingscombinatie met alleen eigen gewicht kasdek, wind en sneeuw
  Qg,links = [32 + 500 *(-0.52-(+0.20))/cos(27.0) + 0] * 9.60 /[2*(1+1)] = -0.898 Nm
  Qg,rechts = [32 + 500 *(-0.52-(+0.20))/cos(27.0) + 0] * 9.60 /[2*(1+1)] = -0.898 Nm
  Qg= max(|Qg,links| ; |Qg,rechts|) = 0.898 Nm

- Vervormingseis dekgordingen volgens EN 13031-1:
  dtoel2 = min(4000/(650 - 100*min(4000/1125;5)); 4000/150; 30) = 13.6 mm
- Hieruit volgt een minimaal traagheidsmoment (ligger op 3 steunpunten):
  Ixg,bc = 2/384 * (Qg * 40004) / (Estaal,g * dtoel2) = 419773 mm4

- Minimaal traagheidsmoment dekgording:
  Ixgmin = max(Ixg,eg, Ixg,bc) = max(91429 , 419773) = 419773 mm4

3.14.3.4 Controle van de gordingverticaal

- Controle veerstijfheid gordingverticaal
  De onderrand wordt geschematiseerd als een ligger van goot naar nok.
  - Veerstijfheid gordingprofiel:
    kgord = 4 * Estaal,g * Ixgmin / (390 ² * 4000) = 579.6 N/mm
  - Veerstijfheid gordingverticaal:
    k0gvert = 1826.1 N/mm (zie 4.7)

    De veerstijfheid van de verticaal is ten minste zo groot als 100% van
    de veerstijfheid van de inklemming van de gording.

  - Controle: 1826.1 N/mm > 579.6 N/mm, dus gordingverticaal voldoet.

- Plaatsvastheid van de gordingverticaal bij de onderrand
  Omdat de aansluiting van de gording aan de tralie in het algemeen goed
  momentvast is uitgevoerd, kan de volledige stijfheid van de gording in
  rekening worden gebracht.

  - Veerstijfheid gordingprofiel:
    kgord = 4 * Estaal,g * 419773 / (390 ² * 4000) = 579.6 N/mm

  - Veerstijfheid van de aansluiting van de onderrand-gording "uit het vlak":
    Hoekverdraaiing door gording en inklemming opzetkolom:

$$V2 = \frac{2*vak}{4*Eg*Ig} = \frac{2 * 4000}{4 * 210000 * 419773} = 22.7 \ *10\text{-}9\ 1/Nmm$$

    Hoekverdraaiing door moment bij onderrand door bovenrand:

$$V3 = \frac{bkap}{2*(ngord+1)*\cos(27.0)*Gbr*Itbr*2} = \frac{9600}{2*(1+1)*\cos(27.0)*\ 80769*\ \ 92298*2} = 180.7 \ *10\text{-}9\ 1/Nmm$$

    Hoekverdraaiing door puntlast bij gordingverticaal:

$$V4 = \frac{ht;net^2}{3 * Egv * Igv} = \frac{330^2}{3 * 210000 * 104167} = 1659.4 \ *10\text{-}9\ 1/Nmm$$

    Moment bij bovenrand

$$MBr = \frac{V2 * hspant}{V2 + V3} = \frac{22.7 \ * 390}{22.7 + 180.7} = 43.5 \ Nm$$

    Moment bij gording Mozk = hspant - Mbr = 390 - 44 = 346 Nmm

    Geeft de veerstijfheid ter plaatse van de bovenrand:

$$kor = \frac{1}{V4*ht;nett + V2*hspant^2 + V2*hspant*-Mbr} = \frac{1}{1659.4*330 \ + \ \ 22.7*390\ ^2 + \ \ 22.7*390\ *(-44\ \ )} = 276.7 \ N/mm$$

    Vereiste kritische veerstijfheid: kcr = 28.3 N/mm (zie 4.8)

  - Controle: 276.7 N/mm > 28.3 N/mm, dus veerstijfheid voldoet.

- Controle op knik:
  - Maatgevende verticale kracht: Ngv = Fvg = 0 N
  - Capaciteit van de verticaal : Fgvertd = 69549 N (zie 4.6)

  - Controle: 0 N > 69549 N, dus gordingverticaal voldoet.

Conclusie:
- Gordingverticaal voldoet qua sterkte/stabiliteit en stijfheid
  bij B.C.7: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, wind zone G)

3.14.3.5 Controle van de bouten van de spant-kolom-aansluiting:

Controle van de krachten op de bout(en) bij de bovenrand:

Tabel 3.14.3.5.1: Belastingen bij bovenrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Spant-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Nt [N]	Ft,br [N]	Fs,br [N]	Fi,br [N]
0.00	4291	2403	-4497	0	0	-4552	6438
9.60	11810	3114	5892	0	0	-5957	8425
96.00	7949	6671	-4053	0	0	-5126	7249
105.6	659	5981	2700	0	613	-3764	5358

Gegevens van de eindplaat bij de bovenrand:
- Aantal bouten bij de bovenrand: nbb = 1
- Momenten-arm bij bovenrand: hbbout = 458 mm
- Hellingshoek van het spant: alpha = 27.0 graden
- Nt is de trekkracht in de trekstang van het spant
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Normaalkracht: $Ft = \frac{N\cos(alpha) + sn*Q*\sin(alpha)}{2 * nbb} - \frac{M}{hbbout} + \frac{Nt}{2}$ met Ft>=0N
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * -N*sin(alpha) + sn*Q*cos(alpha)
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,br max = 8425 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbtb max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 8425 N < 33926 N, dus bout bij bovenrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.7: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, wind zone G)

Controle van de krachten op de bout(en) bij de onderrand:

Tabel 3.14.3.5.2: Belastingen bij onderrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Spant-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Nt [N]	Ft,or [N]	Fs,or [N]	Fi,or [N]
0.00	4291	2403	-4497	0	5655	-4552	8569
9.60	11810	3114	5892	0	15521	-5957	17660
96.00	7949	6671	-4053	0	11457	-5126	13557
105.6	659	5981	2700	0	1891	-3764	5648

Gegevens van de eindplaat bij de onderrand:
- Aantal bouten bij de onderrand: nbo = 2
- Momenten-arm bij onderrand: hobout = 762 mm
- Hellingshoek van het spant: alfa = 27.0 graden
- Nt is de trekkracht in de trekstang van het spant
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * -N*sin(alpha) + sn*Q*cos(alpha)
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,or max = 17660 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbto max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 17660 N < 33926 N, dus bout bij onderrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.7: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, wind zone G)

3.14.3.5 Controle van de eindplaat op pons:

Bij de boutverbinding van de bovenrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxb = 0.6 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capb = 80 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0.6 kN < 80 kN, dus eindplaat (ST50*10.0) voldoet
zonder onderlegring bij de bovenste bout
bij B.C.7: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, wind zone G)

Bij de boutverbinding van de onderrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxo = 15.5 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capo = 80 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 15.5 kN < 80 kN, dus eindplaat (ST50*10.0) voldoet
zonder onderlegring bij de onderste bout
bij B.C.7: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, wind zone G)

3.14.3.5 Controle van de eindplaat op buiging:

Tabel 3.14.3.5.4.1: Belastingen van de eindplaat van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Spant-kracht	Normaal-kracht	Normaal-kracht
x	M	N	Q	Nt	Ftrb	Ftro
[m]	[Nm]	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]
0.00	4291	2403	-4497	0	0	11969
9.60	11810	3114	5892	0	0	32855
96.00	7949	6671	-4053	0	0	24134
105.6	659	5981	2700	0	221	3883

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de bovenrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftrb = \frac{N*\cos(alpha) + sn*Q*\sin(alpha)}{2} - \frac{M}{ht,eff} \text{ met } Ftrb>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftrb(max) * e = 0.5 * 221 * 25.0 = 3 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 1987 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 3 Nm < 1987 Nm, dus eindplaat (ST50*10.0) voldoet
bij B.C.7: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, wind zone G)

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de onderrand:
- Normaalkracht : Ftbout(2) = 15.5 * 367.7 /472.7 = 12.1 kN
- Normaalkracht : Ftbout(1) = 15.5 * 472.7 /472.7 = 15.5 kN
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * max(Ftbout(2) * e(2), Ftbout(1) * e(1))
= 0.5 * max(12.1 * 25 , 15.5 * 50) = 388 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 2683 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 388 Nm < 2683 Nm, dus eindplaat (ST50*10.0) voldoet
bij B.C.7: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, wind zone G)

De lasverbindingen tussen eindplaat met resp. de boven- en onderrand
zijn niet gecontroleerd.

3.14.3.6 Controle van de bouten van de nokaansluiting:

Controle van de krachten op de bout(en) bij de bovenrand:

Tabel 3.14.3.6.1: Belastingen bij bovenrand van de nokaansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,br [N]	Fs,br [N]	Fi,br [N]
4.80	-8062	2746	-90	22873	-544	22886
4.80	-8062	3457	1485	22873	539	22885
100.8	-2016	7014	354	8623	-1907	9035
100.8	-2016	6325	-1707	8623	-2957	9584

Gegevens van de nokplaat bij de bovenrand:
- Aantal bouten bij de bovenrand: nbb = 1
- Momenten-arm bij bovenrand: hbbout = 372 mm
- Hellingshoek van het spant: alpha = 27.0 graden
- Teken dwarskracht bij eindpositie sn=+1 en bij beginpositie sn=-1

$$\text{- Normaalkracht: } Ft = \frac{N\cos(alpha) + sn\,Q\sin(alpha)}{2 * nbb} - \frac{M}{hbbout} \quad \text{met } Ft>=0N$$

- Schuifkracht: $Fs = 0.5 * -N\sin(alpha) - sn\,Q\cos(alpha)$
- Ideële kracht: $Fi = (Ft^2 + 2*Fs^2)0.5$
- Maximale optredende kracht: Fi,br max = 22886 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbtb max = 42408 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 22886 N < 42408 N, dus bout bij bovenrand (M10-10.9) voldoet.
bij B.C.7: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, wind zone G)

Controle van de krachten op de bout(en) bij de onderrand:

Tabel 3.14.3.6.2: Belastingen bij onderrand van de nokaansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,or [N]	Fs,or [N]	Fi,or [N]
4.80	-8062	2746	-90	0	-544	769
4.80	-8062	3457	1485	0	539	762
100.8	-2016	7014	354	0	-1907	2697
100.8	-2016	6325	-1707	0	-2957	4181

Gegevens van de nokplaat bij de onderrand:
- Aantal bouten bij de onderrand: nbo = 1
- Momenten-arm bij onderrand: hobout = 372 mm
- Hellingshoek van het spant: alfa = 27.0 graden
- Teken dwarskracht bij eindpositie sn=+1 en bij beginpositie sn=-1

$$\text{- Normaalkracht: } Ft = \frac{N\cos(alpha) + sn\,Q\sin(alpha)}{2 * nbo} + \frac{M}{hobout} \quad \text{met } Ft>=0N$$

- Schuifkracht: $Fs = 0.5 * -N\sin(alpha) - sn\,Q\cos(alpha)$
- Ideële kracht: $Fi = (Ft^2 + 2*Fs^2)0.5$
- Maximale optredende kracht: Fi,or max = 4181 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbto max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 4181 N < 33926 N, dus bout bij onderrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.7: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, wind zone G)

3.14.3.6 Controle van de nokplaat op pons:
Bij de boutverbinding van de bovenrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxb = 22.9 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de nokplaat: Fp,capb = 96 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 22.9 kN < 96 kN, dus nokplaat (ST50*12.0) voldoet
zonder onderlegring bij de bovenste bout
bij B.C.7: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, wind zone G)

Bij de boutverbinding van de onderrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxo = 0.0 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de nokplaat: Fp,capo = 96 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0.0 kN < 96 kN, dus nokplaat (ST50*12.0) voldoet
zonder onderlegring bij de onderste bout
bij B.C.7: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, wind zone G)

3.14.3.6 Controle van de nokplaat op buiging:

Tabel 3.14.3.6.4.1: Belastingen van de nokplaat.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Normaal-kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ftrb [N]	Ftro [N]
4.80	-8062	2746	-90	23598	0
4.80	-8062	3457	1485	23598	0
100.8	-2016	7014	354	8805	0
100.8	-2016	6325	-1707	8805	0

Resulterende trekkracht in de nokplaat bij de bovenrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftrb = \frac{N*\cos(alpha) + sn*Q*\sin(alpha)}{2} - \frac{M}{ht,eff} \quad \text{met } Ftrb>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de nokplaat:
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftrb(max) * e = 0.5 * 0 * 25.0 = 295 Nm
- Capaciteit van de nokplaat: Mp,cap = 685 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 295 Nm < 685 Nm, dus nokplaat (ST50*12.0) voldoet
bij B.C.7: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, wind zone G)

Resulterende trekkracht in de nokplaat bij de onderrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftro = \frac{N*\cos(alfa) + sn*Q*\sin(alfa)}{2} + \frac{M}{ht,eff} \quad \text{met } Ftro>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de nokplaat:
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftro(max) * e = 0.5 * 0 * 25.0 = 0 Nm
- Capaciteit van de nokplaat: Mp,cap = 685 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0 Nm < 685 Nm, dus nokplaat (ST50*12.0) voldoet
bij B.C.7: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, wind zone G)

De lasverbindingen tussen nokplaat met resp. de boven- en onderrand
zijn niet gecontroleerd.

3.14.4 Controle van de trekstangen

a) Maatgevende trekkracht in de trekstangen Nt = 0 N

Bij de controle berekening wordt ervan uitgegaan dat de trekstaaf geen drukbelasting kan opnemen. In het design model is hiermee rekening gehouden en kan de trekstang niet "op druk" belast worden. In dat geval wordt de krachtsverdeling bepaald alsof er geen trekstang zit.

$$\text{Controle van de sterkte: } \sigma = \frac{N_t}{A} < \sigma_{mae_t}$$

Invullen van de bekende gegevens geeft:

- $\sigma = \frac{0}{229.1} = 0.0$ N/mm²
- controle : 0.0 N/mm² < 268.3 N/mm², dus: sterkte voldoet.

3.14.5 Uitdijen van de kas:

Tabel 3*.1: Waarden over de spanten.

spant	Urel [mm]
1	-11.45
2	-3.08
3	-6.15
4	-4.75
5	-4.35
6	-3.82
7	-3.44
8	-3.02
9	-3.09
10	-0.80
11	-5.44

Maximale waarde is: -11.45 mm

Uitdijen van de hele kas: -49.38 mm

Toetsing van de bepalende doorsnede (lkx= 4000 mm, lky= 4000 mm):

Toetsing van de bepalende doorsnede (lkx= 7313 mm, lky= 4000 mm):

Toetsing van de bepalende doorsnede (lkx= 7072 mm, lky= 4000 mm):

c) Berekening van de toelaatbare horizontale verplaatsing in :

- Rekening houdend met de glasbreedten :
  - reductiefactor gevel: r1 = 800 / bkg < 2.0;
    800 / 800 = 1.00, dus r1 = 1.00
  - reductiefactor dek : r2 = 1125 / bd < 2.0;
    1125 / 1125 = 1.13, dus r2 = 1.00
  - ugevel = h / 100 * r1 < 50.0 mm;
    4000 / 100 * 1.00 = 35.0 mm, dus ugevel = 57.3 mm
  - udek = 1/200 * v * r2 < 50.0 mm
    1/200 * 4000 * 1.00 = 26.7 mm, dus udek = 61.3 mm
  - utoel-b = ugevel + udek = 57.3 + 61.3 = 57.4 mm
  - utoel = utoel-a < utoel-b < umax; MIN(53.3 , 0.1 , 60.0) = 160.0 mm

3.15 B.C.8: c1) Dead load + Services + Crop + repair/incident actions

3.15.1 Berekening van de belastingen per spant:

a) Belastingen in gebruikstoestand:
   - Permanente belastingen:
     - Eigen gewicht dek : (1.00 * 32) = 32 N/m²
     - Eigen gewicht van de goot: (1.00 * 34)* 4.00 = 136 N
     - E.G. spantbeen 1e spant : (1.00 * 83.3) = 83.3 N/m
     - E.G. spantbeen 2e spant : (1.00 * 85.4) = 85.4 N/m
     - E.G. spantbeen 3e spant : (1.00 * 67.6) = 67.6 N/m
   - Variabele belastingen:
     - Vert. puntlast: 1.00*max(1250,1000)+1.00*0 = 1250 N
     - Gewasbelasting : (1.00 * 0) = 0 N/m²
     - Installaties : (1.00 * 70) = 70 N/m²

b) Belastingen in rekentoestand:
   - Permanente belastingen:
     - Eigen gewicht dek : (1.15 * 32) = 37 N/m²
     - Eigen gewicht van de goot: (1.15 * 34)* 4.00 = 156 N
     - E.G. spantbeen 1e spant : (1.15 * 83.3) = 95.6 N/m
     - E.G. spantbeen 2e spant : (1.15 * 85.4) = 98.0 N/m
     - E.G. spantbeen 3e spant : (1.15 * 67.6) = 77.6 N/m
   - Variabele belastingen:
     - Vert. puntlast: 1.28*max(1250,1000)+1.15*0 = 1594 N
     - Gewasbelasting : (1.28 * 0) = 0 N/m²
     - Installaties : (1.15 * 70) = 80 N/m²

c) Bij het bepalen van de knoopcoordinaten is rekening gehouden met
   de initiële scheefstand van de kolommen:
   - Scheefstand psi = 1/267 (zie EN 1993-1-1)

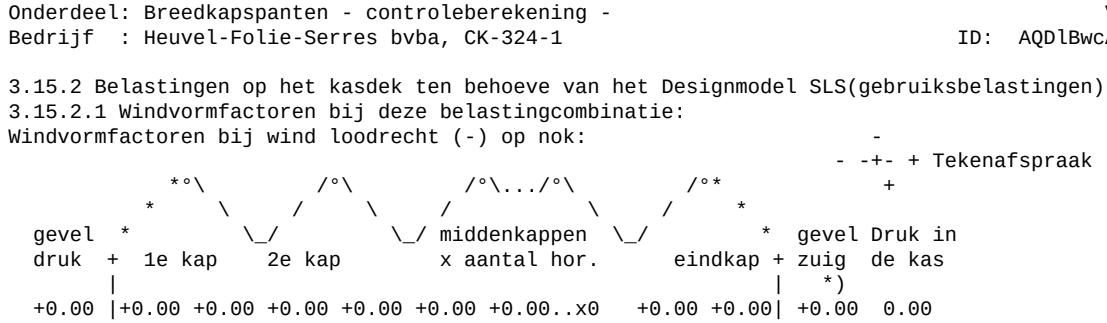
d) Rekenvoorbeeld van de belastingen op knooppunten op de volgende plaatsen:
   Knoop k = "effectieve" spanthoogte van de eerste kolom
   Knoop g = Eerste gording op de eerste kaphelft

   - Horizontale belasting:
     Fk,hor = 0 N (geen windbelasting)
     Fg,hor = 0 N
   - Verticale belasting:
     Fk,vert = -0.5*(37 + 0 + 0 + 80)
             * 4.00 * 9.60 / [2*(1+1)] - 156 = -718 N
     Fg,vert = -(37 + 0 + 0 + 80)
             * 4.00 * 9.60 / [2*(1+1)] + 1594 = -1124 N

n.b. Er wordt gerekend met één verticale puntlast per overspanning van 9.60 m
     De belasting is gemodelleerd als een verticale puntlast ter plaatse van de
     eerste gording.

e) Belastingen op gordingen:
   Berekening van het minimaal traagheidsmoment van de dekgording
   op alle spanten in gebruikstoestand.
   - Belastingssituatie met alleen eigen gewicht kasdek
     Qg1 = 32 * 9.60 / [2*(1+1)] = 77 Nm
   - Vervormingseis dekgordingen volgens EN 13031-1:
     dtoel1 = min(4000/750, 6) = 5.3 mm
   - Hieruit volgt een minimaal traagheidsmoment (ligger op 3 steunpunten):
     Ixgmin = 2/384 * (Qg1 * 40004) / (Estaal,g * dtoel1) = 91429 mm4

3.15.2 Belastingen op het kasdek ten behoeve van het Designmodel SLS(gebruiksbelastingen):
3.15.2.1 Windvormfactoren bij deze belastingcombinatie:
Windvormfactoren bij wind loodrecht (-) op nok:



3.15.2.2 Belastingfactoren bij deze belastingcombinatie:

Belastingfactoren	gebruikstoestand	rekentoestand
Eigen gewicht	1.00	1.15
Installaties	1.00	1.15
Sneeuw	0.00	0.00
Wind	0.00	0.00
gewas	1.00	1.28

3.15.2.3 Gesommeerde belastingen op de omhulling van de kas per vakmaat:
Belastingen gebruikstoestand SLS per vakmaat (4.000 m):

Tralie	neerwaarts	qtral = fi*qinstall + fp*qtral + fg*qgewas		
		= 1.00*280.0 + 1.00*95.8 + 1.00*0.0	qtral =	375.8 N/m
Goot	zijgevel	Fgt.s = fp*qgoot.s = 1.00*68.0	Fgt.s =	68 N
	middengoot	Fgt.m = fp*qgoot.m = 1.00*136.0	Fgt.m =	136 N
Kasdek	evenwijdig	qdek.E = [fp*qdek + fs*qsneew]*sin(dek)		
		= [1.00*114.0 + 0.00*0.0]*sin(27.0)	qdek.E =	51.8 N/m
	loodrecht	qdek.L = [fp*qdek + fs*qsneew]*cos(dek)		
		= [1.00*114.0 + 0.00*0.0]*cos(27.0)	qdek.L =	101.6 N/m
	+ wind per kaphelft	= qdek.L + fw*qwinds*(cpe-cpi)		
	- 1e kaphelft	= 101.6 + 0.00*2041.9*(+0.00-0.00)	qdek.L1 =	101.6 N/m
	- 2e kaphelft	= 101.6 + 0.00*2041.9*(+0.00-0.00)	qdek.L2 =	101.6 N/m
	- 3e kaphelft	= 101.6 + 0.00*2041.9*(+0.00-0.00)	qdek.L3 =	101.6 N/m
	- 4e kaphelft	= 101.6 + 0.00*2041.9*(+0.00-0.00)	qdek.L4 =	101.6 N/m
	- Middenkap links	= 101.6 + 0.00*2041.9*(+0.00-0.00)	qdek.Lm1 =	101.6 N/m
	- Middenkap rechts	= 101.6 + 0.00*2041.9*(+0.00-0.00)	qdek.Lm2 =	101.6 N/m
	- Eindkap links	= 101.6 + 0.00*2041.9*(+0.00-0.00)	qdek.Le1 =	101.6 N/m
	- Eindkap Rechts	= 101.6 + 0.00*2041.9*(+0.00-0.00)	qdek.Le2 =	101.6 N/m
	+ windwrijving nok	= Cfp,h*fi*qwind*vakmaat*bkap/hkap*cscd'		
	- middenkap FhwCpf	= 0.00*0.00*510.5 *4.0 *9.6/2.45*0.70	FhwCpf =	0 N
Zijgevel	windzijde FhwF.gt	= fw*Fhw.gt*(cp1-cpi)		
	goothoogte	= 0.00*4413.5*(0.0 -0.0)	Fhw.gt =	0 N
	windzijde FhwF.fh	= fw*Fhw.fh*(cp1-cpi)		
	fundatiehoogte	= 0.00*3754.0*(0.0 -0.0)	Fhw.fh =	0 N
Zijgevel	loefzijde FhwL.gt	= fw*Fhw.gt*(cp1+cpi)		
	goothoogte	= 0.00*4413.5*(0.0 +0.0)	Fhw.gt =	0 N
	loefzijde FhwL.fh	= fw*Fhw.fh*(cp1+cpi)		
	fundatiehoogte	= 0.00*3754.0*(0.0 +0.0)	Fhw.fh =	0 N

Belastingen rekentoestand ULS per vakmaat (4.000 m):

Tralie	neerwaarts qtral = fi*qinstall + fp*qtral + fg*qgewas		
	= 1.15*280.0 + 1.15*95.8 + 1.28*0.0	qtral =	431.3 N/m
Goot	zijgevel Fgt.s = fp*qgoot.s = 1.15*68.0	Fgt.s =	78 N
	middengoot Fgt.m = fp*qgoot.m = 1.15*136.0	Fgt.m =	156 N
Kasdek	evenwijdig qdek.E = [fp*qdek + fs*qsneew]*sin(dek)		
	= [1.15*114.0 + 0.00*0.0]*sin(27.0)	qdek.E =	59.4 N/m
	loodrecht qdek.L = [fp*qdek + fs*qsneew]*cos(dek)		
	= [1.15*114.0 + 0.00*0.0]*cos(27.0)	qdek.L =	116.6 N/m
	+ wind per kaphelft = qdek.L + fw*qwinds*(cpe-cpi)		
	- 1e kaphelft = 116.6 + 0.00*2041.9*(+0.00-0.00)	qdek.L1 =	116.6 N/m
	- 2e kaphelft = 116.6 + 0.00*2041.9*(+0.00-0.00)	qdek.L2 =	116.6 N/m
	- 3e kaphelft = 116.6 + 0.00*2041.9*(+0.00-0.00)	qdek.L3 =	116.6 N/m
	- 4e kaphelft = 116.6 + 0.00*2041.9*(+0.00-0.00)	qdek.L4 =	116.6 N/m
	- Middenkap links = 116.6 + 0.00*2041.9*(+0.00-0.00)	qdek.Lm1 =	116.6 N/m
	- Middenkap rechts = 116.6 + 0.00*2041.9*(+0.00-0.00)	qdek.Lm2 =	116.6 N/m
	- Eindkap links = 116.6 + 0.00*2041.9*(+0.00-0.00)	qdek.Le1 =	116.6 N/m
	- Eindkap Rechts = 116.6 + 0.00*2041.9*(+0.00-0.00)	qdek.Le2 =	116.6 N/m
	+ windwrijving nok = Cfp,h*fi*qwind*vakmaat*bkap/hkap*cscd		
	- middenkap FhwCpf = 0.00*0.00*510.5 *4.0 *9.6/2.45*0.72	FhwCpf =	0 N
Zijgevel	windzijde FhwF.gt = fw*Fhw.gt*(cp1-cpi)		
	goothoogte = 0.00*4413.5*(0.0 -0.0)	Fhw.gt =	0 N
	windzijde FhwF.fh = fw*Fhw.fh*(cp1-cpi)		
	fundatiehoogte = 0.00*3754.0*(0.0 -0.0)	Fhw.fh =	0 N
Zijgevel	loefzijde FhwL.gt = fw*Fhw.gt*(cp1+cpi)		
	goothoogte = 0.00*4413.5*(0.0 +0.0)	Fhw.gt =	0 N
	loefzijde FhwL.fh = fw*Fhw.fh*(cp1+cpi)		
	fundatiehoogte = 0.00*3754.0*(0.0 +0.0)	Fhw.fh =	0 N

Tabel 3.15.2.4: Knoopbelastingen, oplegreacties en knoopverplaatsingen:

	Knoopbelastingen Rekentoestand		Oplegreacties		Knoopverplaatsingen gebruikstoestand		
nr.	X-as [mm]	Y-as [mm]	X-as [N]	Y-as [N]	X-as [N]	Y-as [N]	X-verpl [mm]	Y-verpl [mm]	U_lijn [mm]
	Horiz.	Vert.	Horiz.	Vert.	Horiz.	Vert.	Horiz.	Vert.	
1	-0.013	0.000			47	2781	0.00	0.00	0.000
2	0.000	3.701	0	-718			-0.84	-0.05	0.000
3	2.400	4.924	0	-1124			-0.48	-0.86	0.537
4	4.800	6.147	0	-1124			-0.60	-0.71	0.000
5	7.200	4.924	0	-1124			-0.54	-0.50	0.105
6	9.587	0.000			28	5835	0.00	0.00	0.000
7	9.600	3.701	0	-1280			-0.39	-0.10	0.000
8	12.000	4.924	0	-1124			-0.22	-0.55	0.189
9	14.400	6.147	0	-1124			-0.20	-0.65	0.000
10	16.800	4.924	0	-1124			-0.20	-0.56	0.204
11	19.187	0.000			19	5598	0.00	0.00	0.000
12	19.200	3.701	0	-1280			-0.02	-0.10	0.000
13	21.600	4.924	0	-1124			0.17	-0.59	0.215
14	24.000	6.147	0	-1124			0.16	-0.69	0.000
15	26.400	4.924	0	-1124			0.15	-0.61	0.241
16	28.787	0.000			15	5478	0.00	0.00	0.000
17	28.800	3.701	0	-1280			0.35	-0.10	0.000
18	31.200	4.924	0	-1124			0.54	-0.62	0.242
19	33.600	6.147	0	-1124			0.53	-0.69	0.000
20	36.000	4.924	0	-1124			0.52	-0.61	0.231
21	38.387	0.000			9	5484	0.00	0.00	0.000
22	38.400	3.701	0	-1280			0.71	-0.10	0.000
23	40.800	4.924	0	-1124			0.90	-0.62	0.247
24	43.200	6.147	0	-1124			0.89	-0.69	0.000
25	45.600	4.924	0	-1124			0.88	-0.60	0.226
26	47.987	0.000			4	5485	0.00	0.00	0.000
27	48.000	3.701	0	-1280			1.07	-0.10	0.000
28	50.400	4.924	0	-1124			1.27	-0.63	0.252
29	52.800	6.147	0	-1124			1.25	-0.70	0.000
30	55.200	4.924	0	-1124			1.24	-0.60	0.221
31	57.587	0.000			-1	5485	0.00	0.00	0.000
32	57.600	3.701	0	-1280			1.43	-0.10	0.000
33	60.000	4.924	0	-1124			1.63	-0.63	0.256
34	62.400	6.147	0	-1124			1.61	-0.70	0.000
35	64.800	4.924	0	-1124			1.61	-0.60	0.217
36	67.187	0.000			-7	5484	0.00	0.00	0.000
37	67.200	3.701	0	-1280			1.79	-0.11	0.000
38	69.600	4.924	0	-1124			1.99	-0.64	0.261
39	72.000	6.147	0	-1124			1.97	-0.70	0.000
40	74.400	4.924	0	-1124			1.97	-0.59	0.211
41	76.787	0.000			-12	5479	0.00	0.00	0.000
42	76.800	3.701	0	-1280			2.15	-0.11	0.000
43	79.200	4.924	0	-1124			2.36	-0.65	0.270
44	81.600	6.147	0	-1124			2.33	-0.70	0.000
45	84.000	4.924	0	-1124			2.34	-0.58	0.188
46	86.387	0.000			-16	5595	0.00	0.00	0.000
47	86.400	3.701	0	-1280			2.51	-0.11	0.000
48	88.800	4.924	0	-1124			2.71	-0.59	0.229
49	91.200	6.147	0	-1124			2.70	-0.66	0.000
50	93.600	4.924	0	-1124			2.72	-0.54	0.165
51	95.987	0.000			-23	5829	0.00	0.00	0.000
52	96.000	3.701	0	-1280			2.89	-0.12	0.000
53	98.400	4.924	0	-1124			3.04	-0.54	0.132
54	100.800	6.147	0	-1124			3.09	-0.72	0.000
55	103.200	4.924	0	-1124			2.99	-0.84	0.497
56	105.587	0.000			-63	2803	0.00	0.00	0.000

Tabel 3.15.2.5: Staafbelastingen, momenten, normaal- en dwarskrachten

				B E G I N			E I N D		
Staaf nr.	Profiel	X-as [N/m]	Y-as [N/m]	Normaal [N]	Dwarskr [N]	Moment [Nm]	Normaal [N]	Dwarskr [N]	Moment [Nm]
		Horizontaal	Verticaal						
1	RHBK100*50*3.0			-2782	-37	0	-2782	-37	-138
2	1e Spant	-43.4	-85.2	-3260	655	-138	-3143	426	1317
3	1e Spant	-43.4	-85.2	-2633	-576	1317	-2516	-805	-542

4	1e Spant	43.4	-85.2	-2640	561	-542	-2757	332	661
5	1e Spant	43.4	-85.2	-3267	-669	661	-3384	-899	-1451
6	RHBK50*30*1.5			2560	0	0	2560	0	0
7	RHBK100*50*3.0			-5835	-7	0	-5835	-7	-25
8	2e Spant	-44.5	-87.3	-3003	959	-1477	-2884	724	790
9	2e Spant	-44.5	-87.3	-2373	-277	790	-2254	-513	-274
10	2e Spant	44.5	-87.3	-2249	521	-274	-2369	286	812
11	2e Spant	44.5	-87.3	-2879	-716	812	-2999	-951	-1432
12	RHBK50*30*1.5			2166	0	0	2166	0	0
13	RHBK100*50*3.0			-5598	1	0	-5598	1	5
14	Midden Spant	-35.2	-69.2	-2891	895	-1427	-2796	708	732
15	Midden Spant	-35.2	-69.2	-2286	-293	732	-2191	-479	-308
16	Midden Spant	35.2	-69.2	-2186	490	-308	-2281	304	760
17	Midden Spant	35.2	-69.2	-2791	-698	760	-2886	-884	-1370
18	RHBK50*30*1.5			2076	0	0	2076	0	0
19	RHBK100*50*3.0			-5478	5	-0	-5478	5	19
20	Midden Spant	-35.2	-69.2	-2906	877	-1350	-2811	691	762
21	Midden Spant	-35.2	-69.2	-2301	-310	762	-2206	-496	-325
22	Midden Spant	35.2	-69.2	-2209	492	-325	-2303	306	750
23	Midden Spant	35.2	-69.2	-2814	-696	750	-2908	-882	-1375
24	RHBK50*30*1.5			2083	0	0	2083	0	0
25	RHBK100*50*3.0			-5484	10	0	-5484	10	39
26	Midden Spant	-35.2	-69.2	-2907	874	-1336	-2812	688	768
27	Midden Spant	-35.2	-69.2	-2302	-313	768	-2207	-499	-326
28	Midden Spant	35.2	-69.2	-2211	491	-326	-2306	304	744
29	Midden Spant	35.2	-69.2	-2816	-697	744	-2911	-883	-1384
30	RHBK50*30*1.5			2075	0	0	2075	0	0
31	RHBK100*50*3.0			-5485	16	-0	-5485	16	58
32	Midden Spant	-35.2	-69.2	-2906	872	-1325	-2811	686	773
33	Midden Spant	-35.2	-69.2	-2301	-315	773	-2206	-502	-327
34	Midden Spant	35.2	-69.2	-2213	489	-327	-2308	303	739
35	Midden Spant	35.2	-69.2	-2818	-699	739	-2913	-885	-1393
36	RHBK50*30*1.5			2072	0	0	2072	0	0
37	RHBK100*50*3.0			-5485	21	-0	-5485	21	78
38	Midden Spant	-35.2	-69.2	-2905	870	-1315	-2810	684	778
39	Midden Spant	-35.2	-69.2	-2300	-317	778	-2205	-503	-327
40	Midden Spant	35.2	-69.2	-2214	487	-327	-2308	301	734
41	Midden Spant	35.2	-69.2	-2819	-700	734	-2913	-887	-1404
42	RHBK50*30*1.5			2073	0	0	2073	0	0
43	RHBK100*50*3.0			-5484	26	-0	-5484	26	98
44	Midden Spant	-35.2	-69.2	-2903	869	-1306	-2808	683	784
45	Midden Spant	-35.2	-69.2	-2298	-319	784	-2203	-505	-325
46	Midden Spant	35.2	-69.2	-2213	484	-325	-2308	298	728
47	Midden Spant	35.2	-69.2	-2818	-703	728	-2913	-890	-1417
48	RHBK50*30*1.5			2078	0	0	2078	0	0
49	RHBK100*50*3.0			-5479	32	0	-5479	32	117
50	Midden Spant	-35.2	-69.2	-2883	870	-1300	-2788	684	793
51	Midden Spant	-35.2	-69.2	-2278	-317	793	-2183	-503	-311
52	Midden Spant	35.2	-69.2	-2201	469	-311	-2296	283	702
53	Midden Spant	35.2	-69.2	-2806	-718	702	-2901	-904	-1483
54	RHBK50*30*1.5			2072	0	0	2072	0	0
55	RHBK100*50*3.0			-5595	36	0	-5595	36	132
56	2e Spant	-44.5	-87.3	-2996	935	-1351	-2876	700	851
57	2e Spant	-44.5	-87.3	-2366	-301	851	-2246	-537	-278
58	2e Spant	44.5	-87.3	-2264	501	-278	-2384	265	753
59	2e Spant	44.5	-87.3	-2894	-736	753	-3014	-971	-1545
60	RHBK50*30*1.5			2159	0	0	2159	0	0
61	RHBK100*50*3.0			-5829	44	-0	-5829	44	163
62	1e Spant	-43.4	-85.2	-3359	888	-1382	-3242	659	701
63	1e Spant	-43.4	-85.2	-2732	-342	701	-2615	-572	-530
64	1e Spant	43.4	-85.2	-2510	778	-530	-2626	549	1257
65	1e Spant	43.4	-85.2	-3137	-453	1257	-3253	-682	-271
66	RHBK50*30*1.5			2526	0	0	2526	0	0
67	RHBK100*50*3.0			-2802	73	-0	-2802	73	271

3.15.3 De krachtsverdeling in het spant van de middenvelden:

Tabel 3.15.3.1: Momentenlijn, normaal- en dwarskrachtenlijn.

Positie	Momentenlijn	Normaal-krachtenlijn		Dwars-krachtenlijn	
x in [m]	M(x) in [Nm]	N(x) in [N]		Q(x) in [N]	
begin - eind	(+ = U/- =)	(+ = trek)		(+ = ~~~___)	
19.20 - 21.60	-1427	732	-2891	-2796	895	708
21.60 - 24.00	732	-308	-2286	-2191	-293	-479
24.00 - 26.40	-308	760	-2186	-2281	490	304
26.40 - 28.80	760	-1370	-2791	-2886	-698	-884
28.80 - 31.20	-1350	762	-2906	-2811	877	691
31.20 - 33.60	762	-325	-2301	-2206	-310	-496
33.60 - 36.00	-325	750	-2209	-2303	492	306
36.00 - 38.40	750	-1375	-2814	-2908	-696	-882
38.40 - 40.80	-1336	768	-2907	-2812	874	688
40.80 - 43.20	768	-326	-2302	-2207	-313	-499
43.20 - 45.60	-326	744	-2211	-2306	491	304
45.60 - 48.00	744	-1384	-2816	-2911	-697	-883
48.00 - 50.40	-1325	773	-2906	-2811	872	686
50.40 - 52.80	773	-327	-2301	-2206	-315	-502
52.80 - 55.20	-327	739	-2213	-2308	489	303
55.20 - 57.60	739	-1393	-2818	-2913	-699	-885
57.60 - 60.00	-1315	778	-2905	-2810	870	684
60.00 - 62.40	778	-327	-2300	-2205	-317	-503
62.40 - 64.80	-327	734	-2214	-2308	487	301
64.80 - 67.20	734	-1404	-2819	-2913	-700	-887
67.20 - 69.60	-1306	784	-2903	-2808	869	683
69.60 - 72.00	784	-325	-2298	-2203	-319	-505
72.00 - 74.40	-325	728	-2213	-2308	484	298
74.40 - 76.80	728	-1417	-2818	-2913	-703	-890
76.80 - 79.20	-1300	793	-2883	-2788	870	684
79.20 - 81.60	793	-311	-2278	-2183	-317	-503
81.60 - 84.00	-311	702	-2201	-2296	469	283
84.00 - 86.40	702	-1483	-2806	-2901	-718	-904

3.15.3.1 Controle van de stijfheid van het spant:

De toelaatbare doorbuiging van alle spanten wordt bepaald per spantbeen:
- uvtoel = 5387 / 250 < 30.0 mm, dus: uvtoel = 21.5 mm

Uit de U-lijn is de maximale doorbuiging:
- doorbuiging umax = -9.73 mm

- Controle van het spant van de middenvelden:
  Doorbuiging: |-9.7 | mm < 21.5 mm, dus: voldoet.
  bij B.C.8: c1) Dead load + Services + Crop + repair/incident actions

3.15.3.2 Controle van de bovenrand:

3.15.3.2 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de bovenrand:

- De normaalkracht in de bovenrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = -M/0.3600 + N/2 (voor N en M, zie 3.15.3.1)
    met: Effectieve spanthoogte: 360.0 mm

- De normaalkracht in de bovenrand wordt bij de eindplaten van de nok en de kolomaansluiting gereduceerd met de normaalkracht in de diagonaal (einddiagonaal sluit aan bij eindplaat ter plaatse van de bovenrand)
  - Reductie: Nred = Nd - Q/tan(38.9) plaats van eindplaat naar gording
  - Reductie: Nred = Nd + Q/tan(38.9) plaats van gording naar eindplaat
    (voor de dwarskracht Q zie tabel 3.15.3.1)

Tabel 3.15.32: Normaalkrachtenverloop in de bovenrand.

Plaats	Normaalkracht in [N] (trek = positief)		Systeem-lengte
x in [m]	Spant		[mm]
19.20 - 21.60	1409	-3431	2694
21.60 - 24.00	-3176	-834	2694
24.00 - 26.40	-844	-3253	2694
26.40 - 28.80	-3508	1266	2694
28.80 - 31.20	1211	-3522	2694
31.20 - 33.60	-3267	-817	2694

33.60 - 36.00	-812 -3234	2694
36.00 - 38.40	-3489 1272	2694
38.40 - 40.80	1175 -3539	2694
40.80 - 43.20	-3284 -816	2694
43.20 - 45.60	-807 -3220	2694
45.60 - 48.00	-3475 1294	2694
48.00 - 50.40	1147 -3553	2694
50.40 - 52.80	-3298 -816	2694
52.80 - 55.20	-804 -3207	2694
55.20 - 57.60	-3462 1318	2694
57.60 - 60.00	1122 -3567	2694
60.00 - 62.40	-3312 -819	2694
62.40 - 64.80	-802 -3193	2694
64.80 - 67.20	-3448 1344	2694
67.20 - 69.60	1100 -3580	2694
69.60 - 72.00	-3325 -823	2694
72.00 - 74.40	-803 -3176	2694
74.40 - 76.80	-3431 1378	2694
76.80 - 79.20	1091 -3598	2694
79.20 - 81.60	-3343 -850	2694
81.60 - 84.00	-817 -3098	2694
84.00 - 86.40	-3353 1548	2694

3.15.3.2 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Nadrukkelijk wordt vermeld, dat onderstaande stabiliteits-berekeningen alleen voldoen bij toepassing van specifieke stabiliteits-voorzieningen ter plaatse van de gordingen:

- fixatie van de boven- en onderrand rand uit het vlak van het spant, door windverbanden tussen de gordingen in het eerste en laatste vak van een gootlengte en momentvaste koppelingen tussen gordingen en bovenrand

Tabel 3.15.3.2:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de bovenrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-bepaling begin-eind	Normaalkrachten (trek = positief) [N] "begin"	"einde"	Rand-voor-waar-den	Knfct staaf-lengte ßm×ßn	Knik-lengte [mm]	Klasse	Sterkte UC	Stab. UC
19.20-21.60	1409	-3431	m-g	0.494	1330	1	0.04	0.06
21.60-24.00	-3176	-834	g-n	0.547	1474	1	0.04	0.06
24.00-26.40	-844	-3253	n-g	0.601	1620	1	0.04	0.07
26.40-28.80	-3508	1266	g-m	0.400	1077	1	0.04	0.06
28.80-31.20	1211	-3522	m-g	0.494	1330	1	0.04	0.06
31.20-33.60	-3267	-817	g-n	0.544	1465	1	0.04	0.06
33.60-36.00	-812	-3234	n-g	0.600	1616	1	0.04	0.07
36.00-38.40	-3489	1272	g-m	0.400	1077	1	0.04	0.06
38.40-40.80	1175	-3539	m-g	0.494	1330	1	0.04	0.06
40.80-43.20	-3284	-816	g-n	0.543	1463	1	0.04	0.06
43.20-45.60	-807	-3220	n-g	0.600	1616	1	0.04	0.07
45.60-48.00	-3475	1294	g-m	0.400	1077	1	0.04	0.06
48.00-50.40	1147	-3553	m-g	0.494	1330	1	0.04	0.06
50.40-52.80	-3298	-816	g-n	0.543	1463	1	0.04	0.06
52.80-55.20	-804	-3207	n-g	0.600	1616	1	0.04	0.07
55.20-57.60	-3462	1318	g-m	0.400	1077	1	0.04	0.06
57.60-60.00	1122	-3567	m-g	0.494	1330	1	0.04	0.06
60.00-62.40	-3312	-819	g-n	0.543	1462	1	0.04	0.06
62.40-64.80	-802	-3193	n-g	0.600	1616	1	0.04	0.07
64.80-67.20	-3448	1344	g-m	0.400	1077	1	0.04	0.06
67.20-69.60	1100	-3580	m-g	0.494	1330	1	0.04	0.06
69.60-72.00	-3325	-823	g-n	0.543	1463	1	0.04	0.06
72.00-74.40	-803	-3176	n-g	0.600	1617	1	0.04	0.07
74.40-76.80	-3431	1378	g-m	0.400	1077	1	0.04	0.06
76.80-79.20	1091	-3598	m-g	0.494	1330	1	0.04	0.06
79.20-81.60	-3343	-850	g-n	0.545	1468	1	0.04	0.06
81.60-84.00	-817	-3098	n-g	0.602	1622	1	0.04	0.06
84.00-86.40	-3353	1548	g-m	0.400	1077	1	0.04	0.06

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (0.95 - 0.2)*(|-3253 |/(0.571 *84071   /1.0)) = 0.95
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-3253 |/(0.571 *84071   /1.0)) = 0.95
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(0.95   , 0.95   ) = 0.95
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.57

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-3253 |/(0.571 *84071   /1.0)+0.95 *|0.0 |/(1.00*1113.7 /1.0)
           = 0.068 + 0.000 = 0.068
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-3253 |/(0.671 *84071   /1.0)+0.57 *|0.0 |/(1.00*1113.7 /1.0)
           = 0.058 + 0.000 = 0.058

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.068 , 0.058) = 0.068

- controle: 0.07 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.15.3.2 Stabiliteitscontrole in het vlak:

- Maatgevende normaaldrukkracht: Ndmax = -3598 N

- Kniklengte: lky = 1.00 * lveld = 1.00 * 898 = 898 mm
Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
Interactiefactoren volgens bijlage B:
Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
= 0.90 * (1.0 + (0.79 - 0.2)*(|-3598 |/(0.671 *84071 /1.0)) = 0.93
Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
= 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-3598 |/(0.671 *84071 /1.0)) = 0.95
Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.93 , 0.95) = 0.93
Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.56

UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
= |-3598 |/(0.671 *84071 /1.0)+0.93 *|0.0 |/(1.00*828.1 /1.0)
= 0.064 + 0.000 = 0.064
UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
= |-3598 |/(0.829 *84071 /1.0)+0.56 *|0.0 |/(1.00*828.1 /1.0)
= 0.052 + 0.000 = 0.052

Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.064 , 0.052) = 0.064

- controle: 0.06 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.15.3.2 Doorsnede-controle van de bovenrand:

$$\text{- UCDruk} = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} = \frac{|-3598|}{84071} = 0.04$$

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 1548 N

$$\text{- UCTrek} = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} = \frac{|1548|}{84071} = 0.02$$

Trek is maatgevend.

- Controle: 0.04 < 1.00, dus de treksterkte voldoet.

Conclusie:
- Bovenrand (RHBK50*30*2.0) voldoet qua sterkte/stabiliteit
bij B.C.8: c1) Dead load + Services + Crop + repair/incident actions

3.15.3.3 Controle van de onderrand:

3.15.3.3 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de onderrand:

- De normaalkracht in de onderrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = M/0.3600 + N/2 (voor N en M, zie 3.15.3.1)
    met: Effectieve spanthoogte: 360.0 mm

Tabel 3.15.33: Normaalkrachtenverloop in de onderrand.

Plaats x in [m]	Normaalkracht in [N] (trek = positief) Spant		Systeem-lengte [mm]
19.20 - 21.60	-5409	635	2892
21.60 - 24.00	890	-1951	2694
24.00 - 26.40	-1948	972	2694
26.40 - 28.80	717	-5247	2892
28.80 - 31.20	-5204	710	2892
31.20 - 33.60	965	-2005	2694
33.60 - 36.00	-2006	930	2694
36.00 - 38.40	675	-5273	2892
38.40 - 40.80	-5165	727	2892
40.80 - 43.20	982	-2010	2694
43.20 - 45.60	-2012	914	2694
45.60 - 48.00	659	-5299	2892
48.00 - 50.40	-5134	742	2892
50.40 - 52.80	997	-2011	2694
52.80 - 55.20	-2015	899	2694
55.20 - 57.60	644	-5327	2892
57.60 - 60.00	-5106	757	2892
60.00 - 62.40	1012	-2010	2694
62.40 - 64.80	-2015	885	2694
64.80 - 67.20	630	-5356	2892
67.20 - 69.60	-5079	773	2892
69.60 - 72.00	1028	-2005	2694
72.00 - 74.40	-2010	868	2694
74.40 - 76.80	613	-5394	2892
76.80 - 79.20	-5053	810	2892
79.20 - 81.60	1065	-1957	2694
81.60 - 84.00	-1966	802	2694
84.00 - 86.40	547	-5569	2892

3.15.3.3 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Nadrukkelijk wordt vermeld, dat onderstaande stabiliteits-berekeningen alleen voldoen bij toepassing van specifieke stabiliteits-voorzieningen ter plaatse van de gordingen:

- fixatie van de boven- en onderrand rand uit het vlak van het spant, door windverbanden tussen de gordingen in het eerste en laatste vak van een gootlengte en momentvaste koppelingen tussen gordingen en bovenrand

Tabel 3.15.3.3:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de onderrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-bepaling	Normaalkrachten (trek = positief) [N]		Rand-voor-waar-den	Knfct staaf-lengte ßm×ßn	Knik-lengte /PlPerc [mm]	Klasse	Sterkte UC	Stab. UC
begin-eind	"begin"	"einde"						
19.20-21.60	-5409	635	m-g	0.558	1615	1	0.07	0.14
21.60-24.00	890	-1951	g-n	0.608	1639	1	0.03	0.05
24.00-26.40	-1948	972	n-g	0.590	1588	1	0.03	0.05
26.40-28.80	717	-5247	g-m	0.603	1744	1	0.07	0.15
28.80-31.20	-5204	710	m-g	0.552	1596	1	0.07	0.13
31.20-33.60	965	-2005	g-n	0.608	1639	1	0.03	0.05
33.60-36.00	-2006	930	n-g	0.590	1588	1	0.03	0.05
36.00-38.40	675	-5273	g-m	0.605	1751	1	0.07	0.15
38.40-40.80	-5165	727	m-g	0.550	1592	1	0.07	0.13
40.80-43.20	982	-2010	g-n	0.608	1639	1	0.03	0.05
43.20-45.60	-2012	914	n-g	0.590	1588	1	0.03	0.05
45.60-48.00	659	-5299	g-m	0.606	1754	1	0.07	0.15
48.00-50.40	-5134	742	m-g	0.549	1588	1	0.07	0.13
50.40-52.80	997	-2011	g-n	0.608	1639	1	0.03	0.05
52.80-55.20	-2015	899	n-g	0.590	1588	1	0.03	0.05
55.20-57.60	644	-5327	g-m	0.607	1756	1	0.07	0.15
57.60-60.00	-5106	757	m-g	0.548	1585	1	0.07	0.13
60.00-62.40	1012	-2010	g-n	0.608	1639	1	0.03	0.05
62.40-64.80	-2015	885	n-g	0.590	1588	1	0.03	0.05
64.80-67.20	630	-5356	g-m	0.608	1759	1	0.07	0.15
67.20-69.60	-5079	773	m-g	0.546	1581	1	0.07	0.13
69.60-72.00	1028	-2005	g-n	0.608	1639	1	0.03	0.05
72.00-74.40	-2010	868	n-g	0.590	1588	1	0.03	0.05
74.40-76.80	613	-5394	g-m	0.609	1762	1	0.07	0.15
76.80-79.20	-5053	810	m-g	0.544	1572	1	0.07	0.13
79.20-81.60	1065	-1957	g-n	0.608	1639	1	0.03	0.05
81.60-84.00	-1966	802	n-g	0.590	1588	1	0.03	0.05
84.00-86.40	547	-5569	g-m	0.613	1774	1	0.08	0.16

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (1.11 - 0.2)*(|-5569 |/(0.479 *72467   /1.0)) = 1.03
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-5569 |/(0.479 *72467   /1.0)) = 1.02
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(1.03   , 1.02   ) = 1.02
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.61

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-5569 |/(0.479 *72467   /1.0)+1.02 *|0.0 |/(1.00*983.6 /1.0)
           = 0.160 + 0.000 = 0.160
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-5569 |/(0.744 *72467   /1.0)+0.61 *|0.0 |/(1.00*983.6 /1.0)
           = 0.103 + 0.000 = 0.103

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.160 , 0.103) = 0.160

- controle: 0.16 < 0.95, dus de stabiliteit voldoet.

3.15.3.3 Stabiliteitscontrole in het vlak (nabij de kolom-aansluitingen):

- Maatgevend: Ndmax = N + |Q|/tan(alfa) = -5569 + |-904 |/tan(38.9) = -5569 N
  (N.B.: 1e drukdiagonaal reduceert de normaaldrukkracht in de onderrand)
- Veldmoment: Mgewas = 1/4*Fgew*lveld = 1/4 * 0 * 898 = 0 E3 Nmm
  (N.B.: Fgew = gamma*v*qgew*hohgew + gamma*v*qtg*hohtgt)
  = 1.28*4.00*0 *0.80 + 1.15*4.00*0 *1.60 = 0 N)

- Kniklengte: lky = 0.80*lveld = 0.80 * 898 = 718 mm
  (lky = lveld, volgens NEN 3851 art. 2.5.6.2.c.)

  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.80 (het profiel is geschoord).
  M1 = -0.00 , M2 = -0.00 , Ms = 0.00 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz2 * (1.0 + 0.6*lambdarel.z*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
  = 0.80 * (1.0 + 0.6*0.67 *(|-5569 |/(0.744 *72467 /1.0)) = 0.83
  Kz.3 = Cmz2 * (1.0 + 0.6*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
  = 0.80 * (1.0 + 0.6*(|-5569 |/(0.744 *72467 /1.0)) = 0.85
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.83 , 0.85) = 0.83
  Ky.b = 0.8 * Kz.b = 0.67

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
  = |-5569 |/(0.744 *72467 /1.0)+0.83 *|0.0 |/(1.00*738.1 /1.0)
  = 0.103 + 0.000 = 0.103
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
  = |-5569 |/(0.871 *72467 /1.0)+0.67 *|0.0 |/(1.00*738.1 /1.0)
  = 0.088 + 0.000 = 0.088

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.103 , 0.088) = 0.103

- controle: 0.10 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.15.3.3 Doorsnede-controle van de onderrand:

$$\text{- UCDruk} = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} = \frac{|-5569|}{72467} = 0.08$$

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 1065 N

$$\text{- UCTrek} = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} = \frac{|1065|}{72467} = 0.01$$

Druk is maatgevend.

- Controle: 0.08 < 1.00, dus de druksterkte voldoet.

Conclusie:
- Onderrand (RHBK50*30*1.5) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.8: c1) Dead load + Services + Crop + repair/incident actions

3.15.3.4 Controle van de diagonalen:

3.15.3.4 Controle van de diagonalen in de eindvelden:

- Controle op druk:
  - Maatgevende dwarskracht eindvelden: Qmaxd = -904 N (zie tabel 3.15.3.1)

$$\text{Ndiagd} = \frac{|\text{Qmaxd}|}{\sin(\text{alfa})} = \frac{|-904|}{\sin(38.9)} = 1440 \text{ N}$$

  - Capaciteit diagonaal: Fdiagd = 13200 N (zie 4.4)

  - Controle: 1440 N < 13200 N, dus diagonaal voldoet.

- Controle op trek:
  - Maatgevende dwarskracht eindvelden: Qmaxt = 895 N (zie tabel 3.15.3.1)

$$\text{Ndiagt} = \frac{\text{Qmaxt}}{\sin(\text{alfa})} = \frac{895}{\sin(38.9)} = 1424 \text{ N}$$

  - Capaciteit diagonaal eindvelden: Fdiagt = 36175 N (zie 4.4)

  - Controle: 1424 N < 36175 N, dus diagonaal voldoet.

Conclusie:
- Diagonalen in eindvelden (RD14.0 mm) voldoen qua trek/druk
  bij B.C.8: c1) Dead load + Services + Crop + repair/incident actions

3.15.3.4 Controle van de (las)verbindingen:

	Diagonalen eindvelden		Diagonalen middenvelden	
	Nd = 1440 N		Nd = - 0 N	
	Nt = 1424 N		Nt = 0 N	
	Fstev = 1109 N		Fstev = 0 N	
	Fstlo = 895 N		Fstlo = 0 N	
	Msdt = 5658.67 Nm		Msdt = 0.00 Nm	
	Fsdev = 1121 N		Fsdev = 0 N	
	bovenrand	onderrand	bovenrand	onderrand
Tau1	4.78 N/mm²	4.78 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
Tau2	3.70 N/mm²	3.70 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
Sgm1	4.78 N/mm²	4.78 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
SgmWst	6.64 N/mm²	6.64 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
UC1	0.03	0.03	0.00	0.00
UC2	0.02	0.02	0.00	0.00
SgmWsd	3.74 N/mm²	3.74 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
UC3	0.02	0.02	0.00	0.00
Nt1	20826 N	15660 N	20826 N	15660 N
knd	1.00	1.00	1.00	1.00
Nd1	20826 N	15660 N	20826 N	15660 N
UCt1	0.07	0.09	0.00	0.00
UCd1	0.07	0.09	0.00	0.00
UClas	0.03	0.03	0.00	0.00
UCdia	0.07	0.09	0.00	0.00
UCgeo	0.48	0.49	0.48	0.49
UClas	0.03		0.00	
UCdia	0.50		0.50	

Conclusie:
- Lassen: UClas = 0.03 <= 1.00 dus: voldoen
- Aansluitingen: UCdia = 0.50 <= 1.00 dus: voldoen

Eindconclusie:
- Aansluiting diagonalen voldoet
  bij B.C.8: c1) Dead load + Services + Crop + repair/incident actions

3.15.3.4 Controle van de dekgording (het spant van de middenvelden)

- Belastingscombinatie met alleen eigen gewicht kasdek, wind en sneeuw
  Qg,links = [32 + 0 *(+0.00-(+0.00))/cos(27.0) + 0] * 9.60 /[2*(1+1)] = 0.077 Nm
  Qg,rechts = [32 + 0 *(+0.00-(+0.00))/cos(27.0) + 0] * 9.60 /[2*(1+1)] = 0.077 Nm
  Qg= max(|Qg,links| ; |Qg,rechts|) = 0.077 Nm

- Vervormingseis dekgordingen volgens EN 13031-1:
  dtoel2 = min(4000/(650 - 100*min(4000/1125;5)); 4000/150; 30) = 13.6 mm
- Hieruit volgt een minimaal traagheidsmoment (ligger op 3 steunpunten):
  Ixg,bc = 2/384 * (Qg * 40004) / (Estaal,g * dtoel2) = 35894 mm4

- Minimaal traagheidsmoment dekgording:
  Ixgmin = max(Ixg,eg, Ixg,bc) = max(91429 , 35894) = 91429 mm4

3.15.3.4 Controle van de gordingverticaal

- Controle veerstijfheid gordingverticaal
  De onderrand wordt geschematiseerd als een ligger van goot naar nok.
  - Veerstijfheid gordingprofiel:
    kgord = 4 * Estaal,g * Ixgmin / (390 ² * 4000) = 126.2 N/mm
  - Veerstijfheid gordingverticaal:
    k0gvert = 1826.1 N/mm (zie 4.7)

    De veerstijfheid van de verticaal is ten minste zo groot als 100% van
    de veerstijfheid van de inklemming van de gording.

  - Controle: 1826.1 N/mm > 126.2 N/mm, dus gordingverticaal voldoet.

- Plaatsvastheid van de gordingverticaal bij de onderrand
  Omdat de aansluiting van de gording aan de tralie in het algemeen goed
  momentvast is uitgevoerd, kan de volledige stijfheid van de gording in
  rekening worden gebracht.

  - Veerstijfheid gordingprofiel:
    kgord = 4 * Estaal,g * 91429 / (390 ² * 4000) = 126.2 N/mm

  - Veerstijfheid van de aansluiting van de onderrand-gording "uit het vlak":
    Hoekverdraaiing door gording en inklemming opzetkolom:

$$V2 = \frac{2*vak}{4*Eg*Ig} = \frac{2 * 4000}{4 * 210000 * 91429} = 104.2 \ *10\text{-}9 \ 1/Nmm$$

    Hoekverdraaiing door moment bij onderrand door bovenrand:

$$V3 = \frac{bkap}{2*(ngord+1)*\cos(27.0)*Gbr*Itbr*2} = \frac{9600}{2*(1+1)*\cos(27.0)* 80769* 92298*2} = 180.7 \ *10\text{-}9 \ 1/Nmm$$

    Hoekverdraaiing door puntlast bij gordingverticaal:

$$V4 = \frac{ht;net^2}{3 * Egv * Igv} = \frac{330^2}{3 * 210000 * 104167} = 1659.4 \ *10\text{-}9 \ 1/Nmm$$

    Moment bij bovenrand

$$MBr = \frac{V2 * hspant}{V2 + V3} = \frac{104.2 * 390}{104.2 + 180.7} = 142.6 \ Nm$$

    Moment bij gording Mozk = hspant - Mbr = 390 - 143 = 247 Nmm

    Geeft de veerstijfheid ter plaatse van de bovenrand:

$$kor = \frac{1}{V4*ht;nett + V2*hspant^2 + V2*hspant*-Mbr} = \frac{1}{1659.4*330 + 104.2*390^2 + 104.2*390*(-143)} = 94.4 \ N/mm$$

    Vereiste kritische veerstijfheid: kcr = 16.5 N/mm (zie 4.8)

  - Controle: 94.4 N/mm > 16.5 N/mm, dus veerstijfheid voldoet.

- Controle op knik:
  - Maatgevende verticale kracht: Ngv = Fvg = -1001 N
  - Capaciteit van de verticaal : Fgvertd = 69549 N (zie 4.6)

  - Controle: -1001 N > 69549 N, dus gordingverticaal voldoet.

Conclusie:
- Gordingverticaal voldoet qua sterkte/stabiliteit en stijfheid
  bij B.C.8: c1) Dead load + Services + Crop + repair/incident actions

3.15.3.5 Controle van de bouten van de spant-kolom-aansluiting:

Controle van de krachten op de bout(en) bij de bovenrand:

Tabel 3.15.3.5.1: Belastingen bij bovenrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Spant-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Nt [N]	Ft,br [N]	Fs,br [N]	Fi,br [N]
19.20	-1427	-2891	895	2076	2029	1453	2888
28.80	-1370	-2886	-884	2076	1904	1443	2791
28.80	-1350	-2906	877	2083	1852	1441	2754
38.40	-1375	-2908	-882	2083	1905	1446	2795
38.40	-1336	-2907	874	2075	1819	1439	2730
48.00	-1384	-2911	-883	2075	1923	1448	2809
48.00	-1325	-2906	872	2072	1796	1437	2712
57.60	-1393	-2913	-885	2072	1944	1450	2825
57.60	-1315	-2905	870	2073	1774	1435	2695
67.20	-1404	-2913	-887	2073	1967	1451	2843
67.20	-1306	-2903	869	2078	1754	1433	2681
76.80	-1417	-2913	-890	2078	1997	1454	2867
76.80	-1300	-2883	870	2072	1750	1430	2675
86.40	-1483	-2901	-904	2072	2149	1464	2985

Gegevens van de eindplaat bij de bovenrand:
- Aantal bouten bij de bovenrand: nbb = 1
- Momenten-arm bij bovenrand: hbbout = 458 mm
- Hellingshoek van het spant: alpha = 27.0 graden
- Nt is de trekkracht in de trekstang van het spant
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Normaalkracht: $Ft = \frac{N*\cos(alpha) + sn*Q*\sin(alpha)}{2 * nbb} - \frac{M}{hbbout} + \frac{Nt}{2}$ met Ft>=0N
- Schuifkracht: $Fs = 0.5 * -N*\sin(alpha) + sn*Q*\cos(alpha)$
- Ideële kracht: $Fi = (Ft^2 + 2*Fs^2)0.5$
- Maximale optredende kracht: Fi,br max = 2985 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbtb max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 2985 N < 33926 N, dus bout bij bovenrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.8: c1) Dead load + Services + Crop + repair/incident actions

Controle van de krachten op de bout(en) bij de onderrand:

Tabel 3.15.3.5.2: Belastingen bij onderrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Spant-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Nt [N]	Ft,or [N]	Fs,or [N]	Fi,or [N]
19.20	-1427	-2891	895	2076	0	1453	2055
28.80	-1370	-2886	-884	2076	0	1443	2040
28.80	-1350	-2906	877	2083	0	1441	2038
38.40	-1375	-2908	-882	2083	0	1446	2045
38.40	-1336	-2907	874	2075	0	1439	2035
48.00	-1384	-2911	-883	2075	0	1448	2047
48.00	-1325	-2906	872	2072	0	1437	2032
57.60	-1393	-2913	-885	2072	0	1450	2050
57.60	-1315	-2905	870	2073	0	1435	2029
67.20	-1404	-2913	-887	2073	0	1451	2053
67.20	-1306	-2903	869	2078	0	1433	2027
76.80	-1417	-2913	-890	2078	0	1454	2056
76.80	-1300	-2883	870	2072	0	1430	2022
86.40	-1483	-2901	-904	2072	0	1464	2071

Gegevens van de eindplaat bij de onderrand:
- Aantal bouten bij de onderrand: nbo = 2
- Momenten-arm bij onderrand: hobout = 762 mm
- Hellingshoek van het spant: alfa = 27.0 graden
- Nt is de trekkracht in de trekstang van het spant
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Schuifkracht: $Fs = 0.5 * -N*\sin(alpha) + sn*Q*\cos(alpha)$
- Ideële kracht: $Fi = (Ft^2 + 2*Fs^2)0.5$
- Maximale optredende kracht: Fi,or max = 2071 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbto max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 2071   N < 33926   N, dus bout bij onderrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.8: c1) Dead load + Services + Crop + repair/incident actions

3.15.3.5 Controle van de eindplaat op pons:

Bij de boutverbinding van de bovenrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxb = 2.1 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capb = 80 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 2.1 kN < 80 kN, dus eindplaat (ST50*10.0) voldoet
zonder onderlegring bij de bovenste bout
bij B.C.8: c1) Dead load + Services + Crop + repair/incident actions

Bij de boutverbinding van de onderrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxo = 0.0 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capo = 80 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0.0 kN < 80 kN, dus eindplaat (ST50*10.0) voldoet
zonder onderlegring bij de onderste bout
bij B.C.8: c1) Dead load + Services + Crop + repair/incident actions

3.15.3.5 Controle van de eindplaat op buiging:

Tabel 3.15.3.5.4.1: Belastingen van de eindplaat van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Spant-kracht	Normaal-kracht	Normaal-kracht
x	M	N	Q	Nt	Ftrb	Ftro
[m]	[Nm]	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]
19.20	-1427	-2891	895	2076	2878	0
28.80	-1370	-2886	-884	2076	2720	0
28.80	-1350	-2906	877	2083	2656	0
38.40	-1375	-2908	-882	2083	2723	0
38.40	-1336	-2907	874	2075	2615	0
48.00	-1384	-2911	-883	2075	2747	0
48.00	-1325	-2906	872	2072	2584	0
57.60	-1393	-2913	-885	2072	2774	0
57.60	-1315	-2905	870	2073	2557	0
67.20	-1404	-2913	-887	2073	2803	0
67.20	-1306	-2903	869	2078	2532	0
76.80	-1417	-2913	-890	2078	2841	0
76.80	-1300	-2883	870	2072	2524	0
86.40	-1483	-2901	-904	2072	3032	0

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de bovenrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftrb = \frac{N*\cos(alpha) + sn*Q*\sin(alpha)}{2} - \frac{M}{ht,eff} \text{ met } Ftrb>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftrb(max) * e = 0.5 * 3032 * 25.0 = 38 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 1987 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 38 Nm < 1987 Nm, dus eindplaat (ST50*10.0) voldoet
bij B.C.8: c1) Dead load + Services + Crop + repair/incident actions

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de onderrand:
- Normaalkracht : Ftbout(2) = 0.0 * 367.7 /472.7 = 0.0 kN
- Normaalkracht : Ftbout(1) = 0.0 * 472.7 /472.7 = 0.0 kN
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * max(Ftbout(2) * e(2), Ftbout(1) * e(1))
= 0.5 * max(0.0 * 25 , 0.0 * 50) = 0 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 2683 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0 Nm < 2683 Nm, dus eindplaat (ST50*10.0) voldoet
bij B.C.8: c1) Dead load + Services + Crop + repair/incident actions

De lasverbindingen tussen eindplaat met resp. de boven- en onderrand
zijn niet gecontroleerd.

3.15.3.6 Controle van de bouten van de nokaansluiting:

Controle van de krachten op de bout(en) bij de bovenrand:

Tabel 3.15.3.6.1: Belastingen bij bovenrand van de nokaansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,br [N]	Fs,br [N]	Fi,br [N]
24.00	-308	-2191	-479	0	924	1307
24.00	-308	-2186	490	0	933	1319
33.60	-325	-2206	-496	0	943	1334
33.60	-325	-2209	492	0	940	1329
43.20	-326	-2207	-499	0	946	1338
43.20	-326	-2211	491	0	939	1328
52.80	-327	-2206	-502	0	948	1340
52.80	-327	-2213	489	0	938	1326
62.40	-327	-2205	-503	0	949	1342
62.40	-327	-2214	487	0	936	1324
72.00	-325	-2203	-505	0	950	1343
72.00	-325	-2213	484	0	934	1321
81.60	-311	-2183	-503	0	944	1335
81.60	-311	-2201	469	0	918	1298

Gegevens van de nokplaat bij de bovenrand:
- Aantal bouten bij de bovenrand: nbb = 1
- Momenten-arm bij bovenrand: hbbout = 372 mm
- Hellingshoek van het spant: alpha = 27.0 graden
- Teken dwarskracht bij eindpositie sn=+1 en bij beginpositie sn=-1

$$\text{- Normaalkracht: } Ft = \frac{N\cos(\alpha) + sn\,Q\sin(\alpha)}{2 \cdot nbb} - \frac{M}{hbbout} \text{ met } Ft>=0N$$

- Schuifkracht: $Fs = 0.5 * -N\sin(\alpha) - sn\,Q\cos(\alpha)$
- Ideële kracht: $Fi = (Ft^2 + 2Fs^2)0.5$
- Maximale optredende kracht: Fi,br max = 1343 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbtb max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 1343 N < 33926 N, dus bout bij bovenrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.8: c1) Dead load + Services + Crop + repair/incident actions

Controle van de krachten op de bout(en) bij de onderrand:

Tabel 3.15.3.6.2: Belastingen bij onderrand van de nokaansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,or [N]	Fs,or [N]	Fi,or [N]
24.00	-308	-2191	-479	0	924	1307
24.00	-308	-2186	490	0	933	1319
33.60	-325	-2206	-496	0	943	1334
33.60	-325	-2209	492	0	940	1329
43.20	-326	-2207	-499	0	946	1338
43.20	-326	-2211	491	0	939	1328
52.80	-327	-2206	-502	0	948	1340
52.80	-327	-2213	489	0	938	1326
62.40	-327	-2205	-503	0	949	1342
62.40	-327	-2214	487	0	936	1324
72.00	-325	-2203	-505	0	950	1343
72.00	-325	-2213	484	0	934	1321
81.60	-311	-2183	-503	0	944	1335
81.60	-311	-2201	469	0	918	1298

Gegevens van de nokplaat bij de onderrand:
- Aantal bouten bij de onderrand: nbo = 1
- Momenten-arm bij onderrand: hobout = 372 mm
- Hellingshoek van het spant: alfa = 27.0 graden
- Teken dwarskracht bij eindpositie sn=+1 en bij beginpositie sn=-1

$$\text{- Normaalkracht: } Ft = \frac{N\cos(\alpha) + sn\,Q\sin(\alpha)}{2 \cdot nbo} + \frac{M}{hobout} \text{ met } Ft>=0N$$

- Schuifkracht: $Fs = 0.5 * -N\sin(\alpha) - sn\,Q\cos(\alpha)$
- Ideële kracht: $Fi = (Ft^2 + 2Fs^2)0.5$
- Maximale optredende kracht: Fi,or max = 1343 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbto max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 1343   N < 33926   N, dus bout bij onderrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.8: c1) Dead load + Services + Crop + repair/incident actions

3.15.3.6 Controle van de nokplaat op pons:
Bij de boutverbinding van de bovenrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxb = 0.0 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de nokplaat: Fp,capb = 96 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0.0 kN < 96 kN, dus nokplaat (ST50*12.0) voldoet
zonder onderlegring bij de bovenste bout
bij B.C.8: c1) Dead load + Services + Crop + repair/incident actions

Bij de boutverbinding van de onderrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxo = 0.0 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de nokplaat: Fp,capo = 96 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0.0 kN < 96 kN, dus nokplaat (ST50*12.0) voldoet
zonder onderlegring bij de onderste bout
bij B.C.8: c1) Dead load + Services + Crop + repair/incident actions

3.15.3.6 Controle van de nokplaat op buiging:

Tabel 3.15.3.6.4.1: Belastingen van de nokplaat.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Normaal-kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ftrb [N]	Ftro [N]
24.00	-308	-2191	-479	0	0
24.00	-308	-2186	490	0	0
33.60	-325	-2206	-496	0	0
33.60	-325	-2209	492	0	0
43.20	-326	-2207	-499	0	0
43.20	-326	-2211	491	0	0
52.80	-327	-2206	-502	0	0
52.80	-327	-2213	489	0	0
62.40	-327	-2205	-503	0	0
62.40	-327	-2214	487	0	0
72.00	-325	-2203	-505	0	0
72.00	-325	-2213	484	0	0
81.60	-311	-2183	-503	0	0
81.60	-311	-2201	469	0	0

Resulterende trekkracht in de nokplaat bij de bovenrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftrb = \frac{N*\cos(alpha) + sn*Q*\sin(alpha)}{2} - \frac{M}{ht,eff} \text{ met } Ftrb>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de nokplaat:
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftrb(max) * e = 0.5 * 0 * 25.0 = 0 Nm
- Capaciteit van de nokplaat: Mp,cap = 368 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0 Nm < 368 Nm, dus nokplaat (ST50*12.0) voldoet
bij B.C.8: c1) Dead load + Services + Crop + repair/incident actions

Resulterende trekkracht in de nokplaat bij de onderrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftro = \frac{N*\cos(alfa) + sn*Q*\sin(alfa)}{2} + \frac{M}{ht,eff} \text{ met } Ftro>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de nokplaat:
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftro(max) * e = 0.5 * 0 * 25.0 = 0 Nm
- Capaciteit van de nokplaat: Mp,cap = 685 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0 Nm < 685 Nm, dus nokplaat (ST50*12.0) voldoet
bij B.C.8: c1) Dead load + Services + Crop + repair/incident actions

De lasverbindingen tussen nokplaat met resp. de boven- en onderrand
zijn niet gecontroleerd.

3.15.4 De krachtsverdeling in het 2e spant:

Tabel 3.15.4.1: Momentenlijn, normaal- en dwarskrachtenlijn.

Positie	Momentenlijn	Normaal-krachtenlijn	Dwars-krachtenlijn
x in [m] begin - eind	M(x) in [Nm] (+ = U/- =)	N(x) in [N] (+ = trek)	Q(x) in [N] (+ = ~~~___)
9.60 - 12.00	-1477 790	-3003 -2884	959 724
12.00 - 14.40	790 -274	-2373 -2254	-277 -513
14.40 - 16.80	-274 812	-2249 -2369	521 286
16.80 - 19.20	812 -1432	-2879 -2999	-716 -951
86.40 - 88.80	-1351 851	-2996 -2876	935 700
88.80 - 91.20	851 -278	-2366 -2246	-301 -537
91.20 - 93.60	-278 753	-2264 -2384	501 265
93.60 - 96.00	753 -1545	-2894 -3014	-736 -971

3.15.4.1 Controle van de stijfheid van het spant:

De toelaatbare doorbuiging van alle spanten wordt bepaald per spantbeen:
- uvtoel = 5387 / 250 < 30.0 mm, dus: uvtoel = 21.5 mm

Uit de U-lijn is de maximale doorbuiging:
- doorbuiging umax = -9.77 mm

- Controle van het 2e spant:
  Doorbuiging: |-9.8 | mm < 21.5 mm, dus: voldoet.
  bij B.C.8: c1) Dead load + Services + Crop + repair/incident actions

3.15.4.2 Controle van de bovenrand:

3.15.4.2 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de bovenrand:

- De normaalkracht in de bovenrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = -M/0.3600 + N/2 (voor N en M, zie 3.15.4.1)
    met: Effectieve spanthoogte: 360.0 mm

- De normaalkracht in de bovenrand wordt bij de eindplaten van de nok en de kolomaansluiting gereduceerd met de normaalkracht in de diagonaal (einddiagonaal sluit aan bij eindplaat ter plaatse van de bovenrand)
  - Reductie: Nred = Nd - Q/tan(38.9) plaats van eindplaat naar gording
  - Reductie: Nred = Nd + Q/tan(38.9) plaats van gording naar eindplaat
    (voor de dwarskracht Q zie tabel 3.15.4.1)

Tabel 3.15.42: Normaalkrachtenverloop in de bovenrand.

Plaats	Normaalkracht in [N] (trek = positief)	Systeem-lengte
x in [m]	Spant	[mm]
9.60 - 12.00	1412 -3635	2694
12.00 - 14.40	-3380 -1000	2694
14.40 - 16.80	-1009 -3440	2694
16.80 - 19.20	-3695 1300	2694
86.40 - 88.80	1095 -3801	2694
88.80 - 91.20	-3546 -1016	2694
91.20 - 93.60	-980 -3285	2694
93.60 - 96.00	-3540 1582	2694

3.15.4.2 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Nadrukkelijk wordt vermeld, dat onderstaande stabiliteits-berekeningen alleen voldoen bij toepassing van specifieke stabiliteits-voorzieningen ter plaatse van de gordingen:

- fixatie van de boven- en onderrand rand uit het vlak van het spant, door windverbanden tussen de gordingen in het eerste en laatste vak van een gootlengte en momentvaste koppelingen tussen gordingen en bovenrand

Tabel 3.15.4.2:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de bovenrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-	Normaalkrachten	Rand-	Knfct	Knik-	Klasse	Sterkte	Stab.

bepaling	(trek = positief)		voor-	staaf-	lengte		UC	UC
	[N]		waar-	lengte				
begin-eind	"begin"	"einde"	den	ßm×ßn	[mm]			
9.60-12.00	1412	-3635	m-g	0.494	1330	1	0.04	0.06
12.00-14.40	-3380	-1000	g-n	0.556	1497	1	0.04	0.07
14.40-16.80	-1009	-3440	n-g	0.607	1635	1	0.04	0.07
16.80-19.20	-3695	1300	g-m	0.400	1077	1	0.04	0.07
86.40-88.80	1095	-3801	m-g	0.494	1330	1	0.05	0.07
88.80-91.20	-3546	-1016	g-n	0.553	1490	1	0.04	0.07
91.20-93.60	-980	-3285	n-g	0.608	1638	1	0.04	0.07
93.60-96.00	-3540	1582	g-m	0.400	1077	1	0.04	0.06

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (0.96 - 0.2)*(|-3440 |/(0.565 *84071   /1.0)) = 0.95
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-3440 |/(0.565 *84071   /1.0)) = 0.95
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(0.95   , 0.95   ) = 0.95
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.57

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-3440 |/(0.565 *84071   /1.0)+0.95 *|0.0 |/(1.00*1113.7 /1.0)
           = 0.072 + 0.000 = 0.072
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-3440 |/(0.671 *84071   /1.0)+0.57 *|0.0 |/(1.00*1113.7 /1.0)
           = 0.061 + 0.000 = 0.061

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.072 , 0.061) = 0.072

- controle: 0.07 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.15.4.2 Stabiliteitscontrole in het vlak:

- Maatgevende normaaldrukkracht: Ndmax = -3801 N

- Kniklengte: lky = 1.00 * lveld = 1.00 * 898 = 898 mm
Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
Interactiefactoren volgens bijlage B:
Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
= 0.90 * (1.0 + (0.79 - 0.2)*(|-3801 |/(0.671 *84071 /1.0)) = 0.94
Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
= 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-3801 |/(0.671 *84071 /1.0)) = 0.95
Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.94 , 0.95) = 0.94
Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.56

UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
= |-3801 |/(0.671 *84071 /1.0)+0.94 *|0.0 |/(1.00*828.1 /1.0)
= 0.067 + 0.000 = 0.067
UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
= |-3801 |/(0.829 *84071 /1.0)+0.56 *|0.0 |/(1.00*828.1 /1.0)
= 0.055 + 0.000 = 0.055

Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.067 , 0.055) = 0.067

- controle: 0.07 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.15.4.2 Doorsnede-controle van de bovenrand:

$$\text{- UCDruk} = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} = \frac{|-3801|}{84071} = 0.05$$

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 1582 N

$$\text{- UCTrek} = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} = \frac{|1582|}{84071} = 0.02$$

Trek is maatgevend.

- Controle: 0.05 < 1.00, dus de treksterkte voldoet.

Conclusie:
- Bovenrand (RHBK50*30*2.0) voldoet qua sterkte/stabiliteit
bij B.C.8: c1) Dead load + Services + Crop + repair/incident actions

3.15.4.3 Controle van de onderrand:

3.15.4.3 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de onderrand:

- De normaalkracht in de onderrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = M/0.3600 + N/2 (voor N en M, zie 3.15.4.1)
    met: Effectieve spanthoogte: 360.0 mm

Tabel 3.15.43: Normaalkrachtenverloop in de onderrand.

Plaats x in [m]	Normaalkracht in [N] (trek = positief) Spant	Systeem-lengte [mm]
9.60 - 12.00	-5603 752	2892
12.00 - 14.40	1007 -1888	2694
14.40 - 16.80	-1886 1071	2694
16.80 - 19.20	816 -5477	2892
86.40 - 88.80	-5250 925	2892
88.80 - 91.20	1180 -1895	2694
91.20 - 93.60	-1904 901	2694
93.60 - 96.00	646 -5799	2892

3.15.4.3 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Nadrukkelijk wordt vermeld, dat onderstaande stabiliteits-berekeningen
alleen voldoen bij toepassing van specifieke stabiliteits-voorzieningen
ter plaatse van de gordingen:

- fixatie van de boven- en onderrand rand uit het vlak van het spant, door
  windverbanden tussen de gordingen in het eerste en laatste vak van een
  gootlengte en momentvaste koppelingen tussen gordingen en bovenrand

Tabel 3.15.4.3:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de onderrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-bepaling begin-eind	Normaalkrachten (trek = positief) [N] "begin"	"einde"	Rand-voor-waar-den	Knfct staaf-lengte ßm×ßn	Knik-lengte/PlPerc [mm]	Klasse	Sterkte UC	Stab. UC
9.60-12.00	-5603	752	m-g	0.553	1599	1	0.04	0.08
12.00-14.40	1007	-1888	g-n	0.608	1639	1	0.01	0.03
14.40-16.80	-1886	1071	n-g	0.590	1588	1	0.01	0.03
16.80-19.20	816	-5477	g-m	0.600	1735	1	0.04	0.08
86.40-88.80	-5250	925	m-g	0.538	1556	1	0.04	0.07
88.80-91.20	1180	-1895	g-n	0.608	1639	1	0.01	0.03
91.20-93.60	-1904	901	n-g	0.590	1588	1	0.01	0.03
93.60-96.00	646	-5799	g-m	0.610	1764	1	0.05	0.09

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (1.07 - 0.2)*(|-5799 |/(0.503 *127493 /1.0)) = 0.97
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-5799 |/(0.503 *127493 /1.0)) = 0.97
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(0.97   , 0.97   ) = 0.97
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.58

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-5799 |/(0.503 *127493 /1.0)+0.97 *|0.0 |/(1.00*1585.8 /1.0)
           = 0.090 + 0.000 = 0.090
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-5799 |/(0.754 *127493 /1.0)+0.58 *|0.0 |/(1.00*1585.8 /1.0)
           = 0.060 + 0.000 = 0.060

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.090 , 0.060) = 0.090

- controle: 0.09 < 0.95, dus de stabiliteit voldoet.

3.15.4.3 Stabiliteitscontrole in het vlak (nabij de kolom-aansluitingen):

- Maatgevend: Ndmax = N + |Q|/tan(alfa) = -5799 + |-971 |/tan(38.9) = -5799 N
  (N.B.: 1e drukdiagonaal reduceert de normaaldrukkracht in de onderrand)
- Veldmoment: Mgewas = 1/4*Fgew*lveld = 1/4 * 0 * 898 = 0 E3 Nmm
  (N.B.: Fgew = gamma*v*qgew*hohgew + gamma*v*qtg*hohtgt)
  = 1.28*4.00*0 *0.80 + 1.15*4.00*0 *1.60 = 0 N)

- Kniklengte: lky = 0.80*lveld = 0.80 * 898 = 718 mm
  (lky = lveld, volgens NEN 3851 art. 2.5.6.2.c.)

  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.80 (het profiel is geschoord).
  M1 = -0.00 , M2 = -0.00 , Ms = 0.00 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz2 * (1.0 + 0.6*lambdarel.z*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
  = 0.80 * (1.0 + 0.6*0.65 *(|-5799 |/(0.754 *127493 /1.0)) = 0.82
  Kz.3 = Cmz2 * (1.0 + 0.6*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
  = 0.80 * (1.0 + 0.6*(|-5799 |/(0.754 *127493 /1.0)) = 0.83
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.82 , 0.83) = 0.82
  Ky.b = 0.8 * Kz.b = 0.66

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
  = |-5799 |/(0.754 *127493 /1.0)+0.82 *|0.0 |/(1.00*1168.2 /1.0)
  = 0.060 + 0.000 = 0.060
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
  = |-5799 |/(0.879 *127493 /1.0)+0.66 *|0.0 |/(1.00*1168.2 /1.0)
  = 0.052 + 0.000 = 0.052

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.060 , 0.052) = 0.060

- controle: 0.06 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.15.4.3 Doorsnede-controle van de onderrand:

$$\text{- UCDruk} = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} = \frac{|-5799|}{127493} = 0.05$$

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 1180 N

$$\text{- UCTrek} = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} = \frac{|1180|}{127493} = 0.01$$

Druk is maatgevend.

- Controle: 0.05 < 1.00, dus de druksterkte voldoet.

Conclusie:
- Onderrand (RHBK50*30*3.0) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.8: c1) Dead load + Services + Crop + repair/incident actions

3.15.4.4 Controle van de diagonalen:

3.15.4.4 Controle van de diagonalen in de eindvelden:

- Controle op druk:
  - Maatgevende dwarskracht eindvelden: Qmaxd = -971 N (zie tabel 3.15.4.1)

$$N_{diagd} = \frac{|Q_{maxd}|}{\sin(alfa)} = \frac{|-971|}{\sin(38.9)} = 1546 \text{ N}$$

  - Capaciteit diagonaal: Fdiagd = 16714 N (zie 4.4)

  - Controle: 1546 N < 16714 N, dus diagonaal voldoet.

- Controle op trek:
  - Maatgevende dwarskracht eindvelden: Qmaxt = 959 N (zie tabel 3.15.4.1)

$$N_{diagt} = \frac{Q_{maxt}}{\sin(alfa)} = \frac{959}{\sin(38.9)} = 1527 \text{ N}$$

  - Capaciteit diagonaal eindvelden: Fdiagt = 41528 N (zie 4.4)

  - Controle: 1527 N < 41528 N, dus diagonaal voldoet.

Conclusie:
- Diagonalen in eindvelden (RD15.0 mm) voldoen qua trek/druk
  bij B.C.8: c1) Dead load + Services + Crop + repair/incident actions

3.15.4.4 Controle van de (las)verbindingen:

	Diagonalen eindvelden		Diagonalen middenvelden	
	Nd = 1546 N		Nd = - 0 N	
	Nt = 1527 N		Nt = 0 N	
	Fstev = 1188 N		Fstev = 0 N	
	Fstlo = 959 N		Fstlo = 0 N	
	Msdt = 5471.88 Nm		Msdt = 0.00 Nm	
	Fsdev = 1203 N		Fsdev = 0 N	
	bovenrand	onderrand	bovenrand	onderrand
Tau1	4.84 N/mm²	4.84 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
Tau2	3.96 N/mm²	3.96 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
Sgm1	4.84 N/mm²	4.84 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
SgmWst	6.85 N/mm²	6.85 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
UC1	0.03	0.03	0.00	0.00
UC2	0.02	0.02	0.00	0.00
SgmWsd	4.01 N/mm²	4.01 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
UC3	0.02	0.02	0.00	0.00
Nt1	21211 N	39844 N	21211 N	39844 N
knd	1.00	1.00	1.00	1.00
Nd1	21211 N	39844 N	21211 N	39844 N
UCt1	0.07	0.04	0.00	0.00
UCd1	0.07	0.04	0.00	0.00
UClas	0.03	0.03	0.00	0.00
UCdia	0.07	0.04	0.00	0.00
UCgeo	0.46	0.44	0.46	0.44
UClas	0.03		0.00	
UCdia	0.50		0.50	

Conclusie:
- Lassen: UClas = 0.03 <= 1.00 dus: voldoen
- Aansluitingen: UCdia = 0.50 <= 1.00 dus: voldoen

Eindconclusie:
- Aansluiting diagonalen voldoet
  bij B.C.8: c1) Dead load + Services + Crop + repair/incident actions

3.15.4.4 Controle van de dekgording (het 2e spant)

- Belastingscombinatie met alleen eigen gewicht kasdek, wind en sneeuw
  Qg,links = [32 + 0 *(+0.00-(+0.00))/cos(27.0) + 0] * 9.60 /[2*(1+1)] = 0.077 Nm
  Qg,rechts = [32 + 0 *(+0.00-(+0.00))/cos(27.0) + 0] * 9.60 /[2*(1+1)] = 0.077 Nm
  Qg= max(|Qg,links| ; |Qg,rechts|) = 0.077 Nm

- Vervormingseis dekgordingen volgens EN 13031-1:
  dtoel2 = min(4000/(650 - 100*min(4000/1125;5)); 4000/150; 30) = 13.6 mm
- Hieruit volgt een minimaal traagheidsmoment (ligger op 3 steunpunten):
  Ixg,bc = 2/384 * (Qg * 40004) / (Estaal,g * dtoel2) = 35894 mm4

- Minimaal traagheidsmoment dekgording:
  Ixgmin = max(Ixg,eg, Ixg,bc) = max(91429 , 35894) = 91429 mm4

3.15.4.4 Controle van de gordingverticaal

- Controle veerstijfheid gordingverticaal
  De onderrand wordt geschematiseerd als een ligger van goot naar nok.
  - Veerstijfheid gordingprofiel:
    kgord = 4 * Estaal,g * Ixgmin / (390 ² * 4000) = 126.2 N/mm
  - Veerstijfheid gordingverticaal:
    k0gvert = 1826.1 N/mm (zie 4.7)

    De veerstijfheid van de verticaal is ten minste zo groot als 100% van
    de veerstijfheid van de inklemming van de gording.

  - Controle: 1826.1 N/mm > 126.2 N/mm, dus gordingverticaal voldoet.

- Plaatsvastheid van de gordingverticaal bij de onderrand
  Omdat de aansluiting van de gording aan de tralie in het algemeen goed
  momentvast is uitgevoerd, kan de volledige stijfheid van de gording in
  rekening worden gebracht.

  - Veerstijfheid gordingprofiel:
    kgord = 4 * Estaal,g * 91429 / (390 ² * 4000) = 126.2 N/mm

  - Veerstijfheid van de aansluiting van de onderrand-gording "uit het vlak":
    Hoekverdraaiing door gording en inklemming opzetkolom:

$$V2 = \frac{2*vak}{4*Eg*Ig} = \frac{2 * 4000}{4 * 210000 * 91429} = 104.2 \ *10\text{-}9 \ 1/Nmm$$

    Hoekverdraaiing door moment bij onderrand door bovenrand:

$$V3 = \frac{bkap}{2*(ngord+1)*\cos(27.0)*Gbr*Itbr*2} = \frac{9600}{2*(1+1)*\cos(27.0)* 80769* 92298*2} = 180.7 \ *10\text{-}9 \ 1/Nmm$$

    Hoekverdraaiing door puntlast bij gordingverticaal:

$$V4 = \frac{ht;net^2}{3 * Egv * Igv} = \frac{330^2}{3 * 210000 * 104167} = 1659.4 \ *10\text{-}9 \ 1/Nmm$$

    Moment bij bovenrand

$$MBr = \frac{V2 * hspant}{V2 + V3} = \frac{104.2 * 390}{104.2 + 180.7} = 142.6 \ Nm$$

    Moment bij gording Mozk = hspant - Mbr = 390 - 143 = 247 Nmm

    Geeft de veerstijfheid ter plaatse van de bovenrand:

$$kor = \frac{1}{V4*ht;nett + V2*hspant^2 + V2*hspant*-Mbr} = \frac{1}{1659.4*330 + 104.2*390^2 + 104.2*390*(-143)} = 94.4 \ N/mm$$

    Vereiste kritische veerstijfheid: kcr = 28.3 N/mm (zie 4.8)

  - Controle: 94.4 N/mm > 28.3 N/mm, dus veerstijfheid voldoet.

- Controle op knik:
  - Maatgevende verticale kracht: Ngv = Fvg = -1001 N
  - Capaciteit van de verticaal : Fgvertd = 69549 N (zie 4.6)

  - Controle: -1001 N > 69549 N, dus gordingverticaal voldoet.

Conclusie:
- Gordingverticaal voldoet qua sterkte/stabiliteit en stijfheid
  bij B.C.8: c1) Dead load + Services + Crop + repair/incident actions

3.15.4.5 Controle van de bouten van de spant-kolom-aansluiting:

Controle van de krachten op de bout(en) bij de bovenrand:

Tabel 3.15.4.5.1: Belastingen bij bovenrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Spant-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Nt [N]	Ft,br [N]	Fs,br [N]	Fi,br [N]
9.60	-1477	-3003	959	2166	2102	1536	3023
19.20	-1432	-2999	-951	2166	2005	1528	2948
86.40	-1351	-2996	935	2159	1825	1513	2813
96.00	-1545	-3014	-971	2159	2250	1549	3141

Gegevens van de eindplaat bij de bovenrand:
- Aantal bouten bij de bovenrand: nbb = 1
- Momenten-arm bij bovenrand: hbbout = 458 mm
- Hellingshoek van het spant: alpha = 27.0 graden
- Nt is de trekkracht in de trekstang van het spant
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Normaalkracht: $Ft = \frac{N\cos(alpha) + sn*Q*\sin(alpha)}{2 * nbb} - \frac{M}{hbbout} + \frac{Nt}{2}$ met Ft>=0N
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * -N*sin(alpha) + sn*Q*cos(alpha)
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,br max = 3141 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbtb max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 3141 N < 33926 N, dus bout bij bovenrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.8: c1) Dead load + Services + Crop + repair/incident actions

Controle van de krachten op de bout(en) bij de onderrand:

Tabel 3.15.4.5.2: Belastingen bij onderrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Spant-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Nt [N]	Ft,or [N]	Fs,or [N]	Fi,or [N]
9.60	-1477	-3003	959	2166	0	1536	2173
19.20	-1432	-2999	-951	2166	0	1528	2161
86.40	-1351	-2996	935	2159	0	1513	2140
96.00	-1545	-3014	-971	2159	0	1549	2191

Gegevens van de eindplaat bij de onderrand:
- Aantal bouten bij de onderrand: nbo = 2
- Momenten-arm bij onderrand: hobout = 762 mm
- Hellingshoek van het spant: alfa = 27.0 graden
- Nt is de trekkracht in de trekstang van het spant
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * -N*sin(alpha) + sn*Q*cos(alpha)
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,or max = 2191 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbto max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 2191 N < 33926 N, dus bout bij onderrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.8: c1) Dead load + Services + Crop + repair/incident actions

3.15.4.5 Controle van de eindplaat op pons:

Bij de boutverbinding van de bovenrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxb = 2.3 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capb = 80 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 2.3 kN < 80 kN, dus eindplaat (ST50*10.0) voldoet
zonder onderlegring bij de bovenste bout
bij B.C.8: c1) Dead load + Services + Crop + repair/incident actions

Bij de boutverbinding van de onderrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxo = 0.0 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capo = 80 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0.0 kN < 80 kN, dus eindplaat (ST50*10.0) voldoet
zonder onderlegring bij de onderste bout
bij B.C.8: c1) Dead load + Services + Crop + repair/incident actions

3.15.4.5 Controle van de eindplaat op buiging:

Tabel 3.15.4.5.4.1: Belastingen van de eindplaat van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Spant-kracht	Normaal-kracht	Normaal-kracht
x	M	N	Q	Nt	Ftrb	Ftro
[m]	[Nm]	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]
9.60	-1477	-3003	959	2166	2981	0
19.20	-1432	-2999	-951	2166	2857	0
86.40	-1351	-2996	935	2159	2629	0
96.00	-1545	-3014	-971	2159	3170	0

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de bovenrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftrb = \frac{N\cos(\alpha) + sn\,Q\sin(\alpha)}{2} - \frac{M}{ht,eff} \text{ met } Ftrb>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftrb(max) * e = 0.5 * 3170 * 25.0 = 40 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 1987 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 40 Nm < 1987 Nm, dus eindplaat (ST50*10.0) voldoet
bij B.C.8: c1) Dead load + Services + Crop + repair/incident actions

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de onderrand:
- Normaalkracht : Ftbout(2) = 0.0 * 367.7 /472.7 = 0.0 kN
- Normaalkracht : Ftbout(1) = 0.0 * 472.7 /472.7 = 0.0 kN
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * max(Ftbout(2) * e(2), Ftbout(1) * e(1))
= 0.5 * max(0.0 * 25 , 0.0 * 50) = 0 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 2683 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0 Nm < 2683 Nm, dus eindplaat (ST50*10.0) voldoet
bij B.C.8: c1) Dead load + Services + Crop + repair/incident actions

De lasverbindingen tussen eindplaat met resp. de boven- en onderrand
zijn niet gecontroleerd.

3.15.4.6 Controle van de bouten van de nokaansluiting:

Controle van de krachten op de bout(en) bij de bovenrand:

Tabel 3.15.4.6.1: Belastingen bij bovenrand van de nokaansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,br [N]	Fs,br [N]	Fi,br [N]
14.40	-274	-2254	-513	0	968	1369
14.40	-274	-2249	521	0	975	1378
91.20	-278	-2246	-537	0	988	1397
91.20	-278	-2264	501	0	960	1358

Gegevens van de nokplaat bij de bovenrand:
- Aantal bouten bij de bovenrand: nbb = 1
- Momenten-arm bij bovenrand: hbbout = 372 mm
- Hellingshoek van het spant: alpha = 27.0 graden
- Teken dwarskracht bij eindpositie sn=+1 en bij beginpositie sn=-1

$$\text{- Normaalkracht: } Ft = \frac{N\cos(\alpha) + sn\,Q\sin(\alpha)}{2 \cdot nbb} - \frac{M}{hbbout} \quad \text{met } Ft>=0N$$

- Schuifkracht: $Fs = 0.5 * -N\sin(\alpha) - sn\,Q\cos(\alpha)$
- Ideële kracht: $Fi = (Ft^2 + 2Fs^2)0.5$
- Maximale optredende kracht: Fi,br max = 1397 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbtb max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 1397 N < 33926 N, dus bout bij bovenrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.8: c1) Dead load + Services + Crop + repair/incident actions

Controle van de krachten op de bout(en) bij de onderrand:

Tabel 3.15.4.6.2: Belastingen bij onderrand van de nokaansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,or [N]	Fs,or [N]	Fi,or [N]
14.40	-274	-2254	-513	0	968	1369
14.40	-274	-2249	521	0	975	1378
91.20	-278	-2246	-537	0	988	1397
91.20	-278	-2264	501	0	960	1358

Gegevens van de nokplaat bij de onderrand:
- Aantal bouten bij de onderrand: nbo = 1
- Momenten-arm bij onderrand: hobout = 372 mm
- Hellingshoek van het spant: alfa = 27.0 graden
- Teken dwarskracht bij eindpositie sn=+1 en bij beginpositie sn=-1

$$\text{- Normaalkracht: } Ft = \frac{N\cos(\alpha) + sn\,Q\sin(\alpha)}{2 \cdot nbo} + \frac{M}{hobout} \quad \text{met } Ft>=0N$$

- Schuifkracht: $Fs = 0.5 * -N\sin(\alpha) - sn\,Q\cos(\alpha)$
- Ideële kracht: $Fi = (Ft^2 + 2Fs^2)0.5$
- Maximale optredende kracht: Fi,or max = 1397 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbto max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 1397 N < 33926 N, dus bout bij onderrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.8: c1) Dead load + Services + Crop + repair/incident actions

3.15.4.6 Controle van de nokplaat op pons:
Bij de boutverbinding van de bovenrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxb = 0.0 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de nokplaat: Fp,capb = 96 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0.0 kN < 96 kN, dus nokplaat (ST50*12.0) voldoet
zonder onderlegring bij de bovenste bout
bij B.C.8: c1) Dead load + Services + Crop + repair/incident actions

Bij de boutverbinding van de onderrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxo = 0.0 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de nokplaat: Fp,capo = 96 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0.0 kN < 96 kN, dus nokplaat (ST50*12.0) voldoet
zonder onderlegring bij de onderste bout
bij B.C.8: c1) Dead load + Services + Crop + repair/incident actions

3.15.4.6 Controle van de nokplaat op buiging:

Tabel 3.15.4.6.4.1: Belastingen van de nokplaat.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Normaal-kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ftrb [N]	Ftro [N]
14.40	-274	-2254	-513	0	0
14.40	-274	-2249	521	0	0
91.20	-278	-2246	-537	0	0
91.20	-278	-2264	501	0	0

Resulterende trekkracht in de nokplaat bij de bovenrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftrb = \frac{N*\cos(alpha) + sn*Q*\sin(alpha)}{2} - \frac{M}{ht,eff} \text{ met } Ftrb>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de nokplaat:
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftrb(max) * e = 0.5 * 0 * 25.0 = 0 Nm
- Capaciteit van de nokplaat: Mp,cap = 685 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0 Nm < 685 Nm, dus nokplaat (ST50*12.0) voldoet
bij B.C.8: c1) Dead load + Services + Crop + repair/incident actions

Resulterende trekkracht in de nokplaat bij de onderrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftro = \frac{N*\cos(alfa) + sn*Q*\sin(alfa)}{2} + \frac{M}{ht,eff} \text{ met } Ftro>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de nokplaat:
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftro(max) * e = 0.5 * 0 * 25.0 = 0 Nm
- Capaciteit van de nokplaat: Mp,cap = 685 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0 Nm < 685 Nm, dus nokplaat (ST50*12.0) voldoet
bij B.C.8: c1) Dead load + Services + Crop + repair/incident actions

De lasverbindingen tussen nokplaat met resp. de boven- en onderrand
zijn niet gecontroleerd.

3.15.5 De krachtsverdeling in de 1e rij tralies:

Tabel 3.15.5.1: Momentenlijn, normaal- en dwarskrachtenlijn.

Positie	Momentenlijn	Normaal-krachtenlijn	Dwars-krachtenlijn
x in [m] begin - eind	M(x) in [Nm] (+ = U/- =)	N(x) in [N] (+ = trek)	Q(x) in [N] (+ = ~~~___)
0.00 - 2.40	-138 1317	-3260 -3143	655 426
2.40 - 4.80	1317 -542	-2633 -2516	-576 -805
4.80 - 7.20	-542 661	-2640 -2757	561 332
7.20 - 9.60	661 -1451	-3267 -3384	-669 -899
96.00 - 98.40	-1382 701	-3359 -3242	888 659
98.40 - 100.8	701 -530	-2732 -2615	-342 -572
100.8 - 103.2	-530 1257	-2510 -2626	778 549
103.2 - 105.6	1257 -271	-3137 -3253	-453 -682

3.15.5.1 Controle van de stijfheid van het spant:

De toelaatbare doorbuiging van alle spanten wordt bepaald per spantbeen:
- uvtoel = 5387 / 250 < 30.0 mm, dus: uvtoel = 21.5 mm

Uit de U-lijn is de maximale doorbuiging:
- doorbuiging umax = -9.46 mm

- Controle van de 1e rij tralies:
  Doorbuiging: |-9.5 | mm < 21.5 mm,   dus: voldoet.
  bij B.C.8: c1) Dead load + Services + Crop + repair/incident actions

3.15.5.2 Controle van de bovenrand:

3.15.5.2 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de bovenrand:

- De normaalkracht in de bovenrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = -M/0.3600 + N/2   (voor N en M, zie 3.15.5.1)
    met: Effectieve spanthoogte: 360.0 mm

- De normaalkracht in de bovenrand wordt bij de eindplaten van de nok en de kolomaansluiting gereduceerd met de normaalkracht in de diagonaal (einddiagonaal sluit aan bij eindplaat ter plaatse van de bovenrand)
  - Reductie: Nred = Nd - Q/tan(38.9) plaats van eindplaat naar gording
  - Reductie: Nred = Nd + Q/tan(38.9) plaats van gording naar eindplaat
    (voor de dwarskracht Q zie tabel 3.15.5.1)

Tabel 3.15.52: Normaalkrachtenverloop in de bovenrand.

Plaats	Normaalkracht in [N] (trek = positief)	Systeem-lengte
x in [m]	Spant	[mm]
0.00 - 2.40	-2058 -5231	2694
2.40 - 4.80	-4975 -750	2694
4.80 - 7.20	-510 -3214	2694
7.20 - 9.60	-3469 1226	2694
96.00 - 98.40	1060 -3568	2694
98.40 - 100.8	-3313 -543	2694
100.8 - 103.2	-746 -4804	2694
103.2 - 105.6	-5059 -1718	2694

3.15.5.2 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Nadrukkelijk wordt vermeld, dat onderstaande stabiliteits-berekeningen alleen voldoen bij toepassing van specifieke stabiliteits-voorzieningen ter plaatse van de gordingen:

- fixatie van de boven- en onderrand rand uit het vlak van het spant, door windverbanden tussen de gordingen in het eerste en laatste vak van een gootlengte en momentvaste koppelingen tussen gordingen en bovenrand

Tabel 3.15.5.2:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de bovenrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-	Normaalkrachten	Rand-	Knfct	Knik-	Klasse	Sterkte	Stab.

bepaling	(trek = positief)		voor-	staaf-	lengte		UC	UC
	[N]		waar-	lengte				
begin-eind	"begin"	"einde"	den	ßm×ßn	[mm]			
0.00- 2.40	-2058	-5231	e-g	0.535	1442	1	0.05	0.09
2.40- 4.80	-4975	-750	g-n	0.516	1391	1	0.05	0.08
4.80- 7.20	-510	-3214	n-g	0.584	1573	1	0.03	0.06
7.20- 9.60	-3469	1226	g-m	0.400	1077	1	0.03	0.06
96.00-98.40	1060	-3568	m-g	0.494	1330	1	0.04	0.06
98.40-100.8	-3313	-543	g-n	0.520	1401	1	0.03	0.05
100.8-103.2	-746	-4804	n-g	0.584	1572	1	0.05	0.09
103.2-105.6	-5059	-1718	g-e	0.510	1375	1	0.05	0.08

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (0.99 - 0.2)*(|-4804 |/(0.543 *99319   /1.0)) = 0.96
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-4804 |/(0.543 *99319   /1.0)) = 0.96
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(0.96   , 0.96   ) = 0.96
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.58

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-4804 |/(0.543 *99319   /1.0)+0.96 *|0.0 |/(1.00*1315.7 /1.0)
           = 0.089 + 0.000 = 0.089
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-4804 |/(0.630 *99319   /1.0)+0.58 *|0.0 |/(1.00*1315.7 /1.0)
           = 0.077 + 0.000 = 0.077

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.089 , 0.077) = 0.089

- controle: 0.09 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.15.5.2 Stabiliteitscontrole in het vlak:

- Maatgevende normaaldrukkracht: Ndmax = -5231 N

- Kniklengte: lky = 1.00 * lveld = 1.00 * 898 = 898 mm
Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
Interactiefactoren volgens bijlage B:
Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
= 0.90 * (1.0 + (0.85 - 0.2)*(|-5231 |/(0.630 *99319 /1.0)) = 0.95
Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
= 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-5231 |/(0.630 *99319 /1.0)) = 0.96
Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.95 , 0.96) = 0.95
Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.57

UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
= |-5231 |/(0.630 *99319 /1.0)+0.95 *|0.0 |/(1.00*978.2 /1.0)
= 0.084 + 0.000 = 0.084
UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
= |-5231 |/(0.804 *99319 /1.0)+0.57 *|0.0 |/(1.00*978.2 /1.0)
= 0.066 + 0.000 = 0.066

Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.084 , 0.066) = 0.084

- controle: 0.08 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.15.5.2 Doorsnede-controle van de bovenrand:

$$\text{- UCDruk} = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} = \frac{|-5231|}{99319} = 0.05$$

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 1226 N

$$\text{- UCTrek} = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} = \frac{|1226|}{99319} = 0.01$$

Trek is maatgevend.

- Controle: 0.05 < 1.00, dus de treksterkte voldoet.

Conclusie:
- Bovenrand (RHBK50*30*2.0) voldoet qua sterkte/stabiliteit
bij B.C.8: c1) Dead load + Services + Crop + repair/incident actions

3.15.5.3 Controle van de onderrand:

3.15.5.3 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de onderrand:

- De normaalkracht in de onderrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = M/0.3600 + N/2 (voor N en M, zie 3.15.5.1)
    met: Effectieve spanthoogte: 360.0 mm

Tabel 3.15.53: Normaalkrachtenverloop in de onderrand.

Plaats x in [m]	Normaalkracht in [N] (trek = positief) Spant	Systeem-lengte [mm]
0.00 - 2.40	-2014 2088	2892
2.40 - 4.80	2343 -2763	2694
4.80 - 7.20	-2825 457	2694
7.20 - 9.60	201 -5724	2892
96.00 - 98.40	-5519 327	2892
98.40 - 100.8	582 -2780	2694
100.8 - 103.2	-2727 2177	2694
103.2 - 105.6	1922 -2381	2892

3.15.5.3 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Nadrukkelijk wordt vermeld, dat onderstaande stabiliteits-berekeningen
alleen voldoen bij toepassing van specifieke stabiliteits-voorzieningen
ter plaatse van de gordingen:

- fixatie van de boven- en onderrand rand uit het vlak van het spant, door
  windverbanden tussen de gordingen in het eerste en laatste vak van een
  gootlengte en momentvaste koppelingen tussen gordingen en bovenrand

Tabel 3.15.5.3:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de onderrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-bepaling begin-eind	Normaalkrachten (trek = positief) [N] "begin"	"einde"	Rand-voor-waar-den	Knfct staaf-lengte ßm×ßn	Knik-lengte/PlPerc [mm]	Klasse	Sterkte UC	Stab. UC
0.00- 2.40	-2014	2088	e-g	0.439	1270	1	0.01	0.02
2.40- 4.80	2343	-2763	g-n	0.608	1639	1	0.02	0.04
4.80- 7.20	-2825	457	n-g	0.603	1624	1	0.02	0.04
7.20- 9.60	201	-5724	g-m	0.630	1822	1	0.04	0.09
96.00-98.40	-5519	327	m-g	0.578	1672	1	0.04	0.07
98.40-100.8	582	-2780	g-n	0.608	1639	1	0.02	0.04
100.8-103.2	-2727	2177	n-g	0.590	1588	1	0.02	0.03
103.2-105.6	1922	-2381	g-e	0.552	1596	1	0.02	0.03

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (1.19 - 0.2)*(|-5724 |/(0.439 *151063 /1.0)) = 0.98
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-5724 |/(0.439 *151063 /1.0)) = 0.96
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(0.98   , 0.96   ) = 0.96
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.58

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-5724 |/(0.439 *151063 /1.0)+0.96 *|0.0 |/(1.00*1879.0 /1.0)
           = 0.086 + 0.000 = 0.086
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-5724 |/(0.721 *151063 /1.0)+0.58 *|0.0 |/(1.00*1879.0 /1.0)
           = 0.053 + 0.000 = 0.053

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.086 , 0.053) = 0.086

- controle: 0.09 < 0.95, dus de stabiliteit voldoet.

3.15.5.3 Stabiliteitscontrole in het vlak (nabij de kolom-aansluitingen):

- Maatgevend: Ndmax = N + |Q|/tan(alfa) = -5724 + |-899 |/tan(38.9) = -5724 N
  (N.B.: 1e drukdiagonaal reduceert de normaaldrukkracht in de onderrand)
- Veldmoment: Mgewas = 1/4*Fgew*lveld = 1/4 * 0 * 898 = 0 E3 Nmm
  (N.B.: Fgew = gamma*v*qgew*hohgew + gamma*v*qtg*hohtgt)
  = 1.28*4.00*0 *0.80 + 1.15*4.00*0 *1.60 = 0 N)

- Kniklengte: lky = 0.80*lveld = 0.80 * 898 = 718 mm
  (lky = lveld, volgens NEN 3851 art. 2.5.6.2.c.)

  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.80 (het profiel is geschoord).
  M1 = -0.00 , M2 = -0.00 , Ms = 0.00 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz2 * (1.0 + 0.6*lambdarel.z*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
  = 0.80 * (1.0 + 0.6*0.71 *(|-5724 |/(0.721 *151063 /1.0)) = 0.82
  Kz.3 = Cmz2 * (1.0 + 0.6*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
  = 0.80 * (1.0 + 0.6*(|-5724 |/(0.721 *151063 /1.0)) = 0.83
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.82 , 0.83) = 0.82
  Ky.b = 0.8 * Kz.b = 0.65

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
  = |-5724 |/(0.721 *151063 /1.0)+0.82 *|0.0 |/(1.00*1384.2 /1.0)
  = 0.053 + 0.000 = 0.053
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
  = |-5724 |/(0.860 *151063 /1.0)+0.65 *|0.0 |/(1.00*1384.2 /1.0)
  = 0.044 + 0.000 = 0.044

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.053 , 0.044) = 0.053

- controle: 0.05 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.15.5.3 Doorsnede-controle van de onderrand:

$$\text{- UCDruk} = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} = \frac{|-5724|}{151063} = 0.04$$

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 2343 N

$$\text{- UCTrek} = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} = \frac{|2343|}{151063} = 0.02$$

Druk is maatgevend.

- Controle: 0.04 < 1.00, dus de druksterkte voldoet.

Conclusie:
- Onderrand (RHBK50*30*3.0) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.8: c1) Dead load + Services + Crop + repair/incident actions

3.15.5.4 Controle van de diagonalen:

3.15.5.4 Controle van de diagonalen in de eindvelden:

- Controle op druk:
  - Maatgevende dwarskracht eindvelden: Qmaxd = -899 N (zie tabel 3.15.5.1)

$$\text{Ndiagd} = \frac{|\text{Qmaxd}|}{\sin(\text{alfa})} = \frac{|-899|}{\sin(38.9)} = 1431 \text{ N}$$

  - Capaciteit diagonaal: Fdiagd = 13200 N (zie 4.4)

  - Controle: 1431 N < 13200 N, dus diagonaal voldoet.

- Controle op trek:
  - Maatgevende dwarskracht eindvelden: Qmaxt = 888 N (zie tabel 3.15.5.1)

$$\text{Ndiagt} = \frac{\text{Qmaxt}}{\sin(\text{alfa})} = \frac{888}{\sin(38.9)} = 1414 \text{ N}$$

  - Capaciteit diagonaal eindvelden: Fdiagt = 36175 N (zie 4.4)

  - Controle: 1414 N < 36175 N, dus diagonaal voldoet.

Conclusie:
- Diagonalen in eindvelden (RD14.0 mm) voldoen qua trek/druk
  bij B.C.8: c1) Dead load + Services + Crop + repair/incident actions

3.15.5.4 Controle van de (las)verbindingen:

	Diagonalen eindvelden		Diagonalen middenvelden	
	Nd = 1431 N		Nd = - 0 N	
	Nt = 1414 N		Nt = 0 N	
	Fstev = 1101 N		Fstev = 0 N	
	Fstlo = 888 N		Fstlo = 0 N	
	Msdt = 5618.21 Nm		Msdt = 0.00 Nm	
	Fsdev = 1114 N		Fsdev = 0 N	
	bovenrand	onderrand	bovenrand	onderrand
Tau1	4.74 N/mm²	4.74 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
Tau2	3.67 N/mm²	3.67 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
Sgm1	4.74 N/mm²	4.74 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
SgmWst	6.59 N/mm²	6.59 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
UC1	0.03	0.03	0.00	0.00
UC2	0.02	0.02	0.00	0.00
SgmWsd	3.71 N/mm²	3.71 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
UC3	0.02	0.02	0.00	0.00
Nt1	24371 N	45778 N	24371 N	45778 N
knd	1.00	1.00	1.00	1.00
Nd1	24371 N	45778 N	24371 N	45778 N
UCt1	0.06	0.03	0.00	0.00
UCd1	0.06	0.03	0.00	0.00
UClas	0.03	0.03	0.00	0.00
UCdia	0.06	0.03	0.00	0.00
UCgeo	0.48	0.46	0.48	0.46
UClas	0.03		0.00	
UCdia	0.50		0.50	

Conclusie:
- Lassen: UClas = 0.03 <= 1.00 dus: voldoen
- Aansluitingen: UCdia = 0.50 <= 1.00 dus: voldoen

Eindconclusie:
- Aansluiting diagonalen voldoet
  bij B.C.8: c1) Dead load + Services + Crop + repair/incident actions

3.15.5.4 Controle van de dekgording (de 1e rij tralies)

- Belastingscombinatie met alleen eigen gewicht kasdek, wind en sneeuw
  Qg,links = [32 + 0 *(+0.00-(+0.00))/cos(27.0) + 0] * 9.60 /[2*(1+1)] = 0.077 Nm
  Qg,rechts = [32 + 0 *(+0.00-(+0.00))/cos(27.0) + 0] * 9.60 /[2*(1+1)] = 0.077 Nm
  Qg= max(|Qg,links| ; |Qg,rechts|) = 0.077 Nm

- Vervormingseis dekgordingen volgens EN 13031-1:
  dtoel2 = min(4000/(650 - 100*min(4000/1125;5)); 4000/150; 30) = 13.6 mm
- Hieruit volgt een minimaal traagheidsmoment (ligger op 3 steunpunten):
  Ixg,bc = 2/384 * (Qg * 40004) / (Estaal,g * dtoel2) = 35894 mm4

- Minimaal traagheidsmoment dekgording:
  Ixgmin = max(Ixg,eg, Ixg,bc) = max(91429 , 35894) = 91429 mm4

3.15.5.4 Controle van de gordingverticaal

- Controle veerstijfheid gordingverticaal
  De onderrand wordt geschematiseerd als een ligger van goot naar nok.
  - Veerstijfheid gordingprofiel:
    kgord = 4 * Estaal,g * Ixgmin / (390 ² * 4000) = 126.2 N/mm
  - Veerstijfheid gordingverticaal:
    k0gvert = 1826.1 N/mm (zie 4.7)

    De veerstijfheid van de verticaal is ten minste zo groot als 100% van
    de veerstijfheid van de inklemming van de gording.

  - Controle: 1826.1 N/mm > 126.2 N/mm, dus gordingverticaal voldoet.

- Plaatsvastheid van de gordingverticaal bij de onderrand
  Omdat de aansluiting van de gording aan de tralie in het algemeen goed
  momentvast is uitgevoerd, kan de volledige stijfheid van de gording in
  rekening worden gebracht.

  - Veerstijfheid gordingprofiel:
    kgord = 4 * Estaal,g * 91429 / (390 ² * 4000) = 126.2 N/mm

  - Veerstijfheid van de aansluiting van de onderrand-gording "uit het vlak":
    Hoekverdraaiing door gording en inklemming opzetkolom:

$$V2 = \frac{2*vak}{4*Eg*Ig} = \frac{2 * 4000}{4 * 210000 * 91429} = 104.2 \ *10\text{-}9 \ 1/Nmm$$

    Hoekverdraaiing door moment bij onderrand door bovenrand:

$$V3 = \frac{bkap}{2*(ngord+1)*\cos(27.0)*Gbr*Itbr*2} = \frac{9600}{2*(1+1)*\cos(27.0)* 80769* 92298*2} = 180.7 \ *10\text{-}9 \ 1/Nmm$$

    Hoekverdraaiing door puntlast bij gordingverticaal:

$$V4 = \frac{ht;net^2}{3 * Egv * Igv} = \frac{330^2}{3 * 210000 * 104167} = 1659.4 \ *10\text{-}9 \ 1/Nmm$$

    Moment bij bovenrand

$$MBr = \frac{V2 * hspant}{V2 + V3} = \frac{104.2 * 390}{104.2 + 180.7} = 142.6 \ Nm$$

    Moment bij gording Mozk = hspant - Mbr = 390 - 143 = 247 Nmm

    Geeft de veerstijfheid ter plaatse van de bovenrand:

$$kor = \frac{1}{V4*ht;nett + V2*hspant^2 + V2*hspant*-Mbr} = \frac{1}{1659.4*330 + 104.2*390^2 + 104.2*390*(-143)} = 94.4 \ N/mm$$

    Vereiste kritische veerstijfheid: kcr = 28.3 N/mm (zie 4.8)

  - Controle: 94.4 N/mm > 28.3 N/mm, dus veerstijfheid voldoet.

- Controle op knik:
  - Maatgevende verticale kracht: Ngv = Fvg = -1001 N
  - Capaciteit van de verticaal : Fgvertd = 69549 N (zie 4.6)

  - Controle: -1001 N > 69549 N, dus gordingverticaal voldoet.

Conclusie:
- Gordingverticaal voldoet qua sterkte/stabiliteit en stijfheid
  bij B.C.8: c1) Dead load + Services + Crop + repair/incident actions

3.15.5.5 Controle van de bouten van de spant-kolom-aansluiting:

Controle van de krachten op de bout(en) bij de bovenrand:

Tabel 3.15.5.5.1: Belastingen bij bovenrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Spant-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Nt [N]	Ft,br [N]	Fs,br [N]	Fi,br [N]
0.00	-138	-3260	655	2560	0	1324	1872
9.60	-1451	-3384	-899	2560	1864	1569	2898
96.00	-1382	-3359	888	2526	1722	1554	2792
105.6	-271	-3253	-682	2526	0	1346	1904

Gegevens van de eindplaat bij de bovenrand:
- Aantal bouten bij de bovenrand: nbb = 1
- Momenten-arm bij bovenrand: hbbout = 458 mm
- Hellingshoek van het spant: alpha = 27.0 graden
- Nt is de trekkracht in de trekstang van het spant
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Normaalkracht: $Ft = \frac{N\cos(alpha) + sn*Q*\sin(alpha)}{2 * nbb} - \frac{M}{hbbout} + \frac{Nt}{2}$ met Ft>=0N
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * -N*sin(alpha) + sn*Q*cos(alpha)
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,br max = 2898 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbtb max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 2898 N < 33926 N, dus bout bij bovenrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.8: c1) Dead load + Services + Crop + repair/incident actions

Controle van de krachten op de bout(en) bij de onderrand:

Tabel 3.15.5.5.2: Belastingen bij onderrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Spant-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Nt [N]	Ft,or [N]	Fs,or [N]	Fi,or [N]
0.00	-138	-3260	655	2560	0	1324	1872
9.60	-1451	-3384	-899	2560	0	1569	2219
96.00	-1382	-3359	888	2526	0	1554	2197
105.6	-271	-3253	-682	2526	0	1346	1904

Gegevens van de eindplaat bij de onderrand:
- Aantal bouten bij de onderrand: nbo = 2
- Momenten-arm bij onderrand: hobout = 762 mm
- Hellingshoek van het spant: alfa = 27.0 graden
- Nt is de trekkracht in de trekstang van het spant
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * -N*sin(alpha) + sn*Q*cos(alpha)
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,or max = 2219 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbto max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 2219 N < 33926 N, dus bout bij onderrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.8: c1) Dead load + Services + Crop + repair/incident actions

3.15.5.5 Controle van de eindplaat op pons:

Bij de boutverbinding van de bovenrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxb = 1.9 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capb = 80 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 1.9 kN < 80 kN, dus eindplaat (ST50*10.0) voldoet
zonder onderlegring bij de bovenste bout
bij B.C.8: c1) Dead load + Services + Crop + repair/incident actions

Bij de boutverbinding van de onderrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxo = 0.0 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capo = 80 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0.0 kN < 80 kN, dus eindplaat (ST50*10.0) voldoet
zonder onderlegring bij de onderste bout
bij B.C.8: c1) Dead load + Services + Crop + repair/incident actions

3.15.5.5 Controle van de eindplaat op buiging:

Tabel 3.15.5.5.4.1: Belastingen van de eindplaat van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Spant-kracht	Normaal-kracht	Normaal-kracht
x	M	N	Q	Nt	Ftrb	Ftro
[m]	[Nm]	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]
0.00	-138	-3260	655	2560	0	0
9.60	-1451	-3384	-899	2560	2728	0
96.00	-1382	-3359	888	2526	2545	0
105.6	-271	-3253	-682	2526	0	0

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de bovenrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftrb = \frac{N*\cos(alpha) + sn*Q*\sin(alpha)}{2} - \frac{M}{ht,eff} \text{ met } Ftrb>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftrb(max) * e = 0.5 * 2728 * 25.0 = 34 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 1987 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 34 Nm < 1987 Nm, dus eindplaat (ST50*10.0) voldoet
bij B.C.8: c1) Dead load + Services + Crop + repair/incident actions

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de onderrand:
- Normaalkracht : Ftbout(2) = 0.0 * 367.7 /472.7 = 0.0 kN
- Normaalkracht : Ftbout(1) = 0.0 * 472.7 /472.7 = 0.0 kN
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * max(Ftbout(2) * e(2), Ftbout(1) * e(1))
= 0.5 * max(0.0 * 25 , 0.0 * 50) = 0 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 2683 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0 Nm < 2683 Nm, dus eindplaat (ST50*10.0) voldoet
bij B.C.8: c1) Dead load + Services + Crop + repair/incident actions

De lasverbindingen tussen eindplaat met resp. de boven- en onderrand
zijn niet gecontroleerd.

3.15.5.6 Controle van de bouten van de nokaansluiting:

Controle van de krachten op de bout(en) bij de bovenrand:

Tabel 3.15.5.6.1: Belastingen bij bovenrand van de nokaansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,br [N]	Fs,br [N]	Fi,br [N]
4.80	-542	-2516	-805	153	1288	1828
4.80	-542	-2640	561	153	1099	1562
100.8	-530	-2615	-572	130	1103	1565
100.8	-530	-2510	778	130	1263	1791

Gegevens van de nokplaat bij de bovenrand:
- Aantal bouten bij de bovenrand: nbb = 1
- Momenten-arm bij bovenrand: hbbout = 372 mm
- Hellingshoek van het spant: alpha = 27.0 graden
- Teken dwarskracht bij eindpositie sn=+1 en bij beginpositie sn=-1

$$\text{- Normaalkracht: } Ft = \frac{N\cos(\alpha) + sn\,Q\sin(\alpha)}{2 \cdot nbb} - \frac{M}{hbbout} \quad \text{met } Ft>=0N$$

- Schuifkracht: $Fs = 0.5 * -N\sin(\alpha) - sn\,Q\cos(\alpha)$
- Ideële kracht: $Fi = (Ft^2 + 2*Fs^2)0.5$
- Maximale optredende kracht: Fi,br max = 1828 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbtb max = 42408 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 1828 N < 42408 N, dus bout bij bovenrand (M10-10.9) voldoet.
bij B.C.8: c1) Dead load + Services + Crop + repair/incident actions

Controle van de krachten op de bout(en) bij de onderrand:

Tabel 3.15.5.6.2: Belastingen bij onderrand van de nokaansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,or [N]	Fs,or [N]	Fi,or [N]
4.80	-542	-2516	-805	0	1288	1822
4.80	-542	-2640	561	0	1099	1555
100.8	-530	-2615	-572	0	1103	1560
100.8	-530	-2510	778	0	1263	1786

Gegevens van de nokplaat bij de onderrand:
- Aantal bouten bij de onderrand: nbo = 1
- Momenten-arm bij onderrand: hobout = 372 mm
- Hellingshoek van het spant: alfa = 27.0 graden
- Teken dwarskracht bij eindpositie sn=+1 en bij beginpositie sn=-1

$$\text{- Normaalkracht: } Ft = \frac{N\cos(\alpha) + sn\,Q\sin(\alpha)}{2 \cdot nbo} + \frac{M}{hobout} \quad \text{met } Ft>=0N$$

- Schuifkracht: $Fs = 0.5 * -N\sin(\alpha) - sn\,Q\cos(\alpha)$
- Ideële kracht: $Fi = (Ft^2 + 2*Fs^2)0.5$
- Maximale optredende kracht: Fi,or max = 1822 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbto max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 1822 N < 33926 N, dus bout bij onderrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.8: c1) Dead load + Services + Crop + repair/incident actions

3.15.5.6 Controle van de nokplaat op pons:
Bij de boutverbinding van de bovenrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxb = 0.2 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de nokplaat: Fp,capb = 96 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0.2 kN < 96 kN, dus nokplaat (ST50*12.0) voldoet
zonder onderlegring bij de bovenste bout
bij B.C.8: c1) Dead load + Services + Crop + repair/incident actions

Bij de boutverbinding van de onderrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxo = 0.0 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de nokplaat: Fp,capo = 96 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0.0 kN < 96 kN, dus nokplaat (ST50*12.0) voldoet
zonder onderlegring bij de onderste bout
bij B.C.8: c1) Dead load + Services + Crop + repair/incident actions

3.15.5.6 Controle van de nokplaat op buiging:

Tabel 3.15.5.6.4.1: Belastingen van de nokplaat.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Normaal-kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ftrb [N]	Ftro [N]
4.80	-542	-2516	-805	202	0
4.80	-542	-2640	561	202	0
100.8	-530	-2615	-572	178	0
100.8	-530	-2510	778	178	0

Resulterende trekkracht in de nokplaat bij de bovenrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftrb = \frac{N\cos(alpha) + sn*Q*\sin(alpha)}{2} - \frac{M}{ht,eff} \text{ met } Ftrb>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de nokplaat:
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftrb(max) * e = 0.5 * 0 * 25.0 = 3 Nm
- Capaciteit van de nokplaat: Mp,cap = 685 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 3 Nm < 685 Nm, dus nokplaat (ST50*12.0) voldoet
bij B.C.8: c1) Dead load + Services + Crop + repair/incident actions

Resulterende trekkracht in de nokplaat bij de onderrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftro = \frac{N\cos(alfa) + sn*Q*\sin(alfa)}{2} + \frac{M}{ht,eff} \text{ met } Ftro>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de nokplaat:
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftro(max) * e = 0.5 * 0 * 25.0 = 0 Nm
- Capaciteit van de nokplaat: Mp,cap = 685 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0 Nm < 685 Nm, dus nokplaat (ST50*12.0) voldoet
bij B.C.8: c1) Dead load + Services + Crop + repair/incident actions

De lasverbindingen tussen nokplaat met resp. de boven- en onderrand
zijn niet gecontroleerd.

3.15.6 Controle van de trekstangen

a) Maatgevende trekkracht in de trekstangen Nt = 2560 N

Bij de controle berekening wordt ervan uitgegaan dat de trekstaaf geen drukbelasting kan opnemen. In het design model is hiermee rekening gehouden en kan de trekstang niet "op druk" belast worden. In dat geval wordt de krachtsverdeling bepaald alsof er geen trekstang zit.

$$\text{Controle van de sterkte: } \sigma = \frac{N_t}{A} < \sigma_{mae_t}$$

Invullen van de bekende gegevens geeft:

- $\sigma = \frac{2560}{229.1} = 11.2$ N/mm²
- controle : 11.2 N/mm² < 268.3 N/mm², dus: sterkte voldoet.

3.15.7 Uitdijen van de kas:

Tabel 3*.1: Waarden over de spanten.

spant	Urel [mm]
1	0.45
2	0.38
3	0.36
4	0.36
5	0.36
6	0.36
7	0.36
8	0.36
9	0.36
10	0.38
11	0.44

Maximale waarde is: 0.45 mm

Uitdijen van de hele kas: 4.16 mm

Toetsing van de bepalende doorsnede (lkx= 4000 mm, lky= 4000 mm):

Toetsing van de bepalende doorsnede (lkx= 7313 mm, lky= 4000 mm):

Toetsing van de bepalende doorsnede (lkx= 7072 mm, lky= 4000 mm):

c) Berekening van de toelaatbare horizontale verplaatsing in :

- Rekening houdend met de glasbreedten :
  - reductiefactor gevel: r1 = 800 / bkg < 2.0;
    800 / 800 = 1.00, dus r1 = 1.00
  - reductiefactor dek : r2 = 1125 / bd < 2.0;
    1125 / 1125 = 1.13, dus r2 = 1.00
  - ugevel = h / 100 * r1 < 50.0 mm;
    4000 / 100 * 1.00 = 35.0 mm, dus ugevel = 57.3 mm
  - udek = 1/200 * v * r2 < 50.0 mm
    1/200 * 4000 * 1.00 = 26.7 mm, dus udek = 61.3 mm
  - utoel-b = ugevel + udek = 57.3 + 61.3 = 57.4 mm
  - utoel = utoel-a < utoel-b < umax; MIN(53.3 , 0.1 , 60.0) = 160.0 mm

3.16 B.C.9: d2) Dead Load + Services + Psi_Snow + Psi_Crop + Seismic

3.16.1 Berekening van de belastingen per spant:

a) Belastingen in gebruikstoestand:
- Permanente belastingen:
  - Eigen gewicht dek : (1.00 * 32) = 32 N/m²
  - Eigen gewicht van de goot: (1.00 * 34)* 4.00 = 136 N
  - E.G. spantbeen 1e spant : (1.00 * 83.3) = 83.3 N/m
  - E.G. spantbeen 2e spant : (1.00 * 85.4) = 85.4 N/m
  - E.G. spantbeen 3e spant : (1.00 * 67.6) = 67.6 N/m
- Variabele belastingen:
  - Vert. puntlast: 0.00*max(1250,1000)+1.00*0 = 0 N
  - Sneeuwbelasting : (0.20 * 423) = 85 N/m²
  - Gewas winter : (1.00 * 0) = 0 N/m²
  - Installaties : (1.00 * 70) = 70 N/m²

b) Belastingen in rekentoestand:
- Permanente belastingen:
  - Eigen gewicht dek : (1.00 * 32) = 32 N/m²
  - Eigen gewicht van de goot: (1.00 * 34)* 4.00 = 136 N
  - E.G. spantbeen 1e spant : (1.00 * 83.3) = 83.3 N/m
  - E.G. spantbeen 2e spant : (1.00 * 85.4) = 85.4 N/m
  - E.G. spantbeen 3e spant : (1.00 * 67.6) = 67.6 N/m
- Variabele belastingen:
  - Vert. puntlast: 0.00*max(1250,1000)+1.00*0 = 0 N
  - Sneeuwbelasting : (0.20 * 423) = 85 N/m²
  - Gewas winter : (1.00 * 0) = 0 N/m²
  - Installaties : (1.00 * 70) = 70 N/m²

c) Bij het bepalen van de knoopcoordinaten is rekening gehouden met
de initiële scheefstand van de kolommen:
- Scheefstand psi = 1/267 (zie EN 1993-1-1)

d) Rekenvoorbeeld van de belastingen op knooppunten op de volgende plaatsen:
Knoop k = "effectieve" spanthoogte van de eerste kolom
Knoop g = Eerste gording op de eerste kaphelft

- Horizontale belasting:
  Fk,hor = 0 N (geen windbelasting)

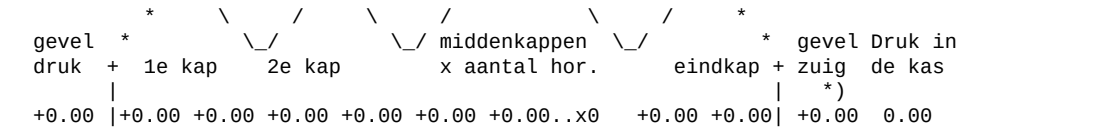
- Seismische loads:
  Fag = Sd * fs * Fvk = 0.0500 * 0.80 * 8225 = 329 N
  Fag' = Sd * fs'* Fvk' = 0.0500 * 0.00 * 8225 = 0 N

  Sd(9) = F4/Fvk = 0 / 8225 = 0.050 x g m/s²

  Fg,hor = 0 N
- Verticale belasting:
  Fk,vert = -0.5*(32 + 85 + 0 + 70)
  * 4.00 * 9.60 / [2*(1+1)] - 136 = -1032 N
  Fg,vert = -(32 + 85 + 0 + 70)
  * 4.00 * 9.60 / [2*(1+1)] + 0 = -1792 N

e) Belastingen op gordingen:
Berekening van het minimaal traagheidsmoment van de dekgording
op alle spanten in gebruikstoestand.
- Belastingssituatie met alleen eigen gewicht kasdek
  Qg1 = 32 * 9.60 / [2*(1+1)] = 77 Nm
- Vervormingseis dekgordingen volgens EN 13031-1:
  dtoel1 = min(4000/750, 6) = 5.3 mm
- Hieruit volgt een minimaal traagheidsmoment (ligger op 3 steunpunten):
  Ixgmin = 2/384 * (Qg1 * 40004) / (Estaal,g * dtoel1) = 91429 mm4

3.16.2 Belastingen op het kasdek ten behoeve van het Designmodel SLS(gebruiksbelastingen):
3.16.2.1 Windvormfactoren bij deze belastingcombinatie:
Windvormfactoren bij wind loodrecht (-) op nok:



3.16.2.2 Belastingfactoren bij deze belastingcombinatie:

Belastingfactoren	gebruikstoestand	rekentoestand
Eigen gewicht	1.00	1.00
Installaties	1.00	1.00
Sneeuw	0.20	0.20
Wind	0.00	0.00
gewas	1.00	1.00
aardbevingen	0.00	0.80

3.16.2.3 Gesommeerde belastingen op de omhulling van de kas per vakmaat:
Belastingen gebruikstoestand SLS per vakmaat (4.000 m):

Tralie	neerwaarts	qtral = fi*qinstall + fp*qtral + fg*qgewas		
		= 1.00*280.0 + 1.00*95.8 + 1.00*0.0	qtral =	375.8 N/m
Goot	zijgevel	Fgt.s = fp*qgoot.s = 1.00*68.0	Fgt.s =	68 N
	middengoot	Fgt.m = fp*qgoot.m = 1.00*136.0	Fgt.m =	136 N
Kasdek	evenwijdig	qdek.E = [fp*qdek + fs*qsneew]*sin(dek)		
		= [1.00*114.0 + 0.20*1509.3]*sin(27.0)	qdek.E =	188.8 N/m
	loodrecht	qdek.L = [fp*qdek + fs*qsneew]*cos(dek)		
		= [1.00*114.0 + 0.20*1509.3]*cos(27.0)	qdek.L =	370.6 N/m
	+ wind per kaphelft	= qdek.L + fw*qwinds*(cpe-cpi)		
	- 1e kaphelft	= 370.6 + 0.00*2041.9*(+0.00-0.00)	qdek.L1 =	370.6 N/m
	- 2e kaphelft	= 370.6 + 0.00*2041.9*(+0.00-0.00)	qdek.L2 =	370.6 N/m
	- 3e kaphelft	= 370.6 + 0.00*2041.9*(+0.00-0.00)	qdek.L3 =	370.6 N/m
	- 4e kaphelft	= 370.6 + 0.00*2041.9*(+0.00-0.00)	qdek.L4 =	370.6 N/m
	- Middenkap links	= 370.6 + 0.00*2041.9*(+0.00-0.00)	qdek.Lm1 =	370.6 N/m
	- Middenkap rechts	= 370.6 + 0.00*2041.9*(+0.00-0.00)	qdek.Lm2 =	370.6 N/m
	- Eindkap links	= 370.6 + 0.00*2041.9*(+0.00-0.00)	qdek.Le1 =	370.6 N/m
	- Eindkap Rechts	= 370.6 + 0.00*2041.9*(+0.00-0.00)	qdek.Le2 =	370.6 N/m
	+ windwrijving nok	= Cfp,h*fi*qwind*vakmaat*bkap/hkap*cscd'		
	- middenkap FhwCpf	= 0.00*0.00*510.5 *4.0 *9.6/2.45*0.70	FhwCpf =	0 N
Zijgevel	windzijde FhwF.gt	= fw*Fhw.gt*(cp1-cpi)		
	goothoogte	= 0.00*4413.5*(0.0 -0.0)	Fhw.gt =	0 N
	windzijde FhwF.fh	= fw*Fhw.fh*(cp1-cpi)		
	fundatiehoogte	= 0.00*3754.0*(0.0 -0.0)	Fhw.fh =	0 N
Zijgevel	loefzijde FhwL.gt	= fw*Fhw.gt*(cp1+cpi)		
	goothoogte	= 0.00*4413.5*(0.0 +0.0)	Fhw.gt =	0 N
	loefzijde FhwL.fh	= fw*Fhw.fh*(cp1+cpi)		
	fundatiehoogte	= 0.00*3754.0*(0.0 +0.0)	Fhw.fh =	0 N

Belastingen rekentoestand ULS per vakmaat (4.000 m):

Tralie	neerwaarts qtral = fi*qinstall + fp*qtral + fg*qgewas		
	= 1.00*280.0 + 1.00*95.8 + 1.00*0.0	qtral =	375.8 N/m
Goot	zijgevel Fgt.s = fp*qgoot.s = 1.00*68.0	Fgt.s =	68 N
	middengoot Fgt.m = fp*qgoot.m = 1.00*136.0	Fgt.m =	136 N
Kasdek	evenwijdig qdek.E = [fp*qdek + fs*qsneew]*sin(dek)		
	= [1.00*114.0 + 0.20*1509.3]*sin(27.0)	qdek.E =	188.8 N/m
	loodrecht qdek.L = [fp*qdek + fs*qsneew]*cos(dek)		
	= [1.00*114.0 + 0.20*1509.3]*cos(27.0)	qdek.L =	370.6 N/m
	+ wind per kaphelft = qdek.L + fw*qwinds*(cpe-cpi)		
	- 1e kaphelft = 370.6 + 0.00*2041.9*(+0.00-0.00)	qdek.L1 =	370.6 N/m
	- 2e kaphelft = 370.6 + 0.00*2041.9*(+0.00-0.00)	qdek.L2 =	370.6 N/m
	- 3e kaphelft = 370.6 + 0.00*2041.9*(+0.00-0.00)	qdek.L3 =	370.6 N/m
	- 4e kaphelft = 370.6 + 0.00*2041.9*(+0.00-0.00)	qdek.L4 =	370.6 N/m
	- Middenkap links = 370.6 + 0.00*2041.9*(+0.00-0.00)	qdek.Lm1 =	370.6 N/m
	- Middenkap rechts = 370.6 + 0.00*2041.9*(+0.00-0.00)	qdek.Lm2 =	370.6 N/m
	- Eindkap links = 370.6 + 0.00*2041.9*(+0.00-0.00)	qdek.Le1 =	370.6 N/m
	- Eindkap Rechts = 370.6 + 0.00*2041.9*(+0.00-0.00)	qdek.Le2 =	370.6 N/m
	+ windwrijving nok = Cfp,h*fi*qwind*vakmaat*bkap/hkap*cscd		
	- middenkap FhwCpf = 0.00*0.00*510.5 *4.0 *9.6/2.45*0.72	FhwCpf =	0 N
Zijgevel	windzijde FhwF.gt = fw*Fhw.gt*(cp1-cpi)		
	goothoogte = 0.00*4413.5*(0.0 -0.0)	Fhw.gt =	0 N
	windzijde FhwF.fh = fw*Fhw.fh*(cp1-cpi)		
	fundatiehoogte = 0.00*3754.0*(0.0 -0.0)	Fhw.fh =	0 N
Zijgevel	loefzijde FhwL.gt = fw*Fhw.gt*(cp1+cpi)		
	goothoogte = 0.00*4413.5*(0.0 +0.0)	Fhw.gt =	0 N
	loefzijde FhwL.fh = fw*Fhw.fh*(cp1+cpi)		
	fundatiehoogte = 0.00*3754.0*(0.0 +0.0)	Fhw.fh =	0 N

Tabel 3.16.2.4: Knoopbelastingen, oplegreacties en knoopverplaatsingen:

	Knoopbelastingen Rekentoestand		Oplegreacties		Knoopverplaatsingen gebruikstoestand			
nr.	X-as [mm]	Y-as [mm]	X-as [N]	Y-as [N]	X-as [N]	Y-as [N]	X-verpl [mm]	Y-verpl [mm]	U_lijn [mm]
	Horiz.	Vert.	Horiz.	Vert.	Horiz.	Vert.	Horiz.	Vert.	
1	-0.013	0.000			-168	3835	0.00	0.00	0.000
2	0.000	3.701	132	-1032			-1.44	-0.08	0.000
3	2.400	4.924	0	-1792			-0.84	-1.43	0.890
4	4.800	6.147	0	-1792			-1.04	-1.19	0.000
5	7.200	4.924	0	-1792			-0.94	-0.84	0.179
6	9.587	0.000			-203	8452	0.00	0.00	0.000
7	9.600	3.701	263	-1928			-0.69	-0.17	0.000
8	12.000	4.924	0	-1792			-0.40	-0.91	0.316
9	14.400	6.147	0	-1792			-0.38	-1.08	0.000
10	16.800	4.924	0	-1792			-0.37	-0.93	0.335
11	19.187	0.000			-215	8148	0.00	0.00	0.000
12	19.200	3.701	263	-1928			-0.07	-0.17	0.000
13	21.600	4.924	0	-1792			0.25	-1.01	0.372
14	24.000	6.147	0	-1792			0.24	-1.17	0.000
15	26.400	4.924	0	-1792			0.22	-1.04	0.408
16	28.787	0.000			-220	8016	0.00	0.00	0.000
17	28.800	3.701	263	-1928			0.55	-0.17	0.000
18	31.200	4.924	0	-1792			0.88	-1.04	0.411
19	33.600	6.147	0	-1792			0.86	-1.18	0.000
20	36.000	4.924	0	-1792			0.84	-1.03	0.393
21	38.387	0.000			-228	8030	0.00	0.00	0.000
22	38.400	3.701	263	-1928			1.17	-0.17	0.000
23	40.800	4.924	0	-1792			1.50	-1.05	0.420
24	43.200	6.147	0	-1792			1.47	-1.18	0.000
25	45.600	4.924	0	-1792			1.46	-1.02	0.385
26	47.987	0.000			-236	8031	0.00	0.00	0.000
27	48.000	3.701	263	-1928			1.78	-0.17	0.000
28	50.400	4.924	0	-1792			2.12	-1.06	0.428
29	52.800	6.147	0	-1792			2.09	-1.18	0.000
30	55.200	4.924	0	-1792			2.08	-1.02	0.377
31	57.587	0.000			-243	8031	0.00	0.00	0.000
32	57.600	3.701	263	-1928			2.39	-0.18	0.000
33	60.000	4.924	0	-1792			2.73	-1.07	0.435
34	62.400	6.147	0	-1792			2.70	-1.18	0.000
35	64.800	4.924	0	-1792			2.69	-1.01	0.369
36	67.187	0.000			-251	8031	0.00	0.00	0.000
37	67.200	3.701	263	-1928			3.00	-0.18	0.000
38	69.600	4.924	0	-1792			3.35	-1.08	0.443
39	72.000	6.147	0	-1792			3.31	-1.19	0.000
40	74.400	4.924	0	-1792			3.31	-1.01	0.360
41	76.787	0.000			-259	8031	0.00	0.00	0.000
42	76.800	3.701	263	-1928			3.62	-0.18	0.000
43	79.200	4.924	0	-1792			3.97	-1.10	0.457
44	81.600	6.147	0	-1792			3.93	-1.19	0.000
45	84.000	4.924	0	-1792			3.94	-0.98	0.328
46	86.387	0.000			-267	8111	0.00	0.00	0.000
47	86.400	3.701	263	-1928			4.23	-0.18	0.000
48	88.800	4.924	0	-1792			4.56	-0.98	0.378
49	91.200	6.147	0	-1792			4.55	-1.10	0.000
50	93.600	4.924	0	-1792			4.59	-0.90	0.276
51	95.987	0.000			-278	8372	0.00	0.00	0.000
52	96.000	3.701	263	-1928			4.86	-0.19	0.000
53	98.400	4.924	0	-1792			5.12	-0.90	0.223
54	100.800	6.147	0	-1792			5.20	-1.20	0.000
55	103.200	4.924	0	-1792			5.03	-1.39	0.824
56	105.587	0.000			-328	4142	0.00	0.00	0.000

Tabel 3.16.2.5: Staafbelastingen, momenten, normaal- en dwarskrachten

				B E G I N			E I N D		
Staaf nr.	Profiel	X-as [N/m]	Y-as [N/m]	Normaal [N]	Dwarskr [N]	Moment [Nm]	Normaal [N]	Dwarskr [N]	Moment [Nm]
		Horizontaal	Verticaal						
1	RHBK100*50*3.0			-3834	181	-0	-3834	181	671
2	1e Spant	-37.8	-74.2	-4761	719	671	-4659	519	2340
3	1e Spant	-37.8	-74.2	-3845	-1077	2340	-3744	-1277	-832

4	1e Spant	37.8	-74.2	-4047	681	-832	-4149	481	733
5	1e Spant	37.8	-74.2	-4963	-1116	733	-5065	-1316	-2543
6	RHBK50*30*1.5			3951	0	0	3951	0	0
7	RHBK100*50*3.0			-8451	233	0	-8451	233	864
8	2e Spant	-38.8	-76.1	-4263	1253	-1678	-4158	1048	1419
9	2e Spant	-38.8	-76.1	-3345	-549	1419	-3240	-754	-336
10	2e Spant	38.8	-76.1	-3329	581	-336	-3433	376	953
11	2e Spant	38.8	-76.1	-4247	-1221	953	-4351	-1426	-2611
12	RHBK50*30*1.5			3205	0	0	3205	0	0
13	RHBK100*50*3.0			-8147	244	0	-8147	244	904
14	Midden Spant	-30.7	-60.3	-4193	1202	-1707	-4111	1039	1311
15	Midden Spant	-30.7	-60.3	-3297	-558	1311	-3214	-720	-409
16	Midden Spant	30.7	-60.3	-3285	580	-409	-3368	418	935
17	Midden Spant	30.7	-60.3	-4182	-1179	935	-4264	-1341	-2460
18	RHBK50*30*1.5			3118	0	0	3118	0	0
19	RHBK100*50*3.0			-8015	249	-0	-8015	249	921
20	Midden Spant	-30.7	-60.3	-4230	1163	-1539	-4147	1001	1376
21	Midden Spant	-30.7	-60.3	-3333	-596	1376	-3251	-758	-449
22	Midden Spant	30.7	-60.3	-3338	587	-449	-3421	425	914
23	Midden Spant	30.7	-60.3	-4234	-1172	914	-4317	-1335	-2462
24	RHBK50*30*1.5			3125	0	0	3125	0	0
25	RHBK100*50*3.0			-8029	257	-0	-8029	257	950
26	Midden Spant	-30.7	-60.3	-4233	1157	-1512	-4150	995	1386
27	Midden Spant	-30.7	-60.3	-3337	-602	1386	-3254	-764	-455
28	Midden Spant	30.7	-60.3	-3345	586	-455	-3428	424	906
29	Midden Spant	30.7	-60.3	-4241	-1173	906	-4324	-1335	-2472
30	RHBK50*30*1.5			3095	0	0	3095	0	0
31	RHBK100*50*3.0			-8030	265	-0	-8030	265	979
32	Midden Spant	-30.7	-60.3	-4235	1153	-1493	-4152	990	1393
33	Midden Spant	-30.7	-60.3	-3338	-606	1393	-3255	-769	-459
34	Midden Spant	30.7	-60.3	-3349	585	-459	-3432	423	898
35	Midden Spant	30.7	-60.3	-4246	-1174	898	-4328	-1337	-2484
36	RHBK50*30*1.5			3071	0	0	3071	0	0
37	RHBK100*50*3.0			-8030	272	-0	-8030	272	1008
38	Midden Spant	-30.7	-60.3	-4235	1149	-1475	-4152	987	1401
39	Midden Spant	-30.7	-60.3	-3339	-610	1401	-3256	-773	-461
40	Midden Spant	30.7	-60.3	-3353	583	-461	-3435	421	891
41	Midden Spant	30.7	-60.3	-4249	-1176	891	-4332	-1338	-2496
42	RHBK50*30*1.5			3053	0	0	3053	0	0
43	RHBK100*50*3.0			-8030	280	-0	-8030	280	1037
44	Midden Spant	-30.7	-60.3	-4235	1146	-1459	-4152	983	1408
45	Midden Spant	-30.7	-60.3	-3339	-614	1408	-3256	-776	-463
46	Midden Spant	30.7	-60.3	-3355	581	-463	-3438	419	883
47	Midden Spant	30.7	-60.3	-4252	-1178	883	-4334	-1341	-2509
48	RHBK50*30*1.5			3043	0	0	3043	0	0
49	RHBK100*50*3.0			-8030	288	-0	-8030	288	1066
50	Midden Spant	-30.7	-60.3	-4236	1142	-1443	-4153	980	1415
51	Midden Spant	-30.7	-60.3	-3339	-617	1415	-3256	-779	-465
52	Midden Spant	30.7	-60.3	-3358	580	-465	-3441	417	878
53	Midden Spant	30.7	-60.3	-4254	-1180	878	-4337	-1342	-2519
54	RHBK50*30*1.5			3040	0	0	3040	0	0
55	RHBK100*50*3.0			-8110	296	-0	-8110	296	1095
56	2e Spant	-38.8	-76.1	-4305	1194	-1423	-4200	989	1517
57	2e Spant	-38.8	-76.1	-3386	-608	1517	-3282	-813	-396
58	2e Spant	38.8	-76.1	-3400	581	-396	-3505	376	892
59	2e Spant	38.8	-76.1	-4318	-1221	892	-4423	-1426	-2674
60	RHBK50*30*1.5			3082	0	0	3082	0	0
61	RHBK100*50*3.0			-8371	308	-0	-8371	308	1141
62	1e Spant	-37.8	-74.2	-4694	1160	-1532	-4592	960	1323
63	1e Spant	-37.8	-74.2	-3778	-637	1323	-3676	-837	-661
64	1e Spant	37.8	-74.2	-3651	886	-661	-3753	686	1455
65	1e Spant	37.8	-74.2	-4567	-911	1455	-4669	-1111	-1268
66	RHBK50*30*1.5			3459	0	0	3459	0	0
67	RHBK100*50*3.0			-4141	343	-0	-4141	343	1268

3.16.3 De krachtsverdeling in het spant van de middenvelden:

Tabel 3.16.3.1: Momentenlijn, normaal- en dwarskrachtenlijn.

Positie	Momentenlijn	Normaal-krachtenlijn		Dwars-krachtenlijn	
x in [m]	M(x) in [Nm]	N(x) in [N]		Q(x) in [N]	
begin - eind	(+ = U/- =)	(+ = trek)		(+ = ~~~___)	
19.20 - 21.60	-1707	1311	-4193	-4111	1202	1039
21.60 - 24.00	1311	-409	-3297	-3214	-558	-720
24.00 - 26.40	-409	935	-3285	-3368	580	418
26.40 - 28.80	935	-2460	-4182	-4264	-1179	-1341
28.80 - 31.20	-1539	1376	-4230	-4147	1163	1001
31.20 - 33.60	1376	-449	-3333	-3251	-596	-758
33.60 - 36.00	-449	914	-3338	-3421	587	425
36.00 - 38.40	914	-2462	-4234	-4317	-1172	-1335
38.40 - 40.80	-1512	1386	-4233	-4150	1157	995
40.80 - 43.20	1386	-455	-3337	-3254	-602	-764
43.20 - 45.60	-455	906	-3345	-3428	586	424
45.60 - 48.00	906	-2472	-4241	-4324	-1173	-1335
48.00 - 50.40	-1493	1393	-4235	-4152	1153	990
50.40 - 52.80	1393	-459	-3338	-3255	-606	-769
52.80 - 55.20	-459	898	-3349	-3432	585	423
55.20 - 57.60	898	-2484	-4246	-4328	-1174	-1337
57.60 - 60.00	-1475	1401	-4235	-4152	1149	987
60.00 - 62.40	1401	-461	-3339	-3256	-610	-773
62.40 - 64.80	-461	891	-3353	-3435	583	421
64.80 - 67.20	891	-2496	-4249	-4332	-1176	-1338
67.20 - 69.60	-1459	1408	-4235	-4152	1146	983
69.60 - 72.00	1408	-463	-3339	-3256	-614	-776
72.00 - 74.40	-463	883	-3355	-3438	581	419
74.40 - 76.80	883	-2509	-4252	-4334	-1178	-1341
76.80 - 79.20	-1443	1415	-4236	-4153	1142	980
79.20 - 81.60	1415	-465	-3339	-3256	-617	-779
81.60 - 84.00	-465	878	-3358	-3441	580	417
84.00 - 86.40	878	-2519	-4254	-4337	-1180	-1342

3.16.3.1 Controle van de stijfheid van het spant:

De toelaatbare doorbuiging van alle spanten wordt bepaald per spantbeen:
- uvtoel = 5387 / 250 < 30.0 mm, dus: uvtoel = 21.5 mm

Uit de U-lijn is de maximale doorbuiging:
- doorbuiging umax = -9.54 mm

- Controle van het spant van de middenvelden:
  Doorbuiging: |-9.5 | mm < 21.5 mm,   dus: voldoet.
  bij B.C.9: d2) Dead Load + Services + Psi_Snow + Psi_Crop + Seismic

3.16.3.2 Controle van de bovenrand:

3.16.3.2 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de bovenrand:

- De normaalkracht in de bovenrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = -M/0.3600 + N/2   (voor N en M, zie 3.16.3.1)
                   met: Effectieve spanthoogte: 360.0 mm

- De normaalkracht in de bovenrand wordt bij de eindplaten van de nok en de
  kolomaansluiting gereduceerd met de normaalkracht in de diagonaal
  (einddiagonaal sluit aan bij eindplaat ter plaatse van de bovenrand)
  - Reductie: Nred = Nd - Q/tan(38.9) plaats van eindplaat naar gording
  - Reductie: Nred = Nd + Q/tan(38.9) plaats van gording naar eindplaat
                     (voor de dwarskracht Q zie tabel 3.16.3.1)

Tabel 3.16.32: Normaalkrachtenverloop in de bovenrand.

Plaats	Normaalkracht in [N] (trek = positief)		Systeem-lengte
x in [m]	Spant		[mm]
19.20 - 21.60	1156	-5697	2694
21.60 - 24.00	-5291	-1362	2694
24.00 - 26.40	-1224	-4281	2694
26.40 - 28.80	-4688	3038	2694
28.80 - 31.20	718	-5895	2694
31.20 - 33.60	-5488	-1319	2694

33.60 - 36.00	-1150	-4249	2694
36.00 - 38.40	-4656	3027	2694
38.40 - 40.80	651	-5924	2694
40.80 - 43.20	-5517	-1311	2694
43.20 - 45.60	-1135	-4230	2694
45.60 - 48.00	-4636	3051	2694
48.00 - 50.40	602	-5946	2694
50.40 - 52.80	-5539	-1306	2694
52.80 - 55.20	-1125	-4211	2694
55.20 - 57.60	-4618	3079	2694
57.60 - 60.00	557	-5968	2694
60.00 - 62.40	-5561	-1303	2694
62.40 - 64.80	-1117	-4191	2694
64.80 - 67.20	-4598	3109	2694
67.20 - 69.60	515	-5988	2694
69.60 - 72.00	-5581	-1303	2694
72.00 - 74.40	-1111	-4172	2694
74.40 - 76.80	-4579	3142	2694
76.80 - 79.20	476	-6008	2694
79.20 - 81.60	-5601	-1303	2694
81.60 - 84.00	-1106	-4158	2694
84.00 - 86.40	-4565	3164	2694

3.16.3.2 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Nadrukkelijk wordt vermeld, dat onderstaande stabiliteits-berekeningen alleen voldoen bij toepassing van specifieke stabiliteits-voorzieningen ter plaatse van de gordingen:

- fixatie van de boven- en onderrand rand uit het vlak van het spant, door windverbanden tussen de gordingen in het eerste en laatste vak van een gootlengte en momentvaste koppelingen tussen gordingen en bovenrand

Tabel 3.16.3.2:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de bovenrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-bepaling begin-eind	Normaalkrachten (trek = positief) [N] "begin"	"einde"	Rand-voor-waar-den	Knfct staaf-lengte ßm×ßn	Knik-lengte [mm]	Klasse	Sterkte UC	Stab. UC
19.20-21.60	1156	-5697	m-g	0.494	1330	1	0.07	0.10
21.60-24.00	-5291	-1362	g-n	0.546	1470	1	0.06	0.10
24.00-26.40	-1224	-4281	n-g	0.606	1632	1	0.05	0.09
26.40-28.80	-4688	3038	g-m	0.400	1077	1	0.06	0.08
28.80-31.20	718	-5895	m-g	0.509	1372	1	0.07	0.11
31.20-33.60	-5488	-1319	g-n	0.541	1458	1	0.07	0.10
33.60-36.00	-1150	-4249	n-g	0.603	1625	1	0.05	0.09
36.00-38.40	-4656	3027	g-m	0.400	1077	1	0.06	0.08
38.40-40.80	651	-5924	m-g	0.512	1378	1	0.07	0.11
40.80-43.20	-5517	-1311	g-n	0.540	1456	1	0.07	0.10
43.20-45.60	-1135	-4230	n-g	0.603	1624	1	0.05	0.09
45.60-48.00	-4636	3051	g-m	0.400	1077	1	0.06	0.08
48.00-50.40	602	-5946	m-g	0.513	1383	1	0.07	0.11
50.40-52.80	-5539	-1306	g-n	0.540	1454	1	0.07	0.10
52.80-55.20	-1125	-4211	n-g	0.603	1624	1	0.05	0.09
55.20-57.60	-4618	3079	g-m	0.400	1077	1	0.05	0.08
57.60-60.00	557	-5968	m-g	0.515	1387	1	0.07	0.11
60.00-62.40	-5561	-1303	g-n	0.540	1453	1	0.07	0.10
62.40-64.80	-1117	-4191	n-g	0.603	1623	1	0.05	0.09
64.80-67.20	-4598	3109	g-m	0.400	1077	1	0.05	0.08
67.20-69.60	515	-5988	m-g	0.516	1391	1	0.07	0.11
69.60-72.00	-5581	-1303	g-n	0.539	1453	1	0.07	0.11
72.00-74.40	-1111	-4172	n-g	0.603	1623	1	0.05	0.09
74.40-76.80	-4579	3142	g-m	0.400	1077	1	0.05	0.08
76.80-79.20	476	-6008	m-g	0.518	1395	1	0.07	0.11
79.20-81.60	-5601	-1303	g-n	0.539	1452	1	0.07	0.11
81.60-84.00	-1106	-4158	n-g	0.603	1623	1	0.05	0.09
84.00-86.40	-4565	3164	g-m	0.400	1077	1	0.05	0.08

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (0.82 - 0.2)*(|-6008 |/(0.652 *84071   /1.0)) = 0.96
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-6008 |/(0.652 *84071   /1.0)) = 0.98
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(0.96   , 0.98   ) = 0.96
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.58

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-6008 |/(0.652 *84071   /1.0)+0.96 *|0.0 |/(1.00*1113.7 /1.0)
           = 0.110 + 0.000 = 0.110
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-6008 |/(0.671 *84071   /1.0)+0.58 *|0.0 |/(1.00*1113.7 /1.0)
           = 0.107 + 0.000 = 0.107

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.110 , 0.107) = 0.110

- controle: 0.11 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.16.3.2 Stabiliteitscontrole in het vlak:

- Maatgevende normaaldrukkracht: Ndmax = -6008 N

- Kniklengte: lky = 1.00 * lveld = 1.00 * 898 = 898 mm
Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
Interactiefactoren volgens bijlage B:
Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
= 0.90 * (1.0 + (0.79 - 0.2)*(|-6008 |/(0.671 *84071 /1.0)) = 0.96
Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
= 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-6008 |/(0.671 *84071 /1.0)) = 0.98
Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.96 , 0.98) = 0.96
Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.57

UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
= |-6008 |/(0.671 *84071 /1.0)+0.96 *|0.0 |/(1.00*828.1 /1.0)
= 0.107 + 0.000 = 0.107
UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
= |-6008 |/(0.829 *84071 /1.0)+0.57 *|0.0 |/(1.00*828.1 /1.0)
= 0.086 + 0.000 = 0.086

Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.107 , 0.086) = 0.107

- controle: 0.11 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.16.3.2 Doorsnede-controle van de bovenrand:

$$\text{- UCDruk} = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} = \frac{|-6008|}{84071} = 0.07$$

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 3164 N

$$\text{- UCTrek} = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} = \frac{|3164|}{84071} = 0.04$$

Trek is maatgevend.

- Controle: 0.07 < 1.00, dus de treksterkte voldoet.

Conclusie:
- Bovenrand (RHBK50*30*2.0) voldoet qua sterkte/stabiliteit
bij B.C.9: d2) Dead Load + Services + Psi_Snow + Psi_Crop + Seismic

3.16.3.3 Controle van de onderrand:

3.16.3.3 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de onderrand:

- De normaalkracht in de onderrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = M/0.3600 + N/2 (voor N en M, zie 3.16.3.1)
    met: Effectieve spanthoogte: 360.0 mm

Tabel 3.16.33: Normaalkrachtenverloop in de onderrand.

Plaats x in [m]	Normaalkracht in [N] (trek = positief) Spant		Systeem-lengte [mm]
19.20 - 21.60	-6838	1587	2892
21.60 - 24.00	1994	-2744	2694
24.00 - 26.40	-2780	913	2694
26.40 - 28.80	506	-8964	2892
28.80 - 31.20	-6389	1748	2892
31.20 - 33.60	2154	-2872	2694
33.60 - 36.00	-2915	828	2694
36.00 - 38.40	421	-8998	2892
38.40 - 40.80	-6318	1774	2892
40.80 - 43.20	2181	-2891	2694
43.20 - 45.60	-2936	802	2694
45.60 - 48.00	395	-9030	2892
48.00 - 50.40	-6265	1794	2892
50.40 - 52.80	2201	-2902	2694
52.80 - 55.20	-2949	779	2694
55.20 - 57.60	372	-9063	2892
57.60 - 60.00	-6216	1815	2892
60.00 - 62.40	2222	-2910	2694
62.40 - 64.80	-2958	756	2694
64.80 - 67.20	349	-9099	2892
67.20 - 69.60	-6170	1836	2892
69.60 - 72.00	2243	-2914	2694
72.00 - 74.40	-2964	734	2694
74.40 - 76.80	327	-9138	2892
76.80 - 79.20	-6127	1855	2892
79.20 - 81.60	2262	-2919	2694
81.60 - 84.00	-2970	718	2694
84.00 - 86.40	311	-9165	2892

3.16.3.3 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Nadrukkelijk wordt vermeld, dat onderstaande stabiliteits-berekeningen alleen voldoen bij toepassing van specifieke stabiliteits-voorzieningen ter plaatse van de gordingen:

- fixatie van de boven- en onderrand rand uit het vlak van het spant, door windverbanden tussen de gordingen in het eerste en laatste vak van een gootlengte en momentvaste koppelingen tussen gordingen en bovenrand

Tabel 3.16.3.3:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de onderrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-bepaling begin-eind	Normaalkrachten (trek = positief) [N] "begin"	"einde"	Rand-voor-waar-den	Knfct staaf-lengte ßm×ßn	Knik-lengte/PlPerc [mm]	Klasse	Sterkte UC	Stab. UC
19.20-21.60	-6838	1587	m-g	0.529	1531	1	0.09	0.17
21.60-24.00	1994	-2744	g-n	0.608	1639	1	0.04	0.07
24.00-26.40	-2780	913	n-g	0.590	1588	1	0.04	0.07
26.40-28.80	506	-8964	g-m	0.624	1806	1	0.12	0.26
28.80-31.20	-6389	1748	m-g	0.529	1531	1	0.09	0.16
31.20-33.60	2154	-2872	g-n	0.608	1639	1	0.04	0.08
33.60-36.00	-2915	828	n-g	0.590	1588	1	0.04	0.07
36.00-38.40	421	-8998	g-m	0.627	1813	1	0.12	0.27
38.40-40.80	-6318	1774	m-g	0.529	1531	1	0.09	0.15
40.80-43.20	2181	-2891	g-n	0.608	1639	1	0.04	0.08
43.20-45.60	-2936	802	n-g	0.590	1588	1	0.04	0.07
45.60-48.00	395	-9030	g-m	0.628	1815	1	0.12	0.27
48.00-50.40	-6265	1794	m-g	0.529	1531	1	0.09	0.15
50.40-52.80	2201	-2902	g-n	0.608	1639	1	0.04	0.08
52.80-55.20	-2949	779	n-g	0.590	1588	1	0.04	0.07
55.20-57.60	372	-9063	g-m	0.628	1817	1	0.13	0.27
57.60-60.00	-6216	1815	m-g	0.529	1531	1	0.09	0.15
60.00-62.40	2222	-2910	g-n	0.608	1639	1	0.04	0.08
62.40-64.80	-2958	756	n-g	0.590	1588	1	0.04	0.08
64.80-67.20	349	-9099	g-m	0.629	1819	1	0.13	0.27
67.20-69.60	-6170	1836	m-g	0.529	1531	1	0.09	0.15
69.60-72.00	2243	-2914	g-n	0.608	1639	1	0.04	0.08
72.00-74.40	-2964	734	n-g	0.590	1588	1	0.04	0.08
74.40-76.80	327	-9138	g-m	0.630	1821	1	0.13	0.27
76.80-79.20	-6127	1855	m-g	0.529	1531	1	0.08	0.15
79.20-81.60	2262	-2919	g-n	0.608	1639	1	0.04	0.08
81.60-84.00	-2970	718	n-g	0.590	1588	1	0.04	0.08
84.00-86.40	311	-9165	g-m	0.630	1823	1	0.13	0.27

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (1.14 - 0.2)*(|-9165 |/(0.464 *72467   /1.0)) = 1.13
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-9165 |/(0.464 *72467   /1.0)) = 1.10
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(1.13   , 1.10   ) = 1.10
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.66

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-9165 |/(0.464 *72467   /1.0)+1.10 *|0.0 |/(1.00*983.6 /1.0)
           = 0.273 + 0.000 = 0.273
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-9165 |/(0.744 *72467   /1.0)+0.66 *|0.0 |/(1.00*983.6 /1.0)
           = 0.170 + 0.000 = 0.170

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.273 , 0.170) = 0.273

- controle: 0.27 < 0.95, dus de stabiliteit voldoet.

3.16.3.3 Stabiliteitscontrole in het vlak (nabij de kolom-aansluitingen):

- Maatgevend: Ndmax = N + |Q|/tan(alfa) = -9165 + |-1342 |/tan(38.9) = -9165 N
  (N.B.: 1e drukdiagonaal reduceert de normaaldrukkracht in de onderrand)
- Veldmoment: Mgewas = 1/4*Fgew*lveld = 1/4 * 0 * 898 = 0 E3 Nmm
  (N.B.: Fgew = gamma*v*qgew*hohgew + gamma*v*qtg*hohtgt)
  = 1.00*4.00*0 *0.80 + 0.20*4.00*0 *1.60 = 0 N)

- Kniklengte: lky = 0.80*lveld = 0.80 * 898 = 718 mm
  (lky = lveld, volgens NEN 3851 art. 2.5.6.2.c.)

  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.80 (het profiel is geschoord).
  M1 = -0.00 , M2 = -0.00 , Ms = 0.00 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz2 * (1.0 + 0.6*lambdarel.z*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
  = 0.80 * (1.0 + 0.6*0.67 *(|-9165 |/(0.744 *72467 /1.0)) = 0.85
  Kz.3 = Cmz2 * (1.0 + 0.6*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
  = 0.80 * (1.0 + 0.6*(|-9165 |/(0.744 *72467 /1.0)) = 0.88
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.85 , 0.88) = 0.85
  Ky.b = 0.8 * Kz.b = 0.68

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
  = |-9165 |/(0.744 *72467 /1.0)+0.85 *|0.0 |/(1.00*738.1 /1.0)
  = 0.170 + 0.000 = 0.170
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
  = |-9165 |/(0.871 *72467 /1.0)+0.68 *|0.0 |/(1.00*738.1 /1.0)
  = 0.145 + 0.000 = 0.145

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.170 , 0.145) = 0.170

- controle: 0.17 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.16.3.3 Doorsnede-controle van de onderrand:

$$\text{- UCDruk} = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} = \frac{|-9165|}{72467} = 0.13$$

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 2262 N

$$\text{- UCTrek} = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} = \frac{|2262|}{72467} = 0.03$$

Druk is maatgevend.

- Controle: 0.13 < 1.00, dus de druksterkte voldoet.

Conclusie:
- Onderrand (RHBK50*30*1.5) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.9: d2) Dead Load + Services + Psi_Snow + Psi_Crop + Seismic

3.16.3.4 Controle van de diagonalen:

3.16.3.4 Controle van de diagonalen in de eindvelden:

- Controle op druk:
  - Maatgevende dwarskracht eindvelden: Qmaxd = -1342 N (zie tabel 3.16.3.1)

$$N_{diagd} = \frac{|Q_{maxd}|}{\sin(alfa)} = \frac{|-1342|}{\sin(38.9)} = 2137 \text{ N}$$

  - Capaciteit diagonaal: Fdiagd = 13200 N (zie 4.4)

  - Controle: 2137 N < 13200 N, dus diagonaal voldoet.

- Controle op trek:
  - Maatgevende dwarskracht eindvelden: Qmaxt = 1202 N (zie tabel 3.16.3.1)

$$N_{diagt} = \frac{Q_{maxt}}{\sin(alfa)} = \frac{1202}{\sin(38.9)} = 1913 \text{ N}$$

  - Capaciteit diagonaal eindvelden: Fdiagt = 36175 N (zie 4.4)

  - Controle: 1913 N < 36175 N, dus diagonaal voldoet.

Conclusie:
- Diagonalen in eindvelden (RD14.0 mm) voldoen qua trek/druk
  bij B.C.9: d2) Dead Load + Services + Psi_Snow + Psi_Crop + Seismic

3.16.3.4 Controle van de (las)verbindingen:

	Diagonalen eindvelden		Diagonalen middenvelden	
	Nd = 2137 N Nt = 1913 N		Nd = - 0 N Nt = 0 N	
	Fstev = 1489 N Fstlo = 1202 N Msdt = 7601.41 Nm Fsdev = 1663 N		Fstev = 0 N Fstlo = 0 N Msdt = 0.00 Nm Fsdev = 0 N	
	bovenrand	onderrand	bovenrand	onderrand
Tau1	6.42 N/mm²	6.42 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
Tau2	4.96 N/mm²	4.96 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
Sgm1	6.42 N/mm²	6.42 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
SgmWst	8.92 N/mm²	8.92 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
UC1	0.04	0.04	0.00	0.00
UC2	0.02	0.02	0.00	0.00
SgmWsd	5.54 N/mm²	5.54 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
UC3	0.03	0.03	0.00	0.00
Nt1	20826 N	15660 N	20826 N	15660 N
knd	1.00	1.00	1.00	1.00
Nd1	20826 N	15660 N	20826 N	15660 N
UCt1	0.09	0.12	0.00	0.00
UCd1	0.10	0.14	0.00	0.00
UClas	0.04	0.04	0.00	0.00
UCdia	0.10	0.14	0.00	0.00
UCgeo	0.48	0.49	0.48	0.49
UClas	0.04		0.00	
UCdia	0.50		0.50	

Conclusie:
- Lassen: UClas = 0.04 <= 1.00 dus: voldoen
- Aansluitingen: UCdia = 0.50 <= 1.00 dus: voldoen

Eindconclusie:
- Aansluiting diagonalen voldoet
  bij B.C.9: d2) Dead Load + Services + Psi_Snow + Psi_Crop + Seismic

3.16.3.4 Controle van de dekgording (het spant van de middenvelden)

- Belastingscombinatie met alleen eigen gewicht kasdek, wind en sneeuw
  Qg,links = [32 + 0 *(+0.00-(+0.00))/cos(27.0) + 85] * 9.60 /[2*(1+1)] = 0.280 Nm
  Qg,rechts = [32 + 0 *(+0.00-(+0.00))/cos(27.0) + 85] * 9.60 /[2*(1+1)] = 0.280 Nm
  Qg= max(|Qg,links| ; |Qg,rechts|) = 0.280 Nm

- Vervormingseis dekgordingen volgens EN 13031-1:
  dtoel2 = min(4000/(650 - 100*min(4000/1125;5)); 4000/150; 30) = 13.6 mm
- Hieruit volgt een minimaal traagheidsmoment (ligger op 3 steunpunten):
  Ixg,bc = 2/384 * (Qg * 40004) / (Estaal,g * dtoel2) = 130896 mm4

- Minimaal traagheidsmoment dekgording:
  Ixgmin = max(Ixg,eg, Ixg,bc) = max(91429 , 130896) = 130896 mm4

3.16.3.4 Controle van de gordingverticaal

- Controle veerstijfheid gordingverticaal
  De onderrand wordt geschematiseerd als een ligger van goot naar nok.
  - Veerstijfheid gordingprofiel:
    kgord = 4 * Estaal,g * Ixgmin / (390 ² * 4000) = 180.7 N/mm
  - Veerstijfheid gordingverticaal:
    k0gvert = 1826.1 N/mm (zie 4.7)

    De veerstijfheid van de verticaal is ten minste zo groot als 100% van
    de veerstijfheid van de inklemming van de gording.

  - Controle: 1826.1 N/mm > 180.7 N/mm, dus gordingverticaal voldoet.

- Plaatsvastheid van de gordingverticaal bij de onderrand
  Omdat de aansluiting van de gording aan de tralie in het algemeen goed
  momentvast is uitgevoerd, kan de volledige stijfheid van de gording in
  rekening worden gebracht.

  - Veerstijfheid gordingprofiel:
    kgord = 4 * Estaal,g * 130896 / (390 ² * 4000) = 180.7 N/mm

  - Veerstijfheid van de aansluiting van de onderrand-gording "uit het vlak":
    Hoekverdraaiing door gording en inklemming opzetkolom:

$$V2 = \frac{2*vak}{4*Eg*Ig} = \frac{2 * 4000}{4 * 210000 * 130896} = 72.8 \ *10\text{-}9\ 1/Nmm$$

    Hoekverdraaiing door moment bij onderrand door bovenrand:

$$V3 = \frac{bkap}{2*(ngord+1)*\cos(27.0)*Gbr*Itbr*2} = \frac{9600}{2*(1+1)*\cos(27.0)*\ 80769*\ \ 92298*2} = 180.7 \ *10\text{-}9\ 1/Nmm$$

    Hoekverdraaiing door puntlast bij gordingverticaal:

$$V4 = \frac{ht;net^2}{3 * Egv * Igv} = \frac{330^2}{3 * 210000 * 104167} = 1659.4 \ *10\text{-}9\ 1/Nmm$$

    Moment bij bovenrand

$$MBr = \frac{V2 * hspant}{V2 + V3} = \frac{72.8 \ * 390}{72.8 + 180.7} = 112.0 \ Nm$$

    Moment bij gording Mozk = hspant - Mbr = 390 - 112 = 278 Nmm

    Geeft de veerstijfheid ter plaatse van de bovenrand:

$$kor = \frac{1}{V4*ht;nett + V2*hspant^2 + V2*hspant*-Mbr} = \frac{1}{1659.4*330 \ + \ \ 72.8*390\ ^2 + \ \ 72.8*390\ *(-112\ )} = 118.5 \ \ N/mm$$

    Vereiste kritische veerstijfheid: kcr = 16.5 N/mm (zie 4.8)

  - Controle: 118.5 N/mm > 16.5 N/mm, dus veerstijfheid voldoet.

- Controle op knik:
  - Maatgevende verticale kracht: Ngv = Fvg = -1597 N
  - Capaciteit van de verticaal : Fgvertd = 69549 N (zie 4.6)

  - Controle: -1597 N > 69549 N, dus gordingverticaal voldoet.

Conclusie:
- Gordingverticaal voldoet qua sterkte/stabiliteit en stijfheid
  bij B.C.9: d2) Dead Load + Services + Psi_Snow + Psi_Crop + Seismic

3.16.3.5 Controle van de bouten van de spant-kolom-aansluiting:

Controle van de krachten op de bout(en) bij de bovenrand:

Tabel 3.16.3.5.1: Belastingen bij bovenrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Spant-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Nt [N]	Ft,br [N]	Fs,br [N]	Fi,br [N]
19.20	-1707	-4193	1202	3118	2130	2023	3566
28.80	-2460	-4264	-1341	3118	3773	2163	4857
28.80	-1539	-4230	1163	3125	1738	1996	3316
38.40	-2462	-4317	-1335	3125	3754	2169	4848
38.40	-1512	-4233	1157	3095	1678	1992	3279
48.00	-2472	-4324	-1335	3095	3773	2171	4864
48.00	-1493	-4235	1153	3071	1634	1988	3252
57.60	-2484	-4328	-1337	3071	3796	2173	4884
57.60	-1475	-4235	1149	3053	1594	1985	3229
67.20	-2496	-4332	-1338	3053	3822	2176	4907
67.20	-1459	-4235	1146	3043	1557	1982	3207
76.80	-2509	-4334	-1341	3043	3850	2178	4931
76.80	-1443	-4236	1142	3040	1522	1979	3186
86.40	-2519	-4337	-1342	3040	3869	2180	4947

Gegevens van de eindplaat bij de bovenrand:
- Aantal bouten bij de bovenrand: nbb = 1
- Momenten-arm bij bovenrand: hbbout = 458 mm
- Hellingshoek van het spant: alpha = 27.0 graden
- Nt is de trekkracht in de trekstang van het spant
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Normaalkracht: $Ft = \frac{N*\cos(alpha) + sn*Q*\sin(alpha)}{2 * nbb} - \frac{M}{hbbout} + \frac{Nt}{2}$ met Ft>=0N
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * -N*sin(alpha) + sn*Q*cos(alpha)
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,br max = 4947 N (zie tabel)
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Fi,br max = 1.30 * 4947 = 6432 N
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbtb max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 6432 N < 33926 N, dus bout bij bovenrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.9: d2) Dead Load + Services + Psi_Snow + Psi_Crop + Seismic

Controle van de krachten op de bout(en) bij de onderrand:

Tabel 3.16.3.5.2: Belastingen bij onderrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Spant-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Nt [N]	Ft,or [N]	Fs,or [N]	Fi,or [N]
19.20	-1707	-4193	1202	3118	0	2023	2860
28.80	-2460	-4264	-1341	3118	0	2163	3059
28.80	-1539	-4230	1163	3125	0	1996	2823
38.40	-2462	-4317	-1335	3125	0	2169	3067
38.40	-1512	-4233	1157	3095	0	1992	2817
48.00	-2472	-4324	-1335	3095	0	2171	3071
48.00	-1493	-4235	1153	3071	0	1988	2812
57.60	-2484	-4328	-1337	3071	0	2173	3074
57.60	-1475	-4235	1149	3053	0	1985	2807
67.20	-2496	-4332	-1338	3053	0	2176	3077
67.20	-1459	-4235	1146	3043	0	1982	2803
76.80	-2509	-4334	-1341	3043	0	2178	3081
76.80	-1443	-4236	1142	3040	0	1979	2799
86.40	-2519	-4337	-1342	3040	0	2180	3083

Gegevens van de eindplaat bij de onderrand:
- Aantal bouten bij de onderrand: nbo = 2
- Momenten-arm bij onderrand: hobout = 762 mm
- Hellingshoek van het spant: alfa = 27.0 graden
- Nt is de trekkracht in de trekstang van het spant
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * -N*sin(alpha) + sn*Q*cos(alpha)
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,or max = 3083 N (zie tabel)
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Fi,or max = 1.30 * 3083 = 4008 N

- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbto max = 33926   N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 4008   N < 33926   N, dus bout bij onderrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.9: d2) Dead Load + Services + Psi_Snow + Psi_Crop + Seismic

3.16.3.5 Controle van de eindplaat op pons:

Bij de boutverbinding van de bovenrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxb = 3.9 kN (zie tabel hiervoor)
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Ftmaxb = 1.30 * 3.9 = 5.0 N
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capb = 80 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 5.0 kN < 80 kN, dus eindplaat (ST50*10.0) voldoet
zonder onderlegring bij de bovenste bout
bij B.C.9: d2) Dead Load + Services + Psi_Snow + Psi_Crop + Seismic

Bij de boutverbinding van de onderrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxo = 0.0 kN (zie tabel hiervoor)
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Ftmaxo = 1.30 * 0.0 = 0.0 kN
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capo = 80 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0.0 kN < 80 kN, dus eindplaat (ST50*10.0) voldoet
zonder onderlegring bij de onderste bout
bij B.C.9: d2) Dead Load + Services + Psi_Snow + Psi_Crop + Seismic

3.16.3.5 Controle van de eindplaat op buiging:

Tabel 3.16.3.5.4.1: Belastingen van de eindplaat van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Spant-kracht	Normaal-kracht	Normaal-kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Nt [N]	Ftrb [N]	Ftro [N]
19.20	-1707	-4193	1202	3118	3146	0
28.80	-2460	-4264	-1341	3118	5237	0
28.80	-1539	-4230	1163	3125	2654	0
38.40	-2462	-4317	-1335	3125	5219	0
38.40	-1512	-4233	1157	3095	2578	0
48.00	-2472	-4324	-1335	3095	5245	0
48.00	-1493	-4235	1153	3071	2523	0
57.60	-2484	-4328	-1337	3071	5274	0
57.60	-1475	-4235	1149	3053	2473	0
67.20	-2496	-4332	-1338	3053	5308	0
67.20	-1459	-4235	1146	3043	2426	0
76.80	-2509	-4334	-1341	3043	5344	0
76.80	-1443	-4236	1142	3040	2382	0
86.40	-2519	-4337	-1342	3040	5368	0

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de bovenrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftrb = \frac{N*\cos(alpha) + sn*Q*\sin(alpha)}{2} - \frac{M}{ht,eff} \text{ met } Ftrb>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftrb(max) * e = 0.5 * 5368 * 25.0 = 67 Nm
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Mep = 1.30 * 67 = 87 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 1987 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 87 Nm < 1987 Nm, dus eindplaat (ST50*10.0) voldoet
bij B.C.9: d2) Dead Load + Services + Psi_Snow + Psi_Crop + Seismic

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de onderrand:
- Normaalkracht : Ftbout(2) = 0.0 * 367.7 /472.7 = 0.0 kN
- Normaalkracht : Ftbout(1) = 0.0 * 472.7 /472.7 = 0.0 kN
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * max(Ftbout(2) * e(2), Ftbout(1) * e(1))
= 0.5 * max(0.0 * 25 , 0.0 * 50) = 0 Nm
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Mep = 0.00 * 0 = 0 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 2683 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0 Nm < 2683 Nm, dus eindplaat (ST50*10.0) voldoet
bij B.C.9: d2) Dead Load + Services + Psi_Snow + Psi_Crop + Seismic

De lasverbindingen tussen eindplaat met resp. de boven- en onderrand
zijn niet gecontroleerd.

3.16.3.6 Controle van de bouten van de nokaansluiting:

Controle van de krachten op de bout(en) bij de bovenrand:

Tabel 3.16.3.6.1: Belastingen bij bovenrand van de nokaansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,br [N]	Fs,br [N]	Fi,br [N]
24.00	-409	-3214	-720	0	1371	1939
24.00	-409	-3285	580	0	1263	1786
33.60	-449	-3251	-758	0	1414	1999
33.60	-449	-3338	587	0	1281	1811
43.20	-455	-3254	-764	0	1420	2008
43.20	-455	-3345	586	0	1282	1813
52.80	-459	-3255	-769	0	1424	2014
52.80	-459	-3349	585	0	1281	1812
62.40	-461	-3256	-773	0	1427	2019
62.40	-461	-3353	583	0	1281	1811
72.00	-463	-3256	-776	0	1430	2023
72.00	-463	-3355	581	0	1279	1809
81.60	-465	-3256	-779	0	1433	2027
81.60	-465	-3358	580	0	1279	1808

Gegevens van de nokplaat bij de bovenrand:
- Aantal bouten bij de bovenrand: nbb = 1
- Momenten-arm bij bovenrand: hbbout = 372 mm
- Hellingshoek van het spant: alpha = 27.0 graden
- Teken dwarskracht bij eindpositie sn=+1 en bij beginpositie sn=-1

$$\text{- Normaalkracht: } Ft = \frac{N\cos(\alpha) + sn\,Q\sin(\alpha)}{2 \cdot nbb} - \frac{M}{hbbout} \text{ met } Ft>=0N$$

- Schuifkracht: $Fs = 0.5 * -N\sin(\alpha) - sn\,Q\cos(\alpha)$
- Ideële kracht: $Fi = (Ft^2 + 2Fs^2)0.5$
- Maximale optredende kracht: Fi,br max = 2027 N (zie tabel)
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Fi,br max = 1.30 * 2027 = 2635 N
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbtb max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 2635 N < 33926 N, dus bout bij bovenrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.9: d2) Dead Load + Services + Psi_Snow + Psi_Crop + Seismic

Controle van de krachten op de bout(en) bij de onderrand:

Tabel 3.16.3.6.2: Belastingen bij onderrand van de nokaansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,or [N]	Fs,or [N]	Fi,or [N]
24.00	-409	-3214	-720	0	1371	1939
24.00	-409	-3285	580	0	1263	1786
33.60	-449	-3251	-758	0	1414	1999
33.60	-449	-3338	587	0	1281	1811
43.20	-455	-3254	-764	0	1420	2008
43.20	-455	-3345	586	0	1282	1813
52.80	-459	-3255	-769	0	1424	2014
52.80	-459	-3349	585	0	1281	1812
62.40	-461	-3256	-773	0	1427	2019
62.40	-461	-3353	583	0	1281	1811
72.00	-463	-3256	-776	0	1430	2023
72.00	-463	-3355	581	0	1279	1809
81.60	-465	-3256	-779	0	1433	2027
81.60	-465	-3358	580	0	1279	1808

Gegevens van de nokplaat bij de onderrand:
- Aantal bouten bij de onderrand: nbo = 1
- Momenten-arm bij onderrand: hobout = 372 mm
- Hellingshoek van het spant: alfa = 27.0 graden
- Teken dwarskracht bij eindpositie sn=+1 en bij beginpositie sn=-1

$$\text{- Normaalkracht: } Ft = \frac{N\cos(\alpha) + sn\,Q\sin(\alpha)}{2 \cdot nbo} + \frac{M}{hobout} \text{ met } Ft>=0N$$

- Schuifkracht: $Fs = 0.5 * -N\sin(\alpha) - sn\,Q\cos(\alpha)$
- Ideële kracht: $Fi = (Ft^2 + 2Fs^2)0.5$
- Maximale optredende kracht: Fi,or max = 2027 N (zie tabel)
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Fi,or max = 1.30 * 2027 = 2635 N

- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbto max = 33926   N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 2635   N < 33926   N, dus bout bij onderrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.9: d2) Dead Load + Services + Psi_Snow + Psi_Crop + Seismic

3.16.3.6 Controle van de nokplaat op pons:
Bij de boutverbinding van de bovenrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxb = 0.0 kN (zie tabel hiervoor)
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Ftmaxb = 1.30 * 0.0 = 0.0 kN
- Capaciteit van de nokplaat: Fp,capb = 96 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0.0 kN < 96 kN, dus nokplaat (ST50*12.0) voldoet
zonder onderlegring bij de bovenste bout
bij B.C.9: d2) Dead Load + Services + Psi_Snow + Psi_Crop + Seismic

Bij de boutverbinding van de onderrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxo = 0.0 kN (zie tabel hiervoor)
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Ftmaxo = 1.30 * 0.0 = 0.0 kN
- Capaciteit van de nokplaat: Fp,capo = 96 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0.0 kN < 96 kN, dus nokplaat (ST50*12.0) voldoet
zonder onderlegring bij de onderste bout
bij B.C.9: d2) Dead Load + Services + Psi_Snow + Psi_Crop + Seismic

3.16.3.6 Controle van de nokplaat op buiging:

Tabel 3.16.3.6.4.1: Belastingen van de nokplaat.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Normaal-kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ftrb [N]	Ftro [N]
24.00	-409	-3214	-720	0	0
24.00	-409	-3285	580	0	0
33.60	-449	-3251	-758	0	0
33.60	-449	-3338	587	0	0
43.20	-455	-3254	-764	0	0
43.20	-455	-3345	586	0	0
52.80	-459	-3255	-769	0	0
52.80	-459	-3349	585	0	0
62.40	-461	-3256	-773	0	0
62.40	-461	-3353	583	0	0
72.00	-463	-3256	-776	0	0
72.00	-463	-3355	581	0	0
81.60	-465	-3256	-779	0	0
81.60	-465	-3358	580	0	0

Resulterende trekkracht in de nokplaat bij de bovenrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftrb = \frac{N*\cos(alpha) + sn*Q*\sin(alpha)}{2} - \frac{M}{ht,eff} \text{ met } Ftrb>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de nokplaat:
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftrb(max) * e = 0.5 * 0 * 25.0 = 0 Nm
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Mep = 1.30 * 0 = 0 Nm
- Capaciteit van de nokplaat: Mp,cap = 368 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0 Nm < 368 Nm, dus nokplaat (ST50*12.0) voldoet
bij B.C.9: d2) Dead Load + Services + Psi_Snow + Psi_Crop + Seismic

Resulterende trekkracht in de nokplaat bij de onderrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftro = \frac{N*\cos(alfa) + sn*Q*\sin(alfa)}{2} + \frac{M}{ht,eff} \text{ met } Ftro>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de nokplaat:
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftro(max) * e = 0.5 * 0 * 25.0 = 0 Nm
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Mep = 1.30 * 0 = 0 Nm
- Capaciteit van de nokplaat: Mp,cap = 685 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0 Nm < 685 Nm, dus nokplaat (ST50*12.0) voldoet
bij B.C.9: d2) Dead Load + Services + Psi_Snow + Psi_Crop + Seismic

De lasverbindingen tussen nokplaat met resp. de boven- en onderrand
zijn niet gecontroleerd.

3.16.4 De krachtsverdeling in het 2e spant:

Tabel 3.16.4.1: Momentenlijn, normaal- en dwarskrachtenlijn.

Positie	Momentenlijn	Normaal-	Dwars-
		krachtenlijn	krachtenlijn
x in [m]	M(x) in [Nm]	N(x) in [N]	Q(x) in [N]
begin - eind	(+ = U/- =)	(+ = trek)	(+ = ~~~___)
9.60 - 12.00	-1678 1419	-4263 -4158	1253 1048
12.00 - 14.40	1419 -336	-3345 -3240	-549 -754
14.40 - 16.80	-336 953	-3329 -3433	581 376
16.80 - 19.20	953 -2611	-4247 -4351	-1221 -1426
86.40 - 88.80	-1423 1517	-4305 -4200	1194 989
88.80 - 91.20	1517 -396	-3386 -3282	-608 -813
91.20 - 93.60	-396 892	-3400 -3505	581 376
93.60 - 96.00	892 -2674	-4318 -4423	-1221 -1426

3.16.4.1 Controle van de stijfheid van het spant:

De toelaatbare doorbuiging van alle spanten wordt bepaald per spantbeen:
- uvtoel = 5387 / 250 < 30.0 mm, dus: uvtoel = 21.5 mm

Uit de U-lijn is de maximale doorbuiging:
- doorbuiging umax = -9.62 mm

- Controle van het 2e spant:
  Doorbuiging: |-9.6 | mm < 21.5 mm,   dus: voldoet.
  bij B.C.9: d2) Dead Load + Services + Psi_Snow + Psi_Crop + Seismic

3.16.4.2 Controle van de bovenrand:

3.16.4.2 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de bovenrand:

- De normaalkracht in de bovenrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = -M/0.3600 + N/2   (voor N en M, zie 3.16.4.1)
                   met: Effectieve spanthoogte: 360.0 mm

- De normaalkracht in de bovenrand wordt bij de eindplaten van de nok en de
  kolomaansluiting gereduceerd met de normaalkracht in de diagonaal
  (einddiagonaal sluit aan bij eindplaat ter plaatse van de bovenrand)
  - Reductie: Nred = Nd - Q/tan(38.9) plaats van eindplaat naar gording
  - Reductie: Nred = Nd + Q/tan(38.9) plaats van gording naar eindplaat
                    (voor de dwarskracht Q zie tabel 3.16.4.1)

Tabel 3.16.42: Normaalkrachtenverloop in de bovenrand.

Plaats	Normaalkracht in [N]	Systeem-
	(trek = positief)	lengte
x in [m]	Spant	[mm]
9.60 - 12.00	979 -6022	2694
12.00 - 14.40	-5615 -1621	2694
14.40 - 16.80	-1450 -4364	2694
16.80 - 19.20	-4771 3310	2694
86.40 - 88.80	321 -6314	2694
88.80 - 91.20	-5908 -1548	2694
91.20 - 93.60	-1320 -4230	2694
93.60 - 96.00	-4637 3449	2694

3.16.4.2 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Nadrukkelijk wordt vermeld, dat onderstaande stabiliteits-berekeningen
alleen voldoen bij toepassing van specifieke stabiliteits-voorzieningen
ter plaatse van de gordingen:

- fixatie van de boven- en onderrand rand uit het vlak van het spant, door
  windverbanden tussen de gordingen in het eerste en laatste vak van een
  gootlengte en momentvaste koppelingen tussen gordingen en bovenrand

Tabel 3.16.4.2:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de bovenrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-	Normaalkrachten	Rand-	Knfct	Knik-	Klasse	Sterkte	Stab.

bepaling	(trek = positief)		voor-	staaf-	lengte		UC	UC
begin-eind	[N] "begin"	[N] "einde"	waar-den	lengte ßm×ßn	[mm]			
9.60-12.00	979	-6022	m-g	0.501	1350	1	0.07	0.11
12.00-14.40	-5615	-1621	g-n	0.554	1492	1	0.07	0.11
14.40-16.80	-1450	-4364	n-g	0.614	1653	1	0.05	0.09
16.80-19.20	-4771	3310	g-m	0.400	1077	1	0.06	0.08
86.40-88.80	321	-6314	m-g	0.523	1409	1	0.08	0.12
88.80-91.20	-5908	-1548	g-n	0.547	1473	1	0.07	0.11
91.20-93.60	-1320	-4230	n-g	0.610	1644	1	0.05	0.09
93.60-96.00	-4637	3449	g-m	0.400	1077	1	0.06	0.08

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (0.82 - 0.2)*(|-6314 |/(0.647 *84071   /1.0)) = 0.97
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-6314 |/(0.647 *84071   /1.0)) = 0.98
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(0.97   , 0.98   ) = 0.97
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.58

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-6314 |/(0.647 *84071   /1.0)+0.97 *|0.0 |/(1.00*1113.7 /1.0)
           = 0.116 + 0.000 = 0.116
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-6314 |/(0.671 *84071   /1.0)+0.58 *|0.0 |/(1.00*1113.7 /1.0)
           = 0.112 + 0.000 = 0.112

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.116 , 0.112) = 0.116

- controle: 0.12 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.16.4.2 Stabiliteitscontrole in het vlak:

- Maatgevende normaaldrukkracht: Ndmax = -6314 N

- Kniklengte: lky = 1.00 * lveld = 1.00 * 898 = 898 mm
Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
Interactiefactoren volgens bijlage B:
Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
= 0.90 * (1.0 + (0.79 - 0.2)*(|-6314 |/(0.671 *84071 /1.0)) = 0.96
Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
= 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-6314 |/(0.671 *84071 /1.0)) = 0.98
Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.96 , 0.98) = 0.96
Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.58

UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
= |-6314 |/(0.671 *84071 /1.0)+0.96 *|0.0 |/(1.00*828.1 /1.0)
= 0.112 + 0.000 = 0.112
UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
= |-6314 |/(0.829 *84071 /1.0)+0.58 *|0.0 |/(1.00*828.1 /1.0)
= 0.091 + 0.000 = 0.091

Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.112 , 0.091) = 0.112

- controle: 0.11 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.16.4.2 Doorsnede-controle van de bovenrand:

$$\text{- UCDruk} = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} = \frac{|-6314|}{84071} = 0.08$$

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 3449 N

$$\text{- UCTrek} = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} = \frac{|3449|}{84071} = 0.04$$

Trek is maatgevend.

- Controle: 0.08 < 1.00, dus de treksterkte voldoet.

Conclusie:
- Bovenrand (RHBK50*30*2.0) voldoet qua sterkte/stabiliteit
bij B.C.9: d2) Dead Load + Services + Psi_Snow + Psi_Crop + Seismic

3.16.4.3 Controle van de onderrand:

3.16.4.3 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de onderrand:

- De normaalkracht in de onderrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = M/0.3600 + N/2 (voor N en M, zie 3.16.4.1)
    met: Effectieve spanthoogte: 360.0 mm

Tabel 3.16.43: Normaalkrachtenverloop in de onderrand.

Plaats x in [m]	Normaalkracht in [N] (trek = positief) Spant		Systeem-lengte [mm]
9.60 - 12.00	-6794	1863	2892
12.00 - 14.40	2270	-2554	2694
14.40 - 16.80	-2598	931	2694
16.80 - 19.20	524	-9428	2892
86.40 - 88.80	-6106	2114	2892
88.80 - 91.20	2521	-2741	2694
91.20 - 93.60	-2800	725	2694
93.60 - 96.00	318	-9639	2892

3.16.4.3 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Nadrukkelijk wordt vermeld, dat onderstaande stabiliteits-berekeningen
alleen voldoen bij toepassing van specifieke stabiliteits-voorzieningen
ter plaatse van de gordingen:

- fixatie van de boven- en onderrand rand uit het vlak van het spant, door
  windverbanden tussen de gordingen in het eerste en laatste vak van een
  gootlengte en momentvaste koppelingen tussen gordingen en bovenrand

Tabel 3.16.4.3:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de onderrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-bepaling begin-eind	Normaalkrachten (trek = positief) [N] "begin"	"einde"	Rand-voor-waar-den	Knfct staaf-lengte ßm×ßn	Knik-lengte/PlPerc [mm]	Klasse	Sterkte UC	Stab. UC
9.60-12.00	-6794	1863	m-g	0.529	1531	1	0.05	0.09
12.00-14.40	2270	-2554	g-n	0.608	1639	1	0.02	0.04
14.40-16.80	-2598	931	n-g	0.590	1588	1	0.02	0.04
16.80-19.20	524	-9428	g-m	0.625	1806	1	0.07	0.15
86.40-88.80	-6106	2114	m-g	0.529	1531	1	0.05	0.08
88.80-91.20	2521	-2741	g-n	0.608	1639	1	0.02	0.04
91.20-93.60	-2800	725	n-g	0.590	1588	1	0.02	0.04
93.60-96.00	318	-9639	g-m	0.630	1823	1	0.08	0.16

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (1.10 - 0.2)*(|-9639 |/(0.484 *127493 /1.0)) = 1.03
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-9639 |/(0.484 *127493 /1.0)) = 1.01
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(1.03   , 1.01   ) = 1.01
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.61

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-9639 |/(0.484 *127493 /1.0)+1.01 *|0.0 |/(1.00*1585.8 /1.0)
           = 0.156 + 0.000 = 0.156
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-9639 |/(0.754 *127493 /1.0)+0.61 *|0.0 |/(1.00*1585.8 /1.0)
           = 0.100 + 0.000 = 0.100

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.156 , 0.100) = 0.156

- controle: 0.16 < 0.95, dus de stabiliteit voldoet.

3.16.4.3 Stabiliteitscontrole in het vlak (nabij de kolom-aansluitingen):

- Maatgevend: Ndmax = N + |Q|/tan(alfa) = -9639 + |-1426 |/tan(38.9) = -9639 N
  (N.B.: 1e drukdiagonaal reduceert de normaaldrukkracht in de onderrand)
- Veldmoment: Mgewas = 1/4*Fgew*lveld = 1/4 * 0 * 898 = 0 E3 Nmm
  (N.B.: Fgew = gamma*v*qgew*hohgew + gamma*v*qtg*hohtgt)
  = 1.00*4.00*0 *0.80 + 0.20*4.00*0 *1.60 = 0 N)

- Kniklengte: lky = 0.80*lveld = 0.80 * 898 = 718 mm
  (lky = lveld, volgens NEN 3851 art. 2.5.6.2.c.)

  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.80 (het profiel is geschoord).
  M1 = -0.00 , M2 = -0.00 , Ms = 0.00 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz2 * (1.0 + 0.6*lambdarel.z*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
  = 0.80 * (1.0 + 0.6*0.65 *(|-9639 |/(0.754 *127493 /1.0)) = 0.83
  Kz.3 = Cmz2 * (1.0 + 0.6*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
  = 0.80 * (1.0 + 0.6*(|-9639 |/(0.754 *127493 /1.0)) = 0.85
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.83 , 0.85) = 0.83
  Ky.b = 0.8 * Kz.b = 0.67

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
  = |-9639 |/(0.754 *127493 /1.0)+0.83 *|0.0 |/(1.00*1168.2 /1.0)
  = 0.100 + 0.000 = 0.100
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
  = |-9639 |/(0.879 *127493 /1.0)+0.67 *|0.0 |/(1.00*1168.2 /1.0)
  = 0.086 + 0.000 = 0.086

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.100 , 0.086) = 0.100

- controle: 0.10 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.16.4.3 Doorsnede-controle van de onderrand:

$$\text{- UCDruk} = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} = \frac{|-9639|}{127493} = 0.08$$

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 2521 N

$$\text{- UCTrek} = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} = \frac{|2521|}{127493} = 0.02$$

Druk is maatgevend.

- Controle: 0.08 < 1.00, dus de druksterkte voldoet.

Conclusie:
- Onderrand (RHBK50*30*3.0) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.9: d2) Dead Load + Services + Psi_Snow + Psi_Crop + Seismic

3.16.4.4 Controle van de diagonalen:

3.16.4.4 Controle van de diagonalen in de eindvelden:

- Controle op druk:
  - Maatgevende dwarskracht eindvelden: Qmaxd = -1426 N (zie tabel 3.16.4.1)

$$N_{diagd} = \frac{|Q_{maxd}|}{\sin(alfa)} = \frac{|-1426|}{\sin(38.9)} = 2271 \text{ N}$$

  - Capaciteit diagonaal: Fdiagd = 16714 N (zie 4.4)

  - Controle: 2271 N < 16714 N, dus diagonaal voldoet.

- Controle op trek:
  - Maatgevende dwarskracht eindvelden: Qmaxt = 1253 N (zie tabel 3.16.4.1)

$$N_{diagt} = \frac{Q_{maxt}}{\sin(alfa)} = \frac{1253}{\sin(38.9)} = 1994 \text{ N}$$

  - Capaciteit diagonaal eindvelden: Fdiagt = 41528 N (zie 4.4)

  - Controle: 1994 N < 41528 N, dus diagonaal voldoet.

Conclusie:
- Diagonalen in eindvelden (RD15.0 mm) voldoen qua trek/druk
  bij B.C.9: d2) Dead Load + Services + Psi_Snow + Psi_Crop + Seismic

3.16.4.4 Controle van de (las)verbindingen:

	Diagonalen eindvelden		Diagonalen middenvelden	
	Nd = 2271 N Nt = 1994 N		Nd = - 0 N Nt = 0 N	
	Fstev = 1552 N Fstlo = 1253 N Msdt = 7147.07 Nm Fsdev = 1767 N		Fstev = 0 N Fstlo = 0 N Msdt = 0.00 Nm Fsdev = 0 N	
	bovenrand	onderrand	bovenrand	onderrand
Tau1	6.32 N/mm²	6.32 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
Tau2	5.17 N/mm²	5.17 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
Sgm1	6.32 N/mm²	6.32 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
SgmWst	8.95 N/mm²	8.95 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
UC1	0.04	0.04	0.00	0.00
UC2	0.02	0.02	0.00	0.00
SgmWsd	5.89 N/mm²	5.89 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
UC3	0.03	0.03	0.00	0.00
Nt1	21211 N	39844 N	21211 N	39844 N
knd	1.00	1.00	1.00	1.00
Nd1	21211 N	39844 N	21211 N	39844 N
UCt1	0.09	0.05	0.00	0.00
UCd1	0.11	0.06	0.00	0.00
UClas	0.04	0.04	0.00	0.00
UCdia	0.11	0.06	0.00	0.00
UCgeo	0.46	0.44	0.46	0.44
UClas	0.04		0.00	
UCdia	0.50		0.50	

Conclusie:
- Lassen: UClas = 0.04 <= 1.00 dus: voldoen
- Aansluitingen: UCdia = 0.50 <= 1.00 dus: voldoen

Eindconclusie:
- Aansluiting diagonalen voldoet
  bij B.C.9: d2) Dead Load + Services + Psi_Snow + Psi_Crop + Seismic

3.16.4.4 Controle van de dekgording (het 2e spant)

- Belastingscombinatie met alleen eigen gewicht kasdek, wind en sneeuw
  Qg,links = [32 + 0 *(+0.00-(+0.00))/cos(27.0) + 85] * 9.60 /[2*(1+1)] = 0.280 Nm
  Qg,rechts = [32 + 0 *(+0.00-(+0.00))/cos(27.0) + 85] * 9.60 /[2*(1+1)] = 0.280 Nm
  Qg= max(|Qg,links| ; |Qg,rechts|) = 0.280 Nm

- Vervormingseis dekgordingen volgens EN 13031-1:
  dtoel2 = min(4000/(650 - 100*min(4000/1125;5)); 4000/150; 30) = 13.6 mm
- Hieruit volgt een minimaal traagheidsmoment (ligger op 3 steunpunten):
  Ixg,bc = 2/384 * (Qg * 40004) / (Estaal,g * dtoel2) = 130896 mm4

- Minimaal traagheidsmoment dekgording:
  Ixgmin = max(Ixg,eg, Ixg,bc) = max(91429 , 130896) = 130896 mm4

3.16.4.4 Controle van de gordingverticaal

- Controle veerstijfheid gordingverticaal
  De onderrand wordt geschematiseerd als een ligger van goot naar nok.
  - Veerstijfheid gordingprofiel:
    kgord = 4 * Estaal,g * Ixgmin / (390 ² * 4000) = 180.7 N/mm
  - Veerstijfheid gordingverticaal:
    k0gvert = 1826.1 N/mm (zie 4.7)

    De veerstijfheid van de verticaal is ten minste zo groot als 100% van
    de veerstijfheid van de inklemming van de gording.

  - Controle: 1826.1 N/mm > 180.7 N/mm, dus gordingverticaal voldoet.

- Plaatsvastheid van de gordingverticaal bij de onderrand
  Omdat de aansluiting van de gording aan de tralie in het algemeen goed
  momentvast is uitgevoerd, kan de volledige stijfheid van de gording in
  rekening worden gebracht.

  - Veerstijfheid gordingprofiel:
    kgord = 4 * Estaal,g * 130896 / (390 ² * 4000) = 180.7 N/mm

  - Veerstijfheid van de aansluiting van de onderrand-gording "uit het vlak":
    Hoekverdraaiing door gording en inklemming opzetkolom:

$$V2 = \frac{2*vak}{4*Eg*Ig} = \frac{2 * 4000}{4 * 210000 * 130896} = 72.8 \ *10\text{-}9\ 1/Nmm$$

    Hoekverdraaiing door moment bij onderrand door bovenrand:

$$V3 = \frac{bkap}{2*(ngord+1)*\cos(27.0)*Gbr*Itbr*2} = \frac{9600}{2*(1+1)*\cos(27.0)*\ 80769*\ \ 92298*2} = 180.7 \ *10\text{-}9\ 1/Nmm$$

    Hoekverdraaiing door puntlast bij gordingverticaal:

$$V4 = \frac{ht;net^2}{3 * Egv * Igv} = \frac{330^2}{3 * 210000 * 104167} = 1659.4 \ *10\text{-}9\ 1/Nmm$$

    Moment bij bovenrand

$$MBr = \frac{V2 * hspant}{V2 + V3} = \frac{72.8 \ * 390}{72.8 + 180.7} = 112.0 \ Nm$$

    Moment bij gording Mozk = hspant - Mbr = 390 - 112 = 278 Nmm

    Geeft de veerstijfheid ter plaatse van de bovenrand:

$$kor = \frac{1}{V4*ht;nett + V2*hspant^2 + V2*hspant*-Mbr} = \frac{1}{1659.4*330 \ + \ \ 72.8*390\ ^2 + \ \ 72.8*390\ *(-112\ )} = 118.5 \ \ N/mm$$

    Vereiste kritische veerstijfheid: kcr = 28.3 N/mm (zie 4.8)

  - Controle: 118.5 N/mm > 28.3 N/mm, dus veerstijfheid voldoet.

- Controle op knik:
  - Maatgevende verticale kracht: Ngv = Fvg = -1597 N
  - Capaciteit van de verticaal : Fgvertd = 69549 N (zie 4.6)

  - Controle: -1597 N > 69549 N, dus gordingverticaal voldoet.

Conclusie:
- Gordingverticaal voldoet qua sterkte/stabiliteit en stijfheid
  bij B.C.9: d2) Dead Load + Services + Psi_Snow + Psi_Crop + Seismic

3.16.4.5 Controle van de bouten van de spant-kolom-aansluiting:

Controle van de krachten op de bout(en) bij de bovenrand:

Tabel 3.16.4.5.1: Belastingen bij bovenrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Spant-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Nt [N]	Ft,br [N]	Fs,br [N]	Fi,br [N]
9.60	-1678	-4263	1253	3205	2048	2084	3589
19.20	-2611	-4351	-1426	3205	4083	2258	5184
86.40	-1423	-4305	1194	3082	1460	2041	3234
96.00	-2674	-4423	-1426	3082	4189	2275	5282

Gegevens van de eindplaat bij de bovenrand:
- Aantal bouten bij de bovenrand: nbb = 1
- Momenten-arm bij bovenrand: hbbout = 458 mm
- Hellingshoek van het spant: alpha = 27.0 graden
- Nt is de trekkracht in de trekstang van het spant
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Normaalkracht: $Ft = \frac{N*\cos(alpha) + sn*Q*\sin(alpha)}{2 * nbb} - \frac{M}{hbbout} + \frac{Nt}{2}$ met Ft>=0N
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * -N*sin(alpha) + sn*Q*cos(alpha)
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,br max = 5282 N (zie tabel)
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Fi,br max = 1.30 * 5282 = 6866 N
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbtb max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 6866 N < 33926 N, dus bout bij bovenrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.9: d2) Dead Load + Services + Psi_Snow + Psi_Crop + Seismic

Controle van de krachten op de bout(en) bij de onderrand:

Tabel 3.16.4.5.2: Belastingen bij onderrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Spant-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Nt [N]	Ft,or [N]	Fs,or [N]	Fi,or [N]
9.60	-1678	-4263	1253	3205	0	2084	2947
19.20	-2611	-4351	-1426	3205	0	2258	3193
86.40	-1423	-4305	1194	3082	0	2041	2886
96.00	-2674	-4423	-1426	3082	0	2275	3217

Gegevens van de eindplaat bij de onderrand:
- Aantal bouten bij de onderrand: nbo = 2
- Momenten-arm bij onderrand: hobout = 762 mm
- Hellingshoek van het spant: alfa = 27.0 graden
- Nt is de trekkracht in de trekstang van het spant
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * -N*sin(alpha) + sn*Q*cos(alpha)
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,or max = 3217 N (zie tabel)
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Fi,or max = 1.30 * 3217 = 4182 N
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbto max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 4182 N < 33926 N, dus bout bij onderrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.9: d2) Dead Load + Services + Psi_Snow + Psi_Crop + Seismic

3.16.4.5 Controle van de eindplaat op pons:

Bij de boutverbinding van de bovenrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxb = 4.2 kN (zie tabel hiervoor)
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Ftmaxb = 1.30 * 4.2 = 5.4 N
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capb = 80 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 5.4 kN < 80 kN, dus eindplaat (ST50*10.0) voldoet
zonder onderlegring bij de bovenste bout
bij B.C.9: d2) Dead Load + Services + Psi_Snow + Psi_Crop + Seismic

Bij de boutverbinding van de onderrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxo = 0.0 kN (zie tabel hiervoor)
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Ftmaxo = 1.30 * 0.0 = 0.0 kN
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capo = 80 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0.0 kN < 80 kN, dus eindplaat (ST50*10.0) voldoet
zonder onderlegring bij de onderste bout
bij B.C.9: d2) Dead Load + Services + Psi_Snow + Psi_Crop + Seismic

3.16.4.5 Controle van de eindplaat op buiging:

Tabel 3.16.4.5.4.1: Belastingen van de eindplaat van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Spant-kracht	Normaal-kracht	Normaal-kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Nt [N]	Ftrb [N]	Ftro [N]
9.60	-1678	-4263	1253	3205	3047	0
19.20	-2611	-4351	-1426	3205	5638	0
86.40	-1423	-4305	1194	3082	2307	0
96.00	-2674	-4423	-1426	3082	5781	0

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de bovenrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftrb = \frac{N*\cos(alpha) + sn*Q*\sin(alpha)}{2} - \frac{M}{ht,eff} \text{ met } Ftrb>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftrb(max) * e = 0.5 * 5781 * 25.0 = 72 Nm
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Mep = 1.30 * 72 = 94 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 1987 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 94 Nm < 1987 Nm, dus eindplaat (ST50*10.0) voldoet
bij B.C.9: d2) Dead Load + Services + Psi_Snow + Psi_Crop + Seismic

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de onderrand:
- Normaalkracht : Ftbout(2) = 0.0 * 367.7 /472.7 = 0.0 kN
- Normaalkracht : Ftbout(1) = 0.0 * 472.7 /472.7 = 0.0 kN
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * max(Ftbout(2) * e(2), Ftbout(1) * e(1))
= 0.5 * max(0.0 * 25 , 0.0 * 50) = 0 Nm
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Mep = 0.00 * 0 = 0 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 2683 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0 Nm < 2683 Nm, dus eindplaat (ST50*10.0) voldoet
bij B.C.9: d2) Dead Load + Services + Psi_Snow + Psi_Crop + Seismic

De lasverbindingen tussen eindplaat met resp. de boven- en onderrand
zijn niet gecontroleerd.

3.16.4.6 Controle van de bouten van de nokaansluiting:

Controle van de krachten op de bout(en) bij de bovenrand:

Tabel 3.16.4.6.1: Belastingen bij bovenrand van de nokaansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,br [N]	Fs,br [N]	Fi,br [N]
14.40	-336	-3240	-754	0	1408	1991
14.40	-336	-3329	581	0	1273	1801
91.20	-396	-3282	-813	0	1469	2078
91.20	-396	-3400	581	0	1289	1823

Gegevens van de nokplaat bij de bovenrand:
- Aantal bouten bij de bovenrand: nbb = 1
- Momenten-arm bij bovenrand: hbbout = 372 mm
- Hellingshoek van het spant: alpha = 27.0 graden
- Teken dwarskracht bij eindpositie sn=+1 en bij beginpositie sn=-1

$$\text{- Normaalkracht: } Ft = \frac{N\cos(\alpha) + sn\,Q\sin(\alpha)}{2 \cdot nbb} - \frac{M}{hbbout} \quad \text{met } Ft>=0N$$

- Schuifkracht: $Fs = 0.5 * -N\sin(\alpha) - sn\,Q\cos(\alpha)$
- Ideële kracht: $Fi = (Ft^2 + 2*Fs^2)0.5$
- Maximale optredende kracht: Fi,br max = 2078 N (zie tabel)
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Fi,br max = 1.30 * 2078 = 2701 N
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbtb max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 2701 N < 33926 N, dus bout bij bovenrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.9: d2) Dead Load + Services + Psi_Snow + Psi_Crop + Seismic

Controle van de krachten op de bout(en) bij de onderrand:

Tabel 3.16.4.6.2: Belastingen bij onderrand van de nokaansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,or [N]	Fs,or [N]	Fi,or [N]
14.40	-336	-3240	-754	0	1408	1991
14.40	-336	-3329	581	0	1273	1801
91.20	-396	-3282	-813	0	1469	2078
91.20	-396	-3400	581	0	1289	1823

Gegevens van de nokplaat bij de onderrand:
- Aantal bouten bij de onderrand: nbo = 1
- Momenten-arm bij onderrand: hobout = 372 mm
- Hellingshoek van het spant: alfa = 27.0 graden
- Teken dwarskracht bij eindpositie sn=+1 en bij beginpositie sn=-1

$$\text{- Normaalkracht: } Ft = \frac{N\cos(\alpha) + sn\,Q\sin(\alpha)}{2 \cdot nbo} + \frac{M}{hobout} \quad \text{met } Ft>=0N$$

- Schuifkracht: $Fs = 0.5 * -N\sin(\alpha) - sn\,Q\cos(\alpha)$
- Ideële kracht: $Fi = (Ft^2 + 2*Fs^2)0.5$
- Maximale optredende kracht: Fi,or max = 2078 N (zie tabel)
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Fi,or max = 1.30 * 2078 = 2701 N
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbto max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 2701 N < 33926 N, dus bout bij onderrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.9: d2) Dead Load + Services + Psi_Snow + Psi_Crop + Seismic

3.16.4.6 Controle van de nokplaat op pons:
Bij de boutverbinding van de bovenrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxb = 0.0 kN (zie tabel hiervoor)
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Ftmaxb = 1.30 * 0.0 = 0.0 kN
- Capaciteit van de nokplaat: Fp,capb = 96 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0.0 kN < 96 kN, dus nokplaat (ST50*12.0) voldoet
zonder onderlegring bij de bovenste bout
bij B.C.9: d2) Dead Load + Services + Psi_Snow + Psi_Crop + Seismic

Bij de boutverbinding van de onderrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxo = 0.0 kN (zie tabel hiervoor)
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Ftmaxo = 1.30 * 0.0 = 0.0 kN
- Capaciteit van de nokplaat: Fp,capo = 96 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0.0 kN < 96 kN, dus nokplaat (ST50*12.0) voldoet
zonder onderlegring bij de onderste bout
bij B.C.9: d2) Dead Load + Services + Psi_Snow + Psi_Crop + Seismic

3.16.4.6 Controle van de nokplaat op buiging:

Tabel 3.16.4.6.4.1: Belastingen van de nokplaat.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Normaal-kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ftrb [N]	Ftro [N]
14.40	-336	-3240	-754	0	0
14.40	-336	-3329	581	0	0
91.20	-396	-3282	-813	0	0
91.20	-396	-3400	581	0	0

Resulterende trekkracht in de nokplaat bij de bovenrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftrb = \frac{N*\cos(alpha) + sn*Q*\sin(alpha)}{2} - \frac{M}{ht,eff} \text{ met } Ftrb>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de nokplaat:
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftrb(max) * e = 0.5 * 0 * 25.0 = 0 Nm
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Mep = 1.30 * 0 = 0 Nm
- Capaciteit van de nokplaat: Mp,cap = 685 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0 Nm < 685 Nm, dus nokplaat (ST50*12.0) voldoet
bij B.C.9: d2) Dead Load + Services + Psi_Snow + Psi_Crop + Seismic

Resulterende trekkracht in de nokplaat bij de onderrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftro = \frac{N*\cos(alfa) + sn*Q*\sin(alfa)}{2} + \frac{M}{ht,eff} \text{ met } Ftro>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de nokplaat:
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftro(max) * e = 0.5 * 0 * 25.0 = 0 Nm
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Mep = 1.30 * 0 = 0 Nm
- Capaciteit van de nokplaat: Mp,cap = 685 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0 Nm < 685 Nm, dus nokplaat (ST50*12.0) voldoet
bij B.C.9: d2) Dead Load + Services + Psi_Snow + Psi_Crop + Seismic

De lasverbindingen tussen nokplaat met resp. de boven- en onderrand
zijn niet gecontroleerd.

3.16.5 De krachtsverdeling in de 1e rij tralies:

Tabel 3.16.5.1: Momentenlijn, normaal- en dwarskrachtenlijn.

Positie	Momentenlijn	Normaal-krachtenlijn	Dwars-krachtenlijn
x in [m] begin - eind	M(x) in [Nm] (+ = U/- =)	N(x) in [N] (+ = trek)	Q(x) in [N] (+ = ~~~___)
0.00 - 2.40	671 2340	-4761 -4659	719 519
2.40 - 4.80	2340 -832	-3845 -3744	-1077 -1277
4.80 - 7.20	-832 733	-4047 -4149	681 481
7.20 - 9.60	733 -2543	-4963 -5065	-1116 -1316
96.00 - 98.40	-1532 1323	-4694 -4592	1160 960
98.40 - 100.8	1323 -661	-3778 -3676	-637 -837
100.8 - 103.2	-661 1455	-3651 -3753	886 686
103.2 - 105.6	1455 -1268	-4567 -4669	-911 -1111

3.16.5.1 Controle van de stijfheid van het spant:

De toelaatbare doorbuiging van alle spanten wordt bepaald per spantbeen:
- uvtoel = 5387 / 250 < 30.0 mm, dus: uvtoel = 21.5 mm

Uit de U-lijn is de maximale doorbuiging:
- doorbuiging umax = -9.11 mm

- Controle van de 1e rij tralies:
  Doorbuiging: |-9.1 | mm < 21.5 mm, dus: voldoet.
  bij B.C.9: d2) Dead Load + Services + Psi_Snow + Psi_Crop + Seismic

3.16.5.2 Controle van de bovenrand:

3.16.5.2 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de bovenrand:

- De normaalkracht in de bovenrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = -M/0.3600 + N/2 (voor N en M, zie 3.16.5.1)
    met: Effectieve spanthoogte: 360.0 mm

- De normaalkracht in de bovenrand wordt bij de eindplaten van de nok en de kolomaansluiting gereduceerd met de normaalkracht in de diagonaal (einddiagonaal sluit aan bij eindplaat ter plaatse van de bovenrand)
  - Reductie: Nred = Nd - Q/tan(38.9) plaats van eindplaat naar gording
  - Reductie: Nred = Nd + Q/tan(38.9) plaats van gording naar eindplaat
    (voor de dwarskracht Q zie tabel 3.16.5.1)

Tabel 3.16.52: Normaalkrachtenverloop in de bovenrand.

Plaats	Normaalkracht in [N] (trek = positief)	Systeem-lengte
x in [m]	Spant	[mm]
0.00 - 2.40	-5137 -8829	2694
2.40 - 4.80	-8422 -1144	2694
4.80 - 7.20	-557 -4110	2694
7.20 - 9.60	-4517 2899	2694
96.00 - 98.40	472 -5972	2694
98.40 - 100.8	-5565 -1039	2694
100.8 - 103.2	-1087 -5919	2694
103.2 - 105.6	-6326 -188	2694

3.16.5.2 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Nadrukkelijk wordt vermeld, dat onderstaande stabiliteits-berekeningen alleen voldoen bij toepassing van specifieke stabiliteits-voorzieningen ter plaatse van de gordingen:

- fixatie van de boven- en onderrand rand uit het vlak van het spant, door windverbanden tussen de gordingen in het eerste en laatste vak van een gootlengte en momentvaste koppelingen tussen gordingen en bovenrand

Tabel 3.16.5.2:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de bovenrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-	Normaalkrachten	Rand-	Knfct	Knik-	Klasse	Sterkte	Stab.

bepaling	(trek = positief) [N]		voor-waar-den	staaf-lengte ßm×ßn	lengte [mm]		UC	UC
begin-eind	"begin"	"einde"						
0.00- 2.40	-5137	-8829	e-g	0.566	1524	1	0.09	0.16
2.40- 4.80	-8422	-1144	g-n	0.512	1380	1	0.08	0.14
4.80- 7.20	-557	-4110	n-g	0.580	1562	1	0.04	0.08
7.20- 9.60	-4517	2899	g-m	0.400	1077	1	0.05	0.07
96.00-98.40	472	-5972	m-g	0.518	1395	1	0.06	0.10
98.40-100.8	-5565	-1039	g-n	0.527	1418	1	0.06	0.09
100.8-103.2	-1087	-5919	n-g	0.588	1585	1	0.06	0.11
103.2-105.6	-6326	-188	g-e	0.444	1195	1	0.06	0.10

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (0.96 - 0.2)*(|-8829 |/(0.561 *99319   /1.0)) = 1.01
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-8829 |/(0.561 *99319   /1.0)) = 1.01
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(1.01   , 1.01   ) = 1.01
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.61

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-8829 |/(0.561 *99319   /1.0)+1.01 *|0.0 |/(1.00*1315.7 /1.0)
           = 0.158 + 0.000 = 0.158
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-8829 |/(0.630 *99319   /1.0)+0.61 *|0.0 |/(1.00*1315.7 /1.0)
           = 0.141 + 0.000 = 0.141

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.158 , 0.141) = 0.158

- controle: 0.16 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.16.5.2 Stabiliteitscontrole in het vlak:

- Maatgevende normaaldrukkracht: Ndmax = -8829 N

- Kniklengte: lky = 1.00 * lveld = 1.00 * 898 = 898 mm
Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
Interactiefactoren volgens bijlage B:
Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
= 0.90 * (1.0 + (0.85 - 0.2)*(|-8829 |/(0.630 *99319 /1.0)) = 0.98
Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
= 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-8829 |/(0.630 *99319 /1.0)) = 1.00
Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.98 , 1.00) = 0.98
Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.59

UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
= |-8829 |/(0.630 *99319 /1.0)+0.98 *|0.0 |/(1.00*978.2 /1.0)
= 0.141 + 0.000 = 0.141
UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
= |-8829 |/(0.804 *99319 /1.0)+0.59 *|0.0 |/(1.00*978.2 /1.0)
= 0.111 + 0.000 = 0.111

Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.141 , 0.111) = 0.141

- controle: 0.14 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.16.5.2 Doorsnede-controle van de bovenrand:

$$\text{- UCDruk} = \frac{|N_{Ed}|}{N_{c.Rd}} = \frac{|-8829|}{99319} = 0.09$$

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 2899 N

$$\text{- UCTrek} = \frac{|N_{Ed}|}{N_{c.Rd}} = \frac{|2899|}{99319} = 0.03$$

Trek is maatgevend.

- Controle: 0.09 < 1.00, dus de treksterkte voldoet.

Conclusie:
- Bovenrand (RHBK50*30*2.0) voldoet qua sterkte/stabiliteit
bij B.C.9: d2) Dead Load + Services + Psi_Snow + Psi_Crop + Seismic

3.16.5.3 Controle van de onderrand:

3.16.5.3 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de onderrand:

- De normaalkracht in de onderrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = M/0.3600 + N/2 (voor N en M, zie 3.16.5.1)
    met: Effectieve spanthoogte: 360.0 mm

Tabel 3.16.53: Normaalkrachtenverloop in de onderrand.

Plaats x in [m]	Normaalkracht in [N] (trek = positief) Spant	Systeem-lengte [mm]
0.00 - 2.40	-516 4170	2892
2.40 - 4.80	4577 -4182	2694
4.80 - 7.20	-4334 -39	2694
7.20 - 9.60	-446 -9595	2892
96.00 - 98.40	-6604 1380	2892
98.40 - 100.8	1787 -3674	2694
100.8 - 103.2	-3662 2166	2694
103.2 - 105.6	1759 -5858	2892

3.16.5.3 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Nadrukkelijk wordt vermeld, dat onderstaande stabiliteits-berekeningen
alleen voldoen bij toepassing van specifieke stabiliteits-voorzieningen
ter plaatse van de gordingen:

- fixatie van de boven- en onderrand rand uit het vlak van het spant, door
  windverbanden tussen de gordingen in het eerste en laatste vak van een
  gootlengte en momentvaste koppelingen tussen gordingen en bovenrand

Tabel 3.16.5.3:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de onderrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-bepaling begin-eind	Normaalkrachten (trek = positief) [N] "begin"	"einde"	Rand-voor-waar-den	Knfct staaf-lengte ßm×ßn	Knik-lengte/PlPerc [mm]	Klasse	Sterkte UC	Stab. UC
0.00- 2.40	-516	4170	e-g	0.439	1270	1	0.00	0.01
2.40- 4.80	4577	-4182	g-n	0.608	1639	1	0.03	0.06
4.80- 7.20	-4334	-39	n-g	0.658	1772	1	0.03	0.06
7.20- 9.60	-446	-9595	g-m	0.650	1881	1	0.06	0.15
96.00-98.40	-6604	1380	m-g	0.529	1531	1	0.04	0.08
98.40-100.8	1787	-3674	g-n	0.608	1639	1	0.02	0.05
100.8-103.2	-3662	2166	n-g	0.590	1588	1	0.02	0.05
103.2-105.6	1759	-5858	g-e	0.552	1596	1	0.04	0.08

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (1.23 - 0.2)*(|-9595 |/(0.420 *151063 /1.0)) = 1.04
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-9595 |/(0.420 *151063 /1.0)) = 1.01
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(1.04   , 1.01   ) = 1.01
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.61

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-9595 |/(0.420 *151063 /1.0)+1.01 *|0.0 |/(1.00*1879.0 /1.0)
           = 0.151 + 0.000 = 0.151
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-9595 |/(0.721 *151063 /1.0)+0.61 *|0.0 |/(1.00*1879.0 /1.0)
           = 0.088 + 0.000 = 0.088

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.151 , 0.088) = 0.151

- controle: 0.15 < 0.95, dus de stabiliteit voldoet.

3.16.5.3 Stabiliteitscontrole in het vlak (nabij de kolom-aansluitingen):

- Maatgevend: Ndmax = N + |Q|/tan(alfa) = -9595 + |-1316 |/tan(38.9) = -9595 N
  (N.B.: 1e drukdiagonaal reduceert de normaaldrukkracht in de onderrand)
- Veldmoment: Mgewas = 1/4*Fgew*lveld = 1/4 * 0 * 898 = 0 E3 Nmm
  (N.B.: Fgew = gamma*v*qgew*hohgew + gamma*v*qtg*hohtgt)
  = 1.00*4.00*0 *0.80 + 0.20*4.00*0 *1.60 = 0 N)

- Kniklengte: lky = 0.80*lveld = 0.80 * 898 = 718 mm
  (lky = lveld, volgens NEN 3851 art. 2.5.6.2.c.)

  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.80 (het profiel is geschoord).
  M1 = -0.00 , M2 = -0.00 , Ms = 0.00 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz2 * (1.0 + 0.6*lambdarel.z*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
  = 0.80 * (1.0 + 0.6*0.71 *(|-9595 |/(0.721 *151063 /1.0)) = 0.83
  Kz.3 = Cmz2 * (1.0 + 0.6*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
  = 0.80 * (1.0 + 0.6*(|-9595 |/(0.721 *151063 /1.0)) = 0.84
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.83 , 0.84) = 0.83
  Ky.b = 0.8 * Kz.b = 0.66

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
  = |-9595 |/(0.721 *151063 /1.0)+0.83 *|0.0 |/(1.00*1384.2 /1.0)
  = 0.088 + 0.000 = 0.088
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
  = |-9595 |/(0.860 *151063 /1.0)+0.66 *|0.0 |/(1.00*1384.2 /1.0)
  = 0.074 + 0.000 = 0.074

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.088 , 0.074) = 0.088

- controle: 0.09 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.16.5.3 Doorsnede-controle van de onderrand:

$$\text{- UCDruk} = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} = \frac{|-9595|}{151063} = 0.06$$

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 4577 N

$$\text{- UCTrek} = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} = \frac{|4577|}{151063} = 0.03$$

Druk is maatgevend.

- Controle: 0.06 < 1.00, dus de druksterkte voldoet.

Conclusie:
- Onderrand (RHBK50*30*3.0) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.9: d2) Dead Load + Services + Psi_Snow + Psi_Crop + Seismic

3.16.5.4 Controle van de diagonalen:

3.16.5.4 Controle van de diagonalen in de eindvelden:

- Controle op druk:
  - Maatgevende dwarskracht eindvelden: Qmaxd = -1316 N (zie tabel 3.16.5.1)

$$N_{diagd} = \frac{|Q_{maxd}|}{\sin(alfa)} = \frac{|-1316|}{\sin(38.9)} = 2095 \text{ N}$$

  - Capaciteit diagonaal: Fdiagd = 13200 N (zie 4.4)

  - Controle: 2095 N < 13200 N, dus diagonaal voldoet.

- Controle op trek:
  - Maatgevende dwarskracht eindvelden: Qmaxt = 1160 N (zie tabel 3.16.5.1)

$$N_{diagt} = \frac{Q_{maxt}}{\sin(alfa)} = \frac{1160}{\sin(38.9)} = 1847 \text{ N}$$

  - Capaciteit diagonaal eindvelden: Fdiagt = 36175 N (zie 4.4)

  - Controle: 1847 N < 36175 N, dus diagonaal voldoet.

Conclusie:
- Diagonalen in eindvelden (RD14.0 mm) voldoen qua trek/druk
  bij B.C.9: d2) Dead Load + Services + Psi_Snow + Psi_Crop + Seismic

3.16.5.4 Controle van de (las)verbindingen:

	Diagonalen eindvelden		Diagonalen middenvelden	
	Nd = 2095 N Nt = 1847 N		Nd = - 0 N Nt = 0 N	
	Fstev = 1438 N Fstlo = 1160 N Msdt = 7338.80 Nm Fsdev = 1631 N		Fstev = 0 N Fstlo = 0 N Msdt = 0.00 Nm Fsdev = 0 N	
	bovenrand	onderrand	bovenrand	onderrand
Tau1	6.19 N/mm²	6.19 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
Tau2	4.79 N/mm²	4.79 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
Sgm1	6.19 N/mm²	6.19 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
SgmWst	8.61 N/mm²	8.61 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
UC1	0.04	0.04	0.00	0.00
UC2	0.02	0.02	0.00	0.00
SgmWsd	5.44 N/mm²	5.44 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
UC3	0.03	0.03	0.00	0.00
Nt1	24371 N	45778 N	24371 N	45778 N
knd	1.00	1.00	1.00	1.00
Nd1	24371 N	45778 N	24371 N	45778 N
UCt1	0.08	0.04	0.00	0.00
UCd1	0.09	0.05	0.00	0.00
UClas	0.04	0.04	0.00	0.00
UCdia	0.09	0.05	0.00	0.00
UCgeo	0.48	0.46	0.48	0.46
UClas	0.04		0.00	
UCdia	0.50		0.50	

Conclusie:
- Lassen: UClas = 0.04 <= 1.00 dus: voldoen
- Aansluitingen: UCdia = 0.50 <= 1.00 dus: voldoen

Eindconclusie:
- Aansluiting diagonalen voldoet
  bij B.C.9: d2) Dead Load + Services + Psi_Snow + Psi_Crop + Seismic

3.16.5.4 Controle van de dekgording (de 1e rij tralies)

- Belastingscombinatie met alleen eigen gewicht kasdek, wind en sneeuw
  Qg,links = [32 + 0 *(+0.00-(+0.00))/cos(27.0) + 85] * 9.60 /[2*(1+1)] = 0.280 Nm
  Qg,rechts = [32 + 0 *(+0.00-(+0.00))/cos(27.0) + 85] * 9.60 /[2*(1+1)] = 0.280 Nm
  Qg= max(|Qg,links| ; |Qg,rechts|) = 0.280 Nm

- Vervormingseis dekgordingen volgens EN 13031-1:
  dtoel2 = min(4000/(650 - 100*min(4000/1125;5)); 4000/150; 30) = 13.6 mm
- Hieruit volgt een minimaal traagheidsmoment (ligger op 3 steunpunten):
  Ixg,bc = 2/384 * (Qg * 40004) / (Estaal,g * dtoel2) = 130896 mm4

- Minimaal traagheidsmoment dekgording:
  Ixgmin = max(Ixg,eg, Ixg,bc) = max(91429 , 130896) = 130896 mm4

3.16.5.4 Controle van de gordingverticaal

- Controle veerstijfheid gordingverticaal
  De onderrand wordt geschematiseerd als een ligger van goot naar nok.
  - Veerstijfheid gordingprofiel:
    kgord = 4 * Estaal,g * Ixgmin / (390 ² * 4000) = 180.7 N/mm
  - Veerstijfheid gordingverticaal:
    k0gvert = 1826.1 N/mm (zie 4.7)

    De veerstijfheid van de verticaal is ten minste zo groot als 100% van
    de veerstijfheid van de inklemming van de gording.

  - Controle: 1826.1 N/mm > 180.7 N/mm, dus gordingverticaal voldoet.

- Plaatsvastheid van de gordingverticaal bij de onderrand
  Omdat de aansluiting van de gording aan de tralie in het algemeen goed
  momentvast is uitgevoerd, kan de volledige stijfheid van de gording in
  rekening worden gebracht.

  - Veerstijfheid gordingprofiel:
    kgord = 4 * Estaal,g * 130896 / (390 ² * 4000) = 180.7 N/mm

  - Veerstijfheid van de aansluiting van de onderrand-gording "uit het vlak":
    Hoekverdraaiing door gording en inklemming opzetkolom:

$$V2 = \frac{2*vak}{4*Eg*Ig} = \frac{2 * 4000}{4 * 210000 * 130896} = 72.8 \ *10\text{-}9\ 1/Nmm$$

    Hoekverdraaiing door moment bij onderrand door bovenrand:

$$V3 = \frac{bkap}{2*(ngord+1)*\cos(27.0)*Gbr*Itbr*2} = \frac{9600}{2*(1+1)*\cos(27.0)*\ 80769*\ \ 92298*2} = 180.7 \ *10\text{-}9\ 1/Nmm$$

    Hoekverdraaiing door puntlast bij gordingverticaal:

$$V4 = \frac{ht;net^2}{3 * Egv * Igv} = \frac{330^2}{3 * 210000 * 104167} = 1659.4 \ *10\text{-}9\ 1/Nmm$$

    Moment bij bovenrand

$$MBr = \frac{V2 * hspant}{V2 + V3} = \frac{72.8 \ * 390}{72.8 + 180.7} = 112.0 \ Nm$$

    Moment bij gording Mozk = hspant - Mbr = 390 - 112 = 278 Nmm

    Geeft de veerstijfheid ter plaatse van de bovenrand:

$$kor = \frac{1}{V4*ht;nett + V2*hspant^2 + V2*hspant*-Mbr} = \frac{1}{1659.4*330 \ + \ \ 72.8*390\ ^2 + \ \ 72.8*390\ *(-112\ )} = 118.5 \ \ N/mm$$

    Vereiste kritische veerstijfheid: kcr = 28.3 N/mm (zie 4.8)

  - Controle: 118.5 N/mm > 28.3 N/mm, dus veerstijfheid voldoet.

- Controle op knik:
  - Maatgevende verticale kracht: Ngv = Fvg = -1597 N
  - Capaciteit van de verticaal : Fgvertd = 69549 N (zie 4.6)

  - Controle: -1597 N > 69549 N, dus gordingverticaal voldoet.

Conclusie:
- Gordingverticaal voldoet qua sterkte/stabiliteit en stijfheid
  bij B.C.9: d2) Dead Load + Services + Psi_Snow + Psi_Crop + Seismic

3.16.5.5 Controle van de bouten van de spant-kolom-aansluiting:

Controle van de krachten op de bout(en) bij de bovenrand:

Tabel 3.16.5.5.1: Belastingen bij bovenrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Spant-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Nt [N]	Ft,br [N]	Fs,br [N]	Fi,br [N]
0.00	671	-4761	719	3951	0	1722	2435
9.60	-2543	-5065	-1316	3951	3591	2322	4867
96.00	-1532	-4694	1160	3459	1517	2099	3334
105.6	-1268	-4669	-1111	3459	941	2050	3048

Gegevens van de eindplaat bij de bovenrand:
- Aantal bouten bij de bovenrand: nbb = 1
- Momenten-arm bij bovenrand: hbbout = 458 mm
- Hellingshoek van het spant: alpha = 27.0 graden
- Nt is de trekkracht in de trekstang van het spant
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Normaalkracht: $Ft = \frac{N\cos(alpha) + sn*Q*\sin(alpha)}{2 * nbb} - \frac{M}{hbbout} + \frac{Nt}{2}$ met Ft>=0N
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * -N*sin(alpha) + sn*Q*cos(alpha)
- Ideële kracht: Fi = ($Ft^2 + 2*Fs^2$)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,br max = 4867 N (zie tabel)
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Fi,br max = 1.30 * 4867 = 6327 N
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbtb max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 6327 N < 33926 N, dus bout bij bovenrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.9: d2) Dead Load + Services + Psi_Snow + Psi_Crop + Seismic

Controle van de krachten op de bout(en) bij de onderrand:

Tabel 3.16.5.5.2: Belastingen bij onderrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Spant-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Nt [N]	Ft,or [N]	Fs,or [N]	Fi,or [N]
0.00	671	-4761	719	3951	0	1722	2435
9.60	-2543	-5065	-1316	3951	0	2322	3284
96.00	-1532	-4694	1160	3459	0	2099	2969
105.6	-1268	-4669	-1111	3459	0	2050	2899

Gegevens van de eindplaat bij de onderrand:
- Aantal bouten bij de onderrand: nbo = 2
- Momenten-arm bij onderrand: hobout = 762 mm
- Hellingshoek van het spant: alfa = 27.0 graden
- Nt is de trekkracht in de trekstang van het spant
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * -N*sin(alpha) + sn*Q*cos(alpha)
- Ideële kracht: Fi = ($Ft^2 + 2*Fs^2$)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,or max = 3284 N (zie tabel)
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Fi,or max = 1.30 * 3284 = 4269 N
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbto max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 4269 N < 33926 N, dus bout bij onderrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.9: d2) Dead Load + Services + Psi_Snow + Psi_Crop + Seismic

3.16.5.5 Controle van de eindplaat op pons:

Bij de boutverbinding van de bovenrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxb = 3.6 kN (zie tabel hiervoor)
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Ftmaxb = 1.30 * 3.6 = 4.7 N
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capb = 80 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 4.7 kN < 80 kN, dus eindplaat (ST50*10.0) voldoet
zonder onderlegring bij de bovenste bout
bij B.C.9: d2) Dead Load + Services + Psi_Snow + Psi_Crop + Seismic

Bij de boutverbinding van de onderrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxo = 0.0 kN (zie tabel hiervoor)
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Ftmaxo = 1.30 * 0.0 = 0.0 kN
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capo = 80 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0.0 kN < 80 kN, dus eindplaat (ST50*10.0) voldoet
zonder onderlegring bij de onderste bout
bij B.C.9: d2) Dead Load + Services + Psi_Snow + Psi_Crop + Seismic

3.16.5.5 Controle van de eindplaat op buiging:

Tabel 3.16.5.5.4.1: Belastingen van de eindplaat van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Spant-kracht	Normaal-kracht	Normaal-kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Nt [N]	Ftrb [N]	Ftro [N]
0.00	671	-4761	719	3951	0	0
9.60	-2543	-5065	-1316	3951	5105	0
96.00	-1532	-4694	1160	3459	2429	0
105.6	-1268	-4669	-1111	3459	1696	0

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de bovenrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftrb = \frac{N*\cos(alpha) + sn*Q*\sin(alpha)}{2} - \frac{M}{ht,eff} \text{ met } Ftrb>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftrb(max) * e = 0.5 * 5105 * 25.0 = 64 Nm
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Mep = 1.30 * 64 = 83 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 1987 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 83 Nm < 1987 Nm, dus eindplaat (ST50*10.0) voldoet
bij B.C.9: d2) Dead Load + Services + Psi_Snow + Psi_Crop + Seismic

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de onderrand:
- Normaalkracht : Ftbout(2) = 0.0 * 367.7 /472.7 = 0.0 kN
- Normaalkracht : Ftbout(1) = 0.0 * 472.7 /472.7 = 0.0 kN
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * max(Ftbout(2) * e(2), Ftbout(1) * e(1))
= 0.5 * max(0.0 * 25 , 0.0 * 50) = 0 Nm
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Mep = 0.00 * 0 = 0 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 2683 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0 Nm < 2683 Nm, dus eindplaat (ST50*10.0) voldoet
bij B.C.9: d2) Dead Load + Services + Psi_Snow + Psi_Crop + Seismic

De lasverbindingen tussen eindplaat met resp. de boven- en onderrand
zijn niet gecontroleerd.

3.16.5.6 Controle van de bouten van de nokaansluiting:

Controle van de krachten op de bout(en) bij de bovenrand:

Tabel 3.16.5.6.1: Belastingen bij bovenrand van de nokaansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,br [N]	Fs,br [N]	Fi,br [N]
4.80	-832	-3744	-1277	278	1988	2825
4.80	-832	-4047	681	278	1525	2175
100.8	-661	-3676	-837	0	1580	2234
100.8	-661	-3651	886	0	1618	2288

Gegevens van de nokplaat bij de bovenrand:
- Aantal bouten bij de bovenrand: nbb = 1
- Momenten-arm bij bovenrand: hbbout = 372 mm
- Hellingshoek van het spant: alpha = 27.0 graden
- Teken dwarskracht bij eindpositie sn=+1 en bij beginpositie sn=-1

$$\text{- Normaalkracht: } Ft = \frac{N\cos(\alpha) + sn\,Q\sin(\alpha)}{2 \cdot nbb} - \frac{M}{hbbout} \quad \text{met } Ft>=0N$$

- Schuifkracht: $Fs = 0.5 * -N\sin(\alpha) - sn\,Q\cos(\alpha)$
- Ideële kracht: $Fi = (Ft^2 + 2*Fs^2)0.5$
- Maximale optredende kracht: Fi,br max = 2825 N (zie tabel)
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Fi,br max = 1.30 * 2825 = 3672 N
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbtb max = 42408 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 3672 N < 42408 N, dus bout bij bovenrand (M10-10.9) voldoet.
bij B.C.9: d2) Dead Load + Services + Psi_Snow + Psi_Crop + Seismic

Controle van de krachten op de bout(en) bij de onderrand:

Tabel 3.16.5.6.2: Belastingen bij onderrand van de nokaansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,or [N]	Fs,or [N]	Fi,or [N]
4.80	-832	-3744	-1277	0	1988	2811
4.80	-832	-4047	681	0	1525	2157
100.8	-661	-3676	-837	0	1580	2234
100.8	-661	-3651	886	0	1618	2288

Gegevens van de nokplaat bij de onderrand:
- Aantal bouten bij de onderrand: nbo = 1
- Momenten-arm bij onderrand: hobout = 372 mm
- Hellingshoek van het spant: alfa = 27.0 graden
- Teken dwarskracht bij eindpositie sn=+1 en bij beginpositie sn=-1

$$\text{- Normaalkracht: } Ft = \frac{N\cos(\alpha) + sn\,Q\sin(\alpha)}{2 \cdot nbo} + \frac{M}{hobout} \quad \text{met } Ft>=0N$$

- Schuifkracht: $Fs = 0.5 * -N\sin(\alpha) - sn\,Q\cos(\alpha)$
- Ideële kracht: $Fi = (Ft^2 + 2*Fs^2)0.5$
- Maximale optredende kracht: Fi,or max = 2811 N (zie tabel)
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Fi,or max = 1.30 * 2811 = 3655 N
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbto max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 3655 N < 33926 N, dus bout bij onderrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.9: d2) Dead Load + Services + Psi_Snow + Psi_Crop + Seismic

3.16.5.6 Controle van de nokplaat op pons:
Bij de boutverbinding van de bovenrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxb = 0.3 kN (zie tabel hiervoor)
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Ftmaxb = 1.30 * 277.7 = 361.0 kN
- Capaciteit van de nokplaat: Fp,capb = 96 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0.4 kN < 96 kN, dus nokplaat (ST50*12.0) voldoet
zonder onderlegring bij de bovenste bout
bij B.C.9: d2) Dead Load + Services + Psi_Snow + Psi_Crop + Seismic

Bij de boutverbinding van de onderrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxo = 0.0 kN (zie tabel hiervoor)
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Ftmaxo = 1.30 * 0.0 = 0.0 kN
- Capaciteit van de nokplaat: Fp,capo = 96 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0.0 kN < 96 kN, dus nokplaat (ST50*12.0) voldoet
zonder onderlegring bij de onderste bout
bij B.C.9: d2) Dead Load + Services + Psi_Snow + Psi_Crop + Seismic

3.16.5.6 Controle van de nokplaat op buiging:

Tabel 3.16.5.6.4.1: Belastingen van de nokplaat.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Normaal-kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ftrb [N]	Ftro [N]
4.80	-832	-3744	-1277	353	0
4.80	-832	-4047	681	353	0
100.8	-661	-3676	-837	8	0
100.8	-661	-3651	886	8	0

Resulterende trekkracht in de nokplaat bij de bovenrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftrb = \frac{N*\cos(alpha) + sn*Q*\sin(alpha)}{2} - \frac{M}{ht,eff} \text{ met } Ftrb>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de nokplaat:
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftrb(max) * e = 0.5 * 0 * 25.0 = 4 Nm
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Mep = 1.30 * 4 = 6 Nm
- Capaciteit van de nokplaat: Mp,cap = 685 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 6 Nm < 685 Nm, dus nokplaat (ST50*12.0) voldoet
bij B.C.9: d2) Dead Load + Services + Psi_Snow + Psi_Crop + Seismic

Resulterende trekkracht in de nokplaat bij de onderrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftro = \frac{N*\cos(alfa) + sn*Q*\sin(alfa)}{2} + \frac{M}{ht,eff} \text{ met } Ftro>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de nokplaat:
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftro(max) * e = 0.5 * 0 * 25.0 = 0 Nm
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Mep = 1.30 * 0 = 0 Nm
- Capaciteit van de nokplaat: Mp,cap = 685 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0 Nm < 685 Nm, dus nokplaat (ST50*12.0) voldoet
bij B.C.9: d2) Dead Load + Services + Psi_Snow + Psi_Crop + Seismic

De lasverbindingen tussen nokplaat met resp. de boven- en onderrand
zijn niet gecontroleerd.

3.16.6 Controle van de trekstangen

a) Maatgevende trekkracht in de trekstangen Nt = 3951 N

Bij de controle berekening wordt ervan uitgegaan dat de trekstaaf geen drukbelasting kan opnemen. In het design model is hiermee rekening gehouden en kan de trekstang niet "op druk" belast worden. In dat geval wordt de krachtsverdeling bepaald alsof er geen trekstang zit.

$$\text{Controle van de sterkte: } \sigma = \frac{Nt}{A} < \sigma_{mae_t}$$

Invullen van de bekende gegevens geeft:

- $\sigma = \frac{3951}{229.1} = 17.2$ N/mm²
- controle : 17.2 N/mm² < 268.3 N/mm², dus: sterkte voldoet.

3.16.7 Uitdijen van de kas:

Tabel 3*.1: Waarden over de spanten.

spant	Urel [mm]
1	0.74
2	0.63
3	0.62
4	0.62
5	0.61
6	0.61
7	0.61
8	0.61
9	0.61
10	0.63
11	0.73

Maximale waarde is: 0.74 mm

Uitdijen van de hele kas: 7.03 mm

Toetsing van de bepalende doorsnede (lkx= 4000 mm, lky= 4000 mm):

Toetsing van de bepalende doorsnede (lkx= 7313 mm, lky= 4000 mm):

Toetsing van de bepalende doorsnede (lkx= 7072 mm, lky= 4000 mm):

c) Berekening van de toelaatbare horizontale verplaatsing in :

- Rekening houdend met de glasbreedten :
  - reductiefactor gevel: r1 = 800 / bkg < 2.0;
    800 / 800 = 1.00, dus r1 = 1.00
  - reductiefactor dek : r2 = 1125 / bd < 2.0;
    1125 / 1125 = 1.13, dus r2 = 1.00
  - ugevel = h / 100 * r1 < 50.0 mm;
    4000 / 100 * 1.00 = 35.0 mm, dus ugevel = 57.3 mm
  - udek = 1/200 * v * r2 < 50.0 mm
    1/200 * 4000 * 1.00 = 26.7 mm, dus udek = 61.3 mm
  - utoel-b = ugevel + udek = 57.3 + 61.3 = 57.4 mm

- Bij een controle op seismische belastingen zijn de eisen op vervormingen niet relevant. Om te voorkomen dat de uitkomsten toch maatgevend zijn wordt een hoge bovengrens geïntroduceerd:
  Utoel.seismic = 2 * ph / 50 = 2 * 4000 / 50 = 160.0 mm

- Maatgevend :
  - utoel = Utoel.seismic = 160.0 mm

3.17 B.C.10: d1) Dead Load + Services + Psi_Snow + Seismic

3.17.1 Berekening van de belastingen per spant:

a) Belastingen in gebruikstoestand:
- Permanente belastingen:
  - Eigen gewicht dek : (1.00 * 32) = 32 N/m²
  - Eigen gewicht van de goot: (1.00 * 34)* 4.00 = 136 N
  - E.G. spantbeen 1e spant : (1.00 * 83.3) = 83.3 N/m
  - E.G. spantbeen 2e spant : (1.00 * 85.4) = 85.4 N/m
  - E.G. spantbeen 3e spant : (1.00 * 67.6) = 67.6 N/m
- Variabele belastingen:
  - Vert. puntlast: 0.00*max(1250,1000)+1.00*0 = 0 N
  - Sneeuwbelasting : (0.20 * 423) = 85 N/m²
  - Gewas winter : (0.00 * 0) = 0 N/m²
  - Installaties : (1.00 * 70) = 70 N/m²

b) Belastingen in rekentoestand:
- Permanente belastingen:
  - Eigen gewicht dek : (1.00 * 32) = 32 N/m²
  - Eigen gewicht van de goot: (1.00 * 34)* 4.00 = 136 N
  - E.G. spantbeen 1e spant : (1.00 * 83.3) = 83.3 N/m
  - E.G. spantbeen 2e spant : (1.00 * 85.4) = 85.4 N/m
  - E.G. spantbeen 3e spant : (1.00 * 67.6) = 67.6 N/m
- Variabele belastingen:
  - Vert. puntlast: 0.00*max(1250,1000)+1.00*0 = 0 N
  - Sneeuwbelasting : (0.20 * 423) = 85 N/m²
  - Gewas winter : (0.00 * 0) = 0 N/m²
  - Installaties : (1.00 * 70) = 70 N/m²

c) Bij het bepalen van de knoopcoordinaten is rekening gehouden met
de initiële scheefstand van de kolommen:
- Scheefstand psi = 1/267 (zie EN 1993-1-1)

d) Rekenvoorbeeld van de belastingen op knooppunten op de volgende plaatsen:
Knoop k = "effectieve" spanthoogte van de eerste kolom
Knoop g = Eerste gording op de eerste kaphelft

- Horizontale belasting:
  Fk,hor = 0 N (geen windbelasting)

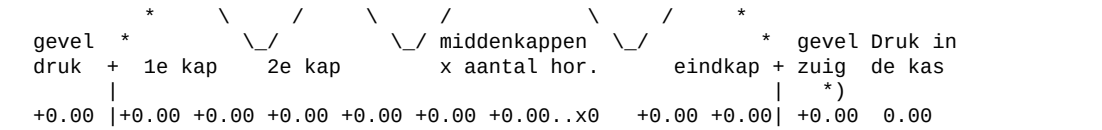
- Seismische loads:
  Fag = Sd * fs * Fvk = 0.0500 * 0.80 * 8225 = 329 N
  Fag' = Sd * fs'* Fvk' = 0.0500 * 0.00 * 8225 = 0 N

  Sd(10) = F4/Fvk = 0 / 8225 = 0.050 x g m/s²

  Fg,hor = 0 N
- Verticale belasting:
  Fk,vert = -0.5*(32 + 85 + 0 + 70)
  * 4.00 * 9.60 / [2*(1+1)] - 136 = -1032 N
  Fg,vert = -(32 + 85 + 0 + 70)
  * 4.00 * 9.60 / [2*(1+1)] + 0 = -1792 N

e) Belastingen op gordingen:
Berekening van het minimaal traagheidsmoment van de dekgording
op alle spanten in gebruikstoestand.
- Belastingssituatie met alleen eigen gewicht kasdek
  Qg1 = 32 * 9.60 / [2*(1+1)] = 77 Nm
- Vervormingseis dekgordingen volgens EN 13031-1:
  dtoel1 = min(4000/750, 6) = 5.3 mm
- Hieruit volgt een minimaal traagheidsmoment (ligger op 3 steunpunten):
  Ixgmin = 2/384 * (Qg1 * 40004) / (Estaal,g * dtoel1) = 91429 mm4

3.17.2 Belastingen op het kasdek ten behoeve van het Designmodel SLS(gebruiksbelastingen):
3.17.2.1 Windvormfactoren bij deze belastingcombinatie:
Windvormfactoren bij wind loodrecht (-) op nok:



3.17.2.2 Belastingfactoren bij deze belastingcombinatie:

Belastingfactoren	gebruikstoestand	rekentoestand
Eigen gewicht	1.00	1.00
Installaties	1.00	1.00
Sneeuw	0.20	0.20
Wind	0.00	0.00
gewas	0.00	0.00
aardbevingen	0.00	0.80

3.17.2.3 Gesommeerde belastingen op de omhulling van de kas per vakmaat:
Belastingen gebruikstoestand SLS per vakmaat (4.000 m):

Tralie	neerwaarts	qtral = fi*qinstall + fp*qtral + fg*qgewas		
		= 1.00*280.0 + 1.00*95.8 + 0.00*0.0	qtral =	375.8 N/m
Goot	zijgevel	Fgt.s = fp*qgoot.s = 1.00*68.0	Fgt.s =	68 N
	middengoot	Fgt.m = fp*qgoot.m = 1.00*136.0	Fgt.m =	136 N
Kasdek	evenwijdig	qdek.E = [fp*qdek + fs*qsneew]*sin(dek)		
		= [1.00*114.0 + 0.20*1509.3]*sin(27.0)	qdek.E =	188.8 N/m
	loodrecht	qdek.L = [fp*qdek + fs*qsneew]*cos(dek)		
		= [1.00*114.0 + 0.20*1509.3]*cos(27.0)	qdek.L =	370.6 N/m
	+ wind per kaphelft	= qdek.L + fw*qwinds*(cpe-cpi)		
	- 1e kaphelft	= 370.6 + 0.00*2041.9*(+0.00-0.00)	qdek.L1 =	370.6 N/m
	- 2e kaphelft	= 370.6 + 0.00*2041.9*(+0.00-0.00)	qdek.L2 =	370.6 N/m
	- 3e kaphelft	= 370.6 + 0.00*2041.9*(+0.00-0.00)	qdek.L3 =	370.6 N/m
	- 4e kaphelft	= 370.6 + 0.00*2041.9*(+0.00-0.00)	qdek.L4 =	370.6 N/m
	- Middenkap links	= 370.6 + 0.00*2041.9*(+0.00-0.00)	qdek.Lm1 =	370.6 N/m
	- Middenkap rechts	= 370.6 + 0.00*2041.9*(+0.00-0.00)	qdek.Lm2 =	370.6 N/m
	- Eindkap links	= 370.6 + 0.00*2041.9*(+0.00-0.00)	qdek.Le1 =	370.6 N/m
	- Eindkap Rechts	= 370.6 + 0.00*2041.9*(+0.00-0.00)	qdek.Le2 =	370.6 N/m
	+ windwrijving nok	= Cfp,h*fi*qwind*vakmaat*bkap/hkap*cscd'		
	- middenkap FhwCpf	= 0.00*0.00*510.5 *4.0 *9.6/2.45*0.70	FhwCpf =	0 N
Zijgevel	windzijde FhwF.gt	= fw*Fhw.gt*(cp1-cpi)		
	goothoogte	= 0.00*4413.5*(0.0 -0.0)	Fhw.gt =	0 N
	windzijde FhwF.fh	= fw*Fhw.fh*(cp1-cpi)		
	fundatiehoogte	= 0.00*3754.0*(0.0 -0.0)	Fhw.fh =	0 N
Zijgevel	loefzijde FhwL.gt	= fw*Fhw.gt*(cp1+cpi)		
	goothoogte	= 0.00*4413.5*(0.0 +0.0)	Fhw.gt =	0 N
	loefzijde FhwL.fh	= fw*Fhw.fh*(cp1+cpi)		
	fundatiehoogte	= 0.00*3754.0*(0.0 +0.0)	Fhw.fh =	0 N

Belastingen rekentoestand ULS per vakmaat (4.000 m):

Tralie	neerwaarts qtral = fi*qinstall + fp*qtral + fg*qgewas		
	= 1.00*280.0 + 1.00*95.8 + 0.00*0.0	qtral =	375.8 N/m
Goot	zijgevel Fgt.s = fp*qgoot.s = 1.00*68.0	Fgt.s =	68 N
	middengoot Fgt.m = fp*qgoot.m = 1.00*136.0	Fgt.m =	136 N
Kasdek	evenwijdig qdek.E = [fp*qdek + fs*qsneew]*sin(dek)		
	= [1.00*114.0 + 0.20*1509.3]*sin(27.0)	qdek.E =	188.8 N/m
	loodrecht qdek.L = [fp*qdek + fs*qsneew]*cos(dek)		
	= [1.00*114.0 + 0.20*1509.3]*cos(27.0)	qdek.L =	370.6 N/m
	+ wind per kaphelft = qdek.L + fw*qwinds*(cpe-cpi)		
	- 1e kaphelft = 370.6 + 0.00*2041.9*(+0.00-0.00)	qdek.L1 =	370.6 N/m
	- 2e kaphelft = 370.6 + 0.00*2041.9*(+0.00-0.00)	qdek.L2 =	370.6 N/m
	- 3e kaphelft = 370.6 + 0.00*2041.9*(+0.00-0.00)	qdek.L3 =	370.6 N/m
	- 4e kaphelft = 370.6 + 0.00*2041.9*(+0.00-0.00)	qdek.L4 =	370.6 N/m
	- Middenkap links = 370.6 + 0.00*2041.9*(+0.00-0.00)	qdek.Lm1 =	370.6 N/m
	- Middenkap rechts = 370.6 + 0.00*2041.9*(+0.00-0.00)	qdek.Lm2 =	370.6 N/m
	- Eindkap links = 370.6 + 0.00*2041.9*(+0.00-0.00)	qdek.Le1 =	370.6 N/m
	- Eindkap Rechts = 370.6 + 0.00*2041.9*(+0.00-0.00)	qdek.Le2 =	370.6 N/m
	+ windwrijving nok = Cfp,h*fi*qwind*vakmaat*bkap/hkap*cscd		
	- middenkap FhwCpf = 0.00*0.00*510.5 *4.0 *9.6/2.45*0.72	FhwCpf =	0 N
Zijgevel	windzijde FhwF.gt = fw*Fhw.gt*(cp1-cpi)		
	goothoogte = 0.00*4413.5*(0.0 -0.0)	Fhw.gt =	0 N
	windzijde FhwF.fh = fw*Fhw.fh*(cp1-cpi)		
	fundatiehoogte = 0.00*3754.0*(0.0 -0.0)	Fhw.fh =	0 N
Zijgevel	loefzijde FhwL.gt = fw*Fhw.gt*(cp1+cpi)		
	goothoogte = 0.00*4413.5*(0.0 +0.0)	Fhw.gt =	0 N
	loefzijde FhwL.fh = fw*Fhw.fh*(cp1+cpi)		
	fundatiehoogte = 0.00*3754.0*(0.0 +0.0)	Fhw.fh =	0 N

Tabel 3.17.2.4: Knoopbelastingen, oplegreacties en knoopverplaatsingen:

	Knoopbelastingen Rekentoestand		Oplegreacties		Knoopverplaatsingen gebruikstoestand			
nr.	X-as [mm]	Y-as [mm]	X-as [N]	Y-as [N]	X-as [N]	Y-as [N]	X-verpl [mm]	Y-verpl [mm]	U_lijn [mm]
	Horiz.	Vert.	Horiz.	Vert.	Horiz.	Vert.	Horiz.	Vert.	
1	-0.013	0.000			-168	3834	0.00	0.00	0.000
2	0.000	3.701	132	-1032			-1.44	-0.08	0.000
3	2.400	4.924	0	-1792			-0.84	-1.43	0.890
4	4.800	6.147	0	-1792			-1.04	-1.19	0.000
5	7.200	4.924	0	-1792			-0.94	-0.84	0.179
6	9.587	0.000			-203	8451	0.00	0.00	0.000
7	9.600	3.701	263	-1928			-0.69	-0.17	0.000
8	12.000	4.924	0	-1792			-0.40	-0.91	0.316
9	14.400	6.147	0	-1792			-0.38	-1.08	0.000
10	16.800	4.924	0	-1792			-0.37	-0.93	0.335
11	19.187	0.000			-215	8148	0.00	0.00	0.000
12	19.200	3.701	263	-1928			-0.07	-0.17	0.000
13	21.600	4.924	0	-1792			0.25	-1.01	0.372
14	24.000	6.147	0	-1792			0.24	-1.17	0.000
15	26.400	4.924	0	-1792			0.22	-1.04	0.408
16	28.787	0.000			-220	8016	0.00	0.00	0.000
17	28.800	3.701	263	-1928			0.55	-0.17	0.000
18	31.200	4.924	0	-1792			0.88	-1.04	0.411
19	33.600	6.147	0	-1792			0.86	-1.18	0.000
20	36.000	4.924	0	-1792			0.84	-1.03	0.393
21	38.387	0.000			-228	8030	0.00	0.00	0.000
22	38.400	3.701	263	-1928			1.17	-0.17	0.000
23	40.800	4.924	0	-1792			1.50	-1.05	0.420
24	43.200	6.147	0	-1792			1.47	-1.18	0.000
25	45.600	4.924	0	-1792			1.46	-1.02	0.385
26	47.987	0.000			-236	8031	0.00	0.00	0.000
27	48.000	3.701	263	-1928			1.78	-0.17	0.000
28	50.400	4.924	0	-1792			2.12	-1.06	0.428
29	52.800	6.147	0	-1792			2.09	-1.18	0.000
30	55.200	4.924	0	-1792			2.08	-1.02	0.377
31	57.587	0.000			-243	8031	0.00	0.00	0.000
32	57.600	3.701	263	-1928			2.39	-0.18	0.000
33	60.000	4.924	0	-1792			2.73	-1.07	0.435
34	62.400	6.147	0	-1792			2.70	-1.18	0.000
35	64.800	4.924	0	-1792			2.69	-1.01	0.369
36	67.187	0.000			-251	8031	0.00	0.00	0.000
37	67.200	3.701	263	-1928			3.00	-0.18	0.000
38	69.600	4.924	0	-1792			3.35	-1.08	0.443
39	72.000	6.147	0	-1792			3.31	-1.19	0.000
40	74.400	4.924	0	-1792			3.31	-1.01	0.360
41	76.787	0.000			-259	8031	0.00	0.00	0.000
42	76.800	3.701	263	-1928			3.62	-0.18	0.000
43	79.200	4.924	0	-1792			3.97	-1.10	0.457
44	81.600	6.147	0	-1792			3.93	-1.19	0.000
45	84.000	4.924	0	-1792			3.94	-0.98	0.328
46	86.387	0.000			-267	8111	0.00	0.00	0.000
47	86.400	3.701	263	-1928			4.23	-0.18	0.000
48	88.800	4.924	0	-1792			4.56	-0.98	0.378
49	91.200	6.147	0	-1792			4.55	-1.10	0.000
50	93.600	4.924	0	-1792			4.59	-0.90	0.276
51	95.987	0.000			-278	8372	0.00	0.00	0.000
52	96.000	3.701	263	-1928			4.86	-0.19	0.000
53	98.400	4.924	0	-1792			5.12	-0.90	0.223
54	100.800	6.147	0	-1792			5.20	-1.20	0.000
55	103.200	4.924	0	-1792			5.03	-1.39	0.824
56	105.587	0.000			-328	4142	0.00	0.00	0.000

Tabel 3.17.2.5: Staafbelastingen, momenten, normaal- en dwarskrachten

				B E G I N			E I N D		
Staaf nr.	Profiel	X-as [N/m]	Y-as [N/m]	Normaal [N]	Dwarskr [N]	Moment [Nm]	Normaal [N]	Dwarskr [N]	Moment [Nm]
		Horizontaal	Verticaal						
1	RHBK100*50*3.0			-3834	181	-0	-3834	181	671
2	1e Spant	-37.8	-74.2	-4761	719	671	-4659	519	2340
3	1e Spant	-37.8	-74.2	-3845	-1077	2340	-3743	-1277	-832

4	1e Spant	37.8	-74.2	-4047	681	-832	-4149	481	733
5	1e Spant	37.8	-74.2	-4963	-1116	733	-5065	-1316	-2543
6	RHBK50*30*1.5			3951	0	0	3951	0	0
7	RHBK100*50*3.0			-8451	233	-0	-8451	233	864
8	2e Spant	-38.8	-76.1	-4263	1253	-1678	-4158	1048	1419
9	2e Spant	-38.8	-76.1	-3345	-549	1419	-3240	-754	-336
10	2e Spant	38.8	-76.1	-3328	581	-336	-3433	376	953
11	2e Spant	38.8	-76.1	-4247	-1221	953	-4351	-1426	-2611
12	RHBK50*30*1.5			3205	0	0	3205	0	0
13	RHBK100*50*3.0			-8147	244	0	-8147	244	904
14	Midden Spant	-30.7	-60.3	-4193	1202	-1707	-4111	1039	1311
15	Midden Spant	-30.7	-60.3	-3297	-558	1311	-3214	-720	-409
16	Midden Spant	30.7	-60.3	-3285	580	-409	-3368	418	935
17	Midden Spant	30.7	-60.3	-4182	-1179	935	-4264	-1341	-2459
18	RHBK50*30*1.5			3118	0	0	3118	0	0
19	RHBK100*50*3.0			-8015	249	-0	-8015	249	921
20	Midden Spant	-30.7	-60.3	-4230	1163	-1539	-4147	1001	1376
21	Midden Spant	-30.7	-60.3	-3333	-596	1376	-3251	-758	-449
22	Midden Spant	30.7	-60.3	-3338	587	-449	-3421	425	914
23	Midden Spant	30.7	-60.3	-4234	-1172	914	-4317	-1335	-2462
24	RHBK50*30*1.5			3125	0	0	3125	0	0
25	RHBK100*50*3.0			-8029	257	-0	-8029	257	950
26	Midden Spant	-30.7	-60.3	-4233	1157	-1512	-4150	995	1386
27	Midden Spant	-30.7	-60.3	-3337	-602	1386	-3254	-764	-455
28	Midden Spant	30.7	-60.3	-3345	586	-455	-3428	424	906
29	Midden Spant	30.7	-60.3	-4241	-1173	906	-4324	-1335	-2472
30	RHBK50*30*1.5			3095	0	0	3095	0	0
31	RHBK100*50*3.0			-8030	265	-0	-8030	265	979
32	Midden Spant	-30.7	-60.3	-4235	1153	-1493	-4152	990	1393
33	Midden Spant	-30.7	-60.3	-3338	-606	1393	-3255	-769	-459
34	Midden Spant	30.7	-60.3	-3349	585	-459	-3432	423	898
35	Midden Spant	30.7	-60.3	-4245	-1174	898	-4328	-1337	-2484
36	RHBK50*30*1.5			3071	0	0	3071	0	0
37	RHBK100*50*3.0			-8030	272	-0	-8030	272	1008
38	Midden Spant	-30.7	-60.3	-4235	1149	-1475	-4152	987	1401
39	Midden Spant	-30.7	-60.3	-3339	-610	1401	-3256	-773	-461
40	Midden Spant	30.7	-60.3	-3353	583	-461	-3435	421	891
41	Midden Spant	30.7	-60.3	-4249	-1176	891	-4332	-1338	-2496
42	RHBK50*30*1.5			3053	0	0	3053	0	0
43	RHBK100*50*3.0			-8030	280	-0	-8030	280	1037
44	Midden Spant	-30.7	-60.3	-4235	1146	-1459	-4152	983	1408
45	Midden Spant	-30.7	-60.3	-3338	-614	1408	-3256	-776	-463
46	Midden Spant	30.7	-60.3	-3355	581	-463	-3438	419	883
47	Midden Spant	30.7	-60.3	-4252	-1178	883	-4334	-1341	-2509
48	RHBK50*30*1.5			3043	0	0	3043	0	0
49	RHBK100*50*3.0			-8030	288	-0	-8030	288	1066
50	Midden Spant	-30.7	-60.3	-4235	1142	-1443	-4153	980	1415
51	Midden Spant	-30.7	-60.3	-3339	-617	1415	-3256	-779	-465
52	Midden Spant	30.7	-60.3	-3358	580	-465	-3441	417	878
53	Midden Spant	30.7	-60.3	-4254	-1180	878	-4337	-1342	-2519
54	RHBK50*30*1.5			3040	0	0	3040	0	0
55	RHBK100*50*3.0			-8110	296	-0	-8110	296	1095
56	2e Spant	-38.8	-76.1	-4304	1194	-1423	-4200	989	1517
57	2e Spant	-38.8	-76.1	-3386	-608	1517	-3282	-813	-396
58	2e Spant	38.8	-76.1	-3400	581	-396	-3505	376	892
59	2e Spant	38.8	-76.1	-4318	-1221	892	-4423	-1426	-2674
60	RHBK50*30*1.5			3082	0	0	3082	0	0
61	RHBK100*50*3.0			-8371	308	-0	-8371	308	1141
62	1e Spant	-37.8	-74.2	-4694	1160	-1532	-4592	960	1323
63	1e Spant	-37.8	-74.2	-3778	-637	1323	-3676	-837	-661
64	1e Spant	37.8	-74.2	-3651	886	-661	-3753	686	1455
65	1e Spant	37.8	-74.2	-4567	-911	1455	-4669	-1111	-1268
66	RHBK50*30*1.5			3459	0	0	3459	0	0
67	RHBK100*50*3.0			-4141	343	-0	-4141	343	1268

3.17.3 De krachtsverdeling in het spant van de middenvelden:

Tabel 3.17.3.1: Momentenlijn, normaal- en dwarskrachtenlijn.

Positie	Momentenlijn	Normaal-krachtenlijn		Dwars-krachtenlijn	
x in [m]	M(x) in [Nm]	N(x) in [N]		Q(x) in [N]	
begin - eind	(+ = U/- =)	(+ = trek)		(+ = ~~~___)	
19.20 - 21.60	-1707	1311	-4193	-4111	1202	1039
21.60 - 24.00	1311	-409	-3297	-3214	-558	-720
24.00 - 26.40	-409	935	-3285	-3368	580	418
26.40 - 28.80	935	-2459	-4182	-4264	-1179	-1341
28.80 - 31.20	-1539	1376	-4230	-4147	1163	1001
31.20 - 33.60	1376	-449	-3333	-3251	-596	-758
33.60 - 36.00	-449	914	-3338	-3421	587	425
36.00 - 38.40	914	-2462	-4234	-4317	-1172	-1335
38.40 - 40.80	-1512	1386	-4233	-4150	1157	995
40.80 - 43.20	1386	-455	-3337	-3254	-602	-764
43.20 - 45.60	-455	906	-3345	-3428	586	424
45.60 - 48.00	906	-2472	-4241	-4324	-1173	-1335
48.00 - 50.40	-1493	1393	-4235	-4152	1153	990
50.40 - 52.80	1393	-459	-3338	-3255	-606	-769
52.80 - 55.20	-459	898	-3349	-3432	585	423
55.20 - 57.60	898	-2484	-4245	-4328	-1174	-1337
57.60 - 60.00	-1475	1401	-4235	-4152	1149	987
60.00 - 62.40	1401	-461	-3339	-3256	-610	-773
62.40 - 64.80	-461	891	-3353	-3435	583	421
64.80 - 67.20	891	-2496	-4249	-4332	-1176	-1338
67.20 - 69.60	-1459	1408	-4235	-4152	1146	983
69.60 - 72.00	1408	-463	-3338	-3256	-614	-776
72.00 - 74.40	-463	883	-3355	-3438	581	419
74.40 - 76.80	883	-2509	-4252	-4334	-1178	-1341
76.80 - 79.20	-1443	1415	-4235	-4153	1142	980
79.20 - 81.60	1415	-465	-3339	-3256	-617	-779
81.60 - 84.00	-465	878	-3358	-3441	580	417
84.00 - 86.40	878	-2519	-4254	-4337	-1180	-1342

3.17.3.1 Controle van de stijfheid van het spant:

De toelaatbare doorbuiging van alle spanten wordt bepaald per spantbeen:
- uvtoel = 5387 / 250 < 30.0 mm, dus: uvtoel = 21.5 mm

Uit de U-lijn is de maximale doorbuiging:
- doorbuiging umax = -9.54 mm

- Controle van het spant van de middenvelden:
  Doorbuiging: |-9.5 | mm < 21.5 mm, dus: voldoet.
  bij B.C.10: d1) Dead Load + Services + Psi_Snow + Seismic

3.17.3.2 Controle van de bovenrand:

3.17.3.2 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de bovenrand:

- De normaalkracht in de bovenrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = -M/0.3600 + N/2 (voor N en M, zie 3.17.3.1)
    met: Effectieve spanthoogte: 360.0 mm

- De normaalkracht in de bovenrand wordt bij de eindplaten van de nok en de kolomaansluiting gereduceerd met de normaalkracht in de diagonaal (einddiagonaal sluit aan bij eindplaat ter plaatse van de bovenrand)
  - Reductie: Nred = Nd - Q/tan(38.9) plaats van eindplaat naar gording
  - Reductie: Nred = Nd + Q/tan(38.9) plaats van gording naar eindplaat
    (voor de dwarskracht Q zie tabel 3.17.3.1)

Tabel 3.17.32: Normaalkrachtenverloop in de bovenrand.

Plaats	Normaalkracht in [N] (trek = positief)		Systeem-lengte
x in [m]	Spant		[mm]
19.20 - 21.60	1156	-5697	2694
21.60 - 24.00	-5290	-1362	2694
24.00 - 26.40	-1224	-4281	2694
26.40 - 28.80	-4688	3038	2694
28.80 - 31.20	718	-5895	2694
31.20 - 33.60	-5488	-1319	2694

33.60 - 36.00	-1150	-4249	2694
36.00 - 38.40	-4656	3027	2694
38.40 - 40.80	651	-5924	2694
40.80 - 43.20	-5517	-1311	2694
43.20 - 45.60	-1135	-4230	2694
45.60 - 48.00	-4636	3051	2694
48.00 - 50.40	602	-5946	2694
50.40 - 52.80	-5539	-1306	2694
52.80 - 55.20	-1125	-4211	2694
55.20 - 57.60	-4617	3079	2694
57.60 - 60.00	557	-5968	2694
60.00 - 62.40	-5561	-1303	2694
62.40 - 64.80	-1117	-4191	2694
64.80 - 67.20	-4598	3109	2694
67.20 - 69.60	515	-5988	2694
69.60 - 72.00	-5581	-1303	2694
72.00 - 74.40	-1111	-4172	2694
74.40 - 76.80	-4579	3142	2694
76.80 - 79.20	476	-6008	2694
79.20 - 81.60	-5601	-1303	2694
81.60 - 84.00	-1106	-4158	2694
84.00 - 86.40	-4565	3164	2694

3.17.3.2 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Nadrukkelijk wordt vermeld, dat onderstaande stabiliteits-berekeningen alleen voldoen bij toepassing van specifieke stabiliteits-voorzieningen ter plaatse van de gordingen:

- fixatie van de boven- en onderrand rand uit het vlak van het spant, door windverbanden tussen de gordingen in het eerste en laatste vak van een gootlengte en momentvaste koppelingen tussen gordingen en bovenrand

Tabel 3.17.3.2:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de bovenrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-bepaling begin-eind	Normaalkrachten (trek = positief) [N] "begin"	"einde"	Rand-voor-waar-den	Knfct staaf-lengte ßm×ßn	Knik-lengte [mm]	Klasse	Sterkte UC	Stab. UC
19.20-21.60	1156	-5697	m-g	0.494	1330	1	0.07	0.10
21.60-24.00	-5290	-1362	g-n	0.546	1470	1	0.06	0.10
24.00-26.40	-1224	-4281	n-g	0.606	1632	1	0.05	0.09
26.40-28.80	-4688	3038	g-m	0.400	1077	1	0.06	0.08
28.80-31.20	718	-5895	m-g	0.509	1372	1	0.07	0.11
31.20-33.60	-5488	-1319	g-n	0.541	1458	1	0.07	0.10
33.60-36.00	-1150	-4249	n-g	0.603	1625	1	0.05	0.09
36.00-38.40	-4656	3027	g-m	0.400	1077	1	0.06	0.08
38.40-40.80	651	-5924	m-g	0.512	1378	1	0.07	0.11
40.80-43.20	-5517	-1311	g-n	0.540	1456	1	0.07	0.10
43.20-45.60	-1135	-4230	n-g	0.603	1624	1	0.05	0.09
45.60-48.00	-4636	3051	g-m	0.400	1077	1	0.06	0.08
48.00-50.40	602	-5946	m-g	0.513	1383	1	0.07	0.11
50.40-52.80	-5539	-1306	g-n	0.540	1454	1	0.07	0.10
52.80-55.20	-1125	-4211	n-g	0.603	1624	1	0.05	0.09
55.20-57.60	-4617	3079	g-m	0.400	1077	1	0.05	0.08
57.60-60.00	557	-5968	m-g	0.515	1387	1	0.07	0.11
60.00-62.40	-5561	-1303	g-n	0.540	1453	1	0.07	0.10
62.40-64.80	-1117	-4191	n-g	0.603	1623	1	0.05	0.09
64.80-67.20	-4598	3109	g-m	0.400	1077	1	0.05	0.08
67.20-69.60	515	-5988	m-g	0.516	1391	1	0.07	0.11
69.60-72.00	-5581	-1303	g-n	0.539	1453	1	0.07	0.11
72.00-74.40	-1111	-4172	n-g	0.603	1623	1	0.05	0.09
74.40-76.80	-4579	3142	g-m	0.400	1077	1	0.05	0.08
76.80-79.20	476	-6008	m-g	0.518	1395	1	0.07	0.11
79.20-81.60	-5601	-1303	g-n	0.539	1452	1	0.07	0.11
81.60-84.00	-1106	-4158	n-g	0.603	1623	1	0.05	0.09
84.00-86.40	-4565	3164	g-m	0.400	1077	1	0.05	0.08

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (0.82 - 0.2)*(|-6008 |/(0.652 *84071   /1.0)) = 0.96
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-6008 |/(0.652 *84071   /1.0)) = 0.98
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(0.96   , 0.98   ) = 0.96
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.58

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-6008 |/(0.652 *84071   /1.0)+0.96 *|0.0 |/(1.00*1113.7 /1.0)
           = 0.110 + 0.000 = 0.110
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-6008 |/(0.671 *84071   /1.0)+0.58 *|0.0 |/(1.00*1113.7 /1.0)
           = 0.107 + 0.000 = 0.107

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.110 , 0.107) = 0.110

- controle: 0.11 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.17.3.2 Stabiliteitscontrole in het vlak:

- Maatgevende normaaldrukkracht: Ndmax = -6008 N

- Kniklengte: lky = 1.00 * lveld = 1.00 * 898 = 898 mm
Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
Interactiefactoren volgens bijlage B:
Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
= 0.90 * (1.0 + (0.79 - 0.2)*(|-6008 |/(0.671 *84071 /1.0)) = 0.96
Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
= 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-6008 |/(0.671 *84071 /1.0)) = 0.98
Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.96 , 0.98) = 0.96
Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.57

UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
= |-6008 |/(0.671 *84071 /1.0)+0.96 *|0.0 |/(1.00*828.1 /1.0)
= 0.107 + 0.000 = 0.107
UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
= |-6008 |/(0.829 *84071 /1.0)+0.57 *|0.0 |/(1.00*828.1 /1.0)
= 0.086 + 0.000 = 0.086

Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.107 , 0.086) = 0.107

- controle: 0.11 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.17.3.2 Doorsnede-controle van de bovenrand:

$$\text{- UCDruk} = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} = \frac{|-6008|}{84071} = 0.07$$

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 3164 N

$$\text{- UCTrek} = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} = \frac{|3164|}{84071} = 0.04$$

Trek is maatgevend.

- Controle: 0.07 < 1.00, dus de treksterkte voldoet.

Conclusie:
- Bovenrand (RHBK50*30*2.0) voldoet qua sterkte/stabiliteit
bij B.C.10: d1) Dead Load + Services + Psi_Snow + Seismic

3.17.3.3 Controle van de onderrand:

3.17.3.3 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de onderrand:

- De normaalkracht in de onderrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = M/0.3600 + N/2 (voor N en M, zie 3.17.3.1)
    met: Effectieve spanthoogte: 360.0 mm

Tabel 3.17.33: Normaalkrachtenverloop in de onderrand.

Plaats x in [m]	Normaalkracht in [N] (trek = positief) Spant		Systeem-lengte [mm]
19.20 - 21.60	-6838	1587	2892
21.60 - 24.00	1994	-2744	2694
24.00 - 26.40	-2780	913	2694
26.40 - 28.80	506	-8964	2892
28.80 - 31.20	-6389	1748	2892
31.20 - 33.60	2154	-2872	2694
33.60 - 36.00	-2915	828	2694
36.00 - 38.40	421	-8998	2892
38.40 - 40.80	-6318	1774	2892
40.80 - 43.20	2181	-2891	2694
43.20 - 45.60	-2936	802	2694
45.60 - 48.00	395	-9030	2892
48.00 - 50.40	-6265	1794	2892
50.40 - 52.80	2201	-2902	2694
52.80 - 55.20	-2949	779	2694
55.20 - 57.60	372	-9063	2892
57.60 - 60.00	-6216	1815	2892
60.00 - 62.40	2222	-2910	2694
62.40 - 64.80	-2958	756	2694
64.80 - 67.20	349	-9099	2892
67.20 - 69.60	-6170	1836	2892
69.60 - 72.00	2243	-2914	2694
72.00 - 74.40	-2964	734	2694
74.40 - 76.80	327	-9138	2892
76.80 - 79.20	-6127	1855	2892
79.20 - 81.60	2262	-2919	2694
81.60 - 84.00	-2970	718	2694
84.00 - 86.40	311	-9165	2892

3.17.3.3 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Nadrukkelijk wordt vermeld, dat onderstaande stabiliteits-berekeningen alleen voldoen bij toepassing van specifieke stabiliteits-voorzieningen ter plaatse van de gordingen:

- fixatie van de boven- en onderrand rand uit het vlak van het spant, door windverbanden tussen de gordingen in het eerste en laatste vak van een gootlengte en momentvaste koppelingen tussen gordingen en bovenrand

Tabel 3.17.3.3:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de onderrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-bepaling begin-eind	Normaalkrachten (trek = positief) [N] "begin"	"einde"	Rand-voor-waar-den	Knfct staaf-lengte ßm×ßn	Knik-lengte/PlPerc [mm]	Klasse	Sterkte UC	Stab. UC
19.20-21.60	-6838	1587	m-g	0.529	1531	1	0.09	0.17
21.60-24.00	1994	-2744	g-n	0.608	1639	1	0.04	0.07
24.00-26.40	-2780	913	n-g	0.590	1588	1	0.04	0.07
26.40-28.80	506	-8964	g-m	0.624	1806	1	0.12	0.26
28.80-31.20	-6389	1748	m-g	0.529	1531	1	0.09	0.16
31.20-33.60	2154	-2872	g-n	0.608	1639	1	0.04	0.08
33.60-36.00	-2915	828	n-g	0.590	1588	1	0.04	0.07
36.00-38.40	421	-8998	g-m	0.627	1813	1	0.12	0.27
38.40-40.80	-6318	1774	m-g	0.529	1531	1	0.09	0.15
40.80-43.20	2181	-2891	g-n	0.608	1639	1	0.04	0.08
43.20-45.60	-2936	802	n-g	0.590	1588	1	0.04	0.07
45.60-48.00	395	-9030	g-m	0.628	1815	1	0.12	0.27
48.00-50.40	-6265	1794	m-g	0.529	1531	1	0.09	0.15
50.40-52.80	2201	-2902	g-n	0.608	1639	1	0.04	0.08
52.80-55.20	-2949	779	n-g	0.590	1588	1	0.04	0.07
55.20-57.60	372	-9063	g-m	0.628	1817	1	0.13	0.27
57.60-60.00	-6216	1815	m-g	0.529	1531	1	0.09	0.15
60.00-62.40	2222	-2910	g-n	0.608	1639	1	0.04	0.08
62.40-64.80	-2958	756	n-g	0.590	1588	1	0.04	0.08
64.80-67.20	349	-9099	g-m	0.629	1819	1	0.13	0.27
67.20-69.60	-6170	1836	m-g	0.529	1531	1	0.09	0.15
69.60-72.00	2243	-2914	g-n	0.608	1639	1	0.04	0.08
72.00-74.40	-2964	734	n-g	0.590	1588	1	0.04	0.08
74.40-76.80	327	-9138	g-m	0.630	1821	1	0.13	0.27
76.80-79.20	-6127	1855	m-g	0.529	1531	1	0.08	0.15
79.20-81.60	2262	-2919	g-n	0.608	1639	1	0.04	0.08
81.60-84.00	-2970	718	n-g	0.590	1588	1	0.04	0.08
84.00-86.40	311	-9165	g-m	0.630	1823	1	0.13	0.27

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (1.14 - 0.2)*(|-9165 |/(0.464 *72467   /1.0)) = 1.13
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-9165 |/(0.464 *72467   /1.0)) = 1.10
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(1.13   , 1.10   ) = 1.10
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.66

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-9165 |/(0.464 *72467   /1.0)+1.10 *|0.0 |/(1.00*983.6 /1.0)
           = 0.273 + 0.000 = 0.273
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-9165 |/(0.744 *72467   /1.0)+0.66 *|0.0 |/(1.00*983.6 /1.0)
           = 0.170 + 0.000 = 0.170

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.273 , 0.170) = 0.273

- controle: 0.27 < 0.95, dus de stabiliteit voldoet.

3.17.3.3 Stabiliteitscontrole in het vlak (nabij de kolom-aansluitingen):

- Maatgevend: Ndmax = N + |Q|/tan(alfa) = -9165 + |-1342 |/tan(38.9) = -9165 N
  (N.B.: 1e drukdiagonaal reduceert de normaaldrukkracht in de onderrand)

- Kniklengte: lky = 0.80*lveld = 0.80 * 898 = 718 mm

  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.40 (het profiel is geschoord).
  M1 = 0.00 , M2 = 0.00 , Ms = 0.00 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
       = 0.40 * (1.0 + (0.67 - 0.2)*(|-9165 |/(0.744 *72467 /1.0)) = 0.43
  Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
       = 0.40 * (1.0 + 0.8*(|-9165 |/(0.744 *72467 /1.0)) = 0.45
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.43 , 0.45) = 0.43
  Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.26

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-9165 |/(0.744 *72467 /1.0)+0.43 *|0.0 |/(1.00*738.1 /1.0)
           = 0.170 + 0.000 = 0.170
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-9165 |/(0.871 *72467 /1.0)+0.26 *|0.0 |/(1.00*738.1 /1.0)
           = 0.145 + 0.000 = 0.145

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.170 , 0.145) = 0.170

- controle: 0.17 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.17.3.3 Doorsnede-controle van de onderrand:

           |NEd| |-9165 |
- UCDruk = ----- = --------- = 0.13
           Nc.Rd   72467

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 2262   N

           |NEd| | 2262 |
- UCTrek = ----- = --------- = 0.03
           Nc.Rd   72467

Druk is maatgevend.

- Controle: 0.13 < 1.00, dus de druksterkte voldoet.

Conclusie:
- Onderrand (RHBK50*30*1.5) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.10: d1) Dead Load + Services + Psi_Snow + Seismic

3.17.3.4 Controle van de diagonalen:

3.17.3.4 Controle van de diagonalen in de eindvelden:

- Controle op druk:
  - Maatgevende dwarskracht eindvelden: Qmaxd = -1342 N (zie tabel 3.17.3.1)

$$\text{Ndiagd} = \frac{|\text{Qmaxd}|}{\sin(\text{alfa})} = \frac{|-1342|}{\sin(38.9)} = 2137 \text{ N}$$

  - Capaciteit diagonaal: Fdiagd = 13200 N (zie 4.4)

  - Controle: 2137 N < 13200 N, dus diagonaal voldoet.

- Controle op trek:
  - Maatgevende dwarskracht eindvelden: Qmaxt = 1202 N (zie tabel 3.17.3.1)

$$\text{Ndiagt} = \frac{\text{Qmaxt}}{\sin(\text{alfa})} = \frac{1202}{\sin(38.9)} = 1913 \text{ N}$$

  - Capaciteit diagonaal eindvelden: Fdiagt = 36175 N (zie 4.4)

  - Controle: 1913 N < 36175 N, dus diagonaal voldoet.

Conclusie:
- Diagonalen in eindvelden (RD14.0 mm) voldoen qua trek/druk
  bij B.C.10: d1) Dead Load + Services + Psi_Snow + Seismic

3.17.3.4 Controle van de (las)verbindingen:

	Diagonalen eindvelden		Diagonalen middenvelden	
	Nd = 2137 N Nt = 1913 N		Nd = - 0 N Nt = 0 N	
	Fstev = 1489 N Fstlo = 1202 N Msdt = 7601.38 Nm Fsdev = 1663 N		Fstev = 0 N Fstlo = 0 N Msdt = 0.00 Nm Fsdev = 0 N	
	bovenrand	onderrand	bovenrand	onderrand
Tau1	6.42 N/mm²	6.42 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
Tau2	4.96 N/mm²	4.96 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
Sgm1	6.42 N/mm²	6.42 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
SgmWst	8.92 N/mm²	8.92 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
UC1	0.04	0.04	0.00	0.00
UC2	0.02	0.02	0.00	0.00
SgmWsd	5.54 N/mm²	5.54 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
UC3	0.03	0.03	0.00	0.00
Nt1	20826 N	15660 N	20826 N	15660 N
knd	1.00	1.00	1.00	1.00
Nd1	20826 N	15660 N	20826 N	15660 N
UCt1	0.09	0.12	0.00	0.00
UCd1	0.10	0.14	0.00	0.00
UClas	0.04	0.04	0.00	0.00
UCdia	0.10	0.14	0.00	0.00
UCgeo	0.48	0.49	0.48	0.49
UClas	0.04		0.00	
UCdia	0.50		0.50	

Conclusie:
- Lassen: UClas = 0.04 <= 1.00 dus: voldoen
- Aansluitingen: UCdia = 0.50 <= 1.00 dus: voldoen

Eindconclusie:
- Aansluiting diagonalen voldoet
  bij B.C.10: d1) Dead Load + Services + Psi_Snow + Seismic

3.17.3.4 Controle van de dekgording (het spant van de middenvelden)

- Belastingscombinatie met alleen eigen gewicht kasdek, wind en sneeuw
  Qg,links = [32 + 0 *(+0.00-(+0.00))/cos(27.0) + 85] * 9.60 /[2*(1+1)] = 0.280 Nm
  Qg,rechts = [32 + 0 *(+0.00-(+0.00))/cos(27.0) + 85] * 9.60 /[2*(1+1)] = 0.280 Nm
  Qg= max(|Qg,links| ; |Qg,rechts|) = 0.280 Nm

- Vervormingseis dekgordingen volgens EN 13031-1:
  dtoel2 = min(4000/(650 - 100*min(4000/1125;5)); 4000/150; 30) = 13.6 mm
- Hieruit volgt een minimaal traagheidsmoment (ligger op 3 steunpunten):
  Ixg,bc = 2/384 * (Qg * 40004) / (Estaal,g * dtoel2) = 130896 mm4

- Minimaal traagheidsmoment dekgording:
  Ixgmin = max(Ixg,eg, Ixg,bc) = max(91429 , 130896) = 130896 mm4

3.17.3.4 Controle van de gordingverticaal

- Controle veerstijfheid gordingverticaal
  De onderrand wordt geschematiseerd als een ligger van goot naar nok.
  - Veerstijfheid gordingprofiel:
    kgord = 4 * Estaal,g * Ixgmin / (390 ² * 4000) = 180.7 N/mm
  - Veerstijfheid gordingverticaal:
    k0gvert = 1826.1 N/mm (zie 4.7)

    De veerstijfheid van de verticaal is ten minste zo groot als 100% van
    de veerstijfheid van de inklemming van de gording.

  - Controle: 1826.1 N/mm > 180.7 N/mm, dus gordingverticaal voldoet.

- Plaatsvastheid van de gordingverticaal bij de onderrand
  Omdat de aansluiting van de gording aan de tralie in het algemeen goed
  momentvast is uitgevoerd, kan de volledige stijfheid van de gording in
  rekening worden gebracht.

  - Veerstijfheid gordingprofiel:
    kgord = 4 * Estaal,g * 130896 / (390 ² * 4000) = 180.7 N/mm

  - Veerstijfheid van de aansluiting van de onderrand-gording "uit het vlak":
    Hoekverdraaiing door gording en inklemming opzetkolom:

$$V2 = \frac{2*vak}{4*Eg*Ig} = \frac{2 * 4000}{4 * 210000 * 130896} = 72.8 \ *10\text{-}9\ 1/Nmm$$

    Hoekverdraaiing door moment bij onderrand door bovenrand:

$$V3 = \frac{bkap}{2*(ngord+1)*\cos(27.0)*Gbr*Itbr*2} = \frac{9600}{2*(1+1)*\cos(27.0)*\ 80769*\ \ 92298*2} = 180.7 \ *10\text{-}9\ 1/Nmm$$

    Hoekverdraaiing door puntlast bij gordingverticaal:

$$V4 = \frac{ht;net^2}{3 * Egv * Igv} = \frac{330^2}{3 * 210000 * 104167} = 1659.4 \ *10\text{-}9\ 1/Nmm$$

    Moment bij bovenrand

$$MBr = \frac{V2 * hspant}{V2 + V3} = \frac{72.8 \ * 390}{72.8 + 180.7} = 112.0 \ Nm$$

    Moment bij gording Mozk = hspant - Mbr = 390 - 112 = 278 Nmm

    Geeft de veerstijfheid ter plaatse van de bovenrand:

$$kor = \frac{1}{V4*ht;nett + V2*hspant^2 + V2*hspant*-Mbr} = \frac{1}{1659.4*330 \ + \ \ 72.8*390\ ^2 + \ \ 72.8*390\ *(-112\ )} = 118.5 \ \ N/mm$$

    Vereiste kritische veerstijfheid: kcr = 16.5 N/mm (zie 4.8)

  - Controle: 118.5 N/mm > 16.5 N/mm, dus veerstijfheid voldoet.

- Controle op knik:
  - Maatgevende verticale kracht: Ngv = Fvg = -1597 N
  - Capaciteit van de verticaal : Fgvertd = 69549 N (zie 4.6)

  - Controle: -1597 N > 69549 N, dus gordingverticaal voldoet.

Conclusie:
- Gordingverticaal voldoet qua sterkte/stabiliteit en stijfheid
  bij B.C.10: d1) Dead Load + Services + Psi_Snow + Seismic

3.17.3.5 Controle van de bouten van de spant-kolom-aansluiting:

Controle van de krachten op de bout(en) bij de bovenrand:

Tabel 3.17.3.5.1: Belastingen bij bovenrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Spant-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Nt [N]	Ft,br [N]	Fs,br [N]	Fi,br [N]
19.20	-1707	-4193	1202	3118	2130	2023	3566
28.80	-2459	-4264	-1341	3118	3773	2163	4857
28.80	-1539	-4230	1163	3125	1738	1996	3316
38.40	-2462	-4317	-1335	3125	3754	2169	4848
38.40	-1512	-4233	1157	3095	1678	1992	3279
48.00	-2472	-4324	-1335	3095	3773	2171	4864
48.00	-1493	-4235	1153	3071	1634	1988	3252
57.60	-2484	-4328	-1337	3071	3796	2173	4884
57.60	-1475	-4235	1149	3053	1594	1985	3229
67.20	-2496	-4332	-1338	3053	3822	2176	4907
67.20	-1459	-4235	1146	3043	1557	1982	3207
76.80	-2509	-4334	-1341	3043	3850	2178	4931
76.80	-1443	-4235	1142	3040	1522	1979	3186
86.40	-2519	-4337	-1342	3040	3869	2180	4947

Gegevens van de eindplaat bij de bovenrand:
- Aantal bouten bij de bovenrand: nbb = 1
- Momenten-arm bij bovenrand: hbbout = 458 mm
- Hellingshoek van het spant: alpha = 27.0 graden
- Nt is de trekkracht in de trekstang van het spant
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Normaalkracht: $Ft = \frac{N*\cos(alpha) + sn*Q*\sin(alpha)}{2 * nbb} - \frac{M}{hbbout} + \frac{Nt}{2}$ met Ft>=0N
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * -N*sin(alpha) + sn*Q*cos(alpha)
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,br max = 4947 N (zie tabel)
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Fi,br max = 1.30 * 4947 = 6432 N
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbtb max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 6432 N < 33926 N, dus bout bij bovenrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.10: d1) Dead Load + Services + Psi_Snow + Seismic

Controle van de krachten op de bout(en) bij de onderrand:

Tabel 3.17.3.5.2: Belastingen bij onderrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Spant-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Nt [N]	Ft,or [N]	Fs,or [N]	Fi,or [N]
19.20	-1707	-4193	1202	3118	0	2023	2860
28.80	-2459	-4264	-1341	3118	0	2163	3059
28.80	-1539	-4230	1163	3125	0	1996	2823
38.40	-2462	-4317	-1335	3125	0	2169	3067
38.40	-1512	-4233	1157	3095	0	1992	2817
48.00	-2472	-4324	-1335	3095	0	2171	3071
48.00	-1493	-4235	1153	3071	0	1988	2812
57.60	-2484	-4328	-1337	3071	0	2173	3074
57.60	-1475	-4235	1149	3053	0	1985	2807
67.20	-2496	-4332	-1338	3053	0	2176	3077
67.20	-1459	-4235	1146	3043	0	1982	2803
76.80	-2509	-4334	-1341	3043	0	2178	3081
76.80	-1443	-4235	1142	3040	0	1979	2799
86.40	-2519	-4337	-1342	3040	0	2180	3083

Gegevens van de eindplaat bij de onderrand:
- Aantal bouten bij de onderrand: nbo = 2
- Momenten-arm bij onderrand: hobout = 762 mm
- Hellingshoek van het spant: alfa = 27.0 graden
- Nt is de trekkracht in de trekstang van het spant
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * -N*sin(alpha) + sn*Q*cos(alpha)
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,or max = 3083 N (zie tabel)
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Fi,or max = 1.30 * 3083 = 4008 N

- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbto max = 33926   N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 4008   N < 33926   N, dus bout bij onderrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.10: d1) Dead Load + Services + Psi_Snow + Seismic

3.17.3.5 Controle van de eindplaat op pons:

Bij de boutverbinding van de bovenrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxb = 3.9 kN (zie tabel hiervoor)
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Ftmaxb = 1.30 * 3.9 = 5.0 N
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capb = 80 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 5.0 kN < 80 kN, dus eindplaat (ST50*10.0) voldoet
zonder onderlegring bij de bovenste bout
bij B.C.10: d1) Dead Load + Services + Psi_Snow + Seismic

Bij de boutverbinding van de onderrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxo = 0.0 kN (zie tabel hiervoor)
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Ftmaxo = 1.30 * 0.0 = 0.0 kN
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capo = 80 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0.0 kN < 80 kN, dus eindplaat (ST50*10.0) voldoet
zonder onderlegring bij de onderste bout
bij B.C.10: d1) Dead Load + Services + Psi_Snow + Seismic

3.17.3.5 Controle van de eindplaat op buiging:

Tabel 3.17.3.5.4.1: Belastingen van de eindplaat van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Spant-kracht	Normaal-kracht	Normaal-kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Nt [N]	Ftrb [N]	Ftro [N]
19.20	-1707	-4193	1202	3118	3146	0
28.80	-2459	-4264	-1341	3118	5237	0
28.80	-1539	-4230	1163	3125	2654	0
38.40	-2462	-4317	-1335	3125	5219	0
38.40	-1512	-4233	1157	3095	2578	0
48.00	-2472	-4324	-1335	3095	5244	0
48.00	-1493	-4235	1153	3071	2523	0
57.60	-2484	-4328	-1337	3071	5274	0
57.60	-1475	-4235	1149	3053	2473	0
67.20	-2496	-4332	-1338	3053	5308	0
67.20	-1459	-4235	1146	3043	2426	0
76.80	-2509	-4334	-1341	3043	5344	0
76.80	-1443	-4235	1142	3040	2381	0
86.40	-2519	-4337	-1342	3040	5368	0

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de bovenrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftrb = \frac{N*\cos(alpha) + sn*Q*\sin(alpha)}{2} - \frac{M}{ht,eff} \text{ met } Ftrb>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftrb(max) * e = 0.5 * 5368 * 25.0 = 67 Nm
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Mep = 1.30 * 67 = 87 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 1987 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 87 Nm < 1987 Nm, dus eindplaat (ST50*10.0) voldoet
bij B.C.10: d1) Dead Load + Services + Psi_Snow + Seismic

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de onderrand:
- Normaalkracht : Ftbout(2) = 0.0 * 367.7 /472.7 = 0.0 kN
- Normaalkracht : Ftbout(1) = 0.0 * 472.7 /472.7 = 0.0 kN
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * max(Ftbout(2) * e(2), Ftbout(1) * e(1))
= 0.5 * max(0.0 * 25 , 0.0 * 50) = 0 Nm
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Mep = 0.00 * 0 = 0 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 2683 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0 Nm < 2683 Nm, dus eindplaat (ST50*10.0) voldoet
bij B.C.10: d1) Dead Load + Services + Psi_Snow + Seismic

De lasverbindingen tussen eindplaat met resp. de boven- en onderrand
zijn niet gecontroleerd.

3.17.3.6 Controle van de bouten van de nokaansluiting:

Controle van de krachten op de bout(en) bij de bovenrand:

Tabel 3.17.3.6.1: Belastingen bij bovenrand van de nokaansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,br [N]	Fs,br [N]	Fi,br [N]
24.00	-409	-3214	-720	0	1371	1939
24.00	-409	-3285	580	0	1263	1786
33.60	-449	-3251	-758	0	1414	1999
33.60	-449	-3338	587	0	1281	1811
43.20	-455	-3254	-764	0	1420	2008
43.20	-455	-3345	586	0	1282	1813
52.80	-459	-3255	-769	0	1424	2014
52.80	-459	-3349	585	0	1281	1812
62.40	-461	-3256	-773	0	1427	2019
62.40	-461	-3353	583	0	1281	1811
72.00	-463	-3256	-776	0	1430	2023
72.00	-463	-3355	581	0	1279	1809
81.60	-465	-3256	-779	0	1433	2027
81.60	-465	-3358	580	0	1279	1808

Gegevens van de nokplaat bij de bovenrand:
- Aantal bouten bij de bovenrand: nbb = 1
- Momenten-arm bij bovenrand: hbbout = 372 mm
- Hellingshoek van het spant: alpha = 27.0 graden
- Teken dwarskracht bij eindpositie sn=+1 en bij beginpositie sn=-1

$$\text{- Normaalkracht: } Ft = \frac{N\cos(\alpha) + sn\,Q\sin(\alpha)}{2 \cdot nbb} - \frac{M}{hbbout} \text{ met } Ft>=0N$$

- Schuifkracht: $Fs = 0.5 * -N\sin(\alpha) - sn\,Q\cos(\alpha)$
- Ideële kracht: $Fi = (Ft^2 + 2Fs^2)0.5$
- Maximale optredende kracht: Fi,br max = 2027 N (zie tabel)
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Fi,br max = 1.30 * 2027 = 2635 N
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbtb max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 2635 N < 33926 N, dus bout bij bovenrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.10: d1) Dead Load + Services + Psi_Snow + Seismic

Controle van de krachten op de bout(en) bij de onderrand:

Tabel 3.17.3.6.2: Belastingen bij onderrand van de nokaansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,or [N]	Fs,or [N]	Fi,or [N]
24.00	-409	-3214	-720	0	1371	1939
24.00	-409	-3285	580	0	1263	1786
33.60	-449	-3251	-758	0	1414	1999
33.60	-449	-3338	587	0	1281	1811
43.20	-455	-3254	-764	0	1420	2008
43.20	-455	-3345	586	0	1282	1813
52.80	-459	-3255	-769	0	1424	2014
52.80	-459	-3349	585	0	1281	1812
62.40	-461	-3256	-773	0	1427	2019
62.40	-461	-3353	583	0	1281	1811
72.00	-463	-3256	-776	0	1430	2023
72.00	-463	-3355	581	0	1279	1809
81.60	-465	-3256	-779	0	1433	2027
81.60	-465	-3358	580	0	1279	1808

Gegevens van de nokplaat bij de onderrand:
- Aantal bouten bij de onderrand: nbo = 1
- Momenten-arm bij onderrand: hobout = 372 mm
- Hellingshoek van het spant: alfa = 27.0 graden
- Teken dwarskracht bij eindpositie sn=+1 en bij beginpositie sn=-1

$$\text{- Normaalkracht: } Ft = \frac{N\cos(\alpha) + sn\,Q\sin(\alpha)}{2 \cdot nbo} + \frac{M}{hobout} \text{ met } Ft>=0N$$

- Schuifkracht: $Fs = 0.5 * -N\sin(\alpha) - sn\,Q\cos(\alpha)$
- Ideële kracht: $Fi = (Ft^2 + 2Fs^2)0.5$
- Maximale optredende kracht: Fi,or max = 2027 N (zie tabel)
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Fi,or max = 1.30 * 2027 = 2635 N

- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbto max = 33926   N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 2635   N < 33926   N, dus bout bij onderrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.10: d1) Dead Load + Services + Psi_Snow + Seismic

3.17.3.6 Controle van de nokplaat op pons:
Bij de boutverbinding van de bovenrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxb = 0.0 kN (zie tabel hiervoor)
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Ftmaxb = 1.30 * 0.0 = 0.0 kN
- Capaciteit van de nokplaat: Fp,capb = 96 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0.0 kN < 96 kN, dus nokplaat (ST50*12.0) voldoet
zonder onderlegring bij de bovenste bout
bij B.C.10: d1) Dead Load + Services + Psi_Snow + Seismic

Bij de boutverbinding van de onderrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxo = 0.0 kN (zie tabel hiervoor)
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Ftmaxo = 1.30 * 0.0 = 0.0 kN
- Capaciteit van de nokplaat: Fp,capo = 96 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0.0 kN < 96 kN, dus nokplaat (ST50*12.0) voldoet
zonder onderlegring bij de onderste bout
bij B.C.10: d1) Dead Load + Services + Psi_Snow + Seismic

3.17.3.6 Controle van de nokplaat op buiging:

Tabel 3.17.3.6.4.1: Belastingen van de nokplaat.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Normaal-kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ftrb [N]	Ftro [N]
24.00	-409	-3214	-720	0	0
24.00	-409	-3285	580	0	0
33.60	-449	-3251	-758	0	0
33.60	-449	-3338	587	0	0
43.20	-455	-3254	-764	0	0
43.20	-455	-3345	586	0	0
52.80	-459	-3255	-769	0	0
52.80	-459	-3349	585	0	0
62.40	-461	-3256	-773	0	0
62.40	-461	-3353	583	0	0
72.00	-463	-3256	-776	0	0
72.00	-463	-3355	581	0	0
81.60	-465	-3256	-779	0	0
81.60	-465	-3358	580	0	0

Resulterende trekkracht in de nokplaat bij de bovenrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftrb = \frac{N*\cos(alpha) + sn*Q*\sin(alpha)}{2} - \frac{M}{ht,eff} \text{ met } Ftrb>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de nokplaat:
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftrb(max) * e = 0.5 * 0 * 25.0 = 0 Nm
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Mep = 1.30 * 0 = 0 Nm
- Capaciteit van de nokplaat: Mp,cap = 368 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0 Nm < 368 Nm, dus nokplaat (ST50*12.0) voldoet
bij B.C.10: d1) Dead Load + Services + Psi_Snow + Seismic

Resulterende trekkracht in de nokplaat bij de onderrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftro = \frac{N*\cos(alfa) + sn*Q*\sin(alfa)}{2} + \frac{M}{ht,eff} \text{ met } Ftro>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de nokplaat:
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftro(max) * e = 0.5 * 0 * 25.0 = 0 Nm
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Mep = 1.30 * 0 = 0 Nm
- Capaciteit van de nokplaat: Mp,cap = 685 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0 Nm < 685 Nm, dus nokplaat (ST50*12.0) voldoet
bij B.C.10: d1) Dead Load + Services + Psi_Snow + Seismic

De lasverbindingen tussen nokplaat met resp. de boven- en onderrand
zijn niet gecontroleerd.

3.17.4 De krachtsverdeling in het 2e spant:

Tabel 3.17.4.1: Momentenlijn, normaal- en dwarskrachtenlijn.

Positie	Momentenlijn	Normaal-	Dwars-
		krachtenlijn	krachtenlijn
x in [m]	M(x) in [Nm]	N(x) in [N]	Q(x) in [N]
begin - eind	(+ = U/- =)	(+ = trek)	(+ = ~~~___)
9.60 - 12.00	-1678 1419	-4263 -4158	1253 1048
12.00 - 14.40	1419 -336	-3345 -3240	-549 -754
14.40 - 16.80	-336 953	-3328 -3433	581 376
16.80 - 19.20	953 -2611	-4247 -4351	-1221 -1426
86.40 - 88.80	-1423 1517	-4304 -4200	1194 989
88.80 - 91.20	1517 -396	-3386 -3282	-608 -813
91.20 - 93.60	-396 892	-3400 -3505	581 376
93.60 - 96.00	892 -2674	-4318 -4423	-1221 -1426

3.17.4.1 Controle van de stijfheid van het spant:

De toelaatbare doorbuiging van alle spanten wordt bepaald per spantbeen:
- uvtoel = 5387 / 250 < 30.0 mm, dus: uvtoel = 21.5 mm

Uit de U-lijn is de maximale doorbuiging:
- doorbuiging umax = -9.62 mm

- Controle van het 2e spant:
  Doorbuiging: |-9.6 | mm < 21.5 mm,   dus: voldoet.
  bij B.C.10: d1) Dead Load + Services + Psi_Snow + Seismic

3.17.4.2 Controle van de bovenrand:

3.17.4.2 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de bovenrand:

- De normaalkracht in de bovenrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = -M/0.3600 + N/2   (voor N en M, zie 3.17.4.1)
    met: Effectieve spanthoogte: 360.0 mm

- De normaalkracht in de bovenrand wordt bij de eindplaten van de nok en de kolomaansluiting gereduceerd met de normaalkracht in de diagonaal (einddiagonaal sluit aan bij eindplaat ter plaatse van de bovenrand)
  - Reductie: Nred = Nd - Q/tan(38.9) plaats van eindplaat naar gording
  - Reductie: Nred = Nd + Q/tan(38.9) plaats van gording naar eindplaat
    (voor de dwarskracht Q zie tabel 3.17.4.1)

Tabel 3.17.42: Normaalkrachtenverloop in de bovenrand.

Plaats	Normaalkracht in [N] (trek = positief)	Systeem-lengte
x in [m]	Spant	[mm]
9.60 - 12.00	979 -6022	2694
12.00 - 14.40	-5615 -1621	2694
14.40 - 16.80	-1450 -4364	2694
16.80 - 19.20	-4771 3310	2694
86.40 - 88.80	321 -6314	2694
88.80 - 91.20	-5908 -1548	2694
91.20 - 93.60	-1320 -4230	2694
93.60 - 96.00	-4637 3449	2694

3.17.4.2 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Nadrukkelijk wordt vermeld, dat onderstaande stabiliteits-berekeningen alleen voldoen bij toepassing van specifieke stabiliteits-voorzieningen ter plaatse van de gordingen:

- fixatie van de boven- en onderrand rand uit het vlak van het spant, door windverbanden tussen de gordingen in het eerste en laatste vak van een gootlengte en momentvaste koppelingen tussen gordingen en bovenrand

Tabel 3.17.4.2:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de bovenrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-	Normaalkrachten	Rand-	Knfct	Knik-	Klasse	Sterkte	Stab.

bepaling	(trek = positief)		voor-	staaf-	lengte		UC	UC
begin-eind	[N] "begin"	[N] "einde"	waar-den	lengte ßm×ßn	[mm]			
9.60-12.00	979	-6022	m-g	0.501	1350	1	0.07	0.11
12.00-14.40	-5615	-1621	g-n	0.554	1492	1	0.07	0.11
14.40-16.80	-1450	-4364	n-g	0.614	1653	1	0.05	0.09
16.80-19.20	-4771	3310	g-m	0.400	1077	1	0.06	0.08
86.40-88.80	321	-6314	m-g	0.523	1409	1	0.08	0.12
88.80-91.20	-5908	-1548	g-n	0.547	1473	1	0.07	0.11
91.20-93.60	-1320	-4230	n-g	0.610	1644	1	0.05	0.09
93.60-96.00	-4637	3449	g-m	0.400	1077	1	0.06	0.08

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (0.82 - 0.2)*(|-6314 |/(0.647 *84071   /1.0)) = 0.97
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-6314 |/(0.647 *84071   /1.0)) = 0.98
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(0.97   , 0.98   ) = 0.97
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.58

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-6314 |/(0.647 *84071   /1.0)+0.97 *|0.0 |/(1.00*1113.7 /1.0)
           = 0.116 + 0.000 = 0.116
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-6314 |/(0.671 *84071   /1.0)+0.58 *|0.0 |/(1.00*1113.7 /1.0)
           = 0.112 + 0.000 = 0.112

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.116 , 0.112) = 0.116

- controle: 0.12 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.17.4.2 Stabiliteitscontrole in het vlak:

- Maatgevende normaaldrukkracht: Ndmax = -6314 N

- Kniklengte: lky = 1.00 * lveld = 1.00 * 898 = 898 mm
Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
Interactiefactoren volgens bijlage B:
Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
= 0.90 * (1.0 + (0.79 - 0.2)*(|-6314 |/(0.671 *84071 /1.0)) = 0.96
Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
= 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-6314 |/(0.671 *84071 /1.0)) = 0.98
Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.96 , 0.98) = 0.96
Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.58

UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
= |-6314 |/(0.671 *84071 /1.0)+0.96 *|0.0 |/(1.00*828.1 /1.0)
= 0.112 + 0.000 = 0.112
UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
= |-6314 |/(0.829 *84071 /1.0)+0.58 *|0.0 |/(1.00*828.1 /1.0)
= 0.091 + 0.000 = 0.091

Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.112 , 0.091) = 0.112

- controle: 0.11 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.17.4.2 Doorsnede-controle van de bovenrand:

$$\text{- UCDruk} = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} = \frac{|-6314|}{84071} = 0.08$$

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 3449 N

$$\text{- UCTrek} = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} = \frac{|3449|}{84071} = 0.04$$

Trek is maatgevend.

- Controle: 0.08 < 1.00, dus de treksterkte voldoet.

Conclusie:
- Bovenrand (RHBK50*30*2.0) voldoet qua sterkte/stabiliteit
bij B.C.10: d1) Dead Load + Services + Psi_Snow + Seismic

3.17.4.3 Controle van de onderrand:

3.17.4.3 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de onderrand:

- De normaalkracht in de onderrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = M/0.3600 + N/2 (voor N en M, zie 3.17.4.1)
    met: Effectieve spanthoogte: 360.0 mm

Tabel 3.17.43: Normaalkrachtenverloop in de onderrand.

Plaats x in [m]	Normaalkracht in [N] (trek = positief) Spant		Systeem-lengte [mm]
9.60 - 12.00	-6794	1863	2892
12.00 - 14.40	2270	-2554	2694
14.40 - 16.80	-2598	931	2694
16.80 - 19.20	524	-9428	2892
86.40 - 88.80	-6106	2114	2892
88.80 - 91.20	2521	-2741	2694
91.20 - 93.60	-2800	725	2694
93.60 - 96.00	318	-9639	2892

3.17.4.3 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Nadrukkelijk wordt vermeld, dat onderstaande stabiliteits-berekeningen
alleen voldoen bij toepassing van specifieke stabiliteits-voorzieningen
ter plaatse van de gordingen:

- fixatie van de boven- en onderrand rand uit het vlak van het spant, door
  windverbanden tussen de gordingen in het eerste en laatste vak van een
  gootlengte en momentvaste koppelingen tussen gordingen en bovenrand

Tabel 3.17.4.3:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de onderrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-bepaling begin-eind	Normaalkrachten (trek = positief) [N] "begin"	"einde"	Rand-voor-waar-den	Knfct staaf-lengte ßm×ßn	Knik-lengte/PlPerc [mm]	Klasse	Sterkte UC	Stab. UC
9.60-12.00	-6794	1863	m-g	0.529	1531	1	0.05	0.09
12.00-14.40	2270	-2554	g-n	0.608	1639	1	0.02	0.04
14.40-16.80	-2598	931	n-g	0.590	1588	1	0.02	0.04
16.80-19.20	524	-9428	g-m	0.625	1806	1	0.07	0.15
86.40-88.80	-6106	2114	m-g	0.529	1531	1	0.05	0.08
88.80-91.20	2521	-2741	g-n	0.608	1639	1	0.02	0.04
91.20-93.60	-2800	725	n-g	0.590	1588	1	0.02	0.04
93.60-96.00	318	-9639	g-m	0.630	1823	1	0.08	0.16

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (1.10 - 0.2)*(|-9639 |/(0.484 *127493 /1.0)) = 1.03
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-9639 |/(0.484 *127493 /1.0)) = 1.01
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(1.03   , 1.01   ) = 1.01
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.61

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-9639 |/(0.484 *127493 /1.0)+1.01 *|0.0 |/(1.00*1585.8 /1.0)
           = 0.156 + 0.000 = 0.156
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-9639 |/(0.754 *127493 /1.0)+0.61 *|0.0 |/(1.00*1585.8 /1.0)
           = 0.100 + 0.000 = 0.100

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.156 , 0.100) = 0.156

- controle: 0.16 < 0.95, dus de stabiliteit voldoet.

3.17.4.3 Stabiliteitscontrole in het vlak (nabij de kolom-aansluitingen):

- Maatgevend: Ndmax = N + |Q|/tan(alfa) = -9639 + |-1426 |/tan(38.9) = -9639 N
  (N.B.: 1e drukdiagonaal reduceert de normaaldrukkracht in de onderrand)

- Kniklengte: lky = 0.80*lveld = 0.80 * 898 = 718 mm

  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.40 (het profiel is geschoord).
  M1 = 0.00 , M2 = 0.00 , Ms = 0.00 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
       = 0.40 * (1.0 + (0.65 - 0.2)*(|-9639 |/(0.754 *127493 /1.0)) = 0.42
  Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
       = 0.40 * (1.0 + 0.8*(|-9639 |/(0.754 *127493 /1.0)) = 0.43
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.42 , 0.43) = 0.42
  Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.25

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-9639 |/(0.754 *127493 /1.0)+0.42 *|0.0 |/(1.00*1168.2 /1.0)
           = 0.100 + 0.000 = 0.100
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-9639 |/(0.879 *127493 /1.0)+0.25 *|0.0 |/(1.00*1168.2 /1.0)
           = 0.086 + 0.000 = 0.086

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.100 , 0.086) = 0.100

- controle: 0.10 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.17.4.3 Doorsnede-controle van de onderrand:

           |NEd| |-9639 |
- UCDruk = ----- = --------- = 0.08
           Nc.Rd   127493

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 2521   N

           |NEd| | 2521 |
- UCTrek = ----- = --------- = 0.02
           Nc.Rd   127493

Druk is maatgevend.

- Controle: 0.08 < 1.00, dus de druksterkte voldoet.

Conclusie:
- Onderrand (RHBK50*30*3.0) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.10: d1) Dead Load + Services + Psi_Snow + Seismic

3.17.4.4 Controle van de diagonalen:

3.17.4.4 Controle van de diagonalen in de eindvelden:

- Controle op druk:
  - Maatgevende dwarskracht eindvelden: Qmaxd = -1426 N (zie tabel 3.17.4.1)

$$\text{Ndiagd} = \frac{|\text{Qmaxd}|}{\sin(\text{alfa})} = \frac{|-1426|}{\sin(38.9)} = 2271 \text{ N}$$

  - Capaciteit diagonaal: Fdiagd = 16714 N (zie 4.4)

  - Controle: 2271 N < 16714 N, dus diagonaal voldoet.

- Controle op trek:
  - Maatgevende dwarskracht eindvelden: Qmaxt = 1253 N (zie tabel 3.17.4.1)

$$\text{Ndiagt} = \frac{\text{Qmaxt}}{\sin(\text{alfa})} = \frac{1253}{\sin(38.9)} = 1994 \text{ N}$$

  - Capaciteit diagonaal eindvelden: Fdiagt = 41528 N (zie 4.4)

  - Controle: 1994 N < 41528 N, dus diagonaal voldoet.

Conclusie:
- Diagonalen in eindvelden (RD15.0 mm) voldoen qua trek/druk
  bij B.C.10: d1) Dead Load + Services + Psi_Snow + Seismic

3.17.4.4 Controle van de (las)verbindingen:

Diagonalen eindvelden		Diagonalen middenvelden	
Nd = 2271 N		Nd = - 0 N	
Nt = 1994 N		Nt = 0 N	
Fstev = 1552 N		Fstev = 0 N	
Fstlo = 1253 N		Fstlo = 0 N	
Msdt = 7147.04 Nm		Msdt = 0.00 Nm	
Fsdev = 1767 N		Fsdev = 0 N	

	bovenrand	onderrand	bovenrand	onderrand
Tau1	6.32 N/mm²	6.32 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
Tau2	5.17 N/mm²	5.17 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
Sgm1	6.32 N/mm²	6.32 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
SgmWst	8.95 N/mm²	8.95 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
UC1	0.04	0.04	0.00	0.00
UC2	0.02	0.02	0.00	0.00
SgmWsd	5.89 N/mm²	5.89 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
UC3	0.03	0.03	0.00	0.00
Nt1	21211 N	39844 N	21211 N	39844 N
knd	1.00	1.00	1.00	1.00
Nd1	21211 N	39844 N	21211 N	39844 N
UCt1	0.09	0.05	0.00	0.00
UCd1	0.11	0.06	0.00	0.00
UClas	0.04	0.04	0.00	0.00
UCdia	0.11	0.06	0.00	0.00
UCgeo	0.46	0.44	0.46	0.44

UClas	0.04	0.00
UCdia	0.50	0.50

Conclusie:
- Lassen: UClas = 0.04 <= 1.00 dus: voldoen
- Aansluitingen: UCdia = 0.50 <= 1.00 dus: voldoen

Eindconclusie:
- Aansluiting diagonalen voldoet
  bij B.C.10: d1) Dead Load + Services + Psi_Snow + Seismic

3.17.4.4 Controle van de dekgording (het 2e spant)

- Belastingscombinatie met alleen eigen gewicht kasdek, wind en sneeuw
  Qg,links = [32 + 0 *(+0.00-(+0.00))/cos(27.0) + 85] * 9.60 /[2*(1+1)] = 0.280 Nm
  Qg,rechts = [32 + 0 *(+0.00-(+0.00))/cos(27.0) + 85] * 9.60 /[2*(1+1)] = 0.280 Nm
  Qg= max(|Qg,links| ; |Qg,rechts|) = 0.280 Nm

- Vervormingseis dekgordingen volgens EN 13031-1:
  dtoel2 = min(4000/(650 - 100*min(4000/1125;5)); 4000/150; 30) = 13.6 mm
- Hieruit volgt een minimaal traagheidsmoment (ligger op 3 steunpunten):
  Ixg,bc = 2/384 * (Qg * 40004) / (Estaal,g * dtoel2) = 130896 mm4

- Minimaal traagheidsmoment dekgording:
  Ixgmin = max(Ixg,eg, Ixg,bc) = max(91429 , 130896) = 130896 mm4

3.17.4.4 Controle van de gordingverticaal

- Controle veerstijfheid gordingverticaal
  De onderrand wordt geschematiseerd als een ligger van goot naar nok.
  - Veerstijfheid gordingprofiel:
    kgord = 4 * Estaal,g * Ixgmin / (390 ² * 4000) = 180.7 N/mm
  - Veerstijfheid gordingverticaal:
    k0gvert = 1826.1 N/mm (zie 4.7)

    De veerstijfheid van de verticaal is ten minste zo groot als 100% van
    de veerstijfheid van de inklemming van de gording.

  - Controle: 1826.1 N/mm > 180.7 N/mm, dus gordingverticaal voldoet.

- Plaatsvastheid van de gordingverticaal bij de onderrand
  Omdat de aansluiting van de gording aan de tralie in het algemeen goed
  momentvast is uitgevoerd, kan de volledige stijfheid van de gording in
  rekening worden gebracht.

  - Veerstijfheid gordingprofiel:
    kgord = 4 * Estaal,g * 130896 / (390 ² * 4000) = 180.7 N/mm

  - Veerstijfheid van de aansluiting van de onderrand-gording "uit het vlak":
    Hoekverdraaiing door gording en inklemming opzetkolom:

$$V2 = \frac{2*vak}{4*Eg*Ig} = \frac{2 * 4000}{4 * 210000 * 130896} = 72.8 \ *10\text{-}9\ 1/Nmm$$

    Hoekverdraaiing door moment bij onderrand door bovenrand:

$$V3 = \frac{bkap}{2*(ngord+1)*\cos(27.0)*Gbr*Itbr*2} = \frac{9600}{2*(1+1)*\cos(27.0)*\ 80769*\ \ 92298*2} = 180.7 \ *10\text{-}9\ 1/Nmm$$

    Hoekverdraaiing door puntlast bij gordingverticaal:

$$V4 = \frac{ht;net^2}{3 * Egv * Igv} = \frac{330^2}{3 * 210000 * 104167} = 1659.4 \ *10\text{-}9\ 1/Nmm$$

    Moment bij bovenrand

$$MBr = \frac{V2 * hspant}{V2 + V3} = \frac{72.8 \ * 390}{72.8 + 180.7} = 112.0 \ Nm$$

    Moment bij gording Mozk = hspant - Mbr = 390 - 112 = 278 Nmm

    Geeft de veerstijfheid ter plaatse van de bovenrand:

$$kor = \frac{1}{V4*ht;nett + V2*hspant^2 + V2*hspant*-Mbr} = \frac{1}{1659.4*330 \ + \ \ 72.8*390\ ^2 + \ \ 72.8*390\ *(-112\ )} = 118.5 \ \ N/mm$$

    Vereiste kritische veerstijfheid: kcr = 28.3 N/mm (zie 4.8)

  - Controle: 118.5 N/mm > 28.3 N/mm, dus veerstijfheid voldoet.

- Controle op knik:
  - Maatgevende verticale kracht: Ngv = Fvg = -1597 N
  - Capaciteit van de verticaal : Fgvertd = 69549 N (zie 4.6)

  - Controle: -1597 N > 69549 N, dus gordingverticaal voldoet.

Conclusie:
- Gordingverticaal voldoet qua sterkte/stabiliteit en stijfheid
  bij B.C.10: d1) Dead Load + Services + Psi_Snow + Seismic

3.17.4.5 Controle van de bouten van de spant-kolom-aansluiting:

Controle van de krachten op de bout(en) bij de bovenrand:

Tabel 3.17.4.5.1: Belastingen bij bovenrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Spant-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Nt [N]	Ft,br [N]	Fs,br [N]	Fi,br [N]
9.60	-1678	-4263	1253	3205	2048	2084	3589
19.20	-2611	-4351	-1426	3205	4083	2258	5184
86.40	-1423	-4304	1194	3082	1460	2041	3234
96.00	-2674	-4423	-1426	3082	4189	2275	5282

Gegevens van de eindplaat bij de bovenrand:
- Aantal bouten bij de bovenrand: nbb = 1
- Momenten-arm bij bovenrand: hbbout = 458 mm
- Hellingshoek van het spant: alpha = 27.0 graden
- Nt is de trekkracht in de trekstang van het spant
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Normaalkracht: $Ft = \frac{N\cos(alpha) + sn*Q*\sin(alpha)}{2 * nbb} - \frac{M}{hbbout} + \frac{Nt}{2}$ met Ft>=0N
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * -N*sin(alpha) + sn*Q*cos(alpha)
- Ideële kracht: Fi = ($Ft^2 + 2*Fs^2$)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,br max = 5282 N (zie tabel)
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Fi,br max = 1.30 * 5282 = 6866 N
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbtb max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 6866 N < 33926 N, dus bout bij bovenrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.10: d1) Dead Load + Services + Psi_Snow + Seismic

Controle van de krachten op de bout(en) bij de onderrand:

Tabel 3.17.4.5.2: Belastingen bij onderrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Spant-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Nt [N]	Ft,or [N]	Fs,or [N]	Fi,or [N]
9.60	-1678	-4263	1253	3205	0	2084	2947
19.20	-2611	-4351	-1426	3205	0	2258	3193
86.40	-1423	-4304	1194	3082	0	2041	2886
96.00	-2674	-4423	-1426	3082	0	2275	3217

Gegevens van de eindplaat bij de onderrand:
- Aantal bouten bij de onderrand: nbo = 2
- Momenten-arm bij onderrand: hobout = 762 mm
- Hellingshoek van het spant: alfa = 27.0 graden
- Nt is de trekkracht in de trekstang van het spant
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * -N*sin(alpha) + sn*Q*cos(alpha)
- Ideële kracht: Fi = ($Ft^2 + 2*Fs^2$)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,or max = 3217 N (zie tabel)
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Fi,or max = 1.30 * 3217 = 4182 N
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbto max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 4182 N < 33926 N, dus bout bij onderrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.10: d1) Dead Load + Services + Psi_Snow + Seismic

3.17.4.5 Controle van de eindplaat op pons:

Bij de boutverbinding van de bovenrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxb = 4.2 kN (zie tabel hiervoor)
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Ftmaxb = 1.30 * 4.2 = 5.4 N
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capb = 80 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 5.4 kN < 80 kN, dus eindplaat (ST50*10.0) voldoet
zonder onderlegring bij de bovenste bout
bij B.C.10: d1) Dead Load + Services + Psi_Snow + Seismic

Bij de boutverbinding van de onderrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxo = 0.0 kN (zie tabel hiervoor)
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Ftmaxo = 1.30 * 0.0 = 0.0 kN
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capo = 80 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0.0 kN < 80 kN, dus eindplaat (ST50*10.0) voldoet
zonder onderlegring bij de onderste bout
bij B.C.10: d1) Dead Load + Services + Psi_Snow + Seismic

3.17.4.5 Controle van de eindplaat op buiging:

Tabel 3.17.4.5.4.1: Belastingen van de eindplaat van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Spant-kracht	Normaal-kracht	Normaal-kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Nt [N]	Ftrb [N]	Ftro [N]
9.60	-1678	-4263	1253	3205	3047	0
19.20	-2611	-4351	-1426	3205	5637	0
86.40	-1423	-4304	1194	3082	2307	0
96.00	-2674	-4423	-1426	3082	5781	0

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de bovenrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftrb = \frac{N\cos(\alpha) + sn\,Q\sin(\alpha)}{2} - \frac{M}{ht,eff} \text{ met } Ftrb>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftrb(max) * e = 0.5 * 5781 * 25.0 = 72 Nm
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Mep = 1.30 * 72 = 94 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 1987 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 94 Nm < 1987 Nm, dus eindplaat (ST50*10.0) voldoet
bij B.C.10: d1) Dead Load + Services + Psi_Snow + Seismic

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de onderrand:
- Normaalkracht : Ftbout(2) = 0.0 * 367.7 /472.7 = 0.0 kN
- Normaalkracht : Ftbout(1) = 0.0 * 472.7 /472.7 = 0.0 kN
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * max(Ftbout(2) * e(2), Ftbout(1) * e(1))
= 0.5 * max(0.0 * 25 , 0.0 * 50) = 0 Nm
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Mep = 0.00 * 0 = 0 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 2683 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0 Nm < 2683 Nm, dus eindplaat (ST50*10.0) voldoet
bij B.C.10: d1) Dead Load + Services + Psi_Snow + Seismic

De lasverbindingen tussen eindplaat met resp. de boven- en onderrand
zijn niet gecontroleerd.

3.17.4.6 Controle van de bouten van de nokaansluiting:

Controle van de krachten op de bout(en) bij de bovenrand:

Tabel 3.17.4.6.1: Belastingen bij bovenrand van de nokaansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,br [N]	Fs,br [N]	Fi,br [N]
14.40	-336	-3240	-754	0	1408	1991
14.40	-336	-3328	581	0	1273	1801
91.20	-396	-3282	-813	0	1469	2078
91.20	-396	-3400	581	0	1289	1823

Gegevens van de nokplaat bij de bovenrand:
- Aantal bouten bij de bovenrand: nbb = 1
- Momenten-arm bij bovenrand: hbbout = 372 mm
- Hellingshoek van het spant: alpha = 27.0 graden
- Teken dwarskracht bij eindpositie sn=+1 en bij beginpositie sn=-1

$$\text{- Normaalkracht: } Ft = \frac{N\cos(\alpha) + sn\,Q\sin(\alpha)}{2 \cdot nbb} - \frac{M}{hbbout} \quad \text{met } Ft>=0N$$

- Schuifkracht: $Fs = 0.5 * -N\sin(\alpha) - sn\,Q\cos(\alpha)$
- Ideële kracht: $Fi = (Ft^2 + 2*Fs^2)0.5$
- Maximale optredende kracht: Fi,br max = 2078 N (zie tabel)
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Fi,br max = 1.30 * 2078 = 2701 N
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbtb max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 2701 N < 33926 N, dus bout bij bovenrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.10: d1) Dead Load + Services + Psi_Snow + Seismic

Controle van de krachten op de bout(en) bij de onderrand:

Tabel 3.17.4.6.2: Belastingen bij onderrand van de nokaansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,or [N]	Fs,or [N]	Fi,or [N]
14.40	-336	-3240	-754	0	1408	1991
14.40	-336	-3328	581	0	1273	1801
91.20	-396	-3282	-813	0	1469	2078
91.20	-396	-3400	581	0	1289	1823

Gegevens van de nokplaat bij de onderrand:
- Aantal bouten bij de onderrand: nbo = 1
- Momenten-arm bij onderrand: hobout = 372 mm
- Hellingshoek van het spant: alfa = 27.0 graden
- Teken dwarskracht bij eindpositie sn=+1 en bij beginpositie sn=-1

$$\text{- Normaalkracht: } Ft = \frac{N\cos(\alpha) + sn\,Q\sin(\alpha)}{2 \cdot nbo} + \frac{M}{hobout} \quad \text{met } Ft>=0N$$

- Schuifkracht: $Fs = 0.5 * -N\sin(\alpha) - sn\,Q\cos(\alpha)$
- Ideële kracht: $Fi = (Ft^2 + 2*Fs^2)0.5$
- Maximale optredende kracht: Fi,or max = 2078 N (zie tabel)
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Fi,or max = 1.30 * 2078 = 2701 N
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbto max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 2701 N < 33926 N, dus bout bij onderrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.10: d1) Dead Load + Services + Psi_Snow + Seismic

3.17.4.6 Controle van de nokplaat op pons:
Bij de boutverbinding van de bovenrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxb = 0.0 kN (zie tabel hiervoor)
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Ftmaxb = 1.30 * 0.0 = 0.0 kN
- Capaciteit van de nokplaat: Fp,capb = 96 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0.0 kN < 96 kN, dus nokplaat (ST50*12.0) voldoet
zonder onderlegring bij de bovenste bout
bij B.C.10: d1) Dead Load + Services + Psi_Snow + Seismic

Bij de boutverbinding van de onderrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxo = 0.0 kN (zie tabel hiervoor)
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Ftmaxo = 1.30 * 0.0 = 0.0 kN
- Capaciteit van de nokplaat: Fp,capo = 96 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0.0 kN < 96 kN, dus nokplaat (ST50*12.0) voldoet
zonder onderlegring bij de onderste bout
bij B.C.10: d1) Dead Load + Services + Psi_Snow + Seismic

3.17.4.6 Controle van de nokplaat op buiging:

Tabel 3.17.4.6.4.1: Belastingen van de nokplaat.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Normaal-kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ftrb [N]	Ftro [N]
14.40	-336	-3240	-754	0	0
14.40	-336	-3328	581	0	0
91.20	-396	-3282	-813	0	0
91.20	-396	-3400	581	0	0

Resulterende trekkracht in de nokplaat bij de bovenrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftrb = \frac{N*\cos(alpha) + sn*Q*\sin(alpha)}{2} - \frac{M}{ht,eff} \text{ met } Ftrb>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de nokplaat:
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftrb(max) * e = 0.5 * 0 * 25.0 = 0 Nm
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Mep = 1.30 * 0 = 0 Nm
- Capaciteit van de nokplaat: Mp,cap = 685 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0 Nm < 685 Nm, dus nokplaat (ST50*12.0) voldoet
bij B.C.10: d1) Dead Load + Services + Psi_Snow + Seismic

Resulterende trekkracht in de nokplaat bij de onderrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftro = \frac{N*\cos(alfa) + sn*Q*\sin(alfa)}{2} + \frac{M}{ht,eff} \text{ met } Ftro>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de nokplaat:
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftro(max) * e = 0.5 * 0 * 25.0 = 0 Nm
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Mep = 1.30 * 0 = 0 Nm
- Capaciteit van de nokplaat: Mp,cap = 685 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0 Nm < 685 Nm, dus nokplaat (ST50*12.0) voldoet
bij B.C.10: d1) Dead Load + Services + Psi_Snow + Seismic

De lasverbindingen tussen nokplaat met resp. de boven- en onderrand
zijn niet gecontroleerd.

3.17.5 De krachtsverdeling in de 1e rij tralies:

Tabel 3.17.5.1: Momentenlijn, normaal- en dwarskrachtenlijn.

Positie	Momentenlijn	Normaal-krachtenlijn	Dwars-krachtenlijn
x in [m] begin - eind	M(x) in [Nm] (+ = U/- =)	N(x) in [N] (+ = trek)	Q(x) in [N] (+ = ~~~___)
0.00 - 2.40	671 2340	-4761 -4659	719 519
2.40 - 4.80	2340 -832	-3845 -3743	-1077 -1277
4.80 - 7.20	-832 733	-4047 -4149	681 481
7.20 - 9.60	733 -2543	-4963 -5065	-1116 -1316
96.00 - 98.40	-1532 1323	-4694 -4592	1160 960
98.40 - 100.8	1323 -661	-3778 -3676	-637 -837
100.8 - 103.2	-661 1455	-3651 -3753	886 686
103.2 - 105.6	1455 -1268	-4567 -4669	-911 -1111

3.17.5.1 Controle van de stijfheid van het spant:

De toelaatbare doorbuiging van alle spanten wordt bepaald per spantbeen:
- uvtoel = 5387 / 250 < 30.0 mm, dus: uvtoel = 21.5 mm

Uit de U-lijn is de maximale doorbuiging:
- doorbuiging umax = -9.11 mm

- Controle van de 1e rij tralies:
  Doorbuiging: |-9.1 | mm < 21.5 mm, dus: voldoet.
  bij B.C.10: d1) Dead Load + Services + Psi_Snow + Seismic

3.17.5.2 Controle van de bovenrand:

3.17.5.2 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de bovenrand:

- De normaalkracht in de bovenrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = -M/0.3600 + N/2 (voor N en M, zie 3.17.5.1)
    met: Effectieve spanthoogte: 360.0 mm

- De normaalkracht in de bovenrand wordt bij de eindplaten van de nok en de kolomaansluiting gereduceerd met de normaalkracht in de diagonaal (einddiagonaal sluit aan bij eindplaat ter plaatse van de bovenrand)
  - Reductie: Nred = Nd - Q/tan(38.9) plaats van eindplaat naar gording
  - Reductie: Nred = Nd + Q/tan(38.9) plaats van gording naar eindplaat
    (voor de dwarskracht Q zie tabel 3.17.5.1)

Tabel 3.17.52: Normaalkrachtenverloop in de bovenrand.

Plaats	Normaalkracht in [N] (trek = positief)	Systeem-lengte
x in [m]	Spant	[mm]
0.00 - 2.40	-5137 -8829	2694
2.40 - 4.80	-8422 -1144	2694
4.80 - 7.20	-557 -4110	2694
7.20 - 9.60	-4517 2899	2694
96.00 - 98.40	472 -5972	2694
98.40 - 100.8	-5565 -1039	2694
100.8 - 103.2	-1087 -5919	2694
103.2 - 105.6	-6326 -188	2694

3.17.5.2 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Nadrukkelijk wordt vermeld, dat onderstaande stabiliteits-berekeningen alleen voldoen bij toepassing van specifieke stabiliteits-voorzieningen ter plaatse van de gordingen:

- fixatie van de boven- en onderrand rand uit het vlak van het spant, door windverbanden tussen de gordingen in het eerste en laatste vak van een gootlengte en momentvaste koppelingen tussen gordingen en bovenrand

Tabel 3.17.5.2:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de bovenrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-	Normaalkrachten	Rand-	Knfct	Knik-	Klasse	Sterkte	Stab.

bepaling	(trek = positief) [N]		voor-waar-den	staaf-lengte ßm×ßn	lengte [mm]		UC	UC
begin-eind	"begin"	"einde"						
0.00- 2.40	-5137	-8829	e-g	0.566	1524	1	0.09	0.16
2.40- 4.80	-8422	-1144	g-n	0.512	1380	1	0.08	0.14
4.80- 7.20	-557	-4110	n-g	0.580	1562	1	0.04	0.08
7.20- 9.60	-4517	2899	g-m	0.400	1077	1	0.05	0.07
96.00-98.40	472	-5972	m-g	0.518	1395	1	0.06	0.10
98.40-100.8	-5565	-1039	g-n	0.527	1418	1	0.06	0.09
100.8-103.2	-1087	-5919	n-g	0.588	1585	1	0.06	0.11
103.2-105.6	-6326	-188	g-e	0.444	1195	1	0.06	0.10

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (0.96 - 0.2)*(|-8829 |/(0.561 *99319   /1.0)) = 1.01
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-8829 |/(0.561 *99319   /1.0)) = 1.01
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(1.01   , 1.01   ) = 1.01
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.61

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-8829 |/(0.561 *99319   /1.0)+1.01 *|0.0 |/(1.00*1315.7 /1.0)
           = 0.158 + 0.000 = 0.158
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-8829 |/(0.630 *99319   /1.0)+0.61 *|0.0 |/(1.00*1315.7 /1.0)
           = 0.141 + 0.000 = 0.141

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.158 , 0.141) = 0.158

- controle: 0.16 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.17.5.2 Stabiliteitscontrole in het vlak:

- Maatgevende normaaldrukkracht: Ndmax = -8829 N

- Kniklengte: lky = 1.00 * lveld = 1.00 * 898 = 898 mm
Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
Interactiefactoren volgens bijlage B:
Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
= 0.90 * (1.0 + (0.85 - 0.2)*(|-8829 |/(0.630 *99319 /1.0)) = 0.98
Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
= 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-8829 |/(0.630 *99319 /1.0)) = 1.00
Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.98 , 1.00) = 0.98
Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.59

UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
= |-8829 |/(0.630 *99319 /1.0)+0.98 *|0.0 |/(1.00*978.2 /1.0)
= 0.141 + 0.000 = 0.141
UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
= |-8829 |/(0.804 *99319 /1.0)+0.59 *|0.0 |/(1.00*978.2 /1.0)
= 0.111 + 0.000 = 0.111

Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.141 , 0.111) = 0.141

- controle: 0.14 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.17.5.2 Doorsnede-controle van de bovenrand:

$$\text{- UCDruk} = \frac{|N_{Ed}|}{N_{c.Rd}} = \frac{|-8829|}{99319} = 0.09$$

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 2899 N

$$\text{- UCTrek} = \frac{|N_{Ed}|}{N_{c.Rd}} = \frac{|2899|}{99319} = 0.03$$

Trek is maatgevend.

- Controle: 0.09 < 1.00, dus de treksterkte voldoet.

Conclusie:
- Bovenrand (RHBK50*30*2.0) voldoet qua sterkte/stabiliteit
bij B.C.10: d1) Dead Load + Services + Psi_Snow + Seismic

3.17.5.3 Controle van de onderrand:

3.17.5.3 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de onderrand:

- De normaalkracht in de onderrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = M/0.3600 + N/2 (voor N en M, zie 3.17.5.1)
    met: Effectieve spanthoogte: 360.0 mm

Tabel 3.17.53: Normaalkrachtenverloop in de onderrand.

Plaats x in [m]	Normaalkracht in [N] (trek = positief) Spant	Systeem-lengte [mm]
0.00 - 2.40	-516 4170	2892
2.40 - 4.80	4577 -4182	2694
4.80 - 7.20	-4334 -39	2694
7.20 - 9.60	-446 -9595	2892
96.00 - 98.40	-6604 1380	2892
98.40 - 100.8	1787 -3674	2694
100.8 - 103.2	-3662 2166	2694
103.2 - 105.6	1759 -5858	2892

3.17.5.3 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Nadrukkelijk wordt vermeld, dat onderstaande stabiliteits-berekeningen
alleen voldoen bij toepassing van specifieke stabiliteits-voorzieningen
ter plaatse van de gordingen:

- fixatie van de boven- en onderrand rand uit het vlak van het spant, door
  windverbanden tussen de gordingen in het eerste en laatste vak van een
  gootlengte en momentvaste koppelingen tussen gordingen en bovenrand

Tabel 3.17.5.3:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de onderrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-bepaling begin-eind	Normaalkrachten (trek = positief) [N] "begin"	"einde"	Rand-voor-waar-den	Knfct staaf-lengte ßm×ßn	Knik-lengte/PlPerc [mm]	Klasse	Sterkte UC	Stab. UC
0.00- 2.40	-516	4170	e-g	0.439	1270	1	0.00	0.01
2.40- 4.80	4577	-4182	g-n	0.608	1639	1	0.03	0.06
4.80- 7.20	-4334	-39	n-g	0.658	1772	1	0.03	0.06
7.20- 9.60	-446	-9595	g-m	0.650	1881	1	0.06	0.15
96.00-98.40	-6604	1380	m-g	0.529	1531	1	0.04	0.08
98.40-100.8	1787	-3674	g-n	0.608	1639	1	0.02	0.05
100.8-103.2	-3662	2166	n-g	0.590	1588	1	0.02	0.05
103.2-105.6	1759	-5858	g-e	0.552	1596	1	0.04	0.08

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (1.23 - 0.2)*(|-9595 |/(0.420 *151063 /1.0)) = 1.04
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-9595 |/(0.420 *151063 /1.0)) = 1.01
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(1.04   , 1.01   ) = 1.01
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.61

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-9595 |/(0.420 *151063 /1.0)+1.01 *|0.0 |/(1.00*1879.0 /1.0)
           = 0.151 + 0.000 = 0.151
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-9595 |/(0.721 *151063 /1.0)+0.61 *|0.0 |/(1.00*1879.0 /1.0)
           = 0.088 + 0.000 = 0.088

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.151 , 0.088) = 0.151

- controle: 0.15 < 0.95, dus de stabiliteit voldoet.

3.17.5.3 Stabiliteitscontrole in het vlak (nabij de kolom-aansluitingen):

- Maatgevend: Ndmax = N + |Q|/tan(alfa) = -9595 + |-1316 |/tan(38.9) = -9595 N
  (N.B.: 1e drukdiagonaal reduceert de normaaldrukkracht in de onderrand)

- Kniklengte: lky = 0.80*lveld = 0.80 * 898 = 718 mm

  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.40 (het profiel is geschoord).
  M1 = 0.00 , M2 = 0.00 , Ms = 0.00 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
       = 0.40 * (1.0 + (0.71 - 0.2)*(|-9595 |/(0.721 *151063 /1.0)) = 0.42
  Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
       = 0.40 * (1.0 + 0.8*(|-9595 |/(0.721 *151063 /1.0)) = 0.43
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.42 , 0.43) = 0.42
  Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.25

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-9595 |/(0.721 *151063 /1.0)+0.42 *|0.0 |/(1.00*1384.2 /1.0)
           = 0.088 + 0.000 = 0.088
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-9595 |/(0.860 *151063 /1.0)+0.25 *|0.0 |/(1.00*1384.2 /1.0)
           = 0.074 + 0.000 = 0.074

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.088 , 0.074) = 0.088

- controle: 0.09 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.17.5.3 Doorsnede-controle van de onderrand:

           |NEd| |-9595 |
- UCDruk = ----- = --------- = 0.06
           Nc.Rd   151063

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 4577 N

           |NEd| | 4577 |
- UCTrek = ----- = --------- = 0.03
           Nc.Rd   151063

Druk is maatgevend.

- Controle: 0.06 < 1.00, dus de druksterkte voldoet.

Conclusie:
- Onderrand (RHBK50*30*3.0) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.10: d1) Dead Load + Services + Psi_Snow + Seismic

3.17.5.4 Controle van de diagonalen:

3.17.5.4 Controle van de diagonalen in de eindvelden:

- Controle op druk:
  - Maatgevende dwarskracht eindvelden: Qmaxd = -1316 N (zie tabel 3.17.5.1)

$$\text{Ndiagd} = \frac{|\text{Qmaxd}|}{\sin(\text{alfa})} = \frac{|-1316|}{\sin(38.9)} = 2095 \text{ N}$$

  - Capaciteit diagonaal: Fdiagd = 13200 N (zie 4.4)

  - Controle: 2095 N < 13200 N, dus diagonaal voldoet.

- Controle op trek:
  - Maatgevende dwarskracht eindvelden: Qmaxt = 1160 N (zie tabel 3.17.5.1)

$$\text{Ndiagt} = \frac{\text{Qmaxt}}{\sin(\text{alfa})} = \frac{1160}{\sin(38.9)} = 1847 \text{ N}$$

  - Capaciteit diagonaal eindvelden: Fdiagt = 36175 N (zie 4.4)

  - Controle: 1847 N < 36175 N, dus diagonaal voldoet.

Conclusie:
- Diagonalen in eindvelden (RD14.0 mm) voldoen qua trek/druk
  bij B.C.10: d1) Dead Load + Services + Psi_Snow + Seismic

3.17.5.4 Controle van de (las)verbindingen:

	Diagonalen eindvelden		Diagonalen middenvelden	
	Nd = 2095 N Nt = 1847 N		Nd = - 0 N Nt = 0 N	
	Fstev = 1438 N Fstlo = 1160 N Msdt = 7338.76 Nm Fsdev = 1631 N		Fstev = 0 N Fstlo = 0 N Msdt = 0.00 Nm Fsdev = 0 N	
	bovenrand	onderrand	bovenrand	onderrand
Tau1	6.19 N/mm²	6.19 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
Tau2	4.79 N/mm²	4.79 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
Sgm1	6.19 N/mm²	6.19 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
SgmWst	8.61 N/mm²	8.61 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
UC1	0.04	0.04	0.00	0.00
UC2	0.02	0.02	0.00	0.00
SgmWsd	5.44 N/mm²	5.44 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
UC3	0.03	0.03	0.00	0.00
Nt1	24371 N	45778 N	24371 N	45778 N
knd	1.00	1.00	1.00	1.00
Nd1	24371 N	45778 N	24371 N	45778 N
UCt1	0.08	0.04	0.00	0.00
UCd1	0.09	0.05	0.00	0.00
UClas	0.04	0.04	0.00	0.00
UCdia	0.09	0.05	0.00	0.00
UCgeo	0.48	0.46	0.48	0.46
UClas	0.04		0.00	
UCdia	0.50		0.50	

Conclusie:
- Lassen: UClas = 0.04 <= 1.00 dus: voldoen
- Aansluitingen: UCdia = 0.50 <= 1.00 dus: voldoen

Eindconclusie:
- Aansluiting diagonalen voldoet
  bij B.C.10: d1) Dead Load + Services + Psi_Snow + Seismic

3.17.5.4 Controle van de dekgording (de 1e rij tralies)

- Belastingscombinatie met alleen eigen gewicht kasdek, wind en sneeuw
  Qg,links = [32 + 0 *(+0.00-(+0.00))/cos(27.0) + 85] * 9.60 /[2*(1+1)] = 0.280 Nm
  Qg,rechts = [32 + 0 *(+0.00-(+0.00))/cos(27.0) + 85] * 9.60 /[2*(1+1)] = 0.280 Nm
  Qg= max(|Qg,links| ; |Qg,rechts|) = 0.280 Nm

- Vervormingseis dekgordingen volgens EN 13031-1:
  dtoel2 = min(4000/(650 - 100*min(4000/1125;5)); 4000/150; 30) = 13.6 mm
- Hieruit volgt een minimaal traagheidsmoment (ligger op 3 steunpunten):
  Ixg,bc = 2/384 * (Qg * 40004) / (Estaal,g * dtoel2) = 130896 mm4

- Minimaal traagheidsmoment dekgording:
  Ixgmin = max(Ixg,eg, Ixg,bc) = max(91429 , 130896) = 130896 mm4

3.17.5.4 Controle van de gordingverticaal

- Controle veerstijfheid gordingverticaal
  De onderrand wordt geschematiseerd als een ligger van goot naar nok.
  - Veerstijfheid gordingprofiel:
    kgord = 4 * Estaal,g * Ixgmin / (390 ² * 4000) = 180.7 N/mm
  - Veerstijfheid gordingverticaal:
    k0gvert = 1826.1 N/mm (zie 4.7)

    De veerstijfheid van de verticaal is ten minste zo groot als 100% van
    de veerstijfheid van de inklemming van de gording.

  - Controle: 1826.1 N/mm > 180.7 N/mm, dus gordingverticaal voldoet.

- Plaatsvastheid van de gordingverticaal bij de onderrand
  Omdat de aansluiting van de gording aan de tralie in het algemeen goed
  momentvast is uitgevoerd, kan de volledige stijfheid van de gording in
  rekening worden gebracht.

  - Veerstijfheid gordingprofiel:
    kgord = 4 * Estaal,g * 130896 / (390 ² * 4000) = 180.7 N/mm

  - Veerstijfheid van de aansluiting van de onderrand-gording "uit het vlak":
    Hoekverdraaiing door gording en inklemming opzetkolom:

$$V2 = \frac{2*vak}{4*Eg*Ig} = \frac{2 * 4000}{4 * 210000 * 130896} = 72.8 \ *10\text{-}9\ 1/Nmm$$

    Hoekverdraaiing door moment bij onderrand door bovenrand:

$$V3 = \frac{bkap}{2*(ngord+1)*\cos(27.0)*Gbr*Itbr*2} = \frac{9600}{2*(1+1)*\cos(27.0)*\ 80769*\ \ 92298*2} = 180.7 \ *10\text{-}9\ 1/Nmm$$

    Hoekverdraaiing door puntlast bij gordingverticaal:

$$V4 = \frac{ht;net^2}{3 * Egv * Igv} = \frac{330^2}{3 * 210000 * 104167} = 1659.4 \ *10\text{-}9\ 1/Nmm$$

    Moment bij bovenrand

$$MBr = \frac{V2 * hspant}{V2 + V3} = \frac{72.8 \ * 390}{72.8 + 180.7} = 112.0 \ Nm$$

    Moment bij gording Mozk = hspant - Mbr = 390 - 112 = 278 Nmm

    Geeft de veerstijfheid ter plaatse van de bovenrand:

$$kor = \frac{1}{V4*ht;nett + V2*hspant^2 + V2*hspant*-Mbr} = \frac{1}{1659.4*330 \ + \ \ 72.8*390\ ^2 + \ \ 72.8*390\ *(-112\ )} = 118.5 \ \ N/mm$$

    Vereiste kritische veerstijfheid: kcr = 28.3 N/mm (zie 4.8)

  - Controle: 118.5 N/mm > 28.3 N/mm, dus veerstijfheid voldoet.

- Controle op knik:
  - Maatgevende verticale kracht: Ngv = Fvg = -1597 N
  - Capaciteit van de verticaal : Fgvertd = 69549 N (zie 4.6)

  - Controle: -1597 N > 69549 N, dus gordingverticaal voldoet.

Conclusie:
- Gordingverticaal voldoet qua sterkte/stabiliteit en stijfheid
  bij B.C.10: d1) Dead Load + Services + Psi_Snow + Seismic

3.17.5.5 Controle van de bouten van de spant-kolom-aansluiting:

Controle van de krachten op de bout(en) bij de bovenrand:

Tabel 3.17.5.5.1: Belastingen bij bovenrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Spant-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Nt [N]	Ft,br [N]	Fs,br [N]	Fi,br [N]
0.00	671	-4761	719	3951	0	1722	2435
9.60	-2543	-5065	-1316	3951	3591	2322	4867
96.00	-1532	-4694	1160	3459	1517	2099	3334
105.6	-1268	-4669	-1111	3459	941	2050	3048

Gegevens van de eindplaat bij de bovenrand:
- Aantal bouten bij de bovenrand: nbb = 1
- Momenten-arm bij bovenrand: hbbout = 458 mm
- Hellingshoek van het spant: alpha = 27.0 graden
- Nt is de trekkracht in de trekstang van het spant
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Normaalkracht: $Ft = \frac{N\cos(alpha) + sn\,Q\sin(alpha)}{2 * nbb} - \frac{M}{hbbout} + \frac{Nt}{2}$ met Ft>=0N
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * -N*sin(alpha) + sn*Q*cos(alpha)
- Ideële kracht: Fi = ($Ft^2 + 2*Fs^2$)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,br max = 4867 N (zie tabel)
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Fi,br max = 1.30 * 4867 = 6327 N
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbtb max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 6327 N < 33926 N, dus bout bij bovenrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.10: d1) Dead Load + Services + Psi_Snow + Seismic

Controle van de krachten op de bout(en) bij de onderrand:

Tabel 3.17.5.5.2: Belastingen bij onderrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Spant-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Nt [N]	Ft,or [N]	Fs,or [N]	Fi,or [N]
0.00	671	-4761	719	3951	0	1722	2435
9.60	-2543	-5065	-1316	3951	0	2322	3284
96.00	-1532	-4694	1160	3459	0	2099	2969
105.6	-1268	-4669	-1111	3459	0	2050	2899

Gegevens van de eindplaat bij de onderrand:
- Aantal bouten bij de onderrand: nbo = 2
- Momenten-arm bij onderrand: hobout = 762 mm
- Hellingshoek van het spant: alfa = 27.0 graden
- Nt is de trekkracht in de trekstang van het spant
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * -N*sin(alpha) + sn*Q*cos(alpha)
- Ideële kracht: Fi = ($Ft^2 + 2*Fs^2$)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,or max = 3284 N (zie tabel)
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Fi,or max = 1.30 * 3284 = 4269 N
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbto max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 4269 N < 33926 N, dus bout bij onderrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.10: d1) Dead Load + Services + Psi_Snow + Seismic

3.17.5.5 Controle van de eindplaat op pons:

Bij de boutverbinding van de bovenrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxb = 3.6 kN (zie tabel hiervoor)
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Ftmaxb = 1.30 * 3.6 = 4.7 N
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capb = 80 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 4.7 kN < 80 kN, dus eindplaat (ST50*10.0) voldoet
zonder onderlegring bij de bovenste bout
bij B.C.10: d1) Dead Load + Services + Psi_Snow + Seismic

Bij de boutverbinding van de onderrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxo = 0.0 kN (zie tabel hiervoor)
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Ftmaxo = 1.30 * 0.0 = 0.0 kN
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capo = 80 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0.0 kN < 80 kN, dus eindplaat (ST50*10.0) voldoet
zonder onderlegring bij de onderste bout
bij B.C.10: d1) Dead Load + Services + Psi_Snow + Seismic

3.17.5.5 Controle van de eindplaat op buiging:

Tabel 3.17.5.5.4.1: Belastingen van de eindplaat van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Spant-kracht	Normaal-kracht	Normaal-kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Nt [N]	Ftrb [N]	Ftro [N]
0.00	671	-4761	719	3951	0	0
9.60	-2543	-5065	-1316	3951	5105	0
96.00	-1532	-4694	1160	3459	2429	0
105.6	-1268	-4669	-1111	3459	1696	0

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de bovenrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftrb = \frac{N\cos(alpha) + sn*Q*\sin(alpha)}{2} - \frac{M}{ht,eff} \text{ met } Ftrb>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftrb(max) * e = 0.5 * 5105 * 25.0 = 64 Nm
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Mep = 1.30 * 64 = 83 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 1987 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 83 Nm < 1987 Nm, dus eindplaat (ST50*10.0) voldoet
bij B.C.10: d1) Dead Load + Services + Psi_Snow + Seismic

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de onderrand:
- Normaalkracht : Ftbout(2) = 0.0 * 367.7 /472.7 = 0.0 kN
- Normaalkracht : Ftbout(1) = 0.0 * 472.7 /472.7 = 0.0 kN
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * max(Ftbout(2) * e(2), Ftbout(1) * e(1))
= 0.5 * max(0.0 * 25 , 0.0 * 50) = 0 Nm
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Mep = 0.00 * 0 = 0 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 2683 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0 Nm < 2683 Nm, dus eindplaat (ST50*10.0) voldoet
bij B.C.10: d1) Dead Load + Services + Psi_Snow + Seismic

De lasverbindingen tussen eindplaat met resp. de boven- en onderrand
zijn niet gecontroleerd.

3.17.5.6 Controle van de bouten van de nokaansluiting:

Controle van de krachten op de bout(en) bij de bovenrand:

Tabel 3.17.5.6.1: Belastingen bij bovenrand van de nokaansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,br [N]	Fs,br [N]	Fi,br [N]
4.80	-832	-3743	-1277	278	1988	2825
4.80	-832	-4047	681	278	1525	2175
100.8	-661	-3676	-837	0	1580	2234
100.8	-661	-3651	886	0	1618	2288

Gegevens van de nokplaat bij de bovenrand:
- Aantal bouten bij de bovenrand: nbb = 1
- Momenten-arm bij bovenrand: hbbout = 372 mm
- Hellingshoek van het spant: alpha = 27.0 graden
- Teken dwarskracht bij eindpositie sn=+1 en bij beginpositie sn=-1

$$\text{- Normaalkracht: } Ft = \frac{N\cos(\alpha) + sn\,Q\sin(\alpha)}{2 \cdot nbb} - \frac{M}{hbbout} \quad \text{met } Ft>=0N$$

- Schuifkracht: $Fs = 0.5 * -N\sin(\alpha) - sn\,Q\cos(\alpha)$
- Ideële kracht: $Fi = (Ft^2 + 2*Fs^2)0.5$
- Maximale optredende kracht: Fi,br max = 2825 N (zie tabel)
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Fi,br max = 1.30 * 2825 = 3672 N
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbtb max = 42408 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 3672 N < 42408 N, dus bout bij bovenrand (M10-10.9) voldoet.
bij B.C.10: d1) Dead Load + Services + Psi_Snow + Seismic

Controle van de krachten op de bout(en) bij de onderrand:

Tabel 3.17.5.6.2: Belastingen bij onderrand van de nokaansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,or [N]	Fs,or [N]	Fi,or [N]
4.80	-832	-3743	-1277	0	1988	2811
4.80	-832	-4047	681	0	1525	2157
100.8	-661	-3676	-837	0	1580	2234
100.8	-661	-3651	886	0	1618	2288

Gegevens van de nokplaat bij de onderrand:
- Aantal bouten bij de onderrand: nbo = 1
- Momenten-arm bij onderrand: hobout = 372 mm
- Hellingshoek van het spant: alfa = 27.0 graden
- Teken dwarskracht bij eindpositie sn=+1 en bij beginpositie sn=-1

$$\text{- Normaalkracht: } Ft = \frac{N\cos(\alpha) + sn\,Q\sin(\alpha)}{2 \cdot nbo} + \frac{M}{hobout} \quad \text{met } Ft>=0N$$

- Schuifkracht: $Fs = 0.5 * -N\sin(\alpha) - sn\,Q\cos(\alpha)$
- Ideële kracht: $Fi = (Ft^2 + 2*Fs^2)0.5$
- Maximale optredende kracht: Fi,or max = 2811 N (zie tabel)
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Fi,or max = 1.30 * 2811 = 3655 N
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbto max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 3655 N < 33926 N, dus bout bij onderrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.10: d1) Dead Load + Services + Psi_Snow + Seismic

3.17.5.6 Controle van de nokplaat op pons:
Bij de boutverbinding van de bovenrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxb = 0.3 kN (zie tabel hiervoor)
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Ftmaxb = 1.30 * 277.7 = 361.0 kN
- Capaciteit van de nokplaat: Fp,capb = 96 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0.4 kN < 96 kN, dus nokplaat (ST50*12.0) voldoet
zonder onderlegring bij de bovenste bout
bij B.C.10: d1) Dead Load + Services + Psi_Snow + Seismic

Bij de boutverbinding van de onderrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxo = 0.0 kN (zie tabel hiervoor)
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Ftmaxo = 1.30 * 0.0 = 0.0 kN
- Capaciteit van de nokplaat: Fp,capo = 96 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0.0 kN < 96 kN, dus nokplaat (ST50*12.0) voldoet
zonder onderlegring bij de onderste bout
bij B.C.10: d1) Dead Load + Services + Psi_Snow + Seismic

3.17.5.6 Controle van de nokplaat op buiging:

Tabel 3.17.5.6.4.1: Belastingen van de nokplaat.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Normaal-kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ftrb [N]	Ftro [N]
4.80	-832	-3743	-1277	353	0
4.80	-832	-4047	681	353	0
100.8	-661	-3676	-837	8	0
100.8	-661	-3651	886	8	0

Resulterende trekkracht in de nokplaat bij de bovenrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftrb = \frac{N*\cos(alpha) + sn*Q*\sin(alpha)}{2} - \frac{M}{ht,eff} \text{ met } Ftrb>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de nokplaat:
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftrb(max) * e = 0.5 * 0 * 25.0 = 4 Nm
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Mep = 1.30 * 4 = 6 Nm
- Capaciteit van de nokplaat: Mp,cap = 685 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 6 Nm < 685 Nm, dus nokplaat (ST50*12.0) voldoet
bij B.C.10: d1) Dead Load + Services + Psi_Snow + Seismic

Resulterende trekkracht in de nokplaat bij de onderrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftro = \frac{N*\cos(alfa) + sn*Q*\sin(alfa)}{2} + \frac{M}{ht,eff} \text{ met } Ftro>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de nokplaat:
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftro(max) * e = 0.5 * 0 * 25.0 = 0 Nm
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Mep = 1.30 * 0 = 0 Nm
- Capaciteit van de nokplaat: Mp,cap = 685 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0 Nm < 685 Nm, dus nokplaat (ST50*12.0) voldoet
bij B.C.10: d1) Dead Load + Services + Psi_Snow + Seismic

De lasverbindingen tussen nokplaat met resp. de boven- en onderrand
zijn niet gecontroleerd.

3.17.6 Controle van de trekstangen

a) Maatgevende trekkracht in de trekstangen Nt = 3951 N

Bij de controle berekening wordt ervan uitgegaan dat de trekstaaf geen drukbelasting kan opnemen. In het design model is hiermee rekening gehouden en kan de trekstang niet "op druk" belast worden. In dat geval wordt de krachtsverdeling bepaald alsof er geen trekstang zit.

$$\text{Controle van de sterkte: } \sigma = \frac{Nt}{A} < \sigma_{mae_t}$$

Invullen van de bekende gegevens geeft:

- $\sigma = \frac{3951}{229.1} = 17.2$ N/mm²
- controle : 17.2 N/mm² < 268.3 N/mm², dus: sterkte voldoet.

3.17.7 Uitdijen van de kas:

Tabel 3*.1: Waarden over de spanten.

spant	Urel [mm]
1	0.74
2	0.63
3	0.62
4	0.62
5	0.61
6	0.61
7	0.61
8	0.61
9	0.61
10	0.63
11	0.73

Maximale waarde is: 0.74 mm

Uitdijen van de hele kas: 7.03 mm

Toetsing van de bepalende doorsnede (lkx= 4000 mm, lky= 4000 mm):

Toetsing van de bepalende doorsnede (lkx= 7313 mm, lky= 4000 mm):

Toetsing van de bepalende doorsnede (lkx= 7072 mm, lky= 4000 mm):

c) Berekening van de toelaatbare horizontale verplaatsing in :

- Rekening houdend met de glasbreedten :
  - reductiefactor gevel: r1 = 800 / bkg < 2.0;
    800 / 800 = 1.00, dus r1 = 1.00
  - reductiefactor dek : r2 = 1125 / bd < 2.0;
    1125 / 1125 = 1.13, dus r2 = 1.00
  - ugevel = h / 100 * r1 < 50.0 mm;
    4000 / 100 * 1.00 = 35.0 mm, dus ugevel = 57.3 mm
  - udek = 1/200 * v * r2 < 50.0 mm
    1/200 * 4000 * 1.00 = 26.7 mm, dus udek = 61.3 mm
  - utoel-b = ugevel + udek = 57.3 + 61.3 = 57.4 mm

- Bij een controle op seismische belastingen zijn de eisen op vervormingen niet relevant. Om te voorkomen dat de uitkomsten toch maatgevend zijn wordt een hoge bovengrens geïntroduceerd:
  Utoel.seismic = 2 * ph / 50 = 2 * 4000 / 50 = 160.0 mm

- Maatgevend :
  - utoel = Utoel.seismic = 160.0 mm

3.18 B.C.11: d3) Dead Load + Services + Psi_Crop + Seismic

3.18.1 Berekening van de belastingen per spant:

a) Belastingen in gebruikstoestand:
- Permanente belastingen:
  - Eigen gewicht dek : (1.00 * 32) = 32 N/m²
  - Eigen gewicht van de goot: (1.00 * 34)* 4.00 = 136 N
  - E.G. spantbeen 1e spant : (1.00 * 83.3) = 83.3 N/m
  - E.G. spantbeen 2e spant : (1.00 * 85.4) = 85.4 N/m
  - E.G. spantbeen 3e spant : (1.00 * 67.6) = 67.6 N/m
- Variabele belastingen:
  - Vert. puntlast: 0.00*max(1250,1000)+1.00*0 = 0 N
  - Gewasbelasting : (1.00 * 0) = 0 N/m²
  - Installaties : (1.00 * 70) = 70 N/m²

b) Belastingen in rekentoestand:
- Permanente belastingen:
  - Eigen gewicht dek : (1.00 * 32) = 32 N/m²
  - Eigen gewicht van de goot: (1.00 * 34)* 4.00 = 136 N
  - E.G. spantbeen 1e spant : (1.00 * 83.3) = 83.3 N/m
  - E.G. spantbeen 2e spant : (1.00 * 85.4) = 85.4 N/m
  - E.G. spantbeen 3e spant : (1.00 * 67.6) = 67.6 N/m
- Variabele belastingen:
  - Vert. puntlast: 0.00*max(1250,1000)+1.00*0 = 0 N
  - Gewasbelasting : (1.00 * 0) = 0 N/m²
  - Installaties : (1.00 * 70) = 70 N/m²

c) Bij het bepalen van de knoopcoordinaten is rekening gehouden met
de initiële scheefstand van de kolommen:
- Scheefstand psi = 1/267 (zie EN 1993-1-1)

d) Rekenvoorbeeld van de belastingen op knooppunten op de volgende plaatsen:
Knoop k = "effectieve" spanthoogte van de eerste kolom
Knoop g = Eerste gording op de eerste kaphelft

- Horizontale belasting:
  Fk,hor = 0 N (geen windbelasting)

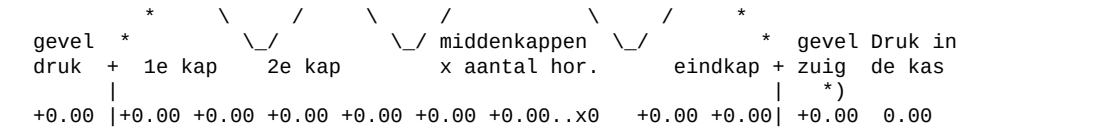
- Seismische loads:
  Fag = Sd * fs * Fvk = 0.0500 * 0.80 * 4973 = 199 N
  Fag' = Sd * fs'* Fvk' = 0.0500 * 0.00 * 4973 = 0 N

  Sd(11) = F4/Fvk = 0 / 4973 = 0.050 x g m/s²

  Fg,hor = 0 N
- Verticale belasting:
  Fk,vert = -0.5*(32 + 0 + 0 + 70)
  * 4.00 * 9.60 / [2*(1+1)] - 136 = -626 N
  Fg,vert = -(32 + 0 + 0 + 70)
  * 4.00 * 9.60 / [2*(1+1)] + 0 = -979 N

e) Belastingen op gordingen:
Berekening van het minimaal traagheidsmoment van de dekgording
op alle spanten in gebruikstoestand.
- Belastingssituatie met alleen eigen gewicht kasdek
  Qg1 = 32 * 9.60 / [2*(1+1)] = 77 Nm
- Vervormingseis dekgordingen volgens EN 13031-1:
  dtoel1 = min(4000/750, 6) = 5.3 mm
- Hieruit volgt een minimaal traagheidsmoment (ligger op 3 steunpunten):
  Ixgmin = 2/384 * (Qg1 * 40004) / (Estaal,g * dtoel1) = 91429 mm4

3.18.2 Belastingen op het kasdek ten behoeve van het Designmodel SLS(gebruiksbelastingen):
3.18.2.1 Windvormfactoren bij deze belastingcombinatie:
Windvormfactoren bij wind loodrecht (-) op nok:



3.18.2.2 Belastingfactoren bij deze belastingcombinatie:

Belastingfactoren	gebruikstoestand	rekentoestand
Eigen gewicht	1.00	1.00
Installaties	1.00	1.00
Sneeuw	0.00	0.00
Wind	0.00	0.00
gewas	1.00	1.00
aardbevingen	0.00	0.80

3.18.2.3 Gesommeerde belastingen op de omhulling van de kas per vakmaat:
Belastingen gebruikstoestand SLS per vakmaat (4.000 m):

Tralie	neerwaarts qtral = fi*qinstall + fp*qtral + fg*qgewas		
	= 1.00*280.0 + 1.00*95.8 + 1.00*0.0	qtral =	375.8 N/m
Goot	zijgevel Fgt.s = fp*qgoot.s = 1.00*68.0	Fgt.s =	68 N
	middengoot Fgt.m = fp*qgoot.m = 1.00*136.0	Fgt.m =	136 N
Kasdek	evenwijdig qdek.E = [fp*qdek + fs*qsneew]*sin(dek)		
	= [1.00*114.0 + 0.00*0.0]*sin(27.0)	qdek.E =	51.8 N/m
	loodrecht qdek.L = [fp*qdek + fs*qsneew]*cos(dek)		
	= [1.00*114.0 + 0.00*0.0]*cos(27.0)	qdek.L =	101.6 N/m
	+ wind per kaphelft = qdek.L + fw*qwinds*(cpe-cpi)		
	- 1e kaphelft = 101.6 + 0.00*2041.9*(+0.00-0.00)	qdek.L1 =	101.6 N/m
	- 2e kaphelft = 101.6 + 0.00*2041.9*(+0.00-0.00)	qdek.L2 =	101.6 N/m
	- 3e kaphelft = 101.6 + 0.00*2041.9*(+0.00-0.00)	qdek.L3 =	101.6 N/m
	- 4e kaphelft = 101.6 + 0.00*2041.9*(+0.00-0.00)	qdek.L4 =	101.6 N/m
	- Middenkap links = 101.6 + 0.00*2041.9*(+0.00-0.00)	qdek.Lm1 =	101.6 N/m
	- Middenkap rechts = 101.6 + 0.00*2041.9*(+0.00-0.00)	qdek.Lm2 =	101.6 N/m
	- Eindkap links = 101.6 + 0.00*2041.9*(+0.00-0.00)	qdek.Le1 =	101.6 N/m
	- Eindkap Rechts = 101.6 + 0.00*2041.9*(+0.00-0.00)	qdek.Le2 =	101.6 N/m
	+ windwrijving nok = Cfp,h*fi*qwind*vakmaat*bkap/hkap*cscd'		
	- middenkap FhwCpf = 0.00*0.00*510.5 *4.0 *9.6/2.45*0.70	FhwCpf =	0 N
Zijgevel	windzijde FhwF.gt = fw*Fhw.gt*(cp1-cpi)		
	goothoogte = 0.00*4413.5*(0.0 -0.0)	Fhw.gt =	0 N
	windzijde FhwF.fh = fw*Fhw.fh*(cp1-cpi)		
	fundatiehoogte = 0.00*3754.0*(0.0 -0.0)	Fhw.fh =	0 N
Zijgevel	loefzijde FhwL.gt = fw*Fhw.gt*(cp1+cpi)		
	goothoogte = 0.00*4413.5*(0.0 +0.0)	Fhw.gt =	0 N
	loefzijde FhwL.fh = fw*Fhw.fh*(cp1+cpi)		
	fundatiehoogte = 0.00*3754.0*(0.0 +0.0)	Fhw.fh =	0 N

Belastingen rekentoestand ULS per vakmaat (4.000 m):

Tralie	neerwaarts qtral = fi*qinstall + fp*qtral + fg*qgewas		
	= 1.00*280.0 + 1.00*95.8 + 1.00*0.0	qtral =	375.8 N/m
Goot	zijgevel Fgt.s = fp*qgoot.s = 1.00*68.0	Fgt.s =	68 N
	middengoot Fgt.m = fp*qgoot.m = 1.00*136.0	Fgt.m =	136 N
Kasdek	evenwijdig qdek.E = [fp*qdek + fs*qsneew]*sin(dek)		
	= [1.00*114.0 + 0.00*0.0]*sin(27.0)	qdek.E =	51.8 N/m
	loodrecht qdek.L = [fp*qdek + fs*qsneew]*cos(dek)		
	= [1.00*114.0 + 0.00*0.0]*cos(27.0)	qdek.L =	101.6 N/m
	+ wind per kaphelft = qdek.L + fw*qwinds*(cpe-cpi)		
	- 1e kaphelft = 101.6 + 0.00*2041.9*(+0.00-0.00)	qdek.L1 =	101.6 N/m
	- 2e kaphelft = 101.6 + 0.00*2041.9*(+0.00-0.00)	qdek.L2 =	101.6 N/m
	- 3e kaphelft = 101.6 + 0.00*2041.9*(+0.00-0.00)	qdek.L3 =	101.6 N/m
	- 4e kaphelft = 101.6 + 0.00*2041.9*(+0.00-0.00)	qdek.L4 =	101.6 N/m
	- Middenkap links = 101.6 + 0.00*2041.9*(+0.00-0.00)	qdek.Lm1 =	101.6 N/m
	- Middenkap rechts = 101.6 + 0.00*2041.9*(+0.00-0.00)	qdek.Lm2 =	101.6 N/m
	- Eindkap links = 101.6 + 0.00*2041.9*(+0.00-0.00)	qdek.Le1 =	101.6 N/m
	- Eindkap Rechts = 101.6 + 0.00*2041.9*(+0.00-0.00)	qdek.Le2 =	101.6 N/m
	+ windwrijving nok = Cfp,h*fi*qwind*vakmaat*bkap/hkap*cscd		
	- middenkap FhwCpf = 0.00*0.00*510.5 *4.0 *9.6/2.45*0.72	FhwCpf =	0 N
Zijgevel	windzijde FhwF.gt = fw*Fhw.gt*(cp1-cpi)		
	goothoogte = 0.00*4413.5*(0.0 -0.0)	Fhw.gt =	0 N
	windzijde FhwF.fh = fw*Fhw.fh*(cp1-cpi)		
	fundatiehoogte = 0.00*3754.0*(0.0 -0.0)	Fhw.fh =	0 N
Zijgevel	loefzijde FhwL.gt = fw*Fhw.gt*(cp1+cpi)		
	goothoogte = 0.00*4413.5*(0.0 +0.0)	Fhw.gt =	0 N
	loefzijde FhwL.fh = fw*Fhw.fh*(cp1+cpi)		
	fundatiehoogte = 0.00*3754.0*(0.0 +0.0)	Fhw.fh =	0 N

Tabel 3.18.2.4: Knoopbelastingen, oplegreacties en knoopverplaatsingen:

	Knoopbelastingen Rekentoestand		Oplegreacties		Knoopverplaatsingen gebruikstoestand		
nr.	X-as [mm]	Y-as [mm]	X-as [N]	Y-as [N]	X-as [N]	Y-as [N]	X-verpl [mm]	Y-verpl [mm]	U_lijn [mm]
	Horiz.	Vert.	Horiz.	Vert.	Horiz.	Vert.	Horiz.	Vert.	
1	-0.013	0.000			-102	2340	0.00	0.00	0.000
2	0.000	3.701	80	-626			-0.84	-0.05	0.000
3	2.400	4.924	0	-979			-0.48	-0.86	0.537
4	4.800	6.147	0	-979			-0.60	-0.71	0.000
5	7.200	4.924	0	-979			-0.54	-0.50	0.105
6	9.587	0.000			-123	5107	0.00	0.00	0.000
7	9.600	3.701	159	-1115			-0.39	-0.10	0.000
8	12.000	4.924	0	-979			-0.22	-0.55	0.189
9	14.400	6.147	0	-979			-0.20	-0.65	0.000
10	16.800	4.924	0	-979			-0.20	-0.56	0.204
11	19.187	0.000			-131	4888	0.00	0.00	0.000
12	19.200	3.701	159	-1115			-0.02	-0.10	0.000
13	21.600	4.924	0	-979			0.17	-0.59	0.215
14	24.000	6.147	0	-979			0.16	-0.69	0.000
15	26.400	4.924	0	-979			0.15	-0.61	0.241
16	28.787	0.000			-133	4770	0.00	0.00	0.000
17	28.800	3.701	159	-1115			0.35	-0.10	0.000
18	31.200	4.924	0	-979			0.54	-0.62	0.242
19	33.600	6.147	0	-979			0.53	-0.69	0.000
20	36.000	4.924	0	-979			0.52	-0.61	0.231
21	38.387	0.000			-138	4779	0.00	0.00	0.000
22	38.400	3.701	159	-1115			0.71	-0.10	0.000
23	40.800	4.924	0	-979			0.90	-0.62	0.247
24	43.200	6.147	0	-979			0.89	-0.69	0.000
25	45.600	4.924	0	-979			0.88	-0.60	0.226
26	47.987	0.000			-143	4780	0.00	0.00	0.000
27	48.000	3.701	159	-1115			1.07	-0.10	0.000
28	50.400	4.924	0	-979			1.27	-0.63	0.252
29	52.800	6.147	0	-979			1.25	-0.70	0.000
30	55.200	4.924	0	-979			1.24	-0.60	0.221
31	57.587	0.000			-147	4780	0.00	0.00	0.000
32	57.600	3.701	159	-1115			1.43	-0.10	0.000
33	60.000	4.924	0	-979			1.63	-0.63	0.256
34	62.400	6.147	0	-979			1.61	-0.70	0.000
35	64.800	4.924	0	-979			1.61	-0.60	0.217
36	67.187	0.000			-152	4780	0.00	0.00	0.000
37	67.200	3.701	159	-1115			1.79	-0.11	0.000
38	69.600	4.924	0	-979			1.99	-0.64	0.261
39	72.000	6.147	0	-979			1.97	-0.70	0.000
40	74.400	4.924	0	-979			1.97	-0.59	0.211
41	76.787	0.000			-156	4779	0.00	0.00	0.000
42	76.800	3.701	159	-1115			2.15	-0.11	0.000
43	79.200	4.924	0	-979			2.36	-0.65	0.270
44	81.600	6.147	0	-979			2.33	-0.70	0.000
45	84.000	4.924	0	-979			2.34	-0.58	0.188
46	86.387	0.000			-161	4866	0.00	0.00	0.000
47	86.400	3.701	159	-1115			2.51	-0.11	0.000
48	88.800	4.924	0	-979			2.71	-0.59	0.229
49	91.200	6.147	0	-979			2.70	-0.66	0.000
50	93.600	4.924	0	-979			2.72	-0.54	0.165
51	95.987	0.000			-168	5058	0.00	0.00	0.000
52	96.000	3.701	159	-1115			2.89	-0.12	0.000
53	98.400	4.924	0	-979			3.04	-0.54	0.132
54	100.800	6.147	0	-979			3.09	-0.72	0.000
55	103.200	4.924	0	-979			2.99	-0.84	0.497
56	105.587	0.000			-197	2526	0.00	0.00	0.000

Tabel 3.18.2.5: Staafbelastingen, momenten, normaal- en dwarskrachten

Staaf	Profiel	X-as	Y-as	B E G I N			E I N D		
nr.		[N/m]	[N/m]	Normaal [N]	Dwarskr [N]	Moment [Nm]	Normaal [N]	Dwarskr [N]	Moment [Nm]
		Horizontaal	Verticaal						
1	RHBK100*50*3.0			-2340	110	-0	-2340	110	407
2	1e Spant	-37.8	-74.2	-2866	464	407	-2764	264	1389
3	1e Spant	-37.8	-74.2	-2319	-608	1389	-2218	-808	-519

4	1e Spant	37.8	-74.2	-2402	447	-519	-2504	247	415
5	1e Spant	37.8	-74.2	-2948	-626	415	-3050	-826	-1540
6	RHBK50*30*1.5			2365	0	0	2365	0	0
7	RHBK100*50*3.0			-5106	142	-0	-5106	142	524
8	2e Spant	-38.8	-76.1	-2574	788	-1016	-2469	584	832
9	2e Spant	-38.8	-76.1	-2025	-289	832	-1920	-494	-223
10	2e Spant	38.8	-76.1	-1973	391	-223	-2077	186	554
11	2e Spant	38.8	-76.1	-2522	-687	554	-2626	-891	-1571
12	RHBK50*30*1.5			1921	0	0	1921	0	0
13	RHBK100*50*3.0			-4888	148	0	-4888	148	548
14	Midden Spant	-30.7	-60.3	-2480	741	-1023	-2397	579	756
15	Midden Spant	-30.7	-60.3	-1953	-293	756	-1870	-456	-253
16	Midden Spant	30.7	-60.3	-1912	373	-253	-1995	210	532
17	Midden Spant	30.7	-60.3	-2440	-662	532	-2522	-824	-1470
18	RHBK50*30*1.5			1831	0	0	1831	0	0
19	RHBK100*50*3.0			-4770	151	-0	-4770	151	557
20	Midden Spant	-30.7	-60.3	-2504	716	-913	-2421	554	798
21	Midden Spant	-30.7	-60.3	-1977	-319	798	-1894	-481	-279
22	Midden Spant	30.7	-60.3	-1947	377	-279	-2030	215	519
23	Midden Spant	30.7	-60.3	-2474	-658	519	-2557	-820	-1471
24	RHBK50*30*1.5			1838	0	0	1838	0	0
25	RHBK100*50*3.0			-4779	155	-0	-4779	155	574
26	Midden Spant	-30.7	-60.3	-2506	713	-897	-2424	550	804
27	Midden Spant	-30.7	-60.3	-1979	-322	804	-1896	-485	-283
28	Midden Spant	30.7	-60.3	-1951	377	-283	-2034	215	514
29	Midden Spant	30.7	-60.3	-2478	-658	514	-2561	-820	-1477
30	RHBK50*30*1.5			1820	0	0	1820	0	0
31	RHBK100*50*3.0			-4779	160	-0	-4779	160	592
32	Midden Spant	-30.7	-60.3	-2507	710	-885	-2424	548	808
33	Midden Spant	-30.7	-60.3	-1980	-325	808	-1897	-487	-285
34	Midden Spant	30.7	-60.3	-1954	376	-285	-2036	214	509
35	Midden Spant	30.7	-60.3	-2481	-659	509	-2564	-821	-1484
36	RHBK50*30*1.5			1806	0	0	1806	0	0
37	RHBK100*50*3.0			-4779	164	-0	-4779	164	609
38	Midden Spant	-30.7	-60.3	-2507	708	-875	-2425	545	813
39	Midden Spant	-30.7	-60.3	-1980	-327	813	-1898	-489	-287
40	Midden Spant	30.7	-60.3	-1956	375	-287	-2038	213	505
41	Midden Spant	30.7	-60.3	-2483	-660	505	-2566	-822	-1491
42	RHBK50*30*1.5			1795	0	0	1795	0	0
43	RHBK100*50*3.0			-4779	169	-0	-4779	169	626
44	Midden Spant	-30.7	-60.3	-2507	706	-865	-2425	543	817
45	Midden Spant	-30.7	-60.3	-1980	-329	817	-1897	-491	-287
46	Midden Spant	30.7	-60.3	-1957	374	-287	-2040	211	500
47	Midden Spant	30.7	-60.3	-2485	-661	500	-2567	-823	-1499
48	RHBK50*30*1.5			1789	0	0	1789	0	0
49	RHBK100*50*3.0			-4779	174	-0	-4779	174	643
50	Midden Spant	-30.7	-60.3	-2505	704	-856	-2422	542	822
51	Midden Spant	-30.7	-60.3	-1978	-330	822	-1895	-493	-287
52	Midden Spant	30.7	-60.3	-1957	371	-287	-2040	209	494
53	Midden Spant	30.7	-60.3	-2484	-664	494	-2567	-826	-1513
54	RHBK50*30*1.5			1784	0	0	1784	0	0
55	RHBK100*50*3.0			-4865	178	0	-4865	178	659
56	2e Spant	-38.8	-76.1	-2598	752	-854	-2494	547	895
57	2e Spant	-38.8	-76.1	-2049	-326	895	-1945	-531	-258
58	2e Spant	38.8	-76.1	-2017	389	-258	-2121	184	513
59	2e Spant	38.8	-76.1	-2566	-688	513	-2670	-893	-1617
60	RHBK50*30*1.5			1847	0	0	1847	0	0
61	RHBK100*50*3.0			-5058	186	-0	-5058	186	688
62	1e Spant	-37.8	-74.2	-2826	732	-930	-2724	532	772
63	1e Spant	-37.8	-74.2	-2279	-341	772	-2178	-541	-416
64	1e Spant	37.8	-74.2	-2162	571	-416	-2264	371	854
65	1e Spant	37.8	-74.2	-2708	-501	854	-2810	-701	-764
66	RHBK50*30*1.5			2068	0	0	2068	0	0
67	RHBK100*50*3.0			-2525	207	0	-2525	207	764

3.18.3 De krachtsverdeling in het spant van de middenvelden:

Tabel 3.18.3.1: Momentenlijn, normaal- en dwarskrachtenlijn.

Positie	Momentenlijn	Normaal-krachtenlijn	Dwars-krachtenlijn
x in [m]	M(x) in [Nm]	N(x) in [N]	Q(x) in [N]
begin - eind	(+ = U/- =)	(+ = trek)	(+ = ~~~___)
19.20 - 21.60	-1023 756	-2480 -2397	741 579
21.60 - 24.00	756 -253	-1953 -1870	-293 -456
24.00 - 26.40	-253 532	-1912 -1995	373 210
26.40 - 28.80	532 -1470	-2440 -2522	-662 -824
28.80 - 31.20	-913 798	-2504 -2421	716 554
31.20 - 33.60	798 -279	-1977 -1894	-319 -481
33.60 - 36.00	-279 519	-1947 -2030	377 215
36.00 - 38.40	519 -1471	-2474 -2557	-658 -820
38.40 - 40.80	-897 804	-2506 -2424	713 550
40.80 - 43.20	804 -283	-1979 -1896	-322 -485
43.20 - 45.60	-283 514	-1951 -2034	377 215
45.60 - 48.00	514 -1477	-2478 -2561	-658 -820
48.00 - 50.40	-885 808	-2507 -2424	710 548
50.40 - 52.80	808 -285	-1980 -1897	-325 -487
52.80 - 55.20	-285 509	-1954 -2036	376 214
55.20 - 57.60	509 -1484	-2481 -2564	-659 -821
57.60 - 60.00	-875 813	-2507 -2425	708 545
60.00 - 62.40	813 -287	-1980 -1898	-327 -489
62.40 - 64.80	-287 505	-1956 -2038	375 213
64.80 - 67.20	505 -1491	-2483 -2566	-660 -822
67.20 - 69.60	-865 817	-2507 -2425	706 543
69.60 - 72.00	817 -287	-1980 -1897	-329 -491
72.00 - 74.40	-287 500	-1957 -2040	374 211
74.40 - 76.80	500 -1499	-2485 -2567	-661 -823
76.80 - 79.20	-856 822	-2505 -2422	704 542
79.20 - 81.60	822 -287	-1978 -1895	-330 -493
81.60 - 84.00	-287 494	-1957 -2040	371 209
84.00 - 86.40	494 -1513	-2484 -2567	-664 -826

3.18.3.1 Controle van de stijfheid van het spant:

De toelaatbare doorbuiging van alle spanten wordt bepaald per spantbeen:
- uvtoel = 5387 / 250 < 30.0 mm, dus: uvtoel = 21.5 mm

Uit de U-lijn is de maximale doorbuiging:
- doorbuiging umax = -9.73 mm

- Controle van het spant van de middenvelden:
  Doorbuiging: |-9.7 | mm < 21.5 mm, dus: voldoet.
  bij B.C.11: d3) Dead Load + Services + Psi_Crop + Seismic

3.18.3.2 Controle van de bovenrand:

3.18.3.2 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de bovenrand:

- De normaalkracht in de bovenrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = -M/0.3600 + N/2 (voor N en M, zie 3.18.3.1)
    met: Effectieve spanthoogte: 360.0 mm

- De normaalkracht in de bovenrand wordt bij de eindplaten van de nok en de kolomaansluiting gereduceerd met de normaalkracht in de diagonaal (einddiagonaal sluit aan bij eindplaat ter plaatse van de bovenrand)
  - Reductie: Nred = Nd - Q/tan(38.9) plaats van eindplaat naar gording
  - Reductie: Nred = Nd + Q/tan(38.9) plaats van gording naar eindplaat
    (voor de dwarskracht Q zie tabel 3.18.3.1)

Tabel 3.18.32: Normaalkrachtenverloop in de bovenrand.

Plaats	Normaalkracht in [N] (trek = positief)	Systeem-lengte
x in [m]	Spant	[mm]
19.20 - 21.60	682 -3298	2694
21.60 - 24.00	-3076 -797	2694
24.00 - 26.40	-715 -2475	2694
26.40 - 28.80	-2698 1801	2694
28.80 - 31.20	396 -3427	2694
31.20 - 33.60	-3205 -768	2694

33.60 - 36.00	-666 -2456	2694
36.00 - 38.40	-2678 1792	2694
38.40 - 40.80	355 -3445	2694
40.80 - 43.20	-3223 -763	2694
43.20 - 45.60	-657 -2444	2694
45.60 - 48.00	-2666 1806	2694
48.00 - 50.40	326 -3458	2694
50.40 - 52.80	-3236 -761	2694
52.80 - 55.20	-651 -2433	2694
55.20 - 57.60	-2655 1822	2694
57.60 - 60.00	300 -3471	2694
60.00 - 62.40	-3248 -759	2694
62.40 - 64.80	-647 -2422	2694
64.80 - 67.20	-2644 1840	2694
67.20 - 69.60	275 -3483	2694
69.60 - 72.00	-3260 -759	2694
72.00 - 74.40	-643 -2410	2694
74.40 - 76.80	-2632 1860	2694
76.80 - 79.20	254 -3495	2694
79.20 - 81.60	-3273 -762	2694
81.60 - 84.00	-642 -2392	2694
84.00 - 86.40	-2614 1895	2694

3.18.3.2 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Nadrukkelijk wordt vermeld, dat onderstaande stabiliteits-berekeningen alleen voldoen bij toepassing van specifieke stabiliteits-voorzieningen ter plaatse van de gordingen:

- fixatie van de boven- en onderrand rand uit het vlak van het spant, door windverbanden tussen de gordingen in het eerste en laatste vak van een gootlengte en momentvaste koppelingen tussen gordingen en bovenrand

Tabel 3.18.3.2:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de bovenrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-bepaling begin-eind	Normaalkrachten (trek = positief) [N] "begin"	"einde"	Rand-voor-waar-den	Knfct staaf-lengte ßm×ßn	Knik-lengte [mm]	Klasse	Sterkte UC	Stab. UC
19.20-21.60	682	-3298	m-g	0.494	1330	1	0.04	0.06
21.60-24.00	-3076	-797	g-n	0.546	1471	1	0.04	0.06
24.00-26.40	-715	-2475	n-g	0.606	1633	1	0.03	0.05
26.40-28.80	-2698	1801	g-m	0.400	1077	1	0.03	0.05
28.80-31.20	396	-3427	m-g	0.511	1375	1	0.04	0.06
31.20-33.60	-3205	-768	g-n	0.541	1457	1	0.04	0.06
33.60-36.00	-666	-2456	n-g	0.603	1625	1	0.03	0.05
36.00-38.40	-2678	1792	g-m	0.400	1077	1	0.03	0.05
38.40-40.80	355	-3445	m-g	0.513	1382	1	0.04	0.06
40.80-43.20	-3223	-763	g-n	0.540	1455	1	0.04	0.06
43.20-45.60	-657	-2444	n-g	0.603	1624	1	0.03	0.05
45.60-48.00	-2666	1806	g-m	0.400	1077	1	0.03	0.05
48.00-50.40	326	-3458	m-g	0.515	1387	1	0.04	0.06
50.40-52.80	-3236	-761	g-n	0.540	1454	1	0.04	0.06
52.80-55.20	-651	-2433	n-g	0.603	1624	1	0.03	0.05
55.20-57.60	-2655	1822	g-m	0.400	1077	1	0.03	0.05
57.60-60.00	300	-3471	m-g	0.516	1391	1	0.04	0.06
60.00-62.40	-3248	-759	g-n	0.539	1453	1	0.04	0.06
62.40-64.80	-647	-2422	n-g	0.603	1623	1	0.03	0.05
64.80-67.20	-2644	1840	g-m	0.400	1077	1	0.03	0.05
67.20-69.60	275	-3483	m-g	0.518	1395	1	0.04	0.06
69.60-72.00	-3260	-759	g-n	0.539	1452	1	0.04	0.06
72.00-74.40	-643	-2410	n-g	0.603	1623	1	0.03	0.05
74.40-76.80	-2632	1860	g-m	0.400	1077	1	0.03	0.05
76.80-79.20	254	-3495	m-g	0.519	1398	1	0.04	0.06
79.20-81.60	-3273	-762	g-n	0.539	1452	1	0.04	0.06
81.60-84.00	-642	-2392	n-g	0.603	1624	1	0.03	0.05
84.00-86.40	-2614	1895	g-m	0.400	1077	1	0.03	0.05

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (0.82 - 0.2)*(|-3495 |/(0.651 *84071   /1.0)) = 0.94
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-3495 |/(0.651 *84071   /1.0)) = 0.95
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(0.94   , 0.95   ) = 0.94
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.56

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-3495 |/(0.651 *84071   /1.0)+0.94 *|0.0 |/(1.00*1113.7 /1.0)
           = 0.064 + 0.000 = 0.064
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-3495 |/(0.671 *84071   /1.0)+0.56 *|0.0 |/(1.00*1113.7 /1.0)
           = 0.062 + 0.000 = 0.062

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.064 , 0.062) = 0.064

- controle: 0.06 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.18.3.2 Stabiliteitscontrole in het vlak:

- Maatgevende normaaldrukkracht: Ndmax = -3495 N

- Kniklengte: lky = 1.00 * lveld = 1.00 * 898 = 898 mm
Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
Interactiefactoren volgens bijlage B:
Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
= 0.90 * (1.0 + (0.79 - 0.2)*(|-3495 |/(0.671 *84071 /1.0)) = 0.93
Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
= 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-3495 |/(0.671 *84071 /1.0)) = 0.94
Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.93 , 0.94) = 0.93
Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.56

UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
= |-3495 |/(0.671 *84071 /1.0)+0.93 *|0.0 |/(1.00*828.1 /1.0)
= 0.062 + 0.000 = 0.062
UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
= |-3495 |/(0.829 *84071 /1.0)+0.56 *|0.0 |/(1.00*828.1 /1.0)
= 0.050 + 0.000 = 0.050

Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.062 , 0.050) = 0.062

- controle: 0.06 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.18.3.2 Doorsnede-controle van de bovenrand:

$$\text{- UCDruk} = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} = \frac{|-3495|}{84071} = 0.04$$

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 1895 N

$$\text{- UCTrek} = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} = \frac{|1895|}{84071} = 0.02$$

Trek is maatgevend.

- Controle: 0.04 < 1.00, dus de treksterkte voldoet.

Conclusie:
- Bovenrand (RHBK50*30*2.0) voldoet qua sterkte/stabiliteit
bij B.C.11: d3) Dead Load + Services + Psi_Crop + Seismic

3.18.3.3 Controle van de onderrand:

3.18.3.3 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de onderrand:

- De normaalkracht in de onderrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = M/0.3600 + N/2 (voor N en M, zie 3.18.3.1)
    met: Effectieve spanthoogte: 360.0 mm

Tabel 3.18.33: Normaalkrachtenverloop in de onderrand.

Plaats x in [m]	Normaalkracht in [N] (trek = positief) Spant		Systeem-lengte [mm]
19.20 - 21.60	-4081	901	2892
21.60 - 24.00	1123	-1638	2694
24.00 - 26.40	-1660	480	2694
26.40 - 28.80	258	-5345	2892
28.80 - 31.20	-3788	1006	2892
31.20 - 33.60	1228	-1722	2694
33.60 - 36.00	-1748	426	2694
36.00 - 38.40	204	-5365	2892
38.40 - 40.80	-3744	1021	2892
40.80 - 43.20	1244	-1733	2694
43.20 - 45.60	-1761	410	2694
45.60 - 48.00	188	-5384	2892
48.00 - 50.40	-3713	1034	2892
50.40 - 52.80	1256	-1740	2694
52.80 - 55.20	-1768	397	2694
55.20 - 57.60	174	-5403	2892
57.60 - 60.00	-3684	1046	2892
60.00 - 62.40	1268	-1745	2694
62.40 - 64.80	-1774	383	2694
64.80 - 67.20	161	-5424	2892
67.20 - 69.60	-3657	1058	2892
69.60 - 72.00	1280	-1747	2694
72.00 - 74.40	-1777	370	2694
74.40 - 76.80	148	-5448	2892
76.80 - 79.20	-3631	1073	2892
79.20 - 81.60	1295	-1743	2694
81.60 - 84.00	-1775	352	2694
84.00 - 86.40	130	-5486	2892

3.18.3.3 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Nadrukkelijk wordt vermeld, dat onderstaande stabiliteits-berekeningen alleen voldoen bij toepassing van specifieke stabiliteits-voorzieningen ter plaatse van de gordingen:

- fixatie van de boven- en onderrand rand uit het vlak van het spant, door windverbanden tussen de gordingen in het eerste en laatste vak van een gootlengte en momentvaste koppelingen tussen gordingen en bovenrand

Tabel 3.18.3.3:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de onderrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-bepaling begin-eind	Normaalkrachten (trek = positief) [N] "begin"	"einde"	Rand-voor-waar-den	Knfct staaf-lengte ßm×ßn	Knik-lengte/PlPerc [mm]	Klasse	Sterkte UC	Stab. UC
19.20-21.60	-4081	901	m-g	0.529	1531	1	0.06	0.10
21.60-24.00	1123	-1638	g-n	0.608	1639	1	0.02	0.04
24.00-26.40	-1660	480	n-g	0.590	1588	1	0.02	0.04
26.40-28.80	258	-5345	g-m	0.626	1812	1	0.07	0.16
28.80-31.20	-3788	1006	m-g	0.529	1531	1	0.05	0.09
31.20-33.60	1228	-1722	g-n	0.608	1639	1	0.02	0.05
33.60-36.00	-1748	426	n-g	0.590	1588	1	0.02	0.04
36.00-38.40	204	-5365	g-m	0.629	1820	1	0.07	0.16
38.40-40.80	-3744	1021	m-g	0.529	1531	1	0.05	0.09
40.80-43.20	1244	-1733	g-n	0.608	1639	1	0.02	0.05
43.20-45.60	-1761	410	n-g	0.590	1588	1	0.02	0.04
45.60-48.00	188	-5384	g-m	0.630	1822	1	0.07	0.16
48.00-50.40	-3713	1034	m-g	0.529	1531	1	0.05	0.09
50.40-52.80	1256	-1740	g-n	0.608	1639	1	0.02	0.05
52.80-55.20	-1768	397	n-g	0.590	1588	1	0.02	0.04
55.20-57.60	174	-5403	g-m	0.631	1824	1	0.07	0.16
57.60-60.00	-3684	1046	m-g	0.529	1531	1	0.05	0.09
60.00-62.40	1268	-1745	g-n	0.608	1639	1	0.02	0.05
62.40-64.80	-1774	383	n-g	0.590	1588	1	0.02	0.05
64.80-67.20	161	-5424	g-m	0.631	1826	1	0.07	0.16
67.20-69.60	-3657	1058	m-g	0.529	1531	1	0.05	0.09
69.60-72.00	1280	-1747	g-n	0.608	1639	1	0.02	0.05
72.00-74.40	-1777	370	n-g	0.590	1588	1	0.02	0.05
74.40-76.80	148	-5448	g-m	0.632	1828	1	0.08	0.16
76.80-79.20	-3631	1073	m-g	0.529	1531	1	0.05	0.09
79.20-81.60	1295	-1743	g-n	0.608	1639	1	0.02	0.05
81.60-84.00	-1775	352	n-g	0.590	1590	1	0.02	0.05
84.00-86.40	130	-5486	g-m	0.633	1830	1	0.08	0.16

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (1.14 - 0.2)*(|-5486 |/(0.461 *72467   /1.0)) = 1.04
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-5486 |/(0.461 *72467   /1.0)) = 1.02
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(1.04   , 1.02   ) = 1.02
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.61

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-5486 |/(0.461 *72467   /1.0)+1.02 *|0.0 |/(1.00*983.6 /1.0)
           = 0.164 + 0.000 = 0.164
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-5486 |/(0.744 *72467   /1.0)+0.61 *|0.0 |/(1.00*983.6 /1.0)
           = 0.102 + 0.000 = 0.102

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.164 , 0.102) = 0.164

- controle: 0.16 < 0.95, dus de stabiliteit voldoet.

3.18.3.3 Stabiliteitscontrole in het vlak (nabij de kolom-aansluitingen):

- Maatgevend: Ndmax = N + |Q|/tan(alfa) = -5486 + |-826 |/tan(38.9) = -5486 N
  (N.B.: 1e drukdiagonaal reduceert de normaaldrukkracht in de onderrand)
- Veldmoment: Mgewas = 1/4*Fgew*lveld = 1/4 * 0 * 898 = 0 E3 Nmm
  (N.B.: Fgew = gamma*v*qgew*hohgew + gamma*v*qtg*hohtgt)
  = 1.00*4.00*0 *0.80 + 1.00*4.00*0 *1.60 = 0 N)

- Kniklengte: lky = 0.80*lveld = 0.80 * 898 = 718 mm
  (lky = lveld, volgens NEN 3851 art. 2.5.6.2.c.)

  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.80 (het profiel is geschoord).
  M1 = -0.00 , M2 = -0.00 , Ms = 0.00 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz2 * (1.0 + 0.6*lambdarel.z*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
  = 0.80 * (1.0 + 0.6*0.67 *(|-5486 |/(0.744 *72467 /1.0)) = 0.83
  Kz.3 = Cmz2 * (1.0 + 0.6*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
  = 0.80 * (1.0 + 0.6*(|-5486 |/(0.744 *72467 /1.0)) = 0.85
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.83 , 0.85) = 0.83
  Ky.b = 0.8 * Kz.b = 0.67

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
  = |-5486 |/(0.744 *72467 /1.0)+0.83 *|0.0 |/(1.00*738.1 /1.0)
  = 0.102 + 0.000 = 0.102
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
  = |-5486 |/(0.871 *72467 /1.0)+0.67 *|0.0 |/(1.00*738.1 /1.0)
  = 0.087 + 0.000 = 0.087

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.102 , 0.087) = 0.102

- controle: 0.10 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.18.3.3 Doorsnede-controle van de onderrand:

$$\text{- UCDruk} = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} = \frac{|-5486|}{72467} = 0.08$$

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 1295 N

$$\text{- UCTrek} = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} = \frac{|1295|}{72467} = 0.02$$

Druk is maatgevend.

- Controle: 0.08 < 1.00, dus de druksterkte voldoet.

Conclusie:
- Onderrand (RHBK50*30*1.5) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.11: d3) Dead Load + Services + Psi_Crop + Seismic

3.18.3.4 Controle van de diagonalen:

3.18.3.4 Controle van de diagonalen in de eindvelden:

- Controle op druk:
  - Maatgevende dwarskracht eindvelden: Qmaxd = -826 N (zie tabel 3.18.3.1)

$$\text{Ndiagd} = \frac{|\text{Qmaxd}|}{\sin(\text{alfa})} = \frac{|-826|}{\sin(38.9)} = 1316 \text{ N}$$

  - Capaciteit diagonaal: Fdiagd = 13200 N (zie 4.4)

  - Controle: 1316 N < 13200 N, dus diagonaal voldoet.

- Controle op trek:
  - Maatgevende dwarskracht eindvelden: Qmaxt = 741 N (zie tabel 3.18.3.1)

$$\text{Ndiagt} = \frac{\text{Qmaxt}}{\sin(\text{alfa})} = \frac{741}{\sin(38.9)} = 1181 \text{ N}$$

  - Capaciteit diagonaal eindvelden: Fdiagt = 36175 N (zie 4.4)

  - Controle: 1181 N < 36175 N, dus diagonaal voldoet.

Conclusie:
- Diagonalen in eindvelden (RD14.0 mm) voldoen qua trek/druk
  bij B.C.11: d3) Dead Load + Services + Psi_Crop + Seismic

3.18.3.4 Controle van de (las)verbindingen:

	Diagonalen eindvelden		Diagonalen middenvelden	
	Nd = 1316 N Nt = 1181 N		Nd = - 0 N Nt = 0 N	
	Fstev = 919 N Fstlo = 741 N Msdt = 4689.97 Nm Fsdev = 1024 N		Fstev = 0 N Fstlo = 0 N Msdt = 0.00 Nm Fsdev = 0 N	
	bovenrand	onderrand	bovenrand	onderrand
Tau1	3.96 N/mm²	3.96 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
Tau2	3.06 N/mm²	3.06 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
Sgm1	3.96 N/mm²	3.96 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
SgmWst	5.50 N/mm²	5.50 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
UC1	0.03	0.03	0.00	0.00
UC2	0.01	0.01	0.00	0.00
SgmWsd	3.41 N/mm²	3.41 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
UC3	0.02	0.02	0.00	0.00
Nt1	20826 N	15660 N	20826 N	15660 N
knd	1.00	1.00	1.00	1.00
Nd1	20826 N	15660 N	20826 N	15660 N
UCt1	0.06	0.08	0.00	0.00
UCd1	0.06	0.08	0.00	0.00
UClas	0.03	0.03	0.00	0.00
UCdia	0.06	0.08	0.00	0.00
UCgeo	0.48	0.49	0.48	0.49
UClas	0.03		0.00	
UCdia	0.50		0.50	

Conclusie:
- Lassen: UClas = 0.03 <= 1.00 dus: voldoen
- Aansluitingen: UCdia = 0.50 <= 1.00 dus: voldoen

Eindconclusie:
- Aansluiting diagonalen voldoet
  bij B.C.11: d3) Dead Load + Services + Psi_Crop + Seismic

3.18.3.4 Controle van de dekgording (het spant van de middenvelden)

- Belastingscombinatie met alleen eigen gewicht kasdek, wind en sneeuw
  Qg,links = [32 + 0 *(+0.00-(+0.00))/cos(27.0) + 0] * 9.60 /[2*(1+1)] = 0.077 Nm
  Qg,rechts = [32 + 0 *(+0.00-(+0.00))/cos(27.0) + 0] * 9.60 /[2*(1+1)] = 0.077 Nm
  Qg= max(|Qg,links| ; |Qg,rechts|) = 0.077 Nm

- Vervormingseis dekgordingen volgens EN 13031-1:
  dtoel2 = min(4000/(650 - 100*min(4000/1125;5)); 4000/150; 30) = 13.6 mm
- Hieruit volgt een minimaal traagheidsmoment (ligger op 3 steunpunten):
  Ixg,bc = 2/384 * (Qg * 40004) / (Estaal,g * dtoel2) = 35894 mm4

- Minimaal traagheidsmoment dekgording:
  Ixgmin = max(Ixg,eg, Ixg,bc) = max(91429 , 35894) = 91429 mm4

3.18.3.4 Controle van de gordingverticaal

- Controle veerstijfheid gordingverticaal
  De onderrand wordt geschematiseerd als een ligger van goot naar nok.
  - Veerstijfheid gordingprofiel:
    kgord = 4 * Estaal,g * Ixgmin / (390 ² * 4000) = 126.2 N/mm
  - Veerstijfheid gordingverticaal:
    k0gvert = 1826.1 N/mm (zie 4.7)

    De veerstijfheid van de verticaal is ten minste zo groot als 100% van
    de veerstijfheid van de inklemming van de gording.

  - Controle: 1826.1 N/mm > 126.2 N/mm, dus gordingverticaal voldoet.

- Plaatsvastheid van de gordingverticaal bij de onderrand
  Omdat de aansluiting van de gording aan de tralie in het algemeen goed
  momentvast is uitgevoerd, kan de volledige stijfheid van de gording in
  rekening worden gebracht.

  - Veerstijfheid gordingprofiel:
    kgord = 4 * Estaal,g * 91429 / (390 ² * 4000) = 126.2 N/mm

  - Veerstijfheid van de aansluiting van de onderrand-gording "uit het vlak":
    Hoekverdraaiing door gording en inklemming opzetkolom:

$$V2 = \frac{2*vak}{4*Eg*Ig} = \frac{2 * 4000}{4 * 210000 * 91429} = 104.2 \ *10\text{-}9 \ 1/Nmm$$

    Hoekverdraaiing door moment bij onderrand door bovenrand:

$$V3 = \frac{bkap}{2*(ngord+1)*\cos(27.0)*Gbr*Itbr*2} = \frac{9600}{2*(1+1)*\cos(27.0)* 80769* 92298*2} = 180.7 \ *10\text{-}9 \ 1/Nmm$$

    Hoekverdraaiing door puntlast bij gordingverticaal:

$$V4 = \frac{ht;net^2}{3 * Egv * Igv} = \frac{330^2}{3 * 210000 * 104167} = 1659.4 \ *10\text{-}9 \ 1/Nmm$$

    Moment bij bovenrand

$$MBr = \frac{V2 * hspant}{V2 + V3} = \frac{104.2 * 390}{104.2 + 180.7} = 142.6 \ Nm$$

    Moment bij gording Mozk = hspant - Mbr = 390 - 143 = 247 Nmm

    Geeft de veerstijfheid ter plaatse van de bovenrand:

$$kor = \frac{1}{V4*ht;nett + V2*hspant^2 + V2*hspant*-Mbr} = \frac{1}{1659.4*330 + 104.2*390^2 + 104.2*390*(-143)} = 94.4 \ N/mm$$

    Vereiste kritische veerstijfheid: kcr = 16.5 N/mm (zie 4.8)

  - Controle: 94.4 N/mm > 16.5 N/mm, dus veerstijfheid voldoet.

- Controle op knik:
  - Maatgevende verticale kracht: Ngv = Fvg = -872 N
  - Capaciteit van de verticaal : Fgvertd = 69549 N (zie 4.6)

  - Controle: -872 N > 69549 N, dus gordingverticaal voldoet.

Conclusie:
- Gordingverticaal voldoet qua sterkte/stabiliteit en stijfheid
  bij B.C.11: d3) Dead Load + Services + Psi_Crop + Seismic

3.18.3.5 Controle van de bouten van de spant-kolom-aansluiting:

Controle van de krachten op de bout(en) bij de bovenrand:

Tabel 3.18.3.5.1: Belastingen bij bovenrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Spant-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Nt [N]	Ft,br [N]	Fs,br [N]	Fi,br [N]
19.20	-1023	-2480	741	1831	1295	1224	2162
28.80	-1470	-2522	-824	1831	2272	1307	2929
28.80	-913	-2504	716	1838	1039	1207	1998
38.40	-1471	-2557	-820	1838	2258	1311	2921
38.40	-897	-2506	713	1820	1002	1204	1976
48.00	-1477	-2561	-820	1820	2269	1312	2931
48.00	-885	-2507	710	1806	977	1202	1960
57.60	-1484	-2564	-821	1806	2282	1314	2943
57.60	-875	-2507	708	1795	953	1200	1946
67.20	-1491	-2566	-822	1795	2298	1315	2956
67.20	-865	-2507	706	1789	931	1198	1933
76.80	-1499	-2567	-823	1789	2315	1316	2971
76.80	-856	-2505	704	1784	913	1196	1922
86.40	-1513	-2567	-826	1784	2346	1319	2997

Gegevens van de eindplaat bij de bovenrand:
- Aantal bouten bij de bovenrand: nbb = 1
- Momenten-arm bij bovenrand: hbbout = 458 mm
- Hellingshoek van het spant: alpha = 27.0 graden
- Nt is de trekkracht in de trekstang van het spant
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Normaalkracht: $Ft = \frac{N*\cos(alpha) + sn*Q*\sin(alpha)}{2 * nbb} - \frac{M}{hbbout} + \frac{Nt}{2}$ met Ft>=0N
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * -N*sin(alpha) + sn*Q*cos(alpha)
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,br max = 2997 N (zie tabel)
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Fi,br max = 1.30 * 2997 = 3896 N
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbtb max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 3896 N < 33926 N, dus bout bij bovenrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.11: d3) Dead Load + Services + Psi_Crop + Seismic

Controle van de krachten op de bout(en) bij de onderrand:

Tabel 3.18.3.5.2: Belastingen bij onderrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Spant-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Nt [N]	Ft,or [N]	Fs,or [N]	Fi,or [N]
19.20	-1023	-2480	741	1831	0	1224	1730
28.80	-1470	-2522	-824	1831	0	1307	1849
28.80	-913	-2504	716	1838	0	1207	1706
38.40	-1471	-2557	-820	1838	0	1311	1854
38.40	-897	-2506	713	1820	0	1204	1702
48.00	-1477	-2561	-820	1820	0	1312	1856
48.00	-885	-2507	710	1806	0	1202	1700
57.60	-1484	-2564	-821	1806	0	1314	1858
57.60	-875	-2507	708	1795	0	1200	1697
67.20	-1491	-2566	-822	1795	0	1315	1860
67.20	-865	-2507	706	1789	0	1198	1694
76.80	-1499	-2567	-823	1789	0	1316	1862
76.80	-856	-2505	704	1784	0	1196	1692
86.40	-1513	-2567	-826	1784	0	1319	1865

Gegevens van de eindplaat bij de onderrand:
- Aantal bouten bij de onderrand: nbo = 2
- Momenten-arm bij onderrand: hobout = 762 mm
- Hellingshoek van het spant: alfa = 27.0 graden
- Nt is de trekkracht in de trekstang van het spant
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * -N*sin(alpha) + sn*Q*cos(alpha)
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,or max = 1865 N (zie tabel)
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Fi,or max = 1.30 * 1865 = 2425 N

- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbto max = 33926   N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 2425   N < 33926   N, dus bout bij onderrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.11: d3) Dead Load + Services + Psi_Crop + Seismic

3.18.3.5 Controle van de eindplaat op pons:

Bij de boutverbinding van de bovenrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxb = 2.3 kN (zie tabel hiervoor)
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Ftmaxb = 1.30 * 2.3 = 3.0 N
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capb = 80 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 3.0 kN < 80 kN, dus eindplaat (ST50*10.0) voldoet
zonder onderlegring bij de bovenste bout
bij B.C.11: d3) Dead Load + Services + Psi_Crop + Seismic

Bij de boutverbinding van de onderrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxo = 0.0 kN (zie tabel hiervoor)
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Ftmaxo = 1.30 * 0.0 = 0.0 kN
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capo = 80 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0.0 kN < 80 kN, dus eindplaat (ST50*10.0) voldoet
zonder onderlegring bij de onderste bout
bij B.C.11: d3) Dead Load + Services + Psi_Crop + Seismic

3.18.3.5 Controle van de eindplaat op buiging:

Tabel 3.18.3.5.4.1: Belastingen van de eindplaat van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Spant-kracht	Normaal-kracht	Normaal-kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Nt [N]	Ftrb [N]	Ftro [N]
19.20	-1023	-2480	741	1831	1904	0
28.80	-1470	-2522	-824	1831	3147	0
28.80	-913	-2504	716	1838	1583	0
38.40	-1471	-2557	-820	1838	3134	0
38.40	-897	-2506	713	1820	1536	0
48.00	-1477	-2561	-820	1820	3148	0
48.00	-885	-2507	710	1806	1504	0
57.60	-1484	-2564	-821	1806	3166	0
57.60	-875	-2507	708	1795	1474	0
67.20	-1491	-2566	-822	1795	3185	0
67.20	-865	-2507	706	1789	1446	0
76.80	-1499	-2567	-823	1789	3208	0
76.80	-856	-2505	704	1784	1423	0
86.40	-1513	-2567	-826	1784	3247	0

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de bovenrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftrb = \frac{N\cdot\cos(\alpha) + sn\cdot Q\cdot\sin(\alpha)}{2} - \frac{M}{ht,eff} \text{ met } Ftrb>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftrb(max) * e = 0.5 * 3247 * 25.0 = 41 Nm
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Mep = 1.30 * 41 = 53 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 1987 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 53 Nm < 1987 Nm, dus eindplaat (ST50*10.0) voldoet
bij B.C.11: d3) Dead Load + Services + Psi_Crop + Seismic

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de onderrand:
- Normaalkracht : Ftbout(2) = 0.0 * 367.7 /472.7 = 0.0 kN
- Normaalkracht : Ftbout(1) = 0.0 * 472.7 /472.7 = 0.0 kN
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * max(Ftbout(2) * e(2), Ftbout(1) * e(1))
= 0.5 * max(0.0 * 25 , 0.0 * 50) = 0 Nm
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Mep = 0.00 * 0 = 0 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 2683 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0 Nm < 2683 Nm, dus eindplaat (ST50*10.0) voldoet
bij B.C.11: d3) Dead Load + Services + Psi_Crop + Seismic

De lasverbindingen tussen eindplaat met resp. de boven- en onderrand
zijn niet gecontroleerd.

3.18.3.6 Controle van de bouten van de nokaansluiting:

Controle van de krachten op de bout(en) bij de bovenrand:

Tabel 3.18.3.6.1: Belastingen bij bovenrand van de nokaansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,br [N]	Fs,br [N]	Fi,br [N]
24.00	-253	-1870	-456	0	831	1175
24.00	-253	-1912	373	0	766	1084
33.60	-279	-1894	-481	0	858	1214
33.60	-279	-1947	377	0	778	1100
43.20	-283	-1896	-485	0	862	1219
43.20	-283	-1951	377	0	779	1101
52.80	-285	-1897	-487	0	865	1223
52.80	-285	-1954	376	0	779	1101
62.40	-287	-1898	-489	0	867	1226
62.40	-287	-1956	375	0	778	1100
72.00	-287	-1897	-491	0	868	1228
72.00	-287	-1957	374	0	777	1099
81.60	-287	-1895	-493	0	869	1229
81.60	-287	-1957	371	0	775	1096

Gegevens van de nokplaat bij de bovenrand:
- Aantal bouten bij de bovenrand: nbb = 1
- Momenten-arm bij bovenrand: hbbout = 372 mm
- Hellingshoek van het spant: alpha = 27.0 graden
- Teken dwarskracht bij eindpositie sn=+1 en bij beginpositie sn=-1

$$\text{- Normaalkracht: } Ft = \frac{N\cos(alpha) + sn\cdot Q\sin(alpha)}{2 \cdot nbb} - \frac{M}{hbbout} \text{ met } Ft>=0N$$

- Schuifkracht: $Fs = 0.5 * -N\sin(alpha) - sn\cdot Q\cos(alpha)$
- Ideële kracht: $Fi = (Ft^2 + 2\cdot Fs^2)0.5$
- Maximale optredende kracht: Fi,br max = 1229 N (zie tabel)
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Fi,br max = 1.30 * 1229 = 1598 N
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbtb max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 1598 N < 33926 N, dus bout bij bovenrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.11: d3) Dead Load + Services + Psi_Crop + Seismic

Controle van de krachten op de bout(en) bij de onderrand:

Tabel 3.18.3.6.2: Belastingen bij onderrand van de nokaansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,or [N]	Fs,or [N]	Fi,or [N]
24.00	-253	-1870	-456	0	831	1175
24.00	-253	-1912	373	0	766	1084
33.60	-279	-1894	-481	0	858	1214
33.60	-279	-1947	377	0	778	1100
43.20	-283	-1896	-485	0	862	1219
43.20	-283	-1951	377	0	779	1101
52.80	-285	-1897	-487	0	865	1223
52.80	-285	-1954	376	0	779	1101
62.40	-287	-1898	-489	0	867	1226
62.40	-287	-1956	375	0	778	1100
72.00	-287	-1897	-491	0	868	1228
72.00	-287	-1957	374	0	777	1099
81.60	-287	-1895	-493	0	869	1229
81.60	-287	-1957	371	0	775	1096

Gegevens van de nokplaat bij de onderrand:
- Aantal bouten bij de onderrand: nbo = 1
- Momenten-arm bij onderrand: hobout = 372 mm
- Hellingshoek van het spant: alfa = 27.0 graden
- Teken dwarskracht bij eindpositie sn=+1 en bij beginpositie sn=-1

$$\text{- Normaalkracht: } Ft = \frac{N\cos(alpha) + sn\cdot Q\sin(alpha)}{2 \cdot nbo} + \frac{M}{hobout} \text{ met } Ft>=0N$$

- Schuifkracht: $Fs = 0.5 * -N\sin(alpha) - sn\cdot Q\cos(alpha)$
- Ideële kracht: $Fi = (Ft^2 + 2\cdot Fs^2)0.5$
- Maximale optredende kracht: Fi,or max = 1229 N (zie tabel)
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Fi,or max = 1.30 * 1229 = 1598 N

- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbto max = 33926   N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 1598   N < 33926   N, dus bout bij onderrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.11: d3) Dead Load + Services + Psi_Crop + Seismic

3.18.3.6 Controle van de nokplaat op pons:
Bij de boutverbinding van de bovenrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxb = 0.0 kN (zie tabel hiervoor)
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Ftmaxb = 1.30 * 0.0 = 0.0 kN
- Capaciteit van de nokplaat: Fp,capb = 96 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0.0 kN < 96 kN, dus nokplaat (ST50*12.0) voldoet
zonder onderlegring bij de bovenste bout
bij B.C.11: d3) Dead Load + Services + Psi_Crop + Seismic

Bij de boutverbinding van de onderrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxo = 0.0 kN (zie tabel hiervoor)
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Ftmaxo = 1.30 * 0.0 = 0.0 kN
- Capaciteit van de nokplaat: Fp,capo = 96 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0.0 kN < 96 kN, dus nokplaat (ST50*12.0) voldoet
zonder onderlegring bij de onderste bout
bij B.C.11: d3) Dead Load + Services + Psi_Crop + Seismic

3.18.3.6 Controle van de nokplaat op buiging:

Tabel 3.18.3.6.4.1: Belastingen van de nokplaat.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Normaal-kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ftrb [N]	Ftro [N]
24.00	-253	-1870	-456	0	0
24.00	-253	-1912	373	0	0
33.60	-279	-1894	-481	0	0
33.60	-279	-1947	377	0	0
43.20	-283	-1896	-485	0	0
43.20	-283	-1951	377	0	0
52.80	-285	-1897	-487	0	0
52.80	-285	-1954	376	0	0
62.40	-287	-1898	-489	0	0
62.40	-287	-1956	375	0	0
72.00	-287	-1897	-491	0	0
72.00	-287	-1957	374	0	0
81.60	-287	-1895	-493	0	0
81.60	-287	-1957	371	0	0

Resulterende trekkracht in de nokplaat bij de bovenrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftrb = \frac{N*\cos(alpha) + sn*Q*\sin(alpha)}{2} - \frac{M}{ht,eff} \text{ met } Ftrb>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de nokplaat:
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftrb(max) * e = 0.5 * 0 * 25.0 = 0 Nm
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Mep = 1.30 * 0 = 0 Nm
- Capaciteit van de nokplaat: Mp,cap = 368 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0 Nm < 368 Nm, dus nokplaat (ST50*12.0) voldoet
bij B.C.11: d3) Dead Load + Services + Psi_Crop + Seismic

Resulterende trekkracht in de nokplaat bij de onderrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftro = \frac{N*\cos(alfa) + sn*Q*\sin(alfa)}{2} + \frac{M}{ht,eff} \text{ met } Ftro>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de nokplaat:
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftro(max) * e = 0.5 * 0 * 25.0 = 0 Nm
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Mep = 1.30 * 0 = 0 Nm
- Capaciteit van de nokplaat: Mp,cap = 685 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0 Nm < 685 Nm, dus nokplaat (ST50*12.0) voldoet
bij B.C.11: d3) Dead Load + Services + Psi_Crop + Seismic

De lasverbindingen tussen nokplaat met resp. de boven- en onderrand
zijn niet gecontroleerd.

3.18.4 De krachtsverdeling in het 2e spant:

Tabel 3.18.4.1: Momentenlijn, normaal- en dwarskrachtenlijn.

Positie	Momentenlijn	Normaal-	Dwars-
		krachtenlijn	krachtenlijn
x in [m]	M(x) in [Nm]	N(x) in [N]	Q(x) in [N]
begin - eind	(+ = U/- =)	(+ = trek)	(+ = ~~~___)
9.60 - 12.00	-1016 832	-2574 -2469	788 584
12.00 - 14.40	832 -223	-2025 -1920	-289 -494
14.40 - 16.80	-223 554	-1973 -2077	391 186
16.80 - 19.20	554 -1571	-2522 -2626	-687 -891
86.40 - 88.80	-854 895	-2598 -2494	752 547
88.80 - 91.20	895 -258	-2049 -1945	-326 -531
91.20 - 93.60	-258 513	-2017 -2121	389 184
93.60 - 96.00	513 -1617	-2566 -2670	-688 -893

3.18.4.1 Controle van de stijfheid van het spant:

De toelaatbare doorbuiging van alle spanten wordt bepaald per spantbeen:
- uvtoel = 5387 / 250 < 30.0 mm, dus: uvtoel = 21.5 mm

Uit de U-lijn is de maximale doorbuiging:
- doorbuiging umax = -9.77 mm

- Controle van het 2e spant:
  Doorbuiging: |-9.8 | mm < 21.5 mm, dus: voldoet.
  bij B.C.11: d3) Dead Load + Services + Psi_Crop + Seismic

3.18.4.2 Controle van de bovenrand:

3.18.4.2 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de bovenrand:

- De normaalkracht in de bovenrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = -M/0.3600 + N/2 (voor N en M, zie 3.18.4.1)
    met: Effectieve spanthoogte: 360.0 mm

- De normaalkracht in de bovenrand wordt bij de eindplaten van de nok en de kolomaansluiting gereduceerd met de normaalkracht in de diagonaal (einddiagonaal sluit aan bij eindplaat ter plaatse van de bovenrand)
  - Reductie: Nred = Nd - Q/tan(38.9) plaats van eindplaat naar gording
  - Reductie: Nred = Nd + Q/tan(38.9) plaats van gording naar eindplaat
    (voor de dwarskracht Q zie tabel 3.18.4.1)

Tabel 3.18.42: Normaalkrachtenverloop in de bovenrand.

Plaats	Normaalkracht in [N] (trek = positief)	Systeem-lengte
x in [m]	Spant	[mm]
9.60 - 12.00	558 -3545	2694
12.00 - 14.40	-3323 -954	2694
14.40 - 16.80	-852 -2578	2694
16.80 - 19.20	-2800 1946	2694
86.40 - 88.80	141 -3733	2694
88.80 - 91.20	-3510 -912	2694
91.20 - 93.60	-772 -2486	2694
93.60 - 96.00	-2708 2051	2694

3.18.4.2 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Nadrukkelijk wordt vermeld, dat onderstaande stabiliteits-berekeningen alleen voldoen bij toepassing van specifieke stabiliteits-voorzieningen ter plaatse van de gordingen:

- fixatie van de boven- en onderrand rand uit het vlak van het spant, door windverbanden tussen de gordingen in het eerste en laatste vak van een gootlengte en momentvaste koppelingen tussen gordingen en bovenrand

Tabel 3.18.4.2:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de bovenrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-	Normaalkrachten	Rand-	Knfct	Knik-	Klasse	Sterkte	Stab.

bepaling	(trek = positief)		voor-	staaf-	lengte		UC	UC
	[N]		waar-	lengte				
begin-eind	"begin"	"einde"	den	ßm×ßn	[mm]			
9.60-12.00	558	-3545	m-g	0.502	1353	1	0.04	0.06
12.00-14.40	-3323	-954	g-n	0.554	1491	1	0.04	0.06
14.40-16.80	-852	-2578	n-g	0.613	1652	1	0.03	0.05
16.80-19.20	-2800	1946	g-m	0.400	1077	1	0.03	0.05
86.40-88.80	141	-3733	m-g	0.526	1416	1	0.04	0.07
88.80-91.20	-3510	-912	g-n	0.546	1472	1	0.04	0.07
91.20-93.60	-772	-2486	n-g	0.610	1643	1	0.03	0.05
93.60-96.00	-2708	2051	g-m	0.400	1077	1	0.03	0.05

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (0.83 - 0.2)*(|-3733 |/(0.644 *84071   /1.0)) = 0.94
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-3733 |/(0.644 *84071   /1.0)) = 0.95
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(0.94   , 0.95   ) = 0.94
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.56

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-3733 |/(0.644 *84071   /1.0)+0.94 *|0.0 |/(1.00*1113.7 /1.0)
           = 0.069 + 0.000 = 0.069
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-3733 |/(0.671 *84071   /1.0)+0.56 *|0.0 |/(1.00*1113.7 /1.0)
           = 0.066 + 0.000 = 0.066

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.069 , 0.066) = 0.069

- controle: 0.07 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.18.4.2 Stabiliteitscontrole in het vlak:

- Maatgevende normaaldrukkracht: Ndmax = -3733 N

- Kniklengte: lky = 1.00 * lveld = 1.00 * 898 = 898 mm
Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
Interactiefactoren volgens bijlage B:
Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
= 0.90 * (1.0 + (0.79 - 0.2)*(|-3733 |/(0.671 *84071 /1.0)) = 0.93
Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
= 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-3733 |/(0.671 *84071 /1.0)) = 0.95
Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.93 , 0.95) = 0.93
Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.56

UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
= |-3733 |/(0.671 *84071 /1.0)+0.93 *|0.0 |/(1.00*828.1 /1.0)
= 0.066 + 0.000 = 0.066
UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
= |-3733 |/(0.829 *84071 /1.0)+0.56 *|0.0 |/(1.00*828.1 /1.0)
= 0.054 + 0.000 = 0.054

Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.066 , 0.054) = 0.066

- controle: 0.07 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.18.4.2 Doorsnede-controle van de bovenrand:

$$\text{- UCDruk} = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} = \frac{|-3733|}{84071} = 0.04$$

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 2051 N

$$\text{- UCTrek} = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} = \frac{|2051|}{84071} = 0.02$$

Trek is maatgevend.

- Controle: 0.04 < 1.00, dus de treksterkte voldoet.

Conclusie:
- Bovenrand (RHBK50*30*2.0) voldoet qua sterkte/stabiliteit
bij B.C.11: d3) Dead Load + Services + Psi_Crop + Seismic

3.18.4.3 Controle van de onderrand:

3.18.4.3 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de onderrand:

- De normaalkracht in de onderrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = M/0.3600 + N/2 (voor N en M, zie 3.18.4.1)
    met: Effectieve spanthoogte: 360.0 mm

Tabel 3.18.43: Normaalkrachtenverloop in de onderrand.

Plaats x in [m]	Normaalkracht in [N] (trek = positief) Spant		Systeem-lengte [mm]
9.60 - 12.00	-4109	1076	2892
12.00 - 14.40	1298	-1578	2694
14.40 - 16.80	-1605	501	2694
16.80 - 19.20	279	-5677	2892
86.40 - 88.80	-3671	1239	2892
88.80 - 91.20	1461	-1690	2694
91.20 - 93.60	-1726	365	2694
93.60 - 96.00	142	-5828	2892

3.18.4.3 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Nadrukkelijk wordt vermeld, dat onderstaande stabiliteits-berekeningen
alleen voldoen bij toepassing van specifieke stabiliteits-voorzieningen
ter plaatse van de gordingen:

- fixatie van de boven- en onderrand rand uit het vlak van het spant, door
  windverbanden tussen de gordingen in het eerste en laatste vak van een
  gootlengte en momentvaste koppelingen tussen gordingen en bovenrand

Tabel 3.18.4.3:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de onderrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-bepaling begin-eind	Normaalkrachten (trek = positief) [N] "begin"	"einde"	Rand-voor-waar-den	Knfct staaf-lengte ßm×ßn	Knik-lengte/PlPerc [mm]	Klasse	Sterkte UC	Stab. UC
9.60-12.00	-4109	1076	m-g	0.529	1531	1	0.03	0.06
12.00-14.40	1298	-1578	g-n	0.608	1639	1	0.01	0.02
14.40-16.80	-1605	501	n-g	0.590	1588	1	0.01	0.02
16.80-19.20	279	-5677	g-m	0.626	1811	1	0.04	0.09
86.40-88.80	-3671	1239	m-g	0.529	1531	1	0.03	0.05
88.80-91.20	1461	-1690	g-n	0.608	1639	1	0.01	0.02
91.20-93.60	-1726	365	n-g	0.590	1588	1	0.01	0.02
93.60-96.00	142	-5828	g-m	0.633	1830	1	0.05	0.09

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (1.10 - 0.2)*(|-5828 |/(0.482 *127493 /1.0)) = 0.98
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-5828 |/(0.482 *127493 /1.0)) = 0.97
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(0.98   , 0.97   ) = 0.97
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.58

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-5828 |/(0.482 *127493 /1.0)+0.97 *|0.0 |/(1.00*1585.8 /1.0)
           = 0.095 + 0.000 = 0.095
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-5828 |/(0.754 *127493 /1.0)+0.58 *|0.0 |/(1.00*1585.8 /1.0)
           = 0.061 + 0.000 = 0.061

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.095 , 0.061) = 0.095

- controle: 0.09 < 0.95, dus de stabiliteit voldoet.

3.18.4.3 Stabiliteitscontrole in het vlak (nabij de kolom-aansluitingen):

- Maatgevend: Ndmax = N + |Q|/tan(alfa) = -5828 + |-893 |/tan(38.9) = -5828 N
  (N.B.: 1e drukdiagonaal reduceert de normaaldrukkracht in de onderrand)
- Veldmoment: Mgewas = 1/4*Fgew*lveld = 1/4 * 0 * 898 = 0 E3 Nmm
  (N.B.: Fgew = gamma*v*qgew*hohgew + gamma*v*qtg*hohtgt)
  = 1.00*4.00*0 *0.80 + 1.00*4.00*0 *1.60 = 0 N)

- Kniklengte: lky = 0.80*lveld = 0.80 * 898 = 718 mm
  (lky = lveld, volgens NEN 3851 art. 2.5.6.2.c.)

  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.80 (het profiel is geschoord).
  M1 = -0.00 , M2 = -0.00 , Ms = 0.00 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz2 * (1.0 + 0.6*lambdarel.z*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
  = 0.80 * (1.0 + 0.6*0.65 *(|-5828 |/(0.754 *127493 /1.0)) = 0.82
  Kz.3 = Cmz2 * (1.0 + 0.6*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
  = 0.80 * (1.0 + 0.6*(|-5828 |/(0.754 *127493 /1.0)) = 0.83
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.82 , 0.83) = 0.82
  Ky.b = 0.8 * Kz.b = 0.66

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
  = |-5828 |/(0.754 *127493 /1.0)+0.82 *|0.0 |/(1.00*1168.2 /1.0)
  = 0.061 + 0.000 = 0.061
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
  = |-5828 |/(0.879 *127493 /1.0)+0.66 *|0.0 |/(1.00*1168.2 /1.0)
  = 0.052 + 0.000 = 0.052

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.061 , 0.052) = 0.061

- controle: 0.06 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.18.4.3 Doorsnede-controle van de onderrand:

$$\text{- UCDruk} = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} = \frac{|-5828|}{127493} = 0.05$$

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 1461 N

$$\text{- UCTrek} = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} = \frac{|1461|}{127493} = 0.01$$

Druk is maatgevend.

- Controle: 0.05 < 1.00, dus de druksterkte voldoet.

Conclusie:
- Onderrand (RHBK50*30*3.0) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.11: d3) Dead Load + Services + Psi_Crop + Seismic

3.18.4.4 Controle van de diagonalen:

3.18.4.4 Controle van de diagonalen in de eindvelden:

- Controle op druk:
  - Maatgevende dwarskracht eindvelden: Qmaxd = -893 N (zie tabel 3.18.4.1)

$$\text{Ndiagd} = \frac{|\text{Qmaxd}|}{\sin(\text{alfa})} = \frac{|-893|}{\sin(38.9)} = 1423 \text{ N}$$

  - Capaciteit diagonaal: Fdiagd = 16714 N (zie 4.4)

  - Controle: 1423 N < 16714 N, dus diagonaal voldoet.

- Controle op trek:
  - Maatgevende dwarskracht eindvelden: Qmaxt = 788 N (zie tabel 3.18.4.1)

$$\text{Ndiagt} = \frac{\text{Qmaxt}}{\sin(\text{alfa})} = \frac{788}{\sin(38.9)} = 1255 \text{ N}$$

  - Capaciteit diagonaal eindvelden: Fdiagt = 41528 N (zie 4.4)

  - Controle: 1255 N < 41528 N, dus diagonaal voldoet.

Conclusie:
- Diagonalen in eindvelden (RD15.0 mm) voldoen qua trek/druk
  bij B.C.11: d3) Dead Load + Services + Psi_Crop + Seismic

3.18.4.4 Controle van de (las)verbindingen:

	Diagonalen eindvelden		Diagonalen middenvelden	
	Nd = 1423 N		Nd = - 0 N	
	Nt = 1255 N		Nt = 0 N	
	Fstev = 977 N		Fstev = 0 N	
	Fstlo = 788 N		Fstlo = 0 N	
	Msdt = 4499.04 Nm		Msdt = 0.00 Nm	
	Fsdev = 1107 N		Fsdev = 0 N	
	bovenrand	onderrand	bovenrand	onderrand
Tau1	3.98 N/mm²	3.98 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
Tau2	3.26 N/mm²	3.26 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
Sgm1	3.98 N/mm²	3.98 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
SgmWst	5.63 N/mm²	5.63 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
UC1	0.03	0.03	0.00	0.00
UC2	0.01	0.01	0.00	0.00
SgmWsd	3.69 N/mm²	3.69 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
UC3	0.02	0.02	0.00	0.00
Nt1	21211 N	39844 N	21211 N	39844 N
knd	1.00	1.00	1.00	1.00
Nd1	21211 N	39844 N	21211 N	39844 N
UCt1	0.06	0.03	0.00	0.00
UCd1	0.07	0.04	0.00	0.00
UClas	0.03	0.03	0.00	0.00
UCdia	0.07	0.04	0.00	0.00
UCgeo	0.46	0.44	0.46	0.44
UClas	0.03		0.00	
UCdia	0.50		0.50	

Conclusie:
- Lassen: UClas = 0.03 <= 1.00 dus: voldoen
- Aansluitingen: UCdia = 0.50 <= 1.00 dus: voldoen

Eindconclusie:
- Aansluiting diagonalen voldoet
  bij B.C.11: d3) Dead Load + Services + Psi_Crop + Seismic

3.18.4.4 Controle van de dekgording (het 2e spant)

- Belastingscombinatie met alleen eigen gewicht kasdek, wind en sneeuw
  Qg,links = [32 + 0 *(+0.00-(+0.00))/cos(27.0) + 0] * 9.60 /[2*(1+1)] = 0.077 Nm
  Qg,rechts = [32 + 0 *(+0.00-(+0.00))/cos(27.0) + 0] * 9.60 /[2*(1+1)] = 0.077 Nm
  Qg= max(|Qg,links| ; |Qg,rechts|) = 0.077 Nm

- Vervormingseis dekgordingen volgens EN 13031-1:
  dtoel2 = min(4000/(650 - 100*min(4000/1125;5)); 4000/150; 30) = 13.6 mm
- Hieruit volgt een minimaal traagheidsmoment (ligger op 3 steunpunten):
  Ixg,bc = 2/384 * (Qg * 40004) / (Estaal,g * dtoel2) = 35894 mm4

- Minimaal traagheidsmoment dekgording:
  Ixgmin = max(Ixg,eg, Ixg,bc) = max(91429 , 35894) = 91429 mm4

3.18.4.4 Controle van de gordingverticaal

- Controle veerstijfheid gordingverticaal
  De onderrand wordt geschematiseerd als een ligger van goot naar nok.
  - Veerstijfheid gordingprofiel:
    kgord = 4 * Estaal,g * Ixgmin / (390 ² * 4000) = 126.2 N/mm
  - Veerstijfheid gordingverticaal:
    k0gvert = 1826.1 N/mm (zie 4.7)

    De veerstijfheid van de verticaal is ten minste zo groot als 100% van
    de veerstijfheid van de inklemming van de gording.

  - Controle: 1826.1 N/mm > 126.2 N/mm, dus gordingverticaal voldoet.

- Plaatsvastheid van de gordingverticaal bij de onderrand
  Omdat de aansluiting van de gording aan de tralie in het algemeen goed
  momentvast is uitgevoerd, kan de volledige stijfheid van de gording in
  rekening worden gebracht.

  - Veerstijfheid gordingprofiel:
    kgord = 4 * Estaal,g * 91429 / (390 ² * 4000) = 126.2 N/mm

  - Veerstijfheid van de aansluiting van de onderrand-gording "uit het vlak":
    Hoekverdraaiing door gording en inklemming opzetkolom:

$$V2 = \frac{2*vak}{4*Eg*Ig} = \frac{2 * 4000}{4 * 210000 * 91429} = 104.2 \ *10\text{-}9 \ 1/Nmm$$

    Hoekverdraaiing door moment bij onderrand door bovenrand:

$$V3 = \frac{bkap}{2*(ngord+1)*\cos(27.0)*Gbr*Itbr*2} = \frac{9600}{2*(1+1)*\cos(27.0)* 80769* 92298*2} = 180.7 \ *10\text{-}9 \ 1/Nmm$$

    Hoekverdraaiing door puntlast bij gordingverticaal:

$$V4 = \frac{ht;net^2}{3 * Egv * Igv} = \frac{330^2}{3 * 210000 * 104167} = 1659.4 \ *10\text{-}9 \ 1/Nmm$$

    Moment bij bovenrand

$$MBr = \frac{V2 * hspant}{V2 + V3} = \frac{104.2 * 390}{104.2 + 180.7} = 142.6 \ Nm$$

    Moment bij gording Mozk = hspant - Mbr = 390 - 143 = 247 Nmm

    Geeft de veerstijfheid ter plaatse van de bovenrand:

$$kor = \frac{1}{V4*ht;nett + V2*hspant^2 + V2*hspant*-Mbr} = \frac{1}{1659.4*330 + 104.2*390^2 + 104.2*390*(-143)} = 94.4 \ N/mm$$

    Vereiste kritische veerstijfheid: kcr = 28.3 N/mm (zie 4.8)

  - Controle: 94.4 N/mm > 28.3 N/mm, dus veerstijfheid voldoet.

- Controle op knik:
  - Maatgevende verticale kracht: Ngv = Fvg = -872 N
  - Capaciteit van de verticaal : Fgvertd = 69549 N (zie 4.6)

  - Controle: -872 N > 69549 N, dus gordingverticaal voldoet.

Conclusie:
- Gordingverticaal voldoet qua sterkte/stabiliteit en stijfheid
  bij B.C.11: d3) Dead Load + Services + Psi_Crop + Seismic

3.18.4.5 Controle van de bouten van de spant-kolom-aansluiting:

Controle van de krachten op de bout(en) bij de bovenrand:

Tabel 3.18.4.5.1: Belastingen bij bovenrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Spant-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Nt [N]	Ft,br [N]	Fs,br [N]	Fi,br [N]
9.60	-1016	-2574	788	1921	1250	1287	2208
19.20	-1571	-2626	-891	1921	2461	1390	3150
86.40	-854	-2598	752	1847	877	1260	1985
96.00	-1617	-2670	-893	1847	2543	1402	3225

Gegevens van de eindplaat bij de bovenrand:
- Aantal bouten bij de bovenrand: nbb = 1
- Momenten-arm bij bovenrand: hbbout = 458 mm
- Hellingshoek van het spant: alpha = 27.0 graden
- Nt is de trekkracht in de trekstang van het spant
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Normaalkracht: $Ft = \frac{N\cos(alpha) + sn*Q\sin(alpha)}{2 * nbb} - \frac{M}{hbbout} + \frac{Nt}{2}$ met Ft>=0N
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * -N*sin(alpha) + sn*Q*cos(alpha)
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,br max = 3225 N (zie tabel)
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Fi,br max = 1.30 * 3225 = 4192 N
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbtb max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 4192 N < 33926 N, dus bout bij bovenrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.11: d3) Dead Load + Services + Psi_Crop + Seismic

Controle van de krachten op de bout(en) bij de onderrand:

Tabel 3.18.4.5.2: Belastingen bij onderrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Spant-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Nt [N]	Ft,or [N]	Fs,or [N]	Fi,or [N]
9.60	-1016	-2574	788	1921	0	1287	1820
19.20	-1571	-2626	-891	1921	0	1390	1966
86.40	-854	-2598	752	1847	0	1260	1781
96.00	-1617	-2670	-893	1847	0	1402	1983

Gegevens van de eindplaat bij de onderrand:
- Aantal bouten bij de onderrand: nbo = 2
- Momenten-arm bij onderrand: hobout = 762 mm
- Hellingshoek van het spant: alfa = 27.0 graden
- Nt is de trekkracht in de trekstang van het spant
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * -N*sin(alpha) + sn*Q*cos(alpha)
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,or max = 1983 N (zie tabel)
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Fi,or max = 1.30 * 1983 = 2578 N
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbto max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 2578 N < 33926 N, dus bout bij onderrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.11: d3) Dead Load + Services + Psi_Crop + Seismic

3.18.4.5 Controle van de eindplaat op pons:

Bij de boutverbinding van de bovenrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxb = 2.5 kN (zie tabel hiervoor)
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Ftmaxb = 1.30 * 2.5 = 3.3 N
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capb = 80 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 3.3 kN < 80 kN, dus eindplaat (ST50*10.0) voldoet
zonder onderlegring bij de bovenste bout
bij B.C.11: d3) Dead Load + Services + Psi_Crop + Seismic

Bij de boutverbinding van de onderrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxo = 0.0 kN (zie tabel hiervoor)
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Ftmaxo = 1.30 * 0.0 = 0.0 kN
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capo = 80 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0.0 kN < 80 kN, dus eindplaat (ST50*10.0) voldoet
zonder onderlegring bij de onderste bout
bij B.C.11: d3) Dead Load + Services + Psi_Crop + Seismic

3.18.4.5 Controle van de eindplaat op buiging:

Tabel 3.18.4.5.4.1: Belastingen van de eindplaat van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Spant-kracht	Normaal-kracht	Normaal-kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Nt [N]	Ftrb [N]	Ftro [N]
9.60	-1016	-2574	788	1921	1855	0
19.20	-1571	-2626	-891	1921	3397	0
86.40	-854	-2598	752	1847	1385	0
96.00	-1617	-2670	-893	1847	3506	0

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de bovenrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftrb = \frac{N\cos(\alpha) + sn\,Q\sin(\alpha)}{2} - \frac{M}{ht,eff} \text{ met } Ftrb>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftrb(max) * e = 0.5 * 3506 * 25.0 = 44 Nm
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Mep = 1.30 * 44 = 57 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 1987 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 57 Nm < 1987 Nm, dus eindplaat (ST50*10.0) voldoet
bij B.C.11: d3) Dead Load + Services + Psi_Crop + Seismic

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de onderrand:
- Normaalkracht : Ftbout(2) = 0.0 * 367.7 /472.7 = 0.0 kN
- Normaalkracht : Ftbout(1) = 0.0 * 472.7 /472.7 = 0.0 kN
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * max(Ftbout(2) * e(2), Ftbout(1) * e(1))
= 0.5 * max(0.0 * 25 , 0.0 * 50) = 0 Nm
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Mep = 0.00 * 0 = 0 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 2683 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0 Nm < 2683 Nm, dus eindplaat (ST50*10.0) voldoet
bij B.C.11: d3) Dead Load + Services + Psi_Crop + Seismic

De lasverbindingen tussen eindplaat met resp. de boven- en onderrand
zijn niet gecontroleerd.

3.18.4.6 Controle van de bouten van de nokaansluiting:

Controle van de krachten op de bout(en) bij de bovenrand:

Tabel 3.18.4.6.1: Belastingen bij bovenrand van de nokaansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,br [N]	Fs,br [N]	Fi,br [N]
14.40	-223	-1920	-494	0	876	1239
14.40	-223	-1973	391	0	796	1126
91.20	-258	-1945	-531	0	914	1293
91.20	-258	-2017	389	0	804	1138

Gegevens van de nokplaat bij de bovenrand:
- Aantal bouten bij de bovenrand: nbb = 1
- Momenten-arm bij bovenrand: hbbout = 372 mm
- Hellingshoek van het spant: alpha = 27.0 graden
- Teken dwarskracht bij eindpositie sn=+1 en bij beginpositie sn=-1

$$\text{- Normaalkracht: } Ft = \frac{N\cos(\alpha) + sn\,Q\sin(\alpha)}{2 \cdot nbb} - \frac{M}{hbbout} \quad \text{met } Ft>=0N$$

- Schuifkracht: $Fs = 0.5 * -N\sin(\alpha) - sn\,Q\cos(\alpha)$
- Ideële kracht: $Fi = (Ft^2 + 2*Fs^2)0.5$
- Maximale optredende kracht: Fi,br max = 1293 N (zie tabel)
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Fi,br max = 1.30 * 1293 = 1681 N
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbtb max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 1681 N < 33926 N, dus bout bij bovenrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.11: d3) Dead Load + Services + Psi_Crop + Seismic

Controle van de krachten op de bout(en) bij de onderrand:

Tabel 3.18.4.6.2: Belastingen bij onderrand van de nokaansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,or [N]	Fs,or [N]	Fi,or [N]
14.40	-223	-1920	-494	0	876	1239
14.40	-223	-1973	391	0	796	1126
91.20	-258	-1945	-531	0	914	1293
91.20	-258	-2017	389	0	804	1138

Gegevens van de nokplaat bij de onderrand:
- Aantal bouten bij de onderrand: nbo = 1
- Momenten-arm bij onderrand: hobout = 372 mm
- Hellingshoek van het spant: alfa = 27.0 graden
- Teken dwarskracht bij eindpositie sn=+1 en bij beginpositie sn=-1

$$\text{- Normaalkracht: } Ft = \frac{N\cos(\alpha) + sn\,Q\sin(\alpha)}{2 \cdot nbo} + \frac{M}{hobout} \quad \text{met } Ft>=0N$$

- Schuifkracht: $Fs = 0.5 * -N\sin(\alpha) - sn\,Q\cos(\alpha)$
- Ideële kracht: $Fi = (Ft^2 + 2*Fs^2)0.5$
- Maximale optredende kracht: Fi,or max = 1293 N (zie tabel)
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Fi,or max = 1.30 * 1293 = 1681 N
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbto max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 1681 N < 33926 N, dus bout bij onderrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.11: d3) Dead Load + Services + Psi_Crop + Seismic

3.18.4.6 Controle van de nokplaat op pons:
Bij de boutverbinding van de bovenrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxb = 0.0 kN (zie tabel hiervoor)
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Ftmaxb = 1.30 * 0.0 = 0.0 kN
- Capaciteit van de nokplaat: Fp,capb = 96 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0.0 kN < 96 kN, dus nokplaat (ST50*12.0) voldoet
zonder onderlegring bij de bovenste bout
bij B.C.11: d3) Dead Load + Services + Psi_Crop + Seismic

Bij de boutverbinding van de onderrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxo = 0.0 kN (zie tabel hiervoor)
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Ftmaxo = 1.30 * 0.0 = 0.0 kN
- Capaciteit van de nokplaat: Fp,capo = 96 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0.0 kN < 96 kN, dus nokplaat (ST50*12.0) voldoet
zonder onderlegring bij de onderste bout
bij B.C.11: d3) Dead Load + Services + Psi_Crop + Seismic

3.18.4.6 Controle van de nokplaat op buiging:

Tabel 3.18.4.6.4.1: Belastingen van de nokplaat.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Normaal-kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ftrb [N]	Ftro [N]
14.40	-223	-1920	-494	0	0
14.40	-223	-1973	391	0	0
91.20	-258	-1945	-531	0	0
91.20	-258	-2017	389	0	0

Resulterende trekkracht in de nokplaat bij de bovenrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftrb = \frac{N*\cos(alpha) + sn*Q*\sin(alpha)}{2} - \frac{M}{ht,eff} \text{ met } Ftrb>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de nokplaat:
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftrb(max) * e = 0.5 * 0 * 25.0 = 0 Nm
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Mep = 1.30 * 0 = 0 Nm
- Capaciteit van de nokplaat: Mp,cap = 685 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0 Nm < 685 Nm, dus nokplaat (ST50*12.0) voldoet
bij B.C.11: d3) Dead Load + Services + Psi_Crop + Seismic

Resulterende trekkracht in de nokplaat bij de onderrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftro = \frac{N*\cos(alfa) + sn*Q*\sin(alfa)}{2} + \frac{M}{ht,eff} \text{ met } Ftro>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de nokplaat:
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftro(max) * e = 0.5 * 0 * 25.0 = 0 Nm
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Mep = 1.30 * 0 = 0 Nm
- Capaciteit van de nokplaat: Mp,cap = 685 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0 Nm < 685 Nm, dus nokplaat (ST50*12.0) voldoet
bij B.C.11: d3) Dead Load + Services + Psi_Crop + Seismic

De lasverbindingen tussen nokplaat met resp. de boven- en onderrand
zijn niet gecontroleerd.

3.18.5 De krachtsverdeling in de 1e rij tralies:

Tabel 3.18.5.1: Momentenlijn, normaal- en dwarskrachtenlijn.

Positie	Momentenlijn	Normaal-krachtenlijn	Dwars-krachtenlijn
x in [m] begin - eind	M(x) in [Nm] (+ = U/- =)	N(x) in [N] (+ = trek)	Q(x) in [N] (+ = ~~~___)
0.00 - 2.40	407 1389	-2866 -2764	464 264
2.40 - 4.80	1389 -519	-2319 -2218	-608 -808
4.80 - 7.20	-519 415	-2402 -2504	447 247
7.20 - 9.60	415 -1540	-2948 -3050	-626 -826
96.00 - 98.40	-930 772	-2826 -2724	732 532
98.40 - 100.8	772 -416	-2279 -2178	-341 -541
100.8 - 103.2	-416 854	-2162 -2264	571 371
103.2 - 105.6	854 -764	-2708 -2810	-501 -701

3.18.5.1 Controle van de stijfheid van het spant:

De toelaatbare doorbuiging van alle spanten wordt bepaald per spantbeen:
- uvtoel = 5387 / 250 < 30.0 mm, dus: uvtoel = 21.5 mm

Uit de U-lijn is de maximale doorbuiging:
- doorbuiging umax = -9.46 mm

- Controle van de 1e rij tralies:
  Doorbuiging: |-9.5 | mm < 21.5 mm, dus: voldoet.
  bij B.C.11: d3) Dead Load + Services + Psi_Crop + Seismic

3.18.5.2 Controle van de bovenrand:

3.18.5.2 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de bovenrand:

- De normaalkracht in de bovenrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = -M/0.3600 + N/2 (voor N en M, zie 3.18.5.1)
    met: Effectieve spanthoogte: 360.0 mm

- De normaalkracht in de bovenrand wordt bij de eindplaten van de nok en de kolomaansluiting gereduceerd met de normaalkracht in de diagonaal (einddiagonaal sluit aan bij eindplaat ter plaatse van de bovenrand)
  - Reductie: Nred = Nd - Q/tan(38.9) plaats van eindplaat naar gording
  - Reductie: Nred = Nd + Q/tan(38.9) plaats van gording naar eindplaat
    (voor de dwarskracht Q zie tabel 3.18.5.1)

Tabel 3.18.52: Normaalkrachtenverloop in de bovenrand.

Plaats	Normaalkracht in [N] (trek = positief)	Systeem-lengte
x in [m]	Spant	[mm]
0.00 - 2.40	-3140 -5239	2694
2.40 - 4.80	-5017 -669	2694
4.80 - 7.20	-313 -2405	2694
7.20 - 9.60	-2627 1729	2694
96.00 - 98.40	263 -3505	2694
98.40 - 100.8	-3283 -605	2694
100.8 - 103.2	-635 -3505	2694
103.2 - 105.6	-3727 -150	2694

3.18.5.2 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Nadrukkelijk wordt vermeld, dat onderstaande stabiliteits-berekeningen alleen voldoen bij toepassing van specifieke stabiliteits-voorzieningen ter plaatse van de gordingen:

- fixatie van de boven- en onderrand rand uit het vlak van het spant, door windverbanden tussen de gordingen in het eerste en laatste vak van een gootlengte en momentvaste koppelingen tussen gordingen en bovenrand

Tabel 3.18.5.2:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de bovenrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-	Normaalkrachten	Rand-	Knfct	Knik-	Klasse	Sterkte	Stab.

bepaling	(trek = positief) [N]		voor-waar-den	staaf-lengte ßm×ßn	lengte [mm]		UC	UC
begin-eind	"begin"	"einde"						
0.00- 2.40	-3140	-5239	e-g	0.568	1531	1	0.05	0.09
2.40- 4.80	-5017	-669	g-n	0.512	1378	1	0.05	0.08
4.80- 7.20	-313	-2405	n-g	0.579	1560	1	0.02	0.04
7.20- 9.60	-2627	1729	g-m	0.400	1077	1	0.03	0.04
96.00-98.40	263	-3505	m-g	0.519	1397	1	0.04	0.06
98.40-100.8	-3283	-605	g-n	0.526	1416	1	0.03	0.05
100.8-103.2	-635	-3505	n-g	0.588	1584	1	0.04	0.07
103.2-105.6	-3727	-150	g-e	0.446	1202	1	0.04	0.06

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (0.97 - 0.2)*(|-5239 |/(0.558 *99319   /1.0)) = 0.97
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-5239 |/(0.558 *99319   /1.0)) = 0.97
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(0.97   , 0.97   ) = 0.97
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.58

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-5239 |/(0.558 *99319   /1.0)+0.97 *|0.0 |/(1.00*1315.7 /1.0)
           = 0.095 + 0.000 = 0.095
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-5239 |/(0.630 *99319   /1.0)+0.58 *|0.0 |/(1.00*1315.7 /1.0)
           = 0.084 + 0.000 = 0.084

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.095 , 0.084) = 0.095

- controle: 0.09 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.18.5.2 Stabiliteitscontrole in het vlak:

- Maatgevende normaaldrukkracht: Ndmax = -5239 N

- Kniklengte: lky = 1.00 * lveld = 1.00 * 898 = 898 mm
Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
Interactiefactoren volgens bijlage B:
Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
= 0.90 * (1.0 + (0.85 - 0.2)*(|-5239 |/(0.630 *99319 /1.0)) = 0.95
Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
= 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-5239 |/(0.630 *99319 /1.0)) = 0.96
Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.95 , 0.96) = 0.95
Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.57

UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
= |-5239 |/(0.630 *99319 /1.0)+0.95 *|0.0 |/(1.00*978.2 /1.0)
= 0.084 + 0.000 = 0.084
UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
= |-5239 |/(0.804 *99319 /1.0)+0.57 *|0.0 |/(1.00*978.2 /1.0)
= 0.066 + 0.000 = 0.066

Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.084 , 0.066) = 0.084

- controle: 0.08 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.18.5.2 Doorsnede-controle van de bovenrand:

$$\text{- UCDruk} = \frac{|N_{Ed}|}{N_{c.Rd}} = \frac{|-5239|}{99319} = 0.05$$

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 1729 N

$$\text{- UCTrek} = \frac{|N_{Ed}|}{N_{c.Rd}} = \frac{|1729|}{99319} = 0.02$$

Trek is maatgevend.

- Controle: 0.05 < 1.00, dus de treksterkte voldoet.

Conclusie:
- Bovenrand (RHBK50*30*2.0) voldoet qua sterkte/stabiliteit
bij B.C.11: d3) Dead Load + Services + Psi_Crop + Seismic

3.18.5.3 Controle van de onderrand:

3.18.5.3 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de onderrand:

- De normaalkracht in de onderrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = M/0.3600 + N/2 (voor N en M, zie 3.18.5.1)
    met: Effectieve spanthoogte: 360.0 mm

Tabel 3.18.53: Normaalkrachtenverloop in de onderrand.

Plaats x in [m]	Normaalkracht in [N] (trek = positief) Spant	Systeem-lengte [mm]
0.00 - 2.40	-301 2475	2892
2.40 - 4.80	2698 -2550	2694
4.80 - 7.20	-2642 -99	2694
7.20 - 9.60	-321 -5802	2892
96.00 - 98.40	-3996 781	2892
98.40 - 100.8	1004 -2243	2694
100.8 - 103.2	-2235 1241	2694
103.2 - 105.6	1019 -3528	2892

3.18.5.3 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Nadrukkelijk wordt vermeld, dat onderstaande stabiliteits-berekeningen
alleen voldoen bij toepassing van specifieke stabiliteits-voorzieningen
ter plaatse van de gordingen:

- fixatie van de boven- en onderrand rand uit het vlak van het spant, door
  windverbanden tussen de gordingen in het eerste en laatste vak van een
  gootlengte en momentvaste koppelingen tussen gordingen en bovenrand

Tabel 3.18.5.3:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de onderrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-bepaling begin-eind	Normaalkrachten (trek = positief) [N] "begin"	"einde"	Rand-voor-waar-den	Knfct staaf-lengte ßm×ßn	Knik-lengte/PlPerc [mm]	Klasse	Sterkte UC	Stab. UC
0.00- 2.40	-301	2475	e-g	0.439	1270	1	0.00	0.00
2.40- 4.80	2698	-2550	g-n	0.608	1639	1	0.02	0.03
4.80- 7.20	-2642	-99	n-g	0.667	1796	1	0.02	0.04
7.20- 9.60	-321	-5802	g-m	0.653	1888	1	0.04	0.09
96.00-98.40	-3996	781	m-g	0.531	1536	1	0.03	0.05
98.40-100.8	1004	-2243	g-n	0.608	1639	1	0.01	0.03
100.8-103.2	-2235	1241	n-g	0.590	1588	1	0.01	0.03
103.2-105.6	1019	-3528	g-e	0.552	1596	1	0.02	0.05

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (1.23 - 0.2)*(|-5802 |/(0.418 *151063 /1.0)) = 0.99
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-5802 |/(0.418 *151063 /1.0)) = 0.97
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(0.99   , 0.97   ) = 0.97
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.58

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-5802 |/(0.418 *151063 /1.0)+0.97 *|0.0 |/(1.00*1879.0 /1.0)
           = 0.092 + 0.000 = 0.092
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-5802 |/(0.721 *151063 /1.0)+0.58 *|0.0 |/(1.00*1879.0 /1.0)
           = 0.053 + 0.000 = 0.053

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.092 , 0.053) = 0.092

- controle: 0.09 < 0.95, dus de stabiliteit voldoet.

3.18.5.3 Stabiliteitscontrole in het vlak (nabij de kolom-aansluitingen):

- Maatgevend: Ndmax = N + |Q|/tan(alfa) = -5802 + |-826 |/tan(38.9) = -5802 N
  (N.B.: 1e drukdiagonaal reduceert de normaaldrukkracht in de onderrand)
- Veldmoment: Mgewas = 1/4*Fgew*lveld = 1/4 * 0 * 898 = 0 E3 Nmm
  (N.B.: Fgew = gamma*v*qgew*hohgew + gamma*v*qtg*hohtgt)
  = 1.00*4.00*0 *0.80 + 1.00*4.00*0 *1.60 = 0 N)

- Kniklengte: lky = 0.80*lveld = 0.80 * 898 = 718 mm
  (lky = lveld, volgens NEN 3851 art. 2.5.6.2.c.)

  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.80 (het profiel is geschoord).
  M1 = -0.00 , M2 = -0.00 , Ms = 0.00 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz2 * (1.0 + 0.6*lambdarel.z*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
  = 0.80 * (1.0 + 0.6*0.71 *(|-5802 |/(0.721 *151063 /1.0)) = 0.82
  Kz.3 = Cmz2 * (1.0 + 0.6*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
  = 0.80 * (1.0 + 0.6*(|-5802 |/(0.721 *151063 /1.0)) = 0.83
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.82 , 0.83) = 0.82
  Ky.b = 0.8 * Kz.b = 0.65

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
  = |-5802 |/(0.721 *151063 /1.0)+0.82 *|0.0 |/(1.00*1384.2 /1.0)
  = 0.053 + 0.000 = 0.053
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
  = |-5802 |/(0.860 *151063 /1.0)+0.65 *|0.0 |/(1.00*1384.2 /1.0)
  = 0.045 + 0.000 = 0.045

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.053 , 0.045) = 0.053

- controle: 0.05 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.18.5.3 Doorsnede-controle van de onderrand:

$$\text{- UCDruk} = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} = \frac{|-5802|}{151063} = 0.04$$

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 2698 N

$$\text{- UCTrek} = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} = \frac{|2698|}{151063} = 0.02$$

Druk is maatgevend.

- Controle: 0.04 < 1.00, dus de druksterkte voldoet.

Conclusie:
- Onderrand (RHBK50*30*3.0) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.11: d3) Dead Load + Services + Psi_Crop + Seismic

3.18.5.4 Controle van de diagonalen:

3.18.5.4 Controle van de diagonalen in de eindvelden:

- Controle op druk:
  - Maatgevende dwarskracht eindvelden: Qmaxd = -826 N (zie tabel 3.18.5.1)

$$N_{diagd} = \frac{|Q_{maxd}|}{\sin(alfa)} = \frac{|-826|}{\sin(38.9)} = 1315 \text{ N}$$

  - Capaciteit diagonaal: Fdiagd = 13200 N (zie 4.4)

  - Controle: 1315 N < 13200 N, dus diagonaal voldoet.

- Controle op trek:
  - Maatgevende dwarskracht eindvelden: Qmaxt = 732 N (zie tabel 3.18.5.1)

$$N_{diagt} = \frac{Q_{maxt}}{\sin(alfa)} = \frac{732}{\sin(38.9)} = 1165 \text{ N}$$

  - Capaciteit diagonaal eindvelden: Fdiagt = 36175 N (zie 4.4)

  - Controle: 1165 N < 36175 N, dus diagonaal voldoet.

Conclusie:
- Diagonalen in eindvelden (RD14.0 mm) voldoen qua trek/druk
  bij B.C.11: d3) Dead Load + Services + Psi_Crop + Seismic

3.18.5.4 Controle van de (las)verbindingen:

	Diagonalen eindvelden		Diagonalen middenvelden	
	Nd = 1315 N		Nd = - 0 N	
	Nt = 1165 N		Nt = 0 N	
	Fstev = 907 N		Fstev = 0 N	
	Fstlo = 732 N		Fstlo = 0 N	
	Msdt = 4627.91 Nm		Msdt = 0.00 Nm	
	Fsdev = 1023 N		Fsdev = 0 N	
	bovenrand	onderrand	bovenrand	onderrand
Tau1	3.91 N/mm²	3.91 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
Tau2	3.02 N/mm²	3.02 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
Sgm1	3.91 N/mm²	3.91 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
SgmWst	5.43 N/mm²	5.43 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
UC1	0.03	0.03	0.00	0.00
UC2	0.01	0.01	0.00	0.00
SgmWsd	3.41 N/mm²	3.41 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
UC3	0.02	0.02	0.00	0.00
Nt1	24371 N	45778 N	24371 N	45778 N
knd	1.00	1.00	1.00	1.00
Nd1	24371 N	45778 N	24371 N	45778 N
UCt1	0.05	0.03	0.00	0.00
UCd1	0.05	0.03	0.00	0.00
UClas	0.03	0.03	0.00	0.00
UCdia	0.05	0.03	0.00	0.00
UCgeo	0.48	0.46	0.48	0.46
UClas	0.03		0.00	
UCdia	0.50		0.50	

Conclusie:
- Lassen: UClas = 0.03 <= 1.00 dus: voldoen
- Aansluitingen: UCdia = 0.50 <= 1.00 dus: voldoen

Eindconclusie:
- Aansluiting diagonalen voldoet
  bij B.C.11: d3) Dead Load + Services + Psi_Crop + Seismic

3.18.5.4 Controle van de dekgording (de 1e rij tralies)

- Belastingscombinatie met alleen eigen gewicht kasdek, wind en sneeuw
  Qg,links = [32 + 0 *(+0.00-(+0.00))/cos(27.0) + 0] * 9.60 /[2*(1+1)] = 0.077 Nm
  Qg,rechts = [32 + 0 *(+0.00-(+0.00))/cos(27.0) + 0] * 9.60 /[2*(1+1)] = 0.077 Nm
  Qg= max(|Qg,links| ; |Qg,rechts|) = 0.077 Nm

- Vervormingseis dekgordingen volgens EN 13031-1:
  dtoel2 = min(4000/(650 - 100*min(4000/1125;5)); 4000/150; 30) = 13.6 mm
- Hieruit volgt een minimaal traagheidsmoment (ligger op 3 steunpunten):
  Ixg,bc = 2/384 * (Qg * 40004) / (Estaal,g * dtoel2) = 35894 mm4

- Minimaal traagheidsmoment dekgording:
  Ixgmin = max(Ixg,eg, Ixg,bc) = max(91429 , 35894) = 91429 mm4

3.18.5.4 Controle van de gordingverticaal

- Controle veerstijfheid gordingverticaal
  De onderrand wordt geschematiseerd als een ligger van goot naar nok.
  - Veerstijfheid gordingprofiel:
    kgord = 4 * Estaal,g * Ixgmin / (390 ² * 4000) = 126.2 N/mm
  - Veerstijfheid gordingverticaal:
    k0gvert = 1826.1 N/mm (zie 4.7)

    De veerstijfheid van de verticaal is ten minste zo groot als 100% van
    de veerstijfheid van de inklemming van de gording.

  - Controle: 1826.1 N/mm > 126.2 N/mm, dus gordingverticaal voldoet.

- Plaatsvastheid van de gordingverticaal bij de onderrand
  Omdat de aansluiting van de gording aan de tralie in het algemeen goed
  momentvast is uitgevoerd, kan de volledige stijfheid van de gording in
  rekening worden gebracht.

  - Veerstijfheid gordingprofiel:
    kgord = 4 * Estaal,g * 91429 / (390 ² * 4000) = 126.2 N/mm

  - Veerstijfheid van de aansluiting van de onderrand-gording "uit het vlak":
    Hoekverdraaiing door gording en inklemming opzetkolom:

$$V2 = \frac{2*vak}{4*Eg*Ig} = \frac{2 * 4000}{4 * 210000 * 91429} = 104.2 \ *10\text{-}9 \ 1/Nmm$$

    Hoekverdraaiing door moment bij onderrand door bovenrand:

$$V3 = \frac{bkap}{2*(ngord+1)*\cos(27.0)*Gbr*Itbr*2} = \frac{9600}{2*(1+1)*\cos(27.0)* 80769* 92298*2} = 180.7 \ *10\text{-}9 \ 1/Nmm$$

    Hoekverdraaiing door puntlast bij gordingverticaal:

$$V4 = \frac{ht;net^2}{3 * Egv * Igv} = \frac{330^2}{3 * 210000 * 104167} = 1659.4 \ *10\text{-}9 \ 1/Nmm$$

    Moment bij bovenrand

$$MBr = \frac{V2 * hspant}{V2 + V3} = \frac{104.2 * 390}{104.2 + 180.7} = 142.6 \ Nm$$

    Moment bij gording Mozk = hspant - Mbr = 390 - 143 = 247 Nmm

    Geeft de veerstijfheid ter plaatse van de bovenrand:

$$kor = \frac{1}{V4*ht;nett + V2*hspant^2 + V2*hspant*-Mbr} = \frac{1}{1659.4*330 + 104.2*390^2 + 104.2*390*(-143)} = 94.4 \ N/mm$$

    Vereiste kritische veerstijfheid: kcr = 28.3 N/mm (zie 4.8)

  - Controle: 94.4 N/mm > 28.3 N/mm, dus veerstijfheid voldoet.

- Controle op knik:
  - Maatgevende verticale kracht: Ngv = Fvg = -872 N
  - Capaciteit van de verticaal : Fgvertd = 69549 N (zie 4.6)

  - Controle: -872 N > 69549 N, dus gordingverticaal voldoet.

Conclusie:
- Gordingverticaal voldoet qua sterkte/stabiliteit en stijfheid
  bij B.C.11: d3) Dead Load + Services + Psi_Crop + Seismic

3.18.5.5 Controle van de bouten van de spant-kolom-aansluiting:

Controle van de krachten op de bout(en) bij de bovenrand:

Tabel 3.18.5.5.1: Belastingen bij bovenrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Spant-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Nt [N]	Ft,br [N]	Fs,br [N]	Fi,br [N]
0.00	407	-2866	464	2365	0	1064	1505
9.60	-1540	-3050	-826	2365	2189	1428	2978
96.00	-930	-2826	732	2068	936	1293	2055
105.6	-764	-2810	-701	2068	575	1262	1876

Gegevens van de eindplaat bij de bovenrand:
- Aantal bouten bij de bovenrand: nbb = 1
- Momenten-arm bij bovenrand: hbbout = 458 mm
- Hellingshoek van het spant: alpha = 27.0 graden
- Nt is de trekkracht in de trekstang van het spant
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Normaalkracht: $Ft = \frac{N*\cos(alpha) + sn*Q*\sin(alpha)}{2 * nbb} - \frac{M}{hbbout} + \frac{Nt}{2}$ met Ft>=0N
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * -N*sin(alpha) + sn*Q*cos(alpha)
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,br max = 2978 N (zie tabel)
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Fi,br max = 1.30 * 2978 = 3872 N
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbtb max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 3872 N < 33926 N, dus bout bij bovenrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.11: d3) Dead Load + Services + Psi_Crop + Seismic

Controle van de krachten op de bout(en) bij de onderrand:

Tabel 3.18.5.5.2: Belastingen bij onderrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Spant-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Nt [N]	Ft,or [N]	Fs,or [N]	Fi,or [N]
0.00	407	-2866	464	2365	0	1064	1505
9.60	-1540	-3050	-826	2365	0	1428	2020
96.00	-930	-2826	732	2068	0	1293	1829
105.6	-764	-2810	-701	2068	0	1262	1785

Gegevens van de eindplaat bij de onderrand:
- Aantal bouten bij de onderrand: nbo = 2
- Momenten-arm bij onderrand: hobout = 762 mm
- Hellingshoek van het spant: alfa = 27.0 graden
- Nt is de trekkracht in de trekstang van het spant
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * -N*sin(alpha) + sn*Q*cos(alpha)
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,or max = 2020 N (zie tabel)
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Fi,or max = 1.30 * 2020 = 2625 N
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbto max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 2625 N < 33926 N, dus bout bij onderrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.11: d3) Dead Load + Services + Psi_Crop + Seismic

3.18.5.5 Controle van de eindplaat op pons:

Bij de boutverbinding van de bovenrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxb = 2.2 kN (zie tabel hiervoor)
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Ftmaxb = 1.30 * 2.2 = 2.8 N
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capb = 80 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 2.8 kN < 80 kN, dus eindplaat (ST50*10.0) voldoet
zonder onderlegring bij de bovenste bout
bij B.C.11: d3) Dead Load + Services + Psi_Crop + Seismic

Bij de boutverbinding van de onderrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxo = 0.0 kN (zie tabel hiervoor)
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Ftmaxo = 1.30 * 0.0 = 0.0 kN
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capo = 80 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0.0 kN < 80 kN, dus eindplaat (ST50*10.0) voldoet
zonder onderlegring bij de onderste bout
bij B.C.11: d3) Dead Load + Services + Psi_Crop + Seismic

3.18.5.5 Controle van de eindplaat op buiging:

Tabel 3.18.5.5.4.1: Belastingen van de eindplaat van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Spant-kracht	Normaal-kracht	Normaal-kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Nt [N]	Ftrb [N]	Ftro [N]
0.00	407	-2866	464	2365	0	0
9.60	-1540	-3050	-826	2365	3106	0
96.00	-930	-2826	732	2068	1490	0
105.6	-764	-2810	-701	2068	1030	0

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de bovenrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftrb = \frac{N\cos(\alpha) + sn\,Q\sin(\alpha)}{2} - \frac{M}{ht,eff} \text{ met } Ftrb>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftrb(max) * e = 0.5 * 3106 * 25.0 = 39 Nm
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Mep = 1.30 * 39 = 50 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 1987 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 50 Nm < 1987 Nm, dus eindplaat (ST50*10.0) voldoet
bij B.C.11: d3) Dead Load + Services + Psi_Crop + Seismic

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de onderrand:
- Normaalkracht : Ftbout(2) = 0.0 * 367.7 /472.7 = 0.0 kN
- Normaalkracht : Ftbout(1) = 0.0 * 472.7 /472.7 = 0.0 kN
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * max(Ftbout(2) * e(2), Ftbout(1) * e(1))
= 0.5 * max(0.0 * 25 , 0.0 * 50) = 0 Nm
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Mep = 0.00 * 0 = 0 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 2683 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0 Nm < 2683 Nm, dus eindplaat (ST50*10.0) voldoet
bij B.C.11: d3) Dead Load + Services + Psi_Crop + Seismic

De lasverbindingen tussen eindplaat met resp. de boven- en onderrand
zijn niet gecontroleerd.

3.18.5.6 Controle van de bouten van de nokaansluiting:

Controle van de krachten op de bout(en) bij de bovenrand:

Tabel 3.18.5.6.1: Belastingen bij bovenrand van de nokaansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,br [N]	Fs,br [N]	Fi,br [N]
4.80	-519	-2218	-808	223	1223	1744
4.80	-519	-2402	447	223	943	1352
100.8	-416	-2178	-541	24	976	1381
100.8	-416	-2162	571	24	1000	1414

Gegevens van de nokplaat bij de bovenrand:
- Aantal bouten bij de bovenrand: nbb = 1
- Momenten-arm bij bovenrand: hbbout = 372 mm
- Hellingshoek van het spant: alpha = 27.0 graden
- Teken dwarskracht bij eindpositie sn=+1 en bij beginpositie sn=-1

$$\text{- Normaalkracht: } Ft = \frac{N\cos(\alpha) + sn\,Q\sin(\alpha)}{2 \cdot nbb} + \frac{M}{hbbout} \quad \text{met } Ft>=0N$$

- Schuifkracht: $Fs = 0.5 * -N\sin(\alpha) - sn\,Q\cos(\alpha)$
- Ideële kracht: $Fi = (Ft^2 + 2*Fs^2)0.5$
- Maximale optredende kracht: Fi,br max = 1744 N (zie tabel)
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Fi,br max = 1.30 * 1744 = 2268 N
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbtb max = 42408 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 2268 N < 42408 N, dus bout bij bovenrand (M10-10.9) voldoet.
bij B.C.11: d3) Dead Load + Services + Psi_Crop + Seismic

Controle van de krachten op de bout(en) bij de onderrand:

Tabel 3.18.5.6.2: Belastingen bij onderrand van de nokaansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,or [N]	Fs,or [N]	Fi,or [N]
4.80	-519	-2218	-808	0	1223	1730
4.80	-519	-2402	447	0	943	1334
100.8	-416	-2178	-541	0	976	1380
100.8	-416	-2162	571	0	1000	1414

Gegevens van de nokplaat bij de onderrand:
- Aantal bouten bij de onderrand: nbo = 1
- Momenten-arm bij onderrand: hobout = 372 mm
- Hellingshoek van het spant: alfa = 27.0 graden
- Teken dwarskracht bij eindpositie sn=+1 en bij beginpositie sn=-1

$$\text{- Normaalkracht: } Ft = \frac{N\cos(\alpha) + sn\,Q\sin(\alpha)}{2 \cdot nbo} + \frac{M}{hobout} \quad \text{met } Ft>=0N$$

- Schuifkracht: $Fs = 0.5 * -N\sin(\alpha) - sn\,Q\cos(\alpha)$
- Ideële kracht: $Fi = (Ft^2 + 2*Fs^2)0.5$
- Maximale optredende kracht: Fi,or max = 1730 N (zie tabel)
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Fi,or max = 1.30 * 1730 = 2249 N
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbto max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 2249 N < 33926 N, dus bout bij onderrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.11: d3) Dead Load + Services + Psi_Crop + Seismic

3.18.5.6 Controle van de nokplaat op pons:
Bij de boutverbinding van de bovenrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxb = 0.2 kN (zie tabel hiervoor)
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Ftmaxb = 1.30 * 222.8 = 289.6 kN
- Capaciteit van de nokplaat: Fp,capb = 96 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0.3 kN < 96 kN, dus nokplaat (ST50*12.0) voldoet
zonder onderlegring bij de bovenste bout
bij B.C.11: d3) Dead Load + Services + Psi_Crop + Seismic

Bij de boutverbinding van de onderrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxo = 0.0 kN (zie tabel hiervoor)
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Ftmaxo = 1.30 * 0.0 = 0.0 kN
- Capaciteit van de nokplaat: Fp,capo = 96 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0.0 kN < 96 kN, dus nokplaat (ST50*12.0) voldoet
zonder onderlegring bij de onderste bout
bij B.C.11: d3) Dead Load + Services + Psi_Crop + Seismic

3.18.5.6 Controle van de nokplaat op buiging:

Tabel 3.18.5.6.4.1: Belastingen van de nokplaat.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Normaal-kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ftrb [N]	Ftro [N]
4.80	-519	-2218	-808	269	0
4.80	-519	-2402	447	269	0
100.8	-416	-2178	-541	61	0
100.8	-416	-2162	571	61	0

Resulterende trekkracht in de nokplaat bij de bovenrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftrb = \frac{N*\cos(alpha) + sn*Q*\sin(alpha)}{2} - \frac{M}{ht,eff} \text{ met } Ftrb>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de nokplaat:
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftrb(max) * e = 0.5 * 0 * 25.0 = 3 Nm
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Mep = 1.30 * 3 = 4 Nm
- Capaciteit van de nokplaat: Mp,cap = 685 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 4 Nm < 685 Nm, dus nokplaat (ST50*12.0) voldoet
bij B.C.11: d3) Dead Load + Services + Psi_Crop + Seismic

Resulterende trekkracht in de nokplaat bij de onderrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftro = \frac{N*\cos(alfa) + sn*Q*\sin(alfa)}{2} + \frac{M}{ht,eff} \text{ met } Ftro>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de nokplaat:
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftro(max) * e = 0.5 * 0 * 25.0 = 0 Nm
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Mep = 1.30 * 0 = 0 Nm
- Capaciteit van de nokplaat: Mp,cap = 685 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0 Nm < 685 Nm, dus nokplaat (ST50*12.0) voldoet
bij B.C.11: d3) Dead Load + Services + Psi_Crop + Seismic

De lasverbindingen tussen nokplaat met resp. de boven- en onderrand
zijn niet gecontroleerd.

3.18.6 Controle van de trekstangen

a) Maatgevende trekkracht in de trekstangen Nt = 2365 N

Bij de controle berekening wordt ervan uitgegaan dat de trekstaaf geen drukbelasting kan opnemen. In het design model is hiermee rekening gehouden en kan de trekstang niet "op druk" belast worden. In dat geval wordt de krachtsverdeling bepaald alsof er geen trekstang zit.

$$\text{Controle van de sterkte: } \sigma = \frac{N_t}{A} < \sigma_{mae_t}$$

Invullen van de bekende gegevens geeft:

- $\sigma = \frac{2365}{229.1} = 10.3$ N/mm²
- controle : 10.3 N/mm² < 268.3 N/mm², dus: sterkte voldoet.

3.18.7 Uitdijen van de kas:

Tabel 3*.1: Waarden over de spanten.

spant	Urel [mm]
1	0.45
2	0.38
3	0.36
4	0.36
5	0.36
6	0.36
7	0.36
8	0.36
9	0.36
10	0.38
11	0.44

Maximale waarde is: 0.45 mm

Uitdijen van de hele kas: 4.16 mm

Toetsing van de bepalende doorsnede (lkx= 4000 mm, lky= 4000 mm):

Toetsing van de bepalende doorsnede (lkx= 7313 mm, lky= 4000 mm):

Toetsing van de bepalende doorsnede (lkx= 7072 mm, lky= 4000 mm):

c) Berekening van de toelaatbare horizontale verplaatsing in :

- Rekening houdend met de glasbreedten :
  - reductiefactor gevel: r1 = 800 / bkg < 2.0;
    800 / 800 = 1.00, dus r1 = 1.00
  - reductiefactor dek : r2 = 1125 / bd < 2.0;
    1125 / 1125 = 1.13, dus r2 = 1.00
  - ugevel = h / 100 * r1 < 50.0 mm;
    4000 / 100 * 1.00 = 35.0 mm, dus ugevel = 57.3 mm
  - udek = 1/200 * v * r2 < 50.0 mm
    1/200 * 4000 * 1.00 = 26.7 mm, dus udek = 61.3 mm
  - utoel-b = ugevel + udek = 57.3 + 61.3 = 57.4 mm

- Bij een controle op seismische belastingen zijn de eisen op vervormingen niet relevant. Om te voorkomen dat de uitkomsten toch maatgevend zijn wordt een hoge bovengrens geïntroduceerd:
  Utoel.seismic = 2 * ph / 50 = 2 * 4000 / 50 = 160.0 mm

- Maatgevend :
  - utoel = Utoel.seismic = 160.0 mm

Bedrijf: Heuvel-Folie-Serres bvba, CK-324-1
Project: Hooghoutplant VOF,koude kas, NEN13031
Bestand: 3.CA_21-019 Hooghoutplant BK 11x9.60m ph 4.00m.ckd

De controle is uitgevoerd met CASTA/Kassenbouw versie 3.10 SP5

4 K O L O M M E N en P O E R E N

Kasgegevens:

- Kastype	:	Breedkap-kas
- Overspanning (l)	:	9.60 m
- Aantal gekoppelde spanten	:	11 (y-richting)
- Vakmaat (v)	:	4.00 m
- Kolomhoogte (h)	:	4.00 m
- Funderingstype	:	niet-onderheide fundering (op staal)
- Grondsoort	:	Zand schoon

De navolgende rapportage van de CASTA controleberekening van de kolommen inclusief de fundatie van een kas is in overeenstemming met de algemene Nederlandse norm voor bouwconstructies NEN-EN 1990 en de hierna volgende specifieke Nederlandse bouwnormen, waarmee is voldaan aan de van toepassing zijnde bepalingen van het Bouwbesluit (Hfdst. 2; art. 21 t/m 24):
De belastingen en belastingscombinaties zijn bepaald volgens:
- NEN-EN 13031:2020: CC1 Greenhouse NL;
- Basiswindsnelheid: Vb50 = 24.5 m/s met Cprob 15 jaar: Vb = 22.4 m/s
- Karateristieke Sneeuwbelasting: SK = 700.0 N/m² op de grond (50 jaar)

De controle berekeningen zijn geheel of gedeeltelijk uitgevoerd volgens de volgende normen:
- NEN-EN 1993 Eurocode 3: Ontwerp en berekening van staalconstructies
  * NEN-EN 1993-1-1: Algemene regels en regels voor gebouwen
  * NEN-EN 1993-1-3: Koudgevormde dunwandige profielen en platen
  * NEN-EN 1993-1-8: Ontwerp en berekening van verbindingen
- NEN-EN 1997 Eurocode 7: Geotechnisch ontwerp
  * NEN 9997-1: Algemene regels

(voor zover van toepassing voor de uitgevoerde controle berekening)
Bij de genoemde Eurocodes zijn de Nederlandse nationale bijlagen van toepassing

Voor een toelichting op de berekening van de kolommen wordt verwezen naar TNO rapport: BI-89-116* "Rekenregels voor de dimensionering van de kolommen van Venlo-warenhuizen en Breedkapkassen volgens NEN 3859", Delft/1989.
Voor een toelichting op de berekening van de poeren wordt verwezen naar TNO rapport: 93-CON-R0304 "Rekenregels voor de dimensionering en de controle van de poeren van de kolommen, schoorvakken en portaalspanten voor Venlo-warenhuizen en Breedkapkassen volgens NEN 3859", Delft/1993

CASTA/Kassenbouw is een hulpmiddel bij het ontwerp van de constructie en onderdelen van een kas.
De gebruiker van CASTA/Kassenbouw is zelf verantwoordelijk voor het invoeren van de juiste gegevens.
TNO aanvaardt geen enkele aansprakelijkheid bij het toepassen van de resultaten van CASTA/Kassenbouw.
Het programma CASTA/Kassenbouw is ontwikkeld door TNO in samenwerking met en onder begeleiding van de stichting Hortivation.
Voor meer informatie over CASTA/Kassenbouw kunt u contact opnemen met TNO (088 8663460).

4.1 Samenvatting maatgevende berekeningsresultaten:
(Tussen haakjes is per item het nummer van de maatgevende B.C. gegeven.)
- Kolommen:
  - Sterkte (B.C.4) : 0.51 < 1.00, dus: voldoet.
  - Spanning (B.C.4) : 0.49 < 1.00, dus: voldoet.
  - Stabiliteit (B.C.3) : 0.70 < 1.00, dus: voldoet.
  - Stijfheid (B.C.2) : 45.9 mm < 53.3 mm, dus: voldoet.
- Kantelstabiliteit fundatie:
  - Momenten (B.C.7) o : 1839 Nm < 2705 Nm, dus: voldoet.
  - Verticaal (B.C.7) :| -5609 N | < 5721 N, dus: voldoet.
  - Horizontaal (B.C.4) : 712 N < 5557 N, dus: voldoet.
  - Zetting (B.C.2) : 0.001 m < 0.100 m, dus: voldoet.
- Palen
  - Moment (B.C.4) : 650 Nm < 1860 Nm, dus: voldoet.
  - Dwarskracht (B.C.4) : 928 N < 9504 N, dus: voldoet.
  - Anker (B.C.7) : 15564 N < 22265 N, dus: voldoet.
  - Uittrekkracht (B.C.7): 0.21 N/mm² < 0.36 N/mm², dus: voldoet.

4.1.1 Eindconclusie(s):
- De kolommen voldoen qua sterkte/stabiliteit/stijfheid bij alle berekende belastingcombinaties.
  - Kolommen RHBK100*50*3.0 (S275 (EN10219)) : voldoen
- De fundatie voldoet qua kantelstabiliteit bij alle berekende belastingcombinaties.
  - Poeren BPRD600*570 : voldoen
  - Palen ZEUS 120x120x1000 (R6+M10) : voldoen

4.1.2 Mededelingen/opmerkingen:
De belastingen en belastingscombinaties zijn bepaald volgens:
- EN13031-1 Greenhouses: Design and Construction
  - Onderzochte belastingcombinaties:
    - B.C.1: a0) Dead load + Services + Snow (without snow removal)
    - B.C.2: a11) Dead load + Services + Wind + Crop
    - B.C.3: a21) Dead Load + Services + Snow + Psi_Crop
    - B.C.4: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay up wind)
    - B.C.5: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay down wind)
    - B.C.6: b1) Dead load + Wind (Cpi negative, Cpe 1st bay up wind)
    - B.C.7: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, wind zone G)
    - B.C.8: c1) Dead load + Services + Crop + repair/incident actions
    - B.C.9: d2) Dead Load + Services + Psi_Snow + Psi_Crop + Seismic
    - B.C.10: d1) Dead Load + Services + Psi_Snow + Seismic
    - B.C.11: d3) Dead Load + Services + Psi_Crop + Seismic

- Een eventuele gatverzwakking in de kolom ter plaatse van de onderrand van de tralieligger, bijvoorbeeld voor de doorvoer van kabels of draden, is niet in rekening gebracht. Dit kan de toepassing van een grotere wanddikte noodzakelijk maken.

- Voor de controle van de fundatie van de gevelkolommen wordt verwezen naar de onderdelen Kop- en Zijgevels. Met deze onderdelen van CASTA Kassenbouw kan de gevelfundatie gedimensioneerd en gecontroleerd worden.

- Met nadruk wordt erop gewezen, dat de zijgevelspantkolom óók moet voldoen aan de controle van de spantkolom onder het onderdeel Zijgevels.

- De controle is uitgevoerd inclusief de kolommenrij achter de kopgevel in zone G
  Zie EN13031-1, Figure B.2 - Zones for global pressure coefficients for walls 90 deg.

- Bij controle van de draagkracht en de zetting van de grond volgens NEN 6740 en NEN 6744 is uitgegaan van een volledig gedraineerde toestand, volgens artikel 5.2.3. van NEN 6744. In geval van een ongedraineerde toestand, of een niet-volledig gedraineerde toestand, dient een grondmechanisch of geotechnisch adviseur ingeschakeld te worden.

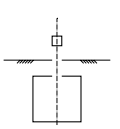
4.2 INVOERGEGEVENS

4.2.1 Type en afmetingen van de kas:
- Kastype : Breedkapkas
- Overspanning (l) : 9.60 m
- Vakmaat (v) : 4.00 m
- Kolomhoogte gevel : 4.00 m
- Kaslengte (L) : 44.0 m
- Minimum aantal aaneengesloten overspanningen (y-richting): 11

4.2.2 Overige gegevens van de kas:
- Dekhelling (alfa) : 27.0 graden
- Funderingshoogte (fh) : 300 mm
- Funderingstype : niet-onderheide fundering (op staal)
- Spanthoogte (hspant) : 390 mm (vertikaal gemeten: 438 mm)
- Spantverlaging (vspant) : 80 mm
- Glasbreedte dek (bd) : 1125 mm
- Glaslengte dek : 2015 mm
- Glas kopgevelstrook : 563 mm
- Glasbreedte kopgevel (bkg): 800 mm
- Glasbreedte zijgevel (bzg): 852 mm

4.2.3 Kolommen:
- Posities van de kolom : Middenvelden; inclusief eerste kolommenrij achter de kopgevel
- Profiel : RHBK100*50*3.0
- Staalsoort kolommen : S275 (EN10219)
- Lengte kolom : 4000 mm
- Gat in de kolom : Nee
- Verjonging van de kolom : Nee

4.3 Gegevens van de fundering van de binnenkolommen:
- Palen (14 liter beton) : ZEUS 120x120x1000 (R6+M10)
  - zonder wapeningsstaaf in de poer
- Poeren (157 liter beton): BPRD600*570 mm (Betonprop rond)
  - Poerdiepte (Dpoer) : 400 mm
  - Funderingshoogte (Fhp) : 300 mm
- Grondsoort : Zand schoon



4.3.1 Eigen gewicht van diverse kasonderdelen:
- Dek (qdek) : 32 N/m² grondoppervlak
- Goot (Qgoot) : 34 N/m
- Fspantbeen 1e spant : 449 N
- Fspantbeen 2e spant : 460 N
- Fspantbeen middenvelden : 364 N
- E.g.ligger : 920 N

4.3.2 Gegevens van de verhoogde teeltlaag:
- Geen verhoogde teeltlaag toegepast.

4.3.3 Belastingen:
De belastingen zijn berekend volgens:
  - NEN-EN 13031:2020: CC1 Greenhouse NL;
  - Basic wind velocity : V50 = 24.5 m/s reference V15 = 22.4 m/s
  - Basic snowload : SK = 700.0 N/m²
  - Berekende afsmeltfactor : Ct = 1.000
    Temperatuur onder kasdek: Niet verwarmd
    Schermdoek op pakket bij sneeuwval: Ja
        Afwatering smeltwater snel en ongehinderd: Ja
  - Reference period : Rf = 15 year
  - Seismische respons : Invoer door gebruiker
  - Seismische versnelling : AgR = 0.050 x g m/sec²
    (Reference: TRC=475 years, n=50years, 10% exceedence)
  - Seismische respons : Sd = 0.050 x g m/sec²
  - Seismische ontwerpfactor: gs = 1.30
- Windstuwdruk (qwind) : 510 N/m² dekoppervlak
  (N.B.: Nokhoogte: H = 0.300 + 4.000 + 0.5 * 9.600 * tan 27° = 6.746 m)
        Gebouwhoogte: 6.746 m. Eff.hoogte: ze = 6.746 m
- Sneeuwbelasting (qsneeuw) : 423.5 N/m² grondoppervlak

- Installaties : 70 N/m² grondoppervlak
- Hangende teeltgoot : 0 N/m² grondoppervlak
- Installaties totaal : 70 N/m² grondoppervlak
- Gewasbelasting (qgewas) : 0 = Max(0 , 0) N/m² grondoppervlak
- Gewasbelasting winter : 0 N/m² grondoppervlak
- Transportlast incidenteel : 1250 N
  permanent : 0 N
- Kasdekreiniger : Gewicht = 0 N, wielbasis = 0 mm

4.4 GEGEVENS OVER DE TOEGEPASTE NORM

4.4.1 Gegevens over de Europese kassenbouwnorm

- NEN-EN 13031:2020: CC1 Greenhouse NL;
- Basiswindsnelheid: Vb50 = 24.5 m/s met Cprob 15 jaar: Vb = 22.4 m/s
- Karateristieke Sneeuwbelasting: SK = 700.0 N/m² op de grond (50 jaar)

4.4.2 Windbelasting:

- Reference wind velocity : Vref.50 = 24.5 m/s
- Return period : ref = 15
- Shape parameter : K1 = 0.281 ; n = 0.5
- Terrain category greenhouses : z0II = 0.050 m, z0 = 0.200 m, zmin = 4.000 m
  Kr = 0.19*(z0/z0II)^0.07 = 0.19*(0.200 /0.050)^0.07 = 0.209
- Reference wind velocity (for ref.min = 15 years):

$$Vref = Vref.50 * \frac{1 - K1 * \ln(1/ref)}{1 - K1 * \ln(0.02)}^{+0.5} = 22.439 \text{ m/s}$$

- Height ridge : 0.300 + 4.000 + 0.5*9.600*tan27° = 6.746 m
- Reference height : ze = 6.746 m (ze = Height ridge = building height = 6.746 m)
- Roughness coëfficiënt : cr(ze) = 0.737
- Topography coëfficiënt : co(ze) = 1.000
- Turbulence coëfficiënt : kl = 1.000
- Turbulence intensity : Iv(ze) = (Kr * kl) /(ct(ze) * co(ze))= 0.284
- Exposure coëfficiënt : ce(ze) = cr(ze)² * co(ze)² * (1 + 7 * Iv(ze)) = 1.622
- Reference wind pressure : rho = 1.250 kg/m3; q = rho/2*(Vref)² = 314.697 N/m²
- Peak velocity : Vpeak = ce(ze)^0.5 * Vref = 1.622 ^0.5 * 22.439 = 28.6 m/s
- Mean wind pressure : qref = ce(ze) * q = 510.474 N/m²
- Reductiefactor cscd = max(0.72, (0.83*0.85)) = 0.72 (rekentoestand)
- Reductiefactor cscd' = 0.83*0.85 = 0.70 (gebruikstoestand)

Voor de reductiefactoren wordt de onderstaande tabel aangehouden
(tussenliggende waarden via lineaire interpolatie):

X [m]	Cs 2) loodrecht	Ccor parallel	
5	0.92	1.00	
10	0.89	0.85	1): de maximale reductie van de
20	0.87	0.85	windstuwdruk is 0.72 (=0.85x0.85)
30	0.85	0.85	
50	0.82	0.85	2): de ondergrens voor cs=0.85 (rekentoestand)
75	0.80	0.85	
100	0.78	0.85	
150	0.75	0.85	Cs;loodrecht = 0.83 (kaslengte 44.0 m)
> 200	0.73	0.85	Ccor;parallel = 0.85 (kasbreedte 105.6 m)

4.4.3 Sneeuwbelasting:
Sneeuwbelasting (qsneeuw): 423.5 N/m² grondoppervlak (zonder afsmelten: qsi = 423.5 N/m²)
- Return period: ref = 15
- Basic snow load: SK = 700.0 N/m²
- Reduction with a return period n and V=0.800
  EN 13031-1: Rf = (1-0.800*0.7797*(ln(1/15)+0.577216))/(1+2.6*0.800) = 0.756
- Snow load shape coëfficiënt (for sub_structure only): C1 = 0.80
- Thermal coëfficiënt for non-heated greenhouses: Ct = 1.00
- Exposure coëfficiënt Ce, usually 1.0 (no effect from wind): Ce = 1.00
- Snow load (load on the roof projected on the ground):
  qs = Rf*C1*Ce*Ct*Sk = 0.756 * 0.8 * 1.0 * 1.000 * 700.0 = 423.5 N/m² 1)

4.4.3.1 Calculation of the thermal coefficient with EN13031-1 and ISO 4355 'Snow control by heating'
For heated greenhouses, equipped for the controlled melting of roof snow, see Table C.1
category THSC, the thermal coefficient in accordance with ISO 4355:201.

Conditions during a snow event
- The characteristic snow load on the ground : Sk = 700.0 N/m²
- Roof angle : a = 27°
- Air temperature inside (at snow event) : Ti = Niet verwarmd
- Air temperature outside (at snow event) : Te > -8 °C
- Screen system is open : yes
- Water discharge is unhindered : yes
- Material roof cover : Single layer plastic film (0.2 mm PE or

Derived data for the calculation of Ct according EN13031
- U in for heat protection : U = 7.1 W/m²K (see Table C2, EN13031-1)
- External surface resistance : Rse = 0.04 m²K/W
- Uo value of the roof cover : Uo.r = U1/[1/U-R.se] = 9.916 W/m²*K
- Heat transmittance (max value) : Uo = 4.177 W/m²K (min-max: 1 min 4.177 max W/m²K)
- Upper ground snow load limit : Lim.Skn = [20.2634/[(Ti-5)*(sin(0.4*Uo-0.1))^3/4] = 70219 N/m²
- Skmax in the Ct Calculation : Skmax = min(Skn,Lim.Skn)= min(700*0.756, 70219)

Basic melt factor Ct, see C.2.3 EN13031-1:
Ct = [1-0.054(Skmax/3500)^1/4*(Ti-5)*(sin(0.4Uo-0.1))^3/4]*cos(a) = 1.000 (incl. corrections)

Corrections for Ct depending on parameters:
- Air temperature outside: for Te <= -8 °C factor = 1.2 so Ct = 1.0*Ct
- Upper limit Ct <= 1.0
- Lower limit Ct > 0.2 * cos(a)

4.4.4 Onderzochte belastingcombinaties:
- B.C.1: a0) Dead load + Services + Snow (without snow removal)
- B.C.2: a11) Dead load + Services + Wind + Crop
- B.C.3: a21) Dead Load + Services + Snow + Psi_Crop
- B.C.4: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay up wind)
- B.C.5: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay down wind)
- B.C.6: b1) Dead load + Wind (Cpi negative, Cpe 1st bay up wind)
- B.C.7: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, wind zone G)
- B.C.8: c1) Dead load + Services + Crop + repair/incident actions
- B.C.9: d2) Dead Load + Services + Psi_Snow + Psi_Crop + Seismic
- B.C.10: d1) Dead Load + Services + Psi_Snow + Seismic
- B.C.11: d3) Dead Load + Services + Psi_Crop + Seismic

- Combinaties voor dekroeden:
  - BC.R1 : a12) Dead load + Services + Wind
  - BC.R2 : a21) Dead Load + Services + Snow + Psi_Crop
  - BC.R3 : b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay down wind)
  - BC.R4 : c1) Dead load + Services + Crop + repair/incident actions

- Combinaties voor de goot:
  - BC.G1 : a0) Dead load + Snow (without snow removal)
  - BC.G2 : a11) Dead load + Services + Wind + Crop
  - BC.G3 : a12) Dead load + Services + Wind
  - BC.G4 : a21) Dead Load + Services + Snow + Psi_Crop
  - BC.G5 : d2) Dead Load + Services + Psi_Snow + Psi_Crop + Seismic
  - BC.G6 : d1) Dead Load + Services + Psi_Snow + Seismic
  - BC.G7 : d3) Dead Load + Services + Psi_Crop + Seismic

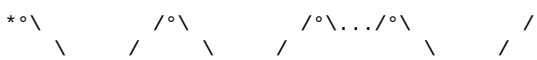
4.4.5 Tabel 7: Afgeleide belastingsfactoren in rekentoestand
en tussen haakjes in gebruikstoestand:

ref	G1	G2	Q1	Q2	Q3	Q4	AK2
BC	Eigen gewicht dek a= 32 N/m² b= 0 N	Installaties 70 N/m² + 0 N/m² = 70 N/m²	Windbelasting a= 510 N/m² b= 368 N/m² c= 510 N/m²	Sneeuwbelasting a= 423 N/m² b= 423 N/m² c= 0 N/m²	Gewasbelasting a= 0 N/m² b= 0 N/m²	Transportbelasting a= 0 N b= 1250 N	Aardbeving AgR = 0.050 [Sd]
1	1.00(1.00)	1.00(1.00)	0.00(0.00)	b 1.00(0.00)	b 0.00(0.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)
2	1.02(1.00)	1.02(1.00)	1.28(1.00)	0.00(0.00)	a 1.28(1.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)
3	1.02(1.00)	1.02(1.00)	0.00(0.00)	a 1.28(1.00)	b 1.28(1.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)
4	1.00(1.00)	0.00(0.00)	1.28(1.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)
5	1.00(1.00)	0.00(0.00)	1.28(1.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)
6	1.02(1.00)	0.00(0.00)	1.28(1.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)
7	1.00(1.00)	0.00(0.00)	1.28(1.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)
8	1.15(1.00)	1.15(1.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)	a 1.28(1.00)	1.28(1.00)	0.00(0.00)
9	1.00(1.00)	1.00(1.00)	0.00(0.00)	a 0.20(0.20)	b 1.00(1.00)	0.00(0.00)	0.80(0.00)[0.050]
10	1.00(1.00)	1.00(1.00)	0.00(0.00)	a 0.20(0.20)	b 0.00(0.00)	0.00(0.00)	0.80(0.00)[0.050]
11	1.00(1.00)	1.00(1.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)	a 1.00(1.00)	0.00(0.00)	0.80(0.00)[0.050]

G1 = Dead load: [a]roof; [b]permanent
G2 = Services : [a]load on truss; [b]permanent
Q1 = Wind Load: [a]excl.Cdim (gables); [b]gutter direction (crosses); [c]span direction (trellis, column)
Q2 = Snow load: [a]incl. Ct=1.000; [b]exeptional Ct=1.0; [c]Accidental
Q3 = Crop Load: [a]max season; [b]max winter
Q4 = Transport incidental: [a]on roof; [b]inside

4.4.6 Tabel 7: Windvormfactoren bij wind loodrecht (-) op nok:





BC	gevel druk +	1e kap	2e kap		middenkappen		eindkap		+	gevel zuig *)	Druk in de kas	Cpf,h
1	+0.00	+0.00	+0.00	+0.00	+0.00	+0.00	+0.00	+0.00	-(	0.00)	0.00	0.00
2	+0.60	+0.30	-1.00	-0.70	-0.40	-0.40	-0.40	-0.40	-(	0.30)	-0.30	0.03
3	+0.00	+0.00	+0.00	+0.00	+0.00	+0.00	+0.00	+0.00	-(	0.00)	0.00	0.00
4	+0.60	+0.30	-1.00	-0.70	-0.40	-0.40	-0.40	-0.40	-(	0.30)	0.20	0.03
5	+0.60	+0.30	-1.00	-0.70	-0.40	-0.40	-0.40	-0.40	-(	0.30)	0.20	0.03
6	+0.60	-1.07	-1.00	-0.70	-0.50	-0.40	-0.50	-0.40	-(	0.30)	-0.30	0.03
7	+0.60	-0.52	-0.52	-0.52	-0.52	-0.52	-0.52	-0.52	-(	0.30)	0.20	0.03
8	+0.00	+0.00	+0.00	+0.00	+0.00	+0.00	+0.00	+0.00	-(	0.00)	0.00	0.00
9	+0.00	+0.00	+0.00	+0.00	+0.00	+0.00	+0.00	+0.00	-(	0.00)	0.00	0.00
10	+0.00	+0.00	+0.00	+0.00	+0.00	+0.00	+0.00	+0.00	-(	0.00)	0.00	0.00
11	+0.00	+0.00	+0.00	+0.00	+0.00	+0.00	+0.00	+0.00	-(	0.00)	0.00	0.00

*) Overdruk=positief / Onderdruk=negatief

Horizontale windbelasting van het kasdek.
De som van horizontale windbelasting van het gehele kasdek loodrecht op de nokrichting (0 deg) mag worden berekend met de horizontale kracht van de eerste 2 kappen uit tabel B3 van EN13031-1, plus vanaf de derde kap elke kap een horizontale kracht bepaald met alleen de krachtcoëfficiënt Cfr,1 werkend op de kaphoogte (=verticale afstand goot tot nok).
De krachtcoëfficiënt is afgeleid van windtunneltesten voor kassen en is exclusief CsCd (zie publicatie "Equivalent static wind loads on large multi-span duo-pitch greenhouses").

Parameters for calculating the wind coefficients (See EN31031)
- Height from ground level to top : He = 6746 mm
- Height from ground level to gutter : hs = 4300 mm
- Max (0.75*He, h) : h = 5059 mm
- Roof angle : alpha = 27.0 °
- Greenhouse Width : W = 105600 mm Ratio h/W = 0.0479
- Greenhouse length : L = 44000 mm Ratio h/L = 0.1150
- Bay width gutter to gutter : S = 9600 mm Ratio h/S = 0.5270

4.5 OVERZICHT BEREKENINGSRESULTATEN PER BELASTINGGEVAL:

4.5.1 B.C.1: a0) Dead load + Services + Snow (without snow removal)
Kolommen:
- Doorsn.klasse : 3
- Sterkte : 0.12 < 1.00, dus: voldoet.
- Spanning : 0.13 < 1.00, dus: voldoet.
- Stabiliteit : 0.58 < 1.00, dus: voldoet.
- Stijfheid : 1.2 mm < 53.3 mm, dus: voldoet.

Fundering:
- Kantelstabiliteit fundatie (neerwaartse belasting):
- Momenten NBM : 3021 Nm < 26904 Nm, dus: voldoet.
- Momenten OBM : -2978 Nm < 2705 Nm, dus: voldoet.
- Verticaal :| 11281 N | < 90544 N, dus: voldoet.
- Horizontaal : 17 N < 5557 N, dus: voldoet.
- Zetting : 0.001 m < 0.100 m, dus: voldoet.
- Palen
- Moment : 51 Nm < 3107 Nm, dus: voldoet.
- Dwarskracht : 73 N < 9504 N, dus: voldoet.
- Anker : 73 N < 22265 N, dus: voldoet.
- Uittrekkracht : Niet ter zake.

4.5.2 B.C.2: a11) Dead load + Services + Wind + Crop
Kolommen:
- Doorsn.klasse : 1
- Sterkte : 0.46 < 1.00, dus: voldoet.
- Spanning : 0.43 < 1.00, dus: voldoet.
- Stabiliteit : 0.49 < 1.00, dus: voldoet.
- Stijfheid : 45.9 mm < 53.3 mm, dus: voldoet.

Fundering:
- Kantelstabiliteit fundatie (neerwaartse belasting):
- Momenten NBM : 3354 Nm < 26904 Nm, dus: voldoet.
- Momenten OBM : -1603 Nm < 2705 Nm, dus: voldoet.
- Verticaal :| 9321 N | < 90544 N, dus: voldoet.
- Horizontaal : 689 N < 5557 N, dus: voldoet.
- Zetting : 0.001 m < 0.100 m, dus: voldoet.
- Palen
- Moment : 625 Nm < 2486 Nm, dus: voldoet.
- Dwarskracht : 893 N < 9504 N, dus: voldoet.
- Anker : 893 N < 22265 N, dus: voldoet.
- Uittrekkracht : Niet ter zake.

4.5.3 B.C.3: a21) Dead Load + Services + Snow + Psi_Crop
Kolommen:
- Doorsn.klasse : 3
- Sterkte : 0.14 < 1.00, dus: voldoet.
- Spanning : 0.15 < 1.00, dus: voldoet.
- Stabiliteit : 0.70 < 1.00, dus: voldoet.
- Stijfheid : 9.1 mm < 53.3 mm, dus: voldoet.

Fundering:
- Kantelstabiliteit fundatie (neerwaartse belasting):
- Momenten NBM : 7415 Nm < 26904 Nm, dus: voldoet.
- Momenten OBM : -7230 Nm < 2705 Nm, dus: voldoet.
- Verticaal :| 27543 N | < 90544 N, dus: voldoet.
- Horizontaal : 73 N < 5557 N, dus: voldoet.
- Zetting : 0.001 m < 0.100 m, dus: voldoet.
- Palen
- Moment : 62 Nm < 3259 Nm, dus: voldoet.
- Dwarskracht : 89 N < 9504 N, dus: voldoet.
- Anker : 89 N < 22265 N, dus: voldoet.
- Uittrekkracht : Niet ter zake.

4.5.4 B.C.4: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay up wind)
Kolommen:
- Doorsn.klasse : 1
- Sterkte : 0.51 < 1.00, dus: voldoet.
- Spanning : 0.49 < 1.00, dus: voldoet.
- Stabiliteit : trek in de kolom, dus: voldoet.
- Stijfheid : 44.0 mm < 53.3 mm, dus: voldoet.

Fundering:
- Kantelstabiliteit fundatie (opwaartse belasting):
- Momenten : 1746 Nm < 2705 Nm, dus: voldoet.
- Verticaal :| -3168 N | < 5721 N, dus: voldoet.
- Horizontaal : 712 N < 5557 N, dus: voldoet.
- Palen
- Moment : 650 Nm < 1860 Nm, dus: voldoet.
- Dwarskracht : 928 N < 9504 N, dus: voldoet.
- Anker : 12514 N < 22265 N, dus: voldoet.
- Uittrekkracht : 0.17 N/mm² < 0.36 N/mm², dus: voldoet.

4.5.5 B.C.5: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay down wind)
Kolommen:
- Doorsn.klasse : 1
- Sterkte : 0.51 < 1.00, dus: voldoet.
- Spanning : 0.49 < 1.00, dus: voldoet.
- Stabiliteit : trek in de kolom, dus: voldoet.
- Stijfheid : 44.0 mm < 53.3 mm, dus: voldoet.

Fundering:
- Kantelstabiliteit fundatie (opwaartse belasting):
- Momenten : 1746 Nm < 2705 Nm, dus: voldoet.
- Verticaal :| -3168 N | < 5721 N, dus: voldoet.
- Horizontaal : 712 N < 5557 N, dus: voldoet.
- Palen
- Moment : 650 Nm < 1860 Nm, dus: voldoet.
- Dwarskracht : 928 N < 9504 N, dus: voldoet.
- Anker : 12514 N < 22265 N, dus: voldoet.
- Uittrekkracht : 0.17 N/mm² < 0.36 N/mm², dus: voldoet.

4.5.6 B.C.6: b1) Dead load + Wind (Cpi negative, Cpe 1st bay up wind)
Kolommen:
- Doorsn.klasse : 1
- Sterkte : 0.19 < 1.00, dus: voldoet.
- Spanning : 0.18 < 1.00, dus: voldoet.
- Stabiliteit : trek in de kolom, dus: voldoet.
- Stijfheid : 17.3 mm < 53.3 mm, dus: voldoet.

Fundering:
- Kantelstabiliteit fundatie (neerwaartse belasting):
- Momenten NBM : 1858 Nm < 26904 Nm, dus: voldoet.
- Momenten OBM : -1148 Nm < 2705 Nm, dus: voldoet.
- Verticaal :| 5653 N | < 90544 N, dus: voldoet.
- Horizontaal : 279 N < 5557 N, dus: voldoet.
- Zetting : 0.000 m < 0.100 m, dus: voldoet.
- Palen
- Moment : 256 Nm < 2340 Nm, dus: voldoet.
- Dwarskracht : 366 N < 9504 N, dus: voldoet.
- Anker : 1255 N < 22265 N, dus: voldoet.
- Uittrekkracht : 0.01 N/mm² < 0.36 N/mm², dus: voldoet.

4.5.7 B.C.7: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, wind zone G)
Kolommen:
- Doorsn.klasse : 1
- Sterkte : 0.24 < 1.00, dus: voldoet.
- Spanning : 0.24 < 1.00, dus: voldoet.
- Stabiliteit : trek in de kolom, dus: voldoet.
- Stijfheid : 17.0 mm < 53.3 mm, dus: voldoet.

Fundering:
- Kantelstabiliteit fundatie (opwaartse belasting):
- Momenten : 1839 Nm < 2705 Nm, dus: voldoet.
- Verticaal :| -5609 N | < 5721 N, dus: voldoet.
- Horizontaal : 274 N < 5557 N, dus: voldoet.
- Palen
- Moment : 251 Nm < 1728 Nm, dus: voldoet.
- Dwarskracht : 358 N < 9504 N, dus: voldoet.
- Anker : 15564 N < 22265 N, dus: voldoet.
- Uittrekkracht : 0.21 N/mm² < 0.36 N/mm², dus: voldoet.

4.5.8 B.C.8: c1) Dead load + Services + Crop + repair/incident actions
Kolommen:
- Doorsn.klasse : 3
- Sterkte : 0.04 < 1.00, dus: voldoet.
- Spanning : 0.04 < 1.00, dus: voldoet.
- Stabiliteit : 0.19 < 1.00, dus: voldoet.
- Stijfheid : 1.3 mm < 53.3 mm, dus: voldoet.

Fundering:
- Kantelstabiliteit fundatie (neerwaartse belasting):
- Momenten NBM : 3354 Nm < 26904 Nm, dus: voldoet.
- Momenten OBM : -3309 Nm < 2705 Nm, dus: voldoet.
- Verticaal :| 12531 N | < 90544 N, dus: voldoet.
- Horizontaal : 17 N < 5557 N, dus: voldoet.
- Zetting : 0.001 m < 0.100 m, dus: voldoet.
- Palen
- Moment : 14 Nm < 2643 Nm, dus: voldoet.
- Dwarskracht : 21 N < 9504 N, dus: voldoet.
- Anker : 21 N < 22265 N, dus: voldoet.
- Uittrekkracht : Niet ter zake.

4.5.9 B.C.9: d2) Dead Load + Services + Psi_Snow + Psi_Crop + Seismic
Kolommen:
- Doorsn.klasse : 1
- Sterkte : 0.20 < 1.00, dus: voldoet.
- Spanning : 0.19 < 1.00, dus: voldoet.
- Stabiliteit : 0.38 < 1.00, dus: voldoet.
- Stijfheid : 2.2 mm < 160.0 mm, dus: voldoet.

Fundering:
- Kantelstabiliteit fundatie (neerwaartse belasting):
- Momenten NBM : 3900 Nm < 26904 Nm, dus: voldoet.
- Momenten OBM : -3828 Nm < 2705 Nm, dus: voldoet.
- Verticaal :| 14533 N | < 90544 N, dus: voldoet.
- Horizontaal : 28 N < 5557 N, dus: voldoet.
- Zetting : 0.001 m < 0.100 m, dus: voldoet.
- Palen
- Moment : 231 Nm < 2674 Nm, dus: voldoet.
- Dwarskracht : 330 N < 9504 N, dus: voldoet.
- Anker : 330 N < 22265 N, dus: voldoet.
- Uittrekkracht : Niet ter zake.

4.5.10 B.C.10: d1) Dead Load + Services + Psi_Snow + Seismic
Kolommen:
  - Doorsn.klasse : 1
  - Sterkte   :   0.20   <   1.00,   dus: voldoet.
  - Spanning   :   0.19   <   1.00,   dus: voldoet.
  - Stabiliteit   :   0.38   <   1.00,   dus: voldoet.
  - Stijfheid   :   2.2 mm   < 160.0 mm,   dus: voldoet.
Fundering:
- Kantelstabiliteit fundatie (neerwaartse belasting):
  - Momenten NBM :   3900 Nm   <   26904 Nm,   dus: voldoet.
  - Momenten OBM :   -3828 Nm   <   2705 Nm,   dus: voldoet.
  - Verticaal   :| 14533 N | <   90544 N,   dus: voldoet.
  - Horizontaal   :   28 N   <   5557 N,   dus: voldoet.
  - Zetting   :   0.001 m   <   0.100 m,   dus: voldoet.
- Palen
  - Moment   :   231 Nm   <   2674 Nm,   dus: voldoet.
  - Dwarskracht   :   330 N   <   9504 N,   dus: voldoet.
  - Anker   :   330 N   < 22265 N,   dus: voldoet.
  - Uittrekkracht : Niet ter zake.

4.5.11 B.C.11: d3) Dead Load + Services + Psi_Crop + Seismic
Kolommen:
  - Doorsn.klasse : 1
  - Sterkte   :   0.12   <   1.00,   dus: voldoet.
  - Spanning   :   0.11   <   1.00,   dus: voldoet.
  - Stabiliteit   :   0.22   <   1.00,   dus: voldoet.
  - Stijfheid   :   1.2 mm   < 160.0 mm,   dus: voldoet.
Fundering:
- Kantelstabiliteit fundatie (neerwaartse belasting):
  - Momenten NBM :   3021 Nm   <   26904 Nm,   dus: voldoet.
  - Momenten OBM :   -2978 Nm   <   2705 Nm,   dus: voldoet.
  - Verticaal   :| 11281 N | <   90544 N,   dus: voldoet.
  - Horizontaal   :   17 N   <   5557 N,   dus: voldoet.
  - Zetting   :   0.001 m   <   0.100 m,   dus: voldoet.
- Palen
  - Moment   :   140 Nm   <   2566 Nm,   dus: voldoet.
  - Dwarskracht   :   199 N   <   9504 N,   dus: voldoet.
  - Anker   :   199 N   < 22265 N,   dus: voldoet.
  - Uittrekkracht : Niet ter zake.

N.B. NBM = Kantelstabiliteit bij neerwaarts bezwijkmodel
     OBM = Kantelstabiliteit bij opwaarts bezwijkmodel
     (zie TNO-rapport 93-CON-R0304)

4.6 OVERZICHT BELASTINGEN OP DE FUNDERING:

Overzicht maatgevende belastingen op de fundatiepaal per belastingscombinatie. !NP[<%rn,+>],P
(uitkomsten in rekentoestand, eventueel tussen haakjes in gebruikstoestand) !NP[<%rn,+>],P

4.6.1 B.C.1: a0) Dead load + Services + Snow (without snow removal)
- Verticale belasting per betonpaal (excl. beton): Nb = 21234 N
- Eigen gewicht van de binnenkolom Feg.bk = 266 N
- Moment in de betonpaal Md = 51 Nm
- Dwarskracht in de betonpaal Fhk = 73 N (17 N)

4.6.2 B.C.2: a11) Dead load + Services + Wind + Crop
- Verticale belasting per betonpaal (excl. beton): Nb = 2579 N
- Eigen gewicht van de binnenkolom Feg.bk = 266 N
- Moment in de betonpaal Md = 625 Nm
- Dwarskracht in de betonpaal Fhk = 893 N (689 N)

4.6.3 B.C.3: a21) Dead Load + Services + Snow + Psi_Crop
- Verticale belasting per betonpaal (excl. beton): Nb = 25812 N
- Eigen gewicht van de binnenkolom Feg.bk = 266 N
- Moment in de betonpaal Md = 62 Nm
- Dwarskracht in de betonpaal Fhk = 89 N (73 N)

4.6.4 B.C.4: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay up wind)
- Verticale belasting per betonpaal (excl. beton): Nb = -12711 N
- Eigen gewicht van de binnenkolom Feg.bk = 266 N
- Moment in de betonpaal Md = 650 Nm
- Dwarskracht in de betonpaal Fhk = 928 N (712 N)

4.6.5 B.C.5: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay down wind)
- Verticale belasting per betonpaal (excl. beton): Nb = -12711 N
- Eigen gewicht van de binnenkolom Feg.bk = 266 N
- Moment in de betonpaal Md = 650 Nm
- Dwarskracht in de betonpaal Fhk = 928 N (712 N)

4.6.6 B.C.6: b1) Dead load + Wind (Cpi negative, Cpe 1st bay up wind)
- Verticale belasting per betonpaal (excl. beton): Nb = -1416 N
- Eigen gewicht van de binnenkolom Feg.bk = 266 N
- Moment in de betonpaal Md = 256 Nm
- Dwarskracht in de betonpaal Fhk = 366 N (279 N)

4.6.7 B.C.7: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, wind zone G)
- Verticale belasting per betonpaal (excl. beton): Nb = -15823 N
- Eigen gewicht van de binnenkolom Feg.bk = 266 N
- Moment in de betonpaal Md = 251 Nm
- Dwarskracht in de betonpaal Fhk = 358 N (274 N)

4.6.8 B.C.8: c1) Dead load + Services + Crop + repair/incident actions
- Verticale belasting per betonpaal (excl. beton): Nb = 7300 N
- Eigen gewicht van de binnenkolom Feg.bk = 266 N
- Moment in de betonpaal Md = 14 Nm
- Dwarskracht in de betonpaal Fhk = 21 N (17 N)

4.6.9 B.C.9: d2) Dead Load + Services + Psi_Snow + Psi_Crop + Seismic
- Verticale belasting per betonpaal (excl. beton): Nb = 8225 N
- Eigen gewicht van de binnenkolom Feg.bk = 266 N
- Moment in de betonpaal Md = 231 Nm
- Dwarskracht in de betonpaal Fhk = 330 N (28 N)

4.6.10 B.C.10: d1) Dead Load + Services + Psi_Snow + Seismic
- Verticale belasting per betonpaal (excl. beton): Nb = 8225 N
- Eigen gewicht van de binnenkolom Feg.bk = 266 N
- Moment in de betonpaal Md = 231 Nm
- Dwarskracht in de betonpaal Fhk = 330 N (28 N)

4.6.11 B.C.11: d3) Dead Load + Services + Psi_Crop + Seismic
- Verticale belasting per betonpaal (excl. beton): Nb = 4973 N
- Eigen gewicht van de binnenkolom Feg.bk = 266 N
- Moment in de betonpaal Md = 140 Nm
- Dwarskracht in de betonpaal Fhk = 199 N (17 N)

4.6.12 Summary of loads at foundation:

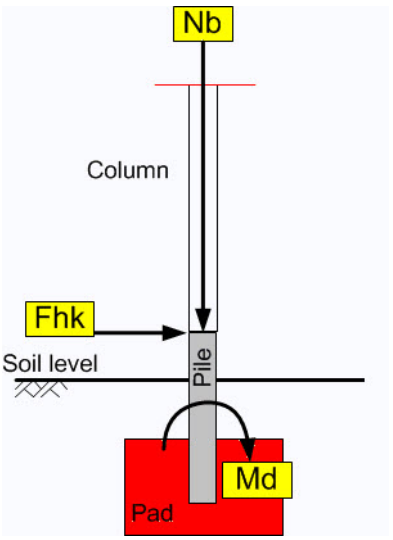


Table: Foundation forces

Table Combination span dir	Load V Nb ULS [N]	Load V Nb ULS +Feg[N] anchor	Moment Md ULS [Nm]	Load H Fhk ULS [N]	Load H Fhk SLS [N]	Displ. Hgutt. [mm]	Max. Displ [mm]
BC1	21234	21501	51	73	17	1.2	53.3
BC2	2579	2851	625	893	689	45.9	53.3
BC3	25812	26084	62	89	73	9.1	53.3
BC4	-12711	-12444	650	928	712	44.0	53.3
BC5	-12711	-12444	650	928	712	44.0	53.3
BC6	-1416	-1143	256	366	279	17.3	53.3
BC7	-15823	-15556	251	358	274	17.0	53.3
BC8	7300	7606	14	21	17	1.3	53.3
BC9	8225	8492	231	330	28	2.2	160.0
BC10	8225	8492	231	330	28	2.2	160.0
BC11	4973	5239	140	199	17	1.2	160.0

4.7 PROFIEL-EIGENSCHAPPEN

In dit deel worden alle profiel-eigenschappen weergegeven en uitgerekend,
die onafhankelijk zijn van de belastingen en de belastingcombinaties.

4.7.1 kolommen (RHBK100*50*3.0 mm S275 (EN1021) (index "k"):

- Oppervlakte : Ak = 848.5 mm²
- Traagheidsmoment y-as: Iy.k = 1083900.5 mm4
- Weerstandsmoment y-as: Wy.k = 21678.0 mm3
- Traagheidsstraal y-as: iy.k = 35.7 mm
- Traagheidsmoment z-as: Iz.k = 365520.2 mm4
- Weerstandsmoment z-as: Wz.k = 14620.8 mm3
- Traagheidsstraal z-as: iz.k = 20.8 mm
- Neutrale lijn z-as : ez.k = 25.0 mm
- Versch.neutr.lijn y : eNy = 0.0 mm
  z : eNz = 0.0 mm
- Lengte : Lk = 4.000 m
- Gewicht : Gk = 26.644 kg
- Rekenwaarde vloeigrens fy.k = 275.0 N/mm²
- Elasticiteitsmodulus Ek = 210000 N/mm²
- Afschuivingsmodulus Gk = 80769 N/mm²
- Weerstandsmom.pl.y-as Wpy.k = 21678 (Wply.k = 27045) mm3
- Weerstandsmom.pl.z-as Wpz.k = 14621 (Wplz.k = 16632) mm3
- Torsietraagheidsmoment It.k = 853355 mm4
- Rekenwaarde van de sterkte:
  - Normaalkracht Nc.Rd.k = 271151 N
    NRk.k = 271151 N
  - Moment plastisch My.c.Rd.k = 6927 Nm Mz.c.Rd.k = 4672 Nm
    elastisch My.Rk.k = 6927 Nm Mz.Rk.k = 4672 Nm
- Imperfectie factor volgens EC3, table 6.2 alfay = 0.49 alfaz = 0.49
- De ingevoerde staalsoort S275 (EN10219) is vastgesteld voor het basismateriaal van het kokerprofiel.
  Na het koudvervormen is er sprake van een verhoging van de vloeigrens. Deze verhoogde vloeigrens
  is als volgt berekend met de rekenformule uit NEN6770 (zie 12.1.1.4 Tabel 23, noot 2) en EN 1993-1-1:
  - Materiaalkwaliteit : S275 (EN10219) (fy = 275.0 N/mm², ft = 430.0 N/mm²)
    fy-eq = fy+(7*nhoekk*tk/Lk)*(ft-fy) < (fy+ft)/2: fy-eq = 319.5 N/mm²
  - Ontwikkelde lengte : Lk = 292.3 mm
  - Omgez. hoeken : nhoek = 4
  - Op druk belast : fy-dk = fy-eq = 319.5 N/mm²
  - Op trek belast : fy-tk = fy-eq = 319.5 N/mm²

- Kniklengten, slankheden en knikcoëfficiënten:
  - In spantrichting:
    - De kniklengte in spantrichting kan bij goede benadering berekend
      worden met de formule (voor Breedkapkas):
      lk.y ~ 2.10 * kheff
      kheff = eff.kolomhoogte = 4.0 - 0.08 - 0.44 + 0.30 - 0.30 = 3.482 m
      lk.y ~ 2.10 * 3482 = 7313 mm
    - Eulerse knikkracht:
      $$FEy = \frac{pi^2 * E * Iy}{lk.y^2} = \frac{pi^2 * 2.1E5 * 108\ E4}{7313^2} = 42009\ N$$
    - Slankheid:
      lambda1 = pi*(E / fy)1/2 = pi*(2.1 E5 / 275.0)1/2 = 86.81
      lambdarel.y = lk.y/(iy * lambda1) = 7313 /(35.7 * 86.81) = 2.36
    - Chiy = min(0.147 , 1.0) = 0.147
  - In gootrichting:
    - Kniklengte: lk.z = kolomlengte = 4000 + 300 - 300 = 4000 mm
    - Slankheid:
      lambda1 = pi*(E / fy)1/2 = pi*(2.1 E5 / 275.0)1/2 = 86.81
      lambdarel.z = lk.z/(iz * lambda1) = 4000 /(20.8 * 86.81) = 2.22
    - Chiz = min(0.164 , 1.0) = 0.164

  - Bij de stabiliteitscontrole van de kolommen is de kleinste
    knikcoëfficiënt maatgevend:
    - Chimin = Min(Chiy, Chiz) = Min(0.147 , 0.164) = 0.147

4.7.2 Profieleigenschappen van de fundatie

In dit deel worden alle profieleigenschappen van de fundatie weergegeven en uitgerekend, die onafhankelijk zijn van de belastingen en belastingcombinaties. Hierbij gaat het hoofdzakelijk om de kantelstabiliteit bij neerwaartse belasting (4.7.2), en de kantelstabiliteit bij opwaartse belasting (4.7.3). De berekeningen zijn opgezet in gebruikstoestand, met dien verstande, dat de grondspanningen niet groter mogen worden dan de toelaatbare grondspanning.

4.7.2.1 Algemene eigenschappen:

a) Eigenschappen van de grond (zie ook TNO-rapport BI-87-02):
- Grondsoort : Zand schoon
- Volumiek gewicht grond : sg = 18.0 in kN/m^3
- Inwendige wrijvingshoek : fi = 32.5 in graden
- Cohesie : C0 = 0 in N/m²
- Toelaatbare spanning : Sgr = 0.300 in N/mm²
- Prim. samendrukkingsindex : Cceff = 0.006
- Sec. samendrukkingsindex : Cinfe = 0.000
- Volumiek gewicht verzadigd : sgsat = 20 in kN/m^3
- Poriengetal (NEN 6744) : eporie = 0.6
- Bedding : k = 75 in MN/m^3 (k=75000 kN/m^3)
- Neutrale gronddrukcoëfficiënt: lambda-n = 1 - sin(32.5°) = 0.46
- Passieve gronddrukcoëfficiënt: lambda-p = [tan(45° + 0.5*32.5°)]² = 3.32
- Actieve gronddrukcoëfficiënt : lambda-a = [tan(45° - 0.5*32.5°)]² = 0.30

b) Eigenschappen van de poeren:
- Eigen gewicht van de paal (sg = 24000 N/m^3):
  - Gpaal = 0.120 * 0.120 * 1.000 * 24000 = 346 N
    (inclusief het gedeelte van de paal in de poer)
- Eigen gewicht van de poer (sg = 24000 N/m^3):
  - Gpoer = pi/4 * 0.600² * 0.570 * 24000
    - 0.120 * 0.120 * (1.000 - 0.300 - 0.400) * 24000 = 3764 N
    (exclusief het gedeelte van de paal in de poer)
- Eigen gewicht van de grond boven op de poer:
  - Ggrond = [(pi/4*0.600² - 0.120*0.120) * 0.400] * 18000 = 1932 N
- Totaal: Gfund = Gpaal + Gpoer + Ggrond = 6042 N

Daar het rekenen met een ronde poer tamelijk gecompliceerd is, wordt gerekend met een poer met een vierkant grondvlak. Hierbij wordt er voor gezorgd dat het oppervlak van de vierkante poer gelijk is aan die van de ronde poer (dus ook de inhoud van de poer is hetzelfde):

- B = (pi/4 * dpoer²)^1/2 = (pi/4 * 600 ²)^1/2 = 531.7 mm

Voor de eenvoud in de formules wordt overgegaan op verkorte symbolen:

- Hoogte van de poer H = hpoer = 570 mm
- Diepte van de poer D = Dpoer = 400 mm

4.7.2.2 Kantelstabiliteit neerwaarts bezwijkmodel (NBM) (in gebruikstoestand):

Dit bezwijkmodel treedt uitsluitend op bij neerwaartse belasting op de poer. De poeren worden verondersteld te willen kantelen om het linkerbenedenpunt A, uitgaande van een horizontale kracht ter plaatse van de kolomverankering Fhk', werkend van links naar rechts. Dit kantelen wordt versterkt door de verticale neerwaartse belasting Fvp'. Ten gevolge van dit kantelen ontstaat bij het rechterkopvlak opstuwing van grond, dus overwegend passieve gronddruk en bij het linkerkopvlak een overwegend actieve gronddruk.

De kanteling van de poeren wordt tegengegaan door de wrijving van de grond tegen de zijwanden van de poer (Mwz; Fvz; Fhz), het verschil in gronddruk tegen het linker- (Fha; Mha), respectievelijk het rechterkopvlak (Fhp; Mhp) van de poer, de wrijving van de grond tegen het linker- (Fva) en rechterkopvlak (Fvp) en de gronddruk tegen de onderkant van de poer (Fvo; Mvo).

Mp_neerw = Mwz + Mhp - Mha + Fvp*B + Mvo (linksom = +)

Fv_neerw = Fvz + Fva + Fvp + Fvo (opwaarts = +)

Fh_neerw = Fhz + Fhp - Fha (van rechts naar links = +)

a) Het berekenen van de wrijving van de grond tegen de zijwanden van de poer (Mwz, Fvz en Fhz) gaat als volgt.

Op een vlakje O op een afstand R van het draaipunt A werkt de neutrale gronddruk Sn. Bij draaiing van het vlakje om punt A ontstaat er een wrijvingskracht Fw, die loodrecht op de straal R is gericht en de draaiing tegenwerkt. Bij de berekening van de wrijvingskracht Fw wordt rekening gehouden met de afstand van vlakje O tot draaipunt A (R/Rmax). Met behulp van de cosinus en de sinus kan de verticale en de horizontale component bepaald worden. Vermenigvuldiging van Fw met de straal R geeft het tegenwerkend koppel Mw. Door nu het gehele oppervlak van beide zijwanden op deze manier af te tasten kunnen Mwz, Fvz en Fhz bepaald worden.

- Moment t.g.v. wrijving tegen de zijvlakken:

Maximale hefboomsarm ten opzichte van het draaipunt A:

- Rmax = $(B^2 + H^2)^{1/2}$ = $(531.7^2 + 570^2)^{1/2}$ = 780 mm

Maximale schuifspanning ter hoogte van het draaipunt A:

- TnA = sg * (D + H) * lambda-n * tan(fi) + C0

= 18 E-6 * (400 + 570) * 0.46 * tan(33°) + 0 E-3 = 5.15 E-3 N/mm²

De totale momentcapaciteit ten gevolge van wrijving tegen de beide zijwanden van de poer kan door integratie bepaald worden. Uitschrijven resulteert in de volgende formule:

$$- Mwz = \frac{2*H*B}{Rmax} * [TnA*(\frac{B^2}{3} + \frac{H^2}{3}) - sg*H*lambda\text{-}n*\tan(fi)*(\frac{B^2}{6} + \frac{H^2}{4})]$$

$$= \frac{2*570*531.7}{780} * [5.15E\text{-}3 * (\frac{531.7^2}{3} + \frac{570^2}{3}) - 18E\text{-}6 * 570 * 0.46 * \tan(33°) * (\frac{531.7^2}{6} + \frac{570^2}{4})] = 509\ E3\ Nmm$$

- De verticale kracht ten gevolge van de wrijving tegen de zijvlakken van de poer kan op een soortgelijke manier bepaald worden.

Maximale schuifspanning op halve hoogte van de poer (centrum C):

- TnC = sg * (D + H/2) * lambda-n * tan(fi) + C0

= 18 E-6 * (400 + 570 /2) * 0.46 * tan(33°) + 0 E-3 = 3.63 E-3 N/mm²

Belastingcapaciteit ten gevolge van wrijving tegen de zijwand:

- Fvz = 2 * H * B * TnC * 0.5 * B / Rmax

= 2 * 570 * 531.7 * 3.63 E-3 * 0.5 * 531.7 / 780 = 751 N

- Horizontale kracht ten gevolge van wrijving tegen de zijvlakken:

Maximale schuifspanning op 1/3-hoogte vanaf de bovenkant van de poer:

- TnD = sg * (D + H/3) * lambda-n * tan(fi) + C0

= 18 E-6 * (400 + 570 /3) * 0.46 * tan(33°) + 0 E-3 = 3.13 E-3 N/mm²

Belastingcapaciteit ten gevolge van wrijving tegen de zijwand:

- Fhz = 2 * H * B * TnD * 0.5 * H / Rmax

= 2 * 570 * 531.7 * 3.13E-3 * 0.5 * 570 / 780 = 694 N

b) Het bepalen van de horizontale normaal- en de verticale schuifkrachten op het linker- en rechterkopvlak (Fha, Fva, Fhp en Fvp) gaat als volgt.

Als de poer in de richting van de horizontale kracht op het punt staat te gaan draaien, dan wordt de grond aan de rechterzijde opgestuikt en aan de andere zijde losgelaten. Aan de zijde waar de grond wordt opgestuikt ontwikkelt de passieve gronddruk zich het best aan de bovenzijde van de poer, die het meest zijdelings verplaatst. Het niveau van de poer ter hoogte van het draaipunt verplaatst zijdelings niet, derhalve ontwikkelt zich aldaar de neutrale gronddruk. Tussen de passieve gronddruk aan de bovenzijde van de poer en de neutrale gronddruk aan de onderzijde van de poer wordt rechtlijnig geïnterpoleerd.

In formules:

- Rechts = passieve gronddruk:

  Resulterend moment ten opzichte van draaipunt A (ten gevolge van passieve gronddruk):

  - Mhp = 1/3 * sg * B * H² * [lambda-n * (D/2 + H/4) + lambda-p * (D + H/4)]

    = 1/3 * 18 E-6 * 531.7 * 570 ² * [0.46 * (400 /2 + 570 /4)

    + 3.32 * (400 + 570 /4)] = 2033E3 Nmm

  Verticale schuifkracht:

  - Fvp = B * H * [TnC + sg * (lambda-p - lambda-n) * tan(fi) * (D/2 + H/6)]

    = 531.7 * 570 * [3.63E-3 + 18E-6 * (3.32 - 0.46) * tan(33°)

    * (400 /2 + 570 /6)] = 4034 N

  Horizontale normaalkracht:

  - Fhp = sg * B * H * [lambda-n * (D/2 + H/3) + lambda-p * (D/2+ H/6)]

    = 18E-6 * 531.7 * 570 * [0.46 * (400 /2 + 570 /3)

    + 3.32 * (400 /2 + 570 /6)] = 6332 N

Aan de tegenovergelegen linkerzijde ontwikkelt zich iets dergelijks, nl. aan de bovenzijde komt de poer het meest vrij van de grond (actieve gronddruk), terwijl ook hier de poer ter hoogte van het draaipunt niet zijdelings verplaatst (neutrale gronddruk).

In formules:

- Links = actieve gronddruk:

  Resulterend moment ten opzichte van draaipunt A (ten gevolge van actieve gronddruk):

  - Mha = 1/3 * sg * B * H² * [lambda-n * (D/2 + H/4) + lambda-a * (D + H/4)]

    = 1/3 * 18E-6 * 531.7 * 570 ² * [0.46 * (400 /2 + 570 /4)

    + 0.30 * (400 + 570 /4)] = 334 E3 Nmm

  Verticale schuifkracht:

  - Fva = B * H * [TnC + sg * (lambda-a - lambda-n) * tan(fi) * (D/2 + H/6)]

    = 531.7 * 570 * [3.63E-3 + 18E-6 * (0.30 - 0.46) * tan(33°)

    * (400 /2 + 570 /6)] = 936 N

Horizontale normaalkracht:

- Fha = sg * B * H * [lambda-n * (D/2 + H/3) + lambda-a * (D/2 + H/6)]

= 18E-6 * 531.7 * 570 * [0.46 * (400 /2 + 570 /3)

+ 0.30 * (400 /2 + 570 /6)] = 1469 N

c) Het berekenen van de maximale toelaatbare gronddruk tegen de onderkant van de poer (Fvo; Mvo) gaat als volgt.

Er wordt vanuit gegaan, dat de poer ten gevolge van de overheersende neerwaartse kracht zoveel "zakt", dat overal tegen de onderkant van de poer de maximale grondspanning optreedt.

- Verticale kracht ten gevolge van gronddruk tegen onderkant poer:

- Fvo = Sgr * B² = 0.300 * 531.7 ² = 84823 N

- Moment (rechtsom) ten gevolge van gronddruk tegen onderkant poer:

- Mvo = 1/2 * Sgr * B^3 = 1/2 * 0.300 * (531.7)^3 = 22552E3 Nmm

d) Met behulp van de afgeleide grootheden kan de kantelstabiliteit van de poeren bij een resulterende neerwaartse belasting worden afgeleid:

- Maximaal reactie-moment (linksom = +):

- Mp_neerw = Mwz + Mhp - Mha + Fvp * B + Mvo
= 509 + 2033 - 334 + 4034 * 0.5317 + 22552 = 26904 Nm

- Maximale verticale oplegreactie (opwaarts = +):

- Fv_neerw = Fvz + Fva + Fvp + Fvo
= 751 + 936 + 4034 + 84823 = 90544 N

- Maximale horizontale oplegreactie (van rechts naar links = +):

- Fh_neerw = Fhz + Fhp - Fha
= 694 + 6332 - 1469 = 5557 N

In principe is een veel grotere horizontale oplegreactie mogelijk, namelijk Fh_max = Sgr*B*H. In dat geval treden echter ontoelaatbare horizontale verplaatsingen (> 5,0 mm) op.

4.7.2.3 Kantelstabiliteit bij opwaartse belasting (in gebruikstoestand):

Op analoge wijze kan de kantelstabiliteit van de poeren worden berekend bij opwaarts bezwijken. Dit treedt altijd op bij een resulterende opwaartse belasting maar kan ook optreden bij een geringe neerwaartse belasting. De poeren worden alleen nu verondersteld te willen kantelen om het rechterbenedenpunt B. Ten gevolge van de opwaartse belasting vervalt de gronddruk tegen de onderkant van de poer.

- Maximaal reactie-moment (linksom = +):

  - Mp_opw = Mwz + Mhp - Mha + Fva * B
  = 509 + 2033 - 334 + 936 * 0.5317 = 2705 Nm

- Maximale verticale oplegreactie (opwaarts = +):

  - Fv_opw = Fvz + Fva + Fvp
  = 751 + 936 + 4034 = 5721 N

- Maximale horizontale oplegreactie (van rechts naar links = +):

  - Fh_opw = Fhz + Fhp - Fha
  = 694 + 6332 - 1469 = 5557 N

4.7.3 Maximale neerwaartse draagkracht volgens NEN 6744:

Bij de berekening van de maximale neerwaartse draagkracht volgens NEN 6744 wordt uitgegaan van een gedraineerde toestand volgens artikel 5.2.3. van NEN 6744.

a) Draagkrachtfactoren:
De draagkrachtfactoren volgens art. 5.2.3.3 van NEN 6744 zijn uitsluitend afhankelijk van de hoek van inwendige wrijving van de grond:

- Draagkrachtfactor voor de invloed van de gronddekking/diepte:

  $Nq = \exp[\pi * \tan(fi)] * \tan(\pi/4 + fi/2)^2 = 24.6$

- Draagkrachtfactor voor de invloed van de cohesie:

  $$Nc = \frac{Nq - 1}{\tan(fi)} = 37.0$$

- Draagkrachtfactor voor de invloed van het effectieve volumieke gewicht van de grond onder het funderingsoppervlak:

  $Ngamma = 2 * (Nq - 1) * \tan(fi) = 30.1$

b) Vormfactoren:

De vormfactoren volgens artikel 5.2.3.3 van NEN 6744 zijn afhankelijk van de voornoemde draagkrachtfactoren en van de vorm van het funderingsoppervlak. Voor een cirkelvormig of vierkant element geldt: Beff = Leff = 1

- Gronddekking/diepte: $sq = 1 + 1.0 * \sin(fi) = 1.54$

- Invloed cohesie: $$sc = \frac{sq * Nq - 1}{Nq - 1} = 1.6$$

- Eff. vol. gewicht: $sgamma = 1 - 0.3 * 1.0 = 0.7$

c) Rekenwaarde van de (maximale) neerwaartse draagkracht (art. 5.2.3.3):

Voor de berekening in de gedraineerde toestand van de rekenwaarde van de maximale funderingsdruk loodrecht op het funderingsoppervlak gelden de volgende formules (art. 5.2.3.3 van NEN 6744):

- Cohesie: Smaxcd = Co * Nc * sc = 0.000 N/mm²

- Gronddekking: Smaxqd = sg * (Dpoer + hpoer) * Nq * sq = 0.660 N/mm²

- Vol. gewicht: Smaxgd = 0.5 * sg * dpoer * Ngamma * sgamma = 0.114 N/mm²

Voor de totale maximale funderingsdruk geldt aldus:

Smaxgrd = Smaxcd + Smaxqd + Smaxgd = 0.773 N/mm²

Uitgaande van een volledig effectief funderingsoppervlak (dat wil o.a. zeggen: een centrische neerwaartse belasting) geldt de volgende rekenwaarde van de draagkracht in gedraineerde toestand:

Fmaxgrd = 0.25 * pi * dpoer² * Smaxgrd = 218693 N

Er wordt een extra veiligheidsfactor 1.5 in rekening gebracht onder andere voor niet-volledige effectiviteit van de poer (excentriciteiten) en een niet-volledig gedraineerde toestand van de grond:

$$Fmaxgr = \frac{Fmaxgrd}{gammag} = \frac{218693}{1.5} = 145796 \text{ N}$$

d) Bepaling van de maatgevende neerwaartse draagkracht (zie ook 2.2):

Fv_neerw = MIN(Fmaxgr, Fv_neerw) = MIN(145796 , 90544) = 90544 N

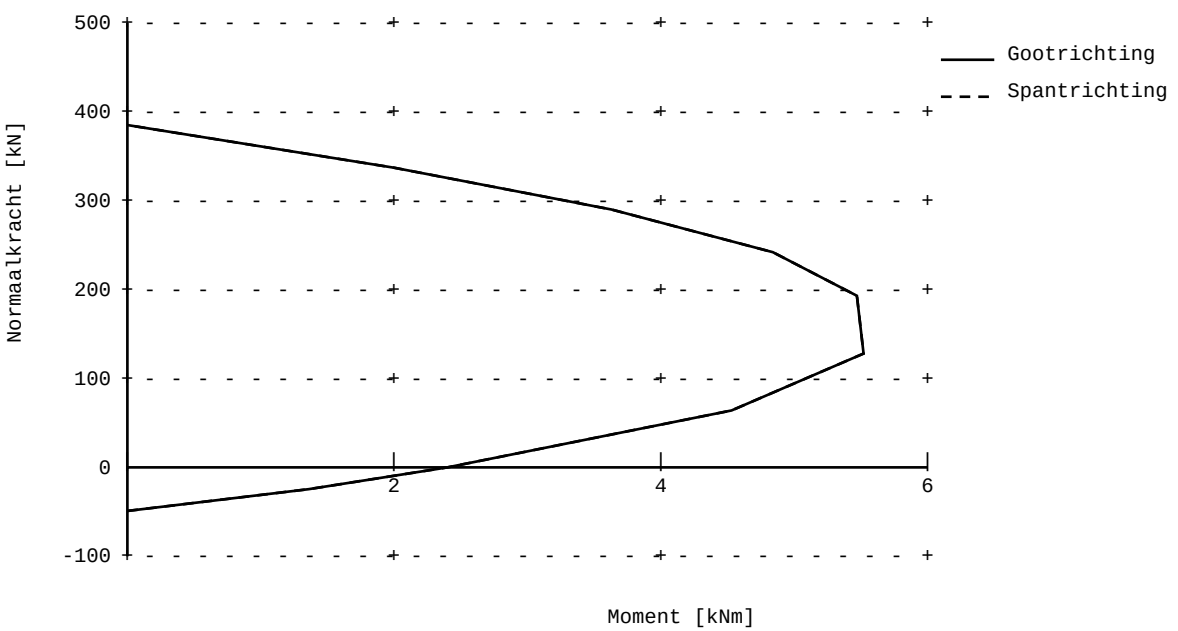
4.7.4 Doorsnedecapaciteit van ZEUS 120x120x1000 (R6+M10).

De ZEUS betonpaal wordt aan de hand van de gegeven capaciteit, vastgelegd in een Mu-Nu diagram, gecontroleerd.

Het Mu-Nu diagram van de betonpaal is benaderd door punten van het diagram in een bestand vast te leggen. Voor het bepalen van de momentencapaciteit mag bij de gegeven normaalkracht rechtlijnig geïnterpoleerd worden. Dit is altijd een veilige benadering van de werkelijke capaciteit van de betonpaal. De punten van het Mu-Nu diagram zijn zodanig gekozen, dat het werkelijke Mu-Nu diagram zo dicht mogelijk wordt benaderd.

Capaciteit van de ZEUS 120x120x1000 (R6+M10) in spantrichting:

Punt 1:	Nx1 =	-49000 N	Mx1 =	0	Nm
Punt 2:	Nx2 =	-24500 N	Mx2 =	1360	Nm
Punt 3:	Nx3 =	0 N	Mx3 =	2400	Nm
Punt 4:	Nx4 =	64000 N	Mx4 =	4530	Nm
Punt 5:	Nx5 =	128000 N	Mx5 =	5520	Nm
Punt 6:	Nx6 =	193000 N	Mx6 =	5470	Nm
Punt 7:	Nx7 =	242000 N	Mx7 =	4840	Nm
Punt 8:	Nx8 =	290000 N	Mx8 =	3630	Nm
Punt 9:	Nx9 =	337000 N	Mx9 =	2000	Nm
Punt 10:	Nx10 =	385000 N	Mx10 =	0	Nm



Uittrekcapaciteit van de paal in de poer (zonder wapeningsstaaf):

Oppervlakte van de poer dat afgeschoven wordt:

As = 2 * (Lpaal - fh - Dpoer) * Bp
= 2 * (1000 - 300 - 400) * 120 = 72000 mm²

waarin: fh = funderingshoogte = 300 mm
Dpoer = poerdiepte = 400 mm
Bp = geprofileerde paalbreedte (atijd 1e dimensie) = 120 mm

Uiterst opneembare schuifspanning van de poer, uitgaande van beton C12/15 (B15):

$$\text{Sigmau} = 0.4 * \frac{0.7 * (1.05 + 0.05 * 15.0)}{1.4} = 0.36 \text{ N/mm}^2$$

Overige gegevens van de ZEUS 120x120x1000 (R6+M10):
(uit het betonpalenbestand)

Dwarskrachtcapaciteit: Vp = 9504 N
Capaciteit van het anker: Fa = 22265 N

4.8 B.C.1: a0) Dead load + Services + Snow (without snow removal)

4.8.1 Berekening van de normaalkracht (N) in de kolommen (trek = +):

Berekening van de verticale belasting per kolom (neerwaarts = +):
In gebruikstoestand:
- Eigen gewicht dek (1.00 * 32)= 32 N/m²
- Sneeuwbelasting (0.00 * 423) = 0 N/m²
- Gewasbel.(winter)(0.00 * 0) = 0 N/m²
- Installaties (1.00 * 70) = 70 N/m²

Totaal : 102 N/m²

- Neerwaartse belasting per kolom = 102 * 9.60 * 4.00 = 3917 N
- Eigen gewicht van de goot = 1 * (1.00 * 34) * 4.00 = 136 N
- Eigen gewicht van het spant = (1.00 * 920) = 920 N
- Transportlast = 0.00 * max(1250 , 1000) + 1.00 * 0 = 0 N

Totaal = 4973 N

- Windbelasting: 0 N

In gebruikstoestand: Fvk' = -N' = 4973 N

In rekentoestand:
- Eigen gewicht dek (1.00 * 32)= 32 N/m²
- Sneeuwbelasting (1.00 * 423) = 423 N/m²
- Gewasbel.(winter)(0.00 * 0) = 0 N/m²
- Installaties (1.00 * 70) = 70 N/m²

Totaal : 525 N/m²

- Neerwaartse belasting per kolom = 525 * 9.60 * 4.00 = 20178 N
- Eigen gewicht van de goot = 1 * (1.00 * 34) * 4.00 = 136 N
- Eigen gewicht van het spant = (1.00 * 920) = 920 N
- Transportlast = 0.00 * max(1250 , 1000) + 1.00 * 0 = 0 N

Totaal = 21234 N

- Windbelasting: 0 N

In rekentoestand: Fvk = -N = 21234 N

4.8.2 Berekening van het maatgevende moment (My) in de kolommen:

Alleen de horizontale kracht ten gevolge van scheefstand speelt een rol:
- initiële scheefstand:
  - in rekentoestand: Fh,tot = 1/267 * |21234 | * 11 = 876 N
  - in gebruikstoestand: Fh,tot' = 1/267 * |4973 | * 11 = 205 N

Fhk' = 205 /(11+1) = 17 N, Fhk = 73 /(11+1) = 73 N (rekentoestand)

Het totale maatgevende horizontale moment in de kolommen kan worden berekend door vermenigvuldiging met de effectieve kolomhoogte:

- Mh,tot = 876 * 3.48 = 3050 Nm

Het totale moment in spantrichting mag volgens de plasticiteits-theorie worden verdeeld over het aantal kolommen in spantrichting:

- My = 3050 / (11 + 1) = 254 Nm

4.8.3 Controle toegestane verplaatsingen in spantrichting:

a) 1e-orde horizontale verplaatsing in spantrichting in gebruikstoestand:

De optredende eerste orde horizontale verplaatsing in spantrichting kan benaderd worden met de onderstaande formule.

$$u1 = \frac{Fh,tot' * (kheff)^3}{3\ E\ Iy * (X + 1)} = \frac{205 * (3482)^3}{3* 2.1E5*108\ E4*(11 + 1)} = 1.06 \text{ mm}$$

b) Bepaling van de totale horizontale verplaatsing in spantrichting:

- Vergrotingsfactor in gebruikstoestand:
  - nx' = FEx / N' = 42009 / 4973 = 8.45
  - nx'/nx'-1 = 1.13

- utot = nx'/nx'-1 * u1 = 1.13 * 1.06 = 1.20 mm

c) Berekening van de toelaatbare horizontale verplaatsing in spantrichting:

- In relatie tot de kolomhoogte:
  Volgens de Europese norm EN13031-1, artikel 11.1.2 geldt voor dragende constructieonderdelen van kassen met een glasomhulling een doorbuigingseis van L/150 met een bovengrens van 30 mm. Rekening houdend met de vervormingslijn van de zijgevelspantkolom (scharnierend bij de fundatie en een minimale hoekverdraaiing ter plaatse van bovenkant kolom) wordt de volgende vergelijking voor de verplaatsing op goothoogte toegepast:

  - Maximale verplaatsing utoel-a = 2 * h / 150 = 2 * 4000 / 150 = 53.3 mm
  - Absolute grenswaarde umax = 2 * 30 mm = 60 mm

- Rekening houdend met de ruitafmetingen :
  - Vereiste min. speling bovenkant ruit : Sn = 7.5 mm
  - Vereiste min. speling zijkant ruit : Sr = 2.0 mm
  - Lengte van de hele dekruiten : Lr = 2015.0 mm
  - Ruitbreedte in de middenvelden : Br = 1125.0 mm
  - Ruitbreedte in de kopgevelstroken : Bs = 562.5 mm

  - toelaatbare verplaatsing 1e kolommenrij achter de kopgevel:

$$Ut1a = (Sr + Sn * \frac{Lr}{Bs}) * \frac{vak}{Lr} = (2.0 + 7.5 * \frac{2015.0}{562.5}) * \frac{4000}{2015.0} = 57.3 \text{ mm}$$

  Extra vervormingscapaciteit t.g.v. horizontale buigstijfheid goten:
  Ut1b = utot * MIN(40, X*nkap) / 120 =
  = 1.2 * MIN(40, 11*1) / 120 = 0.1 mm

  - toelaatbare verplaatsing middenvelden:

$$Ut2 = (Sr + Sn * \frac{Lr}{Br})*\frac{2*vak}{Lr} = (2.0 + 7.5*\frac{2015.0}{1125.0}) * \frac{4000}{2015.0} = 61.3 \text{ mm}$$

  Utoel-b = MIN(Ut1a+Ut1b, Ut2) = MIN(57.3 +0.1 , 61.3) = 57.4 mm

- Maatgevend :
  - utoel = utoel-a < utoel-b < umax; MIN(53.3 , 57.4 , 60.0) = 53.3 mm

d) Controle van de toegestane horizontale verplaatsing in spantrichting:

- Stijfheid :
  controle : 1.2 mm < 53.3 mm, dus: stijfheid voldoet.

4.8.4 Controle kolommen volgens EC3 in spantrichting:

- Doorsnedeklasse: 3

- Sterkte:

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} + \frac{|My.Ed|}{My.c.Rd} = \frac{|-21234|}{271151} + \frac{|254|}{6927} = 0.115$$

  controle: 0.115 < 1.00, dus de sterkte voldoet.
- Maximale spanning:

$$Sigma: \frac{|NEd|}{A} + \frac{|My.Ed|}{Wpl.y} = \frac{|-21234|}{848.5} + \frac{|254|}{27.045} = 34.4 \ N/mm^2$$

  UCspanning = Sigma/fy = 34.4 /275.0 = 0.125

  controle: 0.125 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy2 * (1.0 + 0.6*lambdarel.y*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
       = 0.90 * (1.0 + 0.6*2.36 *(|-21234 |/(0.147 *271151 /1.0)) = 1.58
  Ky.3 = Cmy2 * (1.0 + 0.6*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
       = 0.90 * (1.0 + 0.6*(|-21234 |/(0.147 *271151 /1.0)) = 1.19
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(1.58 , 1.19) = 1.19
  Kz.b = 0.8 * Ky.b = 0.95

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-21234 |/(0.147 *271151 /1.0)+1.19 *|254.2 |/(1.00*6927.1 /1.0)
           = 0.532 + 0.044 = 0.576
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-21234 |/(0.164 *271151 /1.0)+0.95 *|254.2 |/(1.00*6927.1 /1.0)
           = 0.479 + 0.035 = 0.513

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.576 , 0.513) = 0.576

  controle: 0.576 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie kolommen volgens EC3 in spantrichting:
- Kolommen RHBK100*50*3.0 mm (S275 (EN10219)) voldoen
  qua sterkte/stabiliteit/stijfheid
  bij B.C.1: a0) Dead load + Services + Snow (without snow removal)

4.8.5 Controle van de poeren (in gebruikstoestand):

a) Berekening van de verticale belasting per poer:

- Verticale belasting per kolom (neerwaarts = +) : Fvk' = 4973 N
- Eigen gewicht van de kolom (1.00 * 266) : Fegk' = 266 N
- Eigen gewicht paal, poer en grond (1.00 * 6042) : Gfund = 6042 N
  ---------- +
- Vert. belasting per poer: Fvp = 11281 N

Aangezien de totale verticale belasting per poer positief is, is sprake van een neerwaartse belasting op de ondergrond.

b) Berekening van het maatgevend kantelmoment ten gevolge van de belastingen:

- Horizontaal: Mhp = Fhk'* (fhp + D + H)
  = 17 * (0.300 + 0.400 + 0.570) = 22 Nm
- Verticaal : Mvp = |Fvp| * 0.5 * B
  = |11281 | * 0.5 * 0.532 = 2999 Nm
  ---------- +
- Kantelmoment per poer: Mp = Mhp + Mvp Mp = 3021 Nm

Bij een opwaarts bezwijkmodel (OBM) geldt:
- Kantelmoment per poer: Mp = Mhp - Mvp Mp = -2978 Nm

c) Controle van de kantelstabiliteit (neerwaartse belasting):

- Momentenevenwicht bij een neerwaarts bezwijkmodel (NBM):
  - controle : 3021 Nm < 26904 Nm, dus: voldoet. (maatgevend)

- Momentenevenwicht bij een opwaarts bezwijkmodel (OBM):
  - controle : -2978 Nm < 2705 Nm, dus: voldoet.

- Verticaal evenwicht:
  - controle :| 11281 N |< 90544 N, dus: voldoet.

- Horizontaal evenwicht:
  - controle : 17 N < 5557 N, dus: voldoet.

d) Controle van de zettingen:

- Berekening van de momentane (lees: permanente) belastingen:

  - Eigen gewicht dek (1.00 * 32) = 32 N/m²
  - Installaties (1.00 * 70) = 70 N/m²
  ---------- +
  Totaal : 102 N/m²
  - Neerwaartse belasting per kolom = 102 * 9.60 * 4.00 = 3917 N
  - Eigen gewicht van de goot = 1 * 1.00 * 34 * 4.00 = 136 N
  - Eigen gewicht van het spant = 1.00 * 920 = 920 N
  ---------- +
  Totaal Fsvd1 = 4973 N

  - Verticale belasting per kolom (neerwaarts = +) : Fsvd1 = 4973 N
  - Eigen gewicht paal, poer en grond : Gfund = 6042 N
  ---------- +
  - Vert. belasting per : Fsvd = 11015 N

- Berekening van de effectieve spanningsverhoging onder de poer:

  De resulterende verticale effectieve spanning onder de poer
  t.g.v. de momentane belastingen, bedraagt:

$$Svd0 = \frac{Fsvd}{Apoer} = \frac{11015}{pi/4 * 600^2} = 0.039 \ N/mm^2$$

  De oorspronkelijke verticale effectieve spanning is/was:

  $Svod0 = sg * (Dpoer + hpoer) = 0.0000180 * (400 + 570) = 0.017 \ N/mm^2$

  De effectieve spanningsverhoging onder de poer, uitgaande van een
  volledig gedraineerde toestand, volgt uit:

  $dSvd0 = Svd0 - Svod0 = 0.039 - 0.017 = 0.021 \ N/mm^2$

- Berekening van de effectieve zettingsdiepte (NEN 6744 art. 6.1):

  Bij het bepalen van de zakking moeten die grondlagen in beschouwing
  zijn genomen, waarbij de toename van de verticale effectieve spanning
  groter is dan 20% van de oorspronkelijke verticale effectieve
  spanning.
  In formule: $dSvd(z) > 0.20 * Svod(z)$
  waarin:

$$dSvd(z) = dSvd0 * \left[1 - \frac{1}{\left(\frac{0.5 * dpoer}{z} \right)^{1.5}} \right]$$

  Afname van de toename van de verticale effectieve spanning onder de fundatie-poer als functie van de diepte z

Svod(z) = sg * (z + Dpoer + hpoer) Idem, voor de oorspronkelijke verticale effectieve spanning.

De effectieve zettingsdiepte is de totale hoogte/diepte van de grondlagen onder de poer, dat volgens bovenstaande definitie in beschouwing moet zijn genomen bij de berekening van de zettingen.

De effectieve zettingsdiepte wordt door middel van een iteratieve nulpuntsbepaling bepaald waarbij moet gelden:

dSvd(zeff) = 0.20 * Svod(zeff) geeft: zeff = 0.257 m

- Bepaling van de resulterende effectieve zetting (NEN 6744 hfdst.6):

De resulterende effectieve zetting kan uiteindelijk worden bepaald door integratie van de samendrukking van de grond onder de poer tot aan de effectieve zettingsdiepte m.b.v. de formule van Terzaghi.

- Berekening van de primaire zetting (art. 6.2):

$$weff1 = \frac{Cceff}{1 + eporie} * \int_0^{zeff} \ln\left(\frac{Svod(z) + dSvd(z)}{Svod(z)}\right) dz =$$

$$= \frac{0.006}{1 + 0.6} * \int_0^{0.257} \ln\left(\frac{Svod(z) + dSvd(z)}{Svod(z)}\right) dz = 0.001 \text{ m}$$

- Berekening van de secundaire zetting over 15 jaar (art. 6.3):

$$weff2 = Cinfe * zeff * \log\left(\frac{15*365}{1}\right) = 0.000 * 0.257 * 3.738 = 0.000 \text{ m}$$

- Totaal (art. 6.1): weff = weff1 + weff2 = 0.001 + 0.000 = 0.001 m

Controle van de resulterende effectieve zetting:

Volgens NEN 6740 art. 5.2.2.1 mag de zetting niet groter zijn dan 0.15 m. In diverse gemeenten wordt ook (nog) wel gewerkt met een toelaatbare zetting van 0.10 meter. Mede daarom en omdat uitgegaan is van een gedraineerde toestand, wordt in CASTA/Kassenbouw ook gerekend met een toelaatbare zetting van 0.10 m. Er wordt als het ware een veiligheidsfactor 1.5 op NEN 6740 art. 5.2.2.1 gelegd, met name voor een niet-volledig gedraineerde toestand van de grond.

wtoel = 0.100 m

Controle zetting: 0.001 m < 0.100 m, dus: voldoet.

Conclusie:
- Poeren BPRD600*570 mm voldoen
  bij B.C.1: a0) Dead load + Services + Snow (without snow removal)

4.8.6 Controle van de ZEUS 120x120x1000 (R6+M10)

a) Bepaling van de belastingen per paal in rekentoestand:
   - Verticale belasting per paal (neerwaarts = +) Nd = Fvk = 21234 N
     Inclusief gewicht kolom: NEd = Fvk + g.eg*Fegk' = 21234 + 1.00*266 = 21501 N

   - Maatgevend moment in de paal, ter plaatse van de poeraansluiting:
     Md = Fhk * (fh + Dpoer) = 73 * (0.300 + 0.400) = 51 Nm
   - Belasting op het anker (ideële belasting):
     Fi = Fhk = 73 N (neerwaarts gesteund; anker alleen horizontaal belast)

b) Doorsnedecontrole van de paal met behulp van het Mu-Nu diagram:

   Bij het invullen van de gegeven normaalkracht NEd = 21501 N in het Mu-Nu
   diagram wordt de momentencapaciteit Mcap verkregen door rechtlijnige
   interpolatie tussen de punten waar NEd ligt. Mcap = 3107 Nm

c) Uitrekkracht van de paal in de poer (zonder wapeningsstaaf):

   Optredende schuifspanning op de betonpoer wordt alleen berekend indien
   NEd + Gpaal < 0 N en er geen wapeningsstaaf wordt toegepast.

   NEd + Gpaal = 21501 + 346 = 21846 N (>= 0) dus controle niet relevant.

d) Controle van de betonpaalcapaciteit:

  - Moment: Md = 51 Nm < Mcap = 3107 Nm, dus: voldoet.
  - Dwarskracht: Fhk = 73 N < Vp = 9504 N, dus: voldoet.
  - Anker: Fi = 73 N < Fa = 22265 N, dus: voldoet.
  - Uittrekkracht: Niet ter zake.

Conclusie:
- Palen ZEUS 120x120x1000 (R6+M10) voldoen
  bij B.C.1 : a0) Dead load + Services + Snow (without snow removal)

4.9 B.C.2: a11) Dead load + Services + Wind + Crop

4.9.1 Berekening van de normaalkracht (N) in de kolommen (trek = +):

Berekening van de verticale belasting per kolom (neerwaarts = +):
In gebruikstoestand:
- Eigen gewicht dek (1.00 * 32)= 32 N/m²
- Gewasbelasting (1.00 * 0) = 0 N/m²
- Installaties (1.00 * 70) = 70 N/m²

Totaal : 102 N/m²

- Neerwaartse belasting per kolom = 102 * 9.60 * 4.00 = 3917 N
- Eigen gewicht van de goot = 1 * (1.00 * 34) * 4.00 = 136 N
- Eigen gewicht van het spant = (1.00 * 920) = 920 N
- Transportlast = 0.00 * max(1250 , 1000) + 1.00 * 0 = 0 N

Totaal = 4973 N

- Windbelasting:
  = 9.60 *4.00*((-0.40-0.40)/2-(-0.30))*(1.00 *510) = -1960 N

In gebruikstoestand: Fvk' = -N' = 3013 N

In rekentoestand:
- Eigen gewicht dek (1.02 * 32)= 33 N/m²
- Gewasbelasting (1.28 * 0) = 0 N/m²
- Installaties (1.02 * 70) = 71 N/m²

Totaal : 104 N/m²

- Neerwaartse belasting per kolom = 104 * 9.60 * 4.00 = 4000 N
- Eigen gewicht van de goot = 1 * (1.02 * 34) * 4.00 = 139 N
- Eigen gewicht van het spant = (1.02 * 920) = 940 N
- Transportlast = 0.00 * max(1250 , 1000) + 1.02 * 0 = 0 N

Totaal = 5079 N

- Windbelasting:
  = 9.60 *4.00*((-0.40-0.40)/2-(-0.30))*(1.28 *510) = -2499 N

In rekentoestand: Fvk = -N = 2579 N

4.9.2 Berekening van het maatgevende moment (My) in de kolommen:

Horizontale (wind)krachten op het dek en op de zijgevels:

Kaphoogte = 9.60/2 * tan 27 = 2.45 m

- Wvdek(links) = wvfa+wvfc+wvfm*nMkap+wvfe=+0.300-0.70-0.400*0-0.40 = -0.800
- Wvdek(rechts) = wvfb+wvfd+wvfn*nMkap+wvff=-1.000-0.50-0.400*0-0.40 = -1.900

------- -

Horizontale (wind)krachten door asymmetrie: Wvhor = +1.100

Windwrijving:
- Aantal kappen met krachtcoëfficiënt:
  nKapCpf = max(0, nkap-max.mid.kap) = max(0, 1*11-4) = 7
  Cfr,1 = Cpf,h * tan(alpha) = 0.03 * tan(27.0) = 0.015
- Wvmid (wind) = Cfr,1*nKapCpf*bkap/hkap = 0.015 *7*9600 /2446 = +0.420

------- +

Totale horizontale (wind)krachten: Wvdek = +1.520

Fhw,dek   = 1.520 * 1.28 * 510 * 2.45 * 4.00 * 0.72 = 6968 N
Fhw,dek'   = 1.520 * 1.00 * 510 * 2.45 * 4.00 * 0.70 = 5349 N

Fhw,gevel = (0.6 + 0.3) * 1.28 * 510 * 4.00 * 4.00 * 0.72 = 6748 N
Fhw,gevel' = (0.6 + 0.3) * 1.00 * 510 * 4.00 * 4.00 * 0.70 = 5180 N

De windbelasting op het dek wordt volledig door de spanten en de kolommen afgedragen naar de fundering. De windbelasting op de zijgevels gaat gedeeltelijk rechtstreeks naar de randfundering. Het restant wordt door de spanten opgevangen. Bovendien moet rekening worden gehouden met een initiële scheefstand van de kolommen:

- wind Fh = 6968   + 0.5 * 6748 * 4.0 / (4.0 - 0.08 - 0.44/2) = 10615 N
- initiële scheefstand: Fh = 1/267 * |2579 | * 11 = 106 N

------------------ +

Totale hor. kracht in spantrichting: Fh,tot = 10721 N

- In gebruikstoestand:
  Fh,tot' = 8148 + 1/267 * |3013 | * 11 = 8272 N
  Fhk' = 8272 /(11+1) = 689 N, Fhk = 893 /(11+1) = 893 N (rekentoestand)

Het totale maatgevende horizontale moment in de kolommen kan worden berekend door vermenigvuldiging met de effectieve kolomhoogte:

- Mh,tot = 10721 * 3.48 = 37334 Nm

Het totale moment in spantrichting mag volgens de plasticiteits-theorie worden verdeeld over het aantal kolommen in spantrichting:

- My = 37334 / (11 + 1) = 3111 Nm

4.9.3 Controle toegestane verplaatsingen in spantrichting:

a) 1e-orde horizontale verplaatsing in spantrichting in gebruikstoestand:

De optredende eerste orde horizontale verplaatsing in spantrichting kan benaderd worden met de onderstaande formule.

$$u1 = \frac{Fh,tot' * (kheff)^3}{3\ E\ Iy * (X + 1)} = \frac{8272 * (3482)^3}{3* 2.1E5*108\ E4*(11 + 1)} = 42.63\ mm$$

b) Bepaling van de totale horizontale verplaatsing in spantrichting:

- Vergrotingsfactor in gebruikstoestand:
  - nx' = FEx / N' = 42009 / 3013 = 13.94
  - nx'/nx'-1 = 1.08

- utot = nx'/nx'-1 * u1 = 1.08 * 42.63 = 45.92 mm

c) Berekening van de toelaatbare horizontale verplaatsing in spantrichting:

- In relatie tot de kolomhoogte:
  Volgens de Europese norm EN13031-1, artikel 11.1.2 geldt voor dragende constructieonderdelen van kassen met een glasomhulling een doorbuigingseis van L/150 met een bovengrens van 30 mm. Rekening houdend met de vervormingslijn van de zijgevelspantkolom (scharnierend bij de fundatie en een minimale hoekverdraaiing ter plaatse van bovenkant kolom) wordt de volgende vergelijking voor de verplaatsing op goothoogte toegepast:

  - Maximale verplaatsing utoel-a = 2 * h / 150 = 2 * 4000 / 150 = 53.3 mm
  - Absolute grenswaarde umax = 2 * 30 mm = 60 mm

- Rekening houdend met de ruitafmetingen :
  - Vereiste min. speling bovenkant ruit : Sn = 7.5 mm
  - Vereiste min. speling zijkant ruit : Sr = 2.0 mm
  - Lengte van de hele dekruiten : Lr = 2015.0 mm
  - Ruitbreedte in de middenvelden : Br = 1125.0 mm
  - Ruitbreedte in de kopgevelstroken : Bs = 562.5 mm

  - toelaatbare verplaatsing 1e kolommenrij achter de kopgevel:

$$Ut1a = (Sr + Sn * \frac{Lr}{Bs}) * \frac{vak}{Lr} = (2.0 + 7.5 * \frac{2015.0}{562.5}) * \frac{4000}{2015.0} = 57.3\ mm$$

  Extra vervormingscapaciteit t.g.v. horizontale buigstijfheid goten:
  Ut1b = utot * MIN(40, X*nkap) / 120 =
  = 45.9 * MIN(40, 11*1) / 120 = 4.2 mm

  - toelaatbare verplaatsing middenvelden:

$$Ut2 = (Sr + Sn * \frac{Lr}{Br})*\frac{2*vak}{Lr} = (2.0 + 7.5*\frac{2015.0}{1125.0}) * \frac{2*4000}{2015.0} = 61.3\ mm$$

  Utoel-b = MIN(Ut1a+Ut1b, Ut2) = MIN(57.3 +4.2 , 61.3) = 61.3 mm

- Maatgevend :
  - utoel = utoel-a < utoel-b < umax; MIN(53.3 , 61.3 , 60.0) = 53.3 mm

d) Controle van de toegestane horizontale verplaatsing in spantrichting:

- Stijfheid :
  controle : 45.9 mm < 53.3 mm, dus: stijfheid voldoet.

4.9.4 Controle kolommen volgens EC3 in spantrichting:

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} + \frac{|My.Ed|}{My.c.Rd} = \frac{|-2579|}{271151} + \frac{|3111|}{6927} = 0.459$$

  controle: 0.459 < 1.00, dus de sterkte voldoet.
- Maximale spanning:

$$Sigma: \frac{|NEd|}{A} + \frac{|My.Ed|}{Wpl.y} = \frac{|-2579|}{848.5} + \frac{|3111|}{27.045} = 118.1 \ N/mm^2$$

  UCspanning = Sigma/fy = 118.1 /275.0 = 0.429

  controle: 0.429 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
  = 0.90 * (1.0 + (2.36 - 0.2)*(|-2579 |/(0.147 *271151 /1.0)) = 1.03
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
  = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-2579 |/(0.147 *271151 /1.0)) = 0.95
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(1.03 , 0.95) = 0.95
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.57

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
  = |-2579 |/(0.147 *271151 /1.0)+0.95 *|3111.2 |/(1.00*6927.1 /1.0)
  = 0.065 + 0.425 = 0.490
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
  = |-2579 |/(0.164 *271151 /1.0)+0.57 *|3111.2 |/(1.00*6927.1 /1.0)
  = 0.058 + 0.255 = 0.313

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.490 , 0.313) = 0.490

  controle: 0.490 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie kolommen volgens EC3 in spantrichting:
- Kolommen RHBK100*50*3.0 mm (S275 (EN10219)) voldoen
  qua sterkte/stabiliteit/stijfheid
  bij B.C.2: a11) Dead load + Services + Wind + Crop

4.9.5 Controle van de poeren (in gebruikstoestand):

a) Berekening van de verticale belasting per poer:

- Verticale belasting per kolom (neerwaarts = +) : Fvk' = 3013 N
- Eigen gewicht van de kolom (1.00 * 266) : Fegk' = 266 N
- Eigen gewicht paal, poer en grond (1.00 * 6042) : Gfund = 6042 N
  ---------- +
- Vert. belasting per poer: Fvp = 9321 N

Aangezien de totale verticale belasting per poer positief is, is sprake van een neerwaartse belasting op de ondergrond.

b) Berekening van het maatgevend kantelmoment ten gevolge van de belastingen:

- Horizontaal: Mhp = Fhk'* (fhp + D + H)
  = 689 * (0.300 + 0.400 + 0.570) = 875 Nm
- Verticaal : Mvp = |Fvp| * 0.5 * B
  = |9321 | * 0.5 * 0.532 = 2478 Nm
  ---------- +
- Kantelmoment per poer: Mp = Mhp + Mvp Mp = 3354 Nm

Bij een opwaarts bezwijkmodel (OBM) geldt:
- Kantelmoment per poer: Mp = Mhp - Mvp Mp = -1603 Nm

c) Controle van de kantelstabiliteit (neerwaartse belasting):

- Momentenevenwicht bij een neerwaarts bezwijkmodel (NBM):
  - controle : 3354 Nm < 26904 Nm, dus: voldoet. (maatgevend)

- Momentenevenwicht bij een opwaarts bezwijkmodel (OBM):
  - controle : -1603 Nm < 2705 Nm, dus: voldoet.

- Verticaal evenwicht:
  - controle :| 9321 N |< 90544 N, dus: voldoet.

- Horizontaal evenwicht:
  - controle : 689 N < 5557 N, dus: voldoet.

d) Controle van de zettingen:

- Berekening van de momentane (lees: permanente) belastingen:

  - Eigen gewicht dek (1.00 * 32) = 32 N/m²
  - Gewasbelasting (0.20 * 0) = 0 N/m²
  - Installaties (1.00 * 70) = 70 N/m²
  ---------- +
  Totaal : 102 N/m²
  - Neerwaartse belasting per kolom = 102 * 9.60 * 4.00 = 3917 N
  - Eigen gewicht van de goot = 1 * 1.00 * 34 * 4.00 = 136 N
  - Eigen gewicht van het spant = 1.00 * 920 = 920 N
  ---------- +
  Totaal Fsvd1 = 4973 N

  - Verticale belasting per kolom (neerwaarts = +) : Fsvd1 = 4973 N
  - Eigen gewicht paal, poer en grond : Gfund = 6042 N
  ---------- +
  - Vert. belasting per : Fsvd = 11015 N

- Berekening van de effectieve spanningsverhoging onder de poer:

  De resulterende verticale effectieve spanning onder de poer
  t.g.v. de momentane belastingen, bedraagt:

$$Svd0 = \frac{Fsvd}{Apoer} = \frac{11015}{pi/4 * 600^2} = 0.039 \ N/mm^2$$

  De oorspronkelijke verticale effectieve spanning is/was:

$$Svod0 = sg * (Dpoer + hpoer) = 0.0000180 * (400 + 570) = 0.017 \ N/mm^2$$

  De effectieve spanningsverhoging onder de poer, uitgaande van een
  volledig gedraineerde toestand, volgt uit:

$$dSvd0 = Svd0 - Svod0 = 0.039 - 0.017 = 0.021 \ N/mm^2$$

- Berekening van de effectieve zettingsdiepte (NEN 6744 art. 6.1):

  Bij het bepalen van de zakking moeten die grondlagen in beschouwing
  zijn genomen, waarbij de toename van de verticale effectieve spanning
  groter is dan 20% van de oorspronkelijke verticale effectieve
  spanning.
  In formule: dSvd(z) > 0.20 * Svod(z)
  waarin:

$$dSvd(z) = dSvd0 * \left[1 - \frac{1}{\left(\frac{0.5 * dpoer}{z} \right)^{1.5}} \right]$$

  Afname van de toename van de verticale effectieve spanning onder de fundatie-poer als functie van de diepte z

Svod(z) = sg * (z + Dpoer + hpoer) Idem, voor de oorspronkelijke verticale effectieve spanning.

De effectieve zettingsdiepte is de totale hoogte/diepte van de grondlagen onder de poer, dat volgens bovenstaande definitie in beschouwing moet zijn genomen bij de berekening van de zettingen.

De effectieve zettingsdiepte wordt door middel van een iteratieve nulpuntsbepaling bepaald waarbij moet gelden:

dSvd(zeff) = 0.20 * Svod(zeff) geeft: zeff = 0.257 m

- Bepaling van de resulterende effectieve zetting (NEN 6744 hfdst.6):

De resulterende effectieve zetting kan uiteindelijk worden bepaald door integratie van de samendrukking van de grond onder de poer tot aan de effectieve zettingsdiepte m.b.v. de formule van Terzaghi.

- Berekening van de primaire zetting (art. 6.2):

$$weff1 = \frac{Cceff}{1 + eporie} * \int_0^{zeff} ln\left(\frac{Svod(z) + dSvd(z)}{Svod(z)}\right) dz =$$

$$= \frac{0.006}{1 + 0.6} * \int_0^{0.257} ln\left(\frac{Svod(z) + dSvd(z)}{Svod(z)}\right) dz = 0.001 \text{ m}$$

- Berekening van de secundaire zetting over 15 jaar (art. 6.3):

$$weff2 = Cinfe * zeff * \log\left(\frac{15*365}{1}\right) = 0.000 * 0.257 * 3.738 = 0.000 \text{ m}$$

- Totaal (art. 6.1): weff = weff1 + weff2 = 0.001 + 0.000 = 0.001 m

Controle van de resulterende effectieve zetting:

Volgens NEN 6740 art. 5.2.2.1 mag de zetting niet groter zijn dan 0.15 m. In diverse gemeenten wordt ook (nog) wel gewerkt met een toelaatbare zetting van 0.10 meter. Mede daarom en omdat uitgegaan is van een gedraineerde toestand, wordt in CASTA/Kassenbouw ook gerekend met een toelaatbare zetting van 0.10 m. Er wordt als het ware een veiligheidsfactor 1.5 op NEN 6740 art. 5.2.2.1 gelegd, met name voor een niet-volledig gedraineerde toestand van de grond.

wtoel = 0.100 m

Controle zetting: 0.001 m < 0.100 m, dus: voldoet.

Conclusie:
- Poeren BPRD600*570 mm voldoen
  bij B.C.2: a11) Dead load + Services + Wind + Crop

4.9.6 Controle van de ZEUS 120x120x1000 (R6+M10)

a) Bepaling van de belastingen per paal in rekentoestand:
   - Verticale belasting per paal (neerwaarts = +) Nd = Fvk = 2579 N
     Inclusief gewicht kolom: NEd = Fvk + g.eg*Fegk' = 2579 + 1.02*266 = 2851 N

   - Maatgevend moment in de paal, ter plaatse van de poeraansluiting:
     Md = Fhk * (fh + Dpoer) = 893 * (0.300 + 0.400) = 625 Nm
   - Belasting op het anker (ideële belasting):
     Fi = Fhk = 893 N (neerwaarts gesteund; anker alleen horizontaal belast)

b) Doorsnedecontrole van de paal met behulp van het Mu-Nu diagram:

   Bij het invullen van de gegeven normaalkracht NEd = 2851 N in het Mu-Nu
   diagram wordt de momentencapaciteit Mcap verkregen door rechtlijnige
   interpolatie tussen de punten waar NEd ligt. Mcap = 2486 Nm

c) Uitrekkracht van de paal in de poer (zonder wapeningsstaaf):

   Optredende schuifspanning op de betonpoer wordt alleen berekend indien
   NEd + Gpaal < 0 N en er geen wapeningsstaaf wordt toegepast.

   NEd + Gpaal = 2851 + 346 = 3197 N (>= 0) dus controle niet relevant.

d) Controle van de betonpaalcapaciteit:

  - Moment: Md = 625 Nm < Mcap = 2486 Nm, dus: voldoet.
  - Dwarskracht: Fhk = 893 N < Vp = 9504 N, dus: voldoet.
  - Anker: Fi = 893 N < Fa = 22265 N, dus: voldoet.
  - Uittrekkracht: Niet ter zake.

Conclusie:
- Palen ZEUS 120x120x1000 (R6+M10) voldoen
  bij B.C.2 : a11) Dead load + Services + Wind + Crop

4.10 B.C.3: a21) Dead Load + Services + Snow + Psi_Crop

4.10.1 Berekening van de normaalkracht (N) in de kolommen (trek = +):

Berekening van de verticale belasting per kolom (neerwaarts = +):
In gebruikstoestand:

- Eigen gewicht dek (1.00 * 32)	=	32 N/m²	
- Sneeuwbelasting (1.00 * 423)	=	423 N/m²	
- Gewasbel.(winter)(1.00 * 0)	=	0 N/m²	
- Installaties (1.00 * 70)	=	70 N/m²	
Totaal :		525 N/m²	
- Neerwaartse belasting per kolom = 525 * 9.60 * 4.00	=		20178 N
- Eigen gewicht van de goot = 1 * (1.00 * 34) * 4.00	=		136 N
- Eigen gewicht van het spant = (1.00 * 920)	=		920 N
- Transportlast = 0.00 * max(1250 , 1000) + 1.00 * 0	=		0 N
Totaal =			21234 N
- Windbelasting:			0 N
In gebruikstoestand: Fvk' = -N' =			21234 N

In rekentoestand:

- Eigen gewicht dek (1.02 * 32)	=	33 N/m²	
- Sneeuwbelasting (1.28 * 423)	=	540 N/m²	
- Gewasbel.(winter)(1.28 * 0)	=	0 N/m²	
- Installaties (1.02 * 70)	=	71 N/m²	
Totaal :		644 N/m²	
- Neerwaartse belasting per kolom = 644 * 9.60 * 4.00	=		24734 N
- Eigen gewicht van de goot = 1 * (1.02 * 34) * 4.00	=		139 N
- Eigen gewicht van het spant = (1.02 * 920)	=		940 N
- Transportlast = 0.00 * max(1250 , 1000) + 1.02 * 0	=		0 N
Totaal =			25812 N
- Windbelasting:			0 N
In rekentoestand: Fvk = -N =			25812 N

4.10.2 Berekening van het maatgevende moment (My) in de kolommen:

Alleen de horizontale kracht ten gevolge van scheefstand speelt een rol:
- initiële scheefstand:
  - in rekentoestand: Fh,tot = 1/267 * |25812 | * 11 = 1065 N
  - in gebruikstoestand: Fh,tot' = 1/267 * |21234 | * 11 = 876 N

Fhk' = 876 /(11+1) = 73 N, Fhk = 89 /(11+1) = 89 N (rekentoestand)

Het totale maatgevende horizontale moment in de kolommen kan worden
berekend door vermenigvuldiging met de effectieve kolomhoogte:

- Mh,tot = 1065 * 3.48 = 3708 Nm

Het totale moment in spantrichting mag volgens de plasticiteits-
theorie worden verdeeld over het aantal kolommen in spantrichting:

- My = 3708 / (11 + 1) = 309 Nm

4.10.3 Controle toegestane verplaatsingen in spantrichting:

a) 1e-orde horizontale verplaatsing in spantrichting in gebruikstoestand:

De optredende eerste orde horizontale verplaatsing in spantrichting kan benaderd worden met de onderstaande formule.

$$u1 = \frac{Fh,tot' * (kheff)^3}{3\ E\ Iy * (X + 1)} = \frac{876 * (3482)^3}{3* 2.1E5*108\ E4*(11 + 1)} = 4.51 \text{ mm}$$

b) Bepaling van de totale horizontale verplaatsing in spantrichting:

- Vergrotingsfactor in gebruikstoestand:
  - nx' = FEx / N' = 42009 / 21234 = 1.98
  - nx'/nx'-1 = 2.02

- utot = nx'/nx'-1 * u1 = 2.02 * 4.51 = 9.13 mm

c) Berekening van de toelaatbare horizontale verplaatsing in spantrichting:

- In relatie tot de kolomhoogte:
  Volgens de Europese norm EN13031-1, artikel 11.1.2 geldt voor dragende constructieonderdelen van kassen met een glasomhulling een doorbuigingseis van L/150 met een bovengrens van 30 mm. Rekening houdend met de vervormingslijn van de zijgevelspantkolom (scharnierend bij de fundatie en een minimale hoekverdraaiing ter plaatse van bovenkant kolom) wordt de volgende vergelijking voor de verplaatsing op goothoogte toegepast:

  - Maximale verplaatsing utoel-a = 2 * h / 150 = 2 * 4000 / 150 = 53.3 mm
  - Absolute grenswaarde umax = 2 * 30 mm = 60 mm

- Rekening houdend met de ruitafmetingen :
  - Vereiste min. speling bovenkant ruit : Sn = 7.5 mm
  - Vereiste min. speling zijkant ruit : Sr = 2.0 mm
  - Lengte van de hele dekruiten : Lr = 2015.0 mm
  - Ruitbreedte in de middenvelden : Br = 1125.0 mm
  - Ruitbreedte in de kopgevelstroken : Bs = 562.5 mm

  - toelaatbare verplaatsing 1e kolommenrij achter de kopgevel:

$$Ut1a = (Sr + Sn * \frac{Lr}{Bs}) * \frac{vak}{Lr} = (2.0 + 7.5 * \frac{2015.0}{562.5}) * \frac{4000}{2015.0} = 57.3 \text{ mm}$$

  Extra vervormingscapaciteit t.g.v. horizontale buigstijfheid goten:
  Ut1b = utot * MIN(40, X*nkap) / 120 =
  = 9.1 * MIN(40, 11*1) / 120 = 0.8 mm

  - toelaatbare verplaatsing middenvelden:

$$Ut2 = (Sr + Sn * \frac{Lr}{Br})*\frac{2*vak}{Lr} = (2.0 + 7.5*\frac{2015.0}{1125.0}) * \frac{2*4000}{2015.0} = 61.3 \text{ mm}$$

  Utoel-b = MIN(Ut1a+Ut1b, Ut2) = MIN(57.3 +0.8 , 61.3) = 58.1 mm

- Maatgevend :
  - utoel = utoel-a < utoel-b < umax; MIN(53.3 , 58.1 , 60.0) = 53.3 mm

d) Controle van de toegestane horizontale verplaatsing in spantrichting:

- Stijfheid :
  controle : 9.1 mm < 53.3 mm, dus: stijfheid voldoet.

4.10.4 Controle kolommen volgens EC3 in spantrichting:

- Doorsnedeklasse: 3

- Sterkte:

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} + \frac{|My.Ed|}{My.c.Rd} = \frac{|-25812|}{271151} + \frac{|309|}{6927} = 0.140$$

  controle: 0.140 < 1.00, dus de sterkte voldoet.
- Maximale spanning:

$$Sigma: \frac{|NEd|}{A} + \frac{|My.Ed|}{Wpl.y} = \frac{|-25812|}{848.5} + \frac{|309|}{27.045} = 41.8 \ N/mm^2$$

  UCspanning = Sigma/fy = 41.8 /275.0 = 0.152

  controle: 0.152 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy2 * (1.0 + 0.6*lambdarel.y*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
  = 0.90 * (1.0 + 0.6*2.36 *(|-25812 |/(0.147 *271151 /1.0)) = 1.72
  Ky.3 = Cmy2 * (1.0 + 0.6*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
  = 0.90 * (1.0 + 0.6*(|-25812 |/(0.147 *271151 /1.0)) = 1.25
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(1.72 , 1.25) = 1.25
  Kz.b = 0.8 * Ky.b = 1.00

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
  = |-25812 |/(0.147 *271151 /1.0)+1.25 *|309.0 |/(1.00*6927.1 /1.0)
  = 0.647 + 0.056 = 0.702
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
  = |-25812 |/(0.164 *271151 /1.0)+1.00 *|309.0 |/(1.00*6927.1 /1.0)
  = 0.582 + 0.045 = 0.626

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.702 , 0.626) = 0.702

  controle: 0.702 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie kolommen volgens EC3 in spantrichting:
- Kolommen RHBK100*50*3.0 mm (S275 (EN10219)) voldoen
  qua sterkte/stabiliteit/stijfheid
  bij B.C.3: a21) Dead Load + Services + Snow + Psi_Crop

4.10.5 Controle van de poeren (in gebruikstoestand):

a) Berekening van de verticale belasting per poer:

- Verticale belasting per kolom (neerwaarts = +) : Fvk' = 21234 N
- Eigen gewicht van de kolom (1.00 * 266) : Fegk' = 266 N
- Eigen gewicht paal, poer en grond (1.00 * 6042) : Gfund = 6042 N

---------- +

- Vert. belasting per poer: Fvp = 27543 N

Aangezien de totale verticale belasting per poer positief is, is sprake van een neerwaartse belasting op de ondergrond.

b) Berekening van het maatgevend kantelmoment ten gevolge van de belastingen:

- Horizontaal: Mhp = Fhk'* (fhp + D + H)
  = 73 * (0.300 + 0.400 + 0.570) = 93 Nm
- Verticaal : Mvp = |Fvp| * 0.5 * B
  = |27543 | * 0.5 * 0.532 = 7323 Nm

---------- +

- Kantelmoment per poer: Mp = Mhp + Mvp Mp = 7415 Nm

Bij een opwaarts bezwijkmodel (OBM) geldt:
- Kantelmoment per poer: Mp = Mhp - Mvp Mp = -7230 Nm

c) Controle van de kantelstabiliteit (neerwaartse belasting):

- Momentenevenwicht bij een neerwaarts bezwijkmodel (NBM):
  - controle : 7415 Nm < 26904 Nm, dus: voldoet. (maatgevend)

- Momentenevenwicht bij een opwaarts bezwijkmodel (OBM):
  - controle : -7230 Nm < 2705 Nm, dus: voldoet.

- Verticaal evenwicht:
  - controle :| 27543 N |< 90544 N, dus: voldoet.

- Horizontaal evenwicht:
  - controle : 73 N < 5557 N, dus: voldoet.

d) Controle van de zettingen:

- Berekening van de momentane (lees: permanente) belastingen:

  - Eigen gewicht dek (1.00 * 32) = 32 N/m²
  - Gewasbelasting (0.20 * 0) = 0 N/m²
  - Installaties (1.00 * 70) = 70 N/m²
  ---------- +
  Totaal : 102 N/m²
  - Neerwaartse belasting per kolom = 102 * 9.60 * 4.00 = 3917 N
  - Eigen gewicht van de goot = 1 * 1.00 * 34 * 4.00 = 136 N
  - Eigen gewicht van het spant = 1.00 * 920 = 920 N
  ---------- +
  Totaal Fsvd1 = 4973 N

  - Verticale belasting per kolom (neerwaarts = +) : Fsvd1 = 4973 N
  - Eigen gewicht paal, poer en grond : Gfund = 6042 N
  ---------- +
  - Vert. belasting per : Fsvd = 11015 N

- Berekening van de effectieve spanningsverhoging onder de poer:

  De resulterende verticale effectieve spanning onder de poer
  t.g.v. de momentane belastingen, bedraagt:

$$Svd0 = \frac{Fsvd}{Apoer} = \frac{11015}{pi/4 * 600^2} = 0.039 \ N/mm^2$$

  De oorspronkelijke verticale effectieve spanning is/was:

$$Svod0 = sg * (Dpoer + hpoer) = 0.0000180 * (400 + 570) = 0.017 \ N/mm^2$$

  De effectieve spanningsverhoging onder de poer, uitgaande van een
  volledig gedraineerde toestand, volgt uit:

$$dSvd0 = Svd0 - Svod0 = 0.039 - 0.017 = 0.021 \ N/mm^2$$

- Berekening van de effectieve zettingsdiepte (NEN 6744 art. 6.1):

  Bij het bepalen van de zakking moeten die grondlagen in beschouwing
  zijn genomen, waarbij de toename van de verticale effectieve spanning
  groter is dan 20% van de oorspronkelijke verticale effectieve
  spanning.
  In formule: dSvd(z) > 0.20 * Svod(z)
  waarin:

$$dSvd(z) = dSvd0 * \left[1 - \frac{1}{\left(\frac{0.5 * dpoer}{z} \right)^{1.5}} \right]$$

  Afname van de toename van de verticale effectieve spanning onder de fundatie-poer als functie van de diepte z

Svod(z) = sg * (z + Dpoer + hpoer) Idem, voor de oorspronkelijke verticale effectieve spanning.

De effectieve zettingsdiepte is de totale hoogte/diepte van de grondlagen onder de poer, dat volgens bovenstaande definitie in beschouwing moet zijn genomen bij de berekening van de zettingen.

De effectieve zettingsdiepte wordt door middel van een iteratieve nulpuntsbepaling bepaald waarbij moet gelden:

dSvd(zeff) = 0.20 * Svod(zeff) geeft: zeff = 0.257 m

- Bepaling van de resulterende effectieve zetting (NEN 6744 hfdst.6):

De resulterende effectieve zetting kan uiteindelijk worden bepaald door integratie van de samendrukking van de grond onder de poer tot aan de effectieve zettingsdiepte m.b.v. de formule van Terzaghi.

- Berekening van de primaire zetting (art. 6.2):

$$weff1 = \frac{Cceff}{1 + eporie} * \int_0^{zeff} \ln\left(\frac{Svod(z) + dSvd(z)}{Svod(z)}\right) dz =$$

$$= \frac{0.006}{1 + 0.6} * \int_0^{0.257} \ln\left(\frac{Svod(z) + dSvd(z)}{Svod(z)}\right) dz = 0.001 \text{ m}$$

- Berekening van de secundaire zetting over 15 jaar (art. 6.3):

$$weff2 = Cinfe * zeff * \log\left(\frac{15*365}{1}\right) = 0.000 * 0.257 * 3.738 = 0.000 \text{ m}$$

- Totaal (art. 6.1): weff = weff1 + weff2 = 0.001 + 0.000 = 0.001 m

Controle van de resulterende effectieve zetting:

Volgens NEN 6740 art. 5.2.2.1 mag de zetting niet groter zijn dan 0.15 m. In diverse gemeenten wordt ook (nog) wel gewerkt met een toelaatbare zetting van 0.10 meter. Mede daarom en omdat uitgegaan is van een gedraineerde toestand, wordt in CASTA/Kassenbouw ook gerekend met een toelaatbare zetting van 0.10 m. Er wordt als het ware een veiligheidsfactor 1.5 op NEN 6740 art. 5.2.2.1 gelegd, met name voor een niet-volledig gedraineerde toestand van de grond.

wtoel = 0.100 m

Controle zetting: 0.001 m < 0.100 m, dus: voldoet.

Conclusie:
- Poeren BPRD600*570 mm voldoen
  bij B.C.3: a21) Dead Load + Services + Snow + Psi_Crop

4.10.6 Controle van de ZEUS 120x120x1000 (R6+M10)

a) Bepaling van de belastingen per paal in rekentoestand:
   - Verticale belasting per paal (neerwaarts = +) Nd = Fvk = 25812 N
     Inclusief gewicht kolom: NEd = Fvk + g.eg*Fegk' = 25812 + 1.02*266 = 26084 N

   - Maatgevend moment in de paal, ter plaatse van de poeraansluiting:
     Md = Fhk * (fh + Dpoer) = 89 * (0.300 + 0.400) = 62 Nm
   - Belasting op het anker (ideële belasting):
     Fi = Fhk = 89 N (neerwaarts gesteund; anker alleen horizontaal belast)

b) Doorsnedecontrole van de paal met behulp van het Mu-Nu diagram:

   Bij het invullen van de gegeven normaalkracht NEd = 26084 N in het Mu-Nu
   diagram wordt de momentencapaciteit Mcap verkregen door rechtlijnige
   interpolatie tussen de punten waar NEd ligt. Mcap = 3259 Nm

c) Uitrekkracht van de paal in de poer (zonder wapeningsstaaf):

   Optredende schuifspanning op de betonpoer wordt alleen berekend indien
   NEd + Gpaal < 0 N en er geen wapeningsstaaf wordt toegepast.

   NEd + Gpaal = 26084 + 346 = 26430 N (>= 0) dus controle niet relevant.

d) Controle van de betonpaalcapaciteit:

  - Moment: Md = 62 Nm < Mcap = 3259 Nm, dus: voldoet.
  - Dwarskracht: Fhk = 89 N < Vp = 9504 N, dus: voldoet.
  - Anker: Fi = 89 N < Fa = 22265 N, dus: voldoet.
  - Uittrekkracht: Niet ter zake.

Conclusie:
- Palen ZEUS 120x120x1000 (R6+M10) voldoen
  bij B.C.3 : a21) Dead Load + Services + Snow + Psi_Crop

4.11 B.C.4: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay up wind)

4.11.1 Berekening van de normaalkracht (N) in de kolommen (trek = +):

Berekening van de verticale belasting per kolom (neerwaarts = +):
In gebruikstoestand:

- Eigen gewicht dek (1.00 * 32)= 32 N/m²		
- Neerwaartse belasting per kolom = 32 * 9.60 * 4.00	=	1229 N
- Eigen gewicht van de goot = 1 * (1.00 * 34) * 4.00	=	136 N
- Eigen gewicht van het spant = (1.00 * 920)	=	920 N
	Totaal =	2285 N
- Windbelasting:		
= 9.60 *4.00*((-0.40-0.40)/2-(+0.20))*(1.00 *510)	=	-11761 N
In gebruikstoestand: Fvk' = -N'	=	-9477 N

In rekentoestand:

- Eigen gewicht dek (1.00 * 32)= 32 N/m²		
- Neerwaartse belasting per kolom = 32 * 9.60 * 4.00	=	1229 N
- Eigen gewicht van de goot = 1 * (1.00 * 34) * 4.00	=	136 N
- Eigen gewicht van het spant = (1.00 * 920)	=	920 N
	Totaal =	2285 N
- Windbelasting:		
= 9.60 *4.00*((-0.40-0.40)/2-(+0.20))*(1.28 *510)	=	-14996 N
In rekentoestand: Fvk = -N	=	-12711 N

4.11.2 Berekening van het maatgevende moment (My) in de kolommen:

Horizontale (wind)krachten op het dek en op de zijgevels:

Kaphoogte = 9.60/2 * tan 27 = 2.45 m

- Wvdek(links) = wvfa+wvfc+wvfm*nMkap+wvfe=+0.300-0.70-0.400*0-0.40 = -0.800
- Wvdek(rechts) = wvfb+wvfd+wvfn*nMkap+wvff=-1.000-0.50-0.400*0-0.40 = -1.900

------- -

Horizontale (wind)krachten door asymmetrie: Wvhor = +1.100

Windwrijving:
- Aantal kappen met krachtcoëfficiënt:
  nKapCpf = max(0, nkap-max.mid.kap) = max(0, 1*11-4) = 7
  Cfr,1 = Cpf,h * tan(alpha) = 0.03 * tan(27.0) = 0.015
- Wvmid (wind) = Cfr,1*nKapCpf*bkap/hkap = 0.015 *7*9600 /2446 = +0.420

------- +

Totale horizontale (wind)krachten: Wvdek = +1.520

Fhw,dek = 1.520 * 1.28 * 510 * 2.45 * 4.00 * 0.72 = 6968 N
Fhw,dek' = 1.520 * 1.00 * 510 * 2.45 * 4.00 * 0.70 = 5349 N

Fhw,gevel = (0.6 + 0.3) * 1.28 * 510 * 4.00 * 4.00 * 0.72 = 6748 N
Fhw,gevel' = (0.6 + 0.3) * 1.00 * 510 * 4.00 * 4.00 * 0.70 = 5180 N

De windbelasting op het dek wordt volledig door de spanten en de kolommen afgedragen naar de fundering. De windbelasting op de zijgevels gaat gedeeltelijk rechtstreeks naar de randfundering. Het restant wordt door de spanten opgevangen. Bovendien moet rekening worden gehouden met een initiële scheefstand van de kolommen:

- wind Fh = 6968 + 0.5 * 6748 * 4.0 / (4.0 - 0.08 - 0.44/2) = 10615 N
- initiële scheefstand: Fh = 1/267 * |-12711 | * 11 = 524 N

------------------ +

Totale hor. kracht in spantrichting: Fh,tot = 11139 N

- In gebruikstoestand:
  Fh,tot' = 8148 + 1/267 * |-9477 | * 11 = 8539 N
  Fhk' = 8539 /(11+1) = 712 N, Fhk = 928 /(11+1) = 928 N (rekentoestand)

Het totale maatgevende horizontale moment in de kolommen kan worden berekend door vermenigvuldiging met de effectieve kolomhoogte:

- Mh,tot = 11139 * 3.48 = 38790 Nm

Het totale moment in spantrichting mag volgens de plasticiteits-theorie worden verdeeld over het aantal kolommen in spantrichting:

- My = 38790 / (11 + 1) = 3232 Nm

4.11.3 Controle toegestane verplaatsingen in spantrichting:

a) 1e-orde horizontale verplaatsing in spantrichting in gebruikstoestand:

De optredende eerste orde horizontale verplaatsing in spantrichting kan benaderd worden met de onderstaande formule.

$$- u1 = \frac{Fh,tot' * (kheff)^3}{3\ E\ Iy * (X + 1)} = \frac{8539 * (3482\ )^3}{3* 2.1E5*108\ E4*(11 + 1)} = 44.00\ \ mm$$

b) Bepaling van de totale horizontale verplaatsing in spantrichting:

Aangezien de kolommen, vanwege de grote windzuiging, op trek worden belast, is de vergrotingsfactor gelijk aan 1.0; dus:

- utot = u1 = 44.00 mm

c) Berekening van de toelaatbare horizontale verplaatsing in spantrichting:

- In relatie tot de kolomhoogte:
  Volgens de Europese norm EN13031-1, artikel 11.1.2 geldt voor dragende constructieonderdelen van kassen met een glasomhulling een doorbuigingseis van L/150 met een bovengrens van 30 mm. Rekening houdend met de vervormingslijn van de zijgevelspantkolom (scharnierend bij de fundatie en een minimale hoekverdraaiing ter plaatse van bovenkant kolom) wordt de volgende vergelijking voor de verplaatsing op goothoogte toegepast:

  - Maximale verplaatsing utoel-a = 2 * h / 150 = 2 * 4000 / 150 = 53.3 mm
  - Absolute grenswaarde umax = 2 * 30 mm = 60 mm

- Rekening houdend met de ruitafmetingen :
  - Vereiste min. speling bovenkant ruit : Sn = 7.5 mm
  - Vereiste min. speling zijkant ruit : Sr = 2.0 mm
  - Lengte van de hele dekruiten : Lr = 2015.0 mm
  - Ruitbreedte in de middenvelden : Br = 1125.0 mm
  - Ruitbreedte in de kopgevelstroken : Bs = 562.5 mm

  - toelaatbare verplaatsing 1e kolommenrij achter de kopgevel:

$$Ut1a = (Sr + Sn * \frac{Lr}{Bs}) * \frac{vak}{Lr} = (2.0 + 7.5 * \frac{2015.0}{562.5}) * \frac{4000}{2015.0} = 57.3\ \ mm$$

  Extra vervormingscapaciteit t.g.v. horizontale buigstijfheid goten:
  Ut1b = utot * MIN(40, X*nkap) / 120 =
  = 44.0 * MIN(40, 11*1) / 120 = 4.0 mm

  - toelaatbare verplaatsing middenvelden:

$$Ut2 = (Sr + Sn * \frac{Lr\ \ 2*vak}{Br\ \ Lr}) * \frac{2015.0}{1125.0} * \frac{2*4000}{2015.0} = 61.3\ \ mm$$

  Utoel-b = MIN(Ut1a+Ut1b, Ut2) = MIN(57.3 +4.0 , 61.3) = 61.3 mm

- Maatgevend :
  - utoel = utoel-a < utoel-b < umax; MIN(53.3 , 61.3 , 60.0) = 53.3 mm

d) Controle van de toegestane horizontale verplaatsing in spantrichting:

- Stijfheid :
  controle : 44.0 mm < 53.3 mm, dus: stijfheid voldoet.

4.11.4 Controle kolommen volgens EC3 in spantrichting:

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} + \frac{|My.Ed|}{My.c.Rd} = \frac{|12711|}{271151} + \frac{|3232|}{6927} = 0.514$$

  controle: 0.514 < 1.00, dus de sterkte voldoet.
- Maximale spanning:

$$Sigma: \frac{|NEd|}{A} + \frac{|My.Ed|}{Wpl.y} = \frac{|12711|}{848.5} + \frac{|3232|}{27.045} = 134.5 \ N/mm^2$$

  UCspanning = Sigma/fy = 134.5 /275.0 = 0.489

  controle: 0.489 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
  Profiel alleen op trek belast, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie kolommen volgens EC3 in spantrichting:
- Kolommen RHBK100*50*3.0 mm (S275 (EN10219)) voldoen
  qua sterkte/stabiliteit/stijfheid
  bij B.C.4: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay up wind)

4.11.5 Controle van de poeren (in gebruikstoestand):

a) Berekening van de verticale belasting per poer:

- Verticale belasting per kolom (neerwaarts = +) : Fvk' = -9477 N
- Eigen gewicht van de kolom (1.00 * 266) : Fegk' = 266 N
- Eigen gewicht paal, poer en grond (1.00 * 6042) : Gfund = 6042 N
  ---------- +
- Vert. belasting per poer: Fvp = -3168 N

Aangezien de totale verticale belasting per poer negatief is, is sprake van een opwaartse belasting op de ondergrond.

b) Berekening van het maatgevend kantelmoment ten gevolge van de belastingen:

- Horizontaal: Mhp = Fhk'* (fhp + D + H)
  = 712 * (0.300 + 0.400 + 0.570) = 904 Nm
- Verticaal : Mvp = |Fvp| * 0.5 * B
  = |-3168 | * 0.5 * 0.532 = 842 Nm
  ---------- +
- Kantelmoment per poer: Mp = Mhp + Mvp Mp = 1746 Nm

c) Controle van de kantelstabiliteit (opwaartse belasting):

- Momentenevenwicht:
  - controle : 1746 Nm < 2705 Nm, dus: voldoet.

- Verticaal evenwicht:
  - controle :| -3168 N |< 5721 N, dus: voldoet.

- Horizontaal evenwicht:
  - controle : 712 N < 5557 N, dus: voldoet.

Conclusie:
- Poeren BPRD600*570 mm voldoen
  bij B.C.4: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay up wind)

4.11.6 Controle van de ZEUS 120x120x1000 (R6+M10)

a) Bepaling van de belastingen per paal in rekentoestand:
- Verticale belasting per paal (neerwaarts = +) Nd = Fvk = -12711 N
  Inclusief gewicht kolom: NEd = Fvk + g.eg*Fegk' = -12711 + 1.00*266 = -12444 N

- Maatgevend moment in de paal, ter plaatse van de poeraansluiting:
  Md = Fhk * (fh + Dpoer) = 928 * (0.300 + 0.400) = 650 Nm
- Belasting op het anker (ideële belasting):
  Fi = (NEd² + 2*Fhk²)0.5 = (-12444 ² + 2*928 ²)0.5 = 12514 N

b) Doorsnedecontrole van de paal met behulp van het Mu-Nu diagram:

Bij het invullen van de gegeven normaalkracht NEd = -12444 N in het Mu-Nu diagram wordt de momentencapaciteit Mcap verkregen door rechtlijnige interpolatie tussen de punten waar NEd ligt. Mcap = 1860 Nm

c) Uitrekkracht van de paal in de poer (zonder wapeningsstaaf):

Optredende schuifspanning op de betonpoer wordt alleen berekend indien NEd + Gpaal < 0 N en er geen wapeningsstaaf wordt toegepast.

NEd + Gpaal = -12444 + 346 = -12099 N < 0 N, dus controle relevant.

$$Sigmap = \frac{|NEd + Gpaal|}{As} = \frac{|-12099|}{72000} = 0.17 \text{ N/mm}^2$$

d) Controle van de betonpaalcapaciteit:

- Moment: Md = 650 Nm < Mcap = 1860 Nm, dus: voldoet.
- Dwarskracht: Fhk = 928 N < Vp = 9504 N, dus: voldoet.
- Anker: Fi = 12514 N < Fa = 22265 N, dus: voldoet.
- Uittrekkracht: Sigmap = 0.17 N/mm² < Sigmau = 0.36 N/mm², dus: voldoet.

Conclusie:
- Palen ZEUS 120x120x1000 (R6+M10) voldoen
  bij B.C.4 : b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay up wind)

4.12 B.C.5: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay down wind)

4.12.1 Berekening van de normaalkracht (N) in de kolommen (trek = +):

Berekening van de verticale belasting per kolom (neerwaarts = +):
In gebruikstoestand:

- Eigen gewicht dek (1.00 * 32)= 32 N/m²		
- Neerwaartse belasting per kolom = 32 * 9.60 * 4.00	=	1229 N
- Eigen gewicht van de goot = 1 * (1.00 * 34) * 4.00	=	136 N
- Eigen gewicht van het spant = (1.00 * 920)	=	920 N
	Totaal =	2285 N
- Windbelasting:		
= 9.60 *4.00*((-0.40-0.40)/2-(+0.20))*(1.00 *510)	=	-11761 N
In gebruikstoestand: Fvk' = -N'	=	-9477 N

In rekentoestand:

- Eigen gewicht dek (1.00 * 32)= 32 N/m²		
- Neerwaartse belasting per kolom = 32 * 9.60 * 4.00	=	1229 N
- Eigen gewicht van de goot = 1 * (1.00 * 34) * 4.00	=	136 N
- Eigen gewicht van het spant = (1.00 * 920)	=	920 N
	Totaal =	2285 N
- Windbelasting:		
= 9.60 *4.00*((-0.40-0.40)/2-(+0.20))*(1.28 *510)	=	-14996 N
In rekentoestand: Fvk = -N	=	-12711 N

4.12.2 Berekening van het maatgevende moment (My) in de kolommen:

Horizontale (wind)krachten op het dek en op de zijgevels:

Kaphoogte = 9.60/2 * tan 27 = 2.45 m

- Wvdek(links) = wvfa+wvfc+wvfm*nMkap+wvfe=+0.300-0.70-0.400*0-0.40 = -0.800
- Wvdek(rechts) = wvfb+wvfd+wvfn*nMkap+wvff=-1.000-0.50-0.400*0-0.40 = -1.900

------- -

Horizontale (wind)krachten door asymmetrie: Wvhor = +1.100

Windwrijving:
- Aantal kappen met krachtcoëfficiënt:
  nKapCpf = max(0, nkap-max.mid.kap) = max(0, 1*11-4) = 7
  Cfr,1 = Cpf,h * tan(alpha) = 0.03 * tan(27.0) = 0.015
- Wvmid (wind) = Cfr,1*nKapCpf*bkap/hkap = 0.015 *7*9600 /2446 = +0.420

------- +

Totale horizontale (wind)krachten: Wvdek = +1.520

Fhw,dek = 1.520 * 1.28 * 510 * 2.45 * 4.00 * 0.72 = 6968 N
Fhw,dek' = 1.520 * 1.00 * 510 * 2.45 * 4.00 * 0.70 = 5349 N

Fhw,gevel = (0.6 + 0.3) * 1.28 * 510 * 4.00 * 4.00 * 0.72 = 6748 N
Fhw,gevel' = (0.6 + 0.3) * 1.00 * 510 * 4.00 * 4.00 * 0.70 = 5180 N

De windbelasting op het dek wordt volledig door de spanten en de kolommen afgedragen naar de fundering. De windbelasting op de zijgevels gaat gedeeltelijk rechtstreeks naar de randfundering. Het restant wordt door de spanten opgevangen. Bovendien moet rekening worden gehouden met een initiële scheefstand van de kolommen:

- wind Fh = 6968 + 0.5 * 6748 * 4.0 / (4.0 - 0.08 - 0.44/2) = 10615 N
- initiële scheefstand: Fh = 1/267 * |-12711 | * 11 = 524 N

------------------ +

Totale hor. kracht in spantrichting: Fh,tot = 11139 N

- In gebruikstoestand:
  Fh,tot' = 8148 + 1/267 * |-9477 | * 11 = 8539 N
  Fhk' = 8539 /(11+1) = 712 N, Fhk = 928 /(11+1) = 928 N (rekentoestand)

Het totale maatgevende horizontale moment in de kolommen kan worden berekend door vermenigvuldiging met de effectieve kolomhoogte:

- Mh,tot = 11139 * 3.48 = 38790 Nm

Het totale moment in spantrichting mag volgens de plasticiteits-theorie worden verdeeld over het aantal kolommen in spantrichting:

- My = 38790 / (11 + 1) = 3232 Nm

4.12.3 Controle toegestane verplaatsingen in spantrichting:

a) 1e-orde horizontale verplaatsing in spantrichting in gebruikstoestand:

De optredende eerste orde horizontale verplaatsing in spantrichting kan benaderd worden met de onderstaande formule.

$$- u1 = \frac{Fh,tot' * (kheff)^3}{3\ E\ Iy * (X + 1)} = \frac{8539 * (3482\ )^3}{3* 2.1E5*108\ E4*(11 + 1)} = 44.00\ \ mm$$

b) Bepaling van de totale horizontale verplaatsing in spantrichting:

Aangezien de kolommen, vanwege de grote windzuiging, op trek worden belast, is de vergrotingsfactor gelijk aan 1.0; dus:

- utot = u1 = 44.00 mm

c) Berekening van de toelaatbare horizontale verplaatsing in spantrichting:

- In relatie tot de kolomhoogte:
  Volgens de Europese norm EN13031-1, artikel 11.1.2 geldt voor dragende constructieonderdelen van kassen met een glasomhulling een doorbuigingseis van L/150 met een bovengrens van 30 mm. Rekening houdend met de vervormingslijn van de zijgevelspantkolom (scharnierend bij de fundatie en een minimale hoekverdraaiing ter plaatse van bovenkant kolom) wordt de volgende vergelijking voor de verplaatsing op goothoogte toegepast:

  - Maximale verplaatsing utoel-a = 2 * h / 150 = 2 * 4000 / 150 = 53.3 mm
  - Absolute grenswaarde umax = 2 * 30 mm = 60 mm

- Rekening houdend met de ruitafmetingen :
  - Vereiste min. speling bovenkant ruit : Sn = 7.5 mm
  - Vereiste min. speling zijkant ruit : Sr = 2.0 mm
  - Lengte van de hele dekruiten : Lr = 2015.0 mm
  - Ruitbreedte in de middenvelden : Br = 1125.0 mm
  - Ruitbreedte in de kopgevelstroken : Bs = 562.5 mm

  - toelaatbare verplaatsing 1e kolommenrij achter de kopgevel:

$$Ut1a = (Sr + Sn * \frac{Lr}{Bs}) * \frac{vak}{Lr} = (2.0 + 7.5 * \frac{2015.0}{562.5}) * \frac{4000}{2015.0} = 57.3\ \ mm$$

  Extra vervormingscapaciteit t.g.v. horizontale buigstijfheid goten:
  Ut1b = utot * MIN(40, X*nkap) / 120 =
  = 44.0 * MIN(40, 11*1) / 120 = 4.0 mm

  - toelaatbare verplaatsing middenvelden:

$$Ut2 = (Sr + Sn * \frac{Lr}{Br})*\frac{2*vak}{Lr} = (2.0 + 7.5*\frac{2015.0}{1125.0}) * \frac{2*4000}{2015.0} = 61.3\ \ mm$$

  Utoel-b = MIN(Ut1a+Ut1b, Ut2) = MIN(57.3 +4.0 , 61.3) = 61.3 mm

- Maatgevend :
  - utoel = utoel-a < utoel-b < umax; MIN(53.3 , 61.3 , 60.0) = 53.3 mm

d) Controle van de toegestane horizontale verplaatsing in spantrichting:

- Stijfheid :
  controle : 44.0 mm < 53.3 mm, dus: stijfheid voldoet.

4.12.4 Controle kolommen volgens EC3 in spantrichting:

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} + \frac{|My.Ed|}{My.c.Rd} = \frac{|\ 12711\ |}{271151} + \frac{|\ 3232\ |}{6927} = 0.514$$

  controle: 0.514 < 1.00, dus de sterkte voldoet.
- Maximale spanning:

$$Sigma: \frac{|NEd|}{A} + \frac{|My.Ed|}{Wpl.y} = \frac{|12711\ |}{848.5} + \frac{|\ 3232\ |}{27.045} = 134.5\ N/mm^2$$

  UCspanning = Sigma/fy = 134.5 /275.0   = 0.489

  controle: 0.489 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
  Profiel alleen op trek belast, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie kolommen volgens EC3 in spantrichting:
- Kolommen RHBK100*50*3.0 mm (S275 (EN10219)) voldoen
  qua sterkte/stabiliteit/stijfheid
  bij B.C.5: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay down wind)

4.12.5 Controle van de poeren (in gebruikstoestand):

a) Berekening van de verticale belasting per poer:

- Verticale belasting per kolom (neerwaarts = +) : Fvk' = -9477 N
- Eigen gewicht van de kolom (1.00 * 266) : Fegk' = 266 N
- Eigen gewicht paal, poer en grond (1.00 * 6042) : Gfund = 6042 N
  ---------- +
- Vert. belasting per poer: Fvp = -3168 N

Aangezien de totale verticale belasting per poer negatief is, is sprake van een opwaartse belasting op de ondergrond.

b) Berekening van het maatgevend kantelmoment ten gevolge van de belastingen:

- Horizontaal: Mhp = Fhk'* (fhp + D + H)
  = 712 * (0.300 + 0.400 + 0.570) = 904 Nm
- Verticaal : Mvp = |Fvp| * 0.5 * B
  = |-3168 | * 0.5 * 0.532 = 842 Nm
  ---------- +
- Kantelmoment per poer: Mp = Mhp + Mvp Mp = 1746 Nm

c) Controle van de kantelstabiliteit (opwaartse belasting):

- Momentenevenwicht:
  - controle : 1746 Nm < 2705 Nm, dus: voldoet.

- Verticaal evenwicht:
  - controle :| -3168 N |< 5721 N, dus: voldoet.

- Horizontaal evenwicht:
  - controle : 712 N < 5557 N, dus: voldoet.

Conclusie:
- Poeren BPRD600*570 mm voldoen
  bij B.C.5: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay down wind)

4.12.6 Controle van de ZEUS 120x120x1000 (R6+M10)

a) Bepaling van de belastingen per paal in rekentoestand:
- Verticale belasting per paal (neerwaarts = +) Nd = Fvk = -12711 N
  Inclusief gewicht kolom: NEd = Fvk + g.eg*Fegk' = -12711 + 1.00*266 = -12444 N

- Maatgevend moment in de paal, ter plaatse van de poeraansluiting:
  Md = Fhk * (fh + Dpoer) = 928 * (0.300 + 0.400) = 650 Nm
- Belasting op het anker (ideële belasting):
  Fi = (NEd² + 2*Fhk²)0.5 = (-12444 ² + 2*928 ²)0.5 = 12514 N

b) Doorsnedecontrole van de paal met behulp van het Mu-Nu diagram:

Bij het invullen van de gegeven normaalkracht NEd = -12444 N in het Mu-Nu diagram wordt de momentencapaciteit Mcap verkregen door rechtlijnige interpolatie tussen de punten waar NEd ligt. Mcap = 1860 Nm

c) Uitrekkracht van de paal in de poer (zonder wapeningsstaaf):

Optredende schuifspanning op de betonpoer wordt alleen berekend indien NEd + Gpaal < 0 N en er geen wapeningsstaaf wordt toegepast.

NEd + Gpaal = -12444 + 346 = -12099 N < 0 N, dus controle relevant.

$$Sigmap = \frac{|NEd + Gpaal|}{As} = \frac{|-12099|}{72000} = 0.17 \text{ N/mm}^2$$

d) Controle van de betonpaalcapaciteit:

- Moment:	Md =	650 Nm	<	Mcap =	1860 Nm,	dus: voldoet.
- Dwarskracht:	Fhk =	928 N	<	Vp =	9504 N,	dus: voldoet.
- Anker:	Fi =	12514 N	<	Fa =	22265 N,	dus: voldoet.
- Uittrekkracht:	Sigmap =	0.17 N/mm²	<	Sigmau =	0.36 N/mm²,	dus: voldoet.

Conclusie:
- Palen ZEUS 120x120x1000 (R6+M10) voldoen
  bij B.C.5 : b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay down wind)

4.13 B.C.6: b1) Dead load + Wind (Cpi negative, Cpe 1st bay up wind)

4.13.1 Berekening van de normaalkracht (N) in de kolommen (trek = +):

Berekening van de verticale belasting per kolom (neerwaarts = +):
In gebruikstoestand:
- Eigen gewicht dek (1.00 * 32)= 32 N/m²
- Neerwaartse belasting per kolom = 32 * 9.60 * 4.00 = 1229 N
- Eigen gewicht van de goot = 1 * (1.00 * 34) * 4.00 = 136 N
- Eigen gewicht van het spant = (1.00 * 920) = 920 N

Totaal = 2285 N

- Windbelasting:
= 9.60 *4.00*((-0.40-0.50)/2-(-0.30))*(1.00 *510) = -2940 N

In gebruikstoestand: Fvk' = -N' = -656 N

In rekentoestand:
- Eigen gewicht dek (1.02 * 32)= 33 N/m²
- Neerwaartse belasting per kolom = 33 * 9.60 * 4.00 = 1255 N
- Eigen gewicht van de goot = 1 * (1.02 * 34) * 4.00 = 139 N
- Eigen gewicht van het spant = (1.02 * 920) = 940 N

Totaal = 2333 N

- Windbelasting:
= 9.60 *4.00*((-0.40-0.50)/2-(-0.30))*(1.28 *510) = -3749 N

In rekentoestand: Fvk = -N = -1416 N

4.13.2 Berekening van het maatgevende moment (My) in de kolommen:

Horizontale (wind)krachten op het dek en op de zijgevels:

Kaphoogte = 9.60/2 * tan 27 = 2.45 m

- Wvdek(links) = wvfa+wvfc+wvfm*nMkap+wvfe=-1.070-0.70-0.400*0-0.40 = -2.170
- Wvdek(rechts) = wvfb+wvfd+wvfn*nMkap+wvff=-1.000-0.50-0.500*0-0.40 = -1.900

Horizontale (wind)krachten door asymmetrie: Wvhor = -0.270

Windwrijving:
- Aantal kappen met krachtcoëfficiënt:
  nKapCpf = max(0, nkap-max.mid.kap) = max(0, 1*11-4) = 7
  Cfr,1 = Cpf,h * tan(alpha) = 0.03 * tan(27.0) = 0.015
- Wvmid (wind) = Cfr,1*nKapCpf*bkap/hkap = 0.015 *7*9600 /2446 = +0.420

Totale horizontale (wind)krachten: Wvdek = +0.150

Fhw,dek = 0.150 * 1.28 * 510 * 2.45 * 4.00 * 0.72 = 688 N
Fhw,dek' = 0.150 * 1.00 * 510 * 2.45 * 4.00 * 0.70 = 528 N

Fhw,gevel = (0.6 + 0.3) * 1.28 * 510 * 4.00 * 4.00 * 0.72 = 6748 N
Fhw,gevel' = (0.6 + 0.3) * 1.00 * 510 * 4.00 * 4.00 * 0.70 = 5180 N

De windbelasting op het dek wordt volledig door de spanten en de kolommen afgedragen naar de fundering. De windbelasting op de zijgevels gaat gedeeltelijk rechtstreeks naar de randfundering. Het restant wordt door de spanten opgevangen. Bovendien moet rekening worden gehouden met een initiële scheefstand van de kolommen:

- wind Fh = 688 + 0.5 * 6748 * 4.0 / (4.0 - 0.08 - 0.44/2) = 4334 N
- initiële scheefstand: Fh = 1/267 * |-1416 | * 11 = 58 N

Totale hor. kracht in spantrichting: Fh,tot = 4393 N

- In gebruikstoestand:
  Fh,tot' = 3327 + 1/267 * |-656 | * 11 = 3354 N
  Fhk' = 3354 /(11+1) = 279 N, Fhk = 366 /(11+1) = 366 N (rekentoestand)

Het totale maatgevende horizontale moment in de kolommen kan worden berekend door vermenigvuldiging met de effectieve kolomhoogte:

- Mh,tot = 4393 * 3.48 = 15296 Nm

Het totale moment in spantrichting mag volgens de plasticiteits-theorie worden verdeeld over het aantal kolommen in spantrichting:

- My = 15296 / (11 + 1) = 1275 Nm

4.13.3 Controle toegestane verplaatsingen in spantrichting:

a) 1e-orde horizontale verplaatsing in spantrichting in gebruikstoestand:

De optredende eerste orde horizontale verplaatsing in spantrichting kan benaderd worden met de onderstaande formule.

$$- u1 = \frac{Fh,tot' * (kheff)^3}{3\ E\ Iy * (X + 1)} = \frac{3354 * (3482\ )^3}{3* 2.1E5*108\ E4*(11 + 1)} = 17.28\ \text{mm}$$

b) Bepaling van de totale horizontale verplaatsing in spantrichting:

Aangezien de kolommen, vanwege de grote windzuiging, op trek worden belast, is de vergrotingsfactor gelijk aan 1.0; dus:

- utot = u1 = 17.28 mm

c) Berekening van de toelaatbare horizontale verplaatsing in spantrichting:

- In relatie tot de kolomhoogte:
  Volgens de Europese norm EN13031-1, artikel 11.1.2 geldt voor dragende constructieonderdelen van kassen met een glasomhulling een doorbuigingseis van L/150 met een bovengrens van 30 mm. Rekening houdend met de vervormingslijn van de zijgevelspantkolom (scharnierend bij de fundatie en een minimale hoekverdraaiing ter plaatse van bovenkant kolom) wordt de volgende vergelijking voor de verplaatsing op goothoogte toegepast:

  - Maximale verplaatsing utoel-a = 2 * h / 150 = 2 * 4000 / 150 = 53.3 mm
  - Absolute grenswaarde umax = 2 * 30 mm = 60 mm

- Rekening houdend met de ruitafmetingen :
  - Vereiste min. speling bovenkant ruit : Sn = 7.5 mm
  - Vereiste min. speling zijkant ruit : Sr = 2.0 mm
  - Lengte van de hele dekruiten : Lr = 2015.0 mm
  - Ruitbreedte in de middenvelden : Br = 1125.0 mm
  - Ruitbreedte in de kopgevelstroken : Bs = 562.5 mm

  - toelaatbare verplaatsing 1e kolommenrij achter de kopgevel:

$$Ut1a = (Sr + Sn * \frac{Lr}{Bs}) * \frac{vak}{Lr} = (2.0 + 7.5 * \frac{2015.0}{562.5}) * \frac{4000}{2015.0} = 57.3\ \text{mm}$$

  Extra vervormingscapaciteit t.g.v. horizontale buigstijfheid goten:
  Ut1b = utot * MIN(40, X*nkap) / 120 =
  = 17.3 * MIN(40, 11*1) / 120 = 1.6 mm

  - toelaatbare verplaatsing middenvelden:

$$Ut2 = (Sr + Sn * \frac{Lr}{Br})*\frac{2*vak}{Lr} = (2.0 + 7.5*\frac{2015.0}{1125.0}) * \frac{2*4000}{2015.0} = 61.3\ \text{mm}$$

  Utoel-b = MIN(Ut1a+Ut1b, Ut2) = MIN(57.3 +1.6 , 61.3) = 58.9 mm

- Maatgevend :
  - utoel = utoel-a < utoel-b < umax; MIN(53.3 , 58.9 , 60.0) = 53.3 mm

d) Controle van de toegestane horizontale verplaatsing in spantrichting:

- Stijfheid :
  controle : 17.3 mm < 53.3 mm, dus: stijfheid voldoet.

4.13.4 Controle kolommen volgens EC3 in spantrichting:

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} + \frac{|My.Ed|}{My.c.Rd} = \frac{|1416|}{271151} + \frac{|1275|}{6927} = 0.189$$

  controle: 0.189 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Maximale spanning:

$$Sigma: \frac{|NEd|}{A} + \frac{|My.Ed|}{Wpl.y} = \frac{|1416|}{848.5} + \frac{|1275|}{27.045} = 48.8 \ N/mm^2$$

  UCspanning = Sigma/fy = 48.8 /275.0 = 0.177

  controle: 0.177 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
  Profiel alleen op trek belast, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie kolommen volgens EC3 in spantrichting:
- Kolommen RHBK100*50*3.0 mm (S275 (EN10219)) voldoen
  qua sterkte/stabiliteit/stijfheid
  bij B.C.6: b1) Dead load + Wind (Cpi negative, Cpe 1st bay up wind)

4.13.5 Controle van de poeren (in gebruikstoestand):

a) Berekening van de verticale belasting per poer:

- Verticale belasting per kolom (neerwaarts = +) : Fvk' = -656 N
- Eigen gewicht van de kolom (1.00 * 266) : Fegk' = 266 N
- Eigen gewicht paal, poer en grond (1.00 * 6042) : Gfund = 6042 N
  ---------- +
- Vert. belasting per poer: Fvp = 5653 N

Aangezien de totale verticale belasting per poer positief is, is sprake van een neerwaartse belasting op de ondergrond.

b) Berekening van het maatgevend kantelmoment ten gevolge van de belastingen:

- Horizontaal: Mhp = Fhk'* (fhp + D + H)
  = 279 * (0.300 + 0.400 + 0.570) = 355 Nm
- Verticaal : Mvp = |Fvp| * 0.5 * B
  = |5653 | * 0.5 * 0.532 = 1503 Nm
  ---------- +
- Kantelmoment per poer: Mp = Mhp + Mvp Mp = 1858 Nm

Bij een opwaarts bezwijkmodel (OBM) geldt:
- Kantelmoment per poer: Mp = Mhp - Mvp Mp = -1148 Nm

c) Controle van de kantelstabiliteit (neerwaartse belasting):

- Momentenevenwicht bij een neerwaarts bezwijkmodel (NBM):
  - controle : 1858 Nm < 26904 Nm, dus: voldoet. (maatgevend)

- Momentenevenwicht bij een opwaarts bezwijkmodel (OBM):
  - controle : -1148 Nm < 2705 Nm, dus: voldoet.

- Verticaal evenwicht:
  - controle :| 5653 N |< 90544 N, dus: voldoet.

- Horizontaal evenwicht:
  - controle : 279 N < 5557 N, dus: voldoet.

d) Controle van de zettingen:

- Berekening van de momentane (lees: permanente) belastingen:

  - Eigen gewicht dek = 32 N/m²
  - Neerwaartse belasting per kolom = 32 * 9.60 * 4.00 = 1229 N
  - Eigen gewicht van de goot = 1 * 1.00 * 34 * 4.00 = 136 N
  - Eigen gewicht van het spant = 1.00 * 920 = 920 N
    ---------- +
    Totaal Fsvd1 = 2285 N

  - Verticale belasting per kolom (neerwaarts = +) : Fsvd1 = 2285 N
  - Eigen gewicht paal, poer en grond : Gfund = 6042 N
    ---------- +
  - Vert. belasting per : Fsvd = 8327 N

- Berekening van de effectieve spanningsverhoging onder de poer:

  De resulterende verticale effectieve spanning onder de poer
  t.g.v. de momentane belastingen, bedraagt:

$$Svd0 = \frac{Fsvd}{Apoer} = \frac{8327}{pi/4 * 600^2} = 0.029 \ N/mm^2$$

  De oorspronkelijke verticale effectieve spanning is/was:

$$Svod0 = sg * (Dpoer + hpoer) = 0.0000180 * (400 + 570) = 0.017 \ N/mm^2$$

  De effectieve spanningsverhoging onder de poer, uitgaande van een
  volledig gedraineerde toestand, volgt uit:

$$dSvd0 = Svd0 - Svod0 = 0.029 - 0.017 = 0.012 \ N/mm^2$$

- Berekening van de effectieve zettingsdiepte (NEN 6744 art. 6.1):

  Bij het bepalen van de zakking moeten die grondlagen in beschouwing
  zijn genomen, waarbij de toename van de verticale effectieve spanning
  groter is dan 20% van de oorspronkelijke verticale effectieve
  spanning.
  In formule: $dSvd(z) > 0.20 * Svod(z)$
  waarin:

$$dSvd(z) = dSvd0 * \left[1 - \frac{1}{\left(\frac{0.5 * dpoer}{z} \right)^{1.5}} \right]$$

  Afname van de toename van de verticale effectieve spanning onder de fundatie-poer als functie van de diepte z

Svod(z) = sg * (z + Dpoer + hpoer) Idem, voor de oorspronkelijke verticale effectieve spanning.

De effectieve zettingsdiepte is de totale hoogte/diepte van de grondlagen onder de poer, dat volgens bovenstaande definitie in beschouwing moet zijn genomen bij de berekening van de zettingen.

De effectieve zettingsdiepte wordt door middel van een iteratieve nulpuntsbepaling bepaald waarbij moet gelden:

dSvd(zeff) = 0.20 * Svod(zeff) geeft: zeff = 0.223 m

- Bepaling van de resulterende effectieve zetting (NEN 6744 hfdst.6):

De resulterende effectieve zetting kan uiteindelijk worden bepaald door integratie van de samendrukking van de grond onder de poer tot aan de effectieve zettingsdiepte m.b.v. de formule van Terzaghi.

- Berekening van de primaire zetting (art. 6.2):

$$weff1 = \frac{Cceff}{1 + eporie} * \int_0^{zeff} \ln\left(\frac{Svod(z) + dSvd(z)}{Svod(z)}\right) dz =$$

$$= \frac{0.006}{1 + 0.6} * \int_0^{0.223} \ln\left(\frac{Svod(z) + dSvd(z)}{Svod(z)}\right) dz = 0.000 \text{ m}$$

- Berekening van de secundaire zetting over 15 jaar (art. 6.3):

$$weff2 = Cinfe * zeff * \log\left(\frac{15*365}{1}\right) = 0.000 * 0.223 * 3.738 = 0.000 \text{ m}$$

- Totaal (art. 6.1): weff = weff1 + weff2 = 0.000 + 0.000 = 0.000 m

Controle van de resulterende effectieve zetting:

Volgens NEN 6740 art. 5.2.2.1 mag de zetting niet groter zijn dan 0.15 m. In diverse gemeenten wordt ook (nog) wel gewerkt met een toelaatbare zetting van 0.10 meter. Mede daarom en omdat uitgegaan is van een gedraineerde toestand, wordt in CASTA/Kassenbouw ook gerekend met een toelaatbare zetting van 0.10 m. Er wordt als het ware een veiligheidsfactor 1.5 op NEN 6740 art. 5.2.2.1 gelegd, met name voor een niet-volledig gedraineerde toestand van de grond.

wtoel = 0.100 m

Controle zetting: 0.000 m < 0.100 m, dus: voldoet.

Conclusie:
- Poeren BPRD600*570 mm voldoen
  bij B.C.6: b1) Dead load + Wind (Cpi negative, Cpe 1st bay up wind)

4.13.6 Controle van de ZEUS 120x120x1000 (R6+M10)

a) Bepaling van de belastingen per paal in rekentoestand:
- Verticale belasting per paal (neerwaarts = +) Nd = Fvk = -1416 N
  Inclusief gewicht kolom: NEd = Fvk + g.eg*Fegk' = -1416 + 1.02*266 = -1143 N

- Maatgevend moment in de paal, ter plaatse van de poeraansluiting:
  Md = Fhk * (fh + Dpoer) = 366 * (0.300 + 0.400) = 256 Nm
- Belasting op het anker (ideële belasting):
  Fi = (NEd² + 2*Fhk²)0.5 = (-1143 ² + 2*366 ²)0.5 = 1255 N

b) Doorsnedecontrole van de paal met behulp van het Mu-Nu diagram:

Bij het invullen van de gegeven normaalkracht NEd = -1143 N in het Mu-Nu diagram wordt de momentencapaciteit Mcap verkregen door rechtlijnige interpolatie tussen de punten waar NEd ligt. Mcap = 2340 Nm

c) Uitrekkracht van de paal in de poer (zonder wapeningsstaaf):

Optredende schuifspanning op de betonpoer wordt alleen berekend indien NEd + Gpaal < 0 N en er geen wapeningsstaaf wordt toegepast.

NEd + Gpaal = -1143 + 346 = -798 N < 0 N, dus controle relevant.

$$Sigmap = \frac{|NEd + Gpaal|}{As} = \frac{|-798|}{72000} = 0.01 \text{ N/mm}^2$$

d) Controle van de betonpaalcapaciteit:

- Moment: Md = 256 Nm < Mcap = 2340 Nm, dus: voldoet.
- Dwarskracht: Fhk = 366 N < Vp = 9504 N, dus: voldoet.
- Anker: Fi = 1255 N < Fa = 22265 N, dus: voldoet.
- Uittrekkracht: Sigmap = 0.01 N/mm² < Sigmau = 0.36 N/mm², dus: voldoet.

Conclusie:
- Palen ZEUS 120x120x1000 (R6+M10) voldoen
  bij B.C.6 : b1) Dead load + Wind (Cpi negative, Cpe 1st bay up wind)

4.14 B.C.7: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, wind zone G)

4.14.1 Berekening van de normaalkracht (N) in de kolommen (trek = +):

Berekening van de verticale belasting per kolom (neerwaarts = +):
In gebruikstoestand:
- Eigen gewicht dek (1.00 * 32)= 32 N/m²
- Neerwaartse belasting per kolom = 32 * 9.60 * 4.00 = 1229 N
- Eigen gewicht van de goot = 1 * (1.00 * 34) * 4.00 = 136 N
- Eigen gewicht van het spant = (1.00 * 920) = 920 N

---------- +
Totaal = 2285 N

- Windbelasting:
= 9.60 *4.00*((-0.52-0.52)/2-(+0.20))*(1.00 *510) = -14202 N

---------- + (* 1.00)
In gebruikstoestand: Fvk' = -N' = -11917 N

In rekentoestand:
- Eigen gewicht dek (1.00 * 32)= 32 N/m²
- Neerwaartse belasting per kolom = 32 * 9.60 * 4.00 = 1229 N
- Eigen gewicht van de goot = 1 * (1.00 * 34) * 4.00 = 136 N
- Eigen gewicht van het spant = (1.00 * 920) = 920 N

---------- +
Totaal = 2285 N

- Windbelasting:
= 9.60 *4.00*((-0.52-0.52)/2-(+0.20))*(1.28 *510) = -18107 N

---------- + (* 1.00)
In rekentoestand: Fvk = -N = -15823 N

- Windfactor voor windzuiging kasdek, wind op de kopgevel:
formule: Cp(x) = -0.2-1.2e^(-1.5x/h) * Cs (ve= 4.000 m, v= 4.000 m, h= 5.059 m)
Cpe = 0.5*(Cp(ve*0.75) + Cp(ve+v*0.25)) * 0.9 = -0.52
Fvk' en Fvk gecorrigeerd met factor:(v+ve)/(2*v)= (4.000 +4.000)/(2*4.000)= 1.00

4.14.2 Berekening van het maatgevende moment (My) in de kolommen:

Horizontale (wind)krachten op het dek en op de zijgevels:

Kaphoogte = 9.60/2 * tan 27 = 2.45 m

- Wvdek(links) = wvfa+wvfc+wvfm*nMkap+wvfe=-0.525-0.52-0.525*0-0.52 = -1.574
- Wvdek(rechts) = wvfb+wvfd+wvfn*nMkap+wvff=-0.525-0.52-0.525*0-0.52 = -1.574

------- -

Horizontale (wind)krachten door asymmetrie: Wvhor = +0.000

Windwrijving:
- Aantal kappen met krachtcoëfficiënt:
  nKapCpf = max(0, nkap-max.mid.kap) = max(0, 1*11-4) = 7
  Cfr,1 = Cpf,h * tan(alpha) = 0.03 * tan(27.0) = 0.015
- Wvmid (wind) = Cfr,1*nKapCpf*bkap/hkap = 0.015 *7*9600 /2446 = +0.000

------- +

Totale horizontale (wind)krachten: Wvdek = +0.000

Fhw,dek = 0.000 * 1.28 * 510 * 2.45 * 4.00 * 0.72 = 0 N
Fhw,dek' = 0.000 * 1.00 * 510 * 2.45 * 4.00 * 0.70 = 0 N

Fhw,gevel = (0.6 + 0.3) * 1.28 * 510 * 4.00 * 4.00 * 0.72 = 6748 N
Fhw,gevel' = (0.6 + 0.3) * 1.00 * 510 * 4.00 * 4.00 * 0.70 = 5180 N

De windbelasting op het dek wordt volledig door de spanten en de kolommen afgedragen naar de fundering. De windbelasting op de zijgevels gaat gedeeltelijk rechtstreeks naar de randfundering. Het restant wordt door de spanten opgevangen. Bovendien moet rekening worden gehouden met een initiële scheefstand van de kolommen:

- wind Fh = 0 + 0.5 * 6748 * 4.0 / (4.0 - 0.08 - 0.44/2) = 3646 N
- initiële scheefstand: Fh = 1/267 * |-15823 | * 11 = 653 N

------------------ +

Totale hor. kracht in spantrichting: Fh,tot = 4299 N

- In gebruikstoestand:
  Fh,tot' = 2799 + 1/267 * |-11917 | * 11 = 3291 N
  Fhk' = 3291 /(11+1) = 274 N, Fhk = 358 /(11+1) = 358 N (rekentoestand)

Het totale maatgevende horizontale moment in de kolommen kan worden berekend door vermenigvuldiging met de effectieve kolomhoogte:

- Mh,tot = 4299 * 3.48 = 14971 Nm

Het totale moment in spantrichting mag volgens de plasticiteits-theorie worden verdeeld over het aantal kolommen in spantrichting:

- My = 14971 / (11 + 1) = 1248 Nm

4.14.3 Controle toegestane verplaatsingen in spantrichting:

a) 1e-orde horizontale verplaatsing in spantrichting in gebruikstoestand:

De optredende eerste orde horizontale verplaatsing in spantrichting kan benaderd worden met de onderstaande formule.

$$- u1 = \frac{Fh,tot' * (kheff)^3}{3\ E\ Iy * (X + 1)} = \frac{3291 * (3482\ )^3}{3* 2.1E5*108\ E4*(11 + 1)} = 16.96\ \ mm$$

b) Bepaling van de totale horizontale verplaatsing in spantrichting:

Aangezien de kolommen, vanwege de grote windzuiging, op trek worden belast, is de vergrotingsfactor gelijk aan 1.0; dus:

- utot = u1 = 16.96 mm

c) Berekening van de toelaatbare horizontale verplaatsing in spantrichting:

- In relatie tot de kolomhoogte:
  Volgens de Europese norm EN13031-1, artikel 11.1.2 geldt voor dragende constructieonderdelen van kassen met een glasomhulling een doorbuigingseis van L/150 met een bovengrens van 30 mm. Rekening houdend met de vervormingslijn van de zijgevelspantkolom (scharnierend bij de fundatie en een minimale hoekverdraaiing ter plaatse van bovenkant kolom) wordt de volgende vergelijking voor de verplaatsing op goothoogte toegepast:

  - Maximale verplaatsing utoel-a = 2 * h / 150 = 2 * 4000 / 150 = 53.3 mm
  - Absolute grenswaarde umax = 2 * 30 mm = 60 mm

- Rekening houdend met de ruitafmetingen :
  - Vereiste min. speling bovenkant ruit : Sn = 7.5 mm
  - Vereiste min. speling zijkant ruit : Sr = 2.0 mm
  - Lengte van de hele dekruiten : Lr = 2015.0 mm
  - Ruitbreedte in de middenvelden : Br = 1125.0 mm
  - Ruitbreedte in de kopgevelstroken : Bs = 562.5 mm

  - toelaatbare verplaatsing 1e kolommenrij achter de kopgevel:

$$Ut1a = (Sr + Sn * \frac{Lr}{Bs}) * \frac{vak}{Lr} = (2.0 + 7.5 * \frac{2015.0}{562.5}) * \frac{4000}{2015.0} = 57.3\ \ mm$$

    Extra vervormingscapaciteit t.g.v. horizontale buigstijfheid goten:
    Ut1b = utot * MIN(40, X*nkap) / 120 =
    = 17.0 * MIN(40, 11*1) / 120 = 1.6 mm

  - toelaatbare verplaatsing middenvelden:

$$Ut2 = (Sr + Sn * \frac{Lr\ \ 2*vak}{Br\ \ Lr})*\frac{2015.0}{1125.0} * \frac{2*4000}{2015.0} = 61.3\ \ mm$$

    Utoel-b = MIN(Ut1a+Ut1b, Ut2) = MIN(57.3 +1.6 , 61.3) = 58.9 mm

- Maatgevend :
  - utoel = utoel-a < utoel-b < umax; MIN(53.3 , 58.9 , 60.0) = 53.3 mm

d) Controle van de toegestane horizontale verplaatsing in spantrichting:

- Stijfheid :
  controle : 17.0 mm < 53.3 mm, dus: stijfheid voldoet.

4.14.4 Controle kolommen volgens EC3 in spantrichting:

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} + \frac{|My.Ed|}{My.c.Rd} = \frac{|\ 15823\ |}{271151} + \frac{|\ 1248\ |}{6927} = 0.238$$

  controle: 0.238 < 1.00, dus de sterkte voldoet.
- Maximale spanning:

$$Sigma: \frac{|NEd|}{A} + \frac{|My.Ed|}{Wpl.y} = \frac{|15823\ |}{848.5} + \frac{|\ 1248\ |}{27.045} = 64.8\ N/mm^2$$

  UCspanning = Sigma/fy = 64.8   /275.0   = 0.236

  controle: 0.236 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
  Profiel alleen op trek belast, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie kolommen volgens EC3 in spantrichting:
- Kolommen RHBK100*50*3.0 mm (S275 (EN10219)) voldoen
  qua sterkte/stabiliteit/stijfheid
  bij B.C.7: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, wind zone G)

4.14.5 Controle van de poeren (in gebruikstoestand):

a) Berekening van de verticale belasting per poer:

- Verticale belasting per kolom (neerwaarts = +) : Fvk' = -11917 N
- Eigen gewicht van de kolom (1.00 * 266) : Fegk' = 266 N
- Eigen gewicht paal, poer en grond (1.00 * 6042) : Gfund = 6042 N
  ---------- +
- Vert. belasting per poer: Fvp = -5609 N

Aangezien de totale verticale belasting per poer negatief is, is sprake van een opwaartse belasting op de ondergrond.

b) Berekening van het maatgevend kantelmoment ten gevolge van de belastingen:

- Horizontaal: Mhp = Fhk'* (fhp + D + H)
  = 274 * (0.300 + 0.400 + 0.570) = 348 Nm
- Verticaal : Mvp = |Fvp| * 0.5 * B
  = |-5609 | * 0.5 * 0.532 = 1491 Nm
  ---------- +
- Kantelmoment per poer: Mp = Mhp + Mvp Mp = 1839 Nm

c) Controle van de kantelstabiliteit (opwaartse belasting):

- Momentenevenwicht:
  - controle : 1839 Nm < 2705 Nm, dus: voldoet.

- Verticaal evenwicht:
  - controle :| -5609 N |< 5721 N, dus: voldoet.

- Horizontaal evenwicht:
  - controle : 274 N < 5557 N, dus: voldoet.

Conclusie:
- Poeren BPRD600*570 mm voldoen
  bij B.C.7: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, wind zone G)

4.14.6 Controle van de ZEUS 120x120x1000 (R6+M10)

a) Bepaling van de belastingen per paal in rekentoestand:
- Verticale belasting per paal (neerwaarts = +) Nd = Fvk = -15823 N
  Inclusief gewicht kolom: NEd = Fvk + g.eg*Fegk' = -15823 + 1.00*266 = -15556 N

- Maatgevend moment in de paal, ter plaatse van de poeraansluiting:
  Md = Fhk * (fh + Dpoer) = 358 * (0.300 + 0.400) = 251 Nm
- Belasting op het anker (ideële belasting):
  Fi = (NEd² + 2*Fhk²)0.5 = (-15556 ² + 2*358 ²)0.5 = 15564 N

b) Doorsnedecontrole van de paal met behulp van het Mu-Nu diagram:

Bij het invullen van de gegeven normaalkracht NEd = -15556 N in het Mu-Nu diagram wordt de momentencapaciteit Mcap verkregen door rechtlijnige interpolatie tussen de punten waar NEd ligt. Mcap = 1728 Nm

c) Uitrekkracht van de paal in de poer (zonder wapeningsstaaf):

Optredende schuifspanning op de betonpoer wordt alleen berekend indien NEd + Gpaal < 0 N en er geen wapeningsstaaf wordt toegepast.

NEd + Gpaal = -15556 + 346 = -15211 N < 0 N, dus controle relevant.

$$\text{Sigmap} = \frac{|\text{NEd + Gpaal}|}{\text{As}} = \frac{|-15211|}{72000} = 0.21 \text{ N/mm}^2$$

d) Controle van de betonpaalcapaciteit:

- Moment: Md = 251 Nm < Mcap = 1728 Nm, dus: voldoet.
- Dwarskracht: Fhk = 358 N < Vp = 9504 N, dus: voldoet.
- Anker: Fi = 15564 N < Fa = 22265 N, dus: voldoet.
- Uittrekkracht: Sigmap = 0.21 N/mm² < Sigmau = 0.36 N/mm², dus: voldoet.

Conclusie:
- Palen ZEUS 120x120x1000 (R6+M10) voldoen
  bij B.C.7 : b1) Dead load + Wind (Cpi positive, wind zone G)

4.15 B.C.8: c1) Dead load + Services + Crop + repair/incident actions

4.15.1 Berekening van de normaalkracht (N) in de kolommen (trek = +):

Berekening van de verticale belasting per kolom (neerwaarts = +):
In gebruikstoestand:
- Eigen gewicht dek (1.00 * 32)= 32 N/m²
- Gewasbelasting (1.00 * 0) = 0 N/m²
- Installaties (1.00 * 70) = 70 N/m²

Totaal : 102 N/m²

- Neerwaartse belasting per kolom = 102 * 9.60 * 4.00 = 3917 N
- Eigen gewicht van de goot = 1 * (1.00 * 34) * 4.00 = 136 N
- Eigen gewicht van het spant = (1.00 * 920) = 920 N
- Transportlast = 1.00 * max(1250 , 1000) + 1.00 * 0 = 1250 N

Totaal = 6223 N

- Windbelasting: 0 N

In gebruikstoestand: Fvk' = -N' = 6223 N

In rekentoestand:
- Eigen gewicht dek (1.15 * 32)= 37 N/m²
- Gewasbelasting (1.28 * 0) = 0 N/m²
- Installaties (1.15 * 70) = 80 N/m²

Totaal : 117 N/m²

- Neerwaartse belasting per kolom = 117 * 9.60 * 4.00 = 4495 N
- Eigen gewicht van de goot = 1 * (1.15 * 34) * 4.00 = 156 N
- Eigen gewicht van het spant = (1.15 * 920) = 1056 N
- Transportlast = 1.28 * max(1250 , 1000) + 1.15 * 0 = 1594 N

Totaal = 7300 N

- Windbelasting: 0 N

In rekentoestand: Fvk = -N = 7300 N

4.15.2 Berekening van het maatgevende moment (My) in de kolommen:

Alleen de horizontale kracht ten gevolge van scheefstand speelt een rol:
- initiële scheefstand:

Bij belastingen van kasdekreiniger en transportlast geldt dat de
scheefstandsterm daarvoor NIET van toepassing is.
- rekentoestand: 7300 - 0 - 1.15 * 1250 = 5866 N
  Fhk = 1/267 * |5866 | * 10 + 1/267 * |7300 | * 1 = 247 N

- gebruikstoestand: 6223 - 0 - 1250 = 4973 N
  Fhk = 1/267 * |4973 | * 10 + 1/267 * |6223 | * 1 = 210 N

  Fhk' = 210 /(11+1) = 17 N, Fhk = 21 /(11+1) = 21 N (rekentoestand)

Het totale maatgevende horizontale moment in de kolommen kan worden
berekend door vermenigvuldiging met de effectieve kolomhoogte:

- Mh,tot = 247 * 3.48 = 861 Nm

Het totale moment in spantrichting mag volgens de plasticiteits-
theorie worden verdeeld over het aantal kolommen in spantrichting:

- My = 861 / (11 + 1) = 72 Nm

4.15.3 Controle toegestane verplaatsingen in spantrichting:

a) 1e-orde horizontale verplaatsing in spantrichting in gebruikstoestand:

De optredende eerste orde horizontale verplaatsing in spantrichting kan benaderd worden met de onderstaande formule.

$$u1 = \frac{Fh,tot' * (kheff)^3}{3\ E\ Iy * (X + 1)} = \frac{210 * (3482)^3}{3* 2.1E5*108\ E4*(11 + 1)} = 1.08 \quad mm$$

b) Bepaling van de totale horizontale verplaatsing in spantrichting:

- Vergrotingsfactor in gebruikstoestand:
  - nx' = FEx / N' = 42009 / 6223 = 6.75
  - nx'/nx'-1 = 1.17

- utot = nx'/nx'-1 * u1 = 1.17 * 1.08 = 1.27 mm

c) Berekening van de toelaatbare horizontale verplaatsing in spantrichting:

- In relatie tot de kolomhoogte:
  Volgens de Europese norm EN13031-1, artikel 11.1.2 geldt voor dragende constructieonderdelen van kassen met een glasomhulling een doorbuigingseis van L/150 met een bovengrens van 30 mm. Rekening houdend met de vervormingslijn van de zijgevelspantkolom (scharnierend bij de fundatie en een minimale hoekverdraaiing ter plaatse van bovenkant kolom) wordt de volgende vergelijking voor de verplaatsing op goothoogte toegepast:

  - Maximale verplaatsing utoel-a = 2 * h / 150 = 2 * 4000 / 150 = 53.3 mm
  - Absolute grenswaarde umax = 2 * 30 mm = 60 mm

- Rekening houdend met de ruitafmetingen :
  - Vereiste min. speling bovenkant ruit : Sn = 7.5 mm
  - Vereiste min. speling zijkant ruit : Sr = 2.0 mm
  - Lengte van de hele dekruiten : Lr = 2015.0 mm
  - Ruitbreedte in de middenvelden : Br = 1125.0 mm
  - Ruitbreedte in de kopgevelstroken : Bs = 562.5 mm

  - toelaatbare verplaatsing 1e kolommenrij achter de kopgevel:

$$Ut1a = (Sr + Sn * \frac{Lr}{Bs}) * \frac{vak}{Lr} = (2.0 + 7.5 * \frac{2015.0}{562.5}) * \frac{4000}{2015.0} = 57.3 \quad mm$$

  Extra vervormingscapaciteit t.g.v. horizontale buigstijfheid goten:
  Ut1b = utot * MIN(40, X*nkap) / 120 =
  = 1.3 * MIN(40, 11*1) / 120 = 0.1 mm

  - toelaatbare verplaatsing middenvelden:

$$Ut2 = (Sr + Sn * \frac{Lr}{Br})*\frac{2*vak}{Lr} = (2.0 + 7.5*\frac{2015.0}{1125.0}) * \frac{2*4000}{2015.0} = 61.3 \quad mm$$

  Utoel-b = MIN(Ut1a+Ut1b, Ut2) = MIN(57.3 +0.1 , 61.3) = 57.4 mm

- Maatgevend :
  - utoel = utoel-a < utoel-b < umax; MIN(53.3 , 57.4 , 60.0) = 53.3 mm

d) Controle van de toegestane horizontale verplaatsing in spantrichting:

- Stijfheid :
  controle : 1.3 mm < 53.3 mm, dus: stijfheid voldoet.

4.15.4 Controle kolommen volgens EC3 in spantrichting:

- Doorsnedeklasse: 3

- Sterkte:

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} + \frac{|My.Ed|}{My.c.Rd} = \frac{|-7300|}{271151} + \frac{|72|}{6927} = 0.037$$

  controle: 0.037 < 1.00, dus de sterkte voldoet.
- Maximale spanning:

$$Sigma: \frac{|NEd|}{A} + \frac{|My.Ed|}{Wpl.y} = \frac{|-7300|}{848.5} + \frac{|72|}{27.045} = 11.3 \ N/mm^2$$

  UCspanning = Sigma/fy = 11.3 /275.0 = 0.041

  controle: 0.041 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy2 * (1.0 + 0.6*lambdarel.y*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
       = 0.90 * (1.0 + 0.6*2.36 *(|-7300 |/(0.147 *271151 /1.0)) = 1.13
  Ky.3 = Cmy2 * (1.0 + 0.6*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
       = 0.90 * (1.0 + 0.6*(|-7300 |/(0.147 *271151 /1.0)) = 1.00
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(1.13 , 1.00) = 1.00
  Kz.b = 0.8 * Ky.b = 0.80

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-7300 |/(0.147 *271151 /1.0)+1.00 *|71.8 |/(1.00*6927.1 /1.0)
           = 0.183 + 0.010 = 0.193
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-7300 |/(0.164 *271151 /1.0)+0.80 *|71.8 |/(1.00*6927.1 /1.0)
           = 0.165 + 0.008 = 0.173

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.193 , 0.173) = 0.193

  controle: 0.193 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie kolommen volgens EC3 in spantrichting:
- Kolommen RHBK100*50*3.0 mm (S275 (EN10219)) voldoen
  qua sterkte/stabiliteit/stijfheid
  bij B.C.8: c1) Dead load + Services + Crop + repair/incident actions

4.15.5 Controle van de poeren (in gebruikstoestand):

a) Berekening van de verticale belasting per poer:

- Verticale belasting per kolom (neerwaarts = +) : Fvk' = 6223 N
- Eigen gewicht van de kolom (1.00 * 266) : Fegk' = 266 N
- Eigen gewicht paal, poer en grond (1.00 * 6042) : Gfund = 6042 N
  ---------- +
- Vert. belasting per poer: Fvp = 12531 N

Aangezien de totale verticale belasting per poer positief is, is sprake van een neerwaartse belasting op de ondergrond.

b) Berekening van het maatgevend kantelmoment ten gevolge van de belastingen:

- Horizontaal: Mhp = Fhk'* (fhp + D + H)
  = 17 * (0.300 + 0.400 + 0.570) = 22 Nm
- Verticaal : Mvp = |Fvp| * 0.5 * B
  = |12531 | * 0.5 * 0.532 = 3332 Nm
  ---------- +
- Kantelmoment per poer: Mp = Mhp + Mvp Mp = 3354 Nm

Bij een opwaarts bezwijkmodel (OBM) geldt:
- Kantelmoment per poer: Mp = Mhp - Mvp Mp = -3309 Nm

c) Controle van de kantelstabiliteit (neerwaartse belasting):

- Momentenevenwicht bij een neerwaarts bezwijkmodel (NBM):
  - controle : 3354 Nm < 26904 Nm, dus: voldoet. (maatgevend)

- Momentenevenwicht bij een opwaarts bezwijkmodel (OBM):
  - controle : -3309 Nm < 2705 Nm, dus: voldoet.

- Verticaal evenwicht:
  - controle :| 12531 N |< 90544 N, dus: voldoet.

- Horizontaal evenwicht:
  - controle : 17 N < 5557 N, dus: voldoet.

d) Controle van de zettingen:

- Berekening van de momentane (lees: permanente) belastingen:

  - Eigen gewicht dek (1.00 * 32) = 32 N/m²
  - Gewasbelasting (0.20 * 0) = 0 N/m²
  - Installaties (1.00 * 70) = 70 N/m²
  ---------- +
  Totaal : 102 N/m²
  - Neerwaartse belasting per kolom = 102 * 9.60 * 4.00 = 3917 N
  - Eigen gewicht van de goot = 1 * 1.00 * 34 * 4.00 = 136 N
  - Eigen gewicht van het spant = 1.00 * 920 = 920 N
  ---------- +
  Totaal Fsvd1 = 4973 N

  - Verticale belasting per kolom (neerwaarts = +) : Fsvd1 = 4973 N
  - Eigen gewicht paal, poer en grond : Gfund = 6042 N
  ---------- +
  - Vert. belasting per : Fsvd = 11015 N

- Berekening van de effectieve spanningsverhoging onder de poer:

  De resulterende verticale effectieve spanning onder de poer
  t.g.v. de momentane belastingen, bedraagt:

$$Svd0 = \frac{Fsvd}{Apoer} = \frac{11015}{pi/4 * 600^2} = 0.039 \ N/mm^2$$

  De oorspronkelijke verticale effectieve spanning is/was:

$$Svod0 = sg * (Dpoer + hpoer) = 0.0000180 * (400 + 570) = 0.017 \ N/mm^2$$

  De effectieve spanningsverhoging onder de poer, uitgaande van een
  volledig gedraineerde toestand, volgt uit:

$$dSvd0 = Svd0 - Svod0 = 0.039 - 0.017 = 0.021 \ N/mm^2$$

- Berekening van de effectieve zettingsdiepte (NEN 6744 art. 6.1):

  Bij het bepalen van de zakking moeten die grondlagen in beschouwing
  zijn genomen, waarbij de toename van de verticale effectieve spanning
  groter is dan 20% van de oorspronkelijke verticale effectieve
  spanning.
  In formule: dSvd(z) > 0.20 * Svod(z)
  waarin:

$$dSvd(z) = dSvd0 * \left[1 - \frac{1}{\left(\frac{0.5 * dpoer}{z} \right)^{1.5}} \right]$$

  Afname van de toename van de verticale effectieve spanning onder de fundatie-poer als functie van de diepte z

Svod(z) = sg * (z + Dpoer + hpoer) Idem, voor de oorspronkelijke verticale effectieve spanning.

De effectieve zettingsdiepte is de totale hoogte/diepte van de grondlagen onder de poer, dat volgens bovenstaande definitie in beschouwing moet zijn genomen bij de berekening van de zettingen.

De effectieve zettingsdiepte wordt door middel van een iteratieve nulpuntsbepaling bepaald waarbij moet gelden:

dSvd(zeff) = 0.20 * Svod(zeff) geeft: zeff = 0.257 m

- Bepaling van de resulterende effectieve zetting (NEN 6744 hfdst.6):

De resulterende effectieve zetting kan uiteindelijk worden bepaald door integratie van de samendrukking van de grond onder de poer tot aan de effectieve zettingsdiepte m.b.v. de formule van Terzaghi.

- Berekening van de primaire zetting (art. 6.2):

$$weff1 = \frac{Cceff}{1 + eporie} * \int_0^{zeff} \ln\left(\frac{Svod(z) + dSvd(z)}{Svod(z)}\right) dz =$$

$$= \frac{0.006}{1 + 0.6} * \int_0^{0.257} \ln\left(\frac{Svod(z) + dSvd(z)}{Svod(z)}\right) dz = 0.001 \text{ m}$$

- Berekening van de secundaire zetting over 15 jaar (art. 6.3):

$$weff2 = Cinfe * zeff * \log\left(\frac{15*365}{1}\right) = 0.000 * 0.257 * 3.738 = 0.000 \text{ m}$$

- Totaal (art. 6.1): weff = weff1 + weff2 = 0.001 + 0.000 = 0.001 m

Controle van de resulterende effectieve zetting:

Volgens NEN 6740 art. 5.2.2.1 mag de zetting niet groter zijn dan 0.15 m. In diverse gemeenten wordt ook (nog) wel gewerkt met een toelaatbare zetting van 0.10 meter. Mede daarom en omdat uitgegaan is van een gedraineerde toestand, wordt in CASTA/Kassenbouw ook gerekend met een toelaatbare zetting van 0.10 m. Er wordt als het ware een veiligheidsfactor 1.5 op NEN 6740 art. 5.2.2.1 gelegd, met name voor een niet-volledig gedraineerde toestand van de grond.

wtoel = 0.100 m

Controle zetting: 0.001 m < 0.100 m, dus: voldoet.

Conclusie:
- Poeren BPRD600*570 mm voldoen
  bij B.C.8: c1) Dead load + Services + Crop + repair/incident actions

4.15.6 Controle van de ZEUS 120x120x1000 (R6+M10)

a) Bepaling van de belastingen per paal in rekentoestand:
   - Verticale belasting per paal (neerwaarts = +) Nd = Fvk = 7300 N
     Inclusief gewicht kolom: NEd = Fvk + g.eg*Fegk' = 7300 + 1.15*266 = 7606 N

   - Maatgevend moment in de paal, ter plaatse van de poeraansluiting:
     Md = Fhk * (fh + Dpoer) = 21 * (0.300 + 0.400) = 14 Nm
   - Belasting op het anker (ideële belasting):
     Fi = Fhk = 21 N (neerwaarts gesteund; anker alleen horizontaal belast)

b) Doorsnedecontrole van de paal met behulp van het Mu-Nu diagram:

   Bij het invullen van de gegeven normaalkracht NEd = 7606 N in het Mu-Nu
   diagram wordt de momentencapaciteit Mcap verkregen door rechtlijnige
   interpolatie tussen de punten waar NEd ligt. Mcap = 2643 Nm

c) Uitrekkracht van de paal in de poer (zonder wapeningsstaaf):

   Optredende schuifspanning op de betonpoer wordt alleen berekend indien
   NEd + Gpaal < 0 N en er geen wapeningsstaaf wordt toegepast.

   NEd + Gpaal = 7606 + 346 = 7951 N (>= 0) dus controle niet relevant.

d) Controle van de betonpaalcapaciteit:

  - Moment: Md = 14 Nm < Mcap = 2643 Nm, dus: voldoet.
  - Dwarskracht: Fhk = 21 N < Vp = 9504 N, dus: voldoet.
  - Anker: Fi = 21 N < Fa = 22265 N, dus: voldoet.
  - Uittrekkracht: Niet ter zake.

Conclusie:
- Palen ZEUS 120x120x1000 (R6+M10) voldoen
  bij B.C.8 : c1) Dead load + Services + Crop + repair/incident actions

4.16 B.C.9: d2) Dead Load + Services + Psi_Snow + Psi_Crop + Seismic

4.16.1 Berekening van de normaalkracht (N) in de kolommen (trek = +):

Berekening van de verticale belasting per kolom (neerwaarts = +):
In gebruikstoestand:
- Eigen gewicht dek (1.00 * 32)= 32 N/m²
- Sneeuwbelasting (0.20 * 423) = 85 N/m²
- Gewasbel.(winter)(1.00 * 0) = 0 N/m²
- Installaties (1.00 * 70) = 70 N/m²

Totaal : 187 N/m²

- Neerwaartse belasting per kolom = 187 * 9.60 * 4.00 = 7169 N
- Eigen gewicht van de goot = 1 * (1.00 * 34) * 4.00 = 136 N
- Eigen gewicht van het spant = (1.00 * 920) = 920 N
- Transportlast = 0.00 * max(1250 , 1000) + 1.00 * 0 = 0 N

Totaal = 8225 N

- Windbelasting: 0 N

In gebruikstoestand: Fvk' = -N' = 8225 N

In rekentoestand:
- Eigen gewicht dek (1.00 * 32)= 32 N/m²
- Sneeuwbelasting (0.20 * 423) = 85 N/m²
- Gewasbel.(winter)(1.00 * 0) = 0 N/m²
- Installaties (1.00 * 70) = 70 N/m²

Totaal : 187 N/m²

- Neerwaartse belasting per kolom = 187 * 9.60 * 4.00 = 7169 N
- Eigen gewicht van de goot = 1 * (1.00 * 34) * 4.00 = 136 N
- Eigen gewicht van het spant = (1.00 * 920) = 920 N
- Transportlast = 0.00 * max(1250 , 1000) + 1.00 * 0 = 0 N

Totaal = 8225 N

- Windbelasting: 0 N

In rekentoestand: Fvk = -N = 8225 N

4.16.2 Berekening van het maatgevende moment (My) in de kolommen:

Alleen de horizontale kracht ten gevolge van scheefstand speelt een rol:
- initiële scheefstand:
  - in rekentoestand: Fh,tot = 1/267 * |8225 | * 11 = 339 N
  - in gebruikstoestand: Fh,tot' = 1/267 * |8225 | * 11 = 339 N

4.16.2.1 Seismic loads:
Fag = Sd * fs * |Fvk| = 0.0500 * 0.80 * |8225 | = 329 N
Fag' = Sd * fs'* |Fvk| = 0.0500 * 0.00 * |8225 | = 0 N

Fhktot = 339 + 329 * 11 = 3958 N
Fhktot' = 339 + 0 * 11 = 339 N

Het totale maatgevende horizontale moment in de kolommen kan worden berekend door vermenigvuldiging met de effectieve kolomhoogte:

- Mh,tot = 3958 * 3.48 = 13784 Nm

Het totale moment in spantrichting mag volgens de plasticiteits-theorie worden verdeeld over het aantal kolommen in spantrichting:

- My = 13784 / (11 + 1) = 1149 Nm

4.16.3 Controle toegestane verplaatsingen in spantrichting:

a) 1e-orde horizontale verplaatsing in spantrichting in gebruikstoestand:

De optredende eerste orde horizontale verplaatsing in spantrichting kan benaderd worden met de onderstaande formule.

$$u1 = \frac{Fhktot' * (kheff)^3}{3\ E\ Iy * (X + 1)} = \frac{339 * (3482)^3}{3* 2.1E5*108\ E4*(11 + 1)} = 1.75 \text{ mm}$$

b) Bepaling van de totale horizontale verplaatsing in spantrichting:

- Vergrotingsfactor in gebruikstoestand:
  - nx' = FEx / N' = 42009 / 8225 = 5.11
  - nx'/nx'-1 = 1.24

- utot = nx'/nx'-1 * u1 = 1.24 * 1.75 = 2.17 mm

c) Berekening van de toelaatbare horizontale verplaatsing in spantrichting:

- In relatie tot de kolomhoogte:
  Volgens de Europese norm EN13031-1, artikel 11.1.2 geldt voor dragende constructieonderdelen van kassen met een glasomhulling een doorbuigingseis van L/150 met een bovengrens van 30 mm. Rekening houdend met de vervormingslijn van de zijgevelspantkolom (scharnierend bij de fundatie en een minimale hoekverdraaiing ter plaatse van bovenkant kolom) wordt de volgende vergelijking voor de verplaatsing op goothoogte toegepast:

  - Maximale verplaatsing utoel-a = 2 * h / 150 = 2 * 4000 / 150 = 53.3 mm
  - Absolute grenswaarde umax = 2 * 30 mm = 60 mm

- Rekening houdend met de ruitafmetingen :
  - Vereiste min. speling bovenkant ruit : Sn = 7.5 mm
  - Vereiste min. speling zijkant ruit : Sr = 2.0 mm
  - Lengte van de hele dekruiten : Lr = 2015.0 mm
  - Ruitbreedte in de middenvelden : Br = 1125.0 mm
  - Ruitbreedte in de kopgevelstroken : Bs = 562.5 mm

  - toelaatbare verplaatsing 1e kolommenrij achter de kopgevel:

$$Ut1a = (Sr + Sn * \frac{Lr}{Bs}) * \frac{vak}{Lr} = (2.0 + 7.5 * \frac{2015.0}{562.5}) * \frac{4000}{2015.0} = 57.3 \text{ mm}$$

    Extra vervormingscapaciteit t.g.v. horizontale buigstijfheid goten:
    Ut1b = utot * MIN(40, X*nkap) / 120 =
    = 2.2 * MIN(40, 11*1) / 120 = 0.2 mm

  - toelaatbare verplaatsing middenvelden:

$$Ut2 = (Sr + Sn * \frac{Lr}{Br})*\frac{2*vak}{Lr} = (2.0 + 7.5*\frac{2015.0}{1125.0}) * \frac{2*4000}{2015.0} = 61.3 \text{ mm}$$

    Utoel-b = MIN(Ut1a+Ut1b, Ut2) = MIN(57.3 +0.2 , 61.3) = 57.5 mm

- Bij een controle op seismische belastingen zijn de eisen op vervormingen niet relevant. Om te voorkomen dat de uitkomsten toch maatgevend zijn wordt een hoge bovengrens geïntroduceerd:
  Utoel.seismic = 2 * ph / 50 = 2 * 4000 / 50 = 160.0 mm

- Maatgevend :
  - utoel = Utoel.seismic = 160.0 mm

d) Controle van de toegestane horizontale verplaatsing in spantrichting:

- Stijfheid :
  controle : 2.2 mm < 160.0 mm, dus: stijfheid voldoet.

4.16.4 Controle kolommen volgens EC3 in spantrichting:

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} + \frac{|My.Ed|}{My.c.Rd} = \frac{|-8225|}{271151} + \frac{|1149|}{6927} = 0.196$$

  controle: 0.196 < 1.00, dus de sterkte voldoet.
- Maximale spanning:

$$Sigma: \frac{|NEd|}{A} + \frac{|My.Ed|}{Wpl.y} = \frac{|-8225|}{848.5} + \frac{|1149|}{27.045} = 52.2 \ N/mm^2$$

  UCspanning = Sigma/fy = 52.2 /275.0 = 0.190

  controle: 0.190 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
       = 0.90 * (1.0 + (2.36 - 0.2)*(|-8225 |/(0.147 *271151 /1.0)) = 1.30
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
       = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-8225 |/(0.147 *271151 /1.0)) = 1.05
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(1.30 , 1.05) = 1.05
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.63

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-8225 |/(0.147 *271151 /1.0)+1.05 *|1148.7 |/(1.00*6927.1 /1.0)
           = 0.206 + 0.174 = 0.380
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-8225 |/(0.164 *271151 /1.0)+0.63 *|1148.7 |/(1.00*6927.1 /1.0)
           = 0.185 + 0.104 = 0.290

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.380 , 0.290) = 0.380

  controle: 0.380 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie kolommen volgens EC3 in spantrichting:
- Kolommen RHBK100*50*3.0 mm (S275 (EN10219)) voldoen
  qua sterkte/stabiliteit/stijfheid
  bij B.C.9: d2) Dead Load + Services + Psi_Snow + Psi_Crop + Seismic

4.16.5 Controle van de poeren (in gebruikstoestand):

a) Berekening van de verticale belasting per poer:

- Verticale belasting per kolom (neerwaarts = +) : Fvk' = 8225 N
- Eigen gewicht van de kolom (1.00 * 266) : Fegk' = 266 N
- Eigen gewicht paal, poer en grond (1.00 * 6042) : Gfund = 6042 N
  ---------- +
- Vert. belasting per poer: Fvp = 14533 N

Aangezien de totale verticale belasting per poer positief is, is sprake van een neerwaartse belasting op de ondergrond.

b) Berekening van het maatgevend kantelmoment ten gevolge van de belastingen:

- Horizontaal: Mhp = Fhk'* (fhp + D + H)
  = 28 * (0.300 + 0.400 + 0.570) = 36 Nm
- Verticaal : Mvp = |Fvp| * 0.5 * B
  = |14533 | * 0.5 * 0.532 = 3864 Nm
  ---------- +
- Kantelmoment per poer: Mp = Mhp + Mvp Mp = 3900 Nm

Bij een opwaarts bezwijkmodel (OBM) geldt:
- Kantelmoment per poer: Mp = Mhp - Mvp Mp = -3828 Nm

c) Controle van de kantelstabiliteit (neerwaartse belasting):

- Momentenevenwicht bij een neerwaarts bezwijkmodel (NBM):
  - controle : 3900 Nm < 26904 Nm, dus: voldoet. (maatgevend)

- Momentenevenwicht bij een opwaarts bezwijkmodel (OBM):
  - controle : -3828 Nm < 2705 Nm, dus: voldoet.

- Verticaal evenwicht:
  - controle :| 14533 N |< 90544 N, dus: voldoet.

- Horizontaal evenwicht:
  - controle : 28 N < 5557 N, dus: voldoet.

d) Controle van de zettingen:

- Berekening van de momentane (lees: permanente) belastingen:

  - Eigen gewicht dek (1.00 * 32) = 32 N/m²
  - Gewasbelasting (0.20 * 0) = 0 N/m²
  - Installaties (1.00 * 70) = 70 N/m²
  ---------- +
  Totaal : 102 N/m²
  - Neerwaartse belasting per kolom = 102 * 9.60 * 4.00 = 3917 N
  - Eigen gewicht van de goot = 1 * 1.00 * 34 * 4.00 = 136 N
  - Eigen gewicht van het spant = 1.00 * 920 = 920 N
  ---------- +
  Totaal Fsvd1 = 4973 N

  - Verticale belasting per kolom (neerwaarts = +) : Fsvd1 = 4973 N
  - Eigen gewicht paal, poer en grond : Gfund = 6042 N
  ---------- +
  - Vert. belasting per : Fsvd = 11015 N

- Berekening van de effectieve spanningsverhoging onder de poer:

  De resulterende verticale effectieve spanning onder de poer
  t.g.v. de momentane belastingen, bedraagt:

$$Svd0 = \frac{Fsvd}{Apoer} = \frac{11015}{pi/4 * 600^2} = 0.039 \ N/mm^2$$

  De oorspronkelijke verticale effectieve spanning is/was:

$$Svod0 = sg * (Dpoer + hpoer) = 0.0000180 * (400 + 570) = 0.017 \ N/mm^2$$

  De effectieve spanningsverhoging onder de poer, uitgaande van een
  volledig gedraineerde toestand, volgt uit:

$$dSvd0 = Svd0 - Svod0 = 0.039 - 0.017 = 0.021 \ N/mm^2$$

- Berekening van de effectieve zettingsdiepte (NEN 6744 art. 6.1):

  Bij het bepalen van de zakking moeten die grondlagen in beschouwing
  zijn genomen, waarbij de toename van de verticale effectieve spanning
  groter is dan 20% van de oorspronkelijke verticale effectieve
  spanning.
  In formule: dSvd(z) > 0.20 * Svod(z)
  waarin:

$$dSvd(z) = dSvd0 * \left[1 - \frac{1}{\left(\frac{0.5 * dpoer}{z} \right)^{1.5}} \right]$$

  Afname van de toename van de verticale effectieve spanning onder de fundatie-poer als functie van de diepte z

Svod(z) = sg * (z + Dpoer + hpoer) Idem, voor de oorspronkelijke verticale effectieve spanning.

De effectieve zettingsdiepte is de totale hoogte/diepte van de grondlagen onder de poer, dat volgens bovenstaande definitie in beschouwing moet zijn genomen bij de berekening van de zettingen.

De effectieve zettingsdiepte wordt door middel van een iteratieve nulpuntsbepaling bepaald waarbij moet gelden:

dSvd(zeff) = 0.20 * Svod(zeff) geeft: zeff = 0.257 m

- Bepaling van de resulterende effectieve zetting (NEN 6744 hfdst.6):

De resulterende effectieve zetting kan uiteindelijk worden bepaald door integratie van de samendrukking van de grond onder de poer tot aan de effectieve zettingsdiepte m.b.v. de formule van Terzaghi.

- Berekening van de primaire zetting (art. 6.2):

$$weff1 = \frac{Cceff}{1 + eporie} * \int_0^{zeff} ln\left(\frac{Svod(z) + dSvd(z)}{Svod(z)}\right) dz =$$

$$= \frac{0.006}{1 + 0.6} * \int_0^{0.257} ln\left(\frac{Svod(z) + dSvd(z)}{Svod(z)}\right) dz = 0.001 \text{ m}$$

- Berekening van de secundaire zetting over 15 jaar (art. 6.3):

$$weff2 = Cinfe * zeff * log\left(\frac{15*365}{1}\right) = 0.000 * 0.257 * 3.738 = 0.000 \text{ m}$$

- Totaal (art. 6.1): weff = weff1 + weff2 = 0.001 + 0.000 = 0.001 m

Controle van de resulterende effectieve zetting:

Volgens NEN 6740 art. 5.2.2.1 mag de zetting niet groter zijn dan 0.15 m. In diverse gemeenten wordt ook (nog) wel gewerkt met een toelaatbare zetting van 0.10 meter. Mede daarom en omdat uitgegaan is van een gedraineerde toestand, wordt in CASTA/Kassenbouw ook gerekend met een toelaatbare zetting van 0.10 m. Er wordt als het ware een veiligheidsfactor 1.5 op NEN 6740 art. 5.2.2.1 gelegd, met name voor een niet-volledig gedraineerde toestand van de grond.

wtoel = 0.100 m

Controle zetting: 0.001 m < 0.100 m, dus: voldoet.

Conclusie:
- Poeren BPRD600*570 mm voldoen
  bij B.C.9: d2) Dead Load + Services + Psi_Snow + Psi_Crop + Seismic

4.16.6 Controle van de ZEUS 120x120x1000 (R6+M10)

a) Bepaling van de belastingen per paal in rekentoestand:
   - Verticale belasting per paal (neerwaarts = +) Nd = Fvk = 8225 N
     Inclusief gewicht kolom: NEd = Fvk + g.eg*Fegk' = 8225 + 1.00*266 = 8492 N

   - Maatgevend moment in de paal, ter plaatse van de poeraansluiting:
     Md = Fhk * (fh + Dpoer) = 330 * (0.300 + 0.400) = 231 Nm
   - Belasting op het anker (ideële belasting):
     Fi = Fhk = 330 N (neerwaarts gesteund; anker alleen horizontaal belast)

b) Doorsnedecontrole van de paal met behulp van het Mu-Nu diagram:

   Bij het invullen van de gegeven normaalkracht NEd = 8492 N in het Mu-Nu
   diagram wordt de momentencapaciteit Mcap verkregen door rechtlijnige
   interpolatie tussen de punten waar NEd ligt. Mcap = 2674 Nm

c) Uitrekkracht van de paal in de poer (zonder wapeningsstaaf):

   Optredende schuifspanning op de betonpoer wordt alleen berekend indien
   NEd + Gpaal < 0 N en er geen wapeningsstaaf wordt toegepast.

   NEd + Gpaal = 8492 + 346 = 8837 N (>= 0) dus controle niet relevant.

d) Controle van de betonpaalcapaciteit:

  - Moment: Md = 231 Nm < Mcap = 2674 Nm, dus: voldoet.
  - Dwarskracht: Fhk = 330 N < Vp = 9504 N, dus: voldoet.
  - Anker: Fi = 330 N < Fa = 22265 N, dus: voldoet.
  - Uittrekkracht: Niet ter zake.

Conclusie:
- Palen ZEUS 120x120x1000 (R6+M10) voldoen
  bij B.C.9 : d2) Dead Load + Services + Psi_Snow + Psi_Crop + Seismic

4.17 B.C.10: d1) Dead Load + Services + Psi_Snow + Seismic

4.17.1 Berekening van de normaalkracht (N) in de kolommen (trek = +):

Berekening van de verticale belasting per kolom (neerwaarts = +):
In gebruikstoestand:
- Eigen gewicht dek (1.00 * 32)= 32 N/m²
- Sneeuwbelasting (0.20 * 423) = 85 N/m²
- Gewasbel.(winter)(0.00 * 0) = 0 N/m²
- Installaties (1.00 * 70) = 70 N/m²

Totaal : 187 N/m²

- Neerwaartse belasting per kolom = 187 * 9.60 * 4.00 = 7169 N
- Eigen gewicht van de goot = 1 * (1.00 * 34) * 4.00 = 136 N
- Eigen gewicht van het spant = (1.00 * 920) = 920 N
- Transportlast = 0.00 * max(1250 , 1000) + 1.00 * 0 = 0 N

Totaal = 8225 N

- Windbelasting: 0 N

In gebruikstoestand: Fvk' = -N' = 8225 N

In rekentoestand:
- Eigen gewicht dek (1.00 * 32)= 32 N/m²
- Sneeuwbelasting (0.20 * 423) = 85 N/m²
- Gewasbel.(winter)(0.00 * 0) = 0 N/m²
- Installaties (1.00 * 70) = 70 N/m²

Totaal : 187 N/m²

- Neerwaartse belasting per kolom = 187 * 9.60 * 4.00 = 7169 N
- Eigen gewicht van de goot = 1 * (1.00 * 34) * 4.00 = 136 N
- Eigen gewicht van het spant = (1.00 * 920) = 920 N
- Transportlast = 0.00 * max(1250 , 1000) + 1.00 * 0 = 0 N

Totaal = 8225 N

- Windbelasting: 0 N

In rekentoestand: Fvk = -N = 8225 N

4.17.2 Berekening van het maatgevende moment (My) in de kolommen:

Alleen de horizontale kracht ten gevolge van scheefstand speelt een rol:
- initiële scheefstand:
  - in rekentoestand: Fh,tot = 1/267 * |8225 | * 11 = 339 N
  - in gebruikstoestand: Fh,tot' = 1/267 * |8225 | * 11 = 339 N

4.17.2.1 Seismic loads:
Fag = Sd * fs * |Fvk| = 0.0500 * 0.80 * |8225 | = 329 N
Fag' = Sd * fs'* |Fvk| = 0.0500 * 0.00 * |8225 | = 0 N

Fhktot = 339 + 329 * 11 = 3958 N
Fhktot' = 339 + 0 * 11 = 339 N

Het totale maatgevende horizontale moment in de kolommen kan worden berekend door vermenigvuldiging met de effectieve kolomhoogte:

- Mh,tot = 3958 * 3.48 = 13784 Nm

Het totale moment in spantrichting mag volgens de plasticiteits-theorie worden verdeeld over het aantal kolommen in spantrichting:

- My = 13784 / (11 + 1) = 1149 Nm

4.17.3 Controle toegestane verplaatsingen in spantrichting:

a) 1e-orde horizontale verplaatsing in spantrichting in gebruikstoestand:

De optredende eerste orde horizontale verplaatsing in spantrichting kan benaderd worden met de onderstaande formule.

$$u1 = \frac{Fhktot' * (kheff)^3}{3\ E\ Iy * (X + 1)} = \frac{339 * (3482)^3}{3* 2.1E5*108\ E4*(11 + 1)} = 1.75 \text{ mm}$$

b) Bepaling van de totale horizontale verplaatsing in spantrichting:

- Vergrotingsfactor in gebruikstoestand:
  - nx' = FEx / N' = 42009 / 8225 = 5.11
  - nx'/nx'-1 = 1.24

- utot = nx'/nx'-1 * u1 = 1.24 * 1.75 = 2.17 mm

c) Berekening van de toelaatbare horizontale verplaatsing in spantrichting:

- In relatie tot de kolomhoogte:
  Volgens de Europese norm EN13031-1, artikel 11.1.2 geldt voor dragende constructieonderdelen van kassen met een glasomhulling een doorbuigingseis van L/150 met een bovengrens van 30 mm. Rekening houdend met de vervormingslijn van de zijgevelspantkolom (scharnierend bij de fundatie en een minimale hoekverdraaiing ter plaatse van bovenkant kolom) wordt de volgende vergelijking voor de verplaatsing op goothoogte toegepast:

  - Maximale verplaatsing utoel-a = 2 * h / 150 = 2 * 4000 / 150 = 53.3 mm
  - Absolute grenswaarde umax = 2 * 30 mm = 60 mm

- Rekening houdend met de ruitafmetingen :
  - Vereiste min. speling bovenkant ruit : Sn = 7.5 mm
  - Vereiste min. speling zijkant ruit : Sr = 2.0 mm
  - Lengte van de hele dekruiten : Lr = 2015.0 mm
  - Ruitbreedte in de middenvelden : Br = 1125.0 mm
  - Ruitbreedte in de kopgevelstroken : Bs = 562.5 mm

  - toelaatbare verplaatsing 1e kolommenrij achter de kopgevel:

$$Ut1a = (Sr + Sn * \frac{Lr}{Bs}) * \frac{vak}{Lr} = (2.0 + 7.5 * \frac{2015.0}{562.5}) * \frac{4000}{2015.0} = 57.3 \text{ mm}$$

  Extra vervormingscapaciteit t.g.v. horizontale buigstijfheid goten:
  Ut1b = utot * MIN(40, X*nkap) / 120 =
  = 2.2 * MIN(40, 11*1) / 120 = 0.2 mm

  - toelaatbare verplaatsing middenvelden:

$$Ut2 = (Sr + Sn * \frac{Lr}{Br})*\frac{2*vak}{Lr} = (2.0 + 7.5*\frac{2015.0}{1125.0}) * \frac{4000}{2015.0} = 61.3 \text{ mm}$$

  Utoel-b = MIN(Ut1a+Ut1b, Ut2) = MIN(57.3 +0.2 , 61.3) = 57.5 mm

- Bij een controle op seismische belastingen zijn de eisen op vervormingen niet relevant. Om te voorkomen dat de uitkomsten toch maatgevend zijn wordt een hoge bovengrens geïntroduceerd:
  Utoel.seismic = 2 * ph / 50 = 2 * 4000 / 50 = 160.0 mm

- Maatgevend :
  - utoel = Utoel.seismic = 160.0 mm

d) Controle van de toegestane horizontale verplaatsing in spantrichting:

- Stijfheid :
  controle : 2.2 mm < 160.0 mm, dus: stijfheid voldoet.

4.17.4 Controle kolommen volgens EC3 in spantrichting:

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} + \frac{|My.Ed|}{My.c.Rd} = \frac{|-8225|}{271151} + \frac{|1149|}{6927} = 0.196$$

  controle: 0.196 < 1.00, dus de sterkte voldoet.
- Maximale spanning:

$$Sigma: \frac{|NEd|}{A} + \frac{|My.Ed|}{Wpl.y} = \frac{|-8225|}{848.5} + \frac{|1149|}{27.045} = 52.2 \ N/mm^2$$

  UCspanning = Sigma/fy = 52.2 /275.0 = 0.190

  controle: 0.190 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
       = 0.90 * (1.0 + (2.36 - 0.2)*(|-8225 |/(0.147 *271151 /1.0)) = 1.30
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
       = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-8225 |/(0.147 *271151 /1.0)) = 1.05
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(1.30 , 1.05) = 1.05
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.63

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-8225 |/(0.147 *271151 /1.0)+1.05 *|1148.7 |/(1.00*6927.1 /1.0)
           = 0.206 + 0.174 = 0.380
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-8225 |/(0.164 *271151 /1.0)+0.63 *|1148.7 |/(1.00*6927.1 /1.0)
           = 0.185 + 0.104 = 0.290

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.380 , 0.290) = 0.380

  controle: 0.380 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie kolommen volgens EC3 in spantrichting:
- Kolommen RHBK100*50*3.0 mm (S275 (EN10219)) voldoen
  qua sterkte/stabiliteit/stijfheid
  bij B.C.10: d1) Dead Load + Services + Psi_Snow + Seismic

4.17.5 Controle van de poeren (in gebruikstoestand):

a) Berekening van de verticale belasting per poer:

- Verticale belasting per kolom (neerwaarts = +) : Fvk' = 8225 N
- Eigen gewicht van de kolom (1.00 * 266) : Fegk' = 266 N
- Eigen gewicht paal, poer en grond (1.00 * 6042) : Gfund = 6042 N
  ---------- +
- Vert. belasting per poer: Fvp = 14533 N

Aangezien de totale verticale belasting per poer positief is, is sprake van een neerwaartse belasting op de ondergrond.

b) Berekening van het maatgevend kantelmoment ten gevolge van de belastingen:

- Horizontaal: Mhp = Fhk'* (fhp + D + H)
  = 28 * (0.300 + 0.400 + 0.570) = 36 Nm
- Verticaal : Mvp = |Fvp| * 0.5 * B
  = |14533 | * 0.5 * 0.532 = 3864 Nm
  ---------- +
- Kantelmoment per poer: Mp = Mhp + Mvp Mp = 3900 Nm

Bij een opwaarts bezwijkmodel (OBM) geldt:
- Kantelmoment per poer: Mp = Mhp - Mvp Mp = -3828 Nm

c) Controle van de kantelstabiliteit (neerwaartse belasting):

- Momentenevenwicht bij een neerwaarts bezwijkmodel (NBM):
  - controle : 3900 Nm < 26904 Nm, dus: voldoet. (maatgevend)

- Momentenevenwicht bij een opwaarts bezwijkmodel (OBM):
  - controle : -3828 Nm < 2705 Nm, dus: voldoet.

- Verticaal evenwicht:
  - controle :| 14533 N |< 90544 N, dus: voldoet.

- Horizontaal evenwicht:
  - controle : 28 N < 5557 N, dus: voldoet.

d) Controle van de zettingen:

- Berekening van de momentane (lees: permanente) belastingen:

  - Eigen gewicht dek (1.00 * 32) = 32 N/m²
  - Installaties (1.00 * 70) = 70 N/m²
  ---------- +
  Totaal : 102 N/m²
  - Neerwaartse belasting per kolom = 102 * 9.60 * 4.00 = 3917 N
  - Eigen gewicht van de goot = 1 * 1.00 * 34 * 4.00 = 136 N
  - Eigen gewicht van het spant = 1.00 * 920 = 920 N
  ---------- +
  Totaal Fsvd1 = 4973 N

  - Verticale belasting per kolom (neerwaarts = +) : Fsvd1 = 4973 N
  - Eigen gewicht paal, poer en grond : Gfund = 6042 N
  ---------- +
  - Vert. belasting per : Fsvd = 11015 N

- Berekening van de effectieve spanningsverhoging onder de poer:

  De resulterende verticale effectieve spanning onder de poer
  t.g.v. de momentane belastingen, bedraagt:

$$Svd0 = \frac{Fsvd}{Apoer} = \frac{11015}{pi/4 * 600^2} = 0.039 \ N/mm^2$$

  De oorspronkelijke verticale effectieve spanning is/was:

  $Svod0 = sg * (Dpoer + hpoer) = 0.0000180 * (400 + 570) = 0.017 \ N/mm^2$

  De effectieve spanningsverhoging onder de poer, uitgaande van een
  volledig gedraineerde toestand, volgt uit:

  $dSvd0 = Svd0 - Svod0 = 0.039 - 0.017 = 0.021 \ N/mm^2$

- Berekening van de effectieve zettingsdiepte (NEN 6744 art. 6.1):

  Bij het bepalen van de zakking moeten die grondlagen in beschouwing
  zijn genomen, waarbij de toename van de verticale effectieve spanning
  groter is dan 20% van de oorspronkelijke verticale effectieve
  spanning.
  In formule: $dSvd(z) > 0.20 * Svod(z)$
  waarin:

$$dSvd(z) = dSvd0 * \left[1 - \frac{1}{\left(\frac{0.5 * dpoer}{z} \right)^{1.5}} \right]$$

  Afname van de toename van de verticale effectieve spanning onder de fundatie-poer als functie van de diepte z

Svod(z) = sg * (z + Dpoer + hpoer) Idem, voor de oorspronkelijke verticale effectieve spanning.

De effectieve zettingsdiepte is de totale hoogte/diepte van de grondlagen onder de poer, dat volgens bovenstaande definitie in beschouwing moet zijn genomen bij de berekening van de zettingen.

De effectieve zettingsdiepte wordt door middel van een iteratieve nulpuntsbepaling bepaald waarbij moet gelden:

dSvd(zeff) = 0.20 * Svod(zeff) geeft: zeff = 0.257 m

- Bepaling van de resulterende effectieve zetting (NEN 6744 hfdst.6):

De resulterende effectieve zetting kan uiteindelijk worden bepaald door integratie van de samendrukking van de grond onder de poer tot aan de effectieve zettingsdiepte m.b.v. de formule van Terzaghi.

- Berekening van de primaire zetting (art. 6.2):

$$weff1 = \frac{Cceff}{1 + eporie} * \int_0^{zeff} \ln\left(\frac{Svod(z) + dSvd(z)}{Svod(z)}\right) dz =$$

$$= \frac{0.006}{1 + 0.6} * \int_0^{0.257} \ln\left(\frac{Svod(z) + dSvd(z)}{Svod(z)}\right) dz = 0.001 \text{ m}$$

- Berekening van de secundaire zetting over 15 jaar (art. 6.3):

$$weff2 = Cinfe * zeff * \log\left(\frac{15*365}{1}\right) = 0.000 * 0.257 * 3.738 = 0.000 \text{ m}$$

- Totaal (art. 6.1): weff = weff1 + weff2 = 0.001 + 0.000 = 0.001 m

Controle van de resulterende effectieve zetting:

Volgens NEN 6740 art. 5.2.2.1 mag de zetting niet groter zijn dan 0.15 m. In diverse gemeenten wordt ook (nog) wel gewerkt met een toelaatbare zetting van 0.10 meter. Mede daarom en omdat uitgegaan is van een gedraineerde toestand, wordt in CASTA/Kassenbouw ook gerekend met een toelaatbare zetting van 0.10 m. Er wordt als het ware een veiligheidsfactor 1.5 op NEN 6740 art. 5.2.2.1 gelegd, met name voor een niet-volledig gedraineerde toestand van de grond.

wtoel = 0.100 m

Controle zetting: 0.001 m < 0.100 m, dus: voldoet.

Conclusie:
- Poeren BPRD600*570 mm voldoen
  bij B.C.10: d1) Dead Load + Services + Psi_Snow + Seismic

4.17.6 Controle van de ZEUS 120x120x1000 (R6+M10)

a) Bepaling van de belastingen per paal in rekentoestand:
   - Verticale belasting per paal (neerwaarts = +) Nd = Fvk = 8225 N
     Inclusief gewicht kolom: NEd = Fvk + g.eg*Fegk' = 8225 + 1.00*266 = 8492 N

   - Maatgevend moment in de paal, ter plaatse van de poeraansluiting:
     Md = Fhk * (fh + Dpoer) = 330 * (0.300 + 0.400) = 231 Nm
   - Belasting op het anker (ideële belasting):
     Fi = Fhk = 330 N (neerwaarts gesteund; anker alleen horizontaal belast)

b) Doorsnedecontrole van de paal met behulp van het Mu-Nu diagram:

   Bij het invullen van de gegeven normaalkracht NEd = 8492 N in het Mu-Nu
   diagram wordt de momentencapaciteit Mcap verkregen door rechtlijnige
   interpolatie tussen de punten waar NEd ligt. Mcap = 2674 Nm

c) Uitrekkracht van de paal in de poer (zonder wapeningsstaaf):

   Optredende schuifspanning op de betonpoer wordt alleen berekend indien
   NEd + Gpaal < 0 N en er geen wapeningsstaaf wordt toegepast.

   NEd + Gpaal = 8492 + 346 = 8837 N (>= 0) dus controle niet relevant.

d) Controle van de betonpaalcapaciteit:

  - Moment: Md = 231 Nm < Mcap = 2674 Nm, dus: voldoet.
  - Dwarskracht: Fhk = 330 N < Vp = 9504 N, dus: voldoet.
  - Anker: Fi = 330 N < Fa = 22265 N, dus: voldoet.
  - Uittrekkracht: Niet ter zake.

Conclusie:
- Palen ZEUS 120x120x1000 (R6+M10) voldoen
  bij B.C.10 : d1) Dead Load + Services + Psi_Snow + Seismic

4.18 B.C.11: d3) Dead Load + Services + Psi_Crop + Seismic

4.18.1 Berekening van de normaalkracht (N) in de kolommen (trek = +):

Berekening van de verticale belasting per kolom (neerwaarts = +):
In gebruikstoestand:
- Eigen gewicht dek (1.00 * 32)= 32 N/m²
- Gewasbelasting (1.00 * 0) = 0 N/m²
- Installaties (1.00 * 70) = 70 N/m²

Totaal : 102 N/m²

- Neerwaartse belasting per kolom = 102 * 9.60 * 4.00 = 3917 N
- Eigen gewicht van de goot = 1 * (1.00 * 34) * 4.00 = 136 N
- Eigen gewicht van het spant = (1.00 * 920) = 920 N
- Transportlast = 0.00 * max(1250 , 1000) + 1.00 * 0 = 0 N

Totaal = 4973 N

- Windbelasting: 0 N

In gebruikstoestand: Fvk' = -N' = 4973 N

In rekentoestand:
- Eigen gewicht dek (1.00 * 32)= 32 N/m²
- Gewasbelasting (1.00 * 0) = 0 N/m²
- Installaties (1.00 * 70) = 70 N/m²

Totaal : 102 N/m²

- Neerwaartse belasting per kolom = 102 * 9.60 * 4.00 = 3917 N
- Eigen gewicht van de goot = 1 * (1.00 * 34) * 4.00 = 136 N
- Eigen gewicht van het spant = (1.00 * 920) = 920 N
- Transportlast = 0.00 * max(1250 , 1000) + 1.00 * 0 = 0 N

Totaal = 4973 N

- Windbelasting: 0 N

In rekentoestand: Fvk = -N = 4973 N

4.18.2 Berekening van het maatgevende moment (My) in de kolommen:

Alleen de horizontale kracht ten gevolge van scheefstand speelt een rol:
- initiële scheefstand:
  - in rekentoestand: Fh,tot = 1/267 * |4973 | * 11 = 205 N
  - in gebruikstoestand: Fh,tot' = 1/267 * |4973 | * 11 = 205 N

4.18.2.1 Seismic loads:
Fag = Sd * fs * |Fvk| = 0.0500 * 0.80 * |4973 | = 199 N
Fag' = Sd * fs'* |Fvk| = 0.0500 * 0.00 * |4973 | = 0 N

Fhktot = 205 + 199 * 11 = 2393 N
Fhktot' = 205 + 0 * 11 = 205 N

Het totale maatgevende horizontale moment in de kolommen kan worden berekend door vermenigvuldiging met de effectieve kolomhoogte:

- Mh,tot = 2393 * 3.48 = 8334 Nm

Het totale moment in spantrichting mag volgens de plasticiteits-theorie worden verdeeld over het aantal kolommen in spantrichting:

- My = 8334 / (11 + 1) = 694 Nm

4.18.3 Controle toegestane verplaatsingen in spantrichting:

a) 1e-orde horizontale verplaatsing in spantrichting in gebruikstoestand:

De optredende eerste orde horizontale verplaatsing in spantrichting kan benaderd worden met de onderstaande formule.

$$- u1 = \frac{Fhktot' * (kheff)^3}{3\ E\ Iy * (X + 1)} = \frac{205 * (3482\ )^3}{3* 2.1E5*108\ E4*(11 + 1)} = 1.06 \quad mm$$

b) Bepaling van de totale horizontale verplaatsing in spantrichting:

- Vergrotingsfactor in gebruikstoestand:
  - nx' = FEx / N' = 42009 / 4973 = 8.45
  - nx'/nx'-1 = 1.13

- utot = nx'/nx'-1 * u1 = 1.13 * 1.06 = 1.20 mm

c) Berekening van de toelaatbare horizontale verplaatsing in spantrichting:

- In relatie tot de kolomhoogte:
  Volgens de Europese norm EN13031-1, artikel 11.1.2 geldt voor dragende constructieonderdelen van kassen met een glasomhulling een doorbuigingseis van L/150 met een bovengrens van 30 mm. Rekening houdend met de vervormingslijn van de zijgevelspantkolom (scharnierend bij de fundatie en een minimale hoekverdraaiing ter plaatse van bovenkant kolom) wordt de volgende vergelijking voor de verplaatsing op goothoogte toegepast:

  - Maximale verplaatsing utoel-a = 2 * h / 150 = 2 * 4000 / 150 = 53.3 mm
  - Absolute grenswaarde umax = 2 * 30 mm = 60 mm

- Rekening houdend met de ruitafmetingen :
  - Vereiste min. speling bovenkant ruit : Sn = 7.5 mm
  - Vereiste min. speling zijkant ruit : Sr = 2.0 mm
  - Lengte van de hele dekruiten : Lr = 2015.0 mm
  - Ruitbreedte in de middenvelden : Br = 1125.0 mm
  - Ruitbreedte in de kopgevelstroken : Bs = 562.5 mm

  - toelaatbare verplaatsing 1e kolommenrij achter de kopgevel:

$$Ut1a = (Sr + Sn * \frac{Lr}{Bs}) * \frac{vak}{Lr} = (2.0 + 7.5 * \frac{2015.0}{562.5}) * \frac{4000}{2015.0} = 57.3 \quad mm$$

  Extra vervormingscapaciteit t.g.v. horizontale buigstijfheid goten:
  Ut1b = utot * MIN(40, X*nkap) / 120 =
  = 1.2 * MIN(40, 11*1) / 120 = 0.1 mm

  - toelaatbare verplaatsing middenvelden:

$$Ut2 = (Sr + Sn * \frac{Lr}{Br})*\frac{2*vak}{Lr} = (2.0 + 7.5*\frac{2015.0}{1125.0}) * \frac{4000}{2015.0} = 61.3 \quad mm$$

  Utoel-b = MIN(Ut1a+Ut1b, Ut2) = MIN(57.3 +0.1 , 61.3) = 57.4 mm

- Bij een controle op seismische belastingen zijn de eisen op vervormingen niet relevant. Om te voorkomen dat de uitkomsten toch maatgevend zijn wordt een hoge bovengrens geïntroduceerd:
  Utoel.seismic = 2 * ph / 50 = 2 * 4000 / 50 = 160.0 mm

- Maatgevend :
  - utoel = Utoel.seismic = 160.0 mm

d) Controle van de toegestane horizontale verplaatsing in spantrichting:

- Stijfheid :
  controle : 1.2 mm < 160.0 mm, dus: stijfheid voldoet.

4.18.4 Controle kolommen volgens EC3 in spantrichting:

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} + \frac{|My.Ed|}{My.c.Rd} = \frac{|-4973|}{271151} + \frac{|694|}{6927} = 0.119$$

  controle: 0.119 < 1.00, dus de sterkte voldoet.
- Maximale spanning:

$$Sigma: \frac{|NEd|}{A} + \frac{|My.Ed|}{Wpl.y} = \frac{|-4973|}{848.5} + \frac{|694|}{27.045} = 31.5 \ N/mm^2$$

  UCspanning = Sigma/fy = 31.5 /275.0 = 0.115

  controle: 0.115 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
  = 0.90 * (1.0 + (2.36 - 0.2)*(|-4973 |/(0.147 *271151 /1.0)) = 1.14
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
  = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-4973 |/(0.147 *271151 /1.0)) = 0.99
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(1.14 , 0.99) = 0.99
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.59

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
  = |-4973 |/(0.147 *271151 /1.0)+0.99 *|694.5 |/(1.00*6927.1 /1.0)
  = 0.125 + 0.099 = 0.224
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
  = |-4973 |/(0.164 *271151 /1.0)+0.59 *|694.5 |/(1.00*6927.1 /1.0)
  = 0.112 + 0.060 = 0.172

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.224 , 0.172) = 0.224

  controle: 0.224 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie kolommen volgens EC3 in spantrichting:
- Kolommen RHBK100*50*3.0 mm (S275 (EN10219)) voldoen
  qua sterkte/stabiliteit/stijfheid
  bij B.C.11: d3) Dead Load + Services + Psi_Crop + Seismic

4.18.5 Controle van de poeren (in gebruikstoestand):

a) Berekening van de verticale belasting per poer:

- Verticale belasting per kolom (neerwaarts = +) : Fvk' = 4973 N
- Eigen gewicht van de kolom (1.00 * 266) : Fegk' = 266 N
- Eigen gewicht paal, poer en grond (1.00 * 6042) : Gfund = 6042 N
  ---------- +
- Vert. belasting per poer: Fvp = 11281 N

Aangezien de totale verticale belasting per poer positief is, is sprake van een neerwaartse belasting op de ondergrond.

b) Berekening van het maatgevend kantelmoment ten gevolge van de belastingen:

- Horizontaal: Mhp = Fhk'* (fhp + D + H)
  = 17 * (0.300 + 0.400 + 0.570) = 22 Nm
- Verticaal : Mvp = |Fvp| * 0.5 * B
  = |11281 | * 0.5 * 0.532 = 2999 Nm
  ---------- +
- Kantelmoment per poer: Mp = Mhp + Mvp Mp = 3021 Nm

Bij een opwaarts bezwijkmodel (OBM) geldt:
- Kantelmoment per poer: Mp = Mhp - Mvp Mp = -2978 Nm

c) Controle van de kantelstabiliteit (neerwaartse belasting):

- Momentenevenwicht bij een neerwaarts bezwijkmodel (NBM):
  - controle : 3021 Nm < 26904 Nm, dus: voldoet. (maatgevend)

- Momentenevenwicht bij een opwaarts bezwijkmodel (OBM):
  - controle : -2978 Nm < 2705 Nm, dus: voldoet.

- Verticaal evenwicht:
  - controle :| 11281 N |< 90544 N, dus: voldoet.

- Horizontaal evenwicht:
  - controle : 17 N < 5557 N, dus: voldoet.

d) Controle van de zettingen:

- Berekening van de momentane (lees: permanente) belastingen:

  - Eigen gewicht dek (1.00 * 32) = 32 N/m²
  - Gewasbelasting (0.20 * 0) = 0 N/m²
  - Installaties (1.00 * 70) = 70 N/m²
  ---------- +
  Totaal : 102 N/m²
  - Neerwaartse belasting per kolom = 102 * 9.60 * 4.00 = 3917 N
  - Eigen gewicht van de goot = 1 * 1.00 * 34 * 4.00 = 136 N
  - Eigen gewicht van het spant = 1.00 * 920 = 920 N
  ---------- +
  Totaal Fsvd1 = 4973 N

  - Verticale belasting per kolom (neerwaarts = +) : Fsvd1 = 4973 N
  - Eigen gewicht paal, poer en grond : Gfund = 6042 N
  ---------- +
  - Vert. belasting per : Fsvd = 11015 N

- Berekening van de effectieve spanningsverhoging onder de poer:

  De resulterende verticale effectieve spanning onder de poer
  t.g.v. de momentane belastingen, bedraagt:

$$Svd0 = \frac{Fsvd}{Apoer} = \frac{11015}{pi/4 * 600^2} = 0.039 \ N/mm^2$$

  De oorspronkelijke verticale effectieve spanning is/was:

$$Svod0 = sg * (Dpoer + hpoer) = 0.0000180 * (400 + 570) = 0.017 \ N/mm^2$$

  De effectieve spanningsverhoging onder de poer, uitgaande van een
  volledig gedraineerde toestand, volgt uit:

$$dSvd0 = Svd0 - Svod0 = 0.039 - 0.017 = 0.021 \ N/mm^2$$

- Berekening van de effectieve zettingsdiepte (NEN 6744 art. 6.1):

  Bij het bepalen van de zakking moeten die grondlagen in beschouwing
  zijn genomen, waarbij de toename van de verticale effectieve spanning
  groter is dan 20% van de oorspronkelijke verticale effectieve
  spanning.
  In formule: dSvd(z) > 0.20 * Svod(z)
  waarin:

$$dSvd(z) = dSvd0 * \left[1 - \frac{1}{\left(\frac{0.5 * dpoer}{z} \right)^{1.5}} \right]$$

  Afname van de toename van de verticale effectieve spanning onder de fundatie-poer als functie van de diepte z

Svod(z) = sg * (z + Dpoer + hpoer) Idem, voor de oorspronkelijke verticale effectieve spanning.

De effectieve zettingsdiepte is de totale hoogte/diepte van de grondlagen onder de poer, dat volgens bovenstaande definitie in beschouwing moet zijn genomen bij de berekening van de zettingen.

De effectieve zettingsdiepte wordt door middel van een iteratieve nulpuntsbepaling bepaald waarbij moet gelden:

dSvd(zeff) = 0.20 * Svod(zeff) geeft: zeff = 0.257 m

- Bepaling van de resulterende effectieve zetting (NEN 6744 hfdst.6):

De resulterende effectieve zetting kan uiteindelijk worden bepaald door integratie van de samendrukking van de grond onder de poer tot aan de effectieve zettingsdiepte m.b.v. de formule van Terzaghi.

- Berekening van de primaire zetting (art. 6.2):

$$weff1 = \frac{Cceff}{1 + eporie} * \int_0^{zeff} \ln\left(\frac{Svod(z) + dSvd(z)}{Svod(z)}\right) dz =$$

$$= \frac{0.006}{1 + 0.6} * \int_0^{0.257} \ln\left(\frac{Svod(z) + dSvd(z)}{Svod(z)}\right) dz = 0.001 \text{ m}$$

- Berekening van de secundaire zetting over 15 jaar (art. 6.3):

$$weff2 = Cinfe * zeff * \log\left(\frac{15*365}{1}\right) = 0.000 * 0.257 * 3.738 = 0.000 \text{ m}$$

- Totaal (art. 6.1): weff = weff1 + weff2 = 0.001 + 0.000 = 0.001 m

Controle van de resulterende effectieve zetting:

Volgens NEN 6740 art. 5.2.2.1 mag de zetting niet groter zijn dan 0.15 m. In diverse gemeenten wordt ook (nog) wel gewerkt met een toelaatbare zetting van 0.10 meter. Mede daarom en omdat uitgegaan is van een gedraineerde toestand, wordt in CASTA/Kassenbouw ook gerekend met een toelaatbare zetting van 0.10 m. Er wordt als het ware een veiligheidsfactor 1.5 op NEN 6740 art. 5.2.2.1 gelegd, met name voor een niet-volledig gedraineerde toestand van de grond.

wtoel = 0.100 m

Controle zetting: 0.001 m < 0.100 m, dus: voldoet.

Conclusie:
- Poeren BPRD600*570 mm voldoen
  bij B.C.11: d3) Dead Load + Services + Psi_Crop + Seismic

4.18.6 Controle van de ZEUS 120x120x1000 (R6+M10)

a) Bepaling van de belastingen per paal in rekentoestand:
   - Verticale belasting per paal (neerwaarts = +) Nd = Fvk = 4973 N
     Inclusief gewicht kolom: NEd = Fvk + g.eg*Fegk' = 4973 + 1.00*266 = 5239 N

   - Maatgevend moment in de paal, ter plaatse van de poeraansluiting:
     Md = Fhk * (fh + Dpoer) = 199 * (0.300 + 0.400) = 140 Nm
   - Belasting op het anker (ideële belasting):
     Fi = Fhk = 199 N (neerwaarts gesteund; anker alleen horizontaal belast)

b) Doorsnedecontrole van de paal met behulp van het Mu-Nu diagram:

   Bij het invullen van de gegeven normaalkracht NEd = 5239 N in het Mu-Nu
   diagram wordt de momentencapaciteit Mcap verkregen door rechtlijnige
   interpolatie tussen de punten waar NEd ligt. Mcap = 2566 Nm

c) Uitrekkracht van de paal in de poer (zonder wapeningsstaaf):

   Optredende schuifspanning op de betonpoer wordt alleen berekend indien
   NEd + Gpaal < 0 N en er geen wapeningsstaaf wordt toegepast.

   NEd + Gpaal = 5239 + 346 = 5585 N (>= 0) dus controle niet relevant.

d) Controle van de betonpaalcapaciteit:

  - Moment: Md = 140 Nm < Mcap = 2566 Nm, dus: voldoet.
  - Dwarskracht: Fhk = 199 N < Vp = 9504 N, dus: voldoet.
  - Anker: Fi = 199 N < Fa = 22265 N, dus: voldoet.
  - Uittrekkracht: Niet ter zake.

Conclusie:
- Palen ZEUS 120x120x1000 (R6+M10) voldoen
  bij B.C.11 : d3) Dead Load + Services + Psi_Crop + Seismic

Bedrijf: Heuvel-Folie-Serres bvba, CK-324-1
Project: Hooghoutplant VOF,koude kas, NEN13031
Bestand: 3.CA_21-019 Hooghoutplant BK 11x9.60m ph 4.00m.ckd

De controle is uitgevoerd met CASTA/Kassenbouw versie 3.10 SP5

5 K R U I S S C H O O R V A K K E N en P O E R E N

Kasgegevens:

- Kastype	:	Breedkap-kas
- Overspanning (l)	:	9.60 m
- Aantal gekoppelde spanten	:	11 (y-richting)
- Vakmaat (v)	:	4.00 m
- Kolomhoogte (h)	:	4.00 m
- Kaslengte (L)	:	44.0 m
- Aantal schoorvakken(nstab):		2
- Funderingstype	:	niet-onderheide fundering (op staal)
- Grondsoort	:	Zand schoon

De navolgende rapportage van de CASTA controleberekening van de kruisschoorvakken en de fundatie van een kas is in overeenstemming met de algemene Nederlandse norm voor bouwconstructies NEN-EN 1990 en de hierna volgende specifieke Nederlandse bouwnormen, waarmee is voldaan aan de van toepassing zijnde bepalingen van het Bouwbesluit (Hfdst. 2; art. 21 t/m 24):
De belastingen en belastingscombinaties zijn bepaald volgens:
- NEN-EN 13031:2020: CC1 Greenhouse NL;
- Basiswindsnelheid: Vb50 = 24.5 m/s met Cprob 15 jaar: Vb = 22.4 m/s
- Karateristieke Sneeuwbelasting: SK = 700.0 N/m² op de grond (50 jaar)

De controle berekeningen zijn geheel of gedeeltelijk uitgevoerd volgens de volgende normen:
- NEN-EN 1993 Eurocode 3: Ontwerp en berekening van staalconstructies
  * NEN-EN 1993-1-1: Algemene regels en regels voor gebouwen
  * NEN-EN 1993-1-3: Koudgevormde dunwandige profielen en platen
  * NEN-EN 1993-1-8: Ontwerp en berekening van verbindingen
- NEN-EN 1997 Eurocode 7: Geotechnisch ontwerp
  * NEN 9997-1: Algemene regels

(voor zover van toepassing voor de uitgevoerde controle berekening)
Bij de genoemde Eurocodes zijn de Nederlandse nationale bijlagen van toepassing

Voor een toelichting op de berekening van de schoorvakken en/of stabiliteitsportalen wordt verwezen naar TNO rapport: BI-89-002* "Berekening van kruisschoorvakken en stabiliteitsportalen voor Venlo-warenhuizen en Breedkapkassen", Delft/1989.
Voor een toelichting op de berekening van de poeren wordt verwezen naar TNO rapport: 93-CON-R0304 "Rekenregels voor de dimensionering en de controle van de poeren van de kolommen, schoorvakken en portaalspanten voor Venlo-warenhuizen en Breedkapkassen volgens NEN 3859", Delft/1993

CASTA/Kassenbouw is een hulpmiddel bij het ontwerp van de constructie en onderdelen van een kas.
De gebruiker van CASTA/Kassenbouw is zelf verantwoordelijk voor het invoeren van de juiste gegevens.
TNO aanvaardt geen enkele aansprakelijkheid bij het toepassen van de resultaten van CASTA/Kassenbouw.
Het programma CASTA/Kassenbouw is ontwikkeld door TNO in samenwerking met en onder begeleiding van de stichting Hortivation.
Voor meer informatie over CASTA/Kassenbouw kunt u contact opnemen met TNO (088 8663460).

5.1 Samenvatting maatgevende berekeningsresultaten:
(Tussen haakjes is per item het nummer van de maatgevende B.C. gegeven.)
- Bovenstuk kolom:
  - Sterkte (B.C.1) : 0.77 < 1.00, dus: voldoet.
  - Spanning (B.C.1) : 0.78 < 1.00, dus: voldoet.
  - Stabiliteit (B.C.1) : 1.00 < 1.00, dus: voldoet.
- Onderstuk kolom:
  - Sterkte (B.C.1) : 0.86 < 1.00, dus: voldoet.
  - Spanning (B.C.1) : 0.88 < 1.00, dus: voldoet.
  - Stabiliteit (B.C.2) : 0.90 < 1.00, dus: voldoet.
- Koppelbalk boven:
  - Sterkte (B.C.1) : 0.09 < 1.00, dus: voldoet.
  - Spanning (B.C.1) : 0.09 < 1.00, dus: voldoet.
  - Stabiliteit (B.C.1) : 0.33 < 1.00, dus: voldoet.
- Schoren:
  - Sterkte (B.C.1) : 0.50 < 1.00, dus: voldoet.
  - Spanning (elke BC) : alleen op trek belast dus: voldoet
  - Stabiliteit (elke BC) : alleen op trek belast dus: voldoet
- Koppelbalk onder:
  - Sterkte (B.C.1) : 0.36 < 1.00, dus: voldoet.
  - Spanning (B.C.1) : 0.35 < 1.00, dus: voldoet.
  - Stabiliteit (B.C.1) : 0.22 < 1.00, dus: voldoet.
  - Verplaatsing (B.C.1) : 2.5 mm < 5.0 mm, dus: voldoet.
- Stijfheid kruisschoorvak:
  - Verplaatsing (B.C.1) : 35.2 mm < 53.3 mm, dus: voldoet.
- Kantelstabiliteit fundatie:
  - Momenten (B.C.3) o : 2545 Nm < 2578 Nm, dus: voldoet.
  - Verticaal (B.C.3) :| -2265 N | < 5292 N, dus: voldoet.
  - Horizontaal (B.C.1) : 2772 N < 5093 N, dus: voldoet.
  - Zetting (B.C.1) : 0.001 m < 0.100 m, dus: voldoet.
- Palen
  - Moment (B.C.3) : 1446 Nm < 3312 Nm, dus: voldoet.
  - Dwarskracht (B.C.1) : 4145 N < 9504 N, dus: voldoet.
  - Anker (B.C.3) : 13144 N < 22265 N, dus: voldoet.
  - Uittrekkracht : Niet ter zake.

5.1.1 Eindconclusie(s):
- De 2 kruisschoorvakken voldoen qua sterkte/stijfheid/stabiliteit bij alle berekende belastingcombinaties.
  - Kolommen RHBK100*50*3.0 mm (S235 (EN10219)) : voldoen
  - Bovenl. koppelbalken RHBK50*50*2.0, S235 (EN10219) : voldoen
  - Schoren RD12.0 mm (S235 (EN10219)) : voldoen
  - Onderl. koppelbalken RHBK80*50*3.0, S235 (EN10219) : voldoen
  - Stijfheid kruisschoorvak : voldoet
- De fundatie voldoet qua kantelstabiliteit bij alle berekende belastingcombinaties.
  - Poeren BPRD600*610 : voldoen
  - Palen ZEUS 120x120x1000ZW (R8+M10) : voldoen

- Toetsing van de gootlengte voor thermische vervormingen:

Goot	Lmax (m)		
staal verzinkt	222.2	> 44.0	m, scheefstand gevelkolom < 53.3 mm.
staal wit	296.3	> 44.0	m, scheefstand gevelkolom < 53.3 mm.
aluminium	160.1	> 44.0	m, scheefstand gevelkolom < 53.3 mm.
aluminium geisoleerd	189.8	> 44.0	m, scheefstand gevelkolom < 53.3 mm.

5.1.2 Mededelingen/opmerkingen:
De belastingen en belastingscombinaties zijn bepaald volgens:
- EN13031-1 Greenhouses: Design and Construction
  - Onderzochte belastingcombinaties:
    - B.C.1: a11) Dead load + Services + Wind + Crop
    - B.C.2: a21) Dead Load + Services + Snow + Psi_Crop
    - B.C.3: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay up wind)
    - B.C.4: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay down wind)
    - B.C.5: b1) Dead load + Wind (Cpi negative, Cpe 1st bay up wind)
    - B.C.6: c1) Dead load + Services + Crop + repair/incident actions
    - B.C.7: d2) Dead Load + Services + Psi_Snow + Psi_Crop + Seismic
    - B.C.8: d1) Dead Load + Services + Psi_Snow + Seismic
    - B.C.9: d3) Dead Load + Services + Psi_Crop + Seismic

- De kruisschoorvakken zijn alleen in gootrichting gecontroleerd.
  De controle van de kolommen en de poeren in spantrichting kan met het onderdeel
  CASTA/Kolommen worden uitgevoerd.

- Voor een nadere controle van de schoorverbindingen met de onderliggende
  koppelbalk en met de kruisschoorvak-kolommen wordt verwezen naar
  EN 1993-1-1 (Staalconstructies) en EN 1993-1-8 (Verbindingen).

- Voor de controle van de prefab-betonpalen wordt verwezen naar de
  (toetsingsrapporten van de) leverancier.

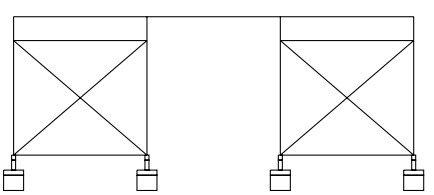
- Bij controle van de draagkracht en de zetting van de grond volgens NEN 6740
  en NEN 6744 is uitgegaan van een volledig gedraineerde toestand, volgens
  artikel 5.2.3. van NEN 6744. In geval van een ongedraineerde toestand, of
  een niet-volledig gedraineerde toestand, dient een grondmechanisch of
  geotechnisch adviseur ingeschakeld te worden.

5.2 INVOERGEGEVENS

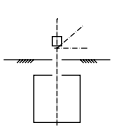
5.2.1 Type en afmetingen van de kas:
- Kastype : Breedkapkas
- Overspanning (l) : 9.60 m
- Vakmaat (v) : 4.00 m
- Kolomhoogte gevel : 4.00 m
- Kaslengte (L) : 44.0 m
- Minimum aantal aaneengesloten overspanningen (y-richting): 11

5.2.2 Overige gegevens van de kas:
- Dekhelling (alfa) : 27.0 graden
- Funderingshoogte (fh) : 300 mm
- Funderingstype : niet-onderheide fundering (op staal)
- Spanthoogte (hspant) : 390 mm (vertikaal gemeten: 438 mm)
- Spantverlaging (vspant) : 80 mm
- Glasbreedte dek (bd) : 1125 mm
- Glaslengte dek : 2015 mm
- Glasbreedte kopgevel (bkg): 800 mm
- Glasbreedte zijgevel (bzg): 852 mm

5.2.3 Kolommen:
- Profiel : RHBK100*50*3.0
- Staalsoort kolommen : S275 (EN10219)
- Lengte kolom : 4000 mm
- Gat in de kolom : Nee

5.2.4 Gegevens van de kruisschoorvakken:


- Dubbel : Nee
- Aantal (nstab) : 2
- Kolommen : RHBK100*50*3.0 mm
- Lengte kolommen : 4000 mm
- Staalsoort kolommen : S235 (EN10219)
- Gat in de kolom : Nee
- Verjonging van de kolom : Nee
- Bovenl. koppelbalk : RHBK50*50*2.0 mm (S235 (EN10219))
- Schoren : RD12.0 mm (S235 (EN10219))
- Onderl. Koppelbalk : RHBK80*50*3.0 mm (S235 (EN10219))
- Schoorverlaging (vs) : 715 mm
- Onderbalkverlaging (vok) : 150 mm

5.3 Gegevens van de fundering van de kruisschoorvakken:


- Palen (14 liter beton) : ZEUS 120x120x1000ZW (R8+M10)
  - met wapeningsstaaf in de poer
- Poeren (167 liter beton): BPRD600*610 mm (Betonprop rond)
  - Poerdiepte (Dpoer) : 300 mm
- Funderingshoogte (fhp) : 300 mm
- Grondsoort : Zand schoon

5.3.1 Eigen gewicht van diverse kasonderdelen:
- Dek (qdek) : 32 N/m² grondoppervlak
- Goot (Qgoot) : 34 N/m
- Fspantbeen 1e spant : 449 N
- Fspantbeen 2e spant : 460 N
- Fspantbeen middenvelden : 364 N
- E.g.ligger : 920 N

5.3.2 Gegevens van de verhoogde teeltlaag:
- Geen verhoogde teeltlaag toegepast.

5.3.3 Belastingen:
De belastingen zijn berekend volgens:
  - NEN-EN 13031:2020: CC1 Greenhouse NL;
  - Basic wind velocity : V50 = 24.5 m/s reference V15 = 22.4 m/s
  - Basic snowload : SK = 700.0 N/m²
  - Berekende afsmeltfactor : Ct = 1.000
    Temperatuur onder kasdek: Niet verwarmd
    Schermdoek op pakket bij sneeuwval: Ja
        Afwatering smeltwater snel en ongehinderd: Ja
  - Reference period : Rf = 15 year
  - Seismische respons : Invoer door gebruiker
  - Seismische versnelling : AgR = 0.050 x g m/sec²
    (Reference: TRC=475 years, n=50years, 10% exceedence)
  - Seismische respons : Sd = 0.050 x g m/sec²
  - Seismische ontwerpfactor: gs = 1.30
- Windstuwdruk (qwind) : 510 N/m² dekoppervlak
  (N.B.: Nokhoogte: H = 0.300 + 4.000 + 0.5 * 9.600 * tan 27° = 6.746 m)
        Gebouwhoogte: 6.746 m. Eff.hoogte: ze = 6.746 m
- Sneeuwbelasting (qsneeuw) : 423.5 N/m² grondoppervlak
- Installaties : 70 N/m² grondoppervlak
- Hangende teeltgoot : 0 N/m² grondoppervlak
- Installaties totaal : 70 N/m² grondoppervlak
- Gewasbelasting (qgewas) : 0 = Max(0 , 0) N/m² grondoppervlak
- Gewasbelasting winter : 0 N/m² grondoppervlak
- Transportlast incidenteel : 1250 N
                permanent : 0 N
- Puntlast onderbalk (Fpunt): 1000 N

5.4 GEGEVENS OVER DE TOEGEPASTE NORM

5.4.1 Gegevens over de Europese kassenbouwnorm

- NEN-EN 13031:2020: CC1 Greenhouse NL;
- Basiswindsnelheid: Vb50 = 24.5 m/s met Cprob 15 jaar: Vb = 22.4 m/s
- Karateristieke Sneeuwbelasting: SK = 700.0 N/m² op de grond (50 jaar)

5.4.2 Windbelasting:

- Reference wind velocity : Vref.50 = 24.5 m/s
- Return period : ref = 15
- Shape parameter : K1 = 0.281 ; n = 0.5
- Terrain category greenhouses : z0II = 0.050 m, z0 = 0.200 m, zmin = 4.000 m
  Kr = 0.19*(z0/z0II)^0.07 = 0.19*(0.200 /0.050)^0.07 = 0.209
- Reference wind velocity (for ref.min = 15 years):

$$Vref = Vref.50 * \frac{1 - K1 * \ln(1/ref)}{1 - K1 * \ln(0.02)} = 22.439 \text{ m/s}$$

- Height ridge : 0.300 + 4.000 + 0.5*9.600*tan27° = 6.746 m
- Reference height : ze = 6.746 m (ze = Height ridge = building height = 6.746 m)
- Roughness coëfficiënt : cr(ze) = 0.737
- Topography coëfficiënt : co(ze) = 1.000
- Turbulence coëfficiënt : kl = 1.000
- Turbulence intensity : Iv(ze) = (Kr * kl) /(ct(ze) * co(ze))= 0.284
- Exposure coëfficiënt : ce(ze) = cr(ze)² * co(ze)² * (1 + 7 * Iv(ze)) = 1.622
- Reference wind pressure : rho = 1.250 kg/m3; q = rho/2*(Vref)² = 314.697 N/m²
- Peak velocity : Vpeak = ce(ze)^0.5 * Vref = 1.622 ^0.5 * 22.439 = 28.6 m/s
- Mean wind pressure : qref = ce(ze) * q = 510.474 N/m²
- Reductiefactor cscd = max(0.72, (0.78*0.85)) = 0.72 (rekentoestand)
- Reductiefactor cscd' = 0.78*0.85 = 0.66 (gebruikstoestand)

Voor de reductiefactoren wordt de onderstaande tabel aangehouden
(tussenliggende waarden via lineaire interpolatie):

X [m]	Cs 2) loodrecht	Ccor parallel
5	0.92	1.00
10	0.89	0.85
20	0.87	0.85
30	0.85	0.85
50	0.82	0.85
75	0.80	0.85
100	0.78	0.85
150	0.75	0.85
> 200	0.73	0.85

(volgens EN13031-1)

1): de maximale reductie van de windstuwdruk is 0.72 (=0.85x0.85)

2): de ondergrens voor cs=0.85 (rekentoestand)

Cs;loodrecht = 0.78 (kasbreedte 105.6 m)
Ccor;parallel = 0.85 (kaslengte 44.0 m)

5.4.3 Sneeuwbelasting:
Sneeuwbelasting (qsneeuw): 423.5 N/m² grondoppervlak (zonder afsmelten: qsi = 423.5 N/m²)
- Return period: ref = 15
- Basic snow load: SK = 700.0 N/m²
- Reduction with a return period n and V=0.800
  EN 13031-1: Rf = (1-0.800*0.7797*(ln(1/15)+0.577216))/(1+2.6*0.800) = 0.756
- Snow load shape coëfficiënt (for sub_structure only): C1 = 0.80
- Thermal coëfficiënt for non-heated greenhouses: Ct = 1.00
- Exposure coëfficiënt Ce, usually 1.0 (no effect from wind): Ce = 1.00
- Snow load (load on the roof projected on the ground):
  qs = Rf*C1*Ce*Ct*Sk = 0.756 * 0.8 * 1.0 * 1.000 * 700.0 = 423.5 N/m² 1)

5.4.3.1 Calculation of the thermal coefficient with EN13031-1 and ISO 4355 'Snow control by heating'
For heated greenhouses, equipped for the controlled melting of roof snow, see Table C.1
category THSC, the thermal coefficient in accordance with ISO 4355:201.

Conditions during a snow event
- The characteristic snow load on the ground : Sk = 700.0 N/m²
- Roof angle : a = 27°
- Air temperature inside (at snow event) : Ti = Niet verwarmd
- Air temperature outside (at snow event) : Te > -8 °C
- Screen system is open : yes
- Water discharge is unhindered : yes
- Material roof cover : Single layer plastic film (0.2 mm PE or

Derived data for the calculation of Ct according EN13031
- U in for heat protection : U = 7.1 W/m²K (see Table C2, EN13031-1)
- External surface resistance : Rse = 0.04 m²K/W
- Uo value of the roof cover : Uo.r = U1/[1/U-R.se] = 9.916 W/m²*K
- Heat transmittance (max value) : Uo = 4.177 W/m²K (min-max: 1 min 4.177 max W/m²K)
- Upper ground snow load limit : Lim.Skn = [20.2634/[(Ti-5)*(sin(0.4*Uo-0.1))^3/4] = 70219 N/m²
- Skmax in the Ct Calculation : Skmax = min(Skn,Lim.Skn)= min(700*0.756, 70219)

Basic melt factor Ct, see C.2.3 EN13031-1:
Ct = [1-0.054(Skmax/3500)^1/4*(Ti-5)*(sin(0.4Uo-0.1))^3/4]*cos(a) = 1.000 (incl. corrections)

Corrections for Ct depending on parameters:
- Air temperature outside: for Te <= -8 °C factor = 1.2 so Ct = 1.0*Ct
- Upper limit Ct <= 1.0
- Lower limit Ct > 0.2 * cos(a)

5.4.4 Onderzochte belastingcombinaties:
- B.C.1: a11) Dead load + Services + Wind + Crop
- B.C.2: a21) Dead Load + Services + Snow + Psi_Crop
- B.C.3: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay up wind)
- B.C.4: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay down wind)
- B.C.5: b1) Dead load + Wind (Cpi negative, Cpe 1st bay up wind)
- B.C.6: c1) Dead load + Services + Crop + repair/incident actions
- B.C.7: d2) Dead Load + Services + Psi_Snow + Psi_Crop + Seismic
- B.C.8: d1) Dead Load + Services + Psi_Snow + Seismic
- B.C.9: d3) Dead Load + Services + Psi_Crop + Seismic

- Combinaties voor dekroeden:
  - BC.R1 : a12) Dead load + Services + Wind
  - BC.R2 : a21) Dead Load + Services + Snow + Psi_Crop
  - BC.R3 : b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay down wind)
  - BC.R4 : c1) Dead load + Services + Crop + repair/incident actions

- Combinaties voor de goot:
  - BC.G1 : a0) Dead load + Snow (without snow removal)
  - BC.G2 : a11) Dead load + Services + Wind + Crop
  - BC.G3 : a12) Dead load + Services + Wind
  - BC.G4 : a21) Dead Load + Services + Snow + Psi_Crop
  - BC.G5 : d2) Dead Load + Services + Psi_Snow + Psi_Crop + Seismic
  - BC.G6 : d1) Dead Load + Services + Psi_Snow + Seismic
  - BC.G7 : d3) Dead Load + Services + Psi_Crop + Seismic

5.4.5 Tabel 7: Afgeleide belastingsfactoren in rekentoestand
en tussen haakjes in gebruikstoestand:

ref	G1	G2	Q1	Q2	Q3	Q4	AK2
BC	Eigen gewicht dek a= 32 N/m² b= 0 N	Installaties 70 N/m² + 0 N/m² = 70 N/m²	Wind-belasting a= 510 N/m² b= 368 N/m² c= 510 N/m²	Sneeuwbelasting a= 423 N/m² b= 423 N/m² c= 0 N/m²	Gewasbelasting a= 0 N/m² b= 0 N/m²	Transportbelasting a= 0 N b= 1250 N	Aardbeving AgR = 0.050 [Sd]
1	1.02(1.00)	1.02(1.00)	1.28(1.00)	0.00(0.00)	a 1.28(1.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)
2	1.02(1.00)	1.02(1.00)	0.00(0.00)	a 1.28(1.00)	b 1.28(1.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)
3	1.00(1.00)	0.00(0.00)	1.28(1.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)
4	1.00(1.00)	0.00(0.00)	1.28(1.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)
5	1.02(1.00)	0.00(0.00)	1.28(1.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)
6	1.15(1.00)	1.15(1.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)	a 1.28(1.00)	1.28(1.00)	0.00(0.00)
7	1.00(1.00)	1.00(1.00)	0.00(0.00)	a 0.20(0.20)	b 1.00(1.00)	0.00(0.00)	0.80(0.00)[0.050]
8	1.00(1.00)	1.00(1.00)	0.00(0.00)	a 0.20(0.20)	b 0.00(0.00)	0.00(0.00)	0.80(0.00)[0.050]
9	1.00(1.00)	1.00(1.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)	a 1.00(1.00)	0.00(0.00)	0.80(0.00)[0.050]

G1 = Dead load: [a]roof; [b]permanent
G2 = Services : [a]load on truss; [b]permanent
Q1 = Wind Load: [a]excl.Cdim (gables); [b]gutter direction (crosses); [c]span direction (trellis, column)
Q2 = Snow load: [a]incl. Ct=1.000; [b]exeptional Ct=1.0; [c]Accidental
Q3 = Crop Load: [a]max season; [b]max winter
Q4 = Transport incidental: [a]on roof; [b]inside

Horizontale windbelasting van het kasdek.
De som van horizontale windbelasting van het gehele kasdek loodrecht op de nokrichting (0 deg) mag worden berekend met de horizontale kracht van de eerste 2 kappen uit tabel B3 van EN13031-1, plus vanaf de derde kap elke kap een horizontale kracht bepaald met alleen de krachtcoëfficiënt Cfr,1 werkend op de kaphoogte (=verticale afstand goot tot nok).
De krachtcoëfficiënt is afgeleid van windtunneltesten voor kassen en is exclusief CsCd (zie publicatie "Equivalent static wind loads on large multi-span duo-pitch greenhouses").

Parameters for calculating the wind coefficients (See EN31031)
- Height from ground level to top : He = 6746 mm
- Height from ground level to gutter : hs = 4300 mm
- Max (0.75*He, h) : h = 5059 mm
- Roof angle : alpha = 27.0 °
- Greenhouse Width : W = 105600 mm Ratio h/W = 0.0479
- Greenhouse length : L = 44000 mm Ratio h/L = 0.1150
- Bay width gutter to gutter : S = 9600 mm Ratio h/S = 0.5270

5.4.6 Tabel 7: Windvormfactoren bij wind evenwijdig (||) aan de nok:

BC	Vormfactor Wind, dek	Factor Windwrijving	Winddruk kopgevel	Windzuiging kopgevel	Druk in de kas*)
1	-0.200	0.010	+0.70	+0.30	-0.20
2	+0.000	0.000	+0.00	+0.00	0.00
3	-0.200	0.010	+0.70	+0.30	0.20
4	-0.200	0.010	+0.70	+0.30	0.20
5	-0.200	0.010	+0.70	+0.30	-0.20
6	+0.000	0.000	+0.00	+0.00	0.00
7	+0.000	0.000	+0.00	+0.00	0.00
8	+0.000	0.000	+0.00	+0.00	0.00
9	+0.000	0.000	+0.00	+0.00	0.00

*) Overdruk=positief / Onderdruk=negatief

5.5 OVERZICHT BEREKENINGSRESULTATEN PER BELASTINGGEVAL:

5.5.1 B.C.1: a11) Dead load + Services + Wind + Crop

Bovenstuk kolom:
- Doorsn.klasse : 1
- Sterkte : 0.77 < 1.00, dus: voldoet.
- Spanning : 0.78 < 1.00, dus: voldoet.
- Stabiliteit : 1.00 < 1.00, dus: voldoet.

Onderstuk kolom:
- Doorsn.klasse : 1
- Sterkte : 0.86 < 1.00, dus: voldoet.
- Spanning : 0.88 < 1.00, dus: voldoet.
- Stabiliteit : 0.80 < 1.00, dus: voldoet.

Koppelbalk boven:
- Doorsn.klasse : 3
- Sterkte : 0.09 < 1.00, dus: voldoet.
- Spanning : 0.09 < 1.00, dus: voldoet.
- Stabiliteit : 0.33 < 1.00, dus: voldoet.

Schoren:
- Doorsn.klasse : 1
- Sterkte : 0.50 < 1.00, dus: voldoet.
- Spanning : op trek belast dus: voldoet
- Stabiliteit : op trek belast dus: voldoet

Koppelbalk onder:
- Doorsn.klasse : 1
- Sterkte : 0.36 < 1.00, dus: voldoet.
- Spanning : 0.35 < 1.00, dus: voldoet.
- Stabiliteit : 0.22 < 1.00, dus: voldoet.
- Verplaatsing : 2.5 mm < 5.0 mm, dus: voldoet.

Stijfheid kruisschoorvak:
- Verplaatsing : 35.2 mm < 53.3 mm, dus: voldoet.

Fundering:
- Kantelstabiliteit in de op "trek" belaste fundatie (neerwaartse belasting):
- Momenten NBM : 3566 Nm < 26633 Nm, dus: voldoet.
- Momenten OBM : 375 Nm < 2578 Nm, dus: voldoet.
- Verticaal :| 6002 N | < 90115 N, dus: voldoet.
- Horizontaal : 2772 N < 5093 N, dus: voldoet.
- Kantelstabiliteit in de op "druk" belaste fundatie (neerwaartse belasting):
- Momenten NBM : 6171 Nm < 26633 Nm, dus: voldoet.
- Momenten OBM : -2231 Nm < 2578 Nm, dus: voldoet.
- Verticaal :| 15802 N | < 90115 N, dus: voldoet.
- Horizontaal : 2772 N < 5093 N, dus: voldoet.
- Zetting : 0.001 m < 0.100 m, dus: voldoet.
- Palen
- Moment DB : 1448 Nm < 4046 Nm, dus: voldoet.
- Moment TB : 1448 Nm < 3659 Nm, dus: voldoet.
- Dwarskracht : 4145 N < 9504 N, dus: voldoet.
- Anker DB : 4145 N < 22265 N, dus: voldoet.
- Anker TB : 6125 N < 22265 N, dus: voldoet.
- Uittrekkracht : Niet ter zake.

5.5.2 B.C.2: a21) Dead Load + Services + Snow + Psi_Crop
Bovenstuk kolom:
- Doorsn.klasse : 3
- Sterkte : 0.22 < 1.00, dus: voldoet.
- Spanning : 0.24 < 1.00, dus: voldoet.
- Stabiliteit : 0.96 < 1.00, dus: voldoet.

Onderstuk kolom:
- Doorsn.klasse : 1
- Sterkte : 0.54 < 1.00, dus: voldoet.
- Spanning : 0.56 < 1.00, dus: voldoet.
- Stabiliteit : 0.90 < 1.00, dus: voldoet.

Koppelbalk boven:
- Doorsn.klasse : 1
- Sterkte : 0.05 < 1.00, dus: voldoet.
- Spanning : 0.05 < 1.00, dus: voldoet.
- Stabiliteit : 0.08 < 1.00, dus: voldoet.

Schoren:
- Doorsn.klasse : 1
- Sterkte : 0.07 < 1.00, dus: voldoet.
- Spanning : op trek belast dus: voldoet
- Stabiliteit : op trek belast dus: voldoet

Koppelbalk onder:
- Doorsn.klasse : 1
- Sterkte : 0.05 < 1.00, dus: voldoet.
- Spanning : 0.05 < 1.00, dus: voldoet.
- Stabiliteit : 0.03 < 1.00, dus: voldoet.
- Verplaatsing : 0.4 mm < 5.0 mm, dus: voldoet.

Stijfheid kruisschoorvak:
- Verplaatsing : 15.8 mm < 53.3 mm, dus: voldoet.

Fundering:
- Kantelstabiliteit in de op "trek" belaste fundatie (neerwaartse belasting):
- Momenten NBM : 7316 Nm < 26633 Nm, dus: voldoet.
- Momenten OBM : -6590 Nm < 2578 Nm, dus: voldoet.
- Verticaal :| 26151 N | < 90115 N, dus: voldoet.
- Horizontaal : 511 N < 5093 N, dus: voldoet.
- Kantelstabiliteit in de op "druk" belaste fundatie (neerwaartse belasting):
- Momenten NBM : 7854 Nm < 26633 Nm, dus: voldoet.
- Momenten OBM : -7128 Nm < 2578 Nm, dus: voldoet.
- Verticaal :| 28175 N | < 90115 N, dus: voldoet.
- Horizontaal : 511 N < 5093 N, dus: voldoet.
- Zetting : 0.001 m < 0.100 m, dus: voldoet.
- Palen
- Moment DB : 217 Nm < 4427 Nm, dus: voldoet.
- Moment TB : 217 Nm < 4371 Nm, dus: voldoet.
- Dwarskracht : 621 N < 9504 N, dus: voldoet.
- Anker DB : 621 N < 22265 N, dus: voldoet.
- Uittrekkracht : Niet ter zake.

5.5.3 B.C.3: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay up wind)
Bovenstuk kolom:
- Doorsn.klasse : 1
- Sterkte : 0.77 < 1.00, dus: voldoet.
- Spanning : 0.78 < 1.00, dus: voldoet.
- Stabiliteit : op trek belast dus: voldoet

Onderstuk kolom:
- Doorsn.klasse : 1
- Sterkte : 0.76 < 1.00, dus: voldoet.
- Spanning : 0.78 < 1.00, dus: voldoet.
- Stabiliteit : 0.53 < 1.00, dus: voldoet.

Koppelbalk boven:
- Doorsn.klasse : 3
- Sterkte : 0.09 < 1.00, dus: voldoet.
- Spanning : 0.09 < 1.00, dus: voldoet.
- Stabiliteit : 0.33 < 1.00, dus: voldoet.

Schoren:
- Doorsn.klasse : 1
- Sterkte : 0.50 < 1.00, dus: voldoet.
- Spanning : op trek belast dus: voldoet
- Stabiliteit : op trek belast dus: voldoet

Koppelbalk onder:
- Doorsn.klasse : 1
- Sterkte : 0.36 < 1.00, dus: voldoet.
- Spanning : 0.35 < 1.00, dus: voldoet.
- Stabiliteit : 0.22 < 1.00, dus: voldoet.
- Verplaatsing : 2.5 mm < 5.0 mm, dus: voldoet.

Stijfheid kruisschoorvak:
- Verplaatsing : 30.1 mm < 53.3 mm, dus: voldoet.

Fundering:
- Kantelstabiliteit in de op "trek" belaste fundatie (opwaartse belasting):
- Momenten : 2545 Nm < 2578 Nm, dus: voldoet.
- Verticaal :| -2265 N | < 5292 N, dus: voldoet.
- Horizontaal : 2733 N < 5093 N, dus: voldoet.

- Kantelstabiliteit in de op "druk" belaste fundatie (neerwaartse belasting):
- Momenten NBM : 3911 Nm < 26633 Nm, dus: voldoet.
- Momenten OBM : -25 Nm < 2578 Nm, dus: voldoet.
- Verticaal :| 7402 N | < 90115 N, dus: voldoet.
- Horizontaal : 2733 N < 5093 N, dus: voldoet.
- Zetting : 0.000 m < 0.100 m, dus: voldoet.

- Palen
- Moment DB : 1446 Nm < 3787 Nm, dus: voldoet.
- Moment TB : 1446 Nm < 3312 Nm, dus: voldoet.
- Dwarskracht : 4141 N < 9504 N, dus: voldoet.
- Anker DB : 4141 N < 22265 N, dus: voldoet.
- Anker TB : 13144 N < 22265 N, dus: voldoet.
- Uittrekkracht : Niet ter zake.

5.5.4 B.C.4: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay down wind)
Bovenstuk kolom:
  - Doorsn.klasse : 1
  - Sterkte : 0.77 < 1.00, dus: voldoet.
  - Spanning : 0.78 < 1.00, dus: voldoet.
  - Stabiliteit : op trek belast dus: voldoet
Onderstuk kolom:
  - Doorsn.klasse : 1
  - Sterkte : 0.76 < 1.00, dus: voldoet.
  - Spanning : 0.78 < 1.00, dus: voldoet.
  - Stabiliteit : 0.53 < 1.00, dus: voldoet.
Koppelbalk boven:
  - Doorsn.klasse : 3
  - Sterkte : 0.09 < 1.00, dus: voldoet.
  - Spanning : 0.09 < 1.00, dus: voldoet.
  - Stabiliteit : 0.33 < 1.00, dus: voldoet.
Schoren:
  - Doorsn.klasse : 1
  - Sterkte : 0.50 < 1.00, dus: voldoet.
  - Spanning : op trek belast dus: voldoet
  - Stabiliteit : op trek belast dus: voldoet
Koppelbalk onder:
  - Doorsn.klasse : 1
  - Sterkte : 0.36 < 1.00, dus: voldoet.
  - Spanning : 0.35 < 1.00, dus: voldoet.
  - Stabiliteit : 0.22 < 1.00, dus: voldoet.
  - Verplaatsing : 2.5 mm < 5.0 mm, dus: voldoet.
Stijfheid kruisschoorvak:
  - Verplaatsing : 30.1 mm < 53.3 mm, dus: voldoet.
Fundering:
- Kantelstabiliteit in de op "trek" belaste fundatie (opwaartse belasting):
  - Momenten : 2545 Nm < 2578 Nm, dus: voldoet.
  - Verticaal :| -2265 N | < 5292 N, dus: voldoet.
  - Horizontaal : 2733 N < 5093 N, dus: voldoet.
- Kantelstabiliteit in de op "druk" belaste fundatie (neerwaartse belasting):
  - Momenten NBM : 3911 Nm < 26633 Nm, dus: voldoet.
  - Momenten OBM : -25 Nm < 2578 Nm, dus: voldoet.
  - Verticaal :| 7402 N | < 90115 N, dus: voldoet.
  - Horizontaal : 2733 N < 5093 N, dus: voldoet.
  - Zetting : 0.000 m < 0.100 m, dus: voldoet.
- Palen
  - Moment DB : 1446 Nm < 3787 Nm, dus: voldoet.
  - Moment TB : 1446 Nm < 3312 Nm, dus: voldoet.
  - Dwarskracht : 4141 N < 9504 N, dus: voldoet.
  - Anker DB : 4141 N < 22265 N, dus: voldoet.
  - Anker TB : 13144 N < 22265 N, dus: voldoet.
  - Uittrekkracht : Niet ter zake.

5.5.5 B.C.5: b1) Dead load + Wind (Cpi negative, Cpe 1st bay up wind)
Bovenstuk kolom:
  - Doorsn.klasse : 1
  - Sterkte : 0.75 < 1.00, dus: voldoet.
  - Spanning : 0.76 < 1.00, dus: voldoet.
  - Stabiliteit : 0.86 < 1.00, dus: voldoet.
Onderstuk kolom:
  - Doorsn.klasse : 1
  - Sterkte : 0.78 < 1.00, dus: voldoet.
  - Spanning : 0.80 < 1.00, dus: voldoet.
  - Stabiliteit : 0.68 < 1.00, dus: voldoet.
Koppelbalk boven:
  - Doorsn.klasse : 3
  - Sterkte : 0.09 < 1.00, dus: voldoet.
  - Spanning : 0.09 < 1.00, dus: voldoet.
  - Stabiliteit : 0.33 < 1.00, dus: voldoet.
Schoren:
  - Doorsn.klasse : 1
  - Sterkte : 0.49 < 1.00, dus: voldoet.
  - Spanning : op trek belast dus: voldoet
  - Stabiliteit : op trek belast dus: voldoet
Koppelbalk onder:
  - Doorsn.klasse : 1
  - Sterkte : 0.35 < 1.00, dus: voldoet.
  - Spanning : 0.35 < 1.00, dus: voldoet.
  - Stabiliteit : 0.22 < 1.00, dus: voldoet.
  - Verplaatsing : 2.5 mm < 5.0 mm, dus: voldoet.
Stijfheid kruisschoorvak:
  - Verplaatsing : 32.4 mm < 53.3 mm, dus: voldoet.
Fundering:
- Kantelstabiliteit in de op "trek" belaste fundatie (neerwaartse belasting):
  - Momenten NBM : 2835 Nm < 26633 Nm, dus: voldoet.
  - Momenten OBM : 1014 Nm < 2578 Nm, dus: voldoet.
  - Verticaal :| 3425 N | < 90115 N, dus: voldoet.
  - Horizontaal : 2707 N < 5093 N, dus: voldoet.
- Kantelstabiliteit in de op "druk" belaste fundatie (neerwaartse belasting):
  - Momenten NBM : 5381 Nm < 26633 Nm, dus: voldoet.
  - Momenten OBM : -1533 Nm < 2578 Nm, dus: voldoet.
  - Verticaal :| 13003 N | < 90115 N, dus: voldoet.
  - Horizontaal : 2707 N < 5093 N, dus: voldoet.
  - Zetting : 0.000 m < 0.100 m, dus: voldoet.
- Palen
  - Moment DB : 1424 Nm < 3972 Nm, dus: voldoet.
  - Moment TB : 1424 Nm < 3568 Nm, dus: voldoet.
  - Dwarskracht : 4079 N < 9504 N, dus: voldoet.
  - Anker DB : 4079 N < 22265 N, dus: voldoet.
  - Anker TB : 7260 N < 22265 N, dus: voldoet.
  - Uittrekkracht : Niet ter zake.

5.5.6 B.C.6: c1) Dead load + Services + Crop + repair/incident actions
Bovenstuk kolom:
- Doorsn.klasse : 3
- Sterkte : 0.06 < 1.00, dus: voldoet.
- Spanning : 0.06 < 1.00, dus: voldoet.
- Stabiliteit : 0.25 < 1.00, dus: voldoet.

Onderstuk kolom:
- Doorsn.klasse : 3
- Sterkte : 0.06 < 1.00, dus: voldoet.
- Spanning : 0.07 < 1.00, dus: voldoet.
- Stabiliteit : 0.21 < 1.00, dus: voldoet.

Koppelbalk boven:
- Doorsn.klasse : 1
- Sterkte : 0.05 < 1.00, dus: voldoet.
- Spanning : 0.04 < 1.00, dus: voldoet.
- Stabiliteit : 0.05 < 1.00, dus: voldoet.

Schoren:
- Doorsn.klasse : 1
- Sterkte : 0.02 < 1.00, dus: voldoet.
- Spanning : op trek belast dus: voldoet
- Stabiliteit : op trek belast dus: voldoet

Koppelbalk onder:
- Doorsn.klasse : 1
- Sterkte : 0.30 < 1.00, dus: voldoet.
- Spanning : 0.28 < 1.00, dus: voldoet.
- Stabiliteit : 0.27 < 1.00, dus: voldoet.
- Verplaatsing : 0.1 mm < 5.0 mm, dus: voldoet.

Stijfheid kruisschoorvak:
- Verplaatsing : 1.8 mm < 53.3 mm, dus: voldoet.

Fundering:
- Kantelstabiliteit in de op "trek" belaste fundatie (neerwaartse belasting):
- Momenten NBM : 3226 Nm < 26633 Nm, dus: voldoet.
- Momenten OBM : -3052 Nm < 2578 Nm, dus: voldoet.
- Verticaal :| 11808 N | < 90115 N, dus: voldoet.
- Horizontaal : 122 N < 5093 N, dus: voldoet.
- Kantelstabiliteit in de op "druk" belaste fundatie (neerwaartse belasting):
- Momenten NBM : 3409 Nm < 26633 Nm, dus: voldoet.
- Momenten OBM : -3235 Nm < 2578 Nm, dus: voldoet.
- Verticaal :| 12496 N | < 90115 N, dus: voldoet.
- Horizontaal : 122 N < 5093 N, dus: voldoet.
- Zetting : 0.001 m < 0.100 m, dus: voldoet.
- Palen
- Moment DB : 49 Nm < 3925 Nm, dus: voldoet.
- Moment TB : 49 Nm < 3913 Nm, dus: voldoet.
- Dwarskracht : 141 N < 9504 N, dus: voldoet.
- Anker DB : 141 N < 22265 N, dus: voldoet.
- Uittrekkracht : Niet ter zake.

5.5.7 B.C.7: d2) Dead Load + Services + Psi_Snow + Psi_Crop + Seismic
Bovenstuk kolom:
- Doorsn.klasse : 1
- Sterkte : 0.23 < 1.00, dus: voldoet.
- Spanning : 0.24 < 1.00, dus: voldoet.
- Stabiliteit : 0.49 < 1.00, dus: voldoet.

Onderstuk kolom:
- Doorsn.klasse : 1
- Sterkte : 0.27 < 1.00, dus: voldoet.
- Spanning : 0.28 < 1.00, dus: voldoet.
- Stabiliteit : 0.36 < 1.00, dus: voldoet.

Koppelbalk boven:
- Doorsn.klasse : 1
- Sterkte : 0.05 < 1.00, dus: voldoet.
- Spanning : 0.05 < 1.00, dus: voldoet.
- Stabiliteit : 0.12 < 1.00, dus: voldoet.

Schoren:
- Doorsn.klasse : 1
- Sterkte : 0.17 < 1.00, dus: voldoet.
- Spanning : op trek belast dus: voldoet
- Stabiliteit : op trek belast dus: voldoet

Koppelbalk onder:
- Doorsn.klasse : 1
- Sterkte : 0.10 < 1.00, dus: voldoet.
- Spanning : 0.09 < 1.00, dus: voldoet.
- Stabiliteit : 0.06 < 1.00, dus: voldoet.
- Verplaatsing : 0.2 mm < 5.0 mm, dus: voldoet.

Stijfheid kruisschoorvak:
- Verplaatsing : 2.4 mm < 53.3 mm, dus: voldoet.

Fundering:
- Kantelstabiliteit in de op "trek" belaste fundatie (neerwaartse belasting):
- Momenten NBM : 3778 Nm < 26633 Nm, dus: voldoet.
- Momenten OBM : -3497 Nm < 2578 Nm, dus: voldoet.
- Verticaal :| 13681 N | < 90115 N, dus: voldoet.
- Horizontaal : 198 N < 5093 N, dus: voldoet.

- Kantelstabiliteit in de op "druk" belaste fundatie (neerwaartse belasting):
- Momenten NBM : 4030 Nm < 26633 Nm, dus: voldoet.
- Momenten OBM : -3748 Nm < 2578 Nm, dus: voldoet.
- Verticaal :| 14628 N | < 90115 N, dus: voldoet.
- Horizontaal : 198 N < 5093 N, dus: voldoet.
- Zetting : 0.001 m < 0.100 m, dus: voldoet.

- Palen
- Moment DB : 385 Nm < 3992 Nm, dus: voldoet.
- Moment TB : 385 Nm < 3894 Nm, dus: voldoet.
- Dwarskracht : 1103 N < 9504 N, dus: voldoet.
- Anker DB : 1103 N < 22265 N, dus: voldoet.
- Uittrekkracht : Niet ter zake.

5.5.8 B.C.8: d1) Dead Load + Services + Psi_Snow + Seismic
Bovenstuk kolom:
  - Doorsn.klasse : 1
  - Sterkte : 0.23 < 1.00, dus: voldoet.
  - Spanning : 0.24 < 1.00, dus: voldoet.
  - Stabiliteit : 0.49 < 1.00, dus: voldoet.
Onderstuk kolom:
  - Doorsn.klasse : 1
  - Sterkte : 0.27 < 1.00, dus: voldoet.
  - Spanning : 0.28 < 1.00, dus: voldoet.
  - Stabiliteit : 0.36 < 1.00, dus: voldoet.
Koppelbalk boven:
  - Doorsn.klasse : 1
  - Sterkte : 0.05 < 1.00, dus: voldoet.
  - Spanning : 0.05 < 1.00, dus: voldoet.
  - Stabiliteit : 0.12 < 1.00, dus: voldoet.
Schoren:
  - Doorsn.klasse : 1
  - Sterkte : 0.17 < 1.00, dus: voldoet.
  - Spanning : op trek belast dus: voldoet
  - Stabiliteit : op trek belast dus: voldoet
Koppelbalk onder:
  - Doorsn.klasse : 1
  - Sterkte : 0.10 < 1.00, dus: voldoet.
  - Spanning : 0.09 < 1.00, dus: voldoet.
  - Stabiliteit : 0.06 < 1.00, dus: voldoet.
  - Verplaatsing : 0.2 mm < 5.0 mm, dus: voldoet.
Stijfheid kruisschoorvak:
  - Verplaatsing : 2.4 mm < 53.3 mm, dus: voldoet.
Fundering:
- Kantelstabiliteit in de op "trek" belaste fundatie (neerwaartse belasting):
  - Momenten NBM : 3778 Nm < 26633 Nm, dus: voldoet.
  - Momenten OBM : -3497 Nm < 2578 Nm, dus: voldoet.
  - Verticaal :| 13681 N | < 90115 N, dus: voldoet.
  - Horizontaal : 198 N < 5093 N, dus: voldoet.
- Kantelstabiliteit in de op "druk" belaste fundatie (neerwaartse belasting):
  - Momenten NBM : 4030 Nm < 26633 Nm, dus: voldoet.
  - Momenten OBM : -3748 Nm < 2578 Nm, dus: voldoet.
  - Verticaal :| 14628 N | < 90115 N, dus: voldoet.
  - Horizontaal : 198 N < 5093 N, dus: voldoet.
  - Zetting : 0.001 m < 0.100 m, dus: voldoet.
- Palen
  - Moment DB : 385 Nm < 3992 Nm, dus: voldoet.
  - Moment TB : 385 Nm < 3894 Nm, dus: voldoet.
  - Dwarskracht : 1103 N < 9504 N, dus: voldoet.
  - Anker DB : 1103 N < 22265 N, dus: voldoet.
  - Uittrekkracht : Niet ter zake.

5.5.9 B.C.9: d3) Dead Load + Services + Psi_Crop + Seismic
Bovenstuk kolom:
- Doorsn.klasse : 1
- Sterkte : 0.14 < 1.00, dus: voldoet.
- Spanning : 0.15 < 1.00, dus: voldoet.
- Stabiliteit : 0.29 < 1.00, dus: voldoet.

Onderstuk kolom:
- Doorsn.klasse : 1
- Sterkte : 0.15 < 1.00, dus: voldoet.
- Spanning : 0.15 < 1.00, dus: voldoet.
- Stabiliteit : 0.21 < 1.00, dus: voldoet.

Koppelbalk boven:
- Doorsn.klasse : 1
- Sterkte : 0.05 < 1.00, dus: voldoet.
- Spanning : 0.05 < 1.00, dus: voldoet.
- Stabiliteit : 0.08 < 1.00, dus: voldoet.

Schoren:
- Doorsn.klasse : 1
- Sterkte : 0.10 < 1.00, dus: voldoet.
- Spanning : op trek belast dus: voldoet
- Stabiliteit : op trek belast dus: voldoet

Koppelbalk onder:
- Doorsn.klasse : 1
- Sterkte : 0.06 < 1.00, dus: voldoet.
- Spanning : 0.06 < 1.00, dus: voldoet.
- Stabiliteit : 0.04 < 1.00, dus: voldoet.
- Verplaatsing : 0.1 mm < 5.0 mm, dus: voldoet.

Stijfheid kruisschoorvak:
- Verplaatsing : 1.4 mm < 53.3 mm, dus: voldoet.

Fundering:
- Kantelstabiliteit in de op "trek" belaste fundatie (neerwaartse belasting):
- Momenten NBM : 2893 Nm < 26633 Nm, dus: voldoet.
- Momenten OBM : -2723 Nm < 2578 Nm, dus: voldoet.
- Verticaal :| 10563 N | < 90115 N, dus: voldoet.
- Horizontaal : 120 N < 5093 N, dus: voldoet.
- Kantelstabiliteit in de op "druk" belaste fundatie (neerwaartse belasting):
- Momenten NBM : 3074 Nm < 26633 Nm, dus: voldoet.
- Momenten OBM : -2904 Nm < 2578 Nm, dus: voldoet.
- Verticaal :| 11241 N | < 90115 N, dus: voldoet.
- Horizontaal : 120 N < 5093 N, dus: voldoet.
- Zetting : 0.001 m < 0.100 m, dus: voldoet.
- Palen
- Moment DB : 233 Nm < 3889 Nm, dus: voldoet.
- Moment TB : 233 Nm < 3829 Nm, dus: voldoet.
- Dwarskracht : 667 N < 9504 N, dus: voldoet.
- Anker DB : 667 N < 22265 N, dus: voldoet.
- Uittrekkracht : Niet ter zake.

N.B. NBM = Kantelstabiliteit bij neerwaarts bezwijkmodel
OBM = Kantelstabiliteit bij opwaarts bezwijkmodel
(zie TNO-rapport 93-CON-R0304)

5.6 OVERZICHT BELASTINGEN OP DE FUNDERING:

Overzicht maatgevende belastingen op de fundatiepaal per belastingscombinatie.
(uitkomsten in rekentoestand, eventueel tussen haakjes in gebruikstoestand)

5.6.1 B.C.1: a11) Dead load + Services + Wind + Crop

- Vert. belasting betonpaal "trekzijde" (excl. beton): Va = -2049 N
- Vert. belasting betonpaal "drukzijde" (idem): Vb = 12206 N
- Eigen gewicht van de schoorvakkolom Feg.sk = 266 N
- Moment in de betonpaal bij koppelbalk: M1 = 1448 Nm
- Moment in de betonpaal bij poer: M2 = 418 Nm
- Dwarskracht in de betonpaal: Fhk = 4145 N (2772 N)

5.6.2 B.C.2: a21) Dead Load + Services + Snow + Psi_Crop

- Vert. belasting betonpaal "trekzijde" (excl. beton): Va = 24744 N
- Vert. belasting betonpaal "drukzijde" (idem): Vb = 26880 N
- Eigen gewicht van de schoorvakkolom Feg.sk = 266 N
- Moment in de betonpaal bij koppelbalk: M1 = 217 Nm
- Moment in de betonpaal bij poer: M2 = 63 Nm
- Dwarskracht in de betonpaal: Fhk = 621 N (511 N)

5.6.3 B.C.3: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay up wind)

- Vert. belasting betonpaal "trekzijde" (excl. beton): Va = -12034 N
- Vert. belasting betonpaal "drukzijde" (idem): Vb = 2208 N
- Eigen gewicht van de schoorvakkolom Feg.sk = 266 N
- Moment in de betonpaal bij koppelbalk: M1 = 1446 Nm
- Moment in de betonpaal bij poer: M2 = 417 Nm
- Dwarskracht in de betonpaal: Fhk = 4141 N (2733 N)

5.6.4 B.C.4: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay down wind)

- Vert. belasting betonpaal "trekzijde" (excl. beton): Va = -12034 N
- Vert. belasting betonpaal "drukzijde" (idem): Vb = 2208 N
- Eigen gewicht van de schoorvakkolom Feg.sk = 266 N
- Moment in de betonpaal bij koppelbalk: M1 = 1446 Nm
- Moment in de betonpaal bij poer: M2 = 417 Nm
- Dwarskracht in de betonpaal: Fhk = 4141 N (2733 N)

5.6.5 B.C.5: b1) Dead load + Wind (Cpi negative, Cpe 1st bay up wind)

- Vert. belasting betonpaal "trekzijde" (excl. beton): Va = -4681 N
- Vert. belasting betonpaal "drukzijde" (idem): Vb = 9348 N
- Eigen gewicht van de schoorvakkolom Feg.sk = 266 N
- Moment in de betonpaal bij koppelbalk: M1 = 1424 Nm
- Moment in de betonpaal bij poer: M2 = 411 Nm
- Dwarskracht in de betonpaal: Fhk = 4079 N (2707 N)

5.6.6 B.C.6: c1) Dead load + Services + Crop + repair/incident actions

- Vert. belasting betonpaal "trekzijde" (excl. beton): Va = 7058 N
- Vert. belasting betonpaal "drukzijde" (idem): Vb = 7542 N
- Eigen gewicht van de schoorvakkolom Feg.sk = 266 N
- Moment in de betonpaal bij koppelbalk: M1 = 49 Nm
- Moment in de betonpaal bij poer: M2 = 14 Nm
- Dwarskracht in de betonpaal: Fhk = 141 N (122 N)

5.6.7 B.C.7: d2) Dead Load + Services + Psi_Snow + Psi_Crop + Seismic

- Vert. belasting betonpaal "trekzijde" (excl. beton): Va = 6329 N
- Vert. belasting betonpaal "drukzijde" (idem): Vb = 10121 N
- Eigen gewicht van de schoorvakkolom Feg.sk = 266 N
- Moment in de betonpaal bij koppelbalk: M1 = 385 Nm
- Moment in de betonpaal bij poer: M2 = 111 Nm
- Dwarskracht in de betonpaal: Fhk = 1103 N (198 N)

5.6.8 B.C.8: d1) Dead Load + Services + Psi_Snow + Seismic

- Vert. belasting betonpaal "trekzijde" (excl. beton): Va = 6329 N
- Vert. belasting betonpaal "drukzijde" (idem): Vb = 10121 N
- Eigen gewicht van de schoorvakkolom Feg.sk = 266 N
- Moment in de betonpaal bij koppelbalk: M1 = 385 Nm
- Moment in de betonpaal bij poer: M2 = 111 Nm
- Dwarskracht in de betonpaal: Fhk = 1103 N (198 N)

5.6.9 B.C.9: d3) Dead Load + Services + Psi_Crop + Seismic

- Vert. belasting betonpaal "trekzijde" (excl. beton): Va = 3826 N

- Vert. belasting betonpaal "drukzijde" (idem): Vb = 6119 N
- Eigen gewicht van de schoorvakkolom Feg.sk = 266 N
- Moment in de betonpaal bij koppelbalk: M1 = 233 Nm
- Moment in de betonpaal bij poer: M2 = 67 Nm
- Dwarskracht in de betonpaal: Fhk = 667 N (120 N)

5.6.10 Summary of loads at foundation:

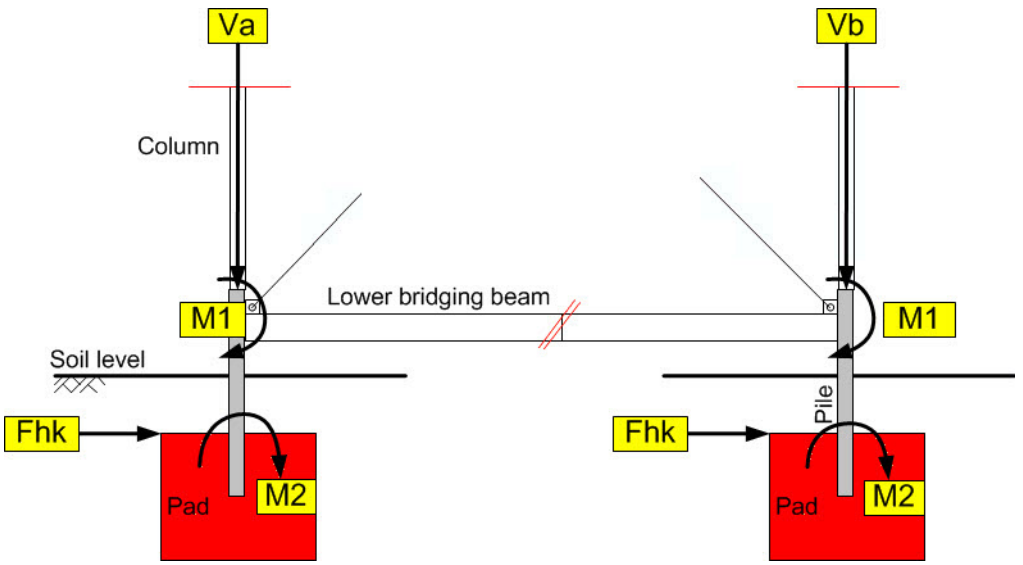


Table: Foundation forces in gutter direction

Table Combination	Load V Va ULS +Feg[N] anchor	Load V Vb ULS +Feg[N] anchor	Moment M1 ULS [Nm]	Moment M2 ULS [Nm]	Load H Fhk ULS [N]
BC1	-1777	12479	1448	418	4145
BC2	25016	27152	217	63	621
BC3	-11768	2474	1446	417	4141
BC4	-11768	2474	1446	417	4141
BC5	-4409	9620	1424	411	4079
BC6	7364	7848	49	14	141
BC7	6595	10388	385	111	1103
BC8	6595	10388	385	111	1103
BC9	4093	6386	233	67	667

5.7 PROFIEL-EIGENSCHAPPEN

In dit deel worden alle profiel-eigenschappen weergegeven en uitgerekend,
die onafhankelijk zijn van de belastingen en de belastingcombinaties.

5.7.1 Eigenschappen van de kolommen (RHBK100*50*3.0 mm S235 (EN1021) (index "k"):

- Oppervlakte : Ak = 848.5 mm²
- Traagheidsmoment y-as: Iy.k = 1083900.5 mm4
- Weerstandsmoment y-as: Wy.k = 21678.0 mm3
- Traagheidsstraal y-as: iy.k = 35.7 mm
- Traagheidsmoment z-as: Iz.k = 365520.2 mm4
- Weerstandsmoment z-as: Wz.k = 14620.8 mm3
- Traagheidsstraal z-as: iz.k = 20.8 mm
- Neutrale lijn z-as : ez.k = 25.0 mm
- Versch.neutr.lijn y : eNy = 0.0 mm
  z : eNz = 0.0 mm
- Lengte : Lk = 4.000 m
- Gewicht : Gk = 26.644 kg
- Rekenwaarde vloeigrens fy.k = 235.0 N/mm²
- Elasticiteitsmodulus Ek = 210000 N/mm²
- Afschuivingsmodulus Gk = 80769 N/mm²
- Weerstandsmom.pl.y-as Wpy.k = 21678 (Wply.k = 27045) mm3
- Weerstandsmom.pl.z-as Wpz.k = 14621 (Wplz.k = 16632) mm3
- Torsietraagheidsmoment It.k = 853355 mm4
- Rekenwaarde van de sterkte:
  - Normaalkracht Nc.Rd.k = 229893 N
    NRk.k = 229893 N
  - Moment plastisch My.c.Rd.k = 5873 Nm Mz.c.Rd.k = 3961 Nm
    elastisch My.Rk.k = 5873 Nm Mz.Rk.k = 3961 Nm
- Imperfectie factor volgens EC3, table 6.2 alfay = 0.49 alfaz = 0.49
- De ingevoerde staalsoort S235 (EN10219) is vastgesteld voor het basismateriaal van het kokerprofiel.
  Na het koudvervormen is er sprake van een verhoging van de vloeigrens. Deze verhoogde vloeigrens
  is als volgt berekend met de rekenformule uit NEN6770 (zie 12.1.1.4 Tabel 23, noot 2) en EN 1993-1-1:
  - Materiaalkwaliteit : S235 (EN10219) (fy = 235.0 N/mm², ft = 360.0 N/mm²)
    fy-eq = fy+(7*nhoekk*tk/Lk)*(ft-fy) < (fy+ft)/2: fy-eq = 270.9 N/mm²
  - Ontwikkelde lengte : Lk = 292.3 mm
  - Omgez. hoeken : nhoek = 4
  - Op druk belast : fy-dk = fy-eq = 270.9 N/mm²
  - Op trek belast : fy-tk = fy-eq = 270.9 N/mm²

- Bij de berekening van de kniklengte(n) van de kolommen wordt direkt rekening
  gehouden met de belastingconfiguratie (zie 6.3).

5.7.2 Eigenschappen van de koppelbalk boven (RHBK50*50*2.0 mm S235 (EN1021) (index "bk"):
- Oppervlakte : Abk = 380.6 mm²
- Traagheidsmoment y-as: Iy.bk = 145650.6 mm4
- Weerstandsmoment y-as: Wy.bk = 5826.0 mm3
- Traagheidsstraal y-as: iy.bk = 19.6 mm
- Traagheidsmoment z-as: Iz.bk = 145650.6 mm4
- Weerstandsmoment z-as: Wz.bk = 5826.0 mm3
- Traagheidsstraal z-as: iz.bk = 19.6 mm
- Neutrale lijn z-as : ez.bk = 25.0 mm
- Versch.neutr.lijn y : eNy = 0.0 mm
  z : eNz = 0.0 mm
- Lengte : Lbk = 4.000 m
- Gewicht : Gbk = 11.950 kg
- Rekenwaarde vloeigrens fy.bk = 235.0 N/mm²
- Elasticiteitsmodulus Ebk = 210000 N/mm²
- Afschuivingsmodulus Gbk = 80769 N/mm²
- Weerstandsmom.pl.y-as Wpy.bk = 5826 (Wply.bk = 6830) mm3
- Weerstandsmom.pl.z-as Wpz.bk = 5826 (Wplz.bk = 6830) mm3
- Torsietraagheidsmoment It.bk = 216046 mm4
- Rekenwaarde van de sterkte:
  - Normaalkracht Nc.Rd.bk = 102986 N
    NRk.bk = 102986 N
  - Moment plastisch My.c.Rd.bk = 1577 Nm Mz.c.Rd.bk = 1577 Nm
    elastisch My.Rk.bk = 1577 Nm Mz.Rk.bk = 1577 Nm
- Imperfectie factor volgens EC3, table 6.2 alfay = 0.49 alfaz = 0.49
- De ingevoerde staalsoort S235 (EN10219) is vastgesteld voor het basismateriaal van het kokerprofiel.
  Na het koudvervormen is er sprake van een verhoging van de vloeigrens. Deze verhoogde vloeigrens
  is als volgt berekend met de rekenformule uit NEN6770 (zie 12.1.1.4 Tabel 23, noot 2) en EN 1993-1-1:
  - Materiaalkwaliteit : S235 (EN10219) (fy = 235.0 N/mm², ft = 360.0 N/mm²)
    fy-eq = fy+(7*nhoekbk*tbk/Lbk)*(ft-fy) < (fy+ft)/2: fy-eq = 270.6 N/mm²
  - Ontwikkelde lengte : Lbk = 196.6 mm
  - Omgez. hoeken : nhoek = 4
  - Op druk belast : fy-dbk = fy-eq = 270.6 N/mm²
  - Op trek belast : fy-tbk = fy-eq = 270.6 N/mm²

- Kniklengte, slankheid en knikcoëfficiënt:
  - Stel: Kniklengte lkbk = lky = lkz = v = 4000 mm (conservatieve benadering)
  - Dan is de kleinste traagheidsstraal maatgevend:
    i-minbk = min (iy.bk, iz.b) = 19.6 mm
  - Slankheid : lambdabk = 4000 / 19.6 = 204
  - Chibk.y = min(0.169 , 1.0) = 0.169 , Chibk.z = min(0.169 , 1.0) = 0.169

5.7.3 Eigenschappen van de schoren (RD12.0) (index "s"):
- Oppervlakte As = 113 mm²
- Ontwikkelde lengte Ls = 38 mm
- Weerstandsmom.pl.y-as Wpy.s = 170 mm3
- Weerstandsmom.pl.z-as Wpz.s = 170 mm3
- Rekenwaarde van de sterkte:
  - Normaalkracht Nc.Rd.s = 26578 N
    NRk.s = 26578 N
  - Moment My.c.Rd.s = 40 Nm Mz.c.Rd.s = 40 Nm
    My.Rk.s = 40 Nm Mz.Rk.s = 40 Nm

5.7.4 Eigenschappen van de koppelbalk onder (RHBK80*50*3.0 mm S235 (EN1021) (index "ok"):
- Oppervlakte : Aok = 728.5 mm²
- Traagheidsmoment y-as: Iy.ok = 623906.1 mm4
- Weerstandsmoment y-as: Wy.ok = 15597.7 mm3
- Traagheidsstraal y-as: iy.ok = 29.3 mm
- Traagheidsmoment z-as: Iz.ok = 299160.2 mm4
- Weerstandsmoment z-as: Wz.ok = 11966.4 mm3
- Traagheidsstraal z-as: iz.ok = 20.3 mm
- Neutrale lijn z-as : ez.ok = 25.0 mm
- Versch.neutr.lijn y : eNy = 0.0 mm
  z : eNz = 0.0 mm
- Lengte : Lok = 4.000 m
- Gewicht : Gok = 22.876 kg
- Rekenwaarde vloeigrens fy.ok = 235.0 N/mm²
- Elasticiteitsmodulus Eok = 210000 N/mm²
- Afschuivingsmodulus Gok = 80769 N/mm²
- Weerstandsmom.pl.y-as Wpy.ok = 15598 (Wply.ok = 19160) mm3
- Weerstandsmom.pl.z-as Wpz.ok = 11966 (Wplz.ok = 13812) mm3
- Torsietraagheidsmoment It.ok = 622996 mm4
- Rekenwaarde van de sterkte:
  - Normaalkracht Nc.Rd.ok = 201532 N
    NRk.ok = 201532 N
  - Moment plastisch My.c.Rd.ok = 4315 Nm Mz.c.Rd.ok = 3310 Nm
    elastisch My.Rk.ok = 4315 Nm Mz.Rk.ok = 3310 Nm
- Imperfectie factor volgens EC3, table 6.2 alfay = 0.49 alfaz = 0.49
- De ingevoerde staalsoort S235 (EN10219) is vastgesteld voor het basismateriaal van het kokerprofiel.
  Na het koudvervormen is er sprake van een verhoging van de vloeigrens. Deze verhoogde vloeigrens
  is als volgt berekend met de rekenformule uit NEN6770 (zie 12.1.1.4 Tabel 23, noot 2) en EN 1993-1-1:
  - Materiaalkwaliteit : S235 (EN10219) (fy = 235.0 N/mm², ft = 360.0 N/mm²)
    fy-eq = fy+(7*nhoekok*tok/Lok)*(ft-fy) < (fy+ft)/2: fy-eq = 276.6 N/mm²
  - Ontwikkelde lengte : Lok = 252.3 mm
  - Omgez. hoeken : nhoek = 4
  - Op druk belast : fy-dok = fy-eq = 276.6 N/mm²
  - Op trek belast : fy-tok = fy-eq = 276.6 N/mm²

- Kniklengten, slankheden en knikcoëfficiënten:
  - Stel: Kniklengte lkok = lky = lkz = v = 4000 mm (conservatieve benadering)
  - Verticale as (= sterke as):
    - Slankheid : lambda-yok = 4000 / 29.3 = 137
    - omega-yok = 3.04 (art. 7.4 van RKP 1990 met alfa = 0.49)
    - Eulerse knikkracht:

$$\text{FEyok} = \frac{\pi^2 * E * Iyok}{v^2} = \frac{\pi^2 * 2.1E5 * 62E4}{4000^2} = 80820 \text{ N}$$

  - Horizontale as (= zwakke as):
    - Slankheid : lambda-zok = 4000 / 20.3 = 197
  - Chiob.y = min(0.329 , 1.0) = 0.329 , Chiob.z = min(0.180 , 1.0) = 0.180

5.7.5 Controle gootlengte.

Uitgangspunten volgens de norm.

Profiel	Uitzettings coëfficiënt alfa	Temperatuur verschil dT	Gootlengte met verh. therm. uitzetting Lklem
Goot staal verzinkt	12.0+10-6 1/°K	40 °K	0.00 m
Goot staal wit	12.0+10-6 1/°K	30 °K	0.00 m
Goot aluminium	24.0+10-6 1/°K	30 °K	12.00 m
Goot aluminium geisoleerd	24.0+10-6 1/°K	25 °K	12.00 m

Controle maximale kaslengte:
In EN13031-1 is geen absolute grens gesteld aan de maximale gootlengte.
In de praktijk zal de maximale gootlengte afhankelijk zijn van de eigenschappen van de kasomhulling. Uitgangspunt hierbij is dat het omhullingsmateriaal onder alle omstandigheden voldoende speling in de opleggingen heeft en behoudt.
Met de module Glas van CASTA/Kassenbouw kan bijvoorbeeld de glasverdeling in de gevels hierop gecontroleerd worden.
Daarnaast kan ook de wijze waarop het hemelwater wordt afgevoerd (afschot) een belangrijke rol spelen bij het bepalen van de toelaatbare gootlengte.
Bij deze controleberekening wordt naar de effecten van de thermische vervormingen op de scheefstand van de kopgevelkolom gekeken.

$$\text{Maximale thermische scheefstand van de kopgevelkolom: } \text{utoel} = 2 * \frac{H}{150} = 2 * \frac{4000}{150} = 53.3 \text{ mm.}$$

Deze vervormingseis is bepaald op basis van de eisen van EN13031-1, vervormingen gevelsteunende onderdelen (artikel 11.2.2).
De doorbuigingseis is vermenigvuldigd met een factor 2 in verband met vervormingslijn van de kopgevelkolom bij thermische uitzetting/krimp van de goot.

Maximale kaslengte per type goot wordt met de volgende formule bepaald:

$$\text{Lmax} = \frac{2 * \text{utoel}}{\text{alfa} * dT} + \text{Lklem}$$

(met een maximum van 350 m. Dit maximum is vastgesteld in overleg met de Adviesraad van Hortivation)

Toetsing gootlengte voor thermische vervormingen:

Goot	Lmax (m)		
staal verzinkt	222.2	> 44.0	m, scheefstand gevelkolom < 53.3 mm.
staal wit	296.3	> 44.0	m, scheefstand gevelkolom < 53.3 mm.
aluminium	160.1	> 44.0	m, scheefstand gevelkolom < 53.3 mm.
aluminium geisoleerd	189.8	> 44.0	m, scheefstand gevelkolom < 53.3 mm.

5.7.6 Profieleigenschappen van de fundatie

In dit deel worden alle profieleigenschappen van de fundatie weergegeven en uitgerekend, die onafhankelijk zijn van de belastingen en belastingcombinaties. Hierbij gaat het hoofdzakelijk om de kantelstabiliteit bij neerwaartse belasting (5.7.2), en de kantelstabiliteit bij opwaartse belasting (5.7.3). De berekeningen zijn opgezet in gebruikstoestand, met dien verstande, dat de grondspanningen niet groter mogen worden dan de toelaatbare grondspanning.

5.7.6.1 Algemene eigenschappen:

a) Eigenschappen van de grond (zie ook TNO-rapport BI-87-02):
- Grondsoort : Zand schoon
- Volumiek gewicht grond : sg = 18.0 in kN/m^3
- Inwendige wrijvingshoek : fi = 32.5 in graden
- Cohesie : C0 = 0 in N/m²
- Toelaatbare spanning : Sgr = 0.300 in N/mm²
- Prim. samendrukkingsindex : Cceff = 0.006
- Sec. samendrukkingsindex : Cinfe = 0.000
- Volumiek gewicht verzadigd : sgsat = 20 in kN/m^3
- Poriengetal (NEN 6744) : eporie = 0.6
- Bedding : k = 75 in MN/m^3 (k=75000 kN/m^3)
- Neutrale gronddrukcoëfficiënt: lambda-n = 1 - sin(32.5°) = 0.46
- Passieve gronddrukcoëfficiënt: lambda-p = [tan(45° + 0.5*32.5°)]² = 3.32
- Actieve gronddrukcoëfficiënt : lambda-a = [tan(45° - 0.5*32.5°)]² = 0.30

b) Eigenschappen van de poeren:
- Eigen gewicht van de paal (sg = 24000 N/m^3):
  - Gpaal = 0.120 * 0.120 * 1.000 * 24000 = 346 N
    (inclusief het gedeelte van de paal in de poer)
- Eigen gewicht van de poer (sg = 24000 N/m^3):
  - Gpoer = pi/4 * 0.600² * 0.610 * 24000
    - 0.120 * 0.120 * (1.000 - 0.300 - 0.300) * 24000 = 4001 N
    (exclusief het gedeelte van de paal in de poer)
- Eigen gewicht van de grond boven op de poer:
  - Ggrond = [(pi/4*0.600² - 0.120*0.120) * 0.300] * 18000 = 1449 N
    --------- +
- Totaal: Gfund = Gpaal + Gpoer + Ggrond = 5796 N

Uit extrapolatie van enkele experimenten (zie TNO-rapport B-79-268) kan bij benadering de veerstijfheid van de poer worden afgeleid:

- Veerstijfheid van de poer:
  - kpoer (kNm/rad) = 1000 * dpoer(m) - 200 =
    = 600 - 200 = 400 kNm/rad = 400 E6 Nmm/rad

- Reductie-factor van de poer:

$$r_{poer} = \left(1.0 + \frac{k_{poer} * v^{-1}}{6 * E * I_{xok}}\right) = \left(1.0 + \frac{400E6 * 4000^{-1}}{6 * 2.1E5 * 62E4}\right) = 0.329$$

Daar het rekenen met een ronde poer tamelijk gecompliceerd is, wordt gerekend met een poer met een vierkant grondvlak. Hierbij wordt er voor gezorgd dat het oppervlak van de vierkante poer gelijk is aan die van de ronde poer (dus ook de inhoud van de poer is hetzelfde):

- B = (pi/4 * dpoer²)^1/2 = (pi/4 * 600 ²)^1/2 = 531.7 mm

Voor de eenvoud in de formules wordt overgegaan op verkorte symbolen:

- Hoogte van de poer H = hpoer = 610 mm
- Diepte van de poer D = Dpoer = 300 mm

5.7.6.2 Kantelstabiliteit neerwaarts bezwijkmodel (NBM) (in gebruikstoestand):

Dit bezwijkmodel treedt uitsluitend op bij neerwaartse belasting op de poer. De poeren worden verondersteld te willen kantelen om het linkerbenedenpunt A, uitgaande van een horizontale kracht ter plaatse van de kolomverankering Fhk', werkend van links naar rechts. Dit kantelen wordt versterkt door de verticale neerwaartse belasting Fvp'. Ten gevolge van dit kantelen ontstaat bij het rechterkopvlak opstuwing van grond, dus overwegend passieve gronddruk en bij het linkerkopvlak een overwegend actieve gronddruk.

De kanteling van de poeren wordt tegengegaan door de wrijving van de grond tegen de zijwanden van de poer (Mwz; Fvz; Fhz), het verschil in gronddruk tegen het linker- (Fha; Mha), respectievelijk het rechterkopvlak (Fhp; Mhp) van de poer, de wrijving van de grond tegen het linker- (Fva) en rechterkopvlak (Fvp) en de gronddruk tegen de onderkant van de poer (Fvo; Mvo).

Mp_neerw = Mwz + Mhp - Mha + Fvp*B + Mvo (linksom = +)

Fv_neerw = Fvz + Fva + Fvp + Fvo (opwaarts = +)

Fh_neerw = Fhz + Fhp - Fha (van rechts naar links = +)

a) Het berekenen van de wrijving van de grond tegen de zijwanden van de poer (Mwz, Fvz en Fhz) gaat als volgt.

Op een vlakje O op een afstand R van het draaipunt A werkt de neutrale gronddruk Sn. Bij draaiing van het vlakje om punt A ontstaat er een wrijvingskracht Fw, die loodrecht op de straal R is gericht en de draaiing tegenwerkt. Bij de berekening van de wrijvingskracht Fw wordt rekening gehouden met de afstand van vlakje O tot draaipunt A (R/Rmax). Met behulp van de cosinus en de sinus kan de verticale en de horizontale component bepaald worden. Vermenigvuldiging van Fw met de straal R geeft het tegenwerkend koppel Mw. Door nu het gehele oppervlak van beide zijwanden op deze manier af te tasten kunnen Mwz, Fvz en Fhz bepaald worden.

- Moment t.g.v. wrijving tegen de zijvlakken:

Maximale hefboomsarm ten opzichte van het draaipunt A:

- Rmax = $(B^2 + H^2)^{1/2}$ = $(531.7^2 + 610^2)^{1/2}$ = 809 mm

Maximale schuifspanning ter hoogte van het draaipunt A:

- TnA = sg * (D + H) * lambda-n * tan(fi) + C0

= 18 E-6 * (300 + 610) * 0.46 * tan(33°) + 0 E-3 = 4.83 E-3 N/mm²

De totale momentcapaciteit ten gevolge van wrijving tegen de beide zijwanden van de poer kan door integratie bepaald worden. Uitschrijven resulteert in de volgende formule:

$$- Mwz = \frac{2*H*B}{Rmax} * \left[TnA*\left(\frac{B^2}{3} + \frac{H^2}{3}\right) - sg*H*lambda\text{-}n*\tan(fi)*\left(\frac{B^2}{6} + \frac{H^2}{4}\right)\right]$$

$$= \frac{2*610*531.7}{809} * \left[4.83E\text{-}3 * \left(\frac{531.7^2}{3} + \frac{610^2}{3}\right) - 18E\text{-}6 * 610 * 0.46 * \tan(33°) * \left(\frac{531.7^2}{6} + \frac{610^2}{4}\right)\right] = 481\ E3\ Nmm$$

- De verticale kracht ten gevolge van de wrijving tegen de zijvlakken van de poer kan op een soortgelijke manier bepaald worden.

Maximale schuifspanning op halve hoogte van de poer (centrum C):

- $TnC = sg * (D + H/2) * lambda\text{-}n * \tan(fi) + C0$

$= 18\ E\text{-}6 * (300 + 610\ /2) * 0.46 * \tan(33°) + 0\ E\text{-}3 = 3.21\ E\text{-}3\ N/mm^2$

Belastingcapaciteit ten gevolge van wrijving tegen de zijwand:

- $Fvz = 2 * H * B * TnC * 0.5 * B / Rmax$

$= 2 * 610 * 531.7 * 3.21\ E\text{-}3 * 0.5 * 531.7 / 809 = 684\ N$

- Horizontale kracht ten gevolge van wrijving tegen de zijvlakken:

Maximale schuifspanning op 1/3-hoogte vanaf de bovenkant van de poer:

- $TnD = sg * (D + H/3) * lambda\text{-}n * \tan(fi) + C0$

$= 18\ E\text{-}6 * (300 + 610\ /3) * 0.46 * \tan(33°) + 0\ E\text{-}3 = 2.67\ E\text{-}3\ N/mm^2$

Belastingcapaciteit ten gevolge van wrijving tegen de zijwand:

- $Fhz = 2 * H * B * TnD * 0.5 * H / Rmax$

$= 2 * 610 * 531.7 * 2.67E\text{-}3 * 0.5 * 610 / 809 = 653\ N$

b) Het bepalen van de horizontale normaal- en de verticale schuifkrachten op het linker- en rechterkopvlak (Fha, Fva, Fhp en Fvp) gaat als volgt.

Als de poer in de richting van de horizontale kracht op het punt staat te gaan draaien, dan wordt de grond aan de rechterzijde opgestuikt en aan de andere zijde losgelaten. Aan de zijde waar de grond wordt opgestuikt ontwikkelt de passieve gronddruk zich het best aan de bovenzijde van de poer, die het meest zijdelings verplaatst. Het niveau van de poer ter hoogte van het draaipunt verplaatst zijdelings niet, derhalve ontwikkelt zich aldaar de neutrale gronddruk. Tussen de passieve gronddruk aan de bovenzijde van de poer en de neutrale gronddruk aan de onderzijde van de poer wordt rechtlijnig geïnterpoleerd.

In formules:

- Rechts = passieve gronddruk:

  Resulterend moment ten opzichte van draaipunt A (ten gevolge van passieve gronddruk):

  - Mhp = 1/3 * sg * B * H² * [lambda-n * (D/2 + H/4) + lambda-p * (D + H/4)]

    = 1/3 * 18 E-6 * 531.7 * 610 ² * [0.46 * (300 /2 + 610 /4)

    + 3.32 * (300 + 610 /4)] = 1951E3 Nmm

  Verticale schuifkracht:

  - Fvp = B * H * [TnC + sg * (lambda-p - lambda-n) * tan(fi) * (D/2 + H/6)]

    = 531.7 * 610 * [3.21E-3 + 18E-6 * (3.32 - 0.46) * tan(33°)

    * (300 /2 + 610 /6)] = 3718 N

  Horizontale normaalkracht:

  - Fhp = sg * B * H * [lambda-n * (D/2 + H/3) + lambda-p * (D/2+ H/6)]

    = 18E-6 * 531.7 * 610 * [0.46 * (300 /2 + 610 /3)

    + 3.32 * (300 /2 + 610 /6)] = 5836 N

Aan de tegenovergelegen linkerzijde ontwikkelt zich iets dergelijks, nl. aan de bovenzijde komt de poer het meest vrij van de grond (actieve gronddruk), terwijl ook hier de poer ter hoogte van het draaipunt niet zijdelings verplaatst (neutrale gronddruk).

In formules:

- Links = actieve gronddruk:

  Resulterend moment ten opzichte van draaipunt A (ten gevolge van actieve gronddruk):

  - Mha = 1/3 * sg * B * H² * [lambda-n * (D/2 + H/4) + lambda-a * (D + H/4)]

    = 1/3 * 18E-6 * 531.7 * 610 ² * [0.46 * (300 /2 + 610 /4)

    + 0.30 * (300 + 610 /4)] = 328 E3 Nmm

  Verticale schuifkracht:

  - Fva = B * H * [TnC + sg * (lambda-a - lambda-n) * tan(fi) * (D/2 + H/6)]

    = 531.7 * 610 * [3.21E-3 + 18E-6 * (0.30 - 0.46) * tan(33°)

    * (300 /2 + 610 /6)] = 890 N

Horizontale normaalkracht:

- Fha = sg * B * H * [lambda-n * (D/2 + H/3) + lambda-a * (D/2 + H/6)]

= 18E-6 * 531.7 * 610 * [0.46 * (300 /2 + 610 /3)

+ 0.30 * (300 /2 + 610 /6)] = 1397 N

c) Het berekenen van de maximale toelaatbare gronddruk tegen de onderkant van de poer (Fvo; Mvo) gaat als volgt.

Er wordt vanuit gegaan, dat de poer ten gevolge van de overheersende neerwaartse kracht zoveel "zakt", dat overal tegen de onderkant van de poer de maximale grondspanning optreedt.

- Verticale kracht ten gevolge van gronddruk tegen onderkant poer:

- Fvo = Sgr * B² = 0.300 * 531.7 ² = 84823 N

- Moment (rechtsom) ten gevolge van gronddruk tegen onderkant poer:

- Mvo = 1/2 * Sgr * B^3 = 1/2 * 0.300 * (531.7)^3 = 22552E3 Nmm

d) Met behulp van de afgeleide grootheden kan de kantelstabiliteit van de poeren bij een resulterende neerwaartse belasting worden afgeleid:

- Maximaal reactie-moment (linksom = +):

- Mp_neerw = Mwz + Mhp - Mha + Fvp * B + Mvo
= 481 + 1951 - 328 + 3718 * 0.5317 + 22552 = 26633 Nm

- Maximale verticale oplegreactie (opwaarts = +):

- Fv_neerw = Fvz + Fva + Fvp + Fvo
= 684 + 890 + 3718 + 84823 = 90115 N

- Maximale horizontale oplegreactie (van rechts naar links = +):

- Fh_neerw = Fhz + Fhp - Fha
= 653 + 5836 - 1397 = 5093 N

In principe is een veel grotere horizontale oplegreactie mogelijk, namelijk Fh_max = Sgr*B*H. In dat geval treden echter ontoelaatbare horizontale verplaatsingen (> 5,0 mm) op.

5.7.6.3 Kantelstabiliteit bij opwaartse belasting (in gebruikstoestand):

Op analoge wijze kan de kantelstabiliteit van de poeren worden berekend bij opwaarts bezwijken. Dit treedt altijd op bij een resulterende opwaartse belasting maar kan ook optreden bij een geringe neerwaartse belasting. De poeren worden alleen nu verondersteld te willen kantelen om het rechterbenedenpunt B. Ten gevolge van de opwaartse belasting vervalt de gronddruk tegen de onderkant van de poer.

- Maximaal reactie-moment (linksom = +):

  - Mp_opw = Mwz + Mhp - Mha + Fva * B
  = 481 + 1951 - 328 + 890 * 0.5317 = 2578 Nm

- Maximale verticale oplegreactie (opwaarts = +):

  - Fv_opw = Fvz + Fva + Fvp
  = 684 + 890 + 3718 = 5292 N

- Maximale horizontale oplegreactie (van rechts naar links = +):

  - Fh_opw = Fhz + Fhp - Fha
  = 653 + 5836 - 1397 = 5093 N

5.7.7 Maximale neerwaartse draagkracht volgens NEN 6744:

Bij de berekening van de maximale neerwaartse draagkracht volgens NEN 6744 wordt uitgegaan van een gedraineerde toestand volgens artikel 5.2.3. van NEN 6744.

a) Draagkrachtfactoren:
De draagkrachtfactoren volgens art. 5.2.3.3 van NEN 6744 zijn uitsluitend afhankelijk van de hoek van inwendige wrijving van de grond:

- Draagkrachtfactor voor de invloed van de gronddekking/diepte:

  $Nq = \exp[\pi * \tan(fi)] * \tan(\pi/4 + fi/2)^2 = 24.6$

- Draagkrachtfactor voor de invloed van de cohesie:

  $$Nc = \frac{Nq - 1}{\tan(fi)} = 37.0$$

- Draagkrachtfactor voor de invloed van het effectieve volumieke gewicht van de grond onder het funderingsoppervlak:

  $Ngamma = 2 * (Nq - 1) * \tan(fi) = 30.1$

b) Vormfactoren:

De vormfactoren volgens artikel 5.2.3.3 van NEN 6744 zijn afhankelijk van de voornoemde draagkrachtfactoren en van de vorm van het funderingsoppervlak. Voor een cirkelvormig of vierkant element geldt: Beff = Leff = 1

- Gronddekking/diepte: $sq = 1 + 1.0 * \sin(fi) = 1.54$

- Invloed cohesie: $$sc = \frac{sq * Nq - 1}{Nq - 1} = 1.6$$

- Eff. vol. gewicht: $sgamma = 1 - 0.3 * 1.0 = 0.7$

c) Rekenwaarde van de (maximale) neerwaartse draagkracht (art. 5.2.3.3):

Voor de berekening in de gedraineerde toestand van de rekenwaarde van de maximale funderingsdruk loodrecht op het funderingsoppervlak gelden de volgende formules (art. 5.2.3.3 van NEN 6744):

- Cohesie: Smaxcd = Co * Nc * sc = 0.000 N/mm²

- Gronddekking: Smaxqd = sg * (Dpoer + hpoer) * Nq * sq = 0.619 N/mm²

- Vol. gewicht: Smaxgd = 0.5 * sg * dpoer * Ngamma * sgamma = 0.114 N/mm²

Voor de totale maximale funderingsdruk geldt aldus:

Smaxgrd = Smaxcd + Smaxqd + Smaxgd = 0.733 N/mm²

Uitgaande van een volledig effectief funderingsoppervlak (dat wil o.a. zeggen: een centrische neerwaartse belasting) geldt de volgende rekenwaarde van de draagkracht in gedraineerde toestand:

Fmaxgrd = 0.25 * pi * dpoer² * Smaxgrd = 207152 N

Er wordt een extra veiligheidsfactor 1.5 in rekening gebracht onder andere voor niet-volledige effectiviteit van de poer (excentriciteiten) en een niet-volledig gedraineerde toestand van de grond:

$$Fmaxgr = \frac{Fmaxgrd}{gammag} = \frac{207152}{1.5} = 138102 \text{ N}$$

d) Bepaling van de maatgevende neerwaartse draagkracht (zie ook 2.2):

Fv_neerw = MIN(Fmaxgr, Fv_neerw) = MIN(138102 , 90115) = 90115 N

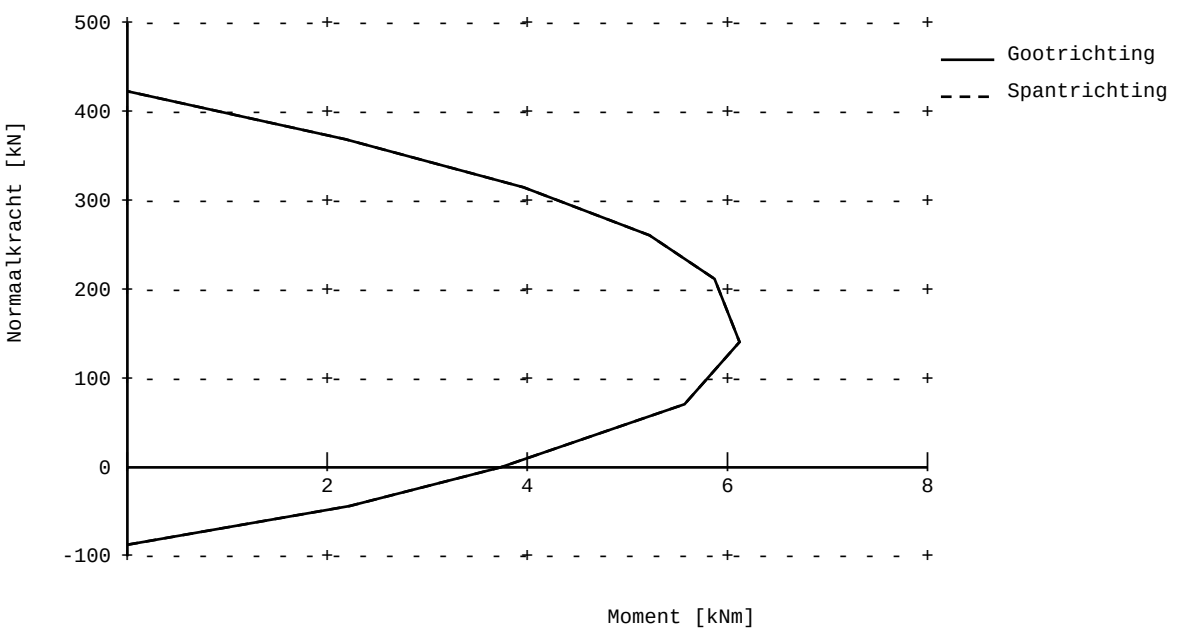
5.7.8 Doorsnedecapaciteit van ZEUS 120x120x1000ZW (R8+M10).

De ZEUS betonpaal wordt aan de hand van de gegeven capaciteit, vastgelegd in een Mu-Nu diagram, gecontroleerd.

Het Mu-Nu diagram van de betonpaal is benaderd door punten van het diagram in een bestand vast te leggen. Voor het bepalen van de momentencapaciteit mag bij de gegeven normaalkracht rechtlijnig geïnterpoleerd worden. Dit is altijd een veilige benadering van de werkelijke capaciteit van de betonpaal. De punten van het Mu-Nu diagram zijn zodanig gekozen, dat het werkelijke Mu-Nu diagram zo dicht mogelijk wordt benaderd.

Capaciteit van de ZEUS 120x120x1000ZW (R8+M10) in gootrichting:

Punt 1:	Ny1 =	-87000 N	My1 =	0	Nm
Punt 2:	Ny2 =	-43500 N	My2 =	2220	Nm
Punt 3:	Ny3 =	0 N	My3 =	3730	Nm
Punt 4:	Ny4 =	71000 N	My4 =	5570	Nm
Punt 5:	Ny5 =	141000 N	My5 =	6120	Nm
Punt 6:	Ny6 =	212000 N	My6 =	5870	Nm
Punt 7:	Ny7 =	261000 N	My7 =	5220	Nm
Punt 8:	Ny8 =	315000 N	My8 =	3960	Nm
Punt 9:	Ny9 =	369000 N	My9 =	2180	Nm
Punt 10:	Ny10 =	423000 N	My10 =	0	Nm



Uittrekcapaciteit van de paal in de poer (zonder wapeningsstaaf):

Oppervlakte van de poer dat afgeschoven wordt:

As = 2 * (Lpaal - fh - Dpoer) * Bp
= 2 * (1000 - 300 - 300) * 120 = 96000 mm²

waarin: fh = funderingshoogte = 300 mm
Dpoer = poerdiepte = 400 mm
Bp = geprofileerde paalbreedte (atijd 1e dimensie) = 120 mm

Uiterst opneembare schuifspanning van de poer, uitgaande van beton C12/15 (B15):

$$\text{Sigmau} = 0.4 * \frac{0.7 * (1.05 + 0.05 * 15.0)}{1.4} = 0.36 \text{ N/mm}^2$$

Overige gegevens van de ZEUS 120x120x1000ZW (R8+M10):
(uit het betonpalenbestand)

Dwarskrachtcapaciteit: Vp = 9504 N
Capaciteit van het anker: Fa = 22265 N
%PLL = 1

5.8 B.C.1: a11) Dead load + Services + Wind + Crop

5.8.1 Berekening van de verticale belasting per kruisschoorvak-kolom:

a) Berekening van de normaalkracht (N) in de kolommen (trek = +):

Berekening van de verticale belasting per kolom (neerwaarts = +):
In gebruikstoestand:
- Eigen gewicht dek (1.00 * 32)= 32 N/m²
- Gewasbelasting (1.00 * 0) = 0 N/m²
- Installaties (1.00 * 70) = 70 N/m²
Totaal : 102 N/m²
- Neerwaartse belasting per kolom = 102 * 9.60 * 4.00 = 3917 N
- Eigen gewicht van de goot = 1 * (1.00 * 34) * 4.00 = 136 N
- Eigen gewicht van het spant = (1.00 * 920) = 920 N
- Transportlast = 0.00 * max(1250 , 1000) + 1.00 * 0 = 0 N
Totaal = 4973 N
- Windbelasting = 9.60 *4.00*(-0.20-(-0.20))*(1.00 *510) = 0 N

In gebruikstoestand: Fvk' = -N' = 4973 N

In rekentoestand:
- Eigen gewicht dek (1.02 * 32)= 33 N/m²
- Gewasbelasting (1.28 * 0) = 0 N/m²
- Installaties (1.02 * 70) = 71 N/m²
Totaal : 104 N/m²
- Neerwaartse belasting per kolom = 104 * 9.60 * 4.00 = 4000 N
- Eigen gewicht van de goot = 1 * (1.02 * 34) * 4.00 = 139 N
- Eigen gewicht van het spant = (1.02 * 920) = 940 N
- Transportlast = 0.00 * max(1250 , 1000) + 1.02 * 0 = 0 N
Totaal = 5079 N
- Windbelasting = 9.60 *4.00*(-0.20-(-0.20))*(1.28 *510) = 0 N

In rekentoestand: Fvk = -N = 5079 N

b) Aanpendelende verticale belasting per kruisschoorvak-kolom:
- De totale aanpendelende verticale belasting per kolommenrij (Vtot) is:
  - Vtot = 44.0 /4.00 * (5079 -0) + 0 = 55865 N
- Deze belasting mag over alle effectieve kruisschoorvak-kolommen verdeeld worden. Dankzij de aanwezigheid van bovenliggende koppelbalken zijn beide kolommen van de kruisschoorvakken effectief:
  - Vz = 55865 / (2 * 2) = 13966 N

5.8.2 Berekening van de horizontale belasting per kruisschoorvak-kolom:

De horizontale belasting in gootrichting is opgebouwd uit twee componenten, namelijk wind en scheefstand. Voor iedere kolommenrij geldt:

a) Wind op de kopgevels:
- Kaphoogte (hkap) = 9.60 /2 * tan 27 = 2.45 m
- Kapoppervlak (Akap) = 1 * 9.60 /2 * 2.45 = 11.7 m²
- Geveloppervlak (Agevel) = 9.60 * 4.00 = 38.4 m²
- Fh,kop = (0.7 +0.3) * (1.28 * 510) * (11.7 + 38.4/2) * 0.72 = 14499 N

b) Windwrijving op het kasdek:
- Fh,dek = cf * lspant * Qwind * max(0, (Lkas - 2*(ph+fh))) * cscd
= 0.01 * 9.60 * (1.28 * 510) * 35.40 * 0.72 = 1593 N
- Fh,wind = Fh,kop + Fh,dek = 14499 + 1593 = 16091 N

c) Extra horizontale krachten t.g.v. initiële scheefstand:
- Kolommen: psi = 1/267 (zie EN 1993-1-1)
- Spanten : psi = 1/200 (zie EN 1993-1-1)
- Fh,scheefstand = (1/267 + 1/200) * |55865 | = 489 N

De totale horizontale kracht per kolommenrij in gootrichting bedraagt:
- Fh,tot = 16091 + 489 = 16580 N
Voor iedere kolom, die deel uitmaakt van een kruisschoorvak, geldt:
- Fhk = 16580 / (2 * 2) = 4145 N
In gebruikstoestand: (fCdim = CsCd'/CsCd = 0.66 /0.72 = 0.92)
- Fh,wind' = Fh,kop' + Fh,dek' = 11372 + 1249 = 12621 N
- Fh,tot' = 12621 * 0.92 + 479 = 11088 N
- Fhk' = 11088 / (2 * 2) = 2772 N

5.8.3 Berekening van het effect van de rotatie-veerstijfheid van de fundering:

Uitgaande van een momentvaste koppelbalk-fundering-aansluiting en van een "scharnier" ter plaatse van de onderkant van de poeren, kan de rotatie van de beide poeren worden berekend (in rekentoestand):

$$- phip0 = \frac{Fhk * hfok * v}{6 * E * Ixok} = \frac{4145 * 1060 * 4000}{6 * 2.1E5 * 62E4} = 22.36\ E\text{-}3\ rad$$

met: hfok = fhp + Dpoer + hpoer - vok = 300 + 300 + 610 - 150 = 1060 mm

Resulterende hoekverdraaiing van de poeren (in rekentoestand):

- phip = phip0 * rpoer = 22.36 E-3 * 0.329 = 7.37 E-3 rad

Resulterend moment, vanuit de grond, geleverd door de poeren:

- Tpoer = kpoer * phip = 400 E6 * 7.37 E-3 = 2946 E3 Nmm
In gebruikstoestand:
- Tpoer' = Tpoer * Fhk' / Fhk = 2946 E3 * 2772 / 4145 = 1970 E3 Nmm

5.8.4 Bepaling van het knikgedrag van de kruisschoorvak-kolommen:

Bij de bepaling van het knikgedrag van de kruisschoorvak-kolommen wordt de maatgevende (op druk belaste) kolom geschematiseerd tot een kolom met een lengte gelijk aan de schoorverlaging (vs), verend ingeklemd in het onderstuk van de kolom. Er wordt direkt rekening gehouden met de belastingconfiguratie. De invloed van de aanpendelende belasting op de stabiliteit van de kruis-schoorvakken komt dan tot uiting in een grotere kniklengte (zie IBBC-TNO rapport BI-87-20/63.4.3360, artikel 6.3.1.1).

Omdat bij de berekening van de kniklengte van het bovenstuk direct rekening wordt gehouden met de aanpendelende belasting (Vz) is de rotatie-veerstijfheid van de verende inklemming mede afhankelijk van de grootte van de normaalkracht in het onderstuk van de kolom. Aangezien de normaalkracht in het onderstuk van de kolom op het moment van Eulerse instabiliteit niet bekend is, is een iteratie-procedure noodzakelijk. Ter controle worden de berekeningsresultaten van de laatste iteratie gegeven.

a) 1e-orde krachtsverdeling, uitsluitend t.b.v. de knikberekening:

Normaalkracht in het bovenstuk van de kolom (Nkb):
(De grootte van de in rekening te brengen aanpendelende belasting hangt af van de lengte van de staven, waarop de aanpendelende belasting werkt):

$$- Nkb = 5079 + \frac{715}{4000 + 300 - 300} * (13966 - 5079) = 6667\ N$$

Maatgevende normaalkracht in het onderstuk van de kolom (Nko):
(Dankzij de aanwezigheid van de bovenliggende koppelbalken zijn beide kolommen van de kruisschoorvakken effectief en mag hier de gemiddelde normaalkracht van beide kolommen in rekening worden gebracht):

$$- Nko = 5079 + 4145 * \frac{4000 + 300 - 300 + 150}{4000} = 9379\ N$$

b) Controle van de laatste iteratie van de knikberekening:

De iteratief berekende belasting-vermenigvuldigingsfactor, waarbij instabiliteit van het bovenstuk optreedt, bedraagt:

- nzkb = 4.7848

Op dat moment is de normaalkracht in het onderstuk van de kolom, groot:

- Nko = 4.785 * 9379   = 44877   N

De rotatie-veerstijfheid, waarmee het bovenstuk van de kolom verend is verbonden met het onderstuk, kan (zonder rekening te houden met de invloed van de belastingconfiguratie) als volgt berekend worden:

$$\text{- cr} = \frac{3 * E * Izk}{(h + fh - fhp - vs)} = \frac{3 * 2.1E5 * 37E4}{(4000 + 300 - 300 - 715)} = 70 \quad \text{E6 Nmm/rad}$$

T.g.v. de normaalkracht in het onderstuk van de kolom nemen de vervormingen toe met de Eulerse vergrotingsfactor n/n-1 en neemt de rotatie-veerstijfheid overeenkomstig af:

$$\text{- n} = \frac{pi^2 * E * Izk}{(h+fh-fhp-vs)^2 * Nko} = \frac{pi^2 * 2.1E5 * 37E4}{(3285)^2 * 44877} = 1.56$$

- n/n-1 = 2.77

- cr-E = 70 E6 / 2.77 = 25 E6 Nmm/rad

Met behulp van tabel 6 van NEN 3851 (TGB-1972-Staal) kan nu de fictieve kniklengte van het bovenstuk van de kolom bepaald worden:

$$\text{- rho} = \frac{cr\text{-}E * vs}{E * Izk} = \frac{25E6 * 715}{2.1E5 * 37E4} = 0.236$$

$$\text{- lk} = vs * (4 + \frac{10}{rho})^{0.5} = 715 * (4 + \frac{10}{0.236})^{0.5} = 4873 \text{ mm}$$

Hiermee kan de kniklengte van het bovenstuk van de kolom bepaald worden:

$$\text{- FEzkb} = \frac{pi^2 * E * Izk}{lk^2} = \frac{pi^2 * 2.1E5 * 37E4}{(4873)^2} = 31902 \text{ N}$$

$$\text{- nzkb} = \frac{31902}{6667} = 4.7848$$

Deze waarde van nzkb komt voldoende nauwkeurig overeen met de aanvangswaarde.

c) Kniklengten, slankheden en knikcoëfficiënten:

- Bovenstuk van de kolom:
  - In gootrichting:
    - De kniklengte in gootrichting kan berekend worden door rekening te houden met de werkelijke normaalkracht in het bovenstuk van de kolom:

$$lkzkb = \left(\frac{pi^2 * E * Izk}{nzkb * Fvk}\right)^{0.5} = \left(\frac{pi^2 * 2.1E5 * 37E4}{4.78 * 5079}\right)^{0.5} = 5584 \text{ mm}$$

      (N.B.: lkzkb / (h + fh - fhp)= 5584 / (4000 + 300 - 300) = 1.40)

    - Slankheid: lambda-zkb = lkzkb / izk = 5584 / 20.8 = 269
      - Chikb.z = min(0.132 , 1.0) = 0.132

  - In spantrichting:
    - De kniklengte in spantrichting kan bij goede benadering berekend worden met de formule (voor Venlo-warenhuis):

      lkyk = 2.10 * (4000 + 300 - 300 - 80 - 438) = 7313 mm
      (N.B.: kheff = effectieve kolomhoogte = 4.0 - 0.08 - 0.44 = 3.48 m)

    - Slankheid: lambda-yk = lkyk / iyk = 7313 / 35.7 = 205
      - Chik.y = min(0.169 , 1.0) = 0.169

- Onderstuk van de kolom:
  - In gootrichting:
    - Kniklengte: lkzko = h+fh-fhp-vs = 4000 + 300 - 300 - 715 = 3285 mm

$$FEzko = \frac{pi^2 * E * Izk}{lkzko^2} = \frac{pi^2 * 2.1E5 * 37E4}{(3285)^2} = 70204 \text{ N}$$

    - Slankheid: lambda-zko = lkzko / izk = 3285 / 20.8 = 158
    - Chiko.z = min(0.261 , 1.0) = 0.261

  - In spantrichting: Zie bovenstuk van de kolom.

5.8.5 Controle van het ongeschoorde bovenstuk van de kolommen

a) Berekening van de maatgevende krachten in het ongeschoorde bovenstuk:

Juist boven het aangrijpingspunt van de schoren op de kolommen, gelden de
volgende maatgevende krachten in de op druk belaste kolom(men):

- Normaalkracht : Nkb = -5079 N

- Moment   : Mzkb = 4145   * 715 = 2964 E3 Nmm

(T.g.v. de aanwezigheid van de bovenliggende koppelbalken zijn beide
 kolommen van de kruisschoorvakken effectief)

b) Controle op sterkte en stabiliteit van het ongeschoorde bovenstuk volgens EC3:
   Hierbij komt de z-as overeen met de y-as (en y-as = x-as) bij NEN6770.

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} + \frac{|Mz.Ed|}{Mz.c.Rd} = \frac{|-5079|}{229893} + \frac{|2964|}{3961} = 0.770$$

  controle: 0.770 < 1.00, dus de sterkte voldoet.
- Maximale spanning:

$$Sigma: \frac{|NEd|}{A} + \frac{|Mz.Ed|}{Wpl.z} = \frac{|-5079|}{848.5} + \frac{|2964|}{16.632} = 184.2 \ N/mm^2$$

  UCspanning = Sigma/fy = 184.2 /235.0   = 0.784

  controle: 0.784 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (2.51 - 0.2)*(|-5079 |/(0.132 *229893 /1.0)) = 1.41
  Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-5079 |/(0.132 *229893 /1.0)) = 1.05
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(1.41   , 1.05   ) = 1.05
  Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.63

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-5079 |/(0.132 *229893 /1.0)+1.05 *|2963.7 |/(1.00*3961.1 /1.0)
           = 0.213 + 0.788 = 1.002
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-5079 |/(0.169 *229893 /1.0)+0.63 *|2963.7 |/(1.00*3961.1 /1.0)
           = 0.131 + 0.473 = 0.604

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(1.002 , 0.604) = 1.002

  controle: 1.002 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

5.8.6 Controle van het geschoorde onderstuk van de kolommen

a) Berekening van de maatgevende krachten in het geschoorde onderstuk:

Juist onder het aangrijpingspunt van de schoren op de kolommen, gelden de
volgende maatgevende krachten in de op druk belaste kolom(men) (druk is negatief):

- Normaalkracht : NEd = -(5079 + 2 * 4145 * (4000 + 300 - 300 + 150) / 4000) = -13680 N

- Moment : Mzko = max (0.85 * 1.26 * 2964 E3, 2964 E3) = 3185 E3 Nmm

b) Controle op sterkte en stabiliteit van het ongeschoorde bovenstuk volgens EC3:
   Hierbij komt de z-as overeen met de y-as (en y-as = x-as) bij NEN6770.

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} + \frac{|Mz.Ed|}{Mz.c.Rd} = \frac{|-13680|}{229893} + \frac{|3185|}{3961} = 0.863$$

  controle: 0.863 < 1.00, dus de sterkte voldoet.
- Maximale spanning:

$$Sigma: \frac{|NEd|}{A} + \frac{|Mz.Ed|}{Wpl.z} = \frac{|-13680|}{848.5} + \frac{|3185|}{16.632} = 207.6 \ N/mm^2$$

  UCspanning = Sigma/fy = 207.6 /235.0 = 0.883

  controle: 0.883 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.60 (het profiel is geschoord).
  M1 = 3184.72 , M2 = 0.00 , Ms = 1592.36 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
       = 0.60 * (1.0 + (1.69 - 0.2)*(|-13680 |/(0.261 *229893 /1.0)) = 0.80
  Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
       = 0.60 * (1.0 + 0.8*(|-13680 |/(0.261 *229893 /1.0)) = 0.71
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.80 , 0.71) = 0.71
  Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.43

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-13680 |/(0.261 *229893 /1.0)+0.71 *|3184.7 |/(1.00*3961.1 /1.0)
           = 0.228 + 0.570 = 0.798
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-13680 |/(0.169 *229893 /1.0)+0.43 *|3184.7 |/(1.00*3961.1 /1.0)
           = 0.352 + 0.342 = 0.694

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.798 , 0.694) = 0.798

  controle: 0.798 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie:
- Kolom (RHBK100*50*3.0 mm) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.1 : a11) Dead load + Services + Wind + Crop

5.8.7 Controle van de op druk belaste bovenliggende koppelbalken.

Uit evenwichtsbeschouwingen van de kruisschoorvakken kan de normaalkracht in
de op druk belaste bovenliggende koppelbalken worden afgeleid:

$$- Nbk = -Fhk * \frac{h + fh - fhp}{h + fh - fhp - vs} = -4145 * \frac{4000}{3285} = -5047 \ N$$

- $Mz.Ed = feg * 1/8 * q * l^2 = 1.02 * 1/8 * 29.874 E-3 * 4.000^2 = 61.020 E3$

De controle verloopt volgens EC3:
Hierbij komt de z-as overeen met de y-as (en y-as = x-as) bij NEN6770.

- Doorsnedeklasse: 3

- Sterkte:

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} + \frac{|My.Ed|}{My.c.Rd} = \frac{|-5047|}{102986} + \frac{|61|}{1577} = 0.088$$

  controle: 0.088 < 1.00, dus de sterkte voldoet.
- Maximale spanning:

$$Sigma: \frac{|NEd|}{A} + \frac{|My.Ed|}{Wpl.y} = \frac{|-5047|}{380.6} + \frac{|61|}{6.830} = 22.2 \ N/mm^2$$

  $UCspanning = Sigma/fy = 22.2 / 235.0 = 0.094$

  controle: 0.094 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.95 (het profiel is geschoord).
  M1 = 0.00 , M2 = 0.00 , Ms = 61.02 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy2 * (1.0 + 0.6*lambdarel.y*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
       = 0.95 * (1.0 + 0.6*2.18 *(|-5047 |/(0.169 *102986 /1.0)) = 1.31
  Ky.3 = Cmy2 * (1.0 + 0.6*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
       = 0.95 * (1.0 + 0.6*(|-5047 |/(0.169 *102986 /1.0)) = 1.11
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(1.31 , 1.11) = 1.11
  Kz.b = 0.8 * Ky.b = 0.89

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-5047 |/(0.169 *102986 /1.0)+1.11 *|61.0 |/(1.00*1576.6 /1.0)
           = 0.289 + 0.043 = 0.333
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-5047 |/(0.169 *102986 /1.0)+0.89 *|61.0 |/(1.00*1576.6 /1.0)
           = 0.289 + 0.035 = 0.324

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.333 , 0.324) = 0.333

  controle: 0.333 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie:
- Bovenliggende koppelbalken (RHBK50*50*2.0 mm) voldoen
  bij B.C.1 : a11) Dead load + Services + Wind + Crop

5.8.8 Controle van de op trek belaste schoren

a) Berekening van de maatgevende trekkracht in de schoren:

Uit evenwichtsbeschouwingen van de kruisschoorvakken kan de normaalkracht in de op trek belaste schoren worden uitgerekend:

$$-N_s = 2 * F_{hk} * \frac{h+f_h-f_{hp}+v_{ok}}{v} * \frac{l_s}{h+f_h-f_{hp}-v_s+v_{ok}} =$$

$$= 2 * 4145 * \frac{4000 + 300 - 300 + 150}{4000} * \frac{5272}{3435} = 13202 \quad N$$

(N.B.: ls = lengte schoor = $(3435^2 + 4000^2)1/2 = 5272$ mm)

b) Controle van de sterkte van de op trek belaste schoren volgens EC3:
Hierbij komt de z-as overeen met de y-as (en y-as = x-as) bij NEN6770.

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$UC_{sterkte} = \frac{|N_{Ed}|}{N_{c.Rd}} = \frac{|13202|}{26578} = 0.497$$

controle: 0.497 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
Profiel alleen op trek belast, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie:
- Schoren (RD12.0 mm) voldoen qua sterkte
bij B.C.1 : a11) Dead load + Services + Wind + Crop

Voor verdere controle van de schoorverbindingen, alsmede voor de controle van andere profieltypen en andere verbindingstypen, wordt verwezen naar EN 1993-1-8.

5.8.9 Controle van de onderliggende koppelbalken

a) Berekening van de maatgevende krachten in de onderliggende koppelbalken:
De onderliggende koppelbalken worden niet alleen belast op een drukkracht (negatief), de verbindingen tussen koppelbalken en poeren moeten ook het "overturning" moment van de poeren op nemen:

- Normaalkracht : Nok = -Fhk * (1 + vs / (h+fh-fhp-vs))
= -4145 * (1 + 715 / 3285) = -5047 N

- Moment : Myok = Fhk * hfok - Tpoer
= 4145 * 1060 - 2946 E3 = 1448 E3 Nmm

b) Controle van de sterkte/stabiliteit van de onderliggende koppelbalken volgens EC3:
Hierbij komt de z-as overeen met de y-as (en y-as = x-as) bij NEN6770.

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} + \frac{|My.Ed|}{My.c.Rd} = \frac{|-5047|}{201532} + \frac{|1448|}{4315} = 0.361$$

controle: 0.361 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Maximale spanning:

$$Sigma: \frac{|NEd|}{A} + \frac{|My.Ed|}{Wpl.y} = \frac{|-5047|}{728.5} + \frac{|1448|}{19.160} = 82.5 \ N/mm^2$$

UCspanning = Sigma/fy = 82.5 /235.0 = 0.351

controle: 0.351 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.40 (het profiel is geschoord).
M1 = 1447.54 , M2 = -1447.54 , Ms = 0.00 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
Interactiefactoren volgens bijlage B:
Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
= 0.40 * (1.0 + (1.46 - 0.2)*(|-5047 |/(0.329 *201532 /1.0)) = 0.44
Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
= 0.40 * (1.0 + 0.8*(|-5047 |/(0.329 *201532 /1.0)) = 0.42
Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(0.44 , 0.42) = 0.42
Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.25

UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
= |-5047 |/(0.329 *201532 /1.0)+0.42 *|1447.5 |/(1.00*4314.6 /1.0)
= 0.076 + 0.142 = 0.218
UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
= |-5047 |/(0.180 *201532 /1.0)+0.25 *|1447.5 |/(1.00*4314.6 /1.0)
= 0.139 + 0.085 = 0.225

Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.218 , 0.225) = 0.225

controle: 0.225 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

c) Berekening van de horizontale verplaatsing van de onderliggende koppelbalk:
De 1e-orde horizontale verplaatsing van de onderliggende koppelbalken
in rekentoestand kan als volgt berekend worden:

$$- u1\text{-}ok = rpoer * \frac{Fhk * (hfok')^2 * v}{6*E*Iyok} =$$

$$= 0.329 * \frac{4145 * (650)^2 * 4000}{6 * 2.1E5 * 62E4} = 2.94 \text{ mm}$$

waarin: hfok' = afstand vanaf de onderliggende koppelbalk tot 200 mm onder
de bovenkant van de poer
= fhp + Dpoer + 200 - vok = 300 + 300 + 200 - 150 = 650 mm

De 2e-orde horizontale verplaatsing van de onderliggende koppelbalken
in gebruikstoestand kan benaderd worden met de formule:

$$- u2\text{-}ok' = \frac{nyok'}{nyok'-1} * u1\text{-}ok * \frac{Fhk'}{Fhk} * \frac{fhp+dpoer+200}{hfok'} \quad \text{met: } nyok' = nyok * \frac{Fhk}{Fhk'}$$

Deze benadering is conservatief, omdat de (overigens zeer geringe) gunstige
werking van de opwaartse windzuiging gereduceerd wordt met Fhk'/Fhk.

- Vergrotingsfactor: - nyok' = 16.01 * 4145 / 2772 = 23.94
- nyok'/nyok'-1 = 1.04

Invullen van de bekende gegevens resulteert in een verplaatsing, groot:

$$- u2\text{-}ok' = 1.04 * 2.94 * \frac{11088}{16580} * \frac{300 + 300 + 200}{650} = 2.52 \text{ mm}$$

d) Controle van de horizontale verplaatsing van de onderliggende koppelbalk:
In artikel 11.1 staat, dat de toelaatbare horizontale
verplaatsing van de betonfundering op het niveau, waarop de draag-
constructie is gemonteerd, maximaal 5 mm mag bedragen.

- controle: 2.5 mm < 5.0 mm, dus: stijfheid voldoet.

Conclusie:
- Onderliggende koppelbalken (RHBK80*50*3.0 mm) voldoen
bij B.C.1 : a11) Dead load + Services + Wind + Crop

5.8.10 Controle van de toegestane verplaatsing in gootrichting

a) 1e-orde verlengingen en verplaatsingen (in rekentoestand) (excl. fundering)

- Verlenging van de op trek belaste schoor:

$$\text{delta-s} = \frac{Ns * ls}{E * As} = \frac{13202 * 5272}{2.1E5 * 113.1} = 2.93 \text{ mm}$$

- Verkorting van het onderstuk van de op druk belaste kolom:

$$\text{delta-ko} = \frac{Nko * (h+fh-fhp-vs)}{E * Ak} = \frac{13680 * 3285}{2.1E5 * 849} = 0.25 \text{ mm}$$

- Verkorting van de op druk belaste bovenliggende koppelbalken:

$$\text{delta-bk} = \frac{Nbk * v}{E * Abk} = \frac{5047 * 4000}{2.1E5 * 381} = 0.25 \text{ mm}$$

- 1e-orde horizontale verplaatsing van het aangrijpingspunt van de schoren op de kolommen (m.b.v. Williot-diagram):

$$\text{u-schoor} = \frac{ls}{v} * \text{delta-s} + \frac{h+fh-fhp-vs+vok}{v} * \text{delta-ko} + \text{delta-bk}$$

Invullen geeft:

$$\text{u-schoor} = \frac{5272}{4000} * 2.93 + \frac{3435}{4000} * 0.25 + 0.25 = 4.33 \text{ mm}$$

- 1e-orde horizontale verplaatsing in gootrichting:

$$\text{u1-goot} = \frac{h+fh-fhp+vok}{h+fh-fhp-vs+vok} * \text{u-schoor} + \frac{Fhk*vs*(h+fh-fhp-vs)}{3 * E * Izk} * vs + \frac{Fhk * (vs)^3}{3 * E * Izk}$$

(Dankzij de bovenliggende koppelbalken zijn beide kolommen van de kruisschoorvakken effectief.)

Invullen geeft:

$$\text{u1-goot} = \frac{4000+300-300+150}{3435} * 4.33 + \frac{4145}{3 * 2.1E5 * 37E4} * 715 + \frac{4145 * (715)3}{3 * 2.1E5 * 37E4} = 5.23 + 30.23 + 6.58 = 42.04 \text{ mm}$$

b) 2e-orde horizontale verplaatsing in gootrichting in gebruikstoestand:

De 2e-orde horizontale verplaatsing in gootrichting in gebruikstoestand kan
met de volgende formule worden benaderd (incl. verplaatsing fundering):

$$u2\text{-}goot' = \frac{nzkb'}{nzkb'-1} * u1\text{-}goot * \frac{Fhk'}{Fhk} + u2\text{-}ok' \quad met: nzkb' = nzkb * \frac{Fhk}{Fhk'}$$

waarin: u2-ok' = horizontale verplaatsing fundering = 2.52 mm (zie 58.9)

Deze benadering is conservatief, omdat de (overigens zeer geringe) gunstige
werking van de opwaartse windzuiging gereduceerd wordt met Fhk'/Fhk.

- Vergrotingsfactor: - nzkb = 4.78 (zie 58.4)
  - nzkb' = 4.78 * 4145 / 2772 = 7.15
  - nzkb'/nzkb'-1 = 1.16

Invullen van de bekende gegevens resulteert in een verplaatsing, groot:

$$u2\text{-}goot' = 1.16 * 42.04 * \frac{2772}{4145} + 2.52 = 35.21 \text{ mm}$$

c) Berekening van de toelaatbare horizontale verplaatsing in gootrichting:

1) in relatie tot de kolomhoogte, vervormingen van de kopgevelkolom:

Volgens de Europese norm EN13031-1, artikel 10.2.3.1 geldt voor dragende constructieonderdelen van kassen met een glasomhulling een doorbuigings-eis van maximaal L/150 met een grenswaarde van 30 mm. Rekening houdend met de vervorminglijn van de kopgevelgootkolom (scharnierend bij de fundatie en ingeklemd bij de goot) zijn de volgende vergelijking op te stellen:

- Maximale verplaatsing utoel-a = 2 * h / 150 = 2 * 4000 / 150 = 53.3 mm
- Absolute grenswaarde umax = 2 * 30 mm = 60.0 mm

2) rekening houdend met de ruitafmetingen :
- Vereiste min. speling bovenkant ruit : Sn = 7.5 mm
- Vereiste min. speling zijkant ruit : Sr = 2.0 mm
- Lengte van de hele dekruiten : Lr = 2015.0 mm
- Ruitbreedte in de middenvelden : Br = 1125.0 mm

- toelaatbare verplaatsing 1e kolommenrij achter de zijgevel:

$$Ut1a = (Sr + Sn * \frac{Lr}{Bs}) * \frac{nkap * kap/\cos(a)}{Lr}$$

$$= (2.0 + 7.5 * \frac{2015.0}{1125.0}) * \frac{1 * 9600/\cos(27.0)}{2015.0} = 82.5 \text{ mm}$$

Utoel-b = Ut1a = 82.5 mm

3) maatgevend :
- utoel = utoel-a < utoel-b < umax; MIN(53.3 , 82.5 , 60.0) = 53.3 mm

d) Controle van de toegestane horizontale verplaatsing in gootrichting:

- Stijfheid:
  controle: 35.2 mm < 53.3 mm, dus: stijfheid voldoet.

Conclusie:
- Kolommen (RHBK100*50*3.0 mm) voldoen qua stijfheid
  bij B.C.1 : a11) Dead load + Services + Wind + Crop

5.8.11 Controle van de op "trek" belaste poer:

a) Berekening van de verticale belasting in de op "trek" belaste poer (in gebruikstoestand):

- Verticale belasting in de op "trek" belaste poer (neerwaarts = +)

$$\text{Va}' = \text{Fvk}' - \frac{2 * \text{Fhk}' * (h + fh - fhp + vok)}{v} + 2 * \frac{\text{Tpoer}'}{v}$$

$$= 4973 - \frac{2 * 2772 * (4000+300-300+150)}{4000} + 2 * \frac{1970E3}{4000} = 206 \text{ N.}$$

- Verticale belasting per kolom (neerwaarts = +)	: Va' =	206 N
- Eigen gewicht van de kolom (1.00 * 266)	: Fegk' =	266 N
- Eigen gewicht paal, poer en grond (1.00 * 5796)	: Gfund =	5796 N
		+
- Vert. belasting per poer: Fvp = Va'+ Fegk'+ Gfund	Fvp =	6002 N

Aangezien de totale verticale belasting per poer positief is, is sprake van een neerwaartse belasting op de ondergrond.

b) Berekening van het maatgevend kantelmoment ten gevolge van de belastingen:

- Horizontaal: Mhp = Tpoer'	=	1970 Nm
- Verticaal : Mvp = |Fvp| * 0.5 * B		
= |6002 | * 0.5 * 0.532	=	1596 Nm
		+
- Kantelmoment per poer: Mp = Mhp + Mvp	Mp =	3566 Nm

Bij een opwaarts bezwijkmodel (OBM) geldt:

- Kantelmoment per poer: Mp = Mhp - Mvp	Mp =	375 Nm

c) Controle van de kantelstabiliteit (neerwaartse belasting):

- Momentenevenwicht bij een neerwaarts bezwijkmodel (NBM):
  - controle : 3566 Nm < 26633 Nm, dus: voldoet. (maatgevend)

- Momentenevenwicht bij een opwaarts bezwijkmodel (OBM):
  - controle : 375 Nm < 2578 Nm, dus: voldoet.

- Verticaal evenwicht:
  - controle :| 6002 N |< 90115 N, dus: voldoet.

- Horizontaal evenwicht:
  - controle : 2772 N < 5093 N, dus: voldoet.

Conclusie:
- De op "trek" belaste poeren BPRD600*610 mm voldoen
  bij B.C.1: a11) Dead load + Services + Wind + Crop

5.8.12 Controle van de ZEUS 120x120x1000ZW (R8+M10)

a) Bepaling van de belastingen per paal in rekentoestand:

$$Va = Fvk - \frac{2 * Fhk^* (h + fh - fhp + vok)}{v} + 2 * \frac{Tpoer}{v}$$

$$= 5079 - \frac{2 * 4145 * (4000+300-300 +150)}{4000} + 2 * \frac{2946E3}{4000} = -2049 \quad N.$$

- Verticale belasting per paal (neerwaarts = +) Nd = Va = -2049 N

- Maatgevend moment in de paal, ter plaatse van de koppelbalkaansluiting:
  Mp1 = Myok (zie controleberekening onderliggende koppelbalk) Mp1 = 1448 Nm
  Dit is een veilige aanname van het maximale moment in de paal waarbij
  het gunstige effect op de momenten verdeling bij een relatief laag
  gepositioneerde koppelbalk is genegeerd.

- Maatgevend moment in de paal, ter plaatse van de poeraansluiting:
  Mp2 = Fhk * (fh + Dpoer - vok) - Mp1
  = 4145 * (0.300 + 0.300 - 0.150) - 1448 = 418 Nm
  Md = MAX(|Mp1|, |Mp2|) = MAX(|1448 |, |418 |) = 1448 Nm
- Belasting op het anker (ideële belasting):

$$Vva = Fvk - \frac{2*Fhk*(Lb+vs)}{v} = 5079 - \frac{2 * 4145 * (4010+715)}{4000} = 5079 \quad N$$

  Nedv = Vva = -1777 N
  Fi = (2*Fhk² + NEdv²)^0.5 = (2*4145 ² + -1777 ²)^0.5 = 6125 N

b) Doorsnedecontrole van de paal met behulp van het Mu-Nu diagram:

Bij het invullen van de gegeven normaalkracht NEd = -1777 N in het Mu-Nu diagram wordt de momentencapaciteit Mcap verkregen door rechtlijnige interpolatie tussen de punten waar NEd ligt. Mcap = 3659 Nm

d) Controle van de betonpaalcapaciteit:

- Moment: Md = 1448 Nm < Mcap = 3659 Nm, dus: voldoet.
- Dwarskracht: Fhk = 4145 N < Vp = 9504 N, dus: voldoet.
- Anker: Fi = 6125 N < Fa = 22265 N, dus: voldoet.
- Uittrekkracht: Niet ter zake.

Conclusie:
- De op "trek" belaste palen ZEUS 120x120x1000ZW (R8+M10) voldoen
  bij B.C.1 : a11) Dead load + Services + Wind + Crop

5.8.13 Controle van de op "druk" belaste poer:

a) Berekening van de verticale belasting in de op "druk" belaste poer (in gebruikstoestand):

- Verticale belasting in de op "druk" belaste poer (neerwaarts = +)

$$\text{Vb}' = \text{Fvk}' + \frac{2 * \text{Fhk}' * (h + fh - fhp + vok)}{v} + 2 * \frac{\text{Tpoer}'}{v}$$

$$= 4973 + \frac{2 * 2772 * (4000+300-300+150)}{4000} - 2 * \frac{1970E3}{4000} = 9740 \text{ N.}$$

- Verticale belasting per kolom (neerwaarts = +)	: Vb' =	9740 N
- Eigen gewicht van de kolom (1.00 * 266)	: Fegk' =	266 N
- Eigen gewicht paal, poer en grond (1.00 * 5796)	: Gfund =	5796 N
- Vert. belasting per poer: Fvp = Vb'+ Fegk'+ Gfund	Fvp =	15802 N

Aangezien de totale verticale belasting per poer positief is, is sprake van een neerwaartse belasting op de ondergrond.

b) Berekening van het maatgevend kantelmoment ten gevolge van de belastingen:

- Horizontaal: Mhp = Tpoer'	=	1970 Nm
- Verticaal : Mvp = |Fvp| * 0.5 * B = |15802 | * 0.5 * 0.532	=	4201 Nm
- Kantelmoment per poer: Mp = Mhp + Mvp	Mp =	6171 Nm

Bij een opwaarts bezwijkmodel (OBM) geldt:

- Kantelmoment per poer: Mp = Mhp - Mvp	Mp =	-2231 Nm

c) Controle van de kantelstabiliteit (neerwaartse belasting):

- Momentenevenwicht bij een neerwaarts bezwijkmodel (NBM):
  - controle : 6171 Nm < 26633 Nm, dus: voldoet. (maatgevend)

- Momentenevenwicht bij een opwaarts bezwijkmodel (OBM):
  - controle : -2231 Nm < 2578 Nm, dus: voldoet.

- Verticaal evenwicht:
  - controle :| 15802 N |< 90115 N, dus: voldoet.

- Horizontaal evenwicht:
  - controle : 2772 N < 5093 N, dus: voldoet.

d) Controle van de zettingen:

- Berekening van de momentane (lees: permanente) belastingen:

  - Eigen gewicht dek (1.00 * 32) = 32 N/m²
  - Gewasbelasting (0.20 * 0) = 0 N/m²
  - Installaties (1.00 * 70) = 70 N/m²
  ---------- +
  Totaal : 102 N/m²
  - Neerwaartse belasting per kolom = 102 * 9.60 * 4.00 = 3917 N
  - Eigen gewicht van de goot = 1 * 1.00 * 34 * 4.00 = 136 N
  - Eigen gewicht van het spant = 1.00 * 920 = 920 N
  ---------- +
  Totaal Fsvd1 = 4973 N

  - Fhk'mom = (1/267 + 1/200) * 44.0 / 4.00 * 4973 / (2 * 2) = 120 N

$$\text{Vb'} = \text{Fsvd1} + \frac{2 * \text{Fhk'mom} * (h + fh - fhp + vok)}{v} - 2 * \frac{\text{Tpoer'}}{v} * \frac{\text{Fhk'mom}}{\text{Fhk'}}$$

$$= 4973 + \frac{2 * 120 * (4000+300-300+150)}{4000} - 2 * \frac{1970E3 * 120}{4000 * 2772} = 5179 \text{ N}$$

  - Verticale belasting per kolom (neerwaarts = +) : Vb' = 5179 N
  - Eigen gewicht paal, poer en grond : Gfund = 5796 N
  ---------- +
  - Vert. belasting per : Fsvd = 10974 N

- Berekening van de effectieve spanningsverhoging onder de poer:

  De resulterende verticale effectieve spanning onder de poer
  t.g.v. de momentane belastingen, bedraagt:

$$\text{Svd0} = \frac{\text{Fsvd}}{\text{Apoer}} = \frac{10974}{\text{pi/4} * 600^2} = 0.039 \text{ N/mm}^2$$

  De oorspronkelijke verticale effectieve spanning is/was:

$$\text{Svod0} = sg * (\text{Dpoer} + \text{hpoer}) = 0.0000180 * (300 + 610) = 0.016 \text{ N/mm}^2$$

  De effectieve spanningsverhoging onder de poer, uitgaande van een
  volledig gedraineerde toestand, volgt uit:

$$\text{dSvd0} = \text{Svd0} - \text{Svod0} = 0.039 - 0.016 = 0.022 \text{ N/mm}^2$$

- Berekening van de effectieve zettingsdiepte (NEN 6744 art. 6.1):

  Bij het bepalen van de zakking moeten die grondlagen in beschouwing
  zijn genomen, waarbij de toename van de verticale effectieve spanning
  groter is dan 20% van de oorspronkelijke verticale effectieve
  spanning.
  In formule: dSvd(z) > 0.20 * Svod(z)
  waarin:

$$\text{dSvd(z)} = \text{dSvd0} * \left[1 - \frac{1}{\left(\frac{0.5 * \text{dpoer}}{z} \right)^{1.5}} \right]$$

  Afname van de toename van de verticale effectieve spanning onder de fundatie-poer als functie van de diepte z

Svod(z) = sg * (z + Dpoer + hpoer) Idem, voor de oorspronkelijke verticale effectieve spanning.

De effectieve zettingsdiepte is de totale hoogte/diepte van de grondlagen onder de poer, dat volgens bovenstaande definitie in beschouwing moet zijn genomen bij de berekening van de zettingen.

De effectieve zettingsdiepte wordt door middel van een iteratieve nulpuntsbepaling bepaald waarbij moet gelden:

dSvd(zeff) = 0.20 * Svod(zeff) geeft: zeff = 0.261 m

- Bepaling van de resulterende effectieve zetting (NEN 6744 hfdst.6):

De resulterende effectieve zetting kan uiteindelijk worden bepaald door integratie van de samendrukking van de grond onder de poer tot aan de effectieve zettingsdiepte m.b.v. de formule van Terzaghi.

- Berekening van de primaire zetting (art. 6.2):

$$weff1 = \frac{Cceff}{1 + eporie} * \int_0^{zeff} \ln\left(\frac{Svod(z) + dSvd(z)}{Svod(z)}\right) dz =$$

$$= \frac{0.006}{1 + 0.6} * \int_0^{0.261} \ln\left(\frac{Svod(z) + dSvd(z)}{Svod(z)}\right) dz = 0.001 \text{ m}$$

- Berekening van de secundaire zetting over 15 jaar (art. 6.3):

$$weff2 = Cinfe * zeff * \log\left(\frac{15*365}{1}\right) = 0.000 * 0.261 * 3.738 = 0.000 \text{ m}$$

- Totaal (art. 6.1): weff = weff1 + weff2 = 0.001 + 0.000 = 0.001 m

Controle van de resulterende effectieve zetting:

Volgens NEN 6740 art. 5.2.2.1 mag de zetting niet groter zijn dan 0.15 m. In diverse gemeenten wordt ook (nog) wel gewerkt met een toelaatbare zetting van 0.10 meter. Mede daarom en omdat uitgegaan is van een gedraineerde toestand, wordt in CASTA/Kassenbouw ook gerekend met een toelaatbare zetting van 0.10 m. Er wordt als het ware een veiligheidsfactor 1.5 op NEN 6740 art. 5.2.2.1 gelegd, met name voor een niet-volledig gedraineerde toestand van de grond.

wtoel = 0.100 m

Controle zetting: 0.001 m < 0.100 m, dus: voldoet.

Conclusie:
- De op "druk" belaste poeren BPRD600*610 mm voldoen
  bij B.C.1: a11) Dead load + Services + Wind + Crop

5.8.14 Controle van de ZEUS 120x120x1000ZW (R8+M10)

a) Bepaling van de belastingen per paal in rekentoestand:

$$Vb = Fvk + \frac{2 * Fhk^* (h + fh - fhp + vok)}{v} - 2 * \frac{Tpoer}{v}$$

$$= 5079 + \frac{2 * 4145 * (4000+300-300 +150)}{4000} - 2 * \frac{2946E3}{4000} = 12206 \quad N$$

- Verticale belasting per paal (neerwaarts = +) Nd = Vb = 12206 N
  Inclusief gewicht kolom: NEd = Vb + g.eg*Fegk' = 12206 + 1.02*266 = 12479 N

- Maatgevend moment in de paal, ter plaatse van de koppelbalkaansluiting:
  Mp1 = Myok (zie controleberekening onderliggende koppelbalk) Mp1 = 1448 Nm
  Dit is een veilige aanname van het maximale moment in de paal waarbij
  het gunstige effect op de momenten verdeling bij een relatief laag
  gepositioneerde koppelbalk is genegeerd.

- Maatgevend moment in de paal, ter plaatse van de poeraansluiting:
  Mp2 = Fhk * (fh + Dpoer - vok) - Mp1
  = 4145 * (0.300 + 0.300 - 0.150) - 1448 = 418 Nm
  Md = MAX(|Mp1|, |Mp2|) = MAX(|1448 |, |418 |) = 1448 Nm
- Belasting op het anker (ideële belasting):
  Fi = Fhk = 4145 N (neerwaarts gesteund; anker alleen horizontaal belast)

b) Doorsnedecontrole van de paal met behulp van het Mu-Nu diagram:

Bij het invullen van de gegeven normaalkracht NEd = 12479 N in het Mu-Nu diagram wordt de momentencapaciteit Mcap verkregen door rechtlijnige interpolatie tussen de punten waar NEd ligt. Mcap = 4046 Nm

d) Controle van de betonpaalcapaciteit:

- Moment: Md = 1448 Nm < Mcap = 4046 Nm, dus: voldoet.
- Dwarskracht: Fhk = 4145 N < Vp = 9504 N, dus: voldoet.
- Anker: Fi = 4145 N < Fa = 22265 N, dus: voldoet.
- Uittrekkracht: Niet ter zake.

Conclusie:
- De op "druk" belaste palen ZEUS 120x120x1000ZW (R8+M10) voldoen
  bij B.C.1 : a11) Dead load + Services + Wind + Crop

5.9 B.C.2: a21) Dead Load + Services + Snow + Psi_Crop

5.9.1 Berekening van de verticale belasting per kruisschoorvak-kolom:

a) Berekening van de normaalkracht (N) in de kolommen (trek = +):

Berekening van de verticale belasting per kolom (neerwaarts = +):
In gebruikstoestand:
- Eigen gewicht dek (1.00 * 32)= 32 N/m²
- Sneeuwbelasting (1.00 * 423) = 423 N/m²
- Gewasbel.(winter)(1.00 * 0) = 0 N/m²
- Installaties (1.00 * 70) = 70 N/m²

Totaal : 525 N/m²

- Neerwaartse belasting per kolom = 525 * 9.60 * 4.00 = 20178 N
- Eigen gewicht van de goot = 1 * (1.00 * 34) * 4.00 = 136 N
- Eigen gewicht van het spant = (1.00 * 920) = 920 N
- Transportlast = 0.00 * max(1250 , 1000) + 1.00 * 0 = 0 N

Totaal = 21234 N

- Windbelasting: 0 N

In gebruikstoestand: Fvk' = -N' = 21234 N

In rekentoestand:
- Eigen gewicht dek (1.02 * 32)= 33 N/m²
- Sneeuwbelasting (1.28 * 423) = 540 N/m²
- Gewasbel.(winter)(1.28 * 0) = 0 N/m²
- Installaties (1.02 * 70) = 71 N/m²

Totaal : 644 N/m²

- Neerwaartse belasting per kolom = 644 * 9.60 * 4.00 = 24734 N
- Eigen gewicht van de goot = 1 * (1.02 * 34) * 4.00 = 139 N
- Eigen gewicht van het spant = (1.02 * 920) = 940 N
- Transportlast = 0.00 * max(1250 , 1000) + 1.02 * 0 = 0 N

Totaal = 25812 N

- Windbelasting: 0 N

In rekentoestand: Fvk = -N = 25812 N

b) Aanpendelende verticale belasting per kruisschoorvak-kolom:
- De totale aanpendelende verticale belasting per kolommenrij (Vtot) is:
  - Vtot = 44.0 /4.00 * (25812 -0) + 0 = 283933 N
- Deze belasting mag over alle effectieve kruisschoorvak-kolommen verdeeld worden. Dankzij de aanwezigheid van bovenliggende koppelbalken zijn beide kolommen van de kruisschoorvakken effectief:
  - Vz = 283933 / (2 * 2) = 70983 N

5.9.2 Berekening van de horizontale belasting per kruisschoorvak-kolom:

a) Aanpendelende verticale belasting per kruisschoorvak-kolom t.g.v. initiële scheefstand:
- Kolommen: psi = 1/267 (zie EN 1993-1-1)
- Spanten : psi = 1/200 (zie EN 1993-1-1)
- Fh,scheefstand = (1/267 + 1/200) * |283933 | = 2484 N

De totale horizontale kracht per kolommenrij in gootrichting bedraagt:
- Fh,tot = Fh,scheefstand = 2484 N

Voor iedere kolom, die deel uitmaakt van een kruisschoorvak, geldt:
- Fhk = 2484 / (2 * 2) = 621 N

In gebruikstoestand: (fCdim = CsCd'/CsCd = 0.66 /0.72 = 0.92)
- Fhk' = 2044 / (2 * 2) = 511 N

5.9.3 Berekening van het effect van de rotatie-veerstijfheid van de fundering:

Uitgaande van een momentvaste koppelbalk-fundering-aansluiting en van een "scharnier" ter plaatse van de onderkant van de poeren, kan de rotatie van de beide poeren worden berekend (in rekentoestand):

$$- phip0 = \frac{Fhk * hfok * v}{6 * E * Ixok} = \frac{621 * 1060 * 4000}{6 * 2.1E5 * 62E4} = 3.35 \text{ E-3 rad}$$

met: hfok = fhp + Dpoer + hpoer - vok = 300 + 300 + 610 - 150 = 1060 mm

Resulterende hoekverdraaiing van de poeren (in rekentoestand):

- phip = phip0 * rpoer = 3.35 E-3 * 0.329 = 1.10 E-3 rad

Resulterend moment, vanuit de grond, geleverd door de poeren:

- Tpoer = kpoer * phip = 400 E6 * 1.10 E-3 = 441 E3 Nmm
In gebruikstoestand:
- Tpoer' = Tpoer * Fhk' / Fhk = 441 E3 * 511 / 621 = 363 E3 Nmm

5.9.4 Bepaling van het knikgedrag van de kruisschoorvak-kolommen:

Bij de bepaling van het knikgedrag van de kruisschoorvak-kolommen wordt de maatgevende (op druk belaste) kolom geschematiseerd tot een kolom met een lengte gelijk aan de schoorverlaging (vs), verend ingeklemd in het onderstuk van de kolom. Er wordt direkt rekening gehouden met de belastingconfiguratie. De invloed van de aanpendelende belasting op de stabiliteit van de kruis-schoorvakken komt dan tot uiting in een grotere kniklengte (zie IBBC-TNO rapport BI-87-20/63.4.3360, artikel 6.3.1.1).

Omdat bij de berekening van de kniklengte van het bovenstuk direct rekening wordt gehouden met de aanpendelende belasting (Vz) is de rotatie-veerstijfheid van de verende inklemming mede afhankelijk van de grootte van de normaalkracht in het onderstuk van de kolom. Aangezien de normaalkracht in het onderstuk van de kolom op het moment van Eulerse instabiliteit niet bekend is, is een iteratie-procedure noodzakelijk. Ter controle worden de berekeningsresultaten van de laatste iteratie gegeven.

a) 1e-orde krachtsverdeling, uitsluitend t.b.v. de knikberekening:

Normaalkracht in het bovenstuk van de kolom (Nkb):
(De grootte van de in rekening te brengen aanpendelende belasting hangt af van de lengte van de staven, waarop de aanpendelende belasting werkt):

$$- Nkb = 25812 + \frac{715}{4000 + 300 - 300} * (70983 - 25812) = 33886 \text{ N}$$

Maatgevende normaalkracht in het onderstuk van de kolom (Nko):
(Dankzij de aanwezigheid van de bovenliggende koppelbalken zijn beide kolommen van de kruisschoorvakken effectief en mag hier de gemiddelde normaalkracht van beide kolommen in rekening worden gebracht):

$$- Nko = 25812 + 621 * \frac{4000 + 300 - 300 + 150}{4000} = 26456 \text{ N}$$

b) Controle van de laatste iteratie van de knikberekening:

De iteratief berekende belasting-vermenigvuldigingsfactor, waarbij instabiliteit van het bovenstuk optreedt, bedraagt:

- nzkb = 1.2920

Op dat moment is de normaalkracht in het onderstuk van de kolom, groot:

- Nko = 1.292 * 26456 = 34182   N

De rotatie-veerstijfheid, waarmee het bovenstuk van de kolom verend is verbonden met het onderstuk, kan (zonder rekening te houden met de invloed van de belastingconfiguratie) als volgt berekend worden:

$$- cr = \frac{3 * E * Izk}{(h + fh - fhp - vs)} = \frac{3 * 2.1E5 * 37E4}{(4000 + 300 - 300 - 715)} = 70 \quad E6\ Nmm/rad$$

T.g.v. de normaalkracht in het onderstuk van de kolom nemen de vervormingen toe met de Eulerse vergrotingsfactor n/n-1 en neemt de rotatie-veerstijfheid overeenkomstig af:

$$- n = \frac{pi^2 * E * Izk}{(h+fh-fhp-vs)^2 * Nko} = \frac{pi^2 * 2.1E5 * 37E4}{(3285)^2 * 34182} = 2.05$$

- n/n-1 = 1.95

- cr-E = 70 E6 / 1.95 = 36 E6 Nmm/rad

Met behulp van tabel 6 van NEN 3851 (TGB-1972-Staal) kan nu de fictieve kniklengte van het bovenstuk van de kolom bepaald worden:

$$- rho = \frac{cr\text{-}E * vs}{E * Izk} = \frac{36E6 * 715}{2.1E5 * 37E4} = 0.335$$

$$- lk = vs * (4 + \frac{10}{rho})^{0.5} = 715 * (4 + \frac{10}{0.335})^{0.5} = 4160\ mm$$

Hiermee kan de kniklengte van het bovenstuk van de kolom bepaald worden:

$$- FEzkb = \frac{pi^2 * E * Izk}{lk^2} = \frac{pi^2 * 2.1E5 * 37E4}{(4160)^2} = 43782\ N$$

$$- nzkb = \frac{43782}{33886} = 1.2920$$

Deze waarde van nzkb komt voldoende nauwkeurig overeen met de aanvangswaarde.

c) Kniklengten, slankheden en knikcoëfficiënten:

- Bovenstuk van de kolom:
  - In gootrichting:
    - De kniklengte in gootrichting kan berekend worden door rekening te houden met de werkelijke normaalkracht in het bovenstuk van de kolom:

$$lkzkb = \left(\frac{pi^2 * E * Izk}{nzkb * Fvk}\right)^{0.5} = \left(\frac{pi^2 * 2.1E5 * 37E4}{1.29 * 25812}\right)^{0.5} = 4766 \text{ mm}$$

      (N.B.: lkzkb / (h + fh - fhp)= 4766 / (4000 + 300 - 300) = 1.19)

    - Slankheid: lambda-zkb = lkzkb / izk = 4766 / 20.8 = 230
      - Chikb.z = min(0.132 , 1.0) = 0.132

  - In spantrichting:
    - De kniklengte in spantrichting kan bij goede benadering berekend worden met de formule (voor Venlo-warenhuis):

      lkyk = 2.10 * (4000 + 300 - 300 - 80 - 438) = 7313 mm
      (N.B.: kheff = effectieve kolomhoogte = 4.0 - 0.08 - 0.44 = 3.48 m)

    - Slankheid: lambda-yk = lkyk / iyk = 7313 / 35.7 = 205
      - Chik.y = min(0.169 , 1.0) = 0.169

- Onderstuk van de kolom:
  - In gootrichting:
    - Kniklengte: lkzko = h+fh-fhp-vs = 4000 + 300 - 300 - 715 = 3285 mm

$$FEzko = \frac{pi^2 * E * Izk}{lkzko^2} = \frac{pi^2 * 2.1E5 * 37E4}{(3285)^2} = 70204 \text{ N}$$

    - Slankheid: lambda-zko = lkzko / izk = 3285 / 20.8 = 158
    - Chiko.z = min(0.261 , 1.0) = 0.261

  - In spantrichting: Zie bovenstuk van de kolom.

5.9.5 Controle van het ongeschoorde bovenstuk van de kolommen

a) Berekening van de maatgevende krachten in het ongeschoorde bovenstuk:

Juist boven het aangrijpingspunt van de schoren op de kolommen, gelden de
volgende maatgevende krachten in de op druk belaste kolom(men):

- Normaalkracht : Nkb = -25812 N

- Moment : Mzkb = 621 * 715 = 444 E3 Nmm

(T.g.v. de aanwezigheid van de bovenliggende koppelbalken zijn beide
 kolommen van de kruisschoorvakken effectief)

b) Controle op sterkte en stabiliteit van het ongeschoorde bovenstuk volgens EC3:
   Hierbij komt de z-as overeen met de y-as (en y-as = x-as) bij NEN6770.

- Doorsnedeklasse: 3

- Sterkte:

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} + \frac{|Mz.Ed|}{Mz.c.Rd} = \frac{|-25812|}{229893} + \frac{|444|}{3961} = 0.224$$

  controle: 0.224 < 1.00, dus de sterkte voldoet.
- Maximale spanning:

$$Sigma: \frac{|NEd|}{A} + \frac{|Mz.Ed|}{Wpl.z} = \frac{|-25812|}{848.5} + \frac{|444|}{16.632} = 57.1 \ N/mm^2$$

  UCspanning = Sigma/fy = 57.1 /235.0 = 0.243

  controle: 0.243 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz2 * (1.0 + 0.6*lambdarel.z*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.6*2.51 *(|-25812 |/(0.132 *229893 /1.0)) = 1.98
  Kz.3 = Cmz2 * (1.0 + 0.6*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.6*(|-25812 |/(0.132 *229893 /1.0)) = 1.34
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(1.98 , 1.34) = 1.34
  Ky.b = 0.8 * Kz.b = 1.07

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-25812 |/(0.132 *229893 /1.0)+1.34 *|444.1 |/(1.00*3961.1 /1.0)
           = 0.815 + 0.150 = 0.965
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-25812 |/(0.169 *229893 /1.0)+1.07 *|444.1 |/(1.00*3961.1 /1.0)
           = 0.664 + 0.120 = 0.784

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.965 , 0.784) = 0.965

  controle: 0.965 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

5.9.6 Controle van het geschoorde onderstuk van de kolommen

a) Berekening van de maatgevende krachten in het geschoorde onderstuk:

Juist onder het aangrijpingspunt van de schoren op de kolommen, gelden de
volgende maatgevende krachten in de op druk belaste kolom(men) (druk is negatief):

- Normaalkracht : NEd = -(25812 + 2 * 621 * (4000 + 300 - 300 + 150) / 4000) = -27101 N

- Moment : Mzko = max (0.85 * 4.42 * 444 E3, 444 E3) = 1670 E3 Nmm

b) Controle op sterkte en stabiliteit van het ongeschoorde bovenstuk volgens EC3:
   Hierbij komt de z-as overeen met de y-as (en y-as = x-as) bij NEN6770.

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} + \frac{|Mz.Ed|}{Mz.c.Rd} = \frac{|-27101|}{229893} + \frac{|1670|}{3961} = 0.540$$

  controle: 0.540 < 1.00, dus de sterkte voldoet.
- Maximale spanning:

$$Sigma: \frac{|NEd|}{A} + \frac{|Mz.Ed|}{Wpl.z} = \frac{|-27101|}{848.5} + \frac{|1670|}{16.632} = 132.4 \ N/mm^2$$

  UCspanning = Sigma/fy = 132.4 /235.0 = 0.563

  controle: 0.563 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.60 (het profiel is geschoord).
  M1 = 1670.13 , M2 = 0.00 , Ms = 835.06 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
       = 0.60 * (1.0 + (1.69 - 0.2)*(|-27101 |/(0.261 *229893 /1.0)) = 1.00
  Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
       = 0.60 * (1.0 + 0.8*(|-27101 |/(0.261 *229893 /1.0)) = 0.82
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(1.00 , 0.82) = 0.82
  Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.49

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-27101 |/(0.261 *229893 /1.0)+0.82 *|1670.1 |/(1.00*3961.1 /1.0)
           = 0.451 + 0.344 = 0.795
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-27101 |/(0.169 *229893 /1.0)+0.49 *|1670.1 |/(1.00*3961.1 /1.0)
           = 0.697 + 0.207 = 0.904

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.795 , 0.904) = 0.904

  controle: 0.904 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie:
- Kolom (RHBK100*50*3.0 mm) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.2 : a21) Dead Load + Services + Snow + Psi_Crop

5.9.7 Controle van de op druk belaste bovenliggende koppelbalken.

Uit evenwichtsbeschouwingen van de kruisschoorvakken kan de normaalkracht in
de op druk belaste bovenliggende koppelbalken worden afgeleid:

$$- Nbk = -Fhk * \frac{h + fh - fhp}{h + fh - fhp - vs} = -621 * \frac{4000}{3285} = -756 \quad N$$

- $Mz.Ed = feg * 1/8 * q * l^2 = 1.02 * 1/8 * 29.874\ E\text{-}3 * 4.000^2 = 61.020\ E3$

De controle verloopt volgens EC3:
Hierbij komt de z-as overeen met de y-as (en y-as = x-as) bij NEN6770.

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} + \frac{|My.Ed|}{My.c.Rd} = \frac{|-756|}{102986} + \frac{|61|}{1577} = 0.046$$

  controle: 0.046 < 1.00, dus de sterkte voldoet.
- Maximale spanning:

$$Sigma: \frac{|NEd|}{A} + \frac{|My.Ed|}{Wpl.y} = \frac{|-756|}{380.6} + \frac{|61|}{6.830} = 10.9 \quad N/mm^2$$

  UCspanning = Sigma/fy = 10.9 /235.0 = 0.046

  controle: 0.046 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.95 (het profiel is geschoord).
  M1 = 0.00 , M2 = 0.00 , Ms = 61.02 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
  = 0.95 * (1.0 + (2.18 - 0.2)*(|-756 |/(0.169 *102986 /1.0)) = 1.03
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
  = 0.95 * (1.0 + 0.8*(|-756 |/(0.169 *102986 /1.0)) = 0.98
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(1.03 , 0.98) = 0.98
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.59

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
  = |-756 |/(0.169 *102986 /1.0)+0.98 *|61.0 |/(1.00*1576.6 /1.0)
  = 0.043 + 0.038 = 0.081
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
  = |-756 |/(0.169 *102986 /1.0)+0.59 *|61.0 |/(1.00*1576.6 /1.0)
  = 0.043 + 0.023 = 0.066

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.081 , 0.066) = 0.081

  controle: 0.081 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie:
- Bovenliggende koppelbalken (RHBK50*50*2.0 mm) voldoen
  bij B.C.2 : a21) Dead Load + Services + Snow + Psi_Crop

5.9.8 Controle van de op trek belaste schoren

a) Berekening van de maatgevende trekkracht in de schoren:

Uit evenwichtsbeschouwingen van de kruisschoorvakken kan de normaalkracht in
de op trek belaste schoren worden uitgerekend:

$$- N_s = 2 * F_{hk} * \frac{h+f_h-f_{hp}+v_{ok}}{v} * \frac{l_s}{h+f_h-f_{hp}-v_s+v_{ok}} =$$

$$= 2 * 621 * \frac{4000 + 300 - 300 + 150}{4000} * \frac{5272}{3435} = 1978 \quad N$$

(N.B.: ls = lengte schoor = $(3435^2 + 4000^2)1/2 = 5272$ mm)

b) Controle van de sterkte van de op trek belaste schoren volgens EC3:
Hierbij komt de z-as overeen met de y-as (en y-as = x-as) bij NEN6770.

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$UC_{sterkte} = \frac{|N_{Ed}|}{N_{c.Rd}} = \frac{|1978|}{26578} = 0.074$$

controle: 0.074 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
Profiel alleen op trek belast, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie:
- Schoren (RD12.0 mm) voldoen qua sterkte
bij B.C.2 : a21) Dead Load + Services + Snow + Psi_Crop

Voor verdere controle van de schoorverbindingen, alsmede voor de controle van
andere profieltypen en andere verbindingstypen, wordt verwezen naar EN 1993-1-8.

5.9.9 Controle van de onderliggende koppelbalken

a) Berekening van de maatgevende krachten in de onderliggende koppelbalken:
   De onderliggende koppelbalken worden niet alleen belast op een drukkracht (negatief),
   de verbindingen tussen koppelbalken en poeren moeten ook het "overturning"
   moment van de poeren op nemen:

   - Normaalkracht : Nok = -Fhk * (1 + vs / (h+fh-fhp-vs))
                         = -621 * (1 + 715 / 3285) = -756 N

   - Moment : Myok = Fhk * hfok - Tpoer
                   = 621 * 1060 - 441 E3 = 217 E3 Nmm

b) Controle van de sterkte/stabiliteit van de onderliggende koppelbalken volgens EC3:
   Hierbij komt de z-as overeen met de y-as (en y-as = x-as) bij NEN6770.

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} + \frac{|My.Ed|}{My.c.Rd} = \frac{|-756|}{201532} + \frac{|217|}{4315} = 0.054$$

  controle: 0.054 < 1.00, dus de sterkte voldoet.
- Maximale spanning:

$$Sigma: \frac{|NEd|}{A} + \frac{|My.Ed|}{Wpl.y} = \frac{|-756|}{728.5} + \frac{|217|}{19.160} = 12.4 \ N/mm^2$$

  UCspanning = Sigma/fy = 12.4   /235.0   = 0.053

  controle: 0.053 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.40 (het profiel is geschoord).
  M1 = 216.90   , M2 = -216.90   , Ms = 0.00   , Mkip = 0.00   , gelijkmatig verdeeld belast.
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.40 * (1.0 + (1.46 - 0.2)*(|-756 |/(0.329 *201532 /1.0)) = 0.41
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.40 * (1.0 + 0.8*(|-756 |/(0.329 *201532 /1.0)) = 0.40
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(0.41   , 0.40   ) = 0.40
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.24

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-756 |/(0.329 *201532 /1.0)+0.40 *|216.9 |/(1.00*4314.6 /1.0)
           = 0.011 + 0.020 = 0.032
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-756 |/(0.180 *201532 /1.0)+0.24 *|216.9 |/(1.00*4314.6 /1.0)
           = 0.021 + 0.012 = 0.033

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.032 , 0.033) = 0.033

  controle: 0.033 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

c) Berekening van de horizontale verplaatsing van de onderliggende koppelbalk:
De 1e-orde horizontale verplaatsing van de onderliggende koppelbalken in rekentoestand kan als volgt berekend worden:

$$- u1\text{-}ok = rpoer * \frac{Fhk * (hfok')^2 * v}{6*E*Iyok} =$$

$$= 0.329 * \frac{621 * (650)^2 * 4000}{6 * 2.1E5 * 62E4} = 0.44 \text{ mm}$$

waarin: hfok' = afstand vanaf de onderliggende koppelbalk tot 200 mm onder de bovenkant van de poer
= fhp + Dpoer + 200 - vok = 300 + 300 + 200 - 150 = 650 mm

De 2e-orde horizontale verplaatsing van de onderliggende koppelbalken in gebruikstoestand kan benaderd worden met de formule:

$$- u2\text{-}ok' = \frac{nyok'}{nyok'-1} * u1\text{-}ok * \frac{Fhk'}{Fhk} * \frac{fhp+dpoer+200}{hfok'} \quad \text{met: } nyok' = nyok * \frac{Fhk}{Fhk'}$$

Deze benadering is conservatief, omdat de (overigens zeer geringe) gunstige werking van de opwaartse windzuiging gereduceerd wordt met Fhk'/Fhk.

- Vergrotingsfactor: - nyok' = 106.9 * 621 / 511 = 129.90
- nyok'/nyok'-1 = 1.01

Invullen van de bekende gegevens resulteert in een verplaatsing, groot:

$$- u2\text{-}ok' = 1.01 * 0.44 * \frac{2044}{2484} * \frac{300 + 300 + 200}{650} = 0.45 \text{ mm}$$

d) Controle van de horizontale verplaatsing van de onderliggende koppelbalk:
In artikel 11.1 staat, dat de toelaatbare horizontale verplaatsing van de betonfundering op het niveau, waarop de draag-constructie is gemonteerd, maximaal 5 mm mag bedragen.

- controle: 0.4 mm < 5.0 mm, dus: stijfheid voldoet.

Conclusie:
- Onderliggende koppelbalken (RHBK80*50*3.0 mm) voldoen
bij B.C.2 : a21) Dead Load + Services + Snow + Psi_Crop

5.9.10 Controle van de toegestane verplaatsing in gootrichting

a) 1e-orde verlengingen en verplaatsingen (in rekentoestand) (excl. fundering)

- Verlenging van de op trek belaste schoor:

$$\text{delta-s} = \frac{Ns * ls}{E * As} = \frac{1978 * 5272}{2.1E5 * 113.1} = 0.44 \text{ mm}$$

- Verkorting van het onderstuk van de op druk belaste kolom:

$$\text{delta-ko} = \frac{Nko * (h+fh-fhp-vs)}{E * Ak} = \frac{27101 * 3285}{2.1E5 * 849} = 0.50 \text{ mm}$$

- Verkorting van de op druk belaste bovenliggende koppelbalken:

$$\text{delta-bk} = \frac{Nbk * v}{E * Abk} = \frac{756 * 4000}{2.1E5 * 381} = 0.04 \text{ mm}$$

- 1e-orde horizontale verplaatsing van het aangrijpingspunt van de schoren op de kolommen (m.b.v. Williot-diagram):

$$\text{u-schoor} = \frac{ls}{v} * \text{delta-s} + \frac{h+fh-fhp-vs+vok}{v} * \text{delta-ko} + \text{delta-bk}$$

Invullen geeft:

$$\text{u-schoor} = \frac{5272}{4000} * 0.44 + \frac{3435}{4000} * 0.50 + 0.04 = 1.05 \text{ mm}$$

- 1e-orde horizontale verplaatsing in gootrichting:

$$\text{u1-goot} = \frac{h+fh-fhp+vok}{h+fh-fhp-vs+vok} * \text{u-schoor} + \frac{Fhk*vs*(h+fh-fhp-vs)}{3 * E * Izk} * vs + \frac{Fhk * (vs)^3}{3 * E * Izk}$$

(Dankzij de bovenliggende koppelbalken zijn beide kolommen van de kruisschoorvakken effectief.)

Invullen geeft:

$$\text{u1-goot} = \frac{4000+300-300+150}{3435} * 1.05 + \frac{621}{3 * 2.1E5 * 37E4} * 715 + \frac{621 * (715)3}{3 * 2.1E5 * 37E4} = 1.26 + 4.53 + 0.99 = 6.78 \text{ mm}$$

b) 2e-orde horizontale verplaatsing in gootrichting in gebruikstoestand:

De 2e-orde horizontale verplaatsing in gootrichting in gebruikstoestand kan
met de volgende formule worden benaderd (incl. verplaatsing fundering):

$$u2\text{-}goot' = \frac{nzkb'}{nzkb'-1} * u1\text{-}goot * \frac{Fhk'}{Fhk} + u2\text{-}ok' \quad met: nzkb' = nzkb * \frac{Fhk}{Fhk'}$$

waarin: u2-ok' = horizontale verplaatsing fundering = 0.45 mm (zie 59.9)

Deze benadering is conservatief, omdat de (overigens zeer geringe) gunstige
werking van de opwaartse windzuiging gereduceerd wordt met Fhk'/Fhk.

- Vergrotingsfactor: - nzkb = 1.29 (zie 59.4)
  - nzkb' = 1.29 * 621 / 511 = 1.57
  - nzkb'/nzkb'-1 = 2.75

Invullen van de bekende gegevens resulteert in een verplaatsing, groot:

$$u2\text{-}goot' = 2.75 * 6.78 * \frac{511}{621} + 0.45 = 15.80 \text{ mm}$$

c) Berekening van de toelaatbare horizontale verplaatsing in gootrichting:

1) in relatie tot de kolomhoogte, vervormingen van de kopgevelkolom:

   Volgens de Europese norm EN13031-1, artikel 10.2.3.1 geldt voor dragende
   constructieonderdelen van kassen met een glasomhulling een doorbuigings-
   eis van maximaal L/150 met een grenswaarde van 30 mm. Rekening houdend
   met de vervorminglijn van de kopgevelgootkolom (scharnierend
   bij de fundatie en ingeklemd bij de goot) zijn de volgende
   vergelijking op te stellen:

   - Maximale verplaatsing utoel-a = 2 * h / 150 = 2 * 4000 / 150 = 53.3 mm
   - Absolute grenswaarde umax = 2 * 30 mm = 60.0 mm

2) rekening houdend met de ruitafmetingen :
   - Vereiste min. speling bovenkant ruit : Sn = 7.5 mm
   - Vereiste min. speling zijkant ruit : Sr = 2.0 mm
   - Lengte van de hele dekruiten : Lr = 2015.0 mm
   - Ruitbreedte in de middenvelden : Br = 1125.0 mm

   - toelaatbare verplaatsing 1e kolommenrij achter de zijgevel:

$$Ut1a = (Sr + Sn * \frac{Lr}{Bs}) * \frac{nkap * kap/\cos(a)}{Lr}$$

$$= (2.0 + 7.5 * \frac{2015.0}{1125.0}) * \frac{1 * 9600/\cos(27.0)}{2015.0} = 82.5 \text{ mm}$$

     Utoel-b = Ut1a = 82.5 mm

3) maatgevend :
   - utoel = utoel-a < utoel-b < umax; MIN(53.3 , 82.5 , 60.0) = 53.3 mm

d) Controle van de toegestane horizontale verplaatsing in gootrichting:

- Stijfheid:
  controle: 15.8 mm < 53.3 mm, dus: stijfheid voldoet.

Conclusie:
- Kolommen (RHBK100*50*3.0 mm) voldoen qua stijfheid
  bij B.C.2 : a21) Dead Load + Services + Snow + Psi_Crop

5.9.11 Controle van de op "trek" belaste poer:

a) Berekening van de verticale belasting in de op "trek" belaste poer
(in gebruikstoestand):

- Verticale belasting in de op "trek" belaste poer (neerwaarts = +)

$$\text{- Va' = Fvk'- } \frac{2 * Fhk'* (h + fh - fhp + vok)}{v} + 2 * \frac{Tpoer'}{v}$$

$$= 21234 - \frac{2 * 511 * (4000+300-300+150)}{4000} + 2 * \frac{363\ E3}{4000} = 20356 \text{ N.}$$

- Verticale belasting per kolom (neerwaarts = +) : Va' = 20356 N
- Eigen gewicht van de kolom (1.00 * 266) : Fegk' = 266 N
- Eigen gewicht paal, poer en grond (1.00 * 5796) : Gfund = 5796 N
---------- +
- Vert. belasting per poer: Fvp = Va'+ Fegk'+ Gfund Fvp = 26151 N

Aangezien de totale verticale belasting per poer positief is, is sprake
van een neerwaartse belasting op de ondergrond.

b) Berekening van het maatgevend kantelmoment ten gevolge van de belastingen:

- Horizontaal: Mhp = Tpoer' = 363 Nm
- Verticaal : Mvp = |Fvp| * 0.5 * B
= |26151 | * 0.5 * 0.532 = 6953 Nm
---------- +
- Kantelmoment per poer: Mp = Mhp + Mvp Mp = 7316 Nm

Bij een opwaarts bezwijkmodel (OBM) geldt:
- Kantelmoment per poer: Mp = Mhp - Mvp Mp = -6590 Nm

c) Controle van de kantelstabiliteit (neerwaartse belasting):

- Momentenevenwicht bij een neerwaarts bezwijkmodel (NBM):
  - controle : 7316 Nm < 26633 Nm, dus: voldoet. (maatgevend)

- Momentenevenwicht bij een opwaarts bezwijkmodel (OBM):
  - controle : -6590 Nm < 2578 Nm, dus: voldoet.

- Verticaal evenwicht:
  - controle :| 26151 N |< 90115 N, dus: voldoet.

- Horizontaal evenwicht:
  - controle : 511 N < 5093 N, dus: voldoet.

Conclusie:
- De op "trek" belaste poeren BPRD600*610 mm voldoen
  bij B.C.2: a21) Dead Load + Services + Snow + Psi_Crop

5.9.12 Controle van de ZEUS 120x120x1000ZW (R8+M10)

a) Bepaling van de belastingen per paal in rekentoestand:

$$Va = Fvk - \frac{2 * Fhk^* (h + fh - fhp + vok)}{v} + 2 * \frac{Tpoer}{v}$$

$$= 25812 - \frac{2 * 621 * (4000+300-300+150)}{4000} + 2 * \frac{441\ E3}{4000} = 24744\ N.$$

- Verticale belasting per paal (neerwaarts = +) Nd = Va = 24744 N
  Inclusief gewicht kolom: NEd = Va + g.eg*Fegk' = 24744 + 1.02*266 = 25016 N

- Maatgevend moment in de paal, ter plaatse van de koppelbalkaansluiting:
  Mp1 = Myok (zie controleberekening onderliggende koppelbalk) Mp1 = 217 Nm
  Dit is een veilige aanname van het maximale moment in de paal waarbij
  het gunstige effect op de momenten verdeling bij een relatief laag
  gepositioneerde koppelbalk is genegeerd.

- Maatgevend moment in de paal, ter plaatse van de poeraansluiting:
  Mp2 = Fhk * (fh + Dpoer - vok) - Mp1
  = 621 * (0.300 + 0.300 - 0.150) - 217 = 63 Nm
  Md = MAX(|Mp1|, |Mp2|) = MAX(|217 |, |63 |) = 217 Nm
- Belasting op het anker (ideële belasting):
  Fi = Fhk = 621 N (neerwaarts gesteund; anker alleen horizontaal belast)

b) Doorsnedecontrole van de paal met behulp van het Mu-Nu diagram:

Bij het invullen van de gegeven normaalkracht NEd = 25016 N in het Mu-Nu diagram wordt de momentencapaciteit Mcap verkregen door rechtlijnige interpolatie tussen de punten waar NEd ligt. Mcap = 4371 Nm

d) Controle van de betonpaalcapaciteit:

- Moment: Md = 217 Nm < Mcap = 4371 Nm, dus: voldoet.
- Dwarskracht: Fhk = 621 N < Vp = 9504 N, dus: voldoet.
- Anker: Fi = 621 N < Fa = 22265 N, dus: voldoet.
- Uittrekkracht: Niet ter zake.

Conclusie:
- De op "trek" belaste palen ZEUS 120x120x1000ZW (R8+M10) voldoen
  bij B.C.2 : a21) Dead Load + Services + Snow + Psi_Crop

5.9.13 Controle van de op "druk" belaste poer:

a) Berekening van de verticale belasting in de op "druk" belaste poer (in gebruikstoestand):

- Verticale belasting in de op "druk" belaste poer (neerwaarts = +)

$$\text{- Vb' = Fvk'+ } \frac{2 * Fhk'* (h + fh - fhp + vok)}{v} + 2 * \frac{Tpoer'}{v}$$

$$= 21234 + \frac{2 * 511 * (4000+300-300+150)}{4000} - 2 * \frac{363\ E3}{4000} = 22113 \text{ N.}$$

- Verticale belasting per kolom (neerwaarts = +)	: Vb'	= 22113 N
- Eigen gewicht van de kolom (1.00 * 266)	: Fegk'	= 266 N
- Eigen gewicht paal, poer en grond (1.00 * 5796)	: Gfund	= 5796 N
- Vert. belasting per poer: Fvp = Vb'+ Fegk'+ Gfund	Fvp	= 28175 N

Aangezien de totale verticale belasting per poer positief is, is sprake van een neerwaartse belasting op de ondergrond.

b) Berekening van het maatgevend kantelmoment ten gevolge van de belastingen:

- Horizontaal: Mhp = Tpoer'	=	363 Nm
- Verticaal : Mvp = |Fvp| * 0.5 * B = |28175 | * 0.5 * 0.532	=	7491 Nm
- Kantelmoment per poer: Mp = Mhp + Mvp	Mp =	7854 Nm

Bij een opwaarts bezwijkmodel (OBM) geldt:

- Kantelmoment per poer: Mp = Mhp - Mvp	Mp =	-7128 Nm

c) Controle van de kantelstabiliteit (neerwaartse belasting):

- Momentenevenwicht bij een neerwaarts bezwijkmodel (NBM):
  - controle : 7854 Nm < 26633 Nm, dus: voldoet. (maatgevend)

- Momentenevenwicht bij een opwaarts bezwijkmodel (OBM):
  - controle : -7128 Nm < 2578 Nm, dus: voldoet.

- Verticaal evenwicht:
  - controle :\| 28175 N \|< 90115 N, dus: voldoet.

- Horizontaal evenwicht:
  - controle : 511 N < 5093 N, dus: voldoet.

d) Controle van de zettingen:

- Berekening van de momentane (lees: permanente) belastingen:

  - Eigen gewicht dek (1.00 * 32) = 32 N/m²
  - Gewasbelasting (0.20 * 0) = 0 N/m²
  - Installaties (1.00 * 70) = 70 N/m²
  ---------- +
  Totaal : 102 N/m²
  - Neerwaartse belasting per kolom = 102 * 9.60 * 4.00 = 3917 N
  - Eigen gewicht van de goot = 1 * 1.00 * 34 * 4.00 = 136 N
  - Eigen gewicht van het spant = 1.00 * 920 = 920 N
  ---------- +
  Totaal Fsvd1 = 4973 N

  - Fhk'mom = (1/267 + 1/200) * 44.0 / 4.00 * 4973 / (2 * 2) = 120 N

$$\text{- Vb' = Fsvd1 + } \frac{2 * \text{Fhk'mom} * (h + fh - fhp + vok)}{v} - 2 * \frac{\text{Tpoer'}}{v} * \frac{\text{Fhk'mom}}{\text{Fhk'}}$$

$$= 4973 + \frac{2 * 120 * (4000+300-300+150)}{4000} - 2 * \frac{363\ E3 * 120}{4000 * 511} = 5179 \text{ N}$$

  - Verticale belasting per kolom (neerwaarts = +) : Vb' = 5179 N
  - Eigen gewicht paal, poer en grond : Gfund = 5796 N
  ---------- +
  - Vert. belasting per : Fsvd = 10974 N

- Berekening van de effectieve spanningsverhoging onder de poer:

  De resulterende verticale effectieve spanning onder de poer
  t.g.v. de momentane belastingen, bedraagt:

$$Svd0 = \frac{Fsvd}{Apoer} = \frac{10974}{pi/4 * 600^2} = 0.039 \text{ N/mm}^2$$

  De oorspronkelijke verticale effectieve spanning is/was:

$$Svod0 = sg * (Dpoer + hpoer) = 0.0000180 * (300 + 610) = 0.016 \text{ N/mm}^2$$

  De effectieve spanningsverhoging onder de poer, uitgaande van een
  volledig gedraineerde toestand, volgt uit:

$$dSvd0 = Svd0 - Svod0 = 0.039 - 0.016 = 0.022 \text{ N/mm}^2$$

- Berekening van de effectieve zettingsdiepte (NEN 6744 art. 6.1):

  Bij het bepalen van de zakking moeten die grondlagen in beschouwing
  zijn genomen, waarbij de toename van de verticale effectieve spanning
  groter is dan 20% van de oorspronkelijke verticale effectieve
  spanning.
  In formule: dSvd(z) > 0.20 * Svod(z)
  waarin:

$$dSvd(z) = dSvd0 * \left[1 - \frac{1}{\left(\frac{0.5 * dpoer}{z} \right)^{1.5}} \right]$$

  Afname van de toename van de verticale effectieve spanning onder de fundatie-poer als functie van de diepte z

Svod(z) = sg * (z + Dpoer + hpoer) Idem, voor de oorspronkelijke verticale effectieve spanning.

De effectieve zettingsdiepte is de totale hoogte/diepte van de grondlagen onder de poer, dat volgens bovenstaande definitie in beschouwing moet zijn genomen bij de berekening van de zettingen.

De effectieve zettingsdiepte wordt door middel van een iteratieve nulpuntsbepaling bepaald waarbij moet gelden:

dSvd(zeff) = 0.20 * Svod(zeff) geeft: zeff = 0.261 m

- Bepaling van de resulterende effectieve zetting (NEN 6744 hfdst.6):

De resulterende effectieve zetting kan uiteindelijk worden bepaald door integratie van de samendrukking van de grond onder de poer tot aan de effectieve zettingsdiepte m.b.v. de formule van Terzaghi.

- Berekening van de primaire zetting (art. 6.2):

$$weff1 = \frac{Cceff}{1 + eporie} * \int_0^{zeff} ln\left(\frac{Svod(z) + dSvd(z)}{Svod(z)}\right) dz =$$

$$= \frac{0.006}{1 + 0.6} * \int_0^{0.261} ln\left(\frac{Svod(z) + dSvd(z)}{Svod(z)}\right) dz = 0.001 \text{ m}$$

- Berekening van de secundaire zetting over 15 jaar (art. 6.3):

$$weff2 = Cinfe * zeff * log\left(\frac{15*365}{1}\right) = 0.000 * 0.261 * 3.738 = 0.000 \text{ m}$$

- Totaal (art. 6.1): weff = weff1 + weff2 = 0.001 + 0.000 = 0.001 m

Controle van de resulterende effectieve zetting:

Volgens NEN 6740 art. 5.2.2.1 mag de zetting niet groter zijn dan 0.15 m. In diverse gemeenten wordt ook (nog) wel gewerkt met een toelaatbare zetting van 0.10 meter. Mede daarom en omdat uitgegaan is van een gedraineerde toestand, wordt in CASTA/Kassenbouw ook gerekend met een toelaatbare zetting van 0.10 m. Er wordt als het ware een veiligheidsfactor 1.5 op NEN 6740 art. 5.2.2.1 gelegd, met name voor een niet-volledig gedraineerde toestand van de grond.

wtoel = 0.100 m

Controle zetting: 0.001 m < 0.100 m, dus: voldoet.

Conclusie:
- De op "druk" belaste poeren BPRD600*610 mm voldoen
  bij B.C.2: a21) Dead Load + Services + Snow + Psi_Crop

5.9.14 Controle van de ZEUS 120x120x1000ZW (R8+M10)

a) Bepaling van de belastingen per paal in rekentoestand:

$$Vb = Fvk + \frac{2 * Fhk^* (h + fh - fhp + vok)}{v} - 2 * \frac{Tpoer}{v}$$

$$= 25812 + \frac{2 * 621 * (4000+300-300 +150)}{4000} - 2 * \frac{441\ E3}{4000} = 26880\ N$$

- Verticale belasting per paal (neerwaarts = +) Nd = Vb = 26880 N
  Inclusief gewicht kolom: NEd = Vb + g.eg*Fegk' = 26880 + 1.02*266 = 27152 N

- Maatgevend moment in de paal, ter plaatse van de koppelbalkaansluiting:
  Mp1 = Myok (zie controleberekening onderliggende koppelbalk) Mp1 = 217 Nm
  Dit is een veilige aanname van het maximale moment in de paal waarbij
  het gunstige effect op de momenten verdeling bij een relatief laag
  gepositioneerde koppelbalk is genegeerd.

- Maatgevend moment in de paal, ter plaatse van de poeraansluiting:
  Mp2 = Fhk * (fh + Dpoer - vok) - Mp1
  = 621 * (0.300 + 0.300 - 0.150) - 217 = 63 Nm
  Md = MAX(|Mp1|, |Mp2|) = MAX(|217 |, |63 |) = 217 Nm
- Belasting op het anker (ideële belasting):
  Fi = Fhk = 621 N (neerwaarts gesteund; anker alleen horizontaal belast)

b) Doorsnedecontrole van de paal met behulp van het Mu-Nu diagram:

Bij het invullen van de gegeven normaalkracht NEd = 27152 N in het Mu-Nu diagram wordt de momentencapaciteit Mcap verkregen door rechtlijnige interpolatie tussen de punten waar NEd ligt. Mcap = 4427 Nm

d) Controle van de betonpaalcapaciteit:

- Moment: Md = 217 Nm < Mcap = 4427 Nm, dus: voldoet.
- Dwarskracht: Fhk = 621 N < Vp = 9504 N, dus: voldoet.
- Anker: Fi = 621 N < Fa = 22265 N, dus: voldoet.
- Uittrekkracht: Niet ter zake.

Conclusie:
- De op "druk" belaste palen ZEUS 120x120x1000ZW (R8+M10) voldoen
  bij B.C.2 : a21) Dead Load + Services + Snow + Psi_Crop

5.10 B.C.3: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay up wind)

5.10.1 Berekening van de verticale belasting per kruisschoorvak-kolom:

a) Berekening van de normaalkracht (N) in de kolommen (trek = +):

Berekening van de verticale belasting per kolom (neerwaarts = +):
In gebruikstoestand:
- Eigen gewicht dek (1.00 * 32)= 32 N/m²
- Neerwaartse belasting per kolom = 32 * 9.60 * 4.00 = 1229 N
- Eigen gewicht van de goot = 1 * (1.00 * 34) * 4.00 = 136 N
- Eigen gewicht van het spant = (1.00 * 920) = 920 N

Totaal = 2285 N
- Windbelasting = 9.60 *4.00*(-0.20-(+0.20))*(1.00 *510) = -5645 N

In gebruikstoestand: Fvk' = -N' = -3361 N

In rekentoestand:
- Eigen gewicht dek (1.00 * 32)= 32 N/m²
- Neerwaartse belasting per kolom = 32 * 9.60 * 4.00 = 1229 N
- Eigen gewicht van de goot = 1 * (1.00 * 34) * 4.00 = 136 N
- Eigen gewicht van het spant = (1.00 * 920) = 920 N

Totaal = 2285 N
- Windbelasting = 9.60 *4.00*(-0.20-(+0.20))*(1.28 *510) = -7198 N

In rekentoestand: Fvk = -N = -4913 N

b) Aanpendelende verticale belasting per kruisschoorvak-kolom:
- De totale aanpendelende verticale belasting per kolommenrij (Vtot) is:
  - Vtot = 44.0 /4.00 * -4913 = -54045 N
- Deze belasting mag over alle effectieve kruisschoorvak-kolommen verdeeld worden. Dankzij de aanwezigheid van bovenliggende koppelbalken zijn beide kolommen van de kruisschoorvakken effectief:
  - Vz = -54045 / (2 * 2) = -13511 N

5.10.2 Berekening van de horizontale belasting per kruisschoorvak-kolom:

De horizontale belasting in gootrichting is opgebouwd uit twee componenten, namelijk wind en scheefstand. Voor iedere kolommenrij geldt:

a) Wind op de kopgevels:
- Kaphoogte (hkap) = 9.60 /2 * tan 27 = 2.45 m
- Kapoppervlak (Akap) = 1 * 9.60 /2 * 2.45 = 11.7 m²
- Geveloppervlak (Agevel) = 9.60 * 4.00 = 38.4 m²
- Fh,kop = (0.7 +0.3) * (1.28 * 510) * (11.7 + 38.4/2) * 0.72 = 14499 N

b) Windwrijving op het kasdek:
- Fh,dek = cf * lspant * Qwind * max(0, (Lkas - 2*(ph+fh))) * cscd
  = 0.01 * 9.60 * (1.28 * 510) * 35.40 * 0.72 = 1593 N
- Fh,wind = Fh,kop + Fh,dek = 14499 + 1593 = 16091 N

c) Extra horizontale krachten t.g.v. initiële scheefstand:
- Kolommen: psi = 1/267 (zie EN 1993-1-1)
- Spanten : psi = 1/200 (zie EN 1993-1-1)
- Fh,scheefstand = (1/267 + 1/200) * |-54045 | = 473 N

De totale horizontale kracht per kolommenrij in gootrichting bedraagt:
- Fh,tot = 16091 + 473 = 16564 N
Voor iedere kolom, die deel uitmaakt van een kruisschoorvak, geldt:
- Fhk = 16564 / (2 * 2) = 4141 N
In gebruikstoestand: (fCdim = CsCd'/CsCd = 0.66 /0.72 = 0.92)
- Fh,wind' = Fh,kop' + Fh,dek' = 11372 + 1249 = 12621 N
- Fh,tot' = 12621 * 0.92 + 323 = 10933 N
- Fhk' = 10933 / (2 * 2) = 2733 N

5.10.3 Berekening van het effect van de rotatie-veerstijfheid van de fundering:

Uitgaande van een momentvaste koppelbalk-fundering-aansluiting en van een "scharnier" ter plaatse van de onderkant van de poeren, kan de rotatie van de beide poeren worden berekend (in rekentoestand):

$$- phip0 = \frac{Fhk * hfok * v}{6 * E * Ixok} = \frac{4141 * 1060 * 4000}{6 * 2.1E5 * 62E4} = 22.33 \text{ E-3 rad}$$

met: hfok = fhp + Dpoer + hpoer - vok = 300 + 300 + 610 - 150 = 1060 mm

Resulterende hoekverdraaiing van de poeren (in rekentoestand):

- phip = phip0 * rpoer = 22.33 E-3 * 0.329 = 7.36 E-3 rad

Resulterend moment, vanuit de grond, geleverd door de poeren:

- Tpoer = kpoer * phip = 400 E6 * 7.36 E-3 = 2943 E3 Nmm
In gebruikstoestand:
- Tpoer' = Tpoer * Fhk' / Fhk = 2943 E3 * 2733 / 4141 = 1943 E3 Nmm

5.10.4 Bepaling van het knikgedrag van de kruisschoorvak-kolommen:

a) 1e-orde krachtsverdeling:

Normaalkracht in het bovenstuk van de kolom (Nkb):
(De grootte van de in rekening te brengen aanpendelende belasting hangt af van de lengte van de staven, waarop de aanpendelende belasting werkt):

$$- Nkb = -4913 + \frac{715}{4000 + 300 - 300} * (-13511 - -4913) = -6450 \text{ N}$$

Maatgevende normaalkracht in het onderstuk van de kolom (Nko):
(Dankzij de aanwezigheid van de bovenliggende koppelbalken zijn beide kolommen van de kruisschoorvakken effectief en mag hier de gemiddelde normaalkracht van beide kolommen in rekening worden gebracht):

$$- Nko = -4913 + 4141 * \frac{4000 + 300 - 300 + 150}{4000} = -617 \text{ N}$$

5.10.5 Controle van het ongeschoorde bovenstuk van de kolommen

a) Berekening van de maatgevende krachten in het ongeschoorde bovenstuk:

Juist boven het aangrijpingspunt van de schoren op de kolommen, gelden de
volgende maatgevende krachten in de op druk belaste kolom(men):

- Normaalkracht : Nkb = 4913   N

- Moment   : Mzkb = 4141   * 715 = 2961 E3 Nmm

(T.g.v. de aanwezigheid van de bovenliggende koppelbalken zijn beide
 kolommen van de kruisschoorvakken effectief)

b) Controle op sterkte en stabiliteit van het ongeschoorde bovenstuk volgens EC3:
   Hierbij komt de z-as overeen met de y-as (en y-as = x-as) bij NEN6770.

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} + \frac{|Mz.Ed|}{Mz.c.Rd} = \frac{|4913|}{229893} + \frac{|2961|}{3961} = 0.769$$

  controle: 0.769 < 1.00, dus de sterkte voldoet.
- Maximale spanning:

$$Sigma: \frac{|NEd|}{A} + \frac{|Mz.Ed|}{Wpl.z} = \frac{|4913|}{848.5} + \frac{|2961|}{16.632} = 183.8 \ N/mm^2$$

  UCspanning = Sigma/fy = 183.8 /235.0   = 0.782

  controle: 0.782 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
  Profiel alleen op trek belast, dus de stabiliteit voldoet.

5.10.6 Controle van het geschoorde onderstuk van de kolommen

a) Berekening van de maatgevende krachten in het geschoorde onderstuk:

Juist onder het aangrijpingspunt van de schoren op de kolommen, gelden de
volgende maatgevende krachten in de op druk belaste kolom(men) (druk is negatief):

- Normaalkracht : NEd = -(-4913 + 2 * 4141 * (4000 + 300 - 300 + 150) / 4000) = -3680 N

- Moment : Mzko = max (0.85 * 1.00 * 2961 E3, 2961 E3) = 2961 E3 Nmm

b) Controle op sterkte en stabiliteit van het ongeschoorde bovenstuk volgens EC3:
   Hierbij komt de z-as overeen met de y-as (en y-as = x-as) bij NEN6770.

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} + \frac{|Mz.Ed|}{Mz.c.Rd} = \frac{|-3680|}{229893} + \frac{|2961|}{3961} = 0.763$$

  controle: 0.763 < 1.00, dus de sterkte voldoet.
- Maximale spanning:

$$Sigma: \frac{|NEd|}{A} + \frac{|Mz.Ed|}{Wpl.z} = \frac{|-3680|}{848.5} + \frac{|2961|}{16.632} = 182.4 \ N/mm^2$$

  UCspanning = Sigma/fy = 182.4 /235.0 = 0.776

  controle: 0.776 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.60 (het profiel is geschoord).
  M1 = 2960.84 , M2 = 0.00 , Ms = 1480.42 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
       = 0.60 * (1.0 + (1.69 - 0.2)*(|-3680 |/(0.261 *229893 /1.0)) = 0.65
  Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
       = 0.60 * (1.0 + 0.8*(|-3680 |/(0.261 *229893 /1.0)) = 0.63
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.65 , 0.63) = 0.63
  Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.38

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-3680 |/(0.261 *229893 /1.0)+0.63 *|2960.8 |/(1.00*3961.1 /1.0)
           = 0.061 + 0.470 = 0.532
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-3680 |/(0.169 *229893 /1.0)+0.38 *|2960.8 |/(1.00*3961.1 /1.0)
           = 0.095 + 0.282 = 0.377

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.532 , 0.377) = 0.532

  controle: 0.532 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie:
- Kolom (RHBK100*50*3.0 mm) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.3 : b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay up wind)

5.10.7 Controle van de op druk belaste bovenliggende koppelbalken.

Uit evenwichtsbeschouwingen van de kruisschoorvakken kan de normaalkracht in
de op druk belaste bovenliggende koppelbalken worden afgeleid:

$$- Nbk = -Fhk * \frac{h + fh - fhp}{h + fh - fhp - vs} = -4141 * \frac{4000}{3285} = -5042 \ N$$

- $Mz.Ed = feg * 1/8 * q * l^2 = 1.00 * 1/8 * 29.874 E-3 * 4.000^2 = 59.749 E3$

De controle verloopt volgens EC3:
Hierbij komt de z-as overeen met de y-as (en y-as = x-as) bij NEN6770.

- Doorsnedeklasse: 3

- Sterkte:

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} + \frac{|My.Ed|}{My.c.Rd} = \frac{|-5042|}{102986} + \frac{|60|}{1577} = 0.087$$

  controle: 0.087 < 1.00, dus de sterkte voldoet.
- Maximale spanning:

$$Sigma: \frac{|NEd|}{A} + \frac{|My.Ed|}{Wpl.y} = \frac{|-5042|}{380.6} + \frac{|60|}{6.830} = 22.0 \ N/mm^2$$

  UCspanning = Sigma/fy = 22.0 /235.0 = 0.094

  controle: 0.094 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.95 (het profiel is geschoord).
  M1 = 0.00 , M2 = 0.00 , Ms = 59.75 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy2 * (1.0 + 0.6*lambdarel.y*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
       = 0.95 * (1.0 + 0.6*2.18 *(|-5042 |/(0.169 *102986 /1.0)) = 1.31
  Ky.3 = Cmy2 * (1.0 + 0.6*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
       = 0.95 * (1.0 + 0.6*(|-5042 |/(0.169 *102986 /1.0)) = 1.11
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(1.31 , 1.11) = 1.11
  Kz.b = 0.8 * Ky.b = 0.89

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-5042 |/(0.169 *102986 /1.0)+1.11 *|59.7 |/(1.00*1576.6 /1.0)
           = 0.289 + 0.042 = 0.331
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-5042 |/(0.169 *102986 /1.0)+0.89 *|59.7 |/(1.00*1576.6 /1.0)
           = 0.289 + 0.034 = 0.323

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.331 , 0.323) = 0.331

  controle: 0.331 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie:
- Bovenliggende koppelbalken (RHBK50*50*2.0 mm) voldoen
  bij B.C.3 : b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay up wind)

5.10.8 Controle van de op trek belaste schoren

a) Berekening van de maatgevende trekkracht in de schoren:

Uit evenwichtsbeschouwingen van de kruisschoorvakken kan de normaalkracht in de op trek belaste schoren worden uitgerekend:

$$- Ns = 2 * Fhk * \frac{h+fh-fhp+vok}{v} * \frac{ls}{h+fh-fhp-vs+vok} =$$

$$= 2 * 4141 * \frac{4000 + 300 - 300 + 150}{4000} * \frac{5272}{3435} = 13189 \quad N$$

(N.B.: ls = lengte schoor = $(3435^2 + 4000^2)1/2 = 5272$ mm)

b) Controle van de sterkte van de op trek belaste schoren volgens EC3:
Hierbij komt de z-as overeen met de y-as (en y-as = x-as) bij NEN6770.

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} = \frac{| 13189 |}{26578} = 0.496$$

controle: 0.496 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
Profiel alleen op trek belast, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie:
- Schoren (RD12.0 mm) voldoen qua sterkte
bij B.C.3 : b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay up wind)

Voor verdere controle van de schoorverbindingen, alsmede voor de controle van andere profieltypen en andere verbindingstypen, wordt verwezen naar EN 1993-1-8.

5.10.9 Controle van de onderliggende koppelbalken

a) Berekening van de maatgevende krachten in de onderliggende koppelbalken:
De onderliggende koppelbalken worden niet alleen belast op een drukkracht (negatief), de verbindingen tussen koppelbalken en poeren moeten ook het "overturning" moment van de poeren op nemen:

- Normaalkracht : Nok = -Fhk * (1 + vs / (h+fh-fhp-vs))
= -4141 * (1 + 715 / 3285) = -5042 N

- Moment : Myok = Fhk * hfok - Tpoer
= 4141 * 1060 - 2943 E3 = 1446 E3 Nmm

b) Controle van de sterkte/stabiliteit van de onderliggende koppelbalken volgens EC3:
Hierbij komt de z-as overeen met de y-as (en y-as = x-as) bij NEN6770.

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} + \frac{|My.Ed|}{My.c.Rd} = \frac{|-5042|}{201532} + \frac{|1446|}{4315} = 0.360$$

controle: 0.360 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Maximale spanning:

$$Sigma: \frac{|NEd|}{A} + \frac{|My.Ed|}{Wpl.y} = \frac{|-5042|}{728.5} + \frac{|1446|}{19.160} = 82.4 \ N/mm^2$$

UCspanning = Sigma/fy = 82.4 /235.0 = 0.351

controle: 0.351 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.40 (het profiel is geschoord).
M1 = 1446.15 , M2 = -1446.15 , Ms = 0.00 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
Interactiefactoren volgens bijlage B:
Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
= 0.40 * (1.0 + (1.46 - 0.2)*(|-5042 |/(0.329 *201532 /1.0)) = 0.44
Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
= 0.40 * (1.0 + 0.8*(|-5042 |/(0.329 *201532 /1.0)) = 0.42
Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(0.44 , 0.42) = 0.42
Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.25

UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
= |-5042 |/(0.329 *201532 /1.0)+0.42 *|1446.1 |/(1.00*4314.6 /1.0)
= 0.076 + 0.142 = 0.218
UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
= |-5042 |/(0.180 *201532 /1.0)+0.25 *|1446.1 |/(1.00*4314.6 /1.0)
= 0.139 + 0.085 = 0.224

Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.218 , 0.224) = 0.224

controle: 0.224 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

c) Berekening van de horizontale verplaatsing van de onderliggende koppelbalk:
De 1e-orde horizontale verplaatsing van de onderliggende koppelbalken in rekentoestand kan als volgt berekend worden:

$$- u1\text{-}ok = rpoer * \frac{Fhk * (hfok')^2 * v}{6*E*Iyok} =$$

$$= 0.329 * \frac{4141 * (650)^2 * 4000}{6 * 2.1E5 * 62E4} = 2.93 \text{ mm}$$

waarin: hfok' = afstand vanaf de onderliggende koppelbalk tot 200 mm onder de bovenkant van de poer
= fhp + Dpoer + 200 - vok = 300 + 300 + 200 - 150 = 650 mm

De 2e-orde horizontale verplaatsing van de onderliggende koppelbalken in gebruikstoestand kan benaderd worden met de formule:

$$- u2\text{-}ok' = \frac{nyok'}{nyok'-1} * u1\text{-}ok * \frac{Fhk'}{Fhk} * \frac{fhp+dpoer+200}{hfok'} \quad \text{met: } nyok' = nyok * \frac{Fhk}{Fhk'}$$

Deze benadering is conservatief, omdat de (overigens zeer geringe) gunstige werking van de opwaartse windzuiging gereduceerd wordt met Fhk'/Fhk.

- Vergrotingsfactor: - nyok' = 16.03 * 4141 / 2733 = 24.28
- nyok'/nyok'-1 = 1.04

Invullen van de bekende gegevens resulteert in een verplaatsing, groot:

$$- u2\text{-}ok' = 1.04 * 2.93 * \frac{10933}{16564} * \frac{300 + 300 + 200}{650} = 2.48 \text{ mm}$$

d) Controle van de horizontale verplaatsing van de onderliggende koppelbalk:
In artikel 11.1 staat, dat de toelaatbare horizontale verplaatsing van de betonfundering op het niveau, waarop de draag-constructie is gemonteerd, maximaal 5 mm mag bedragen.

- controle: 2.5 mm < 5.0 mm, dus: stijfheid voldoet.

Conclusie:
- Onderliggende koppelbalken (RHBK80*50*3.0 mm) voldoen
bij B.C.3 : b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay up wind)

5.10.10 Controle van de toegestane verplaatsing in gootrichting

a) 1e-orde verlengingen en verplaatsingen (in rekentoestand) (excl. fundering)

- Verlenging van de op trek belaste schoor:

$$\text{delta-s} = \frac{Ns * ls}{E * As} = \frac{13189 * 5272}{2.1E5 * 113.1} = 2.93 \text{ mm}$$

- Verkorting van het onderstuk van de op druk belaste kolom:

$$\text{delta-ko} = \frac{Nko * (h+fh-fhp-vs)}{E * Ak} = \frac{3680 * 3285}{2.1E5 * 849} = 0.07 \text{ mm}$$

- Verkorting van de op druk belaste bovenliggende koppelbalken:

$$\text{delta-bk} = \frac{Nbk * v}{E * Abk} = \frac{5042 * 4000}{2.1E5 * 381} = 0.25 \text{ mm}$$

- 1e-orde horizontale verplaatsing van het aangrijpingspunt van de schoren op de kolommen (m.b.v. Williot-diagram):

$$\text{u-schoor} = \frac{ls}{v} * \text{delta-s} + \frac{h+fh-fhp-vs+vok}{v} * \text{delta-ko} + \text{delta-bk}$$

Invullen geeft:

$$\text{u-schoor} = \frac{5272}{4000} * 2.93 + \frac{3435}{4000} * 0.07 + 0.25 = 4.17 \text{ mm}$$

- 1e-orde horizontale verplaatsing in gootrichting:

$$\text{u1-goot} = \frac{h+fh-fhp+vok}{h+fh-fhp-vs+vok} * \text{u-schoor} + \frac{Fhk*vs*(h+fh-fhp-vs)}{3 * E * Izk} * vs + \frac{Fhk * (vs)^3}{3 * E * Izk}$$

(Dankzij de bovenliggende koppelbalken zijn beide kolommen van de kruisschoorvakken effectief.)

Invullen geeft:

$$\text{u1-goot} = \frac{4000+300-300+150}{3435} * 4.17 + \frac{4141}{3 * 2.1E5 * 37E4} * 715 + \frac{4141 * (715)3}{3 * 2.1E5 * 37E4} = 5.04 + 30.20 + 6.57 = 41.81 \text{ mm}$$

b) 2e-orde horizontale verplaatsing in gootrichting in gebruikstoestand:

De 2e-orde horizontale verplaatsing in gootrichting in gebruikstoestand kan
met de volgende formule worden benaderd (incl. verplaatsing fundering):

$$u2\text{-}goot' = \frac{nzkb'}{nzkb'-1} * u1\text{-}goot * \frac{Fhk'}{Fhk} + u2\text{-}ok' \quad met: nzkb' = nzkb * \frac{Fhk}{Fhk'}$$

waarin: u2-ok' = horizontale verplaatsing fundering = 2.48 mm (zie 5*.9)

Deze benadering is conservatief, omdat de (overigens zeer geringe) gunstige
werking van de opwaartse windzuiging gereduceerd wordt met Fhk'/Fhk.

- Vergrotingsfactor: - nzkb = -6.79 (zie 5*.4)
  - nzkb' = -6.79 * 4141 / 2733 = -10.3
  - nzkb'/nzkb'-1 = 1.00

Invullen van de bekende gegevens resulteert in een verplaatsing, groot:

$$u2\text{-}goot' = 1.00 * 41.81 * \frac{2733}{4141} + 2.48 = 30.08 \text{ mm}$$

c) Berekening van de toelaatbare horizontale verplaatsing in gootrichting:

1) in relatie tot de kolomhoogte, vervormingen van de kopgevelkolom:

   Volgens de Europese norm EN13031-1, artikel 10.2.3.1 geldt voor dragende
   constructieonderdelen van kassen met een glasomhulling een doorbuigings-
   eis van maximaal L/150 met een grenswaarde van 30 mm. Rekening houdend
   met de vervorminglijn van de kopgevelgootkolom (scharnierend
   bij de fundatie en ingeklemd bij de goot) zijn de volgende
   vergelijking op te stellen:

   - Maximale verplaatsing utoel-a = 2 * h / 150 = 2 * 4000 / 150 = 53.3 mm
   - Absolute grenswaarde umax = 2 * 30 mm = 60.0 mm

2) rekening houdend met de ruitafmetingen :
   - Vereiste min. speling bovenkant ruit : Sn = 7.5 mm
   - Vereiste min. speling zijkant ruit : Sr = 2.0 mm
   - Lengte van de hele dekruiten : Lr = 2015.0 mm
   - Ruitbreedte in de middenvelden : Br = 1125.0 mm

   - toelaatbare verplaatsing 1e kolommenrij achter de zijgevel:

$$Ut1a = (Sr + Sn * \frac{Lr}{Bs}) * \frac{nkap * kap/\cos(a)}{Lr}$$

$$= (2.0 + 7.5 * \frac{2015.0}{1125.0}) * \frac{1 * 9600/\cos(27.0)}{2015.0} = 82.5 \text{ mm}$$

     Utoel-b = Ut1a = 82.5 mm

3) maatgevend :
   - utoel = utoel-a < utoel-b < umax; MIN(53.3 , 82.5 , 60.0) = 53.3 mm

d) Controle van de toegestane horizontale verplaatsing in gootrichting:

- Stijfheid:
  controle: 30.1 mm < 53.3 mm, dus: stijfheid voldoet.

Conclusie:
- Kolommen (RHBK100*50*3.0 mm) voldoen qua stijfheid
  bij B.C.3 : b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay up wind)

5.10.11 Controle van de op "trek" belaste poer:

a) Berekening van de verticale belasting in de op "trek" belaste poer (in gebruikstoestand):

- Verticale belasting in de op "trek" belaste poer (neerwaarts = +)

$$\text{Va'} = \text{Fvk'} - \frac{2 * \text{Fhk'} * (h + fh - fhp + vok)}{v} + 2 * \frac{\text{Tpoer'}}{v}$$

$$= -3361 - \frac{2 * 2733 * (4000+300-300+150)}{4000} + 2 * \frac{1943E3}{4000} = -8061 \text{ N.}$$

- Verticale belasting per kolom (neerwaarts = +)	: Va'	= -8061 N
- Eigen gewicht van de kolom (1.00 * 266)	: Fegk'	= 266 N
- Eigen gewicht paal, poer en grond (1.00 * 5796)	: Gfund	= 5796 N
		+
- Vert. belasting per poer: Fvp = Va'+ Fegk'+ Gfund	Fvp	= -2265 N

Aangezien de totale verticale belasting per poer negatief is, is sprake van een opwaartse belasting op de ondergrond.

b) Berekening van het maatgevend kantelmoment ten gevolge van de belastingen:

- Horizontaal: Mhp = Tpoer'		= 1943 Nm
- Verticaal : Mvp = |Fvp| * 0.5 * B		
= |-2265 | * 0.5 * 0.532		= 602 Nm
		+
- Kantelmoment per poer: Mp = Mhp + Mvp	Mp	= 2545 Nm

c) Controle van de kantelstabiliteit (opwaartse belasting):

- Momentenevenwicht:
  - controle : 2545 Nm < 2578 Nm, dus: voldoet.

- Verticaal evenwicht:
  - controle :| -2265 N |< 5292 N, dus: voldoet.

- Horizontaal evenwicht:
  - controle : 2733 N < 5093 N, dus: voldoet.

Conclusie:
- De op "trek" belaste poeren BPRD600*610 mm voldoen
  bij B.C.3: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay up wind)

5.10.12 Controle van de ZEUS 120x120x1000ZW (R8+M10)

a) Bepaling van de belastingen per paal in rekentoestand:

$$Va = Fvk - \frac{2 * Fhk^* (h + fh - fhp + vok)}{v} + 2 * \frac{Tpoer}{v}$$

$$= -4913 - \frac{2 * 4141 * (4000+300-300 +150)}{4000} + 2 * \frac{2943E3}{4000} = -12034 \quad N.$$

- Verticale belasting per paal (neerwaarts = +) Nd = Va = -12034 N

- Maatgevend moment in de paal, ter plaatse van de koppelbalkaansluiting:
  Mp1 = Myok (zie controleberekening onderliggende koppelbalk) Mp1 = 1446 Nm
  Dit is een veilige aanname van het maximale moment in de paal waarbij
  het gunstige effect op de momenten verdeling bij een relatief laag
  gepositioneerde koppelbalk is genegeerd.

- Maatgevend moment in de paal, ter plaatse van de poeraansluiting:
  Mp2 = Fhk * (fh + Dpoer - vok) - Mp1
  = 4141 * (0.300 + 0.300 - 0.150) - 1446 = 417 Nm
  Md = MAX(|Mp1|, |Mp2|) = MAX(|1446 |, |417 |) = 1446 Nm
- Belasting op het anker (ideële belasting):

$$Vva = Fvk - \frac{2*Fhk*(Lb+vs)}{v} = -4913 - \frac{2 * 4141 * (4010+715)}{4000} = -4913 \ N$$

  Nedv = Vva = -11768 N
  Fi = (2*Fhk² + NEdv²)^0.5 = (2*4141 ² + -11768²)^0.5 = 13144 N

b) Doorsnedecontrole van de paal met behulp van het Mu-Nu diagram:

Bij het invullen van de gegeven normaalkracht NEd = -11768 N in het Mu-Nu diagram wordt de momentencapaciteit Mcap verkregen door rechtlijnige interpolatie tussen de punten waar NEd ligt. Mcap = 3312 Nm

d) Controle van de betonpaalcapaciteit:

- Moment: Md = 1446 Nm < Mcap = 3312 Nm, dus: voldoet.
- Dwarskracht: Fhk = 4141 N < Vp = 9504 N, dus: voldoet.
- Anker: Fi = 13144 N < Fa = 22265 N, dus: voldoet.
- Uittrekkracht: Niet ter zake.

Conclusie:
- De op "trek" belaste palen ZEUS 120x120x1000ZW (R8+M10) voldoen
  bij B.C.3 : b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay up wind)

5.10.13 Controle van de op "druk" belaste poer:

a) Berekening van de verticale belasting in de op "druk" belaste poer (in gebruikstoestand):

- Verticale belasting in de op "druk" belaste poer (neerwaarts = +)

$$\text{- Vb' = Fvk'+ } \frac{2 * \text{Fhk'} * (h + fh - fhp + vok)}{v} + 2 * \frac{\text{Tpoer'}}{v}$$

$$= -3361 + \frac{2 * 2733 * (4000+300-300+150)}{4000} - 2 * \frac{1943E3}{4000} = 1339 \text{ N.}$$

- Verticale belasting per kolom (neerwaarts = +)	: Vb' =	1339 N
- Eigen gewicht van de kolom (1.00 * 266)	: Fegk' =	266 N
- Eigen gewicht paal, poer en grond (1.00 * 5796)	: Gfund =	5796 N
- Vert. belasting per poer: Fvp = Vb'+ Fegk'+ Gfund	Fvp =	7402 N

Aangezien de totale verticale belasting per poer positief is, is sprake van een neerwaartse belasting op de ondergrond.

b) Berekening van het maatgevend kantelmoment ten gevolge van de belastingen:

- Horizontaal: Mhp = Tpoer'	=	1943 Nm
- Verticaal : Mvp = |Fvp| * 0.5 * B = |7402 | * 0.5 * 0.532	=	1968 Nm
- Kantelmoment per poer: Mp = Mhp + Mvp	Mp =	3911 Nm

Bij een opwaarts bezwijkmodel (OBM) geldt:

- Kantelmoment per poer: Mp = Mhp - Mvp	Mp =	-25 Nm

c) Controle van de kantelstabiliteit (neerwaartse belasting):

- Momentenevenwicht bij een neerwaarts bezwijkmodel (NBM):
  - controle : 3911 Nm < 26633 Nm, dus: voldoet. (maatgevend)

- Momentenevenwicht bij een opwaarts bezwijkmodel (OBM):
  - controle : -25 Nm < 2578 Nm, dus: voldoet.

- Verticaal evenwicht:
  - controle :| 7402 N |< 90115 N, dus: voldoet.

- Horizontaal evenwicht:
  - controle : 2733 N < 5093 N, dus: voldoet.

d) Controle van de zettingen:

- Berekening van de momentane (lees: permanente) belastingen:

  - Eigen gewicht dek = 32 N/m²
  - Neerwaartse belasting per kolom = 32 * 9.60 * 4.00 = 1229 N
  - Eigen gewicht van de goot = 1 * 1.00 * 34 * 4.00 = 136 N
  - Eigen gewicht van het spant = 1.00 * 920 = 920 N
  ---------- +
  Totaal Fsvd1 = 2285 N

  - Fhk'mom = (1/267 + 1/200) * 44.0 / 4.00 * 2285 / (2 * 2) = 55 N

$$\text{- Vb' = Fsvd1 + } \frac{2 * \text{Fhk'mom} * (h + fh - fhp + vok)}{v} - 2 * \frac{\text{Tpoer'}}{v} * \frac{\text{Fhk'mom}}{\text{Fhk'}}$$

$$= 2285 + \frac{2 * 55 * (4000+300-300+150)}{4000} - 2 * \frac{1943E3 * 55}{4000 * 2733} = 2379 \text{ N}$$

  - Verticale belasting per kolom (neerwaarts = +) : Vb' = 2379 N
  - Eigen gewicht paal, poer en grond : Gfund = 5796 N
  ---------- +
  - Vert. belasting per : Fsvd = 8175 N

- Berekening van de effectieve spanningsverhoging onder de poer:

  De resulterende verticale effectieve spanning onder de poer
  t.g.v. de momentane belastingen, bedraagt:

$$\text{Svd0} = \frac{\text{Fsvd}}{\text{Apoer}} = \frac{8175}{\text{pi/4} * 600^2} = 0.029 \text{ N/mm}^2$$

  De oorspronkelijke verticale effectieve spanning is/was:

$$\text{Svod0} = sg * (\text{Dpoer} + \text{hpoer}) = 0.0000180 * (300 + 610) = 0.016 \text{ N/mm}^2$$

  De effectieve spanningsverhoging onder de poer, uitgaande van een
  volledig gedraineerde toestand, volgt uit:

$$\text{dSvd0} = \text{Svd0} - \text{Svod0} = 0.029 - 0.016 = 0.013 \text{ N/mm}^2$$

- Berekening van de effectieve zettingsdiepte (NEN 6744 art. 6.1):

  Bij het bepalen van de zakking moeten die grondlagen in beschouwing
  zijn genomen, waarbij de toename van de verticale effectieve spanning
  groter is dan 20% van de oorspronkelijke verticale effectieve
  spanning.
  In formule: dSvd(z) > 0.20 * Svod(z)
  waarin:

$$\text{dSvd(z)} = \text{dSvd0} * \left[1 - \frac{1}{\left(\frac{0.5 * \text{dpoer}}{z} \right)^{1.5}} \right]$$

  Afname van de toename van de verticale effectieve spanning onder de fundatie-poer als functie van de diepte z

Svod(z) = sg * (z + Dpoer + hpoer) Idem, voor de oorspronkelijke verticale effectieve spanning.

De effectieve zettingsdiepte is de totale hoogte/diepte van de grondlagen onder de poer, dat volgens bovenstaande definitie in beschouwing moet zijn genomen bij de berekening van de zettingen.

De effectieve zettingsdiepte wordt door middel van een iteratieve nulpuntsbepaling bepaald waarbij moet gelden:

dSvd(zeff) = 0.20 * Svod(zeff) geeft: zeff = 0.230 m

- Bepaling van de resulterende effectieve zetting (NEN 6744 hfdst.6):

De resulterende effectieve zetting kan uiteindelijk worden bepaald door integratie van de samendrukking van de grond onder de poer tot aan de effectieve zettingsdiepte m.b.v. de formule van Terzaghi.

- Berekening van de primaire zetting (art. 6.2):

$$weff1 = \frac{Cceff}{1 + eporie} * \int_0^{zeff} ln\left(\frac{Svod(z) + dSvd(z)}{Svod(z)}\right) dz =$$

$$= \frac{0.006}{1 + 0.6} * \int_0^{0.230} ln\left(\frac{Svod(z) + dSvd(z)}{Svod(z)}\right) dz = 0.000 \text{ m}$$

- Berekening van de secundaire zetting over 15 jaar (art. 6.3):

$$weff2 = Cinfe * zeff * log\left(\frac{15*365}{1}\right) = 0.000 * 0.230 * 3.738 = 0.000 \text{ m}$$

- Totaal (art. 6.1): weff = weff1 + weff2 = 0.000 + 0.000 = 0.000 m

Controle van de resulterende effectieve zetting:

Volgens NEN 6740 art. 5.2.2.1 mag de zetting niet groter zijn dan 0.15 m. In diverse gemeenten wordt ook (nog) wel gewerkt met een toelaatbare zetting van 0.10 meter. Mede daarom en omdat uitgegaan is van een gedraineerde toestand, wordt in CASTA/Kassenbouw ook gerekend met een toelaatbare zetting van 0.10 m. Er wordt als het ware een veiligheidsfactor 1.5 op NEN 6740 art. 5.2.2.1 gelegd, met name voor een niet-volledig gedraineerde toestand van de grond.

wtoel = 0.100 m

Controle zetting: 0.000 m < 0.100 m, dus: voldoet.

Conclusie:
- De op "druk" belaste poeren BPRD600*610 mm voldoen
  bij B.C.3: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay up wind)

5.10.14 Controle van de ZEUS 120x120x1000ZW (R8+M10)

a) Bepaling van de belastingen per paal in rekentoestand:

$$Vb = Fvk + \frac{2 * Fhk^* (h + fh - fhp + vok)}{v} - 2 * \frac{Tpoer}{v}$$

$$= -4913 + \frac{2 * 4141 * (4000+300-300 +150)}{4000} - 2 * \frac{2943E3}{4000} = 2208 \quad N$$

- Verticale belasting per paal (neerwaarts = +) Nd = Vb = 2208 N
  Inclusief gewicht kolom: NEd = Vb + g.eg*Fegk' = 2208 + 1.00*266 = 2474 N

- Maatgevend moment in de paal, ter plaatse van de koppelbalkaansluiting:
  Mp1 = Myok (zie controleberekening onderliggende koppelbalk) Mp1 = 1446 Nm
  Dit is een veilige aanname van het maximale moment in de paal waarbij
  het gunstige effect op de momenten verdeling bij een relatief laag
  gepositioneerde koppelbalk is genegeerd.

- Maatgevend moment in de paal, ter plaatse van de poeraansluiting:
  Mp2 = Fhk * (fh + Dpoer - vok) - Mp1
  = 4141 * (0.300 + 0.300 - 0.150) - 1446 = 417 Nm
  Md = MAX(|Mp1|, |Mp2|) = MAX(|1446 |, |417 |) = 1446 Nm
- Belasting op het anker (ideële belasting):
  Fi = Fhk = 4141 N (neerwaarts gesteund; anker alleen horizontaal belast)

b) Doorsnedecontrole van de paal met behulp van het Mu-Nu diagram:

Bij het invullen van de gegeven normaalkracht NEd = 2474 N in het Mu-Nu diagram wordt de momentencapaciteit Mcap verkregen door rechtlijnige interpolatie tussen de punten waar NEd ligt. Mcap = 3787 Nm

d) Controle van de betonpaalcapaciteit:

- Moment: Md = 1446 Nm < Mcap = 3787 Nm, dus: voldoet.
- Dwarskracht: Fhk = 4141 N < Vp = 9504 N, dus: voldoet.
- Anker: Fi = 4141 N < Fa = 22265 N, dus: voldoet.
- Uittrekkracht: Niet ter zake.

Conclusie:
- De op "druk" belaste palen ZEUS 120x120x1000ZW (R8+M10) voldoen
  bij B.C.3 : b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay up wind)

5.11 B.C.4: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay down wind)

5.11.1 Berekening van de verticale belasting per kruisschoorvak-kolom:

a) Berekening van de normaalkracht (N) in de kolommen (trek = +):

Berekening van de verticale belasting per kolom (neerwaarts = +):
In gebruikstoestand:
- Eigen gewicht dek (1.00 * 32)= 32 N/m²
- Neerwaartse belasting per kolom = 32 * 9.60 * 4.00 = 1229 N
- Eigen gewicht van de goot = 1 * (1.00 * 34) * 4.00 = 136 N
- Eigen gewicht van het spant = (1.00 * 920) = 920 N

Totaal = 2285 N
- Windbelasting = 9.60 *4.00*(-0.20-(+0.20))*(1.00 *510) = -5645 N

In gebruikstoestand: Fvk' = -N' = -3361 N

In rekentoestand:
- Eigen gewicht dek (1.00 * 32)= 32 N/m²
- Neerwaartse belasting per kolom = 32 * 9.60 * 4.00 = 1229 N
- Eigen gewicht van de goot = 1 * (1.00 * 34) * 4.00 = 136 N
- Eigen gewicht van het spant = (1.00 * 920) = 920 N

Totaal = 2285 N
- Windbelasting = 9.60 *4.00*(-0.20-(+0.20))*(1.28 *510) = -7198 N

In rekentoestand: Fvk = -N = -4913 N

b) Aanpendelende verticale belasting per kruisschoorvak-kolom:
- De totale aanpendelende verticale belasting per kolommenrij (Vtot) is:
  - Vtot = 44.0 /4.00 * -4913 = -54045 N
- Deze belasting mag over alle effectieve kruisschoorvak-kolommen verdeeld worden. Dankzij de aanwezigheid van bovenliggende koppelbalken zijn beide kolommen van de kruisschoorvakken effectief:
  - Vz = -54045 / (2 * 2) = -13511 N

5.11.2 Berekening van de horizontale belasting per kruisschoorvak-kolom:

De horizontale belasting in gootrichting is opgebouwd uit twee componenten, namelijk wind en scheefstand. Voor iedere kolommenrij geldt:

a) Wind op de kopgevels:
- Kaphoogte (hkap) = 9.60 /2 * tan 27 = 2.45 m
- Kapoppervlak (Akap) = 1 * 9.60 /2 * 2.45 = 11.7 m²
- Geveloppervlak (Agevel) = 9.60 * 4.00 = 38.4 m²
- Fh,kop = (0.7 +0.3) * (1.28 * 510) * (11.7 + 38.4/2) * 0.72 = 14499 N

b) Windwrijving op het kasdek:
- Fh,dek = cf * lspant * Qwind * max(0, (Lkas - 2*(ph+fh))) * cscd
  = 0.01 * 9.60 * (1.28 * 510) * 35.40 * 0.72 = 1593 N
- Fh,wind = Fh,kop + Fh,dek = 14499 + 1593 = 16091 N

c) Extra horizontale krachten t.g.v. initiële scheefstand:
- Kolommen: psi = 1/267 (zie EN 1993-1-1)
- Spanten : psi = 1/200 (zie EN 1993-1-1)
- Fh,scheefstand = (1/267 + 1/200) * |-54045 | = 473 N

De totale horizontale kracht per kolommenrij in gootrichting bedraagt:
- Fh,tot = 16091 + 473 = 16564 N
Voor iedere kolom, die deel uitmaakt van een kruisschoorvak, geldt:
- Fhk = 16564 / (2 * 2) = 4141 N
In gebruikstoestand: (fCdim = CsCd'/CsCd = 0.66 /0.72 = 0.92)
- Fh,wind' = Fh,kop' + Fh,dek' = 11372 + 1249 = 12621 N
- Fh,tot' = 12621 * 0.92 + 323 = 10933 N
- Fhk' = 10933 / (2 * 2) = 2733 N

5.11.3 Berekening van het effect van de rotatie-veerstijfheid van de fundering:

Uitgaande van een momentvaste koppelbalk-fundering-aansluiting en van een "scharnier" ter plaatse van de onderkant van de poeren, kan de rotatie van de beide poeren worden berekend (in rekentoestand):

$$- phip0 = \frac{Fhk * hfok * v}{6 * E * Ixok} = \frac{4141 * 1060 * 4000}{6 * 2.1E5 * 62E4} = 22.33 \text{ E-3 rad}$$

met: hfok = fhp + Dpoer + hpoer - vok = 300 + 300 + 610 - 150 = 1060 mm

Resulterende hoekverdraaiing van de poeren (in rekentoestand):

- phip = phip0 * rpoer = 22.33 E-3 * 0.329 = 7.36 E-3 rad

Resulterend moment, vanuit de grond, geleverd door de poeren:

- Tpoer = kpoer * phip = 400 E6 * 7.36 E-3 = 2943 E3 Nmm
In gebruikstoestand:
- Tpoer' = Tpoer * Fhk' / Fhk = 2943 E3 * 2733 / 4141 = 1943 E3 Nmm

5.11.4 Bepaling van het knikgedrag van de kruisschoorvak-kolommen:

a) 1e-orde krachtsverdeling:

Normaalkracht in het bovenstuk van de kolom (Nkb):
(De grootte van de in rekening te brengen aanpendelende belasting hangt af van de lengte van de staven, waarop de aanpendelende belasting werkt):

$$- Nkb = -4913 + \frac{715}{4000 + 300 - 300} * (-13511 - -4913) = -6450 \text{ N}$$

Maatgevende normaalkracht in het onderstuk van de kolom (Nko):
(Dankzij de aanwezigheid van de bovenliggende koppelbalken zijn beide kolommen van de kruisschoorvakken effectief en mag hier de gemiddelde normaalkracht van beide kolommen in rekening worden gebracht):

$$- Nko = -4913 + 4141 * \frac{4000 + 300 - 300 + 150}{4000} = -617 \text{ N}$$

5.11.5 Controle van het ongeschoorde bovenstuk van de kolommen

a) Berekening van de maatgevende krachten in het ongeschoorde bovenstuk:

Juist boven het aangrijpingspunt van de schoren op de kolommen, gelden de
volgende maatgevende krachten in de op druk belaste kolom(men):

- Normaalkracht : Nkb = 4913   N

- Moment   : Mzkb = 4141   * 715 = 2961 E3 Nmm

(T.g.v. de aanwezigheid van de bovenliggende koppelbalken zijn beide
 kolommen van de kruisschoorvakken effectief)

b) Controle op sterkte en stabiliteit van het ongeschoorde bovenstuk volgens EC3:
   Hierbij komt de z-as overeen met de y-as (en y-as = x-as) bij NEN6770.

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} + \frac{|Mz.Ed|}{Mz.c.Rd} = \frac{|4913|}{229893} + \frac{|2961|}{3961} = 0.769$$

  controle: 0.769 < 1.00, dus de sterkte voldoet.
- Maximale spanning:

$$Sigma: \frac{|NEd|}{A} + \frac{|Mz.Ed|}{Wpl.z} = \frac{|4913|}{848.5} + \frac{|2961|}{16.632} = 183.8 \ N/mm^2$$

  UCspanning = Sigma/fy = 183.8 /235.0   = 0.782

  controle: 0.782 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
  Profiel alleen op trek belast, dus de stabiliteit voldoet.

5.11.6 Controle van het geschoorde onderstuk van de kolommen

a) Berekening van de maatgevende krachten in het geschoorde onderstuk:

Juist onder het aangrijpingspunt van de schoren op de kolommen, gelden de
volgende maatgevende krachten in de op druk belaste kolom(men) (druk is negatief):

- Normaalkracht : NEd = -(-4913 + 2 * 4141 * (4000 + 300 - 300 + 150) / 4000) = -3680 N

- Moment : Mzko = max (0.85 * 1.00 * 2961 E3, 2961 E3) = 2961 E3 Nmm

b) Controle op sterkte en stabiliteit van het ongeschoorde bovenstuk volgens EC3:
   Hierbij komt de z-as overeen met de y-as (en y-as = x-as) bij NEN6770.

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} + \frac{|Mz.Ed|}{Mz.c.Rd} = \frac{|-3680|}{229893} + \frac{|2961|}{3961} = 0.763$$

  controle: 0.763 < 1.00, dus de sterkte voldoet.
- Maximale spanning:

$$Sigma: \frac{|NEd|}{A} + \frac{|Mz.Ed|}{Wpl.z} = \frac{|-3680|}{848.5} + \frac{|2961|}{16.632} = 182.4 \ N/mm^2$$

  UCspanning = Sigma/fy = 182.4 /235.0 = 0.776

  controle: 0.776 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.60 (het profiel is geschoord).
  M1 = 2960.84 , M2 = 0.00 , Ms = 1480.42 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
       = 0.60 * (1.0 + (1.69 - 0.2)*(|-3680 |/(0.261 *229893 /1.0)) = 0.65
  Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
       = 0.60 * (1.0 + 0.8*(|-3680 |/(0.261 *229893 /1.0)) = 0.63
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.65 , 0.63) = 0.63
  Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.38

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-3680 |/(0.261 *229893 /1.0)+0.63 *|2960.8 |/(1.00*3961.1 /1.0)
           = 0.061 + 0.470 = 0.532
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-3680 |/(0.169 *229893 /1.0)+0.38 *|2960.8 |/(1.00*3961.1 /1.0)
           = 0.095 + 0.282 = 0.377

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.532 , 0.377) = 0.532

  controle: 0.532 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie:
- Kolom (RHBK100*50*3.0 mm) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.4 : b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay down wind)

5.11.7 Controle van de op druk belaste bovenliggende koppelbalken.

Uit evenwichtsbeschouwingen van de kruisschoorvakken kan de normaalkracht in
de op druk belaste bovenliggende koppelbalken worden afgeleid:

$$- Nbk = -Fhk * \frac{h + fh - fhp}{h + fh - fhp - vs} = -4141 * \frac{4000}{3285} = -5042 \ N$$

- $Mz.Ed = feg * 1/8 * q * l^2 = 1.00 * 1/8 * 29.874 E-3 * 4.000^2 = 59.749 E3$

De controle verloopt volgens EC3:
Hierbij komt de z-as overeen met de y-as (en y-as = x-as) bij NEN6770.

- Doorsnedeklasse: 3

- Sterkte:

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} + \frac{|My.Ed|}{My.c.Rd} = \frac{|-5042|}{102986} + \frac{|60|}{1577} = 0.087$$

  controle: 0.087 < 1.00, dus de sterkte voldoet.
- Maximale spanning:

$$Sigma: \frac{|NEd|}{A} + \frac{|My.Ed|}{Wpl.y} = \frac{|-5042|}{380.6} + \frac{|60|}{6.830} = 22.0 \ N/mm^2$$

  $UCspanning = Sigma/fy = 22.0 / 235.0 = 0.094$

  controle: 0.094 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.95 (het profiel is geschoord).
  M1 = 0.00 , M2 = 0.00 , Ms = 59.75 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy2 * (1.0 + 0.6*lambdarel.y*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
       = 0.95 * (1.0 + 0.6*2.18 *(|-5042 |/(0.169 *102986 /1.0)) = 1.31
  Ky.3 = Cmy2 * (1.0 + 0.6*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
       = 0.95 * (1.0 + 0.6*(|-5042 |/(0.169 *102986 /1.0)) = 1.11
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(1.31 , 1.11) = 1.11
  Kz.b = 0.8 * Ky.b = 0.89

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-5042 |/(0.169 *102986 /1.0)+1.11 *|59.7 |/(1.00*1576.6 /1.0)
           = 0.289 + 0.042 = 0.331
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-5042 |/(0.169 *102986 /1.0)+0.89 *|59.7 |/(1.00*1576.6 /1.0)
           = 0.289 + 0.034 = 0.323

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.331 , 0.323) = 0.331

  controle: 0.331 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie:
- Bovenliggende koppelbalken (RHBK50*50*2.0 mm) voldoen
  bij B.C.4 : b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay down wind)

5.11.8 Controle van de op trek belaste schoren

a) Berekening van de maatgevende trekkracht in de schoren:

Uit evenwichtsbeschouwingen van de kruisschoorvakken kan de normaalkracht in
de op trek belaste schoren worden uitgerekend:

$$- Ns = 2 * Fhk * \frac{h+fh-fhp+vok}{v} * \frac{ls}{h+fh-fhp-vs+vok} =$$

$$= 2 * 4141 * \frac{4000 + 300 - 300 + 150}{4000} * \frac{5272}{3435} = 13189 \quad N$$

(N.B.: ls = lengte schoor = $(3435^2 + 4000^2)1/2 = 5272$ mm)

b) Controle van de sterkte van de op trek belaste schoren volgens EC3:
Hierbij komt de z-as overeen met de y-as (en y-as = x-as) bij NEN6770.

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} = \frac{| 13189 |}{26578} = 0.496$$

controle: 0.496 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
Profiel alleen op trek belast, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie:
- Schoren (RD12.0 mm) voldoen qua sterkte
bij B.C.4 : b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay down wind)

Voor verdere controle van de schoorverbindingen, alsmede voor de controle van
andere profieltypen en andere verbindingstypen, wordt verwezen naar EN 1993-1-8.

5.11.9 Controle van de onderliggende koppelbalken

a) Berekening van de maatgevende krachten in de onderliggende koppelbalken:
De onderliggende koppelbalken worden niet alleen belast op een drukkracht (negatief), de verbindingen tussen koppelbalken en poeren moeten ook het "overturning" moment van de poeren op nemen:

- Normaalkracht : Nok = -Fhk * (1 + vs / (h+fh-fhp-vs))
= -4141 * (1 + 715 / 3285) = -5042 N

- Moment : Myok = Fhk * hfok - Tpoer
= 4141 * 1060 - 2943 E3 = 1446 E3 Nmm

b) Controle van de sterkte/stabiliteit van de onderliggende koppelbalken volgens EC3:
Hierbij komt de z-as overeen met de y-as (en y-as = x-as) bij NEN6770.

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} + \frac{|My.Ed|}{My.c.Rd} = \frac{|-5042|}{201532} + \frac{|1446|}{4315} = 0.360$$

controle: 0.360 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Maximale spanning:

$$Sigma: \frac{|NEd|}{A} + \frac{|My.Ed|}{Wpl.y} = \frac{|-5042|}{728.5} + \frac{|1446|}{19.160} = 82.4 \ N/mm^2$$

UCspanning = Sigma/fy = 82.4 /235.0 = 0.351

controle: 0.351 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.40 (het profiel is geschoord).
M1 = 1446.15 , M2 = -1446.15 , Ms = 0.00 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
Interactiefactoren volgens bijlage B:
Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
= 0.40 * (1.0 + (1.46 - 0.2)*(|-5042 |/(0.329 *201532 /1.0)) = 0.44
Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
= 0.40 * (1.0 + 0.8*(|-5042 |/(0.329 *201532 /1.0)) = 0.42
Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(0.44 , 0.42) = 0.42
Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.25

UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
= |-5042 |/(0.329 *201532 /1.0)+0.42 *|1446.1 |/(1.00*4314.6 /1.0)
= 0.076 + 0.142 = 0.218
UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
= |-5042 |/(0.180 *201532 /1.0)+0.25 *|1446.1 |/(1.00*4314.6 /1.0)
= 0.139 + 0.085 = 0.224

Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.218 , 0.224) = 0.224

controle: 0.224 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

c) Berekening van de horizontale verplaatsing van de onderliggende koppelbalk:
De 1e-orde horizontale verplaatsing van de onderliggende koppelbalken
in rekentoestand kan als volgt berekend worden:

$$- u1\text{-}ok = rpoer * \frac{Fhk * (hfok')^2 * v}{6*E*Iyok} =$$

$$= 0.329 * \frac{4141 * (650)^2 * 4000}{6 * 2.1E5 * 62E4} = 2.93 \text{ mm}$$

waarin: hfok' = afstand vanaf de onderliggende koppelbalk tot 200 mm onder
de bovenkant van de poer
= fhp + Dpoer + 200 - vok = 300 + 300 + 200 - 150 = 650 mm

De 2e-orde horizontale verplaatsing van de onderliggende koppelbalken
in gebruikstoestand kan benaderd worden met de formule:

$$- u2\text{-}ok' = \frac{nyok'}{nyok'-1} * u1\text{-}ok * \frac{Fhk'}{Fhk} * \frac{fhp+dpoer+200}{hfok'} \quad \text{met: } nyok' = nyok * \frac{Fhk}{Fhk'}$$

Deze benadering is conservatief, omdat de (overigens zeer geringe) gunstige
werking van de opwaartse windzuiging gereduceerd wordt met Fhk'/Fhk.

- Vergrotingsfactor: - nyok' = 16.03 * 4141 / 2733 = 24.28
- nyok'/nyok'-1 = 1.04

Invullen van de bekende gegevens resulteert in een verplaatsing, groot:

$$- u2\text{-}ok' = 1.04 * 2.93 * \frac{10933}{16564} * \frac{300 + 300 + 200}{650} = 2.48 \text{ mm}$$

d) Controle van de horizontale verplaatsing van de onderliggende koppelbalk:
In artikel 11.1 staat, dat de toelaatbare horizontale
verplaatsing van de betonfundering op het niveau, waarop de draag-
constructie is gemonteerd, maximaal 5 mm mag bedragen.

- controle: 2.5 mm < 5.0 mm, dus: stijfheid voldoet.

Conclusie:
- Onderliggende koppelbalken (RHBK80*50*3.0 mm) voldoen
bij B.C.4 : b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay down wind)

5.11.10 Controle van de toegestane verplaatsing in gootrichting

a) 1e-orde verlengingen en verplaatsingen (in rekentoestand) (excl. fundering)

- Verlenging van de op trek belaste schoor:

$$\text{delta-s} = \frac{Ns * ls}{E * As} = \frac{13189 * 5272}{2.1E5 * 113.1} = 2.93 \text{ mm}$$

- Verkorting van het onderstuk van de op druk belaste kolom:

$$\text{delta-ko} = \frac{Nko * (h+fh-fhp-vs)}{E * Ak} = \frac{3680 * 3285}{2.1E5 * 849} = 0.07 \text{ mm}$$

- Verkorting van de op druk belaste bovenliggende koppelbalken:

$$\text{delta-bk} = \frac{Nbk * v}{E * Abk} = \frac{5042 * 4000}{2.1E5 * 381} = 0.25 \text{ mm}$$

- 1e-orde horizontale verplaatsing van het aangrijpingspunt van de schoren op de kolommen (m.b.v. Williot-diagram):

$$\text{u-schoor} = \frac{ls}{v} * \text{delta-s} + \frac{h+fh-fhp-vs+vok}{v} * \text{delta-ko} + \text{delta-bk}$$

Invullen geeft:

$$\text{u-schoor} = \frac{5272}{4000} * 2.93 + \frac{3435}{4000} * 0.07 + 0.25 = 4.17 \text{ mm}$$

- 1e-orde horizontale verplaatsing in gootrichting:

$$\text{u1-goot} = \frac{h+fh-fhp+vok}{h+fh-fhp-vs+vok} * \text{u-schoor} + \frac{Fhk*vs*(h+fh-fhp-vs)}{3 * E * Izk} * vs + \frac{Fhk * (vs)^3}{3 * E * Izk}$$

(Dankzij de bovenliggende koppelbalken zijn beide kolommen van de kruisschoorvakken effectief.)

Invullen geeft:

$$\text{u1-goot} = \frac{4000+300-300+150}{3435} * 4.17 + \frac{4141}{3 * 2.1E5 * 37E4} * 715 + \frac{4141 * (715)3}{3 * 2.1E5 * 37E4} = 5.04 + 30.20 + 6.57 = 41.81 \text{ mm}$$

b) 2e-orde horizontale verplaatsing in gootrichting in gebruikstoestand:

De 2e-orde horizontale verplaatsing in gootrichting in gebruikstoestand kan
met de volgende formule worden benaderd (incl. verplaatsing fundering):

$$u2\text{-}goot' = \frac{nzkb'}{nzkb'-1} * u1\text{-}goot * \frac{Fhk'}{Fhk} + u2\text{-}ok' \quad met: nzkb' = nzkb * \frac{Fhk}{Fhk'}$$

waarin: u2-ok' = horizontale verplaatsing fundering = 2.48 mm (zie 5*.9)

Deze benadering is conservatief, omdat de (overigens zeer geringe) gunstige
werking van de opwaartse windzuiging gereduceerd wordt met Fhk'/Fhk.

- Vergrotingsfactor: - nzkb = -6.79 (zie 5*.4)
  - nzkb' = -6.79 * 4141 / 2733 = -10.3
  - nzkb'/nzkb'-1 = 1.00

Invullen van de bekende gegevens resulteert in een verplaatsing, groot:

$$u2\text{-}goot' = 1.00 * 41.81 * \frac{2733}{4141} + 2.48 = 30.08 \text{ mm}$$

c) Berekening van de toelaatbare horizontale verplaatsing in gootrichting:

1) in relatie tot de kolomhoogte, vervormingen van de kopgevelkolom:

Volgens de Europese norm EN13031-1, artikel 10.2.3.1 geldt voor dragende constructieonderdelen van kassen met een glasomhulling een doorbuigings-eis van maximaal L/150 met een grenswaarde van 30 mm. Rekening houdend met de vervorminglijn van de kopgevelgootkolom (scharnierend bij de fundatie en ingeklemd bij de goot) zijn de volgende vergelijking op te stellen:

- Maximale verplaatsing utoel-a = 2 * h / 150 = 2 * 4000 / 150 = 53.3 mm
- Absolute grenswaarde umax = 2 * 30 mm = 60.0 mm

2) rekening houdend met de ruitafmetingen :
- Vereiste min. speling bovenkant ruit : Sn = 7.5 mm
- Vereiste min. speling zijkant ruit : Sr = 2.0 mm
- Lengte van de hele dekruiten : Lr = 2015.0 mm
- Ruitbreedte in de middenvelden : Br = 1125.0 mm

- toelaatbare verplaatsing 1e kolommenrij achter de zijgevel:

$$Ut1a = (Sr + Sn * \frac{Lr}{Bs}) * \frac{nkap * kap/\cos(a)}{Lr}$$

$$= (2.0 + 7.5 * \frac{2015.0}{1125.0}) * \frac{1 * 9600/\cos(27.0)}{2015.0} = 82.5 \text{ mm}$$

Utoel-b = Ut1a = 82.5 mm

3) maatgevend :
- utoel = utoel-a < utoel-b < umax; MIN(53.3 , 82.5 , 60.0) = 53.3 mm

d) Controle van de toegestane horizontale verplaatsing in gootrichting:

- Stijfheid:
  controle: 30.1 mm < 53.3 mm, dus: stijfheid voldoet.

Conclusie:
- Kolommen (RHBK100*50*3.0 mm) voldoen qua stijfheid
  bij B.C.4 : b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay down wind)

5.11.11 Controle van de op "trek" belaste poer:

a) Berekening van de verticale belasting in de op "trek" belaste poer (in gebruikstoestand):

- Verticale belasting in de op "trek" belaste poer (neerwaarts = +)

$$\text{Va'} = \text{Fvk'} - \frac{2 * \text{Fhk'} * (h + fh - fhp + vok)}{v} + 2 * \frac{\text{Tpoer'}}{v}$$

$$= -3361 - \frac{2 * 2733 * (4000+300-300+150)}{4000} + 2 * \frac{1943E3}{4000} = -8061 \text{ N.}$$

- Verticale belasting per kolom (neerwaarts = +)	: Va'	= -8061 N
- Eigen gewicht van de kolom (1.00 * 266)	: Fegk'	= 266 N
- Eigen gewicht paal, poer en grond (1.00 * 5796)	: Gfund	= 5796 N
		+
- Vert. belasting per poer: Fvp = Va'+ Fegk'+ Gfund	Fvp	= -2265 N

Aangezien de totale verticale belasting per poer negatief is, is sprake van een opwaartse belasting op de ondergrond.

b) Berekening van het maatgevend kantelmoment ten gevolge van de belastingen:

- Horizontaal: Mhp = Tpoer'	=	1943 Nm
- Verticaal : Mvp = |Fvp| * 0.5 * B		
= |-2265 | * 0.5 * 0.532	=	602 Nm
		+
- Kantelmoment per poer: Mp = Mhp + Mvp	Mp =	2545 Nm

c) Controle van de kantelstabiliteit (opwaartse belasting):

- Momentenevenwicht:
  - controle : 2545 Nm < 2578 Nm, dus: voldoet.

- Verticaal evenwicht:
  - controle :| -2265 N |< 5292 N, dus: voldoet.

- Horizontaal evenwicht:
  - controle : 2733 N < 5093 N, dus: voldoet.

Conclusie:
- De op "trek" belaste poeren BPRD600*610 mm voldoen
  bij B.C.4: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay down wind)

5.11.12 Controle van de ZEUS 120x120x1000ZW (R8+M10)

a) Bepaling van de belastingen per paal in rekentoestand:

$$Va = Fvk - \frac{2 * Fhk^* (h + fh - fhp + vok)}{v} + 2 * \frac{Tpoer}{v}$$

$$= -4913 - \frac{2 * 4141 * (4000+300-300 +150)}{4000} + 2 * \frac{2943E3}{4000} = -12034 \quad N.$$

- Verticale belasting per paal (neerwaarts = +) Nd = Va = -12034 N

- Maatgevend moment in de paal, ter plaatse van de koppelbalkaansluiting:
  Mp1 = Myok (zie controleberekening onderliggende koppelbalk) Mp1 = 1446 Nm
  Dit is een veilige aanname van het maximale moment in de paal waarbij
  het gunstige effect op de momenten verdeling bij een relatief laag
  gepositioneerde koppelbalk is genegeerd.

- Maatgevend moment in de paal, ter plaatse van de poeraansluiting:
  Mp2 = Fhk * (fh + Dpoer - vok) - Mp1
  = 4141 * (0.300 + 0.300 - 0.150) - 1446 = 417 Nm
  Md = MAX(|Mp1|, |Mp2|) = MAX(|1446 |, |417 |) = 1446 Nm
- Belasting op het anker (ideële belasting):

$$Vva = Fvk - \frac{2*Fhk*(Lb+vs)}{v} = -4913 - \frac{2 * 4141 * (4010+715)}{4000} = -4913 \ N$$

  Nedv = Vva = -11768 N
  $Fi = (2*Fhk^2 + NEdv^2)^{0.5} = (2*4141^2 + -11768^2)^{0.5} = 13144$ N

b) Doorsnedecontrole van de paal met behulp van het Mu-Nu diagram:

Bij het invullen van de gegeven normaalkracht NEd = -11768 N in het Mu-Nu diagram wordt de momentencapaciteit Mcap verkregen door rechtlijnige interpolatie tussen de punten waar NEd ligt. Mcap = 3312 Nm

d) Controle van de betonpaalcapaciteit:

- Moment: Md = 1446 Nm < Mcap = 3312 Nm, dus: voldoet.
- Dwarskracht: Fhk = 4141 N < Vp = 9504 N, dus: voldoet.
- Anker: Fi = 13144 N < Fa = 22265 N, dus: voldoet.
- Uittrekkracht: Niet ter zake.

Conclusie:
- De op "trek" belaste palen ZEUS 120x120x1000ZW (R8+M10) voldoen
  bij B.C.4 : b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay down wind)

5.11.13 Controle van de op "druk" belaste poer:

a) Berekening van de verticale belasting in de op "druk" belaste poer (in gebruikstoestand):

- Verticale belasting in de op "druk" belaste poer (neerwaarts = +)

$$\text{- Vb' = Fvk'+ } \frac{2 * \text{Fhk'} * (h + fh - fhp + vok)}{v} + 2 * \frac{\text{Tpoer'}}{v}$$

$$= -3361 + \frac{2 * 2733 * (4000+300-300+150)}{4000} - 2 * \frac{1943E3}{4000} = 1339 \text{ N.}$$

- Verticale belasting per kolom (neerwaarts = +)	: Vb' =	1339 N
- Eigen gewicht van de kolom (1.00 * 266)	: Fegk' =	266 N
- Eigen gewicht paal, poer en grond (1.00 * 5796)	: Gfund =	5796 N
- Vert. belasting per poer: Fvp = Vb'+ Fegk'+ Gfund	Fvp =	7402 N

Aangezien de totale verticale belasting per poer positief is, is sprake van een neerwaartse belasting op de ondergrond.

b) Berekening van het maatgevend kantelmoment ten gevolge van de belastingen:

- Horizontaal: Mhp = Tpoer'	=	1943 Nm
- Verticaal : Mvp = |Fvp| * 0.5 * B = |7402 | * 0.5 * 0.532	=	1968 Nm
- Kantelmoment per poer: Mp = Mhp + Mvp	Mp =	3911 Nm

Bij een opwaarts bezwijkmodel (OBM) geldt:

- Kantelmoment per poer: Mp = Mhp - Mvp	Mp =	-25 Nm

c) Controle van de kantelstabiliteit (neerwaartse belasting):

- Momentenevenwicht bij een neerwaarts bezwijkmodel (NBM):
  - controle : 3911 Nm < 26633 Nm, dus: voldoet. (maatgevend)

- Momentenevenwicht bij een opwaarts bezwijkmodel (OBM):
  - controle : -25 Nm < 2578 Nm, dus: voldoet.

- Verticaal evenwicht:
  - controle :| 7402 N |< 90115 N, dus: voldoet.

- Horizontaal evenwicht:
  - controle : 2733 N < 5093 N, dus: voldoet.

d) Controle van de zettingen:

- Berekening van de momentane (lees: permanente) belastingen:

  - Eigen gewicht dek = 32 N/m²
  - Neerwaartse belasting per kolom = 32 * 9.60 * 4.00 = 1229 N
  - Eigen gewicht van de goot = 1 * 1.00 * 34 * 4.00 = 136 N
  - Eigen gewicht van het spant = 1.00 * 920 = 920 N
    ---------- +
    Totaal Fsvd1 = 2285 N

  - Fhk'mom = (1/267 + 1/200) * 44.0 / 4.00 * 2285 / (2 * 2) = 55 N

$$\text{Vb'} = \text{Fsvd1} + \frac{2 * \text{Fhk'mom} * (h + fh - fhp + vok)}{v} - 2 * \frac{\text{Tpoer'}}{v} * \frac{\text{Fhk'mom}}{\text{Fhk'}}$$

$$= 2285 + \frac{2 * 55 * (4000+300-300+150)}{4000} - 2 * \frac{1943E3 * 55}{4000 * 2733} = 2379 \text{ N}$$

  - Verticale belasting per kolom (neerwaarts = +) : Vb' = 2379 N
  - Eigen gewicht paal, poer en grond : Gfund = 5796 N
    ---------- +
  - Vert. belasting per : Fsvd = 8175 N

- Berekening van de effectieve spanningsverhoging onder de poer:

  De resulterende verticale effectieve spanning onder de poer
  t.g.v. de momentane belastingen, bedraagt:

$$\text{Svd0} = \frac{\text{Fsvd}}{\text{Apoer}} = \frac{8175}{\text{pi/4} * 600^2} = 0.029 \text{ N/mm}^2$$

  De oorspronkelijke verticale effectieve spanning is/was:

$$\text{Svod0} = sg * (\text{Dpoer} + \text{hpoer}) = 0.0000180 * (300 + 610) = 0.016 \text{ N/mm}^2$$

  De effectieve spanningsverhoging onder de poer, uitgaande van een
  volledig gedraineerde toestand, volgt uit:

$$\text{dSvd0} = \text{Svd0} - \text{Svod0} = 0.029 - 0.016 = 0.013 \text{ N/mm}^2$$

- Berekening van de effectieve zettingsdiepte (NEN 6744 art. 6.1):

  Bij het bepalen van de zakking moeten die grondlagen in beschouwing
  zijn genomen, waarbij de toename van de verticale effectieve spanning
  groter is dan 20% van de oorspronkelijke verticale effectieve
  spanning.
  In formule: dSvd(z) > 0.20 * Svod(z)
  waarin:

$$\text{dSvd(z)} = \text{dSvd0} * \left[1 - \frac{1}{\left(\frac{0.5 * \text{dpoer}}{z} \right)^{1.5}} \right]$$

  Afname van de toename van de verticale effectieve spanning onder de fundatie-poer als functie van de diepte z

Svod(z) = sg * (z + Dpoer + hpoer) Idem, voor de oorspronkelijke verticale effectieve spanning.

De effectieve zettingsdiepte is de totale hoogte/diepte van de grondlagen onder de poer, dat volgens bovenstaande definitie in beschouwing moet zijn genomen bij de berekening van de zettingen.

De effectieve zettingsdiepte wordt door middel van een iteratieve nulpuntsbepaling bepaald waarbij moet gelden:

dSvd(zeff) = 0.20 * Svod(zeff) geeft: zeff = 0.230 m

- Bepaling van de resulterende effectieve zetting (NEN 6744 hfdst.6):

De resulterende effectieve zetting kan uiteindelijk worden bepaald door integratie van de samendrukking van de grond onder de poer tot aan de effectieve zettingsdiepte m.b.v. de formule van Terzaghi.

- Berekening van de primaire zetting (art. 6.2):

$$weff1 = \frac{Cceff}{1 + eporie} * \int_0^{zeff} ln\left(\frac{Svod(z) + dSvd(z)}{Svod(z)}\right) dz =$$

$$= \frac{0.006}{1 + 0.6} * \int_0^{0.230} ln\left(\frac{Svod(z) + dSvd(z)}{Svod(z)}\right) dz = 0.000 \text{ m}$$

- Berekening van de secundaire zetting over 15 jaar (art. 6.3):

$$weff2 = Cinfe * zeff * \log\left(\frac{15*365}{1}\right) = 0.000 * 0.230 * 3.738 = 0.000 \text{ m}$$

- Totaal (art. 6.1): weff = weff1 + weff2 = 0.000 + 0.000 = 0.000 m

Controle van de resulterende effectieve zetting:

Volgens NEN 6740 art. 5.2.2.1 mag de zetting niet groter zijn dan 0.15 m. In diverse gemeenten wordt ook (nog) wel gewerkt met een toelaatbare zetting van 0.10 meter. Mede daarom en omdat uitgegaan is van een gedraineerde toestand, wordt in CASTA/Kassenbouw ook gerekend met een toelaatbare zetting van 0.10 m. Er wordt als het ware een veiligheidsfactor 1.5 op NEN 6740 art. 5.2.2.1 gelegd, met name voor een niet-volledig gedraineerde toestand van de grond.

wtoel = 0.100 m

Controle zetting: 0.000 m < 0.100 m, dus: voldoet.

Conclusie:
- De op "druk" belaste poeren BPRD600*610 mm voldoen
  bij B.C.4: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay down wind)

5.11.14 Controle van de ZEUS 120x120x1000ZW (R8+M10)

a) Bepaling van de belastingen per paal in rekentoestand:

$$Vb = Fvk + \frac{2 * Fhk^* (h + fh - fhp + vok)}{v} - 2 * \frac{Tpoer}{v}$$

$$= -4913 + \frac{2 * 4141 * (4000+300-300 +150)}{4000} - 2 * \frac{2943E3}{4000} = 2208 \quad N$$

- Verticale belasting per paal (neerwaarts = +) Nd = Vb = 2208 N
  Inclusief gewicht kolom: NEd = Vb + g.eg*Fegk' = 2208 + 1.00*266 = 2474 N

- Maatgevend moment in de paal, ter plaatse van de koppelbalkaansluiting:
  Mp1 = Myok (zie controleberekening onderliggende koppelbalk) Mp1 = 1446 Nm
  Dit is een veilige aanname van het maximale moment in de paal waarbij
  het gunstige effect op de momenten verdeling bij een relatief laag
  gepositioneerde koppelbalk is genegeerd.

- Maatgevend moment in de paal, ter plaatse van de poeraansluiting:
  Mp2 = Fhk * (fh + Dpoer - vok) - Mp1
  = 4141 * (0.300 + 0.300 - 0.150) - 1446 = 417 Nm
  Md = MAX(|Mp1|, |Mp2|) = MAX(|1446 |, |417 |) = 1446 Nm
- Belasting op het anker (ideële belasting):
  Fi = Fhk = 4141 N (neerwaarts gesteund; anker alleen horizontaal belast)

b) Doorsnedecontrole van de paal met behulp van het Mu-Nu diagram:

Bij het invullen van de gegeven normaalkracht NEd = 2474 N in het Mu-Nu diagram wordt de momentencapaciteit Mcap verkregen door rechtlijnige interpolatie tussen de punten waar NEd ligt. Mcap = 3787 Nm

d) Controle van de betonpaalcapaciteit:

- Moment: Md = 1446 Nm < Mcap = 3787 Nm, dus: voldoet.
- Dwarskracht: Fhk = 4141 N < Vp = 9504 N, dus: voldoet.
- Anker: Fi = 4141 N < Fa = 22265 N, dus: voldoet.
- Uittrekkracht: Niet ter zake.

Conclusie:
- De op "druk" belaste palen ZEUS 120x120x1000ZW (R8+M10) voldoen
  bij B.C.4 : b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay down wind)

5.12 B.C.5: b1) Dead load + Wind (Cpi negative, Cpe 1st bay up wind)

5.12.1 Berekening van de verticale belasting per kruisschoorvak-kolom:

a) Berekening van de normaalkracht (N) in de kolommen (trek = +):

Berekening van de verticale belasting per kolom (neerwaarts = +):
In gebruikstoestand:
- Eigen gewicht dek (1.00 * 32)= 32 N/m²
- Neerwaartse belasting per kolom = 32 * 9.60 * 4.00 = 1229 N
- Eigen gewicht van de goot = 1 * (1.00 * 34) * 4.00 = 136 N
- Eigen gewicht van het spant = (1.00 * 920) = 920 N

Totaal = 2285 N
- Windbelasting = 9.60 *4.00*(-0.20-(-0.20))*(1.00 *510) = 0 N

In gebruikstoestand: Fvk' = -N' = 2285 N

In rekentoestand:
- Eigen gewicht dek (1.02 * 32)= 33 N/m²
- Neerwaartse belasting per kolom = 33 * 9.60 * 4.00 = 1255 N
- Eigen gewicht van de goot = 1 * (1.02 * 34) * 4.00 = 139 N
- Eigen gewicht van het spant = (1.02 * 920) = 940 N

Totaal = 2333 N
- Windbelasting = 9.60 *4.00*(-0.20-(-0.20))*(1.28 *510) = 0 N

In rekentoestand: Fvk = -N = 2333 N

b) Aanpendelende verticale belasting per kruisschoorvak-kolom:
- De totale aanpendelende verticale belasting per kolommenrij (Vtot) is:
  - Vtot = 44.0 /4.00 * 2333 = 25667 N
- Deze belasting mag over alle effectieve kruisschoorvak-kolommen verdeeld worden. Dankzij de aanwezigheid van bovenliggende koppelbalken zijn beide kolommen van de kruisschoorvakken effectief:
  - Vz = 25667 / (2 * 2) = 6417 N

5.12.2 Berekening van de horizontale belasting per kruisschoorvak-kolom:

De horizontale belasting in gootrichting is opgebouwd uit twee componenten, namelijk wind en scheefstand. Voor iedere kolommenrij geldt:

a) Wind op de kopgevels:
- Kaphoogte (hkap) = 9.60 /2 * tan 27 = 2.45 m
- Kapoppervlak (Akap) = 1 * 9.60 /2 * 2.45 = 11.7 m²
- Geveloppervlak (Agevel) = 9.60 * 4.00 = 38.4 m²
- Fh,kop = (0.7 +0.3) * (1.28 * 510) * (11.7 + 38.4/2) * 0.72 = 14499 N

b) Windwrijving op het kasdek:
- Fh,dek = cf * lspant * Qwind * max(0, (Lkas - 2*(ph+fh))) * cscd
  = 0.01 * 9.60 * (1.28 * 510) * 35.40 * 0.72 = 1593 N
- Fh,wind = Fh,kop + Fh,dek = 14499 + 1593 = 16091 N

c) Extra horizontale krachten t.g.v. initiële scheefstand:
- Kolommen: psi = 1/267 (zie EN 1993-1-1)
- Spanten : psi = 1/200 (zie EN 1993-1-1)
- Fh,scheefstand = (1/267 + 1/200) * |25667 | = 225 N

De totale horizontale kracht per kolommenrij in gootrichting bedraagt:
- Fh,tot = 16091 + 225 = 16316 N
Voor iedere kolom, die deel uitmaakt van een kruisschoorvak, geldt:
- Fhk = 16316 / (2 * 2) = 4079 N
In gebruikstoestand: (fCdim = CsCd'/CsCd = 0.66 /0.72 = 0.92)
- Fh,wind' = Fh,kop' + Fh,dek' = 11372 + 1249 = 12621 N
- Fh,tot' = 12621 * 0.92 + 220 = 10829 N
- Fhk' = 10829 / (2 * 2) = 2707 N

5.12.3 Berekening van het effect van de rotatie-veerstijfheid van de fundering:

Uitgaande van een momentvaste koppelbalk-fundering-aansluiting en van een "scharnier" ter plaatse van de onderkant van de poeren, kan de rotatie van de beide poeren worden berekend (in rekentoestand):

$$- phip0 = \frac{Fhk * hfok * v}{6 * E * Ixok} = \frac{4079 * 1060 * 4000}{6 * 2.1E5 * 62E4} = 22.00 \text{ E-3 rad}$$

met: hfok = fhp + Dpoer + hpoer - vok = 300 + 300 + 610 - 150 = 1060 mm

Resulterende hoekverdraaiing van de poeren (in rekentoestand):

- phip = phip0 * rpoer = 22.00 E-3 * 0.329 = 7.25 E-3 rad

Resulterend moment, vanuit de grond, geleverd door de poeren:

- Tpoer = kpoer * phip = 400 E6 * 7.25 E-3 = 2899 E3 Nmm
In gebruikstoestand:
- Tpoer' = Tpoer * Fhk' / Fhk = 2899 E3 * 2707 / 4079 = 1924 E3 Nmm

5.12.4 Bepaling van het knikgedrag van de kruisschoorvak-kolommen:

Bij de bepaling van het knikgedrag van de kruisschoorvak-kolommen wordt de maatgevende (op druk belaste) kolom geschematiseerd tot een kolom met een lengte gelijk aan de schoorverlaging (vs), verend ingeklemd in het onderstuk van de kolom. Er wordt direkt rekening gehouden met de belastingconfiguratie. De invloed van de aanpendelende belasting op de stabiliteit van de kruis-schoorvakken komt dan tot uiting in een grotere kniklengte (zie IBBC-TNO rapport BI-87-20/63.4.3360, artikel 6.3.1.1).

Omdat bij de berekening van de kniklengte van het bovenstuk direct rekening wordt gehouden met de aanpendelende belasting (Vz) is de rotatie-veerstijfheid van de verende inklemming mede afhankelijk van de grootte van de normaalkracht in het onderstuk van de kolom. Aangezien de normaalkracht in het onderstuk van de kolom op het moment van Eulerse instabiliteit niet bekend is, is een iteratie-procedure noodzakelijk. Ter controle worden de berekeningsresultaten van de laatste iteratie gegeven.

a) 1e-orde krachtsverdeling, uitsluitend t.b.v. de knikberekening:

Normaalkracht in het bovenstuk van de kolom (Nkb):
(De grootte van de in rekening te brengen aanpendelende belasting hangt af van de lengte van de staven, waarop de aanpendelende belasting werkt):

$$- Nkb = 2333 + \frac{715}{4000 + 300 - 300} * (6417 - 2333) = 3063 \text{ N}$$

Maatgevende normaalkracht in het onderstuk van de kolom (Nko):
(Dankzij de aanwezigheid van de bovenliggende koppelbalken zijn beide kolommen van de kruisschoorvakken effectief en mag hier de gemiddelde normaalkracht van beide kolommen in rekening worden gebracht):

$$- Nko = 2333 + 4079 * \frac{4000 + 300 - 300 + 150}{4000} = 6565 \text{ N}$$

b) Controle van de laatste iteratie van de knikberekening:

De iteratief berekende belasting-vermenigvuldigingsfactor, waarbij instabiliteit van het bovenstuk optreedt, bedraagt:

- nzkb = 7.8509

Op dat moment is de normaalkracht in het onderstuk van de kolom, groot:

- Nko = 7.851 * 6565   = 51544   N

De rotatie-veerstijfheid, waarmee het bovenstuk van de kolom verend is verbonden met het onderstuk, kan (zonder rekening te houden met de invloed van de belastingconfiguratie) als volgt berekend worden:

$$- cr = \frac{3 * E * Izk}{(h + fh - fhp - vs)} = \frac{3 * 2.1E5 * 37E4}{(4000 + 300 - 300 - 715)} = 70 \quad E6\ Nmm/rad$$

T.g.v. de normaalkracht in het onderstuk van de kolom nemen de vervormingen toe met de Eulerse vergrotingsfactor n/n-1 en neemt de rotatie-veerstijfheid overeenkomstig af:

$$- n = \frac{pi^2 * E * Izk}{(h+fh-fhp-vs)^2 * Nko} = \frac{pi^2 * 2.1E5 * 37E4}{(3285)^2 * 51544} = 1.36$$

- n/n-1 = 3.76

- cr-E = 70   E6 / 3.76   = 19   E6 Nmm/rad

Met behulp van tabel 6 van NEN 3851 (TGB-1972-Staal) kan nu de fictieve kniklengte van het bovenstuk van de kolom bepaald worden:

$$- rho = \frac{cr\text{-}E * vs}{E * Izk} = \frac{19E6 * 715}{2.1E5 * 37E4} = 0.174$$

$$- lk = vs * (4 + \frac{10}{rho})^{0.5} = 715 * (4 + \frac{10}{0.174})^{0.5} = 5613\ mm$$

Hiermee kan de kniklengte van het bovenstuk van de kolom bepaald worden:

$$- FEzkb = \frac{pi^2 * E * Izk}{lk^2} = \frac{pi^2 * 2.1E5 * 37E4}{(5613)^2} = 24050 N$$

$$- nzkb = \frac{24050}{3063} = 7.8509$$

Deze waarde van nzkb komt voldoende nauwkeurig overeen met de aanvangswaarde.

c) Kniklengten, slankheden en knikcoëfficiënten:

- Bovenstuk van de kolom:
  - In gootrichting:
    - De kniklengte in gootrichting kan berekend worden door rekening te houden met de werkelijke normaalkracht in het bovenstuk van de kolom:

$$lkzkb = \left(\frac{pi^2 * E * Izk}{nzkb * Fvk}\right)^{0.5} = \left(\frac{pi^2 * 2.1E5 * 37E4}{7.85 * 2333}\right)^{0.5} = 6431 \text{ mm}$$

      (N.B.: lkzkb / (h + fh - fhp)= 6431 / (4000 + 300 - 300) = 1.61)

    - Slankheid: lambda-zkb = lkzkb / izk = 6431 / 20.8 = 310
      - Chikb.z = min(0.132 , 1.0) = 0.132

  - In spantrichting:
    - De kniklengte in spantrichting kan bij goede benadering berekend worden met de formule (voor Venlo-warenhuis):

      lkyk = 2.10 * (4000 + 300 - 300 - 80 - 438) = 7313 mm
      (N.B.: kheff = effectieve kolomhoogte = 4.0 - 0.08 - 0.44 = 3.48 m)

    - Slankheid: lambda-yk = lkyk / iyk = 7313 / 35.7 = 205
      - Chik.y = min(0.169 , 1.0) = 0.169

- Onderstuk van de kolom:
  - In gootrichting:
    - Kniklengte: lkzko = h+fh-fhp-vs = 4000 + 300 - 300 - 715 = 3285 mm

$$FEzko = \frac{pi^2 * E * Izk}{lkzko^2} = \frac{pi^2 * 2.1E5 * 37E4}{(3285)^2} = 70204 \text{ N}$$

    - Slankheid: lambda-zko = lkzko / izk = 3285 / 20.8 = 158
    - Chiko.z = min(0.261 , 1.0) = 0.261

  - In spantrichting: Zie bovenstuk van de kolom.

5.12.5 Controle van het ongeschoorde bovenstuk van de kolommen

a) Berekening van de maatgevende krachten in het ongeschoorde bovenstuk:

Juist boven het aangrijpingspunt van de schoren op de kolommen, gelden de
volgende maatgevende krachten in de op druk belaste kolom(men):

- Normaalkracht : Nkb = -2333 N

- Moment   : Mzkb = 4079   * 715 = 2916 E3 Nmm

(T.g.v. de aanwezigheid van de bovenliggende koppelbalken zijn beide
 kolommen van de kruisschoorvakken effectief)

b) Controle op sterkte en stabiliteit van het ongeschoorde bovenstuk volgens EC3:
   Hierbij komt de z-as overeen met de y-as (en y-as = x-as) bij NEN6770.

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} + \frac{|Mz.Ed|}{Mz.c.Rd} = \frac{|-2333|}{229893} + \frac{|2916|}{3961} = 0.746$$

  controle: 0.746 < 1.00, dus de sterkte voldoet.
- Maximale spanning:

$$Sigma: \frac{|NEd|}{A} + \frac{|Mz.Ed|}{Wpl.z} = \frac{|-2333|}{848.5} + \frac{|2916|}{16.632} = 178.1 \ N/mm^2$$

  UCspanning = Sigma/fy = 178.1 /235.0   = 0.758

  controle: 0.758 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (2.51 - 0.2)*(|-2333 |/(0.132 *229893 /1.0)) = 1.25
  Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-2333 |/(0.132 *229893 /1.0)) = 0.99
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(1.25   , 0.99   ) = 0.99
  Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.59

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-2333 |/(0.132 *229893 /1.0)+0.99 *|2916.5 |/(1.00*3961.1 /1.0)
           = 0.127 + 0.730 = 0.857
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-2333 |/(0.169 *229893 /1.0)+0.59 *|2916.5 |/(1.00*3961.1 /1.0)
           = 0.060 + 0.438 = 0.498

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.857 , 0.498) = 0.857

  controle: 0.857 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

5.12.6 Controle van het geschoorde onderstuk van de kolommen

a) Berekening van de maatgevende krachten in het geschoorde onderstuk:

Juist onder het aangrijpingspunt van de schoren op de kolommen, gelden de
volgende maatgevende krachten in de op druk belaste kolom(men) (druk is negatief):

- Normaalkracht : NEd = -(2333 + 2 * 4079 * (4000 + 300 - 300 + 150) / 4000) = -10797 N

- Moment : Mzko = max (0.85 * 1.15 * 2916 E3, 2916 E3) = 2916 E3 Nmm

b) Controle op sterkte en stabiliteit van het ongeschoorde bovenstuk volgens EC3:
   Hierbij komt de z-as overeen met de y-as (en y-as = x-as) bij NEN6770.

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} + \frac{|Mz.Ed|}{Mz.c.Rd} = \frac{|-10797|}{229893} + \frac{|2916|}{3961} = 0.783$$

  controle: 0.783 < 1.00, dus de sterkte voldoet.
- Maximale spanning:

$$Sigma: \frac{|NEd|}{A} + \frac{|Mz.Ed|}{Wpl.z} = \frac{|-10797|}{848.5} + \frac{|2916|}{16.632} = 188.1 \ N/mm^2$$

  UCspanning = Sigma/fy = 188.1 /235.0 = 0.800

  controle: 0.800 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.60 (het profiel is geschoord).
  M1 = 2916.46 , M2 = 0.00 , Ms = 1458.23 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
  = 0.60 * (1.0 + (1.69 - 0.2)*(|-10797 |/(0.261 *229893 /1.0)) = 0.76
  Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
  = 0.60 * (1.0 + 0.8*(|-10797 |/(0.261 *229893 /1.0)) = 0.69
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.76 , 0.69) = 0.69
  Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.41

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
  = |-10797 |/(0.261 *229893 /1.0)+0.69 *|2916.5 |/(1.00*3961.1 /1.0)
  = 0.180 + 0.505 = 0.685
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
  = |-10797 |/(0.169 *229893 /1.0)+0.41 *|2916.5 |/(1.00*3961.1 /1.0)
  = 0.278 + 0.303 = 0.581

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.685 , 0.581) = 0.685

  controle: 0.685 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie:
- Kolom (RHBK100*50*3.0 mm) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.5 : b1) Dead load + Wind (Cpi negative, Cpe 1st bay up wind)

5.12.7 Controle van de op druk belaste bovenliggende koppelbalken.

Uit evenwichtsbeschouwingen van de kruisschoorvakken kan de normaalkracht in
de op druk belaste bovenliggende koppelbalken worden afgeleid:

$$- Nbk = -Fhk * \frac{h + fh - fhp}{h + fh - fhp - vs} = -4079 * \frac{4000}{3285} = -4967 \ N$$

- $Mz.Ed = feg * 1/8 * q * l^2 = 1.02 * 1/8 * 29.874 E-3 * 4.000^2 = 61.020 E3$

De controle verloopt volgens EC3:
Hierbij komt de z-as overeen met de y-as (en y-as = x-as) bij NEN6770.

- Doorsnedeklasse: 3

- Sterkte:

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} + \frac{|My.Ed|}{My.c.Rd} = \frac{|-4967|}{102986} + \frac{|61|}{1577} = 0.087$$

  controle: 0.087 < 1.00, dus de sterkte voldoet.
- Maximale spanning:

$$Sigma: \frac{|NEd|}{A} + \frac{|My.Ed|}{Wpl.y} = \frac{|-4967|}{380.6} + \frac{|61|}{6.830} = 22.0 \ N/mm^2$$

  $UCspanning = Sigma/fy = 22.0 / 235.0 = 0.094$

  controle: 0.094 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.95 (het profiel is geschoord).
  M1 = 0.00 , M2 = 0.00 , Ms = 61.02 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  $Ky.2 = Cmy2 * (1.0 + 0.6*lambdarel.y*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))$
  $= 0.95 * (1.0 + 0.6*2.18 *(|-4967 |/(0.169 *102986 /1.0)) = 1.30$
  $Ky.3 = Cmy2 * (1.0 + 0.6*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))$
  $= 0.95 * (1.0 + 0.6*(|-4967 |/(0.169 *102986 /1.0)) = 1.11$
  $Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(1.30 , 1.11) = 1.11$
  $Kz.b = 0.8 * Ky.b = 0.89$

  $UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)$
  $= |-4967 |/(0.169 *102986 /1.0)+1.11 *|61.0 |/(1.00*1576.6 /1.0)$
  $= 0.285 + 0.043 = 0.328$
  $UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)$
  $= |-4967 |/(0.169 *102986 /1.0)+0.89 *|61.0 |/(1.00*1576.6 /1.0)$
  $= 0.285 + 0.034 = 0.319$

  Maatgevend: $UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.328 , 0.319) = 0.328$

  controle: 0.328 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie:
- Bovenliggende koppelbalken (RHBK50*50*2.0 mm) voldoen
  bij B.C.5 : b1) Dead load + Wind (Cpi negative, Cpe 1st bay up wind)

5.12.8 Controle van de op trek belaste schoren

a) Berekening van de maatgevende trekkracht in de schoren:

Uit evenwichtsbeschouwingen van de kruisschoorvakken kan de normaalkracht in de op trek belaste schoren worden uitgerekend:

$$-N_s = 2 * F_{hk} * \frac{h+f_h-f_{hp}+v_{ok}}{v} * \frac{l_s}{h+f_h-f_{hp}-v_s+v_{ok}} =$$

$$= 2 * 4079 * \frac{4000 + 300 - 300 + 150}{4000} * \frac{5272}{3435} = 12991 \quad N$$

(N.B.: ls = lengte schoor = $(3435^2 + 4000^2)1/2 = 5272$ mm)

b) Controle van de sterkte van de op trek belaste schoren volgens EC3:
Hierbij komt de z-as overeen met de y-as (en y-as = x-as) bij NEN6770.

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$UC_{sterkte} = \frac{|N_{Ed}|}{N_{c.Rd}} = \frac{|\ 12991\ |}{26578} = 0.489$$

controle: 0.489 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
Profiel alleen op trek belast, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie:
- Schoren (RD12.0 mm) voldoen qua sterkte
bij B.C.5 : b1) Dead load + Wind (Cpi negative, Cpe 1st bay up wind)

Voor verdere controle van de schoorverbindingen, alsmede voor de controle van andere profieltypen en andere verbindingstypen, wordt verwezen naar EN 1993-1-8.

5.12.9 Controle van de onderliggende koppelbalken

a) Berekening van de maatgevende krachten in de onderliggende koppelbalken:
   De onderliggende koppelbalken worden niet alleen belast op een drukkracht (negatief),
   de verbindingen tussen koppelbalken en poeren moeten ook het "overturning"
   moment van de poeren op nemen:

   - Normaalkracht : Nok = -Fhk * (1 + vs / (h+fh-fhp-vs))
                         = -4079 * (1 + 715 / 3285) = -4967 N

   - Moment : Myok = Fhk * hfok - Tpoer
                   = 4079 * 1060 - 2899 E3 = 1424 E3 Nmm

b) Controle van de sterkte/stabiliteit van de onderliggende koppelbalken volgens EC3:
   Hierbij komt de z-as overeen met de y-as (en y-as = x-as) bij NEN6770.

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} + \frac{|My.Ed|}{My.c.Rd} = \frac{|-4967|}{201532} + \frac{|1424|}{4315} = 0.355$$

  controle: 0.355 < 1.00, dus de sterkte voldoet.
- Maximale spanning:

$$Sigma: \frac{|NEd|}{A} + \frac{|My.Ed|}{Wpl.y} = \frac{|-4967|}{728.5} + \frac{|1424|}{19.160} = 81.2 \ N/mm^2$$

  UCspanning = Sigma/fy = 81.2   /235.0   = 0.345

  controle: 0.345 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.40 (het profiel is geschoord).
  M1 = 1424.47   , M2 = -1424.47   , Ms = 0.00   , Mkip = 0.00   , gelijkmatig verdeeld belast.
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.40 * (1.0 + (1.46 - 0.2)*(|-4967 |/(0.329 *201532 /1.0)) = 0.44
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.40 * (1.0 + 0.8*(|-4967 |/(0.329 *201532 /1.0)) = 0.42
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(0.44   , 0.42   ) = 0.42
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.25

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-4967 |/(0.329 *201532 /1.0)+0.42 *|1424.5 |/(1.00*4314.6 /1.0)
           = 0.075 + 0.140 = 0.215
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-4967 |/(0.180 *201532 /1.0)+0.25 *|1424.5 |/(1.00*4314.6 /1.0)
           = 0.137 + 0.084 = 0.221

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.215 , 0.221) = 0.221

  controle: 0.221 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

c) Berekening van de horizontale verplaatsing van de onderliggende koppelbalk:
De 1e-orde horizontale verplaatsing van de onderliggende koppelbalken
in rekentoestand kan als volgt berekend worden:

$$- u1\text{-}ok = rpoer * \frac{Fhk * (hfok')^2 * v}{6*E*Iyok} =$$

$$= 0.329 * \frac{4079 * (650)^2 * 4000}{6 * 2.1E5 * 62E4} = 2.89 \text{ mm}$$

waarin: hfok' = afstand vanaf de onderliggende koppelbalk tot 200 mm onder
de bovenkant van de poer
= fhp + Dpoer + 200 - vok = 300 + 300 + 200 - 150 = 650 mm

De 2e-orde horizontale verplaatsing van de onderliggende koppelbalken
in gebruikstoestand kan benaderd worden met de formule:

$$- u2\text{-}ok' = \frac{nyok'}{nyok'-1} * u1\text{-}ok * \frac{Fhk'}{Fhk} * \frac{fhp+dpoer+200}{hfok'} \quad \text{met: } nyok' = nyok * \frac{Fhk}{Fhk'}$$

Deze benadering is conservatief, omdat de (overigens zeer geringe) gunstige
werking van de opwaartse windzuiging gereduceerd wordt met Fhk'/Fhk.

- Vergrotingsfactor: - nyok' = 16.27 * 4079 / 2707 = 24.52
- nyok'/nyok'-1 = 1.04

Invullen van de bekende gegevens resulteert in een verplaatsing, groot:

$$- u2\text{-}ok' = 1.04 * 2.89 * \frac{10829}{16316} * \frac{300 + 300 + 200}{650} = 2.46 \text{ mm}$$

d) Controle van de horizontale verplaatsing van de onderliggende koppelbalk:
In artikel 11.1 staat, dat de toelaatbare horizontale
verplaatsing van de betonfundering op het niveau, waarop de draag-
constructie is gemonteerd, maximaal 5 mm mag bedragen.

- controle: 2.5 mm < 5.0 mm, dus: stijfheid voldoet.

Conclusie:
- Onderliggende koppelbalken (RHBK80*50*3.0 mm) voldoen
bij B.C.5 : b1) Dead load + Wind (Cpi negative, Cpe 1st bay up wind)

5.12.10 Controle van de toegestane verplaatsing in gootrichting

a) 1e-orde verlengingen en verplaatsingen (in rekentoestand) (excl. fundering)

- Verlenging van de op trek belaste schoor:

$$\text{delta-s} = \frac{Ns * ls}{E * As} = \frac{12991 * 5272}{2.1E5 * 113.1} = 2.88 \text{ mm}$$

- Verkorting van het onderstuk van de op druk belaste kolom:

$$\text{delta-ko} = \frac{Nko * (h+fh-fhp-vs)}{E * Ak} = \frac{10797 * 3285}{2.1E5 * 849} = 0.20 \text{ mm}$$

- Verkorting van de op druk belaste bovenliggende koppelbalken:

$$\text{delta-bk} = \frac{Nbk * v}{E * Abk} = \frac{4967 * 4000}{2.1E5 * 381} = 0.25 \text{ mm}$$

- 1e-orde horizontale verplaatsing van het aangrijpingspunt van de schoren op de kolommen (m.b.v. Williot-diagram):

$$\text{u-schoor} = \frac{ls}{v} * \text{delta-s} + \frac{h+fh-fhp-vs+vok}{v} * \text{delta-ko} + \text{delta-bk}$$

Invullen geeft:

$$\text{u-schoor} = \frac{5272}{4000} * 2.88 + \frac{3435}{4000} * 0.20 + 0.25 = 4.22 \text{ mm}$$

- 1e-orde horizontale verplaatsing in gootrichting:

$$\text{u1-goot} = \frac{h+fh-fhp+vok}{h+fh-fhp-vs+vok} * \text{u-schoor} + \frac{Fhk*vs*(h+fh-fhp-vs)}{3 * E * Izk} * vs + \frac{Fhk * (vs)^3}{3 * E * Izk}$$

(Dankzij de bovenliggende koppelbalken zijn beide kolommen van de kruisschoorvakken effectief.)

Invullen geeft:

$$\text{u1-goot} = \frac{4000+300-300+150}{3435} * 4.22 + \frac{4079}{3 * 2.1E5 * 37E4} * 715 + \frac{4079 * (715)3}{3 * 2.1E5 * 37E4} = 5.10 + 29.75 + 6.47 = 41.32 \text{ mm}$$

b) 2e-orde horizontale verplaatsing in gootrichting in gebruikstoestand:

De 2e-orde horizontale verplaatsing in gootrichting in gebruikstoestand kan
met de volgende formule worden benaderd (incl. verplaatsing fundering):

$$u2\text{-}goot' = \frac{nzkb'}{nzkb'-1} * u1\text{-}goot * \frac{Fhk'}{Fhk} + u2\text{-}ok' \quad met: nzkb' = nzkb * \frac{Fhk}{Fhk'}$$

waarin: u2-ok' = horizontale verplaatsing fundering = 2.46 mm (zie 5*.9)

Deze benadering is conservatief, omdat de (overigens zeer geringe) gunstige
werking van de opwaartse windzuiging gereduceerd wordt met Fhk'/Fhk.

- Vergrotingsfactor: - nzkb = 7.85 (zie 5*.4)
  - nzkb' = 7.85 * 4079   / 2707   = 11.83
  - nzkb'/nzkb'-1 = 1.09

Invullen van de bekende gegevens resulteert in een verplaatsing, groot:

$$u2\text{-}goot' = 1.09 * 41.32 * \frac{2707}{4079} + 2.46 = 32.42 \text{ mm}$$

c) Berekening van de toelaatbare horizontale verplaatsing in gootrichting:

1) in relatie tot de kolomhoogte, vervormingen van de kopgevelkolom:

   Volgens de Europese norm EN13031-1, artikel 10.2.3.1 geldt voor dragende
   constructieonderdelen van kassen met een glasomhulling een doorbuigings-
   eis van maximaal L/150 met een grenswaarde van 30 mm. Rekening houdend
   met de vervorminglijn van de kopgevelgootkolom (scharnierend
   bij de fundatie en ingeklemd bij de goot) zijn de volgende
   vergelijking op te stellen:

   - Maximale verplaatsing utoel-a = 2 * h / 150 = 2 * 4000 / 150 = 53.3 mm
   - Absolute grenswaarde   umax = 2 * 30 mm = 60.0 mm

2) rekening houdend met de ruitafmetingen :
   - Vereiste min. speling bovenkant ruit : Sn = 7.5   mm
   - Vereiste min. speling zijkant ruit   : Sr = 2.0   mm
   - Lengte van de hele dekruiten   : Lr = 2015.0 mm
   - Ruitbreedte in de middenvelden   : Br = 1125.0 mm

   - toelaatbare verplaatsing 1e kolommenrij achter de zijgevel:

$$Ut1a = (Sr + Sn * \frac{Lr}{Bs}) * \frac{nkap * kap/\cos(a)}{Lr}$$

$$= (2.0 + 7.5 * \frac{2015.0}{1125.0}) * \frac{1 * 9600/\cos(27.0)}{2015.0} = 82.5 \text{ mm}$$

     Utoel-b = Ut1a = 82.5 mm

3) maatgevend :
   - utoel = utoel-a < utoel-b < umax; MIN(53.3 , 82.5 , 60.0) = 53.3 mm

d) Controle van de toegestane horizontale verplaatsing in gootrichting:

- Stijfheid:
  controle: 32.4 mm < 53.3 mm, dus: stijfheid voldoet.

Conclusie:
- Kolommen (RHBK100*50*3.0 mm) voldoen qua stijfheid
  bij B.C.5 : b1) Dead load + Wind (Cpi negative, Cpe 1st bay up wind)

5.12.11 Controle van de op "trek" belaste poer:

a) Berekening van de verticale belasting in de op "trek" belaste poer (in gebruikstoestand):

- Verticale belasting in de op "trek" belaste poer (neerwaarts = +)

$$\text{Va'} = \text{Fvk'} - \frac{2 * \text{Fhk'} * (h + fh - fhp + vok)}{v} + 2 * \frac{\text{Tpoer'}}{v}$$

$$= 2285 - \frac{2 * 2707 * (4000+300-300+150)}{4000} + 2 * \frac{1924E3}{4000} = -2371 \text{ N.}$$

- Verticale belasting per kolom (neerwaarts = +)	: Va'	=	-2371 N
- Eigen gewicht van de kolom (1.00 * 266)	: Fegk'	=	266 N
- Eigen gewicht paal, poer en grond (1.00 * 5796)	: Gfund	=	5796 N
- Vert. belasting per poer: Fvp = Va'+ Fegk'+ Gfund	Fvp	=	3425 N

Aangezien de totale verticale belasting per poer positief is, is sprake van een neerwaartse belasting op de ondergrond.

b) Berekening van het maatgevend kantelmoment ten gevolge van de belastingen:

- Horizontaal: Mhp = Tpoer'		=	1924 Nm
- Verticaal : Mvp = |Fvp| * 0.5 * B = |3425 | * 0.5 * 0.532		=	911 Nm
- Kantelmoment per poer: Mp = Mhp + Mvp	Mp	=	2835 Nm

Bij een opwaarts bezwijkmodel (OBM) geldt:

- Kantelmoment per poer: Mp = Mhp - Mvp	Mp	=	1014 Nm

c) Controle van de kantelstabiliteit (neerwaartse belasting):

- Momentenevenwicht bij een neerwaarts bezwijkmodel (NBM):
  - controle : 2835 Nm < 26633 Nm, dus: voldoet. (maatgevend)

- Momentenevenwicht bij een opwaarts bezwijkmodel (OBM):
  - controle : 1014 Nm < 2578 Nm, dus: voldoet.

- Verticaal evenwicht:
  - controle :| 3425 N |< 90115 N, dus: voldoet.

- Horizontaal evenwicht:
  - controle : 2707 N < 5093 N, dus: voldoet.

Conclusie:
- De op "trek" belaste poeren BPRD600*610 mm voldoen
  bij B.C.5: b1) Dead load + Wind (Cpi negative, Cpe 1st bay up wind)

5.12.12 Controle van de ZEUS 120x120x1000ZW (R8+M10)

a) Bepaling van de belastingen per paal in rekentoestand:

$$Va = Fvk - \frac{2 * Fhk^* (h + fh - fhp + vok)}{v} + 2 * \frac{Tpoer}{v}$$

$$= 2333 - \frac{2 * 4079 * (4000+300-300 +150)}{4000} + 2 * \frac{2899E3}{4000} = -4681 \quad N.$$

- Verticale belasting per paal (neerwaarts = +) Nd = Va = -4681 N

- Maatgevend moment in de paal, ter plaatse van de koppelbalkaansluiting:
  Mp1 = Myok (zie controleberekening onderliggende koppelbalk) Mp1 = 1424 Nm
  Dit is een veilige aanname van het maximale moment in de paal waarbij
  het gunstige effect op de momenten verdeling bij een relatief laag
  gepositioneerde koppelbalk is genegeerd.

- Maatgevend moment in de paal, ter plaatse van de poeraansluiting:
  Mp2 = Fhk * (fh + Dpoer - vok) - Mp1
  = 4079 * (0.300 + 0.300 - 0.150) - 1424 = 411 Nm
  Md = MAX(|Mp1|, |Mp2|) = MAX(|1424 |, |411 |) = 1424 Nm
- Belasting op het anker (ideële belasting):

$$Vva = Fvk - \frac{2*Fhk*(Lb+vs)}{v} = 2333 - \frac{2 * 4079 * (4010+715)}{4000} = 2333 \quad N$$

  Nedv = Vva = -4409 N
  $Fi = (2*Fhk^2 + NEdv^2)^{0.5} = (2*4079^2 + -4409^2)^{0.5} = 7260$ N

b) Doorsnedecontrole van de paal met behulp van het Mu-Nu diagram:

Bij het invullen van de gegeven normaalkracht NEd = -4409 N in het Mu-Nu diagram wordt de momentencapaciteit Mcap verkregen door rechtlijnige interpolatie tussen de punten waar NEd ligt. Mcap = 3568 Nm

d) Controle van de betonpaalcapaciteit:

- Moment: Md = 1424 Nm < Mcap = 3568 Nm, dus: voldoet.
- Dwarskracht: Fhk = 4079 N < Vp = 9504 N, dus: voldoet.
- Anker: Fi = 7260 N < Fa = 22265 N, dus: voldoet.
- Uittrekkracht: Niet ter zake.

Conclusie:
- De op "trek" belaste palen ZEUS 120x120x1000ZW (R8+M10) voldoen
  bij B.C.5 : b1) Dead load + Wind (Cpi negative, Cpe 1st bay up wind)

5.12.13 Controle van de op "druk" belaste poer:

a) Berekening van de verticale belasting in de op "druk" belaste poer (in gebruikstoestand):

- Verticale belasting in de op "druk" belaste poer (neerwaarts = +)

$$\text{- Vb' = Fvk'+ } \frac{2 * Fhk'* (h + fh - fhp + vok)}{v} + 2 * \frac{Tpoer'}{v}$$

$$= 2285 + \frac{2 * 2707 * (4000+300-300+150)}{4000} - 2 * \frac{1924E3}{4000} = 6940 \text{ N.}$$

- Verticale belasting per kolom (neerwaarts = +)	: Vb' =	6940 N
- Eigen gewicht van de kolom (1.00 * 266)	: Fegk' =	266 N
- Eigen gewicht paal, poer en grond (1.00 * 5796)	: Gfund =	5796 N
		+
- Vert. belasting per poer: Fvp = Vb'+ Fegk'+ Gfund	Fvp =	13003 N

Aangezien de totale verticale belasting per poer positief is, is sprake van een neerwaartse belasting op de ondergrond.

b) Berekening van het maatgevend kantelmoment ten gevolge van de belastingen:

- Horizontaal: Mhp = Tpoer'	=	1924 Nm
- Verticaal : Mvp = |Fvp| * 0.5 * B		
= |13003 | * 0.5 * 0.532	=	3457 Nm
		+
- Kantelmoment per poer: Mp = Mhp + Mvp	Mp =	5381 Nm

Bij een opwaarts bezwijkmodel (OBM) geldt:

- Kantelmoment per poer: Mp = Mhp - Mvp	Mp =	-1533 Nm

c) Controle van de kantelstabiliteit (neerwaartse belasting):

- Momentenevenwicht bij een neerwaarts bezwijkmodel (NBM):
  - controle : 5381 Nm < 26633 Nm, dus: voldoet. (maatgevend)

- Momentenevenwicht bij een opwaarts bezwijkmodel (OBM):
  - controle : -1533 Nm < 2578 Nm, dus: voldoet.

- Verticaal evenwicht:
  - controle :| 13003 N |< 90115 N, dus: voldoet.

- Horizontaal evenwicht:
  - controle : 2707 N < 5093 N, dus: voldoet.

d) Controle van de zettingen:

- Berekening van de momentane (lees: permanente) belastingen:

  - Eigen gewicht dek = 32 N/m²
  - Neerwaartse belasting per kolom = 32 * 9.60 * 4.00 = 1229 N
  - Eigen gewicht van de goot = 1 * 1.00 * 34 * 4.00 = 136 N
  - Eigen gewicht van het spant = 1.00 * 920 = 920 N
    ---------- +
    Totaal Fsvd1 = 2285 N

  - Fhk'mom = (1/267 + 1/200) * 44.0 / 4.00 * 2285 / (2 * 2) = 55 N

  $$Vb' = Fsvd1 + \frac{2 * Fhk'mom * (h + fh - fhp + vok)}{v} - 2 * \frac{Tpoer'}{v} * \frac{Fhk'mom}{Fhk'}$$

  $$= 2285 + \frac{2 * 55 * (4000+300-300+150)}{4000} - 2 * \frac{1924E3 * 55}{4000 * 2707} = 2379 \text{ N}$$

  - Verticale belasting per kolom (neerwaarts = +) : Vb' = 2379 N
  - Eigen gewicht paal, poer en grond : Gfund = 5796 N
    ---------- +
  - Vert. belasting per : Fsvd = 8175 N

- Berekening van de effectieve spanningsverhoging onder de poer:

  De resulterende verticale effectieve spanning onder de poer
  t.g.v. de momentane belastingen, bedraagt:

  $$Svd0 = \frac{Fsvd}{Apoer} = \frac{8175}{pi/4 * 600^2} = 0.029 \text{ N/mm}^2$$

  De oorspronkelijke verticale effectieve spanning is/was:

  $$Svod0 = sg * (Dpoer + hpoer) = 0.0000180 * (300 + 610) = 0.016 \text{ N/mm}^2$$

  De effectieve spanningsverhoging onder de poer, uitgaande van een
  volledig gedraineerde toestand, volgt uit:

  $$dSvd0 = Svd0 - Svod0 = 0.029 - 0.016 = 0.013 \text{ N/mm}^2$$

- Berekening van de effectieve zettingsdiepte (NEN 6744 art. 6.1):

  Bij het bepalen van de zakking moeten die grondlagen in beschouwing
  zijn genomen, waarbij de toename van de verticale effectieve spanning
  groter is dan 20% van de oorspronkelijke verticale effectieve
  spanning.
  In formule: dSvd(z) > 0.20 * Svod(z)
  waarin:

  $$dSvd(z) = dSvd0 * \left[1 - \frac{1}{\left(\frac{0.5 * dpoer}{z} \right)^{1.5}} \right]$$

  Afname van de toename van de verticale effectieve spanning onder de fundatie-poer als functie van de diepte z

Svod(z) = sg * (z + Dpoer + hpoer) Idem, voor de oorspronkelijke verticale effectieve spanning.

De effectieve zettingsdiepte is de totale hoogte/diepte van de grondlagen onder de poer, dat volgens bovenstaande definitie in beschouwing moet zijn genomen bij de berekening van de zettingen.

De effectieve zettingsdiepte wordt door middel van een iteratieve nulpuntsbepaling bepaald waarbij moet gelden:

dSvd(zeff) = 0.20 * Svod(zeff) geeft: zeff = 0.230 m

- Bepaling van de resulterende effectieve zetting (NEN 6744 hfdst.6):

De resulterende effectieve zetting kan uiteindelijk worden bepaald door integratie van de samendrukking van de grond onder de poer tot aan de effectieve zettingsdiepte m.b.v. de formule van Terzaghi.

- Berekening van de primaire zetting (art. 6.2):

$$weff1 = \frac{Cceff}{1 + eporie} * \int_0^{zeff} ln\left(\frac{Svod(z) + dSvd(z)}{Svod(z)}\right) dz =$$

$$= \frac{0.006}{1 + 0.6} * \int_0^{0.230} ln\left(\frac{Svod(z) + dSvd(z)}{Svod(z)}\right) dz = 0.000 \text{ m}$$

- Berekening van de secundaire zetting over 15 jaar (art. 6.3):

$$weff2 = Cinfe * zeff * log\left(\frac{15*365}{1}\right) = 0.000 * 0.230 * 3.738 = 0.000 \text{ m}$$

- Totaal (art. 6.1): weff = weff1 + weff2 = 0.000 + 0.000 = 0.000 m

Controle van de resulterende effectieve zetting:

Volgens NEN 6740 art. 5.2.2.1 mag de zetting niet groter zijn dan 0.15 m. In diverse gemeenten wordt ook (nog) wel gewerkt met een toelaatbare zetting van 0.10 meter. Mede daarom en omdat uitgegaan is van een gedraineerde toestand, wordt in CASTA/Kassenbouw ook gerekend met een toelaatbare zetting van 0.10 m. Er wordt als het ware een veiligheidsfactor 1.5 op NEN 6740 art. 5.2.2.1 gelegd, met name voor een niet-volledig gedraineerde toestand van de grond.

wtoel = 0.100 m

Controle zetting: 0.000 m < 0.100 m, dus: voldoet.

Conclusie:
- De op "druk" belaste poeren BPRD600*610 mm voldoen
  bij B.C.5: b1) Dead load + Wind (Cpi negative, Cpe 1st bay up wind)

5.12.14 Controle van de ZEUS 120x120x1000ZW (R8+M10)

a) Bepaling van de belastingen per paal in rekentoestand:

$$Vb = Fvk + \frac{2 * Fhk^* (h + fh - fhp + vok)}{v} - 2 * \frac{Tpoer}{v}$$

$$= 2333 + \frac{2 * 4079 * (4000+300-300 +150)}{4000} - 2 * \frac{2899E3}{4000} = 9348 \quad N$$

- Verticale belasting per paal (neerwaarts = +) Nd = Vb = 9348 N
  Inclusief gewicht kolom: NEd = Vb + g.eg*Fegk' = 9348 + 1.02*266 = 9620 N

- Maatgevend moment in de paal, ter plaatse van de koppelbalkaansluiting:
  Mp1 = Myok (zie controleberekening onderliggende koppelbalk) Mp1 = 1424 Nm
  Dit is een veilige aanname van het maximale moment in de paal waarbij
  het gunstige effect op de momenten verdeling bij een relatief laag
  gepositioneerde koppelbalk is genegeerd.

- Maatgevend moment in de paal, ter plaatse van de poeraansluiting:
  Mp2 = Fhk * (fh + Dpoer - vok) - Mp1
  = 4079 * (0.300 + 0.300 - 0.150) - 1424 = 411 Nm
  Md = MAX(|Mp1|, |Mp2|) = MAX(|1424 |, |411 |) = 1424 Nm
- Belasting op het anker (ideële belasting):
  Fi = Fhk = 4079 N (neerwaarts gesteund; anker alleen horizontaal belast)

b) Doorsnedecontrole van de paal met behulp van het Mu-Nu diagram:

Bij het invullen van de gegeven normaalkracht NEd = 9620 N in het Mu-Nu diagram wordt de momentencapaciteit Mcap verkregen door rechtlijnige interpolatie tussen de punten waar NEd ligt. Mcap = 3972 Nm

d) Controle van de betonpaalcapaciteit:

- Moment: Md = 1424 Nm < Mcap = 3972 Nm, dus: voldoet.
- Dwarskracht: Fhk = 4079 N < Vp = 9504 N, dus: voldoet.
- Anker: Fi = 4079 N < Fa = 22265 N, dus: voldoet.
- Uittrekkracht: Niet ter zake.

Conclusie:
- De op "druk" belaste palen ZEUS 120x120x1000ZW (R8+M10) voldoen
  bij B.C.5 : b1) Dead load + Wind (Cpi negative, Cpe 1st bay up wind)

5.13 B.C.6: c1) Dead load + Services + Crop + repair/incident actions

5.13.1 Berekening van de verticale belasting per kruisschoorvak-kolom:

a) Berekening van de normaalkracht (N) in de kolommen (trek = +):

Berekening van de verticale belasting per kolom (neerwaarts = +):
In gebruikstoestand:
- Eigen gewicht dek (1.00 * 32)= 32 N/m²
- Gewasbelasting (1.00 * 0) = 0 N/m²
- Installaties (1.00 * 70) = 70 N/m²
Totaal : 102 N/m²
- Neerwaartse belasting per kolom = 102 * 9.60 * 4.00 = 3917 N
- Eigen gewicht van de goot = 1 * (1.00 * 34) * 4.00 = 136 N
- Eigen gewicht van het spant = (1.00 * 920) = 920 N
- Transportlast = 1.00 * max(1250 , 1000) + 1.00 * 0 = 1250 N
Totaal = 6223 N
- Windbelasting: 0 N

In gebruikstoestand: Fvk' = -N' = 6223 N

In rekentoestand:
- Eigen gewicht dek (1.15 * 32)= 37 N/m²
- Gewasbelasting (1.28 * 0) = 0 N/m²
- Installaties (1.15 * 70) = 80 N/m²
Totaal : 117 N/m²
- Neerwaartse belasting per kolom = 117 * 9.60 * 4.00 = 4495 N
- Eigen gewicht van de goot = 1 * (1.15 * 34) * 4.00 = 156 N
- Eigen gewicht van het spant = (1.15 * 920) = 1056 N
- Transportlast = 1.28 * max(1250 , 1000) + 1.15 * 0 = 1594 N
Totaal = 7300 N
- Windbelasting: 0 N

In rekentoestand: Fvk = -N = 7300 N

b) Aanpendelende verticale belasting per kruisschoorvak-kolom:
- De totale aanpendelende verticale belasting per kolommenrij (Vtot) is:
  - Vtot = 44.0 /4.00 * (7300 -1594) + 1594 = 64363 N
- Deze belasting mag over alle effectieve kruisschoorvak-kolommen verdeeld worden. Dankzij de aanwezigheid van bovenliggende koppelbalken zijn beide kolommen van de kruisschoorvakken effectief:
  - Vz = 64363 / (2 * 2) = 16091 N

5.13.2 Berekening van de horizontale belasting per kruisschoorvak-kolom:

a) Aanpendelende verticale belasting per kruisschoorvak-kolom t.g.v. initiële scheefstand:
- Kolommen: psi = 1/267 (zie EN 1993-1-1)
- Spanten : psi = 1/200 (zie EN 1993-1-1)
- Fh,scheefstand = (1/267 + 1/200) * |64363 | = 563 N

De totale horizontale kracht per kolommenrij in gootrichting bedraagt:
- Fh,tot = Fh,scheefstand = 563 N
Voor iedere kolom, die deel uitmaakt van een kruisschoorvak, geldt:
- Fhk = 563 / (2 * 2) = 141 N
In gebruikstoestand: (fCdim = CsCd'/CsCd = 0.66 /0.72 = 0.92)
- Fhk' = 490 / (2 * 2) = 122 N

5.13.3 Berekening van het effect van de rotatie-veerstijfheid van de fundering:

Uitgaande van een momentvaste koppelbalk-fundering-aansluiting en van een "scharnier" ter plaatse van de onderkant van de poeren, kan de rotatie van de beide poeren worden berekend (in rekentoestand):

$$- phip0 = \frac{Fhk * hfok * v}{6 * E * Ixok} = \frac{141 * 1060 * 4000}{6 * 2.1E5 * 62E4} = 0.76 \text{ E-3 rad}$$

met: hfok = fhp + Dpoer + hpoer - vok = 300 + 300 + 610 - 150 = 1060 mm

Resulterende hoekverdraaiing van de poeren (in rekentoestand):

- phip = phip0 * rpoer = 0.76 E-3 * 0.329 = 0.25 E-3 rad

Resulterend moment, vanuit de grond, geleverd door de poeren:

- Tpoer = kpoer * phip = 400 E6 * 0.25 E-3 = 100 E3 Nmm
In gebruikstoestand:
- Tpoer' = Tpoer * Fhk' / Fhk = 100 E3 * 122 / 141 = 87 E3 Nmm

5.13.4 Bepaling van het knikgedrag van de kruisschoorvak-kolommen:

Bij de bepaling van het knikgedrag van de kruisschoorvak-kolommen wordt de maatgevende (op druk belaste) kolom geschematiseerd tot een kolom met een lengte gelijk aan de schoorverlaging (vs), verend ingeklemd in het onderstuk van de kolom. Er wordt direkt rekening gehouden met de belastingconfiguratie. De invloed van de aanpendelende belasting op de stabiliteit van de kruis-schoorvakken komt dan tot uiting in een grotere kniklengte (zie IBBC-TNO rapport BI-87-20/63.4.3360, artikel 6.3.1.1).

Omdat bij de berekening van de kniklengte van het bovenstuk direct rekening wordt gehouden met de aanpendelende belasting (Vz) is de rotatie-veerstijfheid van de verende inklemming mede afhankelijk van de grootte van de normaalkracht in het onderstuk van de kolom. Aangezien de normaalkracht in het onderstuk van de kolom op het moment van Eulerse instabiliteit niet bekend is, is een iteratie-procedure noodzakelijk. Ter controle worden de berekeningsresultaten van de laatste iteratie gegeven.

a) 1e-orde krachtsverdeling, uitsluitend t.b.v. de knikberekening:

Normaalkracht in het bovenstuk van de kolom (Nkb):
(De grootte van de in rekening te brengen aanpendelende belasting hangt af van de lengte van de staven, waarop de aanpendelende belasting werkt):

$$- Nkb = 7300 + \frac{715}{4000 + 300 - 300} * (16091 - 7300) = 8871 \text{ N}$$

Maatgevende normaalkracht in het onderstuk van de kolom (Nko):
(Dankzij de aanwezigheid van de bovenliggende koppelbalken zijn beide kolommen van de kruisschoorvakken effectief en mag hier de gemiddelde normaalkracht van beide kolommen in rekening worden gebracht):

$$- Nko = 7300 + 141 * \frac{4000 + 300 - 300 + 150}{4000} = 7446 \text{ N}$$

b) Controle van de laatste iteratie van de knikberekening:

De iteratief berekende belasting-vermenigvuldigingsfactor, waarbij instabiliteit van het bovenstuk optreedt, bedraagt:

- nzkb = 4.7716

Op dat moment is de normaalkracht in het onderstuk van de kolom, groot:

- Nko = 4.772 * 7446   = 35530   N

De rotatie-veerstijfheid, waarmee het bovenstuk van de kolom verend is verbonden met het onderstuk, kan (zonder rekening te houden met de invloed van de belastingconfiguratie) als volgt berekend worden:

$$- cr = \frac{3 * E * Izk}{(h + fh - fhp - vs)} = \frac{3 * 2.1E5 * 37E4}{(4000 + 300 - 300 - 715)} = 70 \quad E6\ Nmm/rad$$

T.g.v. de normaalkracht in het onderstuk van de kolom nemen de vervormingen toe met de Eulerse vergrotingsfactor n/n-1 en neemt de rotatie-veerstijfheid overeenkomstig af:

$$- n = \frac{pi^2 * E * Izk}{(h+fh-fhp-vs)^2 * Nko} = \frac{pi^2 * 2.1E5 * 37E4}{(3285)^2 * 35530} = 1.98$$

- n/n-1 = 2.02

- cr-E = 70   E6 / 2.02   = 35   E6 Nmm/rad

Met behulp van tabel 6 van NEN 3851 (TGB-1972-Staal) kan nu de fictieve kniklengte van het bovenstuk van de kolom bepaald worden:

$$- rho = \frac{cr\text{-}E * vs}{E * Izk} = \frac{35E6 * 715}{2.1E5 * 37E4} = 0.323$$

$$- lk = vs * (4 + \frac{10}{rho})^{0.5} = 715 * (4 + \frac{10}{0.323})^{0.5} = 4230\ mm$$

Hiermee kan de kniklengte van het bovenstuk van de kolom bepaald worden:

$$- FEzkb = \frac{pi^2 * E * Izk}{lk^2} = \frac{pi^2 * 2.1E5 * 37E4}{(4230)^2} = 42331\ N$$

$$- nzkb = \frac{42331}{8871} = 4.7716$$

Deze waarde van nzkb komt voldoende nauwkeurig overeen met de aanvangswaarde.

c) Kniklengten, slankheden en knikcoëfficiënten:

- Bovenstuk van de kolom:
  - In gootrichting:
    - De kniklengte in gootrichting kan berekend worden door rekening te houden met de werkelijke normaalkracht in het bovenstuk van de kolom:

$$lkzkb = \left(\frac{pi^2 * E * Izk}{nzkb * Fvk}\right)^{0.5} = \left(\frac{pi^2 * 2.1E5 * 37E4}{4.77 * 7300}\right)^{0.5} = 4664 \text{ mm}$$

      (N.B.: lkzkb / (h + fh - fhp)= 4664 / (4000 + 300 - 300) = 1.17)

    - Slankheid: lambda-zkb = lkzkb / izk = 4664 / 20.8 = 225
      - Chikb.z = min(0.132 , 1.0) = 0.132

  - In spantrichting:
    - De kniklengte in spantrichting kan bij goede benadering berekend worden met de formule (voor Venlo-warenhuis):

      lkyk = 2.10 * (4000 + 300 - 300 - 80 - 438) = 7313 mm
      (N.B.: kheff = effectieve kolomhoogte = 4.0 - 0.08 - 0.44 = 3.48 m)

    - Slankheid: lambda-yk = lkyk / iyk = 7313 / 35.7 = 205
      - Chik.y = min(0.169 , 1.0) = 0.169

- Onderstuk van de kolom:
  - In gootrichting:
    - Kniklengte: lkzko = h+fh-fhp-vs = 4000 + 300 - 300 - 715 = 3285 mm

$$FEzko = \frac{pi^2 * E * Izk}{lkzko^2} = \frac{pi^2 * 2.1E5 * 37E4}{(3285)^2} = 70204 \text{ N}$$

    - Slankheid: lambda-zko = lkzko / izk = 3285 / 20.8 = 158
    - Chiko.z = min(0.261 , 1.0) = 0.261

  - In spantrichting: Zie bovenstuk van de kolom.

5.13.5 Controle van het ongeschoorde bovenstuk van de kolommen

a) Berekening van de maatgevende krachten in het ongeschoorde bovenstuk:

Juist boven het aangrijpingspunt van de schoren op de kolommen, gelden de
volgende maatgevende krachten in de op druk belaste kolom(men):

- Normaalkracht : Nkb = -7300 N

- Moment   : Mzkb = 141   * 715 = 101 E3 Nmm

(T.g.v. de aanwezigheid van de bovenliggende koppelbalken zijn beide
 kolommen van de kruisschoorvakken effectief)

b) Controle op sterkte en stabiliteit van het ongeschoorde bovenstuk volgens EC3:
   Hierbij komt de z-as overeen met de y-as (en y-as = x-as) bij NEN6770.

- Doorsnedeklasse: 3

- Sterkte:

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} + \frac{|Mz.Ed|}{Mz.c.Rd} = \frac{|-7300|}{229893} + \frac{|101|}{3961} = 0.057$$

  controle: 0.057 < 1.00, dus de sterkte voldoet.
- Maximale spanning:

$$Sigma: \frac{|NEd|}{A} + \frac{|Mz.Ed|}{Wpl.z} = \frac{|-7300|}{848.5} + \frac{|101|}{16.632} = 14.7 \ N/mm^2$$

  UCspanning = Sigma/fy = 14.7   /235.0   = 0.062

  controle: 0.062 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz2 * (1.0 + 0.6*lambdarel.z*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.6*2.51 *(|-7300 |/(0.132 *229893 /1.0)) = 1.19
  Kz.3 = Cmz2 * (1.0 + 0.6*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.6*(|-7300 |/(0.132 *229893 /1.0)) = 1.02
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(1.19   , 1.02   ) = 1.02
  Ky.b = 0.8 * Kz.b = 0.82

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-7300 |/(0.132 *229893 /1.0)+1.02 *|100.7 |/(1.00*3961.1 /1.0)
           = 0.222 + 0.026 = 0.248
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-7300 |/(0.169 *229893 /1.0)+0.82 *|100.7 |/(1.00*3961.1 /1.0)
           = 0.188 + 0.021 = 0.209

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.248 , 0.209) = 0.248

  controle: 0.248 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

5.13.6 Controle van het geschoorde onderstuk van de kolommen

a) Berekening van de maatgevende krachten in het geschoorde onderstuk:

Juist onder het aangrijpingspunt van de schoren op de kolommen, gelden de
volgende maatgevende krachten in de op druk belaste kolom(men) (druk is negatief):

- Normaalkracht : NEd = -(7300   + 2 * 141   * (4000 + 300 - 300 + 150) / 4000) = -7592   N

- Moment   : Mzko = max (0.85 * 1.27 * 101   E3, 101   E3) = 108   E3 Nmm

b) Controle op sterkte en stabiliteit van het ongeschoorde bovenstuk volgens EC3:
   Hierbij komt de z-as overeen met de y-as (en y-as = x-as) bij NEN6770.

- Doorsnedeklasse: 3

- Sterkte:

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} + \frac{|Mz.Ed|}{Mz.c.Rd} = \frac{|-7592|}{229893} + \frac{|108|}{3961} = 0.060$$

  controle: 0.060 < 1.00, dus de sterkte voldoet.
- Maximale spanning:

$$Sigma: \frac{|NEd|}{A} + \frac{|Mz.Ed|}{Wpl.z} = \frac{|-7592|}{848.5} + \frac{|108|}{16.632} = 15.5 \ N/mm^2$$

  UCspanning = Sigma/fy = 15.5   /235.0   = 0.066

  controle: 0.066 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.60 (het profiel is geschoord).
  M1 = 108.26   , M2 = 0.00   , Ms = 54.13   , Mkip = 0.00   , gelijkmatig verdeeld belast.
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz2 * (1.0 + 0.6*lambdarel.z*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.60 * (1.0 + 0.6*1.69 *(|-7592 |/(0.261 *229893 /1.0)) = 0.68
  Kz.3 = Cmz2 * (1.0 + 0.6*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.60 * (1.0 + 0.6*(|-7592 |/(0.261 *229893 /1.0)) = 0.65
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.68   , 0.65   ) = 0.65
  Ky.b = 0.8 * Kz.b = 0.52

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-7592 |/(0.261 *229893 /1.0)+0.65 *|108.3 |/(1.00*3961.1 /1.0)
           = 0.126 + 0.018 = 0.144
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-7592 |/(0.169 *229893 /1.0)+0.52 *|108.3 |/(1.00*3961.1 /1.0)
           = 0.195 + 0.014 = 0.209

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.144 , 0.209) = 0.209

  controle: 0.209 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie:
- Kolom (RHBK100*50*3.0 mm) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.6 : c1) Dead load + Services + Crop + repair/incident actions

5.13.7 Controle van de op druk belaste bovenliggende koppelbalken.

Uit evenwichtsbeschouwingen van de kruisschoorvakken kan de normaalkracht in
de op druk belaste bovenliggende koppelbalken worden afgeleid:

$$- Nbk = -Fhk * \frac{h + fh - fhp}{h + fh - fhp - vs} = -141 * \frac{4000}{3285} = -171 \quad N$$

- $Mz.Ed = feg * 1/8 * q * l^2 = 1.15 * 1/8 * 29.874\ E\text{-}3 * 4.000^2 = 68.562\ E3$

De controle verloopt volgens EC3:
Hierbij komt de z-as overeen met de y-as (en y-as = x-as) bij NEN6770.

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} + \frac{|My.Ed|}{My.c.Rd} = \frac{|-171|}{102986} + \frac{|69|}{1577} = 0.045$$

  controle: 0.045 < 1.00, dus de sterkte voldoet.
- Maximale spanning:

$$Sigma: \frac{|NEd|}{A} + \frac{|My.Ed|}{Wpl.y} = \frac{|-171|}{380.6} + \frac{|69|}{6.830} = 10.5 \quad N/mm^2$$

  UCspanning = Sigma/fy = 10.5 /235.0 = 0.045

  controle: 0.045 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.95 (het profiel is geschoord).
  M1 = 0.00 , M2 = 0.00 , Ms = 68.56 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
       = 0.95 * (1.0 + (2.18 - 0.2)*(|-171 |/(0.169 *102986 /1.0)) = 0.97
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
       = 0.95 * (1.0 + 0.8*(|-171 |/(0.169 *102986 /1.0)) = 0.96
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(0.97 , 0.96) = 0.96
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.57

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-171 |/(0.169 *102986 /1.0)+0.96 *|68.6 |/(1.00*1576.6 /1.0)
           = 0.010 + 0.042 = 0.051
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-171 |/(0.169 *102986 /1.0)+0.57 *|68.6 |/(1.00*1576.6 /1.0)
           = 0.010 + 0.025 = 0.035

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.051 , 0.035) = 0.051

  controle: 0.051 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie:
- Bovenliggende koppelbalken (RHBK50*50*2.0 mm) voldoen
  bij B.C.6 : c1) Dead load + Services + Crop + repair/incident actions

5.13.8 Controle van de op trek belaste schoren

a) Berekening van de maatgevende trekkracht in de schoren:

Uit evenwichtsbeschouwingen van de kruisschoorvakken kan de normaalkracht in
de op trek belaste schoren worden uitgerekend:

$$- Ns = 2 * Fhk * \frac{h+fh-fhp+vok}{v} * \frac{ls}{h+fh-fhp-vs+vok} =$$

$$= 2 * 141 * \frac{4000 + 300 - 300 + 150}{4000} * \frac{5272}{3435} = 448 \quad N$$

(N.B.: ls = lengte schoor = $(3435^2 + 4000^2)1/2 = 5272$ mm)

b) Controle van de sterkte van de op trek belaste schoren volgens EC3:
Hierbij komt de z-as overeen met de y-as (en y-as = x-as) bij NEN6770.

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} = \frac{| 448 |}{26578} = 0.017$$

controle: 0.017 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
Profiel alleen op trek belast, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie:
- Schoren (RD12.0 mm) voldoen qua sterkte
bij B.C.6 : c1) Dead load + Services + Crop + repair/incident actions

Voor verdere controle van de schoorverbindingen, alsmede voor de controle van
andere profieltypen en andere verbindingstypen, wordt verwezen naar EN 1993-1-8.

5.13.9 Controle van de onderliggende koppelbalken

a) Berekening van de maatgevende krachten in de onderliggende koppelbalken:
De onderliggende koppelbalken worden niet alleen belast op een drukkracht (negatief), de verbindingen tussen koppelbalken en poeren moeten ook het "overturning" moment van de poeren op nemen:

- Normaalkracht : Nok = -Fhk * (1 + vs / (h+fh-fhp-vs))
= -141 * (1 + 715 / 3285) = -171 N

- Moment : Myok = Fhk * hfok - Tpoer
= 141 * 1060 - 100 E3 = 49 E3 Nmm

Rekening houdend met de geconcentreerde puntlast op het midden van de onderbalk, kunnen de volgende buigende momenten berekend worden:

- Veldmoment (vrij opgelegd) : MDy = 1/4 * 1.28 * 1000 * 4.00 = 1275 E3 Nmm
- Negatief "steunpuntsmoment": My1 = -My2 = -Myok = -49 E3 Nmm

b) Controle van de sterkte/stabiliteit van de onderliggende koppelbalken belast door een geconcentreerde puntlast in het midden volgens EC3:

My.ED = max(|MDy|, |Myok|) = max(|1275 |, |49 |) = 1275 Nm

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} + \frac{|My.Ed|}{My.c.Rd} = \frac{|-171|}{201532} + \frac{|1275|}{4315} = 0.296$$

controle: 0.296 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Maximale spanning:

$$Sigma: \frac{|NEd|}{A} + \frac{|My.Ed|}{Wpl.y} = \frac{|-171|}{728.5} + \frac{|1275|}{19.160} = 85.1 \ N/mm^2$$

UCspanning = Sigma/fy = 85.1 /235.0 = 0.284

controle: 0.284 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is geschoord).
M1 = 49.17 , M2 = -49.17 , Ms = 1275.00 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
Interactiefactoren volgens bijlage B:
Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
= 0.90 * (1.0 + (1.46 - 0.2)*(|-171 |/(0.329 *201532 /1.0)) = 0.91
Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
= 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-171 |/(0.329 *201532 /1.0)) = 0.91
Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(0.91 , 0.91) = 0.91
Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.54

UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
= |-171 |/(0.329 *201532 /1.0)+0.91 *|1275.0 |/(1.00*4314.6 /1.0)
= 0.003 + 0.268 = 0.270
UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
= |-171 |/(0.180 *201532 /1.0)+0.54 *|1275.0 |/(1.00*4314.6 /1.0)
= 0.005 + 0.161 = 0.165

Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.270 , 0.165) = 0.270

controle: 0.270 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

c) Berekening van de horizontale verplaatsing van de onderliggende koppelbalk:
De 1e-orde horizontale verplaatsing van de onderliggende koppelbalken in rekentoestand kan als volgt berekend worden:

$$- u1\text{-}ok = rpoer * \frac{Fhk * (hfok')^2 * v}{6*E*Iyok} =$$

$$= 0.329 * \frac{141 * (650)^2 * 4000}{6 * 2.1E5 * 62E4} = 0.10 \text{ mm}$$

waarin: hfok' = afstand vanaf de onderliggende koppelbalk tot 200 mm onder de bovenkant van de poer
= fhp + Dpoer + 200 - vok = 300 + 300 + 200 - 150 = 650 mm

De 2e-orde horizontale verplaatsing van de onderliggende koppelbalken in gebruikstoestand kan benaderd worden met de formule:

$$- u2\text{-}ok' = \frac{nyok'}{nyok'-1} * u1\text{-}ok * \frac{Fhk'}{Fhk} * \frac{fhp+dpoer+200}{hfok'} \quad \text{met: } nyok' = nyok * \frac{Fhk}{Fhk'}$$

Deze benadering is conservatief, omdat de (overigens zeer geringe) gunstige werking van de opwaartse windzuiging gereduceerd wordt met Fhk'/Fhk.

- Vergrotingsfactor: - nyok' = 471.4 * 141 / 122 = 542.30
- nyok'/nyok'-1 = 1.00

Invullen van de bekende gegevens resulteert in een verplaatsing, groot:

$$- u2\text{-}ok' = 1.00 * 0.10 * \frac{490}{563} * \frac{300 + 300 + 200}{650} = 0.11 \text{ mm}$$

d) Controle van de horizontale verplaatsing van de onderliggende koppelbalk:
In artikel 11.1 staat, dat de toelaatbare horizontale verplaatsing van de betonfundering op het niveau, waarop de draag-constructie is gemonteerd, maximaal 5 mm mag bedragen.

- controle: 0.1 mm < 5.0 mm, dus: stijfheid voldoet.

Conclusie:
- Onderliggende koppelbalken (RHBK80*50*3.0 mm) voldoen
bij B.C.6 : c1) Dead load + Services + Crop + repair/incident actions

5.13.10 Controle van de toegestane verplaatsing in gootrichting

a) 1e-orde verlengingen en verplaatsingen (in rekentoestand) (excl. fundering)

- Verlenging van de op trek belaste schoor:

$$\text{delta-s} = \frac{Ns * ls}{E * As} = \frac{448 * 5272}{2.1E5 * 113.1} = 0.10 \text{ mm}$$

- Verkorting van het onderstuk van de op druk belaste kolom:

$$\text{delta-ko} = \frac{Nko * (h+fh-fhp-vs)}{E * Ak} = \frac{7592 * 3285}{2.1E5 * 849} = 0.14 \text{ mm}$$

- Verkorting van de op druk belaste bovenliggende koppelbalken:

$$\text{delta-bk} = \frac{Nbk * v}{E * Abk} = \frac{171 * 4000}{2.1E5 * 381} = 0.01 \text{ mm}$$

- 1e-orde horizontale verplaatsing van het aangrijpingspunt van de schoren op de kolommen (m.b.v. Williot-diagram):

$$\text{u-schoor} = \frac{ls}{v} * \text{delta-s} + \frac{h+fh-fhp-vs+vok}{v} * \text{delta-ko} + \text{delta-bk}$$

Invullen geeft:

$$\text{u-schoor} = \frac{5272}{4000} * 0.10 + \frac{3435}{4000} * 0.14 + 0.01 = 0.26 \text{ mm}$$

- 1e-orde horizontale verplaatsing in gootrichting:

$$\text{u1-goot} = \frac{h+fh-fhp+vok}{h+fh-fhp-vs+vok} * \text{u-schoor} + \frac{Fhk*vs*(h+fh-fhp-vs)}{3 * E * Izk} * vs + \frac{Fhk * (vs)^3}{3 * E * Izk}$$

(Dankzij de bovenliggende koppelbalken zijn beide kolommen van de kruisschoorvakken effectief.)

Invullen geeft:

$$\text{u1-goot} = \frac{4000+300-300+150}{3435} * 0.26 + \frac{141}{3 * 2.1E5 * 37E4} * 715 + \frac{141 * (715)3}{3 * 2.1E5 * 37E4} = 0.31 + 1.03 + 0.22 = 1.56 \text{ mm}$$

b) 2e-orde horizontale verplaatsing in gootrichting in gebruikstoestand:

De 2e-orde horizontale verplaatsing in gootrichting in gebruikstoestand kan
met de volgende formule worden benaderd (incl. verplaatsing fundering):

$$u2\text{-}goot' = \frac{nzkb'}{nzkb'-1} * u1\text{-}goot * \frac{Fhk'}{Fhk} + u2\text{-}ok' \quad met: nzkb' = nzkb * \frac{Fhk}{Fhk'}$$

waarin: u2-ok' = horizontale verplaatsing fundering = 0.11 mm (zie 5*.9)

Deze benadering is conservatief, omdat de (overigens zeer geringe) gunstige
werking van de opwaartse windzuiging gereduceerd wordt met Fhk'/Fhk.

- Vergrotingsfactor: - nzkb = 4.77 (zie 5*.4)
  - nzkb' = 4.77 * 141 / 122 = 5.49
  - nzkb'/nzkb'-1 = 1.22

Invullen van de bekende gegevens resulteert in een verplaatsing, groot:

$$u2\text{-}goot' = 1.22 * 1.56 * \frac{122}{141} + 0.11 = 1.77 \text{ mm}$$

c) Berekening van de toelaatbare horizontale verplaatsing in gootrichting:

1) in relatie tot de kolomhoogte, vervormingen van de kopgevelkolom:

   Volgens de Europese norm EN13031-1, artikel 10.2.3.1 geldt voor dragende
   constructieonderdelen van kassen met een glasomhulling een doorbuigings-
   eis van maximaal L/150 met een grenswaarde van 30 mm. Rekening houdend
   met de vervorminglijn van de kopgevelgootkolom (scharnierend
   bij de fundatie en ingeklemd bij de goot) zijn de volgende
   vergelijking op te stellen:

   - Maximale verplaatsing utoel-a = 2 * h / 150 = 2 * 4000 / 150 = 53.3 mm
   - Absolute grenswaarde umax = 2 * 30 mm = 60.0 mm

2) rekening houdend met de ruitafmetingen :
   - Vereiste min. speling bovenkant ruit : Sn = 7.5 mm
   - Vereiste min. speling zijkant ruit : Sr = 2.0 mm
   - Lengte van de hele dekruiten : Lr = 2015.0 mm
   - Ruitbreedte in de middenvelden : Br = 1125.0 mm

   - toelaatbare verplaatsing 1e kolommenrij achter de zijgevel:

$$Ut1a = (Sr + Sn * \frac{Lr}{Bs}) * \frac{nkap * kap/\cos(a)}{Lr}$$

$$= (2.0 + 7.5 * \frac{2015.0}{1125.0}) * \frac{1 * 9600/\cos(27.0)}{2015.0} = 82.5 \text{ mm}$$

     Utoel-b = Ut1a = 82.5 mm

3) maatgevend :
   - utoel = utoel-a < utoel-b < umax; MIN(53.3 , 82.5 , 60.0) = 53.3 mm

d) Controle van de toegestane horizontale verplaatsing in gootrichting:

- Stijfheid:
  controle: 1.8 mm < 53.3 mm, dus: stijfheid voldoet.

Conclusie:
- Kolommen (RHBK100*50*3.0 mm) voldoen qua stijfheid
  bij B.C.6 : c1) Dead load + Services + Crop + repair/incident actions

5.13.11 Controle van de op "trek" belaste poer:

a) Berekening van de verticale belasting in de op "trek" belaste poer
(in gebruikstoestand):

- Verticale belasting in de op "trek" belaste poer (neerwaarts = +)

$$\text{- Va' = Fvk'- } \frac{2 * Fhk'* (h + fh - fhp + vok)}{v} + 2 * \frac{Tpoer'}{v}$$

$$= 6223 - \frac{2 * 122 * (4000+300-300+150)}{4000} + 2 * \frac{87\ E3}{4000} = 6012 \text{ N.}$$

- Verticale belasting per kolom (neerwaarts = +)	: Va' =	6012 N
- Eigen gewicht van de kolom (1.00 * 266)	: Fegk' =	266 N
- Eigen gewicht paal, poer en grond (1.00 * 5796)	: Gfund =	5796 N
		+
- Vert. belasting per poer: Fvp = Va'+ Fegk'+ Gfund	Fvp =	11808 N

Aangezien de totale verticale belasting per poer positief is, is sprake
van een neerwaartse belasting op de ondergrond.

b) Berekening van het maatgevend kantelmoment ten gevolge van de belastingen:

- Horizontaal: Mhp = Tpoer'	=	87 Nm
- Verticaal : Mvp = |Fvp| * 0.5 * B		
= |11808 | * 0.5 * 0.532	=	3139 Nm
		+
- Kantelmoment per poer: Mp = Mhp + Mvp	Mp =	3226 Nm

Bij een opwaarts bezwijkmodel (OBM) geldt:

- Kantelmoment per poer: Mp = Mhp - Mvp	Mp =	-3052 Nm

c) Controle van de kantelstabiliteit (neerwaartse belasting):

- Momentenevenwicht bij een neerwaarts bezwijkmodel (NBM):
  - controle : 3226 Nm < 26633 Nm, dus: voldoet. (maatgevend)

- Momentenevenwicht bij een opwaarts bezwijkmodel (OBM):
  - controle : -3052 Nm < 2578 Nm, dus: voldoet.

- Verticaal evenwicht:
  - controle :| 11808 N |< 90115 N, dus: voldoet.

- Horizontaal evenwicht:
  - controle : 122 N < 5093 N, dus: voldoet.

Conclusie:
- De op "trek" belaste poeren BPRD600*610 mm voldoen
  bij B.C.6: c1) Dead load + Services + Crop + repair/incident actions

5.13.12 Controle van de ZEUS 120x120x1000ZW (R8+M10)

a) Bepaling van de belastingen per paal in rekentoestand:

$$Va = Fvk - \frac{2 * Fhk^* (h + fh - fhp + vok)}{v} + 2 * \frac{Tpoer}{v}$$

$$= 7300 - \frac{2 * 141 * (4000+300-300+150)}{4000} + 2 * \frac{100\ E3}{4000} = 7058\ N.$$

- Verticale belasting per paal (neerwaarts = +) Nd = Va = 7058 N
  Inclusief gewicht kolom: NEd = Va + g.eg*Fegk' = 7058 + 1.15*266 = 7364 N

- Maatgevend moment in de paal, ter plaatse van de koppelbalkaansluiting:
  Mp1 = Myok (zie controleberekening onderliggende koppelbalk) Mp1 = 49 Nm
  Dit is een veilige aanname van het maximale moment in de paal waarbij
  het gunstige effect op de momenten verdeling bij een relatief laag
  gepositioneerde koppelbalk is genegeerd.

- Maatgevend moment in de paal, ter plaatse van de poeraansluiting:
  Mp2 = Fhk * (fh + Dpoer - vok) - Mp1
  = 141 * (0.300 + 0.300 - 0.150) - 49 = 14 Nm
  Md = MAX(|Mp1|, |Mp2|) = MAX(|49 |, |14 |) = 49 Nm
- Belasting op het anker (ideële belasting):
  Fi = Fhk = 141 N (neerwaarts gesteund; anker alleen horizontaal belast)

b) Doorsnedecontrole van de paal met behulp van het Mu-Nu diagram:

Bij het invullen van de gegeven normaalkracht NEd = 7364 N in het Mu-Nu diagram wordt de momentencapaciteit Mcap verkregen door rechtlijnige interpolatie tussen de punten waar NEd ligt. Mcap = 3913 Nm

d) Controle van de betonpaalcapaciteit:

- Moment: Md = 49 Nm < Mcap = 3913 Nm, dus: voldoet.
- Dwarskracht: Fhk = 141 N < Vp = 9504 N, dus: voldoet.
- Anker: Fi = 141 N < Fa = 22265 N, dus: voldoet.
- Uittrekkracht: Niet ter zake.

Conclusie:
- De op "trek" belaste palen ZEUS 120x120x1000ZW (R8+M10) voldoen
  bij B.C.6 : c1) Dead load + Services + Crop + repair/incident actions

5.13.13 Controle van de op "druk" belaste poer:

a) Berekening van de verticale belasting in de op "druk" belaste poer (in gebruikstoestand):

- Verticale belasting in de op "druk" belaste poer (neerwaarts = +)

$$\text{- Vb' = Fvk'+ } \frac{2 * \text{Fhk'} * (h + fh - fhp + vok)}{v} + 2 * \frac{\text{Tpoer'}}{v}$$

$$= 6223 + \frac{2 * 122 * (4000+300-300+150)}{4000} - 2 * \frac{87 \text{ E3}}{4000} = 6433 \text{ N.}$$

- Verticale belasting per kolom (neerwaarts = +)	: Vb' =	6433 N
- Eigen gewicht van de kolom (1.00 * 266)	: Fegk' =	266 N
- Eigen gewicht paal, poer en grond (1.00 * 5796)	: Gfund =	5796 N
		+
- Vert. belasting per poer: Fvp = Vb'+ Fegk'+ Gfund	Fvp =	12496 N

Aangezien de totale verticale belasting per poer positief is, is sprake van een neerwaartse belasting op de ondergrond.

b) Berekening van het maatgevend kantelmoment ten gevolge van de belastingen:

- Horizontaal: Mhp = Tpoer'	=	87 Nm
- Verticaal : Mvp = |Fvp| * 0.5 * B		
= |12496 | * 0.5 * 0.532	=	3322 Nm
		+
- Kantelmoment per poer: Mp = Mhp + Mvp	Mp =	3409 Nm

Bij een opwaarts bezwijkmodel (OBM) geldt:

- Kantelmoment per poer: Mp = Mhp - Mvp	Mp =	-3235 Nm

c) Controle van de kantelstabiliteit (neerwaartse belasting):

- Momentenevenwicht bij een neerwaarts bezwijkmodel (NBM):
  - controle : 3409 Nm < 26633 Nm, dus: voldoet. (maatgevend)

- Momentenevenwicht bij een opwaarts bezwijkmodel (OBM):
  - controle : -3235 Nm < 2578 Nm, dus: voldoet.

- Verticaal evenwicht:
  - controle :| 12496 N |< 90115 N, dus: voldoet.

- Horizontaal evenwicht:
  - controle : 122 N < 5093 N, dus: voldoet.

d) Controle van de zettingen:

- Berekening van de momentane (lees: permanente) belastingen:

  - Eigen gewicht dek (1.00 * 32) = 32 N/m²
  - Gewasbelasting (0.20 * 0) = 0 N/m²
  - Installaties (1.00 * 70) = 70 N/m²
  ---------- +
  Totaal : 102 N/m²
  - Neerwaartse belasting per kolom = 102 * 9.60 * 4.00 = 3917 N
  - Eigen gewicht van de goot = 1 * 1.00 * 34 * 4.00 = 136 N
  - Eigen gewicht van het spant = 1.00 * 920 = 920 N
  ---------- +
  Totaal Fsvd1 = 4973 N

  - Fhk'mom = (1/267 + 1/200) * 44.0 / 4.00 * 4973 / (2 * 2) = 120 N

$$\text{- Vb' = Fsvd1 + } \frac{2 * \text{Fhk'mom} * (h + fh - fhp + vok)}{v} - 2 * \frac{\text{Tpoer'}}{v} * \frac{\text{Fhk'mom}}{\text{Fhk'}}$$

$$= 4973 + \frac{2 * 120 * (4000+300-300+150)}{4000} - 2 * \frac{87\ E3 * 120}{4000 * 122} = 5179 \text{ N}$$

  - Verticale belasting per kolom (neerwaarts = +) : Vb' = 5179 N
  - Eigen gewicht paal, poer en grond : Gfund = 5796 N
  ---------- +
  - Vert. belasting per : Fsvd = 10974 N

- Berekening van de effectieve spanningsverhoging onder de poer:

  De resulterende verticale effectieve spanning onder de poer
  t.g.v. de momentane belastingen, bedraagt:

$$Svd0 = \frac{Fsvd}{Apoer} = \frac{10974}{pi/4 * 600^2} = 0.039 \text{ N/mm}^2$$

  De oorspronkelijke verticale effectieve spanning is/was:

$$Svod0 = sg * (Dpoer + hpoer) = 0.0000180 * (300 + 610) = 0.016 \text{ N/mm}^2$$

  De effectieve spanningsverhoging onder de poer, uitgaande van een
  volledig gedraineerde toestand, volgt uit:

$$dSvd0 = Svd0 - Svod0 = 0.039 - 0.016 = 0.022 \text{ N/mm}^2$$

- Berekening van de effectieve zettingsdiepte (NEN 6744 art. 6.1):

  Bij het bepalen van de zakking moeten die grondlagen in beschouwing
  zijn genomen, waarbij de toename van de verticale effectieve spanning
  groter is dan 20% van de oorspronkelijke verticale effectieve
  spanning.
  In formule: dSvd(z) > 0.20 * Svod(z)
  waarin:

$$dSvd(z) = dSvd0 * \left[1 - \frac{1}{\left(\frac{0.5 * dpoer}{z} \right)^{1.5}} \right]$$

  Afname van de toename van de verticale effectieve spanning onder de fundatie-poer als functie van de diepte z

Svod(z) = sg * (z + Dpoer + hpoer) Idem, voor de oorspronkelijke verticale effectieve spanning.

De effectieve zettingsdiepte is de totale hoogte/diepte van de grondlagen onder de poer, dat volgens bovenstaande definitie in beschouwing moet zijn genomen bij de berekening van de zettingen.

De effectieve zettingsdiepte wordt door middel van een iteratieve nulpuntsbepaling bepaald waarbij moet gelden:

dSvd(zeff) = 0.20 * Svod(zeff) geeft: zeff = 0.261 m

- Bepaling van de resulterende effectieve zetting (NEN 6744 hfdst.6):

De resulterende effectieve zetting kan uiteindelijk worden bepaald door integratie van de samendrukking van de grond onder de poer tot aan de effectieve zettingsdiepte m.b.v. de formule van Terzaghi.

- Berekening van de primaire zetting (art. 6.2):

$$weff1 = \frac{Cceff}{1 + eporie} * \int_0^{zeff} ln\left(\frac{Svod(z) + dSvd(z)}{Svod(z)}\right) dz =$$

$$= \frac{0.006}{1 + 0.6} * \int_0^{0.261} ln\left(\frac{Svod(z) + dSvd(z)}{Svod(z)}\right) dz = 0.001 \text{ m}$$

- Berekening van de secundaire zetting over 15 jaar (art. 6.3):

$$weff2 = Cinfe * zeff * log\left(\frac{15*365}{1}\right) = 0.000 * 0.261 * 3.738 = 0.000 \text{ m}$$

- Totaal (art. 6.1): weff = weff1 + weff2 = 0.001 + 0.000 = 0.001 m

Controle van de resulterende effectieve zetting:

Volgens NEN 6740 art. 5.2.2.1 mag de zetting niet groter zijn dan 0.15 m. In diverse gemeenten wordt ook (nog) wel gewerkt met een toelaatbare zetting van 0.10 meter. Mede daarom en omdat uitgegaan is van een gedraineerde toestand, wordt in CASTA/Kassenbouw ook gerekend met een toelaatbare zetting van 0.10 m. Er wordt als het ware een veiligheidsfactor 1.5 op NEN 6740 art. 5.2.2.1 gelegd, met name voor een niet-volledig gedraineerde toestand van de grond.

wtoel = 0.100 m

Controle zetting: 0.001 m < 0.100 m, dus: voldoet.

Conclusie:
- De op "druk" belaste poeren BPRD600*610 mm voldoen
  bij B.C.6: c1) Dead load + Services + Crop + repair/incident actions

5.13.14 Controle van de ZEUS 120x120x1000ZW (R8+M10)

a) Bepaling van de belastingen per paal in rekentoestand:

$$Vb = Fvk + \frac{2 * Fhk^* (h + fh - fhp + vok)}{v} - 2 * \frac{Tpoer}{v}$$

$$= 7300 + \frac{2 * 141 * (4000+300-300 +150)}{4000} - 2 * \frac{100\ E3}{4000} = 7542\ N$$

- Verticale belasting per paal (neerwaarts = +) Nd = Vb = 7542 N
  Inclusief gewicht kolom: NEd = Vb + g.eg*Fegk' = 7542 + 1.15*266 = 7848 N

- Maatgevend moment in de paal, ter plaatse van de koppelbalkaansluiting:
  Mp1 = Myok (zie controleberekening onderliggende koppelbalk) Mp1 = 49 Nm
  Dit is een veilige aanname van het maximale moment in de paal waarbij
  het gunstige effect op de momenten verdeling bij een relatief laag
  gepositioneerde koppelbalk is genegeerd.

- Maatgevend moment in de paal, ter plaatse van de poeraansluiting:
  Mp2 = Fhk * (fh + Dpoer - vok) - Mp1
  = 141 * (0.300 + 0.300 - 0.150) - 49 = 14 Nm
  Md = MAX(|Mp1|, |Mp2|) = MAX(|49 |, |14 |) = 49 Nm
- Belasting op het anker (ideële belasting):
  Fi = Fhk = 141 N (neerwaarts gesteund; anker alleen horizontaal belast)

b) Doorsnedecontrole van de paal met behulp van het Mu-Nu diagram:

Bij het invullen van de gegeven normaalkracht NEd = 7848 N in het Mu-Nu diagram wordt de momentencapaciteit Mcap verkregen door rechtlijnige interpolatie tussen de punten waar NEd ligt. Mcap = 3925 Nm

d) Controle van de betonpaalcapaciteit:

- Moment: Md = 49 Nm < Mcap = 3925 Nm, dus: voldoet.
- Dwarskracht: Fhk = 141 N < Vp = 9504 N, dus: voldoet.
- Anker: Fi = 141 N < Fa = 22265 N, dus: voldoet.
- Uittrekkracht: Niet ter zake.

Conclusie:
- De op "druk" belaste palen ZEUS 120x120x1000ZW (R8+M10) voldoen
  bij B.C.6 : c1) Dead load + Services + Crop + repair/incident actions

5.14 B.C.7: d2) Dead Load + Services + Psi_Snow + Psi_Crop + Seismic

5.14.1 Berekening van de verticale belasting per kruisschoorvak-kolom:

a) Berekening van de normaalkracht (N) in de kolommen (trek = +):

Berekening van de verticale belasting per kolom (neerwaarts = +):
In gebruikstoestand:
- Eigen gewicht dek (1.00 * 32)= 32 N/m²
- Sneeuwbelasting (0.20 * 423) = 85 N/m²
- Gewasbel.(winter)(1.00 * 0) = 0 N/m²
- Installaties (1.00 * 70) = 70 N/m²

Totaal : 187 N/m²

- Neerwaartse belasting per kolom = 187 * 9.60 * 4.00 = 7169 N
- Eigen gewicht van de goot = 1 * (1.00 * 34) * 4.00 = 136 N
- Eigen gewicht van het spant = (1.00 * 920) = 920 N
- Transportlast = 0.00 * max(1250 , 1000) + 1.00 * 0 = 0 N

Totaal = 8225 N

- Windbelasting: 0 N

In gebruikstoestand: Fvk' = -N' = 8225 N

In rekentoestand:
- Eigen gewicht dek (1.00 * 32)= 32 N/m²
- Sneeuwbelasting (0.20 * 423) = 85 N/m²
- Gewasbel.(winter)(1.00 * 0) = 0 N/m²
- Installaties (1.00 * 70) = 70 N/m²

Totaal : 187 N/m²

- Neerwaartse belasting per kolom = 187 * 9.60 * 4.00 = 7169 N
- Eigen gewicht van de goot = 1 * (1.00 * 34) * 4.00 = 136 N
- Eigen gewicht van het spant = (1.00 * 920) = 920 N
- Transportlast = 0.00 * max(1250 , 1000) + 1.00 * 0 = 0 N

Totaal = 8225 N

- Windbelasting: 0 N

In rekentoestand: Fvk = -N = 8225 N

b) Aanpendelende verticale belasting per kruisschoorvak-kolom:
- De totale aanpendelende verticale belasting per kolommenrij (Vtot) is:
  - Vtot = 44.0 /4.00 * (8225 -0) + 0 = 90476 N
- Deze belasting mag over alle effectieve kruisschoorvak-kolommen verdeeld worden. Dankzij de aanwezigheid van bovenliggende koppelbalken zijn beide kolommen van de kruisschoorvakken effectief:
  - Vz = 90476 / (2 * 2) = 22619 N

5.14.2 Berekening van de horizontale belasting per kruisschoorvak-kolom:

a) Aanpendelende verticale belasting per kruisschoorvak-kolom t.g.v. initiële scheefstand:
- Kolommen: psi = 1/267 (zie EN 1993-1-1)
- Spanten : psi = 1/200 (zie EN 1993-1-1)
- Fh,scheefstand = (1/267 + 1/200) * |90476 | = 792 N

5.14.2.1 Seismische loads:

Fag = Sd * fs * Vtot = 0.0500 * 0.80 * 90476 = 3619 N
Fag' = Sd * fs'* Vtot = 0.0500 * 0.00 * 90476 = 0 N

Fhtot = Fh,scheefstand + Fag = 792 + 3619 = 4411 N
Fhtot' = Fh,scheefstand' + Fag' = 792 + 0 = 792 N
Sd(7) = F4/Vtot = 0 / 90476 = 0.050 x g m/s²

De totale horizontale kracht per kolommenrij in gootrichting bedraagt:
- Fh,tot = Fhtot = 4411 N
Voor iedere kolom, die deel uitmaakt van een kruisschoorvak, geldt:
- Fhk = 4411 / (2 * 2) = 1103 N
In gebruikstoestand: (fCdim = CsCd'/CsCd = 0.66 /0.72 = 0.92)
- Fhk' = 792 / (2 * 2) = 198 N

5.14.3 Berekening van het effect van de rotatie-veerstijfheid van de fundering:

Uitgaande van een momentvaste koppelbalk-fundering-aansluiting en van een "scharnier" ter plaatse van de onderkant van de poeren, kan de rotatie van de beide poeren worden berekend (in rekentoestand):

$$- phip0 = \frac{Fhk * hfok * v}{6 * E * Ixok} = \frac{1103 * 1060 * 4000}{6 * 2.1E5 * 62E4} = 5.95 \text{ E-3 rad}$$

met: hfok = fhp + Dpoer + hpoer - vok = 300 + 300 + 610 - 150 = 1060 mm

Resulterende hoekverdraaiing van de poeren (in rekentoestand):

- phip = phip0 * rpoer = 5.95 E-3 * 0.329 = 1.96 E-3 rad

Resulterend moment, vanuit de grond, geleverd door de poeren:

- Tpoer = kpoer * phip = 400 E6 * 1.96 E-3 = 784 E3 Nmm
In gebruikstoestand:
- Tpoer' = Tpoer * Fhk' / Fhk = 784 E3 * 198 / 1103 = 141 E3 Nmm

5.14.4 Bepaling van het knikgedrag van de kruisschoorvak-kolommen:

Bij de bepaling van het knikgedrag van de kruisschoorvak-kolommen wordt de maatgevende (op druk belaste) kolom geschematiseerd tot een kolom met een lengte gelijk aan de schoorverlaging (vs), verend ingeklemd in het onderstuk van de kolom. Er wordt direkt rekening gehouden met de belastingconfiguratie. De invloed van de aanpendelende belasting op de stabiliteit van de kruis-schoorvakken komt dan tot uiting in een grotere kniklengte (zie IBBC-TNO rapport BI-87-20/63.4.3360, artikel 6.3.1.1).

Omdat bij de berekening van de kniklengte van het bovenstuk direct rekening wordt gehouden met de aanpendelende belasting (Vz) is de rotatie-veerstijfheid van de verende inklemming mede afhankelijk van de grootte van de normaalkracht in het onderstuk van de kolom. Aangezien de normaalkracht in het onderstuk van de kolom op het moment van Eulerse instabiliteit niet bekend is, is een iteratie-procedure noodzakelijk. Ter controle worden de berekeningsresultaten van de laatste iteratie gegeven.

a) 1e-orde krachtsverdeling, uitsluitend t.b.v. de knikberekening:

Normaalkracht in het bovenstuk van de kolom (Nkb):
(De grootte van de in rekening te brengen aanpendelende belasting hangt af van de lengte van de staven, waarop de aanpendelende belasting werkt):

$$- Nkb = 8225 + \frac{715}{4000 + 300 - 300} * (22619 - 8225) = 10798 \text{ N}$$

Maatgevende normaalkracht in het onderstuk van de kolom (Nko):
(Dankzij de aanwezigheid van de bovenliggende koppelbalken zijn beide kolommen van de kruisschoorvakken effectief en mag hier de gemiddelde normaalkracht van beide kolommen in rekening worden gebracht):

$$- Nko = 8225 + 1103 * \frac{4000 + 300 - 300 + 150}{4000} = 9369 \text{ N}$$

b) Controle van de laatste iteratie van de knikberekening:

De iteratief berekende belasting-vermenigvuldigingsfactor, waarbij instabiliteit van het bovenstuk optreedt, bedraagt:

- nzkb = 3.8582

Op dat moment is de normaalkracht in het onderstuk van de kolom, groot:

- Nko = 3.858 * 9369   = 36148   N

De rotatie-veerstijfheid, waarmee het bovenstuk van de kolom verend is verbonden met het onderstuk, kan (zonder rekening te houden met de invloed van de belastingconfiguratie) als volgt berekend worden:

$$\text{- cr} = \frac{3 * E * Izk}{(h + fh - fhp - vs)} = \frac{3 * 2.1E5 * 37E4}{(4000 + 300 - 300 - 715)} = 70 \quad \text{E6 Nmm/rad}$$

T.g.v. de normaalkracht in het onderstuk van de kolom nemen de vervormingen toe met de Eulerse vergrotingsfactor n/n-1 en neemt de rotatie-veerstijfheid overeenkomstig af:

$$\text{- n} = \frac{pi^2 * E * Izk}{(h+fh-fhp-vs)^2 * Nko} = \frac{pi^2 * 2.1E5 * 37E4}{(3285)^2 * 36148} = 1.94$$

- n/n-1 = 2.06

- cr-E = 70   E6 / 2.06   = 34   E6 Nmm/rad

Met behulp van tabel 6 van NEN 3851 (TGB-1972-Staal) kan nu de fictieve kniklengte van het bovenstuk van de kolom bepaald worden:

$$\text{- rho} = \frac{cr\text{-}E * vs}{E * Izk} = \frac{34E6 * 715}{2.1E5 * 37E4} = 0.317$$

$$\text{- lk} = vs * (4 + \frac{10}{rho})^{0.5} = 715 * (4 + \frac{10}{0.317})^{0.5} = 4264 \text{ mm}$$

Hiermee kan de kniklengte van het bovenstuk van de kolom bepaald worden:

$$\text{- FEzkb} = \frac{pi^2 * E * Izk}{lk^2} = \frac{pi^2 * 2.1E5 * 37E4}{(4264)^2} = 41661 \text{ N}$$

$$\text{- nzkb} = \frac{41661}{10798} = 3.8582$$

Deze waarde van nzkb komt voldoende nauwkeurig overeen met de aanvangswaarde.

c) Kniklengten, slankheden en knikcoëfficiënten:

- Bovenstuk van de kolom:
  - In gootrichting:
    - De kniklengte in gootrichting kan berekend worden door rekening te houden met de werkelijke normaalkracht in het bovenstuk van de kolom:

$$lkzkb = \left(\frac{pi^2 * E * Izk}{nzkb * Fvk}\right)^{0.5} = \left(\frac{pi^2 * 2.1E5 * 37E4}{3.86 * 8225}\right)^{0.5} = 4886 \text{ mm}$$

      (N.B.: lkzkb / (h + fh - fhp)= 4886 / (4000 + 300 - 300) = 1.22)

    - Slankheid: lambda-zkb = lkzkb / izk = 4886 / 20.8 = 235
      - Chikb.z = min(0.132 , 1.0) = 0.132

  - In spantrichting:
    - De kniklengte in spantrichting kan bij goede benadering berekend worden met de formule (voor Venlo-warenhuis):

      lkyk = 2.10 * (4000 + 300 - 300 - 80 - 438) = 7313 mm
      (N.B.: kheff = effectieve kolomhoogte = 4.0 - 0.08 - 0.44 = 3.48 m)

    - Slankheid: lambda-yk = lkyk / iyk = 7313 / 35.7 = 205
      - Chik.y = min(0.169 , 1.0) = 0.169

- Onderstuk van de kolom:
  - In gootrichting:
    - Kniklengte: lkzko = h+fh-fhp-vs = 4000 + 300 - 300 - 715 = 3285 mm

$$FEzko = \frac{pi^2 * E * Izk}{lkzko^2} = \frac{pi^2 * 2.1E5 * 37E4}{(3285)^2} = 70204 \text{ N}$$

    - Slankheid: lambda-zko = lkzko / izk = 3285 / 20.8 = 158
    - Chiko.z = min(0.261 , 1.0) = 0.261

  - In spantrichting: Zie bovenstuk van de kolom.

5.14.5 Controle van het ongeschoorde bovenstuk van de kolommen

a) Berekening van de maatgevende krachten in het ongeschoorde bovenstuk:

Juist boven het aangrijpingspunt van de schoren op de kolommen, gelden de
volgende maatgevende krachten in de op druk belaste kolom(men):

- Normaalkracht : Nkb = -8225 N

- Moment   : Mzkb = 1103   * 715 = 788 E3 Nmm

(T.g.v. de aanwezigheid van de bovenliggende koppelbalken zijn beide
 kolommen van de kruisschoorvakken effectief)

b) Controle op sterkte en stabiliteit van het ongeschoorde bovenstuk volgens EC3:
   Hierbij komt de z-as overeen met de y-as (en y-as = x-as) bij NEN6770.

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} + \frac{|Mz.Ed|}{Mz.c.Rd} = \frac{|-8225|}{229893} + \frac{|788|}{3961} = 0.235$$

  controle: 0.235 < 1.00, dus de sterkte voldoet.
- Maximale spanning:

$$Sigma: \frac{|NEd|}{A} + \frac{|Mz.Ed|}{Wpl.z} = \frac{|-8225|}{848.5} + \frac{|788|}{16.632} = 57.1 \ N/mm^2$$

  UCspanning = Sigma/fy = 57.1   /235.0   = 0.243

  controle: 0.243 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (2.51 - 0.2)*(|-8225 |/(0.132 *229893 /1.0)) = 1.46
  Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-8225 |/(0.132 *229893 /1.0)) = 1.10
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(1.46   , 1.10   ) = 1.10
  Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.66

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-8225 |/(0.132 *229893 /1.0)+1.10 *|788.4 |/(1.00*3961.1 /1.0)
           = 0.271 + 0.218 = 0.489
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-8225 |/(0.169 *229893 /1.0)+0.66 *|788.4 |/(1.00*3961.1 /1.0)
           = 0.212 + 0.131 = 0.342

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.489 , 0.342) = 0.489

  controle: 0.489 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

5.14.6 Controle van het geschoorde onderstuk van de kolommen

a) Berekening van de maatgevende krachten in het geschoorde onderstuk:

Juist onder het aangrijpingspunt van de schoren op de kolommen, gelden de
volgende maatgevende krachten in de op druk belaste kolom(men) (druk is negatief):

- Normaalkracht : NEd = -(8225 + 2 * 1103 * (4000 + 300 - 300 + 150) / 4000) = -10513 N

- Moment : Mzko = max (0.85 * 1.35 * 788 E3, 788 E3) = 905 E3 Nmm

b) Controle op sterkte en stabiliteit van het ongeschoorde bovenstuk volgens EC3:
   Hierbij komt de z-as overeen met de y-as (en y-as = x-as) bij NEN6770.

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} + \frac{|Mz.Ed|}{Mz.c.Rd} = \frac{|-10513|}{229893} + \frac{|905|}{3961} = 0.274$$

  controle: 0.274 < 1.00, dus de sterkte voldoet.
- Maximale spanning:

$$Sigma: \frac{|NEd|}{A} + \frac{|Mz.Ed|}{Wpl.z} = \frac{|-10513|}{848.5} + \frac{|905|}{16.632} = 66.8 \ N/mm^2$$

  UCspanning = Sigma/fy = 66.8 /235.0 = 0.284

  controle: 0.284 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.60 (het profiel is geschoord).
  M1 = 904.62 , M2 = 0.00 , Ms = 452.31 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.60 * (1.0 + (1.69 - 0.2)*(|-10513 |/(0.261 *229893 /1.0)) = 0.76
  Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.60 * (1.0 + 0.8*(|-10513 |/(0.261 *229893 /1.0)) = 0.68
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.76 , 0.68) = 0.68
  Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.41

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-10513 |/(0.261 *229893 /1.0)+0.68 *|904.6 |/(1.00*3961.1 /1.0)
           = 0.175 + 0.156 = 0.331
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-10513 |/(0.169 *229893 /1.0)+0.41 *|904.6 |/(1.00*3961.1 /1.0)
           = 0.270 + 0.094 = 0.364

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.331 , 0.364) = 0.364

  controle: 0.364 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie:
- Kolom (RHBK100*50*3.0 mm) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.7 : d2) Dead Load + Services + Psi_Snow + Psi_Crop + Seismic

5.14.7 Controle van de op druk belaste bovenliggende koppelbalken.

Uit evenwichtsbeschouwingen van de kruisschoorvakken kan de normaalkracht in
de op druk belaste bovenliggende koppelbalken worden afgeleid:

$$- Nbk = -Fhk * \frac{h + fh - fhp}{h + fh - fhp - vs} = -1103 * \frac{4000}{3285} = -1343 \ N$$

- $Mz.Ed = feg * 1/8 * q * l^2 = 1.00 * 1/8 * 29.874 E-3 * 4.000^2 = 59.749 E3$

De controle verloopt volgens EC3:
Hierbij komt de z-as overeen met de y-as (en y-as = x-as) bij NEN6770.

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} + \frac{|My.Ed|}{My.c.Rd} = \frac{|-1343|}{102986} + \frac{|60|}{1577} = 0.051$$

  controle: 0.051 < 1.00, dus de sterkte voldoet.
- Maximale spanning:

$$Sigma: \frac{|NEd|}{A} + \frac{|My.Ed|}{Wpl.y} = \frac{|-1343|}{380.6} + \frac{|60|}{6.830} = 12.3 \ N/mm^2$$

  $UCspanning = Sigma/fy = 12.3 / 235.0 = 0.052$

  controle: 0.052 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.95 (het profiel is geschoord).
  M1 = 0.00 , M2 = 0.00 , Ms = 59.75 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.95 * (1.0 + (2.18 - 0.2)*(|-1343 |/(0.169 *102986 /1.0)) = 1.09
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.95 * (1.0 + 0.8*(|-1343 |/(0.169 *102986 /1.0)) = 1.01
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(1.09 , 1.01) = 1.01
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.61

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-1343 |/(0.169 *102986 /1.0)+1.01 *|59.7 |/(1.00*1576.6 /1.0)
           = 0.077 + 0.038 = 0.115
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-1343 |/(0.169 *102986 /1.0)+0.61 *|59.7 |/(1.00*1576.6 /1.0)
           = 0.077 + 0.023 = 0.100

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.115 , 0.100) = 0.115

  controle: 0.115 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie:
- Bovenliggende koppelbalken (RHBK50*50*2.0 mm) voldoen
  bij B.C.7 : d2) Dead Load + Services + Psi_Snow + Psi_Crop + Seismic

5.14.8 Controle van de op trek belaste schoren

a) Berekening van de maatgevende trekkracht in de schoren:

Uit evenwichtsbeschouwingen van de kruisschoorvakken kan de normaalkracht in
de op trek belaste schoren worden uitgerekend:

$$- Ns = 2 * Fhk * \frac{h+fh-fhp+vok}{v} * \frac{ls}{h+fh-fhp-vs+vok} * gamma.seismic =$$

$$= 2 * 1103 * \frac{4000 + 300 - 300 + 150}{4000} * \frac{5272}{3435} * 1.30 = 4566 \quad N$$

(N.B.: ls = lengte schoor = $(3435^2 + 4000^2)1/2 = 5272$ mm)

b) Controle van de sterkte van de op trek belaste schoren volgens EC3:
Hierbij komt de z-as overeen met de y-as (en y-as = x-as) bij NEN6770.

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} = \frac{| 4566 |}{26578} = 0.172$$

controle: 0.172 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
Profiel alleen op trek belast, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie:
- Schoren (RD12.0 mm) voldoen qua sterkte
bij B.C.7 : d2) Dead Load + Services + Psi_Snow + Psi_Crop + Seismic

Voor verdere controle van de schoorverbindingen, alsmede voor de controle van
andere profieltypen en andere verbindingstypen, wordt verwezen naar EN 1993-1-8.

5.14.9 Controle van de onderliggende koppelbalken

a) Berekening van de maatgevende krachten in de onderliggende koppelbalken:
De onderliggende koppelbalken worden niet alleen belast op een drukkracht (negatief), de verbindingen tussen koppelbalken en poeren moeten ook het "overturning" moment van de poeren op nemen:

- Normaalkracht : Nok = -Fhk * (1 + vs / (h+fh-fhp-vs))
= -1103 * (1 + 715 / 3285) = -1343 N

- Moment : Myok = Fhk * hfok - Tpoer
= 1103 * 1060 - 784 E3 = 385 E3 Nmm

b) Controle van de sterkte/stabiliteit van de onderliggende koppelbalken volgens EC3:
Hierbij komt de z-as overeen met de y-as (en y-as = x-as) bij NEN6770.

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} + \frac{|My.Ed|}{My.c.Rd} = \frac{|-1343|}{201532} + \frac{|385|}{4315} = 0.096$$

controle: 0.096 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Maximale spanning:

$$Sigma: \frac{|NEd|}{A} + \frac{|My.Ed|}{Wpl.y} = \frac{|-1343|}{728.5} + \frac{|385|}{19.160} = 21.9 \ N/mm^2$$

UCspanning = Sigma/fy = 21.9 /235.0 = 0.093

controle: 0.093 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.40 (het profiel is geschoord).
M1 = 385.08 , M2 = -385.08 , Ms = 0.00 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
Interactiefactoren volgens bijlage B:
Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
= 0.40 * (1.0 + (1.46 - 0.2)*(|-1343 |/(0.329 *201532 /1.0)) = 0.41
Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
= 0.40 * (1.0 + 0.8*(|-1343 |/(0.329 *201532 /1.0)) = 0.41
Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(0.41 , 0.41) = 0.41
Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.24

UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
= |-1343 |/(0.329 *201532 /1.0)+0.41 *|385.1 |/(1.00*4314.6 /1.0)
= 0.020 + 0.036 = 0.057
UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
= |-1343 |/(0.180 *201532 /1.0)+0.24 *|385.1 |/(1.00*4314.6 /1.0)
= 0.037 + 0.022 = 0.059

Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.057 , 0.059) = 0.059

controle: 0.059 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

c) Berekening van de horizontale verplaatsing van de onderliggende koppelbalk:
De 1e-orde horizontale verplaatsing van de onderliggende koppelbalken
in rekentoestand kan als volgt berekend worden:

$$\text{- u1-ok} = \text{rpoer} * \frac{(\text{Fhkz}'-\text{Fag}')*(\text{hfok}')^2*v}{6*E*\text{Iyok}} =$$

$$= 0.329 * \frac{(1103-3619)*(650)^2*4000}{6 * 2.1E5 * 62E4} = 0.14 \text{ mm}$$

waarin: hfok' = afstand vanaf de onderliggende koppelbalk tot 200 mm onder
de bovenkant van de poer
= fhp + Dpoer + 200 - vok = 300 + 300 + 200 - 150 = 650 mm

De 2e-orde horizontale verplaatsing van de onderliggende koppelbalken
in gebruikstoestand kan benaderd worden met de formule:

$$\text{- u2-ok}' = \frac{\text{nyok}'}{\text{nyok}'-1} * \text{u1-ok} * \frac{\text{Fhk}'}{\text{Fhk}} * \frac{\text{fhp+dpoer+200}}{\text{hfok}'} \quad \text{met: nyok}' = \text{nyok} * \frac{\text{Fhk}}{\text{Fhk}'}$$

Deze benadering is conservatief, omdat de (overigens zeer geringe) gunstige
werking van de opwaartse windzuiging gereduceerd wordt met Fhk'/Fhk.

- Vergrotingsfactor: - nyok' = 60.19 * 1103 / 198 = 335.36
- nyok'/nyok'-1 = 1.00

Invullen van de bekende gegevens resulteert in een verplaatsing, groot:

$$\text{- u2-ok}' = 1.00 * 0.14 * \frac{792}{4411} * \frac{300 + 300 + 200}{650} = 0.17 \text{ mm}$$

d) Controle van de horizontale verplaatsing van de onderliggende koppelbalk:
In artikel 11.1 staat, dat de toelaatbare horizontale
verplaatsing van de betonfundering op het niveau, waarop de draag-
constructie is gemonteerd, maximaal 5 mm mag bedragen.

- controle: 0.2 mm < 5.0 mm, dus: stijfheid voldoet.

Conclusie:
- Onderliggende koppelbalken (RHBK80*50*3.0 mm) voldoen
bij B.C.7 : d2) Dead Load + Services + Psi_Snow + Psi_Crop + Seismic

5.14.10 Controle van de toegestane verplaatsing in gootrichting

a) 1e-orde verlengingen en verplaatsingen (in rekentoestand) (excl. fundering)

- Verlenging van de op trek belaste schoor:

$$\text{delta-s} = \frac{Ns * ls}{E * As} = \frac{4566 * 5272}{2.1E5 * 113.1} = 1.01 \text{ mm}$$

- Verkorting van het onderstuk van de op druk belaste kolom:

$$\text{delta-ko} = \frac{Nko * (h+fh-fhp-vs)}{E * Ak} = \frac{10513 * 3285}{2.1E5 * 849} = 0.19 \text{ mm}$$

- Verkorting van de op druk belaste bovenliggende koppelbalken:

$$\text{delta-bk} = \frac{Nbk * v}{E * Abk} = \frac{1343 * 4000}{2.1E5 * 381} = 0.07 \text{ mm}$$

- 1e-orde horizontale verplaatsing van het aangrijpingspunt van de schoren op de kolommen (m.b.v. Williot-diagram):

$$\text{u-schoor} = \frac{ls}{v} * \text{delta-s} + \frac{h+fh-fhp-vs+vok}{v} * \text{delta-ko} + \text{delta-bk}$$

Invullen geeft:

$$\text{u-schoor} = \frac{5272}{4000} * 1.01 + \frac{3435}{4000} * 0.19 + 0.07 = 1.57 \text{ mm}$$

- 1e-orde horizontale verplaatsing in gootrichting:

$$\text{u1-goot} = \frac{h+fh-fhp+vok}{h+fh-fhp-vs+vok} * \text{u-schoor} + \frac{Fhk*vs*(h+fh-fhp-vs)}{3 * E * Izk} * vs + \frac{Fhk * (vs)^3}{3 * E * Izk}$$

(Dankzij de bovenliggende koppelbalken zijn beide kolommen van de kruisschoorvakken effectief.)

Invullen geeft:

$$\text{u1-goot} = \frac{4000+300-300+150}{3435} * 1.57 + \frac{1103}{3 * 2.1E5 * 37E4} * 715 + \frac{1103 * (715)3}{3 * 2.1E5 * 37E4}$$

$$= 1.90 + 8.04 + 1.75 = 11.69 \text{ mm}$$

b) 2e-orde horizontale verplaatsing in gootrichting in gebruikstoestand:

De 2e-orde horizontale verplaatsing in gootrichting in gebruikstoestand kan
met de volgende formule worden benaderd (incl. verplaatsing fundering):

$$u2\text{-}goot' = \frac{nzkb'}{nzkb'-1} * u1\text{-}goot * \frac{Fhk'}{Fhk} + u2\text{-}ok' \quad met:\ nzkb' = nzkb * \frac{Fhk}{Fhk'}$$

waarin: u2-ok' = horizontale verplaatsing fundering = 0.17 mm (zie 5*.9)

Deze benadering is conservatief, omdat de (overigens zeer geringe) gunstige
werking van de opwaartse windzuiging gereduceerd wordt met Fhk'/Fhk.

- Vergrotingsfactor: - nzkb = 3.86 (zie 5*.4)
  - nzkb' = 3.86 * 1103   / 198   = 21.50
  - nzkb'/nzkb'-1 = 1.05

Invullen van de bekende gegevens resulteert in een verplaatsing, groot:

$$u2\text{-}goot' = 1.05 * 11.69 * \frac{198}{1103} + 0.17 = 2.37 \ mm$$

c) Berekening van de toelaatbare horizontale verplaatsing in gootrichting:

1) in relatie tot de kolomhoogte, vervormingen van de kopgevelkolom:

   Volgens de Europese norm EN13031-1, artikel 10.2.3.1 geldt voor dragende
   constructieonderdelen van kassen met een glasomhulling een doorbuigings-
   eis van maximaal L/150 met een grenswaarde van 30 mm. Rekening houdend
   met de vervorminglijn van de kopgevelgootkolom (scharnierend
   bij de fundatie en ingeklemd bij de goot) zijn de volgende
   vergelijking op te stellen:

   - Maximale verplaatsing utoel-a = 2 * h / 150 = 2 * 4000 / 150 = 53.3 mm
   - Absolute grenswaarde   umax = 2 * 30 mm = 60.0 mm

2) rekening houdend met de ruitafmetingen :
   - Vereiste min. speling bovenkant ruit : Sn = 7.5   mm
   - Vereiste min. speling zijkant ruit   : Sr = 2.0   mm
   - Lengte van de hele dekruiten   : Lr = 2015.0 mm
   - Ruitbreedte in de middenvelden   : Br = 1125.0 mm

   - toelaatbare verplaatsing 1e kolommenrij achter de zijgevel:

$$Ut1a = (Sr + Sn * \frac{Lr}{Bs}) * \frac{nkap * kap/\cos(a)}{Lr}$$

$$= (2.0 + 7.5 * \frac{2015.0}{1125.0}) * \frac{1 * 9600/\cos(27.0)}{2015.0} = 82.5 \ mm$$

     Utoel-b = Ut1a = 82.5 mm

3) maatgevend :
   Bij een controle op seismische belastingen zijn de eisen op vervormingen
   niet relevant. Om te voorkomen dat de uitkomsten toch maatgevend zijn wordt
   een hoge bovengrens geïntroduceerd:

   - utoel = 2 * ph / 50 = 2 * 4000   / 50 = 160.0 mm

d) Controle van de toegestane horizontale verplaatsing in gootrichting:

- Stijfheid:
  controle: 2.4   mm < 160.0 mm, dus: stijfheid voldoet.

Conclusie:
- Kolommen (RHBK100*50*3.0 mm) voldoen qua stijfheid
  bij B.C.7 : d2) Dead Load + Services + Psi_Snow + Psi_Crop + Seismic

5.14.11 Controle van de op "trek" belaste poer:

a) Berekening van de verticale belasting in de op "trek" belaste poer (in gebruikstoestand):

- Verticale belasting in de op "trek" belaste poer (neerwaarts = +)

$$\text{Va'} = \text{Fvk'} - \frac{2 * \text{Fhk'} * (h + fh - fhp + vok)}{v} + 2 * \frac{\text{Tpoer'}}{v}$$

$$= 8225 - \frac{2 * 198 * (4000+300-300+150)}{4000} + 2 * \frac{141\ E3}{4000} = 7885\ N.$$

- Verticale belasting per kolom (neerwaarts = +)	: Va' =	7885 N
- Eigen gewicht van de kolom (1.00 * 266)	: Fegk' =	266 N
- Eigen gewicht paal, poer en grond (1.00 * 5796)	: Gfund =	5796 N
		+
- Vert. belasting per poer: Fvp = Va'+ Fegk'+ Gfund	Fvp =	13681 N

Aangezien de totale verticale belasting per poer positief is, is sprake van een neerwaartse belasting op de ondergrond.

b) Berekening van het maatgevend kantelmoment ten gevolge van de belastingen:

- Horizontaal: Mhp = Tpoer'	=	141 Nm
- Verticaal : Mvp = |Fvp| * 0.5 * B		
= |13681 | * 0.5 * 0.532	=	3637 Nm
		+
- Kantelmoment per poer: Mp = Mhp + Mvp	Mp =	3778 Nm

Bij een opwaarts bezwijkmodel (OBM) geldt:

- Kantelmoment per poer: Mp = Mhp - Mvp	Mp =	-3497 Nm

c) Controle van de kantelstabiliteit (neerwaartse belasting):

- Momentenevenwicht bij een neerwaarts bezwijkmodel (NBM):
  - controle : 3778 Nm < 26633 Nm, dus: voldoet. (maatgevend)

- Momentenevenwicht bij een opwaarts bezwijkmodel (OBM):
  - controle : -3497 Nm < 2578 Nm, dus: voldoet.

- Verticaal evenwicht:
  - controle :\| 13681 N \|< 90115 N, dus: voldoet.

- Horizontaal evenwicht:
  - controle : 198 N < 5093 N, dus: voldoet.

Conclusie:
- De op "trek" belaste poeren BPRD600*610 mm voldoen
  bij B.C.7: d2) Dead Load + Services + Psi_Snow + Psi_Crop + Seismic

5.14.12 Controle van de ZEUS 120x120x1000ZW (R8+M10)

a) Bepaling van de belastingen per paal in rekentoestand:

$$Va = Fvk - \frac{2 * Fhk^* (h + fh - fhp + vok)}{v} + 2 * \frac{Tpoer}{v}$$

$$= 8225 - \frac{2 * 1103 * (4000+300-300 +150)}{4000} + 2 * \frac{784 E3}{4000} = 6329 \quad N.$$

- Verticale belasting per paal (neerwaarts = +) Nd = Va = 6329 N
  Inclusief gewicht kolom: NEd = Va + g.eg*Fegk' = 6329 + 1.00*266 = 6595 N

- Maatgevend moment in de paal, ter plaatse van de koppelbalkaansluiting:
  Mp1 = Myok (zie controleberekening onderliggende koppelbalk) Mp1 = 385 Nm
  Dit is een veilige aanname van het maximale moment in de paal waarbij
  het gunstige effect op de momenten verdeling bij een relatief laag
  gepositioneerde koppelbalk is genegeerd.

- Maatgevend moment in de paal, ter plaatse van de poeraansluiting:
  Mp2 = Fhk * (fh + Dpoer - vok) - Mp1
  = 1103 * (0.300 + 0.300 - 0.150) - 385 = 111 Nm
  Md = MAX(|Mp1|, |Mp2|) = MAX(|385 |, |111 |) = 385 Nm
- Belasting op het anker (ideële belasting):
  Fi = Fhk = 1103 N (neerwaarts gesteund; anker alleen horizontaal belast)

b) Doorsnedecontrole van de paal met behulp van het Mu-Nu diagram:

Bij het invullen van de gegeven normaalkracht NEd = 6595 N in het Mu-Nu diagram wordt de momentencapaciteit Mcap verkregen door rechtlijnige interpolatie tussen de punten waar NEd ligt. Mcap = 3894 Nm

d) Controle van de betonpaalcapaciteit:

- Moment: Md = 385 Nm < Mcap = 3894 Nm, dus: voldoet.
- Dwarskracht: Fhk = 1103 N < Vp = 9504 N, dus: voldoet.
- Anker: Fi = 1103 N < Fa = 22265 N, dus: voldoet.
- Uittrekkracht: Niet ter zake.

Conclusie:
- De op "trek" belaste palen ZEUS 120x120x1000ZW (R8+M10) voldoen
  bij B.C.7 : d2) Dead Load + Services + Psi_Snow + Psi_Crop + Seismic

5.14.13 Controle van de op "druk" belaste poer:

a) Berekening van de verticale belasting in de op "druk" belaste poer (in gebruikstoestand):

- Verticale belasting in de op "druk" belaste poer (neerwaarts = +)

$$\text{- Vb' = Fvk'+ } \frac{2 * Fhk'* (h + fh - fhp + vok)}{v} + 2 * \frac{Tpoer'}{v}$$

$$= 8225 + \frac{2 * 198 * (4000+300-300+150)}{4000} - 2 * \frac{141\ E3}{4000} = 8565\ N.$$

- Verticale belasting per kolom (neerwaarts = +)	: Vb' =	8565 N
- Eigen gewicht van de kolom (1.00 * 266)	: Fegk' =	266 N
- Eigen gewicht paal, poer en grond (1.00 * 5796)	: Gfund =	5796 N
		+
- Vert. belasting per poer: Fvp = Vb'+ Fegk'+ Gfund	Fvp =	14628 N

Aangezien de totale verticale belasting per poer positief is, is sprake van een neerwaartse belasting op de ondergrond.

b) Berekening van het maatgevend kantelmoment ten gevolge van de belastingen:

- Horizontaal: Mhp = Tpoer'	=	141 Nm
- Verticaal : Mvp = |Fvp| * 0.5 * B		
= |14628 | * 0.5 * 0.532	=	3889 Nm
		+
- Kantelmoment per poer: Mp = Mhp + Mvp	Mp =	4030 Nm

Bij een opwaarts bezwijkmodel (OBM) geldt:

- Kantelmoment per poer: Mp = Mhp - Mvp	Mp =	-3748 Nm

c) Controle van de kantelstabiliteit (neerwaartse belasting):

- Momentenevenwicht bij een neerwaarts bezwijkmodel (NBM):
  - controle : 4030 Nm < 26633 Nm, dus: voldoet. (maatgevend)

- Momentenevenwicht bij een opwaarts bezwijkmodel (OBM):
  - controle : -3748 Nm < 2578 Nm, dus: voldoet.

- Verticaal evenwicht:
  - controle :\| 14628 N \|< 90115 N, dus: voldoet.

- Horizontaal evenwicht:
  - controle : 198 N < 5093 N, dus: voldoet.

d) Controle van de zettingen:

- Berekening van de momentane (lees: permanente) belastingen:

  - Eigen gewicht dek (1.00 * 32) = 32 N/m²
  - Gewasbelasting (0.20 * 0) = 0 N/m²
  - Installaties (1.00 * 70) = 70 N/m²
  ---------- +
  Totaal : 102 N/m²
  - Neerwaartse belasting per kolom = 102 * 9.60 * 4.00 = 3917 N
  - Eigen gewicht van de goot = 1 * 1.00 * 34 * 4.00 = 136 N
  - Eigen gewicht van het spant = 1.00 * 920 = 920 N
  ---------- +
  Totaal Fsvd1 = 4973 N

  - Fhk'mom = (1/267 + 1/200) * 44.0 / 4.00 * 4973 / (2 * 2) = 120 N

$$\text{Vb'} = \text{Fsvd1} + \frac{2 * \text{Fhk'mom} * (h + fh - fhp + vok)}{v} - 2 * \frac{\text{Tpoer'}}{v} * \frac{\text{Fhk'mom}}{\text{Fhk'}}$$

$$= 4973 + \frac{2 * 120 * (4000+300-300+150)}{4000} - 2 * \frac{141\,E3 * 120}{4000 * 198} = 5179 \text{ N}$$

  - Verticale belasting per kolom (neerwaarts = +) : Vb' = 5179 N
  - Eigen gewicht paal, poer en grond : Gfund = 5796 N
  ---------- +
  - Vert. belasting per : Fsvd = 10974 N

- Berekening van de effectieve spanningsverhoging onder de poer:

  De resulterende verticale effectieve spanning onder de poer
  t.g.v. de momentane belastingen, bedraagt:

$$\text{Svd0} = \frac{\text{Fsvd}}{\text{Apoer}} = \frac{10974}{\text{pi/4} * 600^2} = 0.039 \text{ N/mm}^2$$

  De oorspronkelijke verticale effectieve spanning is/was:

$$\text{Svod0} = sg * (\text{Dpoer} + \text{hpoer}) = 0.0000180 * (300 + 610) = 0.016 \text{ N/mm}^2$$

  De effectieve spanningsverhoging onder de poer, uitgaande van een
  volledig gedraineerde toestand, volgt uit:

$$\text{dSvd0} = \text{Svd0} - \text{Svod0} = 0.039 - 0.016 = 0.022 \text{ N/mm}^2$$

- Berekening van de effectieve zettingsdiepte (NEN 6744 art. 6.1):

  Bij het bepalen van de zakking moeten die grondlagen in beschouwing
  zijn genomen, waarbij de toename van de verticale effectieve spanning
  groter is dan 20% van de oorspronkelijke verticale effectieve
  spanning.
  In formule: dSvd(z) > 0.20 * Svod(z)
  waarin:

$$\text{dSvd(z)} = \text{dSvd0} * \left[1 - \frac{1}{\left(\frac{0.5 * \text{dpoer}}{z} \right)^{1.5}} \right]$$

  Afname van de toename van de verticale effectieve spanning onder de fundatie-poer als functie van de diepte z

Svod(z) = sg * (z + Dpoer + hpoer) Idem, voor de oorspronkelijke verticale effectieve spanning.

De effectieve zettingsdiepte is de totale hoogte/diepte van de grondlagen onder de poer, dat volgens bovenstaande definitie in beschouwing moet zijn genomen bij de berekening van de zettingen.

De effectieve zettingsdiepte wordt door middel van een iteratieve nulpuntsbepaling bepaald waarbij moet gelden:

dSvd(zeff) = 0.20 * Svod(zeff) geeft: zeff = 0.261 m

- Bepaling van de resulterende effectieve zetting (NEN 6744 hfdst.6):

De resulterende effectieve zetting kan uiteindelijk worden bepaald door integratie van de samendrukking van de grond onder de poer tot aan de effectieve zettingsdiepte m.b.v. de formule van Terzaghi.

- Berekening van de primaire zetting (art. 6.2):

$$weff1 = \frac{Cceff}{1 + eporie} * \int_0^{zeff} \ln\left(\frac{Svod(z) + dSvd(z)}{Svod(z)}\right) dz =$$

$$= \frac{0.006}{1 + 0.6} * \int_0^{0.261} \ln\left(\frac{Svod(z) + dSvd(z)}{Svod(z)}\right) dz = 0.001 \text{ m}$$

- Berekening van de secundaire zetting over 15 jaar (art. 6.3):

$$weff2 = Cinfe * zeff * \log\left(\frac{15*365}{1}\right) = 0.000 * 0.261 * 3.738 = 0.000 \text{ m}$$

- Totaal (art. 6.1): weff = weff1 + weff2 = 0.001 + 0.000 = 0.001 m

Controle van de resulterende effectieve zetting:

Volgens NEN 6740 art. 5.2.2.1 mag de zetting niet groter zijn dan 0.15 m. In diverse gemeenten wordt ook (nog) wel gewerkt met een toelaatbare zetting van 0.10 meter. Mede daarom en omdat uitgegaan is van een gedraineerde toestand, wordt in CASTA/Kassenbouw ook gerekend met een toelaatbare zetting van 0.10 m. Er wordt als het ware een veiligheidsfactor 1.5 op NEN 6740 art. 5.2.2.1 gelegd, met name voor een niet-volledig gedraineerde toestand van de grond.

wtoel = 0.100 m

Controle zetting: 0.001 m < 0.100 m, dus: voldoet.

Conclusie:
- De op "druk" belaste poeren BPRD600*610 mm voldoen
  bij B.C.7: d2) Dead Load + Services + Psi_Snow + Psi_Crop + Seismic

5.14.14 Controle van de ZEUS 120x120x1000ZW (R8+M10)

a) Bepaling van de belastingen per paal in rekentoestand:

$$Vb = Fvk + \frac{2 * Fhk^* (h + fh - fhp + vok)}{v} - 2 * \frac{Tpoer}{v}$$

$$= 8225 + \frac{2 * 1103 * (4000+300-300 +150)}{4000} - 2 * \frac{784\ E3}{4000} = 10121 \quad N$$

- Verticale belasting per paal (neerwaarts = +) Nd = Vb = 10121 N
  Inclusief gewicht kolom: NEd = Vb + g.eg*Fegk' = 10121 + 1.00*266 = 10388 N

- Maatgevend moment in de paal, ter plaatse van de koppelbalkaansluiting:
  Mp1 = Myok (zie controleberekening onderliggende koppelbalk) Mp1 = 385 Nm
  Dit is een veilige aanname van het maximale moment in de paal waarbij
  het gunstige effect op de momenten verdeling bij een relatief laag
  gepositioneerde koppelbalk is genegeerd.

- Maatgevend moment in de paal, ter plaatse van de poeraansluiting:
  Mp2 = Fhk * (fh + Dpoer - vok) - Mp1
  = 1103 * (0.300 + 0.300 - 0.150) - 385 = 111 Nm
  Md = MAX(|Mp1|, |Mp2|) = MAX(|385 |, |111 |) = 385 Nm
- Belasting op het anker (ideële belasting):
  Fi = Fhk = 1103 N (neerwaarts gesteund; anker alleen horizontaal belast)

b) Doorsnedecontrole van de paal met behulp van het Mu-Nu diagram:

Bij het invullen van de gegeven normaalkracht NEd = 10388 N in het Mu-Nu diagram wordt de momentencapaciteit Mcap verkregen door rechtlijnige interpolatie tussen de punten waar NEd ligt. Mcap = 3992 Nm

d) Controle van de betonpaalcapaciteit:

- Moment: Md = 385 Nm < Mcap = 3992 Nm, dus: voldoet.
- Dwarskracht: Fhk = 1103 N < Vp = 9504 N, dus: voldoet.
- Anker: Fi = 1103 N < Fa = 22265 N, dus: voldoet.
- Uittrekkracht: Niet ter zake.

Conclusie:
- De op "druk" belaste palen ZEUS 120x120x1000ZW (R8+M10) voldoen
  bij B.C.7 : d2) Dead Load + Services + Psi_Snow + Psi_Crop + Seismic

5.15 B.C.8: d1) Dead Load + Services + Psi_Snow + Seismic

5.15.1 Berekening van de verticale belasting per kruisschoorvak-kolom:

a) Berekening van de normaalkracht (N) in de kolommen (trek = +):

Berekening van de verticale belasting per kolom (neerwaarts = +):
In gebruikstoestand:
- Eigen gewicht dek (1.00 * 32)= 32 N/m²
- Sneeuwbelasting (0.20 * 423) = 85 N/m²
- Gewasbel.(winter)(0.00 * 0) = 0 N/m²
- Installaties (1.00 * 70) = 70 N/m²

Totaal : 187 N/m²

- Neerwaartse belasting per kolom = 187 * 9.60 * 4.00 = 7169 N
- Eigen gewicht van de goot = 1 * (1.00 * 34) * 4.00 = 136 N
- Eigen gewicht van het spant = (1.00 * 920) = 920 N
- Transportlast = 0.00 * max(1250 , 1000) + 1.00 * 0 = 0 N

Totaal = 8225 N

- Windbelasting: 0 N

In gebruikstoestand: Fvk' = -N' = 8225 N

In rekentoestand:
- Eigen gewicht dek (1.00 * 32)= 32 N/m²
- Sneeuwbelasting (0.20 * 423) = 85 N/m²
- Gewasbel.(winter)(0.00 * 0) = 0 N/m²
- Installaties (1.00 * 70) = 70 N/m²

Totaal : 187 N/m²

- Neerwaartse belasting per kolom = 187 * 9.60 * 4.00 = 7169 N
- Eigen gewicht van de goot = 1 * (1.00 * 34) * 4.00 = 136 N
- Eigen gewicht van het spant = (1.00 * 920) = 920 N
- Transportlast = 0.00 * max(1250 , 1000) + 1.00 * 0 = 0 N

Totaal = 8225 N

- Windbelasting: 0 N

In rekentoestand: Fvk = -N = 8225 N

b) Aanpendelende verticale belasting per kruisschoorvak-kolom:
- De totale aanpendelende verticale belasting per kolommenrij (Vtot) is:
  - Vtot = 44.0 /4.00 * (8225 -0) + 0 = 90476 N
- Deze belasting mag over alle effectieve kruisschoorvak-kolommen verdeeld worden. Dankzij de aanwezigheid van bovenliggende koppelbalken zijn beide kolommen van de kruisschoorvakken effectief:
  - Vz = 90476 / (2 * 2) = 22619 N

5.15.2 Berekening van de horizontale belasting per kruisschoorvak-kolom:

a) Aanpendelende verticale belasting per kruisschoorvak-kolom t.g.v. initiële scheefstand:
- Kolommen: psi = 1/267 (zie EN 1993-1-1)
- Spanten : psi = 1/200 (zie EN 1993-1-1)
- Fh,scheefstand = (1/267 + 1/200) * |90476 | = 792 N

5.15.2.1 Seismische loads:

Fag = Sd * fs * Vtot = 0.0500 * 0.80 * 90476 = 3619 N
Fag' = Sd * fs'* Vtot = 0.0500 * 0.00 * 90476 = 0 N

Fhtot = Fh,scheefstand + Fag = 792 + 3619 = 4411 N
Fhtot' = Fh,scheefstand' + Fag' = 792 + 0 = 792 N
Sd(8) = F4/Vtot = 0 / 90476 = 0.050 x g m/s²

De totale horizontale kracht per kolommenrij in gootrichting bedraagt:
- Fh,tot = Fhtot = 4411 N
Voor iedere kolom, die deel uitmaakt van een kruisschoorvak, geldt:
- Fhk = 4411 / (2 * 2) = 1103 N
In gebruikstoestand: (fCdim = CsCd'/CsCd = 0.66 /0.72 = 0.92)
- Fhk' = 792 / (2 * 2) = 198 N

5.15.3 Berekening van het effect van de rotatie-veerstijfheid van de fundering:

Uitgaande van een momentvaste koppelbalk-fundering-aansluiting en van een "scharnier" ter plaatse van de onderkant van de poeren, kan de rotatie van de beide poeren worden berekend (in rekentoestand):

$$- phip0 = \frac{Fhk * hfok * v}{6 * E * Ixok} = \frac{1103 * 1060 * 4000}{6 * 2.1E5 * 62E4} = 5.95 \text{ E-3 rad}$$

met: hfok = fhp + Dpoer + hpoer - vok = 300 + 300 + 610 - 150 = 1060 mm

Resulterende hoekverdraaiing van de poeren (in rekentoestand):

- phip = phip0 * rpoer = 5.95 E-3 * 0.329 = 1.96 E-3 rad

Resulterend moment, vanuit de grond, geleverd door de poeren:

- Tpoer = kpoer * phip = 400 E6 * 1.96 E-3 = 784 E3 Nmm
In gebruikstoestand:
- Tpoer' = Tpoer * Fhk' / Fhk = 784 E3 * 198 / 1103 = 141 E3 Nmm

5.15.4 Bepaling van het knikgedrag van de kruisschoorvak-kolommen:

Bij de bepaling van het knikgedrag van de kruisschoorvak-kolommen wordt de maatgevende (op druk belaste) kolom geschematiseerd tot een kolom met een lengte gelijk aan de schoorverlaging (vs), verend ingeklemd in het onderstuk van de kolom. Er wordt direkt rekening gehouden met de belastingconfiguratie. De invloed van de aanpendelende belasting op de stabiliteit van de kruis-schoorvakken komt dan tot uiting in een grotere kniklengte (zie IBBC-TNO rapport BI-87-20/63.4.3360, artikel 6.3.1.1).

Omdat bij de berekening van de kniklengte van het bovenstuk direct rekening wordt gehouden met de aanpendelende belasting (Vz) is de rotatie-veerstijfheid van de verende inklemming mede afhankelijk van de grootte van de normaalkracht in het onderstuk van de kolom. Aangezien de normaalkracht in het onderstuk van de kolom op het moment van Eulerse instabiliteit niet bekend is, is een iteratie-procedure noodzakelijk. Ter controle worden de berekeningsresultaten van de laatste iteratie gegeven.

a) 1e-orde krachtsverdeling, uitsluitend t.b.v. de knikberekening:

Normaalkracht in het bovenstuk van de kolom (Nkb):
(De grootte van de in rekening te brengen aanpendelende belasting hangt af van de lengte van de staven, waarop de aanpendelende belasting werkt):

$$- Nkb = 8225 + \frac{715}{4000 + 300 - 300} * (22619 - 8225) = 10798 \text{ N}$$

Maatgevende normaalkracht in het onderstuk van de kolom (Nko):
(Dankzij de aanwezigheid van de bovenliggende koppelbalken zijn beide kolommen van de kruisschoorvakken effectief en mag hier de gemiddelde normaalkracht van beide kolommen in rekening worden gebracht):

$$- Nko = 8225 + 1103 * \frac{4000 + 300 - 300 + 150}{4000} = 9369 \text{ N}$$

b) Controle van de laatste iteratie van de knikberekening:

De iteratief berekende belasting-vermenigvuldigingsfactor, waarbij instabiliteit van het bovenstuk optreedt, bedraagt:

- nzkb = 3.8582

Op dat moment is de normaalkracht in het onderstuk van de kolom, groot:

- Nko = 3.858 * 9369   = 36148   N

De rotatie-veerstijfheid, waarmee het bovenstuk van de kolom verend is verbonden met het onderstuk, kan (zonder rekening te houden met de invloed van de belastingconfiguratie) als volgt berekend worden:

$$- cr = \frac{3 * E * Izk}{(h + fh - fhp - vs)} = \frac{3 * 2.1E5 * 37E4}{(4000 + 300 - 300 - 715)} = 70 \quad E6\ Nmm/rad$$

T.g.v. de normaalkracht in het onderstuk van de kolom nemen de vervormingen toe met de Eulerse vergrotingsfactor n/n-1 en neemt de rotatie-veerstijfheid overeenkomstig af:

$$- n = \frac{pi^2 * E * Izk}{(h+fh-fhp-vs)^2 * Nko} = \frac{pi^2 * 2.1E5 * 37E4}{(3285)^2 * 36148} = 1.94$$

- n/n-1 = 2.06

- cr-E = 70   E6 / 2.06   = 34   E6 Nmm/rad

Met behulp van tabel 6 van NEN 3851 (TGB-1972-Staal) kan nu de fictieve kniklengte van het bovenstuk van de kolom bepaald worden:

$$- rho = \frac{cr\text{-}E * vs}{E * Izk} = \frac{34E6 * 715}{2.1E5 * 37E4} = 0.317$$

$$- lk = vs * (4 + \frac{10}{rho})^{0.5} = 715 * (4 + \frac{10}{0.317})^{0.5} = 4264\ mm$$

Hiermee kan de kniklengte van het bovenstuk van de kolom bepaald worden:

$$- FEzkb = \frac{pi^2 * E * Izk}{lk^2} = \frac{pi^2 * 2.1E5 * 37E4}{(4264)^2} = 41661\ N$$

$$- nzkb = \frac{41661}{10798} = 3.8582$$

Deze waarde van nzkb komt voldoende nauwkeurig overeen met de aanvangswaarde.

c) Kniklengten, slankheden en knikcoëfficiënten:

- Bovenstuk van de kolom:
  - In gootrichting:
    - De kniklengte in gootrichting kan berekend worden door rekening te houden met de werkelijke normaalkracht in het bovenstuk van de kolom:

$$lkzkb = \left(\frac{pi^2 * E * Izk}{nzkb * Fvk}\right)^{0.5} = \left(\frac{pi^2 * 2.1E5 * 37E4}{3.86 * 8225}\right)^{0.5} = 4886 \text{ mm}$$

      (N.B.: lkzkb / (h + fh - fhp)= 4886 / (4000 + 300 - 300) = 1.22)

    - Slankheid: lambda-zkb = lkzkb / izk = 4886 / 20.8 = 235
      - Chikb.z = min(0.132 , 1.0) = 0.132

  - In spantrichting:
    - De kniklengte in spantrichting kan bij goede benadering berekend worden met de formule (voor Venlo-warenhuis):

      lkyk = 2.10 * (4000 + 300 - 300 - 80 - 438) = 7313 mm
      (N.B.: kheff = effectieve kolomhoogte = 4.0 - 0.08 - 0.44 = 3.48 m)

    - Slankheid: lambda-yk = lkyk / iyk = 7313 / 35.7 = 205
      - Chik.y = min(0.169 , 1.0) = 0.169

- Onderstuk van de kolom:
  - In gootrichting:
    - Kniklengte: lkzko = h+fh-fhp-vs = 4000 + 300 - 300 - 715 = 3285 mm

$$FEzko = \frac{pi^2 * E * Izk}{lkzko^2} = \frac{pi^2 * 2.1E5 * 37E4}{(3285)^2} = 70204 \text{ N}$$

    - Slankheid: lambda-zko = lkzko / izk = 3285 / 20.8 = 158
    - Chiko.z = min(0.261 , 1.0) = 0.261

  - In spantrichting: Zie bovenstuk van de kolom.

5.15.5 Controle van het ongeschoorde bovenstuk van de kolommen

a) Berekening van de maatgevende krachten in het ongeschoorde bovenstuk:

Juist boven het aangrijpingspunt van de schoren op de kolommen, gelden de
volgende maatgevende krachten in de op druk belaste kolom(men):

- Normaalkracht : Nkb = -8225 N

- Moment   : Mzkb = 1103   * 715 = 788 E3 Nmm

(T.g.v. de aanwezigheid van de bovenliggende koppelbalken zijn beide
 kolommen van de kruisschoorvakken effectief)

b) Controle op sterkte en stabiliteit van het ongeschoorde bovenstuk volgens EC3:
   Hierbij komt de z-as overeen met de y-as (en y-as = x-as) bij NEN6770.

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} + \frac{|Mz.Ed|}{Mz.c.Rd} = \frac{|-8225|}{229893} + \frac{|788|}{3961} = 0.235$$

  controle: 0.235 < 1.00, dus de sterkte voldoet.
- Maximale spanning:

$$Sigma: \frac{|NEd|}{A} + \frac{|Mz.Ed|}{Wpl.z} = \frac{|-8225|}{848.5} + \frac{|788|}{16.632} = 57.1 \ N/mm^2$$

  UCspanning = Sigma/fy = 57.1   /235.0   = 0.243

  controle: 0.243 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (2.51 - 0.2)*(|-8225 |/(0.132 *229893 /1.0)) = 1.46
  Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-8225 |/(0.132 *229893 /1.0)) = 1.10
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(1.46   , 1.10   ) = 1.10
  Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.66

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-8225 |/(0.132 *229893 /1.0)+1.10 *|788.4 |/(1.00*3961.1 /1.0)
           = 0.271 + 0.218 = 0.489
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-8225 |/(0.169 *229893 /1.0)+0.66 *|788.4 |/(1.00*3961.1 /1.0)
           = 0.212 + 0.131 = 0.342

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.489 , 0.342) = 0.489

  controle: 0.489 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

5.15.6 Controle van het geschoorde onderstuk van de kolommen

a) Berekening van de maatgevende krachten in het geschoorde onderstuk:

Juist onder het aangrijpingspunt van de schoren op de kolommen, gelden de
volgende maatgevende krachten in de op druk belaste kolom(men) (druk is negatief):

- Normaalkracht : NEd = -(8225 + 2 * 1103 * (4000 + 300 - 300 + 150) / 4000) = -10513 N

- Moment : Mzko = max (0.85 * 1.35 * 788 E3, 788 E3) = 905 E3 Nmm

b) Controle op sterkte en stabiliteit van het ongeschoorde bovenstuk volgens EC3:
   Hierbij komt de z-as overeen met de y-as (en y-as = x-as) bij NEN6770.

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} + \frac{|Mz.Ed|}{Mz.c.Rd} = \frac{|-10513|}{229893} + \frac{|905|}{3961} = 0.274$$

  controle: 0.274 < 1.00, dus de sterkte voldoet.
- Maximale spanning:

$$Sigma: \frac{|NEd|}{A} + \frac{|Mz.Ed|}{Wpl.z} = \frac{|-10513|}{848.5} + \frac{|905|}{16.632} = 66.8 \ N/mm^2$$

  UCspanning = Sigma/fy = 66.8 /235.0 = 0.284

  controle: 0.284 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.60 (het profiel is geschoord).
  M1 = 904.62 , M2 = 0.00 , Ms = 452.31 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.60 * (1.0 + (1.69 - 0.2)*(|-10513 |/(0.261 *229893 /1.0)) = 0.76
  Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.60 * (1.0 + 0.8*(|-10513 |/(0.261 *229893 /1.0)) = 0.68
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.76 , 0.68) = 0.68
  Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.41

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-10513 |/(0.261 *229893 /1.0)+0.68 *|904.6 |/(1.00*3961.1 /1.0)
           = 0.175 + 0.156 = 0.331
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-10513 |/(0.169 *229893 /1.0)+0.41 *|904.6 |/(1.00*3961.1 /1.0)
           = 0.270 + 0.094 = 0.364

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.331 , 0.364) = 0.364

  controle: 0.364 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie:
- Kolom (RHBK100*50*3.0 mm) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.8 : d1) Dead Load + Services + Psi_Snow + Seismic

5.15.7 Controle van de op druk belaste bovenliggende koppelbalken.

Uit evenwichtsbeschouwingen van de kruisschoorvakken kan de normaalkracht in
de op druk belaste bovenliggende koppelbalken worden afgeleid:

$$- Nbk = -Fhk * \frac{h + fh - fhp}{h + fh - fhp - vs} = -1103 * \frac{4000}{3285} = -1343 \ N$$

- $Mz.Ed = feg * 1/8 * q * l^2 = 1.00 * 1/8 * 29.874 E-3 * 4.000^2 = 59.749 E3$

De controle verloopt volgens EC3:
Hierbij komt de z-as overeen met de y-as (en y-as = x-as) bij NEN6770.

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} + \frac{|My.Ed|}{My.c.Rd} = \frac{|-1343|}{102986} + \frac{|60|}{1577} = 0.051$$

  controle: 0.051 < 1.00, dus de sterkte voldoet.
- Maximale spanning:

$$Sigma: \frac{|NEd|}{A} + \frac{|My.Ed|}{Wpl.y} = \frac{|-1343|}{380.6} + \frac{|60|}{6.830} = 12.3 \ N/mm^2$$

  UCspanning = Sigma/fy = 12.3 /235.0 = 0.052

  controle: 0.052 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.95 (het profiel is geschoord).
  M1 = 0.00 , M2 = 0.00 , Ms = 59.75 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
       = 0.95 * (1.0 + (2.18 - 0.2)*(|-1343 |/(0.169 *102986 /1.0)) = 1.09
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
       = 0.95 * (1.0 + 0.8*(|-1343 |/(0.169 *102986 /1.0)) = 1.01
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(1.09 , 1.01) = 1.01
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.61

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-1343 |/(0.169 *102986 /1.0)+1.01 *|59.7 |/(1.00*1576.6 /1.0)
           = 0.077 + 0.038 = 0.115
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-1343 |/(0.169 *102986 /1.0)+0.61 *|59.7 |/(1.00*1576.6 /1.0)
           = 0.077 + 0.023 = 0.100

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.115 , 0.100) = 0.115

  controle: 0.115 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie:
- Bovenliggende koppelbalken (RHBK50*50*2.0 mm) voldoen
  bij B.C.8 : d1) Dead Load + Services + Psi_Snow + Seismic

5.15.8 Controle van de op trek belaste schoren

a) Berekening van de maatgevende trekkracht in de schoren:

Uit evenwichtsbeschouwingen van de kruisschoorvakken kan de normaalkracht in
de op trek belaste schoren worden uitgerekend:

$$- Ns = 2 * Fhk * \frac{h+fh-fhp+vok}{v} * \frac{ls}{h+fh-fhp-vs+vok} * gamma.seismic =$$

$$= 2 * 1103 * \frac{4000 + 300 - 300 + 150}{4000} * \frac{5272}{3435} * 1.30 = 4566 \quad N$$

(N.B.: ls = lengte schoor = $(3435^2 + 4000^2)1/2 = 5272$ mm)

b) Controle van de sterkte van de op trek belaste schoren volgens EC3:
Hierbij komt de z-as overeen met de y-as (en y-as = x-as) bij NEN6770.

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} = \frac{| 4566 |}{26578} = 0.172$$

controle: 0.172 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
Profiel alleen op trek belast, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie:
- Schoren (RD12.0 mm) voldoen qua sterkte
bij B.C.8 : d1) Dead Load + Services + Psi_Snow + Seismic

Voor verdere controle van de schoorverbindingen, alsmede voor de controle van
andere profieltypen en andere verbindingstypen, wordt verwezen naar EN 1993-1-8.

5.15.9 Controle van de onderliggende koppelbalken

a) Berekening van de maatgevende krachten in de onderliggende koppelbalken:
De onderliggende koppelbalken worden niet alleen belast op een drukkracht (negatief), de verbindingen tussen koppelbalken en poeren moeten ook het "overturning" moment van de poeren op nemen:

- Normaalkracht : Nok = -Fhk * (1 + vs / (h+fh-fhp-vs))
= -1103 * (1 + 715 / 3285) = -1343 N

- Moment : Myok = Fhk * hfok - Tpoer
= 1103 * 1060 - 784 E3 = 385 E3 Nmm

b) Controle van de sterkte/stabiliteit van de onderliggende koppelbalken volgens EC3:
Hierbij komt de z-as overeen met de y-as (en y-as = x-as) bij NEN6770.

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} + \frac{|My.Ed|}{My.c.Rd} = \frac{|-1343|}{201532} + \frac{|385|}{4315} = 0.096$$

controle: 0.096 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Maximale spanning:

$$Sigma: \frac{|NEd|}{A} + \frac{|My.Ed|}{Wpl.y} = \frac{|-1343|}{728.5} + \frac{|385|}{19.160} = 21.9 \ N/mm^2$$

UCspanning = Sigma/fy = 21.9 /235.0 = 0.093

controle: 0.093 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.40 (het profiel is geschoord).
M1 = 385.08 , M2 = -385.08 , Ms = 0.00 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
Interactiefactoren volgens bijlage B:
Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
= 0.40 * (1.0 + (1.46 - 0.2)*(|-1343 |/(0.329 *201532 /1.0)) = 0.41
Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
= 0.40 * (1.0 + 0.8*(|-1343 |/(0.329 *201532 /1.0)) = 0.41
Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(0.41 , 0.41) = 0.41
Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.24

UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
= |-1343 |/(0.329 *201532 /1.0)+0.41 *|385.1 |/(1.00*4314.6 /1.0)
= 0.020 + 0.036 = 0.057
UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
= |-1343 |/(0.180 *201532 /1.0)+0.24 *|385.1 |/(1.00*4314.6 /1.0)
= 0.037 + 0.022 = 0.059

Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.057 , 0.059) = 0.059

controle: 0.059 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

c) Berekening van de horizontale verplaatsing van de onderliggende koppelbalk:
De 1e-orde horizontale verplaatsing van de onderliggende koppelbalken
in rekentoestand kan als volgt berekend worden:

$$\text{- u1-ok} = \text{rpoer} * \frac{(\text{Fhkz}'-\text{Fag}')*(\text{hfok}')^2*v}{6*E*\text{Iyok}} =$$

$$= 0.329 * \frac{(1103-3619)*(650)^2*4000}{6 * 2.1E5 * 62E4} = 0.14 \text{ mm}$$

waarin: hfok' = afstand vanaf de onderliggende koppelbalk tot 200 mm onder
de bovenkant van de poer
= fhp + Dpoer + 200 - vok = 300 + 300 + 200 - 150 = 650 mm

De 2e-orde horizontale verplaatsing van de onderliggende koppelbalken
in gebruikstoestand kan benaderd worden met de formule:

$$\text{- u2-ok}' = \frac{\text{nyok}'}{\text{nyok}'-1} * \text{u1-ok} * \frac{\text{Fhk}'}{\text{Fhk}} * \frac{\text{fhp+dpoer+200}}{\text{hfok}'} \quad \text{met: nyok}' = \text{nyok} * \frac{\text{Fhk}}{\text{Fhk}'}$$

Deze benadering is conservatief, omdat de (overigens zeer geringe) gunstige
werking van de opwaartse windzuiging gereduceerd wordt met Fhk'/Fhk.

- Vergrotingsfactor: - nyok' = 60.19 * 1103 / 198 = 335.36
- nyok'/nyok'-1 = 1.00

Invullen van de bekende gegevens resulteert in een verplaatsing, groot:

$$\text{- u2-ok}' = 1.00 * 0.14 * \frac{792}{4411} * \frac{300 + 300 + 200}{650} = 0.17 \text{ mm}$$

d) Controle van de horizontale verplaatsing van de onderliggende koppelbalk:
In artikel 11.1 staat, dat de toelaatbare horizontale
verplaatsing van de betonfundering op het niveau, waarop de draag-
constructie is gemonteerd, maximaal 5 mm mag bedragen.

- controle: 0.2 mm < 5.0 mm, dus: stijfheid voldoet.

Conclusie:
- Onderliggende koppelbalken (RHBK80*50*3.0 mm) voldoen
bij B.C.8 : d1) Dead Load + Services + Psi_Snow + Seismic

5.15.10 Controle van de toegestane verplaatsing in gootrichting

a) 1e-orde verlengingen en verplaatsingen (in rekentoestand) (excl. fundering)

- Verlenging van de op trek belaste schoor:

$$\text{delta-s} = \frac{Ns * ls}{E * As} = \frac{4566 * 5272}{2.1E5 * 113.1} = 1.01 \text{ mm}$$

- Verkorting van het onderstuk van de op druk belaste kolom:

$$\text{delta-ko} = \frac{Nko * (h+fh-fhp-vs)}{E * Ak} = \frac{10513 * 3285}{2.1E5 * 849} = 0.19 \text{ mm}$$

- Verkorting van de op druk belaste bovenliggende koppelbalken:

$$\text{delta-bk} = \frac{Nbk * v}{E * Abk} = \frac{1343 * 4000}{2.1E5 * 381} = 0.07 \text{ mm}$$

- 1e-orde horizontale verplaatsing van het aangrijpingspunt van de schoren op de kolommen (m.b.v. Williot-diagram):

$$\text{u-schoor} = \frac{ls}{v} * \text{delta-s} + \frac{h+fh-fhp-vs+vok}{v} * \text{delta-ko} + \text{delta-bk}$$

Invullen geeft:

$$\text{u-schoor} = \frac{5272}{4000} * 1.01 + \frac{3435}{4000} * 0.19 + 0.07 = 1.57 \text{ mm}$$

- 1e-orde horizontale verplaatsing in gootrichting:

$$\text{u1-goot} = \frac{h+fh-fhp+vok}{h+fh-fhp-vs+vok} * \text{u-schoor} + \frac{Fhk*vs*(h+fh-fhp-vs)}{3 * E * Izk} * vs + \frac{Fhk * (vs)^3}{3 * E * Izk}$$

(Dankzij de bovenliggende koppelbalken zijn beide kolommen van de kruisschoorvakken effectief.)

Invullen geeft:

$$\text{u1-goot} = \frac{4000+300-300+150}{3435} * 1.57 + \frac{1103}{3 * 2.1E5 * 37E4} * 715 + \frac{1103 * (715)3}{3 * 2.1E5 * 37E4} = 1.90 + 8.04 + 1.75 = 11.69 \text{ mm}$$

b) 2e-orde horizontale verplaatsing in gootrichting in gebruikstoestand:

De 2e-orde horizontale verplaatsing in gootrichting in gebruikstoestand kan
met de volgende formule worden benaderd (incl. verplaatsing fundering):

$$u2\text{-}goot' = \frac{nzkb'}{nzkb'-1} * u1\text{-}goot * \frac{Fhk'}{Fhk} + u2\text{-}ok' \quad met:\ nzkb' = nzkb * \frac{Fhk}{Fhk'}$$

waarin: u2-ok' = horizontale verplaatsing fundering = 0.17 mm (zie 5*.9)

Deze benadering is conservatief, omdat de (overigens zeer geringe) gunstige
werking van de opwaartse windzuiging gereduceerd wordt met Fhk'/Fhk.

- Vergrotingsfactor: - nzkb = 3.86 (zie 5*.4)
  - nzkb' = 3.86 * 1103   / 198   = 21.50
  - nzkb'/nzkb'-1 = 1.05

Invullen van de bekende gegevens resulteert in een verplaatsing, groot:

$$u2\text{-}goot' = 1.05 * 11.69 * \frac{198}{1103} + 0.17 = 2.37 \ mm$$

c) Berekening van de toelaatbare horizontale verplaatsing in gootrichting:

1) in relatie tot de kolomhoogte, vervormingen van de kopgevelkolom:

   Volgens de Europese norm EN13031-1, artikel 10.2.3.1 geldt voor dragende
   constructieonderdelen van kassen met een glasomhulling een doorbuigings-
   eis van maximaal L/150 met een grenswaarde van 30 mm. Rekening houdend
   met de vervorminglijn van de kopgevelgootkolom (scharnierend
   bij de fundatie en ingeklemd bij de goot) zijn de volgende
   vergelijking op te stellen:

   - Maximale verplaatsing utoel-a = 2 * h / 150 = 2 * 4000 / 150 = 53.3 mm
   - Absolute grenswaarde   umax = 2 * 30 mm = 60.0 mm

2) rekening houdend met de ruitafmetingen :
   - Vereiste min. speling bovenkant ruit : Sn = 7.5   mm
   - Vereiste min. speling zijkant ruit   : Sr = 2.0   mm
   - Lengte van de hele dekruiten   : Lr = 2015.0 mm
   - Ruitbreedte in de middenvelden   : Br = 1125.0 mm

   - toelaatbare verplaatsing 1e kolommenrij achter de zijgevel:

$$Ut1a = (Sr + Sn * \frac{Lr}{Bs}) * \frac{nkap * kap/\cos(a)}{Lr}$$

$$= (2.0 + 7.5 * \frac{2015.0}{1125.0}) * \frac{1 * 9600/\cos(27.0)}{2015.0} = 82.5 \ mm$$

     Utoel-b = Ut1a = 82.5 mm

3) maatgevend :
   Bij een controle op seismische belastingen zijn de eisen op vervormingen
   niet relevant. Om te voorkomen dat de uitkomsten toch maatgevend zijn wordt
   een hoge bovengrens geïntroduceerd:

   - utoel = 2 * ph / 50 = 2 * 4000   / 50 = 160.0 mm

d) Controle van de toegestane horizontale verplaatsing in gootrichting:

- Stijfheid:
  controle: 2.4   mm < 160.0 mm, dus: stijfheid voldoet.

Conclusie:
- Kolommen (RHBK100*50*3.0 mm) voldoen qua stijfheid
  bij B.C.8 : d1) Dead Load + Services + Psi_Snow + Seismic

5.15.11 Controle van de op "trek" belaste poer:

a) Berekening van de verticale belasting in de op "trek" belaste poer
(in gebruikstoestand):

- Verticale belasting in de op "trek" belaste poer (neerwaarts = +)

$$\text{- Va' = Fvk'- } \frac{2 * Fhk'* (h + fh - fhp + vok)}{v} + 2 * \frac{Tpoer'}{v}$$

$$= 8225 - \frac{2 * 198 * (4000+300-300+150)}{4000} + 2 * \frac{141\ E3}{4000} = 7885 \text{ N.}$$

- Verticale belasting per kolom (neerwaarts = +)	: Va' =	7885 N
- Eigen gewicht van de kolom (1.00 * 266)	: Fegk' =	266 N
- Eigen gewicht paal, poer en grond (1.00 * 5796)	: Gfund =	5796 N
		+
- Vert. belasting per poer: Fvp = Va'+ Fegk'+ Gfund	Fvp =	13681 N

Aangezien de totale verticale belasting per poer positief is, is sprake
van een neerwaartse belasting op de ondergrond.

b) Berekening van het maatgevend kantelmoment ten gevolge van de belastingen:

- Horizontaal: Mhp = Tpoer'	=	141 Nm
- Verticaal : Mvp = |Fvp| * 0.5 * B		
= |13681 | * 0.5 * 0.532	=	3637 Nm
		+
- Kantelmoment per poer: Mp = Mhp + Mvp	Mp =	3778 Nm

Bij een opwaarts bezwijkmodel (OBM) geldt:

- Kantelmoment per poer: Mp = Mhp - Mvp	Mp =	-3497 Nm

c) Controle van de kantelstabiliteit (neerwaartse belasting):

- Momentenevenwicht bij een neerwaarts bezwijkmodel (NBM):
  - controle : 3778 Nm < 26633 Nm, dus: voldoet. (maatgevend)

- Momentenevenwicht bij een opwaarts bezwijkmodel (OBM):
  - controle : -3497 Nm < 2578 Nm, dus: voldoet.

- Verticaal evenwicht:
  - controle :\| 13681 N \|< 90115 N, dus: voldoet.

- Horizontaal evenwicht:
  - controle : 198 N < 5093 N, dus: voldoet.

Conclusie:
- De op "trek" belaste poeren BPRD600*610 mm voldoen
  bij B.C.8: d1) Dead Load + Services + Psi_Snow + Seismic

5.15.12 Controle van de ZEUS 120x120x1000ZW (R8+M10)

a) Bepaling van de belastingen per paal in rekentoestand:

$$Va = Fvk - \frac{2 * Fhk^* (h + fh - fhp + vok)}{v} + 2 * \frac{Tpoer}{v}$$

$$= 8225 - \frac{2 * 1103 * (4000+300-300 +150)}{4000} + 2 * \frac{784 E3}{4000} = 6329 \quad N.$$

- Verticale belasting per paal (neerwaarts = +) Nd = Va = 6329 N
  Inclusief gewicht kolom: NEd = Va + g.eg*Fegk' = 6329 + 1.00*266 = 6595 N

- Maatgevend moment in de paal, ter plaatse van de koppelbalkaansluiting:
  Mp1 = Myok (zie controleberekening onderliggende koppelbalk) Mp1 = 385 Nm
  Dit is een veilige aanname van het maximale moment in de paal waarbij
  het gunstige effect op de momenten verdeling bij een relatief laag
  gepositioneerde koppelbalk is genegeerd.

- Maatgevend moment in de paal, ter plaatse van de poeraansluiting:
  Mp2 = Fhk * (fh + Dpoer - vok) - Mp1
  = 1103 * (0.300 + 0.300 - 0.150) - 385 = 111 Nm
  Md = MAX(|Mp1|, |Mp2|) = MAX(|385 |, |111 |) = 385 Nm
- Belasting op het anker (ideële belasting):
  Fi = Fhk = 1103 N (neerwaarts gesteund; anker alleen horizontaal belast)

b) Doorsnedecontrole van de paal met behulp van het Mu-Nu diagram:

Bij het invullen van de gegeven normaalkracht NEd = 6595 N in het Mu-Nu diagram wordt de momentencapaciteit Mcap verkregen door rechtlijnige interpolatie tussen de punten waar NEd ligt. Mcap = 3894 Nm

d) Controle van de betonpaalcapaciteit:

- Moment: Md = 385 Nm < Mcap = 3894 Nm, dus: voldoet.
- Dwarskracht: Fhk = 1103 N < Vp = 9504 N, dus: voldoet.
- Anker: Fi = 1103 N < Fa = 22265 N, dus: voldoet.
- Uittrekkracht: Niet ter zake.

Conclusie:
- De op "trek" belaste palen ZEUS 120x120x1000ZW (R8+M10) voldoen
  bij B.C.8 : d1) Dead Load + Services + Psi_Snow + Seismic

5.15.13 Controle van de op "druk" belaste poer:

a) Berekening van de verticale belasting in de op "druk" belaste poer (in gebruikstoestand):

- Verticale belasting in de op "druk" belaste poer (neerwaarts = +)

$$\text{- Vb' = Fvk'+ } \frac{2 * Fhk'* (h + fh - fhp + vok)}{v} + 2 * \frac{Tpoer'}{v}$$

$$= 8225 + \frac{2 * 198 * (4000+300-300+150)}{4000} - 2 * \frac{141\ E3}{4000} = 8565\ N.$$

- Verticale belasting per kolom (neerwaarts = +)	: Vb' =	8565 N
- Eigen gewicht van de kolom (1.00 * 266)	: Fegk' =	266 N
- Eigen gewicht paal, poer en grond (1.00 * 5796)	: Gfund =	5796 N
		+
- Vert. belasting per poer: Fvp = Vb'+ Fegk'+ Gfund	Fvp =	14628 N

Aangezien de totale verticale belasting per poer positief is, is sprake van een neerwaartse belasting op de ondergrond.

b) Berekening van het maatgevend kantelmoment ten gevolge van de belastingen:

- Horizontaal: Mhp = Tpoer'	=	141 Nm
- Verticaal : Mvp = |Fvp| * 0.5 * B		
= |14628 | * 0.5 * 0.532	=	3889 Nm
		+
- Kantelmoment per poer: Mp = Mhp + Mvp	Mp =	4030 Nm

Bij een opwaarts bezwijkmodel (OBM) geldt:

- Kantelmoment per poer: Mp = Mhp - Mvp	Mp =	-3748 Nm

c) Controle van de kantelstabiliteit (neerwaartse belasting):

- Momentenevenwicht bij een neerwaarts bezwijkmodel (NBM):
  - controle : 4030 Nm < 26633 Nm, dus: voldoet. (maatgevend)

- Momentenevenwicht bij een opwaarts bezwijkmodel (OBM):
  - controle : -3748 Nm < 2578 Nm, dus: voldoet.

- Verticaal evenwicht:
  - controle :\| 14628 N \|< 90115 N, dus: voldoet.

- Horizontaal evenwicht:
  - controle : 198 N < 5093 N, dus: voldoet.

d) Controle van de zettingen:

- Berekening van de momentane (lees: permanente) belastingen:

  - Eigen gewicht dek (1.00 * 32) = 32 N/m²
  - Installaties (1.00 * 70) = 70 N/m²
  ---------- +
  Totaal : 102 N/m²
  - Neerwaartse belasting per kolom = 102 * 9.60 * 4.00 = 3917 N
  - Eigen gewicht van de goot = 1 * 1.00 * 34 * 4.00 = 136 N
  - Eigen gewicht van het spant = 1.00 * 920 = 920 N
  ---------- +
  Totaal Fsvd1 = 4973 N

  - Fhk'mom = (1/267 + 1/200) * 44.0 / 4.00 * 4973 / (2 * 2) = 120 N

$$\text{- Vb' = Fsvd1 + } \frac{2 * \text{Fhk'mom} * (h + fh - fhp + vok)}{v} - 2 * \frac{\text{Tpoer'}}{v} * \frac{\text{Fhk'mom}}{\text{Fhk'}}$$

$$= 4973 + \frac{2 * 120 * (4000+300-300+150)}{4000} - 2 * \frac{141\ E3 * 120}{4000 * 198} = 5179 \text{ N}$$

  - Verticale belasting per kolom (neerwaarts = +) : Vb' = 5179 N
  - Eigen gewicht paal, poer en grond : Gfund = 5796 N
  ---------- +
  - Vert. belasting per : Fsvd = 10974 N

- Berekening van de effectieve spanningsverhoging onder de poer:

  De resulterende verticale effectieve spanning onder de poer
  t.g.v. de momentane belastingen, bedraagt:

$$\text{Svd0} = \frac{\text{Fsvd}}{\text{Apoer}} = \frac{10974}{\text{pi/4} * 600^2} = 0.039 \text{ N/mm}^2$$

  De oorspronkelijke verticale effectieve spanning is/was:

$$\text{Svod0} = sg * (\text{Dpoer} + \text{hpoer}) = 0.0000180 * (300 + 610) = 0.016 \text{ N/mm}^2$$

  De effectieve spanningsverhoging onder de poer, uitgaande van een
  volledig gedraineerde toestand, volgt uit:

$$\text{dSvd0} = \text{Svd0} - \text{Svod0} = 0.039 - 0.016 = 0.022 \text{ N/mm}^2$$

- Berekening van de effectieve zettingsdiepte (NEN 6744 art. 6.1):

  Bij het bepalen van de zakking moeten die grondlagen in beschouwing
  zijn genomen, waarbij de toename van de verticale effectieve spanning
  groter is dan 20% van de oorspronkelijke verticale effectieve
  spanning.
  In formule: dSvd(z) > 0.20 * Svod(z)
  waarin:

$$\text{dSvd(z)} = \text{dSvd0} * \left[1 - \frac{1}{\left(\frac{0.5 * \text{dpoer}}{z} \right)^{1.5}} \right]$$

  Afname van de toename van de verticale effectieve spanning onder de fundatie-poer als functie van de diepte z

Svod(z) = sg * (z + Dpoer + hpoer) Idem, voor de oorspronkelijke verticale effectieve spanning.

De effectieve zettingsdiepte is de totale hoogte/diepte van de grondlagen onder de poer, dat volgens bovenstaande definitie in beschouwing moet zijn genomen bij de berekening van de zettingen.

De effectieve zettingsdiepte wordt door middel van een iteratieve nulpuntsbepaling bepaald waarbij moet gelden:

dSvd(zeff) = 0.20 * Svod(zeff) geeft: zeff = 0.261 m

- Bepaling van de resulterende effectieve zetting (NEN 6744 hfdst.6):

De resulterende effectieve zetting kan uiteindelijk worden bepaald door integratie van de samendrukking van de grond onder de poer tot aan de effectieve zettingsdiepte m.b.v. de formule van Terzaghi.

- Berekening van de primaire zetting (art. 6.2):

$$weff1 = \frac{Cceff}{1 + eporie} * \int_0^{zeff} \ln\left(\frac{Svod(z) + dSvd(z)}{Svod(z)}\right) dz =$$

$$= \frac{0.006}{1 + 0.6} * \int_0^{0.261} \ln\left(\frac{Svod(z) + dSvd(z)}{Svod(z)}\right) dz = 0.001 \text{ m}$$

- Berekening van de secundaire zetting over 15 jaar (art. 6.3):

$$weff2 = Cinfe * zeff * \log\left(\frac{15*365}{1}\right) = 0.000 * 0.261 * 3.738 = 0.000 \text{ m}$$

- Totaal (art. 6.1): weff = weff1 + weff2 = 0.001 + 0.000 = 0.001 m

Controle van de resulterende effectieve zetting:

Volgens NEN 6740 art. 5.2.2.1 mag de zetting niet groter zijn dan 0.15 m. In diverse gemeenten wordt ook (nog) wel gewerkt met een toelaatbare zetting van 0.10 meter. Mede daarom en omdat uitgegaan is van een gedraineerde toestand, wordt in CASTA/Kassenbouw ook gerekend met een toelaatbare zetting van 0.10 m. Er wordt als het ware een veiligheidsfactor 1.5 op NEN 6740 art. 5.2.2.1 gelegd, met name voor een niet-volledig gedraineerde toestand van de grond.

wtoel = 0.100 m

Controle zetting: 0.001 m < 0.100 m, dus: voldoet.

Conclusie:
- De op "druk" belaste poeren BPRD600*610 mm voldoen
  bij B.C.8: d1) Dead Load + Services + Psi_Snow + Seismic

5.15.14 Controle van de ZEUS 120x120x1000ZW (R8+M10)

a) Bepaling van de belastingen per paal in rekentoestand:

$$Vb = Fvk + \frac{2 * Fhk^* (h + fh - fhp + vok)}{v} - 2 * \frac{Tpoer}{v}$$

$$= 8225 + \frac{2 * 1103 * (4000+300-300 +150)}{4000} - 2 * \frac{784\ E3}{4000} = 10121 \quad N$$

- Verticale belasting per paal (neerwaarts = +) Nd = Vb = 10121 N
  Inclusief gewicht kolom: NEd = Vb + g.eg*Fegk' = 10121 + 1.00*266 = 10388 N

- Maatgevend moment in de paal, ter plaatse van de koppelbalkaansluiting:
  Mp1 = Myok (zie controleberekening onderliggende koppelbalk) Mp1 = 385 Nm
  Dit is een veilige aanname van het maximale moment in de paal waarbij
  het gunstige effect op de momenten verdeling bij een relatief laag
  gepositioneerde koppelbalk is genegeerd.

- Maatgevend moment in de paal, ter plaatse van de poeraansluiting:
  Mp2 = Fhk * (fh + Dpoer - vok) - Mp1
  = 1103 * (0.300 + 0.300 - 0.150) - 385 = 111 Nm
  Md = MAX(|Mp1|, |Mp2|) = MAX(|385 |, |111 |) = 385 Nm
- Belasting op het anker (ideële belasting):
  Fi = Fhk = 1103 N (neerwaarts gesteund; anker alleen horizontaal belast)

b) Doorsnedecontrole van de paal met behulp van het Mu-Nu diagram:

Bij het invullen van de gegeven normaalkracht NEd = 10388 N in het Mu-Nu diagram wordt de momentencapaciteit Mcap verkregen door rechtlijnige interpolatie tussen de punten waar NEd ligt. Mcap = 3992 Nm

d) Controle van de betonpaalcapaciteit:

- Moment: Md = 385 Nm < Mcap = 3992 Nm, dus: voldoet.
- Dwarskracht: Fhk = 1103 N < Vp = 9504 N, dus: voldoet.
- Anker: Fi = 1103 N < Fa = 22265 N, dus: voldoet.
- Uittrekkracht: Niet ter zake.

Conclusie:
- De op "druk" belaste palen ZEUS 120x120x1000ZW (R8+M10) voldoen
  bij B.C.8 : d1) Dead Load + Services + Psi_Snow + Seismic

5.16 B.C.9: d3) Dead Load + Services + Psi_Crop + Seismic

5.16.1 Berekening van de verticale belasting per kruisschoorvak-kolom:

a) Berekening van de normaalkracht (N) in de kolommen (trek = +):

Berekening van de verticale belasting per kolom (neerwaarts = +):
In gebruikstoestand:
- Eigen gewicht dek (1.00 * 32)= 32 N/m²
- Gewasbelasting (1.00 * 0) = 0 N/m²
- Installaties (1.00 * 70) = 70 N/m²
Totaal : 102 N/m²
- Neerwaartse belasting per kolom = 102 * 9.60 * 4.00 = 3917 N
- Eigen gewicht van de goot = 1 * (1.00 * 34) * 4.00 = 136 N
- Eigen gewicht van het spant = (1.00 * 920) = 920 N
- Transportlast = 0.00 * max(1250 , 1000) + 1.00 * 0 = 0 N
Totaal = 4973 N
- Windbelasting: 0 N

In gebruikstoestand: Fvk' = -N' = 4973 N

In rekentoestand:
- Eigen gewicht dek (1.00 * 32)= 32 N/m²
- Gewasbelasting (1.00 * 0) = 0 N/m²
- Installaties (1.00 * 70) = 70 N/m²
Totaal : 102 N/m²
- Neerwaartse belasting per kolom = 102 * 9.60 * 4.00 = 3917 N
- Eigen gewicht van de goot = 1 * (1.00 * 34) * 4.00 = 136 N
- Eigen gewicht van het spant = (1.00 * 920) = 920 N
- Transportlast = 0.00 * max(1250 , 1000) + 1.00 * 0 = 0 N
Totaal = 4973 N
- Windbelasting: 0 N

In rekentoestand: Fvk = -N = 4973 N

b) Aanpendelende verticale belasting per kruisschoorvak-kolom:
- De totale aanpendelende verticale belasting per kolommenrij (Vtot) is:
  - Vtot = 44.0 /4.00 * (4973 -0) + 0 = 54701 N
- Deze belasting mag over alle effectieve kruisschoorvak-kolommen verdeeld worden. Dankzij de aanwezigheid van bovenliggende koppelbalken zijn beide kolommen van de kruisschoorvakken effectief:
  - Vz = 54701 / (2 * 2) = 13675 N

5.16.2 Berekening van de horizontale belasting per kruisschoorvak-kolom:

a) Aanpendelende verticale belasting per kruisschoorvak-kolom t.g.v. initiële scheefstand:
- Kolommen: psi = 1/267 (zie EN 1993-1-1)
- Spanten : psi = 1/200 (zie EN 1993-1-1)
- Fh,scheefstand = (1/267 + 1/200) * |54701 | = 479 N

5.16.2.1 Seismische loads:

Fag = Sd * fs * Vtot = 0.0500 * 0.80 * 54701 = 2188 N
Fag' = Sd * fs'* Vtot = 0.0500 * 0.00 * 54701 = 0 N

Fhtot = Fh,scheefstand + Fag = 479 + 2188 = 2667 N
Fhtot' = Fh,scheefstand' + Fag' = 479 + 0 = 479 N
Sd(9) = F4/Vtot = 0 / 54701 = 0.050 x g m/s²

De totale horizontale kracht per kolommenrij in gootrichting bedraagt:
- Fh,tot = Fhtot = 2667 N
Voor iedere kolom, die deel uitmaakt van een kruisschoorvak, geldt:
- Fhk = 2667 / (2 * 2) = 667 N
In gebruikstoestand: (fCdim = CsCd'/CsCd = 0.66 /0.72 = 0.92)
- Fhk' = 479 / (2 * 2) = 120 N

5.16.3 Berekening van het effect van de rotatie-veerstijfheid van de fundering:

Uitgaande van een momentvaste koppelbalk-fundering-aansluiting en van een "scharnier" ter plaatse van de onderkant van de poeren, kan de rotatie van de beide poeren worden berekend (in rekentoestand):

$$\text{- phip0} = \frac{Fhk * hfok * v}{6 * E * Ixok} = \frac{667 * 1060 * 4000}{6 * 2.1E5 * 62E4} = 3.60 \text{ E-3 rad}$$

met: hfok = fhp + Dpoer + hpoer - vok = 300 + 300 + 610 - 150 = 1060 mm

Resulterende hoekverdraaiing van de poeren (in rekentoestand):

- phip = phip0 * rpoer = 3.60 E-3 * 0.329 = 1.18 E-3 rad

Resulterend moment, vanuit de grond, geleverd door de poeren:

- Tpoer = kpoer * phip = 400 E6 * 1.18 E-3 = 474 E3 Nmm
In gebruikstoestand:
- Tpoer' = Tpoer * Fhk' / Fhk = 474 E3 * 120 / 667 = 85 E3 Nmm

5.16.4 Bepaling van het knikgedrag van de kruisschoorvak-kolommen:

Bij de bepaling van het knikgedrag van de kruisschoorvak-kolommen wordt de maatgevende (op druk belaste) kolom geschematiseerd tot een kolom met een lengte gelijk aan de schoorverlaging (vs), verend ingeklemd in het onderstuk van de kolom. Er wordt direkt rekening gehouden met de belastingconfiguratie. De invloed van de aanpendelende belasting op de stabiliteit van de kruis-schoorvakken komt dan tot uiting in een grotere kniklengte (zie IBBC-TNO rapport BI-87-20/63.4.3360, artikel 6.3.1.1).

Omdat bij de berekening van de kniklengte van het bovenstuk direct rekening wordt gehouden met de aanpendelende belasting (Vz) is de rotatie-veerstijfheid van de verende inklemming mede afhankelijk van de grootte van de normaalkracht in het onderstuk van de kolom. Aangezien de normaalkracht in het onderstuk van de kolom op het moment van Eulerse instabiliteit niet bekend is, is een iteratie-procedure noodzakelijk. Ter controle worden de berekeningsresultaten van de laatste iteratie gegeven.

a) 1e-orde krachtsverdeling, uitsluitend t.b.v. de knikberekening:

Normaalkracht in het bovenstuk van de kolom (Nkb):
(De grootte van de in rekening te brengen aanpendelende belasting hangt af van de lengte van de staven, waarop de aanpendelende belasting werkt):

$$\text{- Nkb} = 4973 + \frac{715}{4000 + 300 - 300} * (13675 - 4973) = 6528 \text{ N}$$

Maatgevende normaalkracht in het onderstuk van de kolom (Nko):
(Dankzij de aanwezigheid van de bovenliggende koppelbalken zijn beide kolommen van de kruisschoorvakken effectief en mag hier de gemiddelde normaalkracht van beide kolommen in rekening worden gebracht):

$$\text{- Nko} = 4973 + 667 * \frac{4000 + 300 - 300 + 150}{4000} = 5664 \text{ N}$$

b) Controle van de laatste iteratie van de knikberekening:

De iteratief berekende belasting-vermenigvuldigingsfactor, waarbij instabiliteit van het bovenstuk optreedt, bedraagt:

- nzkb = 6.3815

Op dat moment is de normaalkracht in het onderstuk van de kolom, groot:

- Nko = 6.382 * 5664   = 36148   N

De rotatie-veerstijfheid, waarmee het bovenstuk van de kolom verend is verbonden met het onderstuk, kan (zonder rekening te houden met de invloed van de belastingconfiguratie) als volgt berekend worden:

$$- cr = \frac{3 * E * Izk}{(h + fh - fhp - vs)} = \frac{3 * 2.1E5 * 37E4}{(4000 + 300 - 300 - 715)} = 70 \quad E6\ Nmm/rad$$

T.g.v. de normaalkracht in het onderstuk van de kolom nemen de vervormingen toe met de Eulerse vergrotingsfactor n/n-1 en neemt de rotatie-veerstijfheid overeenkomstig af:

$$- n = \frac{pi^2 * E * Izk}{(h+fh-fhp-vs)^2 * Nko} = \frac{pi^2 * 2.1E5 * 37E4}{(3285)^2 * 36148} = 1.94$$

- n/n-1 = 2.06

- cr-E = 70 E6 / 2.06 = 34 E6 Nmm/rad

Met behulp van tabel 6 van NEN 3851 (TGB-1972-Staal) kan nu de fictieve kniklengte van het bovenstuk van de kolom bepaald worden:

$$- rho = \frac{cr\text{-}E * vs}{E * Izk} = \frac{34E6 * 715}{2.1E5 * 37E4} = 0.317$$

$$- lk = vs * (4 + \frac{10}{rho})^{0.5} = 715 * (4 + \frac{10}{0.317})^{0.5} = 4264\ mm$$

Hiermee kan de kniklengte van het bovenstuk van de kolom bepaald worden:

$$- FEzkb = \frac{pi^2 * E * Izk}{lk^2} = \frac{pi^2 * 2.1E5 * 37E4}{(4264)^2} = 41661\ N$$

$$- nzkb = \frac{41661}{6528} = 6.3815$$

Deze waarde van nzkb komt voldoende nauwkeurig overeen met de aanvangswaarde.

c) Kniklengten, slankheden en knikcoëfficiënten:

- Bovenstuk van de kolom:
  - In gootrichting:
    - De kniklengte in gootrichting kan berekend worden door rekening te houden met de werkelijke normaalkracht in het bovenstuk van de kolom:

$$lkzkb = \left(\frac{pi^2 * E * Izk}{nzkb * Fvk}\right)^{0.5} = \left(\frac{pi^2 * 2.1E5 * 37E4}{6.38 * 4973}\right)^{0.5} = 4886 \text{ mm}$$

      (N.B.: lkzkb / (h + fh - fhp)= 4886 / (4000 + 300 - 300) = 1.22)

    - Slankheid: lambda-zkb = lkzkb / izk = 4886 / 20.8 = 235
      - Chikb.z = min(0.132 , 1.0) = 0.132

  - In spantrichting:
    - De kniklengte in spantrichting kan bij goede benadering berekend worden met de formule (voor Venlo-warenhuis):

      lkyk = 2.10 * (4000 + 300 - 300 - 80 - 438) = 7313 mm
      (N.B.: kheff = effectieve kolomhoogte = 4.0 - 0.08 - 0.44 = 3.48 m)

    - Slankheid: lambda-yk = lkyk / iyk = 7313 / 35.7 = 205
      - Chik.y = min(0.169 , 1.0) = 0.169

- Onderstuk van de kolom:
  - In gootrichting:
    - Kniklengte: lkzko = h+fh-fhp-vs = 4000 + 300 - 300 - 715 = 3285 mm

$$FEzko = \frac{pi^2 * E * Izk}{lkzko^2} = \frac{pi^2 * 2.1E5 * 37E4}{(3285)^2} = 70204 \text{ N}$$

    - Slankheid: lambda-zko = lkzko / izk = 3285 / 20.8 = 158
    - Chiko.z = min(0.261 , 1.0) = 0.261

  - In spantrichting: Zie bovenstuk van de kolom.

5.16.5 Controle van het ongeschoorde bovenstuk van de kolommen

a) Berekening van de maatgevende krachten in het ongeschoorde bovenstuk:

Juist boven het aangrijpingspunt van de schoren op de kolommen, gelden de
volgende maatgevende krachten in de op druk belaste kolom(men):

- Normaalkracht : Nkb = -4973 N

- Moment   : Mzkb = 667   * 715 = 477 E3 Nmm

(T.g.v. de aanwezigheid van de bovenliggende koppelbalken zijn beide
 kolommen van de kruisschoorvakken effectief)

b) Controle op sterkte en stabiliteit van het ongeschoorde bovenstuk volgens EC3:
   Hierbij komt de z-as overeen met de y-as (en y-as = x-as) bij NEN6770.

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} + \frac{|Mz.Ed|}{Mz.c.Rd} = \frac{|-4973|}{229893} + \frac{|477|}{3961} = 0.142$$

  controle: 0.142 < 1.00, dus de sterkte voldoet.
- Maximale spanning:

$$Sigma: \frac{|NEd|}{A} + \frac{|Mz.Ed|}{Wpl.z} = \frac{|-4973|}{848.5} + \frac{|477|}{16.632} = 34.5 \ N/mm^2$$

  UCspanning = Sigma/fy = 34.5   /235.0   = 0.147

  controle: 0.147 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (2.51 - 0.2)*(|-4973 |/(0.132 *229893 /1.0)) = 1.24
  Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-4973 |/(0.132 *229893 /1.0)) = 1.02
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(1.24   , 1.02   ) = 1.02
  Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.61

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-4973 |/(0.132 *229893 /1.0)+1.02 *|476.7 |/(1.00*3961.1 /1.0)
           = 0.164 + 0.123 = 0.287
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-4973 |/(0.169 *229893 /1.0)+0.61 *|476.7 |/(1.00*3961.1 /1.0)
           = 0.128 + 0.074 = 0.201

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.287 , 0.201) = 0.287

  controle: 0.287 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

5.16.6 Controle van het geschoorde onderstuk van de kolommen

a) Berekening van de maatgevende krachten in het geschoorde onderstuk:

Juist onder het aangrijpingspunt van de schoren op de kolommen, gelden de
volgende maatgevende krachten in de op druk belaste kolom(men) (druk is negatief):

- Normaalkracht : NEd = -(4973   + 2 * 667   * (4000 + 300 - 300 + 150) / 4000) = -6356   N

- Moment   : Mzko = max (0.85 * 1.19 * 477   E3, 477   E3) = 480   E3 Nmm

b) Controle op sterkte en stabiliteit van het ongeschoorde bovenstuk volgens EC3:
   Hierbij komt de z-as overeen met de y-as (en y-as = x-as) bij NEN6770.

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} + \frac{|Mz.Ed|}{Mz.c.Rd} = \frac{|-6356|}{229893} + \frac{|480|}{3961} = 0.149$$

  controle: 0.149 < 1.00, dus de sterkte voldoet.
- Maximale spanning:

$$Sigma: \frac{|NEd|}{A} + \frac{|Mz.Ed|}{Wpl.z} = \frac{|-6356|}{848.5} + \frac{|480|}{16.632} = 36.4 \ N/mm^2$$

  UCspanning = Sigma/fy = 36.4   /235.0   = 0.155

  controle: 0.155 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.60 (het profiel is geschoord).
  M1 = 480.46   , M2 = 0.00   , Ms = 240.23   , Mkip = 0.00   , gelijkmatig verdeeld belast.
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.60 * (1.0 + (1.69 - 0.2)*(|-6356 |/(0.261 *229893 /1.0)) = 0.69
  Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.60 * (1.0 + 0.8*(|-6356 |/(0.261 *229893 /1.0)) = 0.65
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.69   , 0.65   ) = 0.65
  Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.39

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-6356 |/(0.261 *229893 /1.0)+0.65 *|480.5 |/(1.00*3961.1 /1.0)
           = 0.106 + 0.079 = 0.185
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-6356 |/(0.169 *229893 /1.0)+0.39 *|480.5 |/(1.00*3961.1 /1.0)
           = 0.164 + 0.047 = 0.211

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.185 , 0.211) = 0.211

  controle: 0.211 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie:
- Kolom (RHBK100*50*3.0 mm) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.9 : d3) Dead Load + Services + Psi_Crop + Seismic

5.16.7 Controle van de op druk belaste bovenliggende koppelbalken.

Uit evenwichtsbeschouwingen van de kruisschoorvakken kan de normaalkracht in
de op druk belaste bovenliggende koppelbalken worden afgeleid:

$$- Nbk = -Fhk * \frac{h + fh - fhp}{h + fh - fhp - vs} = -667 * \frac{4000}{3285} = -812 \quad N$$

- $Mz.Ed = feg * 1/8 * q * l^2 = 1.00 * 1/8 * 29.874\ E\text{-}3 * 4.000^2 = 59.749\ E3$

De controle verloopt volgens EC3:
Hierbij komt de z-as overeen met de y-as (en y-as = x-as) bij NEN6770.

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} + \frac{|My.Ed|}{My.c.Rd} = \frac{|-812|}{102986} + \frac{|60|}{1577} = 0.046$$

  controle: 0.046 < 1.00, dus de sterkte voldoet.
- Maximale spanning:

$$Sigma: \frac{|NEd|}{A} + \frac{|My.Ed|}{Wpl.y} = \frac{|-812|}{380.6} + \frac{|60|}{6.830} = 10.9 \quad N/mm^2$$

  UCspanning = Sigma/fy = 10.9 /235.0 = 0.046

  controle: 0.046 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.95 (het profiel is geschoord).
  M1 = 0.00 , M2 = 0.00 , Ms = 59.75 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
  = 0.95 * (1.0 + (2.18 - 0.2)*(|-812 |/(0.169 *102986 /1.0)) = 1.04
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
  = 0.95 * (1.0 + 0.8*(|-812 |/(0.169 *102986 /1.0)) = 0.99
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(1.04 , 0.99) = 0.99
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.59

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
  = |-812 |/(0.169 *102986 /1.0)+0.99 *|59.7 |/(1.00*1576.6 /1.0)
  = 0.047 + 0.037 = 0.084
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
  = |-812 |/(0.169 *102986 /1.0)+0.59 *|59.7 |/(1.00*1576.6 /1.0)
  = 0.047 + 0.022 = 0.069

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.084 , 0.069) = 0.084

  controle: 0.084 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie:
- Bovenliggende koppelbalken (RHBK50*50*2.0 mm) voldoen
  bij B.C.9 : d3) Dead Load + Services + Psi_Crop + Seismic

5.16.8 Controle van de op trek belaste schoren

a) Berekening van de maatgevende trekkracht in de schoren:

Uit evenwichtsbeschouwingen van de kruisschoorvakken kan de normaalkracht in
de op trek belaste schoren worden uitgerekend:

$$- Ns = 2 * Fhk * \frac{h+fh-fhp+vok}{v} * \frac{ls}{h+fh-fhp-vs+vok} * gamma.seismic =$$

$$= 2 * 667 * \frac{4000 + 300 - 300 + 150}{4000} * \frac{5272}{3435} * 1.30 = 2760 \quad N$$

(N.B.: ls = lengte schoor = $(3435^2 + 4000^2)1/2 = 5272$ mm)

b) Controle van de sterkte van de op trek belaste schoren volgens EC3:
Hierbij komt de z-as overeen met de y-as (en y-as = x-as) bij NEN6770.

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} = \frac{| 2760 |}{26578} = 0.104$$

controle: 0.104 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
Profiel alleen op trek belast, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie:
- Schoren (RD12.0 mm) voldoen qua sterkte
bij B.C.9 : d3) Dead Load + Services + Psi_Crop + Seismic

Voor verdere controle van de schoorverbindingen, alsmede voor de controle van
andere profieltypen en andere verbindingstypen, wordt verwezen naar EN 1993-1-8.

5.16.9 Controle van de onderliggende koppelbalken

a) Berekening van de maatgevende krachten in de onderliggende koppelbalken:
De onderliggende koppelbalken worden niet alleen belast op een drukkracht (negatief), de verbindingen tussen koppelbalken en poeren moeten ook het "overturning" moment van de poeren op nemen:

- Normaalkracht : Nok = -Fhk * (1 + vs / (h+fh-fhp-vs))
= -667 * (1 + 715 / 3285) = -812 N

- Moment : Myok = Fhk * hfok - Tpoer
= 667 * 1060 - 474 E3 = 233 E3 Nmm

b) Controle van de sterkte/stabiliteit van de onderliggende koppelbalken volgens EC3:
Hierbij komt de z-as overeen met de y-as (en y-as = x-as) bij NEN6770.

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} + \frac{|My.Ed|}{My.c.Rd} = \frac{|-812|}{201532} + \frac{|233|}{4315} = 0.058$$

controle: 0.058 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Maximale spanning:

$$Sigma: \frac{|NEd|}{A} + \frac{|My.Ed|}{Wpl.y} = \frac{|-812|}{728.5} + \frac{|233|}{19.160} = 13.3 \ N/mm^2$$

UCspanning = Sigma/fy = 13.3 /235.0 = 0.056

controle: 0.056 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.40 (het profiel is geschoord).
M1 = 232.82 , M2 = -232.82 , Ms = 0.00 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
Interactiefactoren volgens bijlage B:
Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
= 0.40 * (1.0 + (1.46 - 0.2)*(|-812 |/(0.329 *201532 /1.0)) = 0.41
Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
= 0.40 * (1.0 + 0.8*(|-812 |/(0.329 *201532 /1.0)) = 0.40
Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(0.41 , 0.40) = 0.40
Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.24

UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
= |-812 |/(0.329 *201532 /1.0)+0.40 *|232.8 |/(1.00*4314.6 /1.0)
= 0.012 + 0.022 = 0.034
UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
= |-812 |/(0.180 *201532 /1.0)+0.24 *|232.8 |/(1.00*4314.6 /1.0)
= 0.022 + 0.013 = 0.035

Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.034 , 0.035) = 0.035

controle: 0.035 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

c) Berekening van de horizontale verplaatsing van de onderliggende koppelbalk:
De 1e-orde horizontale verplaatsing van de onderliggende koppelbalken
in rekentoestand kan als volgt berekend worden:

$$\text{- u1-ok} = \text{rpoer} * \frac{(\text{Fhkz'-Fag'})*(\text{hfok'})^2*\text{v}}{6*\text{E}*\text{Iyok}} =$$

$$= 0.329 * \frac{(667 - 2188)*(650)^2*4000}{6 * 2.1\text{E}5 * 62\text{E}4} = 0.08 \text{ mm}$$

waarin: hfok' = afstand vanaf de onderliggende koppelbalk tot 200 mm onder
de bovenkant van de poer
= fhp + Dpoer + 200 - vok = 300 + 300 + 200 - 150 = 650 mm

De 2e-orde horizontale verplaatsing van de onderliggende koppelbalken
in gebruikstoestand kan benaderd worden met de formule:

$$\text{- u2-ok'} = \frac{\text{nyok'}}{\text{nyok'-1}} * \text{u1-ok} * \frac{\text{Fhk'}}{\text{Fhk}} * \frac{\text{fhp+dpoer+200}}{\text{hfok'}} \quad \text{met: nyok'} = \text{nyok} * \frac{\text{Fhk}}{\text{Fhk'}}$$

Deze benadering is conservatief, omdat de (overigens zeer geringe) gunstige
werking van de opwaartse windzuiging gereduceerd wordt met Fhk'/Fhk.

- Vergrotingsfactor: - nyok' = 99.56 * 667 / 120 = 554.69
- nyok'/nyok'-1 = 1.00

Invullen van de bekende gegevens resulteert in een verplaatsing, groot:

$$\text{- u2-ok'} = 1.00 * 0.08 * \frac{479}{2667} * \frac{300 + 300 + 200}{650} = 0.10 \text{ mm}$$

d) Controle van de horizontale verplaatsing van de onderliggende koppelbalk:
In artikel 11.1 staat, dat de toelaatbare horizontale
verplaatsing van de betonfundering op het niveau, waarop de draag-
constructie is gemonteerd, maximaal 5 mm mag bedragen.

- controle: 0.1 mm < 5.0 mm, dus: stijfheid voldoet.

Conclusie:
- Onderliggende koppelbalken (RHBK80*50*3.0 mm) voldoen
bij B.C.9 : d3) Dead Load + Services + Psi_Crop + Seismic

5.16.10 Controle van de toegestane verplaatsing in gootrichting

a) 1e-orde verlengingen en verplaatsingen (in rekentoestand) (excl. fundering)

- Verlenging van de op trek belaste schoor:

$$\text{delta-s} = \frac{Ns * ls}{E * As} = \frac{2760 * 5272}{2.1E5 * 113.1} = 0.61 \text{ mm}$$

- Verkorting van het onderstuk van de op druk belaste kolom:

$$\text{delta-ko} = \frac{Nko * (h+fh-fhp-vs)}{E * Ak} = \frac{6356 * 3285}{2.1E5 * 849} = 0.12 \text{ mm}$$

- Verkorting van de op druk belaste bovenliggende koppelbalken:

$$\text{delta-bk} = \frac{Nbk * v}{E * Abk} = \frac{812 * 4000}{2.1E5 * 381} = 0.04 \text{ mm}$$

- 1e-orde horizontale verplaatsing van het aangrijpingspunt van de schoren op de kolommen (m.b.v. Williot-diagram):

$$\text{u-schoor} = \frac{ls}{v} * \text{delta-s} + \frac{h+fh-fhp-vs+vok}{v} * \text{delta-ko} + \text{delta-bk}$$

Invullen geeft:

$$\text{u-schoor} = \frac{5272}{4000} * 0.61 + \frac{3435}{4000} * 0.12 + 0.04 = 0.95 \text{ mm}$$

- 1e-orde horizontale verplaatsing in gootrichting:

$$\text{u1-goot} = \frac{h+fh-fhp+vok}{h+fh-fhp-vs+vok} * \text{u-schoor} + \frac{Fhk*vs*(h+fh-fhp-vs)}{3 * E * Izk} * vs + \frac{Fhk * (vs)^3}{3 * E * Izk}$$

(Dankzij de bovenliggende koppelbalken zijn beide kolommen van de kruisschoorvakken effectief.)

Invullen geeft:

$$\text{u1-goot} = \frac{4000+300-300+150}{3435} * 0.95 + \frac{667}{3 * 2.1E5 * 37E4} * 715 + \frac{667 * (715)3}{3 * 2.1E5 * 37E4} = 1.15 + 4.86 + 1.06 = 7.07 \text{ mm}$$

b) 2e-orde horizontale verplaatsing in gootrichting in gebruikstoestand:

De 2e-orde horizontale verplaatsing in gootrichting in gebruikstoestand kan
met de volgende formule worden benaderd (incl. verplaatsing fundering):

$$u2\text{-}goot' = \frac{nzkb'}{nzkb'-1} * u1\text{-}goot * \frac{Fhk'}{Fhk} + u2\text{-}ok' \quad met: nzkb' = nzkb * \frac{Fhk}{Fhk'}$$

waarin: u2-ok' = horizontale verplaatsing fundering = 0.10 mm (zie 5*.9)

Deze benadering is conservatief, omdat de (overigens zeer geringe) gunstige
werking van de opwaartse windzuiging gereduceerd wordt met Fhk'/Fhk.

- Vergrotingsfactor: - nzkb = 6.38 (zie 5*.4)
  - nzkb' = 6.38 * 667 / 120 = 35.55
  - nzkb'/nzkb'-1 = 1.03

Invullen van de bekende gegevens resulteert in een verplaatsing, groot:

$$u2\text{-}goot' = 1.03 * 7.07 * \frac{120}{667} + 0.10 = 1.41 \ mm$$

c) Berekening van de toelaatbare horizontale verplaatsing in gootrichting:

1) in relatie tot de kolomhoogte, vervormingen van de kopgevelkolom:

   Volgens de Europese norm EN13031-1, artikel 10.2.3.1 geldt voor dragende
   constructieonderdelen van kassen met een glasomhulling een doorbuigings-
   eis van maximaal L/150 met een grenswaarde van 30 mm. Rekening houdend
   met de vervorminglijn van de kopgevelgootkolom (scharnierend
   bij de fundatie en ingeklemd bij de goot) zijn de volgende
   vergelijking op te stellen:

   - Maximale verplaatsing utoel-a = 2 * h / 150 = 2 * 4000 / 150 = 53.3 mm
   - Absolute grenswaarde umax = 2 * 30 mm = 60.0 mm

2) rekening houdend met de ruitafmetingen :
   - Vereiste min. speling bovenkant ruit : Sn = 7.5 mm
   - Vereiste min. speling zijkant ruit : Sr = 2.0 mm
   - Lengte van de hele dekruiten : Lr = 2015.0 mm
   - Ruitbreedte in de middenvelden : Br = 1125.0 mm

   - toelaatbare verplaatsing 1e kolommenrij achter de zijgevel:

$$Ut1a = (Sr + Sn * \frac{Lr}{Bs}) * \frac{nkap * kap/\cos(a)}{Lr}$$

$$= (2.0 + 7.5 * \frac{2015.0}{1125.0}) * \frac{1 * 9600/\cos(27.0)}{2015.0} = 82.5 \ mm$$

     Utoel-b = Ut1a = 82.5 mm

3) maatgevend :
   Bij een controle op seismische belastingen zijn de eisen op vervormingen
   niet relevant. Om te voorkomen dat de uitkomsten toch maatgevend zijn wordt
   een hoge bovengrens geïntroduceerd:

   - utoel = 2 * ph / 50 = 2 * 4000 / 50 = 160.0 mm

d) Controle van de toegestane horizontale verplaatsing in gootrichting:

- Stijfheid:
  controle: 1.4 mm < 160.0 mm, dus: stijfheid voldoet.

Conclusie:
- Kolommen (RHBK100*50*3.0 mm) voldoen qua stijfheid
  bij B.C.9 : d3) Dead Load + Services + Psi_Crop + Seismic

5.16.11 Controle van de op "trek" belaste poer:

a) Berekening van de verticale belasting in de op "trek" belaste poer (in gebruikstoestand):

- Verticale belasting in de op "trek" belaste poer (neerwaarts = +)

$$\text{- Va' = Fvk'- } \frac{2 * Fhk'* (h + fh - fhp + vok)}{v} + 2 * \frac{Tpoer'}{v}$$

$$= 4973 - \frac{2 * 120 * (4000+300-300+150)}{4000} + 2 * \frac{85\ E3}{4000} = 4767 \text{ N.}$$

- Verticale belasting per kolom (neerwaarts = +)	: Va' =	4767 N
- Eigen gewicht van de kolom (1.00 * 266)	: Fegk' =	266 N
- Eigen gewicht paal, poer en grond (1.00 * 5796)	: Gfund =	5796 N
		+
- Vert. belasting per poer: Fvp = Va'+ Fegk'+ Gfund	Fvp =	10563 N

Aangezien de totale verticale belasting per poer positief is, is sprake van een neerwaartse belasting op de ondergrond.

b) Berekening van het maatgevend kantelmoment ten gevolge van de belastingen:

- Horizontaal: Mhp = Tpoer'	=	85 Nm
- Verticaal : Mvp = |Fvp| * 0.5 * B		
= |10563 | * 0.5 * 0.532	=	2808 Nm
		+
- Kantelmoment per poer: Mp = Mhp + Mvp	Mp =	2893 Nm

Bij een opwaarts bezwijkmodel (OBM) geldt:

- Kantelmoment per poer: Mp = Mhp - Mvp	Mp =	-2723 Nm

c) Controle van de kantelstabiliteit (neerwaartse belasting):

- Momentenevenwicht bij een neerwaarts bezwijkmodel (NBM):
  - controle : 2893 Nm < 26633 Nm, dus: voldoet. (maatgevend)

- Momentenevenwicht bij een opwaarts bezwijkmodel (OBM):
  - controle : -2723 Nm < 2578 Nm, dus: voldoet.

- Verticaal evenwicht:
  - controle :\| 10563 N \|< 90115 N, dus: voldoet.

- Horizontaal evenwicht:
  - controle : 120 N < 5093 N, dus: voldoet.

Conclusie:
- De op "trek" belaste poeren BPRD600*610 mm voldoen
  bij B.C.9: d3) Dead Load + Services + Psi_Crop + Seismic

5.16.12 Controle van de ZEUS 120x120x1000ZW (R8+M10)

a) Bepaling van de belastingen per paal in rekentoestand:

$$Va = Fvk - \frac{2 * Fhk^* (h + fh - fhp + vok)}{v} + 2 * \frac{Tpoer}{v}$$

$$= 4973 - \frac{2 * 667 * (4000+300-300+150)}{4000} + 2 * \frac{474\ E3}{4000} = 3826\ N.$$

- Verticale belasting per paal (neerwaarts = +) Nd = Va = 3826 N
  Inclusief gewicht kolom: NEd = Va + g.eg*Fegk' = 3826 + 1.00*266 = 4093 N

- Maatgevend moment in de paal, ter plaatse van de koppelbalkaansluiting:
  Mp1 = Myok (zie controleberekening onderliggende koppelbalk) Mp1 = 233 Nm
  Dit is een veilige aanname van het maximale moment in de paal waarbij
  het gunstige effect op de momenten verdeling bij een relatief laag
  gepositioneerde koppelbalk is genegeerd.

- Maatgevend moment in de paal, ter plaatse van de poeraansluiting:
  Mp2 = Fhk * (fh + Dpoer - vok) - Mp1
  = 667 * (0.300 + 0.300 - 0.150) - 233 = 67 Nm
  Md = MAX(|Mp1|, |Mp2|) = MAX(|233 |, |67 |) = 233 Nm
- Belasting op het anker (ideële belasting):
  Fi = Fhk = 667 N (neerwaarts gesteund; anker alleen horizontaal belast)

b) Doorsnedecontrole van de paal met behulp van het Mu-Nu diagram:

Bij het invullen van de gegeven normaalkracht NEd = 4093 N in het Mu-Nu
diagram wordt de momentencapaciteit Mcap verkregen door rechtlijnige
interpolatie tussen de punten waar NEd ligt. Mcap = 3829 Nm

d) Controle van de betonpaalcapaciteit:

- Moment: Md = 233 Nm < Mcap = 3829 Nm, dus: voldoet.
- Dwarskracht: Fhk = 667 N < Vp = 9504 N, dus: voldoet.
- Anker: Fi = 667 N < Fa = 22265 N, dus: voldoet.
- Uittrekkracht: Niet ter zake.

Conclusie:
- De op "trek" belaste palen ZEUS 120x120x1000ZW (R8+M10) voldoen
  bij B.C.9 : d3) Dead Load + Services + Psi_Crop + Seismic

5.16.13 Controle van de op "druk" belaste poer:

a) Berekening van de verticale belasting in de op "druk" belaste poer (in gebruikstoestand):

- Verticale belasting in de op "druk" belaste poer (neerwaarts = +)

$$\text{- } Vb' = Fvk' + \frac{2 * Fhk' * (h + fh - fhp + vok)}{v} + 2 * \frac{Tpoer'}{v}$$

$$= 4973 + \frac{2 * 120 * (4000+300-300+150)}{4000} - 2 * \frac{85 \ E3}{4000} = 5179 \ N.$$

- Verticale belasting per kolom (neerwaarts = +)	: Vb' =	5179 N
- Eigen gewicht van de kolom (1.00 * 266)	: Fegk' =	266 N
- Eigen gewicht paal, poer en grond (1.00 * 5796)	: Gfund =	5796 N
		+
- Vert. belasting per poer: Fvp = Vb'+ Fegk'+ Gfund	Fvp =	11241 N

Aangezien de totale verticale belasting per poer positief is, is sprake van een neerwaartse belasting op de ondergrond.

b) Berekening van het maatgevend kantelmoment ten gevolge van de belastingen:

- Horizontaal: Mhp = Tpoer'	=	85 Nm
- Verticaal : Mvp = |Fvp| * 0.5 * B		
= |11241 | * 0.5 * 0.532	=	2989 Nm
		+
- Kantelmoment per poer: Mp = Mhp + Mvp	Mp =	3074 Nm

Bij een opwaarts bezwijkmodel (OBM) geldt:

- Kantelmoment per poer: Mp = Mhp - Mvp	Mp =	-2904 Nm

c) Controle van de kantelstabiliteit (neerwaartse belasting):

- Momentenevenwicht bij een neerwaarts bezwijkmodel (NBM):
  - controle : 3074 Nm < 26633 Nm, dus: voldoet. (maatgevend)

- Momentenevenwicht bij een opwaarts bezwijkmodel (OBM):
  - controle : -2904 Nm < 2578 Nm, dus: voldoet.

- Verticaal evenwicht:
  - controle :\| 11241 N \|< 90115 N, dus: voldoet.

- Horizontaal evenwicht:
  - controle : 120 N < 5093 N, dus: voldoet.

d) Controle van de zettingen:

- Berekening van de momentane (lees: permanente) belastingen:

  - Eigen gewicht dek (1.00 * 32) = 32 N/m²
  - Gewasbelasting (0.20 * 0) = 0 N/m²
  - Installaties (1.00 * 70) = 70 N/m²
  ---------- +
  Totaal : 102 N/m²
  - Neerwaartse belasting per kolom = 102 * 9.60 * 4.00 = 3917 N
  - Eigen gewicht van de goot = 1 * 1.00 * 34 * 4.00 = 136 N
  - Eigen gewicht van het spant = 1.00 * 920 = 920 N
  ---------- +
  Totaal Fsvd1 = 4973 N

  - Fhk'mom = (1/267 + 1/200) * 44.0 / 4.00 * 4973 / (2 * 2) = 120 N

$$\text{- Vb' = Fsvd1 + } \frac{2 * \text{Fhk'mom} * (h + fh - fhp + vok)}{v} - 2 * \frac{\text{Tpoer'}}{v} * \frac{\text{Fhk'mom}}{\text{Fhk'}}$$

$$= 4973 + \frac{2 * 120 * (4000+300-300+150)}{4000} - 2 * \frac{85\ E3 * 120}{4000 * 120} = 5179 \text{ N}$$

  - Verticale belasting per kolom (neerwaarts = +) : Vb' = 5179 N
  - Eigen gewicht paal, poer en grond : Gfund = 5796 N
  ---------- +
  - Vert. belasting per : Fsvd = 10974 N

- Berekening van de effectieve spanningsverhoging onder de poer:

  De resulterende verticale effectieve spanning onder de poer
  t.g.v. de momentane belastingen, bedraagt:

$$\text{Svd0} = \frac{\text{Fsvd}}{\text{Apoer}} = \frac{10974}{\text{pi/4 * 600}^2} = 0.039 \text{ N/mm}^2$$

  De oorspronkelijke verticale effectieve spanning is/was:

$$\text{Svod0} = sg * (Dpoer + hpoer) = 0.0000180 * (300 + 610) = 0.016 \text{ N/mm}^2$$

  De effectieve spanningsverhoging onder de poer, uitgaande van een
  volledig gedraineerde toestand, volgt uit:

$$\text{dSvd0} = \text{Svd0} - \text{Svod0} = 0.039 - 0.016 = 0.022 \text{ N/mm}^2$$

- Berekening van de effectieve zettingsdiepte (NEN 6744 art. 6.1):

  Bij het bepalen van de zakking moeten die grondlagen in beschouwing
  zijn genomen, waarbij de toename van de verticale effectieve spanning
  groter is dan 20% van de oorspronkelijke verticale effectieve
  spanning.
  In formule: dSvd(z) > 0.20 * Svod(z)
  waarin:

$$\text{dSvd(z)} = \text{dSvd0} * \left[1 - \frac{1}{\left(\frac{0.5 * \text{dpoer}}{z} \right)^{1.5}} \right]$$

  Afname van de toename van de verticale effectieve spanning onder de fundatie-poer als functie van de diepte z

Svod(z) = sg * (z + Dpoer + hpoer) Idem, voor de oorspronkelijke verticale effectieve spanning.

De effectieve zettingsdiepte is de totale hoogte/diepte van de grondlagen onder de poer, dat volgens bovenstaande definitie in beschouwing moet zijn genomen bij de berekening van de zettingen.

De effectieve zettingsdiepte wordt door middel van een iteratieve nulpuntsbepaling bepaald waarbij moet gelden:

dSvd(zeff) = 0.20 * Svod(zeff) geeft: zeff = 0.261 m

- Bepaling van de resulterende effectieve zetting (NEN 6744 hfdst.6):

De resulterende effectieve zetting kan uiteindelijk worden bepaald door integratie van de samendrukking van de grond onder de poer tot aan de effectieve zettingsdiepte m.b.v. de formule van Terzaghi.

- Berekening van de primaire zetting (art. 6.2):

$$weff1 = \frac{Cceff}{1 + eporie} * \int_0^{zeff} ln\left(\frac{Svod(z) + dSvd(z)}{Svod(z)}\right) dz =$$

$$= \frac{0.006}{1 + 0.6} * \int_0^{0.261} ln\left(\frac{Svod(z) + dSvd(z)}{Svod(z)}\right) dz = 0.001 \text{ m}$$

- Berekening van de secundaire zetting over 15 jaar (art. 6.3):

$$weff2 = Cinfe * zeff * log\left(\frac{15*365}{1}\right) = 0.000 * 0.261 * 3.738 = 0.000 \text{ m}$$

- Totaal (art. 6.1): weff = weff1 + weff2 = 0.001 + 0.000 = 0.001 m

Controle van de resulterende effectieve zetting:

Volgens NEN 6740 art. 5.2.2.1 mag de zetting niet groter zijn dan 0.15 m. In diverse gemeenten wordt ook (nog) wel gewerkt met een toelaatbare zetting van 0.10 meter. Mede daarom en omdat uitgegaan is van een gedraineerde toestand, wordt in CASTA/Kassenbouw ook gerekend met een toelaatbare zetting van 0.10 m. Er wordt als het ware een veiligheidsfactor 1.5 op NEN 6740 art. 5.2.2.1 gelegd, met name voor een niet-volledig gedraineerde toestand van de grond.

wtoel = 0.100 m

Controle zetting: 0.001 m < 0.100 m, dus: voldoet.

Conclusie:
- De op "druk" belaste poeren BPRD600*610 mm voldoen
  bij B.C.9: d3) Dead Load + Services + Psi_Crop + Seismic

5.16.14 Controle van de ZEUS 120x120x1000ZW (R8+M10)

a) Bepaling van de belastingen per paal in rekentoestand:

$$Vb = Fvk + \frac{2 * Fhk^* (h + fh - fhp + vok)}{v} - 2 * \frac{Tpoer}{v}$$

$$= 4973 + \frac{2 * 667 * (4000+300-300 +150)}{4000} - 2 * \frac{474\ E3}{4000} = 6119 \quad N$$

- Verticale belasting per paal (neerwaarts = +) Nd = Vb = 6119 N
  Inclusief gewicht kolom: NEd = Vb + g.eg*Fegk' = 6119 + 1.00*266 = 6386 N

- Maatgevend moment in de paal, ter plaatse van de koppelbalkaansluiting:
  Mp1 = Myok (zie controleberekening onderliggende koppelbalk) Mp1 = 233 Nm
  Dit is een veilige aanname van het maximale moment in de paal waarbij
  het gunstige effect op de momenten verdeling bij een relatief laag
  gepositioneerde koppelbalk is genegeerd.

- Maatgevend moment in de paal, ter plaatse van de poeraansluiting:
  Mp2 = Fhk * (fh + Dpoer - vok) - Mp1
  = 667 * (0.300 + 0.300 - 0.150) - 233 = 67 Nm
  Md = MAX(|Mp1|, |Mp2|) = MAX(|233 |, |67 |) = 233 Nm
- Belasting op het anker (ideële belasting):
  Fi = Fhk = 667 N (neerwaarts gesteund; anker alleen horizontaal belast)

b) Doorsnedecontrole van de paal met behulp van het Mu-Nu diagram:

Bij het invullen van de gegeven normaalkracht NEd = 6386 N in het Mu-Nu diagram wordt de momentencapaciteit Mcap verkregen door rechtlijnige interpolatie tussen de punten waar NEd ligt. Mcap = 3889 Nm

d) Controle van de betonpaalcapaciteit:

- Moment: Md = 233 Nm < Mcap = 3889 Nm, dus: voldoet.
- Dwarskracht: Fhk = 667 N < Vp = 9504 N, dus: voldoet.
- Anker: Fi = 667 N < Fa = 22265 N, dus: voldoet.
- Uittrekkracht: Niet ter zake.

Conclusie:
- De op "druk" belaste palen ZEUS 120x120x1000ZW (R8+M10) voldoen
  bij B.C.9 : d3) Dead Load + Services + Psi_Crop + Seismic

Bedrijf: Heuvel-Folie-Serres bvba, CK-324-1
Project: Hooghoutplant VOF,koude kas, NEN13031
Bestand: 3.CA_21-019 Hooghoutplant BK 11x9.60m ph 4.00m.ckd

De controle is uitgevoerd met CASTA/Kassenbouw versie 3.10 SP5

6 K O P G E V E L S

Kasgegevens:

- Kastype	:	Breedkap-kas
- Overspanning (l)	:	9.60 m
- Aantal gekoppelde spanten	:	11 (y-richting)
- Vakmaat (v)	:	4.00 m
- Kolomhoogte (h)	:	4.00 m
- Randfundering	:	Cassettevoet
- Funderingstype	:	niet-onderheide fundering (op staal)
- Grondsoort	:	Zand schoon

De navolgende rapportage van de CASTA controleberekening van de kopgevels en de gevelfundatie van een kas is in overeenstemming met de algemene Nederlandse norm voor bouwconstructies NEN-EN 1990 en de hierna volgende specifieke Nederlandse bouwnormen, waarmee is voldaan aan de van toepassing zijnde bepalingen van het Bouwbesluit (Hfdst. 2; art. 21 t/m 24):
De belastingen en belastingscombinaties zijn bepaald volgens:
- NEN-EN 13031:2020: CC1 Greenhouse NL;
- Basiswindsnelheid: Vb50 = 24.5 m/s met Cprob 15 jaar: Vb = 22.4 m/s
- Karateristieke Sneeuwbelasting: SK = 700.0 N/m² op de grond (50 jaar)

De controle berekeningen zijn geheel of gedeeltelijk uitgevoerd volgens de volgende normen:
- NEN-EN 1993 Eurocode 3: Ontwerp en berekening van staalconstructies
  * NEN-EN 1993-1-1: Algemene regels en regels voor gebouwen
  * NEN-EN 1993-1-3: Koudgevormde dunwandige profielen en platen
  * NEN-EN 1993-1-8: Ontwerp en berekening van verbindingen
- NEN-EN 1997 Eurocode 7: Geotechnisch ontwerp
  * NEN 9997-1: Algemene regels

(voor zover van toepassing voor de uitgevoerde controle berekening)
Bij de genoemde Eurocodes zijn de Nederlandse nationale bijlagen van toepassing

Voor een toelichting op de berekening van de kopgevels wordt verwezen naar TNO rapport: BI-92-0063* "Rekenregels voor de draagconstructie van kop- en zijgevels van Venlowarenhuizen en Breedkapkassen", Delft/1992.
Voor een toelichting op de berekening van de poeren wordt verwezen naar TNO rapport: 93-CON-R0304 "Rekenregels voor de dimensionering en de controle van de poeren van de kolommen, schoorvakken en portaalspanten voor Venlo-warenhuizen en Breedkapkassen volgens NEN 3859", Delft/1993

CASTA/Kassenbouw is een hulpmiddel bij het ontwerp van de constructie en onderdelen van een kas.
De gebruiker van CASTA/Kassenbouw is zelf verantwoordelijk voor het invoeren van de juiste gegevens.
TNO aanvaardt geen enkele aansprakelijkheid bij het toepassen van de resultaten van CASTA/Kassenbouw.
Het programma CASTA/Kassenbouw is ontwikkeld door TNO in samenwerking met en onder begeleiding van de stichting Hortivation.
Voor meer informatie over CASTA/Kassenbouw kunt u contact opnemen met TNO (088 8663460).

6.1 Samenvatting maatgevende berekeningsresultaten:
(Tussen haakjes is per item het nummer van de maatgevende B.C. gegeven.)
Kopgevel:
- Gootkolom:
  - Sterkte (B.C.2) : 0.80 < 1.00, dus: voldoet.
  - Spanning (B.C.2) : 0.75 < 1.00, dus: voldoet.
  - Stabiliteit (B.C.2) : 0.33 < 1.00, dus: voldoet.
  - Stijfheid (B.C.2) : 22.8 mm < 26.7 mm, dus: voldoet.
  - Gootsteun : geen steun nodig voor eind-goot.
- Tussenkolom:
  - Sterkte (B.C.2) : 0.70 < 1.00, dus: voldoet.
  - Spanning (B.C.2) : 0.65 < 1.00, dus: voldoet.
  - Stabiliteit (B.C.2) : 0.67 < 1.00, dus: voldoet.
  - Stijfheid (B.C.2) : 12.5 mm < 26.7 mm, dus: voldoet.
- Schoor van de tussenkolom:
  - Sterkte (B.C.2) : 0.20 < 1.00, dus: voldoet.
  - Spanning (B.C.2) : 0.23 < 1.00, dus: voldoet.
  - Stabiliteit (B.C.2) : 0.97 < 1.00, dus: voldoet.
- Gording 1 (B.C.2):
  - Sterkte : 0.32 < 1.00, dus: voldoet.
  - Spanning : 0.48 < 1.00, dus: voldoet.
  - Stabiliteit : 0.23 < 1.00, dus: voldoet.
  - Stijfheid : 0.25 < 1.00, dus: voldoet.

Randfundering:
- Kantelstabiliteit fundatie:
  - Momenten (B.C.2) o : 3621 Nm < 3628 Nm, dus: voldoet.
  - Verticaal (B.C.8) :| 20470 N | < 91096 N, dus: voldoet.
  - Horizontaal (B.C.2) : 5211 N < 5962 N, dus: voldoet.
  - Zetting (B.C.2) : 0.000 m < 0.100 m, dus: voldoet.
- Palen
  - Moment (B.C.2) : 2815 Nm < 5188 Nm, dus: voldoet.
  - Dwarskracht (B.C.2) : 6255 N < 9504 N, dus: voldoet.
  - Anker : Niet ter zake.
  - Uittrekkracht : Niet ter zake.

6.1.1 Eindconclusie(s):
- De kopgevels voldoen qua sterkte/stabiliteit/stijfheid
  bij alle berekende belastingcombinaties.
  - Gootkolom (RHBK120*80*3.0 mm, S235 (EN10219)) : voldoet
  - Tussenkolom (RHBK120*80*3.0 mm, S235 (EN10219)) : voldoet
  - Tussenkolomschoor (RHBK60*60*2.0 mm, S235 (EN10219)) : voldoet
  - Gordingen:
    1 RHBK80*50*2.0 1950 3 steunpunten : voldoet
    2 RHBK80*50*2.0 3900 3 steunpunten : voldoet
- De kopgevelfundatie voldoet qua kantelstabiliteit
  bij alle berekende belastingcombinaties.
  - Palen ZEUS 120x120x1000ZW (R10+M10) : voldoen
  - Poeren (BPRD600*830) : voldoen

6.1.2 Mededelingen/opmerkingen:
De belastingen en belastingscombinaties zijn bepaald volgens:
- EN13031-1 Greenhouses: Design and Construction
  - Onderzochte belastingcombinaties:
    - B.C.1: a0) Dead load + Services + Snow (without snow removal)
    - B.C.2: a11) Dead load + Services + Wind + Crop
    - B.C.3: a21) Dead Load + Services + Snow + Psi_Crop
    - B.C.4: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay up wind)
    - B.C.5: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay down wind)
    - B.C.6: b1) Dead load + Wind (Cpi negative, Cpe 1st bay up wind)
    - B.C.7: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, wind zone G)
    - B.C.8: c1) Dead load + Services + Crop + repair/incident actions

- Met nadruk wordt erop gewezen, dat de TOG kopgevelkolom ook moet voldoen aan de controle van de "gewone" TOG kolom.

- De hoekkolommen zijn niet apart gecontroleerd. Lokale effecten zoals bijvoorbeeld het toepassen van gewasdraadbogen kunnen extra belastingen veroorzaken (zie TNO-rapport BI-92-0063*).

- Als gevolg van uitzetting en krimp van de kopgevels door temperatuurswisselingen kan het bij relatief brede kassen (± 180 m) nodig zijn over een relatief grote lengte extra "smal" glas in de beide uiteinden van de kopgevels toe te passen. Het precieze aantal is afhankelijk van de gordingafstand, de glasafmetingen en de speling van het glas.
  Het onderdeel CASTA/Tuinbouwglas geeft een adviezen over de positie van de schoren over de precieze glasinvulling van de gevels, berekend aan de hand van de Europese Kassenbouwnorm EN13031.

- Bij de berekening van het eerste spant achter de kopgevel en de dekgordingen dient rekening te worden gehouden met de drukkrachten vanuit de kolomschoor.

- Voor de controle van de prefab-afsluitplaten en de prefab-betonpalen wordt verwezen naar de (toetsingsrapporten van de) leverancier.

- Bij controle van de draagkracht en de zetting van de grond volgens NEN 6740 en NEN 6744 is uitgegaan van een volledig gedraineerde toestand, volgens artikel 5.2.3. van NEN 6744. In geval van een ongedraineerde toestand, of een niet-volledig gedraineerde toestand, dient een grondmechanisch of geotechnisch adviseur ingeschakeld te worden.

6.2 INVOERGEGEVENS

6.2.1 Type en afmetingen van de kas:
- Kastype : Breedkapkas
- Overspanning (l) : 9.60 m
- Vakmaat (v) : 4.00 m
- Kolomhoogte gevel : 4.00 m
- Kaslengte (L) : 44.0 m
- Minimum aantal aaneengesloten overspanningen (y-richting): 11

6.2.2 Overige gegevens van de kas:
- Dekhelling (alfa) : 27.0 graden
- Funderingshoogte (fh) : 300 mm
- Funderingstype : niet-onderheide fundering (op staal)
- Spanthoogte (hspant) : 390 mm (vertikaal gemeten: 438 mm)
- Spantverlaging (vspant) : 80 mm
- Glasbreedte dek (bd) : 1125 mm
- Glasbreedte kopgevel (bkg): 800 mm
- Glasbreedte zijgevel (bzg): 852 mm

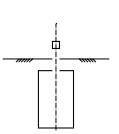
6.2.3 Kolommen:
- Profiel : RHBK100*50*3.0
- Staalsoort kolommen : S275 (EN10219)
- Lengte kolom : 4000 mm
- Gat in de kolom : Nee

6.3 Gegevens van de kopgevels:
- Gootkolom (gk) : RHBK120*80*3.0 (Staalsoort: S235 (EN10219))
- Tussenkolom (tk) : RHBK120*80*3.0 (Staalsoort: S235 (EN10219))
- Tussenkolomschoor (tks) : RHBK60*60*2.0 (Staalsoort: S235 (EN10219))
  - aantal tussenkolommen per kap : 2
  - h.o.h. afstand kopgevelkolommen: 3.2 m
- Tabel met gordingprofielen: 2x hoh max 1950 mm (afstand laatste tot goot 100 mm)

	Profiel	positie	oplegging	steun	kip
1	RHBK80*50*2.0, S235 (EN10219)	1950	3 steunpunten	nee	ja
2	RHBK80*50*2.0, S235 (EN10219)	3900	3 steunpunten	nee	ja

  - Controleberekening gording met normaalkrachten uit:
    - koppelprofiel schoorvak: nee
    - gewasdraadboog : niet aanwezig
    - regenleiding aan draad : ja
    - belichting aan draad : niet aanwezig
- Eindvakmaat (ve) : 4000 mm
- Stijfheid eindgoot (EIeg) : 179.8 kNm²
  eindgoot : alu-kokergoot(t=1.50)
  Iy : 256.90 cm4
  materiaal : aluminium (Eg = 70000 N/mm²)

6.4 Gegevens van de fundering van de kopgevels:
- Randfundering : Cassettevoet
- Palen (14 liter beton) : ZEUS 120x120x1000ZW (R10+M10)
  - met wapeningsstaaf in de poer
  - H.o.h. afstand : 3200 mm (hele kolomafstand)
- Poeren (227 liter beton): BPRD600*830 mm (Betonprop rond)
  - Poerdiepte (Dpoer) : 150 mm
- Grondsoort : Zand schoon



6.4.1 Eigen gewicht van diverse kasonderdelen:
- Dek (qdek) : 32 N/m² grondoppervlak
- Goot (Qgoot) : 34 N/m
- Fspantbeen 1e spant : 449 N
- Fspantbeen 2e spant : 460 N
- Fspantbeen middenvelden : 364 N
- E.g.ligger : 920 N

6.4.2 Gegevens van de verhoogde teeltlaag:
- Geen verhoogde teeltlaag toegepast.

6.4.3 Belastingen:
De belastingen zijn berekend volgens:
  - NEN-EN 13031:2020: CC1 Greenhouse NL;
  - Basic wind velocity : V50 = 24.5 m/s reference V15 = 22.4 m/s
  - Basic snowload : SK = 700.0 N/m²
  - Berekende afsmeltfactor : Ct = 1.000
    Temperatuur onder kasdek: Niet verwarmd
    Schermdoek op pakket bij sneeuwval: Ja
        Afwatering smeltwater snel en ongehinderd: Ja
  - Reference period : Rf = 15 year
  - Seismische respons : Invoer door gebruiker
  - Seismische versnelling : AgR = 0.050 x g m/sec²
    (Reference: TRC=475 years, n=50years, 10% exceedence)
  - Seismische respons : Sd = 0.050 x g m/sec²
  - Seismische ontwerpfactor: gs = 1.30
- Windstuwdruk (qwind) : 510 N/m² dekoppervlak
  (N.B.: Nokhoogte: H = 0.300 + 4.000 + 0.5 * 9.600 * tan 27° = 6.746 m)
         Gebouwhoogte: 6.746 m. Eff.hoogte: ze = 6.746 m
- Sneeuwbelasting (qsneeuw) : 423.5 N/m² grondoppervlak
- Installaties : 70 N/m² grondoppervlak
- Hangende teeltgoot : 0 N/m² grondoppervlak
- Installaties totaal : 70 N/m² grondoppervlak
- Gewasbelasting (qgewas) : 0 = Max(0 , 0) N/m² grondoppervlak
- Gewasbelasting winter : 0 N/m² grondoppervlak

6.5 Belastingen op de kopgevels:
- Gevel (qgevel) : 130 N/m² geveloppervlak
- Randfundering (Qrand) : 350 N/m gevellengte (excl. palen en poeren)
- Vert.belast. servicerail : 1800 kg
- E.g.leidingen (+ inhoud) : 250 N/m
  - Uitkraging v.d. console : 400 mm
  - Plaats van de console : 480 mm (onder de goot)
- Verder is bij de berekening van de kopgevels rekening gehouden met:
  - Schermdraden: Laag (aantal scherminstallaties: 1)
    Methode BRL 2007 aangehouden.
    1e scherm onderrand:
       Mechaniekdraad na omkeerwiel: 1.5 x 3300 N
       (voorspanning = 1000 N, slipkoppeling = 50 N, aantal vakken = 25)
       Kunsstof geleidedraad : 12 x 150 N
       Stalen geleidedraad : 2 x 1000 N
  - Regenleidingdraden.
- Er is bij de berekening van de kopgevels geen rekening gehouden met:
  - Gewasdraden.
  - Trekdraden voor de hijsverwarming.
  - Spandraden voor het ophangen van de belichting.

6.6 GEGEVENS OVER DE TOEGEPASTE NORM

6.6.1 Gegevens over de Europese kassenbouwnorm

- NEN-EN 13031:2020: CC1 Greenhouse NL;
- Basiswindsnelheid: Vb50 = 24.5 m/s met Cprob 15 jaar: Vb = 22.4 m/s
- Karateristieke Sneeuwbelasting: SK = 700.0 N/m² op de grond (50 jaar)

6.6.2 Windbelasting:

- Reference wind velocity : Vref.50 = 24.5 m/s
- Return period : ref = 15
- Shape parameter : K1 = 0.281 ; n = 0.5
- Terrain category greenhouses : z0II = 0.050 m, z0 = 0.200 m, zmin = 4.000 m
  Kr = 0.19*(z0/z0II)^0.07 = 0.19*(0.200 /0.050)^0.07 = 0.209
- Reference wind velocity (for ref.min = 15 years):

$$Vref = Vref.50 * \frac{1 - K1 * \ln(1 /ref)}{1 - K1 * \ln(0.02)}^{+0.5} = 22.439 \text{ m/s}$$

- Height ridge : 0.300 + 4.000 + 0.5*9.600*tan27° = 6.746 m
- Reference height : ze = 6.746 m (ze = Height ridge = building height = 6.746 m)
- Roughness coëfficiënt : cr(ze) = 0.737
- Topography coëfficiënt : co(ze) = 1.000
- Turbulence coëfficiënt : kl = 1.000
- Turbulence intensity : Iv(ze) = (Kr * kl) /(ct(ze) * co(ze))= 0.284
- Exposure coëfficiënt : ce(ze) = cr(ze)² * co(ze)² * (1 + 7 * Iv(ze)) = 1.622
- Reference wind pressure : rho = 1.250 kg/m3; q = rho/2*(Vref)² = 314.697 N/m²
- Peak velocity : Vpeak = ce(ze)^0.5 * Vref = 1.622 ^0.5 * 22.439 = 28.6 m/s
- Mean wind pressure : qref = ce(ze) * q = 510.474 N/m²

1): geen reductie volgens Eurocode: Cdim;loodrecht = 1.00, Cdim;parallel = 1.00

6.6.3 Sneeuwbelasting:
Sneeuwbelasting (qsneeuw): 423.5 N/m² grondoppervlak (zonder afsmelten: qsi = 423.5 N/m²)
- Return period: ref = 15
- Basic snow load: SK = 700.0 N/m²
- Reduction with a return period n and V=0.800
  EN 13031-1: Rf = (1-0.800*0.7797*(ln(1/15)+0.577216))/(1+2.6*0.800) = 0.756
- Snow load shape coëfficiënt (for sub_structure only): C1 = 0.80
- Thermal coëfficiënt for non-heated greenhouses: Ct = 1.00
- Exposure coëfficiënt Ce, usually 1.0 (no effect from wind): Ce = 1.00
- Snow load (load on the roof projected on the ground):
  qs = Rf*C1*Ce*Ct*Sk = 0.756 * 0.8 * 1.0 * 1.000 * 700.0 = 423.5 N/m² 1)

6.6.3.1 Calculation of the thermal coefficient with EN13031-1 and ISO 4355 'Snow control by heating'
For heated greenhouses, equipped for the controlled melting of roof snow, see Table C.1
category THSC, the thermal coefficient in accordance with ISO 4355:201.

Conditions during a snow event
- The characteristic snow load on the ground : Sk = 700.0 N/m²
- Roof angle : a = 27°
- Air temperature inside (at snow event) : Ti = Niet verwarmd
- Air temperature outside (at snow event) : Te > -8 °C
- Screen system is open : yes
- Water discharge is unhindered : yes
- Material roof cover : Single layer plastic film (0.2 mm PE or

Derived data for the calculation of Ct according EN13031
- U in for heat protection : U = 7.1 W/m²K (see Table C2, EN13031-1)
- External surface resistance : Rse = 0.04 m²K/W
- Uo value of the roof cover : Uo.r = U1/[1/U-R.se] = 9.916 W/m²*K
- Heat transmittance (max value) : Uo = 4.177 W/m²K (min-max: 1 min 4.177 max W/m²K)
- Upper ground snow load limit : Lim.Skn = [20.2634/[(Ti-5)*(sin(0.4*Uo-0.1))^3/4] = 70219 N/m²
- Skmax in the Ct Calculation : Skmax = min(Skn,Lim.Skn)= min(700*0.756, 70219)

Basic melt factor Ct, see C.2.3 EN13031-1:
Ct = [1-0.054(Skmax/3500)^1/4*(Ti-5)*(sin(0.4Uo-0.1))^3/4]*cos(a) = 1.000 (incl. corrections)

Corrections for Ct depending on parameters:
- Air temperature outside: for Te <= -8 °C factor = 1.2 so Ct = 1.0*Ct
- Upper limit Ct <= 1.0
- Lower limit Ct > 0.2 * cos(a)

6.6.4 Onderzochte belastingcombinaties:
- B.C.1: a0) Dead load + Services + Snow (without snow removal)
- B.C.2: a11) Dead load + Services + Wind + Crop
- B.C.3: a21) Dead Load + Services + Snow + Psi_Crop
- B.C.4: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay up wind)
- B.C.5: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay down wind)
- B.C.6: b1) Dead load + Wind (Cpi negative, Cpe 1st bay up wind)
- B.C.7: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, wind zone G)
- B.C.8: c1) Dead load + Services + Crop + repair/incident actions

- Combinaties voor dekroeden:
  - BC.R1 : a12) Dead load + Services + Wind
  - BC.R2 : a21) Dead Load + Services + Snow + Psi_Crop
  - BC.R3 : b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay down wind)
  - BC.R4 : c1) Dead load + Services + Crop + repair/incident actions

- Combinaties voor de goot:
  - BC.G1 : a0) Dead load + Snow (without snow removal)
  - BC.G2 : a11) Dead load + Services + Wind + Crop
  - BC.G3 : a12) Dead load + Services + Wind
  - BC.G4 : a21) Dead Load + Services + Snow + Psi_Crop
  - BC.G5 : d2) Dead Load + Services + Psi_Snow + Psi_Crop + Seismic
  - BC.G6 : d1) Dead Load + Services + Psi_Snow + Seismic
  - BC.G7 : d3) Dead Load + Services + Psi_Crop + Seismic

6.6.5 Tabel 7: Afgeleide belastingsfactoren in rekentoestand
en tussen haakjes in gebruikstoestand:

ref	G1	G2	Q1	Q2	Q3	Q4	AK2
BC	Eigen gewicht dek a= 32 N/m² b= 0 N	Installaties 70 N/m² + 0 N/m² = 70 N/m²	Wind-belasting a= 510 N/m² b= 510 N/m² c= 510 N/m²	Sneeuwbelasting a= 423 N/m² b= 423 N/m² c= 0 N/m²	Gewasbelasting a= 0 N/m² b= 0 N/m²	Transportbelasting a= 0 N b= 1250 N	Aardbeving AgR = 0.050 [Sd]
1	1.00(1.00)	1.00(1.00)	0.00(0.00)	b 1.00(0.00)	b 0.00(0.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)
2	1.02(1.00)	1.02(1.00)	1.28(1.00)	0.00(0.00)	a 1.28(1.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)
3	1.02(1.00)	1.02(1.00)	0.00(0.00)	a 1.28(1.00)	b 1.28(1.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)
4	1.00(1.00)	0.00(0.00)	1.28(1.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)
5	1.00(1.00)	0.00(0.00)	1.28(1.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)
6	1.02(1.00)	0.00(0.00)	1.28(1.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)
7	1.00(1.00)	0.00(0.00)	1.28(1.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)
8	1.15(1.00)	1.15(1.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)	a 1.28(1.00)	1.28(1.00)	0.00(0.00)

G1 = Dead load: [a]roof; [b]permanent
G2 = Services : [a]load on truss; [b]permanent
Q1 = Wind Load: [a]excl.Cdim (gables); [b]gutter direction (crosses); [c]span direction (trellis, column)
Q2 = Snow load: [a]incl. Ct=1.000; [b]exeptional Ct=1.0; [c]Accidental
Q3 = Crop Load: [a]max season; [b]max winter
Q4 = Transport incidental: [a]on roof; [b]inside

Horizontale windbelasting van het kasdek.
De som van horizontale windbelasting van het gehele kasdek loodrecht op de nokrichting (0 deg) mag worden berekend met de horizontale kracht van de eerste 2 kappen uit tabel B3 van EN13031-1, plus vanaf de derde kap elke kap een horizontale kracht bepaald met alleen de krachtcoëfficiënt Cfr,1 werkend op de kaphoogte (=verticale afstand goot tot nok).
De krachtcoëfficiënt is afgeleid van windtunneltesten voor kassen en is exclusief CsCd (zie publicatie "Equivalent static wind loads on large multi-span duo-pitch greenhouses").

Parameters for calculating the wind coefficients (See EN31031)
- Height from ground level to top : He = 6746 mm
- Height from ground level to gutter : hs = 4300 mm
- Max (0.75*He, h) : h = 5059 mm
- Roof angle : alpha = 27.0 °
- Greenhouse Width : W = 105600 mm Ratio h/W = 0.0479
- Greenhouse length : L = 44000 mm Ratio h/L = 0.1150
- Bay width gutter to gutter : S = 9600 mm Ratio h/S = 0.5270

6.6.6 Tabel 7: Windvormfactoren bij wind evenwijdig (||) aan de nok:

BC	Vormfactor Wind, dek	Factor Windwrijving	Winddruk kopgevel	Windzuiging kopgevel	Druk in de kas*)
1	+0.000	0.000	+0.00	+0.00	0.00
2	-0.200	0.010	+0.70	+0.30	-0.20
3	+0.000	0.000	+0.00	+0.00	0.00
4	-0.200	0.010	+0.70	+0.30	0.20
5	-0.200	0.010	+0.70	+0.30	0.20
6	-0.200	0.010	+0.70	+0.30	-0.20
7	-0.593	0.010	+0.70	+0.30	0.20
8	+0.000	0.000	+0.00	+0.00	0.00

*) Overdruk=positief / Onderdruk=negatief

6.7 OVERZICHT BEREKENINGSRESULTATEN PER BELASTINGGEVAL:

6.7.1 B.C.1: a0) Dead load + Services + Snow (without snow removal)
Kopgevel:
- Gootkolom:
  - Doorsn.klasse : 1
  - Sterkte : 0.51 < 1.00, dus: voldoet.
  - Spanning : 0.48 < 1.00, dus: voldoet.
  - Stabiliteit : 0.23 < 1.00, dus: voldoet.
  - Stijfheid : 12.7 mm < 26.7 mm, dus: voldoet.
  - Gootsteun : geen steun nodig voor eind-goot.
- Tussenkolom:
  - Doorsn.klasse : 1
  - Sterkte : 0.35 < 1.00, dus: voldoet.
  - Spanning : 0.33 < 1.00, dus: voldoet.
  - Stabiliteit : 0.35 < 1.00, dus: voldoet.
  - Stijfheid : 5.7 mm < 26.7 mm, dus: voldoet.
- Schoor van de tussenkolom:
  - Doorsn.klasse : 1
  - Sterkte : 0.11 < 1.00, dus: voldoet.
  - Spanning : 0.13 < 1.00, dus: voldoet.
  - Stabiliteit : 0.55 < 1.00, dus: voldoet.
- Gordingen:
  1 - klasse : 1
    - sterkte : 0.00 < 1.00, dus: voldoet.
    - spanning : 0.01 < 1.00, dus: voldoet.
    - stabiliteit : 0.03 < 1.00, dus: voldoet.
    - stijfheid : 0.00 < 1.00, dus: voldoet.
  2 - klasse : 1
    - sterkte : 0.00 < 1.00, dus: voldoet.
    - spanning : 0.06 < 1.00, dus: voldoet.
    - stabiliteit : 0.11 < 1.00, dus: voldoet.
    - stijfheid : 0.00 < 1.00, dus: voldoet.
Randfundering:
- Kantelstabiliteit fundatie (neerwaartse belasting):
  - Momenten NBM : 5016 Nm < 27914 Nm, dus: voldoet.
  - Momenten OBM : -1083 Nm < 3628 Nm, dus: voldoet.
  - Verticaal :| 11470 N | < 91096 N, dus: voldoet.
  - Horizontaal : 1536 N < 5962 N, dus: voldoet.
  - Zetting : 0.000 m < 0.100 m, dus: voldoet.
- Palen
  - Moment : 691 Nm < 5239 Nm, dus: voldoet.
  - Dwarskracht : 1536 N < 9504 N, dus: voldoet.
  - Anker : Niet ter zake.
  - Uittrekkracht : Niet ter zake.

6.7.2 B.C.2: a11) Dead load + Services + Wind + Crop
Kopgevel:
- Gootkolom:
  - Doorsn.klasse : 1
  - Sterkte : 0.80 < 1.00, dus: voldoet.
  - Spanning : 0.75 < 1.00, dus: voldoet.
  - Stabiliteit : 0.33 < 1.00, dus: voldoet.
  - Stijfheid : 22.8 mm < 26.7 mm, dus: voldoet.
  - Gootsteun : geen steun nodig voor eind-goot.
- Tussenkolom:
  - Doorsn.klasse : 1
  - Sterkte : 0.70 < 1.00, dus: voldoet.
  - Spanning : 0.65 < 1.00, dus: voldoet.
  - Stabiliteit : 0.67 < 1.00, dus: voldoet.
  - Stijfheid : 12.5 mm < 26.7 mm, dus: voldoet.
- Schoor van de tussenkolom:
  - Doorsn.klasse : 1
  - Sterkte : 0.20 < 1.00, dus: voldoet.
  - Spanning : 0.23 < 1.00, dus: voldoet.
  - Stabiliteit : 0.97 < 1.00, dus: voldoet.
- Gordingen:
  1 - klasse : 1
    - sterkte : 0.32 < 1.00, dus: voldoet.
    - spanning : 0.48 < 1.00, dus: voldoet.
    - stabiliteit : 0.23 < 1.00, dus: voldoet.
    - stijfheid : 0.25 < 1.00, dus: voldoet.
  2 - klasse : 1
    - sterkte : 0.25 < 1.00, dus: voldoet.
    - spanning : 0.46 < 1.00, dus: voldoet.
    - stabiliteit : 0.30 < 1.00, dus: voldoet.
    - stijfheid : 0.21 < 1.00, dus: voldoet.
Randfundering:
- Kantelstabiliteit fundatie (neerwaartse belasting):
  - Momenten OBM : 3621 Nm < 3628 Nm, dus: voldoet.
  - Verticaal :| 11470 N | < 91096 N, dus: voldoet.
  - Horizontaal : 5211 N < 5962 N, dus: voldoet.
  - Zetting : 0.000 m < 0.100 m, dus: voldoet.
- Palen
  - Moment : 2815 Nm < 5188 Nm, dus: voldoet.
  - Dwarskracht : 6255 N < 9504 N, dus: voldoet.
  - Anker : Niet ter zake.
  - Uittrekkracht : Niet ter zake.

6.7.3 B.C.3: a21) Dead Load + Services + Snow + Psi_Crop
Kopgevel:
- Gootkolom:
  - Doorsn.klasse : 1
  - Sterkte : 0.53 < 1.00, dus: voldoet.
  - Spanning : 0.49 < 1.00, dus: voldoet.
  - Stabiliteit : 0.24 < 1.00, dus: voldoet.
  - Stijfheid : 12.8 mm < 26.7 mm, dus: voldoet.
  - Gootsteun : geen steun nodig voor eind-goot.
- Tussenkolom:
  - Doorsn.klasse : 1
  - Sterkte : 0.36 < 1.00, dus: voldoet.
  - Spanning : 0.34 < 1.00, dus: voldoet.
  - Stabiliteit : 0.36 < 1.00, dus: voldoet.
  - Stijfheid : 5.7 mm < 26.7 mm, dus: voldoet.
- Schoor van de tussenkolom:
  - Doorsn.klasse : 1
  - Sterkte : 0.11 < 1.00, dus: voldoet.
  - Spanning : 0.13 < 1.00, dus: voldoet.
  - Stabiliteit : 0.56 < 1.00, dus: voldoet.
- Gordingen:
  1 - klasse : 1
    - sterkte : 0.00 < 1.00, dus: voldoet.
    - spanning : 0.01 < 1.00, dus: voldoet.
    - stabiliteit : 0.03 < 1.00, dus: voldoet.
    - stijfheid : 0.00 < 1.00, dus: voldoet.
  2 - klasse : 1
    - sterkte : 0.00 < 1.00, dus: voldoet.
    - spanning : 0.06 < 1.00, dus: voldoet.
    - stabiliteit : 0.11 < 1.00, dus: voldoet.
    - stijfheid : 0.00 < 1.00, dus: voldoet.
Randfundering:
- Kantelstabiliteit fundatie (neerwaartse belasting):
  - Momenten NBM : 5736 Nm < 27914 Nm, dus: voldoet.
  - Momenten OBM : -1804 Nm < 3628 Nm, dus: voldoet.
  - Verticaal :| 14181 N | < 91096 N, dus: voldoet.
  - Horizontaal : 1536 N < 5962 N, dus: voldoet.
  - Zetting : 0.000 m < 0.100 m, dus: voldoet.
- Palen
  - Moment : 706 Nm < 5255 Nm, dus: voldoet.
  - Dwarskracht : 1569 N < 9504 N, dus: voldoet.
  - Anker : Niet ter zake.
  - Uittrekkracht : Niet ter zake.

6.7.4 B.C.4: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay up wind)
Kopgevel:
- Gootkolom:
  - Doorsn.klasse : 1
  - Sterkte : 0.26 < 1.00, dus: voldoet.
  - Spanning : 0.24 < 1.00, dus: voldoet.
  - Stabiliteit : op trek belast dus: voldoet
  - Stijfheid : 5.6 mm < 26.7 mm, dus: voldoet.
  - Gootsteun : geen steun nodig voor eind-goot.
- Tussenkolom:
  - Doorsn.klasse : 1
  - Sterkte : 0.20 < 1.00, dus: voldoet.
  - Spanning : 0.19 < 1.00, dus: voldoet.
  - Stabiliteit : op trek belast dus: voldoet
  - Stijfheid : 3.7 mm < 26.7 mm, dus: voldoet.
- Schoor van de tussenkolom:
  - Doorsn.klasse : 1
  - Sterkte : 0.05 < 1.00, dus: voldoet.
  - Spanning : 0.05 < 1.00, dus: voldoet.
  - Stabiliteit : 0.23 < 1.00, dus: voldoet.
- Gordingen:
  1 - klasse : 1
    - sterkte : 0.12 < 1.00, dus: voldoet.
    - spanning : 0.26 < 1.00, dus: voldoet.
    - stabiliteit : 0.11 < 1.00, dus: voldoet.
    - stijfheid : 0.14 < 1.00, dus: voldoet.
  2 - klasse : 1
    - sterkte : 0.09 < 1.00, dus: voldoet.
    - spanning : 0.22 < 1.00, dus: voldoet.
    - stabiliteit : 0.10 < 1.00, dus: voldoet.
    - stijfheid : 0.12 < 1.00, dus: voldoet.
Randfundering:
- Kantelstabiliteit fundatie (neerwaartse belasting):
  - Momenten NBM : 5086 Nm < 27914 Nm, dus: voldoet.
  - Momenten OBM : 346 Nm < 3628 Nm, dus: voldoet.
  - Verticaal :| 8916 N | < 91096 N, dus: voldoet.
  - Horizontaal : 2122 N < 5962 N, dus: voldoet.
  - Zetting : 0.000 m < 0.100 m, dus: voldoet.
- Palen
  - Moment : 1208 Nm < 5131 Nm, dus: voldoet.
  - Dwarskracht : 2683 N < 9504 N, dus: voldoet.
  - Anker : Niet ter zake.
  - Uittrekkracht : Niet ter zake.

6.7.5 B.C.5: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay down wind)
Kopgevel:
- Gootkolom:
  - Doorsn.klasse : 1
  - Sterkte : 0.26 < 1.00, dus: voldoet.
  - Spanning : 0.24 < 1.00, dus: voldoet.
  - Stabiliteit : op trek belast dus: voldoet
  - Stijfheid : 5.6 mm < 26.7 mm, dus: voldoet.
  - Gootsteun : geen steun nodig voor eind-goot.
- Tussenkolom:
  - Doorsn.klasse : 1
  - Sterkte : 0.20 < 1.00, dus: voldoet.
  - Spanning : 0.19 < 1.00, dus: voldoet.
  - Stabiliteit : op trek belast dus: voldoet
  - Stijfheid : 3.7 mm < 26.7 mm, dus: voldoet.
- Schoor van de tussenkolom:
  - Doorsn.klasse : 1
  - Sterkte : 0.05 < 1.00, dus: voldoet.
  - Spanning : 0.05 < 1.00, dus: voldoet.
  - Stabiliteit : 0.23 < 1.00, dus: voldoet.
- Gordingen:
  1 - klasse : 1
    - sterkte : 0.12 < 1.00, dus: voldoet.
    - spanning : 0.26 < 1.00, dus: voldoet.
    - stabiliteit : 0.11 < 1.00, dus: voldoet.
    - stijfheid : 0.14 < 1.00, dus: voldoet.
  2 - klasse : 1
    - sterkte : 0.09 < 1.00, dus: voldoet.
    - spanning : 0.22 < 1.00, dus: voldoet.
    - stabiliteit : 0.10 < 1.00, dus: voldoet.
    - stijfheid : 0.12 < 1.00, dus: voldoet.
Randfundering:
- Kantelstabiliteit fundatie (neerwaartse belasting):
  - Momenten NBM : 5086 Nm < 27914 Nm, dus: voldoet.
  - Momenten OBM : 346 Nm < 3628 Nm, dus: voldoet.
  - Verticaal :| 8916 N | < 91096 N, dus: voldoet.
  - Horizontaal : 2122 N < 5962 N, dus: voldoet.
  - Zetting : 0.000 m < 0.100 m, dus: voldoet.
- Palen
  - Moment : 1208 Nm < 5131 Nm, dus: voldoet.
  - Dwarskracht : 2683 N < 9504 N, dus: voldoet.
  - Anker : Niet ter zake.
  - Uittrekkracht : Niet ter zake.

6.7.6 B.C.6: b1) Dead load + Wind (Cpi negative, Cpe 1st bay up wind)
Kopgevel:
- Gootkolom:
  - Doorsn.klasse : 1
  - Sterkte : 0.46 < 1.00, dus: voldoet.
  - Spanning : 0.43 < 1.00, dus: voldoet.
  - Stabiliteit : 0.19 < 1.00, dus: voldoet.
  - Stijfheid : 10.1 mm < 26.7 mm, dus: voldoet.
  - Gootsteun : geen steun nodig voor eind-goot.
- Tussenkolom:
  - Doorsn.klasse : 1
  - Sterkte : 0.35 < 1.00, dus: voldoet.
  - Spanning : 0.33 < 1.00, dus: voldoet.
  - Stabiliteit : 0.34 < 1.00, dus: voldoet.
  - Stijfheid : 6.8 mm < 26.7 mm, dus: voldoet.
- Schoor van de tussenkolom:
  - Doorsn.klasse : 1
  - Sterkte : 0.09 < 1.00, dus: voldoet.
  - Spanning : 0.10 < 1.00, dus: voldoet.
  - Stabiliteit : 0.41 < 1.00, dus: voldoet.
- Gordingen:
  1 - klasse : 1
    - sterkte : 0.32 < 1.00, dus: voldoet.
    - spanning : 0.46 < 1.00, dus: voldoet.
    - stabiliteit : 0.20 < 1.00, dus: voldoet.
    - stijfheid : 0.25 < 1.00, dus: voldoet.
  2 - klasse : 1
    - sterkte : 0.25 < 1.00, dus: voldoet.
    - spanning : 0.40 < 1.00, dus: voldoet.
    - stabiliteit : 0.17 < 1.00, dus: voldoet.
    - stijfheid : 0.21 < 1.00, dus: voldoet.
Randfundering:
- Kantelstabiliteit fundatie (neerwaartse belasting):
  - Momenten NBM : 7525 Nm < 27914 Nm, dus: voldoet.
  - Momenten OBM : 2089 Nm < 3628 Nm, dus: voldoet.
  - Verticaal :| 10222 N | < 91096 N, dus: voldoet.
  - Horizontaal : 3755 N < 5962 N, dus: voldoet.
  - Zetting : 0.000 m < 0.100 m, dus: voldoet.
- Palen
  - Moment : 2146 Nm < 5164 Nm, dus: voldoet.
  - Dwarskracht : 4768 N < 9504 N, dus: voldoet.
  - Anker : Niet ter zake.
  - Uittrekkracht : Niet ter zake.

6.7.7 B.C.7: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, wind zone G)
Kopgevel:
- Gootkolom:
  - Doorsn.klasse : 1
  - Sterkte : 0.27 < 1.00, dus: voldoet.
  - Spanning : 0.26 < 1.00, dus: voldoet.
  - Stabiliteit : op trek belast dus: voldoet
  - Stijfheid : 5.6 mm < 26.7 mm, dus: voldoet.
  - Gootsteun : geen steun nodig voor eind-goot.
- Tussenkolom:
  - Doorsn.klasse : 1
  - Sterkte : 0.22 < 1.00, dus: voldoet.
  - Spanning : 0.20 < 1.00, dus: voldoet.
  - Stabiliteit : op trek belast dus: voldoet
  - Stijfheid : 3.7 mm < 26.7 mm, dus: voldoet.
- Schoor van de tussenkolom:
  - Doorsn.klasse : 1
  - Sterkte : 0.05 < 1.00, dus: voldoet.
  - Spanning : 0.05 < 1.00, dus: voldoet.
  - Stabiliteit : 0.23 < 1.00, dus: voldoet.
- Gordingen:
  1 - klasse : 1
    - sterkte : 0.12 < 1.00, dus: voldoet.
    - spanning : 0.26 < 1.00, dus: voldoet.
    - stabiliteit : 0.11 < 1.00, dus: voldoet.
    - stijfheid : 0.14 < 1.00, dus: voldoet.
  2 - klasse : 1
    - sterkte : 0.09 < 1.00, dus: voldoet.
    - spanning : 0.22 < 1.00, dus: voldoet.
    - stabiliteit : 0.10 < 1.00, dus: voldoet.
    - stijfheid : 0.12 < 1.00, dus: voldoet.
Randfundering:
- Kantelstabiliteit fundatie (neerwaartse belasting):
  - Momenten NBM : 4277 Nm < 27914 Nm, dus: voldoet.
  - Momenten OBM : 1155 Nm < 3628 Nm, dus: voldoet.
  - Verticaal :| 5872 N | < 91096 N, dus: voldoet.
  - Horizontaal : 2122 N < 5962 N, dus: voldoet.
  - Zetting : 0.000 m < 0.100 m, dus: voldoet.
- Palen
  - Moment : 1208 Nm < 5020 Nm, dus: voldoet.
  - Dwarskracht : 2683 N < 9504 N, dus: voldoet.
  - Anker : 0 N < 22265 N, dus: voldoet.
  - Uittrekkracht : Niet ter zake.

6.7.8 B.C.8: c1) Dead load + Services + Crop + repair/incident actions
Kopgevel:
- Gootkolom:
  - Doorsn.klasse : 1
  - Sterkte : 0.62 < 1.00, dus: voldoet.
  - Spanning : 0.58 < 1.00, dus: voldoet.
  - Stabiliteit : 0.32 < 1.00, dus: voldoet.
  - Stijfheid : 13.1 mm < 26.7 mm, dus: voldoet.
  - Gootsteun : geen steun nodig voor eind-goot.
- Tussenkolom:
  - Doorsn.klasse : 1
  - Sterkte : 0.43 < 1.00, dus: voldoet.
  - Spanning : 0.40 < 1.00, dus: voldoet.
  - Stabiliteit : 0.46 < 1.00, dus: voldoet.
  - Stijfheid : 5.9 mm < 26.7 mm, dus: voldoet.
- Schoor van de tussenkolom:
  - Doorsn.klasse : 1
  - Sterkte : 0.13 < 1.00, dus: voldoet.
  - Spanning : 0.14 < 1.00, dus: voldoet.
  - Stabiliteit : 0.63 < 1.00, dus: voldoet.
- Gordingen:
  1 - klasse : 1
    - sterkte : 0.00 < 1.00, dus: voldoet.
    - spanning : 0.01 < 1.00, dus: voldoet.
    - stabiliteit : 0.03 < 1.00, dus: voldoet.
    - stijfheid : 0.00 < 1.00, dus: voldoet.
  2 - klasse : 1
    - sterkte : 0.00 < 1.00, dus: voldoet.
    - spanning : 0.06 < 1.00, dus: voldoet.
    - stabiliteit : 0.12 < 1.00, dus: voldoet.
    - stijfheid : 0.00 < 1.00, dus: voldoet.
Randfundering:
- Kantelstabiliteit fundatie (neerwaartse belasting):
  - Momenten NBM : 7409 Nm < 27914 Nm, dus: voldoet.
  - Momenten OBM : -3476 Nm < 3628 Nm, dus: voldoet.
  - Verticaal :| 20470 N | < 91096 N, dus: voldoet.
  - Horizontaal : 1536 N < 5962 N, dus: voldoet.
  - Zetting : 0.000 m < 0.100 m, dus: voldoet.
- Palen
  - Moment : 793 Nm < 5418 Nm, dus: voldoet.
  - Dwarskracht : 1763 N < 9504 N, dus: voldoet.
  - Anker : Niet ter zake.
  - Uittrekkracht : Niet ter zake.

N.B. NBM = Kantelstabiliteit bij neerwaarts bezwijkmodel
     OBM = Kantelstabiliteit bij opwaarts bezwijkmodel
     (zie TNO-rapport 93-CON-R0304)

6.8 OVERZICHT BELASTINGEN OP DE FUNDERING:

Overzicht belastingen op de randfundering in rekentoestand, tussen haakjes in gebruikstoestand.

Belastingen op de betonpaal van de cassette fundering
- Hart op Hart afstand gevelkolommen: 3200 mm
- Hart op Hart afstand poeren : 3200 mm (hele kolomafstand)

6.8.1 B.C.1: a0) Dead load + Services + Snow (without snow removal)

- Eigen gewicht van de kopgevelgootkolom	Feg.kg = 361	N		
- Eigen gewicht van de kopgeveltussenkolom	Feg.kt = 361	N		
- Moment in de betonpaal	Md = 691	Nm	(691	Nm)
- Normaalkracht in de betonpaal	Nb = 6188	N	(3477	N)
- Dwarskracht in de betonpaal	Fhk = 1536	N	(1536	N)
- Kracht op het anker	Fi = 0	N	(0	N)

6.8.2 B.C.2: a11) Dead load + Services + Wind + Crop

- Eigen gewicht van de kopgevelgootkolom	Feg.kg = 361	N		
- Eigen gewicht van de kopgeveltussenkolom	Feg.kt = 361	N		
- Moment in de betonpaal	Md = 2815	Nm	(2345	Nm)
- Normaalkracht in de betonpaal	Nb = 3551	N	(3477	N)
- Dwarskracht in de betonpaal	Fhk = 6255	N	(5211	N)
- Kracht op het anker	Fi = 0	N	(0	N)

6.8.3 B.C.3: a21) Dead Load + Services + Snow + Psi_Crop

- Eigen gewicht van de kopgevelgootkolom	Feg.kg = 361	N		
- Eigen gewicht van de kopgeveltussenkolom	Feg.kt = 361	N		
- Moment in de betonpaal	Md = 706	Nm	(691	Nm)
- Normaalkracht in de betonpaal	Nb = 7007	N	(6188	N)
- Dwarskracht in de betonpaal	Fhk = 1569	N	(1536	N)
- Kracht op het anker	Fi = 0	N	(0	N)

6.8.4 B.C.4: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay up wind)

- Eigen gewicht van de kopgevelgootkolom	Feg.kg = 361	N		
- Eigen gewicht van de kopgeveltussenkolom	Feg.kt = 361	N		
- Moment in de betonpaal	Md = 1208	Nm	(955	Nm)
- Normaalkracht in de betonpaal	Nb = 563	N	(923	N)
- Dwarskracht in de betonpaal	Fhk = 2683	N	(2122	N)
- Kracht op het anker	Fi = 0	N	(0	N)

6.8.5 B.C.5: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay down wind)

- Eigen gewicht van de kopgevelgootkolom	Feg.kg = 361	N		
- Eigen gewicht van de kopgeveltussenkolom	Feg.kt = 361	N		
- Moment in de betonpaal	Md = 1208	Nm	(955	Nm)
- Normaalkracht in de betonpaal	Nb = 563	N	(923	N)
- Dwarskracht in de betonpaal	Fhk = 2683	N	(2122	N)
- Kracht op het anker	Fi = 0	N	(0	N)

6.8.6 B.C.6: b1) Dead load + Wind (Cpi negative, Cpe 1st bay up wind)

- Eigen gewicht van de kopgevelgootkolom	Feg.kg = 361	N		
- Eigen gewicht van de kopgeveltussenkolom	Feg.kt = 361	N		
- Moment in de betonpaal	Md = 2146	Nm	(1690	Nm)
- Normaalkracht in de betonpaal	Nb = 2277	N	(2229	N)
- Dwarskracht in de betonpaal	Fhk = 4768	N	(3755	N)
- Kracht op het anker	Fi = 0	N	(0	N)

6.8.7 B.C.7: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, wind zone G)

- Eigen gewicht van de kopgevelgootkolom	Feg.kg = 361	N		
- Eigen gewicht van de kopgeveltussenkolom	Feg.kt = 361	N		
- Moment in de betonpaal	Md = 1208	Nm	(955	Nm)
- Normaalkracht in de betonpaal	Nb = -3317	N	(-2121	N)
- Dwarskracht in de betonpaal	Fhk = 2683	N	(2122	N)
- Kracht op het anker	Fi = 0	N	(0	N)

6.8.8 B.C.8: c1) Dead load + Services + Crop + repair/incident actions

- Eigen gewicht van de kopgevelgootkolom	Feg.kg = 361	N		
- Eigen gewicht van de kopgeveltussenkolom	Feg.kt = 361	N		
- Moment in de betonpaal	Md = 793	Nm	(691	Nm)
- Normaalkracht in de betonpaal	Nb = 15465	N	(12477	N)
- Dwarskracht in de betonpaal	Fhk = 1763	N	(1536	N)
- Kracht op het anker	Fi = 0	N	(0	N)

N.B. : - Herverdeling van horizontale krachten op de poeren met een kleinere
hoh afstand is niet mogelijk voor type fundering "cassette"
- De tussen haakjes genoemde waarden zijn in gebruikstoestand.

6.8.9 Summary of loads at foundation:

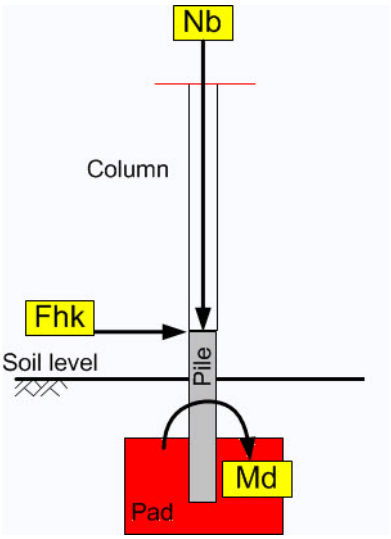


Table: Foundation forces side wall and gable end, cassette system

Table Combination	Load V Nd ULS [N]	Load V [N] Fvk+Fegk ULS	Moment Md ULS [Nm]	Load H Fhk ULS [N]
		anchor		
BC1	6188	4524	691	1536
BC2	3551	1852	2815	6255
BC3	7007	5308	706	1569
BC4	563	-1101	1208	2683
BC5	563	-1101	1208	2683
BC6	2277	577	2146	4768
BC7	-3317	-4981	1208	2683
BC8	15465	13556	793	1763

6.9 PROFIEL-EIGENSCHAPPEN

In dit deel worden alle profiel-eigenschappen weergegeven en uitgerekend,
die onafhankelijk zijn van de belastingen en de belastingcombinaties.
(index "y" = "in gootrichting")

6.9.1 Kopgevelgootkolommen (RHBK120*80*3.0 mm S235 (EN1021) (index "gk"):

- Oppervlakte : Agk = 1148.5 mm²
- Traagheidsmoment y-as: Iy.gk = 2329744.7 mm4
- Weerstandsmoment y-as: Wy.gk = 38829.1 mm3
- Traagheidsstraal y-as: iy.gk = 45.0 mm
- Traagheidsmoment z-as: Iz.gk = 1246766.1 mm4
- Weerstandsmoment z-as: Wz.gk = 31169.2 mm3
- Traagheidsstraal z-as: iz.gk = 32.9 mm
- Neutrale lijn z-as : ez.gk = 40.0 mm
- Versch.neutr.lijn y : eNy = 0.0 mm
  z : eNz = 0.0 mm
- Lengte : Lgk = 4.000 m
- Gewicht : Ggk = 36.064 kg
- Rekenwaarde vloeigrens fy.gk = 235.0 N/mm²
- Elasticiteitsmodulus Egk = 210000 N/mm²
- Afschuivingsmodulus Ggk = 80769 N/mm²
- Weerstandsmom.pl.y-as Wpy.gk = 38829 (Wply.gk = 46661) mm3
- Weerstandsmom.pl.z-as Wpz.gk = 31169 (Wplz.gk = 35330) mm3
- Torsietraagheidsmoment It.gk = 2482816 mm4
- Rekenwaarde van de sterkte:
  - Normaalkracht Nc.Rd.gk = 300652 N
    NRk.gk = 300652 N
  - Moment plastisch My.c.Rd.gk = 10164 Nm Mz.c.Rd.gk = 8159 Nm
    elastisch My.Rk.gk = 10164 Nm Mz.Rk.gk = 8159 Nm
- Imperfectie factor volgens EC3, table 6.2 alfay = 0.49 alfaz = 0.49
- De ingevoerde staalsoort S235 (EN10219) is vastgesteld voor het basismateriaal van het kokerprofiel.
  Na het koudvervormen is er sprake van een verhoging van de vloeigrens. Deze verhoogde vloeigrens
  is als volgt berekend met de rekenformule uit NEN6770 (zie 12.1.1.4 Tabel 23, noot 2) en EN 1993-1-1:
  - Materiaalkwaliteit : S235 (EN10219) (fy = 235.0 N/mm², ft = 360.0 N/mm²)
    fy-eq = fy+(7*nhoekgk*tgk/Lgk)*(ft-fy) < (fy+ft)/2: fy-eq = 261.8 N/mm²
  - Ontwikkelde lengte : Lgk = 392.3 mm
  - Omgez. hoeken : nhoek = 4
  - Op druk belast : fy-dgk = fy-eq = 261.8 N/mm²
  - Op trek belast : fy-tgk = fy-eq = 261.8 N/mm²
- Kniklengte, slankheid en knikcoëfficiënt:
  - In de y-richting:
    - Slankheid : lambda-ygk = 4000/45.0 = 89
    - Chixgk = min(0.572 , 1.0) = 0.572
    - Eulerse knikkracht:

$$\text{FEygk} = \frac{\pi^2 * E * Iygk}{lkygk^2} = \frac{\pi^2 * 2.1E5 * 233E4}{4000^2} = 301792 \text{ N}$$

  - In de z-richting:
    - Slankheid : lambda-zgk = 4000/32.9 = 121
    - Chizgk = min(0.392 , 1.0) = 0.392
    - Eulerse knikkracht:

$$\text{FEzgk} = \frac{\pi^2 * E * Izgk}{lkzgk^2} = \frac{\pi^2 * 2.1E5 * 125E4}{4000^2} = 161504 \text{ N}$$

6.9.2 Kopgevelgording (RHBK80*50*2.0 mm S235 (EN1021) (index "gd1"):
- Oppervlakte : Agd1 = 500.6 mm²
- Traagheidsmoment y-as: Iy.gd1 = 445228.8 mm4
- Weerstandsmoment y-as: Wy.gd1 = 11130.7 mm3
- Traagheidsstraal y-as: iy.gd1 = 29.8 mm
- Traagheidsmoment z-as: Iz.gd1 = 214810.6 mm4
- Weerstandsmoment z-as: Wz.gd1 = 8592.4 mm3
- Traagheidsstraal z-as: iz.gd1 = 20.7 mm
- Neutrale lijn z-as : ez.gd1 = 25.0 mm
- Versch.neutr.lijn y : eNy = 0.0 mm
  z : eNz = 0.0 mm
- Lengte : Lgd1 = 3.200 m
- Gewicht : Ggd1 = 12.574 kg
- Rekenwaarde vloeigrens fy.gd1 = 235.0 N/mm²
- Elasticiteitsmodulus Egd1 = 210000 N/mm²
- Afschuivingsmodulus Ggd1 = 80769 N/mm²
- Weerstandsmom.pl.y-as Wpy.gd1 = 11131 (Wply.gd1 = 13438) mm3
- Weerstandsmom.pl.z-as Wpz.gd1 = 8592 (Wplz.gd1 = 9710) mm3
- Torsietraagheidsmoment It.gd1 = 437081 mm4
- Rekenwaarde van de sterkte:
  - Normaalkracht Nc.Rd.gd1 = 131290 N
    NRk.gd1 = 131290 N
  - Moment plastisch My.c.Rd.gd1 = 2919 Nm Mz.c.Rd.gd1= 2254 Nm
    elastisch My.Rk.gd1 = 2919 Nm Mz.Rk.gd1 = 2254 Nm
- Imperfectie factor volgens EC3, table 6.2 alfay = 0.49 alfaz = 0.49
- De ingevoerde staalsoort S235 (EN10219) is vastgesteld voor het basismateriaal van het kokerprofiel.
  Na het koudvervormen is er sprake van een verhoging van de vloeigrens. Deze verhoogde vloeigrens
  is als volgt berekend met de rekenformule uit NEN6770 (zie 12.1.1.4 Tabel 23, noot 2) en EN 1993-1-1:
  - Materiaalkwaliteit : S235 (EN10219) (fy = 235.0 N/mm², ft = 360.0 N/mm²)
    fy-eq = fy+(7*nhoekgd1*tgd1/Lgd1)*(ft-fy) < (fy+ft)/2: fy-eq = 262.3 N/mm²
  - Ontwikkelde lengte : Lgd1 = 256.6 mm
  - Omgez. hoeken : nhoek = 4
  - Op druk belast : fy-dgd1 = fy-eq = 262.3 N/mm²
  - Op trek belast : fy-tgd1 = fy-eq = 262.3 N/mm²
- Kniklengte, slankheid en knikcoëfficiënt:
  - In de y-richting:
    - Stel: Kniklengte lkygd1 = lgd1 = 3200 mm (3 steunp. = 1x systeemlengte)
    - Slankheid : lambda-ygd1 = 3200/29.8 = 107
    - Chixgd1 = min(0.462 , 1.0) = 0.462
    - Eulerse knikkracht:

$$\text{FEygd1} = \frac{\text{pi}^2 * E * \text{Iygd1}}{\text{lkygd1}^2} = \frac{\text{pi}^2 * 2.1E5 * 45E4}{3200^2} = 90116 \text{ N}$$

  - In de z-richting:
    - Stel: Kniklengte lkzgd1 = lgd1 = 800 mm (ongesteunde kiplengte)
    - Slankheid : lambda-zgd1 = 800 /20.7 = 39
    - Chizgd1 = min(0.891 , 1.0) = 0.891
    - Eulerse knikkracht:

$$\text{FEzgd1} = \frac{\text{pi}^2 * E * \text{Izgd1}}{\text{lkzgd1}^2} = \frac{\text{pi}^2 * 2.1E5 * 21E4}{800^2} = 695656 \text{ N}$$

6.9.3 Kopgevelgording (RHBK80*50*2.0 mm S235 (EN1021) (index "gd2"):
- Oppervlakte : Agd2 = 500.6 mm²
- Traagheidsmoment y-as: Iy.gd2 = 445228.8 mm4
- Weerstandsmoment y-as: Wy.gd2 = 11130.7 mm3
- Traagheidsstraal y-as: iy.gd2 = 29.8 mm
- Traagheidsmoment z-as: Iz.gd2 = 214810.6 mm4
- Weerstandsmoment z-as: Wz.gd2 = 8592.4 mm3
- Traagheidsstraal z-as: iz.gd2 = 20.7 mm
- Neutrale lijn z-as : ez.gd2 = 25.0 mm
- Versch.neutr.lijn y : eNy = 0.0 mm
  z : eNz = 0.0 mm
- Lengte : Lgd2 = 3.200 m
- Gewicht : Ggd2 = 12.574 kg
- Rekenwaarde vloeigrens fy.gd2 = 235.0 N/mm²
- Elasticiteitsmodulus Egd2 = 210000 N/mm²
- Afschuivingsmodulus Ggd2 = 80769 N/mm²
- Weerstandsmom.pl.y-as Wpy.gd2 = 11131 (Wply.gd2 = 13438) mm3
- Weerstandsmom.pl.z-as Wpz.gd2 = 8592 (Wplz.gd2 = 9710) mm3
- Torsietraagheidsmoment It.gd2 = 437081 mm4
- Rekenwaarde van de sterkte:
  - Normaalkracht Nc.Rd.gd2 = 131290 N
    NRk.gd2 = 131290 N
  - Moment plastisch My.c.Rd.gd2 = 2919 Nm Mz.c.Rd.gd2= 2254 Nm
    elastisch My.Rk.gd2 = 2919 Nm Mz.Rk.gd2 = 2254 Nm
- Imperfectie factor volgens EC3, table 6.2 alfay = 0.49 alfaz = 0.49
- De ingevoerde staalsoort S235 (EN10219) is vastgesteld voor het basismateriaal van het kokerprofiel.
  Na het koudvervormen is er sprake van een verhoging van de vloeigrens. Deze verhoogde vloeigrens
  is als volgt berekend met de rekenformule uit NEN6770 (zie 12.1.1.4 Tabel 23, noot 2) en EN 1993-1-1:
  - Materiaalkwaliteit : S235 (EN10219) (fy = 235.0 N/mm², ft = 360.0 N/mm²)
    fy-eq = fy+(7*nhoekgd2*tgd2/Lgd2)*(ft-fy) < (fy+ft)/2: fy-eq = 262.3 N/mm²
  - Ontwikkelde lengte : Lgd2 = 256.6 mm
  - Omgez. hoeken : nhoek = 4
  - Op druk belast : fy-dgd2 = fy-eq = 262.3 N/mm²
  - Op trek belast : fy-tgd2 = fy-eq = 262.3 N/mm²
- Kniklengte, slankheid en knikcoëfficiënt:
  - In de y-richting:
    - Stel: Kniklengte lkygd2 = lgd2 = 3200 mm (3 steunp. = 1x systeemlengte)
    - Slankheid : lambda-ygd2 = 3200/29.8 = 107
    - Chixgd2 = min(0.462 , 1.0) = 0.462
    - Eulerse knikkracht:

$$\text{FEygd2} = \frac{\text{pi}^2 * E * \text{Iygd2}}{\text{lkygd2}^2} = \frac{\text{pi}^2 * 2.1E5 * 45E4}{3200^2} = 90116 \text{ N}$$

  - In de z-richting:
    - Stel: Kniklengte lkzgd2 = lgd2 = 800 mm (ongesteunde kiplengte)
    - Slankheid : lambda-zgd2 = 800 /20.7 = 39
    - Chizgd2 = min(0.891 , 1.0) = 0.891
    - Eulerse knikkracht:

$$\text{FEzgd2} = \frac{\text{pi}^2 * E * \text{Izgd2}}{\text{lkzgd2}^2} = \frac{\text{pi}^2 * 2.1E5 * 21E4}{800^2} = 695656 \text{ N}$$

Oplegfactoren gordingen

nr.	positie	Frga		Frg		Flia		Fli		Fgda		Fgd		Fxsa		Fxs	
1	1950	0.000		0.190		0.000		0.190		0.000		0.256		0.000		0.000	
2	3900	0.810		0.810		0.810		0.810		0.744		0.744		0.000		0.000	

6.9.4 Kopgeveltussenkolommen (RHBK120*80*3.0 mm S235 (EN1021) (index "tk"):
- Oppervlakte : Atk = 1148.5 mm²
- Traagheidsmoment y-as: Iy.tk = 2329744.7 mm4
- Weerstandsmoment y-as: Wy.tk = 38829.1 mm3
- Traagheidsstraal y-as: iy.tk = 45.0 mm
- Traagheidsmoment z-as: Iz.tk = 1246766.1 mm4
- Weerstandsmoment z-as: Wz.tk = 31169.2 mm3
- Traagheidsstraal z-as: iz.tk = 32.9 mm
- Neutrale lijn z-as : ez.tk = 40.0 mm
- Versch.neutr.lijn y : eNy = 0.0 mm
  z : eNz = 0.0 mm
- Lengte : Ltk = 4.000 m
- Gewicht : Gtk = 36.064 kg
- Rekenwaarde vloeigrens fy.tk = 235.0 N/mm²
- Elasticiteitsmodulus Etk = 210000 N/mm²
- Afschuivingsmodulus Gtk = 80769 N/mm²
- Weerstandsmom.pl.y-as Wpy.tk = 38829 (Wply.tk = 46661) mm3
- Weerstandsmom.pl.z-as Wpz.tk = 31169 (Wplz.tk = 35330) mm3
- Torsietraagheidsmoment It.tk = 2482816 mm4
- Rekenwaarde van de sterkte:
  - Normaalkracht Nc.Rd.tk = 300652 N
    NRk.tk = 300652 N
  - Moment plastisch My.c.Rd.tk = 10164 Nm Mz.c.Rd.tk = 8159 Nm
    elastisch My.Rk.tk = 10164 Nm Mz.Rk.tk = 8159 Nm
- Imperfectie factor volgens EC3, table 6.2 alfay = 0.49 alfaz = 0.49
- De ingevoerde staalsoort S235 (EN10219) is vastgesteld voor het basismateriaal van het kokerprofiel.
  Na het koudvervormen is er sprake van een verhoging van de vloeigrens. Deze verhoogde vloeigrens
  is als volgt berekend met de rekenformule uit NEN6770 (zie 12.1.1.4 Tabel 23, noot 2) en EN 1993-1-1:
  - Materiaalkwaliteit : S235 (EN10219) (fy = 235.0 N/mm², ft = 360.0 N/mm²)
    fy-eq = fy+(7*nhoektk*ttk/Ltk)*(ft-fy) < (fy+ft)/2: fy-eq = 261.8 N/mm²
  - Ontwikkelde lengte : Ltk = 392.3 mm
  - Omgez. hoeken : nhoek = 4
  - Op druk belast : fy-dtk = fy-eq = 261.8 N/mm²
  - Op trek belast : fy-ttk = fy-eq = 261.8 N/mm²
- Kniklengte, slankheid en knikcoëfficiënt:
  - In de y-richting:
    - Stel: Kniklengte lkytk = ltk = 4000 mm (helft van de overspanning)
    - Slankheid : lambda-ytk = 4000/45.0 = 89
    - Chixtk = min(0.572 , 1.0) = 0.572
    - Eulerse knikkracht:

$$\text{FEytk} = \frac{\text{pi}^2 * E * \text{Iytk}}{\text{lkytk}^2} = \frac{\text{pi}^2 * 2.1E5 * 233E4}{4000^2} = 301792 \text{ N}$$

  - In de z-richting:
    - Stel: Kniklengte lkztk = ltk = 4000 mm (ongesteunde kiplengte)
    - Slankheid : lambda-ztk = 4000/32.9 = 121
    - Chiztk = min(0.392 , 1.0) = 0.392
    - Eulerse knikkracht:

$$\text{FEztk} = \frac{\text{pi}^2 * E * \text{Iztk}}{\text{lkztk}^2} = \frac{\text{pi}^2 * 2.1E5 * 125E4}{4000^2} = 161504 \text{ N}$$

6.9.5 Tussenkolomschoor (RHBK60*60*2.0 mm S235 (EN1021) (index "tks"):
- Oppervlakte : Atks = 460.6 mm²
- Traagheidsmoment y-as: Iy.tks = 257468.3 mm4
- Weerstandsmoment y-as: Wy.tks = 8582.3 mm3
- Traagheidsstraal y-as: iy.tks = 23.6 mm
- Traagheidsmoment z-as: Iz.tks = 257468.3 mm4
- Weerstandsmoment z-as: Wz.tks = 8582.3 mm3
- Traagheidsstraal z-as: iz.tks = 23.6 mm
- Neutrale lijn z-as : ez.tks = 30.0 mm
- Versch.neutr.lijn y : eNy = 0.0 mm
  z : eNz = 0.0 mm
- Lengte : Ltks = 4.320 m
- Gewicht : Gtks = 15.617 kg
- Rekenwaarde vloeigrens fy.tks = 235.0 N/mm²
- Elasticiteitsmodulus Etks = 210000 N/mm²
- Afschuivingsmodulus Gtks = 80769 N/mm²
- Weerstandsmom.pl.y-as Wpy.tks = 8582 (Wply.tks = 9993) mm3
- Weerstandsmom.pl.z-as Wpz.tks = 8582 (Wplz.tks = 9993) mm3
- Torsietraagheidsmoment It.tks = 382692 mm4
- Rekenwaarde van de sterkte:
  - Normaalkracht Nc.Rd.tks = 121861 N
    NRk.tks = 121861 N
  - Moment plastisch My.c.Rd.tks = 2271 Nm Mz.c.Rd.tks= 2271 Nm
    elastisch My.Rk.tks = 2271 Nm Mz.Rk.tks = 2271 Nm
- Imperfectie factor volgens EC3, table 6.2 alfay = 0.49 alfaz = 0.49
- De ingevoerde staalsoort S235 (EN10219) is vastgesteld voor het basismateriaal van het kokerprofiel.
  Na het koudvervormen is er sprake van een verhoging van de vloeigrens. Deze verhoogde vloeigrens
  is als volgt berekend met de rekenformule uit NEN6770 (zie 12.1.1.4 Tabel 23, noot 2) en EN 1993-1-1:
  - Materiaalkwaliteit : S235 (EN10219) (fy = 235.0 N/mm², ft = 360.0 N/mm²)
    fy-eq = fy+(7*nhoektks*ttks/Ltks)*(ft-fy) < (fy+ft)/2: fy-eq = 264.6 N/mm²
  - Ontwikkelde lengte : Ltks = 236.6 mm
  - Omgez. hoeken : nhoek = 4
  - Op druk belast : fy-dtks = fy-eq = 264.6 N/mm²
  - Op trek belast : fy-ttks = fy-eq = 264.6 N/mm²
- Kniklengte, slankheid en knikcoëfficiënt:
  - In de y-richting:
    - Stel: Kniklengte lkytks = ltks = 4320 mm (helft van de overspanning)
    - Slankheid : lambda-ytks = 4320/23.6 = 183
    - Chixtks = min(0.206 , 1.0) = 0.206

6.9.6 Profieleigenschappen van de fundatie

In dit deel worden alle profieleigenschappen van de fundatie weergegeven en uitgerekend, die onafhankelijk zijn van de belastingen en belastingcombinaties. Hierbij gaat het hoofdzakelijk om de kantelstabiliteit bij neerwaartse belasting (6.9.2), en de kantelstabiliteit bij opwaartse belasting (6.9.3). De berekeningen zijn opgezet in gebruikstoestand, met dien verstande, dat de grondspanningen niet groter mogen worden dan de toelaatbare grondspanning.

6.9.6.1 Algemene eigenschappen:

a) Eigenschappen van de grond (zie ook TNO-rapport BI-87-02):
- Grondsoort : Zand schoon
- Volumiek gewicht grond : sg = 18.0 in kN/m^3
- Inwendige wrijvingshoek : fi = 32.5 in graden
- Cohesie : C0 = 0 in N/m²
- Toelaatbare spanning : Sgr = 0.300 in N/mm²
- Prim. samendrukkingsindex : Cceff = 0.006
- Sec. samendrukkingsindex : Cinfe = 0.000
- Volumiek gewicht verzadigd : sgsat = 20 in kN/m^3
- Poriengetal (NEN 6744) : eporie = 0.6
- Bedding : k = 75 in MN/m^3 (k=75000 kN/m^3)
- Neutrale gronddrukcoëfficiënt: lambda-n = 1 - sin(32.5°) = 0.46
- Passieve gronddrukcoëfficiënt: lambda-p = [tan(45° + 0.5*32.5°)]² = 3.32
- Actieve gronddrukcoëfficiënt : lambda-a = [tan(45° - 0.5*32.5°)]² = 0.30

b) Eigenschappen van de poeren:
- Eigen gewicht van de paal (sg = 24000 N/m^3):
  - Gpaal = 0.120 * 0.120 * 1.000 * 24000 = 346 N
    (inclusief het gedeelte van de paal in de poer)
- Eigen gewicht van de poer (sg = 24000 N/m^3):
  - Gpoer = pi/4 * 0.600² * 0.830 * 24000
    - 0.120 * 0.120 * (1.000 - 0.300 - 0.150) * 24000 = 5442 N
    (exclusief het gedeelte van de paal in de poer)
- Eigen gewicht van de grond boven op de poer:
  - Ggrond = [(pi/4*0.600² - 0.120*0.120) * 0.150] * 18000 = 725 N
- Totaal: Gfund = Gpaal + Gpoer + Ggrond = 6512 N

Daar het rekenen met een ronde poer tamelijk gecompliceerd is, wordt gerekend met een poer met een vierkant grondvlak. Hierbij wordt er voor gezorgd dat het oppervlak van de vierkante poer gelijk is aan die van de ronde poer (dus ook de inhoud van de poer is hetzelfde):

- B = (pi/4 * dpoer²)^1/2 = (pi/4 * 600 ²)^1/2 = 531.7 mm

Voor de eenvoud in de formules wordt overgegaan op verkorte symbolen:

- Hoogte van de poer H = hpoer = 830 mm
- Diepte van de poer D = Dpoer = 150 mm

6.9.6.2 Kantelstabiliteit neerwaarts bezwijkmodel (NBM) (in gebruikstoestand):

Dit bezwijkmodel treedt uitsluitend op bij neerwaartse belasting op de poer. De poeren worden verondersteld te willen kantelen om het linkerbenedenpunt A, uitgaande van een horizontale kracht ter plaatse van de kolomverankering Fhk', werkend van links naar rechts. Dit kantelen wordt versterkt door de verticale neerwaartse belasting Fvp'. Ten gevolge van dit kantelen ontstaat bij het rechterkopvlak opstuwing van grond, dus overwegend passieve gronddruk en bij het linkerkopvlak een overwegend actieve gronddruk.

De kanteling van de poeren wordt tegengegaan door de wrijving van de grond tegen de zijwanden van de poer (Mwz; Fvz; Fhz), het verschil in gronddruk tegen het linker- (Fha; Mha), respectievelijk het rechterkopvlak (Fhp; Mhp) van de poer, de wrijving van de grond tegen het linker- (Fva) en rechterkopvlak (Fvp) en de gronddruk tegen de onderkant van de poer (Fvo; Mvo).

Mp_neerw = Mwz + Mhp - Mha + Fvp*B + Mvo (linksom = +)

Fv_neerw = Fvz + Fva + Fvp + Fvo (opwaarts = +)

Fh_neerw = Fhz + Fhp - Fha (van rechts naar links = +)

a) Het berekenen van de wrijving van de grond tegen de zijwanden van de poer (Mwz, Fvz en Fhz) gaat als volgt.

Op een vlakje O op een afstand R van het draaipunt A werkt de neutrale gronddruk Sn. Bij draaiing van het vlakje om punt A ontstaat er een wrijvingskracht Fw, die loodrecht op de straal R is gericht en de draaiing tegenwerkt. Bij de berekening van de wrijvingskracht Fw wordt rekening gehouden met de afstand van vlakje O tot draaipunt A (R/Rmax). Met behulp van de cosinus en de sinus kan de verticale en de horizontale component bepaald worden. Vermenigvuldiging van Fw met de straal R geeft het tegenwerkend koppel Mw. Door nu het gehele oppervlak van beide zijwanden op deze manier af te tasten kunnen Mwz, Fvz en Fhz bepaald worden.

- Moment t.g.v. wrijving tegen de zijvlakken:

Maximale hefboomsarm ten opzichte van het draaipunt A:

- Rmax = $(B^2 + H^2)^{1/2}$ = $(531.7^2 + 830^2)^{1/2}$ = 986 mm

Maximale schuifspanning ter hoogte van het draaipunt A:

- TnA = sg * (D + H) * lambda-n * tan(fi) + C0

= 18 E-6 * (150 + 830) * 0.46 * tan(33°) + 0 E-3 = 5.20 E-3 N/mm²

De totale momentcapaciteit ten gevolge van wrijving tegen de beide zijwanden van de poer kan door integratie bepaald worden. Uitschrijven resulteert in de volgende formule:

$$- Mwz = \frac{2*H*B}{Rmax} * \left[TnA*\left(\frac{B^2}{3} + \frac{H^2}{3}\right) - sg*H*lambda\text{-}n*\tan(fi)*\left(\frac{B^2}{6} + \frac{H^2}{4}\right)\right]$$

$$= \frac{2*830*531.7}{986} * \left[5.20E\text{-}3 * \left(\frac{531.7^2}{3} + \frac{830^2}{3}\right) - 18E\text{-}6 * 830 * 0.46 * \tan(33°) * \left(\frac{531.7^2}{6} + \frac{830^2}{4}\right)\right] = 643\ E3\ Nmm$$

- De verticale kracht ten gevolge van de wrijving tegen de zijvlakken van de poer kan op een soortgelijke manier bepaald worden.

Maximale schuifspanning op halve hoogte van de poer (centrum C):

- TnC = sg * (D + H/2) * lambda-n * tan(fi) + C0

= 18 E-6 * (150 + 830 /2) * 0.46 * tan(33°) + 0 E-3 = 3.00 E-3 N/mm²

Belastingcapaciteit ten gevolge van wrijving tegen de zijwand:

- Fvz = 2 * H * B * TnC * 0.5 * B / Rmax

= 2 * 830 * 531.7 * 3.00 E-3 * 0.5 * 531.7 / 986 = 714 N

- Horizontale kracht ten gevolge van wrijving tegen de zijvlakken:

Maximale schuifspanning op 1/3-hoogte vanaf de bovenkant van de poer:

- TnD = sg * (D + H/3) * lambda-n * tan(fi) + C0

= 18 E-6 * (150 + 830 /3) * 0.46 * tan(33°) + 0 E-3 = 2.26 E-3 N/mm²

Belastingcapaciteit ten gevolge van wrijving tegen de zijwand:

- Fhz = 2 * H * B * TnD * 0.5 * H / Rmax

= 2 * 830 * 531.7 * 2.26E-3 * 0.5 * 830 / 986 = 841 N

b) Het bepalen van de horizontale normaal- en de verticale schuifkrachten op het linker- en rechterkopvlak (Fha, Fva, Fhp en Fvp) gaat als volgt.

Als de poer in de richting van de horizontale kracht op het punt staat te gaan draaien, dan wordt de grond aan de rechterzijde opgestuikt en aan de andere zijde losgelaten. Aan de zijde waar de grond wordt opgestuikt ontwikkelt de passieve gronddruk zich het best aan de bovenzijde van de poer, die het meest zijdelings verplaatst. Het niveau van de poer ter hoogte van het draaipunt verplaatst zijdelings niet, derhalve ontwikkelt zich aldaar de neutrale gronddruk. Tussen de passieve gronddruk aan de bovenzijde van de poer en de neutrale gronddruk aan de onderzijde van de poer wordt rechtlijnig geïnterpoleerd.

In formules:

- Rechts = passieve gronddruk:

  Resulterend moment ten opzichte van draaipunt A (ten gevolge van passieve gronddruk):

  - Mhp = 1/3 * sg * B * H² * [lambda-n * (D/2 + H/4) + lambda-p * (D + H/4)]

    = 1/3 * 18 E-6 * 531.7 * 830 ² * [0.46 * (150 /2 + 830 /4)

    + 3.32 * (150 + 830 /4)] = 2898E3 Nmm

  Verticale schuifkracht:

  - Fvp = B * H * [TnC + sg * (lambda-p - lambda-n) * tan(fi) * (D/2 + H/6)]

    = 531.7 * 830 * [3.00E-3 + 18E-6 * (3.32 - 0.46) * tan(33°)

    * (150 /2 + 830 /6)] = 4411 N

  Horizontale normaalkracht:

  - Fhp = sg * B * H * [lambda-n * (D/2 + H/3) + lambda-p * (D/2+ H/6)]

    = 18E-6 * 531.7 * 830 * [0.46 * (150 /2 + 830 /3)

    + 3.32 * (150 /2 + 830 /6)] = 6923 N

Aan de tegenovergelegen linkerzijde ontwikkelt zich iets dergelijks, nl. aan de bovenzijde komt de poer het meest vrij van de grond (actieve gronddruk), terwijl ook hier de poer ter hoogte van het draaipunt niet zijdelings verplaatst (neutrale gronddruk).

In formules:

- Links = actieve gronddruk:

  Resulterend moment ten opzichte van draaipunt A (ten gevolge van actieve gronddruk):

  - Mha = 1/3 * sg * B * H² * [lambda-n * (D/2 + H/4) + lambda-a * (D + H/4)]

    = 1/3 * 18E-6 * 531.7 * 830 ² * [0.46 * (150 /2 + 830 /4)

    + 0.30 * (150 + 830 /4)] = 524 E3 Nmm

  Verticale schuifkracht:

  - Fva = B * H * [TnC + sg * (lambda-a - lambda-n) * tan(fi) * (D/2 + H/6)]

    = 531.7 * 830 * [3.00E-3 + 18E-6 * (0.30 - 0.46) * tan(33°)

    * (150 /2 + 830 /6)] = 1148 N

Horizontale normaalkracht:

- Fha = sg * B * H * [lambda-n * (D/2 + H/3) + lambda-a * (D/2 + H/6)]

= 18E-6 * 531.7 * 830 * [0.46 * (150 /2 + 830 /3)

+ 0.30 * (150 /2 + 830 /6)] = 1803 N

c) Het berekenen van de maximale toelaatbare gronddruk tegen de onderkant van de poer (Fvo; Mvo) gaat als volgt.

Er wordt vanuit gegaan, dat de poer ten gevolge van de overheersende neerwaartse kracht zoveel "zakt", dat overal tegen de onderkant van de poer de maximale grondspanning optreedt.

- Verticale kracht ten gevolge van gronddruk tegen onderkant poer:

- Fvo = Sgr * B² = 0.300 * 531.7 ² = 84823 N

- Moment (rechtsom) ten gevolge van gronddruk tegen onderkant poer:

- Mvo = 1/2 * Sgr * B^3 = 1/2 * 0.300 * (531.7)^3 = 22552E3 Nmm

d) Met behulp van de afgeleide grootheden kan de kantelstabiliteit van de poeren bij een resulterende neerwaartse belasting worden afgeleid:

- Maximaal reactie-moment (linksom = +):

- Mp_neerw = Mwz + Mhp - Mha + Fvp * B + Mvo
= 643 + 2898 - 524 + 4411 * 0.5317 + 22552 = 27914 Nm

- Maximale verticale oplegreactie (opwaarts = +):

- Fv_neerw = Fvz + Fva + Fvp + Fvo
= 714 + 1148 + 4411 + 84823 = 91096 N

- Maximale horizontale oplegreactie (van rechts naar links = +):

- Fh_neerw = Fhz + Fhp - Fha
= 841 + 6923 - 1803 = 5962 N

In principe is een veel grotere horizontale oplegreactie mogelijk, namelijk Fh_max = Sgr*B*H. In dat geval treden echter ontoelaatbare horizontale verplaatsingen (> 5,0 mm) op.

6.9.6.3 Kantelstabiliteit bij opwaartse belasting (in gebruikstoestand):

Op analoge wijze kan de kantelstabiliteit van de poeren worden berekend bij opwaarts bezwijken. Dit treedt altijd op bij een resulterende opwaartse belasting maar kan ook optreden bij een geringe neerwaartse belasting. De poeren worden alleen nu verondersteld te willen kantelen om het rechterbenedenpunt B. Ten gevolge van de opwaartse belasting vervalt de gronddruk tegen de onderkant van de poer.

- Maximaal reactie-moment (linksom = +):

  - Mp_opw = Mwz + Mhp - Mha + Fva * B
  = 643 + 2898 - 524 + 1148 * 0.5317 = 3628 Nm

- Maximale verticale oplegreactie (opwaarts = +):

  - Fv_opw = Fvz + Fva + Fvp
  = 714 + 1148 + 4411 = 6273 N

- Maximale horizontale oplegreactie (van rechts naar links = +):

  - Fh_opw = Fhz + Fhp - Fha
  = 841 + 6923 - 1803 = 5962 N

6.9.7 Maximale neerwaartse draagkracht volgens NEN 6744:

Bij de berekening van de maximale neerwaartse draagkracht volgens NEN 6744 wordt uitgegaan van een gedraineerde toestand volgens artikel 5.2.3. van NEN 6744.

a) Draagkrachtfactoren:
De draagkrachtfactoren volgens art. 5.2.3.3 van NEN 6744 zijn uitsluitend afhankelijk van de hoek van inwendige wrijving van de grond:

- Draagkrachtfactor voor de invloed van de gronddekking/diepte:

  $Nq = \exp[\pi * \tan(fi)] * \tan(\pi/4 + fi/2)^2 = 24.6$

- Draagkrachtfactor voor de invloed van de cohesie:

  $$Nc = \frac{Nq - 1}{\tan(fi)} = 37.0$$

- Draagkrachtfactor voor de invloed van het effectieve volumieke gewicht van de grond onder het funderingsoppervlak:

  $Ngamma = 2 * (Nq - 1) * \tan(fi) = 30.1$

b) Vormfactoren:

De vormfactoren volgens artikel 5.2.3.3 van NEN 6744 zijn afhankelijk van de voornoemde draagkrachtfactoren en van de vorm van het funderingsoppervlak. Voor een cirkelvormig of vierkant element geldt: Beff = Leff = 1

- Gronddekking/diepte: $sq = 1 + 1.0 * \sin(fi) = 1.54$

- Invloed cohesie: $$sc = \frac{sq * Nq - 1}{Nq - 1} = 1.6$$

- Eff. vol. gewicht: $sgamma = 1 - 0.3 * 1.0 = 0.7$

c) Rekenwaarde van de (maximale) neerwaartse draagkracht (art. 5.2.3.3):

Voor de berekening in de gedraineerde toestand van de rekenwaarde van de maximale funderingsdruk loodrecht op het funderingsoppervlak gelden de volgende formules (art. 5.2.3.3 van NEN 6744):

- Cohesie: Smaxcd = Co * Nc * sc = 0.000 N/mm²

- Gronddekking: Smaxqd = sg * (Dpoer + hpoer) * Nq * sq = 0.667 N/mm²

- Vol. gewicht: Smaxgd = 0.5 * sg * dpoer * Ngamma * sgamma = 0.114 N/mm²

Voor de totale maximale funderingsdruk geldt aldus:

Smaxgrd = Smaxcd + Smaxqd + Smaxgd = 0.780 N/mm²

Uitgaande van een volledig effectief funderingsoppervlak (dat wil o.a. zeggen: een centrische neerwaartse belasting) geldt de volgende rekenwaarde van de draagkracht in gedraineerde toestand:

Fmaxgrd = 0.25 * pi * dpoer² * Smaxgrd = 220617 N

Er wordt een extra veiligheidsfactor 1.5 in rekening gebracht onder andere voor niet-volledige effectiviteit van de poer (excentriciteiten) en een niet-volledig gedraineerde toestand van de grond:

$$Fmaxgr = \frac{Fmaxgrd}{gammag} = \frac{220617}{1.5} = 147078 \text{ N}$$

d) Bepaling van de maatgevende neerwaartse draagkracht (zie ook 2.2):

Fv_neerw = MIN(Fmaxgr, Fv_neerw) = MIN(147078 , 91096) = 91096 N

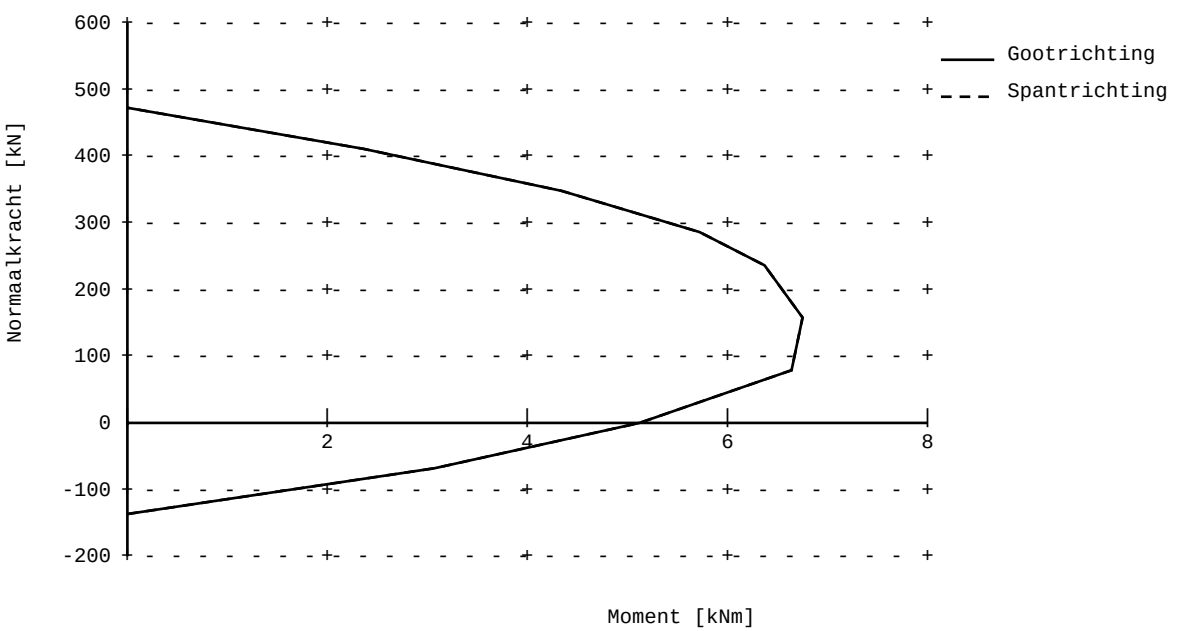
6.9.8 Doorsnedecapaciteit van ZEUS 120x120x1000ZW (R10+M10).

De ZEUS betonpaal wordt aan de hand van de gegeven capaciteit, vastgelegd in een Mu-Nu diagram, gecontroleerd.

Het Mu-Nu diagram van de betonpaal is benaderd door punten van het diagram in een bestand vast te leggen. Voor het bepalen van de momentencapaciteit mag bij de gegeven normaalkracht rechtlijnig geïnterpoleerd worden. Dit is altijd een veilige benadering van de werkelijke capaciteit van de betonpaal. De punten van het Mu-Nu diagram zijn zodanig gekozen, dat het werkelijke Mu-Nu diagram zo dicht mogelijk wordt benaderd.

Capaciteit van de ZEUS 120x120x1000ZW (R10+M10) in spantrichting:

Punt 1:	Ny1 =	-136600 N	My1 =	0 Nm
Punt 2:	Ny2 =	-68000 N	My2 =	3070 Nm
Punt 3:	Ny3 =	0 N	My3 =	5120 Nm
Punt 4:	Ny4 =	79000 N	My4 =	6640 Nm
Punt 5:	Ny5 =	158000 N	My5 =	6750 Nm
Punt 6:	Ny6 =	236300 N	My6 =	6370 Nm
Punt 7:	Ny7 =	286200 N	My7 =	5720 Nm
Punt 8:	Ny8 =	348000 N	My8 =	4340 Nm
Punt 9:	Ny9 =	411000 N	My9 =	2360 Nm
Punt 10:	Ny10 =	472600 N	My10 =	0 Nm



Uittrekcapaciteit van de paal in de poer (zonder wapeningsstaaf):

Oppervlakte van de poer dat afgeschoven wordt:

As = 2 * (Lpaal - fh - Dpoer) * Bp
= 2 * (1000 - 300 - 150) * 120 = 132000 mm²

waarin: fh = funderingshoogte = 300 mm
Dpoer = poerdiepte = 400 mm
Bp = geprofileerde paalbreedte (atijd 1e dimensie) = 120 mm

Uiterst opneembare schuifspanning van de poer, uitgaande van beton C12/15 (B15):

$$\text{Sigmau} = 0.4 * \frac{0.7 * (1.05 + 0.05 * 15.0)}{1.4} = 0.36 \text{ N/mm}^2$$

Overige gegevens van de ZEUS 120x120x1000ZW (R10+M10):
(uit het betonpalenbestand)

Dwarskrachtcapaciteit: Vp = 9504 N
Capaciteit van het anker: Fa = 22265 N

6.10 B.C.1: a0) Dead load + Services + Snow (without snow removal)

6.10.1 Berekening van de belastingen per kopgevelkolom:

a) Berekening van de verticale belasting per kopgevelkolom (neerwaarts = +):
   In gebruikstoestand:
   - Eigen gewicht dek (1.00 * 32)=   32 N/m²
   - Sneeuwbelasting (0.00 * 423) =   0 N/m²
   - Gewasbel.(winter)(0.00 * 0   ) =   0 N/m²
   - Installaties (1.00 * 70)   =   70 N/m²
                          ------------------ +
                          Totaal : 102 N/m²
   - Neerwaartse belasting per kolom = 102 * 3.20 * 4.00/2 =   653 N
   - E.g. leidingen (incl. inhoud) = 1.00 * 250   * 3.20   =   800 N
                                                  ----------------- +
                                                  Totaal =   1453 N
   In rekentoestand:
   - Eigen gewicht dek (1.00 * 32)=   32 N/m²
   - Sneeuwbelasting (1.00 * 423) = 423 N/m²
   - Gewasbel.(winter)(0.00 * 0   ) =   0 N/m²
   - Installaties (1.00 * 70)   =   70 N/m²
                          ------------------ +
                          Totaal : 525 N/m²
   - Neerwaartse belasting per kolom = 525 * 3.20 * 4.00/2 =   3363 N
   - E.g. leidingen (incl. inhoud) = 1.00 * 250   * 3.20   =   800 N
                                                  ----------------- +
                                                  Totaal =   4163 N

b) Berekening van de horizontale belastingen:

- Er is bij deze belastingcombinatie geen windbelasting.
  - Qw,kgk = 0

- Er is bij deze belastingcombinatie geen gewasbelasting.
  - Fgd,kgk = 0 N

- Schermdraden: Laag (aantal scherminstallaties: 1)

  Trekkracht per scherm wordt berekend door sommatie van de krachten van de mechaniekdraden na het omkeerwiel, de kunststof geleidedraad en de stalen geleidedraad:
  [1] 1e scherm onderrand = 1.5 x 3300 + 12 x 150 + 2 x 1000 = 8750 N

  De schermdraadkrachten worden als volgt verdeeld over de posities van de bovenrand en de onderrand van de tralieligger:

Positie	Kracht	Bovenrand	Onderrand
[1] 1e scherm onderrand	= 8750 N	x 0.0	x 1.0

  Trekkrachten van scherminstallaties per gevelkolom:

Positie	gebruiksoestand		rekentoestand
Positie bovenrand	Fbr'= 0 N	x 1.000	Fbr = 0 N
Positie onderrand	For'= 8750 N	x 1.000	For = 8750 N
Totaal trekkracht	Fs`= 8750 N		Fs = 8750 N

- Regenleidingdraden:
  Er wordt rekening gehouden, met regenleidingdraden ter hoogte van de onderrand van de vakwerkligger.
  - Maatgevende trekkracht per trekdraad (in gebruikstoestand):
    - Trl' = 2500 N (zie art. 8.5.1.c)
  Er wordt uitgegaan van maximaal één trekdraad per kopgevelkolom:
    - Frl,kgk = Trl' * gamma = 2500 * 1.00 = 2500 N

- Er is geen rekening gehouden met belichtingsdraden aan de kopgevels.
  - Fab,kgk = 0 N

- Totale belasting ter hoogte van de onderrand van de vakwerkligger:
  - For,kgk = For + Fhv,kgk + Frl,kgk + Fab,kgk =
    = 8750 N + 0 N + 2500 N + 0 N = 11250 N

- Totale belasting ter hoogte van de bovenrand van de vakwerkligger:
  - Fbr,kgk = Fbr = 0 N ("Laag" scherm).
  - Aangrijpingspunt: hbr = 3.920 meter boven de voet

c) Berekening van het uitwendig moment t.g.v. de leidingen + inhoud:
   - Mwl,kgk = gamma * Qkgwl' * kgcons * hohkgk =
             = 1.00 * 250   * 0.400 m * 3.200 m = 320   Nm
   - Aangrijpingspunt: hcons = 3.520 meter boven de voet

6.10.2 Berekening van de krachtsverdeling van de kopgevelgootkolom:

   Oplegreacties:

$$\text{- fundering: } Rf = -\frac{1}{2}Qw*h + \frac{h\text{-hgd}}{h}Fgd + \frac{h\text{-hor}}{h}For + \frac{h\text{-hbr}}{h}Fbr + \frac{Mwl}{h}$$

$$= 0 + 0 + 1456 + 0 + 80 = 1536 \quad N$$

   analoog in gebruikstoestand:

$$Rf' = 0 + 0 + 1456 + 0 + 80 = 1536 \quad N$$

$$\text{- goot: } Rg = Qw*h + Fgd + For + Fbr - Rf$$

$$= 0 + 0 + 11250 + 0 - 1536 = 9714 \quad N$$

6.10.3 Controle van de kopgevelgootkolom (RHBK120*80*3.0 mm) (S235 (EN10219)):

a) Berekening van de krachtsverdeling:

Dwarskrachten (van de fundering (onder=o) naar de goot (boven=b)):

- fundering	: Qf	= Rf	=	1536	=	1536	N
- gewasdraden:	Qogd = Qf	- Qw*hgd	=	1536 -	0 =	1536	N
	Qbgd = Qogd	- Fgd	=	1536 -	0 =	1536	N
- onderrand	: Qoor = Qbgd	- Qw*(hor-hgd)	=	1536 -	0 =	1536	N
	Qbor = Qoor	- For	=	1536 -	11250 =	-9714	N
- bovenrand	: Qobr = Qbor	- Qw*(hbr-hor)	=	-9714 -	0 =	-9714	N
	Qbbr = Qobr	- Fbr	=	-9714 -	0 =	-9714	N
- goot	: Qg = Qbbr	- Qw*(h-hbr)	=	-9714 -	0 =	-9714	N

Het maximale buigende moment treedt op t.p.v. het dwarskrachtennulpunt.
Uit bovenstaande dwarskrachten blijkt dat het dwarskrachtennulpunt is
gelegen ter plaatse van de onderrand van de vakwerkligger
op een afstand van 3.482 meter boven de voet.

Berekening van het maximale buigende moment in het veld:

- Windstuwdruk + onderdruk:	0 * 3.48/2 * (4.00-3.48)	=	0	Nm
- Leidingen	:	=	0	Nm
(verwaarloosd vanwege gunstig effect op buiging in de kolom)				
- Draden t.p.v. onderrand :	11250 * 3.48/4.00 * (4.00-3.48)	=	5070	Nm
- Scherm t.p.v. bovenrand :	0 * (4.00-3.92) * 3.48/4.00	=	0	Nm
			---------- +	
	Totaal: Mmax,gk	=	5070	Nm

b) Controle op sterkte en stabiliteit van de kopgevelgootkolom volgens EC3:
Hierbij komt de z-as overeen met de y-as (en y-as = x-as) bij NEN6770.

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} + \frac{|My.Ed|}{My.c.Rd} = \frac{|-4163|}{300652} + \frac{|5070|}{10164} = 0.513$$

controle: 0.513 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Maximale spanning:

$$Sigma: \frac{|NEd|}{A} + \frac{|My.Ed|}{Wpl.y} = \frac{|-4163|}{1148.5} + \frac{|5070|}{46.661} = 112.3\ N/mm^2$$

UCspanning = Sigma/fy = 112.3 /235.0 = 0.478

controle: 0.478 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.40 (het profiel is geschoord).
M1 = 0.00 , M2 = 0.00 , Ms = 0.00 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
Interactiefactoren volgens bijlage B:
Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
= 0.40 * (1.0 + (0.95 - 0.2)*(|-4163 |/(0.572 *300652 /1.0)) = 0.41
Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
= 0.40 * (1.0 + 0.8*(|-4163 |/(0.572 *300652 /1.0)) = 0.41
Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(0.41 , 0.41) = 0.41
Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.24

UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
= |-4163 |/(0.572 *300652 /1.0)+0.41 *|5070.4 |/(1.00*10164.2/1.0)
= 0.024 + 0.203 = 0.227
UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
= |-4163 |/(0.392 *300652 /1.0)+0.24 *|5070.4 |/(1.00*10164.2/1.0)
= 0.035 + 0.122 = 0.157

Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.227 , 0.157) = 0.227

controle: 0.227 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie:
- kopgevelgootkolom (RHBK120*80*3.0 mm) voldoet qua sterkte/stabiliteit

c) Berekening van 1e-orde doorbuiging van de kopgevelgootkolom:
(halverwege funderingsvoet en aangrijpingspunt schoor; in rekentoestand)

$$\text{- Windstuwdruk + onderdruk: } \frac{5}{384} \cdot \frac{0.000 \cdot 4000^4}{1.24 \cdot 2.1E5 \cdot 233.0E4} = 0.00 \text{ mm}$$

(Voor de doorbuigingsreductiefactor 1.24; zie rapport BI-92-0063*)

- Leidingen: = 0.00 mm
(verwaarloosd vanwege gunstig effect op buiging in de kolom)

$$\text{- Draden t.p.v. onderrand: } \frac{11250 \cdot 518}{48 \cdot 2.1E5 \cdot 233E4} \cdot (3 \cdot 4000^2 - 4 \cdot 518^2) = 11.64 \text{ mm}$$

$$\text{- Scherm t.p.v. bovenrand: } \frac{6000 \cdot 80}{48 \cdot 2.1E5 \cdot 233E4} \cdot (3 \cdot 4000^2 - 4 \cdot 80^2) = 0.98 \text{ mm}$$

Totaal: u1-gk = 12.62 mm
(analoog in gebruikstoestand: u1-gk'= 12.62 mm)

d) 2e-orde doorbuiging in gebruikstoestand:

De 2e-orde horizontale verplaatsing in gebruikstoestand kan worden benaderd met de volgende (conservatieve) formule:

$$\text{- u2-gk' } = \frac{\text{nygk'}}{\text{nygk'-1}} \cdot \text{u1-gk'}$$

- Vergrotingsfactor: - nygk' = 301792 / |-1453 | = 207.7
- nygk'/nygk'-1 = 1.00

Invullen van de bekende gegevens resulteert in een doorbuiging, groot:

- u2-gk' = 1.00 * 12.62 = 12.68 mm

e) Berekening van de toelaatbare doorbuiging van de kopgevelgootkolom:

Zonder belasting door gewasdraden geldt een limiet van 30.0 mm:
(conform artikel 11.2.4.1.)

- utoel-gk = h/150 < 30.0 mm
- 4000/150 = 26.67 mm, dus: utoel-gk = 26.67 mm

f) Controle van de toegestane doorbuiging van de kopgevelgootkolom:

- controle: 12.7 mm < 26.7 mm, dus: stijfheid voldoet.

g) Controle van de stijfheid van de kopgevelgootkolom, als steun voor de goot:

Ter voorkoming van ontoelaatbare doorbuiging van de goot in de eindvakken, wordt voor Breedkapkassen een momentvaste kopgevelkolom-goot-verbinding geeist, alsmede een kopgevelgootkolom met voldoende stijfheid. De factoren C1,C2 en C3 maken het mogelijk om rekening te houden met een verzwaarde eindgoot en/of een verkort eindveld (zie afleiding van de formules TNO-rapport BI-92-0063*).

$$\text{In formule: } EIygk > EIm * \frac{h}{v} * \frac{z}{r} * \frac{C3}{C2 / (C1\text{-}dt,v/de1g) - 1}$$

met :

- Doorbuiging eenzijdig ideaal eindveld : $de1g = \frac{2}{384} * \frac{Qmax * ve^4}{EIeg}$

- Minimale stijfheid van de middengoot : $EIm > 1.2 * \frac{Qmax * v^4}{384 * dt,v}$

waarin:

- Qmax = maatgevende (gestelde) belasting voor de dimensionering van de middengoot (e.g. dek + sneeuw + goot) ervan uitgaande dat de hoh-afstand van de dekgordingen maximaal 2 m is:
  (qdek+qsneeuw)*[(l-2*cos(alfa))*sin(alfa)²+2*cos(alfa)]+Qgoot
  Qmax = (32 + 0) * [(9.60 - 2*cos(27)) * sin(27)² + 2*cos(27)] + 34
  = 143 N/m

- dt,v = toelaatbare doorbuiging van de middengoot
  v/(650-100*nruit) < v/150 < 30.0 mm
  4000 / (650 - 100 * 4) = 16.00 mm, dus: dt,v = 16.00 mm

- dt,ve = toelaatbare doorbuiging van de eindgoot:
  ve/150 < 30.0 mm
  4000 / 150 = 26.67 mm, dus: dt,ve = 26.67 mm

- $EIm = \frac{1.2}{384} * \frac{143E\text{-}3 * 4000^4}{16.00} = 7.1 \text{ E9 Nmm}^2$

- r = reductiefactor eindvak-lengte = ve/v = 4000 / 4000 = 1.00

- z = verzwaring eindvak-stijfheid = EIeg/EIm = 179.8 E9 / 7.1 E9 = 25.2

- $de1g = \frac{2}{384} * \frac{143E\text{-}3 * 4000^4}{179.8 \text{ E9}} = 1.06 \text{ mm}$

- $C1 = \frac{4r+5W3z-2W3z/r^2}{(4+2W3z/r)r} = \frac{4*1.00 + 5W3*25.2 - 2W3*25.2/1.00^2}{(4 + 2W3*25.2/1.00) * 1.00} = 1.48$

$$- C2 = \frac{2 + 2W3z/r}{(4 + 2W3z/r)r} * \frac{3r + (3r^2 - 1)W3z/r^2}{3 + 2W3z/r} =$$

$$= \frac{2 + 2W3*25.2/1.00}{(4 + 2W3*25.2/1.00)*1.00} * \frac{3*1.00 + (3*1.00^2 - 1)W3*25.2/1.00^2}{3 + 2W3*25.2/1.00} = 0.98$$

$$- C3 = \frac{4 + 2W3z/r}{3 + 2W3z/r} = \frac{4 + 2W3*25.2/1.00}{3 + 2W3*25.2/1.00} = 1.01$$

Met de verhouding tussen de "ideale" doorbuiging de1g en de toelaatbare doorbuiging dt,ve van de eindgoot is het toepassingsgebied van de formule voor het berekenen van de veerstijfheid van de kopgevelkolom te bepalen:

- voor dt,ve/de1g > C1 ; 26.67 / 1.06 = 25.22 > 1.48

  geldt: EIygk = 0 Nmm²

  De eindgoot heeft voldoende stijfheid van zichzelf. Er is dus geen stijfheidseis voor de kopgevelkolom nodig. Er is ook geen momentvaste verbinding met de kopgevelgootkolom nodig.

Conclusie:
- kopgevelgootkolom (RHBK120*80*3.0 mm) voldoet qua stijfheid als gootsteun.

Conclusie:
- kopgevelgootkolom (RHBK120*80*3.0 mm) voldoet qua stijfheid
  bij B.C.1 : a0) Dead load + Services + Snow (without snow removal)

6.10.4 Controle van de kopgeveltussenkolom (RHBK120*80*3.0 mm) (S235 (EN10219)):

a) Berekening van de krachtsverdeling:

Oplegreacties:

- schoor (horizontaal):

* Wind:	1/8	* 0.000 * 5630 *	5630² + 5630 * 4000 - 4000 ² / 4000 * (5630 - 4000)	=	0	N	
* Leidingen:	1/2	* 320E3 *	5630 ² - 3*3520² - (5630 - 4000)² / 4000² * (5630 - 4000)	=	-50	N	
* Onderrand:	1/2	* 1E+4 *	3482 * 5630 ² - 3482² - (5630 - 4000)² / 4000 * 4000 * (5630 - 4000)	=	12702	N	
* Bovenrand:	1/2	* 0 *	3920 * 5630 ² - 3920² - (5630 - 4000)² / 4000 * 4000 * (5630 - 4000)	=	0	N	
			Totaal: Rh,tks =		12653	N	

- fundering: Rf = -1/2*Qw*ltk + ltk-hgd/ltk*Fgd + ltk-hor/ltk*For + ltk-hbr/ltk*Fbr + Mwl/h
= 0 + 0 + 4292 + 0 + 57 = 4349 N

* effect van schoor: Rf = Rf - ltk-hs/ltk*Rh,tks = 4349 - 3664 = 685 N

analoog in gebruikstoestand: Rf' = 685 N

- dek: Rd = Qw*ltk + Fgd + For + Fbr - Rf - Rh,tks
= 0 + 0 + 11250 + 0 - 685 - 12653 = -2088 N

Dwarskrachten (van de fundering (onder=o) naar het dek (boven=b)):

- fundering :	Qf = Rf	=	685	=	685	N
- gewasdraden:	Qogd = Qf - Qw*hgd	=	685 -	0 =	685	N
	Qbgd = Qogd - Fgd	=	685 -	0 =	685	N
- onderrand :	Qoor = Qbgd - Qw*(hor-hgd)	=	685 -	0 =	685	N
	Qbor = Qoor - For	=	685 -	11250 =	-10565	N
- bovenrand :	Qobr = Qbor - Qw*(hbr-hor)	=	-10565 -	0 =	-10565	N
	Qbbr = Qobr - Fbr	=	-10565 -	0 =	-10565	N
- schoor :	Qos = Qbbr - Qw*(hs-hbr)	=	-10565 -	0 =	-10565	N
	Qbs = Qos + Rh,tks	=	-10565 +	12653 =	2088	N
- dek :	Qd = Qbs - Qw*(ltk-hs)	=	2088 -	0 =	2088	N

Het maximale buigende moment treedt op t.p.v. het dwarskrachtennulpunt.
Uit bovenstaande dwarskrachten blijkt dat het dwarskrachtennulpunt in het veld is gelegen ter plaatse van de onderrand van de vakwerkligger op een afstand van 3.482 meter boven de voet.

Berekening van het maximale buigende moment in het veld:

- Windstuwdruk + onderdruk:	0 * 3.48/2 * (5.63-3.48)	=	0	Nm
- Leidingen :		=	0	Nm
(verwaarloosd vanwege gunstig effect op buiging in de kolom)				
- Draden t.p.v. onderrand :	11250 * 3.48/5.63 * (5.63-3.48)	=	14947	Nm
- Scherm t.p.v. bovenrand :	0 * (5.63-3.92) * 3.48/5.63	=	0	Nm
- Effect van de schoor :	-12653 * (5.63-4.00) * 3.48/5.63	=	-12759	Nm
	Totaal: Mv,tk =		2188	Nm

Berekening van het buigende moment ter plaatse van de schoor:

- Ms,tk = Rd * (ltk-hs) - 0.5 * Qw * (ltk-hs)² =
= -2088 * (5.63 - 4.00) - 0.5 * 0 * (5.63 - 4.00)² =
= -3404 - 0 = -3404 Nm

Berekening van het maximaal buigend moment in de kopgevel-tussenkolom:

- My,tk = max (| Mv,tk |; | Ms,tk |) = 3404 Nm

b) Controle op sterkte en stabiliteit van de kopgeveltussenkolom volgens EC3:
Hierbij komt de z-as overeen met de y-as (en y-as = x-as) bij NEN6770.

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} + \frac{|My.Ed|}{My.c.Rd} = \frac{|-4163|}{300652} + \frac{|3404|}{10164} = 0.349$$

controle: 0.349 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Maximale spanning:

$$Sigma: \frac{|NEd|}{A} + \frac{|My.Ed|}{Wpl.y} = \frac{|-4163|}{1148.5} + \frac{|3404|}{46.661} = 76.6 \ N/mm^2$$

UCspanning = Sigma/fy = 76.6 /235.0 = 0.326

controle: 0.326 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.95 (het profiel is geschoord).
M1 = 0.00 , M2 = 0.00 , Ms = 3403.93 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
Interactiefactoren volgens bijlage B:
Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
= 0.95 * (1.0 + (0.95 - 0.2)*(|-4163 |/(0.572 *300652 /1.0)) = 0.97
Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
= 0.95 * (1.0 + 0.8*(|-4163 |/(0.572 *300652 /1.0)) = 0.97
Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(0.97 , 0.97) = 0.97
Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.58

UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
= |-4163 |/(0.572 *300652 /1.0)+0.97 *|3403.9 |/(1.00*10164.2/1.0)
= 0.024 + 0.324 = 0.348
UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
= |-4163 |/(0.392 *300652 /1.0)+0.58 *|3403.9 |/(1.00*10164.2/1.0)
= 0.035 + 0.194 = 0.230

Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.348 , 0.230) = 0.348

controle: 0.348 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie:
- kopgeveltussenkolom (RHBK120*80*3.0 mm) voldoet qua sterkte/stabiliteit

c) Berekening van 1e-orde doorbuiging van de kopgeveltussenkolom:
(halverwege funderingsvoet en aangrijpingspunt schoor; in rekentoestand)

$$\text{- Windstuwdruk + onderdruk: } \frac{5}{384} \cdot \frac{0.000 \cdot 4000^4}{1.00 \cdot 2.1E5 \cdot 233.0E4} = 0.00 \text{ mm}$$

(Voor de doorbuigingsreductiefactor 1.00; zie rapport BI-92-0063*)

- Leidingen: = 0.00 mm
(verwaarloosd vanwege gunstig effect op buiging in de kolom)

$$\text{- Draden t.p.v. onderrand: } \frac{11250 \cdot 518}{48 \cdot 2.1E5 \cdot 233E4} \cdot (3 \cdot 4000^2 - 4 \cdot 518^2) = 11.64 \text{ mm}$$

$$\text{- Scherm t.p.v. bovenrand: } \frac{6000 \cdot 80}{48 \cdot 2.1E5 \cdot 233E4} \cdot (3 \cdot 4000^2 - 4 \cdot 80^2) = 0.98 \text{ mm}$$

$$\text{- Effect van de schoor: } \frac{-3403929 \cdot 4000^2}{16 \cdot 2.1E5 \cdot 233E4} = -6.96 \text{ mm}$$

Totaal: u1-tk = 5.66 mm
(analoog in gebruikstoestand: u1-tk'= 5.66 mm)

d) 2e-orde doorbuiging in gebruikstoestand:

De 2e-orde horizontale verplaatsing in gebruikstoestand kan worden
benaderd met de volgende (conservatieve) formule:

$$\text{- u2-tk'} = \frac{nytk'}{nytk'-1} \cdot u1\text{-tk'}$$

- Vergrotingsfactor: - nytk' = 301792 / |-1453 | = 207.7
- nytk'/nytk'-1 = 1.00

Invullen van de bekende gegevens resulteert in een doorbuiging, groot:

- u2-tk' = 1.00 * 5.66 = 5.69 mm

e) Berekening van de toelaatbare doorbuiging van de kopgeveltussenkolom:

Zonder belasting door gewasdraden geldt een limiet van 30.0 mm:
(conform artikel 11.2.4.1.)

- utoel-tk = rltk/150 < 30.0 mm
- 4000/150 = 26.67 mm, dus: utoel-tk = 26.67 mm

f) Controle van de toegestane doorbuiging van de kopgeveltussenkolom:

- controle: 5.7 mm < 26.7 mm, dus: stijfheid voldoet.

Conclusie:
- kopgeveltussenkolom (RHBK120*80*3.0 mm) voldoet qua stijfheid
bij B.C.1 : a0) Dead load + Services + Snow (without snow removal)

6.10.5 Controle van de schoor van de tussenkolom (RHBK60*60*2.0 mm) (S235 (EN10219)):

a) Berekening van de normaalkracht:

Bij de berekening van de tussenkolom is de horizontale oplegreactie van de schoor uitgerekend. Door evenwichtsbeschouwingen kan de normaalkracht in de schoor van de tussenkolom bepaald worden (druk = -):

$$- Ntks = \frac{ltks}{ve} * -Rh,tks = \frac{4320}{4000} * -12653 = -13663 \ N$$

b) Controle van de stabiliteit van de schoor van de tussenkolom volgens EC3:
Hierbij komt de z-as overeen met de y-as (en y-as = x-as) bij NEN6770.

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} + \frac{|Mx.Ed|}{Mx.c.Rd} = \frac{|-13663|}{121861} + \frac{|0|}{2271} = 0.112$$

controle: 0.112 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Maximale spanning:

$$Sigma: \frac{|NEd|}{A} + \frac{|Mx.Ed|}{Wpl.x} = \frac{|-13663|}{460.6} + \frac{|0|}{9.993} = 29.7 \ N/mm^2$$

UCspanning = Sigma/fy = 29.7 /235.0 = 0.126

controle: 0.126 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
Cmx2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmx2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
Interactiefactoren volgens bijlage B:
Kx.2 = Cmx * (1.0 + (lambdarel.x - 0.2)*(|NEd|/(Chix*NRk/1.0))
= 0.90 * (1.0 + (1.95 - 0.2)*(|-13663 |/(0.206 *121861 /1.0)) = 1.76
Kx.3 = Cmx * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chix*NRk/1.0))
= 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-13663 |/(0.206 *121861 /1.0)) = 1.29
Kx.b = Min(Kx.2 , Kx.3) = Min(1.76 , 1.29) = 1.29
Ky.b = 0.6 * Kx.b = 0.78

UCstab.1 = |NEd|/(Chix*NRk/1.0)+Kx.b*|Mx.Ed|/(1.00*Mx.Rk/1.0)
= |-13663 |/(0.206 *121861 /1.0)+1.29 *|0.0 |/(1.00*2270.8 /1.0)
= 0.545 + 0.000 = 0.545
UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mx.Ed|/(1.00*Mx.Rk/1.0)
= |-13663 |/(0.206 *121861 /1.0)+0.78 *|0.0 |/(1.00*2270.8 /1.0)
= 0.545 + 0.000 = 0.545

Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.545 , 0.545) = 0.545

controle: 0.545 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie:
- Schoor van de tussenkolom (RHBK60*60*2.0 mm) voldoet aan
bij B.C.1 : a0) Dead load + Services + Snow (without snow removal)

6.10.6 Controle van de kopgevelgordingen:

- Normaalkracht tgv scheefstand:	Nsg' = 77	N,	Nsg = 77	N
- Normaalkracht tgv gewasdraadboog:				
Trekkracht op de gevel per draad:	Tgd' = 0	N,	Tgd = 0	N
Normaalkracht in de draadboog:	Tdb' = 0	N,	Tdb = 0	N
Normaalkracht in de gording:	Ndb' = 0	N,	Ndb = 0	N
- Normaalkracht tgv regenleiding:	Nrg' = 8000	N,	Nrg = 8000	N
- Normaalkracht tgv belichting aan draad:	Nli' = 0	N,	Nli = 0	N

b) Controle van de sterkte van de kopgevelgordingen volgens EC3:

Gording 1 (RHBK80*50*2.0, S235 (EN10219))

Ned = -(Fxs * Nsg + Fgd * Ndb + Frg * Nrg + Fli * Nli)
Ned = -(0.000 * 77 + 0.256 * 0 + 0.190 * 8000 + 0.190 * 0) = -1518 N

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte (dubbele buiging bij rechthoekige kokerprofielen):
MN.y.Rd = My.Rd*(1 - (NEd/Nrd)²) = 2919 *(1 - (-1518 /131290)²) = 2919 Nm
MN.z.Rd = Mz.Rd*(1 - (NEd/Nrd)²) = 2254 *(1 - (-1518 /131290)²) = 2253 Nm
n = NEd/Nrd = -1518 /131290 = -0.01
a = b = min(1.66*(1-1.13*n²), 6.0) = min(1.66*(1-1.13*-0.01²), 6.0) = 1.66

$$UCsterkte = \left(\frac{|My.Ed|}{MN.y.Rd}\right)^{a} + \left(\frac{|Mz.Ed|}{MN.z.Rd}\right)^{b} = \left(\frac{|0|}{2919}\right)^{1.66} + \left(\frac{|0|}{2253}\right)^{1.66} = 0.000$$

controle: 0.000 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Maximale spanning:

$$Sigma: \frac{|NEd|}{A} + \frac{|My.Ed|}{Wpl.y} + \frac{|Mz.Ed|}{Wpl.z} = \frac{|-1518|}{500.6} + \frac{|0|}{13.438} + \frac{|0|}{9.710} = 3.0 \ N/mm^2$$

UCspanning = Sigma/fy = 3.0 /235.0 = 0.013

controle: 0.013 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
Ligger op drie scharnierende steunpunten, dus maximale moment bij het middensteunpunt.
Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.40 (het profiel is geschoord).
M1 = 0.00 , M2 = 0.00 , Ms = 0.00 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
Interactiefactoren volgens bijlage B:
Kyy.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
= 0.40 * (1.0 + (1.14 - 0.2)*(|-1518 |/(0.462 *131290 /1.0)) = 0.41
Kyy.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
= 0.40 * (1.0 + 0.8*(|-1518 |/(0.462 *131290 /1.0)) = 0.41
Kyy.b = Min(Kyy.2, Kyy.3) = Min(0.41 , 0.41) = 0.41
Kzy.b = 0.6 * Kyy.b = 0.24

Kzz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
= 0.40 * (1.0 + (0.41 - 0.2)*(|-1518 |/(0.891 *131290 /1.0)) = 0.40
Kzz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
= 0.40 * (1.0 + 0.8*(|-1518 |/(0.891 *131290 /1.0)) = 0.40
Kzz.b = Min(Kzz.2, Kzz.3) = Min(0.40 , 0.40) = 0.40
Kyz.b = 0.6 * Kzz.b = 0.24

UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0) + Kyy.b*|My.Ed|/(ChiLT*My.Rk/1.0) + Kyz.b*|Mz.Ed|/(Mz.Rk/1.0)
= |-1518 |/(0.462 *131290 /1.0)
+ 0.41 *|0.0 |/(1.00*2919.4 /1.0) + 0.24 *|0.0 |/(2253.6 /1.0)
= 0.025 + 0.000 + 0.000 = 0.025
UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0) + Kzy.b*|My.Ed|/(ChiLT*My.Rk/1.0) + Kzz.b*|Mz.Ed|/(Mz.Rk/1.0)
= |-1518 |/(0.891 *131290 /1.0)
+ 0.24 *|0.0 |/(1.00*2919.4 /1.0) + 0.40 *|0.0 |/(2253.6 /1.0)
= 0.013 + 0.000 + 0.000 = 0.013

controle: 0.025 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

- Stijfheid:

$$delta.st = \frac{2}{384} * \frac{Q' * L^4}{E * Iy} = 0.00 \quad mm$$

delta.max = min(3200 /150, 30) = 21.33 mm

UCstfh = delta.st / delta.max = 0.00 / 21.33 = 0.00

controle: 0.00 < 1.00, dus de stijfheid voldoet.

Vergrotingsfactor in gebruikstoestand: nx1 = Ncr/(Ned'+0.00001) = 90116 /(Ned'+0.00001) = 0.000

Totale verplaatsing is dan: delta.st2 = delta.st * nx1/(nx1 - 1) = 0.00 mm

UCstfh 2e orde = delta.st2 / delta.max = 0.00 / 21.33 = 0.00

controle: 0.00 < 1.00, dus de stijfheid 2e orde voldoet.

Gording 2 (RHBK80*50*2.0, S235 (EN10219))

Ned = -(Fxs * Nsg + Fgd * Ndb + Frg * Nrg + Fli * Nli)
Ned = -(0.000 * 77 + 0.744 * 0 + 0.810 * 8000 + 0.810 * 0) = -6482 N

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte (dubbele buiging bij rechthoekige kokerprofielen):
MN.y.Rd = My.Rd*(1 - (NEd/Nrd)²) = 2919 *(1 - (-6482 /131290)²) = 2912 Nm
MN.z.Rd = Mz.Rd*(1 - (NEd/Nrd)²) = 2254 *(1 - (-6482 /131290)²) = 2248 Nm
n = NEd/Nrd = -6482 /131290 = -0.05
a = b = min(1.66*(1-1.13*n²), 6.0) = min(1.66*(1-1.13*-0.05²), 6.0) = 1.66

$$UCsterkte = \left(\frac{|My.Ed|}{MN.y.Rd}\right)^{a} + \left(\frac{|Mz.Ed|}{MN.z.Rd}\right)^{b} = \left(\frac{0}{2912}\right)^{1.66} + \left(\frac{0}{2248}\right)^{1.66} = 0.000$$

controle: 0.000 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Maximale spanning:

$$Sigma: \frac{|NEd|}{A} + \frac{|My.Ed|}{Wpl.y} + \frac{|Mz.Ed|}{Wpl.z} = \frac{|-6482|}{500.6} + \frac{|0|}{13.438} + \frac{|0|}{9.710} = 12.9 \ N/mm^2$$

UCspanning = Sigma/fy = 12.9 /235.0 = 0.055

controle: 0.055 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
Ligger op drie scharnierende steunpunten, dus maximale moment bij het middensteunpunt.
Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.40 (het profiel is geschoord).
M1 = 0.00 , M2 = 0.00 , Ms = 0.00 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
Interactiefactoren volgens bijlage B:
Kyy.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
= 0.40 * (1.0 + (1.14 - 0.2)*(|-6482 |/(0.462 *131290 /1.0)) = 0.44
Kyy.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
= 0.40 * (1.0 + 0.8*(|-6482 |/(0.462 *131290 /1.0)) = 0.43
Kyy.b = Min(Kyy.2, Kyy.3) = Min(0.44 , 0.43) = 0.43
Kzy.b = 0.6 * Kyy.b = 0.26

Kzz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
= 0.40 * (1.0 + (0.41 - 0.2)*(|-6482 |/(0.891 *131290 /1.0)) = 0.40
Kzz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
= 0.40 * (1.0 + 0.8*(|-6482 |/(0.891 *131290 /1.0)) = 0.42
Kzz.b = Min(Kzz.2, Kzz.3) = Min(0.40 , 0.42) = 0.40
Kyz.b = 0.6 * Kzz.b = 0.24

UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0) + Kyy.b*|My.Ed|/(ChiLT*My.Rk/1.0) + Kyz.b*|Mz.Ed|/(Mz.Rk/1.0)
= |-6482 |/(0.462 *131290 /1.0)
+ 0.43 *|0.0 |/(1.00*2919.4 /1.0) + 0.24 *|0.0 |/(2253.6 /1.0)
= 0.107 + 0.000 + 0.000 = 0.107
UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0) + Kzy.b*|My.Ed|/(ChiLT*My.Rk/1.0) + Kzz.b*|Mz.Ed|/(Mz.Rk/1.0)
= |-6482 |/(0.891 *131290 /1.0)
+ 0.26 *|0.0 |/(1.00*2919.4 /1.0) + 0.40 *|0.0 |/(2253.6 /1.0)
= 0.055 + 0.000 + 0.000 = 0.055

controle: 0.107 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

- Stijfheid:

$$delta.st = \frac{2}{384} * \frac{Q' * L^4}{E * Iy} = 0.00 \quad mm$$

delta.max = min(3200 /150, 30) = 21.33 mm

UCstfh = delta.st / delta.max = 0.00 / 21.33 = 0.00

controle: 0.00 < 1.00, dus de stijfheid voldoet.

Vergrotingsfactor in gebruikstoestand: nx1 = Ncr/(Ned'+0.00001) = 90116 /(Ned'+0.00001) = 0.000

Totale verplaatsing is dan: delta.st2 = delta.st * nx1/(nx1 - 1) = 0.00 mm

UCstfh 2e orde = delta.st2 / delta.max = 0.00 / 21.33 = 0.00

controle: 0.00 < 1.00, dus de stijfheid 2e orde voldoet.

6.10.7 Controle van de poeren (in gebruikstoestand):

a) Berekening van de verticale belasting per poer:

- Verticale belasting per kolom (neerwaarts = +): Fsk'+ Fpsk'= 1453 N
- Eigen gewicht van de gevelkolom (1.00 * 361) : Fegk' = 361 N
- Eigen gewicht van de tussenkolom (1.00 * 361) : Fegtk'= 361 N
- Eigen gewicht paal, poer en grond (1.00 * 6512) : Gfund = 6512 N
- Gewicht randfundering (1.00 * 3.200 * 350) : Grand = 1120 N
- Gewicht gevelomhulling(1.00 * 4.0 * 3.200 * 130): Ggevel= 1664 N

---------- +

- Vert. belasting per poer: Fvp = 11470 N

Aangezien de totale verticale belasting per poer positief is, is sprake van een neerwaartse belasting op de ondergrond.

b) Berekening van het maatgevend kantelmoment ten gevolge van de belastingen:

- Horizontaal: Mhp = Rf'* (fh + D + H)
  = 1536 * (0.300 + 0.150 + 0.830) = 1966 Nm
- Verticaal : Mvp = |Fvp| * 0.5 * B
  = |11470 | * 0.5 * 0.532 = 3050 Nm

---------- +

- Kantelmoment per poer: Mp = Mhp + Mvp Mp = 5016 Nm

Bij een opwaarts bezwijkmodel (OBM) geldt:
- Kantelmoment per poer: Mp = Mhp - Mvp Mp = -1083 Nm

c) Controle van de kantelstabiliteit (neerwaartse belasting):

- Momentenevenwicht bij een neerwaarts bezwijkmodel (NBM):
  - controle : 5016 Nm < 27914 Nm, dus: voldoet. (maatgevend)

- Momentenevenwicht bij een opwaarts bezwijkmodel (OBM):
  - controle : -1083 Nm < 3628 Nm, dus: voldoet.

- Verticaal evenwicht:
  - controle :| 11470 N |< 91096 N, dus: voldoet.

- Horizontaal evenwicht:
  - controle : 1536 N < 5962 N, dus: voldoet.

d) Controle van de zettingen:

- Berekening van de momentane (lees: permanente) belastingen:

  - Eigen gewicht dek (1.00 * 32) = 32 N/m²
  - Installaties (1.00 * 70) = 70 N/m²
  ---------- +
  Totaal : 102 N/m²
  - Neerwaartse belasting per kolom = 102 * 3.20 * 4.00/2 = 653 N
  - E.g. leidingen (incl. inhoud) = 1.00 * 250 * 3.20 = 1000 N
  ---------- +
  Totaal Fsvd1 = 1653 N

  - Verticale belasting per kolom (neerwaarts = +) : Fsvd1 = 1653 N
  - Eigen gewicht paal, poer en grond : Gfund = 6512 N
  - Eigen gewicht randfundering = 3.200 * 350 : Grand = 1120 N
  ---------- +
  - Vert. belasting per : Fsvd = 9285 N

- Berekening van de effectieve spanningsverhoging onder de poer:

  De resulterende verticale effectieve spanning onder de poer
  t.g.v. de momentane belastingen, bedraagt:

$$Svd0 = \frac{Fsvd}{Apoer} = \frac{9285}{pi/4 * 600^2} = 0.033 \ N/mm^2$$

  De oorspronkelijke verticale effectieve spanning is/was:

  Svod0 = sg * (Dpoer + hpoer) = 0.0000180 * (150 + 830) = 0.018 N/mm²

  De effectieve spanningsverhoging onder de poer, uitgaande van een
  volledig gedraineerde toestand, volgt uit:

  dSvd0 = Svd0 - Svod0 = 0.033 - 0.018 = 0.015 N/mm²

- Berekening van de effectieve zettingsdiepte (NEN 6744 art. 6.1):

  Bij het bepalen van de zakking moeten die grondlagen in beschouwing
  zijn genomen, waarbij de toename van de verticale effectieve spanning
  groter is dan 20% van de oorspronkelijke verticale effectieve
  spanning.
  In formule: dSvd(z) > 0.20 * Svod(z)
  waarin:

$$dSvd(z) = dSvd0 * \left[1 - \frac{1}{\left(\frac{0.5 * dpoer}{z} \right)^{1.5}} \right]$$

  Afname van de toename van de verticale effectieve spanning onder de fundatie-poer als functie van de diepte z

Svod(z) = sg * (z + Dpoer + hpoer) Idem, voor de oorspronkelijke verticale effectieve spanning.

De effectieve zettingsdiepte is de totale hoogte/diepte van de grondlagen onder de poer, dat volgens bovenstaande definitie in beschouwing moet zijn genomen bij de berekening van de zettingen.

De effectieve zettingsdiepte wordt door middel van een iteratieve nulpuntsbepaling bepaald waarbij moet gelden:

dSvd(zeff) = 0.20 * Svod(zeff) geeft: zeff = 0.239 m

- Bepaling van de resulterende effectieve zetting (NEN 6744 hfdst.6):

De resulterende effectieve zetting kan uiteindelijk worden bepaald door integratie van de samendrukking van de grond onder de poer tot aan de effectieve zettingsdiepte m.b.v. de formule van Terzaghi.

- Berekening van de primaire zetting (art. 6.2):

$$weff1 = \frac{Cceff}{1 + eporie} * \int_0^{zeff} ln\left(\frac{Svod(z) + dSvd(z)}{Svod(z)}\right) dz =$$

$$= \frac{0.006}{1 + 0.6} * \int_0^{0.239} ln\left(\frac{Svod(z) + dSvd(z)}{Svod(z)}\right) dz = 0.000 \text{ m}$$

- Berekening van de secundaire zetting over 15 jaar (art. 6.3):

$$weff2 = Cinfe * zeff * log\left(\frac{15*365}{1}\right) = 0.000 * 0.239 * 3.738 = 0.000 \text{ m}$$

- Totaal (art. 6.1): weff = weff1 + weff2 = 0.000 + 0.000 = 0.000 m

Controle van de resulterende effectieve zetting:

Volgens NEN 6740 art. 5.2.2.1 mag de zetting niet groter zijn dan 0.15 m. In diverse gemeenten wordt ook (nog) wel gewerkt met een toelaatbare zetting van 0.10 meter. Mede daarom en omdat uitgegaan is van een gedraineerde toestand, wordt in CASTA/Kassenbouw ook gerekend met een toelaatbare zetting van 0.10 m. Er wordt als het ware een veiligheidsfactor 1.5 op NEN 6740 art. 5.2.2.1 gelegd, met name voor een niet-volledig gedraineerde toestand van de grond.

wtoel = 0.100 m

Controle zetting: 0.000 m < 0.100 m, dus: voldoet.

Conclusie:
- Poeren BPRD600*830 mm voldoen
  bij B.C.1: a0) Dead load + Services + Snow (without snow removal)

6.10.8 Controle van de ZEUS 120x120x1000ZW (R10+M10)

a) Bepaling van de belastingen per paal in rekentoestand:
- Verticale belasting per kolom (neerwaarts = +) : Fvk = 4163 N
- Eigen gewicht van de gevelkolom (1.00 * 361) : Fegk = 361 N
- Gewicht gevelomhulling(1.00 * 4.0 * 3.200 * 130): Ggevel= 1664 N
  ---------- +
- Verticale belasting per paal: Nd = 6188 N
  Inclusief gewicht kolom en gevel:
  NEd = Fsk + Fpsk + g.eg*Fegk' + Ggevel = 4163 + 1.00*361 + 1664 = 6548 N

- Maatgevend moment in de paal, ter plaatse van de poeraansluiting:
  Md = Rf * (fh + Dpoer) = 1536 * (0.300 + 0.150) = 691 Nm
- Belasting op het anker (ideële belasting):
  De fundatiepaal is neerwaarts gesteund, dus het anker wordt in dit geval niet belast.

b) Doorsnedecontrole van de paal met behulp van het Mu-Nu diagram:

Bij het invullen van de gegeven normaalkracht NEd = 6548 N in het Mu-Nu diagram wordt de momentencapaciteit Mcap verkregen door rechtlijnige interpolatie tussen de punten waar NEd ligt. Mcap = 5239 Nm

d) Controle van de betonpaalcapaciteit:

- Moment: Md = 691 Nm < Mcap = 5239 Nm, dus: voldoet.
- Dwarskracht: Fhk = 1536 N < Vp = 9504 N, dus: voldoet.
- Anker: Niet ter zake.
- Uittrekkracht: Niet ter zake.

Conclusie:
- Palen ZEUS 120x120x1000ZW (R10+M10) voldoen
  bij B.C.1 : a0) Dead load + Services + Snow (without snow removal)

Voor de controle van de prefab-afsluitplaten en de prefab-betonpalen wordt verwezen naar de (toetsingsrapporten van de) leverancier.

6.11 B.C.2: a11) Dead load + Services + Wind + Crop

6.11.1 Berekening van de belastingen per kopgevelkolom:

a) Berekening van de verticale belasting per kopgevelkolom (neerwaarts = +):
In gebruikstoestand:
- Eigen gewicht dek (1.00 * 32)= 32 N/m²
- Gewasbelasting (1.00 * 0) = 0 N/m²
- Installaties (1.00 * 70) = 70 N/m²

Totaal : 102 N/m²

- Neerwaartse belasting per kolom = 102 * 3.20 * 4.00/2 = 653 N
- E.g. leidingen (incl. inhoud) = 1.00 * 250 * 3.20 = 800 N

Totaal = 1453 N

- Windbelasting = 3.20 *4.00/2*(-0.20-(-0.2))*(1.00*510) = 0 N

Fvk' = 1453 N

In rekentoestand:
- Eigen gewicht dek (1.02 * 32)= 33 N/m²
- Gewasbelasting (1.28 * 0) = 0 N/m²
- Installaties (1.02 * 70) = 71 N/m²

Totaal : 104 N/m²

- Neerwaartse belasting per kolom = 104 * 3.20 * 4.00/2 = 667 N
- E.g. leidingen (incl. inhoud) = 1.02 * 250 * 3.20 = 817 N

Totaal = 1484 N

- Windbelasting = 3.20 *4.00/2*(-0.20-(-0.2))*(1.28*510) = 0 N

Fvk = 1484 N

b) Berekening van de horizontale belastingen:

- Windstuwdruk + onderdruk:
  Aangezien de gordingen als doorgaande liggers over drie steunpunten
  te benaderen zijn, wordt gerekend met een oplegfactor van 1.25
  - Er wordt uitgegaan van een gelijkmatig verdeelde lijnlast per kolom:
    - Qw,kgk = oplegfactor * hohkgk * (0.7 - (-0.2)) * gamma * qwind
      = 1.25 * 3.200 m * (0.7 - (-0.2)) * 1.28 * 510 = 2343.1 N/m

- Er is geen rekening gehouden met gewasdraden aan de kopgevels.
  - Fgd,kgk = 0 N

- Schermdraden: Laag (aantal scherminstallaties: 1)

  Trekkracht per scherm wordt berekend door sommatie van de krachten van
  de mechaniekdraden na het omkeerwiel, de kunststof geleidedraad en de
  stalen geleidedraad:
  [1] 1e scherm onderrand = 1.5 x 3300 + 12 x 150 + 2 x 1000 = 8750 N

  De schermdraadkrachten worden als volgt verdeeld over
  de posities van de bovenrand en de onderrand van de tralieligger:

Positie	Kracht	Bovenrand	Onderrand
[1] 1e scherm onderrand	= 8750 N	x 0.0	x 1.0

  Trekkrachten van scherminstallaties per gevelkolom:

Positie	gebruiksoestand		rekentoestand	
Positie bovenrand	Fbr'= 0 N	x 1.021	Fbr =	0 N
Positie onderrand	For'= 8750 N	x 1.021	For =	8936 N
Totaal trekkracht	Fs`= 8750 N		Fs =	8936 N

- Regenleidingdraden:
  Er wordt rekening gehouden, met regenleidingdraden ter hoogte van de
  onderrand van de vakwerkligger.
  - Maatgevende trekkracht per trekdraad (in gebruikstoestand):
    - Trl' = 2500 N (zie art. 8.5.1.c)
  Er wordt uitgegaan van maximaal één trekdraad per kopgevelkolom:
    - Frl,kgk = Trl' * gamma = 2500 * 1.02 = 2553 N

- Er is geen rekening gehouden met belichtingsdraden aan de kopgevels.
  - Fab,kgk = 0 N

- Totale belasting ter hoogte van de onderrand van de vakwerkligger:
  - For,kgk = For + Fhv,kgk + Frl,kgk + Fab,kgk =
    = 8936 N + 0 N + 2553 N + 0 N = 11489 N

- Totale belasting ter hoogte van de bovenrand van de vakwerkligger:
  - Fbr,kgk = Fbr = 0 N ("Laag" scherm).
  - Aangrijpingspunt: hbr = 3.920 meter boven de voet

c) Berekening van het uitwendig moment t.g.v. de leidingen + inhoud:
- Mwl,kgk = gamma * Qkgwl' * kgcons * hohkgk =
  = 1.02 * 250 * 0.400 m * 3.200 m = 327 Nm
- Aangrijpingspunt: hcons = 3.520 meter boven de voet

6.11.2 Berekening van de krachtsverdeling van de kopgevelgootkolom:

Oplegreacties:

$$\text{- fundering: } Rf = -Qw\cdot h + \frac{1}{2}Fgd\cdot\frac{h\text{-}hgd}{h} + For\cdot\frac{h\text{-}hor}{h} + Fbr\cdot\frac{h\text{-}hbr}{h} + \frac{Mwl}{h}$$

$$= 4686 + 0 + 1487 + 0 + 82 = 6255 \text{ N}$$

analoog in gebruikstoestand:

$$Rf' = 3675 + 0 + 1456 + 0 + 80 = 5211 \text{ N}$$

$$\text{- goot: } Rg = Qw\cdot h + Fgd + For + Fbr - Rf$$

$$= 9372 + 0 + 11489 + 0 - 6255 = 14607 \text{ N}$$

6.11.3 Controle van de kopgevelgootkolom (RHBK120*80*3.0 mm) (S235 (EN10219)):

a) Berekening van de krachtsverdeling:

Dwarskrachten (van de fundering (onder=o) naar de goot (boven=b)):

- fundering :	Qf = Rf	=	6255	=	6255	N
- gewasdraden:	Qogd = Qf - Qw*hgd	=	6255 -	9372 =	-3117	N
	Qbgd = Qogd - Fgd	=	-3117 -	0 =	-3117	N
- onderrand :	Qoor = Qbgd - Qw*(hor-hgd)	=	-3117 -	-1213 =	-1904	N
	Qbor = Qoor - For	=	-1904 -	11489 =	-13394	N
- bovenrand :	Qobr = Qbor - Qw*(hbr-hor)	=	-13394 -	1026 =	-14419	N
	Qbbr = Qobr - Fbr	=	-14419 -	0 =	-14419	N
- goot :	Qg = Qbbr - Qw*(h-hbr)	=	-14419 -	187 =	-14607	N

Het maximale buigende moment treedt op t.p.v. het dwarskrachtennulpunt.
Uit bovenstaande dwarskrachten blijkt dat het dwarskrachtennulpunt is
gelegen tussen de gewasdraden en de onderrand van de vakwerkligger
op een afstand van 2.670 meter boven de voet.

Berekening van het maximale buigende moment in het veld:

- Windstuwdruk + onderdruk:	2343 * 2.67/2 * (4.00-2.67)	=	4161 Nm
- Leidingen :		=	0 Nm
(verwaarloosd vanwege gunstig effect op buiging in de kolom)			
- Draden t.p.v. onderrand :	11489 * 3.48/4.00 * (4.00-2.67)	=	3970 Nm
- Scherm t.p.v. bovenrand :	0 * (4.00-3.92) * 2.67/4.00	=	0 Nm
			---------- +
	Totaal: Mmax,gk	=	8131 Nm

b) Controle op sterkte en stabiliteit van de kopgevelgootkolom volgens EC3:
Hierbij komt de z-as overeen met de y-as (en y-as = x-as) bij NEN6770.

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} + \frac{|My.Ed|}{My.c.Rd} = \frac{|-1484|}{300652} + \frac{|8131|}{10164} = 0.805$$

controle: 0.805 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Maximale spanning:

$$Sigma: \frac{|NEd|}{A} + \frac{|My.Ed|}{Wpl.y} = \frac{|-1484|}{1148.5} + \frac{|8131|}{46.661} = 175.5 \ N/mm^2$$

UCspanning = Sigma/fy = 175.5 /235.0 = 0.747

controle: 0.747 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.40 (het profiel is geschoord).
M1 = 0.00 , M2 = 0.00 , Ms = 0.00 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
Interactiefactoren volgens bijlage B:
Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
= 0.40 * (1.0 + (0.95 - 0.2)*(|-1484 |/(0.572 *300652 /1.0)) = 0.40
Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
= 0.40 * (1.0 + 0.8*(|-1484 |/(0.572 *300652 /1.0)) = 0.40
Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(0.40 , 0.40) = 0.40
Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.24

UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
= |-1484 |/(0.572 *300652 /1.0)+0.40 *|8130.7 |/(1.00*10164.2/1.0)
= 0.009 + 0.322 = 0.331
UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
= |-1484 |/(0.392 *300652 /1.0)+0.24 *|8130.7 |/(1.00*10164.2/1.0)
= 0.013 + 0.193 = 0.206

Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.331 , 0.206) = 0.331

controle: 0.331 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie:
- kopgevelgootkolom (RHBK120*80*3.0 mm) voldoet qua sterkte/stabiliteit

c) Berekening van 1e-orde doorbuiging van de kopgevelgootkolom:
(halverwege funderingsvoet en aangrijpingspunt schoor; in rekentoestand)

$$\text{- Windstuwdruk + onderdruk: } \frac{5}{384} * \frac{2.343 * 4000^4}{1.24 * 2.1E5 * 233.0E4} = 12.85 \text{ mm}$$

(Voor de doorbuigingsreductiefactor 1.24; zie rapport BI-92-0063*)

- Leidingen: = 0.00 mm
(verwaarloosd vanwege gunstig effect op buiging in de kolom)

$$\text{- Draden t.p.v. onderrand: } \frac{11489 * 518}{48*2.1E5* 233E4} * (3*4000^2-4* 518^2) = 11.89 \text{ mm}$$

$$\text{- Scherm t.p.v. bovenrand: } \frac{6128 * 80}{48*2.1E5* 233E4} * (3*4000^2-4* 80^2) = 1.00 \text{ mm}$$

Totaal: u1-gk = 25.74 mm
(analoog in gebruikstoestand: u1-gk'= 22.70 mm)

d) 2e-orde doorbuiging in gebruikstoestand:

De 2e-orde horizontale verplaatsing in gebruikstoestand kan worden benaderd met de volgende (conservatieve) formule:

$$\text{- u2-gk' } = \frac{\text{nygk'}}{\text{nygk'-1}} * \text{u1-gk'}$$

- Vergrotingsfactor: - nygk' = 301792 / |-1453 | = 207.7
- nygk'/nygk'-1 = 1.00

Invullen van de bekende gegevens resulteert in een doorbuiging, groot:

- u2-gk' = 1.00 * 22.70 = 22.81 mm

e) Berekening van de toelaatbare doorbuiging van de kopgevelgootkolom:

Zonder belasting door gewasdraden geldt een limiet van 30.0 mm:
(conform artikel 11.2.4.1.)

- utoel-gk = h/150 < 30.0 mm
- 4000/150 = 26.67 mm, dus: utoel-gk = 26.67 mm

f) Controle van de toegestane doorbuiging van de kopgevelgootkolom:

- controle: 22.8 mm < 26.7 mm, dus: stijfheid voldoet.

g) Controle van de stijfheid van de kopgevelgootkolom, als steun voor de goot:

Ter voorkoming van ontoelaatbare doorbuiging van de goot in de eindvakken, wordt voor Breedkapkassen een momentvaste kopgevelkolom-goot-verbinding geeist, alsmede een kopgevelgootkolom met voldoende stijfheid. De factoren C1,C2 en C3 maken het mogelijk om rekening te houden met een verzwaarde eindgoot en/of een verkort eindveld (zie afleiding van de formules TNO-rapport BI-92-0063*).

$$\text{In formule: } EIygk > EIm * \frac{h}{v} * \frac{z}{r} * \frac{C3}{C2 / (C1-dt,v/de1g) - 1}$$

met :

- Doorbuiging eenzijdig ideaal eindveld : $de1g = \frac{2}{384} * \frac{Qmax * ve^4}{EIeg}$

- Minimale stijfheid van de middengoot : $EIm > 1.2 * \frac{Qmax * v^4}{384 * dt,v}$

waarin:

- Qmax = maatgevende (gestelde) belasting voor de dimensionering van de middengoot (e.g. dek + sneeuw + goot) ervan uitgaande dat de hoh-afstand van de dekgordingen maximaal 2 m is:
  (qdek+qsneeuw)*[(l-2*cos(alfa))*sin(alfa)²+2*cos(alfa)]+Qgoot
  Qmax = (32 + 0) * [(9.60 - 2*cos(27)) * sin(27)² + 2*cos(27)] + 34
  = 143 N/m

- dt,v = toelaatbare doorbuiging van de middengoot
  v/(650-100*nruit) < v/150 < 30.0 mm
  4000 / (650 - 100 * 4) = 16.00 mm, dus: dt,v = 16.00 mm

- dt,ve = toelaatbare doorbuiging van de eindgoot:
  ve/150 < 30.0 mm
  4000 / 150 = 26.67 mm, dus: dt,ve = 26.67 mm

$$- EIm = \frac{1.2}{384} * \frac{143E\text{-}3 * 4000^4}{16.00} = 7.1 \text{ E9 Nmm}^2$$

- r = reductiefactor eindvak-lengte = ve/v = 4000 / 4000 = 1.00

- z = verzwaring eindvak-stijfheid = EIeg/EIm = 179.8 E9 / 7.1 E9 = 25.2

$$- de1g = \frac{2}{384} * \frac{143E\text{-}3 * 4000^4}{179.8 \text{ E9}} = 1.06 \text{ mm}$$

$$- C1 = \frac{4r+5W3z-2W3z/r^2}{(4+2W3z/r)r} = \frac{4*1.00 + 5W3*25.2 - 2W3*25.2/1.00^2}{(4 + 2W3*25.2/1.00) * 1.00} = 1.48$$

$$- C2 = \frac{2 + 2W3z/r}{(4 + 2W3z/r)r} * \frac{3r + (3r^2 - 1)W3z/r^2}{3 + 2W3z/r} =$$

$$= \frac{2 + 2W3*25.2/1.00}{(4 + 2W3*25.2/1.00)*1.00} * \frac{3*1.00 + (3*1.00^2 - 1)W3*25.2/1.00^2}{3 + 2W3*25.2/1.00} = 0.98$$

$$- C3 = \frac{4 + 2W3z/r}{3 + 2W3z/r} = \frac{4 + 2W3*25.2/1.00}{3 + 2W3*25.2/1.00} = 1.01$$

Met de verhouding tussen de "ideale" doorbuiging de1g en de toelaatbare doorbuiging dt,ve van de eindgoot is het toepassingsgebied van de formule voor het berekenen van de veerstijfheid van de kopgevelkolom te bepalen:

- voor dt,ve/de1g > C1 ; 26.67 / 1.06 = 25.22 > 1.48

  geldt: EIygk = 0 Nmm²

  De eindgoot heeft voldoende stijfheid van zichzelf. Er is dus geen stijfheidseis voor de kopgevelkolom nodig. Er is ook geen momentvaste verbinding met de kopgevelgootkolom nodig.

Conclusie:
- kopgevelgootkolom (RHBK120*80*3.0 mm) voldoet qua stijfheid als gootsteun.

Conclusie:
- kopgevelgootkolom (RHBK120*80*3.0 mm) voldoet qua stijfheid bij B.C.2 : a11) Dead load + Services + Wind + Crop

6.11.4 Controle van de kopgeveltussenkolom (RHBK120*80*3.0 mm) (S235 (EN10219)):

a) Berekening van de krachtsverdeling:

Oplegreacties:

- schoor (horizontaal):

* Wind:	1/8 * 2.343 * 5630 *	5630² + 5630 * 4000 - 4000 ² / 4000 * (5630 - 4000)	=	9665	N
* Leidingen:	1/2 * 327E3 *	5630 ² - 3*3520² - (5630 - 4000)² / 4000² * (5630 - 4000)	=	-51	N
* Onderrand:	1/2 * 1E+4 *	3482 5630 ² - 3482² - (5630 - 4000)² / 4000 4000 * (5630 - 4000)	=	12973	N
* Bovenrand:	1/2 * 0 *	3920 5630 ² - 3920² - (5630 - 4000)² / 4000 4000 * (5630 - 4000)	=	0	N
		Totaal: Rh,tks =		22587	N

- fundering: Rf = 1/2 -*Qw*ltk + ltk-hgd/ltk*Fgd + ltk-hor/ltk*For + ltk-hbr/ltk*Fbr + Mwl/h
= 6596 + 0 + 4384 + 0 + 58 = 11038 N

* effect van schoor: Rf = Rf - ltk-hs/ltk*Rh,tks = 11038 - 6541 = 4497 N

analoog in gebruikstoestand: Rf' = 3664 N

- dek: Rd = Qw*ltk + Fgd + For + Fbr - Rf - Rh,tks
= 13193 + 0 + 11489 + 0 - 4497 - 22587 = -2402 N

Dwarskrachten (van de fundering (onder=o) naar het dek (boven=b)):

- fundering	: Qf = Rf	=	4497	=	4497 N
- gewasdraden:	Qogd = Qf - Qw*hgd	=	4497 -	9372 =	-4875 N
	Qbgd = Qogd - Fgd	=	-4875 -	0 =	-4875 N
- onderrand	: Qoor = Qbgd - Qw*(hor-hgd)	=	-4875 -	-1213 =	-3662 N
	Qbor = Qoor - For	=	-3662 -	11489 =	-15151 N
- bovenrand	: Qobr = Qbor - Qw*(hbr-hor)	=	-15151 -	1026 =	-16177 N
	Qbbr = Qobr - Fbr	=	-16177 -	0 =	-16177 N
- schoor	: Qos = Qbbr - Qw*(hs-hbr)	=	-16177 -	187 =	-16365 N
	Qbs = Qos + Rh,tks	=	-16365 +	22587 =	6222 N
- dek	: Qd = Qbs - Qw*(ltk-hs)	=	6222 -	3820 =	2402 N

Het maximale buigende moment treedt op t.p.v. het dwarskrachtennulpunt.
Uit bovenstaande dwarskrachten blijkt dat het dwarskrachtennulpunt in het veld is gelegen tussen de gewasdraden en de onderrand van de vakwerkligger op een afstand van 1.919 meter boven de voet.

Berekening van het maximale buigende moment in het veld:

- Windstuwdruk + onderdruk:	2343 * 1.92/2 * (5.63-1.92)	=	8345	Nm
- Leidingen	:	=	0	Nm
(verwaarloosd vanwege gunstig effect op buiging in de kolom)				
- Draden t.p.v. onderrand	: 11489 * 3.48/5.63 * (5.63-1.92)	=	8413	Nm
- Scherm t.p.v. bovenrand	: 0 * (5.63-3.92) * 1.92/5.63	=	0	Nm
- Effect van de schoor	:-22587 * (5.63-4.00) * 1.92/5.63	=	-12554	Nm
	Totaal: Mv,tk =		4204	Nm

Berekening van het buigende moment ter plaatse van de schoor:

- Ms,tk = Rd * (ltk-hs) - 0.5 * Qw * (ltk-hs)² =
= -2402 * (5.63 - 4.00) - 0.5 * 2343 * (5.63 - 4.00)² =
= -3916 - 3114 = -7031 Nm

Berekening van het maximaal buigend moment in de kopgevel-tussenkolom:

- My,tk = max (| Mv,tk |; | Ms,tk |) = 7031 Nm

b) Controle op sterkte en stabiliteit van de kopgeveltussenkolom volgens EC3:
Hierbij komt de z-as overeen met de y-as (en y-as = x-as) bij NEN6770.

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} + \frac{|My.Ed|}{My.c.Rd} = \frac{|-1484|}{300652} + \frac{|7031|}{10164} = 0.697$$

controle: 0.697 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Maximale spanning:

$$Sigma: \frac{|NEd|}{A} + \frac{|My.Ed|}{Wpl.y} = \frac{|-1484|}{1148.5} + \frac{|7031|}{46.661} = 152.0 \ N/mm^2$$

UCspanning = Sigma/fy = 152.0 /235.0 = 0.647

controle: 0.647 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.95 (het profiel is geschoord).
M1 = 0.00 , M2 = 0.00 , Ms = 7030.95 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
Interactiefactoren volgens bijlage B:
Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
= 0.95 * (1.0 + (0.95 - 0.2)*(|-1484 |/(0.572 *300652 /1.0)) = 0.96
Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
= 0.95 * (1.0 + 0.8*(|-1484 |/(0.572 *300652 /1.0)) = 0.96
Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(0.96 , 0.96) = 0.96
Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.57

UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
= |-1484 |/(0.572 *300652 /1.0)+0.96 *|7031.0 |/(1.00*10164.2/1.0)
= 0.009 + 0.661 = 0.670
UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
= |-1484 |/(0.392 *300652 /1.0)+0.57 *|7031.0 |/(1.00*10164.2/1.0)
= 0.013 + 0.397 = 0.409

Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.670 , 0.409) = 0.670

controle: 0.670 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie:
- kopgeveltussenkolom (RHBK120*80*3.0 mm) voldoet qua sterkte/stabiliteit

c) Berekening van 1e-orde doorbuiging van de kopgeveltussenkolom:
(halverwege funderingsvoet en aangrijpingspunt schoor; in rekentoestand)

$$\text{- Windstuwdruk + onderdruk: } \frac{5}{384}\cdot\frac{2.343 * 4000^4}{1.00 * 2.1E5 * 233.0E4} = 15.96 \text{ mm}$$

(Voor de doorbuigingsreductiefactor 1.00; zie rapport BI-92-0063*)

- Leidingen: = 0.00 mm
(verwaarloosd vanwege gunstig effect op buiging in de kolom)

$$\text{- Draden t.p.v. onderrand: } \frac{11489 * 518}{48*2.1E5* 233E4} * (3*4000^2-4* 518^2) = 11.89 \text{ mm}$$

$$\text{- Scherm t.p.v. bovenrand: } \frac{6128 * 80}{48*2.1E5* 233E4} * (3*4000^2-4* 80^2) = 1.00 \text{ mm}$$

$$\text{- Effect van de schoor: } \frac{-7030955 * 4000^2}{16*2.1E5* 233E4} = -14.37 \text{ mm}$$

Totaal: u1-tk = 14.48 mm
(analoog in gebruikstoestand: u1-tk'= 12.48 mm)

d) 2e-orde doorbuiging in gebruikstoestand:

De 2e-orde horizontale verplaatsing in gebruikstoestand kan worden
benaderd met de volgende (conservatieve) formule:

$$\text{- u2-tk' = } \frac{nytk'}{nytk'-1} * u1\text{-tk'}$$

- Vergrotingsfactor: - nytk' = 301792 / |-1453 | = 207.7
- nytk'/nytk'-1 = 1.00

Invullen van de bekende gegevens resulteert in een doorbuiging, groot:

- u2-tk' = 1.00 * 12.48 = 12.54 mm

e) Berekening van de toelaatbare doorbuiging van de kopgeveltussenkolom:

Zonder belasting door gewasdraden geldt een limiet van 30.0 mm:
(conform artikel 11.2.4.1.)

- utoel-tk = rltk/150 < 30.0 mm
- 4000/150 = 26.67 mm, dus: utoel-tk = 26.67 mm

f) Controle van de toegestane doorbuiging van de kopgeveltussenkolom:

- controle: 12.5 mm < 26.7 mm, dus: stijfheid voldoet.

Conclusie:
- kopgeveltussenkolom (RHBK120*80*3.0 mm) voldoet qua stijfheid
bij B.C.2 : a11) Dead load + Services + Wind + Crop

6.11.5 Controle van de schoor van de tussenkolom (RHBK60*60*2.0 mm) (S235 (EN10219)):

a) Berekening van de normaalkracht:

Bij de berekening van de tussenkolom is de horizontale oplegreactie van de schoor uitgerekend. Door evenwichtsbeschouwingen kan de normaalkracht in de schoor van de tussenkolom bepaald worden (druk = -):

$$- Ntks = \frac{ltks}{ve} * -Rh,tks = \frac{4320}{4000} * -22587 = -24391 \ N$$

b) Controle van de stabiliteit van de schoor van de tussenkolom volgens EC3:
Hierbij komt de z-as overeen met de y-as (en y-as = x-as) bij NEN6770.

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} + \frac{|Mx.Ed|}{Mx.c.Rd} = \frac{|-24391|}{121861} + \frac{|0|}{2271} = 0.200$$

controle: 0.200 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Maximale spanning:

$$Sigma: \frac{|NEd|}{A} + \frac{|Mx.Ed|}{Wpl.x} = \frac{|-24391|}{460.6} + \frac{|0|}{9.993} = 53.0 \ N/mm^2$$

UCspanning = Sigma/fy = 53.0 /235.0 = 0.225

controle: 0.225 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
Cmx2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmx2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
Interactiefactoren volgens bijlage B:
Kx.2 = Cmx * (1.0 + (lambdarel.x - 0.2)*(|NEd|/(Chix*NRk/1.0))
= 0.90 * (1.0 + (1.95 - 0.2)*(|-24391 |/(0.206 *121861 /1.0)) = 2.43
Kx.3 = Cmx * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chix*NRk/1.0))
= 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-24391 |/(0.206 *121861 /1.0)) = 1.60
Kx.b = Min(Kx.2 , Kx.3) = Min(2.43 , 1.60) = 1.60
Ky.b = 0.6 * Kx.b = 0.96

UCstab.1 = |NEd|/(Chix*NRk/1.0)+Kx.b*|Mx.Ed|/(1.00*Mx.Rk/1.0)
= |-24391 |/(0.206 *121861 /1.0)+1.60 *|0.0 |/(1.00*2270.8 /1.0)
= 0.973 + 0.000 = 0.973
UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mx.Ed|/(1.00*Mx.Rk/1.0)
= |-24391 |/(0.206 *121861 /1.0)+0.96 *|0.0 |/(1.00*2270.8 /1.0)
= 0.973 + 0.000 = 0.973

Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.973 , 0.973) = 0.973

controle: 0.973 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie:
- Schoor van de tussenkolom (RHBK60*60*2.0 mm) voldoet aan
bij B.C.2 : a11) Dead load + Services + Wind + Crop

6.11.6 Controle van de kopgevelgordingen:

a) Berekening van de krachtsverdeling:
- Windstuwdruk + onderdruk:
Er wordt uitgegaan van een gelijkmatig verdeelde lijnbelasting:
De windbelasting mag hier niet gereduceerd worden toegepast.
- Qw,kgg = kgghohmax * (0.7 - (-0.2)) * gamma * qwind(ongereduceerd)
= 1.600 m * (0.7 - (-0.2)) * 1.28 * 510 = 937 N/m

- Normaalkracht tgv scheefstand:	Nsg' = 77	N,	Nsg = 79	N
- Normaalkracht tgv gewasdraadboog:				
Trekkracht op de gevel per draad:	Tgd' = 0	N,	Tgd = 0	N
Normaalkracht in de draadboog:	Tdb' = 0	N,	Tdb = 0	N
Normaalkracht in de gording:	Ndb' = 0	N,	Ndb = 0	N
- Normaalkracht tgv regenleiding:	Nrg' = 8000	N,	Nrg = 8170	N
- Normaalkracht tgv belichting aan draad:	Nli' = 0	N,	Nli = 0	N

b) Controle van de sterkte van de kopgevelgordingen volgens EC3:

Gording 1 (RHBK80*50*2.0, S235 (EN10219))

Ned = -(Fxs * Nsg + Fgd * Ndb + Frg * Nrg + Fli * Nli)
Ned = -(0.000 * 79 + 0.256 * 0 + 0.190 * 8170 + 0.190 * 0) = -1550 N

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte (dubbele buiging bij rechthoekige kokerprofielen):
MN.y.Rd = My.Rd*(1 - (NEd/Nrd)²) = 2919 *(1 - (-1550 /131290)²) = 2919 Nm
MN.z.Rd = Mz.Rd*(1 - (NEd/Nrd)²) = 2254 *(1 - (-1550 /131290)²) = 2253 Nm
n = NEd/Nrd = -1550 /131290 = -0.01
a = b = min(1.66*(1-1.13*n²), 6.0) = min(1.66*(1-1.13*-0.01²), 6.0) = 1.66

$$UCsterkte = \left(\frac{|My.Ed|}{MN.y.Rd}\right)^{a} + \left(\frac{|Mz.Ed|}{MN.z.Rd}\right)^{b} = \left(\frac{|1462|}{2919}\right)^{1.66} + \left(\frac{0}{2253}\right)^{1.66} = 0.317$$

controle: 0.317 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Maximale spanning:

$$Sigma = \frac{|NEd|}{A} + \frac{|My.Ed|}{Wpl.y} + \frac{|Mz.Ed|}{Wpl.z} = \frac{|-1550|}{500.6} + \frac{|1462|}{13.438} + \frac{|0|}{9.710} = 111.9 \ N/mm^2$$

UCspanning = Sigma/fy = 111.9 /235.0 = 0.476

controle: 0.476 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
Ligger op drie scharnierende steunpunten, dus maximale moment bij het middensteunpunt.
Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.40 (het profiel is geschoord).
M1 = 1462.08 , M2 = 0.00 , Ms = -731.04 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
Interactiefactoren volgens bijlage B:
Kyy.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
= 0.40 * (1.0 + (1.14 - 0.2)*(|-1550 |/(0.462 *131290 /1.0)) = 0.41
Kyy.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
= 0.40 * (1.0 + 0.8*(|-1550 |/(0.462 *131290 /1.0)) = 0.41
Kyy.b = Min(Kyy.2, Kyy.3) = Min(0.41 , 0.41) = 0.41
Kzy.b = 0.6 * Kyy.b = 0.24

Kzz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
= 0.60 * (1.0 + (0.41 - 0.2)*(|-1550 |/(0.891 *131290 /1.0)) = 0.60
Kzz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
= 0.60 * (1.0 + 0.8*(|-1550 |/(0.891 *131290 /1.0)) = 0.61
Kzz.b = Min(Kzz.2, Kzz.3) = Min(0.60 , 0.61) = 0.60
Kyz.b = 0.6 * Kzz.b = 0.36

UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0) + Kyy.b*|My.Ed|/(ChiLT*My.Rk/1.0) + Kyz.b*|Mz.Ed|/(Mz.Rk/1.0)
= |-1550 |/(0.462 *131290 /1.0)
+ 0.41 *|1462.1 |/(1.00*2919.4 /1.0) + 0.36 *|0.0 |/(2253.6 /1.0)
= 0.026 + 0.204 + 0.000 = 0.230
UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0) + Kzy.b*|My.Ed|/(ChiLT*My.Rk/1.0) + Kzz.b*|Mz.Ed|/(Mz.Rk/1.0)
= |-1550 |/(0.891 *131290 /1.0)
+ 0.24 *|1462.1 |/(1.00*2919.4 /1.0) + 0.60 *|0.0 |/(2253.6 /1.0)
= 0.013 + 0.123 + 0.000 = 0.136

controle: 0.230 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

- Stijfheid:

$$delta.st = \frac{2}{384} * \frac{Q' * L^4}{E * Iy} = 5.23 \quad mm$$

delta.max = min(3200 /150, 30) = 21.33 mm

UCstfh = delta.st / delta.max = 5.23 / 21.33 = 0.25

controle: 0.25 < 1.00, dus de stijfheid voldoet.

Vergrotingsfactor in gebruikstoestand: nx1 = Ncr/(Ned'+0.00001) = 90116 /(Ned'+0.00001) = 59.367

Totale verplaatsing is dan: delta.st2 = delta.st * nx1/(nx1 - 1) = 5.32 mm

UCstfh 2e orde = delta.st2 / delta.max = 5.32 / 21.33 = 0.25

controle: 0.25 < 1.00, dus de stijfheid 2e orde voldoet.

Gording 2 (RHBK80*50*2.0, S235 (EN10219))

Ned = -(Fxs * Nsg + Fgd * Ndb + Frg * Nrg + Fli * Nli)
Ned = -(0.000 * 79 + 0.744 * 0 + 0.810 * 8170 + 0.810 * 0) = -6620 N

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte (dubbele buiging bij rechthoekige kokerprofielen):
MN.y.Rd = My.Rd*(1 - (NEd/Nrd)²) = 2919 *(1 - (-6620 /131290)²) = 2912 Nm
MN.z.Rd = Mz.Rd*(1 - (NEd/Nrd)²) = 2254 *(1 - (-6620 /131290)²) = 2248 Nm
n = NEd/Nrd = -6620 /131290 = -0.05
a = b = min(1.66*(1-1.13*n²), 6.0) = min(1.66*(1-1.13*-0.05²), 6.0) = 1.66

$$UCsterkte = \left(\frac{|My.Ed|}{MN.y.Rd}\right)^{a} + \left(\frac{|Mz.Ed|}{MN.z.Rd}\right)^{b} = \left(\frac{1264}{2912}\right)^{1.66} + \left(\frac{0}{2248}\right)^{1.66} = 0.250$$

controle: 0.250 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Maximale spanning:

$$Sigma: \frac{|NEd|}{A} + \frac{|My.Ed|}{Wpl.y} + \frac{|Mz.Ed|}{Wpl.z} = \frac{|-6620|}{500.6} + \frac{|1264|}{13.438} + \frac{|0|}{9.710} = 107.3 \ N/mm^2$$

UCspanning = Sigma/fy = 107.3 /235.0 = 0.457

controle: 0.457 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
Ligger op drie scharnierende steunpunten, dus maximale moment bij het middensteunpunt.
Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.40 (het profiel is geschoord).
M1 = 1264.46 , M2 = 0.00 , Ms = -632.23 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
Interactiefactoren volgens bijlage B:
Kyy.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
= 0.40 * (1.0 + (1.14 - 0.2)*(|-6620 |/(0.462 *131290 /1.0)) = 0.44
Kyy.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
= 0.40 * (1.0 + 0.8*(|-6620 |/(0.462 *131290 /1.0)) = 0.43
Kyy.b = Min(Kyy.2, Kyy.3) = Min(0.44 , 0.43) = 0.43
Kzy.b = 0.6 * Kyy.b = 0.26

Kzz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
= 0.60 * (1.0 + (0.41 - 0.2)*(|-6620 |/(0.891 *131290 /1.0)) = 0.61
Kzz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
= 0.60 * (1.0 + 0.8*(|-6620 |/(0.891 *131290 /1.0)) = 0.63
Kzz.b = Min(Kzz.2, Kzz.3) = Min(0.61 , 0.63) = 0.61
Kyz.b = 0.6 * Kzz.b = 0.36

UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0) + Kyy.b*|My.Ed|/(ChiLT*My.Rk/1.0) + Kyz.b*|Mz.Ed|/(Mz.Rk/1.0)
= |-6620 |/(0.462 *131290 /1.0)
+ 0.43 *|1264.5 |/(1.00*2919.4 /1.0) + 0.36 *|0.0 |/(2253.6 /1.0)
= 0.109 + 0.188 + 0.000 = 0.297
UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0) + Kzy.b*|My.Ed|/(ChiLT*My.Rk/1.0) + Kzz.b*|Mz.Ed|/(Mz.Rk/1.0)
= |-6620 |/(0.891 *131290 /1.0)
+ 0.26 *|1264.5 |/(1.00*2919.4 /1.0) + 0.61 *|0.0 |/(2253.6 /1.0)
= 0.057 + 0.113 + 0.000 = 0.170

controle: 0.297 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

- Stijfheid:

$$delta.st = \frac{2}{384} * \frac{Q' * L^4}{E * Iy} = 4.53 \quad mm$$

delta.max = min(3200 /150, 30) = 21.33 mm

UCstfh = delta.st / delta.max = 4.53 / 21.33 = 0.21

controle: 0.21 < 1.00, dus de stijfheid voldoet.

Vergrotingsfactor in gebruikstoestand: nx1 = Ncr/(Ned'+0.00001) = 90116 /(Ned'+0.00001) = 13.902

Totale verplaatsing is dan: delta.st2 = delta.st * nx1/(nx1 - 1) = 4.88 mm

UCstfh 2e orde = delta.st2 / delta.max = 4.88 / 21.33 = 0.23

controle: 0.23 < 1.00, dus de stijfheid 2e orde voldoet.

6.11.7 Controle van de poeren (in gebruikstoestand):

a) Berekening van de verticale belasting per poer:

- Verticale belasting per kolom (neerwaarts = +): Fsk'+ Fpsk'= 1453 N
- Eigen gewicht van de gevelkolom (1.00 * 361) : Fegk' = 361 N
- Eigen gewicht van de tussenkolom (1.00 * 361) : Fegtk'= 361 N
- Eigen gewicht paal, poer en grond (1.00 * 6512) : Gfund = 6512 N
- Gewicht randfundering (1.00 * 3.200 * 350) : Grand = 1120 N
- Gewicht gevelomhulling(1.00 * 4.0 * 3.200 * 130): Ggevel= 1664 N

---------- +

- Vert. belasting per poer: Fvp = 11470 N

Aangezien de totale verticale belasting per poer positief is, is sprake van een neerwaartse belasting op de ondergrond.

b) Berekening van het maatgevend kantelmoment ten gevolge van de belastingen:

- Horizontaal: Mhp = Rf'* (fh + D + H)
  = 5211 * (0.300 + 0.150 + 0.830) = 6671 Nm
- Verticaal : Mvp = |Fvp| * 0.5 * B
  = |11470 | * 0.5 * 0.532 = 3050 Nm

---------- +

- Kantelmoment per poer: Mp = Mhp + Mvp Mp = 9720 Nm

Bij een opwaarts bezwijkmodel (OBM) geldt:
- Kantelmoment per poer: Mp = Mhp - Mvp Mp = 3621 Nm

c) Controle van de kantelstabiliteit (neerwaartse belasting):

- Momentenevenwicht bij een neerwaarts bezwijkmodel (NBM):
  - controle : 9720 Nm < 27914 Nm, dus: voldoet.

- Momentenevenwicht bij een opwaarts bezwijkmodel (OBM):
  - controle : 3621 Nm < 3628 Nm, dus: voldoet. (maatgevend)

- Verticaal evenwicht:
  - controle :| 11470 N |< 91096 N, dus: voldoet.

- Horizontaal evenwicht:
  - controle : 5211 N < 5962 N, dus: voldoet.

d) Controle van de zettingen:

- Berekening van de momentane (lees: permanente) belastingen:

  - Eigen gewicht dek (1.00 * 32) = 32 N/m²
  - Gewasbelasting (0.20 * 0) = 0 N/m²
  - Installaties (1.00 * 70) = 70 N/m²
  ---------- +
  Totaal : 102 N/m²
  - Neerwaartse belasting per kolom = 102 * 3.20 * 4.00/2 = 653 N
  - E.g. leidingen (incl. inhoud) = 1.00 * 250 * 3.20 = 1000 N
  ---------- +
  Totaal Fsvd1 = 1653 N

  - Verticale belasting per kolom (neerwaarts = +) : Fsvd1 = 1653 N
  - Eigen gewicht paal, poer en grond : Gfund = 6512 N
  - Eigen gewicht randfundering = 3.200 * 350 : Grand = 1120 N
  ---------- +
  - Vert. belasting per : Fsvd = 9285 N

- Berekening van de effectieve spanningsverhoging onder de poer:

  De resulterende verticale effectieve spanning onder de poer
  t.g.v. de momentane belastingen, bedraagt:

$$Svd0 = \frac{Fsvd}{Apoer} = \frac{9285}{pi/4 * 600^2} = 0.033 \ N/mm^2$$

  De oorspronkelijke verticale effectieve spanning is/was:

$$Svod0 = sg * (Dpoer + hpoer) = 0.0000180 * (150 + 830) = 0.018 \ N/mm^2$$

  De effectieve spanningsverhoging onder de poer, uitgaande van een
  volledig gedraineerde toestand, volgt uit:

$$dSvd0 = Svd0 - Svod0 = 0.033 - 0.018 = 0.015 \ N/mm^2$$

- Berekening van de effectieve zettingsdiepte (NEN 6744 art. 6.1):

  Bij het bepalen van de zakking moeten die grondlagen in beschouwing
  zijn genomen, waarbij de toename van de verticale effectieve spanning
  groter is dan 20% van de oorspronkelijke verticale effectieve
  spanning.
  In formule: dSvd(z) > 0.20 * Svod(z)
  waarin:

$$dSvd(z) = dSvd0 * \left[1 - \frac{1}{\left(\frac{0.5 * dpoer}{z} \right)^{1.5}} \right]$$

  Afname van de toename van de verticale effectieve spanning onder de fundatie-poer als functie van de diepte z

Svod(z) = sg * (z + Dpoer + hpoer) Idem, voor de oorspronkelijke verticale effectieve spanning.

De effectieve zettingsdiepte is de totale hoogte/diepte van de grondlagen onder de poer, dat volgens bovenstaande definitie in beschouwing moet zijn genomen bij de berekening van de zettingen.

De effectieve zettingsdiepte wordt door middel van een iteratieve nulpuntsbepaling bepaald waarbij moet gelden:

dSvd(zeff) = 0.20 * Svod(zeff) geeft: zeff = 0.239 m

- Bepaling van de resulterende effectieve zetting (NEN 6744 hfdst.6):

De resulterende effectieve zetting kan uiteindelijk worden bepaald door integratie van de samendrukking van de grond onder de poer tot aan de effectieve zettingsdiepte m.b.v. de formule van Terzaghi.

- Berekening van de primaire zetting (art. 6.2):

$$weff1 = \frac{Cceff}{1 + eporie} * \int_0^{zeff} ln\left(\frac{Svod(z) + dSvd(z)}{Svod(z)}\right) dz =$$

$$= \frac{0.006}{1 + 0.6} * \int_0^{0.239} ln\left(\frac{Svod(z) + dSvd(z)}{Svod(z)}\right) dz = 0.000 \text{ m}$$

- Berekening van de secundaire zetting over 15 jaar (art. 6.3):

$$weff2 = Cinfe * zeff * log\left(\frac{15*365}{1}\right) = 0.000 * 0.239 * 3.738 = 0.000 \text{ m}$$

- Totaal (art. 6.1): weff = weff1 + weff2 = 0.000 + 0.000 = 0.000 m

Controle van de resulterende effectieve zetting:

Volgens NEN 6740 art. 5.2.2.1 mag de zetting niet groter zijn dan 0.15 m. In diverse gemeenten wordt ook (nog) wel gewerkt met een toelaatbare zetting van 0.10 meter. Mede daarom en omdat uitgegaan is van een gedraineerde toestand, wordt in CASTA/Kassenbouw ook gerekend met een toelaatbare zetting van 0.10 m. Er wordt als het ware een veiligheidsfactor 1.5 op NEN 6740 art. 5.2.2.1 gelegd, met name voor een niet-volledig gedraineerde toestand van de grond.

wtoel = 0.100 m

Controle zetting: 0.000 m < 0.100 m, dus: voldoet.

Conclusie:
- Poeren BPRD600*830 mm voldoen
  bij B.C.2: a11) Dead load + Services + Wind + Crop

6.11.8 Controle van de ZEUS 120x120x1000ZW (R10+M10)

a) Bepaling van de belastingen per paal in rekentoestand:
   - Verticale belasting per kolom (neerwaarts = +) : Fvk = 1484 N
   - Eigen gewicht van de gevelkolom (1.02 * 361) : Fegk = 368 N
   - Gewicht gevelomhulling(1.02 * 4.0 * 3.200 * 130): Ggevel= 1699 N
   ---------- +
   - Verticale belasting per paal: Nd = 3551 N
     Inclusief gewicht kolom en gevel:
     NEd = Fsk + Fpsk + g.eg*Fegk' + Ggevel = 1484 + 1.02*361 + 1664 = 3920 N

   - Maatgevend moment in de paal, ter plaatse van de poeraansluiting:
     Md = Rf * (fh + Dpoer) = 6255 * (0.300 + 0.150) = 2815 Nm
   - Belasting op het anker (ideële belasting):
     De fundatiepaal is neerwaarts gesteund, dus het anker wordt in dit geval niet belast.

b) Doorsnedecontrole van de paal met behulp van het Mu-Nu diagram:

   Bij het invullen van de gegeven normaalkracht NEd = 3920 N in het Mu-Nu
   diagram wordt de momentencapaciteit Mcap verkregen door rechtlijnige
   interpolatie tussen de punten waar NEd ligt. Mcap = 5188 Nm

d) Controle van de betonpaalcapaciteit:

  - Moment: Md = 2815 Nm < Mcap = 5188 Nm, dus: voldoet.
  - Dwarskracht: Fhk = 6255 N < Vp = 9504 N, dus: voldoet.
  - Anker: Niet ter zake.
  - Uittrekkracht: Niet ter zake.

Conclusie:
- Palen ZEUS 120x120x1000ZW (R10+M10) voldoen
  bij B.C.2 : a11) Dead load + Services + Wind + Crop

Voor de controle van de prefab-afsluitplaten en de prefab-betonpalen wordt
verwezen naar de (toetsingsrapporten van de) leverancier.

6.12 B.C.3: a21) Dead Load + Services + Snow + Psi_Crop

6.12.1 Berekening van de belastingen per kopgevelkolom:

a) Berekening van de verticale belasting per kopgevelkolom (neerwaarts = +):
In gebruikstoestand:
- Eigen gewicht dek (1.00 * 32)= 32 N/m²
- Sneeuwbelasting (1.00 * 423) = 423 N/m²
- Gewasbel.(winter)(1.00 * 0) = 0 N/m²
- Installaties (1.00 * 70) = 70 N/m²

Totaal : 525 N/m²

- Neerwaartse belasting per kolom = 525 * 3.20 * 4.00/2 = 3363 N
- E.g. leidingen (incl. inhoud) = 1.00 * 250 * 3.20 = 800 N

Totaal = 4163 N

In rekentoestand:
- Eigen gewicht dek (1.02 * 32)= 33 N/m²
- Sneeuwbelasting (1.28 * 423) = 540 N/m²
- Gewasbel.(winter)(1.28 * 0) = 0 N/m²
- Installaties (1.02 * 70) = 71 N/m²

Totaal : 644 N/m²

- Neerwaartse belasting per kolom = 644 * 3.20 * 4.00/2 = 4122 N
- E.g. leidingen (incl. inhoud) = 1.02 * 250 * 3.20 = 817 N

Totaal = 4939 N

b) Berekening van de horizontale belastingen:

- Er is bij deze belastingcombinatie geen windbelasting.
  - Qw,kgk = 0

- Er is geen rekening gehouden met gewasdraden aan de kopgevels.
  - Fgd,kgk = 0 N

- Schermdraden: Laag (aantal scherminstallaties: 1)

  Trekkracht per scherm wordt berekend door sommatie van de krachten van de mechaniekdraden na het omkeerwiel, de kunststof geleidedraad en de stalen geleidedraad:
  [1] 1e scherm onderrand = 1.5 x 3300 + 12 x 150 + 2 x 1000 = 8750 N

  De schermdraadkrachten worden als volgt verdeeld over de posities van de bovenrand en de onderrand van de tralieligger:

Positie	Kracht	Bovenrand	Onderrand
[1] 1e scherm onderrand	= 8750 N	x 0.0	x 1.0

  Trekkrachten van scherminstallaties per gevelkolom:

Positie	gebruiksoestand		rekentoestand
Positie bovenrand	Fbr'= 0 N	x 1.021	Fbr = 0 N
Positie onderrand	For'= 8750 N	x 1.021	For = 8936 N
Totaal trekkracht	Fs`= 8750 N		Fs = 8936 N

- Regenleidingdraden:
  Er wordt rekening gehouden, met regenleidingdraden ter hoogte van de onderrand van de vakwerkligger.
  - Maatgevende trekkracht per trekdraad (in gebruikstoestand):
    - Trl' = 2500 N (zie art. 8.5.1.c)
  Er wordt uitgegaan van maximaal één trekdraad per kopgevelkolom:
    - Frl,kgk = Trl' * gamma = 2500 * 1.02 = 2553 N

- Er is geen rekening gehouden met belichtingsdraden aan de kopgevels.
  - Fab,kgk = 0 N

- Totale belasting ter hoogte van de onderrand van de vakwerkligger:
  - For,kgk = For + Fhv,kgk + Frl,kgk + Fab,kgk =
    = 8936 N + 0 N + 2553 N + 0 N = 11489 N

- Totale belasting ter hoogte van de bovenrand van de vakwerkligger:
  - Fbr,kgk = Fbr = 0 N ("Laag" scherm).
  - Aangrijpingspunt: hbr = 3.920 meter boven de voet

c) Berekening van het uitwendig moment t.g.v. de leidingen + inhoud:
   - Mwl,kgk = gamma * Qkgwl' * kgcons * hohkgk =
             = 1.02 * 250   * 0.400 m * 3.200 m = 327   Nm
   - Aangrijpingspunt: hcons = 3.520 meter boven de voet

6.12.2 Berekening van de krachtsverdeling van de kopgevelgootkolom:

   Oplegreacties:

$$\text{- fundering: } Rf = -*Qw*h + \frac{1}{2}*Fgd + \frac{h\text{-}hgd}{h}*For + \frac{h\text{-}hor}{h}*Fbr + \frac{h\text{-}hbr}{h}*Mwl$$

$$= 0 + 0 + 1487 + 0 + 82 = 1569 \quad N$$

   analoog in gebruikstoestand:

$$Rf' = 0 + 0 + 1456 + 0 + 80 = 1536 \quad N$$

$$\text{- goot: } Rg = Qw*h + Fgd + For + Fbr - Rf$$

$$= 0 + 0 + 11489 + 0 - 1569 = 9921 \quad N$$

6.12.3 Controle van de kopgevelgootkolom (RHBK120*80*3.0 mm) (S235 (EN10219)):

a) Berekening van de krachtsverdeling:

Dwarskrachten (van de fundering (onder=o) naar de goot (boven=b)):

- fundering	: Qf	= Rf	=	1569	=	1569	N
- gewasdraden:	Qogd	= Qf - Qw*hgd	=	1569	-	0	=	1569	N
	Qbgd	= Qogd - Fgd	=	1569	-	0	=	1569	N
- onderrand	: Qoor	= Qbgd - Qw*(hor-hgd)	=	1569	-	0	=	1569	N
	Qbor	= Qoor - For	=	1569	-	11489	=	-9921	N
- bovenrand	: Qobr	= Qbor - Qw*(hbr-hor)	=	-9921	-	0	=	-9921	N
	Qbbr	= Qobr - Fbr	=	-9921	-	0	=	-9921	N
- goot	: Qg	= Qbbr - Qw*(h-hbr)	=	-9921	-	0	=	-9921	N

Het maximale buigende moment treedt op t.p.v. het dwarskrachtennulpunt.
Uit bovenstaande dwarskrachten blijkt dat het dwarskrachtennulpunt is
gelegen ter plaatse van de onderrand van de vakwerkligger
op een afstand van 3.482 meter boven de voet.

Berekening van het maximale buigende moment in het veld:

- Windstuwdruk + onderdruk:	0	* 3.48/2 * (4.00-3.48)	=	0	Nm
- Leidingen	:		=	0	Nm
(verwaarloosd vanwege gunstig effect op buiging in de kolom)					
- Draden t.p.v. onderrand :	11489	* 3.48/4.00 * (4.00-3.48)	=	5178	Nm
- Scherm t.p.v. bovenrand :	0	* (4.00-3.92) * 3.48/4.00	=	0	Nm
				----------	+
		Totaal:	Mmax,gk =	5178	Nm

b) Controle op sterkte en stabiliteit van de kopgevelgootkolom volgens EC3:
Hierbij komt de z-as overeen met de y-as (en y-as = x-as) bij NEN6770.

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} + \frac{|My.Ed|}{My.c.Rd} = \frac{|-4939|}{300652} + \frac{|5178|}{10164} = 0.526$$

controle: 0.526 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Maximale spanning:

$$Sigma: \frac{|NEd|}{A} + \frac{|My.Ed|}{Wpl.y} = \frac{|-4939|}{1148.5} + \frac{|5178|}{46.661} = 115.3\ N/mm^2$$

UCspanning = Sigma/fy = 115.3 /235.0 = 0.491

controle: 0.491 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.40 (het profiel is geschoord).
M1 = 0.00 , M2 = 0.00 , Ms = 0.00 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
Interactiefactoren volgens bijlage B:
Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
= 0.40 * (1.0 + (0.95 - 0.2)*(|-4939 |/(0.572 *300652 /1.0)) = 0.41
Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
= 0.40 * (1.0 + 0.8*(|-4939 |/(0.572 *300652 /1.0)) = 0.41
Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(0.41 , 0.41) = 0.41
Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.25

UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
= |-4939 |/(0.572 *300652 /1.0)+0.41 *|5178.3 |/(1.00*10164.2/1.0)
= 0.029 + 0.208 = 0.237
UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
= |-4939 |/(0.392 *300652 /1.0)+0.25 *|5178.3 |/(1.00*10164.2/1.0)
= 0.042 + 0.125 = 0.167

Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.237 , 0.167) = 0.237

controle: 0.237 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie:
- kopgevelgootkolom (RHBK120*80*3.0 mm) voldoet qua sterkte/stabiliteit

c) Berekening van 1e-orde doorbuiging van de kopgevelgootkolom:
(halverwege funderingsvoet en aangrijpingspunt schoor; in rekentoestand)

$$\text{- Windstuwdruk + onderdruk: } \frac{5}{384} \cdot \frac{0.000 \cdot 4000^4}{1.24 \cdot 2.1E5 \cdot 233.0E4} = 0.00 \text{ mm}$$

(Voor de doorbuigingsreductiefactor 1.24; zie rapport BI-92-0063*)

- Leidingen: = 0.00 mm
(verwaarloosd vanwege gunstig effect op buiging in de kolom)

$$\text{- Draden t.p.v. onderrand: } \frac{11489 \cdot 518}{48 \cdot 2.1E5 \cdot 233E4} \cdot (3 \cdot 4000^2 - 4 \cdot 518^2) = 11.89 \text{ mm}$$

$$\text{- Scherm t.p.v. bovenrand: } \frac{6128 \cdot 80}{48 \cdot 2.1E5 \cdot 233E4} \cdot (3 \cdot 4000^2 - 4 \cdot 80^2) = 1.00 \text{ mm}$$

Totaal: u1-gk = 12.89 mm
(analoog in gebruikstoestand: u1-gk'= 12.62 mm)

d) 2e-orde doorbuiging in gebruikstoestand:

De 2e-orde horizontale verplaatsing in gebruikstoestand kan worden benaderd met de volgende (conservatieve) formule:

$$\text{- u2-gk' } = \frac{nygk'}{nygk'-1} \cdot u1\text{-gk'}$$

- Vergrotingsfactor: - nygk' = 301792 / |-4163 | = 72.49
- nygk'/nygk'-1 = 1.01

Invullen van de bekende gegevens resulteert in een doorbuiging, groot:

- u2-gk' = 1.01 * 12.62 = 12.80 mm

e) Berekening van de toelaatbare doorbuiging van de kopgevelgootkolom:

Zonder belasting door gewasdraden geldt een limiet van 30.0 mm:
(conform artikel 11.2.4.1.)

- utoel-gk = h/150 < 30.0 mm
- 4000/150 = 26.67 mm, dus: utoel-gk = 26.67 mm

f) Controle van de toegestane doorbuiging van de kopgevelgootkolom:

- controle: 12.8 mm < 26.7 mm, dus: stijfheid voldoet.

g) Controle van de stijfheid van de kopgevelgootkolom, als steun voor de goot:

Ter voorkoming van ontoelaatbare doorbuiging van de goot in de eindvakken, wordt voor Breedkapkassen een momentvaste kopgevelkolom-goot-verbinding geeist, alsmede een kopgevelgootkolom met voldoende stijfheid. De factoren C1,C2 en C3 maken het mogelijk om rekening te houden met een verzwaarde eindgoot en/of een verkort eindveld (zie afleiding van de formules TNO-rapport BI-92-0063*).

$$\text{In formule: } EIygk > EIm * \frac{h}{v} * \frac{z}{r} * \frac{C3}{C2 / (C1-dt,v/de1g) - 1}$$

met :

- Doorbuiging eenzijdig ideaal eindveld : $de1g = \frac{2}{384} * \frac{Qmax * ve^4}{EIeg}$

- Minimale stijfheid van de middengoot : $EIm > 1.2 * \frac{Qmax * v^4}{384 * dt,v}$

waarin:

- Qmax = maatgevende (gestelde) belasting voor de dimensionering van de middengoot (e.g. dek + sneeuw + goot) ervan uitgaande dat de hoh-afstand van de dekgordingen maximaal 2 m is:
  (qdek+qsneeuw)*[(l-2*cos(alfa))*sin(alfa)²+2*cos(alfa)]+Qgoot
  Qmax = (32 + 423) * [(9.60 - 2*cos(27)) * sin(27)² + 2*cos(27)] + 34
  = 1580 N/m

- dt,v = toelaatbare doorbuiging van de middengoot
  v/(650-100*nruit) < v/150 < 30.0 mm
  4000 / (650 - 100 * 4) = 16.00 mm, dus: dt,v = 16.00 mm

- dt,ve = toelaatbare doorbuiging van de eindgoot:
  ve/150 < 30.0 mm
  4000 / 150 = 26.67 mm, dus: dt,ve = 26.67 mm

$$\text{- EIm} = \frac{1.2}{384} * \frac{1580E\text{-}3 * 4000^4}{16.00} = 79.0\ E9\ Nmm^2$$

- r = reductiefactor eindvak-lengte = ve/v = 4000 / 4000 = 1.00

- z = verzwaring eindvak-stijfheid = EIeg/EIm = 179.8 E9 / 79.0 E9 = 2.28

$$\text{- de1g} = \frac{2}{384} * \frac{1580E\text{-}3 * 4000^4}{179.8\ E9} = 11.71\ mm$$

$$\text{- C1} = \frac{4r+5W3z-2W3z/r^2}{(4+2W3z/r)r} = \frac{4*1.00 + 5W3*2.28 - 2W3*2.28/1.00^2}{(4 + 2W3*2.28/1.00) * 1.00} = 1.33$$

$$C2 = \frac{2 + 2W3z/r}{(4 + 2W3z/r)r} * \frac{3r + (3r^2 - 1)W3z/r^2}{3 + 2W3z/r} =$$

$$= \frac{2 + 2W3*2.28/1.00}{(4 + 2W3*2.28/1.00)*1.00} * \frac{3*1.00 + (3*1.00^2 - 1)W3*2.28/1.00^2}{3 + 2W3*2.28/1.00} = 0.83$$

$$C3 = \frac{4 + 2W3z/r}{3 + 2W3z/r} = \frac{4 + 2W3*2.28/1.00}{3 + 2W3*2.28/1.00} = 1.09$$

Met de verhouding tussen de "ideale" doorbuiging de1g en de toelaatbare doorbuiging dt,ve van de eindgoot is het toepassingsgebied van de formule voor het berekenen van de veerstijfheid van de kopgevelkolom te bepalen:

- voor dt,ve/de1g > C1 ; 26.67 / 11.71 = 2.28 > 1.33

  geldt: EIygk = 0 Nmm²

  De eindgoot heeft voldoende stijfheid van zichzelf. Er is dus geen stijfheidseis voor de kopgevelkolom nodig. Er is ook geen momentvaste verbinding met de kopgevelgootkolom nodig.

Conclusie:
- kopgevelgootkolom (RHBK120*80*3.0 mm) voldoet qua stijfheid als gootsteun.

Conclusie:
- kopgevelgootkolom (RHBK120*80*3.0 mm) voldoet qua stijfheid bij B.C.3 : a21) Dead Load + Services + Snow + Psi_Crop

6.12.4 Controle van de kopgeveltussenkolom (RHBK120*80*3.0 mm) (S235 (EN10219)):

a) Berekening van de krachtsverdeling:

Oplegreacties:

- schoor (horizontaal):

* Wind:	1/8	* 0.000 * 5630 *	5630² + 5630 * 4000 - 4000 ² / 4000 * (5630 - 4000)	=	0 N		
* Leidingen:	1/2	* 327E3 *	5630 ² - 3*3520² - (5630 - 4000)² / 4000² * (5630 - 4000)	=	-51 N		
* Onderrand:	1/2	* 1E+4 *	3482 / 4000	5630 ² - 3482² - (5630 - 4000)² / 4000 * (5630 - 4000)	=	12973 N	
* Bovenrand:	1/2	* 0 *	3920 / 4000	5630 ² - 3920² - (5630 - 4000)² / 4000 * (5630 - 4000)	=	0 N	
				Totaal:	Rh,tks =	12922 N	

- fundering: Rf = -1/2*Qw*ltk + ltk-hgd/ltk*Fgd + ltk-hor/ltk*For + ltk-hbr/ltk*Fbr + Mwl/h
= 0 + 0 + 4384 + 0 + 58 = 4442 N

* effect van schoor: Rf = Rf - ltk-hs/ltk*Rh,tks = 4442 - 3742 = 700 N

analoog in gebruikstoestand: Rf' = 685 N

- dek: Rd = Qw*ltk + Fgd + For + Fbr - Rf - Rh,tks
= 0 + 0 + 11489 + 0 - 700 - 12922 = -2132 N

Dwarskrachten (van de fundering (onder=o) naar het dek (boven=b)):

- fundering :	Qf	= Rf	=	700	=	700 N
- gewasdraden:	Qogd	= Qf - Qw*hgd	=	700 -	0 =	700 N
	Qbgd	= Qogd - Fgd	=	700 -	0 =	700 N
- onderrand :	Qoor	= Qbgd - Qw*(hor-hgd)	=	700 -	0 =	700 N
	Qbor	= Qoor - For	=	700 -	11489 =	-10790 N
- bovenrand :	Qobr	= Qbor - Qw*(hbr-hor)	=	-10790 -	0 =	-10790 N
	Qbbr	= Qobr - Fbr	=	-10790 -	0 =	-10790 N
- schoor :	Qos	= Qbbr - Qw*(hs-hbr)	=	-10790 -	0 =	-10790 N
	Qbs	= Qos + Rh,tks	=	-10790 +	12922 =	2132 N
- dek :	Qd	= Qbs - Qw*(ltk-hs)	=	2132 -	0 =	2132 N

Het maximale buigende moment treedt op t.p.v. het dwarskrachtennulpunt.
Uit bovenstaande dwarskrachten blijkt dat het dwarskrachtennulpunt in het veld is gelegen ter plaatse van de onderrand van de vakwerkligger op een afstand van 3.482 meter boven de voet.

Berekening van het maximale buigende moment in het veld:

- Windstuwdruk + onderdruk:	0	* 3.48/2 * (5.63-3.48)	=	0 Nm
- Leidingen :			=	0 Nm
(verwaarloosd vanwege gunstig effect op buiging in de kolom)				
- Draden t.p.v. onderrand :	11489	* 3.48/5.63 * (5.63-3.48)	=	15265 Nm
- Scherm t.p.v. bovenrand :	0	* (5.63-3.92) * 3.48/5.63	=	0 Nm
- Effect van de schoor :	-12922	* (5.63-4.00) * 3.48/5.63	=	-13030 Nm
		Totaal:	Mv,tk =	2234 Nm

Berekening van het buigende moment ter plaatse van de schoor:

- Ms,tk = Rd * (ltk-hs) - 0.5 * Qw * (ltk-hs)² =
= -2132 * (5.63 - 4.00) - 0.5 * 0 * (5.63 - 4.00)² =
= -3476 - 0 = -3476 Nm

Berekening van het maximaal buigend moment in de kopgevel-tussenkolom:

- My,tk = max (| Mv,tk |; | Ms,tk |) = 3476 Nm

b) Controle op sterkte en stabiliteit van de kopgeveltussenkolom volgens EC3:
Hierbij komt de z-as overeen met de y-as (en y-as = x-as) bij NEN6770.

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} + \frac{|My.Ed|}{My.c.Rd} = \frac{|-4939|}{300652} + \frac{|3476|}{10164} = 0.358$$

controle: 0.358 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Maximale spanning:

$$Sigma: \frac{|NEd|}{A} + \frac{|My.Ed|}{Wpl.y} = \frac{|-4939|}{1148.5} + \frac{|3476|}{46.661} = 78.8 \ N/mm^2$$

UCspanning = Sigma/fy = 78.8 /235.0 = 0.335

controle: 0.335 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.95 (het profiel is geschoord).
M1 = 0.00 , M2 = 0.00 , Ms = 3476.35 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
Interactiefactoren volgens bijlage B:
Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
= 0.95 * (1.0 + (0.95 - 0.2)*(|-4939 |/(0.572 *300652 /1.0)) = 0.97
Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
= 0.95 * (1.0 + 0.8*(|-4939 |/(0.572 *300652 /1.0)) = 0.97
Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(0.97 , 0.97) = 0.97
Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.58

UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
= |-4939 |/(0.572 *300652 /1.0)+0.97 *|3476.3 |/(1.00*10164.2/1.0)
= 0.029 + 0.332 = 0.361
UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
= |-4939 |/(0.392 *300652 /1.0)+0.58 *|3476.3 |/(1.00*10164.2/1.0)
= 0.042 + 0.199 = 0.241

Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.361 , 0.241) = 0.361

controle: 0.361 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie:
- kopgeveltussenkolom (RHBK120*80*3.0 mm) voldoet qua sterkte/stabiliteit

c) Berekening van 1e-orde doorbuiging van de kopgeveltussenkolom:
(halverwege funderingsvoet en aangrijpingspunt schoor; in rekentoestand)

$$\text{- Windstuwdruk + onderdruk: } \frac{5}{384}\cdot\frac{0.000\cdot 4000^4}{1.00\cdot 2.1E5\cdot 233.0E4} = 0.00 \text{ mm}$$

(Voor de doorbuigingsreductiefactor 1.00; zie rapport BI-92-0063*)

- Leidingen: = 0.00 mm
(verwaarloosd vanwege gunstig effect op buiging in de kolom)

$$\text{- Draden t.p.v. onderrand: } \frac{11489 * 518}{48*2.1E5*233E4}\cdot(3*4000^2-4*518^2) = 11.89 \text{ mm}$$

$$\text{- Scherm t.p.v. bovenrand: } \frac{6128 * 80}{48*2.1E5*233E4}\cdot(3*4000^2-4*80^2) = 1.00 \text{ mm}$$

$$\text{- Effect van de schoor: } \frac{-3476348 * 4000^2}{16*2.1E5*233E4} = -7.11 \text{ mm}$$

Totaal: u1-tk = 5.78 mm
(analoog in gebruikstoestand: u1-tk'= 5.66 mm)

d) 2e-orde doorbuiging in gebruikstoestand:

De 2e-orde horizontale verplaatsing in gebruikstoestand kan worden
benaderd met de volgende (conservatieve) formule:

$$\text{- u2-tk' = } \frac{nytk'}{nytk'-1} * u1\text{-tk'}$$

- Vergrotingsfactor: - nytk' = 301792 / |-4163 | = 72.49
- nytk'/nytk'-1 = 1.01

Invullen van de bekende gegevens resulteert in een doorbuiging, groot:

- u2-tk' = 1.01 * 5.66 = 5.74 mm

e) Berekening van de toelaatbare doorbuiging van de kopgeveltussenkolom:

Zonder belasting door gewasdraden geldt een limiet van 30.0 mm:
(conform artikel 11.2.4.1.)

- utoel-tk = rltk/150 < 30.0 mm
- 4000/150 = 26.67 mm, dus: utoel-tk = 26.67 mm

f) Controle van de toegestane doorbuiging van de kopgeveltussenkolom:

- controle: 5.7 mm < 26.7 mm, dus: stijfheid voldoet.

Conclusie:
- kopgeveltussenkolom (RHBK120*80*3.0 mm) voldoet qua stijfheid
bij B.C.3 : a21) Dead Load + Services + Snow + Psi_Crop

6.12.5 Controle van de schoor van de tussenkolom (RHBK60*60*2.0 mm) (S235 (EN10219)):

a) Berekening van de normaalkracht:

Bij de berekening van de tussenkolom is de horizontale oplegreactie van de schoor uitgerekend. Door evenwichtsbeschouwingen kan de normaalkracht in de schoor van de tussenkolom bepaald worden (druk = -):

$$- Ntks = \frac{ltks}{ve} * -Rh,tks = \frac{4320}{4000} * -12922 = -13954 \ N$$

b) Controle van de stabiliteit van de schoor van de tussenkolom volgens EC3:
Hierbij komt de z-as overeen met de y-as (en y-as = x-as) bij NEN6770.

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} + \frac{|Mx.Ed|}{Mx.c.Rd} = \frac{|-13954|}{121861} + \frac{|0|}{2271} = 0.115$$

controle: 0.115 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Maximale spanning:

$$Sigma: \frac{|NEd|}{A} + \frac{|Mx.Ed|}{Wpl.x} = \frac{|-13954|}{460.6} + \frac{|0|}{9.993} = 30.3 \ N/mm^2$$

UCspanning = Sigma/fy = 30.3 /235.0 = 0.129

controle: 0.129 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
Cmx2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmx2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
Interactiefactoren volgens bijlage B:
Kx.2 = Cmx * (1.0 + (lambdarel.x - 0.2)*(|NEd|/(Chix*NRk/1.0))
= 0.90 * (1.0 + (1.95 - 0.2)*(|-13954 |/(0.206 *121861 /1.0)) = 1.77
Kx.3 = Cmx * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chix*NRk/1.0))
= 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-13954 |/(0.206 *121861 /1.0)) = 1.30
Kx.b = Min(Kx.2 , Kx.3) = Min(1.77 , 1.30) = 1.30
Ky.b = 0.6 * Kx.b = 0.78

UCstab.1 = |NEd|/(Chix*NRk/1.0)+Kx.b*|Mx.Ed|/(1.00*Mx.Rk/1.0)
= |-13954 |/(0.206 *121861 /1.0)+1.30 *|0.0 |/(1.00*2270.8 /1.0)
= 0.557 + 0.000 = 0.557
UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mx.Ed|/(1.00*Mx.Rk/1.0)
= |-13954 |/(0.206 *121861 /1.0)+0.78 *|0.0 |/(1.00*2270.8 /1.0)
= 0.557 + 0.000 = 0.557

Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.557 , 0.557) = 0.557

controle: 0.557 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie:
- Schoor van de tussenkolom (RHBK60*60*2.0 mm) voldoet aan
bij B.C.3 : a21) Dead Load + Services + Snow + Psi_Crop

6.12.6 Controle van de kopgevelgordingen:

- Normaalkracht tgv scheefstand:	Nsg' = 77	N,	Nsg = 79	N
- Normaalkracht tgv gewasdraadboog:				
Trekkracht op de gevel per draad:	Tgd' = 0	N,	Tgd = 0	N
Normaalkracht in de draadboog:	Tdb' = 0	N,	Tdb = 0	N
Normaalkracht in de gording:	Ndb' = 0	N,	Ndb = 0	N
- Normaalkracht tgv regenleiding:	Nrg' = 8000	N,	Nrg = 8170	N
- Normaalkracht tgv belichting aan draad:	Nli' = 0	N,	Nli = 0	N

b) Controle van de sterkte van de kopgevelgordingen volgens EC3:

Gording 1 (RHBK80*50*2.0, S235 (EN10219))

Ned = -(Fxs * Nsg + Fgd * Ndb + Frg * Nrg + Fli * Nli)
Ned = -(0.000 * 79 + 0.256 * 0 + 0.190 * 8170 + 0.190 * 0) = -1550 N

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte (dubbele buiging bij rechthoekige kokerprofielen):
MN.y.Rd = My.Rd*(1 - (NEd/Nrd)²) = 2919 *(1 - (-1550 /131290)²) = 2919 Nm
MN.z.Rd = Mz.Rd*(1 - (NEd/Nrd)²) = 2254 *(1 - (-1550 /131290)²) = 2253 Nm
n = NEd/Nrd = -1550 /131290 = -0.01
a = b = min(1.66*(1-1.13*n²), 6.0) = min(1.66*(1-1.13*-0.01²), 6.0) = 1.66

$$UCsterkte = \left(\frac{|My.Ed|}{MN.y.Rd}\right)^{a} + \left(\frac{|Mz.Ed|}{MN.z.Rd}\right)^{b} = \left(\frac{|0|}{2919}\right)^{1.66} + \left(\frac{|0|}{2253}\right)^{1.66} = 0.000$$

controle: 0.000 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Maximale spanning:

$$Sigma = \frac{|NEd|}{A} + \frac{|My.Ed|}{Wpl.y} + \frac{|Mz.Ed|}{Wpl.z} = \frac{|-1550|}{500.6} + \frac{|0|}{13.438} + \frac{|0|}{9.710} = 3.1 \ N/mm^2$$

UCspanning = Sigma/fy = 3.1 /235.0 = 0.013

controle: 0.013 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
Ligger op drie scharnierende steunpunten, dus maximale moment bij het middensteunpunt.
Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.40 (het profiel is geschoord).
M1 = 0.00 , M2 = 0.00 , Ms = 0.00 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
Interactiefactoren volgens bijlage B:
Kyy.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
= 0.40 * (1.0 + (1.14 - 0.2)*(|-1550 |/(0.462 *131290 /1.0)) = 0.41
Kyy.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
= 0.40 * (1.0 + 0.8*(|-1550 |/(0.462 *131290 /1.0)) = 0.41
Kyy.b = Min(Kyy.2, Kyy.3) = Min(0.41 , 0.41) = 0.41
Kzy.b = 0.6 * Kyy.b = 0.24

Kzz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
= 0.40 * (1.0 + (0.41 - 0.2)*(|-1550 |/(0.891 *131290 /1.0)) = 0.40
Kzz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
= 0.40 * (1.0 + 0.8*(|-1550 |/(0.891 *131290 /1.0)) = 0.40
Kzz.b = Min(Kzz.2, Kzz.3) = Min(0.40 , 0.40) = 0.40
Kyz.b = 0.6 * Kzz.b = 0.24

UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0) + Kyy.b*|My.Ed|/(ChiLT*My.Rk/1.0) + Kyz.b*|Mz.Ed|/(Mz.Rk/1.0)
= |-1550 |/(0.462 *131290 /1.0)
+ 0.41 *|0.0 |/(1.00*2919.4 /1.0) + 0.24 *|0.0 |/(2253.6 /1.0)
= 0.026 + 0.000 + 0.000 = 0.026
UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0) + Kzy.b*|My.Ed|/(ChiLT*My.Rk/1.0) + Kzz.b*|Mz.Ed|/(Mz.Rk/1.0)
= |-1550 |/(0.891 *131290 /1.0)
+ 0.24 *|0.0 |/(1.00*2919.4 /1.0) + 0.40 *|0.0 |/(2253.6 /1.0)
= 0.013 + 0.000 + 0.000 = 0.013

controle: 0.026 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

- Stijfheid:

$$delta.st = \frac{2}{384} * \frac{Q' * L^4}{E * Iy} = 0.00 \quad mm$$

delta.max = min(3200 /150, 30) = 21.33 mm

UCstfh = delta.st / delta.max = 0.00 / 21.33 = 0.00

controle: 0.00 < 1.00, dus de stijfheid voldoet.

Vergrotingsfactor in gebruikstoestand: nx1 = Ncr/(Ned'+0.00001) = 90116 /(Ned'+0.00001) = 0.000

Totale verplaatsing is dan: delta.st2 = delta.st * nx1/(nx1 - 1) = 0.00 mm

UCstfh 2e orde = delta.st2 / delta.max = 0.00 / 21.33 = 0.00

controle: 0.00 < 1.00, dus de stijfheid 2e orde voldoet.

Gording 2 (RHBK80*50*2.0, S235 (EN10219))

Ned = -(Fxs * Nsg + Fgd * Ndb + Frg * Nrg + Fli * Nli)
Ned = -(0.000 * 79 + 0.744 * 0 + 0.810 * 8170 + 0.810 * 0) = -6620 N

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte (dubbele buiging bij rechthoekige kokerprofielen):
MN.y.Rd = My.Rd*(1 - (NEd/Nrd)²) = 2919 *(1 - (-6620 /131290)²) = 2912 Nm
MN.z.Rd = Mz.Rd*(1 - (NEd/Nrd)²) = 2254 *(1 - (-6620 /131290)²) = 2248 Nm
n = NEd/Nrd = -6620 /131290 = -0.05
a = b = min(1.66*(1-1.13*n²), 6.0) = min(1.66*(1-1.13*-0.05²), 6.0) = 1.66

$$UCsterkte = \left(\frac{|My.Ed|}{MN.y.Rd}\right)^{a} + \left(\frac{|Mz.Ed|}{MN.z.Rd}\right)^{b} = \left(\frac{|-6620|}{2912}\right)^{1.66} + \left(\frac{0}{2248}\right)^{1.66} = 0.000$$

controle: 0.000 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Maximale spanning:

$$Sigma: \frac{|NEd|}{A} + \frac{|My.Ed|}{Wpl.y} + \frac{|Mz.Ed|}{Wpl.z} = \frac{|-6620|}{500.6} + \frac{0}{13.438} + \frac{0}{9.710} = 13.2 \ N/mm^2$$

UCspanning = Sigma/fy = 13.2 /235.0 = 0.056

controle: 0.056 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
Ligger op drie scharnierende steunpunten, dus maximale moment bij het middensteunpunt.
Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.40 (het profiel is geschoord).
M1 = 0.00 , M2 = 0.00 , Ms = 0.00 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
Interactiefactoren volgens bijlage B:
Kyy.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
= 0.40 * (1.0 + (1.14 - 0.2)*(|-6620 |/(0.462 *131290 /1.0)) = 0.44
Kyy.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
= 0.40 * (1.0 + 0.8*(|-6620 |/(0.462 *131290 /1.0)) = 0.43
Kyy.b = Min(Kyy.2, Kyy.3) = Min(0.44 , 0.43) = 0.43
Kzy.b = 0.6 * Kyy.b = 0.26

Kzz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
= 0.40 * (1.0 + (0.41 - 0.2)*(|-6620 |/(0.891 *131290 /1.0)) = 0.40
Kzz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
= 0.40 * (1.0 + 0.8*(|-6620 |/(0.891 *131290 /1.0)) = 0.42
Kzz.b = Min(Kzz.2, Kzz.3) = Min(0.40 , 0.42) = 0.40
Kyz.b = 0.6 * Kzz.b = 0.24

UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0) + Kyy.b*|My.Ed|/(ChiLT*My.Rk/1.0) + Kyz.b*|Mz.Ed|/(Mz.Rk/1.0)
= |-6620 |/(0.462 *131290 /1.0)
+ 0.43 *|0.0 |/(1.00*2919.4 /1.0) + 0.24 *|0.0 |/(2253.6 /1.0)
= 0.109 + 0.000 + 0.000 = 0.109
UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0) + Kzy.b*|My.Ed|/(ChiLT*My.Rk/1.0) + Kzz.b*|Mz.Ed|/(Mz.Rk/1.0)
= |-6620 |/(0.891 *131290 /1.0)
+ 0.26 *|0.0 |/(1.00*2919.4 /1.0) + 0.40 *|0.0 |/(2253.6 /1.0)
= 0.057 + 0.000 + 0.000 = 0.057

controle: 0.109 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

- Stijfheid:

$$delta.st = \frac{2}{384} * \frac{Q' * L^4}{E * Iy} = 0.00 \quad mm$$

delta.max = min(3200 /150, 30) = 21.33 mm

UCstfh = delta.st / delta.max = 0.00 / 21.33 = 0.00

controle: 0.00 < 1.00, dus de stijfheid voldoet.

Vergrotingsfactor in gebruikstoestand: nx1 = Ncr/(Ned'+0.00001) = 90116 /(Ned'+0.00001) = 0.000

Totale verplaatsing is dan: delta.st2 = delta.st * nx1/(nx1 - 1) = 0.00 mm

UCstfh 2e orde = delta.st2 / delta.max = 0.00 / 21.33 = 0.00

controle: 0.00 < 1.00, dus de stijfheid 2e orde voldoet.

6.12.7 Controle van de poeren (in gebruikstoestand):

a) Berekening van de verticale belasting per poer:

- Verticale belasting per kolom (neerwaarts = +): Fsk'+ Fpsk'= 4163 N
- Eigen gewicht van de gevelkolom (1.00 * 361) : Fegk' = 361 N
- Eigen gewicht van de tussenkolom (1.00 * 361) : Fegtk'= 361 N
- Eigen gewicht paal, poer en grond (1.00 * 6512) : Gfund = 6512 N
- Gewicht randfundering (1.00 * 3.200 * 350) : Grand = 1120 N
- Gewicht gevelomhulling(1.00 * 4.0 * 3.200 * 130): Ggevel= 1664 N

---------- +

- Vert. belasting per poer: Fvp = 14181 N

Aangezien de totale verticale belasting per poer positief is, is sprake van een neerwaartse belasting op de ondergrond.

b) Berekening van het maatgevend kantelmoment ten gevolge van de belastingen:

- Horizontaal: Mhp = Rf'* (fh + D + H)
  = 1536 * (0.300 + 0.150 + 0.830) = 1966 Nm
- Verticaal : Mvp = |Fvp| * 0.5 * B
  = |14181 | * 0.5 * 0.532 = 3770 Nm

---------- +

- Kantelmoment per poer: Mp = Mhp + Mvp Mp = 5736 Nm

Bij een opwaarts bezwijkmodel (OBM) geldt:
- Kantelmoment per poer: Mp = Mhp - Mvp Mp = -1804 Nm

c) Controle van de kantelstabiliteit (neerwaartse belasting):

- Momentenevenwicht bij een neerwaarts bezwijkmodel (NBM):
  - controle : 5736 Nm < 27914 Nm, dus: voldoet. (maatgevend)

- Momentenevenwicht bij een opwaarts bezwijkmodel (OBM):
  - controle : -1804 Nm < 3628 Nm, dus: voldoet.

- Verticaal evenwicht:
  - controle :| 14181 N |< 91096 N, dus: voldoet.

- Horizontaal evenwicht:
  - controle : 1536 N < 5962 N, dus: voldoet.

d) Controle van de zettingen:

- Berekening van de momentane (lees: permanente) belastingen:

  - Eigen gewicht dek (1.00 * 32) = 32 N/m²
  - Gewasbelasting (0.20 * 0) = 0 N/m²
  - Installaties (1.00 * 70) = 70 N/m²
  ---------- +
  Totaal : 102 N/m²
  - Neerwaartse belasting per kolom = 102 * 3.20 * 4.00/2 = 653 N
  - E.g. leidingen (incl. inhoud) = 1.00 * 250 * 3.20 = 1000 N
  ---------- +
  Totaal Fsvd1 = 1653 N

  - Verticale belasting per kolom (neerwaarts = +) : Fsvd1 = 1653 N
  - Eigen gewicht paal, poer en grond : Gfund = 6512 N
  - Eigen gewicht randfundering = 3.200 * 350 : Grand = 1120 N
  ---------- +
  - Vert. belasting per : Fsvd = 9285 N

- Berekening van de effectieve spanningsverhoging onder de poer:

  De resulterende verticale effectieve spanning onder de poer
  t.g.v. de momentane belastingen, bedraagt:

$$Svd0 = \frac{Fsvd}{Apoer} = \frac{9285}{pi/4 * 600^2} = 0.033 \ N/mm^2$$

  De oorspronkelijke verticale effectieve spanning is/was:

$$Svod0 = sg * (Dpoer + hpoer) = 0.0000180 * (150 + 830) = 0.018 \ N/mm^2$$

  De effectieve spanningsverhoging onder de poer, uitgaande van een
  volledig gedraineerde toestand, volgt uit:

$$dSvd0 = Svd0 - Svod0 = 0.033 - 0.018 = 0.015 \ N/mm^2$$

- Berekening van de effectieve zettingsdiepte (NEN 6744 art. 6.1):

  Bij het bepalen van de zakking moeten die grondlagen in beschouwing
  zijn genomen, waarbij de toename van de verticale effectieve spanning
  groter is dan 20% van de oorspronkelijke verticale effectieve
  spanning.
  In formule: dSvd(z) > 0.20 * Svod(z)
  waarin:

$$dSvd(z) = dSvd0 * \left[1 - \frac{1}{\left(\frac{0.5 * dpoer}{z} \right)^{1.5}} \right]$$

  Afname van de toename van de verticale effectieve spanning onder de fundatie-poer als functie van de diepte z

Svod(z) = sg * (z + Dpoer + hpoer) Idem, voor de oorspronkelijke verticale effectieve spanning.

De effectieve zettingsdiepte is de totale hoogte/diepte van de grondlagen onder de poer, dat volgens bovenstaande definitie in beschouwing moet zijn genomen bij de berekening van de zettingen.

De effectieve zettingsdiepte wordt door middel van een iteratieve nulpuntsbepaling bepaald waarbij moet gelden:

dSvd(zeff) = 0.20 * Svod(zeff) geeft: zeff = 0.239 m

- Bepaling van de resulterende effectieve zetting (NEN 6744 hfdst.6):

De resulterende effectieve zetting kan uiteindelijk worden bepaald door integratie van de samendrukking van de grond onder de poer tot aan de effectieve zettingsdiepte m.b.v. de formule van Terzaghi.

- Berekening van de primaire zetting (art. 6.2):

$$weff1 = \frac{Cceff}{1 + eporie} * \int_0^{zeff} ln\left(\frac{Svod(z) + dSvd(z)}{Svod(z)}\right) dz =$$

$$= \frac{0.006}{1 + 0.6} * \int_0^{0.239} ln\left(\frac{Svod(z) + dSvd(z)}{Svod(z)}\right) dz = 0.000 \text{ m}$$

- Berekening van de secundaire zetting over 15 jaar (art. 6.3):

$$weff2 = Cinfe * zeff * log\left(\frac{15*365}{1}\right) = 0.000 * 0.239 * 3.738 = 0.000 \text{ m}$$

- Totaal (art. 6.1): weff = weff1 + weff2 = 0.000 + 0.000 = 0.000 m

Controle van de resulterende effectieve zetting:

Volgens NEN 6740 art. 5.2.2.1 mag de zetting niet groter zijn dan 0.15 m. In diverse gemeenten wordt ook (nog) wel gewerkt met een toelaatbare zetting van 0.10 meter. Mede daarom en omdat uitgegaan is van een gedraineerde toestand, wordt in CASTA/Kassenbouw ook gerekend met een toelaatbare zetting van 0.10 m. Er wordt als het ware een veiligheidsfactor 1.5 op NEN 6740 art. 5.2.2.1 gelegd, met name voor een niet-volledig gedraineerde toestand van de grond.

wtoel = 0.100 m

Controle zetting: 0.000 m < 0.100 m, dus: voldoet.

Conclusie:
- Poeren BPRD600*830 mm voldoen
  bij B.C.3: a21) Dead Load + Services + Snow + Psi_Crop

6.12.8 Controle van de ZEUS 120x120x1000ZW (R10+M10)

a) Bepaling van de belastingen per paal in rekentoestand:
   - Verticale belasting per kolom (neerwaarts = +) : Fvk = 4939 N
   - Eigen gewicht van de gevelkolom (1.02 * 361) : Fegk = 368 N
   - Gewicht gevelomhulling(1.02 * 4.0 * 3.200 * 130): Ggevel= 1699 N
   ---------- +
   - Verticale belasting per paal: Nd = 7007 N
     Inclusief gewicht kolom en gevel:
     NEd = Fsk + Fpsk + g.eg*Fegk' + Ggevel = 4939 + 1.02*361 + 1664 = 7375 N

   - Maatgevend moment in de paal, ter plaatse van de poeraansluiting:
     Md = Rf * (fh + Dpoer) = 1569 * (0.300 + 0.150) = 706 Nm
   - Belasting op het anker (ideële belasting):
     De fundatiepaal is neerwaarts gesteund, dus het anker wordt in dit geval niet belast.

b) Doorsnedecontrole van de paal met behulp van het Mu-Nu diagram:

   Bij het invullen van de gegeven normaalkracht NEd = 7375 N in het Mu-Nu
   diagram wordt de momentencapaciteit Mcap verkregen door rechtlijnige
   interpolatie tussen de punten waar NEd ligt. Mcap = 5255 Nm

d) Controle van de betonpaalcapaciteit:

  - Moment: Md = 706 Nm < Mcap = 5255 Nm, dus: voldoet.
  - Dwarskracht: Fhk = 1569 N < Vp = 9504 N, dus: voldoet.
  - Anker: Niet ter zake.
  - Uittrekkracht: Niet ter zake.

Conclusie:
- Palen ZEUS 120x120x1000ZW (R10+M10) voldoen
  bij B.C.3 : a21) Dead Load + Services + Snow + Psi_Crop

Voor de controle van de prefab-afsluitplaten en de prefab-betonpalen wordt
verwezen naar de (toetsingsrapporten van de) leverancier.

6.13 B.C.4: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay up wind)

6.13.1 Berekening van de belastingen per kopgevelkolom:

a) Berekening van de verticale belasting per kopgevelkolom (neerwaarts = +):
   In gebruikstoestand:
   - Eigen gewicht dek (1.00 * 32)=   32 N/m²
   - Neerwaartse belasting per kolom = 32   * 3.20 * 4.00/2 =   205 N
   - E.g. leidingen (incl. inhoud) = 0.00 * 250   * 3.20   =   0 N
                                                  ---------- +
                                          Totaal =   205 N
   - Windbelasting = 3.20 *4.00/2*(-0.20-(+0.2))*(1.00*510) = -1307 N
                                                    -------- +
                                             Fvk' = -1102 N
   In rekentoestand:
   - Eigen gewicht dek (1.00 * 32)=   32 N/m²
   - Neerwaartse belasting per kolom = 32   * 3.20 * 4.00/2 =   205 N
   - E.g. leidingen (incl. inhoud) = 0.00 * 250   * 3.20   =   0 N
                                                  ---------- +
                                          Totaal =   205 N
   - Windbelasting = 3.20 *4.00/2*(-0.20-(+0.2))*(1.28*510) = -1666 N
                                                    -------- +
                                              Fvk = -1461 N

b) Berekening van de horizontale belastingen:

- Windstuwdruk + onderdruk:
  Aangezien de gordingen als doorgaande liggers over drie steunpunten
  te benaderen zijn, wordt gerekend met een oplegfactor van 1.25
  - Er wordt uitgegaan van een gelijkmatig verdeelde lijnlast per kolom:
    - Qw,kgk = oplegfactor * hohkgk * (0.7 - (+0.2)) * gamma * qwind
             = 1.25 * 3.200 m * (0.7 - (+0.2)) * 1.28 * 510 = 1301.7 N/m

- Er is bij deze belastingcombinatie geen gewasbelasting.
  - Fgd,kgk = 0 N

- Er is geen rekening gehouden met schermdraden aan de kopgevels.
  - Fsd,kgk = 0 N

- Er is geen rekening gehouden met regenleidingdraden aan de kopgevels.
  - Frl,kgk = 0 N

- Er is geen rekening gehouden met belichtingsdraden aan de kopgevels.
  - Fab,kgk = 0 N

- Totale belasting ter hoogte van de onderrand van de vakwerkligger:
  - For,kgk = For + Fhv,kgk + Frl,kgk + Fab,kgk =
           = 0   N + 0   N + 0   N + 0   N = 0   N

- Totale belasting ter hoogte van de bovenrand van de vakwerkligger:
  - Fbr,kgk = Fbr = 0   N ("Laag" scherm).
  - Aangrijpingspunt: hbr = 3.920 meter boven de voet

c) Berekening van het uitwendig moment t.g.v. de leidingen + inhoud:
- Mwl,kgk = gamma * Qkgwl' * kgcons * hohkgk =
          = 1.00 * 250   * 0.400 m * 3.200 m = 320   Nm
- Aangrijpingspunt: hcons = 3.520 meter boven de voet

6.13.2 Berekening van de krachtsverdeling van de kopgevelgootkolom:

Oplegreacties:

- fundering: $R_f = -\frac{1}{2}Q_w h + \frac{h_{gd}}{h}F_{gd} + \frac{h_{or}}{h}F_{or} + \frac{h_{br}}{h}F_{br} + M_{wl}$

$= 2603 + 0 + 0 + 0 + 80 = 2683$ N

analoog in gebruikstoestand:

$R_f' = 2042 + 0 + 0 + 0 + 80 = 2122$ N

- goot: $R_g = Q_w h + F_{gd} + F_{or} + F_{br} - R_f$

$= 5207 + 0 + 0 + 0 - 2683 = 2523$ N

6.13.3 Controle van de kopgevelgootkolom (RHBK120*80*3.0 mm) (S235 (EN10219)):

a) Berekening van de krachtsverdeling:

Dwarskrachten (van de fundering (onder=o) naar de goot (boven=b)):

- fundering	: Qf = Rf	=	2683	=	2683	N
- gewasdraden:	Qogd = Qf - Qw*hgd	=	2683 -	5207 =	-2523	N
	Qbgd = Qogd - Fgd	=	-2523 -	0 =	-2523	N
- onderrand	: Qoor = Qbgd - Qw*(hor-hgd)	=	-2523 -	-674 =	-1850	N
	Qbor = Qoor - For	=	-1850 -	0 =	-1850	N
- bovenrand	: Qobr = Qbor - Qw*(hbr-hor)	=	-1850 -	570 =	-2419	N
	Qbbr = Qobr - Fbr	=	-2419 -	0 =	-2419	N
- goot	: Qg = Qbbr - Qw*(h-hbr)	=	-2419 -	104 =	-2523	N

Het maximale buigende moment treedt op t.p.v. het dwarskrachtennulpunt.
Uit bovenstaande dwarskrachten blijkt dat het dwarskrachtennulpunt is
gelegen tussen de gewasdraden en de onderrand van de vakwerkligger
op een afstand van 2.061 meter boven de voet.

Berekening van het maximale buigende moment in het veld:

- Windstuwdruk + onderdruk: 1302 * 2.06/2 * (4.00-2.06)	=	2601	Nm
		----------	+
Totaal: Mmax,gk	=	2601	Nm

b) Controle op sterkte en stabiliteit van de kopgevelgootkolom volgens EC3:
Hierbij komt de z-as overeen met de y-as (en y-as = x-as) bij NEN6770.

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} + \frac{|My.Ed|}{My.c.Rd} = \frac{|1461|}{300652} + \frac{|2601|}{10164} = 0.261$$

controle: 0.261 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Maximale spanning:

$$Sigma: \frac{|NEd|}{A} + \frac{|My.Ed|}{Wpl.y} = \frac{|1461|}{1148.5} + \frac{|2601|}{46.661} = 57.0 \ N/mm^2$$

UCspanning = Sigma/fy = 57.0 /235.0 = 0.243

controle: 0.243 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
Profiel alleen op trek belast, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie:
- kopgevelgootkolom (RHBK120*80*3.0 mm) voldoet qua sterkte/stabiliteit

c) Berekening van 1e-orde doorbuiging van de kopgevelgootkolom:
(halverwege funderingsvoet en aangrijpingspunt schoor; in rekentoestand)

$$\text{- Windstuwdruk + onderdruk: } \frac{5}{384} * \frac{1.302 * 4000^4}{1.24 * 2.1E5 * 233.0E4} = 7.14 \text{ mm}$$

(Voor de doorbuigingsreductiefactor 1.24; zie rapport BI-92-0063*)

---------- +

Totaal: u1-gk = 7.14 mm

(analoog in gebruikstoestand: u1-gk'= 5.60 mm)

d) 2e-orde doorbuiging in gebruikstoestand:

Aangezien de gootkolommen, vanwege de grote windzuiging, op trek worden belast, is de vergrotingsfactor gelijk aan 1.0.
Dus de 2e-orde horizontale verplaatsing in gebruikstoestand kan worden benaderd met de volgende (conservatieve) formule:

- u2-gk' = u1-gk'= 5.60 mm

e) Berekening van de toelaatbare doorbuiging van de kopgevelgootkolom:

Zonder belasting door gewasdraden geldt een limiet van 30.0 mm:
(conform artikel 11.2.4.1.)

- utoel-gk = h/150 < 30.0 mm
- 4000/150 = 26.67 mm, dus: utoel-gk = 26.67 mm

f) Controle van de toegestane doorbuiging van de kopgevelgootkolom:

- controle: 5.6 mm < 26.7 mm, dus: stijfheid voldoet.

g) Controle van de stijfheid van de kopgevelgootkolom, als steun voor de goot:

Ter voorkoming van ontoelaatbare doorbuiging van de goot in de eindvakken, wordt voor Breedkapkassen een momentvaste kopgevelkolom-goot-verbinding geeist, alsmede een kopgevelgootkolom met voldoende stijfheid. De factoren C1,C2 en C3 maken het mogelijk om rekening te houden met een verzwaarde eindgoot en/of een verkort eindveld (zie afleiding van de formules TNO-rapport BI-92-0063*).

$$\text{In formule: } EIygk > EIm * \frac{h}{v} * \frac{z}{r} * \frac{C3}{C2 / (C1-dt,v/de1g) - 1}$$

met :

- Doorbuiging eenzijdig ideaal eindveld : $de1g = \frac{2}{384} * \frac{Qmax * ve^4}{EIeg}$

- Minimale stijfheid van de middengoot : $EIm > 1.2 * \frac{Qmax * v^4}{384 * dt,v}$

waarin:

- Qmax = maatgevende (gestelde) belasting voor de dimensionering van de middengoot (e.g. dek + sneeuw + goot) ervan uitgaande dat de hoh-afstand van de dekgordingen maximaal 2 m is:
  (qdek+qsneeuw)*[(l-2*cos(alfa))*sin(alfa)²+2*cos(alfa)]+Qgoot
  Qmax = (32 + 0) * [(9.60 - 2*cos(27)) * sin(27)² + 2*cos(27)] + 34
  = 143 N/m

- dt,v = toelaatbare doorbuiging van de middengoot
  v/(650-100*nruit) < v/150 < 30.0 mm
  4000 / (650 - 100 * 4) = 16.00 mm, dus: dt,v = 16.00 mm

- dt,ve = toelaatbare doorbuiging van de eindgoot:
  ve/150 < 30.0 mm
  4000 / 150 = 26.67 mm, dus: dt,ve = 26.67 mm

- $EIm = \frac{1.2}{384} * \frac{143E\text{-}3 * 4000^4}{16.00} = 7.1 \text{ E9 Nmm}^2$

- r = reductiefactor eindvak-lengte = ve/v = 4000 / 4000 = 1.00

- z = verzwaring eindvak-stijfheid = EIeg/EIm = 179.8 E9 / 7.1 E9 = 25.2

- $de1g = \frac{2}{384} * \frac{143E\text{-}3 * 4000^4}{179.8 \text{ E9}} = 1.06$ mm

- $C1 = \frac{4r+5W3z-2W3z/r^2}{(4+2W3z/r)r} = \frac{4*1.00 + 5W3*25.2 - 2W3*25.2/1.00^2}{(4 + 2W3*25.2/1.00) * 1.00} = 1.48$

$$- C2 = \frac{2 + 2W3z/r}{(4 + 2W3z/r)r} * \frac{3r + (3r^2 - 1)W3z/r^2}{3 + 2W3z/r} =$$

$$= \frac{2 + 2W3*25.2/1.00}{(4 + 2W3*25.2/1.00)*1.00} * \frac{3*1.00 + (3*1.00^2 - 1)W3*25.2/1.00^2}{3 + 2W3*25.2/1.00} = 0.98$$

$$- C3 = \frac{4 + 2W3z/r}{3 + 2W3z/r} = \frac{4 + 2W3*25.2/1.00}{3 + 2W3*25.2/1.00} = 1.01$$

Met de verhouding tussen de "ideale" doorbuiging de1g en de toelaatbare doorbuiging dt,ve van de eindgoot is het toepassingsgebied van de formule voor het berekenen van de veerstijfheid van de kopgevelkolom te bepalen:

- voor dt,ve/de1g > C1 ; 26.67 / 1.06 = 25.22 > 1.48

  geldt: EIygk = 0 Nmm²

  De eindgoot heeft voldoende stijfheid van zichzelf. Er is dus geen stijfheidseis voor de kopgevelkolom nodig. Er is ook geen momentvaste verbinding met de kopgevelgootkolom nodig.

Conclusie:
- kopgevelgootkolom (RHBK120*80*3.0 mm) voldoet qua stijfheid als gootsteun.

Conclusie:
- kopgevelgootkolom (RHBK120*80*3.0 mm) voldoet qua stijfheid
  bij B.C.4 : b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay up wind)

6.13.4 Controle van de kopgeveltussenkolom (RHBK120*80*3.0 mm) (S235 (EN10219)):

a) Berekening van de krachtsverdeling:

Oplegreacties:

- schoor (horizontaal):

$$\text{* Wind: } -\frac{1}{8} * 1.302 * 5630 * \frac{5630^2 + 5630 * 4000 - 4000^2}{4000 * (5630 - 4000)} = 5369 \text{ N}$$

$$\text{- fundering: } Rf = -\frac{1}{2} * Qw * ltk + \frac{1}{ltk} * Fgd + \frac{1}{ltk} * For + \frac{1}{ltk} * Fbr + \frac{Mwl}{h}$$

$$= 3665 + 0 + 0 + 0 + 57 = 3721 \text{ N}$$

$$\text{* effect van schoor: } Rf = Rf - \frac{ltk\text{-}hs}{ltk} * Rh,tks = 3721 - 1540 = 2181 \text{ N}$$

analoog in gebruikstoestand: Rf' = 1726 N

- dek: Rd = Qw*ltk + Fgd + For + Fbr - Rf - Rh,tks
= 7329 + 0 + 0 + 0 - 2181 - 5320 = -171 N

Dwarskrachten (van de fundering (onder=o) naar het dek (boven=b)):

- fundering	: Qf = Rf	=	2181	=	2181	N
- gewasdraden:	Qogd = Qf - Qw*hgd	=	2181 -	5207 =	-3026	N
	Qbgd = Qogd - Fgd	=	-3026 -	0 =	-3026	N
- onderrand	: Qoor = Qbgd - Qw*(hor-hgd)	=	-3026 -	-674 =	-2352	N
	Qbor = Qoor - For	=	-2352 -	0 =	-2352	N
- bovenrand	: Qobr = Qbor - Qw*(hbr-hor)	=	-2352 -	570 =	-2922	N
	Qbbr = Qobr - Fbr	=	-2922 -	0 =	-2922	N
- schoor	: Qos = Qbbr - Qw*(hs-hbr)	=	-2922 -	104 =	-3026	N
	Qbs = Qos + Rh,tks	=	-3026 +	5320 =	2294	N
- dek	: Qd = Qbs - Qw*(ltk-hs)	=	2294 -	2122 =	171	N

Het maximale buigende moment treedt op t.p.v. het dwarskrachtennulpunt.
Uit bovenstaande dwarskrachten blijkt dat het dwarskrachtennulpunt in het veld is gelegen tussen de gewasdraden en de onderrand van de vakwerkligger op een afstand van 1.675 meter boven de voet.

Berekening van het maximale buigende moment in het veld:

- Windstuwdruk + onderdruk: 1302 * 1.68/2 * (5.63-1.68)	=	4313	Nm
- Effect van de schoor :-5320 * (5.63-4.00) * 1.68/5.63	=	-2581	Nm
		----------	+
Totaal: Mv,tk	=	1732	Nm

Berekening van het buigende moment ter plaatse van de schoor:

- Ms,tk = Rd * (ltk-hs) - 0.5 * Qw * (ltk-hs)² =
  = -171 * (5.63 - 4.00) - 0.5 * 1302 * (5.63 - 4.00)² =
  = -279 - 1730 = -2010 Nm

Berekening van het maximaal buigend moment in de kopgevel-tussenkolom:

- My,tk = max (| Mv,tk |; | Ms,tk |) = 2010 Nm

b) Controle op sterkte en stabiliteit van de kopgeveltussenkolom volgens EC3:
Hierbij komt de z-as overeen met de y-as (en y-as = x-as) bij NEN6770.

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} + \frac{|My.Ed|}{My.c.Rd} = \frac{|1461|}{300652} + \frac{|2010|}{10164} = 0.203$$

controle: 0.203 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Maximale spanning:

$$Sigma: \frac{|NEd|}{A} + \frac{|My.Ed|}{Wpl.y} = \frac{|1461|}{1148.5} + \frac{|2010|}{46.661} = 44.3 \ N/mm^2$$

UCspanning = Sigma/fy = 44.3 /235.0 = 0.189

controle: 0.189 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
Profiel alleen op trek belast, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie:
- kopgeveltussenkolom (RHBK120*80*3.0 mm) voldoet qua sterkte/stabiliteit

c) Berekening van 1e-orde doorbuiging van de kopgeveltussenkolom:
(halverwege funderingsvoet en aangrijpingspunt schoor; in rekentoestand)

$$\text{- Windstuwdruk + onderdruk: } \frac{5}{384} \cdot \frac{1.302 \cdot 4000^4}{1.00 \cdot 2.1E5 \cdot 233.0E4} = 8.87 \text{ mm}$$

(Voor de doorbuigingsreductiefactor 1.00; zie rapport BI-92-0063*)

$$\text{- Effect van de schoor: } \frac{-2009709 \cdot 4000^2}{16 \cdot 2.1E5 \cdot 233E4} = -4.11 \text{ mm}$$

Totaal: u1-tk = 4.76 mm
(analoog in gebruikstoestand: u1-tk' = 3.72 mm)

d) 2e-orde doorbuiging in gebruikstoestand:

Aangezien de tussenkolommen, vanwege de grote windzuiging, op trek worden belast, is de vergrotingsfactor gelijk aan 1.0.
Dus de 2e-orde horizontale verplaatsing in gebruikstoestand kan worden benaderd met de volgende (conservatieve) formule:

- u2-tk' = u1-tk'= 3.72 mm

e) Berekening van de toelaatbare doorbuiging van de kopgeveltussenkolom:

Zonder belasting door gewasdraden geldt een limiet van 30.0 mm:
(conform artikel 11.2.4.1.)

- utoel-tk = rltk/150 < 30.0 mm
- 4000/150 = 26.67 mm, dus: utoel-tk = 26.67 mm

f) Controle van de toegestane doorbuiging van de kopgeveltussenkolom:

- controle: 3.7 mm < 26.7 mm, dus: stijfheid voldoet.

Conclusie:
- kopgeveltussenkolom (RHBK120*80*3.0 mm) voldoet qua stijfheid
  bij B.C.4 : b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay up wind)

6.13.5 Controle van de schoor van de tussenkolom (RHBK60*60*2.0 mm) (S235 (EN10219)):

a) Berekening van de normaalkracht:

Bij de berekening van de tussenkolom is de horizontale oplegreactie van de schoor uitgerekend. Door evenwichtsbeschouwingen kan de normaalkracht in de schoor van de tussenkolom bepaald worden (druk = -):

$$- Ntks = \frac{ltks}{ve} * -Rh,tks = \frac{4320}{4000} * -5320 = -5745 \quad N$$

b) Controle van de stabiliteit van de schoor van de tussenkolom volgens EC3:
Hierbij komt de z-as overeen met de y-as (en y-as = x-as) bij NEN6770.

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} + \frac{|Mx.Ed|}{Mx.c.Rd} = \frac{|-5745|}{121861} + \frac{|0|}{2271} = 0.047$$

controle: 0.047 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Maximale spanning:

$$Sigma: \frac{|NEd|}{A} + \frac{|Mx.Ed|}{Wpl.x} = \frac{|-5745|}{460.6} + \frac{|0|}{9.993} = 12.5 \quad N/mm^2$$

UCspanning = Sigma/fy = 12.5 /235.0 = 0.053

controle: 0.053 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
Cmx2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmx2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
Interactiefactoren volgens bijlage B:
Kx.2 = Cmx * (1.0 + (lambdarel.x - 0.2)*(|NEd|/(Chix*NRk/1.0))
= 0.90 * (1.0 + (1.95 - 0.2)*(|-5745 |/(0.206 *121861 /1.0)) = 1.26
Kx.3 = Cmx * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chix*NRk/1.0))
= 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-5745 |/(0.206 *121861 /1.0)) = 1.06
Kx.b = Min(Kx.2 , Kx.3) = Min(1.26 , 1.06) = 1.06
Ky.b = 0.6 * Kx.b = 0.64

UCstab.1 = |NEd|/(Chix*NRk/1.0)+Kx.b*|Mx.Ed|/(1.00*Mx.Rk/1.0)
= |-5745 |/(0.206 *121861 /1.0)+1.06 *|0.0 |/(1.00*2270.8 /1.0)
= 0.229 + 0.000 = 0.229
UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mx.Ed|/(1.00*Mx.Rk/1.0)
= |-5745 |/(0.206 *121861 /1.0)+0.64 *|0.0 |/(1.00*2270.8 /1.0)
= 0.229 + 0.000 = 0.229

Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.229 , 0.229) = 0.229

controle: 0.229 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie:
- Schoor van de tussenkolom (RHBK60*60*2.0 mm) voldoet aan
bij B.C.4 : b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay up wind)

6.13.6 Controle van de kopgevelgordingen:

a) Berekening van de krachtsverdeling:
- Windstuwdruk + onderdruk:
Er wordt uitgegaan van een gelijkmatig verdeelde lijnbelasting:
De windbelasting mag hier niet gereduceerd worden toegepast.
- Qw,kgg = kgghohmax * (0.7 - (+0.2)) * gamma * qwind(ongereduceerd)
= 1.600 m * (0.7 - (+0.2)) * 1.28 * 510 = 521 N/m

- Normaalkracht tgv scheefstand: Nsg' = 86 N, Nsg = 119 N
- Normaalkracht tgv gewasdraadboog:
Trekkracht op de gevel per draad: Tgd' = 0 N, Tgd = 0 N
Normaalkracht in de draadboog: Tdb' = 0 N, Tdb = 0 N
Normaalkracht in de gording: Ndb' = 0 N, Ndb = 0 N
- Normaalkracht tgv regenleiding: Nrg' = 0 N, Nrg = 0 N
- Normaalkracht tgv belichting aan draad: Nli' = 0 N, Nli = 0 N

b) Controle van de sterkte van de kopgevelgordingen volgens EC3:

Gording 1 (RHBK80*50*2.0, S235 (EN10219))

Ned = -(Fxs * Nsg + Fgd * Ndb + Frg * Nrg + Fli * Nli)
Ned = -(0.000 * 119 + 0.256 * 0 + 0.190 * 0 + 0.190 * 0) = 0 N

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte (dubbele buiging bij rechthoekige kokerprofielen):
MN.y.Rd = My.Rd*(1 - (NEd/Nrd)²) = 2919 *(1 - (0 /131290)²) = 2919 Nm
MN.z.Rd = Mz.Rd*(1 - (NEd/Nrd)²) = 2254 *(1 - (0 /131290)²) = 2254 Nm
n = NEd/Nrd = 0 /131290 = 0.00
a = b = min(1.66*(1-1.13*n²), 6.0) = min(1.66*(1-1.13*0.00 ²), 6.0) = 1.66

$$UCsterkte = \left(\frac{|My.Ed|}{MN.y.Rd}\right)^{a} + \left(\frac{|Mz.Ed|}{MN.z.Rd}\right)^{b} = \left(\frac{|0|}{2919}\right)^{1.66} + \left(\frac{|0|}{2254}\right)^{1.66} = 0.120$$

controle: 0.120 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Maximale spanning:

$$Sigma: \frac{|NEd|}{A} + \frac{|My.Ed|}{Wpl.y} + \frac{|Mz.Ed|}{Wpl.z} = \frac{|0|}{500.6} + \frac{|812|}{13.438} + \frac{|0|}{9.710} = 60.4 \ N/mm^2$$

UCspanning = Sigma/fy = 60.4 /235.0 = 0.257

controle: 0.257 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
Ligger op drie scharnierende steunpunten, dus maximale moment bij het middensteunpunt.
Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.40 (het profiel is geschoord).
M1 = 812.27 , M2 = 0.00 , Ms = -406.13 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
Interactiefactoren volgens bijlage B:
Kyy.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
= 0.40 * (1.0 + (1.14 - 0.2)*(|0 |/(0.462 *131290 /1.0)) = 0.40
Kyy.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
= 0.40 * (1.0 + 0.8*(|0 |/(0.462 *131290 /1.0)) = 0.40
Kyy.b = Min(Kyy.2, Kyy.3) = Min(0.40 , 0.40) = 0.40
Kzy.b = 0.6 * Kyy.b = 0.24

Kzz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
= 0.60 * (1.0 + (0.41 - 0.2)*(|0 |/(0.891 *131290 /1.0)) = 0.60
Kzz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
= 0.60 * (1.0 + 0.8*(|0 |/(0.891 *131290 /1.0)) = 0.60
Kzz.b = Min(Kzz.2, Kzz.3) = Min(0.60 , 0.60) = 0.60
Kyz.b = 0.6 * Kzz.b = 0.36

UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0) + Kyy.b*|My.Ed|/(ChiLT*My.Rk/1.0) + Kyz.b*|Mz.Ed|/(Mz.Rk/1.0)
= |0 |/(0.462 *131290 /1.0)
+ 0.40 *|812.3 |/(1.00*2919.4 /1.0) + 0.36 *|0.0 |/(2253.6 /1.0)
= 0.000 + 0.111 + 0.000 = 0.111
UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0) + Kzy.b*|My.Ed|/(ChiLT*My.Rk/1.0) + Kzz.b*|Mz.Ed|/(Mz.Rk/1.0)
= |0 |/(0.891 *131290 /1.0)
+ 0.24 *|812.3 |/(1.00*2919.4 /1.0) + 0.60 *|0.0 |/(2253.6 /1.0)
= 0.000 + 0.067 + 0.000 = 0.067

controle: 0.111 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

- Stijfheid:

$$delta.st = \frac{2}{384} * \frac{Q' * L^4}{E * Iy} = 2.91 \quad mm$$

delta.max = min(3200 /150, 30) = 21.33 mm

UCstfh = delta.st / delta.max = 2.91 / 21.33 = 0.14

controle: 0.14 < 1.00, dus de stijfheid voldoet.

Vergrotingsfactor in gebruikstoestand: nx1 = Ncr/(Ned'+0.00001) = 90116 /(Ned'+0.00001) = 9.01E+9

Totale verplaatsing is dan: delta.st2 = delta.st * nx1/(nx1 - 1) = 2.91 mm

UCstfh 2e orde = delta.st2 / delta.max = 2.91 / 21.33 = 0.14

controle: 0.14 < 1.00, dus de stijfheid 2e orde voldoet.

Gording 2 (RHBK80*50*2.0, S235 (EN10219))

Ned = -(Fxs * Nsg + Fgd * Ndb + Frg * Nrg + Fli * Nli)
Ned = -(0.000 * 119 + 0.744 * 0 + 0.810 * 0 + 0.810 * 0) = 0 N

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte (dubbele buiging bij rechthoekige kokerprofielen):
MN.y.Rd = My.Rd*(1 - (NEd/Nrd)²) = 2919 *(1 - (0 /131290)²) = 2919 Nm
MN.z.Rd = Mz.Rd*(1 - (NEd/Nrd)²) = 2254 *(1 - (0 /131290)²) = 2254 Nm
n = NEd/Nrd = 0 /131290 = 0.00
a = b = min(1.66*(1-1.13*n²), 6.0) = min(1.66*(1-1.13*0.00 ²), 6.0) = 1.66

|My.Ed|	a	|Mz.Ed|	b		702		1.66		0		1.66
UCsterkte = (	-------)	+ (	-------) = (	--------)	+ (	-------)	= 0.094						
	MN.y.Rd		MN.z.Rd		2919		2254						

controle: 0.094 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Maximale spanning:

|NEd|	|My.Ed|	|Mz.Ed|		0			702			0		
Sigma:	-----	+	-------	+	-------	=	--------	+	---------	+	---------	= 52.3	N/mm²
	A		Wpl.y		Wpl.z		500.6		13.438		9.710		

UCspanning = Sigma/fy = 52.3 /235.0 = 0.222

controle: 0.222 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
Ligger op drie scharnierende steunpunten, dus maximale moment bij het middensteunpunt.
Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.40 (het profiel is geschoord).
M1 = 702.48 , M2 = 0.00 , Ms = -351.24 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
Interactiefactoren volgens bijlage B:
Kyy.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
= 0.40 * (1.0 + (1.14 - 0.2)*(|0 |/(0.462 *131290 /1.0)) = 0.40
Kyy.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
= 0.40 * (1.0 + 0.8*(|0 |/(0.462 *131290 /1.0)) = 0.40
Kyy.b = Min(Kyy.2, Kyy.3) = Min(0.40 , 0.40) = 0.40
Kzy.b = 0.6 * Kyy.b = 0.24

Kzz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
= 0.60 * (1.0 + (0.41 - 0.2)*(|0 |/(0.891 *131290 /1.0)) = 0.60
Kzz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
= 0.60 * (1.0 + 0.8*(|0 |/(0.891 *131290 /1.0)) = 0.60
Kzz.b = Min(Kzz.2, Kzz.3) = Min(0.60 , 0.60) = 0.60
Kyz.b = 0.6 * Kzz.b = 0.36

UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0) + Kyy.b*|My.Ed|/(ChiLT*My.Rk/1.0) + Kyz.b*|Mz.Ed|/(Mz.Rk/1.0)
= |0 |/(0.462 *131290 /1.0)
+ 0.40 *|702.5 |/(1.00*2919.4 /1.0) + 0.36 *|0.0 |/(2253.6 /1.0)
= 0.000 + 0.096 + 0.000 = 0.096
UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0) + Kzy.b*|My.Ed|/(ChiLT*My.Rk/1.0) + Kzz.b*|Mz.Ed|/(Mz.Rk/1.0)
= |0 |/(0.891 *131290 /1.0)
+ 0.24 *|702.5 |/(1.00*2919.4 /1.0) + 0.60 *|0.0 |/(2253.6 /1.0)
= 0.000 + 0.058 + 0.000 = 0.058

controle: 0.096 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

- Stijfheid:

$$delta.st = \frac{2}{384} * \frac{Q' * L^4}{E * Iy} = 2.51 \quad mm$$

delta.max = min(3200 /150, 30) = 21.33 mm

UCstfh = delta.st / delta.max = 2.51 / 21.33 = 0.12

controle: 0.12 < 1.00, dus de stijfheid voldoet.

Vergrotingsfactor in gebruikstoestand: nx1 = Ncr/(Ned'+0.00001) = 90116 /(Ned'+0.00001) = 9.01E+9

Totale verplaatsing is dan: delta.st2 = delta.st * nx1/(nx1 - 1) = 2.51 mm

UCstfh 2e orde = delta.st2 / delta.max = 2.51 / 21.33 = 0.12

controle: 0.12 < 1.00, dus de stijfheid 2e orde voldoet.

6.13.7 Controle van de poeren (in gebruikstoestand):

a) Berekening van de verticale belasting per poer:

- Verticale belasting per kolom (neerwaarts = +): Fsk'+ Fpsk'= -1102 N
- Eigen gewicht van de gevelkolom (1.00 * 361) : Fegk' = 361 N
- Eigen gewicht van de tussenkolom (1.00 * 361) : Fegtk'= 361 N
- Eigen gewicht paal, poer en grond (1.00 * 6512) : Gfund = 6512 N
- Gewicht randfundering (1.00 * 3.200 * 350) : Grand = 1120 N
- Gewicht gevelomhulling(1.00 * 4.0 * 3.200 * 130): Ggevel= 1664 N

---------- +

- Vert. belasting per poer: Fvp = 8916 N

Aangezien de totale verticale belasting per poer positief is, is sprake van een neerwaartse belasting op de ondergrond.

b) Berekening van het maatgevend kantelmoment ten gevolge van de belastingen:

- Horizontaal: Mhp = Rf'* (fh + D + H)
  = 2122 * (0.300 + 0.150 + 0.830) = 2716 Nm
- Verticaal : Mvp = |Fvp| * 0.5 * B
  = |8916 | * 0.5 * 0.532 = 2370 Nm

---------- +

- Kantelmoment per poer: Mp = Mhp + Mvp Mp = 5086 Nm

Bij een opwaarts bezwijkmodel (OBM) geldt:
- Kantelmoment per poer: Mp = Mhp - Mvp Mp = 346 Nm

c) Controle van de kantelstabiliteit (neerwaartse belasting):

- Momentenevenwicht bij een neerwaarts bezwijkmodel (NBM):
  - controle : 5086 Nm < 27914 Nm, dus: voldoet. (maatgevend)

- Momentenevenwicht bij een opwaarts bezwijkmodel (OBM):
  - controle : 346 Nm < 3628 Nm, dus: voldoet.

- Verticaal evenwicht:
  - controle :| 8916 N |< 91096 N, dus: voldoet.

- Horizontaal evenwicht:
  - controle : 2122 N < 5962 N, dus: voldoet.

d) Controle van de zettingen:

- Berekening van de momentane (lees: permanente) belastingen:

  - Eigen gewicht dek = 32 N/m²
  - Neerwaartse belasting per kolom = 32 * 3.20 * 4.00/2 = 205 N
  - E.g. leidingen (incl. inhoud) = 0.00 * 250 * 3.20 = 0 N
  ---------- +
  Totaal Fsvd1 = 205 N

  - Verticale belasting per kolom (neerwaarts = +) : Fsvd1 = 205 N
  - Eigen gewicht paal, poer en grond : Gfund = 6512 N
  - Eigen gewicht randfundering = 3.200 * 350 : Grand = 1120 N
  ---------- +
  - Vert. belasting per : Fsvd = 7837 N

- Berekening van de effectieve spanningsverhoging onder de poer:

  De resulterende verticale effectieve spanning onder de poer
  t.g.v. de momentane belastingen, bedraagt:

$$Svd0 = \frac{Fsvd}{Apoer} = \frac{7837}{pi/4 * 600^2} = 0.028 \ N/mm^2$$

  De oorspronkelijke verticale effectieve spanning is/was:

$$Svod0 = sg * (Dpoer + hpoer) = 0.0000180 * (150 + 830) = 0.018 \ N/mm^2$$

  De effectieve spanningsverhoging onder de poer, uitgaande van een
  volledig gedraineerde toestand, volgt uit:

$$dSvd0 = Svd0 - Svod0 = 0.028 - 0.018 = 0.010 \ N/mm^2$$

- Berekening van de effectieve zettingsdiepte (NEN 6744 art. 6.1):

  Bij het bepalen van de zakking moeten die grondlagen in beschouwing
  zijn genomen, waarbij de toename van de verticale effectieve spanning
  groter is dan 20% van de oorspronkelijke verticale effectieve
  spanning.
  In formule: $dSvd(z) > 0.20 * Svod(z)$
  waarin:

$$dSvd(z) = dSvd0 * \left[1 - \frac{1}{\left(\frac{0.5 * dpoer}{z} \right)^{1.5}} \right]$$

  Afname van de toename van de verticale effectieve spanning onder de fundatie-poer als functie van de diepte z

Svod(z) = sg * (z + Dpoer + hpoer) Idem, voor de oorspronkelijke verticale effectieve spanning.

De effectieve zettingsdiepte is de totale hoogte/diepte van de grondlagen onder de poer, dat volgens bovenstaande definitie in beschouwing moet zijn genomen bij de berekening van de zettingen.

De effectieve zettingsdiepte wordt door middel van een iteratieve nulpuntsbepaling bepaald waarbij moet gelden:

dSvd(zeff) = 0.20 * Svod(zeff) geeft: zeff = 0.208 m

- Bepaling van de resulterende effectieve zetting (NEN 6744 hfdst.6):

De resulterende effectieve zetting kan uiteindelijk worden bepaald door integratie van de samendrukking van de grond onder de poer tot aan de effectieve zettingsdiepte m.b.v. de formule van Terzaghi.

- Berekening van de primaire zetting (art. 6.2):

$$weff1 = \frac{Cceff}{1 + eporie} * \int_0^{zeff} \ln\left(\frac{Svod(z) + dSvd(z)}{Svod(z)}\right) dz =$$

$$= \frac{0.006}{1 + 0.6} * \int_0^{0.208} \ln\left(\frac{Svod(z) + dSvd(z)}{Svod(z)}\right) dz = 0.000 \text{ m}$$

- Berekening van de secundaire zetting over 15 jaar (art. 6.3):

$$weff2 = Cinfe * zeff * \log\left(\frac{15*365}{1}\right) = 0.000 * 0.208 * 3.738 = 0.000 \text{ m}$$

- Totaal (art. 6.1): weff = weff1 + weff2 = 0.000 + 0.000 = 0.000 m

Controle van de resulterende effectieve zetting:

Volgens NEN 6740 art. 5.2.2.1 mag de zetting niet groter zijn dan 0.15 m. In diverse gemeenten wordt ook (nog) wel gewerkt met een toelaatbare zetting van 0.10 meter. Mede daarom en omdat uitgegaan is van een gedraineerde toestand, wordt in CASTA/Kassenbouw ook gerekend met een toelaatbare zetting van 0.10 m. Er wordt als het ware een veiligheidsfactor 1.5 op NEN 6740 art. 5.2.2.1 gelegd, met name voor een niet-volledig gedraineerde toestand van de grond.

wtoel = 0.100 m

Controle zetting: 0.000 m < 0.100 m, dus: voldoet.

Conclusie:
- Poeren BPRD600*830 mm voldoen
  bij B.C.4: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay up wind)

6.13.8 Controle van de ZEUS 120x120x1000ZW (R10+M10)

a) Bepaling van de belastingen per paal in rekentoestand:
   - Verticale belasting per kolom (neerwaarts = +) : Fvk = -1461 N
   - Eigen gewicht van de gevelkolom (1.00 * 361) : Fegk = 361 N
   - Gewicht gevelomhulling(1.00 * 4.0 * 3.200 * 130): Ggevel= 1664 N
   ---------- +
   - Verticale belasting per paal: Nd = 563 N
     Inclusief gewicht kolom en gevel:
     NEd = Fsk + Fpsk + g.eg*Fegk' + Ggevel = -1461 + 1.00*361 + 1664 = 924 N

   - Maatgevend moment in de paal, ter plaatse van de poeraansluiting:
     Md = Rf * (fh + Dpoer) = 2683 * (0.300 + 0.150) = 1208 Nm
   - Belasting op het anker (ideële belasting):
     De fundatiepaal is neerwaarts gesteund, dus het anker wordt in dit geval niet belast.

b) Doorsnedecontrole van de paal met behulp van het Mu-Nu diagram:

   Bij het invullen van de gegeven normaalkracht NEd = 924 N in het Mu-Nu
   diagram wordt de momentencapaciteit Mcap verkregen door rechtlijnige
   interpolatie tussen de punten waar NEd ligt. Mcap = 5131 Nm

d) Controle van de betonpaalcapaciteit:

  - Moment: Md = 1208 Nm < Mcap = 5131 Nm, dus: voldoet.
  - Dwarskracht: Fhk = 2683 N < Vp = 9504 N, dus: voldoet.
  - Anker: Niet ter zake.
  - Uittrekkracht: Niet ter zake.

Conclusie:
- Palen ZEUS 120x120x1000ZW (R10+M10) voldoen
  bij B.C.4 : b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay up wind)

Voor de controle van de prefab-afsluitplaten en de prefab-betonpalen wordt
verwezen naar de (toetsingsrapporten van de) leverancier.

6.14 B.C.5: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay down wind)

6.14.1 Berekening van de belastingen per kopgevelkolom:

a) Berekening van de verticale belasting per kopgevelkolom (neerwaarts = +):
   In gebruikstoestand:
   - Eigen gewicht dek (1.00 * 32)=   32 N/m²
   - Neerwaartse belasting per kolom = 32   * 3.20 * 4.00/2 =   205 N
   - E.g. leidingen (incl. inhoud) = 0.00 * 250   * 3.20   =   0 N
                                                  ---------- +
                                          Totaal =   205 N
   - Windbelasting = 3.20 *4.00/2*(-0.20-(+0.2))*(1.00*510) = -1307 N
                                                    -------- +
                                             Fvk' = -1102 N
   In rekentoestand:
   - Eigen gewicht dek (1.00 * 32)=   32 N/m²
   - Neerwaartse belasting per kolom = 32   * 3.20 * 4.00/2 =   205 N
   - E.g. leidingen (incl. inhoud) = 0.00 * 250   * 3.20   =   0 N
                                                  ---------- +
                                          Totaal =   205 N
   - Windbelasting = 3.20 *4.00/2*(-0.20-(+0.2))*(1.28*510) = -1666 N
                                                    -------- +
                                              Fvk = -1461 N

b) Berekening van de horizontale belastingen:

- Windstuwdruk + onderdruk:
  Aangezien de gordingen als doorgaande liggers over drie steunpunten
  te benaderen zijn, wordt gerekend met een oplegfactor van 1.25
  - Er wordt uitgegaan van een gelijkmatig verdeelde lijnlast per kolom:
    - Qw,kgk = oplegfactor * hohkgk * (0.7 - (+0.2)) * gamma * qwind
             = 1.25 * 3.200 m * (0.7 - (+0.2)) * 1.28 * 510 = 1301.7 N/m

- Er is bij deze belastingcombinatie geen gewasbelasting.
  - Fgd,kgk = 0 N

- Er is geen rekening gehouden met schermdraden aan de kopgevels.
  - Fsd,kgk = 0 N

- Er is geen rekening gehouden met regenleidingdraden aan de kopgevels.
  - Frl,kgk = 0 N

- Er is geen rekening gehouden met belichtingsdraden aan de kopgevels.
  - Fab,kgk = 0 N

- Totale belasting ter hoogte van de onderrand van de vakwerkligger:
  - For,kgk = For + Fhv,kgk + Frl,kgk + Fab,kgk =
           = 0   N + 0   N + 0   N + 0   N = 0   N

- Totale belasting ter hoogte van de bovenrand van de vakwerkligger:
  - Fbr,kgk = Fbr = 0   N ("Laag" scherm).
  - Aangrijpingspunt: hbr = 3.920 meter boven de voet

c) Berekening van het uitwendig moment t.g.v. de leidingen + inhoud:
- Mwl,kgk = gamma * Qkgwl' * kgcons * hohkgk =
          = 1.00 * 250   * 0.400 m * 3.200 m = 320   Nm
- Aangrijpingspunt: hcons = 3.520 meter boven de voet

6.14.2 Berekening van de krachtsverdeling van de kopgevelgootkolom:

Oplegreacties:

- fundering: $Rf = -\frac{1}{2}Qw*h + \frac{h\text{-}hgd}{h}Fgd + \frac{h\text{-}hor}{h}For + \frac{h\text{-}hbr}{h}Fbr + \frac{Mwl}{h}$

  $= 2603 + 0 + 0 + 0 + 80 = 2683$ N

  analoog in gebruikstoestand:

  $Rf' = 2042 + 0 + 0 + 0 + 80 = 2122$ N

- goot: $Rg = Qw*h + Fgd + For + Fbr - Rf$

  $= 5207 + 0 + 0 + 0 - 2683 = 2523$ N

6.14.3 Controle van de kopgevelgootkolom (RHBK120*80*3.0 mm) (S235 (EN10219)):

a) Berekening van de krachtsverdeling:

Dwarskrachten (van de fundering (onder=o) naar de goot (boven=b)):

- fundering	: Qf = Rf	=	2683	=	2683	N
- gewasdraden:	Qogd = Qf - Qw*hgd	=	2683 -	5207 =	-2523	N
	Qbgd = Qogd - Fgd	=	-2523 -	0 =	-2523	N
- onderrand	: Qoor = Qbgd - Qw*(hor-hgd)	=	-2523 -	-674 =	-1850	N
	Qbor = Qoor - For	=	-1850 -	0 =	-1850	N
- bovenrand	: Qobr = Qbor - Qw*(hbr-hor)	=	-1850 -	570 =	-2419	N
	Qbbr = Qobr - Fbr	=	-2419 -	0 =	-2419	N
- goot	: Qg = Qbbr - Qw*(h-hbr)	=	-2419 -	104 =	-2523	N

Het maximale buigende moment treedt op t.p.v. het dwarskrachtennulpunt.
Uit bovenstaande dwarskrachten blijkt dat het dwarskrachtennulpunt is
gelegen tussen de gewasdraden en de onderrand van de vakwerkligger
op een afstand van 2.061 meter boven de voet.

Berekening van het maximale buigende moment in het veld:

- Windstuwdruk + onderdruk: 1302 * 2.06/2 * (4.00-2.06)	=	2601	Nm
		----------	+
Totaal: Mmax,gk	=	2601	Nm

b) Controle op sterkte en stabiliteit van de kopgevelgootkolom volgens EC3:
Hierbij komt de z-as overeen met de y-as (en y-as = x-as) bij NEN6770.

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} + \frac{|My.Ed|}{My.c.Rd} = \frac{|1461|}{300652} + \frac{|2601|}{10164} = 0.261$$

controle: 0.261 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Maximale spanning:

$$Sigma: \frac{|NEd|}{A} + \frac{|My.Ed|}{Wpl.y} = \frac{|1461|}{1148.5} + \frac{|2601|}{46.661} = 57.0 \ N/mm^2$$

UCspanning = Sigma/fy = 57.0 /235.0 = 0.243

controle: 0.243 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
Profiel alleen op trek belast, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie:
- kopgevelgootkolom (RHBK120*80*3.0 mm) voldoet qua sterkte/stabiliteit

c) Berekening van 1e-orde doorbuiging van de kopgevelgootkolom:
(halverwege funderingsvoet en aangrijpingspunt schoor; in rekentoestand)

$$\text{- Windstuwdruk + onderdruk: } \frac{5}{384} * \frac{1.302 * 4000^4}{1.24 * 2.1E5 * 233.0E4} = 7.14 \text{ mm}$$

(Voor de doorbuigingsreductiefactor 1.24; zie rapport BI-92-0063*)

---------- +

Totaal: u1-gk = 7.14 mm

(analoog in gebruikstoestand: u1-gk'= 5.60 mm)

d) 2e-orde doorbuiging in gebruikstoestand:

Aangezien de gootkolommen, vanwege de grote windzuiging, op trek worden belast, is de vergrotingsfactor gelijk aan 1.0.
Dus de 2e-orde horizontale verplaatsing in gebruikstoestand kan worden benaderd met de volgende (conservatieve) formule:

- u2-gk' = u1-gk'= 5.60 mm

e) Berekening van de toelaatbare doorbuiging van de kopgevelgootkolom:

Zonder belasting door gewasdraden geldt een limiet van 30.0 mm:
(conform artikel 11.2.4.1.)

- utoel-gk = h/150 < 30.0 mm
- 4000/150 = 26.67 mm, dus: utoel-gk = 26.67 mm

f) Controle van de toegestane doorbuiging van de kopgevelgootkolom:

- controle: 5.6 mm < 26.7 mm, dus: stijfheid voldoet.

g) Controle van de stijfheid van de kopgevelgootkolom, als steun voor de goot:

Ter voorkoming van ontoelaatbare doorbuiging van de goot in de eindvakken, wordt voor Breedkapkassen een momentvaste kopgevelkolom-goot-verbinding geeist, alsmede een kopgevelgootkolom met voldoende stijfheid. De factoren C1,C2 en C3 maken het mogelijk om rekening te houden met een verzwaarde eindgoot en/of een verkort eindveld (zie afleiding van de formules TNO-rapport BI-92-0063*).

$$\text{In formule: } EIygk > EIm * \frac{h}{v} * \frac{z}{r} * \frac{C3}{C2 / (C1-dt,v/de1g) - 1}$$

met :

- Doorbuiging eenzijdig ideaal eindveld : $de1g = \frac{2}{384} * \frac{Qmax * ve^4}{EIeg}$

- Minimale stijfheid van de middengoot : $EIm > 1.2 * \frac{Qmax * v^4}{384 * dt,v}$

waarin:

- Qmax = maatgevende (gestelde) belasting voor de dimensionering van de middengoot (e.g. dek + sneeuw + goot) ervan uitgaande dat de hoh-afstand van de dekgordingen maximaal 2 m is:
  (qdek+qsneeuw)*[(l-2*cos(alfa))*sin(alfa)²+2*cos(alfa)]+Qgoot
  Qmax = (32 + 0) * [(9.60 - 2*cos(27)) * sin(27)² + 2*cos(27)] + 34
  = 143 N/m

- dt,v = toelaatbare doorbuiging van de middengoot
  v/(650-100*nruit) < v/150 < 30.0 mm
  4000 / (650 - 100 * 4) = 16.00 mm, dus: dt,v = 16.00 mm

- dt,ve = toelaatbare doorbuiging van de eindgoot:
  ve/150 < 30.0 mm
  4000 / 150 = 26.67 mm, dus: dt,ve = 26.67 mm

- $EIm = \frac{1.2}{384} * \frac{143E\text{-}3 * 4000^4}{16.00} = 7.1 \text{ E9 Nmm}^2$

- r = reductiefactor eindvak-lengte = ve/v = 4000 / 4000 = 1.00

- z = verzwaring eindvak-stijfheid = EIeg/EIm = 179.8 E9 / 7.1 E9 = 25.2

- $de1g = \frac{2}{384} * \frac{143E\text{-}3 * 4000^4}{179.8 \text{ E9}} = 1.06$ mm

- $C1 = \frac{4r+5W3z-2W3z/r^2}{(4+2W3z/r)r} = \frac{4*1.00 + 5W3*25.2 - 2W3*25.2/1.00^2}{(4 + 2W3*25.2/1.00) * 1.00} = 1.48$

$$- C2 = \frac{2 + 2W3z/r}{(4 + 2W3z/r)r} * \frac{3r + (3r^2 - 1)W3z/r^2}{3 + 2W3z/r} =$$

$$= \frac{2 + 2W3*25.2/1.00}{(4 + 2W3*25.2/1.00)*1.00} * \frac{3*1.00 + (3*1.00^2 - 1)W3*25.2/1.00^2}{3 + 2W3*25.2/1.00} = 0.98$$

$$- C3 = \frac{4 + 2W3z/r}{3 + 2W3z/r} = \frac{4 + 2W3*25.2/1.00}{3 + 2W3*25.2/1.00} = 1.01$$

Met de verhouding tussen de "ideale" doorbuiging de1g en de toelaatbare doorbuiging dt,ve van de eindgoot is het toepassingsgebied van de formule voor het berekenen van de veerstijfheid van de kopgevelkolom te bepalen:

- voor dt,ve/de1g > C1 ; 26.67 / 1.06 = 25.22 > 1.48

  geldt: EIygk = 0 Nmm²

  De eindgoot heeft voldoende stijfheid van zichzelf. Er is dus geen stijfheidseis voor de kopgevelkolom nodig. Er is ook geen momentvaste verbinding met de kopgevelgootkolom nodig.

Conclusie:
- kopgevelgootkolom (RHBK120*80*3.0 mm) voldoet qua stijfheid als gootsteun.

Conclusie:
- kopgevelgootkolom (RHBK120*80*3.0 mm) voldoet qua stijfheid
  bij B.C.5 : b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay down wind)

6.14.4 Controle van de kopgeveltussenkolom (RHBK120*80*3.0 mm) (S235 (EN10219)):

a) Berekening van de krachtsverdeling:

Oplegreacties:

- schoor (horizontaal):

$$\text{* Wind: } \frac{1}{8} * 1.302 * 5630 * \frac{5630^2 + 5630 * 4000 - 4000^2}{4000 * (5630 - 4000)} = 5369 \text{ N}$$

$$\text{- fundering: } Rf = -\frac{1}{2} * Qw * ltk + \frac{ltk\text{-}hgd}{ltk} * Fgd + \frac{ltk\text{-}hor}{ltk} * For + \frac{ltk\text{-}hbr}{ltk} * Fbr + \frac{Mwl}{h}$$

$$= 3665 + 0 + 0 + 0 + 57 = 3721 \text{ N}$$

$$\text{* effect van schoor: } Rf = Rf - \frac{ltk\text{-}hs}{ltk} * Rh,tks = 3721 - 1540 = 2181 \text{ N}$$

analoog in gebruikstoestand: Rf' = 1726 N

- dek: Rd = Qw*ltk + Fgd + For + Fbr - Rf - Rh,tks
= 7329 + 0 + 0 + 0 - 2181 - 5320 = -171 N

Dwarskrachten (van de fundering (onder=o) naar het dek (boven=b)):

- fundering	: Qf = Rf	=	2181	=	2181	N
- gewasdraden:	Qogd = Qf - Qw*hgd	=	2181 -	5207 =	-3026	N
	Qbgd = Qogd - Fgd	=	-3026 -	0 =	-3026	N
- onderrand	: Qoor = Qbgd - Qw*(hor-hgd)	=	-3026 -	-674 =	-2352	N
	Qbor = Qoor - For	=	-2352 -	0 =	-2352	N
- bovenrand	: Qobr = Qbor - Qw*(hbr-hor)	=	-2352 -	570 =	-2922	N
	Qbbr = Qobr - Fbr	=	-2922 -	0 =	-2922	N
- schoor	: Qos = Qbbr - Qw*(hs-hbr)	=	-2922 -	104 =	-3026	N
	Qbs = Qos + Rh,tks	=	-3026 +	5320 =	2294	N
- dek	: Qd = Qbs - Qw*(ltk-hs)	=	2294 -	2122 =	171	N

Het maximale buigende moment treedt op t.p.v. het dwarskrachtennulpunt.
Uit bovenstaande dwarskrachten blijkt dat het dwarskrachtennulpunt in het veld is gelegen tussen de gewasdraden en de onderrand van de vakwerkligger op een afstand van 1.675 meter boven de voet.

Berekening van het maximale buigende moment in het veld:

- Windstuwdruk + onderdruk: 1302 * 1.68/2 * (5.63-1.68)	=	4313	Nm
- Effect van de schoor :-5320 * (5.63-4.00) * 1.68/5.63	=	-2581	Nm
		----------	+
Totaal: Mv,tk =		1732	Nm

Berekening van het buigende moment ter plaatse van de schoor:

- Ms,tk = Rd * (ltk-hs) - 0.5 * Qw * (ltk-hs)² =
  = -171 * (5.63 - 4.00) - 0.5 * 1302 * (5.63 - 4.00)² =
  = -279 - 1730 = -2010 Nm

Berekening van het maximaal buigend moment in de kopgevel-tussenkolom:

- My,tk = max (| Mv,tk |; | Ms,tk |) = 2010 Nm

b) Controle op sterkte en stabiliteit van de kopgeveltussenkolom volgens EC3:
Hierbij komt de z-as overeen met de y-as (en y-as = x-as) bij NEN6770.

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} + \frac{|My.Ed|}{My.c.Rd} = \frac{|1461|}{300652} + \frac{|2010|}{10164} = 0.203$$

controle: 0.203 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Maximale spanning:

$$Sigma: \frac{|NEd|}{A} + \frac{|My.Ed|}{Wpl.y} = \frac{|1461|}{1148.5} + \frac{|2010|}{46.661} = 44.3 \ N/mm^2$$

UCspanning = Sigma/fy = 44.3 /235.0 = 0.189

controle: 0.189 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
Profiel alleen op trek belast, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie:
- kopgeveltussenkolom (RHBK120*80*3.0 mm) voldoet qua sterkte/stabiliteit

c) Berekening van 1e-orde doorbuiging van de kopgeveltussenkolom:
(halverwege funderingsvoet en aangrijpingspunt schoor; in rekentoestand)

$$\text{- Windstuwdruk + onderdruk: } \frac{5}{384} \cdot \frac{1.302 \cdot 4000^4}{1.00 \cdot 2.1E5 \cdot 233.0E4} = 8.87 \text{ mm}$$

(Voor de doorbuigingsreductiefactor 1.00; zie rapport BI-92-0063*)

$$\text{- Effect van de schoor: } \frac{-2009709 \cdot 4000^2}{16 \cdot 2.1E5 \cdot 233E4} = -4.11 \text{ mm}$$

Totaal: u1-tk = 4.76 mm
(analoog in gebruikstoestand: u1-tk' = 3.72 mm)

d) 2e-orde doorbuiging in gebruikstoestand:

Aangezien de tussenkolommen, vanwege de grote windzuiging, op trek worden belast, is de vergrotingsfactor gelijk aan 1.0.
Dus de 2e-orde horizontale verplaatsing in gebruikstoestand kan worden benaderd met de volgende (conservatieve) formule:

- u2-tk' = u1-tk'= 3.72 mm

e) Berekening van de toelaatbare doorbuiging van de kopgeveltussenkolom:

Zonder belasting door gewasdraden geldt een limiet van 30.0 mm:
(conform artikel 11.2.4.1.)

- utoel-tk = rltk/150 < 30.0 mm
- 4000/150 = 26.67 mm, dus: utoel-tk = 26.67 mm

f) Controle van de toegestane doorbuiging van de kopgeveltussenkolom:

- controle: 3.7 mm < 26.7 mm, dus: stijfheid voldoet.

Conclusie:
- kopgeveltussenkolom (RHBK120*80*3.0 mm) voldoet qua stijfheid
  bij B.C.5 : b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay down wind)

6.14.5 Controle van de schoor van de tussenkolom (RHBK60*60*2.0 mm) (S235 (EN10219)):

a) Berekening van de normaalkracht:

Bij de berekening van de tussenkolom is de horizontale oplegreactie van de schoor uitgerekend. Door evenwichtsbeschouwingen kan de normaalkracht in de schoor van de tussenkolom bepaald worden (druk = -):

$$- Ntks = \frac{ltks}{ve} * -Rh,tks = \frac{4320}{4000} * -5320 = -5745 \quad N$$

b) Controle van de stabiliteit van de schoor van de tussenkolom volgens EC3:
Hierbij komt de z-as overeen met de y-as (en y-as = x-as) bij NEN6770.

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} + \frac{|Mx.Ed|}{Mx.c.Rd} = \frac{|-5745|}{121861} + \frac{|0|}{2271} = 0.047$$

controle: 0.047 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Maximale spanning:

$$Sigma: \frac{|NEd|}{A} + \frac{|Mx.Ed|}{Wpl.x} = \frac{|-5745|}{460.6} + \frac{|0|}{9.993} = 12.5 \quad N/mm^2$$

UCspanning = Sigma/fy = 12.5 /235.0 = 0.053

controle: 0.053 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
Cmx2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmx2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
Interactiefactoren volgens bijlage B:
Kx.2 = Cmx * (1.0 + (lambdarel.x - 0.2)*(|NEd|/(Chix*NRk/1.0))
= 0.90 * (1.0 + (1.95 - 0.2)*(|-5745 |/(0.206 *121861 /1.0)) = 1.26
Kx.3 = Cmx * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chix*NRk/1.0))
= 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-5745 |/(0.206 *121861 /1.0)) = 1.06
Kx.b = Min(Kx.2 , Kx.3) = Min(1.26 , 1.06) = 1.06
Ky.b = 0.6 * Kx.b = 0.64

UCstab.1 = |NEd|/(Chix*NRk/1.0)+Kx.b*|Mx.Ed|/(1.00*Mx.Rk/1.0)
= |-5745 |/(0.206 *121861 /1.0)+1.06 *|0.0 |/(1.00*2270.8 /1.0)
= 0.229 + 0.000 = 0.229
UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mx.Ed|/(1.00*Mx.Rk/1.0)
= |-5745 |/(0.206 *121861 /1.0)+0.64 *|0.0 |/(1.00*2270.8 /1.0)
= 0.229 + 0.000 = 0.229

Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.229 , 0.229) = 0.229

controle: 0.229 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie:
- Schoor van de tussenkolom (RHBK60*60*2.0 mm) voldoet aan
bij B.C.5 : b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay down wind)

6.14.6 Controle van de kopgevelgordingen:

a) Berekening van de krachtsverdeling:
- Windstuwdruk + onderdruk:
Er wordt uitgegaan van een gelijkmatig verdeelde lijnbelasting:
De windbelasting mag hier niet gereduceerd worden toegepast.
- Qw,kgg = kgghohmax * (0.7 - (+0.2)) * gamma * qwind(ongereduceerd)
= 1.600 m * (0.7 - (+0.2)) * 1.28 * 510 = 521 N/m

- Normaalkracht tgv scheefstand: Nsg' = 86 N, Nsg = 119 N
- Normaalkracht tgv gewasdraadboog:
Trekkracht op de gevel per draad: Tgd' = 0 N, Tgd = 0 N
Normaalkracht in de draadboog: Tdb' = 0 N, Tdb = 0 N
Normaalkracht in de gording: Ndb' = 0 N, Ndb = 0 N
- Normaalkracht tgv regenleiding: Nrg' = 0 N, Nrg = 0 N
- Normaalkracht tgv belichting aan draad: Nli' = 0 N, Nli = 0 N

b) Controle van de sterkte van de kopgevelgordingen volgens EC3:

Gording 1 (RHBK80*50*2.0, S235 (EN10219))

Ned = -(Fxs * Nsg + Fgd * Ndb + Frg * Nrg + Fli * Nli)
Ned = -(0.000 * 119 + 0.256 * 0 + 0.190 * 0 + 0.190 * 0) = 0 N

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte (dubbele buiging bij rechthoekige kokerprofielen):
MN.y.Rd = My.Rd*(1 - (NEd/Nrd)²) = 2919 *(1 - (0 /131290)²) = 2919 Nm
MN.z.Rd = Mz.Rd*(1 - (NEd/Nrd)²) = 2254 *(1 - (0 /131290)²) = 2254 Nm
n = NEd/Nrd = 0 /131290 = 0.00
a = b = min(1.66*(1-1.13*n²), 6.0) = min(1.66*(1-1.13*0.00 ²), 6.0) = 1.66

$$UCsterkte = \left(\frac{|My.Ed|}{MN.y.Rd}\right)^{a} + \left(\frac{|Mz.Ed|}{MN.z.Rd}\right)^{b} = \left(\frac{|0|}{2919}\right)^{1.66} + \left(\frac{|0|}{2254}\right)^{1.66} = 0.120$$

controle: 0.120 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Maximale spanning:

$$Sigma: \frac{|NEd|}{A} + \frac{|My.Ed|}{Wpl.y} + \frac{|Mz.Ed|}{Wpl.z} = \frac{|0|}{500.6} + \frac{|812|}{13.438} + \frac{|0|}{9.710} = 60.4 \ N/mm^2$$

UCspanning = Sigma/fy = 60.4 /235.0 = 0.257

controle: 0.257 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
Ligger op drie scharnierende steunpunten, dus maximale moment bij het middensteunpunt.
Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.40 (het profiel is geschoord).
M1 = 812.27 , M2 = 0.00 , Ms = -406.13 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
Interactiefactoren volgens bijlage B:
Kyy.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
= 0.40 * (1.0 + (1.14 - 0.2)*(|0 |/(0.462 *131290 /1.0)) = 0.40
Kyy.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
= 0.40 * (1.0 + 0.8*(|0 |/(0.462 *131290 /1.0)) = 0.40
Kyy.b = Min(Kyy.2, Kyy.3) = Min(0.40 , 0.40) = 0.40
Kzy.b = 0.6 * Kyy.b = 0.24

Kzz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
= 0.60 * (1.0 + (0.41 - 0.2)*(|0 |/(0.891 *131290 /1.0)) = 0.60
Kzz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
= 0.60 * (1.0 + 0.8*(|0 |/(0.891 *131290 /1.0)) = 0.60
Kzz.b = Min(Kzz.2, Kzz.3) = Min(0.60 , 0.60) = 0.60
Kyz.b = 0.6 * Kzz.b = 0.36

UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0) + Kyy.b*|My.Ed|/(ChiLT*My.Rk/1.0) + Kyz.b*|Mz.Ed|/(Mz.Rk/1.0)
= |0 |/(0.462 *131290 /1.0)
+ 0.40 *|812.3 |/(1.00*2919.4 /1.0) + 0.36 *|0.0 |/(2253.6 /1.0)
= 0.000 + 0.111 + 0.000 = 0.111
UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0) + Kzy.b*|My.Ed|/(ChiLT*My.Rk/1.0) + Kzz.b*|Mz.Ed|/(Mz.Rk/1.0)
= |0 |/(0.891 *131290 /1.0)
+ 0.24 *|812.3 |/(1.00*2919.4 /1.0) + 0.60 *|0.0 |/(2253.6 /1.0)
= 0.000 + 0.067 + 0.000 = 0.067

controle: 0.111 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

- Stijfheid:

$$delta.st = \frac{2}{384} * \frac{Q' * L^4}{E * Iy} = 2.91 \text{ mm}$$

delta.max = min(3200 /150, 30) = 21.33 mm

UCstfh = delta.st / delta.max = 2.91 / 21.33 = 0.14

controle: 0.14 < 1.00, dus de stijfheid voldoet.

Vergrotingsfactor in gebruikstoestand: nx1 = Ncr/(Ned'+0.00001) = 90116 /(Ned'+0.00001) = 9.01E+9

Totale verplaatsing is dan: delta.st2 = delta.st * nx1/(nx1 - 1) = 2.91 mm

UCstfh 2e orde = delta.st2 / delta.max = 2.91 / 21.33 = 0.14

controle: 0.14 < 1.00, dus de stijfheid 2e orde voldoet.

Gording 2 (RHBK80*50*2.0, S235 (EN10219))

Ned = -(Fxs * Nsg + Fgd * Ndb + Frg * Nrg + Fli * Nli)
Ned = -(0.000 * 119 + 0.744 * 0 + 0.810 * 0 + 0.810 * 0) = 0 N

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte (dubbele buiging bij rechthoekige kokerprofielen):
MN.y.Rd = My.Rd*(1 - (NEd/Nrd)²) = 2919 *(1 - (0 /131290)²) = 2919 Nm
MN.z.Rd = Mz.Rd*(1 - (NEd/Nrd)²) = 2254 *(1 - (0 /131290)²) = 2254 Nm
n = NEd/Nrd = 0 /131290 = 0.00
a = b = min(1.66*(1-1.13*n²), 6.0) = min(1.66*(1-1.13*0.00 ²), 6.0) = 1.66

	|My.Ed|	a	|Mz.Ed|	b		702		1.66		0		1.66
UCsterkte =	(	-------)	+	(	-------)	=	(--------)	+	(-------)	=	0.094			
		MN.y.Rd			MN.z.Rd		2919		2254					

controle: 0.094 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Maximale spanning:

	|NEd|	|My.Ed|	|Mz.Ed|		0			702			0		
Sigma:	-----	+	-------	+	-------	=	--------	+	---------	+	---------	=	52.3	N/mm²
	A		Wpl.y		Wpl.z		500.6		13.438		9.710			

UCspanning = Sigma/fy = 52.3 /235.0 = 0.222

controle: 0.222 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
Ligger op drie scharnierende steunpunten, dus maximale moment bij het middensteunpunt.
Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.40 (het profiel is geschoord).
M1 = 702.48 , M2 = 0.00 , Ms = -351.24 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
Interactiefactoren volgens bijlage B:
Kyy.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
= 0.40 * (1.0 + (1.14 - 0.2)*(|0 |/(0.462 *131290 /1.0)) = 0.40
Kyy.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
= 0.40 * (1.0 + 0.8*(|0 |/(0.462 *131290 /1.0)) = 0.40
Kyy.b = Min(Kyy.2, Kyy.3) = Min(0.40 , 0.40) = 0.40
Kzy.b = 0.6 * Kyy.b = 0.24

Kzz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
= 0.60 * (1.0 + (0.41 - 0.2)*(|0 |/(0.891 *131290 /1.0)) = 0.60
Kzz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
= 0.60 * (1.0 + 0.8*(|0 |/(0.891 *131290 /1.0)) = 0.60
Kzz.b = Min(Kzz.2, Kzz.3) = Min(0.60 , 0.60) = 0.60
Kyz.b = 0.6 * Kzz.b = 0.36

UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0) + Kyy.b*|My.Ed|/(ChiLT*My.Rk/1.0) + Kyz.b*|Mz.Ed|/(Mz.Rk/1.0)
= |0 |/(0.462 *131290 /1.0)
+ 0.40 *|702.5 |/(1.00*2919.4 /1.0) + 0.36 *|0.0 |/(2253.6 /1.0)
= 0.000 + 0.096 + 0.000 = 0.096
UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0) + Kzy.b*|My.Ed|/(ChiLT*My.Rk/1.0) + Kzz.b*|Mz.Ed|/(Mz.Rk/1.0)
= |0 |/(0.891 *131290 /1.0)
+ 0.24 *|702.5 |/(1.00*2919.4 /1.0) + 0.60 *|0.0 |/(2253.6 /1.0)
= 0.000 + 0.058 + 0.000 = 0.058

controle: 0.096 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

- Stijfheid:

$$delta.st = \frac{2}{384} * \frac{Q' * L^4}{E * Iy} = 2.51 \quad mm$$

delta.max = min(3200 /150, 30) = 21.33 mm

UCstfh = delta.st / delta.max = 2.51 / 21.33 = 0.12

controle: 0.12 < 1.00, dus de stijfheid voldoet.

Vergrotingsfactor in gebruikstoestand: nx1 = Ncr/(Ned'+0.00001) = 90116 /(Ned'+0.00001) = 9.01E+9

Totale verplaatsing is dan: delta.st2 = delta.st * nx1/(nx1 - 1) = 2.51 mm

UCstfh 2e orde = delta.st2 / delta.max = 2.51 / 21.33 = 0.12

controle: 0.12 < 1.00, dus de stijfheid 2e orde voldoet.

6.14.7 Controle van de poeren (in gebruikstoestand):

a) Berekening van de verticale belasting per poer:

- Verticale belasting per kolom (neerwaarts = +): Fsk'+ Fpsk'= -1102 N
- Eigen gewicht van de gevelkolom (1.00 * 361) : Fegk' = 361 N
- Eigen gewicht van de tussenkolom (1.00 * 361) : Fegtk'= 361 N
- Eigen gewicht paal, poer en grond (1.00 * 6512) : Gfund = 6512 N
- Gewicht randfundering (1.00 * 3.200 * 350) : Grand = 1120 N
- Gewicht gevelomhulling(1.00 * 4.0 * 3.200 * 130): Ggevel= 1664 N

---------- +

- Vert. belasting per poer: Fvp = 8916 N

Aangezien de totale verticale belasting per poer positief is, is sprake van een neerwaartse belasting op de ondergrond.

b) Berekening van het maatgevend kantelmoment ten gevolge van de belastingen:

- Horizontaal: Mhp = Rf'* (fh + D + H)
  = 2122 * (0.300 + 0.150 + 0.830) = 2716 Nm
- Verticaal : Mvp = |Fvp| * 0.5 * B
  = |8916 | * 0.5 * 0.532 = 2370 Nm

---------- +

- Kantelmoment per poer: Mp = Mhp + Mvp Mp = 5086 Nm

Bij een opwaarts bezwijkmodel (OBM) geldt:
- Kantelmoment per poer: Mp = Mhp - Mvp Mp = 346 Nm

c) Controle van de kantelstabiliteit (neerwaartse belasting):

- Momentenevenwicht bij een neerwaarts bezwijkmodel (NBM):
  - controle : 5086 Nm < 27914 Nm, dus: voldoet. (maatgevend)

- Momentenevenwicht bij een opwaarts bezwijkmodel (OBM):
  - controle : 346 Nm < 3628 Nm, dus: voldoet.

- Verticaal evenwicht:
  - controle :| 8916 N |< 91096 N, dus: voldoet.

- Horizontaal evenwicht:
  - controle : 2122 N < 5962 N, dus: voldoet.

d) Controle van de zettingen:

- Berekening van de momentane (lees: permanente) belastingen:

  - Eigen gewicht dek = 32 N/m²
  - Neerwaartse belasting per kolom = 32 * 3.20 * 4.00/2 = 205 N
  - E.g. leidingen (incl. inhoud) = 0.00 * 250 * 3.20 = 0 N
  ---------- +
  Totaal Fsvd1 = 205 N

  - Verticale belasting per kolom (neerwaarts = +) : Fsvd1 = 205 N
  - Eigen gewicht paal, poer en grond : Gfund = 6512 N
  - Eigen gewicht randfundering = 3.200 * 350 : Grand = 1120 N
  ---------- +
  - Vert. belasting per : Fsvd = 7837 N

- Berekening van de effectieve spanningsverhoging onder de poer:

  De resulterende verticale effectieve spanning onder de poer
  t.g.v. de momentane belastingen, bedraagt:

$$Svd0 = \frac{Fsvd}{Apoer} = \frac{7837}{pi/4 * 600^2} = 0.028 \ N/mm^2$$

  De oorspronkelijke verticale effectieve spanning is/was:

$$Svod0 = sg * (Dpoer + hpoer) = 0.0000180 * (150 + 830) = 0.018 \ N/mm^2$$

  De effectieve spanningsverhoging onder de poer, uitgaande van een
  volledig gedraineerde toestand, volgt uit:

$$dSvd0 = Svd0 - Svod0 = 0.028 - 0.018 = 0.010 \ N/mm^2$$

- Berekening van de effectieve zettingsdiepte (NEN 6744 art. 6.1):

  Bij het bepalen van de zakking moeten die grondlagen in beschouwing
  zijn genomen, waarbij de toename van de verticale effectieve spanning
  groter is dan 20% van de oorspronkelijke verticale effectieve
  spanning.
  In formule: $dSvd(z) > 0.20 * Svod(z)$
  waarin:

$$dSvd(z) = dSvd0 * \left[1 - \frac{1}{\left(\frac{0.5 * dpoer}{z} \right)^{1.5}} \right]$$

  Afname van de toename van de verticale effectieve spanning onder de fundatie-poer als functie van de diepte z

Svod(z) = sg * (z + Dpoer + hpoer) Idem, voor de oorspronkelijke verticale effectieve spanning.

De effectieve zettingsdiepte is de totale hoogte/diepte van de grondlagen onder de poer, dat volgens bovenstaande definitie in beschouwing moet zijn genomen bij de berekening van de zettingen.

De effectieve zettingsdiepte wordt door middel van een iteratieve nulpuntsbepaling bepaald waarbij moet gelden:

dSvd(zeff) = 0.20 * Svod(zeff) geeft: zeff = 0.208 m

- Bepaling van de resulterende effectieve zetting (NEN 6744 hfdst.6):

De resulterende effectieve zetting kan uiteindelijk worden bepaald door integratie van de samendrukking van de grond onder de poer tot aan de effectieve zettingsdiepte m.b.v. de formule van Terzaghi.

- Berekening van de primaire zetting (art. 6.2):

$$weff1 = \frac{Cceff}{1 + eporie} * \int_0^{zeff} ln\left(\frac{Svod(z) + dSvd(z)}{Svod(z)}\right) dz =$$

$$= \frac{0.006}{1 + 0.6} * \int_0^{0.208} ln\left(\frac{Svod(z) + dSvd(z)}{Svod(z)}\right) dz = 0.000 \text{ m}$$

- Berekening van de secundaire zetting over 15 jaar (art. 6.3):

$$weff2 = Cinfe * zeff * \log\left(\frac{15*365}{1}\right) = 0.000 * 0.208 * 3.738 = 0.000 \text{ m}$$

- Totaal (art. 6.1): weff = weff1 + weff2 = 0.000 + 0.000 = 0.000 m

Controle van de resulterende effectieve zetting:

Volgens NEN 6740 art. 5.2.2.1 mag de zetting niet groter zijn dan 0.15 m. In diverse gemeenten wordt ook (nog) wel gewerkt met een toelaatbare zetting van 0.10 meter. Mede daarom en omdat uitgegaan is van een gedraineerde toestand, wordt in CASTA/Kassenbouw ook gerekend met een toelaatbare zetting van 0.10 m. Er wordt als het ware een veiligheidsfactor 1.5 op NEN 6740 art. 5.2.2.1 gelegd, met name voor een niet-volledig gedraineerde toestand van de grond.

wtoel = 0.100 m

Controle zetting: 0.000 m < 0.100 m, dus: voldoet.

Conclusie:
- Poeren BPRD600*830 mm voldoen
  bij B.C.5: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay down wind)

6.14.8 Controle van de ZEUS 120x120x1000ZW (R10+M10)

a) Bepaling van de belastingen per paal in rekentoestand:
- Verticale belasting per kolom (neerwaarts = +) : Fvk = -1461 N
- Eigen gewicht van de gevelkolom (1.00 * 361) : Fegk = 361 N
- Gewicht gevelomhulling(1.00 * 4.0 * 3.200 * 130): Ggevel= 1664 N
  ---------- +
- Verticale belasting per paal: Nd = 563 N
  Inclusief gewicht kolom en gevel:
  NEd = Fsk + Fpsk + g.eg*Fegk' + Ggevel = -1461 + 1.00*361 + 1664 = 924 N

- Maatgevend moment in de paal, ter plaatse van de poeraansluiting:
  Md = Rf * (fh + Dpoer) = 2683 * (0.300 + 0.150) = 1208 Nm
- Belasting op het anker (ideële belasting):
  De fundatiepaal is neerwaarts gesteund, dus het anker wordt in dit geval niet belast.

b) Doorsnedecontrole van de paal met behulp van het Mu-Nu diagram:

Bij het invullen van de gegeven normaalkracht NEd = 924 N in het Mu-Nu diagram wordt de momentencapaciteit Mcap verkregen door rechtlijnige interpolatie tussen de punten waar NEd ligt. Mcap = 5131 Nm

d) Controle van de betonpaalcapaciteit:

- Moment: Md = 1208 Nm < Mcap = 5131 Nm, dus: voldoet.
- Dwarskracht: Fhk = 2683 N < Vp = 9504 N, dus: voldoet.
- Anker: Niet ter zake.
- Uittrekkracht: Niet ter zake.

Conclusie:
- Palen ZEUS 120x120x1000ZW (R10+M10) voldoen
  bij B.C.5 : b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay down wind)

Voor de controle van de prefab-afsluitplaten en de prefab-betonpalen wordt verwezen naar de (toetsingsrapporten van de) leverancier.

6.15 B.C.6: b1) Dead load + Wind (Cpi negative, Cpe 1st bay up wind)

6.15.1 Berekening van de belastingen per kopgevelkolom:

a) Berekening van de verticale belasting per kopgevelkolom (neerwaarts = +):
   In gebruikstoestand:
   - Eigen gewicht dek (1.00 * 32)=   32 N/m²
   - Neerwaartse belasting per kolom = 32   * 3.20 * 4.00/2 =   205 N
   - E.g. leidingen (incl. inhoud) = 0.00 * 250   * 3.20   =   0 N
                                                  ---------- +
                                          Totaal =   205 N
   - Windbelasting = 3.20 *4.00/2*(-0.20-(-0.2))*(1.00*510) =   0 N
                                                    -------- +
                                            Fvk' =   205 N
   In rekentoestand:
   - Eigen gewicht dek (1.02 * 32)=   33 N/m²
   - Neerwaartse belasting per kolom = 33   * 3.20 * 4.00/2 =   209 N
   - E.g. leidingen (incl. inhoud) = 0.00 * 250   * 3.20   =   0 N
                                                  ---------- +
                                          Totaal =   209 N
   - Windbelasting = 3.20 *4.00/2*(-0.20-(-0.2))*(1.28*510) =   0 N
                                                    -------- +
                                             Fvk =   209 N

b) Berekening van de horizontale belastingen:

- Windstuwdruk + onderdruk:
  Aangezien de gordingen als doorgaande liggers over drie steunpunten
  te benaderen zijn, wordt gerekend met een oplegfactor van 1.25
  - Er wordt uitgegaan van een gelijkmatig verdeelde lijnlast per kolom:
    - Qw,kgk = oplegfactor * hohkgk * (0.7 - (-0.2)) * gamma * qwind
             = 1.25 * 3.200 m * (0.7 - (-0.2)) * 1.28 * 510 = 2343.1 N/m

- Er is bij deze belastingcombinatie geen gewasbelasting.
  - Fgd,kgk = 0 N

- Er is geen rekening gehouden met schermdraden aan de kopgevels.
  - Fsd,kgk = 0 N

- Er is geen rekening gehouden met regenleidingdraden aan de kopgevels.
  - Frl,kgk = 0 N

- Er is geen rekening gehouden met belichtingsdraden aan de kopgevels.
  - Fab,kgk = 0 N

- Totale belasting ter hoogte van de onderrand van de vakwerkligger:
  - For,kgk = For + Fhv,kgk + Frl,kgk + Fab,kgk =
           = 0   N + 0   N + 0   N + 0   N = 0   N

- Totale belasting ter hoogte van de bovenrand van de vakwerkligger:
  - Fbr,kgk = Fbr = 0   N ("Laag" scherm).
  - Aangrijpingspunt: hbr = 3.920 meter boven de voet

c) Berekening van het uitwendig moment t.g.v. de leidingen + inhoud:
- Mwl,kgk = gamma * Qkgwl' * kgcons * hohkgk =
          = 1.02 * 250   * 0.400 m * 3.200 m = 327   Nm
- Aangrijpingspunt: hcons = 3.520 meter boven de voet

6.15.2 Berekening van de krachtsverdeling van de kopgevelgootkolom:

Oplegreacties:

$$\text{- fundering: } Rf = -\frac{1}{2}Qw_h + \frac{h\text{-}hgd}{h}Fgd + \frac{h\text{-}hor}{h}For + \frac{h\text{-}hbr}{h}Fbr + \frac{Mwl}{h}$$

$$= 4686 + 0 + 0 + 0 + 82 = 4768 \quad N$$

analoog in gebruikstoestand:

$$Rf' = 3675 + 0 + 0 + 0 + 80 = 3755 \quad N$$

$$\text{- goot: } Rg = Qw_h + Fgd + For + Fbr - Rf$$

$$= 9372 + 0 + 0 + 0 - 4768 = 4604 \quad N$$

6.15.3 Controle van de kopgevelgootkolom (RHBK120*80*3.0 mm) (S235 (EN10219)):

a) Berekening van de krachtsverdeling:

Dwarskrachten (van de fundering (onder=o) naar de goot (boven=b)):

- fundering	: Qf = Rf	=	4768	=	4768	N
- gewasdraden:	Qogd = Qf - Qw*hgd	=	4768 -	9372 =	-4604	N
	Qbgd = Qogd - Fgd	=	-4604 -	0 =	-4604	N
- onderrand	: Qoor = Qbgd - Qw*(hor-hgd)	=	-4604 -	-1213 =	-3391	N
	Qbor = Qoor - For	=	-3391 -	0 =	-3391	N
- bovenrand	: Qobr = Qbor - Qw*(hbr-hor)	=	-3391 -	1026 =	-4417	N
	Qbbr = Qobr - Fbr	=	-4417 -	0 =	-4417	N
- goot	: Qg = Qbbr - Qw*(h-hbr)	=	-4417 -	187 =	-4604	N

Het maximale buigende moment treedt op t.p.v. het dwarskrachtennulpunt.
Uit bovenstaande dwarskrachten blijkt dat het dwarskrachtennulpunt is
gelegen tussen de gewasdraden en de onderrand van de vakwerkligger
op een afstand van 2.035 meter boven de voet.

Berekening van het maximale buigende moment in het veld:

- Windstuwdruk + onderdruk: 2343 * 2.03/2 * (4.00-2.03)	=	4685	Nm
		----------	+
Totaal: Mmax,gk =		4685	Nm

b) Controle op sterkte en stabiliteit van de kopgevelgootkolom volgens EC3:
Hierbij komt de z-as overeen met de y-as (en y-as = x-as) bij NEN6770.

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} + \frac{|My.Ed|}{My.c.Rd} = \frac{|-209|}{300652} + \frac{|4685|}{10164} = 0.462$$

controle: 0.462 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Maximale spanning:

$$Sigma: \frac{|NEd|}{A} + \frac{|My.Ed|}{Wpl.y} = \frac{|-209|}{1148.5} + \frac{|4685|}{46.661} = 100.6 \ N/mm^2$$

UCspanning = Sigma/fy = 100.6 /235.0 = 0.428

controle: 0.428 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.40 (het profiel is geschoord).
M1 = 0.00 , M2 = 0.00 , Ms = 0.00 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
Interactiefactoren volgens bijlage B:
Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
= 0.40 * (1.0 + (0.95 - 0.2)*(|-209 |/(0.572 *300652 /1.0)) = 0.40
Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
= 0.40 * (1.0 + 0.8*(|-209 |/(0.572 *300652 /1.0)) = 0.40
Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(0.40 , 0.40) = 0.40
Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.24

UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
= |-209 |/(0.572 *300652 /1.0)+0.40 *|4684.7 |/(1.00*10164.2/1.0)
= 0.001 + 0.185 = 0.186
UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
= |-209 |/(0.392 *300652 /1.0)+0.24 *|4684.7 |/(1.00*10164.2/1.0)
= 0.002 + 0.111 = 0.112

Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.186 , 0.112) = 0.186

controle: 0.186 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie:
- kopgevelgootkolom (RHBK120*80*3.0 mm) voldoet qua sterkte/stabiliteit

c) Berekening van 1e-orde doorbuiging van de kopgevelgootkolom:
(halverwege funderingsvoet en aangrijpingspunt schoor; in rekentoestand)

$$\text{- Windstuwdruk + onderdruk: } \frac{5}{384} * \frac{2.343 * 4000^4}{1.24 * 2.1E5 * 233.0E4} = 12.85 \text{ mm}$$

(Voor de doorbuigingsreductiefactor 1.24; zie rapport BI-92-0063*)

Totaal: u1-gk = 12.85 mm
(analoog in gebruikstoestand: u1-gk'= 10.08 mm)

d) 2e-orde doorbuiging in gebruikstoestand:

De 2e-orde horizontale verplaatsing in gebruikstoestand kan worden benaderd met de volgende (conservatieve) formule:

$$\text{- u2-gk' } = \frac{\text{nygk'}}{\text{nygk'-1}} * \text{u1-gk'}$$

- Vergrotingsfactor: - nygk' = 301792 / |-205 | = 1474.
- nygk'/nygk'-1 = 1.00

Invullen van de bekende gegevens resulteert in een doorbuiging, groot:

- u2-gk' = 1.00 * 10.08 = 10.09 mm

e) Berekening van de toelaatbare doorbuiging van de kopgevelgootkolom:

Zonder belasting door gewasdraden geldt een limiet van 30.0 mm:
(conform artikel 11.2.4.1.)

- utoel-gk = h/150 < 30.0 mm
- 4000/150 = 26.67 mm, dus: utoel-gk = 26.67 mm

f) Controle van de toegestane doorbuiging van de kopgevelgootkolom:

- controle: 10.1 mm < 26.7 mm, dus: stijfheid voldoet.

g) Controle van de stijfheid van de kopgevelgootkolom, als steun voor de goot:

Ter voorkoming van ontoelaatbare doorbuiging van de goot in de eindvakken, wordt voor Breedkapkassen een momentvaste kopgevelkolom-goot-verbinding geeist, alsmede een kopgevelgootkolom met voldoende stijfheid. De factoren C1,C2 en C3 maken het mogelijk om rekening te houden met een verzwaarde eindgoot en/of een verkort eindveld (zie afleiding van de formules TNO-rapport BI-92-0063*).

$$\text{In formule: } EIygk > EIm * \frac{h}{v} * \frac{z}{r} * \frac{C3}{C2 / (C1-dt,v/de1g) - 1}$$

met :

- Doorbuiging eenzijdig ideaal eindveld : $de1g = \frac{2}{384} * \frac{Qmax * ve^4}{EIeg}$
- Minimale stijfheid van de middengoot : $EIm > 1.2 * \frac{Qmax * v^4}{384 * dt,v}$

waarin:

- Qmax = maatgevende (gestelde) belasting voor de dimensionering van de middengoot (e.g. dek + sneeuw + goot) ervan uitgaande dat de hoh-afstand van de dekgordingen maximaal 2 m is:
  (qdek+qsneeuw)*[(l-2*cos(alfa))*sin(alfa)²+2*cos(alfa)]+Qgoot
  Qmax = (32 + 0) * [(9.60 - 2*cos(27)) * sin(27)² + 2*cos(27)] + 34
  = 143 N/m

- dt,v = toelaatbare doorbuiging van de middengoot
  v/(650-100*nruit) < v/150 < 30.0 mm
  4000 / (650 - 100 * 4) = 16.00 mm, dus: dt,v = 16.00 mm

- dt,ve = toelaatbare doorbuiging van de eindgoot:
  ve/150 < 30.0 mm
  4000 / 150 = 26.67 mm, dus: dt,ve = 26.67 mm

$$\text{- EIm} = \frac{1.2}{384} * \frac{143E\text{-}3 * 4000^4}{16.00} = 7.1 \text{ E9 Nmm}^2$$

- r = reductiefactor eindvak-lengte = ve/v = 4000 / 4000 = 1.00

- z = verzwaring eindvak-stijfheid = EIeg/EIm = 179.8 E9 / 7.1 E9 = 25.2

$$\text{- de1g} = \frac{2}{384} * \frac{143E\text{-}3 * 4000^4}{179.8 \text{ E9}} = 1.06 \text{ mm}$$

$$\text{- C1} = \frac{4r+5W3z-2W3z/r^2}{(4+2W3z/r)r} = \frac{4*1.00 + 5W3*25.2 - 2W3*25.2/1.00^2}{(4 + 2W3*25.2/1.00) * 1.00} = 1.48$$

$$- C2 = \frac{2 + 2W3z/r}{(4 + 2W3z/r)r} * \frac{3r + (3r^2 - 1)W3z/r^2}{3 + 2W3z/r} =$$

$$= \frac{2 + 2W3*25.2/1.00}{(4 + 2W3*25.2/1.00)*1.00} * \frac{3*1.00 + (3*1.00^2 - 1)W3*25.2/1.00^2}{3 + 2W3*25.2/1.00} = 0.98$$

$$- C3 = \frac{4 + 2W3z/r}{3 + 2W3z/r} = \frac{4 + 2W3*25.2/1.00}{3 + 2W3*25.2/1.00} = 1.01$$

Met de verhouding tussen de "ideale" doorbuiging de1g en de toelaatbare doorbuiging dt,ve van de eindgoot is het toepassingsgebied van de formule voor het berekenen van de veerstijfheid van de kopgevelkolom te bepalen:

- voor dt,ve/de1g > C1 ; 26.67 / 1.06 = 25.22 > 1.48

  geldt: EIygk = 0 Nmm²

  De eindgoot heeft voldoende stijfheid van zichzelf. Er is dus geen stijfheidseis voor de kopgevelkolom nodig. Er is ook geen momentvaste verbinding met de kopgevelgootkolom nodig.

Conclusie:
- kopgevelgootkolom (RHBK120*80*3.0 mm) voldoet qua stijfheid als gootsteun.

Conclusie:
- kopgevelgootkolom (RHBK120*80*3.0 mm) voldoet qua stijfheid
  bij B.C.6 : b1) Dead load + Wind (Cpi negative, Cpe 1st bay up wind)

6.15.4 Controle van de kopgeveltussenkolom (RHBK120*80*3.0 mm) (S235 (EN10219)):

a) Berekening van de krachtsverdeling:

Oplegreacties:

- schoor (horizontaal):

$$\text{* Wind: } \frac{1}{8} * 2.343 * 5630 * \frac{5630^2 + 5630 * 4000 - 4000^2}{4000 * (5630 - 4000)} = 9665 \text{ N}$$

$$\text{- fundering: } Rf = -\frac{1}{2} * Qw * ltk + \frac{ltk\text{-}hgd}{ltk} * Fgd + \frac{ltk\text{-}hor}{ltk} * For + \frac{ltk\text{-}hbr}{ltk} * Fbr + \frac{Mwl}{h}$$

$= 6596 + 0 + 0 + 0 + 58 = 6654$ N

$$\text{* effect van schoor: } Rf = Rf - \frac{ltk\text{-}hs}{ltk} * Rh,tks = 6654 - 2784 = 3870 \text{ N}$$

analoog in gebruikstoestand: Rf' = 3050 N

- dek: Rd = Qw*ltk + Fgd + For + Fbr - Rf - Rh,tks
= 13193 + 0 + 0 + 0 - 3870 - 9614 = -292 N

Dwarskrachten (van de fundering (onder=o) naar het dek (boven=b)):

- fundering	: Qf = Rf	=	3870	=	3870	N
- gewasdraden:	Qogd = Qf - Qw*hgd	=	3870 -	9372 =	-5502	N
	Qbgd = Qogd - Fgd	=	-5502 -	0 =	-5502	N
- onderrand	: Qoor = Qbgd - Qw*(hor-hgd)	=	-5502 -	-1213 =	-4289	N
	Qbor = Qoor - For	=	-4289 -	0 =	-4289	N
- bovenrand	: Qobr = Qbor - Qw*(hbr-hor)	=	-4289 -	1026 =	-5315	N
	Qbbr = Qobr - Fbr	=	-5315 -	0 =	-5315	N
- schoor	: Qos = Qbbr - Qw*(hs-hbr)	=	-5315 -	187 =	-5502	N
	Qbs = Qos + Rh,tks	=	-5502 +	9614 =	4112	N
- dek	: Qd = Qbs - Qw*(ltk-hs)	=	4112 -	3820 =	292	N

Het maximale buigende moment treedt op t.p.v. het dwarskrachtennulpunt.
Uit bovenstaande dwarskrachten blijkt dat het dwarskrachtennulpunt in het veld is gelegen tussen de gewasdraden en de onderrand van de vakwerkligger op een afstand van 1.652 meter boven de voet.

Berekening van het maximale buigende moment in het veld:

- Windstuwdruk + onderdruk:	2343 * 1.65/2 * (5.63-1.65)	=	7699 Nm
- Effect van de schoor	:-9614 * (5.63-4.00) * 1.65/5.63	=	-4599 Nm
			---------- +
	Totaal:	Mv,tk =	3101 Nm

Berekening van het buigende moment ter plaatse van de schoor:

- Ms,tk = Rd * (ltk-hs) - 0.5 * Qw * (ltk-hs)² =
= -292 * (5.63 - 4.00) - 0.5 * 2343 * (5.63 - 4.00)² =
= -476 - 3114 = -3590 Nm

Berekening van het maximaal buigend moment in de kopgevel-tussenkolom:

- My,tk = max (| Mv,tk |; | Ms,tk |) = 3590 Nm

b) Controle op sterkte en stabiliteit van de kopgeveltussenkolom volgens EC3:
Hierbij komt de z-as overeen met de y-as (en y-as = x-as) bij NEN6770.

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} + \frac{|My.Ed|}{My.c.Rd} = \frac{|-209|}{300652} + \frac{|3590|}{10164} = 0.354$$

controle: 0.354 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Maximale spanning:

$$Sigma: \frac{|NEd|}{A} + \frac{|My.Ed|}{Wpl.y} = \frac{|-209|}{1148.5} + \frac{|3590|}{46.661} = 77.1 \ N/mm^2$$

UCspanning = Sigma/fy = 77.1 /235.0 = 0.328

controle: 0.328 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.95 (het profiel is geschoord).
M1 = 0.00 , M2 = 0.00 , Ms = 3590.28 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
Interactiefactoren volgens bijlage B:
Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
= 0.95 * (1.0 + (0.95 - 0.2)*(|-209 |/(0.572 *300652 /1.0)) = 0.95
Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
= 0.95 * (1.0 + 0.8*(|-209 |/(0.572 *300652 /1.0)) = 0.95
Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(0.95 , 0.95) = 0.95
Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.57

UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
= |-209 |/(0.572 *300652 /1.0)+0.95 *|3590.3 |/(1.00*10164.2/1.0)
= 0.001 + 0.336 = 0.337
UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
= |-209 |/(0.392 *300652 /1.0)+0.57 *|3590.3 |/(1.00*10164.2/1.0)
= 0.002 + 0.202 = 0.203

Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.337 , 0.203) = 0.337

controle: 0.337 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie:
- kopgeveltussenkolom (RHBK120*80*3.0 mm) voldoet qua sterkte/stabiliteit

c) Berekening van 1e-orde doorbuiging van de kopgeveltussenkolom:
(halverwege funderingsvoet en aangrijpingspunt schoor; in rekentoestand)

$$\text{- Windstuwdruk + onderdruk: } \frac{5}{384} * \frac{2.343 * 4000^4}{1.00 * 2.1E5 * 233.0E4} = 15.96 \text{ mm}$$

(Voor de doorbuigingsreductiefactor 1.00; zie rapport BI-92-0063*)

$$\text{- Effect van de schoor: } \frac{-3590278 * 4000^2}{16*2.1E5* 233E4} = -7.34 \text{ mm}$$

Totaal: u1-tk = 8.63 mm
(analoog in gebruikstoestand: u1-tk'= 6.75 mm)

d) 2e-orde doorbuiging in gebruikstoestand:

De 2e-orde horizontale verplaatsing in gebruikstoestand kan worden benaderd met de volgende (conservatieve) formule:

$$\text{- u2-tk'} = \frac{\text{nytk'}}{\text{nytk'-1}} * \text{u1-tk'}$$

- Vergrotingsfactor: - nytk' = 301792 / |-205 | = 1474.
- nytk'/nytk'-1 = 1.00

Invullen van de bekende gegevens resulteert in een doorbuiging, groot:

- u2-tk' = 1.00 * 6.75 = 6.76 mm

e) Berekening van de toelaatbare doorbuiging van de kopgeveltussenkolom:

Zonder belasting door gewasdraden geldt een limiet van 30.0 mm:
(conform artikel 11.2.4.1.)

- utoel-tk = rltk/150 < 30.0 mm
- 4000/150 = 26.67 mm, dus: utoel-tk = 26.67 mm

f) Controle van de toegestane doorbuiging van de kopgeveltussenkolom:

- controle: 6.8 mm < 26.7 mm, dus: stijfheid voldoet.

Conclusie:
- kopgeveltussenkolom (RHBK120*80*3.0 mm) voldoet qua stijfheid
bij B.C.6 : b1) Dead load + Wind (Cpi negative, Cpe 1st bay up wind)

6.15.5 Controle van de schoor van de tussenkolom (RHBK60*60*2.0 mm) (S235 (EN10219)):

a) Berekening van de normaalkracht:

Bij de berekening van de tussenkolom is de horizontale oplegreactie van de schoor uitgerekend. Door evenwichtsbeschouwingen kan de normaalkracht in de schoor van de tussenkolom bepaald worden (druk = -):

$$- N_{tks} = \frac{l_{tks}}{v_e} * -R_{h,tks} = \frac{4320}{4000} * -9614 = -10382 \text{ N}$$

b) Controle van de stabiliteit van de schoor van de tussenkolom volgens EC3:
Hierbij komt de z-as overeen met de y-as (en y-as = x-as) bij NEN6770.

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$UC_{sterkte} = \frac{|N_{Ed}|}{N_{c.Rd}} + \frac{|M_{x.Ed}|}{M_{x.c.Rd}} = \frac{|-10382|}{121861} + \frac{|0|}{2271} = 0.085$$

controle: 0.085 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Maximale spanning:

$$Sigma: \frac{|N_{Ed}|}{A} + \frac{|M_{x.Ed}|}{W_{pl.x}} = \frac{|-10382|}{460.6} + \frac{|0|}{9.993} = 22.5 \text{ N/mm}^2$$

$UC_{spanning} = Sigma/f_y = 22.5 / 235.0 = 0.096$

controle: 0.096 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
Cmx2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmx2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
Interactiefactoren volgens bijlage B:

$$K_{x.2} = C_{mx} * (1.0 + (\lambda_{darel.x} - 0.2)*(|N_{Ed}|/(\chi_{ix}*N_{Rk}/1.0)) = 0.90 * (1.0 + (1.95 - 0.2)*(|-10382|/(0.206 *121861 /1.0)) = 1.55$$

$$K_{x.3} = C_{mx} * (1.0 + 0.8*(|N_{Ed}|/(\chi_{ix}*N_{Rk}/1.0)) = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-10382|/(0.206 *121861 /1.0)) = 1.20$$

$K_{x.b} = \min(K_{x.2} , K_{x.3}) = \min(1.55 , 1.20) = 1.20$
$K_{y.b} = 0.6 * K_{x.b} = 0.72$

$$UC_{stab.1} = |N_{Ed}|/(\chi_{ix}*N_{Rk}/1.0)+K_{x.b}*|M_{x.Ed}|/(1.00*M_{x.Rk}/1.0) = |-10382|/(0.206 *121861 /1.0)+1.20 *|0.0|/(1.00*2270.8 /1.0) = 0.414 + 0.000 = 0.414$$

$$UC_{stab.2} = |N_{Ed}|/(\chi_{iy}*N_{Rk}/1.0)+K_{y.b}*|M_{x.Ed}|/(1.00*M_{x.Rk}/1.0) = |-10382|/(0.206 *121861 /1.0)+0.72 *|0.0|/(1.00*2270.8 /1.0) = 0.414 + 0.000 = 0.414$$

Maatgevend: $UC_{stab.b} = \max(UC_{stab.1},UC_{stab.2}) = \max(0.414 , 0.414) = 0.414$

controle: 0.414 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie:
- Schoor van de tussenkolom (RHBK60*60*2.0 mm) voldoet aan
bij B.C.6 : b1) Dead load + Wind (Cpi negative, Cpe 1st bay up wind)

6.15.6 Controle van de kopgevelgordingen:

a) Berekening van de krachtsverdeling:
- Windstuwdruk + onderdruk:
Er wordt uitgegaan van een gelijkmatig verdeelde lijnbelasting:
De windbelasting mag hier niet gereduceerd worden toegepast.
- $Q_{w,kgg} = kgghohmax * (0.7 - (-0.2)) * gamma * qwind(ongereduceerd) = 1.600 \text{ m} * (0.7 - (-0.2)) * 1.28 * 510 = 937 \text{ N/m}$

- Normaalkracht tgv scheefstand:	Nsg' = 35	N,	Nsg = 36	N
- Normaalkracht tgv gewasdraadboog:				
Trekkracht op de gevel per draad:	Tgd' = 0	N,	Tgd = 0	N
Normaalkracht in de draadboog:	Tdb' = 0	N,	Tdb = 0	N
Normaalkracht in de gording:	Ndb' = 0	N,	Ndb = 0	N
- Normaalkracht tgv regenleiding:	Nrg' = 0	N,	Nrg = 0	N
- Normaalkracht tgv belichting aan draad:	Nli' = 0	N,	Nli = 0	N

b) Controle van de sterkte van de kopgevelgordingen volgens EC3:

Gording 1 (RHBK80*50*2.0, S235 (EN10219))

Ned = -(Fxs * Nsg + Fgd * Ndb + Frg * Nrg + Fli * Nli)
Ned = -(0.000 * 36 + 0.256 * 0 + 0.190 * 0 + 0.190 * 0) = 0 N

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte (dubbele buiging bij rechthoekige kokerprofielen):
MN.y.Rd = My.Rd*(1 - (NEd/Nrd)²) = 2919 *(1 - (0 /131290)²) = 2919 Nm
MN.z.Rd = Mz.Rd*(1 - (NEd/Nrd)²) = 2254 *(1 - (0 /131290)²) = 2254 Nm
n = NEd/Nrd = 0 /131290 = 0.00
a = b = min(1.66*(1-1.13*n²), 6.0) = min(1.66*(1-1.13*0.00 ²), 6.0) = 1.66

$$UCsterkte = \left(\frac{|My.Ed|}{MN.y.Rd}\right)^{a} + \left(\frac{|Mz.Ed|}{MN.z.Rd}\right)^{b} = \left(\frac{|1462|}{2919}\right)^{1.66} + \left(\frac{|0|}{2254}\right)^{1.66} = 0.317$$

controle: 0.317 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Maximale spanning:

$$Sigma: \frac{|NEd|}{A} + \frac{|My.Ed|}{Wpl.y} + \frac{|Mz.Ed|}{Wpl.z} = \frac{|0|}{500.6} + \frac{|1462|}{13.438} + \frac{|0|}{9.710} = 108.8 \ N/mm^2$$

UCspanning = Sigma/fy = 108.8 /235.0 = 0.463

controle: 0.463 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
Ligger op drie scharnierende steunpunten, dus maximale moment bij het middensteunpunt.
Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.40 (het profiel is geschoord).
M1 = 1462.08 , M2 = 0.00 , Ms = -731.04 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
Interactiefactoren volgens bijlage B:
Kyy.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
= 0.40 * (1.0 + (1.14 - 0.2)*(|0 |/(0.462 *131290 /1.0)) = 0.40
Kyy.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
= 0.40 * (1.0 + 0.8*(|0 |/(0.462 *131290 /1.0)) = 0.40
Kyy.b = Min(Kyy.2, Kyy.3) = Min(0.40 , 0.40) = 0.40
Kzy.b = 0.6 * Kyy.b = 0.24

Kzz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
= 0.60 * (1.0 + (0.41 - 0.2)*(|0 |/(0.891 *131290 /1.0)) = 0.60
Kzz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
= 0.60 * (1.0 + 0.8*(|0 |/(0.891 *131290 /1.0)) = 0.60
Kzz.b = Min(Kzz.2, Kzz.3) = Min(0.60 , 0.60) = 0.60
Kyz.b = 0.6 * Kzz.b = 0.36

UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0) + Kyy.b*|My.Ed|/(ChiLT*My.Rk/1.0) + Kyz.b*|Mz.Ed|/(Mz.Rk/1.0)
= |0 |/(0.462 *131290 /1.0)
+ 0.40 *|1462.1 |/(1.00*2919.4 /1.0) + 0.36 *|0.0 |/(2253.6 /1.0)
= 0.000 + 0.200 + 0.000 = 0.200
UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0) + Kzy.b*|My.Ed|/(ChiLT*My.Rk/1.0) + Kzz.b*|Mz.Ed|/(Mz.Rk/1.0)
= |0 |/(0.891 *131290 /1.0)
+ 0.24 *|1462.1 |/(1.00*2919.4 /1.0) + 0.60 *|0.0 |/(2253.6 /1.0)
= 0.000 + 0.120 + 0.000 = 0.120

controle: 0.200 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

- Stijfheid:

$$delta.st = \frac{2}{384} * \frac{Q' * L^4}{E * Iy} = 5.23 \quad mm$$

delta.max = min(3200 /150, 30) = 21.33 mm

UCstfh = delta.st / delta.max = 5.23 / 21.33 = 0.25

controle: 0.25 < 1.00, dus de stijfheid voldoet.

Vergrotingsfactor in gebruikstoestand: nx1 = Ncr/(Ned'+0.00001) = 90116 /(Ned'+0.00001) = 9.01E+9

Totale verplaatsing is dan: delta.st2 = delta.st * nx1/(nx1 - 1) = 5.23 mm

UCstfh 2e orde = delta.st2 / delta.max = 5.23 / 21.33 = 0.25

controle: 0.25 < 1.00, dus de stijfheid 2e orde voldoet.

Gording 2 (RHBK80*50*2.0, S235 (EN10219))

Ned = -(Fxs * Nsg + Fgd * Ndb + Frg * Nrg + Fli * Nli)
Ned = -(0.000 * 36 + 0.744 * 0 + 0.810 * 0 + 0.810 * 0) = 0 N

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte (dubbele buiging bij rechthoekige kokerprofielen):
MN.y.Rd = My.Rd*(1 - (NEd/Nrd)²) = 2919 *(1 - (0 /131290)²) = 2919 Nm
MN.z.Rd = Mz.Rd*(1 - (NEd/Nrd)²) = 2254 *(1 - (0 /131290)²) = 2254 Nm
n = NEd/Nrd = 0 /131290 = 0.00
a = b = min(1.66*(1-1.13*n²), 6.0) = min(1.66*(1-1.13*0.00 ²), 6.0) = 1.66

	My.Ed		a		Mz.Ed		b		1264	1.66	0	1.66
UCsterkte = (	-------)	+ (	-------) =	(--------)	+	(-------)	= 0.249			
	MN.y.Rd		MN.z.Rd	2919		2254				

controle: 0.249 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Maximale spanning:

|NEd|	|My.Ed|	|Mz.Ed|	0		1264		0	
Sigma:	-----	+ -------	+ -------	= --------	+ ---------	+ ---------	= 94.1	N/mm²		
	A	Wpl.y	Wpl.z	500.6	13.438	9.710				

UCspanning = Sigma/fy = 94.1 /235.0 = 0.400

controle: 0.400 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
Ligger op drie scharnierende steunpunten, dus maximale moment bij het middensteunpunt.
Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.40 (het profiel is geschoord).
M1 = 1264.46 , M2 = 0.00 , Ms = -632.23 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
Interactiefactoren volgens bijlage B:
Kyy.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
= 0.40 * (1.0 + (1.14 - 0.2)*(|0 |/(0.462 *131290 /1.0)) = 0.40
Kyy.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
= 0.40 * (1.0 + 0.8*(|0 |/(0.462 *131290 /1.0)) = 0.40
Kyy.b = Min(Kyy.2, Kyy.3) = Min(0.40 , 0.40) = 0.40
Kzy.b = 0.6 * Kyy.b = 0.24

Kzz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
= 0.60 * (1.0 + (0.41 - 0.2)*(|0 |/(0.891 *131290 /1.0)) = 0.60
Kzz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
= 0.60 * (1.0 + 0.8*(|0 |/(0.891 *131290 /1.0)) = 0.60
Kzz.b = Min(Kzz.2, Kzz.3) = Min(0.60 , 0.60) = 0.60
Kyz.b = 0.6 * Kzz.b = 0.36

UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0) + Kyy.b*|My.Ed|/(ChiLT*My.Rk/1.0) + Kyz.b*|Mz.Ed|/(Mz.Rk/1.0)
= |0 |/(0.462 *131290 /1.0)
+ 0.40 *|1264.5 |/(1.00*2919.4 /1.0) + 0.36 *|0.0 |/(2253.6 /1.0)
= 0.000 + 0.173 + 0.000 = 0.173
UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0) + Kzy.b*|My.Ed|/(ChiLT*My.Rk/1.0) + Kzz.b*|Mz.Ed|/(Mz.Rk/1.0)
= |0 |/(0.891 *131290 /1.0)
+ 0.24 *|1264.5 |/(1.00*2919.4 /1.0) + 0.60 *|0.0 |/(2253.6 /1.0)
= 0.000 + 0.104 + 0.000 = 0.104

controle: 0.173 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

- Stijfheid:

$$delta.st = \frac{2}{384} * \frac{Q' * L^4}{E * Iy} = 4.53 \quad mm$$

delta.max = min(3200 /150, 30) = 21.33 mm

UCstfh = delta.st / delta.max = 4.53 / 21.33 = 0.21

controle: 0.21 < 1.00, dus de stijfheid voldoet.

Vergrotingsfactor in gebruikstoestand: nx1 = Ncr/(Ned'+0.00001) = 90116 /(Ned'+0.00001) = 9.01E+9

Totale verplaatsing is dan: delta.st2 = delta.st * nx1/(nx1 - 1) = 4.53 mm

UCstfh 2e orde = delta.st2 / delta.max = 4.53 / 21.33 = 0.21

controle: 0.21 < 1.00, dus de stijfheid 2e orde voldoet.

6.15.7 Controle van de poeren (in gebruikstoestand):

a) Berekening van de verticale belasting per poer:

- Verticale belasting per kolom (neerwaarts = +): Fsk'+ Fpsk'= 205 N
- Eigen gewicht van de gevelkolom (1.00 * 361) : Fegk' = 361 N
- Eigen gewicht van de tussenkolom (1.00 * 361) : Fegtk'= 361 N
- Eigen gewicht paal, poer en grond (1.00 * 6512) : Gfund = 6512 N
- Gewicht randfundering (1.00 * 3.200 * 350) : Grand = 1120 N
- Gewicht gevelomhulling(1.00 * 4.0 * 3.200 * 130): Ggevel= 1664 N

---------- +

- Vert. belasting per poer: Fvp = 10222 N

Aangezien de totale verticale belasting per poer positief is, is sprake van een neerwaartse belasting op de ondergrond.

b) Berekening van het maatgevend kantelmoment ten gevolge van de belastingen:

- Horizontaal: Mhp = Rf'* (fh + D + H)
  = 3755 * (0.300 + 0.150 + 0.830) = 4807 Nm
- Verticaal : Mvp = |Fvp| * 0.5 * B
  = |10222 | * 0.5 * 0.532 = 2718 Nm

---------- +

- Kantelmoment per poer: Mp = Mhp + Mvp Mp = 7525 Nm

Bij een opwaarts bezwijkmodel (OBM) geldt:
- Kantelmoment per poer: Mp = Mhp - Mvp Mp = 2089 Nm

c) Controle van de kantelstabiliteit (neerwaartse belasting):

- Momentenevenwicht bij een neerwaarts bezwijkmodel (NBM):
  - controle : 7525 Nm < 27914 Nm, dus: voldoet. (maatgevend)

- Momentenevenwicht bij een opwaarts bezwijkmodel (OBM):
  - controle : 2089 Nm < 3628 Nm, dus: voldoet.

- Verticaal evenwicht:
  - controle :| 10222 N |< 91096 N, dus: voldoet.

- Horizontaal evenwicht:
  - controle : 3755 N < 5962 N, dus: voldoet.

d) Controle van de zettingen:

- Berekening van de momentane (lees: permanente) belastingen:

  - Eigen gewicht dek = 32 N/m²
  - Neerwaartse belasting per kolom = 32 * 3.20 * 4.00/2 = 205 N
  - E.g. leidingen (incl. inhoud) = 0.00 * 250 * 3.20 = 0 N
  ---------- +
  Totaal Fsvd1 = 205 N

  - Verticale belasting per kolom (neerwaarts = +) : Fsvd1 = 205 N
  - Eigen gewicht paal, poer en grond : Gfund = 6512 N
  - Eigen gewicht randfundering = 3.200 * 350 : Grand = 1120 N
  ---------- +
  - Vert. belasting per : Fsvd = 7837 N

- Berekening van de effectieve spanningsverhoging onder de poer:

  De resulterende verticale effectieve spanning onder de poer
  t.g.v. de momentane belastingen, bedraagt:

$$Svd0 = \frac{Fsvd}{Apoer} = \frac{7837}{pi/4 * 600^2} = 0.028 \ N/mm^2$$

  De oorspronkelijke verticale effectieve spanning is/was:

$$Svod0 = sg * (Dpoer + hpoer) = 0.0000180 * (150 + 830) = 0.018 \ N/mm^2$$

  De effectieve spanningsverhoging onder de poer, uitgaande van een
  volledig gedraineerde toestand, volgt uit:

$$dSvd0 = Svd0 - Svod0 = 0.028 - 0.018 = 0.010 \ N/mm^2$$

- Berekening van de effectieve zettingsdiepte (NEN 6744 art. 6.1):

  Bij het bepalen van de zakking moeten die grondlagen in beschouwing
  zijn genomen, waarbij de toename van de verticale effectieve spanning
  groter is dan 20% van de oorspronkelijke verticale effectieve
  spanning.
  In formule: $dSvd(z) > 0.20 * Svod(z)$
  waarin:

$$dSvd(z) = dSvd0 * \left[1 - \frac{1}{\left(\frac{0.5 * dpoer}{z} \right)^{1.5}} \right]$$

  Afname van de toename van de verticale effectieve spanning onder de fundatie-poer als functie van de diepte z

Svod(z) = sg * (z + Dpoer + hpoer) Idem, voor de oorspronkelijke verticale effectieve spanning.

De effectieve zettingsdiepte is de totale hoogte/diepte van de grondlagen onder de poer, dat volgens bovenstaande definitie in beschouwing moet zijn genomen bij de berekening van de zettingen.

De effectieve zettingsdiepte wordt door middel van een iteratieve nulpuntsbepaling bepaald waarbij moet gelden:

dSvd(zeff) = 0.20 * Svod(zeff) geeft: zeff = 0.208 m

- Bepaling van de resulterende effectieve zetting (NEN 6744 hfdst.6):

De resulterende effectieve zetting kan uiteindelijk worden bepaald door integratie van de samendrukking van de grond onder de poer tot aan de effectieve zettingsdiepte m.b.v. de formule van Terzaghi.

- Berekening van de primaire zetting (art. 6.2):

$$weff1 = \frac{Cceff}{1 + eporie} * \int_0^{zeff} ln\left(\frac{Svod(z) + dSvd(z)}{Svod(z)}\right) dz =$$

$$= \frac{0.006}{1 + 0.6} * \int_0^{0.208} ln\left(\frac{Svod(z) + dSvd(z)}{Svod(z)}\right) dz = 0.000 \text{ m}$$

- Berekening van de secundaire zetting over 15 jaar (art. 6.3):

$$weff2 = Cinfe * zeff * log\left(\frac{15*365}{1}\right) = 0.000 * 0.208 * 3.738 = 0.000 \text{ m}$$

- Totaal (art. 6.1): weff = weff1 + weff2 = 0.000 + 0.000 = 0.000 m

Controle van de resulterende effectieve zetting:

Volgens NEN 6740 art. 5.2.2.1 mag de zetting niet groter zijn dan 0.15 m. In diverse gemeenten wordt ook (nog) wel gewerkt met een toelaatbare zetting van 0.10 meter. Mede daarom en omdat uitgegaan is van een gedraineerde toestand, wordt in CASTA/Kassenbouw ook gerekend met een toelaatbare zetting van 0.10 m. Er wordt als het ware een veiligheidsfactor 1.5 op NEN 6740 art. 5.2.2.1 gelegd, met name voor een niet-volledig gedraineerde toestand van de grond.

wtoel = 0.100 m

Controle zetting: 0.000 m < 0.100 m, dus: voldoet.

Conclusie:
- Poeren BPRD600*830 mm voldoen
  bij B.C.6: b1) Dead load + Wind (Cpi negative, Cpe 1st bay up wind)

6.15.8 Controle van de ZEUS 120x120x1000ZW (R10+M10)

a) Bepaling van de belastingen per paal in rekentoestand:
   - Verticale belasting per kolom (neerwaarts = +) : Fvk = 209 N
   - Eigen gewicht van de gevelkolom (1.02 * 361) : Fegk = 368 N
   - Gewicht gevelomhulling(1.02 * 4.0 * 3.200 * 130): Ggevel= 1699 N
   ---------- +
   - Verticale belasting per paal: Nd = 2277 N
     Inclusief gewicht kolom en gevel:
     NEd = Fsk + Fpsk + g.eg*Fegk' + Ggevel = 209 + 1.02*361 + 1664 = 2645 N

   - Maatgevend moment in de paal, ter plaatse van de poeraansluiting:
     Md = Rf * (fh + Dpoer) = 4768 * (0.300 + 0.150) = 2146 Nm
   - Belasting op het anker (ideële belasting):
     De fundatiepaal is neerwaarts gesteund, dus het anker wordt in dit geval niet belast.

b) Doorsnedecontrole van de paal met behulp van het Mu-Nu diagram:

   Bij het invullen van de gegeven normaalkracht NEd = 2645 N in het Mu-Nu
   diagram wordt de momentencapaciteit Mcap verkregen door rechtlijnige
   interpolatie tussen de punten waar NEd ligt. Mcap = 5164 Nm

d) Controle van de betonpaalcapaciteit:

  - Moment: Md = 2146 Nm < Mcap = 5164 Nm, dus: voldoet.
  - Dwarskracht: Fhk = 4768 N < Vp = 9504 N, dus: voldoet.
  - Anker: Niet ter zake.
  - Uittrekkracht: Niet ter zake.

Conclusie:
- Palen ZEUS 120x120x1000ZW (R10+M10) voldoen
  bij B.C.6 : b1) Dead load + Wind (Cpi negative, Cpe 1st bay up wind)

Voor de controle van de prefab-afsluitplaten en de prefab-betonpalen wordt
verwezen naar de (toetsingsrapporten van de) leverancier.

6.16 B.C.7: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, wind zone G)

6.16.1 Berekening van de belastingen per kopgevelkolom:

a) Berekening van de verticale belasting per kopgevelkolom (neerwaarts = +):
   In gebruikstoestand:
   - Eigen gewicht dek (1.00 * 32)=   32 N/m²
   - Neerwaartse belasting per kolom = 32   * 3.20 * 4.00/2 =   205 N
   - E.g. leidingen (incl. inhoud) = 0.00 * 250   * 3.20   =   0 N
                                                  ---------- +
                                                  Totaal =   205 N
   - Windbelasting = 3.20 *4.00/2*(-1.13-(+0.2))*(1.00*510) = -4350 N
                                                    -------- +
                                                Fvk' = -4146 N
   In rekentoestand:
   - Eigen gewicht dek (1.00 * 32)=   32 N/m²
   - Neerwaartse belasting per kolom = 32   * 3.20 * 4.00/2 =   205 N
   - E.g. leidingen (incl. inhoud) = 0.00 * 250   * 3.20   =   0 N
                                                  ---------- +
                                                  Totaal =   205 N
   - Windbelasting = 3.20 *4.00/2*(-1.13-(+0.2))*(1.28*510) = -5547 N
                                                    -------- +
                                                  Fvk = -5342 N

   - Windvormfactoren op het dak bij wind op de kopgevel, positie kopgevelkolom:
     cpe(x) = -0,2 - 1,2*e^(-1,5 x/h) .... NEN13031, tabel B1
     Positie x = 0   : cpe.k1 = -0.2-1.2*e^(-1.5*0/5.059)   = -1.400
     Positie x = 0.5*vak_e : cpe.k2 = -0.2-1.2*e^(-1.5*0.5*4.000 /5.059) = -0.863
     Gemiddeld kopgevelkolom: cpe,kg = (-1.400 + -0.863)/2 = -1.132

b) Berekening van de horizontale belastingen:

- Windstuwdruk + onderdruk:
  Aangezien de gordingen als doorgaande liggers over drie steunpunten
  te benaderen zijn, wordt gerekend met een oplegfactor van 1.25
  - Er wordt uitgegaan van een gelijkmatig verdeelde lijnlast per kolom:
    - Qw,kgk = oplegfactor * hohkgk * (0.7 - (+0.2)) * gamma * qwind
             = 1.25 * 3.200 m * (0.7 - (+0.2)) * 1.28 * 510 = 1301.7 N/m

- Er is bij deze belastingcombinatie geen gewasbelasting.
  - Fgd,kgk = 0 N

- Er is geen rekening gehouden met schermdraden aan de kopgevels.
  - Fsd,kgk = 0 N

- Er is geen rekening gehouden met regenleidingdraden aan de kopgevels.
  - Frl,kgk = 0 N

- Er is geen rekening gehouden met belichtingsdraden aan de kopgevels.
  - Fab,kgk = 0 N

- Totale belasting ter hoogte van de onderrand van de vakwerkligger:
  - For,kgk = For + Fhv,kgk + Frl,kgk + Fab,kgk =
           = 0   N + 0   N + 0   N + 0   N = 0   N

- Totale belasting ter hoogte van de bovenrand van de vakwerkligger:
  - Fbr,kgk = Fbr = 0   N ("Laag" scherm).
  - Aangrijpingspunt: hbr = 3.920 meter boven de voet

c) Berekening van het uitwendig moment t.g.v. de leidingen + inhoud:
- Mwl,kgk = gamma * Qkgwl' * kgcons * hohkgk =
          = 1.00 * 250   * 0.400 m * 3.200 m = 320   Nm
- Aangrijpingspunt: hcons = 3.520 meter boven de voet

6.16.2 Berekening van de krachtsverdeling van de kopgevelgootkolom:

Oplegreacties:

- fundering: $Rf = -\frac{1}{2}Qw*h + \frac{h\text{-}hgd}{h}Fgd + \frac{h\text{-}hor}{h}For + \frac{h\text{-}hbr}{h}Fbr + \frac{Mwl}{h}$
  $= 2603 + 0 + 0 + 0 + 80 = 2683$ N

  analoog in gebruikstoestand:

  $Rf' = 2042 + 0 + 0 + 0 + 80 = 2122$ N

- goot: $Rg = Qw*h + Fgd + For + Fbr - Rf$
  $= 5207 + 0 + 0 + 0 - 2683 = 2523$ N

6.16.3 Controle van de kopgevelgootkolom (RHBK120*80*3.0 mm) (S235 (EN10219)):

a) Berekening van de krachtsverdeling:

Dwarskrachten (van de fundering (onder=o) naar de goot (boven=b)):

- fundering	: Qf = Rf	=	2683	=	2683	N
- gewasdraden:	Qogd = Qf - Qw*hgd	=	2683 -	5207 =	-2523	N
	Qbgd = Qogd - Fgd	=	-2523 -	0 =	-2523	N
- onderrand	: Qoor = Qbgd - Qw*(hor-hgd)	=	-2523 -	-674 =	-1850	N
	Qbor = Qoor - For	=	-1850 -	0 =	-1850	N
- bovenrand	: Qobr = Qbor - Qw*(hbr-hor)	=	-1850 -	570 =	-2419	N
	Qbbr = Qobr - Fbr	=	-2419 -	0 =	-2419	N
- goot	: Qg = Qbbr - Qw*(h-hbr)	=	-2419 -	104 =	-2523	N

Het maximale buigende moment treedt op t.p.v. het dwarskrachtennulpunt.
Uit bovenstaande dwarskrachten blijkt dat het dwarskrachtennulpunt is
gelegen tussen de gewasdraden en de onderrand van de vakwerkligger
op een afstand van 2.061 meter boven de voet.

Berekening van het maximale buigende moment in het veld:

- Windstuwdruk + onderdruk: 1302 * 2.06/2 * (4.00-2.06)	=	2601	Nm
		----------	+
Totaal: Mmax,gk	=	2601	Nm

b) Controle op sterkte en stabiliteit van de kopgevelgootkolom volgens EC3:
Hierbij komt de z-as overeen met de y-as (en y-as = x-as) bij NEN6770.

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} + \frac{|My.Ed|}{My.c.Rd} = \frac{|5342|}{300652} + \frac{|2601|}{10164} = 0.274$$

controle: 0.274 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Maximale spanning:

$$Sigma: \frac{|NEd|}{A} + \frac{|My.Ed|}{Wpl.y} = \frac{|5342|}{1148.5} + \frac{|2601|}{46.661} = 60.4 \ N/mm^2$$

UCspanning = Sigma/fy = 60.4 /235.0 = 0.257

controle: 0.257 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
Profiel alleen op trek belast, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie:
- kopgevelgootkolom (RHBK120*80*3.0 mm) voldoet qua sterkte/stabiliteit

c) Berekening van 1e-orde doorbuiging van de kopgevelgootkolom:
(halverwege funderingsvoet en aangrijpingspunt schoor; in rekentoestand)

$$\text{- Windstuwdruk + onderdruk: } \frac{5}{384} * \frac{1.302 * 4000^4}{1.24 * 2.1E5 * 233.0E4} = 7.14 \text{ mm}$$

(Voor de doorbuigingsreductiefactor 1.24; zie rapport BI-92-0063*)

---------- +

Totaal: u1-gk = 7.14 mm

(analoog in gebruikstoestand: u1-gk'= 5.60 mm)

d) 2e-orde doorbuiging in gebruikstoestand:

Aangezien de gootkolommen, vanwege de grote windzuiging, op trek worden belast, is de vergrotingsfactor gelijk aan 1.0.
Dus de 2e-orde horizontale verplaatsing in gebruikstoestand kan worden benaderd met de volgende (conservatieve) formule:

- u2-gk' = u1-gk'= 5.60 mm

e) Berekening van de toelaatbare doorbuiging van de kopgevelgootkolom:

Zonder belasting door gewasdraden geldt een limiet van 30.0 mm:
(conform artikel 11.2.4.1.)

- utoel-gk = h/150 < 30.0 mm
- 4000/150 = 26.67 mm, dus: utoel-gk = 26.67 mm

f) Controle van de toegestane doorbuiging van de kopgevelgootkolom:

- controle: 5.6 mm < 26.7 mm, dus: stijfheid voldoet.

g) Controle van de stijfheid van de kopgevelgootkolom, als steun voor de goot:

Ter voorkoming van ontoelaatbare doorbuiging van de goot in de eindvakken, wordt voor Breedkapkassen een momentvaste kopgevelkolom-goot-verbinding geeist, alsmede een kopgevelgootkolom met voldoende stijfheid. De factoren C1,C2 en C3 maken het mogelijk om rekening te houden met een verzwaarde eindgoot en/of een verkort eindveld (zie afleiding van de formules TNO-rapport BI-92-0063*).

$$\text{In formule: } EIygk > EIm * \frac{h}{v} * \frac{z}{r} * \frac{C3}{C2 / (C1-dt,v/de1g) - 1}$$

met :

- Doorbuiging eenzijdig ideaal eindveld : $de1g = \frac{2}{384} * \frac{Qmax * ve^4}{EIeg}$

- Minimale stijfheid van de middengoot : $EIm > 1.2 * \frac{Qmax * v^4}{384 * dt,v}$

waarin:

- Qmax = maatgevende (gestelde) belasting voor de dimensionering van de middengoot (e.g. dek + sneeuw + goot) ervan uitgaande dat de hoh-afstand van de dekgordingen maximaal 2 m is:
  (qdek+qsneeuw)*[(l-2*cos(alfa))*sin(alfa)²+2*cos(alfa)]+Qgoot
  Qmax = (32 + 0) * [(9.60 - 2*cos(27)) * sin(27)² + 2*cos(27)] + 34
  = 143 N/m

- dt,v = toelaatbare doorbuiging van de middengoot
  v/(650-100*nruit) < v/150 < 30.0 mm
  4000 / (650 - 100 * 4) = 16.00 mm, dus: dt,v = 16.00 mm

- dt,ve = toelaatbare doorbuiging van de eindgoot:
  ve/150 < 30.0 mm
  4000 / 150 = 26.67 mm, dus: dt,ve = 26.67 mm

- $EIm = \frac{1.2}{384} * \frac{143E\text{-}3 * 4000^4}{16.00} = 7.1 \text{ E9 Nmm}^2$

- r = reductiefactor eindvak-lengte = ve/v = 4000 / 4000 = 1.00

- z = verzwaring eindvak-stijfheid = EIeg/EIm = 179.8 E9 / 7.1 E9 = 25.2

- $de1g = \frac{2}{384} * \frac{143E\text{-}3 * 4000^4}{179.8 \text{ E9}} = 1.06$ mm

- $C1 = \frac{4r+5W3z-2W3z/r^2}{(4+2W3z/r)r} = \frac{4*1.00 + 5W3*25.2 - 2W3*25.2/1.00^2}{(4 + 2W3*25.2/1.00) * 1.00} = 1.48$

$$- C2 = \frac{2 + 2W3z/r}{(4 + 2W3z/r)r} * \frac{3r + (3r^2 - 1)W3z/r^2}{3 + 2W3z/r} =$$

$$= \frac{2 + 2W3*25.2/1.00}{(4 + 2W3*25.2/1.00)*1.00} * \frac{3*1.00 + (3*1.00^2 - 1)W3*25.2/1.00^2}{3 + 2W3*25.2/1.00} = 0.98$$

$$- C3 = \frac{4 + 2W3z/r}{3 + 2W3z/r} = \frac{4 + 2W3*25.2/1.00}{3 + 2W3*25.2/1.00} = 1.01$$

Met de verhouding tussen de "ideale" doorbuiging de1g en de toelaatbare doorbuiging dt,ve van de eindgoot is het toepassingsgebied van de formule voor het berekenen van de veerstijfheid van de kopgevelkolom te bepalen:

- voor dt,ve/de1g > C1 ; 26.67 / 1.06 = 25.22 > 1.48

  geldt: EIygk = 0 Nmm²

  De eindgoot heeft voldoende stijfheid van zichzelf. Er is dus geen stijfheidseis voor de kopgevelkolom nodig. Er is ook geen momentvaste verbinding met de kopgevelgootkolom nodig.

Conclusie:
- kopgevelgootkolom (RHBK120*80*3.0 mm) voldoet qua stijfheid als gootsteun.

Conclusie:
- kopgevelgootkolom (RHBK120*80*3.0 mm) voldoet qua stijfheid bij B.C.7 : b1) Dead load + Wind (Cpi positive, wind zone G)

6.16.4 Controle van de kopgeveltussenkolom (RHBK120*80*3.0 mm) (S235 (EN10219)):

a) Berekening van de krachtsverdeling:

Oplegreacties:

- schoor (horizontaal):

$$\text{* Wind: } \frac{1}{8} * 1.302 * 5630 * \frac{5630^2 + 5630 * 4000 - 4000^2}{4000 * (5630 - 4000)} = 5369 \text{ N}$$

$$\text{- fundering: } Rf = -\frac{1}{2} * Qw * ltk + \frac{1}{ltk} * Fgd + \frac{1}{ltk} * For + \frac{1}{ltk} * Fbr + \frac{Mwl}{h}$$

$$= 3665 + 0 + 0 + 0 + 57 = 3721 \text{ N}$$

$$\text{* effect van schoor: } Rf = Rf - \frac{ltk\text{-}hs}{ltk} * Rh,tks = 3721 - 1540 = 2181 \text{ N}$$

analoog in gebruikstoestand: Rf' = 1726 N

- dek: Rd = Qw*ltk + Fgd + For + Fbr - Rf - Rh,tks
= 7329 + 0 + 0 + 0 - 2181 - 5320 = -171 N

Dwarskrachten (van de fundering (onder=o) naar het dek (boven=b)):

- fundering	: Qf = Rf	=	2181	=	2181	N
- gewasdraden:	Qogd = Qf - Qw*hgd	=	2181 -	5207 =	-3026	N
	Qbgd = Qogd - Fgd	=	-3026 -	0 =	-3026	N
- onderrand	: Qoor = Qbgd - Qw*(hor-hgd)	=	-3026 -	-674 =	-2352	N
	Qbor = Qoor - For	=	-2352 -	0 =	-2352	N
- bovenrand	: Qobr = Qbor - Qw*(hbr-hor)	=	-2352 -	570 =	-2922	N
	Qbbr = Qobr - Fbr	=	-2922 -	0 =	-2922	N
- schoor	: Qos = Qbbr - Qw*(hs-hbr)	=	-2922 -	104 =	-3026	N
	Qbs = Qos + Rh,tks	=	-3026 +	5320 =	2294	N
- dek	: Qd = Qbs - Qw*(ltk-hs)	=	2294 -	2122 =	171	N

Het maximale buigende moment treedt op t.p.v. het dwarskrachtennulpunt.
Uit bovenstaande dwarskrachten blijkt dat het dwarskrachtennulpunt in het veld is gelegen tussen de gewasdraden en de onderrand van de vakwerkligger op een afstand van 1.675 meter boven de voet.

Berekening van het maximale buigende moment in het veld:

- Windstuwdruk + onderdruk: 1302 * 1.68/2 * (5.63-1.68)	=	4313	Nm
- Effect van de schoor :-5320 * (5.63-4.00) * 1.68/5.63	=	-2581	Nm
		----------	+
Totaal: Mv,tk	=	1732	Nm

Berekening van het buigende moment ter plaatse van de schoor:

- Ms,tk = Rd * (ltk-hs) - 0.5 * Qw * (ltk-hs)² =
  = -171 * (5.63 - 4.00) - 0.5 * 1302 * (5.63 - 4.00)² =
  = -279 - 1730 = -2010 Nm

Berekening van het maximaal buigend moment in de kopgevel-tussenkolom:

- My,tk = max (| Mv,tk |; | Ms,tk |) = 2010 Nm

b) Controle op sterkte en stabiliteit van de kopgeveltussenkolom volgens EC3:
Hierbij komt de z-as overeen met de y-as (en y-as = x-as) bij NEN6770.

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} + \frac{|My.Ed|}{My.c.Rd} = \frac{|5342|}{300652} + \frac{|2010|}{10164} = 0.215$$

controle: 0.215 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Maximale spanning:

$$Sigma: \frac{|NEd|}{A} + \frac{|My.Ed|}{Wpl.y} = \frac{|5342|}{1148.5} + \frac{|2010|}{46.661} = 47.7 \ N/mm^2$$

UCspanning = Sigma/fy = 47.7 /235.0 = 0.203

controle: 0.203 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
Profiel alleen op trek belast, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie:
- kopgeveltussenkolom (RHBK120*80*3.0 mm) voldoet qua sterkte/stabiliteit

c) Berekening van 1e-orde doorbuiging van de kopgeveltussenkolom:
(halverwege funderingsvoet en aangrijpingspunt schoor; in rekentoestand)

$$\text{- Windstuwdruk + onderdruk: } \frac{5}{384} * \frac{1.302 * 4000^4}{1.00 * 2.1E5 * 233.0E4} = 8.87 \text{ mm}$$

(Voor de doorbuigingsreductiefactor 1.00; zie rapport BI-92-0063*)

$$\text{- Effect van de schoor: } \frac{-2009709 * 4000^2}{16*2.1E5* 233E4} = -4.11 \text{ mm}$$

Totaal: u1-tk = 4.76 mm
(analoog in gebruikstoestand: u1-tk'= 3.72 mm)

d) 2e-orde doorbuiging in gebruikstoestand:

Aangezien de tussenkolommen, vanwege de grote windzuiging, op trek worden belast, is de vergrotingsfactor gelijk aan 1.0.
Dus de 2e-orde horizontale verplaatsing in gebruikstoestand kan worden benaderd met de volgende (conservatieve) formule:

- u2-tk' = u1-tk'= 3.72 mm

e) Berekening van de toelaatbare doorbuiging van de kopgeveltussenkolom:

Zonder belasting door gewasdraden geldt een limiet van 30.0 mm:
(conform artikel 11.2.4.1.)

- utoel-tk = rltk/150 < 30.0 mm
- 4000/150 = 26.67 mm, dus: utoel-tk = 26.67 mm

f) Controle van de toegestane doorbuiging van de kopgeveltussenkolom:

- controle: 3.7 mm < 26.7 mm, dus: stijfheid voldoet.

Conclusie:
- kopgeveltussenkolom (RHBK120*80*3.0 mm) voldoet qua stijfheid
  bij B.C.7 : b1) Dead load + Wind (Cpi positive, wind zone G)

6.16.5 Controle van de schoor van de tussenkolom (RHBK60*60*2.0 mm) (S235 (EN10219)):

a) Berekening van de normaalkracht:

Bij de berekening van de tussenkolom is de horizontale oplegreactie van de schoor uitgerekend. Door evenwichtsbeschouwingen kan de normaalkracht in de schoor van de tussenkolom bepaald worden (druk = -):

$$- Ntks = \frac{ltks}{ve} * -Rh,tks = \frac{4320}{4000} * -5320 = -5745 \quad N$$

b) Controle van de stabiliteit van de schoor van de tussenkolom volgens EC3:
Hierbij komt de z-as overeen met de y-as (en y-as = x-as) bij NEN6770.

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} + \frac{|Mx.Ed|}{Mx.c.Rd} = \frac{|-5745|}{121861} + \frac{|0|}{2271} = 0.047$$

controle: 0.047 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Maximale spanning:

$$Sigma: \frac{|NEd|}{A} + \frac{|Mx.Ed|}{Wpl.x} = \frac{|-5745|}{460.6} + \frac{|0|}{9.993} = 12.5 \quad N/mm^2$$

UCspanning = Sigma/fy = 12.5 /235.0 = 0.053

controle: 0.053 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
Cmx2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmx2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
Interactiefactoren volgens bijlage B:
Kx.2 = Cmx * (1.0 + (lambdarel.x - 0.2)*(|NEd|/(Chix*NRk/1.0))
= 0.90 * (1.0 + (1.95 - 0.2)*(|-5745 |/(0.206 *121861 /1.0)) = 1.26
Kx.3 = Cmx * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chix*NRk/1.0))
= 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-5745 |/(0.206 *121861 /1.0)) = 1.06
Kx.b = Min(Kx.2 , Kx.3) = Min(1.26 , 1.06) = 1.06
Ky.b = 0.6 * Kx.b = 0.64

UCstab.1 = |NEd|/(Chix*NRk/1.0)+Kx.b*|Mx.Ed|/(1.00*Mx.Rk/1.0)
= |-5745 |/(0.206 *121861 /1.0)+1.06 *|0.0 |/(1.00*2270.8 /1.0)
= 0.229 + 0.000 = 0.229
UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mx.Ed|/(1.00*Mx.Rk/1.0)
= |-5745 |/(0.206 *121861 /1.0)+0.64 *|0.0 |/(1.00*2270.8 /1.0)
= 0.229 + 0.000 = 0.229

Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.229 , 0.229) = 0.229

controle: 0.229 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie:
- Schoor van de tussenkolom (RHBK60*60*2.0 mm) voldoet aan
bij B.C.7 : b1) Dead load + Wind (Cpi positive, wind zone G)

6.16.6 Controle van de kopgevelgordingen:

a) Berekening van de krachtsverdeling:
- Windstuwdruk + onderdruk:
Er wordt uitgegaan van een gelijkmatig verdeelde lijnbelasting:
De windbelasting mag hier niet gereduceerd worden toegepast.
- Qw,kgg = kgghohmax * (0.7 - (+0.2)) * gamma * qwind(ongereduceerd)
= 1.600 m * (0.7 - (+0.2)) * 1.28 * 510 = 521 N/m

- Normaalkracht tgv scheefstand: Nsg' = 205 N, Nsg = 271 N
- Normaalkracht tgv gewasdraadboog:
Trekkracht op de gevel per draad: Tgd' = 0 N, Tgd = 0 N
Normaalkracht in de draadboog: Tdb' = 0 N, Tdb = 0 N
Normaalkracht in de gording: Ndb' = 0 N, Ndb = 0 N
- Normaalkracht tgv regenleiding: Nrg' = 0 N, Nrg = 0 N
- Normaalkracht tgv belichting aan draad: Nli' = 0 N, Nli = 0 N

b) Controle van de sterkte van de kopgevelgordingen volgens EC3:

Gording 1 (RHBK80*50*2.0, S235 (EN10219))

Ned = -(Fxs * Nsg + Fgd * Ndb + Frg * Nrg + Fli * Nli)
Ned = -(0.000 * 271 + 0.256 * 0 + 0.190 * 0 + 0.190 * 0) = 0 N

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte (dubbele buiging bij rechthoekige kokerprofielen):
MN.y.Rd = My.Rd*(1 - (NEd/Nrd)²) = 2919 *(1 - (0 /131290)²) = 2919 Nm
MN.z.Rd = Mz.Rd*(1 - (NEd/Nrd)²) = 2254 *(1 - (0 /131290)²) = 2254 Nm
n = NEd/Nrd = 0 /131290 = 0.00
a = b = min(1.66*(1-1.13*n²), 6.0) = min(1.66*(1-1.13*0.00 ²), 6.0) = 1.66

$$UCsterkte = \left(\frac{|My.Ed|}{MN.y.Rd}\right)^{a} + \left(\frac{|Mz.Ed|}{MN.z.Rd}\right)^{b} = \left(\frac{|0|}{2919}\right)^{1.66} + \left(\frac{|0|}{2254}\right)^{1.66} = 0.120$$

controle: 0.120 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Maximale spanning:

$$Sigma: \frac{|NEd|}{A} + \frac{|My.Ed|}{Wpl.y} + \frac{|Mz.Ed|}{Wpl.z} = \frac{|0|}{500.6} + \frac{|812|}{13.438} + \frac{|0|}{9.710} = 60.4 \ N/mm^2$$

UCspanning = Sigma/fy = 60.4 /235.0 = 0.257

controle: 0.257 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
Ligger op drie scharnierende steunpunten, dus maximale moment bij het middensteunpunt.
Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.40 (het profiel is geschoord).
M1 = 812.27 , M2 = 0.00 , Ms = -406.13 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
Interactiefactoren volgens bijlage B:
Kyy.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
= 0.40 * (1.0 + (1.14 - 0.2)*(|0 |/(0.462 *131290 /1.0)) = 0.40
Kyy.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
= 0.40 * (1.0 + 0.8*(|0 |/(0.462 *131290 /1.0)) = 0.40
Kyy.b = Min(Kyy.2, Kyy.3) = Min(0.40 , 0.40) = 0.40
Kzy.b = 0.6 * Kyy.b = 0.24

Kzz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
= 0.60 * (1.0 + (0.41 - 0.2)*(|0 |/(0.891 *131290 /1.0)) = 0.60
Kzz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
= 0.60 * (1.0 + 0.8*(|0 |/(0.891 *131290 /1.0)) = 0.60
Kzz.b = Min(Kzz.2, Kzz.3) = Min(0.60 , 0.60) = 0.60
Kyz.b = 0.6 * Kzz.b = 0.36

UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0) + Kyy.b*|My.Ed|/(ChiLT*My.Rk/1.0) + Kyz.b*|Mz.Ed|/(Mz.Rk/1.0)
= |0 |/(0.462 *131290 /1.0)
+ 0.40 *|812.3 |/(1.00*2919.4 /1.0) + 0.36 *|0.0 |/(2253.6 /1.0)
= 0.000 + 0.111 + 0.000 = 0.111
UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0) + Kzy.b*|My.Ed|/(ChiLT*My.Rk/1.0) + Kzz.b*|Mz.Ed|/(Mz.Rk/1.0)
= |0 |/(0.891 *131290 /1.0)
+ 0.24 *|812.3 |/(1.00*2919.4 /1.0) + 0.60 *|0.0 |/(2253.6 /1.0)
= 0.000 + 0.067 + 0.000 = 0.067

controle: 0.111 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

- Stijfheid:

$$delta.st = \frac{2}{384} * \frac{Q' * L^4}{E * Iy} = 2.91 \text{ mm}$$

delta.max = min(3200 /150, 30) = 21.33 mm

UCstfh = delta.st / delta.max = 2.91 / 21.33 = 0.14

controle: 0.14 < 1.00, dus de stijfheid voldoet.

Vergrotingsfactor in gebruikstoestand: nx1 = Ncr/(Ned'+0.00001) = 90116 /(Ned'+0.00001) = 9.01E+9

Totale verplaatsing is dan: delta.st2 = delta.st * nx1/(nx1 - 1) = 2.91 mm

UCstfh 2e orde = delta.st2 / delta.max = 2.91 / 21.33 = 0.14

controle: 0.14 < 1.00, dus de stijfheid 2e orde voldoet.

Gording 2 (RHBK80*50*2.0, S235 (EN10219))

Ned = -(Fxs * Nsg + Fgd * Ndb + Frg * Nrg + Fli * Nli)
Ned = -(0.000 * 271 + 0.744 * 0 + 0.810 * 0 + 0.810 * 0) = 0 N

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte (dubbele buiging bij rechthoekige kokerprofielen):
MN.y.Rd = My.Rd*(1 - (NEd/Nrd)²) = 2919 *(1 - (0 /131290)²) = 2919 Nm
MN.z.Rd = Mz.Rd*(1 - (NEd/Nrd)²) = 2254 *(1 - (0 /131290)²) = 2254 Nm
n = NEd/Nrd = 0 /131290 = 0.00
a = b = min(1.66*(1-1.13*n²), 6.0) = min(1.66*(1-1.13*0.00 ²), 6.0) = 1.66

|My.Ed|	a	|Mz.Ed|	b		702		1.66		0		1.66
UCsterkte = (	-------)	+ (	-------) = (	--------)	+ (	-------)	= 0.094						
	MN.y.Rd		MN.z.Rd		2919		2254						

controle: 0.094 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Maximale spanning:

|NEd|	|My.Ed|	|Mz.Ed|		0			702			0		
Sigma:	-----	+	-------	+	-------	=	--------	+	---------	+	---------	= 52.3	N/mm²
	A		Wpl.y		Wpl.z		500.6		13.438		9.710		

UCspanning = Sigma/fy = 52.3 /235.0 = 0.222

controle: 0.222 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
Ligger op drie scharnierende steunpunten, dus maximale moment bij het middensteunpunt.
Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.40 (het profiel is geschoord).
M1 = 702.48 , M2 = 0.00 , Ms = -351.24 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
Interactiefactoren volgens bijlage B:
Kyy.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
= 0.40 * (1.0 + (1.14 - 0.2)*(|0 |/(0.462 *131290 /1.0)) = 0.40
Kyy.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
= 0.40 * (1.0 + 0.8*(|0 |/(0.462 *131290 /1.0)) = 0.40
Kyy.b = Min(Kyy.2, Kyy.3) = Min(0.40 , 0.40) = 0.40
Kzy.b = 0.6 * Kyy.b = 0.24

Kzz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
= 0.60 * (1.0 + (0.41 - 0.2)*(|0 |/(0.891 *131290 /1.0)) = 0.60
Kzz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
= 0.60 * (1.0 + 0.8*(|0 |/(0.891 *131290 /1.0)) = 0.60
Kzz.b = Min(Kzz.2, Kzz.3) = Min(0.60 , 0.60) = 0.60
Kyz.b = 0.6 * Kzz.b = 0.36

UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0) + Kyy.b*|My.Ed|/(ChiLT*My.Rk/1.0) + Kyz.b*|Mz.Ed|/(Mz.Rk/1.0)
= |0 |/(0.462 *131290 /1.0)
+ 0.40 *|702.5 |/(1.00*2919.4 /1.0) + 0.36 *|0.0 |/(2253.6 /1.0)
= 0.000 + 0.096 + 0.000 = 0.096
UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0) + Kzy.b*|My.Ed|/(ChiLT*My.Rk/1.0) + Kzz.b*|Mz.Ed|/(Mz.Rk/1.0)
= |0 |/(0.891 *131290 /1.0)
+ 0.24 *|702.5 |/(1.00*2919.4 /1.0) + 0.60 *|0.0 |/(2253.6 /1.0)
= 0.000 + 0.058 + 0.000 = 0.058

controle: 0.096 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

- Stijfheid:

$$delta.st = \frac{2}{384} * \frac{Q' * L^4}{E * Iy} = 2.51 \quad mm$$

delta.max = min(3200 /150, 30) = 21.33 mm

UCstfh = delta.st / delta.max = 2.51 / 21.33 = 0.12

controle: 0.12 < 1.00, dus de stijfheid voldoet.

Vergrotingsfactor in gebruikstoestand: nx1 = Ncr/(Ned'+0.00001) = 90116 /(Ned'+0.00001) = 9.01E+9

Totale verplaatsing is dan: delta.st2 = delta.st * nx1/(nx1 - 1) = 2.51 mm

UCstfh 2e orde = delta.st2 / delta.max = 2.51 / 21.33 = 0.12

controle: 0.12 < 1.00, dus de stijfheid 2e orde voldoet.

6.16.7 Controle van de poeren (in gebruikstoestand):

a) Berekening van de verticale belasting per poer:

- Verticale belasting per kolom (neerwaarts = +): Fsk'+ Fpsk'= -4146 N
- Eigen gewicht van de gevelkolom (1.00 * 361) : Fegk' = 361 N
- Eigen gewicht van de tussenkolom (1.00 * 361) : Fegtk'= 361 N
- Eigen gewicht paal, poer en grond (1.00 * 6512) : Gfund = 6512 N
- Gewicht randfundering (1.00 * 3.200 * 350) : Grand = 1120 N
- Gewicht gevelomhulling(1.00 * 4.0 * 3.200 * 130): Ggevel= 1664 N

---------- +

- Vert. belasting per poer: Fvp = 5872 N

Aangezien de totale verticale belasting per poer positief is, is sprake van een neerwaartse belasting op de ondergrond.

b) Berekening van het maatgevend kantelmoment ten gevolge van de belastingen:

- Horizontaal: Mhp = Rf'* (fh + D + H)
  = 2122 * (0.300 + 0.150 + 0.830) = 2716 Nm
- Verticaal : Mvp = |Fvp| * 0.5 * B
  = |5872 | * 0.5 * 0.532 = 1561 Nm

---------- +

- Kantelmoment per poer: Mp = Mhp + Mvp Mp = 4277 Nm

Bij een opwaarts bezwijkmodel (OBM) geldt:
- Kantelmoment per poer: Mp = Mhp - Mvp Mp = 1155 Nm

c) Controle van de kantelstabiliteit (neerwaartse belasting):

- Momentenevenwicht bij een neerwaarts bezwijkmodel (NBM):
  - controle : 4277 Nm < 27914 Nm, dus: voldoet. (maatgevend)

- Momentenevenwicht bij een opwaarts bezwijkmodel (OBM):
  - controle : 1155 Nm < 3628 Nm, dus: voldoet.

- Verticaal evenwicht:
  - controle :| 5872 N |< 91096 N, dus: voldoet.

- Horizontaal evenwicht:
  - controle : 2122 N < 5962 N, dus: voldoet.

d) Controle van de zettingen:

- Berekening van de momentane (lees: permanente) belastingen:

  - Eigen gewicht dek = 32 N/m²
  - Neerwaartse belasting per kolom = 32 * 3.20 * 4.00/2 = 205 N
  - E.g. leidingen (incl. inhoud) = 0.00 * 250 * 3.20 = 0 N
  ---------- +
  Totaal Fsvd1 = 205 N

  - Verticale belasting per kolom (neerwaarts = +) : Fsvd1 = 205 N
  - Eigen gewicht paal, poer en grond : Gfund = 6512 N
  - Eigen gewicht randfundering = 3.200 * 350 : Grand = 1120 N
  ---------- +
  - Vert. belasting per : Fsvd = 7837 N

- Berekening van de effectieve spanningsverhoging onder de poer:

  De resulterende verticale effectieve spanning onder de poer
  t.g.v. de momentane belastingen, bedraagt:

$$Svd0 = \frac{Fsvd}{Apoer} = \frac{7837}{pi/4 * 600^2} = 0.028 \ N/mm^2$$

  De oorspronkelijke verticale effectieve spanning is/was:

$$Svod0 = sg * (Dpoer + hpoer) = 0.0000180 * (150 + 830) = 0.018 \ N/mm^2$$

  De effectieve spanningsverhoging onder de poer, uitgaande van een
  volledig gedraineerde toestand, volgt uit:

$$dSvd0 = Svd0 - Svod0 = 0.028 - 0.018 = 0.010 \ N/mm^2$$

- Berekening van de effectieve zettingsdiepte (NEN 6744 art. 6.1):

  Bij het bepalen van de zakking moeten die grondlagen in beschouwing
  zijn genomen, waarbij de toename van de verticale effectieve spanning
  groter is dan 20% van de oorspronkelijke verticale effectieve
  spanning.
  In formule: $dSvd(z) > 0.20 * Svod(z)$
  waarin:

$$dSvd(z) = dSvd0 * \left[1 - \frac{1}{\left(\frac{0.5 * dpoer}{z} \right)^{1.5}} \right]$$

  Afname van de toename van de verticale effectieve spanning onder de fundatie-poer als functie van de diepte z

Svod(z) = sg * (z + Dpoer + hpoer) Idem, voor de oorspronkelijke verticale effectieve spanning.

De effectieve zettingsdiepte is de totale hoogte/diepte van de grondlagen onder de poer, dat volgens bovenstaande definitie in beschouwing moet zijn genomen bij de berekening van de zettingen.

De effectieve zettingsdiepte wordt door middel van een iteratieve nulpuntsbepaling bepaald waarbij moet gelden:

dSvd(zeff) = 0.20 * Svod(zeff) geeft: zeff = 0.208 m

- Bepaling van de resulterende effectieve zetting (NEN 6744 hfdst.6):

De resulterende effectieve zetting kan uiteindelijk worden bepaald door integratie van de samendrukking van de grond onder de poer tot aan de effectieve zettingsdiepte m.b.v. de formule van Terzaghi.

- Berekening van de primaire zetting (art. 6.2):

$$weff1 = \frac{Cceff}{1 + eporie} * \int_0^{zeff} \ln\left(\frac{Svod(z) + dSvd(z)}{Svod(z)}\right) dz =$$

$$= \frac{0.006}{1 + 0.6} * \int_0^{0.208} \ln\left(\frac{Svod(z) + dSvd(z)}{Svod(z)}\right) dz = 0.000 \text{ m}$$

- Berekening van de secundaire zetting over 15 jaar (art. 6.3):

$$weff2 = Cinfe * zeff * \log\left(\frac{15*365}{1}\right) = 0.000 * 0.208 * 3.738 = 0.000 \text{ m}$$

- Totaal (art. 6.1): weff = weff1 + weff2 = 0.000 + 0.000 = 0.000 m

Controle van de resulterende effectieve zetting:

Volgens NEN 6740 art. 5.2.2.1 mag de zetting niet groter zijn dan 0.15 m. In diverse gemeenten wordt ook (nog) wel gewerkt met een toelaatbare zetting van 0.10 meter. Mede daarom en omdat uitgegaan is van een gedraineerde toestand, wordt in CASTA/Kassenbouw ook gerekend met een toelaatbare zetting van 0.10 m. Er wordt als het ware een veiligheidsfactor 1.5 op NEN 6740 art. 5.2.2.1 gelegd, met name voor een niet-volledig gedraineerde toestand van de grond.

wtoel = 0.100 m

Controle zetting: 0.000 m < 0.100 m, dus: voldoet.

Conclusie:
- Poeren BPRD600*830 mm voldoen
  bij B.C.7: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, wind zone G)

6.16.8 Controle van de ZEUS 120x120x1000ZW (R10+M10)

a) Bepaling van de belastingen per paal in rekentoestand:
- Verticale belasting per kolom (neerwaarts = +) : Fvk = -5342 N
- Eigen gewicht van de gevelkolom (1.00 * 361) : Fegk = 361 N
- Gewicht gevelomhulling(1.00 * 4.0 * 3.200 * 130): Ggevel= 1664 N

---------- +

- Verticale belasting per paal: Nd = -3317 N

  Inclusief gewicht kolom en gevel:
  NEd = Fsk + Fpsk + g.eg*Fegk' + Ggevel = -5342 + 1.00*361 + 1664 = -2957 N

- Maatgevend moment in de paal, ter plaatse van de poeraansluiting:
  Md = Rf * (fh + Dpoer) = 2683 * (0.300 + 0.150) = 1208 Nm
- Belasting op het anker (ideële belasting):
  Fi = Rf = 0 N

b) Doorsnedecontrole van de paal met behulp van het Mu-Nu diagram:

Bij het invullen van de gegeven normaalkracht NEd = -2957 N in het Mu-Nu diagram wordt de momentencapaciteit Mcap verkregen door rechtlijnige interpolatie tussen de punten waar NEd ligt. Mcap = 5020 Nm

d) Controle van de betonpaalcapaciteit:

- Moment: Md = 1208 Nm < Mcap = 5020 Nm, dus: voldoet.
- Dwarskracht: Fhk = 2683 N < Vp = 9504 N, dus: voldoet.
- Anker: Fi = 0 N < Fa = 22265 N, dus: voldoet.
- Uittrekkracht: Niet ter zake.

Conclusie:
- Palen ZEUS 120x120x1000ZW (R10+M10) voldoen
  bij B.C.7 : b1) Dead load + Wind (Cpi positive, wind zone G)

Voor de controle van de prefab-afsluitplaten en de prefab-betonpalen wordt verwezen naar de (toetsingsrapporten van de) leverancier.

6.17 B.C.8: c1) Dead load + Services + Crop + repair/incident actions

6.17.1 Berekening van de belastingen per kopgevelkolom:

a) Berekening van de verticale belasting per kopgevelkolom (neerwaarts = +):
   In gebruikstoestand:
   - Eigen gewicht dek (1.00 * 32)=   32 N/m²
   - Gewasbelasting (1.00 * 0   )   =   0 N/m²
   - Installaties (1.00 * 70)   =   70 N/m²
                          ------------------ +
                          Totaal : 102 N/m²
   - Neerwaartse belasting per kolom = 102 * 3.20 * 4.00/2 =   653 N
   - E.g. leidingen (incl. inhoud) = 1.00 * 250   * 3.20   =   800 N
   - Belasting servicerail = 1.00 * 18000 / 2   =   9000 N
                                                 ----------------- +
                                                 Totaal = 10453 N
   In rekentoestand:
   - Eigen gewicht dek (1.15 * 32)=   37 N/m²
   - Gewasbelasting (1.28 * 0   )   =   0 N/m²
   - Installaties (1.15 * 70)   =   80 N/m²
                          ------------------ +
                          Totaal : 117 N/m²
   - Neerwaartse belasting per kolom = 117 * 3.20 * 4.00/2 =   749 N
   - E.g. leidingen (incl. inhoud) = 1.15 * 250   * 3.20   =   918 N
   - Belasting servicerail = 1.28 * 18000 / 2   = 11475 N
                                                 ----------------- +
                                                 Totaal = 13142 N

b) Berekening van de horizontale belastingen:

- Er is bij deze belastingcombinatie geen windbelasting.
  - Qw,kgk = 0

- Er is geen rekening gehouden met gewasdraden aan de kopgevels.
  - Fgd,kgk = 0 N

- Schermdraden: Laag (aantal scherminstallaties: 1)

  Trekkracht per scherm wordt berekend door sommatie van de krachten van
  de mechaniekdraden na het omkeerwiel, de kunststof geleidedraad en de
  stalen geleidedraad:
  [1] 1e scherm onderrand = 1.5 x 3300 + 12 x 150 + 2 x 1000 = 8750 N

  De schermdraadkrachten worden als volgt verdeeld over
  de posities van de bovenrand en de onderrand van de tralieligger:

Positie	Kracht	Bovenrand	Onderrand
[1] 1e scherm onderrand	= 8750 N	x 0.0	x 1.0

  Trekkrachten van scherminstallaties per gevelkolom:

Positie	gebruiksoestand		rekentoestand
Positie bovenrand	Fbr'= 0 N	x 1.148	Fbr = 0 N
Positie onderrand	For'= 8750 N	x 1.148	For = 10041 N
Totaal trekkracht	Fs`= 8750 N		Fs = 10041 N

- Regenleidingdraden:
  Er wordt rekening gehouden, met regenleidingdraden ter hoogte van de
  onderrand van de vakwerkligger.
  - Maatgevende trekkracht per trekdraad (in gebruikstoestand):
    - Trl' = 2500 N (zie art. 8.5.1.c)
  Er wordt uitgegaan van maximaal één trekdraad per kopgevelkolom:
    - Frl,kgk = Trl' * gamma = 2500 * 1.15 = 2869 N

- Er is geen rekening gehouden met belichtingsdraden aan de kopgevels.
  - Fab,kgk = 0 N

- Totale belasting ter hoogte van de onderrand van de vakwerkligger:
  - For,kgk = For + Fhv,kgk + Frl,kgk + Fab,kgk =
    = 10041 N + 0 N + 2869 N + 0 N = 12909 N

- Totale belasting ter hoogte van de bovenrand van de vakwerkligger:
  - Fbr,kgk = Fbr = 0 N ("Laag" scherm).
  - Aangrijpingspunt: hbr = 3.920 meter boven de voet

c) Berekening van het uitwendig moment t.g.v. de leidingen + inhoud:
   - Mwl,kgk = gamma * Qkgwl' * kgcons * hohkgk =
             = 1.15 * 250   * 0.400 m * 3.200 m = 367   Nm
   - Aangrijpingspunt: hcons = 3.520 meter boven de voet

6.17.2 Berekening van de krachtsverdeling van de kopgevelgootkolom:

   Oplegreacties:

$$\text{- fundering: } Rf = -*Qw*h + \frac{1}{2}*Fgd + \frac{h\text{-}hgd}{h}*For + \frac{h\text{-}hor}{h}*Fbr + \frac{h\text{-}hbr}{h}*Mwl$$

$$= 0 + 0 + 1671 + 0 + 92 = 1763 \quad N$$

   analoog in gebruikstoestand:

$$Rf' = 0 + 0 + 1456 + 0 + 80 = 1536 \quad N$$

$$\text{- goot: } Rg = Qw*h + Fgd + For + Fbr - Rf$$

$$= 0 + 0 + 12909 + 0 - 1763 = 11147 \quad N$$

6.17.3 Controle van de kopgevelgootkolom (RHBK120*80*3.0 mm) (S235 (EN10219)):

a) Berekening van de krachtsverdeling:

Dwarskrachten (van de fundering (onder=o) naar de goot (boven=b)):

- fundering :	Qf = Rf	=	1763	=	1763	N
- gewasdraden:	Qogd = Qf - Qw*hgd	=	1763 -	0 =	1763	N
	Qbgd = Qogd - Fgd	=	1763 -	0 =	1763	N
- onderrand :	Qoor = Qbgd - Qw*(hor-hgd)	=	1763 -	0 =	1763	N
	Qbor = Qoor - For	=	1763 -	12909 =	-11147	N
- bovenrand :	Qobr = Qbor - Qw*(hbr-hor)	=	-11147 -	0 =	-11147	N
	Qbbr = Qobr - Fbr	=	-11147 -	0 =	-11147	N
- goot :	Qg = Qbbr - Qw*(h-hbr)	=	-11147 -	0 =	-11147	N

Het maximale buigende moment treedt op t.p.v. het dwarskrachtennulpunt.
Uit bovenstaande dwarskrachten blijkt dat het dwarskrachtennulpunt is
gelegen ter plaatse van de onderrand van de vakwerkligger
op een afstand van 3.482 meter boven de voet.

Berekening van het maximale buigende moment in het veld:

- Windstuwdruk + onderdruk:	0 * 3.48/2 * (4.00-3.48)	=	0	Nm
- Leidingen :		=	0	Nm
(verwaarloosd vanwege gunstig effect op buiging in de kolom)				
- Draden t.p.v. onderrand :	12909 * 3.48/4.00 * (4.00-3.48)	=	5818	Nm
- Scherm t.p.v. bovenrand :	0 * (4.00-3.92) * 3.48/4.00	=	0	Nm
			----------	+
	Totaal: Mmax,gk	=	5818	Nm

b) Controle op sterkte en stabiliteit van de kopgevelgootkolom volgens EC3:
Hierbij komt de z-as overeen met de y-as (en y-as = x-as) bij NEN6770.

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} + \frac{|My.Ed|}{My.c.Rd} = \frac{|-13142|}{300652} + \frac{|5818|}{10164} = 0.616$$

controle: 0.616 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Maximale spanning:

$$Sigma: \frac{|NEd|}{A} + \frac{|My.Ed|}{Wpl.y} = \frac{|-13142|}{1148.5} + \frac{|5818|}{46.661} = 136.1 \ N/mm^2$$

UCspanning = Sigma/fy = 136.1 /235.0 = 0.579

controle: 0.579 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.40 (het profiel is geschoord).
M1 = 0.00 , M2 = 0.00 , Ms = 0.00 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
Interactiefactoren volgens bijlage B:
Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
= 0.40 * (1.0 + (0.95 - 0.2)*(|-13142 |/(0.572 *300652 /1.0)) = 0.42
Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
= 0.40 * (1.0 + 0.8*(|-13142 |/(0.572 *300652 /1.0)) = 0.42
Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(0.42 , 0.42) = 0.42
Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.25

UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
= |-13142 |/(0.572 *300652 /1.0)+0.42 *|5818.3 |/(1.00*10164.2/1.0)
= 0.076 + 0.242 = 0.318
UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
= |-13142 |/(0.392 *300652 /1.0)+0.25 *|5818.3 |/(1.00*10164.2/1.0)
= 0.112 + 0.145 = 0.257

Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.318 , 0.257) = 0.318

controle: 0.318 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie:
- kopgevelgootkolom (RHBK120*80*3.0 mm) voldoet qua sterkte/stabiliteit

c) Berekening van 1e-orde doorbuiging van de kopgevelgootkolom:
(halverwege funderingsvoet en aangrijpingspunt schoor; in rekentoestand)

$$\text{- Windstuwdruk + onderdruk: } \frac{5}{384} \cdot \frac{0.000 \cdot 4000^4}{1.24 \cdot 2.1E5 \cdot 233.0E4} = 0.00 \text{ mm}$$

(Voor de doorbuigingsreductiefactor 1.24; zie rapport BI-92-0063*)

- Leidingen: = 0.00 mm
(verwaarloosd vanwege gunstig effect op buiging in de kolom)

$$\text{- Draden t.p.v. onderrand: } \frac{12909 \cdot 518}{48 \cdot 2.1E5 \cdot 233E4} \cdot (3 \cdot 4000^2 - 4 \cdot 518^2) = 13.36 \text{ mm}$$

$$\text{- Scherm t.p.v. bovenrand: } \frac{6885 \cdot 80}{48 \cdot 2.1E5 \cdot 233E4} \cdot (3 \cdot 4000^2 - 4 \cdot 80^2) = 1.13 \text{ mm}$$

---------- +

Totaal: u1-gk = 14.48 mm
(analoog in gebruikstoestand: u1-gk'= 12.62 mm)

d) 2e-orde doorbuiging in gebruikstoestand:

De 2e-orde horizontale verplaatsing in gebruikstoestand kan worden benaderd met de volgende (conservatieve) formule:

$$\text{- u2-gk'} = \frac{\text{nygk'}}{\text{nygk'-1}} \cdot \text{u1-gk'}$$

- Vergrotingsfactor: - nygk' = 301792 / |-10453| = 28.87
- nygk'/nygk'-1 = 1.04

Invullen van de bekende gegevens resulteert in een doorbuiging, groot:

- u2-gk' = 1.04 * 12.62 = 13.07 mm

e) Berekening van de toelaatbare doorbuiging van de kopgevelgootkolom:

Zonder belasting door gewasdraden geldt een limiet van 30.0 mm:
(conform artikel 11.2.4.1.)

- utoel-gk = h/150 < 30.0 mm
- 4000/150 = 26.67 mm, dus: utoel-gk = 26.67 mm

f) Controle van de toegestane doorbuiging van de kopgevelgootkolom:

- controle: 13.1 mm < 26.7 mm, dus: stijfheid voldoet.

g) Controle van de stijfheid van de kopgevelgootkolom, als steun voor de goot:

Ter voorkoming van ontoelaatbare doorbuiging van de goot in de eindvakken, wordt voor Breedkapkassen een momentvaste kopgevelkolom-goot-verbinding geeist, alsmede een kopgevelgootkolom met voldoende stijfheid. De factoren C1,C2 en C3 maken het mogelijk om rekening te houden met een verzwaarde eindgoot en/of een verkort eindveld (zie afleiding van de formules TNO-rapport BI-92-0063*).

$$\text{In formule: } EIygk > EIm * \frac{h}{v} * \frac{z}{r} * \frac{C3}{C2 / (C1-dt,v/de1g) - 1}$$

met :

- Doorbuiging eenzijdig ideaal eindveld : $de1g = \frac{2}{384} * \frac{Qmax * ve^4}{EIeg}$

- Minimale stijfheid van de middengoot : $EIm > 1.2 * \frac{Qmax * v^4}{384 * dt,v}$

waarin:

- Qmax = maatgevende (gestelde) belasting voor de dimensionering van de middengoot (e.g. dek + sneeuw + goot) ervan uitgaande dat de hoh-afstand van de dekgordingen maximaal 2 m is:
  (qdek+qsneeuw)*[(l-2*cos(alfa))*sin(alfa)²+2*cos(alfa)]+Qgoot
  Qmax = (32 + 0) * [(9.60 - 2*cos(27)) * sin(27)² + 2*cos(27)] + 34
  = 143 N/m

- dt,v = toelaatbare doorbuiging van de middengoot
  v/(650-100*nruit) < v/150 < 30.0 mm
  4000 / (650 - 100 * 4) = 16.00 mm, dus: dt,v = 16.00 mm

- dt,ve = toelaatbare doorbuiging van de eindgoot:
  ve/150 < 30.0 mm
  4000 / 150 = 26.67 mm, dus: dt,ve = 26.67 mm

- $EIm = \frac{1.2}{384} * \frac{143E\text{-}3 * 4000^4}{16.00} = 7.1 \text{ E9 Nmm}^2$

- r = reductiefactor eindvak-lengte = ve/v = 4000 / 4000 = 1.00

- z = verzwaring eindvak-stijfheid = EIeg/EIm = 179.8 E9 / 7.1 E9 = 25.2

- $de1g = \frac{2}{384} * \frac{143E\text{-}3 * 4000^4}{179.8 \text{ E9}} = 1.06$ mm

- $C1 = \frac{4r+5W3z-2W3z/r^2}{(4+2W3z/r)r} = \frac{4*1.00 + 5W3*25.2 - 2W3*25.2/1.00^2}{(4 + 2W3*25.2/1.00) * 1.00} = 1.48$

$$- C2 = \frac{2 + 2W3z/r}{(4 + 2W3z/r)r} * \frac{3r + (3r^2 - 1)W3z/r^2}{3 + 2W3z/r} =$$

$$= \frac{2 + 2W3*25.2/1.00}{(4 + 2W3*25.2/1.00)*1.00} * \frac{3*1.00 + (3*1.00^2 - 1)W3*25.2/1.00^2}{3 + 2W3*25.2/1.00} = 0.98$$

$$- C3 = \frac{4 + 2W3z/r}{3 + 2W3z/r} = \frac{4 + 2W3*25.2/1.00}{3 + 2W3*25.2/1.00} = 1.01$$

Met de verhouding tussen de "ideale" doorbuiging de1g en de toelaatbare doorbuiging dt,ve van de eindgoot is het toepassingsgebied van de formule voor het berekenen van de veerstijfheid van de kopgevelkolom te bepalen:

- voor dt,ve/de1g > C1 ; 26.67 / 1.06 = 25.22 > 1.48

  geldt: EIygk = 0 Nmm²

  De eindgoot heeft voldoende stijfheid van zichzelf. Er is dus geen stijfheidseis voor de kopgevelkolom nodig. Er is ook geen momentvaste verbinding met de kopgevelgootkolom nodig.

Conclusie:
- kopgevelgootkolom (RHBK120*80*3.0 mm) voldoet qua stijfheid als gootsteun.

Conclusie:
- kopgevelgootkolom (RHBK120*80*3.0 mm) voldoet qua stijfheid
  bij B.C.8 : c1) Dead load + Services + Crop + repair/incident actions

6.17.4 Controle van de kopgeveltussenkolom (RHBK120*80*3.0 mm) (S235 (EN10219)):

a) Berekening van de krachtsverdeling:

Oplegreacties:

- schoor (horizontaal):

* Wind:	1/8	* 0.000 * 5630 *	5630² + 5630 * 4000 - 4000 ² / 4000 * (5630 - 4000)	=	0	N	
* Leidingen:	1/2	* 367E3 *	5630 ² - 3*3520² - (5630 - 4000)² / 4000² * (5630 - 4000)	=	-57	N	
* Onderrand:	1/2	* 1E+4 *	3482 5630 ² - 3482² - (5630 - 4000)² / 4000 4000 * (5630 - 4000)	=	14576	N	
* Bovenrand:	1/2	* 0 *	3920 5630 ² - 3920² - (5630 - 4000)² / 4000 4000 * (5630 - 4000)	=	0	N	
			Totaal:	Rh,tks =	14519	N	

- fundering: Rf = 1/2 * (-*Qw*ltk + ltk-hgd/ltk * Fgd + ltk-hor/ltk * For + ltk-hbr/ltk * Fbr + Mwl/h)
  = 0 + 0 + 4925 + 0 + 65 = 4991 N

  * effect van schoor: Rf = Rf - ltk-hs/ltk * Rh,tks = 4991 - 4204 = 786 N

  analoog in gebruikstoestand: Rf' = 685 N

- dek: Rd = Qw*ltk + Fgd + For + Fbr - Rf - Rh,tks
  = 0 + 0 + 12909 + 0 - 786 - 14519 = -2396 N

Dwarskrachten (van de fundering (onder=o) naar het dek (boven=b)):

- fundering	: Qf = Rf	=	786	=	786	N
- gewasdraden	: Qogd = Qf - Qw*hgd	=	786 -	0 =	786	N
	Qbgd = Qogd - Fgd	=	786 -	0 =	786	N
- onderrand	: Qoor = Qbgd - Qw*(hor-hgd)	=	786 -	0 =	786	N
	Qbor = Qoor - For	=	786 -	12909 =	-12123	N
- bovenrand	: Qobr = Qbor - Qw*(hbr-hor)	=	-12123 -	0 =	-12123	N
	Qbbr = Qobr - Fbr	=	-12123 -	0 =	-12123	N
- schoor	: Qos = Qbbr - Qw*(hs-hbr)	=	-12123 -	0 =	-12123	N
	Qbs = Qos + Rh,tks	=	-12123 +	14519 =	2396	N
- dek	: Qd = Qbs - Qw*(ltk-hs)	=	2396 -	0 =	2396	N

Het maximale buigende moment treedt op t.p.v. het dwarskrachtennulpunt.
Uit bovenstaande dwarskrachten blijkt dat het dwarskrachtennulpunt in het veld is gelegen ter plaatse van de onderrand van de vakwerkligger op een afstand van 3.482 meter boven de voet.

Berekening van het maximale buigende moment in het veld:

- Windstuwdruk + onderdruk:	0 * 3.48/2 * (5.63-3.48)	=	0	Nm
- Leidingen	:	=	0	Nm
(verwaarloosd vanwege gunstig effect op buiging in de kolom)				
- Draden t.p.v. onderrand	: 12909 * 3.48/5.63 * (5.63-3.48)	=	17151	Nm
- Scherm t.p.v. bovenrand	: 0 * (5.63-3.92) * 3.48/5.63	=	0	Nm
- Effect van de schoor	:-14519 * (5.63-4.00) * 3.48/5.63	=	-14641	Nm
	Totaal: Mv,tk =		2510	Nm

Berekening van het buigende moment ter plaatse van de schoor:

- Ms,tk = Rd * (ltk-hs) - 0.5 * Qw * (ltk-hs)² =
= -2396 * (5.63 - 4.00) - 0.5 * 0 * (5.63 - 4.00)² =
= -3906 - 0 = -3906 Nm

Berekening van het maximaal buigend moment in de kopgevel-tussenkolom:

- My,tk = max (| Mv,tk |; | Ms,tk |) = 3906 Nm

b) Controle op sterkte en stabiliteit van de kopgeveltussenkolom volgens EC3:
Hierbij komt de z-as overeen met de y-as (en y-as = x-as) bij NEN6770.

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} + \frac{|My.Ed|}{My.c.Rd} = \frac{|-13142|}{300652} + \frac{|3906|}{10164} = 0.428$$

controle: 0.428 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Maximale spanning:

$$Sigma: \frac{|NEd|}{A} + \frac{|My.Ed|}{Wpl.y} = \frac{|-13142|}{1148.5} + \frac{|3906|}{46.661} = 95.2 \ N/mm^2$$

UCspanning = Sigma/fy = 95.2 /235.0 = 0.405

controle: 0.405 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.95 (het profiel is geschoord).
M1 = 0.00 , M2 = 0.00 , Ms = 3906.01 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
Interactiefactoren volgens bijlage B:
Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
= 0.95 * (1.0 + (0.95 - 0.2)*(|-13142 |/(0.572 *300652 /1.0)) = 1.00
Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
= 0.95 * (1.0 + 0.8*(|-13142 |/(0.572 *300652 /1.0)) = 1.01
Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(1.00 , 1.01) = 1.00
Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.60

UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
= |-13142 |/(0.572 *300652 /1.0)+1.00 *|3906.0 |/(1.00*10164.2/1.0)
= 0.076 + 0.386 = 0.462
UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
= |-13142 |/(0.392 *300652 /1.0)+0.60 *|3906.0 |/(1.00*10164.2/1.0)
= 0.112 + 0.232 = 0.343

Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.462 , 0.343) = 0.462

controle: 0.462 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie:
- kopgeveltussenkolom (RHBK120*80*3.0 mm) voldoet qua sterkte/stabiliteit

c) Berekening van 1e-orde doorbuiging van de kopgeveltussenkolom:
(halverwege funderingsvoet en aangrijpingspunt schoor; in rekentoestand)

$$\text{- Windstuwdruk + onderdruk: } \frac{5}{384}\cdot\frac{0.000\cdot 4000^4}{1.00\cdot 2.1E5\cdot 233.0E4} = 0.00 \text{ mm}$$

(Voor de doorbuigingsreductiefactor 1.00; zie rapport BI-92-0063*)

- Leidingen: = 0.00 mm
(verwaarloosd vanwege gunstig effect op buiging in de kolom)

$$\text{- Draden t.p.v. onderrand: } \frac{12909 * 518}{48*2.1E5*233E4}\cdot(3*4000^2-4*518^2) = 13.36 \text{ mm}$$

$$\text{- Scherm t.p.v. bovenrand: } \frac{6885 * 80}{48*2.1E5*233E4}\cdot(3*4000^2-4*80^2) = 1.13 \text{ mm}$$

$$\text{- Effect van de schoor: } \frac{-3906009 * 4000^2}{16*2.1E5*233E4} = -7.98 \text{ mm}$$

Totaal: u1-tk = 6.50 mm
(analoog in gebruikstoestand: u1-tk'= 5.66 mm)

d) 2e-orde doorbuiging in gebruikstoestand:

De 2e-orde horizontale verplaatsing in gebruikstoestand kan worden
benaderd met de volgende (conservatieve) formule:

$$\text{- u2-tk' = } \frac{nytk'}{nytk'-1} * u1\text{-tk'}$$

- Vergrotingsfactor: - nytk' = 301792 / |-10453| = 28.87
- nytk'/nytk'-1 = 1.04

Invullen van de bekende gegevens resulteert in een doorbuiging, groot:

- u2-tk' = 1.04 * 5.66 = 5.86 mm

e) Berekening van de toelaatbare doorbuiging van de kopgeveltussenkolom:

Zonder belasting door gewasdraden geldt een limiet van 30.0 mm:
(conform artikel 11.2.4.1.)

- utoel-tk = rltk/150 < 30.0 mm
- 4000/150 = 26.67 mm, dus: utoel-tk = 26.67 mm

f) Controle van de toegestane doorbuiging van de kopgeveltussenkolom:

- controle: 5.9 mm < 26.7 mm, dus: stijfheid voldoet.

Conclusie:
- kopgeveltussenkolom (RHBK120*80*3.0 mm) voldoet qua stijfheid
bij B.C.8 : c1) Dead load + Services + Crop + repair/incident actions

6.17.5 Controle van de schoor van de tussenkolom (RHBK60*60*2.0 mm) (S235 (EN10219)):

a) Berekening van de normaalkracht:

Bij de berekening van de tussenkolom is de horizontale oplegreactie van de schoor uitgerekend. Door evenwichtsbeschouwingen kan de normaalkracht in de schoor van de tussenkolom bepaald worden (druk = -):

$$- N_{tks} = \frac{l_{tks}}{v_e} * -R_{h,tks} = \frac{4320}{4000} * -14519 = -15679 \text{ N}$$

b) Controle van de stabiliteit van de schoor van de tussenkolom volgens EC3:
Hierbij komt de z-as overeen met de y-as (en y-as = x-as) bij NEN6770.

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$UC_{sterkte} = \frac{|N_{Ed}|}{N_{c.Rd}} + \frac{|M_{x.Ed}|}{M_{x.c.Rd}} = \frac{|-15679|}{121861} + \frac{|0|}{2271} = 0.129$$

controle: 0.129 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Maximale spanning:

$$Sigma: \frac{|N_{Ed}|}{A} + \frac{|M_{x.Ed}|}{W_{pl.x}} = \frac{|-15679|}{460.6} + \frac{|0|}{9.993} = 34.0 \text{ N/mm}^2$$

$UC_{spanning} = Sigma/f_y = 34.0 / 235.0 = 0.145$

controle: 0.145 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
Cmx2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmx2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
Interactiefactoren volgens bijlage B:

$$K_{x.2} = C_{mx} * (1.0 + (\lambda_{darel.x} - 0.2)*(|N_{Ed}|/(\chi_{ix}*N_{Rk}/1.0)) = 0.90 * (1.0 + (1.95 - 0.2)*(|-15679|/(0.206 *121861 /1.0)) = 1.88$$

$$K_{x.3} = C_{mx} * (1.0 + 0.8*(|N_{Ed}|/(\chi_{ix}*N_{Rk}/1.0)) = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-15679|/(0.206 *121861 /1.0)) = 1.35$$

$K_{x.b} = \text{Min}(K_{x.2} , K_{x.3}) = \text{Min}(1.88 , 1.35) = 1.35$
$K_{y.b} = 0.6 * K_{x.b} = 0.81$

$$UC_{stab.1} = |N_{Ed}|/(\chi_{ix}*N_{Rk}/1.0)+K_{x.b}*|M_{x.Ed}|/(1.00*M_{x.Rk}/1.0) = |-15679|/(0.206 *121861 /1.0)+1.35 *|0.0|/(1.00*2270.8 /1.0) = 0.625 + 0.000 = 0.625$$

$$UC_{stab.2} = |N_{Ed}|/(\chi_{iy}*N_{Rk}/1.0)+K_{y.b}*|M_{x.Ed}|/(1.00*M_{x.Rk}/1.0) = |-15679|/(0.206 *121861 /1.0)+0.81 *|0.0|/(1.00*2270.8 /1.0) = 0.625 + 0.000 = 0.625$$

Maatgevend: $UC_{stab.b} = \max(UC_{stab.1},UC_{stab.2}) = \max(0.625 , 0.625) = 0.625$

controle: 0.625 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie:
- Schoor van de tussenkolom (RHBK60*60*2.0 mm) voldoet aan
bij B.C.8 : c1) Dead load + Services + Crop + repair/incident actions

6.17.6 Controle van de kopgevelgordingen:

- Normaalkracht tgv scheefstand:	Nsg' = 77	N,	Nsg = 88	N
- Normaalkracht tgv gewasdraadboog:				
Trekkracht op de gevel per draad:	Tgd' = 0	N,	Tgd = 0	N
Normaalkracht in de draadboog:	Tdb' = 0	N,	Tdb = 0	N
Normaalkracht in de gording:	Ndb' = 0	N,	Ndb = 0	N
- Normaalkracht tgv regenleiding:	Nrg' = 8000	N,	Nrg = 9180	N
- Normaalkracht tgv belichting aan draad:	Nli' = 0	N,	Nli = 0	N

b) Controle van de sterkte van de kopgevelgordingen volgens EC3:

Gording 1 (RHBK80*50*2.0, S235 (EN10219))

Ned = -(Fxs * Nsg + Fgd * Ndb + Frg * Nrg + Fli * Nli)
Ned = -(0.000 * 88 + 0.256 * 0 + 0.190 * 9180 + 0.190 * 0) = -1742 N

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte (dubbele buiging bij rechthoekige kokerprofielen):
MN.y.Rd = My.Rd*(1 - (NEd/Nrd)²) = 2919 *(1 - (-1742 /131290)²) = 2919 Nm
MN.z.Rd = Mz.Rd*(1 - (NEd/Nrd)²) = 2254 *(1 - (-1742 /131290)²) = 2253 Nm
n = NEd/Nrd = -1742 /131290 = -0.01
a = b = min(1.66*(1-1.13*n²), 6.0) = min(1.66*(1-1.13*-0.01²), 6.0) = 1.66

$$UCsterkte = \left(\frac{|My.Ed|}{MN.y.Rd}\right)^{a} + \left(\frac{|Mz.Ed|}{MN.z.Rd}\right)^{b} = \left(\frac{|0|}{2919}\right)^{1.66} + \left(\frac{|0|}{2253}\right)^{1.66} = 0.000$$

controle: 0.000 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Maximale spanning:

$$Sigma = \frac{|NEd|}{A} + \frac{|My.Ed|}{Wpl.y} + \frac{|Mz.Ed|}{Wpl.z} = \frac{|-1742|}{500.6} + \frac{|0|}{13.438} + \frac{|0|}{9.710} = 3.5 \ N/mm^2$$

UCspanning = Sigma/fy = 3.5 /235.0 = 0.015

controle: 0.015 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
Ligger op drie scharnierende steunpunten, dus maximale moment bij het middensteunpunt.
Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.40 (het profiel is geschoord).
M1 = 0.00 , M2 = 0.00 , Ms = 0.00 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
Interactiefactoren volgens bijlage B:
Kyy.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
= 0.40 * (1.0 + (1.14 - 0.2)*(|-1742 |/(0.462 *131290 /1.0)) = 0.41
Kyy.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
= 0.40 * (1.0 + 0.8*(|-1742 |/(0.462 *131290 /1.0)) = 0.41
Kyy.b = Min(Kyy.2, Kyy.3) = Min(0.41 , 0.41) = 0.41
Kzy.b = 0.6 * Kyy.b = 0.25

Kzz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
= 0.40 * (1.0 + (0.41 - 0.2)*(|-1742 |/(0.891 *131290 /1.0)) = 0.40
Kzz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
= 0.40 * (1.0 + 0.8*(|-1742 |/(0.891 *131290 /1.0)) = 0.40
Kzz.b = Min(Kzz.2, Kzz.3) = Min(0.40 , 0.40) = 0.40
Kyz.b = 0.6 * Kzz.b = 0.24

UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0) + Kyy.b*|My.Ed|/(ChiLT*My.Rk/1.0) + Kyz.b*|Mz.Ed|/(Mz.Rk/1.0)
= |-1742 |/(0.462 *131290 /1.0)
+ 0.41 *|0.0 |/(1.00*2919.4 /1.0) + 0.24 *|0.0 |/(2253.6 /1.0)
= 0.029 + 0.000 + 0.000 = 0.029
UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0) + Kzy.b*|My.Ed|/(ChiLT*My.Rk/1.0) + Kzz.b*|Mz.Ed|/(Mz.Rk/1.0)
= |-1742 |/(0.891 *131290 /1.0)
+ 0.25 *|0.0 |/(1.00*2919.4 /1.0) + 0.40 *|0.0 |/(2253.6 /1.0)
= 0.015 + 0.000 + 0.000 = 0.015

controle: 0.029 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

- Stijfheid:

$$delta.st = \frac{2}{384} * \frac{Q' * L^4}{E * Iy} = 0.00 \quad mm$$

delta.max = min(3200 /150, 30) = 21.33 mm

UCstfh = delta.st / delta.max = 0.00 / 21.33 = 0.00

controle: 0.00 < 1.00, dus de stijfheid voldoet.

Vergrotingsfactor in gebruikstoestand: nx1 = Ncr/(Ned'+0.00001) = 90116 /(Ned'+0.00001) = 0.000

Totale verplaatsing is dan: delta.st2 = delta.st * nx1/(nx1 - 1) = 0.00 mm

UCstfh 2e orde = delta.st2 / delta.max = 0.00 / 21.33 = 0.00

controle: 0.00 < 1.00, dus de stijfheid 2e orde voldoet.

Gording 2 (RHBK80*50*2.0, S235 (EN10219))

Ned = -(Fxs * Nsg + Fgd * Ndb + Frg * Nrg + Fli * Nli)
Ned = -(0.000 * 88 + 0.744 * 0 + 0.810 * 9180 + 0.810 * 0) = -7438 N

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte (dubbele buiging bij rechthoekige kokerprofielen):
MN.y.Rd = My.Rd*(1 - (NEd/Nrd)²) = 2919 *(1 - (-7438 /131290)²) = 2910 Nm
MN.z.Rd = Mz.Rd*(1 - (NEd/Nrd)²) = 2254 *(1 - (-7438 /131290)²) = 2246 Nm
n = NEd/Nrd = -7438 /131290 = -0.06
a = b = min(1.66*(1-1.13*n²), 6.0) = min(1.66*(1-1.13*-0.06²), 6.0) = 1.66

$$UCsterkte = \left(\frac{|My.Ed|}{MN.y.Rd}\right)^{a} + \left(\frac{|Mz.Ed|}{MN.z.Rd}\right)^{b} = \left(\frac{0}{2910}\right)^{1.66} + \left(\frac{0}{2246}\right)^{1.66} = 0.000$$

controle: 0.000 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Maximale spanning:

$$Sigma: \frac{|NEd|}{A} + \frac{|My.Ed|}{Wpl.y} + \frac{|Mz.Ed|}{Wpl.z} = \frac{|-7438|}{500.6} + \frac{|0|}{13.438} + \frac{|0|}{9.710} = 14.9 \ N/mm^2$$

UCspanning = Sigma/fy = 14.9 /235.0 = 0.063

controle: 0.063 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
Ligger op drie scharnierende steunpunten, dus maximale moment bij het middensteunpunt.
Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.40 (het profiel is geschoord).
M1 = 0.00 , M2 = 0.00 , Ms = 0.00 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
Interactiefactoren volgens bijlage B:
Kyy.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
= 0.40 * (1.0 + (1.14 - 0.2)*(|-7438 |/(0.462 *131290 /1.0)) = 0.45
Kyy.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
= 0.40 * (1.0 + 0.8*(|-7438 |/(0.462 *131290 /1.0)) = 0.44
Kyy.b = Min(Kyy.2, Kyy.3) = Min(0.45 , 0.44) = 0.44
Kzy.b = 0.6 * Kyy.b = 0.26

Kzz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
= 0.40 * (1.0 + (0.41 - 0.2)*(|-7438 |/(0.891 *131290 /1.0)) = 0.41
Kzz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
= 0.40 * (1.0 + 0.8*(|-7438 |/(0.891 *131290 /1.0)) = 0.42
Kzz.b = Min(Kzz.2, Kzz.3) = Min(0.41 , 0.42) = 0.41
Kyz.b = 0.6 * Kzz.b = 0.24

UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0) + Kyy.b*|My.Ed|/(ChiLT*My.Rk/1.0) + Kyz.b*|Mz.Ed|/(Mz.Rk/1.0)
= |-7438 |/(0.462 *131290 /1.0)
+ 0.44 *|0.0 |/(1.00*2919.4 /1.0) + 0.24 *|0.0 |/(2253.6 /1.0)
= 0.123 + 0.000 + 0.000 = 0.123
UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0) + Kzy.b*|My.Ed|/(ChiLT*My.Rk/1.0) + Kzz.b*|Mz.Ed|/(Mz.Rk/1.0)
= |-7438 |/(0.891 *131290 /1.0)
+ 0.26 *|0.0 |/(1.00*2919.4 /1.0) + 0.41 *|0.0 |/(2253.6 /1.0)
= 0.064 + 0.000 + 0.000 = 0.064

controle: 0.123 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

- Stijfheid:

$$delta.st = \frac{2}{384} * \frac{Q' * L^4}{E * Iy} = 0.00 \quad mm$$

delta.max = min(3200 /150, 30) = 21.33 mm

UCstfh = delta.st / delta.max = 0.00 / 21.33 = 0.00

controle: 0.00 < 1.00, dus de stijfheid voldoet.

Vergrotingsfactor in gebruikstoestand: nx1 = Ncr/(Ned'+0.00001) = 90116 /(Ned'+0.00001) = 0.000

Totale verplaatsing is dan: delta.st2 = delta.st * nx1/(nx1 - 1) = 0.00 mm

UCstfh 2e orde = delta.st2 / delta.max = 0.00 / 21.33 = 0.00

controle: 0.00 < 1.00, dus de stijfheid 2e orde voldoet.

6.17.7 Controle van de poeren (in gebruikstoestand):

a) Berekening van de verticale belasting per poer:

- Verticale belasting per kolom (neerwaarts = +): Fsk'+ Fpsk'= 10453 N
- Eigen gewicht van de gevelkolom (1.00 * 361) : Fegk' = 361 N
- Eigen gewicht van de tussenkolom (1.00 * 361) : Fegtk'= 361 N
- Eigen gewicht paal, poer en grond (1.00 * 6512) : Gfund = 6512 N
- Gewicht randfundering (1.00 * 3.200 * 350) : Grand = 1120 N
- Gewicht gevelomhulling(1.00 * 4.0 * 3.200 * 130): Ggevel= 1664 N

---------- +

- Vert. belasting per poer: Fvp = 20470 N

Aangezien de totale verticale belasting per poer positief is, is sprake van een neerwaartse belasting op de ondergrond.

b) Berekening van het maatgevend kantelmoment ten gevolge van de belastingen:

- Horizontaal: Mhp = Rf'* (fh + D + H)
  = 1536 * (0.300 + 0.150 + 0.830) = 1966 Nm
- Verticaal : Mvp = |Fvp| * 0.5 * B
  = |20470 | * 0.5 * 0.532 = 5442 Nm

---------- +

- Kantelmoment per poer: Mp = Mhp + Mvp Mp = 7409 Nm

Bij een opwaarts bezwijkmodel (OBM) geldt:
- Kantelmoment per poer: Mp = Mhp - Mvp Mp = -3476 Nm

c) Controle van de kantelstabiliteit (neerwaartse belasting):

- Momentenevenwicht bij een neerwaarts bezwijkmodel (NBM):
  - controle : 7409 Nm < 27914 Nm, dus: voldoet. (maatgevend)

- Momentenevenwicht bij een opwaarts bezwijkmodel (OBM):
  - controle : -3476 Nm < 3628 Nm, dus: voldoet.

- Verticaal evenwicht:
  - controle :| 20470 N |< 91096 N, dus: voldoet.

- Horizontaal evenwicht:
  - controle : 1536 N < 5962 N, dus: voldoet.

d) Controle van de zettingen:

- Berekening van de momentane (lees: permanente) belastingen:

  - Eigen gewicht dek (1.00 * 32) = 32 N/m²
  - Gewasbelasting (0.20 * 0) = 0 N/m²
  - Installaties (1.00 * 70) = 70 N/m²
  ---------- +
  Totaal : 102 N/m²
  - Neerwaartse belasting per kolom = 102 * 3.20 * 4.00/2 = 653 N
  - E.g. leidingen (incl. inhoud) = 1.00 * 250 * 3.20 = 1000 N
  ---------- +
  Totaal Fsvd1 = 1653 N

  - Verticale belasting per kolom (neerwaarts = +) : Fsvd1 = 1653 N
  - Eigen gewicht paal, poer en grond : Gfund = 6512 N
  - Eigen gewicht randfundering = 3.200 * 350 : Grand = 1120 N
  ---------- +
  - Vert. belasting per : Fsvd = 9285 N

- Berekening van de effectieve spanningsverhoging onder de poer:

  De resulterende verticale effectieve spanning onder de poer
  t.g.v. de momentane belastingen, bedraagt:

$$Svd0 = \frac{Fsvd}{Apoer} = \frac{9285}{pi/4 * 600^2} = 0.033 \ N/mm^2$$

  De oorspronkelijke verticale effectieve spanning is/was:

$$Svod0 = sg * (Dpoer + hpoer) = 0.0000180 * (150 + 830) = 0.018 \ N/mm^2$$

  De effectieve spanningsverhoging onder de poer, uitgaande van een
  volledig gedraineerde toestand, volgt uit:

$$dSvd0 = Svd0 - Svod0 = 0.033 - 0.018 = 0.015 \ N/mm^2$$

- Berekening van de effectieve zettingsdiepte (NEN 6744 art. 6.1):

  Bij het bepalen van de zakking moeten die grondlagen in beschouwing
  zijn genomen, waarbij de toename van de verticale effectieve spanning
  groter is dan 20% van de oorspronkelijke verticale effectieve
  spanning.
  In formule: dSvd(z) > 0.20 * Svod(z)
  waarin:

$$dSvd(z) = dSvd0 * \left[1 - \frac{1}{\left(\frac{0.5 * dpoer}{z} \right)^{1.5}} \right]$$

  Afname van de toename van de verticale effectieve spanning onder de fundatie-poer als functie van de diepte z

Svod(z) = sg * (z + Dpoer + hpoer) Idem, voor de oorspronkelijke verticale effectieve spanning.

De effectieve zettingsdiepte is de totale hoogte/diepte van de grondlagen onder de poer, dat volgens bovenstaande definitie in beschouwing moet zijn genomen bij de berekening van de zettingen.

De effectieve zettingsdiepte wordt door middel van een iteratieve nulpuntsbepaling bepaald waarbij moet gelden:

dSvd(zeff) = 0.20 * Svod(zeff) geeft: zeff = 0.239 m

- Bepaling van de resulterende effectieve zetting (NEN 6744 hfdst.6):

De resulterende effectieve zetting kan uiteindelijk worden bepaald door integratie van de samendrukking van de grond onder de poer tot aan de effectieve zettingsdiepte m.b.v. de formule van Terzaghi.

- Berekening van de primaire zetting (art. 6.2):

$$weff1 = \frac{Cceff}{1 + eporie} * \int_0^{zeff} ln\left(\frac{Svod(z) + dSvd(z)}{Svod(z)}\right) dz =$$

$$= \frac{0.006}{1 + 0.6} * \int_0^{0.239} ln\left(\frac{Svod(z) + dSvd(z)}{Svod(z)}\right) dz = 0.000 \text{ m}$$

- Berekening van de secundaire zetting over 15 jaar (art. 6.3):

$$weff2 = Cinfe * zeff * \log\left(\frac{15*365}{1}\right) = 0.000 * 0.239 * 3.738 = 0.000 \text{ m}$$

- Totaal (art. 6.1): weff = weff1 + weff2 = 0.000 + 0.000 = 0.000 m

Controle van de resulterende effectieve zetting:

Volgens NEN 6740 art. 5.2.2.1 mag de zetting niet groter zijn dan 0.15 m. In diverse gemeenten wordt ook (nog) wel gewerkt met een toelaatbare zetting van 0.10 meter. Mede daarom en omdat uitgegaan is van een gedraineerde toestand, wordt in CASTA/Kassenbouw ook gerekend met een toelaatbare zetting van 0.10 m. Er wordt als het ware een veiligheidsfactor 1.5 op NEN 6740 art. 5.2.2.1 gelegd, met name voor een niet-volledig gedraineerde toestand van de grond.

wtoel = 0.100 m

Controle zetting: 0.000 m < 0.100 m, dus: voldoet.

Conclusie:
- Poeren BPRD600*830 mm voldoen
  bij B.C.8: c1) Dead load + Services + Crop + repair/incident actions

6.17.8 Controle van de ZEUS 120x120x1000ZW (R10+M10)

a) Bepaling van de belastingen per paal in rekentoestand:
   - Verticale belasting per kolom (neerwaarts = +) : Fvk = 13142 N
   - Eigen gewicht van de gevelkolom (1.15 * 361) : Fegk = 414 N
   - Gewicht gevelomhulling(1.15 * 4.0 * 3.200 * 130): Ggevel= 1909 N
   ---------- +
   - Verticale belasting per paal: Nd = 15465 N
     Inclusief gewicht kolom en gevel:
     NEd = Fsk + Fpsk + g.eg*Fegk' + Ggevel = 13142 + 1.15*361 + 1664 = 15879 N

   - Maatgevend moment in de paal, ter plaatse van de poeraansluiting:
     Md = Rf * (fh + Dpoer) = 1763 * (0.300 + 0.150) = 793 Nm
   - Belasting op het anker (ideële belasting):
     De fundatiepaal is neerwaarts gesteund, dus het anker wordt in dit geval niet belast.

b) Doorsnedecontrole van de paal met behulp van het Mu-Nu diagram:

   Bij het invullen van de gegeven normaalkracht NEd = 15879 N in het Mu-Nu
   diagram wordt de momentencapaciteit Mcap verkregen door rechtlijnige
   interpolatie tussen de punten waar NEd ligt. Mcap = 5418 Nm

d) Controle van de betonpaalcapaciteit:

  - Moment: Md = 793 Nm < Mcap = 5418 Nm, dus: voldoet.
  - Dwarskracht: Fhk = 1763 N < Vp = 9504 N, dus: voldoet.
  - Anker: Niet ter zake.
  - Uittrekkracht: Niet ter zake.

Conclusie:
- Palen ZEUS 120x120x1000ZW (R10+M10) voldoen
  bij B.C.8 : c1) Dead load + Services + Crop + repair/incident actions

Voor de controle van de prefab-afsluitplaten en de prefab-betonpalen wordt
verwezen naar de (toetsingsrapporten van de) leverancier.

Bedrijf: Heuvel-Folie-Serres bvba, CK-324-1
Project: Hooghoutplant VOF,koude kas, NEN13031
Bestand: 3.CA_21-019 Hooghoutplant BK 11x9.60m ph 4.00m.ckd

De controle is uitgevoerd met CASTA/Kassenbouw versie 3.10 SP5

7 Z I J G E V E L S

Kasgegevens:

- Kastype	: Breedkap-kas
- Overspanning (l)	: 9.60 m
- Aantal gekoppelde spanten	: 11 (y-richting)
- Vakmaat (v)	: 4.00 m
- Kolomhoogte (h)	: 4.00 m
- Randfundering	: Cassettevoet
- Funderingstype	: niet-onderheide fundering (op staal)
- Grondsoort	: Zand schoon

De navolgende rapportage van de CASTA controleberekening van de zijgevels en de gevelfundatie van een kas is in overeenstemming met de algemene Nederlandse norm voor bouwconstructies NEN-EN 1990 en de hierna volgende specifieke Nederlandse bouwnormen, waarmee is voldaan aan de van toepassing zijnde bepalingen van het Bouwbesluit (Hfdst. 2; art. 21 t/m 24):
De belastingen en belastingscombinaties zijn bepaald volgens:
- NEN-EN 13031:2020: CC1 Greenhouse NL;
- Basiswindsnelheid: Vb50 = 24.5 m/s met Cprob 15 jaar: Vb = 22.4 m/s
- Karateristieke Sneeuwbelasting: SK = 700.0 N/m² op de grond (50 jaar)

De controle berekeningen zijn geheel of gedeeltelijk uitgevoerd volgens de volgende normen:
- NEN-EN 1993 Eurocode 3: Ontwerp en berekening van staalconstructies
  * NEN-EN 1993-1-1: Algemene regels en regels voor gebouwen
  * NEN-EN 1993-1-3: Koudgevormde dunwandige profielen en platen
  * NEN-EN 1993-1-8: Ontwerp en berekening van verbindingen
- NEN-EN 1997 Eurocode 7: Geotechnisch ontwerp
  * NEN 9997-1: Algemene regels

(voor zover van toepassing voor de uitgevoerde controle berekening)
Bij de genoemde Eurocodes zijn de Nederlandse nationale bijlagen van toepassing

Voor een toelichting op de berekening van de zijgevels wordt verwezen naar TNO rapport: BI-92-0063* "Rekenregels voor de draagconstructie van kop- en zijgevels van Venlowarenhuizen en Breedkapkassen", Delft/1992.
Voor een toelichting op de berekening van de poeren wordt verwezen naar TNO rapport: 93-CON-R0304 "Rekenregels voor de dimensionering en de controle van de poeren van de kolommen, schoorvakken en portaalspanten voor Venlo-warenhuizen en Breedkapkassen volgens NEN 3859", Delft/1993

CASTA/Kassenbouw is een hulpmiddel bij het ontwerp van de constructie en onderdelen van een kas.
De gebruiker van CASTA/Kassenbouw is zelf verantwoordelijk voor het invoeren van de juiste gegevens.
TNO aanvaardt geen enkele aansprakelijkheid bij het toepassen van de resultaten van CASTA/Kassenbouw.
Het programma CASTA/Kassenbouw is ontwikkeld door TNO in samenwerking met en onder begeleiding van de stichting Hortivation.
Voor meer informatie over CASTA/Kassenbouw kunt u contact opnemen met TNO (088 8663460).

7.1 Samenvatting maatgevende berekeningsresultaten:
(Tussen haakjes is per item het nummer van de maatgevende B.C. gegeven.)
Zijgevel:
- Spantkolom:
  - Sterkte (B.C.2) : 0.80 < 1.00, dus: voldoet.
  - Spanning (B.C.2) : 0.77 < 1.00, dus: voldoet.
  - Stabiliteit (B.C.2) : 0.81 < 1.00, dus: voldoet.
  - Stijfheid (B.C.2) : 26.0 mm < 26.7 mm, dus: voldoet.
- Gording 1 (B.C.6):
  - Sterkte : 0.18 < 1.00, dus: voldoet.
  - Spanning : 0.34 < 1.00, dus: voldoet.
  - Stabiliteit : 0.14 < 1.00, dus: voldoet.
  - Stijfheid : 0.23 < 1.00, dus: voldoet.

Randfundering:
- Kantelstabiliteit fundatie:
  - Momenten (B.C.6) o : 6027 Nm < 6028 Nm, dus: voldoet.
  - Verticaal (B.C.3) :| 22329 N | < 93794 N, dus: voldoet.
  - Horizontaal (B.C.2) : 5568 N < 8743 N, dus: voldoet.
  - Zetting (B.C.2) : 0.000 m < 0.100 m, dus: voldoet.
- Palen
  - Moment (B.C.6) : 2550 Nm < 3517 Nm, dus: voldoet.
  - Dwarskracht (B.C.2) : 5832 N < 9504 N, dus: voldoet.
  - Anker : Niet ter zake.
  - Uittrekkracht (B.C.6): 0.05 N/mm² < 0.36 N/mm², dus: voldoet.

7.1.1 Eindconclusie(s):
- De zijgevels voldoen qua sterkte/stabiliteit/stijfheid
  bij alle berekende belastingcombinaties.
  - Spantkolom (RHBK100*50*4.0 mm, S235 (EN10219)) : voldoet
  - Gordingen:
    1 RHBK80*50*3.0 1300 3 steunpunten : voldoet
    2 RHBK80*50*3.0 2600 3 steunpunten : voldoet
    3 RHBK80*50*3.0 3900 3 steunpunten : voldoet
- De zijgevelfundatie voldoet qua kantelstabiliteit
  bij alle berekende belastingcombinaties.
  - Palen ZEUS 120x120x1000ZW (R8+M10) : voldoen
  - Poeren (BPRD600*980) : voldoen

7.1.2 Mededelingen/opmerkingen:
De belastingen en belastingscombinaties zijn bepaald volgens:
- EN13031-1 Greenhouses: Design and Construction
  - Onderzochte belastingcombinaties:
    - B.C.1: a0) Dead load + Services + Snow (without snow removal)
    - B.C.2: a11) Dead load + Services + Wind + Crop
    - B.C.3: a21) Dead Load + Services + Snow + Psi_Crop
    - B.C.4: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay up wind)
    - B.C.5: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay down wind)
    - B.C.6: b1) Dead load + Wind (Cpi negative, Cpe 1st bay up wind)
    - B.C.7: c1) Dead load + Services + Crop + repair/incident actions

- Met nadruk wordt erop gewezen, dat de TOG kopgevelkolom ook moet voldoen aan de controle van de "gewone" TOG kolom.

- De hoekkolommen zijn niet apart gecontroleerd. Lokale effecten zoals bijvoorbeeld het toepassen van gewasdraadbogen kunnen extra belastingen veroorzaken (zie TNO-rapport BI-92-0063*).

- Met nadruk wordt erop gewezen, dat de zijgevelspantkolom óók moet voldoen aan de controle van de "gewone" spantkolommen.

- Als gevolg van uitzetting en krimp van de zijgevels door temperatuurswisselingen kan het bij relatief lange kassen (± 180 m) nodig zijn over een relatief grote lengte extra "smal" glas in de beide uiteinden van de zijgevels toe te passen. Het precieze aantal is afhankelijk van de kolomhoogte van de kas, de gordingafstand, de glasafmetingen, de speling en het toegepaste gootprofiel.
  Het onderdeel CASTA/Tuinbouwglas geeft adviezen over de positie van de schoren over de precieze glasinvulling van de gevels, berekend aan de hand van de Europese Kassenbouwnorm EN13031.

- Voor de controle van de prefab-afsluitplaten en de prefab-betonpalen wordt verwezen naar de (toetsingsrapporten van de) leverancier.

- Bij controle van de draagkracht en de zetting van de grond volgens NEN 6740 en NEN 6744 is uitgegaan van een volledig gedraineerde toestand, volgens artikel 5.2.3. van NEN 6744. In geval van een ongedraineerde toestand, of een niet-volledig gedraineerde toestand, dient een grondmechanisch of geotechnisch adviseur ingeschakeld te worden.

7.2 INVOERGEGEVENS

7.2.1 Type en afmetingen van de kas:
- Kastype : Breedkapkas
- Overspanning (l) : 9.60 m
- Vakmaat (v) : 4.00 m
- Kolomhoogte gevel : 4.00 m
- Kaslengte (L) : 44.0 m
- Minimum aantal aaneengesloten overspanningen (y-richting): 11

7.2.2 Overige gegevens van de kas:
- Dekhelling (alfa) : 27.0 graden
- Funderingshoogte (fh) : 300 mm
- Funderingstype : niet-onderheide fundering (op staal)
- Spanthoogte (hspant) : 390 mm (vertikaal gemeten: 438 mm)
- Spantverlaging (vspant) : 80 mm
- Glasbreedte dek (bd) : 1125 mm
- Glasbreedte kopgevel (bkg): 800 mm
- Glasbreedte zijgevel (bzg): 852 mm

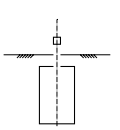
7.2.3 Kolommen:
- Profiel : RHBK100*50*3.0
- Staalsoort kolommen : S275 (EN10219)
- Lengte kolom : 4000 mm
- Gat in de kolom : Nee

7.3 Gegevens van de zijgevels:
- Spanttkolom (sk) : RHBK100*50*4.0 (Staalsoort: S235 (EN10219))
- Tabel met gordingprofielen: 3x hoh max 1300 mm (afstand laatste tot goot 100 mm)

	Profiel	positie	oplegging	steun	kip
1	RHBK80*50*3.0, S235 (EN10219)	1300	3 steunpunten	nee	ja
2	RHBK80*50*3.0, S235 (EN10219)	2600	3 steunpunten	nee	ja
3	RHBK80*50*3.0, S235 (EN10219)	3900	3 steunpunten	nee	ja

- Controleberekening gording met normaalkrachten uit:
  - koppelprofiel schoorvak: nee
  - gewasdraadboog : niet aanwezig
  - regenleiding aan draad : niet aanwezig
  - belichting aan draad : niet aanwezig

7.4 Gegevens van de fundering van de zijgevels:
- Randfundering : Cassettevoet
- Palen (14 liter beton) : ZEUS 120x120x1000ZW (R8+M10)
  - zonder wapeningsstaaf in de poer
  - H.o.h. afstand : 4000 mm (hele kolomafstand)
- Poeren (270 liter beton): BPRD600*980 mm (Betonprop rond)
  - Poerdiepte (Dpoer) : 200 mm
- Grondsoort : Zand schoon



7.4.1 Eigen gewicht van diverse kasonderdelen:
- Dek (qdek) : 32 N/m² grondoppervlak
- Goot (Qgoot) : 34 N/m
- Fspantbeen 1e spant : 449 N
- Fspantbeen 2e spant : 460 N
- Fspantbeen middenvelden : 364 N
- E.g.ligger : 920 N

7.4.2 Gegevens van de verhoogde teeltlaag:
- Geen verhoogde teeltlaag toegepast.

7.4.3 Belastingen:
De belastingen zijn berekend volgens:
  - NEN-EN 13031:2020: CC1 Greenhouse NL;
  - Basic wind velocity : V50 = 24.5 m/s reference V15 = 22.4 m/s
  - Basic snowload : SK = 700.0 N/m²
  - Berekende afsmeltfactor : Ct = 1.000
    Temperatuur onder kasdek: Niet verwarmd
    Schermdoek op pakket bij sneeuwval: Ja
      Afwatering smeltwater snel en ongehinderd: Ja
  - Reference period : Rf = 15 year
  - Seismische respons : Invoer door gebruiker
  - Seismische versnelling : AgR = 0.050 x g m/sec²
    (Reference: TRC=475 years, n=50years, 10% exceedence)
  - Seismische respons : Sd = 0.050 x g m/sec²
  - Seismische ontwerpfactor: gs = 1.30
- Windstuwdruk (qwind) : 510 N/m² dekoppervlak
  (N.B.: Nokhoogte: H = 0.300 + 4.000 + 0.5 * 9.600 * tan 27° = 6.746 m)
      Gebouwhoogte: 6.746 m. Eff.hoogte: ze = 6.746 m
- Sneeuwbelasting (qsneeuw) : 423.5 N/m² grondoppervlak
- Installaties : 70 N/m² grondoppervlak
- Hangende teeltgoot : 0 N/m² grondoppervlak
- Installaties totaal : 70 N/m² grondoppervlak
- Gewasbelasting (qgewas) : 0 = Max(0 , 0) N/m² grondoppervlak
- Gewasbelasting winter : 0 N/m² grondoppervlak

7.5 Belastingen op de zijgevels:
- Gevel (qgevel) : 130 N/m² geveloppervlak
- Randfundering (Qrand) : 350 N/m gevellengte (excl. palen en poeren)
- Vert.belast. servicerail : 1800 kg
- Er is bij de berekening van de zijgevels geen rekening gehouden met:
  - Leidingen opgehangen aan de zijgevels.
  - Gewasdraden.
  - Schermdraden.
  - Trekdraden voor de hijsverwarming.
  - Regenleidingdraden.
  - Spandraden voor het ophangen van de belichting.

7.6 GEGEVENS OVER DE TOEGEPASTE NORM

7.6.1 Gegevens over de Europese kassenbouwnorm

- NEN-EN 13031:2020: CC1 Greenhouse NL;
- Basiswindsnelheid: Vb50 = 24.5 m/s met Cprob 15 jaar: Vb = 22.4 m/s
- Karateristieke Sneeuwbelasting: SK = 700.0 N/m² op de grond (50 jaar)

7.6.2 Windbelasting:

- Reference wind velocity : Vref.50 = 24.5 m/s
- Return period : ref = 15
- Shape parameter : K1 = 0.281 ; n = 0.5
- Terrain category greenhouses : z0II = 0.050 m, z0 = 0.200 m, zmin = 4.000 m
  Kr = 0.19*(z0/z0II)^0.07 = 0.19*(0.200 /0.050)^0.07 = 0.209
- Reference wind velocity (for ref.min = 15 years):

$$Vref = Vref.50 * \frac{1 - K1 * \ln(1/ref)}{1 - K1 * \ln(0.02)}^{+0.5} = 22.439 \text{ m/s}$$

- Height ridge : 0.300 + 4.000 + 0.5*9.600*tan27° = 6.746 m
- Reference height : ze = 6.746 m (ze = Height ridge = building height = 6.746 m)
- Roughness coëfficiënt : cr(ze) = 0.737
- Topography coëfficiënt : co(ze) = 1.000
- Turbulence coëfficiënt : kl = 1.000
- Turbulence intensity : Iv(ze) = (Kr * kl) /(ct(ze) * co(ze))= 0.284
- Exposure coëfficiënt : ce(ze) = cr(ze)² * co(ze)² * (1 + 7 * Iv(ze)) = 1.622
- Reference wind pressure : rho = 1.250 kg/m3; q = rho/2*(Vref)² = 314.697 N/m²
- Peak velocity : Vpeak = ce(ze)^0.5 * Vref = 1.622 ^0.5 * 22.439 = 28.6 m/s
- Mean wind pressure : qref = ce(ze) * q = 510.474 N/m²

1): geen reductie volgens Eurocode: Cdim;loodrecht = 1.00, Cdim;parallel = 1.00

7.6.3 Sneeuwbelasting:
Sneeuwbelasting (qsneeuw): 423.5 N/m² grondoppervlak (zonder afsmelten: qsi = 423.5 N/m²)
- Return period: ref = 15
- Basic snow load: SK = 700.0 N/m²
- Reduction with a return period n and V=0.800
  EN 13031-1: Rf = (1-0.800*0.7797*(ln(1/15)+0.577216))/(1+2.6*0.800) = 0.756
- Snow load shape coëfficiënt (for sub_structure only): C1 = 0.80
- Thermal coëfficiënt for non-heated greenhouses: Ct = 1.00
- Exposure coëfficiënt Ce, usually 1.0 (no effect from wind): Ce = 1.00
- Snow load (load on the roof projected on the ground):
  qs = Rf*C1*Ce*Ct*Sk = 0.756 * 0.8 * 1.0 * 1.000 * 700.0 = 423.5 N/m² 1)

7.6.3.1 Calculation of the thermal coefficient with EN13031-1 and ISO 4355 'Snow control by heating'
For heated greenhouses, equipped for the controlled melting of roof snow, see Table C.1
category THSC, the thermal coefficient in accordance with ISO 4355:201.

Conditions during a snow event
- The characteristic snow load on the ground : Sk = 700.0 N/m²
- Roof angle : a = 27°
- Air temperature inside (at snow event) : Ti = Niet verwarmd
- Air temperature outside (at snow event) : Te > -8 °C
- Screen system is open : yes
- Water discharge is unhindered : yes
- Material roof cover : Single layer plastic film (0.2 mm PE or

Derived data for the calculation of Ct according EN13031
- U in for heat protection : U = 7.1 W/m²K (see Table C2, EN13031-1)
- External surface resistance : Rse = 0.04 m²K/W
- Uo value of the roof cover : Uo.r = U1/[1/U-R.se] = 9.916 W/m²*K
- Heat transmittance (max value) : Uo = 4.177 W/m²K (min-max: 1 min 4.177 max W/m²K)
- Upper ground snow load limit : Lim.Skn = [20.2634/[(Ti-5)*(sin(0.4*Uo-0.1))^3/4] = 70219 N/m²
- Skmax in the Ct Calculation : Skmax = min(Skn,Lim.Skn)= min(700*0.756, 70219)

Basic melt factor Ct, see C.2.3 EN13031-1:
Ct = [1-0.054(Skmax/3500)^1/4*(Ti-5)*(sin(0.4Uo-0.1))^3/4]*cos(a) = 1.000 (incl. corrections)

Corrections for Ct depending on parameters:
- Air temperature outside: for Te <= -8 °C factor = 1.2 so Ct = 1.0*Ct
- Upper limit Ct <= 1.0
- Lower limit Ct > 0.2 * cos(a)

7.6.4 Onderzochte belastingcombinaties:
- B.C.1: a0) Dead load + Services + Snow (without snow removal)
- B.C.2: a11) Dead load + Services + Wind + Crop
- B.C.3: a21) Dead Load + Services + Snow + Psi_Crop
- B.C.4: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay up wind)
- B.C.5: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay down wind)
- B.C.6: b1) Dead load + Wind (Cpi negative, Cpe 1st bay up wind)
- B.C.7: c1) Dead load + Services + Crop + repair/incident actions

- Combinaties voor dekroeden:
  - BC.R1 : a12) Dead load + Services + Wind
  - BC.R2 : a21) Dead Load + Services + Snow + Psi_Crop
  - BC.R3 : b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay down wind)
  - BC.R4 : c1) Dead load + Services + Crop + repair/incident actions

- Combinaties voor de goot:
  - BC.G1 : a0) Dead load + Snow (without snow removal)
  - BC.G2 : a11) Dead load + Services + Wind + Crop
  - BC.G3 : a12) Dead load + Services + Wind
  - BC.G4 : a21) Dead Load + Services + Snow + Psi_Crop
  - BC.G5 : d2) Dead Load + Services + Psi_Snow + Psi_Crop + Seismic
  - BC.G6 : d1) Dead Load + Services + Psi_Snow + Seismic
  - BC.G7 : d3) Dead Load + Services + Psi_Crop + Seismic

7.6.5 Tabel 7: Afgeleide belastingsfactoren in rekentoestand
en tussen haakjes in gebruikstoestand:

ref	G1	G2	Q1	Q2	Q3	Q4	AK2
BC	Eigen gewicht dek a= 32 N/m² b= 0 N	Installaties 70 N/m² + 0 N/m² = 70 N/m²	Wind-belasting a= 510 N/m² b= 510 N/m² c= 510 N/m²	Sneeuwbelasting a= 423 N/m² b= 423 N/m² c= 0 N/m²	Gewasbelasting a= 0 N/m² b= 0 N/m²	Transportbelasting a= 0 N b= 1250 N	Aardbeving AgR = 0.050 [Sd]
1	1.00(1.00)	1.00(1.00)	0.00(0.00)	b 1.00(0.00)	b 0.00(0.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)
2	1.02(1.00)	1.02(1.00)	1.28(1.00)	0.00(0.00)	a 1.28(1.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)
3	1.02(1.00)	1.02(1.00)	0.00(0.00)	a 1.28(1.00)	b 1.28(1.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)
4	1.00(1.00)	0.00(0.00)	1.28(1.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)
5	1.00(1.00)	0.00(0.00)	1.28(1.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)
6	1.02(1.00)	0.00(0.00)	1.28(1.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)
7	1.15(1.00)	1.15(1.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)	a 1.28(1.00)	1.28(1.00)	0.00(0.00)

G1 = Dead load: [a]roof; [b]permanent
G2 = Services : [a]load on truss; [b]permanent
Q1 = Wind Load: [a]excl.Cdim (gables); [b]gutter direction (crosses); [c]span direction (trellis, column)
Q2 = Snow load: [a]incl. Ct=1.000; [b]exeptional Ct=1.0; [c]Accidental
Q3 = Crop Load: [a]max season; [b]max winter
Q4 = Transport incidental: [a]on roof; [b]inside

Horizontale windbelasting van het kasdek.
De som van horizontale windbelasting van het gehele kasdek loodrecht op de nokrichting (0 deg) mag worden berekend met de horizontale kracht van de eerste 2 kappen uit tabel B3 van EN13031-1, plus vanaf de derde kap elke kap een horizontale kracht bepaald met alleen de krachtcoëfficiënt Cfr,1 werkend op de kaphoogte (=verticale afstand goot tot nok).
De krachtcoëfficiënt is afgeleid van windtunneltesten voor kassen en is exclusief CsCd (zie publicatie "Equivalent static wind loads on large multi-span duo-pitch greenhouses").

Parameters for calculating the wind coefficients (See EN31031)
- Height from ground level to top : He = 6746 mm
- Height from ground level to gutter : hs = 4300 mm
- Max (0.75*He, h) : h = 5059 mm
- Roof angle : alpha = 27.0 °
- Greenhouse Width : W = 105600 mm Ratio h/W = 0.0479
- Greenhouse length : L = 44000 mm Ratio h/L = 0.1150
- Bay width gutter to gutter : S = 9600 mm Ratio h/S = 0.5270

7.7 OVERZICHT BEREKENINGSRESULTATEN PER BELASTINGGEVAL:

7.7.1 B.C.1: a0) Dead load + Services + Snow (without snow removal)
Zijgevel:
- Spantkolom:
  - Doorsn.klasse : 1
  - Sterkte : 0.03 < 1.00, dus: voldoet.
  - Spanning : 0.04 < 1.00, dus: voldoet.
  - Stabiliteit : 0.19 < 1.00, dus: voldoet.
  - Stijfheid : 0.0 mm < 26.7 mm, dus: voldoet.
- Gordingen:
  1 - klasse : 1
    - sterkte : 0.00 < 1.00, dus: voldoet.
    - spanning : 0.00 < 1.00, dus: voldoet.
    - stabiliteit : 0.00 < 1.00, dus: voldoet.
    - stijfheid : 0.00 < 1.00, dus: voldoet.
  2 - klasse : 1
    - sterkte : 0.00 < 1.00, dus: voldoet.
    - spanning : 0.00 < 1.00, dus: voldoet.
    - stabiliteit : 0.00 < 1.00, dus: voldoet.
    - stijfheid : 0.00 < 1.00, dus: voldoet.
  3 - klasse : 1
    - sterkte : 0.00 < 1.00, dus: voldoet.
    - spanning : 0.00 < 1.00, dus: voldoet.
    - stabiliteit : 0.00 < 1.00, dus: voldoet.
    - stijfheid : 0.00 < 1.00, dus: voldoet.
Randfundering:
- Kantelstabiliteit fundatie (neerwaartse belasting):
  - Momenten NBM : 3794 Nm < 31108 Nm, dus: voldoet.
  - Momenten OBM : -3743 Nm < 6028 Nm, dus: voldoet.
  - Verticaal :| 14174 N | < 93794 N, dus: voldoet.
  - Horizontaal : 17 N < 8743 N, dus: voldoet.
  - Zetting : 0.000 m < 0.100 m, dus: voldoet.
- Palen
  - Moment : 36 Nm < 4071 Nm, dus: voldoet.
  - Dwarskracht : 73 N < 9504 N, dus: voldoet.
  - Anker : Niet ter zake.
  - Uittrekkracht : Niet ter zake.

7.7.2 B.C.2: a11) Dead load + Services + Wind + Crop
Zijgevel:
- Spantkolom:
  - Doorsn.klasse : 1
  - Sterkte : 0.80 < 1.00, dus: voldoet.
  - Spanning : 0.77 < 1.00, dus: voldoet.
  - Stabiliteit : 0.81 < 1.00, dus: voldoet.
  - Stijfheid : 26.0 mm < 26.7 mm, dus: voldoet.
- Gordingen:
  1 - klasse : 1
    - sterkte : 0.18 < 1.00, dus: voldoet.
    - spanning : 0.34 < 1.00, dus: voldoet.
    - stabiliteit : 0.14 < 1.00, dus: voldoet.
    - stijfheid : 0.23 < 1.00, dus: voldoet.
  2 - klasse : 1
    - sterkte : 0.18 < 1.00, dus: voldoet.
    - spanning : 0.34 < 1.00, dus: voldoet.
    - stabiliteit : 0.14 < 1.00, dus: voldoet.
    - stijfheid : 0.23 < 1.00, dus: voldoet.
  3 - klasse : 1
    - sterkte : 0.07 < 1.00, dus: voldoet.
    - spanning : 0.20 < 1.00, dus: voldoet.
    - stabiliteit : 0.08 < 1.00, dus: voldoet.
    - stijfheid : 0.13 < 1.00, dus: voldoet.
Randfundering:
- Kantelstabiliteit fundatie (neerwaartse belasting):
  - Momenten OBM : 3020 Nm < 6028 Nm, dus: voldoet.
  - Verticaal :\| 19638 N \| < 93794 N, dus: voldoet.
  - Horizontaal : 5568 N < 8743 N, dus: voldoet.
  - Zetting : 0.000 m < 0.100 m, dus: voldoet.
- Palen
  - Moment : 2916 Nm < 4043 Nm, dus: voldoet.
  - Dwarskracht : 5832 N < 9504 N, dus: voldoet.
  - Anker : Niet ter zake.
  - Uittrekkracht : Niet ter zake.

7.7.3 B.C.3: a21) Dead Load + Services + Snow + Psi_Crop
Zijgevel:
- Spantkolom:
  - Doorsn.klasse : 1
  - Sterkte : 0.04 < 1.00, dus: voldoet.
  - Spanning : 0.05 < 1.00, dus: voldoet.
  - Stabiliteit : 0.23 < 1.00, dus: voldoet.
  - Stijfheid : 0.0 mm < 26.7 mm, dus: voldoet.
- Gordingen:
  1 - klasse : 1
    - sterkte : 0.00 < 1.00, dus: voldoet.
    - spanning : 0.00 < 1.00, dus: voldoet.
    - stabiliteit : 0.00 < 1.00, dus: voldoet.
    - stijfheid : 0.00 < 1.00, dus: voldoet.
  2 - klasse : 1
    - sterkte : 0.00 < 1.00, dus: voldoet.
    - spanning : 0.00 < 1.00, dus: voldoet.
    - stabiliteit : 0.00 < 1.00, dus: voldoet.
    - stijfheid : 0.00 < 1.00, dus: voldoet.
  3 - klasse : 1
    - sterkte : 0.00 < 1.00, dus: voldoet.
    - spanning : 0.00 < 1.00, dus: voldoet.
    - stabiliteit : 0.00 < 1.00, dus: voldoet.
    - stijfheid : 0.00 < 1.00, dus: voldoet.
Randfundering:
- Kantelstabiliteit fundatie (neerwaartse belasting):
  - Momenten NBM : 6044 Nm < 31108 Nm, dus: voldoet.
  - Momenten OBM : -5828 Nm < 6028 Nm, dus: voldoet.
  - Verticaal :| 22329 N | < 93794 N, dus: voldoet.
  - Horizontaal : 73 N < 8743 N, dus: voldoet.
  - Zetting : 0.000 m < 0.100 m, dus: voldoet.
- Palen
  - Moment : 44 Nm < 4131 Nm, dus: voldoet.
  - Dwarskracht : 89 N < 9504 N, dus: voldoet.
  - Anker : Niet ter zake.
  - Uittrekkracht : Niet ter zake.

7.7.4 B.C.4: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay up wind)
Zijgevel:
- Spantkolom:
  - Doorsn.klasse : 1
  - Sterkte : 0.35 < 1.00, dus: voldoet.
  - Spanning : 0.33 < 1.00, dus: voldoet.
  - Stabiliteit : 0.33 < 1.00, dus: voldoet.
  - Stijfheid : 11.1 mm < 26.7 mm, dus: voldoet.
- Gordingen:
  1 - klasse : 1
    - sterkte : 0.05 < 1.00, dus: voldoet.
    - spanning : 0.15 < 1.00, dus: voldoet.
    - stabiliteit : 0.06 < 1.00, dus: voldoet.
    - stijfheid : 0.10 < 1.00, dus: voldoet.
  2 - klasse : 1
    - sterkte : 0.05 < 1.00, dus: voldoet.
    - spanning : 0.15 < 1.00, dus: voldoet.
    - stabiliteit : 0.06 < 1.00, dus: voldoet.
    - stijfheid : 0.10 < 1.00, dus: voldoet.
  3 - klasse : 1
    - sterkte : 0.02 < 1.00, dus: voldoet.
    - spanning : 0.09 < 1.00, dus: voldoet.
    - stabiliteit : 0.04 < 1.00, dus: voldoet.
    - stijfheid : 0.06 < 1.00, dus: voldoet.
Randfundering:
- Kantelstabiliteit fundatie (neerwaartse belasting):
  - Momenten NBM : 8055 Nm < 31108 Nm, dus: voldoet.
  - Momenten OBM : 938 Nm < 6028 Nm, dus: voldoet.
  - Verticaal :| 13384 N | < 93794 N, dus: voldoet.
  - Horizontaal : 3038 N < 8743 N, dus: voldoet.
  - Zetting : 0.000 m < 0.100 m, dus: voldoet.
- Palen
  - Moment : 1657 Nm < 3843 Nm, dus: voldoet.
  - Dwarskracht : 3314 N < 9504 N, dus: voldoet.
  - Anker : Niet ter zake.
  - Uittrekkracht : Niet ter zake.

7.7.5 B.C.5: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay down wind)
Zijgevel:
- Spantkolom:
  - Doorsn.klasse : 1
  - Sterkte : 0.35 < 1.00, dus: voldoet.
  - Spanning : 0.33 < 1.00, dus: voldoet.
  - Stabiliteit : 0.33 < 1.00, dus: voldoet.
  - Stijfheid : 11.1 mm < 26.7 mm, dus: voldoet.
- Gordingen:
  1 - klasse : 1
    - sterkte : 0.05 < 1.00, dus: voldoet.
    - spanning : 0.15 < 1.00, dus: voldoet.
    - stabiliteit : 0.06 < 1.00, dus: voldoet.
    - stijfheid : 0.10 < 1.00, dus: voldoet.
  2 - klasse : 1
    - sterkte : 0.05 < 1.00, dus: voldoet.
    - spanning : 0.15 < 1.00, dus: voldoet.
    - stabiliteit : 0.06 < 1.00, dus: voldoet.
    - stijfheid : 0.10 < 1.00, dus: voldoet.
  3 - klasse : 1
    - sterkte : 0.02 < 1.00, dus: voldoet.
    - spanning : 0.09 < 1.00, dus: voldoet.
    - stabiliteit : 0.04 < 1.00, dus: voldoet.
    - stijfheid : 0.06 < 1.00, dus: voldoet.
Randfundering:
- Kantelstabiliteit fundatie (neerwaartse belasting):
  - Momenten NBM : 8055 Nm < 31108 Nm, dus: voldoet.
  - Momenten OBM : 938 Nm < 6028 Nm, dus: voldoet.
  - Verticaal :| 13384 N | < 93794 N, dus: voldoet.
  - Horizontaal : 3038 N < 8743 N, dus: voldoet.
  - Zetting : 0.000 m < 0.100 m, dus: voldoet.
- Palen
  - Moment : 1657 Nm < 3843 Nm, dus: voldoet.
  - Dwarskracht : 3314 N < 9504 N, dus: voldoet.
  - Anker : Niet ter zake.
  - Uittrekkracht : Niet ter zake.

7.7.6 B.C.6: b1) Dead load + Wind (Cpi negative, Cpe 1st bay up wind)
Zijgevel:
- Spantkolom:
  - Doorsn.klasse : 1
  - Sterkte : 0.79 < 1.00, dus: voldoet.
  - Spanning : 0.76 < 1.00, dus: voldoet.
  - Stabiliteit : op trek belast dus: voldoet
  - Stijfheid : 24.8 mm < 26.7 mm, dus: voldoet.
- Gordingen:
  1 - klasse : 1
    - sterkte : 0.18 < 1.00, dus: voldoet.
    - spanning : 0.34 < 1.00, dus: voldoet.
    - stabiliteit : 0.14 < 1.00, dus: voldoet.
    - stijfheid : 0.23 < 1.00, dus: voldoet.
  2 - klasse : 1
    - sterkte : 0.18 < 1.00, dus: voldoet.
    - spanning : 0.34 < 1.00, dus: voldoet.
    - stabiliteit : 0.14 < 1.00, dus: voldoet.
    - stijfheid : 0.23 < 1.00, dus: voldoet.
  3 - klasse : 1
    - sterkte : 0.07 < 1.00, dus: voldoet.
    - spanning : 0.20 < 1.00, dus: voldoet.
    - stabiliteit : 0.08 < 1.00, dus: voldoet.
    - stijfheid : 0.13 < 1.00, dus: voldoet.
Randfundering:
- Kantelstabiliteit fundatie (neerwaartse belasting):
  - Momenten OBM : 6027 Nm < 6028 Nm, dus: voldoet.
  - Verticaal :| 5110 N | < 93794 N, dus: voldoet.
  - Horizontaal : 4990 N < 8743 N, dus: voldoet.
  - Zetting : 0.000 m < 0.100 m, dus: voldoet.
- Palen
  - Moment : 2550 Nm < 3517 Nm, dus: voldoet.
  - Dwarskracht : 5101 N < 9504 N, dus: voldoet.
  - Anker : 0 N < 22265 N, dus: voldoet.
  - Uittrekkracht : 0.05 N/mm² < 0.36 N/mm², dus: voldoet.

7.7.7 B.C.7: c1) Dead load + Services + Crop + repair/incident actions
Zijgevel:
- Spantkolom:
  - Doorsn.klasse : 1
  - Sterkte : 0.01 < 1.00, dus: voldoet.
  - Spanning : 0.02 < 1.00, dus: voldoet.
  - Stabiliteit : 0.08 < 1.00, dus: voldoet.
  - Stijfheid : 0.0 mm < 26.7 mm, dus: voldoet.
- Gordingen:
  1 - klasse : 1
    - sterkte : 0.00 < 1.00, dus: voldoet.
    - spanning : 0.00 < 1.00, dus: voldoet.
    - stabiliteit : 0.00 < 1.00, dus: voldoet.
    - stijfheid : 0.00 < 1.00, dus: voldoet.
  2 - klasse : 1
    - sterkte : 0.00 < 1.00, dus: voldoet.
    - spanning : 0.00 < 1.00, dus: voldoet.
    - stabiliteit : 0.00 < 1.00, dus: voldoet.
    - stijfheid : 0.00 < 1.00, dus: voldoet.
  3 - klasse : 1
    - sterkte : 0.00 < 1.00, dus: voldoet.
    - spanning : 0.00 < 1.00, dus: voldoet.
    - stabiliteit : 0.00 < 1.00, dus: voldoet.
    - stijfheid : 0.00 < 1.00, dus: voldoet.
Randfundering:
- Kantelstabiliteit fundatie (neerwaartse belasting):
  - Momenten NBM : 4126 Nm < 31108 Nm, dus: voldoet.
  - Momenten OBM : -4076 Nm < 6028 Nm, dus: voldoet.
  - Verticaal :| 15424 N | < 93794 N, dus: voldoet.
  - Horizontaal : 17 N < 8743 N, dus: voldoet.
  - Zetting : 0.000 m < 0.100 m, dus: voldoet.
- Palen
  - Moment : 10 Nm < 3920 Nm, dus: voldoet.
  - Dwarskracht : 20 N < 9504 N, dus: voldoet.
  - Anker : Niet ter zake.
  - Uittrekkracht : Niet ter zake.

N.B. NBM = Kantelstabiliteit bij neerwaarts bezwijkmodel
     OBM = Kantelstabiliteit bij opwaarts bezwijkmodel
     (zie TNO-rapport 93-CON-R0304)

7.8 OVERZICHT BELASTINGEN OP DE FUNDERING:

Overzicht belastingen op de randfundering in rekentoestand, tussen haakjes in gebruikstoestand.

Belastingen op de betonpaal van de cassette fundering
- Hart op Hart afstand gevelkolommen: 4000 mm
- Hart op Hart afstand poeren : 4000 mm (hele kolomafstand)

7.8.1 B.C.1: a0) Dead load + Services + Snow (without snow removal)

- Eigen gewicht van de zijgevelspantkolom	Feg.zs	= 344	N		
- Moment in de betonpaal	Md	= 36	Nm	(9	Nm)
- Normaalkracht in de betonpaal	Nb	= 13140	N	(4985	N)
- Dwarskracht in de betonpaal	Fhk	= 73	N	(17	N)
- Kracht op het anker	Fi	= 0	N	(0	N)

7.8.2 B.C.2: a11) Dead load + Services + Wind + Crop

- Eigen gewicht van de zijgevelspantkolom	Feg.zs	= 344	N		
- Moment in de betonpaal	Md	= 2916	Nm	(2784	Nm)
- Normaalkracht in de betonpaal	Nb	= 12061	N	(10449	N)
- Dwarskracht in de betonpaal	Fhk	= 5832	N	(5568	N)
- Kracht op het anker	Fi	= 0	N	(0	N)

7.8.3 B.C.3: a21) Dead Load + Services + Snow + Psi_Crop

- Eigen gewicht van de zijgevelspantkolom	Feg.zs	= 344	N		
- Moment in de betonpaal	Md	= 44	Nm	(36	Nm)
- Normaalkracht in de betonpaal	Nb	= 15488	N	(13140	N)
- Dwarskracht in de betonpaal	Fhk	= 89	N	(73	N)
- Kracht op het anker	Fi	= 0	N	(0	N)

7.8.4 B.C.4: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay up wind)

- Eigen gewicht van de zijgevelspantkolom	Feg.zs	= 344	N		
- Moment in de betonpaal	Md	= 1657	Nm	(1519	Nm)
- Normaalkracht in de betonpaal	Nb	= 4349	N	(4195	N)
- Dwarskracht in de betonpaal	Fhk	= 3314	N	(3038	N)
- Kracht op het anker	Fi	= 0	N	(0	N)

7.8.5 B.C.5: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay down wind)

- Eigen gewicht van de zijgevelspantkolom	Feg.zs	= 344	N		
- Moment in de betonpaal	Md	= 1657	Nm	(1519	Nm)
- Normaalkracht in de betonpaal	Nb	= 4349	N	(4195	N)
- Dwarskracht in de betonpaal	Fhk	= 3314	N	(3038	N)
- Kracht op het anker	Fi	= 0	N	(0	N)

7.8.6 B.C.6: b1) Dead load + Wind (Cpi negative, Cpe 1st bay up wind)

- Eigen gewicht van de zijgevelspantkolom	Feg.zs	= 344	N		
- Moment in de betonpaal	Md	= 2550	Nm	(2495	Nm)
- Normaalkracht in de betonpaal	Nb	= -6124	N	(-4079	N)
- Dwarskracht in de betonpaal	Fhk	= 5101	N	(4990	N)
- Kracht op het anker	Fi	= 0	N	(0	N)

7.8.7 B.C.7: c1) Dead load + Services + Crop + repair/incident actions

- Eigen gewicht van de zijgevelspantkolom	Feg.zs	= 344	N		
- Moment in de betonpaal	Md	= 10	Nm	(9	Nm)
- Normaalkracht in de betonpaal	Nb	= 7314	N	(6235	N)
- Dwarskracht in de betonpaal	Fhk	= 20	N	(17	N)
- Kracht op het anker	Fi	= 0	N	(0	N)

N.B. : - Herverdeling van horizontale krachten op de poeren met een kleinere
hoh afstand is niet mogelijk voor type fundering "cassette"
- De tussen haakjes genoemde waarden zijn in gebruikstoestand.

7.8.8 Summary of loads at foundation:

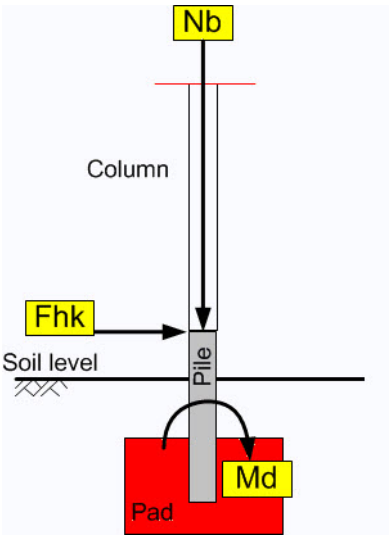


Table: Foundation forces side wall and gable end, cassette system

Table Combination	Load V Nd ULS [N]	Load V [N] Fsk+Fpsk+ Fegk ULS	Moment Md ULS [Nm]	Load H Fhk ULS [N]
		anchor		
BC1	13140	11060	36	73
BC2	12061	9937	2916	5832
BC3	15488	13364	44	89
BC4	4349	2269	1657	3314
BC5	4349	2269	1657	3314
BC6	-6124	-8248	2550	5101
BC7	7314	4928	10	20

7.9 PROFIEL-EIGENSCHAPPEN

In dit deel worden alle profiel-eigenschappen weergegeven en uitgerekend,
die onafhankelijk zijn van de belastingen en de belastingcombinaties.
(index "y" = "in gootrichting")

7.9.1 Zijgevelspantkolommen (RHBK100*50*4.0 mm S235 (EN1021) (index "sk"):

- Oppervlakte : Ask = 1094.8 mm²
- Traagheidsmoment y-as: Iy.sk = 1343749.7 mm4
- Weerstandsmoment y-as: Wy.sk = 26875.0 mm3
- Traagheidsstraal y-as: iy.sk = 35.0 mm
- Traagheidsmoment z-as: Iz.sk = 451858.3 mm4
- Weerstandsmoment z-as: Wz.sk = 18074.3 mm3
- Traagheidsstraal z-as: iz.sk = 20.3 mm
- Neutrale lijn z-as : ez.sk = 25.0 mm
- Versch.neutr.lijn y : eNy = 0.0 mm
  z : eNz = 0.0 mm
- Lengte : Lsk = 4.000 m
- Gewicht : Gsk = 34.377 kg
- Rekenwaarde vloeigrens fy.sk = 235.0 N/mm²
- Elasticiteitsmodulus Esk = 210000 N/mm²
- Afschuivingsmodulus Gsk = 80769 N/mm²
- Weerstandsmom.pl.y-as Wpy.sk = 26875 (Wply.sk = 34141) mm3
- Weerstandsmom.pl.z-as Wpz.sk = 18074 (Wplz.sk = 20971) mm3
- Torsietraagheidsmoment It.sk = 1089956 mm4
- Rekenwaarde van de sterkte:
  - Normaalkracht Nc.Rd.sk = 310819 N
    NRk.sk = 310819 N
  - Moment plastisch My.c.Rd.sk = 7630 Nm Mz.c.Rd.sk = 5131 Nm
    elastisch My.Rk.sk = 7630 Nm Mz.Rk.sk = 5131 Nm
- Imperfectie factor volgens EC3, table 6.2 alfay = 0.49 alfaz = 0.49
- De ingevoerde staalsoort S235 (EN10219) is vastgesteld voor het basismateriaal van het kokerprofiel.
  Na het koudvervormen is er sprake van een verhoging van de vloeigrens. Deze verhoogde vloeigrens
  is als volgt berekend met de rekenformule uit NEN6770 (zie 12.1.1.4 Tabel 23, noot 2) en EN 1993-1-1:
  - Materiaalkwaliteit : S235 (EN10219) (fy = 235.0 N/mm², ft = 360.0 N/mm²)
    fy-eq = fy+(7*nhoeksk*tsk/Lsk)*(ft-fy) < (fy+ft)/2: fy-eq = 283.9 N/mm²
  - Ontwikkelde lengte : Lsk = 286.3 mm
  - Omgez. hoeken : nhoek = 4
  - Op druk belast : fy-dsk = fy-eq = 283.9 N/mm²
  - Op trek belast : fy-tsk = fy-eq = 283.9 N/mm²
- Kniklengte, slankheid en knikcoëfficiënt:
  - In de y-richting:
    - Slankheid : lambda-ysk = 4000/35.0 = 114
    - Chixsk = min(0.426 , 1.0) = 0.426
    - Eulerse knikkracht:

$$\text{FEysk} = \frac{\pi^2 * E * Iysk}{lkysk^2} = \frac{\pi^2 * 2.1E5 * 134E4}{4000^2} = 174067 \text{ N}$$

  - In de z-richting:
    - Slankheid : lambda-zsk = 4000/20.3 = 197
    - Chizsk = min(0.181 , 1.0) = 0.181
    - Eulerse knikkracht:

$$\text{FEzsk} = \frac{\pi^2 * E * Izsk}{lkzsk^2} = \frac{\pi^2 * 2.1E5 * 45E4}{4000^2} = 58533 \text{ N}$$

7.9.2 Zijgevelgording (RHBK80*50*3.0 mm S235 (EN1021) (index "gd1"):
- Oppervlakte : Agd1 = 728.5 mm²
- Traagheidsmoment y-as: Iy.gd1 = 623906.1 mm4
- Weerstandsmoment y-as: Wy.gd1 = 15597.7 mm3
- Traagheidsstraal y-as: iy.gd1 = 29.3 mm
- Traagheidsmoment z-as: Iz.gd1 = 299160.2 mm4
- Weerstandsmoment z-as: Wz.gd1 = 11966.4 mm3
- Traagheidsstraal z-as: iz.gd1 = 20.3 mm
- Neutrale lijn z-as : ez.gd1 = 25.0 mm
- Versch.neutr.lijn y : eNy = 0.0 mm
  z : eNz = 0.0 mm
- Lengte : Lgd1 = 4.000 m
- Gewicht : Ggd1 = 22.876 kg
- Rekenwaarde vloeigrens fy.gd1 = 235.0 N/mm²
- Elasticiteitsmodulus Egd1 = 210000 N/mm²
- Afschuivingsmodulus Ggd1 = 80769 N/mm²
- Weerstandsmom.pl.y-as Wpy.gd1 = 15598 (Wply.gd1 = 19160) mm3
- Weerstandsmom.pl.z-as Wpz.gd1 = 11966 (Wplz.gd1 = 13812) mm3
- Torsietraagheidsmoment It.gd1 = 622996 mm4
- Rekenwaarde van de sterkte:
  - Normaalkracht Nc.Rd.gd1 = 201532 N
    NRk.gd1 = 201532 N
  - Moment plastisch My.c.Rd.gd1 = 4315 Nm Mz.c.Rd.gd1= 3310 Nm
    elastisch My.Rk.gd1 = 4315 Nm Mz.Rk.gd1 = 3310 Nm
- Imperfectie factor volgens EC3, table 6.2 alfay = 0.49 alfaz = 0.49
- De ingevoerde staalsoort S235 (EN10219) is vastgesteld voor het basismateriaal van het kokerprofiel.
  Na het koudvervormen is er sprake van een verhoging van de vloeigrens. Deze verhoogde vloeigrens
  is als volgt berekend met de rekenformule uit NEN6770 (zie 12.1.1.4 Tabel 23, noot 2) en EN 1993-1-1:
  - Materiaalkwaliteit : S235 (EN10219) (fy = 235.0 N/mm², ft = 360.0 N/mm²)
    fy-eq = fy+(7*nhoekgd1*tgd1/Lgd1)*(ft-fy) < (fy+ft)/2: fy-eq = 276.6 N/mm²
  - Ontwikkelde lengte : Lgd1 = 252.3 mm
  - Omgez. hoeken : nhoek = 4
  - Op druk belast : fy-dgd1 = fy-eq = 276.6 N/mm²
  - Op trek belast : fy-tgd1 = fy-eq = 276.6 N/mm²
- Kniklengte, slankheid en knikcoëfficiënt:
  - In de y-richting:
    - Stel: Kniklengte lkygd1 = lgd1 = 4000 mm (3 steunp. = 1x systeemlengte)
    - Slankheid : lambda-ygd1 = 4000/29.3 = 137
    - Chixgd1 = min(0.329 , 1.0) = 0.329
    - Eulerse knikkracht:

$$\text{FEygd1} = \frac{\text{pi}^2 * E * \text{Iygd1}}{\text{lkygd1}^2} = \frac{\text{pi}^2 * 2.1E5 * 62E4}{4000^2} = 80820 \text{ N}$$

  - In de z-richting:
    - Stel: Kniklengte lkzgd1 = lgd1 = 852 mm (ongesteunde kiplengte)
    - Slankheid : lambda-zgd1 = 852 /20.3 = 42
    - Chizgd1 = min(0.872 , 1.0) = 0.872
    - Eulerse knikkracht:

$$\text{FEzgd1} = \frac{\text{pi}^2 * E * \text{Izgd1}}{\text{lkzgd1}^2} = \frac{\text{pi}^2 * 2.1E5 * 30E4}{852^2} = 854169 \text{ N}$$

7.9.3 Zijgevelgording (RHBK80*50*3.0 mm S235 (EN1021) (index "gd2"):
- Oppervlakte : Agd2 = 728.5 mm²
- Traagheidsmoment y-as: Iy.gd2 = 623906.1 mm4
- Weerstandsmoment y-as: Wy.gd2 = 15597.7 mm3
- Traagheidsstraal y-as: iy.gd2 = 29.3 mm
- Traagheidsmoment z-as: Iz.gd2 = 299160.2 mm4
- Weerstandsmoment z-as: Wz.gd2 = 11966.4 mm3
- Traagheidsstraal z-as: iz.gd2 = 20.3 mm
- Neutrale lijn z-as : ez.gd2 = 25.0 mm
- Versch.neutr.lijn y : eNy = 0.0 mm
  z : eNz = 0.0 mm
- Lengte : Lgd2 = 4.000 m
- Gewicht : Ggd2 = 22.876 kg
- Rekenwaarde vloeigrens fy.gd2 = 235.0 N/mm²
- Elasticiteitsmodulus Egd2 = 210000 N/mm²
- Afschuivingsmodulus Ggd2 = 80769 N/mm²
- Weerstandsmom.pl.y-as Wpy.gd2 = 15598 (Wply.gd2 = 19160) mm3
- Weerstandsmom.pl.z-as Wpz.gd2 = 11966 (Wplz.gd2 = 13812) mm3
- Torsietraagheidsmoment It.gd2 = 622996 mm4
- Rekenwaarde van de sterkte:
  - Normaalkracht Nc.Rd.gd2 = 201532 N
    NRk.gd2 = 201532 N
  - Moment plastisch My.c.Rd.gd2 = 4315 Nm Mz.c.Rd.gd2= 3310 Nm
    elastisch My.Rk.gd2 = 4315 Nm Mz.Rk.gd2 = 3310 Nm
- Imperfectie factor volgens EC3, table 6.2 alfay = 0.49 alfaz = 0.49
- De ingevoerde staalsoort S235 (EN10219) is vastgesteld voor het basismateriaal van het kokerprofiel.
  Na het koudvervormen is er sprake van een verhoging van de vloeigrens. Deze verhoogde vloeigrens
  is als volgt berekend met de rekenformule uit NEN6770 (zie 12.1.1.4 Tabel 23, noot 2) en EN 1993-1-1:
  - Materiaalkwaliteit : S235 (EN10219) (fy = 235.0 N/mm², ft = 360.0 N/mm²)
    fy-eq = fy+(7*nhoekgd2*tgd2/Lgd2)*(ft-fy) < (fy+ft)/2: fy-eq = 276.6 N/mm²
  - Ontwikkelde lengte : Lgd2 = 252.3 mm
  - Omgez. hoeken : nhoek = 4
  - Op druk belast : fy-dgd2 = fy-eq = 276.6 N/mm²
  - Op trek belast : fy-tgd2 = fy-eq = 276.6 N/mm²
- Kniklengte, slankheid en knikcoëfficiënt:
  - In de y-richting:
    - Stel: Kniklengte lkygd2 = lgd2 = 4000 mm (3 steunp. = 1x systeemlengte)
    - Slankheid : lambda-ygd2 = 4000/29.3 = 137
    - Chixgd2 = min(0.329 , 1.0) = 0.329
    - Eulerse knikkracht:

$$\text{FEygd2} = \frac{\text{pi}^2 * E * \text{Iygd2}}{\text{lkygd2}^2} = \frac{\text{pi}^2 * 2.1E5 * 62E4}{4000^2} = 80820 \text{ N}$$

  - In de z-richting:
    - Stel: Kniklengte lkzgd2 = lgd2 = 852 mm (ongesteunde kiplengte)
    - Slankheid : lambda-zgd2 = 852 /20.3 = 42
    - Chizgd2 = min(0.872 , 1.0) = 0.872
    - Eulerse knikkracht:

$$\text{FEzgd2} = \frac{\text{pi}^2 * E * \text{Izgd2}}{\text{lkzgd2}^2} = \frac{\text{pi}^2 * 2.1E5 * 30E4}{852^2} = 854169 \text{ N}$$

7.9.4 Zijgevelgording (RHBK80*50*3.0 mm S235 (EN1021) (index "gd3"):
- Oppervlakte : Agd3 = 728.5 mm²
- Traagheidsmoment y-as: Iy.gd3 = 623906.1 mm4
- Weerstandsmoment y-as: Wy.gd3 = 15597.7 mm3
- Traagheidsstraal y-as: iy.gd3 = 29.3 mm
- Traagheidsmoment z-as: Iz.gd3 = 299160.2 mm4
- Weerstandsmoment z-as: Wz.gd3 = 11966.4 mm3
- Traagheidsstraal z-as: iz.gd3 = 20.3 mm
- Neutrale lijn z-as : ez.gd3 = 25.0 mm
- Versch.neutr.lijn y : eNy = 0.0 mm
  z : eNz = 0.0 mm
- Lengte : Lgd3 = 4.000 m
- Gewicht : Ggd3 = 22.876 kg
- Rekenwaarde vloeigrens fy.gd3 = 235.0 N/mm²
- Elasticiteitsmodulus Egd3 = 210000 N/mm²
- Afschuivingsmodulus Ggd3 = 80769 N/mm²
- Weerstandsmom.pl.y-as Wpy.gd3 = 15598 (Wply.gd3 = 19160) mm3
- Weerstandsmom.pl.z-as Wpz.gd3 = 11966 (Wplz.gd3 = 13812) mm3
- Torsietraagheidsmoment It.gd3 = 622996 mm4
- Rekenwaarde van de sterkte:
  - Normaalkracht Nc.Rd.gd3 = 201532 N
    NRk.gd3 = 201532 N
  - Moment plastisch My.c.Rd.gd3 = 4315 Nm Mz.c.Rd.gd3= 3310 Nm
    elastisch My.Rk.gd3 = 4315 Nm Mz.Rk.gd3 = 3310 Nm
- Imperfectie factor volgens EC3, table 6.2 alfay = 0.49 alfaz = 0.49
- De ingevoerde staalsoort S235 (EN10219) is vastgesteld voor het basismateriaal van het kokerprofiel.
  Na het koudvervormen is er sprake van een verhoging van de vloeigrens. Deze verhoogde vloeigrens
  is als volgt berekend met de rekenformule uit NEN6770 (zie 12.1.1.4 Tabel 23, noot 2) en EN 1993-1-1:
  - Materiaalkwaliteit : S235 (EN10219) (fy = 235.0 N/mm², ft = 360.0 N/mm²)
    fy-eq = fy+(7*nhoekgd3*tgd3/Lgd3)*(ft-fy) < (fy+ft)/2: fy-eq = 276.6 N/mm²
  - Ontwikkelde lengte : Lgd3 = 252.3 mm
  - Omgez. hoeken : nhoek = 4
  - Op druk belast : fy-dgd3 = fy-eq = 276.6 N/mm²
  - Op trek belast : fy-tgd3 = fy-eq = 276.6 N/mm²
- Kniklengte, slankheid en knikcoëfficiënt:
  - In de y-richting:
    - Stel: Kniklengte lkygd3 = lgd3 = 4000 mm (3 steunp. = 1x systeemlengte)
    - Slankheid : lambda-ygd3 = 4000/29.3 = 137
    - Chixgd3 = min(0.329 , 1.0) = 0.329
    - Eulerse knikkracht:

$$\text{FEygd3} = \frac{\text{pi}^2 * E * Iygd3}{lkygd3^2} = \frac{\text{pi}^2 * 2.1E5 * 62E4}{4000^2} = 80820 \text{ N}$$

  - In de z-richting:
    - Stel: Kniklengte lkzgd3 = lgd3 = 852 mm (ongesteunde kiplengte)
    - Slankheid : lambda-zgd3 = 852 /20.3 = 42
    - Chizgd3 = min(0.872 , 1.0) = 0.872
    - Eulerse knikkracht:

$$\text{FEzgd3} = \frac{\text{pi}^2 * E * Izgd3}{lkzgd3^2} = \frac{\text{pi}^2 * 2.1E5 * 30E4}{852^2} = 854169 \text{ N}$$

Oplegfactoren gordingen

nr.	positie	Frga		Frg		Flia		Fli		Fgda		Fgd		Fxsa		Fxs	
1	1300	0.000		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000	
2	2600	0.000		0.285		0.000		0.285		0.000		0.231		0.000		0.000	
3	3900	0.715		0.715		0.715		0.715		0.769		0.769		0.000		0.000	

7.9.5 Profieleigenschappen van de fundatie

In dit deel worden alle profieleigenschappen van de fundatie weergegeven en uitgerekend, die onafhankelijk zijn van de belastingen en belastingcombinaties. Hierbij gaat het hoofdzakelijk om de kantelstabiliteit bij neerwaartse belasting (7.9.2), en de kantelstabiliteit bij opwaartse belasting (7.9.3). De berekeningen zijn opgezet in gebruikstoestand, met dien verstande, dat de grondspanningen niet groter mogen worden dan de toelaatbare grondspanning.

7.9.5.1 Algemene eigenschappen:

a) Eigenschappen van de grond (zie ook TNO-rapport BI-87-02):
- Grondsoort : Zand schoon
- Volumiek gewicht grond : sg = 18.0 in kN/m^3
- Inwendige wrijvingshoek : fi = 32.5 in graden
- Cohesie : C0 = 0 in N/m²
- Toelaatbare spanning : Sgr = 0.300 in N/mm²
- Prim. samendrukkingsindex : Cceff = 0.006
- Sec. samendrukkingsindex : Cinfe = 0.000
- Volumiek gewicht verzadigd : sgsat = 20 in kN/m^3
- Poriengetal (NEN 6744) : eporie = 0.6
- Bedding : k = 75 in MN/m^3 (k=75000 kN/m^3)
- Neutrale gronddrukcoëfficiënt: lambda-n = 1 - sin(32.5°) = 0.46
- Passieve gronddrukcoëfficiënt: lambda-p = [tan(45° + 0.5*32.5°)]² = 3.32
- Actieve gronddrukcoëfficiënt : lambda-a = [tan(45° - 0.5*32.5°)]² = 0.30

b) Eigenschappen van de poeren:
- Eigen gewicht van de paal (sg = 24000 N/m^3):
  - Gpaal = 0.120 * 0.120 * 1.000 * 24000 = 346 N
    (inclusief het gedeelte van de paal in de poer)
- Eigen gewicht van de poer (sg = 24000 N/m^3):
  - Gpoer = pi/4 * 0.600² * 0.980 * 24000
    - 0.120 * 0.120 * (1.000 - 0.300 - 0.200) * 24000 = 6477 N
    (exclusief het gedeelte van de paal in de poer)
- Eigen gewicht van de grond boven op de poer:
  - Ggrond = [(pi/4*0.600² - 0.120*0.120) * 0.200] * 18000 = 966 N
- Totaal: Gfund = Gpaal + Gpoer + Ggrond = 7789 N

Daar het rekenen met een ronde poer tamelijk gecompliceerd is, wordt gerekend met een poer met een vierkant grondvlak. Hierbij wordt er voor gezorgd dat het oppervlak van de vierkante poer gelijk is aan die van de ronde poer (dus ook de inhoud van de poer is hetzelfde):

- B = (pi/4 * dpoer²)^1/2 = (pi/4 * 600 ²)^1/2 = 531.7 mm

Voor de eenvoud in de formules wordt overgegaan op verkorte symbolen:

- Hoogte van de poer H = hpoer = 980 mm
- Diepte van de poer D = Dpoer = 200 mm

7.9.5.2 Kantelstabiliteit neerwaarts bezwijkmodel (NBM) (in gebruikstoestand):

Dit bezwijkmodel treedt uitsluitend op bij neerwaartse belasting op de poer. De poeren worden verondersteld te willen kantelen om het linkerbenedenpunt A, uitgaande van een horizontale kracht ter plaatse van de kolomverankering Fhk', werkend van links naar rechts. Dit kantelen wordt versterkt door de verticale neerwaartse belasting Fvp'. Ten gevolge van dit kantelen ontstaat bij het rechterkopvlak opstuwing van grond, dus overwegend passieve gronddruk en bij het linkerkopvlak een overwegend actieve gronddruk.

De kanteling van de poeren wordt tegengegaan door de wrijving van de grond tegen de zijwanden van de poer (Mwz; Fvz; Fhz), het verschil in gronddruk tegen het linker- (Fha; Mha), respectievelijk het rechterkopvlak (Fhp; Mhp) van de poer, de wrijving van de grond tegen het linker- (Fva) en rechterkopvlak (Fvp) en de gronddruk tegen de onderkant van de poer (Fvo; Mvo).

Mp_neerw = Mwz + Mhp - Mha + Fvp*B + Mvo (linksom = +)

Fv_neerw = Fvz + Fva + Fvp + Fvo (opwaarts = +)

Fh_neerw = Fhz + Fhp - Fha (van rechts naar links = +)

a) Het berekenen van de wrijving van de grond tegen de zijwanden van de poer (Mwz, Fvz en Fhz) gaat als volgt.

Op een vlakje O op een afstand R van het draaipunt A werkt de neutrale gronddruk Sn. Bij draaiing van het vlakje om punt A ontstaat er een wrijvingskracht Fw, die loodrecht op de straal R is gericht en de draaiing tegenwerkt. Bij de berekening van de wrijvingskracht Fw wordt rekening gehouden met de afstand van vlakje O tot draaipunt A (R/Rmax). Met behulp van de cosinus en de sinus kan de verticale en de horizontale component bepaald worden. Vermenigvuldiging van Fw met de straal R geeft het tegenwerkend koppel Mw. Door nu het gehele oppervlak van beide zijwanden op deze manier af te tasten kunnen Mwz, Fvz en Fhz bepaald worden.

- Moment t.g.v. wrijving tegen de zijvlakken:

Maximale hefboomsarm ten opzichte van het draaipunt A:

- Rmax = $(B^2 + H^2)^{1/2}$ = $(531.7^2 + 980^2)^{1/2}$ = 1115 mm

Maximale schuifspanning ter hoogte van het draaipunt A:

- TnA = sg * (D + H) * lambda-n * tan(fi) + C0

= 18 E-6 * (200 + 980) * 0.46 * tan(33°) + 0 E-3 = 6.26 E-3 N/mm²

De totale momentcapaciteit ten gevolge van wrijving tegen de beide zijwanden van de poer kan door integratie bepaald worden. Uitschrijven resulteert in de volgende formule:

$$-Mwz = \frac{2*H*B}{Rmax} * \left[TnA*\left(\frac{B^2}{3} + \frac{H^2}{3}\right) - sg*H*lambda\text{-}n*\tan(fi)*\left(\frac{B^2}{6} + \frac{H^2}{4}\right)\right]$$

$$= \frac{2*980*531.7}{1115} * \left[6.26E\text{-}3 * \left(\frac{531.7^2}{3} + \frac{980^2}{3}\right) - 18E\text{-}6 * 980 * 0.46 * \tan(33°) * \left(\frac{531.7^2}{6} + \frac{980^2}{4}\right)\right] = 1029E3\ Nmm$$

- De verticale kracht ten gevolge van de wrijving tegen de zijvlakken van de poer kan op een soortgelijke manier bepaald worden.

Maximale schuifspanning op halve hoogte van de poer (centrum C):

- $TnC = sg * (D + H/2) * lambda\text{-}n * \tan(fi) + C0$

$= 18\ E\text{-}6 * (200 + 980\ /2) * 0.46 * \tan(33°) + 0\ E\text{-}3 = 3.66\ E\text{-}3\ N/mm^2$

Belastingcapaciteit ten gevolge van wrijving tegen de zijwand:

- $Fvz = 2 * H * B * TnC * 0.5 * B / Rmax$

$= 2 * 980 * 531.7 * 3.66\ E\text{-}3 * 0.5 * 531.7 / *** = 910\ N$

- Horizontale kracht ten gevolge van wrijving tegen de zijvlakken:

Maximale schuifspanning op 1/3-hoogte vanaf de bovenkant van de poer:

- $TnD = sg * (D + H/3) * lambda\text{-}n * \tan(fi) + C0$

$= 18\ E\text{-}6 * (200 + 980\ /3) * 0.46 * \tan(33°) + 0\ E\text{-}3 = 2.79\ E\text{-}3\ N/mm^2$

Belastingcapaciteit ten gevolge van wrijving tegen de zijwand:

- $Fhz = 2 * H * B * TnD * 0.5 * H / Rmax$

$= 2 * 980 * 531.7 * 2.79E\text{-}3 * 0.5 * 980 / 1115 = 1280\ N$

b) Het bepalen van de horizontale normaal- en de verticale schuifkrachten op het linker- en rechterkopvlak (Fha, Fva, Fhp en Fvp) gaat als volgt.

Als de poer in de richting van de horizontale kracht op het punt staat te gaan draaien, dan wordt de grond aan de rechterzijde opgestuikt en aan de andere zijde losgelaten. Aan de zijde waar de grond wordt opgestuikt ontwikkelt de passieve gronddruk zich het best aan de bovenzijde van de poer, die het meest zijdelings verplaatst. Het niveau van de poer ter hoogte van het draaipunt verplaatst zijdelings niet, derhalve ontwikkelt zich aldaar de neutrale gronddruk. Tussen de passieve gronddruk aan de bovenzijde van de poer en de neutrale gronddruk aan de onderzijde van de poer wordt rechtlijnig geïnterpoleerd.

In formules:

- Rechts = passieve gronddruk:

  Resulterend moment ten opzichte van draaipunt A (ten gevolge van passieve gronddruk):

  - Mhp = 1/3 * sg * B * H² * [lambda-n * (D/2 + H/4) + lambda-p * (D + H/4)]

  = 1/3 * 18 E-6 * 531.7 * 980 ² * [0.46 * (200 /2 + 980 /4)

  + 3.32 * (200 + 980 /4)] = 5019E3 Nmm

  Verticale schuifkracht:

  - Fvp = B * H * [TnC + sg * (lambda-p - lambda-n) * tan(fi) * (D/2 + H/6)]

  = 531.7 * 980 * [3.66E-3 + 18E-6 * (3.32 - 0.46) * tan(33°)

  * (200 /2 + 980 /6)] = 6408 N

  Horizontale normaalkracht:

  - Fhp = sg * B * H * [lambda-n * (D/2 + H/3) + lambda-p * (D/2+ H/6)]

  = 18E-6 * 531.7 * 980 * [0.46 * (200 /2 + 980 /3)

  + 3.32 * (200 /2 + 980 /6)] = 10058 N

Aan de tegenovergelegen linkerzijde ontwikkelt zich iets dergelijks, nl. aan de bovenzijde komt de poer het meest vrij van de grond (actieve gronddruk), terwijl ook hier de poer ter hoogte van het draaipunt niet zijdelings verplaatst (neutrale gronddruk).

In formules:

- Links = actieve gronddruk:

  Resulterend moment ten opzichte van draaipunt A (ten gevolge van actieve gronddruk):

  - Mha = 1/3 * sg * B * H² * [lambda-n * (D/2 + H/4) + lambda-a * (D + H/4)]

  = 1/3 * 18E-6 * 531.7 * 980 ² * [0.46 * (200 /2 + 980 /4)

  + 0.30 * (200 + 980 /4)] = 900 E3 Nmm

  Verticale schuifkracht:

  - Fva = B * H * [TnC + sg * (lambda-a - lambda-n) * tan(fi) * (D/2 + H/6)]

  = 531.7 * 980 * [3.66E-3 + 18E-6 * (0.30 - 0.46) * tan(33°)

  * (200 /2 + 980 /6)] = 1653 N

Horizontale normaalkracht:

- Fha = sg * B * H * [lambda-n * (D/2 + H/3) + lambda-a * (D/2 + H/6)]

= 18E-6 * 531.7 * 980 * [0.46 * (200 /2 + 980 /3)

+ 0.30 * (200 /2 + 980 /6)] = 2595 N

c) Het berekenen van de maximale toelaatbare gronddruk tegen de onderkant van de poer (Fvo; Mvo) gaat als volgt.

Er wordt vanuit gegaan, dat de poer ten gevolge van de overheersende neerwaartse kracht zoveel "zakt", dat overal tegen de onderkant van de poer de maximale grondspanning optreedt.

- Verticale kracht ten gevolge van gronddruk tegen onderkant poer:

- Fvo = Sgr * B² = 0.300 * 531.7 ² = 84823 N

- Moment (rechtsom) ten gevolge van gronddruk tegen onderkant poer:

- Mvo = 1/2 * Sgr * B^3 = 1/2 * 0.300 * (531.7)^3 = 22552E3 Nmm

d) Met behulp van de afgeleide grootheden kan de kantelstabiliteit van de poeren bij een resulterende neerwaartse belasting worden afgeleid:

- Maximaal reactie-moment (linksom = +):

- Mp_neerw = Mwz + Mhp - Mha + Fvp * B + Mvo
= 1029 + 5019 - 900 + 6408 * 0.5317 + 22552 = 31108 Nm

- Maximale verticale oplegreactie (opwaarts = +):

- Fv_neerw = Fvz + Fva + Fvp + Fvo
= 910 + 1653 + 6408 + 84823 = 93794 N

- Maximale horizontale oplegreactie (van rechts naar links = +):

- Fh_neerw = Fhz + Fhp - Fha
= 1280 + 10058 - 2595 = 8743 N

In principe is een veel grotere horizontale oplegreactie mogelijk, namelijk Fh_max = Sgr*B*H. In dat geval treden echter ontoelaatbare horizontale verplaatsingen (> 5,0 mm) op.

7.9.5.3 Kantelstabiliteit bij opwaartse belasting (in gebruikstoestand):

Op analoge wijze kan de kantelstabiliteit van de poeren worden berekend bij opwaarts bezwijken. Dit treedt altijd op bij een resulterende opwaartse belasting maar kan ook optreden bij een geringe neerwaartse belasting. De poeren worden alleen nu verondersteld te willen kantelen om het rechterbenedenpunt B. Ten gevolge van de opwaartse belasting vervalt de gronddruk tegen de onderkant van de poer.

- Maximaal reactie-moment (linksom = +):

  - Mp_opw = Mwz + Mhp - Mha + Fva * B
  = 1029 + 5019 - 900 + 1653 * 0.5317 = 6028 Nm

- Maximale verticale oplegreactie (opwaarts = +):

  - Fv_opw = Fvz + Fva + Fvp
  = 910 + 1653 + 6408 = 8971 N

- Maximale horizontale oplegreactie (van rechts naar links = +):

  - Fh_opw = Fhz + Fhp - Fha
  = 1280 + 10058 - 2595 = 8743 N

7.9.6 Maximale neerwaartse draagkracht volgens NEN 6744:

Bij de berekening van de maximale neerwaartse draagkracht volgens NEN 6744 wordt uitgegaan van een gedraineerde toestand volgens artikel 5.2.3. van NEN 6744.

a) Draagkrachtfactoren:
De draagkrachtfactoren volgens art. 5.2.3.3 van NEN 6744 zijn uitsluitend afhankelijk van de hoek van inwendige wrijving van de grond:

- Draagkrachtfactor voor de invloed van de gronddekking/diepte:

  $N_q = \exp[\pi * \tan(\varphi)] * \tan(\pi/4 + \varphi/2)^2 = 24.6$

- Draagkrachtfactor voor de invloed van de cohesie:

  $N_c = \frac{N_q - 1}{\tan(\varphi)} = 37.0$

- Draagkrachtfactor voor de invloed van het effectieve volumieke gewicht van de grond onder het funderingsoppervlak:

  $N_\gamma = 2 * (N_q - 1) * \tan(\varphi) = 30.1$

b) Vormfactoren:

De vormfactoren volgens artikel 5.2.3.3 van NEN 6744 zijn afhankelijk van de voornoemde draagkrachtfactoren en van de vorm van het funderingsoppervlak. Voor een cirkelvormig of vierkant element geldt: Beff = Leff = 1

- Gronddekking/diepte: $s_q = 1 + 1.0 * \sin(\varphi) = 1.54$

- Invloed cohesie: $s_c = \frac{s_q * N_q - 1}{N_q - 1} = 1.6$

- Eff. vol. gewicht: $s_\gamma = 1 - 0.3 * 1.0 = 0.7$

c) Rekenwaarde van de (maximale) neerwaartse draagkracht (art. 5.2.3.3):

Voor de berekening in de gedraineerde toestand van de rekenwaarde van de maximale funderingsdruk loodrecht op het funderingsoppervlak gelden de volgende formules (art. 5.2.3.3 van NEN 6744):

- Cohesie: Smaxcd = Co * Nc * sc = 0.000 N/mm²

- Gronddekking: Smaxqd = sg * (Dpoer + hpoer) * Nq * sq = 0.803 N/mm²

- Vol. gewicht: Smaxgd = 0.5 * sg * dpoer * Ngamma * sgamma = 0.114 N/mm²

Voor de totale maximale funderingsdruk geldt aldus:

Smaxgrd = Smaxcd + Smaxqd + Smaxgd = 0.916 N/mm²

Uitgaande van een volledig effectief funderingsoppervlak (dat wil o.a. zeggen: een centrische neerwaartse belasting) geldt de volgende rekenwaarde van de draagkracht in gedraineerde toestand:

Fmaxgrd = 0.25 * pi * dpoer² * Smaxgrd = 259086 N

Er wordt een extra veiligheidsfactor 1.5 in rekening gebracht onder andere voor niet-volledige effectiviteit van de poer (excentriciteiten) en een niet-volledig gedraineerde toestand van de grond:

$$Fmaxgr = \frac{Fmaxgrd}{gammag} = \frac{259086}{1.5} = 172724 \text{ N}$$

d) Bepaling van de maatgevende neerwaartse draagkracht (zie ook 2.2):

Fv_neerw = MIN(Fmaxgr, Fv_neerw) = MIN(172724 , 93794) = 93794 N

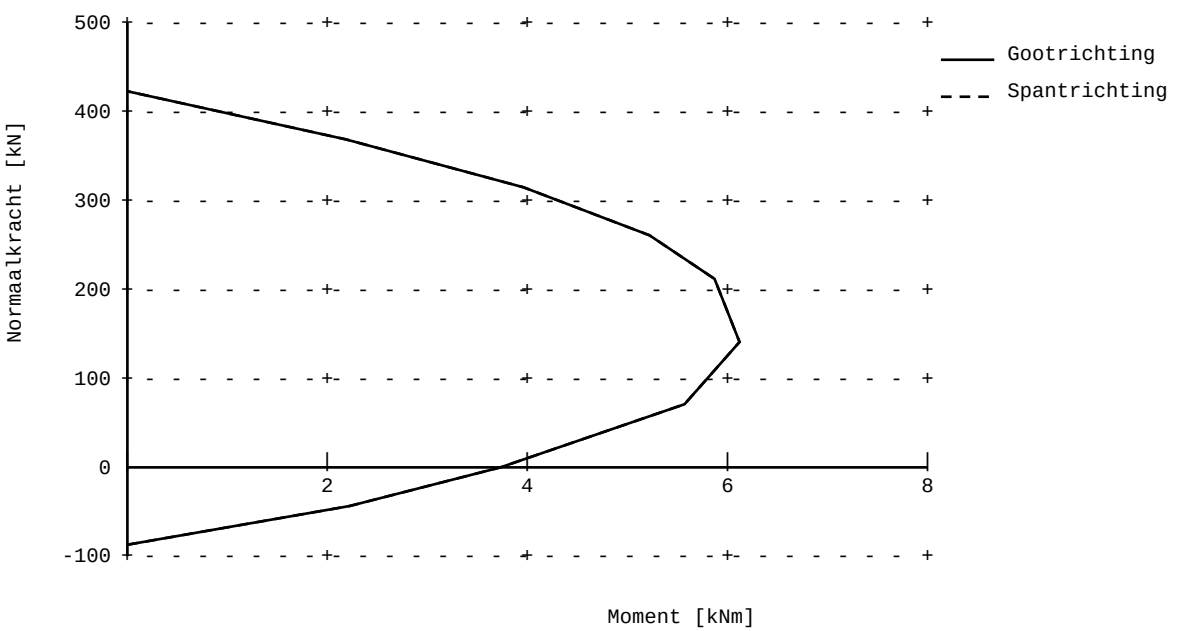
7.9.7 Doorsnedecapaciteit van ZEUS 120x120x1000ZW (R8+M10).

De ZEUS betonpaal wordt aan de hand van de gegeven capaciteit, vastgelegd in een Mu-Nu diagram, gecontroleerd.

Het Mu-Nu diagram van de betonpaal is benaderd door punten van het diagram in een bestand vast te leggen. Voor het bepalen van de momentencapaciteit mag bij de gegeven normaalkracht rechtlijnig geïnterpoleerd worden. Dit is altijd een veilige benadering van de werkelijke capaciteit van de betonpaal. De punten van het Mu-Nu diagram zijn zodanig gekozen, dat het werkelijke Mu-Nu diagram zo dicht mogelijk wordt benaderd.

Capaciteit van de ZEUS 120x120x1000ZW (R8+M10) in spantrichting:

Punt 1:	Nx1 =	-87000 N	Mx1 =	0	Nm
Punt 2:	Nx2 =	-43500 N	Mx2 =	2220	Nm
Punt 3:	Nx3 =	0 N	Mx3 =	3730	Nm
Punt 4:	Nx4 =	71000 N	Mx4 =	5570	Nm
Punt 5:	Nx5 =	141000 N	Mx5 =	6120	Nm
Punt 6:	Nx6 =	212000 N	Mx6 =	5870	Nm
Punt 7:	Nx7 =	261000 N	Mx7 =	5220	Nm
Punt 8:	Nx8 =	315000 N	Mx8 =	3960	Nm
Punt 9:	Nx9 =	369000 N	Mx9 =	2180	Nm
Punt 10:	Nx10 =	423000 N	Mx10 =	0	Nm



Uittrekcapaciteit van de paal in de poer (zonder wapeningsstaaf):

Oppervlakte van de poer dat afgeschoven wordt:

As = 2 * (Lpaal - fh - Dpoer) * Bp
= 2 * (1000 - 300 - 200) * 120 = 120000 mm²

waarin: fh = funderingshoogte = 300 mm
Dpoer = poerdiepte = 400 mm
Bp = geprofileerde paalbreedte (atijd 1e dimensie) = 120 mm

Uiterst opneembare schuifspanning van de poer, uitgaande van beton C12/15 (B15):

$$\text{Sigmau} = 0.4 * \frac{0.7 * (1.05 + 0.05 * 15.0)}{1.4} = 0.36 \text{ N/mm}^2$$

Overige gegevens van de ZEUS 120x120x1000ZW (R8+M10):
(uit het betonpalenbestand)

Dwarskrachtcapaciteit: Vp = 9504 N
Capaciteit van het anker: Fa = 22265 N

7.10 B.C.1: a0) Dead load + Services + Snow (without snow removal)

7.10.1 Berekening van de normaalkracht in de zijgevelspantkolommen (trek = +):

a) Berekening van de verticale belasting per zijgevel per vakmaat
(neerwaarts = +):
In gebruikstoestand:
- Eigen gewicht dek (1.00 * 32)= 32 N/m²
- Sneeuwbelasting (0.00 * 423) = 0 N/m²
- Gewasbel.(winter)(0.00 * 0) = 0 N/m²
- Installaties (1.00 * 70) = 70 N/m²

Totaal : 102 N/m²

- Neerwaartse belasting gevel = 102 * 9.60 / 2 * 4.00 = 1958 N
- E.g. goot bij de gevel = (1+1)/2 * 1.00 * 34 * 4.00 = 136 N
- Eigen gewicht van het spant = 1.00 * 920 / 2 = 460 N
- E.g. leidingen (incl. inhoud) = 1.00 * 0 * 4.00 = 0 N
- Transportlast = 0.00 * max(1250 , 1000) + 1.00*0 = 0 N

Totaal = 2554 N
Fvg' = -N' = 2554 N

In rekentoestand:
- Eigen gewicht dek (1.00 * 32)= 32 N/m²
- Sneeuwbelasting (1.00 * 423) = 423 N/m²
- Gewasbel.(winter)(0.00 * 0) = 0 N/m²
- Installaties (1.00 * 70) = 70 N/m²

Totaal : 525 N/m²

- Neerwaartse belasting gevel = 525 * 9.60 / 2 * 4.00 = 10089 N
- E.g. goot bij de gevel = (1+1)/2 * 1.00 * 34 * 4.00 = 136 N
- Eigen gewicht van het spant = 1.00 * 920 / 2 = 460 N
- E.g. leidingen (incl. inhoud) = 1.00 * 0 * 4.00 = 0 N
- Transportlast = 0.00 * max(1250 , 1000) + 1.00*0 = 0 N

Totaal = 10685 N
Fvg = -N = 10685 N

7.10.2 Berekening van de horizontale belastingen in de zijgevelspantkolommen:

a) Het horizontale moment ten gevolge van scheefstand:

Berekening van de verticale belasting per middenkolom (neerwaarts = +):
In gebruikstoestand:
- Neerwaartse belasting per kolom = 102 * 9.60 * 4.00 = 3917 N
- Eigen gewicht van de goot = 1 * 1.00 * 34 * 4.00 = 136 N
- Eigen gewicht van het spant = 1.00 * 920 = 920 N

Totaal = 4973 N
Fvk' = -N' = 4973 N

In rekentoestand:
- Neerwaartse belasting per kolom = 525 * 9.60 * 4.00 = 20178 N
- Eigen gewicht van de goot = 1 * 1.00 * 34 * 4.00 = 136 N
- Eigen gewicht van het spant = 1.00 * 920 = 920 N

Totaal = 21234 N
Fvk = -N = 21234 N

Horizontale (wind)krachten op het dek en op de zijgevels:

Bij afwezigheid van wind speelt alleen de horizontale kracht ten gevolge van scheefstand een rol (rekentoestand):
- initiële scheefstand: Fh = 1/267 * |21234 | * 11 = 876 N

- In gebruikstoestand:

Fh,tot' = 1/267 * |4973 | * 11 = 205 N

Fhk' = 205 /(11+1) = 17 N, Fhk = 876 /(11+1) = 73 N (rekentoestand)

Ten gevolge van de horizontale scheefstand van de kasconstructie onstaat er een normaalkracht (druk) in de fundering van de rechter zijgevelkolommen waarvan de grootte afhankelijk is van de lengte van de aanpendelende constructie.
De normaalkracht in gebruikstoestand wordt bij benadering als volgt berekend:

$$\text{Fpsk}' = 205 * \frac{3.70}{11 * 9.60} = 7 \text{ N}$$

b) Berekening van de horizontale belastingen van de zijgevelspantkolom:

- Er is bij deze belastingcombinatie geen windbelasting.
  - Qw,zgk = 0

- Er is bij deze belastingcombinatie geen gewasbelasting.
  - Fgd,zgk = 0 N

- Er is geen rekening gehouden met schermdraden aan de zijgevels.
  - Fsd,zgk = 0 N

- Er is geen rekening gehouden met regenleidingdraden aan de zijgevels.
  - Frl,zgk = 0 N

- Er is geen rekening gehouden met belichtingsdraden aan de zijgevels.
  - Fab,zgk = 0 N

- Totale belasting ter hoogte van de onderrand van de vakwerkligger:
  - For,zgk = For + Fhv,zgk + Frl,zgk + Fab,zgk =
  = 0 N + 0 N + 0 N + 0 N = 0 N

- Geen belasting ter hoogte van de bovenrand van de vakwerkligger:
  - Fbr,zgk = 0 N

c) Berekening van het uitwendig moment t.g.v. de leidingen + inhoud:
- Er is geen rekening gehouden met waterleidingen aan de zijgevels.

7.10.3 Berekening van de krachtsverdeling van de zijgevelspantkolom:

Oplegreacties:

$$\text{- fundering: } Rf = -\frac{1}{2}Qw\,h + \frac{h\text{-}hgd}{h}Fgd + \frac{h\text{-}hor}{h}For + \frac{h\text{-}hbr}{h}Fbr + \frac{Mwl}{h}$$

= 0 + 0 + 0 + 0 + 0 = 0 N

analoog in gebruikstoestand:

Rf' = 0 + 0 + 0 + 0 + 0 = 0 N

- goot: Rg = Qw*h + Fgd + For + Fbr - Rf
= 0 + 0 + 0 + 0 - 0 = 0 N

7.10.4 Controle van de zijgevelspantkolom (RHBK100*50*4.0 mm) (S235 (EN10219)):

a) Berekening van de krachtsverdeling:

Dwarskrachten (van de fundering (onder=o) naar de goot (boven=b)):

- fundering	: Qf	= Rf	=	0	=	0 N
- gewasdraden:	Qogd	= Qf - Qw*hgd	=	0 -	0 =	0 N
	Qbgd	= Qogd - Fgd	=	0 -	0 =	0 N
- onderrand	: Qoor	= Qbgd - Qw*(hor-hgd)	=	0 -	0 =	0 N
	Qbor	= Qoor - For	=	0 -	0 =	0 N
- bovenrand	: Qobr	= Qbor - Qw*(hbr-hor)	=	0 -	0 =	0 N
	Qbbr	= Qobr - Fbr	=	0 -	0 =	0 N
- goot	: Qg	= Qbbr - Qw*(h-hbr)	=	0 -	0 =	0 N

Het maximale buigende moment treedt op t.p.v. het dwarskrachtennulpunt.
Uit bovenstaande dwarskrachten blijkt dat het dwarskrachtennulpunt is
gelegen tussen de bovenrand van de vakwerkligger en het dek
op een afstand van 4.000 meter boven de voet.

Berekening van het maximale buigende moment in het veld:
- Windstuwdruk + onderdruk: 0 * 4.00/2 * (4.00-4.00) = 0 Nm

---------- +

Totaal: Mmax,sk = 0 Nm

b) Controle op sterkte en stabiliteit van de zijgevelspantkolom volgens EC3:
Hierbij komt de z-as overeen met de y-as (en y-as = x-as) bij NEN6770.

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} + \frac{|My.Ed|}{My.c.Rd} = \frac{|-10685|}{310819} + \frac{|0|}{7630} = 0.034$$

controle: 0.034 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Maximale spanning:

$$Sigma: \frac{|NEd|}{A} + \frac{|My.Ed|}{Wpl.y} = \frac{|-10685|}{1094.8} + \frac{|0|}{34.141} = 9.8 \ N/mm^2$$

UCspanning = Sigma/fy = 9.8 /235.0 = 0.042

controle: 0.042 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
Interactiefactoren volgens bijlage B:
Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
= 0.90 * (1.0 + (1.22 - 0.2)*(|-10685 |/(0.426 *310819 /1.0)) = 0.97
Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
= 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-10685 |/(0.426 *310819 /1.0)) = 0.96
Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(0.97 , 0.96) = 0.96
Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.57

UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
= |-10685 |/(0.426 *310819 /1.0)+0.96 *|0.0 |/(1.00*7630.0 /1.0)
= 0.081 + 0.000 = 0.081
UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
= |-10685 |/(0.181 *310819 /1.0)+0.57 *|0.0 |/(1.00*7630.0 /1.0)
= 0.190 + 0.000 = 0.190

Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.081 , 0.190) = 0.190

controle: 0.190 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie:
- zijgevelspantkolom (RHBK100*50*4.0 mm) voldoet qua sterkte/stabiliteit

c) Berekening van 1e-orde doorbuiging van de zijgevelspantkolom:
(halverwege funderingsvoet en aangrijpingspunt schoor; in rekentoestand)

$$\text{- Windstuwdruk + onderdruk: } \frac{5}{384} * \frac{0.000 * 4000^4}{1.10 * 2.1E5 * 134.4E4} = 0.00 \text{ mm}$$

(Voor de doorbuigingsreductiefactor 1.10; zie rapport BI-92-0063*)

Totaal: u1-sk = 0.00 mm
(analoog in gebruikstoestand: u1-sk'= 0.00 mm)

d) 2e-orde doorbuiging in gebruikstoestand:

De 2e-orde horizontale verplaatsing in gebruikstoestand kan worden benaderd met de volgende (conservatieve) formule:

$$\text{- u2-sk'} = \frac{\text{nysk'}}{\text{nysk'-1}} * \text{u1-sk'}$$

- Vergrotingsfactor: - nysk' = 174067 / |-2554 | = 68.14
  - nysk'/nysk'-1 = 1.01

Invullen van de bekende gegevens resulteert in een doorbuiging, groot:

- u2-sk' = 1.01 * 0.00 = 0.00 mm

e) Berekening van de toelaatbare doorbuiging van de zijgevelspantkolom:

Zonder belasting door gewasdraden geldt een limiet van 30.0 mm:
(conform artikel 11.2.4.1.)

- utoel-sk = h/150 < 30.0 mm
- 4000/150 = 26.67 mm, dus: utoel-sk = 26.67 mm

f) Controle van de toegestane doorbuiging van de zijgevelspantkolom:

- controle: 0.0 mm < 26.7 mm, dus: stijfheid voldoet.

Conclusie:
- zijgevelspantkolom (RHBK100*50*4.0 mm) voldoet qua stijfheid
  bij B.C.1 : a0) Dead load + Services + Snow (without snow removal)

Met nadruk wordt erop gewezen, dat de zijgevelspantkolom óók moet voldoen aan de controle van de "gewone" spantkolommen.

7.10.5 Controle van de zijgevelgordingen:

- Normaalkracht tgv scheefstand:	Nsg' = 0	N,	Nsg = 0	N
- Normaalkracht tgv gewasdraadboog:				
Trekkracht op de gevel per draad:	Tgd' = 0	N,	Tgd = 0	N
Normaalkracht in de draadboog:	Tdb' = 0	N,	Tdb = 0	N
Normaalkracht in de gording:	Ndb' = 0	N,	Ndb = 0	N
- Normaalkracht tgv regenleiding:	Nrg' = 0	N,	Nrg = 0	N
- Normaalkracht tgv belichting aan draad:	Nli' = 0	N,	Nli = 0	N

b) Controle van de sterkte van de zijgevelgordingen volgens EC3:

Gording 1 (RHBK80*50*3.0, S235 (EN10219))

Ned = -(Fxs * Nsg + Fgd * Ndb + Frg * Nrg + Fli * Nli)
Ned = -(0.000 * 0 + 0.000 * 0 + 0.000 * 0 + 0.000 * 0) = 0 N

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte (dubbele buiging bij rechthoekige kokerprofielen):
MN.y.Rd = My.Rd*(1 - (NEd/Nrd)²) = 4315 *(1 - (0 /201532)²) = 4315 Nm
MN.z.Rd = Mz.Rd*(1 - (NEd/Nrd)²) = 3310 *(1 - (0 /201532)²) = 3310 Nm
n = NEd/Nrd = 0 /201532 = 0.00
a = b = min(1.66*(1-1.13*n²), 6.0) = min(1.66*(1-1.13*0.00 ²), 6.0) = 1.66

$$UCsterkte = \left(\frac{|My.Ed|}{MN.y.Rd}\right)^{a} + \left(\frac{|Mz.Ed|}{MN.z.Rd}\right)^{b} = \left(\frac{|0|}{4315}\right)^{1.66} + \left(\frac{|0|}{3310}\right)^{1.66} = 0.000$$

controle: 0.000 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Maximale spanning:

$$Sigma: \frac{|NEd|}{A} + \frac{|My.Ed|}{Wpl.y} + \frac{|Mz.Ed|}{Wpl.z} = \frac{|0|}{728.5} + \frac{|0|}{19.160} + \frac{|0|}{13.812} = 0.0 \ N/mm^2$$

UCspanning = Sigma/fy = 0.0 /235.0 = 0.000

controle: 0.000 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
Ligger op drie scharnierende steunpunten, dus maximale moment bij het middensteunpunt.
Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.40 (het profiel is geschoord).
M1 = 0.00 , M2 = 0.00 , Ms = 0.00 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
Interactiefactoren volgens bijlage B:
Kyy.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
= 0.40 * (1.0 + (1.46 - 0.2)*(|0 |/(0.329 *201532 /1.0)) = 0.40
Kyy.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
= 0.40 * (1.0 + 0.8*(|0 |/(0.329 *201532 /1.0)) = 0.40
Kyy.b = Min(Kyy.2, Kyy.3) = Min(0.40 , 0.40) = 0.40
Kzy.b = 0.6 * Kyy.b = 0.24

Kzz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
= 0.40 * (1.0 + (0.45 - 0.2)*(|0 |/(0.872 *201532 /1.0)) = 0.40
Kzz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
= 0.40 * (1.0 + 0.8*(|0 |/(0.872 *201532 /1.0)) = 0.40
Kzz.b = Min(Kzz.2, Kzz.3) = Min(0.40 , 0.40) = 0.40
Kyz.b = 0.6 * Kzz.b = 0.24

UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0) + Kyy.b*|My.Ed|/(ChiLT*My.Rk/1.0) + Kyz.b*|Mz.Ed|/(Mz.Rk/1.0)
= |0 |/(0.329 *201532 /1.0)
+ 0.40 *|0.0 |/(1.00*4314.6 /1.0) + 0.24 *|0.0 |/(3310.2 /1.0)
= 0.000 + 0.000 + 0.000 = 0.000
UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0) + Kzy.b*|My.Ed|/(ChiLT*My.Rk/1.0) + Kzz.b*|Mz.Ed|/(Mz.Rk/1.0)
= |0 |/(0.872 *201532 /1.0)
+ 0.24 *|0.0 |/(1.00*4314.6 /1.0) + 0.40 *|0.0 |/(3310.2 /1.0)
= 0.000 + 0.000 + 0.000 = 0.000

controle: 0.000 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

- Stijfheid:

$$delta.st = \frac{2}{384} * \frac{Q' * L^4}{E * Iy} = 0.00 \quad mm$$

delta.max = min(4000 /150, 30) = 26.67 mm

UCstfh = delta.st / delta.max = 0.00 / 26.67 = 0.00

controle: 0.00 < 1.00, dus de stijfheid voldoet.

Vergrotingsfactor in gebruikstoestand: nx1 = Ncr/(Ned'+0.00001) = 80820 /(Ned'+0.00001) = 0.000

Totale verplaatsing is dan: delta.st2 = delta.st * nx1/(nx1 - 1) = 0.00 mm

UCstfh 2e orde = delta.st2 / delta.max = 0.00 / 26.67 = 0.00

controle: 0.00 < 1.00, dus de stijfheid 2e orde voldoet.

Gording 2 (RHBK80*50*3.0, S235 (EN10219))

Ned = -(Fxs * Nsg + Fgd * Ndb + Frg * Nrg + Fli * Nli)
Ned = -(0.000 * 0 + 0.231 * 0 + 0.285 * 0 + 0.285 * 0) = 0 N

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte (dubbele buiging bij rechthoekige kokerprofielen):
MN.y.Rd = My.Rd*(1 - (NEd/Nrd)²) = 4315 *(1 - (0 /201532)²) = 4315 Nm
MN.z.Rd = Mz.Rd*(1 - (NEd/Nrd)²) = 3310 *(1 - (0 /201532)²) = 3310 Nm
n = NEd/Nrd = 0 /201532 = 0.00
a = b = min(1.66*(1-1.13*n²), 6.0) = min(1.66*(1-1.13*0.00 ²), 6.0) = 1.66

$$UCsterkte = \left(\frac{|My.Ed|}{MN.y.Rd}\right)^{a} + \left(\frac{|Mz.Ed|}{MN.z.Rd}\right)^{b} = \left(\frac{|0|}{4315}\right)^{1.66} + \left(\frac{|0|}{3310}\right)^{1.66} = 0.000$$

controle: 0.000 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Maximale spanning:

$$Sigma: \frac{|NEd|}{A} + \frac{|My.Ed|}{Wpl.y} + \frac{|Mz.Ed|}{Wpl.z} = \frac{|0|}{728.5} + \frac{|0|}{19.160} + \frac{|0|}{13.812} = 0.0 \ N/mm^2$$

UCspanning = Sigma/fy = 0.0 /235.0 = 0.000

controle: 0.000 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
Ligger op drie scharnierende steunpunten, dus maximale moment bij het middensteunpunt.
Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.40 (het profiel is geschoord).
M1 = 0.00 , M2 = 0.00 , Ms = 0.00 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
Interactiefactoren volgens bijlage B:
Kyy.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
= 0.40 * (1.0 + (1.46 - 0.2)*(|0 |/(0.329 *201532 /1.0)) = 0.40
Kyy.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
= 0.40 * (1.0 + 0.8*(|0 |/(0.329 *201532 /1.0)) = 0.40
Kyy.b = Min(Kyy.2, Kyy.3) = Min(0.40 , 0.40) = 0.40
Kzy.b = 0.6 * Kyy.b = 0.24

Kzz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
= 0.40 * (1.0 + (0.45 - 0.2)*(|0 |/(0.872 *201532 /1.0)) = 0.40
Kzz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
= 0.40 * (1.0 + 0.8*(|0 |/(0.872 *201532 /1.0)) = 0.40
Kzz.b = Min(Kzz.2, Kzz.3) = Min(0.40 , 0.40) = 0.40
Kyz.b = 0.6 * Kzz.b = 0.24

UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0) + Kyy.b*|My.Ed|/(ChiLT*My.Rk/1.0) + Kyz.b*|Mz.Ed|/(Mz.Rk/1.0)
= |0 |/(0.329 *201532 /1.0)
+ 0.40 *|0.0 |/(1.00*4314.6 /1.0) + 0.24 *|0.0 |/(3310.2 /1.0)
= 0.000 + 0.000 + 0.000 = 0.000
UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0) + Kzy.b*|My.Ed|/(ChiLT*My.Rk/1.0) + Kzz.b*|Mz.Ed|/(Mz.Rk/1.0)
= |0 |/(0.872 *201532 /1.0)
+ 0.24 *|0.0 |/(1.00*4314.6 /1.0) + 0.40 *|0.0 |/(3310.2 /1.0)
= 0.000 + 0.000 + 0.000 = 0.000

controle: 0.000 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

- Stijfheid:

$$delta.st = \frac{2}{384} * \frac{Q' * L^4}{E * Iy} = 0.00 \quad mm$$

delta.max = min(4000 /150, 30) = 26.67 mm

UCstfh = delta.st / delta.max = 0.00 / 26.67 = 0.00

controle: 0.00 < 1.00, dus de stijfheid voldoet.

Vergrotingsfactor in gebruikstoestand: nx1 = Ncr/(Ned'+0.00001) = 80820 /(Ned'+0.00001) = 0.000

Totale verplaatsing is dan: delta.st2 = delta.st * nx1/(nx1 - 1) = 0.00 mm

UCstfh 2e orde = delta.st2 / delta.max = 0.00 / 26.67 = 0.00

controle: 0.00 < 1.00, dus de stijfheid 2e orde voldoet.

Gording 3 (RHBK80*50*3.0, S235 (EN10219))

Ned = -(Fxs * Nsg + Fgd * Ndb + Frg * Nrg + Fli * Nli)
Ned = -(0.000 * 0 + 0.769 * 0 + 0.715 * 0 + 0.715 * 0) = 0 N

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte (dubbele buiging bij rechthoekige kokerprofielen):
MN.y.Rd = My.Rd*(1 - (NEd/Nrd)²) = 4315 *(1 - (0 /201532)²) = 4315 Nm
MN.z.Rd = Mz.Rd*(1 - (NEd/Nrd)²) = 3310 *(1 - (0 /201532)²) = 3310 Nm
n = NEd/Nrd = 0 /201532 = 0.00
a = b = min(1.66*(1-1.13*n²), 6.0) = min(1.66*(1-1.13*0.00 ²), 6.0) = 1.66

$$UCsterkte = \left(\frac{|My.Ed|}{MN.y.Rd}\right)^{a} + \left(\frac{|Mz.Ed|}{MN.z.Rd}\right)^{b} = \left(\frac{|0|}{4315}\right)^{1.66} + \left(\frac{|0|}{3310}\right)^{1.66} = 0.000$$

controle: 0.000 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Maximale spanning:

$$Sigma: \frac{|NEd|}{A} + \frac{|My.Ed|}{Wpl.y} + \frac{|Mz.Ed|}{Wpl.z} = \frac{|0|}{728.5} + \frac{|0|}{19.160} + \frac{|0|}{13.812} = 0.0 \ N/mm^2$$

UCspanning = Sigma/fy = 0.0 /235.0 = 0.000

controle: 0.000 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
Ligger op drie scharnierende steunpunten, dus maximale moment bij het middensteunpunt.
Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.40 (het profiel is geschoord).
M1 = 0.00 , M2 = 0.00 , Ms = 0.00 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
Interactiefactoren volgens bijlage B:
Kyy.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
= 0.40 * (1.0 + (1.46 - 0.2)*(|0 |/(0.329 *201532 /1.0)) = 0.40
Kyy.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
= 0.40 * (1.0 + 0.8*(|0 |/(0.329 *201532 /1.0)) = 0.40
Kyy.b = Min(Kyy.2, Kyy.3) = Min(0.40 , 0.40) = 0.40
Kzy.b = 0.6 * Kyy.b = 0.24

Kzz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
= 0.40 * (1.0 + (0.45 - 0.2)*(|0 |/(0.872 *201532 /1.0)) = 0.40
Kzz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
= 0.40 * (1.0 + 0.8*(|0 |/(0.872 *201532 /1.0)) = 0.40
Kzz.b = Min(Kzz.2, Kzz.3) = Min(0.40 , 0.40) = 0.40
Kyz.b = 0.6 * Kzz.b = 0.24

UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0) + Kyy.b*|My.Ed|/(ChiLT*My.Rk/1.0) + Kyz.b*|Mz.Ed|/(Mz.Rk/1.0)
= |0 |/(0.329 *201532 /1.0)
+ 0.40 *|0.0 |/(1.00*4314.6 /1.0) + 0.24 *|0.0 |/(3310.2 /1.0)
= 0.000 + 0.000 + 0.000 = 0.000
UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0) + Kzy.b*|My.Ed|/(ChiLT*My.Rk/1.0) + Kzz.b*|Mz.Ed|/(Mz.Rk/1.0)
= |0 |/(0.872 *201532 /1.0)
+ 0.24 *|0.0 |/(1.00*4314.6 /1.0) + 0.40 *|0.0 |/(3310.2 /1.0)
= 0.000 + 0.000 + 0.000 = 0.000

controle: 0.000 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

- Stijfheid:

$$delta.st = \frac{2}{384} * \frac{Q' * L^4}{E * Iy} = 0.00 \quad mm$$

delta.max = min(4000 /150, 30) = 26.67 mm

UCstfh = delta.st / delta.max = 0.00 / 26.67 = 0.00

controle: 0.00 < 1.00, dus de stijfheid voldoet.

Vergrotingsfactor in gebruikstoestand: nx1 = Ncr/(Ned'+0.00001) = 80820 /(Ned'+0.00001) = 0.000

Totale verplaatsing is dan: delta.st2 = delta.st * nx1/(nx1 - 1) = 0.00 mm

UCstfh 2e orde = delta.st2 / delta.max = 0.00 / 26.67 = 0.00

controle: 0.00 < 1.00, dus de stijfheid 2e orde voldoet.

7.10.6 Controle van de poeren (in gebruikstoestand):

a) Berekening van de verticale belasting per poer:

- Verticale belasting per kolom (neerwaarts = +): Fsk'+ Fpsk'= 2562 N
- Eigen gewicht van de gevelkolom (1.00 * 344) : Fegk' = 344 N
- Eigen gewicht paal, poer en grond (1.00 * 7789) : Gfund = 7789 N
- Gewicht randfundering (1.00 * 4.000 * 350) : Grand = 1400 N
- Gewicht gevelomhulling(1.00 * 4.0 * 4.000 * 130): Ggevel= 2080 N

---------- +

- Vert. belasting per poer: Fvp = 14174 N

Aangezien de totale verticale belasting per poer positief is, is sprake van een neerwaartse belasting op de ondergrond.

b) Berekening van het maatgevend kantelmoment ten gevolge van de belastingen:

- Horizontaal: Mhp = (Rf'+ Fhk') * (fh + D + H)
  = (0 + 17)*(0.300 + 0.200 + 0.980) = 25 Nm
- Verticaal : Mvp = |Fvp| * 0.5 * B
  = |14174 | * 0.5 * 0.532 = 3768 Nm

---------- +

- Kantelmoment per poer: Mp = Mhp + Mvp Mp = 3794 Nm

Bij een opwaarts bezwijkmodel (OBM) geldt:
- Kantelmoment per poer: Mp = Mhp - Mvp Mp = -3743 Nm

c) Controle van de kantelstabiliteit (neerwaartse belasting):

- Momentenevenwicht bij een neerwaarts bezwijkmodel (NBM):
  - controle : 3794 Nm < 31108 Nm, dus: voldoet. (maatgevend)

- Momentenevenwicht bij een opwaarts bezwijkmodel (OBM):
  - controle : -3743 Nm < 6028 Nm, dus: voldoet.

- Verticaal evenwicht:
  - controle :| 14174 N |< 93794 N, dus: voldoet.

- Horizontaal evenwicht:
  - controle : 17 N < 8743 N, dus: voldoet.

d) Controle van de zettingen:

- Berekening van de momentane (lees: permanente) belastingen:

Verticale belasting per zijgevel per vakmaat:

- Eigen gewicht dek (1.00 * 32) = 32 N/m²
- Installaties (1.00 * 70) = 70 N/m²
---------- +
Totaal : 102 N/m²
- Neerwaartse belasting gevel = 102 * 9.60 / 2 * 4.00 = 1958 N
- E.g. goot bij de gevel = (1+1)/2 * 1.00 * 34 * 4.00 = 136 N
- Eigen gewicht van het spant = 1.00 * 920 / 2 = 460 N
- E.g. leidingen (incl. inhoud) = 1.00 * 0 * 4.00 = 0 N
---------- +
Totaal = 2554 N

Verticale belasting per zijgevelspantkolom:

- Fsvd1 = 2554 - 0 = 2554 N

- Verticale belasting per kolom (neerwaarts = +) : Fsvd1 = 2554 N
- Eigen gewicht paal, poer en grond : Gfund = 7789 N
- Eigen gewicht randfundering = 4.000 * 350 : Grand = 1400 N
---------- +
- Vert. belasting per : Fsvd = 11743 N

- Berekening van de effectieve spanningsverhoging onder de poer:

De resulterende verticale effectieve spanning onder de poer
t.g.v. de momentane belastingen, bedraagt:

$$Svd0 = \frac{Fsvd}{Apoer} = \frac{11743}{pi/4 * 600^2} = 0.042 \ N/mm^2$$

De oorspronkelijke verticale effectieve spanning is/was:

$$Svod0 = sg * (Dpoer + hpoer) = 0.0000180 * (200 + 980) = 0.021 \ N/mm^2$$

De effectieve spanningsverhoging onder de poer, uitgaande van een
volledig gedraineerde toestand, volgt uit:

$$dSvd0 = Svd0 - Svod0 = 0.042 - 0.021 = 0.020 \ N/mm^2$$

- Berekening van de effectieve zettingsdiepte (NEN 6744 art. 6.1):

Bij het bepalen van de zakking moeten die grondlagen in beschouwing
zijn genomen, waarbij de toename van de verticale effectieve spanning
groter is dan 20% van de oorspronkelijke verticale effectieve
spanning.
In formule: $dSvd(z) > 0.20 * Svod(z)$
waarin:

$$dSvd(z) = dSvd0 * \left[1 - \frac{1}{\left(\frac{0.5 * dpoer}{z} \right)^{1.5}} \right]$$

Afname van de toename van de verticale effectieve spanning onder de fundatie-poer als functie van de diepte z

Svod(z) = sg * (z + Dpoer + hpoer) Idem, voor de oorspronkelijke verticale effectieve spanning.

De effectieve zettingsdiepte is de totale hoogte/diepte van de grondlagen onder de poer, dat volgens bovenstaande definitie in beschouwing moet zijn genomen bij de berekening van de zettingen.

De effectieve zettingsdiepte wordt door middel van een iteratieve nulpuntsbepaling bepaald waarbij moet gelden:

dSvd(zeff) = 0.20 * Svod(zeff) geeft: zeff = 0.247 m

- Bepaling van de resulterende effectieve zetting (NEN 6744 hfdst.6):

De resulterende effectieve zetting kan uiteindelijk worden bepaald door integratie van de samendrukking van de grond onder de poer tot aan de effectieve zettingsdiepte m.b.v. de formule van Terzaghi.

- Berekening van de primaire zetting (art. 6.2):

$$weff1 = \frac{Cceff}{1 + eporie} * \int_0^{zeff} \ln\left(\frac{Svod(z) + dSvd(z)}{Svod(z)}\right) dz =$$

$$= \frac{0.006}{1 + 0.6} * \int_0^{0.247} \ln\left(\frac{Svod(z) + dSvd(z)}{Svod(z)}\right) dz = 0.000 \text{ m}$$

- Berekening van de secundaire zetting over 15 jaar (art. 6.3):

$$weff2 = Cinfe * zeff * \log\left(\frac{15*365}{1}\right) = 0.000 * 0.247 * 3.738 = 0.000 \text{ m}$$

- Totaal (art. 6.1): weff = weff1 + weff2 = 0.000 + 0.000 = 0.000 m

Controle van de resulterende effectieve zetting:

Volgens NEN 6740 art. 5.2.2.1 mag de zetting niet groter zijn dan 0.15 m. In diverse gemeenten wordt ook (nog) wel gewerkt met een toelaatbare zetting van 0.10 meter. Mede daarom en omdat uitgegaan is van een gedraineerde toestand, wordt in CASTA/Kassenbouw ook gerekend met een toelaatbare zetting van 0.10 m. Er wordt als het ware een veiligheidsfactor 1.5 op NEN 6740 art. 5.2.2.1 gelegd, met name voor een niet-volledig gedraineerde toestand van de grond.

wtoel = 0.100 m

Controle zetting: 0.000 m < 0.100 m, dus: voldoet.

Conclusie:
- Poeren BPRD600*980 mm voldoen
  bij B.C.1: a0) Dead load + Services + Snow (without snow removal)

7.10.7 Controle van de ZEUS 120x120x1000ZW (R8+M10)

a) Bepaling van de belastingen per paal in rekentoestand:
   - Verticale belasting per kolom (neerwaarts = +): Fsk + Fpsk = 10716 N
   - Eigen gewicht van de gevelkolom (1.00 * 344) : Fegk = 344 N
   - Gewicht gevelomhulling(1.00 * 4.0 * 4.000 * 130): Ggevel= 2080 N
   ---------- +
   - Verticale belasting per paal: Nd = 13140 N
     Inclusief gewicht kolom en gevel:
     NEd = Fsk + Fpsk + g.eg*Fegk' + Ggevel = 10716 + 1.00*344 + 2080 = 13483 N

   - Maatgevend moment in de paal, ter plaatse van de poeraansluiting:
     Md = Rf * (fh + Dpoer) = 73 * (0.300 + 0.200) = 36 Nm
   - Belasting op het anker (ideële belasting):
     De fundatiepaal is neerwaarts gesteund, dus het anker wordt in dit geval niet belast.

b) Doorsnedecontrole van de paal met behulp van het Mu-Nu diagram:

   Bij het invullen van de gegeven normaalkracht NEd = 13483 N in het Mu-Nu
   diagram wordt de momentencapaciteit Mcap verkregen door rechtlijnige
   interpolatie tussen de punten waar NEd ligt. Mcap = 4071 Nm

c) Uitrekkracht van de paal in de poer (zonder wapeningsstaaf):

   Optredende schuifspanning op de betonpoer wordt alleen berekend indien
   NEd + Gpaal < 0 N en er geen wapeningsstaaf wordt toegepast.

   NEd + Gpaal = 13483 + 346 = 13829 N (>= 0) dus controle niet relevant.

d) Controle van de betonpaalcapaciteit:

  - Moment: Md = 36 Nm < Mcap = 4071 Nm, dus: voldoet.
  - Dwarskracht: Fhk = 73 N < Vp = 9504 N, dus: voldoet.
  - Anker: Niet ter zake.
  - Uittrekkracht: Niet ter zake.

Conclusie:
- Palen ZEUS 120x120x1000ZW (R8+M10) voldoen
  bij B.C.1 : a0) Dead load + Services + Snow (without snow removal)

Voor de controle van de prefab-afsluitplaten en de prefab-betonpalen wordt
verwezen naar de (toetsingsrapporten van de) leverancier.

7.11 B.C.2: a11) Dead load + Services + Wind + Crop

7.11.1 Berekening van de normaalkracht in de zijgevelspantkolommen (trek = +):

a) Berekening van de (gemiddelde) windfactor op het dek bij de zijgevel:

- Windfactor 1e kaphelft: (+0.3-(-0.3)) = 0.6
----- +
Gemiddelde windfactor = 0.6 / 1 = 0.60

b) Berekening van de verticale belasting per zijgevel per vakmaat
(neerwaarts = +):
In gebruikstoestand:
- Eigen gewicht dek (1.00 * 32)= 32 N/m²
- Gewasbelasting (1.00 * 0) = 0 N/m²
- Installaties (1.00 * 70) = 70 N/m²
---------- +
Totaal : 102 N/m²
- Neerwaartse belasting gevel = 102 * 9.60 / 2 * 4.00 = 1958 N
- E.g. goot bij de gevel = (1+1)/2 * 1.00 * 34 * 4.00 = 136 N
- Eigen gewicht van het spant = 1.00 * 920 / 2 = 460 N
- E.g. leidingen (incl. inhoud) = 1.00 * 0 * 4.00 = 0 N
- Transportlast = 0.00 * max(1250 , 1000) + 1.00*0 = 0 N
---------- +
Totaal = 2554 N
- Windbelasting = 9.60 /2 * 4.00 * (+0.60) * (1.00 * 510) = 5881 N
-------- +
Fvg' = -N' = 8435 N
In rekentoestand:
- Eigen gewicht dek (1.02 * 32)= 33 N/m²
- Gewasbelasting (1.28 * 0) = 0 N/m²
- Installaties (1.02 * 70) = 71 N/m²
---------- +
Totaal : 104 N/m²
- Neerwaartse belasting gevel = 104 * 9.60 / 2 * 4.00 = 2000 N
- E.g. goot bij de gevel = (1+1)/2 * 1.02 * 34 * 4.00 = 139 N
- Eigen gewicht van het spant = 1.02 * 920 / 2 = 470 N
- E.g. leidingen (incl. inhoud) = 1.02 * 0 * 4.00 = 0 N
- Transportlast = 0.00 * max(1250 , 1000) + 1.02*0 = 0 N
---------- +
Totaal = 2609 N
- Windbelasting = 9.60 /2 * 4.00 * (+0.60) * (1.28 * 510) = 7498 N
-------- +
Fvg = -N = 10107 N

7.11.2 Berekening van de horizontale belastingen in de zijgevelspantkolommen:

a) Het horizontale moment ten gevolge van scheefstand:

Berekening van de verticale belasting per middenkolom (neerwaarts = +):
In gebruikstoestand:
- Neerwaartse belasting per kolom = 102 * 9.60 * 4.00 = 3917 N
- Eigen gewicht van de goot = 1 * 1.00 * 34 * 4.00 = 136 N
- Eigen gewicht van het spant = 1.00 * 920 = 920 N

Totaal = 4973 N

- Windbelasting:
= 9.60 *4.00*((-0.40 -0.40)/2-(-0.30))*(1.00 *510) = -1960 N

Fvk' = -N' = 3013 N

In rekentoestand:
- Neerwaartse belasting per kolom = 104 * 9.60 * 4.00 = 4000 N
- Eigen gewicht van de goot = 1 * 1.02 * 34 * 4.00 = 139 N
- Eigen gewicht van het spant = 1.02 * 920 = 940 N

Totaal = 5079 N

- Windbelasting = 9.60 *4.00*(-0.2-(-0.3))*(1.28 *510) = -2499 N

Fvk = -N = 2579 N

Horizontale (wind)krachten op het dek en op de zijgevels:

Kaphoogte = 9.60/2 * tan 27 = 2.45 m

- Wvdek(links) = wvfa+wvfc+wvfm*nMkap+wvfe=+0.300-0.70-0.400*0-0.40 = -0.800
- Wvdek(rechts) = wvfb+wvfd+wvfn*nMkap+wvff=-1.000-0.50-0.400*0-0.40 = -1.900

Horizontale (wind)krachten door asymmetrie: Wvhor = +1.100

Windwrijving:
- Aantal kappen met krachtcoëfficiënt:
nKapCpf = max(0, nkap-max.mid.kap) = max(0, 1*11-4) = 7
Cfr,1 = Cpf,h * tan(alpha) = 0.03 * tan(27.0) = 0.015
- Wvmid (wind) = Cfr,1*nKapCpf*bkap/hkap = 0.015 *7*9600 /2446 = +0.420

Totale horizontale (wind)krachten: Wvdek = +1.520

Fhw,dek = 1.5 * 1.28 * 510 * 2.45 * 4.00 = 9678 N
Fhw,gevel = (0.6 + 0.3) * 1.28 * 510 * 4.00 * 4.00 = 9372 N

De windbelasting op het dek wordt volledig door de spanten en de kolommen afgedragen naar de fundering. De windbelasting op de zijgevels gaat gedeeltelijk rechtstreeks naar de randfundering. Het restant wordt door de spanten opgevangen. Bovendien moet bij druk rekening worden gehouden met een initiële scheefstand van de kolommen:

- wind Fh = 9678 + 0.5 * 9372 * 4.0 / (4.0 - 0.08 - 0.44/2) = 14743 N
- initiële scheefstand: Fh = 1/267 * |2579 | * 11 = 106 N

Totale hor. kracht in spantrichting: Fh,tot = 14849 N

Fhk = 14849 / (11 + 1) = 1237 N

- In gebruikstoestand:

Fh,tot' = 11563 + 1/267 * |3013 | * 11 = 11687 N

Fhk' = 11687/(11+1) = 974 N, Fhk = 14849/(11+1) = 1237 N (rekentoestand)

Ten gevolge van de horizontale windbelasting op de kasconstructie onstaat er een normaalkracht (trek) in de fundering van de linker zijgevelkolommen waarvan de grootte afhankelijk is van de lengte van de aanpendelende constructie.
De normaalkracht in gebruikstoestand wordt bij benadering als volgt berekend:

$$\text{- Fpsk' = } -11687 * \frac{3.70}{11 * 9.60} = -410 \text{ N}$$

b) Berekening van de horizontale belastingen van de zijgevelspantkolom:

- Windstuwdruk + onderdruk:
  Aangezien de gordingen als doorgaande liggers over drie steunpunten
  te benaderen zijn, wordt gerekend met een oplegfactor van 1.25
  - Er wordt uitgegaan van een gelijkmatig verdeelde lijnlast per kolom:
    - Qw,zgk = oplegfactor * hohzgk * (0.6 - (-0.3)) * gamma * qwind
             = 1.25 * 4.000 m * (0.6 - (-0.3)) * 1.28 * 510 = 2928.8 N/m

- Er is geen rekening gehouden met gewasdraden aan de zijgevels.
  - Fgd,zgk = 0 N

- Er is geen rekening gehouden met schermdraden aan de zijgevels.
  - Fsd,zgk = 0 N

- Er is geen rekening gehouden met regenleidingdraden aan de zijgevels.
  - Frl,zgk = 0 N

- Er is geen rekening gehouden met belichtingsdraden aan de zijgevels.
  - Fab,zgk = 0 N

- Totale belasting ter hoogte van de onderrand van de vakwerkligger:
  - For,zgk = For + Fhv,zgk + Frl,zgk + Fab,zgk =
           = 0   N + 0   N + 0   N + 0   N = 0   N

- Geen belasting ter hoogte van de bovenrand van de vakwerkligger:
  - Fbr,zgk = 0 N

c) Berekening van het uitwendig moment t.g.v. de leidingen + inhoud:
- Er is geen rekening gehouden met waterleidingen aan de zijgevels.

7.11.3 Berekening van de krachtsverdeling van de zijgevelspantkolom:

Oplegreacties:

- fundering: $Rf = -\frac{1}{2}Qw*h + \frac{h\text{-}hgd}{h}Fgd + \frac{h\text{-}hor}{h}For + \frac{h\text{-}hbr}{h}Fbr + \frac{Mwl}{h}$
  $= 5858 + 0 + 0 + 0 + 0 = 5858$ N

  analoog in gebruikstoestand:

  $Rf' = 4594 + 0 + 0 + 0 + 0 = 4594$ N

- goot: $Rg = Qw*h + Fgd + For + Fbr - Rf$
  $= 11715 + 0 + 0 + 0 - 5858 = 5858$ N

7.11.4 Controle van de zijgevelspantkolom (RHBK100*50*4.0 mm) (S235 (EN10219)):

a) Berekening van de krachtsverdeling:

Dwarskrachten (van de fundering (onder=o) naar de goot (boven=b)):

- fundering :	Qf = Rf	=	5858	=	5858	N
- gewasdraden:	Qogd = Qf - Qw*hgd	=	5858 -	11715 =	-5858	N
	Qbgd = Qogd - Fgd	=	-5858 -	0 =	-5858	N
- onderrand :	Qoor = Qbgd - Qw*(hor-hgd)	=	-5858 -	-1516 =	-4341	N
	Qbor = Qoor - For	=	-4341 -	0 =	-4341	N
- bovenrand :	Qobr = Qbor - Qw*(hbr-hor)	=	-4341 -	1282 =	-5623	N
	Qbbr = Qobr - Fbr	=	-5623 -	0 =	-5623	N
- goot :	Qg = Qbbr - Qw*(h-hbr)	=	-5623 -	234 =	-5858	N

Het maximale buigende moment treedt op t.p.v. het dwarskrachtennulpunt.
Uit bovenstaande dwarskrachten blijkt dat het dwarskrachtennulpunt is
gelegen tussen de gewasdraden en de onderrand van de vakwerkligger
op een afstand van 2.000 meter boven de voet.

Berekening van het maximale buigende moment in het veld:
- Windstuwdruk + onderdruk: 2929 * 2.00/2 * (4.00-2.00) = 5858 Nm
---------- +
Totaal: Mmax,sk = 5858 Nm

b) Controle op sterkte en stabiliteit van de zijgevelspantkolom volgens EC3:
Hierbij komt de z-as overeen met de y-as (en y-as = x-as) bij NEN6770.

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} + \frac{|My.Ed|}{My.c.Rd} = \frac{|-10107|}{310819} + \frac{|5858|}{7630} = 0.800$$

controle: 0.800 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Maximale spanning:

$$Sigma: \frac{|NEd|}{A} + \frac{|My.Ed|}{Wpl.y} = \frac{|-10107|}{1094.8} + \frac{|5858|}{34.141} = 180.8 \ N/mm^2$$

UCspanning = Sigma/fy = 180.8 /235.0 = 0.769

controle: 0.769 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
Interactiefactoren volgens bijlage B:
Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
= 0.90 * (1.0 + (1.22 - 0.2)*(|-10107 |/(0.426 *310819 /1.0)) = 0.97
Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
= 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-10107 |/(0.426 *310819 /1.0)) = 0.95
Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(0.97 , 0.95) = 0.95
Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.57

UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
= |-10107 |/(0.426 *310819 /1.0)+0.95 *|5857.7 |/(1.00*7630.0 /1.0)
= 0.076 + 0.733 = 0.809
UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
= |-10107 |/(0.181 *310819 /1.0)+0.57 *|5857.7 |/(1.00*7630.0 /1.0)
= 0.180 + 0.440 = 0.620

Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.809 , 0.620) = 0.809

controle: 0.809 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie:
- zijgevelspantkolom (RHBK100*50*4.0 mm) voldoet qua sterkte/stabiliteit

c) Berekening van 1e-orde doorbuiging van de zijgevelspantkolom:
(halverwege funderingsvoet en aangrijpingspunt schoor; in rekentoestand)

$$\text{- Windstuwdruk + onderdruk: } \frac{5}{384} * \frac{2.929 * 4000^4}{1.10 * 2.1E5 * 134.4E4} = 31.56 \text{ mm}$$

(Voor de doorbuigingsreductiefactor 1.10; zie rapport BI-92-0063*)

Totaal: u1-sk = 31.56 mm
(analoog in gebruikstoestand: u1-sk'= 24.75 mm)

d) 2e-orde doorbuiging in gebruikstoestand:

De 2e-orde horizontale verplaatsing in gebruikstoestand kan worden benaderd met de volgende (conservatieve) formule:

$$\text{- u2-sk'} = \frac{nysk'}{nysk'-1} * \text{u1-sk'}$$

- Vergrotingsfactor: - nysk' = 174067 / |-8435 | = 20.64
- nysk'/nysk'-1 = 1.05

Invullen van de bekende gegevens resulteert in een doorbuiging, groot:

- u2-sk' = 1.05 * 24.75 = 26.02 mm

e) Berekening van de toelaatbare doorbuiging van de zijgevelspantkolom:

Zonder belasting door gewasdraden geldt een limiet van 30.0 mm:
(conform artikel 11.2.4.1.)

- utoel-sk = h/150 < 30.0 mm
- 4000/150 = 26.67 mm, dus: utoel-sk = 26.67 mm

f) Controle van de toegestane doorbuiging van de zijgevelspantkolom:

- controle: 26.0 mm < 26.7 mm, dus: stijfheid voldoet.

Conclusie:
- zijgevelspantkolom (RHBK100*50*4.0 mm) voldoet qua stijfheid
bij B.C.2 : a11) Dead load + Services + Wind + Crop

Met nadruk wordt erop gewezen, dat de zijgevelspantkolom óók moet voldoen aan de controle van de "gewone" spantkolommen.

7.11.5 Controle van de zijgevelgordingen:

a) Berekening van de krachtsverdeling:
- Windstuwdruk + onderdruk:
Er wordt uitgegaan van een gelijkmatig verdeelde lijnbelasting:
De windbelasting mag hier niet gereduceerd worden toegepast.
- Qw,zgg = zgghohmax * (0.6 - (-0.3)) * gamma * qwind(ongereduceerd)
= 1.600 m * (0.6 - (-0.3)) * 1.28 * 510 = 937 N/m

- Normaalkracht tgv scheefstand:	Nsg' = 0	N,	Nsg = 0	N
- Normaalkracht tgv gewasdraadboog:				
Trekkracht op de gevel per draad:	Tgd' = 0	N,	Tgd = 0	N
Normaalkracht in de draadboog:	Tdb' = 0	N,	Tdb = 0	N
Normaalkracht in de gording:	Ndb' = 0	N,	Ndb = 0	N
- Normaalkracht tgv regenleiding:	Nrg' = 0	N,	Nrg = 0	N
- Normaalkracht tgv belichting aan draad:	Nli' = 0	N,	Nli = 0	N

b) Controle van de sterkte van de zijgevelgordingen volgens EC3:

Gording 1 (RHBK80*50*3.0, S235 (EN10219))

Ned = -(Fxs * Nsg + Fgd * Ndb + Frg * Nrg + Fli * Nli)
Ned = -(0.000 * 0 + 0.000 * 0 + 0.000 * 0 + 0.000 * 0) = 0 N

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte (dubbele buiging bij rechthoekige kokerprofielen):
MN.y.Rd = My.Rd*(1 - (NEd/Nrd)²) = 4315 *(1 - (0 /201532)²) = 4315 Nm
MN.z.Rd = Mz.Rd*(1 - (NEd/Nrd)²) = 3310 *(1 - (0 /201532)²) = 3310 Nm
n = NEd/Nrd = 0 /201532 = 0.00
a = b = min(1.66*(1-1.13*n²), 6.0) = min(1.66*(1-1.13*0.00 ²), 6.0) = 1.66

$$UCsterkte = \left(\frac{|My.Ed|}{MN.y.Rd}\right)^{a} + \left(\frac{|Mz.Ed|}{MN.z.Rd}\right)^{b} = \left(\frac{|1523|}{4315}\right)^{1.66} + \left(\frac{|0|}{3310}\right)^{1.66} = 0.178$$

controle: 0.178 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Maximale spanning:

$$Sigma: \frac{|NEd|}{A} + \frac{|My.Ed|}{Wpl.y} + \frac{|Mz.Ed|}{Wpl.z} = \frac{|0|}{728.5} + \frac{|1523|}{19.160} + \frac{|0|}{13.812} = 79.5 \ N/mm^2$$

UCspanning = Sigma/fy = 79.5 /235.0 = 0.338

controle: 0.338 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
Ligger op drie scharnierende steunpunten, dus maximale moment bij het middensteunpunt.
Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.40 (het profiel is geschoord).
M1 = 1523.00 , M2 = 0.00 , Ms = -761.50 , Mkip = 177.39 , gelijkmatig verdeeld belast.
Interactiefactoren volgens bijlage B:
Kyy.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
= 0.40 * (1.0 + (1.46 - 0.2)*(|0 |/(0.329 *201532 /1.0)) = 0.40
Kyy.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
= 0.40 * (1.0 + 0.8*(|0 |/(0.329 *201532 /1.0)) = 0.40
Kyy.b = Min(Kyy.2, Kyy.3) = Min(0.40 , 0.40) = 0.40
Kzy.b = 0.6 * Kyy.b = 0.24

Kzz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
= 0.65 * (1.0 + (0.45 - 0.2)*(|0 |/(0.872 *201532 /1.0)) = 0.65
Kzz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
= 0.65 * (1.0 + 0.8*(|0 |/(0.872 *201532 /1.0)) = 0.65
Kzz.b = Min(Kzz.2, Kzz.3) = Min(0.65 , 0.65) = 0.65
Kyz.b = 0.6 * Kzz.b = 0.39

UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0) + Kyy.b*|My.Ed|/(ChiLT*My.Rk/1.0) + Kyz.b*|Mz.Ed|/(Mz.Rk/1.0)
= |0 |/(0.329 *201532 /1.0)
+ 0.40 *|1523.0 |/(1.00*4314.6 /1.0) + 0.39 *|0.0 |/(3310.2 /1.0)
= 0.000 + 0.141 + 0.000 = 0.141
UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0) + Kzy.b*|My.Ed|/(ChiLT*My.Rk/1.0) + Kzz.b*|Mz.Ed|/(Mz.Rk/1.0)
= |0 |/(0.872 *201532 /1.0)
+ 0.24 *|1523.0 |/(1.00*4314.6 /1.0) + 0.65 *|0.0 |/(3310.2 /1.0)
= 0.000 + 0.085 + 0.000 = 0.085

controle: 0.141 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

- Stijfheid:

$$delta.st = \frac{2}{384} * \frac{Q' * L^4}{E * Iy} = 6.08 \ mm$$

delta.max = min(4000 /150, 30) = 26.67 mm

UCstfh = delta.st / delta.max = 6.08 / 26.67 = 0.23

controle: 0.23 < 1.00, dus de stijfheid voldoet.

Vergrotingsfactor in gebruikstoestand: nx1 = Ncr/(Ned'+0.00001) = 80820 /(Ned'+0.00001) = 8.08E+9

Totale verplaatsing is dan: delta.st2 = delta.st * nx1/(nx1 - 1) = 6.08 mm

UCstfh 2e orde = delta.st2 / delta.max = 6.08 / 26.67 = 0.23

controle: 0.23 < 1.00, dus de stijfheid 2e orde voldoet.

Gording 2 (RHBK80*50*3.0, S235 (EN10219))

Ned = -(Fxs * Nsg + Fgd * Ndb + Frg * Nrg + Fli * Nli)
Ned = -(0.000 * 0 + 0.231 * 0 + 0.285 * 0 + 0.285 * 0) = 0 N

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte (dubbele buiging bij rechthoekige kokerprofielen):
MN.y.Rd = My.Rd*(1 - (NEd/Nrd)²) = 4315 *(1 - (0 /201532)²) = 4315 Nm
MN.z.Rd = Mz.Rd*(1 - (NEd/Nrd)²) = 3310 *(1 - (0 /201532)²) = 3310 Nm
n = NEd/Nrd = 0 /201532 = 0.00
a = b = min(1.66*(1-1.13*n²), 6.0) = min(1.66*(1-1.13*0.00 ²), 6.0) = 1.66

	My.Ed		a		Mz.Ed		b		1523	1.66	0	1.66
UCsterkte = (	-------)	+ (	-------) =	(--------)	+	(-------)	= 0.178			
	MN.y.Rd		MN.z.Rd	4315		3310				

controle: 0.178 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Maximale spanning:

|NEd|	|My.Ed|	|Mz.Ed|		0			1523			0		
Sigma:	-----	+	-------	+	-------	=	--------	+	---------	+	---------	= 79.5	N/mm²
	A		Wpl.y		Wpl.z		728.5		19.160		13.812		

UCspanning = Sigma/fy = 79.5 /235.0 = 0.338

controle: 0.338 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
Ligger op drie scharnierende steunpunten, dus maximale moment bij het middensteunpunt.
Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.40 (het profiel is geschoord).
M1 = 1523.00 , M2 = 0.00 , Ms = -761.50 , Mkip = 177.39 , gelijkmatig verdeeld belast.
Interactiefactoren volgens bijlage B:
Kyy.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
= 0.40 * (1.0 + (1.46 - 0.2)*(|0 |/(0.329 *201532 /1.0)) = 0.40
Kyy.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
= 0.40 * (1.0 + 0.8*(|0 |/(0.329 *201532 /1.0)) = 0.40
Kyy.b = Min(Kyy.2, Kyy.3) = Min(0.40 , 0.40) = 0.40
Kzy.b = 0.6 * Kyy.b = 0.24

Kzz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
= 0.65 * (1.0 + (0.45 - 0.2)*(|0 |/(0.872 *201532 /1.0)) = 0.65
Kzz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
= 0.65 * (1.0 + 0.8*(|0 |/(0.872 *201532 /1.0)) = 0.65
Kzz.b = Min(Kzz.2, Kzz.3) = Min(0.65 , 0.65) = 0.65
Kyz.b = 0.6 * Kzz.b = 0.39

UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0) + Kyy.b*|My.Ed|/(ChiLT*My.Rk/1.0) + Kyz.b*|Mz.Ed|/(Mz.Rk/1.0)
= |0 |/(0.329 *201532 /1.0)
+ 0.40 *|1523.0 |/(1.00*4314.6 /1.0) + 0.39 *|0.0 |/(3310.2 /1.0)
= 0.000 + 0.141 + 0.000 = 0.141
UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0) + Kzy.b*|My.Ed|/(ChiLT*My.Rk/1.0) + Kzz.b*|Mz.Ed|/(Mz.Rk/1.0)
= |0 |/(0.872 *201532 /1.0)
+ 0.24 *|1523.0 |/(1.00*4314.6 /1.0) + 0.65 *|0.0 |/(3310.2 /1.0)
= 0.000 + 0.085 + 0.000 = 0.085

controle: 0.141 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

- Stijfheid:

$$delta.st = \frac{2}{384} * \frac{Q' * L^4}{E * Iy} = 6.08 \ mm$$

delta.max = min(4000 /150, 30) = 26.67 mm

UCstfh = delta.st / delta.max = 6.08 / 26.67 = 0.23

controle: 0.23 < 1.00, dus de stijfheid voldoet.

Vergrotingsfactor in gebruikstoestand: nx1 = Ncr/(Ned'+0.00001) = 80820 /(Ned'+0.00001) = 8.08E+9

Totale verplaatsing is dan: delta.st2 = delta.st * nx1/(nx1 - 1) = 6.08 mm

UCstfh 2e orde = delta.st2 / delta.max = 6.08 / 26.67 = 0.23

controle: 0.23 < 1.00, dus de stijfheid 2e orde voldoet.

Gording 3 (RHBK80*50*3.0, S235 (EN10219))

Ned = -(Fxs * Nsg + Fgd * Ndb + Frg * Nrg + Fli * Nli)
Ned = -(0.000 * 0 + 0.769 * 0 + 0.715 * 0 + 0.715 * 0) = 0 N

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte (dubbele buiging bij rechthoekige kokerprofielen):
MN.y.Rd = My.Rd*(1 - (NEd/Nrd)²) = 4315 *(1 - (0 /201532)²) = 4315 Nm
MN.z.Rd = Mz.Rd*(1 - (NEd/Nrd)²) = 3310 *(1 - (0 /201532)²) = 3310 Nm
n = NEd/Nrd = 0 /201532 = 0.00
a = b = min(1.66*(1-1.13*n²), 6.0) = min(1.66*(1-1.13*0.00 ²), 6.0) = 1.66

	|My.Ed|	a	|Mz.Ed|	b		879		1.66		0		1.66
UCsterkte = (	-------	)	+ (	-------	) = (	--------	)	+ (	-------	)	= 0.071
	MN.y.Rd			MN.z.Rd		4315			3310					

controle: 0.071 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Maximale spanning:

	|NEd|	|My.Ed|	|Mz.Ed|		0			879			0		
Sigma:	-----	+	-------	+	-------	=	--------	+	---------	+	---------	= 45.9	N/mm²
	A		Wpl.y		Wpl.z		728.5		19.160		13.812		

UCspanning = Sigma/fy = 45.9 /235.0 = 0.195

controle: 0.195 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
Ligger op drie scharnierende steunpunten, dus maximale moment bij het middensteunpunt.
Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.40 (het profiel is geschoord).
M1 = 878.65 , M2 = 0.00 , Ms = -439.33 , Mkip = 102.34 , gelijkmatig verdeeld belast.
Interactiefactoren volgens bijlage B:
Kyy.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
= 0.40 * (1.0 + (1.46 - 0.2)*(|0 |/(0.329 *201532 /1.0)) = 0.40
Kyy.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
= 0.40 * (1.0 + 0.8*(|0 |/(0.329 *201532 /1.0)) = 0.40
Kyy.b = Min(Kyy.2, Kyy.3) = Min(0.40 , 0.40) = 0.40
Kzy.b = 0.6 * Kyy.b = 0.24

Kzz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
= 0.65 * (1.0 + (0.45 - 0.2)*(|0 |/(0.872 *201532 /1.0)) = 0.65
Kzz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
= 0.65 * (1.0 + 0.8*(|0 |/(0.872 *201532 /1.0)) = 0.65
Kzz.b = Min(Kzz.2, Kzz.3) = Min(0.65 , 0.65) = 0.65
Kyz.b = 0.6 * Kzz.b = 0.39

UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0) + Kyy.b*|My.Ed|/(ChiLT*My.Rk/1.0) + Kyz.b*|Mz.Ed|/(Mz.Rk/1.0)
= |0 |/(0.329 *201532 /1.0)
+ 0.40 *|878.7 |/(1.00*4314.6 /1.0) + 0.39 *|0.0 |/(3310.2 /1.0)
= 0.000 + 0.081 + 0.000 = 0.081
UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0) + Kzy.b*|My.Ed|/(ChiLT*My.Rk/1.0) + Kzz.b*|Mz.Ed|/(Mz.Rk/1.0)
= |0 |/(0.872 *201532 /1.0)
+ 0.24 *|878.7 |/(1.00*4314.6 /1.0) + 0.65 *|0.0 |/(3310.2 /1.0)
= 0.000 + 0.049 + 0.000 = 0.049

controle: 0.081 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

- Stijfheid:

$$delta.st = \frac{2}{384} * \frac{Q' * L^4}{E * Iy} = 3.51 \quad mm$$

delta.max = min(4000 /150, 30) = 26.67 mm

UCstfh = delta.st / delta.max = 3.51 / 26.67 = 0.13

controle: 0.13 < 1.00, dus de stijfheid voldoet.

Vergrotingsfactor in gebruikstoestand: nx1 = Ncr/(Ned'+0.00001) = 80820 /(Ned'+0.00001) = 8.08E+9

Totale verplaatsing is dan: delta.st2 = delta.st * nx1/(nx1 - 1) = 3.51 mm

UCstfh 2e orde = delta.st2 / delta.max = 3.51 / 26.67 = 0.13

controle: 0.13 < 1.00, dus de stijfheid 2e orde voldoet.

7.11.6 Controle van de poeren (in gebruikstoestand):

a) Berekening van de verticale belasting per poer:

- Verticale belasting per kolom (neerwaarts = +): Fsk'+ Fpsk'= 8025 N
- Eigen gewicht van de gevelkolom (1.00 * 344) : Fegk' = 344 N
- Eigen gewicht paal, poer en grond (1.00 * 7789) : Gfund = 7789 N
- Gewicht randfundering (1.00 * 4.000 * 350) : Grand = 1400 N
- Gewicht gevelomhulling(1.00 * 4.0 * 4.000 * 130): Ggevel= 2080 N

---------- +

- Vert. belasting per poer: Fvp = 19638 N

Aangezien de totale verticale belasting per poer positief is, is sprake van een neerwaartse belasting op de ondergrond.

b) Berekening van het maatgevend kantelmoment ten gevolge van de belastingen:

- Horizontaal: Mhp = (Rf'+ Fhk') * (fh + D + H)
  = (4594 + 974)*(0.300 + 0.200 + 0.980) = 8241 Nm
- Verticaal : Mvp = |Fvp| * 0.5 * B
  = |19638 | * 0.5 * 0.532 = 5221 Nm

---------- +

- Kantelmoment per poer: Mp = Mhp + Mvp Mp = 13462 Nm

Bij een opwaarts bezwijkmodel (OBM) geldt:
- Kantelmoment per poer: Mp = Mhp - Mvp Mp = 3020 Nm

c) Controle van de kantelstabiliteit (neerwaartse belasting):

- Momentenevenwicht bij een neerwaarts bezwijkmodel (NBM):
  - controle : 13462 Nm < 31108 Nm, dus: voldoet.

- Momentenevenwicht bij een opwaarts bezwijkmodel (OBM):
  - controle : 3020 Nm < 6028 Nm, dus: voldoet. (maatgevend)

- Verticaal evenwicht:
  - controle :| 19638 N |< 93794 N, dus: voldoet.

- Horizontaal evenwicht:
  - controle : 5568 N < 8743 N, dus: voldoet.

d) Controle van de zettingen:

- Berekening van de momentane (lees: permanente) belastingen:

Verticale belasting per zijgevel per vakmaat:

- Eigen gewicht dek (1.00 * 32) = 32 N/m²
- Gewasbelasting (0.20 * 0) = 0 N/m²
- Installaties (1.00 * 70) = 70 N/m²

---------- +

Totaal : 102 N/m²

- Neerwaartse belasting gevel = 102 * 9.60 / 2 * 4.00 = 1958 N
- E.g. goot bij de gevel = (1+1)/2 * 1.00 * 34 * 4.00 = 136 N
- Eigen gewicht van het spant = 1.00 * 920 / 2 = 460 N
- E.g. leidingen (incl. inhoud) = 1.00 * 0 * 4.00 = 0 N

---------- +

Totaal = 2554 N

Verticale belasting per zijgevelspantkolom:

- Fsvd1 = 2554 - 0 = 2554 N

- Verticale belasting per kolom (neerwaarts = +) : Fsvd1 = 2554 N
- Eigen gewicht paal, poer en grond : Gfund = 7789 N
- Eigen gewicht randfundering = 4.000 * 350 : Grand = 1400 N

---------- +

- Vert. belasting per : Fsvd = 11743 N

- Berekening van de effectieve spanningsverhoging onder de poer:

De resulterende verticale effectieve spanning onder de poer
t.g.v. de momentane belastingen, bedraagt:

$$Svd0 = \frac{Fsvd}{Apoer} = \frac{11743}{pi/4 * 600^2} = 0.042 \ N/mm^2$$

De oorspronkelijke verticale effectieve spanning is/was:

$$Svod0 = sg * (Dpoer + hpoer) = 0.0000180 * (200 + 980) = 0.021 \ N/mm^2$$

De effectieve spanningsverhoging onder de poer, uitgaande van een
volledig gedraineerde toestand, volgt uit:

$$dSvd0 = Svd0 - Svod0 = 0.042 - 0.021 = 0.020 \ N/mm^2$$

- Berekening van de effectieve zettingsdiepte (NEN 6744 art. 6.1):

Bij het bepalen van de zakking moeten die grondlagen in beschouwing
zijn genomen, waarbij de toename van de verticale effectieve spanning
groter is dan 20% van de oorspronkelijke verticale effectieve
spanning.
In formule: dSvd(z) > 0.20 * Svod(z)
waarin:

$$dSvd(z) = dSvd0 * \left[1 - \frac{1}{\left(\frac{0.5 * dpoer}{z} \right)^{1.5}} \right]$$

Afname van de toename van de verticale effectieve spanning onder de fundatie-poer als functie van de diepte z

Svod(z) = sg * (z + Dpoer + hpoer) Idem, voor de oorspronkelijke verticale effectieve spanning.

De effectieve zettingsdiepte is de totale hoogte/diepte van de grondlagen onder de poer, dat volgens bovenstaande definitie in beschouwing moet zijn genomen bij de berekening van de zettingen.

De effectieve zettingsdiepte wordt door middel van een iteratieve nulpuntsbepaling bepaald waarbij moet gelden:

dSvd(zeff) = 0.20 * Svod(zeff) geeft: zeff = 0.247 m

- Bepaling van de resulterende effectieve zetting (NEN 6744 hfdst.6):

De resulterende effectieve zetting kan uiteindelijk worden bepaald door integratie van de samendrukking van de grond onder de poer tot aan de effectieve zettingsdiepte m.b.v. de formule van Terzaghi.

- Berekening van de primaire zetting (art. 6.2):

$$weff1 = \frac{Cceff}{1 + eporie} * \int_0^{zeff} ln\left(\frac{Svod(z) + dSvd(z)}{Svod(z)}\right) dz =$$

$$= \frac{0.006}{1 + 0.6} * \int_0^{0.247} ln\left(\frac{Svod(z) + dSvd(z)}{Svod(z)}\right) dz = 0.000 \text{ m}$$

- Berekening van de secundaire zetting over 15 jaar (art. 6.3):

$$weff2 = Cinfe * zeff * log\left(\frac{15*365}{1}\right) = 0.000 * 0.247 * 3.738 = 0.000 \text{ m}$$

- Totaal (art. 6.1): weff = weff1 + weff2 = 0.000 + 0.000 = 0.000 m

Controle van de resulterende effectieve zetting:

Volgens NEN 6740 art. 5.2.2.1 mag de zetting niet groter zijn dan 0.15 m. In diverse gemeenten wordt ook (nog) wel gewerkt met een toelaatbare zetting van 0.10 meter. Mede daarom en omdat uitgegaan is van een gedraineerde toestand, wordt in CASTA/Kassenbouw ook gerekend met een toelaatbare zetting van 0.10 m. Er wordt als het ware een veiligheidsfactor 1.5 op NEN 6740 art. 5.2.2.1 gelegd, met name voor een niet-volledig gedraineerde toestand van de grond.

wtoel = 0.100 m

Controle zetting: 0.000 m < 0.100 m, dus: voldoet.

Conclusie:
- Poeren BPRD600*980 mm voldoen
  bij B.C.2: a11) Dead load + Services + Wind + Crop

7.11.7 Controle van de ZEUS 120x120x1000ZW (R8+M10)

a) Bepaling van de belastingen per paal in rekentoestand:
   - Verticale belasting per kolom (neerwaarts = +): Fsk + Fpsk = 9586 N
   - Eigen gewicht van de gevelkolom (1.02 * 344) : Fegk = 351 N
   - Gewicht gevelomhulling(1.02 * 4.0 * 4.000 * 130): Ggevel= 2124 N
   ---------- +
   - Verticale belasting per paal: Nd = 12061 N
     Inclusief gewicht kolom en gevel:
     NEd = Fsk + Fpsk + g.eg*Fegk' + Ggevel = 9586 + 1.02*344 + 2080 = 12413 N

   - Maatgevend moment in de paal, ter plaatse van de poeraansluiting:
     Md = Rf * (fh + Dpoer) = 5832 * (0.300 + 0.200) = 2916 Nm
   - Belasting op het anker (ideële belasting):
     De fundatiepaal is neerwaarts gesteund, dus het anker wordt in dit geval niet belast.

b) Doorsnedecontrole van de paal met behulp van het Mu-Nu diagram:

   Bij het invullen van de gegeven normaalkracht NEd = 12413 N in het Mu-Nu
   diagram wordt de momentencapaciteit Mcap verkregen door rechtlijnige
   interpolatie tussen de punten waar NEd ligt. Mcap = 4043 Nm

c) Uitrekkracht van de paal in de poer (zonder wapeningsstaaf):

   Optredende schuifspanning op de betonpoer wordt alleen berekend indien
   NEd + Gpaal < 0 N en er geen wapeningsstaaf wordt toegepast.

   NEd + Gpaal = 12413 + 346 = 12758 N (>= 0) dus controle niet relevant.

d) Controle van de betonpaalcapaciteit:

  - Moment: Md = 2916 Nm < Mcap = 4043 Nm, dus: voldoet.
  - Dwarskracht: Fhk = 5832 N < Vp = 9504 N, dus: voldoet.
  - Anker: Niet ter zake.
  - Uittrekkracht: Niet ter zake.

Conclusie:
- Palen ZEUS 120x120x1000ZW (R8+M10) voldoen
  bij B.C.2 : a11) Dead load + Services + Wind + Crop

Voor de controle van de prefab-afsluitplaten en de prefab-betonpalen wordt
verwezen naar de (toetsingsrapporten van de) leverancier.

7.12 B.C.3: a21) Dead Load + Services + Snow + Psi_Crop

7.12.1 Berekening van de normaalkracht in de zijgevelspantkolommen (trek = +):

a) Berekening van de verticale belasting per zijgevel per vakmaat
(neerwaarts = +):
In gebruikstoestand:
- Eigen gewicht dek (1.00 * 32)= 32 N/m²
- Sneeuwbelasting (1.00 * 423) = 423 N/m²
- Gewasbel.(winter)(1.00 * 0) = 0 N/m²
- Installaties (1.00 * 70) = 70 N/m²

Totaal : 525 N/m²

- Neerwaartse belasting gevel = 525 * 9.60 / 2 * 4.00 = 10089 N
- E.g. goot bij de gevel = (1+1)/2 * 1.00 * 34 * 4.00 = 136 N
- Eigen gewicht van het spant = 1.00 * 920 / 2 = 460 N
- E.g. leidingen (incl. inhoud) = 1.00 * 0 * 4.00 = 0 N
- Transportlast = 0.00 * max(1250 , 1000) + 1.00*0 = 0 N

Totaal = 10685 N
Fvg' = -N' = 10685 N

In rekentoestand:
- Eigen gewicht dek (1.02 * 32)= 33 N/m²
- Sneeuwbelasting (1.28 * 423) = 540 N/m²
- Gewasbel.(winter)(1.28 * 0) = 0 N/m²
- Installaties (1.02 * 70) = 71 N/m²

Totaal : 644 N/m²

- Neerwaartse belasting gevel = 644 * 9.60 / 2 * 4.00 = 12367 N
- E.g. goot bij de gevel = (1+1)/2 * 1.02 * 34 * 4.00 = 139 N
- Eigen gewicht van het spant = 1.02 * 920 / 2 = 470 N
- E.g. leidingen (incl. inhoud) = 1.02 * 0 * 4.00 = 0 N
- Transportlast = 0.00 * max(1250 , 1000) + 1.02*0 = 0 N

Totaal = 12975 N
Fvg = -N = 12975 N

7.12.2 Berekening van de horizontale belastingen in de zijgevelspantkolommen:

a) Het horizontale moment ten gevolge van scheefstand:

Berekening van de verticale belasting per middenkolom (neerwaarts = +):
In gebruikstoestand:
- Neerwaartse belasting per kolom = 525 * 9.60 * 4.00 = 20178 N
- Eigen gewicht van de goot = 1 * 1.00 * 34 * 4.00 = 136 N
- Eigen gewicht van het spant = 1.00 * 920 = 920 N

---------- +
Totaal = 21234 N
Fvk' = -N' = 21234 N

In rekentoestand:
- Neerwaartse belasting per kolom = 644 * 9.60 * 4.00 = 24734 N
- Eigen gewicht van de goot = 1 * 1.02 * 34 * 4.00 = 139 N
- Eigen gewicht van het spant = 1.02 * 920 = 940 N

---------- +
Totaal = 25812 N
Fvk = -N = 25812 N

Horizontale (wind)krachten op het dek en op de zijgevels:

Bij afwezigheid van wind speelt alleen de horizontale kracht ten gevolge van scheefstand een rol (rekentoestand):
- initiële scheefstand: Fh = 1/267 * |25812 | * 11 = 1065 N

- In gebruikstoestand:

Fh,tot' = 1/267 * |21234 | * 11 = 876 N

Fhk' = 876 /(11+1) = 73 N, Fhk = 1065 /(11+1) = 89 N (rekentoestand)

Ten gevolge van de horizontale scheefstand van de kasconstructie onstaat er een normaalkracht (druk) in de fundering van de rechter zijgevelkolommen waarvan de grootte afhankelijk is van de lengte van de aanpendelende constructie.
De normaalkracht in gebruikstoestand wordt bij benadering als volgt berekend:

$$\text{- } F_{psk}' = 876 * \frac{3.70}{11 * 9.60} = 31 \text{ N}$$

b) Berekening van de horizontale belastingen van de zijgevelspantkolom:

- Er is bij deze belastingcombinatie geen windbelasting.
  - Qw,zgk = 0

- Er is geen rekening gehouden met gewasdraden aan de zijgevels.
  - Fgd,zgk = 0 N

- Er is geen rekening gehouden met schermdraden aan de zijgevels.
  - Fsd,zgk = 0 N

- Er is geen rekening gehouden met regenleidingdraden aan de zijgevels.
  - Frl,zgk = 0 N

- Er is geen rekening gehouden met belichtingsdraden aan de zijgevels.
  - Fab,zgk = 0 N

- Totale belasting ter hoogte van de onderrand van de vakwerkligger:
  - For,zgk = For + Fhv,zgk + Frl,zgk + Fab,zgk =
  = 0 N + 0 N + 0 N + 0 N = 0 N

- Geen belasting ter hoogte van de bovenrand van de vakwerkligger:
  - Fbr,zgk = 0 N

c) Berekening van het uitwendig moment t.g.v. de leidingen + inhoud:
- Er is geen rekening gehouden met waterleidingen aan de zijgevels.

7.12.3 Berekening van de krachtsverdeling van de zijgevelspantkolom:

Oplegreacties:

$$\text{- fundering: } Rf = -\frac{1}{2}*Qw*h + \frac{h\text{-}hgd}{h}*Fgd + \frac{h\text{-}hor}{h}*For + \frac{h\text{-}hbr}{h}*Fbr + \frac{Mwl}{h}$$

= 0 + 0 + 0 + 0 + 0 = 0 N

analoog in gebruikstoestand:

Rf' = 0 + 0 + 0 + 0 + 0 = 0 N

- goot: Rg = Qw*h + Fgd + For + Fbr - Rf
= 0 + 0 + 0 + 0 - 0 = 0 N

7.12.4 Controle van de zijgevelspantkolom (RHBK100*50*4.0 mm) (S235 (EN10219)):

a) Berekening van de krachtsverdeling:

Dwarskrachten (van de fundering (onder=o) naar de goot (boven=b)):

- fundering	: Qf = Rf	=	0	=	0	N
- gewasdraden:	Qogd = Qf - Qw*hgd	=	0 -	0 =	0	N
	Qbgd = Qogd - Fgd	=	0 -	0 =	0	N
- onderrand	: Qoor = Qbgd - Qw*(hor-hgd)	=	0 -	0 =	0	N
	Qbor = Qoor - For	=	0 -	0 =	0	N
- bovenrand	: Qobr = Qbor - Qw*(hbr-hor)	=	0 -	0 =	0	N
	Qbbr = Qobr - Fbr	=	0 -	0 =	0	N
- goot	: Qg = Qbbr - Qw*(h-hbr)	=	0 -	0 =	0	N

Het maximale buigende moment treedt op t.p.v. het dwarskrachtennulpunt.
Uit bovenstaande dwarskrachten blijkt dat het dwarskrachtennulpunt is
gelegen tussen de bovenrand van de vakwerkligger en het dek
op een afstand van 4.000 meter boven de voet.

Berekening van het maximale buigende moment in het veld:
- Windstuwdruk + onderdruk: 0 * 4.00/2 * (4.00-4.00) = 0 Nm
---------- +
Totaal: Mmax,sk = 0 Nm

b) Controle op sterkte en stabiliteit van de zijgevelspantkolom volgens EC3:
Hierbij komt de z-as overeen met de y-as (en y-as = x-as) bij NEN6770.

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} + \frac{|My.Ed|}{My.c.Rd} = \frac{|-12975|}{310819} + \frac{|0|}{7630} = 0.042$$

controle: 0.042 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Maximale spanning:

$$Sigma: \frac{|NEd|}{A} + \frac{|My.Ed|}{Wpl.y} = \frac{|-12975|}{1094.8} + \frac{|0|}{34.141} = 11.9 \ N/mm^2$$

UCspanning = Sigma/fy = 11.9 /235.0 = 0.050

controle: 0.050 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
Interactiefactoren volgens bijlage B:
Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
= 0.90 * (1.0 + (1.22 - 0.2)*(|-12975 |/(0.426 *310819 /1.0)) = 0.99
Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
= 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-12975 |/(0.426 *310819 /1.0)) = 0.97
Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(0.99 , 0.97) = 0.97
Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.58

UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
= |-12975 |/(0.426 *310819 /1.0)+0.97 *|0.0 |/(1.00*7630.0 /1.0)
= 0.098 + 0.000 = 0.098
UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
= |-12975 |/(0.181 *310819 /1.0)+0.58 *|0.0 |/(1.00*7630.0 /1.0)
= 0.231 + 0.000 = 0.231

Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.098 , 0.231) = 0.231

controle: 0.231 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie:
- zijgevelspantkolom (RHBK100*50*4.0 mm) voldoet qua sterkte/stabiliteit

c) Berekening van 1e-orde doorbuiging van de zijgevelspantkolom:
(halverwege funderingsvoet en aangrijpingspunt schoor; in rekentoestand)

$$\text{- Windstuwdruk + onderdruk: } \frac{5}{384} * \frac{0.000 * 4000^4}{1.10 * 2.1E5 * 134.4E4} = 0.00 \text{ mm}$$

(Voor de doorbuigingsreductiefactor 1.10; zie rapport BI-92-0063*)

Totaal: u1-sk = 0.00 mm
(analoog in gebruikstoestand: u1-sk'= 0.00 mm)

d) 2e-orde doorbuiging in gebruikstoestand:

De 2e-orde horizontale verplaatsing in gebruikstoestand kan worden benaderd met de volgende (conservatieve) formule:

$$\text{- u2-sk'} = \frac{\text{nysk'}}{\text{nysk'-1}} * \text{u1-sk'}$$

- Vergrotingsfactor: - nysk' = 174067 / |-10685| = 16.29
  - nysk'/nysk'-1 = 1.07

Invullen van de bekende gegevens resulteert in een doorbuiging, groot:

- u2-sk' = 1.07 * 0.00 = 0.00 mm

e) Berekening van de toelaatbare doorbuiging van de zijgevelspantkolom:

Zonder belasting door gewasdraden geldt een limiet van 30.0 mm:
(conform artikel 11.2.4.1.)

- utoel-sk = h/150 < 30.0 mm
- 4000/150 = 26.67 mm, dus: utoel-sk = 26.67 mm

f) Controle van de toegestane doorbuiging van de zijgevelspantkolom:

- controle: 0.0 mm < 26.7 mm, dus: stijfheid voldoet.

Conclusie:
- zijgevelspantkolom (RHBK100*50*4.0 mm) voldoet qua stijfheid
  bij B.C.3 : a21) Dead Load + Services + Snow + Psi_Crop

Met nadruk wordt erop gewezen, dat de zijgevelspantkolom óók moet voldoen aan de controle van de "gewone" spantkolommen.

7.12.5 Controle van de zijgevelgordingen:

- Normaalkracht tgv scheefstand:	Nsg' = 0	N,	Nsg = 0	N
- Normaalkracht tgv gewasdraadboog:				
Trekkracht op de gevel per draad:	Tgd' = 0	N,	Tgd = 0	N
Normaalkracht in de draadboog:	Tdb' = 0	N,	Tdb = 0	N
Normaalkracht in de gording:	Ndb' = 0	N,	Ndb = 0	N
- Normaalkracht tgv regenleiding:	Nrg' = 0	N,	Nrg = 0	N
- Normaalkracht tgv belichting aan draad:	Nli' = 0	N,	Nli = 0	N

b) Controle van de sterkte van de zijgevelgordingen volgens EC3:

Gording 1 (RHBK80*50*3.0, S235 (EN10219))

Ned = -(Fxs * Nsg + Fgd * Ndb + Frg * Nrg + Fli * Nli)
Ned = -(0.000 * 0 + 0.000 * 0 + 0.000 * 0 + 0.000 * 0) = 0 N

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte (dubbele buiging bij rechthoekige kokerprofielen):
MN.y.Rd = My.Rd*(1 - (NEd/Nrd)²) = 4315 *(1 - (0 /201532)²) = 4315 Nm
MN.z.Rd = Mz.Rd*(1 - (NEd/Nrd)²) = 3310 *(1 - (0 /201532)²) = 3310 Nm
n = NEd/Nrd = 0 /201532 = 0.00
a = b = min(1.66*(1-1.13*n²), 6.0) = min(1.66*(1-1.13*0.00 ²), 6.0) = 1.66

$$UCsterkte = \left(\frac{|My.Ed|}{MN.y.Rd}\right)^{a} + \left(\frac{|Mz.Ed|}{MN.z.Rd}\right)^{b} = \left(\frac{|0|}{4315}\right)^{1.66} + \left(\frac{|0|}{3310}\right)^{1.66} = 0.000$$

controle: 0.000 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Maximale spanning:

$$Sigma: \frac{|NEd|}{A} + \frac{|My.Ed|}{Wpl.y} + \frac{|Mz.Ed|}{Wpl.z} = \frac{|0|}{728.5} + \frac{|0|}{19.160} + \frac{|0|}{13.812} = 0.0 \quad N/mm^2$$

UCspanning = Sigma/fy = 0.0 /235.0 = 0.000

controle: 0.000 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
Ligger op drie scharnierende steunpunten, dus maximale moment bij het middensteunpunt.
Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.40 (het profiel is geschoord).
M1 = 0.00 , M2 = 0.00 , Ms = 0.00 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
Interactiefactoren volgens bijlage B:
Kyy.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
= 0.40 * (1.0 + (1.46 - 0.2)*(|0 |/(0.329 *201532 /1.0)) = 0.40
Kyy.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
= 0.40 * (1.0 + 0.8*(|0 |/(0.329 *201532 /1.0)) = 0.40
Kyy.b = Min(Kyy.2, Kyy.3) = Min(0.40 , 0.40) = 0.40
Kzy.b = 0.6 * Kyy.b = 0.24

Kzz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
= 0.40 * (1.0 + (0.45 - 0.2)*(|0 |/(0.872 *201532 /1.0)) = 0.40
Kzz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
= 0.40 * (1.0 + 0.8*(|0 |/(0.872 *201532 /1.0)) = 0.40
Kzz.b = Min(Kzz.2, Kzz.3) = Min(0.40 , 0.40) = 0.40
Kyz.b = 0.6 * Kzz.b = 0.24

UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0) + Kyy.b*|My.Ed|/(ChiLT*My.Rk/1.0) + Kyz.b*|Mz.Ed|/(Mz.Rk/1.0)
= |0 |/(0.329 *201532 /1.0)
+ 0.40 *|0.0 |/(1.00*4314.6 /1.0) + 0.24 *|0.0 |/(3310.2 /1.0)
= 0.000 + 0.000 + 0.000 = 0.000
UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0) + Kzy.b*|My.Ed|/(ChiLT*My.Rk/1.0) + Kzz.b*|Mz.Ed|/(Mz.Rk/1.0)
= |0 |/(0.872 *201532 /1.0)
+ 0.24 *|0.0 |/(1.00*4314.6 /1.0) + 0.40 *|0.0 |/(3310.2 /1.0)
= 0.000 + 0.000 + 0.000 = 0.000

controle: 0.000 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

- Stijfheid:

$$delta.st = \frac{2}{384} * \frac{Q' * L^4}{E * Iy} = 0.00 \quad mm$$

delta.max = min(4000 /150, 30) = 26.67 mm

UCstfh = delta.st / delta.max = 0.00 / 26.67 = 0.00

controle: 0.00 < 1.00, dus de stijfheid voldoet.

Vergrotingsfactor in gebruikstoestand: nx1 = Ncr/(Ned'+0.00001) = 80820 /(Ned'+0.00001) = 0.000

Totale verplaatsing is dan: delta.st2 = delta.st * nx1/(nx1 - 1) = 0.00 mm

UCstfh 2e orde = delta.st2 / delta.max = 0.00 / 26.67 = 0.00

controle: 0.00 < 1.00, dus de stijfheid 2e orde voldoet.

Gording 2 (RHBK80*50*3.0, S235 (EN10219))

Ned = -(Fxs * Nsg + Fgd * Ndb + Frg * Nrg + Fli * Nli)
Ned = -(0.000 * 0 + 0.231 * 0 + 0.285 * 0 + 0.285 * 0) = 0 N

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte (dubbele buiging bij rechthoekige kokerprofielen):
MN.y.Rd = My.Rd*(1 - (NEd/Nrd)²) = 4315 *(1 - (0 /201532)²) = 4315 Nm
MN.z.Rd = Mz.Rd*(1 - (NEd/Nrd)²) = 3310 *(1 - (0 /201532)²) = 3310 Nm
n = NEd/Nrd = 0 /201532 = 0.00
a = b = min(1.66*(1-1.13*n²), 6.0) = min(1.66*(1-1.13*0.00 ²), 6.0) = 1.66

$$UCsterkte = \left(\frac{|My.Ed|}{MN.y.Rd}\right)^{a} + \left(\frac{|Mz.Ed|}{MN.z.Rd}\right)^{b} = \left(\frac{|0|}{4315}\right)^{1.66} + \left(\frac{|0|}{3310}\right)^{1.66} = 0.000$$

controle: 0.000 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Maximale spanning:

$$Sigma: \frac{|NEd|}{A} + \frac{|My.Ed|}{Wpl.y} + \frac{|Mz.Ed|}{Wpl.z} = \frac{|0|}{728.5} + \frac{|0|}{19.160} + \frac{|0|}{13.812} = 0.0 \quad N/mm^2$$

UCspanning = Sigma/fy = 0.0 /235.0 = 0.000

controle: 0.000 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
Ligger op drie scharnierende steunpunten, dus maximale moment bij het middensteunpunt.
Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.40 (het profiel is geschoord).
M1 = 0.00 , M2 = 0.00 , Ms = 0.00 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
Interactiefactoren volgens bijlage B:
Kyy.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
= 0.40 * (1.0 + (1.46 - 0.2)*(|0 |/(0.329 *201532 /1.0)) = 0.40
Kyy.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
= 0.40 * (1.0 + 0.8*(|0 |/(0.329 *201532 /1.0)) = 0.40
Kyy.b = Min(Kyy.2, Kyy.3) = Min(0.40 , 0.40) = 0.40
Kzy.b = 0.6 * Kyy.b = 0.24

Kzz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
= 0.40 * (1.0 + (0.45 - 0.2)*(|0 |/(0.872 *201532 /1.0)) = 0.40
Kzz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
= 0.40 * (1.0 + 0.8*(|0 |/(0.872 *201532 /1.0)) = 0.40
Kzz.b = Min(Kzz.2, Kzz.3) = Min(0.40 , 0.40) = 0.40
Kyz.b = 0.6 * Kzz.b = 0.24

UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0) + Kyy.b*|My.Ed|/(ChiLT*My.Rk/1.0) + Kyz.b*|Mz.Ed|/(Mz.Rk/1.0)
= |0 |/(0.329 *201532 /1.0)
+ 0.40 *|0.0 |/(1.00*4314.6 /1.0) + 0.24 *|0.0 |/(3310.2 /1.0)
= 0.000 + 0.000 + 0.000 = 0.000
UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0) + Kzy.b*|My.Ed|/(ChiLT*My.Rk/1.0) + Kzz.b*|Mz.Ed|/(Mz.Rk/1.0)
= |0 |/(0.872 *201532 /1.0)
+ 0.24 *|0.0 |/(1.00*4314.6 /1.0) + 0.40 *|0.0 |/(3310.2 /1.0)
= 0.000 + 0.000 + 0.000 = 0.000

controle: 0.000 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

- Stijfheid:

$$delta.st = \frac{2}{384} * \frac{Q' * L^4}{E * Iy} = 0.00 \quad mm$$

delta.max = min(4000 /150, 30) = 26.67 mm

UCstfh = delta.st / delta.max = 0.00 / 26.67 = 0.00

controle: 0.00 < 1.00, dus de stijfheid voldoet.

Vergrotingsfactor in gebruikstoestand: nx1 = Ncr/(Ned'+0.00001) = 80820 /(Ned'+0.00001) = 0.000

Totale verplaatsing is dan: delta.st2 = delta.st * nx1/(nx1 - 1) = 0.00 mm

UCstfh 2e orde = delta.st2 / delta.max = 0.00 / 26.67 = 0.00

controle: 0.00 < 1.00, dus de stijfheid 2e orde voldoet.

Gording 3 (RHBK80*50*3.0, S235 (EN10219))

Ned = -(Fxs * Nsg + Fgd * Ndb + Frg * Nrg + Fli * Nli)
Ned = -(0.000 * 0 + 0.769 * 0 + 0.715 * 0 + 0.715 * 0) = 0 N

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte (dubbele buiging bij rechthoekige kokerprofielen):
MN.y.Rd = My.Rd*(1 - (NEd/Nrd)²) = 4315 *(1 - (0 /201532)²) = 4315 Nm
MN.z.Rd = Mz.Rd*(1 - (NEd/Nrd)²) = 3310 *(1 - (0 /201532)²) = 3310 Nm
n = NEd/Nrd = 0 /201532 = 0.00
a = b = min(1.66*(1-1.13*n²), 6.0) = min(1.66*(1-1.13*0.00 ²), 6.0) = 1.66

$$UCsterkte = \left(\frac{|My.Ed|}{MN.y.Rd}\right)^{a} + \left(\frac{|Mz.Ed|}{MN.z.Rd}\right)^{b} = \left(\frac{|0|}{4315}\right)^{1.66} + \left(\frac{|0|}{3310}\right)^{1.66} = 0.000$$

controle: 0.000 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Maximale spanning:

$$Sigma: \frac{|NEd|}{A} + \frac{|My.Ed|}{Wpl.y} + \frac{|Mz.Ed|}{Wpl.z} = \frac{|0|}{728.5} + \frac{|0|}{19.160} + \frac{|0|}{13.812} = 0.0 \quad N/mm^2$$

UCspanning = Sigma/fy = 0.0 /235.0 = 0.000

controle: 0.000 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
Ligger op drie scharnierende steunpunten, dus maximale moment bij het middensteunpunt.
Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.40 (het profiel is geschoord).
M1 = 0.00 , M2 = 0.00 , Ms = 0.00 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
Interactiefactoren volgens bijlage B:
Kyy.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
= 0.40 * (1.0 + (1.46 - 0.2)*(|0 |/(0.329 *201532 /1.0)) = 0.40
Kyy.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
= 0.40 * (1.0 + 0.8*(|0 |/(0.329 *201532 /1.0)) = 0.40
Kyy.b = Min(Kyy.2, Kyy.3) = Min(0.40 , 0.40) = 0.40
Kzy.b = 0.6 * Kyy.b = 0.24

Kzz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
= 0.40 * (1.0 + (0.45 - 0.2)*(|0 |/(0.872 *201532 /1.0)) = 0.40
Kzz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
= 0.40 * (1.0 + 0.8*(|0 |/(0.872 *201532 /1.0)) = 0.40
Kzz.b = Min(Kzz.2, Kzz.3) = Min(0.40 , 0.40) = 0.40
Kyz.b = 0.6 * Kzz.b = 0.24

UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0) + Kyy.b*|My.Ed|/(ChiLT*My.Rk/1.0) + Kyz.b*|Mz.Ed|/(Mz.Rk/1.0)
= |0 |/(0.329 *201532 /1.0)
+ 0.40 *|0.0 |/(1.00*4314.6 /1.0) + 0.24 *|0.0 |/(3310.2 /1.0)
= 0.000 + 0.000 + 0.000 = 0.000
UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0) + Kzy.b*|My.Ed|/(ChiLT*My.Rk/1.0) + Kzz.b*|Mz.Ed|/(Mz.Rk/1.0)
= |0 |/(0.872 *201532 /1.0)
+ 0.24 *|0.0 |/(1.00*4314.6 /1.0) + 0.40 *|0.0 |/(3310.2 /1.0)
= 0.000 + 0.000 + 0.000 = 0.000

controle: 0.000 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

- Stijfheid:

$$delta.st = \frac{2}{384} * \frac{Q' * L^4}{E * Iy} = 0.00 \quad mm$$

delta.max = min(4000 /150, 30) = 26.67 mm

UCstfh = delta.st / delta.max = 0.00 / 26.67 = 0.00

controle: 0.00 < 1.00, dus de stijfheid voldoet.

Vergrotingsfactor in gebruikstoestand: nx1 = Ncr/(Ned'+0.00001) = 80820 /(Ned'+0.00001) = 0.000

Totale verplaatsing is dan: delta.st2 = delta.st * nx1/(nx1 - 1) = 0.00 mm

UCstfh 2e orde = delta.st2 / delta.max = 0.00 / 26.67 = 0.00

controle: 0.00 < 1.00, dus de stijfheid 2e orde voldoet.

7.12.6 Controle van de poeren (in gebruikstoestand):

a) Berekening van de verticale belasting per poer:

- Verticale belasting per kolom (neerwaarts = +): Fsk'+ Fpsk'= 10716 N
- Eigen gewicht van de gevelkolom (1.00 * 344) : Fegk' = 344 N
- Eigen gewicht paal, poer en grond (1.00 * 7789) : Gfund = 7789 N
- Gewicht randfundering (1.00 * 4.000 * 350) : Grand = 1400 N
- Gewicht gevelomhulling(1.00 * 4.0 * 4.000 * 130): Ggevel= 2080 N

---------- +

- Vert. belasting per poer: Fvp = 22329 N

Aangezien de totale verticale belasting per poer positief is, is sprake van een neerwaartse belasting op de ondergrond.

b) Berekening van het maatgevend kantelmoment ten gevolge van de belastingen:

- Horizontaal: Mhp = (Rf'+ Fhk') * (fh + D + H)
  = (0 + 73)*(0.300 + 0.200 + 0.980) = 108 Nm
- Verticaal : Mvp = |Fvp| * 0.5 * B
  = |22329 | * 0.5 * 0.532 = 5936 Nm

---------- +

- Kantelmoment per poer: Mp = Mhp + Mvp Mp = 6044 Nm

Bij een opwaarts bezwijkmodel (OBM) geldt:
- Kantelmoment per poer: Mp = Mhp - Mvp Mp = -5828 Nm

c) Controle van de kantelstabiliteit (neerwaartse belasting):

- Momentenevenwicht bij een neerwaarts bezwijkmodel (NBM):
  - controle : 6044 Nm < 31108 Nm, dus: voldoet. (maatgevend)

- Momentenevenwicht bij een opwaarts bezwijkmodel (OBM):
  - controle : -5828 Nm < 6028 Nm, dus: voldoet.

- Verticaal evenwicht:
  - controle :| 22329 N |< 93794 N, dus: voldoet.

- Horizontaal evenwicht:
  - controle : 73 N < 8743 N, dus: voldoet.

d) Controle van de zettingen:

- Berekening van de momentane (lees: permanente) belastingen:

Verticale belasting per zijgevel per vakmaat:

- Eigen gewicht dek (1.00 * 32) = 32 N/m²
- Gewasbelasting (0.20 * 0) = 0 N/m²
- Installaties (1.00 * 70) = 70 N/m²

---------- +

Totaal : 102 N/m²

- Neerwaartse belasting gevel = 102 * 9.60 / 2 * 4.00 = 1958 N
- E.g. goot bij de gevel = (1+1)/2 * 1.00 * 34 * 4.00 = 136 N
- Eigen gewicht van het spant = 1.00 * 920 / 2 = 460 N
- E.g. leidingen (incl. inhoud) = 1.00 * 0 * 4.00 = 0 N

---------- +

Totaal = 2554 N

Verticale belasting per zijgevelspantkolom:

- Fsvd1 = 2554 - 0 = 2554 N

- Verticale belasting per kolom (neerwaarts = +) : Fsvd1 = 2554 N
- Eigen gewicht paal, poer en grond : Gfund = 7789 N
- Eigen gewicht randfundering = 4.000 * 350 : Grand = 1400 N

---------- +

- Vert. belasting per : Fsvd = 11743 N

- Berekening van de effectieve spanningsverhoging onder de poer:

De resulterende verticale effectieve spanning onder de poer
t.g.v. de momentane belastingen, bedraagt:

$$Svd0 = \frac{Fsvd}{Apoer} = \frac{11743}{pi/4 * 600^2} = 0.042 \ N/mm^2$$

De oorspronkelijke verticale effectieve spanning is/was:

$$Svod0 = sg * (Dpoer + hpoer) = 0.0000180 * (200 + 980) = 0.021 \ N/mm^2$$

De effectieve spanningsverhoging onder de poer, uitgaande van een
volledig gedraineerde toestand, volgt uit:

$$dSvd0 = Svd0 - Svod0 = 0.042 - 0.021 = 0.020 \ N/mm^2$$

- Berekening van de effectieve zettingsdiepte (NEN 6744 art. 6.1):

Bij het bepalen van de zakking moeten die grondlagen in beschouwing
zijn genomen, waarbij de toename van de verticale effectieve spanning
groter is dan 20% van de oorspronkelijke verticale effectieve
spanning.
In formule: $dSvd(z) > 0.20 * Svod(z)$
waarin:

$$dSvd(z) = dSvd0 * \left[1 - \frac{1}{\left(\frac{0.5 * dpoer}{z} \right)^{1.5}} \right]$$

Afname van de toename van de verticale effectieve spanning onder de fundatie-poer als functie van de diepte z

Svod(z) = sg * (z + Dpoer + hpoer) Idem, voor de oorspronkelijke verticale effectieve spanning.

De effectieve zettingsdiepte is de totale hoogte/diepte van de grondlagen onder de poer, dat volgens bovenstaande definitie in beschouwing moet zijn genomen bij de berekening van de zettingen.

De effectieve zettingsdiepte wordt door middel van een iteratieve nulpuntsbepaling bepaald waarbij moet gelden:

dSvd(zeff) = 0.20 * Svod(zeff) geeft: zeff = 0.247 m

- Bepaling van de resulterende effectieve zetting (NEN 6744 hfdst.6):

De resulterende effectieve zetting kan uiteindelijk worden bepaald door integratie van de samendrukking van de grond onder de poer tot aan de effectieve zettingsdiepte m.b.v. de formule van Terzaghi.

- Berekening van de primaire zetting (art. 6.2):

$$weff1 = \frac{Cceff}{1 + eporie} * \int_0^{zeff} ln\left(\frac{Svod(z) + dSvd(z)}{Svod(z)}\right) dz =$$

$$= \frac{0.006}{1 + 0.6} * \int_0^{0.247} ln\left(\frac{Svod(z) + dSvd(z)}{Svod(z)}\right) dz = 0.000 \text{ m}$$

- Berekening van de secundaire zetting over 15 jaar (art. 6.3):

$$weff2 = Cinfe * zeff * log\left(\frac{15*365}{1}\right) = 0.000 * 0.247 * 3.738 = 0.000 \text{ m}$$

- Totaal (art. 6.1): weff = weff1 + weff2 = 0.000 + 0.000 = 0.000 m

Controle van de resulterende effectieve zetting:

Volgens NEN 6740 art. 5.2.2.1 mag de zetting niet groter zijn dan 0.15 m. In diverse gemeenten wordt ook (nog) wel gewerkt met een toelaatbare zetting van 0.10 meter. Mede daarom en omdat uitgegaan is van een gedraineerde toestand, wordt in CASTA/Kassenbouw ook gerekend met een toelaatbare zetting van 0.10 m. Er wordt als het ware een veiligheidsfactor 1.5 op NEN 6740 art. 5.2.2.1 gelegd, met name voor een niet-volledig gedraineerde toestand van de grond.

wtoel = 0.100 m

Controle zetting: 0.000 m < 0.100 m, dus: voldoet.

Conclusie:
- Poeren BPRD600*980 mm voldoen
  bij B.C.3: a21) Dead Load + Services + Snow + Psi_Crop

7.12.7 Controle van de ZEUS 120x120x1000ZW (R8+M10)

a) Bepaling van de belastingen per paal in rekentoestand:
   - Verticale belasting per kolom (neerwaarts = +): Fsk + Fpsk = 13013 N
   - Eigen gewicht van de gevelkolom (1.02 * 344) : Fegk = 351 N
   - Gewicht gevelomhulling(1.02 * 4.0 * 4.000 * 130): Ggevel= 2124 N
   ---------- +
   - Verticale belasting per paal: Nd = 15488 N
     Inclusief gewicht kolom en gevel:
     NEd = Fsk + Fpsk + g.eg*Fegk' + Ggevel = 13013 + 1.02*344 + 2080 = 15839 N

   - Maatgevend moment in de paal, ter plaatse van de poeraansluiting:
     Md = Rf * (fh + Dpoer) = 89 * (0.300 + 0.200) = 44 Nm
   - Belasting op het anker (ideële belasting):
     De fundatiepaal is neerwaarts gesteund, dus het anker wordt in dit geval niet belast.

b) Doorsnedecontrole van de paal met behulp van het Mu-Nu diagram:

   Bij het invullen van de gegeven normaalkracht NEd = 15839 N in het Mu-Nu
   diagram wordt de momentencapaciteit Mcap verkregen door rechtlijnige
   interpolatie tussen de punten waar NEd ligt. Mcap = 4131 Nm

c) Uitrekkracht van de paal in de poer (zonder wapeningsstaaf):

   Optredende schuifspanning op de betonpoer wordt alleen berekend indien
   NEd + Gpaal < 0 N en er geen wapeningsstaaf wordt toegepast.

   NEd + Gpaal = 15839 + 346 = 16185 N (>= 0) dus controle niet relevant.

d) Controle van de betonpaalcapaciteit:

  - Moment: Md = 44 Nm < Mcap = 4131 Nm, dus: voldoet.
  - Dwarskracht: Fhk = 89 N < Vp = 9504 N, dus: voldoet.
  - Anker: Niet ter zake.
  - Uittrekkracht: Niet ter zake.

Conclusie:
- Palen ZEUS 120x120x1000ZW (R8+M10) voldoen
  bij B.C.3 : a21) Dead Load + Services + Snow + Psi_Crop

Voor de controle van de prefab-afsluitplaten en de prefab-betonpalen wordt
verwezen naar de (toetsingsrapporten van de) leverancier.

7.13 B.C.4: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay up wind)

7.13.1 Berekening van de normaalkracht in de zijgevelspantkolommen (trek = +):

a) Berekening van de (gemiddelde) windfactor op het dek bij de zijgevel:

- Windfactor 1e kaphelft: (+0.3-(+0.2)) = 0.1
  ----- +
  Gemiddelde windfactor = 0.1 / 1 = 0.10

b) Berekening van de verticale belasting per zijgevel per vakmaat (neerwaarts = +):
In gebruikstoestand:

- Eigen gewicht dek (1.00 * 32)= 32 N/m²		
- Neerwaartse belasting gevel = 32 * 9.60 / 2 * 4.00	=	614 N
- E.g. goot bij de gevel = (1+1)/2 * 1.00 * 34 * 4.00	=	136 N
- Eigen gewicht van het spant = 1.00 * 920 / 2	=	460 N
- E.g. leidingen (incl. inhoud) = 0.00 * 0 * 4.00	=	0 N
Totaal =		1210 N
- Windbelasting = 9.60 /2 * 4.00 * (+0.10) * (1.00 * 510) =		980 N
Fvg' = -N' =		2191 N

In rekentoestand:

- Eigen gewicht dek (1.00 * 32)= 32 N/m²		
- Neerwaartse belasting gevel = 32 * 9.60 / 2 * 4.00	=	614 N
- E.g. goot bij de gevel = (1+1)/2 * 1.00 * 34 * 4.00	=	136 N
- Eigen gewicht van het spant = 1.00 * 920 / 2	=	460 N
- E.g. leidingen (incl. inhoud) = 0.00 * 0 * 4.00	=	0 N
Totaal =		1210 N
- Windbelasting = 9.60 /2 * 4.00 * (+0.10) * (1.28 * 510) =		1250 N
Fvg = -N =		2460 N

7.13.2 Berekening van de horizontale belastingen in de zijgevelspantkolommen:

a) Het horizontale moment ten gevolge van scheefstand:

Berekening van de verticale belasting per middenkolom (neerwaarts = +):
In gebruikstoestand:
- Neerwaartse belasting per kolom = 32 * 9.60 * 4.00 = 1229 N
- Eigen gewicht van de goot = 1 * 1.00 * 34 * 4.00 = 136 N
- Eigen gewicht van het spant = 1.00 * 920 = 920 N
Totaal = 2285 N
- Windbelasting:
= 9.60 *4.00*((-0.40 -0.40)/2-(+0.20))*(1.00 *510) = -11761 N
Fvk' = -N' = -9477 N

In rekentoestand:
- Neerwaartse belasting per kolom = 32 * 9.60 * 4.00 = 1229 N
- Eigen gewicht van de goot = 1 * 1.00 * 34 * 4.00 = 136 N
- Eigen gewicht van het spant = 1.00 * 920 = 920 N
Totaal = 2285 N
- Windbelasting = 9.60 *4.00*(-0.2-(+0.2))*(1.28 *510) = -14996 N
Fvk = -N = -12711 N

Horizontale (wind)krachten op het dek en op de zijgevels:

Kaphoogte = 9.60/2 * tan 27 = 2.45 m

- Wvdek(links) = wvfa+wvfc+wvfm*nMkap+wvfe=+0.300-0.70-0.400*0-0.40 = -0.800
- Wvdek(rechts) = wvfb+wvfd+wvfn*nMkap+wvff=-1.000-0.50-0.400*0-0.40 = -1.900
Horizontale (wind)krachten door asymmetrie: Wvhor = +1.100
Windwrijving:
- Aantal kappen met krachtcoëfficiënt:
nKapCpf = max(0, nkap-max.mid.kap) = max(0, 1*11-4) = 7
Cfr,1 = Cpf,h * tan(alpha) = 0.03 * tan(27.0) = 0.015
- Wvmid (wind) = Cfr,1*nKapCpf*bkap/hkap = 0.015 *7*9600 /2446 = +0.420
Totale horizontale (wind)krachten: Wvdek = +1.520

Fhw,dek = 1.5 * 1.28 * 510 * 2.45 * 4.00 = 9678 N
Fhw,gevel = (0.6 + 0.3) * 1.28 * 510 * 4.00 * 4.00 = 9372 N

De windbelasting op het dek wordt volledig door de spanten en de kolommen afgedragen naar de fundering. De windbelasting op de zijgevels gaat gedeeltelijk rechtstreeks naar de randfundering. Het restant wordt door de spanten opgevangen. Bovendien moet bij druk rekening worden gehouden met een initiële scheefstand van de kolommen:

- wind Fh = 9678 + 0.5 * 9372 * 4.0 / (4.0 - 0.08 - 0.44/2) = 14743 N
- initiële scheefstand: Fh = 1/267 * |-12711 | * 11 = 524 N
Totale hor. kracht in spantrichting: Fh,tot = 15267 N

Fhk = 15267 / (11 + 1) = 1272 N

- In gebruikstoestand:

Fh,tot' = 11563 + 1/267 * |-9477 | * 11 = 11954 N

Fhk' = 11954/(11+1) = 996 N, Fhk = 15267/(11+1) = 1272 N (rekentoestand)

Ten gevolge van de horizontale windbelasting op de kasconstructie onstaat er een normaalkracht (trek) in de fundering van de linker zijgevelkolommen waarvan de grootte afhankelijk is van de lengte van de aanpendelende constructie.
De normaalkracht in gebruikstoestand wordt bij benadering als volgt berekend:

$$\text{- Fpsk' = } -11954 * \frac{3.70}{11 * 9.60} = -419 \text{ N}$$

b) Berekening van de horizontale belastingen van de zijgevelspantkolom:

- Windstuwdruk + onderdruk:
  Aangezien de gordingen als doorgaande liggers over drie steunpunten
  te benaderen zijn, wordt gerekend met een oplegfactor van 1.25
  - Er wordt uitgegaan van een gelijkmatig verdeelde lijnlast per kolom:
    - Qw,zgk = oplegfactor * hohzgk * (0.6 - (+0.2)) * gamma * qwind
             = 1.25 * 4.000 m * (0.6 - (+0.2)) * 1.28 * 510 = 1301.7 N/m

- Er is bij deze belastingcombinatie geen gewasbelasting.
  - Fgd,zgk = 0 N

- Er is geen rekening gehouden met schermdraden aan de zijgevels.
  - Fsd,zgk = 0 N

- Er is geen rekening gehouden met regenleidingdraden aan de zijgevels.
  - Frl,zgk = 0 N

- Er is geen rekening gehouden met belichtingsdraden aan de zijgevels.
  - Fab,zgk = 0 N

- Totale belasting ter hoogte van de onderrand van de vakwerkligger:
  - For,zgk = For + Fhv,zgk + Frl,zgk + Fab,zgk =
           = 0   N + 0   N + 0   N + 0   N = 0   N

- Geen belasting ter hoogte van de bovenrand van de vakwerkligger:
  - Fbr,zgk = 0 N

c) Berekening van het uitwendig moment t.g.v. de leidingen + inhoud:
- Er is geen rekening gehouden met waterleidingen aan de zijgevels.

7.13.3 Berekening van de krachtsverdeling van de zijgevelspantkolom:

Oplegreacties:

$$\text{- fundering: } Rf = -\frac{1}{2}Qw*h + \frac{h\text{-hgd}}{h}Fgd + \frac{h\text{-hor}}{h}For + \frac{h\text{-hbr}}{h}Fbr + \frac{Mwl}{h}$$

= 2603 + 0 + 0 + 0 + 0 = 2603 N

analoog in gebruikstoestand:

Rf' = 2042 + 0 + 0 + 0 + 0 = 2042 N

- goot: Rg = Qw*h + Fgd + For + Fbr - Rf
= 5207 + 0 + 0 + 0 - 2603 = 2603 N

7.13.4 Controle van de zijgevelspantkolom (RHBK100*50*4.0 mm) (S235 (EN10219)):

a) Berekening van de krachtsverdeling:

Dwarskrachten (van de fundering (onder=o) naar de goot (boven=b)):

- fundering :	Qf = Rf	=	2603	=	2603	N
- gewasdraden:	Qogd = Qf - Qw*hgd	=	2603 -	5207 =	-2603	N
	Qbgd = Qogd - Fgd	=	-2603 -	0 =	-2603	N
- onderrand :	Qoor = Qbgd - Qw*(hor-hgd)	=	-2603 -	-674 =	-1930	N
	Qbor = Qoor - For	=	-1930 -	0 =	-1930	N
- bovenrand :	Qobr = Qbor - Qw*(hbr-hor)	=	-1930 -	570 =	-2499	N
	Qbbr = Qobr - Fbr	=	-2499 -	0 =	-2499	N
- goot :	Qg = Qbbr - Qw*(h-hbr)	=	-2499 -	104 =	-2603	N

Het maximale buigende moment treedt op t.p.v. het dwarskrachtennulpunt.
Uit bovenstaande dwarskrachten blijkt dat het dwarskrachtennulpunt is
gelegen tussen de gewasdraden en de onderrand van de vakwerkligger
op een afstand van 2.000 meter boven de voet.

Berekening van het maximale buigende moment in het veld:

- Windstuwdruk + onderdruk: 1302 * 2.00/2 * (4.00-2.00)	=	2603	Nm
		----------	+
Totaal: Mmax,sk =		2603	Nm

b) Controle op sterkte en stabiliteit van de zijgevelspantkolom volgens EC3:
Hierbij komt de z-as overeen met de y-as (en y-as = x-as) bij NEN6770.

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} + \frac{|My.Ed|}{My.c.Rd} = \frac{|-2460|}{310819} + \frac{|2603|}{7630} = 0.349$$

controle: 0.349 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Maximale spanning:

$$Sigma: \frac{|NEd|}{A} + \frac{|My.Ed|}{Wpl.y} = \frac{|-2460|}{1094.8} + \frac{|2603|}{34.141} = 78.5 \ N/mm^2$$

UCspanning = Sigma/fy = 78.5 /235.0 = 0.334

controle: 0.334 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
Interactiefactoren volgens bijlage B:

$$Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0)) = 0.90 * (1.0 + (1.22 - 0.2)*(|-2460 |/(0.426 *310819 /1.0)) = 0.92$$

$$Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0)) = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-2460 |/(0.426 *310819 /1.0)) = 0.91$$

Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(0.92 , 0.91) = 0.91
Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.55

$$UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0) = |-2460 |/(0.426 *310819 /1.0)+0.91 *|2603.4 |/(1.00*7630.0 /1.0) = 0.019 + 0.312 = 0.330$$

$$UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0) = |-2460 |/(0.181 *310819 /1.0)+0.55 *|2603.4 |/(1.00*7630.0 /1.0) = 0.044 + 0.187 = 0.231$$

Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.330 , 0.231) = 0.330

controle: 0.330 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie:
- zijgevelspantkolom (RHBK100*50*4.0 mm) voldoet qua sterkte/stabiliteit

c) Berekening van 1e-orde doorbuiging van de zijgevelspantkolom:
(halverwege funderingsvoet en aangrijpingspunt schoor; in rekentoestand)

$$\text{- Windstuwdruk + onderdruk: } \frac{5}{384} * \frac{1.302 * 4000^4}{1.10 * 2.1E5 * 134.4E4} = 14.03 \text{ mm}$$

(Voor de doorbuigingsreductiefactor 1.10; zie rapport BI-92-0063*)

---------- +

Totaal: u1-sk = 14.03 mm

(analoog in gebruikstoestand: u1-sk'= 11.00 mm)

d) 2e-orde doorbuiging in gebruikstoestand:

Aangezien de spantkolommen, vanwege de grote windzuiging, op trek worden belast, is de vergrotingsfactor gelijk aan 1.0.
Dus de 2e-orde horizontale verplaatsing in gebruikstoestand kan worden benaderd met de volgende (conservatieve) formule:

- u2-sk' = u1-sk'= 11.14 mm

e) Berekening van de toelaatbare doorbuiging van de zijgevelspantkolom:

Zonder belasting door gewasdraden geldt een limiet van 30.0 mm:
(conform artikel 11.2.4.1.)

- utoel-sk = h/150 < 30.0 mm
- 4000/150 = 26.67 mm, dus: utoel-sk = 26.67 mm

f) Controle van de toegestane doorbuiging van de zijgevelspantkolom:

- controle: 11.1 mm < 26.7 mm, dus: stijfheid voldoet.

Conclusie:
- zijgevelspantkolom (RHBK100*50*4.0 mm) voldoet qua stijfheid
  bij B.C.4 : b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay up wind)

Met nadruk wordt erop gewezen, dat de zijgevelspantkolom óók moet voldoen aan de controle van de "gewone" spantkolommen.

7.13.5 Controle van de zijgevelgordingen:

a) Berekening van de krachtsverdeling:
- Windstuwdruk + onderdruk:
  Er wordt uitgegaan van een gelijkmatig verdeelde lijnbelasting:
  De windbelasting mag hier niet gereduceerd worden toegepast.
  - Qw,zgg = zgghohmax * (0.6 - (+0.2)) * gamma * qwind(ongereduceerd)
           = 1.600 m * (0.6 - (+0.2)) * 1.28 * 510 = 417   N/m

- Normaalkracht tgv scheefstand:	Nsg' = 0	N,	Nsg = 0	N
- Normaalkracht tgv gewasdraadboog:				
Trekkracht op de gevel per draad:	Tgd' = 0	N,	Tgd = 0	N
Normaalkracht in de draadboog:	Tdb' = 0	N,	Tdb = 0	N
Normaalkracht in de gording:	Ndb' = 0	N,	Ndb = 0	N
- Normaalkracht tgv regenleiding:	Nrg' = 0	N,	Nrg = 0	N
- Normaalkracht tgv belichting aan draad:	Nli' = 0	N,	Nli = 0	N

b) Controle van de sterkte van de zijgevelgordingen volgens EC3:

Gording 1 (RHBK80*50*3.0, S235 (EN10219))

Ned = -(Fxs * Nsg + Fgd * Ndb + Frg * Nrg + Fli * Nli)
Ned = -(0.000 * 0 + 0.000 * 0 + 0.000 * 0 + 0.000 * 0) = 0 N

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte (dubbele buiging bij rechthoekige kokerprofielen):
MN.y.Rd = My.Rd*(1 - (NEd/Nrd)²) = 4315 *(1 - (0 /201532)²) = 4315 Nm
MN.z.Rd = Mz.Rd*(1 - (NEd/Nrd)²) = 3310 *(1 - (0 /201532)²) = 3310 Nm
n = NEd/Nrd = 0 /201532 = 0.00
a = b = min(1.66*(1-1.13*n²), 6.0) = min(1.66*(1-1.13*0.00 ²), 6.0) = 1.66

$$UCsterkte = \left(\frac{|My.Ed|}{MN.y.Rd}\right)^{a} + \left(\frac{|Mz.Ed|}{MN.z.Rd}\right)^{b} = \left(\frac{|0|}{4315}\right)^{677} + \left(\frac{|0|}{3310}\right)^{1.66} = 0.046$$

controle: 0.046 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Maximale spanning:

$$Sigma: \frac{|NEd|}{A} + \frac{|My.Ed|}{Wpl.y} + \frac{|Mz.Ed|}{Wpl.z} = \frac{|0|}{728.5} + \frac{|677|}{19.160} + \frac{|0|}{13.812} = 35.3 \ N/mm^2$$

UCspanning = Sigma/fy = 35.3 /235.0 = 0.150

controle: 0.150 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
Ligger op drie scharnierende steunpunten, dus maximale moment bij het middensteunpunt.
Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.40 (het profiel is geschoord).
M1 = 676.89 , M2 = 0.00 , Ms = -338.44 , Mkip = 78.84 , gelijkmatig verdeeld belast.
Interactiefactoren volgens bijlage B:
Kyy.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
= 0.40 * (1.0 + (1.46 - 0.2)*(|0 |/(0.329 *201532 /1.0)) = 0.40
Kyy.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
= 0.40 * (1.0 + 0.8*(|0 |/(0.329 *201532 /1.0)) = 0.40
Kyy.b = Min(Kyy.2, Kyy.3) = Min(0.40 , 0.40) = 0.40
Kzy.b = 0.6 * Kyy.b = 0.24

Kzz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
= 0.65 * (1.0 + (0.45 - 0.2)*(|0 |/(0.872 *201532 /1.0)) = 0.65
Kzz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
= 0.65 * (1.0 + 0.8*(|0 |/(0.872 *201532 /1.0)) = 0.65
Kzz.b = Min(Kzz.2, Kzz.3) = Min(0.65 , 0.65) = 0.65
Kyz.b = 0.6 * Kzz.b = 0.39

UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0) + Kyy.b*|My.Ed|/(ChiLT*My.Rk/1.0) + Kyz.b*|Mz.Ed|/(Mz.Rk/1.0)
= |0 |/(0.329 *201532 /1.0)
+ 0.40 *|676.9 |/(1.00*4314.6 /1.0) + 0.39 *|0.0 |/(3310.2 /1.0)
= 0.000 + 0.063 + 0.000 = 0.063
UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0) + Kzy.b*|My.Ed|/(ChiLT*My.Rk/1.0) + Kzz.b*|Mz.Ed|/(Mz.Rk/1.0)
= |0 |/(0.872 *201532 /1.0)
+ 0.24 *|676.9 |/(1.00*4314.6 /1.0) + 0.65 *|0.0 |/(3310.2 /1.0)
= 0.000 + 0.038 + 0.000 = 0.038

controle: 0.063 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

- Stijfheid:

$$delta.st = \frac{2}{384} * \frac{Q' * L^4}{E * Iy} = 2.70 \ mm$$

delta.max = min(4000 /150, 30) = 26.67 mm

UCstfh = delta.st / delta.max = 2.70 / 26.67 = 0.10

controle: 0.10 < 1.00, dus de stijfheid voldoet.

Vergrotingsfactor in gebruikstoestand: nx1 = Ncr/(Ned'+0.00001) = 80820 /(Ned'+0.00001) = 8.08E+9

Totale verplaatsing is dan: delta.st2 = delta.st * nx1/(nx1 - 1) = 2.70 mm

UCstfh 2e orde = delta.st2 / delta.max = 2.70 / 26.67 = 0.10

controle: 0.10 < 1.00, dus de stijfheid 2e orde voldoet.

Gording 2 (RHBK80*50*3.0, S235 (EN10219))

Ned = -(Fxs * Nsg + Fgd * Ndb + Frg * Nrg + Fli * Nli)
Ned = -(0.000 * 0 + 0.231 * 0 + 0.285 * 0 + 0.285 * 0) = 0 N

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte (dubbele buiging bij rechthoekige kokerprofielen):
MN.y.Rd = My.Rd*(1 - (NEd/Nrd)²) = 4315 *(1 - (0 /201532)²) = 4315 Nm
MN.z.Rd = Mz.Rd*(1 - (NEd/Nrd)²) = 3310 *(1 - (0 /201532)²) = 3310 Nm
n = NEd/Nrd = 0 /201532 = 0.00
a = b = min(1.66*(1-1.13*n²), 6.0) = min(1.66*(1-1.13*0.00 ²), 6.0) = 1.66

	My.Ed	a	Mz.Ed	b	677	1.66	0	1.66
UCsterkte = (-------) + (-------) = (--------) + (-------) = 0.046	MN.y.Rd		MN.z.Rd		4315		3310	

controle: 0.046 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Maximale spanning:

	NEd		My.Ed		Mz.Ed		0		677		0	
Sigma:	-----	+ -------	+ -------	= --------	+ ---------	+ ---------	= 35.3	N/mm²		
	A		Wpl.y		Wpl.z		728.5	19.160	13.812	

UCspanning = Sigma/fy = 35.3 /235.0 = 0.150

controle: 0.150 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
Ligger op drie scharnierende steunpunten, dus maximale moment bij het middensteunpunt.
Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.40 (het profiel is geschoord).
M1 = 676.89 , M2 = 0.00 , Ms = -338.44 , Mkip = 78.84 , gelijkmatig verdeeld belast.
Interactiefactoren volgens bijlage B:
Kyy.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
= 0.40 * (1.0 + (1.46 - 0.2)*(|0 |/(0.329 *201532 /1.0)) = 0.40
Kyy.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
= 0.40 * (1.0 + 0.8*(|0 |/(0.329 *201532 /1.0)) = 0.40
Kyy.b = Min(Kyy.2, Kyy.3) = Min(0.40 , 0.40) = 0.40
Kzy.b = 0.6 * Kyy.b = 0.24

Kzz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
= 0.65 * (1.0 + (0.45 - 0.2)*(|0 |/(0.872 *201532 /1.0)) = 0.65
Kzz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
= 0.65 * (1.0 + 0.8*(|0 |/(0.872 *201532 /1.0)) = 0.65
Kzz.b = Min(Kzz.2, Kzz.3) = Min(0.65 , 0.65) = 0.65
Kyz.b = 0.6 * Kzz.b = 0.39

UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0) + Kyy.b*|My.Ed|/(ChiLT*My.Rk/1.0) + Kyz.b*|Mz.Ed|/(Mz.Rk/1.0)
= |0 |/(0.329 *201532 /1.0)
+ 0.40 *|676.9 |/(1.00*4314.6 /1.0) + 0.39 *|0.0 |/(3310.2 /1.0)
= 0.000 + 0.063 + 0.000 = 0.063
UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0) + Kzy.b*|My.Ed|/(ChiLT*My.Rk/1.0) + Kzz.b*|Mz.Ed|/(Mz.Rk/1.0)
= |0 |/(0.872 *201532 /1.0)
+ 0.24 *|676.9 |/(1.00*4314.6 /1.0) + 0.65 *|0.0 |/(3310.2 /1.0)
= 0.000 + 0.038 + 0.000 = 0.038

controle: 0.063 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

- Stijfheid:

$$delta.st = \frac{2}{384} * \frac{Q' * L^4}{E * Iy} = 2.70 \ mm$$

delta.max = min(4000 /150, 30) = 26.67 mm

UCstfh = delta.st / delta.max = 2.70 / 26.67 = 0.10

controle: 0.10 < 1.00, dus de stijfheid voldoet.

Vergrotingsfactor in gebruikstoestand: nx1 = Ncr/(Ned'+0.00001) = 80820 /(Ned'+0.00001) = 8.08E+9

Totale verplaatsing is dan: delta.st2 = delta.st * nx1/(nx1 - 1) = 2.70 mm

UCstfh 2e orde = delta.st2 / delta.max = 2.70 / 26.67 = 0.10

controle: 0.10 < 1.00, dus de stijfheid 2e orde voldoet.

Gording 3 (RHBK80*50*3.0, S235 (EN10219))

Ned = -(Fxs * Nsg + Fgd * Ndb + Frg * Nrg + Fli * Nli)
Ned = -(0.000 * 0 + 0.769 * 0 + 0.715 * 0 + 0.715 * 0) = 0 N

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte (dubbele buiging bij rechthoekige kokerprofielen):
MN.y.Rd = My.Rd*(1 - (NEd/Nrd)²) = 4315 *(1 - (0 /201532)²) = 4315 Nm
MN.z.Rd = Mz.Rd*(1 - (NEd/Nrd)²) = 3310 *(1 - (0 /201532)²) = 3310 Nm
n = NEd/Nrd = 0 /201532 = 0.00
a = b = min(1.66*(1-1.13*n²), 6.0) = min(1.66*(1-1.13*0.00 ²), 6.0) = 1.66

	|My.Ed|	a	|Mz.Ed|	b		391		1.66		0		1.66
UCsterkte =	(	-------)	+	(	-------)	=	(--------)	+	(-------)	=	0.019			
		MN.y.Rd			MN.z.Rd		4315		3310					

controle: 0.019 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Maximale spanning:

	|NEd|	|My.Ed|	|Mz.Ed|		0			391			0		
Sigma:	-----	+	-------	+	-------	=	--------	+	---------	+	---------	=	20.4	N/mm²
	A		Wpl.y		Wpl.z		728.5		19.160		13.812			

UCspanning = Sigma/fy = 20.4 /235.0 = 0.087

controle: 0.087 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
Ligger op drie scharnierende steunpunten, dus maximale moment bij het middensteunpunt.
Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.40 (het profiel is geschoord).
M1 = 390.51 , M2 = 0.00 , Ms = -195.26 , Mkip = 45.49 , gelijkmatig verdeeld belast.
Interactiefactoren volgens bijlage B:
Kyy.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
= 0.40 * (1.0 + (1.46 - 0.2)*(|0 |/(0.329 *201532 /1.0)) = 0.40
Kyy.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
= 0.40 * (1.0 + 0.8*(|0 |/(0.329 *201532 /1.0)) = 0.40
Kyy.b = Min(Kyy.2, Kyy.3) = Min(0.40 , 0.40) = 0.40
Kzy.b = 0.6 * Kyy.b = 0.24

Kzz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
= 0.65 * (1.0 + (0.45 - 0.2)*(|0 |/(0.872 *201532 /1.0)) = 0.65
Kzz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
= 0.65 * (1.0 + 0.8*(|0 |/(0.872 *201532 /1.0)) = 0.65
Kzz.b = Min(Kzz.2, Kzz.3) = Min(0.65 , 0.65) = 0.65
Kyz.b = 0.6 * Kzz.b = 0.39

UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0) + Kyy.b*|My.Ed|/(ChiLT*My.Rk/1.0) + Kyz.b*|Mz.Ed|/(Mz.Rk/1.0)
= |0 |/(0.329 *201532 /1.0)
+ 0.40 *|390.5 |/(1.00*4314.6 /1.0) + 0.39 *|0.0 |/(3310.2 /1.0)
= 0.000 + 0.036 + 0.000 = 0.036
UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0) + Kzy.b*|My.Ed|/(ChiLT*My.Rk/1.0) + Kzz.b*|Mz.Ed|/(Mz.Rk/1.0)
= |0 |/(0.872 *201532 /1.0)
+ 0.24 *|390.5 |/(1.00*4314.6 /1.0) + 0.65 *|0.0 |/(3310.2 /1.0)
= 0.000 + 0.022 + 0.000 = 0.022

controle: 0.036 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

- Stijfheid:

$$delta.st = \frac{2}{384} * \frac{Q' * L^4}{E * Iy} = 1.56 \quad mm$$

delta.max = min(4000 /150, 30) = 26.67 mm

UCstfh = delta.st / delta.max = 1.56 / 26.67 = 0.06

controle: 0.06 < 1.00, dus de stijfheid voldoet.

Vergrotingsfactor in gebruikstoestand: nx1 = Ncr/(Ned'+0.00001) = 80820 /(Ned'+0.00001) = 8.08E+9

Totale verplaatsing is dan: delta.st2 = delta.st * nx1/(nx1 - 1) = 1.56 mm

UCstfh 2e orde = delta.st2 / delta.max = 1.56 / 26.67 = 0.06

controle: 0.06 < 1.00, dus de stijfheid 2e orde voldoet.

7.13.6 Controle van de poeren (in gebruikstoestand):

a) Berekening van de verticale belasting per poer:

- Verticale belasting per kolom (neerwaarts = +): Fsk'+ Fpsk'= 1772 N
- Eigen gewicht van de gevelkolom (1.00 * 344) : Fegk' = 344 N
- Eigen gewicht paal, poer en grond (1.00 * 7789) : Gfund = 7789 N
- Gewicht randfundering (1.00 * 4.000 * 350) : Grand = 1400 N
- Gewicht gevelomhulling(1.00 * 4.0 * 4.000 * 130): Ggevel= 2080 N

---------- +

- Vert. belasting per poer: Fvp = 13384 N

Aangezien de totale verticale belasting per poer positief is, is sprake van een neerwaartse belasting op de ondergrond.

b) Berekening van het maatgevend kantelmoment ten gevolge van de belastingen:

- Horizontaal: Mhp = (Rf'+ Fhk') * (fh + D + H)
  = (2042 + 996)*(0.300 + 0.200 + 0.980) = 4496 Nm
- Verticaal : Mvp = |Fvp| * 0.5 * B
  = |13384 | * 0.5 * 0.532 = 3558 Nm

---------- +

- Kantelmoment per poer: Mp = Mhp + Mvp Mp = 8055 Nm

Bij een opwaarts bezwijkmodel (OBM) geldt:
- Kantelmoment per poer: Mp = Mhp - Mvp Mp = 938 Nm

c) Controle van de kantelstabiliteit (neerwaartse belasting):

- Momentenevenwicht bij een neerwaarts bezwijkmodel (NBM):
  - controle : 8055 Nm < 31108 Nm, dus: voldoet. (maatgevend)

- Momentenevenwicht bij een opwaarts bezwijkmodel (OBM):
  - controle : 938 Nm < 6028 Nm, dus: voldoet.

- Verticaal evenwicht:
  - controle :| 13384 N |< 93794 N, dus: voldoet.

- Horizontaal evenwicht:
  - controle : 3038 N < 8743 N, dus: voldoet.

d) Controle van de zettingen:

- Berekening van de momentane (lees: permanente) belastingen:

  Verticale belasting per zijgevel per vakmaat:

  - Eigen gewicht dek = 32 N/m²
  - Neerwaartse belasting gevel = 32 * 9.60 / 2 * 4.00 = 614 N
  - E.g. goot bij de gevel = (1+1)/2 * 1.00 * 34 * 4.00 = 136 N
  - Eigen gewicht van het spant = 1.00 * 920 / 2 = 460 N
  - E.g. leidingen (incl. inhoud) = 0.00 * 0 * 4.00 = 0 N

  ---------- +

  Totaal = 1210 N

  Verticale belasting per zijgevelspantkolom:

  - Fsvd1 = 1210 - 0 = 1210 N

  - Verticale belasting per kolom (neerwaarts = +) : Fsvd1 = 1210 N
  - Eigen gewicht paal, poer en grond : Gfund = 7789 N
  - Eigen gewicht randfundering = 4.000 * 350 : Grand = 1400 N

  ---------- +

  - Vert. belasting per : Fsvd = 10399 N

- Berekening van de effectieve spanningsverhoging onder de poer:

  De resulterende verticale effectieve spanning onder de poer
  t.g.v. de momentane belastingen, bedraagt:

$$Svd0 = \frac{Fsvd}{Apoer} = \frac{10399}{pi/4 * 600^2} = 0.037 \ N/mm^2$$

  De oorspronkelijke verticale effectieve spanning is/was:

  $Svod0 = sg * (Dpoer + hpoer) = 0.0000180 * (200 + 980) = 0.021 \ N/mm^2$

  De effectieve spanningsverhoging onder de poer, uitgaande van een
  volledig gedraineerde toestand, volgt uit:

  $dSvd0 = Svd0 - Svod0 = 0.037 - 0.021 = 0.016 \ N/mm^2$

- Berekening van de effectieve zettingsdiepte (NEN 6744 art. 6.1):

  Bij het bepalen van de zakking moeten die grondlagen in beschouwing
  zijn genomen, waarbij de toename van de verticale effectieve spanning
  groter is dan 20% van de oorspronkelijke verticale effectieve
  spanning.
  In formule: $dSvd(z) > 0.20 * Svod(z)$
  waarin:

$$dSvd(z) = dSvd0 * \left[1 - \frac{1}{\left(\frac{0.5 * dpoer}{z} \right)^{1.5}} \right]$$

  Afname van de toename van de verticale effectieve spanning onder de fundatie-poer als functie van de diepte z

Svod(z) = sg * (z + Dpoer + hpoer) Idem, voor de oorspronkelijke verticale effectieve spanning.

De effectieve zettingsdiepte is de totale hoogte/diepte van de grondlagen onder de poer, dat volgens bovenstaande definitie in beschouwing moet zijn genomen bij de berekening van de zettingen.

De effectieve zettingsdiepte wordt door middel van een iteratieve nulpuntsbepaling bepaald waarbij moet gelden:

dSvd(zeff) = 0.20 * Svod(zeff) geeft: zeff = 0.230 m

- Bepaling van de resulterende effectieve zetting (NEN 6744 hfdst.6):

De resulterende effectieve zetting kan uiteindelijk worden bepaald door integratie van de samendrukking van de grond onder de poer tot aan de effectieve zettingsdiepte m.b.v. de formule van Terzaghi.

- Berekening van de primaire zetting (art. 6.2):

$$weff1 = \frac{Cceff}{1 + eporie} * \int_0^{zeff} ln\left(\frac{Svod(z) + dSvd(z)}{Svod(z)}\right) dz =$$

$$= \frac{0.006}{1 + 0.6} * \int_0^{0.230} ln\left(\frac{Svod(z) + dSvd(z)}{Svod(z)}\right) dz = 0.000 \text{ m}$$

- Berekening van de secundaire zetting over 15 jaar (art. 6.3):

$$weff2 = Cinfe * zeff * log\left(\frac{15*365}{1}\right) = 0.000 * 0.230 * 3.738 = 0.000 \text{ m}$$

- Totaal (art. 6.1): weff = weff1 + weff2 = 0.000 + 0.000 = 0.000 m

Controle van de resulterende effectieve zetting:

Volgens NEN 6740 art. 5.2.2.1 mag de zetting niet groter zijn dan 0.15 m. In diverse gemeenten wordt ook (nog) wel gewerkt met een toelaatbare zetting van 0.10 meter. Mede daarom en omdat uitgegaan is van een gedraineerde toestand, wordt in CASTA/Kassenbouw ook gerekend met een toelaatbare zetting van 0.10 m. Er wordt als het ware een veiligheidsfactor 1.5 op NEN 6740 art. 5.2.2.1 gelegd, met name voor een niet-volledig gedraineerde toestand van de grond.

wtoel = 0.100 m

Controle zetting: 0.000 m < 0.100 m, dus: voldoet.

Conclusie:
- Poeren BPRD600*980 mm voldoen
  bij B.C.4: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay up wind)

7.13.7 Controle van de ZEUS 120x120x1000ZW (R8+M10)

a) Bepaling van de belastingen per paal in rekentoestand:
   - Verticale belasting per kolom (neerwaarts = +): Fsk + Fpsk = 1925 N
   - Eigen gewicht van de gevelkolom (1.00 * 344) : Fegk = 344 N
   - Gewicht gevelomhulling(1.00 * 4.0 * 4.000 * 130): Ggevel= 2080 N
   ---------- +
   - Verticale belasting per paal: Nd = 4349 N
     Inclusief gewicht kolom en gevel:
     NEd = Fsk + Fpsk + g.eg*Fegk' + Ggevel = 1925 + 1.00*344 + 2080 = 4692 N

   - Maatgevend moment in de paal, ter plaatse van de poeraansluiting:
     Md = Rf * (fh + Dpoer) = 3314 * (0.300 + 0.200) = 1657 Nm
   - Belasting op het anker (ideële belasting):
     De fundatiepaal is neerwaarts gesteund, dus het anker wordt in dit geval niet belast.

b) Doorsnedecontrole van de paal met behulp van het Mu-Nu diagram:

   Bij het invullen van de gegeven normaalkracht NEd = 4692 N in het Mu-Nu
   diagram wordt de momentencapaciteit Mcap verkregen door rechtlijnige
   interpolatie tussen de punten waar NEd ligt. Mcap = 3843 Nm

c) Uitrekkracht van de paal in de poer (zonder wapeningsstaaf):

   Optredende schuifspanning op de betonpoer wordt alleen berekend indien
   NEd + Gpaal < 0 N en er geen wapeningsstaaf wordt toegepast.

   NEd + Gpaal = 4692 + 346 = 5038 N (>= 0) dus controle niet relevant.

d) Controle van de betonpaalcapaciteit:

  - Moment: Md = 1657 Nm < Mcap = 3843 Nm, dus: voldoet.
  - Dwarskracht: Fhk = 3314 N < Vp = 9504 N, dus: voldoet.
  - Anker: Niet ter zake.
  - Uittrekkracht: Niet ter zake.

Conclusie:
- Palen ZEUS 120x120x1000ZW (R8+M10) voldoen
  bij B.C.4 : b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay up wind)

Voor de controle van de prefab-afsluitplaten en de prefab-betonpalen wordt
verwezen naar de (toetsingsrapporten van de) leverancier.

7.14 B.C.5: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay down wind)

7.14.1 Berekening van de normaalkracht in de zijgevelspantkolommen (trek = +):

a) Berekening van de (gemiddelde) windfactor op het dek bij de zijgevel:

- Windfactor 1e kaphelft: (+0.3-(+0.2)) = 0.1
  ----- +
  Gemiddelde windfactor = 0.1 / 1 = 0.10

b) Berekening van de verticale belasting per zijgevel per vakmaat
(neerwaarts = +):
In gebruikstoestand:

- Eigen gewicht dek (1.00 * 32)=	32 N/m²	
- Neerwaartse belasting gevel = 32 * 9.60 / 2 * 4.00	=	614 N
- E.g. goot bij de gevel = (1+1)/2 * 1.00 * 34 * 4.00	=	136 N
- Eigen gewicht van het spant = 1.00 * 920 / 2	=	460 N
- E.g. leidingen (incl. inhoud) = 0.00 * 0 * 4.00	=	0 N
	---------- +	
Totaal =		1210 N
- Windbelasting = 9.60 /2 * 4.00 * (+0.10) * (1.00 * 510) =		980 N
	-------- +	
Fvg' = -N' =		2191 N

In rekentoestand:

- Eigen gewicht dek (1.00 * 32)=	32 N/m²	
- Neerwaartse belasting gevel = 32 * 9.60 / 2 * 4.00	=	614 N
- E.g. goot bij de gevel = (1+1)/2 * 1.00 * 34 * 4.00	=	136 N
- Eigen gewicht van het spant = 1.00 * 920 / 2	=	460 N
- E.g. leidingen (incl. inhoud) = 0.00 * 0 * 4.00	=	0 N
	---------- +	
Totaal =		1210 N
- Windbelasting = 9.60 /2 * 4.00 * (+0.10) * (1.28 * 510) =		1250 N
	-------- +	
Fvg = -N =		2460 N

7.14.2 Berekening van de horizontale belastingen in de zijgevelspantkolommen:

a) Het horizontale moment ten gevolge van scheefstand:

Berekening van de verticale belasting per middenkolom (neerwaarts = +):
In gebruikstoestand:
- Neerwaartse belasting per kolom = 32 * 9.60 * 4.00 = 1229 N
- Eigen gewicht van de goot = 1 * 1.00 * 34 * 4.00 = 136 N
- Eigen gewicht van het spant = 1.00 * 920 = 920 N

Totaal = 2285 N

- Windbelasting:
= 9.60 *4.00*((-0.40 -0.40)/2-(+0.20))*(1.00 *510) = -11761 N

Fvk' = -N' = -9477 N

In rekentoestand:
- Neerwaartse belasting per kolom = 32 * 9.60 * 4.00 = 1229 N
- Eigen gewicht van de goot = 1 * 1.00 * 34 * 4.00 = 136 N
- Eigen gewicht van het spant = 1.00 * 920 = 920 N

Totaal = 2285 N

- Windbelasting = 9.60 *4.00*(-0.2-(+0.2))*(1.28 *510) = -14996 N

Fvk = -N = -12711 N

Horizontale (wind)krachten op het dek en op de zijgevels:

Kaphoogte = 9.60/2 * tan 27 = 2.45 m

- Wvdek(links) = wvfa+wvfc+wvfm*nMkap+wvfe=+0.300-0.70-0.400*0-0.40 = -0.800
- Wvdek(rechts) = wvfb+wvfd+wvfn*nMkap+wvff=-1.000-0.50-0.400*0-0.40 = -1.900

Horizontale (wind)krachten door asymmetrie: Wvhor = +1.100

Windwrijving:
- Aantal kappen met krachtcoëfficiënt:
nKapCpf = max(0, nkap-max.mid.kap) = max(0, 1*11-4) = 7
Cfr,1 = Cpf,h * tan(alpha) = 0.03 * tan(27.0) = 0.015
- Wvmid (wind) = Cfr,1*nKapCpf*bkap/hkap = 0.015 *7*9600 /2446 = +0.420

Totale horizontale (wind)krachten: Wvdek = +1.520

Fhw,dek = 1.5 * 1.28 * 510 * 2.45 * 4.00 = 9678 N
Fhw,gevel = (0.6 + 0.3) * 1.28 * 510 * 4.00 * 4.00 = 9372 N

De windbelasting op het dek wordt volledig door de spanten en de kolommen afgedragen naar de fundering. De windbelasting op de zijgevels gaat gedeeltelijk rechtstreeks naar de randfundering. Het restant wordt door de spanten opgevangen. Bovendien moet bij druk rekening worden gehouden met een initiële scheefstand van de kolommen:

- wind Fh = 9678 + 0.5 * 9372 * 4.0 / (4.0 - 0.08 - 0.44/2) = 14743 N
- initiële scheefstand: Fh = 1/267 * |-12711 | * 11 = 524 N

Totale hor. kracht in spantrichting: Fh,tot = 15267 N

Fhk = 15267 / (11 + 1) = 1272 N

- In gebruikstoestand:

Fh,tot' = 11563 + 1/267 * |-9477 | * 11 = 11954 N

Fhk' = 11954/(11+1) = 996 N, Fhk = 15267/(11+1) = 1272 N (rekentoestand)

Ten gevolge van de horizontale windbelasting op de kasconstructie onstaat er een normaalkracht (trek) in de fundering van de linker zijgevelkolommen waarvan de grootte afhankelijk is van de lengte van de aanpendelende constructie.
De normaalkracht in gebruikstoestand wordt bij benadering als volgt berekend:

$$\text{- Fpsk' = } -11954 * \frac{3.70}{11 * 9.60} = -419 \text{ N}$$

b) Berekening van de horizontale belastingen van de zijgevelspantkolom:

- Windstuwdruk + onderdruk:
  Aangezien de gordingen als doorgaande liggers over drie steunpunten
  te benaderen zijn, wordt gerekend met een oplegfactor van 1.25
  - Er wordt uitgegaan van een gelijkmatig verdeelde lijnlast per kolom:
    - Qw,zgk = oplegfactor * hohzgk * (0.6 - (+0.2)) * gamma * qwind
             = 1.25 * 4.000 m * (0.6 - (+0.2)) * 1.28 * 510 = 1301.7 N/m

- Er is bij deze belastingcombinatie geen gewasbelasting.
  - Fgd,zgk = 0 N

- Er is geen rekening gehouden met schermdraden aan de zijgevels.
  - Fsd,zgk = 0 N

- Er is geen rekening gehouden met regenleidingdraden aan de zijgevels.
  - Frl,zgk = 0 N

- Er is geen rekening gehouden met belichtingsdraden aan de zijgevels.
  - Fab,zgk = 0 N

- Totale belasting ter hoogte van de onderrand van de vakwerkligger:
  - For,zgk = For + Fhv,zgk + Frl,zgk + Fab,zgk =
           = 0   N + 0   N + 0   N + 0   N = 0   N

- Geen belasting ter hoogte van de bovenrand van de vakwerkligger:
  - Fbr,zgk = 0 N

c) Berekening van het uitwendig moment t.g.v. de leidingen + inhoud:
- Er is geen rekening gehouden met waterleidingen aan de zijgevels.

7.14.3 Berekening van de krachtsverdeling van de zijgevelspantkolom:

Oplegreacties:

$$\text{- fundering: } Rf = -\frac{1}{2}Qw*h + \frac{h\text{-hgd}}{h}Fgd + \frac{h\text{-hor}}{h}For + \frac{h\text{-hbr}}{h}Fbr + \frac{Mwl}{h}$$

$$= 2603 + 0 + 0 + 0 + 0 = 2603 \quad N$$

analoog in gebruikstoestand:

$$Rf' = 2042 + 0 + 0 + 0 + 0 = 2042 \quad N$$

$$\text{- goot: } Rg = Qw*h + Fgd + For + Fbr - Rf$$

$$= 5207 + 0 + 0 + 0 - 2603 = 2603 \quad N$$

7.14.4 Controle van de zijgevelspantkolom (RHBK100*50*4.0 mm) (S235 (EN10219)):

a) Berekening van de krachtsverdeling:

Dwarskrachten (van de fundering (onder=o) naar de goot (boven=b)):

- fundering	: Qf = Rf	=	2603	=	2603	N
- gewasdraden:	Qogd = Qf - Qw*hgd	=	2603 -	5207 =	-2603	N
	Qbgd = Qogd - Fgd	=	-2603 -	0 =	-2603	N
- onderrand	: Qoor = Qbgd - Qw*(hor-hgd)	=	-2603 -	-674 =	-1930	N
	Qbor = Qoor - For	=	-1930 -	0 =	-1930	N
- bovenrand	: Qobr = Qbor - Qw*(hbr-hor)	=	-1930 -	570 =	-2499	N
	Qbbr = Qobr - Fbr	=	-2499 -	0 =	-2499	N
- goot	: Qg = Qbbr - Qw*(h-hbr)	=	-2499 -	104 =	-2603	N

Het maximale buigende moment treedt op t.p.v. het dwarskrachtennulpunt.
Uit bovenstaande dwarskrachten blijkt dat het dwarskrachtennulpunt is
gelegen tussen de gewasdraden en de onderrand van de vakwerkligger
op een afstand van 2.000 meter boven de voet.

Berekening van het maximale buigende moment in het veld:

- Windstuwdruk + onderdruk: 1302 * 2.00/2 * (4.00-2.00)	=	2603	Nm
		----------	+
Totaal: Mmax,sk =		2603	Nm

b) Controle op sterkte en stabiliteit van de zijgevelspantkolom volgens EC3:
Hierbij komt de z-as overeen met de y-as (en y-as = x-as) bij NEN6770.

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} + \frac{|My.Ed|}{My.c.Rd} = \frac{|-2460|}{310819} + \frac{|2603|}{7630} = 0.349$$

controle: 0.349 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Maximale spanning:

$$Sigma: \frac{|NEd|}{A} + \frac{|My.Ed|}{Wpl.y} = \frac{|-2460|}{1094.8} + \frac{|2603|}{34.141} = 78.5 \ N/mm^2$$

UCspanning = Sigma/fy = 78.5 /235.0 = 0.334

controle: 0.334 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
Interactiefactoren volgens bijlage B:

$$Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))$$
$$= 0.90 * (1.0 + (1.22 - 0.2)*(|-2460 |/(0.426 *310819 /1.0)) = 0.92$$
$$Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))$$
$$= 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-2460 |/(0.426 *310819 /1.0)) = 0.91$$
$$Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(0.92 , 0.91) = 0.91$$
$$Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.55$$

$$UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)$$
$$= |-2460 |/(0.426 *310819 /1.0)+0.91 *|2603.4 |/(1.00*7630.0 /1.0)$$
$$= 0.019 + 0.312 = 0.330$$
$$UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)$$
$$= |-2460 |/(0.181 *310819 /1.0)+0.55 *|2603.4 |/(1.00*7630.0 /1.0)$$
$$= 0.044 + 0.187 = 0.231$$

Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.330 , 0.231) = 0.330

controle: 0.330 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie:
- zijgevelspantkolom (RHBK100*50*4.0 mm) voldoet qua sterkte/stabiliteit

c) Berekening van 1e-orde doorbuiging van de zijgevelspantkolom:
(halverwege funderingsvoet en aangrijpingspunt schoor; in rekentoestand)

$$\text{- Windstuwdruk + onderdruk: } \frac{5}{384} * \frac{1.302 * 4000^4}{1.10 * 2.1E5 * 134.4E4} = 14.03 \text{ mm}$$

(Voor de doorbuigingsreductiefactor 1.10; zie rapport BI-92-0063*)

---------- +

Totaal: u1-sk = 14.03 mm

(analoog in gebruikstoestand: u1-sk'= 11.00 mm)

d) 2e-orde doorbuiging in gebruikstoestand:

Aangezien de spantkolommen, vanwege de grote windzuiging, op trek worden belast, is de vergrotingsfactor gelijk aan 1.0.
Dus de 2e-orde horizontale verplaatsing in gebruikstoestand kan worden benaderd met de volgende (conservatieve) formule:

- u2-sk' = u1-sk'= 11.14 mm

e) Berekening van de toelaatbare doorbuiging van de zijgevelspantkolom:

Zonder belasting door gewasdraden geldt een limiet van 30.0 mm:
(conform artikel 11.2.4.1.)

- utoel-sk = h/150 < 30.0 mm
- 4000/150 = 26.67 mm, dus: utoel-sk = 26.67 mm

f) Controle van de toegestane doorbuiging van de zijgevelspantkolom:

- controle: 11.1 mm < 26.7 mm, dus: stijfheid voldoet.

Conclusie:
- zijgevelspantkolom (RHBK100*50*4.0 mm) voldoet qua stijfheid
  bij B.C.5 : b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay down wind)

Met nadruk wordt erop gewezen, dat de zijgevelspantkolom óók moet voldoen aan de controle van de "gewone" spantkolommen.

7.14.5 Controle van de zijgevelgordingen:

a) Berekening van de krachtsverdeling:
- Windstuwdruk + onderdruk:
  Er wordt uitgegaan van een gelijkmatig verdeelde lijnbelasting:
  De windbelasting mag hier niet gereduceerd worden toegepast.
  - Qw,zgg = zgghohmax * (0.6 - (+0.2)) * gamma * qwind(ongereduceerd)
           = 1.600 m * (0.6 - (+0.2)) * 1.28 * 510 = 417   N/m

- Normaalkracht tgv scheefstand:	Nsg' = 0	N,	Nsg = 0	N
- Normaalkracht tgv gewasdraadboog:				
Trekkracht op de gevel per draad:	Tgd' = 0	N,	Tgd = 0	N
Normaalkracht in de draadboog:	Tdb' = 0	N,	Tdb = 0	N
Normaalkracht in de gording:	Ndb' = 0	N,	Ndb = 0	N
- Normaalkracht tgv regenleiding:	Nrg' = 0	N,	Nrg = 0	N
- Normaalkracht tgv belichting aan draad:	Nli' = 0	N,	Nli = 0	N

b) Controle van de sterkte van de zijgevelgordingen volgens EC3:

Gording 1 (RHBK80*50*3.0, S235 (EN10219))

Ned = -(Fxs * Nsg + Fgd * Ndb + Frg * Nrg + Fli * Nli)
Ned = -(0.000 * 0 + 0.000 * 0 + 0.000 * 0 + 0.000 * 0) = 0 N

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte (dubbele buiging bij rechthoekige kokerprofielen):
MN.y.Rd = My.Rd*(1 - (NEd/Nrd)²) = 4315 *(1 - (0 /201532)²) = 4315 Nm
MN.z.Rd = Mz.Rd*(1 - (NEd/Nrd)²) = 3310 *(1 - (0 /201532)²) = 3310 Nm
n = NEd/Nrd = 0 /201532 = 0.00
a = b = min(1.66*(1-1.13*n²), 6.0) = min(1.66*(1-1.13*0.00 ²), 6.0) = 1.66

$$UCsterkte = \left(\frac{|My.Ed|}{MN.y.Rd}\right)^{a} + \left(\frac{|Mz.Ed|}{MN.z.Rd}\right)^{b} = \left(\frac{|0|}{4315}\right)^{677} + \left(\frac{|0|}{3310}\right)^{1.66} = 0.046$$

controle: 0.046 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Maximale spanning:

$$Sigma: \frac{|NEd|}{A} + \frac{|My.Ed|}{Wpl.y} + \frac{|Mz.Ed|}{Wpl.z} = \frac{|0|}{728.5} + \frac{|677|}{19.160} + \frac{|0|}{13.812} = 35.3 \ N/mm^2$$

UCspanning = Sigma/fy = 35.3 /235.0 = 0.150

controle: 0.150 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
Ligger op drie scharnierende steunpunten, dus maximale moment bij het middensteunpunt.
Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.40 (het profiel is geschoord).
M1 = 676.89 , M2 = 0.00 , Ms = -338.44 , Mkip = 78.84 , gelijkmatig verdeeld belast.
Interactiefactoren volgens bijlage B:
Kyy.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
= 0.40 * (1.0 + (1.46 - 0.2)*(|0 |/(0.329 *201532 /1.0)) = 0.40
Kyy.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
= 0.40 * (1.0 + 0.8*(|0 |/(0.329 *201532 /1.0)) = 0.40
Kyy.b = Min(Kyy.2, Kyy.3) = Min(0.40 , 0.40) = 0.40
Kzy.b = 0.6 * Kyy.b = 0.24

Kzz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
= 0.65 * (1.0 + (0.45 - 0.2)*(|0 |/(0.872 *201532 /1.0)) = 0.65
Kzz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
= 0.65 * (1.0 + 0.8*(|0 |/(0.872 *201532 /1.0)) = 0.65
Kzz.b = Min(Kzz.2, Kzz.3) = Min(0.65 , 0.65) = 0.65
Kyz.b = 0.6 * Kzz.b = 0.39

UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0) + Kyy.b*|My.Ed|/(ChiLT*My.Rk/1.0) + Kyz.b*|Mz.Ed|/(Mz.Rk/1.0)
= |0 |/(0.329 *201532 /1.0)
+ 0.40 *|676.9 |/(1.00*4314.6 /1.0) + 0.39 *|0.0 |/(3310.2 /1.0)
= 0.000 + 0.063 + 0.000 = 0.063
UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0) + Kzy.b*|My.Ed|/(ChiLT*My.Rk/1.0) + Kzz.b*|Mz.Ed|/(Mz.Rk/1.0)
= |0 |/(0.872 *201532 /1.0)
+ 0.24 *|676.9 |/(1.00*4314.6 /1.0) + 0.65 *|0.0 |/(3310.2 /1.0)
= 0.000 + 0.038 + 0.000 = 0.038

controle: 0.063 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

- Stijfheid:

$$delta.st = \frac{2}{384} * \frac{Q' * L^4}{E * Iy} = 2.70 \ mm$$

delta.max = min(4000 /150, 30) = 26.67 mm

UCstfh = delta.st / delta.max = 2.70 / 26.67 = 0.10

controle: 0.10 < 1.00, dus de stijfheid voldoet.

Vergrotingsfactor in gebruikstoestand: nx1 = Ncr/(Ned'+0.00001) = 80820 /(Ned'+0.00001) = 8.08E+9

Totale verplaatsing is dan: delta.st2 = delta.st * nx1/(nx1 - 1) = 2.70 mm

UCstfh 2e orde = delta.st2 / delta.max = 2.70 / 26.67 = 0.10

controle: 0.10 < 1.00, dus de stijfheid 2e orde voldoet.

Gording 2 (RHBK80*50*3.0, S235 (EN10219))

Ned = -(Fxs * Nsg + Fgd * Ndb + Frg * Nrg + Fli * Nli)
Ned = -(0.000 * 0 + 0.231 * 0 + 0.285 * 0 + 0.285 * 0) = 0 N

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte (dubbele buiging bij rechthoekige kokerprofielen):
MN.y.Rd = My.Rd*(1 - (NEd/Nrd)²) = 4315 *(1 - (0 /201532)²) = 4315 Nm
MN.z.Rd = Mz.Rd*(1 - (NEd/Nrd)²) = 3310 *(1 - (0 /201532)²) = 3310 Nm
n = NEd/Nrd = 0 /201532 = 0.00
a = b = min(1.66*(1-1.13*n²), 6.0) = min(1.66*(1-1.13*0.00 ²), 6.0) = 1.66

	|My.Ed|	a	|Mz.Ed|	b					
UCsterkte = (	-------)	+ (	-------)	= (	--------)	+ (	-------)	= 0.046	
	MN.y.Rd		MN.z.Rd		4315		3310		

controle: 0.046 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Maximale spanning:

	|NEd|	|My.Ed|	|Mz.Ed|	| 0 |	| 677 |	| 0 |	
Sigma:	----- +	------- +	------- =	-------- +	--------- +	--------- =	35.3 N/mm²
	A	Wpl.y	Wpl.z	728.5	19.160	13.812	

UCspanning = Sigma/fy = 35.3 /235.0 = 0.150

controle: 0.150 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
Ligger op drie scharnierende steunpunten, dus maximale moment bij het middensteunpunt.
Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.40 (het profiel is geschoord).
M1 = 676.89 , M2 = 0.00 , Ms = -338.44 , Mkip = 78.84 , gelijkmatig verdeeld belast.
Interactiefactoren volgens bijlage B:
Kyy.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
= 0.40 * (1.0 + (1.46 - 0.2)*(|0 |/(0.329 *201532 /1.0)) = 0.40
Kyy.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
= 0.40 * (1.0 + 0.8*(|0 |/(0.329 *201532 /1.0)) = 0.40
Kyy.b = Min(Kyy.2, Kyy.3) = Min(0.40 , 0.40) = 0.40
Kzy.b = 0.6 * Kyy.b = 0.24

Kzz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
= 0.65 * (1.0 + (0.45 - 0.2)*(|0 |/(0.872 *201532 /1.0)) = 0.65
Kzz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
= 0.65 * (1.0 + 0.8*(|0 |/(0.872 *201532 /1.0)) = 0.65
Kzz.b = Min(Kzz.2, Kzz.3) = Min(0.65 , 0.65) = 0.65
Kyz.b = 0.6 * Kzz.b = 0.39

UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0) + Kyy.b*|My.Ed|/(ChiLT*My.Rk/1.0) + Kyz.b*|Mz.Ed|/(Mz.Rk/1.0)
= |0 |/(0.329 *201532 /1.0)
+ 0.40 *|676.9 |/(1.00*4314.6 /1.0) + 0.39 *|0.0 |/(3310.2 /1.0)
= 0.000 + 0.063 + 0.000 = 0.063
UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0) + Kzy.b*|My.Ed|/(ChiLT*My.Rk/1.0) + Kzz.b*|Mz.Ed|/(Mz.Rk/1.0)
= |0 |/(0.872 *201532 /1.0)
+ 0.24 *|676.9 |/(1.00*4314.6 /1.0) + 0.65 *|0.0 |/(3310.2 /1.0)
= 0.000 + 0.038 + 0.000 = 0.038

controle: 0.063 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

- Stijfheid:

$$delta.st = \frac{2}{384} * \frac{Q' * L^4}{E * Iy} = 2.70 \ mm$$

delta.max = min(4000 /150, 30) = 26.67 mm

UCstfh = delta.st / delta.max = 2.70 / 26.67 = 0.10

controle: 0.10 < 1.00, dus de stijfheid voldoet.

Vergrotingsfactor in gebruikstoestand: nx1 = Ncr/(Ned'+0.00001) = 80820 /(Ned'+0.00001) = 8.08E+9

Totale verplaatsing is dan: delta.st2 = delta.st * nx1/(nx1 - 1) = 2.70 mm

UCstfh 2e orde = delta.st2 / delta.max = 2.70 / 26.67 = 0.10

controle: 0.10 < 1.00, dus de stijfheid 2e orde voldoet.

Gording 3 (RHBK80*50*3.0, S235 (EN10219))

Ned = -(Fxs * Nsg + Fgd * Ndb + Frg * Nrg + Fli * Nli)
Ned = -(0.000 * 0 + 0.769 * 0 + 0.715 * 0 + 0.715 * 0) = 0 N

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte (dubbele buiging bij rechthoekige kokerprofielen):
MN.y.Rd = My.Rd*(1 - (NEd/Nrd)²) = 4315 *(1 - (0 /201532)²) = 4315 Nm
MN.z.Rd = Mz.Rd*(1 - (NEd/Nrd)²) = 3310 *(1 - (0 /201532)²) = 3310 Nm
n = NEd/Nrd = 0 /201532 = 0.00
a = b = min(1.66*(1-1.13*n²), 6.0) = min(1.66*(1-1.13*0.00 ²), 6.0) = 1.66

	|My.Ed|	a	|Mz.Ed|	b		391		1.66		0		1.66
UCsterkte =	(	-------)	+	(	-------)	=	(--------)	+	(-------)	=	0.019			
		MN.y.Rd			MN.z.Rd		4315		3310					

controle: 0.019 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Maximale spanning:

	|NEd|	|My.Ed|	|Mz.Ed|		0			391			0		
Sigma:	-----	+	-------	+	-------	=	--------	+	---------	+	---------	=	20.4	N/mm²
	A		Wpl.y		Wpl.z		728.5		19.160		13.812			

UCspanning = Sigma/fy = 20.4 /235.0 = 0.087

controle: 0.087 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
Ligger op drie scharnierende steunpunten, dus maximale moment bij het middensteunpunt.
Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.40 (het profiel is geschoord).
M1 = 390.51 , M2 = 0.00 , Ms = -195.26 , Mkip = 45.49 , gelijkmatig verdeeld belast.
Interactiefactoren volgens bijlage B:
Kyy.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
= 0.40 * (1.0 + (1.46 - 0.2)*(|0 |/(0.329 *201532 /1.0)) = 0.40
Kyy.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
= 0.40 * (1.0 + 0.8*(|0 |/(0.329 *201532 /1.0)) = 0.40
Kyy.b = Min(Kyy.2, Kyy.3) = Min(0.40 , 0.40) = 0.40
Kzy.b = 0.6 * Kyy.b = 0.24

Kzz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
= 0.65 * (1.0 + (0.45 - 0.2)*(|0 |/(0.872 *201532 /1.0)) = 0.65
Kzz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
= 0.65 * (1.0 + 0.8*(|0 |/(0.872 *201532 /1.0)) = 0.65
Kzz.b = Min(Kzz.2, Kzz.3) = Min(0.65 , 0.65) = 0.65
Kyz.b = 0.6 * Kzz.b = 0.39

UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0) + Kyy.b*|My.Ed|/(ChiLT*My.Rk/1.0) + Kyz.b*|Mz.Ed|/(Mz.Rk/1.0)
= |0 |/(0.329 *201532 /1.0)
+ 0.40 *|390.5 |/(1.00*4314.6 /1.0) + 0.39 *|0.0 |/(3310.2 /1.0)
= 0.000 + 0.036 + 0.000 = 0.036
UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0) + Kzy.b*|My.Ed|/(ChiLT*My.Rk/1.0) + Kzz.b*|Mz.Ed|/(Mz.Rk/1.0)
= |0 |/(0.872 *201532 /1.0)
+ 0.24 *|390.5 |/(1.00*4314.6 /1.0) + 0.65 *|0.0 |/(3310.2 /1.0)
= 0.000 + 0.022 + 0.000 = 0.022

controle: 0.036 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

- Stijfheid:

$$delta.st = \frac{2}{384} * \frac{Q' * L^4}{E * Iy} = 1.56 \quad mm$$

delta.max = min(4000 /150, 30) = 26.67 mm

UCstfh = delta.st / delta.max = 1.56 / 26.67 = 0.06

controle: 0.06 < 1.00, dus de stijfheid voldoet.

Vergrotingsfactor in gebruikstoestand: nx1 = Ncr/(Ned'+0.00001) = 80820 /(Ned'+0.00001) = 8.08E+9

Totale verplaatsing is dan: delta.st2 = delta.st * nx1/(nx1 - 1) = 1.56 mm

UCstfh 2e orde = delta.st2 / delta.max = 1.56 / 26.67 = 0.06

controle: 0.06 < 1.00, dus de stijfheid 2e orde voldoet.

7.14.6 Controle van de poeren (in gebruikstoestand):

a) Berekening van de verticale belasting per poer:

- Verticale belasting per kolom (neerwaarts = +): Fsk'+ Fpsk'= 1772 N
- Eigen gewicht van de gevelkolom (1.00 * 344) : Fegk' = 344 N
- Eigen gewicht paal, poer en grond (1.00 * 7789) : Gfund = 7789 N
- Gewicht randfundering (1.00 * 4.000 * 350) : Grand = 1400 N
- Gewicht gevelomhulling(1.00 * 4.0 * 4.000 * 130): Ggevel= 2080 N

---------- +

- Vert. belasting per poer: Fvp = 13384 N

Aangezien de totale verticale belasting per poer positief is, is sprake van een neerwaartse belasting op de ondergrond.

b) Berekening van het maatgevend kantelmoment ten gevolge van de belastingen:

- Horizontaal: Mhp = (Rf'+ Fhk') * (fh + D + H)
  = (2042 + 996)*(0.300 + 0.200 + 0.980) = 4496 Nm
- Verticaal : Mvp = |Fvp| * 0.5 * B
  = |13384 | * 0.5 * 0.532 = 3558 Nm

---------- +

- Kantelmoment per poer: Mp = Mhp + Mvp Mp = 8055 Nm

Bij een opwaarts bezwijkmodel (OBM) geldt:
- Kantelmoment per poer: Mp = Mhp - Mvp Mp = 938 Nm

c) Controle van de kantelstabiliteit (neerwaartse belasting):

- Momentenevenwicht bij een neerwaarts bezwijkmodel (NBM):
  - controle : 8055 Nm < 31108 Nm, dus: voldoet. (maatgevend)

- Momentenevenwicht bij een opwaarts bezwijkmodel (OBM):
  - controle : 938 Nm < 6028 Nm, dus: voldoet.

- Verticaal evenwicht:
  - controle :| 13384 N |< 93794 N, dus: voldoet.

- Horizontaal evenwicht:
  - controle : 3038 N < 8743 N, dus: voldoet.

d) Controle van de zettingen:

- Berekening van de momentane (lees: permanente) belastingen:

  Verticale belasting per zijgevel per vakmaat:

  - Eigen gewicht dek = 32 N/m²
  - Neerwaartse belasting gevel = 32 * 9.60 / 2 * 4.00 = 614 N
  - E.g. goot bij de gevel = (1+1)/2 * 1.00 * 34 * 4.00 = 136 N
  - Eigen gewicht van het spant = 1.00 * 920 / 2 = 460 N
  - E.g. leidingen (incl. inhoud) = 0.00 * 0 * 4.00 = 0 N

  ---------- +

  Totaal = 1210 N

  Verticale belasting per zijgevelspantkolom:

  - Fsvd1 = 1210 - 0 = 1210 N

  - Verticale belasting per kolom (neerwaarts = +) : Fsvd1 = 1210 N
  - Eigen gewicht paal, poer en grond : Gfund = 7789 N
  - Eigen gewicht randfundering = 4.000 * 350 : Grand = 1400 N

  ---------- +

  - Vert. belasting per : Fsvd = 10399 N

- Berekening van de effectieve spanningsverhoging onder de poer:

  De resulterende verticale effectieve spanning onder de poer
  t.g.v. de momentane belastingen, bedraagt:

$$Svd0 = \frac{Fsvd}{Apoer} = \frac{10399}{pi/4 * 600^2} = 0.037 \text{ N/mm}^2$$

  De oorspronkelijke verticale effectieve spanning is/was:

$$Svod0 = sg * (Dpoer + hpoer) = 0.0000180 * (200 + 980) = 0.021 \text{ N/mm}^2$$

  De effectieve spanningsverhoging onder de poer, uitgaande van een
  volledig gedraineerde toestand, volgt uit:

$$dSvd0 = Svd0 - Svod0 = 0.037 - 0.021 = 0.016 \text{ N/mm}^2$$

- Berekening van de effectieve zettingsdiepte (NEN 6744 art. 6.1):

  Bij het bepalen van de zakking moeten die grondlagen in beschouwing
  zijn genomen, waarbij de toename van de verticale effectieve spanning
  groter is dan 20% van de oorspronkelijke verticale effectieve
  spanning.
  In formule: $dSvd(z) > 0.20 * Svod(z)$
  waarin:

$$dSvd(z) = dSvd0 * \left[1 - \frac{1}{\left(\frac{0.5 * dpoer}{z} \right)^{1.5}} \right]$$

  Afname van de toename van de verticale effectieve spanning onder de fundatie-poer als functie van de diepte z

Svod(z) = sg * (z + Dpoer + hpoer) Idem, voor de oorspronkelijke verticale effectieve spanning.

De effectieve zettingsdiepte is de totale hoogte/diepte van de grondlagen onder de poer, dat volgens bovenstaande definitie in beschouwing moet zijn genomen bij de berekening van de zettingen.

De effectieve zettingsdiepte wordt door middel van een iteratieve nulpuntsbepaling bepaald waarbij moet gelden:

dSvd(zeff) = 0.20 * Svod(zeff) geeft: zeff = 0.230 m

- Bepaling van de resulterende effectieve zetting (NEN 6744 hfdst.6):

De resulterende effectieve zetting kan uiteindelijk worden bepaald door integratie van de samendrukking van de grond onder de poer tot aan de effectieve zettingsdiepte m.b.v. de formule van Terzaghi.

- Berekening van de primaire zetting (art. 6.2):

$$weff1 = \frac{Cceff}{1 + eporie} * \int_0^{zeff} ln\left(\frac{Svod(z) + dSvd(z)}{Svod(z)}\right) dz =$$

$$= \frac{0.006}{1 + 0.6} * \int_0^{0.230} ln\left(\frac{Svod(z) + dSvd(z)}{Svod(z)}\right) dz = 0.000 \text{ m}$$

- Berekening van de secundaire zetting over 15 jaar (art. 6.3):

$$weff2 = Cinfe * zeff * \log\left(\frac{15*365}{1}\right) = 0.000 * 0.230 * 3.738 = 0.000 \text{ m}$$

- Totaal (art. 6.1): weff = weff1 + weff2 = 0.000 + 0.000 = 0.000 m

Controle van de resulterende effectieve zetting:

Volgens NEN 6740 art. 5.2.2.1 mag de zetting niet groter zijn dan 0.15 m. In diverse gemeenten wordt ook (nog) wel gewerkt met een toelaatbare zetting van 0.10 meter. Mede daarom en omdat uitgegaan is van een gedraineerde toestand, wordt in CASTA/Kassenbouw ook gerekend met een toelaatbare zetting van 0.10 m. Er wordt als het ware een veiligheidsfactor 1.5 op NEN 6740 art. 5.2.2.1 gelegd, met name voor een niet-volledig gedraineerde toestand van de grond.

wtoel = 0.100 m

Controle zetting: 0.000 m < 0.100 m, dus: voldoet.

Conclusie:
- Poeren BPRD600*980 mm voldoen
  bij B.C.5: b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay down wind)

7.14.7 Controle van de ZEUS 120x120x1000ZW (R8+M10)

a) Bepaling van de belastingen per paal in rekentoestand:
   - Verticale belasting per kolom (neerwaarts = +): Fsk + Fpsk = 1925 N
   - Eigen gewicht van de gevelkolom (1.00 * 344) : Fegk = 344 N
   - Gewicht gevelomhulling(1.00 * 4.0 * 4.000 * 130): Ggevel= 2080 N
   ---------- +
   - Verticale belasting per paal: Nd = 4349 N
     Inclusief gewicht kolom en gevel:
     NEd = Fsk + Fpsk + g.eg*Fegk' + Ggevel = 1925 + 1.00*344 + 2080 = 4692 N

   - Maatgevend moment in de paal, ter plaatse van de poeraansluiting:
     Md = Rf * (fh + Dpoer) = 3314 * (0.300 + 0.200) = 1657 Nm
   - Belasting op het anker (ideële belasting):
     De fundatiepaal is neerwaarts gesteund, dus het anker wordt in dit geval niet belast.

b) Doorsnedecontrole van de paal met behulp van het Mu-Nu diagram:

   Bij het invullen van de gegeven normaalkracht NEd = 4692 N in het Mu-Nu
   diagram wordt de momentencapaciteit Mcap verkregen door rechtlijnige
   interpolatie tussen de punten waar NEd ligt. Mcap = 3843 Nm

c) Uitrekkracht van de paal in de poer (zonder wapeningsstaaf):

   Optredende schuifspanning op de betonpoer wordt alleen berekend indien
   NEd + Gpaal < 0 N en er geen wapeningsstaaf wordt toegepast.

   NEd + Gpaal = 4692 + 346 = 5038 N (>= 0) dus controle niet relevant.

d) Controle van de betonpaalcapaciteit:

  - Moment: Md = 1657 Nm < Mcap = 3843 Nm, dus: voldoet.
  - Dwarskracht: Fhk = 3314 N < Vp = 9504 N, dus: voldoet.
  - Anker: Niet ter zake.
  - Uittrekkracht: Niet ter zake.

Conclusie:
- Palen ZEUS 120x120x1000ZW (R8+M10) voldoen
  bij B.C.5 : b1) Dead load + Wind (Cpi positive, Cpe 1st bay down wind)

Voor de controle van de prefab-afsluitplaten en de prefab-betonpalen wordt
verwezen naar de (toetsingsrapporten van de) leverancier.

7.15 B.C.6: b1) Dead load + Wind (Cpi negative, Cpe 1st bay up wind)

7.15.1 Berekening van de normaalkracht in de zijgevelspantkolommen (trek = +):

a) Berekening van de (gemiddelde) windfactor op het dek bij de zijgevel:

- Windfactor 1e kaphelft: (-1.1-(-0.3)) = -0.8
  ----- +
  Gemiddelde windfactor = -0.8 / 1 = -0.77

b) Berekening van de verticale belasting per zijgevel per vakmaat (neerwaarts = +):
In gebruikstoestand:

- Eigen gewicht dek (1.00 * 32)= 32 N/m²		
- Neerwaartse belasting gevel = 32 * 9.60 / 2 * 4.00	=	614 N
- E.g. goot bij de gevel = (1+1)/2 * 1.00 * 34 * 4.00	=	136 N
- Eigen gewicht van het spant = 1.00 * 920 / 2	=	460 N
- E.g. leidingen (incl. inhoud) = 0.00 * 0 * 4.00	=	0 N
	---------- +	
Totaal =		1210 N
- Windbelasting = 9.60 /2 * 4.00 * (-0.77) * (1.00 * 510) =		-7547 N
	-------- +	
Fvg' = -N' =		-6336 N

In rekentoestand:

- Eigen gewicht dek (1.02 * 32)= 33 N/m²		
- Neerwaartse belasting gevel = 33 * 9.60 / 2 * 4.00	=	627 N
- E.g. goot bij de gevel = (1+1)/2 * 1.02 * 34 * 4.00	=	139 N
- Eigen gewicht van het spant = 1.02 * 920 / 2	=	470 N
- E.g. leidingen (incl. inhoud) = 0.00 * 0 * 4.00	=	0 N
	---------- +	
Totaal =		1236 N
- Windbelasting = 9.60 /2 * 4.00 * (-0.77) * (1.28 * 510) =		-9622 N
	-------- +	
Fvg = -N =		-8386 N

7.15.2 Berekening van de horizontale belastingen in de zijgevelspantkolommen:

a) Het horizontale moment ten gevolge van scheefstand:

Berekening van de verticale belasting per middenkolom (neerwaarts = +):
In gebruikstoestand:
- Neerwaartse belasting per kolom = 32 * 9.60 * 4.00 = 1229 N
- Eigen gewicht van de goot = 1 * 1.00 * 34 * 4.00 = 136 N
- Eigen gewicht van het spant = 1.00 * 920 = 920 N

Totaal = 2285 N

- Windbelasting:
= 9.60 *4.00*((-0.40 -0.50)/2-(-0.30))*(1.00 *510) = -2940 N

Fvk' = -N' = -656 N

In rekentoestand:
- Neerwaartse belasting per kolom = 33 * 9.60 * 4.00 = 1255 N
- Eigen gewicht van de goot = 1 * 1.02 * 34 * 4.00 = 139 N
- Eigen gewicht van het spant = 1.02 * 920 = 940 N

Totaal = 2333 N

- Windbelasting = 9.60 *4.00*(-0.2-(-0.3))*(1.28 *510) = -3749 N

Fvk = -N = -1416 N

Horizontale (wind)krachten op het dek en op de zijgevels:

Kaphoogte = 9.60/2 * tan 27 = 2.45 m

- Wvdek(links) = wvfa+wvfc+wvfm*nMkap+wvfe=-1.070-0.70-0.400*0-0.40 = -2.170
- Wvdek(rechts) = wvfb+wvfd+wvfn*nMkap+wvff=-1.000-0.50-0.500*0-0.40 = -1.900

Horizontale (wind)krachten door asymmetrie: Wvhor = -0.270

Windwrijving:
- Aantal kappen met krachtcoëfficiënt:
nKapCpf = max(0, nkap-max.mid.kap) = max(0, 1*11-4) = 7
Cfr,1 = Cpf,h * tan(alpha) = 0.03 * tan(27.0) = 0.015
- Wvmid (wind) = Cfr,1*nKapCpf*bkap/hkap = 0.015 *7*9600 /2446 = +0.420

Totale horizontale (wind)krachten: Wvdek = +0.150

Fhw,dek = 0.2 * 1.28 * 510 * 2.45 * 4.00 = 955 N
Fhw,gevel = (0.6 + 0.3) * 1.28 * 510 * 4.00 * 4.00 = 9372 N

De windbelasting op het dek wordt volledig door de spanten en de kolommen afgedragen naar de fundering. De windbelasting op de zijgevels gaat gedeeltelijk rechtstreeks naar de randfundering. Het restant wordt door de spanten opgevangen. Bovendien moet bij druk rekening worden gehouden met een initiële scheefstand van de kolommen:

- wind Fh = 955 + 0.5 * 9372 * 4.0 / (4.0 - 0.08 - 0.44/2) = 6020 N
- initiële scheefstand: Fh = 1/267 * |-1416 | * 11 = 58 N

Totale hor. kracht in spantrichting: Fh,tot = 6078 N

Fhk = 6078 / (11 + 1) = 507 N

- In gebruikstoestand:

Fh,tot' = 4721 + 1/267 * |-656 | * 11 = 4748 N

Fhk' = 4748 /(11+1) = 396 N, Fhk = 6078 /(11+1) = 507 N (rekentoestand)

Ten gevolge van de horizontale windbelasting op de kasconstructie onstaat er een normaalkracht (trek) in de fundering van de linker zijgevelkolommen waarvan de grootte afhankelijk is van de lengte van de aanpendelende constructie.
De normaalkracht in gebruikstoestand wordt bij benadering als volgt berekend:

$$\text{- Fpsk'} = -4748 * \frac{3.70}{11 * 9.60} = -166 \text{ N}$$

b) Berekening van de horizontale belastingen van de zijgevelspantkolom:

- Windstuwdruk + onderdruk:
  Aangezien de gordingen als doorgaande liggers over drie steunpunten
  te benaderen zijn, wordt gerekend met een oplegfactor van 1.25
  - Er wordt uitgegaan van een gelijkmatig verdeelde lijnlast per kolom:
    - Qw,zgk = oplegfactor * hohzgk * (0.6 - (-0.3)) * gamma * qwind
             = 1.25 * 4.000 m * (0.6 - (-0.3)) * 1.28 * 510 = 2928.8 N/m

- Er is bij deze belastingcombinatie geen gewasbelasting.
  - Fgd,zgk = 0 N

- Er is geen rekening gehouden met schermdraden aan de zijgevels.
  - Fsd,zgk = 0 N

- Er is geen rekening gehouden met regenleidingdraden aan de zijgevels.
  - Frl,zgk = 0 N

- Er is geen rekening gehouden met belichtingsdraden aan de zijgevels.
  - Fab,zgk = 0 N

- Totale belasting ter hoogte van de onderrand van de vakwerkligger:
  - For,zgk = For + Fhv,zgk + Frl,zgk + Fab,zgk =
           = 0   N + 0   N + 0   N + 0   N = 0   N

- Geen belasting ter hoogte van de bovenrand van de vakwerkligger:
  - Fbr,zgk = 0 N

c) Berekening van het uitwendig moment t.g.v. de leidingen + inhoud:
- Er is geen rekening gehouden met waterleidingen aan de zijgevels.

7.15.3 Berekening van de krachtsverdeling van de zijgevelspantkolom:

Oplegreacties:

- fundering: $Rf = -\frac{1}{2}Qw*h + \frac{h\text{-}hgd}{h}Fgd + \frac{h\text{-}hor}{h}For + \frac{h\text{-}hbr}{h}Fbr + \frac{Mwl}{h}$

$= 5858 + 0 + 0 + 0 + 0 = 5858$ N

analoog in gebruikstoestand:

$Rf' = 4594 + 0 + 0 + 0 + 0 = 4594$ N

- goot: $Rg = Qw*h + Fgd + For + Fbr - Rf$

$= 11715 + 0 + 0 + 0 - 5858 = 5858$ N

7.15.4 Controle van de zijgevelspantkolom (RHBK100*50*4.0 mm) (S235 (EN10219)):

a) Berekening van de krachtsverdeling:

Dwarskrachten (van de fundering (onder=o) naar de goot (boven=b)):

- fundering	: Qf = Rf	=	5858	=	5858	N
- gewasdraden:	Qogd = Qf - Qw*hgd	=	5858 -	11715 =	-5858	N
	Qbgd = Qogd - Fgd	=	-5858 -	0 =	-5858	N
- onderrand	: Qoor = Qbgd - Qw*(hor-hgd)	=	-5858 -	-1516 =	-4341	N
	Qbor = Qoor - For	=	-4341 -	0 =	-4341	N
- bovenrand	: Qobr = Qbor - Qw*(hbr-hor)	=	-4341 -	1282 =	-5623	N
	Qbbr = Qobr - Fbr	=	-5623 -	0 =	-5623	N
- goot	: Qg = Qbbr - Qw*(h-hbr)	=	-5623 -	234 =	-5858	N

Het maximale buigende moment treedt op t.p.v. het dwarskrachtennulpunt.
Uit bovenstaande dwarskrachten blijkt dat het dwarskrachtennulpunt is
gelegen tussen de gewasdraden en de onderrand van de vakwerkligger
op een afstand van 2.000 meter boven de voet.

Berekening van het maximale buigende moment in het veld:

- Windstuwdruk + onderdruk: 2929 * 2.00/2 * (4.00-2.00)	=	5858	Nm
		----------	+
Totaal: Mmax,sk	=	5858	Nm

b) Controle op sterkte en stabiliteit van de zijgevelspantkolom volgens EC3:
Hierbij komt de z-as overeen met de y-as (en y-as = x-as) bij NEN6770.

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} + \frac{|My.Ed|}{My.c.Rd} = \frac{|8386|}{310819} + \frac{|5858|}{7630} = 0.795$$

controle: 0.795 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Maximale spanning:

$$Sigma: \frac{|NEd|}{A} + \frac{|My.Ed|}{Wpl.y} = \frac{|8386|}{1094.8} + \frac{|5858|}{34.141} = 179.2 \ N/mm^2$$

UCspanning = Sigma/fy = 179.2 /235.0 = 0.763

controle: 0.763 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
Profiel alleen op trek belast, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie:
- zijgevelspantkolom (RHBK100*50*4.0 mm) voldoet qua sterkte/stabiliteit

c) Berekening van 1e-orde doorbuiging van de zijgevelspantkolom:
(halverwege funderingsvoet en aangrijpingspunt schoor; in rekentoestand)

$$\text{- Windstuwdruk + onderdruk: } \frac{5}{384} * \frac{2.929 * 4000^4}{1.10 * 2.1E5 * 134.4E4} = 31.56 \text{ mm}$$

(Voor de doorbuigingsreductiefactor 1.10; zie rapport BI-92-0063*)

---------- +

Totaal: u1-sk = 31.56 mm

(analoog in gebruikstoestand: u1-sk'= 24.75 mm)

d) 2e-orde doorbuiging in gebruikstoestand:

Aangezien de spantkolommen, vanwege de grote windzuiging, op trek worden belast, is de vergrotingsfactor gelijk aan 1.0.
Dus de 2e-orde horizontale verplaatsing in gebruikstoestand kan worden benaderd met de volgende (conservatieve) formule:

- u2-sk' = u1-sk'= 24.75 mm

e) Berekening van de toelaatbare doorbuiging van de zijgevelspantkolom:

Zonder belasting door gewasdraden geldt een limiet van 30.0 mm:
(conform artikel 11.2.4.1.)

- utoel-sk = h/150 < 30.0 mm
- 4000/150 = 26.67 mm, dus: utoel-sk = 26.67 mm

f) Controle van de toegestane doorbuiging van de zijgevelspantkolom:

- controle: 24.8 mm < 26.7 mm, dus: stijfheid voldoet.

Conclusie:
- zijgevelspantkolom (RHBK100*50*4.0 mm) voldoet qua stijfheid
  bij B.C.6 : b1) Dead load + Wind (Cpi negative, Cpe 1st bay up wind)

Met nadruk wordt erop gewezen, dat de zijgevelspantkolom óók moet voldoen aan de controle van de "gewone" spantkolommen.

7.15.5 Controle van de zijgevelgordingen:

a) Berekening van de krachtsverdeling:
- Windstuwdruk + onderdruk:
  Er wordt uitgegaan van een gelijkmatig verdeelde lijnbelasting:
  De windbelasting mag hier niet gereduceerd worden toegepast.
  - Qw,zgg = zgghohmax * (0.6 - (-0.3)) * gamma * qwind(ongereduceerd)
           = 1.600 m * (0.6 - (-0.3)) * 1.28 * 510 = 937   N/m

- Normaalkracht tgv scheefstand:	Nsg' = 0	N,	Nsg = 0	N
- Normaalkracht tgv gewasdraadboog:				
Trekkracht op de gevel per draad:	Tgd' = 0	N,	Tgd = 0	N
Normaalkracht in de draadboog:	Tdb' = 0	N,	Tdb = 0	N
Normaalkracht in de gording:	Ndb' = 0	N,	Ndb = 0	N
- Normaalkracht tgv regenleiding:	Nrg' = 0	N,	Nrg = 0	N
- Normaalkracht tgv belichting aan draad:	Nli' = 0	N,	Nli = 0	N

b) Controle van de sterkte van de zijgevelgordingen volgens EC3:

Gording 1 (RHBK80*50*3.0, S235 (EN10219))

Ned = -(Fxs * Nsg + Fgd * Ndb + Frg * Nrg + Fli * Nli)
Ned = -(0.000 * 0 + 0.000 * 0 + 0.000 * 0 + 0.000 * 0) = 0 N

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte (dubbele buiging bij rechthoekige kokerprofielen):
MN.y.Rd = My.Rd*(1 - (NEd/Nrd)²) = 4315 *(1 - (0 /201532)²) = 4315 Nm
MN.z.Rd = Mz.Rd*(1 - (NEd/Nrd)²) = 3310 *(1 - (0 /201532)²) = 3310 Nm
n = NEd/Nrd = 0 /201532 = 0.00
a = b = min(1.66*(1-1.13*n²), 6.0) = min(1.66*(1-1.13*0.00 ²), 6.0) = 1.66

$$UCsterkte = \left(\frac{|My.Ed|}{MN.y.Rd}\right)^{a} + \left(\frac{|Mz.Ed|}{MN.z.Rd}\right)^{b} = \left(\frac{|1523|}{4315}\right)^{1.66} + \left(\frac{|0|}{3310}\right)^{1.66} = 0.178$$

controle: 0.178 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Maximale spanning:

$$Sigma: \frac{|NEd|}{A} + \frac{|My.Ed|}{Wpl.y} + \frac{|Mz.Ed|}{Wpl.z} = \frac{|0|}{728.5} + \frac{|1523|}{19.160} + \frac{|0|}{13.812} = 79.5 \ N/mm^2$$

UCspanning = Sigma/fy = 79.5 /235.0 = 0.338

controle: 0.338 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
Ligger op drie scharnierende steunpunten, dus maximale moment bij het middensteunpunt.
Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.40 (het profiel is geschoord).
M1 = 1523.00 , M2 = 0.00 , Ms = -761.50 , Mkip = 177.39 , gelijkmatig verdeeld belast.
Interactiefactoren volgens bijlage B:
Kyy.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
= 0.40 * (1.0 + (1.46 - 0.2)*(|0 |/(0.329 *201532 /1.0)) = 0.40
Kyy.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
= 0.40 * (1.0 + 0.8*(|0 |/(0.329 *201532 /1.0)) = 0.40
Kyy.b = Min(Kyy.2, Kyy.3) = Min(0.40 , 0.40) = 0.40
Kzy.b = 0.6 * Kyy.b = 0.24

Kzz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
= 0.65 * (1.0 + (0.45 - 0.2)*(|0 |/(0.872 *201532 /1.0)) = 0.65
Kzz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
= 0.65 * (1.0 + 0.8*(|0 |/(0.872 *201532 /1.0)) = 0.65
Kzz.b = Min(Kzz.2, Kzz.3) = Min(0.65 , 0.65) = 0.65
Kyz.b = 0.6 * Kzz.b = 0.39

UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0) + Kyy.b*|My.Ed|/(ChiLT*My.Rk/1.0) + Kyz.b*|Mz.Ed|/(Mz.Rk/1.0)
= |0 |/(0.329 *201532 /1.0)
+ 0.40 *|1523.0 |/(1.00*4314.6 /1.0) + 0.39 *|0.0 |/(3310.2 /1.0)
= 0.000 + 0.141 + 0.000 = 0.141
UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0) + Kzy.b*|My.Ed|/(ChiLT*My.Rk/1.0) + Kzz.b*|Mz.Ed|/(Mz.Rk/1.0)
= |0 |/(0.872 *201532 /1.0)
+ 0.24 *|1523.0 |/(1.00*4314.6 /1.0) + 0.65 *|0.0 |/(3310.2 /1.0)
= 0.000 + 0.085 + 0.000 = 0.085

controle: 0.141 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

- Stijfheid:

$$delta.st = \frac{2}{384} * \frac{Q' * L^4}{E * Iy} = 6.08 \ mm$$

delta.max = min(4000 /150, 30) = 26.67 mm

UCstfh = delta.st / delta.max = 6.08 / 26.67 = 0.23

controle: 0.23 < 1.00, dus de stijfheid voldoet.

Vergrotingsfactor in gebruikstoestand: nx1 = Ncr/(Ned'+0.00001) = 80820 /(Ned'+0.00001) = 8.08E+9

Totale verplaatsing is dan: delta.st2 = delta.st * nx1/(nx1 - 1) = 6.08 mm

UCstfh 2e orde = delta.st2 / delta.max = 6.08 / 26.67 = 0.23

controle: 0.23 < 1.00, dus de stijfheid 2e orde voldoet.

Gording 2 (RHBK80*50*3.0, S235 (EN10219))

Ned = -(Fxs * Nsg + Fgd * Ndb + Frg * Nrg + Fli * Nli)
Ned = -(0.000 * 0 + 0.231 * 0 + 0.285 * 0 + 0.285 * 0) = 0 N

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte (dubbele buiging bij rechthoekige kokerprofielen):
MN.y.Rd = My.Rd*(1 - (NEd/Nrd)²) = 4315 *(1 - (0 /201532)²) = 4315 Nm
MN.z.Rd = Mz.Rd*(1 - (NEd/Nrd)²) = 3310 *(1 - (0 /201532)²) = 3310 Nm
n = NEd/Nrd = 0 /201532 = 0.00
a = b = min(1.66*(1-1.13*n²), 6.0) = min(1.66*(1-1.13*0.00 ²), 6.0) = 1.66

| |My.Ed| a |Mz.Ed| b |1523 | 1.66 | 0 | 1.66

UCsterkte = (-------) + (-------) = (--------) + (-------) = 0.178
MN.y.Rd MN.z.Rd 4315 3310

controle: 0.178 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Maximale spanning:

| |NEd| |My.Ed| |Mz.Ed| | 0 | | 1523 | | 0 |

Sigma: ----- + ------- + ------- = -------- + --------- + --------- = 79.5 N/mm²
A Wpl.y Wpl.z 728.5 19.160 13.812

UCspanning = Sigma/fy = 79.5 /235.0 = 0.338

controle: 0.338 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
Ligger op drie scharnierende steunpunten, dus maximale moment bij het middensteunpunt.
Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.40 (het profiel is geschoord).
M1 = 1523.00 , M2 = 0.00 , Ms = -761.50 , Mkip = 177.39 , gelijkmatig verdeeld belast.
Interactiefactoren volgens bijlage B:
Kyy.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
= 0.40 * (1.0 + (1.46 - 0.2)*(|0 |/(0.329 *201532 /1.0)) = 0.40
Kyy.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
= 0.40 * (1.0 + 0.8*(|0 |/(0.329 *201532 /1.0)) = 0.40
Kyy.b = Min(Kyy.2, Kyy.3) = Min(0.40 , 0.40) = 0.40
Kzy.b = 0.6 * Kyy.b = 0.24

Kzz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
= 0.65 * (1.0 + (0.45 - 0.2)*(|0 |/(0.872 *201532 /1.0)) = 0.65
Kzz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
= 0.65 * (1.0 + 0.8*(|0 |/(0.872 *201532 /1.0)) = 0.65
Kzz.b = Min(Kzz.2, Kzz.3) = Min(0.65 , 0.65) = 0.65
Kyz.b = 0.6 * Kzz.b = 0.39

UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0) + Kyy.b*|My.Ed|/(ChiLT*My.Rk/1.0) + Kyz.b*|Mz.Ed|/(Mz.Rk/1.0)
= |0 |/(0.329 *201532 /1.0)
+ 0.40 *|1523.0 |/(1.00*4314.6 /1.0) + 0.39 *|0.0 |/(3310.2 /1.0)
= 0.000 + 0.141 + 0.000 = 0.141
UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0) + Kzy.b*|My.Ed|/(ChiLT*My.Rk/1.0) + Kzz.b*|Mz.Ed|/(Mz.Rk/1.0)
= |0 |/(0.872 *201532 /1.0)
+ 0.24 *|1523.0 |/(1.00*4314.6 /1.0) + 0.65 *|0.0 |/(3310.2 /1.0)
= 0.000 + 0.085 + 0.000 = 0.085

controle: 0.141 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

- Stijfheid:

$$delta.st = \frac{2}{384} * \frac{Q' * L^4}{E * Iy} = 6.08 \ mm$$

delta.max = min(4000 /150, 30) = 26.67 mm

UCstfh = delta.st / delta.max = 6.08 / 26.67 = 0.23

controle: 0.23 < 1.00, dus de stijfheid voldoet.

Vergrotingsfactor in gebruikstoestand: nx1 = Ncr/(Ned'+0.00001) = 80820 /(Ned'+0.00001) = 8.08E+9

Totale verplaatsing is dan: delta.st2 = delta.st * nx1/(nx1 - 1) = 6.08 mm

UCstfh 2e orde = delta.st2 / delta.max = 6.08 / 26.67 = 0.23

controle: 0.23 < 1.00, dus de stijfheid 2e orde voldoet.

Gording 3 (RHBK80*50*3.0, S235 (EN10219))

Ned = -(Fxs * Nsg + Fgd * Ndb + Frg * Nrg + Fli * Nli)
Ned = -(0.000 * 0 + 0.769 * 0 + 0.715 * 0 + 0.715 * 0) = 0 N

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte (dubbele buiging bij rechthoekige kokerprofielen):
MN.y.Rd = My.Rd*(1 - (NEd/Nrd)²) = 4315 *(1 - (0 /201532)²) = 4315 Nm
MN.z.Rd = Mz.Rd*(1 - (NEd/Nrd)²) = 3310 *(1 - (0 /201532)²) = 3310 Nm
n = NEd/Nrd = 0 /201532 = 0.00
a = b = min(1.66*(1-1.13*n²), 6.0) = min(1.66*(1-1.13*0.00 ²), 6.0) = 1.66

	|My.Ed|	a	|Mz.Ed|	b		879		1.66		0		1.66
UCsterkte = (	-------	)	+ (	-------	) = (	--------	)	+ (	-------	)	= 0.071
	MN.y.Rd			MN.z.Rd		4315			3310		

controle: 0.071 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Maximale spanning:

	|NEd|	|My.Ed|	|Mz.Ed|		0			879			0		
Sigma:	-----	+	-------	+	-------	=	--------	+	---------	+	---------	= 45.9	N/mm²
	A		Wpl.y		Wpl.z		728.5		19.160		13.812		

UCspanning = Sigma/fy = 45.9 /235.0 = 0.195

controle: 0.195 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
Ligger op drie scharnierende steunpunten, dus maximale moment bij het middensteunpunt.
Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.40 (het profiel is geschoord).
M1 = 878.65 , M2 = 0.00 , Ms = -439.33 , Mkip = 102.34 , gelijkmatig verdeeld belast.
Interactiefactoren volgens bijlage B:
Kyy.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
= 0.40 * (1.0 + (1.46 - 0.2)*(|0 |/(0.329 *201532 /1.0)) = 0.40
Kyy.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
= 0.40 * (1.0 + 0.8*(|0 |/(0.329 *201532 /1.0)) = 0.40
Kyy.b = Min(Kyy.2, Kyy.3) = Min(0.40 , 0.40) = 0.40
Kzy.b = 0.6 * Kyy.b = 0.24

Kzz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
= 0.65 * (1.0 + (0.45 - 0.2)*(|0 |/(0.872 *201532 /1.0)) = 0.65
Kzz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
= 0.65 * (1.0 + 0.8*(|0 |/(0.872 *201532 /1.0)) = 0.65
Kzz.b = Min(Kzz.2, Kzz.3) = Min(0.65 , 0.65) = 0.65
Kyz.b = 0.6 * Kzz.b = 0.39

UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0) + Kyy.b*|My.Ed|/(ChiLT*My.Rk/1.0) + Kyz.b*|Mz.Ed|/(Mz.Rk/1.0)
= |0 |/(0.329 *201532 /1.0)
+ 0.40 *|878.7 |/(1.00*4314.6 /1.0) + 0.39 *|0.0 |/(3310.2 /1.0)
= 0.000 + 0.081 + 0.000 = 0.081
UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0) + Kzy.b*|My.Ed|/(ChiLT*My.Rk/1.0) + Kzz.b*|Mz.Ed|/(Mz.Rk/1.0)
= |0 |/(0.872 *201532 /1.0)
+ 0.24 *|878.7 |/(1.00*4314.6 /1.0) + 0.65 *|0.0 |/(3310.2 /1.0)
= 0.000 + 0.049 + 0.000 = 0.049

controle: 0.081 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

- Stijfheid:

$$delta.st = \frac{2}{384} * \frac{Q' * L^4}{E * Iy} = 3.51 \quad mm$$

delta.max = min(4000 /150, 30) = 26.67 mm

UCstfh = delta.st / delta.max = 3.51 / 26.67 = 0.13

controle: 0.13 < 1.00, dus de stijfheid voldoet.

Vergrotingsfactor in gebruikstoestand: nx1 = Ncr/(Ned'+0.00001) = 80820 /(Ned'+0.00001) = 8.08E+9

Totale verplaatsing is dan: delta.st2 = delta.st * nx1/(nx1 - 1) = 3.51 mm

UCstfh 2e orde = delta.st2 / delta.max = 3.51 / 26.67 = 0.13

controle: 0.13 < 1.00, dus de stijfheid 2e orde voldoet.

7.15.6 Controle van de poeren (in gebruikstoestand):

a) Berekening van de verticale belasting per poer:

- Verticale belasting per kolom (neerwaarts = +): Fsk'+ Fpsk'= -6503 N
- Eigen gewicht van de gevelkolom (1.00 * 344) : Fegk' = 344 N
- Eigen gewicht paal, poer en grond (1.00 * 7789) : Gfund = 7789 N
- Gewicht randfundering (1.00 * 4.000 * 350) : Grand = 1400 N
- Gewicht gevelomhulling(1.00 * 4.0 * 4.000 * 130): Ggevel= 2080 N

---------- +

- Vert. belasting per poer: Fvp = 5110 N

Aangezien de totale verticale belasting per poer positief is, is sprake van een neerwaartse belasting op de ondergrond.

b) Berekening van het maatgevend kantelmoment ten gevolge van de belastingen:

- Horizontaal: Mhp = (Rf'+ Fhk') * (fh + D + H)
  = (4594 + 396)*(0.300 + 0.200 + 0.980) = 7385 Nm
- Verticaal : Mvp = |Fvp| * 0.5 * B
  = |5110 | * 0.5 * 0.532 = 1359 Nm

---------- +

- Kantelmoment per poer: Mp = Mhp + Mvp Mp = 8744 Nm

Bij een opwaarts bezwijkmodel (OBM) geldt:
- Kantelmoment per poer: Mp = Mhp - Mvp Mp = 6027 Nm

c) Controle van de kantelstabiliteit (neerwaartse belasting):

- Momentenevenwicht bij een neerwaarts bezwijkmodel (NBM):
  - controle : 8744 Nm < 31108 Nm, dus: voldoet.

- Momentenevenwicht bij een opwaarts bezwijkmodel (OBM):
  - controle : 6027 Nm < 6028 Nm, dus: voldoet. (maatgevend)

- Verticaal evenwicht:
  - controle :| 5110 N |< 93794 N, dus: voldoet.

- Horizontaal evenwicht:
  - controle : 4990 N < 8743 N, dus: voldoet.

d) Controle van de zettingen:

- Berekening van de momentane (lees: permanente) belastingen:

  Verticale belasting per zijgevel per vakmaat:

  - Eigen gewicht dek = 32 N/m²
  - Neerwaartse belasting gevel = 32 * 9.60 / 2 * 4.00 = 614 N
  - E.g. goot bij de gevel = (1+1)/2 * 1.00 * 34 * 4.00 = 136 N
  - Eigen gewicht van het spant = 1.00 * 920 / 2 = 460 N
  - E.g. leidingen (incl. inhoud) = 0.00 * 0 * 4.00 = 0 N

  ---------- +

  Totaal = 1210 N

  Verticale belasting per zijgevelspantkolom:

  - Fsvd1 = 1210 - 0 = 1210 N

  - Verticale belasting per kolom (neerwaarts = +) : Fsvd1 = 1210 N
  - Eigen gewicht paal, poer en grond : Gfund = 7789 N
  - Eigen gewicht randfundering = 4.000 * 350 : Grand = 1400 N

  ---------- +

  - Vert. belasting per : Fsvd = 10399 N

- Berekening van de effectieve spanningsverhoging onder de poer:

  De resulterende verticale effectieve spanning onder de poer
  t.g.v. de momentane belastingen, bedraagt:

$$Svd0 = \frac{Fsvd}{Apoer} = \frac{10399}{pi/4 * 600^2} = 0.037 \text{ N/mm}^2$$

  De oorspronkelijke verticale effectieve spanning is/was:

$$Svod0 = sg * (Dpoer + hpoer) = 0.0000180 * (200 + 980) = 0.021 \text{ N/mm}^2$$

  De effectieve spanningsverhoging onder de poer, uitgaande van een
  volledig gedraineerde toestand, volgt uit:

$$dSvd0 = Svd0 - Svod0 = 0.037 - 0.021 = 0.016 \text{ N/mm}^2$$

- Berekening van de effectieve zettingsdiepte (NEN 6744 art. 6.1):

  Bij het bepalen van de zakking moeten die grondlagen in beschouwing
  zijn genomen, waarbij de toename van de verticale effectieve spanning
  groter is dan 20% van de oorspronkelijke verticale effectieve
  spanning.
  In formule: $dSvd(z) > 0.20 * Svod(z)$
  waarin:

$$dSvd(z) = dSvd0 * \left[1 - \frac{1}{\left(\frac{0.5 * dpoer}{z} \right)^{1.5}} \right]$$

  Afname van de toename van de verticale effectieve spanning onder de fundatie-poer als functie van de diepte z

Svod(z) = sg * (z + Dpoer + hpoer) Idem, voor de oorspronkelijke verticale effectieve spanning.

De effectieve zettingsdiepte is de totale hoogte/diepte van de grondlagen onder de poer, dat volgens bovenstaande definitie in beschouwing moet zijn genomen bij de berekening van de zettingen.

De effectieve zettingsdiepte wordt door middel van een iteratieve nulpuntsbepaling bepaald waarbij moet gelden:

dSvd(zeff) = 0.20 * Svod(zeff) geeft: zeff = 0.230 m

- Bepaling van de resulterende effectieve zetting (NEN 6744 hfdst.6):

De resulterende effectieve zetting kan uiteindelijk worden bepaald door integratie van de samendrukking van de grond onder de poer tot aan de effectieve zettingsdiepte m.b.v. de formule van Terzaghi.

- Berekening van de primaire zetting (art. 6.2):

$$weff1 = \frac{Cceff}{1 + eporie} * \int_0^{zeff} ln\left(\frac{Svod(z) + dSvd(z)}{Svod(z)}\right) dz =$$

$$= \frac{0.006}{1 + 0.6} * \int_0^{0.230} ln\left(\frac{Svod(z) + dSvd(z)}{Svod(z)}\right) dz = 0.000 \text{ m}$$

- Berekening van de secundaire zetting over 15 jaar (art. 6.3):

$$weff2 = Cinfe * zeff * \log\left(\frac{15*365}{1}\right) = 0.000 * 0.230 * 3.738 = 0.000 \text{ m}$$

- Totaal (art. 6.1): weff = weff1 + weff2 = 0.000 + 0.000 = 0.000 m

Controle van de resulterende effectieve zetting:

Volgens NEN 6740 art. 5.2.2.1 mag de zetting niet groter zijn dan 0.15 m. In diverse gemeenten wordt ook (nog) wel gewerkt met een toelaatbare zetting van 0.10 meter. Mede daarom en omdat uitgegaan is van een gedraineerde toestand, wordt in CASTA/Kassenbouw ook gerekend met een toelaatbare zetting van 0.10 m. Er wordt als het ware een veiligheidsfactor 1.5 op NEN 6740 art. 5.2.2.1 gelegd, met name voor een niet-volledig gedraineerde toestand van de grond.

wtoel = 0.100 m

Controle zetting: 0.000 m < 0.100 m, dus: voldoet.

Conclusie:
- Poeren BPRD600*980 mm voldoen
  bij B.C.6: b1) Dead load + Wind (Cpi negative, Cpe 1st bay up wind)

7.15.7 Controle van de ZEUS 120x120x1000ZW (R8+M10)

a) Bepaling van de belastingen per paal in rekentoestand:
- Verticale belasting per kolom (neerwaarts = +): Fsk + Fpsk = -8599 N
- Eigen gewicht van de gevelkolom (1.02 * 344) : Fegk = 351 N
- Gewicht gevelomhulling(1.02 * 4.0 * 4.000 * 130): Ggevel= 2124 N

---------- +

- Verticale belasting per paal: Nd = -6124 N

  Inclusief gewicht kolom en gevel:
  NEd = Fsk + Fpsk + g.eg*Fegk' + Ggevel = -8599 + 1.02*344 + 2080 = -5773 N

- Maatgevend moment in de paal, ter plaatse van de poeraansluiting:
  Md = Rf * (fh + Dpoer) = 5101 * (0.300 + 0.200) = 2550 Nm
- Belasting op het anker (ideële belasting):
  Fi = Rf = 0 N

b) Doorsnedecontrole van de paal met behulp van het Mu-Nu diagram:

Bij het invullen van de gegeven normaalkracht NEd = -5773 N in het Mu-Nu diagram wordt de momentencapaciteit Mcap verkregen door rechtlijnige interpolatie tussen de punten waar NEd ligt. Mcap = 3517 Nm

c) Uitrekkracht van de paal in de poer (zonder wapeningsstaaf):

Optredende schuifspanning op de betonpoer wordt alleen berekend indien NEd + Gpaal < 0 N en er geen wapeningsstaaf wordt toegepast.

NEd + Gpaal = -5773 + 346 = -5427 N < 0 N, dus controle relevant.

$$\text{Sigmap} = \frac{|\text{NEd + Gpaal}|}{\text{As}} = \frac{|-5427|}{1E+5} = 0.05 \text{ N/mm}^2$$

d) Controle van de betonpaalcapaciteit:

- Moment:	Md =	2550 Nm	<	Mcap =	3517 Nm,	dus: voldoet.
- Dwarskracht:	Fhk =	5101 N	<	Vp =	9504 N,	dus: voldoet.
- Anker:	Fi =	0 N	<	Fa =	22265 N,	dus: voldoet.
- Uittrekkracht:	Sigmap =	0.05 N/mm²	<	Sigmau =	0.36 N/mm²,	dus: voldoet.

Conclusie:
- Palen ZEUS 120x120x1000ZW (R8+M10) voldoen
  bij B.C.6 : b1) Dead load + Wind (Cpi negative, Cpe 1st bay up wind)

Voor de controle van de prefab-afsluitplaten en de prefab-betonpalen wordt verwezen naar de (toetsingsrapporten van de) leverancier.

7.16 B.C.7: c1) Dead load + Services + Crop + repair/incident actions

7.16.1 Berekening van de normaalkracht in de zijgevelspantkolommen (trek = +):

a) Berekening van de verticale belasting per zijgevel per vakmaat
   (neerwaarts = +):
   In gebruikstoestand:
   - Eigen gewicht dek (1.00 * 32)=   32 N/m²
   - Gewasbelasting (1.00 * 0   )   =   0 N/m²
   - Installaties (1.00 * 70)   =   70 N/m²
                          ------------------ +
                          Totaal : 102 N/m²
   - Neerwaartse belasting gevel = 102 * 9.60 / 2 * 4.00   =   1958 N
   - E.g. goot bij de gevel = (1+1)/2 * 1.00 * 34 * 4.00   =   136 N
   - Eigen gewicht van het spant = 1.00 * 920 / 2   =   460 N
   - E.g. leidingen (incl. inhoud) = 1.00 * 0   * 4.00   =   0 N
   - Gewicht kasdekreiniger = (1.00 * 0   * (2*1-1)/1)   =   0 N
   - Transportlast = 1.00 * max(1250 , 1000) + 1.00*0   =   1250 N
                                                  ----------------- +
                                                    Totaal =   3804 N
                                                Fvg' = -N' =   3804 N
   In rekentoestand:
   - Eigen gewicht dek (1.15 * 32)=   37 N/m²
   - Gewasbelasting (1.28 * 0   )   =   0 N/m²
   - Installaties (1.15 * 70)   =   80 N/m²
                          ------------------ +
                          Totaal : 117 N/m²
   - Neerwaartse belasting gevel = 117 * 9.60 / 2 * 4.00   =   2247 N
   - E.g. goot bij de gevel = (1+1)/2 * 1.15 * 34 * 4.00   =   156 N
   - Eigen gewicht van het spant = 1.15 * 920 / 2   =   528 N
   - E.g. leidingen (incl. inhoud) = 1.15 * 0   * 4.00   =   0 N
   - Gewicht kasdekreiniger = (1.15 * 0   * (2*1-1)/1)   =   0 N
   - Transportlast = 1.28 * max(1250 , 1000) + 1.15*0   =   1594 N
                                                  ----------------- +
                                                    Totaal =   4525 N
                                                 Fvg = -N =   4525 N

7.16.2 Berekening van de horizontale belastingen in de zijgevelspantkolommen:

a) Het horizontale moment ten gevolge van scheefstand:

Berekening van de verticale belasting per middenkolom (neerwaarts = +):
In gebruikstoestand:
- Neerwaartse belasting per kolom = 102 * 9.60 * 4.00 = 3917 N
- Eigen gewicht van de goot = 1 * 1.00 * 34 * 4.00 = 136 N
- Eigen gewicht van het spant = 1.00 * 920 = 920 N

---------- +
Totaal = 4973 N
Fvk' = -N' = 4973 N

In rekentoestand:
- Neerwaartse belasting per kolom = 117 * 9.60 * 4.00 = 4495 N
- Eigen gewicht van de goot = 1 * 1.15 * 34 * 4.00 = 156 N
- Eigen gewicht van het spant = 1.15 * 920 = 1056 N

---------- +
Totaal = 5706 N
Fvk = -N = 5706 N

Horizontale (wind)krachten op het dek en op de zijgevels:

Bij afwezigheid van wind speelt alleen de horizontale kracht ten gevolge van scheefstand een rol (rekentoestand):
- initiële scheefstand: Fh = 1/267 * |5706 | * 11 = 235 N

- In gebruikstoestand:

Fh,tot' = 1/267 * |4973 | * 11 = 205 N

Fhk' = 205 /(11+1) = 17 N, Fhk = 235 /(11+1) = 20 N (rekentoestand)

Ten gevolge van de horizontale scheefstand van de kasconstructie onstaat er een normaalkracht (druk) in de fundering van de rechter zijgevelkolommen waarvan de grootte afhankelijk is van de lengte van de aanpendelende constructie.
De normaalkracht in gebruikstoestand wordt bij benadering als volgt berekend:

$$\text{Fpsk}' = 205 * \frac{3.70}{11 * 9.60} = 7 \text{ N}$$

b) Berekening van de horizontale belastingen van de zijgevelspantkolom:

- Er is bij deze belastingcombinatie geen windbelasting.
  - Qw,zgk = 0

- Er is geen rekening gehouden met gewasdraden aan de zijgevels.
  - Fgd,zgk = 0 N

- Er is geen rekening gehouden met schermdraden aan de zijgevels.
  - Fsd,zgk = 0 N

- Er is geen rekening gehouden met regenleidingdraden aan de zijgevels.
  - Frl,zgk = 0 N

- Er is geen rekening gehouden met belichtingsdraden aan de zijgevels.
  - Fab,zgk = 0 N

- Totale belasting ter hoogte van de onderrand van de vakwerkligger:
  - For,zgk = For + Fhv,zgk + Frl,zgk + Fab,zgk =
  = 0 N + 0 N + 0 N + 0 N = 0 N

- Geen belasting ter hoogte van de bovenrand van de vakwerkligger:
  - Fbr,zgk = 0 N

c) Berekening van het uitwendig moment t.g.v. de leidingen + inhoud:
- Er is geen rekening gehouden met waterleidingen aan de zijgevels.

7.16.3 Berekening van de krachtsverdeling van de zijgevelspantkolom:

Oplegreacties:

$$\text{- fundering: } Rf = -\frac{1}{2}*Qw*h + \frac{h\text{-}hgd}{h}*Fgd + \frac{h\text{-}hor}{h}*For + \frac{h\text{-}hbr}{h}*Fbr + \frac{Mwl}{h}$$

= 0 + 0 + 0 + 0 + 0 = 0 N

analoog in gebruikstoestand:

Rf' = 0 + 0 + 0 + 0 + 0 = 0 N

- goot: Rg = Qw*h + Fgd + For + Fbr - Rf
= 0 + 0 + 0 + 0 - 0 = 0 N

7.16.4 Controle van de zijgevelspantkolom (RHBK100*50*4.0 mm) (S235 (EN10219)):

a) Berekening van de krachtsverdeling:

Dwarskrachten (van de fundering (onder=o) naar de goot (boven=b)):

- fundering	: Qf	= Rf	=	0	=	0 N
- gewasdraden:	Qogd	= Qf - Qw*hgd	=	0 -	0 =	0 N
	Qbgd	= Qogd - Fgd	=	0 -	0 =	0 N
- onderrand	: Qoor	= Qbgd - Qw*(hor-hgd)	=	0 -	0 =	0 N
	Qbor	= Qoor - For	=	0 -	0 =	0 N
- bovenrand	: Qobr	= Qbor - Qw*(hbr-hor)	=	0 -	0 =	0 N
	Qbbr	= Qobr - Fbr	=	0 -	0 =	0 N
- goot	: Qg	= Qbbr - Qw*(h-hbr)	=	0 -	0 =	0 N

Het maximale buigende moment treedt op t.p.v. het dwarskrachtennulpunt.
Uit bovenstaande dwarskrachten blijkt dat het dwarskrachtennulpunt is
gelegen tussen de bovenrand van de vakwerkligger en het dek
op een afstand van 4.000 meter boven de voet.

Berekening van het maximale buigende moment in het veld:
- Windstuwdruk + onderdruk: 0 * 4.00/2 * (4.00-4.00) = 0 Nm
---------- +
Totaal: Mmax,sk = 0 Nm

b) Controle op sterkte en stabiliteit van de zijgevelspantkolom volgens EC3:
Hierbij komt de z-as overeen met de y-as (en y-as = x-as) bij NEN6770.

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} + \frac{|My.Ed|}{My.c.Rd} = \frac{|-4525|}{310819} + \frac{|0|}{7630} = 0.015$$

controle: 0.015 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Maximale spanning:

$$Sigma: \frac{|NEd|}{A} + \frac{|My.Ed|}{Wpl.y} = \frac{|-4525|}{1094.8} + \frac{|0|}{34.141} = 4.1 \quad N/mm^2$$

UCspanning = Sigma/fy = 4.1 /235.0 = 0.018

controle: 0.018 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
Interactiefactoren volgens bijlage B:
Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
= 0.90 * (1.0 + (1.22 - 0.2)*(|-4525 |/(0.426 *310819 /1.0)) = 0.93
Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
= 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-4525 |/(0.426 *310819 /1.0)) = 0.92
Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(0.93 , 0.92) = 0.92
Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.55

UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
= |-4525 |/(0.426 *310819 /1.0)+0.92 *|0.0 |/(1.00*7630.0 /1.0)
= 0.034 + 0.000 = 0.034
UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
= |-4525 |/(0.181 *310819 /1.0)+0.55 *|0.0 |/(1.00*7630.0 /1.0)
= 0.081 + 0.000 = 0.081

Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.034 , 0.081) = 0.081

controle: 0.081 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie:
- zijgevelspantkolom (RHBK100*50*4.0 mm) voldoet qua sterkte/stabiliteit

c) Berekening van 1e-orde doorbuiging van de zijgevelspantkolom:
   (halverwege funderingsvoet en aangrijpingspunt schoor; in rekentoestand)

$$\text{- Windstuwdruk + onderdruk: } \frac{5}{384} * \frac{0.000 * 4000^4}{1.10 * 2.1E5 * 134.4E4} = 0.00 \text{ mm}$$

   (Voor de doorbuigingsreductiefactor 1.10; zie rapport BI-92-0063*)

Totaal: u1-sk = 0.00 mm
(analoog in gebruikstoestand: u1-sk'= 0.00 mm)

d) 2e-orde doorbuiging in gebruikstoestand:

   De 2e-orde horizontale verplaatsing in gebruikstoestand kan worden
   benaderd met de volgende (conservatieve) formule:

$$\text{- u2-sk'} = \frac{\text{nysk'}}{\text{nysk'-1}} * \text{u1-sk'}$$

   - Vergrotingsfactor: - nysk' = 174067 / |-3804 | = 45.75
   - nysk'/nysk'-1 = 1.02

   Invullen van de bekende gegevens resulteert in een doorbuiging, groot:

   - u2-sk' = 1.02 * 0.00 = 0.00 mm

e) Berekening van de toelaatbare doorbuiging van de zijgevelspantkolom:

   Zonder belasting door gewasdraden geldt een limiet van 30.0 mm:
   (conform artikel 11.2.4.1.)

   - utoel-sk = h/150 < 30.0 mm
   - 4000/150 = 26.67 mm, dus: utoel-sk = 26.67 mm

f) Controle van de toegestane doorbuiging van de zijgevelspantkolom:

   - controle: 0.0 mm < 26.7 mm, dus: stijfheid voldoet.

Conclusie:
- zijgevelspantkolom (RHBK100*50*4.0 mm) voldoet qua stijfheid
  bij B.C.7 : c1) Dead load + Services + Crop + repair/incident actions

  Met nadruk wordt erop gewezen, dat de zijgevelspantkolom óók moet voldoen
  aan de controle van de "gewone" spantkolommen.

7.16.5 Controle van de zijgevelgordingen:

- Normaalkracht tgv scheefstand:	Nsg' = 0	N,	Nsg = 0	N
- Normaalkracht tgv gewasdraadboog:				
Trekkracht op de gevel per draad:	Tgd' = 0	N,	Tgd = 0	N
Normaalkracht in de draadboog:	Tdb' = 0	N,	Tdb = 0	N
Normaalkracht in de gording:	Ndb' = 0	N,	Ndb = 0	N
- Normaalkracht tgv regenleiding:	Nrg' = 0	N,	Nrg = 0	N
- Normaalkracht tgv belichting aan draad:	Nli' = 0	N,	Nli = 0	N

b) Controle van de sterkte van de zijgevelgordingen volgens EC3:

Gording 1 (RHBK80*50*3.0, S235 (EN10219))

Ned = -(Fxs * Nsg + Fgd * Ndb + Frg * Nrg + Fli * Nli)
Ned = -(0.000 * 0 + 0.000 * 0 + 0.000 * 0 + 0.000 * 0) = 0 N

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte (dubbele buiging bij rechthoekige kokerprofielen):
MN.y.Rd = My.Rd*(1 - (NEd/Nrd)²) = 4315 *(1 - (0 /201532)²) = 4315 Nm
MN.z.Rd = Mz.Rd*(1 - (NEd/Nrd)²) = 3310 *(1 - (0 /201532)²) = 3310 Nm
n = NEd/Nrd = 0 /201532 = 0.00
a = b = min(1.66*(1-1.13*n²), 6.0) = min(1.66*(1-1.13*0.00 ²), 6.0) = 1.66

$$UCsterkte = \left(\frac{|My.Ed|}{MN.y.Rd}\right)^{a} + \left(\frac{|Mz.Ed|}{MN.z.Rd}\right)^{b} = \left(\frac{|0|}{4315}\right)^{1.66} + \left(\frac{|0|}{3310}\right)^{1.66} = 0.000$$

controle: 0.000 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Maximale spanning:

$$Sigma: \frac{|NEd|}{A} + \frac{|My.Ed|}{Wpl.y} + \frac{|Mz.Ed|}{Wpl.z} = \frac{|0|}{728.5} + \frac{|0|}{19.160} + \frac{|0|}{13.812} = 0.0 \ N/mm^2$$

UCspanning = Sigma/fy = 0.0 /235.0 = 0.000

controle: 0.000 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
Ligger op drie scharnierende steunpunten, dus maximale moment bij het middensteunpunt.
Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.40 (het profiel is geschoord).
M1 = 0.00 , M2 = 0.00 , Ms = 0.00 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
Interactiefactoren volgens bijlage B:
Kyy.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
= 0.40 * (1.0 + (1.46 - 0.2)*(|0 |/(0.329 *201532 /1.0)) = 0.40
Kyy.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
= 0.40 * (1.0 + 0.8*(|0 |/(0.329 *201532 /1.0)) = 0.40
Kyy.b = Min(Kyy.2, Kyy.3) = Min(0.40 , 0.40) = 0.40
Kzy.b = 0.6 * Kyy.b = 0.24

Kzz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
= 0.40 * (1.0 + (0.45 - 0.2)*(|0 |/(0.872 *201532 /1.0)) = 0.40
Kzz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
= 0.40 * (1.0 + 0.8*(|0 |/(0.872 *201532 /1.0)) = 0.40
Kzz.b = Min(Kzz.2, Kzz.3) = Min(0.40 , 0.40) = 0.40
Kyz.b = 0.6 * Kzz.b = 0.24

UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0) + Kyy.b*|My.Ed|/(ChiLT*My.Rk/1.0) + Kyz.b*|Mz.Ed|/(Mz.Rk/1.0)
= |0 |/(0.329 *201532 /1.0)
+ 0.40 *|0.0 |/(1.00*4314.6 /1.0) + 0.24 *|0.0 |/(3310.2 /1.0)
= 0.000 + 0.000 + 0.000 = 0.000
UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0) + Kzy.b*|My.Ed|/(ChiLT*My.Rk/1.0) + Kzz.b*|Mz.Ed|/(Mz.Rk/1.0)
= |0 |/(0.872 *201532 /1.0)
+ 0.24 *|0.0 |/(1.00*4314.6 /1.0) + 0.40 *|0.0 |/(3310.2 /1.0)
= 0.000 + 0.000 + 0.000 = 0.000

controle: 0.000 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

- Stijfheid:

$$delta.st = \frac{2}{384} * \frac{Q' * L^4}{E * Iy} = 0.00 \quad mm$$

delta.max = min(4000 /150, 30) = 26.67 mm

UCstfh = delta.st / delta.max = 0.00 / 26.67 = 0.00

controle: 0.00 < 1.00, dus de stijfheid voldoet.

Vergrotingsfactor in gebruikstoestand: nx1 = Ncr/(Ned'+0.00001) = 80820 /(Ned'+0.00001) = 0.000

Totale verplaatsing is dan: delta.st2 = delta.st * nx1/(nx1 - 1) = 0.00 mm

UCstfh 2e orde = delta.st2 / delta.max = 0.00 / 26.67 = 0.00

controle: 0.00 < 1.00, dus de stijfheid 2e orde voldoet.

Gording 2 (RHBK80*50*3.0, S235 (EN10219))

Ned = -(Fxs * Nsg + Fgd * Ndb + Frg * Nrg + Fli * Nli)
Ned = -(0.000 * 0 + 0.231 * 0 + 0.285 * 0 + 0.285 * 0) = 0 N

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte (dubbele buiging bij rechthoekige kokerprofielen):
MN.y.Rd = My.Rd*(1 - (NEd/Nrd)²) = 4315 *(1 - (0 /201532)²) = 4315 Nm
MN.z.Rd = Mz.Rd*(1 - (NEd/Nrd)²) = 3310 *(1 - (0 /201532)²) = 3310 Nm
n = NEd/Nrd = 0 /201532 = 0.00
a = b = min(1.66*(1-1.13*n²), 6.0) = min(1.66*(1-1.13*0.00 ²), 6.0) = 1.66

$$UCsterkte = \left(\frac{|My.Ed|}{MN.y.Rd}\right)^{a} + \left(\frac{|Mz.Ed|}{MN.z.Rd}\right)^{b} = \left(\frac{|0|}{4315}\right)^{1.66} + \left(\frac{|0|}{3310}\right)^{1.66} = 0.000$$

controle: 0.000 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Maximale spanning:

$$Sigma: \frac{|NEd|}{A} + \frac{|My.Ed|}{Wpl.y} + \frac{|Mz.Ed|}{Wpl.z} = \frac{|0|}{728.5} + \frac{|0|}{19.160} + \frac{|0|}{13.812} = 0.0 \ N/mm^2$$

UCspanning = Sigma/fy = 0.0 /235.0 = 0.000

controle: 0.000 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
Ligger op drie scharnierende steunpunten, dus maximale moment bij het middensteunpunt.
Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.40 (het profiel is geschoord).
M1 = 0.00 , M2 = 0.00 , Ms = 0.00 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
Interactiefactoren volgens bijlage B:
Kyy.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
= 0.40 * (1.0 + (1.46 - 0.2)*(|0 |/(0.329 *201532 /1.0)) = 0.40
Kyy.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
= 0.40 * (1.0 + 0.8*(|0 |/(0.329 *201532 /1.0)) = 0.40
Kyy.b = Min(Kyy.2, Kyy.3) = Min(0.40 , 0.40) = 0.40
Kzy.b = 0.6 * Kyy.b = 0.24

Kzz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
= 0.40 * (1.0 + (0.45 - 0.2)*(|0 |/(0.872 *201532 /1.0)) = 0.40
Kzz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
= 0.40 * (1.0 + 0.8*(|0 |/(0.872 *201532 /1.0)) = 0.40
Kzz.b = Min(Kzz.2, Kzz.3) = Min(0.40 , 0.40) = 0.40
Kyz.b = 0.6 * Kzz.b = 0.24

UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0) + Kyy.b*|My.Ed|/(ChiLT*My.Rk/1.0) + Kyz.b*|Mz.Ed|/(Mz.Rk/1.0)
= |0 |/(0.329 *201532 /1.0)
+ 0.40 *|0.0 |/(1.00*4314.6 /1.0) + 0.24 *|0.0 |/(3310.2 /1.0)
= 0.000 + 0.000 + 0.000 = 0.000
UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0) + Kzy.b*|My.Ed|/(ChiLT*My.Rk/1.0) + Kzz.b*|Mz.Ed|/(Mz.Rk/1.0)
= |0 |/(0.872 *201532 /1.0)
+ 0.24 *|0.0 |/(1.00*4314.6 /1.0) + 0.40 *|0.0 |/(3310.2 /1.0)
= 0.000 + 0.000 + 0.000 = 0.000

controle: 0.000 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

- Stijfheid:

$$delta.st = \frac{2}{384} * \frac{Q' * L^4}{E * Iy} = 0.00 \quad mm$$

delta.max = min(4000 /150, 30) = 26.67 mm

UCstfh = delta.st / delta.max = 0.00 / 26.67 = 0.00

controle: 0.00 < 1.00, dus de stijfheid voldoet.

Vergrotingsfactor in gebruikstoestand: nx1 = Ncr/(Ned'+0.00001) = 80820 /(Ned'+0.00001) = 0.000

Totale verplaatsing is dan: delta.st2 = delta.st * nx1/(nx1 - 1) = 0.00 mm

UCstfh 2e orde = delta.st2 / delta.max = 0.00 / 26.67 = 0.00

controle: 0.00 < 1.00, dus de stijfheid 2e orde voldoet.

Gording 3 (RHBK80*50*3.0, S235 (EN10219))

Ned = -(Fxs * Nsg + Fgd * Ndb + Frg * Nrg + Fli * Nli)
Ned = -(0.000 * 0 + 0.769 * 0 + 0.715 * 0 + 0.715 * 0) = 0 N

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte (dubbele buiging bij rechthoekige kokerprofielen):
MN.y.Rd = My.Rd*(1 - (NEd/Nrd)²) = 4315 *(1 - (0 /201532)²) = 4315 Nm
MN.z.Rd = Mz.Rd*(1 - (NEd/Nrd)²) = 3310 *(1 - (0 /201532)²) = 3310 Nm
n = NEd/Nrd = 0 /201532 = 0.00
a = b = min(1.66*(1-1.13*n²), 6.0) = min(1.66*(1-1.13*0.00 ²), 6.0) = 1.66

$$UCsterkte = \left(\frac{|My.Ed|}{MN.y.Rd}\right)^{a} + \left(\frac{|Mz.Ed|}{MN.z.Rd}\right)^{b} = \left(\frac{|0|}{4315}\right)^{1.66} + \left(\frac{|0|}{3310}\right)^{1.66} = 0.000$$

controle: 0.000 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Maximale spanning:

$$Sigma: \frac{|NEd|}{A} + \frac{|My.Ed|}{Wpl.y} + \frac{|Mz.Ed|}{Wpl.z} = \frac{|0|}{728.5} + \frac{|0|}{19.160} + \frac{|0|}{13.812} = 0.0 \ N/mm^2$$

UCspanning = Sigma/fy = 0.0 /235.0 = 0.000

controle: 0.000 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
Ligger op drie scharnierende steunpunten, dus maximale moment bij het middensteunpunt.
Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.40 (het profiel is geschoord).
M1 = 0.00 , M2 = 0.00 , Ms = 0.00 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
Interactiefactoren volgens bijlage B:
Kyy.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
= 0.40 * (1.0 + (1.46 - 0.2)*(|0 |/(0.329 *201532 /1.0)) = 0.40
Kyy.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
= 0.40 * (1.0 + 0.8*(|0 |/(0.329 *201532 /1.0)) = 0.40
Kyy.b = Min(Kyy.2, Kyy.3) = Min(0.40 , 0.40) = 0.40
Kzy.b = 0.6 * Kyy.b = 0.24

Kzz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
= 0.40 * (1.0 + (0.45 - 0.2)*(|0 |/(0.872 *201532 /1.0)) = 0.40
Kzz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
= 0.40 * (1.0 + 0.8*(|0 |/(0.872 *201532 /1.0)) = 0.40
Kzz.b = Min(Kzz.2, Kzz.3) = Min(0.40 , 0.40) = 0.40
Kyz.b = 0.6 * Kzz.b = 0.24

UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0) + Kyy.b*|My.Ed|/(ChiLT*My.Rk/1.0) + Kyz.b*|Mz.Ed|/(Mz.Rk/1.0)
= |0 |/(0.329 *201532 /1.0)
+ 0.40 *|0.0 |/(1.00*4314.6 /1.0) + 0.24 *|0.0 |/(3310.2 /1.0)
= 0.000 + 0.000 + 0.000 = 0.000
UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0) + Kzy.b*|My.Ed|/(ChiLT*My.Rk/1.0) + Kzz.b*|Mz.Ed|/(Mz.Rk/1.0)
= |0 |/(0.872 *201532 /1.0)
+ 0.24 *|0.0 |/(1.00*4314.6 /1.0) + 0.40 *|0.0 |/(3310.2 /1.0)
= 0.000 + 0.000 + 0.000 = 0.000

controle: 0.000 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

- Stijfheid:

$$delta.st = \frac{2}{384} * \frac{Q' * L^4}{E * Iy} = 0.00 \quad mm$$

delta.max = min(4000 /150, 30) = 26.67 mm

UCstfh = delta.st / delta.max = 0.00 / 26.67 = 0.00

controle: 0.00 < 1.00, dus de stijfheid voldoet.

Vergrotingsfactor in gebruikstoestand: nx1 = Ncr/(Ned'+0.00001) = 80820 /(Ned'+0.00001) = 0.000

Totale verplaatsing is dan: delta.st2 = delta.st * nx1/(nx1 - 1) = 0.00 mm

UCstfh 2e orde = delta.st2 / delta.max = 0.00 / 26.67 = 0.00

controle: 0.00 < 1.00, dus de stijfheid 2e orde voldoet.

7.16.6 Controle van de poeren (in gebruikstoestand):

a) Berekening van de verticale belasting per poer:

- Verticale belasting per kolom (neerwaarts = +): Fsk'+ Fpsk'= 3812 N
- Eigen gewicht van de gevelkolom (1.00 * 344) : Fegk' = 344 N
- Eigen gewicht paal, poer en grond (1.00 * 7789) : Gfund = 7789 N
- Gewicht randfundering (1.00 * 4.000 * 350) : Grand = 1400 N
- Gewicht gevelomhulling(1.00 * 4.0 * 4.000 * 130): Ggevel= 2080 N

---------- +

- Vert. belasting per poer: Fvp = 15424 N

Aangezien de totale verticale belasting per poer positief is, is sprake van een neerwaartse belasting op de ondergrond.

b) Berekening van het maatgevend kantelmoment ten gevolge van de belastingen:

- Horizontaal: Mhp = (Rf'+ Fhk') * (fh + D + H)
  = (0 + 17)*(0.300 + 0.200 + 0.980) = 25 Nm
- Verticaal : Mvp = |Fvp| * 0.5 * B
  = |15424 | * 0.5 * 0.532 = 4101 Nm

------------ +

- Kantelmoment per poer: Mp = Mhp + Mvp Mp = 4126 Nm

Bij een opwaarts bezwijkmodel (OBM) geldt:
- Kantelmoment per poer: Mp = Mhp - Mvp Mp = -4076 Nm

c) Controle van de kantelstabiliteit (neerwaartse belasting):

- Momentenevenwicht bij een neerwaarts bezwijkmodel (NBM):
  - controle : 4126 Nm < 31108 Nm, dus: voldoet. (maatgevend)

- Momentenevenwicht bij een opwaarts bezwijkmodel (OBM):
  - controle : -4076 Nm < 6028 Nm, dus: voldoet.

- Verticaal evenwicht:
  - controle :| 15424 N |< 93794 N, dus: voldoet.

- Horizontaal evenwicht:
  - controle : 17 N < 8743 N, dus: voldoet.

d) Controle van de zettingen:

- Berekening van de momentane (lees: permanente) belastingen:

Verticale belasting per zijgevel per vakmaat:

- Eigen gewicht dek (1.00 * 32) = 32 N/m²
- Gewasbelasting (0.20 * 0) = 0 N/m²
- Installaties (1.00 * 70) = 70 N/m²

---------- +

Totaal : 102 N/m²

- Neerwaartse belasting gevel = 102 * 9.60 / 2 * 4.00 = 1958 N
- E.g. goot bij de gevel = (1+1)/2 * 1.00 * 34 * 4.00 = 136 N
- Eigen gewicht van het spant = 1.00 * 920 / 2 = 460 N
- E.g. leidingen (incl. inhoud) = 1.00 * 0 * 4.00 = 0 N

---------- +

Totaal = 2554 N

Verticale belasting per zijgevelspantkolom:

- Fsvd1 = 2554 - 0 = 2554 N

- Verticale belasting per kolom (neerwaarts = +) : Fsvd1 = 2554 N
- Eigen gewicht paal, poer en grond : Gfund = 7789 N
- Eigen gewicht randfundering = 4.000 * 350 : Grand = 1400 N

---------- +

- Vert. belasting per : Fsvd = 11743 N

- Berekening van de effectieve spanningsverhoging onder de poer:

De resulterende verticale effectieve spanning onder de poer
t.g.v. de momentane belastingen, bedraagt:

$$Svd0 = \frac{Fsvd}{Apoer} = \frac{11743}{pi/4 * 600^2} = 0.042 \ N/mm^2$$

De oorspronkelijke verticale effectieve spanning is/was:

$Svod0 = sg * (Dpoer + hpoer) = 0.0000180 * (200 + 980) = 0.021 \ N/mm^2$

De effectieve spanningsverhoging onder de poer, uitgaande van een
volledig gedraineerde toestand, volgt uit:

$dSvd0 = Svd0 - Svod0 = 0.042 - 0.021 = 0.020 \ N/mm^2$

- Berekening van de effectieve zettingsdiepte (NEN 6744 art. 6.1):

Bij het bepalen van de zakking moeten die grondlagen in beschouwing
zijn genomen, waarbij de toename van de verticale effectieve spanning
groter is dan 20% van de oorspronkelijke verticale effectieve
spanning.
In formule: $dSvd(z) > 0.20 * Svod(z)$
waarin:

$$dSvd(z) = dSvd0 * \left[1 - \frac{1}{\left(\frac{0.5 * dpoer}{z} \right)^{1.5}} \right]$$

Afname van de toename van de verticale effectieve spanning onder de fundatie-poer als functie van de diepte z

Svod(z) = sg * (z + Dpoer + hpoer) Idem, voor de oorspronkelijke verticale effectieve spanning.

De effectieve zettingsdiepte is de totale hoogte/diepte van de grondlagen onder de poer, dat volgens bovenstaande definitie in beschouwing moet zijn genomen bij de berekening van de zettingen.

De effectieve zettingsdiepte wordt door middel van een iteratieve nulpuntsbepaling bepaald waarbij moet gelden:

dSvd(zeff) = 0.20 * Svod(zeff) geeft: zeff = 0.247 m

- Bepaling van de resulterende effectieve zetting (NEN 6744 hfdst.6):

De resulterende effectieve zetting kan uiteindelijk worden bepaald door integratie van de samendrukking van de grond onder de poer tot aan de effectieve zettingsdiepte m.b.v. de formule van Terzaghi.

- Berekening van de primaire zetting (art. 6.2):

$$weff1 = \frac{Cceff}{1 + eporie} * \int_0^{zeff} \ln\left(\frac{Svod(z) + dSvd(z)}{Svod(z)}\right) dz =$$

$$= \frac{0.006}{1 + 0.6} * \int_0^{0.247} \ln\left(\frac{Svod(z) + dSvd(z)}{Svod(z)}\right) dz = 0.000 \text{ m}$$

- Berekening van de secundaire zetting over 15 jaar (art. 6.3):

$$weff2 = Cinfe * zeff * \log\left(\frac{15*365}{1}\right) = 0.000 * 0.247 * 3.738 = 0.000 \text{ m}$$

- Totaal (art. 6.1): weff = weff1 + weff2 = 0.000 + 0.000 = 0.000 m

Controle van de resulterende effectieve zetting:

Volgens NEN 6740 art. 5.2.2.1 mag de zetting niet groter zijn dan 0.15 m. In diverse gemeenten wordt ook (nog) wel gewerkt met een toelaatbare zetting van 0.10 meter. Mede daarom en omdat uitgegaan is van een gedraineerde toestand, wordt in CASTA/Kassenbouw ook gerekend met een toelaatbare zetting van 0.10 m. Er wordt als het ware een veiligheidsfactor 1.5 op NEN 6740 art. 5.2.2.1 gelegd, met name voor een niet-volledig gedraineerde toestand van de grond.

wtoel = 0.100 m

Controle zetting: 0.000 m < 0.100 m, dus: voldoet.

Conclusie:
- Poeren BPRD600*980 mm voldoen
  bij B.C.7: c1) Dead load + Services + Crop + repair/incident actions

7.16.7 Controle van de ZEUS 120x120x1000ZW (R8+M10)

a) Bepaling van de belastingen per paal in rekentoestand:
   - Verticale belasting per kolom (neerwaarts = +): Fsk + Fpsk = 4533 N
   - Eigen gewicht van de gevelkolom (1.15 * 344) : Fegk = 394 N
   - Gewicht gevelomhulling(1.15 * 4.0 * 4.000 * 130): Ggevel= 2387 N
   ---------- +
   - Verticale belasting per paal: Nd = 7314 N
     Inclusief gewicht kolom en gevel:
     NEd = Fsk + Fpsk + g.eg*Fegk' + Ggevel = 4533 + 1.15*344 + 2080 = 7709 N

   - Maatgevend moment in de paal, ter plaatse van de poeraansluiting:
     Md = Rf * (fh + Dpoer) = 20 * (0.300 + 0.200) = 10 Nm
   - Belasting op het anker (ideële belasting):
     De fundatiepaal is neerwaarts gesteund, dus het anker wordt in dit geval niet belast.

b) Doorsnedecontrole van de paal met behulp van het Mu-Nu diagram:

   Bij het invullen van de gegeven normaalkracht NEd = 7709 N in het Mu-Nu
   diagram wordt de momentencapaciteit Mcap verkregen door rechtlijnige
   interpolatie tussen de punten waar NEd ligt. Mcap = 3920 Nm

c) Uitrekkracht van de paal in de poer (zonder wapeningsstaaf):

   Optredende schuifspanning op de betonpoer wordt alleen berekend indien
   NEd + Gpaal < 0 N en er geen wapeningsstaaf wordt toegepast.

   NEd + Gpaal = 7709 + 346 = 8055 N (>= 0) dus controle niet relevant.

d) Controle van de betonpaalcapaciteit:

  - Moment: Md = 10 Nm < Mcap = 3920 Nm, dus: voldoet.
  - Dwarskracht: Fhk = 20 N < Vp = 9504 N, dus: voldoet.
  - Anker: Niet ter zake.
  - Uittrekkracht: Niet ter zake.

Conclusie:
- Palen ZEUS 120x120x1000ZW (R8+M10) voldoen
  bij B.C.7 : c1) Dead load + Services + Crop + repair/incident actions

Voor de controle van de prefab-afsluitplaten en de prefab-betonpalen wordt
verwezen naar de (toetsingsrapporten van de) leverancier.

Bedrijf: Heuvel-Folie-Serres bvba, CK-324-1
Project: Hooghoutplant VOF,koude kas, NEN13031

(CASTA/Kassenbouw versie 3.10 SP5)

S A M E N V A T T I N G G E C O N T R O L E E R D E P R O F I E L E N

Omschrijving : sneeuw:423.50N/m install.:70N/m gewas: 0N/m wind 24.5m/sec
Werkvoorbereider: Marcel Brughmans
Bestand : 3.CA_21-019 Hooghoutplant BK 11x9.60m ph 4.00m.ckd
Laatst bewaard : 07-07-2021 14:56 ID: AQDlBwcAAwAHAAoAMAAVAHoA

Kasgegevens:
- Kastype : Breedkapkas
- Overspanning (l) : 9.60 m
- Aantal gekoppelde spanten : 11 (y-richting)
- Vakmaat (v) : 4.00 m
- Kolomhoogte (h) : 4.00 m
- Kaslengte (L) : 44.0 m
- Aantal (nstab) : 2
- Spanthoogte (hspant) : 390 mm (Vertikaal gemeten: 438 mm)
- Spantverlaging (vspant) : 80 mm
- Dekhelling (alfa) : 27.0°

Controleoverzicht kasonderdelen.

1 2D Tralieligger (Breedkapspant) voldoet.
Note:

Onderdelen:	middentralie:	2e rij tralies:	1e rij tralies:
Bovenrand	RHBK50*30*2.0 S235	RHBK50*30*2.0 S235	RHBK50*30*2.0 S275
Onderrand	RHBK50*30*1.5 S275	RHBK50*30*3.0 S235	RHBK50*30*3.0 S275
Drukdiagonaal	6x RD14.0 S235	6x RD15.0 S235	6x RD14.0 S235
Trekdiagonaal	6x RD14.0 S235	6x RD15.0 S235	6x RD14.0 S235
- verbinding	Omgezet 2-z.las Nagloeien	Omgezet 2-z.las Nagloeien	Omgezet 2-z.las Nagloeien
Gordingverticaal	ST50*10.0 S235	ST50*10.0 S235	ST50*10.0 S235
Bouten bovenrand	1xM10-8.8	1xM10-8.8	1xM10-8.8
Bouten onderrand	2xM10-8.8	2xM10-8.8	2xM10-8.8
Eindplaten bovenrand	ST50*10.0 schotje	ST50*10.0 schotje	ST50*10.0 schotje
Eindplaten onderrand	ST50*10.0 schotje	ST50*10.0 schotje	ST50*10.0 schotje

2 Kolommen en fundatie voldoen
Note:

Onderdelen:	middenvelden
Kolommen h=4.00 m	RHBK100*50*3.0 S275 (EN10219)
Poeren d=200 mm(157 l)	BPRD600*570
Palen (14 l)	ZEUS 120x120x1000 (R6+M10)

3 Stabiliteitsverbanden en fundatie in gootrichting voldoen:
Note:

Onderdelen	schoorvakken
Kolommen h=4.00 m	RHBK100*50*3.0 S235 (EN10219)
Bovenl. koppelbalken	RHBK50*50*2.0 S235 (EN10219)
Schoren	RD12.0 S235 (EN10219)
Onderl. koppelbalken	RHBK80*50*3.0 S235 (EN10219)
Poeren (167 l)	BPRD600*610
Palen (14 l)	ZEUS 120x120x1000ZW (R8+M10)

4 Kopgevels en fundatie voldoen:
Note:

Onderdelen	Kopgevels
Gootkolom	RHBK120*80*3.0 S235 (EN10219)
Tussenkolom	RHBK120*80*3.0 S235 (EN10219)
Tussenkolomschoor	RHBK60*60*2.0 S235 (EN10219)
Gordingen	1 RHBK80*50*2 S235 h=1950 3 steunpnt.
	2 RHBK80*50*2 S235 h=3900 3 steunpnt.
Palen (14 l)	ZEUS 120x120x1000ZW (R10+M10)
Poeren (227 l)	BPRD600*830

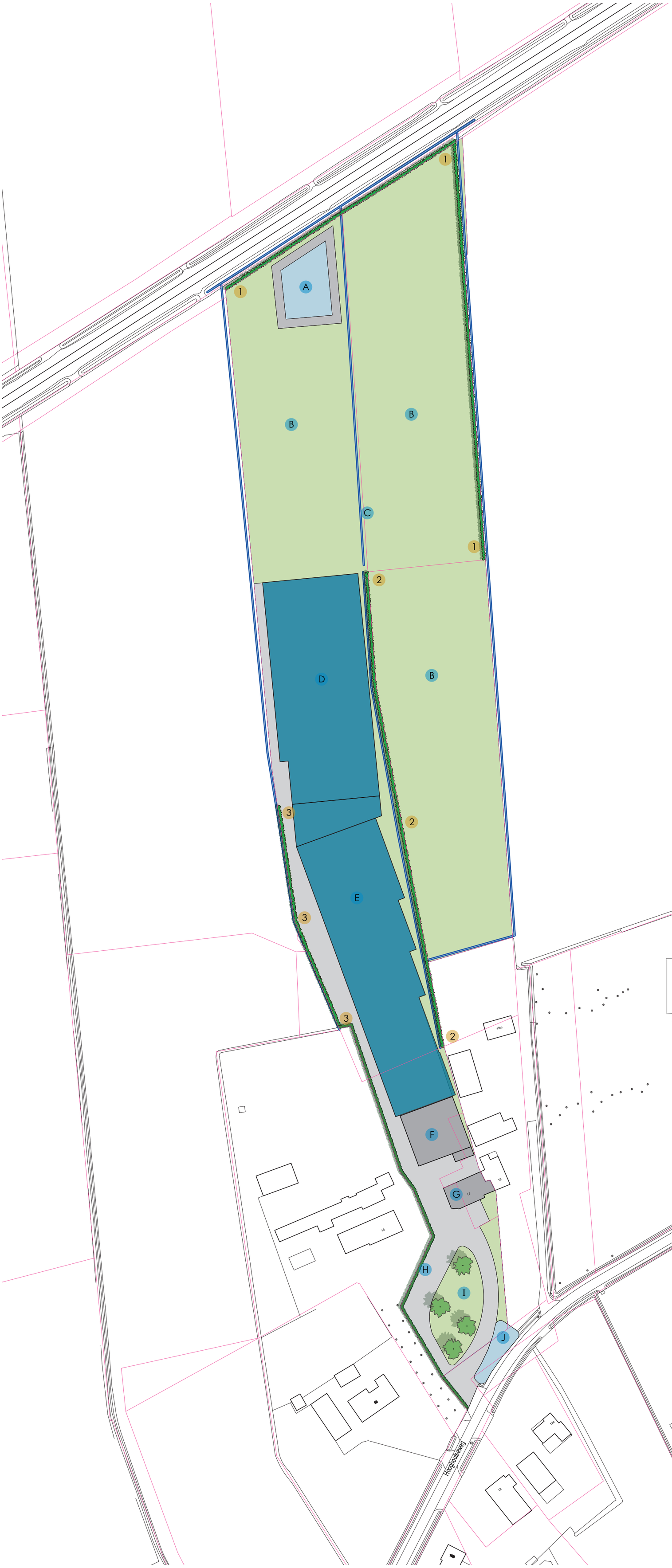
n.b. g = gesteund profiel; geen normaalkracht in gording
k = gesteund profiel; kipcontrole niet maatgevend

5 Zijgevels en fundatie voldoen:

Note:

Onderdelen	Zijgevels
Zijgevelspantkolom	RHBK100*50*4.0 S235 (EN10219)
Gordingen	1 RHBK80*50*3 S235 h=1300 3 steunpnt.
	2 RHBK80*50*3 S235 h=2600 3 steunpnt.
	3 RHBK80*50*3 S235 h=3900 3 steunpnt.
Palen (14 l)	ZEUS 120x120x1000ZW (R8+M10)
Poeren (270 l)	BPRD600*980

n.b. g = gesteund profiel; geen normaalkracht in gording
k = gesteund profiel; kipcontrole niet maatgevend





Legenda

A.	waterbassin	(bestaand)
B.	containervelden	(bestaand)
C.	watergangen	(bestaand)
D.	kas	(nieuw te bouwen)
E.	kas	(bestaand)
F.	bedrijfsloods	(bestaand)
G.	kantoor + bedrijfswoning	(bestaand)
H.	wintergroene haag	(bestaand)
I.	gras met bomen	(bestaand)
J.	kikkerpoel	(bestaand)

Maatregelen landschappelijke inpassing

1. aanplant gemengde Brabantse struweelhaag,
   bestaande uit diverse inheemse soorten
   lengte totaal 318 m1

2. aanplant gemengde Brabantse struweelhaag,
   bestaande uit diverse inheemse soorten
   lengte totaal 221 m1

3. aanplant gemengde Brabantse struweelhaag,
   bestaande uit diverse inheemse soorten
   lengte totaal 106 m1

Beplantingsplan landschappelijke inpassing

Soorten gemengde Brabantse haag bestaande uit:

645 st.	Fagus sylvatica	gewone beuk
645 st.	Carpinus betulus	haagbeuk
645 st.	Ligustrum vulgare	liguster
645 st.	Acer campestre	veldesdoorn
645 st.	Alnus glutinosa	els
645 st.	Ilex aquifolium	hulst
3.870 st.		

aantal	dubbele rij á 3 st/m1, totaal 6 st/m1
afstand in de rij	33 cm.
afstand tussen de rij	33 cm.
aanplantmaat	60-80 / 80-100
plantverband	driehoeksverband
eindhoogte	circa 3,00 mtr.
eindbreedte	circa 1,00 mtr.
totale lengte haag	645 m1

N
W O
Z

Van Doren
tuin & landschap
ontwerp • advies • projectbegeleiding

opdrachtgever	Hooghoutplant
adres	Hooghoutseweg 17
plaats	Biezenmortel
projectomschrijving	ontwerp landschappelijke inpassing
projectnummer	21235-02
fase	voorlopig ontwerp
schaal	A2 1 : 1.250
datum	21 juli 2021

ing. Peter van Doren | tel. 06-42395041 | Verzonken Kasteel 7 | 5071 KB Udenhout
info@vandoren-tuinontwerp.nl | www.vandoren-tuinontwerp.nl

Hooghoutplant
Hooghoutseweg 17
5074 NA Biezenmortel

betreft **PLANTOELICHTING LANDSCHAPPELIJKE INPASSING HOOGHOUTPLANT**
projectnummer 21235-02
datum 21-07-2021

Inleiding
Deze toelichting behoort bij het plan 'Ontwerptekening landschappelijke inpassing Hooghoutplant' van d.d. 21-07-2021 en omschrijft de gemaakte ontwerpkeuzes. Tevens is een berekening opgenomen waarin wordt aangetoond dat voldaan wordt aan de minimale benodigde investering voor kwaliteitsverbetering van het landschap.

Aanleiding landschappelijk inpassingsplan
Voor de plantenkwekerij aan de Hooghoutseweg 17 in Biezenmortel wordt een deel van de bestaande containervelden verwijderd ten behoeve van uitbreiding van een bestaande kas. Dit plan is opgesteld om de bestaande en de nieuw te bouwen kas, evenals het bestaande bedrijfsterrein, (beter) landschappelijk in te passen.

Huidige situatie
Het voorterrein bestaat aan de straatzijde uit een enkele inrit welke zich op eigen terrein splitst in een tweetal rijbanen, benodigd voor het vrachtverkeer om op eigen terrein rond te kunnen rijden. Centraal gelegen is een bestaande groene invulling, bestaande uit een gazon met onder andere een 4-tal meerstammige berkenbomen. Tussen de inrit en de Hooghoutseweg is een natuurlijk ogende kikkerpoel gelegen. Rechts van de inrit ligt een gedeelde voortuin, links van de inrit staat een haag als groene afscheiding van de perceelsgrens.

Het achterterrein bestaat uit een kas, een waterbassin en hoofdzakelijk containervelden voor het kweken van sierheesters in pot. Bestrating ligt er niet meer dan strikt noodzakelijk voor de bereikbaarheid van de velden.

De bestaande bedrijfsloods en kas zijn, evenals een deel van de containervelden, afgescheiden middels een coniferenhaag. De haag is circa 1,00 mtr. breed en circa 3 meter hoog. De conditie en kwaliteit van deze haag is slecht; deze is oud en versleten, bestaat uit een uitheemse soort, is landschappelijk gezien niet passend in het gebied en draagt weinig tot niets bij aan de biodiversiteit. De huidige situatie biedt een kans om hierin een verbeterslag door te voeren, waardoor de kwaliteit van het landschap versterkt kan worden.

Van Doren Tuinontwerp | Verzonken Kasteel 7 | 5071 KB Udenhout | tel. 06 - 42 39 50 41
info@vandoren-tuinontwerp.nl | www.vandoren-tuinontwerp.nl | KvK nr.: 55047505
BIC code: RABONL2U | IBAN nr.: NL20 RABO 0179 5424 27 | BTW nr.: NL054942937B01

Landschappelijke inpassing
Het voornemen is om alle bestaande coniferenhagen binnen het plangebied te rooien en te vervangen door inheemse beplanting. Behalve 1-1 vervanging, worden de bestaande groene structuren verder uitgebreid. Door te kiezen voor inheemse beplanting, in de vorm van een gemengde Brabantse 'boeren'haag, is het niet alleen visueel aantrekkelijker om naar te kijken, maar is het met name ecologisch gezien een stuk waardevoller en beter passend in het omliggende landschap.

De positie van de hagen is bewust gekozen. Zo is het niet nodig om het gehele achterterrein op de perceelsgrens af te planten en te 'verstoppen' achter een groene wand. De plantenkwekerij, met zijn jaarrond gekleurde bloembedden, mag gerust deels in het zicht blijven. Het is onderdeel van het (cultuur)landschap in dit boomkwekerijgebied. De 3-tal lijnvormige groenstructuren zijn zodaning geplaatst dat ze onderling speels verspringen maar allemaal de noord-zuid verbinding versterken omdat ze parallel meelopen aan de bestaande watergangen.

Door het toepassen van een mix van een 6-tal gebiedseigen soorten onstaat een fraai afwisseld beeld, wat de belevingswaarde versterkt. De soorten zijn zo op elkaar afgestemd, dat het een combinatie vormt van afwisselend wintergroen met bladverliezend, voorjaarsbloei en herstkleur. De haag zal een meerwaarde bieden voor diverse soorten insecten, waaronder vlinders en bijen, maar ook schuil- en nestelgelegenheid bieden aan diverse soorten vogels. Omdat enkele beplantingssoorten ook vruchtdragend zijn, biedt het tevens voedsel voor diverse soorten fauna.

Behalve meerwaarde voor de fauna, heeft de haag ook een extra functie, namelijk grotendeels het zicht ontnemen op de bestaande én de nieuwe kas. Ook zal de haag de wind breken, wat in dit open landschap niet alleen voor de plantenkwekerij een voordeel opleverd zodat de potten niet omwaaien, maar het op het containerveld ook comfortabeler werken is voor het uitvoerend personeel. Aan de noordzijde dient de haag tevens als fysieke afbakening richting het spoor, wat de veiligheid vergroot voor zowel medewerkers als voorkomt dat plastic potten om het spoor kunnen waaien. De haag zal tijdig beheert worden, zodat de gebruikers van het spoor geen hinder ondervinden van het aanwezige groen op eigen terrein.

Om de haag goed te kunnen laten ontwikkelen en vitaal te houden, zal bij de aanleg groeiplaats-verbetering worden toegepast. Het beheer zal bestaan uit het aan drie zijden knippen van de haag. Dit gebeurd maximaal 1x per jaar en minimaal 1x per 2 jaar, zodat de haag zijn eindbeeld kan bereiken en zijn bedoelde vorm blijft behouden. Het is niet de bedoeling dat de haag om de paar jaar tot de grond toe wordt afgezet en ook niet dat boomvormers uitgroeien tot boom. Het eindbeeld is een niet té strakke haag, maar juist een wat lossere natuurlijk ogende gemengde haag.

Door het vervangen van de bestaande coniferenhaag, ontstaat een landschappelijke inpassing die meer bijdraagt aan de ruimtelijke kwaliteit, belevingswaarde én de biodiversiteit. Door de keuze voor meer diversiteit in soorten én het toepassen van meer groen, wordt de nieuwe situatie zowel kwantitatief als kwalitatief beter en is daarmee het totale terrein goed landschappelijk

Van Doren Tuinontwerp | Verzonken Kasteel 7 | 5071 KB Udenhout | tel. 06 - 42 39 50 41
info@vandoren-tuinontwerp.nl | www.vandoren-tuinontwerp.nl | KvK nr.: 55047505
BIC code: RABONL2U | IBAN nr.: NL20 RABO 0179 5424 27 | BTW nr.: NL054942937B01

Economische onderbouwing kwaliteitsverbetering van het landschap conform 'Landschapsinvesteringsregeling Hart van Brabant' voor de locatie Hooghoutseweg 17, Biezenmortel

Waardevermeerdering

Situatie bestaand	m^2		$€ / m^2$			
agrarisch – teeltondersteunende voorzieningen	4.960	x	€ 17,50	=	€	86.800,00
	4.960				€	86.800,00
Situatie nieuw	m^2		$€ / m^2$			
agrarisch bouwvlak - kas	4.960	x	€ 25,00	=	€	124.000,00
	4.960				€	124.000,00
Waardevermeerdering	€ 124.000	-	€ 86.800,0	=	€	37.200,00

Investering

Investering op basis van redelijkheid	20%	x	€ 37.200	=	€	7.440,00

Kwaliteitsverbetering landschap Hooghoutplant Biezenmortel

Op basis van de vaste normbedragen uit het document 'Afsprakenkader kwaliteitsverbetering landschap' van de gemeente Haaren is onderstaande berekening van de investeringskosten gemaakt

			€ / st			
Opschonen, uitzetten en maatvoeren	645	m1	€ 0,50	=	€	322,50
Aanplant gemengde Brabantse haag, dubbele rij á 4 st	3870	st	€ 1,60	=	€	6.192,00
Onderhoud knip- of scheerheg x factor 10	645	m1	€ 9,60	=	€	6.192,00
Plankosten 20%					€	1.000,00
					€	13.706,50

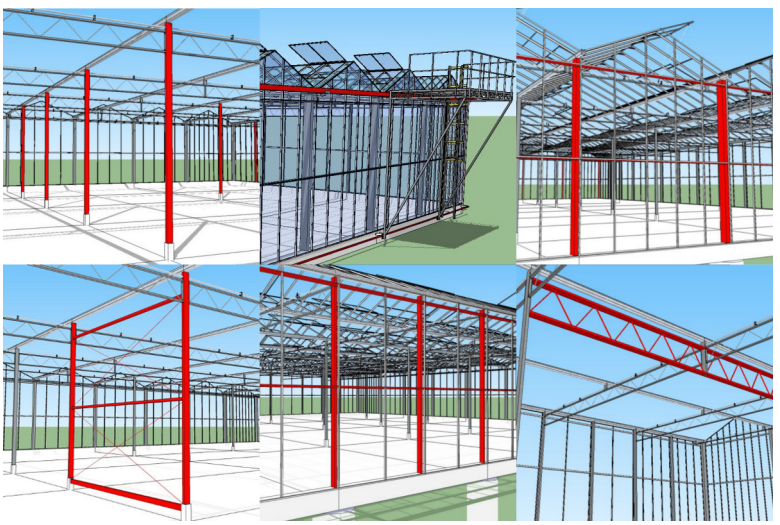
Totaal			
Totale investeringskosten ten behoeve kwaliteitsverbetering		€	13.706,50
Benodigde investering ten behoeve van bestemmingswijziging	-/-	€	7.440,00
Totale extra kwaliteitswinst		€	6.266,50

Van Doren Tuinontwerp | Verzonken Kasteel 7 | 5071 KB Udenhout | tel. 06 - 42 39 50 41
info@vandoren-tuinontwerp.nl | www.vandoren-tuinontwerp.nl | KvK nr.: 55047505
BIC code: RABONL2U | IBAN nr.: NL20 RABO 0179 5424 27 | BTW nr.: NL054942937B01

Bedrijf: Heuvel-Folie-Serres bvba, CK-324-1
Project: Hooghoutplant VOF,koude kas, NEN13031
Bestand: 2.CA_21-019 Hooghoutplant venlo 6x 4.80mph 4.00m.ckd

---

De controle is uitgevoerd met CASTA/Kassenbouw versie 3.10 SP5



BATCH

Kasgegevens:
- Kastype : Foliekas
- Overspanning (l) : 4.80 m (1 * 4.80 m)
- Aantal gekoppelde spanten : 6 (y-richting)
- Vakmaat (v) : 4.00 m
- Kolomhoogte (h) : 4.00 m
- Spanthoogte (hspant) : 430 mm
- Spantverlaging (vspant) : 80 mm

De berekeningen zijn in overeenstemming met de algemene Nederlandse norm voor bouwconstructies NEN-EN 1990 en de hierna volgende specifieke Nederlandse bouwnormen, waarmee is voldaan aan bepalingen van het Bouwbesluit 2012 Hoofdstuk 2: Technische bouwvoorschriften uit oogpunt van veiligheid, afdeling 2.1 Algemene sterkte van de bouwconstructie paragraaf 2.1.1 Nieuwbouw.
De kasconstructie is ingedeeld in gevolgklasse Classificatie KFI=0.85

Op deze berekening zijn de volgende normen van toepassing:
- NEN-EN 1990 Eurocode Grondslagen voor het ontwerp
- NEN-EN 1991 Eurocode 1: Belastingen op constructies
  * NEN-EN 1991-1-4: Windbelastingen
  * NEN-EN 1991-1-3: Sneeuwbelasting

De belastingen en belastingscombinaties zijn bepaald volgens:
- NEN3859 2012: Classificatie KFI=0.85; Windgebied III
- Basiswindsnelheid: Vb50 = 24.5 m/s met Cprob 15 jaar: Vb = 22.6 m/s
- Karateristieke Sneeuwbelasting: SK = 700.0 N/m² op de grond (50 jaar)

De controle berekeningen zijn geheel of gedeeltelijk uitgevoerd volgens de volgende normen:
- NEN-EN 1993 Eurocode 3: Ontwerp en berekening van staalconstructies
  * NEN-EN 1993-1-1: Algemene regels en regels voor gebouwen
  * NEN-EN 1993-1-3: Koudgevormde dunwandige profielen en platen
  * NEN-EN 1993-1-8: Ontwerp en berekening van verbindingen

(voor zover van toepassing voor de uitgevoerde controle berekening)
Bij de genoemde Eurocodes zijn de Nederlandse nationale bijlagen van toepassing

Voor een toelichting op de berekening van de tralieliggers voor Venlowarenhuizen wordt verwezen naar TNO rapport: 2006-D-R0529 "Kniklengte berekeningen voor 2D-tralieligger met methode Mouty"

CASTA/Kassenbouw is een hulpmiddel bij het ontwerp van de constructie en onderdelen van een kas.
De gebruiker van CASTA/Kassenbouw is zelf verantwoordelijk voor het invoeren van de juiste gegevens.
TNO aanvaardt geen enkele aansprakelijkheid bij het toepassen van de resultaten van CASTA/Kassenbouw.
Het programma CASTA/Kassenbouw is ontwikkeld door TNO in samenwerking met en onder begeleiding van de stichting Hortivation.
Voor meer informatie over CASTA/Kassenbouw kunt u contact opnemen met TNO (088 8663460).

1 GEGEVENS OVER DE TOEGEPASTE NORM

1.1 Gegevens over de Europese kassenbouwnorm

- NEN3859 2012: Classificatie KFI=0.85; Windgebied III
- Basiswindsnelheid: Vb50 = 24.5 m/s met Cprob 15 jaar: Vb = 22.6 m/s
- Karateristieke Sneeuwbelasting: SK = 700.0 N/m² op de grond (50 jaar)

1.2 Windbelasting:

- Reference wind velocity : Vref.50 = 24.5 m/s
- Return period : ref = 15
- Shape parameter : K1 = 0.234 ; n = 0.5
- Terrain category greenhouses : z0 = 0.200 m, zmin = 4.000 m, Kr = 0.209
- Reference wind velocity (for ref.min = 15 years):

$$Vref = Vref.50 * \frac{1 - K1 * \ln(1/ref)}{1 - K1 * \ln(0.02)}^{+0.5} = 22.627 \text{ m/s}$$

- Height ridge : 0.000 + 4.000 + 0.5*4.800*tan25° = 5.119 m
- Reference height : ze = 5.119 m (ze = Height ridge = building height = 5.119 m)
- Roughness coëfficiënt : cr(ze) = 0.679
- Topography coëfficiënt : co(ze) = 1.000
- Turbulence intensity : Iv(ze) = Kr /(ct(ze) * co(ze))= 0.308
- Exposure coëfficiënt : ce(ze) = cr(ze)² * co(ze)² * (1 + 7 * Iv(ze)) = 1.456
- Reference wind pressure : rho = 1.250 kg/m3; q = rho/2*(Vref)² = 319.976 N/m²
- Peak velocity : Vpeak = ce(ze)^0.5 * Vref = 1.456 ^0.5 * 22.627 = 27.3 m/s
- Mean wind pressure : qref = ce(ze) * q = 465.785 N/m²

- Windbelasting op midden kasdek:
  - Kaphoogte : Hkap = max(0.5*4.800*tan25°, 1.00 m) = 1.119 m
  - Roughness coëfficiënt : cr = 0.361
  - Topography coëfficiënt : ct = 1.000
  - Turbulence intensity : Iv = kT /(cr * ct)= 7.000
  - Exposure coëfficiënt : ce = cr² * ct² * (1 + 7 * Iv) = 0.658
  - Mean wind pressure : qref = ce * q = 210.650 N/m²
  - Reduction factor : fqmid = qref.nok/qref = 210.650 / 465.785 = 0.452
- Windstuwdruk (qwind) : 335 N/m² = 0.335 N/m² dekoppervlak

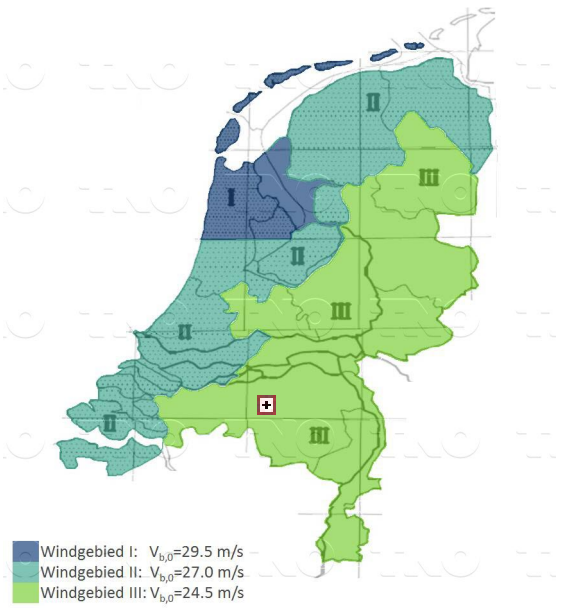
1.3 Sneeuwbelasting:
  Sneeuwbelasting (qsneeuw): 420.4 N/m² grondoppervlak (zonder afsmelten: qsi = 420.4 N/m²)
- Return period: ref = 15
- Basic snow load: SK = 700.0 N/m²
- Reduction with a return period n and V=0.800
  NEN3859 2012: Rf = (1-0.8*0.7797*(ln(-ln(1-1/15))+0.57722))/(1+2.5923*0.8) = 0.751
- Snow load shape coëfficiënt (for sub_structure only): C1 = 0.80
- Thermal coëfficiënt for non-heated greenhouses: Ct = 1.00
- Exposure coëfficiënt Ce, usually 1.0 (no effect from wind): Ce = 1.00
- Snow load (load on the roof projected on the ground):
  qs = Rf*C1*Ce*Ct*Sk = 0.751 * 0.8 * 1.0 * 1.000 * 700.0 = 420.4   N/m² 1)

2 Wind, sneeuw en seismische belastingen (door norm bepaald)

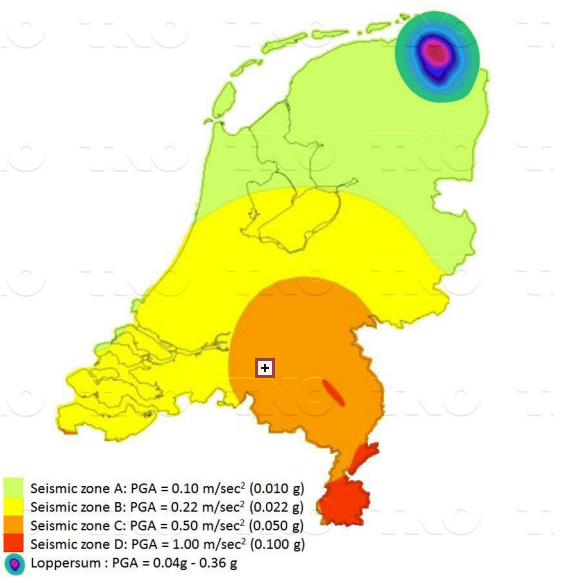
GPS gegevens Nederland

adres 5074 na Biezenmortel (GPS: 51.6159, 5.1955)
Hoogte boven zeeniveau 9 m

Windkaart (Windgebied III (24.5 m/s))



Seismische kaart (0.050 x g m/s²)



Bedrijf: Heuvel-Folie-Serres bvba, CK-324-1
Project: Hooghoutplant VOF,koude kas, NEN13031
Bestand: 2.CA_21-019 Hooghoutplant venlo 6x 4.80mph 4.00m.ckd

TNO

De controle is uitgevoerd met CASTA/Kassenbouw versie 3.10 SP5

---

3 2D T R A L I E L I G G E R F O L I E K A S

Kasgegevens:

- Kastype	:	Foliekas
- Overspanning (l)	:	4.80 m (1 * 4.80 m)
- Aantal gekoppelde spanten	:	6 (y-richting)
- Vakmaat (v)	:	4.00 m
- Kolomhoogte (h)	:	4.00 m
- Spanthoogte (hspant)	:	430 mm
- Spantverlaging (vspant)	:	80 mm

De navolgende rapportage van de CASTA controleberekening van de tralieligger
van een kas is in overeenstemming met de algemene Nederlandse norm voor bouwconstructies
NEN-EN 1990 en de hierna volgende specifieke Nederlandse bouwnormen, waarmee is voldaan aan
bepalingen van het Bouwbesluit 2012 Hoofdstuk 2: Technische bouwvoorschriften uit oogpunt
van veiligheid, afdeling 2.1 Algemene sterkte van de bouwconstructie paragraaf 2.1.1 Nieuwbouw.

De kasconstructie is ingedeeld in gevolgklasse Classificatie KFI=0.85

Op deze berekening zijn de volgende normen van toepassing:
- NEN-EN 1990 Eurocode Grondslagen voor het ontwerp
- NEN-EN 1991 Eurocode 1: Belastingen op constructies
  * NEN-EN 1991-1-4: Windbelastingen
  * NEN-EN 1991-1-3: Sneeuwbelasting

De belastingen en belastingscombinaties zijn bepaald volgens:
- NEN3859 2012: Classificatie KFI=0.85; Windgebied III
- Basiswindsnelheid: Vb50 = 24.5 m/s met Cprob 15 jaar: Vb = 22.6 m/s
- Karateristieke Sneeuwbelasting: SK = 700.0 N/m² op de grond (50 jaar)

De controle berekeningen zijn geheel of gedeeltelijk uitgevoerd volgens de volgende normen:
- NEN-EN 1993 Eurocode 3: Ontwerp en berekening van staalconstructies
  * NEN-EN 1993-1-1: Algemene regels en regels voor gebouwen
  * NEN-EN 1993-1-3: Koudgevormde dunwandige profielen en platen
  * NEN-EN 1993-1-8: Ontwerp en berekening van verbindingen

(voor zover van toepassing voor de uitgevoerde controle berekening)
Bij de genoemde Eurocodes zijn de Nederlandse nationale bijlagen van toepassing

Voor een toelichting op de berekening van de tralieliggers voor Venlowarenhuizen wordt verwezen naar
TNO rapport: 2006-D-R0529 "Kniklengte berekeningen voor 2D-tralieligger met methode Mouty"

CASTA/Kassenbouw is een hulpmiddel bij het ontwerp van de constructie en onderdelen van een kas.
De gebruiker van CASTA/Kassenbouw is zelf verantwoordelijk voor het invoeren van de juiste gegevens.
TNO aanvaardt geen enkele aansprakelijkheid bij het toepassen van de resultaten van CASTA/Kassenbouw.
Het programma CASTA/Kassenbouw is ontwikkeld door TNO in samenwerking met en onder begeleiding van
de stichting Hortivation.
Voor meer informatie over CASTA/Kassenbouw kunt u contact opnemen met TNO (088 8663460).

3.1 Samenvatting maatgevende berekeningsresultaten:
(Tussen haakjes is per item het nummer van de maatgevende B.C. gegeven.)

3.1.1 Liggers middentralie:

- Stijfheid (B.C.2) : neerwaarts =| -5.0|mm			<	19.2 mm:	voldoet.
- Bovenrand:					
- uit het vlak (3):		0.30	<	1.00:	voldoet.
- in het vlak (3) :		0.08	<	1.00:	voldoet.
- doorsnede (1) :		0.08	<	1.00:	voldoet.
- Onderrand:					
- uit het vlak (6):		0.39	<	0.95:	voldoet.
- in het vlak (6) :		0.11	<	1.00:	voldoet.
- doorsnede (6) :		0.10	<	1.00:	voldoet.
- Drukdiagonalen:					
- druk (B.C.5) :		0.14	<	1.00:	voldoet.
- trek (B.C.6) :		0.04	<	1.00:	voldoet.
- Trekdiagonalen:					
- druk (B.C.6) :		0.03	<	1.00:	voldoet.
- trek (B.C.5) :		0.20	<	1.00:	voldoet.
- Verbinding drukdiagonalen:					
- Lassen (B.C.5) : UClasD	=	0.15	<	1.00:	voldoen
- Aansluitingen(1): UCdiaD	=	0.97	<	1.00:	voldoen
- Verbinding trekdiagonalen:					
- Lassen (B.C.5) : UClasT	=	0.18	<	1.00:	voldoen
- Aansluitingen(1): UCdiaT	=	0.97	<	1.00:	voldoen
- Bouten eindplaten:					
- bovenste (B.C.1): Fi,max	=	5203 N	<	33926 N:	voldoet.
- onderste (B.C.3): Fi,max	=	1846 N	<	33926 N:	voldoet.
- Eindplaten (zonder onderlegringen)					
- pons boven (1) : Ft,max	=	5166 N	<	96191 N:	voldoet.
- pons onder (3) : Ft,max	=	1828 N	<	96191 N:	voldoet.
- buiging boven(1): Meindpl	=	62.1 Nm	<	1667.3 Nm:	voldoet.
- buiging onder(3): Meindpl	=	19.5 Nm	<	367.8 Nm:	voldoet.
- Lasaansluiting eindplaten:					niet gecontroleerd!

3.1.2 Eindconclusie(s):
- De liggers in de middentralie voldoen qua sterkte, stijfheid en stabiliteit bij alle berekende belastingcombinaties.
  - Stijfheid: voldoet
  - Bovenrand (RHBK50*30*1.5 mm) (S235 (EN10219)): voldoet
  - Onderrand (RHBK50*30*1.5 mm) (S235 (EN10219)): voldoet
  - Drukdiagonalen (RHBK20*20*1.5 mm) (S235 (EN10219)): voldoen
  - Verbindingen Drukdiagonalen: voldoen
  - Trekdiagonalen (RHBK20*20*1.5 mm) (S235 (EN10219)): voldoen
  - Verbindingen Trekdiagonalen: voldoen
  - Bouten eindplaten:
    - Bij de bovenrand (1xM10-8.8): voldoen
    - Bij de onderrand (1xM10-8.8): voldoen
  - Eindplaten (ST50*12.0 mm) (zonder onderlegringen):
    - Bij de bovenrand met schotjes: voldoen
    - Bij de onderrand: voldoen
    - Lasaansluitingen: niet gecontroleerd!

3.1.3 Liggers 2e rij tralies:

- Stijfheid (B.C.3) : neerwaarts =| -4.9|mm			<	19.2 mm:	voldoet.
- Bovenrand:					
- uit het vlak (3):		0.33	<	1.00:	voldoet.
- in het vlak (3) :		0.08	<	1.00:	voldoet.
- doorsnede (5) :		0.09	<	1.00:	voldoet.
- Onderrand:					
- uit het vlak (6):		0.44	<	0.95:	voldoet.
- in het vlak (6) :		0.12	<	1.00:	voldoet.
- doorsnede (6) :		0.11	<	1.00:	voldoet.
- Drukdiagonalen:					
- druk (B.C.5) :		0.15	<	1.00:	voldoet.
- trek (B.C.6) :		0.04	<	1.00:	voldoet.
- Trekdiagonalen:					
- druk (B.C.6) :		0.03	<	1.00:	voldoet.
- trek (B.C.5) :		0.20	<	1.00:	voldoet.
- Verbinding drukdiagonalen:					
- Lassen (B.C.5) : UClasD	=	0.15	<	1.00:	voldoen
- Aansluitingen(1): UCdiaD	=	0.97	<	1.00:	voldoen
- Verbinding trekdiagonalen:					
- Lassen (B.C.5) : UClasT	=	0.19	<	1.00:	voldoen
- Aansluitingen(1): UCdiaT	=	0.97	<	1.00:	voldoen
- Bouten eindplaten:					
- bovenste (B.C.5): Fi,max	=	5948 N	<	33926 N:	voldoet.
- onderste (B.C.1): Fi,max	=	2137 N	<	33926 N:	voldoet.
- Eindplaten (zonder onderlegringen)					
- pons boven (5) : Ft,max	=	5807 N	<	96191 N:	voldoet.
- pons onder (1) : Ft,max	=	2073 N	<	96191 N:	voldoet.
- buiging boven(5): Meindpl	=	66.4 Nm	<	1667.3 Nm:	voldoet.
- buiging onder(1): Meindpl	=	26.9 Nm	<	367.8 Nm:	voldoet.
- Lasaansluiting eindplaten:					niet gecontroleerd!

3.1.4 Eindconclusie(s):

- De liggers in de 2e rij tralies voldoen qua sterkte, stijfheid en stabiliteit bij alle berekende belastingcombinaties.
  - Stijfheid: voldoet
  - Bovenrand (RHBK50*30*1.5 mm) (S235 (EN10219)): voldoet
  - Onderrand (RHBK50*30*1.5 mm) (S235 (EN10219)): voldoet
  - Drukdiagonalen (RHBK20*20*1.5 mm) (S235 (EN10219)): voldoen
  - Verbindingen Drukdiagonalen: voldoen
  - Trekdiagonalen (RHBK20*20*1.5 mm) (S235 (EN10219)): voldoen
  - Verbindingen Trekdiagonalen: voldoen
  - Bouten eindplaten:
    - Bij de bovenrand (1xM10-8.8): voldoen
    - Bij de onderrand (1xM10-8.8): voldoen
  - Eindplaten (ST50*12.0 mm) (zonder onderlegringen):
    - Bij de bovenrand met schotjes: voldoen
    - Bij de onderrand: voldoen
    - Lasaansluitingen: niet gecontroleerd!

3.1.5 Liggers 1e rij tralies:

- Stijfheid (B.C.7) : neerwaarts =| -4.8|mm			<	19.2 mm:	voldoet.
- Bovenrand:					
- uit het vlak (3):		0.66	<	1.00:	voldoet.
- in het vlak (3) :		0.19	<	1.00:	voldoet.
- doorsnede (3) :		0.15	<	1.00:	voldoet.
- Onderrand:					
- uit het vlak (6):		0.47	<	0.95:	voldoet.
- in het vlak (6) :		0.14	<	1.00:	voldoet.
- doorsnede (6) :		0.14	<	1.00:	voldoet.
- Drukdiagonalen:					
- druk (B.C.5) :		0.16	<	1.00:	voldoet.
- trek (B.C.6) :		0.09	<	1.00:	voldoet.
- Trekdiagonalen:					
- druk (B.C.6) :		0.06	<	1.00:	voldoet.
- trek (B.C.5) :		0.22	<	1.00:	voldoet.
- Verbinding drukdiagonalen:					
- Lassen (B.C.5) : UClasD	=	0.17	<	1.00:	voldoen
- Aansluitingen(1): UCdiaD	=	0.97	<	1.00:	voldoen
- Verbinding trekdiagonalen:					
- Lassen (B.C.5) : UClasT	=	0.21	<	1.00:	voldoen
- Aansluitingen(1): UCdiaT	=	0.97	<	1.00:	voldoen
- Bouten eindplaten:					
- bovenste (B.C.1): Fi,max	=	8080 N	<	33926 N:	voldoet.
- onderste (B.C.3): Fi,max	=	6636 N	<	33926 N:	voldoet.
- Eindplaten (zonder onderlegringen)					
- pons boven (1) : Ft,max	=	8039 N	<	96191 N:	voldoet.
- pons onder (3) : Ft,max	=	6603 N	<	96191 N:	voldoet.
- buiging boven(1): Meindpl	=	94.9 Nm	<	1667.3 Nm:	voldoet.
- buiging onder(3): Meindpl	=	73.3 Nm	<	367.8 Nm:	voldoet.
- Lasaansluiting eindplaten:					niet gecontroleerd!

3.1.6 Eindconclusie(s):

- De liggers in de 1e rij tralies voldoen qua sterkte, stijfheid en stabiliteit bij alle berekende belastingcombinaties.	
- Stijfheid:	voldoet
- Bovenrand (RHBK50*30*1.5 mm) (S235 (EN10219)):	voldoet
- Onderrand (RHBK50*30*1.5 mm) (S235 (EN10219)):	voldoet
- Drukdiagonalen (RHBK20*20*1.5 mm) (S235 (EN10219)):	voldoen
- Verbindingen Drukdiagonalen:	voldoen
- Trekdiagonalen (RHBK20*20*1.5 mm) (S235 (EN10219)):	voldoen
- Verbindingen Trekdiagonalen:	voldoen
- Bouten eindplaten:	
- Bij de bovenrand (1xM10-8.8):	voldoen
- Bij de onderrand (1xM10-8.8):	voldoen
- Eindplaten (ST50*12.0 mm) (zonder onderlegringen):	
- Bij de bovenrand met schotjes:	voldoen
- Bij de onderrand:	voldoen
- Lasaansluitingen:	niet gecontroleerd!

3.1.7 Eindconclusie:

- Alle spanten voldoen (niet alle lassen zijn gecontroleerd).

3.1.8 Mededelingen/opmerkingen:
De belastingen en belastingscombinaties zijn bepaald volgens:
- NEN 3859 2012 (lichte bouwconstructies; tuinbouwkassen)
  - Onderzochte belastingcombinaties:
    - B.C.1: a2) Eigen gewicht + installaties + sneeuw + gewas(winter)
    - B.C.2: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (1e kap zuiging)
    - B.C.3: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht
    - B.C.4: c1) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties
    - B.C.5: c12) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties
    - B.C.6: a1) Eigen gewicht + gewas + installaties + wind + onderdruk
    - B.C.7: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (wind op kopgevel)
    - B.C.8: a1) Eigen gewicht + installaties + sneeuw (Ct=1.0)
    - B.C.9: d) Eigen gewicht + gewas + installaties + aardbeving

- De lasverbinding van de eindplaat van de middenvelden is niet gecontroleerd.
- De lasverbinding van de eindplaat van de 2e rij tralies is niet gecontroleerd.
- De lasverbinding van de eindplaat van de 1e rij tralies is niet gecontroleerd.

'Gap' van de lassen van de diagonaalaansluitingen

	Drukdiagonaal		Trekdiagonaal	
	bovenrand	onderrand	bovenrand	onderrand
Middenvelden	10.00 mm	10.00 mm	10.00 mm	10.00 mm
2e spant	10.00 mm	10.00 mm	10.00 mm	10.00 mm
1e spant	10.00 mm	10.00 mm	10.00 mm	10.00 mm

- Bij de stabiliteitsberekeningen van de bovenrand en de onderrand uit het vlak van de tralie wordt uitgegaan van specifieke stabiliteits-voorzieningen ter plaatse van de zwevende goten (zie paragraaf 4.2 en 5.2 van hoofdstuk 6, 7, 8 en 9).

- In de berekeningen wordt uitgegaan van een adequate krachtsinleiding van de verticale belastingen in de bovenrand van de tralieligger, zowel bij opwaartse alsook bij neerwaartse belasting.

- Uit experimenteel onderzoek is gebleken, dat de werkelijke doorbuiging van de tralieligger 20% tot 100% groter is dan berekend, ten gevolge van locale vervormingen ter plaatse van de diagonaal-aansluitingen. Onder normale omstandigheden is dit echter niet maatgevend.

- De maatgevende belastingen op de kolom-goot verbinding t.p.v. de opzetkolom (alle spanten):
  Bij opwaartse belastingen (B.C.2)   = Ntgv =   4550 N
  Bij neerwaartse belastingen (B.C.1) = Ndgv =   -5508 N

- Voor de controle van de horizontale sterkte van de kolom-gootverbinding, is het volgende moment bepaald (in rekentoestand):
  Mozk(max) = 30.3   Nm (B.C.6)

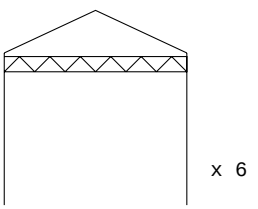
3.2 INVOERGEGEVENS

3.2.1 Type en afmetingen van de kas:

- Kastype : Foliekas
- Overspanning (l) : 4.80 m (1 * 4.80 m)
- Overspanning (l) : 4.80 m
- Vakmaat (v) : 4.00 m
- Kolomhoogte gevel : 4.00 m
- Kaslengte (L) : 40.0 m
- Minimum aantal aaneengesloten overspanningen (y-richting): 6

3.2.2 Overige gegevens van de kas:

- Dekhelling (alfa) : 25.0 graden
- Funderingshoogte (fh) : 0 mm
- Spanthoogte (hspant) : 430 mm
- Spantverlaging (vspant) : 80 mm



3.2.3 Kolommen:

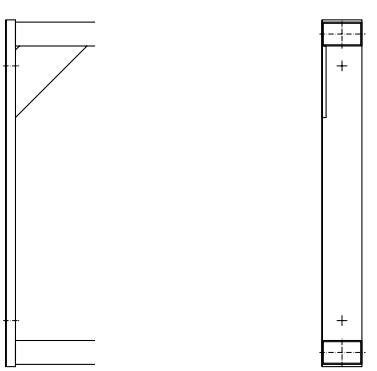
- Profiel : RHBK100*50*3.0
- Staalsoort kolommen : S235 (EN10219)
- Lengte kolom : 4000 mm
- Gat in de kolom : Nee

3.2.4 Gegevens van de 2D tralieligger:

- Doorkoppelingen : Nee

3.2.5 In de middenvelden:

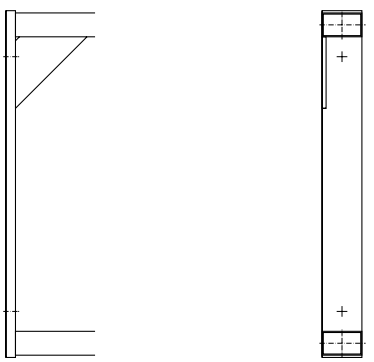
- Bovenrand (br) : RHBK50*30*1.5 (Staalsoort: S235 (EN10219))
- Onderrand (or) : RHBK50*30*1.5 (Staalsoort: S235 (EN10219))
- Aantal diagonalen per kap : 12
- Drukdiagonalen (dd) : RHBK20*20*1.5 (Staalsoort: S235 (EN10219))
- Trekdiagonalen (td) : RHBK20*20*1.5 (Staalsoort: S235 (EN10219))
- Plaatsing 1e diagonaal : op onderrand, dus drukdiagonaal
- Diagonaal-aansluitingen : Gezaagd 2-zijdige las
- Verstijfde verbinding : Nee (controle geometrie)
- Controle van de lassen : druk trek
  - Excentriciteit : 0 0 mm
  - Keeldoorsnede : 1.5 1.5 mm
- Strip in eerste veld : geen
- Eindplaat (ep) : ST50*12.0 met schotjes (S235 (EN10219))
  - Bout bij de bovenrand : M10-8.8
    - onder de rand (3): < 25 mm
    - boven de rand (4): niet aanwezig.
  - Bout bij de onderrand : M10-8.8
    - onder de rand (1): niet aanwezig.
    - boven de rand (2): < 25 mm
  - Schotjes (aantal breedte dikte verlaagd)
    - bovenrand : 1 60 x 5 - 5 mm
    - onderrand : 0 80 x 5 - 5 mm
  - Lassen van de kopplaat niet gecontroleerd.
- Toog : 5 mm



3.2.6 2e rij tralies:
- Bovenrand (br) : RHBK50*30*1.5 (Staalsoort: S235 (EN10219))
- Onderrand (or) : RHBK50*30*1.5 (Staalsoort: S235 (EN10219))
- Aantal diagonalen per kap : 12
- Drukdiagonalen (dd) : RHBK20*20*1.5 (Staalsoort: S235 (EN10219))
- Trekdiagonalen (td) : RHBK20*20*1.5 (Staalsoort: S235 (EN10219))
- Plaatsing 1e diagonaal : op onderrand, dus drukdiagonaal
- Diagonaal-aansluitingen : Gezaagd 2-zijdige las
- Verstijfde verbinding : Nee (controle geometrie)
- Controle van de lassen : druk trek
  - Excentriciteit : 0 0 mm
  - Keeldoorsnede : 1.5 1.5 mm
- Strip in eerste veld : geen
- Eindplaat (ep) : ST50*12.0 met schotjes (S235 (EN10219))
  - Bout bij de bovenrand : M10-8.8
    onder de rand (3): < 25 mm
    boven de rand (4): niet aanwezig.
  - Bout bij de onderrand : M10-8.8
    onder de rand (1): niet aanwezig.
    boven de rand (2): < 25 mm

		aantal	breedte		dikte	verlaagd
- Schotjes	bovenrand :	1	60	x	5 -	5 mm
	onderrand :	0	80	x	5 -	5 mm

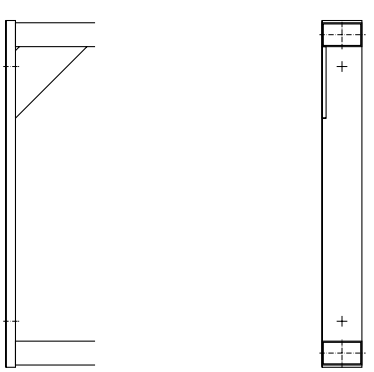
  - Lassen van de kopplaat niet gecontroleerd.
- Toog : 5 mm



3.2.7 1e rij tralies:
- Bovenrand (br) : RHBK50*30*1.5 (Staalsoort: S235 (EN10219))
- Onderrand (or) : RHBK50*30*1.5 (Staalsoort: S235 (EN10219))
- Aantal diagonalen per kap : 12
- Drukdiagonalen (dd) : RHBK20*20*1.5 (Staalsoort: S235 (EN10219))
- Trekdiagonalen (td) : RHBK20*20*1.5 (Staalsoort: S235 (EN10219))
- Plaatsing 1e diagonaal : op onderrand, dus drukdiagonaal
- Diagonaal-aansluitingen : Gezaagd 2-zijdige las
- Verstijfde verbinding : Nee (controle geometrie)
- Controle van de lassen : druk trek
  - Excentriciteit : 0 0 mm
  - Keeldoorsnede : 1.5 1.5 mm
- Strip in eerste veld : geen
- Eindplaat (ep) : ST50*12.0 met schotjes (S235 (EN10219))
  - Bout bij de bovenrand : M10-8.8
    onder de rand (3): < 25 mm
    boven de rand (4): niet aanwezig.
  - Bout bij de onderrand : M10-8.8
    onder de rand (1): niet aanwezig.
    boven de rand (2): < 25 mm

		aantal	breedte		dikte	verlaagd
- Schotjes	bovenrand :	1	60	x	5 -	5 mm
	onderrand :	0	80	x	5 -	5 mm

  - Lassen van de kopplaat niet gecontroleerd.
- Toog : 5 mm
- Mechaniekgat : 40 x 30 mm (hoogte x breedte)



- Goot (eigen invoer)
  - Iy kasgoot (Iy.g) : 2847800 mm4 = 285 cm4 (verticaal)
  - Iz kasgoot (Iz.g) : 1867200 mm4 = 187 cm4 (horizontaal)
  - Materiaal goot : aluminium (Eg = 70000 N/mm²)

3.2.8 Eigen gewicht van diverse kasonderdelen:
- Dek (qdek) : 35 N/m² grondoppervlak
- Goot (Qgoot) : 30 N/m
- Spant (Fspant 1e rij) : 269 N
- Spant (Fspant 2e rij) : 269 N
- Spant (Fspant midden) : 269 N

3.2.9 Gegevens van de verhoogde teeltlaag:
- Geen verhoogde teeltlaag toegepast.

3.2.10 Belastingen:
De belastingen zijn berekend volgens:
- NEN3859 2012: Classificatie KFI=0.85; Windgebied III
- Basic wind velocity : V50 = 24.5 m/s reference V15 = 22.6 m/s
- Basic snowload : SK = 700.0 N/m²
- Berekende afsmeltfactor : Ct = 1.000
  Type kasdekomhulling : Enkellaags kunststoffolie
  Temperatuur onder kasdek: Niet verwarmd
  Schermdoek op pakket bij sneeuwval: Ja
  Afwatering smeltwater snel en ongehinderd: Ja
- Reference period : Rf = 15 year
- Seismische respons : Invoer door gebruiker
- Seismische versnelling : AgR = 0.050 x g m/sec²
  (Reference: TRC=475 years, n=50years, 10% exceedence)
- Seismische respons : Sd = 0.050 x g m/sec²
- Seismische ontwerpfactor: gs = 1.30
- Windstuwdruk (qwind) : max(0.72, (0.83*0.85))*466 = 335 N/m² dekoppervlak
  (N.B.: Nokhoogte: H = 0.000 + 4.000 + 0.5 * 4.800 * tan 25° = 5.119 m)
  Gebouwhoogte: 5.119 m. Eff.hoogte: ze = 5.119 m
- Sneeuwbelasting (qsneeuw) : 420.4 N/m² grondoppervlak
- Installaties : 70 N/m² grondoppervlak
- Hangende teeltgoot : 0 N/m² grondoppervlak
  - positie ophanging : diagonaal knooppunt
- Installaties totaal : 70 N/m² grondoppervlak
- Gewasbelasting (qgewas) : 0 = Max(0 , 0) N/m² grondoppervlak
- Gewasbelasting winter : 0 N/m² grondoppervlak
  - positie ophanging : diagonaal knooppunt
- Gewassen op onderrand : ja
- Schoorverbanden : Geen
- Puntlast onderbouw (Fpunt): 1000 N (geconcentreerde verticale belasting)

3.3 GEGEVENS OVER DE TOEGEPASTE NORM

3.3.1 Gegevens over de Europese kassenbouwnorm

- NEN3859 2012: Classificatie KFI=0.85; Windgebied III
- Basiswindsnelheid: Vb50 = 24.5 m/s met Cprob 15 jaar: Vb = 22.6 m/s
- Karateristieke Sneeuwbelasting: SK = 700.0 N/m² op de grond (50 jaar)

3.3.2 Windbelasting:

- Reference wind velocity : Vref.50 = 24.5 m/s
- Return period : ref = 15
- Shape parameter : K1 = 0.234 ; n = 0.5
- Terrain category greenhouses : z0 = 0.200 m, zmin = 4.000 m, Kr = 0.209
- Reference wind velocity (for ref.min = 15 years):

$$Vref = Vref.50 * \frac{1 - K1 * \ln(1/ref)}{1 - K1 * \ln(0.02)}^{+0.5} = 22.627 \text{ m/s}$$

- Height ridge : 0.000 + 4.000 + 0.5*4.800*tan25° = 5.119 m
- Reference height : ze = 5.119 m (ze = Height ridge = building height = 5.119 m)
- Roughness coëfficiënt : cr(ze) = 0.679
- Topography coëfficiënt : co(ze) = 1.000
- Turbulence intensity : Iv(ze) = Kr /(ct(ze) * co(ze))= 0.308
- Exposure coëfficiënt : ce(ze) = cr(ze)² * co(ze)² * (1 + 7 * Iv(ze)) = 1.456
- Reference wind pressure : rho = 1.250 kg/m3; q = rho/2*(Vref)² = 319.976 N/m²
- Peak velocity : Vpeak = ce(ze)^0.5 * Vref = 1.456 ^0.5 * 22.627 = 27.3 m/s
- Mean wind pressure : qref = ce(ze) * q = 465.785 N/m²

- Windbelasting op midden kasdek:
  - Kaphoogte : Hkap = max(0.5*4.800*tan25°, 1.00 m) = 1.119 m
  - Roughness coëfficiënt : cr = 0.361
  - Topography coëfficiënt : ct = 1.000
  - Turbulence intensity : Iv = kT /(cr * ct)= 7.000
  - Exposure coëfficiënt : ce = cr² * ct² * (1 + 7 * Iv) = 0.658
  - Mean wind pressure : qref = ce * q = 210.650 N/m²
  - Reduction factor : fqmid = qref.nok/qref = 210.650 / 465.785 = 0.452
- Wind pressure (qwind): max(0.72, (0.83*0.85))*466 = 335 N/m² dekoppervlak 1)

Voor de reductiefactoren wordt de onderstaande tabel aangehouden
(tussenliggende waarden via lineaire interpolatie):

X [m]	Cs 2) loodrecht	Ccor parallel	(volgens NEN3859 2012)
5	0.92	1.00	
10	0.89	0.85	1): de maximale reductie van de
20	0.87	0.85	windstuwdruk is 0.72 (=0.85x0.85)
30	0.85	0.85	
50	0.82	0.85	2): de ondergrens voor cs=0.85
75	0.80	0.85	
100	0.78	0.85	
150	0.75	0.85	Cs;loodrecht = 0.83 (kaslengte 40.0 m)
> 200	0.73	0.85	Ccor;parallel = 0.85 (kasbreedte 28.8 m)

3.3.3 Sneeuwbelasting:
Sneeuwbelasting (qsneeuw): 420.4 N/m² grondoppervlak (zonder afsmelten: qsi = 420.4 N/m²)
- Return period: ref = 15
- Basic snow load: SK = 700.0 N/m²
- Reduction with a return period n and V=0.800
  NEN3859 2012: Rf = (1-0.8*0.7797*(ln(-ln(1-1/15))+0.57722))/(1+2.5923*0.8) = 0.751
- Snow load shape coëfficiënt (for sub_structure only): C1 = 0.80
- Thermal coëfficiënt for non-heated greenhouses: Ct = 1.00
- Exposure coëfficiënt Ce, usually 1.0 (no effect from wind): Ce = 1.00
- Snow load (load on the roof projected on the ground):
  qs = Rf*C1*Ce*Ct*Sk = 0.751 * 0.8 * 1.0 * 1.000 * 700.0 = 420.4 N/m² 1)

3.3.4 Onderzochte belastingcombinaties:
- B.C.1: a2) Eigen gewicht + installaties + sneeuw + gewas(winter)
- B.C.2: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (1e kap zuiging)
- B.C.3: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht
- B.C.4: c1) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties
- B.C.5: c12) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties
- B.C.6: a1) Eigen gewicht + gewas + installaties + wind + onderdruk
- B.C.7: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (wind op kopgevel)
- B.C.8: a1) Eigen gewicht + installaties + sneeuw (Ct=1.0)
- B.C.9: d) Eigen gewicht + gewas + installaties + aardbeving

- Combinaties voor dekroeden:
  - BC.R1 : a2) Eigen gewicht + installaties + sneeuw + gewas(winter)
  - BC.R2 : b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht
  - BC.R3 : c1) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties
  - BC.R4 : a12) Eigen gewicht + installaties + wind + onderdruk

- Combinaties voor de goot:
  - BC.G1 : a2) Eigen gewicht + installaties + sneeuw + gewas(winter)
  - BC.G2 : c1) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties
  - BC.G3 : c12) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties
  - BC.G4 : a1) Eigen gewicht + gewas + installaties + wind + onderdruk
  - BC.G5 : a12) Eigen gewicht + installaties + wind + onderdruk
  - BC.G6 : d) Eigen gewicht + gewas + installaties + aardbeving
  - BC.G7 : a1) Eigen gewicht + sneeuw (Ct=1.0 goot)

3.3.5 Tabel 7: Afgeleide belastingsfactoren in rekentoestand
en tussen haakjes in gebruikstoestand:

ref	G1	G2	Q1	Q2	Q3	Q4	AK2
BC	Eigen gewicht dek a= 35 N/m² b= 0 N	Installaties 70 N/m² + 0 N/m² = 70 N/m²	Wind-belasting a= 466 N/m² b= 337 N/m² c= 335 N/m²	Sneeuwbelasting a= 420 N/m² b= 420 N/m² c= 0 N/m²	Gewas-Belasting a= 0 N/m² b= 0 N/m²	Transportbelasting a= 0 N b= 1250 N	Aardbeving AgR = 0.050 [Sd]
1	1.02(1.00)	1.02(1.00)	0.00(0.00)	a 1.27(1.00)	b 1.27(1.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)
2	1.00(1.00)	0.00(0.00)	1.27(1.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)
3	1.00(1.00)	0.00(0.00)	1.27(1.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)
4	1.02(1.00)	1.02(1.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)	a 1.27(1.00)	1.27(1.00)	0.00(0.00)
5	1.20(1.00)	1.20(1.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)	a 1.20(1.00)	1.20(1.00)	0.00(0.00)
6	1.02(1.00)	1.02(1.00)	1.27(1.00)	0.00(0.00)	a 1.27(1.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)
7	1.00(1.00)	0.00(0.00)	1.27(1.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)
8	1.00(1.00)	1.00(1.00)	0.00(0.00)	b 1.00(0.00)	b 0.00(0.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)
9	1.02(1.00)	1.02(1.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)	a 1.27(1.00)	0.00(0.00)	1.00(0.00)[0.050]

G1 = Dead load: [a]roof; [b]permanent
G2 = Services : [a]load on truss; [b]permanent
Q1 = Wind Load: [a]excl.Cdim (gables); [b]gutter direction (crosses); [c]span direction (trellis, column)
Q2 = Snow load: [a]incl. Ct=1.000; [b]exeptional Ct=1.0; [c]Accidental
Q3 = Crop Load: [a]max season; [b]max winter
Q4 = Transport incidental: [a]on roof; [b]inside

Het aantal middenkappen waarmee wordt gerekend mag worden gereduceerd.
Voor het maximaal aantal middenkappen wordt de onderstaande tabel aangehouden:

	N	h kolomhoogte + funderingshoogte
		- = ----------
h/s <= 0.4	3	s kapbreedte
0.4 < h/s <= 0.5	4	
0.5 < h/s <= 0.6	5	4000 + 0
0.6 < h/s <= 0.7	6	= ---------- , geeft Nred = 7
h/s > 0.7	7	4800

Controle aantal gegeven middenkappen:
nkap,beschikbaar = aantal spanten * aantal kappen - 3 = 1 * 6 - 3 (=> 0)
nkap,midden = MIN(nkap,beschikbaar, Nred) = MIN(nkap,beschikbaar, 7)

3.4 OVERZICHT BEREKENINGSRESULTATEN PER BELASTINGGEVAL:

3.4.1 B.C.1: a2) Eigen gewicht + installaties + sneeuw + gewas(winter)

- Tralies in de middenvelden:

Stijfheid:						
- neerwaarts	: | -4.9|	mm	<	19.2 mm:		voldoet.
Bovenrand:						
- uit het vlak	: 0.00		<=	1.00:		voldoet.
- in het vlak	: 0.00		<=	1.00:		voldoet.
- doorsnede	: 0.08		<=	1.00:		voldoet.
Onderrand:						
- uit het vlak	: 0.00		<=	0.95:		voldoet.
- in het vlak	: 0.00		<=	1.00:		voldoet.
- doorsnede	: 0.06		<=	1.00:		voldoet.
Drukdiagonalen:						
- druk	: 0.05		<=	1.00:		voldoet.
- trek	: 0.00		<=	1.00:		voldoet.
Trekdiagonalen:						
- druk	: 0.00		<=	1.00:		voldoet.
- trek	: 0.07		<=	1.00:		voldoet.
Bouten eindplaten:						
- bovenste	: 5203	N	<	33926 N:		voldoen.
- onderste	: 1524	N	<	33926 N:		voldoen.
Eindplaten (zonder onderlegringen)						
- pons boven	: 5.2	kN	<	96.2 kN:		voldoet.
- pons onder	: 1.4	kN	<	96.2 kN:		voldoet.
- buiging boven	: 62.1	Nm	<	1667.3 Nm:		voldoet.
- buiging onder	: 19.5	Nm	<	367.8 Nm:		voldoet.

- 2e rij tralies:
Stijfheid:
  - neerwaarts : | -4.8| mm < 19.2 mm: voldoet.
Bovenrand:
  - uit het vlak : 0.00 <= 1.00: voldoet.
  - in het vlak : 0.00 <= 1.00: voldoet.
  - doorsnede : 0.08 <= 1.00: voldoet.
Onderrand:
  - uit het vlak : 0.00 <= 0.95: voldoet.
  - in het vlak : 0.00 <= 1.00: voldoet.
  - doorsnede : 0.07 <= 1.00: voldoet.
Drukdiagonalen:
  - druk : 0.05 <= 1.00: voldoet.
  - trek : 0.01 <= 1.00: voldoet.
Trekdiagonalen:
  - druk : 0.01 <= 1.00: voldoet.
  - trek : 0.07 <= 1.00: voldoet.
Bouten eindplaten:
  - bovenste : 5166 N < 33926 N: voldoen.
  - onderste : 2137 N < 33926 N: voldoen.
Eindplaten (zonder onderlegringen)
  - pons boven : 5.1 kN < 96.2 kN: voldoet.
  - pons onder : 2.1 kN < 96.2 kN: voldoet.
  - buiging boven : 61.7 Nm < 1667.3 Nm: voldoet.
  - buiging onder : 26.9 Nm < 367.8 Nm: voldoet.

- 1e rij tralies:
Stijfheid:
  - opwaarts : | -0.1| mm < 19.2 mm: voldoet.
Bovenrand:
  - uit het vlak : 0.00 <= 1.00: voldoet.
  - in het vlak : 0.00 <= 1.00: voldoet.
  - doorsnede : 0.12 <= 1.00: voldoet.
Onderrand:
  - uit het vlak : 0.08 <= 0.95: voldoet.
  - in het vlak : 0.01 <= 1.00: voldoet.
  - doorsnede : 0.05 <= 1.00: voldoet.
Drukdiagonalen:
  - druk : 0.07 <= 1.00: voldoet.
  - trek : 0.03 <= 1.00: voldoet.
Trekdiagonalen:
  - druk : 0.02 <= 1.00: voldoet.
  - trek : 0.09 <= 1.00: voldoet.
Bouten eindplaten:
  - bovenste : 8080 N < 33926 N: voldoen.
  - onderste : 2324 N < 33926 N: voldoen.
Eindplaten (zonder onderlegringen)
  - pons boven : 8.0 kN < 96.2 kN: voldoet.
  - pons onder : 2.3 kN < 96.2 kN: voldoet.
  - buiging boven : 94.9 Nm < 1667.3 Nm: voldoet.
  - buiging onder : 29.5 Nm < 367.8 Nm: voldoet.

3.4.2 B.C.2: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (1e kap zuiging)

- Tralies in de middenvelden:

Stijfheid:					
- neerwaarts	: | -5.0|	mm	<	19.2 mm:	voldoet.
Bovenrand:					
- uit het vlak	: 0.18		<=	1.00:	voldoet.
- in het vlak	: 0.05		<=	1.00:	voldoet.
- doorsnede	: 0.04		<=	1.00:	voldoet.
Onderrand:					
- uit het vlak	: 0.19		<=	0.95:	voldoet.
- in het vlak	: 0.05		<=	1.00:	voldoet.
- doorsnede	: 0.05		<=	1.00:	voldoet.
Drukdiagonalen:					
- druk	: 0.03		<=	1.00:	voldoet.
- trek	: 0.02		<=	1.00:	voldoet.
Trekdiagonalen:					
- druk	: 0.02		<=	1.00:	voldoet.
- trek	: 0.03		<=	1.00:	voldoet.
Bouten eindplaten:					
- bovenste	: 1571	N	<	33926 N:	voldoen.
- onderste	: 1031	N	<	33926 N:	voldoen.
Eindplaten (zonder onderlegringen)					
- pons boven	: 1.5	kN	<	96.2 kN:	voldoet.
- pons onder	: 1.0	kN	<	96.2 kN:	voldoet.
- buiging boven	: 16.9	Nm	<	1667.3 Nm:	voldoet.
- buiging onder	: 10.8	Nm	<	367.8 Nm:	voldoet.

- 2e rij tralies:
Stijfheid:
  - opwaarts : | -0.1| mm < 19.2 mm: voldoet.
Bovenrand:
  - uit het vlak : 0.14 <= 1.00: voldoet.
  - in het vlak : 0.04 <= 1.00: voldoet.
  - doorsnede : 0.03 <= 1.00: voldoet.
Onderrand:
  - uit het vlak : 0.22 <= 0.95: voldoet.
  - in het vlak : 0.05 <= 1.00: voldoet.
  - doorsnede : 0.04 <= 1.00: voldoet.
Drukdiagonalen:
  - druk : 0.02 <= 1.00: voldoet.
  - trek : 0.02 <= 1.00: voldoet.
Trekdiagonalen:
  - druk : 0.02 <= 1.00: voldoet.
  - trek : 0.03 <= 1.00: voldoet.
Bouten eindplaten:
  - bovenste : 1634 N < 33926 N: voldoen.
  - onderste : 1087 N < 33926 N: voldoen.
Eindplaten (zonder onderlegringen)
  - pons boven : 1.6 kN < 96.2 kN: voldoet.
  - pons onder : 1.1 kN < 96.2 kN: voldoet.
  - buiging boven : 17.8 Nm < 1667.3 Nm: voldoet.
  - buiging onder : 11.8 Nm < 367.8 Nm: voldoet.

- 1e rij tralies:
Stijfheid:

- neerwaarts	:	| -4.6|	mm <	19.2 mm:		voldoet.
Bovenrand:						
- uit het vlak	:	0.65	<=	1.00:		voldoet.
- in het vlak	:	0.17	<=	1.00:		voldoet.
- doorsnede	:	0.14	<=	1.00:		voldoet.
Onderrand:						
- uit het vlak	:	0.32	<=	0.95:		voldoet.
- in het vlak	:	0.09	<=	1.00:		voldoet.
- doorsnede	:	0.08	<=	1.00:		voldoet.
Drukdiagonalen:						
- druk	:	0.05	<=	1.00:		voldoet.
- trek	:	0.06	<=	1.00:		voldoet.
Trekdiagonalen:						
- druk	:	0.04	<=	1.00:		voldoet.
- trek	:	0.07	<=	1.00:		voldoet.
Bouten eindplaten:						
- bovenste	:	1985 N	<	33926 N:		voldoen.
- onderste	:	4025 N	<	33926 N:		voldoen.
Eindplaten (zonder onderlegringen)						
- pons boven	:	2.0 kN	<	96.2 kN:		voldoet.
- pons onder	:	4.0 kN	<	96.2 kN:		voldoet.
- buiging boven	:	22.2 Nm	<	1667.3 Nm:		voldoet.
- buiging onder	:	42.9 Nm	<	367.8 Nm:		voldoet.

3.4.3 B.C.3: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht

- Tralies in de middenvelden:

Stijfheid:					
- neerwaarts	: | -4.9|	mm	<	19.2 mm:	voldoet.
Bovenrand:					
- uit het vlak	: 0.30		<=	1.00:	voldoet.
- in het vlak	: 0.08		<=	1.00:	voldoet.
- doorsnede	: 0.07		<=	1.00:	voldoet.
Onderrand:					
- uit het vlak	: 0.33		<=	0.95:	voldoet.
- in het vlak	: 0.09		<=	1.00:	voldoet.
- doorsnede	: 0.08		<=	1.00:	voldoet.
Drukdiagonalen:					
- druk	: 0.04		<=	1.00:	voldoet.
- trek	: 0.04		<=	1.00:	voldoet.
Trekdiagonalen:					
- druk	: 0.03		<=	1.00:	voldoet.
- trek	: 0.05		<=	1.00:	voldoet.
Bouten eindplaten:					
- bovenste	: 2498	N	<	33926 N:	voldoen.
- onderste	: 1846	N	<	33926 N:	voldoen.
Eindplaten (zonder onderlegringen)					
- pons boven	: 2.5	kN	<	96.2 kN:	voldoet.
- pons onder	: 1.8	kN	<	96.2 kN:	voldoet.
- buiging boven	: 26.7	Nm	<	1667.3 Nm:	voldoet.
- buiging onder	: 19.5	Nm	<	367.8 Nm:	voldoet.

- 2e rij tralies:
Stijfheid:
  - neerwaarts : | -4.9| mm < 19.2 mm: voldoet.
Bovenrand:
  - uit het vlak : 0.33 <= 1.00: voldoet.
  - in het vlak : 0.08 <= 1.00: voldoet.
  - doorsnede : 0.07 <= 1.00: voldoet.
Onderrand:
  - uit het vlak : 0.38 <= 0.95: voldoet.
  - in het vlak : 0.10 <= 1.00: voldoet.
  - doorsnede : 0.08 <= 1.00: voldoet.
Drukdiagonalen:
  - druk : 0.03 <= 1.00: voldoet.
  - trek : 0.04 <= 1.00: voldoet.
Trekdiagonalen:
  - druk : 0.03 <= 1.00: voldoet.
  - trek : 0.05 <= 1.00: voldoet.
Bouten eindplaten:
  - bovenste : 2316 N < 33926 N: voldoen.
  - onderste : 1981 N < 33926 N: voldoen.
Eindplaten (zonder onderlegringen)
  - pons boven : 2.3 kN < 96.2 kN: voldoet.
  - pons onder : 2.0 kN < 96.2 kN: voldoet.
  - buiging boven : 25.0 Nm < 1667.3 Nm: voldoet.
  - buiging onder : 21.5 Nm < 367.8 Nm: voldoet.

- 1e rij tralies:
Stijfheid:

- neerwaarts	:	| -4.7|	mm <	19.2 mm:		voldoet.
Bovenrand:						
- uit het vlak	:	0.66	<=	1.00:		voldoet.
- in het vlak	:	0.19	<=	1.00:		voldoet.
- doorsnede	:	0.15	<=	1.00:		voldoet.
Onderrand:						
- uit het vlak	:	0.41	<=	0.95:		voldoet.
- in het vlak	:	0.13	<=	1.00:		voldoet.
- doorsnede	:	0.11	<=	1.00:		voldoet.
Drukdiagonalen:						
- druk	:	0.07	<=	1.00:		voldoet.
- trek	:	0.08	<=	1.00:		voldoet.
Trekdiagonalen:						
- druk	:	0.06	<=	1.00:		voldoet.
- trek	:	0.09	<=	1.00:		voldoet.
Bouten eindplaten:						
- bovenste	:	4420 N	<	33926 N:		voldoen.
- onderste	:	6636 N	<	33926 N:		voldoen.
Eindplaten (zonder onderlegringen)						
- pons boven	:	4.4 kN	<	96.2 kN:		voldoet.
- pons onder	:	6.6 kN	<	96.2 kN:		voldoet.
- buiging boven	:	49.6 Nm	<	1667.3 Nm:		voldoet.
- buiging onder	:	73.3 Nm	<	367.8 Nm:		voldoet.

3.4.4 B.C.4: c1) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

- Tralies in de middenvelden:

Stijfheid:					
- neerwaarts	:	| -4.7| mm	<	19.2 mm:	voldoet.
Bovenrand:					
- uit het vlak	:	0.15	<=	1.00:	voldoet.
- in het vlak	:	0.06	<=	1.00:	voldoet.
- doorsnede	:	0.07	<=	1.00:	voldoet.
Onderrand:					
- uit het vlak	:	0.20	<=	0.95:	voldoet.
- in het vlak	:	0.05	<=	1.00:	voldoet.
- doorsnede	:	0.07	<=	1.00:	voldoet.
Drukdiagonalen:					
- druk	:	0.14	<=	1.00:	voldoet.
- trek	:	0.00	<=	1.00:	voldoet.
Trekdiagonalen:					
- trek	:	0.19	<=	1.00:	voldoet.
Bouten eindplaten:					
- bovenste	:	4911 N	<	33926 N:	voldoen.
- onderste	:	1170 N	<	33926 N:	voldoen.
Eindplaten (zonder onderlegringen)					
- pons boven	:	4.8 kN	<	96.2 kN:	voldoet.
- pons onder	:	0.0 kN	<	96.2 kN:	voldoet.
- buiging boven	:	54.5 Nm	<	1667.3 Nm:	voldoet.
- buiging onder	:	0.0 Nm	<	367.8 Nm:	voldoet.

- 2e rij tralies:
Stijfheid:
  - neerwaarts : | -4.8| mm < 19.2 mm: voldoet.
Bovenrand:
  - uit het vlak : 0.14 <= 1.00: voldoet.
  - in het vlak : 0.05 <= 1.00: voldoet.
  - doorsnede : 0.08 <= 1.00: voldoet.
Onderrand:
  - uit het vlak : 0.24 <= 0.95: voldoet.
  - in het vlak : 0.06 <= 1.00: voldoet.
  - doorsnede : 0.08 <= 1.00: voldoet.
Drukdiagonalen:
  - druk : 0.14 <= 1.00: voldoet.
  - trek : 0.00 <= 1.00: voldoet.
Trekdiagonalen:
  - trek : 0.20 <= 1.00: voldoet.
Bouten eindplaten:
  - bovenste : 5716 N < 33926 N: voldoen.
  - onderste : 1215 N < 33926 N: voldoen.
Eindplaten (zonder onderlegringen)
  - pons boven : 5.6 kN < 96.2 kN: voldoet.
  - pons onder : 0.0 kN < 96.2 kN: voldoet.
  - buiging boven : 63.8 Nm < 1667.3 Nm: voldoet.
  - buiging onder : 0.0 Nm < 367.8 Nm: voldoet.

- 1e rij tralies:
Stijfheid:
  - neerwaarts : | -4.4| mm < 19.2 mm: voldoet.
Bovenrand:
  - uit het vlak : 0.22 <= 1.00: voldoet.
  - in het vlak : 0.09 <= 1.00: voldoet.
  - doorsnede : 0.08 <= 1.00: voldoet.
Onderrand:
  - uit het vlak : 0.24 <= 0.95: voldoet.
  - in het vlak : 0.06 <= 1.00: voldoet.
  - doorsnede : 0.08 <= 1.00: voldoet.
Drukdiagonalen:
  - druk : 0.16 <= 1.00: voldoet.
  - trek : 0.00 <= 1.00: voldoet.
Trekdiagonalen:
  - trek : 0.22 <= 1.00: voldoet.
Bouten eindplaten:
  - bovenste : 5846 N < 33926 N: voldoen.
  - onderste : 1414 N < 33926 N: voldoen.
Eindplaten (zonder onderlegringen)
  - pons boven : 5.7 kN < 96.2 kN: voldoet.
  - pons onder : 0.0 kN < 96.2 kN: voldoet.
  - buiging boven : 64.8 Nm < 1667.3 Nm: voldoet.
  - buiging onder : 0.0 Nm < 367.8 Nm: voldoet.

3.4.5 B.C.5: c12) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

- Tralies in de middenvelden:

Stijfheid:						
- neerwaarts	:	| -4.7|	mm <	19.2 mm:		voldoet.
Bovenrand:						
- uit het vlak	:	0.15	<=	1.00:		voldoet.
- in het vlak	:	0.06	<=	1.00:		voldoet.
- doorsnede	:	0.07	<=	1.00:		voldoet.
Onderrand:						
- uit het vlak	:	0.21	<=	0.95:		voldoet.
- in het vlak	:	0.05	<=	1.00:		voldoet.
- doorsnede	:	0.07	<=	1.00:		voldoet.
Drukdiagonalen:						
- druk	:	0.14	<=	1.00:		voldoet.
- trek	:	0.00	<=	1.00:		voldoet.
Trekdiagonalen:						
- trek	:	0.20	<=	1.00:		voldoet.
Bouten eindplaten:						
- bovenste	:	5124 N	<	33926 N:		voldoen.
- onderste	:	1240 N	<	33926 N:		voldoen.
Eindplaten (zonder onderlegringen)						
- pons boven	:	5.0 kN	<	96.2 kN:		voldoet.
- pons onder	:	0.0 kN	<	96.2 kN:		voldoet.
- buiging boven	:	56.8 Nm	<	1667.3 Nm:		voldoet.
- buiging onder	:	0.0 Nm	<	367.8 Nm:		voldoet.

- 2e rij tralies:
Stijfheid:
  - neerwaarts : | -4.8| mm < 19.2 mm: voldoet.
Bovenrand:
  - uit het vlak : 0.13 <= 1.00: voldoet.
  - in het vlak : 0.05 <= 1.00: voldoet.
  - doorsnede : 0.09 <= 1.00: voldoet.
Onderrand:
  - uit het vlak : 0.24 <= 0.95: voldoet.
  - in het vlak : 0.07 <= 1.00: voldoet.
  - doorsnede : 0.08 <= 1.00: voldoet.
Drukdiagonalen:
  - druk : 0.15 <= 1.00: voldoet.
  - trek : 0.00 <= 1.00: voldoet.
Trekdiagonalen:
  - trek : 0.20 <= 1.00: voldoet.
Bouten eindplaten:
  - bovenste : 5948 N < 33926 N: voldoen.
  - onderste : 1286 N < 33926 N: voldoen.
Eindplaten (zonder onderlegringen)
  - pons boven : 5.8 kN < 96.2 kN: voldoet.
  - pons onder : 0.0 kN < 96.2 kN: voldoet.
  - buiging boven : 66.4 Nm < 1667.3 Nm: voldoet.
  - buiging onder : 0.0 Nm < 367.8 Nm: voldoet.

- 1e rij tralies:
Stijfheid:

- neerwaarts	:	| -4.4|	mm <	19.2 mm:		voldoet.
Bovenrand:						
- uit het vlak	:	0.22	<=	1.00:		voldoet.
- in het vlak	:	0.09	<=	1.00:		voldoet.
- doorsnede	:	0.09	<=	1.00:		voldoet.
Onderrand:						
- uit het vlak	:	0.25	<=	0.95:		voldoet.
- in het vlak	:	0.06	<=	1.00:		voldoet.
- doorsnede	:	0.08	<=	1.00:		voldoet.
Drukdiagonalen:						
- druk	:	0.16	<=	1.00:		voldoet.
- trek	:	0.00	<=	1.00:		voldoet.
Trekdiagonalen:						
- trek	:	0.22	<=	1.00:		voldoet.
Bouten eindplaten:						
- bovenste	:	6082 N	<	33926 N:		voldoen.
- onderste	:	1490 N	<	33926 N:		voldoen.
Eindplaten (zonder onderlegringen)						
- pons boven	:	5.9 kN	<	96.2 kN:		voldoet.
- pons onder	:	0.0 kN	<	96.2 kN:		voldoet.
- buiging boven	:	67.4 Nm	<	1667.3 Nm:		voldoet.
- buiging onder	:	0.0 Nm	<	367.8 Nm:		voldoet.

3.4.6 B.C.6: a1) Eigen gewicht + gewas + installaties + wind + onderdruk

- Tralies in de middenvelden:

Stijfheid:						
- neerwaarts	:	| -4.9|	mm	<	19.2 mm:	voldoet.
Bovenrand:						
- uit het vlak	:	0.25		<=	1.00:	voldoet.
- in het vlak	:	0.06		<=	1.00:	voldoet.
- doorsnede	:	0.06		<=	1.00:	voldoet.
Onderrand:						
- uit het vlak	:	0.39		<=	0.95:	voldoet.
- in het vlak	:	0.11		<=	1.00:	voldoet.
- doorsnede	:	0.10		<=	1.00:	voldoet.
Drukdiagonalen:						
- druk	:	0.08		<=	1.00:	voldoet.
- trek	:	0.04		<=	1.00:	voldoet.
Trekdiagonalen:						
- druk	:	0.03		<=	1.00:	voldoet.
- trek	:	0.10		<=	1.00:	voldoet.
Bouten eindplaten:						
- bovenste	:	4111	N	<	33926 N:	voldoen.
- onderste	:	946	N	<	33926 N:	voldoen.
Eindplaten (zonder onderlegringen)						
- pons boven	:	4.0	kN	<	96.2 kN:	voldoet.
- pons onder	:	0.3	kN	<	96.2 kN:	voldoet.
- buiging boven	:	44.2	Nm	<	1667.3 Nm:	voldoet.
- buiging onder	:	2.5	Nm	<	367.8 Nm:	voldoet.

- 2e rij tralies:
Stijfheid:
  - neerwaarts : | -4.9| mm < 19.2 mm: voldoet.
Bovenrand:
  - uit het vlak : 0.29 <= 1.00: voldoet.
  - in het vlak : 0.06 <= 1.00: voldoet.
  - doorsnede : 0.05 <= 1.00: voldoet.
Onderrand:
  - uit het vlak : 0.44 <= 0.95: voldoet.
  - in het vlak : 0.12 <= 1.00: voldoet.
  - doorsnede : 0.11 <= 1.00: voldoet.
Drukdiagonalen:
  - druk : 0.07 <= 1.00: voldoet.
  - trek : 0.04 <= 1.00: voldoet.
Trekdiagonalen:
  - druk : 0.03 <= 1.00: voldoet.
  - trek : 0.10 <= 1.00: voldoet.
Bouten eindplaten:
  - bovenste : 3882 N < 33926 N: voldoen.
  - onderste : 905 N < 33926 N: voldoen.
Eindplaten (zonder onderlegringen)
  - pons boven : 3.8 kN < 96.2 kN: voldoet.
  - pons onder : 0.5 kN < 96.2 kN: voldoet.
  - buiging boven : 42.0 Nm < 1667.3 Nm: voldoet.
  - buiging onder : 4.3 Nm < 367.8 Nm: voldoet.

- 1e rij tralies:

Stijfheid:					
- neerwaarts	: | -4.5|	mm <	19.2 mm:	voldoet.
Bovenrand:					
- uit het vlak	: 0.62	<=	1.00:	voldoet.
- in het vlak	: 0.16	<=	1.00:	voldoet.
- doorsnede	: 0.13	<=	1.00:	voldoet.
Onderrand:					
- uit het vlak	: 0.47	<=	0.95:	voldoet.
- in het vlak	: 0.14	<=	1.00:	voldoet.
- doorsnede	: 0.14	<=	1.00:	voldoet.
Drukdiagonalen:					
- druk	: 0.11	<=	1.00:	voldoet.
- trek	: 0.09	<=	1.00:	voldoet.
Trekdiagonalen:					
- druk	: 0.06	<=	1.00:	voldoet.
- trek	: 0.15	<=	1.00:	voldoet.
Bouten eindplaten:					
- bovenste	: 5994 N	<	33926 N:	voldoen.
- onderste	: 5251 N	<	33926 N:	voldoen.
Eindplaten (zonder onderlegringen)					
- pons boven	: 5.9 kN	<	96.2 kN:	voldoet.
- pons onder	: 5.2 kN	<	96.2 kN:	voldoet.
- buiging boven	: 66.8 Nm	<	1667.3 Nm:	voldoet.
- buiging onder	: 57.8 Nm	<	367.8 Nm:	voldoet.

3.4.7 B.C.7: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (wind op kopgevel)

- Tralies in de middenvelden:
  Niet van toepassing

- 2e rij tralies:
  Niet van toepassing

- 1e rij tralies:

Stijfheid:						
- neerwaarts	:	| -4.8|	mm <	19.2 mm:		voldoet.
Bovenrand:						
- uit het vlak	:	0.25	<=	1.00:		voldoet.
- in het vlak	:	0.06	<=	1.00:		voldoet.
- doorsnede	:	0.05	<=	1.00:		voldoet.
Onderrand:						
- uit het vlak	:	0.12	<=	0.95:		voldoet.
- in het vlak	:	0.04	<=	1.00:		voldoet.
- doorsnede	:	0.03	<=	1.00:		voldoet.
Drukdiagonalen:						
- druk	:	0.02	<=	1.00:		voldoet.
- trek	:	0.02	<=	1.00:		voldoet.
Trekdiagonalen:						
- druk	:	0.01	<=	1.00:		voldoet.
- trek	:	0.03	<=	1.00:		voldoet.
Bouten eindplaten:						
- bovenste	:	291 N	<	33926 N:		voldoen.
- onderste	:	1242 N	<	33926 N:		voldoen.
Eindplaten (zonder onderlegringen)						
- pons boven	:	0.1 kN	<	96.2 kN:		voldoet.
- pons onder	:	1.2 kN	<	96.2 kN:		voldoet.
- buiging boven	:	0.0 Nm	<	1667.3 Nm:		voldoet.
- buiging onder	:	13.0 Nm	<	367.8 Nm:		voldoet.

3.4.8 B.C.8: a1) Eigen gewicht + installaties + sneeuw (Ct=1.0)

- Tralies in de middenvelden:

Stijfheid:					
- neerwaarts	: | -4.9|	mm	<	19.2 mm:	voldoet.
Bovenrand:					
- uit het vlak	: 0.03		<=	1.00:	voldoet.
- in het vlak	: 0.00		<=	1.00:	voldoet.
- doorsnede	: 0.07		<=	1.00:	voldoet.
Onderrand:					
- uit het vlak	: 0.07		<=	0.95:	voldoet.
- in het vlak	: 0.00		<=	1.00:	voldoet.
- doorsnede	: 0.05		<=	1.00:	voldoet.
Drukdiagonalen:					
- druk	: 0.05		<=	1.00:	voldoet.
- trek	: 0.00		<=	1.00:	voldoet.
Trekdiagonalen:					
- druk	: 0.00		<=	1.00:	voldoet.
- trek	: 0.07		<=	1.00:	voldoet.
Bouten eindplaten:					
- bovenste	: 4469	N	<	33926 N:	voldoen.
- onderste	: 963	N	<	33926 N:	voldoen.
Eindplaten (zonder onderlegringen)					
- pons boven	: 4.4	kN	<	96.2 kN:	voldoet.
- pons onder	: 0.8	kN	<	96.2 kN:	voldoet.
- buiging boven	: 53.1	Nm	<	1667.3 Nm:	voldoet.
- buiging onder	: 11.7	Nm	<	367.8 Nm:	voldoet.

- 2e rij tralies:
Stijfheid:
  - neerwaarts : | -4.9| mm < 19.2 mm: voldoet.
Bovenrand:
  - uit het vlak : 0.03 <= 1.00: voldoet.
  - in het vlak : 0.00 <= 1.00: voldoet.
  - doorsnede : 0.07 <= 1.00: voldoet.
Onderrand:
  - uit het vlak : 0.09 <= 0.95: voldoet.
  - in het vlak : 0.00 <= 1.00: voldoet.
  - doorsnede : 0.05 <= 1.00: voldoet.
Drukdiagonalen:
  - druk : 0.05 <= 1.00: voldoet.
  - trek : 0.01 <= 1.00: voldoet.
Trekdiagonalen:
  - druk : 0.00 <= 1.00: voldoet.
  - trek : 0.07 <= 1.00: voldoet.
Bouten eindplaten:
  - bovenste : 4438 N < 33926 N: voldoen.
  - onderste : 1352 N < 33926 N: voldoen.
Eindplaten (zonder onderlegringen)
  - pons boven : 4.4 kN < 96.2 kN: voldoet.
  - pons onder : 1.2 kN < 96.2 kN: voldoet.
  - buiging boven : 52.7 Nm < 1667.3 Nm: voldoet.
  - buiging onder : 16.8 Nm < 367.8 Nm: voldoet.

- 1e rij tralies:
Stijfheid:

- neerwaarts	:	| -4.7|	mm <	19.2 mm:		voldoet.
Bovenrand:						
- uit het vlak	:	0.05	<=	1.00:		voldoet.
- in het vlak	:	0.00	<=	1.00:		voldoet.
- doorsnede	:	0.10	<=	1.00:		voldoet.
Onderrand:						
- uit het vlak	:	0.09	<=	0.95:		voldoet.
- in het vlak	:	0.00	<=	1.00:		voldoet.
- doorsnede	:	0.04	<=	1.00:		voldoet.
Drukdiagonalen:						
- druk	:	0.06	<=	1.00:		voldoet.
- trek	:	0.02	<=	1.00:		voldoet.
Trekdiagonalen:						
- druk	:	0.01	<=	1.00:		voldoet.
- trek	:	0.08	<=	1.00:		voldoet.
Bouten eindplaten:						
- bovenste	:	6473 N	<	33926 N:		voldoen.
- onderste	:	1478 N	<	33926 N:		voldoen.
Eindplaten (zonder onderlegringen)						
- pons boven	:	6.4 kN	<	96.2 kN:		voldoet.
- pons onder	:	1.4 kN	<	96.2 kN:		voldoet.
- buiging boven	:	75.9 Nm	<	1667.3 Nm:		voldoet.
- buiging onder	:	18.8 Nm	<	367.8 Nm:		voldoet.

3.4.9 B.C.9: d) Eigen gewicht + gewas + installaties + aardbeving

- Tralies in de middenvelden:

Stijfheid:					
- neerwaarts	: | -4.9|	mm	<	19.2 mm:	voldoet.
Bovenrand:					
- uit het vlak	: 0.03		<=	1.00:	voldoet.
- in het vlak	: 0.01		<=	1.00:	voldoet.
- doorsnede	: 0.04		<=	1.00:	voldoet.
Onderrand:					
- uit het vlak	: 0.09		<=	0.95:	voldoet.
- in het vlak	: 0.02		<=	1.00:	voldoet.
- doorsnede	: 0.03		<=	1.00:	voldoet.
Drukdiagonalen:					
- druk	: 0.05		<=	1.00:	voldoet.
- trek	: 0.01		<=	1.00:	voldoet.
Trekdiagonalen:					
- druk	: 0.00		<=	1.00:	voldoet.
- trek	: 0.07		<=	1.00:	voldoet.
Bouten eindplaten:					
- bovenste	: 3289	N	<	33926 N:	voldoen.
- onderste	: 825	N	<	33926 N:	voldoen.
Eindplaten (zonder onderlegringen)					
- pons boven	: 3.2	kN	<	96.2 kN:	voldoet.
- pons onder	: 0.0	kN	<	96.2 kN:	voldoet.
- buiging boven	: 36.5	Nm	<	1667.3 Nm:	voldoet.
- buiging onder	: 0.0	Nm	<	367.8 Nm:	voldoet.

- 2e rij tralies:
Stijfheid:
  - neerwaarts : | -4.9| mm < 19.2 mm: voldoet.
Bovenrand:
  - uit het vlak : 0.03 <= 1.00: voldoet.
  - in het vlak : 0.01 <= 1.00: voldoet.
  - doorsnede : 0.04 <= 1.00: voldoet.
Onderrand:
  - uit het vlak : 0.10 <= 0.95: voldoet.
  - in het vlak : 0.02 <= 1.00: voldoet.
  - doorsnede : 0.03 <= 1.00: voldoet.
Drukdiagonalen:
  - druk : 0.05 <= 1.00: voldoet.
  - trek : 0.01 <= 1.00: voldoet.
Trekdiagonalen:
  - druk : 0.00 <= 1.00: voldoet.
  - trek : 0.07 <= 1.00: voldoet.
Bouten eindplaten:
  - bovenste : 3522 N < 33926 N: voldoen.
  - onderste : 837 N < 33926 N: voldoen.
Eindplaten (zonder onderlegringen)
  - pons boven : 3.4 kN < 96.2 kN: voldoet.
  - pons onder : 0.0 kN < 96.2 kN: voldoet.
  - buiging boven : 39.2 Nm < 1667.3 Nm: voldoet.
  - buiging onder : 0.0 Nm < 367.8 Nm: voldoet.

- 1e rij tralies:

Stijfheid:					
- neerwaarts	: | -4.7|	mm <	19.2 mm:	voldoet.
Bovenrand:					
- uit het vlak	: 0.08	<=	1.00:	voldoet.
- in het vlak	: 0.02	<=	1.00:	voldoet.
- doorsnede	: 0.04	<=	1.00:	voldoet.
Onderrand:					
- uit het vlak	: 0.11	<=	0.95:	voldoet.
- in het vlak	: 0.02	<=	1.00:	voldoet.
- doorsnede	: 0.04	<=	1.00:	voldoet.
Drukdiagonalen:					
- druk	: 0.06	<=	1.00:	voldoet.
- trek	: 0.02	<=	1.00:	voldoet.
Trekdiagonalen:					
- druk	: 0.01	<=	1.00:	voldoet.
- trek	: 0.08	<=	1.00:	voldoet.
Bouten eindplaten:					
- bovenste	: 3873 N	<	33926 N:	voldoen.
- onderste	: 971 N	<	33926 N:	voldoen.
Eindplaten (zonder onderlegringen)					
- pons boven	: 3.7 kN	<	96.2 kN:	voldoet.
- pons onder	: 0.8 kN	<	96.2 kN:	voldoet.
- buiging boven	: 43.0 Nm	<	1667.3 Nm:	voldoet.
- buiging onder	: 9.0 Nm	<	367.8 Nm:	voldoet.

3.5 PROFIEL-EIGENSCHAPPEN

In dit deel worden alle profiel-eigenschappen weergegeven en uitgerekend,
die onafhankelijk zijn van de belastingen en de belastingcombinaties.

3.5.1 Eigenschappen van de 1e rij tralies:

3.5.1.1 Eigenschappen van de bovenrand (RHBK50*30*1.5 mm S235 (EN1021) (index "br"):

- Oppervlakte : Abr = 229.1 mm²
- Traagheidsmoment y-as: Iy.br = 77726.0 mm4
- Weerstandsmoment y-as: Wy.br = 3109.0 mm3
- Traagheidsstraal y-as: iy.br = 18.4 mm
- Traagheidsmoment z-as: Iz.br = 34995.6 mm4
- Weerstandsmoment z-as: Wz.br = 2333.0 mm3
- Traagheidsstraal z-as: iz.br = 12.4 mm
- Neutrale lijn z-as : ez.br = 15.0 mm
- Versch.neutr.lijn y : eNy = 0.0 mm
  z : eNz = 0.0 mm
- Lengte : Lbr = 7.876 m
- Gewicht : Gbr = 8.631 kg
- Rekenwaarde vloeigrens fy.br = 235.0 N/mm²
- Elasticiteitsmodulus Ebr = 210000 N/mm²
- Afschuivingsmodulus Gbr = 80769 N/mm²
- Weerstandsmom.pl.y-as Wpy.br = 3109 (Wply.br = 3791) mm3
- Weerstandsmom.pl.z-as Wpz.br = 2333 (Wplz.br = 2655) mm3
- Torsietraagheidsmoment It.br = 72820 mm4
- Rekenwaarde van de sterkte:
  - Normaalkracht Nc.Rd.br = 61470 N
    NRk.br = 61470 N
  - Moment plastisch My.c.Rd.br = 834 Nm Mz.c.Rd.br = 626 Nm
    elastisch My.Rk.br = 834 Nm Mz.Rk.br = 626 Nm
- Imperfectie factor volgens EC3, table 6.2 alfay = 0.49 alfaz = 0.49
- De ingevoerde staalsoort S235 (EN10219) is vastgesteld voor het basismateriaal van het kokerprofiel.
  Na het koudvervormen is er sprake van een verhoging van de vloeigrens. Deze verhoogde vloeigrens
  is als volgt berekend met de rekenformule uit NEN6770 (zie 12.1.1.4 Tabel 23, noot 2) en EN 1993-1-1:
  - Materiaalkwaliteit : S235 (EN10219) (fy = 235.0 N/mm², ft = 360.0 N/mm²)
    fy-eq = fy+(7*nhoekbr*tbr/Lbr)*(ft-fy) < (fy+ft)/2: fy-eq = 268.3 N/mm²
  - Ontwikkelde lengte : Lbr = 157.4 mm
  - Omgez. hoeken : nhoek = 4
  - Op druk belast : fy-dbr = fy-eq = 268.3 N/mm²
  - Op trek belast : fy-tbr = fy-eq = 268.3 N/mm²
  - In de z-richting:
    - Stel: Kniklengte lkzbr = lbr = 640 mm (ongesteunde kiplengte)
    - Slankheid : lambda-zbr = 640 /12.4 = 52
    - Chizbr = min(0.814 , 1.0) = 0.814

3.5.1.2 Eigenschappen van de onderrand (RHBK50*30*1.5 mm S235 (EN1021) (index "or"):
- Oppervlakte : Aor = 229.1 mm²
- Traagheidsmoment y-as: Iy.or = 77726.0 mm4
- Weerstandsmoment y-as: Wy.or = 3109.0 mm3
- Traagheidsstraal y-as: iy.or = 18.4 mm
- Traagheidsmoment z-as: Iz.or = 34995.6 mm4
- Weerstandsmoment z-as: Wz.or = 2333.0 mm3
- Traagheidsstraal z-as: iz.or = 12.4 mm
- Neutrale lijn z-as : ez.or = 15.0 mm
- Versch.neutr.lijn y : eNy = 0.0 mm
  z : eNz = 0.0 mm
- Lengte : Lor = 7.876 m
- Gewicht : Gor = 8.631 kg
- Rekenwaarde vloeigrens fy.or = 235.0 N/mm²
- Elasticiteitsmodulus Eor = 210000 N/mm²
- Afschuivingsmodulus Gor = 80769 N/mm²
- Weerstandsmom.pl.y-as Wpy.or = 3109 (Wply.or = 3791) mm3
- Weerstandsmom.pl.z-as Wpz.or = 2333 (Wplz.or = 2655) mm3
- Torsietraagheidsmoment It.or = 72820 mm4
- Rekenwaarde van de sterkte:
  - Normaalkracht Nc.Rd.or = 61470 N
    NRk.or = 61470 N
  - Moment plastisch My.c.Rd.or = 834 Nm Mz.c.Rd.or = 626 Nm
    elastisch My.Rk.or = 834 Nm Mz.Rk.or = 626 Nm
- Imperfectie factor volgens EC3, table 6.2 alfay = 0.49 alfaz = 0.49
- De ingevoerde staalsoort S235 (EN10219) is vastgesteld voor het basismateriaal van het kokerprofiel.
  Na het koudvervormen is er sprake van een verhoging van de vloeigrens. Deze verhoogde vloeigrens
  is als volgt berekend met de rekenformule uit NEN6770 (zie 12.1.1.4 Tabel 23, noot 2) en EN 1993-1-1:
  - Materiaalkwaliteit : S235 (EN10219) (fy = 235.0 N/mm², ft = 360.0 N/mm²)
    fy-eq = fy+(7*nhoekor*tor/Lor)*(ft-fy) < (fy+ft)/2: fy-eq = 268.3 N/mm²
  - Ontwikkelde lengte : Lor = 157.4 mm
  - Omgez. hoeken : nhoek = 4
  - Op druk belast : fy-dor = fy-eq = 268.3 N/mm²
  - Op trek belast : fy-tor = fy-eq = 268.3 N/mm²
  - In de z-richting:
    - Stel: Kniklengte lkzor = lor = 800 mm (ongesteunde kiplengte)
    - Slankheid : lambda-zor = 800 /12.4 = 65
    - Chizor = min(0.731 , 1.0) = 0.731

3.5.1.3 Eigenschappen van de diagonalen (index "d"):
- Hoek met de randen : adiag = atan(ht,diag / (lveld/2)) =
  = atan(370 / (800/2)) = 42.8 graden
- Systeem-lengte : ldiag = ((lveld/2)² + ht,diag²)1/2 =
  = ((800/2)² + (370)²)1/2 = 545 mm
- Reductie-factor kniklengte = 0.75, Gezaagd 2-zijdige las
- Kniklengte diagonalen: lkzd = 0.75 * 545 = 409 mm (uit het vlak)
- Aansluitfactor treksterkte = 0.60, Gezaagd 2-zijdige las

3.5.1.4 Eigenschappen van de drukdiagonalen (RHBK20*20*1.5 mm S235 (EN1021) (index "de"):
- Oppervlakte : Ade = 109.1 mm²
- Traagheidsmoment y-as: Iy.de = 6195.5 mm4
- Weerstandsmoment y-as: Wy.de = 619.6 mm3
- Traagheidsstraal y-as: iy.de = 7.5 mm
- Traagheidsmoment z-as: Iz.de = 6195.5 mm4
- Weerstandsmoment z-as: Wz.de = 619.6 mm3
- Traagheidsstraal z-as: iz.de = 7.5 mm
- Neutrale lijn z-as : ez.de = 10.0 mm
- Versch.neutr.lijn y : eNy = 0.0 mm
  z : eNz = 0.0 mm
- Lengte : Lde = 0.501 m
- Gewicht : Gde = 2.799 kg
- Rekenwaarde vloeigrens fy.de = 235.0 N/mm²
- Elasticiteitsmodulus Ede = 210000 N/mm²
- Afschuivingsmodulus Gde = 80769 N/mm²
- Weerstandsmom.pl.y-as Wpy.de = 620 (Wply.de = 752) mm3
- Weerstandsmom.pl.z-as Wpz.de = 620 (Wplz.de = 752) mm3
- Torsietraagheidsmoment It.de = 9077 mm4
- Rekenwaarde van de sterkte:
  - Normaalkracht Nc.Rd.de = 32448 N
    NRk.de = 32448 N
  - Moment plastisch My.c.Rd.de = 184 Nm Mz.c.Rd.de = 184 Nm
    elastisch My.Rk.de = 184 Nm Mz.Rk.de = 184 Nm
- Imperfectie factor volgens EC3, table 6.2 alfay = 0.49 alfaz = 0.49
- De ingevoerde staalsoort S235 (EN10219) is vastgesteld voor het basismateriaal van het kokerprofiel.
  Na het koudvervormen is er sprake van een verhoging van de vloeigrens. Deze verhoogde vloeigrens
  is als volgt berekend met de rekenformule uit NEN6770 (zie 12.1.1.4 Tabel 23, noot 2) en EN 1993-1-1:
  - Materiaalkwaliteit : S235 (EN10219) (fy = 235.0 N/mm², ft = 360.0 N/mm²)
    fy-eq = fy+(7*nhoekde*tde/Lde)*(ft-fy) < (fy+ft)/2: fy-eq = 297.5 N/mm²
  - Ontwikkelde lengte : Lde = 77.4 mm
  - Omgez. hoeken : nhoek = 4
  - Op druk belast : fy-dde = fy-eq = 297.5 N/mm²
  - Op trek belast : fy-tde = fy-eq = 297.5 N/mm²
- Slankheid z-as : lambda-zde = 409 / 7.54 = 54.2
- Omega-de = 1.25 (art. 7.4 van RKP 1990 met alfa = 0.49)
- Drukcapaciteit : $F_{ddiagd} = \frac{A_{de} * \sigma_{mae-dde}}{\omega_{de}} = \frac{109.1 * 297.5}{1.25} = 25917$ N
- Trek : - Ftaansluiting = 0.60 * Ade * sigmau / yM =
  = 0.60 * 109.1 * 360.0 / 1.25 = 18847 N
  - Ftdoorsnede = Ade * sigmae-tde =
  = 109.1 * 297.5 = 32448 N

  dus trekcapaciteit :
  - Fddiagt = min(18847 , 32448) = 18847 N

3.5.1.5 Eigenschappen van de trekdiagonalen (RHBK20*20*1.5 mm S235 (EN1021) (index "td"):
- Oppervlakte : Atd = 109.1 mm²
- Traagheidsmoment y-as: Iy.td = 6195.5 mm4
- Weerstandsmoment y-as: Wy.td = 619.6 mm3
- Traagheidsstraal y-as: iy.td = 7.5 mm
- Traagheidsmoment z-as: Iz.td = 6195.5 mm4
- Weerstandsmoment z-as: Wz.td = 619.6 mm3
- Traagheidsstraal z-as: iz.td = 7.5 mm
- Neutrale lijn z-as : ez.td = 10.0 mm
- Versch.neutr.lijn y : eNy = 0.0 mm
  z : eNz = 0.0 mm
- Lengte : Ltd = 0.501 m
- Gewicht : Gtd = 2.799 kg
- Rekenwaarde vloeigrens fy.td = 235.0 N/mm²
- Elasticiteitsmodulus Etd = 210000 N/mm²
- Afschuivingsmodulus Gtd = 80769 N/mm²
- Weerstandsmom.pl.y-as Wpy.td = 620 (Wply.td = 752) mm3
- Weerstandsmom.pl.z-as Wpz.td = 620 (Wplz.td = 752) mm3
- Torsietraagheidsmoment It.td = 9077 mm4
- Rekenwaarde van de sterkte:
  - Normaalkracht Nc.Rd.td = 32448 N
    NRk.td = 32448 N
  - Moment plastisch My.c.Rd.td = 184 Nm Mz.c.Rd.td = 184 Nm
    elastisch My.Rk.td = 184 Nm Mz.Rk.td = 184 Nm
- Imperfectie factor volgens EC3, table 6.2 alfay = 0.49 alfaz = 0.49
- De ingevoerde staalsoort S235 (EN10219) is vastgesteld voor het basismateriaal van het kokerprofiel.
  Na het koudvervormen is er sprake van een verhoging van de vloeigrens. Deze verhoogde vloeigrens
  is als volgt berekend met de rekenformule uit NEN6770 (zie 12.1.1.4 Tabel 23, noot 2) en EN 1993-1-1:
  - Materiaalkwaliteit : S235 (EN10219) (fy = 235.0 N/mm², ft = 360.0 N/mm²)
    fy-eq = fy+(7*nhoektd*ttd/Ltd)*(ft-fy) < (fy+ft)/2: fy-eq = 297.5 N/mm²
  - Ontwikkelde lengte : Ltd = 77.4 mm
  - Omgez. hoeken : nhoek = 4
  - Op druk belast : fy-dtd = fy-eq = 297.5 N/mm²
  - Op trek belast : fy-ttd = fy-eq = 297.5 N/mm²
- Slankheid z-as : lambda-ztd = 409 / 7.54 = 54.2
- Omega-td = 1.25 (art. 7.4 van RKP 1990 met alfa = 0.49)
- Drukcapaciteit : $Ftdiagd = \frac{Atd*sigmae\text{-}dtd}{omega\text{-}td} = \frac{109.1 * 297.5}{1.25} = 25917$ N
- Trek : - Ftaansluiting = 0.60 * Atd * sigmau / yM =
  = 0.60 * 109.1 * 360.0 / 1.25 = 18847 N
  - Ftdoorsnede = Atd * sigmae-ttd =
  = 109.1 * 297.5 = 32448 N

  dus trekcapaciteit :
  - Ftdiagt = min(18847 , 32448) = 18847 N

3.5.1.6 Eigenschappen van de bouten in de spant-kolom-aansluiting:
Bij de onderrand 1 x M10-8.8 (index "bto"):
- Spanningsdoorsnede per bout : Asbto = 58.9 mm²
- Rekenwaarde vloeigrens : min (sigmae, 0.72 * sigmau)
- Ideële boutcapaciteit : Fi,capbto = 33926 N

Bij de bovenrand 1 x M10-8.8 (index "btb"):
- Spanningsdoorsnede per bout : Asbtb = 58.9 mm²
- Rekenwaarde vloeigrens : min (sigmae, 0.72 * sigmau)
- Ideële boutcapaciteit : Fi,capbtb = 33926 N

Momentenarm bij positief moment (+ = trek onderrand):
(bovenste bout onder bovenrand, dus drukpunt t.p.v. hartlijn bovenrand)
- Arm bout 1: h1 = 0 (niet aanwezig)
- Arm bout 2: h2 = hspant - ezbr - bor - e2 = 430 - 15.0 - 30 - 25 = 360 mm
- Arm bout 3: h3 = bbr - ezbr + e3 = 30 - 15.0 + 25 = 40 mm
- Arm bout 4: h4 = 0 (niet aanwezig)

Maximum hefboomsarm : hmax = 360 mm
Momenten-arm = hobout = $(h1^2 + h2^2 + h3^2 + h4^2)/hmax$ = 364 mm

Momentenarm bij negatief moment (- = trek bovenrand):
(onderste bout boven onderrand, dus drukpunt t.p.v. hartlijn onderrand)
- Arm bout 1: h1 = 0 (niet aanwezig)
- Arm bout 2: h2 = bor - ezor + e2 = 30 - 15.0 + 25 = 40 mm
- Arm bout 3: h3 = hspant - ezor - bbr - e3 = 430 - 15.0 - 30 - 25 = 360 mm
- Arm bout 4: h4 = 0 (niet aanwezig)

Maximum hefboomsarm : hmax = 360 mm
Momenten-arm = hbbout = $(h1^2 + h2^2 + h3^2 + h4^2)/hmax$ = 364 mm

3.5.1.7 Eigenschappen van de eindplaat (ST50*12.0 mm S235 (EN1021) (index "ep"):
- Schuifspanning : sigma-s= 0.58 * sigmae = 0.58 * 235 = 136 N/mm²

Bij de onderrand:
- Pl.weerstandsmoment : Wpep = 1565 mm3 (zonder schotjes)(Rwpl = 0.869)
- Moment-capaciteit : Mp,cap = Wp * sigmae = 1565 * 235 = 368 E3 Nmm
- Diameter boutkop : e = 18.72 mm
- Capaciteit op pons : Fp,cap = pi*D*t*sigma-s = pi*18.72*12.0*136 = 96 kN

Bij de bovenrand:
Ivm aanwezigheid van schotjes is een vervangend weerstandsmoment berekend:
- Wanddikte schotje : ts = 5 mm
- Flens/profielbreedte: Hs = 64.85 mm, bij schotje(s) ter plaatse van de bout
- Slankheid : lambda = 1.052 * Hs/ts * (sigma-e / (E*ksigma))^0.5 =
  = 1.052*64.85 /5 * (235 /(2.1E5*0.43))^0.5 = 0.70
- Plooifactor : rhos = (1 - 0.22/lambda) / lambda < 1.0
  (1 - 0.22/0.70) / 0.70 , dus rhos = 0.98
- Eff.profielbreedte : Hs,eff = rhos * Hs = 0.98 * 64.85 = 63.72 mm
- Wx - elastisch : Wel = 7094.90 mm3, met schotjes
- Wx - plastisch : Wpl = 1800.00 mm3, zonder schotje(s)
- Wpep - reken : Wpep = max(Wel,Wpl) = max(7094.90, 1800.00) = 7094.90 mm3
- Moment-capaciteit : Mp,cap = Wp * sigmae = 7095 * 235 = 1667 E3 Nmm
- Diameter boutkop : e = 18.72 mm
- Capaciteit op pons : Fp,cap = pi*D*t*sigma-s = pi*18.72*12.0*136 = 96 kN

- Rekenwaarden voor de vloeigrens volgens art. 6.2.5 van RKP 1990:
- Materiaalkwaliteit : S235 (EN1021 (sigmae = 235.0 N/mm², sigmau = 360.0 N/mm²)
- Ontwikkelde lengte : L = 77.4 mm
- Omgez. hoeken : nhoek = 4
- Op druk belast : sigmae-d = sigmae-eq = 297.5 N/mm²

3.5.1.8 Eigenschappen van de 1e rij tralies:
- Effectieve kolomhoogte: ph,eff = h - vspant - hspant/2 =
  = 4000 - 80 - 430/2 = 3705 mm
- Spanthoogte, netto : ht,net = 370 mm (tussen onder- en bovenrand)
- Idem, effectief : ht,eff = hspant-ezbr-ezor = (hart op hart afstand)
  = 430 - 15.0 - 15.0 = 400 mm
- Idem, "diagonaal" : ht,diag = 370 mm ("hoogte van de diagonalen")
- Veldlengte randen : lveld = bkap / (ndiag/2) = (tussen 2 knooppunten)
  = 4800 / (12/2) = 800 mm
- Neutrale lijn z-as : eztl = $\frac{Aor*ht,eff}{Aor + Abr}$ = $\frac{229.1 * 400}{229.1 + 229.1}$ = 200.0 mm
  (t.o.v. neutrale lijn van de bovenrand)
- Traagheidsmoment y-as : Ispant = $Abr*eztl^2 + Aor*(ht,eff-eztl)^2$ =
  = $229.1 * 200.0^2 + 229.1 * (400.0 - 200.0)^2$ =
  = 1832.5 E4 mm4
- Eigen gewicht van de 1e rij tralies:
- Gewicht bovenrand : Gbr = 4.80 m * 1.80 kg/m = 8.6 kg
- Gewicht onderrand : Gor = 4.80 m * 1.80 kg/m = 8.6 kg
- Gewicht drukdiagonalen : Gdd = 12/2 * 0.545 m * 0.86 kg/m = 2.8 kg
- Gewicht trekdiagonalen : Gtd = 12/2 * 0.545 m * 0.86 kg/m = 2.8 kg
- Gewicht gootverticalen : Ggv = 0 * 0.370 m * 2.36 kg/m = 0.0 kg

- Gewicht eindplaten : Gep = 2 * 0.430 m * 4.71 kg/m = 4.1 kg
---------- +
Totaal: Gspant = 26.9 kg
- In Newton: Fspant = 269 N en Qspant = 56.1 N/m

3.5.2 Eigenschappen van de 2e rij tralies:

3.5.2.1 Eigenschappen van de bovenrand (RHBK50*30*1.5 mm S235 (EN1021) (index "br"):
- Oppervlakte : Abr = 229.1 mm²
- Traagheidsmoment y-as: Iy.br = 77726.0 mm4
- Weerstandsmoment y-as: Wy.br = 3109.0 mm3
- Traagheidsstraal y-as: iy.br = 18.4 mm
- Traagheidsmoment z-as: Iz.br = 34995.6 mm4
- Weerstandsmoment z-as: Wz.br = 2333.0 mm3
- Traagheidsstraal z-as: iz.br = 12.4 mm
- Neutrale lijn z-as : ez.br = 15.0 mm
- Versch.neutr.lijn y : eNy = 0.0 mm
  z : eNz = 0.0 mm
- Lengte : Lbr = 7.876 m
- Gewicht : Gbr = 8.631 kg
- Rekenwaarde vloeigrens fy.br = 235.0 N/mm²
- Elasticiteitsmodulus Ebr = 210000 N/mm²
- Afschuivingsmodulus Gbr = 80769 N/mm²
- Weerstandsmom.pl.y-as Wpy.br = 3109 (Wply.br = 3791) mm3
- Weerstandsmom.pl.z-as Wpz.br = 2333 (Wplz.br = 2655) mm3
- Torsietraagheidsmoment It.br = 72820 mm4
- Rekenwaarde van de sterkte:
  - Normaalkracht Nc.Rd.br = 61470 N
    NRk.br = 61470 N
  - Moment plastisch My.c.Rd.br = 834 Nm Mz.c.Rd.br = 626 Nm
    elastisch My.Rk.br = 834 Nm Mz.Rk.br = 626 Nm
- Imperfectie factor volgens EC3, table 6.2 alfay = 0.49 alfaz = 0.49
- De ingevoerde staalsoort S235 (EN10219) is vastgesteld voor het basismateriaal van het kokerprofiel.
  Na het koudvervormen is er sprake van een verhoging van de vloeigrens. Deze verhoogde vloeigrens
  is als volgt berekend met de rekenformule uit NEN6770 (zie 12.1.1.4 Tabel 23, noot 2) en EN 1993-1-1:
  - Materiaalkwaliteit : S235 (EN10219) (fy = 235.0 N/mm², ft = 360.0 N/mm²)
    fy-eq = fy+(7*nhoekbr*tbr/Lbr)*(ft-fy) < (fy+ft)/2: fy-eq = 268.3 N/mm²
  - Ontwikkelde lengte : Lbr = 157.4 mm
  - Omgez. hoeken : nhoek = 4
  - Op druk belast : fy-dbr = fy-eq = 268.3 N/mm²
  - Op trek belast : fy-tbr = fy-eq = 268.3 N/mm²
  - In de z-richting:
    - Stel: Kniklengte lkzbr = lbr = 640 mm (ongesteunde kiplengte)
    - Slankheid : lambda-zbr = 640 /12.4 = 52
    - Chizbr = min(0.814 , 1.0) = 0.814

3.5.2.2 Eigenschappen van de onderrand (RHBK50*30*1.5 mm S235 (EN1021) (index "or"):
- Oppervlakte : Aor = 229.1 mm²
- Traagheidsmoment y-as: Iy.or = 77726.0 mm4
- Weerstandsmoment y-as: Wy.or = 3109.0 mm3
- Traagheidsstraal y-as: iy.or = 18.4 mm
- Traagheidsmoment z-as: Iz.or = 34995.6 mm4
- Weerstandsmoment z-as: Wz.or = 2333.0 mm3
- Traagheidsstraal z-as: iz.or = 12.4 mm
- Neutrale lijn z-as : ez.or = 15.0 mm
- Versch.neutr.lijn y : eNy = 0.0 mm
  z : eNz = 0.0 mm
- Lengte : Lor = 7.876 m
- Gewicht : Gor = 8.631 kg
- Rekenwaarde vloeigrens fy.or = 235.0 N/mm²
- Elasticiteitsmodulus Eor = 210000 N/mm²
- Afschuivingsmodulus Gor = 80769 N/mm²
- Weerstandsmom.pl.y-as Wpy.or = 3109 (Wply.or = 3791) mm3
- Weerstandsmom.pl.z-as Wpz.or = 2333 (Wplz.or = 2655) mm3
- Torsietraagheidsmoment It.or = 72820 mm4
- Rekenwaarde van de sterkte:
  - Normaalkracht Nc.Rd.or = 61470 N
    NRk.or = 61470 N
  - Moment plastisch My.c.Rd.or = 834 Nm Mz.c.Rd.or = 626 Nm
    elastisch My.Rk.or = 834 Nm Mz.Rk.or = 626 Nm
- Imperfectie factor volgens EC3, table 6.2 alfay = 0.49 alfaz = 0.49
- De ingevoerde staalsoort S235 (EN10219) is vastgesteld voor het basismateriaal van het kokerprofiel.
  Na het koudvervormen is er sprake van een verhoging van de vloeigrens. Deze verhoogde vloeigrens
  is als volgt berekend met de rekenformule uit NEN6770 (zie 12.1.1.4 Tabel 23, noot 2) en EN 1993-1-1:
  - Materiaalkwaliteit : S235 (EN10219) (fy = 235.0 N/mm², ft = 360.0 N/mm²)
    fy-eq = fy+(7*nhoekor*tor/Lor)*(ft-fy) < (fy+ft)/2: fy-eq = 268.3 N/mm²
  - Ontwikkelde lengte : Lor = 157.4 mm
  - Omgez. hoeken : nhoek = 4
  - Op druk belast : fy-dor = fy-eq = 268.3 N/mm²
  - Op trek belast : fy-tor = fy-eq = 268.3 N/mm²
  - In de z-richting:
    - Stel: Kniklengte lkzor = lor = 800 mm (ongesteunde kiplengte)
    - Slankheid : lambda-zor = 800 /12.4 = 65
    - Chizor = min(0.731 , 1.0) = 0.731

3.5.2.3 Eigenschappen van de diagonalen (index "d"):
- Hoek met de randen : adiag = atan(ht,diag / (lveld/2)) =
  = atan(370 / (800/2)) = 42.8 graden
- Systeem-lengte : ldiag = ((lveld/2)² + ht,diag²)1/2 =
  = ((800/2)² + (370)²)1/2 = 545 mm
- Reductie-factor kniklengte = 0.75, Gezaagd 2-zijdige las
- Kniklengte diagonalen: lkzd = 0.75 * 545 = 409 mm (uit het vlak)
- Aansluitfactor treksterkte = 0.60, Gezaagd 2-zijdige las

3.5.2.4 Eigenschappen van de drukdiagonalen (RHBK20*20*1.5 mm S235 (EN1021) (index "de"):
- Oppervlakte : Ade = 109.1 mm²
- Traagheidsmoment y-as: Iy.de = 6195.5 mm4
- Weerstandsmoment y-as: Wy.de = 619.6 mm3
- Traagheidsstraal y-as: iy.de = 7.5 mm
- Traagheidsmoment z-as: Iz.de = 6195.5 mm4
- Weerstandsmoment z-as: Wz.de = 619.6 mm3
- Traagheidsstraal z-as: iz.de = 7.5 mm
- Neutrale lijn z-as : ez.de = 10.0 mm
- Versch.neutr.lijn y : eNy = 0.0 mm
  z : eNz = 0.0 mm
- Lengte : Lde = 0.501 m
- Gewicht : Gde = 2.799 kg
- Rekenwaarde vloeigrens fy.de = 235.0 N/mm²
- Elasticiteitsmodulus Ede = 210000 N/mm²
- Afschuivingsmodulus Gde = 80769 N/mm²
- Weerstandsmom.pl.y-as Wpy.de = 620 (Wply.de = 752) mm3
- Weerstandsmom.pl.z-as Wpz.de = 620 (Wplz.de = 752) mm3
- Torsietraagheidsmoment It.de = 9077 mm4
- Rekenwaarde van de sterkte:
  - Normaalkracht Nc.Rd.de = 32448 N
    NRk.de = 32448 N
  - Moment plastisch My.c.Rd.de = 184 Nm Mz.c.Rd.de = 184 Nm
    elastisch My.Rk.de = 184 Nm Mz.Rk.de = 184 Nm
- Imperfectie factor volgens EC3, table 6.2 alfay = 0.49 alfaz = 0.49
- De ingevoerde staalsoort S235 (EN10219) is vastgesteld voor het basismateriaal van het kokerprofiel.
  Na het koudvervormen is er sprake van een verhoging van de vloeigrens. Deze verhoogde vloeigrens
  is als volgt berekend met de rekenformule uit NEN6770 (zie 12.1.1.4 Tabel 23, noot 2) en EN 1993-1-1:
  - Materiaalkwaliteit : S235 (EN10219) (fy = 235.0 N/mm², ft = 360.0 N/mm²)
    fy-eq = fy+(7*nhoekde*tde/Lde)*(ft-fy) < (fy+ft)/2: fy-eq = 297.5 N/mm²
  - Ontwikkelde lengte : Lde = 77.4 mm
  - Omgez. hoeken : nhoek = 4
  - Op druk belast : fy-dde = fy-eq = 297.5 N/mm²
  - Op trek belast : fy-tde = fy-eq = 297.5 N/mm²
- Slankheid z-as : lambda-zde = 409 / 7.54 = 54.2
- Omega-de = 1.25 (art. 7.4 van RKP 1990 met alfa = 0.49)
- Drukcapaciteit : $Fddiagd = \frac{Ade*sigmae\text{-}dde}{omega\text{-}de} = \frac{109.1 * 297.5}{1.25} = 25917$ N
- Trek : - Ftaansluiting = 0.60 * Ade * sigmau / yM =
  = 0.60 * 109.1 * 360.0 / 1.25 = 18847 N
  - Ftdoorsnede = Ade * sigmae-tde =
  = 109.1 * 297.5 = 32448 N

  dus trekcapaciteit :
  - Fddiagt = min(18847 , 32448) = 18847 N

3.5.2.5 Eigenschappen van de trekdiagonalen (RHBK20*20*1.5 mm S235 (EN1021) (index "td"):
- Oppervlakte : Atd = 109.1 mm²
- Traagheidsmoment y-as: Iy.td = 6195.5 mm4
- Weerstandsmoment y-as: Wy.td = 619.6 mm3
- Traagheidsstraal y-as: iy.td = 7.5 mm
- Traagheidsmoment z-as: Iz.td = 6195.5 mm4
- Weerstandsmoment z-as: Wz.td = 619.6 mm3
- Traagheidsstraal z-as: iz.td = 7.5 mm
- Neutrale lijn z-as : ez.td = 10.0 mm
- Versch.neutr.lijn y : eNy = 0.0 mm
  z : eNz = 0.0 mm
- Lengte : Ltd = 0.501 m
- Gewicht : Gtd = 2.799 kg
- Rekenwaarde vloeigrens fy.td = 235.0 N/mm²
- Elasticiteitsmodulus Etd = 210000 N/mm²
- Afschuivingsmodulus Gtd = 80769 N/mm²
- Weerstandsmom.pl.y-as Wpy.td = 620 (Wply.td = 752) mm3
- Weerstandsmom.pl.z-as Wpz.td = 620 (Wplz.td = 752) mm3
- Torsietraagheidsmoment It.td = 9077 mm4
- Rekenwaarde van de sterkte:
  - Normaalkracht Nc.Rd.td = 32448 N
    NRk.td = 32448 N
  - Moment plastisch My.c.Rd.td = 184 Nm Mz.c.Rd.td = 184 Nm
    elastisch My.Rk.td = 184 Nm Mz.Rk.td = 184 Nm
- Imperfectie factor volgens EC3, table 6.2 alfay = 0.49 alfaz = 0.49
- De ingevoerde staalsoort S235 (EN10219) is vastgesteld voor het basismateriaal van het kokerprofiel.
  Na het koudvervormen is er sprake van een verhoging van de vloeigrens. Deze verhoogde vloeigrens
  is als volgt berekend met de rekenformule uit NEN6770 (zie 12.1.1.4 Tabel 23, noot 2) en EN 1993-1-1:
  - Materiaalkwaliteit : S235 (EN10219) (fy = 235.0 N/mm², ft = 360.0 N/mm²)
    fy-eq = fy+(7*nhoektd*ttd/Ltd)*(ft-fy) < (fy+ft)/2: fy-eq = 297.5 N/mm²
  - Ontwikkelde lengte : Ltd = 77.4 mm
  - Omgez. hoeken : nhoek = 4
  - Op druk belast : fy-dtd = fy-eq = 297.5 N/mm²
  - Op trek belast : fy-ttd = fy-eq = 297.5 N/mm²
- Slankheid z-as : lambda-ztd = 409 / 7.54 = 54.2
- Omega-td = 1.25 (art. 7.4 van RKP 1990 met alfa = 0.49)
- Drukcapaciteit : $Ftdiagd = \frac{Atd*sigmae\text{-}dtd}{omega\text{-}td} = \frac{109.1 * 297.5}{1.25} = 25917$ N
- Trek : - Ftaansluiting = 0.60 * Atd * sigmau / yM =
  = 0.60 * 109.1 * 360.0 / 1.25 = 18847 N
  - Ftdoorsnede = Atd * sigmae-ttd =
  = 109.1 * 297.5 = 32448 N

  dus trekcapaciteit :
  - Ftdiagt = min(18847 , 32448) = 18847 N

3.5.2.6 Eigenschappen van de bouten in de spant-kolom-aansluiting:
Bij de onderrand 1 x M10-8.8 (index "bto"):
- Spanningsdoorsnede per bout : Asbto = 58.9 mm²
- Rekenwaarde vloeigrens : min (sigmae, 0.72 * sigmau)
- Ideële boutcapaciteit : Fi,capbto = 33926 N

Bij de bovenrand 1 x M10-8.8 (index "btb"):
- Spanningsdoorsnede per bout : Asbtb = 58.9 mm²
- Rekenwaarde vloeigrens : min (sigmae, 0.72 * sigmau)
- Ideële boutcapaciteit : Fi,capbtb = 33926 N

Momentenarm bij positief moment (+ = trek onderrand):
(bovenste bout onder bovenrand, dus drukpunt t.p.v. hartlijn bovenrand)
- Arm bout 1: h1 = 0 (niet aanwezig)
- Arm bout 2: h2 = hspant - ezbr - bor - e2 = 430 - 15.0 - 30 - 25 = 360 mm
- Arm bout 3: h3 = bbr - ezbr + e3 = 30 - 15.0 + 25 = 40 mm
- Arm bout 4: h4 = 0 (niet aanwezig)

Maximum hefboomsarm : hmax = 360 mm
Momenten-arm = hobout = $(h1^2 + h2^2 + h3^2 + h4^2)/hmax$ = 364 mm

Momentenarm bij negatief moment (- = trek bovenrand):
(onderste bout boven onderrand, dus drukpunt t.p.v. hartlijn onderrand)
- Arm bout 1: h1 = 0 (niet aanwezig)
- Arm bout 2: h2 = bor - ezor + e2 = 30 - 15.0 + 25 = 40 mm
- Arm bout 3: h3 = hspant - ezor - bbr - e3 = 430 - 15.0 - 30 - 25 = 360 mm
- Arm bout 4: h4 = 0 (niet aanwezig)

Maximum hefboomsarm : hmax = 360 mm
Momenten-arm = hbbout = $(h1^2 + h2^2 + h3^2 + h4^2)/hmax$ = 364 mm

3.5.2.7 Eigenschappen van de eindplaat (ST50*12.0 mm S235 (EN1021) (index "ep"):
- Schuifspanning : sigma-s= 0.58 * sigmae = 0.58 * 235 = 136 N/mm²

Bij de onderrand:
- Pl.weerstandsmoment : Wpep = 1565 mm3 (zonder schotjes)(Rwpl = 0.869)
- Moment-capaciteit : Mp,cap = Wp * sigmae = 1565 * 235 = 368 E3 Nmm
- Diameter boutkop : e = 18.72 mm
- Capaciteit op pons : Fp,cap = pi*D*t*sigma-s = pi*18.72*12.0*136 = 96 kN

Bij de bovenrand:
Ivm aanwezigheid van schotjes is een vervangend weerstandsmoment berekend:
- Wanddikte schotje : ts = 5 mm
- Flens/profielbreedte: Hs = 64.85 mm, bij schotje(s) ter plaatse van de bout
- Slankheid : lambda = 1.052 * Hs/ts * (sigma-e / (E*ksigma))^0.5 =
  = 1.052*64.85 /5 * (235 /(2.1E5*0.43))^0.5 = 0.70
- Plooifactor : rhos = (1 - 0.22/lambda) / lambda < 1.0
  (1 - 0.22/0.70) / 0.70 , dus rhos = 0.98
- Eff.profielbreedte : Hs,eff = rhos * Hs = 0.98 * 64.85 = 63.72 mm
- Wx - elastisch : Wel = 7094.90 mm3, met schotjes
- Wx - plastisch : Wpl = 1800.00 mm3, zonder schotje(s)
- Wpep - reken : Wpep = max(Wel,Wpl) = max(7094.90, 1800.00) = 7094.90 mm3
- Moment-capaciteit : Mp,cap = Wp * sigmae = 7095 * 235 = 1667 E3 Nmm
- Diameter boutkop : e = 18.72 mm
- Capaciteit op pons : Fp,cap = pi*D*t*sigma-s = pi*18.72*12.0*136 = 96 kN

- Rekenwaarden voor de vloeigrens volgens art. 6.2.5 van RKP 1990:
- Materiaalkwaliteit : S235 (EN1021 (sigmae = 235.0 N/mm², sigmau = 360.0 N/mm²)
- Ontwikkelde lengte : L = 77.4 mm
- Omgez. hoeken : nhoek = 4
- Op druk belast : sigmae-d = sigmae-eq = 297.5 N/mm²

3.5.2.8 Eigenschappen van de 2e rij tralies:
- Effectieve kolomhoogte: ph,eff = h - vspant - hspant/2 =
  = 4000 - 80 - 430/2 = 3705 mm
- Spanthoogte, netto : ht,net = 370 mm (tussen onder- en bovenrand)
- Idem, effectief : ht,eff = hspant-ezbr-ezor = (hart op hart afstand)
  = 430 - 15.0 - 15.0 = 400 mm
- Idem, "diagonaal" : ht,diag = 370 mm ("hoogte van de diagonalen")
- Veldlengte randen : lveld = bkap / (ndiag/2) = (tussen 2 knooppunten)
  = 4800 / (12/2) = 800 mm
- Neutrale lijn z-as : eztl = $\frac{Aor*ht,eff}{Aor + Abr}$ = $\frac{229.1 * 400}{229.1 + 229.1}$ = 200.0 mm
  (t.o.v. neutrale lijn van de bovenrand)
- Traagheidsmoment y-as : Ispant = $Abr*eztl^2 + Aor*(ht,eff-eztl)^2$ =
  = $229.1 * 200.0^2 + 229.1 * (400.0 - 200.0)^2$ =
  = 1832.5 E4 mm4
- Eigen gewicht van de 2e rij tralies:
- Gewicht bovenrand : Gbr = 4.80 m * 1.80 kg/m = 8.6 kg
- Gewicht onderrand : Gor = 4.80 m * 1.80 kg/m = 8.6 kg
- Gewicht drukdiagonalen : Gdd = 12/2 * 0.545 m * 0.86 kg/m = 2.8 kg
- Gewicht trekdiagonalen : Gtd = 12/2 * 0.545 m * 0.86 kg/m = 2.8 kg
- Gewicht gootverticalen : Ggv = 0 * 0.370 m * 2.36 kg/m = 0.0 kg

- Gewicht eindplaten : Gep = 2 * 0.430 m * 4.71 kg/m = 4.1 kg
---------- +
Totaal: Gspant = 26.9 kg
- In Newton: Fspant = 269 N en Qspant = 56.1 N/m

3.5.3 Eigenschappen van de tralies van de middenvelden:

3.5.3.1 Eigenschappen van de bovenrand (RHBK50*30*1.5 mm S235 (EN1021) (index "br"):
- Oppervlakte : Abr = 229.1 mm²
- Traagheidsmoment y-as: Iy.br = 77726.0 mm4
- Weerstandsmoment y-as: Wy.br = 3109.0 mm3
- Traagheidsstraal y-as: iy.br = 18.4 mm
- Traagheidsmoment z-as: Iz.br = 34995.6 mm4
- Weerstandsmoment z-as: Wz.br = 2333.0 mm3
- Traagheidsstraal z-as: iz.br = 12.4 mm
- Neutrale lijn z-as : ez.br = 15.0 mm
- Versch.neutr.lijn y : eNy = 0.0 mm
  z : eNz = 0.0 mm
- Lengte : Lbr = 7.876 m
- Gewicht : Gbr = 8.631 kg
- Rekenwaarde vloeigrens fy.br = 235.0 N/mm²
- Elasticiteitsmodulus Ebr = 210000 N/mm²
- Afschuivingsmodulus Gbr = 80769 N/mm²
- Weerstandsmom.pl.y-as Wpy.br = 3109 (Wply.br = 3791) mm3
- Weerstandsmom.pl.z-as Wpz.br = 2333 (Wplz.br = 2655) mm3
- Torsietraagheidsmoment It.br = 72820 mm4
- Rekenwaarde van de sterkte:
  - Normaalkracht Nc.Rd.br = 61470 N
    NRk.br = 61470 N
  - Moment plastisch My.c.Rd.br = 834 Nm Mz.c.Rd.br = 626 Nm
    elastisch My.Rk.br = 834 Nm Mz.Rk.br = 626 Nm
- Imperfectie factor volgens EC3, table 6.2 alfay = 0.49 alfaz = 0.49
- De ingevoerde staalsoort S235 (EN10219) is vastgesteld voor het basismateriaal van het kokerprofiel.
  Na het koudvervormen is er sprake van een verhoging van de vloeigrens. Deze verhoogde vloeigrens
  is als volgt berekend met de rekenformule uit NEN6770 (zie 12.1.1.4 Tabel 23, noot 2) en EN 1993-1-1:
  - Materiaalkwaliteit : S235 (EN10219) (fy = 235.0 N/mm², ft = 360.0 N/mm²)
    fy-eq = fy+(7*nhoekbr*tbr/Lbr)*(ft-fy) < (fy+ft)/2: fy-eq = 268.3 N/mm²
  - Ontwikkelde lengte : Lbr = 157.4 mm
  - Omgez. hoeken : nhoek = 4
  - Op druk belast : fy-dbr = fy-eq = 268.3 N/mm²
  - Op trek belast : fy-tbr = fy-eq = 268.3 N/mm²
  - In de z-richting:
    - Stel: Kniklengte lkzbr = lbr = 640 mm (ongesteunde kiplengte)
    - Slankheid : lambda-zbr = 640 /12.4 = 52
    - Chizbr = min(0.814 , 1.0) = 0.814

3.5.3.2 Eigenschappen van de onderrand (RHBK50*30*1.5 mm S235 (EN1021) (index "or"):
- Oppervlakte : Aor = 229.1 mm²
- Traagheidsmoment y-as: Iy.or = 77726.0 mm4
- Weerstandsmoment y-as: Wy.or = 3109.0 mm3
- Traagheidsstraal y-as: iy.or = 18.4 mm
- Traagheidsmoment z-as: Iz.or = 34995.6 mm4
- Weerstandsmoment z-as: Wz.or = 2333.0 mm3
- Traagheidsstraal z-as: iz.or = 12.4 mm
- Neutrale lijn z-as : ez.or = 15.0 mm
- Versch.neutr.lijn y : eNy = 0.0 mm
  z : eNz = 0.0 mm
- Lengte : Lor = 7.876 m
- Gewicht : Gor = 8.631 kg
- Rekenwaarde vloeigrens fy.or = 235.0 N/mm²
- Elasticiteitsmodulus Eor = 210000 N/mm²
- Afschuivingsmodulus Gor = 80769 N/mm²
- Weerstandsmom.pl.y-as Wpy.or = 3109 (Wply.or = 3791) mm3
- Weerstandsmom.pl.z-as Wpz.or = 2333 (Wplz.or = 2655) mm3
- Torsietraagheidsmoment It.or = 72820 mm4
- Rekenwaarde van de sterkte:
  - Normaalkracht Nc.Rd.or = 61470 N
    NRk.or = 61470 N
  - Moment plastisch My.c.Rd.or = 834 Nm Mz.c.Rd.or = 626 Nm
    elastisch My.Rk.or = 834 Nm Mz.Rk.or = 626 Nm
- Imperfectie factor volgens EC3, table 6.2 alfay = 0.49 alfaz = 0.49
- De ingevoerde staalsoort S235 (EN10219) is vastgesteld voor het basismateriaal van het kokerprofiel.
  Na het koudvervormen is er sprake van een verhoging van de vloeigrens. Deze verhoogde vloeigrens
  is als volgt berekend met de rekenformule uit NEN6770 (zie 12.1.1.4 Tabel 23, noot 2) en EN 1993-1-1:
  - Materiaalkwaliteit : S235 (EN10219) (fy = 235.0 N/mm², ft = 360.0 N/mm²)
    fy-eq = fy+(7*nhoekor*tor/Lor)*(ft-fy) < (fy+ft)/2: fy-eq = 268.3 N/mm²
  - Ontwikkelde lengte : Lor = 157.4 mm
  - Omgez. hoeken : nhoek = 4
  - Op druk belast : fy-dor = fy-eq = 268.3 N/mm²
  - Op trek belast : fy-tor = fy-eq = 268.3 N/mm²
  - In de z-richting:
    - Stel: Kniklengte lkzor = lor = 800 mm (ongesteunde kiplengte)
    - Slankheid : lambda-zor = 800 /12.4 = 65
    - Chizor = min(0.731 , 1.0) = 0.731

3.5.3.3 Eigenschappen van de diagonalen (index "d"):
- Hoek met de randen : adiag = atan(ht,diag / (lveld/2)) =
  = atan(370 / (800/2)) = 42.8 graden
- Systeem-lengte : ldiag = ((lveld/2)² + ht,diag²)1/2 =
  = ((800/2)² + (370)²)1/2 = 545 mm
- Reductie-factor kniklengte = 0.75, Gezaagd 2-zijdige las
- Kniklengte diagonalen: lkzd = 0.75 * 545 = 409 mm (uit het vlak)
- Aansluitfactor treksterkte = 0.60, Gezaagd 2-zijdige las

3.5.3.4 Eigenschappen van de drukdiagonalen (RHBK20*20*1.5 mm S235 (EN1021) (index "de"):
- Oppervlakte : Ade = 109.1 mm²
- Traagheidsmoment y-as: Iy.de = 6195.5 mm4
- Weerstandsmoment y-as: Wy.de = 619.6 mm3
- Traagheidsstraal y-as: iy.de = 7.5 mm
- Traagheidsmoment z-as: Iz.de = 6195.5 mm4
- Weerstandsmoment z-as: Wz.de = 619.6 mm3
- Traagheidsstraal z-as: iz.de = 7.5 mm
- Neutrale lijn z-as : ez.de = 10.0 mm
- Versch.neutr.lijn y : eNy = 0.0 mm
  z : eNz = 0.0 mm
- Lengte : Lde = 0.501 m
- Gewicht : Gde = 2.799 kg
- Rekenwaarde vloeigrens fy.de = 235.0 N/mm²
- Elasticiteitsmodulus Ede = 210000 N/mm²
- Afschuivingsmodulus Gde = 80769 N/mm²
- Weerstandsmom.pl.y-as Wpy.de = 620 (Wply.de = 752) mm3
- Weerstandsmom.pl.z-as Wpz.de = 620 (Wplz.de = 752) mm3
- Torsietraagheidsmoment It.de = 9077 mm4
- Rekenwaarde van de sterkte:
  - Normaalkracht Nc.Rd.de = 32448 N
    NRk.de = 32448 N
  - Moment plastisch My.c.Rd.de = 184 Nm Mz.c.Rd.de = 184 Nm
    elastisch My.Rk.de = 184 Nm Mz.Rk.de = 184 Nm
- Imperfectie factor volgens EC3, table 6.2 alfay = 0.49 alfaz = 0.49
- De ingevoerde staalsoort S235 (EN10219) is vastgesteld voor het basismateriaal van het kokerprofiel.
  Na het koudvervormen is er sprake van een verhoging van de vloeigrens. Deze verhoogde vloeigrens
  is als volgt berekend met de rekenformule uit NEN6770 (zie 12.1.1.4 Tabel 23, noot 2) en EN 1993-1-1:
  - Materiaalkwaliteit : S235 (EN10219) (fy = 235.0 N/mm², ft = 360.0 N/mm²)
    fy-eq = fy+(7*nhoekde*tde/Lde)*(ft-fy) < (fy+ft)/2: fy-eq = 297.5 N/mm²
  - Ontwikkelde lengte : Lde = 77.4 mm
  - Omgez. hoeken : nhoek = 4
  - Op druk belast : fy-dde = fy-eq = 297.5 N/mm²
  - Op trek belast : fy-tde = fy-eq = 297.5 N/mm²
- Slankheid z-as : lambda-zde = 409 / 7.54 = 54.2
- Omega-de = 1.25 (art. 7.4 van RKP 1990 met alfa = 0.49)
- Drukcapaciteit : $Fddiagd = \frac{Ade*sigmae\text{-}dde}{omega\text{-}de} = \frac{109.1 * 297.5}{1.25} = 25917$ N
- Trek : - Ftaansluiting = 0.60 * Ade * sigmau / yM =
  = 0.60 * 109.1 * 360.0 / 1.25 = 18847 N
  - Ftdoorsnede = Ade * sigmae-tde =
  = 109.1 * 297.5 = 32448 N

  dus trekcapaciteit :
  - Fddiagt = min(18847 , 32448) = 18847 N

3.5.3.5 Eigenschappen van de trekdiagonalen (RHBK20*20*1.5 mm S235 (EN1021) (index "td"):
- Oppervlakte : Atd = 109.1 mm²
- Traagheidsmoment y-as: Iy.td = 6195.5 mm4
- Weerstandsmoment y-as: Wy.td = 619.6 mm3
- Traagheidsstraal y-as: iy.td = 7.5 mm
- Traagheidsmoment z-as: Iz.td = 6195.5 mm4
- Weerstandsmoment z-as: Wz.td = 619.6 mm3
- Traagheidsstraal z-as: iz.td = 7.5 mm
- Neutrale lijn z-as : ez.td = 10.0 mm
- Versch.neutr.lijn y : eNy = 0.0 mm
  z : eNz = 0.0 mm
- Lengte : Ltd = 0.501 m
- Gewicht : Gtd = 2.799 kg
- Rekenwaarde vloeigrens fy.td = 235.0 N/mm²
- Elasticiteitsmodulus Etd = 210000 N/mm²
- Afschuivingsmodulus Gtd = 80769 N/mm²
- Weerstandsmom.pl.y-as Wpy.td = 620 (Wply.td = 752) mm3
- Weerstandsmom.pl.z-as Wpz.td = 620 (Wplz.td = 752) mm3
- Torsietraagheidsmoment It.td = 9077 mm4
- Rekenwaarde van de sterkte:
  - Normaalkracht Nc.Rd.td = 32448 N
    NRk.td = 32448 N
  - Moment plastisch My.c.Rd.td = 184 Nm Mz.c.Rd.td = 184 Nm
    elastisch My.Rk.td = 184 Nm Mz.Rk.td = 184 Nm
- Imperfectie factor volgens EC3, table 6.2 alfay = 0.49 alfaz = 0.49
- De ingevoerde staalsoort S235 (EN10219) is vastgesteld voor het basismateriaal van het kokerprofiel.
  Na het koudvervormen is er sprake van een verhoging van de vloeigrens. Deze verhoogde vloeigrens
  is als volgt berekend met de rekenformule uit NEN6770 (zie 12.1.1.4 Tabel 23, noot 2) en EN 1993-1-1:
  - Materiaalkwaliteit : S235 (EN10219) (fy = 235.0 N/mm², ft = 360.0 N/mm²)
    fy-eq = fy+(7*nhoektd*ttd/Ltd)*(ft-fy) < (fy+ft)/2: fy-eq = 297.5 N/mm²
  - Ontwikkelde lengte : Ltd = 77.4 mm
  - Omgez. hoeken : nhoek = 4
  - Op druk belast : fy-dtd = fy-eq = 297.5 N/mm²
  - Op trek belast : fy-ttd = fy-eq = 297.5 N/mm²
- Slankheid z-as : lambda-ztd = 409 / 7.54 = 54.2
- Omega-td = 1.25 (art. 7.4 van RKP 1990 met alfa = 0.49)
- Drukcapaciteit : $Ftdiagd = \frac{Atd*sigmae\text{-}dtd}{omega\text{-}td} = \frac{109.1 * 297.5}{1.25} = 25917$ N
- Trek : - Ftaansluiting = 0.60 * Atd * sigmau / yM =
  = 0.60 * 109.1 * 360.0 / 1.25 = 18847 N
  - Ftdoorsnede = Atd * sigmae-ttd =
  = 109.1 * 297.5 = 32448 N

  dus trekcapaciteit :
  - Ftdiagt = min(18847 , 32448) = 18847 N

3.5.3.6 Eigenschappen van de bouten in de spant-kolom-aansluiting:
Bij de onderrand 1 x M10-8.8 (index "bto"):
- Spanningsdoorsnede per bout : Asbto = 58.9 mm²
- Rekenwaarde vloeigrens : min (sigmae, 0.72 * sigmau)
- Ideële boutcapaciteit : Fi,capbto = 33926 N

Bij de bovenrand 1 x M10-8.8 (index "btb"):
- Spanningsdoorsnede per bout : Asbtb = 58.9 mm²
- Rekenwaarde vloeigrens : min (sigmae, 0.72 * sigmau)
- Ideële boutcapaciteit : Fi,capbtb = 33926 N

Momentenarm bij positief moment (+ = trek onderrand):
(bovenste bout onder bovenrand, dus drukpunt t.p.v. hartlijn bovenrand)
- Arm bout 1: h1 = 0 (niet aanwezig)
- Arm bout 2: h2 = hspant - ezbr - bor - e2 = 430 - 15.0 - 30 - 25 = 360 mm
- Arm bout 3: h3 = bbr - ezbr + e3 = 30 - 15.0 + 25 = 40 mm
- Arm bout 4: h4 = 0 (niet aanwezig)

Maximum hefboomsarm : hmax = 360 mm
Momenten-arm = hobout = $(h1^2 + h2^2 + h3^2 + h4^2)/hmax$ = 364 mm

Momentenarm bij negatief moment (- = trek bovenrand):
(onderste bout boven onderrand, dus drukpunt t.p.v. hartlijn onderrand)
- Arm bout 1: h1 = 0 (niet aanwezig)
- Arm bout 2: h2 = bor - ezor + e2 = 30 - 15.0 + 25 = 40 mm
- Arm bout 3: h3 = hspant - ezor - bbr - e3 = 430 - 15.0 - 30 - 25 = 360 mm
- Arm bout 4: h4 = 0 (niet aanwezig)

Maximum hefboomsarm : hmax = 360 mm
Momenten-arm = hbbout = $(h1^2 + h2^2 + h3^2 + h4^2)/hmax$ = 364 mm

3.5.3.7 Eigenschappen van de eindplaat (ST50*12.0 mm S235 (EN1021) (index "ep"):
- Schuifspanning : sigma-s= 0.58 * sigmae = 0.58 * 235 = 136 N/mm²

Bij de onderrand:
- Pl.weerstandsmoment : Wpep = 1565 mm3 (zonder schotjes)(Rwpl = 0.869)
- Moment-capaciteit : Mp,cap = Wp * sigmae = 1565 * 235 = 368 E3 Nmm
- Diameter boutkop : e = 18.72 mm
- Capaciteit op pons : Fp,cap = pi*D*t*sigma-s = pi*18.72*12.0*136 = 96 kN

Bij de bovenrand:
Ivm aanwezigheid van schotjes is een vervangend weerstandsmoment berekend:
- Wanddikte schotje : ts = 5 mm
- Flens/profielbreedte: Hs = 64.85 mm, bij schotje(s) ter plaatse van de bout
- Slankheid : lambda = 1.052 * Hs/ts * (sigma-e / (E*ksigma))^0.5 =
  = 1.052*64.85 /5 * (235 /(2.1E5*0.43))^0.5 = 0.70
- Plooifactor : rhos = (1 - 0.22/lambda) / lambda < 1.0
  (1 - 0.22/0.70) / 0.70 , dus rhos = 0.98
- Eff.profielbreedte : Hs,eff = rhos * Hs = 0.98 * 64.85 = 63.72 mm
- Wx - elastisch : Wel = 7094.90 mm3, met schotjes
- Wx - plastisch : Wpl = 1800.00 mm3, zonder schotje(s)
- Wpep - reken : Wpep = max(Wel,Wpl) = max(7094.90, 1800.00) = 7094.90 mm3
- Moment-capaciteit : Mp,cap = Wp * sigmae = 7095 * 235 = 1667 E3 Nmm
- Diameter boutkop : e = 18.72 mm
- Capaciteit op pons : Fp,cap = pi*D*t*sigma-s = pi*18.72*12.0*136 = 96 kN

- Rekenwaarden voor de vloeigrens volgens art. 6.2.5 van RKP 1990:
- Materiaalkwaliteit : S235 (EN1021 (sigmae = 235.0 N/mm², sigmau = 360.0 N/mm²)
- Ontwikkelde lengte : L = 77.4 mm
- Omgez. hoeken : nhoek = 4
- Op druk belast : sigmae-d = sigmae-eq = 297.5 N/mm²

3.5.3.8 Eigenschappen van de tralies van de middenvelden:
- Effectieve kolomhoogte: ph,eff = h - vspant - hspant/2 =
  = 4000 - 80 - 430/2 = 3705 mm
- Spanthoogte, netto : ht,net = 370 mm (tussen onder- en bovenrand)
- Idem, effectief : ht,eff = hspant-ezbr-ezor = (hart op hart afstand)
  = 430 - 15.0 - 15.0 = 400 mm
- Idem, "diagonaal" : ht,diag = 370 mm ("hoogte van de diagonalen")
- Veldlengte randen : lveld = bkap / (ndiag/2) = (tussen 2 knooppunten)
  = 4800 / (12/2) = 800 mm
- Neutrale lijn z-as : eztl = $\frac{Aor*ht,eff}{Aor + Abr}$ = $\frac{229.1 * 400}{229.1 + 229.1}$ = 200.0 mm
  (t.o.v. neutrale lijn van de bovenrand)
- Traagheidsmoment y-as : Ispant = $Abr*eztl^2 + Aor*(ht,eff-eztl)^2$ =
  = $229.1 * 200.0^2 + 229.1 * (400.0 - 200.0)^2$ =
  = 1832.5 E4 mm4
- Eigen gewicht van de tralies van de middenvelden:
- Gewicht bovenrand : Gbr = 4.80 m * 1.80 kg/m = 8.6 kg
- Gewicht onderrand : Gor = 4.80 m * 1.80 kg/m = 8.6 kg
- Gewicht drukdiagonalen : Gdd = 12/2 * 0.545 m * 0.86 kg/m = 2.8 kg
- Gewicht trekdiagonalen : Gtd = 12/2 * 0.545 m * 0.86 kg/m = 2.8 kg
- Gewicht gootverticalen : Ggv = 0 * 0.370 m * 2.36 kg/m = 0.0 kg

- Gewicht eindplaten : Gep = 2 * 0.430 m * 4.71 kg/m = 4.1 kg
---------- +
Totaal: Gspant = 26.9 kg
- In Newton: Fspant = 269 N en Qspant = 56.1 N/m

3.5.4 Eigenschappen van de kolommen (RHBK100*50*3.0 mm S235 (EN1021) (index "k"):
- Oppervlakte : Ak = 848.5 mm²
- Traagheidsmoment y-as: Iy.k = 1083900.5 mm4
- Weerstandsmoment y-as: Wy.k = 21678.0 mm3
- Traagheidsstraal y-as: iy.k = 35.7 mm
- Traagheidsmoment z-as: Iz.k = 365520.2 mm4
- Weerstandsmoment z-as: Wz.k = 14620.8 mm3
- Traagheidsstraal z-as: iz.k = 20.8 mm
- Neutrale lijn z-as : ez.k = 25.0 mm
- Versch.neutr.lijn y : eNy = 0.0 mm
  z : eNz = 0.0 mm
- Lengte : Lk = 5.500 m
- Gewicht : Gk = 167.389 kg
- Rekenwaarde vloeigrens fy.k = 235.0 N/mm²
- Elasticiteitsmodulus Ek = 210000 N/mm²
- Afschuivingsmodulus Gk = 80769 N/mm²
- Weerstandsmom.pl.y-as Wpy.k = 21678 (Wply.k = 27045) mm3
- Weerstandsmom.pl.z-as Wpz.k = 14621 (Wplz.k = 16632) mm3
- Torsietraagheidsmoment It.k = 853355 mm4
- Rekenwaarde van de sterkte:
  - Normaalkracht Nc.Rd.k = 229893 N
    NRk.k = 229893 N
  - Moment plastisch My.c.Rd.k = 5873 Nm Mz.c.Rd.k = 3961 Nm
    elastisch My.Rk.k = 5873 Nm Mz.Rk.k = 3961 Nm
- Imperfectie factor volgens EC3, table 6.2 alfay = 0.49 alfaz = 0.49
- De ingevoerde staalsoort S235 (EN10219) is vastgesteld voor het basismateriaal van het kokerprofiel.
  Na het koudvervormen is er sprake van een verhoging van de vloeigrens. Deze verhoogde vloeigrens
  is als volgt berekend met de rekenformule uit NEN6770 (zie 12.1.1.4 Tabel 23, noot 2) en EN 1993-1-1:
  - Materiaalkwaliteit : S235 (EN10219) (fy = 235.0 N/mm², ft = 360.0 N/mm²)
    fy-eq = fy+(7*nhoekk*tk/Lk)*(ft-fy) < (fy+ft)/2: fy-eq = 270.9 N/mm²
  - Ontwikkelde lengte : Lk = 292.3 mm
  - Omgez. hoeken : nhoek = 4
  - Op druk belast : fy-dk = fy-eq = 270.9 N/mm²
  - Op trek belast : fy-tk = fy-eq = 270.9 N/mm²
- Kniklengte, slankheid en knikcoëfficiënt:
  - In de y-richting:
    - Slankheid : lambda-yk = 8266/35.7 = 126
    - Chixk = min(0.408 , 1.0) = 0.408
    - Eulerse knikkracht:

$$\text{FEyk} = \frac{\text{pi}^2 * E * \text{Iyk}}{\text{lkyk}^2} = \frac{\text{pi}^2 * 2.1E5 * 108E4}{8266^2} = 507528 \text{ N}$$

  - In de z-richting:
    - Slankheid : lambda-zk = 4950/20.8 = 124
    - Chizk = min(0.379 , 1.0) = 0.379
    - Eulerse knikkracht:

$$\text{FEzk} = \frac{\text{pi}^2 * E * \text{Izk}}{\text{lkzk}^2} = \frac{\text{pi}^2 * 2.1E5 * 37E4}{4950^2} = 520701 \text{ N}$$

3.6 MODEL ELASTISCHE ANALYSE.
3.6.1 Rekenmodel
Knopen:

nr	x-coordinaat [m]	y-coordinaat [m]
1	-0.013	0.000
2	-0.007	1.852
3	-0.001	3.505
4	0.000	3.705
5	0.001	3.905
6	0.000	4.000
7	2.400	5.119
8	0.399	3.705
9	2.399	3.705
10	4.399	3.705
11	4.787	0.000
12	4.793	1.852
13	4.799	3.505
14	4.800	3.705
15	4.801	3.905
16	4.800	4.000
17	7.200	5.119
18	5.199	3.705
19	7.199	3.705
20	9.199	3.705
21	9.587	0.000
22	9.593	1.852
23	9.599	3.505
24	9.600	3.705
25	9.601	3.905
26	9.600	4.000
27	12.000	5.119
28	9.999	3.705
29	11.999	3.705
30	13.999	3.705
31	14.387	0.000
32	14.393	1.852
33	14.399	3.505
34	14.400	3.705
35	14.401	3.905
36	14.400	4.000
37	16.800	5.119
38	14.799	3.705
39	16.799	3.705
40	18.799	3.705
41	19.187	0.000
42	19.193	1.852
43	19.199	3.505
44	19.200	3.705
45	19.201	3.905
46	19.200	4.000
47	21.600	5.119
48	19.599	3.705
49	21.599	3.705
50	23.599	3.705
51	23.987	0.000
52	23.993	1.852
53	23.999	3.505
54	24.000	3.705
55	24.001	3.905
56	24.000	4.000
57	26.400	5.119
58	24.399	3.705
59	26.399	3.705
60	28.399	3.705
61	28.787	0.000
62	28.793	1.852
63	28.799	3.505
64	28.800	3.705
65	28.801	3.905
66	28.800	4.000

Opleggingen:

knoop nr.	hoek	X-richting type	X-richting Veerconst m/N	Y-richting type	Y-richting Veerconst m/N	Rotatie type	Rotatie Veerconst N*m/gr
1	0.0	1	0.0	1	0.0	3	70036650.
11	0.0	1	0.0	1	0.0	3	70036650.
21	0.0	1	0.0	1	0.0	3	70036650.
31	0.0	1	0.0	1	0.0	3	70036650.
41	0.0	1	0.0	1	0.0	3	70036650.
51	0.0	1	0.0	1	0.0	3	70036650.
61	0.0	1	0.0	1	0.0	3	70036650.

Staven:

staaf nr.	Van knp	Naar knp	Profiel	Materiaalsoort	Lengte [mm]
1	1	2	RHBK100*50*3.0	S235 (EN10219)	1853 (16)
2	2	3	RHBK100*50*3.0	S235 (EN10219)	1653 (17)
3	3	4	RHBK100*50*3.0	S235 (EN10219)	200 (18)
4	4	5	RHBK100*50*3.0	S235 (EN10219)	200 (19)
5	5	6	RHBK100*50*3.0	S235 (EN10219)	95 (20)
6	6 0	7 *	Roede dek	S235 (EN10219)	2648 (21)
7	7 *	16 0	Roede dek	S235 (EN10219)	2648 (22)
8	4	8	1e tralie	S235 (EN10219)	399 (23)
9	8	9	1e tralie	S235 (EN10219)	2000 (24)
10	9	10	1e tralie	S235 (EN10219)	2000 (25)
11	10	14	1e tralie	S235 (EN10219)	401 (26)
12	11	12	RHBK100*50*3.0	S235 (EN10219)	1853 (27)
13	12	13	RHBK100*50*3.0	S235 (EN10219)	1653 (28)
14	13	14	RHBK100*50*3.0	S235 (EN10219)	200 (29)
15	14	15	RHBK100*50*3.0	S235 (EN10219)	200 (30)
16	15	16	RHBK100*50*3.0	S235 (EN10219)	95 (31)
17	16 0	17 *	Roede dek	S235 (EN10219)	2648 (32)
18	17 *	26 0	Roede dek	S235 (EN10219)	2648 (33)
19	14	18	2e tralie	S235 (EN10219)	399 (34)
20	18	19	2e tralie	S235 (EN10219)	2000 (35)
21	19	20	2e tralie	S235 (EN10219)	2000 (36)
22	20	24	2e tralie	S235 (EN10219)	401 (37)
23	21	22	RHBK100*50*3.0	S235 (EN10219)	1853 (38)
24	22	23	RHBK100*50*3.0	S235 (EN10219)	1653 (39)
25	23	24	RHBK100*50*3.0	S235 (EN10219)	200 (40)
26	24	25	RHBK100*50*3.0	S235 (EN10219)	200 (41)
27	25	26	RHBK100*50*3.0	S235 (EN10219)	95 (42)
28	26 0	27 *	Roede dek	S235 (EN10219)	2648 (43)
29	27 *	36 0	Roede dek	S235 (EN10219)	2648 (44)
30	24	28	middentralie	S235 (EN10219)	399 (45)
31	28	29	middentralie	S235 (EN10219)	2000 (46)
32	29	30	middentralie	S235 (EN10219)	2000 (47)
33	30	34	middentralie	S235 (EN10219)	401 (48)
34	31	32	RHBK100*50*3.0	S235 (EN10219)	1853 (49)
35	32	33	RHBK100*50*3.0	S235 (EN10219)	1653 (50)
36	33	34	RHBK100*50*3.0	S235 (EN10219)	200 (51)
37	34	35	RHBK100*50*3.0	S235 (EN10219)	200 (52)
38	35	36	RHBK100*50*3.0	S235 (EN10219)	95 (53)
39	36 0	37 *	Roede dek	S235 (EN10219)	2648 (54)
40	37 *	46 0	Roede dek	S235 (EN10219)	2648 (55)
41	34	38	middentralie	S235 (EN10219)	399 (56)
42	38	39	middentralie	S235 (EN10219)	2000 (57)
43	39	40	middentralie	S235 (EN10219)	2000 (58)
44	40	44	middentralie	S235 (EN10219)	401 (59)
45	41	42	RHBK100*50*3.0	S235 (EN10219)	1853 (60)
46	42	43	RHBK100*50*3.0	S235 (EN10219)	1653 (61)
47	43	44	RHBK100*50*3.0	S235 (EN10219)	200 (62)
48	44	45	RHBK100*50*3.0	S235 (EN10219)	200 (63)
49	45	46	RHBK100*50*3.0	S235 (EN10219)	95 (64)
50	46 0	47 *	Roede dek	S235 (EN10219)	2648 (65)
51	47 *	56 0	Roede dek	S235 (EN10219)	2648 (66)
52	44	48	2e tralie	S235 (EN10219)	399 (67)
53	48	49	2e tralie	S235 (EN10219)	2000 (68)
54	49	50	2e tralie	S235 (EN10219)	2000 (69)
55	50	54	2e tralie	S235 (EN10219)	401 (70)
56	51	52	RHBK100*50*3.0	S235 (EN10219)	1853 (71)
57	52	53	RHBK100*50*3.0	S235 (EN10219)	1653 (72)
58	53	54	RHBK100*50*3.0	S235 (EN10219)	200 (73)
59	54	55	RHBK100*50*3.0	S235 (EN10219)	200 (74)
60	55	56	RHBK100*50*3.0	S235 (EN10219)	95 (75)

61	56	0	57	*	Roede dek	S235 (EN10219)	2648 (5)
62	57	*	66	0	Roede dek	S235 (EN10219)	2648 (6)
63	54		58		1e tralie	S235 (EN10219)	399 (7)
64	58		59		1e tralie	S235 (EN10219)	2000 (8)
65	59		60		1e tralie	S235 (EN10219)	2000 (9)
66	60		64		1e tralie	S235 (EN10219)	401 (10)
67	61		62		RHBK100*50*3.0	S235 (EN10219)	1853 (11)
68	62		63		RHBK100*50*3.0	S235 (EN10219)	1653 (12)
69	63		64		RHBK100*50*3.0	S235 (EN10219)	200 (13)
70	64		65		RHBK100*50*3.0	S235 (EN10219)	200 (14)
71	65		66		RHBK100*50*3.0	S235 (EN10219)	95 (15)

Profielen:

Nr.	Profiel	I [mm4]	A [mm2]	W [mm3]
1	RHBK100*50*3.0	1083900.5	848.5	21678.0
2	RHBK100*50*3.0	1083900.5	848.5	21678.0
3	1e tralie	18325486.7	458.1	100.0
4	RHBK80*50*3.0	623906.1	728.5	15597.7
5	2e tralie	18325486.7	458.1	100.0
6	RHBK80*50*3.0	623906.1	728.5	15597.7
7	middentralie	18325486.7	458.1	100.0
8	RHBK80*50*3.0	623906.1	728.5	15597.7
9	Roede dek	1000000.0	500.0	1000.0

Materialen:

Nr.	Soort	Elast.Modul. [N/mm²]	Vloeispanning [N/mm²]
1	S235 (EN10219)	210000.0	235.0

3.6.2 Algemene belastingen en waarden voor het rekenmodel en de analyse

- Traliebelasting:
  - installaties = (q.inst+q.teeltgoot)*v = (70 +0)*4.0 → qinstall = 280.0 N/m
  - eigen gewicht = Ftral / l = 269 / 4.8 → qtral = 56.1 N/m
  - gewas = qgew * v = 0 * 4.0 → qgewas = 0.0 N/m

- Loodrecht op het dek:
  - eigen gewicht = qdek*v*sin(a)*cos(a) = 35 *4.0 *sin(25.0)*cos(25.0) → qdek.a = 53.6 N/m
  - sneeuw = qsneeuw*v*sin(a)*cos(a) = 420 *4.0 *sin(25.0)*cos(25.0) → qsneew.a = 644.1 N/m

- Evenwijdig aan het dek:
  - eigen gewicht = qdek*v*cos(a)² = 35 *4.0 *cos(25.0)² → qdek.s = 115.0 N/m
  - sneeuw = qsneeuw*v*cos(a)² = 420 *4.0 *cos(25.0)² → qsneew.s = 1381.3 N/m
  - wind = wind*v = 335 *4.0 → qwind.s = 1.3 N/m

- Puntlast goot:
  - eigen gewicht goot = qgoot*v = 30 *4.0 → qgoot.m = 120.0 N/m
  - bij de zijgevel = 0.5*qgoot.m = 0.5*120.0 → qgoot.s = 60.0 N/m
    (gedeeltelijk naar de zijgevel afgedragen)

- Puntlast zijgevel bij de goot:

$$\text{Windlast} = q_{wind} * \frac{0.5*ph}{ph - vspant - hspant/2} * ph * v$$

$$= 335 * \frac{0.5*4000}{4000 - 80 - 430/2} * 4.000 * 4.000 \rightarrow F_{hw.gt} = 2897\ N$$

- Puntlast zijgevel op fundatiehoogte

$$\text{- Windlast} = qwind * \left(1 - \frac{0.5*ph}{ph-vspant-hspant/2} \right) * ph * v$$

$$= 335 * \left(1 - \frac{0.5*4000}{4000-80 \quad -430 /2} \right) * 4.000 * 4.000 \qquad Fhw.fh = 2469 \text{ N}$$

- Dekwasser: Gewicht = 0 N, wielbasis = 0 mm

$$Fkd = \frac{Gewicht}{4} * \left(2 - \frac{wielbasis}{2*vakmaat} \right) = \frac{0}{4} * \left(2 - \frac{0}{2*4000} \right) \qquad Fkd = 0 \text{ N}$$

3.7 REKENVARIABELEN METHODE MOUTY

3.7.1 Bepalen van de kniklengte van tralieliggers

Voor het bepalen van de kniklengte van de randen van tralieliggers wordt de methode van J. Mouty toegepast. Deze methode is beschreven in het rapport "Calcul des longueurs de flambement des éléments des pouters à treillis" (Cidect monographie no 4). In het rapport is een analytische formule voor het bepalen van de kniklengte van randstaven afgeleid.

De theorie van Mouty is verder uitgewerkt voor de toepassing voor tralieliggers van Venlokassen. Hierbij zijn de invloeden van ondermeer de stijfheid van diagonalen, de stijfheid de goten en de rotatiestijfheid van de randen meegenomen. Een volledige toelichting op het gebruik van de "methode Mouty" voor het bepalen van kniklengten van randen van tralieliggers staat in het TNO rapport TNO-rapport 2006-D-R0529 (2006).

De afgeleide theorie van Mouty is in verschillende onderdelen opgesplitst.

- 3.7.1.1 Steun van de diagonaalknopen
- 3.7.1.2 Steun van de torsiestijfheid van de tralieliggerrand
- 3.7.1.3 Steun van de opleggingen
- 3.7.1.4 Samengestelde veerstijfheid per type tralieliggerkap
- 3.7.1.5 Bepaling van de knikfactor
- 3.7.1.6 Reductie kniklengte door normaalkrachtverdeling

3.7.1.1 Steun van de diagonaalknopen

- De steun een diagonaalknoop aan een rand:

$$a.kn = 1 / \left\{ \frac{1}{a.t + a.d} + \frac{1}{a.rd} \right\} \quad N/mm$$

Waarin:
a.kn = Steun via de diagonaalknopen in een veld [N/mm]
a.t = Steun van de trekdiagonalen [N/mm]
a.d = Steun van de drukdiagonalen [N/mm]
a.rd = Steun van de tegenoverliggende rand [N/mm]

- Bepaling van de inklemming van de lasverbinding van de diagonaal.

De factor voor de stijfheid van de lasverbinding wordt gebruikt voor het berekenen van de rotatieveerstijfheid. Indien de waarde van de aansluitfactor 1 is dan is er sprake van een slappe scharnierende inklemming voor een waarde 0,5 is er sprake van een vaste inklemming.
Onderstaande tabel wordt gebruikt om de gegeven aansluitfactor van de diagonaal om te rekenen naar een rotatieveerstijfheid van de verbinding.

Tabel: Veerstijfheid lasverbinding als functie van de aansluitfactor van de diagonaal.

Aansluitfactor lasverbinding	Rotatieveerstijfheid k.d [Nmm/rad]
0.5	20000
0.625	4000
0.75	1400
0.875	500
1.000	30

- Steun van de diagonalen:

$$a.t = 1 / \left\{ \frac{Ldiag^3}{3*E*Idia} + \frac{Ldiag^2}{k.d} \right\} \ N/mm$$

Waarin:
a.t = Steun van de diagonalen [N/mm]
E = E-modulus van het materiaal [N/mm2]
Idia = Traagheidsmoment van de diagonaal [mm4]
Ldiag = Diagonaallengte [mm]
k.d = Rotatieveerstijfheid van de lasverbinding [Nmm/rad]

- Steun van de drukdiagonalen: idem

- Steun van de tegenoverliggende rand:

$$a.rd = 1 / \left\{ \frac{ht.nett^3}{3*E*Iz.rd} \right\} \ N/mm$$

Waarin:
a.rd = Steun van de tegenoverliggende rand [N/mm]
ht.nett = Netto hoogte van de tralieligger [mm]
Iz.rd = Traagheidsmoment van de tegenoverliggende rand [mm4]

3.7.1.2 Torsiestijfheid van de rand

$$at.rd = \frac{G * It.rd}{lveld * ht.nett^2} * \left[2-2*\cos\left\{ \frac{pi*lveld}{bkap} \right\} \right] N/mm$$

Waarin:
at.rd = Steun van de torsiestijfheid rand
G = Glijmodulus van het materiaal [=80769 N/mm2]
lveld = Afstand tussen de knooppunten van twee diagonalen [mm]
It.rd = Torsietraagheidsmoment van van de rand [mm4]
bkap = Kapbreedte [mm]

3.7.1.3 Steun van de opleggingen

BOVENRAND

- Eindoplegging, zijgevelkolom

$$a.br.e = 1/\left[ht.nett^2 * \left\{ \frac{0.5 * vak}{q1*q2*Eg*Iz.g} \ \frac{1}{k.e} \ \frac{vspant}{It.k*G} \ \frac{e.rd}{It.p*G} \ \frac{1}{G*It.rd*(4/bkap)} \right\} \right]$$

- Eindoplegging, middenkolom

$$a.br.e = 1/\left[ht.nett^2 * \left\{ \frac{vak}{q1*q2*Eg*Iz.g} \ \frac{1}{k.e} \ \frac{vspant}{It.k*G} \ \frac{hgat}{Itg.k*G} \ \frac{e.rd}{It.p*G} \ \frac{1}{G*It.rd*(4/bkap)} \right\} \right]$$

- Middenoplegging, zwevende goot

$$a.br.z = 1/\left[ht.nett^2 * \left\{ \frac{vak}{q1*q2*Eg*Iz.g} \ \frac{1}{k.e} \ \frac{vspant}{It.ozk*G} \ \frac{hgat}{Itg.ozk*G} \ \frac{1}{G*It.rd*(4/bkap)} \right\} \right]$$

ONDERRAND

- Eindoplegging, zijgevelkolom

$$a.br.e = 1/\left[ht.nett^2 * \left\{ \frac{0.5 * vak}{q1*q2*Eg*Iz.g} \ \frac{1}{k.e} \ \frac{vspant+ht.nett}{It.k*G} \ \frac{e.rd}{It.p*G} \ \frac{1}{G*It.rd*(4/bkap)} \right\} \right]$$

- Eindoplegging, middenkolom

$$a.br.e = 1/\left[ht.nett^2 * \left\{ \frac{vak}{q1*q2*Eg*Iz.g} \ \frac{1}{k.e} \ \frac{vspant+ht.nett}{It.k*G} \ \frac{hgat}{Itg.k*G} \ \frac{e.rd}{It.p*G} \ \frac{1}{G*It.rd*(4/bkap)} \right\} \right]$$

- Middenoplegging, zwevende goot

$$a.br.z = 1/\left[ht.nett^2 * \left\{ \frac{vak}{q1*q2*Eg*Iz.g} \ \frac{1}{k.e} \ \frac{vspant}{It.ozk*G} \ \frac{ht.nett}{It.gv*G} \ \frac{hgat}{Itg.ozk*G} \ \frac{1}{G*It.rd*(4/bkap)} \right\} \right]$$

Waarin:
q1 = constante q1=2 (geldt altijd)
q2 = constante; goot steunt 1 tralieligger => q1=2 (zijgevelgoot)
goot steunt 2 tralieliggers => q1=1 (middengoot)
vak = vakmaat [mm]
bkap = kapbreedte [mm]
vspant = Spantverlaging [mm]
hgat = De hoogte van het mechaniekgat [mm]
e.rd = Boutafstand rand, of gemiddeld bij twee bouten onder/boven [mm]
k.e = Torsiestijfheid kolom-goot verbinding [N/mm]
Eg = E-modulus van het materiaal van de goot [N/mm²]
It.p = Torsietraagheidsmoment van de kopplaat [mm4]
Iz.g = Horizontaal traagheidsmoment goot [mm4]
It.k = Torsietraagheidsmoment van de kolom [mm4]
Itg.k = Torsietraagheidsmoment van de kolom tpv. mechaniekgat [mm4]
It.ozk = Torsietraagheidsmoment van de opzetkolom [mm4]
Itg.ozk = Torsietraagheidsmoment van de opzetkolom tpv mechaniekgat [mm4]
It.gv = Torsietraagheidsmoment van de gootverticaal [mm4]
It.rd = Torsietraagheidsmoment van de rand [mm4]

3.7.1.4 Samengestelde veerstijfheid per type tralieliggerkap

$$a.rd.b\text{-}e = 1 \Big/ \left\{ a.rd.b + a.rd.e + \frac{1}{nk * a.kn} + \frac{2}{at.or + at.br} \right\} \text{ N/mm}$$

Waarin:
a.rd.b-e = Vervangende veerstijfheid kap tralieligger (begin-eind)
a.rd.b = Steun van de opleggingen aan het begin van de kap
a.rd.e = Steun van de opleggingen aan het eind van de kap
nk = Aantal diagonaalknopen aan de rand
at.or = Torsiestijfheid van de onderrand
at.br = Torsiestijfheid van de bovenrand
a.kn = Steun via de diagonaalknopen in een veld [N/mm]

3.7.1.5 Bepaling van de knikfactor

$$Crd.b\text{-}e = \frac{(bkap)3 * a.rd.b\text{-}e}{E * Ix.rd}$$

Waarin:
Crd.b-e = Constante Mouty per kap tralieligger (begin-eind)
Ix.rd = Horizontaal traagheidsmoment rand tralieligger

De knikfactor ßm wordt bepaald door interpolatie met de constante Crd
met behulp van de interactietabel van Mouty.

Tabel: Knikfactor ß als functie van Crd

Constante Crd.b-e	knikfactor ßm
0.1	1.00
25	0.82
75	0.67
200	0.54
350	0.44
1100	0.38
3000	0.29
7000	0.24
13000	0.20
40000	0.17

3.7.1.6 Reductie kniklengte door normaalkrachtverdeling

Voor de berekening van de stabiliteit van de randen uit het vlak van de tralieligger wordt bij het bepalen van de kniklengte gebruik gemaakt van een normaalkrachtenverloop in de randen waarmee de kniklengte gereduceerd mag worden.

Voor een aan beide zijden scharnierend ondersteund profiel geldt:

$$- ß_n = \frac{\{ 1 + 0.88 \cdot N0/N1 \}^{0.5}}{1.88} \quad \text{(zie DIN 4114)}$$

waarin:
- ßn = knikfactor door normaalkrachtverdeling
- N1 = Grootste normaaldrukkracht per kap (altijd - = druk)
  (indien de betreffende rand in de betreffende kap niet op druk wordt belast, speelt knik en dus ook N1 geen enkele rol)
- N0 = Normaalkracht aan de andere zijde van de kap (- = druk; + = trek)

N0/N1 = Quotiënt van N0 en N1 < 1.0. Indien de normaalkracht in de betreffende rand in de betreffende kap van teken wisselt, wordt N0/N1 negatief. Overeenkomstig DIN 4114 geldt als minimum waarde: N0/N1 = -0.20

De kniklengte van een tralieliggersrand (Lk.br) wordt als volgt berekend:

- Lk.br = ßm * ßn * bkap

Algemene gegevens van de kas die gebruikt worden bij de berekening van de kniklengte:

- Gegevens kas
  - Kapbreedte : bkap = 4800 mm
  - Vakmaat : vak = 4000 mm
  - Spantverlaging : vspant = 80 mm
  - Mechaniekgat opzetkolom : hgat x bgat = 40 x 30 mm
    middenkolom : hgat x bgat = 40 x 40 mm

- Kolom : RHBK100*50*3.0 (Staalsoort: S235 (EN10219))
  - Torsietraagheidsmoment : It.kol = 853355 mm4
  - Torsietraagheidsmoment gat: Itg.kol = 8770 mm4

Op de volgende bladzijden worden per tralieligger de knikfactoren bepaald volgens de hiervoor beschreven methode Mouty.

3.7.2 Aanvullende gegevens van de 1e rij tralies:

- Gegevens tralieligger
  - Effectieve traliehoogte : hteff = 400 mm
  - Netto traliehoogte : hnett = 370 mm
  - Glijmodulus tralieligger : G = 80769 N/mm²

- Bovenrand : RHBK50*30*1.5 (Staalsoort: S235 (EN10219))
  - Torsietraagheidsmoment : It.br = 72820 mm4
  - Traagheidsmoment : Iy.br = 77726 mm4 (Horizontaal)

- Onderrand : RHBK50*30*1.5 (Staalsoort: S235 (EN10219))
  - Torsietraagheidsmoment : It.or = 72820 mm4
  - Traagheidsmoment : Iy.or = 77726 mm4 (Horizontaal)

- Diagonalen:
  - Drukdiagonaal : RHBK20*20*1.5 (Staalsoort: S235 (EN10219))
  - Trekdiagonaal : RHBK20*20*1.5 (Staalsoort: S235 (EN10219))
  - Plaatsing 1e diagonaal : op onderrand, dus drukdiagonaal
  - Aantal diagonalen per kap : 12
  - lengte diagonaal : Ldiag = 545 mm
  - Veldlengte diagonaalknopen: lveld = 800 mm
  - Diagonaalknopen bovenrand : nk.br = 3
  - Diagonaalknopen onderrand : nk.or = 3
  - Traagheidsmoment drukdiag : Iydiag.dd = 6196 mm4
  - Traagheidsmoment trekdiag : Iydiag.td = 6196 mm4
  - Steun van de diagonalen : 0.60 (aansluitfactor diagonaal - rand)
  - Rotatieveerstijfheid : Kd = 7200 Nm/rad (lasverbinding)

- Gootverticaal : RHBK50*30*2.0 (Staalsoort: S235 (EN10219))
  - Torsietraagheidsmoment : It.gv = 92298 mm4

- Kopplaat bovenrand : ST50*12.0 (Staalsoort: S235 (EN10219))
  - Torsietraagheidsmoment : It.p = 28800 mm4 (zonder schotje)
  - Aantal bouten : 1 (gem. randafstand e.br = 25.0 mm)
  - Schotjes bij bovenrand : 1 x 60 x 5 mm (aantal x breedte x dikte)
  - Torsietraagheidsmoment : It.s = 2357 mm4 (alleen schotje(s))
  - Torsietraagheidsmoment : It.p.br = 31157 mm4 (incl. verbinding)

- Kopplaat onderrand : ST50*12.0 (Staalsoort: S235 (EN10219))
  - Torsietraagheidsmoment : It.p = 28800 mm4 (zonder schotje)
  - Aantal bouten : 1 (gem. randafstand e.or = 25.0 mm)
  - Torsietraagheidsmoment : It.p.or = 28800 mm4 (incl. verbinding)

3.7.2.1 Steun van de diagonaalknopen

$$\text{Steun drukdiagionaal } a.d = \left\{ \frac{(545)^3}{3*210000*6196} + \frac{(545)^2}{7200E3} \right\}^{-1} = 12.09 \text{ N/mm}$$

$$\text{Steun trekdiagonaal } a.t = \left\{ \frac{(545)^3}{3*210000*6196} + \frac{(545)^2}{7200E3} \right\}^{-1} = 12.09 \text{ N/mm}$$

$$\text{Steun torsie bovenrand } a.brd = \left\{ \frac{(400)^3}{3*210000*77726} \right\}^{-1} = 765.11 \text{ N/mm}$$

$$\text{Steun torsie onderrand } a.ord = \left\{ \frac{(400)^3}{3*210000*77726} \right\}^{-1} = 765.11 \text{ N/mm}$$

$$\text{Bovenrand Eindkap } a.kn.br.e = \left\{ \frac{1}{12.09} + \frac{1}{12.09} + \frac{1}{765.11} \right\}^{-1} = 23.45 \text{ N/mm}$$

$$\text{Bovenrand Middenkap } a.kn.br.m = \left\{ \frac{1}{12.09} + \frac{1}{12.09} + \frac{1}{765.11} \right\}^{-1} = 23.45 \text{ N/mm}$$

$$\text{Onderrand Eindkap } a.kn.or.e = \left\{ \frac{1}{12.09} + \frac{1}{12.09} + \frac{1}{765.11} \right\}^{-1} = 23.45 \text{ N/mm}$$

$$\text{Onderrand Middenkap } a.kn.or.m = \left\{ \frac{1}{12.09} + \frac{1}{12.09} + \frac{1}{765.11} \right\}^{-1} = 23.45 \text{ N/mm}$$

3.7.2.2 Steun rand door torsiestijfheid van de randen

$$\text{Bovenrand } at.brd = \frac{80769*72820}{800*(400)^2}*\left(2-2*\cos\left\{\frac{\text{pi}*800}{2400}\right\}\right) = 45.95 \text{ N/mm}$$

$$\text{Onderrand } at.bor = \frac{80769*72820}{800*(400)^2}*\left(2-2*\cos\left\{\frac{\text{pi}*800}{2400}\right\}\right) = 45.95 \text{ N/mm}$$

3.7.2.3 Steun van de opleggingen

- BOVENRAND

- Bij eindkolom

$$a.br.e = 1/[(400)^2] * \{ \frac{0.5 * 4000}{\frac{2*2*70000*1867200}{25}} + \frac{1}{\frac{5000\ E3}{1}} + \frac{80}{\frac{853355*80769}{31157*80769}} + \frac{1}{\frac{80769*}{72820*(4/2400)}} \} = 14.92\ N/mm$$

- Bij middenkolom

$$a.br.m = 1/[(400)^2] * \{ \frac{4000}{\frac{2*1*70000*1867200}{40}} + \frac{1}{\frac{5000\ E3}{-25}} + \frac{80}{\frac{853355*80769}{1}} + \frac{1}{\frac{80769*}{72820*(4/2400)}} \} = 12.84\ N/mm$$

$$\frac{8770*80769}{}$$

- Bij doorkoppeling: a.br.d = 0.00 N/mm

- ONDERRAND:

- Bij eindkolom:

$$a.or.e = 1/[(400)^2] * \{ \frac{0.5 * 4000}{\frac{2*2*70000*1867200}{25}} + \frac{1}{\frac{5000\ E3}{1}} + \frac{400 + 80}{\frac{853355*80769}{28800*80769}} + \frac{1}{\frac{80769*}{72820*(4/2400)}} \} = 14.69\ N/mm$$

- Bij middenkolom:

$$a.or.m = 1/[(400)^2] * \{ \frac{4000}{\frac{2*1*70000*1867200}{40}} + \frac{1}{\frac{5000\ E3}{25}} + \frac{400 + 80}{\frac{853355*80769}{28800*80769}} + \frac{1}{\frac{80769*}{72820*(4/2400)}} \} = 12.66\ N/mm$$

$$\frac{8770*80769}{}$$

- Bij doorkoppeling: a.or.d = 0.00 N/mm

3.7.2.4 Bepaling van de knikfactor van Mouty - Bovenrand

- Samengestelde veerstijfheid per kaptype

$$a.br.e\text{-}d = 14.92 + 0.00 + \left\{\frac{1}{3.0 \cdot 23.45} + \frac{2}{45.95 + 45.95}\right\}^{-1} = 42.71 \text{ N/mm}$$

$$a.br.m\text{-}d = 12.84 + 0.00 + \left\{\frac{1}{3.0 \cdot 23.45} + \frac{2}{45.95 + 45.95}\right\}^{-1} = 40.63 \text{ N/mm}$$

- Constante van Mouty

$$Cbr.e\text{-}d = \frac{(2400)3 \cdot 42.71}{210000 \cdot 77726} = 36 \rightarrow \text{knikfactor } ßm.br.e\text{-}d = 0.786$$

$$Cbr.m\text{-}d = \frac{(2400)3 \cdot 40.63}{210000 \cdot 77726} = 34 \rightarrow \text{knikfactor } ßm.br.m\text{-}d = 0.792$$

3.7.2.5 Bepaling van de knikfactor van Mouty - Onderrand

- Samengestelde veerstijfheid per kaptype

$$a.or.e\text{-}d = 14.69 + 0.00 + \left\{\frac{1}{\frac{2.5}{23.45}} + \frac{1}{\frac{2}{45.95} + \frac{}{45.95}}\right\}^{-1} = 40.44 \text{ N/mm}$$

$$a.or.m\text{-}d = 12.66 + 0.00 + \left\{\frac{1}{\frac{2.5}{23.45}} + \frac{1}{\frac{2}{45.95} + \frac{}{45.95}}\right\}^{-1} = 38.42 \text{ N/mm}$$

- Constante van Mouty

$$Cor.e\text{-}d = \frac{(2400)3 * 40.44}{210000 * 77726} = 34 \rightarrow \text{knikfactor } ßm.or.e\text{-}d = 0.792$$

$$Cor.m\text{-}d = \frac{(2400)3 * 38.42}{210000 * 77726} = 33 \rightarrow \text{knikfactor } ßm.or.m\text{-}d = 0.797$$

3.7.3 Aanvullende gegevens van de 2e rij tralies:

- Gegevens tralieligger
  - Effectieve traliehoogte : hteff = 400 mm
  - Netto traliehoogte : hnett = 370 mm
  - Glijmodulus tralieligger : G = 80769 N/mm²

- Bovenrand : RHBK50*30*1.5 (Staalsoort: S235 (EN10219))
  - Torsietraagheidsmoment : It.br = 72820 mm4
  - Traagheidsmoment : Iy.br = 77726 mm4 (Horizontaal)

- Onderrand : RHBK50*30*1.5 (Staalsoort: S235 (EN10219))
  - Torsietraagheidsmoment : It.or = 72820 mm4
  - Traagheidsmoment : Iy.or = 77726 mm4 (Horizontaal)

- Diagonalen:
  - Drukdiagonaal : RHBK20*20*1.5 (Staalsoort: S235 (EN10219))
  - Trekdiagonaal : RHBK20*20*1.5 (Staalsoort: S235 (EN10219))
  - Plaatsing 1e diagonaal : op onderrand, dus drukdiagonaal
  - Aantal diagonalen per kap : 12
  - lengte diagonaal : Ldiag = 545 mm
  - Veldlengte diagonaalknopen: lveld = 800 mm
  - Diagonaalknopen bovenrand : nk.br = 3
  - Diagonaalknopen onderrand : nk.or = 3
  - Traagheidsmoment drukdiag : Iydiag.dd = 6196 mm4
  - Traagheidsmoment trekdiag : Iydiag.td = 6196 mm4
  - Steun van de diagonalen : 0.60 (aansluitfactor diagonaal - rand)
  - Rotatieveerstijfheid : Kd = 7200 Nm/rad (lasverbinding)

- Gootverticaal : RHBK50*30*2.0 (Staalsoort: S235 (EN10219))
  - Torsietraagheidsmoment : It.gv = 92298 mm4

- Kopplaat bovenrand : ST50*12.0 (Staalsoort: S235 (EN10219))
  - Torsietraagheidsmoment : It.p = 28800 mm4 (zonder schotje)
  - Aantal bouten : 1 (gem. randafstand e.br = 25.0 mm)
  - Schotjes bij bovenrand : 1 x 60 x 5 mm (aantal x breedte x dikte)
  - Torsietraagheidsmoment : It.s = 2357 mm4 (alleen schotje(s))
  - Torsietraagheidsmoment : It.p.br = 31157 mm4 (incl. verbinding)

- Kopplaat onderrand : ST50*12.0 (Staalsoort: S235 (EN10219))
  - Torsietraagheidsmoment : It.p = 28800 mm4 (zonder schotje)
  - Aantal bouten : 1 (gem. randafstand e.or = 25.0 mm)
  - Torsietraagheidsmoment : It.p.or = 28800 mm4 (incl. verbinding)

3.7.3.1 Steun van de diagonaalknopen

$$\text{Steun drukdiagionaal } a.d = \left\{ \frac{(545)^3}{3*210000*6196} + \frac{(545)^2}{7200E3} \right\}^{-1} = 12.09 \text{ N/mm}$$

$$\text{Steun trekdiagonaal } a.t = \left\{ \frac{(545)^3}{3*210000*6196} + \frac{(545)^2}{7200E3} \right\}^{-1} = 12.09 \text{ N/mm}$$

$$\text{Steun torsie bovenrand } a.brd = \left\{ \frac{(400)^3}{3*210000*77726} \right\}^{-1} = 765.11 \text{ N/mm}$$

$$\text{Steun torsie onderrand } a.ord = \left\{ \frac{(400)^3}{3*210000*77726} \right\}^{-1} = 765.11 \text{ N/mm}$$

$$\text{Bovenrand Eindkap } a.kn.br.e = \left\{ \frac{1}{12.09} + \frac{1}{12.09} + \frac{1}{765.11} \right\}^{-1} = 23.45 \text{ N/mm}$$

$$\text{Bovenrand Middenkap } a.kn.br.m = \left\{ \frac{1}{12.09} + \frac{1}{12.09} + \frac{1}{765.11} \right\}^{-1} = 23.45 \text{ N/mm}$$

$$\text{Onderrand Eindkap } a.kn.or.e = \left\{ \frac{1}{12.09} + \frac{1}{12.09} + \frac{1}{765.11} \right\}^{-1} = 23.45 \text{ N/mm}$$

$$\text{Onderrand Middenkap } a.kn.or.m = \left\{ \frac{1}{12.09} + \frac{1}{12.09} + \frac{1}{765.11} \right\}^{-1} = 23.45 \text{ N/mm}$$

3.7.3.2 Steun rand door torsiestijfheid van de randen

$$\text{Bovenrand } at.brd = \frac{80769*72820}{800*(400)^2}*\left(2-2*\cos\left\{\frac{\text{pi}*800}{2400}\right\}\right) = 45.95 \text{ N/mm}$$

$$\text{Onderrand } at.bor = \frac{80769*72820}{800*(400)^2}*\left(2-2*\cos\left\{\frac{\text{pi}*800}{2400}\right\}\right) = 45.95 \text{ N/mm}$$

3.7.3.3 Steun van de opleggingen

- BOVENRAND

- Bij eindkolom

$$a.br.e = 1/[(400)^2] * \{ \frac{0.5 * 4000}{\frac{2*2*70000*1867200}{25}} + \frac{1}{\frac{5000\ E3}{1}} + \frac{80}{\frac{853355*80769}{31157*80769}} + \frac{1}{\frac{80769*72820*(4/2400)}{}} \} = 14.92\ N/mm$$

- Bij middenkolom

$$a.br.m = 1/[(400)^2] * \{ \frac{4000}{\frac{2*1*70000*1867200}{40}} + \frac{1}{\frac{5000\ E3}{-25}} + \frac{80}{\frac{853355*80769}{1}} + \frac{1}{\frac{80769*72820*(4/2400)}{}} \} = 12.84\ N/mm$$

- Bij doorkoppeling: a.br.d = 0.00 N/mm

- ONDERRAND:

- Bij eindkolom:

$$a.or.e = 1/[(400)^2] * \{ \frac{0.5 * 4000}{\frac{2*2*70000*1867200}{25}} + \frac{1}{\frac{5000\ E3}{1}} + \frac{400 + 80}{\frac{853355*80769}{28800*80769}} + \frac{1}{\frac{80769*72820*(4/2400)}{}} \} = 14.69\ N/mm$$

- Bij middenkolom:

$$a.or.m = 1/[(400)^2] * \{ \frac{4000}{\frac{2*1*70000*1867200}{40}} + \frac{1}{\frac{5000\ E3}{25}} + \frac{400 + 80}{\frac{853355*80769}{8770*80769}} + \frac{1}{\frac{80769*72820*(4/2400)}{}} \} = 12.66\ N/mm$$

- Bij doorkoppeling: a.or.d = 0.00 N/mm

3.7.3.4 Bepaling van de knikfactor van Mouty - Bovenrand

- Samengestelde veerstijfheid per kaptype

$$a.br.e\text{-}d = 14.92 + 0.00 + \left\{\frac{1}{3.0 \cdot 23.45} + \frac{2}{45.95 + 45.95}\right\}^{-1} = 42.71 \text{ N/mm}$$

$$a.br.m\text{-}d = 12.84 + 0.00 + \left\{\frac{1}{3.0 \cdot 23.45} + \frac{2}{45.95 + 45.95}\right\}^{-1} = 40.63 \text{ N/mm}$$

- Constante van Mouty

$$Cbr.e\text{-}d = \frac{(2400)3 \cdot 42.71}{210000 \cdot 77726} = 36 \rightarrow \text{knikfactor } ßm.br.e\text{-}d = 0.786$$

$$Cbr.m\text{-}d = \frac{(2400)3 \cdot 40.63}{210000 \cdot 77726} = 34 \rightarrow \text{knikfactor } ßm.br.m\text{-}d = 0.792$$

3.7.3.5 Bepaling van de knikfactor van Mouty - Onderrand

- Samengestelde veerstijfheid per kaptype

$$a.or.e\text{-}d = 14.69 + 0.00 + \left\{\frac{1}{\frac{2.5}{23.45}} + \frac{2}{45.95 + 45.95}\right\}^{-1} = 40.44 \text{ N/mm}$$

$$a.or.m\text{-}d = 12.66 + 0.00 + \left\{\frac{1}{\frac{2.5}{23.45}} + \frac{2}{45.95 + 45.95}\right\}^{-1} = 38.42 \text{ N/mm}$$

- Constante van Mouty

$$Cor.e\text{-}d = \frac{(2400)3 * 40.44}{210000 * 77726} = 34 \rightarrow \text{knikfactor } ßm.or.e\text{-}d = 0.792$$

$$Cor.m\text{-}d = \frac{(2400)3 * 38.42}{210000 * 77726} = 33 \rightarrow \text{knikfactor } ßm.or.m\text{-}d = 0.797$$

3.7.4 Aanvullende gegevens van de tralies in de middenvelden:

- Gegevens tralieligger
  - Effectieve traliehoogte : hteff = 400 mm
  - Netto traliehoogte : hnett = 370 mm
  - Glijmodulus tralieligger : G = 80769 N/mm²

- Bovenrand : RHBK50*30*1.5 (Staalsoort: S235 (EN10219))
  - Torsietraagheidsmoment : It.br = 72820 mm4
  - Traagheidsmoment : Iy.br = 77726 mm4 (Horizontaal)

- Onderrand : RHBK50*30*1.5 (Staalsoort: S235 (EN10219))
  - Torsietraagheidsmoment : It.or = 72820 mm4
  - Traagheidsmoment : Iy.or = 77726 mm4 (Horizontaal)

- Diagonalen:
  - Drukdiagonaal : RHBK20*20*1.5 (Staalsoort: S235 (EN10219))
  - Trekdiagonaal : RHBK20*20*1.5 (Staalsoort: S235 (EN10219))
  - Plaatsing 1e diagonaal : op onderrand, dus drukdiagonaal
  - Aantal diagonalen per kap : 12
  - lengte diagonaal : Ldiag = 545 mm
  - Veldlengte diagonaalknopen: lveld = 800 mm
  - Diagonaalknopen bovenrand : nk.br = 3
  - Diagonaalknopen onderrand : nk.or = 3
  - Traagheidsmoment drukdiag : Iydiag.dd = 6196 mm4
  - Traagheidsmoment trekdiag : Iydiag.td = 6196 mm4
  - Steun van de diagonalen : 0.60 (aansluitfactor diagonaal - rand)
  - Rotatieveerstijfheid : Kd = 7200 Nm/rad (lasverbinding)

- Gootverticaal : RHBK50*30*2.0 (Staalsoort: S235 (EN10219))
  - Torsietraagheidsmoment : It.gv = 92298 mm4

- Kopplaat bovenrand : ST50*12.0 (Staalsoort: S235 (EN10219))
  - Torsietraagheidsmoment : It.p = 28800 mm4 (zonder schotje)
  - Aantal bouten : 1 (gem. randafstand e.br = 25.0 mm)
  - Schotjes bij bovenrand : 1 x 60 x 5 mm (aantal x breedte x dikte)
  - Torsietraagheidsmoment : It.s = 2357 mm4 (alleen schotje(s))
  - Torsietraagheidsmoment : It.p.br = 31157 mm4 (incl. verbinding)

- Kopplaat onderrand : ST50*12.0 (Staalsoort: S235 (EN10219))
  - Torsietraagheidsmoment : It.p = 28800 mm4 (zonder schotje)
  - Aantal bouten : 1 (gem. randafstand e.or = 25.0 mm)
  - Torsietraagheidsmoment : It.p.or = 28800 mm4 (incl. verbinding)

3.7.4.1 Steun van de diagonaalknopen

$$\text{Steun drukdiagionaal } a.d = \left\{ \frac{(545)^3}{3 \cdot 210000 \cdot 6196} + \frac{(545)^2}{7200E3} \right\}^{-1} = 12.09 \text{ N/mm}$$

$$\text{Steun trekdiagonaal } a.t = \left\{ \frac{(545)^3}{3 \cdot 210000 \cdot 6196} + \frac{(545)^2}{7200E3} \right\}^{-1} = 12.09 \text{ N/mm}$$

$$\text{Steun torsie bovenrand } a.brd = \left\{ \frac{(400)^3}{3 \cdot 210000 \cdot 77726} \right\}^{-1} = 765.11 \text{ N/mm}$$

$$\text{Steun torsie onderrand } a.ord = \left\{ \frac{(400)^3}{3 \cdot 210000 \cdot 77726} \right\}^{-1} = 765.11 \text{ N/mm}$$

$$\text{Bovenrand Eindkap } a.kn.br.e = \left\{ \frac{1}{12.09} + \frac{1}{12.09} + \frac{1}{765.11} \right\}^{-1} = 23.45 \text{ N/mm}$$

$$\text{Bovenrand Middenkap } a.kn.br.m = \left\{ \frac{1}{12.09} + \frac{1}{12.09} + \frac{1}{765.11} \right\}^{-1} = 23.45 \text{ N/mm}$$

$$\text{Onderrand Eindkap } a.kn.or.e = \left\{ \frac{1}{12.09} + \frac{1}{12.09} + \frac{1}{765.11} \right\}^{-1} = 23.45 \text{ N/mm}$$

$$\text{Onderrand Middenkap } a.kn.or.m = \left\{ \frac{1}{12.09} + \frac{1}{12.09} + \frac{1}{765.11} \right\}^{-1} = 23.45 \text{ N/mm}$$

3.7.4.2 Steun rand door torsiestijfheid van de randen

$$\text{Bovenrand } at.brd = \frac{80769 \cdot 72820}{800 \cdot (400)^2} \cdot \left(2 - 2 \cdot \cos\left\{ \frac{\pi \cdot 800}{2400} \right\}\right) = 45.95 \text{ N/mm}$$

$$\text{Onderrand } at.bor = \frac{80769 \cdot 72820}{800 \cdot (400)^2} \cdot \left(2 - 2 \cdot \cos\left\{ \frac{\pi \cdot 800}{2400} \right\}\right) = 45.95 \text{ N/mm}$$

3.7.4.3 Steun van de opleggingen

- BOVENRAND

- Bij eindkolom

$$a.br.e = 1/[(400)^2] * \{ \frac{0.5 * 4000}{\frac{2*2*70000*1867200}{25}} + \frac{1}{\frac{5000\ E3}{1}} + \frac{80}{\frac{853355*80769}{31157*80769}} + \frac{1}{\frac{80769*}{72820*(4/2400)}} \} = 14.92\ N/mm$$

- Bij middenkolom

$$a.br.m = 1/[(400)^2] * \{ \frac{4000}{\frac{2*1*70000*1867200}{40}} + \frac{1}{\frac{5000\ E3}{-25}} + \frac{80}{\frac{853355*80769}{1}} + \frac{1}{\frac{80769*}{72820*(4/2400)}} \} = 12.84\ N/mm$$

$$8770*80769 \quad 31157*80769$$

- Bij doorkoppeling: a.br.d = 0.00 N/mm

- ONDERRAND:

- Bij eindkolom:

$$a.or.e = 1/[(400)^2] * \{ \frac{0.5 * 4000}{\frac{2*2*70000*1867200}{25}} + \frac{1}{\frac{5000\ E3}{1}} + \frac{400 + 80}{\frac{853355*80769}{28800*80769}} + \frac{1}{\frac{80769*}{72820*(4/2400)}} \} = 14.69\ N/mm$$

- Bij middenkolom:

$$a.or.m = 1/[(400)^2] * \{ \frac{4000}{\frac{2*1*70000*1867200}{40}} + \frac{1}{\frac{5000\ E3}{25}} + \frac{400 + 80}{\frac{853355*80769}{28800*80769}} + \frac{1}{\frac{80769*}{72820*(4/2400)}} \} = 12.66\ N/mm$$

$$8770*80769 \quad 28800*80769$$

- Bij doorkoppeling: a.or.d = 0.00 N/mm

3.7.4.4 Bepaling van de knikfactor van Mouty - Bovenrand

- Samengestelde veerstijfheid per kaptype

$$a.br.e\text{-}d = 14.92 + 0.00 + \left\{\frac{1}{3.0 \cdot 23.45} + \frac{1}{45.95 + 45.95}\right\}^{-1} = 42.71 \text{ N/mm}$$

$$a.br.m\text{-}d = 12.84 + 0.00 + \left\{\frac{1}{3.0 \cdot 23.45} + \frac{1}{45.95 + 45.95}\right\}^{-1} = 40.63 \text{ N/mm}$$

- Constante van Mouty

$$Cbr.e\text{-}d = \frac{(2400)3 \cdot 42.71}{210000 \cdot 77726} = 36 \rightarrow \text{knikfactor } ßm.br.e\text{-}d = 0.786$$

$$Cbr.m\text{-}d = \frac{(2400)3 \cdot 40.63}{210000 \cdot 77726} = 34 \rightarrow \text{knikfactor } ßm.br.m\text{-}d = 0.792$$

3.7.4.5 Bepaling van de knikfactor van Mouty - Onderrand

- Samengestelde veerstijfheid per kaptype

$$a.or.e\text{-}d = 14.69 + 0.00 + \left\{\frac{1}{2.5 \cdot 23.45} + \frac{1}{45.95 + 45.95}\right\}^{-1} = 40.44 \text{ N/mm}$$

$$a.or.m\text{-}d = 12.66 + 0.00 + \left\{\frac{1}{2.5 \cdot 23.45} + \frac{1}{45.95 + 45.95}\right\}^{-1} = 38.42 \text{ N/mm}$$

- Constante van Mouty

$$Cor.e\text{-}d = \frac{(2400)3 \cdot 40.44}{210000 \cdot 77726} = 34 \rightarrow \text{knikfactor } ßm.or.e\text{-}d = 0.792$$

$$Cor.m\text{-}d = \frac{(2400)3 \cdot 38.42}{210000 \cdot 77726} = 33 \rightarrow \text{knikfactor } ßm.or.m\text{-}d = 0.797$$

3.8 THEORIE VAN DE BEREKENING
VAN DE STABILITEIT VAN DE BOVENRAND EN DE ONDERRAND UIT HET VLAK VAN DE TRALIE (ZIE DIN 4114).

Bij de berekening van de stabiliteit van de bovenrand en de onderrand uit het vlak van de tralieliggers wordt, per systeemlengte, rekening gehouden met:

- Steun van en verende inklemming volgens methode Mouty
- het normaalkrachtenverloop in de rand. Er wordt uitgegaan van een rechtlijnig verloop.

Bij het berekenen van de kniklengte (lky) van de randen uit het vlak van de tralie kunnen volgens DIN4114 4 verschillende basissituaties optreden:

1) Aan beide zijden scharnierend ondersteund:
   - lky1 = systeemlengte * [(1 + 0.88*N0/N1) / 1.88]1/2

2) Aan de zijde van N1 scharnierend ondersteund en aan de zijde van N0 volledig ingeklemd:
   - lky2 = systeemlengte * [(1 + 0.51*N0/N1) / 3.09]1/2

3) Aan de zijde van N1 volledig ingeklemd en aan de zijde van N0 scharnierend ondersteund:
   - lky3 = systeemlengte * [(1 + 1.65*N0/N1) / 5.42]1/2

4) Aan beide zijden volledig ingeklemd:
   - lky4 = systeemlengte * [(1 + 0.93*N0/N1) / 7.72]1/2

waarin:
N1 = Grootste normaaldrukkracht per lengte (altijd - = druk)
(indien de betreffende rand tussen de opleggingen niet op druk wordt belast, speelt knik en dus ook N1 geen enkele rol)
N0 = Normaalkracht aan de andere zijde van de kap (- = druk; + = trek)
N0/N1 = Quotiënt van N0 en N1 < 1.0. Indien de normaalkracht tussen de opleggingen van teken wisselt, wordt N0/N1 negatief. Overeenkomstig DIN 4114 geldt als minimum waarde: N0/N1 = -0.20

De invloed van de steunen en de mate van inklemming van de randen is bepaald volgens methode Mouty. De gunstige effecten van het normaalkrachten verloop op de kniklengte kan dan alleen nog bepaald worden met de formule voor een aan beide zijden scharnierende ondersteuning. Door de beide factoren van Mouty en DIN 4114 met elkaar te vermenigvuldigen wordt de werkelijke kniklengte van de tralieliggerrand bepaald.

Kniklengtebepaling volgens gecombineerde methode Mouty en DIN4114

Plaats-bepaling begin-eind	Normaalkrachten (trek = positief) [N] "begin"	"einde"	Rand-voor-waar-den	Mouty knfct	DIN4114 knfct	Knik-lengte [mm]
A - B	N0	N1	n0-n1	m	n	Lknik= m* n*L.AB

De berekening van de stabiliteitscontroles vindt plaats volgens EN 1993-1-1

3.9 B.C.1: a2) Eigen gewicht + installaties + sneeuw + gewas(winter)

3.9.1 Berekening van de belastingen per tralie:

a) Belastingen in gebruikstoestand:
- Permanente belastingen:
  - Eigen gewicht dek : (1.00 * 35) = 35 N/m²
  - Eigen gewicht van de goot: (1.00 * 30)* 4.00 = 120 N
  - E.G. 1e rij tralies : (1.00 * 56.1) = 56.1 N/m
  - E.G. 2e rij tralies : (1.00 * 56.1) = 56.1 N/m
  - E.G. tralies middenvelden: (1.00 * 56.1) = 56.1 N/m
- Variabele belastingen:
  - Vert. puntlast: 0.00*max(1250,1000)+1.00*0 = 0 N
  - Sneeuwbelasting : (1.00 * 420) = 420 N/m²
  - Gewas winter : (1.00 * 0) = 0 N/m²
  - Installaties : (1.00 * 70) = 70 N/m²

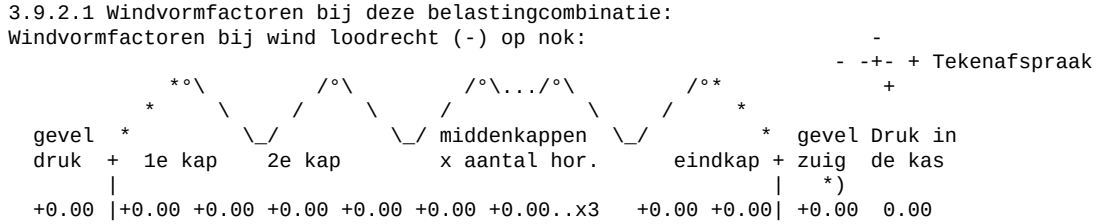
b) Belastingen in rekentoestand:
- Permanente belastingen:
  - Eigen gewicht dek : (1.02 * 35) = 36 N/m²
  - Eigen gewicht van de goot: (1.02 * 30)* 4.00 = 123 N
  - E.G. 1e rij tralies : (1.02 * 56.1) = 57.2 N/m
  - E.G. 2e rij tralies : (1.02 * 56.1) = 57.2 N/m
  - E.G. tralies middenvelden: (1.02 * 56.1) = 57.2 N/m
- Variabele belastingen:
  - Vert. puntlast: 0.00*max(1250,1000)+1.02*0 = 0 N
  - Sneeuwbelasting : (1.27 * 420) = 536 N/m²
  - Gewas winter : (1.27 * 0) = 0 N/m²
  - Installaties : (1.02 * 70) = 71 N/m²

c) Bij het bepalen van de knoopcoordinaten is rekening gehouden met
de initiële scheefstand van de kolommen:
- Scheefstand psi = 1/265 (zie EN 1993-1-1)

d) Rekenvoorbeeld van de belastingen op knooppunten op de volgende plaatsen:
Knoop k = "effectieve" spanthoogte van de eerste kolom
Knoop * = zwevende goot 1e rij tralies
Knoop * = middenkolom

- Horizontale belasting:
  Fk,hor = 0 N (geen windbelasting)
- Verticale belasting:
  Fvg = eigen gewicht goot = (1.02 * 30)* 4.00 = 123 N
  Fk,vert = -0.5 * Fvg
  F*,vert t.p.v. een goot = Fvg

3.9.2 Belastingen op het kasdek ten behoeve van het Designmodel SLS(gebruiksbelastingen):
3.9.2.1 Windvormfactoren bij deze belastingcombinatie:
Windvormfactoren bij wind loodrecht (-) op nok:



3.9.2.2 Belastingfactoren bij deze belastingcombinatie:

Belastingfactoren	gebruikstoestand	rekentoestand
Eigen gewicht	1.00	1.02
Installaties	1.00	1.02
Sneeuw	1.00	1.27
Wind	0.00	0.00
gewas	1.00	1.27

3.9.2.3 Gesommeerde belastingen op de omhulling van de kas per vakmaat:
Belastingen gebruikstoestand SLS per vakmaat (4.000 m):

Tralie	neerwaarts	qtral = fi*qinstall + fp*qtral + fg*qgewas		
		= 1.00*280.0 + 1.00*56.1 + 1.00*0.0	qtral =	336.1 N/m
Goot	zijgevel	Fgt.s = fp*qgoot.s = 1.00*60.0	Fgt.s =	60 N
	middengoot	Fgt.m = fp*qgoot.m = 1.00*120.0	Fgt.m =	120 N
Kasdek	evenwijdig	qdek.E = [fp*qdek + fs*qsneew]*sin(dek)		
		= [1.00*126.9 + 1.00*1524.1]*sin(25.0)	qdek.E =	697.8 N/m
	loodrecht	qdek.L = [fp*qdek + fs*qsneew]*cos(dek)		
		= [1.00*126.9 + 1.00*1524.1]*cos(25.0)	qdek.L =	1496.3 N/m
	+ wind per kaphelft	= qdek.L + fw*qwinds*(cpe-cpi)		
	- 1e kaphelft	= 1496.3 + 0.00*1341.5*(+0.00-0.00)	qdek.L1 =	1496.3 N/m
	- 2e kaphelft	= 1496.3 + 0.00*1341.5*(+0.00-0.00)	qdek.L2 =	1496.3 N/m
	- 3e kaphelft	= 1496.3 + 0.00*1341.5*(+0.00-0.00)	qdek.L3 =	1496.3 N/m
	- 4e kaphelft	= 1496.3 + 0.00*1341.5*(+0.00-0.00)	qdek.L4 =	1496.3 N/m
	- Middenkap links	= 1496.3 + 0.00*1341.5*(+0.00-0.00)	qdek.Lm1 =	1496.3 N/m
	- Middenkap rechts	= 1496.3 + 0.00*1341.5*(+0.00-0.00)	qdek.Lm2 =	1496.3 N/m
	- Eindkap links	= 1496.3 + 0.00*1341.5*(+0.00-0.00)	qdek.Le1 =	1496.3 N/m
	- Eindkap Rechts	= 1496.3 + 0.00*1341.5*(+0.00-0.00)	qdek.Le2 =	1496.3 N/m
	+ windwrijving nok	= Cfr,1*fi*qwind*hkap*vakmaat		
	- middenkap FhwCpf	= 0.00*0.00*335.4 *1.12*4.0	FhwCpf =	0 N
Zijgevel	windzijde FhwF.gt	= fw*Fhw.gt*(cp1-cpi)		
	goothoogte	= 0.00*2896.5*(0.0 -0.0)	Fhw.gt =	0 N
	windzijde FhwF.fh	= fw*Fhw.fh*(cp1-cpi)		
	fundatiehoogte	= 0.00*2469.3*(0.0 -0.0)	Fhw.fh =	0 N
Zijgevel	loefzijde FhwL.gt	= fw*Fhw.gt*(cp1+cpi)		
	goothoogte	= 0.00*2896.5*(0.0 +0.0)	Fhw.gt =	0 N
	loefzijde FhwL.fh	= fw*Fhw.fh*(cp1+cpi)		
	fundatiehoogte	= 0.00*2469.3*(0.0 +0.0)	Fhw.fh =	0 N

Belastingen rekentoestand ULS per vakmaat (4.000 m):

Tralie	neerwaarts	qtral = fi*qinstall + fp*qtral + fg*qgewas		
		= 1.02*280.0 + 1.02*56.1 + 1.27*0.0	qtral =	343.1 N/m
Goot	zijgevel	Fgt.s = fp*qgoot.s = 1.02*60.0	Fgt.s =	61 N
	middengoot	Fgt.m = fp*qgoot.m = 1.02*120.0	Fgt.m =	123 N
Kasdek	evenwijdig	qdek.E = [fp*qdek + fs*qsneew]*sin(dek)		
		= [1.02*126.9 + 1.27*1524.1]*sin(25.0)	qdek.E =	876.0 N/m
	loodrecht	qdek.L = [fp*qdek + fs*qsneew]*cos(dek)		
		= [1.02*126.9 + 1.27*1524.1]*cos(25.0)	qdek.L =	1878.6 N/m
	+ wind per kaphelft	= qdek.L + fw*qwinds*(cpe-cpi)		
	- 1e kaphelft	= 1878.6 + 0.00*1341.5*(+0.00-0.00)	qdek.L1 =	1878.6 N/m
	- 2e kaphelft	= 1878.6 + 0.00*1341.5*(+0.00-0.00)	qdek.L2 =	1878.6 N/m
	- 3e kaphelft	= 1878.6 + 0.00*1341.5*(+0.00-0.00)	qdek.L3 =	1878.6 N/m
	- 4e kaphelft	= 1878.6 + 0.00*1341.5*(+0.00-0.00)	qdek.L4 =	1878.6 N/m
	- Middenkap links	= 1878.6 + 0.00*1341.5*(+0.00-0.00)	qdek.Lm1 =	1878.6 N/m
	- Middenkap rechts	= 1878.6 + 0.00*1341.5*(+0.00-0.00)	qdek.Lm2 =	1878.6 N/m
	- Eindkap links	= 1878.6 + 0.00*1341.5*(+0.00-0.00)	qdek.Le1 =	1878.6 N/m
	- Eindkap Rechts	= 1878.6 + 0.00*1341.5*(+0.00-0.00)	qdek.Le2 =	1878.6 N/m
	+ windwrijving nok	= Cfr,1*fi*qwind*hkap*vakmaat		
	- middenkap FhwCpf	= 0.00*0.00*335.4 *1.12*4.0	FhwCpf =	0 N
Zijgevel	windzijde FhwF.gt	= fw*Fhw.gt*(cp1-cpi)		
	goothoogte	= 0.00*2896.5*(0.0 -0.0)	Fhw.gt =	0 N
	windzijde FhwF.fh	= fw*Fhw.fh*(cp1-cpi)		
	fundatiehoogte	= 0.00*2469.3*(0.0 -0.0)	Fhw.fh =	0 N
Zijgevel	loefzijde FhwL.gt	= fw*Fhw.gt*(cp1+cpi)		
	goothoogte	= 0.00*2896.5*(0.0 +0.0)	Fhw.gt =	0 N
	loefzijde FhwL.fh	= fw*Fhw.fh*(cp1+cpi)		
	fundatiehoogte	= 0.00*2469.3*(0.0 +0.0)	Fhw.fh =	0 N

Tabel 3.9.2.4: Knoopbelastingen, oplegreacties en knoopverplaatsingen:

			Knoopbelastingen Rekentoestand		Oplegreacties		Knoopverplaatsingen gebruikstoestand		
nr.	X-as [mm]	Y-as [mm]	X-as [N]	Y-as [N]	X-as [N]	Y-as [N]	X-verpl [mm]	Y-verpl [mm]	U_lijn [mm]
	Horiz.	Vert.	Horiz.	Vert.	Horiz.	Vert.	Horiz.	Vert.	
1	-0.013	0.000			-16	6636			0.000
2	-0.007	1.852							0.000
3	-0.001	3.505							0.000
6	0.000	4.000	0	-61					0.000
7	2.400	5.119							0.000
4	0.000	3.705					0.75	-0.12	0.000
8	0.399	3.705					0.77	-0.05	-0.070
9	2.399	3.705					0.87	-0.11	-0.057
10	4.399	3.705					0.96	-0.19	-0.016
11	4.787	0.000			24	12391			0.000
12	4.793	1.852							0.000
13	4.799	3.505							0.000
16	4.800	4.000	0	-123					0.000
17	7.200	5.119							0.000
14	4.800	3.705					0.98	-0.22	0.000
18	5.199	3.705					1.00	-0.25	0.038
19	7.199	3.705					1.10	-0.39	0.175
20	9.199	3.705					1.20	-0.24	0.017
21	9.587	0.000			12	12845			0.000
22	9.593	1.852							0.000
23	9.599	3.505							0.000
26	9.600	4.000	0	-123					0.000
27	12.000	5.119							0.000
24	9.600	3.705					1.22	-0.22	0.000
28	9.999	3.705					1.24	-0.23	0.008
29	11.999	3.705					1.34	-0.33	0.110
30	13.999	3.705					1.44	-0.23	0.008
31	14.387	0.000			6	12695			0.000
32	14.393	1.852							0.000
33	14.399	3.505							0.000
36	14.400	4.000	0	-123					0.000
37	16.800	5.119							0.000
34	14.400	3.705					1.46	-0.22	0.000
38	14.799	3.705					1.48	-0.24	0.013
39	16.799	3.705					1.57	-0.33	0.108
40	18.799	3.705					1.67	-0.23	0.002
41	19.187	0.000			2	12853			0.000
42	19.193	1.852							0.000
43	19.199	3.505							0.000
46	19.200	4.000	0	-123					0.000
47	21.600	5.119							0.000
44	19.200	3.705					1.69	-0.23	0.000
48	19.599	3.705					1.71	-0.25	0.024
49	21.599	3.705					1.81	-0.40	0.180
50	23.599	3.705					1.91	-0.25	0.035
51	23.987	0.000			-15	12359			0.000
52	23.993	1.852							0.000
53	23.999	3.505							0.000
56	24.000	4.000	0	-123					0.000
57	26.400	5.119							0.000
54	24.000	3.705					1.93	-0.22	0.000
58	24.399	3.705					1.95	-0.20	-0.014
59	26.399	3.705					2.05	-0.09	-0.079
60	28.399	3.705					2.14	-0.04	-0.086
61	28.787	0.000			-12	6707			0.000
62	28.793	1.852							0.000
63	28.799	3.505							0.000
64	28.800	3.705							0.000
65	28.801	3.905							
66	28.800	4.000	0	-61			2.16	-0.12	

Tabel 3.9.2.5: Staafbelastingen, momenten, normaal- en dwarskrachten

Staaf nr.	Profiel	Horizontaal X-as [N/m]	Verticaal Y-as [N/m]	BEGIN Normaal [N]	BEGIN Dwarskr [N]	BEGIN Moment [Nm]	EIND Normaal [N]	EIND Dwarskr [N]	EIND Moment [Nm]
1	RHBK100*50*3.0			-6636	38	-28	-6636	38	43
2	RHBK100*50*3.0			-6636	42	43	-6636	42	112
3	RHBK100*50*3.0			-6636	38	112	-6636	38	120
4	RHBK100*50*3.0			-5570	-5941	1758	-5570	-5941	570
5	RHBK100*50*3.0			-5508	-5999	570	-5508	-5999	-0
6	Roede dek	-876.0	-1878.6	-7721	2456	0	-5401	-2519	-83
7	Roede dek	876.0	-1878.6	-5401	2519	-83	-7721	-2456	0
8	1e tralie	0.0	-343.1	5976	1085	-1639	5976	949	-1233
9	1e tralie	0.0	-343.1	5976	949	-1233	5976	262	-22
10	1e tralie	0.0	-343.1	5976	262	-22	5976	-424	-184
11	1e tralie	0.0	-343.1	5976	-424	-184	5976	-562	-381
12	RHBK100*50*3.0			-12391	17	-22	-12391	17	9
13	RHBK100*50*3.0			-12391	24	9	-12391	24	49
14	RHBK100*50*3.0			-12391	17	49	-12391	17	53
15	RHBK100*50*3.0			-11101	35	1	-11101	35	8
16	RHBK100*50*3.0			-11100	-80	8	-11100	-80	-0
17	Roede dek	-876.0	-1878.6	-7723	2455	0	-5403	-2520	-85
18	Roede dek	876.0	-1878.6	-5403	2520	-85	-7723	-2455	0
19	2e tralie	0.0	-343.1	5953	729	-329	5953	592	-66
20	2e tralie	0.0	-343.1	5953	592	-66	5953	-94	432
21	2e tralie	0.0	-343.1	5953	-94	432	5953	-780	-442
22	2e tralie	0.0	-343.1	5953	-780	-442	5953	-918	-783
23	RHBK100*50*3.0			-12845	31	-32	-12845	31	26
24	RHBK100*50*3.0			-12845	39	26	-12845	39	90
25	RHBK100*50*3.0			-12845	31	90	-12845	31	96
26	RHBK100*50*3.0			-11101	37	-0	-11101	37	7
27	RHBK100*50*3.0			-11100	-78	7	-11100	-78	0
28	Roede dek	-876.0	-1878.6	-7723	2455	0	-5403	-2519	-85
29	Roede dek	876.0	-1878.6	-5403	2519	-85	-7723	-2455	0
30	middentralie	0.0	-343.1	5942	826	-687	5942	690	-384
31	middentralie	0.0	-343.1	5942	690	-384	5942	3	309
32	middentralie	0.0	-343.1	5942	3	309	5942	-683	-371
33	middentralie	0.0	-343.1	5942	-683	-371	5942	-821	-672
34	RHBK100*50*3.0			-12695	36	-38	-12695	36	29
35	RHBK100*50*3.0			-12695	44	29	-12695	44	102
36	RHBK100*50*3.0			-12695	36	102	-12695	36	109
37	RHBK100*50*3.0			-11101	37	-0	-11101	37	7
38	RHBK100*50*3.0			-11100	-78	7	-11100	-78	0
39	Roede dek	-876.0	-1878.6	-7723	2455	0	-5403	-2519	-85
40	Roede dek	876.0	-1878.6	-5403	2519	-85	-7723	-2455	0
41	middentralie	0.0	-343.1	5936	774	-563	5936	637	-282
42	middentralie	0.0	-343.1	5936	637	-282	5936	-49	306
43	middentralie	0.0	-343.1	5936	-49	306	5936	-735	-479
44	middentralie	0.0	-343.1	5936	-735	-479	5936	-873	-801
45	RHBK100*50*3.0			-12853	41	-44	-12853	41	32
46	RHBK100*50*3.0			-12853	49	32	-12853	49	113
47	RHBK100*50*3.0			-12853	41	113	-12853	41	121
48	RHBK100*50*3.0			-11101	37	0	-11101	37	7
49	RHBK100*50*3.0			-11100	-78	7	-11100	-78	0
50	Roede dek	-876.0	-1878.6	-7723	2455	0	-5403	-2520	-85
51	Roede dek	876.0	-1878.6	-5403	2520	-85	-7723	-2455	0
52	2e tralie	0.0	-343.1	5934	879	-680	5934	742	-357
53	2e tralie	0.0	-343.1	5934	742	-357	5934	56	441
54	2e tralie	0.0	-343.1	5934	56	441	5934	-630	-133
55	2e tralie	0.0	-343.1	5934	-630	-133	5934	-768	-414
56	RHBK100*50*3.0			-12359	56	-54	-12359	56	50
57	RHBK100*50*3.0			-12359	64	50	-12359	64	156
58	RHBK100*50*3.0			-12359	56	156	-12359	56	167
59	RHBK100*50*3.0			-11101	39	-1	-11101	39	7
60	RHBK100*50*3.0			-11100	-76	7	-11100	-76	-0
61	Roede dek	-876.0	-1878.6	-7721	2456	0	-5401	-2519	-83
62	Roede dek	876.0	-1878.6	-5401	2519	-83	-7721	-2456	0
63	1e tralie	0.0	-343.1	5947	490	-246	5947	353	-78
64	1e tralie	0.0	-343.1	5947	353	-78	5947	-333	-57
65	1e tralie	0.0	-343.1	5947	-333	-57	5947	-1019	-1410
66	1e tralie	0.0	-343.1	5947	-1019	-1410	5947	-1157	-1846
67	RHBK100*50*3.0			-6707	35	-48	-6707	35	17
68	RHBK100*50*3.0			-6707	39	17	-6707	39	81

69	RHBK100*50*3.0	-6707	35	81	-6707	35	88	
70	RHBK100*50*3.0	-5530	5978	-1758	-5530	5978	-562	
71	RHBK100*50*3.0	-5592	5921	-562	-5592	5921	0	

3.9.3 De krachtsverdeling in de tralies van de middenvelden:

Tabel 3.9.3.1: Momentenlijn, normaal- en dwarskrachtenlijn.

Positie	Momentenlijn	Normaal-	Dwars-
		krachtenlijn	krachtenlijn
x in [m]	M(x) in [Nm]	N(x) in [N]	Q(x) in [N]
begin - eind	(+ = U/- =)	(+ = trek)	(+ = ~~~___)
9.60 - 12.00	-687 309	5942 5942	826 3
12.00 - 14.40	309 -672	5942 5942	3 -821
14.40 - 16.80	-563 306	5936 5936	774 -49
16.80 - 19.20	306 -801	5936 5936	-49 -873

3.9.3.1 Controle van de stijfheid van de tralie:

De toelaatbare doorbuiging van alle tralieliggers wordt bepaald per tralie:
- uvtoel = 4800 / 250 < 30.0 mm, dus: uvtoel = 19.2 mm

Uit de U-lijn is de maximale doorbuiging:
- doorbuiging umax = -4.89 mm

- Controle van de tralies van de middenvelden:
  Doorbuiging: |-4.9 | mm < 19.2 mm, dus: voldoet.
  bij B.C.1: a2) Eigen gewicht + installaties + sneeuw + gewas(winter)

3.9.3.2 Controle van de bovenrand:

3.9.3.21 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de bovenrand:

- De normaalkracht in de bovenrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = -M/0.4000 + N/2 (voor N en M, zie 3.9.3.1)
    met: Effectieve spanthoogte: 400.0 mm

Tabel 3.9.3.2: Normaalkrachtenverloop in de bovenrand.

Plaats	Normaalkracht in [N] (trek = positief)	Systeem-lengte
x in [m]	Spant	[mm]
9.60 - 12.00	4687 2199	2399
12.00 - 14.40	2199 4652	2401
14.40 - 16.80	4376 2203	2399
16.80 - 19.20	2203 4971	2401

3.9.3.22 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Tabel 3.9.3.22:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de bovenrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Er is geen kap waarin druk optreedt.

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = * (1.0 + (- 0.2)*(||/(*61470   /1.0)) =
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = * (1.0 + 0.8*(||/(*61470   /1.0)) =
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(,) =
  Kz.b = 0.6 * Ky.b =

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.c.Rd.k/1.0)
           = ||/(*61470   /1.0)+*||/(1.00*834.3 /1.0)
           = + =
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.c.Rd.k/1.0)
           = ||/(*61470   /1.0)+*||/(1.00*834.3 /1.0)
           = + =

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(,) =

- controle: 0.00 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.9.3.23 Stabiliteitscontrole in het vlak:

- Nabij de zwevende goten:

  - Maatgevende normaaldrukkracht: Ndmax = 0 N

  - Kniklengte: lky = 0.80 * lveld = 0.80 * 800 = 640 mm
    (lky > lveld/2, omdat de kortere velden, de langere velden steunen.)
  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
       = 0.90 * (1.0 + (0.55 - 0.2)*(|0 |/(0.814 *61470 /1.0)) = 0.90
  Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
       = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|0 |/(0.814 *61470 /1.0)) = 0.90
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.90 , 0.90) = 0.90
  Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.54

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |0 |/(0.814 *61470 /1.0)+0.90 *|0.0 |/(1.00*626.1 /1.0)
           = 0.000 + 0.000 = 0.000
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |0 |/(0.913 *61470 /1.0)+0.54 *|0.0 |/(1.00*626.1 /1.0)
           = 0.000 + 0.000 = 0.000

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.000 , 0.000) = 0.000

- controle: 0.00 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.9.3.24 Doorsnede-controle van de bovenrand:

          |NEd| | 0 |
- UCDruk = ----- = --------- = 0.00
          Nc.Rd 61470

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 4971 N

          |NEd| | 4971 |
- UCTrek = ----- = --------- = 0.08
          Nc.Rd 61470

Trek is maatgevend.

- Controle: 0.08 < 1.00, dus de treksterkte voldoet.

Conclusie:
- Bovenrand (RHBK50*30*1.5) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.1: a2) Eigen gewicht + installaties + sneeuw + gewas(winter)

3.9.3.3 Controle van de onderrand:

3.9.3.31 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de onderrand:
(voor de achterliggende theorie wordt verwezen naar hoofdstuk 4)

Tabel 3.9.3.3: Normaalkrachtenverloop in de onderrand.
- De normaalkracht in de onderrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = M/0.4000 + N/2 (voor N en M, zie 3.9.3.1)
    met: Effectieve spanthoogte: 400.0 mm

Tabel 3.9.3.3: Normaalkrachtenverloop in de onderrand.

Plaats x in [m]	Normaalkracht in [N] (trek = positief) Spant		Systeem-lengte [mm]
9.60 - 12.00	1254	3743	2399
12.00 - 14.40	3743	1290	2401
14.40 - 16.80	1559	3733	2399
16.80 - 19.20	3733	965	2401

3.9.3.32 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Tabel 3.9.3.32:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de onderrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Er is geen kap waarin druk optreedt.

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = * (1.0 + (- 0.2)*(||/(*61470   /1.0)) =
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = * (1.0 + 0.8*(||/(*61470   /1.0)) =
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(,) =
  Kz.b = 0.6 * Ky.b =

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.c.Rd.k/1.0)
           = ||/(*61470   /1.0)+*||/(1.00*834.3 /1.0)
           = + =
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.c.Rd.k/1.0)
           = ||/(*61470   /1.0)+*||/(1.00*834.3 /1.0)
           = + =

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(,) =

- controle: 0.00 < 0.95, dus de stabiliteit voldoet.

3.9.3.33 Stabiliteitscontrole in het vlak (nabij de kolom-aansluitingen):

- Maatgevend: Ndmax = N + |Q|/tan(alfa) = 0 + |0 |/tan(42.8) = 0 N
  (N.B.: 1e drukdiagonaal reduceert de normaaldrukkracht in de onderrand)

- Kniklengte: lky = 1.00*lveld = 1.00 * 800 = 800 mm
  (lky = lveld, volgens NEN 3851 art. 2.5.6.2.c.)

  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.40 (het profiel is geschoord).
  M1 = 0.00 , M2 = 0.00 , Ms = 0.00 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
  = 0.40 * (1.0 + (0.69 - 0.2)*(|0 |/(0.731 *61470 /1.0)) = 0.40
  Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
  = 0.40 * (1.0 + 0.8*(|0 |/(0.731 *61470 /1.0)) = 0.40
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.40 , 0.40) = 0.40
  Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.24

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
  = |0 |/(0.731 *61470 /1.0)+0.40 *|0.0 |/(1.00*626.1 /1.0)
  = 0.000 + 0.000 = 0.000
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
  = |0 |/(0.864 *61470 /1.0)+0.24 *|0.0 |/(1.00*626.1 /1.0)
  = 0.000 + 0.000 = 0.000

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.000 , 0.000) = 0.000

- controle: 0.00 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.9.3.34 Doorsnede-controle van de onderrand:

$$\text{- UCDruk} = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} = \frac{|0|}{61470} = 0.00$$

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 3743 N

$$\text{- UCTrek} = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} = \frac{|3743|}{61470} = 0.06$$

Trek is maatgevend.

- Controle: 0.06 < 1.00, dus de treksterkte voldoet.

Conclusie:
- Onderrand (RHBK50*30*1.5) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.1: a2) Eigen gewicht + installaties + sneeuw + gewas(winter)

3.9.3.4 Controle van de diagonalen:

3.9.3.41 Controle van de drukdiagonalen:

Gezien de toepassing spitst de controle van de drukdiagonalen zich toe
op de eindkappen van de tralies, d.w.z. tussen kopplaat en 1e zwevende goten.

- Controle op druk (bij neerwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qddmaxd = -873 N (zie tabel 3.9.3.1)
    (+ = druk in drukdiagonaal)
    Extra dwarskracht i.v.m. mogelijke positie transportlast in eerste
    diagonaalveld in plaats van het midden van de overspanning.
    Vert.puntlast: Fpunt = 0.00 * max(1250, 1000) + 1.02 * 0 = 0 N

$$\text{Res.diag.drukkracht: } N_{ddiagd} = \frac{Q_{ddmaxd} - F_{punt}/2}{\sin(\alpha)} = \frac{-873 - 0/2}{\sin(42.8)} = -1286 \text{ N}$$

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$UC_{sterkte} = \frac{|N_{Ed}|}{N_{c.Rd}} + \frac{|M_{y.Ed}|}{M_{y.c.Rd}} = \frac{|-1286|}{32448} + \frac{|0|}{184} = 0.040$$

  controle: 0.040 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Maximale spanning:

$$\sigma = \frac{|N_{Ed}|}{A} + \frac{|M_{y.Ed}|}{W_{pl.y}} = \frac{|-1286|}{109.1} + \frac{|0|}{0.752} = 11.8 \text{ N/mm}^2$$

  $UC_{spanning} = \sigma / f_y = 11.8 / 235.0 = 0.050$

  controle: 0.050 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.40 (het profiel is geschoord).
  M1 = 0.00 , M2 = 0.00 , Ms = 0.00 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
  Interactiefactoren volgens bijlage B:

$$K_{y.2} = C_{my} * (1.0 + (\lambda_{bdarel.y} - 0.2) * (|N_{Ed}| / (\chi_{iy} * N_{Rk} / 1.0)))$$
$$= 0.40 * (1.0 + (0.58 - 0.2) * (|-1286| / (0.799 * 32448 / 1.0))) = 0.41$$

$$K_{y.3} = C_{my} * (1.0 + 0.8 * (|N_{Ed}| / (\chi_{iy} * N_{Rk} / 1.0)))$$
$$= 0.40 * (1.0 + 0.8 * (|-1286| / (0.799 * 32448 / 1.0))) = 0.42$$

$$K_{y.b} = \min(K_{y.2}, K_{y.3}) = \min(0.41, 0.42) = 0.41$$
$$K_{z.b} = 0.6 * K_{y.b} = 0.24$$

$$UC_{stab.1} = |N_{Ed}| / (\chi_{iy} * N_{Rk} / 1.0) + K_{y.b} * |M_{y.Ed}| / (1.00 * M_{y.Rk} / 1.0)$$
$$= |-1286| / (0.799 * 32448 / 1.0) + 0.41 * |0.0| / (1.00 * 184.3 / 1.0)$$
$$= 0.050 + 0.000 = 0.050$$

$$UC_{stab.2} = |N_{Ed}| / (\chi_{iz} * N_{Rk} / 1.0) + K_{z.b} * |M_{y.Ed}| / (1.00 * M_{y.Rk} / 1.0)$$
$$= |-1286| / (0.799 * 32448 / 1.0) + 0.24 * |0.0| / (1.00 * 184.3 / 1.0)$$
$$= 0.050 + 0.000 = 0.050$$

  Maatgevend: $UC_{stab.b} = \max(UC_{stab.1}, UC_{stab.2}) = \max(0.050, 0.050) = 0.050$

  controle: 0.050 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie:
- Drukdiagonalen (RHBK20*20*1.5 mm) voldoen qua trek/druk
  bij B.C.1: a2) Eigen gewicht + installaties + sneeuw + gewas(winter)

3.9.3.42 Controle van de trekdiagonalen:

Er wordt vanuit gegaan, dat de trekdiagonalen als zodanig worden toegepast in
de eindkappen en als trek- en drukdiagonalen in eventuele middenkappen.

- Controle op trek (in de eindkappen bij neerwaartse belasting en evt. in de middenkappen
  bij opwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qtdmaxt = 873 N (zie tabel 3.9.3.1)
    (+ = trek in trekdiagonaal)

$$\text{Res.diag.trekkracht: } Ntdiagt = \frac{Qtdmaxt+Fpunt/2}{\sin(alfa)} = \frac{873 + 0 \;/2}{\sin(42.8)} = 1286 \text{ N}$$

 - Sterkte: Capaciteit trekdiagonaal: Ftdiagt = 18847 N (zie 4.4)

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Ftdiagt} = \frac{|1286|}{18847} = 0.068$$

  - UC-Trek : 0.068 < 1.00, dus trekdiagonaal voldoet.

- Controle op druk (in de eindkappen bij opwaartse belasting en evt. in de middenkappen
  bij neerwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qtdmaxd = 49 N (zie tabel 3.9.3.1)
    (+ = druk in trekdiagonaal)

$$\text{Res. diagonaaldrukkracht: } Ntdiagd = \frac{-Qtdmaxd}{\sin(alfa)} = \frac{-49}{\sin(42.8)} = -72 \text{ N}$$

 - Sterkte: Capaciteit trekdiagonaal: Ftdiagd = 25917 N (zie 4.4)

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Ftdiagd} = \frac{|72|}{25917} = 0.003$$

  - UC-Druk : 0.003 < 1.00, dus trekdiagonaal voldoet.

Conclusie:
- Trekdiagonalen (RHBK20*20*1.5 mm) voldoen qua trek/druk
  bij B.C.1: a2) Eigen gewicht + installaties + sneeuw + gewas(winter)

3.9.3.43 Controle van de (las)verbindingen:

	Drukdiagonaal		Trekdiagonaal	
	Nd = -1286 N		Nd = - 72 N	
	Nt = 72 N		Nt = 1286 N	
	Fstev = 53 N		Fstev = 944 N	
	Fstlo = 49 N		Fstlo = 873 N	
	Msdt = 0.00 Nm		Msdt = 0.00 Nm	
	Fsdev = 944 N		Fsdev = 53 N	
	bovenrand	onderrand	bovenrand	onderrand
Tau1	0.39 N/mm²	0.39 N/mm²	6.99 N/mm²	6.99 N/mm²
Tau2	0.60 N/mm²	0.60 N/mm²	10.68 N/mm²	10.68 N/mm²
Sgm1	0.39 N/mm²	0.39 N/mm²	6.99 N/mm²	6.99 N/mm²
SgmWst	0.75 N/mm²	0.75 N/mm²	13.39 N/mm²	13.39 N/mm²
UC1	0.00	0.00	0.06	0.06
UC2	0.00	0.00	0.02	0.02
SgmWsd	10.68 N/mm²	10.68 N/mm²	0.60 N/mm²	0.60 N/mm²
UC3	0.05	0.05	0.00	0.00
Nt1	13786 N	13786 N	13786 N	13786 N
knd	1.00	1.00	1.00	1.00
Nd1	13786 N	13786 N	13786 N	13786 N
UCt1	0.01	0.01	0.09	0.09
UCd1	0.09	0.09	0.01	0.01
UClas	0.05	0.05	0.06	0.06
UCdia	0.09	0.09	0.09	0.09
UCgeo	0.97	0.97	0.97	0.97

UClas	0.05	0.06
UCdia	0.97	0.97

Conclusie:
- Lassen: UClas = 0.06 <= 1.00 dus: voldoen
- Aansluitingen: UCdia = 0.97 <= 1.00 dus: voldoen

Eindconclusie:
- Aansluiting diagonalen voldoet
  bij B.C.1: a2) Eigen gewicht + installaties + sneeuw + gewas(winter)

3.9.3.5 Controle van de bouten van de spant-kolom-aansluiting:

Controle van de krachten op de bout(en) bij de bovenrand:

Tabel 3.9.3.5.1: Belastingen bij bovenrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,br [N]	Fs,br [N]	Fi,br [N]
9.60	-687	5942	826	4855	413	4890
14.40	-672	5942	-821	4816	-410	4851
14.40	-563	5936	774	4514	387	4547
19.20	-801	5936	-873	5166	-437	5203

Gegevens van de eindplaat bij de bovenrand:
- Aantal bouten bij de bovenrand: nbb = 1
- Momenten-arm bij bovenrand: hbbout = 364 mm
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Normaalkracht: $Ft = \frac{Nt}{2 * nbb} - \frac{M}{hbbout}$ met Ft >= 0 N
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * Q
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,br max = 5203 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbtb max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 5203 N < 33926 N, dus bout bij bovenrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.1: a2) Eigen gewicht + installaties + sneeuw + gewas(winter)

Controle van de krachten op de bout(en) bij de onderrand:

Tabel 3.9.3.5.2: Belastingen bij onderrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,or [N]	Fs,or [N]	Fi,or [N]
9.60	-687	5942	826	1087	413	1234
14.40	-672	5942	-821	1126	-410	1266
14.40	-563	5936	774	1422	387	1524
19.20	-801	5936	-873	769	-437	986

Gegevens van de eindplaat bij de onderrand:
- Aantal bouten bij de onderrand: nbo = 1
- Momenten-arm bij onderrand: hobout = 364 mm
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Normaalkracht: $Ft = \frac{Nt}{2 * nbo} + \frac{M}{hobout}$ met Ft >= 0 N
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * Q
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,or max = 1524 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbto max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 1524 N < 33926 N, dus bout bij onderrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.1: a2) Eigen gewicht + installaties + sneeuw + gewas(winter)

3.9.3.53 Controle van de eindplaat op pons:

Bij de boutverbinding van de bovenrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxb = 5.2 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capb = 96 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 5.2 kN < 96 kN, dus eindplaat (ST50*12.0) voldoet
zonder onderlegring bij de bovenste bout
bij B.C.1: a2) Eigen gewicht + installaties + sneeuw + gewas(winter)

Bij de boutverbinding van de onderrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxo = 1.4 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capo = 96 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 1.4 kN < 96 kN, dus eindplaat (ST50*12.0) voldoet
zonder onderlegring bij de onderste bout
bij B.C.1: a2) Eigen gewicht + installaties + sneeuw + gewas(winter)

3.9.3.54 Controle van de eindplaat op buiging:

Tabel 3.9.3.5.4.1: Belastingen van de eindplaat van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Normaal-kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ftrb [N]	Ftro [N]
9.60	-687	5942	826	4687	1254
14.40	-672	5942	-821	4652	1290
14.40	-563	5936	774	4376	1559
19.20	-801	5936	-873	4971	965

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de bovenrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftrb = \frac{N + sn*Q}{2} - \frac{M}{ht,eff} \text{ met } Ftrb>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftrb(max) * e = 0.5 * 4971 * 25.0 = 62 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 1667 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 62 Nm < 1667 Nm, dus eindplaat (ST50*12.0) voldoet
bij B.C.1: a2) Eigen gewicht + installaties + sneeuw + gewas(winter)

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de onderrand:
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftro(max) * e = 0.5 * 1559 * 25.0 = 19 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 368 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 19 Nm < 368 Nm, dus eindplaat (ST50*12.0) voldoet
bij B.C.1: a2) Eigen gewicht + installaties + sneeuw + gewas(winter)

De lasverbindingen tussen eindplaat met resp. de boven- en onderrand
zijn niet gecontroleerd.

3.9.4 De krachtsverdeling in de 2e rij tralies:

Tabel 3.9.4.1: Momentenlijn, normaal- en dwarskrachtenlijn.

Positie	Momentenlijn	Normaal-	Dwars-
		krachtenlijn	krachtenlijn
x in [m]	M(x) in [Nm]	N(x) in [N]	Q(x) in [N]
begin - eind	(+ = U/- =)	(+ = trek)	(+ = ~~~___)
4.80 - 7.20	-329 432	5953 5953	729 -94
7.20 - 9.60	432 -783	5953 5953	-94 -918
19.20 - 21.60	-680 441	5934 5934	879 56
21.60 - 24.00	441 -414	5934 5934	56 -768

3.9.4.1 Controle van de stijfheid van de tralie:

De toelaatbare doorbuiging van alle tralieliggers wordt bepaald per tralie:
- uvtoel = 4800 / 250 < 30.0 mm, dus: uvtoel = 19.2 mm

Uit de U-lijn is de maximale doorbuiging:
- doorbuiging umax = -4.82 mm

- Controle van de 2e rij tralies:
  Doorbuiging: |-4.8 | mm < 19.2 mm,   dus: voldoet.
  bij B.C.1: a2) Eigen gewicht + installaties + sneeuw + gewas(winter)

3.9.4.2 Controle van de bovenrand:

3.9.4.21 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de bovenrand:

- De normaalkracht in de bovenrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = -M/0.4000 + N/2   (voor N en M, zie 3.9.4.1)
                   met: Effectieve spanthoogte: 400.0 mm

Tabel 3.9.4.2: Normaalkrachtenverloop in de bovenrand.

Plaats	Normaalkracht in [N] (trek = positief)	Systeem-lengte
x in [m]	Spant	[mm]
4.80 - 7.20	3800 1896	2399
7.20 - 9.60	1896 4934	2401
19.20 - 21.60	4667 1864	2399
21.60 - 24.00	1864 4001	2401

3.9.4.22 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Tabel 3.9.4.22:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de bovenrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Er is geen kap waarin druk optreedt.

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = * (1.0 + (- 0.2)*(||/(*61470   /1.0)) =
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = * (1.0 + 0.8*(||/(*61470   /1.0)) =
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(,) =
  Kz.b = 0.6 * Ky.b =

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.c.Rd.k/1.0)
           = ||/(*61470   /1.0)+*||/(1.00*834.3 /1.0)
           = + =
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.c.Rd.k/1.0)
           = ||/(*61470   /1.0)+*||/(1.00*834.3 /1.0)
           = + =

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(,) =

- controle: 0.00 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.9.4.23 Stabiliteitscontrole in het vlak:

- Nabij de zwevende goten:

  - Maatgevende normaaldrukkracht: Ndmax = 0 N

  - Kniklengte: lky = 0.80 * lveld = 0.80 * 800 = 640 mm
    (lky > lveld/2, omdat de kortere velden, de langere velden steunen.)
  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
       = 0.90 * (1.0 + (0.55 - 0.2)*(|0 |/(0.814 *61470 /1.0)) = 0.90
  Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
       = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|0 |/(0.814 *61470 /1.0)) = 0.90
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.90 , 0.90) = 0.90
  Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.54

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |0 |/(0.814 *61470 /1.0)+0.90 *|0.0 |/(1.00*626.1 /1.0)
           = 0.000 + 0.000 = 0.000
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |0 |/(0.913 *61470 /1.0)+0.54 *|0.0 |/(1.00*626.1 /1.0)
           = 0.000 + 0.000 = 0.000

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.000 , 0.000) = 0.000

- controle: 0.00 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.9.4.24 Doorsnede-controle van de bovenrand:

          |NEd| | 0 |
- UCDruk = ----- = --------- = 0.00
          Nc.Rd 61470

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 4934 N

          |NEd| | 4934 |
- UCTrek = ----- = --------- = 0.08
          Nc.Rd 61470

Trek is maatgevend.

- Controle: 0.08 < 1.00, dus de treksterkte voldoet.

Conclusie:
- Bovenrand (RHBK50*30*1.5) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.1: a2) Eigen gewicht + installaties + sneeuw + gewas(winter)

3.9.4.3 Controle van de onderrand:

3.9.4.31 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de onderrand:
(voor de achterliggende theorie wordt verwezen naar hoofdstuk 4)

Tabel 3.9.4.3: Normaalkrachtenverloop in de onderrand.
- De normaalkracht in de onderrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = M/0.4000 + N/2 (voor N en M, zie 3.9.4.1)
    met: Effectieve spanthoogte: 400.0 mm

Tabel 3.9.4.3: Normaalkrachtenverloop in de onderrand.

Plaats x in [m]	Normaalkracht in [N] (trek = positief) Spant		Systeem-lengte [mm]
4.80 - 7.20	2154	4057	2399
7.20 - 9.60	4057	1020	2401
19.20 - 21.60	1267	4071	2399
21.60 - 24.00	4071	1933	2401

3.9.4.32 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Tabel 3.9.4.32:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de onderrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Er is geen kap waarin druk optreedt.

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = * (1.0 + (- 0.2)*(||/(*61470   /1.0)) =
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = * (1.0 + 0.8*(||/(*61470   /1.0)) =
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(,) =
  Kz.b = 0.6 * Ky.b =

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.c.Rd.k/1.0)
           = ||/(*61470   /1.0)+*||/(1.00*834.3 /1.0)
           = + =
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.c.Rd.k/1.0)
           = ||/(*61470   /1.0)+*||/(1.00*834.3 /1.0)
           = + =

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(,) =

- controle: 0.00 < 0.95, dus de stabiliteit voldoet.

3.9.4.33 Stabiliteitscontrole in het vlak (nabij de kolom-aansluitingen):

- Maatgevend: Ndmax = N + |Q|/tan(alfa) = 0 + |0 |/tan(42.8) = 0 N
  (N.B.: 1e drukdiagonaal reduceert de normaaldrukkracht in de onderrand)

- Kniklengte: lky = 1.00*lveld = 1.00 * 800 = 800 mm
  (lky = lveld, volgens NEN 3851 art. 2.5.6.2.c.)

  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.40 (het profiel is geschoord).
  M1 = 0.00 , M2 = 0.00 , Ms = 0.00 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
  = 0.40 * (1.0 + (0.69 - 0.2)*(|0 |/(0.731 *61470 /1.0)) = 0.40
  Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
  = 0.40 * (1.0 + 0.8*(|0 |/(0.731 *61470 /1.0)) = 0.40
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.40 , 0.40) = 0.40
  Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.24

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
  = |0 |/(0.731 *61470 /1.0)+0.40 *|0.0 |/(1.00*626.1 /1.0)
  = 0.000 + 0.000 = 0.000
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
  = |0 |/(0.864 *61470 /1.0)+0.24 *|0.0 |/(1.00*626.1 /1.0)
  = 0.000 + 0.000 = 0.000

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.000 , 0.000) = 0.000

- controle: 0.00 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.9.4.34 Doorsnede-controle van de onderrand:

$$\text{UCDruk} = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} = \frac{|0|}{61470} = 0.00$$

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 4071 N

$$\text{UCTrek} = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} = \frac{|4071|}{61470} = 0.07$$

Trek is maatgevend.

- Controle: 0.07 < 1.00, dus de treksterkte voldoet.

Conclusie:
- Onderrand (RHBK50*30*1.5) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.1: a2) Eigen gewicht + installaties + sneeuw + gewas(winter)

3.9.4.4 Controle van de diagonalen:

3.9.4.41 Controle van de drukdiagonalen:

Gezien de toepassing spitst de controle van de drukdiagonalen zich toe
op de eindkappen van de tralies, d.w.z. tussen kopplaat en 1e zwevende goten.

- Controle op druk (bij neerwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qddmaxd = -918 N (zie tabel 3.9.4.1)
    (+ = druk in drukdiagonaal)
    Extra dwarskracht i.v.m. mogelijke positie transportlast in eerste
    diagonaalveld in plaats van het midden van de overspanning.
    Vert.puntlast: Fpunt = 0.00 * max(1250, 1000) + 1.02 * 0 = 0 N

$$\text{Nddiagd} = \frac{\text{Qddmaxd-Fpunt/2}}{\sin(\text{alfa})} = \frac{\text{-918 - 0 /2}}{\sin(42.8)} = -1352 \text{ N}$$

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$\text{UCsterkte} = \frac{|\text{NEd}|}{\text{Nc.Rd}} + \frac{|\text{My.Ed}|}{\text{My.c.Rd}} = \frac{|-1352|}{32448} + \frac{|0|}{184} = 0.042$$

  controle: 0.042 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Maximale spanning:

$$\text{Sigma:} \quad \frac{|\text{NEd}|}{A} + \frac{|\text{My.Ed}|}{\text{Wpl.y}} = \frac{|-1352|}{109.1} + \frac{|0|}{0.752} = 12.4 \text{ N/mm}^2$$

  UCspanning = Sigma/fy = 12.4 /235.0 = 0.053

  controle: 0.053 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.40 (het profiel is geschoord).
  M1 = 0.00 , M2 = 0.00 , Ms = 0.00 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
  = 0.40 * (1.0 + (0.58 - 0.2)*(|-1352 |/(0.799 *32448 /1.0)) = 0.41
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
  = 0.40 * (1.0 + 0.8*(|-1352 |/(0.799 *32448 /1.0)) = 0.42
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(0.41 , 0.42) = 0.41
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.24

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
  = |-1352 |/(0.799 *32448 /1.0)+0.41 *|0.0 |/(1.00*184.3 /1.0)
  = 0.052 + 0.000 = 0.052
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
  = |-1352 |/(0.799 *32448 /1.0)+0.24 *|0.0 |/(1.00*184.3 /1.0)
  = 0.052 + 0.000 = 0.052

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.052 , 0.052) = 0.052

  controle: 0.052 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie:
- Drukdiagonalen (RHBK20*20*1.5 mm) voldoen qua trek/druk
  bij B.C.1: a2) Eigen gewicht + installaties + sneeuw + gewas(winter)

3.9.4.42 Controle van de trekdiagonalen:

Er wordt vanuit gegaan, dat de trekdiagonalen als zodanig worden toegepast in
de eindkappen en als trek- en drukdiagonalen in eventuele middenkappen.

- Controle op trek (in de eindkappen bij neerwaartse belasting en evt. in de middenkappen
  bij opwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qtdmaxt = 918 N (zie tabel 3.9.4.1)
    (+ = trek in trekdiagonaal)

$$\text{Res.diag.trekkracht: } Ntdiagt = \frac{Qtdmaxt+Fpunt/2}{\sin(alfa)} = \frac{918 + 0 \;/2}{\sin(42.8)} = 1352 \text{ N}$$

 - Sterkte: Capaciteit trekdiagonaal: Ftdiagt = 18847 N (zie 4.4)

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Ftdiagt} = \frac{|1352|}{18847} = 0.072$$

  - UC-Trek : 0.072 < 1.00, dus trekdiagonaal voldoet.

- Controle op druk (in de eindkappen bij opwaartse belasting en evt. in de middenkappen
  bij neerwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qtdmaxd = 94 N (zie tabel 3.9.4.1)
    (+ = druk in trekdiagonaal)

$$\text{Res. diagonaaldrukkracht: } Ntdiagd = \frac{-Qtdmaxd}{\sin(alfa)} = \frac{-94}{\sin(42.8)} = -139 \text{ N}$$

 - Sterkte: Capaciteit trekdiagonaal: Ftdiagd = 25917 N (zie 4.4)

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Ftdiagd} = \frac{|139|}{25917} = 0.005$$

  - UC-Druk : 0.005 < 1.00, dus trekdiagonaal voldoet.

Conclusie:
- Trekdiagonalen (RHBK20*20*1.5 mm) voldoen qua trek/druk
  bij B.C.1: a2) Eigen gewicht + installaties + sneeuw + gewas(winter)

3.9.4.43 Controle van de (las)verbindingen:

	Drukdiagonaal		Trekdiagonaal	
	Nd = -1352 N		Nd = - 139 N	
	Nt = 139 N		Nt = 1352 N	
	Fstev = 102 N		Fstev = 992 N	
	Fstlo = 94 N		Fstlo = 918 N	
	Msdt = 0.00 Nm		Msdt = 0.00 Nm	
	Fsdev = 992 N		Fsdev = 102 N	
	bovenrand	onderrand	bovenrand	onderrand
Tau1	0.75 N/mm²	0.75 N/mm²	7.35 N/mm²	7.35 N/mm²
Tau2	1.15 N/mm²	1.15 N/mm²	11.23 N/mm²	11.23 N/mm²
Sgm1	0.75 N/mm²	0.75 N/mm²	7.35 N/mm²	7.35 N/mm²
SgmWst	1.44 N/mm²	1.44 N/mm²	14.08 N/mm²	14.08 N/mm²
UC1	0.01	0.01	0.07	0.07
UC2	0.00	0.00	0.03	0.03
SgmWsd	11.23 N/mm²	11.23 N/mm²	1.15 N/mm²	1.15 N/mm²
UC3	0.05	0.05	0.01	0.01
Nt1	13786 N	13786 N	13786 N	13786 N
knd	1.00	1.00	1.00	1.00
Nd1	13786 N	13786 N	13786 N	13786 N
UCt1	0.01	0.01	0.10	0.10
UCd1	0.10	0.10	0.01	0.01
UClas	0.05	0.05	0.07	0.07
UCdia	0.10	0.10	0.10	0.10
UCgeo	0.97	0.97	0.97	0.97

UClas	0.05	0.07
UCdia	0.97	0.97

Conclusie:
- Lassen: UClas = 0.07 <= 1.00 dus: voldoen
- Aansluitingen: UCdia = 0.97 <= 1.00 dus: voldoen

Eindconclusie:
- Aansluiting diagonalen voldoet
  bij B.C.1: a2) Eigen gewicht + installaties + sneeuw + gewas(winter)

3.9.4.5 Controle van de bouten van de spant-kolom-aansluiting:

Controle van de krachten op de bout(en) bij de bovenrand:

Tabel 3.9.4.5.1: Belastingen bij bovenrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,br [N]	Fs,br [N]	Fi,br [N]
4.80	-329	5953	729	3880	364	3914
9.60	-783	5953	-918	5125	-459	5166
19.20	-680	5934	879	4833	439	4873
24.00	-414	5934	-768	4102	-384	4138

Gegevens van de eindplaat bij de bovenrand:
- Aantal bouten bij de bovenrand: nbb = 1
- Momenten-arm bij bovenrand: hbbout = 364 mm
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Normaalkracht: $Ft = \frac{Nt}{2 * nbb} - \frac{M}{hbbout}$ met Ft >= 0 N
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * Q
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,br max = 5166 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbtb max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 5166 N < 33926 N, dus bout bij bovenrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.1: a2) Eigen gewicht + installaties + sneeuw + gewas(winter)

Controle van de krachten op de bout(en) bij de onderrand:

Tabel 3.9.4.5.2: Belastingen bij onderrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,or [N]	Fs,or [N]	Fi,or [N]
4.80	-329	5953	729	2073	364	2137
9.60	-783	5953	-918	829	-459	1053
19.20	-680	5934	879	1101	439	1265
24.00	-414	5934	-768	1832	-384	1911

Gegevens van de eindplaat bij de onderrand:
- Aantal bouten bij de onderrand: nbo = 1
- Momenten-arm bij onderrand: hobout = 364 mm
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Normaalkracht: $Ft = \frac{Nt}{2 * nbo} + \frac{M}{hobout}$ met Ft >= 0 N
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * Q
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,or max = 2137 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbto max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 2137 N < 33926 N, dus bout bij onderrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.1: a2) Eigen gewicht + installaties + sneeuw + gewas(winter)

3.9.4.53 Controle van de eindplaat op pons:

Bij de boutverbinding van de bovenrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxb = 5.1 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capb = 96 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 5.1 kN < 96 kN, dus eindplaat (ST50*12.0) voldoet
zonder onderlegring bij de bovenste bout
bij B.C.1: a2) Eigen gewicht + installaties + sneeuw + gewas(winter)

Bij de boutverbinding van de onderrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxo = 2.1 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capo = 96 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 2.1 kN < 96 kN, dus eindplaat (ST50*12.0) voldoet
zonder onderlegring bij de onderste bout
bij B.C.1: a2) Eigen gewicht + installaties + sneeuw + gewas(winter)

3.9.4.54 Controle van de eindplaat op buiging:

Tabel 3.9.4.5.4.1: Belastingen van de eindplaat van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Normaal-kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ftrb [N]	Ftro [N]
4.80	-329	5953	729	3800	2154
9.60	-783	5953	-918	4934	1020
19.20	-680	5934	879	4667	1267
24.00	-414	5934	-768	4001	1933

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de bovenrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftrb = \frac{N + sn*Q}{2} - \frac{M}{ht,eff} \text{ met } Ftrb>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftrb(max) * e = 0.5 * 4934 * 25.0 = 62 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 1667 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 62 Nm < 1667 Nm, dus eindplaat (ST50*12.0) voldoet
bij B.C.1: a2) Eigen gewicht + installaties + sneeuw + gewas(winter)

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de onderrand:
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftro(max) * e = 0.5 * 2154 * 25.0 = 27 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 368 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 27 Nm < 368 Nm, dus eindplaat (ST50*12.0) voldoet
bij B.C.1: a2) Eigen gewicht + installaties + sneeuw + gewas(winter)

De lasverbindingen tussen eindplaat met resp. de boven- en onderrand
zijn niet gecontroleerd.

3.9.5 De krachtsverdeling in de 1e rij tralies:

Tabel 3.9.5.1: Momentenlijn, normaal- en dwarskrachtenlijn.

Positie	Momentenlijn	Normaal-krachtenlijn	Dwars-krachtenlijn
x in [m]	M(x) in [Nm]	N(x) in [N]	Q(x) in [N]
begin - eind	(+ = U/- =)	(+ = trek)	(+ = ~~~___)
0.00 - 2.40	-1639 -22	5976 5976	1085 262
2.40 - 4.80	-22 -381	5976 5976	262 -562
24.00 - 26.40	-246 -57	5947 5947	490 -333
26.40 - 28.80	-57 -1846	5947 5947	-333 -1157

3.9.5.1 Controle van de stijfheid van de tralie:

De toelaatbare doorbuiging van alle tralieliggers wordt bepaald per tralie:
- uvtoel = 4800 / 250 < 30.0 mm, dus: uvtoel = 19.2 mm

Uit de U-lijn is de maximale doorbuiging:
- doorbuiging umax = -0.09 mm

- Controle van de 1e rij tralies:
  Doorbuiging: |-0.1 | mm < 19.2 mm,   dus: voldoet.
  bij B.C.1: a2) Eigen gewicht + installaties + sneeuw + gewas(winter)

3.9.5.2 Controle van de bovenrand:

3.9.5.21 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de bovenrand:

- De normaalkracht in de bovenrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = -M/0.4000 + N/2   (voor N en M, zie 3.9.5.1)
                   met: Effectieve spanthoogte: 400.0 mm

Tabel 3.9.5.2: Normaalkrachtenverloop in de bovenrand.

Plaats	Normaalkracht in [N] (trek = positief)	Systeem-lengte
x in [m]	Spant	[mm]
0.00 - 2.40	7084 3043	2399
2.40 - 4.80	3043 3941	2401
24.00 - 26.40	3589 3117	2399
26.40 - 28.80	3117 7588	2401

3.9.5.22 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Tabel 3.9.5.22:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de bovenrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Er is geen kap waarin druk optreedt.

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = * (1.0 + (- 0.2)*(||/(*61470   /1.0)) =
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = * (1.0 + 0.8*(||/(*61470   /1.0)) =
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(,) =
  Kz.b = 0.6 * Ky.b =

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.c.Rd.k/1.0)
           = ||/(*61470   /1.0)+*||/(1.00*834.3 /1.0)
           = + =
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.c.Rd.k/1.0)
           = ||/(*61470   /1.0)+*||/(1.00*834.3 /1.0)
           = + =

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(,) =

- controle: 0.00 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.9.5.23 Stabiliteitscontrole in het vlak:

- Nabij de zwevende goten:

  - Maatgevende normaaldrukkracht: Ndmax = 0 N

  - Kniklengte: lky = 0.80 * lveld = 0.80 * 800 = 640 mm
    (lky > lveld/2, omdat de kortere velden, de langere velden steunen.)
  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
       = 0.90 * (1.0 + (0.55 - 0.2)*(|0 |/(0.814 *61470 /1.0)) = 0.90
  Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
       = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|0 |/(0.814 *61470 /1.0)) = 0.90
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.90 , 0.90) = 0.90
  Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.54

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |0 |/(0.814 *61470 /1.0)+0.90 *|0.0 |/(1.00*626.1 /1.0)
           = 0.000 + 0.000 = 0.000
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |0 |/(0.913 *61470 /1.0)+0.54 *|0.0 |/(1.00*626.1 /1.0)
           = 0.000 + 0.000 = 0.000

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.000 , 0.000) = 0.000

- controle: 0.00 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.9.5.24 Doorsnede-controle van de bovenrand:

          |NEd| | 0 |
- UCDruk = ----- = --------- = 0.00
          Nc.Rd   61470

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 7588 N

          |NEd| | 7588 |
- UCTrek = ----- = --------- = 0.12
          Nc.Rd   61470

Trek is maatgevend.

- Controle: 0.12 < 1.00, dus de treksterkte voldoet.

Conclusie:
- Bovenrand (RHBK50*30*1.5) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.1: a2) Eigen gewicht + installaties + sneeuw + gewas(winter)

3.9.5.3 Controle van de onderrand:

3.9.5.31 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de onderrand:
(voor de achterliggende theorie wordt verwezen naar hoofdstuk 4)

Tabel 3.9.5.3: Normaalkrachtenverloop in de onderrand.
- De normaalkracht in de onderrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = M/0.4000 + N/2 (voor N en M, zie 3.9.5.1)
    met: Effectieve spanthoogte: 400.0 mm

Tabel 3.9.5.3: Normaalkrachtenverloop in de onderrand.

Plaats x in [m]	Normaalkracht in [N] (trek = positief) Spant	Systeem-lengte [mm]
0.00 - 2.40	-1108 2933	2399
2.40 - 4.80	2933 2035	2401
24.00 - 26.40	2358 2830	2399
26.40 - 28.80	2830 -1641	2401

3.9.5.32 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Tabel 3.9.5.32:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de onderrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-bepaling begin-eind	Normaalkrachten (trek = positief) [N] "begin" "einde"	Rand-voor-waar-den	Mouty fact. ß m	Knfct staaf-lengte ß m×ß n	Knik-lengte /PlPerc [mm]	Klasse	Sterkte UC	Stab. UC
0.00- 2.40	-1108 2933	e-d	0.792	0.524	2517	1	0.02	0.05
26.40-28.80	2830 -1641	d-e	0.792	0.524	2519	1	0.03	0.08

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
       = 0.90 * (1.0 + (1.46 - 0.2)*(|-1641 |/(0.329 *61470 /1.0)) = 0.99
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
       = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-1641 |/(0.329 *61470 /1.0)) = 0.96
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(0.99 , 0.96) = 0.96
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.58

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-1641 |/(0.329 *61470 /1.0)+0.96 *|0.0 |/(1.00*834.3 /1.0)
           = 0.081 + 0.000 = 0.081
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-1641 |/(0.731 *61470 /1.0)+0.58 *|0.0 |/(1.00*834.3 /1.0)
           = 0.037 + 0.000 = 0.037

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.081 , 0.037) = 0.081

- controle: 0.08 < 0.95, dus de stabiliteit voldoet.

3.9.5.33 Stabiliteitscontrole in het vlak (nabij de kolom-aansluitingen):

- Maatgevend: Ndmax = N + |Q|/tan(alfa) = -1641 + |-1157 |/tan(42.8) = -390 N
  (N.B.: 1e drukdiagonaal reduceert de normaaldrukkracht in de onderrand)

- Kniklengte: lky = 1.00*lveld = 1.00 * 800 = 800 mm
  (lky = lveld, volgens NEN 3851 art. 2.5.6.2.c.)

  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.40 (het profiel is geschoord).
  M1 = 0.00 , M2 = 0.00 , Ms = 0.00 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
       = 0.40 * (1.0 + (0.69 - 0.2)*(|-390 |/(0.731 *61470 /1.0)) = 0.40
  Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
       = 0.40 * (1.0 + 0.8*(|-390 |/(0.731 *61470 /1.0)) = 0.40
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.40 , 0.40) = 0.40
  Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.24

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-390 |/(0.731 *61470 /1.0)+0.40 *|0.0 |/(1.00*626.1 /1.0)
           = 0.009 + 0.000 = 0.009
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-390 |/(0.864 *61470 /1.0)+0.24 *|0.0 |/(1.00*626.1 /1.0)
           = 0.007 + 0.000 = 0.007

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.009 , 0.007) = 0.009

- controle: 0.01 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.9.5.34 Doorsnede-controle van de onderrand:

$$\text{UCDruk} = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} = \frac{|-1641|}{61470} = 0.03$$

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 2933 N

$$\text{UCTrek} = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} = \frac{|2933|}{61470} = 0.05$$

Trek is maatgevend.

- Controle: 0.05 < 1.00, dus de treksterkte voldoet.

Conclusie:
- Onderrand (RHBK50*30*1.5) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.1: a2) Eigen gewicht + installaties + sneeuw + gewas(winter)

3.9.5.4 Controle van de diagonalen:

3.9.5.41 Controle van de drukdiagonalen:

Gezien de toepassing spitst de controle van de drukdiagonalen zich toe
op de eindkappen van de tralies, d.w.z. tussen kopplaat en 1e zwevende goten.

- Controle op druk (bij neerwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qddmaxd = -1157 N (zie tabel 3.9.5.1)
    (+ = druk in drukdiagonaal)
    Extra dwarskracht i.v.m. mogelijke positie transportlast in eerste
    diagonaalveld in plaats van het midden van de overspanning.
    Vert.puntlast: Fpunt = 0.00 * max(1250, 1000) + 1.02 * 0 = 0 N

  - Res.diag.drukkracht: $N_{ddiagd} = \frac{Qddmaxd - Fpunt/2}{sin(alfa)} = \frac{-1157 - 0 / 2}{sin(42.8)} = -1704$ N

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} + \frac{|My.Ed|}{My.c.Rd} = \frac{|-1704|}{32448} + \frac{|0|}{184} = 0.053$$

  controle: 0.053 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Maximale spanning:

$$Sigma: \frac{|NEd|}{A} + \frac{|My.Ed|}{Wpl.y} = \frac{|-1704|}{109.1} + \frac{|0|}{0.752} = 15.6 \ N/mm^2$$

  UCspanning = Sigma/fy = 15.6 /235.0 = 0.066

  controle: 0.066 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.40 (het profiel is geschoord).
  M1 = 0.00 , M2 = 0.00 , Ms = 0.00 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
  = 0.40 * (1.0 + (0.58 - 0.2)*(|-1704 |/(0.799 *32448 /1.0)) = 0.41
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
  = 0.40 * (1.0 + 0.8*(|-1704 |/(0.799 *32448 /1.0)) = 0.42
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(0.41 , 0.42) = 0.41
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.25

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
  = |-1704 |/(0.799 *32448 /1.0)+0.41 *|0.0 |/(1.00*184.3 /1.0)
  = 0.066 + 0.000 = 0.066
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
  = |-1704 |/(0.799 *32448 /1.0)+0.25 *|0.0 |/(1.00*184.3 /1.0)
  = 0.066 + 0.000 = 0.066

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.066 , 0.066) = 0.066

  controle: 0.066 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie:
- Drukdiagonalen (RHBK20*20*1.5 mm) voldoen qua trek/druk
  bij B.C.1: a2) Eigen gewicht + installaties + sneeuw + gewas(winter)

3.9.5.42 Controle van de trekdiagonalen:

Er wordt vanuit gegaan, dat de trekdiagonalen als zodanig worden toegepast in
de eindkappen en als trek- en drukdiagonalen in eventuele middenkappen.

- Controle op trek (in de eindkappen bij neerwaartse belasting en evt. in de middenkappen
  bij opwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qtdmaxt = 1157 N (zie tabel 3.9.5.1)
    (+ = trek in trekdiagonaal)

$$\text{Res.diag.trekkracht: } Ntdiagt = \frac{Qtdmaxt+Fpunt/2}{\sin(alfa)} = \frac{1157 + 0 \;/2}{\sin(42.8)} = 1704 \text{ N}$$

 - Sterkte: Capaciteit trekdiagonaal: Ftdiagt = 18847 N (zie 4.4)

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Ftdiagt} = \frac{|1704|}{18847} = 0.090$$

  - UC-Trek : 0.090 < 1.00, dus trekdiagonaal voldoet.

- Controle op druk (in de eindkappen bij opwaartse belasting en evt. in de middenkappen
  bij neerwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qtdmaxd = 333 N (zie tabel 3.9.5.1)
    (+ = druk in trekdiagonaal)

$$\text{Res. diagonaaldrukkracht: } Ntdiagd = \frac{-Qtdmaxd}{\sin(alfa)} = \frac{-333}{\sin(42.8)} = -490 \text{ N}$$

 - Sterkte: Capaciteit trekdiagonaal: Ftdiagd = 25917 N (zie 4.4)

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Ftdiagd} = \frac{|490|}{25917} = 0.019$$

  - UC-Druk : 0.019 < 1.00, dus trekdiagonaal voldoet.

Conclusie:
- Trekdiagonalen (RHBK20*20*1.5 mm) voldoen qua trek/druk
  bij B.C.1: a2) Eigen gewicht + installaties + sneeuw + gewas(winter)

3.9.5.43 Controle van de (las)verbindingen:

	Drukdiagonaal		Trekdiagonaal	
	Nd = -1704 N		Nd = - 490 N	
	Nt = 490 N		Nt = 1704 N	
	Fstev = 360 N		Fstev = 1251 N	
	Fstlo = 333 N		Fstlo = 1157 N	
	Msdt = 0.00 Nm		Msdt = 0.00 Nm	
	Fsdev = 1251 N		Fsdev = 360 N	
	bovenrand	onderrand	bovenrand	onderrand
Tau1	2.66 N/mm²	2.66 N/mm²	9.26 N/mm²	9.26 N/mm²
Tau2	4.07 N/mm²	4.07 N/mm²	14.15 N/mm²	14.15 N/mm²
Sgm1	2.66 N/mm²	2.66 N/mm²	9.26 N/mm²	9.26 N/mm²
SgmWst	5.10 N/mm²	5.10 N/mm²	17.74 N/mm²	17.74 N/mm²
UC1	0.02	0.02	0.09	0.09
UC2	0.01	0.01	0.03	0.03
SgmWsd	14.15 N/mm²	14.15 N/mm²	4.07 N/mm²	4.07 N/mm²
UC3	0.07	0.07	0.02	0.02
Nt1	13786 N	13786 N	13786 N	13786 N
knd	1.00	1.00	1.00	1.00
Nd1	13786 N	13786 N	13786 N	13786 N
UCt1	0.04	0.04	0.12	0.12
UCd1	0.12	0.12	0.04	0.04
UClas	0.07	0.07	0.09	0.09
UCdia	0.12	0.12	0.12	0.12
UCgeo	0.97	0.97	0.97	0.97
UClas	0.07		0.09	
UCdia	0.97		0.97	

Conclusie:
- Lassen: UClas = 0.09 <= 1.00 dus: voldoen
- Aansluitingen: UCdia = 0.97 <= 1.00 dus: voldoen

Eindconclusie:
- Aansluiting diagonalen voldoet
  bij B.C.1: a2) Eigen gewicht + installaties + sneeuw + gewas(winter)

3.9.5.5 Controle van de bouten van de spant-kolom-aansluiting:

Controle van de krachten op de bout(en) bij de bovenrand:

Tabel 3.9.5.5.1: Belastingen bij bovenrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,br [N]	Fs,br [N]	Fi,br [N]
0.00	-1639	5976	1085	7484	543	7523
4.80	-381	5976	-562	4034	-281	4053
24.00	-246	5947	490	3649	245	3666
28.80	-1846	5947	-1157	8039	-578	8080

Gegevens van de eindplaat bij de bovenrand:
- Aantal bouten bij de bovenrand: nbb = 1
- Momenten-arm bij bovenrand: hbbout = 364 mm
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Normaalkracht: $Ft = \frac{Nt}{2 * nbb} - \frac{M}{hbbout}$ met Ft >= 0 N
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * Q
- Ideële kracht: $Fi = (Ft^2 + 2*Fs^2)0.5$
- Maximale optredende kracht: Fi,br max = 8080 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbtb max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 8080 N < 33926 N, dus bout bij bovenrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.1: a2) Eigen gewicht + installaties + sneeuw + gewas(winter)

Controle van de krachten op de bout(en) bij de onderrand:

Tabel 3.9.5.5.2: Belastingen bij onderrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,or [N]	Fs,or [N]	Fi,or [N]
0.00	-1639	5976	1085	0	543	768
4.80	-381	5976	-562	1942	-281	1982
24.00	-246	5947	490	2298	245	2324
28.80	-1846	5947	-1157	0	-578	818

Gegevens van de eindplaat bij de onderrand:
- Aantal bouten bij de onderrand: nbo = 1
- Momenten-arm bij onderrand: hobout = 364 mm
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Normaalkracht: $Ft = \frac{Nt}{2 * nbo} + \frac{M}{hobout}$ met Ft >= 0 N
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * Q
- Ideële kracht: $Fi = (Ft^2 + 2*Fs^2)0.5$
- Maximale optredende kracht: Fi,or max = 2324 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbto max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 2324 N < 33926 N, dus bout bij onderrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.1: a2) Eigen gewicht + installaties + sneeuw + gewas(winter)

3.9.5.53 Controle van de eindplaat op pons:

Bij de boutverbinding van de bovenrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxb = 8.0 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capb = 96 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 8.0 kN < 96 kN, dus eindplaat (ST50*12.0) voldoet
zonder onderlegring bij de bovenste bout
bij B.C.1: a2) Eigen gewicht + installaties + sneeuw + gewas(winter)

Bij de boutverbinding van de onderrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxo = 2.3 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capo = 96 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 2.3 kN < 96 kN, dus eindplaat (ST50*12.0) voldoet
zonder onderlegring bij de onderste bout
bij B.C.1: a2) Eigen gewicht + installaties + sneeuw + gewas(winter)

3.9.5.54 Controle van de eindplaat op buiging:

Tabel 3.9.5.5.4.1: Belastingen van de eindplaat van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Normaal-kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ftrb [N]	Ftro [N]
0.00	-1639	5976	1085	7084	0
4.80	-381	5976	-562	3941	2035
24.00	-246	5947	490	3589	2358
28.80	-1846	5947	-1157	7588	0

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de bovenrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftrb = \frac{N + sn*Q}{2} - \frac{M}{ht,eff} \text{ met } Ftrb>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftrb(max) * e = 0.5 * 7588 * 25.0 = 95 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 1667 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 95 Nm < 1667 Nm, dus eindplaat (ST50*12.0) voldoet
bij B.C.1: a2) Eigen gewicht + installaties + sneeuw + gewas(winter)

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de onderrand:
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftro(max) * e = 0.5 * 2358 * 25.0 = 29 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 368 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 29 Nm < 368 Nm, dus eindplaat (ST50*12.0) voldoet
bij B.C.1: a2) Eigen gewicht + installaties + sneeuw + gewas(winter)

De lasverbindingen tussen eindplaat met resp. de boven- en onderrand
zijn niet gecontroleerd.

Toetsing van de bepalende doorsnede (lkx= 4000 mm, lky= 4000 mm):

Toetsing van de bepalende doorsnede (lkx= 8266 mm, lky= 4950 mm):

Toetsing van de bepalende doorsnede (lkx= 7072 mm, lky= 4000 mm):

c) Berekening van de toelaatbare horizontale verplaatsing in :

- Rekening houdend met de glasbreedten :
  - reductiefactor gevel: r1 = 800 / bkg < 2.0;
    800 / 800 = 1.00, dus r1 = 1.00
  - reductiefactor dek : r2 = 1125 / bd < 2.0;
    1125 / 1125 = 1.00, dus r2 = 1.00
  - ugevel = h / 100 * r1 < 50.0 mm;
    4000 / 100 * 1.00 = 40.0 mm, dus ugevel = 64.5 mm
  - udek = 1/200 * v * r2 < 50.0 mm
    1/200 * 4000 * 1.00 = 30.0 mm, dus udek = 68.9 mm
  - utoel-b = ugevel + udek = 64.5 + 68.9 = 64.5 mm
  - utoel = utoel-a < umax; MIN(110.0, 80.0) = 220.0 mm

3.10 B.C.2: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (1e kap zuiging)

3.10.1 Berekening van de belastingen per tralie:

a) Belastingen in gebruikstoestand:
- Permanente belastingen:
  - Eigen gewicht dek : (1.00 * 35) = 35 N/m²
  - Eigen gewicht van de goot: (1.00 * 30)* 4.00 = 120 N
  - E.G. 1e rij tralies : (1.00 * 56.1) = 56.1 N/m
  - E.G. 2e rij tralies : (1.00 * 56.1) = 56.1 N/m
  - E.G. tralies middenvelden: (1.00 * 56.1) = 56.1 N/m
- Variabele belastingen:
  - Vert. puntlast: 0.00*max(1250,1000)+0.00*0 = 0 N
  - Windbelasting : (1.00 * 335 * 0.99) = 331 N/m²
    (fCdim = Cdim;lr*Cdim;par/Cdim = 0.83 *0.85 /0.72 = 0.99)

b) Belastingen in rekentoestand:
- Permanente belastingen:
  - Eigen gewicht dek : (1.00 * 35) = 35 N/m²
  - Eigen gewicht van de goot: (1.00 * 30)* 4.00 = 120 N
  - E.G. 1e rij tralies : (1.00 * 56.1) = 56.1 N/m
  - E.G. 2e rij tralies : (1.00 * 56.1) = 56.1 N/m
  - E.G. tralies middenvelden: (1.00 * 56.1) = 56.1 N/m
- Variabele belastingen:
  - Vert. puntlast: 0.00*max(1250,1000)+0.00*0 = 0 N
  - Windbelasting : (1.27 * 335) = 428 N/m²

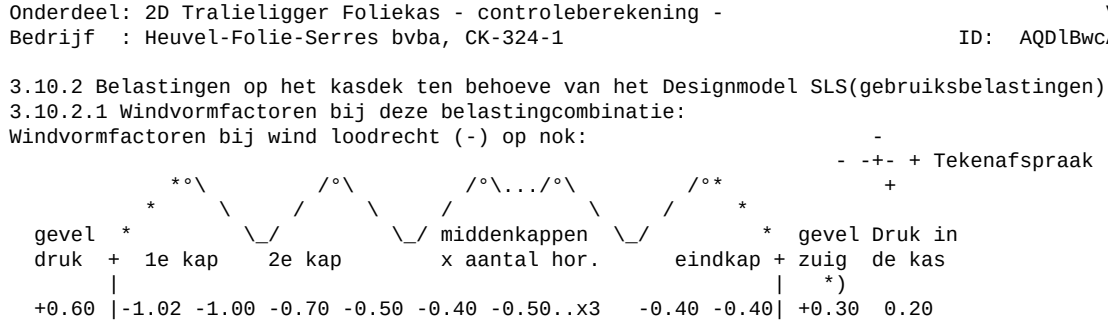
c) Bij het bepalen van de knoopcoordinaten is rekening gehouden met
de initiële scheefstand van de kolommen:
- Scheefstand psi = 1/265 (zie EN 1993-1-1)

d) Rekenvoorbeeld van de belastingen op knooppunten op de volgende plaatsen:
Knoop k = "effectieve" spanthoogte van de eerste kolom
Knoop * = zwevende goot 1e rij tralies
Knoop * = middenkolom

- Horizontale belasting:
  Fk,hor = (4.000 - 0.5*3.705) * (428 *(+0.60-(0.20))) * 4.00 = 1477 N

- Verticale belasting:
  Fvg = eigen gewicht goot = (1.00 * 30)* 4.00 = 120 N
  Fk,vert = -0.5 * Fvg
  F*,vert t.p.v. een goot = Fvg

3.10.2 Belastingen op het kasdek ten behoeve van het Designmodel SLS(gebruiksbelastingen):
3.10.2.1 Windvormfactoren bij deze belastingcombinatie:
Windvormfactoren bij wind loodrecht (-) op nok:



3.10.2.2 Belastingfactoren bij deze belastingcombinatie:

Belastingfactoren	gebruikstoestand	rekentoestand
Eigen gewicht	1.00	1.00
Installaties	0.00	0.00
Sneeuw	0.00	0.00
Wind	1.00	1.27
gewas	0.00	0.00

3.10.2.3 Gesommeerde belastingen op de omhulling van de kas per vakmaat:
Belastingen gebruikstoestand SLS per vakmaat (4.000 m):

Tralie	neerwaarts qtral = fi*qinstall + fp*qtral + fg*qgewas		
	= 0.00*280.0 + 1.00*56.1 + 0.00*0.0	qtral =	56.1 N/m
Goot	zijgevel Fgt.s = fp*qgoot.s = 1.00*60.0	Fgt.s =	60 N
	middengoot Fgt.m = fp*qgoot.m = 1.00*120.0	Fgt.m =	120 N
Kasdek	evenwijdig qdek.E = [fp*qdek + fs*qsneew]*sin(dek)		
	= [1.00*126.9 + 0.00*0.0]*sin(25.0)	qdek.E =	53.6 N/m
	loodrecht qdek.L = [fp*qdek + fs*qsneew]*cos(dek)		
	= [1.00*126.9 + 0.00*0.0]*cos(25.0)	qdek.L =	115.0 N/m
	+ wind per kaphelft = qdek.L + fw*qwinds*(cpe-cpi)		
	- 1e kaphelft = 115.0 + 1.00*1341.5*(-1.02-0.20)	qdek.L1 =	-1517.1 N/m
	- 2e kaphelft = 115.0 + 1.00*1341.5*(-1.00-0.20)	qdek.L2 =	-1494.8 N/m
	- 3e kaphelft = 115.0 + 1.00*1341.5*(-0.70-0.20)	qdek.L3 =	-1092.3 N/m
	- 4e kaphelft = 115.0 + 1.00*1341.5*(-0.50-0.20)	qdek.L4 =	-824.0 N/m
	- Middenkap links = 115.0 + 1.00*1341.5*(-0.40-0.20)	qdek.Lm1 =	-689.9 N/m
	- Middenkap rechts = 115.0 + 1.00*1341.5*(-0.50-0.20)	qdek.Lm2 =	-824.0 N/m
	- Eindkap links = 115.0 + 1.00*1341.5*(-0.40-0.20)	qdek.Le1 =	-689.9 N/m
	- Eindkap Rechts = 115.0 + 1.00*1341.5*(-0.40-0.20)	qdek.Le2 =	-689.9 N/m
	+ windwrijving nok = Cfr,1*fi*qwind*hkap*vakmaat		
	- middenkap FhwCpf = 0.00*1.00*335.4 *1.12*4.0	FhwCpf =	0 N
Zijgevel	windzijde FhwF.gt = fw*Fhw.gt*(cp1-cpi)		
	goothoogte = 1.00*2896.5*(0.6 -0.2)	Fhw.gt =	1159 N
	windzijde FhwF.fh = fw*Fhw.fh*(cp1-cpi)		
	fundatiehoogte = 1.00*2469.3*(0.6 -0.2)	Fhw.fh =	988 N
Zijgevel	loefzijde FhwL.gt = fw*Fhw.gt*(cp1+cpi)		
	goothoogte = 1.00*2896.5*(0.3 +0.2)	Fhw.gt =	1448 N
	loefzijde FhwL.fh = fw*Fhw.fh*(cp1+cpi)		
	fundatiehoogte = 1.00*2469.3*(0.3 +0.2)	Fhw.fh =	1235 N

Belastingen rekentoestand ULS per vakmaat (4.000 m):

Tralie	neerwaarts	qtral = fi*qinstall + fp*qtral + fg*qgewas	
		= 0.00*280.0 + 1.00*56.1 + 0.00*0.0	qtral = 56.1 N/m
Goot	zijgevel	Fgt.s = fp*qgoot.s = 1.00*60.0	Fgt.s = 60 N
	middengoot	Fgt.m = fp*qgoot.m = 1.00*120.0	Fgt.m = 120 N
Kasdek	evenwijdig	qdek.E = [fp*qdek + fs*qsneew]*sin(dek)	
		= [1.00*126.9 + 0.00*0.0]*sin(25.0)	qdek.E = 53.6 N/m
	loodrecht	qdek.L = [fp*qdek + fs*qsneew]*cos(dek)	
		= [1.00*126.9 + 0.00*0.0]*cos(25.0)	qdek.L = 115.0 N/m
	+ wind per kaphelft	= qdek.L + fw*qwinds*(cpe-cpi)	
	- 1e kaphelft	= 115.0 + 1.27*1341.5*(-1.02-0.20)	qdek.L1 = -1965.9 N/m
	- 2e kaphelft	= 115.0 + 1.27*1341.5*(-1.00-0.20)	qdek.L2 = -1937.4 N/m
	- 3e kaphelft	= 115.0 + 1.27*1341.5*(-0.70-0.20)	qdek.L3 = -1424.3 N/m
	- 4e kaphelft	= 115.0 + 1.27*1341.5*(-0.50-0.20)	qdek.L4 = -1082.3 N/m
	- Middenkap links	= 115.0 + 1.27*1341.5*(-0.40-0.20)	qdek.Lm1 = -911.2 N/m
	- Middenkap rechts	= 115.0 + 1.27*1341.5*(-0.50-0.20)	qdek.Lm2 = -1082.3 N/m
	- Eindkap links	= 115.0 + 1.27*1341.5*(-0.40-0.20)	qdek.Le1 = -911.2 N/m
	- Eindkap Rechts	= 115.0 + 1.27*1341.5*(-0.40-0.20)	qdek.Le2 = -911.2 N/m
	+ windwrijving nok	= Cfr,1*fi*qwind*hkap*vakmaat	
	- middenkap FhwCpf	= 0.00*1.27*335.4 *1.12*4.0	FhwCpf = 0 N
Zijgevel	windzijde FhwF.gt	= fw*Fhw.gt*(cp1-cpi)	
	goothoogte	= 1.27*2896.5*(0.6 -0.2)	Fhw.gt = 1477 N
	windzijde FhwF.fh	= fw*Fhw.fh*(cp1-cpi)	
	fundatiehoogte	= 1.27*2469.3*(0.6 -0.2)	Fhw.fh = 1259 N
Zijgevel	loefzijde FhwL.gt	= fw*Fhw.gt*(cp1+cpi)	
	goothoogte	= 1.27*2896.5*(0.3 +0.2)	Fhw.gt = 1847 N
	loefzijde FhwL.fh	= fw*Fhw.fh*(cp1+cpi)	
	fundatiehoogte	= 1.27*2469.3*(0.3 +0.2)	Fhw.fh = 1574 N

Tabel 3.10.2.4: Knoopbelastingen, oplegreacties en knoopverplaatsingen:

			Knoopbelastingen Rekentoestand		Oplegreacties		Knoopverplaatsingen gebruikstoestand		
nr.	X-as [mm]	Y-as [mm]	X-as [N]	Y-as [N]	X-as [N]	Y-as [N]	X-verpl [mm]	Y-verpl [mm]	U_lijn [mm]
	Horiz.	Vert.	Horiz.	Vert.	Horiz.	Vert.	Horiz.	Vert.	
1	-0.013	0.000	1259	0	-1732	-5159			0.000
2	-0.007	1.852							0.000
3	-0.001	3.505							0.000
6	0.000	4.000	0	-60					0.000
7	2.400	5.119							0.000
4	0.000	3.705	1477	0			17.42	0.02	0.000
8	0.399	3.705					17.41	-0.20	0.216
9	2.399	3.705					17.33	-0.42	0.445
10	4.399	3.705					17.26	-0.01	0.047
11	4.787	0.000			-528	-6668			0.000
12	4.793	1.852							0.000
13	4.799	3.505							0.000
16	4.800	4.000	0	-120					0.000
17	7.200	5.119							0.000
14	4.800	3.705					17.24	0.04	0.000
18	5.199	3.705					17.23	0.07	-0.032
19	7.199	3.705					17.19	0.14	-0.111
20	9.199	3.705					17.15	0.06	-0.045
21	9.587	0.000			-502	-4902			0.000
22	9.593	1.852							0.000
23	9.599	3.505							0.000
26	9.600	4.000	0	-120					0.000
27	12.000	5.119							0.000
24	9.600	3.705					17.14	0.01	0.000
28	9.999	3.705					17.14	-0.03	0.044
29	11.999	3.705					17.11	-0.03	0.039
30	13.999	3.705					17.09	0.03	-0.028
31	14.387	0.000			-500	-4251			0.000
32	14.393	1.852							0.000
33	14.399	3.505							0.000
36	14.400	4.000	0	-120					0.000
37	16.800	5.119							0.000
34	14.400	3.705					17.08	0.00	0.000
38	14.799	3.705					17.08	-0.03	0.033
39	16.799	3.705					17.06	-0.01	0.015
40	18.799	3.705					17.04	0.04	-0.033
41	19.187	0.000			-498	-4271			0.000
42	19.193	1.852							0.000
43	19.199	3.505							0.000
46	19.200	4.000	0	-120					0.000
47	21.600	5.119							0.000
44	19.200	3.705					17.04	0.00	0.000
48	19.599	3.705					17.04	-0.03	0.037
49	21.599	3.705					17.02	-0.02	0.027
50	23.599	3.705					17.01	0.03	-0.029
51	23.987	0.000			-497	-4145			0.000
52	23.993	1.852							0.000
53	23.999	3.505							0.000
56	24.000	4.000	0	-120					0.000
57	26.400	5.119							0.000
54	24.000	3.705					17.01	0.00	0.000
58	24.399	3.705					17.00	-0.03	0.030
59	26.399	3.705					17.00	-0.02	0.006
60	28.399	3.705					17.00	0.00	-0.035
61	28.787	0.000	1574	0	-2060	-1660			0.000
62	28.793	1.852							0.000
63	28.799	3.505							0.000
64	28.800	3.705	1847	0					0.000
65	28.801	3.905							
66	28.800	4.000	0	-60			17.00	-0.04	

Tabel 3.10.2.5: Staafbelastingen, momenten, normaal- en dwarskrachten

Staaf nr.	Profiel	X-as [N/m] Horizontaal	Y-as [N/m] Verticaal	B Normaal [N]	E Dwarskr [N]	G Moment [Nm]	I Normaal [N]	N Dwarskr [N]	E Moment [Nm]	I	N	D
1	RHBK100*50*3.0			5161	455	-475	5161	455	368			
2	RHBK100*50*3.0			5161	452	368	5161	452	1116			
3	RHBK100*50*3.0			5161	455	1116	5161	455	1207			
4	RHBK100*50*3.0			4590	3848	-1140	4590	3848	-370			
5	RHBK100*50*3.0			4550	3895	-370	4550	3895	0			
6	Roede dek	-53.6	1965.9	5461	-2570	0	5603	2636	86			
7	Roede dek	53.6	1937.4	5620	-2598	86	5478	2533	0			
8	1e tralie	0.0	-56.1	-4868	-582	2346	-4868	-604	2109			
9	1e tralie	0.0	-56.1	-4868	-604	2109	-4868	-717	788			
10	1e tralie	0.0	-56.1	-4868	-717	788	-4868	-829	-757			
11	1e tralie	0.0	-56.1	-4868	-829	-757	-4868	-851	-1094			
12	RHBK100*50*3.0			6669	506	-495	6669	506	442			
13	RHBK100*50*3.0			6670	502	442	6670	502	1271			
14	RHBK100*50*3.0			6669	506	1271	6669	506	1373			
15	RHBK100*50*3.0			7594	-1664	484	7594	-1664	151			
16	RHBK100*50*3.0			7610	-1586	151	7610	-1586	-0			
17	Roede dek	-53.6	1424.3	3358	-1864	0	3500	1908	58			
18	Roede dek	53.6	1082.3	3711	-1455	58	3569	1411	0			
19	2e tralie	0.0	-56.1	-2701	80	-205	-2701	58	-177			
20	2e tralie	0.0	-56.1	-2701	58	-177	-2701	-54	-173			
21	2e tralie	0.0	-56.1	-2701	-54	-173	-2701	-166	-394			
22	2e tralie	0.0	-56.1	-2701	-166	-394	-2701	-189	-465			
23	RHBK100*50*3.0			4904	485	-484	4904	485	415			
24	RHBK100*50*3.0			4904	482	415	4904	482	1212			
25	RHBK100*50*3.0			4904	485	1212	4904	485	1309			
26	RHBK100*50*3.0			4917	-640	184	4917	-640	56			
27	RHBK100*50*3.0			4923	-589	56	4923	-589	0			
28	Roede dek	-53.6	911.2	2778	-1189	0	2920	1224	46			
29	Roede dek	53.6	1082.3	2815	-1450	46	2673	1416	0			
30	middentralie	0.0	-56.1	-1576	-172	660	-1576	-194	587			
31	middentralie	0.0	-56.1	-1576	-194	587	-1576	-306	87			
32	middentralie	0.0	-56.1	-1576	-306	87	-1576	-418	-637			
33	middentralie	0.0	-56.1	-1576	-418	-637	-1576	-441	-809			
34	RHBK100*50*3.0			4253	486	-483	4253	486	417			
35	RHBK100*50*3.0			4253	483	417	4253	483	1215			
36	RHBK100*50*3.0			4253	486	1215	4253	486	1312			
37	RHBK100*50*3.0			4545	176	-56	4545	176	-21			
38	RHBK100*50*3.0			4543	223	-21	4543	223	-0			
39	Roede dek	-53.6	911.2	2778	-1189	0	2920	1224	46			
40	Roede dek	53.6	1082.3	2815	-1450	46	2673	1416	0			
41	middentralie	0.0	-56.1	-1267	-147	560	-1267	-170	496			
42	middentralie	0.0	-56.1	-1267	-170	496	-1267	-282	45			
43	middentralie	0.0	-56.1	-1267	-282	45	-1267	-394	-631			
44	middentralie	0.0	-56.1	-1267	-394	-631	-1267	-416	-793			
45	RHBK100*50*3.0			4272	484	-481	4272	484	415			
46	RHBK100*50*3.0			4272	481	415	4272	481	1210			
47	RHBK100*50*3.0			4272	484	1210	4272	484	1306			
48	RHBK100*50*3.0			4545	176	-56	4545	176	-21			
49	RHBK100*50*3.0			4543	223	-21	4543	223	0			
50	Roede dek	-53.6	911.2	2778	-1189	0	2920	1224	46			
51	Roede dek	53.6	1082.3	2815	-1450	46	2673	1416	0			
52	2e tralie	0.0	-56.1	-961	-143	570	-961	-165	508			
53	2e tralie	0.0	-56.1	-961	-165	508	-961	-277	66			
54	2e tralie	0.0	-56.1	-961	-277	66	-961	-389	-601			
55	2e tralie	0.0	-56.1	-961	-389	-601	-961	-412	-761			
56	RHBK100*50*3.0			4147	483	-481	4147	483	415			
57	RHBK100*50*3.0			4147	481	415	4147	481	1210			
58	RHBK100*50*3.0			4147	483	1210	4147	483	1306			
59	RHBK100*50*3.0			4419	-95	24	4419	-95	5			
60	RHBK100*50*3.0			4420	-49	5	4420	-49	0			
61	Roede dek	-53.6	911.2	2479	-1191	0	2621	1222	42			
62	Roede dek	53.6	911.2	2621	-1222	42	2479	1191	0			
63	1e tralie	0.0	-56.1	-383	-138	522	-383	-160	462			
64	1e tralie	0.0	-56.1	-383	-160	462	-383	-272	30			
65	1e tralie	0.0	-56.1	-383	-272	30	-383	-384	-627			
66	1e tralie	0.0	-56.1	-383	-384	-627	-383	-407	-786			
67	RHBK100*50*3.0			1662	481	-479	1662	481	411			
68	RHBK100*50*3.0			1662	480	411	1662	480	1204			

69	RHBK100*50*3.0	1662	481	1204	1662	481	1300	
70	RHBK100*50*3.0	2061	-1751	514	2061	-1751	164	
71	RHBK100*50*3.0	2079	-1729	164	2079	-1729	0	

3.10.3 De krachtsverdeling in de tralies van de middenvelden:

Tabel 3.10.3.1: Momentenlijn, normaal- en dwarskrachtenlijn.

Positie	Momentenlijn	Normaal-krachtenlijn		Dwars-krachtenlijn	
x in [m] begin - eind	M(x) in [Nm] (+ = U/- =)	N(x) in [N] (+ = trek)		Q(x) in [N] (+ = ~~~___)	
9.60 - 12.00	660	87	-1576	-1576	-172	-306
12.00 - 14.40	87	-809	-1576	-1576	-306	-441
14.40 - 16.80	560	45	-1267	-1267	-147	-282
16.80 - 19.20	45	-793	-1267	-1267	-282	-416

3.10.3.1 Controle van de stijfheid van de tralie:

De toelaatbare doorbuiging van alle tralieliggers wordt bepaald per tralie:
- uvtoel = 4800 / 250 < 30.0 mm, dus: uvtoel = 19.2 mm

Uit de U-lijn is de maximale doorbuiging:
- doorbuiging umax = -4.96 mm

- Controle van de tralies van de middenvelden:
  Doorbuiging: |-5.0 | mm < 19.2 mm, dus: voldoet.
  bij B.C.2: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (1e kap zuiging)

3.10.3.2 Controle van de bovenrand:

3.10.3.2 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de bovenrand:

- De normaalkracht in de bovenrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = -M/0.4000 + N/2 (voor N en M, zie 3.10.3.1)
    met: Effectieve spanthoogte: 400.0 mm

Tabel 3.10.32: Normaalkrachtenverloop in de bovenrand.

Plaats	Normaalkracht in [N] (trek = positief)		Systeem-lengte
x in [m]	Spant		[mm]
9.60 - 12.00	-2439	-1006	2399
12.00 - 14.40	-1006	1235	2401
14.40 - 16.80	-2033	-746	2399
16.80 - 19.20	-746	1350	2401

3.10.3.2 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Tabel 3.10.3.2:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de bovenrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-bepaling begin-eind	Normaalkrachten (trek = positief) [N] "begin"	"einde"	Rand-voor-waar-den	Mouty fact. ß m	Knfct staaf-lengte ß m×ß n	Knik-lengte [mm]	Klasse	Sterkte UC	Stab. UC
9.60-12.00	-2439	-1006	m-d	0.792	0.674	3235	1	0.04	0.18
12.00-14.40	-1006	1235	d-m	0.792	0.524	2517	1	0.02	0.05
14.40-16.80	-2033	-746	m-d	0.792	0.664	3187	1	0.03	0.15
16.80-19.20	-746	1350	d-m	0.792	0.524	2517	1	0.01	0.04

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (1.87 - 0.2)*(|-2439 |/(0.220 *61470   /1.0)) = 1.17
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-2439 |/(0.220 *61470   /1.0)) = 1.03
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(1.17   , 1.03   ) = 1.03
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.62

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-2439 |/(0.220 *61470   /1.0)+1.03 *|0.0 |/(1.00*834.3 /1.0)
           = 0.180 + 0.000 = 0.180
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-2439 |/(0.814 *61470   /1.0)+0.62 *|0.0 |/(1.00*834.3 /1.0)
           = 0.049 + 0.000 = 0.049

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.180 , 0.049) = 0.180

- controle: 0.18 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.10.3.2 Stabiliteitscontrole in het vlak:

- Nabij de zwevende goten:

  - Maatgevende normaaldrukkracht: Ndmax = -2439   N

  - Kniklengte: lky = 0.80 * lveld = 0.80 * 800 = 640 mm
    (lky > lveld/2, omdat de kortere velden, de langere velden steunen.)
  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (0.55 - 0.2)*(|-2439 |/(0.814 *61470   /1.0)) = 0.92
  Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-2439 |/(0.814 *61470   /1.0)) = 0.94
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.92   , 0.94   ) = 0.92
  Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.55

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-2439 |/(0.814 *61470   /1.0)+0.92 *|0.0 |/(1.00*626.1 /1.0)
           = 0.049 + 0.000 = 0.049
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-2439 |/(0.913 *61470   /1.0)+0.55 *|0.0 |/(1.00*626.1 /1.0)
           = 0.043 + 0.000 = 0.043

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.049 , 0.043) = 0.049

- controle: 0.05 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.10.3.2 Doorsnede-controle van de bovenrand:

           |NEd| |-2439 |
- UCDruk = ----- = --------- = 0.04
           Nc.Rd   61470

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 1350   N

           |NEd| | 1350 |
- UCTrek = ----- = --------- = 0.02
           Nc.Rd   61470

Trek is maatgevend.

- Controle: 0.04 < 1.00, dus de treksterkte voldoet.

Conclusie:
- Bovenrand (RHBK50*30*1.5) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.2: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (1e kap zuiging)

3.10.3.3 Controle van de onderrand:

3.10.3.3 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de onderrand:
(voor de achterliggende theorie wordt verwezen naar hoofdstuk 4)

Tabel 3.10.33: Normaalkrachtenverloop in de onderrand.
- De normaalkracht in de onderrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = M/0.4000 + N/2 (voor N en M, zie 3.10.3.1)
    met: Effectieve spanthoogte: 400.0 mm

Tabel 3.10.33: Normaalkrachtenverloop in de onderrand.

Plaats x in [m]	Normaalkracht in [N] (trek = positief) Spant		Systeem-lengte [mm]
9.60 - 12.00	863	-570	2399
12.00 - 14.40	-570	-2811	2401
14.40 - 16.80	766	-521	2399
16.80 - 19.20	-521	-2617	2401

3.10.3.3 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Tabel 3.10.3.3:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de onderrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-bepaling begin-eind	Normaalkrachten (trek = positief) [N] "begin"	"einde"	Rand-voor-waar- den	Mouty fact. ßm	Knfct staaf-lengte ßm×ßn	Knik-lengte /PlPerc [mm]	Klasse	Sterkte UC	Stab. UC
9.60-12.00	863	-570	m-d	0.797	0.528	2533	1	0.01	0.03
12.00-14.40	-570	-2811	d-m	0.797	0.631	3031	1	0.05	0.19
14.40-16.80	766	-521	m-d	0.797	0.528	2533	1	0.01	0.03
16.80-19.20	-521	-2617	d-m	0.797	0.630	3027	1	0.04	0.17

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
  = 0.90 * (1.0 + (1.75 - 0.2)*(|-2811 |/(0.245 *61470 /1.0)) = 1.16
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
  = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-2811 |/(0.245 *61470 /1.0)) = 1.03
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(1.16 , 1.03) = 1.03
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.62

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
  = |-2811 |/(0.245 *61470 /1.0)+1.03 *|0.0 |/(1.00*834.3 /1.0)
  = 0.186 + 0.000 = 0.186
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
  = |-2811 |/(0.731 *61470 /1.0)+0.62 *|0.0 |/(1.00*834.3 /1.0)
  = 0.063 + 0.000 = 0.063

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.186 , 0.063) = 0.186

- controle: 0.19 < 0.95, dus de stabiliteit voldoet.

3.10.3.3 Stabiliteitscontrole in het vlak (nabij de kolom-aansluitingen):

- Maatgevend: Ndmax = N + |Q|/tan(alfa) = -2811 + |-441 |/tan(42.8) = -2334 N
  (N.B.: 1e drukdiagonaal reduceert de normaaldrukkracht in de onderrand)

- Kniklengte: lky = 1.00*lveld = 1.00 * 800 = 800 mm

  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.40 (het profiel is geschoord).
  M1 = 0.00 , M2 = 0.00 , Ms = 0.00 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
       = 0.40 * (1.0 + (0.69 - 0.2)*(|-2334 |/(0.731 *61470 /1.0)) = 0.41
  Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
       = 0.40 * (1.0 + 0.8*(|-2334 |/(0.731 *61470 /1.0)) = 0.42
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.41 , 0.42) = 0.41
  Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.25

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-2334 |/(0.731 *61470 /1.0)+0.41 *|0.0 |/(1.00*626.1 /1.0)
           = 0.052 + 0.000 = 0.052
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-2334 |/(0.864 *61470 /1.0)+0.25 *|0.0 |/(1.00*626.1 /1.0)
           = 0.044 + 0.000 = 0.044

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.052 , 0.044) = 0.052

- controle: 0.05 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.10.3.3 Doorsnede-controle van de onderrand:

           |NEd| |-2811 |
- UCDruk = ----- = --------- = 0.05
           Nc.Rd 61470

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 863 N

           |NEd| | 863 |
- UCTrek = ----- = --------- = 0.01
           Nc.Rd 61470

Druk is maatgevend.

- Controle: 0.05 < 1.00, dus de druksterkte voldoet.

Conclusie:
- Onderrand (RHBK50*30*1.5) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.2: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (1e kap zuiging)

3.10.3.4 Controle van de diagonalen:

3.10.3.4 Controle van de drukdiagonalen:

Gezien de toepassing spitst de controle van de drukdiagonalen zich toe
op de eindkappen van de tralies, d.w.z. tussen kopplaat en 1e zwevende goten.

- Controle op druk (bij neerwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qddmaxd = -441 N (zie tabel 3.10.3.1)
    (+ = druk in drukdiagonaal)
    Extra dwarskracht i.v.m. mogelijke positie transportlast in eerste
    diagonaalveld in plaats van het midden van de overspanning.
    Vert.puntlast: Fpunt = 0.00 * max(1250, 1000) + 0.00 * 0 = 0 N

$$\text{Nddiagd} = \frac{\text{Qddmaxd-Fpunt/2}}{\sin(\text{alfa})} = \frac{-441 - 0 \;/2}{\sin(42.8)} = -649 \text{ N}$$

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$\text{UCsterkte} = \frac{|\text{NEd}|}{\text{Nc.Rd}} + \frac{|\text{My.Ed}|}{\text{My.c.Rd}} = \frac{|-649|}{32448} + \frac{|0|}{184} = 0.020$$

  controle: 0.020 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Maximale spanning:

$$\text{Sigma:} \quad \frac{|\text{NEd}|}{A} + \frac{|\text{My.Ed}|}{\text{Wpl.y}} = \frac{|-649|}{109.1} + \frac{|0|}{0.752} = 6.0 \text{ N/mm}^2$$

  UCspanning = Sigma/fy = 6.0 /235.0 = 0.025

  controle: 0.025 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.40 (het profiel is geschoord).
  M1 = 0.00 , M2 = 0.00 , Ms = 0.00 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
  = 0.40 * (1.0 + (0.58 - 0.2)*(|-649 |/(0.799 *32448 /1.0)) = 0.40
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
  = 0.40 * (1.0 + 0.8*(|-649 |/(0.799 *32448 /1.0)) = 0.41
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(0.40 , 0.41) = 0.40
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.24

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
  = |-649 |/(0.799 *32448 /1.0)+0.40 *|0.0 |/(1.00*184.3 /1.0)
  = 0.025 + 0.000 = 0.025
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
  = |-649 |/(0.799 *32448 /1.0)+0.24 *|0.0 |/(1.00*184.3 /1.0)
  = 0.025 + 0.000 = 0.025

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.025 , 0.025) = 0.025

  controle: 0.025 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie:
- Drukdiagonalen (RHBK20*20*1.5 mm) voldoen qua trek/druk
  bij B.C.2: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (1e kap zuiging)

3.10.3.4 Controle van de trekdiagonalen:

Er wordt vanuit gegaan, dat de trekdiagonalen als zodanig worden toegepast in
de eindkappen en als trek- en drukdiagonalen in eventuele middenkappen.

- Controle op trek (in de eindkappen bij neerwaartse belasting en evt. in de middenkappen
  bij opwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qtdmaxt = 441 N (zie tabel 3.10.3.1)
    (+ = trek in trekdiagonaal)

$$\text{Res.diag.trekkracht: } N_{tdiagt} = \frac{Q_{tdmaxt}+F_{punt}/2}{\sin(\alpha)} = \frac{441 + 0/2}{\sin(42.8)} = 649 \text{ N}$$

 - Sterkte: Capaciteit trekdiagonaal: Ftdiagt = 18847 N (zie 4.4)

$$UC_{sterkte} = \frac{|N_{Ed}|}{F_{tdiagt}} = \frac{|649|}{18847} = 0.034$$

  - UC-Trek : 0.034 < 1.00, dus trekdiagonaal voldoet.

- Controle op druk (in de eindkappen bij opwaartse belasting en evt. in de middenkappen
  bij neerwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qtdmaxd = 306 N (zie tabel 3.10.3.1)
    (+ = druk in trekdiagonaal)

$$\text{Res. diagonaaldrukkracht: } N_{tdiagd} = \frac{-Q_{tdmaxd}}{\sin(\alpha)} = \frac{-306}{\sin(42.8)} = -451 \text{ N}$$

 - Sterkte: Capaciteit trekdiagonaal: Ftdiagd = 25917 N (zie 4.4)

$$UC_{sterkte} = \frac{|N_{Ed}|}{F_{tdiagd}} = \frac{|451|}{25917} = 0.017$$

  - UC-Druk : 0.017 < 1.00, dus trekdiagonaal voldoet.

Conclusie:
- Trekdiagonalen (RHBK20*20*1.5 mm) voldoen qua trek/druk
  bij B.C.2: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (1e kap zuiging)

3.10.3.4 Controle van de (las)verbindingen:

	Drukdiagonaal		Trekdiagonaal	
	Nd = -649 N		Nd = - 451 N	
	Nt = 451 N		Nt = 649 N	
	Fstev = 331 N		Fstev = 476 N	
	Fstlo = 306 N		Fstlo = 441 N	
	Msdt = 0.00 Nm		Msdt = 0.00 Nm	
	Fsdev = 476 N		Fsdev = 331 N	
	bovenrand	onderrand	bovenrand	onderrand
Tau1	2.45 N/mm²	2.45 N/mm²	3.53 N/mm²	3.53 N/mm²
Tau2	3.74 N/mm²	3.74 N/mm²	5.39 N/mm²	5.39 N/mm²
Sgm1	2.45 N/mm²	2.45 N/mm²	3.53 N/mm²	3.53 N/mm²
SgmWst	4.69 N/mm²	4.69 N/mm²	6.76 N/mm²	6.76 N/mm²
UC1	0.02	0.02	0.03	0.03
UC2	0.01	0.01	0.01	0.01
SgmWsd	5.39 N/mm²	5.39 N/mm²	3.74 N/mm²	3.74 N/mm²
UC3	0.03	0.03	0.02	0.02
Nt1	13786 N	13786 N	13786 N	13786 N
knd	1.00	1.00	1.00	1.00
Nd1	13786 N	13786 N	13786 N	13786 N
UCt1	0.03	0.03	0.05	0.05
UCd1	0.05	0.05	0.03	0.03
UClas	0.03	0.03	0.03	0.03
UCdia	0.05	0.05	0.05	0.05
UCgeo	0.97	0.97	0.97	0.97

UClas	0.03	0.03
UCdia	0.97	0.97

Conclusie:
- Lassen: UClas = 0.03 <= 1.00 dus: voldoen
- Aansluitingen: UCdia = 0.97 <= 1.00 dus: voldoen

Eindconclusie:
- Aansluiting diagonalen voldoet
  bij B.C.2: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (1e kap zuiging)

3.10.3.5 Controle van de bouten van de spant-kolom-aansluiting:

Controle van de krachten op de bout(en) bij de bovenrand:

Tabel 3.10.3.5.1: Belastingen bij bovenrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,br [N]	Fs,br [N]	Fi,br [N]
9.60	660	-1576	-172	0	-86	121
14.40	-809	-1576	-441	1432	-220	1466
14.40	560	-1267	-147	0	-74	104
19.20	-793	-1267	-416	1543	-208	1571

Gegevens van de eindplaat bij de bovenrand:
- Aantal bouten bij de bovenrand: nbb = 1
- Momenten-arm bij bovenrand: hbbout = 364 mm
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Normaalkracht: $Ft = \frac{Nt}{2 * nbb} - \frac{M}{hbbout}$ met Ft >= 0 N
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * Q
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,br max = 1571 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbtb max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 1571 N < 33926 N, dus bout bij bovenrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.2: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (1e kap zuiging)

Controle van de krachten op de bout(en) bij de onderrand:

Tabel 3.10.3.5.2: Belastingen bij onderrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,or [N]	Fs,or [N]	Fi,or [N]
9.60	660	-1576	-172	1024	-86	1031
14.40	-809	-1576	-441	0	-220	312
14.40	560	-1267	-147	902	-74	908
19.20	-793	-1267	-416	0	-208	294

Gegevens van de eindplaat bij de onderrand:
- Aantal bouten bij de onderrand: nbo = 1
- Momenten-arm bij onderrand: hobout = 364 mm
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Normaalkracht: $Ft = \frac{Nt}{2 * nbo} + \frac{M}{hobout}$ met Ft >= 0 N
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * Q
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,or max = 1031 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbto max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 1031 N < 33926 N, dus bout bij onderrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.2: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (1e kap zuiging)

3.10.3.5 Controle van de eindplaat op pons:

Bij de boutverbinding van de bovenrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxb = 1.5 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capb = 96 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 1.5 kN < 96 kN, dus eindplaat (ST50*12.0) voldoet
zonder onderlegring bij de bovenste bout
bij B.C.2: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (1e kap zuiging)

Bij de boutverbinding van de onderrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxo = 1.0 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capo = 96 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 1.0 kN < 96 kN, dus eindplaat (ST50*12.0) voldoet
zonder onderlegring bij de onderste bout
bij B.C.2: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (1e kap zuiging)

3.10.3.5 Controle van de eindplaat op buiging:

Tabel 3.10.3.5.4.1: Belastingen van de eindplaat van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Normaal-kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ftrb [N]	Ftro [N]
9.60	660	-1576	-172	0	863
14.40	-809	-1576	-441	1235	0
14.40	560	-1267	-147	0	766
19.20	-793	-1267	-416	1350	0

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de bovenrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftrb = \frac{N + sn*Q}{2} - \frac{M}{ht,eff} \text{ met } Ftrb>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftrb(max) * e = 0.5 * 1350 * 25.0 = 17 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 1667 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 17 Nm < 1667 Nm, dus eindplaat (ST50*12.0) voldoet
bij B.C.2: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (1e kap zuiging)

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de onderrand:
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftro(max) * e = 0.5 * 863 * 25.0 = 11 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 368 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 11 Nm < 368 Nm, dus eindplaat (ST50*12.0) voldoet
bij B.C.2: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (1e kap zuiging)

De lasverbindingen tussen eindplaat met resp. de boven- en onderrand
zijn niet gecontroleerd.

3.10.4 De krachtsverdeling in de 2e rij tralies:

Tabel 3.10.4.1: Momentenlijn, normaal- en dwarskrachtenlijn.

Positie	Momentenlijn	Normaal-krachtenlijn	Dwars-krachtenlijn
x in [m]	M(x) in [Nm]	N(x) in [N]	Q(x) in [N]
begin - eind	(+ = U/- =)	(+ = trek)	(+ = ~~~___)
4.80 - 7.20	-205 -173	-2701 -2701	80 -54
7.20 - 9.60	-173 -465	-2701 -2701	-54 -189
19.20 - 21.60	570 66	-961 -961	-143 -277
21.60 - 24.00	66 -761	-961 -961	-277 -412

3.10.4.1 Controle van de stijfheid van de tralie:

De toelaatbare doorbuiging van alle tralieliggers wordt bepaald per tralie:
- uvtoel = 4800 / 250 < 30.0 mm, dus: uvtoel = 19.2 mm

Uit de U-lijn is de maximale doorbuiging:
- doorbuiging umax = -0.11 mm

- Controle van de 2e rij tralies:
  Doorbuiging: |-0.1 | mm < 19.2 mm, dus: voldoet.
  bij B.C.2: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (1e kap zuiging)

3.10.4.2 Controle van de bovenrand:

3.10.4.2 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de bovenrand:

- De normaalkracht in de bovenrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = -M/0.4000 + N/2 (voor N en M, zie 3.10.4.1)
    met: Effectieve spanthoogte: 400.0 mm

Tabel 3.10.42: Normaalkrachtenverloop in de bovenrand.

Plaats	Normaalkracht in [N] (trek = positief)	Systeem-lengte
x in [m]	Spant	[mm]
4.80 - 7.20	-839 -917	2399
7.20 - 9.60	-917 -188	2401
19.20 - 21.60	-1904 -645	2399
21.60 - 24.00	-645 1423	2401

3.10.4.2 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Tabel 3.10.4.2:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de bovenrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-bepaling begin-eind	Normaalkrachten (trek = positief) [N] "begin"	"einde"	Rand-voor-waar-den	Mouty fact. ß m	Knfct staaf-lengte ß m×ß n	Knik-lengte [mm]	Klasse	Sterkte UC	Stab. UC
4.80- 7.20	-839	-917	m-d	0.792	0.776	3722	1	0.01	0.09
7.20- 9.60	-917	-188	d-m	0.792	0.627	3013	1	0.01	0.06
19.20-21.60	-1904	-645	m-d	0.792	0.658	3157	1	0.03	0.14
21.60-24.00	-645	1423	d-m	0.792	0.524	2517	1	0.01	0.03

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (1.82 - 0.2)*(|-1904 |/(0.229 *61470   /1.0)) = 1.10
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-1904 |/(0.229 *61470   /1.0)) = 1.00
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(1.10   , 1.00   ) = 1.00
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.60

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-1904 |/(0.229 *61470   /1.0)+1.00 *|0.0 |/(1.00*834.3 /1.0)
           = 0.135 + 0.000 = 0.135
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-1904 |/(0.814 *61470   /1.0)+0.60 *|0.0 |/(1.00*834.3 /1.0)
           = 0.038 + 0.000 = 0.038

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.135 , 0.038) = 0.135

- controle: 0.14 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.10.4.2 Stabiliteitscontrole in het vlak:

- Nabij de zwevende goten:

  - Maatgevende normaaldrukkracht: Ndmax = -1904   N

  - Kniklengte: lky = 0.80 * lveld = 0.80 * 800 = 640 mm
    (lky > lveld/2, omdat de kortere velden, de langere velden steunen.)
  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (0.55 - 0.2)*(|-1904 |/(0.814 *61470   /1.0)) = 0.91
  Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-1904 |/(0.814 *61470   /1.0)) = 0.93
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.91   , 0.93   ) = 0.91
  Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.55

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-1904 |/(0.814 *61470   /1.0)+0.91 *|0.0 |/(1.00*626.1 /1.0)
           = 0.038 + 0.000 = 0.038
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-1904 |/(0.913 *61470   /1.0)+0.55 *|0.0 |/(1.00*626.1 /1.0)
           = 0.034 + 0.000 = 0.034

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.038 , 0.034) = 0.038

- controle: 0.04 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.10.4.2 Doorsnede-controle van de bovenrand:

           |NEd| |-1904 |
- UCDruk = ----- = --------- = 0.03
           Nc.Rd   61470

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 1423   N

           |NEd| | 1423 |
- UCTrek = ----- = --------- = 0.02
           Nc.Rd   61470

Trek is maatgevend.

- Controle: 0.03 < 1.00, dus de treksterkte voldoet.

Conclusie:
- Bovenrand (RHBK50*30*1.5) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.2: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (1e kap zuiging)

3.10.4.3 Controle van de onderrand:

3.10.4.3 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de onderrand:
(voor de achterliggende theorie wordt verwezen naar hoofdstuk 4)

Tabel 3.10.43: Normaalkrachtenverloop in de onderrand.
- De normaalkracht in de onderrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = M/0.4000 + N/2 (voor N en M, zie 3.10.4.1)
    met: Effectieve spanthoogte: 400.0 mm

Tabel 3.10.43: Normaalkrachtenverloop in de onderrand.

Plaats x in [m]	Normaalkracht in [N] (trek = positief) Spant		Systeem-lengte [mm]
4.80 - 7.20	-1862	-1783	2399
7.20 - 9.60	-1783	-2512	2401
19.20 - 21.60	943	-316	2399
21.60 - 24.00	-316	-2383	2401

3.10.4.3 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Tabel 3.10.4.3:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de onderrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-bepaling begin-eind	Normaalkrachten (trek = positief) [N] "begin"	"einde"	Rand-voor-waar-den	Mouty fact. ßm	Knfct staaf-lengte/PlPerc ßm×ßn	Knik-lengte [mm]	Klasse	Sterkte UC	Stab. UC
4.80- 7.20	-1862	-1783	m-d	0.797	0.789	3788	1	0.03	0.18
7.20- 9.60	-1783	-2512	d-m	0.797	0.741	3559	1	0.04	0.22
19.20-21.60	943	-316	m-d	0.797	0.528	2533	1	0.01	0.02
21.60-24.00	-316	-2383	d-m	0.797	0.614	2951	1	0.04	0.15

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
       = 0.90 * (1.0 + (2.06 - 0.2)*(|-2512 |/(0.187 *61470 /1.0)) = 1.27
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
       = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-2512 |/(0.187 *61470 /1.0)) = 1.06
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(1.27 , 1.06) = 1.06
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.63

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-2512 |/(0.187 *61470 /1.0)+1.06 *|0.0 |/(1.00*834.3 /1.0)
           = 0.219 + 0.000 = 0.219
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-2512 |/(0.731 *61470 /1.0)+0.63 *|0.0 |/(1.00*834.3 /1.0)
           = 0.056 + 0.000 = 0.056

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.219 , 0.056) = 0.219

- controle: 0.22 < 0.95, dus de stabiliteit voldoet.

3.10.4.3 Stabiliteitscontrole in het vlak (nabij de kolom-aansluitingen):

- Maatgevend: Ndmax = N + |Q|/tan(alfa) = -2512 + |-189 |/tan(42.8) = -2308 N
  (N.B.: 1e drukdiagonaal reduceert de normaaldrukkracht in de onderrand)

- Kniklengte: lky = 1.00*lveld = 1.00 * 800 = 800 mm

  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.40 (het profiel is geschoord).
  M1 = 0.00 , M2 = 0.00 , Ms = 0.00 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
       = 0.40 * (1.0 + (0.69 - 0.2)*(|-2308 |/(0.731 *61470 /1.0)) = 0.41
  Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
       = 0.40 * (1.0 + 0.8*(|-2308 |/(0.731 *61470 /1.0)) = 0.42
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.41 , 0.42) = 0.41
  Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.25

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-2308 |/(0.731 *61470 /1.0)+0.41 *|0.0 |/(1.00*626.1 /1.0)
           = 0.051 + 0.000 = 0.051
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-2308 |/(0.864 *61470 /1.0)+0.25 *|0.0 |/(1.00*626.1 /1.0)
           = 0.043 + 0.000 = 0.043

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.051 , 0.043) = 0.051

- controle: 0.05 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.10.4.3 Doorsnede-controle van de onderrand:

           |NEd| |-2512 |
- UCDruk = ----- = --------- = 0.04
           Nc.Rd   61470

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 943 N

           |NEd| | 943 |
- UCTrek = ----- = --------- = 0.02
           Nc.Rd   61470

Druk is maatgevend.

- Controle: 0.04 < 1.00, dus de druksterkte voldoet.

Conclusie:
- Onderrand (RHBK50*30*1.5) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.2: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (1e kap zuiging)

3.10.4.4 Controle van de diagonalen:

3.10.4.4 Controle van de drukdiagonalen:

Gezien de toepassing spitst de controle van de drukdiagonalen zich toe
op de eindkappen van de tralies, d.w.z. tussen kopplaat en 1e zwevende goten.

- Controle op druk (bij neerwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qddmaxd = -412 N (zie tabel 3.10.4.1)
    (+ = druk in drukdiagonaal)
    Extra dwarskracht i.v.m. mogelijke positie transportlast in eerste
    diagonaalveld in plaats van het midden van de overspanning.
    Vert.puntlast: Fpunt = 0.00 * max(1250, 1000) + 0.00 * 0 = 0 N

$$\text{Res.diag.drukkracht: } N_{ddiagd} = \frac{Q_{ddmaxd} - F_{punt}/2}{\sin(\alpha)} = \frac{-412 - 0/2}{\sin(42.8)} = -606 \text{ N}$$

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$UC_{sterkte} = \frac{|N_{Ed}|}{N_{c.Rd}} + \frac{|M_{y.Ed}|}{M_{y.c.Rd}} = \frac{|-606|}{32448} + \frac{|0|}{184} = 0.019$$

  controle: 0.019 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Maximale spanning:

$$\text{Sigma: } \frac{|N_{Ed}|}{A} + \frac{|M_{y.Ed}|}{W_{pl.y}} = \frac{|-606|}{109.1} + \frac{|0|}{0.752} = 5.6 \text{ N/mm}^2$$

  UCspanning = Sigma/fy = 5.6 /235.0 = 0.024

  controle: 0.024 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.40 (het profiel is geschoord).
  M1 = 0.00 , M2 = 0.00 , Ms = 0.00 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
  = 0.40 * (1.0 + (0.58 - 0.2)*(|-606 |/(0.799 *32448 /1.0)) = 0.40
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
  = 0.40 * (1.0 + 0.8*(|-606 |/(0.799 *32448 /1.0)) = 0.41
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(0.40 , 0.41) = 0.40
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.24

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
  = |-606 |/(0.799 *32448 /1.0)+0.40 *|0.0 |/(1.00*184.3 /1.0)
  = 0.023 + 0.000 = 0.023
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
  = |-606 |/(0.799 *32448 /1.0)+0.24 *|0.0 |/(1.00*184.3 /1.0)
  = 0.023 + 0.000 = 0.023

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.023 , 0.023) = 0.023

  controle: 0.023 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie:
- Drukdiagonalen (RHBK20*20*1.5 mm) voldoen qua trek/druk
  bij B.C.2: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (1e kap zuiging)

3.10.4.4 Controle van de trekdiagonalen:

Er wordt vanuit gegaan, dat de trekdiagonalen als zodanig worden toegepast in
de eindkappen en als trek- en drukdiagonalen in eventuele middenkappen.

- Controle op trek (in de eindkappen bij neerwaartse belasting en evt. in de middenkappen
  bij opwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qtdmaxt = 412 N (zie tabel 3.10.4.1)
    (+ = trek in trekdiagonaal)

$$\text{Res.diag.trekkracht: } N_{tdiagt} = \frac{Q_{tdmaxt}+F_{punt}/2}{\sin(\alpha)} = \frac{412 + 0 / 2}{\sin(42.8)} = 606 \text{ N}$$

 - Sterkte: Capaciteit trekdiagonaal: Ftdiagt = 18847 N (zie 4.4)

$$\text{UCsterkte} = \frac{|N_{Ed}|}{F_{tdiagt}} = \frac{606}{18847} = 0.032$$

  - UC-Trek : 0.032 < 1.00, dus trekdiagonaal voldoet.

- Controle op druk (in de eindkappen bij opwaartse belasting en evt. in de middenkappen
  bij neerwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qtdmaxd = 277 N (zie tabel 3.10.4.1)
    (+ = druk in trekdiagonaal)

$$\text{Res. diagonaaldrukkracht: } N_{tdiagd} = \frac{-Q_{tdmaxd}}{\sin(\alpha)} = \frac{-277}{\sin(42.8)} = -408 \text{ N}$$

 - Sterkte: Capaciteit trekdiagonaal: Ftdiagd = 25917 N (zie 4.4)

$$\text{UCsterkte} = \frac{|N_{Ed}|}{F_{tdiagd}} = \frac{408}{25917} = 0.016$$

  - UC-Druk : 0.016 < 1.00, dus trekdiagonaal voldoet.

Conclusie:
- Trekdiagonalen (RHBK20*20*1.5 mm) voldoen qua trek/druk
  bij B.C.2: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (1e kap zuiging)

3.10.4.4 Controle van de (las)verbindingen:

	Drukdiagonaal		Trekdiagonaal	
	Nd = -606 N		Nd = - 408 N	
	Nt = 408 N		Nt = 606 N	
	Fstev = 300 N		Fstev = 445 N	
	Fstlo = 277 N		Fstlo = 412 N	
	Msdt = 0.00 Nm		Msdt = 0.00 Nm	
	Fsdev = 445 N		Fsdev = 300 N	
	bovenrand	onderrand	bovenrand	onderrand
Tau1	2.22 N/mm²	2.22 N/mm²	3.30 N/mm²	3.30 N/mm²
Tau2	3.39 N/mm²	3.39 N/mm²	5.04 N/mm²	5.04 N/mm²
Sgm1	2.22 N/mm²	2.22 N/mm²	3.30 N/mm²	3.30 N/mm²
SgmWst	4.25 N/mm²	4.25 N/mm²	6.31 N/mm²	6.31 N/mm²
UC1	0.02	0.02	0.03	0.03
UC2	0.01	0.01	0.01	0.01
SgmWsd	5.04 N/mm²	5.04 N/mm²	3.39 N/mm²	3.39 N/mm²
UC3	0.02	0.02	0.02	0.02
Nt1	13786 N	13786 N	13786 N	13786 N
knd	1.00	1.00	1.00	1.00
Nd1	13786 N	13786 N	13786 N	13786 N
UCt1	0.03	0.03	0.04	0.04
UCd1	0.04	0.04	0.03	0.03
UClas	0.02	0.02	0.03	0.03
UCdia	0.04	0.04	0.04	0.04
UCgeo	0.97	0.97	0.97	0.97
UClas	0.02		0.03	
UCdia	0.97		0.97	

Conclusie:
- Lassen: UClas = 0.03 <= 1.00 dus: voldoen
- Aansluitingen: UCdia = 0.97 <= 1.00 dus: voldoen

Eindconclusie:
- Aansluiting diagonalen voldoet
  bij B.C.2: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (1e kap zuiging)

3.10.4.5 Controle van de bouten van de spant-kolom-aansluiting:

Controle van de krachten op de bout(en) bij de bovenrand:

Tabel 3.10.4.5.1: Belastingen bij bovenrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,br [N]	Fs,br [N]	Fi,br [N]
4.80	-205	-2701	80	0	40	57
9.60	-465	-2701	-189	0	-94	133
19.20	570	-961	-143	0	-71	101
24.00	-761	-961	-412	1608	-206	1634

Gegevens van de eindplaat bij de bovenrand:
- Aantal bouten bij de bovenrand: nbb = 1
- Momenten-arm bij bovenrand: hbbout = 364 mm
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Normaalkracht: $Ft = \frac{Nt}{2 * nbb} - \frac{M}{hbbout}$ met Ft >= 0 N
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * Q
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,br max = 1634 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbtb max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 1634 N < 33926 N, dus bout bij bovenrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.2: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (1e kap zuiging)

Controle van de krachten op de bout(en) bij de onderrand:

Tabel 3.10.4.5.2: Belastingen bij onderrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,or [N]	Fs,or [N]	Fi,or [N]
4.80	-205	-2701	80	0	40	57
9.60	-465	-2701	-189	0	-94	133
19.20	570	-961	-143	1082	-71	1087
24.00	-761	-961	-412	0	-206	291

Gegevens van de eindplaat bij de onderrand:
- Aantal bouten bij de onderrand: nbo = 1
- Momenten-arm bij onderrand: hobout = 364 mm
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Normaalkracht: $Ft = \frac{Nt}{2 * nbo} + \frac{M}{hobout}$ met Ft >= 0 N
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * Q
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,or max = 1087 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbto max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 1087 N < 33926 N, dus bout bij onderrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.2: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (1e kap zuiging)

3.10.4.5 Controle van de eindplaat op pons:

Bij de boutverbinding van de bovenrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxb = 1.6 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capb = 96 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 1.6 kN < 96 kN, dus eindplaat (ST50*12.0) voldoet
zonder onderlegring bij de bovenste bout
bij B.C.2: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (1e kap zuiging)

Bij de boutverbinding van de onderrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxo = 1.1 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capo = 96 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 1.1 kN < 96 kN, dus eindplaat (ST50*12.0) voldoet
zonder onderlegring bij de onderste bout
bij B.C.2: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (1e kap zuiging)

3.10.4.5 Controle van de eindplaat op buiging:

Tabel 3.10.4.5.4.1: Belastingen van de eindplaat van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Normaal-kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ftrb [N]	Ftro [N]
4.80	-205	-2701	80	0	0
9.60	-465	-2701	-189	0	0
19.20	570	-961	-143	0	943
24.00	-761	-961	-412	1423	0

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de bovenrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftrb = \frac{N + sn*Q}{2} - \frac{M}{ht,eff} \text{ met } Ftrb>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftrb(max) * e = 0.5 * 1423 * 25.0 = 18 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 1667 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 18 Nm < 1667 Nm, dus eindplaat (ST50*12.0) voldoet
bij B.C.2: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (1e kap zuiging)

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de onderrand:
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftro(max) * e = 0.5 * 943 * 25.0 = 12 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 368 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 12 Nm < 368 Nm, dus eindplaat (ST50*12.0) voldoet
bij B.C.2: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (1e kap zuiging)

De lasverbindingen tussen eindplaat met resp. de boven- en onderrand
zijn niet gecontroleerd.

3.10.5 De krachtsverdeling in de 1e rij tralies:

Tabel 3.10.5.1: Momentenlijn, normaal- en dwarskrachtenlijn.

Positie x in [m] begin - eind	Momentenlijn M(x) in [Nm] (+ = U/- =)		Normaal-krachtenlijn N(x) in [N] (+ = trek)		Dwars-krachtenlijn Q(x) in [N] (+ = ~~~___)	
0.00 - 2.40	2346	788	-4868	-4868	-582	-717
2.40 - 4.80	788	-1094	-4868	-4868	-717	-851
24.00 - 26.40	522	30	-383	-383	-138	-272
26.40 - 28.80	30	-786	-383	-383	-272	-407

3.10.5.1 Controle van de stijfheid van de tralie:

De toelaatbare doorbuiging van alle tralieliggers wordt bepaald per tralie:
- uvtoel = 4800 / 250 < 30.0 mm, dus: uvtoel = 19.2 mm

Uit de U-lijn is de maximale doorbuiging:
- doorbuiging umax = -4.55 mm

- Controle van de 1e rij tralies:
  Doorbuiging: |-4.6 | mm < 19.2 mm,   dus: voldoet.
  bij B.C.2: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (1e kap zuiging)

3.10.5.2 Controle van de bovenrand:

3.10.5.2 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de bovenrand:

- De normaalkracht in de bovenrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = -M/0.4000 + N/2   (voor N en M, zie 3.10.5.1)
                   met: Effectieve spanthoogte: 400.0 mm

Tabel 3.10.52: Normaalkrachtenverloop in de bovenrand.

Plaats x in [m]	Normaalkracht in [N] (trek = positief) Spant		Systeem-lengte [mm]
0.00 - 2.40	-8299	-4405	2399
2.40 - 4.80	-4405	300	2401
24.00 - 26.40	-1496	-266	2399
26.40 - 28.80	-266	1772	2401

3.10.5.2 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Tabel 3.10.5.2:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de bovenrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-bepaling begin-eind	Normaalkrachten (trek = positief) [N] "begin"	"einde"	Rand-voor-waar-den	Mouty fact. ß m	Knfct staaf-lengte ß m×ß n	Knik-lengte [mm]	Klasse	Sterkte UC	Stab. UC
0.00- 2.40	-8299	-4405	e-d	0.786	0.695	3333	1	0.14	0.65
2.40- 4.80	-4405	300	d-m	0.792	0.560	2689	1	0.07	0.24
24.00-26.40	-1496	-266	m-d	0.792	0.621	2980	1	0.02	0.10
26.40-28.80	-266	1772	d-e	0.786	0.521	2500	1	0.00	0.01

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (1.93 - 0.2)*(|-8299 |/(0.209 *61470   /1.0)) = 1.90
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-8299 |/(0.209 *61470   /1.0)) = 1.36
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(1.90   , 1.36   ) = 1.36
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.82

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-8299 |/(0.209 *61470   /1.0)+1.36 *|0.0 |/(1.00*834.3 /1.0)
           = 0.646 + 0.000 = 0.646
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-8299 |/(0.814 *61470   /1.0)+0.82 *|0.0 |/(1.00*834.3 /1.0)
           = 0.166 + 0.000 = 0.166

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.646 , 0.166) = 0.646

- controle: 0.65 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.10.5.2 Stabiliteitscontrole in het vlak:

- Nabij de zwevende goten:

  - Maatgevende normaaldrukkracht: Ndmax = -8299   N

  - Kniklengte: lky = 0.80 * lveld = 0.80 * 800 = 640 mm
    (lky > lveld/2, omdat de kortere velden, de langere velden steunen.)
  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (0.55 - 0.2)*(|-8299 |/(0.814 *61470   /1.0)) = 0.95
  Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-8299 |/(0.814 *61470   /1.0)) = 1.02
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.95   , 1.02   ) = 0.95
  Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.57

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-8299 |/(0.814 *61470   /1.0)+0.95 *|0.0 |/(1.00*626.1 /1.0)
           = 0.166 + 0.000 = 0.166
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-8299 |/(0.913 *61470   /1.0)+0.57 *|0.0 |/(1.00*626.1 /1.0)
           = 0.148 + 0.000 = 0.148

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.166 , 0.148) = 0.166

- controle: 0.17 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.10.5.2 Doorsnede-controle van de bovenrand:

           |NEd| |-8299 |
- UCDruk = ----- = --------- = 0.14
           Nc.Rd   61470

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 1772   N

           |NEd| | 1772 |
- UCTrek = ----- = --------- = 0.03
           Nc.Rd   61470

Trek is maatgevend.

- Controle: 0.14 < 1.00, dus de treksterkte voldoet.

Conclusie:
- Bovenrand (RHBK50*30*1.5) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.2: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (1e kap zuiging)

3.10.5.3 Controle van de onderrand:

3.10.5.3 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de onderrand:
(voor de achterliggende theorie wordt verwezen naar hoofdstuk 4)

Tabel 3.10.53: Normaalkrachtenverloop in de onderrand.
- De normaalkracht in de onderrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = M/0.4000 + N/2 (voor N en M, zie 3.10.5.1)
    met: Effectieve spanthoogte: 400.0 mm

Tabel 3.10.53: Normaalkrachtenverloop in de onderrand.

Plaats x in [m]	Normaalkracht in [N] (trek = positief) Spant		Systeem-lengte [mm]
0.00 - 2.40	3432	-463	2399
2.40 - 4.80	-463	-5168	2401
24.00 - 26.40	1112	-117	2399
26.40 - 28.80	-117	-2156	2401

3.10.5.3 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Tabel 3.10.5.3:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de onderrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-bepaling begin-eind	Normaalkrachten (trek = positief) [N] "begin"	"einde"	Rand-voor-waar- den	Mouty fact. ß m	Knfct staaf-lengte ß m×ß n	Knik-lengte /PlPerc [mm]	Klasse	Sterkte UC	Stab. UC
0.00- 2.40	3432	-463	e-d	0.792	0.524	2517	1	0.01	0.02
2.40- 4.80	-463	-5168	d-m	0.797	0.604	2900	1	0.08	0.32
24.00-26.40	1112	-117	m-d	0.797	0.528	2533	1	0.00	0.01
26.40-28.80	-117	-2156	d-e	0.792	0.591	2840	1	0.04	0.13

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
  = 0.90 * (1.0 + (1.68 - 0.2)*(|-5168 |/(0.264 *61470 /1.0)) = 1.32
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
  = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-5168 |/(0.264 *61470 /1.0)) = 1.13
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(1.32 , 1.13) = 1.13
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.68

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
  = |-5168 |/(0.264 *61470 /1.0)+1.13 *|0.0 |/(1.00*834.3 /1.0)
  = 0.319 + 0.000 = 0.319
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
  = |-5168 |/(0.731 *61470 /1.0)+0.68 *|0.0 |/(1.00*834.3 /1.0)
  = 0.115 + 0.000 = 0.115

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.319 , 0.115) = 0.319

- controle: 0.32 < 0.95, dus de stabiliteit voldoet.

3.10.5.3 Stabiliteitscontrole in het vlak (nabij de kolom-aansluitingen):

- Maatgevend: Ndmax = N + |Q|/tan(alfa) = -5168 + |-851 |/tan(42.8) = -4248 N
  (N.B.: 1e drukdiagonaal reduceert de normaaldrukkracht in de onderrand)

- Kniklengte: lky = 1.00*lveld = 1.00 * 800 = 800 mm

  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.40 (het profiel is geschoord).
  M1 = 0.00 , M2 = 0.00 , Ms = 0.00 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
       = 0.40 * (1.0 + (0.69 - 0.2)*(|-4248 |/(0.731 *61470 /1.0)) = 0.42
  Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
       = 0.40 * (1.0 + 0.8*(|-4248 |/(0.731 *61470 /1.0)) = 0.43
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.42 , 0.43) = 0.42
  Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.25

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-4248 |/(0.731 *61470 /1.0)+0.42 *|0.0 |/(1.00*626.1 /1.0)
           = 0.094 + 0.000 = 0.094
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-4248 |/(0.864 *61470 /1.0)+0.25 *|0.0 |/(1.00*626.1 /1.0)
           = 0.080 + 0.000 = 0.080

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.094 , 0.080) = 0.094

- controle: 0.09 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.10.5.3 Doorsnede-controle van de onderrand:

          |NEd| |-5168 |
- UCDruk = ----- = --------- = 0.08
          Nc.Rd   61470

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 3432   N

          |NEd| | 3432 |
- UCTrek = ----- = --------- = 0.06
          Nc.Rd   61470

Druk is maatgevend.

- Controle: 0.08 < 1.00, dus de druksterkte voldoet.

Conclusie:
- Onderrand (RHBK50*30*1.5) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.2: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (1e kap zuiging)

3.10.5.4 Controle van de diagonalen:

3.10.5.4 Controle van de drukdiagonalen:

Gezien de toepassing spitst de controle van de drukdiagonalen zich toe
op de eindkappen van de tralies, d.w.z. tussen kopplaat en 1e zwevende goten.

- Controle op druk (bij neerwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qddmaxd = -851 N (zie tabel 3.10.5.1)
    (+ = druk in drukdiagonaal)
    Extra dwarskracht i.v.m. mogelijke positie transportlast in eerste
    diagonaalveld in plaats van het midden van de overspanning.
    Vert.puntlast: Fpunt = 0.00 * max(1250, 1000) + 0.00 * 0 = 0 N

$$\text{Res.diag.drukkracht: } N_{ddiagd} = \frac{Q_{ddmaxd} - F_{punt}/2}{\sin(\alpha)} = \frac{-851 - 0/2}{\sin(42.8)} = -1253 \text{ N}$$

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$\text{UCsterkte} = \frac{|N_{Ed}|}{N_{c.Rd}} = \frac{|1055|}{32448} = 0.056$$

  controle: 0.056 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
  Profiel alleen op trek belast, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie:
- Drukdiagonalen (RHBK20*20*1.5 mm) voldoen qua trek/druk
  bij B.C.2: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (1e kap zuiging)

3.10.5.4 Controle van de trekdiagonalen:

Er wordt vanuit gegaan, dat de trekdiagonalen als zodanig worden toegepast in
de eindkappen en als trek- en drukdiagonalen in eventuele middenkappen.

- Controle op trek (in de eindkappen bij neerwaartse belasting en evt. in de middenkappen
  bij opwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qtdmaxt = 851 N (zie tabel 3.10.5.1)
    (+ = trek in trekdiagonaal)

$$\text{Res.diag.trekkracht: } N_{tdiagt} = \frac{Q_{tdmaxt}+F_{punt}/2}{\sin(\alpha)} = \frac{851 + 0/2}{\sin(42.8)} = 1253 \text{ N}$$

 - Sterkte: Capaciteit trekdiagonaal: Ftdiagt = 18847 N (zie 4.4)

$$\text{UCsterkte} = \frac{|N_{Ed}|}{F_{tdiagt}} = \frac{|1253|}{18847} = 0.067$$

  - UC-Trek : 0.067 < 1.00, dus trekdiagonaal voldoet.

- Controle op druk (in de eindkappen bij opwaartse belasting en evt. in de middenkappen
  bij neerwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qtdmaxd = 717 N (zie tabel 3.10.5.1)
    (+ = druk in trekdiagonaal)

$$\text{Res. diagonaaldrukkracht: } N_{tdiagd} = \frac{-Q_{tdmaxd}}{\sin(\alpha)} = \frac{-717}{\sin(42.8)} = -1055 \text{ N}$$

 - Sterkte: Capaciteit trekdiagonaal: Ftdiagd = 25917 N (zie 4.4)

$$\text{UCsterkte} = \frac{|N_{Ed}|}{F_{tdiagd}} = \frac{|1055|}{25917} = 0.041$$

  - UC-Druk : 0.041 < 1.00, dus trekdiagonaal voldoet.

Conclusie:
- Trekdiagonalen (RHBK20*20*1.5 mm) voldoen qua trek/druk
  bij B.C.2: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (1e kap zuiging)

3.10.5.4 Controle van de (las)verbindingen:

	Drukdiagonaal		Trekdiagonaal	
	Nd = -1253 N Nt = 1055 N Fstev = 775 N Fstlo = 717 N Msdt = 0.00 Nm Fsdev = 920 N		Nd = - 1055 N Nt = 1253 N Fstev = 920 N Fstlo = 851 N Msdt = 0.00 Nm Fsdev = 775 N	
	bovenrand	onderrand	bovenrand	onderrand
Tau1	5.73 N/mm²	5.73 N/mm²	6.81 N/mm²	6.81 N/mm²
Tau2	8.77 N/mm²	8.77 N/mm²	10.41 N/mm²	10.41 N/mm²
Sgm1	5.73 N/mm²	5.73 N/mm²	6.81 N/mm²	6.81 N/mm²
SgmWst	10.99 N/mm²	10.99 N/mm²	13.05 N/mm²	13.05 N/mm²
UC1	0.05	0.05	0.06	0.06
UC2	0.02	0.02	0.02	0.02
SgmWsd	10.41 N/mm²	10.41 N/mm²	8.77 N/mm²	8.77 N/mm²
UC3	0.05	0.05	0.04	0.04
Nt1	13786 N	13786 N	13786 N	13786 N
knd	1.00	1.00	1.00	1.00
Nd1	13786 N	13786 N	13786 N	13786 N
UCt1	0.08	0.08	0.09	0.09
UCd1	0.09	0.09	0.08	0.08
UClas	0.05	0.05	0.06	0.06
UCdia	0.09	0.09	0.09	0.09
UCgeo	0.97	0.97	0.97	0.97
UClas	0.05		0.06	
UCdia	0.97		0.97	

Conclusie:
- Lassen: UClas = 0.06 <= 1.00 dus: voldoen
- Aansluitingen: UCdia = 0.97 <= 1.00 dus: voldoen

Eindconclusie:
- Aansluiting diagonalen voldoet
  bij B.C.2: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (1e kap zuiging)

3.10.5.5 Controle van de bouten van de spant-kolom-aansluiting:

Controle van de krachten op de bout(en) bij de bovenrand:

Tabel 3.10.5.5.1: Belastingen bij bovenrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,br [N]	Fs,br [N]	Fi,br [N]
0.00	2346	-4868	-582	0	-291	412
4.80	-1094	-4868	-851	567	-426	827
24.00	522	-383	-138	0	-69	97
28.80	-786	-383	-407	1964	-203	1985

Gegevens van de eindplaat bij de bovenrand:
- Aantal bouten bij de bovenrand: nbb = 1
- Momenten-arm bij bovenrand: hbbout = 364 mm
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Normaalkracht: $Ft = \frac{Nt}{2 * nbb} - \frac{M}{hbbout}$ met Ft >= 0 N
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * Q
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,br max = 1985 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbtb max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 1985 N < 33926 N, dus bout bij bovenrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.2: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (1e kap zuiging)

Controle van de krachten op de bout(en) bij de onderrand:

Tabel 3.10.5.5.2: Belastingen bij onderrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,or [N]	Fs,or [N]	Fi,or [N]
0.00	2346	-4868	-582	4004	-291	4025
4.80	-1094	-4868	-851	0	-426	602
24.00	522	-383	-138	1239	-69	1243
28.80	-786	-383	-407	0	-203	288

Gegevens van de eindplaat bij de onderrand:
- Aantal bouten bij de onderrand: nbo = 1
- Momenten-arm bij onderrand: hobout = 364 mm
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Normaalkracht: $Ft = \frac{Nt}{2 * nbo} + \frac{M}{hobout}$ met Ft >= 0 N
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * Q
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,or max = 4025 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbto max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 4025 N < 33926 N, dus bout bij onderrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.2: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (1e kap zuiging)

3.10.5.5 Controle van de eindplaat op pons:

Bij de boutverbinding van de bovenrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxb = 2.0 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capb = 96 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 2.0 kN < 96 kN, dus eindplaat (ST50*12.0) voldoet
zonder onderlegring bij de bovenste bout
bij B.C.2: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (1e kap zuiging)

Bij de boutverbinding van de onderrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxo = 4.0 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capo = 96 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 4.0 kN < 96 kN, dus eindplaat (ST50*12.0) voldoet
zonder onderlegring bij de onderste bout
bij B.C.2: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (1e kap zuiging)

3.10.5.5 Controle van de eindplaat op buiging:

Tabel 3.10.5.5.4.1: Belastingen van de eindplaat van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Normaal-kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ftrb [N]	Ftro [N]
0.00	2346	-4868	-582	0	3432
4.80	-1094	-4868	-851	300	0
24.00	522	-383	-138	0	1112
28.80	-786	-383	-407	1772	0

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de bovenrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftrb = \frac{N + sn*Q}{2} - \frac{M}{ht,eff} \text{ met } Ftrb>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftrb(max) * e = 0.5 * 1772 * 25.0 = 22 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 1667 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 22 Nm < 1667 Nm, dus eindplaat (ST50*12.0) voldoet
bij B.C.2: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (1e kap zuiging)

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de onderrand:
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftro(max) * e = 0.5 * 3432 * 25.0 = 43 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 368 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 43 Nm < 368 Nm, dus eindplaat (ST50*12.0) voldoet
bij B.C.2: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (1e kap zuiging)

De lasverbindingen tussen eindplaat met resp. de boven- en onderrand
zijn niet gecontroleerd.

Toetsing van de bepalende doorsnede (lkx= 4000 mm, lky= 4000 mm):

Toetsing van de bepalende doorsnede (lkx= 8266 mm, lky= 4950 mm):

Toetsing van de bepalende doorsnede (lkx= 7072 mm, lky= 4000 mm):

c) Berekening van de toelaatbare horizontale verplaatsing in :

- Rekening houdend met de glasbreedten :
  - reductiefactor gevel: r1 = 800 / bkg < 2.0;
    800 / 800 = 1.00, dus r1 = 1.00
  - reductiefactor dek : r2 = 1125 / bd < 2.0;
    1125 / 1125 = 1.00, dus r2 = 1.00
  - ugevel = h / 100 * r1 < 50.0 mm;
    4000 / 100 * 1.00 = 40.0 mm, dus ugevel = 64.5 mm
  - udek = 1/200 * v * r2 < 50.0 mm
    1/200 * 4000 * 1.00 = 30.0 mm, dus udek = 68.9 mm
  - utoel-b = ugevel + udek = 64.5 + 68.9 = 64.5 mm
  - utoel = utoel-a < umax; MIN(110.0, 80.0) = 220.0 mm

3.11 B.C.3: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht

3.11.1 Berekening van de belastingen per tralie:

a) Belastingen in gebruikstoestand:
- Permanente belastingen:
  - Eigen gewicht dek : (1.00 * 35) = 35 N/m²
  - Eigen gewicht van de goot: (1.00 * 30)* 4.00 = 120 N
  - E.G. 1e rij tralies : (1.00 * 56.1) = 56.1 N/m
  - E.G. 2e rij tralies : (1.00 * 56.1) = 56.1 N/m
  - E.G. tralies middenvelden: (1.00 * 56.1) = 56.1 N/m
- Variabele belastingen:
  - Vert. puntlast: 0.00*max(1250,1000)+0.00*0 = 0 N
  - Windbelasting : (1.00 * 335 * 0.99) = 331 N/m²
    (fCdim = Cdim;lr*Cdim;par/Cdim = 0.83 *0.85 /0.72 = 0.99)

b) Belastingen in rekentoestand:
- Permanente belastingen:
  - Eigen gewicht dek : (1.00 * 35) = 35 N/m²
  - Eigen gewicht van de goot: (1.00 * 30)* 4.00 = 120 N
  - E.G. 1e rij tralies : (1.00 * 56.1) = 56.1 N/m
  - E.G. 2e rij tralies : (1.00 * 56.1) = 56.1 N/m
  - E.G. tralies middenvelden: (1.00 * 56.1) = 56.1 N/m
- Variabele belastingen:
  - Vert. puntlast: 0.00*max(1250,1000)+0.00*0 = 0 N
  - Windbelasting : (1.27 * 335) = 428 N/m²

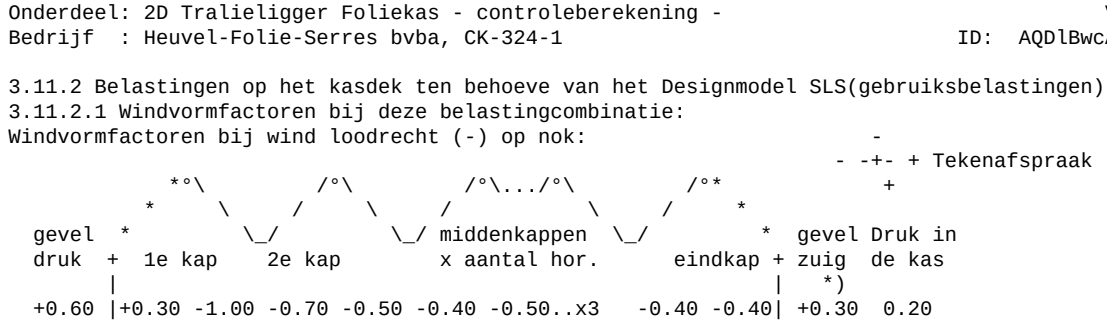
c) Bij het bepalen van de knoopcoordinaten is rekening gehouden met
de initiële scheefstand van de kolommen:
- Scheefstand psi = 1/265 (zie EN 1993-1-1)

d) Rekenvoorbeeld van de belastingen op knooppunten op de volgende plaatsen:
Knoop k = "effectieve" spanthoogte van de eerste kolom
Knoop * = zwevende goot 1e rij tralies
Knoop * = middenkolom

- Horizontale belasting:
  Fk,hor = (4.000 - 0.5*3.705) * (428 *(+0.60-(0.20))) * 4.00 = 1477 N

- Verticale belasting:
  Fvg = eigen gewicht goot = (1.00 * 30)* 4.00 = 120 N
  Fk,vert = -0.5 * Fvg
  F*,vert t.p.v. een goot = Fvg

3.11.2 Belastingen op het kasdek ten behoeve van het Designmodel SLS(gebruiksbelastingen):
3.11.2.1 Windvormfactoren bij deze belastingcombinatie:
Windvormfactoren bij wind loodrecht (-) op nok:



3.11.2.2 Belastingfactoren bij deze belastingcombinatie:

Belastingfactoren	gebruikstoestand	rekentoestand
Eigen gewicht	1.00	1.00
Installaties	0.00	0.00
Sneeuw	0.00	0.00
Wind	1.00	1.27
gewas	0.00	0.00

3.11.2.3 Gesommeerde belastingen op de omhulling van de kas per vakmaat:
Belastingen gebruikstoestand SLS per vakmaat (4.000 m):

Tralie	neerwaarts qtral = fi*qinstall + fp*qtral + fg*qgewas		
	= 0.00*280.0 + 1.00*56.1 + 0.00*0.0	qtral =	56.1 N/m
Goot	zijgevel Fgt.s = fp*qgoot.s = 1.00*60.0	Fgt.s =	60 N
	middengoot Fgt.m = fp*qgoot.m = 1.00*120.0	Fgt.m =	120 N
Kasdek	evenwijdig qdek.E = [fp*qdek + fs*qsneew]*sin(dek)		
	= [1.00*126.9 + 0.00*0.0]*sin(25.0)	qdek.E =	53.6 N/m
	loodrecht qdek.L = [fp*qdek + fs*qsneew]*cos(dek)		
	= [1.00*126.9 + 0.00*0.0]*cos(25.0)	qdek.L =	115.0 N/m
	+ wind per kaphelft = qdek.L + fw*qwinds*(cpe-cpi)		
	- 1e kaphelft = 115.0 + 1.00*1341.5*(+0.30-0.20)	qdek.L1 =	249.1 N/m
	- 2e kaphelft = 115.0 + 1.00*1341.5*(-1.00-0.20)	qdek.L2 =	-1494.8 N/m
	- 3e kaphelft = 115.0 + 1.00*1341.5*(-0.70-0.20)	qdek.L3 =	-1092.3 N/m
	- 4e kaphelft = 115.0 + 1.00*1341.5*(-0.50-0.20)	qdek.L4 =	-824.0 N/m
	- Middenkap links = 115.0 + 1.00*1341.5*(-0.40-0.20)	qdek.Lm1 =	-689.9 N/m
	- Middenkap rechts = 115.0 + 1.00*1341.5*(-0.50-0.20)	qdek.Lm2 =	-824.0 N/m
	- Eindkap links = 115.0 + 1.00*1341.5*(-0.40-0.20)	qdek.Le1 =	-689.9 N/m
	- Eindkap Rechts = 115.0 + 1.00*1341.5*(-0.40-0.20)	qdek.Le2 =	-689.9 N/m
	+ windwrijving nok = Cfr,1*fi*qwind*hkap*vakmaat		
	- middenkap FhwCpf = 0.00*1.00*335.4 *1.12*4.0	FhwCpf =	0 N
Zijgevel	windzijde FhwF.gt = fw*Fhw.gt*(cp1-cpi)		
	goothoogte = 1.00*2896.5*(0.6 -0.2)	Fhw.gt =	1159 N
	windzijde FhwF.fh = fw*Fhw.fh*(cp1-cpi)		
	fundatiehoogte = 1.00*2469.3*(0.6 -0.2)	Fhw.fh =	988 N
Zijgevel	loefzijde FhwL.gt = fw*Fhw.gt*(cp1+cpi)		
	goothoogte = 1.00*2896.5*(0.3 +0.2)	Fhw.gt =	1448 N
	loefzijde FhwL.fh = fw*Fhw.fh*(cp1+cpi)		
	fundatiehoogte = 1.00*2469.3*(0.3 +0.2)	Fhw.fh =	1235 N

Belastingen rekentoestand ULS per vakmaat (4.000 m):

Tralie	neerwaarts	qtral = fi*qinstall + fp*qtral + fg*qgewas	
		= 0.00*280.0 + 1.00*56.1 + 0.00*0.0	qtral = 56.1 N/m
Goot	zijgevel	Fgt.s = fp*qgoot.s = 1.00*60.0	Fgt.s = 60 N
	middengoot	Fgt.m = fp*qgoot.m = 1.00*120.0	Fgt.m = 120 N
Kasdek	evenwijdig	qdek.E = [fp*qdek + fs*qsneew]*sin(dek)	
		= [1.00*126.9 + 0.00*0.0]*sin(25.0)	qdek.E = 53.6 N/m
	loodrecht	qdek.L = [fp*qdek + fs*qsneew]*cos(dek)	
		= [1.00*126.9 + 0.00*0.0]*cos(25.0)	qdek.L = 115.0 N/m
	+ wind per kaphelft	= qdek.L + fw*qwinds*(cpe-cpi)	
	- 1e kaphelft	= 115.0 + 1.27*1341.5*(+0.30-0.20)	qdek.L1 = 286.0 N/m
	- 2e kaphelft	= 115.0 + 1.27*1341.5*(-1.00-0.20)	qdek.L2 = -1937.4 N/m
	- 3e kaphelft	= 115.0 + 1.27*1341.5*(-0.70-0.20)	qdek.L3 = -1424.3 N/m
	- 4e kaphelft	= 115.0 + 1.27*1341.5*(-0.50-0.20)	qdek.L4 = -1082.3 N/m
	- Middenkap links	= 115.0 + 1.27*1341.5*(-0.40-0.20)	qdek.Lm1 = -911.2 N/m
	- Middenkap rechts	= 115.0 + 1.27*1341.5*(-0.50-0.20)	qdek.Lm2 = -1082.3 N/m
	- Eindkap links	= 115.0 + 1.27*1341.5*(-0.40-0.20)	qdek.Le1 = -911.2 N/m
	- Eindkap Rechts	= 115.0 + 1.27*1341.5*(-0.40-0.20)	qdek.Le2 = -911.2 N/m
	+ windwrijving nok	= Cfr,1*fi*qwind*hkap*vakmaat	
	- middenkap FhwCpf	= 0.00*1.27*335.4 *1.12*4.0	FhwCpf = 0 N
Zijgevel	windzijde FhwF.gt	= fw*Fhw.gt*(cp1-cpi)	
	goothoogte	= 1.27*2896.5*(0.6 -0.2)	Fhw.gt = 1477 N
	windzijde FhwF.fh	= fw*Fhw.fh*(cp1-cpi)	
	fundatiehoogte	= 1.27*2469.3*(0.6 -0.2)	Fhw.fh = 1259 N
Zijgevel	loefzijde FhwL.gt	= fw*Fhw.gt*(cp1+cpi)	
	goothoogte	= 1.27*2896.5*(0.3 +0.2)	Fhw.gt = 1847 N
	loefzijde FhwL.fh	= fw*Fhw.fh*(cp1+cpi)	
	fundatiehoogte	= 1.27*2469.3*(0.3 +0.2)	Fhw.fh = 1574 N

Tabel 3.11.2.4: Knoopbelastingen, oplegreacties en knoopverplaatsingen:

			Knoopbelastingen Rekentoestand		Oplegreacties		Knoopverplaatsingen gebruikstoestand		
nr.	X-as [mm]	Y-as [mm]	X-as [N]	Y-as [N]	X-as [N]	Y-as [N]	X-verpl [mm]	Y-verpl [mm]	U_lijn [mm]
	Horiz.	Vert.	Horiz.	Vert.	Horiz.	Vert.	Horiz.	Vert.	
1	-0.013	0.000	1259	0	-2088	-1756			0.000
2	-0.007	1.852							0.000
3	-0.001	3.505							0.000
6	0.000	4.000	0	-60					0.000
7	2.400	5.119							0.000
4	0.000	3.705	1477	0			30.31	-0.08	0.000
8	0.399	3.705					30.30	-0.31	0.229
9	2.399	3.705					30.25	-0.41	0.350
10	4.399	3.705					30.20	-0.01	-0.024
11	4.787	0.000			-880	-5008			0.000
12	4.793	1.852							0.000
13	4.799	3.505							0.000
16	4.800	4.000	0	-120					0.000
17	7.200	5.119							0.000
14	4.800	3.705					30.18	-0.03	0.000
18	5.199	3.705					30.17	-0.07	0.040
19	7.199	3.705					30.10	-0.02	-0.009
20	9.199	3.705					30.03	0.02	-0.054
21	9.587	0.000			-870	-4729			0.000
22	9.593	1.852							0.000
23	9.599	3.505							0.000
26	9.600	4.000	0	-120					0.000
27	12.000	5.119							0.000
24	9.600	3.705					30.02	-0.04	0.000
28	9.999	3.705					30.01	-0.09	0.055
29	11.999	3.705					29.96	-0.05	0.012
30	13.999	3.705					29.91	0.02	-0.057
31	14.387	0.000			-864	-4304			0.000
32	14.393	1.852							0.000
33	14.399	3.505							0.000
36	14.400	4.000	0	-120					0.000
37	16.800	5.119							0.000
34	14.400	3.705					29.90	-0.04	0.000
38	14.799	3.705					29.90	-0.10	0.060
39	16.799	3.705					29.86	-0.06	0.016
40	18.799	3.705					29.82	0.02	-0.059
41	19.187	0.000			-861	-4222			0.000
42	19.193	1.852							0.000
43	19.199	3.505							0.000
46	19.200	4.000	0	-120					0.000
47	21.600	5.119							0.000
44	19.200	3.705					29.82	-0.04	0.000
48	19.599	3.705					29.81	-0.11	0.064
49	21.599	3.705					29.79	-0.09	0.050
50	23.599	3.705					29.76	0.00	-0.042
51	23.987	0.000			-863	-4299			0.000
52	23.993	1.852							0.000
53	23.999	3.505							0.000
56	24.000	4.000	0	-120					0.000
57	26.400	5.119							0.000
54	24.000	3.705					29.76	-0.04	0.000
58	24.399	3.705					29.75	-0.08	0.039
59	26.399	3.705					29.74	0.03	-0.090
60	28.399	3.705					29.73	0.02	-0.103
61	28.787	0.000	1574	0	-2411	-1334			0.000
62	28.793	1.852							0.000
63	28.799	3.505							0.000
64	28.800	3.705	1847	0					0.000
65	28.801	3.905							
66	28.800	4.000	0	-60			29.73	-0.09	

Tabel 3.11.2.5: Staafbelastingen, momenten, normaal- en dwarskrachten

Staaf nr.	Profiel	X-as [N/m] Horizontaal	Y-as [N/m] Verticaal	B E G I N Normaal [N]	B E G I N Dwarskr [N]	B E G I N Moment [Nm]	E I N D Normaal [N]	E I N D Dwarskr [N]	E I N D Moment [Nm]
1	RHBK100*50*3.0			1759	823	-841	1759	823	684
2	RHBK100*50*3.0			1760	822	684	1760	822	2043
3	RHBK100*50*3.0			1759	823	2043	1759	823	2208
4	RHBK100*50*3.0			827	2808	-829	827	2808	-268
5	RHBK100*50*3.0			798	2816	-268	798	2816	-0
6	Roede dek	-53.6	-286.0	2918	392	0	3060	-365	36
7	Roede dek	53.6	1937.4	1687	-2579	36	1545	2552	0
8	1e tralie	0.0	-56.1	-3459	-939	3037	-3459	-961	2658
9	1e tralie	0.0	-56.1	-3459	-961	2658	-3459	-1073	623
10	1e tralie	0.0	-56.1	-3459	-1073	623	-3459	-1185	-1635
11	1e tralie	0.0	-56.1	-3459	-1185	-1635	-3459	-1208	-2115
12	RHBK100*50*3.0			5010	863	-857	5010	863	742
13	RHBK100*50*3.0			5011	860	742	5011	860	2164
14	RHBK100*50*3.0			5010	863	2164	5010	863	2336
15	RHBK100*50*3.0			5961	1912	-570	5961	1912	-188
16	RHBK100*50*3.0			5940	1974	-188	5940	1974	-0
17	Roede dek	-53.6	1424.3	3357	-1865	0	3499	1907	56
18	Roede dek	53.6	1082.3	3710	-1454	56	3568	1412	0
19	2e tralie	0.0	-56.1	-4511	-261	791	-4511	-284	683
20	2e tralie	0.0	-56.1	-4511	-284	683	-4511	-396	3
21	2e tralie	0.0	-56.1	-4511	-396	3	-4511	-508	-900
22	2e tralie	0.0	-56.1	-4511	-508	-900	-4511	-530	-1108
23	RHBK100*50*3.0			4732	854	-850	4732	854	733
24	RHBK100*50*3.0			4733	851	733	4733	851	2139
25	RHBK100*50*3.0			4732	854	2139	4732	854	2310
26	RHBK100*50*3.0			4917	-638	183	4917	-638	56
27	RHBK100*50*3.0			4923	-587	56	4923	-587	0
28	Roede dek	-53.6	911.2	2778	-1189	0	2920	1224	46
29	Roede dek	53.6	1082.3	2814	-1450	46	2672	1416	0
30	middentralie	0.0	-56.1	-3019	-340	1019	-3019	-363	878
31	middentralie	0.0	-56.1	-3019	-363	878	-3019	-475	41
32	middentralie	0.0	-56.1	-3019	-475	41	-3019	-587	-1021
33	middentralie	0.0	-56.1	-3019	-587	-1021	-3019	-609	-1261
34	RHBK100*50*3.0			4307	850	-846	4307	850	728
35	RHBK100*50*3.0			4307	847	728	4307	847	2128
36	RHBK100*50*3.0			4307	850	2128	4307	850	2298
37	RHBK100*50*3.0			4545	176	-56	4545	176	-21
38	RHBK100*50*3.0			4543	223	-21	4543	223	0
39	Roede dek	-53.6	911.2	2778	-1189	0	2920	1224	46
40	Roede dek	53.6	1082.3	2814	-1450	46	2672	1416	0
41	middentralie	0.0	-56.1	-2346	-369	1094	-2346	-391	942
42	middentralie	0.0	-56.1	-2346	-391	942	-2346	-503	47
43	middentralie	0.0	-56.1	-2346	-503	47	-2346	-615	-1072
44	middentralie	0.0	-56.1	-2346	-615	-1072	-2346	-638	-1323
45	RHBK100*50*3.0			4224	847	-843	4224	847	725
46	RHBK100*50*3.0			4225	844	725	4225	844	2120
47	RHBK100*50*3.0			4224	847	2120	4224	847	2289
48	RHBK100*50*3.0			4545	176	-56	4545	176	-21
49	RHBK100*50*3.0			4543	223	-21	4543	223	-0
50	Roede dek	-53.6	911.2	2778	-1189	0	2920	1224	46
51	Roede dek	53.6	1082.3	2814	-1450	46	2672	1416	0
52	2e tralie	0.0	-56.1	-1677	-315	1023	-1677	-338	893
53	2e tralie	0.0	-56.1	-1677	-338	893	-1677	-450	105
54	2e tralie	0.0	-56.1	-1677	-450	105	-1677	-562	-906
55	2e tralie	0.0	-56.1	-1677	-562	-906	-1677	-584	-1136
56	RHBK100*50*3.0			4301	849	-843	4301	849	729
57	RHBK100*50*3.0			4302	846	729	4302	846	2127
58	RHBK100*50*3.0			4301	849	2127	4301	849	2297
59	RHBK100*50*3.0			4419	-94	23	4419	-94	5
60	RHBK100*50*3.0			4420	-49	5	4420	-49	0
61	Roede dek	-53.6	911.2	2479	-1191	0	2621	1222	42
62	Roede dek	53.6	911.2	2621	-1222	42	2479	1191	0
63	1e tralie	0.0	-56.1	-735	-463	1137	-735	-486	948
64	1e tralie	0.0	-56.1	-735	-486	948	-735	-598	-136
65	1e tralie	0.0	-56.1	-735	-598	-136	-735	-710	-1444
66	1e tralie	0.0	-56.1	-735	-710	-1444	-735	-733	-1734
67	RHBK100*50*3.0			1337	833	-836	1337	833	707
68	RHBK100*50*3.0			1338	832	707	1338	832	2082

69	RHBK100*50*3.0	1337	833	2082	1337	833	2248	
70	RHBK100*50*3.0	2061	-1751	514	2061	-1751	164	
71	RHBK100*50*3.0	2079	-1729	164	2079	-1729	-0	

3.11.3 De krachtsverdeling in de tralies van de middenvelden:

Tabel 3.11.3.1: Momentenlijn, normaal- en dwarskrachtenlijn.

Positie	Momentenlijn	Normaal-krachtenlijn		Dwars-krachtenlijn	
x in [m]	M(x) in [Nm]	N(x) in [N]		Q(x) in [N]	
begin - eind	(+ = U/- =)	(+ = trek)		(+ = ~~~___)	
9.60 - 12.00	1019	41	-3019	-3019	-340	-475
12.00 - 14.40	41	-1261	-3019	-3019	-475	-609
14.40 - 16.80	1094	47	-2346	-2346	-369	-503
16.80 - 19.20	47	-1323	-2346	-2346	-503	-638

3.11.3.1 Controle van de stijfheid van de tralie:

De toelaatbare doorbuiging van alle tralieliggers wordt bepaald per tralie:
- uvtoel = 4800 / 250 < 30.0 mm, dus: uvtoel = 19.2 mm

Uit de U-lijn is de maximale doorbuiging:
- doorbuiging umax = -4.94 mm

- Controle van de tralies van de middenvelden:
  Doorbuiging: |-4.9 | mm < 19.2 mm, dus: voldoet.
  bij B.C.3: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht

3.11.3.2 Controle van de bovenrand:

3.11.3.2 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de bovenrand:

- De normaalkracht in de bovenrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = -M/0.4000 + N/2 (voor N en M, zie 3.11.3.1)
    met: Effectieve spanthoogte: 400.0 mm

Tabel 3.11.32: Normaalkrachtenverloop in de bovenrand.

Plaats	Normaalkracht in [N] (trek = positief)		Systeem-lengte
x in [m]	Spant		[mm]
9.60 - 12.00	-4056	-1611	2399
12.00 - 14.40	-1611	1643	2401
14.40 - 16.80	-3907	-1291	2399
16.80 - 19.20	-1291	2134	2401

3.11.3.2 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Tabel 3.11.3.2:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de bovenrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-bepaling begin-eind	Normaalkrachten (trek = positief) [N] "begin"	"einde"	Rand-voor-waar-den	Mouty fact. ß m	Knfct staaf-lengte ß m×ß n	Knik-lengte [mm]	Klasse	Sterkte UC	Stab. UC
9.60-12.00	-4056	-1611	m-d	0.792	0.671	3219	1	0.07	0.30
12.00-14.40	-1611	1643	d-m	0.792	0.524	2517	1	0.03	0.08
14.40-16.80	-3907	-1291	m-d	0.792	0.656	3148	1	0.06	0.28
16.80-19.20	-1291	2134	d-m	0.792	0.524	2517	1	0.02	0.06

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (1.86 - 0.2)*(|-4056 |/(0.222 *61470   /1.0)) = 1.34
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-4056 |/(0.222 *61470   /1.0)) = 1.11
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(1.34   , 1.11   ) = 1.11
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.67

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-4056 |/(0.222 *61470   /1.0)+1.11 *|0.0 |/(1.00*834.3 /1.0)
           = 0.297 + 0.000 = 0.297
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-4056 |/(0.814 *61470   /1.0)+0.67 *|0.0 |/(1.00*834.3 /1.0)
           = 0.081 + 0.000 = 0.081

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.297 , 0.081) = 0.297

- controle: 0.30 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.11.3.2 Stabiliteitscontrole in het vlak:

- Nabij de zwevende goten:

  - Maatgevende normaaldrukkracht: Ndmax = -4056   N

  - Kniklengte: lky = 0.80 * lveld = 0.80 * 800 = 640 mm
    (lky > lveld/2, omdat de kortere velden, de langere velden steunen.)
  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (0.55 - 0.2)*(|-4056 |/(0.814 *61470   /1.0)) = 0.93
  Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-4056 |/(0.814 *61470   /1.0)) = 0.96
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.93   , 0.96   ) = 0.93
  Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.56

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-4056 |/(0.814 *61470   /1.0)+0.93 *|0.0 |/(1.00*626.1 /1.0)
           = 0.081 + 0.000 = 0.081
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-4056 |/(0.913 *61470   /1.0)+0.56 *|0.0 |/(1.00*626.1 /1.0)
           = 0.072 + 0.000 = 0.072

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.081 , 0.072) = 0.081

- controle: 0.08 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.11.3.2 Doorsnede-controle van de bovenrand:

           |NEd| |-4056 |
- UCDruk = ----- = --------- = 0.07
           Nc.Rd   61470

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 2134   N

           |NEd| | 2134 |
- UCTrek = ----- = --------- = 0.03
           Nc.Rd   61470

Trek is maatgevend.

- Controle: 0.07 < 1.00, dus de treksterkte voldoet.

Conclusie:
- Bovenrand (RHBK50*30*1.5) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.3: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht

3.11.3.3 Controle van de onderrand:

3.11.3.3 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de onderrand:
(voor de achterliggende theorie wordt verwezen naar hoofdstuk 4)

Tabel 3.11.33: Normaalkrachtenverloop in de onderrand.
- De normaalkracht in de onderrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = M/0.4000 + N/2 (voor N en M, zie 3.11.3.1)
    met: Effectieve spanthoogte: 400.0 mm

Tabel 3.11.33: Normaalkrachtenverloop in de onderrand.

Plaats x in [m]	Normaalkracht in [N] (trek = positief) Spant		Systeem-lengte [mm]
9.60 - 12.00	1037	-1408	2399
12.00 - 14.40	-1408	-4662	2401
14.40 - 16.80	1561	-1055	2399
16.80 - 19.20	-1055	-4480	2401

3.11.3.3 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Tabel 3.11.3.3:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de onderrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-bepaling begin-eind	Normaalkrachten (trek = positief) [N] "begin"	"einde"	Rand-voor-waar-den	Mouty fact. ßm	Knfct staaf-lengte/PlPerc ßm×ßn	Knik-lengte [mm]	Klasse	Sterkte UC	Stab. UC
9.60-12.00	1037	-1408	m-d	0.797	0.528	2533	1	0.02	0.07
12.00-14.40	-1408	-4662	d-m	0.797	0.654	3142	1	0.08	0.33
14.40-16.80	1561	-1055	m-d	0.797	0.528	2533	1	0.02	0.05
16.80-19.20	-1055	-4480	d-m	0.797	0.639	3068	1	0.07	0.30

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
  = 0.90 * (1.0 + (1.82 - 0.2)*(|-4662 |/(0.231 *61470 /1.0)) = 1.38
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
  = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-4662 |/(0.231 *61470 /1.0)) = 1.14
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(1.38 , 1.14) = 1.14
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.68

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
  = |-4662 |/(0.231 *61470 /1.0)+1.14 *|0.0 |/(1.00*834.3 /1.0)
  = 0.328 + 0.000 = 0.328
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
  = |-4662 |/(0.731 *61470 /1.0)+0.68 *|0.0 |/(1.00*834.3 /1.0)
  = 0.104 + 0.000 = 0.104

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.328 , 0.104) = 0.328

- controle: 0.33 < 0.95, dus de stabiliteit voldoet.

3.11.3.3 Stabiliteitscontrole in het vlak (nabij de kolom-aansluitingen):

- Maatgevend: Ndmax = N + |Q|/tan(alfa) = -4662 + |-609 |/tan(42.8) = -4003 N
  (N.B.: 1e drukdiagonaal reduceert de normaaldrukkracht in de onderrand)

- Kniklengte: lky = 1.00*lveld = 1.00 * 800 = 800 mm

  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.40 (het profiel is geschoord).
  M1 = 0.00 , M2 = 0.00 , Ms = 0.00 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
       = 0.40 * (1.0 + (0.69 - 0.2)*(|-4003 |/(0.731 *61470 /1.0)) = 0.42
  Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
       = 0.40 * (1.0 + 0.8*(|-4003 |/(0.731 *61470 /1.0)) = 0.43
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.42 , 0.43) = 0.42
  Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.25

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-4003 |/(0.731 *61470 /1.0)+0.42 *|0.0 |/(1.00*626.1 /1.0)
           = 0.089 + 0.000 = 0.089
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-4003 |/(0.864 *61470 /1.0)+0.25 *|0.0 |/(1.00*626.1 /1.0)
           = 0.075 + 0.000 = 0.075

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.089 , 0.075) = 0.089

- controle: 0.09 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.11.3.3 Doorsnede-controle van de onderrand:

          |NEd| |-4662 |
- UCDruk = ----- = --------- = 0.08
          Nc.Rd   61470

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 1561   N

          |NEd| | 1561 |
- UCTrek = ----- = --------- = 0.03
          Nc.Rd   61470

Druk is maatgevend.

- Controle: 0.08 < 1.00, dus de druksterkte voldoet.

Conclusie:
- Onderrand (RHBK50*30*1.5) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.3: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht

3.11.3.4 Controle van de diagonalen:

3.11.3.4 Controle van de drukdiagonalen:

Gezien de toepassing spitst de controle van de drukdiagonalen zich toe
op de eindkappen van de tralies, d.w.z. tussen kopplaat en 1e zwevende goten.

- Controle op druk (bij neerwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qddmaxd = -638 N (zie tabel 3.11.3.1)
    (+ = druk in drukdiagonaal)
    Extra dwarskracht i.v.m. mogelijke positie transportlast in eerste
    diagonaalveld in plaats van het midden van de overspanning.
    Vert.puntlast: Fpunt = 0.00 * max(1250, 1000) + 0.00 * 0 = 0 N

$$\text{- Res.diag.drukkracht: } N_{ddiagd} = \frac{Q_{ddmaxd} - F_{punt}/2}{\sin(\alpha)} = \frac{-638 - 0/2}{\sin(42.8)} = -940 \text{ N}$$

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$UC_{sterkte} = \frac{|N_{Ed}|}{N_{c.Rd}} = \frac{|741|}{32448} = 0.039$$

  controle: 0.039 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
  Profiel alleen op trek belast, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie:
- Drukdiagonalen (RHBK20*20*1.5 mm) voldoen qua trek/druk
  bij B.C.3: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht

3.11.3.4 Controle van de trekdiagonalen:

Er wordt vanuit gegaan, dat de trekdiagonalen als zodanig worden toegepast in
de eindkappen en als trek- en drukdiagonalen in eventuele middenkappen.

- Controle op trek (in de eindkappen bij neerwaartse belasting en evt. in de middenkappen
  bij opwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qtdmaxt = 638 N (zie tabel 3.11.3.1)
    (+ = trek in trekdiagonaal)

$$\text{Res.diag.trekkracht: } N_{tdiagt} = \frac{Q_{tdmaxt}+F_{punt}/2}{\sin(\alpha)} = \frac{638 + 0/2}{\sin(42.8)} = 940 \text{ N}$$

 - Sterkte: Capaciteit trekdiagonaal: Ftdiagt = 18847 N (zie 4.4)

$$UC_{sterkte} = \frac{|N_{Ed}|}{F_{tdiagt}} = \frac{|940|}{18847} = 0.050$$

  - UC-Trek : 0.050 < 1.00, dus trekdiagonaal voldoet.

- Controle op druk (in de eindkappen bij opwaartse belasting en evt. in de middenkappen
  bij neerwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qtdmaxd = 503 N (zie tabel 3.11.3.1)
    (+ = druk in trekdiagonaal)

$$\text{Res. diagonaaldrukkracht: } N_{tdiagd} = \frac{-Q_{tdmaxd}}{\sin(\alpha)} = \frac{-503}{\sin(42.8)} = -741 \text{ N}$$

 - Sterkte: Capaciteit trekdiagonaal: Ftdiagd = 25917 N (zie 4.4)

$$UC_{sterkte} = \frac{|N_{Ed}|}{F_{tdiagd}} = \frac{|741|}{25917} = 0.029$$

  - UC-Druk : 0.029 < 1.00, dus trekdiagonaal voldoet.

Conclusie:
- Trekdiagonalen (RHBK20*20*1.5 mm) voldoen qua trek/druk
  bij B.C.3: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht

3.11.3.4 Controle van de (las)verbindingen:

	Drukdiagonaal		Trekdiagonaal	
	Nd = -940 N Nt = 741 N Fstev = 544 N Fstlo = 503 N Msdt = 0.00 Nm Fsdev = 690 N		Nd = - 741 N Nt = 940 N Fstev = 690 N Fstlo = 638 N Msdt = 0.00 Nm Fsdev = 544 N	
	bovenrand	onderrand	bovenrand	onderrand
Tau1	4.03 N/mm²	4.03 N/mm²	5.11 N/mm²	5.11 N/mm²
Tau2	6.16 N/mm²	6.16 N/mm²	7.81 N/mm²	7.81 N/mm²
Sgm1	4.03 N/mm²	4.03 N/mm²	5.11 N/mm²	5.11 N/mm²
SgmWst	7.72 N/mm²	7.72 N/mm²	9.78 N/mm²	9.78 N/mm²
UC1	0.04	0.04	0.05	0.05
UC2	0.01	0.01	0.02	0.02
SgmWsd	7.81 N/mm²	7.81 N/mm²	6.16 N/mm²	6.16 N/mm²
UC3	0.04	0.04	0.03	0.03
Nt1	13786 N	13786 N	13786 N	13786 N
knd	1.00	1.00	1.00	1.00
Nd1	13786 N	13786 N	13786 N	13786 N
UCt1	0.05	0.05	0.07	0.07
UCd1	0.07	0.07	0.05	0.05
UClas	0.04	0.04	0.05	0.05
UCdia	0.07	0.07	0.07	0.07
UCgeo	0.97	0.97	0.97	0.97
UClas	0.04		0.05	
UCdia	0.97		0.97	

Conclusie:
- Lassen: UClas = 0.05 <= 1.00 dus: voldoen
- Aansluitingen: UCdia = 0.97 <= 1.00 dus: voldoen

Eindconclusie:
- Aansluiting diagonalen voldoet
  bij B.C.3: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht

3.11.3.5 Controle van de bouten van de spant-kolom-aansluiting:

Controle van de krachten op de bout(en) bij de bovenrand:

Tabel 3.11.3.5.1: Belastingen bij bovenrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,br [N]	Fs,br [N]	Fi,br [N]
9.60	1019	-3019	-340	0	-170	241
14.40	-1261	-3019	-609	1950	-305	1997
14.40	1094	-2346	-369	0	-184	261
19.20	-1323	-2346	-638	2457	-319	2498

Gegevens van de eindplaat bij de bovenrand:
- Aantal bouten bij de bovenrand: nbb = 1
- Momenten-arm bij bovenrand: hbbout = 364 mm
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Normaalkracht: $Ft = \frac{Nt}{2 * nbb} - \frac{M}{hbbout}$ met Ft >= 0 N
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * Q
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,br max = 2498 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbtb max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 2498 N < 33926 N, dus bout bij bovenrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.3: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht

Controle van de krachten op de bout(en) bij de onderrand:

Tabel 3.11.3.5.2: Belastingen bij onderrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,or [N]	Fs,or [N]	Fi,or [N]
9.60	1019	-3019	-340	1285	-170	1308
14.40	-1261	-3019	-609	0	-305	431
14.40	1094	-2346	-369	1828	-184	1846
19.20	-1323	-2346	-638	0	-319	451

Gegevens van de eindplaat bij de onderrand:
- Aantal bouten bij de onderrand: nbo = 1
- Momenten-arm bij onderrand: hobout = 364 mm
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Normaalkracht: $Ft = \frac{Nt}{2 * nbo} + \frac{M}{hobout}$ met Ft >= 0 N
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * Q
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,or max = 1846 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbto max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 1846 N < 33926 N, dus bout bij onderrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.3: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht

3.11.3.5 Controle van de eindplaat op pons:

Bij de boutverbinding van de bovenrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxb = 2.5 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capb = 96 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 2.5 kN < 96 kN, dus eindplaat (ST50*12.0) voldoet
zonder onderlegring bij de bovenste bout
bij B.C.3: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht

Bij de boutverbinding van de onderrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxo = 1.8 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capo = 96 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 1.8 kN < 96 kN, dus eindplaat (ST50*12.0) voldoet
zonder onderlegring bij de onderste bout
bij B.C.3: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht

3.11.3.5 Controle van de eindplaat op buiging:

Tabel 3.11.3.5.4.1: Belastingen van de eindplaat van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Normaal-kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ftrb [N]	Ftro [N]
9.60	1019	-3019	-340	0	1037
14.40	-1261	-3019	-609	1643	0
14.40	1094	-2346	-369	0	1561
19.20	-1323	-2346	-638	2134	0

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de bovenrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftrb = \frac{N + sn*Q}{2} - \frac{M}{ht,eff} \text{ met } Ftrb>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftrb(max) * e = 0.5 * 2134 * 25.0 = 27 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 1667 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 27 Nm < 1667 Nm, dus eindplaat (ST50*12.0) voldoet
bij B.C.3: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de onderrand:
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftro(max) * e = 0.5 * 1561 * 25.0 = 20 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 368 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 20 Nm < 368 Nm, dus eindplaat (ST50*12.0) voldoet
bij B.C.3: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht

De lasverbindingen tussen eindplaat met resp. de boven- en onderrand
zijn niet gecontroleerd.

3.11.4 De krachtsverdeling in de 2e rij tralies:

Tabel 3.11.4.1: Momentenlijn, normaal- en dwarskrachtenlijn.

Positie	Momentenlijn	Normaal-krachtenlijn	Dwars-krachtenlijn
x in [m]	M(x) in [Nm]	N(x) in [N]	Q(x) in [N]
begin - eind	(+ = U/- =)	(+ = trek)	(+ = ~~~___)
4.80 - 7.20	791 3	-4511 -4511	-261 -396
7.20 - 9.60	3 -1108	-4511 -4511	-396 -530
19.20 - 21.60	1023 105	-1677 -1677	-315 -450
21.60 - 24.00	105 -1136	-1677 -1677	-450 -584

3.11.4.1 Controle van de stijfheid van de tralie:

De toelaatbare doorbuiging van alle tralieliggers wordt bepaald per tralie:
- uvtoel = 4800 / 250 < 30.0 mm, dus: uvtoel = 19.2 mm

Uit de U-lijn is de maximale doorbuiging:
- doorbuiging umax = -4.94 mm

- Controle van de 2e rij tralies:
  Doorbuiging: |-4.9 | mm < 19.2 mm, dus: voldoet.
  bij B.C.3: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht

3.11.4.2 Controle van de bovenrand:

3.11.4.2 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de bovenrand:

- De normaalkracht in de bovenrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = -M/0.4000 + N/2 (voor N en M, zie 3.11.4.1)
    met: Effectieve spanthoogte: 400.0 mm

Tabel 3.11.42: Normaalkrachtenverloop in de bovenrand.

Plaats	Normaalkracht in [N] (trek = positief)	Systeem-lengte
x in [m]	Spant	[mm]
4.80 - 7.20	-4234 -2264	2399
7.20 - 9.60	-2264 515	2401
19.20 - 21.60	-3396 -1102	2399
21.60 - 24.00	-1102 2002	2401

3.11.4.2 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Tabel 3.11.4.2:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de bovenrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-bepaling begin-eind	Normaalkrachten (trek = positief) [N] "begin"	"einde"	Rand-voor-waar-den	Mouty fact. ß m	Knfct staaf-lengte ß m×ß n	Knik-lengte [mm]	Klasse	Sterkte UC	Stab. UC
4.80- 7.20	-4234	-2264	m-d	0.792	0.700	3360	1	0.07	0.33
7.20- 9.60	-2264	515	d-m	0.792	0.524	2517	1	0.04	0.11
19.20-21.60	-3396	-1102	m-d	0.792	0.655	3141	1	0.06	0.24
21.60-24.00	-1102	2002	d-m	0.792	0.524	2517	1	0.02	0.05

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (1.94 - 0.2)*(|-4234 |/(0.206 *61470   /1.0)) = 1.42
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-4234 |/(0.206 *61470   /1.0)) = 1.14
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(1.42   , 1.14   ) = 1.14
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.68

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-4234 |/(0.206 *61470   /1.0)+1.14 *|0.0 |/(1.00*834.3 /1.0)
           = 0.334 + 0.000 = 0.334
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-4234 |/(0.814 *61470   /1.0)+0.68 *|0.0 |/(1.00*834.3 /1.0)
           = 0.085 + 0.000 = 0.085

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.334 , 0.085) = 0.334

- controle: 0.33 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.11.4.2 Stabiliteitscontrole in het vlak:

- Nabij de zwevende goten:

  - Maatgevende normaaldrukkracht: Ndmax = -4234   N

  - Kniklengte: lky = 0.80 * lveld = 0.80 * 800 = 640 mm
    (lky > lveld/2, omdat de kortere velden, de langere velden steunen.)
  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (0.55 - 0.2)*(|-4234 |/(0.814 *61470   /1.0)) = 0.93
  Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-4234 |/(0.814 *61470   /1.0)) = 0.96
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.93   , 0.96   ) = 0.93
  Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.56

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-4234 |/(0.814 *61470   /1.0)+0.93 *|0.0 |/(1.00*626.1 /1.0)
           = 0.085 + 0.000 = 0.085
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-4234 |/(0.913 *61470   /1.0)+0.56 *|0.0 |/(1.00*626.1 /1.0)
           = 0.075 + 0.000 = 0.075

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.085 , 0.075) = 0.085

- controle: 0.08 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.11.4.2 Doorsnede-controle van de bovenrand:

           |NEd| |-4234 |
- UCDruk = ----- = --------- = 0.07
           Nc.Rd   61470

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 2002   N

           |NEd| | 2002 |
- UCTrek = ----- = --------- = 0.03
           Nc.Rd   61470

Trek is maatgevend.

- Controle: 0.07 < 1.00, dus de treksterkte voldoet.

Conclusie:
- Bovenrand (RHBK50*30*1.5) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.3: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht

3.11.4.3 Controle van de onderrand:

3.11.4.3 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de onderrand:
(voor de achterliggende theorie wordt verwezen naar hoofdstuk 4)

Tabel 3.11.43: Normaalkrachtenverloop in de onderrand.
- De normaalkracht in de onderrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = M/0.4000 + N/2 (voor N en M, zie 3.11.4.1)
    met: Effectieve spanthoogte: 400.0 mm

Tabel 3.11.43: Normaalkrachtenverloop in de onderrand.

Plaats x in [m]	Normaalkracht in [N] (trek = positief) Spant		Systeem-lengte [mm]
4.80 - 7.20	-277	-2247	2399
7.20 - 9.60	-2247	-5026	2401
19.20 - 21.60	1718	-576	2399
21.60 - 24.00	-576	-3679	2401

3.11.4.3 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Tabel 3.11.4.3:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de onderrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-bepaling begin-eind	Normaalkrachten (trek = positief) [N] "begin"	"einde"	Rand-voor-waar-den	Mouty fact. ß m	Knfct staaf-lengte/PlPerc ß m×ß n	Knik-lengte [mm]	Klasse	Sterkte UC	Stab. UC
4.80- 7.20	-277	-2247	m-d	0.797	0.612	2938	1	0.04	0.14
7.20- 9.60	-2247	-5026	d-m	0.797	0.686	3296	1	0.08	0.38
19.20-21.60	1718	-576	m-d	0.797	0.528	2533	1	0.01	0.03
21.60-24.00	-576	-3679	d-m	0.797	0.620	2979	1	0.06	0.24

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
       = 0.90 * (1.0 + (1.91 - 0.2)*(|-5026 |/(0.213 *61470 /1.0)) = 1.49
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
       = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-5026 |/(0.213 *61470 /1.0)) = 1.18
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(1.49 , 1.18) = 1.18
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.71

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-5026 |/(0.213 *61470 /1.0)+1.18 *|0.0 |/(1.00*834.3 /1.0)
           = 0.384 + 0.000 = 0.384
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-5026 |/(0.731 *61470 /1.0)+0.71 *|0.0 |/(1.00*834.3 /1.0)
           = 0.112 + 0.000 = 0.112

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.384 , 0.112) = 0.384

- controle: 0.38 < 0.95, dus de stabiliteit voldoet.

3.11.4.3 Stabiliteitscontrole in het vlak (nabij de kolom-aansluitingen):

- Maatgevend: Ndmax = N + |Q|/tan(alfa) = -5026 + |-530 |/tan(42.8) = -4453 N
  (N.B.: 1e drukdiagonaal reduceert de normaaldrukkracht in de onderrand)

- Kniklengte: lky = 1.00*lveld = 1.00 * 800 = 800 mm

  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.40 (het profiel is geschoord).
  M1 = 0.00 , M2 = 0.00 , Ms = 0.00 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
       = 0.40 * (1.0 + (0.69 - 0.2)*(|-4453 |/(0.731 *61470 /1.0)) = 0.42
  Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
       = 0.40 * (1.0 + 0.8*(|-4453 |/(0.731 *61470 /1.0)) = 0.43
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.42 , 0.43) = 0.42
  Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.25

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-4453 |/(0.731 *61470 /1.0)+0.42 *|0.0 |/(1.00*626.1 /1.0)
           = 0.099 + 0.000 = 0.099
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-4453 |/(0.864 *61470 /1.0)+0.25 *|0.0 |/(1.00*626.1 /1.0)
           = 0.084 + 0.000 = 0.084

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.099 , 0.084) = 0.099

- controle: 0.10 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.11.4.3 Doorsnede-controle van de onderrand:

          |NEd| |-5026 |
- UCDruk = ----- = --------- = 0.08
          Nc.Rd   61470

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 1718 N

          |NEd| | 1718 |
- UCTrek = ----- = --------- = 0.03
          Nc.Rd   61470

Druk is maatgevend.

- Controle: 0.08 < 1.00, dus de druksterkte voldoet.

Conclusie:
- Onderrand (RHBK50*30*1.5) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.3: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht

3.11.4.4 Controle van de diagonalen:

3.11.4.4 Controle van de drukdiagonalen:

Gezien de toepassing spitst de controle van de drukdiagonalen zich toe
op de eindkappen van de tralies, d.w.z. tussen kopplaat en 1e zwevende goten.

- Controle op druk (bij neerwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qddmaxd = -584 N (zie tabel 3.11.4.1)
    (+ = druk in drukdiagonaal)
    Extra dwarskracht i.v.m. mogelijke positie transportlast in eerste
    diagonaalveld in plaats van het midden van de overspanning.
    Vert.puntlast: Fpunt = 0.00 * max(1250, 1000) + 0.00 * 0 = 0 N

$$\text{Res.diag.drukkracht: } N_{ddiagd} = \frac{Q_{ddmaxd} - F_{punt}/2}{\sin(\alpha)} = \frac{-584 - 0/2}{\sin(42.8)} = -861 \text{ N}$$

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$UC_{sterkte} = \frac{|N_{Ed}|}{N_{c.Rd}} = \frac{|662|}{32448} = 0.035$$

  controle: 0.035 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
  Profiel alleen op trek belast, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie:
- Drukdiagonalen (RHBK20*20*1.5 mm) voldoen qua trek/druk
  bij B.C.3: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht

3.11.4.4 Controle van de trekdiagonalen:

Er wordt vanuit gegaan, dat de trekdiagonalen als zodanig worden toegepast in
de eindkappen en als trek- en drukdiagonalen in eventuele middenkappen.

- Controle op trek (in de eindkappen bij neerwaartse belasting en evt. in de middenkappen
  bij opwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qtdmaxt = 584 N (zie tabel 3.11.4.1)
    (+ = trek in trekdiagonaal)

$$\text{Res.diag.trekkracht: } N_{tdiagt} = \frac{Q_{tdmaxt}+F_{punt}/2}{\sin(\alpha)} = \frac{584 + 0/2}{\sin(42.8)} = 861 \text{ N}$$

 - Sterkte: Capaciteit trekdiagonaal: Ftdiagt = 18847 N (zie 4.4)

$$\text{UCsterkte} = \frac{|N_{Ed}|}{F_{tdiagt}} = \frac{|861|}{18847} = 0.046$$

  - UC-Trek : 0.046 < 1.00, dus trekdiagonaal voldoet.

- Controle op druk (in de eindkappen bij opwaartse belasting en evt. in de middenkappen
  bij neerwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qtdmaxd = 450 N (zie tabel 3.11.4.1)
    (+ = druk in trekdiagonaal)

$$\text{Res. diagonaaldrukkracht: } N_{tdiagd} = \frac{-Q_{tdmaxd}}{\sin(\alpha)} = \frac{-450}{\sin(42.8)} = -662 \text{ N}$$

 - Sterkte: Capaciteit trekdiagonaal: Ftdiagd = 25917 N (zie 4.4)

$$\text{UCsterkte} = \frac{|N_{Ed}|}{F_{tdiagd}} = \frac{|662|}{25917} = 0.026$$

  - UC-Druk : 0.026 < 1.00, dus trekdiagonaal voldoet.

Conclusie:
- Trekdiagonalen (RHBK20*20*1.5 mm) voldoen qua trek/druk
  bij B.C.3: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht

3.11.4.4 Controle van de (las)verbindingen:

	Drukdiagonaal		Trekdiagonaal	
	Nd = -861 N		Nd = - 662 N	
	Nt = 662 N		Nt = 861 N	
	Fstev = 486 N		Fstev = 632 N	
	Fstlo = 450 N		Fstlo = 584 N	
	Msdt = 0.00 Nm		Msdt = 0.00 Nm	
	Fsdev = 632 N		Fsdev = 486 N	
	bovenrand	onderrand	bovenrand	onderrand
Tau1	3.60 N/mm²	3.60 N/mm²	4.68 N/mm²	4.68 N/mm²
Tau2	5.50 N/mm²	5.50 N/mm²	7.15 N/mm²	7.15 N/mm²
Sgm1	3.60 N/mm²	3.60 N/mm²	4.68 N/mm²	4.68 N/mm²
SgmWst	6.90 N/mm²	6.90 N/mm²	8.96 N/mm²	8.96 N/mm²
UC1	0.03	0.03	0.04	0.04
UC2	0.01	0.01	0.02	0.02
SgmWsd	7.15 N/mm²	7.15 N/mm²	5.50 N/mm²	5.50 N/mm²
UC3	0.03	0.03	0.03	0.03
Nt1	13786 N	13786 N	13786 N	13786 N
knd	1.00	1.00	1.00	1.00
Nd1	13786 N	13786 N	13786 N	13786 N
UCt1	0.05	0.05	0.06	0.06
UCd1	0.06	0.06	0.05	0.05
UClas	0.03	0.03	0.04	0.04
UCdia	0.06	0.06	0.06	0.06
UCgeo	0.97	0.97	0.97	0.97

UClas	0.03	0.04
UCdia	0.97	0.97

Conclusie:
- Lassen: UClas = 0.04 <= 1.00 dus: voldoen
- Aansluitingen: UCdia = 0.97 <= 1.00 dus: voldoen

Eindconclusie:
- Aansluiting diagonalen voldoet
  bij B.C.3: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht

3.11.4.5 Controle van de bouten van de spant-kolom-aansluiting:

Controle van de krachten op de bout(en) bij de bovenrand:

Tabel 3.11.4.5.1: Belastingen bij bovenrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,br [N]	Fs,br [N]	Fi,br [N]
4.80	791	-4511	-261	0	-131	185
9.60	-1108	-4511	-530	786	-265	871
19.20	1023	-1677	-315	0	-158	223
24.00	-1136	-1677	-584	2279	-292	2316

Gegevens van de eindplaat bij de bovenrand:
- Aantal bouten bij de bovenrand: nbb = 1
- Momenten-arm bij bovenrand: hbbout = 364 mm
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Normaalkracht: $Ft = \frac{Nt}{2 * nbb} - \frac{M}{hbbout}$ met Ft >= 0 N
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * Q
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,br max = 2316 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbtb max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 2316 N < 33926 N, dus bout bij bovenrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.3: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht

Controle van de krachten op de bout(en) bij de onderrand:

Tabel 3.11.4.5.2: Belastingen bij onderrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,or [N]	Fs,or [N]	Fi,or [N]
4.80	791	-4511	-261	0	-131	185
9.60	-1108	-4511	-530	0	-265	375
19.20	1023	-1677	-315	1968	-158	1981
24.00	-1136	-1677	-584	0	-292	413

Gegevens van de eindplaat bij de onderrand:
- Aantal bouten bij de onderrand: nbo = 1
- Momenten-arm bij onderrand: hobout = 364 mm
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Normaalkracht: $Ft = \frac{Nt}{2 * nbo} + \frac{M}{hobout}$ met Ft >= 0 N
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * Q
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,or max = 1981 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbto max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 1981 N < 33926 N, dus bout bij onderrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.3: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht

3.11.4.5 Controle van de eindplaat op pons:

Bij de boutverbinding van de bovenrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxb = 2.3 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capb = 96 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 2.3 kN < 96 kN, dus eindplaat (ST50*12.0) voldoet
zonder onderlegring bij de bovenste bout
bij B.C.3: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht

Bij de boutverbinding van de onderrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxo = 2.0 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capo = 96 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 2.0 kN < 96 kN, dus eindplaat (ST50*12.0) voldoet
zonder onderlegring bij de onderste bout
bij B.C.3: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht

3.11.4.5 Controle van de eindplaat op buiging:

Tabel 3.11.4.5.4.1: Belastingen van de eindplaat van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Normaal-kracht
x	M	N	Q	Ftrb	Ftro
[m]	[Nm]	[N]	[N]	[N]	[N]
4.80	791	-4511	-261	0	0
9.60	-1108	-4511	-530	515	0
19.20	1023	-1677	-315	0	1718
24.00	-1136	-1677	-584	2002	0

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de bovenrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftrb = \frac{N + sn*Q}{2} - \frac{M}{ht,eff} \text{ met } Ftrb>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftrb(max) * e = 0.5 * 2002 * 25.0 = 25 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 1667 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 25 Nm < 1667 Nm, dus eindplaat (ST50*12.0) voldoet
bij B.C.3: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de onderrand:
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftro(max) * e = 0.5 * 1718 * 25.0 = 21 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 368 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 21 Nm < 368 Nm, dus eindplaat (ST50*12.0) voldoet
bij B.C.3: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht

De lasverbindingen tussen eindplaat met resp. de boven- en onderrand
zijn niet gecontroleerd.

3.11.5 De krachtsverdeling in de 1e rij tralies:

Tabel 3.11.5.1: Momentenlijn, normaal- en dwarskrachtenlijn.

Positie x in [m] begin - eind	Momentenlijn M(x) in [Nm] (+ = U/- =)		Normaal-krachtenlijn N(x) in [N] (+ = trek)		Dwars-krachtenlijn Q(x) in [N] (+ = ~~~___)	
0.00 - 2.40	3037	623	-3459	-3459	-939	-1073
2.40 - 4.80	623	-2115	-3459	-3459	-1073	-1208
24.00 - 26.40	1137	-136	-735	-735	-463	-598
26.40 - 28.80	-136	-1734	-735	-735	-598	-733

3.11.5.1 Controle van de stijfheid van de tralie:

De toelaatbare doorbuiging van alle tralieliggers wordt bepaald per tralie:
- uvtoel = 4800 / 250 < 30.0 mm, dus: uvtoel = 19.2 mm

Uit de U-lijn is de maximale doorbuiging:
- doorbuiging umax = -4.65 mm

- Controle van de 1e rij tralies:
  Doorbuiging: |-4.7 | mm < 19.2 mm, dus: voldoet.
  bij B.C.3: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht

3.11.5.2 Controle van de bovenrand:

3.11.5.2 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de bovenrand:

- De normaalkracht in de bovenrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = -M/0.4000 + N/2 (voor N en M, zie 3.11.5.1)
    met: Effectieve spanthoogte: 400.0 mm

Tabel 3.11.52: Normaalkrachtenverloop in de bovenrand.

Plaats x in [m]	Normaalkracht in [N] (trek = positief) Spant		Systeem-lengte [mm]
0.00 - 2.40	-9321	-3287	2399
2.40 - 4.80	-3287	3559	2401
24.00 - 26.40	-3210	-26	2399
26.40 - 28.80	-26	3967	2401

3.11.5.2 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Tabel 3.11.5.2:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de bovenrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-bepaling begin-eind	Normaalkrachten (trek = positief) [N] "begin"	"einde"	Rand-voor-waar-den	Mouty fact. ß m	Knfct staaf-lengte ß m×ß n	Knik-lengte [mm]	Klasse	Sterkte UC	Stab. UC
0.00- 2.40	-9321	-3287	e-d	0.786	0.657	3150	1	0.15	0.66
2.40- 4.80	-3287	3559	d-m	0.792	0.524	2517	1	0.05	0.16
24.00-26.40	-3210	-26	m-d	0.792	0.580	2781	1	0.05	0.19
26.40-28.80	-26	3967	d-e	0.786	0.521	2500	1	0.00	0.00

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (1.82 - 0.2)*(|-9321 |/(0.230 *61470   /1.0)) = 1.86
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-9321 |/(0.230 *61470   /1.0)) = 1.37
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(1.86   , 1.37   ) = 1.37
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.82

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-9321 |/(0.230 *61470   /1.0)+1.37 *|0.0 |/(1.00*834.3 /1.0)
           = 0.659 + 0.000 = 0.659
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-9321 |/(0.814 *61470   /1.0)+0.82 *|0.0 |/(1.00*834.3 /1.0)
           = 0.186 + 0.000 = 0.186

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.659 , 0.186) = 0.659

- controle: 0.66 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.11.5.2 Stabiliteitscontrole in het vlak:

- Nabij de zwevende goten:

  - Maatgevende normaaldrukkracht: Ndmax = -9321   N

  - Kniklengte: lky = 0.80 * lveld = 0.80 * 800 = 640 mm
    (lky > lveld/2, omdat de kortere velden, de langere velden steunen.)
  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (0.55 - 0.2)*(|-9321 |/(0.814 *61470   /1.0)) = 0.96
  Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-9321 |/(0.814 *61470   /1.0)) = 1.03
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.96   , 1.03   ) = 0.96
  Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.58

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-9321 |/(0.814 *61470   /1.0)+0.96 *|0.0 |/(1.00*626.1 /1.0)
           = 0.186 + 0.000 = 0.186
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-9321 |/(0.913 *61470   /1.0)+0.58 *|0.0 |/(1.00*626.1 /1.0)
           = 0.166 + 0.000 = 0.166

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.186 , 0.166) = 0.186

- controle: 0.19 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.11.5.2 Doorsnede-controle van de bovenrand:

           |NEd| |-9321 |
- UCDruk = ----- = --------- = 0.15
           Nc.Rd   61470

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 3967   N

           |NEd| | 3967 |
- UCTrek = ----- = --------- = 0.06
           Nc.Rd   61470

Trek is maatgevend.

- Controle: 0.15 < 1.00, dus de treksterkte voldoet.

Conclusie:
- Bovenrand (RHBK50*30*1.5) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.3: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht

3.11.5.3 Controle van de onderrand:

3.11.5.3 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de onderrand:
(voor de achterliggende theorie wordt verwezen naar hoofdstuk 4)

Tabel 3.11.53: Normaalkrachtenverloop in de onderrand.
- De normaalkracht in de onderrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = M/0.4000 + N/2 (voor N en M, zie 3.11.5.1)
    met: Effectieve spanthoogte: 400.0 mm

Tabel 3.11.53: Normaalkrachtenverloop in de onderrand.

Plaats x in [m]	Normaalkracht in [N] (trek = positief) Spant		Systeem-lengte [mm]
0.00 - 2.40	5862	-171	2399
2.40 - 4.80	-171	-7017	2401
24.00 - 26.40	2475	-708	2399
26.40 - 28.80	-708	-4701	2401

3.11.5.3 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Tabel 3.11.5.3:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de onderrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-bepaling begin-eind	Normaalkrachten (trek = positief) [N] "begin"	"einde"	Rand-voor-waar-den	Mouty fact. ßm	Knfct staaf-lengte/PlPerc ßm×ßn	Knik-lengte [mm]	Klasse	Sterkte UC	Stab. UC
0.00- 2.40	5862	-171	e-d	0.792	0.524	2517	1	0.00	0.01
2.40- 4.80	-171	-7017	d-m	0.797	0.588	2822	1	0.11	0.41
24.00-26.40	2475	-708	m-d	0.797	0.528	2533	1	0.01	0.04
26.40-28.80	-708	-4701	d-e	0.792	0.615	2953	1	0.08	0.30

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
  = 0.90 * (1.0 + (1.63 - 0.2)*(|-7017 |/(0.275 *61470 /1.0)) = 1.43
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
  = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-7017 |/(0.275 *61470 /1.0)) = 1.20
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(1.43 , 1.20) = 1.20
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.72

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
  = |-7017 |/(0.275 *61470 /1.0)+1.20 *|0.0 |/(1.00*834.3 /1.0)
  = 0.414 + 0.000 = 0.414
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
  = |-7017 |/(0.731 *61470 /1.0)+0.72 *|0.0 |/(1.00*834.3 /1.0)
  = 0.156 + 0.000 = 0.156

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.414 , 0.156) = 0.414

- controle: 0.41 < 0.95, dus de stabiliteit voldoet.

3.11.5.3 Stabiliteitscontrole in het vlak (nabij de kolom-aansluitingen):

- Maatgevend: Ndmax = N + |Q|/tan(alfa) = -7017 + |-1208 |/tan(42.8) = -5711 N
  (N.B.: 1e drukdiagonaal reduceert de normaaldrukkracht in de onderrand)

- Kniklengte: lky = 1.00*lveld = 1.00 * 800 = 800 mm

  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.40 (het profiel is geschoord).
  M1 = 0.00 , M2 = 0.00 , Ms = 0.00 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
       = 0.40 * (1.0 + (0.69 - 0.2)*(|-5711 |/(0.731 *61470 /1.0)) = 0.42
  Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
       = 0.40 * (1.0 + 0.8*(|-5711 |/(0.731 *61470 /1.0)) = 0.44
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.42 , 0.44) = 0.42
  Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.25

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-5711 |/(0.731 *61470 /1.0)+0.42 *|0.0 |/(1.00*626.1 /1.0)
           = 0.127 + 0.000 = 0.127
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-5711 |/(0.864 *61470 /1.0)+0.25 *|0.0 |/(1.00*626.1 /1.0)
           = 0.108 + 0.000 = 0.108

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.127 , 0.108) = 0.127

- controle: 0.13 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.11.5.3 Doorsnede-controle van de onderrand:

          |NEd| |-7017 |
- UCDruk = ----- = --------- = 0.11
          Nc.Rd   61470

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 5862   N

          |NEd| | 5862 |
- UCTrek = ----- = --------- = 0.10
          Nc.Rd   61470

Druk is maatgevend.

- Controle: 0.11 < 1.00, dus de druksterkte voldoet.

Conclusie:
- Onderrand (RHBK50*30*1.5) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.3: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht

3.11.5.4 Controle van de diagonalen:

3.11.5.4 Controle van de drukdiagonalen:

Gezien de toepassing spitst de controle van de drukdiagonalen zich toe
op de eindkappen van de tralies, d.w.z. tussen kopplaat en 1e zwevende goten.

- Controle op druk (bij neerwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qddmaxd = -1208   N (zie tabel 3.11.5.1)
    (+ = druk in drukdiagonaal)
    Extra dwarskracht i.v.m. mogelijke positie transportlast in eerste
    diagonaalveld in plaats van het midden van de overspanning.
    Vert.puntlast: Fpunt = 0.00 * max(1250, 1000) + 0.00 * 0   = 0   N

$$\text{- Res.diag.drukkracht: } N_{ddiagd} = \frac{Q_{ddmaxd} - F_{punt}/2}{\sin(\alpha)} = \frac{-1208 - 0/2}{\sin(42.8)} = -1779 \quad N$$

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$UC_{sterkte} = \frac{|N_{Ed}|}{N_{c.Rd}} = \frac{|1581|}{32448} = 0.084$$

  controle: 0.084 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
  Profiel alleen op trek belast, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie:
- Drukdiagonalen (RHBK20*20*1.5 mm) voldoen qua trek/druk
  bij B.C.3: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht

3.11.5.4 Controle van de trekdiagonalen:

Er wordt vanuit gegaan, dat de trekdiagonalen als zodanig worden toegepast in
de eindkappen en als trek- en drukdiagonalen in eventuele middenkappen.

- Controle op trek (in de eindkappen bij neerwaartse belasting en evt. in de middenkappen
  bij opwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qtdmaxt = 1208 N (zie tabel 3.11.5.1)
    (+ = trek in trekdiagonaal)

$$\text{Res.diag.trekkracht: } N_{tdiagt} = \frac{Q_{tdmaxt}+F_{punt}/2}{\sin(\alpha)} = \frac{1208 + 0/2}{\sin(42.8)} = 1779 \text{ N}$$

 - Sterkte: Capaciteit trekdiagonaal: Ftdiagt = 18847 N (zie 4.4)

$$UC_{sterkte} = \frac{|N_{Ed}|}{F_{tdiagt}} = \frac{|1779|}{18847} = 0.094$$

  - UC-Trek : 0.094 < 1.00, dus trekdiagonaal voldoet.

- Controle op druk (in de eindkappen bij opwaartse belasting en evt. in de middenkappen
  bij neerwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qtdmaxd = 1073 N (zie tabel 3.11.5.1)
    (+ = druk in trekdiagonaal)

$$\text{Res. diagonaaldrukkracht: } N_{tdiagd} = \frac{-Q_{tdmaxd}}{\sin(\alpha)} = \frac{-1073}{\sin(42.8)} = -1581 \text{ N}$$

 - Sterkte: Capaciteit trekdiagonaal: Ftdiagd = 25917 N (zie 4.4)

$$UC_{sterkte} = \frac{|N_{Ed}|}{F_{tdiagd}} = \frac{|1581|}{25917} = 0.061$$

  - UC-Druk : 0.061 < 1.00, dus trekdiagonaal voldoet.

Conclusie:
- Trekdiagonalen (RHBK20*20*1.5 mm) voldoen qua trek/druk
  bij B.C.3: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht

3.11.5.4 Controle van de (las)verbindingen:

	Drukdiagonaal		Trekdiagonaal	
	Nd = -1779 N		Nd = - 1581 N	
	Nt = 1581 N		Nt = 1779 N	
	Fstev = 1160 N		Fstev = 1306 N	
	Fstlo = 1073 N		Fstlo = 1208 N	
	Msdt = 0.00 Nm		Msdt = 0.00 Nm	
	Fsdev = 1306 N		Fsdev = 1160 N	
	bovenrand	onderrand	bovenrand	onderrand
Tau1	8.59 N/mm²	8.59 N/mm²	9.67 N/mm²	9.67 N/mm²
Tau2	13.13 N/mm²	13.13 N/mm²	14.78 N/mm²	14.78 N/mm²
Sgm1	8.59 N/mm²	8.59 N/mm²	9.67 N/mm²	9.67 N/mm²
SgmWst	16.46 N/mm²	16.46 N/mm²	18.52 N/mm²	18.52 N/mm²
UC1	0.08	0.08	0.09	0.09
UC2	0.03	0.03	0.03	0.03
SgmWsd	14.78 N/mm²	14.78 N/mm²	13.13 N/mm²	13.13 N/mm²
UC3	0.07	0.07	0.06	0.06
Nt1	13786 N	13786 N	13786 N	13786 N
knd	1.00	1.00	1.00	1.00
Nd1	13786 N	13786 N	13786 N	13786 N
UCt1	0.11	0.11	0.13	0.13
UCd1	0.13	0.13	0.11	0.11
UClas	0.08	0.08	0.09	0.09
UCdia	0.13	0.13	0.13	0.13
UCgeo	0.97	0.97	0.97	0.97
UClas	0.08		0.09	
UCdia	0.97		0.97	

Conclusie:
- Lassen: UClas = 0.09 <= 1.00 dus: voldoen
- Aansluitingen: UCdia = 0.97 <= 1.00 dus: voldoen

Eindconclusie:
- Aansluiting diagonalen voldoet
  bij B.C.3: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht

3.11.5.5 Controle van de bouten van de spant-kolom-aansluiting:

Controle van de krachten op de bout(en) bij de bovenrand:

Tabel 3.11.5.5.1: Belastingen bij bovenrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,br [N]	Fs,br [N]	Fi,br [N]
0.00	3037	-3459	-939	0	-469	664
4.80	-2115	-3459	-1208	4075	-604	4163
24.00	1137	-735	-463	0	-232	328
28.80	-1734	-735	-733	4390	-366	4420

Gegevens van de eindplaat bij de bovenrand:
- Aantal bouten bij de bovenrand: nbb = 1
- Momenten-arm bij bovenrand: hbbout = 364 mm
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Normaalkracht: $Ft = \frac{Nt}{2 * nbb} - \frac{M}{hbbout}$ met Ft >= 0 N
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * Q
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,br max = 4420 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbtb max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 4420 N < 33926 N, dus bout bij bovenrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.3: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht

Controle van de krachten op de bout(en) bij de onderrand:

Tabel 3.11.5.5.2: Belastingen bij onderrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,or [N]	Fs,or [N]	Fi,or [N]
0.00	3037	-3459	-939	6603	-469	6636
4.80	-2115	-3459	-1208	0	-604	854
24.00	1137	-735	-463	2752	-232	2772
28.80	-1734	-735	-733	0	-366	518

Gegevens van de eindplaat bij de onderrand:
- Aantal bouten bij de onderrand: nbo = 1
- Momenten-arm bij onderrand: hobout = 364 mm
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Normaalkracht: $Ft = \frac{Nt}{2 * nbo} + \frac{M}{hobout}$ met Ft >= 0 N
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * Q
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,or max = 6636 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbto max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 6636 N < 33926 N, dus bout bij onderrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.3: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht

3.11.5.5 Controle van de eindplaat op pons:

Bij de boutverbinding van de bovenrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxb = 4.4 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capb = 96 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 4.4 kN < 96 kN, dus eindplaat (ST50*12.0) voldoet
zonder onderlegring bij de bovenste bout
bij B.C.3: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht

Bij de boutverbinding van de onderrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxo = 6.6 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capo = 96 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 6.6 kN < 96 kN, dus eindplaat (ST50*12.0) voldoet
zonder onderlegring bij de onderste bout
bij B.C.3: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht

3.11.5.5 Controle van de eindplaat op buiging:

Tabel 3.11.5.5.4.1: Belastingen van de eindplaat van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Normaal-kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ftrb [N]	Ftro [N]
0.00	3037	-3459	-939	0	5862
4.80	-2115	-3459	-1208	3559	0
24.00	1137	-735	-463	0	2475
28.80	-1734	-735	-733	3967	0

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de bovenrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftrb = \frac{N + sn*Q}{2} - \frac{M}{ht,eff} \text{ met } Ftrb>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftrb(max) * e = 0.5 * 3967 * 25.0 = 50 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 1667 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 50 Nm < 1667 Nm, dus eindplaat (ST50*12.0) voldoet
bij B.C.3: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de onderrand:
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftro(max) * e = 0.5 * 5862 * 25.0 = 73 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 368 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 73 Nm < 368 Nm, dus eindplaat (ST50*12.0) voldoet
bij B.C.3: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht

De lasverbindingen tussen eindplaat met resp. de boven- en onderrand
zijn niet gecontroleerd.

Toetsing van de bepalende doorsnede (lkx= 4000 mm, lky= 4000 mm):

Toetsing van de bepalende doorsnede (lkx= 8266 mm, lky= 4950 mm):

Toetsing van de bepalende doorsnede (lkx= 7072 mm, lky= 4000 mm):

c) Berekening van de toelaatbare horizontale verplaatsing in :

- Rekening houdend met de glasbreedten :
  - reductiefactor gevel: r1 = 800 / bkg < 2.0;
    800 / 800 = 1.00, dus r1 = 1.00
  - reductiefactor dek : r2 = 1125 / bd < 2.0;
    1125 / 1125 = 1.00, dus r2 = 1.00
  - ugevel = h / 100 * r1 < 50.0 mm;
    4000 / 100 * 1.00 = 40.0 mm, dus ugevel = 64.5 mm
  - udek = 1/200 * v * r2 < 50.0 mm
    1/200 * 4000 * 1.00 = 30.0 mm, dus udek = 68.9 mm
  - utoel-b = ugevel + udek = 64.5 + 68.9 = 64.5 mm
  - utoel = utoel-a < umax; MIN(110.0, 80.0) = 220.0 mm

3.12 B.C.4: c1) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

3.12.1 Berekening van de belastingen per tralie:

a) Belastingen in gebruikstoestand:
- Permanente belastingen:
  - Eigen gewicht dek : (1.00 * 35) = 35 N/m²
  - Eigen gewicht van de goot: (1.00 * 30)* 4.00 = 120 N
  - E.G. 1e rij tralies : (1.00 * 56.1) = 56.1 N/m
  - E.G. 2e rij tralies : (1.00 * 56.1) = 56.1 N/m
  - E.G. tralies middenvelden: (1.00 * 56.1) = 56.1 N/m
- Variabele belastingen:
  - Vert. puntlast: 1.00*max(1250,1000)+1.00*0 = 1250 N
  - Gewasbelasting : (1.00 * 0) = 0 N/m²
  - Installaties : (1.00 * 70) = 70 N/m²

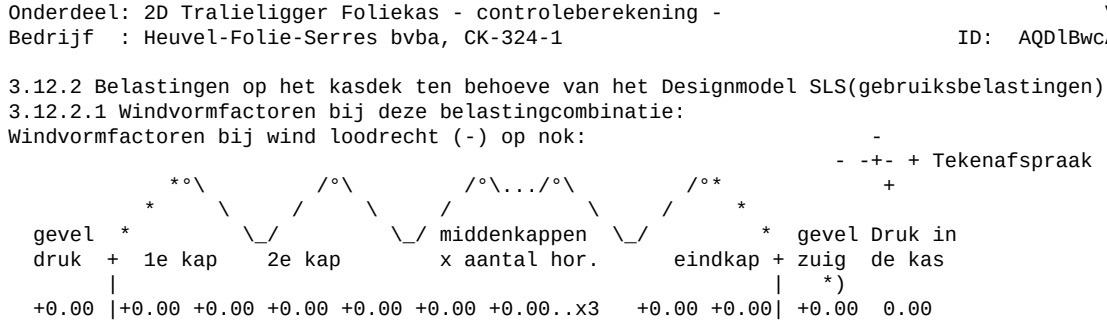
b) Belastingen in rekentoestand:
- Permanente belastingen:
  - Eigen gewicht dek : (1.02 * 35) = 36 N/m²
  - Eigen gewicht van de goot: (1.02 * 30)* 4.00 = 123 N
  - E.G. 1e rij tralies : (1.02 * 56.1) = 57.2 N/m
  - E.G. 2e rij tralies : (1.02 * 56.1) = 57.2 N/m
  - E.G. tralies middenvelden: (1.02 * 56.1) = 57.2 N/m
- Variabele belastingen:
  - Vert. puntlast: 1.27*max(1250,1000)+1.02*0 = 1594 N
  - Gewasbelasting : (1.27 * 0) = 0 N/m²
  - Installaties : (1.02 * 70) = 71 N/m²

c) Bij het bepalen van de knoopcoordinaten is rekening gehouden met
de initiële scheefstand van de kolommen:
- Scheefstand psi = 1/265 (zie EN 1993-1-1)

d) Rekenvoorbeeld van de belastingen op knooppunten op de volgende plaatsen:
Knoop k = "effectieve" spanthoogte van de eerste kolom
Knoop * = zwevende goot 1e rij tralies
Knoop * = middenkolom

- Horizontale belasting:
  Fk,hor = 0 N (geen windbelasting)
- Verticale belasting:
  Fvg = eigen gewicht goot = (1.02 * 30)* 4.00 = 123 N
  Fk,vert = -0.5 * Fvg
  F*,vert t.p.v. een goot = Fvg

3.12.2 Belastingen op het kasdek ten behoeve van het Designmodel SLS(gebruiksbelastingen):
3.12.2.1 Windvormfactoren bij deze belastingcombinatie:
Windvormfactoren bij wind loodrecht (-) op nok:



3.12.2.2 Belastingfactoren bij deze belastingcombinatie:

Belastingfactoren	gebruikstoestand	rekentoestand
Eigen gewicht	1.00	1.02
Installaties	1.00	1.02
Sneeuw	0.00	0.00
Wind	0.00	0.00
gewas	1.00	1.27

3.12.2.3 Gesommeerde belastingen op de omhulling van de kas per vakmaat:
Belastingen gebruikstoestand SLS per vakmaat (4.000 m):

Tralie	neerwaarts	qtral = fi*qinstall + fp*qtral + fg*qgewas	
		= 1.00*280.0 + 1.00*56.1 + 1.00*0.0	qtral = 336.1 N/m
Goot	zijgevel	Fgt.s = fp*qgoot.s = 1.00*60.0	Fgt.s = 60 N
	middengoot	Fgt.m = fp*qgoot.m = 1.00*120.0	Fgt.m = 120 N
Kasdek	evenwijdig	qdek.E = [fp*qdek + fs*qsneew]*sin(dek)	
		= [1.00*126.9 + 0.00*0.0]*sin(25.0)	qdek.E = 53.6 N/m
	loodrecht	qdek.L = [fp*qdek + fs*qsneew]*cos(dek)	
		= [1.00*126.9 + 0.00*0.0]*cos(25.0)	qdek.L = 115.0 N/m
	+ wind per kaphelft	= qdek.L + fw*qwinds*(cpe-cpi)	
	- 1e kaphelft	= 115.0 + 0.00*1341.5*(+0.00-0.00)	qdek.L1 = 115.0 N/m
	- 2e kaphelft	= 115.0 + 0.00*1341.5*(+0.00-0.00)	qdek.L2 = 115.0 N/m
	- 3e kaphelft	= 115.0 + 0.00*1341.5*(+0.00-0.00)	qdek.L3 = 115.0 N/m
	- 4e kaphelft	= 115.0 + 0.00*1341.5*(+0.00-0.00)	qdek.L4 = 115.0 N/m
	- Middenkap links	= 115.0 + 0.00*1341.5*(+0.00-0.00)	qdek.Lm1 = 115.0 N/m
	- Middenkap rechts	= 115.0 + 0.00*1341.5*(+0.00-0.00)	qdek.Lm2 = 115.0 N/m
	- Eindkap links	= 115.0 + 0.00*1341.5*(+0.00-0.00)	qdek.Le1 = 115.0 N/m
	- Eindkap Rechts	= 115.0 + 0.00*1341.5*(+0.00-0.00)	qdek.Le2 = 115.0 N/m
	+ windwrijving nok	= Cfr,1*fi*qwind*hkap*vakmaat	
	- middenkap FhwCpf	= 0.00*0.00*335.4 *1.12*4.0	FhwCpf = 0 N
Zijgevel	windzijde FhwF.gt	= fw*Fhw.gt*(cp1-cpi)	
	goothoogte	= 0.00*2896.5*(0.0 -0.0)	Fhw.gt = 0 N
	windzijde FhwF.fh	= fw*Fhw.fh*(cp1-cpi)	
	fundatiehoogte	= 0.00*2469.3*(0.0 -0.0)	Fhw.fh = 0 N
Zijgevel	loefzijde FhwL.gt	= fw*Fhw.gt*(cp1+cpi)	
	goothoogte	= 0.00*2896.5*(0.0 +0.0)	Fhw.gt = 0 N
	loefzijde FhwL.fh	= fw*Fhw.fh*(cp1+cpi)	
	fundatiehoogte	= 0.00*2469.3*(0.0 +0.0)	Fhw.fh = 0 N

Belastingen rekentoestand ULS per vakmaat (4.000 m):

Tralie	neerwaarts	qtral = fi*qinstall + fp*qtral + fg*qgewas		
		= 1.02*280.0 + 1.02*56.1 + 1.27*0.0	qtral =	343.1 N/m
Goot	zijgevel	Fgt.s = fp*qgoot.s = 1.02*60.0	Fgt.s =	61 N
	middengoot	Fgt.m = fp*qgoot.m = 1.02*120.0	Fgt.m =	123 N
Kasdek	evenwijdig	qdek.E = [fp*qdek + fs*qsneew]*sin(dek)		
		= [1.02*126.9 + 0.00*0.0]*sin(25.0)	qdek.E =	54.7 N/m
	loodrecht	qdek.L = [fp*qdek + fs*qsneew]*cos(dek)		
		= [1.02*126.9 + 0.00*0.0]*cos(25.0)	qdek.L =	117.4 N/m
	+ wind per kaphelft	= qdek.L + fw*qwinds*(cpe-cpi)		
	- 1e kaphelft	= 117.4 + 0.00*1341.5*(+0.00-0.00)	qdek.L1 =	117.4 N/m
	- 2e kaphelft	= 117.4 + 0.00*1341.5*(+0.00-0.00)	qdek.L2 =	117.4 N/m
	- 3e kaphelft	= 117.4 + 0.00*1341.5*(+0.00-0.00)	qdek.L3 =	117.4 N/m
	- 4e kaphelft	= 117.4 + 0.00*1341.5*(+0.00-0.00)	qdek.L4 =	117.4 N/m
	- Middenkap links	= 117.4 + 0.00*1341.5*(+0.00-0.00)	qdek.Lm1 =	117.4 N/m
	- Middenkap rechts	= 117.4 + 0.00*1341.5*(+0.00-0.00)	qdek.Lm2 =	117.4 N/m
	- Eindkap links	= 117.4 + 0.00*1341.5*(+0.00-0.00)	qdek.Le1 =	117.4 N/m
	- Eindkap Rechts	= 117.4 + 0.00*1341.5*(+0.00-0.00)	qdek.Le2 =	117.4 N/m
	+ windwrijving nok	= Cfr,1*fi*qwind*hkap*vakmaat		
	- middenkap FhwCpf	= 0.00*0.00*335.4 *1.12*4.0	FhwCpf =	0 N
Zijgevel	windzijde FhwF.gt	= fw*Fhw.gt*(cp1-cpi)		
	goothoogte	= 0.00*2896.5*(0.0 -0.0)	Fhw.gt =	0 N
	windzijde FhwF.fh	= fw*Fhw.fh*(cp1-cpi)		
	fundatiehoogte	= 0.00*2469.3*(0.0 -0.0)	Fhw.fh =	0 N
Zijgevel	loefzijde FhwL.gt	= fw*Fhw.gt*(cp1+cpi)		
	goothoogte	= 0.00*2896.5*(0.0 +0.0)	Fhw.gt =	0 N
	loefzijde FhwL.fh	= fw*Fhw.fh*(cp1+cpi)		
	fundatiehoogte	= 0.00*2469.3*(0.0 +0.0)	Fhw.fh =	0 N

Tabel 3.12.2.4: Knoopbelastingen, oplegreacties en knoopverplaatsingen:

			Knoopbelastingen Rekentoestand		Oplegreacties		Knoopverplaatsingen gebruikstoestand		
nr.	X-as [mm]	Y-as [mm]	X-as [N]	Y-as [N]	X-as [N]	Y-as [N]	X-verpl [mm]	Y-verpl [mm]	U_lijn [mm]
	Horiz.	Vert.	Horiz.	Vert.	Horiz.	Vert.	Horiz.	Vert.	
1	-0.013	0.000			26	1646			0.000
2	-0.007	1.852							0.000
3	-0.001	3.505							0.000
6	0.000	4.000	0	-61					0.000
7	2.400	5.119							0.000
4	0.000	3.705					0.46	-0.03	0.000
8	0.399	3.705					0.46	-0.21	0.176
9	2.399	3.705	0	-1594			0.47	-0.70	0.642
10	4.399	3.705					0.47	-0.16	0.078
11	4.787	0.000			-3	4514			0.000
12	4.793	1.852							0.000
13	4.799	3.505							0.000
16	4.800	4.000	0	-123					0.000
17	7.200	5.119							0.000
14	4.800	3.705					0.47	-0.09	0.000
18	5.199	3.705					0.48	-0.07	-0.011
19	7.199	3.705	0	-1594			0.48	-0.31	0.228
20	9.199	3.705					0.49	-0.09	0.012
21	9.587	0.000			4	3929			0.000
22	9.593	1.852							0.000
23	9.599	3.505							0.000
26	9.600	4.000	0	-123					0.000
27	12.000	5.119							0.000
24	9.600	3.705					0.49	-0.08	0.000
28	9.999	3.705					0.49	-0.11	0.034
29	11.999	3.705	0	-1594			0.50	-0.40	0.323
30	13.999	3.705					0.51	-0.10	0.025
31	14.387	0.000			2	4105			0.000
32	14.393	1.852							0.000
33	14.399	3.505							0.000
36	14.400	4.000	0	-123					0.000
37	16.800	5.119							0.000
34	14.400	3.705					0.51	-0.08	0.000
38	14.799	3.705					0.51	-0.11	0.027
39	16.799	3.705	0	-1594			0.52	-0.40	0.322
40	18.799	3.705					0.52	-0.11	0.032
41	19.187	0.000			-1	3931			0.000
42	19.193	1.852							0.000
43	19.199	3.505							0.000
46	19.200	4.000	0	-123					0.000
47	21.600	5.119							0.000
44	19.200	3.705					0.53	-0.08	0.000
48	19.599	3.705					0.53	-0.09	0.014
49	21.599	3.705	0	-1594			0.53	-0.31	0.230
50	23.599	3.705					0.54	-0.07	-0.012
51	23.987	0.000			10	4504			0.000
52	23.993	1.852							0.000
53	23.999	3.505							0.000
56	24.000	4.000	0	-123					0.000
57	26.400	5.119							0.000
54	24.000	3.705					0.54	-0.09	0.000
58	24.399	3.705					0.54	-0.16	0.078
59	26.399	3.705	0	-1594			0.55	-0.69	0.634
60	28.399	3.705					0.56	-0.21	0.172
61	28.787	0.000			-39	1668			0.000
62	28.793	1.852							0.000
63	28.799	3.505							0.000
64	28.800	3.705							0.000
65	28.801	3.905							
66	28.800	4.000	0	-61			0.56	-0.03	

Tabel 3.12.2.5: Staafbelastingen, momenten, normaal- en dwarskrachten

Staaf nr.	Profiel	X-as [N/m] Horizontaal	Y-as [N/m] Verticaal	BEGIN Normaal [N]	BEGIN Dwarskr [N]	BEGIN Moment [Nm]	EIND Normaal [N]	EIND Dwarskr [N]	EIND Moment [Nm]
1	RHBK100*50*3.0			-1646	-21	3	-1646	-21	-36
2	RHBK100*50*3.0			-1646	-20	-36	-1646	-20	-69
3	RHBK100*50*3.0			-1646	-21	-69	-1646	-21	-73
4	RHBK100*50*3.0			-406	-372	110	-406	-372	36
5	RHBK100*50*3.0			-402	-376	36	-402	-376	-0
6	Roede dek	-54.7	-117.4	-483	153	0	-339	-158	-6
7	Roede dek	54.7	-117.4	-339	158	-6	-483	-153	0
8	1e tralie	0.0	-343.1	347	1241	-183	347	1104	285
9	1e tralie	0.0	-343.1	347	1104	285	347	418	1807
10	1e tralie	0.0	-343.1	347	-1176	1807	347	-1862	-1230
11	1e tralie	0.0	-343.1	347	-1862	-1230	347	-1999	-2004
12	RHBK100*50*3.0			-4514	18	-15	-4514	18	19
13	RHBK100*50*3.0			-4514	21	19	-4514	21	54
14	RHBK100*50*3.0			-4514	18	54	-4514	18	58
15	RHBK100*50*3.0			-809	4	-0	-809	4	0
16	RHBK100*50*3.0			-809	-5	0	-809	-5	-0
17	Roede dek	-54.7	-117.4	-482	154	0	-337	-157	-5
18	Roede dek	54.7	-117.4	-337	157	-5	-482	-154	0
19	2e tralie	0.0	-343.1	349	1706	-1946	349	1569	-1293
20	2e tralie	0.0	-343.1	349	1569	-1293	349	883	1160
21	2e tralie	0.0	-343.1	349	-711	1160	349	-1397	-947
22	2e tralie	0.0	-343.1	349	-1397	-947	349	-1534	-1535
23	RHBK100*50*3.0			-3929	9	-11	-3929	9	6
24	RHBK100*50*3.0			-3929	12	6	-3929	12	26
25	RHBK100*50*3.0			-3929	9	26	-3929	9	28
26	RHBK100*50*3.0			-809	2	0	-809	2	1
27	RHBK100*50*3.0			-809	-6	1	-809	-6	-0
28	Roede dek	-54.7	-117.4	-483	153	0	-338	-157	-5
29	Roede dek	54.7	-117.4	-338	157	-5	-483	-153	0
30	middentralie	0.0	-343.1	346	1586	-1507	346	1449	-902
31	middentralie	0.0	-343.1	346	1449	-902	346	763	1309
32	middentralie	0.0	-343.1	346	-831	1309	346	-1517	-1039
33	middentralie	0.0	-343.1	346	-1517	-1039	346	-1655	-1675
34	RHBK100*50*3.0			-4105	12	-12	-4105	12	9
35	RHBK100*50*3.0			-4105	14	9	-4105	14	32
36	RHBK100*50*3.0			-4105	12	32	-4105	12	35
37	RHBK100*50*3.0			-809	3	-0	-809	3	1
38	RHBK100*50*3.0			-809	-6	1	-809	-6	0
39	Roede dek	-54.7	-117.4	-483	153	0	-338	-157	-5
40	Roede dek	54.7	-117.4	-338	157	-5	-483	-153	0
41	middentralie	0.0	-343.1	344	1641	-1641	344	1504	-1013
42	middentralie	0.0	-343.1	344	1504	-1013	344	818	1308
43	middentralie	0.0	-343.1	344	-776	1308	344	-1462	-930
44	middentralie	0.0	-343.1	344	-1462	-930	344	-1600	-1544
45	RHBK100*50*3.0			-3931	14	-13	-3931	14	12
46	RHBK100*50*3.0			-3931	16	12	-3931	16	39
47	RHBK100*50*3.0			-3931	14	39	-3931	14	41
48	RHBK100*50*3.0			-809	3	-0	-809	3	1
49	RHBK100*50*3.0			-809	-5	1	-809	-5	0
50	Roede dek	-54.7	-117.4	-482	154	0	-337	-157	-5
51	Roede dek	54.7	-117.4	-337	157	-5	-482	-154	0
52	2e tralie	0.0	-343.1	344	1523	-1502	344	1386	-922
53	2e tralie	0.0	-343.1	344	1386	-922	344	700	1163
54	2e tralie	0.0	-343.1	344	-894	1163	344	-1581	-1312
55	2e tralie	0.0	-343.1	344	-1581	-1312	344	-1718	-1973
56	RHBK100*50*3.0			-4504	5	-9	-4504	5	-1
57	RHBK100*50*3.0			-4504	7	-1	-4504	7	11
58	RHBK100*50*3.0			-4504	5	11	-4504	5	12
59	RHBK100*50*3.0			-809	2	0	-809	2	1
60	RHBK100*50*3.0			-809	-7	1	-809	-7	0
61	Roede dek	-54.7	-117.4	-483	153	0	-338	-158	-6
62	Roede dek	54.7	-117.4	-338	158	-6	-483	-153	0
63	1e tralie	0.0	-343.1	335	1977	-1961	335	1841	-1199
64	1e tralie	0.0	-343.1	335	1841	-1199	335	1154	1796
65	1e tralie	0.0	-343.1	335	-439	1796	335	-1126	230
66	1e tralie	0.0	-343.1	335	-1126	230	335	-1263	-249
67	RHBK100*50*3.0			-1667	44	-27	-1667	44	55
68	RHBK100*50*3.0			-1667	45	55	-1667	45	130

69	RHBK100*50*3.0	-1667	44	130	-1667	44	138	
70	RHBK100*50*3.0	-403	375	-110	-403	375	-35	
71	RHBK100*50*3.0	-407	371	-35	-407	371	0	

3.12.3 De krachtsverdeling in de tralies van de middenvelden:

Tabel 3.12.3.1: Momentenlijn, normaal- en dwarskrachtenlijn.

Positie	Momentenlijn	Normaal-krachtenlijn	Dwars-krachtenlijn
x in [m]	M(x) in [Nm]	N(x) in [N]	Q(x) in [N]
begin - eind	(+ = U/- =)	(+ = trek)	(+ = ~~~___)
9.60 - 12.00	-1507 1309	346 346	1586 763
12.00 - 14.40	1309 -1675	346 346	-831 -1655
14.40 - 16.80	-1641 1308	344 344	1641 818
16.80 - 19.20	1308 -1544	344 344	-776 -1600

3.12.3.1 Controle van de stijfheid van de tralie:

De toelaatbare doorbuiging van alle tralieliggers wordt bepaald per tralie:
- uvtoel = 4800 / 250 < 30.0 mm, dus: uvtoel = 19.2 mm

Uit de U-lijn is de maximale doorbuiging:
- doorbuiging umax = -4.68 mm

- Controle van de tralies van de middenvelden:
  Doorbuiging: |-4.7 | mm < 19.2 mm, dus: voldoet.
  bij B.C.4: c1) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

3.12.3.2 Controle van de bovenrand:

3.12.3.2 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de bovenrand:

- De normaalkracht in de bovenrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = -M/0.4000 + N/2 (voor N en M, zie 3.12.3.1)
    met: Effectieve spanthoogte: 400.0 mm

Tabel 3.12.32: Normaalkrachtenverloop in de bovenrand.

Plaats	Normaalkracht in [N] (trek = positief)	Systeem-lengte
x in [m]	Spant	[mm]
9.60 - 12.00	3941 -3101	2399
12.00 - 14.40	-3101 4361	2401
14.40 - 16.80	4273 -3099	2399
16.80 - 19.20	-3099 4031	2401

3.12.3.2 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Tabel 3.12.3.2:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de bovenrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-bepaling begin-eind	Normaalkrachten (trek = positief) [N] "begin"	"einde"	Rand-voor-waar-den	Mouty fact. ß m	Knfct staaf-lengte ß m×ß n	Knik-lengte [mm]	Klasse	Sterkte UC	Stab. UC
9.60-12.00	3941	-3101	m-d	0.792	0.524	2515	1	0.05	0.15
12.00-14.40	-3101	4361	d-m	0.792	0.524	2517	1	0.05	0.15
14.40-16.80	4273	-3099	m-d	0.792	0.524	2515	1	0.05	0.15
16.80-19.20	-3099	4031	d-m	0.792	0.524	2517	1	0.05	0.15

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (1.46 - 0.2)*(|-3101 |/(0.330 *61470   /1.0)) = 1.07
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-3101 |/(0.330 *61470   /1.0)) = 1.01
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(1.07   , 1.01   ) = 1.01
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.61

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-3101 |/(0.330 *61470   /1.0)+1.01 *|0.0 |/(1.00*834.3 /1.0)
           = 0.153 + 0.000 = 0.153
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-3101 |/(0.814 *61470   /1.0)+0.61 *|0.0 |/(1.00*834.3 /1.0)
           = 0.062 + 0.000 = 0.062

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.153 , 0.062) = 0.153

- controle: 0.15 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.12.3.2 Stabiliteitscontrole in het vlak:

- Nabij de zwevende goten:

  - Maatgevende normaaldrukkracht: Ndmax = -3101   N

  - Kniklengte: lky = 0.80 * lveld = 0.80 * 800 = 640 mm
    (lky > lveld/2, omdat de kortere velden, de langere velden steunen.)
  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (0.55 - 0.2)*(|-3101 |/(0.814 *61470   /1.0)) = 0.92
  Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-3101 |/(0.814 *61470   /1.0)) = 0.94
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.92   , 0.94   ) = 0.92
  Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.55

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-3101 |/(0.814 *61470   /1.0)+0.92 *|0.0 |/(1.00*626.1 /1.0)
           = 0.062 + 0.000 = 0.062
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-3101 |/(0.913 *61470   /1.0)+0.55 *|0.0 |/(1.00*626.1 /1.0)
           = 0.055 + 0.000 = 0.055

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.062 , 0.055) = 0.062

- controle: 0.06 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.12.3.2 Doorsnede-controle van de bovenrand:

           |NEd| |-3101 |
- UCDruk = ----- = --------- = 0.05
           Nc.Rd   61470

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 4361   N

           |NEd| | 4361 |
- UCTrek = ----- = --------- = 0.07
           Nc.Rd   61470

Trek is maatgevend.

- Controle: 0.07 < 1.00, dus de treksterkte voldoet.

Conclusie:
- Bovenrand (RHBK50*30*1.5) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.4: c1) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

3.12.3.3 Controle van de onderrand:

3.12.3.3 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de onderrand:
(voor de achterliggende theorie wordt verwezen naar hoofdstuk 4)

Tabel 3.12.33: Normaalkrachtenverloop in de onderrand.
- De normaalkracht in de onderrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = M/0.4000 + N/2 (voor N en M, zie 3.12.3.1)
    met: Effectieve spanthoogte: 400.0 mm

Tabel 3.12.33: Normaalkrachtenverloop in de onderrand.

Plaats x in [m]	Normaalkracht in [N] (trek = positief) Spant		Systeem-lengte [mm]
9.60 - 12.00	-3596	3446	2399
12.00 - 14.40	3446	-4015	2401
14.40 - 16.80	-3930	3443	2399
16.80 - 19.20	3443	-3688	2401

3.12.3.3 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Tabel 3.12.3.3:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de onderrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-bepaling begin-eind	Normaalkrachten (trek = positief) [N] "begin"	"einde"	Rand-voor-waar-den	Mouty fact. ßm	Knfct staaf-lengte/PlPerc ßm×ßn	Knik-lengte [mm]	Klasse	Sterkte UC	Stab. UC
9.60-12.00	-3596	3446	m-d	0.797	0.528	2533	1	0.06	0.18
12.00-14.40	3446	-4015	d-m	0.797	0.528	2535	1	0.07	0.20
14.40-16.80	-3930	3443	m-d	0.797	0.528	2533	1	0.06	0.20
16.80-19.20	3443	-3688	d-m	0.797	0.528	2535	1	0.06	0.18

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
       = 0.90 * (1.0 + (1.47 - 0.2)*(|-4015 |/(0.326 *61470 /1.0)) = 1.13
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
       = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-4015 |/(0.326 *61470 /1.0)) = 1.04
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(1.13 , 1.04) = 1.04
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.63

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-4015 |/(0.326 *61470 /1.0)+1.04 *|0.0 |/(1.00*834.3 /1.0)
           = 0.200 + 0.000 = 0.200
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-4015 |/(0.731 *61470 /1.0)+0.63 *|0.0 |/(1.00*834.3 /1.0)
           = 0.089 + 0.000 = 0.089

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.200 , 0.089) = 0.200

- controle: 0.20 < 0.95, dus de stabiliteit voldoet.

3.12.3.3 Stabiliteitscontrole in het vlak (nabij de kolom-aansluitingen):

- Maatgevend: Ndmax = N + |Q|/tan(alfa) = -4015 + |-1655 |/tan(42.8) = -2226 N
  (N.B.: 1e drukdiagonaal reduceert de normaaldrukkracht in de onderrand)

- Kniklengte: lky = 1.00*lveld = 1.00 * 800 = 800 mm
  (lky = lveld, volgens NEN 3851 art. 2.5.6.2.c.)

  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.40 (het profiel is geschoord).
  M1 = 0.00 , M2 = 0.00 , Ms = 0.00 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
       = 0.40 * (1.0 + (0.69 - 0.2)*(|-2226 |/(0.731 *61470 /1.0)) = 0.41
  Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
       = 0.40 * (1.0 + 0.8*(|-2226 |/(0.731 *61470 /1.0)) = 0.42
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.41 , 0.42) = 0.41
  Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.25

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-2226 |/(0.731 *61470 /1.0)+0.41 *|0.0 |/(1.00*626.1 /1.0)
           = 0.050 + 0.000 = 0.050
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-2226 |/(0.864 *61470 /1.0)+0.25 *|0.0 |/(1.00*626.1 /1.0)
           = 0.042 + 0.000 = 0.042

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.050 , 0.042) = 0.050

- controle: 0.05 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.12.3.3 Doorsnede-controle van de onderrand:

          |NEd| |-4015 |
- UCDruk = ----- = --------- = 0.07
          Nc.Rd   61470

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 3446 N

          |NEd| | 3446 |
- UCTrek = ----- = --------- = 0.06
          Nc.Rd   61470

Druk is maatgevend.

- Controle: 0.07 < 1.00, dus de druksterkte voldoet.

Conclusie:
- Onderrand (RHBK50*30*1.5) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.4: c1) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

3.12.3.4 Controle van de diagonalen:

3.12.3.4 Controle van de drukdiagonalen:

Gezien de toepassing spitst de controle van de drukdiagonalen zich toe
op de eindkappen van de tralies, d.w.z. tussen kopplaat en 1e zwevende goten.

- Controle op druk (bij neerwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qddmaxd = -1655 N (zie tabel 3.12.3.1)
    (+ = druk in drukdiagonaal)
    Extra dwarskracht i.v.m. mogelijke positie transportlast in eerste
    diagonaalveld in plaats van het midden van de overspanning.
    Vert.puntlast: Fpunt = 1.27 * max(1250, 1000) + 1.02 * 0 = 1594 N

  - Res.diag.drukkracht: $N_{ddiagd} = \frac{Qddmaxd - Fpunt/2}{\sin(alfa)} = \frac{-1655 - 1594/2}{\sin(42.8)} = -3611$ N

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} + \frac{|My.Ed|}{My.c.Rd} = \frac{|-3611|}{32448} + \frac{|0|}{184} = 0.111$$

  controle: 0.111 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Maximale spanning:

$$Sigma: \frac{|NEd|}{A} + \frac{|My.Ed|}{Wpl.y} = \frac{|-3611|}{109.1} + \frac{|0|}{0.752} = 33.1 \ N/mm^2$$

  UCspanning = Sigma/fy = 33.1 /235.0 = 0.141

  controle: 0.141 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.40 (het profiel is geschoord).
  M1 = 0.00 , M2 = 0.00 , Ms = 0.00 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
  = 0.40 * (1.0 + (0.58 - 0.2)*(|-3611 |/(0.799 *32448 /1.0)) = 0.42
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
  = 0.40 * (1.0 + 0.8*(|-3611 |/(0.799 *32448 /1.0)) = 0.44
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(0.42 , 0.44) = 0.42
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.25

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
  = |-3611 |/(0.799 *32448 /1.0)+0.42 *|0.0 |/(1.00*184.3 /1.0)
  = 0.139 + 0.000 = 0.139
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
  = |-3611 |/(0.799 *32448 /1.0)+0.25 *|0.0 |/(1.00*184.3 /1.0)
  = 0.139 + 0.000 = 0.139

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.139 , 0.139) = 0.139

  controle: 0.139 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie:
- Drukdiagonalen (RHBK20*20*1.5 mm) voldoen qua trek/druk
  bij B.C.4: c1) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

3.12.3.4 Controle van de trekdiagonalen:

Er wordt vanuit gegaan, dat de trekdiagonalen als zodanig worden toegepast in
de eindkappen en als trek- en drukdiagonalen in eventuele middenkappen.

- Controle op trek (in de eindkappen bij neerwaartse belasting en evt. in de middenkappen
  bij opwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qtdmaxt = 1655 N (zie tabel 3.12.3.1)
    (+ = trek in trekdiagonaal)

$$\text{Res.diag.trekkracht: } Ntdiagt = \frac{Qtdmaxt+Fpunt/2}{\sin(alfa)} = \frac{1655 + 1594 \ /2}{\sin(42.8)} = 3611 \text{ N}$$

 - Sterkte: Capaciteit trekdiagonaal: Ftdiagt = 18847 N (zie 4.4)

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Ftdiagt} = \frac{|3611|}{18847} = 0.192$$

  - UC-Trek : 0.192 < 1.00, dus trekdiagonaal voldoet.

Conclusie:
- Trekdiagonalen (RHBK20*20*1.5 mm) voldoen qua trek/druk
  bij B.C.4: c1) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

3.12.3.4 Controle van de (las)verbindingen:

	Drukdiagonaal		Trekdiagonaal	
	Nd = -3611 N		Nd = - 0 N	
	Nt = 0 N		Nt = 3611 N	
	Fstev = 0 N		Fstev = 2651 N	
	Fstlo = 0 N		Fstlo = 2452 N	
	Msdt = 0.00 Nm		Msdt = 0.00 Nm	
	Fsdev = 2651 N		Fsdev = 0 N	
	bovenrand	onderrand	bovenrand	onderrand
Tau1	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²	19.62 N/mm²	19.62 N/mm²
Tau2	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²	30.00 N/mm²	30.00 N/mm²
Sgm1	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²	19.62 N/mm²	19.62 N/mm²
SgmWst	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²	37.59 N/mm²	37.59 N/mm²
UC1	0.00	0.00	0.18	0.18
UC2	0.00	0.00	0.07	0.07
SgmWsd	30.00 N/mm²	30.00 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
UC3	0.14	0.14	0.00	0.00
Nt1	13786 N	13786 N	13786 N	13786 N
knd	1.00	1.00	1.00	1.00
Nd1	13786 N	13786 N	13786 N	13786 N
UCt1	0.00	0.00	0.26	0.26
UCd1	0.26	0.26	0.00	0.00
UClas	0.14	0.14	0.18	0.18
UCdia	0.26	0.26	0.26	0.26
UCgeo	0.97	0.97	0.97	0.97
UClas	0.14		0.18	
UCdia	0.97		0.97	

Conclusie:
- Lassen: UClas = 0.18 <= 1.00 dus: voldoen
- Aansluitingen: UCdia = 0.97 <= 1.00 dus: voldoen

Eindconclusie:
- Aansluiting diagonalen voldoet
  bij B.C.4: c1) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

3.12.3.5 Controle van de bouten van de spant-kolom-aansluiting:

Controle van de krachten op de bout(en) bij de bovenrand:

Tabel 3.12.3.5.1: Belastingen bij bovenrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,br [N]	Fs,br [N]	Fi,br [N]
9.60	-1507	346	1586	4309	793	4452
14.40	-1675	346	-1655	4770	-828	4911
14.40	-1641	344	1641	4674	820	4815
19.20	-1544	344	-1600	4408	-800	4551

Gegevens van de eindplaat bij de bovenrand:
- Aantal bouten bij de bovenrand: nbb = 1
- Momenten-arm bij bovenrand: hbbout = 364 mm
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Normaalkracht: $Ft = \frac{Nt}{2 * nbb} - \frac{M}{hbbout}$ met Ft >= 0 N
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * Q
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,br max = 4911 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbtb max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 4911 N < 33926 N, dus bout bij bovenrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.4: c1) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

Controle van de krachten op de bout(en) bij de onderrand:

Tabel 3.12.3.5.2: Belastingen bij onderrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,or [N]	Fs,or [N]	Fi,or [N]
9.60	-1507	346	1586	0	793	1121
14.40	-1675	346	-1655	0	-828	1170
14.40	-1641	344	1641	0	820	1160
19.20	-1544	344	-1600	0	-800	1131

Gegevens van de eindplaat bij de onderrand:
- Aantal bouten bij de onderrand: nbo = 1
- Momenten-arm bij onderrand: hobout = 364 mm
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Normaalkracht: $Ft = \frac{Nt}{2 * nbo} + \frac{M}{hobout}$ met Ft >= 0 N
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * Q
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,or max = 1170 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbto max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 1170 N < 33926 N, dus bout bij onderrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.4: c1) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

3.12.3.5 Controle van de eindplaat op pons:

Bij de boutverbinding van de bovenrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxb = 4.8 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capb = 96 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 4.8 kN < 96 kN, dus eindplaat (ST50*12.0) voldoet
zonder onderlegring bij de bovenste bout
bij B.C.4: c1) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

Bij de boutverbinding van de onderrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxo = 0.0 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capo = 96 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0.0 kN < 96 kN, dus eindplaat (ST50*12.0) voldoet
zonder onderlegring bij de onderste bout
bij B.C.4: c1) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

3.12.3.5 Controle van de eindplaat op buiging:

Tabel 3.12.3.5.4.1: Belastingen van de eindplaat van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Normaal-kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ftrb [N]	Ftro [N]
9.60	-1507	346	1586	3941	0
14.40	-1675	346	-1655	4361	0
14.40	-1641	344	1641	4273	0
19.20	-1544	344	-1600	4031	0

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de bovenrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftrb = \frac{N + sn*Q}{2} - \frac{M}{ht,eff} \text{ met } Ftrb>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftrb(max) * e = 0.5 * 4361 * 25.0 = 55 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 1667 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 55 Nm < 1667 Nm, dus eindplaat (ST50*12.0) voldoet
bij B.C.4: c1) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de onderrand:
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftro(max) * e = 0.5 * 0 * 25.0 = 0 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 368 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0 Nm < 368 Nm, dus eindplaat (ST50*12.0) voldoet
bij B.C.4: c1) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

De lasverbindingen tussen eindplaat met resp. de boven- en onderrand
zijn niet gecontroleerd.

3.12.4 De krachtsverdeling in de 2e rij tralies:

Tabel 3.12.4.1: Momentenlijn, normaal- en dwarskrachtenlijn.

Positie	Momentenlijn	Normaal-krachtenlijn	Dwars-krachtenlijn
x in [m]	M(x) in [Nm]	N(x) in [N]	Q(x) in [N]
begin - eind	(+ = U/- =)	(+ = trek)	(+ = ~~~___)
4.80 - 7.20	-1946 1160	349 349	1706 883
7.20 - 9.60	1160 -1535	349 349	-711 -1534
19.20 - 21.60	-1502 1163	344 344	1523 700
21.60 - 24.00	1163 -1973	344 344	-894 -1718

3.12.4.1 Controle van de stijfheid van de tralie:

De toelaatbare doorbuiging van alle tralieliggers wordt bepaald per tralie:
- uvtoel = 4800 / 250 < 30.0 mm, dus: uvtoel = 19.2 mm

Uit de U-lijn is de maximale doorbuiging:
- doorbuiging umax = -4.77 mm

- Controle van de 2e rij tralies:
  Doorbuiging: |-4.8 | mm < 19.2 mm, dus: voldoet.
  bij B.C.4: c1) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

3.12.4.2 Controle van de bovenrand:

3.12.4.2 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de bovenrand:

- De normaalkracht in de bovenrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = -M/0.4000 + N/2 (voor N en M, zie 3.12.4.1)
    met: Effectieve spanthoogte: 400.0 mm

Tabel 3.12.42: Normaalkrachtenverloop in de bovenrand.

Plaats	Normaalkracht in [N] (trek = positief)	Systeem-lengte
x in [m]	Spant	[mm]
4.80 - 7.20	5040 -2726	2399
7.20 - 9.60	-2726 4012	2401
19.20 - 21.60	3928 -2736	2399
21.60 - 24.00	-2736 5104	2401

3.12.4.2 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Tabel 3.12.4.2:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de bovenrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-bepaling begin-eind	Normaalkrachten (trek = positief) [N] "begin"	"einde"	Rand-voor-waar-den	Mouty fact. ß m	Knfct staaf-lengte ß m×ß n	Knik-lengte [mm]	Klasse	Sterkte UC	Stab. UC
4.80- 7.20	5040	-2726	m-d	0.792	0.524	2515	1	0.04	0.13
7.20- 9.60	-2726	4012	d-m	0.792	0.524	2517	1	0.04	0.13
19.20-21.60	3928	-2736	m-d	0.792	0.524	2515	1	0.04	0.13
21.60-24.00	-2736	5104	d-m	0.792	0.524	2517	1	0.04	0.14

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (1.46 - 0.2)*(|-2736 |/(0.330 *61470   /1.0)) = 1.05
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-2736 |/(0.330 *61470   /1.0)) = 1.00
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(1.05   , 1.00   ) = 1.00
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.60

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-2736 |/(0.330 *61470   /1.0)+1.00 *|0.0 |/(1.00*834.3 /1.0)
           = 0.135 + 0.000 = 0.135
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-2736 |/(0.814 *61470   /1.0)+0.60 *|0.0 |/(1.00*834.3 /1.0)
           = 0.055 + 0.000 = 0.055

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.135 , 0.055) = 0.135

- controle: 0.14 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.12.4.2 Stabiliteitscontrole in het vlak:

- Nabij de zwevende goten:

  - Maatgevende normaaldrukkracht: Ndmax = -2736   N

  - Kniklengte: lky = 0.80 * lveld = 0.80 * 800 = 640 mm
    (lky > lveld/2, omdat de kortere velden, de langere velden steunen.)
  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (0.55 - 0.2)*(|-2736 |/(0.814 *61470   /1.0)) = 0.92
  Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-2736 |/(0.814 *61470   /1.0)) = 0.94
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.92   , 0.94   ) = 0.92
  Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.55

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-2736 |/(0.814 *61470   /1.0)+0.92 *|0.0 |/(1.00*626.1 /1.0)
           = 0.055 + 0.000 = 0.055
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-2736 |/(0.913 *61470   /1.0)+0.55 *|0.0 |/(1.00*626.1 /1.0)
           = 0.049 + 0.000 = 0.049

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.055 , 0.049) = 0.055

- controle: 0.05 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.12.4.2 Doorsnede-controle van de bovenrand:

           |NEd| |-2736 |
- UCDruk = ----- = --------- = 0.04
           Nc.Rd   61470

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 5104   N

           |NEd| | 5104 |
- UCTrek = ----- = --------- = 0.08
           Nc.Rd   61470

Trek is maatgevend.

- Controle: 0.08 < 1.00, dus de treksterkte voldoet.

Conclusie:
- Bovenrand (RHBK50*30*1.5) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.4: c1) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

3.12.4.3 Controle van de onderrand:

3.12.4.3 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de onderrand:
(voor de achterliggende theorie wordt verwezen naar hoofdstuk 4)

Tabel 3.12.43: Normaalkrachtenverloop in de onderrand.
- De normaalkracht in de onderrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = M/0.4000 + N/2 (voor N en M, zie 3.12.4.1)
    met: Effectieve spanthoogte: 400.0 mm

Tabel 3.12.43: Normaalkrachtenverloop in de onderrand.

Plaats x in [m]	Normaalkracht in [N] (trek = positief) Spant	Systeem-lengte [mm]
4.80 - 7.20	-4691 3075	2399
7.20 - 9.60	3075 -3663	2401
19.20 - 21.60	-3584 3080	2399
21.60 - 24.00	3080 -4760	2401

3.12.4.3 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Tabel 3.12.4.3:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de onderrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-bepaling begin-eind	Normaalkrachten (trek = positief) [N] "begin"	"einde"	Rand-voor-waar-den	Mouty fact. ß m	Knfct staaf-lengte/PlPerc ß m×ß n	Knik-lengte [mm]	Klasse	Sterkte UC	Stab. UC
4.80- 7.20	-4691	3075	m-d	0.797	0.528	2533	1	0.08	0.23
7.20- 9.60	3075	-3663	d-m	0.797	0.528	2535	1	0.06	0.18
19.20-21.60	-3584	3080	m-d	0.797	0.528	2533	1	0.06	0.18
21.60-24.00	3080	-4760	d-m	0.797	0.528	2535	1	0.08	0.24

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
  = 0.90 * (1.0 + (1.47 - 0.2)*(|-4760 |/(0.326 *61470 /1.0)) = 1.17
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
  = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-4760 |/(0.326 *61470 /1.0)) = 1.07
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(1.17 , 1.07) = 1.07
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.64

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
  = |-4760 |/(0.326 *61470 /1.0)+1.07 *|0.0 |/(1.00*834.3 /1.0)
  = 0.238 + 0.000 = 0.238
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
  = |-4760 |/(0.731 *61470 /1.0)+0.64 *|0.0 |/(1.00*834.3 /1.0)
  = 0.106 + 0.000 = 0.106

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.238 , 0.106) = 0.238

- controle: 0.24 < 0.95, dus de stabiliteit voldoet.

3.12.4.3 Stabiliteitscontrole in het vlak (nabij de kolom-aansluitingen):

- Maatgevend: Ndmax = N + |Q|/tan(alfa) = -4760 + |-1718 |/tan(42.8) = -2903 N
  (N.B.: 1e drukdiagonaal reduceert de normaaldrukkracht in de onderrand)

- Kniklengte: lky = 1.00*lveld = 1.00 * 800 = 800 mm
  (lky = lveld, volgens NEN 3851 art. 2.5.6.2.c.)

  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.40 (het profiel is geschoord).
  M1 = 0.00 , M2 = 0.00 , Ms = 0.00 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
       = 0.40 * (1.0 + (0.69 - 0.2)*(|-2903 |/(0.731 *61470 /1.0)) = 0.41
  Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
       = 0.40 * (1.0 + 0.8*(|-2903 |/(0.731 *61470 /1.0)) = 0.42
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.41 , 0.42) = 0.41
  Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.25

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-2903 |/(0.731 *61470 /1.0)+0.41 *|0.0 |/(1.00*626.1 /1.0)
           = 0.065 + 0.000 = 0.065
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-2903 |/(0.864 *61470 /1.0)+0.25 *|0.0 |/(1.00*626.1 /1.0)
           = 0.055 + 0.000 = 0.055

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.065 , 0.055) = 0.065

- controle: 0.06 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.12.4.3 Doorsnede-controle van de onderrand:

          |NEd| |-4760 |
- UCDruk = ----- = --------- = 0.08
          Nc.Rd   61470

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 3080   N

          |NEd| | 3080 |
- UCTrek = ----- = --------- = 0.05
          Nc.Rd   61470

Druk is maatgevend.

- Controle: 0.08 < 1.00, dus de druksterkte voldoet.

Conclusie:
- Onderrand (RHBK50*30*1.5) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.4: c1) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

3.12.4.4 Controle van de diagonalen:

3.12.4.4 Controle van de drukdiagonalen:

Gezien de toepassing spitst de controle van de drukdiagonalen zich toe
op de eindkappen van de tralies, d.w.z. tussen kopplaat en 1e zwevende goten.

- Controle op druk (bij neerwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qddmaxd = -1718 N (zie tabel 3.12.4.1)
    (+ = druk in drukdiagonaal)
    Extra dwarskracht i.v.m. mogelijke positie transportlast in eerste
    diagonaalveld in plaats van het midden van de overspanning.
    Vert.puntlast: Fpunt = 1.27 * max(1250, 1000) + 1.02 * 0 = 1594 N

  - Res.diag.drukkracht: $N_{ddiagd} = \frac{Qddmaxd - Fpunt/2}{\sin(alfa)} = \frac{-1718 - 1594/2}{\sin(42.8)} = -3704$ N

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} + \frac{|My.Ed|}{My.c.Rd} = \frac{|-3704|}{32448} + \frac{|0|}{184} = 0.114$$

  controle: 0.114 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Maximale spanning:

$$Sigma: \frac{|NEd|}{A} + \frac{|My.Ed|}{Wpl.y} = \frac{|-3704|}{109.1} + \frac{|0|}{0.752} = 34.0 \ N/mm^2$$

  UCspanning = Sigma/fy = 34.0 /235.0 = 0.145

  controle: 0.145 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.40 (het profiel is geschoord).
  M1 = 0.00 , M2 = 0.00 , Ms = 0.00 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
  = 0.40 * (1.0 + (0.58 - 0.2)*(|-3704 |/(0.799 *32448 /1.0)) = 0.42
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
  = 0.40 * (1.0 + 0.8*(|-3704 |/(0.799 *32448 /1.0)) = 0.45
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(0.42 , 0.45) = 0.42
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.25

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
  = |-3704 |/(0.799 *32448 /1.0)+0.42 *|0.0 |/(1.00*184.3 /1.0)
  = 0.143 + 0.000 = 0.143
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
  = |-3704 |/(0.799 *32448 /1.0)+0.25 *|0.0 |/(1.00*184.3 /1.0)
  = 0.143 + 0.000 = 0.143

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.143 , 0.143) = 0.143

  controle: 0.143 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie:
- Drukdiagonalen (RHBK20*20*1.5 mm) voldoen qua trek/druk
  bij B.C.4: c1) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

3.12.4.4 Controle van de trekdiagonalen:

Er wordt vanuit gegaan, dat de trekdiagonalen als zodanig worden toegepast in
de eindkappen en als trek- en drukdiagonalen in eventuele middenkappen.

- Controle op trek (in de eindkappen bij neerwaartse belasting en evt. in de middenkappen
  bij opwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qtdmaxt = 1718 N (zie tabel 3.12.4.1)
    (+ = trek in trekdiagonaal)

$$\text{Res.diag.trekkracht: } N_{tdiagt} = \frac{Q_{tdmaxt}+F_{punt}/2}{\sin(\alpha)} = \frac{1718 + 1594 \;/2}{\sin(42.8)} = 3704 \text{ N}$$

 - Sterkte: Capaciteit trekdiagonaal: Ftdiagt = 18847 N (zie 4.4)

$$UC_{sterkte} = \frac{|N_{Ed}|}{F_{tdiagt}} = \frac{|3704|}{18847} = 0.197$$

  - UC-Trek : 0.197 < 1.00, dus trekdiagonaal voldoet.

Conclusie:
- Trekdiagonalen (RHBK20*20*1.5 mm) voldoen qua trek/druk
  bij B.C.4: c1) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

3.12.4.4 Controle van de (las)verbindingen:

	Drukdiagonaal		Trekdiagonaal	
	Nd = -3704 N		Nd = - 0 N	
	Nt = 0 N		Nt = 3704 N	
	Fstev = 0 N		Fstev = 2719 N	
	Fstlo = 0 N		Fstlo = 2515 N	
	Msdt = 0.00 Nm		Msdt = 0.00 Nm	
	Fsdev = 2719 N		Fsdev = 0 N	
	bovenrand	onderrand	bovenrand	onderrand
Tau1	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²	20.13 N/mm²	20.13 N/mm²
Tau2	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²	30.77 N/mm²	30.77 N/mm²
Sgm1	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²	20.13 N/mm²	20.13 N/mm²
SgmWst	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²	38.56 N/mm²	38.56 N/mm²
UC1	0.00	0.00	0.19	0.19
UC2	0.00	0.00	0.07	0.07
SgmWsd	30.77 N/mm²	30.77 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
UC3	0.15	0.15	0.00	0.00
Nt1	13786 N	13786 N	13786 N	13786 N
knd	1.00	1.00	1.00	1.00
Nd1	13786 N	13786 N	13786 N	13786 N
UCt1	0.00	0.00	0.27	0.27
UCd1	0.27	0.27	0.00	0.00
UClas	0.15	0.15	0.19	0.19
UCdia	0.27	0.27	0.27	0.27
UCgeo	0.97	0.97	0.97	0.97
UClas	0.15		0.19	
UCdia	0.97		0.97	

Conclusie:
- Lassen: UClas = 0.19 <= 1.00 dus: voldoen
- Aansluitingen: UCdia = 0.97 <= 1.00 dus: voldoen

Eindconclusie:
- Aansluiting diagonalen voldoet
  bij B.C.4: c1) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

3.12.4.5 Controle van de bouten van de spant-kolom-aansluiting:

Controle van de krachten op de bout(en) bij de bovenrand:

Tabel 3.12.4.5.1: Belastingen bij bovenrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,br [N]	Fs,br [N]	Fi,br [N]
4.80	-1946	349	1706	5514	853	5645
9.60	-1535	349	-1534	4387	-767	4519
19.20	-1502	344	1523	4294	761	4427
24.00	-1973	344	-1718	5586	-859	5716

Gegevens van de eindplaat bij de bovenrand:
- Aantal bouten bij de bovenrand: nbb = 1
- Momenten-arm bij bovenrand: hbbout = 364 mm
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Normaalkracht: $Ft = \frac{Nt}{2 * nbb} - \frac{M}{hbbout}$ met Ft >= 0 N
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * Q
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,br max = 5716 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbtb max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 5716 N < 33926 N, dus bout bij bovenrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.4: c1) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

Controle van de krachten op de bout(en) bij de onderrand:

Tabel 3.12.4.5.2: Belastingen bij onderrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,or [N]	Fs,or [N]	Fi,or [N]
4.80	-1946	349	1706	0	853	1207
9.60	-1535	349	-1534	0	-767	1085
19.20	-1502	344	1523	0	761	1077
24.00	-1973	344	-1718	0	-859	1215

Gegevens van de eindplaat bij de onderrand:
- Aantal bouten bij de onderrand: nbo = 1
- Momenten-arm bij onderrand: hobout = 364 mm
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Normaalkracht: $Ft = \frac{Nt}{2 * nbo} + \frac{M}{hobout}$ met Ft >= 0 N
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * Q
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,or max = 1215 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbto max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 1215 N < 33926 N, dus bout bij onderrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.4: c1) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

3.12.4.5 Controle van de eindplaat op pons:

Bij de boutverbinding van de bovenrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxb = 5.6 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capb = 96 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 5.6 kN < 96 kN, dus eindplaat (ST50*12.0) voldoet
zonder onderlegring bij de bovenste bout
bij B.C.4: c1) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

Bij de boutverbinding van de onderrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxo = 0.0 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capo = 96 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0.0 kN < 96 kN, dus eindplaat (ST50*12.0) voldoet
zonder onderlegring bij de onderste bout
bij B.C.4: c1) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

3.12.4.5 Controle van de eindplaat op buiging:

Tabel 3.12.4.5.4.1: Belastingen van de eindplaat van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Normaal-kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ftrb [N]	Ftro [N]
4.80	-1946	349	1706	5040	0
9.60	-1535	349	-1534	4012	0
19.20	-1502	344	1523	3928	0
24.00	-1973	344	-1718	5104	0

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de bovenrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftrb = \frac{N + sn*Q}{2} - \frac{M}{ht,eff} \text{ met } Ftrb>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftrb(max) * e = 0.5 * 5104 * 25.0 = 64 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 1667 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 64 Nm < 1667 Nm, dus eindplaat (ST50*12.0) voldoet
bij B.C.4: c1) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de onderrand:
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftro(max) * e = 0.5 * 0 * 25.0 = 0 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 368 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0 Nm < 368 Nm, dus eindplaat (ST50*12.0) voldoet
bij B.C.4: c1) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

De lasverbindingen tussen eindplaat met resp. de boven- en onderrand
zijn niet gecontroleerd.

3.12.5 De krachtsverdeling in de 1e rij tralies:

Tabel 3.12.5.1: Momentenlijn, normaal- en dwarskrachtenlijn.

Positie x in [m] begin - eind	Momentenlijn M(x) in [Nm] (+ = U/- =)	Normaal-krachtenlijn N(x) in [N] (+ = trek)	Dwars-krachtenlijn Q(x) in [N] (+ = ~~~___)
0.00 - 2.40	-183 1807	347 347	1241 418
2.40 - 4.80	1807 -2004	347 347	-1176 -1999
24.00 - 26.40	-1961 1796	335 335	1977 1154
26.40 - 28.80	1796 -249	335 335	-439 -1263

3.12.5.1 Controle van de stijfheid van de tralie:

De toelaatbare doorbuiging van alle tralieliggers wordt bepaald per tralie:
- uvtoel = 4800 / 250 < 30.0 mm, dus: uvtoel = 19.2 mm

Uit de U-lijn is de maximale doorbuiging:
- doorbuiging umax = -4.36 mm

- Controle van de 1e rij tralies:
  Doorbuiging: |-4.4 | mm < 19.2 mm, dus: voldoet.
  bij B.C.4: c1) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

3.12.5.2 Controle van de bovenrand:

3.12.5.2 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de bovenrand:

- De normaalkracht in de bovenrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = -M/0.4000 + N/2 (voor N en M, zie 3.12.5.1)
    met: Effectieve spanthoogte: 400.0 mm

Tabel 3.12.52: Normaalkrachtenverloop in de bovenrand.

Plaats x in [m]	Normaalkracht in [N] (trek = positief) Spant	Systeem-lengte [mm]
0.00 - 2.40	631 -4345	2399
2.40 - 4.80	-4345 5184	2401
24.00 - 26.40	5070 -4321	2399
26.40 - 28.80	-4321 789	2401

3.12.5.2 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Tabel 3.12.5.2:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de bovenrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-bepaling begin-eind	Normaalkrachten (trek = positief) [N] "begin"	"einde"	Rand-voor-waar-den	Mouty fact. ß m	Knfct staaf-lengte ß m×ß n	Knik-lengte [mm]	Klasse	Sterkte UC	Stab. UC
0.00- 2.40	631	-4345	e-d	0.786	0.536	2570	1	0.07	0.22
2.40- 4.80	-4345	5184	d-m	0.792	0.524	2517	1	0.07	0.21
24.00-26.40	5070	-4321	m-d	0.792	0.524	2515	1	0.07	0.21
26.40-28.80	-4321	789	d-e	0.786	0.526	2523	1	0.07	0.21

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (1.49 - 0.2)*(|-4345 |/(0.319 *61470   /1.0)) = 1.16
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-4345 |/(0.319 *61470   /1.0)) = 1.06
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(1.16   , 1.06   ) = 1.06
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.64

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-4345 |/(0.319 *61470   /1.0)+1.06 *|0.0 |/(1.00*834.3 /1.0)
           = 0.221 + 0.000 = 0.221
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-4345 |/(0.814 *61470   /1.0)+0.64 *|0.0 |/(1.00*834.3 /1.0)
           = 0.087 + 0.000 = 0.087

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.221 , 0.087) = 0.221

- controle: 0.22 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.12.5.2 Stabiliteitscontrole in het vlak:

- Nabij de zwevende goten:

  - Maatgevende normaaldrukkracht: Ndmax = -4345   N

  - Kniklengte: lky = 0.80 * lveld = 0.80 * 800 = 640 mm
    (lky > lveld/2, omdat de kortere velden, de langere velden steunen.)
  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (0.55 - 0.2)*(|-4345 |/(0.814 *61470   /1.0)) = 0.93
  Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-4345 |/(0.814 *61470   /1.0)) = 0.96
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.93   , 0.96   ) = 0.93
  Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.56

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-4345 |/(0.814 *61470   /1.0)+0.93 *|0.0 |/(1.00*626.1 /1.0)
           = 0.087 + 0.000 = 0.087
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-4345 |/(0.913 *61470   /1.0)+0.56 *|0.0 |/(1.00*626.1 /1.0)
           = 0.077 + 0.000 = 0.077

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.087 , 0.077) = 0.087

- controle: 0.09 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.12.5.2 Doorsnede-controle van de bovenrand:

           |NEd| |-4345 |
- UCDruk = ----- = --------- = 0.07
           Nc.Rd   61470

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 5184   N

           |NEd| | 5184 |
- UCTrek = ----- = --------- = 0.08
           Nc.Rd   61470

Trek is maatgevend.

- Controle: 0.08 < 1.00, dus de treksterkte voldoet.

Conclusie:
- Bovenrand (RHBK50*30*1.5) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.4: c1) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

3.12.5.3 Controle van de onderrand:

3.12.5.3 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de onderrand:
(voor de achterliggende theorie wordt verwezen naar hoofdstuk 4)

Tabel 3.12.53: Normaalkrachtenverloop in de onderrand.
- De normaalkracht in de onderrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = M/0.4000 + N/2 (voor N en M, zie 3.12.5.1)
    met: Effectieve spanthoogte: 400.0 mm

Tabel 3.12.53: Normaalkrachtenverloop in de onderrand.

Plaats x in [m]	Normaalkracht in [N] (trek = positief) Spant	Systeem-lengte [mm]
0.00 - 2.40	-284 4692	2399
2.40 - 4.80	4692 -4837	2401
24.00 - 26.40	-4735 4656	2399
26.40 - 28.80	4656 -454	2401

3.12.5.3 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Tabel 3.12.5.3:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de onderrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-bepaling begin-eind	Normaalkrachten (trek = positief) [N] "begin" "einde"	Rand-voor-waar-den	Mouty fact. ß m	Knfct staaf-lengte/PlPerc ß m×ß n	Knik-lengte [mm]	Klasse	Sterkte UC	Stab. UC
0.00- 2.40	-284 4692	e-d	0.792	0.524	2517	1	0.00	0.01
2.40- 4.80	4692 -4837	d-m	0.797	0.528	2535	1	0.08	0.24
24.00-26.40	-4735 4656	m-d	0.797	0.528	2533	1	0.08	0.24
26.40-28.80	4656 -454	d-e	0.792	0.524	2519	1	0.01	0.02

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
  = 0.90 * (1.0 + (1.47 - 0.2)*(|-4837 |/(0.326 *61470 /1.0)) = 1.17
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
  = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-4837 |/(0.326 *61470 /1.0)) = 1.07
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(1.17 , 1.07) = 1.07
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.64

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
  = |-4837 |/(0.326 *61470 /1.0)+1.07 *|0.0 |/(1.00*834.3 /1.0)
  = 0.241 + 0.000 = 0.241
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
  = |-4837 |/(0.731 *61470 /1.0)+0.64 *|0.0 |/(1.00*834.3 /1.0)
  = 0.108 + 0.000 = 0.108

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.241 , 0.108) = 0.241

- controle: 0.24 < 0.95, dus de stabiliteit voldoet.

3.12.5.3 Stabiliteitscontrole in het vlak (nabij de kolom-aansluitingen):

- Maatgevend: Ndmax = N + |Q|/tan(alfa) = -4837 + |-1999 |/tan(42.8) = -2675 N
  (N.B.: 1e drukdiagonaal reduceert de normaaldrukkracht in de onderrand)

- Kniklengte: lky = 1.00*lveld = 1.00 * 800 = 800 mm
  (lky = lveld, volgens NEN 3851 art. 2.5.6.2.c.)

  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.40 (het profiel is geschoord).
  M1 = 0.00 , M2 = 0.00 , Ms = 0.00 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
       = 0.40 * (1.0 + (0.69 - 0.2)*(|-2675 |/(0.731 *61470 /1.0)) = 0.41
  Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
       = 0.40 * (1.0 + 0.8*(|-2675 |/(0.731 *61470 /1.0)) = 0.42
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.41 , 0.42) = 0.41
  Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.25

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-2675 |/(0.731 *61470 /1.0)+0.41 *|0.0 |/(1.00*626.1 /1.0)
           = 0.060 + 0.000 = 0.060
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-2675 |/(0.864 *61470 /1.0)+0.25 *|0.0 |/(1.00*626.1 /1.0)
           = 0.050 + 0.000 = 0.050

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.060 , 0.050) = 0.060

- controle: 0.06 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.12.5.3 Doorsnede-controle van de onderrand:

$$\text{UCDruk} = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} = \frac{|-4837|}{61470} = 0.08$$

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 4692 N

$$\text{UCTrek} = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} = \frac{|4692|}{61470} = 0.08$$

Druk is maatgevend.

- Controle: 0.08 < 1.00, dus de druksterkte voldoet.

Conclusie:
- Onderrand (RHBK50*30*1.5) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.4: c1) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

3.12.5.4 Controle van de diagonalen:

3.12.5.4 Controle van de drukdiagonalen:

Gezien de toepassing spitst de controle van de drukdiagonalen zich toe
op de eindkappen van de tralies, d.w.z. tussen kopplaat en 1e zwevende goten.

- Controle op druk (bij neerwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qddmaxd = -1999 N (zie tabel 3.12.5.1)
    (+ = druk in drukdiagonaal)
    Extra dwarskracht i.v.m. mogelijke positie transportlast in eerste
    diagonaalveld in plaats van het midden van de overspanning.
    Vert.puntlast: Fpunt = 1.27 * max(1250, 1000) + 1.02 * 0 = 1594 N

  - Res.diag.drukkracht: $N_{ddiagd} = \frac{Qddmaxd - Fpunt/2}{\sin(alfa)} = \frac{-1999 - 1594/2}{\sin(42.8)} = -4118$ N

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} + \frac{|My.Ed|}{My.c.Rd} = \frac{|-4118|}{32448} + \frac{|0|}{184} = 0.127$$

  controle: 0.127 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Maximale spanning:

$$Sigma = \frac{|NEd|}{A} + \frac{|My.Ed|}{Wpl.y} = \frac{|-4118|}{109.1} + \frac{|0|}{0.752} = 37.8 \ N/mm^2$$

  UCspanning = Sigma/fy = 37.8 /235.0 = 0.161

  controle: 0.161 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.40 (het profiel is geschoord).
  M1 = 0.00 , M2 = 0.00 , Ms = 0.00 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
  = 0.40 * (1.0 + (0.58 - 0.2)*(|-4118 |/(0.799 *32448 /1.0)) = 0.42
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
  = 0.40 * (1.0 + 0.8*(|-4118 |/(0.799 *32448 /1.0)) = 0.45
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(0.42 , 0.45) = 0.42
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.25

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
  = |-4118 |/(0.799 *32448 /1.0)+0.42 *|0.0 |/(1.00*184.3 /1.0)
  = 0.159 + 0.000 = 0.159
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
  = |-4118 |/(0.799 *32448 /1.0)+0.25 *|0.0 |/(1.00*184.3 /1.0)
  = 0.159 + 0.000 = 0.159

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.159 , 0.159) = 0.159

  controle: 0.159 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie:
- Drukdiagonalen (RHBK20*20*1.5 mm) voldoen qua trek/druk
  bij B.C.4: c1) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

3.12.5.4 Controle van de trekdiagonalen:

Er wordt vanuit gegaan, dat de trekdiagonalen als zodanig worden toegepast in
de eindkappen en als trek- en drukdiagonalen in eventuele middenkappen.

- Controle op trek (in de eindkappen bij neerwaartse belasting en evt. in de middenkappen
  bij opwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qtdmaxt = 1999 N (zie tabel 3.12.5.1)
    (+ = trek in trekdiagonaal)

$$\text{- Res.diag.trekkracht: } Ntdiagt = \frac{Qtdmaxt+Fpunt/2}{\sin(alfa)} = \frac{1999 + 1594 \ /2}{\sin(42.8)} = 4118 \text{ N}$$

 - Sterkte: Capaciteit trekdiagonaal: Ftdiagt = 18847 N (zie 4.4)

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Ftdiagt} = \frac{|4118|}{18847} = 0.219$$

  - UC-Trek : 0.219 < 1.00, dus trekdiagonaal voldoet.

Conclusie:
- Trekdiagonalen (RHBK20*20*1.5 mm) voldoen qua trek/druk
  bij B.C.4: c1) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

3.12.5.4 Controle van de (las)verbindingen:

	Drukdiagonaal		Trekdiagonaal	
	Nd = -4118 N Nt = 0 N Fstev = 0 N Fstlo = 0 N Msdt = 0.00 Nm Fsdev = 3023 N		Nd = - 0 N Nt = 4118 N Fstev = 3023 N Fstlo = 2796 N Msdt = 0.00 Nm Fsdev = 0 N	
	bovenrand	onderrand	bovenrand	onderrand
Tau1	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²	22.38 N/mm²	22.38 N/mm²
Tau2	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²	34.21 N/mm²	34.21 N/mm²
Sgm1	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²	22.38 N/mm²	22.38 N/mm²
SgmWst	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²	42.87 N/mm²	42.87 N/mm²
UC1	0.00	0.00	0.21	0.21
UC2	0.00	0.00	0.08	0.08
SgmWsd	34.21 N/mm²	34.21 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
UC3	0.16	0.16	0.00	0.00
Nt1	13786 N	13786 N	13786 N	13786 N
knd	1.00	1.00	1.00	1.00
Nd1	13786 N	13786 N	13786 N	13786 N
UCt1	0.00	0.00	0.30	0.30
UCd1	0.30	0.30	0.00	0.00
UClas	0.16	0.16	0.21	0.21
UCdia	0.30	0.30	0.30	0.30
UCgeo	0.97	0.97	0.97	0.97
UClas	0.16		0.21	
UCdia	0.97		0.97	

Conclusie:
- Lassen: UClas = 0.21 <= 1.00 dus: voldoen
- Aansluitingen: UCdia = 0.97 <= 1.00 dus: voldoen

Eindconclusie:
- Aansluiting diagonalen voldoet
  bij B.C.4: c1) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

3.12.5.5 Controle van de bouten van de spant-kolom-aansluiting:

Controle van de krachten op de bout(en) bij de bovenrand:

Tabel 3.12.5.5.1: Belastingen bij bovenrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,br [N]	Fs,br [N]	Fi,br [N]
0.00	-183	347	1241	676	621	1108
4.80	-2004	347	-1999	5673	-1000	5846
24.00	-1961	335	1977	5548	989	5722
28.80	-249	335	-1263	850	-632	1233

Gegevens van de eindplaat bij de bovenrand:
- Aantal bouten bij de bovenrand: nbb = 1
- Momenten-arm bij bovenrand: hbbout = 364 mm
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Normaalkracht: $Ft = \frac{Nt}{2 * nbb} - \frac{M}{hbbout}$ met Ft >= 0 N
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * Q
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,br max = 5846 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbtb max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 5846 N < 33926 N, dus bout bij bovenrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.4: c1) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

Controle van de krachten op de bout(en) bij de onderrand:

Tabel 3.12.5.5.2: Belastingen bij onderrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,or [N]	Fs,or [N]	Fi,or [N]
0.00	-183	347	1241	0	621	878
4.80	-2004	347	-1999	0	-1000	1414
24.00	-1961	335	1977	0	989	1398
28.80	-249	335	-1263	0	-632	893

Gegevens van de eindplaat bij de onderrand:
- Aantal bouten bij de onderrand: nbo = 1
- Momenten-arm bij onderrand: hobout = 364 mm
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Normaalkracht: $Ft = \frac{Nt}{2 * nbo} + \frac{M}{hobout}$ met Ft >= 0 N
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * Q
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,or max = 1414 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbto max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 1414 N < 33926 N, dus bout bij onderrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.4: c1) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

3.12.5.5 Controle van de eindplaat op pons:

Bij de boutverbinding van de bovenrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxb = 5.7 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capb = 96 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 5.7 kN < 96 kN, dus eindplaat (ST50*12.0) voldoet
zonder onderlegring bij de bovenste bout
bij B.C.4: c1) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

Bij de boutverbinding van de onderrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxo = 0.0 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capo = 96 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0.0 kN < 96 kN, dus eindplaat (ST50*12.0) voldoet
zonder onderlegring bij de onderste bout
bij B.C.4: c1) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

3.12.5.5 Controle van de eindplaat op buiging:

Tabel 3.12.5.5.4.1: Belastingen van de eindplaat van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Normaal-kracht
x	M	N	Q	Ftrb	Ftro
[m]	[Nm]	[N]	[N]	[N]	[N]
0.00	-183	347	1241	631	0
4.80	-2004	347	-1999	5184	0
24.00	-1961	335	1977	5070	0
28.80	-249	335	-1263	789	0

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de bovenrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftrb = \frac{N + sn*Q}{2} - \frac{M}{ht,eff} \text{ met } Ftrb>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftrb(max) * e = 0.5 * 5184 * 25.0 = 65 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 1667 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 65 Nm < 1667 Nm, dus eindplaat (ST50*12.0) voldoet
bij B.C.4: c1) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de onderrand:
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftro(max) * e = 0.5 * 0 * 25.0 = 0 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 368 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0 Nm < 368 Nm, dus eindplaat (ST50*12.0) voldoet
bij B.C.4: c1) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

De lasverbindingen tussen eindplaat met resp. de boven- en onderrand
zijn niet gecontroleerd.

Toetsing van de bepalende doorsnede (lkx= 4000 mm, lky= 4000 mm):

Toetsing van de bepalende doorsnede (lkx= 8266 mm, lky= 4950 mm):

Toetsing van de bepalende doorsnede (lkx= 7072 mm, lky= 4000 mm):

c) Berekening van de toelaatbare horizontale verplaatsing in :

- Rekening houdend met de glasbreedten :
  - reductiefactor gevel: r1 = 800 / bkg < 2.0;
    800 / 800 = 1.00, dus r1 = 1.00
  - reductiefactor dek : r2 = 1125 / bd < 2.0;
    1125 / 1125 = 1.00, dus r2 = 1.00
  - ugevel = h / 100 * r1 < 50.0 mm;
    4000 / 100 * 1.00 = 40.0 mm, dus ugevel = 64.5 mm
  - udek = 1/200 * v * r2 < 50.0 mm
    1/200 * 4000 * 1.00 = 30.0 mm, dus udek = 68.9 mm
  - utoel-b = ugevel + udek = 64.5 + 68.9 = 64.5 mm
  - utoel = utoel-a < umax; MIN(110.0, 80.0) = 220.0 mm

3.13 B.C.5: c12) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

3.13.1 Berekening van de belastingen per tralie:

a) Belastingen in gebruikstoestand:
- Permanente belastingen:
  - Eigen gewicht dek : (1.00 * 35) = 35 N/m²
  - Eigen gewicht van de goot: (1.00 * 30)* 4.00 = 120 N
  - E.G. 1e rij tralies : (1.00 * 56.1) = 56.1 N/m
  - E.G. 2e rij tralies : (1.00 * 56.1) = 56.1 N/m
  - E.G. tralies middenvelden: (1.00 * 56.1) = 56.1 N/m
- Variabele belastingen:
  - Vert. puntlast: 1.00*max(1250,1000)+1.00*0 = 1250 N
  - Gewasbelasting : (1.00 * 0) = 0 N/m²
  - Installaties : (1.00 * 70) = 70 N/m²

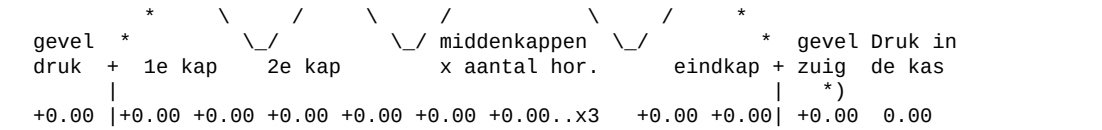
b) Belastingen in rekentoestand:
- Permanente belastingen:
  - Eigen gewicht dek : (1.20 * 35) = 42 N/m²
  - Eigen gewicht van de goot: (1.20 * 30)* 4.00 = 144 N
  - E.G. 1e rij tralies : (1.20 * 56.1) = 67.3 N/m
  - E.G. 2e rij tralies : (1.20 * 56.1) = 67.3 N/m
  - E.G. tralies middenvelden: (1.20 * 56.1) = 67.3 N/m
- Variabele belastingen:
  - Vert. puntlast: 1.20*max(1250,1000)+1.20*0 = 1500 N
  - Gewasbelasting : (1.20 * 0) = 0 N/m²
  - Installaties : (1.20 * 70) = 84 N/m²

c) Bij het bepalen van de knoopcoordinaten is rekening gehouden met
de initiële scheefstand van de kolommen:
- Scheefstand psi = 1/265 (zie EN 1993-1-1)

d) Rekenvoorbeeld van de belastingen op knooppunten op de volgende plaatsen:
Knoop k = "effectieve" spanthoogte van de eerste kolom
Knoop * = zwevende goot 1e rij tralies
Knoop * = middenkolom

- Horizontale belasting:
  Fk,hor = 0 N (geen windbelasting)
- Verticale belasting:
  Fvg = eigen gewicht goot = (1.20 * 30)* 4.00 = 144 N
  Fk,vert = -0.5 * Fvg
  F*,vert t.p.v. een goot = Fvg

3.13.2 Belastingen op het kasdek ten behoeve van het Designmodel SLS(gebruiksbelastingen):
3.13.2.1 Windvormfactoren bij deze belastingcombinatie:
Windvormfactoren bij wind loodrecht (-) op nok:



3.13.2.2 Belastingfactoren bij deze belastingcombinatie:

Belastingfactoren	gebruikstoestand	rekentoestand
Eigen gewicht	1.00	1.20
Installaties	1.00	1.20
Sneeuw	0.00	0.00
Wind	0.00	0.00
gewas	1.00	1.20

3.13.2.3 Gesommeerde belastingen op de omhulling van de kas per vakmaat:
Belastingen gebruikstoestand SLS per vakmaat (4.000 m):

Tralie	neerwaarts	qtral = fi*qinstall + fp*qtral + fg*qgewas = 1.00*280.0 + 1.00*56.1 + 1.00*0.0	qtral = 336.1 N/m
Goot	zijgevel	Fgt.s = fp*qgoot.s = 1.00*60.0	Fgt.s = 60 N
	middengoot	Fgt.m = fp*qgoot.m = 1.00*120.0	Fgt.m = 120 N
Kasdek	evenwijdig	qdek.E = [fp*qdek + fs*qsneew]*sin(dek) = [1.00*126.9 + 0.00*0.0]*sin(25.0)	qdek.E = 53.6 N/m
	loodrecht	qdek.L = [fp*qdek + fs*qsneew]*cos(dek) = [1.00*126.9 + 0.00*0.0]*cos(25.0)	qdek.L = 115.0 N/m
	+ wind per kaphelft	= qdek.L + fw*qwinds*(cpe-cpi)	
	- 1e kaphelft	= 115.0 + 0.00*1341.5*(+0.00-0.00)	qdek.L1 = 115.0 N/m
	- 2e kaphelft	= 115.0 + 0.00*1341.5*(+0.00-0.00)	qdek.L2 = 115.0 N/m
	- 3e kaphelft	= 115.0 + 0.00*1341.5*(+0.00-0.00)	qdek.L3 = 115.0 N/m
	- 4e kaphelft	= 115.0 + 0.00*1341.5*(+0.00-0.00)	qdek.L4 = 115.0 N/m
	- Middenkap links	= 115.0 + 0.00*1341.5*(+0.00-0.00)	qdek.Lm1 = 115.0 N/m
	- Middenkap rechts	= 115.0 + 0.00*1341.5*(+0.00-0.00)	qdek.Lm2 = 115.0 N/m
	- Eindkap links	= 115.0 + 0.00*1341.5*(+0.00-0.00)	qdek.Le1 = 115.0 N/m
	- Eindkap Rechts	= 115.0 + 0.00*1341.5*(+0.00-0.00)	qdek.Le2 = 115.0 N/m
	+ windwrijving nok	= Cfr,1*fi*qwind*hkap*vakmaat	
	- middenkap FhwCpf	= 0.00*0.00*335.4 *1.12*4.0	FhwCpf = 0 N
Zijgevel	windzijde FhwF.gt	= fw*Fhw.gt*(cp1-cpi)	
	goothoogte	= 0.00*2896.5*(0.0 -0.0)	Fhw.gt = 0 N
	windzijde FhwF.fh	= fw*Fhw.fh*(cp1-cpi)	
	fundatiehoogte	= 0.00*2469.3*(0.0 -0.0)	Fhw.fh = 0 N
Zijgevel	loefzijde FhwL.gt	= fw*Fhw.gt*(cp1+cpi)	
	goothoogte	= 0.00*2896.5*(0.0 +0.0)	Fhw.gt = 0 N
	loefzijde FhwL.fh	= fw*Fhw.fh*(cp1+cpi)	
	fundatiehoogte	= 0.00*2469.3*(0.0 +0.0)	Fhw.fh = 0 N

Belastingen rekentoestand ULS per vakmaat (4.000 m):

Tralie	neerwaarts qtral = fi*qinstall + fp*qtral + fg*qgewas		
	= 1.20*280.0 + 1.20*56.1 + 1.20*0.0	qtral =	403.3 N/m
Goot	zijgevel Fgt.s = fp*qgoot.s = 1.20*60.0	Fgt.s =	72 N
	middengoot Fgt.m = fp*qgoot.m = 1.20*120.0	Fgt.m =	144 N
Kasdek	evenwijdig qdek.E = [fp*qdek + fs*qsneew]*sin(dek)		
	= [1.20*126.9 + 0.00*0.0]*sin(25.0)	qdek.E =	64.3 N/m
	loodrecht qdek.L = [fp*qdek + fs*qsneew]*cos(dek)		
	= [1.20*126.9 + 0.00*0.0]*cos(25.0)	qdek.L =	138.0 N/m
	+ wind per kaphelft = qdek.L + fw*qwinds*(cpe-cpi)		
	- 1e kaphelft = 138.0 + 0.00*1341.5*(+0.00-0.00)	qdek.L1 =	138.0 N/m
	- 2e kaphelft = 138.0 + 0.00*1341.5*(+0.00-0.00)	qdek.L2 =	138.0 N/m
	- 3e kaphelft = 138.0 + 0.00*1341.5*(+0.00-0.00)	qdek.L3 =	138.0 N/m
	- 4e kaphelft = 138.0 + 0.00*1341.5*(+0.00-0.00)	qdek.L4 =	138.0 N/m
	- Middenkap links = 138.0 + 0.00*1341.5*(+0.00-0.00)	qdek.Lm1 =	138.0 N/m
	- Middenkap rechts = 138.0 + 0.00*1341.5*(+0.00-0.00)	qdek.Lm2 =	138.0 N/m
	- Eindkap links = 138.0 + 0.00*1341.5*(+0.00-0.00)	qdek.Le1 =	138.0 N/m
	- Eindkap Rechts = 138.0 + 0.00*1341.5*(+0.00-0.00)	qdek.Le2 =	138.0 N/m
	+ windwrijving nok = Cfr,1*fi*qwind*hkap*vakmaat		
	- middenkap FhwCpf = 0.00*0.00*335.4 *1.12*4.0	FhwCpf =	0 N
Zijgevel	windzijde FhwF.gt = fw*Fhw.gt*(cp1-cpi)		
	goothoogte = 0.00*2896.5*(0.0 -0.0)	Fhw.gt =	0 N
	windzijde FhwF.fh = fw*Fhw.fh*(cp1-cpi)		
	fundatiehoogte = 0.00*2469.3*(0.0 -0.0)	Fhw.fh =	0 N
Zijgevel	loefzijde FhwL.gt = fw*Fhw.gt*(cp1+cpi)		
	goothoogte = 0.00*2896.5*(0.0 +0.0)	Fhw.gt =	0 N
	loefzijde FhwL.fh = fw*Fhw.fh*(cp1+cpi)		
	fundatiehoogte = 0.00*2469.3*(0.0 +0.0)	Fhw.fh =	0 N

Tabel 3.13.2.4: Knoopbelastingen, oplegreacties en knoopverplaatsingen:

			Knoopbelastingen Rekentoestand		Oplegreacties		Knoopverplaatsingen gebruikstoestand		
nr.	X-as [mm]	Y-as [mm]	X-as [N]	Y-as [N]	X-as [N]	Y-as [N]	X-verpl [mm]	Y-verpl [mm]	U_lijn [mm]
	Horiz.	Vert.	Horiz.	Vert.	Horiz.	Vert.	Horiz.	Vert.	
1	-0.013	0.000			27	1804			0.000
2	-0.007	1.852							0.000
3	-0.001	3.505							0.000
6	0.000	4.000	0	-72					0.000
7	2.400	5.119							0.000
4	0.000	3.705					0.46	-0.03	0.000
8	0.399	3.705					0.46	-0.21	0.176
9	2.399	3.705	0	-1500			0.47	-0.70	0.642
10	4.399	3.705					0.47	-0.16	0.078
11	4.787	0.000			-3	4863			0.000
12	4.793	1.852							0.000
13	4.799	3.505							0.000
16	4.800	4.000	0	-144					0.000
17	7.200	5.119							0.000
14	4.800	3.705					0.47	-0.09	0.000
18	5.199	3.705					0.48	-0.07	-0.011
19	7.199	3.705	0	-1500			0.48	-0.31	0.228
20	9.199	3.705					0.49	-0.09	0.012
21	9.587	0.000			4	4262			0.000
22	9.593	1.852							0.000
23	9.599	3.505							0.000
26	9.600	4.000	0	-144					0.000
27	12.000	5.119							0.000
24	9.600	3.705					0.49	-0.08	0.000
28	9.999	3.705					0.49	-0.11	0.034
29	11.999	3.705	0	-1500			0.50	-0.40	0.323
30	13.999	3.705					0.51	-0.10	0.025
31	14.387	0.000			2	4443			0.000
32	14.393	1.852							0.000
33	14.399	3.505							0.000
36	14.400	4.000	0	-144					0.000
37	16.800	5.119							0.000
34	14.400	3.705					0.51	-0.08	0.000
38	14.799	3.705					0.51	-0.11	0.027
39	16.799	3.705	0	-1500			0.52	-0.40	0.322
40	18.799	3.705					0.52	-0.11	0.032
41	19.187	0.000			-1	4265			0.000
42	19.193	1.852							0.000
43	19.199	3.505							0.000
46	19.200	4.000	0	-144					0.000
47	21.600	5.119							0.000
44	19.200	3.705					0.53	-0.08	0.000
48	19.599	3.705					0.53	-0.09	0.014
49	21.599	3.705	0	-1500			0.53	-0.31	0.230
50	23.599	3.705					0.54	-0.07	-0.012
51	23.987	0.000			11	4852			0.000
52	23.993	1.852							0.000
53	23.999	3.505							0.000
56	24.000	4.000	0	-144					0.000
57	26.400	5.119							0.000
54	24.000	3.705					0.54	-0.09	0.000
58	24.399	3.705					0.54	-0.16	0.078
59	26.399	3.705	0	-1500			0.55	-0.69	0.634
60	28.399	3.705					0.56	-0.21	0.172
61	28.787	0.000			-40	1827			0.000
62	28.793	1.852							0.000
63	28.799	3.505							0.000
64	28.800	3.705							0.000
65	28.801	3.905							
66	28.800	4.000	0	-72			0.56	-0.03	

Tabel 3.13.2.5: Staafbelastingen, momenten, normaal- en dwarskrachten

Staaf nr.	Profiel	X-as [N/m] Horizontaal	Y-as [N/m] Verticaal	B E G I N Normaal [N]	B E G I N Dwarskr [N]	B E G I N Moment [Nm]	E I N D Normaal [N]	E I N D Dwarskr [N]	E I N D Moment [Nm]
1	RHBK100*50*3.0			-1804	-21	3	-1804	-21	-36
2	RHBK100*50*3.0			-1804	-20	-36	-1804	-20	-69
3	RHBK100*50*3.0			-1804	-21	-69	-1804	-21	-73
4	RHBK100*50*3.0			-477	-437	129	-477	-437	42
5	RHBK100*50*3.0			-472	-442	42	-472	-442	0
6	Roede dek	-64.3	-138.0	-568	180	0	-398	-185	-7
7	Roede dek	64.3	-138.0	-398	185	-7	-568	-180	0
8	1e tralie	0.0	-403.3	412	1328	-203	412	1167	295
9	1e tralie	0.0	-403.3	412	1167	295	412	361	1823
10	1e tralie	0.0	-403.3	412	-1139	1823	412	-1946	-1261
11	1e tralie	0.0	-403.3	412	-1946	-1261	412	-2107	-2074
12	RHBK100*50*3.0			-4863	19	-16	-4863	19	20
13	RHBK100*50*3.0			-4863	22	20	-4863	22	57
14	RHBK100*50*3.0			-4863	19	57	-4863	19	61
15	RHBK100*50*3.0			-950	4	-0	-950	4	1
16	RHBK100*50*3.0			-950	-6	1	-950	-6	-0
17	Roede dek	-64.3	-138.0	-567	180	0	-397	-185	-6
18	Roede dek	64.3	-138.0	-397	185	-6	-567	-180	0
19	2e tralie	0.0	-403.3	414	1806	-2013	414	1645	-1324
20	2e tralie	0.0	-403.3	414	1645	-1324	414	838	1158
21	2e tralie	0.0	-403.3	414	-662	1158	414	-1468	-972
22	2e tralie	0.0	-403.3	414	-1468	-972	414	-1630	-1593
23	RHBK100*50*3.0			-4262	10	-12	-4262	10	7
24	RHBK100*50*3.0			-4262	13	7	-4262	13	28
25	RHBK100*50*3.0			-4262	10	28	-4262	10	30
26	RHBK100*50*3.0			-950	3	0	-950	3	1
27	RHBK100*50*3.0			-950	-7	1	-950	-7	0
28	Roede dek	-64.3	-138.0	-567	180	0	-397	-185	-6
29	Roede dek	64.3	-138.0	-397	185	-6	-567	-180	0
30	middentralie	0.0	-403.3	410	1682	-1563	410	1521	-924
31	middentralie	0.0	-403.3	410	1521	-924	410	714	1311
32	middentralie	0.0	-403.3	410	-786	1311	410	-1592	-1066
33	middentralie	0.0	-403.3	410	-1592	-1066	410	-1754	-1737
34	RHBK100*50*3.0			-4443	12	-13	-4443	12	10
35	RHBK100*50*3.0			-4443	15	10	-4443	15	35
36	RHBK100*50*3.0			-4443	12	35	-4443	12	38
37	RHBK100*50*3.0			-950	3	-0	-950	3	1
38	RHBK100*50*3.0			-950	-7	1	-950	-7	0
39	Roede dek	-64.3	-138.0	-567	180	0	-397	-185	-6
40	Roede dek	64.3	-138.0	-397	185	-6	-567	-180	0
41	middentralie	0.0	-403.3	408	1738	-1699	408	1577	-1038
42	middentralie	0.0	-403.3	408	1577	-1038	408	771	1310
43	middentralie	0.0	-403.3	408	-729	1310	408	-1536	-954
44	middentralie	0.0	-403.3	408	-1536	-954	408	-1697	-1602
45	RHBK100*50*3.0			-4265	15	-14	-4265	15	13
46	RHBK100*50*3.0			-4265	17	13	-4265	17	42
47	RHBK100*50*3.0			-4265	15	42	-4265	15	45
48	RHBK100*50*3.0			-950	3	-0	-950	3	1
49	RHBK100*50*3.0			-950	-6	1	-950	-6	0
50	Roede dek	-64.3	-138.0	-567	180	0	-397	-185	-6
51	Roede dek	64.3	-138.0	-397	185	-6	-567	-180	0
52	2e tralie	0.0	-403.3	408	1617	-1558	408	1456	-945
53	2e tralie	0.0	-403.3	408	1456	-945	408	650	1162
54	2e tralie	0.0	-403.3	408	-850	1162	408	-1657	-1345
55	2e tralie	0.0	-403.3	408	-1657	-1345	408	-1818	-2042
56	RHBK100*50*3.0			-4852	6	-10	-4852	6	-0
57	RHBK100*50*3.0			-4852	8	-0	-4852	8	14
58	RHBK100*50*3.0			-4852	6	14	-4852	6	15
59	RHBK100*50*3.0			-950	2	0	-950	2	1
60	RHBK100*50*3.0			-950	-8	1	-950	-8	0
61	Roede dek	-64.3	-138.0	-568	180	0	-398	-185	-7
62	Roede dek	64.3	-138.0	-398	185	-7	-568	-180	0
63	1e tralie	0.0	-403.3	399	2083	-2027	399	1923	-1228
64	1e tralie	0.0	-403.3	399	1923	-1228	399	1116	1810
65	1e tralie	0.0	-403.3	399	-384	1810	399	-1191	236
66	1e tralie	0.0	-403.3	399	-1191	236	399	-1352	-274
67	RHBK100*50*3.0			-1827	46	-29	-1827	46	57
68	RHBK100*50*3.0			-1827	47	57	-1827	47	135

69	RHBK100*50*3.0	-1827	46	135	-1827	46	145	
70	RHBK100*50*3.0	-474	440	-129	-474	440	-41	
71	RHBK100*50*3.0	-478	435	-41	-478	435	0	

3.13.3 De krachtsverdeling in de tralies van de middenvelden:

Tabel 3.13.3.1: Momentenlijn, normaal- en dwarskrachtenlijn.

Positie	Momentenlijn	Normaal-	Dwars-
		krachtenlijn	krachtenlijn
x in [m]	M(x) in [Nm]	N(x) in [N]	Q(x) in [N]
begin - eind	(+ = U/- =)	(+ = trek)	(+ = ~~~___)
9.60 - 12.00	-1563 1311	410 410	1682 714
12.00 - 14.40	1311 -1737	410 410	-786 -1754
14.40 - 16.80	-1699 1310	408 408	1738 771
16.80 - 19.20	1310 -1602	408 408	-729 -1697

3.13.3.1 Controle van de stijfheid van de tralie:

De toelaatbare doorbuiging van alle tralieliggers wordt bepaald per tralie:
- uvtoel = 4800 / 250 < 30.0 mm, dus: uvtoel = 19.2 mm

Uit de U-lijn is de maximale doorbuiging:
- doorbuiging umax = -4.68 mm

- Controle van de tralies van de middenvelden:
  Doorbuiging: |-4.7 | mm < 19.2 mm, dus: voldoet.
  bij B.C.5: c12) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

3.13.3.2 Controle van de bovenrand:

3.13.3.2 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de bovenrand:

- De normaalkracht in de bovenrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = -M/0.4000 + N/2 (voor N en M, zie 3.13.3.1)
    met: Effectieve spanthoogte: 400.0 mm

Tabel 3.13.32: Normaalkrachtenverloop in de bovenrand.

Plaats	Normaalkracht in [N] (trek = positief)	Systeem-lengte
x in [m]	Spant	[mm]
9.60 - 12.00	4112 -3074	2399
12.00 - 14.40	-3074 4548	2401
14.40 - 16.80	4453 -3072	2399
16.80 - 19.20	-3072 4210	2401

3.13.3.2 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Tabel 3.13.3.2:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de bovenrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-bepaling begin-eind	Normaalkrachten (trek = positief) [N] "begin"	"einde"	Rand-voor-waar-den	Mouty fact. ßm	Knfct staaf-lengte ßm×ßn	Knik-lengte [mm]	Klasse	Sterkte UC	Stab. UC
9.60-12.00	4112	-3074	m-d	0.792	0.524	2515	1	0.05	0.15
12.00-14.40	-3074	4548	d-m	0.792	0.524	2517	1	0.05	0.15
14.40-16.80	4453	-3072	m-d	0.792	0.524	2515	1	0.05	0.15
16.80-19.20	-3072	4210	d-m	0.792	0.524	2517	1	0.05	0.15

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (1.46 - 0.2)*(|-3074 |/(0.330 *61470   /1.0)) = 1.07
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-3074 |/(0.330 *61470   /1.0)) = 1.01
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(1.07   , 1.01   ) = 1.01
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.61

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-3074 |/(0.330 *61470   /1.0)+1.01 *|0.0 |/(1.00*834.3 /1.0)
           = 0.152 + 0.000 = 0.152
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-3074 |/(0.814 *61470   /1.0)+0.61 *|0.0 |/(1.00*834.3 /1.0)
           = 0.061 + 0.000 = 0.061

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.152 , 0.061) = 0.152

- controle: 0.15 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.13.3.2 Stabiliteitscontrole in het vlak:

- Nabij de zwevende goten:

  - Maatgevende normaaldrukkracht: Ndmax = -3074   N

  - Kniklengte: lky = 0.80 * lveld = 0.80 * 800 = 640 mm
    (lky > lveld/2, omdat de kortere velden, de langere velden steunen.)
  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (0.55 - 0.2)*(|-3074 |/(0.814 *61470   /1.0)) = 0.92
  Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-3074 |/(0.814 *61470   /1.0)) = 0.94
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.92   , 0.94   ) = 0.92
  Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.55

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-3074 |/(0.814 *61470   /1.0)+0.92 *|0.0 |/(1.00*626.1 /1.0)
           = 0.061 + 0.000 = 0.061
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-3074 |/(0.913 *61470   /1.0)+0.55 *|0.0 |/(1.00*626.1 /1.0)
           = 0.055 + 0.000 = 0.055

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.061 , 0.055) = 0.061

- controle: 0.06 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.13.3.2 Doorsnede-controle van de bovenrand:

           |NEd| |-3074 |
- UCDruk = ----- = --------- = 0.05
           Nc.Rd   61470

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 4548   N

           |NEd| | 4548 |
- UCTrek = ----- = --------- = 0.07
           Nc.Rd   61470

Trek is maatgevend.

- Controle: 0.07 < 1.00, dus de treksterkte voldoet.

Conclusie:
- Bovenrand (RHBK50*30*1.5) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.5: c12) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

3.13.3.3 Controle van de onderrand:

3.13.3.3 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de onderrand:
(voor de achterliggende theorie wordt verwezen naar hoofdstuk 4)

Tabel 3.13.33: Normaalkrachtenverloop in de onderrand.
- De normaalkracht in de onderrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = M/0.4000 + N/2 (voor N en M, zie 3.13.3.1)
    met: Effectieve spanthoogte: 400.0 mm

Tabel 3.13.33: Normaalkrachtenverloop in de onderrand.

Plaats x in [m]	Normaalkracht in [N] (trek = positief) Spant		Systeem-lengte [mm]
9.60 - 12.00	-3702	3484	2399
12.00 - 14.40	3484	-4138	2401
14.40 - 16.80	-4045	3480	2399
16.80 - 19.20	3480	-3802	2401

3.13.3.3 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Tabel 3.13.3.3:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de onderrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-bepaling begin-eind	Normaalkrachten (trek = positief) [N] "begin"	"einde"	Rand-voor-waar-den	Mouty fact. ßm	Knfct staaf-lengte/PlPerc ßm×ßn	Knik-lengte [mm]	Klasse	Sterkte UC	Stab. UC
9.60-12.00	-3702	3484	m-d	0.797	0.528	2533	1	0.06	0.18
12.00-14.40	3484	-4138	d-m	0.797	0.528	2535	1	0.07	0.21
14.40-16.80	-4045	3480	m-d	0.797	0.528	2533	1	0.07	0.20
16.80-19.20	3480	-3802	d-m	0.797	0.528	2535	1	0.06	0.19

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
  = 0.90 * (1.0 + (1.47 - 0.2)*(|-4138 |/(0.326 *61470 /1.0)) = 1.14
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
  = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-4138 |/(0.326 *61470 /1.0)) = 1.05
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(1.14 , 1.05) = 1.05
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.63

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
  = |-4138 |/(0.326 *61470 /1.0)+1.05 *|0.0 |/(1.00*834.3 /1.0)
  = 0.206 + 0.000 = 0.206
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
  = |-4138 |/(0.731 *61470 /1.0)+0.63 *|0.0 |/(1.00*834.3 /1.0)
  = 0.092 + 0.000 = 0.092

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.206 , 0.092) = 0.206

- controle: 0.21 < 0.95, dus de stabiliteit voldoet.

3.13.3.3 Stabiliteitscontrole in het vlak (nabij de kolom-aansluitingen):

- Maatgevend: Ndmax = N + |Q|/tan(alfa) = -4138 + |-1754 |/tan(42.8) = -2241 N
  (N.B.: 1e drukdiagonaal reduceert de normaaldrukkracht in de onderrand)

- Kniklengte: lky = 1.00*lveld = 1.00 * 800 = 800 mm
  (lky = lveld, volgens NEN 3851 art. 2.5.6.2.c.)

  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.40 (het profiel is geschoord).
  M1 = 0.00 , M2 = 0.00 , Ms = 0.00 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
       = 0.40 * (1.0 + (0.69 - 0.2)*(|-2241 |/(0.731 *61470 /1.0)) = 0.41
  Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
       = 0.40 * (1.0 + 0.8*(|-2241 |/(0.731 *61470 /1.0)) = 0.42
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.41 , 0.42) = 0.41
  Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.25

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-2241 |/(0.731 *61470 /1.0)+0.41 *|0.0 |/(1.00*626.1 /1.0)
           = 0.050 + 0.000 = 0.050
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-2241 |/(0.864 *61470 /1.0)+0.25 *|0.0 |/(1.00*626.1 /1.0)
           = 0.042 + 0.000 = 0.042

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.050 , 0.042) = 0.050

- controle: 0.05 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.13.3.3 Doorsnede-controle van de onderrand:

          |NEd| |-4138 |
- UCDruk = ----- = --------- = 0.07
          Nc.Rd   61470

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 3484   N

          |NEd| | 3484 |
- UCTrek = ----- = --------- = 0.06
          Nc.Rd   61470

Druk is maatgevend.

- Controle: 0.07 < 1.00, dus de druksterkte voldoet.

Conclusie:
- Onderrand (RHBK50*30*1.5) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.5: c12) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

3.13.3.4 Controle van de diagonalen:

3.13.3.4 Controle van de drukdiagonalen:

Gezien de toepassing spitst de controle van de drukdiagonalen zich toe
op de eindkappen van de tralies, d.w.z. tussen kopplaat en 1e zwevende goten.

- Controle op druk (bij neerwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qddmaxd = -1754 N (zie tabel 3.13.3.1)
    (+ = druk in drukdiagonaal)
    Extra dwarskracht i.v.m. mogelijke positie transportlast in eerste
    diagonaalveld in plaats van het midden van de overspanning.
    Vert.puntlast: Fpunt = 1.20 * max(1250, 1000) + 1.20 * 0 = 1500 N

$$\text{- Res.diag.drukkracht: } N_{ddiagd} = \frac{Q_{ddmaxd} - F_{punt}/2}{\sin(\alpha)} = \frac{-1754 - 1500/2}{\sin(42.8)} = -3687 \text{ N}$$

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$UC_{sterkte} = \frac{|N_{Ed}|}{N_{c.Rd}} + \frac{|M_{y.Ed}|}{M_{y.c.Rd}} = \frac{|-3687|}{32448} + \frac{|0|}{184} = 0.114$$

  controle: 0.114 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Maximale spanning:

$$\text{Sigma: } \frac{|N_{Ed}|}{A} + \frac{|M_{y.Ed}|}{W_{pl.y}} = \frac{|-3687|}{109.1} + \frac{|0|}{0.752} = 33.8 \text{ N/mm}^2$$

  UCspanning = Sigma/fy = 33.8 /235.0 = 0.144

  controle: 0.144 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.40 (het profiel is geschoord).
  M1 = 0.00 , M2 = 0.00 , Ms = 0.00 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
  = 0.40 * (1.0 + (0.58 - 0.2)*(|-3687 |/(0.799 *32448 /1.0)) = 0.42
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
  = 0.40 * (1.0 + 0.8*(|-3687 |/(0.799 *32448 /1.0)) = 0.45
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(0.42 , 0.45) = 0.42
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.25

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
  = |-3687 |/(0.799 *32448 /1.0)+0.42 *|0.0 |/(1.00*184.3 /1.0)
  = 0.142 + 0.000 = 0.142
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
  = |-3687 |/(0.799 *32448 /1.0)+0.25 *|0.0 |/(1.00*184.3 /1.0)
  = 0.142 + 0.000 = 0.142

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.142 , 0.142) = 0.142

  controle: 0.142 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie:
- Drukdiagonalen (RHBK20*20*1.5 mm) voldoen qua trek/druk
  bij B.C.5: c12) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

3.13.3.4 Controle van de trekdiagonalen:

Er wordt vanuit gegaan, dat de trekdiagonalen als zodanig worden toegepast in
de eindkappen en als trek- en drukdiagonalen in eventuele middenkappen.

- Controle op trek (in de eindkappen bij neerwaartse belasting en evt. in de middenkappen
  bij opwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qtdmaxt = 1754 N (zie tabel 3.13.3.1)
    (+ = trek in trekdiagonaal)

$$\text{Res.diag.trekkracht: } N_{tdiagt} = \frac{Q_{tdmaxt}+F_{punt}/2}{\sin(\alpha)} = \frac{1754 + 1500\ /2}{\sin(42.8)} = 3687 \text{ N}$$

 - Sterkte: Capaciteit trekdiagonaal: Ftdiagt = 18847 N (zie 4.4)

$$UC_{sterkte} = \frac{|N_{Ed}|}{F_{tdiagt}} = \frac{|3687|}{18847} = 0.196$$

  - UC-Trek : 0.196 < 1.00, dus trekdiagonaal voldoet.

Conclusie:
- Trekdiagonalen (RHBK20*20*1.5 mm) voldoen qua trek/druk
  bij B.C.5: c12) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

3.13.3.4 Controle van de (las)verbindingen:

	Drukdiagonaal		Trekdiagonaal	
	Nd = -3687 N		Nd = - 0 N	
	Nt = 0 N		Nt = 3687 N	
	Fstev = 0 N		Fstev = 2707 N	
	Fstlo = 0 N		Fstlo = 2504 N	
	Msdt = 0.00 Nm		Msdt = 0.00 Nm	
	Fsdev = 2707 N		Fsdev = 0 N	
	bovenrand	onderrand	bovenrand	onderrand
Tau1	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²	20.04 N/mm²	20.04 N/mm²
Tau2	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²	30.63 N/mm²	30.63 N/mm²
Sgm1	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²	20.04 N/mm²	20.04 N/mm²
SgmWst	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²	38.39 N/mm²	38.39 N/mm²
UC1	0.00	0.00	0.18	0.18
UC2	0.00	0.00	0.07	0.07
SgmWsd	30.63 N/mm²	30.63 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
UC3	0.15	0.15	0.00	0.00
Nt1	13786 N	13786 N	13786 N	13786 N
knd	1.00	1.00	1.00	1.00
Nd1	13786 N	13786 N	13786 N	13786 N
UCt1	0.00	0.00	0.27	0.27
UCd1	0.27	0.27	0.00	0.00
UClas	0.15	0.15	0.18	0.18
UCdia	0.27	0.27	0.27	0.27
UCgeo	0.97	0.97	0.97	0.97

UClas	0.15	0.18
UCdia	0.97	0.97

Conclusie:
- Lassen: UClas = 0.18 <= 1.00 dus: voldoen
- Aansluitingen: UCdia = 0.97 <= 1.00 dus: voldoen

Eindconclusie:
- Aansluiting diagonalen voldoet
  bij B.C.5: c12) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

3.13.3.5 Controle van de bouten van de spant-kolom-aansluiting:

Controle van de krachten op de bout(en) bij de bovenrand:

Tabel 3.13.3.5.1: Belastingen bij bovenrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,br [N]	Fs,br [N]	Fi,br [N]
9.60	-1563	410	1682	4494	841	4648
14.40	-1737	410	-1754	4971	-877	5124
14.40	-1699	408	1738	4867	869	5020
19.20	-1602	408	-1697	4601	-849	4755

Gegevens van de eindplaat bij de bovenrand:
- Aantal bouten bij de bovenrand: nbb = 1
- Momenten-arm bij bovenrand: hbbout = 364 mm
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Normaalkracht: $Ft = \frac{Nt}{2 * nbb} - \frac{M}{hbbout}$ met Ft >= 0 N
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * Q
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,br max = 5124 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbtb max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 5124 N < 33926 N, dus bout bij bovenrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.5: c12) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

Controle van de krachten op de bout(en) bij de onderrand:

Tabel 3.13.3.5.2: Belastingen bij onderrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,or [N]	Fs,or [N]	Fi,or [N]
9.60	-1563	410	1682	0	841	1189
14.40	-1737	410	-1754	0	-877	1240
14.40	-1699	408	1738	0	869	1229
19.20	-1602	408	-1697	0	-849	1200

Gegevens van de eindplaat bij de onderrand:
- Aantal bouten bij de onderrand: nbo = 1
- Momenten-arm bij onderrand: hobout = 364 mm
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Normaalkracht: $Ft = \frac{Nt}{2 * nbo} + \frac{M}{hobout}$ met Ft >= 0 N
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * Q
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,or max = 1240 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbto max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 1240 N < 33926 N, dus bout bij onderrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.5: c12) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

3.13.3.5 Controle van de eindplaat op pons:

Bij de boutverbinding van de bovenrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxb = 5.0 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capb = 96 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 5.0 kN < 96 kN, dus eindplaat (ST50*12.0) voldoet
zonder onderlegring bij de bovenste bout
bij B.C.5: c12) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

Bij de boutverbinding van de onderrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxo = 0.0 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capo = 96 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0.0 kN < 96 kN, dus eindplaat (ST50*12.0) voldoet
zonder onderlegring bij de onderste bout
bij B.C.5: c12) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

3.13.3.5 Controle van de eindplaat op buiging:

Tabel 3.13.3.5.4.1: Belastingen van de eindplaat van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Normaal-kracht
x	M	N	Q	Ftrb	Ftro
[m]	[Nm]	[N]	[N]	[N]	[N]
9.60	-1563	410	1682	4112	0
14.40	-1737	410	-1754	4548	0
14.40	-1699	408	1738	4453	0
19.20	-1602	408	-1697	4210	0

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de bovenrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftrb = \frac{N + sn*Q}{2} - \frac{M}{ht,eff} \text{ met } Ftrb>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftrb(max) * e = 0.5 * 4548 * 25.0 = 57 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 1667 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 57 Nm < 1667 Nm, dus eindplaat (ST50*12.0) voldoet
bij B.C.5: c12) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de onderrand:
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftro(max) * e = 0.5 * 0 * 25.0 = 0 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 368 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0 Nm < 368 Nm, dus eindplaat (ST50*12.0) voldoet
bij B.C.5: c12) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

De lasverbindingen tussen eindplaat met resp. de boven- en onderrand
zijn niet gecontroleerd.

3.13.4 De krachtsverdeling in de 2e rij tralies:

Tabel 3.13.4.1: Momentenlijn, normaal- en dwarskrachtenlijn.

Positie	Momentenlijn	Normaal-krachtenlijn	Dwars-krachtenlijn
x in [m]	M(x) in [Nm]	N(x) in [N]	Q(x) in [N]
begin - eind	(+ = U/- =)	(+ = trek)	(+ = ~~~___)
4.80 - 7.20	-2013 1158	414 414	1806 838
7.20 - 9.60	1158 -1593	414 414	-662 -1630
19.20 - 21.60	-1558 1162	408 408	1617 650
21.60 - 24.00	1162 -2042	408 408	-850 -1818

3.13.4.1 Controle van de stijfheid van de tralie:

De toelaatbare doorbuiging van alle tralieliggers wordt bepaald per tralie:
- uvtoel = 4800 / 250 < 30.0 mm, dus: uvtoel = 19.2 mm

Uit de U-lijn is de maximale doorbuiging:
- doorbuiging umax = -4.77 mm

- Controle van de 2e rij tralies:
  Doorbuiging: |-4.8 | mm < 19.2 mm, dus: voldoet.
  bij B.C.5: c12) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

3.13.4.2 Controle van de bovenrand:

3.13.4.2 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de bovenrand:

- De normaalkracht in de bovenrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = -M/0.4000 + N/2 (voor N en M, zie 3.13.4.1)
    met: Effectieve spanthoogte: 400.0 mm

Tabel 3.13.42: Normaalkrachtenverloop in de bovenrand.

Plaats	Normaalkracht in [N] (trek = positief)	Systeem-lengte
x in [m]	Spant	[mm]
4.80 - 7.20	5239 -2689	2399
7.20 - 9.60	-2689 4190	2401
19.20 - 21.60	4099 -2700	2399
21.60 - 24.00	-2700 5309	2401

3.13.4.2 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Tabel 3.13.4.2:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de bovenrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-bepaling begin-eind	Normaalkrachten (trek = positief) [N] "begin"	"einde"	Rand-voor-waar-den	Mouty fact. ß m	Knfct staaf-lengte ß m×ß n	Knik-lengte [mm]	Klasse	Sterkte UC	Stab. UC
4.80- 7.20	5239	-2689	m-d	0.792	0.524	2515	1	0.04	0.13
7.20- 9.60	-2689	4190	d-m	0.792	0.524	2517	1	0.04	0.13
19.20-21.60	4099	-2700	m-d	0.792	0.524	2515	1	0.04	0.13
21.60-24.00	-2700	5309	d-m	0.792	0.524	2517	1	0.04	0.13

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (1.46 - 0.2)*(|-2700 |/(0.330 *61470   /1.0)) = 1.05
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-2700 |/(0.330 *61470   /1.0)) = 1.00
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(1.05   , 1.00   ) = 1.00
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.60

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-2700 |/(0.330 *61470   /1.0)+1.00 *|0.0 |/(1.00*834.3 /1.0)
           = 0.133 + 0.000 = 0.133
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-2700 |/(0.814 *61470   /1.0)+0.60 *|0.0 |/(1.00*834.3 /1.0)
           = 0.054 + 0.000 = 0.054

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.133 , 0.054) = 0.133

- controle: 0.13 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.13.4.2 Stabiliteitscontrole in het vlak:

- Nabij de zwevende goten:

  - Maatgevende normaaldrukkracht: Ndmax = -2700   N

  - Kniklengte: lky = 0.80 * lveld = 0.80 * 800 = 640 mm
    (lky > lveld/2, omdat de kortere velden, de langere velden steunen.)
  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (0.55 - 0.2)*(|-2700 |/(0.814 *61470   /1.0)) = 0.92
  Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-2700 |/(0.814 *61470   /1.0)) = 0.94
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.92   , 0.94   ) = 0.92
  Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.55

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-2700 |/(0.814 *61470   /1.0)+0.92 *|0.0 |/(1.00*626.1 /1.0)
           = 0.054 + 0.000 = 0.054
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-2700 |/(0.913 *61470   /1.0)+0.55 *|0.0 |/(1.00*626.1 /1.0)
           = 0.048 + 0.000 = 0.048

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.054 , 0.048) = 0.054

- controle: 0.05 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.13.4.2 Doorsnede-controle van de bovenrand:

           |NEd| |-2700 |
- UCDruk = ----- = --------- = 0.04
           Nc.Rd   61470

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 5309   N

           |NEd| | 5309 |
- UCTrek = ----- = --------- = 0.09
           Nc.Rd   61470

Trek is maatgevend.

- Controle: 0.09 < 1.00, dus de treksterkte voldoet.

Conclusie:
- Bovenrand (RHBK50*30*1.5) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.5: c12) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

3.13.4.3 Controle van de onderrand:

3.13.4.3 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de onderrand:
(voor de achterliggende theorie wordt verwezen naar hoofdstuk 4)

Tabel 3.13.43: Normaalkrachtenverloop in de onderrand.
- De normaalkracht in de onderrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = M/0.4000 + N/2 (voor N en M, zie 3.13.4.1)
    met: Effectieve spanthoogte: 400.0 mm

Tabel 3.13.43: Normaalkrachtenverloop in de onderrand.

Plaats x in [m]	Normaalkracht in [N] (trek = positief) Spant	Systeem-lengte [mm]
4.80 - 7.20	-4825 3103	2399
7.20 - 9.60	3103 -3776	2401
19.20 - 21.60	-3691 3108	2399
21.60 - 24.00	3108 -4901	2401

3.13.4.3 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Tabel 3.13.4.3:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de onderrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-bepaling begin-eind	Normaalkrachten (trek = positief) [N] "begin"	"einde"	Rand-voor-waar-den	Mouty fact. ß m	Knfct staaf-lengte/PlPerc ß m×ß n	Knik-lengte [mm]	Klasse	Sterkte UC	Stab. UC
4.80- 7.20	-4825	3103	m-d	0.797	0.528	2533	1	0.08	0.24
7.20- 9.60	3103	-3776	d-m	0.797	0.528	2535	1	0.06	0.19
19.20-21.60	-3691	3108	m-d	0.797	0.528	2533	1	0.06	0.18
21.60-24.00	3108	-4901	d-m	0.797	0.528	2535	1	0.08	0.24

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
  = 0.90 * (1.0 + (1.47 - 0.2)*(|-4901 |/(0.326 *61470 /1.0)) = 1.18
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
  = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-4901 |/(0.326 *61470 /1.0)) = 1.08
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(1.18 , 1.08) = 1.08
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.65

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
  = |-4901 |/(0.326 *61470 /1.0)+1.08 *|0.0 |/(1.00*834.3 /1.0)
  = 0.245 + 0.000 = 0.245
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
  = |-4901 |/(0.731 *61470 /1.0)+0.65 *|0.0 |/(1.00*834.3 /1.0)
  = 0.109 + 0.000 = 0.109

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.245 , 0.109) = 0.245

- controle: 0.24 < 0.95, dus de stabiliteit voldoet.

3.13.4.3 Stabiliteitscontrole in het vlak (nabij de kolom-aansluitingen):

- Maatgevend: Ndmax = N + |Q|/tan(alfa) = -4901 + |-1818 |/tan(42.8) = -2935 N
  (N.B.: 1e drukdiagonaal reduceert de normaaldrukkracht in de onderrand)

- Kniklengte: lky = 1.00*lveld = 1.00 * 800 = 800 mm
  (lky = lveld, volgens NEN 3851 art. 2.5.6.2.c.)

  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.40 (het profiel is geschoord).
  M1 = 0.00 , M2 = 0.00 , Ms = 0.00 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
       = 0.40 * (1.0 + (0.69 - 0.2)*(|-2935 |/(0.731 *61470 /1.0)) = 0.41
  Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
       = 0.40 * (1.0 + 0.8*(|-2935 |/(0.731 *61470 /1.0)) = 0.42
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.41 , 0.42) = 0.41
  Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.25

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-2935 |/(0.731 *61470 /1.0)+0.41 *|0.0 |/(1.00*626.1 /1.0)
           = 0.065 + 0.000 = 0.065
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-2935 |/(0.864 *61470 /1.0)+0.25 *|0.0 |/(1.00*626.1 /1.0)
           = 0.055 + 0.000 = 0.055

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.065 , 0.055) = 0.065

- controle: 0.07 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.13.4.3 Doorsnede-controle van de onderrand:

          |NEd| |-4901 |
- UCDruk = ----- = --------- = 0.08
          Nc.Rd   61470

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 3108   N

          |NEd| | 3108 |
- UCTrek = ----- = --------- = 0.05
          Nc.Rd   61470

Druk is maatgevend.

- Controle: 0.08 < 1.00, dus de druksterkte voldoet.

Conclusie:
- Onderrand (RHBK50*30*1.5) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.5: c12) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

3.13.4.4 Controle van de diagonalen:

3.13.4.4 Controle van de drukdiagonalen:

Gezien de toepassing spitst de controle van de drukdiagonalen zich toe
op de eindkappen van de tralies, d.w.z. tussen kopplaat en 1e zwevende goten.

- Controle op druk (bij neerwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qddmaxd = -1818 N (zie tabel 3.13.4.1)
    (+ = druk in drukdiagonaal)
    Extra dwarskracht i.v.m. mogelijke positie transportlast in eerste
    diagonaalveld in plaats van het midden van de overspanning.
    Vert.puntlast: Fpunt = 1.20 * max(1250, 1000) + 1.20 * 0 = 1500 N

$$\text{Res.diag.drukkracht: } N_{ddiagd} = \frac{Q_{ddmaxd} - F_{punt}/2}{\sin(\alpha)} = \frac{-1818 - 1500/2}{\sin(42.8)} = -3782 \text{ N}$$

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$UC_{sterkte} = \frac{|N_{Ed}|}{N_{c.Rd}} + \frac{|M_{y.Ed}|}{M_{y.c.Rd}} = \frac{|-3782|}{32448} + \frac{|0|}{184} = 0.117$$

  controle: 0.117 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Maximale spanning:

$$\sigma = \frac{|N_{Ed}|}{A} + \frac{|M_{y.Ed}|}{W_{pl.y}} = \frac{|-3782|}{109.1} + \frac{|0|}{0.752} = 34.7 \text{ N/mm}^2$$

  $UC_{spanning} = \sigma / f_y = 34.7 / 235.0 = 0.148$

  controle: 0.148 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.40 (het profiel is geschoord).
  M1 = 0.00 , M2 = 0.00 , Ms = 0.00 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
  Interactiefactoren volgens bijlage B:

$$K_{y.2} = C_{my} \cdot (1.0 + (\lambda_{rel.y} - 0.2) \cdot (|N_{Ed}| / (\chi_{y} \cdot N_{Rk} / 1.0)))$$
$$= 0.40 \cdot (1.0 + (0.58 - 0.2) \cdot (|-3782| / (0.799 \cdot 32448 / 1.0))) = 0.42$$
$$K_{y.3} = C_{my} \cdot (1.0 + 0.8 \cdot (|N_{Ed}| / (\chi_{y} \cdot N_{Rk} / 1.0)))$$
$$= 0.40 \cdot (1.0 + 0.8 \cdot (|-3782| / (0.799 \cdot 32448 / 1.0))) = 0.45$$
$$K_{y.b} = \min(K_{y.2}, K_{y.3}) = \min(0.42, 0.45) = 0.42$$
$$K_{z.b} = 0.6 \cdot K_{y.b} = 0.25$$

$$UC_{stab.1} = |N_{Ed}| / (\chi_{y} \cdot N_{Rk} / 1.0) + K_{y.b} \cdot |M_{y.Ed}| / (1.00 \cdot M_{y.Rk} / 1.0)$$
$$= |-3782| / (0.799 \cdot 32448 / 1.0) + 0.42 \cdot |0.0| / (1.00 \cdot 184.3 / 1.0)$$
$$= 0.146 + 0.000 = 0.146$$
$$UC_{stab.2} = |N_{Ed}| / (\chi_{z} \cdot N_{Rk} / 1.0) + K_{z.b} \cdot |M_{y.Ed}| / (1.00 \cdot M_{y.Rk} / 1.0)$$
$$= |-3782| / (0.799 \cdot 32448 / 1.0) + 0.25 \cdot |0.0| / (1.00 \cdot 184.3 / 1.0)$$
$$= 0.146 + 0.000 = 0.146$$

  Maatgevend: $UC_{stab.b} = \max(UC_{stab.1}, UC_{stab.2}) = \max(0.146, 0.146) = 0.146$

  controle: 0.146 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie:
- Drukdiagonalen (RHBK20*20*1.5 mm) voldoen qua trek/druk
  bij B.C.5: c12) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

3.13.4.4 Controle van de trekdiagonalen:

Er wordt vanuit gegaan, dat de trekdiagonalen als zodanig worden toegepast in
de eindkappen en als trek- en drukdiagonalen in eventuele middenkappen.

- Controle op trek (in de eindkappen bij neerwaartse belasting en evt. in de middenkappen
  bij opwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qtdmaxt = 1818 N (zie tabel 3.13.4.1)
    (+ = trek in trekdiagonaal)

$$\text{- Res.diag.trekkracht: } Ntdiagt = \frac{Qtdmaxt+Fpunt/2}{\sin(alfa)} = \frac{1818 + 1500 \ /2}{\sin(42.8)} = 3782 \text{ N}$$

 - Sterkte: Capaciteit trekdiagonaal: Ftdiagt = 18847 N (zie 4.4)

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Ftdiagt} = \frac{|3782|}{18847} = 0.201$$

  - UC-Trek : 0.201 < 1.00, dus trekdiagonaal voldoet.

Conclusie:
- Trekdiagonalen (RHBK20*20*1.5 mm) voldoen qua trek/druk
  bij B.C.5: c12) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

3.13.4.4 Controle van de (las)verbindingen:

	Drukdiagonaal		Trekdiagonaal	
	Nd = -3782 N Nt = 0 N Fstev = 0 N Fstlo = 0 N Msdt = 0.00 Nm Fsdev = 2777 N		Nd = - 0 N Nt = 3782 N Fstev = 2777 N Fstlo = 2568 N Msdt = 0.00 Nm Fsdev = 0 N	
	bovenrand	onderrand	bovenrand	onderrand
Tau1	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²	20.55 N/mm²	20.55 N/mm²
Tau2	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²	31.42 N/mm²	31.42 N/mm²
Sgm1	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²	20.55 N/mm²	20.55 N/mm²
SgmWst	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²	39.38 N/mm²	39.38 N/mm²
UC1	0.00	0.00	0.19	0.19
UC2	0.00	0.00	0.07	0.07
SgmWsd	31.42 N/mm²	31.42 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
UC3	0.15	0.15	0.00	0.00
Nt1	13786 N	13786 N	13786 N	13786 N
knd	1.00	1.00	1.00	1.00
Nd1	13786 N	13786 N	13786 N	13786 N
UCt1	0.00	0.00	0.27	0.27
UCd1	0.27	0.27	0.00	0.00
UClas	0.15	0.15	0.19	0.19
UCdia	0.27	0.27	0.27	0.27
UCgeo	0.97	0.97	0.97	0.97
UClas	0.15		0.19	
UCdia	0.97		0.97	

Conclusie:
- Lassen: UClas = 0.19 <= 1.00 dus: voldoen
- Aansluitingen: UCdia = 0.97 <= 1.00 dus: voldoen

Eindconclusie:
- Aansluiting diagonalen voldoet
  bij B.C.5: c12) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

3.13.4.5 Controle van de bouten van de spant-kolom-aansluiting:

Controle van de krachten op de bout(en) bij de bovenrand:

Tabel 3.13.4.5.1: Belastingen bij bovenrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,br [N]	Fs,br [N]	Fi,br [N]
4.80	-2013	414	1806	5730	903	5870
9.60	-1593	414	-1630	4578	-815	4721
19.20	-1558	408	1617	4479	809	4622
24.00	-2042	408	-1818	5807	-909	5948

Gegevens van de eindplaat bij de bovenrand:
- Aantal bouten bij de bovenrand: nbb = 1
- Momenten-arm bij bovenrand: hbbout = 364 mm
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Normaalkracht: $Ft = \frac{Nt}{2 * nbb} - \frac{M}{hbbout}$ met Ft >= 0 N
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * Q
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,br max = 5948 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbtb max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 5948 N < 33926 N, dus bout bij bovenrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.5: c12) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

Controle van de krachten op de bout(en) bij de onderrand:

Tabel 3.13.4.5.2: Belastingen bij onderrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,or [N]	Fs,or [N]	Fi,or [N]
4.80	-2013	414	1806	0	903	1277
9.60	-1593	414	-1630	0	-815	1153
19.20	-1558	408	1617	0	809	1144
24.00	-2042	408	-1818	0	-909	1286

Gegevens van de eindplaat bij de onderrand:
- Aantal bouten bij de onderrand: nbo = 1
- Momenten-arm bij onderrand: hobout = 364 mm
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Normaalkracht: $Ft = \frac{Nt}{2 * nbo} + \frac{M}{hobout}$ met Ft >= 0 N
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * Q
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,or max = 1286 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbto max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 1286 N < 33926 N, dus bout bij onderrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.5: c12) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

3.13.4.5 Controle van de eindplaat op pons:

Bij de boutverbinding van de bovenrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxb = 5.8 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capb = 96 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 5.8 kN < 96 kN, dus eindplaat (ST50*12.0) voldoet
zonder onderlegring bij de bovenste bout
bij B.C.5: c12) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

Bij de boutverbinding van de onderrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxo = 0.0 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capo = 96 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0.0 kN < 96 kN, dus eindplaat (ST50*12.0) voldoet
zonder onderlegring bij de onderste bout
bij B.C.5: c12) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

3.13.4.5 Controle van de eindplaat op buiging:

Tabel 3.13.4.5.4.1: Belastingen van de eindplaat van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Normaal-kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ftrb [N]	Ftro [N]
4.80	-2013	414	1806	5239	0
9.60	-1593	414	-1630	4190	0
19.20	-1558	408	1617	4099	0
24.00	-2042	408	-1818	5309	0

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de bovenrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftrb = \frac{N + sn*Q}{2} - \frac{M}{ht,eff} \text{ met } Ftrb>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftrb(max) * e = 0.5 * 5309 * 25.0 = 66 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 1667 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 66 Nm < 1667 Nm, dus eindplaat (ST50*12.0) voldoet
bij B.C.5: c12) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de onderrand:
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftro(max) * e = 0.5 * 0 * 25.0 = 0 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 368 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0 Nm < 368 Nm, dus eindplaat (ST50*12.0) voldoet
bij B.C.5: c12) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

De lasverbindingen tussen eindplaat met resp. de boven- en onderrand
zijn niet gecontroleerd.

3.13.5 De krachtsverdeling in de 1e rij tralies:

Tabel 3.13.5.1: Momentenlijn, normaal- en dwarskrachtenlijn.

Positie x in [m] begin - eind	Momentenlijn M(x) in [Nm] (+ = U/- =)	Normaal-krachtenlijn N(x) in [N] (+ = trek)	Dwars-krachtenlijn Q(x) in [N] (+ = ~~~___)
0.00 - 2.40	-203 1823	412 412	1328 361
2.40 - 4.80	1823 -2074	412 412	-1139 -2107
24.00 - 26.40	-2027 1810	399 399	2083 1116
26.40 - 28.80	1810 -274	399 399	-384 -1352

3.13.5.1 Controle van de stijfheid van de tralie:

De toelaatbare doorbuiging van alle tralieliggers wordt bepaald per tralie:
- uvtoel = 4800 / 250 < 30.0 mm, dus: uvtoel = 19.2 mm

Uit de U-lijn is de maximale doorbuiging:
- doorbuiging umax = -4.36 mm

- Controle van de 1e rij tralies:
  Doorbuiging: |-4.4 | mm < 19.2 mm, dus: voldoet.
  bij B.C.5: c12) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

3.13.5.2 Controle van de bovenrand:

3.13.5.2 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de bovenrand:

- De normaalkracht in de bovenrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = -M/0.4000 + N/2 (voor N en M, zie 3.13.5.1)
    met: Effectieve spanthoogte: 400.0 mm

Tabel 3.13.52: Normaalkrachtenverloop in de bovenrand.

Plaats x in [m]	Normaalkracht in [N] (trek = positief) Spant	Systeem-lengte [mm]
0.00 - 2.40	713 -4352	2399
2.40 - 4.80	-4352 5391	2401
24.00 - 26.40	5268 -4327	2399
26.40 - 28.80	-4327 884	2401

3.13.5.2 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Tabel 3.13.5.2:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de bovenrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-bepaling begin-eind	Normaalkrachten (trek = positief) [N] "begin"	"einde"	Rand-voor-waar-den	Mouty fact. ß m	Knfct staaf-lengte ß m×ß n	Knik-lengte [mm]	Klasse	Sterkte UC	Stab. UC
0.00- 2.40	713	-4352	e-d	0.786	0.531	2546	1	0.07	0.22
2.40- 4.80	-4352	5391	d-m	0.792	0.524	2517	1	0.07	0.21
24.00-26.40	5268	-4327	m-d	0.792	0.524	2515	1	0.07	0.21
26.40-28.80	-4327	884	d-e	0.786	0.521	2500	1	0.07	0.21

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (1.47 - 0.2)*(|-4352 |/(0.324 *61470   /1.0)) = 1.15
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-4352 |/(0.324 *61470   /1.0)) = 1.06
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(1.15   , 1.06   ) = 1.06
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.63

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-4352 |/(0.324 *61470   /1.0)+1.06 *|0.0 |/(1.00*834.3 /1.0)
           = 0.219 + 0.000 = 0.219
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-4352 |/(0.814 *61470   /1.0)+0.63 *|0.0 |/(1.00*834.3 /1.0)
           = 0.087 + 0.000 = 0.087

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.219 , 0.087) = 0.219

- controle: 0.22 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.13.5.2 Stabiliteitscontrole in het vlak:

- Nabij de zwevende goten:

  - Maatgevende normaaldrukkracht: Ndmax = -4352   N

  - Kniklengte: lky = 0.80 * lveld = 0.80 * 800 = 640 mm
    (lky > lveld/2, omdat de kortere velden, de langere velden steunen.)
  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (0.55 - 0.2)*(|-4352 |/(0.814 *61470   /1.0)) = 0.93
  Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-4352 |/(0.814 *61470   /1.0)) = 0.96
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.93   , 0.96   ) = 0.93
  Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.56

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-4352 |/(0.814 *61470   /1.0)+0.93 *|0.0 |/(1.00*626.1 /1.0)
           = 0.087 + 0.000 = 0.087
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-4352 |/(0.913 *61470   /1.0)+0.56 *|0.0 |/(1.00*626.1 /1.0)
           = 0.078 + 0.000 = 0.078

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.087 , 0.078) = 0.087

- controle: 0.09 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.13.5.2 Doorsnede-controle van de bovenrand:

           |NEd| |-4352 |
- UCDruk = ----- = --------- = 0.07
           Nc.Rd   61470

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 5391   N

           |NEd| | 5391 |
- UCTrek = ----- = --------- = 0.09
           Nc.Rd   61470

Trek is maatgevend.

- Controle: 0.09 < 1.00, dus de treksterkte voldoet.

Conclusie:
- Bovenrand (RHBK50*30*1.5) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.5: c12) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

3.13.5.3 Controle van de onderrand:

3.13.5.3 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de onderrand:
(voor de achterliggende theorie wordt verwezen naar hoofdstuk 4)

Tabel 3.13.53: Normaalkrachtenverloop in de onderrand.
- De normaalkracht in de onderrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = M/0.4000 + N/2 (voor N en M, zie 3.13.5.1)
    met: Effectieve spanthoogte: 400.0 mm

Tabel 3.13.53: Normaalkrachtenverloop in de onderrand.

Plaats x in [m]	Normaalkracht in [N] (trek = positief) Spant	Systeem-lengte [mm]
0.00 - 2.40	-301 4764	2399
2.40 - 4.80	4764 -4979	2401
24.00 - 26.40	-4869 4725	2399
26.40 - 28.80	4725 -486	2401

3.13.5.3 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Tabel 3.13.5.3:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de onderrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-bepaling begin-eind	Normaalkrachten (trek = positief) [N] "begin" "einde"	Rand-voor-waar-den	Mouty fact. ß m	Knfct staaf-lengte/PlPerc ß m×ß n	Knik-lengte [mm]	Klasse	Sterkte UC	Stab. UC
0.00- 2.40	-301 4764	e-d	0.792	0.524	2517	1	0.00	0.01
2.40- 4.80	4764 -4979	d-m	0.797	0.528	2535	1	0.08	0.25
24.00-26.40	-4869 4725	m-d	0.797	0.528	2533	1	0.08	0.24
26.40-28.80	4725 -486	d-e	0.792	0.524	2519	1	0.01	0.02

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
  = 0.90 * (1.0 + (1.47 - 0.2)*(|-4979 |/(0.326 *61470 /1.0)) = 1.18
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
  = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-4979 |/(0.326 *61470 /1.0)) = 1.08
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(1.18 , 1.08) = 1.08
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.65

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
  = |-4979 |/(0.326 *61470 /1.0)+1.08 *|0.0 |/(1.00*834.3 /1.0)
  = 0.248 + 0.000 = 0.248
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
  = |-4979 |/(0.731 *61470 /1.0)+0.65 *|0.0 |/(1.00*834.3 /1.0)
  = 0.111 + 0.000 = 0.111

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.248 , 0.111) = 0.248

- controle: 0.25 < 0.95, dus de stabiliteit voldoet.

3.13.5.3 Stabiliteitscontrole in het vlak (nabij de kolom-aansluitingen):

- Maatgevend: Ndmax = N + |Q|/tan(alfa) = -4979 + |-2107 |/tan(42.8) = -2701 N
  (N.B.: 1e drukdiagonaal reduceert de normaaldrukkracht in de onderrand)

- Kniklengte: lky = 1.00*lveld = 1.00 * 800 = 800 mm
  (lky = lveld, volgens NEN 3851 art. 2.5.6.2.c.)

  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.40 (het profiel is geschoord).
  M1 = 0.00 , M2 = 0.00 , Ms = 0.00 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
       = 0.40 * (1.0 + (0.69 - 0.2)*(|-2701 |/(0.731 *61470 /1.0)) = 0.41
  Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
       = 0.40 * (1.0 + 0.8*(|-2701 |/(0.731 *61470 /1.0)) = 0.42
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.41 , 0.42) = 0.41
  Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.25

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-2701 |/(0.731 *61470 /1.0)+0.41 *|0.0 |/(1.00*626.1 /1.0)
           = 0.060 + 0.000 = 0.060
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-2701 |/(0.864 *61470 /1.0)+0.25 *|0.0 |/(1.00*626.1 /1.0)
           = 0.051 + 0.000 = 0.051

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.060 , 0.051) = 0.060

- controle: 0.06 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.13.5.3 Doorsnede-controle van de onderrand:

          |NEd| |-4979 |
- UCDruk = ----- = --------- = 0.08
          Nc.Rd   61470

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 4764   N

          |NEd| | 4764 |
- UCTrek = ----- = --------- = 0.08
          Nc.Rd   61470

Druk is maatgevend.

- Controle: 0.08 < 1.00, dus de druksterkte voldoet.

Conclusie:
- Onderrand (RHBK50*30*1.5) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.5: c12) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

3.13.5.4 Controle van de diagonalen:

3.13.5.4 Controle van de drukdiagonalen:

Gezien de toepassing spitst de controle van de drukdiagonalen zich toe
op de eindkappen van de tralies, d.w.z. tussen kopplaat en 1e zwevende goten.

- Controle op druk (bij neerwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qddmaxd = -2107 N (zie tabel 3.13.5.1)
    (+ = druk in drukdiagonaal)
    Extra dwarskracht i.v.m. mogelijke positie transportlast in eerste
    diagonaalveld in plaats van het midden van de overspanning.
    Vert.puntlast: Fpunt = 1.20 * max(1250, 1000) + 1.20 * 0 = 1500 N

$$\text{- Res.diag.drukkracht: } N_{ddiagd} = \frac{Q_{ddmaxd} - F_{punt}/2}{\sin(\alpha)} = \frac{-2107 - 1500/2}{\sin(42.8)} = -4208 \text{ N}$$

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$UC_{sterkte} = \frac{|N_{Ed}|}{N_{c.Rd}} + \frac{|M_{y.Ed}|}{M_{y.c.Rd}} = \frac{|-4208|}{32448} + \frac{|0|}{184} = 0.130$$

  controle: 0.130 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Maximale spanning:

$$\text{Sigma: } \frac{|N_{Ed}|}{A} + \frac{|M_{y.Ed}|}{W_{pl.y}} = \frac{|-4208|}{109.1} + \frac{|0|}{0.752} = 38.6 \text{ N/mm}^2$$

  $UC_{spanning} = Sigma/fy = 38.6 / 235.0 = 0.164$

  controle: 0.164 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.40 (het profiel is geschoord).
  M1 = 0.00 , M2 = 0.00 , Ms = 0.00 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
  Interactiefactoren volgens bijlage B:

$$Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0)) = 0.40 * (1.0 + (0.58 - 0.2)*(|-4208 |/(0.799 *32448 /1.0)) = 0.42$$

$$Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0)) = 0.40 * (1.0 + 0.8*(|-4208 |/(0.799 *32448 /1.0)) = 0.45$$

$$Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(0.42 , 0.45) = 0.42$$

$$Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.25$$

$$UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0) = |-4208 |/(0.799 *32448 /1.0)+0.42 *|0.0 |/(1.00*184.3 /1.0) = 0.162 + 0.000 = 0.162$$

$$UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0) = |-4208 |/(0.799 *32448 /1.0)+0.25 *|0.0 |/(1.00*184.3 /1.0) = 0.162 + 0.000 = 0.162$$

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.162 , 0.162) = 0.162

  controle: 0.162 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie:
- Drukdiagonalen (RHBK20*20*1.5 mm) voldoen qua trek/druk
  bij B.C.5: c12) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

3.13.5.4 Controle van de trekdiagonalen:

Er wordt vanuit gegaan, dat de trekdiagonalen als zodanig worden toegepast in
de eindkappen en als trek- en drukdiagonalen in eventuele middenkappen.

- Controle op trek (in de eindkappen bij neerwaartse belasting en evt. in de middenkappen
  bij opwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qtdmaxt = 2107 N (zie tabel 3.13.5.1)
    (+ = trek in trekdiagonaal)

$$\text{- Res.diag.trekkracht: } Ntdiagt = \frac{Qtdmaxt+Fpunt/2}{\sin(alfa)} = \frac{2107 + 1500 \ /2}{\sin(42.8)} = 4208 \text{ N}$$

 - Sterkte: Capaciteit trekdiagonaal: Ftdiagt = 18847 N (zie 4.4)

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Ftdiagt} = \frac{|4208|}{18847} = 0.223$$

  - UC-Trek : 0.223 < 1.00, dus trekdiagonaal voldoet.

Conclusie:
- Trekdiagonalen (RHBK20*20*1.5 mm) voldoen qua trek/druk
  bij B.C.5: c12) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

3.13.5.4 Controle van de (las)verbindingen:

	Drukdiagonaal		Trekdiagonaal	
	Nd = -4208 N Nt = 0 N Fstev = 0 N Fstlo = 0 N Msdt = 0.00 Nm Fsdev = 3089 N		Nd = - 0 N Nt = 4208 N Fstev = 3089 N Fstlo = 2857 N Msdt = 0.00 Nm Fsdev = 0 N	
	bovenrand	onderrand	bovenrand	onderrand
Tau1	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²	22.87 N/mm²	22.87 N/mm²
Tau2	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²	34.96 N/mm²	34.96 N/mm²
Sgm1	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²	22.87 N/mm²	22.87 N/mm²
SgmWst	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²	43.81 N/mm²	43.81 N/mm²
UC1	0.00	0.00	0.21	0.21
UC2	0.00	0.00	0.08	0.08
SgmWsd	34.96 N/mm²	34.96 N/mm²	0.00 N/mm²	0.00 N/mm²
UC3	0.17	0.17	0.00	0.00
Nt1	13786 N	13786 N	13786 N	13786 N
knd	1.00	1.00	1.00	1.00
Nd1	13786 N	13786 N	13786 N	13786 N
UCt1	0.00	0.00	0.31	0.31
UCd1	0.31	0.31	0.00	0.00
UClas	0.17	0.17	0.21	0.21
UCdia	0.31	0.31	0.31	0.31
UCgeo	0.97	0.97	0.97	0.97
UClas	0.17		0.21	
UCdia	0.97		0.97	

Conclusie:
- Lassen: UClas = 0.21 <= 1.00 dus: voldoen
- Aansluitingen: UCdia = 0.97 <= 1.00 dus: voldoen

Eindconclusie:
- Aansluiting diagonalen voldoet
  bij B.C.5: c12) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

3.13.5.5 Controle van de bouten van de spant-kolom-aansluiting:

Controle van de krachten op de bout(en) bij de bovenrand:

Tabel 3.13.5.5.1: Belastingen bij bovenrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,br [N]	Fs,br [N]	Fi,br [N]
0.00	-203	412	1328	763	664	1210
4.80	-2074	412	-2107	5897	-1054	6082
24.00	-2027	399	2083	5762	1042	5947
28.80	-274	399	-1352	951	-676	1349

Gegevens van de eindplaat bij de bovenrand:
- Aantal bouten bij de bovenrand: nbb = 1
- Momenten-arm bij bovenrand: hbbout = 364 mm
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Normaalkracht: $Ft = \frac{Nt}{2 * nbb} - \frac{M}{hbbout}$ met Ft >= 0 N
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * Q
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,br max = 6082 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbtb max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 6082 N < 33926 N, dus bout bij bovenrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.5: c12) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

Controle van de krachten op de bout(en) bij de onderrand:

Tabel 3.13.5.5.2: Belastingen bij onderrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,or [N]	Fs,or [N]	Fi,or [N]
0.00	-203	412	1328	0	664	939
4.80	-2074	412	-2107	0	-1054	1490
24.00	-2027	399	2083	0	1042	1473
28.80	-274	399	-1352	0	-676	956

Gegevens van de eindplaat bij de onderrand:
- Aantal bouten bij de onderrand: nbo = 1
- Momenten-arm bij onderrand: hobout = 364 mm
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Normaalkracht: $Ft = \frac{Nt}{2 * nbo} + \frac{M}{hobout}$ met Ft >= 0 N
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * Q
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,or max = 1490 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbto max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 1490 N < 33926 N, dus bout bij onderrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.5: c12) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

3.13.5.5 Controle van de eindplaat op pons:

Bij de boutverbinding van de bovenrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxb = 5.9 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capb = 96 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 5.9 kN < 96 kN, dus eindplaat (ST50*12.0) voldoet
zonder onderlegring bij de bovenste bout
bij B.C.5: c12) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

Bij de boutverbinding van de onderrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxo = 0.0 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capo = 96 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0.0 kN < 96 kN, dus eindplaat (ST50*12.0) voldoet
zonder onderlegring bij de onderste bout
bij B.C.5: c12) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

3.13.5.5 Controle van de eindplaat op buiging:

Tabel 3.13.5.5.4.1: Belastingen van de eindplaat van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Normaal-kracht
x	M	N	Q	Ftrb	Ftro
[m]	[Nm]	[N]	[N]	[N]	[N]
0.00	-203	412	1328	713	0
4.80	-2074	412	-2107	5391	0
24.00	-2027	399	2083	5268	0
28.80	-274	399	-1352	884	0

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de bovenrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftrb = \frac{N + sn*Q}{2} - \frac{M}{ht,eff} \text{ met } Ftrb>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftrb(max) * e = 0.5 * 5391 * 25.0 = 67 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 1667 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 67 Nm < 1667 Nm, dus eindplaat (ST50*12.0) voldoet
bij B.C.5: c12) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de onderrand:
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftro(max) * e = 0.5 * 0 * 25.0 = 0 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 368 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0 Nm < 368 Nm, dus eindplaat (ST50*12.0) voldoet
bij B.C.5: c12) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

De lasverbindingen tussen eindplaat met resp. de boven- en onderrand
zijn niet gecontroleerd.

Toetsing van de bepalende doorsnede (lkx= 4000 mm, lky= 4000 mm):

Toetsing van de bepalende doorsnede (lkx= 8266 mm, lky= 4950 mm):

Toetsing van de bepalende doorsnede (lkx= 7072 mm, lky= 4000 mm):

c) Berekening van de toelaatbare horizontale verplaatsing in :

- Rekening houdend met de glasbreedten :
  - reductiefactor gevel: r1 = 800 / bkg < 2.0;
    800 / 800 = 1.00, dus r1 = 1.00
  - reductiefactor dek : r2 = 1125 / bd < 2.0;
    1125 / 1125 = 1.00, dus r2 = 1.00
  - ugevel = h / 100 * r1 < 50.0 mm;
    4000 / 100 * 1.00 = 40.0 mm, dus ugevel = 64.5 mm
  - udek = 1/200 * v * r2 < 50.0 mm
    1/200 * 4000 * 1.00 = 30.0 mm, dus udek = 68.9 mm
  - utoel-b = ugevel + udek = 64.5 + 68.9 = 64.5 mm
  - utoel = utoel-a < umax; MIN(110.0, 80.0) = 220.0 mm

3.14 B.C.6: a1) Eigen gewicht + gewas + installaties + wind + onderdruk

3.14.1 Berekening van de belastingen per tralie:

a) Belastingen in gebruikstoestand:
- Permanente belastingen:
  - Eigen gewicht dek : (1.00 * 35) = 35 N/m²
  - Eigen gewicht van de goot: (1.00 * 30)* 4.00 = 120 N
  - E.G. 1e rij tralies : (1.00 * 56.1) = 56.1 N/m
  - E.G. 2e rij tralies : (1.00 * 56.1) = 56.1 N/m
  - E.G. tralies middenvelden: (1.00 * 56.1) = 56.1 N/m
- Variabele belastingen:
  - Vert. puntlast: 0.00*max(1250,1000)+1.00*0 = 0 N
  - Gewasbelasting : (1.00 * 0) = 0 N/m²
  - Installaties : (1.00 * 70) = 70 N/m²
  - Windbelasting : (1.00 * 335 * 0.99) = 331 N/m²
    (fCdim = Cdim;lr*Cdim;par/Cdim = 0.83 *0.85 /0.72 = 0.99)

b) Belastingen in rekentoestand:
- Permanente belastingen:
  - Eigen gewicht dek : (1.02 * 35) = 36 N/m²
  - Eigen gewicht van de goot: (1.02 * 30)* 4.00 = 123 N
  - E.G. 1e rij tralies : (1.02 * 56.1) = 57.2 N/m
  - E.G. 2e rij tralies : (1.02 * 56.1) = 57.2 N/m
  - E.G. tralies middenvelden: (1.02 * 56.1) = 57.2 N/m
- Variabele belastingen:
  - Vert. puntlast: 0.00*max(1250,1000)+1.02*0 = 0 N
  - Gewasbelasting : (1.27 * 0) = 0 N/m²
  - Installaties : (1.02 * 70) = 71 N/m²
  - Windbelasting : (1.27 * 335) = 428 N/m²

c) Bij het bepalen van de knoopcoordinaten is rekening gehouden met
de initiële scheefstand van de kolommen:
- Scheefstand psi = 1/265 (zie EN 1993-1-1)

d) Rekenvoorbeeld van de belastingen op knooppunten op de volgende plaatsen:
Knoop k = "effectieve" spanthoogte van de eerste kolom
Knoop * = zwevende goot 1e rij tralies
Knoop * = middenkolom

- Horizontale belasting:
  Fk,hor = (4.000 - 0.5*3.705) * (428 *(+0.60-(-0.30))) * 4.00 = 3324 N

- Verticale belasting:
  Fvg = eigen gewicht goot = (1.02 * 30)* 4.00 = 123 N
  Fk,vert = -0.5 * Fvg
  F*,vert t.p.v. een goot = Fvg

3.14.2 Belastingen op het kasdek ten behoeve van het Designmodel SLS(gebruiksbelastingen):
3.14.2.1 Windvormfactoren bij deze belastingcombinatie:
Windvormfactoren bij wind loodrecht (-) op nok:



3.14.2.2 Belastingfactoren bij deze belastingcombinatie:

Belastingfactoren	gebruikstoestand	rekentoestand
Eigen gewicht	1.00	1.02
Installaties	1.00	1.02
Sneeuw	0.00	0.00
Wind	1.00	1.27
gewas	1.00	1.27

3.14.2.3 Gesommeerde belastingen op de omhulling van de kas per vakmaat:
Belastingen gebruikstoestand SLS per vakmaat (4.000 m):

Tralie	neerwaarts qtral = fi*qinstall + fp*qtral + fg*qgewas		
	= 1.00*280.0 + 1.00*56.1 + 1.00*0.0	qtral =	336.1 N/m
Goot	zijgevel Fgt.s = fp*qgoot.s = 1.00*60.0	Fgt.s =	60 N
	middengoot Fgt.m = fp*qgoot.m = 1.00*120.0	Fgt.m =	120 N
Kasdek	evenwijdig qdek.E = [fp*qdek + fs*qsneew]*sin(dek)		
	= [1.00*126.9 + 0.00*0.0]*sin(25.0)	qdek.E =	53.6 N/m
	loodrecht qdek.L = [fp*qdek + fs*qsneew]*cos(dek)		
	= [1.00*126.9 + 0.00*0.0]*cos(25.0)	qdek.L =	115.0 N/m
	+ wind per kaphelft = qdek.L + fw*qwinds*(cpe-cpi)		
	- 1e kaphelft = 115.0 + 1.00*1341.5*(+0.30--0.30)	qdek.L1 =	919.9 N/m
	- 2e kaphelft = 115.0 + 1.00*1341.5*(-1.00--0.30)	qdek.L2 =	-824.0 N/m
	- 3e kaphelft = 115.0 + 1.00*1341.5*(-0.70--0.30)	qdek.L3 =	-421.6 N/m
	- 4e kaphelft = 115.0 + 1.00*1341.5*(-0.50--0.30)	qdek.L4 =	-153.3 N/m
	- Middenkap links = 115.0 + 1.00*1341.5*(-0.40--0.30)	qdek.Lm1 =	-19.2 N/m
	- Middenkap rechts = 115.0 + 1.00*1341.5*(-0.50--0.30)	qdek.Lm2 =	-153.3 N/m
	- Eindkap links = 115.0 + 1.00*1341.5*(-0.40--0.30)	qdek.Le1 =	-19.2 N/m
	- Eindkap Rechts = 115.0 + 1.00*1341.5*(-0.40--0.30)	qdek.Le2 =	-19.2 N/m
	+ windwrijving nok = Cfr,1*fi*qwind*hkap*vakmaat		
	- middenkap FhwCpf = 0.00*1.00*335.4 *1.12*4.0	FhwCpf =	0 N
Zijgevel	windzijde FhwF.gt = fw*Fhw.gt*(cp1-cpi)		
	goothoogte = 1.00*2896.5*(0.6 --0.3)	Fhw.gt =	2607 N
	windzijde FhwF.fh = fw*Fhw.fh*(cp1-cpi)		
	fundatiehoogte = 1.00*2469.3*(0.6 --0.3)	Fhw.fh =	2222 N
Zijgevel	loefzijde FhwL.gt = fw*Fhw.gt*(cp1+cpi)		
	goothoogte = 1.00*2896.5*(0.3 +-0.3)	Fhw.gt =	0 N
	loefzijde FhwL.fh = fw*Fhw.fh*(cp1+cpi)		
	fundatiehoogte = 1.00*2469.3*(0.3 +-0.3)	Fhw.fh =	0 N

Belastingen rekentoestand ULS per vakmaat (4.000 m):

Tralie	neerwaarts	qtral = fi*qinstall + fp*qtral + fg*qgewas	
		= 1.02*280.0 + 1.02*56.1 + 1.27*0.0	qtral = 343.1 N/m
Goot	zijgevel	Fgt.s = fp*qgoot.s = 1.02*60.0	Fgt.s = 61 N
	middengoot	Fgt.m = fp*qgoot.m = 1.02*120.0	Fgt.m = 123 N
Kasdek	evenwijdig	qdek.E = [fp*qdek + fs*qsneew]*sin(dek)	
		= [1.02*126.9 + 0.00*0.0]*sin(25.0)	qdek.E = 54.7 N/m
	loodrecht	qdek.L = [fp*qdek + fs*qsneew]*cos(dek)	
		= [1.02*126.9 + 0.00*0.0]*cos(25.0)	qdek.L = 117.4 N/m
	+ wind per kaphelft	= qdek.L + fw*qwinds*(cpe-cpi)	
	- 1e kaphelft	= 117.4 + 1.27*1341.5*(+0.30--0.30)	qdek.L1 = 1143.6 N/m
	- 2e kaphelft	= 117.4 + 1.27*1341.5*(-1.00--0.30)	qdek.L2 = -1079.8 N/m
	- 3e kaphelft	= 117.4 + 1.27*1341.5*(-0.70--0.30)	qdek.L3 = -566.7 N/m
	- 4e kaphelft	= 117.4 + 1.27*1341.5*(-0.50--0.30)	qdek.L4 = -224.7 N/m
	- Middenkap links	= 117.4 + 1.27*1341.5*(-0.40--0.30)	qdek.Lm1 = -53.6 N/m
	- Middenkap rechts	= 117.4 + 1.27*1341.5*(-0.50--0.30)	qdek.Lm2 = -224.7 N/m
	- Eindkap links	= 117.4 + 1.27*1341.5*(-0.40--0.30)	qdek.Le1 = -53.6 N/m
	- Eindkap Rechts	= 117.4 + 1.27*1341.5*(-0.40--0.30)	qdek.Le2 = -53.6 N/m
	+ windwrijving nok	= Cfr,1*fi*qwind*hkap*vakmaat	
	- middenkap FhwCpf	= 0.00*1.27*335.4 *1.12*4.0	FhwCpf = 0 N
Zijgevel	windzijde FhwF.gt	= fw*Fhw.gt*(cp1-cpi)	
	goothoogte	= 1.27*2896.5*(0.6 --0.3)	Fhw.gt = 3324 N
	windzijde FhwF.fh	= fw*Fhw.fh*(cp1-cpi)	
	fundatiehoogte	= 1.27*2469.3*(0.6 --0.3)	Fhw.fh = 2834 N
Zijgevel	loefzijde FhwL.gt	= fw*Fhw.gt*(cp1+cpi)	
	goothoogte	= 1.27*2896.5*(0.3 +-0.3)	Fhw.gt = 0 N
	loefzijde FhwL.fh	= fw*Fhw.fh*(cp1+cpi)	
	fundatiehoogte	= 1.27*2469.3*(0.3 +-0.3)	Fhw.fh = 0 N

Tabel 3.14.2.4: Knoopbelastingen, oplegreacties en knoopverplaatsingen:

			Knoopbelastingen Rekentoestand		Oplegreacties		Knoopverplaatsingen gebruikstoestand		
nr.	X-as [mm]	Y-as [mm]	X-as [N]	Y-as [N]	X-as [N]	Y-as [N]	X-verpl [mm]	Y-verpl [mm]	U_lijn [mm]
	Horiz.	Vert.	Horiz.	Vert.	Horiz.	Vert.	Horiz.	Vert.	
1	-0.013	0.000	2834	0	-3668	974			0.000
2	-0.007	1.852							0.000
3	-0.001	3.505							0.000
6	0.000	4.000	0	-61					0.000
7	2.400	5.119							0.000
4	0.000	3.705	3324	0			30.95	-0.13	0.000
8	0.399	3.705					30.94	-0.39	0.258
9	2.399	3.705					30.89	-0.62	0.494
10	4.399	3.705					30.83	-0.12	-0.008
11	4.787	0.000			-877	500			0.000
12	4.793	1.852							0.000
13	4.799	3.505							0.000
16	4.800	4.000	0	-123					0.000
17	7.200	5.119							0.000
14	4.800	3.705					30.82	-0.13	0.000
18	5.199	3.705					30.81	-0.18	0.047
19	7.199	3.705					30.73	-0.21	0.085
20	9.199	3.705					30.66	-0.08	-0.047
21	9.587	0.000			-867	772			0.000
22	9.593	1.852							0.000
23	9.599	3.505							0.000
26	9.600	4.000	0	-123					0.000
27	12.000	5.119							0.000
24	9.600	3.705					30.65	-0.13	0.000
28	9.999	3.705					30.64	-0.20	0.067
29	11.999	3.705					30.59	-0.25	0.114
30	13.999	3.705					30.54	-0.09	-0.048
31	14.387	0.000			-861	1194			0.000
32	14.393	1.852							0.000
33	14.399	3.505							0.000
36	14.400	4.000	0	-123					0.000
37	16.800	5.119							0.000
34	14.400	3.705					30.53	-0.14	0.000
38	14.799	3.705					30.52	-0.21	0.070
39	16.799	3.705					30.49	-0.26	0.117
40	18.799	3.705					30.45	-0.09	-0.050
41	19.187	0.000			-858	1282			0.000
42	19.193	1.852							0.000
43	19.199	3.505							0.000
46	19.200	4.000	0	-123					0.000
47	21.600	5.119							0.000
44	19.200	3.705					30.44	-0.14	0.000
48	19.599	3.705					30.44	-0.21	0.074
49	21.599	3.705					30.41	-0.28	0.146
50	23.599	3.705					30.38	-0.10	-0.036
51	23.987	0.000			-860	1195			0.000
52	23.993	1.852							0.000
53	23.999	3.505							0.000
56	24.000	4.000	0	-123					0.000
57	26.400	5.119							0.000
54	24.000	3.705					30.38	-0.14	0.000
58	24.399	3.705					30.37	-0.19	0.056
59	26.399	3.705					30.36	-0.18	0.045
60	28.399	3.705					30.35	-0.06	-0.080
61	28.787	0.000	0	0	-845	1427			0.000
62	28.793	1.852							0.000
63	28.799	3.505							0.000
64	28.800	3.705	0	0					0.000
65	28.801	3.905							
66	28.800	4.000	0	-61			30.35	-0.14	

Tabel 3.14.2.5: Staafbelastingen, momenten, normaal- en dwarskrachten

Staaf nr.	Profiel	Horizontaal X-as [N/m]	Verticaal Y-as [N/m]	B Normaal [N]	E Dwarskr [N]	G Moment [Nm]	I Normaal [N]	N Dwarskr [N]	E Moment [Nm]	I	N	D
1	RHBK100*50*3.0			-971	838	-857	-971	838	695			
2	RHBK100*50*3.0			-971	838	695	-971	838	2081			
3	RHBK100*50*3.0			-971	838	2081	-971	838	2248			
4	RHBK100*50*3.0			-1240	1050	-308	-1240	1050	-98			
5	RHBK100*50*3.0			-1250	1037	-98	-1250	1037	0			
6	Roede dek	-54.7	-1143.6	448	1513	0	593	-1516	-4			
7	Roede dek	54.7	1079.8	-780	-1428	-4	-925	1431	0			
8	1e tralie	0.0	-343.1	-3535	-269	2557	-3535	-406	2422			
9	1e tralie	0.0	-343.1	-3535	-406	2422	-3535	-1092	924			
10	1e tralie	0.0	-343.1	-3535	-1092	924	-3535	-1778	-1946			
11	1e tralie	0.0	-343.1	-3535	-1778	-1946	-3535	-1916	-2687			
12	RHBK100*50*3.0			-497	879	-873	-497	879	755			
13	RHBK100*50*3.0			-497	879	755	-497	879	2208			
14	RHBK100*50*3.0			-497	879	2208	-497	879	2384			
15	RHBK100*50*3.0			1839	1926	-570	1839	1926	-185			
16	RHBK100*50*3.0			1819	1945	-185	1819	1945	0			
17	Roede dek	-54.7	566.7	886	-744	0	1031	757	17			
18	Roede dek	54.7	224.7	1243	-304	17	1098	291	0			
19	2e tralie	0.0	-343.1	-4589	417	267	-4589	280	406			
20	2e tralie	0.0	-343.1	-4589	280	406	-4589	-406	280			
21	2e tralie	0.0	-343.1	-4589	-406	280	-4589	-1092	-1219			
22	2e tralie	0.0	-343.1	-4589	-1092	-1219	-4589	-1230	-1684			
23	RHBK100*50*3.0			-769	870	-866	-769	870	745			
24	RHBK100*50*3.0			-768	870	745	-768	870	2184			
25	RHBK100*50*3.0			-769	870	2184	-769	870	2358			
26	RHBK100*50*3.0			796	-625	183	796	-625	59			
27	RHBK100*50*3.0			802	-616	59	802	-616	-0			
28	Roede dek	-54.7	53.6	308	-69	0	453	73	6			
29	Roede dek	54.7	224.7	347	-300	6	202	295	0			
30	middentralie	0.0	-343.1	-3100	339	490	-3100	202	598			
31	middentralie	0.0	-343.1	-3100	202	598	-3100	-484	316			
32	middentralie	0.0	-343.1	-3100	-484	316	-3100	-1170	-1338			
33	middentralie	0.0	-343.1	-3100	-1170	-1338	-3100	-1308	-1835			
34	RHBK100*50*3.0			-1191	865	-862	-1191	865	741			
35	RHBK100*50*3.0			-1191	866	741	-1191	866	2172			
36	RHBK100*50*3.0			-1191	865	2172	-1191	865	2345			
37	RHBK100*50*3.0			423	190	-56	423	190	-18			
38	RHBK100*50*3.0			421	194	-18	421	194	0			
39	Roede dek	-54.7	53.6	308	-69	0	453	73	6			
40	Roede dek	54.7	224.7	347	-300	6	202	295	0			
41	middentralie	0.0	-343.1	-2430	309	567	-2430	172	663			
42	middentralie	0.0	-343.1	-2430	172	663	-2430	-514	322			
43	middentralie	0.0	-343.1	-2430	-514	322	-2430	-1200	-1392			
44	middentralie	0.0	-343.1	-2430	-1200	-1392	-2430	-1338	-1901			
45	RHBK100*50*3.0			-1279	862	-859	-1279	862	737			
46	RHBK100*50*3.0			-1279	863	737	-1279	863	2163			
47	RHBK100*50*3.0			-1279	862	2163	-1279	862	2336			
48	RHBK100*50*3.0			423	190	-56	423	190	-18			
49	RHBK100*50*3.0			421	194	-18	421	194	0			
50	Roede dek	-54.7	53.6	308	-69	0	453	73	6			
51	Roede dek	54.7	224.7	347	-300	6	202	295	0			
52	2e tralie	0.0	-343.1	-1764	368	491	-1764	231	611			
53	2e tralie	0.0	-343.1	-1764	231	611	-1764	-456	386			
54	2e tralie	0.0	-343.1	-1764	-456	386	-1764	-1142	-1212			
55	2e tralie	0.0	-343.1	-1764	-1142	-1212	-1764	-1279	-1697			
56	RHBK100*50*3.0			-1193	864	-859	-1193	864	742			
57	RHBK100*50*3.0			-1192	865	742	-1192	865	2171			
58	RHBK100*50*3.0			-1193	864	2171	-1193	864	2344			
59	RHBK100*50*3.0			298	-80	23	298	-80	7			
60	RHBK100*50*3.0			298	-77	7	298	-77	0			
61	Roede dek	-54.7	53.6	9	-70	0	154	72	3			
62	Roede dek	54.7	53.6	154	-72	3	9	70	0			
63	1e tralie	0.0	-343.1	-824	214	623	-824	77	681			
64	1e tralie	0.0	-343.1	-824	77	681	-824	-609	149			
65	1e tralie	0.0	-343.1	-824	-609	149	-824	-1296	-1756			
66	1e tralie	0.0	-343.1	-824	-1296	-1756	-824	-1433	-2303			
67	RHBK100*50*3.0			-1424	850	-852	-1424	850	722			
68	RHBK100*50*3.0			-1424	850	722	-1424	850	2127			

69	RHBK100*50*3.0	-1424	850	2127	-1424	850	2297	
70	RHBK100*50*3.0	6	21	-6	6	21	-2	
71	RHBK100*50*3.0	6	21	-2	6	21	-0	

3.14.3 De krachtsverdeling in de tralies van de middenvelden:

Tabel 3.14.3.1: Momentenlijn, normaal- en dwarskrachtenlijn.

Positie	Momentenlijn	Normaal-	Dwars-
		krachtenlijn	krachtenlijn
x in [m]	M(x) in [Nm]	N(x) in [N]	Q(x) in [N]
begin - eind	(+ = U/- =)	(+ = trek)	(+ = ~~~___)
9.60 - 12.00	490 316	-3100 -3100	339 -484
12.00 - 14.40	316 -1835	-3100 -3100	-484 -1308
14.40 - 16.80	567 322	-2430 -2430	309 -514
16.80 - 19.20	322 -1901	-2430 -2430	-514 -1338

3.14.3.1 Controle van de stijfheid van de tralie:

De toelaatbare doorbuiging van alle tralieliggers wordt bepaald per tralie:
- uvtoel = 4800 / 250 < 30.0 mm, dus: uvtoel = 19.2 mm

Uit de U-lijn is de maximale doorbuiging:
- doorbuiging umax = -4.88 mm

- Controle van de tralies van de middenvelden:
  Doorbuiging: |-4.9 | mm < 19.2 mm, dus: voldoet.
  bij B.C.6: a1) Eigen gewicht + gewas + installaties + wind + onderdruk

3.14.3.2 Controle van de bovenrand:

3.14.3.2 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de bovenrand:

- De normaalkracht in de bovenrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = -M/0.4000 + N/2 (voor N en M, zie 3.14.3.1)
    met: Effectieve spanthoogte: 400.0 mm

Tabel 3.14.32: Normaalkrachtenverloop in de bovenrand.

Plaats	Normaalkracht in [N] (trek = positief)	Systeem-lengte
x in [m]	Spant	[mm]
9.60 - 12.00	-2775 -2341	2399
12.00 - 14.40	-2341 3036	2401
14.40 - 16.80	-2632 -2019	2399
16.80 - 19.20	-2019 3537	2401

3.14.3.2 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Tabel 3.14.3.2:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de bovenrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-bepaling begin-eind	Normaalkrachten (trek = positief) [N] "begin"	"einde"	Rand-voor-waar-den	Mouty fact. ß m	Knfct staaf-lengte ß m×ß n	Knik-lengte [mm]	Klasse	Sterkte UC	Stab. UC
9.60-12.00	-2775	-2341	m-d	0.792	0.762	3657	1	0.05	0.25
12.00-14.40	-2341	3036	d-m	0.792	0.524	2517	1	0.04	0.12
14.40-16.80	-2632	-2019	m-d	0.792	0.747	3586	1	0.04	0.23
16.80-19.20	-2019	3537	d-m	0.792	0.524	2517	1	0.03	0.10

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (2.11 - 0.2)*(|-2775 |/(0.178 *61470   /1.0)) = 1.34
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-2775 |/(0.178 *61470   /1.0)) = 1.08
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(1.34   , 1.08   ) = 1.08
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.65

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-2775 |/(0.178 *61470   /1.0)+1.08 *|0.0 |/(1.00*834.3 /1.0)
           = 0.253 + 0.000 = 0.253
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-2775 |/(0.814 *61470   /1.0)+0.65 *|0.0 |/(1.00*834.3 /1.0)
           = 0.055 + 0.000 = 0.055

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.253 , 0.055) = 0.253

- controle: 0.25 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.14.3.2 Stabiliteitscontrole in het vlak:

- Nabij de zwevende goten:

  - Maatgevende normaaldrukkracht: Ndmax = -2775   N

  - Kniklengte: lky = 0.80 * lveld = 0.80 * 800 = 640 mm
    (lky > lveld/2, omdat de kortere velden, de langere velden steunen.)
  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (0.55 - 0.2)*(|-2775 |/(0.814 *61470   /1.0)) = 0.92
  Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-2775 |/(0.814 *61470   /1.0)) = 0.94
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.92   , 0.94   ) = 0.92
  Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.55

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-2775 |/(0.814 *61470   /1.0)+0.92 *|0.0 |/(1.00*626.1 /1.0)
           = 0.055 + 0.000 = 0.055
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-2775 |/(0.913 *61470   /1.0)+0.55 *|0.0 |/(1.00*626.1 /1.0)
           = 0.049 + 0.000 = 0.049

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.055 , 0.049) = 0.055

- controle: 0.06 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.14.3.2 Doorsnede-controle van de bovenrand:

           |NEd| |-2775 |
- UCDruk = ----- = --------- = 0.05
           Nc.Rd   61470

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 3537   N

           |NEd| | 3537 |
- UCTrek = ----- = --------- = 0.06
           Nc.Rd   61470

Trek is maatgevend.

- Controle: 0.06 < 1.00, dus de treksterkte voldoet.

Conclusie:
- Bovenrand (RHBK50*30*1.5) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.6: a1) Eigen gewicht + gewas + installaties + wind + onderdruk

3.14.3.3 Controle van de onderrand:

3.14.3.3 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de onderrand:
(voor de achterliggende theorie wordt verwezen naar hoofdstuk 4)

Tabel 3.14.33: Normaalkrachtenverloop in de onderrand.
- De normaalkracht in de onderrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = M/0.4000 + N/2 (voor N en M, zie 3.14.3.1)
    met: Effectieve spanthoogte: 400.0 mm

Tabel 3.14.33: Normaalkrachtenverloop in de onderrand.

Plaats x in [m]	Normaalkracht in [N] (trek = positief) Spant		Systeem-lengte [mm]
9.60 - 12.00	-325	-759	2399
12.00 - 14.40	-759	-6136	2401
14.40 - 16.80	202	-410	2399
16.80 - 19.20	-410	-5967	2401

3.14.3.3 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Tabel 3.14.3.3:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de onderrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-bepaling begin-eind	Normaalkrachten (trek = positief) [N] "begin"	"einde"	Rand-voor-waar-den	Mouty fact. ßm	Knfct staaf-lengte/PlPerc ßm×ßn	Knik-lengte [mm]	Klasse	Sterkte UC	Stab. UC
9.60-12.00	-325	-759	m-d	0.797	0.682	3274	1	0.01	0.06
12.00-14.40	-759	-6136	d-m	0.797	0.612	2941	1	0.10	0.39
14.40-16.80	202	-410	m-d	0.797	0.528	2533	1	0.01	0.02
16.80-19.20	-410	-5967	d-m	0.797	0.599	2876	1	0.10	0.36

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
       = 0.90 * (1.0 + (1.70 - 0.2)*(|-6136 |/(0.258 *61470 /1.0)) = 1.42
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
       = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-6136 |/(0.258 *61470 /1.0)) = 1.18
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(1.42 , 1.18) = 1.18
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.71

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-6136 |/(0.258 *61470 /1.0)+1.18 *|0.0 |/(1.00*834.3 /1.0)
           = 0.387 + 0.000 = 0.387
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-6136 |/(0.731 *61470 /1.0)+0.71 *|0.0 |/(1.00*834.3 /1.0)
           = 0.136 + 0.000 = 0.136

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.387 , 0.136) = 0.387

- controle: 0.39 < 0.95, dus de stabiliteit voldoet.

3.14.3.3 Stabiliteitscontrole in het vlak (nabij de kolom-aansluitingen):

- Maatgevend: Ndmax = N + |Q|/tan(alfa) = -6136 + |-1308 |/tan(42.8) = -4722 N
  (N.B.: 1e drukdiagonaal reduceert de normaaldrukkracht in de onderrand)

- Kniklengte: lky = 1.00*lveld = 1.00 * 800 = 800 mm
  (lky = lveld, volgens NEN 3851 art. 2.5.6.2.c.)

  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.40 (het profiel is geschoord).
  M1 = 0.00 , M2 = 0.00 , Ms = 0.00 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
       = 0.40 * (1.0 + (0.69 - 0.2)*(|-4722 |/(0.731 *61470 /1.0)) = 0.42
  Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
       = 0.40 * (1.0 + 0.8*(|-4722 |/(0.731 *61470 /1.0)) = 0.43
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.42 , 0.43) = 0.42
  Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.25

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-4722 |/(0.731 *61470 /1.0)+0.42 *|0.0 |/(1.00*626.1 /1.0)
           = 0.105 + 0.000 = 0.105
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-4722 |/(0.864 *61470 /1.0)+0.25 *|0.0 |/(1.00*626.1 /1.0)
           = 0.089 + 0.000 = 0.089

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.105 , 0.089) = 0.105

- controle: 0.11 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.14.3.3 Doorsnede-controle van de onderrand:

           |NEd| |-6136 |
- UCDruk = ----- = --------- = 0.10
           Nc.Rd 61470

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 202 N

           |NEd| | 202 |
- UCTrek = ----- = --------- = 0.00
           Nc.Rd 61470

Druk is maatgevend.

- Controle: 0.10 < 1.00, dus de druksterkte voldoet.

Conclusie:
- Onderrand (RHBK50*30*1.5) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.6: a1) Eigen gewicht + gewas + installaties + wind + onderdruk

3.14.3.4 Controle van de diagonalen:

3.14.3.4 Controle van de drukdiagonalen:

Gezien de toepassing spitst de controle van de drukdiagonalen zich toe
op de eindkappen van de tralies, d.w.z. tussen kopplaat en 1e zwevende goten.

- Controle op druk (bij neerwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qddmaxd = -1338 N (zie tabel 3.14.3.1)
    (+ = druk in drukdiagonaal)
    Extra dwarskracht i.v.m. mogelijke positie transportlast in eerste
    diagonaalveld in plaats van het midden van de overspanning.
    Vert.puntlast: Fpunt = 0.00 * max(1250, 1000) + 1.02 * 0 = 0 N

  - Res.diag.drukkracht: $N_{ddiagd} = \frac{Qddmaxd - Fpunt/2}{sin(alfa)} = \frac{-1338 - 0 / 2}{sin(42.8)} = -1970$ N

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} + \frac{|My.Ed|}{My.c.Rd} = \frac{|-1970|}{32448} + \frac{|0|}{184} = 0.061$$

  controle: 0.061 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Maximale spanning:

$$Sigma: \frac{|NEd|}{A} + \frac{|My.Ed|}{Wpl.y} = \frac{|-1970|}{109.1} + \frac{|0|}{0.752} = 18.1 \ N/mm^2$$

  UCspanning = Sigma/fy = 18.1 /235.0 = 0.077

  controle: 0.077 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.40 (het profiel is geschoord).
  M1 = 0.00 , M2 = 0.00 , Ms = 0.00 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
  = 0.40 * (1.0 + (0.58 - 0.2)*(|-1970 |/(0.799 *32448 /1.0)) = 0.41
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
  = 0.40 * (1.0 + 0.8*(|-1970 |/(0.799 *32448 /1.0)) = 0.42
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(0.41 , 0.42) = 0.41
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.25

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
  = |-1970 |/(0.799 *32448 /1.0)+0.41 *|0.0 |/(1.00*184.3 /1.0)
  = 0.076 + 0.000 = 0.076
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
  = |-1970 |/(0.799 *32448 /1.0)+0.25 *|0.0 |/(1.00*184.3 /1.0)
  = 0.076 + 0.000 = 0.076

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.076 , 0.076) = 0.076

  controle: 0.076 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie:
- Drukdiagonalen (RHBK20*20*1.5 mm) voldoen qua trek/druk
  bij B.C.6: a1) Eigen gewicht + gewas + installaties + wind + onderdruk

3.14.3.4 Controle van de trekdiagonalen:

Er wordt vanuit gegaan, dat de trekdiagonalen als zodanig worden toegepast in
de eindkappen en als trek- en drukdiagonalen in eventuele middenkappen.

- Controle op trek (in de eindkappen bij neerwaartse belasting en evt. in de middenkappen
  bij opwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qtdmaxt = 1338 N (zie tabel 3.14.3.1)
    (+ = trek in trekdiagonaal)

$$\text{Res.diag.trekkracht: } Ntdiagt = \frac{Qtdmaxt+Fpunt/2}{\sin(alfa)} = \frac{1338 + 0 \;/2}{\sin(42.8)} = 1970 \text{ N}$$

 - Sterkte: Capaciteit trekdiagonaal: Ftdiagt = 18847 N (zie 4.4)

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Ftdiagt} = \frac{|1970|}{18847} = 0.105$$

  - UC-Trek : 0.105 < 1.00, dus trekdiagonaal voldoet.

- Controle op druk (in de eindkappen bij opwaartse belasting en evt. in de middenkappen
  bij neerwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qtdmaxd = 514 N (zie tabel 3.14.3.1)
    (+ = druk in trekdiagonaal)

$$\text{Res. diagonaaldrukkracht: } Ntdiagd = \frac{-Qtdmaxd}{\sin(alfa)} = \frac{-514}{\sin(42.8)} = -757 \text{ N}$$

 - Sterkte: Capaciteit trekdiagonaal: Ftdiagd = 25917 N (zie 4.4)

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Ftdiagd} = \frac{|757|}{25917} = 0.029$$

  - UC-Druk : 0.029 < 1.00, dus trekdiagonaal voldoet.

Conclusie:
- Trekdiagonalen (RHBK20*20*1.5 mm) voldoen qua trek/druk
  bij B.C.6: a1) Eigen gewicht + gewas + installaties + wind + onderdruk

3.14.3.4 Controle van de (las)verbindingen:

	Drukdiagonaal		Trekdiagonaal	
	Nd = -1970 N Nt = 757 N Fstev = 555 N Fstlo = 514 N Msdt = 0.00 Nm Fsdev = 1446 N		Nd = - 757 N Nt = 1970 N Fstev = 1446 N Fstlo = 1338 N Msdt = 0.00 Nm Fsdev = 555 N	
	bovenrand	onderrand	bovenrand	onderrand
Tau1	4.11 N/mm²	4.11 N/mm²	10.70 N/mm²	10.70 N/mm²
Tau2	6.29 N/mm²	6.29 N/mm²	16.37 N/mm²	16.37 N/mm²
Sgm1	4.11 N/mm²	4.11 N/mm²	10.70 N/mm²	10.70 N/mm²
SgmWst	7.88 N/mm²	7.88 N/mm²	20.51 N/mm²	20.51 N/mm²
UC1	0.04	0.04	0.10	0.10
UC2	0.01	0.01	0.04	0.04
SgmWsd	16.37 N/mm²	16.37 N/mm²	6.29 N/mm²	6.29 N/mm²
UC3	0.08	0.08	0.03	0.03
Nt1	13786 N	13786 N	13786 N	13786 N
knd	1.00	1.00	1.00	1.00
Nd1	13786 N	13786 N	13786 N	13786 N
UCt1	0.05	0.05	0.14	0.14
UCd1	0.14	0.14	0.05	0.05
UClas	0.08	0.08	0.10	0.10
UCdia	0.14	0.14	0.14	0.14
UCgeo	0.97	0.97	0.97	0.97

UClas	0.08	0.10
UCdia	0.97	0.97

Conclusie:
- Lassen: UClas = 0.10 <= 1.00 dus: voldoen
- Aansluitingen: UCdia = 0.97 <= 1.00 dus: voldoen

Eindconclusie:
- Aansluiting diagonalen voldoet
  bij B.C.6: a1) Eigen gewicht + gewas + installaties + wind + onderdruk

3.14.3.5 Controle van de bouten van de spant-kolom-aansluiting:

Controle van de krachten op de bout(en) bij de bovenrand:

Tabel 3.14.3.5.1: Belastingen bij bovenrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,br [N]	Fs,br [N]	Fi,br [N]
9.60	490	-3100	339	0	170	240
14.40	-1835	-3100	-1308	3484	-654	3604
14.40	567	-2430	309	0	155	219
19.20	-1901	-2430	-1338	4001	-669	4111

Gegevens van de eindplaat bij de bovenrand:
- Aantal bouten bij de bovenrand: nbb = 1
- Momenten-arm bij bovenrand: hbbout = 364 mm
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Normaalkracht: $Ft = \frac{Nt}{2 * nbb} - \frac{M}{hbbout}$ met Ft >= 0 N
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * Q
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,br max = 4111 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbtb max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 4111 N < 33926 N, dus bout bij bovenrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.6: a1) Eigen gewicht + gewas + installaties + wind + onderdruk

Controle van de krachten op de bout(en) bij de onderrand:

Tabel 3.14.3.5.2: Belastingen bij onderrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,or [N]	Fs,or [N]	Fi,or [N]
9.60	490	-3100	339	0	170	240
14.40	-1835	-3100	-1308	0	-654	925
14.40	567	-2430	309	341	155	405
19.20	-1901	-2430	-1338	0	-669	946

Gegevens van de eindplaat bij de onderrand:
- Aantal bouten bij de onderrand: nbo = 1
- Momenten-arm bij onderrand: hobout = 364 mm
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Normaalkracht: $Ft = \frac{Nt}{2 * nbo} + \frac{M}{hobout}$ met Ft >= 0 N
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * Q
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,or max = 946 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbto max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 946 N < 33926 N, dus bout bij onderrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.6: a1) Eigen gewicht + gewas + installaties + wind + onderdruk

3.14.3.5 Controle van de eindplaat op pons:

Bij de boutverbinding van de bovenrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxb = 4.0 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capb = 96 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 4.0 kN < 96 kN, dus eindplaat (ST50*12.0) voldoet
zonder onderlegring bij de bovenste bout
bij B.C.6: a1) Eigen gewicht + gewas + installaties + wind + onderdruk

Bij de boutverbinding van de onderrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxo = 0.3 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capo = 96 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0.3 kN < 96 kN, dus eindplaat (ST50*12.0) voldoet
zonder onderlegring bij de onderste bout
bij B.C.6: a1) Eigen gewicht + gewas + installaties + wind + onderdruk

3.14.3.5 Controle van de eindplaat op buiging:

Tabel 3.14.3.5.4.1: Belastingen van de eindplaat van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Normaal-kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ftrb [N]	Ftro [N]
9.60	490	-3100	339	0	0
14.40	-1835	-3100	-1308	3036	0
14.40	567	-2430	309	0	202
19.20	-1901	-2430	-1338	3537	0

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de bovenrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftrb = \frac{N + sn*Q}{2} - \frac{M}{ht,eff} \text{ met } Ftrb>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftrb(max) * e = 0.5 * 3537 * 25.0 = 44 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 1667 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 44 Nm < 1667 Nm, dus eindplaat (ST50*12.0) voldoet
bij B.C.6: a1) Eigen gewicht + gewas + installaties + wind + onderdruk

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de onderrand:
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftro(max) * e = 0.5 * 202 * 25.0 = 3 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 368 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 3 Nm < 368 Nm, dus eindplaat (ST50*12.0) voldoet
bij B.C.6: a1) Eigen gewicht + gewas + installaties + wind + onderdruk

De lasverbindingen tussen eindplaat met resp. de boven- en onderrand
zijn niet gecontroleerd.

3.14.4 De krachtsverdeling in de 2e rij tralies:

Tabel 3.14.4.1: Momentenlijn, normaal- en dwarskrachtenlijn.

Positie x in [m] begin - eind	Momentenlijn M(x) in [Nm] (+ = U/- =)		Normaal-krachtenlijn N(x) in [N] (+ = trek)		Dwars-krachtenlijn Q(x) in [N] (+ = ~~~___)	
4.80 - 7.20	267	280	-4589	-4589	417	-406
7.20 - 9.60	280	-1684	-4589	-4589	-406	-1230
19.20 - 21.60	491	386	-1764	-1764	368	-456
21.60 - 24.00	386	-1697	-1764	-1764	-456	-1279

3.14.4.1 Controle van de stijfheid van de tralie:

De toelaatbare doorbuiging van alle tralieliggers wordt bepaald per tralie:
- uvtoel = 4800 / 250 < 30.0 mm, dus: uvtoel = 19.2 mm

Uit de U-lijn is de maximale doorbuiging:
- doorbuiging umax = -4.85 mm

- Controle van de 2e rij tralies:
  Doorbuiging: |-4.9 | mm < 19.2 mm,   dus: voldoet.
  bij B.C.6: a1) Eigen gewicht + gewas + installaties + wind + onderdruk

3.14.4.2 Controle van de bovenrand:

3.14.4.2 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de bovenrand:

- De normaalkracht in de bovenrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = -M/0.4000 + N/2   (voor N en M, zie 3.14.4.1)
                   met: Effectieve spanthoogte: 400.0 mm

Tabel 3.14.42: Normaalkrachtenverloop in de bovenrand.

Plaats x in [m]	Normaalkracht in [N] (trek = positief) Spant		Systeem-lengte [mm]
4.80 - 7.20	-2961	-2994	2399
7.20 - 9.60	-2994	1916	2401
19.20 - 21.60	-2110	-1846	2399
21.60 - 24.00	-1846	3362	2401

3.14.4.2 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Tabel 3.14.4.2:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de bovenrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-bepaling begin-eind	Normaalkrachten (trek = positief) [N] "begin"	"einde"	Rand-voor-waar-den	Mouty fact. ß m	Knfct staaf-lengte ß m×ß n	Knik-lengte [mm]	Klasse	Sterkte UC	Stab. UC
4.80- 7.20	-2961	-2994	m-d	0.792	0.790	3789	1	0.05	0.29
7.20- 9.60	-2994	1916	d-m	0.792	0.524	2517	1	0.05	0.15
19.20-21.60	-2110	-1846	m-d	0.792	0.768	3686	1	0.03	0.20
21.60-24.00	-1846	3362	d-m	0.792	0.524	2517	1	0.03	0.09

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (2.19 - 0.2)*(|-2994 |/(0.168 *61470   /1.0)) = 1.42
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-2994 |/(0.168 *61470   /1.0)) = 1.11
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(1.42   , 1.11   ) = 1.11
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.67

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-2994 |/(0.168 *61470   /1.0)+1.11 *|0.0 |/(1.00*834.3 /1.0)
           = 0.291 + 0.000 = 0.291
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-2994 |/(0.814 *61470   /1.0)+0.67 *|0.0 |/(1.00*834.3 /1.0)
           = 0.060 + 0.000 = 0.060

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.291 , 0.060) = 0.291

- controle: 0.29 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.14.4.2 Stabiliteitscontrole in het vlak:

- Nabij de zwevende goten:

  - Maatgevende normaaldrukkracht: Ndmax = -2994   N

  - Kniklengte: lky = 0.80 * lveld = 0.80 * 800 = 640 mm
    (lky > lveld/2, omdat de kortere velden, de langere velden steunen.)
  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (0.55 - 0.2)*(|-2994 |/(0.814 *61470   /1.0)) = 0.92
  Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-2994 |/(0.814 *61470   /1.0)) = 0.94
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.92   , 0.94   ) = 0.92
  Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.55

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-2994 |/(0.814 *61470   /1.0)+0.92 *|0.0 |/(1.00*626.1 /1.0)
           = 0.060 + 0.000 = 0.060
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-2994 |/(0.913 *61470   /1.0)+0.55 *|0.0 |/(1.00*626.1 /1.0)
           = 0.053 + 0.000 = 0.053

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.060 , 0.053) = 0.060

- controle: 0.06 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.14.4.2 Doorsnede-controle van de bovenrand:

           |NEd| |-2994 |
- UCDruk = ----- = --------- = 0.05
           Nc.Rd   61470

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 3362   N

           |NEd| | 3362 |
- UCTrek = ----- = --------- = 0.05
           Nc.Rd   61470

Trek is maatgevend.

- Controle: 0.05 < 1.00, dus de treksterkte voldoet.

Conclusie:
- Bovenrand (RHBK50*30*1.5) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.6: a1) Eigen gewicht + gewas + installaties + wind + onderdruk

3.14.4.3 Controle van de onderrand:

3.14.4.3 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de onderrand:
(voor de achterliggende theorie wordt verwezen naar hoofdstuk 4)

Tabel 3.14.43: Normaalkrachtenverloop in de onderrand.
- De normaalkracht in de onderrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = M/0.4000 + N/2 (voor N en M, zie 3.14.4.1)
    met: Effectieve spanthoogte: 400.0 mm

Tabel 3.14.43: Normaalkrachtenverloop in de onderrand.

Plaats x in [m]	Normaalkracht in [N] (trek = positief) Spant		Systeem-lengte [mm]
4.80 - 7.20	-1628	-1595	2399
7.20 - 9.60	-1595	-6505	2401
19.20 - 21.60	347	82	2399
21.60 - 24.00	82	-5125	2401

3.14.4.3 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Tabel 3.14.4.3:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de onderrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-bepaling begin-eind	Normaalkrachten (trek = positief) [N] "begin"	"einde"	Rand-voor-waar-den	Mouty fact. ß m	Knfct staaf-lengte ß m×ß n	Knik-lengte /PlPerc [mm]	Klasse	Sterkte UC	Stab. UC
4.80- 7.20	-1628	-1595	m-d	0.797	0.794	3808	1	0.03	0.16
7.20- 9.60	-1595	-6505	d-m	0.797	0.641	3079	1	0.11	0.44
19.20-21.60	347	82	m-d	0.797	0.528	2533	1	0.00	0.00
21.60-24.00	82	-5125	d-m	0.797	0.577	2773	1	0.08	0.29

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
  = 0.90 * (1.0 + (1.78 - 0.2)*(|-6505 |/(0.239 *61470 /1.0)) = 1.53
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
  = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-6505 |/(0.239 *61470 /1.0)) = 1.22
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(1.53 , 1.22) = 1.22
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.73

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
  = |-6505 |/(0.239 *61470 /1.0)+1.22 *|0.0 |/(1.00*834.3 /1.0)
  = 0.443 + 0.000 = 0.443
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
  = |-6505 |/(0.731 *61470 /1.0)+0.73 *|0.0 |/(1.00*834.3 /1.0)
  = 0.145 + 0.000 = 0.145

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.443 , 0.145) = 0.443

- controle: 0.44 < 0.95, dus de stabiliteit voldoet.

3.14.4.3 Stabiliteitscontrole in het vlak (nabij de kolom-aansluitingen):

- Maatgevend: Ndmax = N + |Q|/tan(alfa) = -6505 + |-1230 |/tan(42.8) = -5175 N
  (N.B.: 1e drukdiagonaal reduceert de normaaldrukkracht in de onderrand)

- Kniklengte: lky = 1.00*lveld = 1.00 * 800 = 800 mm
  (lky = lveld, volgens NEN 3851 art. 2.5.6.2.c.)

  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.40 (het profiel is geschoord).
  M1 = 0.00 , M2 = 0.00 , Ms = 0.00 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
       = 0.40 * (1.0 + (0.69 - 0.2)*(|-5175 |/(0.731 *61470 /1.0)) = 0.42
  Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
       = 0.40 * (1.0 + 0.8*(|-5175 |/(0.731 *61470 /1.0)) = 0.44
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.42 , 0.44) = 0.42
  Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.25

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-5175 |/(0.731 *61470 /1.0)+0.42 *|0.0 |/(1.00*626.1 /1.0)
           = 0.115 + 0.000 = 0.115
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-5175 |/(0.864 *61470 /1.0)+0.25 *|0.0 |/(1.00*626.1 /1.0)
           = 0.097 + 0.000 = 0.097

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.115 , 0.097) = 0.115

- controle: 0.12 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.14.4.3 Doorsnede-controle van de onderrand:

          |NEd| |-6505 |
- UCDruk = ----- = --------- = 0.11
          Nc.Rd   61470

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 347 N

          |NEd| | 347 |
- UCTrek = ----- = --------- = 0.01
          Nc.Rd   61470

Druk is maatgevend.

- Controle: 0.11 < 1.00, dus de druksterkte voldoet.

Conclusie:
- Onderrand (RHBK50*30*1.5) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.6: a1) Eigen gewicht + gewas + installaties + wind + onderdruk

3.14.4.4 Controle van de diagonalen:

3.14.4.4 Controle van de drukdiagonalen:

Gezien de toepassing spitst de controle van de drukdiagonalen zich toe
op de eindkappen van de tralies, d.w.z. tussen kopplaat en 1e zwevende goten.

- Controle op druk (bij neerwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qddmaxd = -1279 N (zie tabel 3.14.4.1)
    (+ = druk in drukdiagonaal)
    Extra dwarskracht i.v.m. mogelijke positie transportlast in eerste
    diagonaalveld in plaats van het midden van de overspanning.
    Vert.puntlast: Fpunt = 0.00 * max(1250, 1000) + 1.02 * 0 = 0 N

  - Res.diag.drukkracht: $N_{ddiagd} = \frac{Qddmaxd - Fpunt/2}{\sin(alfa)} = \frac{-1279 - 0 / 2}{\sin(42.8)} = -1884$ N

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} + \frac{|My.Ed|}{My.c.Rd} = \frac{|-1884|}{32448} + \frac{|0|}{184} = 0.058$$

  controle: 0.058 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Maximale spanning:

$$Sigma = \frac{|NEd|}{A} + \frac{|My.Ed|}{Wpl.y} = \frac{|-1884|}{109.1} + \frac{|0|}{0.752} = 17.3 \ N/mm^2$$

  UCspanning = Sigma/fy = 17.3 /235.0 = 0.074

  controle: 0.074 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.40 (het profiel is geschoord).
  M1 = 0.00 , M2 = 0.00 , Ms = 0.00 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
  = 0.40 * (1.0 + (0.58 - 0.2)*(|-1884 |/(0.799 *32448 /1.0)) = 0.41
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
  = 0.40 * (1.0 + 0.8*(|-1884 |/(0.799 *32448 /1.0)) = 0.42
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(0.41 , 0.42) = 0.41
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.25

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
  = |-1884 |/(0.799 *32448 /1.0)+0.41 *|0.0 |/(1.00*184.3 /1.0)
  = 0.073 + 0.000 = 0.073
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
  = |-1884 |/(0.799 *32448 /1.0)+0.25 *|0.0 |/(1.00*184.3 /1.0)
  = 0.073 + 0.000 = 0.073

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.073 , 0.073) = 0.073

  controle: 0.073 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie:
- Drukdiagonalen (RHBK20*20*1.5 mm) voldoen qua trek/druk
  bij B.C.6: a1) Eigen gewicht + gewas + installaties + wind + onderdruk

3.14.4.4 Controle van de trekdiagonalen:

Er wordt vanuit gegaan, dat de trekdiagonalen als zodanig worden toegepast in
de eindkappen en als trek- en drukdiagonalen in eventuele middenkappen.

- Controle op trek (in de eindkappen bij neerwaartse belasting en evt. in de middenkappen
  bij opwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qtdmaxt = 1279 N (zie tabel 3.14.4.1)
    (+ = trek in trekdiagonaal)

$$\text{Res.diag.trekkracht: } N_{tdiagt} = \frac{Q_{tdmaxt}+F_{punt}/2}{\sin(\alpha)} = \frac{1279 + 0 / 2}{\sin(42.8)} = 1884 \text{ N}$$

 - Sterkte: Capaciteit trekdiagonaal: Ftdiagt = 18847 N (zie 4.4)

$$UC_{sterkte} = \frac{|N_{Ed}|}{F_{tdiagt}} = \frac{|1884|}{18847} = 0.100$$

  - UC-Trek : 0.100 < 1.00, dus trekdiagonaal voldoet.

- Controle op druk (in de eindkappen bij opwaartse belasting en evt. in de middenkappen
  bij neerwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qtdmaxd = 456 N (zie tabel 3.14.4.1)
    (+ = druk in trekdiagonaal)

$$\text{Res. diagonaaldrukkracht: } N_{tdiagd} = \frac{-Q_{tdmaxd}}{\sin(\alpha)} = \frac{- 456}{\sin(42.8)} = -671 \text{ N}$$

 - Sterkte: Capaciteit trekdiagonaal: Ftdiagd = 25917 N (zie 4.4)

$$UC_{sterkte} = \frac{|N_{Ed}|}{F_{tdiagd}} = \frac{|671|}{25917} = 0.026$$

  - UC-Druk : 0.026 < 1.00, dus trekdiagonaal voldoet.

Conclusie:
- Trekdiagonalen (RHBK20*20*1.5 mm) voldoen qua trek/druk
  bij B.C.6: a1) Eigen gewicht + gewas + installaties + wind + onderdruk

3.14.4.4 Controle van de (las)verbindingen:

	Drukdiagonaal		Trekdiagonaal	
	Nd = -1884 N		Nd = - 671 N	
	Nt = 671 N		Nt = 1884 N	
	Fstev = 493 N		Fstev = 1383 N	
	Fstlo = 456 N		Fstlo = 1279 N	
	Msdt = 0.00 Nm		Msdt = 0.00 Nm	
	Fsdev = 1383 N		Fsdev = 493 N	
	bovenrand	onderrand	bovenrand	onderrand
Tau1	3.65 N/mm²	3.65 N/mm²	10.24 N/mm²	10.24 N/mm²
Tau2	5.57 N/mm²	5.57 N/mm²	15.65 N/mm²	15.65 N/mm²
Sgm1	3.65 N/mm²	3.65 N/mm²	10.24 N/mm²	10.24 N/mm²
SgmWst	6.99 N/mm²	6.99 N/mm²	19.62 N/mm²	19.62 N/mm²
UC1	0.03	0.03	0.09	0.09
UC2	0.01	0.01	0.04	0.04
SgmWsd	15.65 N/mm²	15.65 N/mm²	5.57 N/mm²	5.57 N/mm²
UC3	0.08	0.08	0.03	0.03
Nt1	13786 N	13786 N	13786 N	13786 N
knd	1.00	1.00	1.00	1.00
Nd1	13786 N	13786 N	13786 N	13786 N
UCt1	0.05	0.05	0.14	0.14
UCd1	0.14	0.14	0.05	0.05
UClas	0.08	0.08	0.09	0.09
UCdia	0.14	0.14	0.14	0.14
UCgeo	0.97	0.97	0.97	0.97

UClas	0.08	0.09
UCdia	0.97	0.97

Conclusie:
- Lassen: UClas = 0.09 <= 1.00 dus: voldoen
- Aansluitingen: UCdia = 0.97 <= 1.00 dus: voldoen

Eindconclusie:
- Aansluiting diagonalen voldoet
  bij B.C.6: a1) Eigen gewicht + gewas + installaties + wind + onderdruk

3.14.4.5 Controle van de bouten van de spant-kolom-aansluiting:

Controle van de krachten op de bout(en) bij de bovenrand:

Tabel 3.14.4.5.1: Belastingen bij bovenrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,br [N]	Fs,br [N]	Fi,br [N]
4.80	267	-4589	417	0	209	295
9.60	-1684	-4589	-1230	2327	-615	2484
19.20	491	-1764	368	0	184	260
24.00	-1697	-1764	-1279	3776	-640	3882

Gegevens van de eindplaat bij de bovenrand:
- Aantal bouten bij de bovenrand: nbb = 1
- Momenten-arm bij bovenrand: hbbout = 364 mm
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Normaalkracht: $Ft = \frac{Nt}{2 * nbb} - \frac{M}{hbbout}$ met Ft >= 0 N
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * Q
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,br max = 3882 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbtb max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 3882 N < 33926 N, dus bout bij bovenrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.6: a1) Eigen gewicht + gewas + installaties + wind + onderdruk

Controle van de krachten op de bout(en) bij de onderrand:

Tabel 3.14.4.5.2: Belastingen bij onderrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,or [N]	Fs,or [N]	Fi,or [N]
4.80	267	-4589	417	0	209	295
9.60	-1684	-4589	-1230	0	-615	870
19.20	491	-1764	368	466	184	534
24.00	-1697	-1764	-1279	0	-640	905

Gegevens van de eindplaat bij de onderrand:
- Aantal bouten bij de onderrand: nbo = 1
- Momenten-arm bij onderrand: hobout = 364 mm
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Normaalkracht: $Ft = \frac{Nt}{2 * nbo} + \frac{M}{hobout}$ met Ft >= 0 N
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * Q
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,or max = 905 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbto max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 905 N < 33926 N, dus bout bij onderrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.6: a1) Eigen gewicht + gewas + installaties + wind + onderdruk

3.14.4.5 Controle van de eindplaat op pons:

Bij de boutverbinding van de bovenrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxb = 3.8 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capb = 96 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 3.8 kN < 96 kN, dus eindplaat (ST50*12.0) voldoet
zonder onderlegring bij de bovenste bout
bij B.C.6: a1) Eigen gewicht + gewas + installaties + wind + onderdruk

Bij de boutverbinding van de onderrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxo = 0.5 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capo = 96 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0.5 kN < 96 kN, dus eindplaat (ST50*12.0) voldoet
zonder onderlegring bij de onderste bout
bij B.C.6: a1) Eigen gewicht + gewas + installaties + wind + onderdruk

3.14.4.5 Controle van de eindplaat op buiging:

Tabel 3.14.4.5.4.1: Belastingen van de eindplaat van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Normaal-kracht
x	M	N	Q	Ftrb	Ftro
[m]	[Nm]	[N]	[N]	[N]	[N]
4.80	267	-4589	417	0	0
9.60	-1684	-4589	-1230	1916	0
19.20	491	-1764	368	0	347
24.00	-1697	-1764	-1279	3362	0

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de bovenrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftrb = \frac{N + sn*Q}{2} - \frac{M}{ht,eff} \text{ met } Ftrb>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftrb(max) * e = 0.5 * 3362 * 25.0 = 42 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 1667 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 42 Nm < 1667 Nm, dus eindplaat (ST50*12.0) voldoet
bij B.C.6: a1) Eigen gewicht + gewas + installaties + wind + onderdruk

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de onderrand:
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftro(max) * e = 0.5 * 347 * 25.0 = 4 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 368 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 4 Nm < 368 Nm, dus eindplaat (ST50*12.0) voldoet
bij B.C.6: a1) Eigen gewicht + gewas + installaties + wind + onderdruk

De lasverbindingen tussen eindplaat met resp. de boven- en onderrand
zijn niet gecontroleerd.

3.14.5 De krachtsverdeling in de 1e rij tralies:

Tabel 3.14.5.1: Momentenlijn, normaal- en dwarskrachtenlijn.

Positie x in [m] begin - eind	Momentenlijn M(x) in [Nm] (+ = U/- =)		Normaal-krachtenlijn N(x) in [N] (+ = trek)		Dwars-krachtenlijn Q(x) in [N] (+ = ~~~___)	
0.00 - 2.40	2557	924	-3535	-3535	-269	-1092
2.40 - 4.80	924	-2687	-3535	-3535	-1092	-1916
24.00 - 26.40	623	149	-824	-824	214	-609
26.40 - 28.80	149	-2303	-824	-824	-609	-1433

3.14.5.1 Controle van de stijfheid van de tralie:

De toelaatbare doorbuiging van alle tralieliggers wordt bepaald per tralie:
- uvtoel = 4800 / 250 < 30.0 mm, dus: uvtoel = 19.2 mm

Uit de U-lijn is de maximale doorbuiging:
- doorbuiging umax = -4.51 mm

- Controle van de 1e rij tralies:
  Doorbuiging: |-4.5 | mm < 19.2 mm,   dus: voldoet.
  bij B.C.6: a1) Eigen gewicht + gewas + installaties + wind + onderdruk

3.14.5.2 Controle van de bovenrand:

3.14.5.2 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de bovenrand:

- De normaalkracht in de bovenrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = -M/0.4000 + N/2   (voor N en M, zie 3.14.5.1)
                   met: Effectieve spanthoogte: 400.0 mm

Tabel 3.14.52: Normaalkrachtenverloop in de bovenrand.

Plaats x in [m]	Normaalkracht in [N] (trek = positief) Spant		Systeem-lengte [mm]
0.00 - 2.40	-8159	-4077	2399
2.40 - 4.80	-4077	4950	2401
24.00 - 26.40	-1970	-784	2399
26.40 - 28.80	-784	5346	2401

3.14.5.2 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Tabel 3.14.5.2:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de bovenrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-bepaling begin-eind	Normaalkrachten (trek = positief) [N] "begin"	"einde"	Rand-voor-waar-den	Mouty fact. ß m	Knfct staaf-lengte ß m×ß n	Knik-lengte [mm]	Klasse	Sterkte UC	Stab. UC
0.00- 2.40	-8159	-4077	e-d	0.786	0.688	3302	1	0.13	0.62
2.40- 4.80	-4077	4950	d-m	0.792	0.524	2517	1	0.07	0.20
24.00-26.40	-1970	-784	m-d	0.792	0.671	3219	1	0.03	0.14
26.40-28.80	-784	5346	d-e	0.786	0.521	2500	1	0.01	0.04

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (1.91 - 0.2)*(|-8159 |/(0.212 *61470   /1.0)) = 1.86
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-8159 |/(0.212 *61470   /1.0)) = 1.35
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(1.86   , 1.35   ) = 1.35
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.81

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-8159 |/(0.212 *61470   /1.0)+1.35 *|0.0 |/(1.00*834.3 /1.0)
           = 0.625 + 0.000 = 0.625
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-8159 |/(0.814 *61470   /1.0)+0.81 *|0.0 |/(1.00*834.3 /1.0)
           = 0.163 + 0.000 = 0.163

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.625 , 0.163) = 0.625

- controle: 0.62 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.14.5.2 Stabiliteitscontrole in het vlak:

- Nabij de zwevende goten:

  - Maatgevende normaaldrukkracht: Ndmax = -8159   N

  - Kniklengte: lky = 0.80 * lveld = 0.80 * 800 = 640 mm
    (lky > lveld/2, omdat de kortere velden, de langere velden steunen.)
  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (0.55 - 0.2)*(|-8159 |/(0.814 *61470   /1.0)) = 0.95
  Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-8159 |/(0.814 *61470   /1.0)) = 1.02
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.95   , 1.02   ) = 0.95
  Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.57

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-8159 |/(0.814 *61470   /1.0)+0.95 *|0.0 |/(1.00*626.1 /1.0)
           = 0.163 + 0.000 = 0.163
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-8159 |/(0.913 *61470   /1.0)+0.57 *|0.0 |/(1.00*626.1 /1.0)
           = 0.145 + 0.000 = 0.145

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.163 , 0.145) = 0.163

- controle: 0.16 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.14.5.2 Doorsnede-controle van de bovenrand:

           |NEd| |-8159 |
- UCDruk = ----- = --------- = 0.13
           Nc.Rd   61470

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 5346   N

           |NEd| | 5346 |
- UCTrek = ----- = --------- = 0.09
           Nc.Rd   61470

Trek is maatgevend.

- Controle: 0.13 < 1.00, dus de treksterkte voldoet.

Conclusie:
- Bovenrand (RHBK50*30*1.5) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.6: a1) Eigen gewicht + gewas + installaties + wind + onderdruk

3.14.5.3 Controle van de onderrand:

3.14.5.3 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de onderrand:
(voor de achterliggende theorie wordt verwezen naar hoofdstuk 4)

Tabel 3.14.53: Normaalkrachtenverloop in de onderrand.
- De normaalkracht in de onderrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = M/0.4000 + N/2 (voor N en M, zie 3.14.5.1)
    met: Effectieve spanthoogte: 400.0 mm

Tabel 3.14.53: Normaalkrachtenverloop in de onderrand.

Plaats x in [m]	Normaalkracht in [N] (trek = positief) Spant		Systeem-lengte [mm]
0.00 - 2.40	4624	543	2399
2.40 - 4.80	543	-8485	2401
24.00 - 26.40	1146	-40	2399
26.40 - 28.80	-40	-6170	2401

3.14.5.3 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Tabel 3.14.5.3:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de onderrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-bepaling begin-eind	Normaalkrachten (trek = positief) [N] "begin" "einde"	Rand-voor-waar-den	Mouty fact. ßm	Knfct staaf-lengte ßm×ßn	Knik-lengte /PlPerc [mm]	Klasse	Sterkte UC	Stab. UC
2.40- 4.80	543 -8485	d-m	0.797	0.565	2713	1	0.14	0.47
24.00-26.40	1146 -40	m-d	0.797	0.528	2533	1	0.00	0.00
26.40-28.80	-40 -6170	d-e	0.792	0.579	2782	1	0.10	0.36

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
       = 0.90 * (1.0 + (1.57 - 0.2)*(|-8485 |/(0.293 *61470 /1.0)) = 1.48
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
       = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-8485 |/(0.293 *61470 /1.0)) = 1.24
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(1.48 , 1.24) = 1.24
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.74

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-8485 |/(0.293 *61470 /1.0)+1.24 *|0.0 |/(1.00*834.3 /1.0)
           = 0.470 + 0.000 = 0.470
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-8485 |/(0.731 *61470 /1.0)+0.74 *|0.0 |/(1.00*834.3 /1.0)
           = 0.189 + 0.000 = 0.189

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.470 , 0.189) = 0.470

- controle: 0.47 < 0.95, dus de stabiliteit voldoet.

3.14.5.3 Stabiliteitscontrole in het vlak (nabij de kolom-aansluitingen):

- Maatgevend: Ndmax = N + |Q|/tan(alfa) = -8485 + |-1916 |/tan(42.8) = -6414 N
  (N.B.: 1e drukdiagonaal reduceert de normaaldrukkracht in de onderrand)

- Kniklengte: lky = 1.00*lveld = 1.00 * 800 = 800 mm
  (lky = lveld, volgens NEN 3851 art. 2.5.6.2.c.)

  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.40 (het profiel is geschoord).
  M1 = 0.00 , M2 = 0.00 , Ms = 0.00 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
       = 0.40 * (1.0 + (0.69 - 0.2)*(|-6414 |/(0.731 *61470 /1.0)) = 0.43
  Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
       = 0.40 * (1.0 + 0.8*(|-6414 |/(0.731 *61470 /1.0)) = 0.45
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.43 , 0.45) = 0.43
  Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.26

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-6414 |/(0.731 *61470 /1.0)+0.43 *|0.0 |/(1.00*626.1 /1.0)
           = 0.143 + 0.000 = 0.143
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-6414 |/(0.864 *61470 /1.0)+0.26 *|0.0 |/(1.00*626.1 /1.0)
           = 0.121 + 0.000 = 0.121

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.143 , 0.121) = 0.143

- controle: 0.14 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.14.5.3 Doorsnede-controle van de onderrand:

          |NEd| |-8485 |
- UCDruk = ----- = --------- = 0.14
          Nc.Rd   61470

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 4624   N

          |NEd| | 4624 |
- UCTrek = ----- = --------- = 0.08
          Nc.Rd   61470

Druk is maatgevend.

- Controle: 0.14 < 1.00, dus de druksterkte voldoet.

Conclusie:
- Onderrand (RHBK50*30*1.5) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.6: a1) Eigen gewicht + gewas + installaties + wind + onderdruk

3.14.5.4 Controle van de diagonalen:

3.14.5.4 Controle van de drukdiagonalen:

Gezien de toepassing spitst de controle van de drukdiagonalen zich toe
op de eindkappen van de tralies, d.w.z. tussen kopplaat en 1e zwevende goten.

- Controle op druk (bij neerwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qddmaxd = -1916 N (zie tabel 3.14.5.1)
    (+ = druk in drukdiagonaal)
    Extra dwarskracht i.v.m. mogelijke positie transportlast in eerste
    diagonaalveld in plaats van het midden van de overspanning.
    Vert.puntlast: Fpunt = 0.00 * max(1250, 1000) + 1.02 * 0 = 0 N

  - Res.diag.drukkracht: $N_{ddiagd} = \frac{Qddmaxd - Fpunt/2}{\sin(alfa)} = \frac{-1916 - 0 / 2}{\sin(42.8)} = -2821$ N

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} + \frac{|My.Ed|}{My.c.Rd} = \frac{|-2821|}{32448} + \frac{|0|}{184} = 0.087$$

  controle: 0.087 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Maximale spanning:

$$Sigma = \frac{|NEd|}{A} + \frac{|My.Ed|}{Wpl.y} = \frac{|-2821|}{109.1} + \frac{|0|}{0.752} = 25.9 \ N/mm^2$$

  UCspanning = Sigma/fy = 25.9 /235.0 = 0.110

  controle: 0.110 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.40 (het profiel is geschoord).
  M1 = 0.00 , M2 = 0.00 , Ms = 0.00 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
  = 0.40 * (1.0 + (0.58 - 0.2)*(|-2821 |/(0.799 *32448 /1.0)) = 0.42
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
  = 0.40 * (1.0 + 0.8*(|-2821 |/(0.799 *32448 /1.0)) = 0.43
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(0.42 , 0.43) = 0.42
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.25

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
  = |-2821 |/(0.799 *32448 /1.0)+0.42 *|0.0 |/(1.00*184.3 /1.0)
  = 0.109 + 0.000 = 0.109
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
  = |-2821 |/(0.799 *32448 /1.0)+0.25 *|0.0 |/(1.00*184.3 /1.0)
  = 0.109 + 0.000 = 0.109

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.109 , 0.109) = 0.109

  controle: 0.109 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie:
- Drukdiagonalen (RHBK20*20*1.5 mm) voldoen qua trek/druk
  bij B.C.6: a1) Eigen gewicht + gewas + installaties + wind + onderdruk

3.14.5.4 Controle van de trekdiagonalen:

Er wordt vanuit gegaan, dat de trekdiagonalen als zodanig worden toegepast in
de eindkappen en als trek- en drukdiagonalen in eventuele middenkappen.

- Controle op trek (in de eindkappen bij neerwaartse belasting en evt. in de middenkappen
  bij opwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qtdmaxt = 1916 N (zie tabel 3.14.5.1)
    (+ = trek in trekdiagonaal)

$$\text{Ntdiagt} = \frac{\text{Qtdmaxt+Fpunt/2}}{\sin(\text{alfa})} = \frac{1916 + 0 \;/2}{\sin(42.8)} = 2821 \text{ N}$$

 - Sterkte: Capaciteit trekdiagonaal: Ftdiagt = 18847 N (zie 4.4)

$$\text{UCsterkte} = \frac{|\text{NEd}|}{\text{Ftdiagt}} = \frac{|2821|}{18847} = 0.150$$

  - UC-Trek : 0.150 < 1.00, dus trekdiagonaal voldoet.

- Controle op druk (in de eindkappen bij opwaartse belasting en evt. in de middenkappen
  bij neerwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qtdmaxd = 1092 N (zie tabel 3.14.5.1)
    (+ = druk in trekdiagonaal)

$$\text{Ntdiagd} = \frac{-\text{Qtdmaxd}}{\sin(\text{alfa})} = \frac{-1092}{\sin(42.8)} = -1608 \text{ N}$$

 - Sterkte: Capaciteit trekdiagonaal: Ftdiagd = 25917 N (zie 4.4)

$$\text{UCsterkte} = \frac{|\text{NEd}|}{\text{Ftdiagd}} = \frac{|1608|}{25917} = 0.062$$

  - UC-Druk : 0.062 < 1.00, dus trekdiagonaal voldoet.

Conclusie:
- Trekdiagonalen (RHBK20*20*1.5 mm) voldoen qua trek/druk
  bij B.C.6: a1) Eigen gewicht + gewas + installaties + wind + onderdruk

3.14.5.4 Controle van de (las)verbindingen:

	Drukdiagonaal		Trekdiagonaal	
	Nd = -2821 N Nt = 1608 N Fstev = 1181 N Fstlo = 1092 N Msdt = 0.00 Nm Fsdev = 2071 N		Nd = - 1608 N Nt = 2821 N Fstev = 2071 N Fstlo = 1916 N Msdt = 0.00 Nm Fsdev = 1181 N	
	bovenrand	onderrand	bovenrand	onderrand
Tau1	8.74 N/mm²	8.74 N/mm²	15.33 N/mm²	15.33 N/mm²
Tau2	13.36 N/mm²	13.36 N/mm²	23.44 N/mm²	23.44 N/mm²
Sgm1	8.74 N/mm²	8.74 N/mm²	15.33 N/mm²	15.33 N/mm²
SgmWst	16.74 N/mm²	16.74 N/mm²	29.38 N/mm²	29.38 N/mm²
UC1	0.08	0.08	0.14	0.14
UC2	0.03	0.03	0.05	0.05
SgmWsd	23.44 N/mm²	23.44 N/mm²	13.36 N/mm²	13.36 N/mm²
UC3	0.11	0.11	0.06	0.06
Nt1	13786 N	13786 N	13786 N	13786 N
knd	1.00	1.00	1.00	1.00
Nd1	13786 N	13786 N	13786 N	13786 N
UCt1	0.12	0.12	0.20	0.20
UCd1	0.20	0.20	0.12	0.12
UClas	0.11	0.11	0.14	0.14
UCdia	0.20	0.20	0.20	0.20
UCgeo	0.97	0.97	0.97	0.97
UClas	0.11		0.14	
UCdia	0.97		0.97	

Conclusie:
- Lassen: UClas = 0.14 <= 1.00 dus: voldoen
- Aansluitingen: UCdia = 0.97 <= 1.00 dus: voldoen

Eindconclusie:
- Aansluiting diagonalen voldoet
  bij B.C.6: a1) Eigen gewicht + gewas + installaties + wind + onderdruk

3.14.5.5 Controle van de bouten van de spant-kolom-aansluiting:

Controle van de krachten op de bout(en) bij de bovenrand:

Tabel 3.14.5.5.1: Belastingen bij bovenrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,br [N]	Fs,br [N]	Fi,br [N]
0.00	2557	-3535	-269	0	-134	190
4.80	-2687	-3535	-1916	5606	-958	5767
24.00	623	-824	214	0	107	151
28.80	-2303	-824	-1433	5908	-717	5994

Gegevens van de eindplaat bij de bovenrand:
- Aantal bouten bij de bovenrand: nbb = 1
- Momenten-arm bij bovenrand: hbbout = 364 mm
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Normaalkracht: $Ft = \frac{Nt}{2 * nbb} - \frac{M}{hbbout}$ met Ft >= 0 N
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * Q
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,br max = 5994 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbtb max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 5994 N < 33926 N, dus bout bij bovenrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.6: a1) Eigen gewicht + gewas + installaties + wind + onderdruk

Controle van de krachten op de bout(en) bij de onderrand:

Tabel 3.14.5.5.2: Belastingen bij onderrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,or [N]	Fs,or [N]	Fi,or [N]
0.00	2557	-3535	-269	5248	-134	5251
4.80	-2687	-3535	-1916	0	-958	1355
24.00	623	-824	214	1299	107	1307
28.80	-2303	-824	-1433	0	-717	1013

Gegevens van de eindplaat bij de onderrand:
- Aantal bouten bij de onderrand: nbo = 1
- Momenten-arm bij onderrand: hobout = 364 mm
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Normaalkracht: $Ft = \frac{Nt}{2 * nbo} + \frac{M}{hobout}$ met Ft >= 0 N
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * Q
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,or max = 5251 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbto max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 5251 N < 33926 N, dus bout bij onderrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.6: a1) Eigen gewicht + gewas + installaties + wind + onderdruk

3.14.5.5 Controle van de eindplaat op pons:

Bij de boutverbinding van de bovenrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxb = 5.9 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capb = 96 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 5.9 kN < 96 kN, dus eindplaat (ST50*12.0) voldoet
zonder onderlegring bij de bovenste bout
bij B.C.6: a1) Eigen gewicht + gewas + installaties + wind + onderdruk

Bij de boutverbinding van de onderrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxo = 5.2 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capo = 96 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 5.2 kN < 96 kN, dus eindplaat (ST50*12.0) voldoet
zonder onderlegring bij de onderste bout
bij B.C.6: a1) Eigen gewicht + gewas + installaties + wind + onderdruk

3.14.5.5 Controle van de eindplaat op buiging:

Tabel 3.14.5.5.4.1: Belastingen van de eindplaat van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Normaal-kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ftrb [N]	Ftro [N]
0.00	2557	-3535	-269	0	4624
4.80	-2687	-3535	-1916	4950	0
24.00	623	-824	214	0	1146
28.80	-2303	-824	-1433	5346	0

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de bovenrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftrb = \frac{N + sn*Q}{2} - \frac{M}{ht,eff} \text{ met } Ftrb>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftrb(max) * e = 0.5 * 5346 * 25.0 = 67 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 1667 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 67 Nm < 1667 Nm, dus eindplaat (ST50*12.0) voldoet
bij B.C.6: a1) Eigen gewicht + gewas + installaties + wind + onderdruk

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de onderrand:
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftro(max) * e = 0.5 * 4624 * 25.0 = 58 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 368 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 58 Nm < 368 Nm, dus eindplaat (ST50*12.0) voldoet
bij B.C.6: a1) Eigen gewicht + gewas + installaties + wind + onderdruk

De lasverbindingen tussen eindplaat met resp. de boven- en onderrand
zijn niet gecontroleerd.

Toetsing van de bepalende doorsnede (lkx= 4000 mm, lky= 4000 mm):

Toetsing van de bepalende doorsnede (lkx= 8266 mm, lky= 4950 mm):

Toetsing van de bepalende doorsnede (lkx= 7072 mm, lky= 4000 mm):

c) Berekening van de toelaatbare horizontale verplaatsing in :

- Rekening houdend met de glasbreedten :
  - reductiefactor gevel: r1 = 800 / bkg < 2.0;
    800 / 800 = 1.00, dus r1 = 1.00
  - reductiefactor dek : r2 = 1125 / bd < 2.0;
    1125 / 1125 = 1.00, dus r2 = 1.00
  - ugevel = h / 100 * r1 < 50.0 mm;
    4000 / 100 * 1.00 = 40.0 mm, dus ugevel = 64.5 mm
  - udek = 1/200 * v * r2 < 50.0 mm
    1/200 * 4000 * 1.00 = 30.0 mm, dus udek = 68.9 mm
  - utoel-b = ugevel + udek = 64.5 + 68.9 = 64.5 mm
  - utoel = utoel-a < umax; MIN(110.0, 80.0) = 220.0 mm

3.15 B.C.7: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (wind op kopgevel)

3.15.1 Berekening van de belastingen per tralie:

a) Belastingen in gebruikstoestand:
- Permanente belastingen:
  - Eigen gewicht dek : (1.00 * 35) = 35 N/m²
  - Eigen gewicht van de goot: (1.00 * 30)* 4.00 = 120 N
  - E.G. 1e rij tralies : (1.00 * 56.1) = 56.1 N/m
  - E.G. 2e rij tralies : (1.00 * 56.1) = 56.1 N/m
  - E.G. tralies middenvelden: (1.00 * 56.1) = 56.1 N/m
- Variabele belastingen:
  - Vert. puntlast: 0.00*max(1250,1000)+0.00*0 = 0 N
  - Windbelasting : (1.00 * 335 * 0.99) = 331 N/m²
    (fCdim = Cdim;lr*Cdim;par/Cdim = 0.83 *0.85 /0.72 = 0.99)

b) Belastingen in rekentoestand:
- Permanente belastingen:
  - Eigen gewicht dek : (1.00 * 35) = 35 N/m²
  - Eigen gewicht van de goot: (1.00 * 30)* 4.00 = 120 N
  - E.G. 1e rij tralies : (1.00 * 56.1) = 56.1 N/m
  - E.G. 2e rij tralies : (1.00 * 56.1) = 56.1 N/m
  - E.G. tralies middenvelden: (1.00 * 56.1) = 56.1 N/m
- Variabele belastingen:
  - Vert. puntlast: 0.00*max(1250,1000)+0.00*0 = 0 N
  - Windbelasting : (1.27 * 335) = 428 N/m²

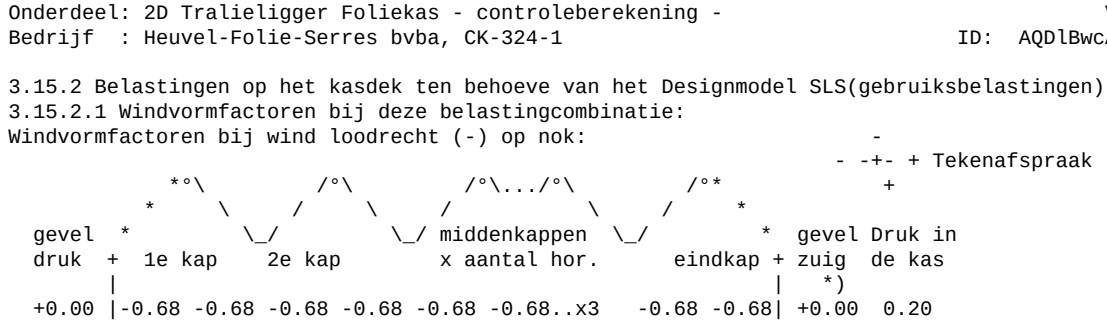
c) Bij het bepalen van de knoopcoordinaten is rekening gehouden met
de initiële scheefstand van de kolommen:
- Scheefstand psi = 1/265 (zie EN 1993-1-1)

d) Rekenvoorbeeld van de belastingen op knooppunten op de volgende plaatsen:
Knoop k = "effectieve" spanthoogte van de eerste kolom
Knoop * = zwevende goot 1e rij tralies
Knoop * = middenkolom

- Horizontale belasting:
  Fk,hor = (4.000 - 0.5*3.705) * (428 *(+0.00-(0.20))) * 4.00 = -739 N

- Verticale belasting:
  Fvg = eigen gewicht goot = (1.00 * 30)* 4.00 = 120 N
  Fk,vert = -0.5 * Fvg
  F*,vert t.p.v. een goot = Fvg

3.15.2 Belastingen op het kasdek ten behoeve van het Designmodel SLS(gebruiksbelastingen):
3.15.2.1 Windvormfactoren bij deze belastingcombinatie:
Windvormfactoren bij wind loodrecht (-) op nok:



3.15.2.2 Belastingfactoren bij deze belastingcombinatie:

Belastingfactoren	gebruikstoestand	rekentoestand
Eigen gewicht	1.00	1.00
Installaties	0.00	0.00
Sneeuw	0.00	0.00
Wind	1.00	1.27
gewas	0.00	0.00

3.15.2.3 Gesommeerde belastingen op de omhulling van de kas per vakmaat:
Belastingen gebruikstoestand SLS per vakmaat (4.000 m):

Tralie	neerwaarts qtral = fi*qinstall + fp*qtral + fg*qgewas	
	= 0.00*280.0 + 1.00*56.1 + 0.00*0.0	qtral = 56.1 N/m
Goot	zijgevel Fgt.s = fp*qgoot.s = 1.00*60.0	Fgt.s = 60 N
	middengoot Fgt.m = fp*qgoot.m = 1.00*120.0	Fgt.m = 120 N
Kasdek	evenwijdig qdek.E = [fp*qdek + fs*qsneew]*sin(dek)	
	= [1.00*126.9 + 0.00*0.0]*sin(25.0)	qdek.E = 53.6 N/m
	loodrecht qdek.L = [fp*qdek + fs*qsneew]*cos(dek)	
	= [1.00*126.9 + 0.00*0.0]*cos(25.0)	qdek.L = 115.0 N/m
	+ wind per kaphelft = qdek.L + fw*qwinds*(cpe-cpi)	
	- 1e kaphelft = 115.0 + 1.00*1341.5*(-0.68-0.20)	qdek.L1 = -1068.1 N/m
	- 2e kaphelft = 115.0 + 1.00*1341.5*(-0.68-0.20)	qdek.L2 = -1068.1 N/m
	- 3e kaphelft = 115.0 + 1.00*1341.5*(-0.68-0.20)	qdek.L3 = -1068.1 N/m
	- 4e kaphelft = 115.0 + 1.00*1341.5*(-0.68-0.20)	qdek.L4 = -1068.1 N/m
	- Middenkap links = 115.0 + 1.00*1341.5*(-0.68-0.20)	qdek.Lm1 = -1068.1 N/m
	- Middenkap rechts = 115.0 + 1.00*1341.5*(-0.68-0.20)	qdek.Lm2 = -1068.1 N/m
	- Eindkap links = 115.0 + 1.00*1341.5*(-0.68-0.20)	qdek.Le1 = -1068.1 N/m
	- Eindkap Rechts = 115.0 + 1.00*1341.5*(-0.68-0.20)	qdek.Le2 = -1068.1 N/m
	+ windwrijving nok = Cfr,1*fi*qwind*hkap*vakmaat	
	- middenkap FhwCpf = 0.00*1.00*335.4 *1.12*4.0	FhwCpf = 0 N
Zijgevel	windzijde FhwF.gt = fw*Fhw.gt*(cp1-cpi)	
	goothoogte = 1.00*2896.5*(0.0 -0.2)	Fhw.gt = -579 N
	windzijde FhwF.fh = fw*Fhw.fh*(cp1-cpi)	
	fundatiehoogte = 1.00*2469.3*(0.0 -0.2)	Fhw.fh = -494 N
Zijgevel	loefzijde FhwL.gt = fw*Fhw.gt*(cp1+cpi)	
	goothoogte = 1.00*2896.5*(0.0 +0.2)	Fhw.gt = 579 N
	loefzijde FhwL.fh = fw*Fhw.fh*(cp1+cpi)	
	fundatiehoogte = 1.00*2469.3*(0.0 +0.2)	Fhw.fh = 494 N

Belastingen rekentoestand ULS per vakmaat (4.000 m):

Tralie	neerwaarts qtral = fi*qinstall + fp*qtral + fg*qgewas		
	= 0.00*280.0 + 1.00*56.1 + 0.00*0.0	qtral =	56.1 N/m
Goot	zijgevel Fgt.s = fp*qgoot.s = 1.00*60.0	Fgt.s =	60 N
	middengoot Fgt.m = fp*qgoot.m = 1.00*120.0	Fgt.m =	120 N
Kasdek	evenwijdig qdek.E = [fp*qdek + fs*qsneew]*sin(dek)		
	= [1.00*126.9 + 0.00*0.0]*sin(25.0)	qdek.E =	53.6 N/m
	loodrecht qdek.L = [fp*qdek + fs*qsneew]*cos(dek)		
	= [1.00*126.9 + 0.00*0.0]*cos(25.0)	qdek.L =	115.0 N/m
	+ wind per kaphelft = qdek.L + fw*qwinds*(cpe-cpi)		
	- 1e kaphelft = 115.0 + 1.27*1341.5*(-0.68-0.20)	qdek.L1 =	-1393.5 N/m
	- 2e kaphelft = 115.0 + 1.27*1341.5*(-0.68-0.20)	qdek.L2 =	-1393.5 N/m
	- 3e kaphelft = 115.0 + 1.27*1341.5*(-0.68-0.20)	qdek.L3 =	-1393.5 N/m
	- 4e kaphelft = 115.0 + 1.27*1341.5*(-0.68-0.20)	qdek.L4 =	-1393.5 N/m
	- Middenkap links = 115.0 + 1.27*1341.5*(-0.68-0.20)	qdek.Lm1 =	-1393.5 N/m
	- Middenkap rechts = 115.0 + 1.27*1341.5*(-0.68-0.20)	qdek.Lm2 =	-1393.5 N/m
	- Eindkap links = 115.0 + 1.27*1341.5*(-0.68-0.20)	qdek.Le1 =	-1393.5 N/m
	- Eindkap Rechts = 115.0 + 1.27*1341.5*(-0.68-0.20)	qdek.Le2 =	-1393.5 N/m
	+ windwrijving nok = Cfr,1*fi*qwind*hkap*vakmaat		
	- middenkap FhwCpf = 0.00*1.27*335.4 *1.12*4.0	FhwCpf =	0 N
Zijgevel	windzijde FhwF.gt = fw*Fhw.gt*(cp1-cpi)		
	goothoogte = 1.27*2896.5*(0.0 -0.2)	Fhw.gt =	-739 N
	windzijde FhwF.fh = fw*Fhw.fh*(cp1-cpi)		
	fundatiehoogte = 1.27*2469.3*(0.0 -0.2)	Fhw.fh =	-630 N
Zijgevel	loefzijde FhwL.gt = fw*Fhw.gt*(cp1+cpi)		
	goothoogte = 1.27*2896.5*(0.0 +0.2)	Fhw.gt =	739 N
	loefzijde FhwL.fh = fw*Fhw.fh*(cp1+cpi)		
	fundatiehoogte = 1.27*2469.3*(0.0 +0.2)	Fhw.fh =	630 N

Tabel 3.15.2.4: Knoopbelastingen, oplegreacties en knoopverplaatsingen:

			Knoopbelastingen Rekentoestand		Oplegreacties		Knoopverplaatsingen gebruikstoestand		
nr.	X-as [mm]	Y-as [mm]	X-as [N]	Y-as [N]	X-as [N]	Y-as [N]	X-verpl [mm]	Y-verpl [mm]	U_lijn [mm]
	Horiz.	Vert.	Horiz.	Vert.	Horiz.	Vert.	Horiz.	Vert.	
1	-0.013	0.000	-630	0	648	-3308			0.000
2	-0.007	1.852							0.000
3	-0.001	3.505							0.000
6	0.000	4.000	0	-60					0.000
7	2.400	5.119							0.000
4	0.000	3.705	-739	0			-0.41	0.05	0.000
8	0.399	3.705					-0.42	-0.02	0.080
9	2.399	3.705					-0.45	-0.12	0.193
10	4.399	3.705					-0.48	0.06	0.029
11	4.787	0.000			-11	-5890			0.000
12	4.793	1.852							0.000
13	4.799	3.505							0.000
16	4.800	4.000	0	-120					0.000
17	7.200	5.119							0.000
14	4.800	3.705							0.000
18	5.199	3.705							0.000
19	7.199	3.705							0.000
20	9.199	3.705							0.000
21	9.587	0.000			-4	-6258			0.000
22	9.593	1.852							0.000
23	9.599	3.505							0.000
26	9.600	4.000	0	-120					0.000
27	12.000	5.119							0.000
24	9.600	3.705							0.000
28	9.999	3.705							0.000
29	11.999	3.705							0.000
30	13.999	3.705							0.000
31	14.387	0.000			-3	-6140			0.000
32	14.393	1.852							0.000
33	14.399	3.505							0.000
36	14.400	4.000	0	-120					0.000
37	16.800	5.119							0.000
34	14.400	3.705							0.000
38	14.799	3.705							0.000
39	16.799	3.705							0.000
40	18.799	3.705							0.000
41	19.187	0.000			-2	-6262			0.000
42	19.193	1.852							0.000
43	19.199	3.505							0.000
46	19.200	4.000	0	-120					0.000
47	21.600	5.119							0.000
44	19.200	3.705							0.000
48	19.599	3.705							0.000
49	21.599	3.705							0.000
50	23.599	3.705							0.000
51	23.987	0.000			8	-5875			0.000
52	23.993	1.852							0.000
53	23.999	3.505							0.000
56	24.000	4.000	0	-120					0.000
57	26.400	5.119							0.000
54	24.000	3.705					-0.78	0.09	0.000
58	24.399	3.705					-0.78	0.06	0.028
59	26.399	3.705					-0.81	-0.13	0.203
60	28.399	3.705					-0.84	-0.03	0.088
61	28.787	0.000	630	0	-635	-3343			0.000
62	28.793	1.852							0.000
63	28.799	3.505							0.000
64	28.800	3.705	739	0					0.000
65	28.801	3.905							
66	28.800	4.000	0	-60			-0.85	0.05	

Tabel 3.15.2.5: Staafbelastingen, momenten, normaal- en dwarskrachten

Staaf nr.	Profiel	Horizontaal X-as [N/m]	Verticaal Y-as [N/m]	B E G I N Normaal [N]	B E G I N Dwarskr [N]	B E G I N Moment [Nm]	E I N D Normaal [N]	E I N D Dwarskr [N]	E I N D Moment [Nm]
1	RHBK100*50*3.0			3308	-29	20	3308	-29	-34
2	RHBK100*50*3.0			3308	-31	-34	3308	-31	-85
3	RHBK100*50*3.0			3308	-29	-85	3308	-29	-91
4	RHBK100*50*3.0			3233	2723	-806	3233	2723	-262
5	RHBK100*50*3.0			3205	2756	-262	3205	2756	0
6	Roede dek	-53.6	1393.5	3865	-1821	0	4007	1869	63
7	Roede dek	53.6	1393.5	4007	-1869	63	3865	1821	0
8	1e tralie	0.0	-56.1	-2013	-84	715	-2013	-107	677
9	1e tralie	0.0	-56.1	-2013	-107	677	-2013	-219	352
10	1e tralie	0.0	-56.1	-2013	-219	352	-2013	-331	-197
11	1e tralie	0.0	-56.1	-2013	-331	-197	-2013	-353	-335
12	RHBK100*50*3.0			5890	-8	12	5890	-8	-3
13	RHBK100*50*3.0			5890	-12	-3	5890	-12	-23
14	RHBK100*50*3.0			5890	-8	-23	5890	-8	-24
15	RHBK100*50*3.0			6449	-20	-0	6449	-20	-4
16	RHBK100*50*3.0			6448	46	-4	6448	46	0
17	Roede dek	-53.6	1393.5	3867	-1821	0	4009	1869	64
18	Roede dek	53.6	1393.5	4009	-1869	64	3867	1821	0
19	2e tralie	0.0	-56.1	-2003	205	-359	-2003	183	-281
20	2e tralie	0.0	-56.1	-2003	183	-281	-2003	70	-28
21	2e tralie	0.0	-56.1	-2003	70	-28	-2003	-42	0
22	2e tralie	0.0	-56.1	-2003	-42	0	-2003	-64	-21
23	RHBK100*50*3.0			6258	-17	17	6258	-17	-14
24	RHBK100*50*3.0			6258	-20	-14	6258	-20	-47
25	RHBK100*50*3.0			6258	-17	-47	6258	-17	-51
26	RHBK100*50*3.0			6449	-22	0	6449	-22	-4
27	RHBK100*50*3.0			6448	45	-4	6448	45	0
28	Roede dek	-53.6	1393.5	3866	-1821	0	4008	1869	64
29	Roede dek	53.6	1393.5	4008	-1869	64	3866	1821	0
30	middentralie	0.0	-56.1	-1998	126	-72	-1998	104	-26
31	middentralie	0.0	-56.1	-1998	104	-26	-1998	-8	70
32	middentralie	0.0	-56.1	-1998	-8	70	-1998	-120	-59
33	middentralie	0.0	-56.1	-1998	-120	-59	-1998	-143	-112
34	RHBK100*50*3.0			6140	-18	18	6140	-18	-14
35	RHBK100*50*3.0			6140	-21	-14	6140	-21	-49
36	RHBK100*50*3.0			6140	-18	-49	6140	-18	-53
37	RHBK100*50*3.0			6449	-21	0	6449	-21	-4
38	RHBK100*50*3.0			6448	45	-4	6448	45	-0
39	Roede dek	-53.6	1393.5	3866	-1821	0	4008	1869	64
40	Roede dek	53.6	1393.5	4008	-1869	64	3866	1821	0
41	middentralie	0.0	-56.1	-1996	165	-165	-1996	143	-103
42	middentralie	0.0	-56.1	-1996	143	-103	-1996	31	71
43	middentralie	0.0	-56.1	-1996	31	71	-1996	-81	21
44	middentralie	0.0	-56.1	-1996	-81	21	-1996	-104	-16
45	RHBK100*50*3.0			6262	-19	20	6262	-19	-14
46	RHBK100*50*3.0			6262	-22	-14	6262	-22	-51
47	RHBK100*50*3.0			6262	-19	-51	6262	-19	-55
48	RHBK100*50*3.0			6449	-21	-0	6449	-21	-4
49	RHBK100*50*3.0			6448	45	-4	6448	45	-0
50	Roede dek	-53.6	1393.5	3867	-1821	0	4009	1869	64
51	Roede dek	53.6	1393.5	4009	-1869	64	3867	1821	0
52	2e tralie	0.0	-56.1	-1993	83	-71	-1993	61	-42
53	2e tralie	0.0	-56.1	-1993	61	-42	-1993	-51	-33
54	2e tralie	0.0	-56.1	-1993	-51	-33	-1993	-163	-248
55	2e tralie	0.0	-56.1	-1993	-163	-248	-1993	-186	-318
56	RHBK100*50*3.0			5875	-27	25	5875	-27	-26
57	RHBK100*50*3.0			5875	-31	-26	5875	-31	-77
58	RHBK100*50*3.0			5875	-27	-77	5875	-27	-82
59	RHBK100*50*3.0			6449	-23	0	6449	-23	-4
60	RHBK100*50*3.0			6448	44	-4	6448	44	-0
61	Roede dek	-53.6	1393.5	3865	-1821	0	4007	1869	63
62	Roede dek	53.6	1393.5	4007	-1869	63	3865	1821	0
63	1e tralie	0.0	-56.1	-2000	388	-400	-2000	366	-250
64	1e tralie	0.0	-56.1	-2000	366	-250	-2000	253	369
65	1e tralie	0.0	-56.1	-2000	253	369	-2000	141	764
66	1e tralie	0.0	-56.1	-2000	141	764	-2000	119	816
67	RHBK100*50*3.0			3343	-6	17	3343	-6	5
68	RHBK100*50*3.0			3343	-8	5	3343	-8	-8

69	RHBK100*50*3.0	3343	-6	-8	3343	-6	-9	
70	RHBK100*50*3.0	3215	-2744	806	3215	-2744	258	
71	RHBK100*50*3.0	3243	-2711	258	3243	-2711	0	

3.15.3 De krachtsverdeling in de 1e rij tralies:

Tabel 3.15.3.1: Momentenlijn, normaal- en dwarskrachtenlijn.

Positie	Momentenlijn	Normaal-krachtenlijn	Dwars-krachtenlijn
x in [m]	M(x) in [Nm]	N(x) in [N]	Q(x) in [N]
begin - eind	(+ = U/- =)	(+ = trek)	(+ = ~~~___)
0.00 - 2.40	715 352	-2013 -2013	-84 -219
2.40 - 4.80	352 -335	-2013 -2013	-219 -353
24.00 - 26.40	-400 369	-2000 -2000	388 253
26.40 - 28.80	369 816	-2000 -2000	253 119

3.15.3.1 Controle van de stijfheid van de tralie:

De toelaatbare doorbuiging van alle tralieliggers wordt bepaald per tralie:
- uvtoel = 4800 / 250 < 30.0 mm, dus: uvtoel = 19.2 mm

Uit de U-lijn is de maximale doorbuiging:
- doorbuiging umax = -4.80 mm

- Controle van de 1e rij tralies:
  Doorbuiging: |-4.8 | mm < 19.2 mm, dus: voldoet.
  bij B.C.7: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (wind op kopgevel)

3.15.3.2 Controle van de bovenrand:

3.15.3.2 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de bovenrand:

- De normaalkracht in de bovenrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = -M/0.4000 + N/2 (voor N en M, zie 3.15.3.1)
    met: Effectieve spanthoogte: 400.0 mm

Tabel 3.15.32: Normaalkrachtenverloop in de bovenrand.

Plaats	Normaalkracht in [N] (trek = positief)	Systeem-lengte
x in [m]	Spant	[mm]
0.00 - 2.40	-2795 -1887	2399
2.40 - 4.80	-1887 -170	2401
24.00 - 26.40	0 -1923	2399
26.40 - 28.80	-1923 -3040	2401

3.15.3.2 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Tabel 3.15.3.2:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de bovenrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-bepaling begin-eind	Normaalkrachten (trek = positief) [N] "begin"	"einde"	Rand-voor-waar-den	Mouty fact. ß m	Knfct staaf-lengte ß m×ß n	Knik-lengte [mm]	Klasse	Sterkte UC	Stab. UC
0.00- 2.40	-2795	-1887	e-d	0.786	0.724	3475	1	0.05	0.23
2.40- 4.80	-1887	-170	d-m	0.792	0.600	2881	1	0.03	0.12
24.00-26.40	0	-1923	m-d	0.792	0.577	2770	1	0.03	0.11
26.40-28.80	-1923	-3040	d-e	0.786	0.716	3437	1	0.05	0.25

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (1.99 - 0.2)*(|-3040 |/(0.198 *61470   /1.0)) = 1.30
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-3040 |/(0.198 *61470   /1.0)) = 1.08
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(1.30   , 1.08   ) = 1.08
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.65

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-3040 |/(0.198 *61470   /1.0)+1.08 *|0.0 |/(1.00*834.3 /1.0)
           = 0.249 + 0.000 = 0.249
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-3040 |/(0.814 *61470   /1.0)+0.65 *|0.0 |/(1.00*834.3 /1.0)
           = 0.061 + 0.000 = 0.061

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.249 , 0.061) = 0.249

- controle: 0.25 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.15.3.2 Stabiliteitscontrole in het vlak:

- Nabij de zwevende goten:

  - Maatgevende normaaldrukkracht: Ndmax = -3040   N

  - Kniklengte: lky = 0.80 * lveld = 0.80 * 800 = 640 mm
    (lky > lveld/2, omdat de kortere velden, de langere velden steunen.)
  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (0.55 - 0.2)*(|-3040 |/(0.814 *61470   /1.0)) = 0.92
  Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-3040 |/(0.814 *61470   /1.0)) = 0.94
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.92   , 0.94   ) = 0.92
  Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.55

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-3040 |/(0.814 *61470   /1.0)+0.92 *|0.0 |/(1.00*626.1 /1.0)
           = 0.061 + 0.000 = 0.061
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-3040 |/(0.913 *61470   /1.0)+0.55 *|0.0 |/(1.00*626.1 /1.0)
           = 0.054 + 0.000 = 0.054

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.061 , 0.054) = 0.061

- controle: 0.06 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.15.3.2 Doorsnede-controle van de bovenrand:

           |NEd| |-3040 |
- UCDruk = ----- = --------- = 0.05
           Nc.Rd   61470

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 0   N

           |NEd| | 0 |
- UCTrek = ----- = --------- = 0.00
           Nc.Rd   61470

Trek is maatgevend.

- Controle: 0.05 < 1.00, dus de treksterkte voldoet.

Conclusie:
- Bovenrand (RHBK50*30*1.5) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.7: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (wind op kopgevel)

3.15.3.3 Controle van de onderrand:

3.15.3.3 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de onderrand:
(voor de achterliggende theorie wordt verwezen naar hoofdstuk 4)

Tabel 3.15.33: Normaalkrachtenverloop in de onderrand.
- De normaalkracht in de onderrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = M/0.4000 + N/2 (voor N en M, zie 3.15.3.1)
    met: Effectieve spanthoogte: 400.0 mm

Tabel 3.15.33: Normaalkrachtenverloop in de onderrand.

Plaats x in [m]	Normaalkracht in [N] (trek = positief) Spant		Systeem-lengte [mm]
0.00 - 2.40	782	-126	2399
2.40 - 4.80	-126	-1843	2401
24.00 - 26.40	-2000	-77	2399
26.40 - 28.80	-77	1040	2401

3.15.3.3 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Tabel 3.15.3.3:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de onderrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-bepaling begin-eind	Normaalkrachten (trek = positief) [N] "begin"	"einde"	Rand-voor-waar- den	Mouty fact. ß m	Knfct staaf-lengte ß m×ß n	Knik-lengte /PlPerc [mm]	Klasse	Sterkte UC	Stab. UC
0.00- 2.40	782	-126	e-d	0.792	0.524	2517	1	0.00	0.01
2.40- 4.80	-126	-1843	d-m	0.797	0.599	2876	1	0.03	0.11
24.00-26.40	-2000	-77	m-d	0.797	0.591	2837	1	0.03	0.12
26.40-28.80	-77	1040	d-e	0.792	0.524	2519	1	0.00	0.00

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
  = 0.90 * (1.0 + (1.64 - 0.2)*(|-2000 |/(0.273 *61470 /1.0)) = 1.05
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
  = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-2000 |/(0.273 *61470 /1.0)) = 0.99
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(1.05 , 0.99) = 0.99
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.59

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
  = |-2000 |/(0.273 *61470 /1.0)+0.99 *|0.0 |/(1.00*834.3 /1.0)
  = 0.119 + 0.000 = 0.119
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
  = |-2000 |/(0.731 *61470 /1.0)+0.59 *|0.0 |/(1.00*834.3 /1.0)
  = 0.044 + 0.000 = 0.044

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.119 , 0.044) = 0.119

- controle: 0.12 < 0.95, dus de stabiliteit voldoet.

3.15.3.3 Stabiliteitscontrole in het vlak (nabij de kolom-aansluitingen):

- Maatgevend: Ndmax = N + |Q|/tan(alfa) = -2000 + |388 |/tan(42.8) = -1581 N
  (N.B.: 1e drukdiagonaal reduceert de normaaldrukkracht in de onderrand)

- Kniklengte: lky = 1.00*lveld = 1.00 * 800 = 800 mm

  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.40 (het profiel is geschoord).
  M1 = 0.00 , M2 = 0.00 , Ms = 0.00 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
       = 0.40 * (1.0 + (0.69 - 0.2)*(|-1581 |/(0.731 *61470 /1.0)) = 0.41
  Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
       = 0.40 * (1.0 + 0.8*(|-1581 |/(0.731 *61470 /1.0)) = 0.41
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.41 , 0.41) = 0.41
  Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.24

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-1581 |/(0.731 *61470 /1.0)+0.41 *|0.0 |/(1.00*626.1 /1.0)
           = 0.035 + 0.000 = 0.035
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-1581 |/(0.864 *61470 /1.0)+0.24 *|0.0 |/(1.00*626.1 /1.0)
           = 0.030 + 0.000 = 0.030

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.035 , 0.030) = 0.035

- controle: 0.04 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.15.3.3 Doorsnede-controle van de onderrand:

          |NEd| |-2000 |
- UCDruk = ----- = --------- = 0.03
          Nc.Rd   61470

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 1040 N

          |NEd| | 1040 |
- UCTrek = ----- = --------- = 0.02
          Nc.Rd   61470

Druk is maatgevend.

- Controle: 0.03 < 1.00, dus de druksterkte voldoet.

Conclusie:
- Onderrand (RHBK50*30*1.5) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.7: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (wind op kopgevel)

3.15.3.4 Controle van de diagonalen:

3.15.3.4 Controle van de drukdiagonalen:

Gezien de toepassing spitst de controle van de drukdiagonalen zich toe
op de eindkappen van de tralies, d.w.z. tussen kopplaat en 1e zwevende goten.

- Controle op druk (bij neerwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qddmaxd = -388 N (zie tabel 3.15.3.1)
    (+ = druk in drukdiagonaal)
    Extra dwarskracht i.v.m. mogelijke positie transportlast in eerste
    diagonaalveld in plaats van het midden van de overspanning.
    Vert.puntlast: Fpunt = 0.00 * max(1250, 1000) + 0.00 * 0 = 0 N

$$\text{Res.diag.drukkracht: } N_{ddiagd} = \frac{Q_{ddmaxd} - F_{punt}/2}{\sin(\alpha)} = \frac{-388 - 0/2}{\sin(42.8)} = -571 \text{ N}$$

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$UC_{sterkte} = \frac{|N_{Ed}|}{N_{c.Rd}} + \frac{|M_{y.Ed}|}{M_{y.c.Rd}} = \frac{|-571|}{32448} + \frac{|0|}{184} = 0.018$$

  controle: 0.018 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Maximale spanning:

$$\sigma: \frac{|N_{Ed}|}{A} + \frac{|M_{y.Ed}|}{W_{pl.y}} = \frac{|-571|}{109.1} + \frac{|0|}{0.752} = 5.2 \text{ N/mm}^2$$

  $UC_{spanning} = \sigma / f_y = 5.2 / 235.0 = 0.022$

  controle: 0.022 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.40 (het profiel is geschoord).
  M1 = 0.00 , M2 = 0.00 , Ms = 0.00 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
  Interactiefactoren volgens bijlage B:

$$K_{y.2} = C_{my} * (1.0 + (\lambda_{bdarel.y} - 0.2) * (|N_{Ed}| / (\chi_{iy} * N_{Rk} / 1.0)))$$
$$= 0.40 * (1.0 + (0.58 - 0.2) * (|-571| / (0.799 * 32448 / 1.0))) = 0.40$$

$$K_{y.3} = C_{my} * (1.0 + 0.8 * (|N_{Ed}| / (\chi_{iy} * N_{Rk} / 1.0)))$$
$$= 0.40 * (1.0 + 0.8 * (|-571| / (0.799 * 32448 / 1.0))) = 0.41$$

$$K_{y.b} = \min(K_{y.2}, K_{y.3}) = \min(0.40, 0.41) = 0.40$$
$$K_{z.b} = 0.6 * K_{y.b} = 0.24$$

$$UC_{stab.1} = |N_{Ed}| / (\chi_{iy} * N_{Rk} / 1.0) + K_{y.b} * |M_{y.Ed}| / (1.00 * M_{y.Rk} / 1.0)$$
$$= |-571| / (0.799 * 32448 / 1.0) + 0.40 * |0.0| / (1.00 * 184.3 / 1.0)$$
$$= 0.022 + 0.000 = 0.022$$

$$UC_{stab.2} = |N_{Ed}| / (\chi_{iz} * N_{Rk} / 1.0) + K_{z.b} * |M_{y.Ed}| / (1.00 * M_{y.Rk} / 1.0)$$
$$= |-571| / (0.799 * 32448 / 1.0) + 0.24 * |0.0| / (1.00 * 184.3 / 1.0)$$
$$= 0.022 + 0.000 = 0.022$$

  Maatgevend: $UC_{stab.b} = \max(UC_{stab.1}, UC_{stab.2}) = \max(0.022, 0.022) = 0.022$

  controle: 0.022 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie:
- Drukdiagonalen (RHBK20*20*1.5 mm) voldoen qua trek/druk
  bij B.C.7: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (wind op kopgevel)

3.15.3.4 Controle van de trekdiagonalen:

Er wordt vanuit gegaan, dat de trekdiagonalen als zodanig worden toegepast in
de eindkappen en als trek- en drukdiagonalen in eventuele middenkappen.

- Controle op trek (in de eindkappen bij neerwaartse belasting en evt. in de middenkappen
  bij opwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qtdmaxt = 388 N (zie tabel 3.15.3.1)
    (+ = trek in trekdiagonaal)

$$\text{Res.diag.trekkracht: } Ntdiagt = \frac{Qtdmaxt+Fpunt/2}{\sin(alfa)} = \frac{388 + 0 \;/2}{\sin(42.8)} = 571 \text{ N}$$

 - Sterkte: Capaciteit trekdiagonaal: Ftdiagt = 18847 N (zie 4.4)

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Ftdiagt} = \frac{|571|}{18847} = 0.030$$

  - UC-Trek : 0.030 < 1.00, dus trekdiagonaal voldoet.

- Controle op druk (in de eindkappen bij opwaartse belasting en evt. in de middenkappen
  bij neerwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qtdmaxd = 253 N (zie tabel 3.15.3.1)
    (+ = druk in trekdiagonaal)

$$\text{Res. diagonaaldrukkracht: } Ntdiagd = \frac{-Qtdmaxd}{\sin(alfa)} = \frac{-253}{\sin(42.8)} = -373 \text{ N}$$

 - Sterkte: Capaciteit trekdiagonaal: Ftdiagd = 25917 N (zie 4.4)

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Ftdiagd} = \frac{|373|}{25917} = 0.014$$

  - UC-Druk : 0.014 < 1.00, dus trekdiagonaal voldoet.

Conclusie:
- Trekdiagonalen (RHBK20*20*1.5 mm) voldoen qua trek/druk
  bij B.C.7: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (wind op kopgevel)

3.15.3.4 Controle van de (las)verbindingen:

	Drukdiagonaal		Trekdiagonaal	
	Nd = -571 N		Nd = - 373 N	
	Nt = 373 N		Nt = 571 N	
	Fstev = 274 N		Fstev = 419 N	
	Fstlo = 253 N		Fstlo = 388 N	
	Msdt = 0.00 Nm		Msdt = 0.00 Nm	
	Fsdev = 419 N		Fsdev = 274 N	
	bovenrand	onderrand	bovenrand	onderrand
Tau1	2.03 N/mm²	2.03 N/mm²	3.10 N/mm²	3.10 N/mm²
Tau2	3.10 N/mm²	3.10 N/mm²	4.75 N/mm²	4.75 N/mm²
Sgm1	2.03 N/mm²	2.03 N/mm²	3.10 N/mm²	3.10 N/mm²
SgmWst	3.88 N/mm²	3.88 N/mm²	5.95 N/mm²	5.95 N/mm²
UC1	0.02	0.02	0.03	0.03
UC2	0.01	0.01	0.01	0.01
SgmWsd	4.75 N/mm²	4.75 N/mm²	3.10 N/mm²	3.10 N/mm²
UC3	0.02	0.02	0.01	0.01
Nt1	13786 N	13786 N	13786 N	13786 N
knd	1.00	1.00	1.00	1.00
Nd1	13786 N	13786 N	13786 N	13786 N
UCt1	0.03	0.03	0.04	0.04
UCd1	0.04	0.04	0.03	0.03
UClas	0.02	0.02	0.03	0.03
UCdia	0.04	0.04	0.04	0.04
UCgeo	0.97	0.97	0.97	0.97
UClas	0.02		0.03	
UCdia	0.97		0.97	

Conclusie:
- Lassen: UClas = 0.03 <= 1.00 dus: voldoen
- Aansluitingen: UCdia = 0.97 <= 1.00 dus: voldoen

Eindconclusie:
- Aansluiting diagonalen voldoet
  bij B.C.7: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (wind op kopgevel)

3.15.3.5 Controle van de bouten van de spant-kolom-aansluiting:

Controle van de krachten op de bout(en) bij de bovenrand:

Tabel 3.15.3.5.1: Belastingen bij bovenrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,br [N]	Fs,br [N]	Fi,br [N]
0.00	715	-2013	-84	0	-42	60
4.80	-335	-2013	-353	0	-177	250
24.00	-400	-2000	388	98	194	291
28.80	816	-2000	119	0	59	84

Gegevens van de eindplaat bij de bovenrand:
- Aantal bouten bij de bovenrand: nbb = 1
- Momenten-arm bij bovenrand: hbbout = 364 mm
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Normaalkracht: $Ft = \frac{Nt}{2 * nbb} - \frac{M}{hbbout}$ met Ft >= 0 N
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * Q
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,br max = 291 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbtb max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 291 N < 33926 N, dus bout bij bovenrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.7: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (wind op kopgevel)

Controle van de krachten op de bout(en) bij de onderrand:

Tabel 3.15.3.5.2: Belastingen bij onderrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,or [N]	Fs,or [N]	Fi,or [N]
0.00	715	-2013	-84	956	-42	958
4.80	-335	-2013	-353	0	-177	250
24.00	-400	-2000	388	0	194	274
28.80	816	-2000	119	1239	59	1242

Gegevens van de eindplaat bij de onderrand:
- Aantal bouten bij de onderrand: nbo = 1
- Momenten-arm bij onderrand: hobout = 364 mm
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Normaalkracht: $Ft = \frac{Nt}{2 * nbo} + \frac{M}{hobout}$ met Ft >= 0 N
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * Q
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,or max = 1242 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbto max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 1242 N < 33926 N, dus bout bij onderrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.7: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (wind op kopgevel)

3.15.3.5 Controle van de eindplaat op pons:

Bij de boutverbinding van de bovenrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxb = 0.1 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capb = 96 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0.1 kN < 96 kN, dus eindplaat (ST50*12.0) voldoet
zonder onderlegring bij de bovenste bout
bij B.C.7: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (wind op kopgevel)

Bij de boutverbinding van de onderrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxo = 1.2 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capo = 96 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 1.2 kN < 96 kN, dus eindplaat (ST50*12.0) voldoet
zonder onderlegring bij de onderste bout
bij B.C.7: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (wind op kopgevel)

3.15.3.5 Controle van de eindplaat op buiging:

Tabel 3.15.3.5.4.1: Belastingen van de eindplaat van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Normaal-kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ftrb [N]	Ftro [N]
0.00	715	-2013	-84	0	782
4.80	-335	-2013	-353	0	0
24.00	-400	-2000	388	0	0
28.80	816	-2000	119	0	1040

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de bovenrand:

$$\text{Ftrb} = \frac{N + sn*Q}{2} - \frac{M}{h_{t,eff}} \quad \text{met Ftrb}>=0\text{N}$$

- Normaalkracht:

Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftrb(max) * e = 0.5 * 0 * 25.0 = 0 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 1667 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0 Nm < 1667 Nm, dus eindplaat (ST50*12.0) voldoet
bij B.C.7: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (wind op kopgevel)

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de onderrand:
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftro(max) * e = 0.5 * 1040 * 25.0 = 13 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 368 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 13 Nm < 368 Nm, dus eindplaat (ST50*12.0) voldoet
bij B.C.7: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (wind op kopgevel)

De lasverbindingen tussen eindplaat met resp. de boven- en onderrand
zijn niet gecontroleerd.

Toetsing van de bepalende doorsnede (lkx= 4000 mm, lky= 4000 mm):

Toetsing van de bepalende doorsnede (lkx= 8266 mm, lky= 4950 mm):

Toetsing van de bepalende doorsnede (lkx= 7072 mm, lky= 4000 mm):

c) Berekening van de toelaatbare horizontale verplaatsing in :

- Rekening houdend met de glasbreedten :
  - reductiefactor gevel: r1 = 800 / bkg < 2.0;
    800 / 800 = 1.00, dus r1 = 1.00
  - reductiefactor dek : r2 = 1125 / bd < 2.0;
    1125 / 1125 = 1.00, dus r2 = 1.00
  - ugevel = h / 100 * r1 < 50.0 mm;
    4000 / 100 * 1.00 = 40.0 mm, dus ugevel = 64.5 mm
  - udek = 1/200 * v * r2 < 50.0 mm
    1/200 * 4000 * 1.00 = 30.0 mm, dus udek = 68.9 mm
  - utoel-b = ugevel + udek = 64.5 + 68.9 = 64.5 mm
  - utoel = utoel-a < umax; MIN(110.0, 80.0) = 220.0 mm

3.16 B.C.8: a1) Eigen gewicht + installaties + sneeuw (Ct=1.0)

3.16.1 Berekening van de belastingen per tralie:

a) Belastingen in gebruikstoestand:
- Permanente belastingen:
  - Eigen gewicht dek : (1.00 * 35) = 35 N/m²
  - Eigen gewicht van de goot: (1.00 * 30)* 4.00 = 120 N
  - E.G. 1e rij tralies : (1.00 * 56.1) = 56.1 N/m
  - E.G. 2e rij tralies : (1.00 * 56.1) = 56.1 N/m
  - E.G. tralies middenvelden: (1.00 * 56.1) = 56.1 N/m
- Variabele belastingen:
  - Vert. puntlast: 0.00*max(1250,1000)+1.00*0 = 0 N
  - Sneeuwbelasting : (0.00 * 420) = 0 N/m²
  - Gewas winter : (0.00 * 0) = 0 N/m²
  - Installaties : (1.00 * 70) = 70 N/m²

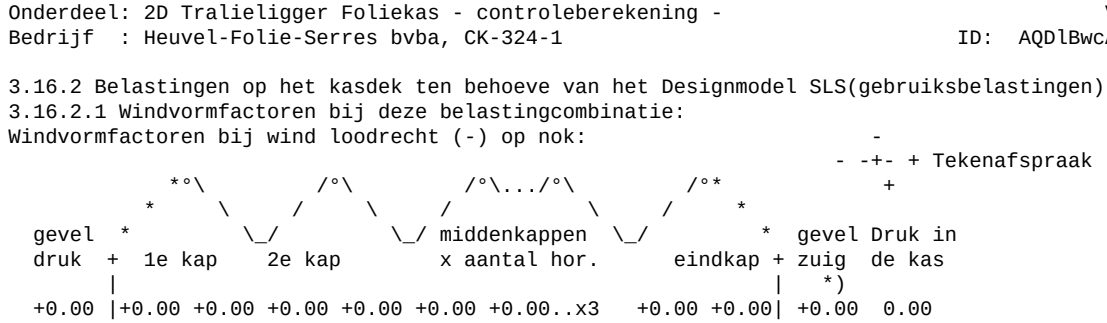
b) Belastingen in rekentoestand:
- Permanente belastingen:
  - Eigen gewicht dek : (1.00 * 35) = 35 N/m²
  - Eigen gewicht van de goot: (1.00 * 30)* 4.00 = 120 N
  - E.G. 1e rij tralies : (1.00 * 56.1) = 56.1 N/m
  - E.G. 2e rij tralies : (1.00 * 56.1) = 56.1 N/m
  - E.G. tralies middenvelden: (1.00 * 56.1) = 56.1 N/m
- Variabele belastingen:
  - Vert. puntlast: 0.00*max(1250,1000)+1.00*0 = 0 N
  - Sneeuwbelasting : (1.00 * 420) = 420 N/m²
  - Gewas winter : (0.00 * 0) = 0 N/m²
  - Installaties : (1.00 * 70) = 70 N/m²

c) Bij het bepalen van de knoopcoordinaten is rekening gehouden met
de initiële scheefstand van de kolommen:
- Scheefstand psi = 1/265 (zie EN 1993-1-1)

d) Rekenvoorbeeld van de belastingen op knooppunten op de volgende plaatsen:
Knoop k = "effectieve" spanthoogte van de eerste kolom
Knoop * = zwevende goot 1e rij tralies
Knoop * = middenkolom

- Horizontale belasting:
  Fk,hor = 0 N (geen windbelasting)
- Verticale belasting:
  Fvg = eigen gewicht goot = (1.00 * 30)* 4.00 = 120 N
  Fk,vert = -0.5 * Fvg
  F*,vert t.p.v. een goot = Fvg

3.16.2 Belastingen op het kasdek ten behoeve van het Designmodel SLS(gebruiksbelastingen):
3.16.2.1 Windvormfactoren bij deze belastingcombinatie:
Windvormfactoren bij wind loodrecht (-) op nok:



3.16.2.2 Belastingfactoren bij deze belastingcombinatie:

Belastingfactoren	gebruikstoestand	rekentoestand
Eigen gewicht	1.00	1.00
Installaties	1.00	1.00
Sneeuw	0.00	1.00
Wind	0.00	0.00
gewas	0.00	0.00

3.16.2.3 Gesommeerde belastingen op de omhulling van de kas per vakmaat:
Belastingen gebruikstoestand SLS per vakmaat (4.000 m):

Tralie	neerwaarts	qtral = fi*qinstall + fp*qtral + fg*qgewas		
		= 1.00*280.0 + 1.00*56.1 + 0.00*0.0	qtral =	336.1 N/m
Goot	zijgevel	Fgt.s = fp*qgoot.s = 1.00*60.0	Fgt.s =	60 N
	middengoot	Fgt.m = fp*qgoot.m = 1.00*120.0	Fgt.m =	120 N
Kasdek	evenwijdig	qdek.E = [fp*qdek + fs*qsneew]*sin(dek)		
		= [1.00*126.9 + 0.00*1524.1]*sin(25.0)	qdek.E =	53.6 N/m
	loodrecht	qdek.L = [fp*qdek + fs*qsneew]*cos(dek)		
		= [1.00*126.9 + 0.00*1524.1]*cos(25.0)	qdek.L =	115.0 N/m
	+ wind per kaphelft	= qdek.L + fw*qwinds*(cpe-cpi)		
	- 1e kaphelft	= 115.0 + 0.00*1341.5*(+0.00-0.00)	qdek.L1 =	115.0 N/m
	- 2e kaphelft	= 115.0 + 0.00*1341.5*(+0.00-0.00)	qdek.L2 =	115.0 N/m
	- 3e kaphelft	= 115.0 + 0.00*1341.5*(+0.00-0.00)	qdek.L3 =	115.0 N/m
	- 4e kaphelft	= 115.0 + 0.00*1341.5*(+0.00-0.00)	qdek.L4 =	115.0 N/m
	- Middenkap links	= 115.0 + 0.00*1341.5*(+0.00-0.00)	qdek.Lm1 =	115.0 N/m
	- Middenkap rechts	= 115.0 + 0.00*1341.5*(+0.00-0.00)	qdek.Lm2 =	115.0 N/m
	- Eindkap links	= 115.0 + 0.00*1341.5*(+0.00-0.00)	qdek.Le1 =	115.0 N/m
	- Eindkap Rechts	= 115.0 + 0.00*1341.5*(+0.00-0.00)	qdek.Le2 =	115.0 N/m
	+ windwrijving nok	= Cfr,1*fi*qwind*hkap*vakmaat		
	- middenkap FhwCpf	= 0.00*0.00*335.4 *1.12*4.0	FhwCpf =	0 N
Zijgevel	windzijde FhwF.gt	= fw*Fhw.gt*(cp1-cpi)		
	goothoogte	= 0.00*2896.5*(0.0 -0.0)	Fhw.gt =	0 N
	windzijde FhwF.fh	= fw*Fhw.fh*(cp1-cpi)		
	fundatiehoogte	= 0.00*2469.3*(0.0 -0.0)	Fhw.fh =	0 N
Zijgevel	loefzijde FhwL.gt	= fw*Fhw.gt*(cp1+cpi)		
	goothoogte	= 0.00*2896.5*(0.0 +0.0)	Fhw.gt =	0 N
	loefzijde FhwL.fh	= fw*Fhw.fh*(cp1+cpi)		
	fundatiehoogte	= 0.00*2469.3*(0.0 +0.0)	Fhw.fh =	0 N

Belastingen rekentoestand ULS per vakmaat (4.000 m):

Tralie	neerwaarts qtral = fi*qinstall + fp*qtral + fg*qgewas		
	= 1.00*280.0 + 1.00*56.1 + 0.00*0.0	qtral =	336.1 N/m
Goot	zijgevel Fgt.s = fp*qgoot.s = 1.00*60.0	Fgt.s =	60 N
	middengoot Fgt.m = fp*qgoot.m = 1.00*120.0	Fgt.m =	120 N
Kasdek	evenwijdig qdek.E = [fp*qdek + fs*qsneew]*sin(dek)		
	= [1.00*126.9 + 1.00*1524.1]*sin(25.0)	qdek.E =	697.8 N/m
	loodrecht qdek.L = [fp*qdek + fs*qsneew]*cos(dek)		
	= [1.00*126.9 + 1.00*1524.1]*cos(25.0)	qdek.L =	1496.3 N/m
	+ wind per kaphelft = qdek.L + fw*qwinds*(cpe-cpi)		
	- 1e kaphelft = 1496.3 + 0.00*1341.5*(+0.00-0.00)	qdek.L1 =	1496.3 N/m
	- 2e kaphelft = 1496.3 + 0.00*1341.5*(+0.00-0.00)	qdek.L2 =	1496.3 N/m
	- 3e kaphelft = 1496.3 + 0.00*1341.5*(+0.00-0.00)	qdek.L3 =	1496.3 N/m
	- 4e kaphelft = 1496.3 + 0.00*1341.5*(+0.00-0.00)	qdek.L4 =	1496.3 N/m
	- Middenkap links = 1496.3 + 0.00*1341.5*(+0.00-0.00)	qdek.Lm1 =	1496.3 N/m
	- Middenkap rechts = 1496.3 + 0.00*1341.5*(+0.00-0.00)	qdek.Lm2 =	1496.3 N/m
	- Eindkap links = 1496.3 + 0.00*1341.5*(+0.00-0.00)	qdek.Le1 =	1496.3 N/m
	- Eindkap Rechts = 1496.3 + 0.00*1341.5*(+0.00-0.00)	qdek.Le2 =	1496.3 N/m
	+ windwrijving nok = Cfr,1*fi*qwind*hkap*vakmaat		
	- middenkap FhwCpf = 0.00*0.00*335.4 *1.12*4.0	FhwCpf =	0 N
Zijgevel	windzijde FhwF.gt = fw*Fhw.gt*(cp1-cpi)		
	goothoogte = 0.00*2896.5*(0.0 -0.0)	Fhw.gt =	0 N
	windzijde FhwF.fh = fw*Fhw.fh*(cp1-cpi)		
	fundatiehoogte = 0.00*2469.3*(0.0 -0.0)	Fhw.fh =	0 N
Zijgevel	loefzijde FhwL.gt = fw*Fhw.gt*(cp1+cpi)		
	goothoogte = 0.00*2896.5*(0.0 +0.0)	Fhw.gt =	0 N
	loefzijde FhwL.fh = fw*Fhw.fh*(cp1+cpi)		
	fundatiehoogte = 0.00*2469.3*(0.0 +0.0)	Fhw.fh =	0 N

Tabel 3.16.2.4: Knoopbelastingen, oplegreacties en knoopverplaatsingen:

			Knoopbelastingen Rekentoestand		Oplegreacties		Knoopverplaatsingen gebruikstoestand		
nr.	X-as [mm]	Y-as [mm]	X-as [N]	Y-as [N]	X-as [N]	Y-as [N]	X-verpl [mm]	Y-verpl [mm]	U_lijn [mm]
	Horiz.	Vert.	Horiz.	Vert.	Horiz.	Vert.	Horiz.	Vert.	
1	-0.013	0.000			-11	5417			0.000
2	-0.007	1.852							0.000
3	-0.001	3.505							0.000
6	0.000	4.000	0	-60					0.000
7	2.400	5.119							0.000
4	0.000	3.705					0.28	-0.02	0.000
8	0.399	3.705					0.28	-0.10	0.075
9	2.399	3.705					0.29	-0.30	0.262
10	4.399	3.705					0.30	-0.09	0.034
11	4.787	0.000			19	10231			0.000
12	4.793	1.852							0.000
13	4.799	3.505							0.000
16	4.800	4.000	0	-120					0.000
17	7.200	5.119							0.000
14	4.800	3.705					0.30	-0.05	0.000
18	5.199	3.705					0.30	-0.05	-0.003
19	7.199	3.705					0.31	-0.14	0.088
20	9.199	3.705					0.32	-0.06	0.006
21	9.587	0.000			9	10545			0.000
22	9.593	1.852							0.000
23	9.599	3.505							0.000
26	9.600	4.000	0	-120					0.000
27	12.000	5.119							0.000
24	9.600	3.705					0.32	-0.05	0.000
28	9.999	3.705					0.32	-0.07	0.015
29	11.999	3.705					0.33	-0.18	0.127
30	13.999	3.705					0.33	-0.06	0.011
31	14.387	0.000			5	10440			0.000
32	14.393	1.852							0.000
33	14.399	3.505							0.000
36	14.400	4.000	0	-120					0.000
37	16.800	5.119							0.000
34	14.400	3.705					0.33	-0.05	0.000
38	14.799	3.705					0.34	-0.06	0.012
39	16.799	3.705					0.34	-0.18	0.127
40	18.799	3.705					0.35	-0.06	0.014
41	19.187	0.000			1	10552			0.000
42	19.193	1.852							0.000
43	19.199	3.505							0.000
46	19.200	4.000	0	-120					0.000
47	21.600	5.119							0.000
44	19.200	3.705					0.35	-0.05	0.000
48	19.599	3.705					0.35	-0.06	0.007
49	21.599	3.705					0.36	-0.14	0.089
50	23.599	3.705					0.37	-0.05	-0.004
51	23.987	0.000			-11	10204			0.000
52	23.993	1.852							0.000
53	23.999	3.505							0.000
56	24.000	4.000	0	-120					0.000
57	26.400	5.119							0.000
54	24.000	3.705					0.37	-0.05	0.000
58	24.399	3.705					0.37	-0.09	0.034
59	26.399	3.705					0.38	-0.30	0.257
60	28.399	3.705					0.39	-0.10	0.072
61	28.787	0.000			-13	5475			0.000
62	28.793	1.852							0.000
63	28.799	3.505							0.000
64	28.800	3.705							0.000
65	28.801	3.905							
66	28.800	4.000	0	-60			0.39	-0.02	

Tabel 3.16.2.5: Staafbelastingen, momenten, normaal- en dwarskrachten

Staaf nr.	Profiel	Horizontaal X-as [N/m]	Verticaal Y-as [N/m]	B Normaal [N]	B Dwarskr [N]	B Moment [Nm]	E Normaal [N]	E Dwarskr [N]	E Moment [Nm]
1	RHBK100*50*3.0			-5417	29	-22	-5417	29	31
2	RHBK100*50*3.0			-5417	32	31	-5417	32	84
3	RHBK100*50*3.0			-5417	29	84	-5417	29	90
4	RHBK100*50*3.0			-4448	-4732	1400	-4448	-4732	454
5	RHBK100*50*3.0			-4399	-4778	454	-4399	-4778	0
6	Roede dek	-697.8	-1496.3	-6150	1956	0	-4302	-2006	-66
7	Roede dek	697.8	-1496.3	-4302	2006	-66	-6150	-1956	0
8	1e tralie	0.0	-336.1	4758	985	-1311	4758	851	-945
9	1e tralie	0.0	-336.1	4758	851	-945	4758	179	85
10	1e tralie	0.0	-336.1	4758	179	85	4758	-494	-231
11	1e tralie	0.0	-336.1	4758	-494	-231	4758	-628	-455
12	RHBK100*50*3.0			-10231	15	-19	-10231	15	9
13	RHBK100*50*3.0			-10231	21	9	-10231	21	44
14	RHBK100*50*3.0			-10231	15	44	-10231	15	47
15	RHBK100*50*3.0			-8864	28	0	-8864	28	6
16	RHBK100*50*3.0			-8864	-64	6	-8864	-64	0
17	Roede dek	-697.8	-1496.3	-6151	1956	0	-4304	-2007	-68
18	Roede dek	697.8	-1496.3	-4304	2007	-68	-6151	-1956	0
19	2e tralie	0.0	-336.1	4740	738	-409	4740	604	-141
20	2e tralie	0.0	-336.1	4740	604	-141	4740	-68	395
21	2e tralie	0.0	-336.1	4740	-68	395	4740	-740	-414
22	2e tralie	0.0	-336.1	4740	-740	-414	4740	-875	-738
23	RHBK100*50*3.0			-10545	26	-27	-10545	26	21
24	RHBK100*50*3.0			-10545	32	21	-10545	32	74
25	RHBK100*50*3.0			-10545	26	74	-10545	26	79
26	RHBK100*50*3.0			-8864	30	-0	-8864	30	6
27	RHBK100*50*3.0			-8864	-62	6	-8864	-62	-0
28	Roede dek	-697.8	-1496.3	-6151	1956	0	-4304	-2007	-68
29	Roede dek	697.8	-1496.3	-4304	2007	-68	-6151	-1956	0
30	middentralie	0.0	-336.1	4731	806	-659	4731	672	-364
31	middentralie	0.0	-336.1	4731	672	-364	4731	-0	308
32	middentralie	0.0	-336.1	4731	-0	308	4731	-672	-364
33	middentralie	0.0	-336.1	4731	-672	-364	4731	-807	-661
34	RHBK100*50*3.0			-10440	30	-31	-10440	30	24
35	RHBK100*50*3.0			-10440	36	24	-10440	36	84
36	RHBK100*50*3.0			-10440	30	84	-10440	30	90
37	RHBK100*50*3.0			-8864	30	-0	-8864	30	6
38	RHBK100*50*3.0			-8864	-62	6	-8864	-62	-0
39	Roede dek	-697.8	-1496.3	-6151	1956	0	-4304	-2007	-68
40	Roede dek	697.8	-1496.3	-4304	2007	-68	-6151	-1956	0
41	middentralie	0.0	-336.1	4726	769	-571	4726	635	-291
42	middentralie	0.0	-336.1	4726	635	-291	4726	-38	306
43	middentralie	0.0	-336.1	4726	-38	306	4726	-710	-441
44	middentralie	0.0	-336.1	4726	-710	-441	4726	-844	-753
45	RHBK100*50*3.0			-10551	34	-36	-10551	34	27
46	RHBK100*50*3.0			-10551	40	27	-10551	40	93
47	RHBK100*50*3.0			-10551	34	93	-10551	34	100
48	RHBK100*50*3.0			-8864	29	0	-8864	29	6
49	RHBK100*50*3.0			-8864	-62	6	-8864	-62	-0
50	Roede dek	-697.8	-1496.3	-6151	1956	0	-4304	-2007	-68
51	Roede dek	697.8	-1496.3	-4304	2007	-68	-6151	-1956	0
52	2e tralie	0.0	-336.1	4725	843	-653	4725	709	-344
53	2e tralie	0.0	-336.1	4725	709	-344	4725	37	402
54	2e tralie	0.0	-336.1	4725	37	402	4725	-635	-197
55	2e tralie	0.0	-336.1	4725	-635	-197	4725	-770	-479
56	RHBK100*50*3.0			-10204	45	-44	-10204	45	40
57	RHBK100*50*3.0			-10204	51	40	-10204	51	125
58	RHBK100*50*3.0			-10204	45	125	-10204	45	134
59	RHBK100*50*3.0			-8864	31	-0	-8864	31	6
60	RHBK100*50*3.0			-8864	-61	6	-8864	-61	0
61	Roede dek	-697.8	-1496.3	-6150	1956	0	-4302	-2006	-66
62	Roede dek	697.8	-1496.3	-4302	2006	-66	-6150	-1956	0
63	1e tralie	0.0	-336.1	4734	570	-344	4734	436	-144
64	1e tralie	0.0	-336.1	4734	436	-144	4734	-236	55
65	1e tralie	0.0	-336.1	4734	-236	55	4734	-909	-1090
66	1e tralie	0.0	-336.1	4734	-909	-1090	4734	-1043	-1481
67	RHBK100*50*3.0			-5475	31	-40	-5475	31	18
68	RHBK100*50*3.0			-5475	34	18	-5475	34	74

69	RHBK100*50*3.0	-5475	31	74	-5475	31	81	
70	RHBK100*50*3.0	-4416	4762	-1400	-4416	4762	-448	
71	RHBK100*50*3.0	-4465	4716	-448	-4465	4716	0	

3.16.3 De krachtsverdeling in de tralies van de middenvelden:

Tabel 3.16.3.1: Momentenlijn, normaal- en dwarskrachtenlijn.

Positie	Momentenlijn	Normaal-		Dwars-	
		krachtenlijn		krachtenlijn	
x in [m]	M(x) in [Nm]	N(x) in [N]		Q(x) in [N]	
begin - eind	(+ = U/- =)	(+ = trek)		(+ = ~~~___)	
9.60 - 12.00	-659	308	4731	4731	806	-0
12.00 - 14.40	308	-661	4731	4731	-0	-807
14.40 - 16.80	-571	306	4726	4726	769	-38
16.80 - 19.20	306	-753	4726	4726	-38	-844

3.16.3.1 Controle van de stijfheid van de tralie:

De toelaatbare doorbuiging van alle tralieliggers wordt bepaald per tralie:
- uvtoel = 4800 / 250 < 30.0 mm, dus: uvtoel = 19.2 mm

Uit de U-lijn is de maximale doorbuiging:
- doorbuiging umax = -4.87 mm

- Controle van de tralies van de middenvelden:
  Doorbuiging: |-4.9 | mm < 19.2 mm, dus: voldoet.
  bij B.C.8: a1) Eigen gewicht + installaties + sneeuw (Ct=1.0)

3.16.3.2 Controle van de bovenrand:

3.16.3.2 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de bovenrand:

- De normaalkracht in de bovenrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = -M/0.4000 + N/2 (voor N en M, zie 3.16.3.1)
    met: Effectieve spanthoogte: 400.0 mm

Tabel 3.16.32: Normaalkrachtenverloop in de bovenrand.

Plaats	Normaalkracht in [N] (trek = positief)		Systeem-lengte
x in [m]	Spant		[mm]
9.60 - 12.00	4012	1595	2399
12.00 - 14.40	1595	4018	2401
14.40 - 16.80	3791	1598	2399
16.80 - 19.20	1598	4245	2401

3.16.3.2 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Tabel 3.16.3.2:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de bovenrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-bepaling begin-eind	Normaalkrachten (trek = positief) [N] "begin"	"einde"	Rand-voor-waar-den	Mouty fact. ß m	Knfct staaf-lengte ß m×ß n	Knik-lengte [mm]	Klasse	Sterkte UC	Stab. UC
9.60-12.00	4012	1595	m-d	0.792	0.524	2515	1	0.01	0.03
12.00-14.40	1595	4018	d-m	0.792	0.524	2517	1	0.01	0.03
14.40-16.80	3791	1598	m-d	0.792	0.524	2515	1	0.01	0.03
16.80-19.20	1598	4245	d-m	0.792	0.524	2517	1	0.01	0.03

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (1.46 - 0.2)*(|-650 |/(0.330 *61470   /1.0)) = 0.94
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-650 |/(0.330 *61470   /1.0)) = 0.92
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(0.94   , 0.92   ) = 0.92
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.55

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-650 |/(0.330 *61470   /1.0)+0.92 *|0.0 |/(1.00*834.3 /1.0)
           = 0.032 + 0.000 = 0.032
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-650 |/(0.814 *61470   /1.0)+0.55 *|0.0 |/(1.00*834.3 /1.0)
           = 0.013 + 0.000 = 0.013

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.032 , 0.013) = 0.032

- controle: 0.03 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.16.3.2 Stabiliteitscontrole in het vlak:

- Nabij de zwevende goten:

  - Maatgevende normaaldrukkracht: Ndmax = 0 N

  - Kniklengte: lky = 0.80 * lveld = 0.80 * 800 = 640 mm
    (lky > lveld/2, omdat de kortere velden, de langere velden steunen.)
  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
       = 0.90 * (1.0 + (0.55 - 0.2)*(|0 |/(0.814 *61470 /1.0)) = 0.90
  Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
       = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|0 |/(0.814 *61470 /1.0)) = 0.90
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.90 , 0.90) = 0.90
  Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.54

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |0 |/(0.814 *61470 /1.0)+0.90 *|0.0 |/(1.00*626.1 /1.0)
           = 0.000 + 0.000 = 0.000
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |0 |/(0.913 *61470 /1.0)+0.54 *|0.0 |/(1.00*626.1 /1.0)
           = 0.000 + 0.000 = 0.000

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.000 , 0.000) = 0.000

- controle: 0.00 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.16.3.2 Doorsnede-controle van de bovenrand:

          |NEd| | 0 |
- UCDruk = ----- = --------- = 0.00
          Nc.Rd   61470

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 4245 N

          |NEd| | 4245 |
- UCTrek = ----- = --------- = 0.07
          Nc.Rd   61470

Trek is maatgevend.

- Controle: 0.07 < 1.00, dus de treksterkte voldoet.

Conclusie:
- Bovenrand (RHBK50*30*1.5) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.8: a1) Eigen gewicht + installaties + sneeuw (Ct=1.0)

3.16.3.3 Controle van de onderrand:

3.16.3.3 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de onderrand:
(voor de achterliggende theorie wordt verwezen naar hoofdstuk 4)

Tabel 3.16.33: Normaalkrachtenverloop in de onderrand.
- De normaalkracht in de onderrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = M/0.4000 + N/2 (voor N en M, zie 3.16.3.1)
    met: Effectieve spanthoogte: 400.0 mm

Tabel 3.16.33: Normaalkrachtenverloop in de onderrand.

Plaats x in [m]	Normaalkracht in [N] (trek = positief) Spant		Systeem-lengte [mm]
9.60 - 12.00	719	3135	2399
12.00 - 14.40	3135	713	2401
14.40 - 16.80	935	3127	2399
16.80 - 19.20	3127	481	2401

3.16.3.3 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Tabel 3.16.3.3:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de onderrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-bepaling begin-eind	Normaalkrachten (trek = positief) [N] "begin"	"einde"	Rand-voor-waar- den	Mouty fact. ß m	Knfct staaf-lengte ß m×ß n	Knik-lengte /PlPerc [mm]	Klasse	Sterkte UC	Stab. UC
9.60-12.00	719	3135	m-d	0.797	0.528	2533	1	0.02	0.07
12.00-14.40	3135	713	d-m	0.797	0.528	2535	1	0.02	0.07
14.40-16.80	935	3127	m-d	0.797	0.528	2533	1	0.02	0.07
16.80-19.20	3127	481	d-m	0.797	0.528	2535	1	0.02	0.07

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
  = 0.90 * (1.0 + (1.47 - 0.2)*(|-1499 |/(0.326 *61470 /1.0)) = 0.99
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
  = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-1499 |/(0.326 *61470 /1.0)) = 0.95
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(0.99 , 0.95) = 0.95
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.57

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
  = |-1499 |/(0.326 *61470 /1.0)+0.95 *|0.0 |/(1.00*834.3 /1.0)
  = 0.075 + 0.000 = 0.075
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
  = |-1499 |/(0.731 *61470 /1.0)+0.57 *|0.0 |/(1.00*834.3 /1.0)
  = 0.033 + 0.000 = 0.033

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.075 , 0.033) = 0.075

- controle: 0.07 < 0.95, dus de stabiliteit voldoet.

3.16.3.3 Stabiliteitscontrole in het vlak (nabij de kolom-aansluitingen):

- Maatgevend: Ndmax = N + |Q|/tan(alfa) = 0 + |0 |/tan(42.8) = 0 N
  (N.B.: 1e drukdiagonaal reduceert de normaaldrukkracht in de onderrand)

- Kniklengte: lky = 1.00*lveld = 1.00 * 800 = 800 mm

  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.40 (het profiel is geschoord).
  M1 = 0.00 , M2 = 0.00 , Ms = 0.00 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
  = 0.40 * (1.0 + (0.69 - 0.2)*(|0 |/(0.731 *61470 /1.0)) = 0.40
  Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
  = 0.40 * (1.0 + 0.8*(|0 |/(0.731 *61470 /1.0)) = 0.40
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.40 , 0.40) = 0.40
  Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.24

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
  = |0 |/(0.731 *61470 /1.0)+0.40 *|0.0 |/(1.00*626.1 /1.0)
  = 0.000 + 0.000 = 0.000
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
  = |0 |/(0.864 *61470 /1.0)+0.24 *|0.0 |/(1.00*626.1 /1.0)
  = 0.000 + 0.000 = 0.000

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.000 , 0.000) = 0.000

- controle: 0.00 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.16.3.3 Doorsnede-controle van de onderrand:

$$\text{- UCDruk} = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} = \frac{|0|}{61470} = 0.00$$

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 3135 N

$$\text{- UCTrek} = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} = \frac{|3135|}{61470} = 0.05$$

Trek is maatgevend.

- Controle: 0.05 < 1.00, dus de treksterkte voldoet.

Conclusie:
- Onderrand (RHBK50*30*1.5) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.8: a1) Eigen gewicht + installaties + sneeuw (Ct=1.0)

3.16.3.4 Controle van de diagonalen:

3.16.3.4 Controle van de drukdiagonalen:

Gezien de toepassing spitst de controle van de drukdiagonalen zich toe
op de eindkappen van de tralies, d.w.z. tussen kopplaat en 1e zwevende goten.

- Controle op druk (bij neerwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qddmaxd = -844 N (zie tabel 3.16.3.1)
    (+ = druk in drukdiagonaal)
    Extra dwarskracht i.v.m. mogelijke positie transportlast in eerste
    diagonaalveld in plaats van het midden van de overspanning.
    Vert.puntlast: Fpunt = 0.00 * max(1250, 1000) + 1.00 * 0 = 0 N

$$\text{- Res.diag.drukkracht: } N_{ddiagd} = \frac{Q_{ddmaxd} - F_{punt}/2}{\sin(\alpha)} = \frac{-844 - 0/2}{\sin(42.8)} = -1244 \text{ N}$$

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$UC_{sterkte} = \frac{|N_{Ed}|}{N_{c.Rd}} + \frac{|M_{y.Ed}|}{M_{y.c.Rd}} = \frac{|-1244|}{32448} + \frac{|0|}{184} = 0.038$$

  controle: 0.038 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Maximale spanning:

$$\text{Sigma: } \frac{|N_{Ed}|}{A} + \frac{|M_{y.Ed}|}{W_{pl.y}} = \frac{|-1244|}{109.1} + \frac{|0|}{0.752} = 11.4 \text{ N/mm}^2$$

  $UC_{spanning} = Sigma/fy = 11.4 / 235.0 = 0.049$

  controle: 0.049 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.40 (het profiel is geschoord).
  M1 = 0.00 , M2 = 0.00 , Ms = 0.00 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
  Interactiefactoren volgens bijlage B:

$$K_{y.2} = C_{my} * (1.0 + (\lambda_{bdarel.y} - 0.2)*(|N_{Ed}|/(\chi_{iy}*N_{Rk}/1.0)) = 0.40 * (1.0 + (0.58 - 0.2)*(|-1244|/(0.799 *32448 /1.0)) = 0.41$$

$$K_{y.3} = C_{my} * (1.0 + 0.8*(|N_{Ed}|/(\chi_{iy}*N_{Rk}/1.0)) = 0.40 * (1.0 + 0.8*(|-1244|/(0.799 *32448 /1.0)) = 0.42$$

$$K_{y.b} = \min(K_{y.2}, K_{y.3}) = \min(0.41, 0.42) = 0.41$$

$$K_{z.b} = 0.6 * K_{y.b} = 0.24$$

$$UC_{stab.1} = |N_{Ed}|/(\chi_{iy}*N_{Rk}/1.0)+K_{y.b}*|M_{y.Ed}|/(1.00*M_{y.Rk}/1.0) = |-1244|/(0.799 *32448 /1.0)+0.41 *|0.0|/(1.00*184.3 /1.0) = 0.048 + 0.000 = 0.048$$

$$UC_{stab.2} = |N_{Ed}|/(\chi_{iz}*N_{Rk}/1.0)+K_{z.b}*|M_{y.Ed}|/(1.00*M_{y.Rk}/1.0) = |-1244|/(0.799 *32448 /1.0)+0.24 *|0.0|/(1.00*184.3 /1.0) = 0.048 + 0.000 = 0.048$$

  Maatgevend: $UC_{stab.b} = \max(UC_{stab.1}, UC_{stab.2}) = \max(0.048, 0.048) = 0.048$

  controle: 0.048 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie:
- Drukdiagonalen (RHBK20*20*1.5 mm) voldoen qua trek/druk
  bij B.C.8: a1) Eigen gewicht + installaties + sneeuw (Ct=1.0)

3.16.3.4 Controle van de trekdiagonalen:

Er wordt vanuit gegaan, dat de trekdiagonalen als zodanig worden toegepast in
de eindkappen en als trek- en drukdiagonalen in eventuele middenkappen.

- Controle op trek (in de eindkappen bij neerwaartse belasting en evt. in de middenkappen
  bij opwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qtdmaxt = 844 N (zie tabel 3.16.3.1)
    (+ = trek in trekdiagonaal)

$$\text{Res.diag.trekkracht: } Ntdiagt = \frac{Qtdmaxt+Fpunt/2}{\sin(alfa)} = \frac{844 + 0 \;/2}{\sin(42.8)} = 1244 \text{ N}$$

 - Sterkte: Capaciteit trekdiagonaal: Ftdiagt = 18847 N (zie 4.4)

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Ftdiagt} = \frac{|1244|}{18847} = 0.066$$

  - UC-Trek : 0.066 < 1.00, dus trekdiagonaal voldoet.

- Controle op druk (in de eindkappen bij opwaartse belasting en evt. in de middenkappen
  bij neerwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qtdmaxd = 38 N (zie tabel 3.16.3.1)
    (+ = druk in trekdiagonaal)

$$\text{Res. diagonaaldrukkracht: } Ntdiagd = \frac{-Qtdmaxd}{\sin(alfa)} = \frac{-38}{\sin(42.8)} = -55 \text{ N}$$

 - Sterkte: Capaciteit trekdiagonaal: Ftdiagd = 25917 N (zie 4.4)

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Ftdiagd} = \frac{|55|}{25917} = 0.002$$

  - UC-Druk : 0.002 < 1.00, dus trekdiagonaal voldoet.

Conclusie:
- Trekdiagonalen (RHBK20*20*1.5 mm) voldoen qua trek/druk
  bij B.C.8: a1) Eigen gewicht + installaties + sneeuw (Ct=1.0)

3.16.3.4 Controle van de (las)verbindingen:

	Drukdiagonaal	Trekdiagonaal
	Nd = -1244 N	Nd = - 55 N
	Nt = 55 N	Nt = 1244 N
	Fstev = 41 N	Fstev = 913 N
	Fstlo = 38 N	Fstlo = 844 N
	Msdt = 0.00 Nm	Msdt = 0.00 Nm
	Fsdev = 913 N	Fsdev = 41 N

	bovenrand	onderrand	bovenrand	onderrand
Tau1	0.30 N/mm²	0.30 N/mm²	6.76 N/mm²	6.76 N/mm²
Tau2	0.46 N/mm²	0.46 N/mm²	10.33 N/mm²	10.33 N/mm²
Sgm1	0.30 N/mm²	0.30 N/mm²	6.76 N/mm²	6.76 N/mm²
SgmWst	0.58 N/mm²	0.58 N/mm²	12.95 N/mm²	12.95 N/mm²
UC1	0.00	0.00	0.06	0.06
UC2	0.00	0.00	0.02	0.02
SgmWsd	10.33 N/mm²	10.33 N/mm²	0.46 N/mm²	0.46 N/mm²
UC3	0.05	0.05	0.00	0.00
Nt1	13786 N	13786 N	13786 N	13786 N
knd	1.00	1.00	1.00	1.00
Nd1	13786 N	13786 N	13786 N	13786 N
UCt1	0.00	0.00	0.09	0.09
UCd1	0.09	0.09	0.00	0.00
UClas	0.05	0.05	0.06	0.06
UCdia	0.09	0.09	0.09	0.09
UCgeo	0.97	0.97	0.97	0.97

UClas	0.05	0.06
UCdia	0.97	0.97

Conclusie:
- Lassen: UClas = 0.06 <= 1.00 dus: voldoen
- Aansluitingen: UCdia = 0.97 <= 1.00 dus: voldoen

Eindconclusie:
- Aansluiting diagonalen voldoet
  bij B.C.8: a1) Eigen gewicht + installaties + sneeuw (Ct=1.0)

3.16.3.5 Controle van de bouten van de spant-kolom-aansluiting:

Controle van de krachten op de bout(en) bij de bovenrand:

Tabel 3.16.3.5.1: Belastingen bij bovenrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,br [N]	Fs,br [N]	Fi,br [N]
9.60	-659	4731	806	4173	403	4211
14.40	-661	4731	-807	4179	-404	4218
14.40	-571	4726	769	3930	384	3968
19.20	-753	4726	-844	4429	-422	4469

Gegevens van de eindplaat bij de bovenrand:
- Aantal bouten bij de bovenrand: nbb = 1
- Momenten-arm bij bovenrand: hbbout = 364 mm
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Normaalkracht: $Ft = \frac{Nt}{2 * nbb} - \frac{M}{hbbout}$ met Ft >= 0 N
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * Q
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,br max = 4469 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbtb max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 4469 N < 33926 N, dus bout bij bovenrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.8: a1) Eigen gewicht + installaties + sneeuw (Ct=1.0)

Controle van de krachten op de bout(en) bij de onderrand:

Tabel 3.16.3.5.2: Belastingen bij onderrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,or [N]	Fs,or [N]	Fi,or [N]
9.60	-659	4731	806	558	403	798
14.40	-661	4731	-807	552	-404	794
14.40	-571	4726	769	795	384	963
19.20	-753	4726	-844	297	-422	667

Gegevens van de eindplaat bij de onderrand:
- Aantal bouten bij de onderrand: nbo = 1
- Momenten-arm bij onderrand: hobout = 364 mm
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Normaalkracht: $Ft = \frac{Nt}{2 * nbo} + \frac{M}{hobout}$ met Ft >= 0 N
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * Q
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,or max = 963 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbto max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 963 N < 33926 N, dus bout bij onderrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.8: a1) Eigen gewicht + installaties + sneeuw (Ct=1.0)

3.16.3.5 Controle van de eindplaat op pons:

Bij de boutverbinding van de bovenrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxb = 4.4 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capb = 96 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 4.4 kN < 96 kN, dus eindplaat (ST50*12.0) voldoet
zonder onderlegring bij de bovenste bout
bij B.C.8: a1) Eigen gewicht + installaties + sneeuw (Ct=1.0)

Bij de boutverbinding van de onderrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxo = 0.8 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capo = 96 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0.8 kN < 96 kN, dus eindplaat (ST50*12.0) voldoet
zonder onderlegring bij de onderste bout
bij B.C.8: a1) Eigen gewicht + installaties + sneeuw (Ct=1.0)

3.16.3.5 Controle van de eindplaat op buiging:

Tabel 3.16.3.5.4.1: Belastingen van de eindplaat van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Normaal-kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ftrb [N]	Ftro [N]
9.60	-659	4731	806	4012	719
14.40	-661	4731	-807	4018	713
14.40	-571	4726	769	3791	935
19.20	-753	4726	-844	4245	481

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de bovenrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftrb = \frac{N + sn*Q}{2} - \frac{M}{ht,eff} \text{ met } Ftrb>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftrb(max) * e = 0.5 * 4245 * 25.0 = 53 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 1667 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 53 Nm < 1667 Nm, dus eindplaat (ST50*12.0) voldoet
bij B.C.8: a1) Eigen gewicht + installaties + sneeuw (Ct=1.0)

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de onderrand:
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftro(max) * e = 0.5 * 935 * 25.0 = 12 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 368 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 12 Nm < 368 Nm, dus eindplaat (ST50*12.0) voldoet
bij B.C.8: a1) Eigen gewicht + installaties + sneeuw (Ct=1.0)

De lasverbindingen tussen eindplaat met resp. de boven- en onderrand
zijn niet gecontroleerd.

3.16.4 De krachtsverdeling in de 2e rij tralies:

Tabel 3.16.4.1: Momentenlijn, normaal- en dwarskrachtenlijn.

Positie	Momentenlijn	Normaal-krachtenlijn	Dwars-krachtenlijn
x in [m] begin - eind	M(x) in [Nm] (+ = U/- =)	N(x) in [N] (+ = trek)	Q(x) in [N] (+ = ~~~___)
4.80 - 7.20	-409 395	4740 4740	738 -68
7.20 - 9.60	395 -738	4740 4740	-68 -875
19.20 - 21.60	-653 402	4725 4725	843 37
21.60 - 24.00	402 -479	4725 4725	37 -770

3.16.4.1 Controle van de stijfheid van de tralie:

De toelaatbare doorbuiging van alle tralieliggers wordt bepaald per tralie:
- uvtoel = 4800 / 250 < 30.0 mm, dus: uvtoel = 19.2 mm

Uit de U-lijn is de maximale doorbuiging:
- doorbuiging umax = -4.91 mm

- Controle van de 2e rij tralies:
  Doorbuiging: |-4.9 | mm < 19.2 mm, dus: voldoet.
  bij B.C.8: a1) Eigen gewicht + installaties + sneeuw (Ct=1.0)

3.16.4.2 Controle van de bovenrand:

3.16.4.2 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de bovenrand:

- De normaalkracht in de bovenrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = -M/0.4000 + N/2 (voor N en M, zie 3.16.4.1)
    met: Effectieve spanthoogte: 400.0 mm

Tabel 3.16.42: Normaalkrachtenverloop in de bovenrand.

Plaats	Normaalkracht in [N] (trek = positief) Spant		Systeem-lengte
x in [m]			[mm]
4.80 - 7.20	3393	1384	2399
7.20 - 9.60	1384	4214	2401
19.20 - 21.60	3995	1357	2399
21.60 - 24.00	1357	3559	2401

3.16.4.2 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Tabel 3.16.4.2:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de bovenrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-bepaling begin-eind	Normaalkrachten (trek = positief) [N] "begin"	"einde"	Rand-voor-waar-den	Mouty fact. ß m	Knfct staaf-lengte ß m×ß n	Knik-lengte [mm]	Klasse	Sterkte UC	Stab. UC
4.80- 7.20	3393	1384	m-d	0.792	0.524	2515	1	0.01	0.03
7.20- 9.60	1384	4214	d-m	0.792	0.524	2517	1	0.01	0.03
19.20-21.60	3995	1357	m-d	0.792	0.524	2515	1	0.01	0.03
21.60-24.00	1357	3559	d-m	0.792	0.524	2517	1	0.01	0.03

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (1.46 - 0.2)*(|-524 |/(0.330 *61470   /1.0)) = 0.93
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-524 |/(0.330 *61470   /1.0)) = 0.92
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(0.93   , 0.92   ) = 0.92
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.55

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-524 |/(0.330 *61470   /1.0)+0.92 *|0.0 |/(1.00*834.3 /1.0)
           = 0.026 + 0.000 = 0.026
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-524 |/(0.814 *61470   /1.0)+0.55 *|0.0 |/(1.00*834.3 /1.0)
           = 0.010 + 0.000 = 0.010

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.026 , 0.010) = 0.026

- controle: 0.03 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.16.4.2 Stabiliteitscontrole in het vlak:

- Nabij de zwevende goten:

  - Maatgevende normaaldrukkracht: Ndmax = 0 N

  - Kniklengte: lky = 0.80 * lveld = 0.80 * 800 = 640 mm
    (lky > lveld/2, omdat de kortere velden, de langere velden steunen.)
  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
       = 0.90 * (1.0 + (0.55 - 0.2)*(|0 |/(0.814 *61470 /1.0)) = 0.90
  Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
       = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|0 |/(0.814 *61470 /1.0)) = 0.90
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.90 , 0.90) = 0.90
  Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.54

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |0 |/(0.814 *61470 /1.0)+0.90 *|0.0 |/(1.00*626.1 /1.0)
           = 0.000 + 0.000 = 0.000
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |0 |/(0.913 *61470 /1.0)+0.54 *|0.0 |/(1.00*626.1 /1.0)
           = 0.000 + 0.000 = 0.000

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.000 , 0.000) = 0.000

- controle: 0.00 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.16.4.2 Doorsnede-controle van de bovenrand:

          |NEd| | 0 |
- UCDruk = ----- = --------- = 0.00
          Nc.Rd 61470

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 4214 N

          |NEd| | 4214 |
- UCTrek = ----- = --------- = 0.07
          Nc.Rd 61470

Trek is maatgevend.

- Controle: 0.07 < 1.00, dus de treksterkte voldoet.

Conclusie:
- Bovenrand (RHBK50*30*1.5) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.8: a1) Eigen gewicht + installaties + sneeuw (Ct=1.0)

3.16.4.3 Controle van de onderrand:

3.16.4.3 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de onderrand:
(voor de achterliggende theorie wordt verwezen naar hoofdstuk 4)

Tabel 3.16.43: Normaalkrachtenverloop in de onderrand.
- De normaalkracht in de onderrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = M/0.4000 + N/2 (voor N en M, zie 3.16.4.1)
    met: Effectieve spanthoogte: 400.0 mm

Tabel 3.16.43: Normaalkrachtenverloop in de onderrand.

Plaats x in [m]	Normaalkracht in [N] (trek = positief) Spant		Systeem-lengte [mm]
4.80 - 7.20	1347	3356	2399
7.20 - 9.60	3356	526	2401
19.20 - 21.60	730	3367	2399
21.60 - 24.00	3367	1166	2401

3.16.4.3 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Tabel 3.16.4.3:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de onderrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-bepaling begin-eind	Normaalkrachten (trek = positief) [N] "begin"	"einde"	Rand-voor-waar-den	Mouty fact. ß m	Knfct staaf-lengte ß m×ß n	Knik-lengte /PlPerc [mm]	Klasse	Sterkte UC	Stab. UC
4.80- 7.20	1347	3356	m-d	0.797	0.528	2533	1	0.03	0.09
7.20- 9.60	3356	526	d-m	0.797	0.528	2535	1	0.02	0.07
19.20-21.60	730	3367	m-d	0.797	0.528	2533	1	0.02	0.07
21.60-24.00	3367	1166	d-m	0.797	0.528	2535	1	0.03	0.09

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
  = 0.90 * (1.0 + (1.47 - 0.2)*(|-1758 |/(0.326 *61470 /1.0)) = 1.00
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
  = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-1758 |/(0.326 *61470 /1.0)) = 0.96
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(1.00 , 0.96) = 0.96
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.58

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
  = |-1758 |/(0.326 *61470 /1.0)+0.96 *|0.0 |/(1.00*834.3 /1.0)
  = 0.088 + 0.000 = 0.088
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
  = |-1758 |/(0.731 *61470 /1.0)+0.58 *|0.0 |/(1.00*834.3 /1.0)
  = 0.039 + 0.000 = 0.039

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.088 , 0.039) = 0.088

- controle: 0.09 < 0.95, dus de stabiliteit voldoet.

3.16.4.3 Stabiliteitscontrole in het vlak (nabij de kolom-aansluitingen):

- Maatgevend: Ndmax = N + |Q|/tan(alfa) = 0 + |0 |/tan(42.8) = 0 N
  (N.B.: 1e drukdiagonaal reduceert de normaaldrukkracht in de onderrand)

- Kniklengte: lky = 1.00*lveld = 1.00 * 800 = 800 mm

  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.40 (het profiel is geschoord).
  M1 = 0.00 , M2 = 0.00 , Ms = 0.00 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
  = 0.40 * (1.0 + (0.69 - 0.2)*(|0 |/(0.731 *61470 /1.0)) = 0.40
  Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
  = 0.40 * (1.0 + 0.8*(|0 |/(0.731 *61470 /1.0)) = 0.40
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.40 , 0.40) = 0.40
  Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.24

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
  = |0 |/(0.731 *61470 /1.0)+0.40 *|0.0 |/(1.00*626.1 /1.0)
  = 0.000 + 0.000 = 0.000
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
  = |0 |/(0.864 *61470 /1.0)+0.24 *|0.0 |/(1.00*626.1 /1.0)
  = 0.000 + 0.000 = 0.000

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.000 , 0.000) = 0.000

- controle: 0.00 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.16.4.3 Doorsnede-controle van de onderrand:

$$\text{- UCDruk} = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} = \frac{|0|}{61470} = 0.00$$

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 3367 N

$$\text{- UCTrek} = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} = \frac{|3367|}{61470} = 0.05$$

Trek is maatgevend.

- Controle: 0.05 < 1.00, dus de treksterkte voldoet.

Conclusie:
- Onderrand (RHBK50*30*1.5) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.8: a1) Eigen gewicht + installaties + sneeuw (Ct=1.0)

3.16.4.4 Controle van de diagonalen:

3.16.4.4 Controle van de drukdiagonalen:

Gezien de toepassing spitst de controle van de drukdiagonalen zich toe
op de eindkappen van de tralies, d.w.z. tussen kopplaat en 1e zwevende goten.

- Controle op druk (bij neerwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qddmaxd = -875 N (zie tabel 3.16.4.1)
    (+ = druk in drukdiagonaal)
    Extra dwarskracht i.v.m. mogelijke positie transportlast in eerste
    diagonaalveld in plaats van het midden van de overspanning.
    Vert.puntlast: Fpunt = 0.00 * max(1250, 1000) + 1.00 * 0 = 0 N

$$\text{- Res.diag.drukkracht: } N_{ddiagd} = \frac{Q_{ddmaxd} - F_{punt}/2}{\sin(\alpha)} = \frac{-875 - 0/2}{\sin(42.8)} = -1289 \text{ N}$$

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$UC_{sterkte} = \frac{|N_{Ed}|}{N_{c.Rd}} + \frac{|M_{y.Ed}|}{M_{y.c.Rd}} = \frac{|-1289|}{32448} + \frac{|0|}{184} = 0.040$$

  controle: 0.040 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Maximale spanning:

$$\text{Sigma: } \frac{|N_{Ed}|}{A} + \frac{|M_{y.Ed}|}{W_{pl.y}} = \frac{|-1289|}{109.1} + \frac{|0|}{0.752} = 11.8 \text{ N/mm}^2$$

  $UC_{spanning} = Sigma/fy = 11.8 / 235.0 = 0.050$

  controle: 0.050 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.40 (het profiel is geschoord).
  M1 = 0.00 , M2 = 0.00 , Ms = 0.00 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
  = 0.40 * (1.0 + (0.58 - 0.2)*(|-1289 |/(0.799 *32448 /1.0)) = 0.41
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
  = 0.40 * (1.0 + 0.8*(|-1289 |/(0.799 *32448 /1.0)) = 0.42
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(0.41 , 0.42) = 0.41
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.24

  $UC_{stab.1} = |N_{Ed}|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)$
  $= |-1289 |/(0.799 *32448 /1.0)+0.41 *|0.0 |/(1.00*184.3 /1.0)$
  $= 0.050 + 0.000 = 0.050$
  $UC_{stab.2} = |N_{Ed}|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)$
  $= |-1289 |/(0.799 *32448 /1.0)+0.24 *|0.0 |/(1.00*184.3 /1.0)$
  $= 0.050 + 0.000 = 0.050$

  Maatgevend: $UC_{stab.b} = \max(UC_{stab.1}, UC_{stab.2}) = \max(0.050 , 0.050) = 0.050$

  controle: 0.050 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie:
- Drukdiagonalen (RHBK20*20*1.5 mm) voldoen qua trek/druk
  bij B.C.8: a1) Eigen gewicht + installaties + sneeuw (Ct=1.0)

3.16.4.4 Controle van de trekdiagonalen:

Er wordt vanuit gegaan, dat de trekdiagonalen als zodanig worden toegepast in
de eindkappen en als trek- en drukdiagonalen in eventuele middenkappen.

- Controle op trek (in de eindkappen bij neerwaartse belasting en evt. in de middenkappen
  bij opwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qtdmaxt = 875 N (zie tabel 3.16.4.1)
    (+ = trek in trekdiagonaal)

$$\text{Res.diag.trekkracht: } Ntdiagt = \frac{Qtdmaxt+Fpunt/2}{\sin(alfa)} = \frac{875 + 0 \;/2}{\sin(42.8)} = 1289 \text{ N}$$

 - Sterkte: Capaciteit trekdiagonaal: Ftdiagt = 18847 N (zie 4.4)

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Ftdiagt} = \frac{|1289|}{18847} = 0.068$$

  - UC-Trek : 0.068 < 1.00, dus trekdiagonaal voldoet.

- Controle op druk (in de eindkappen bij opwaartse belasting en evt. in de middenkappen
  bij neerwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qtdmaxd = 68 N (zie tabel 3.16.4.1)
    (+ = druk in trekdiagonaal)

$$\text{Res. diagonaaldrukkracht: } Ntdiagd = \frac{-Qtdmaxd}{\sin(alfa)} = \frac{-68}{\sin(42.8)} = -100 \text{ N}$$

 - Sterkte: Capaciteit trekdiagonaal: Ftdiagd = 25917 N (zie 4.4)

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Ftdiagd} = \frac{|100|}{25917} = 0.004$$

  - UC-Druk : 0.004 < 1.00, dus trekdiagonaal voldoet.

Conclusie:
- Trekdiagonalen (RHBK20*20*1.5 mm) voldoen qua trek/druk
  bij B.C.8: a1) Eigen gewicht + installaties + sneeuw (Ct=1.0)

3.16.4.4 Controle van de (las)verbindingen:

	Drukdiagonaal		Trekdiagonaal	
	Nd = -1289 N Nt = 100 N Fstev = 74 N Fstlo = 68 N Msdt = 0.00 Nm Fsdev = 946 N		Nd = - 100 N Nt = 1289 N Fstev = 946 N Fstlo = 875 N Msdt = 0.00 Nm Fsdev = 74 N	
	bovenrand	onderrand	bovenrand	onderrand
Tau1	0.55 N/mm²	0.55 N/mm²	7.00 N/mm²	7.00 N/mm²
Tau2	0.83 N/mm²	0.83 N/mm²	10.71 N/mm²	10.71 N/mm²
Sgm1	0.55 N/mm²	0.55 N/mm²	7.00 N/mm²	7.00 N/mm²
SgmWst	1.04 N/mm²	1.04 N/mm²	13.42 N/mm²	13.42 N/mm²
UC1	0.01	0.01	0.06	0.06
UC2	0.00	0.00	0.02	0.02
SgmWsd	10.71 N/mm²	10.71 N/mm²	0.83 N/mm²	0.83 N/mm²
UC3	0.05	0.05	0.00	0.00
Nt1	13786 N	13786 N	13786 N	13786 N
knd	1.00	1.00	1.00	1.00
Nd1	13786 N	13786 N	13786 N	13786 N
UCt1	0.01	0.01	0.09	0.09
UCd1	0.09	0.09	0.01	0.01
UClas	0.05	0.05	0.06	0.06
UCdia	0.09	0.09	0.09	0.09
UCgeo	0.97	0.97	0.97	0.97
UClas	0.05		0.06	
UCdia	0.97		0.97	

Conclusie:
- Lassen: UClas = 0.06 <= 1.00 dus: voldoen
- Aansluitingen: UCdia = 0.97 <= 1.00 dus: voldoen

Eindconclusie:
- Aansluiting diagonalen voldoet
  bij B.C.8: a1) Eigen gewicht + installaties + sneeuw (Ct=1.0)

3.16.4.5 Controle van de bouten van de spant-kolom-aansluiting:

Controle van de krachten op de bout(en) bij de bovenrand:

Tabel 3.16.4.5.1: Belastingen bij bovenrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,br [N]	Fs,br [N]	Fi,br [N]
4.80	-409	4740	738	3493	369	3532
9.60	-738	4740	-875	4394	-437	4438
19.20	-653	4725	843	4154	421	4197
24.00	-479	4725	-770	3676	-385	3716

Gegevens van de eindplaat bij de bovenrand:
- Aantal bouten bij de bovenrand: nbb = 1
- Momenten-arm bij bovenrand: hbbout = 364 mm
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Normaalkracht: $Ft = \frac{Nt}{2 * nbb} - \frac{M}{hbbout}$ met Ft >= 0 N
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * Q
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,br max = 4438 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbtb max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 4438 N < 33926 N, dus bout bij bovenrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.8: a1) Eigen gewicht + installaties + sneeuw (Ct=1.0)

Controle van de krachten op de bout(en) bij de onderrand:

Tabel 3.16.4.5.2: Belastingen bij onderrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,or [N]	Fs,or [N]	Fi,or [N]
4.80	-409	4740	738	1247	369	1352
9.60	-738	4740	-875	346	-437	709
19.20	-653	4725	843	570	421	825
24.00	-479	4725	-770	1049	-385	1182

Gegevens van de eindplaat bij de onderrand:
- Aantal bouten bij de onderrand: nbo = 1
- Momenten-arm bij onderrand: hobout = 364 mm
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Normaalkracht: $Ft = \frac{Nt}{2 * nbo} + \frac{M}{hobout}$ met Ft >= 0 N
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * Q
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,or max = 1352 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbto max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 1352 N < 33926 N, dus bout bij onderrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.8: a1) Eigen gewicht + installaties + sneeuw (Ct=1.0)

3.16.4.5 Controle van de eindplaat op pons:

Bij de boutverbinding van de bovenrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxb = 4.4 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capb = 96 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 4.4 kN < 96 kN, dus eindplaat (ST50*12.0) voldoet
zonder onderlegring bij de bovenste bout
bij B.C.8: a1) Eigen gewicht + installaties + sneeuw (Ct=1.0)

Bij de boutverbinding van de onderrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxo = 1.2 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capo = 96 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 1.2 kN < 96 kN, dus eindplaat (ST50*12.0) voldoet
zonder onderlegring bij de onderste bout
bij B.C.8: a1) Eigen gewicht + installaties + sneeuw (Ct=1.0)

3.16.4.5 Controle van de eindplaat op buiging:

Tabel 3.16.4.5.4.1: Belastingen van de eindplaat van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Normaal-kracht
x	M	N	Q	Ftrb	Ftro
[m]	[Nm]	[N]	[N]	[N]	[N]
4.80	-409	4740	738	3393	1347
9.60	-738	4740	-875	4214	526
19.20	-653	4725	843	3995	730
24.00	-479	4725	-770	3559	1166

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de bovenrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftrb = \frac{N + sn*Q}{2} - \frac{M}{ht,eff} \text{ met } Ftrb>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftrb(max) * e = 0.5 * 4214 * 25.0 = 53 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 1667 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 53 Nm < 1667 Nm, dus eindplaat (ST50*12.0) voldoet
bij B.C.8: a1) Eigen gewicht + installaties + sneeuw (Ct=1.0)

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de onderrand:
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftro(max) * e = 0.5 * 1347 * 25.0 = 17 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 368 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 17 Nm < 368 Nm, dus eindplaat (ST50*12.0) voldoet
bij B.C.8: a1) Eigen gewicht + installaties + sneeuw (Ct=1.0)

De lasverbindingen tussen eindplaat met resp. de boven- en onderrand
zijn niet gecontroleerd.

3.16.5 De krachtsverdeling in de 1e rij tralies:

Tabel 3.16.5.1: Momentenlijn, normaal- en dwarskrachtenlijn.

Positie	Momentenlijn	Normaal-	Dwars-
		krachtenlijn	krachtenlijn
x in [m]	M(x) in [Nm]	N(x) in [N]	Q(x) in [N]
begin - eind	(+ = U/- =)	(+ = trek)	(+ = ~~~___)
0.00 - 2.40	-1311 85	4758 4758	985 179
2.40 - 4.80	85 -455	4758 4758	179 -628
24.00 - 26.40	-344 55	4734 4734	570 -236
26.40 - 28.80	55 -1481	4734 4734	-236 -1043

3.16.5.1 Controle van de stijfheid van de tralie:

De toelaatbare doorbuiging van alle tralieliggers wordt bepaald per tralie:
- uvtoel = 4800 / 250 < 30.0 mm, dus: uvtoel = 19.2 mm

Uit de U-lijn is de maximale doorbuiging:
- doorbuiging umax = -4.74 mm

- Controle van de 1e rij tralies:
  Doorbuiging: |-4.7 | mm < 19.2 mm, dus: voldoet.
  bij B.C.8: a1) Eigen gewicht + installaties + sneeuw (Ct=1.0)

3.16.5.2 Controle van de bovenrand:

3.16.5.2 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de bovenrand:

- De normaalkracht in de bovenrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = -M/0.4000 + N/2 (voor N en M, zie 3.16.5.1)
    met: Effectieve spanthoogte: 400.0 mm

Tabel 3.16.52: Normaalkrachtenverloop in de bovenrand.

Plaats	Normaalkracht in [N]	Systeem-
	(trek = positief)	lengte
x in [m]	Spant	[mm]
0.00 - 2.40	5656 2167	2399
2.40 - 4.80	2167 3518	2401
24.00 - 26.40	3228 2229	2399
26.40 - 28.80	2229 6070	2401

3.16.5.2 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Tabel 3.16.5.2:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de bovenrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-bepaling begin-eind	Normaalkrachten (trek = positief) [N] "begin"	"einde"	Rand-voor-waar-den	Mouty fact. ßm	Knfct staaf-lengte ßm×ßn	Knik-lengte [mm]	Klasse	Sterkte UC	Stab. UC
0.00- 2.40	5656	2167	e-d	0.786	0.521	2498	1	0.02	0.05
2.40- 4.80	2167	3518	d-m	0.792	0.524	2517	1	0.02	0.05
24.00-26.40	3228	2229	m-d	0.792	0.524	2515	1	0.02	0.05
26.40-28.80	2229	6070	d-e	0.786	0.521	2500	1	0.02	0.05

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (1.46 - 0.2)*(|-1100 |/(0.330 *61470   /1.0)) = 0.96
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-1100 |/(0.330 *61470   /1.0)) = 0.94
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(0.96   , 0.94   ) = 0.94
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.56

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-1100 |/(0.330 *61470   /1.0)+0.94 *|0.0 |/(1.00*834.3 /1.0)
           = 0.054 + 0.000 = 0.054
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-1100 |/(0.814 *61470   /1.0)+0.56 *|0.0 |/(1.00*834.3 /1.0)
           = 0.022 + 0.000 = 0.022

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.054 , 0.022) = 0.054

- controle: 0.05 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.16.5.2 Stabiliteitscontrole in het vlak:

- Nabij de zwevende goten:

  - Maatgevende normaaldrukkracht: Ndmax = 0 N

  - Kniklengte: lky = 0.80 * lveld = 0.80 * 800 = 640 mm
    (lky > lveld/2, omdat de kortere velden, de langere velden steunen.)
  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
       = 0.90 * (1.0 + (0.55 - 0.2)*(|0 |/(0.814 *61470 /1.0)) = 0.90
  Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
       = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|0 |/(0.814 *61470 /1.0)) = 0.90
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.90 , 0.90) = 0.90
  Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.54

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |0 |/(0.814 *61470 /1.0)+0.90 *|0.0 |/(1.00*626.1 /1.0)
           = 0.000 + 0.000 = 0.000
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |0 |/(0.913 *61470 /1.0)+0.54 *|0.0 |/(1.00*626.1 /1.0)
           = 0.000 + 0.000 = 0.000

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.000 , 0.000) = 0.000

- controle: 0.00 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.16.5.2 Doorsnede-controle van de bovenrand:

          |NEd| | 0 |
- UCDruk = ----- = --------- = 0.00
          Nc.Rd 61470

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 6070 N

          |NEd| | 6070 |
- UCTrek = ----- = --------- = 0.10
          Nc.Rd 61470

Trek is maatgevend.

- Controle: 0.10 < 1.00, dus de treksterkte voldoet.

Conclusie:
- Bovenrand (RHBK50*30*1.5) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.8: a1) Eigen gewicht + installaties + sneeuw (Ct=1.0)

3.16.5.3 Controle van de onderrand:

3.16.5.3 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de onderrand:
(voor de achterliggende theorie wordt verwezen naar hoofdstuk 4)

Tabel 3.16.53: Normaalkrachtenverloop in de onderrand.
- De normaalkracht in de onderrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = M/0.4000 + N/2 (voor N en M, zie 3.16.5.1)
    met: Effectieve spanthoogte: 400.0 mm

Tabel 3.16.53: Normaalkrachtenverloop in de onderrand.

Plaats x in [m]	Normaalkracht in [N] (trek = positief) Spant		Systeem-lengte [mm]
0.00 - 2.40	-898	2590	2399
2.40 - 4.80	2590	1240	2401
24.00 - 26.40	1506	2505	2399
26.40 - 28.80	2505	-1336	2401

3.16.5.3 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Tabel 3.16.5.3:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de onderrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-bepaling begin-eind	Normaalkrachten (trek = positief) [N] "begin"	"einde"	Rand-voor-waar-den	Mouty fact. ß m	Knfct staaf-lengte/PlPerc ß m×ß n	Knik-lengte [mm]	Klasse	Sterkte UC	Stab. UC
0.00- 2.40	-898	2590	e-d	0.792	0.524	2517	1	0.01	0.04
2.40- 4.80	2590	1240	d-m	0.797	0.528	2535	1	0.03	0.09
24.00-26.40	1506	2505	m-d	0.797	0.528	2533	1	0.03	0.09
26.40-28.80	2505	-1336	d-e	0.792	0.524	2519	1	0.02	0.07

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
       = 0.90 * (1.0 + (1.47 - 0.2)*(|-1785 |/(0.326 *61470 /1.0)) = 1.00
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
       = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-1785 |/(0.326 *61470 /1.0)) = 0.96
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(1.00 , 0.96) = 0.96
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.58

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-1785 |/(0.326 *61470 /1.0)+0.96 *|0.0 |/(1.00*834.3 /1.0)
           = 0.089 + 0.000 = 0.089
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-1785 |/(0.731 *61470 /1.0)+0.58 *|0.0 |/(1.00*834.3 /1.0)
           = 0.040 + 0.000 = 0.040

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.089 , 0.040) = 0.089

- controle: 0.09 < 0.95, dus de stabiliteit voldoet.

3.16.5.3 Stabiliteitscontrole in het vlak (nabij de kolom-aansluitingen):

- Maatgevend: Ndmax = N + |Q|/tan(alfa) = -1336 + |-1043 |/tan(42.8) = -208 N
  (N.B.: 1e drukdiagonaal reduceert de normaaldrukkracht in de onderrand)

- Kniklengte: lky = 1.00*lveld = 1.00 * 800 = 800 mm

  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.40 (het profiel is geschoord).
  M1 = 0.00 , M2 = 0.00 , Ms = 0.00 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
       = 0.40 * (1.0 + (0.69 - 0.2)*(|-208 |/(0.731 *61470 /1.0)) = 0.40
  Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
       = 0.40 * (1.0 + 0.8*(|-208 |/(0.731 *61470 /1.0)) = 0.40
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.40 , 0.40) = 0.40
  Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.24

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-208 |/(0.731 *61470 /1.0)+0.40 *|0.0 |/(1.00*626.1 /1.0)
           = 0.005 + 0.000 = 0.005
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-208 |/(0.864 *61470 /1.0)+0.24 *|0.0 |/(1.00*626.1 /1.0)
           = 0.004 + 0.000 = 0.004

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.005 , 0.004) = 0.005

- controle: 0.00 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.16.5.3 Doorsnede-controle van de onderrand:

          |NEd| |-1336 |
- UCDruk = ----- = --------- = 0.02
          Nc.Rd   61470

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 2590 N

          |NEd| | 2590 |
- UCTrek = ----- = --------- = 0.04
          Nc.Rd   61470

Trek is maatgevend.

- Controle: 0.04 < 1.00, dus de treksterkte voldoet.

Conclusie:
- Onderrand (RHBK50*30*1.5) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.8: a1) Eigen gewicht + installaties + sneeuw (Ct=1.0)

3.16.5.4 Controle van de diagonalen:

3.16.5.4 Controle van de drukdiagonalen:

Gezien de toepassing spitst de controle van de drukdiagonalen zich toe
op de eindkappen van de tralies, d.w.z. tussen kopplaat en 1e zwevende goten.

- Controle op druk (bij neerwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qddmaxd = -1043 N (zie tabel 3.16.5.1)
    (+ = druk in drukdiagonaal)
    Extra dwarskracht i.v.m. mogelijke positie transportlast in eerste
    diagonaalveld in plaats van het midden van de overspanning.
    Vert.puntlast: Fpunt = 0.00 * max(1250, 1000) + 1.00 * 0 = 0 N

  - Res.diag.drukkracht: $N_{ddiagd} = \frac{Qddmaxd - Fpunt/2}{\sin(alfa)} = \frac{-1043 - 0 / 2}{\sin(42.8)} = -1537$ N

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} + \frac{|My.Ed|}{My.c.Rd} = \frac{|-1537|}{32448} + \frac{|0|}{184} = 0.047$$

  controle: 0.047 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Maximale spanning:

$$Sigma: \frac{|NEd|}{A} + \frac{|My.Ed|}{Wpl.y} = \frac{|-1537|}{109.1} + \frac{|0|}{0.752} = 14.1 \ N/mm^2$$

  UCspanning = Sigma/fy = 14.1 /235.0 = 0.060

  controle: 0.060 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.40 (het profiel is geschoord).
  M1 = 0.00 , M2 = 0.00 , Ms = 0.00 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
  = 0.40 * (1.0 + (0.58 - 0.2)*(|-1537 |/(0.799 *32448 /1.0)) = 0.41
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
  = 0.40 * (1.0 + 0.8*(|-1537 |/(0.799 *32448 /1.0)) = 0.42
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(0.41 , 0.42) = 0.41
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.25

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
  = |-1537 |/(0.799 *32448 /1.0)+0.41 *|0.0 |/(1.00*184.3 /1.0)
  = 0.059 + 0.000 = 0.059
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
  = |-1537 |/(0.799 *32448 /1.0)+0.25 *|0.0 |/(1.00*184.3 /1.0)
  = 0.059 + 0.000 = 0.059

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.059 , 0.059) = 0.059

  controle: 0.059 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie:
- Drukdiagonalen (RHBK20*20*1.5 mm) voldoen qua trek/druk
  bij B.C.8: a1) Eigen gewicht + installaties + sneeuw (Ct=1.0)

3.16.5.4 Controle van de trekdiagonalen:

Er wordt vanuit gegaan, dat de trekdiagonalen als zodanig worden toegepast in
de eindkappen en als trek- en drukdiagonalen in eventuele middenkappen.

- Controle op trek (in de eindkappen bij neerwaartse belasting en evt. in de middenkappen
  bij opwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qtdmaxt = 1043 N (zie tabel 3.16.5.1)
    (+ = trek in trekdiagonaal)

$$\text{Res.diag.trekkracht: } Ntdiagt = \frac{Qtdmaxt+Fpunt/2}{\sin(alfa)} = \frac{1043 + 0 \;/2}{\sin(42.8)} = 1537 \text{ N}$$

 - Sterkte: Capaciteit trekdiagonaal: Ftdiagt = 18847 N (zie 4.4)

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Ftdiagt} = \frac{|1537|}{18847} = 0.082$$

  - UC-Trek : 0.082 < 1.00, dus trekdiagonaal voldoet.

- Controle op druk (in de eindkappen bij opwaartse belasting en evt. in de middenkappen
  bij neerwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qtdmaxd = 236 N (zie tabel 3.16.5.1)
    (+ = druk in trekdiagonaal)

$$\text{Res. diagonaaldrukkracht: } Ntdiagd = \frac{-Qtdmaxd}{\sin(alfa)} = \frac{- 236}{\sin(42.8)} = -348 \text{ N}$$

 - Sterkte: Capaciteit trekdiagonaal: Ftdiagd = 25917 N (zie 4.4)

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Ftdiagd} = \frac{|348|}{25917} = 0.013$$

  - UC-Druk : 0.013 < 1.00, dus trekdiagonaal voldoet.

Conclusie:
- Trekdiagonalen (RHBK20*20*1.5 mm) voldoen qua trek/druk
  bij B.C.8: a1) Eigen gewicht + installaties + sneeuw (Ct=1.0)

3.16.5.4 Controle van de (las)verbindingen:

	Drukdiagonaal		Trekdiagonaal	
	Nd = -1537 N Nt = 348 N Fstev = 256 N Fstlo = 236 N Msdt = 0.00 Nm Fsdev = 1128 N		Nd = - 348 N Nt = 1537 N Fstev = 1128 N Fstlo = 1043 N Msdt = 0.00 Nm Fsdev = 256 N	
	bovenrand	onderrand	bovenrand	onderrand
Tau1	1.89 N/mm²	1.89 N/mm²	8.35 N/mm²	8.35 N/mm²
Tau2	2.89 N/mm²	2.89 N/mm²	12.77 N/mm²	12.77 N/mm²
Sgm1	1.89 N/mm²	1.89 N/mm²	8.35 N/mm²	8.35 N/mm²
SgmWst	3.63 N/mm²	3.63 N/mm²	16.00 N/mm²	16.00 N/mm²
UC1	0.02	0.02	0.08	0.08
UC2	0.01	0.01	0.03	0.03
SgmWsd	12.77 N/mm²	12.77 N/mm²	2.89 N/mm²	2.89 N/mm²
UC3	0.06	0.06	0.01	0.01
Nt1	13786 N	13786 N	13786 N	13786 N
knd	1.00	1.00	1.00	1.00
Nd1	13786 N	13786 N	13786 N	13786 N
UCt1	0.03	0.03	0.11	0.11
UCd1	0.11	0.11	0.03	0.03
UClas	0.06	0.06	0.08	0.08
UCdia	0.11	0.11	0.11	0.11
UCgeo	0.97	0.97	0.97	0.97
UClas	0.06		0.08	
UCdia	0.97		0.97	

Conclusie:
- Lassen: UClas = 0.08 <= 1.00 dus: voldoen
- Aansluitingen: UCdia = 0.97 <= 1.00 dus: voldoen

Eindconclusie:
- Aansluiting diagonalen voldoet
  bij B.C.8: a1) Eigen gewicht + installaties + sneeuw (Ct=1.0)

3.16.5.5 Controle van de bouten van de spant-kolom-aansluiting:

Controle van de krachten op de bout(en) bij de bovenrand:

Tabel 3.16.5.5.1: Belastingen bij bovenrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,br [N]	Fs,br [N]	Fi,br [N]
0.00	-1311	4758	985	5975	492	6016
4.80	-455	4758	-628	3629	-314	3656
24.00	-344	4734	570	3312	285	3337
28.80	-1481	4734	-1043	6431	-522	6473

Gegevens van de eindplaat bij de bovenrand:
- Aantal bouten bij de bovenrand: nbb = 1
- Momenten-arm bij bovenrand: hbbout = 364 mm
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Normaalkracht: $Ft = \frac{Nt}{2 * nbb} - \frac{M}{hbbout}$ met Ft >= 0 N
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * Q
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,br max = 6473 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbtb max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 6473 N < 33926 N, dus bout bij bovenrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.8: a1) Eigen gewicht + installaties + sneeuw (Ct=1.0)

Controle van de krachten op de bout(en) bij de onderrand:

Tabel 3.16.5.5.2: Belastingen bij onderrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,or [N]	Fs,or [N]	Fi,or [N]
0.00	-1311	4758	985	0	492	696
4.80	-455	4758	-628	1129	-314	1213
24.00	-344	4734	570	1422	285	1478
28.80	-1481	4734	-1043	0	-522	738

Gegevens van de eindplaat bij de onderrand:
- Aantal bouten bij de onderrand: nbo = 1
- Momenten-arm bij onderrand: hobout = 364 mm
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Normaalkracht: $Ft = \frac{Nt}{2 * nbo} + \frac{M}{hobout}$ met Ft >= 0 N
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * Q
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,or max = 1478 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbto max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 1478 N < 33926 N, dus bout bij onderrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.8: a1) Eigen gewicht + installaties + sneeuw (Ct=1.0)

3.16.5.5 Controle van de eindplaat op pons:

Bij de boutverbinding van de bovenrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxb = 6.4 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capb = 96 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 6.4 kN < 96 kN, dus eindplaat (ST50*12.0) voldoet
zonder onderlegring bij de bovenste bout
bij B.C.8: a1) Eigen gewicht + installaties + sneeuw (Ct=1.0)

Bij de boutverbinding van de onderrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxo = 1.4 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capo = 96 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 1.4 kN < 96 kN, dus eindplaat (ST50*12.0) voldoet
zonder onderlegring bij de onderste bout
bij B.C.8: a1) Eigen gewicht + installaties + sneeuw (Ct=1.0)

3.16.5.5 Controle van de eindplaat op buiging:

Tabel 3.16.5.5.4.1: Belastingen van de eindplaat van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Normaal-kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ftrb [N]	Ftro [N]
0.00	-1311	4758	985	5656	0
4.80	-455	4758	-628	3518	1240
24.00	-344	4734	570	3228	1506
28.80	-1481	4734	-1043	6070	0

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de bovenrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftrb = \frac{N + sn*Q}{2} - \frac{M}{ht,eff} \text{ met } Ftrb>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftrb(max) * e = 0.5 * 6070 * 25.0 = 76 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 1667 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 76 Nm < 1667 Nm, dus eindplaat (ST50*12.0) voldoet
bij B.C.8: a1) Eigen gewicht + installaties + sneeuw (Ct=1.0)

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de onderrand:
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftro(max) * e = 0.5 * 1506 * 25.0 = 19 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 368 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 19 Nm < 368 Nm, dus eindplaat (ST50*12.0) voldoet
bij B.C.8: a1) Eigen gewicht + installaties + sneeuw (Ct=1.0)

De lasverbindingen tussen eindplaat met resp. de boven- en onderrand
zijn niet gecontroleerd.

Toetsing van de bepalende doorsnede (lkx= 4000 mm, lky= 4000 mm):

Toetsing van de bepalende doorsnede (lkx= 8266 mm, lky= 4950 mm):

Toetsing van de bepalende doorsnede (lkx= 7072 mm, lky= 4000 mm):

c) Berekening van de toelaatbare horizontale verplaatsing in :

- Rekening houdend met de glasbreedten :
  - reductiefactor gevel: r1 = 800 / bkg < 2.0;
    800 / 800 = 1.00, dus r1 = 1.00
  - reductiefactor dek : r2 = 1125 / bd < 2.0;
    1125 / 1125 = 1.00, dus r2 = 1.00
  - ugevel = h / 100 * r1 < 50.0 mm;
    4000 / 100 * 1.00 = 40.0 mm, dus ugevel = 64.5 mm
  - udek = 1/200 * v * r2 < 50.0 mm
    1/200 * 4000 * 1.00 = 30.0 mm, dus udek = 68.9 mm
  - utoel-b = ugevel + udek = 64.5 + 68.9 = 64.5 mm
  - utoel = utoel-a < umax; MIN(110.0, 80.0) = 220.0 mm

3.17 B.C.9: d) Eigen gewicht + gewas + installaties + aardbeving

3.17.1 Berekening van de belastingen per tralie:

a) Belastingen in gebruikstoestand:
- Permanente belastingen:
  - Eigen gewicht dek : (1.00 * 35) = 35 N/m²
  - Eigen gewicht van de goot: (1.00 * 30)* 4.00 = 120 N
  - E.G. 1e rij tralies : (1.00 * 56.1) = 56.1 N/m
  - E.G. 2e rij tralies : (1.00 * 56.1) = 56.1 N/m
  - E.G. tralies middenvelden: (1.00 * 56.1) = 56.1 N/m
- Variabele belastingen:
  - Vert. puntlast: 0.00*max(1250,1000)+1.00*0 = 0 N
  - Gewasbelasting : (1.00 * 0) = 0 N/m²
  - Installaties : (1.00 * 70) = 70 N/m²

b) Belastingen in rekentoestand:
- Permanente belastingen:
  - Eigen gewicht dek : (1.02 * 35) = 36 N/m²
  - Eigen gewicht van de goot: (1.02 * 30)* 4.00 = 123 N
  - E.G. 1e rij tralies : (1.02 * 56.1) = 57.2 N/m
  - E.G. 2e rij tralies : (1.02 * 56.1) = 57.2 N/m
  - E.G. tralies middenvelden: (1.02 * 56.1) = 57.2 N/m
- Variabele belastingen:
  - Vert. puntlast: 0.00*max(1250,1000)+1.02*0 = 0 N
  - Gewasbelasting : (1.27 * 0) = 0 N/m²
  - Installaties : (1.02 * 70) = 71 N/m²

c) Bij het bepalen van de knoopcoordinaten is rekening gehouden met
de initiële scheefstand van de kolommen:
- Scheefstand psi = 1/265 (zie EN 1993-1-1)

d) Rekenvoorbeeld van de belastingen op knooppunten op de volgende plaatsen:
Knoop k = "effectieve" spanthoogte van de eerste kolom
Knoop * = zwevende goot 1e rij tralies
Knoop * = middenkolom

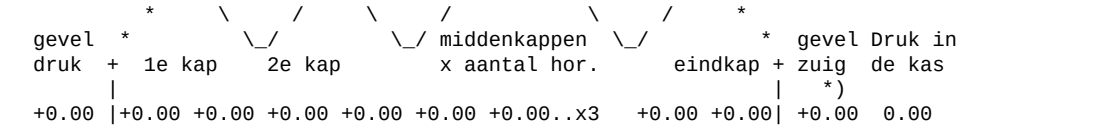
- Horizontale belasting:
  Fk,hor = 0 N (geen windbelasting)

- Seismische loads:
  Fag = Sd * fs * Fvk = 0.0500 * 1.00 * 2456 = 120 N
  Fag' = Sd * fs'* Fvk' = 0.0500 * 0.00 * 2405 = 0 N

  Sd(9) = F4/Fvk = 0 / 2405 = 0.050 x g m/s²

- Verticale belasting:
  Fvg = eigen gewicht goot = (1.02 * 30)* 4.00 = 123 N
  Fk,vert = -0.5 * Fvg
  F*,vert t.p.v. een goot = Fvg

3.17.2 Belastingen op het kasdek ten behoeve van het Designmodel SLS(gebruiksbelastingen):
3.17.2.1 Windvormfactoren bij deze belastingcombinatie:
Windvormfactoren bij wind loodrecht (-) op nok:



3.17.2.2 Belastingfactoren bij deze belastingcombinatie:

Belastingfactoren	gebruikstoestand	rekentoestand
Eigen gewicht	1.00	1.02
Installaties	1.00	1.02
Sneeuw	0.00	0.00
Wind	0.00	0.00
gewas	1.00	1.27
aardbevingen	0.00	1.00

3.17.2.3 Gesommeerde belastingen op de omhulling van de kas per vakmaat:
Belastingen gebruikstoestand SLS per vakmaat (4.000 m):

Tralie	neerwaarts	qtral = fi*qinstall + fp*qtral + fg*qgewas = 1.00*280.0 + 1.00*56.1 + 1.00*0.0	qtral = 336.1 N/m
Goot	zijgevel	Fgt.s = fp*qgoot.s = 1.00*60.0	Fgt.s = 60 N
	middengoot	Fgt.m = fp*qgoot.m = 1.00*120.0	Fgt.m = 120 N
Kasdek	evenwijdig	qdek.E = [fp*qdek + fs*qsneew]*sin(dek) = [1.00*126.9 + 0.00*0.0]*sin(25.0)	qdek.E = 53.6 N/m
	loodrecht	qdek.L = [fp*qdek + fs*qsneew]*cos(dek) = [1.00*126.9 + 0.00*0.0]*cos(25.0)	qdek.L = 115.0 N/m
	+ wind per kaphelft	= qdek.L + fw*qwinds*(cpe-cpi)	
	- 1e kaphelft	= 115.0 + 0.00*1341.5*(+0.00-0.00)	qdek.L1 = 115.0 N/m
	- 2e kaphelft	= 115.0 + 0.00*1341.5*(+0.00-0.00)	qdek.L2 = 115.0 N/m
	- 3e kaphelft	= 115.0 + 0.00*1341.5*(+0.00-0.00)	qdek.L3 = 115.0 N/m
	- 4e kaphelft	= 115.0 + 0.00*1341.5*(+0.00-0.00)	qdek.L4 = 115.0 N/m
	- Middenkap links	= 115.0 + 0.00*1341.5*(+0.00-0.00)	qdek.Lm1 = 115.0 N/m
	- Middenkap rechts	= 115.0 + 0.00*1341.5*(+0.00-0.00)	qdek.Lm2 = 115.0 N/m
	- Eindkap links	= 115.0 + 0.00*1341.5*(+0.00-0.00)	qdek.Le1 = 115.0 N/m
	- Eindkap Rechts	= 115.0 + 0.00*1341.5*(+0.00-0.00)	qdek.Le2 = 115.0 N/m
	+ windwrijving nok	= Cfr,1*fi*qwind*hkap*vakmaat	
	- middenkap FhwCpf	= 0.00*0.00*335.4 *1.12*4.0	FhwCpf = 0 N
Zijgevel	windzijde FhwF.gt	= fw*Fhw.gt*(cp1-cpi)	
	goothoogte	= 0.00*2896.5*(0.0 -0.0)	Fhw.gt = 0 N
	windzijde FhwF.fh	= fw*Fhw.fh*(cp1-cpi)	
	fundatiehoogte	= 0.00*2469.3*(0.0 -0.0)	Fhw.fh = 0 N
Zijgevel	loefzijde FhwL.gt	= fw*Fhw.gt*(cp1+cpi)	
	goothoogte	= 0.00*2896.5*(0.0 +0.0)	Fhw.gt = 0 N
	loefzijde FhwL.fh	= fw*Fhw.fh*(cp1+cpi)	
	fundatiehoogte	= 0.00*2469.3*(0.0 +0.0)	Fhw.fh = 0 N

Belastingen rekentoestand ULS per vakmaat (4.000 m):

Tralie	neerwaarts	qtral = fi*qinstall + fp*qtral + fg*qgewas		
		= 1.02*280.0 + 1.02*56.1 + 1.27*0.0	qtral =	343.1 N/m
Goot	zijgevel	Fgt.s = fp*qgoot.s = 1.02*60.0	Fgt.s =	61 N
	middengoot	Fgt.m = fp*qgoot.m = 1.02*120.0	Fgt.m =	123 N
Kasdek	evenwijdig	qdek.E = [fp*qdek + fs*qsneew]*sin(dek)		
		= [1.02*126.9 + 0.00*0.0]*sin(25.0)	qdek.E =	54.7 N/m
	loodrecht	qdek.L = [fp*qdek + fs*qsneew]*cos(dek)		
		= [1.02*126.9 + 0.00*0.0]*cos(25.0)	qdek.L =	117.4 N/m
	+ wind per kaphelft	= qdek.L + fw*qwinds*(cpe-cpi)		
	- 1e kaphelft	= 117.4 + 0.00*1341.5*(+0.00-0.00)	qdek.L1 =	117.4 N/m
	- 2e kaphelft	= 117.4 + 0.00*1341.5*(+0.00-0.00)	qdek.L2 =	117.4 N/m
	- 3e kaphelft	= 117.4 + 0.00*1341.5*(+0.00-0.00)	qdek.L3 =	117.4 N/m
	- 4e kaphelft	= 117.4 + 0.00*1341.5*(+0.00-0.00)	qdek.L4 =	117.4 N/m
	- Middenkap links	= 117.4 + 0.00*1341.5*(+0.00-0.00)	qdek.Lm1 =	117.4 N/m
	- Middenkap rechts	= 117.4 + 0.00*1341.5*(+0.00-0.00)	qdek.Lm2 =	117.4 N/m
	- Eindkap links	= 117.4 + 0.00*1341.5*(+0.00-0.00)	qdek.Le1 =	117.4 N/m
	- Eindkap Rechts	= 117.4 + 0.00*1341.5*(+0.00-0.00)	qdek.Le2 =	117.4 N/m
	+ windwrijving nok	= Cfr,1*fi*qwind*hkap*vakmaat		
	- middenkap FhwCpf	= 0.00*0.00*335.4 *1.12*4.0	FhwCpf =	0 N
Zijgevel	windzijde FhwF.gt	= fw*Fhw.gt*(cp1-cpi)		
	goothoogte	= 0.00*2896.5*(0.0 -0.0)	Fhw.gt =	0 N
	windzijde FhwF.fh	= fw*Fhw.fh*(cp1-cpi)		
	fundatiehoogte	= 0.00*2469.3*(0.0 -0.0)	Fhw.fh =	0 N
Zijgevel	loefzijde FhwL.gt	= fw*Fhw.gt*(cp1+cpi)		
	goothoogte	= 0.00*2896.5*(0.0 +0.0)	Fhw.gt =	0 N
	loefzijde FhwL.fh	= fw*Fhw.fh*(cp1+cpi)		
	fundatiehoogte	= 0.00*2469.3*(0.0 +0.0)	Fhw.fh =	0 N

Tabel 3.17.2.4: Knoopbelastingen, oplegreacties en knoopverplaatsingen:

			Knoopbelastingen Rekentoestand		Oplegreacties		Knoopverplaatsingen gebruikstoestand		
nr.	X-as [mm]	Y-as [mm]	X-as [N]	Y-as [N]	X-as [N]	Y-as [N]	X-verpl [mm]	Y-verpl [mm]	U_lijn [mm]
	Horiz.	Vert.	Horiz.	Vert.	Horiz.	Vert.	Horiz.	Vert.	
1	-0.013	0.000			-92	995			0.000
2	-0.007	1.852							0.000
3	-0.001	3.505							0.000
6	0.000	4.000	0	-61					0.000
7	2.400	5.119							0.000
4	0.000	3.705	60	0			0.28	-0.02	0.000
8	0.399	3.705					0.28	-0.10	0.075
9	2.399	3.705					0.29	-0.30	0.262
10	4.399	3.705					0.30	-0.09	0.034
11	4.787	0.000			-105	2668			0.000
12	4.793	1.852							0.000
13	4.799	3.505							0.000
16	4.800	4.000	0	-123					0.000
17	7.200	5.119							0.000
14	4.800	3.705	120	0			0.30	-0.05	0.000
18	5.199	3.705					0.30	-0.05	-0.003
19	7.199	3.705					0.31	-0.14	0.088
20	9.199	3.705					0.32	-0.06	0.006
21	9.587	0.000			-102	2402			0.000
22	9.593	1.852							0.000
23	9.599	3.505							0.000
26	9.600	4.000	0	-123					0.000
27	12.000	5.119							0.000
24	9.600	3.705	120	0			0.32	-0.05	0.000
28	9.999	3.705					0.32	-0.07	0.015
29	11.999	3.705					0.33	-0.18	0.127
30	13.999	3.705					0.33	-0.06	0.011
31	14.387	0.000			-103	2475			0.000
32	14.393	1.852							0.000
33	14.399	3.505							0.000
36	14.400	4.000	0	-123					0.000
37	16.800	5.119							0.000
34	14.400	3.705	120	0			0.33	-0.05	0.000
38	14.799	3.705					0.34	-0.06	0.012
39	16.799	3.705					0.34	-0.18	0.127
40	18.799	3.705					0.35	-0.06	0.014
41	19.187	0.000			-104	2424			0.000
42	19.193	1.852							0.000
43	19.199	3.505							0.000
46	19.200	4.000	0	-123					0.000
47	21.600	5.119							0.000
44	19.200	3.705	120	0			0.35	-0.05	0.000
48	19.599	3.705					0.35	-0.06	0.007
49	21.599	3.705					0.36	-0.14	0.089
50	23.599	3.705					0.37	-0.05	-0.004
51	23.987	0.000			-101	2575			0.000
52	23.993	1.852							0.000
53	23.999	3.505							0.000
56	24.000	4.000	0	-123					0.000
57	26.400	5.119							0.000
54	24.000	3.705	120	0			0.37	-0.05	0.000
58	24.399	3.705					0.37	-0.09	0.034
59	26.399	3.705					0.38	-0.30	0.257
60	28.399	3.705					0.39	-0.10	0.072
61	28.787	0.000			-117	1195			0.000
62	28.793	1.852							0.000
63	28.799	3.505							0.000
64	28.800	3.705	60	0					0.000
65	28.801	3.905							
66	28.800	4.000	0	-61			0.39	-0.02	

Tabel 3.17.2.5: Staafbelastingen, momenten, normaal- en dwarskrachten

Staaf nr.	Profiel	Horizontaal X-as [N/m]	Verticaal Y-as [N/m]	BEGIN Normaal [N]	BEGIN Dwarskr [N]	BEGIN Moment [Nm]	EIND Normaal [N]	EIND Dwarskr [N]	EIND Moment [Nm]
1	RHBK100*50*3.0			-995	95	-103	-995	95	73
2	RHBK100*50*3.0			-995	96	73	-995	96	231
3	RHBK100*50*3.0			-995	95	231	-995	95	250
4	RHBK100*50*3.0			-406	-372	110	-406	-372	36
5	RHBK100*50*3.0			-402	-376	36	-402	-376	0
6	Roede dek	-54.7	-117.4	-483	153	0	-338	-158	-6
7	Roede dek	54.7	-117.4	-338	158	-6	-483	-153	0
8	1e tralie	0.0	-343.1	405	591	140	405	454	349
9	1e tralie	0.0	-343.1	405	454	349	405	-233	570
10	1e tralie	0.0	-343.1	405	-233	570	405	-919	-581
11	1e tralie	0.0	-343.1	405	-919	-581	405	-1056	-977
12	RHBK100*50*3.0			-2667	113	-111	-2667	113	99
13	RHBK100*50*3.0			-2667	115	99	-2667	115	289
14	RHBK100*50*3.0			-2667	113	289	-2667	113	311
15	RHBK100*50*3.0			-809	3	-0	-809	3	0
16	RHBK100*50*3.0			-809	-5	0	-809	-5	-0
17	Roede dek	-54.7	-117.4	-483	153	0	-338	-157	-5
18	Roede dek	54.7	-117.4	-338	157	-5	-483	-153	0
19	2e tralie	0.0	-343.1	388	803	-666	388	666	-373
20	2e tralie	0.0	-343.1	388	666	-373	388	-21	272
21	2e tralie	0.0	-343.1	388	-21	272	388	-707	-455
22	2e tralie	0.0	-343.1	388	-707	-455	388	-844	-766
23	RHBK100*50*3.0			-2402	110	-110	-2402	110	93
24	RHBK100*50*3.0			-2402	111	93	-2402	111	276
25	RHBK100*50*3.0			-2402	110	276	-2402	110	298
26	RHBK100*50*3.0			-809	3	0	-809	3	1
27	RHBK100*50*3.0			-809	-6	1	-809	-6	-0
28	Roede dek	-54.7	-117.4	-483	153	0	-338	-157	-5
29	Roede dek	54.7	-117.4	-338	157	-5	-483	-153	0
30	middentralie	0.0	-343.1	370	749	-468	370	612	-196
31	middentralie	0.0	-343.1	370	612	-196	370	-74	342
32	middentralie	0.0	-343.1	370	-74	342	370	-760	-493
33	middentralie	0.0	-343.1	370	-760	-493	370	-898	-825
34	RHBK100*50*3.0			-2475	111	-111	-2475	111	95
35	RHBK100*50*3.0			-2475	112	95	-2475	112	280
36	RHBK100*50*3.0			-2475	111	280	-2475	111	302
37	RHBK100*50*3.0			-809	3	-0	-809	3	1
38	RHBK100*50*3.0			-809	-6	1	-809	-6	-0
39	Roede dek	-54.7	-117.4	-483	153	0	-338	-157	-5
40	Roede dek	54.7	-117.4	-338	157	-5	-483	-153	0
41	middentralie	0.0	-343.1	352	769	-523	352	632	-243
42	middentralie	0.0	-343.1	352	632	-243	352	-55	334
43	middentralie	0.0	-343.1	352	-55	334	352	-741	-462
44	middentralie	0.0	-343.1	352	-741	-462	352	-878	-786
45	RHBK100*50*3.0			-2423	112	-111	-2423	112	95
46	RHBK100*50*3.0			-2423	113	95	-2423	113	282
47	RHBK100*50*3.0			-2423	112	282	-2423	112	305
48	RHBK100*50*3.0			-809	3	-0	-809	3	1
49	RHBK100*50*3.0			-809	-6	1	-809	-6	0
50	Roede dek	-54.7	-117.4	-483	153	0	-338	-157	-5
51	Roede dek	54.7	-117.4	-338	157	-5	-483	-153	0
52	2e tralie	0.0	-343.1	335	737	-482	335	600	-215
53	2e tralie	0.0	-343.1	335	600	-215	335	-86	298
54	2e tralie	0.0	-343.1	335	-86	298	335	-773	-561
55	2e tralie	0.0	-343.1	335	-773	-561	335	-910	-898
56	RHBK100*50*3.0			-2575	110	-111	-2575	110	92
57	RHBK100*50*3.0			-2575	111	92	-2575	111	276
58	RHBK100*50*3.0			-2575	110	276	-2575	110	298
59	RHBK100*50*3.0			-809	2	0	-809	2	1
60	RHBK100*50*3.0			-809	-6	1	-809	-6	0
61	Roede dek	-54.7	-117.4	-483	153	0	-338	-158	-6
62	Roede dek	54.7	-117.4	-338	158	-6	-483	-153	0
63	1e tralie	0.0	-343.1	316	856	-600	316	719	-286
64	1e tralie	0.0	-343.1	316	719	-286	316	33	467
65	1e tralie	0.0	-343.1	316	33	467	316	-653	-153
66	1e tralie	0.0	-343.1	316	-653	-153	316	-791	-442
67	RHBK100*50*3.0			-1195	121	-116	-1195	121	108
68	RHBK100*50*3.0			-1194	121	108	-1194	121	308

69	RHBK100*50*3.0	-1195	121	308	-1195	121	332	
70	RHBK100*50*3.0	-403	374	-110	-403	374	-35	
71	RHBK100*50*3.0	-407	370	-35	-407	370	0	

3.17.3 De krachtsverdeling in de tralies van de middenvelden:

Tabel 3.17.3.1: Momentenlijn, normaal- en dwarskrachtenlijn.

Positie	Momentenlijn	Normaal-krachtenlijn	Dwars-krachtenlijn
x in [m]	M(x) in [Nm]	N(x) in [N]	Q(x) in [N]
begin - eind	(+ = U/- =)	(+ = trek)	(+ = ~~~___)
9.60 - 12.00	-468 342	370 370	749 -74
12.00 - 14.40	342 -825	370 370	-74 -898
14.40 - 16.80	-523 334	352 352	769 -55
16.80 - 19.20	334 -786	352 352	-55 -878

3.17.3.1 Controle van de stijfheid van de tralie:

De toelaatbare doorbuiging van alle tralieliggers wordt bepaald per tralie:
- uvtoel = 4800 / 250 < 30.0 mm, dus: uvtoel = 19.2 mm

Uit de U-lijn is de maximale doorbuiging:
- doorbuiging umax = -4.87 mm

- Controle van de tralies van de middenvelden:
  Doorbuiging: |-4.9 | mm < 19.2 mm, dus: voldoet.
  bij B.C.9: d) Eigen gewicht + gewas + installaties + aardbeving

3.17.3.2 Controle van de bovenrand:

3.17.3.2 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de bovenrand:

- De normaalkracht in de bovenrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = -M/0.4000 + N/2 (voor N en M, zie 3.17.3.1)
    met: Effectieve spanthoogte: 400.0 mm

Tabel 3.17.32: Normaalkrachtenverloop in de bovenrand.

Plaats	Normaalkracht in [N] (trek = positief)	Systeem-lengte
x in [m]	Spant	[mm]
9.60 - 12.00	1355 -669	2399
12.00 - 14.40	-669 2248	2401
14.40 - 16.80	1483 -658	2399
16.80 - 19.20	-658 2142	2401

3.17.3.2 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Tabel 3.17.3.2:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de bovenrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-bepaling begin-eind	Normaalkrachten (trek = positief) [N] "begin"	"einde"	Rand-voor-waar-den	Mouty fact. ß m	Knfct staaf-lengte ß m×ß n	Knik-lengte [mm]	Klasse	Sterkte UC	Stab. UC
9.60-12.00	1355	-669	m-d	0.792	0.524	2515	1	0.01	0.03
12.00-14.40	-669	2248	d-m	0.792	0.524	2517	1	0.01	0.03
14.40-16.80	1483	-658	m-d	0.792	0.524	2515	1	0.01	0.03
16.80-19.20	-658	2142	d-m	0.792	0.524	2517	1	0.01	0.03

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (1.46 - 0.2)*(|-669 |/(0.330 *61470   /1.0)) = 0.94
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-669 |/(0.330 *61470   /1.0)) = 0.92
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(0.94   , 0.92   ) = 0.92
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.55

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-669 |/(0.330 *61470   /1.0)+0.92 *|0.0 |/(1.00*834.3 /1.0)
           = 0.033 + 0.000 = 0.033
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-669 |/(0.814 *61470   /1.0)+0.55 *|0.0 |/(1.00*834.3 /1.0)
           = 0.013 + 0.000 = 0.013

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.033 , 0.013) = 0.033

- controle: 0.03 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.17.3.2 Stabiliteitscontrole in het vlak:

- Nabij de zwevende goten:

  - Maatgevende normaaldrukkracht: Ndmax = -669 N

  - Kniklengte: lky = 0.80 * lveld = 0.80 * 800 = 640 mm
    (lky > lveld/2, omdat de kortere velden, de langere velden steunen.)
  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
       = 0.90 * (1.0 + (0.55 - 0.2)*(|-669 |/(0.814 *61470 /1.0)) = 0.90
  Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
       = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-669 |/(0.814 *61470 /1.0)) = 0.91
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.90 , 0.91) = 0.90
  Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.54

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-669 |/(0.814 *61470 /1.0)+0.90 *|0.0 |/(1.00*626.1 /1.0)
           = 0.013 + 0.000 = 0.013
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-669 |/(0.913 *61470 /1.0)+0.54 *|0.0 |/(1.00*626.1 /1.0)
           = 0.012 + 0.000 = 0.012

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.013 , 0.012) = 0.013

- controle: 0.01 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.17.3.2 Doorsnede-controle van de bovenrand:

          |NEd| | -669 |
- UCDruk = ----- = --------- = 0.01
          Nc.Rd   61470

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 2248 N

          |NEd| | 2248 |
- UCTrek = ----- = --------- = 0.04
          Nc.Rd   61470

Trek is maatgevend.

- Controle: 0.04 < 1.00, dus de treksterkte voldoet.

Conclusie:
- Bovenrand (RHBK50*30*1.5) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.9: d) Eigen gewicht + gewas + installaties + aardbeving

3.17.3.3 Controle van de onderrand:

3.17.3.3 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de onderrand:
(voor de achterliggende theorie wordt verwezen naar hoofdstuk 4)

Tabel 3.17.33: Normaalkrachtenverloop in de onderrand.
- De normaalkracht in de onderrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = M/0.4000 + N/2 (voor N en M, zie 3.17.3.1)
    met: Effectieve spanthoogte: 400.0 mm

Tabel 3.17.33: Normaalkrachtenverloop in de onderrand.

Plaats x in [m]	Normaalkracht in [N] (trek = positief) Spant		Systeem-lengte [mm]
9.60 - 12.00	-985	1039	2399
12.00 - 14.40	1039	-1878	2401
14.40 - 16.80	-1131	1010	2399
16.80 - 19.20	1010	-1790	2401

3.17.3.3 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Tabel 3.17.3.3:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de onderrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-bepaling begin-eind	Normaalkrachten (trek = positief) [N] "begin"	"einde"	Rand-voor-waar-den	Mouty fact. ß m	Knfct staaf-lengte/PlPerc ß m×ß n	Knik-lengte [mm]	Klasse	Sterkte UC	Stab. UC
9.60-12.00	-985	1039	m-d	0.797	0.528	2533	1	0.02	0.05
12.00-14.40	1039	-1878	d-m	0.797	0.528	2535	1	0.03	0.09
14.40-16.80	-1131	1010	m-d	0.797	0.528	2533	1	0.02	0.06
16.80-19.20	1010	-1790	d-m	0.797	0.528	2535	1	0.03	0.09

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
       = 0.90 * (1.0 + (1.47 - 0.2)*(|-1878 |/(0.326 *61470 /1.0)) = 1.01
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
       = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-1878 |/(0.326 *61470 /1.0)) = 0.97
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(1.01 , 0.97) = 0.97
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.58

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-1878 |/(0.326 *61470 /1.0)+0.97 *|0.0 |/(1.00*834.3 /1.0)
           = 0.094 + 0.000 = 0.094
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-1878 |/(0.731 *61470 /1.0)+0.58 *|0.0 |/(1.00*834.3 /1.0)
           = 0.042 + 0.000 = 0.042

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.094 , 0.042) = 0.094

- controle: 0.09 < 0.95, dus de stabiliteit voldoet.

3.17.3.3 Stabiliteitscontrole in het vlak (nabij de kolom-aansluitingen):

- Maatgevend: Ndmax = N + |Q|/tan(alfa) = -1878 + |-898 |/tan(42.8) = -907 N
  (N.B.: 1e drukdiagonaal reduceert de normaaldrukkracht in de onderrand)

- Kniklengte: lky = 1.00*lveld = 1.00 * 800 = 800 mm
  (lky = lveld, volgens NEN 3851 art. 2.5.6.2.c.)

  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.40 (het profiel is geschoord).
  M1 = 0.00 , M2 = 0.00 , Ms = 0.00 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
       = 0.40 * (1.0 + (0.69 - 0.2)*(|-907 |/(0.731 *61470 /1.0)) = 0.40
  Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
       = 0.40 * (1.0 + 0.8*(|-907 |/(0.731 *61470 /1.0)) = 0.41
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.40 , 0.41) = 0.40
  Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.24

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-907 |/(0.731 *61470 /1.0)+0.40 *|0.0 |/(1.00*626.1 /1.0)
           = 0.020 + 0.000 = 0.020
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-907 |/(0.864 *61470 /1.0)+0.24 *|0.0 |/(1.00*626.1 /1.0)
           = 0.017 + 0.000 = 0.017

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.020 , 0.017) = 0.020

- controle: 0.02 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.17.3.3 Doorsnede-controle van de onderrand:

           |NEd| |-1878 |
- UCDruk = ----- = --------- = 0.03
           Nc.Rd   61470

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 1039 N

           |NEd| | 1039 |
- UCTrek = ----- = --------- = 0.02
           Nc.Rd   61470

Druk is maatgevend.

- Controle: 0.03 < 1.00, dus de druksterkte voldoet.

Conclusie:
- Onderrand (RHBK50*30*1.5) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.9: d) Eigen gewicht + gewas + installaties + aardbeving

3.17.3.4 Controle van de diagonalen:

3.17.3.4 Controle van de drukdiagonalen:

Gezien de toepassing spitst de controle van de drukdiagonalen zich toe
op de eindkappen van de tralies, d.w.z. tussen kopplaat en 1e zwevende goten.

- Controle op druk (bij neerwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qddmaxd = -898 N (zie tabel 3.17.3.1)
    (+ = druk in drukdiagonaal)
    Extra dwarskracht i.v.m. mogelijke positie transportlast in eerste
    diagonaalveld in plaats van het midden van de overspanning.
    Vert.puntlast: Fpunt = 0.00 * max(1250, 1000) + 1.02 * 0 = 0 N

$$\text{Res.diag.drukkracht: } N_{ddiagd} = \frac{Q_{ddmaxd} - F_{punt}/2}{\sin(\alpha)} = \frac{-898 - 0/2}{\sin(42.8)} = -1322 \text{ N}$$

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$UC_{sterkte} = \frac{|N_{Ed}|}{N_{c.Rd}} + \frac{|M_{y.Ed}|}{M_{y.c.Rd}} = \frac{|-1322|}{32448} + \frac{|0|}{184} = 0.041$$

  controle: 0.041 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Maximale spanning:

$$\text{Sigma: } \frac{|N_{Ed}|}{A} + \frac{|M_{y.Ed}|}{W_{pl.y}} = \frac{|-1322|}{109.1} + \frac{|0|}{0.752} = 12.1 \text{ N/mm}^2$$

  $UC_{spanning} = Sigma/fy = 12.1 / 235.0 = 0.052$

  controle: 0.052 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.40 (het profiel is geschoord).
  M1 = 0.00 , M2 = 0.00 , Ms = 0.00 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
  Interactiefactoren volgens bijlage B:

$$K_{y.2} = C_my * (1.0 + (\lambda_{bdarel.y} - 0.2)*(|N_{Ed}|/(\chi_{iy}*N_{Rk}/1.0)) = 0.40 * (1.0 + (0.58 - 0.2)*(|-1322|/(0.799 *32448 /1.0)) = 0.41$$

$$K_{y.3} = C_my * (1.0 + 0.8*(|N_{Ed}|/(\chi_{iy}*N_{Rk}/1.0)) = 0.40 * (1.0 + 0.8*(|-1322|/(0.799 *32448 /1.0)) = 0.42$$

  $K_{y.b} = Min(K_{y.2} , K_{y.3}) = Min(0.41 , 0.42) = 0.41$
  $K_{z.b} = 0.6 * K_{y.b} = 0.24$

$$UC_{stab.1} = |N_{Ed}|/(\chi_{iy}*N_{Rk}/1.0)+K_{y.b}*|M_{y.Ed}|/(1.00*M_{y.Rk}/1.0) = |-1322|/(0.799 *32448 /1.0)+0.41 *|0.0|/(1.00*184.3 /1.0) = 0.051 + 0.000 = 0.051$$

$$UC_{stab.2} = |N_{Ed}|/(\chi_{iz}*N_{Rk}/1.0)+K_{z.b}*|M_{y.Ed}|/(1.00*M_{y.Rk}/1.0) = |-1322|/(0.799 *32448 /1.0)+0.24 *|0.0|/(1.00*184.3 /1.0) = 0.051 + 0.000 = 0.051$$

  Maatgevend: $UC_{stab.b} = max(UC_{stab.1},UC_{stab.2}) = max(0.051 , 0.051) = 0.051$

  controle: 0.051 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie:
- Drukdiagonalen (RHBK20*20*1.5 mm) voldoen qua trek/druk
  bij B.C.9: d) Eigen gewicht + gewas + installaties + aardbeving

3.17.3.4 Controle van de trekdiagonalen:

Er wordt vanuit gegaan, dat de trekdiagonalen als zodanig worden toegepast in
de eindkappen en als trek- en drukdiagonalen in eventuele middenkappen.

- Controle op trek (in de eindkappen bij neerwaartse belasting en evt. in de middenkappen
  bij opwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qtdmaxt = 898 N (zie tabel 3.17.3.1)
    (+ = trek in trekdiagonaal)

$$\text{Res.diag.trekkracht: } N_{tdiagt} = \frac{Q_{tdmaxt}+F_{punt}/2}{\sin(\alpha)} = \frac{898 + 0/2}{\sin(42.8)} = 1322 \text{ N}$$

 - Sterkte: Capaciteit trekdiagonaal: Ftdiagt = 18847 N (zie 4.4)

$$UC_{sterkte} = \frac{|N_{Ed}|}{F_{tdiagt}} = \frac{|1322|}{18847} = 0.070$$

  - UC-Trek : 0.070 < 1.00, dus trekdiagonaal voldoet.

- Controle op druk (in de eindkappen bij opwaartse belasting en evt. in de middenkappen
  bij neerwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qtdmaxd = 74 N (zie tabel 3.17.3.1)
    (+ = druk in trekdiagonaal)

$$\text{Res. diagonaaldrukkracht: } N_{tdiagd} = \frac{-Q_{tdmaxd}}{\sin(\alpha)} = \frac{-74}{\sin(42.8)} = -109 \text{ N}$$

 - Sterkte: Capaciteit trekdiagonaal: Ftdiagd = 25917 N (zie 4.4)

$$UC_{sterkte} = \frac{|N_{Ed}|}{F_{tdiagd}} = \frac{|109|}{25917} = 0.004$$

  - UC-Druk : 0.004 < 1.00, dus trekdiagonaal voldoet.

Conclusie:
- Trekdiagonalen (RHBK20*20*1.5 mm) voldoen qua trek/druk
  bij B.C.9: d) Eigen gewicht + gewas + installaties + aardbeving

3.17.3.4 Controle van de (las)verbindingen:

	Drukdiagonaal		Trekdiagonaal	
	Nd = -1322 N Nt = 109 N Fstev = 80 N Fstlo = 74 N Msdt = 0.00 Nm Fsdev = 971 N		Nd = - 109 N Nt = 1322 N Fstev = 971 N Fstlo = 898 N Msdt = 0.00 Nm Fsdev = 80 N	
	bovenrand	onderrand	bovenrand	onderrand
Tau1	0.59 N/mm²	0.59 N/mm²	7.19 N/mm²	7.19 N/mm²
Tau2	0.91 N/mm²	0.91 N/mm²	10.99 N/mm²	10.99 N/mm²
Sgm1	0.59 N/mm²	0.59 N/mm²	7.19 N/mm²	7.19 N/mm²
SgmWst	1.14 N/mm²	1.14 N/mm²	13.77 N/mm²	13.77 N/mm²
UC1	0.01	0.01	0.07	0.07
UC2	0.00	0.00	0.02	0.02
SgmWsd	10.99 N/mm²	10.99 N/mm²	0.91 N/mm²	0.91 N/mm²
UC3	0.05	0.05	0.00	0.00
Nt1	13786 N	13786 N	13786 N	13786 N
knd	1.00	1.00	1.00	1.00
Nd1	13786 N	13786 N	13786 N	13786 N
UCt1	0.01	0.01	0.10	0.10
UCd1	0.10	0.10	0.01	0.01
UClas	0.05	0.05	0.07	0.07
UCdia	0.10	0.10	0.10	0.10
UCgeo	0.97	0.97	0.97	0.97
UClas	0.05		0.07	
UCdia	0.97		0.97	

Conclusie:
- Lassen: UClas = 0.07 <= 1.00 dus: voldoen
- Aansluitingen: UCdia = 0.97 <= 1.00 dus: voldoen

Eindconclusie:
- Aansluiting diagonalen voldoet
  bij B.C.9: d) Eigen gewicht + gewas + installaties + aardbeving

3.17.3.5 Controle van de bouten van de spant-kolom-aansluiting:

Controle van de krachten op de bout(en) bij de bovenrand:

Tabel 3.17.3.5.1: Belastingen bij bovenrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,br [N]	Fs,br [N]	Fi,br [N]
9.60	-468	370	749	1469	375	1562
14.40	-825	370	-898	2449	-449	2530
14.40	-523	352	769	1610	384	1700
19.20	-786	352	-878	2334	-439	2415

Gegevens van de eindplaat bij de bovenrand:
- Aantal bouten bij de bovenrand: nbb = 1
- Momenten-arm bij bovenrand: hbbout = 364 mm
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Normaalkracht: $Ft = \frac{Nt}{2 * nbb} - \frac{M}{hbbout}$ met Ft >= 0 N
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * Q
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,br max = 2530 N (zie tabel)
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Fi,br max = 1.30 * 2530 = 3289 N
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbtb max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 3289 N < 33926 N, dus bout bij bovenrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.9: d) Eigen gewicht + gewas + installaties + aardbeving

Controle van de krachten op de bout(en) bij de onderrand:

Tabel 3.17.3.5.2: Belastingen bij onderrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,or [N]	Fs,or [N]	Fi,or [N]
9.60	-468	370	749	0	375	530
14.40	-825	370	-898	0	-449	635
14.40	-523	352	769	0	384	543
19.20	-786	352	-878	0	-439	621

Gegevens van de eindplaat bij de onderrand:
- Aantal bouten bij de onderrand: nbo = 1
- Momenten-arm bij onderrand: hobout = 364 mm
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Normaalkracht: $Ft = \frac{Nt}{2 * nbo} + \frac{M}{hobout}$ met Ft >= 0 N
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * Q
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,or max = 635 N (zie tabel)
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Fi,or max = 1.30 * 635 = 825 N
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbto max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 825 N < 33926 N, dus bout bij onderrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.9: d) Eigen gewicht + gewas + installaties + aardbeving

3.17.3.5 Controle van de eindplaat op pons:

Bij de boutverbinding van de bovenrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxb = 2.4 kN (zie tabel hiervoor)
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Ftmaxb = 1.30 * 2.4 = 3.2 N
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capb = 96 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 3.2 kN < 96 kN, dus eindplaat (ST50*12.0) voldoet
zonder onderlegring bij de bovenste bout
bij B.C.9: d) Eigen gewicht + gewas + installaties + aardbeving

Bij de boutverbinding van de onderrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxo = 0.0 kN (zie tabel hiervoor)
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Ftmaxo = 1.30 * 0.0 = 0.0 kN
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capo = 96 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0.0 kN < 96 kN, dus eindplaat (ST50*12.0) voldoet
zonder onderlegring bij de onderste bout
bij B.C.9: d) Eigen gewicht + gewas + installaties + aardbeving

3.17.3.5 Controle van de eindplaat op buiging:

Tabel 3.17.3.5.4.1: Belastingen van de eindplaat van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Normaal-kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ftrb [N]	Ftro [N]
9.60	-468	370	749	1355	0
14.40	-825	370	-898	2248	0
14.40	-523	352	769	1483	0
19.20	-786	352	-878	2142	0

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de bovenrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftrb = \frac{N + sn*Q}{2} - \frac{M}{ht,eff} \text{ met } Ftrb>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftrb(max) * e = 0.5 * 2248 * 25.0 = 28 Nm
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Mep = 1.30 * 28 = 37 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 1667 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 37 Nm < 1667 Nm, dus eindplaat (ST50*12.0) voldoet
bij B.C.9: d) Eigen gewicht + gewas + installaties + aardbeving

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de onderrand:
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftro(max) * e = 0.5 * 0 * 25.0 = 0 Nm
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Mep = 0.00 * 0 = 0 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 368 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0 Nm < 368 Nm, dus eindplaat (ST50*12.0) voldoet
bij B.C.9: d) Eigen gewicht + gewas + installaties + aardbeving

De lasverbindingen tussen eindplaat met resp. de boven- en onderrand
zijn niet gecontroleerd.

3.17.4 De krachtsverdeling in de 2e rij tralies:

Tabel 3.17.4.1: Momentenlijn, normaal- en dwarskrachtenlijn.

Positie	Momentenlijn	Normaal-krachtenlijn	Dwars-krachtenlijn
x in [m]	M(x) in [Nm]	N(x) in [N]	Q(x) in [N]
begin - eind	(+ = U/- =)	(+ = trek)	(+ = ~~~___)
4.80 - 7.20	-666 272	388 388	803 -21
7.20 - 9.60	272 -766	388 388	-21 -844
19.20 - 21.60	-482 298	335 335	737 -86
21.60 - 24.00	298 -898	335 335	-86 -910

3.17.4.1 Controle van de stijfheid van de tralie:

De toelaatbare doorbuiging van alle tralieliggers wordt bepaald per tralie:
- uvtoel = 4800 / 250 < 30.0 mm, dus: uvtoel = 19.2 mm

Uit de U-lijn is de maximale doorbuiging:
- doorbuiging umax = -4.91 mm

- Controle van de 2e rij tralies:
  Doorbuiging: |-4.9 | mm < 19.2 mm,   dus: voldoet.
  bij B.C.9: d) Eigen gewicht + gewas + installaties + aardbeving

3.17.4.2 Controle van de bovenrand:

3.17.4.2 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de bovenrand:

- De normaalkracht in de bovenrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = -M/0.4000 + N/2   (voor N en M, zie 3.17.4.1)
                   met: Effectieve spanthoogte: 400.0 mm

Tabel 3.17.42: Normaalkrachtenverloop in de bovenrand.

Plaats	Normaalkracht in [N] (trek = positief)	Systeem-lengte
x in [m]	Spant	[mm]
4.80 - 7.20	1859 -486	2399
7.20 - 9.60	-486 2110	2401
19.20 - 21.60	1372 -578	2399
21.60 - 24.00	-578 2413	2401

3.17.4.2 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Tabel 3.17.4.2:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de bovenrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-bepaling begin-eind	Normaalkrachten (trek = positief) [N] "begin"	"einde"	Rand-voor-waar-den	Mouty fact. ß m	Knfct staaf-lengte ß m×ß n	Knik-lengte [mm]	Klasse	Sterkte UC	Stab. UC
4.80- 7.20	1859	-486	m-d	0.792	0.524	2515	1	0.01	0.02
7.20- 9.60	-486	2110	d-m	0.792	0.524	2517	1	0.01	0.02
19.20-21.60	1372	-578	m-d	0.792	0.524	2515	1	0.01	0.03
21.60-24.00	-578	2413	d-m	0.792	0.524	2517	1	0.01	0.03

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (1.46 - 0.2)*(|-578 |/(0.330 *61470   /1.0)) = 0.93
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-578 |/(0.330 *61470   /1.0)) = 0.92
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(0.93   , 0.92   ) = 0.92
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.55

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-578 |/(0.330 *61470   /1.0)+0.92 *|0.0 |/(1.00*834.3 /1.0)
           = 0.029 + 0.000 = 0.029
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-578 |/(0.814 *61470   /1.0)+0.55 *|0.0 |/(1.00*834.3 /1.0)
           = 0.012 + 0.000 = 0.012

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.029 , 0.012) = 0.029

- controle: 0.03 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.17.4.2 Stabiliteitscontrole in het vlak:

- Nabij de zwevende goten:

  - Maatgevende normaaldrukkracht: Ndmax = -578 N

  - Kniklengte: lky = 0.80 * lveld = 0.80 * 800 = 640 mm
    (lky > lveld/2, omdat de kortere velden, de langere velden steunen.)
  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (0.55 - 0.2)*(|-578 |/(0.814 *61470 /1.0)) = 0.90
  Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-578 |/(0.814 *61470 /1.0)) = 0.91
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.90 , 0.91) = 0.90
  Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.54

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-578 |/(0.814 *61470 /1.0)+0.90 *|0.0 |/(1.00*626.1 /1.0)
           = 0.012 + 0.000 = 0.012
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-578 |/(0.913 *61470 /1.0)+0.54 *|0.0 |/(1.00*626.1 /1.0)
           = 0.010 + 0.000 = 0.010

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.012 , 0.010) = 0.012

- controle: 0.01 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.17.4.2 Doorsnede-controle van de bovenrand:

           |NEd| | -578 |
- UCDruk = ----- = --------- = 0.01
           Nc.Rd   61470

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 2413 N

           |NEd| | 2413 |
- UCTrek = ----- = --------- = 0.04
           Nc.Rd   61470

Trek is maatgevend.

- Controle: 0.04 < 1.00, dus de treksterkte voldoet.

Conclusie:
- Bovenrand (RHBK50*30*1.5) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.9: d) Eigen gewicht + gewas + installaties + aardbeving

3.17.4.3 Controle van de onderrand:

3.17.4.3 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de onderrand:
(voor de achterliggende theorie wordt verwezen naar hoofdstuk 4)

Tabel 3.17.43: Normaalkrachtenverloop in de onderrand.
- De normaalkracht in de onderrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = M/0.4000 + N/2 (voor N en M, zie 3.17.4.1)
    met: Effectieve spanthoogte: 400.0 mm

Tabel 3.17.43: Normaalkrachtenverloop in de onderrand.

Plaats x in [m]	Normaalkracht in [N] (trek = positief) Spant	Systeem-lengte [mm]
4.80 - 7.20	-1471 874	2399
7.20 - 9.60	874 -1722	2401
19.20 - 21.60	-1037 914	2399
21.60 - 24.00	914 -2078	2401

3.17.4.3 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Tabel 3.17.4.3:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de onderrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-bepaling begin-eind	Normaalkrachten (trek = positief) [N] "begin"	"einde"	Rand-voor-waar-den	Mouty fact. ßm	Knfct staaf-lengte/PlPerc ßm×ßn	Knik-lengte [mm]	Klasse	Sterkte UC	Stab. UC
4.80- 7.20	-1471	874	m-d	0.797	0.528	2533	1	0.02	0.07
7.20- 9.60	874	-1722	d-m	0.797	0.528	2535	1	0.03	0.09
19.20-21.60	-1037	914	m-d	0.797	0.528	2533	1	0.02	0.05
21.60-24.00	914	-2078	d-m	0.797	0.528	2535	1	0.03	0.10

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
       = 0.90 * (1.0 + (1.47 - 0.2)*(|-2078 |/(0.326 *61470 /1.0)) = 1.02
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
       = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-2078 |/(0.326 *61470 /1.0)) = 0.97
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(1.02 , 0.97) = 0.97
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.58

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-2078 |/(0.326 *61470 /1.0)+0.97 *|0.0 |/(1.00*834.3 /1.0)
           = 0.104 + 0.000 = 0.104
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-2078 |/(0.731 *61470 /1.0)+0.58 *|0.0 |/(1.00*834.3 /1.0)
           = 0.046 + 0.000 = 0.046

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.104 , 0.046) = 0.104

- controle: 0.10 < 0.95, dus de stabiliteit voldoet.

3.17.4.3 Stabiliteitscontrole in het vlak (nabij de kolom-aansluitingen):

- Maatgevend: Ndmax = N + |Q|/tan(alfa) = -2078 + |-910 |/tan(42.8) = -1094 N
  (N.B.: 1e drukdiagonaal reduceert de normaaldrukkracht in de onderrand)

- Kniklengte: lky = 1.00*lveld = 1.00 * 800 = 800 mm
  (lky = lveld, volgens NEN 3851 art. 2.5.6.2.c.)

  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.40 (het profiel is geschoord).
  M1 = 0.00 , M2 = 0.00 , Ms = 0.00 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
       = 0.40 * (1.0 + (0.69 - 0.2)*(|-1094 |/(0.731 *61470 /1.0)) = 0.40
  Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
       = 0.40 * (1.0 + 0.8*(|-1094 |/(0.731 *61470 /1.0)) = 0.41
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.40 , 0.41) = 0.40
  Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.24

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-1094 |/(0.731 *61470 /1.0)+0.40 *|0.0 |/(1.00*626.1 /1.0)
           = 0.024 + 0.000 = 0.024
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-1094 |/(0.864 *61470 /1.0)+0.24 *|0.0 |/(1.00*626.1 /1.0)
           = 0.021 + 0.000 = 0.021

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.024 , 0.021) = 0.024

- controle: 0.02 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.17.4.3 Doorsnede-controle van de onderrand:

           |NEd| |-2078 |
- UCDruk = ----- = --------- = 0.03
           Nc.Rd   61470

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 914 N

           |NEd| | 914 |
- UCTrek = ----- = --------- = 0.01
           Nc.Rd   61470

Druk is maatgevend.

- Controle: 0.03 < 1.00, dus de druksterkte voldoet.

Conclusie:
- Onderrand (RHBK50*30*1.5) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.9: d) Eigen gewicht + gewas + installaties + aardbeving

3.17.4.4 Controle van de diagonalen:

3.17.4.4 Controle van de drukdiagonalen:

Gezien de toepassing spitst de controle van de drukdiagonalen zich toe
op de eindkappen van de tralies, d.w.z. tussen kopplaat en 1e zwevende goten.

- Controle op druk (bij neerwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qddmaxd = -910 N (zie tabel 3.17.4.1)
    (+ = druk in drukdiagonaal)
    Extra dwarskracht i.v.m. mogelijke positie transportlast in eerste
    diagonaalveld in plaats van het midden van de overspanning.
    Vert.puntlast: Fpunt = 0.00 * max(1250, 1000) + 1.02 * 0 = 0 N

$$\text{- Res.diag.drukkracht: } N_{ddiagd} = \frac{Q_{ddmaxd} - F_{punt}/2}{\sin(\alpha)} = \frac{-910 - 0/2}{\sin(42.8)} = -1340 \text{ N}$$

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$UC_{sterkte} = \frac{|N_{Ed}|}{N_{c.Rd}} + \frac{|M_{y.Ed}|}{M_{y.c.Rd}} = \frac{|-1340|}{32448} + \frac{|0|}{184} = 0.041$$

  controle: 0.041 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Maximale spanning:

$$\text{Sigma: } \frac{|N_{Ed}|}{A} + \frac{|M_{y.Ed}|}{W_{pl.y}} = \frac{|-1340|}{109.1} + \frac{|0|}{0.752} = 12.3 \text{ N/mm}^2$$

  $UC_{spanning} = Sigma/fy = 12.3 / 235.0 = 0.052$

  controle: 0.052 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.40 (het profiel is geschoord).
  M1 = 0.00 , M2 = 0.00 , Ms = 0.00 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
  = 0.40 * (1.0 + (0.58 - 0.2)*(|-1340 |/(0.799 *32448 /1.0)) = 0.41
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
  = 0.40 * (1.0 + 0.8*(|-1340 |/(0.799 *32448 /1.0)) = 0.42
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(0.41 , 0.42) = 0.41
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.24

  $UC_{stab.1} = |N_{Ed}|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)$
  $= |-1340|/(0.799*32448/1.0)+0.41*|0.0|/(1.00*184.3/1.0)$
  $= 0.052 + 0.000 = 0.052$
  $UC_{stab.2} = |N_{Ed}|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)$
  $= |-1340|/(0.799*32448/1.0)+0.24*|0.0|/(1.00*184.3/1.0)$
  $= 0.052 + 0.000 = 0.052$

  Maatgevend: $UC_{stab.b} = \max(UC_{stab.1}, UC_{stab.2}) = \max(0.052, 0.052) = 0.052$

  controle: 0.052 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie:
- Drukdiagonalen (RHBK20*20*1.5 mm) voldoen qua trek/druk
  bij B.C.9: d) Eigen gewicht + gewas + installaties + aardbeving

3.17.4.4 Controle van de trekdiagonalen:

Er wordt vanuit gegaan, dat de trekdiagonalen als zodanig worden toegepast in
de eindkappen en als trek- en drukdiagonalen in eventuele middenkappen.

- Controle op trek (in de eindkappen bij neerwaartse belasting en evt. in de middenkappen
  bij opwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qtdmaxt = 910 N (zie tabel 3.17.4.1)
    (+ = trek in trekdiagonaal)

$$\text{Res.diag.trekkracht: } N_{tdiagt} = \frac{Q_{tdmaxt}+F_{punt}/2}{\sin(\alpha)} = \frac{910 + 0 / 2}{\sin(42.8)} = 1340 \text{ N}$$

 - Sterkte: Capaciteit trekdiagonaal: Ftdiagt = 18847 N (zie 4.4)

$$\text{UCsterkte} = \frac{|N_{Ed}|}{F_{tdiagt}} = \frac{|1340|}{18847} = 0.071$$

  - UC-Trek : 0.071 < 1.00, dus trekdiagonaal voldoet.

- Controle op druk (in de eindkappen bij opwaartse belasting en evt. in de middenkappen
  bij neerwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qtdmaxd = 86 N (zie tabel 3.17.4.1)
    (+ = druk in trekdiagonaal)

$$\text{Res. diagonaaldrukkracht: } N_{tdiagd} = \frac{-Q_{tdmaxd}}{\sin(\alpha)} = \frac{-86}{\sin(42.8)} = -127 \text{ N}$$

 - Sterkte: Capaciteit trekdiagonaal: Ftdiagd = 25917 N (zie 4.4)

$$\text{UCsterkte} = \frac{|N_{Ed}|}{F_{tdiagd}} = \frac{|127|}{25917} = 0.005$$

  - UC-Druk : 0.005 < 1.00, dus trekdiagonaal voldoet.

Conclusie:
- Trekdiagonalen (RHBK20*20*1.5 mm) voldoen qua trek/druk
  bij B.C.9: d) Eigen gewicht + gewas + installaties + aardbeving

3.17.4.4 Controle van de (las)verbindingen:

	Drukdiagonaal		Trekdiagonaal	
	Nd = -1340 N Nt = 127 N Fstev = 93 N Fstlo = 86 N Msdt = 0.00 Nm Fsdev = 984 N		Nd = - 127 N Nt = 1340 N Fstev = 984 N Fstlo = 910 N Msdt = 0.00 Nm Fsdev = 93 N	
	bovenrand	onderrand	bovenrand	onderrand
Tau1	0.69 N/mm²	0.69 N/mm²	7.28 N/mm²	7.28 N/mm²
Tau2	1.06 N/mm²	1.06 N/mm²	11.14 N/mm²	11.14 N/mm²
Sgm1	0.69 N/mm²	0.69 N/mm²	7.28 N/mm²	7.28 N/mm²
SgmWst	1.32 N/mm²	1.32 N/mm²	13.96 N/mm²	13.96 N/mm²
UC1	0.01	0.01	0.07	0.07
UC2	0.00	0.00	0.03	0.03
SgmWsd	11.14 N/mm²	11.14 N/mm²	1.06 N/mm²	1.06 N/mm²
UC3	0.05	0.05	0.01	0.01
Nt1	13786 N	13786 N	13786 N	13786 N
knd	1.00	1.00	1.00	1.00
Nd1	13786 N	13786 N	13786 N	13786 N
UCt1	0.01	0.01	0.10	0.10
UCd1	0.10	0.10	0.01	0.01
UClas	0.05	0.05	0.07	0.07
UCdia	0.10	0.10	0.10	0.10
UCgeo	0.97	0.97	0.97	0.97

UClas	0.05	0.07
UCdia	0.97	0.97

Conclusie:
- Lassen: UClas = 0.07 <= 1.00 dus: voldoen
- Aansluitingen: UCdia = 0.97 <= 1.00 dus: voldoen

Eindconclusie:
- Aansluiting diagonalen voldoet
  bij B.C.9: d) Eigen gewicht + gewas + installaties + aardbeving

3.17.4.5 Controle van de bouten van de spant-kolom-aansluiting:

Controle van de krachten op de bout(en) bij de bovenrand:

Tabel 3.17.4.5.1: Belastingen bij bovenrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,br [N]	Fs,br [N]	Fi,br [N]
4.80	-666	388	803	2021	401	2099
9.60	-766	388	-844	2297	-422	2373
19.20	-482	335	737	1490	368	1578
24.00	-898	335	-910	2632	-455	2709

Gegevens van de eindplaat bij de bovenrand:
- Aantal bouten bij de bovenrand: nbb = 1
- Momenten-arm bij bovenrand: hbbout = 364 mm
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Normaalkracht: $Ft = \frac{Nt}{2 * nbb} - \frac{M}{hbbout}$ met Ft >= 0 N
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * Q
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,br max = 2709 N (zie tabel)
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Fi,br max = 1.30 * 2709 = 3522 N
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbtb max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 3522 N < 33926 N, dus bout bij bovenrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.9: d) Eigen gewicht + gewas + installaties + aardbeving

Controle van de krachten op de bout(en) bij de onderrand:

Tabel 3.17.4.5.2: Belastingen bij onderrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,or [N]	Fs,or [N]	Fi,or [N]
4.80	-666	388	803	0	401	568
9.60	-766	388	-844	0	-422	597
19.20	-482	335	737	0	368	521
24.00	-898	335	-910	0	-455	644

Gegevens van de eindplaat bij de onderrand:
- Aantal bouten bij de onderrand: nbo = 1
- Momenten-arm bij onderrand: hobout = 364 mm
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Normaalkracht: $Ft = \frac{Nt}{2 * nbo} + \frac{M}{hobout}$ met Ft >= 0 N
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * Q
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,or max = 644 N (zie tabel)
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Fi,or max = 1.30 * 644 = 837 N
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbto max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 837 N < 33926 N, dus bout bij onderrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.9: d) Eigen gewicht + gewas + installaties + aardbeving

3.17.4.5 Controle van de eindplaat op pons:

Bij de boutverbinding van de bovenrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxb = 2.6 kN (zie tabel hiervoor)
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Ftmaxb = 1.30 * 2.6 = 3.4 N
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capb = 96 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 3.4 kN < 96 kN, dus eindplaat (ST50*12.0) voldoet
zonder onderlegring bij de bovenste bout
bij B.C.9: d) Eigen gewicht + gewas + installaties + aardbeving

Bij de boutverbinding van de onderrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxo = 0.0 kN (zie tabel hiervoor)
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Ftmaxo = 1.30 * 0.0 = 0.0 kN
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capo = 96 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0.0 kN < 96 kN, dus eindplaat (ST50*12.0) voldoet
zonder onderlegring bij de onderste bout
bij B.C.9: d) Eigen gewicht + gewas + installaties + aardbeving

3.17.4.5 Controle van de eindplaat op buiging:

Tabel 3.17.4.5.4.1: Belastingen van de eindplaat van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Normaal-kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ftrb [N]	Ftro [N]
4.80	-666	388	803	1859	0
9.60	-766	388	-844	2110	0
19.20	-482	335	737	1372	0
24.00	-898	335	-910	2413	0

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de bovenrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftrb = \frac{N + sn*Q}{2} - \frac{M}{ht,eff} \text{ met } Ftrb>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftrb(max) * e = 0.5 * 2413 * 25.0 = 30 Nm
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Mep = 1.30 * 30 = 39 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 1667 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 39 Nm < 1667 Nm, dus eindplaat (ST50*12.0) voldoet
bij B.C.9: d) Eigen gewicht + gewas + installaties + aardbeving

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de onderrand:
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftro(max) * e = 0.5 * 0 * 25.0 = 0 Nm
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Mep = 0.00 * 0 = 0 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 368 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0 Nm < 368 Nm, dus eindplaat (ST50*12.0) voldoet
bij B.C.9: d) Eigen gewicht + gewas + installaties + aardbeving

De lasverbindingen tussen eindplaat met resp. de boven- en onderrand
zijn niet gecontroleerd.

3.17.5 De krachtsverdeling in de 1e rij tralies:

Tabel 3.17.5.1: Momentenlijn, normaal- en dwarskrachtenlijn.

Positie x in [m] begin - eind	Momentenlijn M(x) in [Nm] (+ = U/- =)		Normaal-krachtenlijn N(x) in [N] (+ = trek)		Dwars-krachtenlijn Q(x) in [N] (+ = ~~~___)	
0.00 - 2.40	140	570	405	405	591	-233
2.40 - 4.80	570	-977	405	405	-233	-1056
24.00 - 26.40	-600	467	316	316	856	33
26.40 - 28.80	467	-442	316	316	33	-791

3.17.5.1 Controle van de stijfheid van de tralie:

De toelaatbare doorbuiging van alle tralieliggers wordt bepaald per tralie:
- uvtoel = 4800 / 250 < 30.0 mm, dus: uvtoel = 19.2 mm

Uit de U-lijn is de maximale doorbuiging:
- doorbuiging umax = -4.74 mm

- Controle van de 1e rij tralies:
  Doorbuiging: |-4.7 | mm < 19.2 mm,   dus: voldoet.
  bij B.C.9: d) Eigen gewicht + gewas + installaties + aardbeving

3.17.5.2 Controle van de bovenrand:

3.17.5.2 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de bovenrand:

- De normaalkracht in de bovenrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = -M/0.4000 + N/2   (voor N en M, zie 3.17.5.1)
                   met: Effectieve spanthoogte: 400.0 mm

Tabel 3.17.52: Normaalkrachtenverloop in de bovenrand.

Plaats x in [m]	Normaalkracht in [N] (trek = positief) Spant		Systeem-lengte [mm]
0.00 - 2.40	-148	-1222	2399
2.40 - 4.80	-1222	2646	2401
24.00 - 26.40	1659	-1009	2399
26.40 - 28.80	-1009	1264	2401

3.17.5.2 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Tabel 3.17.5.2:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de bovenrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-bepaling begin-eind	Normaalkrachten (trek = positief) [N] "begin"	"einde"	Rand-voor-waar-den	Mouty fact. ß m	Knfct staaf-lengte ß m×ß n	Knik-lengte [mm]	Klasse	Sterkte UC	Stab. UC
0.00- 2.40	-148	-1222	e-d	0.786	0.603	2895	1	0.02	0.08
2.40- 4.80	-1222	2646	d-m	0.792	0.524	2517	1	0.02	0.06
24.00-26.40	1659	-1009	m-d	0.792	0.524	2515	1	0.02	0.05
26.40-28.80	-1009	1264	d-e	0.786	0.521	2500	1	0.02	0.05

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (1.67 - 0.2)*(|-1222 |/(0.264 *61470   /1.0)) = 1.00
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-1222 |/(0.264 *61470   /1.0)) = 0.95
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(1.00   , 0.95   ) = 0.95
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.57

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-1222 |/(0.264 *61470   /1.0)+0.95 *|0.0 |/(1.00*834.3 /1.0)
           = 0.075 + 0.000 = 0.075
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-1222 |/(0.814 *61470   /1.0)+0.57 *|0.0 |/(1.00*834.3 /1.0)
           = 0.024 + 0.000 = 0.024

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.075 , 0.024) = 0.075

- controle: 0.08 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.17.5.2 Stabiliteitscontrole in het vlak:

- Nabij de zwevende goten:

  - Maatgevende normaaldrukkracht: Ndmax = -1222   N

  - Kniklengte: lky = 0.80 * lveld = 0.80 * 800 = 640 mm
    (lky > lveld/2, omdat de kortere velden, de langere velden steunen.)
  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (0.55 - 0.2)*(|-1222 |/(0.814 *61470   /1.0)) = 0.91
  Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-1222 |/(0.814 *61470   /1.0)) = 0.92
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.91   , 0.92   ) = 0.91
  Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.54

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-1222 |/(0.814 *61470   /1.0)+0.91 *|0.0 |/(1.00*626.1 /1.0)
           = 0.024 + 0.000 = 0.024
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-1222 |/(0.913 *61470   /1.0)+0.54 *|0.0 |/(1.00*626.1 /1.0)
           = 0.022 + 0.000 = 0.022

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.024 , 0.022) = 0.024

- controle: 0.02 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.17.5.2 Doorsnede-controle van de bovenrand:

           |NEd| |-1222 |
- UCDruk = ----- = --------- = 0.02
           Nc.Rd   61470

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 2646   N

           |NEd| | 2646 |
- UCTrek = ----- = --------- = 0.04
           Nc.Rd   61470

Trek is maatgevend.

- Controle: 0.04 < 1.00, dus de treksterkte voldoet.

Conclusie:
- Bovenrand (RHBK50*30*1.5) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.9: d) Eigen gewicht + gewas + installaties + aardbeving

3.17.5.3 Controle van de onderrand:

3.17.5.3 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de onderrand:
(voor de achterliggende theorie wordt verwezen naar hoofdstuk 4)

Tabel 3.17.53: Normaalkrachtenverloop in de onderrand.
- De normaalkracht in de onderrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = M/0.4000 + N/2 (voor N en M, zie 3.17.5.1)
    met: Effectieve spanthoogte: 400.0 mm

Tabel 3.17.53: Normaalkrachtenverloop in de onderrand.

Plaats x in [m]	Normaalkracht in [N] (trek = positief) Spant		Systeem-lengte [mm]
0.00 - 2.40	553	1627	2399
2.40 - 4.80	1627	-2241	2401
24.00 - 26.40	-1342	1325	2399
26.40 - 28.80	1325	-948	2401

3.17.5.3 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Tabel 3.17.5.3:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de onderrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-bepaling begin-eind	Normaalkrachten (trek = positief) [N] "begin"	"einde"	Rand-voor-waar- den	Mouty fact. ß m	Knfct staaf-lengte ß m×ß n	Knik-lengte /PlPerc [mm]	Klasse	Sterkte UC	Stab. UC
0.00- 2.40	553	1627	e-d	0.792	0.524	2517	1	0.00	0.01
2.40- 4.80	1627	-2241	d-m	0.797	0.528	2535	1	0.04	0.11
24.00-26.40	-1342	1325	m-d	0.797	0.528	2533	1	0.02	0.07
26.40-28.80	1325	-948	d-e	0.792	0.524	2519	1	0.02	0.05

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
  = 0.90 * (1.0 + (1.47 - 0.2)*(|-2241 |/(0.326 *61470 /1.0)) = 1.03
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
  = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-2241 |/(0.326 *61470 /1.0)) = 0.98
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(1.03 , 0.98) = 0.98
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.59

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
  = |-2241 |/(0.326 *61470 /1.0)+0.98 *|0.0 |/(1.00*834.3 /1.0)
  = 0.112 + 0.000 = 0.112
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
  = |-2241 |/(0.731 *61470 /1.0)+0.59 *|0.0 |/(1.00*834.3 /1.0)
  = 0.050 + 0.000 = 0.050

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.112 , 0.050) = 0.112

- controle: 0.11 < 0.95, dus de stabiliteit voldoet.

3.17.5.3 Stabiliteitscontrole in het vlak (nabij de kolom-aansluitingen):

- Maatgevend: Ndmax = N + |Q|/tan(alfa) = -2241 + |-1056 |/tan(42.8) = -1099 N
  (N.B.: 1e drukdiagonaal reduceert de normaaldrukkracht in de onderrand)

- Kniklengte: lky = 1.00*lveld = 1.00 * 800 = 800 mm
  (lky = lveld, volgens NEN 3851 art. 2.5.6.2.c.)

  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.40 (het profiel is geschoord).
  M1 = 0.00 , M2 = 0.00 , Ms = 0.00 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
  = 0.40 * (1.0 + (0.69 - 0.2)*(|-1099 |/(0.731 *61470 /1.0)) = 0.40
  Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
  = 0.40 * (1.0 + 0.8*(|-1099 |/(0.731 *61470 /1.0)) = 0.41
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.40 , 0.41) = 0.40
  Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.24

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
  = |-1099 |/(0.731 *61470 /1.0)+0.40 *|0.0 |/(1.00*626.1 /1.0)
  = 0.024 + 0.000 = 0.024
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
  = |-1099 |/(0.864 *61470 /1.0)+0.24 *|0.0 |/(1.00*626.1 /1.0)
  = 0.021 + 0.000 = 0.021

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.024 , 0.021) = 0.024

- controle: 0.02 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.17.5.3 Doorsnede-controle van de onderrand:

$$\text{UCDruk} = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} = \frac{|-2241|}{61470} = 0.04$$

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 1627 N

$$\text{UCTrek} = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} = \frac{|1627|}{61470} = 0.03$$

Druk is maatgevend.

- Controle: 0.04 < 1.00, dus de druksterkte voldoet.

Conclusie:
- Onderrand (RHBK50*30*1.5) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.9: d) Eigen gewicht + gewas + installaties + aardbeving

3.17.5.4 Controle van de diagonalen:

3.17.5.4 Controle van de drukdiagonalen:

Gezien de toepassing spitst de controle van de drukdiagonalen zich toe
op de eindkappen van de tralies, d.w.z. tussen kopplaat en 1e zwevende goten.

- Controle op druk (bij neerwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qddmaxd = -1056 N (zie tabel 3.17.5.1)
    (+ = druk in drukdiagonaal)
    Extra dwarskracht i.v.m. mogelijke positie transportlast in eerste
    diagonaalveld in plaats van het midden van de overspanning.
    Vert.puntlast: Fpunt = 0.00 * max(1250, 1000) + 1.02 * 0 = 0 N

  - Res.diag.drukkracht: $N_{ddiagd} = \frac{Qddmaxd - Fpunt/2}{sin(alfa)} = \frac{-1056 - 0 / 2}{sin(42.8)} = -1556$ N

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} + \frac{|My.Ed|}{My.c.Rd} = \frac{|-1556|}{32448} + \frac{|0|}{184} = 0.048$$

  controle: 0.048 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Maximale spanning:

$$Sigma: \frac{|NEd|}{A} + \frac{|My.Ed|}{Wpl.y} = \frac{|-1556|}{109.1} + \frac{|0|}{0.752} = 14.3 \ N/mm^2$$

  UCspanning = Sigma/fy = 14.3 /235.0 = 0.061

  controle: 0.061 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.40 (het profiel is geschoord).
  M1 = 0.00 , M2 = 0.00 , Ms = 0.00 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
  = 0.40 * (1.0 + (0.58 - 0.2)*(|-1556 |/(0.799 *32448 /1.0)) = 0.41
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
  = 0.40 * (1.0 + 0.8*(|-1556 |/(0.799 *32448 /1.0)) = 0.42
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(0.41 , 0.42) = 0.41
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.25

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
  = |-1556 |/(0.799 *32448 /1.0)+0.41 *|0.0 |/(1.00*184.3 /1.0)
  = 0.060 + 0.000 = 0.060
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
  = |-1556 |/(0.799 *32448 /1.0)+0.25 *|0.0 |/(1.00*184.3 /1.0)
  = 0.060 + 0.000 = 0.060

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.060 , 0.060) = 0.060

  controle: 0.060 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie:
- Drukdiagonalen (RHBK20*20*1.5 mm) voldoen qua trek/druk
  bij B.C.9: d) Eigen gewicht + gewas + installaties + aardbeving

3.17.5.4 Controle van de trekdiagonalen:

Er wordt vanuit gegaan, dat de trekdiagonalen als zodanig worden toegepast in
de eindkappen en als trek- en drukdiagonalen in eventuele middenkappen.

- Controle op trek (in de eindkappen bij neerwaartse belasting en evt. in de middenkappen
  bij opwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qtdmaxt = 1056 N (zie tabel 3.17.5.1)
    (+ = trek in trekdiagonaal)

$$\text{Res.diag.trekkracht: } N_{tdiagt} = \frac{Q_{tdmaxt}+F_{punt}/2}{\sin(\alpha)} = \frac{1056 + 0/2}{\sin(42.8)} = 1556 \text{ N}$$

 - Sterkte: Capaciteit trekdiagonaal: Ftdiagt = 18847 N (zie 4.4)

$$\text{UCsterkte} = \frac{|N_{Ed}|}{F_{tdiagt}} = \frac{|1556|}{18847} = 0.083$$

  - UC-Trek : 0.083 < 1.00, dus trekdiagonaal voldoet.

- Controle op druk (in de eindkappen bij opwaartse belasting en evt. in de middenkappen
  bij neerwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qtdmaxd = 233 N (zie tabel 3.17.5.1)
    (+ = druk in trekdiagonaal)

$$\text{Res. diagonaaldrukkracht: } N_{tdiagd} = \frac{-Q_{tdmaxd}}{\sin(\alpha)} = \frac{-233}{\sin(42.8)} = -342 \text{ N}$$

 - Sterkte: Capaciteit trekdiagonaal: Ftdiagd = 25917 N (zie 4.4)

$$\text{UCsterkte} = \frac{|N_{Ed}|}{F_{tdiagd}} = \frac{|342|}{25917} = 0.013$$

  - UC-Druk : 0.013 < 1.00, dus trekdiagonaal voldoet.

Conclusie:
- Trekdiagonalen (RHBK20*20*1.5 mm) voldoen qua trek/druk
  bij B.C.9: d) Eigen gewicht + gewas + installaties + aardbeving

3.17.5.4 Controle van de (las)verbindingen:

	Drukdiagonaal	Trekdiagonaal
	Nd = -1556 N	Nd = - 342 N
	Nt = 342 N	Nt = 1556 N
	Fstev = 251 N	Fstev = 1142 N
	Fstlo = 233 N	Fstlo = 1056 N
	Msdt = 0.00 Nm	Msdt = 0.00 Nm
	Fsdev = 1142 N	Fsdev = 251 N

	bovenrand	onderrand	bovenrand	onderrand
Tau1	1.86 N/mm²	1.86 N/mm²	8.45 N/mm²	8.45 N/mm²
Tau2	2.84 N/mm²	2.84 N/mm²	12.92 N/mm²	12.92 N/mm²
Sgm1	1.86 N/mm²	1.86 N/mm²	8.45 N/mm²	8.45 N/mm²
SgmWst	3.56 N/mm²	3.56 N/mm²	16.20 N/mm²	16.20 N/mm²
UC1	0.02	0.02	0.08	0.08
UC2	0.01	0.01	0.03	0.03
SgmWsd	12.92 N/mm²	12.92 N/mm²	2.84 N/mm²	2.84 N/mm²
UC3	0.06	0.06	0.01	0.01
Nt1	13786 N	13786 N	13786 N	13786 N
knd	1.00	1.00	1.00	1.00
Nd1	13786 N	13786 N	13786 N	13786 N
UCt1	0.02	0.02	0.11	0.11
UCd1	0.11	0.11	0.02	0.02
UClas	0.06	0.06	0.08	0.08
UCdia	0.11	0.11	0.11	0.11
UCgeo	0.97	0.97	0.97	0.97

UClas	0.06	0.08
UCdia	0.97	0.97

Conclusie:
- Lassen: UClas = 0.08 <= 1.00 dus: voldoen
- Aansluitingen: UCdia = 0.97 <= 1.00 dus: voldoen

Eindconclusie:
- Aansluiting diagonalen voldoet
  bij B.C.9: d) Eigen gewicht + gewas + installaties + aardbeving

3.17.5.5 Controle van de bouten van de spant-kolom-aansluiting:

Controle van de krachten op de bout(en) bij de bovenrand:

Tabel 3.17.5.5.1: Belastingen bij bovenrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,br [N]	Fs,br [N]	Fi,br [N]
0.00	140	405	591	0	295	418
4.80	-977	405	-1056	2884	-528	2979
24.00	-600	316	856	1805	428	1904
28.80	-442	316	-791	1372	-395	1482

Gegevens van de eindplaat bij de bovenrand:
- Aantal bouten bij de bovenrand: nbb = 1
- Momenten-arm bij bovenrand: hbbout = 364 mm
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Normaalkracht: $Ft = \frac{Nt}{2 * nbb} - \frac{M}{hbbout}$ met Ft >= 0 N
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * Q
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,br max = 2979 N (zie tabel)
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Fi,br max = 1.30 * 2979 = 3873 N
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbtb max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 3873 N < 33926 N, dus bout bij bovenrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.9: d) Eigen gewicht + gewas + installaties + aardbeving

Controle van de krachten op de bout(en) bij de onderrand:

Tabel 3.17.5.5.2: Belastingen bij onderrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,or [N]	Fs,or [N]	Fi,or [N]
0.00	140	405	591	587	295	721
4.80	-977	405	-1056	0	-528	747
24.00	-600	316	856	0	428	606
28.80	-442	316	-791	0	-395	559

Gegevens van de eindplaat bij de onderrand:
- Aantal bouten bij de onderrand: nbo = 1
- Momenten-arm bij onderrand: hobout = 364 mm
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Normaalkracht: $Ft = \frac{Nt}{2 * nbo} + \frac{M}{hobout}$ met Ft >= 0 N
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * Q
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,or max = 747 N (zie tabel)
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Fi,or max = 1.30 * 747 = 971 N
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbto max = 33926 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 971 N < 33926 N, dus bout bij onderrand (M10-8.8) voldoet.
bij B.C.9: d) Eigen gewicht + gewas + installaties + aardbeving

3.17.5.5 Controle van de eindplaat op pons:

Bij de boutverbinding van de bovenrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxb = 2.9 kN (zie tabel hiervoor)
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Ftmaxb = 1.30 * 2.9 = 3.7 N
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capb = 96 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 3.7 kN < 96 kN, dus eindplaat (ST50*12.0) voldoet
zonder onderlegring bij de bovenste bout
bij B.C.9: d) Eigen gewicht + gewas + installaties + aardbeving

Bij de boutverbinding van de onderrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxo = 0.6 kN (zie tabel hiervoor)
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Ftmaxo = 1.30 * 0.6 = 0.8 kN
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capo = 96 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0.8 kN < 96 kN, dus eindplaat (ST50*12.0) voldoet
zonder onderlegring bij de onderste bout
bij B.C.9: d) Eigen gewicht + gewas + installaties + aardbeving

3.17.5.5 Controle van de eindplaat op buiging:

Tabel 3.17.5.5.4.1: Belastingen van de eindplaat van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Normaal-kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ftrb [N]	Ftro [N]
0.00	140	405	591	0	553
4.80	-977	405	-1056	2646	0
24.00	-600	316	856	1659	0
28.80	-442	316	-791	1264	0

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de bovenrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftrb = \frac{N + sn*Q}{2} - \frac{M}{ht,eff} \text{ met } Ftrb>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftrb(max) * e = 0.5 * 2646 * 25.0 = 33 Nm
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Mep = 1.30 * 33 = 43 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 1667 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 43 Nm < 1667 Nm, dus eindplaat (ST50*12.0) voldoet
bij B.C.9: d) Eigen gewicht + gewas + installaties + aardbeving

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de onderrand:
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftro(max) * e = 0.5 * 553 * 25.0 = 7 Nm
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Mep = 0.00 * 6913 = 9 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 368 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 9 Nm < 368 Nm, dus eindplaat (ST50*12.0) voldoet
bij B.C.9: d) Eigen gewicht + gewas + installaties + aardbeving

De lasverbindingen tussen eindplaat met resp. de boven- en onderrand
zijn niet gecontroleerd.

Toetsing van de bepalende doorsnede (lkx= 4000 mm, lky= 4000 mm):

Toetsing van de bepalende doorsnede (lkx= 8266 mm, lky= 4950 mm):

Toetsing van de bepalende doorsnede (lkx= 7072 mm, lky= 4000 mm):

c) Berekening van de toelaatbare horizontale verplaatsing in :

- Rekening houdend met de glasbreedten :
  - reductiefactor gevel: r1 = 800 / bkg < 2.0;
    800 / 800 = 1.00, dus r1 = 1.00
  - reductiefactor dek : r2 = 1125 / bd < 2.0;
    1125 / 1125 = 1.00, dus r2 = 1.00
  - ugevel = h / 100 * r1 < 50.0 mm;
    4000 / 100 * 1.00 = 40.0 mm, dus ugevel = 64.5 mm

- udek   = 1/200 * v * r2 < 50.0 mm
            1/200 * 4000   * 1.00 = 30.0 mm, dus udek = 68.9 mm
- utoel-b = ugevel + udek = 64.5 + 68.9 = 64.5 mm

- Bij een controle op seismische belastingen zijn de eisen op vervormingen niet relevant. Om te voorkomen dat de uitkomsten toch maatgevend zijn wordt een hoge bovengrens geïntroduceerd:
  Utoel.seismic = 2 * ph / 50 = 2 * 4000   / 50 = 220.0 mm

- Maatgevend :
  - utoel = Utoel.seismic = 220.0 mm

Bedrijf: Heuvel-Folie-Serres bvba, CK-324-1
Project: Hooghoutplant VOF,koude kas, NEN13031

(CASTA/Kassenbouw versie 3.10 SP5)

S A M E N V A T T I N G G E C O N T R O L E E R D E P R O F I E L E N

Omschrijving : sneeuw:423.50N/m install.:70N/m gewas: 0N/m wind 24.5m/sec
Werkvoorbereider: Marcel Brughmans
Bestand : 2.CA_21-019 Hooghoutplant venlo 6x 4.80mph 4.00m.ckd
Laatst bewaard : 07-07-2021 14:40 ID: AQDlBwcAAwAHAAoAMAAVAHoA

Kasgegevens:
- Kastype : Foliekas
- Overspanning (l) : 4.80 m (1 * 4.80 m)
- Aantal gekoppelde spanten : 6 (y-richting)
- Vakmaat (v) : 4.00 m
- Kolomhoogte (h) : 4.00 m
- Spanthoogte (hspant) : 430 mm
- Spantverlaging (vspant) : 80 mm
- Dekhelling (alfa) : 25.0°

Controleoverzicht kasonderdelen.

1 2D Tralieligger (standaard) voldoet.
Note:

Onderdelen:		alle tralies:
Bovenrand		RHBK50*30*1.5 S235
Onderrand		RHBK50*30*1.5 S235
Drukdiagonaal	6x	RHBK20*20*1.5 S235
Trekdiagonaal	6x	RHBK20*20*1.5 S235
- verbinding		Gezaagd 2-zijdige las
Gootverticaal		RHBK50*30*2.0 S235
Bouten bovenrand		1xM10-8.8
Bouten onderrand		1xM10-8.8
Eindplaten bovenrand		ST50*12.0 schotje
Eindplaten onderrand		ST50*12.0

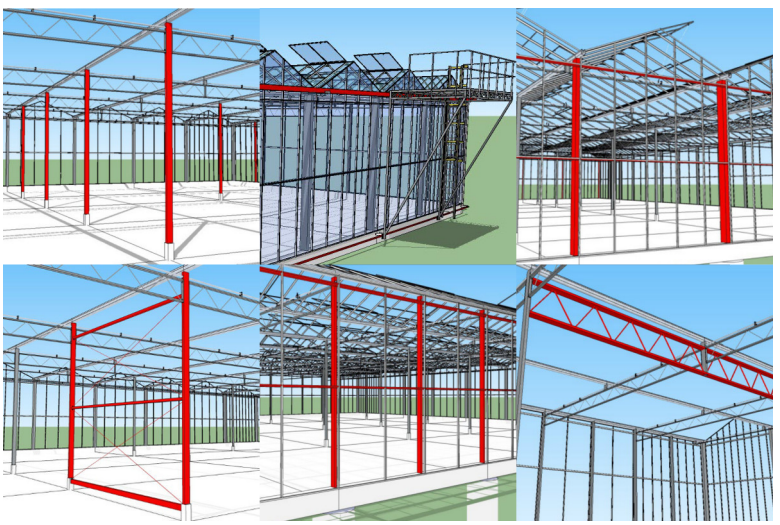
n.b. niet alle lassen zijn gecontroleerd.

Onderdelen	algemeen
Opzetkolom	RHBK80*50*3.0 S235 gat 40 x30 mm
- Omschrijving	zonder certificaat
- Veerstijfheid Nm/rad	Rotatie=5000 horizontaal=6000
Goot aluminium	eigen invoer
- Stijfheid cmE4	Iy=284.780 Iz=186.720

Bedrijf: Heuvel-Folie-Serres bvba, CK-324-1
Project: Hooghoutplant VOF,koude kas, NEN13031
Bestand: 1.CA_21-019 Hooghoutplant venlo 6x 18.40mph 4.00m.ckd

---

De controle is uitgevoerd met CASTA/Kassenbouw versie 3.10 SP5



BATCH

Kasgegevens:
- Kastype : Foliekas
- Overspanning (l) : 18.40 m (4 * 4.60 m)
- Aantal gekoppelde spanten : 6 (y-richting)
  Verkort designmodel aangehouden in de berekening.
- Vakmaat (v) : 4.00 m
- Kolomhoogte (h) : 4.00 m
- Spanthoogte (hspant) : 630 mm
- Spantverlaging (vspant) : 80 mm

De berekeningen zijn in overeenstemming met de algemene Nederlandse norm voor bouwconstructies NEN-EN 1990 en de hierna volgende specifieke Nederlandse bouwnormen, waarmee is voldaan aan bepalingen van het Bouwbesluit 2012 Hoofdstuk 2: Technische bouwvoorschriften uit oogpunt van veiligheid, afdeling 2.1 Algemene sterkte van de bouwconstructie paragraaf 2.1.1 Nieuwbouw.
De kasconstructie is ingedeeld in gevolgklasse Classificatie KFI=0.85

Op deze berekening zijn de volgende normen van toepassing:
- NEN-EN 1990 Eurocode Grondslagen voor het ontwerp
- NEN-EN 1991 Eurocode 1: Belastingen op constructies
  * NEN-EN 1991-1-4: Windbelastingen
  * NEN-EN 1991-1-3: Sneeuwbelasting

De belastingen en belastingscombinaties zijn bepaald volgens:
- NEN3859 2012: Classificatie KFI=0.85; Windgebied III
- Basiswindsnelheid: Vb50 = 24.5 m/s met Cprob 15 jaar: Vb = 22.6 m/s
- Karateristieke Sneeuwbelasting: SK = 700.0 N/m² op de grond (50 jaar)

De controle berekeningen zijn geheel of gedeeltelijk uitgevoerd volgens de volgende normen:
- NEN-EN 1993 Eurocode 3: Ontwerp en berekening van staalconstructies
  * NEN-EN 1993-1-1: Algemene regels en regels voor gebouwen
  * NEN-EN 1993-1-3: Koudgevormde dunwandige profielen en platen
  * NEN-EN 1993-1-8: Ontwerp en berekening van verbindingen

(voor zover van toepassing voor de uitgevoerde controle berekening)
Bij de genoemde Eurocodes zijn de Nederlandse nationale bijlagen van toepassing

Voor een toelichting op de berekening van de tralieliggers voor Venlowarenhuizen wordt verwezen naar TNO rapport: 2006-D-R0529 "Kniklengte berekeningen voor 2D-tralieligger met methode Mouty"

CASTA/Kassenbouw is een hulpmiddel bij het ontwerp van de constructie en onderdelen van een kas.
De gebruiker van CASTA/Kassenbouw is zelf verantwoordelijk voor het invoeren van de juiste gegevens.
TNO aanvaardt geen enkele aansprakelijkheid bij het toepassen van de resultaten van CASTA/Kassenbouw.
Het programma CASTA/Kassenbouw is ontwikkeld door TNO in samenwerking met en onder begeleiding van de stichting Hortivation.
Voor meer informatie over CASTA/Kassenbouw kunt u contact opnemen met TNO (088 8663460).

1 GEGEVENS OVER DE TOEGEPASTE NORM

1.1 Gegevens over de Europese kassenbouwnorm

- NEN3859 2012: Classificatie KFI=0.85; Windgebied III
- Basiswindsnelheid: Vb50 = 24.5 m/s met Cprob 15 jaar: Vb = 22.6 m/s
- Karateristieke Sneeuwbelasting: SK = 700.0 N/m² op de grond (50 jaar)

1.2 Windbelasting:

- Reference wind velocity : Vref.50 = 24.5 m/s
- Return period : ref = 15
- Shape parameter : K1 = 0.234 ; n = 0.5
- Terrain category greenhouses : z0 = 0.200 m, zmin = 4.000 m, Kr = 0.209
- Reference wind velocity (for ref.min = 15 years):

$$Vref = Vref.50 * \frac{1 - K1 * \ln(1/ref)}{1 - K1 * \ln(0.02)}^{+0.5} = 22.627 \text{ m/s}$$

- Height ridge : 0.000 + 4.000 + 0.5*4.600*tan25° = 5.073 m
- Reference height : ze = 5.073 m (ze = Height ridge = building height = 5.073 m)
- Roughness coëfficiënt : cr(ze) = 0.677
- Topography coëfficiënt : co(ze) = 1.000
- Turbulence intensity : Iv(ze) = Kr /(ct(ze) * co(ze))= 0.309
- Exposure coëfficiënt : ce(ze) = cr(ze)² * co(ze)² * (1 + 7 * Iv(ze)) = 1.450
- Reference wind pressure : rho = 1.250 kg/m3; q = rho/2*(Vref)² = 319.976 N/m²
- Peak velocity : Vpeak = ce(ze)^0.5 * Vref = 1.450 ^0.5 * 22.627 = 27.2 m/s
- Mean wind pressure : qref = ce(ze) * q = 464.056 N/m²

- Windbelasting op midden kasdek:
  - Kaphoogte : Hkap = max(0.5*4.600*tan25°, 1.00 m) = 1.073 m
  - Roughness coëfficiënt : cr = 0.352
  - Topography coëfficiënt : ct = 1.000
  - Turbulence intensity : Iv = kT /(cr * ct)= 7.000
  - Exposure coëfficiënt : ce = cr² * ct² * (1 + 7 * Iv) = 0.639
  - Mean wind pressure : qref = ce * q = 204.441 N/m²
  - Reduction factor : fqmid = qref.nok/qref = 204.441 / 464.056 = 0.441
- Windstuwdruk (qwind) : 334 N/m² = 0.334 N/m² dekoppervlak

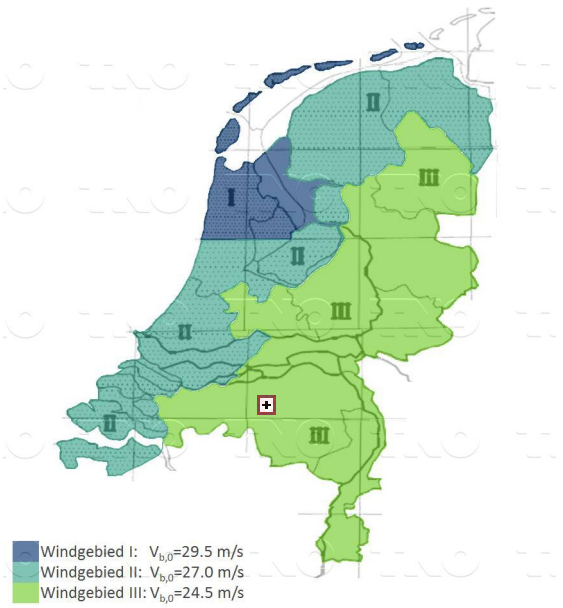
1.3 Sneeuwbelasting:
  Sneeuwbelasting (qsneeuw): 420.4 N/m² grondoppervlak (zonder afsmelten: qsi = 420.4 N/m²)
- Return period: ref = 15
- Basic snow load: SK = 700.0 N/m²
- Reduction with a return period n and V=0.800
  NEN3859 2012: Rf = (1-0.8*0.7797*(ln(-ln(1-1/15))+0.57722))/(1+2.5923*0.8) = 0.751
- Snow load shape coëfficiënt (for sub_structure only): C1 = 0.80
- Thermal coëfficiënt for non-heated greenhouses: Ct = 1.00
- Exposure coëfficiënt Ce, usually 1.0 (no effect from wind): Ce = 1.00
- Snow load (load on the roof projected on the ground):
  qs = Rf*C1*Ce*Ct*Sk = 0.751 * 0.8 * 1.0 * 1.000 * 700.0 = 420.4   N/m² 1)

2 Wind, sneeuw en seismische belastingen (door norm bepaald)

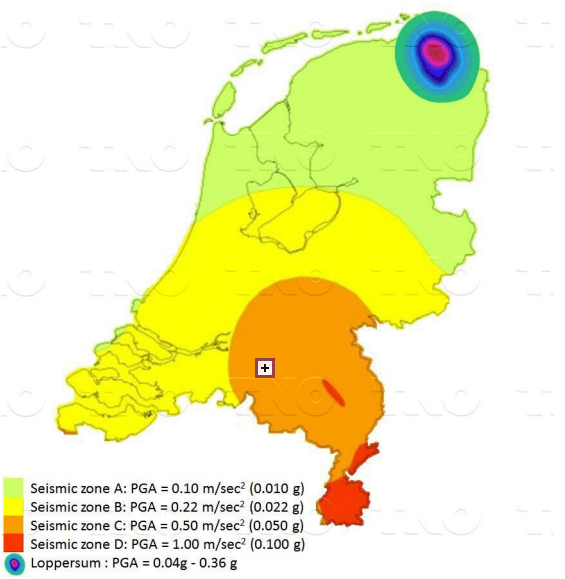
GPS gegevens Nederland

adres 5074 na Biezenmortel (GPS: 51.6159, 5.1955)
Hoogte boven zeeniveau 9 m

Windkaart (Windgebied III (24.5 m/s))



Seismische kaart (0.050 x g m/s²)



Bedrijf: Heuvel-Folie-Serres bvba, CK-324-1
Project: Hooghoutplant VOF,koude kas, NEN13031
Bestand: 1.CA_21-019 Hooghoutplant venlo 6x 18.40mph 4.00m.ckd

TNO

De controle is uitgevoerd met CASTA/Kassenbouw versie 3.10 SP5

---

3 2D T R A L I E L I G G E R F O L I E K A S

Kasgegevens:
- Kastype : Foliekas
- Overspanning (l) : 18.40 m (4 * 4.60 m)
- Aantal gekoppelde spanten : 6 (y-richting)
  Verkort designmodel aangehouden in de berekening.
- Vakmaat (v) : 4.00 m
- Kolomhoogte (h) : 4.00 m
- Spanthoogte (hspant) : 630 mm
- Spantverlaging (vspant) : 80 mm

De navolgende rapportage van de CASTA controleberekening van de tralieligger
van een kas is in overeenstemming met de algemene Nederlandse norm voor bouwconstructies
NEN-EN 1990 en de hierna volgende specifieke Nederlandse bouwnormen, waarmee is voldaan aan
bepalingen van het Bouwbesluit 2012 Hoofdstuk 2: Technische bouwvoorschriften uit oogpunt
van veiligheid, afdeling 2.1 Algemene sterkte van de bouwconstructie paragraaf 2.1.1 Nieuwbouw.

De kasconstructie is ingedeeld in gevolgklasse Classificatie KFI=0.85

Op deze berekening zijn de volgende normen van toepassing:
- NEN-EN 1990 Eurocode Grondslagen voor het ontwerp
- NEN-EN 1991 Eurocode 1: Belastingen op constructies
  * NEN-EN 1991-1-4: Windbelastingen
  * NEN-EN 1991-1-3: Sneeuwbelasting

De belastingen en belastingscombinaties zijn bepaald volgens:
- NEN3859 2012: Classificatie KFI=0.85; Windgebied III
- Basiswindsnelheid: Vb50 = 24.5 m/s met Cprob 15 jaar: Vb = 22.6 m/s
- Karateristieke Sneeuwbelasting: SK = 700.0 N/m² op de grond (50 jaar)

De controle berekeningen zijn geheel of gedeeltelijk uitgevoerd volgens de volgende normen:
- NEN-EN 1993 Eurocode 3: Ontwerp en berekening van staalconstructies
  * NEN-EN 1993-1-1: Algemene regels en regels voor gebouwen
  * NEN-EN 1993-1-3: Koudgevormde dunwandige profielen en platen
  * NEN-EN 1993-1-8: Ontwerp en berekening van verbindingen

(voor zover van toepassing voor de uitgevoerde controle berekening)
Bij de genoemde Eurocodes zijn de Nederlandse nationale bijlagen van toepassing

Voor een toelichting op de berekening van de tralieliggers voor Venlowarenhuizen wordt verwezen naar
TNO rapport: 2006-D-R0529 "Kniklengte berekeningen voor 2D-tralieligger met methode Mouty"

CASTA/Kassenbouw is een hulpmiddel bij het ontwerp van de constructie en onderdelen van een kas.
De gebruiker van CASTA/Kassenbouw is zelf verantwoordelijk voor het invoeren van de juiste gegevens.
TNO aanvaardt geen enkele aansprakelijkheid bij het toepassen van de resultaten van CASTA/Kassenbouw.
Het programma CASTA/Kassenbouw is ontwikkeld door TNO in samenwerking met en onder begeleiding van
de stichting Hortivation.
Voor meer informatie over CASTA/Kassenbouw kunt u contact opnemen met TNO (088 8663460).

3.1 Samenvatting maatgevende berekeningsresultaten:
(Tussen haakjes is per item het nummer van de maatgevende B.C. gegeven.)

3.1.1 Liggers middentralie:

- Stijfheid (B.C.6) : neerwaarts	=|-20.3|mm	<	30.0 mm:		voldoet.
- Bovenrand:					
- uit het vlak (1):	0.47	<	1.00:		voldoet.
- in het vlak (1) :	0.38	<	1.00:		voldoet.
- doorsnede (1) :	0.59	<	1.00:		voldoet.
- Onderrand:					
- uit het vlak (1):	0.73	<	0.95:		voldoet.
- in het vlak (1) :	0.60	<	1.00:		voldoet.
- doorsnede (1) :	0.57	<	1.00:		voldoet.
- Drukdiagonalen:					
- druk (B.C.1) :	0.44	<	1.00:		voldoet.
- trek (B.C.1) :	0.59	<	1.00:		voldoet.
- Trekdiagonalen:					
- druk (B.C.1) :	0.44	<	1.00:		voldoet.
- trek (B.C.1) :	0.59	<	1.00:		voldoet.
- Verbinding drukdiagonalen:					
- Lassen (B.C.1) : UClasD =	0.51	<	1.00:		voldoen
- Aansluitingen(1): UCdiaD =	0.83	<	1.00:		voldoen
- Verbinding trekdiagonalen:					
- Lassen (B.C.1) : UClasT =	0.51	<	1.00:		voldoen
- Aansluitingen(1): UCdiaT =	0.83	<	1.00:		voldoen
- Gootverticaal:					
- druk (B.C.1) : Ndgv	=| -10643|N	<	229432 N:		voldoet.
- plaatsvastheid(1): kbr	= 196.9 N/mm	<	148526. N/mm:		voldoet.
- Bouten eindplaten:					
- bovenste (B.C.1): Fi,max	= 147719 N	<	282240 N:		voldoet.
- onderste (B.C.3): Fi,max	= 40551 N	<	282240 N:		voldoet.
- Eindplaten (zonder onderlegringen)					
- pons boven (1) : Ft,max	= 146986 N	<	423275 N:		voldoet.
- pons onder (3) : Ft,max	= 40392 N	<	423275 N:		voldoet.
- buiging boven(1): Meindpl	= 1696.1 Nm	<	7533.3 Nm:		voldoet.
- buiging onder(3): Meindpl	= 464.7 Nm	<	7533.3 Nm:		voldoet.
- Lasaansluiting eindplaten:					niet gecontroleerd!
- Bouten koppelplaten:					
- bovenste (B.C.2): Fi,max	= 14646 N	<	180864 N:		voldoet.
- onderste (B.C.1): Fi,max	= 32631 N	<	180864 N:		voldoet.
- Koppelplaten (zonder onderlegringen)					
- pons boven (2) : Ft,max	= 14596 N	<	336179 N:		voldoet.
- pons onder (1) : Ft,max	= 32350 N	<	336179 N:		voldoet.
- buiging boven(2): Mkoppl	= 187.7 Nm	<	3512.5 Nm:		voldoet.
- buiging onder(1): Mkoppl	= 404.4 Nm	<	2363.2 Nm:		voldoet.
- Lasaansluiting koppelplaten:					niet gecontroleerd!

3.1.2 Eindconclusie(s):

- De liggers in de middentralie voldoen qua sterkte, stijfheid en stabiliteit bij alle berekende belastingcombinaties.	
- Stijfheid:	voldoet
- Bovenrand (RHBK100*50*3.0 mm) (S235 (EN10219)):	voldoet
- Onderrand (RHBK100*50*3.0 mm) (S235 (EN10219)):	voldoet
- Drukdiagonalen (RHBK50*30*2.0 mm) (S235 (EN10219)):	voldoen
- Verbindingen Drukdiagonalen:	voldoen
- Trekdiagonalen (RHBK50*30*2.0 mm) (S235 (EN10219)):	voldoen
- Verbindingen Trekdiagonalen:	voldoen
- Gootverticaal (RHBK100*50*3.0 mm) (S235 (EN10219)):	voldoet
- Bouten eindplaten:	
- Bij de bovenrand (1xM20-8.8 (D)):	voldoen
- Bij de onderrand (1xM20-8.8 (D)):	voldoen
- Eindplaten (ST120*15.0 mm) (zonder onderlegringen):	
- Bij de bovenrand met schotjes:	voldoen
- Bij de onderrand met schotjes:	voldoen
- Lasaansluitingen:	niet gecontroleerd!
- Bouten koppelplaten:	
- Bij de bovenrand (1xM16-8.8 (D)):	voldoen
- Bij de onderrand (2xM16-8.8 (D)):	voldoen
- Koppelplaten (ST100*15.0 mm) (zonder onderlegringen):	
- Lasaansluitingen:	niet gecontroleerd!

3.1.3 Liggers 2e rij tralies:
- Stijfheid (B.C.6) : neerwaarts =|-21.6|mm < 30.0 mm: voldoet.
- Bovenrand:
  - uit het vlak (1): 0.38 < 1.00: voldoet.
  - in het vlak (1) : 0.31 < 1.00: voldoet.
  - doorsnede (1) : 0.71 < 1.00: voldoet.
- Onderrand:
  - uit het vlak (1): 0.91 < 0.95: voldoet.
  - in het vlak (1) : 0.74 < 1.00: voldoet.
  - doorsnede (1) : 0.68 < 1.00: voldoet.
- Drukdiagonalen:
  - druk (B.C.1) : 0.45 < 1.00: voldoet.
  - trek (B.C.1) : 0.61 < 1.00: voldoet.
- Trekdiagonalen:
  - druk (B.C.1) : 0.45 < 1.00: voldoet.
  - trek (B.C.1) : 0.61 < 1.00: voldoet.
- Verbinding drukdiagonalen:
  - Lassen (B.C.1) : UClasD = 0.53 < 1.00: voldoen
  - Aansluitingen(1): UCdiaD = 0.83 < 1.00: voldoen
- Verbinding trekdiagonalen:
  - Lassen (B.C.1) : UClasT = 0.53 < 1.00: voldoen
  - Aansluitingen(1): UCdiaT = 0.83 < 1.00: voldoen
- Gootverticaal:
  - druk (B.C.1) : Ndgv =| -10643|N < 229432 N: voldoet.
  - plaatsvastheid(1): kbr = 196.9 N/mm < 148526. N/mm: voldoet.
- Bouten eindplaten:
  - bovenste (B.C.1): Fi,max = 176273 N < 282240 N: voldoet.
  - onderste (B.C.2): Fi,max = 53676 N < 282240 N: voldoet.
- Eindplaten (zonder onderlegringen)
  - pons boven (1) : Ft,max = 175607 N < 423275 N: voldoet.
  - pons onder (2) : Ft,max = 53537 N < 423275 N: voldoet.
  - buiging boven(1): Meindpl = 2026.0 Nm < 7533.3 Nm: voldoet.
  - buiging onder(2): Meindpl = 616.4 Nm < 7533.3 Nm: voldoet.
- Lasaansluiting eindplaten: niet gecontroleerd!
- Bouten koppelplaten:
  - bovenste (B.C.2): Fi,max = 11573 N < 180864 N: voldoet.
  - onderste (B.C.1): Fi,max = 27247 N < 180864 N: voldoet.
- Koppelplaten (zonder onderlegringen)
  - pons boven (2) : Ft,max = 11522 N < 336179 N: voldoet.
  - pons onder (1) : Ft,max = 26999 N < 336179 N: voldoet.
  - buiging boven(2): Mkoppl = 148.1 Nm < 3512.5 Nm: voldoet.
  - buiging onder(1): Mkoppl = 337.5 Nm < 2363.2 Nm: voldoet.
- Lasaansluiting koppelplaten: niet gecontroleerd!

3.1.4 Eindconclusie(s):
- De liggers in de 2e rij tralies voldoen qua sterkte, stijfheid en stabiliteit bij alle berekende belastingcombinaties.
  - Stijfheid: voldoet
  - Bovenrand (RHBK100*50*3.0 mm) (S235 (EN10219)): voldoet
  - Onderrand (RHBK100*50*3.0 mm) (S235 (EN10219)): voldoet
  - Drukdiagonalen (RHBK50*30*2.0 mm) (S235 (EN10219)): voldoen
  - Verbindingen Drukdiagonalen: voldoen
  - Trekdiagonalen (RHBK50*30*2.0 mm) (S235 (EN10219)): voldoen
  - Verbindingen Trekdiagonalen: voldoen
  - Gootverticaal (RHBK100*50*3.0 mm) (S235 (EN10219)): voldoet
  - Bouten eindplaten:
    - Bij de bovenrand (1xM20-8.8 (D)): voldoen
    - Bij de onderrand (1xM20-8.8 (D)): voldoen
  - Eindplaten (ST120*15.0 mm) (zonder onderlegringen):
    - Bij de bovenrand met schotjes: voldoen
    - Bij de onderrand met schotjes: voldoen
    - Lasaansluitingen: niet gecontroleerd!
  - Bouten koppelplaten:
    - Bij de bovenrand (1xM16-8.8 (D)): voldoen
    - Bij de onderrand (2xM16-8.8 (D)): voldoen
  - Koppelplaten (ST100*15.0 mm) (zonder onderlegringen):
    - Lasaansluitingen: niet gecontroleerd!

3.1.5 Liggers 1e rij tralies:

- Stijfheid (B.C.1) : neerwaarts	=| 27.3|mm	<	30.0 mm:		voldoet.
- Bovenrand:					
- uit het vlak (1):	0.81	<	1.00:		voldoet.
- in het vlak (1) :	0.59	<	1.00:		voldoet.
- doorsnede (1) :	0.71	<	1.00:		voldoet.
- Onderrand:					
- uit het vlak (1):	0.89	<	0.95:		voldoet.
- in het vlak (1) :	0.73	<	1.00:		voldoet.
- doorsnede (1) :	0.69	<	1.00:		voldoet.
- Drukdiagonalen:					
- druk (B.C.1) :	0.53	<	1.00:		voldoet.
- trek (B.C.1) :	0.71	<	1.00:		voldoet.
- Trekdiagonalen:					
- druk (B.C.1) :	0.53	<	1.00:		voldoet.
- trek (B.C.1) :	0.71	<	1.00:		voldoet.
- Verbinding drukdiagonalen:					
- Lassen (B.C.1) : UClasD =	0.62	<	1.00:		voldoen
- Aansluitingen(1): UCdiaD =	0.83	<	1.00:		voldoen
- Verbinding trekdiagonalen:					
- Lassen (B.C.1) : UClasT =	0.62	<	1.00:		voldoen
- Aansluitingen(1): UCdiaT =	0.83	<	1.00:		voldoen
- Gootverticaal:					
- druk (B.C.1) : Ndgv	=| -10643|N	<	229432 N:		voldoet.
- plaatsvastheid(1): kbr	= 196.9 N/mm	<	148526. N/mm:		voldoet.
- Bouten eindplaten:					
- bovenste (B.C.1): Fi,max	= 178463 N	<	282240 N:		voldoet.
- onderste (B.C.7): Fi,max	= 69788 N	<	282240 N:		voldoet.
- Eindplaten (zonder onderlegringen)					
- pons boven (1) : Ft,max	= 177575 N	<	423275 N:		voldoet.
- pons onder (7) : Ft,max	= 69474 N	<	423275 N:		voldoet.
- buiging boven(1): Meindpl	= 2048.6 Nm	<	7533.3 Nm:		voldoet.
- buiging onder(7): Meindpl	= 800.0 Nm	<	7533.3 Nm:		voldoet.
- Lasaansluiting eindplaten:					niet gecontroleerd!
- Bouten koppelplaten:					
- bovenste (B.C.7): Fi,max	= 43562 N	<	180864 N:		voldoet.
- onderste (B.C.1): Fi,max	= 62143 N	<	180864 N:		voldoet.
- Koppelplaten (zonder onderlegringen)					
- pons boven (7) : Ft,max	= 43559 N	<	336179 N:		voldoet.
- pons onder (1) : Ft,max	= 62131 N	<	336179 N:		voldoet.
- buiging boven(7): Mkoppl	= 560.8 Nm	<	3512.5 Nm:		voldoet.
- buiging onder(1): Mkoppl	= 776.6 Nm	<	2363.2 Nm:		voldoet.
- Lasaansluiting koppelplaten:					niet gecontroleerd!

3.1.6 Eindconclusie(s):

- De liggers in de 1e rij tralies voldoen qua sterkte, stijfheid en stabiliteit bij alle berekende belastingcombinaties.
  - Stijfheid: voldoet
  - Bovenrand (RHBK100*50*3.0 mm) (S235 (EN10219)): voldoet
  - Onderrand (RHBK100*50*3.0 mm) (S235 (EN10219)): voldoet
  - Drukdiagonalen (RHBK50*30*2.0 mm) (S235 (EN10219)): voldoen
  - Verbindingen Drukdiagonalen: voldoen
  - Trekdiagonalen (RHBK50*30*2.0 mm) (S235 (EN10219)): voldoen
  - Verbindingen Trekdiagonalen: voldoen
  - Gootverticaal (RHBK100*50*3.0 mm) (S235 (EN10219)): voldoet
  - Bouten eindplaten:
    - Bij de bovenrand (1xM20-8.8 (D)): voldoen
    - Bij de onderrand (1xM20-8.8 (D)): voldoen
  - Eindplaten (ST120*15.0 mm) (zonder onderlegringen):
    - Bij de bovenrand met schotjes: voldoen
    - Bij de onderrand met schotjes: voldoen
    - Lasaansluitingen: niet gecontroleerd!
  - Bouten koppelplaten:
    - Bij de bovenrand (1xM16-8.8 (D)): voldoen
    - Bij de onderrand (2xM16-8.8 (D)): voldoen
  - Koppelplaten (ST100*15.0 mm) (zonder onderlegringen):
    - Lasaansluitingen: niet gecontroleerd!

3.1.7 Eindconclusie:

- Alle spanten voldoen (niet alle lassen zijn gecontroleerd).

3.1.8 Mededelingen/opmerkingen:
De belastingen en belastingscombinaties zijn bepaald volgens:
- NEN 3859 2012 (lichte bouwconstructies; tuinbouwkassen)
  - Onderzochte belastingcombinaties:
    - B.C.1: a2) Eigen gewicht + installaties + sneeuw + gewas(winter)
    - B.C.2: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (1e kap zuiging)
    - B.C.3: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht
    - B.C.4: c1) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties
    - B.C.5: c12) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties
    - B.C.6: a1) Eigen gewicht + gewas + installaties + wind + onderdruk
    - B.C.7: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (wind op kopgevel)
    - B.C.8: a1) Eigen gewicht + installaties + sneeuw (Ct=1.0)
    - B.C.9: d) Eigen gewicht + gewas + installaties + aardbeving

- De lasverbinding van de eindplaat van de middenvelden is niet gecontroleerd.
- De lasverbinding van de eindplaat van de 2e rij tralies is niet gecontroleerd.
- De lasverbinding van de eindplaat van de 1e rij tralies is niet gecontroleerd.

- De lasverbinding van de nokplaat van de middenvelden is niet gecontroleerd.
- De lasverbinding van de nokplaat van de 2e rij tralies is niet gecontroleerd.
- De lasverbinding van de nokplaat van de 1e rij tralies is niet gecontroleerd.

'Gap' van de lassen van de diagonaalaansluitingen

	Drukdiagonaal		Trekdiagonaal	
	bovenrand	onderrand	bovenrand	onderrand
Middenvelden	10.00 mm	10.00 mm	10.00 mm	10.00 mm
2e spant	10.00 mm	10.00 mm	10.00 mm	10.00 mm
1e spant	10.00 mm	10.00 mm	10.00 mm	10.00 mm

- Bij de stabiliteitsberekeningen van de bovenrand en de onderrand uit het vlak van de tralie wordt uitgegaan van specifieke stabiliteits-voorzieningen ter plaatse van de zwevende goten (zie paragraaf 4.2 en 5.2 van hoofdstuk 6, 7, 8 en 9).

- In de berekeningen wordt uitgegaan van een adequate krachtsinleiding van de verticale belastingen in de bovenrand van de tralieligger, zowel bij opwaartse alsook bij neerwaartse belasting.

- Uit experimenteel onderzoek is gebleken, dat de werkelijke doorbuiging van de tralieligger 20% tot 100% groter is dan berekend, ten gevolge van locale vervormingen ter plaatse van de diagonaal-aansluitingen. Onder normale omstandigheden is dit echter niet maatgevend.

- De maatgevende belastingen op de kolom-goot verbinding t.p.v. de opzetkolom (alle spanten):
  Bij opwaartse belastingen (B.C.2)   = Ntgv =   7242 N
  Bij neerwaartse belastingen (B.C.1) = Ndgv = -10643 N

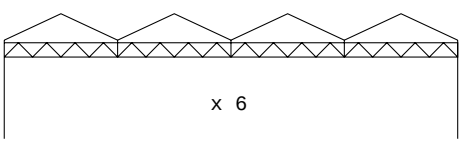
3.2 INVOERGEGEVENS

3.2.1 Type en afmetingen van de kas:

- Kastype : Foliekas
- Overspanning (l) : 18.40 m (4 * 4.60 m)
- Overspanning (l) : 18.40 m
- Vakmaat (v) : 4.00 m
- Kolomhoogte gevel : 4.00 m
- Kaslengte (L) : 40.0 m
- Minimum aantal aaneengesloten overspanningen (y-richting): 6
  In de berekening is een verkort designmodel aangehouden.

3.2.2 Overige gegevens van de kas:

- Dekhelling (alfa) : 25.0 graden
- Funderingshoogte (fh) : 0 mm
- Spanthoogte (hspant) : 630 mm
- Spantverlaging (vspant) : 80 mm



3.2.3 Kolommen:

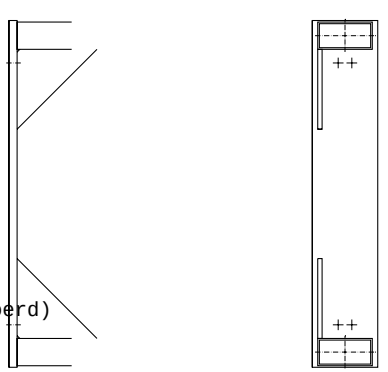
- Profiel : RHBK100*100*3.0
- Staalsoort kolommen : S235 (EN10219)
- Lengte kolom : 4000 mm
- Gat in de kolom : Nee

3.2.4 Gegevens van de 2D tralieligger:

- Doorkoppelingen : Nee

3.2.5 In de middenvelden:

- Bovenrand (br) : RHBK100*50*3.0 (Staalsoort: S235 (EN10219))
- Onderrand (or) : RHBK100*50*3.0 (Staalsoort: S235 (EN10219))
- Aantal diagonalen per kap : 8
- Drukdiagonalen (dd) : RHBK50*30*2.0 (Staalsoort: S235 (EN10219))
- Trekdiagonalen (td) : RHBK50*30*2.0 (Staalsoort: S235 (EN10219))
- Plaatsing 1e diagonaal : op onderrand, dus drukdiagonaal
- Diagonaal-aansluitingen : Gezaagd 2-zijdige las
- Verstijfde verbinding : Nee (controle geometrie)
- Controle van de lassen : druk trek
  - Excentriciteit : 0 0 mm
  - Keeldoorsnede : 3.0 3.0 mm
- Strip in eerste veld : geen
- Eindplaat (ep) : ST120*15.0 met schotjes (S235 (EN10219))
  - Bout bij de bovenrand : M20-8.8 (dubbel uitgevoerd)
    onder de rand (3): < 25 mm
    boven de rand (4): niet aanwezig.
  - Bout bij de onderrand : M20-8.8 (dubbel uitgevoerd)
    onder de rand (1): niet aanwezig.
    boven de rand (2): < 25 mm



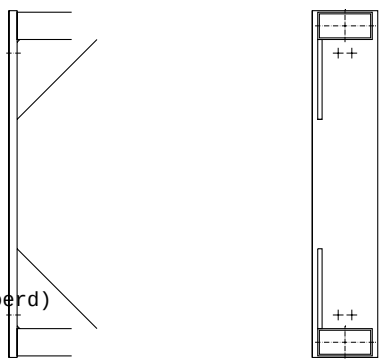
		aantal	breedte	dikte	verlaagd
Schotjes	bovenrand :	1	100 x	8 -	5 mm
	onderrand :	1	100 x	8 -	5 mm

  - Lassen van de kopplaat niet gecontroleerd.
- Koppelplaat (kp) : ST100*15.0 met schotjes (S235 (EN10219))
  - Boutdiameter en -kwaliteit bij de bovenrand: M16-8.8 (dubbel uitgevoerd)
  - Plaatsing bout (3) onder de bovenrand < 25 mm
    bout (4) boven de bovenrand niet aanwezig.
  - Boutdiameter en -kwaliteit bij de onderrand: M16-8.8 (dubbel uitgevoerd)
  - Plaatsing bout (1) onder de onderrand < 25 mm
  - Plaatsing bout (2) boven de onderrand < 25 mm

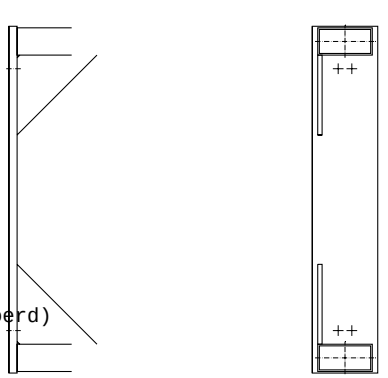
		aantal	breedte	dikte	verlaagd
Schotjes	bovenrand :	1	80 x	6 -	5 mm
	onderrand :	1	60 x	6 -	5 mm

  - Lassen niet gecontroleerd.
- Positie koppelplaat : midden
- Toog : 25 mm

3.2.6 2e rij tralies:
- Bovenrand (br) : RHBK100*50*3.0 (Staalsoort: S235 (EN10219))
- Onderrand (or) : RHBK100*50*3.0 (Staalsoort: S235 (EN10219))
- Aantal diagonalen per kap : 8
- Drukdiagonalen (dd) : RHBK50*30*2.0 (Staalsoort: S235 (EN10219))
- Trekdiagonalen (td) : RHBK50*30*2.0 (Staalsoort: S235 (EN10219))
- Plaatsing 1e diagonaal : op onderrand, dus drukdiagonaal
- Diagonaal-aansluitingen : Gezaagd 2-zijdige las
- Verstijfde verbinding : Nee (controle geometrie)
- Controle van de lassen : druk trek
  - Excentriciteit : 0 0 mm
  - Keeldoorsnede : 3.0 3.0 mm
- Strip in eerste veld : geen
- Eindplaat (ep) : ST120*15.0 met schotjes (S235 (EN10219))
  - Bout bij de bovenrand : M20-8.8 (dubbel uitgevoerd)
    onder de rand (3): < 25 mm
    boven de rand (4): niet aanwezig.
  - Bout bij de onderrand : M20-8.8 (dubbel uitgevoerd)
    onder de rand (1): niet aanwezig.
    boven de rand (2): < 25 mm
    aantal breedte dikte verlaagd
  - Schotjes bovenrand : 1 100 x 8 - 5 mm
    onderrand : 1 100 x 8 - 5 mm
  - Lassen van de kopplaat niet gecontroleerd.
- Koppelplaat (kp) : ST100*15.0 met schotjes (S235 (EN10219))
  - Boutdiameter en -kwaliteit bij de bovenrand: M16-8.8 (dubbel uitgevoerd)
  - Plaatsing bout (3) onder de bovenrand < 25 mm
    bout (4) boven de bovenrand niet aanwezig.
  - Boutdiameter en -kwaliteit bij de onderrand: M16-8.8 (dubbel uitgevoerd)
  - Plaatsing bout (1) onder de onderrand < 25 mm
  - Plaatsing bout (2) boven de onderrand < 25 mm
    aantal breedte dikte verlaagd
  - Schotjes bovenrand : 1 80 x 6 - 5 mm
    onderrand : 1 60 x 6 - 5 mm
  - Lassen niet gecontroleerd.
- Positie koppelplaat : midden
- Toog : 25 mm



3.2.7 1e rij tralies:
- Bovenrand (br) : RHBK100*50*3.0 (Staalsoort: S235 (EN10219))
- Onderrand (or) : RHBK100*50*3.0 (Staalsoort: S235 (EN10219))
- Aantal diagonalen per kap : 8
- Drukdiagonalen (dd) : RHBK50*30*2.0 (Staalsoort: S235 (EN10219))
- Trekdiagonalen (td) : RHBK50*30*2.0 (Staalsoort: S235 (EN10219))
- Plaatsing 1e diagonaal : op onderrand, dus drukdiagonaal
- Diagonaal-aansluitingen : Gezaagd 2-zijdige las
- Verstijfde verbinding : Nee (controle geometrie)
- Controle van de lassen : druk trek
  - Excentriciteit : 0 0 mm
  - Keeldoorsnede : 3.0 3.0 mm
- Strip in eerste veld : geen
- Eindplaat (ep) : ST120*15.0 met schotjes (S235 (EN10219))
  - Bout bij de bovenrand : M20-8.8 (dubbel uitgevoerd)
    onder de rand (3): < 25 mm
    boven de rand (4): niet aanwezig.
  - Bout bij de onderrand : M20-8.8 (dubbel uitgevoerd)
    onder de rand (1): niet aanwezig.
    boven de rand (2): < 25 mm
    aantal breedte dikte verlaagd
  - Schotjes bovenrand : 1 100 x 8 - 5 mm
    onderrand : 1 100 x 8 - 5 mm
  - Lassen van de kopplaat niet gecontroleerd.
- Koppelplaat (kp) : ST100*15.0 met schotjes (S235 (EN10219))
  - Boutdiameter en -kwaliteit bij de bovenrand: M16-8.8 (dubbel uitgevoerd)
  - Plaatsing bout (3) onder de bovenrand < 25 mm
    bout (4) boven de bovenrand niet aanwezig.
  - Boutdiameter en -kwaliteit bij de onderrand: M16-8.8 (dubbel uitgevoerd)
  - Plaatsing bout (1) onder de onderrand < 25 mm
  - Plaatsing bout (2) boven de onderrand < 25 mm
    aantal breedte dikte verlaagd
  - Schotjes bovenrand : 1 80 x 6 - 5 mm
    onderrand : 1 60 x 6 - 5 mm
  - Lassen niet gecontroleerd.
- Positie koppelplaat : midden
- Toog : 25 mm



3.2.8 Overige gegevens 2D tralieligger:
- doorkoppeling "onder nok" : nee
- alle tralies gelijk : ja
- Zijgevelspantkolom : RHBK100*100*3.0 (Staalsoort: S235 (EN10219))
- Kolom : RHBK100*100*3.0 (Staalsoort: S235 (EN10219))
- Mechaniekgat (middenkolom): 40 x 40 mm (hoogte x breedte)
- richting : loodrecht op de goot
- Opzetkolom (zonder certificaat)
  - Profiel : RHBK120*60*3.0 (Staalsoort: S235 (EN10219))
  - rotatieveerstijfheid : 0 Nm/rad (normaal)
    inclusief gat : Nee
  - veerstijfheid horizont. : 0 Nm/rad (normaal)
- Mechaniekgat : 40 x 30 mm (hoogte x breedte)
- Doorkoppeling bovenrand : niet doorgekoppeld
- Doorkoppeling onderrand : doorgekoppeld

- Goot (alu-kokergoot(t=1.80))
  - Iy kasgoot (Iy.g) : 2847800 mm4 = 285 cm4 (verticaal)
  - Iz kasgoot (Iz.g) : 1867200 mm4 = 187 cm4 (horizontaal)
  - Materiaal goot : aluminium (Eg = 70000 N/mm²)

3.2.9 Eigen gewicht van diverse kasonderdelen:
- Dek (qdek) : 35 N/m² grondoppervlak
- Goot (Qgoot) : 30 N/m
- Spant (Fspant 1e rij) : 3474 N
- Spant (Fspant 2e rij) : 3474 N
- Spant (Fspant midden) : 3474 N

3.2.10 Gegevens van de verhoogde teeltlaag:
- Geen verhoogde teeltlaag toegepast.

3.2.11 Belastingen:
De belastingen zijn berekend volgens:
  - NEN3859 2012: Classificatie KFI=0.85; Windgebied III
  - Basic wind velocity : V50 = 24.5 m/s reference V15 = 22.6 m/s
  - Basic snowload : SK = 700.0 N/m²
  - Berekende afsmeltfactor : Ct = 1.000
    Type kasdekomhulling : Enkellaags kunststoffolie
    Temperatuur onder kasdek: Niet verwarmd
    Schermdoek op pakket bij sneeuwval: Ja
    Afwatering smeltwater snel en ongehinderd: Ja
  - Reference period : Rf = 15 year
  - Seismische respons : Invoer door gebruiker
  - Seismische versnelling : AgR = 0.050 x g m/sec²
    (Reference: TRC=475 years, n=50years, 10% exceedence)
  - Seismische respons : Sd = 0.050 x g m/sec²
  - Seismische ontwerpfactor: gs = 1.30
- Windstuwdruk (qwind) : max(0.72, (0.83*0.85))*464 = 334 N/m² dekoppervlak
  (N.B.: Nokhoogte: H = 0.000 + 4.000 + 0.5 * 4.600 * tan 25° = 5.073 m)
  Gebouwhoogte: 5.073 m. Eff.hoogte: ze = 5.073 m
- Sneeuwbelasting (qsneeuw) : 420.4 N/m² grondoppervlak
- Installaties : 70 N/m² grondoppervlak
- Hangende teeltgoot : 0 N/m² grondoppervlak
  - positie ophanging : diagonaal knooppunt
- Installaties totaal : 70 N/m² grondoppervlak
- Gewasbelasting (qgewas) : 0 = Max(0 , 0) N/m² grondoppervlak
- Gewasbelasting winter : 0 N/m² grondoppervlak
  - positie ophanging : diagonaal knooppunt
- Gewassen op onderrand : ja
- Schoorverbanden : Geen
- Puntlast onderbouw (Fpunt): 1000 N (geconcentreerde verticale belasting)

3.3 GEGEVENS OVER DE TOEGEPASTE NORM

3.3.1 Gegevens over de Europese kassenbouwnorm

- NEN3859 2012: Classificatie KFI=0.85; Windgebied III
- Basiswindsnelheid: Vb50 = 24.5 m/s met Cprob 15 jaar: Vb = 22.6 m/s
- Karateristieke Sneeuwbelasting: SK = 700.0 N/m² op de grond (50 jaar)

3.3.2 Windbelasting:

- Reference wind velocity : Vref.50 = 24.5 m/s
- Return period : ref = 15
- Shape parameter : K1 = 0.234 ; n = 0.5
- Terrain category greenhouses : z0 = 0.200 m, zmin = 4.000 m, Kr = 0.209
- Reference wind velocity (for ref.min = 15 years):

$$Vref = Vref.50 * \frac{1 - K1 * \ln(1/ref)}{1 - K1 * \ln(0.02)}^{+0.5} = 22.627 \text{ m/s}$$

- Height ridge : 0.000 + 4.000 + 0.5*4.600*tan25° = 5.073 m
- Reference height : ze = 5.073 m (ze = Height ridge = building height = 5.073 m)
- Roughness coëfficiënt : cr(ze) = 0.677
- Topography coëfficiënt : co(ze) = 1.000
- Turbulence intensity : Iv(ze) = Kr /(ct(ze) * co(ze))= 0.309
- Exposure coëfficiënt : ce(ze) = cr(ze)² * co(ze)² * (1 + 7 * Iv(ze)) = 1.450
- Reference wind pressure : rho = 1.250 kg/m3; q = rho/2*(Vref)² = 319.976 N/m²
- Peak velocity : Vpeak = ce(ze)^0.5 * Vref = 1.450 ^0.5 * 22.627 = 27.2 m/s
- Mean wind pressure : qref = ce(ze) * q = 464.056 N/m²

- Windbelasting op midden kasdek:
  - Kaphoogte : Hkap = max(0.5*4.600*tan25°, 1.00 m) = 1.073 m
  - Roughness coëfficiënt : cr = 0.352
  - Topography coëfficiënt : ct = 1.000
  - Turbulence intensity : Iv = kT /(cr * ct)= 7.000
  - Exposure coëfficiënt : ce = cr² * ct² * (1 + 7 * Iv) = 0.639
  - Mean wind pressure : qref = ce * q = 204.441 N/m²
  - Reduction factor : fqmid = qref.nok/qref = 204.441 / 464.056 = 0.441
- Wind pressure (qwind): max(0.72, (0.83*0.85))*464 = 334 N/m² dekoppervlak 1)

Voor de reductiefactoren wordt de onderstaande tabel aangehouden
(tussenliggende waarden via lineaire interpolatie):

X [m]	Cs 2) loodrecht	Ccor parallel	(volgens NEN3859 2012)
5	0.92	1.00	
10	0.89	0.85	1): de maximale reductie van de
20	0.87	0.85	windstuwdruk is 0.72 (=0.85x0.85)
30	0.85	0.85	
50	0.82	0.85	2): de ondergrens voor cs=0.85
75	0.80	0.85	
100	0.78	0.85	
150	0.75	0.85	Cs;loodrecht = 0.83 (kaslengte 40.0 m)
> 200	0.73	0.85	Ccor;parallel = 0.85 (kasbreedte 110.4 m)

3.3.3 Sneeuwbelasting:
Sneeuwbelasting (qsneeuw): 420.4 N/m² grondoppervlak (zonder afsmelten: qsi = 420.4 N/m²)
- Return period: ref = 15
- Basic snow load: SK = 700.0 N/m²
- Reduction with a return period n and V=0.800
  NEN3859 2012: Rf = (1-0.8*0.7797*(ln(-ln(1-1/15))+0.57722))/(1+2.5923*0.8) = 0.751
- Snow load shape coëfficiënt (for sub_structure only): C1 = 0.80
- Thermal coëfficiënt for non-heated greenhouses: Ct = 1.00
- Exposure coëfficiënt Ce, usually 1.0 (no effect from wind): Ce = 1.00
- Snow load (load on the roof projected on the ground):
  qs = Rf*C1*Ce*Ct*Sk = 0.751 * 0.8 * 1.0 * 1.000 * 700.0 = 420.4 N/m² 1)

3.3.4 Onderzochte belastingcombinaties:
- B.C.1: a2) Eigen gewicht + installaties + sneeuw + gewas(winter)
- B.C.2: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (1e kap zuiging)
- B.C.3: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht
- B.C.4: c1) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties
- B.C.5: c12) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties
- B.C.6: a1) Eigen gewicht + gewas + installaties + wind + onderdruk
- B.C.7: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (wind op kopgevel)
- B.C.8: a1) Eigen gewicht + installaties + sneeuw (Ct=1.0)
- B.C.9: d) Eigen gewicht + gewas + installaties + aardbeving

- Combinaties voor dekroeden:
  - BC.R1 : a2) Eigen gewicht + installaties + sneeuw + gewas(winter)
  - BC.R2 : b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht
  - BC.R3 : c1) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties
  - BC.R4 : a12) Eigen gewicht + installaties + wind + onderdruk

- Combinaties voor de goot:
  - BC.G1 : a2) Eigen gewicht + installaties + sneeuw + gewas(winter)
  - BC.G2 : c1) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties
  - BC.G3 : c12) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties
  - BC.G4 : a1) Eigen gewicht + gewas + installaties + wind + onderdruk
  - BC.G5 : a12) Eigen gewicht + installaties + wind + onderdruk
  - BC.G6 : d) Eigen gewicht + gewas + installaties + aardbeving
  - BC.G7 : a1) Eigen gewicht + sneeuw (Ct=1.0 goot)

3.3.5 Tabel 7: Afgeleide belastingsfactoren in rekentoestand
en tussen haakjes in gebruikstoestand:

ref	G1	G2	Q1	Q2	Q3	Q4	AK2
BC	Eigen gewicht dek a= 35 N/m² b= 0 N	Installaties 70 N/m² + 0 N/m² = 70 N/m²	Wind-belasting a= 464 N/m² b= 334 N/m² c= 334 N/m²	Sneeuwbelasting a= 420 N/m² b= 420 N/m² c= 0 N/m²	Gewasbelasting a= 0 N/m² b= 0 N/m²	Transportbelasting a= 0 N b= 0 N	Aardbeving AgR = 0.050 [Sd]
1	1.02(1.00)	1.02(1.00)	0.00(0.00)	a 1.27(1.00)	b 1.27(1.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)
2	1.00(1.00)	0.00(0.00)	1.27(1.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)
3	1.00(1.00)	0.00(0.00)	1.27(1.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)
4	1.02(1.00)	1.02(1.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)	a 1.27(1.00)	1.27(1.00)	0.00(0.00)
5	1.20(1.00)	1.20(1.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)	a 1.20(1.00)	1.20(1.00)	0.00(0.00)
6	1.02(1.00)	1.02(1.00)	1.27(1.00)	0.00(0.00)	a 1.27(1.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)
7	1.00(1.00)	0.00(0.00)	1.27(1.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)
8	1.00(1.00)	1.00(1.00)	0.00(0.00)	b 1.00(0.00)	b 0.00(0.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)
9	1.02(1.00)	1.02(1.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)	a 1.27(1.00)	0.00(0.00)	1.00(0.00)[0.050]

G1 = Dead load: [a]roof; [b]permanent
G2 = Services : [a]load on truss; [b]permanent
Q1 = Wind Load: [a]excl.Cdim (gables); [b]gutter direction (crosses); [c]span direction (trellis, column)
Q2 = Snow load: [a]incl. Ct=1.000; [b]exeptional Ct=1.0; [c]Accidental
Q3 = Crop Load: [a]max season; [b]max winter
Q4 = Transport incidental: [a]on roof; [b]inside

Het aantal middenkappen waarmee wordt gerekend mag worden gereduceerd.
Voor het maximaal aantal middenkappen wordt de onderstaande tabel aangehouden:

	N	h = kolomhoogte + funderingshoogte
h/s <= 0.4	3	s = kapbreedte
0.4 < h/s <= 0.5	4	
0.5 < h/s <= 0.6	5	4000 + 0
0.6 < h/s <= 0.7	6	= ---------- , geeft Nred = 7
h/s > 0.7	7	4600

Controle aantal gegeven middenkappen:
nkap,beschikbaar = aantal spanten * aantal kappen - 3 = 4 * 6 - 3 (=> 0)
nkap,midden = MIN(nkap,beschikbaar, Nred) = MIN(nkap,beschikbaar, 7)

3.4 OVERZICHT BEREKENINGSRESULTATEN PER BELASTINGGEVAL:

3.4.1 B.C.1: a2) Eigen gewicht + installaties + sneeuw + gewas(winter)

- Tralies in de middenvelden:

Stijfheid:						
- neerwaarts	:	| -0.5|	mm <	30.0 mm:		voldoet.
Bovenrand:						
- uit het vlak	:	0.47	<=	1.00:		voldoet.
- in het vlak	:	0.38	<=	1.00:		voldoet.
- doorsnede	:	0.59	<=	1.00:		voldoet.
Onderrand:						
- uit het vlak	:	0.73	<=	0.95:		voldoet.
- in het vlak	:	0.60	<=	1.00:		voldoet.
- doorsnede	:	0.57	<=	1.00:		voldoet.
Drukdiagonalen:						
- druk	:	0.44	<=	1.00:		voldoet.
- trek	:	0.59	<=	1.00:		voldoet.
Trekdiagonalen:						
- druk	:	0.44	<=	1.00:		voldoet.
- trek	:	0.59	<=	1.00:		voldoet.
Gootdiagonalen:						
- druk	: |	-10643| N	<	229432 N:		voldoet.
- plaatsvasth.br:		196.9 N/mm	<	148526.4 N/mm:		voldoet.
Bouten eindplaten:						
- bovenste	:	147719 N	<	282240 N:		voldoen.
- onderste	:	14702 N	<	282240 N:		voldoen.
Eindplaten (zonder onderlegringen)						
- pons boven	:	147.0 kN	<	423.3 kN:		voldoet.
- pons onder	:	0.0 kN	<	423.3 kN:		voldoet.
- buiging boven	:	1696.1 Nm	<	7533.3 Nm:		voldoet.
- buiging onder	:	0.0 Nm	<	7533.3 Nm:		voldoet.
Bouten koppelplaten:						
- bovenste	:	4840 N	<	180864 N:		voldoet.
- onderste	:	32631 N	<	180864 N:		voldoet.
Koppelplaten (zonder onderlegringen)						
- pons boven	:	0.0 kN	<	336.2 kN:		voldoet.
- pons onder	:	32.3 kN	<	336.2 kN:		voldoet.
- buiging boven	:	0.0 Nm	<	3512.5 Nm:		voldoet.
- buiging onder	:	404.4 Nm	<	2363.2 Nm:		voldoet.

- 2e rij tralies:

Stijfheid:						
- neerwaarts	:	| -9.3|	mm <	30.0	mm:	voldoet.
Bovenrand:						
- uit het vlak	:	0.38	<=	1.00	:	voldoet.
- in het vlak	:	0.31	<=	1.00	:	voldoet.
- doorsnede	:	0.71	<=	1.00	:	voldoet.
Onderrand:						
- uit het vlak	:	0.91	<=	0.95	:	voldoet.
- in het vlak	:	0.74	<=	1.00	:	voldoet.
- doorsnede	:	0.68	<=	1.00	:	voldoet.
Drukdiagonalen:						
- druk	:	0.45	<=	1.00	:	voldoet.
- trek	:	0.61	<=	1.00	:	voldoet.
Trekdiagonalen:						
- druk	:	0.45	<=	1.00	:	voldoet.
- trek	:	0.61	<=	1.00	:	voldoet.
Gootdiagonalen:						
- druk	:	| -10643| N	<	229432	N:	voldoet.
- plaatsvasth.br	:	196.9 N/mm	<	148526.4	N/mm:	voldoet.
Bouten eindplaten:						
- bovenste	:	176273 N	<	282240	N:	voldoen.
- onderste	:	15300 N	<	282240	N:	voldoen.
Eindplaten (zonder onderlegringen)						
- pons boven	:	175.6 kN	<	423.3	kN:	voldoet.
- pons onder	:	0.0 kN	<	423.3	kN:	voldoet.
- buiging boven	:	2026.0 Nm	<	7533.3	Nm:	voldoet.
- buiging onder	:	0.0 Nm	<	7533.3	Nm:	voldoet.
Bouten koppelplaten:						
- bovenste	:	5438 N	<	180864	N:	voldoet.
- onderste	:	27247 N	<	180864	N:	voldoet.
Koppelplaten (zonder onderlegringen)						
- pons boven	:	0.0 kN	<	336.2	kN:	voldoet.
- pons onder	:	27.0 kN	<	336.2	kN:	voldoet.
- buiging boven	:	0.0 Nm	<	3512.5	Nm:	voldoet.
- buiging onder	:	337.5 Nm	<	2363.2	Nm:	voldoet.

- 1e rij tralies:

Stijfheid:						
- neerwaarts	:	| 27.3|	mm	<	30.0 mm:	voldoet.
Bovenrand:						
- uit het vlak	:	0.81		<=	1.00:	voldoet.
- in het vlak	:	0.59		<=	1.00:	voldoet.
- doorsnede	:	0.71		<=	1.00:	voldoet.
Onderrand:						
- uit het vlak	:	0.89		<=	0.95:	voldoet.
- in het vlak	:	0.73		<=	1.00:	voldoet.
- doorsnede	:	0.69		<=	1.00:	voldoet.
Drukdiagonalen:						
- druk	:	0.53		<=	1.00:	voldoet.
- trek	:	0.71		<=	1.00:	voldoet.
Trekdiagonalen:						
- druk	:	0.53		<=	1.00:	voldoet.
- trek	:	0.71		<=	1.00:	voldoet.
Gootdiagonalen:						
- druk	:	| -10643|	N	<	229432 N:	voldoet.
- plaatsvasth.br	:	196.9	N/mm	<	148526.4 N/mm:	voldoet.
Bouten eindplaten:						
- bovenste	:	178463	N	<	282240 N:	voldoen.
- onderste	:	17776	N	<	282240 N:	voldoen.
Eindplaten (zonder onderlegringen)						
- pons boven	:	177.6	kN	<	423.3 kN:	voldoet.
- pons onder	:	0.0	kN	<	423.3 kN:	voldoet.
- buiging boven	:	2048.6	Nm	<	7533.3 Nm:	voldoet.
- buiging onder	:	0.0	Nm	<	7533.3 Nm:	voldoet.
Bouten koppelplaten:						
- bovenste	:	7915	N	<	180864 N:	voldoet.
- onderste	:	62143	N	<	180864 N:	voldoet.
Koppelplaten (zonder onderlegringen)						
- pons boven	:	0.0	kN	<	336.2 kN:	voldoet.
- pons onder	:	62.1	kN	<	336.2 kN:	voldoet.
- buiging boven	:	0.0	Nm	<	3512.5 Nm:	voldoet.
- buiging onder	:	776.6	Nm	<	2363.2 Nm:	voldoet.

3.4.2 B.C.2: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (1e kap zuiging)

- Tralies in de middenvelden:

Stijfheid:					
- opwaarts	: | -5.6|	mm	<	30.0 mm:	voldoet.
Bovenrand:					
- uit het vlak	: 0.21		<=	1.00:	voldoet.
- in het vlak	: 0.19		<=	1.00:	voldoet.
- doorsnede	: 0.16		<=	1.00:	voldoet.
Onderrand:					
- uit het vlak	: 0.15		<=	0.95:	voldoet.
- in het vlak	: 0.11		<=	1.00:	voldoet.
- doorsnede	: 0.16		<=	1.00:	voldoet.
Drukdiagonalen:					
- druk	: 0.12		<=	1.00:	voldoet.
- trek	: 0.17		<=	1.00:	voldoet.
Trekdiagonalen:					
- druk	: 0.12		<=	1.00:	voldoet.
- trek	: 0.16		<=	1.00:	voldoet.
Gootdiagonalen:					
- plaatsvasth.br:	196.9	N/mm	<	148526.4 N/mm:	voldoet.
Bouten eindplaten:					
- bovenste	: 3557	N	<	282240 N:	voldoen.
- onderste	: 40437	N	<	282240 N:	voldoen.
Eindplaten (zonder onderlegringen)					
- pons boven	: 0.0	kN	<	423.3 kN:	voldoet.
- pons onder	: 40.3	kN	<	423.3 kN:	voldoet.
- buiging boven	: 0.0	Nm	<	7533.3 Nm:	voldoet.
- buiging onder	: 463.9	Nm	<	7533.3 Nm:	voldoet.
Bouten koppelplaten:					
- bovenste	: 14646	N	<	180864 N:	voldoet.
- onderste	: 1415	N	<	180864 N:	voldoet.
Koppelplaten (zonder onderlegringen)					
- pons boven	: 14.6	kN	<	336.2 kN:	voldoet.
- pons onder	: 0.0	kN	<	336.2 kN:	voldoet.
- buiging boven	: 187.7	Nm	<	3512.5 Nm:	voldoet.
- buiging onder	: 0.0	Nm	<	2363.2 Nm:	voldoet.

- 2e rij tralies:
Stijfheid:
  - opwaarts : | -3.4| mm < 30.0 mm: voldoet.
Bovenrand:
  - uit het vlak : 0.30 <= 1.00: voldoet.
  - in het vlak : 0.26 <= 1.00: voldoet.
  - doorsnede : 0.22 <= 1.00: voldoet.
Onderrand:
  - uit het vlak : 0.12 <= 0.95: voldoet.
  - in het vlak : 0.09 <= 1.00: voldoet.
  - doorsnede : 0.21 <= 1.00: voldoet.
Drukdiagonalen:
  - druk : 0.12 <= 1.00: voldoet.
  - trek : 0.18 <= 1.00: voldoet.
Trekdiagonalen:
  - druk : 0.13 <= 1.00: voldoet.
  - trek : 0.17 <= 1.00: voldoet.
Gootdiagonalen:
  - plaatsvasth.br: 196.9 N/mm < 148526.4 N/mm: voldoet.
Bouten eindplaten:
  - bovenste : 3870 N < 282240 N: voldoen.
  - onderste : 53676 N < 282240 N: voldoen.
Eindplaten (zonder onderlegringen)
  - pons boven : 0.0 kN < 423.3 kN: voldoet.
  - pons onder : 53.5 kN < 423.3 kN: voldoet.
  - buiging boven : 0.0 Nm < 7533.3 Nm: voldoet.
  - buiging onder : 616.4 Nm < 7533.3 Nm: voldoet.
Bouten koppelplaten:
  - bovenste : 11573 N < 180864 N: voldoet.
  - onderste : 1728 N < 180864 N: voldoet.
Koppelplaten (zonder onderlegringen)
  - pons boven : 11.5 kN < 336.2 kN: voldoet.
  - pons onder : 0.0 kN < 336.2 kN: voldoet.
  - buiging boven : 148.1 Nm < 3512.5 Nm: voldoet.
  - buiging onder : 0.0 Nm < 2363.2 Nm: voldoet.

- 1e rij tralies:

Stijfheid:					
- opwaarts	:	| -15.9| mm	<	30.0 mm:	voldoet.
Bovenrand:					
- uit het vlak	:	0.26	<=	1.00:	voldoet.
- in het vlak	:	0.24	<=	1.00:	voldoet.
- doorsnede	:	0.21	<=	1.00:	voldoet.
Onderrand:					
- uit het vlak	:	0.32	<=	0.95:	voldoet.
- in het vlak	:	0.23	<=	1.00:	voldoet.
- doorsnede	:	0.20	<=	1.00:	voldoet.
Drukdiagonalen:					
- druk	:	0.16	<=	1.00:	voldoet.
- trek	:	0.20	<=	1.00:	voldoet.
Trekdiagonalen:					
- druk	:	0.15	<=	1.00:	voldoet.
- trek	:	0.22	<=	1.00:	voldoet.
Gootdiagonalen:					
- plaatsvasth.br:		196.9 N/mm	<	148526.4 N/mm:	voldoet.
Bouten eindplaten:					
- bovenste	:	4865 N	<	282240 N:	voldoen.
- onderste	:	49650 N	<	282240 N:	voldoen.
Eindplaten (zonder onderlegringen)					
- pons boven	:	1.0 kN	<	423.3 kN:	voldoet.
- pons onder	:	49.4 kN	<	423.3 kN:	voldoet.
- buiging boven	:	11.8 Nm	<	7533.3 Nm:	voldoet.
- buiging onder	:	568.5 Nm	<	7533.3 Nm:	voldoet.
Bouten koppelplaten:					
- bovenste	:	38840 N	<	180864 N:	voldoet.
- onderste	:	2723 N	<	180864 N:	voldoet.
Koppelplaten (zonder onderlegringen)					
- pons boven	:	38.8 kN	<	336.2 kN:	voldoet.
- pons onder	:	0.0 kN	<	336.2 kN:	voldoet.
- buiging boven	:	500.3 Nm	<	3512.5 Nm:	voldoet.
- buiging onder	:	0.0 Nm	<	2363.2 Nm:	voldoet.

3.4.3 B.C.3: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht

- Tralies in de middenvelden:

Stijfheid:					
- opwaarts	:	| -5.4| mm	<	30.0 mm:	voldoet.
Bovenrand:					
- uit het vlak	:	0.22	<=	1.00:	voldoet.
- in het vlak	:	0.20	<=	1.00:	voldoet.
- doorsnede	:	0.17	<=	1.00:	voldoet.
Onderrand:					
- uit het vlak	:	0.15	<=	0.95:	voldoet.
- in het vlak	:	0.11	<=	1.00:	voldoet.
- doorsnede	:	0.16	<=	1.00:	voldoet.
Drukdiagonalen:					
- druk	:	0.12	<=	1.00:	voldoet.
- trek	:	0.17	<=	1.00:	voldoet.
Trekdiagonalen:					
- druk	:	0.12	<=	1.00:	voldoet.
- trek	:	0.16	<=	1.00:	voldoet.
Gootdiagonalen:					
- plaatsvasth.br	:	196.9 N/mm	<	148526.4 N/mm:	voldoet.
Bouten eindplaten:					
- bovenste	:	3587 N	<	282240 N:	voldoen.
- onderste	:	40551 N	<	282240 N:	voldoen.
Eindplaten (zonder onderlegringen)					
- pons boven	:	0.0 kN	<	423.3 kN:	voldoet.
- pons onder	:	40.4 kN	<	423.3 kN:	voldoet.
- buiging boven	:	0.0 Nm	<	7533.3 Nm:	voldoet.
- buiging onder	:	464.7 Nm	<	7533.3 Nm:	voldoet.
Bouten koppelplaten:					
- bovenste	:	13345 N	<	180864 N:	voldoet.
- onderste	:	1446 N	<	180864 N:	voldoet.
Koppelplaten (zonder onderlegringen)					
- pons boven	:	13.3 kN	<	336.2 kN:	voldoet.
- pons onder	:	0.0 kN	<	336.2 kN:	voldoet.
- buiging boven	:	171.1 Nm	<	3512.5 Nm:	voldoet.
- buiging onder	:	0.0 Nm	<	2363.2 Nm:	voldoet.

- 2e rij tralies:

Stijfheid:					
- opwaarts	: | -3.4|	mm	<	30.0 mm:	voldoet.
Bovenrand:					
- uit het vlak	: 0.28		<=	1.00:	voldoet.
- in het vlak	: 0.25		<=	1.00:	voldoet.
- doorsnede	: 0.21		<=	1.00:	voldoet.
Onderrand:					
- uit het vlak	: 0.13		<=	0.95:	voldoet.
- in het vlak	: 0.09		<=	1.00:	voldoet.
- doorsnede	: 0.20		<=	1.00:	voldoet.
Drukdiagonalen:					
- druk	: 0.12		<=	1.00:	voldoet.
- trek	: 0.18		<=	1.00:	voldoet.
Trekdiagonalen:					
- druk	: 0.13		<=	1.00:	voldoet.
- trek	: 0.16		<=	1.00:	voldoet.
Gootdiagonalen:					
- plaatsvasth.br:	196.9	N/mm	<	148526.4 N/mm:	voldoet.
Bouten eindplaten:					
- bovenste	: 3808	N	<	282240 N:	voldoen.
- onderste	: 49947	N	<	282240 N:	voldoen.
Eindplaten (zonder onderlegringen)					
- pons boven	: 0.0	kN	<	423.3 kN:	voldoet.
- pons onder	: 49.8	kN	<	423.3 kN:	voldoet.
- buiging boven	: 0.0	Nm	<	7533.3 Nm:	voldoet.
- buiging onder	: 572.5	Nm	<	7533.3 Nm:	voldoet.
Bouten koppelplaten:					
- bovenste	: 10991	N	<	180864 N:	voldoet.
- onderste	: 1667	N	<	180864 N:	voldoet.
Koppelplaten (zonder onderlegringen)					
- pons boven	: 10.9	kN	<	336.2 kN:	voldoet.
- pons onder	: 0.0	kN	<	336.2 kN:	voldoet.
- buiging boven	: 140.7	Nm	<	3512.5 Nm:	voldoet.
- buiging onder	: 0.0	Nm	<	2363.2 Nm:	voldoet.

- 1e rij tralies:

Stijfheid:						
- opwaarts	:	| -13.0|	mm	<	30.0 mm:	voldoet.
Bovenrand:						
- uit het vlak	:	0.25		<=	1.00:	voldoet.
- in het vlak	:	0.23		<=	1.00:	voldoet.
- doorsnede	:	0.20		<=	1.00:	voldoet.
Onderrand:						
- uit het vlak	:	0.28		<=	0.95:	voldoet.
- in het vlak	:	0.19		<=	1.00:	voldoet.
- doorsnede	:	0.20		<=	1.00:	voldoet.
Drukdiagonalen:						
- druk	:	0.15		<=	1.00:	voldoet.
- trek	:	0.20		<=	1.00:	voldoet.
Trekdiagonalen:						
- druk	:	0.15		<=	1.00:	voldoet.
- trek	:	0.20		<=	1.00:	voldoet.
Gootdiagonalen:						
- plaatsvasth.br:		196.9	N/mm	<	148526.4 N/mm:	voldoet.
Bouten eindplaten:						
- bovenste	:	4426	N	<	282240 N:	voldoen.
- onderste	:	49490	N	<	282240 N:	voldoen.
Eindplaten (zonder onderlegringen)						
- pons boven	:	2.5	kN	<	423.3 kN:	voldoet.
- pons onder	:	49.3	kN	<	423.3 kN:	voldoet.
- buiging boven	:	29.0	Nm	<	7533.3 Nm:	voldoet.
- buiging onder	:	567.8	Nm	<	7533.3 Nm:	voldoet.
Bouten koppelplaten:						
- bovenste	:	30442	N	<	180864 N:	voldoet.
- onderste	:	2284	N	<	180864 N:	voldoet.
Koppelplaten (zonder onderlegringen)						
- pons boven	:	30.4	kN	<	336.2 kN:	voldoet.
- pons onder	:	0.0	kN	<	336.2 kN:	voldoet.
- buiging boven	:	392.5	Nm	<	3512.5 Nm:	voldoet.
- buiging onder	:	0.0	Nm	<	2363.2 Nm:	voldoet.

3.4.4 B.C.4: c1) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

- Tralies in de middenvelden:

Stijfheid:						
- neerwaarts	:	| -17.1|	mm	<	30.0 mm:	voldoet.
Bovenrand:						
- uit het vlak	:	0.13		<=	1.00:	voldoet.
- in het vlak	:	0.11		<=	1.00:	voldoet.
- doorsnede	:	0.16		<=	1.00:	voldoet.
Onderrand:						
- uit het vlak	:	0.21		<=	0.95:	voldoet.
- in het vlak	:	0.17		<=	1.00:	voldoet.
- doorsnede	:	0.16		<=	1.00:	voldoet.
Drukdiagonalen:						
- druk	:	0.15		<=	1.00:	voldoet.
- trek	:	0.18		<=	1.00:	voldoet.
Trekdiagonalen:						
- druk	:	0.13		<=	1.00:	voldoet.
- trek	:	0.20		<=	1.00:	voldoet.
Gootdiagonalen:						
- druk	:	| -780|	N	<	229432 N:	voldoet.
- plaatsvasth.br	:	196.9	N/mm	<	148526.4 N/mm:	voldoet.
Bouten eindplaten:						
- bovenste	:	40820	N	<	282240 N:	voldoen.
- onderste	:	4477	N	<	282240 N:	voldoen.
Eindplaten (zonder onderlegringen)						
- pons boven	:	40.6	kN	<	423.3 kN:	voldoet.
- pons onder	:	0.0	kN	<	423.3 kN:	voldoet.
- buiging boven	:	467.6	Nm	<	7533.3 Nm:	voldoet.
- buiging onder	:	0.0	Nm	<	7533.3 Nm:	voldoet.
Bouten koppelplaten:						
- bovenste	:	1590	N	<	180864 N:	voldoet.
- onderste	:	9287	N	<	180864 N:	voldoet.
Koppelplaten (zonder onderlegringen)						
- pons boven	:	0.0	kN	<	336.2 kN:	voldoet.
- pons onder	:	9.2	kN	<	336.2 kN:	voldoet.
- buiging boven	:	0.0	Nm	<	3512.5 Nm:	voldoet.
- buiging onder	:	114.7	Nm	<	2363.2 Nm:	voldoet.

- 2e rij tralies:
Stijfheid:
  - neerwaarts : | -20.0| mm < 30.0 mm: voldoet.
Bovenrand:
  - uit het vlak : 0.11 <= 1.00: voldoet.
  - in het vlak : 0.09 <= 1.00: voldoet.
  - doorsnede : 0.20 <= 1.00: voldoet.
Onderrand:
  - uit het vlak : 0.26 <= 0.95: voldoet.
  - in het vlak : 0.21 <= 1.00: voldoet.
  - doorsnede : 0.20 <= 1.00: voldoet.
Drukdiagonalen:
  - druk : 0.15 <= 1.00: voldoet.
  - trek : 0.19 <= 1.00: voldoet.
Trekdiagonalen:
  - druk : 0.14 <= 1.00: voldoet.
  - trek : 0.20 <= 1.00: voldoet.
Gootdiagonalen:
  - druk : | -780| N < 229432 N: voldoet.
  - plaatsvasth.br: 196.9 N/mm < 148526.4 N/mm: voldoet.
Bouten eindplaten:
  - bovenste : 49001 N < 282240 N: voldoen.
  - onderste : 4649 N < 282240 N: voldoen.
Eindplaten (zonder onderlegringen)
  - pons boven : 48.8 kN < 423.3 kN: voldoet.
  - pons onder : 0.0 kN < 423.3 kN: voldoet.
  - buiging boven : 562.2 Nm < 7533.3 Nm: voldoet.
  - buiging onder : 0.0 Nm < 7533.3 Nm: voldoet.
Bouten koppelplaten:
  - bovenste : 1761 N < 180864 N: voldoet.
  - onderste : 7741 N < 180864 N: voldoet.
Koppelplaten (zonder onderlegringen)
  - pons boven : 0.0 kN < 336.2 kN: voldoet.
  - pons onder : 7.6 kN < 336.2 kN: voldoet.
  - buiging boven : 0.0 Nm < 3512.5 Nm: voldoet.
  - buiging onder : 95.5 Nm < 2363.2 Nm: voldoet.

- 1e rij tralies:

Stijfheid:						
- neerwaarts	:	-8.0	mm	<	30.0 mm:	voldoet.
Bovenrand:						
- uit het vlak	:	0.23		<=	1.00:	voldoet.
- in het vlak	:	0.17		<=	1.00:	voldoet.
- doorsnede	:	0.20		<=	1.00:	voldoet.
Onderrand:						
- uit het vlak	:	0.26		<=	0.95:	voldoet.
- in het vlak	:	0.20		<=	1.00:	voldoet.
- doorsnede	:	0.20		<=	1.00:	voldoet.
Drukdiagonalen:						
- druk	:	0.17		<=	1.00:	voldoet.
- trek	:	0.22		<=	1.00:	voldoet.
Trekdiagonalen:						
- druk	:	0.16		<=	1.00:	voldoet.
- trek	:	0.23		<=	1.00:	voldoet.
Gootdiagonalen:						
- druk	:	-780	N	<	229432 N:	voldoet.
- plaatsvasth.br	:	196.9	N/mm	<	148526.4 N/mm:	voldoet.
Bouten eindplaten:						
- bovenste	:	49651	N	<	282240 N:	voldoen.
- onderste	:	5360	N	<	282240 N:	voldoen.
Eindplaten (zonder onderlegringen)						
- pons boven	:	49.4	kN	<	423.3 kN:	voldoet.
- pons onder	:	0.0	kN	<	423.3 kN:	voldoet.
- buiging boven	:	568.8	Nm	<	7533.3 Nm:	voldoet.
- buiging onder	:	0.0	Nm	<	7533.3 Nm:	voldoet.
Bouten koppelplaten:						
- bovenste	:	2473	N	<	180864 N:	voldoet.
- onderste	:	17735	N	<	180864 N:	voldoet.
Koppelplaten (zonder onderlegringen)						
- pons boven	:	0.0	kN	<	336.2 kN:	voldoet.
- pons onder	:	17.7	kN	<	336.2 kN:	voldoet.
- buiging boven	:	0.0	Nm	<	3512.5 Nm:	voldoet.
- buiging onder	:	221.6	Nm	<	2363.2 Nm:	voldoet.

3.4.5 B.C.5: c12) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

- Tralies in de middenvelden:

Stijfheid:						
- neerwaarts	:	| -17.1|	mm	<	30.0 mm:	voldoet.
Bovenrand:						
- uit het vlak	:	0.15		<=	1.00:	voldoet.
- in het vlak	:	0.12		<=	1.00:	voldoet.
- doorsnede	:	0.19		<=	1.00:	voldoet.
Onderrand:						
- uit het vlak	:	0.24		<=	0.95:	voldoet.
- in het vlak	:	0.19		<=	1.00:	voldoet.
- doorsnede	:	0.19		<=	1.00:	voldoet.
Drukdiagonalen:						
- druk	:	0.17		<=	1.00:	voldoet.
- trek	:	0.21		<=	1.00:	voldoet.
Trekdiagonalen:						
- druk	:	0.15		<=	1.00:	voldoet.
- trek	:	0.22		<=	1.00:	voldoet.
Gootdiagonalen:						
- druk	:	| -917|	N	<	229432 N:	voldoet.
- plaatsvasth.br	:	196.9	N/mm	<	148526.4 N/mm:	voldoet.
Bouten eindplaten:						
- bovenste	:	46648	N	<	282240 N:	voldoen.
- onderste	:	5154	N	<	282240 N:	voldoen.
Eindplaten (zonder onderlegringen)						
- pons boven	:	46.4	kN	<	423.3 kN:	voldoet.
- pons onder	:	0.0	kN	<	423.3 kN:	voldoet.
- buiging boven	:	534.3	Nm	<	7533.3 Nm:	voldoet.
- buiging onder	:	0.0	Nm	<	7533.3 Nm:	voldoet.
Bouten koppelplaten:						
- bovenste	:	1761	N	<	180864 N:	voldoet.
- onderste	:	10534	N	<	180864 N:	voldoet.
Koppelplaten (zonder onderlegringen)						
- pons boven	:	0.0	kN	<	336.2 kN:	voldoet.
- pons onder	:	10.4	kN	<	336.2 kN:	voldoet.
- buiging boven	:	0.0	Nm	<	3512.5 Nm:	voldoet.
- buiging onder	:	130.2	Nm	<	2363.2 Nm:	voldoet.

- 2e rij tralies:
Stijfheid:
  - neerwaarts : | -20.0| mm < 30.0 mm: voldoet.
Bovenrand:
  - uit het vlak : 0.12 <= 1.00: voldoet.
  - in het vlak : 0.10 <= 1.00: voldoet.
  - doorsnede : 0.22 <= 1.00: voldoet.
Onderrand:
  - uit het vlak : 0.30 <= 0.95: voldoet.
  - in het vlak : 0.24 <= 1.00: voldoet.
  - doorsnede : 0.22 <= 1.00: voldoet.
Drukdiagonalen:
  - druk : 0.17 <= 1.00: voldoet.
  - trek : 0.21 <= 1.00: voldoet.
Trekdiagonalen:
  - druk : 0.16 <= 1.00: voldoet.
  - trek : 0.23 <= 1.00: voldoet.
Gootdiagonalen:
  - druk : | -917| N < 229432 N: voldoet.
  - plaatsvasth.br: 196.9 N/mm < 148526.4 N/mm: voldoet.
Bouten eindplaten:
  - bovenste : 55992 N < 282240 N: voldoen.
  - onderste : 5350 N < 282240 N: voldoen.
Eindplaten (zonder onderlegringen)
  - pons boven : 55.7 kN < 423.3 kN: voldoet.
  - pons onder : 0.0 kN < 423.3 kN: voldoet.
  - buiging boven : 642.3 Nm < 7533.3 Nm: voldoet.
  - buiging onder : 0.0 Nm < 7533.3 Nm: voldoet.
Bouten koppelplaten:
  - bovenste : 1956 N < 180864 N: voldoet.
  - onderste : 8767 N < 180864 N: voldoet.
Koppelplaten (zonder onderlegringen)
  - pons boven : 0.0 kN < 336.2 kN: voldoet.
  - pons onder : 8.7 kN < 336.2 kN: voldoet.
  - buiging boven : 0.0 Nm < 3512.5 Nm: voldoet.
  - buiging onder : 108.2 Nm < 2363.2 Nm: voldoet.

- 1e rij tralies:
Stijfheid:
  - neerwaarts : | -8.0| mm < 30.0 mm: voldoet.
Bovenrand:
  - uit het vlak : 0.26 <= 1.00: voldoet.
  - in het vlak : 0.19 <= 1.00: voldoet.
  - doorsnede : 0.23 <= 1.00: voldoet.
Onderrand:
  - uit het vlak : 0.29 <= 0.95: voldoet.
  - in het vlak : 0.23 <= 1.00: voldoet.
  - doorsnede : 0.23 <= 1.00: voldoet.
Drukdiagonalen:
  - druk : 0.20 <= 1.00: voldoet.
  - trek : 0.25 <= 1.00: voldoet.
Trekdiagonalen:
  - druk : 0.18 <= 1.00: voldoet.
  - trek : 0.26 <= 1.00: voldoet.
Gootdiagonalen:
  - druk : | -917| N < 229432 N: voldoet.
  - plaatsvasth.br: 196.9 N/mm < 148526.4 N/mm: voldoet.
Bouten eindplaten:
  - bovenste : 56735 N < 282240 N: voldoen.
  - onderste : 6162 N < 282240 N: voldoen.
Eindplaten (zonder onderlegringen)
  - pons boven : 56.4 kN < 423.3 kN: voldoet.
  - pons onder : 0.0 kN < 423.3 kN: voldoet.
  - buiging boven : 650.0 Nm < 7533.3 Nm: voldoet.
  - buiging onder : 0.0 Nm < 7533.3 Nm: voldoet.
Bouten koppelplaten:
  - bovenste : 2769 N < 180864 N: voldoet.
  - onderste : 20189 N < 180864 N: voldoet.
Koppelplaten (zonder onderlegringen)
  - pons boven : 0.0 kN < 336.2 kN: voldoet.
  - pons onder : 20.2 kN < 336.2 kN: voldoet.
  - buiging boven : 0.0 Nm < 3512.5 Nm: voldoet.
  - buiging onder : 252.3 Nm < 2363.2 Nm: voldoet.

3.4.6 B.C.6: a1) Eigen gewicht + gewas + installaties + wind + onderdruk

- Tralies in de middenvelden:

Stijfheid:					
- neerwaarts	:	| -20.3| mm	<	30.0 mm:	voldoet.
Bovenrand:					
- uit het vlak	:	0.07	<=	1.00:	voldoet.
- in het vlak	:	0.06	<=	1.00:	voldoet.
- doorsnede	:	0.09	<=	1.00:	voldoet.
Onderrand:					
- uit het vlak	:	0.15	<=	0.95:	voldoet.
- in het vlak	:	0.11	<=	1.00:	voldoet.
- doorsnede	:	0.11	<=	1.00:	voldoet.
Drukdiagonalen:					
- druk	:	0.08	<=	1.00:	voldoet.
- trek	:	0.12	<=	1.00:	voldoet.
Trekdiagonalen:					
- druk	:	0.09	<=	1.00:	voldoet.
- trek	:	0.10	<=	1.00:	voldoet.
Gootdiagonalen:					
- plaatsvasth.br	:	196.9 N/mm	<	148526.4 N/mm:	voldoet.
Bouten eindplaten:					
- bovenste	:	23327 N	<	282240 N:	voldoen.
- onderste	:	2866 N	<	282240 N:	voldoen.
Eindplaten (zonder onderlegringen)					
- pons boven	:	23.2 kN	<	423.3 kN:	voldoet.
- pons onder	:	0.0 kN	<	423.3 kN:	voldoet.
- buiging boven	:	265.1 Nm	<	7533.3 Nm:	voldoet.
- buiging onder	:	0.0 Nm	<	7533.3 Nm:	voldoet.
Bouten koppelplaten:					
- bovenste	:	810 N	<	180864 N:	voldoet.
- onderste	:	3953 N	<	180864 N:	voldoet.
Koppelplaten (zonder onderlegringen)					
- pons boven	:	0.0 kN	<	336.2 kN:	voldoet.
- pons onder	:	3.9 kN	<	336.2 kN:	voldoet.
- buiging boven	:	0.0 Nm	<	3512.5 Nm:	voldoet.
- buiging onder	:	49.0 Nm	<	2363.2 Nm:	voldoet.

- 2e rij tralies:

Stijfheid:						
- neerwaarts	:	| -21.6|	mm <	30.0	mm:	voldoet.
Bovenrand:						
- uit het vlak	:	0.06	<=	1.00	:	voldoet.
- in het vlak	:	0.05	<=	1.00	:	voldoet.
- doorsnede	:	0.11	<=	1.00	:	voldoet.
Onderrand:						
- uit het vlak	:	0.17	<=	0.95	:	voldoet.
- in het vlak	:	0.13	<=	1.00	:	voldoet.
- doorsnede	:	0.12	<=	1.00	:	voldoet.
Drukdiagonalen:						
- druk	:	0.08	<=	1.00	:	voldoet.
- trek	:	0.12	<=	1.00	:	voldoet.
Trekdiagonalen:						
- druk	:	0.09	<=	1.00	:	voldoet.
- trek	:	0.10	<=	1.00	:	voldoet.
Gootdiagonalen:						
- plaatsvasth.br	:	196.9 N/mm	<	148526.4 N/mm	:	voldoet.
Bouten eindplaten:						
- bovenste	:	28019 N	<	282240 N	:	voldoen.
- onderste	:	2963 N	<	282240 N	:	voldoen.
Eindplaten (zonder onderlegringen)						
- pons boven	:	27.9 kN	<	423.3 kN	:	voldoet.
- pons onder	:	0.0 kN	<	423.3 kN	:	voldoet.
- buiging boven	:	320.0 Nm	<	7533.3 Nm	:	voldoet.
- buiging onder	:	0.0 Nm	<	7533.3 Nm	:	voldoet.
Bouten koppelplaten:						
- bovenste	:	907 N	<	180864 N	:	voldoet.
- onderste	:	3606 N	<	180864 N	:	voldoet.
Koppelplaten (zonder onderlegringen)						
- pons boven	:	0.0 kN	<	336.2 kN	:	voldoet.
- pons onder	:	3.6 kN	<	336.2 kN	:	voldoet.
- buiging boven	:	0.0 Nm	<	3512.5 Nm	:	voldoet.
- buiging onder	:	44.8 Nm	<	2363.2 Nm	:	voldoet.

- 1e rij tralies:

Stijfheid:						
- neerwaarts	:	| -15.1|	mm <	30.0	mm:	voldoet.
Bovenrand:						
- uit het vlak	:	0.11	<=	1.00	:	voldoet.
- in het vlak	:	0.08	<=	1.00	:	voldoet.
- doorsnede	:	0.10	<=	1.00	:	voldoet.
Onderrand:						
- uit het vlak	:	0.16	<=	0.95	:	voldoet.
- in het vlak	:	0.12	<=	1.00	:	voldoet.
- doorsnede	:	0.12	<=	1.00	:	voldoet.
Drukdiagonalen:						
- druk	:	0.09	<=	1.00	:	voldoet.
- trek	:	0.12	<=	1.00	:	voldoet.
Trekdiagonalen:						
- druk	:	0.09	<=	1.00	:	voldoet.
- trek	:	0.12	<=	1.00	:	voldoet.
Gootdiagonalen:						
- druk	:	| -1200| N	<	229432	N:	voldoet.
- plaatsvasth.br	:	196.9 N/mm	<	148526.4	N/mm:	voldoet.
Bouten eindplaten:						
- bovenste	:	24901 N	<	282240	N:	voldoen.
- onderste	:	5074 N	<	282240	N:	voldoen.
Eindplaten (zonder onderlegringen)						
- pons boven	:	24.7 kN	<	423.3	kN:	voldoet.
- pons onder	:	4.9 kN	<	423.3	kN:	voldoet.
- buiging boven	:	282.6 Nm	<	7533.3	Nm:	voldoet.
- buiging onder	:	55.4 Nm	<	7533.3	Nm:	voldoet.
Bouten koppelplaten:						
- bovenste	:	985 N	<	180864	N:	voldoet.
- onderste	:	8209 N	<	180864	N:	voldoet.
Koppelplaten (zonder onderlegringen)						
- pons boven	:	0.0 kN	<	336.2	kN:	voldoet.
- pons onder	:	8.2 kN	<	336.2	kN:	voldoet.
- buiging boven	:	0.0 Nm	<	3512.5	Nm:	voldoet.
- buiging onder	:	102.5 Nm	<	2363.2	Nm:	voldoet.

3.4.7 B.C.7: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (wind op kopgevel)

- Tralies in de middenvelden:
  Niet van toepassing

- 2e rij tralies:
  Niet van toepassing

- 1e rij tralies:

Stijfheid:						
- opwaarts	:	| -17.8|	mm <	30.0	mm:	voldoet.
Bovenrand:						
- uit het vlak	:	0.36	<=	1.00	:	voldoet.
- in het vlak	:	0.33	<=	1.00	:	voldoet.
- doorsnede	:	0.28	<=	1.00	:	voldoet.
Onderrand:						
- uit het vlak	:	0.36	<=	0.95	:	voldoet.
- in het vlak	:	0.24	<=	1.00	:	voldoet.
- doorsnede	:	0.28	<=	1.00	:	voldoet.
Drukdiagonalen:						
- druk	:	0.21	<=	1.00	:	voldoet.
- trek	:	0.29	<=	1.00	:	voldoet.
Trekdiagonalen:						
- druk	:	0.21	<=	1.00	:	voldoet.
- trek	:	0.29	<=	1.00	:	voldoet.
Gootdiagonalen:						
- plaatsvasth.br	:	196.9 N/mm	<	148526.4 N/mm	:	voldoet.
Bouten eindplaten:						
- bovenste	:	6617 N	<	282240 N	:	voldoen.
- onderste	:	69788 N	<	282240 N	:	voldoen.
Eindplaten (zonder onderlegringen)						
- pons boven	:	0.0 kN	<	423.3 kN	:	voldoet.
- pons onder	:	69.5 kN	<	423.3 kN	:	voldoet.
- buiging boven	:	0.0 Nm	<	7533.3 Nm	:	voldoet.
- buiging onder	:	800.0 Nm	<	7533.3 Nm	:	voldoet.
Bouten koppelplaten:						
- bovenste	:	43562 N	<	180864 N	:	voldoet.
- onderste	:	3205 N	<	180864 N	:	voldoet.
Koppelplaten (zonder onderlegringen)						
- pons boven	:	43.6 kN	<	336.2 kN	:	voldoet.
- pons onder	:	0.0 kN	<	336.2 kN	:	voldoet.
- buiging boven	:	560.8 Nm	<	3512.5 Nm	:	voldoet.
- buiging onder	:	0.0 Nm	<	2363.2 Nm	:	voldoet.

3.4.8 B.C.8: a1) Eigen gewicht + installaties + sneeuw (Ct=1.0)

- Tralies in de middenvelden:

Stijfheid:						
- neerwaarts	: | -18.3|	mm	<	30.0	mm:	voldoet.
Bovenrand:						
- uit het vlak	: 0.39		<=	1.00	:	voldoet.
- in het vlak	: 0.31		<=	1.00	:	voldoet.
- doorsnede	: 0.49		<=	1.00	:	voldoet.
Onderrand:						
- uit het vlak	: 0.61		<=	0.95	:	voldoet.
- in het vlak	: 0.50		<=	1.00	:	voldoet.
- doorsnede	: 0.47		<=	1.00	:	voldoet.
Drukdiagonalen:						
- druk	: 0.37		<=	1.00	:	voldoet.
- trek	: 0.49		<=	1.00	:	voldoet.
Trekdiagonalen:						
- druk	: 0.37		<=	1.00	:	voldoet.
- trek	: 0.49		<=	1.00	:	voldoet.
Gootdiagonalen:						
- druk	: | -8500|	N	<	229432	N:	voldoet.
- plaatsvasth.br	: 196.9	N/mm	<	148526.4	N/mm:	voldoet.
Bouten eindplaten:						
- bovenste	: 122715	N	<	282240	N:	voldoen.
- onderste	: 12314	N	<	282240	N:	voldoen.
Eindplaten (zonder onderlegringen)						
- pons boven	: 122.1	kN	<	423.3	kN:	voldoet.
- pons onder	: 0.0	kN	<	423.3	kN:	voldoet.
- buiging boven	: 1408.8	Nm	<	7533.3	Nm:	voldoet.
- buiging onder	: 0.0	Nm	<	7533.3	Nm:	voldoet.
Bouten koppelplaten:						
- bovenste	: 4016	N	<	180864	N:	voldoet.
- onderste	: 27087	N	<	180864	N:	voldoet.
Koppelplaten (zonder onderlegringen)						
- pons boven	: 0.0	kN	<	336.2	kN:	voldoet.
- pons onder	: 26.9	kN	<	336.2	kN:	voldoet.
- buiging boven	: 0.0	Nm	<	3512.5	Nm:	voldoet.
- buiging onder	: 335.7	Nm	<	2363.2	Nm:	voldoet.

- 2e rij tralies:
Stijfheid:
  - neerwaarts : | -20.8| mm < 30.0 mm: voldoet.
Bovenrand:
  - uit het vlak : 0.32 <= 1.00: voldoet.
  - in het vlak : 0.26 <= 1.00: voldoet.
  - doorsnede : 0.59 <= 1.00: voldoet.
Onderrand:
  - uit het vlak : 0.76 <= 0.95: voldoet.
  - in het vlak : 0.61 <= 1.00: voldoet.
  - doorsnede : 0.57 <= 1.00: voldoet.
Drukdiagonalen:
  - druk : 0.38 <= 1.00: voldoet.
  - trek : 0.51 <= 1.00: voldoet.
Trekdiagonalen:
  - druk : 0.38 <= 1.00: voldoet.
  - trek : 0.51 <= 1.00: voldoet.
Gootdiagonalen:
  - druk : | -8500| N < 229432 N: voldoet.
  - plaatsvasth.br: 196.9 N/mm < 148526.4 N/mm: voldoet.
Bouten eindplaten:
  - bovenste : 146480 N < 282240 N: voldoen.
  - onderste : 12812 N < 282240 N: voldoen.
Eindplaten (zonder onderlegringen)
  - pons boven : 145.9 kN < 423.3 kN: voldoet.
  - pons onder : 0.0 kN < 423.3 kN: voldoet.
  - buiging boven : 1683.4 Nm < 7533.3 Nm: voldoet.
  - buiging onder : 0.0 Nm < 7533.3 Nm: voldoet.
Bouten koppelplaten:
  - bovenste : 4514 N < 180864 N: voldoet.
  - onderste : 22605 N < 180864 N: voldoet.
Koppelplaten (zonder onderlegringen)
  - pons boven : 0.0 kN < 336.2 kN: voldoet.
  - pons onder : 22.4 kN < 336.2 kN: voldoet.
  - buiging boven : 0.0 Nm < 3512.5 Nm: voldoet.
  - buiging onder : 280.0 Nm < 2363.2 Nm: voldoet.

- 1e rij tralies:
Stijfheid:
  - neerwaarts : | -10.2| mm < 30.0 mm: voldoet.
Bovenrand:
  - uit het vlak : 0.67 <= 1.00: voldoet.
  - in het vlak : 0.49 <= 1.00: voldoet.
  - doorsnede : 0.59 <= 1.00: voldoet.
Onderrand:
  - uit het vlak : 0.74 <= 0.95: voldoet.
  - in het vlak : 0.60 <= 1.00: voldoet.
  - doorsnede : 0.58 <= 1.00: voldoet.
Drukdiagonalen:
  - druk : 0.44 <= 1.00: voldoet.
  - trek : 0.60 <= 1.00: voldoet.
Trekdiagonalen:
  - druk : 0.44 <= 1.00: voldoet.
  - trek : 0.60 <= 1.00: voldoet.
Gootdiagonalen:
  - druk : | -8500| N < 229432 N: voldoet.
  - plaatsvasth.br: 196.9 N/mm < 148526.4 N/mm: voldoet.
Bouten eindplaten:
  - bovenste : 148307 N < 282240 N: voldoen.
  - onderste : 14874 N < 282240 N: voldoen.
Eindplaten (zonder onderlegringen)
  - pons boven : 147.6 kN < 423.3 kN: voldoet.
  - pons onder : 0.0 kN < 423.3 kN: voldoet.
  - buiging boven : 1702.2 Nm < 7533.3 Nm: voldoet.
  - buiging onder : 0.0 Nm < 7533.3 Nm: voldoet.
Bouten koppelplaten:
  - bovenste : 6576 N < 180864 N: voldoet.
  - onderste : 51654 N < 180864 N: voldoet.
Koppelplaten (zonder onderlegringen)
  - pons boven : 0.0 kN < 336.2 kN: voldoet.
  - pons onder : 51.6 kN < 336.2 kN: voldoet.
  - buiging boven : 0.0 Nm < 3512.5 Nm: voldoet.
  - buiging onder : 645.6 Nm < 2363.2 Nm: voldoet.

3.4.9 B.C.9: d) Eigen gewicht + gewas + installaties + aardbeving

- Tralies in de middenvelden:

Stijfheid:						
- neerwaarts	:	| -18.3|	mm	<	30.0 mm:	voldoet.
Bovenrand:						
- uit het vlak	:	0.11		<=	1.00:	voldoet.
- in het vlak	:	0.08		<=	1.00:	voldoet.
- doorsnede	:	0.15		<=	1.00:	voldoet.
Onderrand:						
- uit het vlak	:	0.19		<=	0.95:	voldoet.
- in het vlak	:	0.15		<=	1.00:	voldoet.
- doorsnede	:	0.14		<=	1.00:	voldoet.
Drukdiagonalen:						
- druk	:	0.12		<=	1.00:	voldoet.
- trek	:	0.16		<=	1.00:	voldoet.
Trekdiagonalen:						
- druk	:	0.12		<=	1.00:	voldoet.
- trek	:	0.16		<=	1.00:	voldoet.
Gootdiagonalen:						
- druk	: |	-780|	N	<	229432 N:	voldoet.
- plaatsvasth.br	:	196.9	N/mm	<	148526.4 N/mm:	voldoet.
Bouten eindplaten:						
- bovenste	:	47328	N	<	282240 N:	voldoen.
- onderste	:	5288	N	<	282240 N:	voldoen.
Eindplaten (zonder onderlegringen)						
- pons boven	:	47.0	kN	<	423.3 kN:	voldoet.
- pons onder	:	0.0	kN	<	423.3 kN:	voldoet.
- buiging boven	:	542.1	Nm	<	7533.3 Nm:	voldoet.
- buiging onder	:	0.0	Nm	<	7533.3 Nm:	voldoet.
Bouten koppelplaten:						
- bovenste	:	1534	N	<	180864 N:	voldoet.
- onderste	:	9750	N	<	180864 N:	voldoet.
Koppelplaten (zonder onderlegringen)						
- pons boven	:	0.0	kN	<	336.2 kN:	voldoet.
- pons onder	:	9.7	kN	<	336.2 kN:	voldoet.
- buiging boven	:	0.0	Nm	<	3512.5 Nm:	voldoet.
- buiging onder	:	120.7	Nm	<	2363.2 Nm:	voldoet.

- 2e rij tralies:
Stijfheid:
  - neerwaarts : | -20.8| mm < 30.0 mm: voldoet.
Bovenrand:
  - uit het vlak : 0.09 <= 1.00: voldoet.
  - in het vlak : 0.07 <= 1.00: voldoet.
  - doorsnede : 0.17 <= 1.00: voldoet.
Onderrand:
  - uit het vlak : 0.23 <= 0.95: voldoet.
  - in het vlak : 0.18 <= 1.00: voldoet.
  - doorsnede : 0.17 <= 1.00: voldoet.
Drukdiagonalen:
  - druk : 0.12 <= 1.00: voldoet.
  - trek : 0.17 <= 1.00: voldoet.
Trekdiagonalen:
  - druk : 0.12 <= 1.00: voldoet.
  - trek : 0.17 <= 1.00: voldoet.
Gootdiagonalen:
  - druk : | -780| N < 229432 N: voldoet.
  - plaatsvasth.br: 196.9 N/mm < 148526.4 N/mm: voldoet.
Bouten eindplaten:
  - bovenste : 55960 N < 282240 N: voldoen.
  - onderste : 5467 N < 282240 N: voldoen.
Eindplaten (zonder onderlegringen)
  - pons boven : 55.7 kN < 423.3 kN: voldoet.
  - pons onder : 0.0 kN < 423.3 kN: voldoet.
  - buiging boven : 641.8 Nm < 7533.3 Nm: voldoet.
  - buiging onder : 0.0 Nm < 7533.3 Nm: voldoet.
Bouten koppelplaten:
  - bovenste : 1713 N < 180864 N: voldoet.
  - onderste : 8056 N < 180864 N: voldoet.
Koppelplaten (zonder onderlegringen)
  - pons boven : 0.0 kN < 336.2 kN: voldoet.
  - pons onder : 8.0 kN < 336.2 kN: voldoet.
  - buiging boven : 0.0 Nm < 3512.5 Nm: voldoet.
  - buiging onder : 99.7 Nm < 2363.2 Nm: voldoet.

- 1e rij tralies:
Stijfheid:
  - neerwaarts : | -10.2| mm < 30.0 mm: voldoet.
Bovenrand:
  - uit het vlak : 0.19 <= 1.00: voldoet.
  - in het vlak : 0.14 <= 1.00: voldoet.
  - doorsnede : 0.18 <= 1.00: voldoet.
Onderrand:
  - uit het vlak : 0.23 <= 0.95: voldoet.
  - in het vlak : 0.18 <= 1.00: voldoet.
  - doorsnede : 0.18 <= 1.00: voldoet.
Drukdiagonalen:
  - druk : 0.14 <= 1.00: voldoet.
  - trek : 0.20 <= 1.00: voldoet.
Trekdiagonalen:
  - druk : 0.14 <= 1.00: voldoet.
  - trek : 0.19 <= 1.00: voldoet.
Gootdiagonalen:
  - druk : | -780| N < 229432 N: voldoet.
  - plaatsvasth.br: 196.9 N/mm < 148526.4 N/mm: voldoet.
Bouten eindplaten:
  - bovenste : 57706 N < 282240 N: voldoen.
  - onderste : 6311 N < 282240 N: voldoen.
Eindplaten (zonder onderlegringen)
  - pons boven : 57.4 kN < 423.3 kN: voldoet.
  - pons onder : 0.8 kN < 423.3 kN: voldoet.
  - buiging boven : 661.2 Nm < 7533.3 Nm: voldoet.
  - buiging onder : 8.9 Nm < 7533.3 Nm: voldoet.
Bouten koppelplaten:
  - bovenste : 2557 N < 180864 N: voldoet.
  - onderste : 20003 N < 180864 N: voldoet.
Koppelplaten (zonder onderlegringen)
  - pons boven : 0.0 kN < 336.2 kN: voldoet.
  - pons onder : 20.0 kN < 336.2 kN: voldoet.
  - buiging boven : 0.0 Nm < 3512.5 Nm: voldoet.
  - buiging onder : 250.0 Nm < 2363.2 Nm: voldoet.

3.5 PROFIEL-EIGENSCHAPPEN

In dit deel worden alle profiel-eigenschappen weergegeven en uitgerekend,
die onafhankelijk zijn van de belastingen en de belastingcombinaties.

3.5.1 Eigenschappen van de 1e rij tralies:

3.5.1.1 Eigenschappen van de bovenrand (RHBK100*50*3.0 mm S235 (EN1021) (index "br"):

- Oppervlakte : Abr = 848.5 mm²
- Traagheidsmoment y-as: Iy.br = 1083900.5 mm4
- Weerstandsmoment y-as: Wy.br = 21678.0 mm3
- Traagheidsstraal y-as: iy.br = 35.7 mm
- Traagheidsmoment z-as: Iz.br = 365520.2 mm4
- Weerstandsmoment z-as: Wz.br = 14620.8 mm3
- Traagheidsstraal z-as: iz.br = 20.8 mm
- Neutrale lijn z-as : ez.br = 25.0 mm
- Versch.neutr.lijn y : eNy = 0.0 mm
  z : eNz = 0.0 mm
- Lengte : Lbr = 7.876 m
- Gewicht : Gbr = 122.564 kg
- Rekenwaarde vloeigrens fy.br = 235.0 N/mm²
- Elasticiteitsmodulus Ebr = 210000 N/mm²
- Afschuivingsmodulus Gbr = 80769 N/mm²
- Weerstandsmom.pl.y-as Wpy.br = 21678 (Wply.br = 27045) mm3
- Weerstandsmom.pl.z-as Wpz.br = 14621 (Wplz.br = 16632) mm3
- Torsietraagheidsmoment It.br = 853355 mm4
- Rekenwaarde van de sterkte:
  - Normaalkracht Nc.Rd.br = 229893 N
    NRk.br = 229893 N
  - Moment plastisch My.c.Rd.br = 5873 Nm Mz.c.Rd.br = 3961 Nm
    elastisch My.Rk.br = 5873 Nm Mz.Rk.br = 3961 Nm
- Imperfectie factor volgens EC3, table 6.2 alfay = 0.49 alfaz = 0.49
- De ingevoerde staalsoort S235 (EN10219) is vastgesteld voor het basismateriaal van het kokerprofiel.
  Na het koudvervormen is er sprake van een verhoging van de vloeigrens. Deze verhoogde vloeigrens
  is als volgt berekend met de rekenformule uit NEN6770 (zie 12.1.1.4 Tabel 23, noot 2) en EN 1993-1-1:
  - Materiaalkwaliteit : S235 (EN10219) (fy = 235.0 N/mm², ft = 360.0 N/mm²)
    fy-eq = fy+(7*nhoekbr*tbr/Lbr)*(ft-fy) < (fy+ft)/2: fy-eq = 270.9 N/mm²
  - Ontwikkelde lengte : Lbr = 292.3 mm
  - Omgez. hoeken : nhoek = 4
  - Op druk belast : fy-dbr = fy-eq = 270.9 N/mm²
  - Op trek belast : fy-tbr = fy-eq = 270.9 N/mm²
  - In de z-richting:
    - Stel: Kniklengte lkzbr = lbr = 920 mm (ongesteunde kiplengte)
    - Slankheid : lambda-zbr = 920 /20.8 = 44
    - Chizbr = min(0.859 , 1.0) = 0.859

3.5.1.2 Eigenschappen van de onderrand (RHBK100*50*3.0 mm S235 (EN1021) (index "or"):
- Oppervlakte : Aor = 848.5 mm²
- Traagheidsmoment y-as: Iy.or = 1083900.5 mm4
- Weerstandsmoment y-as: Wy.or = 21678.0 mm3
- Traagheidsstraal y-as: iy.or = 35.7 mm
- Traagheidsmoment z-as: Iz.or = 365520.2 mm4
- Weerstandsmoment z-as: Wz.or = 14620.8 mm3
- Traagheidsstraal z-as: iz.or = 20.8 mm
- Neutrale lijn z-as : ez.or = 25.0 mm
- Versch.neutr.lijn y : eNy = 0.0 mm
  z : eNz = 0.0 mm
- Lengte : Lor = 7.876 m
- Gewicht : Gor = 122.564 kg
- Rekenwaarde vloeigrens fy.or = 235.0 N/mm²
- Elasticiteitsmodulus Eor = 210000 N/mm²
- Afschuivingsmodulus Gor = 80769 N/mm²
- Weerstandsmom.pl.y-as Wpy.or = 21678 (Wply.or = 27045) mm3
- Weerstandsmom.pl.z-as Wpz.or = 14621 (Wplz.or = 16632) mm3
- Torsietraagheidsmoment It.or = 853355 mm4
- Rekenwaarde van de sterkte:
  - Normaalkracht Nc.Rd.or = 229893 N
    NRk.or = 229893 N
  - Moment plastisch My.c.Rd.or = 5873 Nm Mz.c.Rd.or = 3961 Nm
    elastisch My.Rk.or = 5873 Nm Mz.Rk.or = 3961 Nm
- Imperfectie factor volgens EC3, table 6.2 alfay = 0.49 alfaz = 0.49
- De ingevoerde staalsoort S235 (EN10219) is vastgesteld voor het basismateriaal van het kokerprofiel.
  Na het koudvervormen is er sprake van een verhoging van de vloeigrens. Deze verhoogde vloeigrens
  is als volgt berekend met de rekenformule uit NEN6770 (zie 12.1.1.4 Tabel 23, noot 2) en EN 1993-1-1:
  - Materiaalkwaliteit : S235 (EN10219) (fy = 235.0 N/mm², ft = 360.0 N/mm²)
    fy-eq = fy+(7*nhoekor*tor/Lor)*(ft-fy) < (fy+ft)/2: fy-eq = 270.9 N/mm²
  - Ontwikkelde lengte : Lor = 292.3 mm
  - Omgez. hoeken : nhoek = 4
  - Op druk belast : fy-dor = fy-eq = 270.9 N/mm²
  - Op trek belast : fy-tor = fy-eq = 270.9 N/mm²
  - In de z-richting:
    - Stel: Kniklengte lkzor = lor = 1150 mm (ongesteunde kiplengte)
    - Slankheid : lambda-zor = 1150/20.8 = 55
    - Chizor = min(0.791 , 1.0) = 0.791

3.5.1.3 Eigenschappen van de diagonalen (index "d"):
- Hoek met de randen : adiag = atan(ht,diag / (lveld/2)) =
  = atan(530 / (1150/2)) = 42.7 graden
- Systeem-lengte : ldiag = ((lveld/2)² + ht,diag²)1/2 =
  = ((1150/2)² + (530)²)1/2 = 782 mm
- Reductie-factor kniklengte = 0.75, Gezaagd 2-zijdige las
- Kniklengte diagonalen: lkzd = 0.75 * 782 = 587 mm (uit het vlak)
- Aansluitfactor treksterkte = 0.60, Gezaagd 2-zijdige las

3.5.1.4 Eigenschappen van de drukdiagonalen (RHBK50*30*2.0 mm S235 (EN1021) (index "de"):
- Oppervlakte : Ade = 300.6 mm²
- Traagheidsmoment y-as: Iy.de = 99543.9 mm4
- Weerstandsmoment y-as: Wy.de = 3981.8 mm3
- Traagheidsstraal y-as: iy.de = 18.2 mm
- Traagheidsmoment z-as: Iz.de = 44406.7 mm4
- Weerstandsmoment z-as: Wz.de = 2960.4 mm3
- Traagheidsstraal z-as: iz.de = 12.2 mm
- Neutrale lijn z-as : ez.de = 15.0 mm
- Versch.neutr.lijn y : eNy = 0.0 mm
  z : eNz = 0.0 mm
- Lengte : Lde = 0.501 m
- Gewicht : Gde = 14.761 kg
- Rekenwaarde vloeigrens fy.de = 235.0 N/mm²
- Elasticiteitsmodulus Ede = 210000 N/mm²
- Afschuivingsmodulus Gde = 80769 N/mm²
- Weerstandsmom.pl.y-as Wpy.de = 3982 (Wply.de = 4910) mm3
- Weerstandsmom.pl.z-as Wpz.de = 2960 (Wplz.de = 3424) mm3
- Torsietraagheidsmoment It.de = 92298 mm4
- Rekenwaarde van de sterkte:
  - Normaalkracht Nc.Rd.de = 84071 N
    NRk.de = 84071 N
  - Moment plastisch My.c.Rd.de = 1114 Nm Mz.c.Rd.de = 828 Nm
    elastisch My.Rk.de = 1114 Nm Mz.Rk.de = 828 Nm
- Imperfectie factor volgens EC3, table 6.2 alfay = 0.49 alfaz = 0.49
- De ingevoerde staalsoort S235 (EN10219) is vastgesteld voor het basismateriaal van het kokerprofiel.
  Na het koudvervormen is er sprake van een verhoging van de vloeigrens. Deze verhoogde vloeigrens
  is als volgt berekend met de rekenformule uit NEN6770 (zie 12.1.1.4 Tabel 23, noot 2) en EN 1993-1-1:
  - Materiaalkwaliteit : S235 (EN10219) (fy = 235.0 N/mm², ft = 360.0 N/mm²)
    fy-eq = fy+(7*nhoekde*tde/Lde)*(ft-fy) < (fy+ft)/2: fy-eq = 279.7 N/mm²
  - Ontwikkelde lengte : Lde = 156.6 mm
  - Omgez. hoeken : nhoek = 4
  - Op druk belast : fy-dde = fy-eq = 279.7 N/mm²
  - Op trek belast : fy-tde = fy-eq = 279.7 N/mm²
- Slankheid z-as : lambda-zde = 587 / 12.15 = 48.3
- Omega-de = 1.20 (art. 7.4 van RKP 1990 met alfa = 0.49)
- Drukcapaciteit : $Fddiagd = \frac{Ade*sigmae\text{-}dde}{omega\text{-}de} = \frac{300.6 * 279.7}{1.20} = 70220$ N
- Trek : - Ftaansluiting = 0.60 * Ade * sigmau / yM =
  = 0.60 * 300.6 * 360.0 / 1.25 = 51938 N
  - Ftdoorsnede = Ade * sigmae-tde =
  = 300.6 * 279.7 = 84071 N

  dus trekcapaciteit :
  - Fddiagt = min(51938 , 84071) = 51938 N

3.5.1.5 Eigenschappen van de trekdiagonalen (RHBK50*30*2.0 mm S235 (EN1021) (index "dm"):
- Oppervlakte : Adm = 300.6 mm²
- Traagheidsmoment y-as: Iy.dm = 99543.9 mm4
- Weerstandsmoment y-as: Wy.dm = 3981.8 mm3
- Traagheidsstraal y-as: iy.dm = 18.2 mm
- Traagheidsmoment z-as: Iz.dm = 44406.7 mm4
- Weerstandsmoment z-as: Wz.dm = 2960.4 mm3
- Traagheidsstraal z-as: iz.dm = 12.2 mm
- Neutrale lijn z-as : ez.dm = 15.0 mm
- Versch.neutr.lijn y : eNy = 0.0 mm
  z : eNz = 0.0 mm
- Lengte : Ldm = 0.501 m
- Gewicht : Gdm = 44.282 kg
- Rekenwaarde vloeigrens fy.dm = 235.0 N/mm²
- Elasticiteitsmodulus Edm = 210000 N/mm²
- Afschuivingsmodulus Gdm = 80769 N/mm²
- Weerstandsmom.pl.y-as Wpy.dm = 3982 (Wply.dm = 4910) mm3
- Weerstandsmom.pl.z-as Wpz.dm = 2960 (Wplz.dm = 3424) mm3
- Torsietraagheidsmoment It.dm = 92298 mm4
- Rekenwaarde van de sterkte:
  - Normaalkracht Nc.Rd.dm = 84071 N
    NRk.dm = 84071 N
  - Moment plastisch My.c.Rd.dm = 1114 Nm Mz.c.Rd.dm = 828 Nm
    elastisch My.Rk.dm = 1114 Nm Mz.Rk.dm = 828 Nm
- Imperfectie factor volgens EC3, table 6.2 alfay = 0.49 alfaz = 0.49
- De ingevoerde staalsoort S235 (EN10219) is vastgesteld voor het basismateriaal van het kokerprofiel.
  Na het koudvervormen is er sprake van een verhoging van de vloeigrens. Deze verhoogde vloeigrens
  is als volgt berekend met de rekenformule uit NEN6770 (zie 12.1.1.4 Tabel 23, noot 2) en EN 1993-1-1:
  - Materiaalkwaliteit : S235 (EN10219) (fy = 235.0 N/mm², ft = 360.0 N/mm²)
    fy-eq = fy+(7*nhoekdm*tdm/Ldm)*(ft-fy) < (fy+ft)/2: fy-eq = 279.7 N/mm²
  - Ontwikkelde lengte : Ldm = 156.6 mm
  - Omgez. hoeken : nhoek = 4
  - Op druk belast : fy-ddm = fy-eq = 279.7 N/mm²
  - Op trek belast : fy-tdm = fy-eq = 279.7 N/mm²
- Slankheid z-as : lambda-zdm = 587 / 12.15 = 48.3
- Omega-dm = 1.20 (art. 7.4 van RKP 1990 met alfa = 0.49)
- Drukcapaciteit : $Ftdiagd = \frac{Adm*sigmae\text{-}ddm}{omega\text{-}dm} = \frac{300.6 * 279.7}{1.20} = 70220$ N
- Trek : - Ftaansluiting = 0.60 * Adm * sigmau / yM =
  = 0.60 * 300.6 * 360.0 / 1.25 = 51938 N
  - Ftdoorsnede = Adm * sigmae-tdm =
  = 300.6 * 279.7 = 84071 N

  dus trekcapaciteit :
  - Ftdiagt = min(51938 , 84071) = 51938 N

3.5.1.6 Eigenschappen van de gootverticaal (index "gv") of -diagonalen (index "gd"):

De gootverticaal of de gootdiagonalen worden alleen gecontroleerd op knik
en op zijdelingse steun aan de onderrand tegen instabiliteit uit het vlak.
Er wordt niet gecontroleerd op locale effecten bij de aansluiting van de
gootverticaal of -diagonalen aan de onder- en bovenrand.
- Opp. (RHBK100*50*3.0 S235 (EN10219) : Agv = 848.5 mm²
- Traagheidsmoment z-as : Izgv = 1083900.5 mm4 (uit het vlak)
- Traagheidsmoment y-as : Iygv = 365520.2 mm4 (in het vlak)
- Traagheidsstraal y-as : iygv = 20.75 mm
- Reductie-factor kniklengte = 0.75 (in het vlak van de tralie)
  (uitgaande van een strip, rechth. buis, U- of C-profiel 2-zijdig gelast,
  of 2 ronde buizen of staven wijdbeens geplaatst)
- Kniklengte gootvert. : lkygv= 0.75 * ht,net = 0.75 * 530 = 398 mm
- omega-gv = 1.00 (art. 7.4 van RKP 1990 met alfa = 0.49)
- Rekenwaarden voor de vloeigrens volgens art. 6.2.5 van RKP 1990:
  - Materiaalkwaliteit : S235 (EN1021 (sigmae = 235.0 N/mm², sigmau = 360.0 N/mm²)
  - Ontwikkelde lengte : Lgv = 292.3 mm
  - Omgez. hoeken : nhoek = 4
  - Op druk belast : sigmae-dgv = sigmae-eq = 270.9 N/mm²

$$\text{Drukcapaciteit : Fgvertd} = \frac{\text{Agv}*\text{sigmae-dgv}}{\text{omega-gv}} = \frac{848.5 * 270.9}{1.00} = 229432 \text{ N}$$

$$\text{Veerstijfheid : k0gvert} = \frac{3*E*Izgv}{ht,net3} = \frac{3 * 2.1E5 * 1083901}{(530)3} = 4586.7 \text{ N/mm}$$

3.5.1.7 Eigenschappen van de bouten in de spant-kolom-aansluiting:
Bij de onderrand 1 x M20-8.8 dubbel uitgevoerd (index "bto"):
- Spanningsdoorsnede per bout : Asbto = 245.0 mm²
- Rekenwaarde vloeigrens : min (sigmae, 0.72 * sigmau)
- Ideële boutcapaciteit : Fi,capbto = 282240 N (dubbel)

Bij de bovenrand 1 x M20-8.8 dubbel uitgevoerd (index "btb"):
- Spanningsdoorsnede per bout : Asbtb = 245.0 mm²
- Rekenwaarde vloeigrens : min (sigmae, 0.72 * sigmau)
- Ideële boutcapaciteit : Fi,capbtb = 282240 N (dubbel)

Momentenarm bij positief moment (+ = trek onderrand):
(bovenste bout onder bovenrand, dus drukpunt t.p.v. hartlijn bovenrand)
- Arm bout 1: h1 = 0 (niet aanwezig)
- Arm bout 2: h2 = hspant - ezbr - bor - e2 = 630 - 25.0 - 50 - 25 = 530 mm
- Arm bout 3: h3 = bbr - ezbr + e3 = 50 - 25.0 + 25 = 50 mm
- Arm bout 4: h4 = 0 (niet aanwezig)

Maximum hefboomsarm : hmax = 530 mm
Momenten-arm = hobout = (h1² + h2² + h3² + h4²)/hmax = 535 mm

Momentenarm bij negatief moment (- = trek bovenrand):
(onderste bout boven onderrand, dus drukpunt t.p.v. hartlijn onderrand)
- Arm bout 1: h1 = 0 (niet aanwezig)
- Arm bout 2: h2 = bor - ezor + e2 = 50 - 25.0 + 25 = 50 mm
- Arm bout 3: h3 = hspant - ezor - bbr - e3 = 630 - 25.0 - 50 - 25 = 530 mm
- Arm bout 4: h4 = 0 (niet aanwezig)

Maximum hefboomsarm : hmax = 530 mm
Momenten-arm = hbbout = (h1² + h2² + h3² + h4²)/hmax = 535 mm

3.5.1.8 Eigenschappen van de eindplaat (ST120*15.0 mm S235 (EN1021) (index "ep"):
- Schuifspanning : sigma-s= 0.58 * sigmae = 0.58 * 235 = 136 N/mm²

Bij de onderrand:
Ivm aanwezigheid van schotjes is een vervangend weerstandsmoment berekend:
- Wanddikte schotje : ts = 8 mm
- Flens/profielbreedte: Hs = 121.42 mm, bij schotje(s) ter plaatse van de bout
- Slankheid : lambda = 1.052 * Hs/ts * (sigma-e / (E*ksigma))^0.5 =
  = 1.052*121.42 /8 * (235 /(2.1E5*0.43))^0.5 = 0.81
- Plooifactor : rhos = (1 - 0.22/lambda) / lambda < 1.0
  (1 - 0.22/0.81) / 0.81 , dus rhos = 0.90
- Eff.profielbreedte : Hs,eff = rhos * Hs = 0.90 * 121.42 = 108.81 mm
- Wx - elastisch : Wel = 32056.67 mm3, met schotjes
- Wx - plastisch : Wpl = 6750.00 mm3, zonder schotje(s)
- Wpep - reken : Wpep = max(Wel,Wpl) = max(32056.7, 6750.00) = 32056.67 mm3
- Moment-capaciteit : Mp,cap = Wp * sigmae = 32057 * 235 = 7533 E3 Nmm
- Diameter boutkop : e = 32.95 mm
- Cap. pons (dubbel) : Fp,cap = 2*pi*D*t*sigma-s = 2*pi*32.95*15.0*136 = 423 kN

Bij de bovenrand:
Ivm aanwezigheid van schotjes is een vervangend weerstandsmoment berekend:
- Wanddikte schotje : ts = 8 mm
- Flens/profielbreedte: Hs = 121.42 mm, bij schotje(s) ter plaatse van de bout
- Slankheid : lambda = 1.052 * Hs/ts * (sigma-e / (E*ksigma))^0.5 =
  = 1.052*121.42 /8 * (235 /(2.1E5*0.43))^0.5 = 0.81
- Plooifactor : rhos = (1 - 0.22/lambda) / lambda < 1.0
  (1 - 0.22/0.81) / 0.81 , dus rhos = 0.90
- Eff.profielbreedte : Hs,eff = rhos * Hs = 0.90 * 121.42 = 108.81 mm
- Wx - elastisch : Wel = 32056.67 mm3, met schotjes
- Wx - plastisch : Wpl = 6750.00 mm3, zonder schotje(s)
- Wpep - reken : Wpep = max(Wel,Wpl) = max(32056.7, 6750.00) = 32056.67 mm3
- Moment-capaciteit : Mp,cap = Wp * sigmae = 32057 * 235 = 7533 E3 Nmm
- Diameter boutkop : e = 32.95 mm
- Cap. pons (dubbel) : Fp,cap = 2*pi*D*t*sigma-s = 2*pi*32.95*15.0*136 = 423 kN

3.5.1.9 Eigenschappen van de bouten in de spantkoppeling:
Bij de onderrand 1 x M20-8.8 dubbel uitgevoerd (index "bto"):
- Spanningsdoorsnede per bout : Asbto = 245.0 mm²
- Rekenwaarde vloeigrens : min (sigmae, 0.72 * sigmau)
- Ideële boutcapaciteit : Fi,capbto = 282240 N (dubbel)

Bij de bovenrand 1 x M20-8.8 dubbel uitgevoerd (index "btb"):
- Spanningsdoorsnede per bout : Asbtb = 245.0 mm²
- Rekenwaarde vloeigrens : min (sigmae, 0.72 * sigmau)
- Ideële boutcapaciteit : Fi,capbtb = 282240 N (dubbel)

Momentenarm bij positief moment (+ = trek onderrand):
(bovenste bout onder bovenrand, dus drukpunt t.p.v. hartlijn bovenrand)
- Arm bout 1: h1 = hspant - ezbr + e1 = 630 - 25.0 + 25 = 630 mm
- Arm bout 2: h2 = hspant - ezbr - bor - e2 = 630 - 25.0 - 50 - 25 = 530 mm
- Arm bout 3: h3 = bbr - ezbr + e3 = 50 - 25.0 + 25 = 50 mm
- Arm bout 4: h4 = 0 (niet aanwezig)

Maximum hefboomsarm : hmax = 630 mm
Momenten-arm = hobout = (h1² + h2² + h3² + h4²)/hmax = 1080 mm

```
  Momentenarm bij negatief moment (- = trek bovenrand):
  (onderste bout onder onderrand, dus drukpunt t.p.v. hartlijn onderste bout)
  - Arm bout 1: h1 = 0 (drukpunt)
  - Arm bout 2: h2 = e1 + bor + e2          =  25 +  50 + 25       = 100 mm
  - Arm bout 3: h3 = e1 + hspant - bbr - e3 =  25 + 630 -  50 - 25 = 580 mm
  - Arm bout 4: h4 = 0 (niet aanwezig)
  Maximum hefboomsarm : hmax = 580  mm
  Momenten-arm = hbbout = (h1² + h2² + h3² + h4²)/hmax = 597  mm

3.5.1.10 Eigenschappen van de Nokplaat (ST100*15.0 mm S235 (EN1021) (index "kp"):
- Schuifspanning        : sigma-s= 0.58 * sigmae = 0.58 * 235  = 136  N/mm²
Bij de onderrand:
    Ivm aanwezigheid van schotjes is een vervangend weerstandsmoment berekend:
  - Wanddikte schotje   : ts = 6    mm
  - Flens/profielbreedte: Hs = 64.85   mm, bij schotje(s) ter plaatse van de bout
  - Slankheid           : lambda = 1.052 * Hs/ts * (sigma-e / (E*ksigma))^0.5 =
                          = 1.052*64.85  /6    * (235 /(2.1E5*0.43))^0.5 = 0.58
  - Plooifactor         : rhos = (1 - 0.22/lambda) / lambda < 1.0
                          (1 - 0.22/0.58   ) / 0.58   , dus rhos = 1.00
  - Eff.profielbreedte  : Hs,eff = rhos * Hs = 1.00 * 64.85   = 64.85   mm
  - Wx - elastisch      : Wel = 10056.12 mm3, met schotjes
  - Wx - plastisch      : Wpl = 5625.00  mm3, zonder schotje(s)
  - Wpep - reken        : Wpep = max(Wel,Wpl) = max(10056.1, 5625.00) = 10056.12 mm3
  - Moment-capaciteit   : Mp,cap = Wp * sigmae = 10056  * 235  = 2363 E3 Nmm
  - Diameter boutkop    : e = 32.95 mm
  - Cap. pons (dubbel)  : Fp,cap = 2*pi*D*t*sigma-s = 2*pi*32.95*15.0*136  = 336    kN
Bij de bovenrand:
    Ivm aanwezigheid van schotjes is een vervangend weerstandsmoment berekend:
  - Wanddikte schotje   : ts = 6    mm
  - Flens/profielbreedte: Hs = 93.14   mm, bij schotje(s) ter plaatse van de bout
  - Slankheid           : lambda = 1.052 * Hs/ts * (sigma-e / (E*ksigma))^0.5 =
                          = 1.052*93.14  /6    * (235 /(2.1E5*0.43))^0.5 = 0.83
  - Plooifactor         : rhos = (1 - 0.22/lambda) / lambda < 1.0
                          (1 - 0.22/0.83   ) / 0.83   , dus rhos = 0.88
  - Eff.profielbreedte  : Hs,eff = rhos * Hs = 0.88 * 93.14   = 82.28   mm
  - Wx - elastisch      : Wel = 14946.67 mm3, met schotjes
  - Wx - plastisch      : Wpl = 5625.00  mm3, zonder schotje(s)
  - Wpep - reken        : Wpep = max(Wel,Wpl) = max(14946.7, 5625.00) = 14946.67 mm3
  - Moment-capaciteit   : Mp,cap = Wp * sigmae = 14947  * 235  = 3512 E3 Nmm
  - Diameter boutkop    : e = 32.95 mm
  - Cap. pons (dubbel)  : Fp,cap = 2*pi*D*t*sigma-s = 2*pi*32.95*15.0*136  = 336    kN
```

3.5.1.11 Eigenschappen van de zijgevelspantkolom (RHBK100*100*3.0 mm S235 (EN10219))
- Oppervlakte : A = 1149 mm²
- Traagheidsmoment y-as : Iy = 179.0E4 mm4
- Weerstandsmoment y-as : Wy = 35796 mm3
- Traagheidsstraal y-as : iy = 39.5 mm
- Traagheidsmoment z-as : Iz = 179.0E4 mm4
- Traagheidsstraal z-as : iz = 39.5 mm
- Rekenwaarden voor de vloeigrens volgens art. 6.2.5 van RKP 1990:
  - Materiaalkwaliteit : S235 (EN1021 (sigmae = 235.0 N/mm², sigmau = 360.0 N/mm²)
  - Ontwikkelde lengte : L = 392.3 mm
  - Omgez. hoeken : nhoek = 4
  - Op druk belast : sigmae-d = sigmae-eq = 261.8 N/mm²

3.5.1.12 Eigenschappen van de 1e rij tralies:
- Effectieve kolomhoogte: ph,eff = h - vspant - hspant/2 =
  = 4000 - 80 - 630/2 = 3605 mm
- Spanthoogte, netto : ht,net = 530 mm (tussen onder- en bovenrand)
- Idem, effectief : ht,eff = hspant-ezbr-ezor = (hart op hart afstand)
  = 630 - 25.0 - 25.0 = 580 mm
- Idem, "diagonaal" : ht,diag = 530 mm ("hoogte van de diagonalen")
- Veldlengte randen : lveld = bkap / (ndiag/2) = (tussen 2 knooppunten)
  = 4600 / (8/2) = 1150 mm
- Neutrale lijn z-as : eztl = $\frac{\text{Aor*ht,eff}}{\text{Aor + Abr}} = \frac{848.5 * 580}{848.5 + 848.5} = 290.0$ mm
  (t.o.v. neutrale lijn van de bovenrand)
- Traagheidsmoment y-as : Ispant = Abr*eztl² + Aor*(ht,eff-eztl)² =
  = 848.5 * 290.0² + 848.5 * (580.0 - 290.0)² =
  = 14272.6 E4 mm4
- Eigen gewicht van de 1e rij tralies:
  - Gewicht bovenrand : Gbr = 18.40 m * 6.66 kg/m = 122.6 kg
  - Gewicht onderrand : Gor = 18.40 m * 6.66 kg/m = 122.6 kg
  - Gewicht drukdiagonalen : Gdd = 8 /2 * 0.782 m * 2.36 kg/m = 14.8 kg
  - Gewicht trekdiagonalen : Gtd = 8 /2 * 0.782 m * 2.36 kg/m = 44.3 kg
  - Gewicht gootverticalen : Ggv = 3 * 0.530 m * 6.66 kg/m = 10.6 kg
  - Gewicht eindplaten : Gep = 2 * 0.630 m *14.13 kg/m = 17.8 kg
    ---------- +
    Totaal: Gspant = 347.4 kg
  - In Newton: Fspant = 3474 N en Qspant = 188.8 N/m

3.5.2 Eigenschappen van de 2e rij tralies:

3.5.2.1 Eigenschappen van de bovenrand (RHBK100*50*3.0 mm S235 (EN1021) (index "br"):
- Oppervlakte : Abr = 848.5 mm²
- Traagheidsmoment y-as: Iy.br = 1083900.5 mm4
- Weerstandsmoment y-as: Wy.br = 21678.0 mm3
- Traagheidsstraal y-as: iy.br = 35.7 mm
- Traagheidsmoment z-as: Iz.br = 365520.2 mm4
- Weerstandsmoment z-as: Wz.br = 14620.8 mm3
- Traagheidsstraal z-as: iz.br = 20.8 mm
- Neutrale lijn z-as : ez.br = 25.0 mm
- Versch.neutr.lijn y : eNy = 0.0 mm
  z : eNz = 0.0 mm
- Lengte : Lbr = 7.876 m
- Gewicht : Gbr = 122.564 kg
- Rekenwaarde vloeigrens fy.br = 235.0 N/mm²
- Elasticiteitsmodulus Ebr = 210000 N/mm²
- Afschuivingsmodulus Gbr = 80769 N/mm²
- Weerstandsmom.pl.y-as Wpy.br = 21678 (Wply.br = 27045) mm3
- Weerstandsmom.pl.z-as Wpz.br = 14621 (Wplz.br = 16632) mm3
- Torsietraagheidsmoment It.br = 853355 mm4
- Rekenwaarde van de sterkte:
  - Normaalkracht Nc.Rd.br = 229893 N
    NRk.br = 229893 N
  - Moment plastisch My.c.Rd.br = 5873 Nm Mz.c.Rd.br = 3961 Nm
    elastisch My.Rk.br = 5873 Nm Mz.Rk.br = 3961 Nm
- Imperfectie factor volgens EC3, table 6.2 alfay = 0.49 alfaz = 0.49
- De ingevoerde staalsoort S235 (EN10219) is vastgesteld voor het basismateriaal van het kokerprofiel.
  Na het koudvervormen is er sprake van een verhoging van de vloeigrens. Deze verhoogde vloeigrens
  is als volgt berekend met de rekenformule uit NEN6770 (zie 12.1.1.4 Tabel 23, noot 2) en EN 1993-1-1:
  - Materiaalkwaliteit : S235 (EN10219) (fy = 235.0 N/mm², ft = 360.0 N/mm²)
    fy-eq = fy+(7*nhoekbr*tbr/Lbr)*(ft-fy) < (fy+ft)/2: fy-eq = 270.9 N/mm²
  - Ontwikkelde lengte : Lbr = 292.3 mm
  - Omgez. hoeken : nhoek = 4
  - Op druk belast : fy-dbr = fy-eq = 270.9 N/mm²
  - Op trek belast : fy-tbr = fy-eq = 270.9 N/mm²
  - In de z-richting:
    - Stel: Kniklengte lkzbr = lbr = 920 mm (ongesteunde kiplengte)
    - Slankheid : lambda-zbr = 920 /20.8 = 44
    - Chizbr = min(0.859 , 1.0) = 0.859

3.5.2.2 Eigenschappen van de onderrand (RHBK100*50*3.0 mm S235 (EN1021) (index "or"):
- Oppervlakte : Aor = 848.5 mm²
- Traagheidsmoment y-as: Iy.or = 1083900.5 mm4
- Weerstandsmoment y-as: Wy.or = 21678.0 mm3
- Traagheidsstraal y-as: iy.or = 35.7 mm
- Traagheidsmoment z-as: Iz.or = 365520.2 mm4
- Weerstandsmoment z-as: Wz.or = 14620.8 mm3
- Traagheidsstraal z-as: iz.or = 20.8 mm
- Neutrale lijn z-as : ez.or = 25.0 mm
- Versch.neutr.lijn y : eNy = 0.0 mm
  z : eNz = 0.0 mm
- Lengte : Lor = 7.876 m
- Gewicht : Gor = 122.564 kg
- Rekenwaarde vloeigrens fy.or = 235.0 N/mm²
- Elasticiteitsmodulus Eor = 210000 N/mm²
- Afschuivingsmodulus Gor = 80769 N/mm²
- Weerstandsmom.pl.y-as Wpy.or = 21678 (Wply.or = 27045) mm3
- Weerstandsmom.pl.z-as Wpz.or = 14621 (Wplz.or = 16632) mm3
- Torsietraagheidsmoment It.or = 853355 mm4
- Rekenwaarde van de sterkte:
  - Normaalkracht Nc.Rd.or = 229893 N
    NRk.or = 229893 N
  - Moment plastisch My.c.Rd.or = 5873 Nm Mz.c.Rd.or = 3961 Nm
    elastisch My.Rk.or = 5873 Nm Mz.Rk.or = 3961 Nm
- Imperfectie factor volgens EC3, table 6.2 alfay = 0.49 alfaz = 0.49
- De ingevoerde staalsoort S235 (EN10219) is vastgesteld voor het basismateriaal van het kokerprofiel.
  Na het koudvervormen is er sprake van een verhoging van de vloeigrens. Deze verhoogde vloeigrens
  is als volgt berekend met de rekenformule uit NEN6770 (zie 12.1.1.4 Tabel 23, noot 2) en EN 1993-1-1:
  - Materiaalkwaliteit : S235 (EN10219) (fy = 235.0 N/mm², ft = 360.0 N/mm²)
    fy-eq = fy+(7*nhoekor*tor/Lor)*(ft-fy) < (fy+ft)/2: fy-eq = 270.9 N/mm²
  - Ontwikkelde lengte : Lor = 292.3 mm
  - Omgez. hoeken : nhoek = 4
  - Op druk belast : fy-dor = fy-eq = 270.9 N/mm²
  - Op trek belast : fy-tor = fy-eq = 270.9 N/mm²
  - In de z-richting:
    - Stel: Kniklengte lkzor = lor = 1150 mm (ongesteunde kiplengte)
    - Slankheid : lambda-zor = 1150/20.8 = 55
    - Chizor = min(0.791 , 1.0) = 0.791

3.5.2.3 Eigenschappen van de diagonalen (index "d"):
- Hoek met de randen : adiag = atan(ht,diag / (lveld/2)) =
  = atan(530 / (1150/2)) = 42.7 graden
- Systeem-lengte : ldiag = ((lveld/2)² + ht,diag²)1/2 =
  = ((1150/2)² + (530)²)1/2 = 782 mm
- Reductie-factor kniklengte = 0.75, Gezaagd 2-zijdige las
- Kniklengte diagonalen: lkzd = 0.75 * 782 = 587 mm (uit het vlak)
- Aansluitfactor treksterkte = 0.60, Gezaagd 2-zijdige las

3.5.2.4 Eigenschappen van de drukdiagonalen (RHBK50*30*2.0 mm S235 (EN1021) (index "de"):
- Oppervlakte : Ade = 300.6 mm²
- Traagheidsmoment y-as: Iy.de = 99543.9 mm4
- Weerstandsmoment y-as: Wy.de = 3981.8 mm3
- Traagheidsstraal y-as: iy.de = 18.2 mm
- Traagheidsmoment z-as: Iz.de = 44406.7 mm4
- Weerstandsmoment z-as: Wz.de = 2960.4 mm3
- Traagheidsstraal z-as: iz.de = 12.2 mm
- Neutrale lijn z-as : ez.de = 15.0 mm
- Versch.neutr.lijn y : eNy = 0.0 mm
  z : eNz = 0.0 mm
- Lengte : Lde = 0.501 m
- Gewicht : Gde = 14.761 kg
- Rekenwaarde vloeigrens fy.de = 235.0 N/mm²
- Elasticiteitsmodulus Ede = 210000 N/mm²
- Afschuivingsmodulus Gde = 80769 N/mm²
- Weerstandsmom.pl.y-as Wpy.de = 3982 (Wply.de = 4910) mm3
- Weerstandsmom.pl.z-as Wpz.de = 2960 (Wplz.de = 3424) mm3
- Torsietraagheidsmoment It.de = 92298 mm4
- Rekenwaarde van de sterkte:
  - Normaalkracht Nc.Rd.de = 84071 N
    NRk.de = 84071 N
  - Moment plastisch My.c.Rd.de = 1114 Nm Mz.c.Rd.de = 828 Nm
    elastisch My.Rk.de = 1114 Nm Mz.Rk.de = 828 Nm
- Imperfectie factor volgens EC3, table 6.2 alfay = 0.49 alfaz = 0.49
- De ingevoerde staalsoort S235 (EN10219) is vastgesteld voor het basismateriaal van het kokerprofiel.
  Na het koudvervormen is er sprake van een verhoging van de vloeigrens. Deze verhoogde vloeigrens
  is als volgt berekend met de rekenformule uit NEN6770 (zie 12.1.1.4 Tabel 23, noot 2) en EN 1993-1-1:
  - Materiaalkwaliteit : S235 (EN10219) (fy = 235.0 N/mm², ft = 360.0 N/mm²)
    fy-eq = fy+(7*nhoekde*tde/Lde)*(ft-fy) < (fy+ft)/2: fy-eq = 279.7 N/mm²
  - Ontwikkelde lengte : Lde = 156.6 mm
  - Omgez. hoeken : nhoek = 4
  - Op druk belast : fy-dde = fy-eq = 279.7 N/mm²
  - Op trek belast : fy-tde = fy-eq = 279.7 N/mm²
- Slankheid z-as : lambda-zde = 587 / 12.15 = 48.3
- Omega-de = 1.20 (art. 7.4 van RKP 1990 met alfa = 0.49)
- Drukcapaciteit : $Fddiagd = \frac{Ade*sigmae\text{-}dde}{omega\text{-}de} = \frac{300.6 * 279.7}{1.20} = 70220$ N
- Trek : - Ftaansluiting = 0.60 * Ade * sigmau / yM =
  = 0.60 * 300.6 * 360.0 / 1.25 = 51938 N
  - Ftdoorsnede = Ade * sigmae-tde =
  = 300.6 * 279.7 = 84071 N

  dus trekcapaciteit :
  - Fddiagt = min(51938 , 84071) = 51938 N

3.5.2.5 Eigenschappen van de trekdiagonalen (RHBK50*30*2.0 mm S235 (EN1021) (index "dm"):
- Oppervlakte : Adm = 300.6 mm²
- Traagheidsmoment y-as: Iy.dm = 99543.9 mm4
- Weerstandsmoment y-as: Wy.dm = 3981.8 mm3
- Traagheidsstraal y-as: iy.dm = 18.2 mm
- Traagheidsmoment z-as: Iz.dm = 44406.7 mm4
- Weerstandsmoment z-as: Wz.dm = 2960.4 mm3
- Traagheidsstraal z-as: iz.dm = 12.2 mm
- Neutrale lijn z-as : ez.dm = 15.0 mm
- Versch.neutr.lijn y : eNy = 0.0 mm
  z : eNz = 0.0 mm
- Lengte : Ldm = 0.501 m
- Gewicht : Gdm = 44.282 kg
- Rekenwaarde vloeigrens fy.dm = 235.0 N/mm²
- Elasticiteitsmodulus Edm = 210000 N/mm²
- Afschuivingsmodulus Gdm = 80769 N/mm²
- Weerstandsmom.pl.y-as Wpy.dm = 3982 (Wply.dm = 4910) mm3
- Weerstandsmom.pl.z-as Wpz.dm = 2960 (Wplz.dm = 3424) mm3
- Torsietraagheidsmoment It.dm = 92298 mm4
- Rekenwaarde van de sterkte:
  - Normaalkracht Nc.Rd.dm = 84071 N
    NRk.dm = 84071 N
  - Moment plastisch My.c.Rd.dm = 1114 Nm Mz.c.Rd.dm = 828 Nm
    elastisch My.Rk.dm = 1114 Nm Mz.Rk.dm = 828 Nm
- Imperfectie factor volgens EC3, table 6.2 alfay = 0.49 alfaz = 0.49
- De ingevoerde staalsoort S235 (EN10219) is vastgesteld voor het basismateriaal van het kokerprofiel.
  Na het koudvervormen is er sprake van een verhoging van de vloeigrens. Deze verhoogde vloeigrens
  is als volgt berekend met de rekenformule uit NEN6770 (zie 12.1.1.4 Tabel 23, noot 2) en EN 1993-1-1:
  - Materiaalkwaliteit : S235 (EN10219) (fy = 235.0 N/mm², ft = 360.0 N/mm²)
    fy-eq = fy+(7*nhoekdm*tdm/Ldm)*(ft-fy) < (fy+ft)/2: fy-eq = 279.7 N/mm²
  - Ontwikkelde lengte : Ldm = 156.6 mm
  - Omgez. hoeken : nhoek = 4
  - Op druk belast : fy-ddm = fy-eq = 279.7 N/mm²
  - Op trek belast : fy-tdm = fy-eq = 279.7 N/mm²
- Slankheid z-as : lambda-zdm = 587 / 12.15 = 48.3
- Omega-dm = 1.20 (art. 7.4 van RKP 1990 met alfa = 0.49)
- Drukcapaciteit : $Ftdiagd = \frac{Adm*sigmae\text{-}ddm}{omega\text{-}dm} = \frac{300.6 * 279.7}{1.20} = 70220$ N
- Trek : - Ftaansluiting = 0.60 * Adm * sigmau / yM =
  = 0.60 * 300.6 * 360.0 / 1.25 = 51938 N
  - Ftdoorsnede = Adm * sigmae-tdm =
  = 300.6 * 279.7 = 84071 N

  dus trekcapaciteit :
  - Ftdiagt = min(51938 , 84071) = 51938 N

3.5.2.6 Eigenschappen van de gootverticaal (index "gv") of -diagonalen (index "gd"):

De gootverticaal of de gootdiagonalen worden alleen gecontroleerd op knik
en op zijdelingse steun aan de onderrand tegen instabiliteit uit het vlak.
Er wordt niet gecontroleerd op locale effecten bij de aansluiting van de
gootverticaal of -diagonalen aan de onder- en bovenrand.
- Opp. (RHBK100*50*3.0 S235 (EN10219) : Agv = 848.5 mm²
- Traagheidsmoment z-as : Izgv = 1083900.5 mm4 (uit het vlak)
- Traagheidsmoment y-as : Iygv = 365520.2 mm4 (in het vlak)
- Traagheidsstraal y-as : iygv = 20.75 mm
- Reductie-factor kniklengte = 0.75 (in het vlak van de tralie)
  (uitgaande van een strip, rechth. buis, U- of C-profiel 2-zijdig gelast,
  of 2 ronde buizen of staven wijdbeens geplaatst)
- Kniklengte gootvert. : lkygv= 0.75 * ht,net = 0.75 * 530 = 398 mm
- omega-gv = 1.00 (art. 7.4 van RKP 1990 met alfa = 0.49)
- Rekenwaarden voor de vloeigrens volgens art. 6.2.5 van RKP 1990:
  - Materiaalkwaliteit : S235 (EN1021 (sigmae = 235.0 N/mm², sigmau = 360.0 N/mm²)
  - Ontwikkelde lengte : Lgv = 292.3 mm
  - Omgez. hoeken : nhoek = 4
  - Op druk belast : sigmae-dgv = sigmae-eq = 270.9 N/mm²

$$\text{Drukcapaciteit : Fgvertd} = \frac{\text{Agv}*\text{sigmae-dgv}}{\text{omega-gv}} = \frac{848.5 * 270.9}{1.00} = 229432 \text{ N}$$

$$\text{Veerstijfheid : k0gvert} = \frac{3*E*Izgv}{ht,net3} = \frac{3 * 2.1E5 * 1083901}{(530)3} = 4586.7 \text{ N/mm}$$

3.5.2.7 Eigenschappen van de bouten in de spant-kolom-aansluiting:
Bij de onderrand 1 x M20-8.8 dubbel uitgevoerd (index "bto"):
- Spanningsdoorsnede per bout : Asbto = 245.0 mm²
- Rekenwaarde vloeigrens : min (sigmae, 0.72 * sigmau)
- Ideële boutcapaciteit : Fi,capbto = 282240 N (dubbel)

Bij de bovenrand 1 x M20-8.8 dubbel uitgevoerd (index "btb"):
- Spanningsdoorsnede per bout : Asbtb = 245.0 mm²
- Rekenwaarde vloeigrens : min (sigmae, 0.72 * sigmau)
- Ideële boutcapaciteit : Fi,capbtb = 282240 N (dubbel)

Momentenarm bij positief moment (+ = trek onderrand):
(bovenste bout onder bovenrand, dus drukpunt t.p.v. hartlijn bovenrand)
- Arm bout 1: h1 = 0 (niet aanwezig)
- Arm bout 2: h2 = hspant - ezbr - bor - e2 = 630 - 25.0 - 50 - 25 = 530 mm
- Arm bout 3: h3 = bbr - ezbr + e3 = 50 - 25.0 + 25 = 50 mm
- Arm bout 4: h4 = 0 (niet aanwezig)

Maximum hefboomsarm : hmax = 530 mm
Momenten-arm = hobout = (h1² + h2² + h3² + h4²)/hmax = 535 mm

Momentenarm bij negatief moment (- = trek bovenrand):
(onderste bout boven onderrand, dus drukpunt t.p.v. hartlijn onderrand)
- Arm bout 1: h1 = 0 (niet aanwezig)
- Arm bout 2: h2 = bor - ezor + e2 = 50 - 25.0 + 25 = 50 mm
- Arm bout 3: h3 = hspant - ezor - bbr - e3 = 630 - 25.0 - 50 - 25 = 530 mm
- Arm bout 4: h4 = 0 (niet aanwezig)

Maximum hefboomsarm : hmax = 530 mm
Momenten-arm = hbbout = (h1² + h2² + h3² + h4²)/hmax = 535 mm

3.5.2.8 Eigenschappen van de eindplaat (ST120*15.0 mm S235 (EN1021) (index "ep"):
- Schuifspanning : sigma-s= 0.58 * sigmae = 0.58 * 235 = 136 N/mm²

Bij de onderrand:
Ivm aanwezigheid van schotjes is een vervangend weerstandsmoment berekend:
- Wanddikte schotje : ts = 8 mm
- Flens/profielbreedte: Hs = 121.42 mm, bij schotje(s) ter plaatse van de bout
- Slankheid : lambda = 1.052 * Hs/ts * (sigma-e / (E*ksigma))^0.5 =
  = 1.052*121.42 /8 * (235 /(2.1E5*0.43))^0.5 = 0.81
- Plooifactor : rhos = (1 - 0.22/lambda) / lambda < 1.0
  (1 - 0.22/0.81) / 0.81 , dus rhos = 0.90
- Eff.profielbreedte : Hs,eff = rhos * Hs = 0.90 * 121.42 = 108.81 mm
- Wx - elastisch : Wel = 32056.67 mm3, met schotjes
- Wx - plastisch : Wpl = 6750.00 mm3, zonder schotje(s)
- Wpep - reken : Wpep = max(Wel,Wpl) = max(32056.7, 6750.00) = 32056.67 mm3
- Moment-capaciteit : Mp,cap = Wp * sigmae = 32057 * 235 = 7533 E3 Nmm
- Diameter boutkop : e = 32.95 mm
- Cap. pons (dubbel) : Fp,cap = 2*pi*D*t*sigma-s = 2*pi*32.95*15.0*136 = 423 kN

Bij de bovenrand:
Ivm aanwezigheid van schotjes is een vervangend weerstandsmoment berekend:
- Wanddikte schotje : ts = 8 mm
- Flens/profielbreedte: Hs = 121.42 mm, bij schotje(s) ter plaatse van de bout
- Slankheid : lambda = 1.052 * Hs/ts * (sigma-e / (E*ksigma))^0.5 =
  = 1.052*121.42 /8 * (235 /(2.1E5*0.43))^0.5 = 0.81
- Plooifactor : rhos = (1 - 0.22/lambda) / lambda < 1.0
  (1 - 0.22/0.81) / 0.81 , dus rhos = 0.90
- Eff.profielbreedte : Hs,eff = rhos * Hs = 0.90 * 121.42 = 108.81 mm
- Wx - elastisch : Wel = 32056.67 mm3, met schotjes
- Wx - plastisch : Wpl = 6750.00 mm3, zonder schotje(s)
- Wpep - reken : Wpep = max(Wel,Wpl) = max(32056.7, 6750.00) = 32056.67 mm3
- Moment-capaciteit : Mp,cap = Wp * sigmae = 32057 * 235 = 7533 E3 Nmm
- Diameter boutkop : e = 32.95 mm
- Cap. pons (dubbel) : Fp,cap = 2*pi*D*t*sigma-s = 2*pi*32.95*15.0*136 = 423 kN

3.5.2.9 Eigenschappen van de bouten in de spantkoppeling:
Bij de onderrand 1 x M20-8.8 dubbel uitgevoerd (index "bto"):
- Spanningsdoorsnede per bout : Asbto = 245.0 mm²
- Rekenwaarde vloeigrens : min (sigmae, 0.72 * sigmau)
- Ideële boutcapaciteit : Fi,capbto = 282240 N (dubbel)

Bij de bovenrand 1 x M20-8.8 dubbel uitgevoerd (index "btb"):
- Spanningsdoorsnede per bout : Asbtb = 245.0 mm²
- Rekenwaarde vloeigrens : min (sigmae, 0.72 * sigmau)
- Ideële boutcapaciteit : Fi,capbtb = 282240 N (dubbel)

Momentenarm bij positief moment (+ = trek onderrand):
(bovenste bout onder bovenrand, dus drukpunt t.p.v. hartlijn bovenrand)
- Arm bout 1: h1 = hspant - ezbr + e1 = 630 - 25.0 + 25 = 630 mm
- Arm bout 2: h2 = hspant - ezbr - bor - e2 = 630 - 25.0 - 50 - 25 = 530 mm
- Arm bout 3: h3 = bbr - ezbr + e3 = 50 - 25.0 + 25 = 50 mm
- Arm bout 4: h4 = 0 (niet aanwezig)

Maximum hefboomsarm : hmax = 630 mm
Momenten-arm = hobout = (h1² + h2² + h3² + h4²)/hmax = 1080 mm

```
  Momentenarm bij negatief moment (- = trek bovenrand):
  (onderste bout onder onderrand, dus drukpunt t.p.v. hartlijn onderste bout)
  - Arm bout 1: h1 = 0 (drukpunt)
  - Arm bout 2: h2 = e1 + bor + e2          =  25 +  50 + 25       = 100 mm
  - Arm bout 3: h3 = e1 + hspant - bbr - e3 =  25 + 630 -  50 - 25 = 580 mm
  - Arm bout 4: h4 = 0 (niet aanwezig)
  Maximum hefboomsarm : hmax = 580  mm
  Momenten-arm = hbbout = (h1² + h2² + h3² + h4²)/hmax = 597  mm

3.5.2.10 Eigenschappen van de Nokplaat (ST100*15.0 mm S235 (EN1021) (index "kp"):
- Schuifspanning        : sigma-s= 0.58 * sigmae = 0.58 * 235  = 136  N/mm²
Bij de onderrand:
    Ivm aanwezigheid van schotjes is een vervangend weerstandsmoment berekend:
  - Wanddikte schotje   : ts = 6    mm
  - Flens/profielbreedte: Hs = 64.85   mm, bij schotje(s) ter plaatse van de bout
  - Slankheid           : lambda = 1.052 * Hs/ts * (sigma-e / (E*ksigma))^0.5 =
                          = 1.052*64.85  /6    * (235 /(2.1E5*0.43))^0.5 = 0.58
  - Plooifactor         : rhos = (1 - 0.22/lambda) / lambda < 1.0
                          (1 - 0.22/0.58   ) / 0.58   , dus rhos = 1.00
  - Eff.profielbreedte  : Hs,eff = rhos * Hs = 1.00 * 64.85   = 64.85   mm
  - Wx - elastisch      : Wel = 10056.12 mm3, met schotjes
  - Wx - plastisch      : Wpl = 5625.00  mm3, zonder schotje(s)
  - Wpep - reken        : Wpep = max(Wel,Wpl) = max(10056.1, 5625.00) = 10056.12 mm3
  - Moment-capaciteit   : Mp,cap = Wp * sigmae = 10056  * 235  = 2363 E3 Nmm
  - Diameter boutkop    : e = 32.95 mm
  - Cap. pons (dubbel)  : Fp,cap = 2*pi*D*t*sigma-s = 2*pi*32.95*15.0*136  = 336    kN
Bij de bovenrand:
    Ivm aanwezigheid van schotjes is een vervangend weerstandsmoment berekend:
  - Wanddikte schotje   : ts = 6    mm
  - Flens/profielbreedte: Hs = 93.14   mm, bij schotje(s) ter plaatse van de bout
  - Slankheid           : lambda = 1.052 * Hs/ts * (sigma-e / (E*ksigma))^0.5 =
                          = 1.052*93.14  /6    * (235 /(2.1E5*0.43))^0.5 = 0.83
  - Plooifactor         : rhos = (1 - 0.22/lambda) / lambda < 1.0
                          (1 - 0.22/0.83   ) / 0.83   , dus rhos = 0.88
  - Eff.profielbreedte  : Hs,eff = rhos * Hs = 0.88 * 93.14   = 82.28   mm
  - Wx - elastisch      : Wel = 14946.67 mm3, met schotjes
  - Wx - plastisch      : Wpl = 5625.00  mm3, zonder schotje(s)
  - Wpep - reken        : Wpep = max(Wel,Wpl) = max(14946.7, 5625.00) = 14946.67 mm3
  - Moment-capaciteit   : Mp,cap = Wp * sigmae = 14947  * 235  = 3512 E3 Nmm
  - Diameter boutkop    : e = 32.95 mm
  - Cap. pons (dubbel)  : Fp,cap = 2*pi*D*t*sigma-s = 2*pi*32.95*15.0*136  = 336    kN
```

3.5.2.11 Eigenschappen van de zijgevelspantkolom (RHBK100*100*3.0 mm S235 (EN10219))
- Oppervlakte : A = 1149 mm²
- Traagheidsmoment y-as : Iy = 179.0E4 mm4
- Weerstandsmoment y-as : Wy = 35796 mm3
- Traagheidsstraal y-as : iy = 39.5 mm
- Traagheidsmoment z-as : Iz = 179.0E4 mm4
- Traagheidsstraal z-as : iz = 39.5 mm
- Rekenwaarden voor de vloeigrens volgens art. 6.2.5 van RKP 1990:
  - Materiaalkwaliteit : S235 (EN1021 (sigmae = 235.0 N/mm², sigmau = 360.0 N/mm²)
  - Ontwikkelde lengte : L = 392.3 mm
  - Omgez. hoeken : nhoek = 4
  - Op druk belast : sigmae-d = sigmae-eq = 261.8 N/mm²

3.5.2.12 Eigenschappen van de 2e rij tralies:
- Effectieve kolomhoogte: ph,eff = h - vspant - hspant/2 =
  = 4000 - 80 - 630/2 = 3605 mm
- Spanthoogte, netto : ht,net = 530 mm (tussen onder- en bovenrand)
- Idem, effectief : ht,eff = hspant-ezbr-ezor = (hart op hart afstand)
  = 630 - 25.0 - 25.0 = 580 mm
- Idem, "diagonaal" : ht,diag = 530 mm ("hoogte van de diagonalen")
- Veldlengte randen : lveld = bkap / (ndiag/2) = (tussen 2 knooppunten)
  = 4600 / (8/2) = 1150 mm
- Neutrale lijn z-as : eztl = $\frac{\text{Aor*ht,eff}}{\text{Aor + Abr}} = \frac{848.5 * 580}{848.5 + 848.5} = 290.0$ mm
  (t.o.v. neutrale lijn van de bovenrand)
- Traagheidsmoment y-as : Ispant = Abr*eztl² + Aor*(ht,eff-eztl)² =
  = 848.5 * 290.0² + 848.5 * (580.0 - 290.0)² =
  = 14272.6 E4 mm4
- Eigen gewicht van de 2e rij tralies:
  - Gewicht bovenrand : Gbr = 18.40 m * 6.66 kg/m = 122.6 kg
  - Gewicht onderrand : Gor = 18.40 m * 6.66 kg/m = 122.6 kg
  - Gewicht drukdiagonalen : Gdd = 8 /2 * 0.782 m * 2.36 kg/m = 14.8 kg
  - Gewicht trekdiagonalen : Gtd = 8 /2 * 0.782 m * 2.36 kg/m = 44.3 kg
  - Gewicht gootverticalen : Ggv = 3 * 0.530 m * 6.66 kg/m = 10.6 kg
  - Gewicht eindplaten : Gep = 2 * 0.630 m *14.13 kg/m = 17.8 kg
    ---------- +
    Totaal: Gspant = 347.4 kg
  - In Newton: Fspant = 3474 N en Qspant = 188.8 N/m

3.5.3 Eigenschappen van de tralies van de middenvelden:

3.5.3.1 Eigenschappen van de bovenrand (RHBK100*50*3.0 mm S235 (EN1021) (index "br"):
- Oppervlakte : Abr = 848.5 mm²
- Traagheidsmoment y-as: Iy.br = 1083900.5 mm4
- Weerstandsmoment y-as: Wy.br = 21678.0 mm3
- Traagheidsstraal y-as: iy.br = 35.7 mm
- Traagheidsmoment z-as: Iz.br = 365520.2 mm4
- Weerstandsmoment z-as: Wz.br = 14620.8 mm3
- Traagheidsstraal z-as: iz.br = 20.8 mm
- Neutrale lijn z-as : ez.br = 25.0 mm
- Versch.neutr.lijn y : eNy = 0.0 mm
  z : eNz = 0.0 mm
- Lengte : Lbr = 7.876 m
- Gewicht : Gbr = 122.564 kg
- Rekenwaarde vloeigrens fy.br = 235.0 N/mm²
- Elasticiteitsmodulus Ebr = 210000 N/mm²
- Afschuivingsmodulus Gbr = 80769 N/mm²
- Weerstandsmom.pl.y-as Wpy.br = 21678 (Wply.br = 27045) mm3
- Weerstandsmom.pl.z-as Wpz.br = 14621 (Wplz.br = 16632) mm3
- Torsietraagheidsmoment It.br = 853355 mm4
- Rekenwaarde van de sterkte:
  - Normaalkracht Nc.Rd.br = 229893 N
    NRk.br = 229893 N
  - Moment plastisch My.c.Rd.br = 5873 Nm Mz.c.Rd.br = 3961 Nm
    elastisch My.Rk.br = 5873 Nm Mz.Rk.br = 3961 Nm
- Imperfectie factor volgens EC3, table 6.2 alfay = 0.49 alfaz = 0.49
- De ingevoerde staalsoort S235 (EN10219) is vastgesteld voor het basismateriaal van het kokerprofiel.
  Na het koudvervormen is er sprake van een verhoging van de vloeigrens. Deze verhoogde vloeigrens
  is als volgt berekend met de rekenformule uit NEN6770 (zie 12.1.1.4 Tabel 23, noot 2) en EN 1993-1-1:
  - Materiaalkwaliteit : S235 (EN10219) (fy = 235.0 N/mm², ft = 360.0 N/mm²)
    fy-eq = fy+(7*nhoekbr*tbr/Lbr)*(ft-fy) < (fy+ft)/2: fy-eq = 270.9 N/mm²
  - Ontwikkelde lengte : Lbr = 292.3 mm
  - Omgez. hoeken : nhoek = 4
  - Op druk belast : fy-dbr = fy-eq = 270.9 N/mm²
  - Op trek belast : fy-tbr = fy-eq = 270.9 N/mm²
  - In de z-richting:
    - Stel: Kniklengte lkzbr = lbr = 920 mm (ongesteunde kiplengte)
    - Slankheid : lambda-zbr = 920 /20.8 = 44
    - Chizbr = min(0.859 , 1.0) = 0.859

3.5.3.2 Eigenschappen van de onderrand (RHBK100*50*3.0 mm S235 (EN1021) (index "or"):
- Oppervlakte : Aor = 848.5 mm²
- Traagheidsmoment y-as: Iy.or = 1083900.5 mm4
- Weerstandsmoment y-as: Wy.or = 21678.0 mm3
- Traagheidsstraal y-as: iy.or = 35.7 mm
- Traagheidsmoment z-as: Iz.or = 365520.2 mm4
- Weerstandsmoment z-as: Wz.or = 14620.8 mm3
- Traagheidsstraal z-as: iz.or = 20.8 mm
- Neutrale lijn z-as : ez.or = 25.0 mm
- Versch.neutr.lijn y : eNy = 0.0 mm
  z : eNz = 0.0 mm
- Lengte : Lor = 7.876 m
- Gewicht : Gor = 122.564 kg
- Rekenwaarde vloeigrens fy.or = 235.0 N/mm²
- Elasticiteitsmodulus Eor = 210000 N/mm²
- Afschuivingsmodulus Gor = 80769 N/mm²
- Weerstandsmom.pl.y-as Wpy.or = 21678 (Wply.or = 27045) mm3
- Weerstandsmom.pl.z-as Wpz.or = 14621 (Wplz.or = 16632) mm3
- Torsietraagheidsmoment It.or = 853355 mm4
- Rekenwaarde van de sterkte:
  - Normaalkracht Nc.Rd.or = 229893 N
    NRk.or = 229893 N
  - Moment plastisch My.c.Rd.or = 5873 Nm Mz.c.Rd.or = 3961 Nm
    elastisch My.Rk.or = 5873 Nm Mz.Rk.or = 3961 Nm
- Imperfectie factor volgens EC3, table 6.2 alfay = 0.49 alfaz = 0.49
- De ingevoerde staalsoort S235 (EN10219) is vastgesteld voor het basismateriaal van het kokerprofiel.
  Na het koudvervormen is er sprake van een verhoging van de vloeigrens. Deze verhoogde vloeigrens
  is als volgt berekend met de rekenformule uit NEN6770 (zie 12.1.1.4 Tabel 23, noot 2) en EN 1993-1-1:
  - Materiaalkwaliteit : S235 (EN10219) (fy = 235.0 N/mm², ft = 360.0 N/mm²)
    fy-eq = fy+(7*nhoekor*tor/Lor)*(ft-fy) < (fy+ft)/2: fy-eq = 270.9 N/mm²
  - Ontwikkelde lengte : Lor = 292.3 mm
  - Omgez. hoeken : nhoek = 4
  - Op druk belast : fy-dor = fy-eq = 270.9 N/mm²
  - Op trek belast : fy-tor = fy-eq = 270.9 N/mm²
  - In de z-richting:
    - Stel: Kniklengte lkzor = lor = 1150 mm (ongesteunde kiplengte)
    - Slankheid : lambda-zor = 1150/20.8 = 55
    - Chizor = min(0.791 , 1.0) = 0.791

3.5.3.3 Eigenschappen van de diagonalen (index "d"):
- Hoek met de randen : adiag = atan(ht,diag / (lveld/2)) =
  = atan(530 / (1150/2)) = 42.7 graden
- Systeem-lengte : ldiag = ((lveld/2)² + ht,diag²)1/2 =
  = ((1150/2)² + (530)²)1/2 = 782 mm
- Reductie-factor kniklengte = 0.75, Gezaagd 2-zijdige las
- Kniklengte diagonalen: lkzd = 0.75 * 782 = 587 mm (uit het vlak)
- Aansluitfactor treksterkte = 0.60, Gezaagd 2-zijdige las

3.5.3.4 Eigenschappen van de drukdiagonalen (RHBK50*30*2.0 mm S235 (EN1021) (index "de"):
- Oppervlakte : Ade = 300.6 mm²
- Traagheidsmoment y-as: Iy.de = 99543.9 mm4
- Weerstandsmoment y-as: Wy.de = 3981.8 mm3
- Traagheidsstraal y-as: iy.de = 18.2 mm
- Traagheidsmoment z-as: Iz.de = 44406.7 mm4
- Weerstandsmoment z-as: Wz.de = 2960.4 mm3
- Traagheidsstraal z-as: iz.de = 12.2 mm
- Neutrale lijn z-as : ez.de = 15.0 mm
- Versch.neutr.lijn y : eNy = 0.0 mm
  z : eNz = 0.0 mm
- Lengte : Lde = 0.501 m
- Gewicht : Gde = 14.761 kg
- Rekenwaarde vloeigrens fy.de = 235.0 N/mm²
- Elasticiteitsmodulus Ede = 210000 N/mm²
- Afschuivingsmodulus Gde = 80769 N/mm²
- Weerstandsmom.pl.y-as Wpy.de = 3982 (Wply.de = 4910) mm3
- Weerstandsmom.pl.z-as Wpz.de = 2960 (Wplz.de = 3424) mm3
- Torsietraagheidsmoment It.de = 92298 mm4
- Rekenwaarde van de sterkte:
  - Normaalkracht Nc.Rd.de = 84071 N
    NRk.de = 84071 N
  - Moment plastisch My.c.Rd.de = 1114 Nm Mz.c.Rd.de = 828 Nm
    elastisch My.Rk.de = 1114 Nm Mz.Rk.de = 828 Nm
- Imperfectie factor volgens EC3, table 6.2 alfay = 0.49 alfaz = 0.49
- De ingevoerde staalsoort S235 (EN10219) is vastgesteld voor het basismateriaal van het kokerprofiel.
  Na het koudvervormen is er sprake van een verhoging van de vloeigrens. Deze verhoogde vloeigrens
  is als volgt berekend met de rekenformule uit NEN6770 (zie 12.1.1.4 Tabel 23, noot 2) en EN 1993-1-1:
  - Materiaalkwaliteit : S235 (EN10219) (fy = 235.0 N/mm², ft = 360.0 N/mm²)
    fy-eq = fy+(7*nhoekde*tde/Lde)*(ft-fy) < (fy+ft)/2: fy-eq = 279.7 N/mm²
  - Ontwikkelde lengte : Lde = 156.6 mm
  - Omgez. hoeken : nhoek = 4
  - Op druk belast : fy-dde = fy-eq = 279.7 N/mm²
  - Op trek belast : fy-tde = fy-eq = 279.7 N/mm²
- Slankheid z-as : lambda-zde = 587 / 12.15 = 48.3
- Omega-de = 1.20 (art. 7.4 van RKP 1990 met alfa = 0.49)
- Drukcapaciteit : $Fddiagd = \frac{Ade*sigmae\text{-}dde}{omega\text{-}de} = \frac{300.6 * 279.7}{1.20} = 70220$ N
- Trek : - Ftaansluiting = 0.60 * Ade * sigmau / yM =
  = 0.60 * 300.6 * 360.0 / 1.25 = 51938 N
  - Ftdoorsnede = Ade * sigmae-tde =
  = 300.6 * 279.7 = 84071 N

  dus trekcapaciteit :
  - Fddiagt = min(51938 , 84071) = 51938 N

3.5.3.5 Eigenschappen van de trekdiagonalen (RHBK50*30*2.0 mm S235 (EN1021) (index "dm"):
- Oppervlakte : Adm = 300.6 mm²
- Traagheidsmoment y-as: Iy.dm = 99543.9 mm4
- Weerstandsmoment y-as: Wy.dm = 3981.8 mm3
- Traagheidsstraal y-as: iy.dm = 18.2 mm
- Traagheidsmoment z-as: Iz.dm = 44406.7 mm4
- Weerstandsmoment z-as: Wz.dm = 2960.4 mm3
- Traagheidsstraal z-as: iz.dm = 12.2 mm
- Neutrale lijn z-as : ez.dm = 15.0 mm
- Versch.neutr.lijn y : eNy = 0.0 mm
  z : eNz = 0.0 mm
- Lengte : Ldm = 0.501 m
- Gewicht : Gdm = 44.282 kg
- Rekenwaarde vloeigrens fy.dm = 235.0 N/mm²
- Elasticiteitsmodulus Edm = 210000 N/mm²
- Afschuivingsmodulus Gdm = 80769 N/mm²
- Weerstandsmom.pl.y-as Wpy.dm = 3982 (Wply.dm = 4910) mm3
- Weerstandsmom.pl.z-as Wpz.dm = 2960 (Wplz.dm = 3424) mm3
- Torsietraagheidsmoment It.dm = 92298 mm4
- Rekenwaarde van de sterkte:
  - Normaalkracht Nc.Rd.dm = 84071 N
    NRk.dm = 84071 N
  - Moment plastisch My.c.Rd.dm = 1114 Nm Mz.c.Rd.dm = 828 Nm
    elastisch My.Rk.dm = 1114 Nm Mz.Rk.dm = 828 Nm
- Imperfectie factor volgens EC3, table 6.2 alfay = 0.49 alfaz = 0.49
- De ingevoerde staalsoort S235 (EN10219) is vastgesteld voor het basismateriaal van het kokerprofiel.
  Na het koudvervormen is er sprake van een verhoging van de vloeigrens. Deze verhoogde vloeigrens
  is als volgt berekend met de rekenformule uit NEN6770 (zie 12.1.1.4 Tabel 23, noot 2) en EN 1993-1-1:
  - Materiaalkwaliteit : S235 (EN10219) (fy = 235.0 N/mm², ft = 360.0 N/mm²)
    fy-eq = fy+(7*nhoekdm*tdm/Ldm)*(ft-fy) < (fy+ft)/2: fy-eq = 279.7 N/mm²
  - Ontwikkelde lengte : Ldm = 156.6 mm
  - Omgez. hoeken : nhoek = 4
  - Op druk belast : fy-ddm = fy-eq = 279.7 N/mm²
  - Op trek belast : fy-tdm = fy-eq = 279.7 N/mm²
- Slankheid z-as : lambda-zdm = 587 / 12.15 = 48.3
- Omega-dm = 1.20 (art. 7.4 van RKP 1990 met alfa = 0.49)
- Drukcapaciteit : $Ftdiagd = \frac{Adm*sigmae\text{-}ddm}{omega\text{-}dm} = \frac{300.6 * 279.7}{1.20} = 70220$ N
- Trek : - Ftaansluiting = 0.60 * Adm * sigmau / yM =
  = 0.60 * 300.6 * 360.0 / 1.25 = 51938 N
  - Ftdoorsnede = Adm * sigmae-tdm =
  = 300.6 * 279.7 = 84071 N

  dus trekcapaciteit :
  - Ftdiagt = min(51938 , 84071) = 51938 N

3.5.3.6 Eigenschappen van de gootverticaal (index "gv") of -diagonalen (index "gd"):

De gootverticaal of de gootdiagonalen worden alleen gecontroleerd op knik
en op zijdelingse steun aan de onderrand tegen instabiliteit uit het vlak.
Er wordt niet gecontroleerd op locale effecten bij de aansluiting van de
gootverticaal of -diagonalen aan de onder- en bovenrand.
- Opp. (RHBK100*50*3.0 S235 (EN10219) : Agv = 848.5 mm²
- Traagheidsmoment z-as : Izgv = 1083900.5 mm4 (uit het vlak)
- Traagheidsmoment y-as : Iygv = 365520.2 mm4 (in het vlak)
- Traagheidsstraal y-as : iygv = 20.75 mm
- Reductie-factor kniklengte = 0.75 (in het vlak van de tralie)
  (uitgaande van een strip, rechth. buis, U- of C-profiel 2-zijdig gelast,
  of 2 ronde buizen of staven wijdbeens geplaatst)
- Kniklengte gootvert. : lkygv= 0.75 * ht,net = 0.75 * 530 = 398 mm
- omega-gv = 1.00 (art. 7.4 van RKP 1990 met alfa = 0.49)
- Rekenwaarden voor de vloeigrens volgens art. 6.2.5 van RKP 1990:
  - Materiaalkwaliteit : S235 (EN1021 (sigmae = 235.0 N/mm², sigmau = 360.0 N/mm²)
  - Ontwikkelde lengte : Lgv = 292.3 mm
  - Omgez. hoeken : nhoek = 4
  - Op druk belast : sigmae-dgv = sigmae-eq = 270.9 N/mm²

$$\text{- Drukcapaciteit : Fgvertd} = \frac{\text{Agv}*\text{sigmae-dgv}}{\text{omega-gv}} = \frac{848.5 * 270.9}{1.00} = 229432 \text{ N}$$

$$\text{- Veerstijfheid : k0gvert} = \frac{3*E*Izgv}{ht,net^3} = \frac{3 * 2.1E5 * 1083901}{(530)3} = 4586.7 \text{ N/mm}$$

3.5.3.7 Eigenschappen van de bouten in de spant-kolom-aansluiting:
Bij de onderrand 1 x M20-8.8 dubbel uitgevoerd (index "bto"):
- Spanningsdoorsnede per bout : Asbto = 245.0 mm²
- Rekenwaarde vloeigrens : min (sigmae, 0.72 * sigmau)
- Ideële boutcapaciteit : Fi,capbto = 282240 N (dubbel)

Bij de bovenrand 1 x M20-8.8 dubbel uitgevoerd (index "btb"):
- Spanningsdoorsnede per bout : Asbtb = 245.0 mm²
- Rekenwaarde vloeigrens : min (sigmae, 0.72 * sigmau)
- Ideële boutcapaciteit : Fi,capbtb = 282240 N (dubbel)

Momentenarm bij positief moment (+ = trek onderrand):
(bovenste bout onder bovenrand, dus drukpunt t.p.v. hartlijn bovenrand)
- Arm bout 1: h1 = 0 (niet aanwezig)
- Arm bout 2: h2 = hspant - ezbr - bor - e2 = 630 - 25.0 - 50 - 25 = 530 mm
- Arm bout 3: h3 = bbr - ezbr + e3 = 50 - 25.0 + 25 = 50 mm
- Arm bout 4: h4 = 0 (niet aanwezig)

Maximum hefboomsarm : hmax = 530 mm
Momenten-arm = hobout = (h1² + h2² + h3² + h4²)/hmax = 535 mm

Momentenarm bij negatief moment (- = trek bovenrand):
(onderste bout boven onderrand, dus drukpunt t.p.v. hartlijn onderrand)
- Arm bout 1: h1 = 0 (niet aanwezig)
- Arm bout 2: h2 = bor - ezor + e2 = 50 - 25.0 + 25 = 50 mm
- Arm bout 3: h3 = hspant - ezor - bbr - e3 = 630 - 25.0 - 50 - 25 = 530 mm
- Arm bout 4: h4 = 0 (niet aanwezig)

Maximum hefboomsarm : hmax = 530 mm
Momenten-arm = hbbout = (h1² + h2² + h3² + h4²)/hmax = 535 mm

3.5.3.8 Eigenschappen van de eindplaat (ST120*15.0 mm S235 (EN1021) (index "ep"):
- Schuifspanning : sigma-s= 0.58 * sigmae = 0.58 * 235 = 136 N/mm²

Bij de onderrand:
Ivm aanwezigheid van schotjes is een vervangend weerstandsmoment berekend:
- Wanddikte schotje : ts = 8 mm
- Flens/profielbreedte: Hs = 121.42 mm, bij schotje(s) ter plaatse van de bout
- Slankheid : lambda = 1.052 * Hs/ts * (sigma-e / (E*ksigma))^0.5 =
  = 1.052*121.42 /8 * (235 /(2.1E5*0.43))^0.5 = 0.81
- Plooifactor : rhos = (1 - 0.22/lambda) / lambda < 1.0
  (1 - 0.22/0.81) / 0.81 , dus rhos = 0.90
- Eff.profielbreedte : Hs,eff = rhos * Hs = 0.90 * 121.42 = 108.81 mm
- Wx - elastisch : Wel = 32056.67 mm3, met schotjes
- Wx - plastisch : Wpl = 6750.00 mm3, zonder schotje(s)
- Wpep - reken : Wpep = max(Wel,Wpl) = max(32056.7, 6750.00) = 32056.67 mm3
- Moment-capaciteit : Mp,cap = Wp * sigmae = 32057 * 235 = 7533 E3 Nmm
- Diameter boutkop : e = 32.95 mm
- Cap. pons (dubbel) : Fp,cap = 2*pi*D*t*sigma-s = 2*pi*32.95*15.0*136 = 423 kN

Bij de bovenrand:
Ivm aanwezigheid van schotjes is een vervangend weerstandsmoment berekend:
- Wanddikte schotje : ts = 8 mm
- Flens/profielbreedte: Hs = 121.42 mm, bij schotje(s) ter plaatse van de bout
- Slankheid : lambda = 1.052 * Hs/ts * (sigma-e / (E*ksigma))^0.5 =
  = 1.052*121.42 /8 * (235 /(2.1E5*0.43))^0.5 = 0.81
- Plooifactor : rhos = (1 - 0.22/lambda) / lambda < 1.0
  (1 - 0.22/0.81) / 0.81 , dus rhos = 0.90
- Eff.profielbreedte : Hs,eff = rhos * Hs = 0.90 * 121.42 = 108.81 mm
- Wx - elastisch : Wel = 32056.67 mm3, met schotjes
- Wx - plastisch : Wpl = 6750.00 mm3, zonder schotje(s)
- Wpep - reken : Wpep = max(Wel,Wpl) = max(32056.7, 6750.00) = 32056.67 mm3
- Moment-capaciteit : Mp,cap = Wp * sigmae = 32057 * 235 = 7533 E3 Nmm
- Diameter boutkop : e = 32.95 mm
- Cap. pons (dubbel) : Fp,cap = 2*pi*D*t*sigma-s = 2*pi*32.95*15.0*136 = 423 kN

3.5.3.9 Eigenschappen van de bouten in de spantkoppeling:
Bij de onderrand 1 x M20-8.8 dubbel uitgevoerd (index "bto"):
- Spanningsdoorsnede per bout : Asbto = 245.0 mm²
- Rekenwaarde vloeigrens : min (sigmae, 0.72 * sigmau)
- Ideële boutcapaciteit : Fi,capbto = 282240 N (dubbel)

Bij de bovenrand 1 x M20-8.8 dubbel uitgevoerd (index "btb"):
- Spanningsdoorsnede per bout : Asbtb = 245.0 mm²
- Rekenwaarde vloeigrens : min (sigmae, 0.72 * sigmau)
- Ideële boutcapaciteit : Fi,capbtb = 282240 N (dubbel)

Momentenarm bij positief moment (+ = trek onderrand):
(bovenste bout onder bovenrand, dus drukpunt t.p.v. hartlijn bovenrand)
- Arm bout 1: h1 = hspant - ezbr + e1 = 630 - 25.0 + 25 = 630 mm
- Arm bout 2: h2 = hspant - ezbr - bor - e2 = 630 - 25.0 - 50 - 25 = 530 mm
- Arm bout 3: h3 = bbr - ezbr + e3 = 50 - 25.0 + 25 = 50 mm
- Arm bout 4: h4 = 0 (niet aanwezig)

Maximum hefboomsarm : hmax = 630 mm
Momenten-arm = hobout = (h1² + h2² + h3² + h4²)/hmax = 1080 mm

```
  Momentenarm bij negatief moment (- = trek bovenrand):
  (onderste bout onder onderrand, dus drukpunt t.p.v. hartlijn onderste bout)
  - Arm bout 1: h1 = 0 (drukpunt)
  - Arm bout 2: h2 = e1 + bor + e2          =  25 +  50 + 25       = 100 mm
  - Arm bout 3: h3 = e1 + hspant - bbr - e3 =  25 + 630 -  50 - 25 = 580 mm
  - Arm bout 4: h4 = 0 (niet aanwezig)
  Maximum hefboomsarm : hmax = 580  mm
  Momenten-arm = hbbout = (h1² + h2² + h3² + h4²)/hmax = 597  mm

3.5.3.10 Eigenschappen van de Nokplaat (ST100*15.0 mm S235 (EN1021) (index "kp"):
- Schuifspanning        : sigma-s= 0.58 * sigmae = 0.58 * 235  = 136  N/mm²
Bij de onderrand:
    Ivm aanwezigheid van schotjes is een vervangend weerstandsmoment berekend:
  - Wanddikte schotje   : ts = 6    mm
  - Flens/profielbreedte: Hs = 64.85   mm, bij schotje(s) ter plaatse van de bout
  - Slankheid           : lambda = 1.052 * Hs/ts * (sigma-e / (E*ksigma))^0.5 =
                          = 1.052*64.85  /6    * (235 /(2.1E5*0.43))^0.5 = 0.58
  - Plooifactor         : rhos = (1 - 0.22/lambda) / lambda < 1.0
                          (1 - 0.22/0.58   ) / 0.58   , dus rhos = 1.00
  - Eff.profielbreedte  : Hs,eff = rhos * Hs = 1.00 * 64.85   = 64.85   mm
  - Wx - elastisch      : Wel = 10056.12 mm3, met schotjes
  - Wx - plastisch      : Wpl = 5625.00  mm3, zonder schotje(s)
  - Wpep - reken        : Wpep = max(Wel,Wpl) = max(10056.1, 5625.00) = 10056.12 mm3
  - Moment-capaciteit   : Mp,cap = Wp * sigmae = 10056  * 235  = 2363 E3 Nmm
  - Diameter boutkop    : e = 32.95 mm
  - Cap. pons (dubbel)  : Fp,cap = 2*pi*D*t*sigma-s = 2*pi*32.95*15.0*136  = 336    kN
Bij de bovenrand:
    Ivm aanwezigheid van schotjes is een vervangend weerstandsmoment berekend:
  - Wanddikte schotje   : ts = 6    mm
  - Flens/profielbreedte: Hs = 93.14   mm, bij schotje(s) ter plaatse van de bout
  - Slankheid           : lambda = 1.052 * Hs/ts * (sigma-e / (E*ksigma))^0.5 =
                          = 1.052*93.14  /6    * (235 /(2.1E5*0.43))^0.5 = 0.83
  - Plooifactor         : rhos = (1 - 0.22/lambda) / lambda < 1.0
                          (1 - 0.22/0.83   ) / 0.83   , dus rhos = 0.88
  - Eff.profielbreedte  : Hs,eff = rhos * Hs = 0.88 * 93.14   = 82.28   mm
  - Wx - elastisch      : Wel = 14946.67 mm3, met schotjes
  - Wx - plastisch      : Wpl = 5625.00  mm3, zonder schotje(s)
  - Wpep - reken        : Wpep = max(Wel,Wpl) = max(14946.7, 5625.00) = 14946.67 mm3
  - Moment-capaciteit   : Mp,cap = Wp * sigmae = 14947  * 235  = 3512 E3 Nmm
  - Diameter boutkop    : e = 32.95 mm
  - Cap. pons (dubbel)  : Fp,cap = 2*pi*D*t*sigma-s = 2*pi*32.95*15.0*136  = 336    kN
```

3.5.3.11 Eigenschappen van de zijgevelspantkolom (RHBK100*100*3.0 mm S235 (EN10219))
- Oppervlakte : A = 1149 mm²
- Traagheidsmoment y-as : Iy = 179.0E4 mm4
- Weerstandsmoment y-as : Wy = 35796 mm3
- Traagheidsstraal y-as : iy = 39.5 mm
- Traagheidsmoment z-as : Iz = 179.0E4 mm4
- Traagheidsstraal z-as : iz = 39.5 mm
- Rekenwaarden voor de vloeigrens volgens art. 6.2.5 van RKP 1990:
  - Materiaalkwaliteit : S235 (EN1021 (sigmae = 235.0 N/mm², sigmau = 360.0 N/mm²)
  - Ontwikkelde lengte : L = 392.3 mm
  - Omgez. hoeken : nhoek = 4
  - Op druk belast : sigmae-d = sigmae-eq = 261.8 N/mm²

3.5.3.12 Eigenschappen van de tralies van de middenvelden:
- Effectieve kolomhoogte: ph,eff = h - vspant - hspant/2 =
  = 4000 - 80 - 630/2 = 3605 mm
- Spanthoogte, netto : ht,net = 530 mm (tussen onder- en bovenrand)
- Idem, effectief : ht,eff = hspant-ezbr-ezor = (hart op hart afstand)
  = 630 - 25.0 - 25.0 = 580 mm
- Idem, "diagonaal" : ht,diag = 530 mm ("hoogte van de diagonalen")
- Veldlengte randen : lveld = bkap / (ndiag/2) = (tussen 2 knooppunten)
  = 4600 / (8/2) = 1150 mm
- Neutrale lijn z-as : eztl = $\frac{\text{Aor*ht,eff}}{\text{Aor + Abr}} = \frac{848.5 * 580}{848.5 + 848.5} = 290.0$ mm
  (t.o.v. neutrale lijn van de bovenrand)
- Traagheidsmoment y-as : Ispant = Abr*eztl² + Aor*(ht,eff-eztl)² =
  = 848.5 * 290.0² + 848.5 * (580.0 - 290.0)² =
  = 14272.6 E4 mm4
- Eigen gewicht van de tralies van de middenvelden:
  - Gewicht bovenrand : Gbr = 18.40 m * 6.66 kg/m = 122.6 kg
  - Gewicht onderrand : Gor = 18.40 m * 6.66 kg/m = 122.6 kg
  - Gewicht drukdiagonalen : Gdd = 8 /2 * 0.782 m * 2.36 kg/m = 14.8 kg
  - Gewicht trekdiagonalen : Gtd = 8 /2 * 0.782 m * 2.36 kg/m = 44.3 kg
  - Gewicht gootverticalen : Ggv = 3 * 0.530 m * 6.66 kg/m = 10.6 kg
  - Gewicht eindplaten : Gep = 2 * 0.630 m *14.13 kg/m = 17.8 kg
    ---------- +
    Totaal: Gspant = 347.4 kg
  - In Newton: Fspant = 3474 N en Qspant = 188.8 N/m

3.5.4 Eigenschappen van de kolommen (RHBK100*100*3.0 mm S235 (EN1021) (index "k"):
- Oppervlakte : Ak = 1148.5 mm²
- Traagheidsmoment y-as: Iy.k = 1789800.5 mm4
- Weerstandsmoment y-as: Wy.k = 35796.0 mm3
- Traagheidsstraal y-as: iy.k = 39.5 mm
- Traagheidsmoment z-as: Iz.k = 1789800.5 mm4
- Weerstandsmoment z-as: Wz.k = 35796.0 mm3
- Traagheidsstraal z-as: iz.k = 39.5 mm
- Neutrale lijn z-as : ez.k = 50.0 mm
- Versch.neutr.lijn y : eNy = 0.0 mm
  z : eNz = 0.0 mm
- Lengte : Lk = 4.000 m
- Gewicht : Gk = 36.064 kg
- Rekenwaarde vloeigrens fy.k = 235.0 N/mm²
- Elasticiteitsmodulus Ek = 210000 N/mm²
- Afschuivingsmodulus Gk = 80769 N/mm²
- Weerstandsmom.pl.y-as Wpy.k = 35796 (Wply.k = 41595) mm3
- Weerstandsmom.pl.z-as Wpz.k = 35796 (Wplz.k = 41595) mm3
- Torsietraagheidsmoment It.k = 2708185 mm4
- Rekenwaarde van de sterkte:
  - Normaalkracht Nc.Rd.k = 300652 N
    NRk.k = 300652 N
  - Moment plastisch My.c.Rd.k = 9370 Nm Mz.c.Rd.k = 9370 Nm
    elastisch My.Rk.k = 9370 Nm Mz.Rk.k = 9370 Nm
- Imperfectie factor volgens EC3, table 6.2 alfay = 0.49 alfaz = 0.49
- De ingevoerde staalsoort S235 (EN10219) is vastgesteld voor het basismateriaal van het kokerprofiel.
  Na het koudvervormen is er sprake van een verhoging van de vloeigrens. Deze verhoogde vloeigrens
  is als volgt berekend met de rekenformule uit NEN6770 (zie 12.1.1.4 Tabel 23, noot 2) en EN 1993-1-1:
  - Materiaalkwaliteit : S235 (EN10219) (fy = 235.0 N/mm², ft = 360.0 N/mm²)
    fy-eq = fy+(7*nhoekk*tk/Lk)*(ft-fy) < (fy+ft)/2: fy-eq = 261.8 N/mm²
  - Ontwikkelde lengte : Lk = 392.3 mm
  - Omgez. hoeken : nhoek = 4
  - Op druk belast : fy-dk = fy-eq = 261.8 N/mm²
  - Op trek belast : fy-tk = fy-eq = 261.8 N/mm²
- Kniklengte, slankheid en knikcoëfficiënt:
  - In de y-richting:
    - Slankheid : lambda-yk = 5527/39.5 = 140
    - Chixk = min(0.317 , 1.0) = 0.317
    - Eulerse knikkracht:

$$\text{FEyk} = \frac{\text{pi}^2 * E * \text{Iyk}}{\text{lkyk}^2} = \frac{\text{pi}^2 * 2.1E5 * 179E4}{5527^2} = 121426 \text{ N}$$

  - In de z-richting:
    - Slankheid : lambda-zk = 3600/39.5 = 91
    - Chizk = min(0.557 , 1.0) = 0.557
    - Eulerse knikkracht:

$$\text{FEzk} = \frac{\text{pi}^2 * E * \text{Izk}}{\text{lkzk}^2} = \frac{\text{pi}^2 * 2.1E5 * 179E4}{3600^2} = 286232 \text{ N}$$

3.6 MODEL ELASTISCHE ANALYSE.

3.6.1 Rekenmodel

Knopen:

nr	x-coordinaat [m]	y-coordinaat [m]
1	-0.013	0.000
2	-0.007	1.802
3	-0.001	3.315
4	0.000	3.605
5	0.001	3.895
6	0.000	4.000
7	2.300	5.073
8	4.600	4.000
9	6.900	5.073
10	9.200	4.000
11	11.500	5.073
12	13.800	4.000
13	16.100	5.073
14	0.574	3.605
15	2.299	3.605
16	4.599	3.605
17	6.899	3.605
18	9.199	3.605
19	11.499	3.605
20	13.799	3.605
21	16.099	3.605
22	17.824	3.605
23	18.387	0.000
24	18.393	1.802
25	18.399	3.315
26	18.400	3.605
27	18.401	3.895
28	18.400	4.000
29	20.700	5.073
30	23.000	4.000
31	25.300	5.073
32	27.600	4.000
33	29.900	5.073
34	32.200	4.000
35	34.500	5.073
36	18.974	3.605
37	20.699	3.605
38	22.999	3.605
39	25.299	3.605
40	27.599	3.605
41	29.899	3.605
42	32.199	3.605
43	34.499	3.605
44	36.224	3.605
45	36.787	0.000
46	36.793	1.802
47	36.799	3.315
48	36.800	3.605
49	36.801	3.895
50	36.800	4.000
51	39.100	5.073
52	41.400	4.000
53	43.700	5.073
54	46.000	4.000
55	48.300	5.073
56	50.600	4.000
57	52.900	5.073
58	37.374	3.605
59	39.099	3.605
60	41.399	3.605
61	43.699	3.605
62	45.999	3.605
63	48.299	3.605
64	50.599	3.605
65	52.899	3.605
66	54.624	3.605
67	55.187	0.000
68	55.193	1.802
69	55.199	3.315
70	55.200	3.605
71	55.201	3.895

72	55.200	4.000
73	57.500	5.073
74	59.800	4.000
75	62.100	5.073
76	64.400	4.000
77	66.700	5.073
78	69.000	4.000
79	71.300	5.073
80	55.774	3.605
81	57.499	3.605
82	59.799	3.605
83	62.099	3.605
84	64.399	3.605
85	66.699	3.605
86	68.999	3.605
87	71.299	3.605
88	73.024	3.605
89	73.587	0.000
90	73.593	1.802
91	73.599	3.315
92	73.600	3.605
93	73.601	3.895
94	73.600	4.000
95	75.900	5.073
96	78.200	4.000
97	80.500	5.073
98	82.800	4.000
99	85.100	5.073
100	87.400	4.000
101	89.700	5.073
102	74.174	3.605
103	75.899	3.605
104	78.199	3.605
105	80.499	3.605
106	82.799	3.605
107	85.099	3.605
108	87.399	3.605
109	89.699	3.605
110	91.424	3.605
111	91.987	0.000
112	91.993	1.802
113	91.999	3.315
114	92.000	3.605
115	92.001	3.895
116	92.000	4.000
117	94.300	5.073
118	96.600	4.000
119	98.900	5.073
120	101.200	4.000
121	103.500	5.073
122	105.800	4.000
123	108.100	5.073
124	92.574	3.605
125	94.299	3.605
126	96.599	3.605
127	98.899	3.605
128	101.199	3.605
129	103.499	3.605
130	105.799	3.605
131	108.099	3.605
132	109.824	3.605
133	110.387	0.000
134	110.393	1.802
135	110.399	3.315
136	110.400	3.605
137	110.401	3.895
138	110.400	4.000

Opleggingen:

knoop nr.	hoek	X-richting type	X-richting Veerconst m/N	Y-richting type	Y-richting Veerconst m/N	Rotatie type	Rotatie Veerconst N*m/gr
1	0.0	1	0.0	1	0.0	3	1.1886E+8
23	0.0	1	0.0	1	0.0	3	1.1886E+8
45	0.0	1	0.0	1	0.0	3	1.1886E+8
67	0.0	1	0.0	1	0.0	3	1.1886E+8
89	0.0	1	0.0	1	0.0	3	1.1886E+8
111	0.0	1	0.0	1	0.0	3	1.1886E+8
133	0.0	1	0.0	1	0.0	3	1.1886E+8

Staven:

staaf nr.	Van knp	Naar knp	Profiel	Materiaalsoort	Lengte [mm]
1	1	2	RHBK100*100*3.0	S235 (EN10219)	1803 (16)
2	2	3	RHBK100*100*3.0	S235 (EN10219)	1513 (17)
3	3	4	RHBK100*100*3.0	S235 (EN10219)	290 (18)
4	4	5	RHBK100*100*3.0	S235 (EN10219)	290 (19)
5	5	6	RHBK100*100*3.0	S235 (EN10219)	105 (20)
6	16	8	RHBK120*60*3.0	S235 (EN10219)	395 (21)
7	18	10	RHBK120*60*3.0	S235 (EN10219)	395 (22)
8	20	12	RHBK120*60*3.0	S235 (EN10219)	395 (23)
9	6 0	7 *	Roede dek	S235 (EN10219)	2538 (24)
10	7 *	8 0	Roede dek	S235 (EN10219)	2538 (25)
11	8 0	9 *	Roede dek	S235 (EN10219)	2538 (26)
12	9 *	10 0	Roede dek	S235 (EN10219)	2538 (27)
13	10 0	11 *	Roede dek	S235 (EN10219)	2538 (28)
14	11 *	12 0	Roede dek	S235 (EN10219)	2538 (29)
15	12 0	13 *	Roede dek	S235 (EN10219)	2538 (30)
16	13 *	28 0	Roede dek	S235 (EN10219)	2538 (31)
17	4	14	1e tralie	S235 (EN10219)	574 (32)
18	14	15	1e tralie	S235 (EN10219)	1725 (33)
19	15	16	1e tralie	S235 (EN10219)	2300 (34)
20	16	17	1e tralie	S235 (EN10219)	2300 (35)
21	17	18	1e tralie	S235 (EN10219)	2300 (36)
22	18	19	1e tralie	S235 (EN10219)	2300 (37)
23	19	20	1e tralie	S235 (EN10219)	2300 (38)
24	20	21	1e tralie	S235 (EN10219)	2300 (39)
25	21	22	1e tralie	S235 (EN10219)	1725 (40)
26	22	26	1e tralie	S235 (EN10219)	576 (41)
27	23	24	RHBK100*100*3.0	S235 (EN10219)	1803 (42)
28	24	25	RHBK100*100*3.0	S235 (EN10219)	1513 (43)
29	25	26	RHBK100*100*3.0	S235 (EN10219)	290 (44)
30	26	27	RHBK100*100*3.0	S235 (EN10219)	290 (45)
31	27	28	RHBK100*100*3.0	S235 (EN10219)	105 (46)
32	38	30	RHBK120*60*3.0	S235 (EN10219)	395 (47)
33	40	32	RHBK120*60*3.0	S235 (EN10219)	395 (48)
34	42	34	RHBK120*60*3.0	S235 (EN10219)	395 (49)
35	28 0	29 *	Roede dek	S235 (EN10219)	2538 (50)
36	29 *	30 0	Roede dek	S235 (EN10219)	2538 (51)
37	30 0	31 *	Roede dek	S235 (EN10219)	2538 (52)
38	31 *	32 0	Roede dek	S235 (EN10219)	2538 (53)
39	32 0	33 *	Roede dek	S235 (EN10219)	2538 (54)
40	33 *	34 0	Roede dek	S235 (EN10219)	2538 (55)
41	34 0	35 *	Roede dek	S235 (EN10219)	2538 (56)
42	35 *	50 0	Roede dek	S235 (EN10219)	2538 (57)
43	26	36	2e tralie	S235 (EN10219)	574 (58)
44	36	37	2e tralie	S235 (EN10219)	1725 (59)
45	37	38	2e tralie	S235 (EN10219)	2300 (60)
46	38	39	2e tralie	S235 (EN10219)	2300 (61)
47	39	40	2e tralie	S235 (EN10219)	2300 (62)
48	40	41	2e tralie	S235 (EN10219)	2300 (63)
49	41	42	2e tralie	S235 (EN10219)	2300 (64)
50	42	43	2e tralie	S235 (EN10219)	2300 (65)
51	43	44	2e tralie	S235 (EN10219)	1725 (66)
52	44	48	2e tralie	S235 (EN10219)	576 (67)
53	45	46	RHBK100*100*3.0	S235 (EN10219)	1803 (68)
54	46	47	RHBK100*100*3.0	S235 (EN10219)	1513 (69)
55	47	48	RHBK100*100*3.0	S235 (EN10219)	290 (70)
56	48	49	RHBK100*100*3.0	S235 (EN10219)	290 (71)
57	49	50	RHBK100*100*3.0	S235 (EN10219)	105 (72)
58	60	52	RHBK120*60*3.0	S235 (EN10219)	395 (73)
59	62	54	RHBK120*60*3.0	S235 (EN10219)	395 (74)
60	64	56	RHBK120*60*3.0	S235 (EN10219)	395 (75)

61	50	0	51	*	Roede dek	S235 (EN10219)	2538 (5)
62	51	*	52	0	Roede dek	S235 (EN10219)	2538 (6)
63	52	0	53	*	Roede dek	S235 (EN10219)	2538 (7)
64	53	*	54	0	Roede dek	S235 (EN10219)	2538 (8)
65	54	0	55	*	Roede dek	S235 (EN10219)	2538 (9)
66	55	*	56	0	Roede dek	S235 (EN10219)	2538 (10)
67	56	0	57	*	Roede dek	S235 (EN10219)	2538 (11)
68	57	*	72	0	Roede dek	S235 (EN10219)	2538 (12)
69	48		58		middentralie	S235 (EN10219)	574 (13)
70	58		59		middentralie	S235 (EN10219)	1725 (14)
71	59		60		middentralie	S235 (EN10219)	2300 (15)
72	60		61		middentralie	S235 (EN10219)	2300 (16)
73	61		62		middentralie	S235 (EN10219)	2300 (17)
74	62		63		middentralie	S235 (EN10219)	2300 (18)
75	63		64		middentralie	S235 (EN10219)	2300 (19)
76	64		65		middentralie	S235 (EN10219)	2300 (20)
77	65		66		middentralie	S235 (EN10219)	1725 (21)
78	66		70		middentralie	S235 (EN10219)	576 (22)
79	67		68		RHBK100*100*3.0	S235 (EN10219)	1803 (23)
80	68		69		RHBK100*100*3.0	S235 (EN10219)	1513 (24)
81	69		70		RHBK100*100*3.0	S235 (EN10219)	290 (25)
82	70		71		RHBK100*100*3.0	S235 (EN10219)	290 (26)
83	71		72		RHBK100*100*3.0	S235 (EN10219)	105 (27)
84	82		74		RHBK120*60*3.0	S235 (EN10219)	395 (28)
85	84		76		RHBK120*60*3.0	S235 (EN10219)	395 (29)
86	86		78		RHBK120*60*3.0	S235 (EN10219)	395 (30)
87	72	0	73	*	Roede dek	S235 (EN10219)	2538 (31)
88	73	*	74	0	Roede dek	S235 (EN10219)	2538 (32)
89	74	0	75	*	Roede dek	S235 (EN10219)	2538 (33)
90	75	*	76	0	Roede dek	S235 (EN10219)	2538 (34)
91	76	0	77	*	Roede dek	S235 (EN10219)	2538 (35)
92	77	*	78	0	Roede dek	S235 (EN10219)	2538 (36)
93	78	0	79	*	Roede dek	S235 (EN10219)	2538 (37)
94	79	*	94	0	Roede dek	S235 (EN10219)	2538 (38)
95	70		80		middentralie	S235 (EN10219)	574 (39)
96	80		81		middentralie	S235 (EN10219)	1725 (40)
97	81		82		middentralie	S235 (EN10219)	2300 (41)
98	82		83		middentralie	S235 (EN10219)	2300 (42)
99	83		84		middentralie	S235 (EN10219)	2300 (43)
100	84		85		middentralie	S235 (EN10219)	2300 (44)
101	85		86		middentralie	S235 (EN10219)	2300 (45)
102	86		87		middentralie	S235 (EN10219)	2300 (46)
103	87		88		middentralie	S235 (EN10219)	1725 (47)
104	88		92		middentralie	S235 (EN10219)	576 (48)
105	89		90		RHBK100*100*3.0	S235 (EN10219)	1803 (49)
106	90		91		RHBK100*100*3.0	S235 (EN10219)	1513 (50)
107	91		92		RHBK100*100*3.0	S235 (EN10219)	290 (51)
108	92		93		RHBK100*100*3.0	S235 (EN10219)	290 (52)
109	93		94		RHBK100*100*3.0	S235 (EN10219)	105 (53)
110	104		96		RHBK120*60*3.0	S235 (EN10219)	395 (54)
111	106		98		RHBK120*60*3.0	S235 (EN10219)	395 (55)
112	108		100		RHBK120*60*3.0	S235 (EN10219)	395 (56)
113	94	0	95	*	Roede dek	S235 (EN10219)	2538 (57)
114	95	*	96	0	Roede dek	S235 (EN10219)	2538 (58)
115	96	0	97	*	Roede dek	S235 (EN10219)	2538 (59)
116	97	*	98	0	Roede dek	S235 (EN10219)	2538 (60)
117	98	0	99	*	Roede dek	S235 (EN10219)	2538 (61)
118	99	*	100	0	Roede dek	S235 (EN10219)	2538 (62)
119	100	0	101	*	Roede dek	S235 (EN10219)	2538 (63)
120	101	*	116	0	Roede dek	S235 (EN10219)	2538 (64)
121	92		102		2e tralie	S235 (EN10219)	574 (65)
122	102		103		2e tralie	S235 (EN10219)	1725 (66)
123	103		104		2e tralie	S235 (EN10219)	2300 (67)
124	104		105		2e tralie	S235 (EN10219)	2300 (68)
125	105		106		2e tralie	S235 (EN10219)	2300 (69)
126	106		107		2e tralie	S235 (EN10219)	2300 (70)
127	107		108		2e tralie	S235 (EN10219)	2300 (71)
128	108		109		2e tralie	S235 (EN10219)	2300 (72)
129	109		110		2e tralie	S235 (EN10219)	1725 (73)
130	110		114		2e tralie	S235 (EN10219)	576 (74)
131	111		112		RHBK100*100*3.0	S235 (EN10219)	1803 (75)

132	112	113	RHBK100*100*3.0	S235 (EN10219)	1513	(5)
133	113	114	RHBK100*100*3.0	S235 (EN10219)	290	(6)
134	114	115	RHBK100*100*3.0	S235 (EN10219)	290	(7)
135	115	116	RHBK100*100*3.0	S235 (EN10219)	105	(8)
136	126	118	RHBK120*60*3.0	S235 (EN10219)	395	(9)
137	128	120	RHBK120*60*3.0	S235 (EN10219)	395	(10)
138	130	122	RHBK120*60*3.0	S235 (EN10219)	395	(11)
139	116 0	117 *	Roede dek	S235 (EN10219)	2538	(12)
140	117 *	118 0	Roede dek	S235 (EN10219)	2538	(13)
141	118 0	119 *	Roede dek	S235 (EN10219)	2538	(14)
142	119 *	120 0	Roede dek	S235 (EN10219)	2538	(15)
143	120 0	121 *	Roede dek	S235 (EN10219)	2538	(16)
144	121 *	122 0	Roede dek	S235 (EN10219)	2538	(17)
145	122 0	123 *	Roede dek	S235 (EN10219)	2538	(18)
146	123 *	138 0	Roede dek	S235 (EN10219)	2538	(19)
147	114	124	1e tralie	S235 (EN10219)	574	(20)
148	124	125	1e tralie	S235 (EN10219)	1725	(21)
149	125	126	1e tralie	S235 (EN10219)	2300	(22)
150	126	127	1e tralie	S235 (EN10219)	2300	(23)
151	127	128	1e tralie	S235 (EN10219)	2300	(24)
152	128	129	1e tralie	S235 (EN10219)	2300	(25)
153	129	130	1e tralie	S235 (EN10219)	2300	(26)
154	130	131	1e tralie	S235 (EN10219)	2300	(27)
155	131	132	1e tralie	S235 (EN10219)	1725	(28)
156	132	136	1e tralie	S235 (EN10219)	576	(29)
157	133	134	RHBK100*100*3.0	S235 (EN10219)	1803	(30)
158	134	135	RHBK100*100*3.0	S235 (EN10219)	1513	(31)
159	135	136	RHBK100*100*3.0	S235 (EN10219)	290	(32)
160	136	137	RHBK100*100*3.0	S235 (EN10219)	290	(33)
161	137	138	RHBK100*100*3.0	S235 (EN10219)	105	(34)

Profielen:

Nr.	Profiel	I [mm4]	A [mm2]	W [mm3]
1	RHBK100*100*3.0	1789800.5	1148.5	35796.0
2	RHBK100*100*3.0	1789800.5	1148.5	35796.0
3	1e tralie	142725885.9	1697.1	100.0
4	RHBK120*60*3.0	623906.1	728.5	15597.7
5	2e tralie	142725885.9	1697.1	100.0
6	RHBK120*60*3.0	623906.1	728.5	15597.7
7	middentralie	142725885.9	1697.1	100.0
8	RHBK120*60*3.0	623906.1	728.5	15597.7
9	Roede dek	1000000.0	500.0	1000.0

Materialen:

Nr.	Soort	Elast.Modul. [N/mm²]	Vloeispanning [N/mm²]
1	S235 (EN10219)	210000.0	235.0

3.6.2 Algemene belastingen en waarden voor het rekenmodel en de analyse

- Traliebelasting:
  - installaties = (q.inst+q.teeltgoot)*v = (70 +0)*4.0 qinstall = 280.0 N/m
  - eigen gewicht = Ftral / l = 3474 / 18.4 qtral = 188.8 N/m
  - gewas = qgew * v = 0 * 4.0 qgewas = 0.0 N/m

- Loodrecht op het dek:
  - eigen gewicht = qdek*v*sin(a)*cos(a) = 35 *4.0 *sin(25.0)*cos(25.0) qdek.a = 53.6 N/m
  - sneeuw = qsneeuw*v*sin(a)*cos(a) = 420 *4.0 *sin(25.0)*cos(25.0) qsneew.a = 644.1 N/m

- Evenwijdig aan het dek:
  - eigen gewicht = qdek*v*cos(a)² = 35 *4.0 *cos(25.0)² qdek.s = 115.0 N/m
  - sneeuw = qsneeuw*v*cos(a)² = 420 *4.0 *cos(25.0)² qsneew.s = 1381.3 N/m
  - wind = wind*v = 334 *4.0 qwind.s = 1.3 N/m

- Puntlast goot:
  - eigen gewicht goot = qgoot*v = 30 *4.0 qgoot.m = 120.0 N/m
  - bij de zijgevel = 0.5*qgoot.m = 0.5*120.0 qgoot.s = 60.0 N/m
    (gedeeltelijk naar de zijgevel afgedragen)

- Puntlast zijgevel bij de goot:

$$\text{Windlast} = qwind * \frac{0.5*ph}{ph\text{-}vspant\text{-}hspant/2} * ph * v$$

$$= 334 * \frac{0.5*4000}{4000\text{-}80 \quad -630\ /2} * 4.000 * 4.000 \qquad Fhw.gt = 2966\ N$$

- Puntlast zijgevel op fundatiehoogte

$$\text{Windlast} = qwind * \left(1 - \frac{0.5*ph}{ph\text{-}vspant\text{-}hspant/2} \right) * ph * v$$

$$= 334 * \left(1 - \frac{0.5*4000}{4000\text{-}80 \quad -630\ /2} \right) * 4.000 * 4.000 \qquad Fhw.fh = 2380\ N$$

- Dekwasser: Gewicht = 0 N, wielbasis = 0 mm

$$Fkd = \frac{Gewicht}{4} * \left(2 - \frac{wielbasis}{2*vakmaat} \right) = \frac{0}{4} * \left(2 - \frac{0}{2*4000} \right) \qquad Fkd = 0\ N$$

3.7 REKENVARIABELEN METHODE MOUTY

3.7.1 Bepalen van de kniklengte van tralieliggers

Voor het bepalen van de kniklengte van de randen van tralieliggers wordt de methode van J. Mouty toegepast. Deze methode is beschreven in het rapport "Calcul des longueurs de flambement des éléments des pouters à treillis" (Cidect monographie no 4). In het rapport is een analytische formule voor het bepalen van de kniklengte van randstaven afgeleid.

De theorie van Mouty is verder uitgewerkt voor de toepassing voor tralieliggers van Venlokassen. Hierbij zijn de invloeden van ondermeer de stijfheid van diagonalen, de stijfheid de goten en de rotatiestijfheid van de randen meegenomen. Een volledige toelichting op het gebruik van de "methode Mouty" voor het bepalen van kniklengten van randen van tralieliggers staat in het TNO rapport TNO-rapport 2006-D-R0529 (2006).

De afgeleide theorie van Mouty is in verschillende onderdelen opgesplitst.

- 3.7.1.1 Steun van de diagonaalknopen
- 3.7.1.2 Steun van de torsiestijfheid van de tralieliggerrand
- 3.7.1.3 Steun van de opleggingen
- 3.7.1.4 Samengestelde veerstijfheid per type tralieliggerkap
- 3.7.1.5 Bepaling van de knikfactor
- 3.7.1.6 Reductie kniklengte door normaalkrachtverdeling

3.7.1.1 Steun van de diagonaalknopen

- De steun een diagonaalknoop aan een rand:

$$a.kn = 1 / \left\{ \frac{1}{a.t + a.d} + \frac{1}{a.rd} \right\} \quad N/mm$$

Waarin:
a.kn = Steun via de diagonaalknopen in een veld [N/mm]
a.t = Steun van de trekdiagonalen [N/mm]
a.d = Steun van de drukdiagonalen [N/mm]
a.rd = Steun van de tegenoverliggende rand [N/mm]

- Bepaling van de inklemming van de lasverbinding van de diagonaal.

De factor voor de stijfheid van de lasverbinding wordt gebruikt voor het berekenen van de rotatieveerstijfheid. Indien de waarde van de aansluitfactor 1 is dan is er sprake van een slappe scharnierende inklemming voor een waarde 0,5 is er sprake van een vaste inklemming.
Onderstaande tabel wordt gebruikt om de gegeven aansluitfactor van de diagonaal om te rekenen naar een rotatieveerstijfheid van de verbinding.

Tabel: Veerstijfheid lasverbinding als functie van de aansluitfactor van de diagonaal.

Aansluitfactor lasverbinding	Rotatieveerstijfheid k.d [Nmm/rad]
0.5	20000
0.625	4000
0.75	1400
0.875	500
1.000	30

- Steun van de diagonalen:

$$a.t = 1 / \left\{ \frac{Ldiag^3}{3*E*Idia} + \frac{Ldiag^2}{k.d} \right\} \ N/mm$$

  Waarin:
  a.t = Steun van de diagonalen [N/mm]
  E = E-modulus van het materiaal [N/mm2]
  Idia = Traagheidsmoment van de diagonaal [mm4]
  Ldiag = Diagonaallengte [mm]
  k.d = Rotatieveerstijfheid van de lasverbinding [Nmm/rad]

- Steun van de drukdiagonalen: idem

- Steun van de tegenoverliggende rand:

$$a.rd = 1 / \left\{ \frac{ht.nett^3}{3*E*Iz.rd} \right\} \ N/mm$$

  Waarin:
  a.rd = Steun van de tegenoverliggende rand [N/mm]
  ht.nett = Netto hoogte van de tralieligger [mm]
  Iz.rd = Traagheidsmoment van de tegenoverliggende rand [mm4]

3.7.1.2 Torsiestijfheid van de rand

$$at.rd = \frac{G * It.rd}{lveld * ht.nett^2} * \left[2-2*\cos\left\{\frac{pi*lveld}{bkap}\right\}\right] N/mm$$

Waarin:
at.rd = Steun van de torsiestijfheid rand
G = Glijmodulus van het materiaal [=80769 N/mm2]
lveld = Afstand tussen de knooppunten van twee diagonalen [mm]
It.rd = Torsietraagheidsmoment van van de rand [mm4]
bkap = Kapbreedte [mm]

3.7.1.3 Steun van de opleggingen

BOVENRAND

- Eindoplegging, zijgevelkolom

$$a.br.e = 1/\left[ht.nett^2 * \left\{ \frac{0.5 * vak}{q1*q2*Eg*Iz.g} \ \frac{1}{k.e} \ \frac{vspant}{It.k*G} \ \frac{e.rd}{It.p*G} \ \frac{1}{G*It.rd*(4/bkap)} \right\} \right]$$

- Eindoplegging, middenkolom

$$a.br.e = 1/\left[ht.nett^2 * \left\{ \frac{vak}{q1*q2*Eg*Iz.g} \ \frac{1}{k.e} \ \frac{vspant}{It.k*G} \ \frac{hgat}{Itg.k*G} \ \frac{e.rd}{It.p*G} \ \frac{1}{G*It.rd*(4/bkap)} \right\} \right]$$

- Middenoplegging, zwevende goot

$$a.br.z = 1/\left[ht.nett^2 * \left\{ \frac{vak}{q1*q2*Eg*Iz.g} \ \frac{1}{k.e} \ \frac{vspant}{It.ozk*G} \ \frac{hgat}{Itg.ozk*G} \ \frac{1}{G*It.rd*(4/bkap)} \right\} \right]$$

ONDERRAND

- Eindoplegging, zijgevelkolom

$$a.br.e = 1/\left[ht.nett^2 * \left\{ \frac{0.5 * vak}{q1*q2*Eg*Iz.g} \ \frac{1}{k.e} \ \frac{vspant+ht.nett}{It.k*G} \ \frac{e.rd}{It.p*G} \ \frac{1}{G*It.rd*(4/bkap)} \right\} \right]$$

- Eindoplegging, middenkolom

$$a.br.e = 1/\left[ht.nett^2 * \left\{ \frac{vak}{q1*q2*Eg*Iz.g} \ \frac{1}{k.e} \ \frac{vspant+ht.nett}{It.k*G} \ \frac{hgat}{Itg.k*G} \ \frac{e.rd}{It.p*G} \ \frac{1}{G*It.rd*(4/bkap)} \right\} \right]$$

- Middenoplegging, zwevende goot

$$a.br.z = 1/\left[ht.nett^2 * \left\{ \frac{vak}{q1*q2*Eg*Iz.g} \ \frac{1}{k.e} \ \frac{vspant}{It.ozk*G} \ \frac{ht.nett}{It.gv*G} \ \frac{hgat}{Itg.ozk*G} \ \frac{1}{G*It.rd*(4/bkap)} \right\} \right]$$

Waarin:
q1 = constante q1=2 (geldt altijd)
q2 = constante; goot steunt 1 tralieligger => q1=2 (zijgevelgoot)
goot steunt 2 tralieliggers => q1=1 (middengoot)
vak = vakmaat [mm]
bkap = kapbreedte [mm]
vspant = Spantverlaging [mm]
hgat = De hoogte van het mechaniekgat [mm]
e.rd = Boutafstand rand, of gemiddeld bij twee bouten onder/boven [mm]
k.e = Torsiestijfheid kolom-goot verbinding [N/mm]
Eg = E-modulus van het materiaal van de goot [N/mm²]
It.p = Torsietraagheidsmoment van de kopplaat [mm4]
Iz.g = Horizontaal traagheidsmoment goot [mm4]
It.k = Torsietraagheidsmoment van de kolom [mm4]
Itg.k = Torsietraagheidsmoment van de kolom tpv. mechaniekgat [mm4]
It.ozk = Torsietraagheidsmoment van de opzetkolom [mm4]
Itg.ozk = Torsietraagheidsmoment van de opzetkolom tpv mechaniekgat [mm4]
It.gv = Torsietraagheidsmoment van de gootverticaal [mm4]
It.rd = Torsietraagheidsmoment van de rand [mm4]

3.7.1.4 Samengestelde veerstijfheid per type tralieliggerkap

$$a.rd.b\text{-}e = 1 \Big/ \left\{ a.rd.b + a.rd.e + \frac{1}{\frac{nk * a.kn}{} + \frac{2}{at.or + at.br}} \right\} \text{ N/mm}$$

Waarin:
a.rd.b-e = Vervangende veerstijfheid kap tralieligger (begin-eind)
a.rd.b = Steun van de opleggingen aan het begin van de kap
a.rd.e = Steun van de opleggingen aan het eind van de kap
nk = Aantal diagonaalknopen aan de rand
at.or = Torsiestijfheid van de onderrand
at.br = Torsiestijfheid van de bovenrand
a.kn = Steun via de diagonaalknopen in een veld [N/mm]

3.7.1.5 Bepaling van de knikfactor

$$Crd.b\text{-}e = \frac{(bkap)3 * a.rd.b\text{-}e}{E * Ix.rd}$$

Waarin:
Crd.b-e = Constante Mouty per kap tralieligger (begin-eind)
Ix.rd = Horizontaal traagheidsmoment rand tralieligger

De knikfactor ßm wordt bepaald door interpolatie met de constante Crd
met behulp van de interactietabel van Mouty.

Tabel: Knikfactor ß als functie van Crd

Constante Crd.b-e	knikfactor ßm
0.1	1.00
25	0.82
75	0.67
200	0.54
350	0.44
1100	0.38
3000	0.29
7000	0.24
13000	0.20
40000	0.17

3.7.1.6 Reductie kniklengte door normaalkrachtverdeling

Voor de berekening van de stabiliteit van de randen uit het vlak van de tralieligger wordt bij het bepalen van de kniklengte gebruik gemaakt van een normaalkrachtenverloop in de randen waarmee de kniklengte gereduceerd mag worden.

Voor een aan beide zijden scharnierend ondersteund profiel geldt:

$$- ßn = \frac{\{ 1 + 0.88*N0/N1 \}^{0.5}}{\{ 1.88 \}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \text{(zie DIN 4114)}$$

waarin:
ßn = knikfactor door normaalkrachtverdeling
N1 = Grootste normaaldrukkracht per kap (altijd - = druk)
(indien de betreffende rand in de betreffende kap niet op druk wordt belast, speelt knik en dus ook N1 geen enkele rol)
N0 = Normaalkracht aan de andere zijde van de kap (- = druk; + = trek)
N0/N1 = Quotiënt van N0 en N1 < 1.0. Indien de normaalkracht in de betreffende rand in de betreffende kap van teken wisselt, wordt N0/N1 negatief. Overeenkomstig DIN 4114 geldt als minimum waarde: N0/N1 = -0.20

De kniklengte van een tralieliggersrand (Lk.br) wordt als volgt berekend:

- Lk.br = ßm * ßn * bkap

Algemene gegevens van de kas die gebruikt worden bij de berekening van de kniklengte:

- Gegevens kas
  - Kapbreedte : bkap = 4600 mm
  - Vakmaat : vak = 4000 mm
  - Spantverlaging : vspant = 80 mm
  - Mechaniekgat opzetkolom : hgat x bgat = 40 x 30 mm
    middenkolom : hgat x bgat = 40 x 40 mm

- Kolom : RHBK100*100*3.0 (Staalsoort: S235 (EN10219))
  - Torsietraagheidsmoment : It.kol = 2708185 mm4
  - Torsietraagheidsmoment gat: Itg.kol = 925212 mm4

- Opzetkolom : RHBK120*60*3.0 (Staalsoort: S235 (EN10219))
  - Torsietraagheidsmoment : It.ozk = 761076 mm4
  - Torsietraagheidsmoment gat: Itg.ozk = 300438 mm4
  - Rotatieveerstijfheid : k.e = 0 Nm/rad (normaal)
  - Veerstijfheid horizontaal : k.h = 0 Nm/rad (normaal)

Op de volgende bladzijden worden per tralieligger de knikfactoren bepaald volgens de hiervoor beschreven methode Mouty.

3.7.2 Aanvullende gegevens van de 1e rij tralies:

- Gegevens tralieligger
  - Effectieve traliehoogte : hteff = 580 mm
  - Netto traliehoogte : hnett = 530 mm
  - Glijmodulus tralieligger : G = 80769 N/mm²

- Bovenrand : RHBK100*50*3.0 (Staalsoort: S235 (EN10219))
  - Torsietraagheidsmoment : It.br = 853355 mm4
  - Traagheidsmoment : Iy.br = 1083901 mm4 (Horizontaal)

- Onderrand : RHBK100*50*3.0 (Staalsoort: S235 (EN10219))
  - Torsietraagheidsmoment : It.or = 853355 mm4
  - Traagheidsmoment : Iy.or = 1083901 mm4 (Horizontaal)

- Diagonalen:
  - Drukdiagonaal : RHBK50*30*2.0 (Staalsoort: S235 (EN10219))
  - Trekdiagonaal : RHBK50*30*2.0 (Staalsoort: S235 (EN10219))
  - Plaatsing 1e diagonaal : op onderrand, dus drukdiagonaal
  - Aantal diagonalen per kap : 8
  - lengte diagonaal : Ldiag = 782 mm
  - Veldlengte diagonaalknopen: lveld = 1150 mm
  - Diagonaalknopen bovenrand : nk.br = 4
  - Diagonaalknopen onderrand : nk.or = 3
  - Traagheidsmoment drukdiag : Iydiag.dd = 99544 mm4
  - Traagheidsmoment trekdiag : Iydiag.td = 99544 mm4
  - Steun van de diagonalen : 0.60 (aansluitfactor diagonaal - rand)
  - Rotatieveerstijfheid : Kd = 7200 Nm/rad (lasverbinding)

- Gootverticaal : RHBK100*50*3.0 (Staalsoort: S235 (EN10219))
  - Torsietraagheidsmoment : It.gv = 853355 mm4

- Kopplaat bovenrand : ST120*15.0 (Staalsoort: S235 (EN10219))
  - Torsietraagheidsmoment : It.p = 135000 mm4 (zonder schotje)
  - Aantal bouten : 1 (gem. randafstand e.br = 25.0 mm)
  - Schotjes bij bovenrand : 1 x 100 x 8 mm (aantal x breedte x dikte)
  - Torsietraagheidsmoment : It.s = 2357 mm4 (alleen schotje(s))
  - Torsietraagheidsmoment : It.p.br = 137357 mm4 (incl. verbinding)

- Kopplaat onderrand : ST120*15.0 (Staalsoort: S235 (EN10219))
  - Torsietraagheidsmoment : It.p = 135000 mm4 (zonder schotje)
  - Aantal bouten : 1 (gem. randafstand e.or = 25.0 mm)
  - Schotjes bij onderrand : 1 x 100 x 8 mm (aantal x breedte x dikte)
  - Torsietraagheidsmoment : It.s = 0 mm4 (alleen schotje(s))
  - Torsietraagheidsmoment : It.p.or = 135000 mm4 (incl. verbinding)

3.7.2.1 Steun van de diagonaalknopen

$$\text{Steun drukdiagionaal } a.d = \left\{ \frac{(782)^3}{3*210000*44407} + \frac{(782)^2}{7200E3} \right\}^{-1} = 9.80 \text{ N/mm}$$

$$\text{Steun trekdiagonaal } a.t = \left\{ \frac{(782)^3}{3*210000*44407} + \frac{(782)^2}{7200E3} \right\}^{-1} = 9.80 \text{ N/mm}$$

$$\text{Steun torsie bovenrand } a.brd = \left\{ \frac{(580)^3}{3*210000*1083901} \right\}^{-1} = 3499.82 \text{ N/mm}$$

$$\text{Steun torsie onderrand } a.ord = \left\{ \frac{(580)^3}{3*210000*1083901} \right\}^{-1} = 3499.82 \text{ N/mm}$$

$$\text{Bovenrand Eindkap } a.kn.br.e = \left\{ \frac{1}{9.80} + \frac{1}{9.80} + \frac{1}{3499.8} \right\}^{-1} = 19.49 \text{ N/mm}$$

$$\text{Bovenrand Middenkap } a.kn.br.m = \left\{ \frac{1}{9.80} + \frac{1}{9.80} + \frac{1}{3499.8} \right\}^{-1} = 19.49 \text{ N/mm}$$

$$\text{Onderrand Eindkap } a.kn.or.e = \left\{ \frac{1}{9.80} + \frac{1}{9.80} + \frac{1}{3499.8} \right\}^{-1} = 19.49 \text{ N/mm}$$

$$\text{Onderrand Middenkap } a.kn.or.m = \left\{ \frac{1}{9.80} + \frac{1}{9.80} + \frac{1}{3499.8} \right\}^{-1} = 19.49 \text{ N/mm}$$

3.7.2.2 Steun rand door torsiestijfheid van de randen

$$\text{Bovenrand } at.brd = \frac{80769 * 853355}{1150 * (580)^2} * \left(2 - 2*\cos\left\{\frac{\pi * 1150}{4600}\right\}\right) = 104.37 \text{ N/mm}$$

$$\text{Onderrand } at.bor = \frac{80769 * 853355}{1150 * (580)^2} * \left(2 - 2*\cos\left\{\frac{\pi * 1150}{4600}\right\}\right) = 104.37 \text{ N/mm}$$

3.7.2.3 Steun van de opleggingen

- BOVENRAND

- Bij eindkolom

$$a.br.e = 1/[(580)^2] * \{ \frac{0.5 * 4000}{\frac{2*2*70000*1867200}{25}} + \frac{1}{\frac{0 \quad E3}{1}} + \frac{80}{\frac{2708185*80769}{137357*80769 \quad 80769*853355*(4/4600)}} \} = 128.52 \text{ N/mm}$$

- Bij middenkolom

$$a.br.m = 1/[(580)^2] * \{ \frac{4000}{\frac{2*1*70000*1867200}{40}} + \frac{1}{\frac{0 \quad E3}{-25}} + \frac{80}{\frac{2708185*80769}{1}} \} = 84.59 \text{ N/mm}$$

$$925212*80769 \quad 137357*80769 \quad 80769*853355*(4/4600)$$

- Bij opzetkolom

$$a.br.z = 1/[(580)^2] * \{ \frac{4000}{\frac{2*1*70000*1867200}{40}} + \frac{1}{\frac{0 \quad E3}{1}} + \frac{80}{\frac{761076*80769}{300438*80769 \quad 80769*853355*(4/4600)}} \} = 85.09 \text{ N/mm}$$

- Bij doorkoppeling: a.br.d = 0.00 N/mm

- ONDERRAND:

- Bij eindkolom:

$$a.or.e = 1/[(580)^2] * \{ \frac{0.5 * 4000}{\frac{2*2*70000*1867200}{25}} + \frac{1}{\frac{0 \quad E3}{1}} + \frac{580 + 80}{\frac{2708185*80769}{135000*80769 \quad 80769*853355*(4/4600)}} \} = 115.13 \text{ N/mm}$$

- Bij middenkolom:

$$a.or.m = 1/[(580)^2] * \{ \frac{4000}{\frac{2*1*70000*1867200}{40}} + \frac{1}{\frac{0 \quad E3}{25}} + \frac{580 + 80}{\frac{2708185*80769}{1}} \} = 78.58 \text{ N/mm}$$

$$925212*80769 \quad 135000*80769 \quad 80769*853355*(4/4600)$$

- Bij opzetkolom:

$$a.or.z = 1/[(580)^2] * \{ \frac{4000}{\frac{2*1*70000*1867200}{40}} + \frac{1}{\frac{0 \quad E3}{580}} + \frac{80}{\frac{761076*80769}{1}} \} = 68.57 \text{ N/mm}$$

$$300438*80769 \quad 853355*80769 \quad 80769*853355*(4/4600)$$

- Bij doorkoppeling: a.or.d = 0.00 N/mm

3.7.2.4 Bepaling van de knikfactor van Mouty - Bovenrand

- Samengestelde veerstijfheid per kaptype

$$a.br.e\text{-}d = 128.52 + 0.00 + \left\{\frac{1}{4.0^{*}} + \frac{1}{19.49} + \frac{1}{104.37 + 104.37}\right\}^{-1} = 173.15 \text{ N/mm}$$

Voor eindkappen:

$$a.br.z\text{-}d = 85.09 + 0.00 + \left\{\frac{1}{4.0^{*}} + \frac{1}{19.49} + \frac{1}{104.37 + 104.37}\right\}^{-1} = 129.72 \text{ N/mm}$$

Voor middenkappen:

$$a.br.z\text{-}d = 85.09 + 0.00 + \left\{\frac{1}{4.0^{*}} + \frac{1}{19.49} + \frac{1}{104.37 + 104.37}\right\}^{-1} = 129.72 \text{ N/mm}$$

$$a.br.m\text{-}d = 84.59 + 0.00 + \left\{\frac{1}{4.0^{*}} + \frac{1}{19.49} + \frac{1}{104.37 + 104.37}\right\}^{-1} = 129.22 \text{ N/mm}$$

- Constante van Mouty

$$Cbr.e\text{-}d = \frac{(4600)3 * 173.15}{210000 * 1083901} = 74 \rightarrow \text{knikfactor } ßm.br.e\text{-}d = 0.673$$

Voor eindkappen:

$$Cbr.z\text{-}d = \frac{(4600)3 * 129.72}{210000 * 1083901} = 55 \rightarrow \text{knikfactor } ßm.br.z\text{-}d = 0.729$$

Voor middenkappen:

$$Cbr.z\text{-}d = \frac{(4600)3 * 129.72}{210000 * 1083901} = 55 \rightarrow \text{knikfactor } ßm.br.z\text{-}d = 0.729$$

$$Cbr.m\text{-}d = \frac{(4600)3 * 129.22}{210000 * 1083901} = 55 \rightarrow \text{knikfactor } ßm.br.m\text{-}d = 0.729$$

3.7.2.5 Bepaling van de knikfactor van Mouty - Onderrand

- Samengestelde veerstijfheid per kaptype

$$a.or.e\text{-}d = 115.13 + 0.00 + \left\{\frac{1}{3.0 \cdot 19.49} + \frac{2}{104.37 + 104.37}\right\}^{-1} = 152.61 \text{ N/mm}$$

Voor eindkappen:

$$a.or.z\text{-}d = 68.57 + 0.00 + \left\{\frac{1}{3.0 \cdot 19.49} + \frac{2}{104.37 + 104.37}\right\}^{-1} = 106.05 \text{ N/mm}$$

Voor middenkappen:

$$a.or.z\text{-}d = 68.57 + 0.00 + \left\{\frac{1}{3.0 \cdot 19.49} + \frac{2}{104.37 + 104.37}\right\}^{-1} = 106.05 \text{ N/mm}$$

$$a.or.m\text{-}d = 78.58 + 0.00 + \left\{\frac{1}{3.0 \cdot 19.49} + \frac{2}{104.37 + 104.37}\right\}^{-1} = 116.05 \text{ N/mm}$$

- Constante van Mouty

$$Cor.e\text{-}d = \frac{(4600)3 \cdot 152.61}{210000 \cdot 1083901} = 65 \rightarrow \text{knikfactor } ßm.or.e\text{-}d = 0.699$$

Voor eindkappen:

$$Cor.z\text{-}d = \frac{(4600)3 \cdot 106.05}{210000 \cdot 1083901} = 45 \rightarrow \text{knikfactor } ßm.or.z\text{-}d = 0.759$$

Voor middenkappen:

$$Cor.z\text{-}d = \frac{(4600)3 \cdot 106.05}{210000 \cdot 1083901} = 45 \rightarrow \text{knikfactor } ßm.or.z\text{-}d = 0.759$$

$$Cor.m\text{-}d = \frac{(4600)3 \cdot 116.05}{210000 \cdot 1083901} = 50 \rightarrow \text{knikfactor } ßm.or.m\text{-}d = 0.746$$

3.7.3 Aanvullende gegevens van de 2e rij tralies:

- Gegevens tralieligger
  - Effectieve traliehoogte : hteff = 580 mm
  - Netto traliehoogte : hnett = 530 mm
  - Glijmodulus tralieligger : G = 80769 N/mm²

- Bovenrand : RHBK100*50*3.0 (Staalsoort: S235 (EN10219))
  - Torsietraagheidsmoment : It.br = 853355 mm4
  - Traagheidsmoment : Iy.br = 1083901 mm4 (Horizontaal)

- Onderrand : RHBK100*50*3.0 (Staalsoort: S235 (EN10219))
  - Torsietraagheidsmoment : It.or = 853355 mm4
  - Traagheidsmoment : Iy.or = 1083901 mm4 (Horizontaal)

- Diagonalen:
  - Drukdiagonaal : RHBK50*30*2.0 (Staalsoort: S235 (EN10219))
  - Trekdiagonaal : RHBK50*30*2.0 (Staalsoort: S235 (EN10219))
  - Plaatsing 1e diagonaal : op onderrand, dus drukdiagonaal
  - Aantal diagonalen per kap : 8
  - lengte diagonaal : Ldiag = 782 mm
  - Veldlengte diagonaalknopen: lveld = 1150 mm
  - Diagonaalknopen bovenrand : nk.br = 4
  - Diagonaalknopen onderrand : nk.or = 3
  - Traagheidsmoment drukdiag : Iydiag.dd = 99544 mm4
  - Traagheidsmoment trekdiag : Iydiag.td = 99544 mm4
  - Steun van de diagonalen : 0.60 (aansluitfactor diagonaal - rand)
  - Rotatieveerstijfheid : Kd = 7200 Nm/rad (lasverbinding)

- Gootverticaal : RHBK100*50*3.0 (Staalsoort: S235 (EN10219))
  - Torsietraagheidsmoment : It.gv = 853355 mm4

- Kopplaat bovenrand : ST120*15.0 (Staalsoort: S235 (EN10219))
  - Torsietraagheidsmoment : It.p = 135000 mm4 (zonder schotje)
  - Aantal bouten : 1 (gem. randafstand e.br = 25.0 mm)
  - Schotjes bij bovenrand : 1 x 100 x 8 mm (aantal x breedte x dikte)
  - Torsietraagheidsmoment : It.s = 2357 mm4 (alleen schotje(s))
  - Torsietraagheidsmoment : It.p.br = 137357 mm4 (incl. verbinding)

- Kopplaat onderrand : ST120*15.0 (Staalsoort: S235 (EN10219))
  - Torsietraagheidsmoment : It.p = 135000 mm4 (zonder schotje)
  - Aantal bouten : 1 (gem. randafstand e.or = 25.0 mm)
  - Schotjes bij onderrand : 1 x 100 x 8 mm (aantal x breedte x dikte)
  - Torsietraagheidsmoment : It.s = 0 mm4 (alleen schotje(s))
  - Torsietraagheidsmoment : It.p.or = 135000 mm4 (incl. verbinding)

3.7.3.1 Steun van de diagonaalknopen

$$\text{Steun drukdiagionaal } a.d = \left\{ \frac{(782)^3}{3*210000*44407} + \frac{(782)^2}{7200E3} \right\}^{-1} = 9.80 \text{ N/mm}$$

$$\text{Steun trekdiagonaal } a.t = \left\{ \frac{(782)^3}{3*210000*44407} + \frac{(782)^2}{7200E3} \right\}^{-1} = 9.80 \text{ N/mm}$$

$$\text{Steun torsie bovenrand } a.brd = \left\{ \frac{(580)^3}{3*210000*1083901} \right\}^{-1} = 3499.82 \text{ N/mm}$$

$$\text{Steun torsie onderrand } a.ord = \left\{ \frac{(580)^3}{3*210000*1083901} \right\}^{-1} = 3499.82 \text{ N/mm}$$

$$\text{Bovenrand Eindkap } a.kn.br.e = \left\{ \frac{1}{9.80} + \frac{1}{9.80} + \frac{1}{3499.8} \right\}^{-1} = 19.49 \text{ N/mm}$$

$$\text{Bovenrand Middenkap } a.kn.br.m = \left\{ \frac{1}{9.80} + \frac{1}{9.80} + \frac{1}{3499.8} \right\}^{-1} = 19.49 \text{ N/mm}$$

$$\text{Onderrand Eindkap } a.kn.or.e = \left\{ \frac{1}{9.80} + \frac{1}{9.80} + \frac{1}{3499.8} \right\}^{-1} = 19.49 \text{ N/mm}$$

$$\text{Onderrand Middenkap } a.kn.or.m = \left\{ \frac{1}{9.80} + \frac{1}{9.80} + \frac{1}{3499.8} \right\}^{-1} = 19.49 \text{ N/mm}$$

3.7.3.2 Steun rand door torsiestijfheid van de randen

$$\text{Bovenrand } at.brd = \frac{80769* 853355}{1150 * (580)^2}*(2-2*\cos\left\{\frac{\text{pi}*1150}{4600}\right\}) = 104.37 \text{ N/mm}$$

$$\text{Onderrand } at.bor = \frac{80769* 853355}{1150 * (580)^2}*(2-2*\cos\left\{\frac{\text{pi}*1150}{4600}\right\}) = 104.37 \text{ N/mm}$$

3.7.3.3 Steun van de opleggingen

- BOVENRAND

- Bij eindkolom

$$a.br.e = 1/[(580)^2] * \{\frac{0.5 * 4000}{\frac{2*2*70000*1867200}{25}} + \frac{1}{\frac{0 \quad E3}{1}} + \frac{80}{\frac{2708185*80769}{137357*80769 \quad 80769*853355*(4/4600)}}\} = 128.52 \text{ N/mm}$$

- Bij middenkolom

$$a.br.m = 1/[(580)^2] * \{\frac{4000}{\frac{2*1*70000*1867200}{40}} + \frac{1}{\frac{0 \quad E3}{-25}} + \frac{80}{\frac{2708185*80769}{1}}\} = 84.59 \text{ N/mm}$$

$$925212*80769 \quad 137357*80769 \quad 80769*853355*(4/4600)$$

- Bij opzetkolom

$$a.br.z = 1/[(580)^2] * \{\frac{4000}{\frac{2*1*70000*1867200}{40}} + \frac{1}{\frac{0 \quad E3}{1}} + \frac{80}{\frac{761076*80769}{300438*80769 \quad 80769*853355*(4/4600)}}\} = 85.09 \text{ N/mm}$$

- Bij doorkoppeling: a.br.d = 0.00 N/mm

- ONDERRAND:

- Bij eindkolom:

$$a.or.e = 1/[(580)^2] * \{\frac{0.5 * 4000}{\frac{2*2*70000*1867200}{25}} + \frac{1}{\frac{0 \quad E3}{1}} + \frac{580 + 80}{\frac{2708185*80769}{135000*80769 \quad 80769*853355*(4/4600)}}\} = 115.13 \text{ N/mm}$$

- Bij middenkolom:

$$a.or.m = 1/[(580)^2] * \{\frac{4000}{\frac{2*1*70000*1867200}{40}} + \frac{1}{\frac{0 \quad E3}{25}} + \frac{580 + 80}{\frac{2708185*80769}{925212*80769 \quad 135000*80769 \quad 80769*853355*(4/4600)}}\} = 78.58 \text{ N/mm}$$

- Bij opzetkolom:

$$a.or.z = 1/[(580)^2] * \{\frac{4000}{\frac{2*1*70000*1867200}{40}} + \frac{1}{\frac{0 \quad E3}{580}} + \frac{80}{\frac{761076*80769}{300438*80769 \quad 853355*80769 \quad 80769*853355*(4/4600)}}\} = 68.57 \text{ N/mm}$$

- Bij doorkoppeling: a.or.d = 0.00 N/mm

3.7.3.4 Bepaling van de knikfactor van Mouty - Bovenrand

- Samengestelde veerstijfheid per kaptype

$$a.br.e\text{-}d = 128.52 + 0.00 + \left\{\frac{1}{4.0} + \frac{1}{19.49} + \frac{1}{104.37 + 104.37}\right\}^{-1} = 173.15 \text{ N/mm}$$

Voor eindkappen:

$$a.br.z\text{-}d = 85.09 + 0.00 + \left\{\frac{1}{4.0} + \frac{1}{19.49} + \frac{1}{104.37 + 104.37}\right\}^{-1} = 129.72 \text{ N/mm}$$

Voor middenkappen:

$$a.br.z\text{-}d = 85.09 + 0.00 + \left\{\frac{1}{4.0} + \frac{1}{19.49} + \frac{1}{104.37 + 104.37}\right\}^{-1} = 129.72 \text{ N/mm}$$

$$a.br.m\text{-}d = 84.59 + 0.00 + \left\{\frac{1}{4.0} + \frac{1}{19.49} + \frac{1}{104.37 + 104.37}\right\}^{-1} = 129.22 \text{ N/mm}$$

- Constante van Mouty

$$Cbr.e\text{-}d = \frac{(4600)3 * 173.15}{210000 * 1083901} = 74 \rightarrow \text{knikfactor } ßm.br.e\text{-}d = 0.673$$

Voor eindkappen:

$$Cbr.z\text{-}d = \frac{(4600)3 * 129.72}{210000 * 1083901} = 55 \rightarrow \text{knikfactor } ßm.br.z\text{-}d = 0.729$$

Voor middenkappen:

$$Cbr.z\text{-}d = \frac{(4600)3 * 129.72}{210000 * 1083901} = 55 \rightarrow \text{knikfactor } ßm.br.z\text{-}d = 0.729$$

$$Cbr.m\text{-}d = \frac{(4600)3 * 129.22}{210000 * 1083901} = 55 \rightarrow \text{knikfactor } ßm.br.m\text{-}d = 0.729$$

3.7.3.5 Bepaling van de knikfactor van Mouty - Onderrand

- Samengestelde veerstijfheid per kaptype

$$a.or.e\text{-}d = 115.13 + 0.00 + \left\{\frac{1}{3.0 \cdot 19.49} + \frac{2}{104.37 + 104.37}\right\}^{-1} = 152.61 \text{ N/mm}$$

Voor eindkappen:

$$a.or.z\text{-}d = 68.57 + 0.00 + \left\{\frac{1}{3.0 \cdot 19.49} + \frac{2}{104.37 + 104.37}\right\}^{-1} = 106.05 \text{ N/mm}$$

Voor middenkappen:

$$a.or.z\text{-}d = 68.57 + 0.00 + \left\{\frac{1}{3.0 \cdot 19.49} + \frac{2}{104.37 + 104.37}\right\}^{-1} = 106.05 \text{ N/mm}$$

$$a.or.m\text{-}d = 78.58 + 0.00 + \left\{\frac{1}{3.0 \cdot 19.49} + \frac{2}{104.37 + 104.37}\right\}^{-1} = 116.05 \text{ N/mm}$$

- Constante van Mouty

$$Cor.e\text{-}d = \frac{(4600)3 \cdot 152.61}{210000 \cdot 1083901} = 65 \rightarrow \text{knikfactor } ßm.or.e\text{-}d = 0.699$$

Voor eindkappen:

$$Cor.z\text{-}d = \frac{(4600)3 \cdot 106.05}{210000 \cdot 1083901} = 45 \rightarrow \text{knikfactor } ßm.or.z\text{-}d = 0.759$$

Voor middenkappen:

$$Cor.z\text{-}d = \frac{(4600)3 \cdot 106.05}{210000 \cdot 1083901} = 45 \rightarrow \text{knikfactor } ßm.or.z\text{-}d = 0.759$$

$$Cor.m\text{-}d = \frac{(4600)3 \cdot 116.05}{210000 \cdot 1083901} = 50 \rightarrow \text{knikfactor } ßm.or.m\text{-}d = 0.746$$

3.7.4 Aanvullende gegevens van de tralies in de middenvelden:

- Gegevens tralieligger
  - Effectieve traliehoogte : hteff = 580 mm
  - Netto traliehoogte : hnett = 530 mm
  - Glijmodulus tralieligger : G = 80769 N/mm²

- Bovenrand : RHBK100*50*3.0 (Staalsoort: S235 (EN10219))
  - Torsietraagheidsmoment : It.br = 853355 mm4
  - Traagheidsmoment : Iy.br = 1083901 mm4 (Horizontaal)

- Onderrand : RHBK100*50*3.0 (Staalsoort: S235 (EN10219))
  - Torsietraagheidsmoment : It.or = 853355 mm4
  - Traagheidsmoment : Iy.or = 1083901 mm4 (Horizontaal)

- Diagonalen:
  - Drukdiagonaal : RHBK50*30*2.0 (Staalsoort: S235 (EN10219))
  - Trekdiagonaal : RHBK50*30*2.0 (Staalsoort: S235 (EN10219))
  - Plaatsing 1e diagonaal : op onderrand, dus drukdiagonaal
  - Aantal diagonalen per kap : 8
  - lengte diagonaal : Ldiag = 782 mm
  - Veldlengte diagonaalknopen: lveld = 1150 mm
  - Diagonaalknopen bovenrand : nk.br = 4
  - Diagonaalknopen onderrand : nk.or = 3
  - Traagheidsmoment drukdiag : Iydiag.dd = 99544 mm4
  - Traagheidsmoment trekdiag : Iydiag.td = 99544 mm4
  - Steun van de diagonalen : 0.60 (aansluitfactor diagonaal - rand)
  - Rotatieveerstijfheid : Kd = 7200 Nm/rad (lasverbinding)

- Gootverticaal : RHBK100*50*3.0 (Staalsoort: S235 (EN10219))
  - Torsietraagheidsmoment : It.gv = 853355 mm4

- Kopplaat bovenrand : ST120*15.0 (Staalsoort: S235 (EN10219))
  - Torsietraagheidsmoment : It.p = 135000 mm4 (zonder schotje)
  - Aantal bouten : 1 (gem. randafstand e.br = 25.0 mm)
  - Schotjes bij bovenrand : 1 x 100 x 8 mm (aantal x breedte x dikte)
  - Torsietraagheidsmoment : It.s = 2357 mm4 (alleen schotje(s))
  - Torsietraagheidsmoment : It.p.br = 137357 mm4 (incl. verbinding)

- Kopplaat onderrand : ST120*15.0 (Staalsoort: S235 (EN10219))
  - Torsietraagheidsmoment : It.p = 135000 mm4 (zonder schotje)
  - Aantal bouten : 1 (gem. randafstand e.or = 25.0 mm)
  - Schotjes bij onderrand : 1 x 100 x 8 mm (aantal x breedte x dikte)
  - Torsietraagheidsmoment : It.s = 0 mm4 (alleen schotje(s))
  - Torsietraagheidsmoment : It.p.or = 135000 mm4 (incl. verbinding)

3.7.4.1 Steun van de diagonaalknopen

$$\text{Steun drukdiagionaal } a.d = \left\{ \frac{(782)^3}{3*210000*44407} + \frac{(782)^2}{7200E3} \right\}^{-1} = 9.80 \text{ N/mm}$$

$$\text{Steun trekdiagonaal } a.t = \left\{ \frac{(782)^3}{3*210000*44407} + \frac{(782)^2}{7200E3} \right\}^{-1} = 9.80 \text{ N/mm}$$

$$\text{Steun torsie bovenrand } a.brd = \left\{ \frac{(580)^3}{3*210000*1083901} \right\}^{-1} = 3499.82 \text{ N/mm}$$

$$\text{Steun torsie onderrand } a.ord = \left\{ \frac{(580)^3}{3*210000*1083901} \right\}^{-1} = 3499.82 \text{ N/mm}$$

$$\text{Bovenrand Eindkap } a.kn.br.e = \left\{ \frac{1}{9.80} + \frac{1}{9.80} + \frac{1}{3499.8} \right\}^{-1} = 19.49 \text{ N/mm}$$

$$\text{Bovenrand Middenkap } a.kn.br.m = \left\{ \frac{1}{9.80} + \frac{1}{9.80} + \frac{1}{3499.8} \right\}^{-1} = 19.49 \text{ N/mm}$$

$$\text{Onderrand Eindkap } a.kn.or.e = \left\{ \frac{1}{9.80} + \frac{1}{9.80} + \frac{1}{3499.8} \right\}^{-1} = 19.49 \text{ N/mm}$$

$$\text{Onderrand Middenkap } a.kn.or.m = \left\{ \frac{1}{9.80} + \frac{1}{9.80} + \frac{1}{3499.8} \right\}^{-1} = 19.49 \text{ N/mm}$$

3.7.4.2 Steun rand door torsiestijfheid van de randen

$$\text{Bovenrand } at.brd = \frac{80769 * 853355}{1150 * (580)^2} * \left(2 - 2*\cos\left\{\frac{\pi * 1150}{4600}\right\}\right) = 104.37 \text{ N/mm}$$

$$\text{Onderrand } at.bor = \frac{80769 * 853355}{1150 * (580)^2} * \left(2 - 2*\cos\left\{\frac{\pi * 1150}{4600}\right\}\right) = 104.37 \text{ N/mm}$$

3.7.4.3 Steun van de opleggingen

- BOVENRAND

- Bij eindkolom

$$a.br.e = 1/[(580)^2] * \{\frac{0.5 * 4000}{\frac{2*2*70000*1867200}{25}} + \frac{1}{\frac{0 \quad E3}{1}} + \frac{80}{\frac{2708185*80769}{137357*80769 \quad 80769*853355*(4/4600)}}\} = 128.52 \text{ N/mm}$$

- Bij middenkolom

$$a.br.m = 1/[(580)^2] * \{\frac{4000}{\frac{2*1*70000*1867200}{40}} + \frac{1}{\frac{0 \quad E3}{-25}} + \frac{80}{\frac{2708185*80769}{1}}\} = 84.59 \text{ N/mm}$$

$$925212*80769 \quad 137357*80769 \quad 80769*853355*(4/4600)$$

- Bij opzetkolom

$$a.br.z = 1/[(580)^2] * \{\frac{4000}{\frac{2*1*70000*1867200}{40}} + \frac{1}{\frac{0 \quad E3}{1}} + \frac{80}{\frac{761076*80769}{300438*80769 \quad 80769*853355*(4/4600)}}\} = 85.09 \text{ N/mm}$$

- Bij doorkoppeling: a.br.d = 0.00 N/mm

- ONDERRAND:

- Bij eindkolom:

$$a.or.e = 1/[(580)^2] * \{\frac{0.5 * 4000}{\frac{2*2*70000*1867200}{25}} + \frac{1}{\frac{0 \quad E3}{1}} + \frac{580 + 80}{\frac{2708185*80769}{135000*80769 \quad 80769*853355*(4/4600)}}\} = 115.13 \text{ N/mm}$$

- Bij middenkolom:

$$a.or.m = 1/[(580)^2] * \{\frac{4000}{\frac{2*1*70000*1867200}{40}} + \frac{1}{\frac{0 \quad E3}{25}} + \frac{580 + 80}{\frac{2708185*80769}{925212*80769 \quad 135000*80769 \quad 80769*853355*(4/4600)}}\} = 78.58 \text{ N/mm}$$

- Bij opzetkolom:

$$a.or.z = 1/[(580)^2] * \{\frac{4000}{\frac{2*1*70000*1867200}{40}} + \frac{1}{\frac{0 \quad E3}{580}} + \frac{80}{\frac{761076*80769}{300438*80769 \quad 853355*80769 \quad 80769*853355*(4/4600)}}\} = 68.57 \text{ N/mm}$$

- Bij doorkoppeling: a.or.d = 0.00 N/mm

3.7.4.4 Bepaling van de knikfactor van Mouty - Bovenrand

- Samengestelde veerstijfheid per kaptype

$$a.br.e\text{-}d = 128.52 + 0.00 + \left\{\frac{1}{4.0^{*}} + \frac{1}{19.49} + \frac{1}{104.37 + 104.37}\right\}^{-1} = 173.15 \text{ N/mm}$$

Voor eindkappen:

$$a.br.z\text{-}d = 85.09 + 0.00 + \left\{\frac{1}{4.0^{*}} + \frac{1}{19.49} + \frac{1}{104.37 + 104.37}\right\}^{-1} = 129.72 \text{ N/mm}$$

Voor middenkappen:

$$a.br.z\text{-}d = 85.09 + 0.00 + \left\{\frac{1}{4.0^{*}} + \frac{1}{19.49} + \frac{1}{104.37 + 104.37}\right\}^{-1} = 129.72 \text{ N/mm}$$

$$a.br.m\text{-}d = 84.59 + 0.00 + \left\{\frac{1}{4.0^{*}} + \frac{1}{19.49} + \frac{1}{104.37 + 104.37}\right\}^{-1} = 129.22 \text{ N/mm}$$

- Constante van Mouty

$$Cbr.e\text{-}d = \frac{(4600)3 * 173.15}{210000 * 1083901} = 74 \rightarrow \text{knikfactor } ßm.br.e\text{-}d = 0.673$$

Voor eindkappen:

$$Cbr.z\text{-}d = \frac{(4600)3 * 129.72}{210000 * 1083901} = 55 \rightarrow \text{knikfactor } ßm.br.z\text{-}d = 0.729$$

Voor middenkappen:

$$Cbr.z\text{-}d = \frac{(4600)3 * 129.72}{210000 * 1083901} = 55 \rightarrow \text{knikfactor } ßm.br.z\text{-}d = 0.729$$

$$Cbr.m\text{-}d = \frac{(4600)3 * 129.22}{210000 * 1083901} = 55 \rightarrow \text{knikfactor } ßm.br.m\text{-}d = 0.729$$

3.7.4.5 Bepaling van de knikfactor van Mouty - Onderrand

- Samengestelde veerstijfheid per kaptype

$$a.or.e\text{-}d = 115.13 + 0.00 + \left\{\frac{1}{\frac{3.0}{19.49}} + \frac{2}{104.37 + 104.37}\right\}^{-1} = 152.61 \text{ N/mm}$$

Voor eindkappen:

$$a.or.z\text{-}d = 68.57 + 0.00 + \left\{\frac{1}{\frac{3.0}{19.49}} + \frac{2}{104.37 + 104.37}\right\}^{-1} = 106.05 \text{ N/mm}$$

Voor middenkappen:

$$a.or.z\text{-}d = 68.57 + 0.00 + \left\{\frac{1}{\frac{3.0}{19.49}} + \frac{2}{104.37 + 104.37}\right\}^{-1} = 106.05 \text{ N/mm}$$

$$a.or.m\text{-}d = 78.58 + 0.00 + \left\{\frac{1}{\frac{3.0}{19.49}} + \frac{2}{104.37 + 104.37}\right\}^{-1} = 116.05 \text{ N/mm}$$

- Constante van Mouty

$$Cor.e\text{-}d = \frac{(4600)3 * 152.61}{210000 * 1083901} = 65 \rightarrow \text{knikfactor } ßm.or.e\text{-}d = 0.699$$

Voor eindkappen:

$$Cor.z\text{-}d = \frac{(4600)3 * 106.05}{210000 * 1083901} = 45 \rightarrow \text{knikfactor } ßm.or.z\text{-}d = 0.759$$

Voor middenkappen:

$$Cor.z\text{-}d = \frac{(4600)3 * 106.05}{210000 * 1083901} = 45 \rightarrow \text{knikfactor } ßm.or.z\text{-}d = 0.759$$

$$Cor.m\text{-}d = \frac{(4600)3 * 116.05}{210000 * 1083901} = 50 \rightarrow \text{knikfactor } ßm.or.m\text{-}d = 0.746$$

3.8 THEORIE VAN DE BEREKENING
VAN DE STABILITEIT VAN DE BOVENRAND EN DE ONDERRAND UIT HET VLAK VAN DE TRALIE (ZIE DIN 4114).

Bij de berekening van de stabiliteit van de bovenrand en de onderrand uit het vlak van de tralieliggers wordt, per systeemlengte, rekening gehouden met:

- Steun van en verende inklemming volgens methode Mouty
- het normaalkrachtenverloop in de rand. Er wordt uitgegaan van een rechtlijnig verloop.

Bij het berekenen van de kniklengte (lky) van de randen uit het vlak van de tralie kunnen volgens DIN4114 4 verschillende basissituaties optreden:

1) Aan beide zijden scharnierend ondersteund:
   - lky1 = systeemlengte * [(1 + 0.88*N0/N1) / 1.88]1/2

2) Aan de zijde van N1 scharnierend ondersteund en aan de zijde van N0 volledig ingeklemd:
   - lky2 = systeemlengte * [(1 + 0.51*N0/N1) / 3.09]1/2

3) Aan de zijde van N1 volledig ingeklemd en aan de zijde van N0 scharnierend ondersteund:
   - lky3 = systeemlengte * [(1 + 1.65*N0/N1) / 5.42]1/2

4) Aan beide zijden volledig ingeklemd:
   - lky4 = systeemlengte * [(1 + 0.93*N0/N1) / 7.72]1/2

waarin:
N1 = Grootste normaaldrukkracht per lengte (altijd - = druk)
(indien de betreffende rand tussen de opleggingen niet op druk wordt belast, speelt knik en dus ook N1 geen enkele rol)
N0 = Normaalkracht aan de andere zijde van de kap (- = druk; + = trek)
N0/N1 = Quotiënt van N0 en N1 < 1.0. Indien de normaalkracht tussen de opleggingen van teken wisselt, wordt N0/N1 negatief. Overeenkomstig DIN 4114 geldt als minimum waarde: N0/N1 = -0.20

De invloed van de steunen en de mate van inklemming van de randen is bepaald volgens methode Mouty. De gunstige effecten van het normaalkrachten verloop op de kniklengte kan dan alleen nog bepaald worden met de formule voor een aan beide zijden scharnierende ondersteuning. Door de beide factoren van Mouty en DIN 4114 met elkaar te vermenigvuldigen wordt de werkelijke kniklengte van de tralieliggerrand bepaald.

Kniklengtebepaling volgens gecombineerde methode Mouty en DIN4114

Plaats-bepaling begin-eind	Normaalkrachten (trek = positief) [N] "begin"	"einde"	Rand-voor-waar-den	Mouty knfct	DIN4114 knfct	Knik-lengte [mm]
A - B	N0	N1	n0-n1	m	n	Lknik= m* n*L.AB

De berekening van de stabiliteitscontroles vindt plaats volgens EN 1993-1-1

3.9 B.C.1: a2) Eigen gewicht + installaties + sneeuw + gewas(winter)

3.9.1 Berekening van de belastingen per tralie:

a) Belastingen in gebruikstoestand:
- Permanente belastingen:
  - Eigen gewicht dek : (1.00 * 35) = 35 N/m²
  - Eigen gewicht van de goot: (1.00 * 30)* 4.00 = 120 N
  - E.G. 1e rij tralies : (1.00 * 188.8) = 188.8 N/m
  - E.G. 2e rij tralies : (1.00 * 188.8) = 188.8 N/m
  - E.G. tralies middenvelden: (1.00 * 188.8) = 188.8 N/m
- Variabele belastingen:
  - Vert. puntlast: 0.00*max(0 ,1000)+1.00*0 = 0 N
  - Sneeuwbelasting : (1.00 * 420) = 420 N/m²
  - Gewas winter : (1.00 * 0) = 0 N/m²
  - Installaties : (1.00 * 70) = 70 N/m²

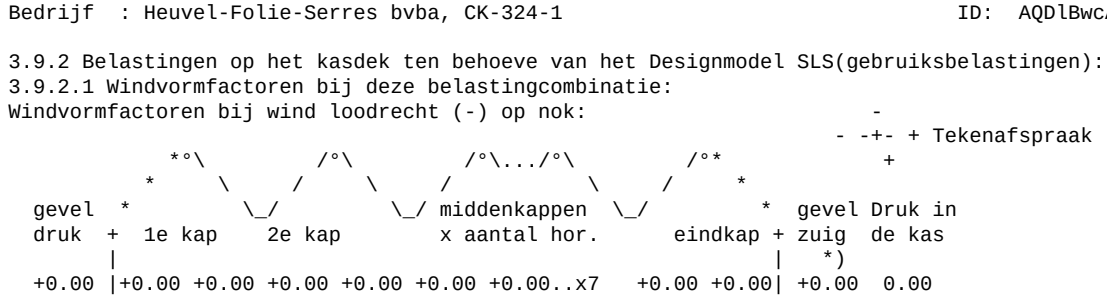
b) Belastingen in rekentoestand:
- Permanente belastingen:
  - Eigen gewicht dek : (1.02 * 35) = 36 N/m²
  - Eigen gewicht van de goot: (1.02 * 30)* 4.00 = 123 N
  - E.G. 1e rij tralies : (1.02 * 188.8) = 192.8 N/m
  - E.G. 2e rij tralies : (1.02 * 188.8) = 192.8 N/m
  - E.G. tralies middenvelden: (1.02 * 188.8) = 192.8 N/m
- Variabele belastingen:
  - Vert. puntlast: 0.00*max(0 ,1000)+1.02*0 = 0 N
  - Sneeuwbelasting : (1.27 * 420) = 536 N/m²
  - Gewas winter : (1.27 * 0) = 0 N/m²
  - Installaties : (1.02 * 70) = 71 N/m²

c) Bij het bepalen van de knoopcoordinaten is rekening gehouden met
de initiële scheefstand van de kolommen:
- Scheefstand psi = 1/265 (zie EN 1993-1-1)

d) Rekenvoorbeeld van de belastingen op knooppunten op de volgende plaatsen:
Knoop k = "effectieve" spanthoogte van de eerste kolom
Knoop * = zwevende goot 1e rij tralies
Knoop * = middenkolom

- Horizontale belasting:
  Fk,hor = 0 N (geen windbelasting)
- Verticale belasting:
  Fvg = eigen gewicht goot = (1.02 * 30)* 4.00 = 123 N
  Fk,vert = -0.5 * Fvg
  F*,vert t.p.v. een goot = Fvg

3.9.2 Belastingen op het kasdek ten behoeve van het Designmodel SLS(gebruiksbelastingen):
3.9.2.1 Windvormfactoren bij deze belastingcombinatie:
Windvormfactoren bij wind loodrecht (-) op nok:



3.9.2.2 Belastingfactoren bij deze belastingcombinatie:

Belastingfactoren	gebruikstoestand	rekentoestand
Eigen gewicht	1.00	1.02
Installaties	1.00	1.02
Sneeuw	1.00	1.27
Wind	0.00	0.00
gewas	1.00	1.27

3.9.2.3 Gesommeerde belastingen op de omhulling van de kas per vakmaat:
Belastingen gebruikstoestand SLS per vakmaat (4.000 m):

Tralie	neerwaarts	qtral = fi*qinstall + fp*qtral + fg*qgewas		
		= 1.00*280.0 + 1.00*188.8 + 1.00*0.0	qtral =	468.8 N/m
Goot	zijgevel	Fgt.s = fp*qgoot.s = 1.00*60.0	Fgt.s =	60 N
	middengoot	Fgt.m = fp*qgoot.m = 1.00*120.0	Fgt.m =	120 N
Kasdek	evenwijdig	qdek.E = [fp*qdek + fs*qsneew]*sin(dek)		
		= [1.00*126.9 + 1.00*1524.1]*sin(25.0)	qdek.E =	697.8 N/m
	loodrecht	qdek.L = [fp*qdek + fs*qsneew]*cos(dek)		
		= [1.00*126.9 + 1.00*1524.1]*cos(25.0)	qdek.L =	1496.3 N/m
	+ wind per kaphelft	= qdek.L + fw*qwinds*(cpe-cpi)		
	- 1e kaphelft	= 1496.3 + 0.00*1336.5*(+0.00-0.00)	qdek.L1 =	1496.3 N/m
	- 2e kaphelft	= 1496.3 + 0.00*1336.5*(+0.00-0.00)	qdek.L2 =	1496.3 N/m
	- 3e kaphelft	= 1496.3 + 0.00*1336.5*(+0.00-0.00)	qdek.L3 =	1496.3 N/m
	- 4e kaphelft	= 1496.3 + 0.00*1336.5*(+0.00-0.00)	qdek.L4 =	1496.3 N/m
	- Middenkap links	= 1496.3 + 0.00*1336.5*(+0.00-0.00)	qdek.Lm1 =	1496.3 N/m
	- Middenkap rechts	= 1496.3 + 0.00*1336.5*(+0.00-0.00)	qdek.Lm2 =	1496.3 N/m
	- Eindkap links	= 1496.3 + 0.00*1336.5*(+0.00-0.00)	qdek.Le1 =	1496.3 N/m
	- Eindkap Rechts	= 1496.3 + 0.00*1336.5*(+0.00-0.00)	qdek.Le2 =	1496.3 N/m
	+ windwrijving nok	= Cfr,1*fi*qwind*hkap*vakmaat		
	- middenkap FhwCpf	= 0.00*0.00*334.1 *1.07*4.0	FhwCpf =	0 N
Zijgevel	windzijde FhwF.gt	= fw*Fhw.gt*(cp1-cpi)		
	goothoogte	= 0.00*2965.8*(0.0 -0.0)	Fhw.gt =	0 N
	windzijde FhwF.fh	= fw*Fhw.fh*(cp1-cpi)		
	fundatiehoogte	= 0.00*2380.1*(0.0 -0.0)	Fhw.fh =	0 N
Zijgevel	loefzijde FhwL.gt	= fw*Fhw.gt*(cp1+cpi)		
	goothoogte	= 0.00*2965.8*(0.0 +0.0)	Fhw.gt =	0 N
	loefzijde FhwL.fh	= fw*Fhw.fh*(cp1+cpi)		
	fundatiehoogte	= 0.00*2380.1*(0.0 +0.0)	Fhw.fh =	0 N

Belastingen rekentoestand ULS per vakmaat (4.000 m):

Tralie	neerwaarts	qtral = fi*qinstall + fp*qtral + fg*qgewas		
		= 1.02*280.0 + 1.02*188.8 + 1.27*0.0	qtral =	478.7 N/m
Goot	zijgevel	Fgt.s = fp*qgoot.s = 1.02*60.0	Fgt.s =	61 N
	middengoot	Fgt.m = fp*qgoot.m = 1.02*120.0	Fgt.m =	123 N
Kasdek	evenwijdig	qdek.E = [fp*qdek + fs*qsneew]*sin(dek)		
		= [1.02*126.9 + 1.27*1524.1]*sin(25.0)	qdek.E =	876.0 N/m
	loodrecht	qdek.L = [fp*qdek + fs*qsneew]*cos(dek)		
		= [1.02*126.9 + 1.27*1524.1]*cos(25.0)	qdek.L =	1878.6 N/m
	+ wind per kaphelft	= qdek.L + fw*qwinds*(cpe-cpi)		
	- 1e kaphelft	= 1878.6 + 0.00*1336.5*(+0.00-0.00)	qdek.L1 =	1878.6 N/m
	- 2e kaphelft	= 1878.6 + 0.00*1336.5*(+0.00-0.00)	qdek.L2 =	1878.6 N/m
	- 3e kaphelft	= 1878.6 + 0.00*1336.5*(+0.00-0.00)	qdek.L3 =	1878.6 N/m
	- 4e kaphelft	= 1878.6 + 0.00*1336.5*(+0.00-0.00)	qdek.L4 =	1878.6 N/m
	- Middenkap links	= 1878.6 + 0.00*1336.5*(+0.00-0.00)	qdek.Lm1 =	1878.6 N/m
	- Middenkap rechts	= 1878.6 + 0.00*1336.5*(+0.00-0.00)	qdek.Lm2 =	1878.6 N/m
	- Eindkap links	= 1878.6 + 0.00*1336.5*(+0.00-0.00)	qdek.Le1 =	1878.6 N/m
	- Eindkap Rechts	= 1878.6 + 0.00*1336.5*(+0.00-0.00)	qdek.Le2 =	1878.6 N/m
	+ windwrijving nok	= Cfr,1*fi*qwind*hkap*vakmaat		
	- middenkap FhwCpf	= 0.00*0.00*334.1 *1.07*4.0	FhwCpf =	0 N
Zijgevel	windzijde FhwF.gt	= fw*Fhw.gt*(cp1-cpi)		
	goothoogte	= 0.00*2965.8*(0.0 -0.0)	Fhw.gt =	0 N
	windzijde FhwF.fh	= fw*Fhw.fh*(cp1-cpi)		
	fundatiehoogte	= 0.00*2380.1*(0.0 -0.0)	Fhw.fh =	0 N
Zijgevel	loefzijde FhwL.gt	= fw*Fhw.gt*(cp1+cpi)		
	goothoogte	= 0.00*2965.8*(0.0 +0.0)	Fhw.gt =	0 N
	loefzijde FhwL.fh	= fw*Fhw.fh*(cp1+cpi)		
	fundatiehoogte	= 0.00*2380.1*(0.0 +0.0)	Fhw.fh =	0 N

Tabel 3.9.2.4: Knoopbelastingen, oplegreacties en knoopverplaatsingen:

			Knoopbelastingen Rekentoestand		Oplegreacties		Knoopverplaatsingen gebruikstoestand		
nr.	X-as [mm]	Y-as [mm]	X-as [N]	Y-as [N]	X-as [N]	Y-as [N]	X-verpl [mm]	Y-verpl [mm]	U_lijn [mm]
			Horiz.	Vert.	Horiz.	Vert.	Horiz.	Vert.	
1	-0.013	0.000			1229	20919			0.000
2	-0.007	1.802							0.000
3	-0.001	3.315							0.000
6	0.000	4.000	0	-61					0.000
7	2.300	5.073							0.000
8	4.600	4.000	0	-123					0.000
9	6.900	5.073							0.000
10	9.200	4.000	0	-123					0.000
11	11.500	5.073							0.000
12	13.800	4.000	0	-123					0.000
13	16.100	5.073							0.000
4	0.000	3.605					2.81	-0.27	0.000
14	0.574	3.605					2.82	-6.08	5.798
15	2.299	3.605					2.84	-23.07	22.743
16	4.599	3.605					2.86	-41.69	41.306
17	6.899	3.605					2.88	-52.03	51.593
18	9.199	3.605					2.90	-52.76	52.258
19	11.499	3.605					2.93	-44.10	43.543
20	13.799	3.605					2.95	-29.04	28.428
21	16.099	3.605					2.97	-12.15	11.480
22	17.824	3.605					2.99	-2.62	1.912
23	18.387	0.000			-264	57379			0.000
24	18.393	1.802							0.000
25	18.399	3.315							0.000
28	18.400	4.000	0	-123					0.000
29	20.700	5.073							0.000
30	23.000	4.000	0	-123					0.000
31	25.300	5.073							0.000
32	27.600	4.000	0	-123					0.000
33	29.900	5.073							0.000
34	32.200	4.000	0	-123					0.000
35	34.500	5.073							0.000
26	18.400	3.605					3.00	-0.72	0.000
36	18.974	3.605					3.00	0.36	-1.076
37	20.699	3.605					3.02	-0.35	-0.362
38	22.999	3.605					3.04	-6.44	5.739
39	25.299	3.605					3.07	-12.88	12.196
40	27.599	3.605					3.09	-16.31	15.636
41	29.899	3.605					3.12	-14.94	14.275
42	32.199	3.605					3.14	-9.72	9.065
43	34.499	3.605					3.16	-3.19	2.547
44	36.224	3.605					3.18	-0.56	-0.073
45	36.787	0.000			110	49730			0.000
46	36.793	1.802							0.000
47	36.799	3.315							0.000
50	36.800	4.000	0	-123					0.000
51	39.100	5.073							0.000
52	41.400	4.000	0	-123					0.000
53	43.700	5.073							0.000
54	46.000	4.000	0	-123					0.000
55	48.300	5.073							0.000
56	50.600	4.000	0	-123					0.000
57	52.900	5.073							0.000
48	36.800	3.605					3.19	-0.63	0.000
58	37.374	3.605					3.19	-1.30	0.671
59	39.099	3.605					3.21	-6.11	5.475
60	41.399	3.605					3.24	-15.27	14.632
61	43.699	3.605					3.26	-22.56	21.919
62	45.999	3.605					3.28	-25.16	24.521
63	48.299	3.605					3.31	-21.86	21.210
64	50.599	3.605					3.33	-14.15	13.498
65	52.899	3.605					3.35	-5.14	4.483
66	54.624	3.605					3.37	-0.99	0.329
67	55.187	0.000			28	52178			0.000
68	55.193	1.802							0.000
69	55.199	3.315							0.000
72	55.200	4.000	0	-123					0.000

73	57.500	5.073							0.000
74	59.800	4.000	0	-123					0.000
75	62.100	5.073							0.000
76	64.400	4.000	0	-123					0.000
77	66.700	5.073							0.000
78	69.000	4.000	0	-123					0.000
79	71.300	5.073							0.000
70	55.200	3.605					3.38	-0.66	0.000
80	55.774	3.605					3.38	-1.00	0.344
81	57.499	3.605					3.40	-5.18	4.526
82	59.799	3.605					3.42	-14.20	13.544
83	62.099	3.605					3.45	-21.88	21.232
84	64.399	3.605					3.47	-25.15	24.506
85	66.699	3.605					3.49	-22.51	21.870
86	68.999	3.605					3.52	-15.20	14.565
87	71.299	3.605					3.54	-6.05	5.420
88	73.024	3.605					3.56	-1.28	0.654
89	73.587	0.000			-70	49738			0.000
90	73.593	1.802							0.000
91	73.599	3.315							0.000
94	73.600	4.000	0	-123					0.000
95	75.900	5.073							0.000
96	78.200	4.000	0	-123					0.000
97	80.500	5.073							0.000
98	82.800	4.000	0	-123					0.000
99	85.100	5.073							0.000
100	87.400	4.000	0	-123					0.000
101	89.700	5.073							0.000
92	73.600	3.605					3.57	-0.63	0.000
102	74.174	3.605					3.57	-0.58	-0.052
103	75.899	3.605					3.59	-3.25	2.608
104	78.199	3.605					3.61	-9.80	9.146
105	80.499	3.605					3.64	-15.01	14.346
106	82.799	3.605					3.66	-16.36	15.681
107	85.099	3.605					3.68	-12.90	12.209
108	87.399	3.605					3.71	-6.43	5.725
109	89.699	3.605					3.73	-0.33	-0.386
110	91.424	3.605					3.75	0.37	-1.091
111	91.987	0.000			357	57344			0.000
112	91.993	1.802							0.000
113	91.999	3.315							0.000
116	92.000	4.000	0	-123					0.000
117	94.300	5.073							0.000
118	96.600	4.000	0	-123					0.000
119	98.900	5.073							0.000
120	101.200	4.000	0	-123					0.000
121	103.500	5.073							0.000
122	105.800	4.000	0	-123					0.000
123	108.100	5.073							0.000
114	92.000	3.605					3.76	-0.73	0.000
124	92.574	3.605					3.76	-2.62	1.912
125	94.299	3.605					3.78	-12.15	11.478
126	96.599	3.605					3.80	-29.00	28.386
127	98.899	3.605					3.82	-43.99	43.436
128	101.199	3.605					3.84	-52.59	52.087
129	103.499	3.605					3.87	-51.82	51.380
130	105.799	3.605					3.89	-41.48	41.097
131	108.099	3.605					3.91	-22.93	22.606
132	109.824	3.605					3.93	-6.06	5.773
133	110.387	0.000			-1390	20995			0.000
134	110.393	1.802							0.000
135	110.399	3.315							0.000
136	110.400	3.605							0.000
137	110.401	3.895							
138	110.400	4.000	0	-61			3.93	-0.27	

Tabel 3.9.2.5: Staafbelastingen, momenten, normaal- en dwarskrachten

Staaf nr.	Profiel	X-as [N/m]	Y-as [N/m]	B E G I N Normaal [N]	B E G I N Dwarskr [N]	B E G I N Moment [Nm]	E I N D Normaal [N]	E I N D Dwarskr [N]	E I N D Moment [Nm]
		Horizontaal	Verticaal						
1	RHBK100*100*3.			-20923	-1159	434	-20923	-1159	-1655
2	RHBK100*100*3.			-20924	-1141	-1655	-20924	-1141	-3380

3	RHBK100*100*3.			-20923	-1159	-3380	-20923	-1159	-3716
4	RHBK100*100*3.			-5341	-5701	2259	-5341	-5701	606
5	RHBK100*100*3.			-5269	-5768	606	-5269	-5768	-0
6	RHBK120*60*3.0			-10643	21	-8	-10643	21	-0
7	RHBK120*60*3.0			-10643	43	-17	-10643	43	0
8	RHBK120*60*3.0			-10643	63	-25	-10643	63	0
9	Roede dek	-876.0	-1878.6	-7406	2351	0	-5183	-2417	-84
10	Roede dek	876.0	-1878.6	-5183	2417	-84	-7406	-2351	0
11	Roede dek	-876.0	-1878.6	-7419	2345	0	-5196	-2423	-100
12	Roede dek	876.0	-1878.6	-5196	2423	-100	-7419	-2345	0
13	Roede dek	-876.0	-1878.6	-7413	2348	0	-5189	-2420	-92
14	Roede dek	876.0	-1878.6	-5189	2420	-92	-7413	-2348	0
15	Roede dek	-876.0	-1878.6	-7388	2359	0	-5165	-2408	-62
16	Roede dek	876.0	-1878.6	-5165	2408	-62	-7388	-2359	0
17	1e tralie	0.0	-478.7	4490	15597	-5975	4490	15323	2894
18	1e tralie	0.0	-478.7	4490	15323	2894	4490	14497	28614
19	1e tralie	0.0	-478.7	4490	14497	28614	4490	13396	60691
20	1e tralie	0.0	-478.7	4505	2753	60699	4505	1652	65765
21	1e tralie	0.0	-478.7	4505	1652	65765	4505	551	68298
22	1e tralie	0.0	-478.7	4497	-10092	68315	4497	-11193	43837
23	1e tralie	0.0	-478.7	4497	-11193	43837	4497	-12294	16827
24	1e tralie	0.0	-478.7	4470	-22937	16852	4470	-24038	-37170
25	1e tralie	0.0	-478.7	4470	-24038	-37170	4470	-24864	-79348
26	1e tralie	0.0	-478.7	4470	-24864	-79348	4470	-25140	-93757
27	RHBK100*100*3.			-57378	456	-277	-57378	456	544
28	RHBK100*100*3.			-57377	506	544	-57377	506	1309
29	RHBK100*100*3.			-57378	456	1309	-57378	456	1441
30	RHBK100*100*3.			-10643	38	-1	-10643	38	10
31	RHBK100*100*3.			-10643	-96	10	-10643	-96	-0
32	RHBK120*60*3.0			-10643	14	-5	-10643	14	-0
33	RHBK120*60*3.0			-10643	34	-13	-10643	34	-0
34	RHBK120*60*3.0			-10643	53	-21	-10643	53	-0
35	Roede dek	-876.0	-1878.6	-7386	2360	0	-5163	-2407	-60
36	Roede dek	876.0	-1878.6	-5163	2407	-60	-7386	-2360	0
37	Roede dek	-876.0	-1878.6	-7406	2351	0	-5182	-2417	-83
38	Roede dek	876.0	-1878.6	-5182	2417	-83	-7406	-2351	0
39	Roede dek	-876.0	-1878.6	-7407	2350	0	-5184	-2417	-85
40	Roede dek	876.0	-1878.6	-5184	2417	-85	-7407	-2350	0
41	Roede dek	-876.0	-1878.6	-7391	2358	0	-5168	-2410	-66
42	Roede dek	876.0	-1878.6	-5168	2410	-66	-7391	-2358	0
43	2e tralie	0.0	-478.7	4732	21596	-92315	4732	21321	-80004
44	2e tralie	0.0	-478.7	4732	21321	-80004	4732	20496	-43937
45	2e tralie	0.0	-478.7	4732	20496	-43937	4732	19395	1937
46	2e tralie	0.0	-478.7	4754	8752	1943	4754	7651	20805
47	2e tralie	0.0	-478.7	4754	7651	20805	4754	6550	37136
48	2e tralie	0.0	-478.7	4756	-4093	37149	4756	-5194	26468
49	2e tralie	0.0	-478.7	4756	-5194	26468	4756	-6295	13255
50	2e tralie	0.0	-478.7	4738	-16939	13276	4738	-18039	-26949
51	2e tralie	0.0	-478.7	4738	-18039	-26949	4738	-18865	-58779
52	2e tralie	0.0	-478.7	4738	-18865	-58779	4738	-19141	-69731
53	RHBK100*100*3.			-49730	56	-107	-49730	56	-6
54	RHBK100*100*3.			-49730	100	-6	-49730	100	144
55	RHBK100*100*3.			-49730	56	144	-49730	56	161
56	RHBK100*100*3.			-10643	35	0	-10643	35	10
57	RHBK100*100*3.			-10643	-99	10	-10643	-99	0
58	RHBK120*60*3.0			-10643	16	-6	-10643	16	-0
59	RHBK120*60*3.0			-10643	36	-14	-10643	36	0
60	RHBK120*60*3.0			-10643	56	-22	-10643	56	-0
61	Roede dek	-876.0	-1878.6	-7392	2357	0	-5168	-2410	-67
62	Roede dek	876.0	-1878.6	-5168	2410	-67	-7392	-2357	0
63	Roede dek	-876.0	-1878.6	-7409	2349	0	-5186	-2418	-87
64	Roede dek	876.0	-1878.6	-5186	2418	-87	-7409	-2349	0
65	Roede dek	-876.0	-1878.6	-7408	2350	0	-5185	-2418	-87
66	Roede dek	876.0	-1878.6	-5185	2418	-87	-7408	-2350	0
67	Roede dek	-876.0	-1878.6	-7390	2358	0	-5167	-2409	-65
68	Roede dek	876.0	-1878.6	-5167	2409	-65	-7390	-2358	0
69	middentralie	0.0	-478.7	4629	19945	-69570	4629	19671	-58207
70	middentralie	0.0	-478.7	4629	19671	-58207	4629	18845	-24987
71	middentralie	0.0	-478.7	4629	18845	-24987	4629	17744	17090
72	middentralie	0.0	-478.7	4648	7101	17097	4648	6000	32162
73	middentralie	0.0	-478.7	4648	6000	32162	4648	4899	44696
74	middentralie	0.0	-478.7	4648	-5744	44710	4648	-6845	30232
75	middentralie	0.0	-478.7	4648	-6845	30232	4648	-7946	13222
76	middentralie	0.0	-478.7	4627	-18589	13244	4627	-19690	-30778
77	middentralie	0.0	-478.7	4627	-19690	-30778	4627	-20516	-65456

78	middentralie	0.0	-478.7	4627	-20516	-65456	4627	-20792	-77359
79	RHBK100*100*3.			-52178	145	-151	-52178	145	111
80	RHBK100*100*3.			-52177	191	111	-52177	191	399
81	RHBK100*100*3.			-52178	145	399	-52178	145	442
82	RHBK100*100*3.			-10643	35	0	-10643	35	10
83	RHBK100*100*3.			-10643	-98	10	-10643	-98	-0
84	RHBK120*60*3.0			-10643	15	-6	-10643	15	0
85	RHBK120*60*3.0			-10643	35	-14	-10643	35	-0
86	RHBK120*60*3.0			-10643	55	-22	-10643	55	-0
87	Roede dek	-876.0	-1878.6	-7390	2358	0	-5167	-2409	-65
88	Roede dek	876.0	-1878.6	-5167	2409	-65	-7390	-2358	0
89	Roede dek	-876.0	-1878.6	-7408	2350	0	-5185	-2418	-87
90	Roede dek	876.0	-1878.6	-5185	2418	-87	-7408	-2350	0
91	Roede dek	-876.0	-1878.6	-7409	2349	0	-5186	-2418	-87
92	Roede dek	876.0	-1878.6	-5186	2418	-87	-7409	-2349	0
93	Roede dek	-876.0	-1878.6	-7392	2357	0	-5168	-2410	-67
94	Roede dek	876.0	-1878.6	-5168	2410	-67	-7392	-2357	0
95	middentralie	0.0	-478.7	4599	20743	-76917	4599	20468	-65096
96	middentralie	0.0	-478.7	4599	20468	-65096	4599	19642	-30501
97	middentralie	0.0	-478.7	4599	19642	-30501	4599	18541	13410
98	middentralie	0.0	-478.7	4619	7898	13416	4619	6797	30316
99	middentralie	0.0	-478.7	4619	6797	30316	4619	5696	44683
100	middentralie	0.0	-478.7	4620	-4947	44697	4620	-6048	32053
101	middentralie	0.0	-478.7	4620	-6048	32053	4620	-7149	16877
102	middentralie	0.0	-478.7	4600	-17792	16898	4600	-18893	-25289
103	middentralie	0.0	-478.7	4600	-18893	-25289	4600	-19719	-58592
104	middentralie	0.0	-478.7	4600	-19719	-58592	4600	-19995	-70036
105	RHBK100*100*3.			-49737	235	-196	-49737	235	229
106	RHBK100*100*3.			-49737	279	229	-49737	279	650
107	RHBK100*100*3.			-49737	235	650	-49737	235	718
108	RHBK100*100*3.			-10643	36	-0	-10643	36	10
109	RHBK100*100*3.			-10643	-97	10	-10643	-97	0
110	RHBK120*60*3.0			-10643	18	-7	-10643	18	-0
111	RHBK120*60*3.0			-10643	37	-15	-10643	37	-0
112	RHBK120*60*3.0			-10643	57	-23	-10643	57	-0
113	Roede dek	-876.0	-1878.6	-7391	2358	0	-5168	-2410	-66
114	Roede dek	876.0	-1878.6	-5168	2410	-66	-7391	-2358	0
115	Roede dek	-876.0	-1878.6	-7407	2350	0	-5184	-2417	-85
116	Roede dek	876.0	-1878.6	-5184	2417	-85	-7407	-2350	0
117	Roede dek	-876.0	-1878.6	-7406	2351	0	-5182	-2417	-83
118	Roede dek	876.0	-1878.6	-5182	2417	-83	-7406	-2351	0
119	Roede dek	-876.0	-1878.6	-7386	2360	0	-5163	-2407	-60
120	Roede dek	876.0	-1878.6	-5163	2407	-60	-7386	-2360	0
121	2e tralie	0.0	-478.7	4669	19100	-69317	4669	18826	-58439
122	2e tralie	0.0	-478.7	4669	18826	-58439	4669	18000	-26677
123	2e tralie	0.0	-478.7	4669	18000	-26677	4669	16899	13457
124	2e tralie	0.0	-478.7	4687	6256	13464	4687	5155	26586
125	2e tralie	0.0	-478.7	4687	5155	26586	4687	4054	37176
126	2e tralie	0.0	-478.7	4685	-6589	37191	4685	-7690	20769
127	2e tralie	0.0	-478.7	4685	-7690	20769	4685	-8791	1815
128	2e tralie	0.0	-478.7	4664	-19434	1838	4664	-20535	-44127
129	2e tralie	0.0	-478.7	4664	-20535	-44127	4664	-21361	-80263
130	2e tralie	0.0	-478.7	4664	-21361	-80263	4664	-21637	-92653
131	RHBK100*100*3.			-57345	-166	-26	-57345	-166	-326
132	RHBK100*100*3.			-57345	-116	-326	-57345	-116	-502
133	RHBK100*100*3.			-57345	-166	-502	-57345	-166	-550
134	RHBK100*100*3.			-10643	33	1	-10643	33	11
135	RHBK100*100*3.			-10643	-100	11	-10643	-100	0
136	RHBK120*60*3.0			-10643	8	-3	-10643	8	0
137	RHBK120*60*3.0			-10643	28	-11	-10643	28	0
138	RHBK120*60*3.0			-10643	50	-20	-10643	50	-0
139	Roede dek	-876.0	-1878.6	-7388	2359	0	-5165	-2408	-63
140	Roede dek	876.0	-1878.6	-5165	2408	-63	-7388	-2359	0
141	Roede dek	-876.0	-1878.6	-7413	2348	0	-5189	-2420	-92
142	Roede dek	876.0	-1878.6	-5189	2420	-92	-7413	-2348	0
143	Roede dek	-876.0	-1878.6	-7419	2345	0	-5196	-2423	-100
144	Roede dek	876.0	-1878.6	-5196	2423	-100	-7419	-2345	0
145	Roede dek	-876.0	-1878.6	-7406	2351	0	-5183	-2417	-84
146	Roede dek	876.0	-1878.6	-5183	2417	-84	-7406	-2351	0
147	1e tralie	0.0	-478.7	4309	25064	-93204	4309	24790	-78904
148	1e tralie	0.0	-478.7	4309	24790	-78904	4309	23964	-36854
149	1e tralie	0.0	-478.7	4309	23964	-36854	4309	22863	16997
150	1e tralie	0.0	-478.7	4336	12220	17000	4336	11119	43839
151	1e tralie	0.0	-478.7	4336	11119	43839	4336	10018	68147
152	1e tralie	0.0	-478.7	4343	-625	68158	4343	-1726	65453

153	1e tralie	0.0	-478.7	4343	-1726	65453	4343	-2827	60217
154	1e tralie	0.0	-478.7	4329	-13470	60237	4329	-14571	27989
155	1e tralie	0.0	-478.7	4329	-14571	27989	4329	-15397	2141
156	1e tralie	0.0	-478.7	4329	-15397	2141	4329	-15673	-6812
157	RHBK100*100*3.			-20990	1460	-738	-20990	1460	1894
158	RHBK100*100*3.			-20989	1478	1894	-20989	1478	4130
159	RHBK100*100*3.			-20990	1460	4130	-20990	1460	4553
160	RHBK100*100*3.			-5303	5737	-2259	-5303	5737	-595
161	RHBK100*100*3.			-5374	5670	-595	-5374	5670	0

3.9.3 De krachtsverdeling in de tralies van de middenvelden:

Tabel 3.9.3.1: Momentenlijn, normaal- en dwarskrachtenlijn.

Positie	Momentenlijn	Normaal-		Dwars-	
		krachtenlijn		krachtenlijn	
x in [m]	M(x) in [Nm]	N(x) in [N]		Q(x) in [N]	
begin - eind	(+ = U/- =)	(+ = trek)		(+ = ~~~___)	
36.80 - 41.40	-69570	17090	4629	4629	19945	17744
41.40 - 46.00	17097	44696	4648	4648	7101	4899
46.00 - 50.60	44710	13222	4648	4648	-5744	-7946
50.60 - 55.20	13244	-77359	4627	4627	-18589	-20792
55.20 - 59.80	-76917	13410	4599	4599	20743	18541
59.80 - 64.40	13416	44683	4619	4619	7898	5696
64.40 - 69.00	44697	16877	4620	4620	-4947	-7149
69.00 - 73.60	16898	-70036	4600	4600	-17792	-19995

3.9.3.1 Controle van de stijfheid van de tralie:

De toelaatbare doorbuiging van alle tralieliggers wordt bepaald per tralie:
- uvtoel = 18400 / 250 < 30.0 mm, dus: uvtoel = 30.0 mm

Uit de U-lijn is de maximale doorbuiging:
- doorbuiging umax = -0.48 mm

- Controle van de tralies van de middenvelden:
  Doorbuiging: |-0.5 | mm < 30.0 mm,   dus: voldoet.
  bij B.C.1: a2) Eigen gewicht + installaties + sneeuw + gewas(winter)

3.9.3.2 Controle van de bovenrand:

3.9.3.21 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de bovenrand:

- De normaalkracht in de bovenrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = -M/0.5800 + N/2   (voor N en M, zie 3.9.3.1)
    met: Effectieve spanthoogte: 580.0 mm

Tabel 3.9.3.2: Normaalkrachtenverloop in de bovenrand.

Plaats	Normaalkracht in [N]		Systeem-
	(trek = positief)		lengte
x in [m]	Spant		[mm]
36.80 - 41.40	122263	-27152	4599
41.40 - 46.00	-27153	-74738	4600
46.00 - 50.60	-74763	-20473	4600
50.60 - 55.20	-20521	135691	4601
55.20 - 59.80	134915	-20822	4599
59.80 - 64.40	-20821	-74730	4600
64.40 - 69.00	-74754	-26788	4600
69.00 - 73.60	-26835	123051	4601

3.9.3.22 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Tabel 3.9.3.22:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de bovenrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-bepaling begin-eind	Normaalkrachten (trek = positief) [N] "begin"	"einde"	Rand-voor-waar-den	Mouty fact. ß m	Knfct staaf-lengte ß m×ß n	Knik-lengte [mm]	Klasse	Sterkte UC	Stab. UC
36.80-41.40	122263	-27152	m-z	0.653	0.432	1987	1	0.12	0.15
41.40-46.00	-27153	-74738	z-z	0.652	0.547	2515	1	0.33	0.47
46.00-50.60	-74763	-20473	z-z	0.652	0.530	2438	1	0.33	0.46
50.60-55.20	-20521	135691	z-m	0.653	0.432	1988	1	0.09	0.11
55.20-59.80	134915	-20822	m-z	0.653	0.432	1987	1	0.09	0.11
59.80-64.40	-20821	-74730	z-z	0.652	0.531	2443	1	0.33	0.46
64.40-69.00	-74754	-26788	z-z	0.652	0.546	2510	1	0.33	0.47
69.00-73.60	-26835	123051	z-m	0.653	0.432	1988	1	0.12	0.15

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (0.75 - 0.2)*(|-74738 |/(0.694 *229893 /1.0)) = 1.13
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-74738 |/(0.694 *229893 /1.0)) = 1.24
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(1.13   , 1.24   ) = 1.13
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.68

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-74738 |/(0.694 *229893 /1.0)+1.13 *|0.0 |/(1.00*5873.1 /1.0)
           = 0.468 + 0.000 = 0.468
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-74738 |/(0.859 *229893 /1.0)+0.68 *|0.0 |/(1.00*5873.1 /1.0)
           = 0.379 + 0.000 = 0.379

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.468 , 0.379) = 0.468

- controle: 0.47 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.9.3.23 Stabiliteitscontrole in het vlak:

- Nabij de zwevende goten:

  - Maatgevende normaaldrukkracht: Ndmax = -74763 N

  - Kniklengte: lky = 0.80 * lveld = 0.80 * 1150 = 920 mm
    (lky > lveld/2, omdat de kortere velden, de langere velden steunen.)
  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (0.47 - 0.2)*(|-74763 |/(0.859 *229893 /1.0)) = 0.99
  Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-74763 |/(0.859 *229893 /1.0)) = 1.17
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.99   , 1.17   ) = 0.99
  Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.60

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-74763 |/(0.859 *229893 /1.0)+0.99 *|0.0 |/(1.00*3961.1 /1.0)
           = 0.379 + 0.000 = 0.379
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-74763 |/(0.962 *229893 /1.0)+0.60 *|0.0 |/(1.00*3961.1 /1.0)
           = 0.338 + 0.000 = 0.338

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.379 , 0.338) = 0.379

- controle: 0.38 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.9.3.24 Doorsnede-controle van de bovenrand:

           |NEd| |-74763 |
- UCDruk = ----- = --------- = 0.33
           Nc.Rd   229893

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 135691 N

           |NEd| |135691 |
- UCTrek = ----- = --------- = 0.59
           Nc.Rd   229893

Trek is maatgevend.

- Controle: 0.59 < 1.00, dus de treksterkte voldoet.

Conclusie:
- Bovenrand (RHBK100*50*3.0) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.1: a2) Eigen gewicht + installaties + sneeuw + gewas(winter)

3.9.3.3 Controle van de onderrand:

3.9.3.31 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de onderrand:
(voor de achterliggende theorie wordt verwezen naar hoofdstuk 4)

Tabel 3.9.3.3: Normaalkrachtenverloop in de onderrand.
- De normaalkracht in de onderrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = M/0.5800 + N/2 (voor N en M, zie 3.9.3.1)
    met: Effectieve spanthoogte: 580.0 mm

Tabel 3.9.3.3: Normaalkrachtenverloop in de onderrand.

Plaats x in [m]	Normaalkracht in [N] (trek = positief) Spant	Systeem-lengte [mm]
36.80 - 41.40	-117634 31781	4599
41.40 - 46.00	31801 79386	4600
46.00 - 50.60	79410 25120	4600
50.60 - 55.20	25148 -131064	4601
55.20 - 59.80	-130317 25420	4599
59.80 - 64.40	25441 79350	4600
64.40 - 69.00	79374 31408	4600
69.00 - 73.60	31435 -118451	4601

3.9.3.32 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Tabel 3.9.3.32:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de onderrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-bepaling begin-eind	Normaalkrachten (trek = positief) [N] "begin" "einde"	Rand-voor-waar-den	Mouty fact. ß m	Knfct staaf-lengte lengte [mm]	Knik-lengte/PlPerc ßm×ßn	Klasse	Sterkte UC	Stab. UC
36.80-41.40	-117634 31781	m-z	0.666	0.441	2027	1	0.51	0.65
50.60-55.20	25148 -131064	z-m	0.666	0.443	2037	1	0.57	0.73
55.20-59.80	-130317 25420	m-z	0.666	0.442	2033	1	0.57	0.72
69.00-73.60	31435 -118451	z-m	0.666	0.441	2028	1	0.52	0.66

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
       = 0.90 * (1.0 + (0.61 - 0.2)*(|-131064 |/(0.781 *229893 /1.0)) = 1.17
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
       = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-131064 |/(0.781 *229893 /1.0)) = 1.43
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(1.17 , 1.43) = 1.17
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.70

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-131064 |/(0.781 *229893 /1.0)+1.17 *|0.0 |/(1.00*5873.1 /1.0)
           = 0.730 + 0.000 = 0.730
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-131064 |/(0.791 *229893 /1.0)+0.70 *|0.0 |/(1.00*5873.1 /1.0)
           = 0.720 + 0.000 = 0.720

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.730 , 0.720) = 0.730

- controle: 0.73 < 0.95, dus de stabiliteit voldoet.

3.9.3.33 Stabiliteitscontrole in het vlak (nabij de kolom-aansluitingen):

- Maatgevend: Ndmax = N + |Q|/tan(alfa) = -131064 + |-20792 |/tan(42.7) = -108506 N
  (N.B.: 1e drukdiagonaal reduceert de normaaldrukkracht in de onderrand)

- Kniklengte: lky = 1.00*lveld = 1.00 * 1150 = 1150 mm
  (lky = lveld, volgens NEN 3851 art. 2.5.6.2.c.)

  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.40 (het profiel is geschoord).
  M1 = 0.00 , M2 = 0.00 , Ms = 0.00 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
       = 0.40 * (1.0 + (0.59 - 0.2)*(|-108506 |/(0.791 *229893 /1.0)) = 0.49
  Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
       = 0.40 * (1.0 + 0.8*(|-108506 |/(0.791 *229893 /1.0)) = 0.59
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.49 , 0.59) = 0.49
  Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.30

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-108506 |/(0.791 *229893 /1.0)+0.49 *|0.0 |/(1.00*3961.1 /1.0)
           = 0.596 + 0.000 = 0.596
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-108506 |/(0.927 *229893 /1.0)+0.30 *|0.0 |/(1.00*3961.1 /1.0)
           = 0.509 + 0.000 = 0.509

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.596 , 0.509) = 0.596

- controle: 0.60 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.9.3.34 Doorsnede-controle van de onderrand:

           |NEd| |-131064|
- UCDruk = ----- = --------- = 0.57
           Nc.Rd   229893

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 79410   N

           |NEd| |79410 |
- UCTrek = ----- = --------- = 0.35
           Nc.Rd   229893

Druk is maatgevend.

- Controle: 0.57 < 1.00, dus de druksterkte voldoet.

Conclusie:
- Onderrand (RHBK100*50*3.0) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.1: a2) Eigen gewicht + installaties + sneeuw + gewas(winter)

3.9.3.4 Controle van de diagonalen:

3.9.3.41 Controle van de drukdiagonalen:

Gezien de toepassing spitst de controle van de drukdiagonalen zich toe
op de eindkappen van de tralies, d.w.z. tussen kopplaat en 1e zwevende goten.

- Controle op druk (bij neerwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qddmaxd = -20743 N (zie tabel 3.9.3.1)
    (+ = druk in drukdiagonaal)
    Extra dwarskracht i.v.m. mogelijke positie transportlast in eerste
    diagonaalveld in plaats van het midden van de overspanning.
    Vert.puntlast: Fpunt = 0.00 * max(0   , 1000) + 1.02 * 0   = 0   N

$$\text{- Res.diag.drukkracht: } N_{ddiagd} = \frac{Q_{ddmaxd} - F_{punt}/2}{\sin(\alpha)} = \frac{-20743 - 0 / 2}{\sin(42.7)} = -30605 \text{ N}$$

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$UC_{sterkte} = \frac{|N_{Ed}|}{N_{c.Rd}} = \frac{30678}{84071} = 0.591$$

  controle: 0.591 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
  Profiel alleen op trek belast, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie:
- Drukdiagonalen (RHBK50*30*2.0 mm) voldoen qua trek/druk
  bij B.C.1: a2) Eigen gewicht + installaties + sneeuw + gewas(winter)

3.9.3.42 Controle van de trekdiagonalen:

Er wordt vanuit gegaan, dat de trekdiagonalen als zodanig worden toegepast in
de eindkappen en als trek- en drukdiagonalen in eventuele middenkappen.

- Controle op trek (in de eindkappen bij neerwaartse belasting en evt. in de middenkappen
  bij opwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qtdmaxt = 20743 N (zie tabel 3.9.3.1)
    (+ = trek in trekdiagonaal)

$$\text{Res.diag.trekkracht: } N_{tdiagt} = \frac{Q_{tdmaxt}+F_{punt}/2}{\sin(\alpha)} = \frac{20743 + 0/2}{\sin(42.7)} = 30605 \text{ N}$$

 - Sterkte: Capaciteit trekdiagonaal: Ftdiagt = 51938 N (zie 4.4)

$$UC_{sterkte} = \frac{|N_{Ed}|}{F_{tdiagt}} = \frac{|30605|}{51938} = 0.589$$

  - UC-Trek : 0.589 < 1.00, dus trekdiagonaal voldoet.

- Controle op druk (in de eindkappen bij opwaartse belasting en evt. in de middenkappen
  bij neerwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qtdmaxd = 20792 N (zie tabel 3.9.3.1)
    (+ = druk in trekdiagonaal)

$$\text{Res. diagonaaldrukkracht: } N_{tdiagd} = \frac{-Q_{tdmaxd}}{\sin(\alpha)} = \frac{-20792}{\sin(42.7)} = -30678 \text{ N}$$

 - Sterkte: Capaciteit trekdiagonaal: Ftdiagd = 70220 N (zie 4.4)

$$UC_{sterkte} = \frac{|N_{Ed}|}{F_{tdiagd}} = \frac{|30678|}{70220} = 0.437$$

  - UC-Druk : 0.437 < 1.00, dus trekdiagonaal voldoet.

Conclusie:
- Trekdiagonalen (RHBK50*30*2.0 mm) voldoen qua trek/druk
  bij B.C.1: a2) Eigen gewicht + installaties + sneeuw + gewas(winter)

3.9.3.43 Controle van de (las)verbindingen:

	Drukdiagonaal		Trekdiagonaal	
	Nd = -30605 N		Nd = - 30678 N	
	Nt = 30678 N		Nt = 30605 N	
	Fstev = 22557 N		Fstev = 22504 N	
	Fstlo = 20792 N		Fstlo = 20743 N	
	Msdt = 0.00 Nm		Msdt = 0.00 Nm	
	Fsdev = 22504 N		Fsdev = 22557 N	
	bovenrand	onderrand	bovenrand	onderrand
Tau1	55.36 N/mm²	55.36 N/mm²	55.23 N/mm²	55.23 N/mm²
Tau2	84.93 N/mm²	84.93 N/mm²	84.73 N/mm²	84.73 N/mm²
Sgm1	55.36 N/mm²	55.36 N/mm²	55.23 N/mm²	55.23 N/mm²
SgmWst	106.30 N/mm²	106.30 N/mm²	106.05 N/mm²	106.05 N/mm²
UC1	0.51	0.51	0.51	0.51
UC2	0.19	0.19	0.19	0.19
SgmWsd	84.73 N/mm²	84.73 N/mm²	84.93 N/mm²	84.93 N/mm²
UC3	0.41	0.41	0.41	0.41
Nt1	55249 N	55249 N	55249 N	55249 N
knd	1.00	1.00	1.00	1.00
Nd1	55249 N	55249 N	55249 N	55249 N
UCt1	0.56	0.56	0.55	0.55
UCd1	0.55	0.55	0.56	0.56
UClas	0.51	0.51	0.51	0.51
UCdia	0.56	0.56	0.56	0.56
UCgeo	0.78	0.78	0.78	0.78
UClas	0.51		0.51	
UCdia	0.83		0.83	

Conclusie:
- Lassen: UClas = 0.51 <= 1.00 dus: voldoen
- Aansluitingen: UCdia = 0.83 <= 1.00 dus: voldoen

Eindconclusie:
- Aansluiting diagonalen voldoet
  bij B.C.1: a2) Eigen gewicht + installaties + sneeuw + gewas(winter)

3.9.3.44 Controle van de gootverticaal
- Veerstijfheid van de aansluiting van de bovenrand-goot "uit het vlak":
  Hoekverdraaiing door torsie onderrand:

$$V1 = \frac{kap}{Gbr * Itor * 2} = \frac{4600}{80769 * 853355 * 2} = 33.37 \quad *10\text{-}9\ 1/Nmm$$

  Hoekverdraaiing door gootverticaal (goot):

$$V2 = \frac{hspant}{2 * Egv * Igv} = \frac{630}{2 * 210000 * 1083901} = 1.38 \quad *10\text{-}9\ 1/Nmm$$

  Hoekverdraaiing door inklemming (onderrand):

$$V3 = \frac{hspant}{Egv * Igv} = \frac{630}{210000 * 1083901} = 2.77 \quad *10\text{-}9\ 1/Nmm$$

  Hoekverdraaiing door gootverticaal (buiging):

$$V4 = \frac{hspant}{3 * Egv * Igv} = \frac{630}{3 * 210000 * 1083901} = 0.92 \quad *10\text{-}9\ 1/Nmm$$

  Hoekverdraaiing door gootverticaal (bovenrand):

$$V5 = \frac{vspant}{2 * Egv * Igv} = \frac{80}{2 * 210000 * 1083901} = 0.18 \quad *10\text{-}9\ 1/Nmm$$

  Hoekverdraaiing door opzetkolom (buiging):

$$V6 = \frac{vspant}{3 * Egv * Igv} = \frac{80}{3 * 210000 * 1083901} = 0.42 \quad *10\text{-}9\ 1/Nmm$$

  Moment bij bovenrand

$$M0 = \frac{(V3+V6-V2)*hspant*vspant^2 - V4*vspant*hspant^2 + V5*hspant3}{(V1+V4+v5)*hspant^2 + (V1+V3+v6)*vspant^2 + (2*V1+V2)*vspant*hspant} = 1.3 \quad Nm$$

  Geeft de veerstijfheid ter plaatse van de bovenrand:

$$kbr = \frac{vspant + hspant}{V4*vspant*hspant^2 - V5*hspant3 + [(V4+V5+V1)*hspant^2 + V1*vspant*hspant]*M0}$$

  kbr = 148526.4 N/mm

  Vereiste kritische veerstijfheid: kcr = 196.9 N/mm

- Controle: 148526.4 N/mm > 196.9 N/mm, dus veerstijfheid voldoet.

- Controle op knik:
  - Maatgevende verticale kracht: Ngv = Fvg = -1E+4 N
  - Capaciteit van de verticaal : Fgvertd = 229432 N (zie 4.6)

  - Controle: |-10643 | N < 229432 N, dus gootverticaal voldoet.

Conclusie:
- Gootverticaal voldoet qua sterkte/stabiliteit en stijfheid
  bij B.C.1: a2) Eigen gewicht + installaties + sneeuw + gewas(winter)

3.9.3.5 Controle van de bouten van de spant-kolom-aansluiting:

Controle van de krachten op de bout(en) bij de bovenrand:

Tabel 3.9.3.5.1: Belastingen bij bovenrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,br [N]	Fs,br [N]	Fi,br [N]
36.80	-69570	4629	19945	132421	9973	133170
55.20	-77359	4627	-20792	146986	-10396	147719
55.20	-76917	4599	20743	146146	10371	146880
73.60	-70036	4600	-19995	133277	-9997	134025

Gegevens van de eindplaat bij de bovenrand:
- Aantal bouten bij de bovenrand: nbb = 1
- Momenten-arm bij bovenrand: hbbout = 535 mm
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Normaalkracht: $Ft = \frac{Nt}{2 * nbb} - \frac{M}{hbbout}$ met Ft >= 0 N
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * Q
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,br max = 147719 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbtb max = 282240 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 147719 N < 282240 N, dus bout bij bovenrand (M20-8.8) voldoet.
bij B.C.1: a2) Eigen gewicht + installaties + sneeuw + gewas(winter)

Controle van de krachten op de bout(en) bij de onderrand:

Tabel 3.9.3.5.2: Belastingen bij onderrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,or [N]	Fs,or [N]	Fi,or [N]
36.80	-69570	4629	19945	0	9973	14103
55.20	-77359	4627	-20792	0	-10396	14702
55.20	-76917	4599	20743	0	10371	14667
73.60	-70036	4600	-19995	0	-9997	14138

Gegevens van de eindplaat bij de onderrand:
- Aantal bouten bij de onderrand: nbo = 1
- Momenten-arm bij onderrand: hobout = 535 mm
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Normaalkracht: $Ft = \frac{Nt}{2 * nbo} + \frac{M}{hobout}$ met Ft >= 0 N
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * Q
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,or max = 14702 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbto max = 282240 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 14702 N < 282240 N, dus bout bij onderrand (M20-8.8) voldoet.
bij B.C.1: a2) Eigen gewicht + installaties + sneeuw + gewas(winter)

3.9.3.53 Controle van de eindplaat op pons:

Bij de boutverbinding van de bovenrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxb = 147.0 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capb = 423 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 147.0 kN < 423 kN, dus eindplaat (ST120*15.0) voldoet
zonder onderlegring bij de bovenste bout
bij B.C.1: a2) Eigen gewicht + installaties + sneeuw + gewas(winter)

Bij de boutverbinding van de onderrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxo = 0.0 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capo = 423 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0.0 kN < 423 kN, dus eindplaat (ST120*15.0) voldoet
zonder onderlegring bij de onderste bout
bij B.C.1: a2) Eigen gewicht + installaties + sneeuw + gewas(winter)

3.9.3.54 Controle van de eindplaat op buiging:

Tabel 3.9.3.5.4.1: Belastingen van de eindplaat van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Normaal-kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ftrb [N]	Ftro [N]
36.80	-69570	4629	19945	122263	0
55.20	-77359	4627	-20792	135691	0
55.20	-76917	4599	20743	134915	0
73.60	-70036	4600	-19995	123051	0

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de bovenrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftrb = \frac{N + sn*Q}{2} - \frac{M}{ht,eff} \text{ met } Ftrb>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftrb(max) * e = 0.5 * 135691 * 25.0 = 1696 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 7533 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 1696 Nm < 7533 Nm, dus eindplaat (ST120*15.0) voldoet
bij B.C.1: a2) Eigen gewicht + installaties + sneeuw + gewas(winter)

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de onderrand:
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftro(max) * e = 0.5 * 0 * 25.0 = 0 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 7533 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0 Nm < 7533 Nm, dus eindplaat (ST120*15.0) voldoet
bij B.C.1: a2) Eigen gewicht + installaties + sneeuw + gewas(winter)

De lasverbindingen tussen eindplaat met resp. de boven- en onderrand
zijn niet gecontroleerd.

3.9.3.6 Controle van de bouten van de koppelaansluiting:

Controle van de krachten op de bout(en) bij de bovenrand:

Tabel 3.9.3.6.1: Belastingen bij bovenrand van de koppelaansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,br [N]	Fs,br [N]	Fi,br [N]
43.70	32162	4648	6000	0	3000	4243
43.70	32162	4648	6000	0	3000	4243
48.30	30232	4648	-6845	0	-3423	4840
48.30	30232	4648	-6845	0	-3423	4840
62.10	30316	4619	6797	0	3399	4806
62.10	30316	4619	6797	0	3399	4806
66.70	32053	4620	-6048	0	-3024	4277
66.70	32053	4620	-6048	0	-3024	4277

Gegevens van de koppelplaat bij de bovenrand:
- Aantal bouten bij de bovenrand: nbb = 1
- Momenten-arm bij bovenrand: hbbout = 597 mm
- Teken dwarskracht bij eindpositie sn=+1 en bij beginpositie sn=-1

$$\text{- Normaalkracht: } Ft = \frac{N + sn*Q}{2 * nbb} - \frac{M}{hbbout} \text{ met } Ft >= 0N$$

- Schuifkracht: $Fs = 0.5 * -N - sn*Q$
- Ideële kracht: $Fi = (Ft^2 + 2*Fs^2)0.5$
- Maximale optredende kracht: Fi,br max = 4840 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbtb max = 180864 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 4840 N < 180864 N, dus bout bij bovenrand (M16-8.8) voldoet.
bij B.C.1: a2) Eigen gewicht + installaties + sneeuw + gewas(winter)

Controle van de krachten op de bout(en) bij de onderrand:

Tabel 3.9.3.6.2: Belastingen bij onderrand van de koppelaansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,or [N]	Fs,or [N]	Fi,or [N]
43.70	32162	4648	6000	29446	3000	29751
43.70	32162	4648	6000	29446	3000	29751
48.30	30232	4648	-6845	30870	-3423	31247
48.30	30232	4648	-6845	30870	-3423	31247
62.10	30316	4619	6797	27530	3399	27946
62.10	30316	4619	6797	27530	3399	27946
66.70	32053	4620	-6048	32350	-3024	32631
66.70	32053	4620	-6048	32350	-3024	32631

Gegevens van de koppelplaat bij de onderrand:
- Aantal bouten bij de onderrand: nbo = 2
- Momenten-arm bij onderrand: hobout = 1080 mm
- Teken dwarskracht bij eindpositie sn=+1 en bij beginpositie sn=-1

$$\text{- Normaalkracht: } Ft = \frac{N + sn*Q}{2 * nbo} + \frac{M}{hobout} \text{ met } Ft >= 0N$$

- Schuifkracht: $Fs = 0.5 * -N - sn*Q$
- Ideële kracht: $Fi = (Ft^2 + 2*Fs^2)0.5$
- Maximale optredende kracht: Fi,or max = 32631 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbto max = 180864 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 32631 N < 180864 N, dus bout bij onderrand (M16-8.8) voldoet.
bij B.C.1: a2) Eigen gewicht + installaties + sneeuw + gewas(winter)

3.9.3.63 Controle van de koppelplaat op pons:
Bij de boutverbinding van de bovenrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxb = 0.0 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de koppelplaat: Fp,capb = 336 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0.0 kN < 336 kN, dus koppelplaat (ST100*15.0) voldoet
zonder onderlegring bij de bovenste bout
bij B.C.1: a2) Eigen gewicht + installaties + sneeuw + gewas(winter)

Bij de boutverbinding van de onderrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxo = 32.3 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de koppelplaat: Fp,capo = 336 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 32.3 kN < 336 kN, dus koppelplaat (ST100*15.0) voldoet
zonder onderlegring bij de onderste bout
bij B.C.1: a2) Eigen gewicht + installaties + sneeuw + gewas(winter)

3.9.3.64 Controle van de koppelplaat op buiging:

Tabel 3.9.3.6.4.1: Belastingen van de koppelplaat.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Normaal-kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ftrb [N]	Ftro [N]
43.70	32162	4648	6000	0	54777
43.70	32162	4648	6000	0	54777
48.30	30232	4648	-6845	0	57871
48.30	30232	4648	-6845	0	57871
62.10	30316	4619	6797	0	51179
62.10	30316	4619	6797	0	51179
66.70	32053	4620	-6048	0	60597
66.70	32053	4620	-6048	0	60597

Resulterende trekkracht in de koppelplaat bij de bovenrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftrb = \frac{N + sn*Q}{2} - \frac{M}{ht,eff} \quad \text{met } Ftrb>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de koppelplaat:
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftrb(max) * e = 0.5 * 0 * 25.0 = 0 Nm
- Capaciteit van de koppelplaat: Mp,cap = 3512 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0 Nm < 3512 Nm, dus koppelplaat (ST100*15.0) voldoet
bij B.C.1: a2) Eigen gewicht + installaties + sneeuw + gewas(winter)

Resulterende trekkracht in de koppelplaat bij de onderrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftro = \frac{N + sn*Q}{2} + \frac{M}{ht,eff} \quad \text{met } Ftro>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de koppelplaat:
- Normaalkracht : Ftbout(2) = 32.3 * 530.0 /630.0 = 27.2 kN
- Normaalkracht : Ftbout(1) = 32.3 * 630.0 /630.0 = 32.3 kN
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * max(Ftbout(2) * e(2), Ftbout(1) * e(1))
= 0.5 * max(27.2 * 25 , 32.3 * 25) = 404 Nm
- Capaciteit van de koppelplaat: Mp,cap = 2363 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 404 Nm < 2363 Nm, dus koppelplaat (ST100*15.0) voldoet
bij B.C.1: a2) Eigen gewicht + installaties + sneeuw + gewas(winter)

De lasverbindingen tussen koppelplaat met resp. de boven- en onderrand
zijn niet gecontroleerd.

3.9.4 De krachtsverdeling in de 2e rij tralies:

Tabel 3.9.4.1: Momentenlijn, normaal- en dwarskrachtenlijn.

Positie	Momentenlijn	Normaal-	Dwars-
		krachtenlijn	krachtenlijn
x in [m]	M(x) in [Nm]	N(x) in [N]	Q(x) in [N]
begin - eind	(+ = U/- =)	(+ = trek)	(+ = ~~~___)
18.40 - 23.00	-92315 1937	4732 4732	21596 19395
23.00 - 27.60	1943 37136	4754 4754	8752 6550
27.60 - 32.20	37149 13255	4756 4756	-4093 -6295
32.20 - 36.80	13276 -69731	4738 4738	-16939 -19141
73.60 - 78.20	-69317 13457	4669 4669	19100 16899
78.20 - 82.80	13464 37176	4687 4687	6256 4054
82.80 - 87.40	37191 1815	4685 4685	-6589 -8791
87.40 - 92.00	1838 -92653	4664 4664	-19434 -21637

3.9.4.1 Controle van de stijfheid van de tralie:

De toelaatbare doorbuiging van alle tralieliggers wordt bepaald per tralie:
- uvtoel = 18400 / 250 < 30.0 mm, dus: uvtoel = 30.0 mm

Uit de U-lijn is de maximale doorbuiging:
- doorbuiging umax = -9.32 mm

- Controle van de 2e rij tralies:
  Doorbuiging: |-9.3 | mm < 30.0 mm, dus: voldoet.
  bij B.C.1: a2) Eigen gewicht + installaties + sneeuw + gewas(winter)

3.9.4.2 Controle van de bovenrand:

3.9.4.21 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de bovenrand:

- De normaalkracht in de bovenrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = -M/0.5800 + N/2 (voor N en M, zie 3.9.4.1)
    met: Effectieve spanthoogte: 580.0 mm

Tabel 3.9.4.2: Normaalkrachtenverloop in de bovenrand.

Plaats	Normaalkracht in [N]	Systeem-
	(trek = positief)	lengte
x in [m]	Spant	[mm]
18.40 - 23.00	161530 -974	4599
23.00 - 27.60	-972 -61650	4600
27.60 - 32.20	-61672 -20476	4600
32.20 - 36.80	-20521 122594	4601
73.60 - 78.20	121847 -20867	4599
78.20 - 82.80	-20870 -61753	4600
82.80 - 87.40	-61779 -787	4600
87.40 - 92.00	-837 162079	4601

3.9.4.22 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Tabel 3.9.4.22:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de bovenrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-bepaling begin-eind	Normaalkrachten (trek = positief) [N] "begin"	"einde"	Rand-voor-waar-den	Mouty fact. ß m	Knfct staaf-lengte ß m×ß n	Knik-lengte [mm]	Klasse	Sterkte UC	Stab. UC
18.40-23.00	161530	-974	m-z	0.653	0.432	1987	1	0.00	0.01
23.00-27.60	-972	-61650	z-z	0.652	0.479	2204	1	0.27	0.36
27.60-32.20	-61672	-20476	z-z	0.652	0.541	2488	1	0.27	0.38
32.20-36.80	-20521	122594	z-m	0.653	0.432	1988	1	0.09	0.11
73.60-78.20	121847	-20867	m-z	0.653	0.432	1987	1	0.09	0.11
78.20-82.80	-20870	-61753	z-z	0.652	0.542	2493	1	0.27	0.38
82.80-87.40	-61779	-787	z-z	0.652	0.479	2201	1	0.27	0.36
87.40-92.00	-837	162079	z-m	0.653	0.432	1988	1	0.00	0.00

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (0.74 - 0.2)*(|-61753 |/(0.698 *229893 /1.0)) = 1.09
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-61753 |/(0.698 *229893 /1.0)) = 1.18
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(1.09   , 1.18   ) = 1.09
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.65

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-61753 |/(0.698 *229893 /1.0)+1.09 *|0.0 |/(1.00*5873.1 /1.0)
           = 0.385 + 0.000 = 0.385
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-61753 |/(0.859 *229893 /1.0)+0.65 *|0.0 |/(1.00*5873.1 /1.0)
           = 0.313 + 0.000 = 0.313

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.385 , 0.313) = 0.385

- controle: 0.38 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.9.4.23 Stabiliteitscontrole in het vlak:

- Nabij de zwevende goten:

  - Maatgevende normaaldrukkracht: Ndmax = -61779 N

  - Kniklengte: lky = 0.80 * lveld = 0.80 * 1150 = 920 mm
    (lky > lveld/2, omdat de kortere velden, de langere velden steunen.)
  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (0.47 - 0.2)*(|-61779 |/(0.859 *229893 /1.0)) = 0.98
  Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-61779 |/(0.859 *229893 /1.0)) = 1.13
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.98   , 1.13   ) = 0.98
  Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.59

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-61779 |/(0.859 *229893 /1.0)+0.98 *|0.0 |/(1.00*3961.1 /1.0)
           = 0.313 + 0.000 = 0.313
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-61779 |/(0.962 *229893 /1.0)+0.59 *|0.0 |/(1.00*3961.1 /1.0)
           = 0.279 + 0.000 = 0.279

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.313 , 0.279) = 0.313

- controle: 0.31 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.9.4.24 Doorsnede-controle van de bovenrand:

           |NEd| |-61779 |
- UCDruk = ----- = --------- = 0.27
           Nc.Rd   229893

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 162079 N

           |NEd| |162079 |
- UCTrek = ----- = --------- = 0.71
           Nc.Rd   229893

Trek is maatgevend.

- Controle: 0.71 < 1.00, dus de treksterkte voldoet.

Conclusie:
- Bovenrand (RHBK100*50*3.0) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.1: a2) Eigen gewicht + installaties + sneeuw + gewas(winter)

3.9.4.3 Controle van de onderrand:

3.9.4.31 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de onderrand:
(voor de achterliggende theorie wordt verwezen naar hoofdstuk 4)

Tabel 3.9.4.3: Normaalkrachtenverloop in de onderrand.
- De normaalkracht in de onderrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = M/0.5800 + N/2 (voor N en M, zie 3.9.4.1)
    met: Effectieve spanthoogte: 580.0 mm

Tabel 3.9.4.3: Normaalkrachtenverloop in de onderrand.

Plaats x in [m]	Normaalkracht in [N] (trek = positief) Spant	Systeem-lengte [mm]
18.40 - 23.00	-156798 5706	4599
23.00 - 27.60	5726 66404	4600
27.60 - 32.20	66428 25231	4600
32.20 - 36.80	25259 -117856	4601
73.60 - 78.20	-117178 25536	4599
78.20 - 82.80	25557 66440	4600
82.80 - 87.40	66465 5473	4600
87.40 - 92.00	5501 -157415	4601

3.9.4.32 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Tabel 3.9.4.32:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de onderrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-bepaling begin-eind	Normaalkrachten (trek = positief) [N] "begin" "einde"	Rand-voor-waar-den	Mouty fact. ß m	Knfct staaf-lengte ß m×ß n	Knik-lengte [mm]	Klasse PlPerc	Sterkte UC	Stab. UC
18.40-23.00	-156798 5706	m-z	0.666	0.478	2197	1	0.68	0.91
32.20-36.80	25259 -117856	z-m	0.666	0.441	2028	1	0.51	0.65
73.60-78.20	-117178 25536	m-z	0.666	0.441	2027	1	0.51	0.65
87.40-92.00	5501 -157415	z-m	0.666	0.478	2200	1	0.68	0.91

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
       = 0.90 * (1.0 + (0.66 - 0.2)*(|-157415 |/(0.752 *229893 /1.0)) = 1.27
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
       = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-157415 |/(0.752 *229893 /1.0)) = 1.56
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(1.27 , 1.56) = 1.27
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.76

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-157415 |/(0.752 *229893 /1.0)+1.27 *|0.0 |/(1.00*5873.1 /1.0)
           = 0.910 + 0.000 = 0.910
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-157415 |/(0.791 *229893 /1.0)+0.76 *|0.0 |/(1.00*5873.1 /1.0)
           = 0.865 + 0.000 = 0.865

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.910 , 0.865) = 0.910

- controle: 0.91 < 0.95, dus de stabiliteit voldoet.

3.9.4.33 Stabiliteitscontrole in het vlak (nabij de kolom-aansluitingen):

- Maatgevend: Ndmax = N + |Q|/tan(alfa) = -157415 + |-21637 |/tan(42.7) = -133941 N
  (N.B.: 1e drukdiagonaal reduceert de normaaldrukkracht in de onderrand)

- Kniklengte: lky = 1.00*lveld = 1.00 * 1150 = 1150 mm
  (lky = lveld, volgens NEN 3851 art. 2.5.6.2.c.)

  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.40 (het profiel is geschoord).
  M1 = 0.00 , M2 = 0.00 , Ms = 0.00 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
       = 0.40 * (1.0 + (0.59 - 0.2)*(|-133941 |/(0.791 *229893 /1.0)) = 0.51
  Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
       = 0.40 * (1.0 + 0.8*(|-133941 |/(0.791 *229893 /1.0)) = 0.64
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.51 , 0.64) = 0.51
  Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.31

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-133941 |/(0.791 *229893 /1.0)+0.51 *|0.0 |/(1.00*3961.1 /1.0)
           = 0.736 + 0.000 = 0.736
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-133941 |/(0.927 *229893 /1.0)+0.31 *|0.0 |/(1.00*3961.1 /1.0)
           = 0.628 + 0.000 = 0.628

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.736 , 0.628) = 0.736

- controle: 0.74 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.9.4.34 Doorsnede-controle van de onderrand:

$$\text{UCDruk} = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} = \frac{|-157415|}{229893} = 0.68$$

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 66465 N

$$\text{UCTrek} = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} = \frac{|66465|}{229893} = 0.29$$

Druk is maatgevend.

- Controle: 0.68 < 1.00, dus de druksterkte voldoet.

Conclusie:
- Onderrand (RHBK100*50*3.0) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.1: a2) Eigen gewicht + installaties + sneeuw + gewas(winter)

3.9.4.4 Controle van de diagonalen:

3.9.4.41 Controle van de drukdiagonalen:

Gezien de toepassing spitst de controle van de drukdiagonalen zich toe
op de eindkappen van de tralies, d.w.z. tussen kopplaat en 1e zwevende goten.

- Controle op druk (bij neerwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qddmaxd = -21596 N (zie tabel 3.9.4.1)
    (+ = druk in drukdiagonaal)
    Extra dwarskracht i.v.m. mogelijke positie transportlast in eerste
    diagonaalveld in plaats van het midden van de overspanning.
    Vert.puntlast: Fpunt = 0.00 * max(0   , 1000) + 1.02 * 0   = 0   N

$$\text{- Res.diag.drukkracht: } N_{ddiagd} = \frac{Q_{ddmaxd} - F_{punt}/2}{\sin(\alpha)} = \frac{-21596 - 0 / 2}{\sin(42.7)} = -31864 \text{ N}$$

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$UC_{sterkte} = \frac{|N_{Ed}|}{N_{c.Rd}} = \frac{31925}{84071} = 0.615$$

  controle: 0.615 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
  Profiel alleen op trek belast, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie:
- Drukdiagonalen (RHBK50*30*2.0 mm) voldoen qua trek/druk
  bij B.C.1: a2) Eigen gewicht + installaties + sneeuw + gewas(winter)

3.9.4.42 Controle van de trekdiagonalen:

Er wordt vanuit gegaan, dat de trekdiagonalen als zodanig worden toegepast in
de eindkappen en als trek- en drukdiagonalen in eventuele middenkappen.

- Controle op trek (in de eindkappen bij neerwaartse belasting en evt. in de middenkappen
  bij opwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qtdmaxt = 21596 N (zie tabel 3.9.4.1)
    (+ = trek in trekdiagonaal)

$$\text{Ntdiagt} = \frac{\text{Qtdmaxt+Fpunt/2}}{\sin(\text{alfa})} = \frac{21596 + 0 \;/2}{\sin(42.7)} = 31864 \text{ N}$$

 - Sterkte: Capaciteit trekdiagonaal: Ftdiagt = 51938 N (zie 4.4)

$$\text{UCsterkte} = \frac{|\text{NEd}|}{\text{Ftdiagt}} = \frac{|31864|}{51938} = 0.614$$

  - UC-Trek : 0.614 < 1.00, dus trekdiagonaal voldoet.

- Controle op druk (in de eindkappen bij opwaartse belasting en evt. in de middenkappen
  bij neerwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qtdmaxd = 21637 N (zie tabel 3.9.4.1)
    (+ = druk in trekdiagonaal)

$$\text{Ntdiagd} = \frac{-\text{Qtdmaxd}}{\sin(\text{alfa})} = \frac{-21637}{\sin(42.7)} = -31925 \text{ N}$$

 - Sterkte: Capaciteit trekdiagonaal: Ftdiagd = 70220 N (zie 4.4)

$$\text{UCsterkte} = \frac{|\text{NEd}|}{\text{Ftdiagd}} = \frac{|31925|}{70220} = 0.455$$

  - UC-Druk : 0.455 < 1.00, dus trekdiagonaal voldoet.

Conclusie:
- Trekdiagonalen (RHBK50*30*2.0 mm) voldoen qua trek/druk
  bij B.C.1: a2) Eigen gewicht + installaties + sneeuw + gewas(winter)

3.9.4.43 Controle van de (las)verbindingen:

	Drukdiagonaal		Trekdiagonaal	
	Nd = -31864 N		Nd = - 31925 N	
	Nt = 31925 N		Nt = 31864 N	
	Fstev = 23474 N		Fstev = 23430 N	
	Fstlo = 21637 N		Fstlo = 21596 N	
	Msdt = 0.00 Nm		Msdt = 0.00 Nm	
	Fsdev = 23430 N		Fsdev = 23474 N	
	bovenrand	onderrand	bovenrand	onderrand
Tau1	57.61 N/mm²	57.61 N/mm²	57.50 N/mm²	57.50 N/mm²
Tau2	88.39 N/mm²	88.39 N/mm²	88.22 N/mm²	88.22 N/mm²
Sgm1	57.61 N/mm²	57.61 N/mm²	57.50 N/mm²	57.50 N/mm²
SgmWst	110.62 N/mm²	110.62 N/mm²	110.41 N/mm²	110.41 N/mm²
UC1	0.53	0.53	0.53	0.53
UC2	0.20	0.20	0.20	0.20
SgmWsd	88.22 N/mm²	88.22 N/mm²	88.39 N/mm²	88.39 N/mm²
UC3	0.42	0.42	0.43	0.43
Nt1	55249 N	55249 N	55249 N	55249 N
knd	1.00	1.00	1.00	1.00
Nd1	55249 N	55249 N	55249 N	55249 N
UCt1	0.58	0.58	0.58	0.58
UCd1	0.58	0.58	0.58	0.58
UClas	0.53	0.53	0.53	0.53
UCdia	0.58	0.58	0.58	0.58
UCgeo	0.78	0.78	0.78	0.78
UClas	0.53		0.53	
UCdia	0.83		0.83	

Conclusie:
- Lassen: UClas = 0.53 <= 1.00 dus: voldoen
- Aansluitingen: UCdia = 0.83 <= 1.00 dus: voldoen

Eindconclusie:
- Aansluiting diagonalen voldoet
  bij B.C.1: a2) Eigen gewicht + installaties + sneeuw + gewas(winter)

3.9.4.44 Controle van de gootverticaal
- Veerstijfheid van de aansluiting van de bovenrand-goot "uit het vlak":
  Hoekverdraaiing door torsie onderrand:

$$V1 = \frac{kap}{Gbr * Itor * 2} = \frac{4600}{80769 * 853355 * 2} = 33.37 \quad *10\text{-}9\ 1/Nmm$$

  Hoekverdraaiing door gootverticaal (goot):

$$V2 = \frac{hspant}{2 * Egv * Igv} = \frac{630}{2 * 210000 * 1083901} = 1.38 \quad *10\text{-}9\ 1/Nmm$$

  Hoekverdraaiing door inklemming (onderrand):

$$V3 = \frac{hspant}{Egv * Igv} = \frac{630}{210000 * 1083901} = 2.77 \quad *10\text{-}9\ 1/Nmm$$

  Hoekverdraaiing door gootverticaal (buiging):

$$V4 = \frac{hspant}{3 * Egv * Igv} = \frac{630}{3 * 210000 * 1083901} = 0.92 \quad *10\text{-}9\ 1/Nmm$$

  Hoekverdraaiing door gootverticaal (bovenrand):

$$V5 = \frac{vspant}{2 * Egv * Igv} = \frac{80}{2 * 210000 * 1083901} = 0.18 \quad *10\text{-}9\ 1/Nmm$$

  Hoekverdraaiing door opzetkolom (buiging):

$$V6 = \frac{vspant}{3 * Egv * Igv} = \frac{80}{3 * 210000 * 1083901} = 0.42 \quad *10\text{-}9\ 1/Nmm$$

  Moment bij bovenrand

$$M0 = \frac{(V3+V6-V2)*hspant*vspant^2 - V4*vspant*hspant^2 + V5*hspant3}{(V1+V4+v5)*hspant^2 + (V1+V3+v6)*vspant^2 + (2*V1+V2)*vspant*hspant} = 1.3 \quad Nm$$

  Geeft de veerstijfheid ter plaatse van de bovenrand:

$$kbr = \frac{vspant + hspant}{V4*vspant*hspant^2 - V5*hspant3 + [(V4+V5+V1)*hspant^2 + V1*vspant*hspant]*M0}$$

  kbr = 148526.4 N/mm

  Vereiste kritische veerstijfheid: kcr = 196.9 N/mm

- Controle: 148526.4 N/mm > 196.9 N/mm, dus veerstijfheid voldoet.

- Controle op knik:
  - Maatgevende verticale kracht: Ngv = Fvg = -1E+4 N
  - Capaciteit van de verticaal : Fgvertd = 229432 N (zie 4.6)

  - Controle: |-10643 | N < 229432 N, dus gootverticaal voldoet.

Conclusie:
- Gootverticaal voldoet qua sterkte/stabiliteit en stijfheid
  bij B.C.1: a2) Eigen gewicht + installaties + sneeuw + gewas(winter)

3.9.4.5 Controle van de bouten van de spant-kolom-aansluiting:

Controle van de krachten op de bout(en) bij de bovenrand:

Tabel 3.9.4.5.1: Belastingen bij bovenrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,br [N]	Fs,br [N]	Fi,br [N]
18.40	-92315	4732	21596	175009	10798	175674
36.80	-69731	4738	-19141	132776	-9571	133464
73.60	-69317	4669	19100	131968	9550	132658
92.00	-92653	4664	-21637	175607	-10818	176273

Gegevens van de eindplaat bij de bovenrand:
- Aantal bouten bij de bovenrand: nbb = 1
- Momenten-arm bij bovenrand: hbbout = 535 mm
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Normaalkracht: $Ft = \frac{Nt}{2 * nbb} - \frac{M}{hbbout}$ met Ft >= 0 N
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * Q
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,br max = 176273 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbtb max = 282240 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 176273 N < 282240 N, dus bout bij bovenrand (M20-8.8) voldoet.
bij B.C.1: a2) Eigen gewicht + installaties + sneeuw + gewas(winter)

Controle van de krachten op de bout(en) bij de onderrand:

Tabel 3.9.4.5.2: Belastingen bij onderrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,or [N]	Fs,or [N]	Fi,or [N]
18.40	-92315	4732	21596	0	10798	15271
36.80	-69731	4738	-19141	0	-9571	13535
73.60	-69317	4669	19100	0	9550	13506
92.00	-92653	4664	-21637	0	-10818	15300

Gegevens van de eindplaat bij de onderrand:
- Aantal bouten bij de onderrand: nbo = 1
- Momenten-arm bij onderrand: hobout = 535 mm
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Normaalkracht: $Ft = \frac{Nt}{2 * nbo} + \frac{M}{hobout}$ met Ft >= 0 N
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * Q
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,or max = 15300 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbto max = 282240 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 15300 N < 282240 N, dus bout bij onderrand (M20-8.8) voldoet.
bij B.C.1: a2) Eigen gewicht + installaties + sneeuw + gewas(winter)

3.9.4.53 Controle van de eindplaat op pons:

Bij de boutverbinding van de bovenrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxb = 175.6 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capb = 423 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 175.6 kN < 423 kN, dus eindplaat (ST120*15.0) voldoet
zonder onderlegring bij de bovenste bout
bij B.C.1: a2) Eigen gewicht + installaties + sneeuw + gewas(winter)

Bij de boutverbinding van de onderrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxo = 0.0 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capo = 423 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0.0 kN < 423 kN, dus eindplaat (ST120*15.0) voldoet
zonder onderlegring bij de onderste bout
bij B.C.1: a2) Eigen gewicht + installaties + sneeuw + gewas(winter)

3.9.4.54 Controle van de eindplaat op buiging:

Tabel 3.9.4.5.4.1: Belastingen van de eindplaat van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Normaal-kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ftrb [N]	Ftro [N]
18.40	-92315	4732	21596	161530	0
36.80	-69731	4738	-19141	122594	0
73.60	-69317	4669	19100	121847	0
92.00	-92653	4664	-21637	162079	0

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de bovenrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftrb = \frac{N + sn*Q}{2} - \frac{M}{ht,eff} \text{ met } Ftrb>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftrb(max) * e = 0.5 * 162079 * 25.0 = 2026 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 7533 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 2026 Nm < 7533 Nm, dus eindplaat (ST120*15.0) voldoet
bij B.C.1: a2) Eigen gewicht + installaties + sneeuw + gewas(winter)

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de onderrand:
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftro(max) * e = 0.5 * 0 * 25.0 = 0 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 7533 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0 Nm < 7533 Nm, dus eindplaat (ST120*15.0) voldoet
bij B.C.1: a2) Eigen gewicht + installaties + sneeuw + gewas(winter)

De lasverbindingen tussen eindplaat met resp. de boven- en onderrand
zijn niet gecontroleerd.

3.9.4.6 Controle van de bouten van de koppelaansluiting:

Controle van de krachten op de bout(en) bij de bovenrand:

Tabel 3.9.4.6.1: Belastingen bij bovenrand van de koppelaansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,br [N]	Fs,br [N]	Fi,br [N]
25.30	20805	4754	7651	0	3825	5410
25.30	20805	4754	7651	0	3825	5410
29.90	26468	4756	-5194	0	-2597	3673
29.90	26468	4756	-5194	0	-2597	3673
80.50	26586	4687	5155	0	2577	3645
80.50	26586	4687	5155	0	2577	3645
85.10	20769	4685	-7690	0	-3845	5438
85.10	20769	4685	-7690	0	-3845	5438

Gegevens van de koppelplaat bij de bovenrand:
- Aantal bouten bij de bovenrand: nbb = 1
- Momenten-arm bij bovenrand: hbbout = 597 mm
- Teken dwarskracht bij eindpositie sn=+1 en bij beginpositie sn=-1

$$\text{- Normaalkracht: } Ft = \frac{N + sn*Q}{2 * nbb} - \frac{M}{hbbout} \text{ met } Ft >= 0N$$

- Schuifkracht: $Fs = 0.5 * -N - sn*Q$
- Ideële kracht: $Fi = (Ft^2 + 2*Fs^2)0.5$
- Maximale optredende kracht: Fi,br max = 5438 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbtb max = 180864 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 5438 N < 180864 N, dus bout bij bovenrand (M16-8.8) voldoet.
bij B.C.1: a2) Eigen gewicht + installaties + sneeuw + gewas(winter)

Controle van de krachten op de bout(en) bij de onderrand:

Tabel 3.9.4.6.2: Belastingen bij onderrand van de koppelaansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,or [N]	Fs,or [N]	Fi,or [N]
25.30	20805	4754	7651	18543	3825	19316
25.30	20805	4754	7651	18543	3825	19316
29.90	26468	4756	-5194	26999	-2597	27247
29.90	26468	4756	-5194	26999	-2597	27247
80.50	26586	4687	5155	24503	2577	24773
80.50	26586	4687	5155	24503	2577	24773
85.10	20769	4685	-7690	22327	-3845	22980
85.10	20769	4685	-7690	22327	-3845	22980

Gegevens van de koppelplaat bij de onderrand:
- Aantal bouten bij de onderrand: nbo = 2
- Momenten-arm bij onderrand: hobout = 1080 mm
- Teken dwarskracht bij eindpositie sn=+1 en bij beginpositie sn=-1

$$\text{- Normaalkracht: } Ft = \frac{N + sn*Q}{2 * nbo} + \frac{M}{hobout} \text{ met } Ft >= 0N$$

- Schuifkracht: $Fs = 0.5 * -N - sn*Q$
- Ideële kracht: $Fi = (Ft^2 + 2*Fs^2)0.5$
- Maximale optredende kracht: Fi,or max = 27247 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbto max = 180864 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 27247 N < 180864 N, dus bout bij onderrand (M16-8.8) voldoet.
bij B.C.1: a2) Eigen gewicht + installaties + sneeuw + gewas(winter)

3.9.4.63 Controle van de koppelplaat op pons:
Bij de boutverbinding van de bovenrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxb = 0.0 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de koppelplaat: Fp,capb = 336 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0.0 kN < 336 kN, dus koppelplaat (ST100*15.0) voldoet
zonder onderlegring bij de bovenste bout
bij B.C.1: a2) Eigen gewicht + installaties + sneeuw + gewas(winter)

Bij de boutverbinding van de onderrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxo = 27.0 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de koppelplaat: Fp,capo = 336 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 27.0 kN < 336 kN, dus koppelplaat (ST100*15.0) voldoet
zonder onderlegring bij de onderste bout
bij B.C.1: a2) Eigen gewicht + installaties + sneeuw + gewas(winter)

3.9.4.64 Controle van de koppelplaat op buiging:

Tabel 3.9.4.6.4.1: Belastingen van de koppelplaat.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Normaal-kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ftrb [N]	Ftro [N]
25.30	20805	4754	7651	0	34423
25.30	20805	4754	7651	0	34423
29.90	26468	4756	-5194	0	50610
29.90	26468	4756	-5194	0	50610
80.50	26586	4687	5155	0	45604
80.50	26586	4687	5155	0	45604
85.10	20769	4685	-7690	0	41997
85.10	20769	4685	-7690	0	41997

Resulterende trekkracht in de koppelplaat bij de bovenrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftrb = \frac{N + sn*Q}{2} - \frac{M}{ht,eff} \quad \text{met } Ftrb>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de koppelplaat:
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftrb(max) * e = 0.5 * 0 * 25.0 = 0 Nm
- Capaciteit van de koppelplaat: Mp,cap = 3512 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0 Nm < 3512 Nm, dus koppelplaat (ST100*15.0) voldoet
bij B.C.1: a2) Eigen gewicht + installaties + sneeuw + gewas(winter)

Resulterende trekkracht in de koppelplaat bij de onderrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftro = \frac{N + sn*Q}{2} + \frac{M}{ht,eff} \quad \text{met } Ftro>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de koppelplaat:
- Normaalkracht : Ftbout(2) = 27.0 * 530.0 /630.0 = 22.7 kN
- Normaalkracht : Ftbout(1) = 27.0 * 630.0 /630.0 = 27.0 kN
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * max(Ftbout(2) * e(2), Ftbout(1) * e(1))
= 0.5 * max(22.7 * 25 , 27.0 * 25) = 337 Nm
- Capaciteit van de koppelplaat: Mp,cap = 2363 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 337 Nm < 2363 Nm, dus koppelplaat (ST100*15.0) voldoet
bij B.C.1: a2) Eigen gewicht + installaties + sneeuw + gewas(winter)

De lasverbindingen tussen koppelplaat met resp. de boven- en onderrand
zijn niet gecontroleerd.

3.9.5 De krachtsverdeling in de 1e rij tralies:

Tabel 3.9.5.1: Momentenlijn, normaal- en dwarskrachtenlijn.

Positie	Momentenlijn	Normaal-	Dwars-
		krachtenlijn	krachtenlijn
x in [m]	M(x) in [Nm]	N(x) in [N]	Q(x) in [N]
begin - eind	(+ = U/- =)	(+ = trek)	(+ = ~~~___)
0.00 - 4.60	-5975 60691	4490 4490	15597 13396
4.60 - 9.20	60699 68298	4505 4505	2753 551
9.20 - 13.80	68315 16827	4497 4497	-10092 -12294
13.80 - 18.40	16852 -93757	4470 4470	-22937 -25140
92.00 - 96.60	-93204 16997	4309 4309	25064 22863
96.60 - 101.2	17000 68147	4336 4336	12220 10018
101.2 - 105.8	68158 60217	4343 4343	-625 -2827
105.8 - 110.4	60237 -6812	4329 4329	-13470 -15673

3.9.5.1 Controle van de stijfheid van de tralie:

De toelaatbare doorbuiging van alle tralieliggers wordt bepaald per tralie:
- uvtoel = 18400 / 250 < 30.0 mm, dus: uvtoel = 30.0 mm

Uit de U-lijn is de maximale doorbuiging:
- doorbuiging umax = 27.26 mm

- Controle van de 1e rij tralies:
  Doorbuiging: |27.3 | mm < 30.0 mm, dus: voldoet.
  bij B.C.1: a2) Eigen gewicht + installaties + sneeuw + gewas(winter)

3.9.5.2 Controle van de bovenrand:

3.9.5.21 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de bovenrand:

- De normaalkracht in de bovenrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = -M/0.5800 + N/2 (voor N en M, zie 3.9.5.1)
    met: Effectieve spanthoogte: 580.0 mm

Tabel 3.9.5.2: Normaalkrachtenverloop in de bovenrand.

Plaats	Normaalkracht in [N]	Systeem-
	(trek = positief)	lengte
x in [m]	Spant	[mm]
0.00 - 4.60	12547 -102394	4599
4.60 - 9.20	-102401 -115503	4600
9.20 - 13.80	-115536 -26763	4600
13.80 - 18.40	-26820 163885	4601
92.00 - 96.60	162851 -27151	4599
96.60 - 101.2	-27143 -115326	4600
101.2 - 105.8	-115342 -101651	4600
105.8 - 110.4	-101692 13910	4601

3.9.5.22 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Tabel 3.9.5.22:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de bovenrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-bepaling begin-eind	Normaalkrachten (trek = positief) [N] "begin"	"einde"	Rand-voor-waar-den	Mouty fact. ß m	Knfct staaf-lengte ßm×ßn	Knik-lengte [mm]	Klasse	Sterkte UC	Stab. UC
0.00- 4.60	12547	-102394	e-z	0.633	0.436	2006	1	0.45	0.57
4.60- 9.20	-102401	-115503	z-z	0.652	0.635	2921	1	0.50	0.81
9.20-13.80	-115536	-26763	z-z	0.652	0.522	2402	1	0.50	0.70
13.80-18.40	-26820	163885	z-m	0.653	0.432	1988	1	0.12	0.15
92.00-96.60	162851	-27151	m-z	0.653	0.432	1987	1	0.12	0.15
96.60-101.2	-27143	-115326	z-z	0.652	0.523	2405	1	0.50	0.70
101.2-105.8	-115342	-101651	z-z	0.652	0.634	2917	1	0.50	0.81
105.8-110.4	-101692	13910	z-e	0.633	0.433	1993	1	0.44	0.56

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (0.87 - 0.2)*(|-115503 |/(0.618 *229893 /1.0)) = 1.39
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-115503 |/(0.618 *229893 /1.0)) = 1.49
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(1.39   , 1.49   ) = 1.39
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.83

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-115503 |/(0.618 *229893 /1.0)+1.39 *|0.0 |/(1.00*5873.1 /1.0)
           = 0.813 + 0.000 = 0.813
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-115503 |/(0.859 *229893 /1.0)+0.83 *|0.0 |/(1.00*5873.1 /1.0)
           = 0.585 + 0.000 = 0.585

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.813 , 0.585) = 0.813

- controle: 0.81 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.9.5.23 Stabiliteitscontrole in het vlak:

- Nabij de zwevende goten:

  - Maatgevende normaaldrukkracht: Ndmax = -115536 N

  - Kniklengte: lky = 0.80 * lveld = 0.80 * 1150 = 920 mm
    (lky > lveld/2, omdat de kortere velden, de langere velden steunen.)
  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (0.47 - 0.2)*(|-115536 |/(0.859 *229893 /1.0)) = 1.04
  Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-115536 |/(0.859 *229893 /1.0)) = 1.32
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(1.04   , 1.32   ) = 1.04
  Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.63

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-115536 |/(0.859 *229893 /1.0)+1.04 *|0.0 |/(1.00*3961.1 /1.0)
           = 0.585 + 0.000 = 0.585
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-115536 |/(0.962 *229893 /1.0)+0.63 *|0.0 |/(1.00*3961.1 /1.0)
           = 0.522 + 0.000 = 0.522

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.585 , 0.522) = 0.585

- controle: 0.59 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.9.5.24 Doorsnede-controle van de bovenrand:

           |NEd| |-115536|
- UCDruk = ----- = --------- = 0.50
           Nc.Rd   229893

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 163885 N

           |NEd| |163885 |
- UCTrek = ----- = --------- = 0.71
           Nc.Rd   229893

Trek is maatgevend.

- Controle: 0.71 < 1.00, dus de treksterkte voldoet.

Conclusie:
- Bovenrand (RHBK100*50*3.0) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.1: a2) Eigen gewicht + installaties + sneeuw + gewas(winter)

3.9.5.3 Controle van de onderrand:

3.9.5.31 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de onderrand:
(voor de achterliggende theorie wordt verwezen naar hoofdstuk 4)

Tabel 3.9.5.3: Normaalkrachtenverloop in de onderrand.
- De normaalkracht in de onderrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = M/0.5800 + N/2 (voor N en M, zie 3.9.5.1)
met: Effectieve spanthoogte: 580.0 mm

Tabel 3.9.5.3: Normaalkrachtenverloop in de onderrand.

Plaats x in [m]	Normaalkracht in [N] (trek = positief) Spant	Systeem-lengte [mm]
0.00 - 4.60	-8057 106885	4599
4.60 - 9.20	106906 120008	4600
9.20 - 13.80	120034 31261	4600
13.80 - 18.40	31290 -159415	4601
92.00 - 96.60	-158543 31459	4599
96.60 - 101.2	31478 119662	4600
101.2 - 105.8	119685 105994	4600
105.8 - 110.4	106021 -9581	4601

3.9.5.32 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Tabel 3.9.5.32:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de onderrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-bepaling begin-eind	Normaalkrachten (trek = positief) [N] "begin" "einde"	Rand-voor-waar-den	Mouty fact. ß m	Knfct staaf-lengte ß m×ß n	Knik-lengte [mm]	Klasse PlPerc	Sterkte	UC	Stab. UC
0.00- 4.60	-8057 106885	e-z	0.650	0.430	1978	1		0.04	0.04
13.80-18.40	31290 -159415	z-m	0.666	0.442	2033	1		0.69	0.89
92.00-96.60	-158543 31459	m-z	0.666	0.441	2029	1		0.69	0.88
105.8-110.4	106021 -9581	z-e	0.650	0.430	1979	1		0.04	0.05

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
       = 0.90 * (1.0 + (0.61 - 0.2)*(|-159415 |/(0.782 *229893 /1.0)) = 1.22
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
       = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-159415 |/(0.782 *229893 /1.0)) = 1.54
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(1.22 , 1.54) = 1.22
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.73

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-159415 |/(0.782 *229893 /1.0)+1.22 *|0.0 |/(1.00*5873.1 /1.0)
           = 0.887 + 0.000 = 0.887
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-159415 |/(0.791 *229893 /1.0)+0.73 *|0.0 |/(1.00*5873.1 /1.0)
           = 0.876 + 0.000 = 0.876

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.887 , 0.876) = 0.887

- controle: 0.89 < 0.95, dus de stabiliteit voldoet.

3.9.5.33 Stabiliteitscontrole in het vlak (nabij de kolom-aansluitingen):

- Maatgevend: Ndmax = N + |Q|/tan(alfa) = -159415 + |-25140 |/tan(42.7) = -132141 N
  (N.B.: 1e drukdiagonaal reduceert de normaaldrukkracht in de onderrand)

- Kniklengte: lky = 1.00*lveld = 1.00 * 1150 = 1150 mm
  (lky = lveld, volgens NEN 3851 art. 2.5.6.2.c.)

  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.40 (het profiel is geschoord).
  M1 = 0.00 , M2 = 0.00 , Ms = 0.00 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
       = 0.40 * (1.0 + (0.59 - 0.2)*(|-132141 |/(0.791 *229893 /1.0)) = 0.51
  Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
       = 0.40 * (1.0 + 0.8*(|-132141 |/(0.791 *229893 /1.0)) = 0.63
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.51 , 0.63) = 0.51
  Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.31

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-132141 |/(0.791 *229893 /1.0)+0.51 *|0.0 |/(1.00*3961.1 /1.0)
           = 0.726 + 0.000 = 0.726
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-132141 |/(0.927 *229893 /1.0)+0.31 *|0.0 |/(1.00*3961.1 /1.0)
           = 0.620 + 0.000 = 0.620

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.726 , 0.620) = 0.726

- controle: 0.73 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.9.5.34 Doorsnede-controle van de onderrand:

$$\text{UCDruk} = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} = \frac{|-159415|}{229893} = 0.69$$

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 120034 N

$$\text{UCTrek} = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} = \frac{|120034|}{229893} = 0.52$$

Druk is maatgevend.

- Controle: 0.69 < 1.00, dus de druksterkte voldoet.

Conclusie:
- Onderrand (RHBK100*50*3.0) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.1: a2) Eigen gewicht + installaties + sneeuw + gewas(winter)

3.9.5.4 Controle van de diagonalen:

3.9.5.41 Controle van de drukdiagonalen:

Gezien de toepassing spitst de controle van de drukdiagonalen zich toe
op de eindkappen van de tralies, d.w.z. tussen kopplaat en 1e zwevende goten.

- Controle op druk (bij neerwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qddmaxd = -25064 N (zie tabel 3.9.5.1)
    (+ = druk in drukdiagonaal)
    Extra dwarskracht i.v.m. mogelijke positie transportlast in eerste
    diagonaalveld in plaats van het midden van de overspanning.
    Vert.puntlast: Fpunt = 0.00 * max(0   , 1000) + 1.02 * 0   = 0   N

$$\text{- Res.diag.drukkracht: } N_{ddiagd} = \frac{Q_{ddmaxd} - F_{punt}/2}{\sin(\alpha)} = \frac{-25064 - 0 / 2}{\sin(42.7)} = -36982 \text{ N}$$

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$UC_{sterkte} = \frac{|N_{Ed}|}{N_{c.Rd}} = \frac{37093}{84071} = 0.714$$

  controle: 0.714 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
  Profiel alleen op trek belast, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie:
- Drukdiagonalen (RHBK50*30*2.0 mm) voldoen qua trek/druk
  bij B.C.1: a2) Eigen gewicht + installaties + sneeuw + gewas(winter)

3.9.5.42 Controle van de trekdiagonalen:

Er wordt vanuit gegaan, dat de trekdiagonalen als zodanig worden toegepast in
de eindkappen en als trek- en drukdiagonalen in eventuele middenkappen.

- Controle op trek (in de eindkappen bij neerwaartse belasting en evt. in de middenkappen
  bij opwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qtdmaxt = 25064 N (zie tabel 3.9.5.1)
    (+ = trek in trekdiagonaal)

$$\text{Res.diag.trekkracht: } N_{tdiagt} = \frac{Q_{tdmaxt}+F_{punt}/2}{\sin(\alpha)} = \frac{25064 + 0/2}{\sin(42.7)} = 36982 \text{ N}$$

 - Sterkte: Capaciteit trekdiagonaal: Ftdiagt = 51938 N (zie 4.4)

$$UC_{sterkte} = \frac{|N_{Ed}|}{F_{tdiagt}} = \frac{|36982|}{51938} = 0.712$$

  - UC-Trek : 0.712 < 1.00, dus trekdiagonaal voldoet.

- Controle op druk (in de eindkappen bij opwaartse belasting en evt. in de middenkappen
  bij neerwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qtdmaxd = 25140 N (zie tabel 3.9.5.1)
    (+ = druk in trekdiagonaal)

$$\text{Res. diagonaaldrukkracht: } N_{tdiagd} = \frac{-Q_{tdmaxd}}{\sin(\alpha)} = \frac{-25140}{\sin(42.7)} = -37093 \text{ N}$$

 - Sterkte: Capaciteit trekdiagonaal: Ftdiagd = 70220 N (zie 4.4)

$$UC_{sterkte} = \frac{|N_{Ed}|}{F_{tdiagd}} = \frac{|37093|}{70220} = 0.528$$

  - UC-Druk : 0.528 < 1.00, dus trekdiagonaal voldoet.

Conclusie:
- Trekdiagonalen (RHBK50*30*2.0 mm) voldoen qua trek/druk
  bij B.C.1: a2) Eigen gewicht + installaties + sneeuw + gewas(winter)

3.9.5.43 Controle van de (las)verbindingen:

	Drukdiagonaal		Trekdiagonaal	
	Nd = -36982 N		Nd = - 37093 N	
	Nt = 37093 N		Nt = 36982 N	
	Fstev = 27274 N		Fstev = 27192 N	
	Fstlo = 25140 N		Fstlo = 25064 N	
	Msdt = 0.00 Nm		Msdt = 0.00 Nm	
	Fsdev = 27192 N		Fsdev = 27274 N	
	bovenrand	onderrand	bovenrand	onderrand
Tau1	66.93 N/mm²	66.93 N/mm²	66.73 N/mm²	66.73 N/mm²
Tau2	102.69 N/mm²	102.69 N/mm²	102.39 N/mm²	102.39 N/mm²
Sgm1	66.93 N/mm²	66.93 N/mm²	66.73 N/mm²	66.73 N/mm²
SgmWst	128.53 N/mm²	128.53 N/mm²	128.14 N/mm²	128.14 N/mm²
UC1	0.62	0.62	0.62	0.62
UC2	0.23	0.23	0.23	0.23
SgmWsd	102.39 N/mm²	102.39 N/mm²	102.69 N/mm²	102.69 N/mm²
UC3	0.49	0.49	0.49	0.49
Nt1	55249 N	55249 N	55249 N	55249 N
knd	0.97	0.97	0.97	0.97
Nd1	53393 N	53393 N	53337 N	53337 N
UCt1	0.67	0.67	0.67	0.67
UCd1	0.69	0.69	0.70	0.70
UClas	0.62	0.62	0.62	0.62
UCdia	0.69	0.69	0.70	0.70
UCgeo	0.78	0.78	0.78	0.78
UClas	0.62		0.62	
UCdia	0.83		0.83	

Conclusie:
- Lassen: UClas = 0.62 <= 1.00 dus: voldoen
- Aansluitingen: UCdia = 0.83 <= 1.00 dus: voldoen

Eindconclusie:
- Aansluiting diagonalen voldoet
  bij B.C.1: a2) Eigen gewicht + installaties + sneeuw + gewas(winter)

3.9.5.44 Controle van de gootverticaal
- Veerstijfheid van de aansluiting van de bovenrand-goot "uit het vlak":
  Hoekverdraaiing door torsie onderrand:

$$V1 = \frac{kap}{Gbr * Itor * 2} = \frac{4600}{80769 * 853355 * 2} = 33.37 \quad *10\text{-}9\ 1/Nmm$$

  Hoekverdraaiing door gootverticaal (goot):

$$V2 = \frac{hspant}{2 * Egv * Igv} = \frac{630}{2 * 210000 * 1083901} = 1.38 \quad *10\text{-}9\ 1/Nmm$$

  Hoekverdraaiing door inklemming (onderrand):

$$V3 = \frac{hspant}{Egv * Igv} = \frac{630}{210000 * 1083901} = 2.77 \quad *10\text{-}9\ 1/Nmm$$

  Hoekverdraaiing door gootverticaal (buiging):

$$V4 = \frac{hspant}{3 * Egv * Igv} = \frac{630}{3 * 210000 * 1083901} = 0.92 \quad *10\text{-}9\ 1/Nmm$$

  Hoekverdraaiing door gootverticaal (bovenrand):

$$V5 = \frac{vspant}{2 * Egv * Igv} = \frac{80}{2 * 210000 * 1083901} = 0.18 \quad *10\text{-}9\ 1/Nmm$$

  Hoekverdraaiing door opzetkolom (buiging):

$$V6 = \frac{vspant}{3 * Egv * Igv} = \frac{80}{3 * 210000 * 1083901} = 0.42 \quad *10\text{-}9\ 1/Nmm$$

  Moment bij bovenrand

$$M0 = \frac{(V3+V6-V2)*hspant*vspant^2 - V4*vspant*hspant^2 + V5*hspant3}{(V1+V4+v5)*hspant^2 + (V1+V3+v6)*vspant^2 + (2*V1+V2)*vspant*hspant} = 1.3 \quad Nm$$

  Geeft de veerstijfheid ter plaatse van de bovenrand:

$$kbr = \frac{vspant + hspant}{V4*vspant*hspant^2 - V5*hspant3 + [(V4+V5+V1)*hspant^2 + V1*vspant*hspant]*M0}$$

  kbr = 148526.4 N/mm

  Vereiste kritische veerstijfheid: kcr = 196.9 N/mm

- Controle: 148526.4 N/mm > 196.9 N/mm, dus veerstijfheid voldoet.

- Controle op knik:
  - Maatgevende verticale kracht: Ngv = Fvg = -1E+4 N
  - Capaciteit van de verticaal : Fgvertd = 229432 N (zie 4.6)

  - Controle: |-10643 | N < 229432 N, dus gootverticaal voldoet.

Conclusie:
- Gootverticaal voldoet qua sterkte/stabiliteit en stijfheid
  bij B.C.1: a2) Eigen gewicht + installaties + sneeuw + gewas(winter)

3.9.5.5 Controle van de bouten van de spant-kolom-aansluiting:

Controle van de krachten op de bout(en) bij de bovenrand:

Tabel 3.9.5.5.1: Belastingen bij bovenrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,br [N]	Fs,br [N]	Fi,br [N]
0.00	-5975	4490	15597	13420	7799	17370
18.40	-93757	4470	-25140	177575	-12570	178463
92.00	-93204	4309	25064	176460	12532	177348
110.4	-6812	4329	-15673	14904	-7836	18573

Gegevens van de eindplaat bij de bovenrand:
- Aantal bouten bij de bovenrand: nbb = 1
- Momenten-arm bij bovenrand: hbbout = 535 mm
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Normaalkracht: $Ft = \frac{Nt}{2 * nbb} - \frac{M}{hbbout}$ met Ft >= 0 N
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * Q
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,br max = 178463 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbtb max = 282240 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 178463 N < 282240 N, dus bout bij bovenrand (M20-8.8) voldoet.
bij B.C.1: a2) Eigen gewicht + installaties + sneeuw + gewas(winter)

Controle van de krachten op de bout(en) bij de onderrand:

Tabel 3.9.5.5.2: Belastingen bij onderrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,or [N]	Fs,or [N]	Fi,or [N]
0.00	-5975	4490	15597	0	7799	11029
18.40	-93757	4470	-25140	0	-12570	17776
92.00	-93204	4309	25064	0	12532	17723
110.4	-6812	4329	-15673	0	-7836	11082

Gegevens van de eindplaat bij de onderrand:
- Aantal bouten bij de onderrand: nbo = 1
- Momenten-arm bij onderrand: hobout = 535 mm
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Normaalkracht: $Ft = \frac{Nt}{2 * nbo} + \frac{M}{hobout}$ met Ft >= 0 N
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * Q
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,or max = 17776 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbto max = 282240 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 17776 N < 282240 N, dus bout bij onderrand (M20-8.8) voldoet.
bij B.C.1: a2) Eigen gewicht + installaties + sneeuw + gewas(winter)

3.9.5.53 Controle van de eindplaat op pons:

Bij de boutverbinding van de bovenrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxb = 177.6 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capb = 423 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 177.6 kN < 423 kN, dus eindplaat (ST120*15.0) voldoet
zonder onderlegring bij de bovenste bout
bij B.C.1: a2) Eigen gewicht + installaties + sneeuw + gewas(winter)

Bij de boutverbinding van de onderrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxo = 0.0 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capo = 423 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0.0 kN < 423 kN, dus eindplaat (ST120*15.0) voldoet
zonder onderlegring bij de onderste bout
bij B.C.1: a2) Eigen gewicht + installaties + sneeuw + gewas(winter)

3.9.5.54 Controle van de eindplaat op buiging:

Tabel 3.9.5.5.4.1: Belastingen van de eindplaat van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Normaal-kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ftrb [N]	Ftro [N]
0.00	-5975	4490	15597	12547	0
18.40	-93757	4470	-25140	163885	0
92.00	-93204	4309	25064	162851	0
110.4	-6812	4329	-15673	13910	0

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de bovenrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftrb = \frac{N + sn*Q}{2} - \frac{M}{ht,eff} \text{ met } Ftrb>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftrb(max) * e = 0.5 * 163885 * 25.0 = 2049 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 7533 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 2049 Nm < 7533 Nm, dus eindplaat (ST120*15.0) voldoet
bij B.C.1: a2) Eigen gewicht + installaties + sneeuw + gewas(winter)

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de onderrand:
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftro(max) * e = 0.5 * 0 * 25.0 = 0 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 7533 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0 Nm < 7533 Nm, dus eindplaat (ST120*15.0) voldoet
bij B.C.1: a2) Eigen gewicht + installaties + sneeuw + gewas(winter)

De lasverbindingen tussen eindplaat met resp. de boven- en onderrand
zijn niet gecontroleerd.

3.9.5.6 Controle van de bouten van de koppelaansluiting:

Controle van de krachten op de bout(en) bij de bovenrand:

Tabel 3.9.5.6.1: Belastingen bij bovenrand van de koppelaansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,br [N]	Fs,br [N]	Fi,br [N]
6.90	65765	4505	1652	0	826	1168
6.90	65765	4505	1652	0	826	1168
11.50	43837	4497	-11193	0	-5597	7915
11.50	43837	4497	-11193	0	-5597	7915
98.90	43839	4336	11119	0	5559	7862
98.90	43839	4336	11119	0	5559	7862
103.5	65453	4343	-1726	0	-863	1221
103.5	65453	4343	-1726	0	-863	1221

Gegevens van de koppelplaat bij de bovenrand:
- Aantal bouten bij de bovenrand: nbb = 1
- Momenten-arm bij bovenrand: hbbout = 597 mm
- Teken dwarskracht bij eindpositie sn=+1 en bij beginpositie sn=-1

$$\text{- Normaalkracht: } Ft = \frac{N + sn*Q}{2 * nbb} - \frac{M}{hbbout} \text{ met } Ft >= 0N$$

- Schuifkracht: $Fs = 0.5 * -N - sn*Q$
- Ideële kracht: $Fi = (Ft^2 + 2*Fs^2)0.5$
- Maximale optredende kracht: Fi,br max = 7915 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbtb max = 180864 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 7915 N < 180864 N, dus bout bij bovenrand (M16-8.8) voldoet.
bij B.C.1: a2) Eigen gewicht + installaties + sneeuw + gewas(winter)

Controle van de krachten op de bout(en) bij de onderrand:

Tabel 3.9.5.6.2: Belastingen bij onderrand van de koppelaansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,or [N]	Fs,or [N]	Fi,or [N]
6.90	65765	4505	1652	61615	826	61627
6.90	65765	4505	1652	61615	826	61627
11.50	43837	4497	-11193	44518	-5597	45217
11.50	43837	4497	-11193	44518	-5597	45217
98.90	43839	4336	11119	38902	5559	39689
98.90	43839	4336	11119	38902	5559	39689
103.5	65453	4343	-1726	62131	-863	62143
103.5	65453	4343	-1726	62131	-863	62143

Gegevens van de koppelplaat bij de onderrand:
- Aantal bouten bij de onderrand: nbo = 2
- Momenten-arm bij onderrand: hobout = 1080 mm
- Teken dwarskracht bij eindpositie sn=+1 en bij beginpositie sn=-1

$$\text{- Normaalkracht: } Ft = \frac{N + sn*Q}{2 * nbo} + \frac{M}{hobout} \text{ met } Ft >= 0N$$

- Schuifkracht: $Fs = 0.5 * -N - sn*Q$
- Ideële kracht: $Fi = (Ft^2 + 2*Fs^2)0.5$
- Maximale optredende kracht: Fi,or max = 62143 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbto max = 180864 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 62143 N < 180864 N, dus bout bij onderrand (M16-8.8) voldoet.
bij B.C.1: a2) Eigen gewicht + installaties + sneeuw + gewas(winter)

3.9.5.63 Controle van de koppelplaat op pons:
Bij de boutverbinding van de bovenrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxb = 0.0 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de koppelplaat: Fp,capb = 336 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0.0 kN < 336 kN, dus koppelplaat (ST100*15.0) voldoet
zonder onderlegring bij de bovenste bout
bij B.C.1: a2) Eigen gewicht + installaties + sneeuw + gewas(winter)

Bij de boutverbinding van de onderrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxo = 62.1 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de koppelplaat: Fp,capo = 336 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 62.1 kN < 336 kN, dus koppelplaat (ST100*15.0) voldoet
zonder onderlegring bij de onderste bout
bij B.C.1: a2) Eigen gewicht + installaties + sneeuw + gewas(winter)

3.9.5.64 Controle van de koppelplaat op buiging:

Tabel 3.9.5.6.4.1: Belastingen van de koppelplaat.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Normaal-kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ftrb [N]	Ftro [N]
6.90	65765	4505	1652	0	114814
6.90	65765	4505	1652	0	114814
11.50	43837	4497	-11193	0	83426
11.50	43837	4497	-11193	0	83426
98.90	43839	4336	11119	0	72194
98.90	43839	4336	11119	0	72194
103.5	65453	4343	-1726	0	115885
103.5	65453	4343	-1726	0	115885

Resulterende trekkracht in de koppelplaat bij de bovenrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftrb = \frac{N + sn*Q}{2} - \frac{M}{ht,eff} \quad \text{met } Ftrb>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de koppelplaat:
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftrb(max) * e = 0.5 * 0 * 25.0 = 0 Nm
- Capaciteit van de koppelplaat: Mp,cap = 3512 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0 Nm < 3512 Nm, dus koppelplaat (ST100*15.0) voldoet
bij B.C.1: a2) Eigen gewicht + installaties + sneeuw + gewas(winter)

Resulterende trekkracht in de koppelplaat bij de onderrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftro = \frac{N + sn*Q}{2} + \frac{M}{ht,eff} \quad \text{met } Ftro>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de koppelplaat:
- Normaalkracht : Ftbout(2) = 62.1 * 530.0 /630.0 = 52.3 kN
- Normaalkracht : Ftbout(1) = 62.1 * 630.0 /630.0 = 62.1 kN
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * max(Ftbout(2) * e(2), Ftbout(1) * e(1))
= 0.5 * max(52.3 * 25 , 62.1 * 25) = 777 Nm
- Capaciteit van de koppelplaat: Mp,cap = 2363 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 777 Nm < 2363 Nm, dus koppelplaat (ST100*15.0) voldoet
bij B.C.1: a2) Eigen gewicht + installaties + sneeuw + gewas(winter)

De lasverbindingen tussen koppelplaat met resp. de boven- en onderrand
zijn niet gecontroleerd.

Toetsing van de bepalende doorsnede (lkx= 4000 mm, lky= 4000 mm):

Toetsing van de bepalende doorsnede (lkx= 5527 mm, lky= 3600 mm):

Toetsing van de bepalende doorsnede (lkx= 7072 mm, lky= 4000 mm):

c) Berekening van de toelaatbare horizontale verplaatsing in :

- Rekening houdend met de glasbreedten :

- reductiefactor gevel: r1 = 800 / bkg < 2.0;
                              800 / 800 = 1.00, dus r1 = 1.00
- reductiefactor dek : r2 = 1125 / bd < 2.0;
                             1125 / 1125 = 1.00, dus r2 = 1.00
- ugevel = h / 100 * r1 < 50.0 mm;
            4000 / 100 * 1.00 = 40.0 mm,   dus ugevel = 57.3 mm
- udek   = 1/200 * v * r2 < 50.0 mm
            1/200 * 4000   * 1.00 = 30.0 mm, dus udek = 61.3 mm
- utoel-b = ugevel + udek = 57.3 + 61.3 = 57.5 mm
- utoel = utoel-a < umax; MIN(80.0 , 80.0) = 160.0 mm

3.10 B.C.2: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (1e kap zuiging)

3.10.1 Berekening van de belastingen per tralie:

a) Belastingen in gebruikstoestand:
- Permanente belastingen:
  - Eigen gewicht dek : (1.00 * 35) = 35 N/m²
  - Eigen gewicht van de goot: (1.00 * 30)* 4.00 = 120 N
  - E.G. 1e rij tralies : (1.00 * 188.8) = 188.8 N/m
  - E.G. 2e rij tralies : (1.00 * 188.8) = 188.8 N/m
  - E.G. tralies middenvelden: (1.00 * 188.8) = 188.8 N/m
- Variabele belastingen:
  - Vert. puntlast: 0.00*max(0 ,1000)+0.00*0 = 0 N
  - Windbelasting : (1.00 * 334 * 0.99) = 329 N/m²
    (fCdim = Cdim;lr*Cdim;par/Cdim = 0.83 *0.85 /0.72 = 0.99)

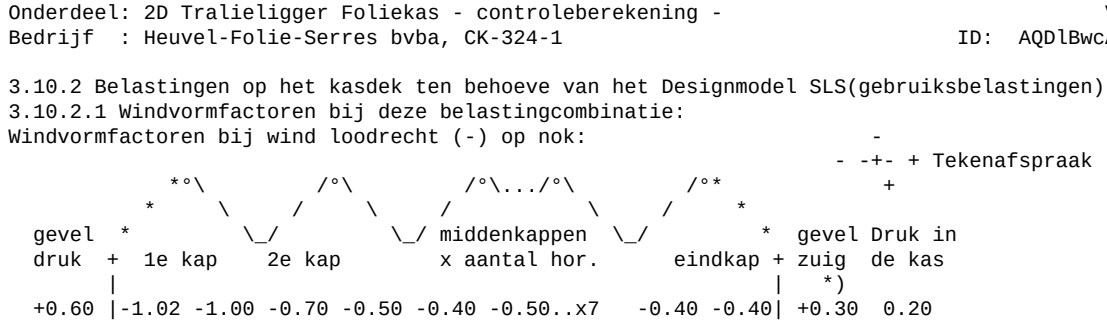
b) Belastingen in rekentoestand:
- Permanente belastingen:
  - Eigen gewicht dek : (1.00 * 35) = 35 N/m²
  - Eigen gewicht van de goot: (1.00 * 30)* 4.00 = 120 N
  - E.G. 1e rij tralies : (1.00 * 188.8) = 188.8 N/m
  - E.G. 2e rij tralies : (1.00 * 188.8) = 188.8 N/m
  - E.G. tralies middenvelden: (1.00 * 188.8) = 188.8 N/m
- Variabele belastingen:
  - Vert. puntlast: 0.00*max(0 ,1000)+0.00*0 = 0 N
  - Windbelasting : (1.27 * 334) = 426 N/m²

c) Bij het bepalen van de knoopcoordinaten is rekening gehouden met
de initiële scheefstand van de kolommen:
- Scheefstand psi = 1/265 (zie EN 1993-1-1)

d) Rekenvoorbeeld van de belastingen op knooppunten op de volgende plaatsen:
Knoop k = "effectieve" spanthoogte van de eerste kolom
Knoop * = zwevende goot 1e rij tralies
Knoop * = middenkolom

- Horizontale belasting:
  Voor het verkorte designmodel wordt een reductiefactor aangehouden van
  (6+1)/(6+1) (met een maximum van 1)
  Fk,hor = (4.000 - 0.5*3.605)
  * [426 *(+0.60 - (0.20)]*4.00 * min(1,(6+1)/(6+1)) = 1513 N
- Verticale belasting:
  Fvg = eigen gewicht goot = (1.00 * 30)* 4.00 = 120 N
  Fk,vert = -0.5 * Fvg
  F*,vert t.p.v. een goot = Fvg

3.10.2 Belastingen op het kasdek ten behoeve van het Designmodel SLS(gebruiksbelastingen):
3.10.2.1 Windvormfactoren bij deze belastingcombinatie:
Windvormfactoren bij wind loodrecht (-) op nok:



3.10.2.2 Belastingfactoren bij deze belastingcombinatie:

Belastingfactoren	gebruikstoestand	rekentoestand
Eigen gewicht	1.00	1.00
Installaties	0.00	0.00
Sneeuw	0.00	0.00
Wind	1.00	1.27
gewas	0.00	0.00

3.10.2.3 Gesommeerde belastingen op de omhulling van de kas per vakmaat:
Belastingen gebruikstoestand SLS per vakmaat (4.000 m):

Tralie	neerwaarts qtral = fi*qinstall + fp*qtral + fg*qgewas		
	= 0.00*280.0 + 1.00*188.8 + 0.00*0.0	qtral =	188.8 N/m
Goot	zijgevel Fgt.s = fp*qgoot.s = 1.00*60.0	Fgt.s =	60 N
	middengoot Fgt.m = fp*qgoot.m = 1.00*120.0	Fgt.m =	120 N
Kasdek	evenwijdig qdek.E = [fp*qdek + fs*qsneew]*sin(dek)		
	= [1.00*126.9 + 0.00*0.0]*sin(25.0)	qdek.E =	53.6 N/m
	loodrecht qdek.L = [fp*qdek + fs*qsneew]*cos(dek)		
	= [1.00*126.9 + 0.00*0.0]*cos(25.0)	qdek.L =	115.0 N/m
	+ wind per kaphelft = qdek.L + fw*qwinds*(cpe-cpi)		
	- 1e kaphelft = 115.0 + 1.00*1336.5*(-1.02-0.20)	qdek.L1 =	-1511.1 N/m
	- 2e kaphelft = 115.0 + 1.00*1336.5*(-1.00-0.20)	qdek.L2 =	-1488.8 N/m
	- 3e kaphelft = 115.0 + 1.00*1336.5*(-0.70-0.20)	qdek.L3 =	-1087.8 N/m
	- 4e kaphelft = 115.0 + 1.00*1336.5*(-0.50-0.20)	qdek.L4 =	-820.5 N/m
	- Middenkap links = 115.0 + 1.00*1336.5*(-0.40-0.20)	qdek.Lm1 =	-686.9 N/m
	- Middenkap rechts = 115.0 + 1.00*1336.5*(-0.50-0.20)	qdek.Lm2 =	-820.5 N/m
	- Eindkap links = 115.0 + 1.00*1336.5*(-0.40-0.20)	qdek.Le1 =	-686.9 N/m
	- Eindkap Rechts = 115.0 + 1.00*1336.5*(-0.40-0.20)	qdek.Le2 =	-686.9 N/m
	+ windwrijving nok = Cfr,1*fi*qwind*hkap*vakmaat		
	- middenkap FhwCpf = 0.00*1.00*334.1 *1.07*4.0	FhwCpf =	0 N
Zijgevel	windzijde FhwF.gt = fw*Fhw.gt*(cp1-cpi)		
	goothoogte = 1.00*2965.8*(0.6 -0.2)	Fhw.gt =	1186 N
	windzijde FhwF.fh = fw*Fhw.fh*(cp1-cpi)		
	fundatiehoogte = 1.00*2380.1*(0.6 -0.2)	Fhw.fh =	952 N
Zijgevel	loefzijde FhwL.gt = fw*Fhw.gt*(cp1+cpi)		
	goothoogte = 1.00*2965.8*(0.3 +0.2)	Fhw.gt =	1483 N
	loefzijde FhwL.fh = fw*Fhw.fh*(cp1+cpi)		
	fundatiehoogte = 1.00*2380.1*(0.3 +0.2)	Fhw.fh =	1190 N

Belastingen rekentoestand ULS per vakmaat (4.000 m):

Tralie	neerwaarts qtral = fi*qinstall + fp*qtral + fg*qgewas		
	= 0.00*280.0 + 1.00*188.8 + 0.00*0.0	qtral =	188.8 N/m
Goot	zijgevel Fgt.s = fp*qgoot.s = 1.00*60.0	Fgt.s =	60 N
	middengoot Fgt.m = fp*qgoot.m = 1.00*120.0	Fgt.m =	120 N
Kasdek	evenwijdig qdek.E = [fp*qdek + fs*qsneew]*sin(dek)		
	= [1.00*126.9 + 0.00*0.0]*sin(25.0)	qdek.E =	53.6 N/m
	loodrecht qdek.L = [fp*qdek + fs*qsneew]*cos(dek)		
	= [1.00*126.9 + 0.00*0.0]*cos(25.0)	qdek.L =	115.0 N/m
	+ wind per kaphelft = qdek.L + fw*qwinds*(cpe-cpi)		
	- 1e kaphelft = 115.0 + 1.27*1336.5*(-1.02-0.20)	qdek.L1 =	-1958.2 N/m
	- 2e kaphelft = 115.0 + 1.27*1336.5*(-1.00-0.20)	qdek.L2 =	-1929.8 N/m
	- 3e kaphelft = 115.0 + 1.27*1336.5*(-0.70-0.20)	qdek.L3 =	-1418.6 N/m
	- 4e kaphelft = 115.0 + 1.27*1336.5*(-0.50-0.20)	qdek.L4 =	-1077.8 N/m
	- Middenkap links = 115.0 + 1.27*1336.5*(-0.40-0.20)	qdek.Lm1 =	-907.4 N/m
	- Middenkap rechts = 115.0 + 1.27*1336.5*(-0.50-0.20)	qdek.Lm2 =	-1077.8 N/m
	- Eindkap links = 115.0 + 1.27*1336.5*(-0.40-0.20)	qdek.Le1 =	-907.4 N/m
	- Eindkap Rechts = 115.0 + 1.27*1336.5*(-0.40-0.20)	qdek.Le2 =	-907.4 N/m
	+ windwrijving nok = Cfr,1*fi*qwind*hkap*vakmaat		
	- middenkap FhwCpf = 0.00*1.27*334.1 *1.07*4.0	FhwCpf =	0 N
Zijgevel	windzijde FhwF.gt = fw*Fhw.gt*(cp1-cpi)		
	goothoogte = 1.27*2965.8*(0.6 -0.2)	Fhw.gt =	1513 N
	windzijde FhwF.fh = fw*Fhw.fh*(cp1-cpi)		
	fundatiehoogte = 1.27*2380.1*(0.6 -0.2)	Fhw.fh =	1214 N
Zijgevel	loefzijde FhwL.gt = fw*Fhw.gt*(cp1+cpi)		
	goothoogte = 1.27*2965.8*(0.3 +0.2)	Fhw.gt =	1891 N
	loefzijde FhwL.fh = fw*Fhw.fh*(cp1+cpi)		
	fundatiehoogte = 1.27*2380.1*(0.3 +0.2)	Fhw.fh =	1517 N

Tabel 3.10.2.4: Knoopbelastingen, oplegreacties en knoopverplaatsingen:

			Knoopbelastingen Rekentoestand		Oplegreacties		Knoopverplaatsingen gebruikstoestand		
nr.	X-as [mm]	Y-as [mm]	X-as [N]	Y-as [N]	X-as [N]	Y-as [N]	X-verpl [mm]	Y-verpl [mm]	U_lijn [mm]
	Horiz.	Vert.	Horiz.	Vert.	Horiz.	Vert.	Horiz.	Vert.	
1	-0.013	0.000	1214	0	-2647	-10281			0.000
2	-0.007	1.802							0.000
3	-0.001	3.315							0.000
6	0.000	4.000	0	-60					0.000
7	2.300	5.073							0.000
8	4.600	4.000	0	-120					0.000
9	6.900	5.073							0.000
10	9.200	4.000	0	-120					0.000
11	11.500	5.073							0.000
12	13.800	4.000	0	-120					0.000
13	16.100	5.073							0.000
4	0.000	3.605	1513	0			18.33	0.04	0.000
14	0.574	3.605					18.33	1.74	-1.696
15	2.299	3.605					18.32	6.85	-6.795
16	4.599	3.605					18.30	12.61	-12.553
17	6.899	3.605					18.29	15.75	-15.681
18	9.199	3.605					18.28	15.96	-15.885
19	11.499	3.605					18.27	13.40	-13.320
20	13.799	3.605					18.26	8.99	-8.899
21	16.099	3.605					18.25	3.92	-3.830
22	17.824	3.605					18.25	0.83	-0.734
23	18.387	0.000			-836	-16683			0.000
24	18.393	1.802							0.000
25	18.399	3.315							0.000
28	18.400	4.000	0	-120					0.000
29	20.700	5.073							0.000
30	23.000	4.000	0	-120					0.000
31	25.300	5.073							0.000
32	27.600	4.000	0	-120					0.000
33	29.900	5.073							0.000
34	32.200	4.000	0	-120					0.000
35	34.500	5.073							0.000
26	18.400	3.605					18.24	0.10	0.000
36	18.974	3.605					18.24	-0.43	0.529
37	20.699	3.605					18.24	-0.96	1.053
38	22.999	3.605					18.23	-0.09	0.182
39	25.299	3.605					18.23	1.22	-1.134
40	27.599	3.605					18.22	2.18	-2.094
41	29.899	3.605					18.21	2.23	-2.154
42	32.199	3.605					18.21	1.52	-1.451
43	34.499	3.605					18.20	0.44	-0.375
44	36.224	3.605					18.19	0.03	0.036
45	36.787	0.000			-1009	-13117			0.000
46	36.793	1.802							0.000
47	36.799	3.315							0.000
50	36.800	4.000	0	-120					0.000
51	39.100	5.073							0.000
52	41.400	4.000	0	-120					0.000
53	43.700	5.073							0.000
54	46.000	4.000	0	-120					0.000
55	48.300	5.073							0.000
56	50.600	4.000	0	-120					0.000
57	52.900	5.073							0.000
48	36.800	3.605					18.19	0.06	0.000
58	37.374	3.605					18.19	0.22	-0.153
59	39.099	3.605					18.19	1.30	-1.232
60	41.399	3.605					18.18	3.38	-3.318
61	43.699	3.605					18.18	5.05	-4.984
62	45.999	3.605					18.17	5.71	-5.643
63	48.299	3.605					18.17	5.03	-4.957
64	50.599	3.605					18.16	3.35	-3.274
65	52.899	3.605					18.15	1.27	-1.194
66	54.624	3.605					18.15	0.22	-0.140
67	55.187	0.000			-969	-14140			0.000
68	55.193	1.802							0.000
69	55.199	3.315							0.000
72	55.200	4.000	0	-120					0.000

73	57.500	5.073							0.000
74	59.800	4.000	0	-120					0.000
75	62.100	5.073							0.000
76	64.400	4.000	0	-120					0.000
77	66.700	5.073							0.000
78	69.000	4.000	0	-120					0.000
79	71.300	5.073							0.000
70	55.200	3.605					18.15	0.07	0.000
80	55.774	3.605					18.15	0.08	-0.003
81	57.499	3.605					18.14	0.84	-0.761
82	59.799	3.605					18.14	2.75	-2.672
83	62.099	3.605					18.14	4.45	-4.380
84	64.399	3.605					18.13	5.29	-5.214
85	66.699	3.605					18.13	4.83	-4.758
86	68.999	3.605					18.13	3.35	-3.277
87	71.299	3.605					18.12	1.36	-1.290
88	73.024	3.605					18.12	0.25	-0.187
89	73.587	0.000			-948	-13388			0.000
90	73.593	1.802							0.000
91	73.599	3.315							0.000
94	73.600	4.000	0	-120					0.000
95	75.900	5.073							0.000
96	78.200	4.000	0	-120					0.000
97	80.500	5.073							0.000
98	82.800	4.000	0	-120					0.000
99	85.100	5.073							0.000
100	87.400	4.000	0	-120					0.000
101	89.700	5.073							0.000
92	73.600	3.605					18.11	0.07	0.000
102	74.174	3.605					18.11	0.01	0.061
103	75.899	3.605					18.11	0.49	-0.419
104	78.199	3.605					18.11	1.91	-1.836
105	80.499	3.605					18.11	3.10	-3.022
106	82.799	3.605					18.11	3.51	-3.432
107	85.099	3.605					18.10	2.85	-2.774
108	87.399	3.605					18.10	1.52	-1.440
109	89.699	3.605					18.09	0.16	-0.072
110	91.424	3.605					18.09	-0.09	0.181
111	91.987	0.000			-1063	-15461			0.000
112	91.993	1.802							0.000
113	91.999	3.315							0.000
116	92.000	4.000	0	-120					0.000
117	94.300	5.073							0.000
118	96.600	4.000	0	-120					0.000
119	98.900	5.073							0.000
120	101.200	4.000	0	-120					0.000
121	103.500	5.073							0.000
122	105.800	4.000	0	-120					0.000
123	108.100	5.073							0.000
114	92.000	3.605					18.09	0.09	0.000
124	92.574	3.605					18.09	0.44	-0.355
125	94.299	3.605					18.09	2.38	-2.304
126	96.599	3.605					18.09	6.00	-5.937
127	98.899	3.605					18.09	9.29	-9.236
128	101.199	3.605					18.09	11.26	-11.223
129	103.499	3.605					18.09	11.20	-11.174
130	105.799	3.605					18.08	9.06	-9.046
131	108.099	3.605					18.08	5.03	-5.037
132	109.824	3.605					18.08	1.29	-1.306
133	110.387	0.000	1517	0	-2105	-5190			0.000
134	110.393	1.802							0.000
135	110.399	3.315							0.000
136	110.400	3.605	1891	0					0.000
137	110.401	3.895							
138	110.400	4.000	0	-60			18.08	-0.02	

Tabel 3.10.2.5: Staafbelastingen, momenten, normaal- en dwarskrachten

Staaf nr.	Profiel	X-as [N/m]	Y-as [N/m]	B E G I N Normaal [N]	B E G I N Dwarskr [N]	B E G I N Moment [Nm]	E I N D Normaal [N]	E I N D Dwarskr [N]	E I N D Moment [Nm]
		Horizontaal	Verticaal						
1	RHBK100*100*3.			10285	1399	-1105	10285	1399	1417
2	RHBK100*100*3.			10286	1390	1417	10286	1390	3520

3	RHBK100*100*3.			10285	1399	3520	10285	1399	3926
4	RHBK100*100*3.			4379	3673	-1457	4379	3673	-391
5	RHBK100*100*3.			4332	3727	-391	4332	3727	-0
6	RHBK120*60*3.0			7242	-1583	625	7242	-1583	0
7	RHBK120*60*3.0			4687	-613	242	4687	-613	-0
8	RHBK120*60*3.0			4332	159	-63	4332	159	0
9	Roede dek	-53.6	1958.2	5213	-2453	0	5349	2516	80
10	Roede dek	53.6	1929.8	5366	-2480	80	5229	2417	0
11	Roede dek	-53.6	1418.6	3211	-1776	0	3347	1824	60
12	Roede dek	53.6	1077.8	3548	-1391	60	3412	1344	0
13	Roede dek	-53.6	907.4	2655	-1133	0	2791	1170	47
14	Roede dek	53.6	1077.8	2690	-1386	47	2554	1349	0
15	Roede dek	-53.6	907.4	2646	-1137	0	2782	1166	37
16	Roede dek	53.6	1077.8	2681	-1382	37	2545	1353	0
17	1e tralie	0.0	-188.8	-3767	-5914	5382	-3767	-6022	1958
18	1e tralie	0.0	-188.8	-3767	-6022	1958	-3767	-6348	-8711
19	1e tralie	0.0	-188.8	-3767	-6348	-8711	-3767	-6782	-23811
20	1e tralie	0.0	-188.8	-2208	465	-24436	-2208	31	-23865
21	1e tralie	0.0	-188.8	-2208	31	-23865	-2208	-403	-24293
22	1e tralie	0.0	-188.8	-1610	4286	-24535	-1610	3851	-15177
23	1e tralie	0.0	-188.8	-1610	3851	-15177	-1610	3417	-6818
24	1e tralie	0.0	-188.8	-1784	7748	-6756	-1784	7314	10566
25	1e tralie	0.0	-188.8	-1784	7314	10566	-1784	6988	22902
26	1e tralie	0.0	-188.8	-1784	6988	22902	-1784	6879	26898
27	RHBK100*100*3.			16686	781	-832	16686	781	575
28	RHBK100*100*3.			16687	766	575	16687	766	1733
29	RHBK100*100*3.			16686	781	1733	16686	781	1960
30	RHBK100*100*3.			4332	167	-72	4332	167	-23
31	RHBK100*100*3.			4329	221	-23	4329	221	0
32	RHBK120*60*3.0			4332	175	-69	4332	175	-0
33	RHBK120*60*3.0			4332	169	-67	4332	169	0
34	RHBK120*60*3.0			4332	164	-65	4332	164	0
35	Roede dek	-53.6	907.4	2645	-1138	0	2781	1165	35
36	Roede dek	53.6	1077.8	2680	-1381	35	2544	1354	0
37	Roede dek	-53.6	907.4	2651	-1135	0	2787	1168	42
38	Roede dek	53.6	1077.8	2686	-1384	42	2550	1351	0
39	Roede dek	-53.6	907.4	2652	-1135	0	2788	1168	43
40	Roede dek	53.6	1077.8	2687	-1384	43	2551	1351	0
41	Roede dek	-53.6	907.4	2648	-1136	0	2784	1166	38
42	Roede dek	53.6	1077.8	2683	-1383	38	2547	1353	0
43	2e tralie	0.0	-188.8	-1129	-5473	28929	-1129	-5581	25758
44	2e tralie	0.0	-188.8	-1129	-5581	25758	-1129	-5907	15850
45	2e tralie	0.0	-188.8	-1129	-5907	15850	-1129	-6341	1765
46	2e tralie	0.0	-188.8	-1318	-2010	1834	-1318	-2444	-3288
47	2e tralie	0.0	-188.8	-1318	-2444	-3288	-1318	-2878	-9409
48	2e tralie	0.0	-188.8	-1502	1453	-9342	-1502	1018	-6501
49	2e tralie	0.0	-188.8	-1502	1018	-6501	-1502	584	-4658
50	2e tralie	0.0	-188.8	-1680	4915	-4593	-1680	4481	6212
51	2e tralie	0.0	-188.8	-1680	4481	6212	-1680	4155	13660
52	2e tralie	0.0	-188.8	-1680	4155	13660	-1680	4046	16023
53	RHBK100*100*3.			13121	965	-911	13121	965	829
54	RHBK100*100*3.			13122	954	829	13122	954	2271
55	RHBK100*100*3.			13121	965	2271	13121	965	2551
56	RHBK100*100*3.			4332	168	-72	4332	168	-23
57	RHBK100*100*3.			4329	223	-23	4329	223	0
58	RHBK120*60*3.0			4332	174	-69	4332	174	0
59	RHBK120*60*3.0			4332	168	-66	4332	168	0
60	RHBK120*60*3.0			4332	163	-64	4332	163	0
61	Roede dek	-53.6	907.4	2647	-1136	0	2784	1166	38
62	Roede dek	53.6	1077.8	2683	-1383	38	2547	1353	0
63	Roede dek	-53.6	907.4	2652	-1134	0	2788	1169	44
64	Roede dek	53.6	1077.8	2687	-1385	44	2551	1350	0
65	Roede dek	-53.6	907.4	2652	-1134	0	2788	1169	44
66	Roede dek	53.6	1077.8	2687	-1385	44	2551	1350	0
67	Roede dek	-53.6	907.4	2647	-1137	0	2783	1166	38
68	Roede dek	53.6	1077.8	2682	-1382	38	2546	1353	0
69	middentralie	0.0	-188.8	-854	-4740	18647	-854	-4848	15896
70	middentralie	0.0	-188.8	-854	-4848	15896	-854	-5174	7252
71	middentralie	0.0	-188.8	-854	-5174	7252	-854	-5608	-5148
72	middentralie	0.0	-188.8	-1042	-1277	-5080	-1042	-1712	-8517
73	middentralie	0.0	-188.8	-1042	-1712	-8517	-1042	-2146	-12953
74	middentralie	0.0	-188.8	-1224	2185	-12887	-1224	1751	-8361
75	middentralie	0.0	-188.8	-1224	1751	-8361	-1224	1317	-4833
76	middentralie	0.0	-188.8	-1402	5648	-4769	-1402	5213	7721
77	middentralie	0.0	-188.8	-1402	5213	7721	-1402	4888	16433

78	middentralie	0.0	-188.8	-1402	4888	16433	-1402	4779	19219
79	RHBK100*100*3.			14143	921	-891	14143	921	770
80	RHBK100*100*3.			14143	909	770	14143	909	2145
81	RHBK100*100*3.			14143	921	2145	14143	921	2412
82	RHBK100*100*3.			4332	168	-72	4332	168	-23
83	RHBK100*100*3.			4329	222	-23	4329	222	-0
84	RHBK120*60*3.0			4332	174	-69	4332	174	0
85	RHBK120*60*3.0			4332	169	-67	4332	169	0
86	RHBK120*60*3.0			4332	163	-64	4332	163	-0
87	Roede dek	-53.6	907.4	2647	-1137	0	2783	1166	37
88	Roede dek	53.6	1077.8	2682	-1382	37	2546	1353	0
89	Roede dek	-53.6	907.4	2652	-1134	0	2788	1168	43
90	Roede dek	53.6	1077.8	2687	-1385	43	2551	1351	0
91	Roede dek	-53.6	907.4	2652	-1134	0	2788	1169	44
92	Roede dek	53.6	1077.8	2687	-1385	44	2551	1350	0
93	Roede dek	-53.6	907.4	2648	-1136	0	2784	1166	38
94	Roede dek	53.6	1077.8	2683	-1383	38	2547	1353	0
95	middentralie	0.0	-188.8	-615	-5030	21703	-615	-5138	18786
96	middentralie	0.0	-188.8	-615	-5138	18786	-615	-5464	9642
97	middentralie	0.0	-188.8	-615	-5464	9642	-615	-5898	-3423
98	middentralie	0.0	-188.8	-804	-1567	-3355	-804	-2001	-7458
99	middentralie	0.0	-188.8	-804	-2001	-7458	-804	-2435	-12560
100	middentralie	0.0	-188.8	-987	1896	-12494	-987	1461	-8633
101	middentralie	0.0	-188.8	-987	1461	-8633	-987	1027	-5772
102	middentralie	0.0	-188.8	-1165	5358	-5707	-1165	4924	6117
103	middentralie	0.0	-188.8	-1165	4924	6117	-1165	4598	14329
104	middentralie	0.0	-188.8	-1165	4598	14329	-1165	4489	16948
105	RHBK100*100*3.			13391	903	-882	13391	903	746
106	RHBK100*100*3.			13392	891	746	13392	891	2094
107	RHBK100*100*3.			13391	903	2094	13391	903	2356
108	RHBK100*100*3.			4332	168	-72	4332	168	-23
109	RHBK100*100*3.			4329	222	-23	4329	222	-0
110	RHBK120*60*3.0			4332	173	-68	4332	173	0
111	RHBK120*60*3.0			4332	168	-66	4332	168	-0
112	RHBK120*60*3.0			4332	163	-64	4332	163	0
113	Roede dek	-53.6	907.4	2647	-1137	0	2783	1166	38
114	Roede dek	53.6	1077.8	2682	-1382	38	2546	1353	0
115	Roede dek	-53.6	907.4	2652	-1134	0	2788	1168	43
116	Roede dek	53.6	1077.8	2687	-1385	43	2551	1351	0
117	Roede dek	-53.6	907.4	2651	-1135	0	2787	1168	43
118	Roede dek	53.6	1077.8	2687	-1384	43	2550	1351	0
119	Roede dek	-53.6	907.4	2646	-1137	0	2782	1166	36
120	Roede dek	53.6	1077.8	2681	-1382	36	2545	1353	0
121	2e tralie	0.0	-188.8	-399	-4568	19376	-399	-4676	16725
122	2e tralie	0.0	-188.8	-399	-4676	16725	-399	-5002	8378
123	2e tralie	0.0	-188.8	-399	-5002	8378	-399	-5436	-3625
124	2e tralie	0.0	-188.8	-587	-1105	-3557	-587	-1539	-6597
125	2e tralie	0.0	-188.8	-587	-1539	-6597	-587	-1973	-10636
126	2e tralie	0.0	-188.8	-769	2358	-10570	-769	1923	-5647
127	2e tralie	0.0	-188.8	-769	1923	-5647	-769	1489	-1722
128	2e tralie	0.0	-188.8	-946	5820	-1658	-946	5386	11229
129	2e tralie	0.0	-188.8	-946	5386	11229	-946	5060	20239
130	2e tralie	0.0	-188.8	-946	5060	20239	-946	4951	23124
131	RHBK100*100*3.			15465	1011	-928	15465	1011	894
132	RHBK100*100*3.			15466	998	894	15466	998	2404
133	RHBK100*100*3.			15465	1011	2404	15465	1011	2697
134	RHBK100*100*3.			4332	169	-72	4332	169	-23
135	RHBK100*100*3.			4329	223	-23	4329	223	-0
136	RHBK120*60*3.0			4332	176	-69	4332	176	-0
137	RHBK120*60*3.0			4332	170	-67	4332	170	-0
138	RHBK120*60*3.0			4211	-94	37	4211	-94	-0
139	Roede dek	-53.6	907.4	2646	-1137	0	2782	1166	37
140	Roede dek	53.6	1077.8	2682	-1382	37	2545	1353	0
141	Roede dek	-53.6	907.4	2653	-1134	0	2789	1169	45
142	Roede dek	53.6	1077.8	2688	-1385	45	2552	1350	0
143	Roede dek	-53.6	907.4	2655	-1133	0	2791	1170	47
144	Roede dek	53.6	1077.8	2690	-1386	47	2554	1349	0
145	Roede dek	-53.6	907.4	2367	-1136	0	2503	1167	40
146	Roede dek	53.6	907.4	2503	-1167	40	2367	1136	0
147	1e tralie	0.0	-188.8	-66	-6179	25893	-66	-6287	22317
148	1e tralie	0.0	-188.8	-66	-6287	22317	-66	-6613	11191
149	1e tralie	0.0	-188.8	-66	-6613	11191	-66	-7047	-4518
150	1e tralie	0.0	-188.8	-256	-2716	-4448	-256	-3150	-11195
151	1e tralie	0.0	-188.8	-256	-3150	-11195	-256	-3585	-18940
152	1e tralie	0.0	-188.8	-441	746	-18872	-441	312	-17655

153	1e tralie	0.0	-188.8	-441	312	-17655	-441	-122	-17436
154	1e tralie	0.0	-188.8	-362	4090	-17473	-362	3655	-8567
155	1e tralie	0.0	-188.8	-362	3655	-8567	-362	3330	-2542
156	1e tralie	0.0	-188.8	-362	3330	-2542	-362	3221	-654
157	RHBK100*100*3.			5192	570	-736	5192	570	291
158	RHBK100*100*3.			5193	566	291	5193	566	1147
159	RHBK100*100*3.			5192	570	1147	5192	570	1312
160	RHBK100*100*3.			1964	-1671	658	1964	-1671	173
161	RHBK100*100*3.			1985	-1647	173	1985	-1647	-0

3.10.3 De krachtsverdeling in de tralies van de middenvelden:

Tabel 3.10.3.1: Momentenlijn, normaal- en dwarskrachtenlijn.

Positie	Momentenlijn	Normaal-krachtenlijn	Dwars-krachtenlijn
x in [m]	M(x) in [Nm]	N(x) in [N]	Q(x) in [N]
begin - eind	(+ = U/- =)	(+ = trek)	(+ = ~~~___)
36.80 - 41.40	18647 -5148	-854 -854	-4740 -5608
41.40 - 46.00	-5080 -12953	-1042 -1042	-1277 -2146
46.00 - 50.60	-12887 -4833	-1224 -1224	2185 1317
50.60 - 55.20	-4769 19219	-1402 -1402	5648 4779
55.20 - 59.80	21703 -3423	-615 -615	-5030 -5898
59.80 - 64.40	-3355 -12560	-804 -804	-1567 -2435
64.40 - 69.00	-12494 -5772	-987 -987	1896 1027
69.00 - 73.60	-5707 16948	-1165 -1165	5358 4489

3.10.3.1 Controle van de stijfheid van de tralie:

De toelaatbare doorbuiging van alle tralieliggers wordt bepaald per tralie:
- uvtoel = 18400 / 250 < 30.0 mm, dus: uvtoel = 30.0 mm

Uit de U-lijn is de maximale doorbuiging:
- doorbuiging umax = -5.64 mm

- Controle van de tralies van de middenvelden:
  Doorbuiging: |-5.6 | mm < 30.0 mm, dus: voldoet.
  bij B.C.2: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (1e kap zuiging)

3.10.3.2 Controle van de bovenrand:

3.10.3.2 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de bovenrand:

- De normaalkracht in de bovenrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = -M/0.5800 + N/2 (voor N en M, zie 3.10.3.1)
    met: Effectieve spanthoogte: 580.0 mm

Tabel 3.10.32: Normaalkrachtenverloop in de bovenrand.

Plaats	Normaalkracht in [N] (trek = positief)	Systeem-lengte
x in [m]	Spant	[mm]
36.80 - 41.40	-32576 8449	4599
41.40 - 46.00	8237 21813	4600
46.00 - 50.60	21607 7721	4600
50.60 - 55.20	7521 -33836	4601
55.20 - 59.80	-37727 5595	4599
59.80 - 64.40	5382 21254	4600
64.40 - 69.00	21047 9458	4600
69.00 - 73.60	9258 -29803	4601

3.10.3.2 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Tabel 3.10.3.2:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de bovenrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-bepaling begin-eind	Normaalkrachten (trek = positief) [N] "begin"	"einde"	Rand-voor-waar-den	Mouty fact. ß m	Knfct staaf-lengte ß m×ß n	Knik-lengte [mm]	Klasse	Sterkte UC	Stab. UC
36.80-41.40	-32576	8449	m-z	0.653	0.432	1987	1	0.14	0.18
50.60-55.20	7521	-33836	z-m	0.653	0.432	1988	1	0.15	0.19
55.20-59.80	-37727	5595	m-z	0.653	0.444	2041	1	0.16	0.21
69.00-73.60	9258	-29803	z-m	0.653	0.432	1988	1	0.13	0.16

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (0.61 - 0.2)*(|-37727 |/(0.781 *229893 /1.0)) = 0.98
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-37727 |/(0.781 *229893 /1.0)) = 1.05
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(0.98   , 1.05   ) = 0.98
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.59

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-37727 |/(0.781 *229893 /1.0)+0.98 *|0.0 |/(1.00*5873.1 /1.0)
           = 0.210 + 0.000 = 0.210
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-37727 |/(0.859 *229893 /1.0)+0.59 *|0.0 |/(1.00*5873.1 /1.0)
           = 0.191 + 0.000 = 0.191

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.210 , 0.191) = 0.210

- controle: 0.21 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.10.3.2 Stabiliteitscontrole in het vlak:

- Nabij de zwevende goten:

  - Maatgevende normaaldrukkracht: Ndmax = -37727 N

  - Kniklengte: lky = 0.80 * lveld = 0.80 * 1150 = 920 mm
    (lky > lveld/2, omdat de kortere velden, de langere velden steunen.)
  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (0.47 - 0.2)*(|-37727 |/(0.859 *229893 /1.0)) = 0.95
  Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-37727 |/(0.859 *229893 /1.0)) = 1.04
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.95   , 1.04   ) = 0.95
  Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.57

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-37727 |/(0.859 *229893 /1.0)+0.95 *|0.0 |/(1.00*3961.1 /1.0)
           = 0.191 + 0.000 = 0.191
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-37727 |/(0.962 *229893 /1.0)+0.57 *|0.0 |/(1.00*3961.1 /1.0)
           = 0.171 + 0.000 = 0.171

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.191 , 0.171) = 0.191

- controle: 0.19 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.10.3.2 Doorsnede-controle van de bovenrand:

           |NEd| |-37727 |
- UCDruk = ----- = --------- = 0.16
           Nc.Rd   229893

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 21813   N

           |NEd| |21813 |
- UCTrek = ----- = --------- = 0.09
           Nc.Rd   229893

Trek is maatgevend.

- Controle: 0.16 < 1.00, dus de treksterkte voldoet.

Conclusie:
- Bovenrand (RHBK100*50*3.0) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.2: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (1e kap zuiging)

3.10.3.3 Controle van de onderrand:

3.10.3.3 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de onderrand:
(voor de achterliggende theorie wordt verwezen naar hoofdstuk 4)

Tabel 3.10.33: Normaalkrachtenverloop in de onderrand.
- De normaalkracht in de onderrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = M/0.5800 + N/2 (voor N en M, zie 3.10.3.1)
    met: Effectieve spanthoogte: 580.0 mm

Tabel 3.10.33: Normaalkrachtenverloop in de onderrand.

Plaats x in [m]	Normaalkracht in [N] (trek = positief) Spant	Systeem-lengte [mm]
36.80 - 41.40	31723 -9303	4599
41.40 - 46.00	-9279 -22854	4600
46.00 - 50.60	-22831 -8945	4600
50.60 - 55.20	-8923 32435	4601
55.20 - 59.80	37111 -6210	4599
59.80 - 64.40	-6186 -22058	4600
64.40 - 69.00	-22034 -10445	4600
69.00 - 73.60	-10423 28638	4601

3.10.3.3 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Tabel 3.10.3.3:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de onderrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-bepaling begin-eind	Normaalkrachten (trek = positief) [N] "begin" "einde"	Rand-voor-waar-den	Mouty fact. ß m	Knfct staaf-lengte ß m×ß n	Knik-lengte/PlPerc [mm]	Klasse	Sterkte UC	Stab. UC
36.80-41.40	31723 -9303	m-z	0.666	0.441	2027	1	0.04	0.05
41.40-46.00	-9279 -22854	z-z	0.671	0.570	2623	1	0.10	0.15
46.00-50.60	-22831 -8945	z-z	0.671	0.567	2610	1	0.10	0.15
50.60-55.20	-8923 32435	z-m	0.666	0.441	2028	1	0.04	0.05
55.20-59.80	37111 -6210	m-z	0.666	0.441	2027	1	0.03	0.03
59.80-64.40	-6186 -22058	z-z	0.671	0.546	2514	1	0.10	0.14
64.40-69.00	-22034 -10445	z-z	0.671	0.583	2680	1	0.10	0.14
69.00-73.60	-10423 28638	z-m	0.666	0.441	2028	1	0.05	0.06

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
  = 0.90 * (1.0 + (0.78 - 0.2)*(|-22854 |/(0.674 *229893 /1.0)) = 0.98
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
  = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-22854 |/(0.674 *229893 /1.0)) = 1.01
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(0.98 , 1.01) = 0.98
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.59

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
  = |-22854 |/(0.674 *229893 /1.0)+0.98 *|0.0 |/(1.00*5873.1 /1.0)
  = 0.148 + 0.000 = 0.148
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
  = |-22854 |/(0.791 *229893 /1.0)+0.59 *|0.0 |/(1.00*5873.1 /1.0)
  = 0.126 + 0.000 = 0.126

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.148 , 0.126) = 0.148

- controle: 0.15 < 0.95, dus de stabiliteit voldoet.

3.10.3.3 Stabiliteitscontrole in het vlak (nabij de kolom-aansluitingen):

- Maatgevend: Ndmax = N + |Q|/tan(alfa) = -22854 + |-2146 |/tan(42.7) = -20526 N
  (N.B.: 1e drukdiagonaal reduceert de normaaldrukkracht in de onderrand)

- Kniklengte: lky = 1.00*lveld = 1.00 * 1150 = 1150 mm

  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.40 (het profiel is geschoord).
  M1 = 0.00 , M2 = 0.00 , Ms = 0.00 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.40 * (1.0 + (0.59 - 0.2)*(|-20526 |/(0.791 *229893 /1.0)) = 0.42
  Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.40 * (1.0 + 0.8*(|-20526 |/(0.791 *229893 /1.0)) = 0.44
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.42 , 0.44) = 0.42
  Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.25

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-20526 |/(0.791 *229893 /1.0)+0.42 *|0.0 |/(1.00*3961.1 /1.0)
           = 0.113 + 0.000 = 0.113
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-20526 |/(0.927 *229893 /1.0)+0.25 *|0.0 |/(1.00*3961.1 /1.0)
           = 0.096 + 0.000 = 0.096

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.113 , 0.096) = 0.113

- controle: 0.11 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.10.3.3 Doorsnede-controle van de onderrand:

           |NEd| |-22854 |
- UCDruk = ----- = --------- = 0.10
           Nc.Rd   229893

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 37111   N

           |NEd| |37111 |
- UCTrek = ----- = --------- = 0.16
           Nc.Rd   229893

Trek is maatgevend.

- Controle: 0.16 < 1.00, dus de treksterkte voldoet.

Conclusie:
- Onderrand (RHBK100*50*3.0) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.2: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (1e kap zuiging)

3.10.3.4 Controle van de diagonalen:

3.10.3.4 Controle van de drukdiagonalen:

Gezien de toepassing spitst de controle van de drukdiagonalen zich toe
op de eindkappen van de tralies, d.w.z. tussen kopplaat en 1e zwevende goten.

- Controle op druk (bij neerwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qddmaxd = -5648 N (zie tabel 3.10.3.1)
    (+ = druk in drukdiagonaal)
    Extra dwarskracht i.v.m. mogelijke positie transportlast in eerste
    diagonaalveld in plaats van het midden van de overspanning.
    Vert.puntlast: Fpunt = 0.00 * max(0 , 1000) + 0.00 * 0 = 0 N

  - Res.diag.drukkracht: $N_{ddiagd} = \frac{Qddmaxd - Fpunt/2}{\sin(alfa)} = \frac{-5648 - 0/2}{\sin(42.7)} = -8333$ N

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} = \frac{|8702|}{84071} = 0.168$$

  controle: 0.168 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
  Profiel alleen op trek belast, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie:
- Drukdiagonalen (RHBK50*30*2.0 mm) voldoen qua trek/druk
  bij B.C.2: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (1e kap zuiging)

3.10.3.4 Controle van de trekdiagonalen:

Er wordt vanuit gegaan, dat de trekdiagonalen als zodanig worden toegepast in
de eindkappen en als trek- en drukdiagonalen in eventuele middenkappen.

- Controle op trek (in de eindkappen bij neerwaartse belasting en evt. in de middenkappen
  bij opwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qtdmaxt = 5648 N (zie tabel 3.10.3.1)
    (+ = trek in trekdiagonaal)

$$\text{Res.diag.trekkracht: } N_{tdiagt} = \frac{Q_{tdmaxt}+F_{punt}/2}{\sin(\alpha)} = \frac{5648 + 0/2}{\sin(42.7)} = 8333 \text{ N}$$

 - Sterkte: Capaciteit trekdiagonaal: Ftdiagt = 51938 N (zie 4.4)

$$UC_{sterkte} = \frac{|N_{Ed}|}{F_{tdiagt}} = \frac{|8333|}{51938} = 0.160$$

  - UC-Trek : 0.160 < 1.00, dus trekdiagonaal voldoet.

- Controle op druk (in de eindkappen bij opwaartse belasting en evt. in de middenkappen
  bij neerwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qtdmaxd = 5898 N (zie tabel 3.10.3.1)
    (+ = druk in trekdiagonaal)

$$\text{Res. diagonaaldrukkracht: } N_{tdiagd} = \frac{-Q_{tdmaxd}}{\sin(\alpha)} = \frac{-5898}{\sin(42.7)} = -8702 \text{ N}$$

 - Sterkte: Capaciteit trekdiagonaal: Ftdiagd = 70220 N (zie 4.4)

$$UC_{sterkte} = \frac{|N_{Ed}|}{F_{tdiagd}} = \frac{|8702|}{70220} = 0.124$$

  - UC-Druk : 0.124 < 1.00, dus trekdiagonaal voldoet.

Conclusie:
- Trekdiagonalen (RHBK50*30*2.0 mm) voldoen qua trek/druk
  bij B.C.2: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (1e kap zuiging)

3.10.3.4 Controle van de (las)verbindingen:

	Drukdiagonaal		Trekdiagonaal	
	Nd = -8333 N		Nd = - 8702 N	
	Nt = 8702 N		Nt = 8333 N	
	Fstev = 6399 N		Fstev = 6127 N	
	Fstlo = 5898 N		Fstlo = 5648 N	
	Msdt = 0.00 Nm		Msdt = 0.00 Nm	
	Fsdev = 6127 N		Fsdev = 6399 N	
	bovenrand	onderrand	bovenrand	onderrand
Tau1	15.70 N/mm²	15.70 N/mm²	15.04 N/mm²	15.04 N/mm²
Tau2	24.09 N/mm²	24.09 N/mm²	23.07 N/mm²	23.07 N/mm²
Sgm1	15.70 N/mm²	15.70 N/mm²	15.04 N/mm²	15.04 N/mm²
SgmWst	30.15 N/mm²	30.15 N/mm²	28.87 N/mm²	28.87 N/mm²
UC1	0.15	0.15	0.14	0.14
UC2	0.05	0.05	0.05	0.05
SgmWsd	23.07 N/mm²	23.07 N/mm²	24.09 N/mm²	24.09 N/mm²
UC3	0.11	0.11	0.12	0.12
Nt1	55249 N	55249 N	55249 N	55249 N
knd	1.00	1.00	1.00	1.00
Nd1	55249 N	55249 N	55249 N	55249 N
UCt1	0.16	0.16	0.15	0.15
UCd1	0.15	0.15	0.16	0.16
UClas	0.15	0.15	0.14	0.14
UCdia	0.16	0.16	0.16	0.16
UCgeo	0.78	0.78	0.78	0.78
UClas	0.15		0.14	
UCdia	0.83		0.83	

Conclusie:
- Lassen: UClas = 0.15 <= 1.00 dus: voldoen
- Aansluitingen: UCdia = 0.83 <= 1.00 dus: voldoen

Eindconclusie:
- Aansluiting diagonalen voldoet
  bij B.C.2: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (1e kap zuiging)

3.10.3.4 Controle van de gootverticaal
- Veerstijfheid van de aansluiting van de bovenrand-goot "uit het vlak":
  Hoekverdraaiing door torsie onderrand:

$$V1 = \frac{\text{kap}}{\text{Gbr} * \text{Itor} * 2} = \frac{4600}{80769 * 853355 * 2} = 33.37 \quad *10\text{-}9\ 1/\text{Nmm}$$

  Hoekverdraaiing door gootverticaal (goot):

$$V2 = \frac{\text{hspant}}{2 * \text{Egv} * \text{Igv}} = \frac{630}{2 * 210000 * 1083901} = 1.38 \quad *10\text{-}9\ 1/\text{Nmm}$$

  Hoekverdraaiing door inklemming (onderrand):

$$V3 = \frac{\text{hspant}}{\text{Egv} * \text{Igv}} = \frac{630}{210000 * 1083901} = 2.77 \quad *10\text{-}9\ 1/\text{Nmm}$$

  Hoekverdraaiing door gootverticaal (buiging):

$$V4 = \frac{\text{hspant}}{3 * \text{Egv} * \text{Igv}} = \frac{630}{3 * 210000 * 1083901} = 0.92 \quad *10\text{-}9\ 1/\text{Nmm}$$

  Hoekverdraaiing door gootverticaal (bovenrand):

$$V5 = \frac{\text{vspant}}{2 * \text{Egv} * \text{Igv}} = \frac{80}{2 * 210000 * 1083901} = 0.18 \quad *10\text{-}9\ 1/\text{Nmm}$$

  Hoekverdraaiing door opzetkolom (buiging):

$$V6 = \frac{\text{vspant}}{3 * \text{Egv} * \text{Igv}} = \frac{80}{3 * 210000 * 1083901} = 0.42 \quad *10\text{-}9\ 1/\text{Nmm}$$

  Moment bij bovenrand

$$M0 = \frac{(V3+V6-V2)*\text{hspant}*\text{vspant}^2 - V4*\text{vspant}*\text{hspant}^2 + V5*\text{hspant}3}{(V1+V4+v5)*\text{hspant}^2 + (V1+V3+v6)*\text{vspant}^2 + (2*V1+V2)*\text{vspant}*\text{hspant}} = 1.3 \quad \text{Nm}$$

  Geeft de veerstijfheid ter plaatse van de bovenrand:

$$kbr = \frac{\text{vspant} + \text{hspant}}{V4*\text{vspant}*\text{hspant}^2 - V5*\text{hspant}3 + [(V4+V5+V1)*\text{hspant}^2 + V1*\text{vspant}*\text{hspant}]*M0}$$

  kbr = 148526.4 N/mm

  Vereiste kritische veerstijfheid: kcr = 196.9 N/mm

- Controle: 148526.4 N/mm > 196.9 N/mm, dus veerstijfheid voldoet.

Conclusie:
- Gootverticaal voldoet qua sterkte/stabiliteit en stijfheid
  bij B.C.2: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (1e kap zuiging)

3.10.3.5 Controle van de bouten van de spant-kolom-aansluiting:

Controle van de krachten op de bout(en) bij de bovenrand:

Tabel 3.10.3.5.1: Belastingen bij bovenrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,br [N]	Fs,br [N]	Fi,br [N]
36.80	18647	-854	-4740	0	-2370	3352
55.20	19219	-1402	4779	0	2389	3379
55.20	21703	-615	-5030	0	-2515	3557
73.60	16948	-1165	4489	0	2245	3174

Gegevens van de eindplaat bij de bovenrand:
- Aantal bouten bij de bovenrand: nbb = 1
- Momenten-arm bij bovenrand: hbbout = 535 mm
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Normaalkracht: $Ft = \frac{Nt}{2 * nbb} - \frac{M}{hbbout}$ met Ft >= 0 N
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * Q
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,br max = 3557 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbtb max = 282240 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 3557 N < 282240 N, dus bout bij bovenrand (M20-8.8) voldoet.
bij B.C.2: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (1e kap zuiging)

Controle van de krachten op de bout(en) bij de onderrand:

Tabel 3.10.3.5.2: Belastingen bij onderrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,or [N]	Fs,or [N]	Fi,or [N]
36.80	18647	-854	-4740	34445	-2370	34608
55.20	19219	-1402	4779	35241	2389	35403
55.20	21703	-615	-5030	40280	-2515	40437
73.60	16948	-1165	4489	31113	2245	31274

Gegevens van de eindplaat bij de onderrand:
- Aantal bouten bij de onderrand: nbo = 1
- Momenten-arm bij onderrand: hobout = 535 mm
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Normaalkracht: $Ft = \frac{Nt}{2 * nbo} + \frac{M}{hobout}$ met Ft >= 0 N
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * Q
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,or max = 40437 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbto max = 282240 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 40437 N < 282240 N, dus bout bij onderrand (M20-8.8) voldoet.
bij B.C.2: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (1e kap zuiging)

3.10.3.5 Controle van de eindplaat op pons:

Bij de boutverbinding van de bovenrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxb = 0.0 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capb = 423 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0.0 kN < 423 kN, dus eindplaat (ST120*15.0) voldoet
zonder onderlegring bij de bovenste bout
bij B.C.2: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (1e kap zuiging)

Bij de boutverbinding van de onderrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxo = 40.3 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capo = 423 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 40.3 kN < 423 kN, dus eindplaat (ST120*15.0) voldoet
zonder onderlegring bij de onderste bout
bij B.C.2: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (1e kap zuiging)

3.10.3.5 Controle van de eindplaat op buiging:

Tabel 3.10.3.5.4.1: Belastingen van de eindplaat van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Normaal-kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ftrb [N]	Ftro [N]
36.80	18647	-854	-4740	0	31723
55.20	19219	-1402	4779	0	32435
55.20	21703	-615	-5030	0	37111
73.60	16948	-1165	4489	0	28638

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de bovenrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftrb = \frac{N + sn*Q}{2} - \frac{M}{ht,eff} \text{ met } Ftrb>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftrb(max) * e = 0.5 * 0 * 25.0 = 0 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 7533 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0 Nm < 7533 Nm, dus eindplaat (ST120*15.0) voldoet
bij B.C.2: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (1e kap zuiging)

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de onderrand:
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftro(max) * e = 0.5 * 37111 * 25.0 = 464 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 7533 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 464 Nm < 7533 Nm, dus eindplaat (ST120*15.0) voldoet
bij B.C.2: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (1e kap zuiging)

De lasverbindingen tussen eindplaat met resp. de boven- en onderrand
zijn niet gecontroleerd.

3.10.3.6 Controle van de bouten van de koppelaansluiting:

Controle van de krachten op de bout(en) bij de bovenrand:

Tabel 3.10.3.6.1: Belastingen bij bovenrand van de koppelaansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,br [N]	Fs,br [N]	Fi,br [N]
43.70	-8517	-1042	-1712	14596	-856	14646
43.70	-8517	-1042	-1712	14596	-856	14646
48.30	-8361	-1224	1751	12511	875	12572
48.30	-8361	-1224	1751	12511	875	12572
62.10	-7458	-804	-2001	13086	-1001	13163
62.10	-7458	-804	-2001	13086	-1001	13163
66.70	-8633	-987	1461	13231	731	13272
66.70	-8633	-987	1461	13231	731	13272

Gegevens van de koppelplaat bij de bovenrand:
- Aantal bouten bij de bovenrand: nbb = 1
- Momenten-arm bij bovenrand: hbbout = 597 mm
- Teken dwarskracht bij eindpositie sn=+1 en bij beginpositie sn=-1

$$\text{- Normaalkracht: } Ft = \frac{N + sn*Q}{2 * nbb} - \frac{M}{hbbout} \text{ met } Ft >= 0N$$

- Schuifkracht: Fs = 0.5 * -N - sn*Q
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,br max = 14646 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbtb max = 180864 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 14646 N < 180864 N, dus bout bij bovenrand (M16-8.8) voldoet.
bij B.C.2: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (1e kap zuiging)

Controle van de krachten op de bout(en) bij de onderrand:

Tabel 3.10.3.6.2: Belastingen bij onderrand van de koppelaansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,or [N]	Fs,or [N]	Fi,or [N]
43.70	-8517	-1042	-1712	0	-856	1210
43.70	-8517	-1042	-1712	0	-856	1210
48.30	-8361	-1224	1751	0	875	1238
48.30	-8361	-1224	1751	0	875	1238
62.10	-7458	-804	-2001	0	-1001	1415
62.10	-7458	-804	-2001	0	-1001	1415
66.70	-8633	-987	1461	0	731	1033
66.70	-8633	-987	1461	0	731	1033

Gegevens van de koppelplaat bij de onderrand:
- Aantal bouten bij de onderrand: nbo = 2
- Momenten-arm bij onderrand: hobout = 1080 mm
- Teken dwarskracht bij eindpositie sn=+1 en bij beginpositie sn=-1

$$\text{- Normaalkracht: } Ft = \frac{N + sn*Q}{2 * nbo} + \frac{M}{hobout} \text{ met } Ft >= 0N$$

- Schuifkracht: Fs = 0.5 * -N - sn*Q
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,or max = 1415 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbto max = 180864 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 1415 N < 180864 N, dus bout bij onderrand (M16-8.8) voldoet.
bij B.C.2: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (1e kap zuiging)

3.10.3.6 Controle van de koppelplaat op pons:
Bij de boutverbinding van de bovenrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxb = 14.6 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de koppelplaat: Fp,capb = 336 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 14.6 kN < 336 kN, dus koppelplaat (ST100*15.0) voldoet
zonder onderlegring bij de bovenste bout
bij B.C.2: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (1e kap zuiging)

Bij de boutverbinding van de onderrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxo = 0.0 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de koppelplaat: Fp,capo = 336 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0.0 kN < 336 kN, dus koppelplaat (ST100*15.0) voldoet
zonder onderlegring bij de onderste bout
bij B.C.2: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (1e kap zuiging)

3.10.3.6 Controle van de koppelplaat op buiging:

Tabel 3.10.3.6.4.1: Belastingen van de koppelplaat.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Normaal-kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ftrb [N]	Ftro [N]
43.70	-8517	-1042	-1712	15020	0
43.70	-8517	-1042	-1712	15020	0
48.30	-8361	-1224	1751	12927	0
48.30	-8361	-1224	1751	12927	0
62.10	-7458	-804	-2001	13458	0
62.10	-7458	-804	-2001	13458	0
66.70	-8633	-987	1461	13661	0
66.70	-8633	-987	1461	13661	0

Resulterende trekkracht in de koppelplaat bij de bovenrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftrb = \frac{N + sn*Q}{2} - \frac{M}{ht,eff} \quad \text{met } Ftrb>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de koppelplaat:
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftrb(max) * e = 0.5 * 0 * 25.0 = 188 Nm
- Capaciteit van de koppelplaat: Mp,cap = 3512 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 188 Nm < 3512 Nm, dus koppelplaat (ST100*15.0) voldoet
bij B.C.2: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (1e kap zuiging)

Resulterende trekkracht in de koppelplaat bij de onderrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftro = \frac{N + sn*Q}{2} + \frac{M}{ht,eff} \quad \text{met } Ftro>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de koppelplaat:
- Normaalkracht : Ftbout(2) = 0.0 * 530.0 /630.0 = 0.0 kN
- Normaalkracht : Ftbout(1) = 0.0 * 630.0 /630.0 = 0.0 kN
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * max(Ftbout(2) * e(2), Ftbout(1) * e(1))
= 0.5 * max(0.0 * 25 , 0.0 * 25) = 0 Nm
- Capaciteit van de koppelplaat: Mp,cap = 2363 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0 Nm < 2363 Nm, dus koppelplaat (ST100*15.0) voldoet
bij B.C.2: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (1e kap zuiging)

De lasverbindingen tussen koppelplaat met resp. de boven- en onderrand
zijn niet gecontroleerd.

3.10.4 De krachtsverdeling in de 2e rij tralies:

Tabel 3.10.4.1: Momentenlijn, normaal- en dwarskrachtenlijn.

Positie	Momentenlijn	Normaal-krachtenlijn	Dwars-krachtenlijn
x in [m] begin - eind	M(x) in [Nm] (+ = U/- =)	N(x) in [N] (+ = trek)	Q(x) in [N] (+ = ~~~___)
18.40 - 23.00	28929 1765	-1129 -1129	-5473 -6341
23.00 - 27.60	1834 -9409	-1318 -1318	-2010 -2878
27.60 - 32.20	-9342 -4658	-1502 -1502	1453 584
32.20 - 36.80	-4593 16023	-1680 -1680	4915 4046
73.60 - 78.20	19376 -3625	-399 -399	-4568 -5436
78.20 - 82.80	-3557 -10636	-587 -587	-1105 -1973
82.80 - 87.40	-10570 -1722	-769 -769	2358 1489
87.40 - 92.00	-1658 23124	-946 -946	5820 4951

3.10.4.1 Controle van de stijfheid van de tralie:

De toelaatbare doorbuiging van alle tralieliggers wordt bepaald per tralie:
- uvtoel = 18400 / 250 < 30.0 mm, dus: uvtoel = 30.0 mm

Uit de U-lijn is de maximale doorbuiging:
- doorbuiging umax = -3.43 mm

- Controle van de 2e rij tralies:
  Doorbuiging: |-3.4 | mm < 30.0 mm, dus: voldoet.
  bij B.C.2: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (1e kap zuiging)

3.10.4.2 Controle van de bovenrand:

3.10.4.2 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de bovenrand:

- De normaalkracht in de bovenrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = -M/0.5800 + N/2 (voor N en M, zie 3.10.4.1)
    met: Effectieve spanthoogte: 580.0 mm

Tabel 3.10.42: Normaalkrachtenverloop in de bovenrand.

Plaats	Normaalkracht in [N] (trek = positief)	Systeem-lengte
x in [m]	Spant	[mm]
18.40 - 23.00	-50442 -3608	4599
23.00 - 27.60	-3821 15564	4600
27.60 - 32.20	15357 7281	4600
32.20 - 36.80	7080 -28467	4601
73.60 - 78.20	-33606 6051	4599
78.20 - 82.80	5839 18045	4600
82.80 - 87.40	17839 2585	4600
87.40 - 92.00	2385 -40342	4601

3.10.4.2 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Tabel 3.10.4.2:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de bovenrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-bepaling begin-eind	Normaalkrachten (trek = positief) [N] "begin"	"einde"	Rand-voor-waar-den	Mouty fact. ß m	Knfct staaf-lengte ß m×ß n	Knik-lengte [mm]	Klasse	Sterkte UC	Stab. UC
18.40-23.00	-50442	-3608	m-z	0.653	0.491	2257	1	0.22	0.30
23.00-27.60	-3821	15564	z-z	0.652	0.432	1987	1	0.02	0.02
32.20-36.80	7080	-28467	z-m	0.653	0.432	1988	1	0.12	0.16
73.60-78.20	-33606	6051	m-z	0.653	0.437	2008	1	0.15	0.19
87.40-92.00	2385	-40342	z-m	0.653	0.463	2133	1	0.18	0.23

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (0.67 - 0.2)*(|-50442 |/(0.742 *229893 /1.0)) = 1.03
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-50442 |/(0.742 *229893 /1.0)) = 1.11
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(1.03   , 1.11   ) = 1.03
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.62

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-50442 |/(0.742 *229893 /1.0)+1.03 *|0.0 |/(1.00*5873.1 /1.0)
           = 0.296 + 0.000 = 0.296
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-50442 |/(0.859 *229893 /1.0)+0.62 *|0.0 |/(1.00*5873.1 /1.0)
           = 0.256 + 0.000 = 0.256

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.296 , 0.256) = 0.296

- controle: 0.30 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.10.4.2 Stabiliteitscontrole in het vlak:

- Nabij de zwevende goten:

  - Maatgevende normaaldrukkracht: Ndmax = -50442 N

  - Kniklengte: lky = 0.80 * lveld = 0.80 * 1150 = 920 mm
    (lky > lveld/2, omdat de kortere velden, de langere velden steunen.)
  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (0.47 - 0.2)*(|-50442 |/(0.859 *229893 /1.0)) = 0.96
  Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-50442 |/(0.859 *229893 /1.0)) = 1.08
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.96   , 1.08   ) = 0.96
  Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.58

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-50442 |/(0.859 *229893 /1.0)+0.96 *|0.0 |/(1.00*3961.1 /1.0)
           = 0.256 + 0.000 = 0.256
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-50442 |/(0.962 *229893 /1.0)+0.58 *|0.0 |/(1.00*3961.1 /1.0)
           = 0.228 + 0.000 = 0.228

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.256 , 0.228) = 0.256

- controle: 0.26 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.10.4.2 Doorsnede-controle van de bovenrand:

           |NEd| |-50442 |
- UCDruk = ----- = --------- = 0.22
           Nc.Rd   229893

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 18045   N

           |NEd| |18045 |
- UCTrek = ----- = --------- = 0.08
           Nc.Rd   229893

Trek is maatgevend.

- Controle: 0.22 < 1.00, dus de treksterkte voldoet.

Conclusie:
- Bovenrand (RHBK100*50*3.0) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.2: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (1e kap zuiging)

3.10.4.3 Controle van de onderrand:

3.10.4.3 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de onderrand:
(voor de achterliggende theorie wordt verwezen naar hoofdstuk 4)

Tabel 3.10.43: Normaalkrachtenverloop in de onderrand.
- De normaalkracht in de onderrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = M/0.5800 + N/2 (voor N en M, zie 3.10.4.1)
    met: Effectieve spanthoogte: 580.0 mm

Tabel 3.10.43: Normaalkrachtenverloop in de onderrand.

Plaats x in [m]	Normaalkracht in [N] (trek = positief) Spant	Systeem-lengte [mm]
18.40 - 23.00	49313 2479	4599
23.00 - 27.60	2503 -16882	4600
27.60 - 32.20	-16858 -8782	4600
32.20 - 36.80	-8760 26787	4601
73.60 - 78.20	33207 -6450	4599
78.20 - 82.80	-6426 -18632	4600
82.80 - 87.40	-18609 -3354	4600
87.40 - 92.00	-3331 39396	4601

3.10.4.3 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Tabel 3.10.4.3:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de onderrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-bepaling begin-eind	Normaalkrachten (trek = positief) [N] "begin" "einde"	Rand-voor-waar-den	Mouty fact. ßm	Knfct staaf-lengte ßm×ßn	Knik-lengte [mm]	Klasse /PlPerc	Sterkte UC	Stab. UC
23.00-27.60	2503 -16882	z-z	0.671	0.456	2099	1	0.07	0.10
27.60-32.20	-16858 -8782	z-z	0.671	0.591	2719	1	0.07	0.11
32.20-36.80	-8760 26787	z-m	0.666	0.441	2028	1	0.04	0.05
73.60-78.20	33207 -6450	m-z	0.666	0.441	2027	1	0.03	0.04
78.20-82.80	-6426 -18632	z-z	0.671	0.559	2570	1	0.08	0.12
82.80-87.40	-18609 -3354	z-z	0.671	0.527	2423	1	0.08	0.11
87.40-92.00	-3331 39396	z-m	0.666	0.441	2028	1	0.01	0.02

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
       = 0.90 * (1.0 + (0.77 - 0.2)*(|-18632 |/(0.684 *229893 /1.0)) = 0.96
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
       = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-18632 |/(0.684 *229893 /1.0)) = 0.99
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(0.96 , 0.99) = 0.96
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.58

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-18632 |/(0.684 *229893 /1.0)+0.96 *|0.0 |/(1.00*5873.1 /1.0)
           = 0.119 + 0.000 = 0.119
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-18632 |/(0.791 *229893 /1.0)+0.58 *|0.0 |/(1.00*5873.1 /1.0)
           = 0.102 + 0.000 = 0.102

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.119 , 0.102) = 0.119

- controle: 0.12 < 0.95, dus de stabiliteit voldoet.

3.10.4.3 Stabiliteitscontrole in het vlak (nabij de kolom-aansluitingen):

- Maatgevend: Ndmax = N + |Q|/tan(alfa) = -18632 + |-1973 |/tan(42.7) = -16491 N
  (N.B.: 1e drukdiagonaal reduceert de normaaldrukkracht in de onderrand)

- Kniklengte: lky = 1.00*lveld = 1.00 * 1150 = 1150 mm

  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.40 (het profiel is geschoord).
  M1 = 0.00 , M2 = 0.00 , Ms = 0.00 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
       = 0.40 * (1.0 + (0.59 - 0.2)*(|-16491 |/(0.791 *229893 /1.0)) = 0.41
  Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
       = 0.40 * (1.0 + 0.8*(|-16491 |/(0.791 *229893 /1.0)) = 0.43
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.41 , 0.43) = 0.41
  Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.25

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-16491 |/(0.791 *229893 /1.0)+0.41 *|0.0 |/(1.00*3961.1 /1.0)
           = 0.091 + 0.000 = 0.091
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-16491 |/(0.927 *229893 /1.0)+0.25 *|0.0 |/(1.00*3961.1 /1.0)
           = 0.077 + 0.000 = 0.077

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.091 , 0.077) = 0.091

- controle: 0.09 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.10.4.3 Doorsnede-controle van de onderrand:

           |NEd| |-18632 |
- UCDruk = ----- = --------- = 0.08
           Nc.Rd   229893

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 49313 N

           |NEd| |49313 |
- UCTrek = ----- = --------- = 0.21
           Nc.Rd   229893

Trek is maatgevend.

- Controle: 0.21 < 1.00, dus de treksterkte voldoet.

Conclusie:
- Onderrand (RHBK100*50*3.0) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.2: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (1e kap zuiging)

3.10.4.4 Controle van de diagonalen:

3.10.4.4 Controle van de drukdiagonalen:

Gezien de toepassing spitst de controle van de drukdiagonalen zich toe
op de eindkappen van de tralies, d.w.z. tussen kopplaat en 1e zwevende goten.

- Controle op druk (bij neerwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qddmaxd = -5820   N (zie tabel 3.10.4.1)
    (+ = druk in drukdiagonaal)
    Extra dwarskracht i.v.m. mogelijke positie transportlast in eerste
    diagonaalveld in plaats van het midden van de overspanning.
    Vert.puntlast: Fpunt = 0.00 * max(0   , 1000) + 0.00 * 0   = 0   N

$$\text{- Res.diag.drukkracht: } N_{ddiagd} = \frac{Q_{ddmaxd} - F_{punt}/2}{\sin(\alpha)} = \frac{-5820 - 0 / 2}{\sin(42.7)} = -8588 \quad N$$

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$UC_{sterkte} = \frac{|N_{Ed}|}{N_{c.Rd}} = \frac{|9356|}{84071} = 0.180$$

  controle: 0.180 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
  Profiel alleen op trek belast, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie:
- Drukdiagonalen (RHBK50*30*2.0 mm) voldoen qua trek/druk
  bij B.C.2: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (1e kap zuiging)

3.10.4.4 Controle van de trekdiagonalen:

Er wordt vanuit gegaan, dat de trekdiagonalen als zodanig worden toegepast in
de eindkappen en als trek- en drukdiagonalen in eventuele middenkappen.

- Controle op trek (in de eindkappen bij neerwaartse belasting en evt. in de middenkappen
  bij opwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qtdmaxt = 5820 N (zie tabel 3.10.4.1)
    (+ = trek in trekdiagonaal)

$$\text{Res.diag.trekkracht: } N_{tdiagt} = \frac{Q_{tdmaxt}+F_{punt}/2}{\sin(\alpha)} = \frac{5820 + 0/2}{\sin(42.7)} = 8588 \text{ N}$$

 - Sterkte: Capaciteit trekdiagonaal: Ftdiagt = 51938 N (zie 4.4)

$$\text{UCsterkte} = \frac{|N_{Ed}|}{F_{tdiagt}} = \frac{|8588|}{51938} = 0.165$$

  - UC-Trek : 0.165 < 1.00, dus trekdiagonaal voldoet.

- Controle op druk (in de eindkappen bij opwaartse belasting en evt. in de middenkappen
  bij neerwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qtdmaxd = 6341 N (zie tabel 3.10.4.1)
    (+ = druk in trekdiagonaal)

$$\text{Res. diagonaaldrukkracht: } N_{tdiagd} = \frac{-Q_{tdmaxd}}{\sin(\alpha)} = \frac{-6341}{\sin(42.7)} = -9356 \text{ N}$$

 - Sterkte: Capaciteit trekdiagonaal: Ftdiagd = 70220 N (zie 4.4)

$$\text{UCsterkte} = \frac{|N_{Ed}|}{F_{tdiagd}} = \frac{|9356|}{70220} = 0.133$$

  - UC-Druk : 0.133 < 1.00, dus trekdiagonaal voldoet.

Conclusie:
- Trekdiagonalen (RHBK50*30*2.0 mm) voldoen qua trek/druk
  bij B.C.2: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (1e kap zuiging)

3.10.4.4 Controle van de (las)verbindingen:

	Drukdiagonaal		Trekdiagonaal	
	Nd = -8588 N		Nd = - 9356 N	
	Nt = 9356 N		Nt = 8588 N	
	Fstev = 6879 N		Fstev = 6314 N	
	Fstlo = 6341 N		Fstlo = 5820 N	
	Msdt = 0.00 Nm		Msdt = 0.00 Nm	
	Fsdev = 6314 N		Fsdev = 6879 N	
	bovenrand	onderrand	bovenrand	onderrand
Tau1	16.88 N/mm²	16.88 N/mm²	15.50 N/mm²	15.50 N/mm²
Tau2	25.90 N/mm²	25.90 N/mm²	23.78 N/mm²	23.78 N/mm²
Sgm1	16.88 N/mm²	16.88 N/mm²	15.50 N/mm²	15.50 N/mm²
SgmWst	32.42 N/mm²	32.42 N/mm²	29.76 N/mm²	29.76 N/mm²
UC1	0.16	0.16	0.14	0.14
UC2	0.06	0.06	0.05	0.05
SgmWsd	23.78 N/mm²	23.78 N/mm²	25.90 N/mm²	25.90 N/mm²
UC3	0.11	0.11	0.12	0.12
Nt1	55249 N	55249 N	55249 N	55249 N
knd	1.00	1.00	1.00	1.00
Nd1	55249 N	55249 N	55249 N	55249 N
UCt1	0.17	0.17	0.16	0.16
UCd1	0.16	0.16	0.17	0.17
UClas	0.16	0.16	0.14	0.14
UCdia	0.17	0.17	0.17	0.17
UCgeo	0.78	0.78	0.78	0.78

UClas	0.16	0.14
UCdia	0.83	0.83

Conclusie:
- Lassen: UClas = 0.16 <= 1.00 dus: voldoen
- Aansluitingen: UCdia = 0.83 <= 1.00 dus: voldoen

Eindconclusie:
- Aansluiting diagonalen voldoet
  bij B.C.2: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (1e kap zuiging)

3.10.4.4 Controle van de gootverticaal
- Veerstijfheid van de aansluiting van de bovenrand-goot "uit het vlak":
  Hoekverdraaiing door torsie onderrand:

$$V1 = \frac{\text{kap}}{\text{Gbr} * \text{Itor} * 2} = \frac{4600}{80769 * 853355 * 2} = 33.37 \quad *10\text{-}9\ 1/\text{Nmm}$$

  Hoekverdraaiing door gootverticaal (goot):

$$V2 = \frac{\text{hspant}}{2 * \text{Egv} * \text{Igv}} = \frac{630}{2 * 210000 * 1083901} = 1.38 \quad *10\text{-}9\ 1/\text{Nmm}$$

  Hoekverdraaiing door inklemming (onderrand):

$$V3 = \frac{\text{hspant}}{\text{Egv} * \text{Igv}} = \frac{630}{210000 * 1083901} = 2.77 \quad *10\text{-}9\ 1/\text{Nmm}$$

  Hoekverdraaiing door gootverticaal (buiging):

$$V4 = \frac{\text{hspant}}{3 * \text{Egv} * \text{Igv}} = \frac{630}{3 * 210000 * 1083901} = 0.92 \quad *10\text{-}9\ 1/\text{Nmm}$$

  Hoekverdraaiing door gootverticaal (bovenrand):

$$V5 = \frac{\text{vspant}}{2 * \text{Egv} * \text{Igv}} = \frac{80}{2 * 210000 * 1083901} = 0.18 \quad *10\text{-}9\ 1/\text{Nmm}$$

  Hoekverdraaiing door opzetkolom (buiging):

$$V6 = \frac{\text{vspant}}{3 * \text{Egv} * \text{Igv}} = \frac{80}{3 * 210000 * 1083901} = 0.42 \quad *10\text{-}9\ 1/\text{Nmm}$$

  Moment bij bovenrand

$$M0 = \frac{(V3+V6-V2)*\text{hspant}*\text{vspant}^2 - V4*\text{vspant}*\text{hspant}^2 + V5*\text{hspant}3}{(V1+V4+v5)*\text{hspant}^2 + (V1+V3+v6)*\text{vspant}^2 + (2*V1+V2)*\text{vspant}*\text{hspant}} = 1.3 \quad \text{Nm}$$

  Geeft de veerstijfheid ter plaatse van de bovenrand:

$$kbr = \frac{\text{vspant} + \text{hspant}}{V4*\text{vspant}*\text{hspant}^2 - V5*\text{hspant}3 + [(V4+V5+V1)*\text{hspant}^2 + V1*\text{vspant}*\text{hspant}]*M0}$$

  kbr = 148526.4 N/mm

  Vereiste kritische veerstijfheid: kcr = 196.9 N/mm

- Controle: 148526.4 N/mm > 196.9 N/mm, dus veerstijfheid voldoet.

Conclusie:
- Gootverticaal voldoet qua sterkte/stabiliteit en stijfheid
  bij B.C.2: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (1e kap zuiging)

3.10.4.5 Controle van de bouten van de spant-kolom-aansluiting:

Controle van de krachten op de bout(en) bij de bovenrand:

Tabel 3.10.4.5.1: Belastingen bij bovenrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,br [N]	Fs,br [N]	Fi,br [N]
18.40	28929	-1129	-5473	0	-2736	3870
36.80	16023	-1680	4046	0	2023	2861
73.60	19376	-399	-4568	0	-2284	3230
92.00	23124	-946	4951	0	2476	3501

Gegevens van de eindplaat bij de bovenrand:
- Aantal bouten bij de bovenrand: nbb = 1
- Momenten-arm bij bovenrand: hbbout = 535 mm
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Normaalkracht: $Ft = \frac{Nt}{2 * nbb} - \frac{M}{hbbout}$ met Ft >= 0 N
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * Q
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,br max = 3870 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbtb max = 282240 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 3870 N < 282240 N, dus bout bij bovenrand (M20-8.8) voldoet.
bij B.C.2: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (1e kap zuiging)

Controle van de krachten op de bout(en) bij de onderrand:

Tabel 3.10.4.5.2: Belastingen bij onderrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,or [N]	Fs,or [N]	Fi,or [N]
18.40	28929	-1129	-5473	53537	-2736	53676
36.80	16023	-1680	4046	29126	2023	29266
73.60	19376	-399	-4568	36036	-2284	36181
92.00	23124	-946	4951	42772	2476	42915

Gegevens van de eindplaat bij de onderrand:
- Aantal bouten bij de onderrand: nbo = 1
- Momenten-arm bij onderrand: hobout = 535 mm
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Normaalkracht: $Ft = \frac{Nt}{2 * nbo} + \frac{M}{hobout}$ met Ft >= 0 N
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * Q
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,or max = 53676 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbto max = 282240 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 53676 N < 282240 N, dus bout bij onderrand (M20-8.8) voldoet.
bij B.C.2: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (1e kap zuiging)

3.10.4.5 Controle van de eindplaat op pons:

Bij de boutverbinding van de bovenrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxb = 0.0 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capb = 423 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0.0 kN < 423 kN, dus eindplaat (ST120*15.0) voldoet
zonder onderlegring bij de bovenste bout
bij B.C.2: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (1e kap zuiging)

Bij de boutverbinding van de onderrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxo = 53.5 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capo = 423 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 53.5 kN < 423 kN, dus eindplaat (ST120*15.0) voldoet
zonder onderlegring bij de onderste bout
bij B.C.2: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (1e kap zuiging)

3.10.4.5 Controle van de eindplaat op buiging:

Tabel 3.10.4.5.4.1: Belastingen van de eindplaat van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Normaal-kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ftrb [N]	Ftro [N]
18.40	28929	-1129	-5473	0	49313
36.80	16023	-1680	4046	0	26787
73.60	19376	-399	-4568	0	33207
92.00	23124	-946	4951	0	39396

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de bovenrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftrb = \frac{N + sn*Q}{2} - \frac{M}{ht,eff} \text{ met } Ftrb>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftrb(max) * e = 0.5 * 0 * 25.0 = 0 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 7533 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0 Nm < 7533 Nm, dus eindplaat (ST120*15.0) voldoet
bij B.C.2: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (1e kap zuiging)

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de onderrand:
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftro(max) * e = 0.5 * 49313 * 25.0 = 616 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 7533 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 616 Nm < 7533 Nm, dus eindplaat (ST120*15.0) voldoet
bij B.C.2: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (1e kap zuiging)

De lasverbindingen tussen eindplaat met resp. de boven- en onderrand
zijn niet gecontroleerd.

3.10.4.6 Controle van de bouten van de koppelaansluiting:

Controle van de krachten op de bout(en) bij de bovenrand:

Tabel 3.10.4.6.1: Belastingen bij bovenrand van de koppelaansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,br [N]	Fs,br [N]	Fi,br [N]
25.30	-3288	-1318	-2444	6069	-1222	6310
25.30	-3288	-1318	-2444	6069	-1222	6310
29.90	-6501	-1502	1018	9625	509	9652
29.90	-6501	-1502	1018	9625	509	9652
80.50	-6597	-587	-1539	11522	-770	11573
80.50	-6597	-587	-1539	11522	-770	11573
85.10	-5647	-769	1923	8108	962	8221
85.10	-5647	-769	1923	8108	962	8221

Gegevens van de koppelplaat bij de bovenrand:
- Aantal bouten bij de bovenrand: nbb = 1
- Momenten-arm bij bovenrand: hbbout = 597 mm
- Teken dwarskracht bij eindpositie sn=+1 en bij beginpositie sn=-1

$$\text{- Normaalkracht: } Ft = \frac{N + sn*Q}{2 * nbb} - \frac{M}{hbbout} \text{ met } Ft >= 0N$$

- Schuifkracht: $Fs = 0.5 * -N - sn*Q$
- Ideële kracht: $Fi = (Ft^2 + 2*Fs^2)0.5$
- Maximale optredende kracht: Fi,br max = 11573 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbtb max = 180864 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 11573 N < 180864 N, dus bout bij bovenrand (M16-8.8) voldoet.
bij B.C.2: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (1e kap zuiging)

Controle van de krachten op de bout(en) bij de onderrand:

Tabel 3.10.4.6.2: Belastingen bij onderrand van de koppelaansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,or [N]	Fs,or [N]	Fi,or [N]
25.30	-3288	-1318	-2444	0	-1222	1728
25.30	-3288	-1318	-2444	0	-1222	1728
29.90	-6501	-1502	1018	0	509	720
29.90	-6501	-1502	1018	0	509	720
80.50	-6597	-587	-1539	0	-770	1088
80.50	-6597	-587	-1539	0	-770	1088
85.10	-5647	-769	1923	0	962	1360
85.10	-5647	-769	1923	0	962	1360

Gegevens van de koppelplaat bij de onderrand:
- Aantal bouten bij de onderrand: nbo = 2
- Momenten-arm bij onderrand: hobout = 1080 mm
- Teken dwarskracht bij eindpositie sn=+1 en bij beginpositie sn=-1

$$\text{- Normaalkracht: } Ft = \frac{N + sn*Q}{2 * nbo} + \frac{M}{hobout} \text{ met } Ft >= 0N$$

- Schuifkracht: $Fs = 0.5 * -N - sn*Q$
- Ideële kracht: $Fi = (Ft^2 + 2*Fs^2)0.5$
- Maximale optredende kracht: Fi,or max = 1728 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbto max = 180864 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 1728 N < 180864 N, dus bout bij onderrand (M16-8.8) voldoet.
bij B.C.2: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (1e kap zuiging)

3.10.4.6 Controle van de koppelplaat op pons:
Bij de boutverbinding van de bovenrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxb = 11.5 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de koppelplaat: Fp,capb = 336 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 11.5 kN < 336 kN, dus koppelplaat (ST100*15.0) voldoet
zonder onderlegring bij de bovenste bout
bij B.C.2: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (1e kap zuiging)

Bij de boutverbinding van de onderrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxo = 0.0 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de koppelplaat: Fp,capo = 336 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0.0 kN < 336 kN, dus koppelplaat (ST100*15.0) voldoet
zonder onderlegring bij de onderste bout
bij B.C.2: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (1e kap zuiging)

3.10.4.6 Controle van de koppelplaat op buiging:

Tabel 3.10.4.6.4.1: Belastingen van de koppelplaat.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Normaal-kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ftrb [N]	Ftro [N]
25.30	-3288	-1318	-2444	6232	0
25.30	-3288	-1318	-2444	6232	0
29.90	-6501	-1502	1018	9948	0
29.90	-6501	-1502	1018	9948	0
80.50	-6597	-587	-1539	11851	0
80.50	-6597	-587	-1539	11851	0
85.10	-5647	-769	1923	8389	0
85.10	-5647	-769	1923	8389	0

Resulterende trekkracht in de koppelplaat bij de bovenrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftrb = \frac{N + sn*Q}{2} - \frac{M}{ht,eff} \quad \text{met } Ftrb>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de koppelplaat:
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftrb(max) * e = 0.5 * 0 * 25.0 = 148 Nm
- Capaciteit van de koppelplaat: Mp,cap = 3512 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 148 Nm < 3512 Nm, dus koppelplaat (ST100*15.0) voldoet
bij B.C.2: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (1e kap zuiging)

Resulterende trekkracht in de koppelplaat bij de onderrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftro = \frac{N + sn*Q}{2} + \frac{M}{ht,eff} \quad \text{met } Ftro>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de koppelplaat:
- Normaalkracht : Ftbout(2) = 0.0 * 530.0 /630.0 = 0.0 kN
- Normaalkracht : Ftbout(1) = 0.0 * 630.0 /630.0 = 0.0 kN
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * max(Ftbout(2) * e(2), Ftbout(1) * e(1))
= 0.5 * max(0.0 * 25 , 0.0 * 25) = 0 Nm
- Capaciteit van de koppelplaat: Mp,cap = 2363 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0 Nm < 2363 Nm, dus koppelplaat (ST100*15.0) voldoet
bij B.C.2: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (1e kap zuiging)

De lasverbindingen tussen koppelplaat met resp. de boven- en onderrand
zijn niet gecontroleerd.

3.10.5 De krachtsverdeling in de 1e rij tralies:

Tabel 3.10.5.1: Momentenlijn, normaal- en dwarskrachtenlijn.

Positie	Momentenlijn	Normaal-krachtenlijn	Dwars-krachtenlijn
x in [m]	M(x) in [Nm]	N(x) in [N]	Q(x) in [N]
begin - eind	(+ = U/- =)	(+ = trek)	(+ = ~~~___)
0.00 - 4.60	5382 -23811	-3767 -3767	-5914 -6782
4.60 - 9.20	-24436 -24293	-2208 -2208	465 -403
9.20 - 13.80	-24535 -6818	-1610 -1610	4286 3417
13.80 - 18.40	-6756 26898	-1784 -1784	7748 6879
92.00 - 96.60	25893 -4518	-66 -66	-6179 -7047
96.60 - 101.2	-4448 -18940	-256 -256	-2716 -3585
101.2 - 105.8	-18872 -17436	-441 -441	746 -122
105.8 - 110.4	-17473 -654	-362 -362	4090 3221

3.10.5.1 Controle van de stijfheid van de tralie:

De toelaatbare doorbuiging van alle tralieliggers wordt bepaald per tralie:
- uvtoel = 18400 / 250 < 30.0 mm, dus: uvtoel = 30.0 mm

Uit de U-lijn is de maximale doorbuiging:
- doorbuiging umax = -15.89 mm

- Controle van de 1e rij tralies:
  Doorbuiging: |-15.9 | mm < 30.0 mm, dus: voldoet.
  bij B.C.2: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (1e kap zuiging)

3.10.5.2 Controle van de bovenrand:

3.10.5.2 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de bovenrand:

- De normaalkracht in de bovenrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = -M/0.5800 + N/2 (voor N en M, zie 3.10.5.1)
    met: Effectieve spanthoogte: 580.0 mm

Tabel 3.10.52: Normaalkrachtenverloop in de bovenrand.

Plaats	Normaalkracht in [N] (trek = positief)	Systeem-lengte
x in [m]	Spant	[mm]
0.00 - 4.60	-11163 39170	4599
4.60 - 9.20	41028 40781	4600
9.20 - 13.80	41497 10951	4600
13.80 - 18.40	10756 -47267	4601
92.00 - 96.60	-44677 7756	4599
96.60 - 101.2	7541 32526	4600
101.2 - 105.8	32318 29842	4600
105.8 - 110.4	29946 948	4601

3.10.5.2 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Tabel 3.10.5.2:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de bovenrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-bepaling begin-eind	Normaalkrachten (trek = positief) [N] "begin"	"einde"	Rand-voor-waar-den	Mouty fact. ß m	Knfct staaf-lengte ß m×ß n	Knik-lengte [mm]	Klasse	Sterkte UC	Stab. UC
0.00- 4.60	-11163	39170	e-z	0.633	0.419	1928	1	0.05	0.06
13.80-18.40	10756	-47267	z-m	0.653	0.432	1988	1	0.21	0.26
92.00-96.60	-44677	7756	m-z	0.653	0.438	2015	1	0.19	0.25

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (0.59 - 0.2)*(|-47267 |/(0.790 *229893 /1.0)) = 0.99
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-47267 |/(0.790 *229893 /1.0)) = 1.09
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(0.99   , 1.09   ) = 0.99
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.60

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-47267 |/(0.790 *229893 /1.0)+0.99 *|0.0 |/(1.00*5873.1 /1.0)
           = 0.260 + 0.000 = 0.260
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-47267 |/(0.859 *229893 /1.0)+0.60 *|0.0 |/(1.00*5873.1 /1.0)
           = 0.239 + 0.000 = 0.239

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.260 , 0.239) = 0.260

- controle: 0.26 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.10.5.2 Stabiliteitscontrole in het vlak:

- Nabij de zwevende goten:

  - Maatgevende normaaldrukkracht: Ndmax = -47267 N

  - Kniklengte: lky = 0.80 * lveld = 0.80 * 1150 = 920 mm
    (lky > lveld/2, omdat de kortere velden, de langere velden steunen.)
  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (0.47 - 0.2)*(|-47267 |/(0.859 *229893 /1.0)) = 0.96
  Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-47267 |/(0.859 *229893 /1.0)) = 1.07
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.96   , 1.07   ) = 0.96
  Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.58

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-47267 |/(0.859 *229893 /1.0)+0.96 *|0.0 |/(1.00*3961.1 /1.0)
           = 0.239 + 0.000 = 0.239
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-47267 |/(0.962 *229893 /1.0)+0.58 *|0.0 |/(1.00*3961.1 /1.0)
           = 0.214 + 0.000 = 0.214

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.239 , 0.214) = 0.239

- controle: 0.24 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.10.5.2 Doorsnede-controle van de bovenrand:

           |NEd| |-47267 |
- UCDruk = ----- = --------- = 0.21
           Nc.Rd   229893

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 41497   N

           |NEd| |41497 |
- UCTrek = ----- = --------- = 0.18
           Nc.Rd   229893

Trek is maatgevend.

- Controle: 0.21 < 1.00, dus de treksterkte voldoet.

Conclusie:
- Bovenrand (RHBK100*50*3.0) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.2: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (1e kap zuiging)

3.10.5.3 Controle van de onderrand:

3.10.5.3 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de onderrand:
(voor de achterliggende theorie wordt verwezen naar hoofdstuk 4)

Tabel 3.10.53: Normaalkrachtenverloop in de onderrand.
- De normaalkracht in de onderrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = M/0.5800 + N/2 (voor N en M, zie 3.10.5.1)
    met: Effectieve spanthoogte: 580.0 mm

Tabel 3.10.53: Normaalkrachtenverloop in de onderrand.

Plaats x in [m]	Normaalkracht in [N] (trek = positief) Spant		Systeem-lengte [mm]
0.00 - 4.60	7396	-42937	4599
4.60 - 9.20	-43235	-42989	4600
9.20 - 13.80	-43107	-12561	4600
13.80 - 18.40	-12540	45483	4601
92.00 - 96.60	44610	-7822	4599
96.60 - 101.2	-7797	-32783	4600
101.2 - 105.8	-32759	-30283	4600
105.8 - 110.4	-30307	-1309	4601

3.10.5.3 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Tabel 3.10.5.3:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de onderrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-bepaling begin-eind	Normaalkrachten (trek = positief) [N] "begin"	"einde"	Rand-voor-waar-den	Mouty fact. ß m	Knfct staaf-lengte ß m×ß n	Knik-lengte [mm]	Klasse /PlPerc	Sterkte UC	Stab. UC
0.00- 4.60	7396	-42937	e-z	0.650	0.436	2007	1	0.19	0.24
4.60- 9.20	-43235	-42989	z-z	0.671	0.670	3082	1	0.19	0.32
9.20-13.80	-43107	-12561	z-z	0.671	0.549	2523	1	0.19	0.27
13.80-18.40	-12540	45483	z-m	0.666	0.441	2028	1	0.05	0.07
92.00-96.60	44610	-7822	m-z	0.666	0.441	2027	1	0.03	0.04
96.60-101.2	-7797	-32783	z-z	0.671	0.538	2475	1	0.14	0.20
101.2-105.8	-32759	-30283	z-z	0.671	0.659	3031	1	0.14	0.24
105.8-110.4	-30307	-1309	z-e	0.650	0.483	2221	1	0.13	0.18

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
  = 0.90 * (1.0 + (0.92 - 0.2)*(|-43235 |/(0.589 *229893 /1.0)) = 1.11
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
  = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-43235 |/(0.589 *229893 /1.0)) = 1.13
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(1.11 , 1.13) = 1.11
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.66

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
  = |-43235 |/(0.589 *229893 /1.0)+1.11 *|0.0 |/(1.00*5873.1 /1.0)
  = 0.320 + 0.000 = 0.320
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
  = |-43235 |/(0.791 *229893 /1.0)+0.66 *|0.0 |/(1.00*5873.1 /1.0)
  = 0.238 + 0.000 = 0.238

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.320 , 0.238) = 0.320

- controle: 0.32 < 0.95, dus de stabiliteit voldoet.

3.10.5.3 Stabiliteitscontrole in het vlak (nabij de kolom-aansluitingen):

- Maatgevend: Ndmax = N + |Q|/tan(alfa) = -43235 + |465 |/tan(42.7) = -42731 N
  (N.B.: 1e drukdiagonaal reduceert de normaaldrukkracht in de onderrand)

- Kniklengte: lky = 1.00*lveld = 1.00 * 1150 = 1150 mm

  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.40 (het profiel is geschoord).
  M1 = 0.00 , M2 = 0.00 , Ms = 0.00 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.40 * (1.0 + (0.59 - 0.2)*(|-42731 |/(0.791 *229893 /1.0)) = 0.44
  Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.40 * (1.0 + 0.8*(|-42731 |/(0.791 *229893 /1.0)) = 0.48
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.44 , 0.48) = 0.44
  Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.26

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-42731 |/(0.791 *229893 /1.0)+0.44 *|0.0 |/(1.00*3961.1 /1.0)
           = 0.235 + 0.000 = 0.235
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-42731 |/(0.927 *229893 /1.0)+0.26 *|0.0 |/(1.00*3961.1 /1.0)
           = 0.200 + 0.000 = 0.200

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.235 , 0.200) = 0.235

- controle: 0.23 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.10.5.3 Doorsnede-controle van de onderrand:

           |NEd| |-43235 |
- UCDruk = ----- = --------- = 0.19
           Nc.Rd   229893

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 45483   N

           |NEd| |45483 |
- UCTrek = ----- = --------- = 0.20
           Nc.Rd   229893

Trek is maatgevend.

- Controle: 0.20 < 1.00, dus de treksterkte voldoet.

Conclusie:
- Onderrand (RHBK100*50*3.0) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.2: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (1e kap zuiging)

3.10.5.4 Controle van de diagonalen:

3.10.5.4 Controle van de drukdiagonalen:

Gezien de toepassing spitst de controle van de drukdiagonalen zich toe
op de eindkappen van de tralies, d.w.z. tussen kopplaat en 1e zwevende goten.

- Controle op druk (bij neerwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qddmaxd = -7748   N (zie tabel 3.10.5.1)
    (+ = druk in drukdiagonaal)
    Extra dwarskracht i.v.m. mogelijke positie transportlast in eerste
    diagonaalveld in plaats van het midden van de overspanning.
    Vert.puntlast: Fpunt = 0.00 * max(0   , 1000) + 0.00 * 0   = 0   N

$$\text{- Res.diag.drukkracht: } N_{ddiagd} = \frac{Q_{ddmaxd} - F_{punt}/2}{\sin(\alpha)} = \frac{-7748 - 0/2}{\sin(42.7)} = -11432 \text{ N}$$

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$UC_{sterkte} = \frac{|N_{Ed}|}{N_{c.Rd}} = \frac{|10398|}{84071} = 0.200$$

  controle: 0.200 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
  Profiel alleen op trek belast, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie:
- Drukdiagonalen (RHBK50*30*2.0 mm) voldoen qua trek/druk
  bij B.C.2: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (1e kap zuiging)

3.10.5.4 Controle van de trekdiagonalen:

Er wordt vanuit gegaan, dat de trekdiagonalen als zodanig worden toegepast in
de eindkappen en als trek- en drukdiagonalen in eventuele middenkappen.

- Controle op trek (in de eindkappen bij neerwaartse belasting en evt. in de middenkappen
  bij opwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qtdmaxt = 7748 N (zie tabel 3.10.5.1)
    (+ = trek in trekdiagonaal)

$$\text{Ntdiagt} = \frac{\text{Qtdmaxt}+\text{Fpunt}/2}{\sin(\text{alfa})} = \frac{7748 + 0/2}{\sin(42.7)} = 11432 \text{ N}$$

 - Sterkte: Capaciteit trekdiagonaal: Ftdiagt = 51938 N (zie 4.4)

$$\text{UCsterkte} = \frac{|\text{NEd}|}{\text{Ftdiagt}} = \frac{|11432|}{51938} = 0.220$$

  - UC-Trek : 0.220 < 1.00, dus trekdiagonaal voldoet.

- Controle op druk (in de eindkappen bij opwaartse belasting en evt. in de middenkappen
  bij neerwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qtdmaxd = 7047 N (zie tabel 3.10.5.1)
    (+ = druk in trekdiagonaal)

$$\text{Ntdiagd} = \frac{-\text{Qtdmaxd}}{\sin(\text{alfa})} = \frac{-7047}{\sin(42.7)} = -10398 \text{ N}$$

 - Sterkte: Capaciteit trekdiagonaal: Ftdiagd = 70220 N (zie 4.4)

$$\text{UCsterkte} = \frac{|\text{NEd}|}{\text{Ftdiagd}} = \frac{|10398|}{70220} = 0.148$$

  - UC-Druk : 0.148 < 1.00, dus trekdiagonaal voldoet.

Conclusie:
- Trekdiagonalen (RHBK50*30*2.0 mm) voldoen qua trek/druk
  bij B.C.2: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (1e kap zuiging)

3.10.5.4 Controle van de (las)verbindingen:

	Drukdiagonaal		Trekdiagonaal	
	Nd = -11432 N Nt = 10398 N		Nd = - 10398 N Nt = 11432 N	
	Fstev = 7645 N Fstlo = 7047 N Msdt = 0.00 Nm Fsdev = 8406 N		Fstev = 8406 N Fstlo = 7748 N Msdt = 0.00 Nm Fsdev = 7645 N	
	bovenrand	onderrand	bovenrand	onderrand
Tau1	18.76 N/mm²	18.76 N/mm²	20.63 N/mm²	20.63 N/mm²
Tau2	28.79 N/mm²	28.79 N/mm²	31.65 N/mm²	31.65 N/mm²
Sgm1	18.76 N/mm²	18.76 N/mm²	20.63 N/mm²	20.63 N/mm²
SgmWst	36.03 N/mm²	36.03 N/mm²	39.61 N/mm²	39.61 N/mm²
UC1	0.17	0.17	0.19	0.19
UC2	0.07	0.07	0.07	0.07
SgmWsd	31.65 N/mm²	31.65 N/mm²	28.79 N/mm²	28.79 N/mm²
UC3	0.15	0.15	0.14	0.14
Nt1	55249 N	55249 N	55249 N	55249 N
knd	1.00	1.00	1.00	1.00
Nd1	55249 N	55249 N	55249 N	55249 N
UCt1	0.19	0.19	0.21	0.21
UCd1	0.21	0.21	0.19	0.19
UClas	0.17	0.17	0.19	0.19
UCdia	0.21	0.21	0.21	0.21
UCgeo	0.78	0.78	0.78	0.78

UClas	0.17	0.19
UCdia	0.83	0.83

Conclusie:
- Lassen: UClas = 0.19 <= 1.00 dus: voldoen
- Aansluitingen: UCdia = 0.83 <= 1.00 dus: voldoen

Eindconclusie:
- Aansluiting diagonalen voldoet
  bij B.C.2: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (1e kap zuiging)

3.10.5.4 Controle van de gootverticaal
- Veerstijfheid van de aansluiting van de bovenrand-goot "uit het vlak":
  Hoekverdraaiing door torsie onderrand:

$$V1 = \frac{\text{kap}}{\text{Gbr} * \text{Itor} * 2} = \frac{4600}{80769 * 853355 * 2} = 33.37 \quad *10\text{-}9\ 1/\text{Nmm}$$

  Hoekverdraaiing door gootverticaal (goot):

$$V2 = \frac{\text{hspant}}{2 * \text{Egv} * \text{Igv}} = \frac{630}{2 * 210000 * 1083901} = 1.38 \quad *10\text{-}9\ 1/\text{Nmm}$$

  Hoekverdraaiing door inklemming (onderrand):

$$V3 = \frac{\text{hspant}}{\text{Egv} * \text{Igv}} = \frac{630}{210000 * 1083901} = 2.77 \quad *10\text{-}9\ 1/\text{Nmm}$$

  Hoekverdraaiing door gootverticaal (buiging):

$$V4 = \frac{\text{hspant}}{3 * \text{Egv} * \text{Igv}} = \frac{630}{3 * 210000 * 1083901} = 0.92 \quad *10\text{-}9\ 1/\text{Nmm}$$

  Hoekverdraaiing door gootverticaal (bovenrand):

$$V5 = \frac{\text{vspant}}{2 * \text{Egv} * \text{Igv}} = \frac{80}{2 * 210000 * 1083901} = 0.18 \quad *10\text{-}9\ 1/\text{Nmm}$$

  Hoekverdraaiing door opzetkolom (buiging):

$$V6 = \frac{\text{vspant}}{3 * \text{Egv} * \text{Igv}} = \frac{80}{3 * 210000 * 1083901} = 0.42 \quad *10\text{-}9\ 1/\text{Nmm}$$

  Moment bij bovenrand

$$M0 = \frac{(V3+V6-V2)*\text{hspant}*\text{vspant}^2 - V4*\text{vspant}*\text{hspant}^2 + V5*\text{hspant}3}{(V1+V4+v5)*\text{hspant}^2 + (V1+V3+v6)*\text{vspant}^2 + (2*V1+V2)*\text{vspant}*\text{hspant}} = 1.3 \quad \text{Nm}$$

  Geeft de veerstijfheid ter plaatse van de bovenrand:

$$kbr = \frac{\text{vspant} + \text{hspant}}{V4*\text{vspant}*\text{hspant}^2 - V5*\text{hspant}3 + [(V4+V5+V1)*\text{hspant}^2 + V1*\text{vspant}*\text{hspant}]*M0}$$

  kbr = 148526.4 N/mm

  Vereiste kritische veerstijfheid: kcr = 196.9 N/mm

- Controle: 148526.4 N/mm > 196.9 N/mm, dus veerstijfheid voldoet.

Conclusie:
- Gootverticaal voldoet qua sterkte/stabiliteit en stijfheid
  bij B.C.2: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (1e kap zuiging)

3.10.5.5 Controle van de bouten van de spant-kolom-aansluiting:

Controle van de krachten op de bout(en) bij de bovenrand:

Tabel 3.10.5.5.1: Belastingen bij bovenrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x	M	N	Q	Ft,br	Fs,br	Fi,br
[m]	[Nm]	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]
0.00	5382	-3767	-5914	0	-2957	4182
18.40	26898	-1784	6879	0	3440	4865
92.00	25893	-66	-6179	0	-3089	4369
110.4	-654	-362	3221	1043	1610	2505

Gegevens van de eindplaat bij de bovenrand:
- Aantal bouten bij de bovenrand: nbb = 1
- Momenten-arm bij bovenrand: hbbout = 535 mm
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Normaalkracht: $Ft = \frac{Nt}{2 * nbb} - \frac{M}{hbbout}$ met Ft >= 0 N
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * Q
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,br max = 4865 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbtb max = 282240 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 4865 N < 282240 N, dus bout bij bovenrand (M20-8.8) voldoet.
bij B.C.2: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (1e kap zuiging)

Controle van de krachten op de bout(en) bij de onderrand:

Tabel 3.10.5.5.2: Belastingen bij onderrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x	M	N	Q	Ft,or	Fs,or	Fi,or
[m]	[Nm]	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]
0.00	5382	-3767	-5914	8182	-2957	9189
18.40	26898	-1784	6879	49411	3440	49650
92.00	25893	-66	-6179	48391	-3089	48588
110.4	-654	-362	3221	0	1610	2277

Gegevens van de eindplaat bij de onderrand:
- Aantal bouten bij de onderrand: nbo = 1
- Momenten-arm bij onderrand: hobout = 535 mm
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Normaalkracht: $Ft = \frac{Nt}{2 * nbo} + \frac{M}{hobout}$ met Ft >= 0 N
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * Q
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,or max = 49650 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbto max = 282240 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 49650 N < 282240 N, dus bout bij onderrand (M20-8.8) voldoet.
bij B.C.2: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (1e kap zuiging)

3.10.5.5 Controle van de eindplaat op pons:

Bij de boutverbinding van de bovenrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxb = 1.0 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capb = 423 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 1.0 kN < 423 kN, dus eindplaat (ST120*15.0) voldoet
zonder onderlegring bij de bovenste bout
bij B.C.2: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (1e kap zuiging)

Bij de boutverbinding van de onderrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxo = 49.4 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capo = 423 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 49.4 kN < 423 kN, dus eindplaat (ST120*15.0) voldoet
zonder onderlegring bij de onderste bout
bij B.C.2: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (1e kap zuiging)

3.10.5.5 Controle van de eindplaat op buiging:

Tabel 3.10.5.5.4.1: Belastingen van de eindplaat van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Normaal-kracht
x	M	N	Q	Ftrb	Ftro
[m]	[Nm]	[N]	[N]	[N]	[N]
0.00	5382	-3767	-5914	0	7396
18.40	26898	-1784	6879	0	45483
92.00	25893	-66	-6179	0	44610
110.4	-654	-362	3221	948	0

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de bovenrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftrb = \frac{N + sn*Q}{2} - \frac{M}{ht,eff} \text{ met } Ftrb>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftrb(max) * e = 0.5 * 948 * 25.0 = 12 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 7533 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 12 Nm < 7533 Nm, dus eindplaat (ST120*15.0) voldoet
bij B.C.2: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (1e kap zuiging)

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de onderrand:
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftro(max) * e = 0.5 * 45483 * 25.0 = 569 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 7533 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 569 Nm < 7533 Nm, dus eindplaat (ST120*15.0) voldoet
bij B.C.2: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (1e kap zuiging)

De lasverbindingen tussen eindplaat met resp. de boven- en onderrand
zijn niet gecontroleerd.

3.10.5.6 Controle van de bouten van de koppelaansluiting:

Controle van de krachten op de bout(en) bij de bovenrand:

Tabel 3.10.5.6.1: Belastingen bij bovenrand van de koppelaansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,br [N]	Fs,br [N]	Fi,br [N]
6.90	-23865	-2208	31	38840	16	38840
6.90	-23865	-2208	31	38840	16	38840
11.50	-15177	-1610	3851	22682	1926	22845
11.50	-15177	-1610	3851	22682	1926	22845
98.90	-11195	-256	-3150	20191	-1575	20313
98.90	-11195	-256	-3150	20191	-1575	20313
103.5	-17655	-441	312	29184	156	29185
103.5	-17655	-441	312	29184	156	29185

Gegevens van de koppelplaat bij de bovenrand:
- Aantal bouten bij de bovenrand: nbb = 1
- Momenten-arm bij bovenrand: hbbout = 597 mm
- Teken dwarskracht bij eindpositie sn=+1 en bij beginpositie sn=-1

$$\text{- Normaalkracht: } Ft = \frac{N + sn*Q}{2 * nbb} - \frac{M}{hbbout} \text{ met } Ft >= 0N$$

- Schuifkracht: $Fs = 0.5 * -N - sn*Q$
- Ideële kracht: $Fi = (Ft^2 + 2*Fs^2)0.5$
- Maximale optredende kracht: Fi,br max = 38840 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbtb max = 180864 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 38840 N < 180864 N, dus bout bij bovenrand (M16-8.8) voldoet.
bij B.C.2: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (1e kap zuiging)

Controle van de krachten op de bout(en) bij de onderrand:

Tabel 3.10.5.6.2: Belastingen bij onderrand van de koppelaansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,or [N]	Fs,or [N]	Fi,or [N]
6.90	-23865	-2208	31	0	16	22
6.90	-23865	-2208	31	0	16	22
11.50	-15177	-1610	3851	0	1926	2723
11.50	-15177	-1610	3851	0	1926	2723
98.90	-11195	-256	-3150	0	-1575	2228
98.90	-11195	-256	-3150	0	-1575	2228
103.5	-17655	-441	312	0	156	221
103.5	-17655	-441	312	0	156	221

Gegevens van de koppelplaat bij de onderrand:
- Aantal bouten bij de onderrand: nbo = 2
- Momenten-arm bij onderrand: hobout = 1080 mm
- Teken dwarskracht bij eindpositie sn=+1 en bij beginpositie sn=-1

$$\text{- Normaalkracht: } Ft = \frac{N + sn*Q}{2 * nbo} + \frac{M}{hobout} \text{ met } Ft >= 0N$$

- Schuifkracht: $Fs = 0.5 * -N - sn*Q$
- Ideële kracht: $Fi = (Ft^2 + 2*Fs^2)0.5$
- Maximale optredende kracht: Fi,or max = 2723 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbto max = 180864 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 2723 N < 180864 N, dus bout bij onderrand (M16-8.8) voldoet.
bij B.C.2: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (1e kap zuiging)

3.10.5.6 Controle van de koppelplaat op pons:
Bij de boutverbinding van de bovenrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxb = 38.8 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de koppelplaat: Fp,capb = 336 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 38.8 kN < 336 kN, dus koppelplaat (ST100*15.0) voldoet
zonder onderlegring bij de bovenste bout
bij B.C.2: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (1e kap zuiging)

Bij de boutverbinding van de onderrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxo = 0.0 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de koppelplaat: Fp,capo = 336 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0.0 kN < 336 kN, dus koppelplaat (ST100*15.0) voldoet
zonder onderlegring bij de onderste bout
bij B.C.2: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (1e kap zuiging)

3.10.5.6 Controle van de koppelplaat op buiging:

Tabel 3.10.5.6.4.1: Belastingen van de koppelplaat.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Normaal-kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ftrb [N]	Ftro [N]
6.90	-23865	-2208	31	40028	0
6.90	-23865	-2208	31	40028	0
11.50	-15177	-1610	3851	23437	0
11.50	-15177	-1610	3851	23437	0
98.90	-11195	-256	-3150	20748	0
98.90	-11195	-256	-3150	20748	0
103.5	-17655	-441	312	30063	0
103.5	-17655	-441	312	30063	0

Resulterende trekkracht in de koppelplaat bij de bovenrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftrb = \frac{N + sn*Q}{2} - \frac{M}{ht,eff} \quad \text{met } Ftrb>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de koppelplaat:
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftrb(max) * e = 0.5 * 0 * 25.0 = 500 Nm
- Capaciteit van de koppelplaat: Mp,cap = 3512 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 500 Nm < 3512 Nm, dus koppelplaat (ST100*15.0) voldoet
bij B.C.2: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (1e kap zuiging)

Resulterende trekkracht in de koppelplaat bij de onderrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftro = \frac{N + sn*Q}{2} + \frac{M}{ht,eff} \quad \text{met } Ftro>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de koppelplaat:
- Normaalkracht : Ftbout(2) = 0.0 * 530.0 /630.0 = 0.0 kN
- Normaalkracht : Ftbout(1) = 0.0 * 630.0 /630.0 = 0.0 kN
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * max(Ftbout(2) * e(2), Ftbout(1) * e(1))
= 0.5 * max(0.0 * 25 , 0.0 * 25) = 0 Nm
- Capaciteit van de koppelplaat: Mp,cap = 2363 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0 Nm < 2363 Nm, dus koppelplaat (ST100*15.0) voldoet
bij B.C.2: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (1e kap zuiging)

De lasverbindingen tussen koppelplaat met resp. de boven- en onderrand
zijn niet gecontroleerd.

Toetsing van de bepalende doorsnede (lkx= 4000 mm, lky= 4000 mm):

Toetsing van de bepalende doorsnede (lkx= 5527 mm, lky= 3600 mm):

Toetsing van de bepalende doorsnede (lkx= 7072 mm, lky= 4000 mm):

c) Berekening van de toelaatbare horizontale verplaatsing in :

- Rekening houdend met de glasbreedten :

- reductiefactor gevel: r1 = 800 / bkg < 2.0;
                              800 / 800 = 1.00, dus r1 = 1.00
- reductiefactor dek : r2 = 1125 / bd < 2.0;
                             1125 / 1125 = 1.00, dus r2 = 1.00
- ugevel = h / 100 * r1 < 50.0 mm;
            4000 / 100 * 1.00 = 40.0 mm,   dus ugevel = 57.3 mm
- udek   = 1/200 * v * r2 < 50.0 mm
            1/200 * 4000   * 1.00 = 30.0 mm, dus udek = 61.3 mm
- utoel-b = ugevel + udek = 57.3 + 61.3 = 57.5 mm
- utoel = utoel-a < umax; MIN(80.0 , 80.0) = 160.0 mm

3.11 B.C.3: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht

3.11.1 Berekening van de belastingen per tralie:

a) Belastingen in gebruikstoestand:
- Permanente belastingen:
  - Eigen gewicht dek : (1.00 * 35) = 35 N/m²
  - Eigen gewicht van de goot: (1.00 * 30)* 4.00 = 120 N
  - E.G. 1e rij tralies : (1.00 * 188.8) = 188.8 N/m
  - E.G. 2e rij tralies : (1.00 * 188.8) = 188.8 N/m
  - E.G. tralies middenvelden: (1.00 * 188.8) = 188.8 N/m
- Variabele belastingen:
  - Vert. puntlast: 0.00*max(0 ,1000)+0.00*0 = 0 N
  - Windbelasting : (1.00 * 334 * 0.99) = 329 N/m²
    (fCdim = Cdim;lr*Cdim;par/Cdim = 0.83 *0.85 /0.72 = 0.99)

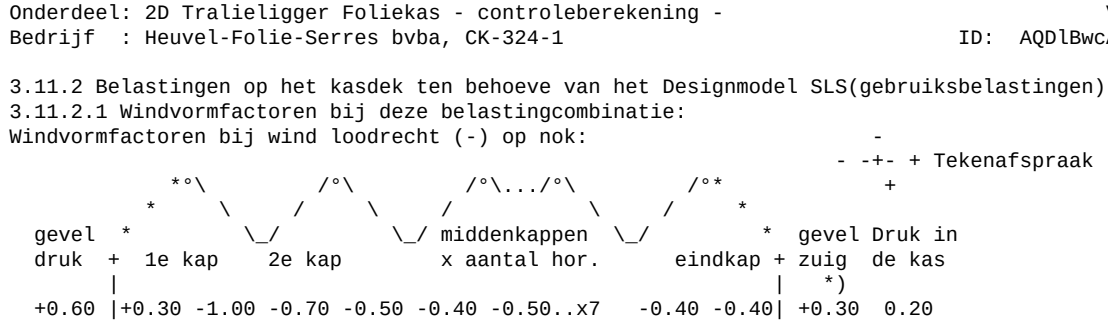
b) Belastingen in rekentoestand:
- Permanente belastingen:
  - Eigen gewicht dek : (1.00 * 35) = 35 N/m²
  - Eigen gewicht van de goot: (1.00 * 30)* 4.00 = 120 N
  - E.G. 1e rij tralies : (1.00 * 188.8) = 188.8 N/m
  - E.G. 2e rij tralies : (1.00 * 188.8) = 188.8 N/m
  - E.G. tralies middenvelden: (1.00 * 188.8) = 188.8 N/m
- Variabele belastingen:
  - Vert. puntlast: 0.00*max(0 ,1000)+0.00*0 = 0 N
  - Windbelasting : (1.27 * 334) = 426 N/m²

c) Bij het bepalen van de knoopcoordinaten is rekening gehouden met
de initiële scheefstand van de kolommen:
- Scheefstand psi = 1/265 (zie EN 1993-1-1)

d) Rekenvoorbeeld van de belastingen op knooppunten op de volgende plaatsen:
Knoop k = "effectieve" spanthoogte van de eerste kolom
Knoop * = zwevende goot 1e rij tralies
Knoop * = middenkolom

- Horizontale belasting:
  Voor het verkorte designmodel wordt een reductiefactor aangehouden van
  (6+1)/(6+1) (met een maximum van 1)
  Fk,hor = (4.000 - 0.5*3.605)
  * [426 *(+0.60 - (0.20)]*4.00 * min(1,(6+1)/(6+1)) = 1513 N
- Verticale belasting:
  Fvg = eigen gewicht goot = (1.00 * 30)* 4.00 = 120 N
  Fk,vert = -0.5 * Fvg
  F*,vert t.p.v. een goot = Fvg

3.11.2 Belastingen op het kasdek ten behoeve van het Designmodel SLS(gebruiksbelastingen):
3.11.2.1 Windvormfactoren bij deze belastingcombinatie:
Windvormfactoren bij wind loodrecht (-) op nok:



3.11.2.2 Belastingfactoren bij deze belastingcombinatie:

Belastingfactoren	gebruikstoestand	rekentoestand
Eigen gewicht	1.00	1.00
Installaties	0.00	0.00
Sneeuw	0.00	0.00
Wind	1.00	1.27
gewas	0.00	0.00

3.11.2.3 Gesommeerde belastingen op de omhulling van de kas per vakmaat:
Belastingen gebruikstoestand SLS per vakmaat (4.000 m):

Tralie	neerwaarts qtral = fi*qinstall + fp*qtral + fg*qgewas		
	= 0.00*280.0 + 1.00*188.8 + 0.00*0.0	qtral =	188.8 N/m
Goot	zijgevel Fgt.s = fp*qgoot.s = 1.00*60.0	Fgt.s =	60 N
	middengoot Fgt.m = fp*qgoot.m = 1.00*120.0	Fgt.m =	120 N
Kasdek	evenwijdig qdek.E = [fp*qdek + fs*qsneew]*sin(dek)		
	= [1.00*126.9 + 0.00*0.0]*sin(25.0)	qdek.E =	53.6 N/m
	loodrecht qdek.L = [fp*qdek + fs*qsneew]*cos(dek)		
	= [1.00*126.9 + 0.00*0.0]*cos(25.0)	qdek.L =	115.0 N/m
	+ wind per kaphelft = qdek.L + fw*qwinds*(cpe-cpi)		
	- 1e kaphelft = 115.0 + 1.00*1336.5*(+0.30-0.20)	qdek.L1 =	248.6 N/m
	- 2e kaphelft = 115.0 + 1.00*1336.5*(-1.00-0.20)	qdek.L2 =	-1488.8 N/m
	- 3e kaphelft = 115.0 + 1.00*1336.5*(-0.70-0.20)	qdek.L3 =	-1087.8 N/m
	- 4e kaphelft = 115.0 + 1.00*1336.5*(-0.50-0.20)	qdek.L4 =	-820.5 N/m
	- Middenkap links = 115.0 + 1.00*1336.5*(-0.40-0.20)	qdek.Lm1 =	-686.9 N/m
	- Middenkap rechts = 115.0 + 1.00*1336.5*(-0.50-0.20)	qdek.Lm2 =	-820.5 N/m
	- Eindkap links = 115.0 + 1.00*1336.5*(-0.40-0.20)	qdek.Le1 =	-686.9 N/m
	- Eindkap Rechts = 115.0 + 1.00*1336.5*(-0.40-0.20)	qdek.Le2 =	-686.9 N/m
	+ windwrijving nok = Cfr,1*fi*qwind*hkap*vakmaat		
	- middenkap FhwCpf = 0.00*1.00*334.1 *1.07*4.0	FhwCpf =	0 N
Zijgevel	windzijde FhwF.gt = fw*Fhw.gt*(cp1-cpi)		
	goothoogte = 1.00*2965.8*(0.6 -0.2)	Fhw.gt =	1186 N
	windzijde FhwF.fh = fw*Fhw.fh*(cp1-cpi)		
	fundatiehoogte = 1.00*2380.1*(0.6 -0.2)	Fhw.fh =	952 N
Zijgevel	loefzijde FhwL.gt = fw*Fhw.gt*(cp1+cpi)		
	goothoogte = 1.00*2965.8*(0.3 +0.2)	Fhw.gt =	1483 N
	loefzijde FhwL.fh = fw*Fhw.fh*(cp1+cpi)		
	fundatiehoogte = 1.00*2380.1*(0.3 +0.2)	Fhw.fh =	1190 N

Belastingen rekentoestand ULS per vakmaat (4.000 m):

Tralie	neerwaarts qtral = fi*qinstall + fp*qtral + fg*qgewas		
	= 0.00*280.0 + 1.00*188.8 + 0.00*0.0	qtral =	188.8 N/m
Goot	zijgevel Fgt.s = fp*qgoot.s = 1.00*60.0	Fgt.s =	60 N
	middengoot Fgt.m = fp*qgoot.m = 1.00*120.0	Fgt.m =	120 N
Kasdek	evenwijdig qdek.E = [fp*qdek + fs*qsneew]*sin(dek)		
	= [1.00*126.9 + 0.00*0.0]*sin(25.0)	qdek.E =	53.6 N/m
	loodrecht qdek.L = [fp*qdek + fs*qsneew]*cos(dek)		
	= [1.00*126.9 + 0.00*0.0]*cos(25.0)	qdek.L =	115.0 N/m
	+ wind per kaphelft = qdek.L + fw*qwinds*(cpe-cpi)		
	- 1e kaphelft = 115.0 + 1.27*1336.5*(+0.30-0.20)	qdek.L1 =	285.4 N/m
	- 2e kaphelft = 115.0 + 1.27*1336.5*(-1.00-0.20)	qdek.L2 =	-1929.8 N/m
	- 3e kaphelft = 115.0 + 1.27*1336.5*(-0.70-0.20)	qdek.L3 =	-1418.6 N/m
	- 4e kaphelft = 115.0 + 1.27*1336.5*(-0.50-0.20)	qdek.L4 =	-1077.8 N/m
	- Middenkap links = 115.0 + 1.27*1336.5*(-0.40-0.20)	qdek.Lm1 =	-907.4 N/m
	- Middenkap rechts = 115.0 + 1.27*1336.5*(-0.50-0.20)	qdek.Lm2 =	-1077.8 N/m
	- Eindkap links = 115.0 + 1.27*1336.5*(-0.40-0.20)	qdek.Le1 =	-907.4 N/m
	- Eindkap Rechts = 115.0 + 1.27*1336.5*(-0.40-0.20)	qdek.Le2 =	-907.4 N/m
	+ windwrijving nok = Cfr,1*fi*qwind*hkap*vakmaat		
	- middenkap FhwCpf = 0.00*1.27*334.1 *1.07*4.0	FhwCpf =	0 N
Zijgevel	windzijde FhwF.gt = fw*Fhw.gt*(cp1-cpi)		
	goothoogte = 1.27*2965.8*(0.6 -0.2)	Fhw.gt =	1513 N
	windzijde FhwF.fh = fw*Fhw.fh*(cp1-cpi)		
	fundatiehoogte = 1.27*2380.1*(0.6 -0.2)	Fhw.fh =	1214 N
Zijgevel	loefzijde FhwL.gt = fw*Fhw.gt*(cp1+cpi)		
	goothoogte = 1.27*2965.8*(0.3 +0.2)	Fhw.gt =	1891 N
	loefzijde FhwL.fh = fw*Fhw.fh*(cp1+cpi)		
	fundatiehoogte = 1.27*2380.1*(0.3 +0.2)	Fhw.fh =	1517 N

Tabel 3.11.2.4: Knoopbelastingen, oplegreacties en knoopverplaatsingen:

			Knoopbelastingen Rekentoestand		Oplegreacties		Knoopverplaatsingen gebruikstoestand		
nr.	X-as [mm]	Y-as [mm]	X-as [N]	Y-as [N]	X-as [N]	Y-as [N]	X-verpl [mm]	Y-verpl [mm]	U_lijn [mm]
	Horiz.	Vert.	Horiz.	Vert.	Horiz.	Vert.	Horiz.	Vert.	
1	-0.013	0.000	1214	0	-2909	-5743			0.000
2	-0.007	1.802							0.000
3	-0.001	3.315							0.000
6	0.000	4.000	0	-60					0.000
7	2.300	5.073							0.000
8	4.600	4.000	0	-120					0.000
9	6.900	5.073							0.000
10	9.200	4.000	0	-120					0.000
11	11.500	5.073							0.000
12	13.800	4.000	0	-120					0.000
13	16.100	5.073							0.000
4	0.000	3.605	1513	0			25.44	-0.03	0.000
14	0.574	3.605					25.44	1.29	-1.317
15	2.299	3.605					25.43	5.32	-5.339
16	4.599	3.605					25.42	9.97	-9.976
17	6.899	3.605					25.39	12.63	-12.629
18	9.199	3.605					25.37	13.00	-12.979
19	11.499	3.605					25.35	11.02	-10.988
20	13.799	3.605					25.34	7.42	-7.373
21	16.099	3.605					25.32	3.20	-3.146
22	17.824	3.605					25.30	0.65	-0.589
23	18.387	0.000			-1232	-15973			0.000
24	18.393	1.802							0.000
25	18.399	3.315							0.000
28	18.400	4.000	0	-120					0.000
29	20.700	5.073							0.000
30	23.000	4.000	0	-120					0.000
31	25.300	5.073							0.000
32	27.600	4.000	0	-120					0.000
33	29.900	5.073							0.000
34	32.200	4.000	0	-120					0.000
35	34.500	5.073							0.000
26	18.400	3.605					25.30	0.07	0.000
36	18.974	3.605					25.29	-0.33	0.400
37	20.699	3.605					25.28	-0.55	0.610
38	22.999	3.605					25.27	0.58	-0.523
39	25.299	3.605					25.25	2.00	-1.946
40	27.599	3.605					25.24	2.94	-2.888
41	29.899	3.605					25.22	2.88	-2.830
42	32.199	3.605					25.21	1.98	-1.937
43	34.499	3.605					25.19	0.67	-0.627
44	36.224	3.605					25.18	0.07	-0.027
45	36.787	0.000			-1357	-13291			0.000
46	36.793	1.802							0.000
47	36.799	3.315							0.000
50	36.800	4.000	0	-120					0.000
51	39.100	5.073							0.000
52	41.400	4.000	0	-120					0.000
53	43.700	5.073							0.000
54	46.000	4.000	0	-120					0.000
55	48.300	5.073							0.000
56	50.600	4.000	0	-120					0.000
57	52.900	5.073							0.000
48	36.800	3.605					25.17	0.04	0.000
58	37.374	3.605					25.17	0.14	-0.095
59	39.099	3.605					25.16	1.09	-1.046
60	41.399	3.605					25.15	3.10	-3.053
61	43.699	3.605					25.14	4.76	-4.720
62	45.999	3.605					25.13	5.48	-5.433
63	48.299	3.605					25.12	4.87	-4.828
64	50.599	3.605					25.10	3.27	-3.225
65	52.899	3.605					25.09	1.25	-1.197
66	54.624	3.605					25.08	0.20	-0.148
67	55.187	0.000			-1325	-14096			0.000
68	55.193	1.802							0.000
69	55.199	3.315							0.000
72	55.200	4.000	0	-120					0.000

73	57.500	5.073								0.000
74	59.800	4.000	0	-120						0.000
75	62.100	5.073								0.000
76	64.400	4.000	0	-120						0.000
77	66.700	5.073								0.000
78	69.000	4.000	0	-120						0.000
79	71.300	5.073								0.000
70	55.200	3.605					25.08	0.05		0.000
80	55.774	3.605					25.07	0.04		0.005
81	57.499	3.605					25.07	0.79		-0.742
82	59.799	3.605					25.06	2.71		-2.666
83	62.099	3.605					25.05	4.45		-4.406
84	64.399	3.605					25.04	5.32		-5.279
85	66.699	3.605					25.03	4.90		-4.852
86	68.999	3.605					25.02	3.42		-3.379
87	71.299	3.605					25.01	1.41		-1.366
88	73.024	3.605					25.00	0.25		-0.211
89	73.587	0.000			-1299	-13389				0.000
90	73.593	1.802								0.000
91	73.599	3.315								0.000
94	73.600	4.000	0	-120						0.000
95	75.900	5.073								0.000
96	78.200	4.000	0	-120						0.000
97	80.500	5.073								0.000
98	82.800	4.000	0	-120						0.000
99	85.100	5.073								0.000
100	87.400	4.000	0	-120						0.000
101	89.700	5.073								0.000
92	73.600	3.605					25.00	0.04		0.000
102	74.174	3.605					25.00	-0.04		0.085
103	75.899	3.605					25.00	0.39		-0.344
104	78.199	3.605					24.99	1.78		-1.735
105	80.499	3.605					24.98	2.98		-2.931
106	82.799	3.605					24.98	3.43		-3.373
107	85.099	3.605					24.97	2.81		-2.754
108	87.399	3.605					24.96	1.51		-1.452
109	89.699	3.605					24.96	0.16		-0.096
110	91.424	3.605					24.95	-0.11		0.171
111	91.987	0.000			-1416	-15496				0.000
112	91.993	1.802								0.000
113	91.999	3.315								0.000
116	92.000	4.000	0	-120						0.000
117	94.300	5.073								0.000
118	96.600	4.000	0	-120						0.000
119	98.900	5.073								0.000
120	101.200	4.000	0	-120						0.000
121	103.500	5.073								0.000
122	105.800	4.000	0	-120						0.000
123	108.100	5.073								0.000
114	92.000	3.605					24.95	0.06		0.000
124	92.574	3.605					24.95	0.41		-0.346
125	94.299	3.605					24.95	2.34		-2.294
126	96.599	3.605					24.95	6.01		-5.969
127	98.899	3.605					24.94	9.36		-9.339
128	101.199	3.605					24.94	11.41		-11.400
129	103.499	3.605					24.94	11.40		-11.402
130	105.799	3.605					24.93	9.26		-9.278
131	108.099	3.605					24.93	5.17		-5.202
132	109.824	3.605					24.93	1.32		-1.358
133	110.387	0.000	1517	0	-2446	-5111				0.000
134	110.393	1.802								0.000
135	110.399	3.315								0.000
136	110.400	3.605	1891	0						0.000
137	110.401	3.895								
138	110.400	4.000	0	-60			24.93	-0.04		

Tabel 3.11.2.5: Staafbelastingen, momenten, normaal- en dwarskrachten

Staaf nr.	Profiel	X-as [N/m]	Y-as [N/m]	B E G I N Normaal [N]	Dwarskr [N]	Moment [Nm]	E I N D Normaal [N]	Dwarskr [N]	Moment [Nm]
		Horizontaal	Verticaal						
1	RHBK100*100*3.			5749	1676	-1419	5749	1676	1601
2	RHBK100*100*3.			5750	1671	1601	5750	1671	4128

3	RHBK100*100*3.			5749	1676	4128	5749	1676	4614
4	RHBK100*100*3.			786	2683	-1061	786	2683	-283
5	RHBK100*100*3.			752	2692	-283	752	2692	0
6	RHBK120*60*3.0			5683	1826	-721	5683	1826	-0
7	RHBK120*60*3.0			4687	-609	241	4687	-609	-0
8	RHBK120*60*3.0			4332	160	-63	4332	160	-0
9	Roede dek	-53.6	-285.4	2787	377	0	2924	-348	37
10	Roede dek	53.6	1929.8	1613	-2463	37	1477	2434	0
11	Roede dek	-53.6	1418.6	3206	-1778	0	3343	1822	55
12	Roede dek	53.6	1077.8	3544	-1389	55	3408	1346	0
13	Roede dek	-53.6	907.4	2654	-1133	0	2790	1169	46
14	Roede dek	53.6	1077.8	2689	-1386	46	2553	1350	0
15	Roede dek	-53.6	907.4	2646	-1137	0	2783	1166	37
16	Roede dek	53.6	1077.8	2682	-1382	37	2546	1353	0
17	1e tralie	0.0	-188.8	-2503	-4966	5675	-2503	-5075	2795
18	1e tralie	0.0	-188.8	-2503	-5075	2795	-2503	-5400	-6240
19	1e tralie	0.0	-188.8	-2503	-5400	-6240	-2503	-5835	-19161
20	1e tralie	0.0	-188.8	-4348	-158	-18440	-4348	-592	-19301
21	1e tralie	0.0	-188.8	-4348	-592	-19301	-4348	-1026	-21162
22	1e tralie	0.0	-188.8	-3755	3663	-21403	-3755	3228	-13478
23	1e tralie	0.0	-188.8	-3755	3228	-13478	-3755	2794	-6552
24	1e tralie	0.0	-188.8	-3929	7125	-6489	-3929	6691	9400
25	1e tralie	0.0	-188.8	-3929	6691	9400	-3929	6365	20661
26	1e tralie	0.0	-188.8	-3929	6365	20661	-3929	6256	24298
27	RHBK100*100*3.			15977	1178	-1197	15977	1178	927
28	RHBK100*100*3.			15978	1165	927	15978	1165	2688
29	RHBK100*100*3.			15977	1178	2688	15977	1178	3030
30	RHBK100*100*3.			4332	167	-72	4332	167	-23
31	RHBK100*100*3.			4329	221	-23	4329	221	-0
32	RHBK120*60*3.0			4332	175	-69	4332	175	0
33	RHBK120*60*3.0			4332	169	-67	4332	169	0
34	RHBK120*60*3.0			4332	164	-65	4332	164	0
35	Roede dek	-53.6	907.4	2645	-1138	0	2781	1165	35
36	Roede dek	53.6	1077.8	2680	-1381	35	2544	1354	0
37	Roede dek	-53.6	907.4	2651	-1135	0	2787	1168	42
38	Roede dek	53.6	1077.8	2686	-1384	42	2550	1351	0
39	Roede dek	-53.6	907.4	2652	-1135	0	2788	1168	43
40	Roede dek	53.6	1077.8	2687	-1385	43	2551	1351	0
41	Roede dek	-53.6	907.4	2647	-1136	0	2784	1166	38
42	Roede dek	53.6	1077.8	2683	-1383	38	2547	1353	0
43	2e tralie	0.0	-188.8	-2879	-5385	27399	-2879	-5494	24279
44	2e tralie	0.0	-188.8	-2879	-5494	24279	-2879	-5819	14521
45	2e tralie	0.0	-188.8	-2879	-5819	14521	-2879	-6254	637
46	2e tralie	0.0	-188.8	-3068	-1923	706	-3068	-2357	-4216
47	2e tralie	0.0	-188.8	-3068	-2357	-4216	-3068	-2791	-10136
48	2e tralie	0.0	-188.8	-3251	1540	-10069	-3251	1106	-7027
49	2e tralie	0.0	-188.8	-3251	1106	-7027	-3251	671	-4984
50	2e tralie	0.0	-188.8	-3429	5002	-4919	-3429	4568	6087
51	2e tralie	0.0	-188.8	-3429	4568	6087	-3429	4242	13686
52	2e tralie	0.0	-188.8	-3429	4242	13686	-3429	4134	16099
53	RHBK100*100*3.			13295	1313	-1253	13295	1313	1113
54	RHBK100*100*3.			13297	1301	1113	13297	1301	3081
55	RHBK100*100*3.			13295	1313	3081	13295	1313	3462
56	RHBK100*100*3.			4332	168	-72	4332	168	-23
57	RHBK100*100*3.			4329	222	-23	4329	222	0
58	RHBK120*60*3.0			4332	174	-69	4332	174	0
59	RHBK120*60*3.0			4332	168	-67	4332	168	-0
60	RHBK120*60*3.0			4332	163	-64	4332	163	0
61	Roede dek	-53.6	907.4	2647	-1137	0	2783	1166	38
62	Roede dek	53.6	1077.8	2682	-1382	38	2546	1353	0
63	Roede dek	-53.6	907.4	2652	-1134	0	2788	1168	43
64	Roede dek	53.6	1077.8	2687	-1385	43	2551	1351	0
65	Roede dek	-53.6	907.4	2652	-1134	0	2788	1169	43
66	Roede dek	53.6	1077.8	2687	-1385	43	2551	1351	0
67	Roede dek	-53.6	907.4	2647	-1137	0	2783	1166	38
68	Roede dek	53.6	1077.8	2682	-1382	38	2546	1353	0
69	middentralie	0.0	-188.8	-2255	-4827	19633	-2255	-4935	16833
70	middentralie	0.0	-188.8	-2255	-4935	16833	-2255	-5261	8039
71	middentralie	0.0	-188.8	-2255	-5261	8039	-2255	-5695	-4559
72	middentralie	0.0	-188.8	-2443	-1364	-4491	-2443	-1798	-8127
73	middentralie	0.0	-188.8	-2443	-1798	-8127	-2443	-2232	-12762
74	middentralie	0.0	-188.8	-2626	2099	-12695	-2626	1664	-8367
75	middentralie	0.0	-188.8	-2626	1664	-8367	-2626	1230	-5039
76	middentralie	0.0	-188.8	-2803	5561	-4974	-2803	5127	7317
77	middentralie	0.0	-188.8	-2803	5127	7317	-2803	4801	15880

78	middentralie	0.0	-188.8	-2803	4801	15880	-2803	4692	18616
79	RHBK100*100*3.			14101	1278	-1235	14101	1278	1069
80	RHBK100*100*3.			14102	1266	1069	14102	1266	2984
81	RHBK100*100*3.			14101	1278	2984	14101	1278	3355
82	RHBK100*100*3.			4332	168	-72	4332	168	-23
83	RHBK100*100*3.			4329	222	-23	4329	222	0
84	RHBK120*60*3.0			4332	174	-69	4332	174	0
85	RHBK120*60*3.0			4332	169	-67	4332	169	0
86	RHBK120*60*3.0			4332	163	-65	4332	163	-0
87	Roede dek	-53.6	907.4	2647	-1137	0	2783	1166	37
88	Roede dek	53.6	1077.8	2682	-1382	37	2546	1353	0
89	Roede dek	-53.6	907.4	2652	-1134	0	2788	1168	43
90	Roede dek	53.6	1077.8	2687	-1385	43	2551	1351	0
91	Roede dek	-53.6	907.4	2652	-1134	0	2788	1169	44
92	Roede dek	53.6	1077.8	2687	-1385	44	2551	1350	0
93	Roede dek	-53.6	907.4	2648	-1136	0	2784	1166	38
94	Roede dek	53.6	1077.8	2683	-1383	38	2547	1353	0
95	middentralie	0.0	-188.8	-1660	-5073	22042	-1660	-5181	19101
96	middentralie	0.0	-188.8	-1660	-5181	19101	-1660	-5507	9882
97	middentralie	0.0	-188.8	-1660	-5507	9882	-1660	-5941	-3283
98	middentralie	0.0	-188.8	-1849	-1610	-3214	-1849	-2045	-7417
99	middentralie	0.0	-188.8	-1849	-2045	-7417	-1849	-2479	-12619
100	middentralie	0.0	-188.8	-2032	1852	-12553	-2032	1418	-8792
101	middentralie	0.0	-188.8	-2032	1418	-8792	-2032	984	-6030
102	middentralie	0.0	-188.8	-2210	5315	-5965	-2210	4880	5759
103	middentralie	0.0	-188.8	-2210	4880	5759	-2210	4555	13897
104	middentralie	0.0	-188.8	-2210	4555	13897	-2210	4446	16491
105	RHBK100*100*3.			13394	1254	-1222	13394	1254	1038
106	RHBK100*100*3.			13395	1242	1038	13395	1242	2917
107	RHBK100*100*3.			13394	1254	2917	13394	1254	3280
108	RHBK100*100*3.			4332	168	-72	4332	168	-23
109	RHBK100*100*3.			4329	222	-23	4329	222	-0
110	RHBK120*60*3.0			4332	173	-68	4332	173	0
111	RHBK120*60*3.0			4332	168	-66	4332	168	-0
112	RHBK120*60*3.0			4332	163	-64	4332	163	-0
113	Roede dek	-53.6	907.4	2647	-1137	0	2783	1166	37
114	Roede dek	53.6	1077.8	2682	-1382	37	2546	1353	0
115	Roede dek	-53.6	907.4	2652	-1135	0	2788	1168	43
116	Roede dek	53.6	1077.8	2687	-1384	43	2551	1351	0
117	Roede dek	-53.6	907.4	2651	-1135	0	2787	1168	43
118	Roede dek	53.6	1077.8	2687	-1384	43	2550	1351	0
119	Roede dek	-53.6	907.4	2646	-1137	0	2782	1166	36
120	Roede dek	53.6	1077.8	2681	-1382	36	2545	1353	0
121	2e tralie	0.0	-188.8	-1093	-4612	19843	-1093	-4721	17166
122	2e tralie	0.0	-188.8	-1093	-4721	17166	-1093	-5046	8742
123	2e tralie	0.0	-188.8	-1093	-5046	8742	-1093	-5481	-3365
124	2e tralie	0.0	-188.8	-1281	-1150	-3296	-1281	-1584	-6440
125	2e tralie	0.0	-188.8	-1281	-1584	-6440	-1281	-2018	-10582
126	2e tralie	0.0	-188.8	-1463	2313	-10516	-1463	1879	-5696
127	2e tralie	0.0	-188.8	-1463	1879	-5696	-1463	1444	-1874
128	2e tralie	0.0	-188.8	-1640	5775	-1810	-1640	5341	10974
129	2e tralie	0.0	-188.8	-1640	5341	10974	-1640	5015	19906
130	2e tralie	0.0	-188.8	-1640	5015	19906	-1640	4907	22765
131	RHBK100*100*3.			15501	1364	-1269	15501	1364	1190
132	RHBK100*100*3.			15502	1351	1190	15502	1351	3233
133	RHBK100*100*3.			15501	1364	3233	15501	1364	3629
134	RHBK100*100*3.			4332	168	-72	4332	168	-23
135	RHBK100*100*3.			4329	223	-23	4329	223	-0
136	RHBK120*60*3.0			4332	176	-69	4332	176	-0
137	RHBK120*60*3.0			4332	170	-67	4332	170	-0
138	RHBK120*60*3.0			4211	-93	37	4211	-93	-0
139	Roede dek	-53.6	907.4	2646	-1137	0	2782	1166	36
140	Roede dek	53.6	1077.8	2681	-1382	36	2545	1353	0
141	Roede dek	-53.6	907.4	2653	-1134	0	2789	1169	45
142	Roede dek	53.6	1077.8	2688	-1385	45	2552	1350	0
143	Roede dek	-53.6	907.4	2655	-1133	0	2791	1170	47
144	Roede dek	53.6	1077.8	2690	-1386	47	2554	1349	0
145	Roede dek	-53.6	907.4	2367	-1136	0	2503	1167	40
146	Roede dek	53.6	907.4	2503	-1167	40	2367	1136	0
147	1e tralie	0.0	-188.8	-407	-6259	26466	-407	-6367	22845
148	1e tralie	0.0	-188.8	-407	-6367	22845	-407	-6693	11581
149	1e tralie	0.0	-188.8	-407	-6693	11581	-407	-7127	-4312
150	1e tralie	0.0	-188.8	-598	-2796	-4242	-598	-3230	-11173
151	1e tralie	0.0	-188.8	-598	-3230	-11173	-598	-3664	-19101
152	1e tralie	0.0	-188.8	-783	667	-19034	-783	232	-18000

153	1e tralie	0.0	-188.8	-783	232	-18000	-783	-202	-17966
154	1e tralie	0.0	-188.8	-703	4010	-18002	-703	3576	-9279
155	1e tralie	0.0	-188.8	-703	3576	-9279	-703	3250	-3393
156	1e tralie	0.0	-188.8	-703	3250	-3393	-703	3141	-1551
157	RHBK100*100*3.			5114	912	-1071	5114	912	572
158	RHBK100*100*3.			5114	907	572	5114	907	1944
159	RHBK100*100*3.			5114	912	1944	5114	912	2209
160	RHBK100*100*3.			1964	-1672	658	1964	-1672	173
161	RHBK100*100*3.			1985	-1647	173	1985	-1647	-0

3.11.3 De krachtsverdeling in de tralies van de middenvelden:

Tabel 3.11.3.1: Momentenlijn, normaal- en dwarskrachtenlijn.

Positie	Momentenlijn	Normaal-krachtenlijn		Dwars-krachtenlijn	
x in [m]	M(x) in [Nm]	N(x) in [N]		Q(x) in [N]	
begin - eind	(+ = U/- =)	(+ = trek)		(+ = ~~~___)	
36.80 - 41.40	19633	-4559	-2255	-2255	-4827	-5695
41.40 - 46.00	-4491	-12762	-2443	-2443	-1364	-2232
46.00 - 50.60	-12695	-5039	-2626	-2626	2099	1230
50.60 - 55.20	-4974	18616	-2803	-2803	5561	4692
55.20 - 59.80	22042	-3283	-1660	-1660	-5073	-5941
59.80 - 64.40	-3214	-12619	-1849	-1849	-1610	-2479
64.40 - 69.00	-12553	-6030	-2032	-2032	1852	984
69.00 - 73.60	-5965	16491	-2210	-2210	5315	4446

3.11.3.1 Controle van de stijfheid van de tralie:

De toelaatbare doorbuiging van alle tralieliggers wordt bepaald per tralie:
- uvtoel = 18400 / 250 < 30.0 mm, dus: uvtoel = 30.0 mm

Uit de U-lijn is de maximale doorbuiging:
- doorbuiging umax = -5.43 mm

- Controle van de tralies van de middenvelden:
  Doorbuiging: |-5.4 | mm < 30.0 mm,   dus: voldoet.
  bij B.C.3: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht

3.11.3.2 Controle van de bovenrand:

3.11.3.2 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de bovenrand:

- De normaalkracht in de bovenrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = -M/0.5800 + N/2   (voor N en M, zie 3.11.3.1)
    met: Effectieve spanthoogte: 580.0 mm

Tabel 3.11.32: Normaalkrachtenverloop in de bovenrand.

Plaats	Normaalkracht in [N] (trek = positief)	Systeem-lengte
x in [m]	Spant	[mm]
36.80 - 41.40	-34977	6733	4599
41.40 - 46.00	6521	20781	4600
46.00 - 50.60	20575	7374	4600
50.60 - 55.20	7175	-33498	4601
55.20 - 59.80	-38834	4831	4599
59.80 - 64.40	4618	20833	4600
64.40 - 69.00	20626	9381	4600
69.00 - 73.60	9180	-29537	4601

3.11.3.2 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Tabel 3.11.3.2:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de bovenrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-bepaling begin-eind	Normaalkrachten (trek = positief) [N] "begin"	"einde"	Rand-voor-waar-den	Mouty fact. ßm	Knfct staaf-lengte ßm×ßn	Knik-lengte [mm]	Klasse	Sterkte UC	Stab. UC
36.80-41.40	-34977	6733	m-z	0.653	0.434	1995	1	0.15	0.19
50.60-55.20	7175	-33498	z-m	0.653	0.432	1988	1	0.15	0.18
55.20-59.80	-38834	4831	m-z	0.653	0.449	2066	1	0.17	0.22
69.00-73.60	9180	-29537	z-m	0.653	0.432	1988	1	0.13	0.16

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (0.62 - 0.2)*(|-38834 |/(0.776 *229893 /1.0)) = 0.98
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-38834 |/(0.776 *229893 /1.0)) = 1.06
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(0.98   , 1.06   ) = 0.98
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.59

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-38834 |/(0.776 *229893 /1.0)+0.98 *|0.0 |/(1.00*5873.1 /1.0)
           = 0.218 + 0.000 = 0.218
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-38834 |/(0.859 *229893 /1.0)+0.59 *|0.0 |/(1.00*5873.1 /1.0)
           = 0.197 + 0.000 = 0.197

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.218 , 0.197) = 0.218

- controle: 0.22 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.11.3.2 Stabiliteitscontrole in het vlak:

- Nabij de zwevende goten:

  - Maatgevende normaaldrukkracht: Ndmax = -38834 N

  - Kniklengte: lky = 0.80 * lveld = 0.80 * 1150 = 920 mm
    (lky > lveld/2, omdat de kortere velden, de langere velden steunen.)
  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (0.47 - 0.2)*(|-38834 |/(0.859 *229893 /1.0)) = 0.95
  Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-38834 |/(0.859 *229893 /1.0)) = 1.04
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.95   , 1.04   ) = 0.95
  Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.57

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-38834 |/(0.859 *229893 /1.0)+0.95 *|0.0 |/(1.00*3961.1 /1.0)
           = 0.197 + 0.000 = 0.197
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-38834 |/(0.962 *229893 /1.0)+0.57 *|0.0 |/(1.00*3961.1 /1.0)
           = 0.176 + 0.000 = 0.176

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.197 , 0.176) = 0.197

- controle: 0.20 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.11.3.2 Doorsnede-controle van de bovenrand:

           |NEd| |-38834 |
- UCDruk = ----- = --------- = 0.17
           Nc.Rd   229893

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 20833   N

           |NEd| |20833 |
- UCTrek = ----- = --------- = 0.09
           Nc.Rd   229893

Trek is maatgevend.

- Controle: 0.17 < 1.00, dus de treksterkte voldoet.

Conclusie:
- Bovenrand (RHBK100*50*3.0) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.3: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht

3.11.3.3 Controle van de onderrand:

3.11.3.3 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de onderrand:
(voor de achterliggende theorie wordt verwezen naar hoofdstuk 4)

Tabel 3.11.33: Normaalkrachtenverloop in de onderrand.
- De normaalkracht in de onderrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = M/0.5800 + N/2 (voor N en M, zie 3.11.3.1)
    met: Effectieve spanthoogte: 580.0 mm

Tabel 3.11.33: Normaalkrachtenverloop in de onderrand.

Plaats x in [m]	Normaalkracht in [N] (trek = positief) Spant	Systeem-lengte [mm]
36.80 - 41.40	32722 -8988	4599
41.40 - 46.00	-8964 -23224	4600
46.00 - 50.60	-23201 -10000	4600
50.60 - 55.20	-9978 30695	4601
55.20 - 59.80	37174 -6491	4599
59.80 - 64.40	-6467 -22682	4600
64.40 - 69.00	-22658 -11412	4600
69.00 - 73.60	-11390 27327	4601

3.11.3.3 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Tabel 3.11.3.3:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de onderrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-bepaling begin-eind	Normaalkrachten (trek = positief) [N] "begin"	"einde"	Rand-voor-waar-den	Mouty fact. ß m	Knfct staaf-lengte ß m×ß n	Knik-lengte [mm]	Klasse PlPerc	Sterkte UC	Stab. UC
36.80-41.40	32722	-8988	m-z	0.666	0.441	2027	1	0.04	0.05
41.40-46.00	-8964	-23224	z-z	0.671	0.566	2605	1	0.10	0.15
46.00-50.60	-23201	-10000	z-z	0.671	0.575	2644	1	0.10	0.15
50.60-55.20	-9978	30695	z-m	0.666	0.441	2028	1	0.04	0.06
55.20-59.80	37174	-6491	m-z	0.666	0.441	2027	1	0.03	0.04
59.80-64.40	-6467	-22682	z-z	0.671	0.547	2518	1	0.10	0.14
64.40-69.00	-22658	-11412	z-z	0.671	0.588	2704	1	0.10	0.15
69.00-73.60	-11390	27327	z-m	0.666	0.441	2028	1	0.05	0.06

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
  = 0.90 * (1.0 + (0.79 - 0.2)*(|-23201 |/(0.670 *229893 /1.0)) = 0.98
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
  = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-23201 |/(0.670 *229893 /1.0)) = 1.01
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(0.98 , 1.01) = 0.98
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.59

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
  = |-23201 |/(0.670 *229893 /1.0)+0.98 *|0.0 |/(1.00*5873.1 /1.0)
  = 0.151 + 0.000 = 0.151
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
  = |-23201 |/(0.791 *229893 /1.0)+0.59 *|0.0 |/(1.00*5873.1 /1.0)
  = 0.128 + 0.000 = 0.128

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.151 , 0.128) = 0.151

- controle: 0.15 < 0.95, dus de stabiliteit voldoet.

3.11.3.3 Stabiliteitscontrole in het vlak (nabij de kolom-aansluitingen):

- Maatgevend: Ndmax = N + |Q|/tan(alfa) = -23224 + |-2232 |/tan(42.7) = -20803 N
  (N.B.: 1e drukdiagonaal reduceert de normaaldrukkracht in de onderrand)

- Kniklengte: lky = 1.00*lveld = 1.00 * 1150 = 1150 mm

  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.40 (het profiel is geschoord).
  M1 = 0.00 , M2 = 0.00 , Ms = 0.00 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.40 * (1.0 + (0.59 - 0.2)*(|-20803 |/(0.791 *229893 /1.0)) = 0.42
  Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.40 * (1.0 + 0.8*(|-20803 |/(0.791 *229893 /1.0)) = 0.44
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.42 , 0.44) = 0.42
  Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.25

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-20803 |/(0.791 *229893 /1.0)+0.42 *|0.0 |/(1.00*3961.1 /1.0)
           = 0.114 + 0.000 = 0.114
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-20803 |/(0.927 *229893 /1.0)+0.25 *|0.0 |/(1.00*3961.1 /1.0)
           = 0.098 + 0.000 = 0.098

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.114 , 0.098) = 0.114

- controle: 0.11 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.11.3.3 Doorsnede-controle van de onderrand:

           |NEd| |-23224 |
- UCDruk = ----- = --------- = 0.10
           Nc.Rd   229893

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 37174   N

           |NEd| |37174 |
- UCTrek = ----- = --------- = 0.16
           Nc.Rd   229893

Trek is maatgevend.

- Controle: 0.16 < 1.00, dus de treksterkte voldoet.

Conclusie:
- Onderrand (RHBK100*50*3.0) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.3: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht

3.11.3.4 Controle van de diagonalen:

3.11.3.4 Controle van de drukdiagonalen:

Gezien de toepassing spitst de controle van de drukdiagonalen zich toe
op de eindkappen van de tralies, d.w.z. tussen kopplaat en 1e zwevende goten.

- Controle op druk (bij neerwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qddmaxd = -5561 N (zie tabel 3.11.3.1)
    (+ = druk in drukdiagonaal)
    Extra dwarskracht i.v.m. mogelijke positie transportlast in eerste
    diagonaalveld in plaats van het midden van de overspanning.
    Vert.puntlast: Fpunt = 0.00 * max(0 , 1000) + 0.00 * 0 = 0 N

$$\text{- Res.diag.drukkracht: } N_{ddiagd} = \frac{Q_{ddmaxd} - F_{punt}/2}{\sin(\alpha)} = \frac{-5561 - 0/2}{\sin(42.7)} = -8205 \text{ N}$$

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$UC_{sterkte} = \frac{|N_{Ed}|}{N_{c.Rd}} = \frac{|8766|}{84071} = 0.169$$

  controle: 0.169 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
  Profiel alleen op trek belast, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie:
- Drukdiagonalen (RHBK50*30*2.0 mm) voldoen qua trek/druk
  bij B.C.3: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht

3.11.3.4 Controle van de trekdiagonalen:

Er wordt vanuit gegaan, dat de trekdiagonalen als zodanig worden toegepast in
de eindkappen en als trek- en drukdiagonalen in eventuele middenkappen.

- Controle op trek (in de eindkappen bij neerwaartse belasting en evt. in de middenkappen
  bij opwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qtdmaxt = 5561 N (zie tabel 3.11.3.1)
    (+ = trek in trekdiagonaal)

$$\text{Res.diag.trekkracht: } N_{tdiagt} = \frac{Q_{tdmaxt}+F_{punt}/2}{\sin(\alpha)} = \frac{5561 + 0/2}{\sin(42.7)} = 8205 \text{ N}$$

 - Sterkte: Capaciteit trekdiagonaal: Ftdiagt = 51938 N (zie 4.4)

$$UC_{sterkte} = \frac{|N_{Ed}|}{F_{tdiagt}} = \frac{|8205|}{51938} = 0.158$$

  - UC-Trek : 0.158 < 1.00, dus trekdiagonaal voldoet.

- Controle op druk (in de eindkappen bij opwaartse belasting en evt. in de middenkappen
  bij neerwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qtdmaxd = 5941 N (zie tabel 3.11.3.1)
    (+ = druk in trekdiagonaal)

$$\text{Res. diagonaaldrukkracht: } N_{tdiagd} = \frac{-Q_{tdmaxd}}{\sin(\alpha)} = \frac{-5941}{\sin(42.7)} = -8766 \text{ N}$$

 - Sterkte: Capaciteit trekdiagonaal: Ftdiagd = 70220 N (zie 4.4)

$$UC_{sterkte} = \frac{|N_{Ed}|}{F_{tdiagd}} = \frac{|8766|}{70220} = 0.125$$

  - UC-Druk : 0.125 < 1.00, dus trekdiagonaal voldoet.

Conclusie:
- Trekdiagonalen (RHBK50*30*2.0 mm) voldoen qua trek/druk
  bij B.C.3: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht

3.11.3.4 Controle van de (las)verbindingen:

	Drukdiagonaal		Trekdiagonaal	
	Nd = -8205 N Nt = 8766 N Fstev = 6446 N Fstlo = 5941 N Msdt = 0.00 Nm Fsdev = 6033 N		Nd = - 8766 N Nt = 8205 N Fstev = 6033 N Fstlo = 5561 N Msdt = 0.00 Nm Fsdev = 6446 N	
	bovenrand	onderrand	bovenrand	onderrand
Tau1	15.82 N/mm²	15.82 N/mm²	14.81 N/mm²	14.81 N/mm²
Tau2	24.27 N/mm²	24.27 N/mm²	22.72 N/mm²	22.72 N/mm²
Sgm1	15.82 N/mm²	15.82 N/mm²	14.81 N/mm²	14.81 N/mm²
SgmWst	30.38 N/mm²	30.38 N/mm²	28.43 N/mm²	28.43 N/mm²
UC1	0.15	0.15	0.14	0.14
UC2	0.05	0.05	0.05	0.05
SgmWsd	22.72 N/mm²	22.72 N/mm²	24.27 N/mm²	24.27 N/mm²
UC3	0.11	0.11	0.12	0.12
Nt1	55249 N	55249 N	55249 N	55249 N
knd	1.00	1.00	1.00	1.00
Nd1	55249 N	55249 N	55249 N	55249 N
UCt1	0.16	0.16	0.15	0.15
UCd1	0.15	0.15	0.16	0.16
UClas	0.15	0.15	0.14	0.14
UCdia	0.16	0.16	0.16	0.16
UCgeo	0.78	0.78	0.78	0.78
UClas	0.15		0.14	
UCdia	0.83		0.83	

Conclusie:
- Lassen: UClas = 0.15 <= 1.00 dus: voldoen
- Aansluitingen: UCdia = 0.83 <= 1.00 dus: voldoen

Eindconclusie:
- Aansluiting diagonalen voldoet
  bij B.C.3: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht

3.11.3.4 Controle van de gootverticaal
- Veerstijfheid van de aansluiting van de bovenrand-goot "uit het vlak":
  Hoekverdraaiing door torsie onderrand:

$$V1 = \frac{kap}{Gbr * Itor * 2} = \frac{4600}{80769 * 853355 * 2} = 33.37 \quad *10\text{-}9\ 1/Nmm$$

  Hoekverdraaiing door gootverticaal (goot):

$$V2 = \frac{hspant}{2 * Egv * Igv} = \frac{630}{2 * 210000 * 1083901} = 1.38 \quad *10\text{-}9\ 1/Nmm$$

  Hoekverdraaiing door inklemming (onderrand):

$$V3 = \frac{hspant}{Egv * Igv} = \frac{630}{210000 * 1083901} = 2.77 \quad *10\text{-}9\ 1/Nmm$$

  Hoekverdraaiing door gootverticaal (buiging):

$$V4 = \frac{hspant}{3 * Egv * Igv} = \frac{630}{3 * 210000 * 1083901} = 0.92 \quad *10\text{-}9\ 1/Nmm$$

  Hoekverdraaiing door gootverticaal (bovenrand):

$$V5 = \frac{vspant}{2 * Egv * Igv} = \frac{80}{2 * 210000 * 1083901} = 0.18 \quad *10\text{-}9\ 1/Nmm$$

  Hoekverdraaiing door opzetkolom (buiging):

$$V6 = \frac{vspant}{3 * Egv * Igv} = \frac{80}{3 * 210000 * 1083901} = 0.42 \quad *10\text{-}9\ 1/Nmm$$

  Moment bij bovenrand

$$M0 = \frac{(V3+V6-V2)*hspant*vspant^2 - V4*vspant*hspant^2 + V5*hspant3}{(V1+V4+v5)*hspant^2 + (V1+V3+v6)*vspant^2 + (2*V1+V2)*vspant*hspant} = 1.3 \quad Nm$$

  Geeft de veerstijfheid ter plaatse van de bovenrand:

$$kbr = \frac{vspant + hspant}{V4*vspant*hspant^2 - V5*hspant3 + [(V4+V5+V1)*hspant^2 + V1*vspant*hspant]*M0}$$

  kbr = 148526.4 N/mm

  Vereiste kritische veerstijfheid: kcr = 196.9 N/mm

- Controle: 148526.4 N/mm > 196.9 N/mm, dus veerstijfheid voldoet.

Conclusie:
- Gootverticaal voldoet qua sterkte/stabiliteit en stijfheid
  bij B.C.3: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht

3.11.3.5 Controle van de bouten van de spant-kolom-aansluiting:

Controle van de krachten op de bout(en) bij de bovenrand:

Tabel 3.11.3.5.1: Belastingen bij bovenrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,br [N]	Fs,br [N]	Fi,br [N]
36.80	19633	-2255	-4827	0	-2413	3413
55.20	18616	-2803	4692	0	2346	3318
55.20	22042	-1660	-5073	0	-2537	3587
73.60	16491	-2210	4446	0	2223	3144

Gegevens van de eindplaat bij de bovenrand:
- Aantal bouten bij de bovenrand: nbb = 1
- Momenten-arm bij bovenrand: hbbout = 535 mm
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Normaalkracht: $Ft = \frac{Nt}{2 * nbb} - \frac{M}{hbbout}$ met Ft >= 0 N
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * Q
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,br max = 3587 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbtb max = 282240 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 3587 N < 282240 N, dus bout bij bovenrand (M20-8.8) voldoet.
bij B.C.3: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht

Controle van de krachten op de bout(en) bij de onderrand:

Tabel 3.11.3.5.2: Belastingen bij onderrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,or [N]	Fs,or [N]	Fi,or [N]
36.80	19633	-2255	-4827	35589	-2413	35752
55.20	18616	-2803	4692	33413	2346	33577
55.20	22042	-1660	-5073	40392	-2537	40551
73.60	16491	-2210	4446	29735	2223	29901

Gegevens van de eindplaat bij de onderrand:
- Aantal bouten bij de onderrand: nbo = 1
- Momenten-arm bij onderrand: hobout = 535 mm
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Normaalkracht: $Ft = \frac{Nt}{2 * nbo} + \frac{M}{hobout}$ met Ft >= 0 N
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * Q
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,or max = 40551 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbto max = 282240 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 40551 N < 282240 N, dus bout bij onderrand (M20-8.8) voldoet.
bij B.C.3: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht

3.11.3.5 Controle van de eindplaat op pons:

Bij de boutverbinding van de bovenrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxb = 0.0 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capb = 423 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0.0 kN < 423 kN, dus eindplaat (ST120*15.0) voldoet
zonder onderlegring bij de bovenste bout
bij B.C.3: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht

Bij de boutverbinding van de onderrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxo = 40.4 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capo = 423 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 40.4 kN < 423 kN, dus eindplaat (ST120*15.0) voldoet
zonder onderlegring bij de onderste bout
bij B.C.3: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht

3.11.3.5 Controle van de eindplaat op buiging:

Tabel 3.11.3.5.4.1: Belastingen van de eindplaat van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Normaal-kracht
x	M	N	Q	Ftrb	Ftro
[m]	[Nm]	[N]	[N]	[N]	[N]
36.80	19633	-2255	-4827	0	32722
55.20	18616	-2803	4692	0	30695
55.20	22042	-1660	-5073	0	37174
73.60	16491	-2210	4446	0	27327

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de bovenrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftrb = \frac{N + sn*Q}{2} - \frac{M}{ht,eff} \text{ met } Ftrb>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftrb(max) * e = 0.5 * 0 * 25.0 = 0 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 7533 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0 Nm < 7533 Nm, dus eindplaat (ST120*15.0) voldoet
bij B.C.3: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de onderrand:
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftro(max) * e = 0.5 * 37174 * 25.0 = 465 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 7533 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 465 Nm < 7533 Nm, dus eindplaat (ST120*15.0) voldoet
bij B.C.3: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht

De lasverbindingen tussen eindplaat met resp. de boven- en onderrand
zijn niet gecontroleerd.

3.11.3.6 Controle van de bouten van de koppelaansluiting:

Controle van de krachten op de bout(en) bij de bovenrand:

Tabel 3.11.3.6.1: Belastingen bij bovenrand van de koppelaansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,br [N]	Fs,br [N]	Fi,br [N]
43.70	-8127	-2443	-1798	13285	-899	13345
43.70	-8127	-2443	-1798	13285	-899	13345
48.30	-8367	-2626	1664	11865	832	11923
48.30	-8367	-2626	1664	11865	832	11923
62.10	-7417	-1849	-2045	12517	-1022	12601
62.10	-7417	-1849	-2045	12517	-1022	12601
66.70	-8792	-2032	1418	12996	709	13035
66.70	-8792	-2032	1418	12996	709	13035

Gegevens van de koppelplaat bij de bovenrand:
- Aantal bouten bij de bovenrand: nbb = 1
- Momenten-arm bij bovenrand: hbbout = 597 mm
- Teken dwarskracht bij eindpositie sn=+1 en bij beginpositie sn=-1

$$\text{- Normaalkracht: } Ft = \frac{N + sn*Q}{2 * nbb} - \frac{M}{hbbout} \text{ met } Ft >= 0N$$

- Schuifkracht: Fs = 0.5 * -N - sn*Q
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,br max = 13345 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbtb max = 180864 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 13345 N < 180864 N, dus bout bij bovenrand (M16-8.8) voldoet.
bij B.C.3: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht

Controle van de krachten op de bout(en) bij de onderrand:

Tabel 3.11.3.6.2: Belastingen bij onderrand van de koppelaansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,or [N]	Fs,or [N]	Fi,or [N]
43.70	-8127	-2443	-1798	0	-899	1271
43.70	-8127	-2443	-1798	0	-899	1271
48.30	-8367	-2626	1664	0	832	1177
48.30	-8367	-2626	1664	0	832	1177
62.10	-7417	-1849	-2045	0	-1022	1446
62.10	-7417	-1849	-2045	0	-1022	1446
66.70	-8792	-2032	1418	0	709	1003
66.70	-8792	-2032	1418	0	709	1003

Gegevens van de koppelplaat bij de onderrand:
- Aantal bouten bij de onderrand: nbo = 2
- Momenten-arm bij onderrand: hobout = 1080 mm
- Teken dwarskracht bij eindpositie sn=+1 en bij beginpositie sn=-1

$$\text{- Normaalkracht: } Ft = \frac{N + sn*Q}{2 * nbo} + \frac{M}{hobout} \text{ met } Ft >= 0N$$

- Schuifkracht: Fs = 0.5 * -N - sn*Q
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,or max = 1446 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbto max = 180864 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 1446 N < 180864 N, dus bout bij onderrand (M16-8.8) voldoet.
bij B.C.3: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht

3.11.3.6 Controle van de koppelplaat op pons:
Bij de boutverbinding van de bovenrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxb = 13.3 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de koppelplaat: Fp,capb = 336 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 13.3 kN < 336 kN, dus koppelplaat (ST100*15.0) voldoet
zonder onderlegring bij de bovenste bout
bij B.C.3: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht

Bij de boutverbinding van de onderrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxo = 0.0 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de koppelplaat: Fp,capo = 336 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0.0 kN < 336 kN, dus koppelplaat (ST100*15.0) voldoet
zonder onderlegring bij de onderste bout
bij B.C.3: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht

3.11.3.6 Controle van de koppelplaat op buiging:

Tabel 3.11.3.6.4.1: Belastingen van de koppelplaat.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Normaal-kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ftrb [N]	Ftro [N]
43.70	-8127	-2443	-1798	13689	0
43.70	-8127	-2443	-1798	13689	0
48.30	-8367	-2626	1664	12281	0
48.30	-8367	-2626	1664	12281	0
62.10	-7417	-1849	-2045	12887	0
62.10	-7417	-1849	-2045	12887	0
66.70	-8792	-2032	1418	13433	0
66.70	-8792	-2032	1418	13433	0

Resulterende trekkracht in de koppelplaat bij de bovenrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftrb = \frac{N + sn*Q}{2} - \frac{M}{ht,eff} \quad \text{met } Ftrb>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de koppelplaat:
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftrb(max) * e = 0.5 * 0 * 25.0 = 171 Nm
- Capaciteit van de koppelplaat: Mp,cap = 3512 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 171 Nm < 3512 Nm, dus koppelplaat (ST100*15.0) voldoet
bij B.C.3: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht

Resulterende trekkracht in de koppelplaat bij de onderrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftro = \frac{N + sn*Q}{2} + \frac{M}{ht,eff} \quad \text{met } Ftro>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de koppelplaat:
- Normaalkracht : Ftbout(2) = 0.0 * 530.0 /630.0 = 0.0 kN
- Normaalkracht : Ftbout(1) = 0.0 * 630.0 /630.0 = 0.0 kN
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * max(Ftbout(2) * e(2), Ftbout(1) * e(1))
= 0.5 * max(0.0 * 25 , 0.0 * 25) = 0 Nm
- Capaciteit van de koppelplaat: Mp,cap = 2363 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0 Nm < 2363 Nm, dus koppelplaat (ST100*15.0) voldoet
bij B.C.3: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht

De lasverbindingen tussen koppelplaat met resp. de boven- en onderrand
zijn niet gecontroleerd.

3.11.4 De krachtsverdeling in de 2e rij tralies:

Tabel 3.11.4.1: Momentenlijn, normaal- en dwarskrachtenlijn.

Positie	Momentenlijn	Normaal-krachtenlijn	Dwars-krachtenlijn
x in [m] begin - eind	M(x) in [Nm] (+ = U/- =)	N(x) in [N] (+ = trek)	Q(x) in [N] (+ = ~~~___)
18.40 - 23.00	27399 637	-2879 -2879	-5385 -6254
23.00 - 27.60	706 -10136	-3068 -3068	-1923 -2791
27.60 - 32.20	-10069 -4984	-3251 -3251	1540 671
32.20 - 36.80	-4919 16099	-3429 -3429	5002 4134
73.60 - 78.20	19843 -3365	-1093 -1093	-4612 -5481
78.20 - 82.80	-3296 -10582	-1281 -1281	-1150 -2018
82.80 - 87.40	-10516 -1874	-1463 -1463	2313 1444
87.40 - 92.00	-1810 22765	-1640 -1640	5775 4907

3.11.4.1 Controle van de stijfheid van de tralie:

De toelaatbare doorbuiging van alle tralieliggers wordt bepaald per tralie:
- uvtoel = 18400 / 250 < 30.0 mm, dus: uvtoel = 30.0 mm

Uit de U-lijn is de maximale doorbuiging:
- doorbuiging umax = -3.37 mm

- Controle van de 2e rij tralies:
  Doorbuiging: |-3.4 | mm < 30.0 mm, dus: voldoet.
  bij B.C.3: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht

3.11.4.2 Controle van de bovenrand:

3.11.4.2 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de bovenrand:

- De normaalkracht in de bovenrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = -M/0.5800 + N/2 (voor N en M, zie 3.11.4.1)
    met: Effectieve spanthoogte: 580.0 mm

Tabel 3.11.42: Normaalkrachtenverloop in de bovenrand.

Plaats	Normaalkracht in [N] (trek = positief)	Systeem-lengte
x in [m]	Spant	[mm]
18.40 - 23.00	-48680 -2538	4599
23.00 - 27.60	-2751 15942	4600
27.60 - 32.20	15735 6967	4600
32.20 - 36.80	6767 -29472	4601
73.60 - 78.20	-34758 5254	4599
78.20 - 82.80	5042 17605	4600
82.80 - 87.40	17399 2500	4600
87.40 - 92.00	2301 -40071	4601

3.11.4.2 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Tabel 3.11.4.2:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de bovenrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-bepaling begin-eind	Normaalkrachten (trek = positief) [N] "begin"	"einde"	Rand-voor-waar-den	Mouty fact. ß m	Knfct staaf-lengte ß m×ß n	Knik-lengte [mm]	Klasse	Sterkte UC	Stab. UC
18.40-23.00	-48680	-2538	m-z	0.653	0.487	2239	1	0.21	0.28
23.00-27.60	-2751	15942	z-z	0.652	0.432	1987	1	0.01	0.02
32.20-36.80	6767	-29472	z-m	0.653	0.432	1988	1	0.13	0.16
73.60-78.20	-34758	5254	m-z	0.653	0.443	2038	1	0.15	0.19
87.40-92.00	2301	-40071	z-m	0.653	0.464	2134	1	0.17	0.23

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (0.67 - 0.2)*(|-48680 |/(0.745 *229893 /1.0)) = 1.02
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-48680 |/(0.745 *229893 /1.0)) = 1.10
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(1.02   , 1.10   ) = 1.02
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.61

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-48680 |/(0.745 *229893 /1.0)+1.02 *|0.0 |/(1.00*5873.1 /1.0)
           = 0.284 + 0.000 = 0.284
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-48680 |/(0.859 *229893 /1.0)+0.61 *|0.0 |/(1.00*5873.1 /1.0)
           = 0.247 + 0.000 = 0.247

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.284 , 0.247) = 0.284

- controle: 0.28 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.11.4.2 Stabiliteitscontrole in het vlak:

- Nabij de zwevende goten:

  - Maatgevende normaaldrukkracht: Ndmax = -48680 N

  - Kniklengte: lky = 0.80 * lveld = 0.80 * 1150 = 920 mm
    (lky > lveld/2, omdat de kortere velden, de langere velden steunen.)
  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (0.47 - 0.2)*(|-48680 |/(0.859 *229893 /1.0)) = 0.96
  Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-48680 |/(0.859 *229893 /1.0)) = 1.08
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.96   , 1.08   ) = 0.96
  Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.58

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-48680 |/(0.859 *229893 /1.0)+0.96 *|0.0 |/(1.00*3961.1 /1.0)
           = 0.247 + 0.000 = 0.247
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-48680 |/(0.962 *229893 /1.0)+0.58 *|0.0 |/(1.00*3961.1 /1.0)
           = 0.220 + 0.000 = 0.220

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.247 , 0.220) = 0.247

- controle: 0.25 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.11.4.2 Doorsnede-controle van de bovenrand:

           |NEd| |-48680 |
- UCDruk = ----- = --------- = 0.21
           Nc.Rd   229893

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 17605   N

           |NEd| |17605 |
- UCTrek = ----- = --------- = 0.08
           Nc.Rd   229893

Trek is maatgevend.

- Controle: 0.21 < 1.00, dus de treksterkte voldoet.

Conclusie:
- Bovenrand (RHBK100*50*3.0) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.3: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht

3.11.4.3 Controle van de onderrand:

3.11.4.3 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de onderrand:
(voor de achterliggende theorie wordt verwezen naar hoofdstuk 4)

Tabel 3.11.43: Normaalkrachtenverloop in de onderrand.
- De normaalkracht in de onderrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = M/0.5800 + N/2 (voor N en M, zie 3.11.4.1)
    met: Effectieve spanthoogte: 580.0 mm

Tabel 3.11.43: Normaalkrachtenverloop in de onderrand.

Plaats x in [m]	Normaalkracht in [N] (trek = positief) Spant	Systeem-lengte [mm]
18.40 - 23.00	45801 -341	4599
23.00 - 27.60	-317 -19010	4600
27.60 - 32.20	-18986 -10219	4600
32.20 - 36.80	-10196 26042	4601
73.60 - 78.20	33665 -6348	4599
78.20 - 82.80	-6323 -18886	4600
82.80 - 87.40	-18862 -3963	4600
87.40 - 92.00	-3941 38430	4601

3.11.4.3 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Tabel 3.11.4.3:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de onderrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-bepaling begin-eind	Normaalkrachten (trek = positief) [N] "begin"	"einde"	Rand-voor-waar-den	Mouty fact. ßm	Knfct staaf-lengte ßm×ßn	Knik-lengte [mm]	Klasse PlPerc	Sterkte UC	Stab. UC
18.40-23.00	45801	-341	m-z	0.666	0.441	2027	1	0.00	0.00
23.00-27.60	-317	-19010	z-z	0.671	0.493	2268	1	0.08	0.11
27.60-32.20	-18986	-10219	z-z	0.671	0.594	2733	1	0.08	0.13
32.20-36.80	-10196	26042	z-m	0.666	0.441	2028	1	0.04	0.06
73.60-78.20	33665	-6348	m-z	0.666	0.441	2027	1	0.03	0.04
78.20-82.80	-6323	-18886	z-z	0.671	0.557	2561	1	0.08	0.12
82.80-87.40	-18862	-3963	z-z	0.671	0.533	2450	1	0.08	0.12
87.40-92.00	-3941	38430	z-m	0.666	0.441	2028	1	0.02	0.02

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
  = 0.90 * (1.0 + (0.81 - 0.2)*(|-18986 |/(0.653 *229893 /1.0)) = 0.97
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
  = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-18986 |/(0.653 *229893 /1.0)) = 0.99
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(0.97 , 0.99) = 0.97
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.58

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
  = |-18986 |/(0.653 *229893 /1.0)+0.97 *|0.0 |/(1.00*5873.1 /1.0)
  = 0.126 + 0.000 = 0.126
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
  = |-18986 |/(0.791 *229893 /1.0)+0.58 *|0.0 |/(1.00*5873.1 /1.0)
  = 0.104 + 0.000 = 0.104

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.126 , 0.104) = 0.126

- controle: 0.13 < 0.95, dus de stabiliteit voldoet.

3.11.4.3 Stabiliteitscontrole in het vlak (nabij de kolom-aansluitingen):

- Maatgevend: Ndmax = N + |Q|/tan(alfa) = -19010 + |-2791 |/tan(42.7) = -15982 N
  (N.B.: 1e drukdiagonaal reduceert de normaaldrukkracht in de onderrand)

- Kniklengte: lky = 1.00*lveld = 1.00 * 1150 = 1150 mm

  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.40 (het profiel is geschoord).
  M1 = 0.00 , M2 = 0.00 , Ms = 0.00 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.40 * (1.0 + (0.59 - 0.2)*(|-15982 |/(0.791 *229893 /1.0)) = 0.41
  Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.40 * (1.0 + 0.8*(|-15982 |/(0.791 *229893 /1.0)) = 0.43
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.41 , 0.43) = 0.41
  Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.25

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-15982 |/(0.791 *229893 /1.0)+0.41 *|0.0 |/(1.00*3961.1 /1.0)
           = 0.088 + 0.000 = 0.088
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-15982 |/(0.927 *229893 /1.0)+0.25 *|0.0 |/(1.00*3961.1 /1.0)
           = 0.075 + 0.000 = 0.075

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.088 , 0.075) = 0.088

- controle: 0.09 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.11.4.3 Doorsnede-controle van de onderrand:

           |NEd| |-19010 |
- UCDruk = ----- = --------- = 0.08
           Nc.Rd   229893

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 45801   N

           |NEd| |45801 |
- UCTrek = ----- = --------- = 0.20
           Nc.Rd   229893

Trek is maatgevend.

- Controle: 0.20 < 1.00, dus de treksterkte voldoet.

Conclusie:
- Onderrand (RHBK100*50*3.0) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.3: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht

3.11.4.4 Controle van de diagonalen:

3.11.4.4 Controle van de drukdiagonalen:

Gezien de toepassing spitst de controle van de drukdiagonalen zich toe
op de eindkappen van de tralies, d.w.z. tussen kopplaat en 1e zwevende goten.

- Controle op druk (bij neerwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qddmaxd = -5775   N (zie tabel 3.11.4.1)
    (+ = druk in drukdiagonaal)
    Extra dwarskracht i.v.m. mogelijke positie transportlast in eerste
    diagonaalveld in plaats van het midden van de overspanning.
    Vert.puntlast: Fpunt = 0.00 * max(0   , 1000) + 0.00 * 0   = 0   N

$$\text{- Res.diag.drukkracht: } N_{ddiagd} = \frac{Q_{ddmaxd} - F_{punt}/2}{\sin(\alpha)} = \frac{-5775 - 0 / 2}{\sin(42.7)} = -8521 \text{ N}$$

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$UC_{sterkte} = \frac{|N_{Ed}|}{N_{c.Rd}} = \frac{9227}{84071} = 0.178$$

  controle: 0.178 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
  Profiel alleen op trek belast, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie:
- Drukdiagonalen (RHBK50*30*2.0 mm) voldoen qua trek/druk
  bij B.C.3: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht

3.11.4.4 Controle van de trekdiagonalen:

Er wordt vanuit gegaan, dat de trekdiagonalen als zodanig worden toegepast in
de eindkappen en als trek- en drukdiagonalen in eventuele middenkappen.

- Controle op trek (in de eindkappen bij neerwaartse belasting en evt. in de middenkappen
  bij opwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qtdmaxt = 5775 N (zie tabel 3.11.4.1)
    (+ = trek in trekdiagonaal)

$$\text{Res.diag.trekkracht: } Ntdiagt = \frac{Qtdmaxt+Fpunt/2}{\sin(alfa)} = \frac{5775 + 0 \;/2}{\sin(42.7)} = 8521 \text{ N}$$

 - Sterkte: Capaciteit trekdiagonaal: Ftdiagt = 51938 N (zie 4.4)

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Ftdiagt} = \frac{|8521|}{51938} = 0.164$$

  - UC-Trek : 0.164 < 1.00, dus trekdiagonaal voldoet.

- Controle op druk (in de eindkappen bij opwaartse belasting en evt. in de middenkappen
  bij neerwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qtdmaxd = 6254 N (zie tabel 3.11.4.1)
    (+ = druk in trekdiagonaal)

$$\text{Res. diagonaaldrukkracht: } Ntdiagd = \frac{-Qtdmaxd}{\sin(alfa)} = \frac{-6254}{\sin(42.7)} = -9227 \text{ N}$$

 - Sterkte: Capaciteit trekdiagonaal: Ftdiagd = 70220 N (zie 4.4)

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Ftdiagd} = \frac{|9227|}{70220} = 0.131$$

  - UC-Druk : 0.131 < 1.00, dus trekdiagonaal voldoet.

Conclusie:
- Trekdiagonalen (RHBK50*30*2.0 mm) voldoen qua trek/druk
  bij B.C.3: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht

3.11.4.4 Controle van de (las)verbindingen:

	Drukdiagonaal		Trekdiagonaal	
	Nd = -8521 N		Nd = - 9227 N	
	Nt = 9227 N		Nt = 8521 N	
	Fstev = 6785 N		Fstev = 6266 N	
	Fstlo = 6254 N		Fstlo = 5775 N	
	Msdt = 0.00 Nm		Msdt = 0.00 Nm	
	Fsdev = 6266 N		Fsdev = 6785 N	
	bovenrand	onderrand	bovenrand	onderrand
Tau1	16.65 N/mm²	16.65 N/mm²	15.38 N/mm²	15.38 N/mm²
Tau2	25.55 N/mm²	25.55 N/mm²	23.59 N/mm²	23.59 N/mm²
Sgm1	16.65 N/mm²	16.65 N/mm²	15.38 N/mm²	15.38 N/mm²
SgmWst	31.97 N/mm²	31.97 N/mm²	29.53 N/mm²	29.53 N/mm²
UC1	0.15	0.15	0.14	0.14
UC2	0.06	0.06	0.05	0.05
SgmWsd	23.59 N/mm²	23.59 N/mm²	25.55 N/mm²	25.55 N/mm²
UC3	0.11	0.11	0.12	0.12
Nt1	55249 N	55249 N	55249 N	55249 N
knd	1.00	1.00	1.00	1.00
Nd1	55249 N	55249 N	55249 N	55249 N
UCt1	0.17	0.17	0.15	0.15
UCd1	0.15	0.15	0.17	0.17
UClas	0.15	0.15	0.14	0.14
UCdia	0.17	0.17	0.17	0.17
UCgeo	0.78	0.78	0.78	0.78
UClas	0.15		0.14	
UCdia	0.83		0.83	

Conclusie:
- Lassen: UClas = 0.15 <= 1.00 dus: voldoen
- Aansluitingen: UCdia = 0.83 <= 1.00 dus: voldoen

Eindconclusie:
- Aansluiting diagonalen voldoet
  bij B.C.3: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht

3.11.4.4 Controle van de gootverticaal
- Veerstijfheid van de aansluiting van de bovenrand-goot "uit het vlak":
  Hoekverdraaiing door torsie onderrand:

$$V1 = \frac{\text{kap}}{\text{Gbr} * \text{Itor} * 2} = \frac{4600}{80769 * 853355 * 2} = 33.37 \quad *10\text{-}9\ 1/\text{Nmm}$$

  Hoekverdraaiing door gootverticaal (goot):

$$V2 = \frac{\text{hspant}}{2 * \text{Egv} * \text{Igv}} = \frac{630}{2 * 210000 * 1083901} = 1.38 \quad *10\text{-}9\ 1/\text{Nmm}$$

  Hoekverdraaiing door inklemming (onderrand):

$$V3 = \frac{\text{hspant}}{\text{Egv} * \text{Igv}} = \frac{630}{210000 * 1083901} = 2.77 \quad *10\text{-}9\ 1/\text{Nmm}$$

  Hoekverdraaiing door gootverticaal (buiging):

$$V4 = \frac{\text{hspant}}{3 * \text{Egv} * \text{Igv}} = \frac{630}{3 * 210000 * 1083901} = 0.92 \quad *10\text{-}9\ 1/\text{Nmm}$$

  Hoekverdraaiing door gootverticaal (bovenrand):

$$V5 = \frac{\text{vspant}}{2 * \text{Egv} * \text{Igv}} = \frac{80}{2 * 210000 * 1083901} = 0.18 \quad *10\text{-}9\ 1/\text{Nmm}$$

  Hoekverdraaiing door opzetkolom (buiging):

$$V6 = \frac{\text{vspant}}{3 * \text{Egv} * \text{Igv}} = \frac{80}{3 * 210000 * 1083901} = 0.42 \quad *10\text{-}9\ 1/\text{Nmm}$$

  Moment bij bovenrand

$$M0 = \frac{(V3+V6-V2)*\text{hspant}*\text{vspant}^2 - V4*\text{vspant}*\text{hspant}^2 + V5*\text{hspant}3}{(V1+V4+v5)*\text{hspant}^2 + (V1+V3+v6)*\text{vspant}^2 + (2*V1+V2)*\text{vspant}*\text{hspant}} = 1.3 \quad \text{Nm}$$

  Geeft de veerstijfheid ter plaatse van de bovenrand:

$$kbr = \frac{\text{vspant} + \text{hspant}}{V4*\text{vspant}*\text{hspant}^2 - V5*\text{hspant}3 + [(V4+V5+V1)*\text{hspant}^2 + V1*\text{vspant}*\text{hspant}]*M0}$$

  kbr = 148526.4 N/mm

  Vereiste kritische veerstijfheid: kcr = 196.9 N/mm

- Controle: 148526.4 N/mm > 196.9 N/mm, dus veerstijfheid voldoet.

Conclusie:
- Gootverticaal voldoet qua sterkte/stabiliteit en stijfheid
  bij B.C.3: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht

3.11.4.5 Controle van de bouten van de spant-kolom-aansluiting:

Controle van de krachten op de bout(en) bij de bovenrand:

Tabel 3.11.4.5.1: Belastingen bij bovenrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,br [N]	Fs,br [N]	Fi,br [N]
18.40	27399	-2879	-5385	0	-2693	3808
36.80	16099	-3429	4134	0	2067	2923
73.60	19843	-1093	-4612	0	-2306	3261
92.00	22765	-1640	4907	0	2453	3469

Gegevens van de eindplaat bij de bovenrand:
- Aantal bouten bij de bovenrand: nbb = 1
- Momenten-arm bij bovenrand: hbbout = 535 mm
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Normaalkracht: $Ft = \frac{Nt}{2 * nbb} - \frac{M}{hbbout}$ met Ft >= 0 N
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * Q
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,br max = 3808 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbtb max = 282240 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 3808 N < 282240 N, dus bout bij bovenrand (M20-8.8) voldoet.
bij B.C.3: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht

Controle van de krachten op de bout(en) bij de onderrand:

Tabel 3.11.4.5.2: Belastingen bij onderrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,or [N]	Fs,or [N]	Fi,or [N]
18.40	27399	-2879	-5385	49802	-2693	49947
36.80	16099	-3429	4134	28393	2067	28543
73.60	19843	-1093	-4612	36563	-2306	36708
92.00	22765	-1640	4907	41754	2453	41898

Gegevens van de eindplaat bij de onderrand:
- Aantal bouten bij de onderrand: nbo = 1
- Momenten-arm bij onderrand: hobout = 535 mm
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Normaalkracht: $Ft = \frac{Nt}{2 * nbo} + \frac{M}{hobout}$ met Ft >= 0 N
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * Q
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,or max = 49947 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbto max = 282240 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 49947 N < 282240 N, dus bout bij onderrand (M20-8.8) voldoet.
bij B.C.3: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht

3.11.4.5 Controle van de eindplaat op pons:

Bij de boutverbinding van de bovenrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxb = 0.0 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capb = 423 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0.0 kN < 423 kN, dus eindplaat (ST120*15.0) voldoet
zonder onderlegring bij de bovenste bout
bij B.C.3: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht

Bij de boutverbinding van de onderrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxo = 49.8 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capo = 423 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 49.8 kN < 423 kN, dus eindplaat (ST120*15.0) voldoet
zonder onderlegring bij de onderste bout
bij B.C.3: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht

3.11.4.5 Controle van de eindplaat op buiging:

Tabel 3.11.4.5.4.1: Belastingen van de eindplaat van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Normaal-kracht
x	M	N	Q	Ftrb	Ftro
[m]	[Nm]	[N]	[N]	[N]	[N]
18.40	27399	-2879	-5385	0	45801
36.80	16099	-3429	4134	0	26042
73.60	19843	-1093	-4612	0	33665
92.00	22765	-1640	4907	0	38430

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de bovenrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftrb = \frac{N + sn*Q}{2} - \frac{M}{ht,eff} \text{ met } Ftrb>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftrb(max) * e = 0.5 * 0 * 25.0 = 0 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 7533 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0 Nm < 7533 Nm, dus eindplaat (ST120*15.0) voldoet
bij B.C.3: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de onderrand:
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftro(max) * e = 0.5 * 45801 * 25.0 = 573 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 7533 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 573 Nm < 7533 Nm, dus eindplaat (ST120*15.0) voldoet
bij B.C.3: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht

De lasverbindingen tussen eindplaat met resp. de boven- en onderrand
zijn niet gecontroleerd.

3.11.4.6 Controle van de bouten van de koppelaansluiting:

Controle van de krachten op de bout(en) bij de bovenrand:

Tabel 3.11.4.6.1: Belastingen bij bovenrand van de koppelaansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,br [N]	Fs,br [N]	Fi,br [N]
25.30	-4216	-3068	-2357	6703	-1178	6907
25.30	-4216	-3068	-2357	6703	-1178	6907
29.90	-7027	-3251	1106	9588	553	9620
29.90	-7027	-3251	1106	9588	553	9620
80.50	-6440	-1281	-1584	10934	-792	10991
80.50	-6440	-1281	-1584	10934	-792	10991
85.10	-5696	-1463	1879	7866	939	7977
85.10	-5696	-1463	1879	7866	939	7977

Gegevens van de koppelplaat bij de bovenrand:
- Aantal bouten bij de bovenrand: nbb = 1
- Momenten-arm bij bovenrand: hbbout = 597 mm
- Teken dwarskracht bij eindpositie sn=+1 en bij beginpositie sn=-1

$$\text{- Normaalkracht: } Ft = \frac{N + sn*Q}{2 * nbb} - \frac{M}{hbbout} \text{ met } Ft >= 0N$$

- Schuifkracht: Fs = 0.5 * -N - sn*Q
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,br max = 10991 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbtb max = 180864 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 10991 N < 180864 N, dus bout bij bovenrand (M16-8.8) voldoet.
bij B.C.3: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht

Controle van de krachten op de bout(en) bij de onderrand:

Tabel 3.11.4.6.2: Belastingen bij onderrand van de koppelaansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,or [N]	Fs,or [N]	Fi,or [N]
25.30	-4216	-3068	-2357	0	-1178	1667
25.30	-4216	-3068	-2357	0	-1178	1667
29.90	-7027	-3251	1106	0	553	782
29.90	-7027	-3251	1106	0	553	782
80.50	-6440	-1281	-1584	0	-792	1120
80.50	-6440	-1281	-1584	0	-792	1120
85.10	-5696	-1463	1879	0	939	1328
85.10	-5696	-1463	1879	0	939	1328

Gegevens van de koppelplaat bij de onderrand:
- Aantal bouten bij de onderrand: nbo = 2
- Momenten-arm bij onderrand: hobout = 1080 mm
- Teken dwarskracht bij eindpositie sn=+1 en bij beginpositie sn=-1

$$\text{- Normaalkracht: } Ft = \frac{N + sn*Q}{2 * nbo} + \frac{M}{hobout} \text{ met } Ft >= 0N$$

- Schuifkracht: Fs = 0.5 * -N - sn*Q
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,or max = 1667 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbto max = 180864 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 1667 N < 180864 N, dus bout bij onderrand (M16-8.8) voldoet.
bij B.C.3: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht

3.11.4.6 Controle van de koppelplaat op pons:
Bij de boutverbinding van de bovenrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxb = 10.9 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de koppelplaat: Fp,capb = 336 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 10.9 kN < 336 kN, dus koppelplaat (ST100*15.0) voldoet
zonder onderlegring bij de bovenste bout
bij B.C.3: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht

Bij de boutverbinding van de onderrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxo = 0.0 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de koppelplaat: Fp,capo = 336 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0.0 kN < 336 kN, dus koppelplaat (ST100*15.0) voldoet
zonder onderlegring bij de onderste bout
bij B.C.3: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht

3.11.4.6 Controle van de koppelplaat op buiging:

Tabel 3.11.4.6.4.1: Belastingen van de koppelplaat.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Normaal-kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ftrb [N]	Ftro [N]
25.30	-4216	-3068	-2357	6913	0
25.30	-4216	-3068	-2357	6913	0
29.90	-7027	-3251	1106	9937	0
29.90	-7027	-3251	1106	9937	0
80.50	-6440	-1281	-1584	11255	0
80.50	-6440	-1281	-1584	11255	0
85.10	-5696	-1463	1879	8149	0
85.10	-5696	-1463	1879	8149	0

Resulterende trekkracht in de koppelplaat bij de bovenrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftrb = \frac{N + sn*Q}{2} - \frac{M}{ht,eff} \quad \text{met } Ftrb>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de koppelplaat:
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftrb(max) * e = 0.5 * 0 * 25.0 = 141 Nm
- Capaciteit van de koppelplaat: Mp,cap = 3512 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 141 Nm < 3512 Nm, dus koppelplaat (ST100*15.0) voldoet
bij B.C.3: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht

Resulterende trekkracht in de koppelplaat bij de onderrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftro = \frac{N + sn*Q}{2} + \frac{M}{ht,eff} \quad \text{met } Ftro>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de koppelplaat:
- Normaalkracht : Ftbout(2) = 0.0 * 530.0 /630.0 = 0.0 kN
- Normaalkracht : Ftbout(1) = 0.0 * 630.0 /630.0 = 0.0 kN
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * max(Ftbout(2) * e(2), Ftbout(1) * e(1))
= 0.5 * max(0.0 * 25 , 0.0 * 25) = 0 Nm
- Capaciteit van de koppelplaat: Mp,cap = 2363 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0 Nm < 2363 Nm, dus koppelplaat (ST100*15.0) voldoet
bij B.C.3: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht

De lasverbindingen tussen koppelplaat met resp. de boven- en onderrand
zijn niet gecontroleerd.

3.11.5 De krachtsverdeling in de 1e rij tralies:

Tabel 3.11.5.1: Momentenlijn, normaal- en dwarskrachtenlijn.

Positie x in [m] begin - eind	Momentenlijn M(x) in [Nm] (+ = U/- =)		Normaal-krachtenlijn N(x) in [N] (+ = trek)		Dwars-krachtenlijn Q(x) in [N] (+ = ~~~___)	
0.00 - 4.60	5675	-19161	-2503	-2503	-4966	-5835
4.60 - 9.20	-18440	-21162	-4348	-4348	-158	-1026
9.20 - 13.80	-21403	-6552	-3755	-3755	3663	2794
13.80 - 18.40	-6489	24298	-3929	-3929	7125	6256
92.00 - 96.60	26466	-4312	-407	-407	-6259	-7127
96.60 - 101.2	-4242	-19101	-598	-598	-2796	-3664
101.2 - 105.8	-19034	-17966	-783	-783	667	-202
105.8 - 110.4	-18002	-1551	-703	-703	4010	3141

3.11.5.1 Controle van de stijfheid van de tralie:

De toelaatbare doorbuiging van alle tralieliggers wordt bepaald per tralie:
- uvtoel = 18400 / 250 < 30.0 mm, dus: uvtoel = 30.0 mm

Uit de U-lijn is de maximale doorbuiging:
- doorbuiging umax = -12.98 mm

- Controle van de 1e rij tralies:
  Doorbuiging: |-13.0 | mm < 30.0 mm,   dus: voldoet.
  bij B.C.3: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht

3.11.5.2 Controle van de bovenrand:

3.11.5.2 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de bovenrand:

- De normaalkracht in de bovenrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = -M/0.5800 + N/2   (voor N en M, zie 3.11.5.1)
    met: Effectieve spanthoogte: 580.0 mm

Tabel 3.11.52: Normaalkrachtenverloop in de bovenrand.

Plaats x in [m]	Normaalkracht in [N] (trek = positief) Spant		Systeem-lengte [mm]
0.00 - 4.60	-11036	31784	4599
4.60 - 9.20	29618	34312	4600
9.20 - 13.80	35024	9419	4600
13.80 - 18.40	9223	-43858	4601
92.00 - 96.60	-45835	7231	4599
96.60 - 101.2	7016	32635	4600
101.2 - 105.8	32426	30584	4600
105.8 - 110.4	30687	2323	4601

3.11.5.2 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Tabel 3.11.5.2:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de bovenrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-bepaling begin-eind	Normaalkrachten (trek = positief) [N] "begin"	"einde"	Rand-voor-waar-den	Mouty fact. ß m	Knfct staaf-lengte ß m×ß n	Knik-lengte [mm]	Klasse	Sterkte UC	Stab. UC
0.00- 4.60	-11036	31784	e-z	0.633	0.419	1928	1	0.05	0.06
13.80-18.40	9223	-43858	z-m	0.653	0.432	1988	1	0.19	0.24
92.00-96.60	-45835	7231	m-z	0.653	0.442	2031	1	0.20	0.25

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (0.61 - 0.2)*(|-45835 |/(0.782 *229893 /1.0)) = 0.99
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-45835 |/(0.782 *229893 /1.0)) = 1.08
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(0.99   , 1.08   ) = 0.99
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.60

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-45835 |/(0.782 *229893 /1.0)+0.99 *|0.0 |/(1.00*5873.1 /1.0)
           = 0.255 + 0.000 = 0.255
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-45835 |/(0.859 *229893 /1.0)+0.60 *|0.0 |/(1.00*5873.1 /1.0)
           = 0.232 + 0.000 = 0.232

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.255 , 0.232) = 0.255

- controle: 0.25 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.11.5.2 Stabiliteitscontrole in het vlak:

- Nabij de zwevende goten:

  - Maatgevende normaaldrukkracht: Ndmax = -45835 N

  - Kniklengte: lky = 0.80 * lveld = 0.80 * 1150 = 920 mm
    (lky > lveld/2, omdat de kortere velden, de langere velden steunen.)
  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (0.47 - 0.2)*(|-45835 |/(0.859 *229893 /1.0)) = 0.96
  Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-45835 |/(0.859 *229893 /1.0)) = 1.07
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.96   , 1.07   ) = 0.96
  Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.57

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-45835 |/(0.859 *229893 /1.0)+0.96 *|0.0 |/(1.00*3961.1 /1.0)
           = 0.232 + 0.000 = 0.232
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-45835 |/(0.962 *229893 /1.0)+0.57 *|0.0 |/(1.00*3961.1 /1.0)
           = 0.207 + 0.000 = 0.207

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.232 , 0.207) = 0.232

- controle: 0.23 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.11.5.2 Doorsnede-controle van de bovenrand:

           |NEd| |-45835 |
- UCDruk = ----- = --------- = 0.20
           Nc.Rd   229893

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 35024   N

           |NEd| |35024 |
- UCTrek = ----- = --------- = 0.15
           Nc.Rd   229893

Trek is maatgevend.

- Controle: 0.20 < 1.00, dus de treksterkte voldoet.

Conclusie:
- Bovenrand (RHBK100*50*3.0) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.3: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht

3.11.5.3 Controle van de onderrand:

3.11.5.3 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de onderrand:
(voor de achterliggende theorie wordt verwezen naar hoofdstuk 4)

Tabel 3.11.53: Normaalkrachtenverloop in de onderrand.
- De normaalkracht in de onderrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = M/0.5800 + N/2 (voor N en M, zie 3.11.5.1)
    met: Effectieve spanthoogte: 580.0 mm

Tabel 3.11.53: Normaalkrachtenverloop in de onderrand.

Plaats x in [m]	Normaalkracht in [N] (trek = positief) Spant		Systeem-lengte [mm]
0.00 - 4.60	8532	-34288	4599
4.60 - 9.20	-33966	-38661	4600
9.20 - 13.80	-38779	-13173	4600
13.80 - 18.40	-13152	39929	4601
92.00 - 96.60	45428	-7638	4599
96.60 - 101.2	-7614	-33232	4600
101.2 - 105.8	-33209	-31366	4600
105.8 - 110.4	-31390	-3026	4601

3.11.5.3 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Tabel 3.11.5.3:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de onderrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-bepaling begin-eind	Normaalkrachten (trek = positief) [N] "begin"	"einde"	Rand-voor-waar-den	Mouty fact. ß m	Knfct staaf-lengte ß m×ß n	Knik-lengte [mm]	Klasse /PlPerc	Sterkte UC	Stab. UC
0.00- 4.60	8532	-34288	e-z	0.650	0.430	1978	1	0.15	0.19
4.60- 9.20	-33966	-38661	z-z	0.671	0.652	2998	1	0.17	0.28
9.20-13.80	-38779	-13173	z-z	0.671	0.558	2566	1	0.17	0.25
13.80-18.40	-13152	39929	z-m	0.666	0.441	2028	1	0.06	0.07
92.00-96.60	45428	-7638	m-z	0.666	0.441	2027	1	0.03	0.04
96.60-101.2	-7614	-33232	z-z	0.671	0.536	2468	1	0.14	0.21
101.2-105.8	-33209	-31366	z-z	0.671	0.662	3046	1	0.14	0.24
105.8-110.4	-31390	-3026	z-e	0.650	0.493	2271	1	0.14	0.18

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
  = 0.90 * (1.0 + (0.89 - 0.2)*(|-38661 |/(0.604 *229893 /1.0)) = 1.07
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
  = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-38661 |/(0.604 *229893 /1.0)) = 1.10
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(1.07 , 1.10) = 1.07
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.64

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
  = |-38661 |/(0.604 *229893 /1.0)+1.07 *|0.0 |/(1.00*5873.1 /1.0)
  = 0.278 + 0.000 = 0.278
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
  = |-38661 |/(0.791 *229893 /1.0)+0.64 *|0.0 |/(1.00*5873.1 /1.0)
  = 0.213 + 0.000 = 0.213

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.278 , 0.213) = 0.278

- controle: 0.28 < 0.95, dus de stabiliteit voldoet.

3.11.5.3 Stabiliteitscontrole in het vlak (nabij de kolom-aansluitingen):

- Maatgevend: Ndmax = N + |Q|/tan(alfa) = -38779 + |3663 |/tan(42.7) = -34805 N
  (N.B.: 1e drukdiagonaal reduceert de normaaldrukkracht in de onderrand)

- Kniklengte: lky = 1.00*lveld = 1.00 * 1150 = 1150 mm

  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.40 (het profiel is geschoord).
  M1 = 0.00 , M2 = 0.00 , Ms = 0.00 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
       = 0.40 * (1.0 + (0.59 - 0.2)*(|-34805 |/(0.791 *229893 /1.0)) = 0.43
  Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
       = 0.40 * (1.0 + 0.8*(|-34805 |/(0.791 *229893 /1.0)) = 0.46
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.43 , 0.46) = 0.43
  Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.26

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-34805 |/(0.791 *229893 /1.0)+0.43 *|0.0 |/(1.00*3961.1 /1.0)
           = 0.191 + 0.000 = 0.191
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-34805 |/(0.927 *229893 /1.0)+0.26 *|0.0 |/(1.00*3961.1 /1.0)
           = 0.163 + 0.000 = 0.163

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.191 , 0.163) = 0.191

- controle: 0.19 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.11.5.3 Doorsnede-controle van de onderrand:

           |NEd| |-38779 |
- UCDruk = ----- = --------- = 0.17
           Nc.Rd   229893

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 45428 N

           |NEd| |45428 |
- UCTrek = ----- = --------- = 0.20
           Nc.Rd   229893

Trek is maatgevend.

- Controle: 0.20 < 1.00, dus de treksterkte voldoet.

Conclusie:
- Onderrand (RHBK100*50*3.0) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.3: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht

3.11.5.4 Controle van de diagonalen:

3.11.5.4 Controle van de drukdiagonalen:

Gezien de toepassing spitst de controle van de drukdiagonalen zich toe
op de eindkappen van de tralies, d.w.z. tussen kopplaat en 1e zwevende goten.

- Controle op druk (bij neerwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qddmaxd = -7125   N (zie tabel 3.11.5.1)
    (+ = druk in drukdiagonaal)
    Extra dwarskracht i.v.m. mogelijke positie transportlast in eerste
    diagonaalveld in plaats van het midden van de overspanning.
    Vert.puntlast: Fpunt = 0.00 * max(0   , 1000) + 0.00 * 0   = 0   N

$$\text{- Res.diag.drukkracht: } N_{ddiagd} = \frac{Q_{ddmaxd} - F_{punt}/2}{\sin(\alpha)} = \frac{-7125 - 0/2}{\sin(42.7)} = -10513 \text{ N}$$

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$UC_{sterkte} = \frac{|N_{Ed}|}{N_{c.Rd}} = \frac{|10516|}{84071} = 0.202$$

  controle: 0.202 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
  Profiel alleen op trek belast, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie:
- Drukdiagonalen (RHBK50*30*2.0 mm) voldoen qua trek/druk
  bij B.C.3: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht

3.11.5.4 Controle van de trekdiagonalen:

Er wordt vanuit gegaan, dat de trekdiagonalen als zodanig worden toegepast in
de eindkappen en als trek- en drukdiagonalen in eventuele middenkappen.

- Controle op trek (in de eindkappen bij neerwaartse belasting en evt. in de middenkappen
  bij opwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qtdmaxt = 7125 N (zie tabel 3.11.5.1)
    (+ = trek in trekdiagonaal)

$$\text{Res.diag.trekkracht: } N_{tdiagt} = \frac{Q_{tdmaxt}+F_{punt}/2}{\sin(\alpha)} = \frac{7125 + 0/2}{\sin(42.7)} = 10513 \text{ N}$$

 - Sterkte: Capaciteit trekdiagonaal: Ftdiagt = 51938 N (zie 4.4)

$$UC_{sterkte} = \frac{|N_{Ed}|}{F_{tdiagt}} = \frac{|10513|}{51938} = 0.202$$

  - UC-Trek : 0.202 < 1.00, dus trekdiagonaal voldoet.

- Controle op druk (in de eindkappen bij opwaartse belasting en evt. in de middenkappen
  bij neerwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qtdmaxd = 7127 N (zie tabel 3.11.5.1)
    (+ = druk in trekdiagonaal)

$$\text{Res. diagonaaldrukkracht: } N_{tdiagd} = \frac{-Q_{tdmaxd}}{\sin(\alpha)} = \frac{-7127}{\sin(42.7)} = -10516 \text{ N}$$

 - Sterkte: Capaciteit trekdiagonaal: Ftdiagd = 70220 N (zie 4.4)

$$UC_{sterkte} = \frac{|N_{Ed}|}{F_{tdiagd}} = \frac{|10516|}{70220} = 0.150$$

  - UC-Druk : 0.150 < 1.00, dus trekdiagonaal voldoet.

Conclusie:
- Trekdiagonalen (RHBK50*30*2.0 mm) voldoen qua trek/druk
  bij B.C.3: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht

3.11.5.4 Controle van de (las)verbindingen:

	Drukdiagonaal		Trekdiagonaal	
	Nd = -10513 N		Nd = - 10516 N	
	Nt = 10516 N		Nt = 10513 N	
	Fstev = 7732 N		Fstev = 7730 N	
	Fstlo = 7127 N		Fstlo = 7125 N	
	Msdt = 0.00 Nm		Msdt = 0.00 Nm	
	Fsdev = 7730 N		Fsdev = 7732 N	
	bovenrand	onderrand	bovenrand	onderrand
Tau1	18.98 N/mm²	18.98 N/mm²	18.97 N/mm²	18.97 N/mm²
Tau2	29.11 N/mm²	29.11 N/mm²	29.11 N/mm²	29.11 N/mm²
Sgm1	18.98 N/mm²	18.98 N/mm²	18.97 N/mm²	18.97 N/mm²
SgmWst	36.44 N/mm²	36.44 N/mm²	36.43 N/mm²	36.43 N/mm²
UC1	0.18	0.18	0.18	0.18
UC2	0.07	0.07	0.07	0.07
SgmWsd	29.11 N/mm²	29.11 N/mm²	29.11 N/mm²	29.11 N/mm²
UC3	0.14	0.14	0.14	0.14
Nt1	55249 N	55249 N	55249 N	55249 N
knd	1.00	1.00	1.00	1.00
Nd1	55249 N	55249 N	55249 N	55249 N
UCt1	0.19	0.19	0.19	0.19
UCd1	0.19	0.19	0.19	0.19
UClas	0.18	0.18	0.18	0.18
UCdia	0.19	0.19	0.19	0.19
UCgeo	0.78	0.78	0.78	0.78
UClas	0.18		0.18	
UCdia	0.83		0.83	

Conclusie:
- Lassen: UClas = 0.18 <= 1.00 dus: voldoen
- Aansluitingen: UCdia = 0.83 <= 1.00 dus: voldoen

Eindconclusie:
- Aansluiting diagonalen voldoet
  bij B.C.3: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht

3.11.5.4 Controle van de gootverticaal
- Veerstijfheid van de aansluiting van de bovenrand-goot "uit het vlak":
  Hoekverdraaiing door torsie onderrand:

$$V1 = \frac{kap}{Gbr * Itor * 2} = \frac{4600}{80769 * 853355 * 2} = 33.37 \quad *10\text{-}9\ 1/Nmm$$

  Hoekverdraaiing door gootverticaal (goot):

$$V2 = \frac{hspant}{2 * Egv * Igv} = \frac{630}{2 * 210000 * 1083901} = 1.38 \quad *10\text{-}9\ 1/Nmm$$

  Hoekverdraaiing door inklemming (onderrand):

$$V3 = \frac{hspant}{Egv * Igv} = \frac{630}{210000 * 1083901} = 2.77 \quad *10\text{-}9\ 1/Nmm$$

  Hoekverdraaiing door gootverticaal (buiging):

$$V4 = \frac{hspant}{3 * Egv * Igv} = \frac{630}{3 * 210000 * 1083901} = 0.92 \quad *10\text{-}9\ 1/Nmm$$

  Hoekverdraaiing door gootverticaal (bovenrand):

$$V5 = \frac{vspant}{2 * Egv * Igv} = \frac{80}{2 * 210000 * 1083901} = 0.18 \quad *10\text{-}9\ 1/Nmm$$

  Hoekverdraaiing door opzetkolom (buiging):

$$V6 = \frac{vspant}{3 * Egv * Igv} = \frac{80}{3 * 210000 * 1083901} = 0.42 \quad *10\text{-}9\ 1/Nmm$$

  Moment bij bovenrand

$$M0 = \frac{(V3+V6-V2)*hspant*vspant^2 - V4*vspant*hspant^2 + V5*hspant3}{(V1+V4+v5)*hspant^2 + (V1+V3+v6)*vspant^2 + (2*V1+V2)*vspant*hspant} = 1.3 \quad Nm$$

  Geeft de veerstijfheid ter plaatse van de bovenrand:

$$kbr = \frac{vspant + hspant}{V4*vspant*hspant^2 - V5*hspant3 + [(V4+V5+V1)*hspant^2 + V1*vspant*hspant]*M0}$$

  kbr = 148526.4 N/mm

  Vereiste kritische veerstijfheid: kcr = 196.9 N/mm

- Controle: 148526.4 N/mm > 196.9 N/mm, dus veerstijfheid voldoet.

Conclusie:
- Gootverticaal voldoet qua sterkte/stabiliteit en stijfheid
  bij B.C.3: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht

3.11.5.5 Controle van de bouten van de spant-kolom-aansluiting:

Controle van de krachten op de bout(en) bij de bovenrand:

Tabel 3.11.5.5.1: Belastingen bij bovenrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,br [N]	Fs,br [N]	Fi,br [N]
0.00	5675	-2503	-4966	0	-2483	3512
18.40	24298	-3929	6256	0	3128	4424
92.00	26466	-407	-6259	0	-3129	4426
110.4	-1551	-703	3141	2549	1570	3381

Gegevens van de eindplaat bij de bovenrand:
- Aantal bouten bij de bovenrand: nbb = 1
- Momenten-arm bij bovenrand: hbbout = 535 mm
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Normaalkracht: $Ft = \frac{Nt}{2 * nbb} - \frac{M}{hbbout}$ met Ft >= 0 N
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * Q
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,br max = 4426 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbtb max = 282240 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 4426 N < 282240 N, dus bout bij bovenrand (M20-8.8) voldoet.
bij B.C.3: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht

Controle van de krachten op de bout(en) bij de onderrand:

Tabel 3.11.5.5.2: Belastingen bij onderrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,or [N]	Fs,or [N]	Fi,or [N]
0.00	5675	-2503	-4966	9361	-2483	9998
18.40	24298	-3929	6256	43476	3128	43701
92.00	26466	-407	-6259	49292	-3129	49490
110.4	-1551	-703	3141	0	1570	2221

Gegevens van de eindplaat bij de onderrand:
- Aantal bouten bij de onderrand: nbo = 1
- Momenten-arm bij onderrand: hobout = 535 mm
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Normaalkracht: $Ft = \frac{Nt}{2 * nbo} + \frac{M}{hobout}$ met Ft >= 0 N
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * Q
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,or max = 49490 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbto max = 282240 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 49490 N < 282240 N, dus bout bij onderrand (M20-8.8) voldoet.
bij B.C.3: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht

3.11.5.5 Controle van de eindplaat op pons:

Bij de boutverbinding van de bovenrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxb = 2.5 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capb = 423 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 2.5 kN < 423 kN, dus eindplaat (ST120*15.0) voldoet
zonder onderlegring bij de bovenste bout
bij B.C.3: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht

Bij de boutverbinding van de onderrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxo = 49.3 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capo = 423 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 49.3 kN < 423 kN, dus eindplaat (ST120*15.0) voldoet
zonder onderlegring bij de onderste bout
bij B.C.3: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht

3.11.5.5 Controle van de eindplaat op buiging:

Tabel 3.11.5.5.4.1: Belastingen van de eindplaat van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Normaal-kracht
x	M	N	Q	Ftrb	Ftro
[m]	[Nm]	[N]	[N]	[N]	[N]
0.00	5675	-2503	-4966	0	8532
18.40	24298	-3929	6256	0	39929
92.00	26466	-407	-6259	0	45428
110.4	-1551	-703	3141	2323	0

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de bovenrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftrb = \frac{N + sn*Q}{2} - \frac{M}{ht,eff} \text{ met } Ftrb>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftrb(max) * e = 0.5 * 2323 * 25.0 = 29 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 7533 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 29 Nm < 7533 Nm, dus eindplaat (ST120*15.0) voldoet
bij B.C.3: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de onderrand:
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftro(max) * e = 0.5 * 45428 * 25.0 = 568 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 7533 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 568 Nm < 7533 Nm, dus eindplaat (ST120*15.0) voldoet
bij B.C.3: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht

De lasverbindingen tussen eindplaat met resp. de boven- en onderrand
zijn niet gecontroleerd.

3.11.5.6 Controle van de bouten van de koppelaansluiting:

Controle van de krachten op de bout(en) bij de bovenrand:

Tabel 3.11.5.6.1: Belastingen bij bovenrand van de koppelaansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,br [N]	Fs,br [N]	Fi,br [N]
6.90	-19301	-4348	-592	30439	-296	30442
6.90	-19301	-4348	-592	30439	-296	30442
11.50	-13478	-3755	3228	19075	1614	19211
11.50	-13478	-3755	3228	19075	1614	19211
98.90	-11173	-598	-3230	20023	-1615	20153
98.90	-11173	-598	-3230	20023	-1615	20153
103.5	-18000	-783	232	29632	116	29632
103.5	-18000	-783	232	29632	116	29632

Gegevens van de koppelplaat bij de bovenrand:
- Aantal bouten bij de bovenrand: nbb = 1
- Momenten-arm bij bovenrand: hbbout = 597 mm
- Teken dwarskracht bij eindpositie sn=+1 en bij beginpositie sn=-1

$$\text{- Normaalkracht: } Ft = \frac{N + sn*Q}{2 * nbb} - \frac{M}{hbbout} \text{ met } Ft >= 0N$$

- Schuifkracht: Fs = 0.5 * -N - sn*Q
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,br max = 30442 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbtb max = 180864 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 30442 N < 180864 N, dus bout bij bovenrand (M16-8.8) voldoet.
bij B.C.3: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht

Controle van de krachten op de bout(en) bij de onderrand:

Tabel 3.11.5.6.2: Belastingen bij onderrand van de koppelaansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,or [N]	Fs,or [N]	Fi,or [N]
6.90	-19301	-4348	-592	0	-296	419
6.90	-19301	-4348	-592	0	-296	419
11.50	-13478	-3755	3228	0	1614	2283
11.50	-13478	-3755	3228	0	1614	2283
98.90	-11173	-598	-3230	0	-1615	2284
98.90	-11173	-598	-3230	0	-1615	2284
103.5	-18000	-783	232	0	116	164
103.5	-18000	-783	232	0	116	164

Gegevens van de koppelplaat bij de onderrand:
- Aantal bouten bij de onderrand: nbo = 2
- Momenten-arm bij onderrand: hobout = 1080 mm
- Teken dwarskracht bij eindpositie sn=+1 en bij beginpositie sn=-1

$$\text{- Normaalkracht: } Ft = \frac{N + sn*Q}{2 * nbo} + \frac{M}{hobout} \text{ met } Ft >= 0N$$

- Schuifkracht: Fs = 0.5 * -N - sn*Q
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,or max = 2284 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbto max = 180864 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 2284 N < 180864 N, dus bout bij onderrand (M16-8.8) voldoet.
bij B.C.3: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht

3.11.5.6 Controle van de koppelplaat op pons:
Bij de boutverbinding van de bovenrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxb = 30.4 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de koppelplaat: Fp,capb = 336 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 30.4 kN < 336 kN, dus koppelplaat (ST100*15.0) voldoet
zonder onderlegring bij de bovenste bout
bij B.C.3: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht

Bij de boutverbinding van de onderrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxo = 0.0 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de koppelplaat: Fp,capo = 336 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0.0 kN < 336 kN, dus koppelplaat (ST100*15.0) voldoet
zonder onderlegring bij de onderste bout
bij B.C.3: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht

3.11.5.6 Controle van de koppelplaat op buiging:

Tabel 3.11.5.6.4.1: Belastingen van de koppelplaat.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Normaal-kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ftrb [N]	Ftro [N]
6.90	-19301	-4348	-592	31400	0
6.90	-19301	-4348	-592	31400	0
11.50	-13478	-3755	3228	19746	0
11.50	-13478	-3755	3228	19746	0
98.90	-11173	-598	-3230	20579	0
98.90	-11173	-598	-3230	20579	0
103.5	-18000	-783	232	30528	0
103.5	-18000	-783	232	30528	0

Resulterende trekkracht in de koppelplaat bij de bovenrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftrb = \frac{N + sn*Q}{2} - \frac{M}{ht,eff} \quad \text{met } Ftrb>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de koppelplaat:
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftrb(max) * e = 0.5 * 0 * 25.0 = 393 Nm
- Capaciteit van de koppelplaat: Mp,cap = 3512 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 393 Nm < 3512 Nm, dus koppelplaat (ST100*15.0) voldoet
bij B.C.3: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht

Resulterende trekkracht in de koppelplaat bij de onderrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftro = \frac{N + sn*Q}{2} + \frac{M}{ht,eff} \quad \text{met } Ftro>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de koppelplaat:
- Normaalkracht : Ftbout(2) = 0.0 * 530.0 /630.0 = 0.0 kN
- Normaalkracht : Ftbout(1) = 0.0 * 630.0 /630.0 = 0.0 kN
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * max(Ftbout(2) * e(2), Ftbout(1) * e(1))
= 0.5 * max(0.0 * 25 , 0.0 * 25) = 0 Nm
- Capaciteit van de koppelplaat: Mp,cap = 2363 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0 Nm < 2363 Nm, dus koppelplaat (ST100*15.0) voldoet
bij B.C.3: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht

De lasverbindingen tussen koppelplaat met resp. de boven- en onderrand
zijn niet gecontroleerd.

Toetsing van de bepalende doorsnede (lkx= 4000 mm, lky= 4000 mm):

Toetsing van de bepalende doorsnede (lkx= 5527 mm, lky= 3600 mm):

Toetsing van de bepalende doorsnede (lkx= 7072 mm, lky= 4000 mm):

c) Berekening van de toelaatbare horizontale verplaatsing in :

- Rekening houdend met de glasbreedten :

- reductiefactor gevel: r1 = 800 / bkg < 2.0;
                              800 / 800 = 1.00, dus r1 = 1.00
- reductiefactor dek : r2 = 1125 / bd < 2.0;
                             1125 / 1125 = 1.00, dus r2 = 1.00
- ugevel = h / 100 * r1 < 50.0 mm;
            4000 / 100 * 1.00 = 40.0 mm,   dus ugevel = 57.3 mm
- udek   = 1/200 * v * r2 < 50.0 mm
            1/200 * 4000   * 1.00 = 30.0 mm, dus udek = 61.3 mm
- utoel-b = ugevel + udek = 57.3 + 61.3 = 57.5 mm
- utoel = utoel-a < umax; MIN(80.0 , 80.0) = 160.0 mm

3.12 B.C.4: c1) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

3.12.1 Berekening van de belastingen per tralie:

a) Belastingen in gebruikstoestand:
- Permanente belastingen:
  - Eigen gewicht dek : (1.00 * 35) = 35 N/m²
  - Eigen gewicht van de goot: (1.00 * 30)* 4.00 = 120 N
  - E.G. 1e rij tralies : (1.00 * 188.8) = 188.8 N/m
  - E.G. 2e rij tralies : (1.00 * 188.8) = 188.8 N/m
  - E.G. tralies middenvelden: (1.00 * 188.8) = 188.8 N/m
- Variabele belastingen:
  - Vert. puntlast: 1.00*max(0 ,1000)+1.00*0 = 1000 N
  - Gewasbelasting : (1.00 * 0) = 0 N/m²
  - Installaties : (1.00 * 70) = 70 N/m²

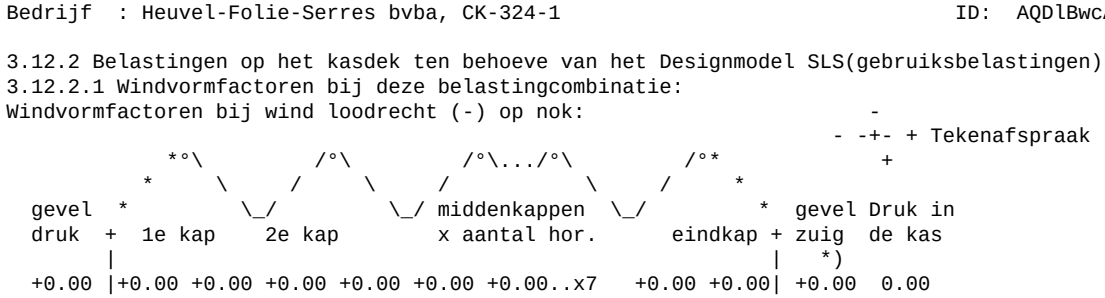
b) Belastingen in rekentoestand:
- Permanente belastingen:
  - Eigen gewicht dek : (1.02 * 35) = 36 N/m²
  - Eigen gewicht van de goot: (1.02 * 30)* 4.00 = 123 N
  - E.G. 1e rij tralies : (1.02 * 188.8) = 192.8 N/m
  - E.G. 2e rij tralies : (1.02 * 188.8) = 192.8 N/m
  - E.G. tralies middenvelden: (1.02 * 188.8) = 192.8 N/m
- Variabele belastingen:
  - Vert. puntlast: 1.27*max(0 ,1000)+1.02*0 = 1275 N
  - Gewasbelasting : (1.27 * 0) = 0 N/m²
  - Installaties : (1.02 * 70) = 71 N/m²

c) Bij het bepalen van de knoopcoordinaten is rekening gehouden met
de initiële scheefstand van de kolommen:
- Scheefstand psi = 1/265 (zie EN 1993-1-1)

d) Rekenvoorbeeld van de belastingen op knooppunten op de volgende plaatsen:
Knoop k = "effectieve" spanthoogte van de eerste kolom
Knoop * = zwevende goot 1e rij tralies
Knoop * = middenkolom

- Horizontale belasting:
  Fk,hor = 0 N (geen windbelasting)
- Verticale belasting:
  Fvg = eigen gewicht goot = (1.02 * 30)* 4.00 = 123 N
  Fk,vert = -0.5 * Fvg
  F*,vert t.p.v. een goot = Fvg

3.12.2 Belastingen op het kasdek ten behoeve van het Designmodel SLS(gebruiksbelastingen):
3.12.2.1 Windvormfactoren bij deze belastingcombinatie:
Windvormfactoren bij wind loodrecht (-) op nok:



3.12.2.2 Belastingfactoren bij deze belastingcombinatie:

Belastingfactoren	gebruikstoestand	rekentoestand
Eigen gewicht	1.00	1.02
Installaties	1.00	1.02
Sneeuw	0.00	0.00
Wind	0.00	0.00
gewas	1.00	1.27

3.12.2.3 Gesommeerde belastingen op de omhulling van de kas per vakmaat:
Belastingen gebruikstoestand SLS per vakmaat (4.000 m):

Tralie	neerwaarts	qtral = fi*qinstall + fp*qtral + fg*qgewas		
		= 1.00*280.0 + 1.00*188.8 + 1.00*0.0	qtral =	468.8 N/m
Goot	zijgevel	Fgt.s = fp*qgoot.s = 1.00*60.0	Fgt.s =	60 N
	middengoot	Fgt.m = fp*qgoot.m = 1.00*120.0	Fgt.m =	120 N
Kasdek	evenwijdig	qdek.E = [fp*qdek + fs*qsneew]*sin(dek)		
		= [1.00*126.9 + 0.00*0.0]*sin(25.0)	qdek.E =	53.6 N/m
	loodrecht	qdek.L = [fp*qdek + fs*qsneew]*cos(dek)		
		= [1.00*126.9 + 0.00*0.0]*cos(25.0)	qdek.L =	115.0 N/m
	+ wind per kaphelft	= qdek.L + fw*qwinds*(cpe-cpi)		
	- 1e kaphelft	= 115.0 + 0.00*1336.5*(+0.00-0.00)	qdek.L1 =	115.0 N/m
	- 2e kaphelft	= 115.0 + 0.00*1336.5*(+0.00-0.00)	qdek.L2 =	115.0 N/m
	- 3e kaphelft	= 115.0 + 0.00*1336.5*(+0.00-0.00)	qdek.L3 =	115.0 N/m
	- 4e kaphelft	= 115.0 + 0.00*1336.5*(+0.00-0.00)	qdek.L4 =	115.0 N/m
	- Middenkap links	= 115.0 + 0.00*1336.5*(+0.00-0.00)	qdek.Lm1 =	115.0 N/m
	- Middenkap rechts	= 115.0 + 0.00*1336.5*(+0.00-0.00)	qdek.Lm2 =	115.0 N/m
	- Eindkap links	= 115.0 + 0.00*1336.5*(+0.00-0.00)	qdek.Le1 =	115.0 N/m
	- Eindkap Rechts	= 115.0 + 0.00*1336.5*(+0.00-0.00)	qdek.Le2 =	115.0 N/m
	+ windwrijving nok	= Cfr,1*fi*qwind*hkap*vakmaat		
	- middenkap FhwCpf	= 0.00*0.00*334.1 *1.07*4.0	FhwCpf =	0 N
Zijgevel	windzijde FhwF.gt	= fw*Fhw.gt*(cp1-cpi)		
	goothoogte	= 0.00*2965.8*(0.0 -0.0)	Fhw.gt =	0 N
	windzijde FhwF.fh	= fw*Fhw.fh*(cp1-cpi)		
	fundatiehoogte	= 0.00*2380.1*(0.0 -0.0)	Fhw.fh =	0 N
Zijgevel	loefzijde FhwL.gt	= fw*Fhw.gt*(cp1+cpi)		
	goothoogte	= 0.00*2965.8*(0.0 +0.0)	Fhw.gt =	0 N
	loefzijde FhwL.fh	= fw*Fhw.fh*(cp1+cpi)		
	fundatiehoogte	= 0.00*2380.1*(0.0 +0.0)	Fhw.fh =	0 N

Belastingen rekentoestand ULS per vakmaat (4.000 m):

Tralie	neerwaarts	qtral = fi*qinstall + fp*qtral + fg*qgewas	
		= 1.02*280.0 + 1.02*188.8 + 1.27*0.0	qtral = 478.7 N/m
Goot	zijgevel	Fgt.s = fp*qgoot.s = 1.02*60.0	Fgt.s = 61 N
	middengoot	Fgt.m = fp*qgoot.m = 1.02*120.0	Fgt.m = 123 N
Kasdek	evenwijdig	qdek.E = [fp*qdek + fs*qsneew]*sin(dek)	
		= [1.02*126.9 + 0.00*0.0]*sin(25.0)	qdek.E = 54.7 N/m
	loodrecht	qdek.L = [fp*qdek + fs*qsneew]*cos(dek)	
		= [1.02*126.9 + 0.00*0.0]*cos(25.0)	qdek.L = 117.4 N/m
	+ wind per kaphelft	= qdek.L + fw*qwinds*(cpe-cpi)	
	- 1e kaphelft	= 117.4 + 0.00*1336.5*(+0.00-0.00)	qdek.L1 = 117.4 N/m
	- 2e kaphelft	= 117.4 + 0.00*1336.5*(+0.00-0.00)	qdek.L2 = 117.4 N/m
	- 3e kaphelft	= 117.4 + 0.00*1336.5*(+0.00-0.00)	qdek.L3 = 117.4 N/m
	- 4e kaphelft	= 117.4 + 0.00*1336.5*(+0.00-0.00)	qdek.L4 = 117.4 N/m
	- Middenkap links	= 117.4 + 0.00*1336.5*(+0.00-0.00)	qdek.Lm1 = 117.4 N/m
	- Middenkap rechts	= 117.4 + 0.00*1336.5*(+0.00-0.00)	qdek.Lm2 = 117.4 N/m
	- Eindkap links	= 117.4 + 0.00*1336.5*(+0.00-0.00)	qdek.Le1 = 117.4 N/m
	- Eindkap Rechts	= 117.4 + 0.00*1336.5*(+0.00-0.00)	qdek.Le2 = 117.4 N/m
	+ windwrijving nok	= Cfr,1*fi*qwind*hkap*vakmaat	
	- middenkap FhwCpf	= 0.00*0.00*334.1 *1.07*4.0	FhwCpf = 0 N
Zijgevel	windzijde FhwF.gt	= fw*Fhw.gt*(cp1-cpi)	
	goothoogte	= 0.00*2965.8*(0.0 -0.0)	Fhw.gt = 0 N
	windzijde FhwF.fh	= fw*Fhw.fh*(cp1-cpi)	
	fundatiehoogte	= 0.00*2380.1*(0.0 -0.0)	Fhw.fh = 0 N
Zijgevel	loefzijde FhwL.gt	= fw*Fhw.gt*(cp1+cpi)	
	goothoogte	= 0.00*2965.8*(0.0 +0.0)	Fhw.gt = 0 N
	loefzijde FhwL.fh	= fw*Fhw.fh*(cp1+cpi)	
	fundatiehoogte	= 0.00*2380.1*(0.0 +0.0)	Fhw.fh = 0 N

Tabel 3.12.2.4: Knoopbelastingen, oplegreacties en knoopverplaatsingen:

			Knoopbelastingen Rekentoestand		Oplegreacties		Knoopverplaatsingen gebruikstoestand		
nr.	X-as [mm]	Y-as [mm]	X-as [N]	Y-as [N]	X-as [N]	Y-as [N]	X-verpl [mm]	Y-verpl [mm]	U_lijn [mm]
			Horiz.	Vert.	Horiz.	Vert.	Horiz.	Vert.	
1	-0.013	0.000			347	5232			0.000
2	-0.007	1.802							0.000
3	-0.001	3.315							0.000
6	0.000	4.000	0	-61					0.000
7	2.300	5.073							0.000
8	4.600	4.000	0	-123					0.000
9	6.900	5.073							0.000
10	9.200	4.000	0	-123					0.000
11	11.500	5.073							0.000
12	13.800	4.000	0	-123					0.000
13	16.100	5.073							0.000
4	0.000	3.605					1.00	-0.08	0.000
14	0.574	3.605					1.00	-1.98	1.900
15	2.299	3.605					1.00	-7.51	7.410
16	4.599	3.605					1.00	-13.51	13.393
17	6.899	3.605					1.00	-16.89	16.763
18	9.199	3.605	0	-1275			1.00	-17.13	16.982
19	11.499	3.605					1.00	-14.29	14.121
20	13.799	3.605					1.00	-9.35	9.167
21	16.099	3.605					1.00	-3.91	3.714
22	17.824	3.605					1.00	-0.84	0.624
23	18.387	0.000			-82	14924			0.000
24	18.393	1.802							0.000
25	18.399	3.315							0.000
28	18.400	4.000	0	-123					0.000
29	20.700	5.073							0.000
30	23.000	4.000	0	-123					0.000
31	25.300	5.073							0.000
32	27.600	4.000	0	-123					0.000
33	29.900	5.073							0.000
34	32.200	4.000	0	-123					0.000
35	34.500	5.073							0.000
26	18.400	3.605					1.00	-0.22	0.000
36	18.974	3.605					1.00	0.14	-0.356
37	20.699	3.605					1.00	-0.04	-0.171
38	22.999	3.605					1.00	-1.93	1.723
39	25.299	3.605					1.00	-4.04	3.836
40	27.599	3.605	0	-1275			1.00	-5.17	4.966
41	29.899	3.605					1.00	-4.72	4.518
42	32.199	3.605					1.00	-3.01	2.814
43	34.499	3.605					1.00	-0.97	0.783
44	36.224	3.605					1.00	-0.16	-0.027
45	36.787	0.000			28	12729			0.000
46	36.793	1.802							0.000
47	36.799	3.315							0.000
50	36.800	4.000	0	-123					0.000
51	39.100	5.073							0.000
52	41.400	4.000	0	-123					0.000
53	43.700	5.073							0.000
54	46.000	4.000	0	-123					0.000
55	48.300	5.073							0.000
56	50.600	4.000	0	-123					0.000
57	52.900	5.073							0.000
48	36.800	3.605					1.00	-0.19	0.000
58	37.374	3.605					1.00	-0.40	0.217
59	39.099	3.605					1.00	-1.93	1.744
60	41.399	3.605					1.00	-4.83	4.641
61	43.699	3.605					1.00	-7.22	7.027
62	45.999	3.605	0	-1275			1.00	-8.07	7.882
63	48.299	3.605					1.00	-6.99	6.795
64	50.599	3.605					1.00	-4.46	4.270
65	52.899	3.605					1.00	-1.61	1.419
66	54.624	3.605					1.00	-0.30	0.105
67	55.187	0.000			7	13432			0.000
68	55.193	1.802							0.000
69	55.199	3.315							0.000
72	55.200	4.000	0	-123					0.000

73	57.500	5.073								0.000
74	59.800	4.000	0	-123						0.000
75	62.100	5.073								0.000
76	64.400	4.000	0	-123						0.000
77	66.700	5.073								0.000
78	69.000	4.000	0	-123						0.000
79	71.300	5.073								0.000
70	55.200	3.605						1.00	-0.20	0.000
80	55.774	3.605						1.01	-0.31	0.110
81	57.499	3.605						1.01	-1.63	1.432
82	59.799	3.605						1.01	-4.48	4.283
83	62.099	3.605						1.01	-6.99	6.801
84	64.399	3.605	0	-1275				1.01	-8.07	7.878
85	66.699	3.605						1.01	-7.20	7.012
86	68.999	3.605						1.01	-4.81	4.621
87	71.299	3.605						1.01	-1.92	1.728
88	73.024	3.605						1.01	-0.40	0.212
89	73.587	0.000			-18	12731				0.000
90	73.593	1.802								0.000
91	73.599	3.315								0.000
94	73.600	4.000	0	-123						0.000
95	75.900	5.073								0.000
96	78.200	4.000	0	-123						0.000
97	80.500	5.073								0.000
98	82.800	4.000	0	-123						0.000
99	85.100	5.073								0.000
100	87.400	4.000	0	-123						0.000
101	89.700	5.073								0.000
92	73.600	3.605						1.01	-0.19	0.000
102	74.174	3.605						1.01	-0.17	-0.020
103	75.899	3.605						1.01	-0.99	0.802
104	78.199	3.605						1.01	-3.03	2.838
105	80.499	3.605						1.01	-4.74	4.540
106	82.799	3.605	0	-1275				1.01	-5.18	4.980
107	85.099	3.605						1.01	-4.05	3.840
108	87.399	3.605						1.01	-1.93	1.719
109	89.699	3.605						1.01	-0.04	-0.179
110	91.424	3.605						1.01	0.14	-0.360
111	91.987	0.000			107	14915				0.000
112	91.993	1.802								0.000
113	91.999	3.315								0.000
116	92.000	4.000	0	-123						0.000
117	94.300	5.073								0.000
118	96.600	4.000	0	-123						0.000
119	98.900	5.073								0.000
120	101.200	4.000	0	-123						0.000
121	103.500	5.073								0.000
122	105.800	4.000	0	-123						0.000
123	108.100	5.073								0.000
114	92.000	3.605						1.01	-0.22	0.000
124	92.574	3.605						1.01	-0.84	0.624
125	94.299	3.605						1.01	-3.91	3.713
126	96.599	3.605						1.01	-9.34	9.154
127	98.899	3.605						1.01	-14.25	14.089
128	101.199	3.605	0	-1275				1.01	-17.08	16.931
129	103.499	3.605						1.01	-16.83	16.700
130	105.799	3.605						1.01	-13.44	13.331
131	108.099	3.605						1.01	-7.47	7.370
132	109.824	3.605						1.01	-1.98	1.893
133	110.387	0.000			-389	5251				0.000
134	110.393	1.802								0.000
135	110.399	3.315								0.000
136	110.400	3.605								0.000
137	110.401	3.895								
138	110.400	4.000	0	-61				1.01	-0.08	

Tabel 3.12.2.5: Staafbelastingen, momenten, normaal- en dwarskrachten

Staaf nr.	Profiel	X-as [N/m]	Y-as [N/m]	B E G I N Normaal [N]	Dwarskr [N]	Moment [Nm]	E I N D Normaal [N]	Dwarskr [N]	Moment [Nm]
		Horizontaal	Verticaal						
1	RHBK100*100*3.			-5233	-329	122	-5233	-329	-472
2	RHBK100*100*3.			-5233	-325	-472	-5233	-325	-963

3	RHBK100*100*3.			-5233	-329	-963	-5233	-329	-1058
4	RHBK100*100*3.			-391	-358	142	-391	-358	38
5	RHBK100*100*3.			-387	-363	38	-387	-363	0
6	RHBK120*60*3.0			-780	-1	0	-780	-1	-0
7	RHBK120*60*3.0			-780	5	-2	-780	5	0
8	RHBK120*60*3.0			-780	10	-4	-780	10	-0
9	Roede dek	-54.7	-117.4	-465	146	0	-326	-152	-8
10	Roede dek	54.7	-117.4	-326	152	-8	-465	-146	0
11	Roede dek	-54.7	-117.4	-468	144	0	-329	-154	-11
12	Roede dek	54.7	-117.4	-329	154	-11	-468	-144	0
13	Roede dek	-54.7	-117.4	-466	145	0	-327	-153	-9
14	Roede dek	54.7	-117.4	-327	153	-9	-466	-145	0
15	Roede dek	-54.7	-117.4	-459	149	0	-320	-149	-1
16	Roede dek	54.7	-117.4	-320	149	-1	-459	-149	0
17	1e tralie	0.0	-478.7	13	4842	-1200	13	4567	1499
18	1e tralie	0.0	-478.7	13	4567	1499	13	3742	8665
19	1e tralie	0.0	-478.7	13	3742	8665	13	2641	16005
20	1e tralie	0.0	-478.7	17	1861	16005	17	760	19019
21	1e tralie	0.0	-478.7	17	760	19019	17	-341	19500
22	1e tralie	0.0	-478.7	14	-2396	19502	14	-3497	12725
23	1e tralie	0.0	-478.7	14	-3497	12725	14	-4598	3416
24	1e tralie	0.0	-478.7	7	-5378	3420	7	-6479	-10215
25	1e tralie	0.0	-478.7	7	-6479	-10215	7	-7305	-22103
26	1e tralie	0.0	-478.7	7	-7305	-22103	7	-7580	-26392
27	RHBK100*100*3.			-14924	132	-80	-14924	132	157
28	RHBK100*100*3.			-14924	145	157	-14924	145	376
29	RHBK100*100*3.			-14924	132	376	-14924	132	414
30	RHBK100*100*3.			-780	3	-0	-780	3	1
31	RHBK100*100*3.			-780	-7	1	-780	-7	-0
32	RHBK120*60*3.0			-780	-4	1	-780	-4	0
33	RHBK120*60*3.0			-780	2	-1	-780	2	0
34	RHBK120*60*3.0			-780	8	-3	-780	8	-0
35	Roede dek	-54.7	-117.4	-459	149	0	-320	-149	-0
36	Roede dek	54.7	-117.4	-320	149	-0	-459	-149	0
37	Roede dek	-54.7	-117.4	-464	146	0	-325	-152	-7
38	Roede dek	54.7	-117.4	-325	152	-7	-464	-146	0
39	Roede dek	-54.7	-117.4	-465	146	0	-326	-152	-7
40	Roede dek	54.7	-117.4	-326	152	-7	-465	-146	0
41	Roede dek	-54.7	-117.4	-460	148	0	-321	-150	-2
42	Roede dek	54.7	-117.4	-321	150	-2	-460	-148	0
43	2e tralie	0.0	-478.7	88	6564	-25978	88	6289	-22291
44	2e tralie	0.0	-478.7	88	6289	-22291	88	5463	-12154
45	2e tralie	0.0	-478.7	88	5463	-12154	88	4363	-854
46	2e tralie	0.0	-478.7	94	3583	-856	94	2482	6118
47	2e tralie	0.0	-478.7	94	2482	6118	94	1381	10560
48	2e tralie	0.0	-478.7	95	-674	10560	95	-1775	7743
49	2e tralie	0.0	-478.7	95	-1775	7743	95	-2876	2394
50	2e tralie	0.0	-478.7	90	-3656	2397	90	-4757	-7278
51	2e tralie	0.0	-478.7	90	-4757	-7278	90	-5583	-16196
52	2e tralie	0.0	-478.7	90	-5583	-16196	90	-5859	-19493
53	RHBK100*100*3.			-12729	14	-29	-12729	14	-3
54	RHBK100*100*3.			-12729	25	-3	-12729	25	36
55	RHBK100*100*3.			-12729	14	36	-12729	14	40
56	RHBK100*100*3.			-780	2	0	-780	2	1
57	RHBK100*100*3.			-780	-7	1	-780	-7	-0
58	RHBK120*60*3.0			-780	-3	1	-780	-3	-0
59	RHBK120*60*3.0			-780	3	-1	-780	3	0
60	RHBK120*60*3.0			-780	8	-3	-780	8	0
61	Roede dek	-54.7	-117.4	-460	148	0	-321	-150	-2
62	Roede dek	54.7	-117.4	-321	150	-2	-460	-148	0
63	Roede dek	-54.7	-117.4	-465	146	0	-326	-152	-8
64	Roede dek	54.7	-117.4	-326	152	-8	-465	-146	0
65	Roede dek	-54.7	-117.4	-465	146	0	-326	-152	-8
66	Roede dek	54.7	-117.4	-326	152	-8	-465	-146	0
67	Roede dek	-54.7	-117.4	-460	148	0	-321	-150	-2
68	Roede dek	54.7	-117.4	-321	150	-2	-460	-148	0
69	middentralie	0.0	-478.7	62	6090	-19453	62	5816	-16038
70	middentralie	0.0	-478.7	62	5816	-16038	62	4990	-6718
71	middentralie	0.0	-478.7	62	4990	-6718	62	3889	3493
72	middentralie	0.0	-478.7	67	3109	3492	67	2008	9377
73	middentralie	0.0	-478.7	67	2008	9377	67	907	12729
74	middentralie	0.0	-478.7	67	-1148	12730	67	-2249	8824
75	middentralie	0.0	-478.7	67	-2249	8824	67	-3350	2386
76	middentralie	0.0	-478.7	61	-4130	2390	61	-5231	-8374
77	middentralie	0.0	-478.7	61	-5231	-8374	61	-6056	-18109

78	middentralie	0.0	-478.7	61	-6056	-18109	61	-6332	-21679
79	RHBK100*100*3.			-13432	37	-39	-13432	37	28
80	RHBK100*100*3.			-13432	49	28	-13432	49	103
81	RHBK100*100*3.			-13432	37	103	-13432	37	113
82	RHBK100*100*3.			-780	3	0	-780	3	1
83	RHBK100*100*3.			-780	-7	1	-780	-7	0
84	RHBK120*60*3.0			-780	-3	1	-780	-3	-0
85	RHBK120*60*3.0			-780	2	-1	-780	2	-0
86	RHBK120*60*3.0			-780	8	-3	-780	8	-0
87	Roede dek	-54.7	-117.4	-460	148	0	-321	-150	-2
88	Roede dek	54.7	-117.4	-321	150	-2	-460	-148	0
89	Roede dek	-54.7	-117.4	-465	146	0	-326	-152	-8
90	Roede dek	54.7	-117.4	-326	152	-8	-465	-146	0
91	Roede dek	-54.7	-117.4	-465	146	0	-326	-152	-8
92	Roede dek	54.7	-117.4	-326	152	-8	-465	-146	0
93	Roede dek	-54.7	-117.4	-460	148	0	-321	-150	-2
94	Roede dek	54.7	-117.4	-321	150	-2	-460	-148	0
95	middentralie	0.0	-478.7	54	6320	-21566	54	6045	-18019
96	middentralie	0.0	-478.7	54	6045	-18019	54	5219	-8303
97	middentralie	0.0	-478.7	54	5219	-8303	54	4118	2435
98	middentralie	0.0	-478.7	59	3338	2434	59	2237	8846
99	middentralie	0.0	-478.7	59	2237	8846	59	1137	12726
100	middentralie	0.0	-478.7	60	-918	12727	60	-2019	9348
101	middentralie	0.0	-478.7	60	-2019	9348	60	-3120	3438
102	middentralie	0.0	-478.7	54	-3900	3441	54	-5001	-6796
103	middentralie	0.0	-478.7	54	-5001	-6796	54	-5827	-16135
104	middentralie	0.0	-478.7	54	-5827	-16135	54	-6103	-19573
105	RHBK100*100*3.			-12731	61	-49	-12731	61	60
106	RHBK100*100*3.			-12731	72	60	-12731	72	169
107	RHBK100*100*3.			-12731	61	169	-12731	61	186
108	RHBK100*100*3.			-780	3	-0	-780	3	1
109	RHBK100*100*3.			-780	-7	1	-780	-7	-0
110	RHBK120*60*3.0			-780	-2	1	-780	-2	-0
111	RHBK120*60*3.0			-780	3	-1	-780	3	-0
112	RHBK120*60*3.0			-780	9	-3	-780	9	-0
113	Roede dek	-54.7	-117.4	-460	148	0	-321	-150	-2
114	Roede dek	54.7	-117.4	-321	150	-2	-460	-148	0
115	Roede dek	-54.7	-117.4	-465	146	0	-326	-152	-7
116	Roede dek	54.7	-117.4	-326	152	-7	-465	-146	0
117	Roede dek	-54.7	-117.4	-464	146	0	-325	-152	-7
118	Roede dek	54.7	-117.4	-325	152	-7	-464	-146	0
119	Roede dek	-54.7	-117.4	-459	149	0	-320	-149	-0
120	Roede dek	54.7	-117.4	-320	149	-0	-459	-149	0
121	2e tralie	0.0	-478.7	72	5848	-19387	72	5574	-16110
122	2e tralie	0.0	-478.7	72	5574	-16110	72	4748	-7208
123	2e tralie	0.0	-478.7	72	4748	-7208	72	3647	2447
124	2e tralie	0.0	-478.7	77	2867	2446	77	1766	7774
125	2e tralie	0.0	-478.7	77	1766	7774	77	665	10570
126	2e tralie	0.0	-478.7	77	-1390	10571	77	-2491	6109
127	2e tralie	0.0	-478.7	77	-2491	6109	77	-3592	-886
128	2e tralie	0.0	-478.7	71	-4372	-882	71	-5473	-12203
129	2e tralie	0.0	-478.7	71	-5473	-12203	71	-6298	-22356
130	2e tralie	0.0	-478.7	71	-6298	-22356	71	-6574	-26065
131	RHBK100*100*3.			-14916	-57	2	-14916	-57	-101
132	RHBK100*100*3.			-14916	-44	-101	-14916	-44	-168
133	RHBK100*100*3.			-14916	-57	-168	-14916	-57	-185
134	RHBK100*100*3.			-780	2	0	-780	2	1
135	RHBK100*100*3.			-780	-8	1	-780	-8	-0
136	RHBK120*60*3.0			-780	-5	2	-780	-5	0
137	RHBK120*60*3.0			-780	1	-0	-780	1	-0
138	RHBK120*60*3.0			-780	6	-2	-780	6	-0
139	Roede dek	-54.7	-117.4	-459	149	0	-320	-149	-1
140	Roede dek	54.7	-117.4	-320	149	-1	-459	-149	0
141	Roede dek	-54.7	-117.4	-466	145	0	-327	-153	-9
142	Roede dek	54.7	-117.4	-327	153	-9	-466	-145	0
143	Roede dek	-54.7	-117.4	-468	144	0	-329	-153	-11
144	Roede dek	54.7	-117.4	-329	153	-11	-468	-144	0
145	Roede dek	-54.7	-117.4	-465	146	0	-326	-152	-8
146	Roede dek	54.7	-117.4	-326	152	-8	-465	-146	0
147	1e tralie	0.0	-478.7	-36	7561	-26250	-36	7287	-21991
148	1e tralie	0.0	-478.7	-36	7287	-21991	-36	6461	-10134
149	1e tralie	0.0	-478.7	-36	6461	-10134	-36	5360	3460
150	1e tralie	0.0	-478.7	-28	4580	3458	-28	3479	12726
151	1e tralie	0.0	-478.7	-28	3479	12726	-28	2378	19461
152	1e tralie	0.0	-478.7	-26	323	19461	-26	-778	18938

153	1e tralie	0.0	-478.7	-26	-778	18938	-26	-1879	15883
154	1e tralie	0.0	-478.7	-30	-2659	15886	-30	-3760	8504
155	1e tralie	0.0	-478.7	-30	-3760	8504	-30	-4585	1307
156	1e tralie	0.0	-478.7	-30	-4585	1307	-30	-4861	-1415
157	RHBK100*100*3.			-5250	407	-200	-5250	407	533
158	RHBK100*100*3.			-5250	411	533	-5250	411	1155
159	RHBK100*100*3.			-5250	407	1155	-5250	407	1273
160	RHBK100*100*3.			-389	361	-142	-389	361	-37
161	RHBK100*100*3.			-393	356	-37	-393	356	0

3.12.3 De krachtsverdeling in de tralies van de middenvelden:

Tabel 3.12.3.1: Momentenlijn, normaal- en dwarskrachtenlijn.

Positie	Momentenlijn	Normaal-		Dwars-	
		krachtenlijn		krachtenlijn	
x in [m]	M(x) in [Nm]	N(x) in [N]		Q(x) in [N]	
begin - eind	(+ = U/- =)	(+ = trek)		(+ = ~~~___)	
36.80 - 41.40	-19453	3493	62	6090	3889
41.40 - 46.00	3492	12729	67	3109	907
46.00 - 50.60	12730	2386	67	-1148	-3350
50.60 - 55.20	2390	-21679	61	-4130	-6332
55.20 - 59.80	-21566	2435	54	6320	4118
59.80 - 64.40	2434	12726	59	3338	1137
64.40 - 69.00	12727	3438	60	-918	-3120
69.00 - 73.60	3441	-19573	54	-3900	-6103

3.12.3.1 Controle van de stijfheid van de tralie:

De toelaatbare doorbuiging van alle tralieliggers wordt bepaald per tralie:
- uvtoel = 18400 / 250 < 30.0 mm, dus: uvtoel = 30.0 mm

Uit de U-lijn is de maximale doorbuiging:
- doorbuiging umax = -17.12 mm

- Controle van de tralies van de middenvelden:
  Doorbuiging: |-17.1 | mm < 30.0 mm, dus: voldoet.
  bij B.C.4: c1) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

3.12.3.2 Controle van de bovenrand:

3.12.3.2 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de bovenrand:

- De normaalkracht in de bovenrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = -M/0.5800 + N/2 (voor N en M, zie 3.12.3.1)
    met: Effectieve spanthoogte: 580.0 mm

Tabel 3.12.32: Normaalkrachtenverloop in de bovenrand.

Plaats	Normaalkracht in [N]		Systeem-
	(trek = positief)		lengte
x in [m]	Spant		[mm]
36.80 - 41.40	33571	-5991	4599
41.40 - 46.00	-5987	-21914	4600
46.00 - 50.60	-21916	-4081	4600
50.60 - 55.20	-4090	37408	4601
55.20 - 59.80	37209	-4171	4599
59.80 - 64.40	-4166	-21912	4600
64.40 - 69.00	-21913	-5897	4600
69.00 - 73.60	-5906	33773	4601

3.12.3.2 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Tabel 3.12.3.2:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de bovenrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-bepaling begin-eind	Normaalkrachten (trek = positief) [N] "begin"	"einde"	Rand-voor-waar-den	Mouty fact. ß m	Knfct staaf-lengte ß m×ß n	Knik-lengte [mm]	Klasse	Sterkte UC	Stab. UC
36.80-41.40	33571	-5991	m-z	0.653	0.432	1987	1	0.03	0.03
41.40-46.00	-5987	-21914	z-z	0.652	0.530	2438	1	0.10	0.13
46.00-50.60	-21916	-4081	z-z	0.652	0.513	2362	1	0.10	0.13
50.60-55.20	-4090	37408	z-m	0.653	0.432	1988	1	0.02	0.02
55.20-59.80	37209	-4171	m-z	0.653	0.432	1987	1	0.02	0.02
59.80-64.40	-4166	-21912	z-z	0.652	0.514	2365	1	0.10	0.13
64.40-69.00	-21913	-5897	z-z	0.652	0.529	2434	1	0.10	0.13
69.00-73.60	-5906	33773	z-m	0.653	0.432	1988	1	0.03	0.03

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (0.73 - 0.2)*(|-21914 |/(0.708 *229893 /1.0)) = 0.96
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-21914 |/(0.708 *229893 /1.0)) = 1.00
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(0.96   , 1.00   ) = 0.96
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.58

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-21914 |/(0.708 *229893 /1.0)+0.96 *|0.0 |/(1.00*5873.1 /1.0)
           = 0.135 + 0.000 = 0.135
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-21914 |/(0.859 *229893 /1.0)+0.58 *|0.0 |/(1.00*5873.1 /1.0)
           = 0.111 + 0.000 = 0.111

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.135 , 0.111) = 0.135

- controle: 0.13 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.12.3.2 Stabiliteitscontrole in het vlak:

- Nabij de zwevende goten:

  - Maatgevende normaaldrukkracht: Ndmax = -21916 N

  - Kniklengte: lky = 0.80 * lveld = 0.80 * 1150 = 920 mm
    (lky > lveld/2, omdat de kortere velden, de langere velden steunen.)
  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (0.47 - 0.2)*(|-21916 |/(0.859 *229893 /1.0)) = 0.93
  Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-21916 |/(0.859 *229893 /1.0)) = 0.98
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.93   , 0.98   ) = 0.93
  Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.56

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-21916 |/(0.859 *229893 /1.0)+0.93 *|0.0 |/(1.00*3961.1 /1.0)
           = 0.111 + 0.000 = 0.111
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-21916 |/(0.962 *229893 /1.0)+0.56 *|0.0 |/(1.00*3961.1 /1.0)
           = 0.099 + 0.000 = 0.099

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.111 , 0.099) = 0.111

- controle: 0.11 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.12.3.2 Doorsnede-controle van de bovenrand:

           |NEd| |-21916 |
- UCDruk = ----- = --------- = 0.10
           Nc.Rd   229893

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 37408   N

           |NEd| |37408 |
- UCTrek = ----- = --------- = 0.16
           Nc.Rd   229893

Trek is maatgevend.

- Controle: 0.16 < 1.00, dus de treksterkte voldoet.

Conclusie:
- Bovenrand (RHBK100*50*3.0) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.4: c1) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

3.12.3.3 Controle van de onderrand:

3.12.3.3 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de onderrand:
(voor de achterliggende theorie wordt verwezen naar hoofdstuk 4)

Tabel 3.12.33: Normaalkrachtenverloop in de onderrand.
- De normaalkracht in de onderrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = M/0.5800 + N/2 (voor N en M, zie 3.12.3.1)
    met: Effectieve spanthoogte: 580.0 mm

Tabel 3.12.33: Normaalkrachtenverloop in de onderrand.

Plaats x in [m]	Normaalkracht in [N] (trek = positief) Spant	Systeem-lengte [mm]
36.80 - 41.40	-33509 6053	4599
41.40 - 46.00	6054 21981	4600
46.00 - 50.60	21982 4148	4600
50.60 - 55.20	4151 -37347	4601
55.20 - 59.80	-37155 4225	4599
59.80 - 64.40	4226 21971	4600
64.40 - 69.00	21973 5957	4600
69.00 - 73.60	5960 -33719	4601

3.12.3.3 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Tabel 3.12.3.3:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de onderrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-bepaling begin-eind	Normaalkrachten (trek = positief) [N] "begin" "einde"	Rand-voor-waar-den	Mouty fact. ß m	Knfct staaf-lengte ß m×ß n	Knik-lengte [mm]	Klasse PlPerc	Sterkte	UC	Stab. UC
36.80-41.40	-33509 6053	m-z	0.666	0.445	2048	1		0.15	0.19
50.60-55.20	4151 -37347	z-m	0.666	0.461	2123	1		0.16	0.21
55.20-59.80	-37155 4225	m-z	0.666	0.461	2119	1		0.16	0.21
69.00-73.60	5960 -33719	z-m	0.666	0.446	2054	1		0.15	0.19

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
       = 0.90 * (1.0 + (0.63 - 0.2)*(|-37347 |/(0.766 *229893 /1.0)) = 0.98
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
       = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-37347 |/(0.766 *229893 /1.0)) = 1.05
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(0.98 , 1.05) = 0.98
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.59

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-37347 |/(0.766 *229893 /1.0)+0.98 *|0.0 |/(1.00*5873.1 /1.0)
           = 0.212 + 0.000 = 0.212
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-37347 |/(0.791 *229893 /1.0)+0.59 *|0.0 |/(1.00*5873.1 /1.0)
           = 0.205 + 0.000 = 0.205

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.212 , 0.205) = 0.212

- controle: 0.21 < 0.95, dus de stabiliteit voldoet.

3.12.3.3 Stabiliteitscontrole in het vlak (nabij de kolom-aansluitingen):

- Maatgevend: Ndmax = N + |Q|/tan(alfa) = -37347 + |-6332 |/tan(42.7) = -30478 N
  (N.B.: 1e drukdiagonaal reduceert de normaaldrukkracht in de onderrand)

- Kniklengte: lky = 1.00*lveld = 1.00 * 1150 = 1150 mm
  (lky = lveld, volgens NEN 3851 art. 2.5.6.2.c.)

  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.40 (het profiel is geschoord).
  M1 = 0.00 , M2 = 0.00 , Ms = 0.00 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.40 * (1.0 + (0.59 - 0.2)*(|-30478 |/(0.791 *229893 /1.0)) = 0.43
  Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.40 * (1.0 + 0.8*(|-30478 |/(0.791 *229893 /1.0)) = 0.45
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.43 , 0.45) = 0.43
  Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.26

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-30478 |/(0.791 *229893 /1.0)+0.43 *|0.0 |/(1.00*3961.1 /1.0)
           = 0.168 + 0.000 = 0.168
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-30478 |/(0.927 *229893 /1.0)+0.26 *|0.0 |/(1.00*3961.1 /1.0)
           = 0.143 + 0.000 = 0.143

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.168 , 0.143) = 0.168

- controle: 0.17 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.12.3.3 Doorsnede-controle van de onderrand:

$$\text{- UCDruk} = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} = \frac{|-37347|}{229893} = 0.16$$

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 21982 N

$$\text{- UCTrek} = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} = \frac{|21982|}{229893} = 0.10$$

Druk is maatgevend.

- Controle: 0.16 < 1.00, dus de druksterkte voldoet.

Conclusie:
- Onderrand (RHBK100*50*3.0) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.4: c1) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

3.12.3.4 Controle van de diagonalen:

3.12.3.4 Controle van de drukdiagonalen:

Gezien de toepassing spitst de controle van de drukdiagonalen zich toe
op de eindkappen van de tralies, d.w.z. tussen kopplaat en 1e zwevende goten.

- Controle op druk (bij neerwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qddmaxd = -6320   N (zie tabel 3.12.3.1)
    (+ = druk in drukdiagonaal)
    Extra dwarskracht i.v.m. mogelijke positie transportlast in eerste
    diagonaalveld in plaats van het midden van de overspanning.
    Vert.puntlast: Fpunt = 1.27 * max(0   , 1000) + 1.02 * 0   = 1275   N

$$\text{- Res.diag.drukkracht: } N_{ddiagd} = \frac{Q_{ddmaxd} - F_{punt}/2}{\sin(\alpha)} = \frac{-6320 - 1275/2}{\sin(42.7)} = -10265 \text{ N}$$

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$UC_{sterkte} = \frac{|N_{Ed}|}{N_{c.Rd}} = \frac{|9343|}{84071} = 0.180$$

  controle: 0.180 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
  Profiel alleen op trek belast, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie:
- Drukdiagonalen (RHBK50*30*2.0 mm) voldoen qua trek/druk
  bij B.C.4: c1) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

3.12.3.4 Controle van de trekdiagonalen:

Er wordt vanuit gegaan, dat de trekdiagonalen als zodanig worden toegepast in
de eindkappen en als trek- en drukdiagonalen in eventuele middenkappen.

- Controle op trek (in de eindkappen bij neerwaartse belasting en evt. in de middenkappen
  bij opwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qtdmaxt = 6320 N (zie tabel 3.12.3.1)
    (+ = trek in trekdiagonaal)

$$\text{Res.diag.trekkracht: } N_{tdiagt} = \frac{Q_{tdmaxt}+F_{punt}/2}{\sin(\alpha)} = \frac{6320 + 1275/2}{\sin(42.7)} = 10265 \text{ N}$$

 - Sterkte: Capaciteit trekdiagonaal: Ftdiagt = 51938 N (zie 4.4)

$$UC_{sterkte} = \frac{|N_{Ed}|}{F_{tdiagt}} = \frac{|10265|}{51938} = 0.198$$

  - UC-Trek : 0.198 < 1.00, dus trekdiagonaal voldoet.

- Controle op druk (in de eindkappen bij opwaartse belasting en evt. in de middenkappen
  bij neerwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qtdmaxd = 6332 N (zie tabel 3.12.3.1)
    (+ = druk in trekdiagonaal)

$$\text{Res. diagonaaldrukkracht: } N_{tdiagd} = \frac{-Q_{tdmaxd}}{\sin(\alpha)} = \frac{-6332}{\sin(42.7)} = -9343 \text{ N}$$

 - Sterkte: Capaciteit trekdiagonaal: Ftdiagd = 70220 N (zie 4.4)

$$UC_{sterkte} = \frac{|N_{Ed}|}{F_{tdiagd}} = \frac{|9343|}{70220} = 0.133$$

  - UC-Druk : 0.133 < 1.00, dus trekdiagonaal voldoet.

Conclusie:
- Trekdiagonalen (RHBK50*30*2.0 mm) voldoen qua trek/druk
  bij B.C.4: c1) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

3.12.3.4 Controle van de (las)verbindingen:

	Drukdiagonaal		Trekdiagonaal	
	Nd = -10265 N		Nd = - 9343 N	
	Nt = 9343 N		Nt = 10265 N	
	Fstev = 6870 N		Fstev = 7548 N	
	Fstlo = 6332 N		Fstlo = 6957 N	
	Msdt = 0.00 Nm		Msdt = 0.00 Nm	
	Fsdev = 7548 N		Fsdev = 6870 N	
	bovenrand	onderrand	bovenrand	onderrand
Tau1	16.86 N/mm²	16.86 N/mm²	18.52 N/mm²	18.52 N/mm²
Tau2	25.87 N/mm²	25.87 N/mm²	28.42 N/mm²	28.42 N/mm²
Sgm1	16.86 N/mm²	16.86 N/mm²	18.52 N/mm²	18.52 N/mm²
SgmWst	32.37 N/mm²	32.37 N/mm²	35.57 N/mm²	35.57 N/mm²
UC1	0.16	0.16	0.17	0.17
UC2	0.06	0.06	0.06	0.06
SgmWsd	28.42 N/mm²	28.42 N/mm²	25.87 N/mm²	25.87 N/mm²
UC3	0.14	0.14	0.12	0.12
Nt1	55249 N	55249 N	55249 N	55249 N
knd	1.00	1.00	1.00	1.00
Nd1	55249 N	55249 N	55249 N	55249 N
UCt1	0.17	0.17	0.19	0.19
UCd1	0.19	0.19	0.17	0.17
UClas	0.16	0.16	0.17	0.17
UCdia	0.19	0.19	0.19	0.19
UCgeo	0.78	0.78	0.78	0.78

UClas	0.16	0.17
UCdia	0.83	0.83

Conclusie:
- Lassen: UClas = 0.17 <= 1.00 dus: voldoen
- Aansluitingen: UCdia = 0.83 <= 1.00 dus: voldoen

Eindconclusie:
- Aansluiting diagonalen voldoet
  bij B.C.4: c1) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

3.12.3.4 Controle van de gootverticaal
- Veerstijfheid van de aansluiting van de bovenrand-goot "uit het vlak":
  Hoekverdraaiing door torsie onderrand:

$$V1 = \frac{kap}{Gbr * Itor * 2} = \frac{4600}{80769 * 853355 * 2} = 33.37 \quad *10\text{-}9\ 1/Nmm$$

  Hoekverdraaiing door gootverticaal (goot):

$$V2 = \frac{hspant}{2 * Egv * Igv} = \frac{630}{2 * 210000 * 1083901} = 1.38 \quad *10\text{-}9\ 1/Nmm$$

  Hoekverdraaiing door inklemming (onderrand):

$$V3 = \frac{hspant}{Egv * Igv} = \frac{630}{210000 * 1083901} = 2.77 \quad *10\text{-}9\ 1/Nmm$$

  Hoekverdraaiing door gootverticaal (buiging):

$$V4 = \frac{hspant}{3 * Egv * Igv} = \frac{630}{3 * 210000 * 1083901} = 0.92 \quad *10\text{-}9\ 1/Nmm$$

  Hoekverdraaiing door gootverticaal (bovenrand):

$$V5 = \frac{vspant}{2 * Egv * Igv} = \frac{80}{2 * 210000 * 1083901} = 0.18 \quad *10\text{-}9\ 1/Nmm$$

  Hoekverdraaiing door opzetkolom (buiging):

$$V6 = \frac{vspant}{3 * Egv * Igv} = \frac{80}{3 * 210000 * 1083901} = 0.42 \quad *10\text{-}9\ 1/Nmm$$

  Moment bij bovenrand

$$M0 = \frac{(V3+V6-V2)*hspant*vspant^2 - V4*vspant*hspant^2 + V5*hspant3}{(V1+V4+v5)*hspant^2 + (V1+V3+v6)*vspant^2 + (2*V1+V2)*vspant*hspant} = 1.3 \quad Nm$$

  Geeft de veerstijfheid ter plaatse van de bovenrand:

$$kbr = \frac{vspant + hspant}{V4*vspant*hspant^2 - V5*hspant3 + [(V4+V5+V1)*hspant^2 + V1*vspant*hspant]*M0}$$

  kbr = 148526.4 N/mm

  Vereiste kritische veerstijfheid: kcr = 196.9 N/mm

- Controle: 148526.4 N/mm > 196.9 N/mm, dus veerstijfheid voldoet.

- Controle op knik:
  - Maatgevende verticale kracht: Ngv = Fvg = -780 N
  - Capaciteit van de verticaal : Fgvertd = 229432 N (zie 4.6)

- Controle: |-780 | N < 229432 N, dus gootverticaal voldoet.

Conclusie:
- Gootverticaal voldoet qua sterkte/stabiliteit en stijfheid
  bij B.C.4: c1) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

3.12.3.5 Controle van de bouten van de spant-kolom-aansluiting:

Controle van de krachten op de bout(en) bij de bovenrand:

Tabel 3.12.3.5.1: Belastingen bij bovenrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,br [N]	Fs,br [N]	Fi,br [N]
36.80	-19453	62	6090	36411	3045	36665
55.20	-21679	61	-6332	40574	-3166	40820
55.20	-21566	54	6320	40358	3160	40604
73.60	-19573	54	-6103	36631	-3051	36885

Gegevens van de eindplaat bij de bovenrand:
- Aantal bouten bij de bovenrand: nbb = 1
- Momenten-arm bij bovenrand: hbbout = 535 mm
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Normaalkracht: $Ft = \frac{Nt}{2 * nbb} - \frac{M}{hbbout}$ met Ft >= 0 N
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * Q
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,br max = 40820 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbtb max = 282240 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 40820 N < 282240 N, dus bout bij bovenrand (M20-8.8) voldoet.
bij B.C.4: c1) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

Controle van de krachten op de bout(en) bij de onderrand:

Tabel 3.12.3.5.2: Belastingen bij onderrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,or [N]	Fs,or [N]	Fi,or [N]
36.80	-19453	62	6090	0	3045	4307
55.20	-21679	61	-6332	0	-3166	4477
55.20	-21566	54	6320	0	3160	4469
73.60	-19573	54	-6103	0	-3051	4315

Gegevens van de eindplaat bij de onderrand:
- Aantal bouten bij de onderrand: nbo = 1
- Momenten-arm bij onderrand: hobout = 535 mm
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Normaalkracht: $Ft = \frac{Nt}{2 * nbo} + \frac{M}{hobout}$ met Ft >= 0 N
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * Q
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,or max = 4477 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbto max = 282240 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 4477 N < 282240 N, dus bout bij onderrand (M20-8.8) voldoet.
bij B.C.4: c1) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

3.12.3.5 Controle van de eindplaat op pons:

Bij de boutverbinding van de bovenrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxb = 40.6 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capb = 423 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 40.6 kN < 423 kN, dus eindplaat (ST120*15.0) voldoet
zonder onderlegring bij de bovenste bout
bij B.C.4: c1) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

Bij de boutverbinding van de onderrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxo = 0.0 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capo = 423 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0.0 kN < 423 kN, dus eindplaat (ST120*15.0) voldoet
zonder onderlegring bij de onderste bout
bij B.C.4: c1) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

3.12.3.5 Controle van de eindplaat op buiging:

Tabel 3.12.3.5.4.1: Belastingen van de eindplaat van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Normaal-kracht
x	M	N	Q	Ftrb	Ftro
[m]	[Nm]	[N]	[N]	[N]	[N]
36.80	-19453	62	6090	33571	0
55.20	-21679	61	-6332	37408	0
55.20	-21566	54	6320	37209	0
73.60	-19573	54	-6103	33773	0

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de bovenrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftrb = \frac{N + sn*Q}{2} - \frac{M}{ht,eff} \text{ met } Ftrb>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftrb(max) * e = 0.5 * 37408 * 25.0 = 468 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 7533 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 468 Nm < 7533 Nm, dus eindplaat (ST120*15.0) voldoet
bij B.C.4: c1) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de onderrand:
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftro(max) * e = 0.5 * 0 * 25.0 = 0 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 7533 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0 Nm < 7533 Nm, dus eindplaat (ST120*15.0) voldoet
bij B.C.4: c1) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

De lasverbindingen tussen eindplaat met resp. de boven- en onderrand
zijn niet gecontroleerd.

3.12.3.6 Controle van de bouten van de koppelaansluiting:

Controle van de krachten op de bout(en) bij de bovenrand:

Tabel 3.12.3.6.1: Belastingen bij bovenrand van de koppelaansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,br [N]	Fs,br [N]	Fi,br [N]
43.70	9377	67	2008	0	1004	1420
43.70	9377	67	2008	0	1004	1420
48.30	8824	67	-2249	0	-1124	1590
48.30	8824	67	-2249	0	-1124	1590
62.10	8846	59	2237	0	1119	1582
62.10	8846	59	2237	0	1119	1582
66.70	9348	60	-2019	0	-1010	1428
66.70	9348	60	-2019	0	-1010	1428

Gegevens van de koppelplaat bij de bovenrand:
- Aantal bouten bij de bovenrand: nbb = 1
- Momenten-arm bij bovenrand: hbbout = 597 mm
- Teken dwarskracht bij eindpositie sn=+1 en bij beginpositie sn=-1

$$\text{- Normaalkracht: } Ft = \frac{N + sn*Q}{2 * nbb} - \frac{M}{hbbout} \text{ met } Ft >= 0N$$

- Schuifkracht: $Fs = 0.5 * -N - sn*Q$
- Ideële kracht: $Fi = (Ft^2 + 2*Fs^2)0.5$
- Maximale optredende kracht: Fi,br max = 1590 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbtb max = 180864 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 1590 N < 180864 N, dus bout bij bovenrand (M16-8.8) voldoet.
bij B.C.4: c1) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

Controle van de krachten op de bout(en) bij de onderrand:

Tabel 3.12.3.6.2: Belastingen bij onderrand van de koppelaansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,or [N]	Fs,or [N]	Fi,or [N]
43.70	9377	67	2008	8198	1004	8320
43.70	9377	67	2008	8198	1004	8320
48.30	8824	67	-2249	8751	-1124	8894
48.30	8824	67	-2249	8751	-1124	8894
62.10	8846	59	2237	7647	1119	7809
62.10	8846	59	2237	7647	1119	7809
66.70	9348	60	-2019	9177	-1010	9287
66.70	9348	60	-2019	9177	-1010	9287

Gegevens van de koppelplaat bij de onderrand:
- Aantal bouten bij de onderrand: nbo = 2
- Momenten-arm bij onderrand: hobout = 1080 mm
- Teken dwarskracht bij eindpositie sn=+1 en bij beginpositie sn=-1

$$\text{- Normaalkracht: } Ft = \frac{N + sn*Q}{2 * nbo} + \frac{M}{hobout} \text{ met } Ft >= 0N$$

- Schuifkracht: $Fs = 0.5 * -N - sn*Q$
- Ideële kracht: $Fi = (Ft^2 + 2*Fs^2)0.5$
- Maximale optredende kracht: Fi,or max = 9287 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbto max = 180864 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 9287 N < 180864 N, dus bout bij onderrand (M16-8.8) voldoet.
bij B.C.4: c1) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

3.12.3.6 Controle van de koppelplaat op pons:
Bij de boutverbinding van de bovenrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxb = 0.0 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de koppelplaat: Fp,capb = 336 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0.0 kN < 336 kN, dus koppelplaat (ST100*15.0) voldoet
zonder onderlegring bij de bovenste bout
bij B.C.4: c1) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

Bij de boutverbinding van de onderrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxo = 9.2 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de koppelplaat: Fp,capo = 336 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 9.2 kN < 336 kN, dus koppelplaat (ST100*15.0) voldoet
zonder onderlegring bij de onderste bout
bij B.C.4: c1) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

3.12.3.6 Controle van de koppelplaat op buiging:

Tabel 3.12.3.6.4.1: Belastingen van de koppelplaat.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Normaal-kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ftrb [N]	Ftro [N]
43.70	9377	67	2008	0	15196
43.70	9377	67	2008	0	15196
48.30	8824	67	-2249	0	16372
48.30	8824	67	-2249	0	16372
62.10	8846	59	2237	0	14163
62.10	8846	59	2237	0	14163
66.70	9348	60	-2019	0	17157
66.70	9348	60	-2019	0	17157

Resulterende trekkracht in de koppelplaat bij de bovenrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftrb = \frac{N + sn*Q}{2} - \frac{M}{ht,eff} \quad \text{met } Ftrb>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de koppelplaat:
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftrb(max) * e = 0.5 * 0 * 25.0 = 0 Nm
- Capaciteit van de koppelplaat: Mp,cap = 3512 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0 Nm < 3512 Nm, dus koppelplaat (ST100*15.0) voldoet
bij B.C.4: c1) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

Resulterende trekkracht in de koppelplaat bij de onderrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftro = \frac{N + sn*Q}{2} + \frac{M}{ht,eff} \quad \text{met } Ftro>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de koppelplaat:
- Normaalkracht : Ftbout(2) = 9.2 * 530.0 /630.0 = 7.7 kN
- Normaalkracht : Ftbout(1) = 9.2 * 630.0 /630.0 = 9.2 kN
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * max(Ftbout(2) * e(2), Ftbout(1) * e(1))
= 0.5 * max(7.7 * 25 , 9.2 * 25) = 115 Nm
- Capaciteit van de koppelplaat: Mp,cap = 2363 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 115 Nm < 2363 Nm, dus koppelplaat (ST100*15.0) voldoet
bij B.C.4: c1) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

De lasverbindingen tussen koppelplaat met resp. de boven- en onderrand
zijn niet gecontroleerd.

3.12.4 De krachtsverdeling in de 2e rij tralies:

Tabel 3.12.4.1: Momentenlijn, normaal- en dwarskrachtenlijn.

Positie x in [m] begin - eind	Momentenlijn M(x) in [Nm] (+ = U/- =)		Normaal-krachtenlijn N(x) in [N] (+ = trek)		Dwars-krachtenlijn Q(x) in [N] (+ = ~~~___)	
18.40 - 23.00	-25978	-854	88	88	6564	4363
23.00 - 27.60	-856	10560	94	94	3583	1381
27.60 - 32.20	10560	2394	95	95	-674	-2876
32.20 - 36.80	2397	-19493	90	90	-3656	-5859
73.60 - 78.20	-19387	2447	72	72	5848	3647
78.20 - 82.80	2446	10570	77	77	2867	665
82.80 - 87.40	10571	-886	77	77	-1390	-3592
87.40 - 92.00	-882	-26065	71	71	-4372	-6574

3.12.4.1 Controle van de stijfheid van de tralie:

De toelaatbare doorbuiging van alle tralieliggers wordt bepaald per tralie:
- uvtoel = 18400 / 250 < 30.0 mm, dus: uvtoel = 30.0 mm

Uit de U-lijn is de maximale doorbuiging:
- doorbuiging umax = -20.02 mm

- Controle van de 2e rij tralies:
  Doorbuiging: |-20.0 | mm < 30.0 mm,   dus: voldoet.
  bij B.C.4: c1) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

3.12.4.2 Controle van de bovenrand:

3.12.4.2 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de bovenrand:

- De normaalkracht in de bovenrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = -M/0.5800 + N/2   (voor N en M, zie 3.12.4.1)
                   met: Effectieve spanthoogte: 580.0 mm

Tabel 3.12.42: Normaalkrachtenverloop in de bovenrand.

Plaats x in [m]	Normaalkracht in [N] (trek = positief) Spant		Systeem-lengte [mm]
18.40 - 23.00	44833	1517	4599
23.00 - 27.60	1523	-18159	4600
27.60 - 32.20	-18160	-4081	4600
32.20 - 36.80	-4089	33653	4601
73.60 - 78.20	33462	-4182	4599
78.20 - 82.80	-4178	-18185	4600
82.80 - 87.40	-18188	1566	4600
87.40 - 92.00	1557	44975	4601

3.12.4.2 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Tabel 3.12.4.2:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de bovenrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-bepaling begin-eind	Normaalkrachten (trek = positief) [N] "begin"	"einde"	Rand-voor-waar-den	Mouty fact. ß m	Knfct staaf-lengte ß m×ß n	Knik-lengte [mm]	Klasse	Sterkte UC	Stab. UC
23.00-27.60	1523	-18159	z-z	0.652	0.458	2107	1	0.08	0.10
27.60-32.20	-18160	-4081	z-z	0.652	0.521	2396	1	0.08	0.11
32.20-36.80	-4089	33653	z-m	0.653	0.432	1988	1	0.02	0.02
73.60-78.20	33462	-4182	m-z	0.653	0.432	1987	1	0.02	0.02
78.20-82.80	-4178	-18185	z-z	0.652	0.522	2400	1	0.08	0.11
82.80-87.40	-18188	1566	z-z	0.652	0.457	2104	1	0.08	0.10

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (0.72 - 0.2)*(|-18185 |/(0.715 *229893 /1.0)) = 0.95
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-18185 |/(0.715 *229893 /1.0)) = 0.98
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(0.95   , 0.98   ) = 0.95
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.57

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-18185 |/(0.715 *229893 /1.0)+0.95 *|0.0 |/(1.00*5873.1 /1.0)
           = 0.111 + 0.000 = 0.111
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-18185 |/(0.859 *229893 /1.0)+0.57 *|0.0 |/(1.00*5873.1 /1.0)
           = 0.092 + 0.000 = 0.092

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.111 , 0.092) = 0.111

- controle: 0.11 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.12.4.2 Stabiliteitscontrole in het vlak:

- Nabij de zwevende goten:

  - Maatgevende normaaldrukkracht: Ndmax = -18188 N

  - Kniklengte: lky = 0.80 * lveld = 0.80 * 1150 = 920 mm
    (lky > lveld/2, omdat de kortere velden, de langere velden steunen.)
  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (0.47 - 0.2)*(|-18188 |/(0.859 *229893 /1.0)) = 0.92
  Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-18188 |/(0.859 *229893 /1.0)) = 0.97
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.92   , 0.97   ) = 0.92
  Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.55

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-18188 |/(0.859 *229893 /1.0)+0.92 *|0.0 |/(1.00*3961.1 /1.0)
           = 0.092 + 0.000 = 0.092
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-18188 |/(0.962 *229893 /1.0)+0.55 *|0.0 |/(1.00*3961.1 /1.0)
           = 0.082 + 0.000 = 0.082

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.092 , 0.082) = 0.092

- controle: 0.09 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.12.4.2 Doorsnede-controle van de bovenrand:

           |NEd| |-18188 |
- UCDruk = ----- = --------- = 0.08
           Nc.Rd   229893

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 44975   N

           |NEd| |44975 |
- UCTrek = ----- = --------- = 0.20
           Nc.Rd   229893

Trek is maatgevend.

- Controle: 0.20 < 1.00, dus de treksterkte voldoet.

Conclusie:
- Bovenrand (RHBK100*50*3.0) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.4: c1) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

3.12.4.3 Controle van de onderrand:

3.12.4.3 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de onderrand:
(voor de achterliggende theorie wordt verwezen naar hoofdstuk 4)

Tabel 3.12.43: Normaalkrachtenverloop in de onderrand.
- De normaalkracht in de onderrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = M/0.5800 + N/2 (voor N en M, zie 3.12.4.1)
    met: Effectieve spanthoogte: 580.0 mm

Tabel 3.12.43: Normaalkrachtenverloop in de onderrand.

Plaats x in [m]	Normaalkracht in [N] (trek = positief) Spant		Systeem-lengte [mm]
18.40 - 23.00	-44746	-1429	4599
23.00 - 27.60	-1429	18253	4600
27.60 - 32.20	18255	4176	4600
32.20 - 36.80	4178	-33564	4601
73.60 - 78.20	-33389	4254	4599
78.20 - 82.80	4255	18263	4600
82.80 - 87.40	18265	-1489	4600
87.40 - 92.00	-1486	-44904	4601

3.12.4.3 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Tabel 3.12.4.3:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de onderrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-bepaling begin-eind	Normaalkrachten (trek = positief) [N] "begin"	"einde"	Rand-voor-waar-den	Mouty fact. ß m	Knfct staaf-lengte ß m×ß n	Knik-lengte/PlPerc [mm]	Klasse	Sterkte UC	Stab. UC
18.40-23.00	-44746	-1429	m-z	0.666	0.492	2265	1	0.19	0.26
23.00-27.60	-1429	18253	z-z	0.671	0.444	2043	1	0.01	0.01
32.20-36.80	4178	-33564	z-m	0.666	0.458	2109	1	0.15	0.19
73.60-78.20	-33389	4254	m-z	0.666	0.458	2104	1	0.15	0.19
82.80-87.40	18265	-1489	z-z	0.671	0.444	2043	1	0.01	0.01
87.40-92.00	-1486	-44904	z-m	0.666	0.493	2267	1	0.20	0.26

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
       = 0.90 * (1.0 + (0.68 - 0.2)*(|-44904 |/(0.740 *229893 /1.0)) = 1.01
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
       = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-44904 |/(0.740 *229893 /1.0)) = 1.09
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(1.01 , 1.09) = 1.01
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.61

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-44904 |/(0.740 *229893 /1.0)+1.01 *|0.0 |/(1.00*5873.1 /1.0)
           = 0.264 + 0.000 = 0.264
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-44904 |/(0.791 *229893 /1.0)+0.61 *|0.0 |/(1.00*5873.1 /1.0)
           = 0.247 + 0.000 = 0.247

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.264 , 0.247) = 0.264

- controle: 0.26 < 0.95, dus de stabiliteit voldoet.

3.12.4.3 Stabiliteitscontrole in het vlak (nabij de kolom-aansluitingen):

- Maatgevend: Ndmax = N + |Q|/tan(alfa) = -44904 + |-6574 |/tan(42.7) = -37772 N
  (N.B.: 1e drukdiagonaal reduceert de normaaldrukkracht in de onderrand)

- Kniklengte: lky = 1.00*lveld = 1.00 * 1150 = 1150 mm
  (lky = lveld, volgens NEN 3851 art. 2.5.6.2.c.)

  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.40 (het profiel is geschoord).
  M1 = 0.00 , M2 = 0.00 , Ms = 0.00 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.40 * (1.0 + (0.59 - 0.2)*(|-37772 |/(0.791 *229893 /1.0)) = 0.43
  Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.40 * (1.0 + 0.8*(|-37772 |/(0.791 *229893 /1.0)) = 0.47
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.43 , 0.47) = 0.43
  Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.26

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-37772 |/(0.791 *229893 /1.0)+0.43 *|0.0 |/(1.00*3961.1 /1.0)
           = 0.208 + 0.000 = 0.208
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-37772 |/(0.927 *229893 /1.0)+0.26 *|0.0 |/(1.00*3961.1 /1.0)
           = 0.177 + 0.000 = 0.177

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.208 , 0.177) = 0.208

- controle: 0.21 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.12.4.3 Doorsnede-controle van de onderrand:

$$\text{- UCDruk} = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} = \frac{|-44904|}{229893} = 0.20$$

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 18265 N

$$\text{- UCTrek} = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} = \frac{|18265|}{229893} = 0.08$$

Druk is maatgevend.

- Controle: 0.20 < 1.00, dus de druksterkte voldoet.

Conclusie:
- Onderrand (RHBK100*50*3.0) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.4: c1) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

3.12.4.4 Controle van de diagonalen:

3.12.4.4 Controle van de drukdiagonalen:

Gezien de toepassing spitst de controle van de drukdiagonalen zich toe
op de eindkappen van de tralies, d.w.z. tussen kopplaat en 1e zwevende goten.

- Controle op druk (bij neerwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qddmaxd = -6564   N (zie tabel 3.12.4.1)
    (+ = druk in drukdiagonaal)
    Extra dwarskracht i.v.m. mogelijke positie transportlast in eerste
    diagonaalveld in plaats van het midden van de overspanning.
    Vert.puntlast: Fpunt = 1.27 * max(0   , 1000) + 1.02 * 0   = 1275   N

$$\text{- Res.diag.drukkracht: } N_{ddiagd} = \frac{Q_{ddmaxd} - F_{punt}/2}{\sin(\alpha)} = \frac{-6564 - 1275/2}{\sin(42.7)} = -10625 \text{ N}$$

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$UC_{sterkte} = \frac{|N_{Ed}|}{N_{c.Rd}} = \frac{|9700|}{84071} = 0.187$$

  controle: 0.187 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
  Profiel alleen op trek belast, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie:
- Drukdiagonalen (RHBK50*30*2.0 mm) voldoen qua trek/druk
  bij B.C.4: c1) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

3.12.4.4 Controle van de trekdiagonalen:

Er wordt vanuit gegaan, dat de trekdiagonalen als zodanig worden toegepast in
de eindkappen en als trek- en drukdiagonalen in eventuele middenkappen.

- Controle op trek (in de eindkappen bij neerwaartse belasting en evt. in de middenkappen
  bij opwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qtdmaxt = 6564 N (zie tabel 3.12.4.1)
    (+ = trek in trekdiagonaal)

$$\text{Res.diag.trekkracht: } N_{tdiagt} = \frac{Q_{tdmaxt}+F_{punt}/2}{\sin(\alpha)} = \frac{6564 + 1275/2}{\sin(42.7)} = 10625 \text{ N}$$

 - Sterkte: Capaciteit trekdiagonaal: Ftdiagt = 51938 N (zie 4.4)

$$UC_{sterkte} = \frac{|N_{Ed}|}{F_{tdiagt}} = \frac{|10625|}{51938} = 0.205$$

  - UC-Trek : 0.205 < 1.00, dus trekdiagonaal voldoet.

- Controle op druk (in de eindkappen bij opwaartse belasting en evt. in de middenkappen
  bij neerwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qtdmaxd = 6574 N (zie tabel 3.12.4.1)
    (+ = druk in trekdiagonaal)

$$\text{Res. diagonaaldrukkracht: } N_{tdiagd} = \frac{-Q_{tdmaxd}}{\sin(\alpha)} = \frac{-6574}{\sin(42.7)} = -9700 \text{ N}$$

 - Sterkte: Capaciteit trekdiagonaal: Ftdiagd = 70220 N (zie 4.4)

$$UC_{sterkte} = \frac{|N_{Ed}|}{F_{tdiagd}} = \frac{|9700|}{70220} = 0.138$$

  - UC-Druk : 0.138 < 1.00, dus trekdiagonaal voldoet.

Conclusie:
- Trekdiagonalen (RHBK50*30*2.0 mm) voldoen qua trek/druk
  bij B.C.4: c1) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

3.12.4.4 Controle van de (las)verbindingen:

	Drukdiagonaal		Trekdiagonaal	
	Nd = -10625 N		Nd = - 9700 N	
	Nt = 9700 N		Nt = 10625 N	
	Fstev = 7132 N		Fstev = 7813 N	
	Fstlo = 6574 N		Fstlo = 7201 N	
	Msdt = 0.00 Nm		Msdt = 0.00 Nm	
	Fsdev = 7813 N		Fsdev = 7132 N	
	bovenrand	onderrand	bovenrand	onderrand
Tau1	17.50 N/mm²	17.50 N/mm²	19.17 N/mm²	19.17 N/mm²
Tau2	26.85 N/mm²	26.85 N/mm²	29.42 N/mm²	29.42 N/mm²
Sgm1	17.50 N/mm²	17.50 N/mm²	19.17 N/mm²	19.17 N/mm²
SgmWst	33.61 N/mm²	33.61 N/mm²	36.82 N/mm²	36.82 N/mm²
UC1	0.16	0.16	0.18	0.18
UC2	0.06	0.06	0.07	0.07
SgmWsd	29.42 N/mm²	29.42 N/mm²	26.85 N/mm²	26.85 N/mm²
UC3	0.14	0.14	0.13	0.13
Nt1	55249 N	55249 N	55249 N	55249 N
knd	1.00	1.00	1.00	1.00
Nd1	55249 N	55249 N	55249 N	55249 N
UCt1	0.18	0.18	0.19	0.19
UCd1	0.19	0.19	0.18	0.18
UClas	0.16	0.16	0.18	0.18
UCdia	0.19	0.19	0.19	0.19
UCgeo	0.78	0.78	0.78	0.78
UClas	0.16		0.18	
UCdia	0.83		0.83	

Conclusie:
- Lassen: UClas = 0.18 <= 1.00 dus: voldoen
- Aansluitingen: UCdia = 0.83 <= 1.00 dus: voldoen

Eindconclusie:
- Aansluiting diagonalen voldoet
  bij B.C.4: c1) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

3.12.4.4 Controle van de gootverticaal
- Veerstijfheid van de aansluiting van de bovenrand-goot "uit het vlak":
  Hoekverdraaiing door torsie onderrand:

$$V1 = \frac{\text{kap}}{\text{Gbr} * \text{Itor} * 2} = \frac{4600}{80769 * 853355 * 2} = 33.37 \quad *10\text{-}9\ 1/\text{Nmm}$$

  Hoekverdraaiing door gootverticaal (goot):

$$V2 = \frac{\text{hspant}}{2 * \text{Egv} * \text{Igv}} = \frac{630}{2 * 210000 * 1083901} = 1.38 \quad *10\text{-}9\ 1/\text{Nmm}$$

  Hoekverdraaiing door inklemming (onderrand):

$$V3 = \frac{\text{hspant}}{\text{Egv} * \text{Igv}} = \frac{630}{210000 * 1083901} = 2.77 \quad *10\text{-}9\ 1/\text{Nmm}$$

  Hoekverdraaiing door gootverticaal (buiging):

$$V4 = \frac{\text{hspant}}{3 * \text{Egv} * \text{Igv}} = \frac{630}{3 * 210000 * 1083901} = 0.92 \quad *10\text{-}9\ 1/\text{Nmm}$$

  Hoekverdraaiing door gootverticaal (bovenrand):

$$V5 = \frac{\text{vspant}}{2 * \text{Egv} * \text{Igv}} = \frac{80}{2 * 210000 * 1083901} = 0.18 \quad *10\text{-}9\ 1/\text{Nmm}$$

  Hoekverdraaiing door opzetkolom (buiging):

$$V6 = \frac{\text{vspant}}{3 * \text{Egv} * \text{Igv}} = \frac{80}{3 * 210000 * 1083901} = 0.42 \quad *10\text{-}9\ 1/\text{Nmm}$$

  Moment bij bovenrand

$$M0 = \frac{(V3+V6-V2)*\text{hspant}*\text{vspant}^2 - V4*\text{vspant}*\text{hspant}^2 + V5*\text{hspant}3}{(V1+V4+v5)*\text{hspant}^2 + (V1+V3+v6)*\text{vspant}^2 + (2*V1+V2)*\text{vspant}*\text{hspant}} = 1.3 \quad \text{Nm}$$

  Geeft de veerstijfheid ter plaatse van de bovenrand:

$$kbr = \frac{\text{vspant} + \text{hspant}}{V4*\text{vspant}*\text{hspant}^2 - V5*\text{hspant}3 + [(V4+V5+V1)*\text{hspant}^2 + V1*\text{vspant}*\text{hspant}]*M0}$$

  kbr = 148526.4 N/mm

  Vereiste kritische veerstijfheid: kcr = 196.9 N/mm

  - Controle: 148526.4 N/mm > 196.9 N/mm, dus veerstijfheid voldoet.

- Controle op knik:
  - Maatgevende verticale kracht: Ngv = Fvg = -780 N
  - Capaciteit van de verticaal : Fgvertd = 229432 N (zie 4.6)

  - Controle: |-780 | N < 229432 N, dus gootverticaal voldoet.

Conclusie:
- Gootverticaal voldoet qua sterkte/stabiliteit en stijfheid
  bij B.C.4: c1) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

3.12.4.5 Controle van de bouten van de spant-kolom-aansluiting:

Controle van de krachten op de bout(en) bij de bovenrand:

Tabel 3.12.4.5.1: Belastingen bij bovenrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,br [N]	Fs,br [N]	Fi,br [N]
18.40	-25978	88	6564	48627	3282	48848
36.80	-19493	90	-5859	36499	-2929	36734
73.60	-19387	72	5848	36292	2924	36527
92.00	-26065	71	-6574	48780	-3287	49001

Gegevens van de eindplaat bij de bovenrand:
- Aantal bouten bij de bovenrand: nbb = 1
- Momenten-arm bij bovenrand: hbbout = 535 mm
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Normaalkracht: $Ft = \frac{Nt}{2 * nbb} - \frac{M}{hbbout}$ met Ft >= 0 N
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * Q
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,br max = 49001 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbtb max = 282240 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 49001 N < 282240 N, dus bout bij bovenrand (M20-8.8) voldoet.
bij B.C.4: c1) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

Controle van de krachten op de bout(en) bij de onderrand:

Tabel 3.12.4.5.2: Belastingen bij onderrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,or [N]	Fs,or [N]	Fi,or [N]
18.40	-25978	88	6564	0	3282	4641
36.80	-19493	90	-5859	0	-2929	4143
73.60	-19387	72	5848	0	2924	4135
92.00	-26065	71	-6574	0	-3287	4649

Gegevens van de eindplaat bij de onderrand:
- Aantal bouten bij de onderrand: nbo = 1
- Momenten-arm bij onderrand: hobout = 535 mm
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Normaalkracht: $Ft = \frac{Nt}{2 * nbo} + \frac{M}{hobout}$ met Ft >= 0 N
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * Q
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,or max = 4649 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbto max = 282240 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 4649 N < 282240 N, dus bout bij onderrand (M20-8.8) voldoet.
bij B.C.4: c1) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

3.12.4.5 Controle van de eindplaat op pons:

Bij de boutverbinding van de bovenrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxb = 48.8 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capb = 423 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 48.8 kN < 423 kN, dus eindplaat (ST120*15.0) voldoet
zonder onderlegring bij de bovenste bout
bij B.C.4: c1) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

Bij de boutverbinding van de onderrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxo = 0.0 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capo = 423 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0.0 kN < 423 kN, dus eindplaat (ST120*15.0) voldoet
zonder onderlegring bij de onderste bout
bij B.C.4: c1) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

3.12.4.5 Controle van de eindplaat op buiging:

Tabel 3.12.4.5.4.1: Belastingen van de eindplaat van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Normaal-kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ftrb [N]	Ftro [N]
18.40	-25978	88	6564	44833	0
36.80	-19493	90	-5859	33653	0
73.60	-19387	72	5848	33462	0
92.00	-26065	71	-6574	44975	0

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de bovenrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftrb = \frac{N + sn*Q}{2} - \frac{M}{ht,eff} \text{ met } Ftrb>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftrb(max) * e = 0.5 * 44975 * 25.0 = 562 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 7533 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 562 Nm < 7533 Nm, dus eindplaat (ST120*15.0) voldoet
bij B.C.4: c1) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de onderrand:
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftro(max) * e = 0.5 * 0 * 25.0 = 0 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 7533 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0 Nm < 7533 Nm, dus eindplaat (ST120*15.0) voldoet
bij B.C.4: c1) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

De lasverbindingen tussen eindplaat met resp. de boven- en onderrand
zijn niet gecontroleerd.

3.12.4.6 Controle van de bouten van de koppelaansluiting:

Controle van de krachten op de bout(en) bij de bovenrand:

Tabel 3.12.4.6.1: Belastingen bij bovenrand van de koppelaansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,br [N]	Fs,br [N]	Fi,br [N]
25.30	6118	94	2482	0	1241	1755
25.30	6118	94	2482	0	1241	1755
29.90	7743	95	-1775	0	-888	1255
29.90	7743	95	-1775	0	-888	1255
80.50	7774	77	1766	0	883	1249
80.50	7774	77	1766	0	883	1249
85.10	6109	77	-2491	0	-1245	1761
85.10	6109	77	-2491	0	-1245	1761

Gegevens van de koppelplaat bij de bovenrand:
- Aantal bouten bij de bovenrand: nbb = 1
- Momenten-arm bij bovenrand: hbbout = 597 mm
- Teken dwarskracht bij eindpositie sn=+1 en bij beginpositie sn=-1

$$\text{- Normaalkracht: } Ft = \frac{N + sn*Q}{2 * nbb} - \frac{M}{hbbout} \text{ met } Ft >= 0N$$

- Schuifkracht: $Fs = 0.5 * -N - sn*Q$
- Ideële kracht: $Fi = (Ft^2 + 2*Fs^2)0.5$
- Maximale optredende kracht: Fi,br max = 1761 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbtb max = 180864 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 1761 N < 180864 N, dus bout bij bovenrand (M16-8.8) voldoet.
bij B.C.4: c1) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

Controle van de krachten op de bout(en) bij de onderrand:

Tabel 3.12.4.6.2: Belastingen bij onderrand van de koppelaansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,or [N]	Fs,or [N]	Fi,or [N]
25.30	6118	94	2482	5069	1241	5364
25.30	6118	94	2482	5069	1241	5364
29.90	7743	95	-1775	7638	-888	7741
29.90	7743	95	-1775	7638	-888	7741
80.50	7774	77	1766	6777	883	6891
80.50	7774	77	1766	6777	883	6891
85.10	6109	77	-2491	6299	-1245	6540
85.10	6109	77	-2491	6299	-1245	6540

Gegevens van de koppelplaat bij de onderrand:
- Aantal bouten bij de onderrand: nbo = 2
- Momenten-arm bij onderrand: hobout = 1080 mm
- Teken dwarskracht bij eindpositie sn=+1 en bij beginpositie sn=-1

$$\text{- Normaalkracht: } Ft = \frac{N + sn*Q}{2 * nbo} + \frac{M}{hobout} \text{ met } Ft >= 0N$$

- Schuifkracht: $Fs = 0.5 * -N - sn*Q$
- Ideële kracht: $Fi = (Ft^2 + 2*Fs^2)0.5$
- Maximale optredende kracht: Fi,or max = 7741 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbto max = 180864 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 7741 N < 180864 N, dus bout bij onderrand (M16-8.8) voldoet.
bij B.C.4: c1) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

3.12.4.6 Controle van de koppelplaat op pons:
Bij de boutverbinding van de bovenrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxb = 0.0 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de koppelplaat: Fp,capb = 336 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0.0 kN < 336 kN, dus koppelplaat (ST100*15.0) voldoet
zonder onderlegring bij de bovenste bout
bij B.C.4: c1) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

Bij de boutverbinding van de onderrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxo = 7.6 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de koppelplaat: Fp,capo = 336 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 7.6 kN < 336 kN, dus koppelplaat (ST100*15.0) voldoet
zonder onderlegring bij de onderste bout
bij B.C.4: c1) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

3.12.4.6 Controle van de koppelplaat op buiging:

Tabel 3.12.4.6.4.1: Belastingen van de koppelplaat.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Normaal-kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ftrb [N]	Ftro [N]
25.30	6118	94	2482	0	9354
25.30	6118	94	2482	0	9354
29.90	7743	95	-1775	0	14286
29.90	7743	95	-1775	0	14286
80.50	7774	77	1766	0	12559
80.50	7774	77	1766	0	12559
85.10	6109	77	-2491	0	11816
85.10	6109	77	-2491	0	11816

Resulterende trekkracht in de koppelplaat bij de bovenrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftrb = \frac{N + sn*Q}{2} - \frac{M}{ht,eff} \quad \text{met } Ftrb>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de koppelplaat:
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftrb(max) * e = 0.5 * 0 * 25.0 = 0 Nm
- Capaciteit van de koppelplaat: Mp,cap = 3512 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0 Nm < 3512 Nm, dus koppelplaat (ST100*15.0) voldoet
bij B.C.4: c1) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

Resulterende trekkracht in de koppelplaat bij de onderrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftro = \frac{N + sn*Q}{2} + \frac{M}{ht,eff} \quad \text{met } Ftro>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de koppelplaat:
- Normaalkracht : Ftbout(2) = 7.6 * 530.0 /630.0 = 6.4 kN
- Normaalkracht : Ftbout(1) = 7.6 * 630.0 /630.0 = 7.6 kN
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * max(Ftbout(2) * e(2), Ftbout(1) * e(1))
= 0.5 * max(6.4 * 25 , 7.6 * 25) = 95 Nm
- Capaciteit van de koppelplaat: Mp,cap = 2363 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 95 Nm < 2363 Nm, dus koppelplaat (ST100*15.0) voldoet
bij B.C.4: c1) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

De lasverbindingen tussen koppelplaat met resp. de boven- en onderrand
zijn niet gecontroleerd.

3.12.5 De krachtsverdeling in de 1e rij tralies:

Tabel 3.12.5.1: Momentenlijn, normaal- en dwarskrachtenlijn.

Positie	Momentenlijn	Normaal-	Dwars-
		krachtenlijn	krachtenlijn
x in [m]	M(x) in [Nm]	N(x) in [N]	Q(x) in [N]
begin - eind	(+ = U/- =)	(+ = trek)	(+ = ~~~___)
0.00 - 4.60	-1200 16005	13 13	4842 2641
4.60 - 9.20	16005 19500	17 17	1861 -341
9.20 - 13.80	19502 3416	14 14	-2396 -4598
13.80 - 18.40	3420 -26392	7 7	-5378 -7580
92.00 - 96.60	-26250 3460	-36 -36	7561 5360
96.60 - 101.2	3458 19461	-28 -28	4580 2378
101.2 - 105.8	19461 15883	-26 -26	323 -1879
105.8 - 110.4	15886 -1415	-30 -30	-2659 -4861

3.12.5.1 Controle van de stijfheid van de tralie:

De toelaatbare doorbuiging van alle tralieliggers wordt bepaald per tralie:
- uvtoel = 18400 / 250 < 30.0 mm, dus: uvtoel = 30.0 mm

Uit de U-lijn is de maximale doorbuiging:
- doorbuiging umax = -8.02 mm

- Controle van de 1e rij tralies:
  Doorbuiging: |-8.0 | mm < 30.0 mm,   dus: voldoet.
  bij B.C.4: c1) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

3.12.5.2 Controle van de bovenrand:

3.12.5.2 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de bovenrand:

- De normaalkracht in de bovenrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = -M/0.5800 + N/2   (voor N en M, zie 3.12.5.1)
                   met: Effectieve spanthoogte: 580.0 mm

Tabel 3.12.52: Normaalkrachtenverloop in de bovenrand.

Plaats	Normaalkracht in [N]	Systeem-
	(trek = positief)	lengte
x in [m]	Spant	[mm]
0.00 - 4.60	2076 -27589	4599
4.60 - 9.20	-27586 -33613	4600
9.20 - 13.80	-33617 -5883	4600
13.80 - 18.40	-5894 45507	4601
92.00 - 96.60	45241 -5983	4599
96.60 - 101.2	-5976 -33568	4600
101.2 - 105.8	-33567 -27398	4600
105.8 - 110.4	-27404 2426	4601

3.12.5.2 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Tabel 3.12.5.2:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de bovenrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-bepaling begin-eind	Normaalkrachten (trek = positief) [N] "begin"	"einde"	Rand-voor-waar-den	Mouty fact. ß m	Knfct staaf-lengte ß m×ß n	Knik-lengte [mm]	Klasse	Sterkte UC	Stab. UC
0.00- 4.60	2076	-27589	e-z	0.633	0.446	2052	1	0.12	0.15
4.60- 9.20	-27586	-33613	z-z	0.652	0.624	2873	1	0.15	0.23
9.20-13.80	-33617	-5883	z-z	0.652	0.511	2351	1	0.15	0.20
13.80-18.40	-5894	45507	z-m	0.653	0.432	1988	1	0.03	0.03
92.00-96.60	45241	-5983	m-z	0.653	0.432	1987	1	0.03	0.03
96.60-101.2	-5976	-33568	z-z	0.652	0.512	2354	1	0.15	0.20
101.2-105.8	-33567	-27398	z-z	0.652	0.624	2869	1	0.15	0.23
105.8-110.4	-27404	2426	z-e	0.633	0.443	2040	1	0.12	0.15

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (0.86 - 0.2)*(|-33613 |/(0.627 *229893 /1.0)) = 1.04
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-33613 |/(0.627 *229893 /1.0)) = 1.07
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(1.04   , 1.07   ) = 1.04
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.62

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-33613 |/(0.627 *229893 /1.0)+1.04 *|0.0 |/(1.00*5873.1 /1.0)
           = 0.233 + 0.000 = 0.233
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-33613 |/(0.859 *229893 /1.0)+0.62 *|0.0 |/(1.00*5873.1 /1.0)
           = 0.170 + 0.000 = 0.170

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.233 , 0.170) = 0.233

- controle: 0.23 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.12.5.2 Stabiliteitscontrole in het vlak:

- Nabij de zwevende goten:

  - Maatgevende normaaldrukkracht: Ndmax = -33617 N

  - Kniklengte: lky = 0.80 * lveld = 0.80 * 1150 = 920 mm
    (lky > lveld/2, omdat de kortere velden, de langere velden steunen.)
  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (0.47 - 0.2)*(|-33617 |/(0.859 *229893 /1.0)) = 0.94
  Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-33617 |/(0.859 *229893 /1.0)) = 1.02
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.94   , 1.02   ) = 0.94
  Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.57

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-33617 |/(0.859 *229893 /1.0)+0.94 *|0.0 |/(1.00*3961.1 /1.0)
           = 0.170 + 0.000 = 0.170
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-33617 |/(0.962 *229893 /1.0)+0.57 *|0.0 |/(1.00*3961.1 /1.0)
           = 0.152 + 0.000 = 0.152

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.170 , 0.152) = 0.170

- controle: 0.17 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.12.5.2 Doorsnede-controle van de bovenrand:

           |NEd| |-33617 |
- UCDruk = ----- = --------- = 0.15
           Nc.Rd   229893

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 45507   N

           |NEd| |45507 |
- UCTrek = ----- = --------- = 0.20
           Nc.Rd   229893

Trek is maatgevend.

- Controle: 0.20 < 1.00, dus de treksterkte voldoet.

Conclusie:
- Bovenrand (RHBK100*50*3.0) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.4: c1) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

3.12.5.3 Controle van de onderrand:

3.12.5.3 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de onderrand:
(voor de achterliggende theorie wordt verwezen naar hoofdstuk 4)

Tabel 3.12.53: Normaalkrachtenverloop in de onderrand.
- De normaalkracht in de onderrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = M/0.5800 + N/2 (voor N en M, zie 3.12.5.1)
met: Effectieve spanthoogte: 580.0 mm

Tabel 3.12.53: Normaalkrachtenverloop in de onderrand.

Plaats x in [m]	Normaalkracht in [N] (trek = positief) Spant	Systeem-lengte [mm]
0.00 - 4.60	-2063 27602	4599
4.60 - 9.20	27603 33630	4600
9.20 - 13.80	33632 5897	4600
13.80 - 18.40	5900 -45501	4601
92.00 - 96.60	-45277 5947	4599
96.60 - 101.2	5948 33540	4600
101.2 - 105.8	33541 27372	4600
105.8 - 110.4	27374 -2455	4601

3.12.5.3 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Tabel 3.12.5.3:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de onderrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-bepaling begin-eind	Normaalkrachten (trek = positief) [N] "begin" "einde"	Rand-voor-waar-den	Mouty fact. ß m	Knfct staaf-lengte ß m×ß n	Knik-lengte/PlPerc [mm]	Klasse	Sterkte UC	Stab. UC
0.00- 4.60	-2063 27602	e-z	0.650	0.430	1978	1	0.01	0.01
13.80-18.40	5900 -45501	z-m	0.666	0.457	2103	1	0.20	0.26
92.00-96.60	-45277 5947	m-z	0.666	0.457	2100	1	0.20	0.26
105.8-110.4	27374 -2455	z-e	0.650	0.430	1979	1	0.01	0.01

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
       = 0.90 * (1.0 + (0.63 - 0.2)*(|-45501 |/(0.769 *229893 /1.0)) = 1.00
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
       = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-45501 |/(0.769 *229893 /1.0)) = 1.09
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(1.00 , 1.09) = 1.00
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.60

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-45501 |/(0.769 *229893 /1.0)+1.00 *|0.0 |/(1.00*5873.1 /1.0)
           = 0.257 + 0.000 = 0.257
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-45501 |/(0.791 *229893 /1.0)+0.60 *|0.0 |/(1.00*5873.1 /1.0)
           = 0.250 + 0.000 = 0.250

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.257 , 0.250) = 0.257

- controle: 0.26 < 0.95, dus de stabiliteit voldoet.

3.12.5.3 Stabiliteitscontrole in het vlak (nabij de kolom-aansluitingen):

- Maatgevend: Ndmax = N + |Q|/tan(alfa) = -45501 + |-7580 |/tan(42.7) = -37277 N
  (N.B.: 1e drukdiagonaal reduceert de normaaldrukkracht in de onderrand)

- Kniklengte: lky = 1.00*lveld = 1.00 * 1150 = 1150 mm
  (lky = lveld, volgens NEN 3851 art. 2.5.6.2.c.)

  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.40 (het profiel is geschoord).
  M1 = 0.00 , M2 = 0.00 , Ms = 0.00 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
       = 0.40 * (1.0 + (0.59 - 0.2)*(|-37277 |/(0.791 *229893 /1.0)) = 0.43
  Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
       = 0.40 * (1.0 + 0.8*(|-37277 |/(0.791 *229893 /1.0)) = 0.47
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.43 , 0.47) = 0.43
  Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.26

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-37277 |/(0.791 *229893 /1.0)+0.43 *|0.0 |/(1.00*3961.1 /1.0)
           = 0.205 + 0.000 = 0.205
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-37277 |/(0.927 *229893 /1.0)+0.26 *|0.0 |/(1.00*3961.1 /1.0)
           = 0.175 + 0.000 = 0.175

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.205 , 0.175) = 0.205

- controle: 0.20 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.12.5.3 Doorsnede-controle van de onderrand:

           |NEd| |-45501 |
- UCDruk = ----- = --------- = 0.20
           Nc.Rd   229893

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 33632   N

           |NEd| |33632 |
- UCTrek = ----- = --------- = 0.15
           Nc.Rd   229893

Druk is maatgevend.

- Controle: 0.20 < 1.00, dus de druksterkte voldoet.

Conclusie:
- Onderrand (RHBK100*50*3.0) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.4: c1) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

3.12.5.4 Controle van de diagonalen:

3.12.5.4 Controle van de drukdiagonalen:

Gezien de toepassing spitst de controle van de drukdiagonalen zich toe
op de eindkappen van de tralies, d.w.z. tussen kopplaat en 1e zwevende goten.

- Controle op druk (bij neerwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qddmaxd = -7561   N (zie tabel 3.12.5.1)
    (+ = druk in drukdiagonaal)
    Extra dwarskracht i.v.m. mogelijke positie transportlast in eerste
    diagonaalveld in plaats van het midden van de overspanning.
    Vert.puntlast: Fpunt = 1.27 * max(0   , 1000) + 1.02 * 0   = 1275   N

$$\text{- Res.diag.drukkracht: } N_{ddiagd} = \frac{Q_{ddmaxd} - F_{punt}/2}{\sin(\alpha)} = \frac{-7561 - 1275/2}{\sin(42.7)} = -12097 \text{ N}$$

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$UC_{sterkte} = \frac{|N_{Ed}|}{N_{c.Rd}} = \frac{|11185|}{84071} = 0.215$$

  controle: 0.215 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
  Profiel alleen op trek belast, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie:
- Drukdiagonalen (RHBK50*30*2.0 mm) voldoen qua trek/druk
  bij B.C.4: c1) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

3.12.5.4 Controle van de trekdiagonalen:

Er wordt vanuit gegaan, dat de trekdiagonalen als zodanig worden toegepast in
de eindkappen en als trek- en drukdiagonalen in eventuele middenkappen.

- Controle op trek (in de eindkappen bij neerwaartse belasting en evt. in de middenkappen
  bij opwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qtdmaxt = 7561 N (zie tabel 3.12.5.1)
    (+ = trek in trekdiagonaal)

$$\text{Res.diag.trekkracht: } N_{tdiagt} = \frac{Q_{tdmaxt}+F_{punt}/2}{\sin(\alpha)} = \frac{7561 + 1275/2}{\sin(42.7)} = 12097 \text{ N}$$

 - Sterkte: Capaciteit trekdiagonaal: Ftdiagt = 51938 N (zie 4.4)

$$UC_{sterkte} = \frac{|N_{Ed}|}{F_{tdiagt}} = \frac{|12097|}{51938} = 0.233$$

  - UC-Trek : 0.233 < 1.00, dus trekdiagonaal voldoet.

- Controle op druk (in de eindkappen bij opwaartse belasting en evt. in de middenkappen
  bij neerwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qtdmaxd = 7580 N (zie tabel 3.12.5.1)
    (+ = druk in trekdiagonaal)

$$\text{Res. diagonaaldrukkracht: } N_{tdiagd} = \frac{-Q_{tdmaxd}}{\sin(\alpha)} = \frac{-7580}{\sin(42.7)} = -11185 \text{ N}$$

 - Sterkte: Capaciteit trekdiagonaal: Ftdiagd = 70220 N (zie 4.4)

$$UC_{sterkte} = \frac{|N_{Ed}|}{F_{tdiagd}} = \frac{|11185|}{70220} = 0.159$$

  - UC-Druk : 0.159 < 1.00, dus trekdiagonaal voldoet.

Conclusie:
- Trekdiagonalen (RHBK50*30*2.0 mm) voldoen qua trek/druk
  bij B.C.4: c1) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

3.12.5.4 Controle van de (las)verbindingen:

	Drukdiagonaal		Trekdiagonaal	
	Nd = -12097 N		Nd = - 11185 N	
	Nt = 11185 N		Nt = 12097 N	
	Fstev = 8224 N		Fstev = 8895 N	
	Fstlo = 7580 N		Fstlo = 8199 N	
	Msdt = 0.00 Nm		Msdt = 0.00 Nm	
	Fsdev = 8895 N		Fsdev = 8224 N	
	bovenrand	onderrand	bovenrand	onderrand
Tau1	20.18 N/mm²	20.18 N/mm²	21.83 N/mm²	21.83 N/mm²
Tau2	30.97 N/mm²	30.97 N/mm²	33.49 N/mm²	33.49 N/mm²
Sgm1	20.18 N/mm²	20.18 N/mm²	21.83 N/mm²	21.83 N/mm²
SgmWst	38.76 N/mm²	38.76 N/mm²	41.92 N/mm²	41.92 N/mm²
UC1	0.19	0.19	0.20	0.20
UC2	0.07	0.07	0.08	0.08
SgmWsd	33.49 N/mm²	33.49 N/mm²	30.97 N/mm²	30.97 N/mm²
UC3	0.16	0.16	0.15	0.15
Nt1	55249 N	55249 N	55249 N	55249 N
knd	1.00	1.00	1.00	1.00
Nd1	55249 N	55249 N	55249 N	55249 N
UCt1	0.20	0.20	0.22	0.22
UCd1	0.22	0.22	0.20	0.20
UClas	0.19	0.19	0.20	0.20
UCdia	0.22	0.22	0.22	0.22
UCgeo	0.78	0.78	0.78	0.78
UClas	0.19		0.20	
UCdia	0.83		0.83	

Conclusie:
- Lassen: UClas = 0.20 <= 1.00 dus: voldoen
- Aansluitingen: UCdia = 0.83 <= 1.00 dus: voldoen

Eindconclusie:
- Aansluiting diagonalen voldoet
  bij B.C.4: c1) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

3.12.5.4 Controle van de gootverticaal
- Veerstijfheid van de aansluiting van de bovenrand-goot "uit het vlak":
  Hoekverdraaiing door torsie onderrand:

$$V1 = \frac{kap}{Gbr * Itor * 2} = \frac{4600}{80769 * 853355 * 2} = 33.37 \quad *10\text{-}9\ 1/Nmm$$

  Hoekverdraaiing door gootverticaal (goot):

$$V2 = \frac{hspant}{2 * Egv * Igv} = \frac{630}{2 * 210000 * 1083901} = 1.38 \quad *10\text{-}9\ 1/Nmm$$

  Hoekverdraaiing door inklemming (onderrand):

$$V3 = \frac{hspant}{Egv * Igv} = \frac{630}{210000 * 1083901} = 2.77 \quad *10\text{-}9\ 1/Nmm$$

  Hoekverdraaiing door gootverticaal (buiging):

$$V4 = \frac{hspant}{3 * Egv * Igv} = \frac{630}{3 * 210000 * 1083901} = 0.92 \quad *10\text{-}9\ 1/Nmm$$

  Hoekverdraaiing door gootverticaal (bovenrand):

$$V5 = \frac{vspant}{2 * Egv * Igv} = \frac{80}{2 * 210000 * 1083901} = 0.18 \quad *10\text{-}9\ 1/Nmm$$

  Hoekverdraaiing door opzetkolom (buiging):

$$V6 = \frac{vspant}{3 * Egv * Igv} = \frac{80}{3 * 210000 * 1083901} = 0.42 \quad *10\text{-}9\ 1/Nmm$$

  Moment bij bovenrand

$$M0 = \frac{(V3+V6-V2)*hspant*vspant^2 - V4*vspant*hspant^2 + V5*hspant3}{(V1+V4+v5)*hspant^2 + (V1+V3+v6)*vspant^2 + (2*V1+V2)*vspant*hspant} = 1.3 \quad Nm$$

  Geeft de veerstijfheid ter plaatse van de bovenrand:

$$kbr = \frac{vspant + hspant}{V4*vspant*hspant^2 - V5*hspant3 + [(V4+V5+V1)*hspant^2 + V1*vspant*hspant]*M0}$$

  kbr = 148526.4 N/mm

  Vereiste kritische veerstijfheid: kcr = 196.9 N/mm

- Controle: 148526.4 N/mm > 196.9 N/mm, dus veerstijfheid voldoet.

- Controle op knik:
  - Maatgevende verticale kracht: Ngv = Fvg = -780 N
  - Capaciteit van de verticaal : Fgvertd = 229432 N (zie 4.6)

- Controle: |-780 | N < 229432 N, dus gootverticaal voldoet.

Conclusie:
- Gootverticaal voldoet qua sterkte/stabiliteit en stijfheid
  bij B.C.4: c1) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

3.12.5.5 Controle van de bouten van de spant-kolom-aansluiting:

Controle van de krachten op de bout(en) bij de bovenrand:

Tabel 3.12.5.5.1: Belastingen bij bovenrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,br [N]	Fs,br [N]	Fi,br [N]
0.00	-1200	13	4842	2252	2421	4098
18.40	-26392	7	-7580	49361	-3790	49651
92.00	-26250	-36	7561	49074	3781	49364
110.4	-1415	-30	-4861	2632	-2431	4330

Gegevens van de eindplaat bij de bovenrand:
- Aantal bouten bij de bovenrand: nbb = 1
- Momenten-arm bij bovenrand: hbbout = 535 mm
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Normaalkracht: $Ft = \frac{Nt}{2 * nbb} - \frac{M}{hbbout}$ met Ft >= 0 N
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * Q
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,br max = 49651 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbtb max = 282240 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 49651 N < 282240 N, dus bout bij bovenrand (M20-8.8) voldoet.
bij B.C.4: c1) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

Controle van de krachten op de bout(en) bij de onderrand:

Tabel 3.12.5.5.2: Belastingen bij onderrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,or [N]	Fs,or [N]	Fi,or [N]
0.00	-1200	13	4842	0	2421	3424
18.40	-26392	7	-7580	0	-3790	5360
92.00	-26250	-36	7561	0	3781	5347
110.4	-1415	-30	-4861	0	-2431	3437

Gegevens van de eindplaat bij de onderrand:
- Aantal bouten bij de onderrand: nbo = 1
- Momenten-arm bij onderrand: hobout = 535 mm
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Normaalkracht: $Ft = \frac{Nt}{2 * nbo} + \frac{M}{hobout}$ met Ft >= 0 N
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * Q
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,or max = 5360 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbto max = 282240 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 5360 N < 282240 N, dus bout bij onderrand (M20-8.8) voldoet.
bij B.C.4: c1) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

3.12.5.5 Controle van de eindplaat op pons:

Bij de boutverbinding van de bovenrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxb = 49.4 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capb = 423 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 49.4 kN < 423 kN, dus eindplaat (ST120*15.0) voldoet
zonder onderlegring bij de bovenste bout
bij B.C.4: c1) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

Bij de boutverbinding van de onderrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxo = 0.0 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capo = 423 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0.0 kN < 423 kN, dus eindplaat (ST120*15.0) voldoet
zonder onderlegring bij de onderste bout
bij B.C.4: c1) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

3.12.5.5 Controle van de eindplaat op buiging:

Tabel 3.12.5.5.4.1: Belastingen van de eindplaat van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Normaal-kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ftrb [N]	Ftro [N]
0.00	-1200	13	4842	2076	0
18.40	-26392	7	-7580	45507	0
92.00	-26250	-36	7561	45241	0
110.4	-1415	-30	-4861	2426	0

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de bovenrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftrb = \frac{N + sn*Q}{2} - \frac{M}{ht,eff} \text{ met } Ftrb>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftrb(max) * e = 0.5 * 45507 * 25.0 = 569 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 7533 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 569 Nm < 7533 Nm, dus eindplaat (ST120*15.0) voldoet
bij B.C.4: c1) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de onderrand:
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftro(max) * e = 0.5 * 0 * 25.0 = 0 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 7533 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0 Nm < 7533 Nm, dus eindplaat (ST120*15.0) voldoet
bij B.C.4: c1) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

De lasverbindingen tussen eindplaat met resp. de boven- en onderrand
zijn niet gecontroleerd.

3.12.5.6 Controle van de bouten van de koppelaansluiting:

Controle van de krachten op de bout(en) bij de bovenrand:

Tabel 3.12.5.6.1: Belastingen bij bovenrand van de koppelaansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,br [N]	Fs,br [N]	Fi,br [N]
6.90	19019	17	760	0	380	537
6.90	19019	17	760	0	380	537
11.50	12725	14	-3497	0	-1748	2473
11.50	12725	14	-3497	0	-1748	2473
98.90	12726	-28	3479	0	1739	2460
98.90	12726	-28	3479	0	1739	2460
103.5	18938	-26	-778	0	-389	550
103.5	18938	-26	-778	0	-389	550

Gegevens van de koppelplaat bij de bovenrand:
- Aantal bouten bij de bovenrand: nbb = 1
- Momenten-arm bij bovenrand: hbbout = 597 mm
- Teken dwarskracht bij eindpositie sn=+1 en bij beginpositie sn=-1

$$\text{- Normaalkracht: } Ft = \frac{N + sn*Q}{2 * nbb} - \frac{M}{hbbout} \text{ met } Ft >= 0N$$

- Schuifkracht: $Fs = 0.5 * -N - sn*Q$
- Ideële kracht: $Fi = (Ft^2 + 2*Fs^2)0.5$
- Maximale optredende kracht: Fi,br max = 2473 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbtb max = 180864 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 2473 N < 180864 N, dus bout bij bovenrand (M16-8.8) voldoet.
bij B.C.4: c1) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

Controle van de krachten op de bout(en) bij de onderrand:

Tabel 3.12.5.6.2: Belastingen bij onderrand van de koppelaansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,or [N]	Fs,or [N]	Fi,or [N]
6.90	19019	17	760	17427	380	17435
6.90	19019	17	760	17427	380	17435
11.50	12725	14	-3497	12662	-1748	12901
11.50	12725	14	-3497	12662	-1748	12901
98.90	12726	-28	3479	10908	1739	11182
98.90	12726	-28	3479	10908	1739	11182
103.5	18938	-26	-778	17726	-389	17735
103.5	18938	-26	-778	17726	-389	17735

Gegevens van de koppelplaat bij de onderrand:
- Aantal bouten bij de onderrand: nbo = 2
- Momenten-arm bij onderrand: hobout = 1080 mm
- Teken dwarskracht bij eindpositie sn=+1 en bij beginpositie sn=-1

$$\text{- Normaalkracht: } Ft = \frac{N + sn*Q}{2 * nbo} + \frac{M}{hobout} \text{ met } Ft >= 0N$$

- Schuifkracht: $Fs = 0.5 * -N - sn*Q$
- Ideële kracht: $Fi = (Ft^2 + 2*Fs^2)0.5$
- Maximale optredende kracht: Fi,or max = 17735 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbto max = 180864 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 17735 N < 180864 N, dus bout bij onderrand (M16-8.8) voldoet.
bij B.C.4: c1) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

3.12.5.6 Controle van de koppelplaat op pons:
Bij de boutverbinding van de bovenrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxb = 0.0 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de koppelplaat: Fp,capb = 336 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0.0 kN < 336 kN, dus koppelplaat (ST100*15.0) voldoet
zonder onderlegring bij de bovenste bout
bij B.C.4: c1) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

Bij de boutverbinding van de onderrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxo = 17.7 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de koppelplaat: Fp,capo = 336 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 17.7 kN < 336 kN, dus koppelplaat (ST100*15.0) voldoet
zonder onderlegring bij de onderste bout
bij B.C.4: c1) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

3.12.5.6 Controle van de koppelplaat op buiging:

Tabel 3.12.5.6.4.1: Belastingen van de koppelplaat.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Normaal-kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ftrb [N]	Ftro [N]
6.90	19019	17	760	0	32419
6.90	19019	17	760	0	32419
11.50	12725	14	-3497	0	23696
11.50	12725	14	-3497	0	23696
98.90	12726	-28	3479	0	20187
98.90	12726	-28	3479	0	20187
103.5	18938	-26	-778	0	33028
103.5	18938	-26	-778	0	33028

Resulterende trekkracht in de koppelplaat bij de bovenrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftrb = \frac{N + sn*Q}{2} - \frac{M}{ht,eff} \quad \text{met } Ftrb>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de koppelplaat:
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftrb(max) * e = 0.5 * 0 * 25.0 = 0 Nm
- Capaciteit van de koppelplaat: Mp,cap = 3512 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0 Nm < 3512 Nm, dus koppelplaat (ST100*15.0) voldoet
bij B.C.4: c1) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

Resulterende trekkracht in de koppelplaat bij de onderrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftro = \frac{N + sn*Q}{2} + \frac{M}{ht,eff} \quad \text{met } Ftro>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de koppelplaat:
- Normaalkracht : Ftbout(2) = 17.7 * 530.0 /630.0 = 14.9 kN
- Normaalkracht : Ftbout(1) = 17.7 * 630.0 /630.0 = 17.7 kN
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * max(Ftbout(2) * e(2), Ftbout(1) * e(1))
= 0.5 * max(14.9 * 25 , 17.7 * 25) = 222 Nm
- Capaciteit van de koppelplaat: Mp,cap = 2363 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 222 Nm < 2363 Nm, dus koppelplaat (ST100*15.0) voldoet
bij B.C.4: c1) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

De lasverbindingen tussen koppelplaat met resp. de boven- en onderrand
zijn niet gecontroleerd.

Toetsing van de bepalende doorsnede (lkx= 4000 mm, lky= 4000 mm):

Toetsing van de bepalende doorsnede (lkx= 5527 mm, lky= 3600 mm):

Toetsing van de bepalende doorsnede (lkx= 7072 mm, lky= 4000 mm):

c) Berekening van de toelaatbare horizontale verplaatsing in :

- Rekening houdend met de glasbreedten :

- reductiefactor gevel: r1 = 800 / bkg < 2.0;
                              800 / 800 = 1.00, dus r1 = 1.00
- reductiefactor dek : r2 = 1125 / bd < 2.0;
                             1125 / 1125 = 1.00, dus r2 = 1.00
- ugevel = h / 100 * r1 < 50.0 mm;
            4000 / 100 * 1.00 = 40.0 mm,   dus ugevel = 57.3 mm
- udek   = 1/200 * v * r2 < 50.0 mm
            1/200 * 4000   * 1.00 = 30.0 mm, dus udek = 61.3 mm
- utoel-b = ugevel + udek = 57.3 + 61.3 = 57.5 mm
- utoel = utoel-a < umax; MIN(80.0 , 80.0) = 160.0 mm

3.13 B.C.5: c12) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

3.13.1 Berekening van de belastingen per tralie:

a) Belastingen in gebruikstoestand:
- Permanente belastingen:
  - Eigen gewicht dek : (1.00 * 35) = 35 N/m²
  - Eigen gewicht van de goot: (1.00 * 30)* 4.00 = 120 N
  - E.G. 1e rij tralies : (1.00 * 188.8) = 188.8 N/m
  - E.G. 2e rij tralies : (1.00 * 188.8) = 188.8 N/m
  - E.G. tralies middenvelden: (1.00 * 188.8) = 188.8 N/m
- Variabele belastingen:
  - Vert. puntlast: 1.00*max(0 ,1000)+1.00*0 = 1000 N
  - Gewasbelasting : (1.00 * 0) = 0 N/m²
  - Installaties : (1.00 * 70) = 70 N/m²

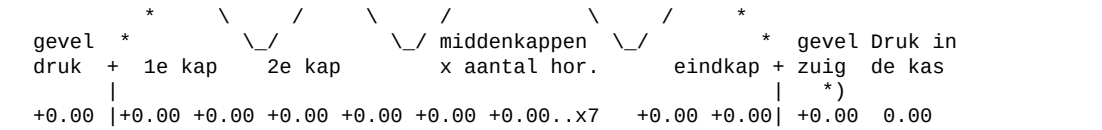
b) Belastingen in rekentoestand:
- Permanente belastingen:
  - Eigen gewicht dek : (1.20 * 35) = 42 N/m²
  - Eigen gewicht van de goot: (1.20 * 30)* 4.00 = 144 N
  - E.G. 1e rij tralies : (1.20 * 188.8) = 226.6 N/m
  - E.G. 2e rij tralies : (1.20 * 188.8) = 226.6 N/m
  - E.G. tralies middenvelden: (1.20 * 188.8) = 226.6 N/m
- Variabele belastingen:
  - Vert. puntlast: 1.20*max(0 ,1000)+1.20*0 = 1200 N
  - Gewasbelasting : (1.20 * 0) = 0 N/m²
  - Installaties : (1.20 * 70) = 84 N/m²

c) Bij het bepalen van de knoopcoordinaten is rekening gehouden met
de initiële scheefstand van de kolommen:
- Scheefstand psi = 1/265 (zie EN 1993-1-1)

d) Rekenvoorbeeld van de belastingen op knooppunten op de volgende plaatsen:
Knoop k = "effectieve" spanthoogte van de eerste kolom
Knoop * = zwevende goot 1e rij tralies
Knoop * = middenkolom

- Horizontale belasting:
  Fk,hor = 0 N (geen windbelasting)
- Verticale belasting:
  Fvg = eigen gewicht goot = (1.20 * 30)* 4.00 = 144 N
  Fk,vert = -0.5 * Fvg
  F*,vert t.p.v. een goot = Fvg

3.13.2 Belastingen op het kasdek ten behoeve van het Designmodel SLS(gebruiksbelastingen):
3.13.2.1 Windvormfactoren bij deze belastingcombinatie:
Windvormfactoren bij wind loodrecht (-) op nok:



3.13.2.2 Belastingfactoren bij deze belastingcombinatie:

Belastingfactoren	gebruikstoestand	rekentoestand
Eigen gewicht	1.00	1.20
Installaties	1.00	1.20
Sneeuw	0.00	0.00
Wind	0.00	0.00
gewas	1.00	1.20

3.13.2.3 Gesommeerde belastingen op de omhulling van de kas per vakmaat:
Belastingen gebruikstoestand SLS per vakmaat (4.000 m):

Tralie	neerwaarts	qtral = fi*qinstall + fp*qtral + fg*qgewas	
		= 1.00*280.0 + 1.00*188.8 + 1.00*0.0	qtral = 468.8 N/m
Goot	zijgevel	Fgt.s = fp*qgoot.s = 1.00*60.0	Fgt.s = 60 N
	middengoot	Fgt.m = fp*qgoot.m = 1.00*120.0	Fgt.m = 120 N
Kasdek	evenwijdig	qdek.E = [fp*qdek + fs*qsneew]*sin(dek)	
		= [1.00*126.9 + 0.00*0.0]*sin(25.0)	qdek.E = 53.6 N/m
	loodrecht	qdek.L = [fp*qdek + fs*qsneew]*cos(dek)	
		= [1.00*126.9 + 0.00*0.0]*cos(25.0)	qdek.L = 115.0 N/m
	+ wind per kaphelft	= qdek.L + fw*qwinds*(cpe-cpi)	
	- 1e kaphelft	= 115.0 + 0.00*1336.5*(+0.00-0.00)	qdek.L1 = 115.0 N/m
	- 2e kaphelft	= 115.0 + 0.00*1336.5*(+0.00-0.00)	qdek.L2 = 115.0 N/m
	- 3e kaphelft	= 115.0 + 0.00*1336.5*(+0.00-0.00)	qdek.L3 = 115.0 N/m
	- 4e kaphelft	= 115.0 + 0.00*1336.5*(+0.00-0.00)	qdek.L4 = 115.0 N/m
	- Middenkap links	= 115.0 + 0.00*1336.5*(+0.00-0.00)	qdek.Lm1 = 115.0 N/m
	- Middenkap rechts	= 115.0 + 0.00*1336.5*(+0.00-0.00)	qdek.Lm2 = 115.0 N/m
	- Eindkap links	= 115.0 + 0.00*1336.5*(+0.00-0.00)	qdek.Le1 = 115.0 N/m
	- Eindkap Rechts	= 115.0 + 0.00*1336.5*(+0.00-0.00)	qdek.Le2 = 115.0 N/m
	+ windwrijving nok	= Cfr,1*fi*qwind*hkap*vakmaat	
	- middenkap FhwCpf	= 0.00*0.00*334.1 *1.07*4.0	FhwCpf = 0 N
Zijgevel	windzijde FhwF.gt	= fw*Fhw.gt*(cp1-cpi)	
	goothoogte	= 0.00*2965.8*(0.0 -0.0)	Fhw.gt = 0 N
	windzijde FhwF.fh	= fw*Fhw.fh*(cp1-cpi)	
	fundatiehoogte	= 0.00*2380.1*(0.0 -0.0)	Fhw.fh = 0 N
Zijgevel	loefzijde FhwL.gt	= fw*Fhw.gt*(cp1+cpi)	
	goothoogte	= 0.00*2965.8*(0.0 +0.0)	Fhw.gt = 0 N
	loefzijde FhwL.fh	= fw*Fhw.fh*(cp1+cpi)	
	fundatiehoogte	= 0.00*2380.1*(0.0 +0.0)	Fhw.fh = 0 N

Belastingen rekentoestand ULS per vakmaat (4.000 m):

Tralie	neerwaarts qtral = fi*qinstall + fp*qtral + fg*qgewas		
	= 1.20*280.0 + 1.20*188.8 + 1.20*0.0	qtral =	562.6 N/m
Goot	zijgevel Fgt.s = fp*qgoot.s = 1.20*60.0	Fgt.s =	72 N
	middengoot Fgt.m = fp*qgoot.m = 1.20*120.0	Fgt.m =	144 N
Kasdek	evenwijdig qdek.E = [fp*qdek + fs*qsneew]*sin(dek)		
	= [1.20*126.9 + 0.00*0.0]*sin(25.0)	qdek.E =	64.3 N/m
	loodrecht qdek.L = [fp*qdek + fs*qsneew]*cos(dek)		
	= [1.20*126.9 + 0.00*0.0]*cos(25.0)	qdek.L =	138.0 N/m
	+ wind per kaphelft = qdek.L + fw*qwinds*(cpe-cpi)		
	- 1e kaphelft = 138.0 + 0.00*1336.5*(+0.00-0.00)	qdek.L1 =	138.0 N/m
	- 2e kaphelft = 138.0 + 0.00*1336.5*(+0.00-0.00)	qdek.L2 =	138.0 N/m
	- 3e kaphelft = 138.0 + 0.00*1336.5*(+0.00-0.00)	qdek.L3 =	138.0 N/m
	- 4e kaphelft = 138.0 + 0.00*1336.5*(+0.00-0.00)	qdek.L4 =	138.0 N/m
	- Middenkap links = 138.0 + 0.00*1336.5*(+0.00-0.00)	qdek.Lm1 =	138.0 N/m
	- Middenkap rechts = 138.0 + 0.00*1336.5*(+0.00-0.00)	qdek.Lm2 =	138.0 N/m
	- Eindkap links = 138.0 + 0.00*1336.5*(+0.00-0.00)	qdek.Le1 =	138.0 N/m
	- Eindkap Rechts = 138.0 + 0.00*1336.5*(+0.00-0.00)	qdek.Le2 =	138.0 N/m
	+ windwrijving nok = Cfr,1*fi*qwind*hkap*vakmaat		
	- middenkap FhwCpf = 0.00*0.00*334.1 *1.07*4.0	FhwCpf =	0 N
Zijgevel	windzijde FhwF.gt = fw*Fhw.gt*(cp1-cpi)		
	goothoogte = 0.00*2965.8*(0.0 -0.0)	Fhw.gt =	0 N
	windzijde FhwF.fh = fw*Fhw.fh*(cp1-cpi)		
	fundatiehoogte = 0.00*2380.1*(0.0 -0.0)	Fhw.fh =	0 N
Zijgevel	loefzijde FhwL.gt = fw*Fhw.gt*(cp1+cpi)		
	goothoogte = 0.00*2965.8*(0.0 +0.0)	Fhw.gt =	0 N
	loefzijde FhwL.fh = fw*Fhw.fh*(cp1+cpi)		
	fundatiehoogte = 0.00*2380.1*(0.0 +0.0)	Fhw.fh =	0 N

Tabel 3.13.2.4: Knoopbelastingen, oplegreacties en knoopverplaatsingen:

			Knoopbelastingen Rekentoestand		Oplegreacties		Knoopverplaatsingen gebruikstoestand		
nr.	X-as [mm]	Y-as [mm]	X-as [N]	Y-as [N]	X-as [N]	Y-as [N]	X-verpl [mm]	Y-verpl [mm]	U_lijn [mm]
			Horiz.	Vert.	Horiz.	Vert.	Horiz.	Vert.	
1	-0.013	0.000			396	6045			0.000
2	-0.007	1.802							0.000
3	-0.001	3.315							0.000
6	0.000	4.000	0	-72					0.000
7	2.300	5.073							0.000
8	4.600	4.000	0	-144					0.000
9	6.900	5.073							0.000
10	9.200	4.000	0	-144					0.000
11	11.500	5.073							0.000
12	13.800	4.000	0	-144					0.000
13	16.100	5.073							0.000
4	0.000	3.605					1.00	-0.08	0.000
14	0.574	3.605					1.00	-1.98	1.900
15	2.299	3.605					1.00	-7.51	7.410
16	4.599	3.605					1.00	-13.51	13.393
17	6.899	3.605					1.00	-16.89	16.763
18	9.199	3.605	0	-1200			1.00	-17.13	16.982
19	11.499	3.605					1.00	-14.29	14.121
20	13.799	3.605					1.00	-9.35	9.167
21	16.099	3.605					1.00	-3.91	3.714
22	17.824	3.605					1.00	-0.84	0.624
23	18.387	0.000			-93	17185			0.000
24	18.393	1.802							0.000
25	18.399	3.315							0.000
28	18.400	4.000	0	-144					0.000
29	20.700	5.073							0.000
30	23.000	4.000	0	-144					0.000
31	25.300	5.073							0.000
32	27.600	4.000	0	-144					0.000
33	29.900	5.073							0.000
34	32.200	4.000	0	-144					0.000
35	34.500	5.073							0.000
26	18.400	3.605					1.00	-0.22	0.000
36	18.974	3.605					1.00	0.14	-0.356
37	20.699	3.605					1.00	-0.04	-0.171
38	22.999	3.605					1.00	-1.93	1.723
39	25.299	3.605					1.00	-4.04	3.836
40	27.599	3.605	0	-1200			1.00	-5.17	4.966
41	29.899	3.605					1.00	-4.72	4.518
42	32.199	3.605					1.00	-3.01	2.814
43	34.499	3.605					1.00	-0.97	0.783
44	36.224	3.605					1.00	-0.16	-0.027
45	36.787	0.000			32	14678			0.000
46	36.793	1.802							0.000
47	36.799	3.315							0.000
50	36.800	4.000	0	-144					0.000
51	39.100	5.073							0.000
52	41.400	4.000	0	-144					0.000
53	43.700	5.073							0.000
54	46.000	4.000	0	-144					0.000
55	48.300	5.073							0.000
56	50.600	4.000	0	-144					0.000
57	52.900	5.073							0.000
48	36.800	3.605					1.00	-0.19	0.000
58	37.374	3.605					1.00	-0.40	0.217
59	39.099	3.605					1.00	-1.93	1.744
60	41.399	3.605					1.00	-4.83	4.641
61	43.699	3.605					1.00	-7.22	7.027
62	45.999	3.605	0	-1200			1.00	-8.07	7.882
63	48.299	3.605					1.00	-6.99	6.795
64	50.599	3.605					1.00	-4.46	4.270
65	52.899	3.605					1.00	-1.61	1.419
66	54.624	3.605					1.00	-0.30	0.105
67	55.187	0.000			9	15480			0.000
68	55.193	1.802							0.000
69	55.199	3.315							0.000
72	55.200	4.000	0	-144					0.000

73	57.500	5.073								0.000
74	59.800	4.000	0	-144						0.000
75	62.100	5.073								0.000
76	64.400	4.000	0	-144						0.000
77	66.700	5.073								0.000
78	69.000	4.000	0	-144						0.000
79	71.300	5.073								0.000
70	55.200	3.605						1.00	-0.20	0.000
80	55.774	3.605						1.01	-0.31	0.110
81	57.499	3.605						1.01	-1.63	1.432
82	59.799	3.605						1.01	-4.48	4.283
83	62.099	3.605						1.01	-6.99	6.801
84	64.399	3.605	0	-1200				1.01	-8.07	7.878
85	66.699	3.605						1.01	-7.20	7.012
86	68.999	3.605						1.01	-4.81	4.621
87	71.299	3.605						1.01	-1.92	1.728
88	73.024	3.605						1.01	-0.40	0.212
89	73.587	0.000			-21	14680				0.000
90	73.593	1.802								0.000
91	73.599	3.315								0.000
94	73.600	4.000	0	-144						0.000
95	75.900	5.073								0.000
96	78.200	4.000	0	-144						0.000
97	80.500	5.073								0.000
98	82.800	4.000	0	-144						0.000
99	85.100	5.073								0.000
100	87.400	4.000	0	-144						0.000
101	89.700	5.073								0.000
92	73.600	3.605						1.01	-0.19	0.000
102	74.174	3.605						1.01	-0.17	-0.020
103	75.899	3.605						1.01	-0.99	0.802
104	78.199	3.605						1.01	-3.03	2.838
105	80.499	3.605						1.01	-4.74	4.540
106	82.799	3.605	0	-1200				1.01	-5.18	4.980
107	85.099	3.605						1.01	-4.05	3.840
108	87.399	3.605						1.01	-1.93	1.719
109	89.699	3.605						1.01	-0.04	-0.179
110	91.424	3.605						1.01	0.14	-0.360
111	91.987	0.000			122	17175				0.000
112	91.993	1.802								0.000
113	91.999	3.315								0.000
116	92.000	4.000	0	-144						0.000
117	94.300	5.073								0.000
118	96.600	4.000	0	-144						0.000
119	98.900	5.073								0.000
120	101.200	4.000	0	-144						0.000
121	103.500	5.073								0.000
122	105.800	4.000	0	-144						0.000
123	108.100	5.073								0.000
114	92.000	3.605						1.01	-0.22	0.000
124	92.574	3.605						1.01	-0.84	0.624
125	94.299	3.605						1.01	-3.91	3.713
126	96.599	3.605						1.01	-9.34	9.154
127	98.899	3.605						1.01	-14.25	14.089
128	101.199	3.605	0	-1200				1.01	-17.08	16.931
129	103.499	3.605						1.01	-16.83	16.700
130	105.799	3.605						1.01	-13.44	13.331
131	108.099	3.605						1.01	-7.47	7.370
132	109.824	3.605						1.01	-1.98	1.893
133	110.387	0.000			-445	6067				0.000
134	110.393	1.802								0.000
135	110.399	3.315								0.000
136	110.400	3.605								0.000
137	110.401	3.895								
138	110.400	4.000	0	-72				1.01	-0.08	

Tabel 3.13.2.5: Staafbelastingen, momenten, normaal- en dwarskrachten

Staaf nr.	Profiel	X-as [N/m]	Y-as [N/m]	B E G I N Normaal [N]	Dwarskr [N]	Moment [Nm]	E I N D Normaal [N]	Dwarskr [N]	Moment [Nm]
		Horizontaal	Verticaal						
1	RHBK100*100*3.			-6046	-376	139	-6046	-376	-539
2	RHBK100*100*3.			-6047	-370	-539	-6047	-370	-1099

3	RHBK100*100*3.			-6046	-376	-1099	-6046	-376	-1208
4	RHBK100*100*3.			-460	-421	167	-460	-421	45
5	RHBK100*100*3.			-454	-427	45	-454	-427	-0
6	RHBK120*60*3.0			-917	-1	0	-917	-1	-0
7	RHBK120*60*3.0			-917	5	-2	-917	5	0
8	RHBK120*60*3.0			-917	12	-5	-917	12	-0
9	Roede dek	-64.3	-138.0	-546	172	0	-383	-179	-9
10	Roede dek	64.3	-138.0	-383	179	-9	-546	-172	0
11	Roede dek	-64.3	-138.0	-550	170	0	-387	-180	-13
12	Roede dek	64.3	-138.0	-387	180	-13	-550	-170	0
13	Roede dek	-64.3	-138.0	-548	171	0	-385	-179	-11
14	Roede dek	64.3	-138.0	-385	179	-11	-548	-171	0
15	Roede dek	-64.3	-138.0	-540	175	0	-377	-176	-1
16	Roede dek	64.3	-138.0	-377	176	-1	-540	-175	0
17	1e tralie	0.0	-562.6	27	5587	-1375	27	5264	1737
18	1e tralie	0.0	-562.6	27	5264	1737	27	4294	9981
19	1e tralie	0.0	-562.6	27	4294	9981	27	3000	18368
20	1e tralie	0.0	-562.6	31	2083	18368	31	789	21671
21	1e tralie	0.0	-562.6	31	789	21671	31	-505	21997
22	1e tralie	0.0	-562.6	28	-2622	22000	28	-3916	14482
23	1e tralie	0.0	-562.6	28	-3916	14482	28	-5210	3988
24	1e tralie	0.0	-562.6	20	-6126	3992	20	-7420	-11586
25	1e tralie	0.0	-562.6	20	-7420	-11586	20	-8391	-25223
26	1e tralie	0.0	-562.6	20	-8391	-25223	20	-8715	-30152
27	RHBK100*100*3.			-17185	151	-92	-17185	151	180
28	RHBK100*100*3.			-17185	166	180	-17185	166	430
29	RHBK100*100*3.			-17185	151	430	-17185	151	474
30	RHBK100*100*3.			-917	4	-0	-917	4	1
31	RHBK100*100*3.			-917	-8	1	-917	-8	0
32	RHBK120*60*3.0			-917	-4	2	-917	-4	-0
33	RHBK120*60*3.0			-917	2	-1	-917	2	0
34	RHBK120*60*3.0			-917	9	-3	-917	9	-0
35	Roede dek	-64.3	-138.0	-539	175	0	-376	-175	-0
36	Roede dek	64.3	-138.0	-376	175	-0	-539	-175	0
37	Roede dek	-64.3	-138.0	-545	172	0	-382	-178	-8
38	Roede dek	64.3	-138.0	-382	178	-8	-545	-172	0
39	Roede dek	-64.3	-138.0	-546	172	0	-383	-178	-9
40	Roede dek	64.3	-138.0	-383	178	-9	-546	-172	0
41	Roede dek	-64.3	-138.0	-541	174	0	-378	-176	-2
42	Roede dek	64.3	-138.0	-378	176	-2	-541	-174	0
43	2e tralie	0.0	-562.6	112	7554	-29678	112	7231	-25437
44	2e tralie	0.0	-562.6	112	7231	-25437	112	6260	-13801
45	2e tralie	0.0	-562.6	112	6260	-13801	112	4966	-890
46	2e tralie	0.0	-562.6	119	4050	-892	119	2756	6934
47	2e tralie	0.0	-562.6	119	2756	6934	119	1462	11784
48	2e tralie	0.0	-562.6	120	-655	11785	120	-1949	8791
49	2e tralie	0.0	-562.6	120	-1949	8791	120	-3243	2820
50	2e tralie	0.0	-562.6	114	-4160	2824	114	-5454	-8231
51	2e tralie	0.0	-562.6	114	-5454	-8231	114	-6424	-18476
52	2e tralie	0.0	-562.6	114	-6424	-18476	114	-6748	-22272
53	RHBK100*100*3.			-14678	17	-33	-14678	17	-3
54	RHBK100*100*3.			-14678	30	-3	-14678	30	42
55	RHBK100*100*3.			-14678	17	42	-14678	17	46
56	RHBK100*100*3.			-917	3	0	-917	3	1
57	RHBK100*100*3.			-917	-9	1	-917	-9	-0
58	RHBK120*60*3.0			-917	-3	1	-917	-3	0
59	RHBK120*60*3.0			-917	3	-1	-917	3	-0
60	RHBK120*60*3.0			-917	10	-4	-917	10	-0
61	Roede dek	-64.3	-138.0	-541	174	0	-378	-176	-3
62	Roede dek	64.3	-138.0	-378	176	-3	-541	-174	0
63	Roede dek	-64.3	-138.0	-547	171	0	-383	-179	-9
64	Roede dek	64.3	-138.0	-383	179	-9	-547	-171	0
65	Roede dek	-64.3	-138.0	-546	172	0	-383	-179	-9
66	Roede dek	64.3	-138.0	-383	179	-9	-546	-172	0
67	Roede dek	-64.3	-138.0	-540	174	0	-377	-176	-2
68	Roede dek	64.3	-138.0	-377	176	-2	-540	-174	0
69	middentralie	0.0	-562.6	82	7013	-22225	82	6690	-18295
70	middentralie	0.0	-562.6	82	6690	-18295	82	5720	-7591
71	middentralie	0.0	-562.6	82	5720	-7591	82	4426	4075
72	middentralie	0.0	-562.6	88	3509	4074	88	2215	10656
73	middentralie	0.0	-562.6	88	2215	10656	88	921	14263
74	middentralie	0.0	-562.6	88	-1196	14264	88	-2490	10026
75	middentralie	0.0	-562.6	88	-2490	10026	88	-3784	2811
76	middentralie	0.0	-562.6	81	-4700	2815	81	-5994	-9484
77	middentralie	0.0	-562.6	81	-5994	-9484	81	-6965	-20661

78	middentralie	0.0	-562.6	81	-6965	-20661	81	-7289	-24769
79	RHBK100*100*3.			-15480	43	-45	-15480	43	33
80	RHBK100*100*3.			-15480	57	33	-15480	57	118
81	RHBK100*100*3.			-15480	43	118	-15480	43	131
82	RHBK100*100*3.			-917	3	0	-917	3	1
83	RHBK100*100*3.			-917	-8	1	-917	-8	0
84	RHBK120*60*3.0			-917	-3	1	-917	-3	-0
85	RHBK120*60*3.0			-917	3	-1	-917	3	-0
86	RHBK120*60*3.0			-917	9	-4	-917	9	-0
87	Roede dek	-64.3	-138.0	-541	174	0	-377	-176	-2
88	Roede dek	64.3	-138.0	-377	176	-2	-541	-174	0
89	Roede dek	-64.3	-138.0	-546	172	0	-383	-179	-9
90	Roede dek	64.3	-138.0	-383	179	-9	-546	-172	0
91	Roede dek	-64.3	-138.0	-547	171	0	-383	-179	-9
92	Roede dek	64.3	-138.0	-383	179	-9	-547	-171	0
93	Roede dek	-64.3	-138.0	-541	174	0	-378	-176	-3
94	Roede dek	64.3	-138.0	-378	176	-3	-541	-174	0
95	middentralie	0.0	-562.6	73	7275	-24638	73	6952	-20557
96	middentralie	0.0	-562.6	73	6952	-20557	73	5981	-9402
97	middentralie	0.0	-562.6	73	5981	-9402	73	4688	2867
98	middentralie	0.0	-562.6	80	3771	2866	80	2477	10050
99	middentralie	0.0	-562.6	80	2477	10050	80	1183	14259
100	middentralie	0.0	-562.6	80	-934	14260	80	-2228	10624
101	middentralie	0.0	-562.6	80	-2228	10624	80	-3522	4012
102	middentralie	0.0	-562.6	74	-4439	4016	74	-5732	-7681
103	middentralie	0.0	-562.6	74	-5732	-7681	74	-6703	-18407
104	middentralie	0.0	-562.6	74	-6703	-18407	74	-7027	-22363
105	RHBK100*100*3.			-14680	70	-56	-14680	70	69
106	RHBK100*100*3.			-14680	82	69	-14680	82	194
107	RHBK100*100*3.			-14680	70	194	-14680	70	214
108	RHBK100*100*3.			-917	3	-0	-917	3	1
109	RHBK100*100*3.			-917	-8	1	-917	-8	0
110	RHBK120*60*3.0			-917	-3	1	-917	-3	-0
111	RHBK120*60*3.0			-917	4	-1	-917	4	-0
112	RHBK120*60*3.0			-917	10	-4	-917	10	0
113	Roede dek	-64.3	-138.0	-541	174	0	-378	-176	-2
114	Roede dek	64.3	-138.0	-378	176	-2	-541	-174	0
115	Roede dek	-64.3	-138.0	-546	172	0	-383	-178	-9
116	Roede dek	64.3	-138.0	-383	178	-9	-546	-172	0
117	Roede dek	-64.3	-138.0	-545	172	0	-382	-178	-8
118	Roede dek	64.3	-138.0	-382	178	-8	-545	-172	0
119	Roede dek	-64.3	-138.0	-539	175	0	-376	-175	-0
120	Roede dek	64.3	-138.0	-376	175	-0	-539	-175	0
121	2e tralie	0.0	-562.6	94	6736	-22149	94	6414	-18377
122	2e tralie	0.0	-562.6	94	6414	-18377	94	5443	-8151
123	2e tralie	0.0	-562.6	94	5443	-8151	94	4149	2880
124	2e tralie	0.0	-562.6	100	3232	2879	100	1938	8826
125	2e tralie	0.0	-562.6	100	1938	8826	100	645	11796
126	2e tralie	0.0	-562.6	99	-1472	11798	99	-2766	6923
127	2e tralie	0.0	-562.6	99	-2766	6923	99	-4060	-927
128	2e tralie	0.0	-562.6	92	-4977	-923	92	-6271	-13858
129	2e tralie	0.0	-562.6	92	-6271	-13858	92	-7241	-25512
130	2e tralie	0.0	-562.6	92	-7241	-25512	92	-7565	-29778
131	RHBK100*100*3.			-17175	-65	2	-17175	-65	-115
132	RHBK100*100*3.			-17175	-50	-115	-17175	-50	-191
133	RHBK100*100*3.			-17175	-65	-191	-17175	-65	-210
134	RHBK100*100*3.			-917	2	0	-917	2	1
135	RHBK100*100*3.			-917	-9	1	-917	-9	-0
136	RHBK120*60*3.0			-917	-6	2	-917	-6	0
137	RHBK120*60*3.0			-917	1	-0	-917	1	-0
138	RHBK120*60*3.0			-917	7	-3	-917	7	-0
139	Roede dek	-64.3	-138.0	-540	175	0	-377	-176	-1
140	Roede dek	64.3	-138.0	-377	176	-1	-540	-175	0
141	Roede dek	-64.3	-138.0	-548	171	0	-385	-179	-11
142	Roede dek	64.3	-138.0	-385	179	-11	-548	-171	0
143	Roede dek	-64.3	-138.0	-550	170	0	-387	-180	-13
144	Roede dek	64.3	-138.0	-387	180	-13	-550	-170	0
145	Roede dek	-64.3	-138.0	-546	172	0	-383	-179	-9
146	Roede dek	64.3	-138.0	-383	179	-9	-546	-172	0
147	1e tralie	0.0	-562.6	-29	8693	-29988	-29	8370	-25094
148	1e tralie	0.0	-562.6	-29	8370	-25094	-29	7400	-11493
149	1e tralie	0.0	-562.6	-29	7400	-11493	-29	6106	4038
150	1e tralie	0.0	-562.6	-21	5189	4036	-21	3895	14482
151	1e tralie	0.0	-562.6	-21	3895	14482	-21	2601	21952
152	1e tralie	0.0	-562.6	-18	484	21952	-18	-810	21578

153	1e tralie	0.0	-562.6	-18	-810	21578	-18	-2104	18228
154	1e tralie	0.0	-562.6	-22	-3020	18231	-22	-4314	9796
155	1e tralie	0.0	-562.6	-22	-4314	9796	-22	-5285	1516
156	1e tralie	0.0	-562.6	-22	-5285	1516	-22	-5609	-1623
157	RHBK100*100*3.			-6066	465	-229	-6066	465	610
158	RHBK100*100*3.			-6065	470	610	-6065	470	1321
159	RHBK100*100*3.			-6066	465	1321	-6066	465	1456
160	RHBK100*100*3.			-457	424	-167	-457	424	-44
161	RHBK100*100*3.			-462	418	-44	-462	418	0

3.13.3 De krachtsverdeling in de tralies van de middenvelden:

Tabel 3.13.3.1: Momentenlijn, normaal- en dwarskrachtenlijn.

Positie	Momentenlijn	Normaal-krachtenlijn	Dwars-krachtenlijn
x in [m]	M(x) in [Nm]	N(x) in [N]	Q(x) in [N]
begin - eind	(+ = U/- =)	(+ = trek)	(+ = ~~~___)
36.80 - 41.40	-22225 4075	82 82	7013 4426
41.40 - 46.00	4074 14263	88 88	3509 921
46.00 - 50.60	14264 2811	88 88	-1196 -3784
50.60 - 55.20	2815 -24769	81 81	-4700 -7289
55.20 - 59.80	-24638 2867	73 73	7275 4688
59.80 - 64.40	2866 14259	80 80	3771 1183
64.40 - 69.00	14260 4012	80 80	-934 -3522
69.00 - 73.60	4016 -22363	74 74	-4439 -7027

3.13.3.1 Controle van de stijfheid van de tralie:

De toelaatbare doorbuiging van alle tralieliggers wordt bepaald per tralie:
- uvtoel = 18400 / 250 < 30.0 mm, dus: uvtoel = 30.0 mm

Uit de U-lijn is de maximale doorbuiging:
- doorbuiging umax = -17.12 mm

- Controle van de tralies van de middenvelden:
  Doorbuiging: |-17.1 | mm < 30.0 mm, dus: voldoet.
  bij B.C.5: c12) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

3.13.3.2 Controle van de bovenrand:

3.13.3.2 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de bovenrand:

- De normaalkracht in de bovenrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = -M/0.5800 + N/2 (voor N en M, zie 3.13.3.1)
    met: Effectieve spanthoogte: 580.0 mm

Tabel 3.13.32: Normaalkrachtenverloop in de bovenrand.

Plaats	Normaalkracht in [N] (trek = positief)	Systeem-lengte
x in [m]	Spant	[mm]
36.80 - 41.40	38360 -6986	4599
41.40 - 46.00	-6980 -24547	4600
46.00 - 50.60	-24549 -4803	4600
50.60 - 55.20	-4813 42745	4601
55.20 - 59.80	42516 -4907	4599
59.80 - 64.40	-4901 -24545	4600
64.40 - 69.00	-24546 -6877	4600
69.00 - 73.60	-6887 38594	4601

3.13.3.2 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Tabel 3.13.3.2:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de bovenrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-bepaling begin-eind	Normaalkrachten (trek = positief) [N] "begin"	"einde"	Rand-voor-waar-den	Mouty fact. ß m	Knfct staaf-lengte ß m×ß n	Knik-lengte [mm]	Klasse	Sterkte UC	Stab. UC
36.80-41.40	38360	-6986	m-z	0.653	0.432	1987	1	0.03	0.04
41.40-46.00	-6980	-24547	z-z	0.652	0.532	2448	1	0.11	0.15
46.00-50.60	-24549	-4803	z-z	0.652	0.515	2370	1	0.11	0.15
50.60-55.20	-4813	42745	z-m	0.653	0.432	1988	1	0.02	0.03
55.20-59.80	42516	-4907	m-z	0.653	0.432	1987	1	0.02	0.03
59.80-64.40	-4901	-24545	z-z	0.652	0.516	2374	1	0.11	0.15
64.40-69.00	-24546	-6877	z-z	0.652	0.531	2444	1	0.11	0.15
69.00-73.60	-6887	38594	z-m	0.653	0.432	1988	1	0.03	0.04

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (0.73 - 0.2)*(|-24547 |/(0.707 *229893 /1.0)) = 0.97
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-24547 |/(0.707 *229893 /1.0)) = 1.01
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(0.97   , 1.01   ) = 0.97
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.58

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-24547 |/(0.707 *229893 /1.0)+0.97 *|0.0 |/(1.00*5873.1 /1.0)
           = 0.151 + 0.000 = 0.151
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-24547 |/(0.859 *229893 /1.0)+0.58 *|0.0 |/(1.00*5873.1 /1.0)
           = 0.124 + 0.000 = 0.124

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.151 , 0.124) = 0.151

- controle: 0.15 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.13.3.2 Stabiliteitscontrole in het vlak:

- Nabij de zwevende goten:

  - Maatgevende normaaldrukkracht: Ndmax = -24549 N

  - Kniklengte: lky = 0.80 * lveld = 0.80 * 1150 = 920 mm
    (lky > lveld/2, omdat de kortere velden, de langere velden steunen.)
  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (0.47 - 0.2)*(|-24549 |/(0.859 *229893 /1.0)) = 0.93
  Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-24549 |/(0.859 *229893 /1.0)) = 0.99
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.93   , 0.99   ) = 0.93
  Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.56

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-24549 |/(0.859 *229893 /1.0)+0.93 *|0.0 |/(1.00*3961.1 /1.0)
           = 0.124 + 0.000 = 0.124
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-24549 |/(0.962 *229893 /1.0)+0.56 *|0.0 |/(1.00*3961.1 /1.0)
           = 0.111 + 0.000 = 0.111

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.124 , 0.111) = 0.124

- controle: 0.12 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.13.3.2 Doorsnede-controle van de bovenrand:

           |NEd| |-24549 |
- UCDruk = ----- = --------- = 0.11
           Nc.Rd   229893

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 42745   N

           |NEd| |42745 |
- UCTrek = ----- = --------- = 0.19
           Nc.Rd   229893

Trek is maatgevend.

- Controle: 0.19 < 1.00, dus de treksterkte voldoet.

Conclusie:
- Bovenrand (RHBK100*50*3.0) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.5: c12) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

3.13.3.3 Controle van de onderrand:

3.13.3.3 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de onderrand:
(voor de achterliggende theorie wordt verwezen naar hoofdstuk 4)

Tabel 3.13.33: Normaalkrachtenverloop in de onderrand.
- De normaalkracht in de onderrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = M/0.5800 + N/2 (voor N en M, zie 3.13.3.1)
    met: Effectieve spanthoogte: 580.0 mm

Tabel 3.13.33: Normaalkrachtenverloop in de onderrand.

Plaats x in [m]	Normaalkracht in [N] (trek = positief) Spant	Systeem-lengte [mm]
36.80 - 41.40	-38278 7068	4599
41.40 - 46.00	7069 24635	4600
46.00 - 50.60	24637 4891	4600
50.60 - 55.20	4894 -42664	4601
55.20 - 59.80	-42443 4980	4599
59.80 - 64.40	4981 24624	4600
64.40 - 69.00	24626 6957	4600
69.00 - 73.60	6960 -38520	4601

3.13.3.3 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Tabel 3.13.3.3:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de onderrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-bepaling begin-eind	Normaalkrachten (trek = positief) [N] "begin"	"einde"	Rand-voor-waar-den	Mouty fact. ß m	Knfct staaf-lengte ß m×ß n	Knik-lengte [mm]	Klasse /PlPerc	Sterkte UC	Stab. UC
36.80-41.40	-38278	7068	m-z	0.666	0.444	2044	1	0.17	0.21
50.60-55.20	4894	-42664	z-m	0.666	0.460	2119	1	0.19	0.24
55.20-59.80	-42443	4980	m-z	0.666	0.460	2115	1	0.18	0.24
69.00-73.60	6960	-38520	z-m	0.666	0.445	2049	1	0.17	0.22

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
       = 0.90 * (1.0 + (0.63 - 0.2)*(|-42664 |/(0.767 *229893 /1.0)) = 0.99
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
       = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-42664 |/(0.767 *229893 /1.0)) = 1.07
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(0.99 , 1.07) = 0.99
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.60

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-42664 |/(0.767 *229893 /1.0)+0.99 *|0.0 |/(1.00*5873.1 /1.0)
           = 0.242 + 0.000 = 0.242
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-42664 |/(0.791 *229893 /1.0)+0.60 *|0.0 |/(1.00*5873.1 /1.0)
           = 0.235 + 0.000 = 0.235

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.242 , 0.235) = 0.242

- controle: 0.24 < 0.95, dus de stabiliteit voldoet.

3.13.3.3 Stabiliteitscontrole in het vlak (nabij de kolom-aansluitingen):

- Maatgevend: Ndmax = N + |Q|/tan(alfa) = -42664 + |-7289 |/tan(42.7) = -34756 N
  (N.B.: 1e drukdiagonaal reduceert de normaaldrukkracht in de onderrand)

- Kniklengte: lky = 1.00*lveld = 1.00 * 1150 = 1150 mm
  (lky = lveld, volgens NEN 3851 art. 2.5.6.2.c.)

  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.40 (het profiel is geschoord).
  M1 = 0.00 , M2 = 0.00 , Ms = 0.00 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.40 * (1.0 + (0.59 - 0.2)*(|-34756 |/(0.791 *229893 /1.0)) = 0.43
  Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.40 * (1.0 + 0.8*(|-34756 |/(0.791 *229893 /1.0)) = 0.46
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.43 , 0.46) = 0.43
  Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.26

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-34756 |/(0.791 *229893 /1.0)+0.43 *|0.0 |/(1.00*3961.1 /1.0)
           = 0.191 + 0.000 = 0.191
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-34756 |/(0.927 *229893 /1.0)+0.26 *|0.0 |/(1.00*3961.1 /1.0)
           = 0.163 + 0.000 = 0.163

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.191 , 0.163) = 0.191

- controle: 0.19 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.13.3.3 Doorsnede-controle van de onderrand:

$$\text{- UCDruk} = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} = \frac{|-42664|}{229893} = 0.19$$

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 24637 N

$$\text{- UCTrek} = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} = \frac{|24637|}{229893} = 0.11$$

Druk is maatgevend.

- Controle: 0.19 < 1.00, dus de druksterkte voldoet.

Conclusie:
- Onderrand (RHBK100*50*3.0) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.5: c12) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

3.13.3.4 Controle van de diagonalen:

3.13.3.4 Controle van de drukdiagonalen:

Gezien de toepassing spitst de controle van de drukdiagonalen zich toe
op de eindkappen van de tralies, d.w.z. tussen kopplaat en 1e zwevende goten.

- Controle op druk (bij neerwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qddmaxd = -7275   N (zie tabel 3.13.3.1)
    (+ = druk in drukdiagonaal)
    Extra dwarskracht i.v.m. mogelijke positie transportlast in eerste
    diagonaalveld in plaats van het midden van de overspanning.
    Vert.puntlast: Fpunt = 1.20 * max(0   , 1000) + 1.20 * 0   = 1200   N

$$\text{- Res.diag.drukkracht: } N_{ddiagd} = \frac{Q_{ddmaxd} - F_{punt}/2}{\sin(\alpha)} = \frac{-7275 - 1200/2}{\sin(42.7)} = -11619 \text{ N}$$

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$UC_{sterkte} = \frac{|N_{Ed}|}{N_{c.Rd}} = \frac{|10755|}{84071} = 0.207$$

  controle: 0.207 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
  Profiel alleen op trek belast, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie:
- Drukdiagonalen (RHBK50*30*2.0 mm) voldoen qua trek/druk
  bij B.C.5: c12) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

3.13.3.4 Controle van de trekdiagonalen:

Er wordt vanuit gegaan, dat de trekdiagonalen als zodanig worden toegepast in
de eindkappen en als trek- en drukdiagonalen in eventuele middenkappen.

- Controle op trek (in de eindkappen bij neerwaartse belasting en evt. in de middenkappen
  bij opwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qtdmaxt = 7275 N (zie tabel 3.13.3.1)
    (+ = trek in trekdiagonaal)

$$\text{Res.diag.trekkracht: } N_{tdiagt} = \frac{Q_{tdmaxt}+F_{punt}/2}{\sin(\alpha)} = \frac{7275 + 1200/2}{\sin(42.7)} = 11619 \text{ N}$$

 - Sterkte: Capaciteit trekdiagonaal: Ftdiagt = 51938 N (zie 4.4)

$$UC_{sterkte} = \frac{|N_{Ed}|}{F_{tdiagt}} = \frac{|11619|}{51938} = 0.224$$

  - UC-Trek : 0.224 < 1.00, dus trekdiagonaal voldoet.

- Controle op druk (in de eindkappen bij opwaartse belasting en evt. in de middenkappen
  bij neerwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qtdmaxd = 7289 N (zie tabel 3.13.3.1)
    (+ = druk in trekdiagonaal)

$$\text{Res. diagonaaldrukkracht: } N_{tdiagd} = \frac{-Q_{tdmaxd}}{\sin(\alpha)} = \frac{-7289}{\sin(42.7)} = -10755 \text{ N}$$

 - Sterkte: Capaciteit trekdiagonaal: Ftdiagd = 70220 N (zie 4.4)

$$UC_{sterkte} = \frac{|N_{Ed}|}{F_{tdiagd}} = \frac{|10755|}{70220} = 0.153$$

  - UC-Druk : 0.153 < 1.00, dus trekdiagonaal voldoet.

Conclusie:
- Trekdiagonalen (RHBK50*30*2.0 mm) voldoen qua trek/druk
  bij B.C.5: c12) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

3.13.3.4 Controle van de (las)verbindingen:

	Drukdiagonaal		Trekdiagonaal	
	Nd = -11619 N		Nd = - 10755 N	
	Nt = 10755 N		Nt = 11619 N	
	Fstev = 7908 N		Fstev = 8543 N	
	Fstlo = 7289 N		Fstlo = 7875 N	
	Msdt = 0.00 Nm		Msdt = 0.00 Nm	
	Fsdev = 8543 N		Fsdev = 7908 N	
	bovenrand	onderrand	bovenrand	onderrand
Tau1	19.41 N/mm²	19.41 N/mm²	20.97 N/mm²	20.97 N/mm²
Tau2	29.78 N/mm²	29.78 N/mm²	32.17 N/mm²	32.17 N/mm²
Sgm1	19.41 N/mm²	19.41 N/mm²	20.97 N/mm²	20.97 N/mm²
SgmWst	37.27 N/mm²	37.27 N/mm²	40.26 N/mm²	40.26 N/mm²
UC1	0.18	0.18	0.19	0.19
UC2	0.07	0.07	0.07	0.07
SgmWsd	32.17 N/mm²	32.17 N/mm²	29.78 N/mm²	29.78 N/mm²
UC3	0.15	0.15	0.14	0.14
Nt1	55249 N	55249 N	55249 N	55249 N
knd	1.00	1.00	1.00	1.00
Nd1	55249 N	55249 N	55249 N	55249 N
UCt1	0.19	0.19	0.21	0.21
UCd1	0.21	0.21	0.19	0.19
UClas	0.18	0.18	0.19	0.19
UCdia	0.21	0.21	0.21	0.21
UCgeo	0.78	0.78	0.78	0.78
UClas	0.18		0.19	
UCdia	0.83		0.83	

Conclusie:
- Lassen: UClas = 0.19 <= 1.00 dus: voldoen
- Aansluitingen: UCdia = 0.83 <= 1.00 dus: voldoen

Eindconclusie:
- Aansluiting diagonalen voldoet
  bij B.C.5: c12) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

3.13.3.4 Controle van de gootverticaal
- Veerstijfheid van de aansluiting van de bovenrand-goot "uit het vlak":
  Hoekverdraaiing door torsie onderrand:

$$V1 = \frac{kap}{Gbr * Itor * 2} = \frac{4600}{80769 * 853355 * 2} = 33.37 \quad *10\text{-}9\ 1/Nmm$$

  Hoekverdraaiing door gootverticaal (goot):

$$V2 = \frac{hspant}{2 * Egv * Igv} = \frac{630}{2 * 210000 * 1083901} = 1.38 \quad *10\text{-}9\ 1/Nmm$$

  Hoekverdraaiing door inklemming (onderrand):

$$V3 = \frac{hspant}{Egv * Igv} = \frac{630}{210000 * 1083901} = 2.77 \quad *10\text{-}9\ 1/Nmm$$

  Hoekverdraaiing door gootverticaal (buiging):

$$V4 = \frac{hspant}{3 * Egv * Igv} = \frac{630}{3 * 210000 * 1083901} = 0.92 \quad *10\text{-}9\ 1/Nmm$$

  Hoekverdraaiing door gootverticaal (bovenrand):

$$V5 = \frac{vspant}{2 * Egv * Igv} = \frac{80}{2 * 210000 * 1083901} = 0.18 \quad *10\text{-}9\ 1/Nmm$$

  Hoekverdraaiing door opzetkolom (buiging):

$$V6 = \frac{vspant}{3 * Egv * Igv} = \frac{80}{3 * 210000 * 1083901} = 0.42 \quad *10\text{-}9\ 1/Nmm$$

  Moment bij bovenrand

$$M0 = \frac{(V3+V6-V2)*hspant*vspant^2 - V4*vspant*hspant^2 + V5*hspant3}{(V1+V4+v5)*hspant^2 + (V1+V3+v6)*vspant^2 + (2*V1+V2)*vspant*hspant} = 1.3 \quad Nm$$

  Geeft de veerstijfheid ter plaatse van de bovenrand:

$$kbr = \frac{vspant + hspant}{V4*vspant*hspant^2 - V5*hspant3 + [(V4+V5+V1)*hspant^2 + V1*vspant*hspant]*M0}$$

  kbr = 148526.4 N/mm

  Vereiste kritische veerstijfheid: kcr = 196.9 N/mm

- Controle: 148526.4 N/mm > 196.9 N/mm, dus veerstijfheid voldoet.

- Controle op knik:
  - Maatgevende verticale kracht: Ngv = Fvg = -917 N
  - Capaciteit van de verticaal : Fgvertd = 229432 N (zie 4.6)

- Controle: |-917 | N < 229432 N, dus gootverticaal voldoet.

Conclusie:
- Gootverticaal voldoet qua sterkte/stabiliteit en stijfheid
  bij B.C.5: c12) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

3.13.3.5 Controle van de bouten van de spant-kolom-aansluiting:

Controle van de krachten op de bout(en) bij de bovenrand:

Tabel 3.13.3.5.1: Belastingen bij bovenrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,br [N]	Fs,br [N]	Fi,br [N]
36.80	-22225	82	7013	41605	3506	41900
55.20	-24769	81	-7289	46362	-3645	46648
55.20	-24638	73	7275	46113	3637	46399
73.60	-22363	74	-7027	41859	-3514	42153

Gegevens van de eindplaat bij de bovenrand:
- Aantal bouten bij de bovenrand: nbb = 1
- Momenten-arm bij bovenrand: hbbout = 535 mm
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Normaalkracht: $Ft = \frac{Nt}{2 * nbb} - \frac{M}{hbbout}$ met Ft >= 0 N
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * Q
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,br max = 46648 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbtb max = 282240 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 46648 N < 282240 N, dus bout bij bovenrand (M20-8.8) voldoet.
bij B.C.5: c12) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

Controle van de krachten op de bout(en) bij de onderrand:

Tabel 3.13.3.5.2: Belastingen bij onderrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,or [N]	Fs,or [N]	Fi,or [N]
36.80	-22225	82	7013	0	3506	4959
55.20	-24769	81	-7289	0	-3645	5154
55.20	-24638	73	7275	0	3637	5144
73.60	-22363	74	-7027	0	-3514	4969

Gegevens van de eindplaat bij de onderrand:
- Aantal bouten bij de onderrand: nbo = 1
- Momenten-arm bij onderrand: hobout = 535 mm
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Normaalkracht: $Ft = \frac{Nt}{2 * nbo} + \frac{M}{hobout}$ met Ft >= 0 N
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * Q
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,or max = 5154 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbto max = 282240 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 5154 N < 282240 N, dus bout bij onderrand (M20-8.8) voldoet.
bij B.C.5: c12) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

3.13.3.5 Controle van de eindplaat op pons:

Bij de boutverbinding van de bovenrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxb = 46.4 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capb = 423 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 46.4 kN < 423 kN, dus eindplaat (ST120*15.0) voldoet
zonder onderlegring bij de bovenste bout
bij B.C.5: c12) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

Bij de boutverbinding van de onderrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxo = 0.0 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capo = 423 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0.0 kN < 423 kN, dus eindplaat (ST120*15.0) voldoet
zonder onderlegring bij de onderste bout
bij B.C.5: c12) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

3.13.3.5 Controle van de eindplaat op buiging:

Tabel 3.13.3.5.4.1: Belastingen van de eindplaat van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Normaal-kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ftrb [N]	Ftro [N]
36.80	-22225	82	7013	38360	0
55.20	-24769	81	-7289	42745	0
55.20	-24638	73	7275	42516	0
73.60	-22363	74	-7027	38594	0

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de bovenrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftrb = \frac{N + sn*Q}{2} - \frac{M}{ht,eff} \text{ met } Ftrb>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftrb(max) * e = 0.5 * 42745 * 25.0 = 534 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 7533 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 534 Nm < 7533 Nm, dus eindplaat (ST120*15.0) voldoet
bij B.C.5: c12) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de onderrand:
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftro(max) * e = 0.5 * 0 * 25.0 = 0 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 7533 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0 Nm < 7533 Nm, dus eindplaat (ST120*15.0) voldoet
bij B.C.5: c12) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

De lasverbindingen tussen eindplaat met resp. de boven- en onderrand
zijn niet gecontroleerd.

3.13.3.6 Controle van de bouten van de koppelaansluiting:

Controle van de krachten op de bout(en) bij de bovenrand:

Tabel 3.13.3.6.1: Belastingen bij bovenrand van de koppelaansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,br [N]	Fs,br [N]	Fi,br [N]
43.70	10656	88	2215	0	1107	1566
43.70	10656	88	2215	0	1107	1566
48.30	10026	88	-2490	0	-1245	1761
48.30	10026	88	-2490	0	-1245	1761
62.10	10050	80	2477	0	1238	1751
62.10	10050	80	2477	0	1238	1751
66.70	10624	80	-2228	0	-1114	1575
66.70	10624	80	-2228	0	-1114	1575

Gegevens van de koppelplaat bij de bovenrand:
- Aantal bouten bij de bovenrand: nbb = 1
- Momenten-arm bij bovenrand: hbbout = 597 mm
- Teken dwarskracht bij eindpositie sn=+1 en bij beginpositie sn=-1

$$\text{- Normaalkracht: } Ft = \frac{N + sn*Q}{2 * nbb} - \frac{M}{hbbout} \text{ met } Ft >= 0N$$

- Schuifkracht: $Fs = 0.5 * -N - sn*Q$
- Ideële kracht: $Fi = (Ft^2 + 2*Fs^2)0.5$
- Maximale optredende kracht: Fi,br max = 1761 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbtb max = 180864 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 1761 N < 180864 N, dus bout bij bovenrand (M16-8.8) voldoet.
bij B.C.5: c12) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

Controle van de krachten op de bout(en) bij de onderrand:

Tabel 3.13.3.6.2: Belastingen bij onderrand van de koppelaansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,or [N]	Fs,or [N]	Fi,or [N]
43.70	10656	88	2215	9337	1107	9467
43.70	10656	88	2215	9337	1107	9467
48.30	10026	88	-2490	9929	-1245	10084
48.30	10026	88	-2490	9929	-1245	10084
62.10	10050	80	2477	8708	1238	8882
62.10	10050	80	2477	8708	1238	8882
66.70	10624	80	-2228	10415	-1114	10534
66.70	10624	80	-2228	10415	-1114	10534

Gegevens van de koppelplaat bij de onderrand:
- Aantal bouten bij de onderrand: nbo = 2
- Momenten-arm bij onderrand: hobout = 1080 mm
- Teken dwarskracht bij eindpositie sn=+1 en bij beginpositie sn=-1

$$\text{- Normaalkracht: } Ft = \frac{N + sn*Q}{2 * nbo} + \frac{M}{hobout} \text{ met } Ft >= 0N$$

- Schuifkracht: $Fs = 0.5 * -N - sn*Q$
- Ideële kracht: $Fi = (Ft^2 + 2*Fs^2)0.5$
- Maximale optredende kracht: Fi,or max = 10534 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbto max = 180864 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 10534 N < 180864 N, dus bout bij onderrand (M16-8.8) voldoet.
bij B.C.5: c12) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

3.13.3.6 Controle van de koppelplaat op pons:
Bij de boutverbinding van de bovenrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxb = 0.0 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de koppelplaat: Fp,capb = 336 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0.0 kN < 336 kN, dus koppelplaat (ST100*15.0) voldoet
zonder onderlegring bij de bovenste bout
bij B.C.5: c12) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

Bij de boutverbinding van de onderrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxo = 10.4 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de koppelplaat: Fp,capo = 336 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 10.4 kN < 336 kN, dus koppelplaat (ST100*15.0) voldoet
zonder onderlegring bij de onderste bout
bij B.C.5: c12) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

3.13.3.6 Controle van de koppelplaat op buiging:

Tabel 3.13.3.6.4.1: Belastingen van de koppelplaat.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Normaal-kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ftrb [N]	Ftro [N]
43.70	10656	88	2215	0	17310
43.70	10656	88	2215	0	17310
48.30	10026	88	-2490	0	18574
48.30	10026	88	-2490	0	18574
62.10	10050	80	2477	0	16129
62.10	10050	80	2477	0	16129
66.70	10624	80	-2228	0	19471
66.70	10624	80	-2228	0	19471

Resulterende trekkracht in de koppelplaat bij de bovenrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftrb = \frac{N + sn*Q}{2} - \frac{M}{ht,eff} \quad \text{met } Ftrb>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de koppelplaat:
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftrb(max) * e = 0.5 * 0 * 25.0 = 0 Nm
- Capaciteit van de koppelplaat: Mp,cap = 3512 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0 Nm < 3512 Nm, dus koppelplaat (ST100*15.0) voldoet
bij B.C.5: c12) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

Resulterende trekkracht in de koppelplaat bij de onderrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftro = \frac{N + sn*Q}{2} + \frac{M}{ht,eff} \quad \text{met } Ftro>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de koppelplaat:
- Normaalkracht : Ftbout(2) = 10.4 * 530.0 /630.0 = 8.8 kN
- Normaalkracht : Ftbout(1) = 10.4 * 630.0 /630.0 = 10.4 kN
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * max(Ftbout(2) * e(2), Ftbout(1) * e(1))
= 0.5 * max(8.8 * 25 , 10.4 * 25) = 130 Nm
- Capaciteit van de koppelplaat: Mp,cap = 2363 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 130 Nm < 2363 Nm, dus koppelplaat (ST100*15.0) voldoet
bij B.C.5: c12) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

De lasverbindingen tussen koppelplaat met resp. de boven- en onderrand
zijn niet gecontroleerd.

3.13.4 De krachtsverdeling in de 2e rij tralies:

Tabel 3.13.4.1: Momentenlijn, normaal- en dwarskrachtenlijn.

Positie	Momentenlijn	Normaal-krachtenlijn	Dwars-krachtenlijn
x in [m]	M(x) in [Nm]	N(x) in [N]	Q(x) in [N]
begin - eind	(+ = U/- =)	(+ = trek)	(+ = ~~~___)
18.40 - 23.00	-29678 -890	112 112	7554 4966
23.00 - 27.60	-892 11784	119 119	4050 1462
27.60 - 32.20	11785 2820	120 120	-655 -3243
32.20 - 36.80	2824 -22272	114 114	-4160 -6748
73.60 - 78.20	-22149 2880	94 94	6736 4149
78.20 - 82.80	2879 11796	100 100	3232 645
82.80 - 87.40	11798 -927	99 99	-1472 -4060
87.40 - 92.00	-923 -29778	92 92	-4977 -7565

3.13.4.1 Controle van de stijfheid van de tralie:

De toelaatbare doorbuiging van alle tralieliggers wordt bepaald per tralie:
- uvtoel = 18400 / 250 < 30.0 mm, dus: uvtoel = 30.0 mm

Uit de U-lijn is de maximale doorbuiging:
- doorbuiging umax = -20.02 mm

- Controle van de 2e rij tralies:
  Doorbuiging: |-20.0 | mm < 30.0 mm, dus: voldoet.
  bij B.C.5: c12) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

3.13.4.2 Controle van de bovenrand:

3.13.4.2 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de bovenrand:

- De normaalkracht in de bovenrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = -M/0.5800 + N/2 (voor N en M, zie 3.13.4.1)
    met: Effectieve spanthoogte: 580.0 mm

Tabel 3.13.42: Normaalkrachtenverloop in de bovenrand.

Plaats	Normaalkracht in [N] (trek = positief)	Systeem-lengte
x in [m]	Spant	[mm]
18.40 - 23.00	51225 1591	4599
23.00 - 27.60	1597 -20258	4600
27.60 - 32.20	-20260 -4803	4600
32.20 - 36.80	-4811 38456	4601
73.60 - 78.20	38235 -4919	4599
78.20 - 82.80	-4914 -20288	4600
82.80 - 87.40	-20291 1647	4600
87.40 - 92.00	1637 51388	4601

3.13.4.2 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Tabel 3.13.4.2:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de bovenrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-bepaling begin-eind	Normaalkrachten (trek = positief) [N] "begin"	"einde"	Rand-voor-waar-den	Mouty fact. ß m	Knfct staaf-lengte ß m×ß n	Knik-lengte [mm]	Klasse	Sterkte UC	Stab. UC
23.00-27.60	1597	-20258	z-z	0.652	0.459	2112	1	0.09	0.11
27.60-32.20	-20260	-4803	z-z	0.652	0.523	2406	1	0.09	0.12
32.20-36.80	-4811	38456	z-m	0.653	0.432	1988	1	0.02	0.03
73.60-78.20	38235	-4919	m-z	0.653	0.432	1987	1	0.02	0.03
78.20-82.80	-4914	-20288	z-z	0.652	0.524	2411	1	0.09	0.12
82.80-87.40	-20291	1647	z-z	0.652	0.459	2109	1	0.09	0.11

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (0.72 - 0.2)*(|-20288 |/(0.713 *229893 /1.0)) = 0.96
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-20288 |/(0.713 *229893 /1.0)) = 0.99
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(0.96   , 0.99   ) = 0.96
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.57

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-20288 |/(0.713 *229893 /1.0)+0.96 *|0.0 |/(1.00*5873.1 /1.0)
           = 0.124 + 0.000 = 0.124
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-20288 |/(0.859 *229893 /1.0)+0.57 *|0.0 |/(1.00*5873.1 /1.0)
           = 0.103 + 0.000 = 0.103

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.124 , 0.103) = 0.124

- controle: 0.12 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.13.4.2 Stabiliteitscontrole in het vlak:

- Nabij de zwevende goten:

  - Maatgevende normaaldrukkracht: Ndmax = -20291 N

  - Kniklengte: lky = 0.80 * lveld = 0.80 * 1150 = 920 mm
    (lky > lveld/2, omdat de kortere velden, de langere velden steunen.)
  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (0.47 - 0.2)*(|-20291 |/(0.859 *229893 /1.0)) = 0.93
  Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-20291 |/(0.859 *229893 /1.0)) = 0.97
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.93   , 0.97   ) = 0.93
  Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.56

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-20291 |/(0.859 *229893 /1.0)+0.93 *|0.0 |/(1.00*3961.1 /1.0)
           = 0.103 + 0.000 = 0.103
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-20291 |/(0.962 *229893 /1.0)+0.56 *|0.0 |/(1.00*3961.1 /1.0)
           = 0.092 + 0.000 = 0.092

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.103 , 0.092) = 0.103

- controle: 0.10 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.13.4.2 Doorsnede-controle van de bovenrand:

           |NEd| |-20291 |
- UCDruk = ----- = --------- = 0.09
           Nc.Rd   229893

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 51388   N

           |NEd| |51388 |
- UCTrek = ----- = --------- = 0.22
           Nc.Rd   229893

Trek is maatgevend.

- Controle: 0.22 < 1.00, dus de treksterkte voldoet.

Conclusie:
- Bovenrand (RHBK100*50*3.0) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.5: c12) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

3.13.4.3 Controle van de onderrand:

3.13.4.3 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de onderrand:
(voor de achterliggende theorie wordt verwezen naar hoofdstuk 4)

Tabel 3.13.43: Normaalkrachtenverloop in de onderrand.
- De normaalkracht in de onderrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = M/0.5800 + N/2 (voor N en M, zie 3.13.4.1)
met: Effectieve spanthoogte: 580.0 mm

Tabel 3.13.43: Normaalkrachtenverloop in de onderrand.

Plaats x in [m]	Normaalkracht in [N] (trek = positief) Spant		Systeem-lengte [mm]
18.40 - 23.00	-51113	-1479	4599
23.00 - 27.60	-1478	20377	4600
27.60 - 32.20	20379	4922	4600
32.20 - 36.80	4925	-38342	4601
73.60 - 78.20	-38141	5013	4599
78.20 - 82.80	5014	20388	4600
82.80 - 87.40	20390	-1548	4600
87.40 - 92.00	-1545	-51296	4601

3.13.4.3 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Tabel 3.13.4.3:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de onderrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-bepaling begin-eind	Normaalkrachten (trek = positief) [N] "begin"	"einde"	Rand-voor-waar-den	Mouty fact. ß m	Knfct staaf-lengte ß m×ß n	Knik-lengte/PlPerc [mm]	Klasse	Sterkte UC	Stab. UC
18.40-23.00	-51113	-1479	m-z	0.666	0.492	2262	1	0.22	0.30
23.00-27.60	-1478	20377	z-z	0.671	0.444	2043	1	0.01	0.01
32.20-36.80	4925	-38342	z-m	0.666	0.457	2105	1	0.17	0.22
73.60-78.20	-38141	5013	m-z	0.666	0.457	2100	1	0.17	0.22
82.80-87.40	20390	-1548	z-z	0.671	0.444	2043	1	0.01	0.01
87.40-92.00	-1545	-51296	z-m	0.666	0.492	2264	1	0.22	0.30

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
       = 0.90 * (1.0 + (0.67 - 0.2)*(|-51296 |/(0.740 *229893 /1.0)) = 1.03
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
       = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-51296 |/(0.740 *229893 /1.0)) = 1.12
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(1.03 , 1.12) = 1.03
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.62

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-51296 |/(0.740 *229893 /1.0)+1.03 *|0.0 |/(1.00*5873.1 /1.0)
           = 0.301 + 0.000 = 0.301
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-51296 |/(0.791 *229893 /1.0)+0.62 *|0.0 |/(1.00*5873.1 /1.0)
           = 0.282 + 0.000 = 0.282

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.301 , 0.282) = 0.301

- controle: 0.30 < 0.95, dus de stabiliteit voldoet.

3.13.4.3 Stabiliteitscontrole in het vlak (nabij de kolom-aansluitingen):

- Maatgevend: Ndmax = N + |Q|/tan(alfa) = -51296 + |-7565 |/tan(42.7) = -43088 N
  (N.B.: 1e drukdiagonaal reduceert de normaaldrukkracht in de onderrand)

- Kniklengte: lky = 1.00*lveld = 1.00 * 1150 = 1150 mm
  (lky = lveld, volgens NEN 3851 art. 2.5.6.2.c.)

  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.40 (het profiel is geschoord).
  M1 = 0.00 , M2 = 0.00 , Ms = 0.00 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.40 * (1.0 + (0.59 - 0.2)*(|-43088 |/(0.791 *229893 /1.0)) = 0.44
  Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.40 * (1.0 + 0.8*(|-43088 |/(0.791 *229893 /1.0)) = 0.48
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.44 , 0.48) = 0.44
  Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.26

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-43088 |/(0.791 *229893 /1.0)+0.44 *|0.0 |/(1.00*3961.1 /1.0)
           = 0.237 + 0.000 = 0.237
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-43088 |/(0.927 *229893 /1.0)+0.26 *|0.0 |/(1.00*3961.1 /1.0)
           = 0.202 + 0.000 = 0.202

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.237 , 0.202) = 0.237

- controle: 0.24 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.13.4.3 Doorsnede-controle van de onderrand:

$$\text{UCDruk} = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} = \frac{|-51296|}{229893} = 0.22$$

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 20390 N

$$\text{UCTrek} = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} = \frac{|20390|}{229893} = 0.09$$

Druk is maatgevend.

- Controle: 0.22 < 1.00, dus de druksterkte voldoet.

Conclusie:
- Onderrand (RHBK100*50*3.0) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.5: c12) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

3.13.4.4 Controle van de diagonalen:

3.13.4.4 Controle van de drukdiagonalen:

Gezien de toepassing spitst de controle van de drukdiagonalen zich toe
op de eindkappen van de tralies, d.w.z. tussen kopplaat en 1e zwevende goten.

- Controle op druk (bij neerwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qddmaxd = -7554   N (zie tabel 3.13.4.1)
    (+ = druk in drukdiagonaal)
    Extra dwarskracht i.v.m. mogelijke positie transportlast in eerste
    diagonaalveld in plaats van het midden van de overspanning.
    Vert.puntlast: Fpunt = 1.20 * max(0   , 1000) + 1.20 * 0   = 1200   N

$$\text{- Res.diag.drukkracht: } N_{ddiagd} = \frac{Q_{ddmaxd} - F_{punt}/2}{\sin(\alpha)} = \frac{-7554 - 1200/2}{\sin(42.7)} = -12030 \text{ N}$$

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$UC_{sterkte} = \frac{|N_{Ed}|}{N_{c.Rd}} = \frac{|11163|}{84071} = 0.215$$

  controle: 0.215 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
  Profiel alleen op trek belast, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie:
- Drukdiagonalen (RHBK50*30*2.0 mm) voldoen qua trek/druk
  bij B.C.5: c12) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

3.13.4.4 Controle van de trekdiagonalen:

Er wordt vanuit gegaan, dat de trekdiagonalen als zodanig worden toegepast in
de eindkappen en als trek- en drukdiagonalen in eventuele middenkappen.

- Controle op trek (in de eindkappen bij neerwaartse belasting en evt. in de middenkappen
  bij opwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qtdmaxt = 7554 N (zie tabel 3.13.4.1)
    (+ = trek in trekdiagonaal)

$$\text{Res.diag.trekkracht: } N_{tdiagt} = \frac{Q_{tdmaxt}+F_{punt}/2}{\sin(\alpha)} = \frac{7554 + 1200/2}{\sin(42.7)} = 12030 \text{ N}$$

 - Sterkte: Capaciteit trekdiagonaal: Ftdiagt = 51938 N (zie 4.4)

$$UC_{sterkte} = \frac{|N_{Ed}|}{F_{tdiagt}} = \frac{|12030|}{51938} = 0.232$$

  - UC-Trek : 0.232 < 1.00, dus trekdiagonaal voldoet.

- Controle op druk (in de eindkappen bij opwaartse belasting en evt. in de middenkappen
  bij neerwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qtdmaxd = 7565 N (zie tabel 3.13.4.1)
    (+ = druk in trekdiagonaal)

$$\text{Res. diagonaaldrukkracht: } N_{tdiagd} = \frac{-Q_{tdmaxd}}{\sin(\alpha)} = \frac{-7565}{\sin(42.7)} = -11163 \text{ N}$$

 - Sterkte: Capaciteit trekdiagonaal: Ftdiagd = 70220 N (zie 4.4)

$$UC_{sterkte} = \frac{|N_{Ed}|}{F_{tdiagd}} = \frac{|11163|}{70220} = 0.159$$

  - UC-Druk : 0.159 < 1.00, dus trekdiagonaal voldoet.

Conclusie:
- Trekdiagonalen (RHBK50*30*2.0 mm) voldoen qua trek/druk
  bij B.C.5: c12) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

3.13.4.4 Controle van de (las)verbindingen:

	Drukdiagonaal		Trekdiagonaal	
	Nd = -12030 N Nt = 11163 N		Nd = - 11163 N Nt = 12030 N	
	Fstev = 8208 N Fstlo = 7565 N Msdt = 0.00 Nm Fsdev = 8846 N		Fstev = 8846 N Fstlo = 8154 N Msdt = 0.00 Nm Fsdev = 8208 N	
	bovenrand	onderrand	bovenrand	onderrand
Tau1	20.14 N/mm²	20.14 N/mm²	21.71 N/mm²	21.71 N/mm²
Tau2	30.90 N/mm²	30.90 N/mm²	33.31 N/mm²	33.31 N/mm²
Sgm1	20.14 N/mm²	20.14 N/mm²	21.71 N/mm²	21.71 N/mm²
SgmWst	38.68 N/mm²	38.68 N/mm²	41.69 N/mm²	41.69 N/mm²
UC1	0.19	0.19	0.20	0.20
UC2	0.07	0.07	0.08	0.08
SgmWsd	33.31 N/mm²	33.31 N/mm²	30.90 N/mm²	30.90 N/mm²
UC3	0.16	0.16	0.15	0.15
Nt1	55249 N	55249 N	55249 N	55249 N
knd	1.00	1.00	1.00	1.00
Nd1	55249 N	55249 N	55249 N	55249 N
UCt1	0.20	0.20	0.22	0.22
UCd1	0.22	0.22	0.20	0.20
UClas	0.19	0.19	0.20	0.20
UCdia	0.22	0.22	0.22	0.22
UCgeo	0.78	0.78	0.78	0.78
UClas	0.19		0.20	
UCdia	0.83		0.83	

Conclusie:
- Lassen: UClas = 0.20 <= 1.00 dus: voldoen
- Aansluitingen: UCdia = 0.83 <= 1.00 dus: voldoen

Eindconclusie:
- Aansluiting diagonalen voldoet
  bij B.C.5: c12) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

3.13.4.4 Controle van de gootverticaal
- Veerstijfheid van de aansluiting van de bovenrand-goot "uit het vlak":
  Hoekverdraaiing door torsie onderrand:

$$V1 = \frac{kap}{Gbr * Itor * 2} = \frac{4600}{80769 * 853355 * 2} = 33.37 \quad *10\text{-}9\ 1/Nmm$$

  Hoekverdraaiing door gootverticaal (goot):

$$V2 = \frac{hspant}{2 * Egv * Igv} = \frac{630}{2 * 210000 * 1083901} = 1.38 \quad *10\text{-}9\ 1/Nmm$$

  Hoekverdraaiing door inklemming (onderrand):

$$V3 = \frac{hspant}{Egv * Igv} = \frac{630}{210000 * 1083901} = 2.77 \quad *10\text{-}9\ 1/Nmm$$

  Hoekverdraaiing door gootverticaal (buiging):

$$V4 = \frac{hspant}{3 * Egv * Igv} = \frac{630}{3 * 210000 * 1083901} = 0.92 \quad *10\text{-}9\ 1/Nmm$$

  Hoekverdraaiing door gootverticaal (bovenrand):

$$V5 = \frac{vspant}{2 * Egv * Igv} = \frac{80}{2 * 210000 * 1083901} = 0.18 \quad *10\text{-}9\ 1/Nmm$$

  Hoekverdraaiing door opzetkolom (buiging):

$$V6 = \frac{vspant}{3 * Egv * Igv} = \frac{80}{3 * 210000 * 1083901} = 0.42 \quad *10\text{-}9\ 1/Nmm$$

  Moment bij bovenrand

$$M0 = \frac{(V3+V6-V2)*hspant*vspant^2 - V4*vspant*hspant^2 + V5*hspant3}{(V1+V4+v5)*hspant^2 + (V1+V3+v6)*vspant^2 + (2*V1+V2)*vspant*hspant} = 1.3 \quad Nm$$

  Geeft de veerstijfheid ter plaatse van de bovenrand:

$$kbr = \frac{vspant + hspant}{V4*vspant*hspant^2 - V5*hspant3 + [(V4+V5+V1)*hspant^2 + V1*vspant*hspant]*M0}$$

  kbr = 148526.4 N/mm

  Vereiste kritische veerstijfheid: kcr = 196.9 N/mm

- Controle: 148526.4 N/mm > 196.9 N/mm, dus veerstijfheid voldoet.

- Controle op knik:
  - Maatgevende verticale kracht: Ngv = Fvg = -917 N
  - Capaciteit van de verticaal : Fgvertd = 229432 N (zie 4.6)

- Controle: |-917 | N < 229432 N, dus gootverticaal voldoet.

Conclusie:
- Gootverticaal voldoet qua sterkte/stabiliteit en stijfheid
  bij B.C.5: c12) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

3.13.4.5 Controle van de bouten van de spant-kolom-aansluiting:

Controle van de krachten op de bout(en) bij de bovenrand:

Tabel 3.13.4.5.1: Belastingen bij bovenrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,br [N]	Fs,br [N]	Fi,br [N]
18.40	-29678	112	7554	55558	3777	55815
36.80	-22272	114	-6748	41708	-3374	41980
73.60	-22149	94	6736	41469	3368	41742
92.00	-29778	92	-7565	55736	-3783	55992

Gegevens van de eindplaat bij de bovenrand:
- Aantal bouten bij de bovenrand: nbb = 1
- Momenten-arm bij bovenrand: hbbout = 535 mm
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Normaalkracht: $Ft = \frac{Nt}{2 * nbb} - \frac{M}{hbbout}$ met Ft >= 0 N
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * Q
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,br max = 55992 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbtb max = 282240 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 55992 N < 282240 N, dus bout bij bovenrand (M20-8.8) voldoet.
bij B.C.5: c12) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

Controle van de krachten op de bout(en) bij de onderrand:

Tabel 3.13.4.5.2: Belastingen bij onderrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,or [N]	Fs,or [N]	Fi,or [N]
18.40	-29678	112	7554	0	3777	5341
36.80	-22272	114	-6748	0	-3374	4772
73.60	-22149	94	6736	0	3368	4763
92.00	-29778	92	-7565	0	-3783	5350

Gegevens van de eindplaat bij de onderrand:
- Aantal bouten bij de onderrand: nbo = 1
- Momenten-arm bij onderrand: hobout = 535 mm
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Normaalkracht: $Ft = \frac{Nt}{2 * nbo} + \frac{M}{hobout}$ met Ft >= 0 N
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * Q
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,or max = 5350 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbto max = 282240 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 5350 N < 282240 N, dus bout bij onderrand (M20-8.8) voldoet.
bij B.C.5: c12) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

3.13.4.5 Controle van de eindplaat op pons:

Bij de boutverbinding van de bovenrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxb = 55.7 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capb = 423 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 55.7 kN < 423 kN, dus eindplaat (ST120*15.0) voldoet
zonder onderlegring bij de bovenste bout
bij B.C.5: c12) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

Bij de boutverbinding van de onderrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxo = 0.0 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capo = 423 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0.0 kN < 423 kN, dus eindplaat (ST120*15.0) voldoet
zonder onderlegring bij de onderste bout
bij B.C.5: c12) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

3.13.4.5 Controle van de eindplaat op buiging:

Tabel 3.13.4.5.4.1: Belastingen van de eindplaat van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Normaal-kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ftrb [N]	Ftro [N]
18.40	-29678	112	7554	51225	0
36.80	-22272	114	-6748	38456	0
73.60	-22149	94	6736	38235	0
92.00	-29778	92	-7565	51388	0

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de bovenrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftrb = \frac{N + sn*Q}{2} - \frac{M}{ht,eff} \text{ met } Ftrb>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftrb(max) * e = 0.5 * 51388 * 25.0 = 642 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 7533 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 642 Nm < 7533 Nm, dus eindplaat (ST120*15.0) voldoet
bij B.C.5: c12) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de onderrand:
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftro(max) * e = 0.5 * 0 * 25.0 = 0 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 7533 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0 Nm < 7533 Nm, dus eindplaat (ST120*15.0) voldoet
bij B.C.5: c12) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

De lasverbindingen tussen eindplaat met resp. de boven- en onderrand
zijn niet gecontroleerd.

3.13.4.6 Controle van de bouten van de koppelaansluiting:

Controle van de krachten op de bout(en) bij de bovenrand:

Tabel 3.13.4.6.1: Belastingen bij bovenrand van de koppelaansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,br [N]	Fs,br [N]	Fi,br [N]
25.30	6934	119	2756	0	1378	1949
25.30	6934	119	2756	0	1378	1949
29.90	8791	120	-1949	0	-974	1378
29.90	8791	120	-1949	0	-974	1378
80.50	8826	100	1938	0	969	1371
80.50	8826	100	1938	0	969	1371
85.10	6923	99	-2766	0	-1383	1956
85.10	6923	99	-2766	0	-1383	1956

Gegevens van de koppelplaat bij de bovenrand:
- Aantal bouten bij de bovenrand: nbb = 1
- Momenten-arm bij bovenrand: hbbout = 597 mm
- Teken dwarskracht bij eindpositie sn=+1 en bij beginpositie sn=-1

$$\text{Normaalkracht: } Ft = \frac{N + sn*Q}{2 * nbb} - \frac{M}{hbbout} \text{ met } Ft >= 0N$$

- Schuifkracht: $Fs = 0.5 * -N - sn*Q$
- Ideële kracht: $Fi = (Ft^2 + 2*Fs^2)0.5$
- Maximale optredende kracht: Fi,br max = 1956 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbtb max = 180864 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 1956 N < 180864 N, dus bout bij bovenrand (M16-8.8) voldoet.
bij B.C.5: c12) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

Controle van de krachten op de bout(en) bij de onderrand:

Tabel 3.13.4.6.2: Belastingen bij onderrand van de koppelaansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,or [N]	Fs,or [N]	Fi,or [N]
25.30	6934	119	2756	5762	1378	6083
25.30	6934	119	2756	5762	1378	6083
29.90	8791	120	-1949	8658	-974	8767
29.90	8791	120	-1949	8658	-974	8767
80.50	8826	100	1938	7713	969	7834
80.50	8826	100	1938	7713	969	7834
85.10	6923	99	-2766	7128	-1383	7391
85.10	6923	99	-2766	7128	-1383	7391

Gegevens van de koppelplaat bij de onderrand:
- Aantal bouten bij de onderrand: nbo = 2
- Momenten-arm bij onderrand: hobout = 1080 mm
- Teken dwarskracht bij eindpositie sn=+1 en bij beginpositie sn=-1

$$\text{Normaalkracht: } Ft = \frac{N + sn*Q}{2 * nbo} + \frac{M}{hobout} \text{ met } Ft >= 0N$$

- Schuifkracht: $Fs = 0.5 * -N - sn*Q$
- Ideële kracht: $Fi = (Ft^2 + 2*Fs^2)0.5$
- Maximale optredende kracht: Fi,or max = 8767 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbto max = 180864 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 8767 N < 180864 N, dus bout bij onderrand (M16-8.8) voldoet.
bij B.C.5: c12) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

3.13.4.6 Controle van de koppelplaat op pons:
Bij de boutverbinding van de bovenrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxb = 0.0 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de koppelplaat: Fp,capb = 336 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0.0 kN < 336 kN, dus koppelplaat (ST100*15.0) voldoet
zonder onderlegring bij de bovenste bout
bij B.C.5: c12) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

Bij de boutverbinding van de onderrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxo = 8.7 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de koppelplaat: Fp,capo = 336 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 8.7 kN < 336 kN, dus koppelplaat (ST100*15.0) voldoet
zonder onderlegring bij de onderste bout
bij B.C.5: c12) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

3.13.4.6 Controle van de koppelplaat op buiging:

Tabel 3.13.4.6.4.1: Belastingen van de koppelplaat.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Normaal-kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ftrb [N]	Ftro [N]
25.30	6934	119	2756	0	10637
25.30	6934	119	2756	0	10637
29.90	8791	120	-1949	0	16191
29.90	8791	120	-1949	0	16191
80.50	8826	100	1938	0	14297
80.50	8826	100	1938	0	14297
85.10	6923	99	-2766	0	13370
85.10	6923	99	-2766	0	13370

Resulterende trekkracht in de koppelplaat bij de bovenrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftrb = \frac{N + sn*Q}{2} - \frac{M}{ht,eff} \quad \text{met } Ftrb>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de koppelplaat:
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftrb(max) * e = 0.5 * 0 * 25.0 = 0 Nm
- Capaciteit van de koppelplaat: Mp,cap = 3512 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0 Nm < 3512 Nm, dus koppelplaat (ST100*15.0) voldoet
bij B.C.5: c12) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

Resulterende trekkracht in de koppelplaat bij de onderrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftro = \frac{N + sn*Q}{2} + \frac{M}{ht,eff} \quad \text{met } Ftro>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de koppelplaat:
- Normaalkracht : Ftbout(2) = 8.7 * 530.0 /630.0 = 7.3 kN
- Normaalkracht : Ftbout(1) = 8.7 * 630.0 /630.0 = 8.7 kN
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * max(Ftbout(2) * e(2), Ftbout(1) * e(1))
= 0.5 * max(7.3 * 25 , 8.7 * 25) = 108 Nm
- Capaciteit van de koppelplaat: Mp,cap = 2363 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 108 Nm < 2363 Nm, dus koppelplaat (ST100*15.0) voldoet
bij B.C.5: c12) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

De lasverbindingen tussen koppelplaat met resp. de boven- en onderrand
zijn niet gecontroleerd.

3.13.5 De krachtsverdeling in de 1e rij tralies:

Tabel 3.13.5.1: Momentenlijn, normaal- en dwarskrachtenlijn.

Positie	Momentenlijn	Normaal-krachtenlijn	Dwars-krachtenlijn
x in [m]	M(x) in [Nm]	N(x) in [N]	Q(x) in [N]
begin - eind	(+ = U/- =)	(+ = trek)	(+ = ~~~___)
0.00 - 4.60	-1375 18368	27 27	5587 3000
4.60 - 9.20	18368 21997	31 31	2083 -505
9.20 - 13.80	22000 3988	28 28	-2622 -5210
13.80 - 18.40	3992 -30152	20 20	-6126 -8715
92.00 - 96.60	-29988 4038	-29 -29	8693 6106
96.60 - 101.2	4036 21952	-21 -21	5189 2601
101.2 - 105.8	21952 18228	-18 -18	484 -2104
105.8 - 110.4	18231 -1623	-22 -22	-3020 -5609

3.13.5.1 Controle van de stijfheid van de tralie:

De toelaatbare doorbuiging van alle tralieliggers wordt bepaald per tralie:
- uvtoel = 18400 / 250 < 30.0 mm, dus: uvtoel = 30.0 mm

Uit de U-lijn is de maximale doorbuiging:
- doorbuiging umax = -8.02 mm

- Controle van de 1e rij tralies:
  Doorbuiging: |-8.0 | mm < 30.0 mm,   dus: voldoet.
  bij B.C.5: c12) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

3.13.5.2 Controle van de bovenrand:

3.13.5.2 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de bovenrand:

- De normaalkracht in de bovenrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = -M/0.5800 + N/2   (voor N en M, zie 3.13.5.1)
                   met: Effectieve spanthoogte: 580.0 mm

Tabel 3.13.52: Normaalkrachtenverloop in de bovenrand.

Plaats	Normaalkracht in [N] (trek = positief)	Systeem-lengte
x in [m]	Spant	[mm]
0.00 - 4.60	2384 -31656	4599
4.60 - 9.20	-31653 -37911	4600
9.20 - 13.80	-37916 -6861	4600
13.80 - 18.40	-6873 51997	4601
92.00 - 96.60	51690 -6977	4599
96.60 - 101.2	-6968 -37859	4600
101.2 - 105.8	-37858 -31436	4600
105.8 - 110.4	-31443 2787	4601

3.13.5.2 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Tabel 3.13.5.2:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de bovenrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-bepaling begin-eind	Normaalkrachten (trek = positief) [N] "begin"	"einde"	Rand-voor-waar-den	Mouty fact. ß m	Knfct staaf-lengte ß m×ß n	Knik-lengte [mm]	Klasse	Sterkte UC	Stab. UC
0.00- 4.60	2384	-31656	e-z	0.633	0.446	2052	1	0.14	0.18
4.60- 9.20	-31653	-37911	z-z	0.652	0.627	2883	1	0.16	0.26
9.20-13.80	-37916	-6861	z-z	0.652	0.512	2357	1	0.16	0.23
13.80-18.40	-6873	51997	z-m	0.653	0.432	1988	1	0.03	0.04
92.00-96.60	51690	-6977	m-z	0.653	0.432	1987	1	0.03	0.04
96.60-101.2	-6968	-37859	z-z	0.652	0.513	2360	1	0.16	0.23
101.2-105.8	-37858	-31436	z-z	0.652	0.626	2880	1	0.16	0.26
105.8-110.4	-31443	2787	z-e	0.633	0.443	2040	1	0.14	0.18

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (0.86 - 0.2)*(|-37911 |/(0.625 *229893 /1.0)) = 1.06
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-37911 |/(0.625 *229893 /1.0)) = 1.09
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(1.06   , 1.09   ) = 1.06
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.63

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-37911 |/(0.625 *229893 /1.0)+1.06 *|0.0 |/(1.00*5873.1 /1.0)
           = 0.264 + 0.000 = 0.264
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-37911 |/(0.859 *229893 /1.0)+0.63 *|0.0 |/(1.00*5873.1 /1.0)
           = 0.192 + 0.000 = 0.192

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.264 , 0.192) = 0.264

- controle: 0.26 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.13.5.2 Stabiliteitscontrole in het vlak:

- Nabij de zwevende goten:

  - Maatgevende normaaldrukkracht: Ndmax = -37916 N

  - Kniklengte: lky = 0.80 * lveld = 0.80 * 1150 = 920 mm
    (lky > lveld/2, omdat de kortere velden, de langere velden steunen.)
  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (0.47 - 0.2)*(|-37916 |/(0.859 *229893 /1.0)) = 0.95
  Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-37916 |/(0.859 *229893 /1.0)) = 1.04
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.95   , 1.04   ) = 0.95
  Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.57

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-37916 |/(0.859 *229893 /1.0)+0.95 *|0.0 |/(1.00*3961.1 /1.0)
           = 0.192 + 0.000 = 0.192
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-37916 |/(0.962 *229893 /1.0)+0.57 *|0.0 |/(1.00*3961.1 /1.0)
           = 0.171 + 0.000 = 0.171

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.192 , 0.171) = 0.192

- controle: 0.19 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.13.5.2 Doorsnede-controle van de bovenrand:

           |NEd| |-37916 |
- UCDruk = ----- = --------- = 0.16
           Nc.Rd   229893

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 51997   N

           |NEd| |51997 |
- UCTrek = ----- = --------- = 0.23
           Nc.Rd   229893

Trek is maatgevend.

- Controle: 0.23 < 1.00, dus de treksterkte voldoet.

Conclusie:
- Bovenrand (RHBK100*50*3.0) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.5: c12) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

3.13.5.3 Controle van de onderrand:

3.13.5.3 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de onderrand:
(voor de achterliggende theorie wordt verwezen naar hoofdstuk 4)

Tabel 3.13.53: Normaalkrachtenverloop in de onderrand.
- De normaalkracht in de onderrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = M/0.5800 + N/2 (voor N en M, zie 3.13.5.1)
    met: Effectieve spanthoogte: 580.0 mm

Tabel 3.13.53: Normaalkrachtenverloop in de onderrand.

Plaats x in [m]	Normaalkracht in [N] (trek = positief) Spant	Systeem-lengte [mm]
0.00 - 4.60	-2357 31683	4599
4.60 - 9.20	31684 37942	4600
9.20 - 13.80	37944 6889	4600
13.80 - 18.40	6893 -51977	4601
92.00 - 96.60	-51719 6947	4599
96.60 - 101.2	6948 37838	4600
101.2 - 105.8	37840 31418	4600
105.8 - 110.4	31421 -2809	4601

3.13.5.3 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Tabel 3.13.5.3:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de onderrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-bepaling begin-eind	Normaalkrachten (trek = positief) [N] "begin" "einde"	Rand-voor-waar-den	Mouty fact. ß m	Knfct staaf-lengte ß m×ß n	Knik-lengte [mm]	Klasse PlPerc	Sterkte	UC	Stab. UC
0.00- 4.60	-2357 31683	e-z	0.650	0.430	1978	1		0.01	0.01
13.80-18.40	6893 -51977	z-m	0.666	0.456	2100	1		0.23	0.29
92.00-96.60	-51719 6947	m-z	0.666	0.456	2097	1		0.22	0.29
105.8-110.4	31421 -2809	z-e	0.650	0.430	1979	1		0.01	0.02

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
       = 0.90 * (1.0 + (0.63 - 0.2)*(|-51977 |/(0.770 *229893 /1.0)) = 1.01
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
       = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-51977 |/(0.770 *229893 /1.0)) = 1.11
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(1.01 , 1.11) = 1.01
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.61

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-51977 |/(0.770 *229893 /1.0)+1.01 *|0.0 |/(1.00*5873.1 /1.0)
           = 0.294 + 0.000 = 0.294
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-51977 |/(0.791 *229893 /1.0)+0.61 *|0.0 |/(1.00*5873.1 /1.0)
           = 0.286 + 0.000 = 0.286

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.294 , 0.286) = 0.294

- controle: 0.29 < 0.95, dus de stabiliteit voldoet.

3.13.5.3 Stabiliteitscontrole in het vlak (nabij de kolom-aansluitingen):

- Maatgevend: Ndmax = N + |Q|/tan(alfa) = -51977 + |-8715 |/tan(42.7) = -42522 N
  (N.B.: 1e drukdiagonaal reduceert de normaaldrukkracht in de onderrand)

- Kniklengte: lky = 1.00*lveld = 1.00 * 1150 = 1150 mm
  (lky = lveld, volgens NEN 3851 art. 2.5.6.2.c.)

  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.40 (het profiel is geschoord).
  M1 = 0.00 , M2 = 0.00 , Ms = 0.00 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.40 * (1.0 + (0.59 - 0.2)*(|-42522 |/(0.791 *229893 /1.0)) = 0.44
  Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.40 * (1.0 + 0.8*(|-42522 |/(0.791 *229893 /1.0)) = 0.47
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.44 , 0.47) = 0.44
  Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.26

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-42522 |/(0.791 *229893 /1.0)+0.44 *|0.0 |/(1.00*3961.1 /1.0)
           = 0.234 + 0.000 = 0.234
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-42522 |/(0.927 *229893 /1.0)+0.26 *|0.0 |/(1.00*3961.1 /1.0)
           = 0.199 + 0.000 = 0.199

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.234 , 0.199) = 0.234

- controle: 0.23 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.13.5.3 Doorsnede-controle van de onderrand:

           |NEd| |-51977 |
- UCDruk = ----- = --------- = 0.23
           Nc.Rd   229893

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 37944   N

           |NEd| |37944 |
- UCTrek = ----- = --------- = 0.17
           Nc.Rd   229893

Druk is maatgevend.

- Controle: 0.23 < 1.00, dus de druksterkte voldoet.

Conclusie:
- Onderrand (RHBK100*50*3.0) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.5: c12) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

3.13.5.4 Controle van de diagonalen:

3.13.5.4 Controle van de drukdiagonalen:

Gezien de toepassing spitst de controle van de drukdiagonalen zich toe
op de eindkappen van de tralies, d.w.z. tussen kopplaat en 1e zwevende goten.

- Controle op druk (bij neerwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qddmaxd = -8693   N (zie tabel 3.13.5.1)
    (+ = druk in drukdiagonaal)
    Extra dwarskracht i.v.m. mogelijke positie transportlast in eerste
    diagonaalveld in plaats van het midden van de overspanning.
    Vert.puntlast: Fpunt = 1.20 * max(0   , 1000) + 1.20 * 0   = 1200   N

$$\text{- Res.diag.drukkracht: } N_{ddiagd} = \frac{Q_{ddmaxd} - F_{punt}/2}{\sin(\alpha)} = \frac{-8693 - 1200/2}{\sin(42.7)} = -13711 \text{ N}$$

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$UC_{sterkte} = \frac{|N_{Ed}|}{N_{c.Rd}} = \frac{|12859|}{84071} = 0.248$$

  controle: 0.248 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
  Profiel alleen op trek belast, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie:
- Drukdiagonalen (RHBK50*30*2.0 mm) voldoen qua trek/druk
  bij B.C.5: c12) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

3.13.5.4 Controle van de trekdiagonalen:

Er wordt vanuit gegaan, dat de trekdiagonalen als zodanig worden toegepast in
de eindkappen en als trek- en drukdiagonalen in eventuele middenkappen.

- Controle op trek (in de eindkappen bij neerwaartse belasting en evt. in de middenkappen
  bij opwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qtdmaxt = 8693 N (zie tabel 3.13.5.1)
    (+ = trek in trekdiagonaal)

$$\text{Res.diag.trekkracht: } N_{tdiagt} = \frac{Q_{tdmaxt}+F_{punt}/2}{\sin(\alpha)} = \frac{8693 + 1200/2}{\sin(42.7)} = 13711 \text{ N}$$

 - Sterkte: Capaciteit trekdiagonaal: Ftdiagt = 51938 N (zie 4.4)

$$UC_{sterkte} = \frac{|N_{Ed}|}{F_{tdiagt}} = \frac{|13711|}{51938} = 0.264$$

  - UC-Trek : 0.264 < 1.00, dus trekdiagonaal voldoet.

- Controle op druk (in de eindkappen bij opwaartse belasting en evt. in de middenkappen
  bij neerwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qtdmaxd = 8715 N (zie tabel 3.13.5.1)
    (+ = druk in trekdiagonaal)

$$\text{Res. diagonaaldrukkracht: } N_{tdiagd} = \frac{-Q_{tdmaxd}}{\sin(\alpha)} = \frac{-8715}{\sin(42.7)} = -12859 \text{ N}$$

 - Sterkte: Capaciteit trekdiagonaal: Ftdiagd = 70220 N (zie 4.4)

$$UC_{sterkte} = \frac{|N_{Ed}|}{F_{tdiagd}} = \frac{|12859|}{70220} = 0.183$$

  - UC-Druk : 0.183 < 1.00, dus trekdiagonaal voldoet.

Conclusie:
- Trekdiagonalen (RHBK50*30*2.0 mm) voldoen qua trek/druk
  bij B.C.5: c12) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

3.13.5.4 Controle van de (las)verbindingen:

	Drukdiagonaal		Trekdiagonaal	
	Nd = -13711 N		Nd = - 12859 N	
	Nt = 12859 N		Nt = 13711 N	
	Fstev = 9455 N		Fstev = 10082 N	
	Fstlo = 8715 N		Fstlo = 9293 N	
	Msdt = 0.00 Nm		Msdt = 0.00 Nm	
	Fsdev = 10082 N		Fsdev = 9455 N	
	bovenrand	onderrand	bovenrand	onderrand
Tau1	23.20 N/mm²	23.20 N/mm²	24.74 N/mm²	24.74 N/mm²
Tau2	35.60 N/mm²	35.60 N/mm²	37.96 N/mm²	37.96 N/mm²
Sgm1	23.20 N/mm²	23.20 N/mm²	24.74 N/mm²	24.74 N/mm²
SgmWst	44.56 N/mm²	44.56 N/mm²	47.51 N/mm²	47.51 N/mm²
UC1	0.21	0.21	0.23	0.23
UC2	0.08	0.08	0.09	0.09
SgmWsd	37.96 N/mm²	37.96 N/mm²	35.60 N/mm²	35.60 N/mm²
UC3	0.18	0.18	0.17	0.17
Nt1	55249 N	55249 N	55249 N	55249 N
knd	1.00	1.00	1.00	1.00
Nd1	55249 N	55249 N	55249 N	55249 N
UCt1	0.23	0.23	0.25	0.25
UCd1	0.25	0.25	0.23	0.23
UClas	0.21	0.21	0.23	0.23
UCdia	0.25	0.25	0.25	0.25
UCgeo	0.78	0.78	0.78	0.78
UClas	0.21		0.23	
UCdia	0.83		0.83	

Conclusie:
- Lassen: UClas = 0.23 <= 1.00 dus: voldoen
- Aansluitingen: UCdia = 0.83 <= 1.00 dus: voldoen

Eindconclusie:
- Aansluiting diagonalen voldoet
  bij B.C.5: c12) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

3.13.5.4 Controle van de gootverticaal
- Veerstijfheid van de aansluiting van de bovenrand-goot "uit het vlak":
  Hoekverdraaiing door torsie onderrand:

$$V1 = \frac{\text{kap}}{\text{Gbr} * \text{Itor} * 2} = \frac{4600}{80769 * 853355 * 2} = 33.37 \quad *10\text{-}9\ 1/\text{Nmm}$$

  Hoekverdraaiing door gootverticaal (goot):

$$V2 = \frac{\text{hspant}}{2 * \text{Egv} * \text{Igv}} = \frac{630}{2 * 210000 * 1083901} = 1.38 \quad *10\text{-}9\ 1/\text{Nmm}$$

  Hoekverdraaiing door inklemming (onderrand):

$$V3 = \frac{\text{hspant}}{\text{Egv} * \text{Igv}} = \frac{630}{210000 * 1083901} = 2.77 \quad *10\text{-}9\ 1/\text{Nmm}$$

  Hoekverdraaiing door gootverticaal (buiging):

$$V4 = \frac{\text{hspant}}{3 * \text{Egv} * \text{Igv}} = \frac{630}{3 * 210000 * 1083901} = 0.92 \quad *10\text{-}9\ 1/\text{Nmm}$$

  Hoekverdraaiing door gootverticaal (bovenrand):

$$V5 = \frac{\text{vspant}}{2 * \text{Egv} * \text{Igv}} = \frac{80}{2 * 210000 * 1083901} = 0.18 \quad *10\text{-}9\ 1/\text{Nmm}$$

  Hoekverdraaiing door opzetkolom (buiging):

$$V6 = \frac{\text{vspant}}{3 * \text{Egv} * \text{Igv}} = \frac{80}{3 * 210000 * 1083901} = 0.42 \quad *10\text{-}9\ 1/\text{Nmm}$$

  Moment bij bovenrand

$$M0 = \frac{(V3+V6-V2)*\text{hspant}*\text{vspant}^2 - V4*\text{vspant}*\text{hspant}^2 + V5*\text{hspant}3}{(V1+V4+v5)*\text{hspant}^2 + (V1+V3+v6)*\text{vspant}^2 + (2*V1+V2)*\text{vspant}*\text{hspant}} = 1.3 \quad \text{Nm}$$

  Geeft de veerstijfheid ter plaatse van de bovenrand:

$$kbr = \frac{\text{vspant} + \text{hspant}}{V4*\text{vspant}*\text{hspant}^2 - V5*\text{hspant}3 + [(V4+V5+V1)*\text{hspant}^2 + V1*\text{vspant}*\text{hspant}]*M0}$$

  kbr = 148526.4 N/mm

  Vereiste kritische veerstijfheid: kcr = 196.9 N/mm

  - Controle: 148526.4 N/mm > 196.9 N/mm, dus veerstijfheid voldoet.

- Controle op knik:
  - Maatgevende verticale kracht: Ngv = Fvg = -917 N
  - Capaciteit van de verticaal : Fgvertd = 229432 N (zie 4.6)

  - Controle: |-917 | N < 229432 N, dus gootverticaal voldoet.

Conclusie:
- Gootverticaal voldoet qua sterkte/stabiliteit en stijfheid
  bij B.C.5: c12) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

3.13.5.5 Controle van de bouten van de spant-kolom-aansluiting:

Controle van de krachten op de bout(en) bij de bovenrand:

Tabel 3.13.5.5.1: Belastingen bij bovenrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,br [N]	Fs,br [N]	Fi,br [N]
0.00	-1375	27	5587	2585	2793	4721
18.40	-30152	20	-8715	56399	-4357	56735
92.00	-29988	-29	8693	56068	4346	56404
110.4	-1623	-22	-5609	3024	-2805	4987

Gegevens van de eindplaat bij de bovenrand:
- Aantal bouten bij de bovenrand: nbb = 1
- Momenten-arm bij bovenrand: hbbout = 535 mm
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Normaalkracht: $Ft = \frac{Nt}{2 * nbb} - \frac{M}{hbbout}$ met Ft >= 0 N
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * Q
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,br max = 56735 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbtb max = 282240 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 56735 N < 282240 N, dus bout bij bovenrand (M20-8.8) voldoet.
bij B.C.5: c12) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

Controle van de krachten op de bout(en) bij de onderrand:

Tabel 3.13.5.5.2: Belastingen bij onderrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,or [N]	Fs,or [N]	Fi,or [N]
0.00	-1375	27	5587	0	2793	3950
18.40	-30152	20	-8715	0	-4357	6162
92.00	-29988	-29	8693	0	4346	6147
110.4	-1623	-22	-5609	0	-2805	3966

Gegevens van de eindplaat bij de onderrand:
- Aantal bouten bij de onderrand: nbo = 1
- Momenten-arm bij onderrand: hobout = 535 mm
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Normaalkracht: $Ft = \frac{Nt}{2 * nbo} + \frac{M}{hobout}$ met Ft >= 0 N
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * Q
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,or max = 6162 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbto max = 282240 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 6162 N < 282240 N, dus bout bij onderrand (M20-8.8) voldoet.
bij B.C.5: c12) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

3.13.5.5 Controle van de eindplaat op pons:

Bij de boutverbinding van de bovenrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxb = 56.4 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capb = 423 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 56.4 kN < 423 kN, dus eindplaat (ST120*15.0) voldoet
zonder onderlegring bij de bovenste bout
bij B.C.5: c12) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

Bij de boutverbinding van de onderrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxo = 0.0 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capo = 423 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0.0 kN < 423 kN, dus eindplaat (ST120*15.0) voldoet
zonder onderlegring bij de onderste bout
bij B.C.5: c12) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

3.13.5.5 Controle van de eindplaat op buiging:

Tabel 3.13.5.5.4.1: Belastingen van de eindplaat van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Normaal-kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ftrb [N]	Ftro [N]
0.00	-1375	27	5587	2384	0
18.40	-30152	20	-8715	51997	0
92.00	-29988	-29	8693	51690	0
110.4	-1623	-22	-5609	2787	0

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de bovenrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftrb = \frac{N + sn*Q}{2} - \frac{M}{ht,eff} \text{ met } Ftrb>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftrb(max) * e = 0.5 * 51997 * 25.0 = 650 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 7533 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 650 Nm < 7533 Nm, dus eindplaat (ST120*15.0) voldoet
bij B.C.5: c12) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de onderrand:
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftro(max) * e = 0.5 * 0 * 25.0 = 0 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 7533 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0 Nm < 7533 Nm, dus eindplaat (ST120*15.0) voldoet
bij B.C.5: c12) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

De lasverbindingen tussen eindplaat met resp. de boven- en onderrand
zijn niet gecontroleerd.

3.13.5.6 Controle van de bouten van de koppelaansluiting:

Controle van de krachten op de bout(en) bij de bovenrand:

Tabel 3.13.5.6.1: Belastingen bij bovenrand van de koppelaansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,br [N]	Fs,br [N]	Fi,br [N]
6.90	21671	31	789	0	395	558
6.90	21671	31	789	0	395	558
11.50	14482	28	-3916	0	-1958	2769
11.50	14482	28	-3916	0	-1958	2769
98.90	14482	-21	3895	0	1947	2754
98.90	14482	-21	3895	0	1947	2754
103.5	21578	-18	-810	0	-405	573
103.5	21578	-18	-810	0	-405	573

Gegevens van de koppelplaat bij de bovenrand:
- Aantal bouten bij de bovenrand: nbb = 1
- Momenten-arm bij bovenrand: hbbout = 597 mm
- Teken dwarskracht bij eindpositie sn=+1 en bij beginpositie sn=-1

$$\text{- Normaalkracht: } Ft = \frac{N + sn*Q}{2 * nbb} - \frac{M}{hbbout} \text{ met } Ft >= 0N$$

- Schuifkracht: $Fs = 0.5 * -N - sn*Q$
- Ideële kracht: $Fi = (Ft^2 + 2*Fs^2)0.5$
- Maximale optredende kracht: Fi,br max = 2769 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbtb max = 180864 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 2769 N < 180864 N, dus bout bij bovenrand (M16-8.8) voldoet.
bij B.C.5: c12) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

Controle van de krachten op de bout(en) bij de onderrand:

Tabel 3.13.5.6.2: Belastingen bij onderrand van de koppelaansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,or [N]	Fs,or [N]	Fi,or [N]
6.90	21671	31	789	19879	395	19887
6.90	21671	31	789	19879	395	19887
11.50	14482	28	-3916	14397	-1958	14661
11.50	14482	28	-3916	14397	-1958	14661
98.90	14482	-21	3895	12432	1947	12734
98.90	14482	-21	3895	12432	1947	12734
103.5	21578	-18	-810	20181	-405	20189
103.5	21578	-18	-810	20181	-405	20189

Gegevens van de koppelplaat bij de onderrand:
- Aantal bouten bij de onderrand: nbo = 2
- Momenten-arm bij onderrand: hobout = 1080 mm
- Teken dwarskracht bij eindpositie sn=+1 en bij beginpositie sn=-1

$$\text{- Normaalkracht: } Ft = \frac{N + sn*Q}{2 * nbo} + \frac{M}{hobout} \text{ met } Ft >= 0N$$

- Schuifkracht: $Fs = 0.5 * -N - sn*Q$
- Ideële kracht: $Fi = (Ft^2 + 2*Fs^2)0.5$
- Maximale optredende kracht: Fi,or max = 20189 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbto max = 180864 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 20189 N < 180864 N, dus bout bij onderrand (M16-8.8) voldoet.
bij B.C.5: c12) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

3.13.5.6 Controle van de koppelplaat op pons:
Bij de boutverbinding van de bovenrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxb = 0.0 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de koppelplaat: Fp,capb = 336 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0.0 kN < 336 kN, dus koppelplaat (ST100*15.0) voldoet
zonder onderlegring bij de bovenste bout
bij B.C.5: c12) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

Bij de boutverbinding van de onderrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxo = 20.2 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de koppelplaat: Fp,capo = 336 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 20.2 kN < 336 kN, dus koppelplaat (ST100*15.0) voldoet
zonder onderlegring bij de onderste bout
bij B.C.5: c12) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

3.13.5.6 Controle van de koppelplaat op buiging:

Tabel 3.13.5.6.4.1: Belastingen van de koppelplaat.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Normaal-kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ftrb [N]	Ftro [N]
6.90	21671	31	789	0	36984
6.90	21671	31	789	0	36984
11.50	14482	28	-3916	0	26940
11.50	14482	28	-3916	0	26940
98.90	14482	-21	3895	0	23011
98.90	14482	-21	3895	0	23011
103.5	21578	-18	-810	0	37599
103.5	21578	-18	-810	0	37599

Resulterende trekkracht in de koppelplaat bij de bovenrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftrb = \frac{N + sn*Q}{2} - \frac{M}{ht,eff} \quad \text{met } Ftrb>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de koppelplaat:
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftrb(max) * e = 0.5 * 0 * 25.0 = 0 Nm
- Capaciteit van de koppelplaat: Mp,cap = 3512 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0 Nm < 3512 Nm, dus koppelplaat (ST100*15.0) voldoet
bij B.C.5: c12) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

Resulterende trekkracht in de koppelplaat bij de onderrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftro = \frac{N + sn*Q}{2} + \frac{M}{ht,eff} \quad \text{met } Ftro>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de koppelplaat:
- Normaalkracht : Ftbout(2) = 20.2 * 530.0 /630.0 = 17.0 kN
- Normaalkracht : Ftbout(1) = 20.2 * 630.0 /630.0 = 20.2 kN
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * max(Ftbout(2) * e(2), Ftbout(1) * e(1))
= 0.5 * max(17.0 * 25 , 20.2 * 25) = 252 Nm
- Capaciteit van de koppelplaat: Mp,cap = 2363 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 252 Nm < 2363 Nm, dus koppelplaat (ST100*15.0) voldoet
bij B.C.5: c12) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

De lasverbindingen tussen koppelplaat met resp. de boven- en onderrand
zijn niet gecontroleerd.

Toetsing van de bepalende doorsnede (lkx= 4000 mm, lky= 4000 mm):

Toetsing van de bepalende doorsnede (lkx= 5527 mm, lky= 3600 mm):

Toetsing van de bepalende doorsnede (lkx= 7072 mm, lky= 4000 mm):

c) Berekening van de toelaatbare horizontale verplaatsing in :

- Rekening houdend met de glasbreedten :

- reductiefactor gevel: r1 = 800 / bkg < 2.0;
                              800 / 800 = 1.00, dus r1 = 1.00
- reductiefactor dek : r2 = 1125 / bd < 2.0;
                             1125 / 1125 = 1.00, dus r2 = 1.00
- ugevel = h / 100 * r1 < 50.0 mm;
            4000 / 100 * 1.00 = 40.0 mm,   dus ugevel = 57.3 mm
- udek   = 1/200 * v * r2 < 50.0 mm
            1/200 * 4000   * 1.00 = 30.0 mm, dus udek = 61.3 mm
- utoel-b = ugevel + udek = 57.3 + 61.3 = 57.5 mm
- utoel = utoel-a < umax; MIN(80.0 , 80.0) = 160.0 mm

3.14 B.C.6: a1) Eigen gewicht + gewas + installaties + wind + onderdruk

3.14.1 Berekening van de belastingen per tralie:

a) Belastingen in gebruikstoestand:
- Permanente belastingen:
  - Eigen gewicht dek : (1.00 * 35) = 35 N/m²
  - Eigen gewicht van de goot: (1.00 * 30)* 4.00 = 120 N
  - E.G. 1e rij tralies : (1.00 * 188.8) = 188.8 N/m
  - E.G. 2e rij tralies : (1.00 * 188.8) = 188.8 N/m
  - E.G. tralies middenvelden: (1.00 * 188.8) = 188.8 N/m
- Variabele belastingen:
  - Vert. puntlast: 0.00*max(0 ,1000)+1.00*0 = 0 N
  - Gewasbelasting : (1.00 * 0) = 0 N/m²
  - Installaties : (1.00 * 70) = 70 N/m²
  - Windbelasting : (1.00 * 334 * 0.99) = 329 N/m²
    (fCdim = Cdim;lr*Cdim;par/Cdim = 0.83 *0.85 /0.72 = 0.99)

b) Belastingen in rekentoestand:
- Permanente belastingen:
  - Eigen gewicht dek : (1.02 * 35) = 36 N/m²
  - Eigen gewicht van de goot: (1.02 * 30)* 4.00 = 123 N
  - E.G. 1e rij tralies : (1.02 * 188.8) = 192.8 N/m
  - E.G. 2e rij tralies : (1.02 * 188.8) = 192.8 N/m
  - E.G. tralies middenvelden: (1.02 * 188.8) = 192.8 N/m
- Variabele belastingen:
  - Vert. puntlast: 0.00*max(0 ,1000)+1.02*0 = 0 N
  - Gewasbelasting : (1.27 * 0) = 0 N/m²
  - Installaties : (1.02 * 70) = 71 N/m²
  - Windbelasting : (1.27 * 334) = 426 N/m²

c) Bij het bepalen van de knoopcoordinaten is rekening gehouden met
de initiële scheefstand van de kolommen:
- Scheefstand psi = 1/265 (zie EN 1993-1-1)

d) Rekenvoorbeeld van de belastingen op knooppunten op de volgende plaatsen:
Knoop k = "effectieve" spanthoogte van de eerste kolom
Knoop * = zwevende goot 1e rij tralies
Knoop * = middenkolom

- Horizontale belasting:
  Voor het verkorte designmodel wordt een reductiefactor aangehouden van
  (6+1)/(6+1) (met een maximum van 1)
  Fk,hor = (4.000 - 0.5*3.605)
  * [426 *(+0.60 - (-0.30)]*4.00 * min(1,(6+1)/(6+1)) = 3403 N
- Verticale belasting:
  Fvg = eigen gewicht goot = (1.02 * 30)* 4.00 = 123 N
  Fk,vert = -0.5 * Fvg
  F*,vert t.p.v. een goot = Fvg

3.14.2 Belastingen op het kasdek ten behoeve van het Designmodel SLS(gebruiksbelastingen):
3.14.2.1 Windvormfactoren bij deze belastingcombinatie:
Windvormfactoren bij wind loodrecht (-) op nok:



3.14.2.2 Belastingfactoren bij deze belastingcombinatie:

Belastingfactoren	gebruikstoestand	rekentoestand
Eigen gewicht	1.00	1.02
Installaties	1.00	1.02
Sneeuw	0.00	0.00
Wind	1.00	1.27
gewas	1.00	1.27

3.14.2.3 Gesommeerde belastingen op de omhulling van de kas per vakmaat:
Belastingen gebruikstoestand SLS per vakmaat (4.000 m):

Tralie	neerwaarts	qtral = fi*qinstall + fp*qtral + fg*qgewas	
		= 1.00*280.0 + 1.00*188.8 + 1.00*0.0	qtral = 468.8 N/m
Goot	zijgevel	Fgt.s = fp*qgoot.s = 1.00*60.0	Fgt.s = 60 N
	middengoot	Fgt.m = fp*qgoot.m = 1.00*120.0	Fgt.m = 120 N
Kasdek	evenwijdig	qdek.E = [fp*qdek + fs*qsneew]*sin(dek)	
		= [1.00*126.9 + 0.00*0.0]*sin(25.0)	qdek.E = 53.6 N/m
	loodrecht	qdek.L = [fp*qdek + fs*qsneew]*cos(dek)	
		= [1.00*126.9 + 0.00*0.0]*cos(25.0)	qdek.L = 115.0 N/m
	+ wind per kaphelft	= qdek.L + fw*qwinds*(cpe-cpi)	
	- 1e kaphelft	= 115.0 + 1.00*1336.5*(+0.30--0.30)	qdek.L1 = 916.9 N/m
	- 2e kaphelft	= 115.0 + 1.00*1336.5*(-1.00--0.30)	qdek.L2 = -820.5 N/m
	- 3e kaphelft	= 115.0 + 1.00*1336.5*(-0.70--0.30)	qdek.L3 = -419.6 N/m
	- 4e kaphelft	= 115.0 + 1.00*1336.5*(-0.50--0.30)	qdek.L4 = -152.3 N/m
	- Middenkap links	= 115.0 + 1.00*1336.5*(-0.40--0.30)	qdek.Lm1 = -18.7 N/m
	- Middenkap rechts	= 115.0 + 1.00*1336.5*(-0.50--0.30)	qdek.Lm2 = -152.3 N/m
	- Eindkap links	= 115.0 + 1.00*1336.5*(-0.40--0.30)	qdek.Le1 = -18.7 N/m
	- Eindkap Rechts	= 115.0 + 1.00*1336.5*(-0.40--0.30)	qdek.Le2 = -18.7 N/m
	+ windwrijving nok	= Cfr,1*fi*qwind*hkap*vakmaat	
	- middenkap FhwCpf	= 0.00*1.00*334.1 *1.07*4.0	FhwCpf = 0 N
Zijgevel	windzijde FhwF.gt	= fw*Fhw.gt*(cp1-cpi)	
	goothoogte	= 1.00*2965.8*(0.6 --0.3)	Fhw.gt = 2669 N
	windzijde FhwF.fh	= fw*Fhw.fh*(cp1-cpi)	
	fundatiehoogte	= 1.00*2380.1*(0.6 --0.3)	Fhw.fh = 2142 N
Zijgevel	loefzijde FhwL.gt	= fw*Fhw.gt*(cp1+cpi)	
	goothoogte	= 1.00*2965.8*(0.3 +-0.3)	Fhw.gt = 0 N
	loefzijde FhwL.fh	= fw*Fhw.fh*(cp1+cpi)	
	fundatiehoogte	= 1.00*2380.1*(0.3 +-0.3)	Fhw.fh = 0 N

Belastingen rekentoestand ULS per vakmaat (4.000 m):

Tralie	neerwaarts qtral = fi*qinstall + fp*qtral + fg*qgewas		
	= 1.02*280.0 + 1.02*188.8 + 1.27*0.0	qtral =	478.7 N/m
Goot	zijgevel Fgt.s = fp*qgoot.s = 1.02*60.0	Fgt.s =	61 N
	middengoot Fgt.m = fp*qgoot.m = 1.02*120.0	Fgt.m =	123 N
Kasdek	evenwijdig qdek.E = [fp*qdek + fs*qsneew]*sin(dek)		
	= [1.02*126.9 + 0.00*0.0]*sin(25.0)	qdek.E =	54.7 N/m
	loodrecht qdek.L = [fp*qdek + fs*qsneew]*cos(dek)		
	= [1.02*126.9 + 0.00*0.0]*cos(25.0)	qdek.L =	117.4 N/m
	+ wind per kaphelft = qdek.L + fw*qwinds*(cpe-cpi)		
	- 1e kaphelft = 117.4 + 1.27*1336.5*(+0.30--0.30)	qdek.L1 =	1139.8 N/m
	- 2e kaphelft = 117.4 + 1.27*1336.5*(-1.00--0.30)	qdek.L2 =	-1075.4 N/m
	- 3e kaphelft = 117.4 + 1.27*1336.5*(-0.70--0.30)	qdek.L3 =	-564.2 N/m
	- 4e kaphelft = 117.4 + 1.27*1336.5*(-0.50--0.30)	qdek.L4 =	-223.4 N/m
	- Middenkap links = 117.4 + 1.27*1336.5*(-0.40--0.30)	qdek.Lm1 =	-53.0 N/m
	- Middenkap rechts = 117.4 + 1.27*1336.5*(-0.50--0.30)	qdek.Lm2 =	-223.4 N/m
	- Eindkap links = 117.4 + 1.27*1336.5*(-0.40--0.30)	qdek.Le1 =	-53.0 N/m
	- Eindkap Rechts = 117.4 + 1.27*1336.5*(-0.40--0.30)	qdek.Le2 =	-53.0 N/m
	+ windwrijving nok = Cfr,1*fi*qwind*hkap*vakmaat		
	- middenkap FhwCpf = 0.00*1.27*334.1 *1.07*4.0	FhwCpf =	0 N
Zijgevel	windzijde FhwF.gt = fw*Fhw.gt*(cp1-cpi)		
	goothoogte = 1.27*2965.8*(0.6 --0.3)	Fhw.gt =	3403 N
	windzijde FhwF.fh = fw*Fhw.fh*(cp1-cpi)		
	fundatiehoogte = 1.27*2380.1*(0.6 --0.3)	Fhw.fh =	2731 N
Zijgevel	loefzijde FhwL.gt = fw*Fhw.gt*(cp1+cpi)		
	goothoogte = 1.27*2965.8*(0.3 +-0.3)	Fhw.gt =	0 N
	loefzijde FhwL.fh = fw*Fhw.fh*(cp1+cpi)		
	fundatiehoogte = 1.27*2380.1*(0.3 +-0.3)	Fhw.fh =	0 N

Tabel 3.14.2.4: Knoopbelastingen, oplegreacties en knoopverplaatsingen:

			Knoopbelastingen Rekentoestand		Oplegreacties		Knoopverplaatsingen gebruikstoestand		
nr.	X-as [mm]	Y-as [mm]	X-as [N]	Y-as [N]	X-as [N]	Y-as [N]	X-verpl [mm]	Y-verpl [mm]	U_lijn [mm]
		Horiz. Vert.	Horiz.	Vert.	Horiz.	Vert.	Horiz.	Vert.	
1	-0.013	0.000	2731	0	-3930	2806			0.000
2	-0.007	1.802							0.000
3	-0.001	3.315							0.000
6	0.000	4.000	0	-61					0.000
7	2.300	5.073							0.000
8	4.600	4.000	0	-123					0.000
9	6.900	5.073							0.000
10	9.200	4.000	0	-123					0.000
11	11.500	5.073							0.000
12	13.800	4.000	0	-123					0.000
13	16.100	5.073							0.000
4	0.000	3.605	3403	0			26.89	-0.15	0.000
14	0.574	3.605					26.89	-1.22	1.070
15	2.299	3.605					26.87	-4.16	4.003
16	4.599	3.605					26.86	-7.11	6.949
17	6.899	3.605					26.83	-8.66	8.488
18	9.199	3.605					26.81	-8.57	8.388
19	11.499	3.605					26.79	-7.01	6.811
20	13.799	3.605					26.76	-4.45	4.245
21	16.099	3.605					26.74	-1.77	1.554
22	17.824	3.605					26.72	-0.42	0.197
23	18.387	0.000			-1352	7600			0.000
24	18.393	1.802							0.000
25	18.399	3.315							0.000
28	18.400	4.000	0	-123					0.000
29	20.700	5.073							0.000
30	23.000	4.000	0	-123					0.000
31	25.300	5.073							0.000
32	27.600	4.000	0	-123					0.000
33	29.900	5.073							0.000
34	32.200	4.000	0	-123					0.000
35	34.500	5.073							0.000
26	18.400	3.605					26.72	-0.23	0.000
36	18.974	3.605					26.71	-0.18	-0.044
37	20.699	3.605					26.70	-0.66	0.438
38	22.999	3.605					26.68	-1.98	1.758
39	25.299	3.605					26.66	-3.17	2.949
40	27.599	3.605					26.65	-3.62	3.401
41	29.899	3.605					26.63	-3.14	2.920
42	32.199	3.605					26.61	-1.93	1.711
43	34.499	3.605					26.59	-0.61	0.397
44	36.224	3.605					26.57	-0.16	-0.059
45	36.787	0.000			-1317	7097			0.000
46	36.793	1.802							0.000
47	36.799	3.315							0.000
50	36.800	4.000	0	-123					0.000
51	39.100	5.073							0.000
52	41.400	4.000	0	-123					0.000
53	43.700	5.073							0.000
54	46.000	4.000	0	-123					0.000
55	48.300	5.073							0.000
56	50.600	4.000	0	-123					0.000
57	52.900	5.073							0.000
48	36.800	3.605					26.57	-0.21	0.000
58	37.374	3.605					26.57	-0.39	0.180
59	39.099	3.605					26.55	-1.40	1.184
60	41.399	3.605					26.54	-3.10	2.889
61	43.699	3.605					26.53	-4.39	4.178
62	45.999	3.605					26.51	-4.73	4.514
63	48.299	3.605					26.49	-3.99	3.778
64	50.599	3.605					26.48	-2.47	2.249
65	52.899	3.605					26.46	-0.84	0.624
66	54.624	3.605					26.45	-0.20	-0.014
67	55.187	0.000			-1314	7311			0.000
68	55.193	1.802							0.000
69	55.199	3.315							0.000
72	55.200	4.000	0	-123					0.000

73	57.500	5.073							0.000
74	59.800	4.000	0	-123					0.000
75	62.100	5.073							0.000
76	64.400	4.000	0	-123					0.000
77	66.700	5.073							0.000
78	69.000	4.000	0	-123					0.000
79	71.300	5.073							0.000
70	55.200	3.605					26.44	-0.22	0.000
80	55.774	3.605					26.44	-0.36	0.146
81	57.499	3.605					26.43	-1.31	1.097
82	59.799	3.605					26.42	-3.04	2.826
83	62.099	3.605					26.41	-4.42	4.208
84	64.399	3.605					26.40	-4.88	4.662
85	66.699	3.605					26.38	-4.24	4.026
86	68.999	3.605					26.37	-2.75	2.535
87	71.299	3.605					26.36	-1.05	0.842
88	73.024	3.605					26.35	-0.27	0.057
89	73.587	0.000			-1322	7002			0.000
90	73.593	1.802							0.000
91	73.599	3.315							0.000
94	73.600	4.000	0	-123					0.000
95	75.900	5.073							0.000
96	78.200	4.000	0	-123					0.000
97	80.500	5.073							0.000
98	82.800	4.000	0	-123					0.000
99	85.100	5.073							0.000
100	87.400	4.000	0	-123					0.000
101	89.700	5.073							0.000
92	73.600	3.605					26.34	-0.21	0.000
102	74.174	3.605					26.34	-0.27	0.062
103	75.899	3.605					26.33	-0.92	0.704
104	78.199	3.605					26.33	-2.16	1.945
105	80.499	3.605					26.32	-3.07	2.848
106	82.799	3.605					26.31	-3.16	2.934
107	85.099	3.605					26.30	-2.37	2.147
108	87.399	3.605					26.29	-1.05	0.824
109	89.699	3.605					26.28	0.05	-0.278
110	91.424	3.605					26.27	0.05	-0.279
111	91.987	0.000			-1257	8062			0.000
112	91.993	1.802							0.000
113	91.999	3.315							0.000
116	92.000	4.000	0	-123					0.000
117	94.300	5.073							0.000
118	96.600	4.000	0	-123					0.000
119	98.900	5.073							0.000
120	101.200	4.000	0	-123					0.000
121	103.500	5.073							0.000
122	105.800	4.000	0	-123					0.000
123	108.100	5.073							0.000
114	92.000	3.605					26.26	-0.23	0.000
124	92.574	3.605					26.26	-0.67	0.439
125	94.299	3.605					26.26	-2.63	2.406
126	96.599	3.605					26.25	-5.84	5.632
127	98.899	3.605					26.25	-8.62	8.417
128	101.199	3.605					26.24	-10.09	9.897
129	103.499	3.605					26.23	-9.81	9.628
130	105.799	3.605					26.22	-7.73	7.562
131	108.099	3.605					26.22	-4.24	4.084
132	109.824	3.605					26.21	-1.17	1.019
133	110.387	0.000	0	0	-1491	3469			0.000
134	110.393	1.802							0.000
135	110.399	3.315							0.000
136	110.400	3.605	0	0					0.000
137	110.401	3.895							
138	110.400	4.000	0	-61			26.21	-0.15	

Tabel 3.14.2.5: Staafbelastingen, momenten, normaal- en dwarskrachten

Staaf nr.	Profiel	X-as [N/m]	Y-as [N/m]	B E G I N Normaal [N]	B E G I N Dwarskr [N]	B E G I N Moment [Nm]	E I N D Normaal [N]	E I N D Dwarskr [N]	E I N D Moment [Nm]
		Horizontaal	Verticaal						
1	RHBK100*100*3.			-2802	1208	-1252	-2802	1208	925
2	RHBK100*100*3.			-2801	1210	925	-2801	1210	2755

3	RHBK100*100*3.			-2802	1208	2755	-2802	1208	3106
4	RHBK100*100*3.			-1188	1002	-394	-1188	1002	-104
5	RHBK100*100*3.			-1200	987	-104	-1200	987	-0
6	RHBK120*60*3.0			1748	1833	-724	1748	1833	0
7	RHBK120*60*3.0			752	-593	234	752	-593	-0
8	RHBK120*60*3.0			396	184	-73	396	184	0
9	Roede dek	-54.7	-1139.8	427	1445	0	566	-1447	-2
10	Roede dek	54.7	1075.4	-745	-1364	-2	-884	1365	0
11	Roede dek	-54.7	564.2	841	-712	0	980	720	11
12	Roede dek	54.7	223.4	1181	-288	11	1042	279	0
13	Roede dek	-54.7	53.0	291	-65	0	430	69	5
14	Roede dek	54.7	223.4	329	-285	5	190	282	0
15	Roede dek	-54.7	53.0	294	-64	0	433	70	7
16	Roede dek	54.7	223.4	332	-286	7	193	281	0
17	1e tralie	0.0	-478.7	-3203	1615	3500	-3203	1340	4347
18	1e tralie	0.0	-478.7	-3203	1340	4347	-3203	515	5947
19	1e tralie	0.0	-478.7	-3203	515	5947	-3203	-586	5865
20	1e tralie	0.0	-478.7	-5042	1156	6589	-5042	55	7981
21	1e tralie	0.0	-478.7	-5042	55	7981	-5042	-1046	6841
22	1e tralie	0.0	-478.7	-4452	-293	6607	-4452	-1394	4667
23	1e tralie	0.0	-478.7	-4452	-1394	4667	-4452	-2494	196
24	1e tralie	0.0	-478.7	-4637	-2099	269	-4637	-3200	-5824
25	1e tralie	0.0	-478.7	-4637	-3200	-5824	-4637	-4025	-12056
26	1e tralie	0.0	-478.7	-4637	-4025	-12056	-4637	-4301	-14455
27	RHBK100*100*3.			-7595	1378	-1322	-7595	1378	1161
28	RHBK100*100*3.			-7594	1384	1161	-7594	1384	3255
29	RHBK100*100*3.			-7595	1378	3255	-7595	1378	3655
30	RHBK100*100*3.			396	181	-72	396	181	-20
31	RHBK100*100*3.			394	186	-20	394	186	-0
32	RHBK120*60*3.0			396	179	-71	396	179	0
33	RHBK120*60*3.0			396	182	-72	396	182	0
34	RHBK120*60*3.0			396	184	-73	396	184	0
35	Roede dek	-54.7	53.0	293	-65	0	432	70	7
36	Roede dek	54.7	223.4	331	-286	7	193	281	0
37	Roede dek	-54.7	53.0	291	-66	0	430	69	4
38	Roede dek	54.7	223.4	329	-285	4	190	282	0
39	Roede dek	-54.7	53.0	291	-66	0	430	69	4
40	Roede dek	54.7	223.4	329	-285	4	190	282	0
41	Roede dek	-54.7	53.0	294	-64	0	432	70	7
42	Roede dek	54.7	223.4	332	-286	7	193	281	0
43	2e tralie	0.0	-478.7	-3467	3694	-10729	-3467	3420	-8688
44	2e tralie	0.0	-478.7	-3467	3420	-8688	-3467	2594	-3501
45	2e tralie	0.0	-478.7	-3467	2594	-3501	-3467	1493	1199
46	2e tralie	0.0	-478.7	-3647	1889	1269	-3647	788	4347
47	2e tralie	0.0	-478.7	-3647	788	4347	-3647	-313	4893
48	2e tralie	0.0	-478.7	-3830	83	4965	-3830	-1018	3889
49	2e tralie	0.0	-478.7	-3830	-1018	3889	-3830	-2119	281
50	2e tralie	0.0	-478.7	-4015	-1723	353	-4015	-2824	-4877
51	2e tralie	0.0	-478.7	-4015	-2824	-4877	-4015	-3650	-10461
52	2e tralie	0.0	-478.7	-4015	-3650	-10461	-4015	-3926	-12644
53	RHBK100*100*3.			-7092	1340	-1301	-7092	1340	1114
54	RHBK100*100*3.			-7091	1346	1114	-7091	1346	3151
55	RHBK100*100*3.			-7092	1340	3151	-7092	1340	3540
56	RHBK100*100*3.			396	181	-72	396	181	-20
57	RHBK100*100*3.			394	186	-20	394	186	0
58	RHBK120*60*3.0			396	179	-71	396	179	0
59	RHBK120*60*3.0			396	182	-72	396	182	0
60	RHBK120*60*3.0			396	184	-73	396	184	0
61	Roede dek	-54.7	53.0	293	-65	0	432	70	6
62	Roede dek	54.7	223.4	331	-286	6	192	281	0
63	Roede dek	-54.7	53.0	291	-66	0	430	69	4
64	Roede dek	54.7	223.4	329	-285	4	190	282	0
65	Roede dek	-54.7	53.0	291	-66	0	430	69	4
66	Roede dek	54.7	223.4	329	-285	4	190	282	0
67	Roede dek	-54.7	53.0	294	-64	0	433	70	7
68	Roede dek	54.7	223.4	332	-286	7	193	281	0
69	middentralie	0.0	-478.7	-2881	3567	-9032	-2881	3292	-7065
70	middentralie	0.0	-478.7	-2881	3292	-7065	-2881	2466	-2099
71	middentralie	0.0	-478.7	-2881	2466	-2099	-2881	1365	2308
72	middentralie	0.0	-478.7	-3061	1761	2378	-3061	660	5163
73	middentralie	0.0	-478.7	-3061	660	5163	-3061	-441	5415
74	middentralie	0.0	-478.7	-3244	-45	5487	-3244	-1146	4117
75	middentralie	0.0	-478.7	-3244	-1146	4117	-3244	-2247	216
76	middentralie	0.0	-478.7	-3430	-1851	289	-3430	-2952	-5235
77	middentralie	0.0	-478.7	-3430	-2952	-5235	-3430	-3778	-11039

78	middentralie	0.0	-478.7	-3430	-3778	-11039	-3430	-4054	-13296
79	RHBK100*100*3.			-7306	1338	-1297	-7306	1338	1115
80	RHBK100*100*3.			-7305	1344	1115	-7305	1344	3148
81	RHBK100*100*3.			-7306	1338	3148	-7306	1338	3536
82	RHBK100*100*3.			396	181	-72	396	181	-20
83	RHBK100*100*3.			394	186	-20	394	186	0
84	RHBK120*60*3.0			396	179	-71	396	179	-0
85	RHBK120*60*3.0			396	182	-72	396	182	0
86	RHBK120*60*3.0			396	184	-73	396	184	-0
87	Roede dek	-54.7	53.0	293	-65	0	432	70	7
88	Roede dek	54.7	223.4	331	-286	7	192	281	0
89	Roede dek	-54.7	53.0	291	-66	0	430	69	4
90	Roede dek	54.7	223.4	329	-285	4	190	282	0
91	Roede dek	-54.7	53.0	291	-66	0	430	69	4
92	Roede dek	54.7	223.4	329	-285	4	190	282	0
93	Roede dek	-54.7	53.0	294	-64	0	432	70	7
94	Roede dek	54.7	223.4	332	-286	7	193	281	0
95	middentralie	0.0	-478.7	-2299	3653	-9689	-2299	3378	-7672
96	middentralie	0.0	-478.7	-2299	3378	-7672	-2299	2553	-2557
97	middentralie	0.0	-478.7	-2299	2553	-2557	-2299	1452	2048
98	middentralie	0.0	-478.7	-2479	1847	2119	-2479	746	5102
99	middentralie	0.0	-478.7	-2479	746	5102	-2479	-355	5552
100	middentralie	0.0	-478.7	-2662	41	5624	-2662	-1060	4453
101	middentralie	0.0	-478.7	-2662	-1060	4453	-2662	-2161	749
102	middentralie	0.0	-478.7	-2847	-1765	822	-2847	-2866	-4503
103	middentralie	0.0	-478.7	-2847	-2866	-4503	-2847	-3691	-10159
104	middentralie	0.0	-478.7	-2847	-3691	-10159	-2847	-3967	-12366
105	RHBK100*100*3.			-6997	1346	-1298	-6997	1346	1128
106	RHBK100*100*3.			-6996	1352	1128	-6996	1352	3173
107	RHBK100*100*3.			-6997	1346	3173	-6997	1346	3563
108	RHBK100*100*3.			396	181	-72	396	181	-20
109	RHBK100*100*3.			394	186	-20	394	186	0
110	RHBK120*60*3.0			396	179	-71	396	179	-0
111	RHBK120*60*3.0			396	182	-72	396	182	0
112	RHBK120*60*3.0			396	185	-73	396	185	-0
113	Roede dek	-54.7	53.0	293	-65	0	432	70	7
114	Roede dek	54.7	223.4	331	-286	7	192	281	0
115	Roede dek	-54.7	53.0	291	-66	0	430	69	4
116	Roede dek	54.7	223.4	329	-285	4	190	282	0
117	Roede dek	-54.7	53.0	291	-65	0	430	69	5
118	Roede dek	54.7	223.4	330	-285	5	191	282	0
119	Roede dek	-54.7	53.0	294	-64	0	433	70	8
120	Roede dek	54.7	223.4	332	-287	8	194	280	0
121	2e tralie	0.0	-478.7	-1707	3430	-8731	-1707	3156	-6841
122	2e tralie	0.0	-478.7	-1707	3156	-6841	-1707	2330	-2110
123	2e tralie	0.0	-478.7	-1707	2330	-2110	-1707	1229	1983
124	2e tralie	0.0	-478.7	-1888	1625	2054	-1888	524	4525
125	2e tralie	0.0	-478.7	-1888	524	4525	-1888	-577	4463
126	2e tralie	0.0	-478.7	-2071	-181	4535	-2071	-1282	2852
127	2e tralie	0.0	-478.7	-2071	-1282	2852	-2071	-2383	-1363
128	2e tralie	0.0	-478.7	-2257	-1987	-1290	-2257	-3088	-7127
129	2e tralie	0.0	-478.7	-2257	-3088	-7127	-2257	-3914	-13166
130	2e tralie	0.0	-478.7	-2257	-3914	-13166	-2257	-4190	-15502
131	RHBK100*100*3.			-8058	1284	-1268	-8058	1284	1045
132	RHBK100*100*3.			-8057	1291	1045	-8057	1291	2997
133	RHBK100*100*3.			-8058	1284	2997	-8058	1284	3370
134	RHBK100*100*3.			396	180	-72	396	180	-19
135	RHBK100*100*3.			394	185	-19	394	185	-0
136	RHBK120*60*3.0			396	178	-70	396	178	-0
137	RHBK120*60*3.0			396	180	-71	396	180	0
138	RHBK120*60*3.0			276	-75	30	276	-75	0
139	Roede dek	-54.7	53.0	294	-64	0	432	70	7
140	Roede dek	54.7	223.4	332	-286	7	193	281	0
141	Roede dek	-54.7	53.0	290	-66	0	429	68	3
142	Roede dek	54.7	223.4	328	-285	3	189	282	0
143	Roede dek	-54.7	53.0	289	-66	0	428	68	2
144	Roede dek	54.7	223.4	327	-284	2	188	283	0
145	Roede dek	-54.7	53.0	6	-67	0	145	68	1
146	Roede dek	54.7	53.0	145	-68	1	6	67	0
147	1e tralie	0.0	-478.7	-1182	4268	-12060	-1182	3993	-9691
148	1e tralie	0.0	-478.7	-1182	3993	-9691	-1182	3168	-3514
149	1e tralie	0.0	-478.7	-1182	3168	-3514	-1182	2067	2506
150	1e tralie	0.0	-478.7	-1361	2463	2576	-1361	1362	6974
151	1e tralie	0.0	-478.7	-1361	1362	6974	-1361	261	8839
152	1e tralie	0.0	-478.7	-1543	656	8911	-1543	-444	9154

153	1e tralie	0.0	-478.7	-1543	-444	9154	-1543	-1545	6866
154	1e tralie	0.0	-478.7	-1469	-1269	6837	-1469	-2370	2652
155	1e tralie	0.0	-478.7	-1469	-2370	2652	-1469	-3196	-2148
156	1e tralie	0.0	-478.7	-1469	-3196	-2148	-1469	-3471	-4069
157	RHBK100*100*3.			-3464	1503	-1362	-3464	1503	1347
158	RHBK100*100*3.			-3463	1506	1347	-3463	1506	3625
159	RHBK100*100*3.			-3464	1503	3625	-3464	1503	4061
160	RHBK100*100*3.			2	22	-9	2	22	-2
161	RHBK100*100*3.			2	22	-2	2	22	0

3.14.3 De krachtsverdeling in de tralies van de middenvelden:

Tabel 3.14.3.1: Momentenlijn, normaal- en dwarskrachtenlijn.

Positie	Momentenlijn	Normaal-krachtenlijn		Dwars-krachtenlijn	
x in [m]	M(x) in [Nm]	N(x) in [N]		Q(x) in [N]	
begin - eind	(+ = U/- =)	(+ = trek)		(+ = ~~~___)	
36.80 - 41.40	-9032	2308	-2881	-2881	3567	1365
41.40 - 46.00	2378	5415	-3061	-3061	1761	-441
46.00 - 50.60	5487	216	-3244	-3244	-45	-2247
50.60 - 55.20	289	-13296	-3430	-3430	-1851	-4054
55.20 - 59.80	-9689	2048	-2299	-2299	3653	1452
59.80 - 64.40	2119	5552	-2479	-2479	1847	-355
64.40 - 69.00	5624	749	-2662	-2662	41	-2161
69.00 - 73.60	822	-12366	-2847	-2847	-1765	-3967

3.14.3.1 Controle van de stijfheid van de tralie:

De toelaatbare doorbuiging van alle tralieliggers wordt bepaald per tralie:
- uvtoel = 18400 / 250 < 30.0 mm, dus: uvtoel = 30.0 mm

Uit de U-lijn is de maximale doorbuiging:
- doorbuiging umax = -20.34 mm

- Controle van de tralies van de middenvelden:
  Doorbuiging: |-20.3 | mm < 30.0 mm, dus: voldoet.
  bij B.C.6: a1) Eigen gewicht + gewas + installaties + wind + onderdruk

3.14.3.2 Controle van de bovenrand:

3.14.3.2 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de bovenrand:

- De normaalkracht in de bovenrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = -M/0.5800 + N/2 (voor N en M, zie 3.14.3.1)
    met: Effectieve spanthoogte: 580.0 mm

Tabel 3.14.32: Normaalkrachtenverloop in de bovenrand.

Plaats	Normaalkracht in [N] (trek = positief)		Systeem-lengte
x in [m]	Spant		[mm]
36.80 - 41.40	14132	-5419	4599
41.40 - 46.00	-5631	-10867	4600
46.00 - 50.60	-11082	-1994	4600
50.60 - 55.20	-2212	21209	4601
55.20 - 59.80	15555	-4681	4599
59.80 - 64.40	-4892	-10812	4600
64.40 - 69.00	-11027	-2623	4600
69.00 - 73.60	-2841	19896	4601

3.14.3.2 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Tabel 3.14.3.2:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de bovenrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-bepaling begin-eind	Normaalkrachten (trek = positief) [N] "begin"	"einde"	Rand-voor-waar-den	Mouty fact. ß m	Knfct staaf-lengte ß m×ß n	Knik-lengte [mm]	Klasse	Sterkte UC	Stab. UC
36.80-41.40	14132	-5419	m-z	0.653	0.432	1987	1	0.02	0.03
41.40-46.00	-5631	-10867	z-z	0.652	0.574	2641	1	0.05	0.07
46.00-50.60	-11082	-1994	z-z	0.652	0.512	2356	1	0.05	0.07
50.60-55.20	-2212	21209	z-m	0.653	0.432	1988	1	0.01	0.01
55.20-59.80	15555	-4681	m-z	0.653	0.432	1987	1	0.02	0.03
59.80-64.40	-4892	-10812	z-z	0.652	0.563	2588	1	0.05	0.07
64.40-69.00	-11027	-2623	z-z	0.652	0.523	2407	1	0.05	0.07
69.00-73.60	-2841	19896	z-m	0.653	0.432	1988	1	0.01	0.02

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (0.79 - 0.2)*(|-10867 |/(0.670 *229893 /1.0)) = 0.94
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-10867 |/(0.670 *229893 /1.0)) = 0.95
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(0.94   , 0.95   ) = 0.94
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.56

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-10867 |/(0.670 *229893 /1.0)+0.94 *|0.0 |/(1.00*5873.1 /1.0)
           = 0.071 + 0.000 = 0.071
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-10867 |/(0.859 *229893 /1.0)+0.56 *|0.0 |/(1.00*5873.1 /1.0)
           = 0.055 + 0.000 = 0.055

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.071 , 0.055) = 0.071

- controle: 0.07 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.14.3.2 Stabiliteitscontrole in het vlak:

- Nabij de zwevende goten:

  - Maatgevende normaaldrukkracht: Ndmax = -11082 N

  - Kniklengte: lky = 0.80 * lveld = 0.80 * 1150 = 920 mm
    (lky > lveld/2, omdat de kortere velden, de langere velden steunen.)
  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (0.47 - 0.2)*(|-11082 |/(0.859 *229893 /1.0)) = 0.91
  Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-11082 |/(0.859 *229893 /1.0)) = 0.94
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.91   , 0.94   ) = 0.91
  Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.55

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-11082 |/(0.859 *229893 /1.0)+0.91 *|0.0 |/(1.00*3961.1 /1.0)
           = 0.056 + 0.000 = 0.056
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-11082 |/(0.962 *229893 /1.0)+0.55 *|0.0 |/(1.00*3961.1 /1.0)
           = 0.050 + 0.000 = 0.050

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.056 , 0.050) = 0.056

- controle: 0.06 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.14.3.2 Doorsnede-controle van de bovenrand:

           |NEd| |-11082 |
- UCDruk = ----- = --------- = 0.05
           Nc.Rd   229893

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 21209   N

           |NEd| |21209 |
- UCTrek = ----- = --------- = 0.09
           Nc.Rd   229893

Trek is maatgevend.

- Controle: 0.09 < 1.00, dus de treksterkte voldoet.

Conclusie:
- Bovenrand (RHBK100*50*3.0) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.6: a1) Eigen gewicht + gewas + installaties + wind + onderdruk

3.14.3.3 Controle van de onderrand:

3.14.3.3 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de onderrand:
(voor de achterliggende theorie wordt verwezen naar hoofdstuk 4)

Tabel 3.14.33: Normaalkrachtenverloop in de onderrand.
- De normaalkracht in de onderrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = M/0.5800 + N/2 (voor N en M, zie 3.14.3.1)
    met: Effectieve spanthoogte: 580.0 mm

Tabel 3.14.33: Normaalkrachtenverloop in de onderrand.

Plaats x in [m]	Normaalkracht in [N] (trek = positief) Spant	Systeem-lengte [mm]
36.80 - 41.40	-17013 2538	4599
41.40 - 46.00	2570 7806	4600
46.00 - 50.60	7838 -1250	4600
50.60 - 55.20	-1218 -24639	4601
55.20 - 59.80	-17854 2382	4599
59.80 - 64.40	2414 8334	4600
64.40 - 69.00	8366 -39	4600
69.00 - 73.60	-6 -22744	4601

3.14.3.3 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Tabel 3.14.3.3:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de onderrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-bepaling begin-eind	Normaalkrachten (trek = positief) [N] "begin"	"einde"	Rand-voor-waar-den	Mouty fact. ß m	Knfct staaf-lengte ß m×ß n	Knik-lengte/PlPerc [mm]	Klasse	Sterkte UC	Stab. UC
36.80-41.40	-17013	2538	m-z	0.666	0.453	2082	1	0.07	0.10
46.00-50.60	7838	-1250	z-z	0.671	0.444	2043	1	0.01	0.01
50.60-55.20	-1218	-24639	z-m	0.666	0.496	2283	1	0.11	0.15
55.20-59.80	-17854	2382	m-z	0.666	0.456	2098	1	0.08	0.10
64.40-69.00	8366	-39	z-z	0.671	0.444	2043	1	0.00	0.00
69.00-73.60	-6	-22744	z-m	0.666	0.486	2235	1	0.10	0.13

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
       = 0.90 * (1.0 + (0.68 - 0.2)*(|-24639 |/(0.737 *229893 /1.0)) = 0.96
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
       = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-24639 |/(0.737 *229893 /1.0)) = 1.00
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(0.96 , 1.00) = 0.96
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.58

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-24639 |/(0.737 *229893 /1.0)+0.96 *|0.0 |/(1.00*5873.1 /1.0)
           = 0.145 + 0.000 = 0.145
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-24639 |/(0.791 *229893 /1.0)+0.58 *|0.0 |/(1.00*5873.1 /1.0)
           = 0.135 + 0.000 = 0.135

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.145 , 0.135) = 0.145

- controle: 0.15 < 0.95, dus de stabiliteit voldoet.

3.14.3.3 Stabiliteitscontrole in het vlak (nabij de kolom-aansluitingen):

- Maatgevend: Ndmax = N + |Q|/tan(alfa) = -24639 + |-4054 |/tan(42.7) = -20242 N
  (N.B.: 1e drukdiagonaal reduceert de normaaldrukkracht in de onderrand)

- Kniklengte: lky = 1.00*lveld = 1.00 * 1150 = 1150 mm
  (lky = lveld, volgens NEN 3851 art. 2.5.6.2.c.)

  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.40 (het profiel is geschoord).
  M1 = 0.00 , M2 = 0.00 , Ms = 0.00 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.40 * (1.0 + (0.59 - 0.2)*(|-20242 |/(0.791 *229893 /1.0)) = 0.42
  Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.40 * (1.0 + 0.8*(|-20242 |/(0.791 *229893 /1.0)) = 0.44
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.42 , 0.44) = 0.42
  Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.25

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-20242 |/(0.791 *229893 /1.0)+0.42 *|0.0 |/(1.00*3961.1 /1.0)
           = 0.111 + 0.000 = 0.111
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-20242 |/(0.927 *229893 /1.0)+0.25 *|0.0 |/(1.00*3961.1 /1.0)
           = 0.095 + 0.000 = 0.095

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.111 , 0.095) = 0.111

- controle: 0.11 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.14.3.3 Doorsnede-controle van de onderrand:

$$\text{UCDruk} = \frac{|N_{Ed}|}{N_{c.Rd}} = \frac{|-24639|}{229893} = 0.11$$

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 8366 N

$$\text{UCTrek} = \frac{|N_{Ed}|}{N_{c.Rd}} = \frac{|8366|}{229893} = 0.04$$

Druk is maatgevend.

- Controle: 0.11 < 1.00, dus de druksterkte voldoet.

Conclusie:
- Onderrand (RHBK100*50*3.0) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.6: a1) Eigen gewicht + gewas + installaties + wind + onderdruk

3.14.3.4 Controle van de diagonalen:

3.14.3.4 Controle van de drukdiagonalen:

Gezien de toepassing spitst de controle van de drukdiagonalen zich toe
op de eindkappen van de tralies, d.w.z. tussen kopplaat en 1e zwevende goten.

- Controle op druk (bij neerwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qddmaxd = -3653 N (zie tabel 3.14.3.1)
    (+ = druk in drukdiagonaal)
    Extra dwarskracht i.v.m. mogelijke positie transportlast in eerste
    diagonaalveld in plaats van het midden van de overspanning.
    Vert.puntlast: Fpunt = 0.00 * max(0 , 1000) + 1.02 * 0 = 0 N

$$\text{- Res.diag.drukkracht: } N_{ddiagd} = \frac{Q_{ddmaxd} - F_{punt}/2}{\sin(\alpha)} = \frac{-3653 - 0/2}{\sin(42.7)} = -5390 \text{ N}$$

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$UC_{sterkte} = \frac{|N_{Ed}|}{N_{c.Rd}} = \frac{|5981|}{84071} = 0.115$$

  controle: 0.115 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
  Profiel alleen op trek belast, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie:
- Drukdiagonalen (RHBK50*30*2.0 mm) voldoen qua trek/druk
  bij B.C.6: a1) Eigen gewicht + gewas + installaties + wind + onderdruk

3.14.3.4 Controle van de trekdiagonalen:

Er wordt vanuit gegaan, dat de trekdiagonalen als zodanig worden toegepast in
de eindkappen en als trek- en drukdiagonalen in eventuele middenkappen.

- Controle op trek (in de eindkappen bij neerwaartse belasting en evt. in de middenkappen
  bij opwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qtdmaxt = 3653 N (zie tabel 3.14.3.1)
    (+ = trek in trekdiagonaal)

$$\text{Res.diag.trekkracht: } N_{tdiagt} = \frac{Q_{tdmaxt}+F_{punt}/2}{\sin(\alpha)} = \frac{3653 + 0/2}{\sin(42.7)} = 5390 \text{ N}$$

 - Sterkte: Capaciteit trekdiagonaal: Ftdiagt = 51938 N (zie 4.4)

$$UC_{sterkte} = \frac{|N_{Ed}|}{F_{tdiagt}} = \frac{|5390|}{51938} = 0.104$$

  - UC-Trek : 0.104 < 1.00, dus trekdiagonaal voldoet.

- Controle op druk (in de eindkappen bij opwaartse belasting en evt. in de middenkappen
  bij neerwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qtdmaxd = 4054 N (zie tabel 3.14.3.1)
    (+ = druk in trekdiagonaal)

$$\text{Res. diagonaaldrukkracht: } N_{tdiagd} = \frac{-Q_{tdmaxd}}{\sin(\alpha)} = \frac{-4054}{\sin(42.7)} = -5981 \text{ N}$$

 - Sterkte: Capaciteit trekdiagonaal: Ftdiagd = 70220 N (zie 4.4)

$$UC_{sterkte} = \frac{|N_{Ed}|}{F_{tdiagd}} = \frac{|5981|}{70220} = 0.085$$

  - UC-Druk : 0.085 < 1.00, dus trekdiagonaal voldoet.

Conclusie:
- Trekdiagonalen (RHBK50*30*2.0 mm) voldoen qua trek/druk
  bij B.C.6: a1) Eigen gewicht + gewas + installaties + wind + onderdruk

3.14.3.4 Controle van de (las)verbindingen:

	Drukdiagonaal		Trekdiagonaal	
	Nd = -5390 N		Nd = - 5981 N	
	Nt = 5981 N		Nt = 5390 N	
	Fstev = 4398 N		Fstev = 3963 N	
	Fstlo = 4054 N		Fstlo = 3653 N	
	Msdt = 0.00 Nm		Msdt = 0.00 Nm	
	Fsdev = 3963 N		Fsdev = 4398 N	
	bovenrand	onderrand	bovenrand	onderrand
Tau1	10.79 N/mm²	10.79 N/mm²	9.73 N/mm²	9.73 N/mm²
Tau2	16.56 N/mm²	16.56 N/mm²	14.92 N/mm²	14.92 N/mm²
Sgm1	10.79 N/mm²	10.79 N/mm²	9.73 N/mm²	9.73 N/mm²
SgmWst	20.72 N/mm²	20.72 N/mm²	18.68 N/mm²	18.68 N/mm²
UC1	0.10	0.10	0.09	0.09
UC2	0.04	0.04	0.03	0.03
SgmWsd	14.92 N/mm²	14.92 N/mm²	16.56 N/mm²	16.56 N/mm²
UC3	0.07	0.07	0.08	0.08
Nt1	55249 N	55249 N	55249 N	55249 N
knd	1.00	1.00	1.00	1.00
Nd1	55249 N	55249 N	55249 N	55249 N
UCt1	0.11	0.11	0.10	0.10
UCd1	0.10	0.10	0.11	0.11
UClas	0.10	0.10	0.09	0.09
UCdia	0.11	0.11	0.11	0.11
UCgeo	0.78	0.78	0.78	0.78

UClas	0.10	0.09
UCdia	0.83	0.83

Conclusie:
- Lassen: UClas = 0.10 <= 1.00 dus: voldoen
- Aansluitingen: UCdia = 0.83 <= 1.00 dus: voldoen

Eindconclusie:
- Aansluiting diagonalen voldoet
  bij B.C.6: a1) Eigen gewicht + gewas + installaties + wind + onderdruk

3.14.3.4 Controle van de gootverticaal
- Veerstijfheid van de aansluiting van de bovenrand-goot "uit het vlak":
  Hoekverdraaiing door torsie onderrand:

$$V1 = \frac{kap}{Gbr * Itor * 2} = \frac{4600}{80769 * 853355 * 2} = 33.37 \quad *10\text{-}9\ 1/Nmm$$

  Hoekverdraaiing door gootverticaal (goot):

$$V2 = \frac{hspant}{2 * Egv * Igv} = \frac{630}{2 * 210000 * 1083901} = 1.38 \quad *10\text{-}9\ 1/Nmm$$

  Hoekverdraaiing door inklemming (onderrand):

$$V3 = \frac{hspant}{Egv * Igv} = \frac{630}{210000 * 1083901} = 2.77 \quad *10\text{-}9\ 1/Nmm$$

  Hoekverdraaiing door gootverticaal (buiging):

$$V4 = \frac{hspant}{3 * Egv * Igv} = \frac{630}{3 * 210000 * 1083901} = 0.92 \quad *10\text{-}9\ 1/Nmm$$

  Hoekverdraaiing door gootverticaal (bovenrand):

$$V5 = \frac{vspant}{2 * Egv * Igv} = \frac{80}{2 * 210000 * 1083901} = 0.18 \quad *10\text{-}9\ 1/Nmm$$

  Hoekverdraaiing door opzetkolom (buiging):

$$V6 = \frac{vspant}{3 * Egv * Igv} = \frac{80}{3 * 210000 * 1083901} = 0.42 \quad *10\text{-}9\ 1/Nmm$$

  Moment bij bovenrand

$$M0 = \frac{(V3+V6-V2)*hspant*vspant^2 - V4*vspant*hspant^2 + V5*hspant3}{(V1+V4+v5)*hspant^2 + (V1+V3+v6)*vspant^2 + (2*V1+V2)*vspant*hspant} = 1.3 \quad Nm$$

  Geeft de veerstijfheid ter plaatse van de bovenrand:

$$kbr = \frac{vspant + hspant}{V4*vspant*hspant^2 - V5*hspant3 + [(V4+V5+V1)*hspant^2 + V1*vspant*hspant]*M0}$$

  kbr = 148526.4 N/mm

  Vereiste kritische veerstijfheid: kcr = 196.9 N/mm

- Controle: 148526.4 N/mm > 196.9 N/mm, dus veerstijfheid voldoet.

Conclusie:
- Gootverticaal voldoet qua sterkte/stabiliteit en stijfheid
  bij B.C.6: a1) Eigen gewicht + gewas + installaties + wind + onderdruk

3.14.3.5 Controle van de bouten van de spant-kolom-aansluiting:

Controle van de krachten op de bout(en) bij de bovenrand:

Tabel 3.14.3.5.1: Belastingen bij bovenrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,br [N]	Fs,br [N]	Fi,br [N]
36.80	-9032	-2881	3567	15451	1783	15656
55.20	-13296	-3430	-4054	23151	-2027	23327
55.20	-9689	-2299	3653	16970	1826	17165
73.60	-12366	-2847	-3967	21702	-1984	21882

Gegevens van de eindplaat bij de bovenrand:
- Aantal bouten bij de bovenrand: nbb = 1
- Momenten-arm bij bovenrand: hbbout = 535 mm
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Normaalkracht: $Ft = \frac{Nt}{2 * nbb} - \frac{M}{hbbout}$ met Ft >= 0 N
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * Q
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,br max = 23327 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbtb max = 282240 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 23327 N < 282240 N, dus bout bij bovenrand (M20-8.8) voldoet.
bij B.C.6: a1) Eigen gewicht + gewas + installaties + wind + onderdruk

Controle van de krachten op de bout(en) bij de onderrand:

Tabel 3.14.3.5.2: Belastingen bij onderrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,or [N]	Fs,or [N]	Fi,or [N]
36.80	-9032	-2881	3567	0	1783	2522
55.20	-13296	-3430	-4054	0	-2027	2866
55.20	-9689	-2299	3653	0	1826	2583
73.60	-12366	-2847	-3967	0	-1984	2805

Gegevens van de eindplaat bij de onderrand:
- Aantal bouten bij de onderrand: nbo = 1
- Momenten-arm bij onderrand: hobout = 535 mm
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Normaalkracht: $Ft = \frac{Nt}{2 * nbo} + \frac{M}{hobout}$ met Ft >= 0 N
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * Q
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,or max = 2866 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbto max = 282240 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 2866 N < 282240 N, dus bout bij onderrand (M20-8.8) voldoet.
bij B.C.6: a1) Eigen gewicht + gewas + installaties + wind + onderdruk

3.14.3.5 Controle van de eindplaat op pons:

Bij de boutverbinding van de bovenrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxb = 23.2 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capb = 423 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 23.2 kN < 423 kN, dus eindplaat (ST120*15.0) voldoet
zonder onderlegring bij de bovenste bout
bij B.C.6: a1) Eigen gewicht + gewas + installaties + wind + onderdruk

Bij de boutverbinding van de onderrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxo = 0.0 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capo = 423 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0.0 kN < 423 kN, dus eindplaat (ST120*15.0) voldoet
zonder onderlegring bij de onderste bout
bij B.C.6: a1) Eigen gewicht + gewas + installaties + wind + onderdruk

3.14.3.5 Controle van de eindplaat op buiging:

Tabel 3.14.3.5.4.1: Belastingen van de eindplaat van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Normaal-kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ftrb [N]	Ftro [N]
36.80	-9032	-2881	3567	14132	0
55.20	-13296	-3430	-4054	21209	0
55.20	-9689	-2299	3653	15555	0
73.60	-12366	-2847	-3967	19896	0

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de bovenrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftrb = \frac{N + sn*Q}{2} - \frac{M}{ht,eff} \text{ met } Ftrb>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftrb(max) * e = 0.5 * 21209 * 25.0 = 265 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 7533 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 265 Nm < 7533 Nm, dus eindplaat (ST120*15.0) voldoet
bij B.C.6: a1) Eigen gewicht + gewas + installaties + wind + onderdruk

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de onderrand:
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftro(max) * e = 0.5 * 0 * 25.0 = 0 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 7533 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0 Nm < 7533 Nm, dus eindplaat (ST120*15.0) voldoet
bij B.C.6: a1) Eigen gewicht + gewas + installaties + wind + onderdruk

De lasverbindingen tussen eindplaat met resp. de boven- en onderrand
zijn niet gecontroleerd.

3.14.3.6 Controle van de bouten van de koppelaansluiting:

Controle van de krachten op de bout(en) bij de bovenrand:

Tabel 3.14.3.6.1: Belastingen bij bovenrand van de koppelaansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,br [N]	Fs,br [N]	Fi,br [N]
43.70	5163	-3061	660	0	330	467
43.70	5163	-3061	660	0	330	467
48.30	4117	-3244	-1146	0	-573	810
48.30	4117	-3244	-1146	0	-573	810
62.10	5102	-2479	746	0	373	528
62.10	5102	-2479	746	0	373	528
66.70	4453	-2662	-1060	0	-530	749
66.70	4453	-2662	-1060	0	-530	749

Gegevens van de koppelplaat bij de bovenrand:
- Aantal bouten bij de bovenrand: nbb = 1
- Momenten-arm bij bovenrand: hbbout = 597 mm
- Teken dwarskracht bij eindpositie sn=+1 en bij beginpositie sn=-1

$$\text{- Normaalkracht: } Ft = \frac{N + sn*Q}{2 * nbb} - \frac{M}{hbbout} \text{ met } Ft >= 0N$$

- Schuifkracht: $Fs = 0.5 * -N - sn*Q$
- Ideële kracht: $Fi = (Ft^2 + 2*Fs^2)0.5$
- Maximale optredende kracht: Fi,br max = 810 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbtb max = 180864 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 810 N < 180864 N, dus bout bij bovenrand (M16-8.8) voldoet.
bij B.C.6: a1) Eigen gewicht + gewas + installaties + wind + onderdruk

Controle van de krachten op de bout(en) bij de onderrand:

Tabel 3.14.3.6.2: Belastingen bij onderrand van de koppelaansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,or [N]	Fs,or [N]	Fi,or [N]
43.70	5163	-3061	660	3851	330	3879
43.70	5163	-3061	660	3851	330	3879
48.30	4117	-3244	-1146	3288	-573	3387
48.30	4117	-3244	-1146	3288	-573	3387
62.10	5102	-2479	746	3918	373	3953
62.10	5102	-2479	746	3918	373	3953
66.70	4453	-2662	-1060	3723	-530	3798
66.70	4453	-2662	-1060	3723	-530	3798

Gegevens van de koppelplaat bij de onderrand:
- Aantal bouten bij de onderrand: nbo = 2
- Momenten-arm bij onderrand: hobout = 1080 mm
- Teken dwarskracht bij eindpositie sn=+1 en bij beginpositie sn=-1

$$\text{- Normaalkracht: } Ft = \frac{N + sn*Q}{2 * nbo} + \frac{M}{hobout} \text{ met } Ft >= 0N$$

- Schuifkracht: $Fs = 0.5 * -N - sn*Q$
- Ideële kracht: $Fi = (Ft^2 + 2*Fs^2)0.5$
- Maximale optredende kracht: Fi,or max = 3953 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbto max = 180864 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 3953 N < 180864 N, dus bout bij onderrand (M16-8.8) voldoet.
bij B.C.6: a1) Eigen gewicht + gewas + installaties + wind + onderdruk

3.14.3.6 Controle van de koppelplaat op pons:
Bij de boutverbinding van de bovenrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxb = 0.0 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de koppelplaat: Fp,capb = 336 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0.0 kN < 336 kN, dus koppelplaat (ST100*15.0) voldoet
zonder onderlegring bij de bovenste bout
bij B.C.6: a1) Eigen gewicht + gewas + installaties + wind + onderdruk

Bij de boutverbinding van de onderrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxo = 3.9 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de koppelplaat: Fp,capo = 336 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 3.9 kN < 336 kN, dus koppelplaat (ST100*15.0) voldoet
zonder onderlegring bij de onderste bout
bij B.C.6: a1) Eigen gewicht + gewas + installaties + wind + onderdruk

3.14.3.6 Controle van de koppelplaat op buiging:

Tabel 3.14.3.6.4.1: Belastingen van de koppelplaat.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Normaal-kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ftrb [N]	Ftro [N]
43.70	5163	-3061	660	0	7041
43.70	5163	-3061	660	0	7041
48.30	4117	-3244	-1146	0	6050
48.30	4117	-3244	-1146	0	6050
62.10	5102	-2479	746	0	7183
62.10	5102	-2479	746	0	7183
66.70	4453	-2662	-1060	0	6876
66.70	4453	-2662	-1060	0	6876

Resulterende trekkracht in de koppelplaat bij de bovenrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftrb = \frac{N + sn*Q}{2} - \frac{M}{ht,eff} \quad \text{met } Ftrb>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de koppelplaat:
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftrb(max) * e = 0.5 * 0 * 25.0 = 0 Nm
- Capaciteit van de koppelplaat: Mp,cap = 3512 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0 Nm < 3512 Nm, dus koppelplaat (ST100*15.0) voldoet
bij B.C.6: a1) Eigen gewicht + gewas + installaties + wind + onderdruk

Resulterende trekkracht in de koppelplaat bij de onderrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftro = \frac{N + sn*Q}{2} + \frac{M}{ht,eff} \quad \text{met } Ftro>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de koppelplaat:
- Normaalkracht : Ftbout(2) = 3.9 * 530.0 /630.0 = 3.3 kN
- Normaalkracht : Ftbout(1) = 3.9 * 630.0 /630.0 = 3.9 kN
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * max(Ftbout(2) * e(2), Ftbout(1) * e(1))
= 0.5 * max(3.3 * 25 , 3.9 * 25) = 49 Nm
- Capaciteit van de koppelplaat: Mp,cap = 2363 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 49 Nm < 2363 Nm, dus koppelplaat (ST100*15.0) voldoet
bij B.C.6: a1) Eigen gewicht + gewas + installaties + wind + onderdruk

De lasverbindingen tussen koppelplaat met resp. de boven- en onderrand
zijn niet gecontroleerd.

3.14.4 De krachtsverdeling in de 2e rij tralies:

Tabel 3.14.4.1: Momentenlijn, normaal- en dwarskrachtenlijn.

Positie x in [m] begin - eind	Momentenlijn M(x) in [Nm] (+ = U/- =)		Normaal-krachtenlijn N(x) in [N] (+ = trek)		Dwars-krachtenlijn Q(x) in [N] (+ = ~~~___)	
18.40 - 23.00	-10729	1199	-3467	-3467	3694	1493
23.00 - 27.60	1269	4893	-3647	-3647	1889	-313
27.60 - 32.20	4965	281	-3830	-3830	83	-2119
32.20 - 36.80	353	-12644	-4015	-4015	-1723	-3926
73.60 - 78.20	-8731	1983	-1707	-1707	3430	1229
78.20 - 82.80	2054	4463	-1888	-1888	1625	-577
82.80 - 87.40	4535	-1363	-2071	-2071	-181	-2383
87.40 - 92.00	-1290	-15502	-2257	-2257	-1987	-4190

3.14.4.1 Controle van de stijfheid van de tralie:

De toelaatbare doorbuiging van alle tralieliggers wordt bepaald per tralie:
- uvtoel = 18400 / 250 < 30.0 mm, dus: uvtoel = 30.0 mm

Uit de U-lijn is de maximale doorbuiging:
- doorbuiging umax = -21.60 mm

- Controle van de 2e rij tralies:
  Doorbuiging: |-21.6 | mm < 30.0 mm,   dus: voldoet.
  bij B.C.6: a1) Eigen gewicht + gewas + installaties + wind + onderdruk

3.14.4.2 Controle van de bovenrand:

3.14.4.2 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de bovenrand:

- De normaalkracht in de bovenrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = -M/0.5800 + N/2   (voor N en M, zie 3.14.4.1)
                   met: Effectieve spanthoogte: 580.0 mm

Tabel 3.14.42: Normaalkrachtenverloop in de bovenrand.

Plaats x in [m]	Normaalkracht in [N] (trek = positief) Spant		Systeem-lengte [mm]
18.40 - 23.00	16764	-3800	4599
23.00 - 27.60	-4012	-10260	4600
27.60 - 32.20	-10475	-2399	4600
32.20 - 36.80	-2617	19792	4601
73.60 - 78.20	14199	-4272	4599
78.20 - 82.80	-4484	-8639	4600
82.80 - 87.40	-8855	1314	4600
87.40 - 92.00	1095	25598	4601

3.14.4.2 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Tabel 3.14.4.2:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de bovenrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-bepaling begin-eind	Normaalkrachten (trek = positief) [N] "begin"	"einde"	Rand-voor-waar-den	Mouty fact. ß m	Knfct staaf-lengte ß m×ß n	Knik-lengte [mm]	Klasse	Sterkte UC	Stab. UC
18.40-23.00	16764	-3800	m-z	0.653	0.432	1987	1	0.02	0.02
23.00-27.60	-4012	-10260	z-z	0.652	0.552	2538	1	0.04	0.06
27.60-32.20	-10475	-2399	z-z	0.652	0.522	2399	1	0.05	0.06
32.20-36.80	-2617	19792	z-m	0.653	0.432	1988	1	0.01	0.01
73.60-78.20	14199	-4272	m-z	0.653	0.432	1987	1	0.02	0.02
78.20-82.80	-4484	-8639	z-z	0.652	0.574	2642	1	0.04	0.06
82.80-87.40	-8855	1314	z-z	0.652	0.444	2041	1	0.04	0.05

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (0.76 - 0.2)*(|-10260 |/(0.690 *229893 /1.0)) = 0.93
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-10260 |/(0.690 *229893 /1.0)) = 0.95
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(0.93   , 0.95   ) = 0.93
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.56

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-10260 |/(0.690 *229893 /1.0)+0.93 *|0.0 |/(1.00*5873.1 /1.0)
           = 0.065 + 0.000 = 0.065
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-10260 |/(0.859 *229893 /1.0)+0.56 *|0.0 |/(1.00*5873.1 /1.0)
           = 0.052 + 0.000 = 0.052

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.065 , 0.052) = 0.065

- controle: 0.06 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.14.4.2 Stabiliteitscontrole in het vlak:

- Nabij de zwevende goten:

  - Maatgevende normaaldrukkracht: Ndmax = -10475 N

  - Kniklengte: lky = 0.80 * lveld = 0.80 * 1150 = 920 mm
    (lky > lveld/2, omdat de kortere velden, de langere velden steunen.)
  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (0.47 - 0.2)*(|-10475 |/(0.859 *229893 /1.0)) = 0.91
  Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-10475 |/(0.859 *229893 /1.0)) = 0.94
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.91   , 0.94   ) = 0.91
  Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.55

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-10475 |/(0.859 *229893 /1.0)+0.91 *|0.0 |/(1.00*3961.1 /1.0)
           = 0.053 + 0.000 = 0.053
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-10475 |/(0.962 *229893 /1.0)+0.55 *|0.0 |/(1.00*3961.1 /1.0)
           = 0.047 + 0.000 = 0.047

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.053 , 0.047) = 0.053

- controle: 0.05 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.14.4.2 Doorsnede-controle van de bovenrand:

           |NEd| |-10475 |
- UCDruk = ----- = --------- = 0.05
           Nc.Rd   229893

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 25598   N

           |NEd| |25598 |
- UCTrek = ----- = --------- = 0.11
           Nc.Rd   229893

Trek is maatgevend.

- Controle: 0.11 < 1.00, dus de treksterkte voldoet.

Conclusie:
- Bovenrand (RHBK100*50*3.0) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.6: a1) Eigen gewicht + gewas + installaties + wind + onderdruk

3.14.4.3 Controle van de onderrand:

3.14.4.3 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de onderrand:
(voor de achterliggende theorie wordt verwezen naar hoofdstuk 4)

Tabel 3.14.43: Normaalkrachtenverloop in de onderrand.
- De normaalkracht in de onderrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = M/0.5800 + N/2 (voor N en M, zie 3.14.4.1)
    met: Effectieve spanthoogte: 580.0 mm

Tabel 3.14.43: Normaalkrachtenverloop in de onderrand.

Plaats x in [m]	Normaalkracht in [N] (trek = positief) Spant	Systeem-lengte [mm]
18.40 - 23.00	-20231 333	4599
23.00 - 27.60	365 6613	4600
27.60 - 32.20	6645 -1431	4600
32.20 - 36.80	-1398 -23807	4601
73.60 - 78.20	-15906 2565	4599
78.20 - 82.80	2597 6752	4600
82.80 - 87.40	6784 -3385	4600
87.40 - 92.00	-3352 -27855	4601

3.14.4.3 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Tabel 3.14.4.3:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de onderrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-bepaling begin-eind	Normaalkrachten (trek = positief) [N] "begin"	"einde"	Rand-voor-waar-den	Mouty fact. ß m	Knfct staaf-lengte ß m×ß n	Knik-lengte [mm]	Klasse	Sterkte UC	Stab. UC
18.40-23.00	-20231	333	m-z	0.666	0.482	2217	1	0.09	0.12
27.60-32.20	6645	-1431	z-z	0.671	0.444	2043	1	0.01	0.01
32.20-36.80	-1398	-23807	z-m	0.666	0.498	2292	1	0.10	0.14
73.60-78.20	-15906	2565	m-z	0.666	0.450	2069	1	0.07	0.09
82.80-87.40	6784	-3385	z-z	0.671	0.444	2043	1	0.01	0.02
87.40-92.00	-3352	-27855	z-m	0.666	0.511	2350	1	0.12	0.17

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
       = 0.90 * (1.0 + (0.70 - 0.2)*(|-27855 |/(0.725 *229893 /1.0)) = 0.98
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
       = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-27855 |/(0.725 *229893 /1.0)) = 1.02
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(0.98 , 1.02) = 0.98
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.59

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-27855 |/(0.725 *229893 /1.0)+0.98 *|0.0 |/(1.00*5873.1 /1.0)
           = 0.167 + 0.000 = 0.167
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-27855 |/(0.791 *229893 /1.0)+0.59 *|0.0 |/(1.00*5873.1 /1.0)
           = 0.153 + 0.000 = 0.153

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.167 , 0.153) = 0.167

- controle: 0.17 < 0.95, dus de stabiliteit voldoet.

3.14.4.3 Stabiliteitscontrole in het vlak (nabij de kolom-aansluitingen):

- Maatgevend: Ndmax = N + |Q|/tan(alfa) = -27855 + |-4190 |/tan(42.7) = -23310 N
  (N.B.: 1e drukdiagonaal reduceert de normaaldrukkracht in de onderrand)

- Kniklengte: lky = 1.00*lveld = 1.00 * 1150 = 1150 mm
  (lky = lveld, volgens NEN 3851 art. 2.5.6.2.c.)

  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.40 (het profiel is geschoord).
  M1 = 0.00 , M2 = 0.00 , Ms = 0.00 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.40 * (1.0 + (0.59 - 0.2)*(|-23310 |/(0.791 *229893 /1.0)) = 0.42
  Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.40 * (1.0 + 0.8*(|-23310 |/(0.791 *229893 /1.0)) = 0.44
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.42 , 0.44) = 0.42
  Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.25

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-23310 |/(0.791 *229893 /1.0)+0.42 *|0.0 |/(1.00*3961.1 /1.0)
           = 0.128 + 0.000 = 0.128
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-23310 |/(0.927 *229893 /1.0)+0.25 *|0.0 |/(1.00*3961.1 /1.0)
           = 0.109 + 0.000 = 0.109

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.128 , 0.109) = 0.128

- controle: 0.13 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.14.4.3 Doorsnede-controle van de onderrand:

          |NEd| |-27855 |
- UCDruk = ----- = --------- = 0.12
          Nc.Rd   229893

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 6784   N

          |NEd| | 6784 |
- UCTrek = ----- = --------- = 0.03
          Nc.Rd   229893

Druk is maatgevend.

- Controle: 0.12 < 1.00, dus de druksterkte voldoet.

Conclusie:
- Onderrand (RHBK100*50*3.0) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.6: a1) Eigen gewicht + gewas + installaties + wind + onderdruk

3.14.4.4 Controle van de diagonalen:

3.14.4.4 Controle van de drukdiagonalen:

Gezien de toepassing spitst de controle van de drukdiagonalen zich toe
op de eindkappen van de tralies, d.w.z. tussen kopplaat en 1e zwevende goten.

- Controle op druk (bij neerwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qddmaxd = -3694   N (zie tabel 3.14.4.1)
    (+ = druk in drukdiagonaal)
    Extra dwarskracht i.v.m. mogelijke positie transportlast in eerste
    diagonaalveld in plaats van het midden van de overspanning.
    Vert.puntlast: Fpunt = 0.00 * max(0   , 1000) + 1.02 * 0   = 0   N

$$\text{- Res.diag.drukkracht: } N_{ddiagd} = \frac{Q_{ddmaxd} - F_{punt}/2}{\sin(\alpha)} = \frac{-3694 - 0/2}{\sin(42.7)} = -5451 \quad N$$

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$UC_{sterkte} = \frac{|N_{Ed}|}{N_{c.Rd}} = \frac{|6182|}{84071} = 0.119$$

  controle: 0.119 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
  Profiel alleen op trek belast, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie:
- Drukdiagonalen (RHBK50*30*2.0 mm) voldoen qua trek/druk
  bij B.C.6: a1) Eigen gewicht + gewas + installaties + wind + onderdruk

3.14.4.4 Controle van de trekdiagonalen:

Er wordt vanuit gegaan, dat de trekdiagonalen als zodanig worden toegepast in
de eindkappen en als trek- en drukdiagonalen in eventuele middenkappen.

- Controle op trek (in de eindkappen bij neerwaartse belasting en evt. in de middenkappen
  bij opwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qtdmaxt = 3694 N (zie tabel 3.14.4.1)
    (+ = trek in trekdiagonaal)

$$\text{Res.diag.trekkracht: } N_{tdiagt} = \frac{Q_{tdmaxt}+F_{punt}/2}{\sin(\alpha)} = \frac{3694 + 0/2}{\sin(42.7)} = 5451 \text{ N}$$

 - Sterkte: Capaciteit trekdiagonaal: Ftdiagt = 51938 N (zie 4.4)

$$UC_{sterkte} = \frac{|N_{Ed}|}{F_{tdiagt}} = \frac{|5451|}{51938} = 0.105$$

  - UC-Trek : 0.105 < 1.00, dus trekdiagonaal voldoet.

- Controle op druk (in de eindkappen bij opwaartse belasting en evt. in de middenkappen
  bij neerwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qtdmaxd = 4190 N (zie tabel 3.14.4.1)
    (+ = druk in trekdiagonaal)

$$\text{Res. diagonaaldrukkracht: } N_{tdiagd} = \frac{-Q_{tdmaxd}}{\sin(\alpha)} = \frac{-4190}{\sin(42.7)} = -6182 \text{ N}$$

 - Sterkte: Capaciteit trekdiagonaal: Ftdiagd = 70220 N (zie 4.4)

$$UC_{sterkte} = \frac{|N_{Ed}|}{F_{tdiagd}} = \frac{|6182|}{70220} = 0.088$$

  - UC-Druk : 0.088 < 1.00, dus trekdiagonaal voldoet.

Conclusie:
- Trekdiagonalen (RHBK50*30*2.0 mm) voldoen qua trek/druk
  bij B.C.6: a1) Eigen gewicht + gewas + installaties + wind + onderdruk

3.14.4.4 Controle van de (las)verbindingen:

	Drukdiagonaal		Trekdiagonaal	
	Nd = -5451 N		Nd = - 6182 N	
	Nt = 6182 N		Nt = 5451 N	
	Fstev = 4546 N		Fstev = 4008 N	
	Fstlo = 4190 N		Fstlo = 3694 N	
	Msdt = 0.00 Nm		Msdt = 0.00 Nm	
	Fsdev = 4008 N		Fsdev = 4546 N	
	bovenrand	onderrand	bovenrand	onderrand
Tau1	11.16 N/mm²	11.16 N/mm²	9.84 N/mm²	9.84 N/mm²
Tau2	17.12 N/mm²	17.12 N/mm²	15.09 N/mm²	15.09 N/mm²
Sgm1	11.16 N/mm²	11.16 N/mm²	9.84 N/mm²	9.84 N/mm²
SgmWst	21.42 N/mm²	21.42 N/mm²	18.89 N/mm²	18.89 N/mm²
UC1	0.10	0.10	0.09	0.09
UC2	0.04	0.04	0.03	0.03
SgmWsd	15.09 N/mm²	15.09 N/mm²	17.12 N/mm²	17.12 N/mm²
UC3	0.07	0.07	0.08	0.08
Nt1	55249 N	55249 N	55249 N	55249 N
knd	1.00	1.00	1.00	1.00
Nd1	55249 N	55249 N	55249 N	55249 N
UCt1	0.11	0.11	0.10	0.10
UCd1	0.10	0.10	0.11	0.11
UClas	0.10	0.10	0.09	0.09
UCdia	0.11	0.11	0.11	0.11
UCgeo	0.78	0.78	0.78	0.78

UClas	0.10	0.09
UCdia	0.83	0.83

Conclusie:
- Lassen: UClas = 0.10 <= 1.00 dus: voldoen
- Aansluitingen: UCdia = 0.83 <= 1.00 dus: voldoen

Eindconclusie:
- Aansluiting diagonalen voldoet
  bij B.C.6: a1) Eigen gewicht + gewas + installaties + wind + onderdruk

3.14.4.4 Controle van de gootverticaal
- Veerstijfheid van de aansluiting van de bovenrand-goot "uit het vlak":
  Hoekverdraaiing door torsie onderrand:

$$V1 = \frac{kap}{Gbr * Itor * 2} = \frac{4600}{80769 * 853355 * 2} = 33.37 \quad *10\text{-}9\ 1/Nmm$$

  Hoekverdraaiing door gootverticaal (goot):

$$V2 = \frac{hspant}{2 * Egv * Igv} = \frac{630}{2 * 210000 * 1083901} = 1.38 \quad *10\text{-}9\ 1/Nmm$$

  Hoekverdraaiing door inklemming (onderrand):

$$V3 = \frac{hspant}{Egv * Igv} = \frac{630}{210000 * 1083901} = 2.77 \quad *10\text{-}9\ 1/Nmm$$

  Hoekverdraaiing door gootverticaal (buiging):

$$V4 = \frac{hspant}{3 * Egv * Igv} = \frac{630}{3 * 210000 * 1083901} = 0.92 \quad *10\text{-}9\ 1/Nmm$$

  Hoekverdraaiing door gootverticaal (bovenrand):

$$V5 = \frac{vspant}{2 * Egv * Igv} = \frac{80}{2 * 210000 * 1083901} = 0.18 \quad *10\text{-}9\ 1/Nmm$$

  Hoekverdraaiing door opzetkolom (buiging):

$$V6 = \frac{vspant}{3 * Egv * Igv} = \frac{80}{3 * 210000 * 1083901} = 0.42 \quad *10\text{-}9\ 1/Nmm$$

  Moment bij bovenrand

$$M0 = \frac{(V3+V6-V2)*hspant*vspant^2 - V4*vspant*hspant^2 + V5*hspant3}{(V1+V4+v5)*hspant^2 + (V1+V3+v6)*vspant^2 + (2*V1+V2)*vspant*hspant} = 1.3 \quad Nm$$

  Geeft de veerstijfheid ter plaatse van de bovenrand:

$$kbr = \frac{vspant + hspant}{V4*vspant*hspant^2 - V5*hspant3 + [(V4+V5+V1)*hspant^2 + V1*vspant*hspant]*M0}$$

  kbr = 148526.4 N/mm

  Vereiste kritische veerstijfheid: kcr = 196.9 N/mm

- Controle: 148526.4 N/mm > 196.9 N/mm, dus veerstijfheid voldoet.

Conclusie:
- Gootverticaal voldoet qua sterkte/stabiliteit en stijfheid
  bij B.C.6: a1) Eigen gewicht + gewas + installaties + wind + onderdruk

3.14.4.5 Controle van de bouten van de spant-kolom-aansluiting:

Controle van de krachten op de bout(en) bij de bovenrand:

Tabel 3.14.4.5.1: Belastingen bij bovenrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,br [N]	Fs,br [N]	Fi,br [N]
18.40	-10729	-3467	3694	18331	1847	18516
36.80	-12644	-4015	-3926	21638	-1963	21815
73.60	-8731	-1707	3430	15474	1715	15663
92.00	-15502	-2257	-4190	27862	-2095	28019

Gegevens van de eindplaat bij de bovenrand:
- Aantal bouten bij de bovenrand: nbb = 1
- Momenten-arm bij bovenrand: hbbout = 535 mm
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Normaalkracht: $Ft = \frac{Nt}{2 * nbb} - \frac{M}{hbbout}$ met Ft >= 0 N
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * Q
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,br max = 28019 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbtb max = 282240 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 28019 N < 282240 N, dus bout bij bovenrand (M20-8.8) voldoet.
bij B.C.6: a1) Eigen gewicht + gewas + installaties + wind + onderdruk

Controle van de krachten op de bout(en) bij de onderrand:

Tabel 3.14.4.5.2: Belastingen bij onderrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,or [N]	Fs,or [N]	Fi,or [N]
18.40	-10729	-3467	3694	0	1847	2612
36.80	-12644	-4015	-3926	0	-1963	2776
73.60	-8731	-1707	3430	0	1715	2426
92.00	-15502	-2257	-4190	0	-2095	2963

Gegevens van de eindplaat bij de onderrand:
- Aantal bouten bij de onderrand: nbo = 1
- Momenten-arm bij onderrand: hobout = 535 mm
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Normaalkracht: $Ft = \frac{Nt}{2 * nbo} + \frac{M}{hobout}$ met Ft >= 0 N
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * Q
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,or max = 2963 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbto max = 282240 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 2963 N < 282240 N, dus bout bij onderrand (M20-8.8) voldoet.
bij B.C.6: a1) Eigen gewicht + gewas + installaties + wind + onderdruk

3.14.4.5 Controle van de eindplaat op pons:

Bij de boutverbinding van de bovenrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxb = 27.9 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capb = 423 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 27.9 kN < 423 kN, dus eindplaat (ST120*15.0) voldoet
zonder onderlegring bij de bovenste bout
bij B.C.6: a1) Eigen gewicht + gewas + installaties + wind + onderdruk

Bij de boutverbinding van de onderrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxo = 0.0 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capo = 423 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0.0 kN < 423 kN, dus eindplaat (ST120*15.0) voldoet
zonder onderlegring bij de onderste bout
bij B.C.6: a1) Eigen gewicht + gewas + installaties + wind + onderdruk

3.14.4.5 Controle van de eindplaat op buiging:

Tabel 3.14.4.5.4.1: Belastingen van de eindplaat van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Normaal-kracht
x	M	N	Q	Ftrb	Ftro
[m]	[Nm]	[N]	[N]	[N]	[N]
18.40	-10729	-3467	3694	16764	0
36.80	-12644	-4015	-3926	19792	0
73.60	-8731	-1707	3430	14199	0
92.00	-15502	-2257	-4190	25598	0

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de bovenrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftrb = \frac{N + sn*Q}{2} - \frac{M}{ht,eff} \text{ met } Ftrb>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftrb(max) * e = 0.5 * 25598 * 25.0 = 320 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 7533 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 320 Nm < 7533 Nm, dus eindplaat (ST120*15.0) voldoet
bij B.C.6: a1) Eigen gewicht + gewas + installaties + wind + onderdruk

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de onderrand:
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftro(max) * e = 0.5 * 0 * 25.0 = 0 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 7533 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0 Nm < 7533 Nm, dus eindplaat (ST120*15.0) voldoet
bij B.C.6: a1) Eigen gewicht + gewas + installaties + wind + onderdruk

De lasverbindingen tussen eindplaat met resp. de boven- en onderrand
zijn niet gecontroleerd.

3.14.4.6 Controle van de bouten van de koppelaansluiting:

Controle van de krachten op de bout(en) bij de bovenrand:

Tabel 3.14.4.6.1: Belastingen bij bovenrand van de koppelaansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,br [N]	Fs,br [N]	Fi,br [N]
25.30	4347	-3647	788	0	394	557
25.30	4347	-3647	788	0	394	557
29.90	3889	-3830	-1018	0	-509	720
29.90	3889	-3830	-1018	0	-509	720
80.50	4525	-1888	524	0	262	370
80.50	4525	-1888	524	0	262	370
85.10	2852	-2071	-1282	0	-641	907
85.10	2852	-2071	-1282	0	-641	907

Gegevens van de koppelplaat bij de bovenrand:
- Aantal bouten bij de bovenrand: nbb = 1
- Momenten-arm bij bovenrand: hbbout = 597 mm
- Teken dwarskracht bij eindpositie sn=+1 en bij beginpositie sn=-1

$$\text{Normaalkracht: } Ft = \frac{N + sn*Q}{2 * nbb} - \frac{M}{hbbout} \text{ met } Ft >= 0N$$

- Schuifkracht: $Fs = 0.5 * -N - sn*Q$
- Ideële kracht: $Fi = (Ft^2 + 2*Fs^2)0.5$
- Maximale optredende kracht: Fi,br max = 907 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbtb max = 180864 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 907 N < 180864 N, dus bout bij bovenrand (M16-8.8) voldoet.
bij B.C.6: a1) Eigen gewicht + gewas + installaties + wind + onderdruk

Controle van de krachten op de bout(en) bij de onderrand:

Tabel 3.14.4.6.2: Belastingen bij onderrand van de koppelaansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,or [N]	Fs,or [N]	Fi,or [N]
25.30	4347	-3647	788	2917	394	2970
25.30	4347	-3647	788	2917	394	2970
29.90	3889	-3830	-1018	2898	-509	2986
29.90	3889	-3830	-1018	2898	-509	2986
80.50	4525	-1888	524	3587	262	3606
80.50	4525	-1888	524	3587	262	3606
85.10	2852	-2071	-1282	2444	-641	2607
85.10	2852	-2071	-1282	2444	-641	2607

Gegevens van de koppelplaat bij de onderrand:
- Aantal bouten bij de onderrand: nbo = 2
- Momenten-arm bij onderrand: hobout = 1080 mm
- Teken dwarskracht bij eindpositie sn=+1 en bij beginpositie sn=-1

$$\text{Normaalkracht: } Ft = \frac{N + sn*Q}{2 * nbo} + \frac{M}{hobout} \text{ met } Ft >= 0N$$

- Schuifkracht: $Fs = 0.5 * -N - sn*Q$
- Ideële kracht: $Fi = (Ft^2 + 2*Fs^2)0.5$
- Maximale optredende kracht: Fi,or max = 3606 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbto max = 180864 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 3606 N < 180864 N, dus bout bij onderrand (M16-8.8) voldoet.
bij B.C.6: a1) Eigen gewicht + gewas + installaties + wind + onderdruk

3.14.4.6 Controle van de koppelplaat op pons:
Bij de boutverbinding van de bovenrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxb = 0.0 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de koppelplaat: Fp,capb = 336 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0.0 kN < 336 kN, dus koppelplaat (ST100*15.0) voldoet
zonder onderlegring bij de bovenste bout
bij B.C.6: a1) Eigen gewicht + gewas + installaties + wind + onderdruk

Bij de boutverbinding van de onderrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxo = 3.6 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de koppelplaat: Fp,capo = 336 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 3.6 kN < 336 kN, dus koppelplaat (ST100*15.0) voldoet
zonder onderlegring bij de onderste bout
bij B.C.6: a1) Eigen gewicht + gewas + installaties + wind + onderdruk

3.14.4.6 Controle van de koppelplaat op buiging:

Tabel 3.14.4.6.4.1: Belastingen van de koppelplaat.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Normaal-kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ftrb [N]	Ftro [N]
25.30	4347	-3647	788	0	5278
25.30	4347	-3647	788	0	5278
29.90	3889	-3830	-1018	0	5299
29.90	3889	-3830	-1018	0	5299
80.50	4525	-1888	524	0	6595
80.50	4525	-1888	524	0	6595
85.10	2852	-2071	-1282	0	4523
85.10	2852	-2071	-1282	0	4523

Resulterende trekkracht in de koppelplaat bij de bovenrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftrb = \frac{N + sn*Q}{2} - \frac{M}{ht,eff} \quad \text{met } Ftrb>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de koppelplaat:
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftrb(max) * e = 0.5 * 0 * 25.0 = 0 Nm
- Capaciteit van de koppelplaat: Mp,cap = 3512 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0 Nm < 3512 Nm, dus koppelplaat (ST100*15.0) voldoet
bij B.C.6: a1) Eigen gewicht + gewas + installaties + wind + onderdruk

Resulterende trekkracht in de koppelplaat bij de onderrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftro = \frac{N + sn*Q}{2} + \frac{M}{ht,eff} \quad \text{met } Ftro>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de koppelplaat:
- Normaalkracht : Ftbout(2) = 3.6 * 530.0 /630.0 = 3.0 kN
- Normaalkracht : Ftbout(1) = 3.6 * 630.0 /630.0 = 3.6 kN
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * max(Ftbout(2) * e(2), Ftbout(1) * e(1))
= 0.5 * max(3.0 * 25 , 3.6 * 25) = 45 Nm
- Capaciteit van de koppelplaat: Mp,cap = 2363 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 45 Nm < 2363 Nm, dus koppelplaat (ST100*15.0) voldoet
bij B.C.6: a1) Eigen gewicht + gewas + installaties + wind + onderdruk

De lasverbindingen tussen koppelplaat met resp. de boven- en onderrand
zijn niet gecontroleerd.

3.14.5 De krachtsverdeling in de 1e rij tralies:

Tabel 3.14.5.1: Momentenlijn, normaal- en dwarskrachtenlijn.

Positie	Momentenlijn	Normaal-krachtenlijn	Dwars-krachtenlijn
x in [m]	M(x) in [Nm]	N(x) in [N]	Q(x) in [N]
begin - eind	(+ = U/- =)	(+ = trek)	(+ = ~~~___)
0.00 - 4.60	3500 5865	-3203 -3203	1615 -586
4.60 - 9.20	6589 6841	-5042 -5042	1156 -1046
9.20 - 13.80	6607 196	-4452 -4452	-293 -2494
13.80 - 18.40	269 -14455	-4637 -4637	-2099 -4301
92.00 - 96.60	-12060 2506	-1182 -1182	4268 2067
96.60 - 101.2	2576 8839	-1361 -1361	2463 261
101.2 - 105.8	8911 6866	-1543 -1543	656 -1545
105.8 - 110.4	6837 -4069	-1469 -1469	-1269 -3471

3.14.5.1 Controle van de stijfheid van de tralie:

De toelaatbare doorbuiging van alle tralieliggers wordt bepaald per tralie:
- uvtoel = 18400 / 250 < 30.0 mm, dus: uvtoel = 30.0 mm

Uit de U-lijn is de maximale doorbuiging:
- doorbuiging umax = -15.10 mm

- Controle van de 1e rij tralies:
  Doorbuiging: |-15.1 | mm < 30.0 mm, dus: voldoet.
  bij B.C.6: a1) Eigen gewicht + gewas + installaties + wind + onderdruk

3.14.5.2 Controle van de bovenrand:

3.14.5.2 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de bovenrand:

- De normaalkracht in de bovenrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = -M/0.5800 + N/2 (voor N en M, zie 3.14.5.1)
    met: Effectieve spanthoogte: 580.0 mm

Tabel 3.14.52: Normaalkrachtenverloop in de bovenrand.

Plaats	Normaalkracht in [N] (trek = positief)	Systeem-lengte
x in [m]	Spant	[mm]
0.00 - 4.60	-7635 -11714	4599
4.60 - 9.20	-13882 -14315	4600
9.20 - 13.80	-13616 -2564	4600
13.80 - 18.40	-2782 22604	4601
92.00 - 96.60	20203 -4911	4599
96.60 - 101.2	-5122 -15921	4600
101.2 - 105.8	-16135 -12609	4600
105.8 - 110.4	-12522 6282	4601

3.14.5.2 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Tabel 3.14.5.2:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de bovenrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-bepaling begin-eind	Normaalkrachten (trek = positief) [N] "begin"	"einde"	Rand-voor-waar-den	Mouty fact. ß m	Knfct staaf-lengte ß m×ß n	Knik-lengte [mm]	Klasse	Sterkte UC	Stab. UC
0.00- 4.60	-7635	-11714	e-z	0.633	0.579	2664	1	0.05	0.08
4.60- 9.20	-13882	-14315	z-z	0.652	0.648	2980	1	0.06	0.10
9.20-13.80	-13616	-2564	z-z	0.652	0.514	2363	1	0.06	0.08
13.80-18.40	-2782	22604	z-m	0.653	0.432	1988	1	0.01	0.02
92.00-96.60	20203	-4911	m-z	0.653	0.432	1987	1	0.02	0.03
96.60-101.2	-5122	-15921	z-z	0.652	0.539	2480	1	0.07	0.10
101.2-105.8	-16135	-12609	z-z	0.652	0.618	2844	1	0.07	0.11
105.8-110.4	-12522	6282	z-e	0.633	0.419	1929	1	0.05	0.07

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (0.85 - 0.2)*(|-16135 |/(0.633 *229893 /1.0)) = 0.96
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-16135 |/(0.633 *229893 /1.0)) = 0.98
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(0.96   , 0.98   ) = 0.96
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.58

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-16135 |/(0.633 *229893 /1.0)+0.96 *|0.0 |/(1.00*5873.1 /1.0)
           = 0.111 + 0.000 = 0.111
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-16135 |/(0.859 *229893 /1.0)+0.58 *|0.0 |/(1.00*5873.1 /1.0)
           = 0.082 + 0.000 = 0.082

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.111 , 0.082) = 0.111

- controle: 0.11 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.14.5.2 Stabiliteitscontrole in het vlak:

- Nabij de zwevende goten:

  - Maatgevende normaaldrukkracht: Ndmax = -16135 N

  - Kniklengte: lky = 0.80 * lveld = 0.80 * 1150 = 920 mm
    (lky > lveld/2, omdat de kortere velden, de langere velden steunen.)
  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (0.47 - 0.2)*(|-16135 |/(0.859 *229893 /1.0)) = 0.92
  Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-16135 |/(0.859 *229893 /1.0)) = 0.96
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.92   , 0.96   ) = 0.92
  Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.55

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-16135 |/(0.859 *229893 /1.0)+0.92 *|0.0 |/(1.00*3961.1 /1.0)
           = 0.082 + 0.000 = 0.082
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-16135 |/(0.962 *229893 /1.0)+0.55 *|0.0 |/(1.00*3961.1 /1.0)
           = 0.073 + 0.000 = 0.073

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.082 , 0.073) = 0.082

- controle: 0.08 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.14.5.2 Doorsnede-controle van de bovenrand:

           |NEd| |-16135 |
- UCDruk = ----- = --------- = 0.07
           Nc.Rd   229893

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 22604   N

           |NEd| |22604 |
- UCTrek = ----- = --------- = 0.10
           Nc.Rd   229893

Trek is maatgevend.

- Controle: 0.10 < 1.00, dus de treksterkte voldoet.

Conclusie:
- Bovenrand (RHBK100*50*3.0) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.6: a1) Eigen gewicht + gewas + installaties + wind + onderdruk

3.14.5.3 Controle van de onderrand:

3.14.5.3 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de onderrand:
(voor de achterliggende theorie wordt verwezen naar hoofdstuk 4)

Tabel 3.14.53: Normaalkrachtenverloop in de onderrand.
- De normaalkracht in de onderrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = M/0.5800 + N/2 (voor N en M, zie 3.14.5.1)
    met: Effectieve spanthoogte: 580.0 mm

Tabel 3.14.53: Normaalkrachtenverloop in de onderrand.

Plaats x in [m]	Normaalkracht in [N] (trek = positief) Spant	Systeem-lengte [mm]
0.00 - 4.60	4433 8511	4599
4.60 - 9.20	8840 9274	4600
9.20 - 13.80	9165 -1888	4600
13.80 - 18.40	-1855 -27241	4601
92.00 - 96.60	-21384 3729	4599
96.60 - 101.2	3761 14560	4600
101.2 - 105.8	14592 11067	4600
105.8 - 110.4	11053 -7751	4601

3.14.5.3 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Tabel 3.14.5.3:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de onderrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-bepaling begin-eind	Normaalkrachten (trek = positief) [N] "begin" "einde"	Rand-voor-waar-den	Mouty fact. ß m	Knfct staaf-lengte ß m×ß n	Knik-lengte [mm]	Klasse PlPerc	Sterkte	UC	Stab. UC
9.20-13.80	9165 -1888	z-z	0.671	0.444	2043	1		0.01	0.01
13.80-18.40	-1855 -27241	z-m	0.666	0.500	2301	1		0.12	0.16
92.00-96.60	-21384 3729	m-z	0.666	0.447	2055	1		0.09	0.12
105.8-110.4	11053 -7751	z-e	0.650	0.430	1979	1		0.03	0.04

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
       = 0.90 * (1.0 + (0.69 - 0.2)*(|-27241 |/(0.734 *229893 /1.0)) = 0.97
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
       = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-27241 |/(0.734 *229893 /1.0)) = 1.02
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(0.97 , 1.02) = 0.97
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.58

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-27241 |/(0.734 *229893 /1.0)+0.97 *|0.0 |/(1.00*5873.1 /1.0)
           = 0.162 + 0.000 = 0.162
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-27241 |/(0.791 *229893 /1.0)+0.58 *|0.0 |/(1.00*5873.1 /1.0)
           = 0.150 + 0.000 = 0.150

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.162 , 0.150) = 0.162

- controle: 0.16 < 0.95, dus de stabiliteit voldoet.

3.14.5.3 Stabiliteitscontrole in het vlak (nabij de kolom-aansluitingen):

- Maatgevend: Ndmax = N + |Q|/tan(alfa) = -27241 + |-4301 |/tan(42.7) = -22575 N
  (N.B.: 1e drukdiagonaal reduceert de normaaldrukkracht in de onderrand)

- Kniklengte: lky = 1.00*lveld = 1.00 * 1150 = 1150 mm
  (lky = lveld, volgens NEN 3851 art. 2.5.6.2.c.)

  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.40 (het profiel is geschoord).
  M1 = 0.00 , M2 = 0.00 , Ms = 0.00 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.40 * (1.0 + (0.59 - 0.2)*(|-22575 |/(0.791 *229893 /1.0)) = 0.42
  Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.40 * (1.0 + 0.8*(|-22575 |/(0.791 *229893 /1.0)) = 0.44
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.42 , 0.44) = 0.42
  Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.25

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-22575 |/(0.791 *229893 /1.0)+0.42 *|0.0 |/(1.00*3961.1 /1.0)
           = 0.124 + 0.000 = 0.124
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-22575 |/(0.927 *229893 /1.0)+0.25 *|0.0 |/(1.00*3961.1 /1.0)
           = 0.106 + 0.000 = 0.106

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.124 , 0.106) = 0.124

- controle: 0.12 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.14.5.3 Doorsnede-controle van de onderrand:

$$\text{UCDruk} = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} = \frac{|-27241|}{229893} = 0.12$$

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 14592 N

$$\text{UCTrek} = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} = \frac{|14592|}{229893} = 0.06$$

Druk is maatgevend.

- Controle: 0.12 < 1.00, dus de druksterkte voldoet.

Conclusie:
- Onderrand (RHBK100*50*3.0) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.6: a1) Eigen gewicht + gewas + installaties + wind + onderdruk

3.14.5.4 Controle van de diagonalen:

3.14.5.4 Controle van de drukdiagonalen:

Gezien de toepassing spitst de controle van de drukdiagonalen zich toe
op de eindkappen van de tralies, d.w.z. tussen kopplaat en 1e zwevende goten.

- Controle op druk (bij neerwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qddmaxd = -4268   N (zie tabel 3.14.5.1)
    (+ = druk in drukdiagonaal)
    Extra dwarskracht i.v.m. mogelijke positie transportlast in eerste
    diagonaalveld in plaats van het midden van de overspanning.
    Vert.puntlast: Fpunt = 0.00 * max(0   , 1000) + 1.02 * 0   = 0   N

$$\text{- Res.diag.drukkracht: } N_{ddiagd} = \frac{Q_{ddmaxd} - F_{punt}/2}{\sin(\alpha)} = \frac{-4268 - 0 / 2}{\sin(42.7)} = -6297 \quad N$$

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$UC_{sterkte} = \frac{|N_{Ed}|}{N_{c.Rd}} = \frac{|6346|}{84071} = 0.122$$

  controle: 0.122 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
  Profiel alleen op trek belast, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie:
- Drukdiagonalen (RHBK50*30*2.0 mm) voldoen qua trek/druk
  bij B.C.6: a1) Eigen gewicht + gewas + installaties + wind + onderdruk

3.14.5.4 Controle van de trekdiagonalen:

Er wordt vanuit gegaan, dat de trekdiagonalen als zodanig worden toegepast in
de eindkappen en als trek- en drukdiagonalen in eventuele middenkappen.

- Controle op trek (in de eindkappen bij neerwaartse belasting en evt. in de middenkappen
  bij opwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qtdmaxt = 4268 N (zie tabel 3.14.5.1)
    (+ = trek in trekdiagonaal)

$$\text{Ntdiagt} = \frac{\text{Qtdmaxt}+\text{Fpunt}/2}{\sin(\text{alfa})} = \frac{4268 + 0/2}{\sin(42.7)} = 6297 \text{ N}$$

 - Sterkte: Capaciteit trekdiagonaal: Ftdiagt = 51938 N (zie 4.4)

$$\text{UCsterkte} = \frac{|\text{NEd}|}{\text{Ftdiagt}} = \frac{|6297|}{51938} = 0.121$$

  - UC-Trek : 0.121 < 1.00, dus trekdiagonaal voldoet.

- Controle op druk (in de eindkappen bij opwaartse belasting en evt. in de middenkappen
  bij neerwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qtdmaxd = 4301 N (zie tabel 3.14.5.1)
    (+ = druk in trekdiagonaal)

$$\text{Ntdiagd} = \frac{-\text{Qtdmaxd}}{\sin(\text{alfa})} = \frac{-4301}{\sin(42.7)} = -6346 \text{ N}$$

 - Sterkte: Capaciteit trekdiagonaal: Ftdiagd = 70220 N (zie 4.4)

$$\text{UCsterkte} = \frac{|\text{NEd}|}{\text{Ftdiagd}} = \frac{|6346|}{70220} = 0.090$$

  - UC-Druk : 0.090 < 1.00, dus trekdiagonaal voldoet.

Conclusie:
- Trekdiagonalen (RHBK50*30*2.0 mm) voldoen qua trek/druk
  bij B.C.6: a1) Eigen gewicht + gewas + installaties + wind + onderdruk

3.14.5.4 Controle van de (las)verbindingen:

	Drukdiagonaal		Trekdiagonaal	
	Nd = -6297 N		Nd = - 6346 N	
	Nt = 6346 N		Nt = 6297 N	
	Fstev = 4666 N		Fstev = 4630 N	
	Fstlo = 4301 N		Fstlo = 4268 N	
	Msdt = 0.00 Nm		Msdt = 0.00 Nm	
	Fsdev = 4630 N		Fsdev = 4666 N	
	bovenrand	onderrand	bovenrand	onderrand
Tau1	11.45 N/mm²	11.45 N/mm²	11.36 N/mm²	11.36 N/mm²
Tau2	17.57 N/mm²	17.57 N/mm²	17.43 N/mm²	17.43 N/mm²
Sgm1	11.45 N/mm²	11.45 N/mm²	11.36 N/mm²	11.36 N/mm²
SgmWst	21.99 N/mm²	21.99 N/mm²	21.82 N/mm²	21.82 N/mm²
UC1	0.11	0.11	0.10	0.10
UC2	0.04	0.04	0.04	0.04
SgmWsd	17.43 N/mm²	17.43 N/mm²	17.57 N/mm²	17.57 N/mm²
UC3	0.08	0.08	0.08	0.08
Nt1	55249 N	55249 N	55249 N	55249 N
knd	1.00	1.00	1.00	1.00
Nd1	55249 N	55249 N	55249 N	55249 N
UCt1	0.11	0.11	0.11	0.11
UCd1	0.11	0.11	0.11	0.11
UClas	0.11	0.11	0.10	0.10
UCdia	0.11	0.11	0.11	0.11
UCgeo	0.78	0.78	0.78	0.78
UClas	0.11		0.10	
UCdia	0.83		0.83	

Conclusie:
- Lassen: UClas = 0.11 <= 1.00 dus: voldoen
- Aansluitingen: UCdia = 0.83 <= 1.00 dus: voldoen

Eindconclusie:
- Aansluiting diagonalen voldoet
  bij B.C.6: a1) Eigen gewicht + gewas + installaties + wind + onderdruk

3.14.5.4 Controle van de gootverticaal
- Veerstijfheid van de aansluiting van de bovenrand-goot "uit het vlak":
  Hoekverdraaiing door torsie onderrand:

$$V1 = \frac{kap}{Gbr * Itor * 2} = \frac{4600}{80769 * 853355 * 2} = 33.37 \quad *10\text{-}9\ 1/Nmm$$

  Hoekverdraaiing door gootverticaal (goot):

$$V2 = \frac{hspant}{2 * Egv * Igv} = \frac{630}{2 * 210000 * 1083901} = 1.38 \quad *10\text{-}9\ 1/Nmm$$

  Hoekverdraaiing door inklemming (onderrand):

$$V3 = \frac{hspant}{Egv * Igv} = \frac{630}{210000 * 1083901} = 2.77 \quad *10\text{-}9\ 1/Nmm$$

  Hoekverdraaiing door gootverticaal (buiging):

$$V4 = \frac{hspant}{3 * Egv * Igv} = \frac{630}{3 * 210000 * 1083901} = 0.92 \quad *10\text{-}9\ 1/Nmm$$

  Hoekverdraaiing door gootverticaal (bovenrand):

$$V5 = \frac{vspant}{2 * Egv * Igv} = \frac{80}{2 * 210000 * 1083901} = 0.18 \quad *10\text{-}9\ 1/Nmm$$

  Hoekverdraaiing door opzetkolom (buiging):

$$V6 = \frac{vspant}{3 * Egv * Igv} = \frac{80}{3 * 210000 * 1083901} = 0.42 \quad *10\text{-}9\ 1/Nmm$$

  Moment bij bovenrand

$$M0 = \frac{(V3+V6-V2)*hspant*vspant^2 - V4*vspant*hspant^2 + V5*hspant3}{(V1+V4+v5)*hspant^2 + (V1+V3+v6)*vspant^2 + (2*V1+V2)*vspant*hspant} = 1.3 \quad Nm$$

  Geeft de veerstijfheid ter plaatse van de bovenrand:

$$kbr = \frac{vspant + hspant}{V4*vspant*hspant^2 - V5*hspant3 + [(V4+V5+V1)*hspant^2 + V1*vspant*hspant]*M0}$$

  kbr = 148526.4 N/mm

  Vereiste kritische veerstijfheid: kcr = 196.9 N/mm

  - Controle: 148526.4 N/mm > 196.9 N/mm, dus veerstijfheid voldoet.

- Controle op knik:
  - Maatgevende verticale kracht: Ngv = Fvg = -1200 N
  - Capaciteit van de verticaal : Fgvertd = 229432 N (zie 4.6)

  - Controle: |-1200 | N < 229432 N, dus gootverticaal voldoet.

Conclusie:
- Gootverticaal voldoet qua sterkte/stabiliteit en stijfheid
  bij B.C.6: a1) Eigen gewicht + gewas + installaties + wind + onderdruk

3.14.5.5 Controle van de bouten van de spant-kolom-aansluiting:

Controle van de krachten op de bout(en) bij de bovenrand:

Tabel 3.14.5.5.1: Belastingen bij bovenrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,br [N]	Fs,br [N]	Fi,br [N]
0.00	3500	-3203	1615	0	807	1142
18.40	-14455	-4637	-4301	24715	-2151	24901
92.00	-12060	-1182	4268	21963	2134	22170
110.4	-4069	-1469	-3471	6876	-1736	7301

Gegevens van de eindplaat bij de bovenrand:
- Aantal bouten bij de bovenrand: nbb = 1
- Momenten-arm bij bovenrand: hbbout = 535 mm
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Normaalkracht: $Ft = \frac{Nt}{2 * nbb} - \frac{M}{hbbout}$ met Ft >= 0 N
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * Q
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,br max = 24901 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbtb max = 282240 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 24901 N < 282240 N, dus bout bij bovenrand (M20-8.8) voldoet.
bij B.C.6: a1) Eigen gewicht + gewas + installaties + wind + onderdruk

Controle van de krachten op de bout(en) bij de onderrand:

Tabel 3.14.5.5.2: Belastingen bij onderrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,or [N]	Fs,or [N]	Fi,or [N]
0.00	3500	-3203	1615	4944	807	5074
18.40	-14455	-4637	-4301	0	-2151	3041
92.00	-12060	-1182	4268	0	2134	3018
110.4	-4069	-1469	-3471	0	-1736	2455

Gegevens van de eindplaat bij de onderrand:
- Aantal bouten bij de onderrand: nbo = 1
- Momenten-arm bij onderrand: hobout = 535 mm
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Normaalkracht: $Ft = \frac{Nt}{2 * nbo} + \frac{M}{hobout}$ met Ft >= 0 N
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * Q
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,or max = 5074 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbto max = 282240 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 5074 N < 282240 N, dus bout bij onderrand (M20-8.8) voldoet.
bij B.C.6: a1) Eigen gewicht + gewas + installaties + wind + onderdruk

3.14.5.5 Controle van de eindplaat op pons:

Bij de boutverbinding van de bovenrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxb = 24.7 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capb = 423 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 24.7 kN < 423 kN, dus eindplaat (ST120*15.0) voldoet
zonder onderlegring bij de bovenste bout
bij B.C.6: a1) Eigen gewicht + gewas + installaties + wind + onderdruk

Bij de boutverbinding van de onderrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxo = 4.9 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capo = 423 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 4.9 kN < 423 kN, dus eindplaat (ST120*15.0) voldoet
zonder onderlegring bij de onderste bout
bij B.C.6: a1) Eigen gewicht + gewas + installaties + wind + onderdruk

3.14.5.5 Controle van de eindplaat op buiging:

Tabel 3.14.5.5.4.1: Belastingen van de eindplaat van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Normaal-kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ftrb [N]	Ftro [N]
0.00	3500	-3203	1615	0	4433
18.40	-14455	-4637	-4301	22604	0
92.00	-12060	-1182	4268	20203	0
110.4	-4069	-1469	-3471	6282	0

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de bovenrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftrb = \frac{N + sn*Q}{2} - \frac{M}{ht,eff} \text{ met } Ftrb>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftrb(max) * e = 0.5 * 22604 * 25.0 = 283 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 7533 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 283 Nm < 7533 Nm, dus eindplaat (ST120*15.0) voldoet
bij B.C.6: a1) Eigen gewicht + gewas + installaties + wind + onderdruk

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de onderrand:
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftro(max) * e = 0.5 * 4433 * 25.0 = 55 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 7533 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 55 Nm < 7533 Nm, dus eindplaat (ST120*15.0) voldoet
bij B.C.6: a1) Eigen gewicht + gewas + installaties + wind + onderdruk

De lasverbindingen tussen eindplaat met resp. de boven- en onderrand
zijn niet gecontroleerd.

3.14.5.6 Controle van de bouten van de koppelaansluiting:

Controle van de krachten op de bout(en) bij de bovenrand:

Tabel 3.14.5.6.1: Belastingen bij bovenrand van de koppelaansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,br [N]	Fs,br [N]	Fi,br [N]
6.90	7981	-5042	55	0	27	39
6.90	7981	-5042	55	0	27	39
11.50	4667	-4452	-1394	0	-697	985
11.50	4667	-4452	-1394	0	-697	985
98.90	6974	-1361	1362	0	681	963
98.90	6974	-1361	1362	0	681	963
103.5	9154	-1543	-444	0	-222	314
103.5	9154	-1543	-444	0	-222	314

Gegevens van de koppelplaat bij de bovenrand:
- Aantal bouten bij de bovenrand: nbb = 1
- Momenten-arm bij bovenrand: hbbout = 597 mm
- Teken dwarskracht bij eindpositie sn=+1 en bij beginpositie sn=-1

$$\text{- Normaalkracht: } Ft = \frac{N + sn*Q}{2 * nbb} - \frac{M}{hbbout} \text{ met } Ft >= 0N$$

- Schuifkracht: $Fs = 0.5 * -N - sn*Q$
- Ideële kracht: $Fi = (Ft^2 + 2*Fs^2)0.5$
- Maximale optredende kracht: Fi,br max = 985 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbtb max = 180864 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 985 N < 180864 N, dus bout bij bovenrand (M16-8.8) voldoet.
bij B.C.6: a1) Eigen gewicht + gewas + installaties + wind + onderdruk

Controle van de krachten op de bout(en) bij de onderrand:

Tabel 3.14.5.6.2: Belastingen bij onderrand van de koppelaansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,or [N]	Fs,or [N]	Fi,or [N]
6.90	7981	-5042	55	6117	27	6117
6.90	7981	-5042	55	6117	27	6117
11.50	4667	-4452	-1394	3558	-697	3692
11.50	4667	-4452	-1394	3558	-697	3692
98.90	6974	-1361	1362	5777	681	5857
98.90	6974	-1361	1362	5777	681	5857
103.5	9154	-1543	-444	8203	-222	8209
103.5	9154	-1543	-444	8203	-222	8209

Gegevens van de koppelplaat bij de onderrand:
- Aantal bouten bij de onderrand: nbo = 2
- Momenten-arm bij onderrand: hobout = 1080 mm
- Teken dwarskracht bij eindpositie sn=+1 en bij beginpositie sn=-1

$$\text{- Normaalkracht: } Ft = \frac{N + sn*Q}{2 * nbo} + \frac{M}{hobout} \text{ met } Ft >= 0N$$

- Schuifkracht: $Fs = 0.5 * -N - sn*Q$
- Ideële kracht: $Fi = (Ft^2 + 2*Fs^2)0.5$
- Maximale optredende kracht: Fi,or max = 8209 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbto max = 180864 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 8209 N < 180864 N, dus bout bij onderrand (M16-8.8) voldoet.
bij B.C.6: a1) Eigen gewicht + gewas + installaties + wind + onderdruk

3.14.5.6 Controle van de koppelplaat op pons:
Bij de boutverbinding van de bovenrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxb = 0.0 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de koppelplaat: Fp,capb = 336 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0.0 kN < 336 kN, dus koppelplaat (ST100*15.0) voldoet
zonder onderlegring bij de bovenste bout
bij B.C.6: a1) Eigen gewicht + gewas + installaties + wind + onderdruk

Bij de boutverbinding van de onderrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxo = 8.2 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de koppelplaat: Fp,capo = 336 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 8.2 kN < 336 kN, dus koppelplaat (ST100*15.0) voldoet
zonder onderlegring bij de onderste bout
bij B.C.6: a1) Eigen gewicht + gewas + installaties + wind + onderdruk

3.14.5.6 Controle van de koppelplaat op buiging:

Tabel 3.14.5.6.4.1: Belastingen van de koppelplaat.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Normaal-kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ftrb [N]	Ftro [N]
6.90	7981	-5042	55	0	11212
6.90	7981	-5042	55	0	11212
11.50	4667	-4452	-1394	0	6518
11.50	4667	-4452	-1394	0	6518
98.90	6974	-1361	1362	0	10662
98.90	6974	-1361	1362	0	10662
103.5	9154	-1543	-444	0	15234
103.5	9154	-1543	-444	0	15234

Resulterende trekkracht in de koppelplaat bij de bovenrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftrb = \frac{N + sn*Q}{2} - \frac{M}{ht,eff} \quad \text{met } Ftrb>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de koppelplaat:
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftrb(max) * e = 0.5 * 0 * 25.0 = 0 Nm
- Capaciteit van de koppelplaat: Mp,cap = 3512 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0 Nm < 3512 Nm, dus koppelplaat (ST100*15.0) voldoet
bij B.C.6: a1) Eigen gewicht + gewas + installaties + wind + onderdruk

Resulterende trekkracht in de koppelplaat bij de onderrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftro = \frac{N + sn*Q}{2} + \frac{M}{ht,eff} \quad \text{met } Ftro>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de koppelplaat:
- Normaalkracht : Ftbout(2) = 8.2 * 530.0 /630.0 = 6.9 kN
- Normaalkracht : Ftbout(1) = 8.2 * 630.0 /630.0 = 8.2 kN
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * max(Ftbout(2) * e(2), Ftbout(1) * e(1))
= 0.5 * max(6.9 * 25 , 8.2 * 25) = 103 Nm
- Capaciteit van de koppelplaat: Mp,cap = 2363 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 103 Nm < 2363 Nm, dus koppelplaat (ST100*15.0) voldoet
bij B.C.6: a1) Eigen gewicht + gewas + installaties + wind + onderdruk

De lasverbindingen tussen koppelplaat met resp. de boven- en onderrand
zijn niet gecontroleerd.

Toetsing van de bepalende doorsnede (lkx= 4000 mm, lky= 4000 mm):

Toetsing van de bepalende doorsnede (lkx= 5527 mm, lky= 3600 mm):

Toetsing van de bepalende doorsnede (lkx= 7072 mm, lky= 4000 mm):

c) Berekening van de toelaatbare horizontale verplaatsing in :

- Rekening houdend met de glasbreedten :

- reductiefactor gevel: r1 = 800 / bkg < 2.0;
                              800 / 800 = 1.00, dus r1 = 1.00
- reductiefactor dek : r2 = 1125 / bd < 2.0;
                             1125 / 1125 = 1.00, dus r2 = 1.00
- ugevel = h / 100 * r1 < 50.0 mm;
            4000 / 100 * 1.00 = 40.0 mm,   dus ugevel = 57.3 mm
- udek   = 1/200 * v * r2 < 50.0 mm
            1/200 * 4000   * 1.00 = 30.0 mm, dus udek = 61.3 mm
- utoel-b = ugevel + udek = 57.3 + 61.3 = 57.5 mm
- utoel = utoel-a < umax; MIN(80.0 , 80.0) = 160.0 mm

3.15 B.C.7: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (wind op kopgevel)

3.15.1 Berekening van de belastingen per tralie:

a) Belastingen in gebruikstoestand:
- Permanente belastingen:
  - Eigen gewicht dek : (1.00 * 35) = 35 N/m²
  - Eigen gewicht van de goot: (1.00 * 30)* 4.00 = 120 N
  - E.G. 1e rij tralies : (1.00 * 188.8) = 188.8 N/m
  - E.G. 2e rij tralies : (1.00 * 188.8) = 188.8 N/m
  - E.G. tralies middenvelden: (1.00 * 188.8) = 188.8 N/m
- Variabele belastingen:
  - Vert. puntlast: 0.00*max(0 ,1000)+0.00*0 = 0 N
  - Windbelasting : (1.00 * 334 * 0.99) = 329 N/m²
    (fCdim = Cdim;lr*Cdim;par/Cdim = 0.83 *0.85 /0.72 = 0.99)

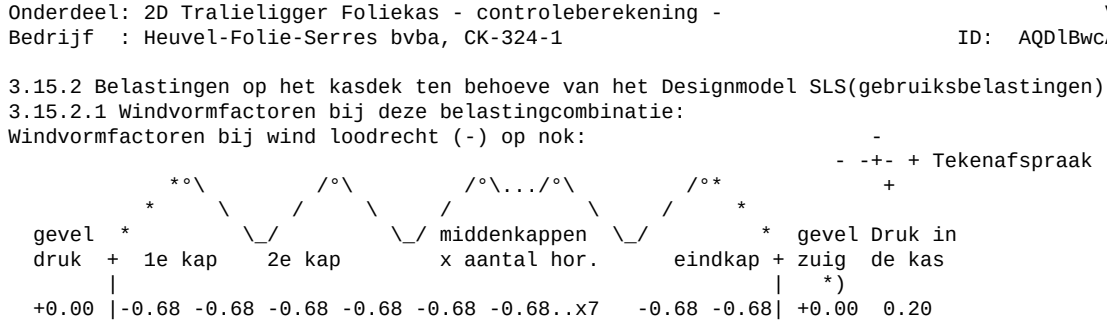
b) Belastingen in rekentoestand:
- Permanente belastingen:
  - Eigen gewicht dek : (1.00 * 35) = 35 N/m²
  - Eigen gewicht van de goot: (1.00 * 30)* 4.00 = 120 N
  - E.G. 1e rij tralies : (1.00 * 188.8) = 188.8 N/m
  - E.G. 2e rij tralies : (1.00 * 188.8) = 188.8 N/m
  - E.G. tralies middenvelden: (1.00 * 188.8) = 188.8 N/m
- Variabele belastingen:
  - Vert. puntlast: 0.00*max(0 ,1000)+0.00*0 = 0 N
  - Windbelasting : (1.27 * 334) = 426 N/m²

c) Bij het bepalen van de knoopcoordinaten is rekening gehouden met
de initiële scheefstand van de kolommen:
- Scheefstand psi = 1/265 (zie EN 1993-1-1)

d) Rekenvoorbeeld van de belastingen op knooppunten op de volgende plaatsen:
Knoop k = "effectieve" spanthoogte van de eerste kolom
Knoop * = zwevende goot 1e rij tralies
Knoop * = middenkolom

- Horizontale belasting:
  Voor het verkorte designmodel wordt een reductiefactor aangehouden van
  (6+1)/(6+1) (met een maximum van 1)
  Fk,hor = (4.000 - 0.5*3.605)
  * [426 *(+0.00 - (0.20)]*4.00 * min(1,(6+1)/(6+1)) = -756 N
- Verticale belasting:
  Fvg = eigen gewicht goot = (1.00 * 30)* 4.00 = 120 N
  Fk,vert = -0.5 * Fvg
  F*,vert t.p.v. een goot = Fvg

3.15.2 Belastingen op het kasdek ten behoeve van het Designmodel SLS(gebruiksbelastingen):
3.15.2.1 Windvormfactoren bij deze belastingcombinatie:
Windvormfactoren bij wind loodrecht (-) op nok:



3.15.2.2 Belastingfactoren bij deze belastingcombinatie:

Belastingfactoren	gebruikstoestand	rekentoestand
Eigen gewicht	1.00	1.00
Installaties	0.00	0.00
Sneeuw	0.00	0.00
Wind	1.00	1.27
gewas	0.00	0.00

3.15.2.3 Gesommeerde belastingen op de omhulling van de kas per vakmaat:
Belastingen gebruikstoestand SLS per vakmaat (4.000 m):

Tralie	neerwaarts	qtral = fi*qinstall + fp*qtral + fg*qgewas	
		= 0.00*280.0 + 1.00*188.8 + 0.00*0.0	qtral = 188.8 N/m
Goot	zijgevel	Fgt.s = fp*qgoot.s = 1.00*60.0	Fgt.s = 60 N
	middengoot	Fgt.m = fp*qgoot.m = 1.00*120.0	Fgt.m = 120 N
Kasdek	evenwijdig	qdek.E = [fp*qdek + fs*qsneew]*sin(dek)	
		= [1.00*126.9 + 0.00*0.0]*sin(25.0)	qdek.E = 53.6 N/m
	loodrecht	qdek.L = [fp*qdek + fs*qsneew]*cos(dek)	
		= [1.00*126.9 + 0.00*0.0]*cos(25.0)	qdek.L = 115.0 N/m
	+ wind per kaphelft	= qdek.L + fw*qwinds*(cpe-cpi)	
	- 1e kaphelft	= 115.0 + 1.00*1336.5*(-0.68-0.20)	qdek.L1 = -1060.1 N/m
	- 2e kaphelft	= 115.0 + 1.00*1336.5*(-0.68-0.20)	qdek.L2 = -1060.1 N/m
	- 3e kaphelft	= 115.0 + 1.00*1336.5*(-0.68-0.20)	qdek.L3 = -1060.1 N/m
	- 4e kaphelft	= 115.0 + 1.00*1336.5*(-0.68-0.20)	qdek.L4 = -1060.1 N/m
	- Middenkap links	= 115.0 + 1.00*1336.5*(-0.68-0.20)	qdek.Lm1 = -1060.1 N/m
	- Middenkap rechts	= 115.0 + 1.00*1336.5*(-0.68-0.20)	qdek.Lm2 = -1060.1 N/m
	- Eindkap links	= 115.0 + 1.00*1336.5*(-0.68-0.20)	qdek.Le1 = -1060.1 N/m
	- Eindkap Rechts	= 115.0 + 1.00*1336.5*(-0.68-0.20)	qdek.Le2 = -1060.1 N/m
	+ windwrijving nok	= Cfr,1*fi*qwind*hkap*vakmaat	
	- middenkap FhwCpf	= 0.00*1.00*334.1 *1.07*4.0	FhwCpf = 0 N
Zijgevel	windzijde FhwF.gt	= fw*Fhw.gt*(cp1-cpi)	
	goothoogte	= 1.00*2965.8*(0.0 -0.2)	Fhw.gt = -593 N
	windzijde FhwF.fh	= fw*Fhw.fh*(cp1-cpi)	
	fundatiehoogte	= 1.00*2380.1*(0.0 -0.2)	Fhw.fh = -476 N
Zijgevel	loefzijde FhwL.gt	= fw*Fhw.gt*(cp1+cpi)	
	goothoogte	= 1.00*2965.8*(0.0 +0.2)	Fhw.gt = 593 N
	loefzijde FhwL.fh	= fw*Fhw.fh*(cp1+cpi)	
	fundatiehoogte	= 1.00*2380.1*(0.0 +0.2)	Fhw.fh = 476 N

Belastingen rekentoestand ULS per vakmaat (4.000 m):

Tralie	neerwaarts qtral = fi*qinstall + fp*qtral + fg*qgewas		
	= 0.00*280.0 + 1.00*188.8 + 0.00*0.0	qtral =	188.8 N/m
Goot	zijgevel Fgt.s = fp*qgoot.s = 1.00*60.0	Fgt.s =	60 N
	middengoot Fgt.m = fp*qgoot.m = 1.00*120.0	Fgt.m =	120 N
Kasdek	evenwijdig qdek.E = [fp*qdek + fs*qsneew]*sin(dek)		
	= [1.00*126.9 + 0.00*0.0]*sin(25.0)	qdek.E =	53.6 N/m
	loodrecht qdek.L = [fp*qdek + fs*qsneew]*cos(dek)		
	= [1.00*126.9 + 0.00*0.0]*cos(25.0)	qdek.L =	115.0 N/m
	+ wind per kaphelft = qdek.L + fw*qwinds*(cpe-cpi)		
	- 1e kaphelft = 115.0 + 1.27*1336.5*(-0.68-0.20)	qdek.L1 =	-1383.2 N/m
	- 2e kaphelft = 115.0 + 1.27*1336.5*(-0.68-0.20)	qdek.L2 =	-1383.2 N/m
	- 3e kaphelft = 115.0 + 1.27*1336.5*(-0.68-0.20)	qdek.L3 =	-1383.2 N/m
	- 4e kaphelft = 115.0 + 1.27*1336.5*(-0.68-0.20)	qdek.L4 =	-1383.2 N/m
	- Middenkap links = 115.0 + 1.27*1336.5*(-0.68-0.20)	qdek.Lm1 =	-1383.2 N/m
	- Middenkap rechts = 115.0 + 1.27*1336.5*(-0.68-0.20)	qdek.Lm2 =	-1383.2 N/m
	- Eindkap links = 115.0 + 1.27*1336.5*(-0.68-0.20)	qdek.Le1 =	-1383.2 N/m
	- Eindkap Rechts = 115.0 + 1.27*1336.5*(-0.68-0.20)	qdek.Le2 =	-1383.2 N/m
	+ windwrijving nok = Cfr,1*fi*qwind*hkap*vakmaat		
	- middenkap FhwCpf = 0.00*1.27*334.1 *1.07*4.0	FhwCpf =	0 N
Zijgevel	windzijde FhwF.gt = fw*Fhw.gt*(cp1-cpi)		
	goothoogte = 1.27*2965.8*(0.0 -0.2)	Fhw.gt =	-756 N
	windzijde FhwF.fh = fw*Fhw.fh*(cp1-cpi)		
	fundatiehoogte = 1.27*2380.1*(0.0 -0.2)	Fhw.fh =	-607 N
Zijgevel	loefzijde FhwL.gt = fw*Fhw.gt*(cp1+cpi)		
	goothoogte = 1.27*2965.8*(0.0 +0.2)	Fhw.gt =	756 N
	loefzijde FhwL.fh = fw*Fhw.fh*(cp1+cpi)		
	fundatiehoogte = 1.27*2380.1*(0.0 +0.2)	Fhw.fh =	607 N

Tabel 3.15.2.4: Knoopbelastingen, oplegreacties en knoopverplaatsingen:

			Knoopbelastingen Rekentoestand		Oplegreacties		Knoopverplaatsingen gebruikstoestand		
nr.	X-as [mm]	Y-as [mm]	X-as [N]	Y-as [N]	X-as [N]	Y-as [N]	X-verpl [mm]	Y-verpl [mm]	U_lijn [mm]
	Horiz.	Vert.	Horiz.	Vert.	Horiz.	Vert.	Horiz.	Vert.	
1	-0.013	0.000	-607	0	120	-8616			0.000
2	-0.007	1.802							0.000
3	-0.001	3.315							0.000
6	0.000	4.000	0	-60					0.000
7	2.300	5.073							0.000
8	4.600	4.000	0	-120					0.000
9	6.900	5.073							0.000
10	9.200	4.000	0	-120					0.000
11	11.500	5.073							0.000
12	13.800	4.000	0	-120					0.000
13	16.100	5.073							0.000
4	0.000	3.605	-756	0			-1.01	0.10	0.000
14	0.574	3.605					-1.01	2.04	-1.940
15	2.299	3.605					-1.02	7.76	-7.644
16	4.599	3.605					-1.02	14.11	-13.972
17	6.899	3.605					-1.03	17.64	-17.488
18	9.199	3.605					-1.04	17.93	-17.759
19	11.499	3.605					-1.04	14.99	-14.796
20	13.799	3.605					-1.05	9.88	-9.666
21	16.099	3.605					-1.06	4.11	-3.878
22	17.824	3.605					-1.06	0.89	-0.641
23	18.387	0.000			107	-23429			0.000
24	18.393	1.802							0.000
25	18.399	3.315							0.000
28	18.400	4.000	0	-120					0.000
29	20.700	5.073							0.000
30	23.000	4.000	0	-120					0.000
31	25.300	5.073							0.000
32	27.600	4.000	0	-120					0.000
33	29.900	5.073							0.000
34	32.200	4.000	0	-120					0.000
35	34.500	5.073							0.000
26	18.400	3.605							0.000
36	18.974	3.605							0.000
37	20.699	3.605							0.000
38	22.999	3.605							0.000
39	25.299	3.605							0.000
40	27.599	3.605							0.000
41	29.899	3.605							0.000
42	32.199	3.605							0.000
43	34.499	3.605							0.000
44	36.224	3.605							0.000
45	36.787	0.000			-43	-20379			0.000
46	36.793	1.802							0.000
47	36.799	3.315							0.000
50	36.800	4.000	0	-120					0.000
51	39.100	5.073							0.000
52	41.400	4.000	0	-120					0.000
53	43.700	5.073							0.000
54	46.000	4.000	0	-120					0.000
55	48.300	5.073							0.000
56	50.600	4.000	0	-120					0.000
57	52.900	5.073							0.000
48	36.800	3.605							0.000
58	37.374	3.605							0.000
59	39.099	3.605							0.000
60	41.399	3.605							0.000
61	43.699	3.605							0.000
62	45.999	3.605							0.000
63	48.299	3.605							0.000
64	50.599	3.605							0.000
65	52.899	3.605							0.000
66	54.624	3.605							0.000
67	55.187	0.000			-12	-21355			0.000
68	55.193	1.802							0.000
69	55.199	3.315							0.000
72	55.200	4.000	0	-120					0.000

73	57.500	5.073							0.000	
74	59.800	4.000	0	-120					0.000	
75	62.100	5.073							0.000	
76	64.400	4.000	0	-120					0.000	
77	66.700	5.073							0.000	
78	69.000	4.000	0	-120					0.000	
79	71.300	5.073							0.000	
70	55.200	3.605							0.000	
80	55.774	3.605							0.000	
81	57.499	3.605							0.000	
82	59.799	3.605							0.000	
83	62.099	3.605							0.000	
84	64.399	3.605							0.000	
85	66.699	3.605							0.000	
86	68.999	3.605							0.000	
87	71.299	3.605							0.000	
88	73.024	3.605							0.000	
89	73.587	0.000			27	-20383			0.000	
90	73.593	1.802							0.000	
91	73.599	3.315							0.000	
94	73.600	4.000	0	-120					0.000	
95	75.900	5.073							0.000	
96	78.200	4.000	0	-120					0.000	
97	80.500	5.073							0.000	
98	82.800	4.000	0	-120					0.000	
99	85.100	5.073							0.000	
100	87.400	4.000	0	-120					0.000	
101	89.700	5.073							0.000	
92	73.600	3.605							0.000	
102	74.174	3.605							0.000	
103	75.899	3.605							0.000	
104	78.199	3.605							0.000	
105	80.499	3.605							0.000	
106	82.799	3.605							0.000	
107	85.099	3.605							0.000	
108	87.399	3.605							0.000	
109	89.699	3.605							0.000	
110	91.424	3.605							0.000	
111	91.987	0.000			-145	-23415			0.000	
112	91.993	1.802							0.000	
113	91.999	3.315							0.000	
116	92.000	4.000	0	-120					0.000	
117	94.300	5.073							0.000	
118	96.600	4.000	0	-120					0.000	
119	98.900	5.073							0.000	
120	101.200	4.000	0	-120					0.000	
121	103.500	5.073							0.000	
122	105.800	4.000	0	-120					0.000	
123	108.100	5.073							0.000	
114	92.000	3.605					-1.28	0.25	0.000	
124	92.574	3.605					-1.28	0.89	-0.641	
125	94.299	3.605					-1.29	4.11	-3.878	
126	96.599	3.605					-1.29	9.86	-9.651	
127	98.899	3.605					-1.30	14.95	-14.759	
128	101.199	3.605					-1.30	17.87	-17.700	
129	103.499	3.605					-1.31	17.57	-17.414	
130	105.799	3.605					-1.32	14.03	-13.899	
131	108.099	3.605					-1.32	7.71	-7.597	
132	109.824	3.605					-1.33	2.03	-1.931	
133	110.387	0.000	607	0	-55	-8647			0.000	
134	110.393	1.802							0.000	
135	110.399	3.315							0.000	
136	110.400	3.605	756	0					0.000	
137	110.401	3.895								
138	110.400	4.000	0	-60			-1.33	0.09		

Tabel 3.15.2.5: Staafbelastingen, momenten, normaal- en dwarskrachten

Staaf nr.	Profiel	X-as [N/m]	Y-as [N/m]	B E G I N Normaal [N]	B E G I N Dwarskr [N]	B E G I N Moment [Nm]	E I N D Normaal [N]	E I N D Dwarskr [N]	E I N D Moment [Nm]
		Horizontaal	Verticaal						
1	RHBK100*100*3.			8617	458	-169	8617	458	656
2	RHBK100*100*3.			8618	450	656	8618	450	1338

3	RHBK100*100*3.			8617	458	1338	8617	458	1470
4	RHBK100*100*3.			3073	2591	-1028	3073	2591	-276
5	RHBK100*100*3.			3040	2630	-276	3040	2630	-0
6	RHBK120*60*3.0			6128	-14	6	6128	-14	0
7	RHBK120*60*3.0			6128	-23	9	6128	-23	-0
8	RHBK120*60*3.0			6128	-32	12	6128	-32	0
9	Roede dek	-53.6	1383.2	3678	-1732	0	3814	1779	59
10	Roede dek	53.6	1383.2	3814	-1779	59	3678	1732	0
11	Roede dek	-53.6	1383.2	3684	-1729	0	3820	1781	66
12	Roede dek	53.6	1383.2	3820	-1781	66	3684	1729	0
13	Roede dek	-53.6	1383.2	3681	-1730	0	3817	1780	63
14	Roede dek	53.6	1383.2	3817	-1780	63	3681	1730	0
15	Roede dek	-53.6	1383.2	3671	-1735	0	3807	1775	51
16	Roede dek	53.6	1383.2	3807	-1775	51	3671	1735	0
17	1e tralie	0.0	-188.8	-1359	-5552	2498	-1359	-5660	-718
18	1e tralie	0.0	-188.8	-1359	-5660	-718	-1359	-5986	-10762
19	1e tralie	0.0	-188.8	-1359	-5986	-10762	-1359	-6420	-25029
20	1e tralie	0.0	-188.8	-1365	-292	-25035	-1365	-726	-26206
21	1e tralie	0.0	-188.8	-1365	-726	-26206	-1365	-1161	-28376
22	1e tralie	0.0	-188.8	-1362	4967	-28385	-1362	4533	-17460
23	1e tralie	0.0	-188.8	-1362	4533	-17460	-1362	4099	-7534
24	1e tralie	0.0	-188.8	-1351	10226	-7546	-1351	9792	15475
25	1e tralie	0.0	-188.8	-1351	9792	15475	-1351	9467	32086
26	1e tralie	0.0	-188.8	-1351	9467	32086	-1351	9358	37510
27	RHBK100*100*3.			23429	-185	114	23429	-185	-220
28	RHBK100*100*3.			23429	-205	-220	23429	-205	-530
29	RHBK100*100*3.			23429	-185	-530	23429	-185	-584
30	RHBK100*100*3.			6128	-21	0	6128	-21	-6
31	RHBK100*100*3.			6128	55	-6	6128	55	-0
32	RHBK120*60*3.0			6128	-12	5	6128	-12	0
33	RHBK120*60*3.0			6128	-20	8	6128	-20	-0
34	RHBK120*60*3.0			6128	-28	11	6128	-28	0
35	Roede dek	-53.6	1383.2	3670	-1736	0	3806	1775	50
36	Roede dek	53.6	1383.2	3806	-1775	50	3670	1736	0
37	Roede dek	-53.6	1383.2	3678	-1732	0	3814	1779	59
38	Roede dek	53.6	1383.2	3814	-1779	59	3678	1732	0
39	Roede dek	-53.6	1383.2	3679	-1731	0	3815	1779	60
40	Roede dek	53.6	1383.2	3815	-1779	60	3679	1731	0
41	Roede dek	-53.6	1383.2	3672	-1735	0	3808	1776	52
42	Roede dek	53.6	1383.2	3808	-1776	52	3672	1735	0
43	2e tralie	0.0	-188.8	-1457	-7944	36926	-1457	-8052	32337
44	2e tralie	0.0	-188.8	-1457	-8052	32337	-1457	-8378	18167
45	2e tralie	0.0	-188.8	-1457	-8378	18167	-1457	-8812	-1601
46	2e tralie	0.0	-188.8	-1466	-2684	-1606	-1466	-3118	-8279
47	2e tralie	0.0	-188.8	-1466	-3118	-8279	-1466	-3553	-15950
48	2e tralie	0.0	-188.8	-1466	2575	-15958	-1466	2141	-10535
49	2e tralie	0.0	-188.8	-1466	2141	-10535	-1466	1707	-6110
50	2e tralie	0.0	-188.8	-1459	7834	-6121	-1459	7400	11399
51	2e tralie	0.0	-188.8	-1459	7400	11399	-1459	7075	23883
52	2e tralie	0.0	-188.8	-1459	7075	23883	-1459	6966	27929
53	RHBK100*100*3.			20379	-25	45	20379	-25	0
54	RHBK100*100*3.			20379	-43	0	20379	-43	-64
55	RHBK100*100*3.			20379	-25	-64	20379	-25	-71
56	RHBK100*100*3.			6128	-20	-0	6128	-20	-6
57	RHBK100*100*3.			6128	57	-6	6128	57	0
58	RHBK120*60*3.0			6128	-13	5	6128	-13	0
59	RHBK120*60*3.0			6128	-21	8	6128	-21	-0
60	RHBK120*60*3.0			6128	-29	11	6128	-29	0
61	Roede dek	-53.6	1383.2	3672	-1734	0	3808	1776	53
62	Roede dek	53.6	1383.2	3808	-1776	53	3672	1734	0
63	Roede dek	-53.6	1383.2	3679	-1731	0	3816	1779	61
64	Roede dek	53.6	1383.2	3816	-1779	61	3679	1731	0
65	Roede dek	-53.6	1383.2	3679	-1731	0	3815	1779	61
66	Roede dek	53.6	1383.2	3815	-1779	61	3679	1731	0
67	Roede dek	-53.6	1383.2	3672	-1735	0	3808	1776	52
68	Roede dek	53.6	1383.2	3808	-1776	52	3672	1735	0
69	middentralie	0.0	-188.8	-1416	-7286	27858	-1416	-7394	23648
70	middentralie	0.0	-188.8	-1416	-7394	23648	-1416	-7720	10612
71	middentralie	0.0	-188.8	-1416	-7720	10612	-1416	-8154	-7642
72	middentralie	0.0	-188.8	-1424	-2026	-7647	-1424	-2460	-12807
73	middentralie	0.0	-188.8	-1424	-2460	-12807	-1424	-2895	-18965
74	middentralie	0.0	-188.8	-1424	3233	-18973	-1424	2799	-12036
75	middentralie	0.0	-188.8	-1424	2799	-12036	-1424	2365	-6097
76	middentralie	0.0	-188.8	-1415	8493	-6109	-1415	8058	12925
77	middentralie	0.0	-188.8	-1415	8058	12925	-1415	7733	26544

78	middentralie	0.0	-188.8	-1415	7733	26544	-1415	7624	30969
79	RHBK100*100*3.			21355	-60	62	21355	-60	-45
80	RHBK100*100*3.			21355	-78	-45	21355	-78	-164
81	RHBK100*100*3.			21355	-60	-164	21355	-60	-181
82	RHBK100*100*3.			6128	-20	-0	6128	-20	-6
83	RHBK100*100*3.			6128	56	-6	6128	56	0
84	RHBK120*60*3.0			6128	-12	5	6128	-12	0
85	RHBK120*60*3.0			6128	-20	8	6128	-20	0
86	RHBK120*60*3.0			6128	-28	11	6128	-28	0
87	Roede dek	-53.6	1383.2	3672	-1735	0	3808	1776	52
88	Roede dek	53.6	1383.2	3808	-1776	52	3672	1735	0
89	Roede dek	-53.6	1383.2	3679	-1731	0	3815	1779	61
90	Roede dek	53.6	1383.2	3815	-1779	61	3679	1731	0
91	Roede dek	-53.6	1383.2	3679	-1731	0	3815	1779	61
92	Roede dek	53.6	1383.2	3815	-1779	61	3679	1731	0
93	Roede dek	-53.6	1383.2	3672	-1734	0	3808	1776	53
94	Roede dek	53.6	1383.2	3808	-1776	53	3672	1734	0
95	middentralie	0.0	-188.8	-1404	-7604	30789	-1404	-7712	26395
96	middentralie	0.0	-188.8	-1404	-7712	26395	-1404	-8038	12812
97	middentralie	0.0	-188.8	-1404	-8038	12812	-1404	-8472	-6174
98	middentralie	0.0	-188.8	-1412	-2344	-6179	-1412	-2778	-12070
99	middentralie	0.0	-188.8	-1412	-2778	-12070	-1412	-3213	-18959
100	middentralie	0.0	-188.8	-1412	2915	-18967	-1412	2481	-12762
101	middentralie	0.0	-188.8	-1412	2481	-12762	-1412	2047	-7555
102	middentralie	0.0	-188.8	-1405	8175	-7566	-1405	7740	10736
103	middentralie	0.0	-188.8	-1405	7740	10736	-1405	7415	23807
104	middentralie	0.0	-188.8	-1405	7415	23807	-1405	7306	28049
105	RHBK100*100*3.			20382	-94	79	20382	-94	-92
106	RHBK100*100*3.			20382	-112	-92	20382	-112	-261
107	RHBK100*100*3.			20382	-94	-261	20382	-94	-289
108	RHBK100*100*3.			6128	-21	0	6128	-21	-6
109	RHBK100*100*3.			6128	56	-6	6128	56	-0
110	RHBK120*60*3.0			6128	-13	5	6128	-13	0
111	RHBK120*60*3.0			6128	-21	8	6128	-21	0
112	RHBK120*60*3.0			6128	-29	12	6128	-29	0
113	Roede dek	-53.6	1383.2	3672	-1735	0	3808	1776	52
114	Roede dek	53.6	1383.2	3808	-1776	52	3672	1735	0
115	Roede dek	-53.6	1383.2	3679	-1731	0	3815	1779	60
116	Roede dek	53.6	1383.2	3815	-1779	60	3679	1731	0
117	Roede dek	-53.6	1383.2	3678	-1732	0	3814	1779	59
118	Roede dek	53.6	1383.2	3814	-1779	59	3678	1732	0
119	Roede dek	-53.6	1383.2	3670	-1736	0	3806	1775	50
120	Roede dek	53.6	1383.2	3806	-1775	50	3670	1736	0
121	2e tralie	0.0	-188.8	-1431	-6949	27760	-1431	-7057	23742
122	2e tralie	0.0	-188.8	-1431	-7057	23742	-1431	-7383	11288
123	2e tralie	0.0	-188.8	-1431	-7383	11288	-1431	-7817	-6193
124	2e tralie	0.0	-188.8	-1438	-1689	-6198	-1438	-2124	-10583
125	2e tralie	0.0	-188.8	-1438	-2124	-10583	-1438	-2558	-15967
126	2e tralie	0.0	-188.8	-1437	3570	-15975	-1437	3136	-8264
127	2e tralie	0.0	-188.8	-1437	3136	-8264	-1437	2701	-1551
128	2e tralie	0.0	-188.8	-1429	8829	-1563	-1429	8395	18245
129	2e tralie	0.0	-188.8	-1429	8395	18245	-1429	8069	32445
130	2e tralie	0.0	-188.8	-1429	8069	32445	-1429	7960	37064
131	RHBK100*100*3.			23415	66	10	23415	66	130
132	RHBK100*100*3.			23415	46	130	23415	46	200
133	RHBK100*100*3.			23415	66	200	23415	66	219
134	RHBK100*100*3.			6128	-19	-0	6128	-19	-6
135	RHBK100*100*3.			6128	57	-6	6128	57	-0
136	RHBK120*60*3.0			6128	-9	4	6128	-9	0
137	RHBK120*60*3.0			6128	-18	7	6128	-18	0
138	RHBK120*60*3.0			6128	-26	10	6128	-26	0
139	Roede dek	-53.6	1383.2	3671	-1735	0	3807	1775	51
140	Roede dek	53.6	1383.2	3807	-1775	51	3671	1735	0
141	Roede dek	-53.6	1383.2	3681	-1730	0	3817	1780	63
142	Roede dek	53.6	1383.2	3817	-1780	63	3681	1730	0
143	Roede dek	-53.6	1383.2	3683	-1729	0	3820	1781	66
144	Roede dek	53.6	1383.2	3820	-1781	66	3683	1729	0
145	Roede dek	-53.6	1383.2	3678	-1732	0	3814	1779	59
146	Roede dek	53.6	1383.2	3814	-1779	59	3678	1732	0
147	1e tralie	0.0	-188.8	-1285	-9327	37284	-1285	-9435	31902
148	1e tralie	0.0	-188.8	-1285	-9435	31902	-1285	-9761	15346
149	1e tralie	0.0	-188.8	-1285	-9761	15346	-1285	-10195	-7604
150	1e tralie	0.0	-188.8	-1296	-4067	-7607	-1296	-4501	-17461
151	1e tralie	0.0	-188.8	-1296	-4501	-17461	-1296	-4936	-28314
152	1e tralie	0.0	-188.8	-1299	1192	-28321	-1299	758	-26079

153	1e tralie	0.0	-188.8	-1299	758	-26079	-1299	324	-24835
154	1e tralie	0.0	-188.8	-1293	6451	-24845	-1293	6017	-10507
155	1e tralie	0.0	-188.8	-1293	6017	-10507	-1293	5691	-408
156	1e tralie	0.0	-188.8	-1293	5691	-408	-1293	5583	2841
157	RHBK100*100*3.			8645	-581	293	8645	-581	-754
158	RHBK100*100*3.			8644	-589	-754	8644	-589	-1645
159	RHBK100*100*3.			8645	-581	-1645	8645	-581	-1813
160	RHBK100*100*3.			3055	-2612	1028	3055	-2612	270
161	RHBK100*100*3.			3088	-2573	270	3088	-2573	-0

3.15.3 De krachtsverdeling in de 1e rij tralies:

Tabel 3.15.3.1: Momentenlijn, normaal- en dwarskrachtenlijn.

Positie	Momentenlijn	Normaal-krachtenlijn		Dwars-krachtenlijn	
x in [m]	M(x) in [Nm]	N(x) in [N]		Q(x) in [N]	
begin - eind	(+ = U/- =)	(+ = trek)		(+ = ~~~___)	
0.00 - 4.60	2498	-25029	-1359	-1359	-5552	-6420
4.60 - 9.20	-25035	-28376	-1365	-1365	-292	-1161
9.20 - 13.80	-28385	-7534	-1362	-1362	4967	4099
13.80 - 18.40	-7546	37510	-1351	-1351	10226	9358
92.00 - 96.60	37284	-7604	-1285	-1285	-9327	-10195
96.60 - 101.2	-7607	-28314	-1296	-1296	-4067	-4936
101.2 - 105.8	-28321	-24835	-1299	-1299	1192	324
105.8 - 110.4	-24845	2841	-1293	-1293	6451	5583

3.15.3.1 Controle van de stijfheid van de tralie:

De toelaatbare doorbuiging van alle tralieliggers wordt bepaald per tralie:
- uvtoel = 18400 / 250 < 30.0 mm, dus: uvtoel = 30.0 mm

Uit de U-lijn is de maximale doorbuiging:
- doorbuiging umax = -17.76 mm

- Controle van de 1e rij tralies:
  Doorbuiging: |-17.8 | mm < 30.0 mm, dus: voldoet.
  bij B.C.7: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (wind op kopgevel)

3.15.3.2 Controle van de bovenrand:

3.15.3.2 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de bovenrand:

- De normaalkracht in de bovenrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = -M/0.5800 + N/2 (voor N en M, zie 3.15.3.1)
    met: Effectieve spanthoogte: 580.0 mm

Tabel 3.15.32: Normaalkrachtenverloop in de bovenrand.

Plaats	Normaalkracht in [N] (trek = positief)		Systeem-lengte
x in [m]	Spant		[mm]
0.00 - 4.60	-4986	42474	4599
4.60 - 9.20	42481	48242	4600
9.20 - 13.80	48259	12309	4600
13.80 - 18.40	12336	-65348	4601
92.00 - 96.60	-64925	12467	4599
96.60 - 101.2	12468	48169	4600
101.2 - 105.8	48180	42169	4600
105.8 - 110.4	42191	-5544	4601

3.15.3.2 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Tabel 3.15.3.2:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de bovenrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-bepaling begin-eind	Normaalkrachten (trek = positief) [N] "begin"	"einde"	Rand-voor-waar-den	Mouty fact. ß m	Knfct staaf-lengte ß m×ß n	Knik-lengte [mm]	Klasse	Sterkte UC	Stab. UC
0.00- 4.60	-4986	42474	e-z	0.633	0.419	1928	1	0.02	0.03
13.80-18.40	12336	-65348	z-m	0.653	0.435	2000	1	0.28	0.36
92.00-96.60	-64925	12467	m-z	0.653	0.434	1996	1	0.28	0.36
105.8-110.4	42191	-5544	z-e	0.633	0.419	1929	1	0.02	0.03

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (0.60 - 0.2)*(|-65348 |/(0.788 *229893 /1.0)) = 1.03
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-65348 |/(0.788 *229893 /1.0)) = 1.16
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(1.03   , 1.16   ) = 1.03
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.62

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-65348 |/(0.788 *229893 /1.0)+1.03 *|0.0 |/(1.00*5873.1 /1.0)
           = 0.361 + 0.000 = 0.361
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-65348 |/(0.859 *229893 /1.0)+0.62 *|0.0 |/(1.00*5873.1 /1.0)
           = 0.331 + 0.000 = 0.331

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.361 , 0.331) = 0.361

- controle: 0.36 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.15.3.2 Stabiliteitscontrole in het vlak:

- Nabij de zwevende goten:

  - Maatgevende normaaldrukkracht: Ndmax = -65348 N

  - Kniklengte: lky = 0.80 * lveld = 0.80 * 1150 = 920 mm
    (lky > lveld/2, omdat de kortere velden, de langere velden steunen.)
  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (0.47 - 0.2)*(|-65348 |/(0.859 *229893 /1.0)) = 0.98
  Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-65348 |/(0.859 *229893 /1.0)) = 1.14
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.98   , 1.14   ) = 0.98
  Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.59

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-65348 |/(0.859 *229893 /1.0)+0.98 *|0.0 |/(1.00*3961.1 /1.0)
           = 0.331 + 0.000 = 0.331
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-65348 |/(0.962 *229893 /1.0)+0.59 *|0.0 |/(1.00*3961.1 /1.0)
           = 0.295 + 0.000 = 0.295

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.331 , 0.295) = 0.331

- controle: 0.33 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.15.3.2 Doorsnede-controle van de bovenrand:

           |NEd| |-65348 |
- UCDruk = ----- = --------- = 0.28
           Nc.Rd   229893

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 48259   N

           |NEd| |48259 |
- UCTrek = ----- = --------- = 0.21
           Nc.Rd   229893

Trek is maatgevend.

- Controle: 0.28 < 1.00, dus de treksterkte voldoet.

Conclusie:
- Bovenrand (RHBK100*50*3.0) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.7: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (wind op kopgevel)

3.15.3.3 Controle van de onderrand:

3.15.3.3 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de onderrand:
(voor de achterliggende theorie wordt verwezen naar hoofdstuk 4)

Tabel 3.15.33: Normaalkrachtenverloop in de onderrand.
- De normaalkracht in de onderrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = M/0.5800 + N/2 (voor N en M, zie 3.15.3.1)
    met: Effectieve spanthoogte: 580.0 mm

Tabel 3.15.33: Normaalkrachtenverloop in de onderrand.

Plaats x in [m]	Normaalkracht in [N] (trek = positief) Spant		Systeem-lengte [mm]
0.00 - 4.60	3627	-43833	4599
4.60 - 9.20	-43846	-49607	4600
9.20 - 13.80	-49621	-13671	4600
13.80 - 18.40	-13686	63997	4601
92.00 - 96.60	63640	-13752	4599
96.60 - 101.2	-13764	-49465	4600
101.2 - 105.8	-49479	-43468	4600
105.8 - 110.4	-43483	4251	4601

3.15.3.3 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Tabel 3.15.3.3:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de onderrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-bepaling begin-eind	Normaalkrachten (trek = positief) [N] "begin"	"einde"	Rand-voor-waar-den	Mouty fact. ß m	Knfct staaf-lengte ß m×ß n	Knik-lengte [mm]	Klasse PlPerc	Sterkte UC	Stab. UC
0.00- 4.60	3627	-43833	e-z	0.650	0.456	2098	1	0.19	0.25
4.60- 9.20	-43846	-49607	z-z	0.671	0.652	3001	1	0.22	0.36
9.20-13.80	-49621	-13671	z-z	0.671	0.545	2509	1	0.22	0.31
13.80-18.40	-13686	63997	z-m	0.666	0.441	2028	1	0.06	0.08
92.00-96.60	63640	-13752	m-z	0.666	0.441	2027	1	0.06	0.08
96.60-101.2	-13764	-49465	z-z	0.671	0.546	2512	1	0.22	0.31
101.2-105.8	-49479	-43468	z-z	0.671	0.652	2997	1	0.22	0.36
105.8-110.4	-43483	4251	z-e	0.650	0.453	2084	1	0.19	0.24

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
  = 0.90 * (1.0 + (0.89 - 0.2)*(|-49607 |/(0.603 *229893 /1.0)) = 1.12
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
  = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-49607 |/(0.603 *229893 /1.0)) = 1.16
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(1.12 , 1.16) = 1.12
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.67

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
  = |-49607 |/(0.603 *229893 /1.0)+1.12 *|0.0 |/(1.00*5873.1 /1.0)
  = 0.358 + 0.000 = 0.358
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
  = |-49607 |/(0.791 *229893 /1.0)+0.67 *|0.0 |/(1.00*5873.1 /1.0)
  = 0.273 + 0.000 = 0.273

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.358 , 0.273) = 0.358

- controle: 0.36 < 0.95, dus de stabiliteit voldoet.

3.15.3.3 Stabiliteitscontrole in het vlak (nabij de kolom-aansluitingen):

- Maatgevend: Ndmax = N + |Q|/tan(alfa) = -49621 + |4967 |/tan(42.7) = -44232 N
  (N.B.: 1e drukdiagonaal reduceert de normaaldrukkracht in de onderrand)

- Kniklengte: lky = 1.00*lveld = 1.00 * 1150 = 1150 mm

  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.40 (het profiel is geschoord).
  M1 = 0.00 , M2 = 0.00 , Ms = 0.00 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
       = 0.40 * (1.0 + (0.59 - 0.2)*(|-44232 |/(0.791 *229893 /1.0)) = 0.44
  Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
       = 0.40 * (1.0 + 0.8*(|-44232 |/(0.791 *229893 /1.0)) = 0.48
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.44 , 0.48) = 0.44
  Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.26

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-44232 |/(0.791 *229893 /1.0)+0.44 *|0.0 |/(1.00*3961.1 /1.0)
           = 0.243 + 0.000 = 0.243
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-44232 |/(0.927 *229893 /1.0)+0.26 *|0.0 |/(1.00*3961.1 /1.0)
           = 0.207 + 0.000 = 0.207

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.243 , 0.207) = 0.243

- controle: 0.24 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.15.3.3 Doorsnede-controle van de onderrand:

           |NEd| |-49621 |
- UCDruk = ----- = --------- = 0.22
           Nc.Rd   229893

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 63997 N

           |NEd| |63997 |
- UCTrek = ----- = --------- = 0.28
           Nc.Rd   229893

Trek is maatgevend.

- Controle: 0.28 < 1.00, dus de treksterkte voldoet.

Conclusie:
- Onderrand (RHBK100*50*3.0) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.7: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (wind op kopgevel)

3.15.3.4 Controle van de diagonalen:

3.15.3.4 Controle van de drukdiagonalen:

Gezien de toepassing spitst de controle van de drukdiagonalen zich toe
op de eindkappen van de tralies, d.w.z. tussen kopplaat en 1e zwevende goten.

- Controle op druk (bij neerwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qddmaxd = -10226 N (zie tabel 3.15.3.1)
    (+ = druk in drukdiagonaal)
    Extra dwarskracht i.v.m. mogelijke positie transportlast in eerste
    diagonaalveld in plaats van het midden van de overspanning.
    Vert.puntlast: Fpunt = 0.00 * max(0   , 1000) + 0.00 * 0   = 0   N

$$\text{- Res.diag.drukkracht: } N_{ddiagd} = \frac{Q_{ddmaxd} - F_{punt}/2}{\sin(\alpha)} = \frac{-10226 - 0 / 2}{\sin(42.7)} = -15089 \text{ N}$$

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$UC_{sterkte} = \frac{|N_{Ed}|}{N_{c.Rd}} = \frac{15042}{84071} = 0.290$$

  controle: 0.290 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
  Profiel alleen op trek belast, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie:
- Drukdiagonalen (RHBK50*30*2.0 mm) voldoen qua trek/druk
  bij B.C.7: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (wind op kopgevel)

3.15.3.4 Controle van de trekdiagonalen:

Er wordt vanuit gegaan, dat de trekdiagonalen als zodanig worden toegepast in
de eindkappen en als trek- en drukdiagonalen in eventuele middenkappen.

- Controle op trek (in de eindkappen bij neerwaartse belasting en evt. in de middenkappen
  bij opwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qtdmaxt = 10226 N (zie tabel 3.15.3.1)
    (+ = trek in trekdiagonaal)

$$\text{Ntdiagt} = \frac{\text{Qtdmaxt+Fpunt/2}}{\sin(\text{alfa})} = \frac{10226 + 0 \;/2}{\sin(42.7)} = 15089 \text{ N}$$

 - Sterkte: Capaciteit trekdiagonaal: Ftdiagt = 51938 N (zie 4.4)

$$\text{UCsterkte} = \frac{|\text{NEd}|}{\text{Ftdiagt}} = \frac{|15089|}{51938} = 0.291$$

  - UC-Trek : 0.291 < 1.00, dus trekdiagonaal voldoet.

- Controle op druk (in de eindkappen bij opwaartse belasting en evt. in de middenkappen
  bij neerwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qtdmaxd = 10195 N (zie tabel 3.15.3.1)
    (+ = druk in trekdiagonaal)

$$\text{Ntdiagd} = \frac{-\text{Qtdmaxd}}{\sin(\text{alfa})} = \frac{-10195}{\sin(42.7)} = -15042 \text{ N}$$

 - Sterkte: Capaciteit trekdiagonaal: Ftdiagd = 70220 N (zie 4.4)

$$\text{UCsterkte} = \frac{|\text{NEd}|}{\text{Ftdiagd}} = \frac{|15042|}{70220} = 0.214$$

  - UC-Druk : 0.214 < 1.00, dus trekdiagonaal voldoet.

Conclusie:
- Trekdiagonalen (RHBK50*30*2.0 mm) voldoen qua trek/druk
  bij B.C.7: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (wind op kopgevel)

3.15.3.4 Controle van de (las)verbindingen:

	Drukdiagonaal		Trekdiagonaal	
	Nd = -15089 N		Nd = - 15042 N	
	Nt = 15042 N		Nt = 15089 N	
	Fstev = 11061 N		Fstev = 11095 N	
	Fstlo = 10195 N		Fstlo = 10226 N	
	Msdt = 0.00 Nm		Msdt = 0.00 Nm	
	Fsdev = 11095 N		Fsdev = 11061 N	
	bovenrand	onderrand	bovenrand	onderrand
Tau1	27.14 N/mm²	27.14 N/mm²	27.23 N/mm²	27.23 N/mm²
Tau2	41.65 N/mm²	41.65 N/mm²	41.77 N/mm²	41.77 N/mm²
Sgm1	27.14 N/mm²	27.14 N/mm²	27.23 N/mm²	27.23 N/mm²
SgmWst	52.12 N/mm²	52.12 N/mm²	52.28 N/mm²	52.28 N/mm²
UC1	0.25	0.25	0.25	0.25
UC2	0.09	0.09	0.09	0.09
SgmWsd	41.77 N/mm²	41.77 N/mm²	41.65 N/mm²	41.65 N/mm²
UC3	0.20	0.20	0.20	0.20
Nt1	55249 N	55249 N	55249 N	55249 N
knd	1.00	1.00	1.00	1.00
Nd1	55249 N	55249 N	55249 N	55249 N
UCt1	0.27	0.27	0.27	0.27
UCd1	0.27	0.27	0.27	0.27
UClas	0.25	0.25	0.25	0.25
UCdia	0.27	0.27	0.27	0.27
UCgeo	0.78	0.78	0.78	0.78
UClas	0.25		0.25	
UCdia	0.83		0.83	

Conclusie:
- Lassen: UClas = 0.25 <= 1.00 dus: voldoen
- Aansluitingen: UCdia = 0.83 <= 1.00 dus: voldoen

Eindconclusie:
- Aansluiting diagonalen voldoet
  bij B.C.7: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (wind op kopgevel)

3.15.3.4 Controle van de gootverticaal
- Veerstijfheid van de aansluiting van de bovenrand-goot "uit het vlak":
  Hoekverdraaiing door torsie onderrand:

$$V1 = \frac{kap}{Gbr * Itor * 2} = \frac{4600}{80769 * 853355 * 2} = 33.37 \quad *10\text{-}9\ 1/Nmm$$

  Hoekverdraaiing door gootverticaal (goot):

$$V2 = \frac{hspant}{2 * Egv * Igv} = \frac{630}{2 * 210000 * 1083901} = 1.38 \quad *10\text{-}9\ 1/Nmm$$

  Hoekverdraaiing door inklemming (onderrand):

$$V3 = \frac{hspant}{Egv * Igv} = \frac{630}{210000 * 1083901} = 2.77 \quad *10\text{-}9\ 1/Nmm$$

  Hoekverdraaiing door gootverticaal (buiging):

$$V4 = \frac{hspant}{3 * Egv * Igv} = \frac{630}{3 * 210000 * 1083901} = 0.92 \quad *10\text{-}9\ 1/Nmm$$

  Hoekverdraaiing door gootverticaal (bovenrand):

$$V5 = \frac{vspant}{2 * Egv * Igv} = \frac{80}{2 * 210000 * 1083901} = 0.18 \quad *10\text{-}9\ 1/Nmm$$

  Hoekverdraaiing door opzetkolom (buiging):

$$V6 = \frac{vspant}{3 * Egv * Igv} = \frac{80}{3 * 210000 * 1083901} = 0.42 \quad *10\text{-}9\ 1/Nmm$$

  Moment bij bovenrand

$$M0 = \frac{(V3+V6-V2)*hspant*vspant^2 - V4*vspant*hspant^2 + V5*hspant3}{(V1+V4+v5)*hspant^2 + (V1+V3+v6)*vspant^2 + (2*V1+V2)*vspant*hspant} = 1.3 \quad Nm$$

  Geeft de veerstijfheid ter plaatse van de bovenrand:

$$kbr = \frac{vspant + hspant}{V4*vspant*hspant^2 - V5*hspant3 + [(V4+V5+V1)*hspant^2 + V1*vspant*hspant]*M0}$$

  kbr = 148526.4 N/mm

  Vereiste kritische veerstijfheid: kcr = 196.9 N/mm

- Controle: 148526.4 N/mm > 196.9 N/mm, dus veerstijfheid voldoet.

Conclusie:
- Gootverticaal voldoet qua sterkte/stabiliteit en stijfheid
  bij B.C.7: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (wind op kopgevel)

3.15.3.5 Controle van de bouten van de spant-kolom-aansluiting:

Controle van de krachten op de bout(en) bij de bovenrand:

Tabel 3.15.3.5.1: Belastingen bij bovenrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,br [N]	Fs,br [N]	Fi,br [N]
0.00	2498	-1359	-5552	0	-2776	3926
18.40	37510	-1351	9358	0	4679	6617
92.00	37284	-1285	-9327	0	-4663	6595
110.4	2841	-1293	5583	0	2791	3948

Gegevens van de eindplaat bij de bovenrand:
- Aantal bouten bij de bovenrand: nbb = 1
- Momenten-arm bij bovenrand: hbbout = 535 mm
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Normaalkracht: $Ft = \frac{Nt}{2 * nbb} - \frac{M}{hbbout}$ met Ft >= 0 N
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * Q
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,br max = 6617 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbtb max = 282240 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 6617 N < 282240 N, dus bout bij bovenrand (M20-8.8) voldoet.
bij B.C.7: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (wind op kopgevel)

Controle van de krachten op de bout(en) bij de onderrand:

Tabel 3.15.3.5.2: Belastingen bij onderrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,or [N]	Fs,or [N]	Fi,or [N]
0.00	2498	-1359	-5552	3992	-2776	5599
18.40	37510	-1351	9358	69474	4679	69788
92.00	37284	-1285	-9327	69083	-4663	69397
110.4	2841	-1293	5583	4666	2791	6112

Gegevens van de eindplaat bij de onderrand:
- Aantal bouten bij de onderrand: nbo = 1
- Momenten-arm bij onderrand: hobout = 535 mm
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Normaalkracht: $Ft = \frac{Nt}{2 * nbo} + \frac{M}{hobout}$ met Ft >= 0 N
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * Q
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,or max = 69788 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbto max = 282240 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 69788 N < 282240 N, dus bout bij onderrand (M20-8.8) voldoet.
bij B.C.7: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (wind op kopgevel)

3.15.3.5 Controle van de eindplaat op pons:

Bij de boutverbinding van de bovenrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxb = 0.0 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capb = 423 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0.0 kN < 423 kN, dus eindplaat (ST120*15.0) voldoet
zonder onderlegring bij de bovenste bout
bij B.C.7: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (wind op kopgevel)

Bij de boutverbinding van de onderrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxo = 69.5 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capo = 423 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 69.5 kN < 423 kN, dus eindplaat (ST120*15.0) voldoet
zonder onderlegring bij de onderste bout
bij B.C.7: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (wind op kopgevel)

3.15.3.5 Controle van de eindplaat op buiging:

Tabel 3.15.3.5.4.1: Belastingen van de eindplaat van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Normaal-kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ftrb [N]	Ftro [N]
0.00	2498	-1359	-5552	0	3627
18.40	37510	-1351	9358	0	63997
92.00	37284	-1285	-9327	0	63640
110.4	2841	-1293	5583	0	4251

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de bovenrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftrb = \frac{N + sn*Q}{2} - \frac{M}{ht,eff} \text{ met } Ftrb>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftrb(max) * e = 0.5 * 0 * 25.0 = 0 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 7533 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0 Nm < 7533 Nm, dus eindplaat (ST120*15.0) voldoet
bij B.C.7: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (wind op kopgevel)

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de onderrand:
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftro(max) * e = 0.5 * 63997 * 25.0 = 800 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 7533 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 800 Nm < 7533 Nm, dus eindplaat (ST120*15.0) voldoet
bij B.C.7: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (wind op kopgevel)

De lasverbindingen tussen eindplaat met resp. de boven- en onderrand
zijn niet gecontroleerd.

3.15.3.6 Controle van de bouten van de koppelaansluiting:

Controle van de krachten op de bout(en) bij de bovenrand:

Tabel 3.15.3.6.1: Belastingen bij bovenrand van de koppelaansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,br [N]	Fs,br [N]	Fi,br [N]
6.90	-26206	-1365	-726	43559	-363	43562
6.90	-26206	-1365	-726	43559	-363	43562
11.50	-17460	-1362	4533	26288	2266	26482
11.50	-17460	-1362	4533	26288	2266	26482
98.90	-17461	-1296	-4501	30839	-2251	31003
98.90	-17461	-1296	-4501	30839	-2251	31003
103.5	-26079	-1299	758	42637	379	42640
103.5	-26079	-1299	758	42637	379	42640

Gegevens van de koppelplaat bij de bovenrand:
- Aantal bouten bij de bovenrand: nbb = 1
- Momenten-arm bij bovenrand: hbbout = 597 mm
- Teken dwarskracht bij eindpositie sn=+1 en bij beginpositie sn=-1

$$\text{- Normaalkracht: } Ft = \frac{N + sn*Q}{2 * nbb} - \frac{M}{hbbout} \text{ met } Ft >= 0N$$

- Schuifkracht: Fs = 0.5 * -N - sn*Q
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,br max = 43562 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbtb max = 180864 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 43562 N < 180864 N, dus bout bij bovenrand (M16-8.8) voldoet.
bij B.C.7: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (wind op kopgevel)

Controle van de krachten op de bout(en) bij de onderrand:

Tabel 3.15.3.6.2: Belastingen bij onderrand van de koppelaansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,or [N]	Fs,or [N]	Fi,or [N]
6.90	-26206	-1365	-726	0	-363	514
6.90	-26206	-1365	-726	0	-363	514
11.50	-17460	-1362	4533	0	2266	3205
11.50	-17460	-1362	4533	0	2266	3205
98.90	-17461	-1296	-4501	0	-2251	3183
98.90	-17461	-1296	-4501	0	-2251	3183
103.5	-26079	-1299	758	0	379	536
103.5	-26079	-1299	758	0	379	536

Gegevens van de koppelplaat bij de onderrand:
- Aantal bouten bij de onderrand: nbo = 2
- Momenten-arm bij onderrand: hobout = 1080 mm
- Teken dwarskracht bij eindpositie sn=+1 en bij beginpositie sn=-1

$$\text{- Normaalkracht: } Ft = \frac{N + sn*Q}{2 * nbo} + \frac{M}{hobout} \text{ met } Ft >= 0N$$

- Schuifkracht: Fs = 0.5 * -N - sn*Q
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,or max = 3205 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbto max = 180864 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 3205 N < 180864 N, dus bout bij onderrand (M16-8.8) voldoet.
bij B.C.7: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (wind op kopgevel)

3.15.3.6 Controle van de koppelplaat op pons:
Bij de boutverbinding van de bovenrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxb = 43.6 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de koppelplaat: Fp,capb = 336 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 43.6 kN < 336 kN, dus koppelplaat (ST100*15.0) voldoet
zonder onderlegring bij de bovenste bout
bij B.C.7: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (wind op kopgevel)

Bij de boutverbinding van de onderrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxo = 0.0 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de koppelplaat: Fp,capo = 336 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0.0 kN < 336 kN, dus koppelplaat (ST100*15.0) voldoet
zonder onderlegring bij de onderste bout
bij B.C.7: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (wind op kopgevel)

3.15.3.6 Controle van de koppelplaat op buiging:

Tabel 3.15.3.6.4.1: Belastingen van de koppelplaat.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Normaal-kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ftrb [N]	Ftro [N]
6.90	-26206	-1365	-726	44864	0
6.90	-26206	-1365	-726	44864	0
11.50	-17460	-1362	4533	27157	0
11.50	-17460	-1362	4533	27157	0
98.90	-17461	-1296	-4501	31708	0
98.90	-17461	-1296	-4501	31708	0
103.5	-26079	-1299	758	43935	0
103.5	-26079	-1299	758	43935	0

Resulterende trekkracht in de koppelplaat bij de bovenrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftrb = \frac{N + sn*Q}{2} - \frac{M}{ht,eff} \quad \text{met } Ftrb>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de koppelplaat:
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftrb(max) * e = 0.5 * 0 * 25.0 = 561 Nm
- Capaciteit van de koppelplaat: Mp,cap = 3512 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 561 Nm < 3512 Nm, dus koppelplaat (ST100*15.0) voldoet
bij B.C.7: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (wind op kopgevel)

Resulterende trekkracht in de koppelplaat bij de onderrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftro = \frac{N + sn*Q}{2} + \frac{M}{ht,eff} \quad \text{met } Ftro>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de koppelplaat:
- Normaalkracht : Ftbout(2) = 0.0 * 530.0 /630.0 = 0.0 kN
- Normaalkracht : Ftbout(1) = 0.0 * 630.0 /630.0 = 0.0 kN
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * max(Ftbout(2) * e(2), Ftbout(1) * e(1))
= 0.5 * max(0.0 * 25 , 0.0 * 25) = 0 Nm
- Capaciteit van de koppelplaat: Mp,cap = 2363 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0 Nm < 2363 Nm, dus koppelplaat (ST100*15.0) voldoet
bij B.C.7: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (wind op kopgevel)

De lasverbindingen tussen koppelplaat met resp. de boven- en onderrand
zijn niet gecontroleerd.

Toetsing van de bepalende doorsnede (lkx= 4000 mm, lky= 4000 mm):

Toetsing van de bepalende doorsnede (lkx= 5527 mm, lky= 3600 mm):

Toetsing van de bepalende doorsnede (lkx= 7072 mm, lky= 4000 mm):

c) Berekening van de toelaatbare horizontale verplaatsing in :

- Rekening houdend met de glasbreedten :

- reductiefactor gevel: r1 = 800 / bkg < 2.0;
                              800 / 800 = 1.00, dus r1 = 1.00
- reductiefactor dek : r2 = 1125 / bd < 2.0;
                             1125 / 1125 = 1.00, dus r2 = 1.00
- ugevel = h / 100 * r1 < 50.0 mm;
            4000 / 100 * 1.00 = 40.0 mm,   dus ugevel = 57.3 mm
- udek   = 1/200 * v * r2 < 50.0 mm
            1/200 * 4000   * 1.00 = 30.0 mm, dus udek = 61.3 mm
- utoel-b = ugevel + udek = 57.3 + 61.3 = 57.5 mm
- utoel = utoel-a < umax; MIN(80.0 , 80.0) = 160.0 mm

3.16 B.C.8: a1) Eigen gewicht + installaties + sneeuw (Ct=1.0)

3.16.1 Berekening van de belastingen per tralie:

a) Belastingen in gebruikstoestand:
- Permanente belastingen:
  - Eigen gewicht dek : (1.00 * 35) = 35 N/m²
  - Eigen gewicht van de goot: (1.00 * 30)* 4.00 = 120 N
  - E.G. 1e rij tralies : (1.00 * 188.8) = 188.8 N/m
  - E.G. 2e rij tralies : (1.00 * 188.8) = 188.8 N/m
  - E.G. tralies middenvelden: (1.00 * 188.8) = 188.8 N/m
- Variabele belastingen:
  - Vert. puntlast: 0.00*max(0 ,1000)+1.00*0 = 0 N
  - Sneeuwbelasting : (0.00 * 420) = 0 N/m²
  - Gewas winter : (0.00 * 0) = 0 N/m²
  - Installaties : (1.00 * 70) = 70 N/m²

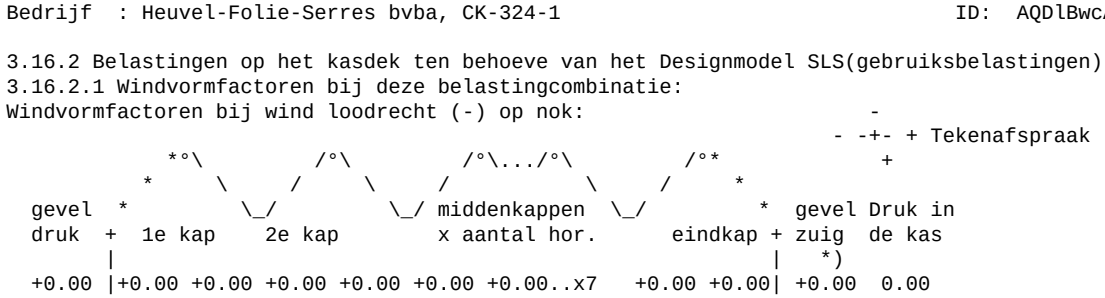
b) Belastingen in rekentoestand:
- Permanente belastingen:
  - Eigen gewicht dek : (1.00 * 35) = 35 N/m²
  - Eigen gewicht van de goot: (1.00 * 30)* 4.00 = 120 N
  - E.G. 1e rij tralies : (1.00 * 188.8) = 188.8 N/m
  - E.G. 2e rij tralies : (1.00 * 188.8) = 188.8 N/m
  - E.G. tralies middenvelden: (1.00 * 188.8) = 188.8 N/m
- Variabele belastingen:
  - Vert. puntlast: 0.00*max(0 ,1000)+1.00*0 = 0 N
  - Sneeuwbelasting : (1.00 * 420) = 420 N/m²
  - Gewas winter : (0.00 * 0) = 0 N/m²
  - Installaties : (1.00 * 70) = 70 N/m²

c) Bij het bepalen van de knoopcoordinaten is rekening gehouden met
de initiële scheefstand van de kolommen:
- Scheefstand psi = 1/265 (zie EN 1993-1-1)

d) Rekenvoorbeeld van de belastingen op knooppunten op de volgende plaatsen:
Knoop k = "effectieve" spanthoogte van de eerste kolom
Knoop * = zwevende goot 1e rij tralies
Knoop * = middenkolom

- Horizontale belasting:
  Fk,hor = 0 N (geen windbelasting)
- Verticale belasting:
  Fvg = eigen gewicht goot = (1.00 * 30)* 4.00 = 120 N
  Fk,vert = -0.5 * Fvg
  F*,vert t.p.v. een goot = Fvg

3.16.2 Belastingen op het kasdek ten behoeve van het Designmodel SLS(gebruiksbelastingen):
3.16.2.1 Windvormfactoren bij deze belastingcombinatie:
Windvormfactoren bij wind loodrecht (-) op nok:



3.16.2.2 Belastingfactoren bij deze belastingcombinatie:

Belastingfactoren	gebruikstoestand	rekentoestand
Eigen gewicht	1.00	1.00
Installaties	1.00	1.00
Sneeuw	0.00	1.00
Wind	0.00	0.00
gewas	0.00	0.00

3.16.2.3 Gesommeerde belastingen op de omhulling van de kas per vakmaat:
Belastingen gebruikstoestand SLS per vakmaat (4.000 m):

Tralie	neerwaarts qtral = fi*qinstall + fp*qtral + fg*qgewas	
	= 1.00*280.0 + 1.00*188.8 + 0.00*0.0	qtral = 468.8 N/m
Goot	zijgevel Fgt.s = fp*qgoot.s = 1.00*60.0	Fgt.s = 60 N
	middengoot Fgt.m = fp*qgoot.m = 1.00*120.0	Fgt.m = 120 N
Kasdek	evenwijdig qdek.E = [fp*qdek + fs*qsneew]*sin(dek)	
	= [1.00*126.9 + 0.00*1524.1]*sin(25.0)	qdek.E = 53.6 N/m
	loodrecht qdek.L = [fp*qdek + fs*qsneew]*cos(dek)	
	= [1.00*126.9 + 0.00*1524.1]*cos(25.0)	qdek.L = 115.0 N/m
	+ wind per kaphelft = qdek.L + fw*qwinds*(cpe-cpi)	
	- 1e kaphelft = 115.0 + 0.00*1336.5*(+0.00-0.00)	qdek.L1 = 115.0 N/m
	- 2e kaphelft = 115.0 + 0.00*1336.5*(+0.00-0.00)	qdek.L2 = 115.0 N/m
	- 3e kaphelft = 115.0 + 0.00*1336.5*(+0.00-0.00)	qdek.L3 = 115.0 N/m
	- 4e kaphelft = 115.0 + 0.00*1336.5*(+0.00-0.00)	qdek.L4 = 115.0 N/m
	- Middenkap links = 115.0 + 0.00*1336.5*(+0.00-0.00)	qdek.Lm1 = 115.0 N/m
	- Middenkap rechts = 115.0 + 0.00*1336.5*(+0.00-0.00)	qdek.Lm2 = 115.0 N/m
	- Eindkap links = 115.0 + 0.00*1336.5*(+0.00-0.00)	qdek.Le1 = 115.0 N/m
	- Eindkap Rechts = 115.0 + 0.00*1336.5*(+0.00-0.00)	qdek.Le2 = 115.0 N/m
	+ windwrijving nok = Cfr,1*fi*qwind*hkap*vakmaat	
	- middenkap FhwCpf = 0.00*0.00*334.1 *1.07*4.0	FhwCpf = 0 N
Zijgevel	windzijde FhwF.gt = fw*Fhw.gt*(cp1-cpi)	
	goothoogte = 0.00*2965.8*(0.0 -0.0)	Fhw.gt = 0 N
	windzijde FhwF.fh = fw*Fhw.fh*(cp1-cpi)	
	fundatiehoogte = 0.00*2380.1*(0.0 -0.0)	Fhw.fh = 0 N
Zijgevel	loefzijde FhwL.gt = fw*Fhw.gt*(cp1+cpi)	
	goothoogte = 0.00*2965.8*(0.0 +0.0)	Fhw.gt = 0 N
	loefzijde FhwL.fh = fw*Fhw.fh*(cp1+cpi)	
	fundatiehoogte = 0.00*2380.1*(0.0 +0.0)	Fhw.fh = 0 N

Belastingen rekentoestand ULS per vakmaat (4.000 m):

Tralie	neerwaarts qtral = fi*qinstall + fp*qtral + fg*qgewas		
	= 1.00*280.0 + 1.00*188.8 + 0.00*0.0	qtral =	468.8 N/m
Goot	zijgevel Fgt.s = fp*qgoot.s = 1.00*60.0	Fgt.s =	60 N
	middengoot Fgt.m = fp*qgoot.m = 1.00*120.0	Fgt.m =	120 N
Kasdek	evenwijdig qdek.E = [fp*qdek + fs*qsneew]*sin(dek)		
	= [1.00*126.9 + 1.00*1524.1]*sin(25.0)	qdek.E =	697.8 N/m
	loodrecht qdek.L = [fp*qdek + fs*qsneew]*cos(dek)		
	= [1.00*126.9 + 1.00*1524.1]*cos(25.0)	qdek.L =	1496.3 N/m
	+ wind per kaphelft = qdek.L + fw*qwinds*(cpe-cpi)		
	- 1e kaphelft = 1496.3 + 0.00*1336.5*(+0.00-0.00)	qdek.L1 =	1496.3 N/m
	- 2e kaphelft = 1496.3 + 0.00*1336.5*(+0.00-0.00)	qdek.L2 =	1496.3 N/m
	- 3e kaphelft = 1496.3 + 0.00*1336.5*(+0.00-0.00)	qdek.L3 =	1496.3 N/m
	- 4e kaphelft = 1496.3 + 0.00*1336.5*(+0.00-0.00)	qdek.L4 =	1496.3 N/m
	- Middenkap links = 1496.3 + 0.00*1336.5*(+0.00-0.00)	qdek.Lm1 =	1496.3 N/m
	- Middenkap rechts = 1496.3 + 0.00*1336.5*(+0.00-0.00)	qdek.Lm2 =	1496.3 N/m
	- Eindkap links = 1496.3 + 0.00*1336.5*(+0.00-0.00)	qdek.Le1 =	1496.3 N/m
	- Eindkap Rechts = 1496.3 + 0.00*1336.5*(+0.00-0.00)	qdek.Le2 =	1496.3 N/m
	+ windwrijving nok = Cfr,1*fi*qwind*hkap*vakmaat		
	- middenkap FhwCpf = 0.00*0.00*334.1 *1.07*4.0	FhwCpf =	0 N
Zijgevel	windzijde FhwF.gt = fw*Fhw.gt*(cp1-cpi)		
	goothoogte = 0.00*2965.8*(0.0 -0.0)	Fhw.gt =	0 N
	windzijde FhwF.fh = fw*Fhw.fh*(cp1-cpi)		
	fundatiehoogte = 0.00*2380.1*(0.0 -0.0)	Fhw.fh =	0 N
Zijgevel	loefzijde FhwL.gt = fw*Fhw.gt*(cp1+cpi)		
	goothoogte = 0.00*2965.8*(0.0 +0.0)	Fhw.gt =	0 N
	loefzijde FhwL.fh = fw*Fhw.fh*(cp1+cpi)		
	fundatiehoogte = 0.00*2380.1*(0.0 +0.0)	Fhw.fh =	0 N

Tabel 3.16.2.4: Knoopbelastingen, oplegreacties en knoopverplaatsingen:

			Knoopbelastingen Rekentoestand		Oplegreacties		Knoopverplaatsingen gebruikstoestand		
nr.	X-as [mm]	Y-as [mm]	X-as [N]	Y-as [N]	X-as [N]	Y-as [N]	X-verpl [mm]	Y-verpl [mm]	U_lijn [mm]
			Horiz.	Vert.	Horiz.	Vert.	Horiz.	Vert.	
1	-0.013	0.000			1022	17341			0.000
2	-0.007	1.802							0.000
3	-0.001	3.315							0.000
6	0.000	4.000	0	-60					0.000
7	2.300	5.073							0.000
8	4.600	4.000	0	-120					0.000
9	6.900	5.073							0.000
10	9.200	4.000	0	-120					0.000
11	11.500	5.073							0.000
12	13.800	4.000	0	-120					0.000
13	16.100	5.073							0.000
4	0.000	3.605					0.91	-0.07	0.000
14	0.574	3.605					0.91	-1.76	1.679
15	2.299	3.605					0.91	-6.63	6.540
16	4.599	3.605					0.91	-11.88	11.772
17	6.899	3.605					0.91	-14.77	14.653
18	9.199	3.605					0.91	-14.92	14.787
19	11.499	3.605					0.91	-12.47	12.318
20	13.799	3.605					0.91	-8.20	8.036
21	16.099	3.605					0.91	-3.46	3.272
22	17.824	3.605					0.91	-0.75	0.552
23	18.387	0.000			-221	47619			0.000
24	18.393	1.802							0.000
25	18.399	3.315							0.000
28	18.400	4.000	0	-120					0.000
29	20.700	5.073							0.000
30	23.000	4.000	0	-120					0.000
31	25.300	5.073							0.000
32	27.600	4.000	0	-120					0.000
33	29.900	5.073							0.000
34	32.200	4.000	0	-120					0.000
35	34.500	5.073							0.000
26	18.400	3.605					0.91	-0.20	0.000
36	18.974	3.605					0.91	0.12	-0.315
37	20.699	3.605					0.91	-0.04	-0.161
38	22.999	3.605					0.92	-1.65	1.458
39	25.299	3.605					0.92	-3.42	3.229
40	27.599	3.605					0.92	-4.35	4.167
41	29.899	3.605					0.92	-4.01	3.831
42	32.199	3.605					0.92	-2.60	2.422
43	34.499	3.605					0.92	-0.86	0.683
44	36.224	3.605					0.92	-0.15	-0.024
45	36.787	0.000			91	41251			0.000
46	36.793	1.802							0.000
47	36.799	3.315							0.000
50	36.800	4.000	0	-120					0.000
51	39.100	5.073							0.000
52	41.400	4.000	0	-120					0.000
53	43.700	5.073							0.000
54	46.000	4.000	0	-120					0.000
55	48.300	5.073							0.000
56	50.600	4.000	0	-120					0.000
57	52.900	5.073							0.000
48	36.800	3.605					0.92	-0.17	0.000
58	37.374	3.605					0.92	-0.36	0.192
59	39.099	3.605					0.92	-1.70	1.532
60	41.399	3.605					0.92	-4.21	4.037
61	43.699	3.605					0.92	-6.22	6.048
62	45.999	3.605					0.92	-6.92	6.744
63	48.299	3.605					0.92	-6.02	5.843
64	50.599	3.605					0.92	-3.89	3.708
65	52.899	3.605					0.92	-1.42	1.244
66	54.624	3.605					0.93	-0.27	0.093
67	55.187	0.000			24	43289			0.000
68	55.193	1.802							0.000
69	55.199	3.315							0.000
72	55.200	4.000	0	-120					0.000

73	57.500	5.073							0.000
74	59.800	4.000	0	-120					0.000
75	62.100	5.073							0.000
76	64.400	4.000	0	-120					0.000
77	66.700	5.073							0.000
78	69.000	4.000	0	-120					0.000
79	71.300	5.073							0.000
70	55.200	3.605					0.93	-0.18	0.000
80	55.774	3.605					0.93	-0.28	0.097
81	57.499	3.605					0.93	-1.44	1.256
82	59.799	3.605					0.93	-3.90	3.721
83	62.099	3.605					0.93	-6.03	5.849
84	64.399	3.605					0.93	-6.92	6.740
85	66.699	3.605					0.93	-6.21	6.035
86	68.999	3.605					0.93	-4.19	4.018
87	71.299	3.605					0.93	-1.69	1.517
88	73.024	3.605					0.93	-0.36	0.187
89	73.587	0.000			-58	41258			0.000
90	73.593	1.802							0.000
91	73.599	3.315							0.000
94	73.600	4.000	0	-120					0.000
95	75.900	5.073							0.000
96	78.200	4.000	0	-120					0.000
97	80.500	5.073							0.000
98	82.800	4.000	0	-120					0.000
99	85.100	5.073							0.000
100	87.400	4.000	0	-120					0.000
101	89.700	5.073							0.000
92	73.600	3.605					0.93	-0.17	0.000
102	74.174	3.605					0.93	-0.15	-0.018
103	75.899	3.605					0.93	-0.87	0.699
104	78.199	3.605					0.93	-2.62	2.444
105	80.499	3.605					0.93	-4.03	3.851
106	82.799	3.605					0.93	-4.37	4.180
107	85.099	3.605					0.93	-3.42	3.232
108	87.399	3.605					0.93	-1.65	1.454
109	89.699	3.605					0.94	-0.03	-0.167
110	91.424	3.605					0.94	0.12	-0.319
111	91.987	0.000			298	47590			0.000
112	91.993	1.802							0.000
113	91.999	3.315							0.000
116	92.000	4.000	0	-120					0.000
117	94.300	5.073							0.000
118	96.600	4.000	0	-120					0.000
119	98.900	5.073							0.000
120	101.200	4.000	0	-120					0.000
121	103.500	5.073							0.000
122	105.800	4.000	0	-120					0.000
123	108.100	5.073							0.000
114	92.000	3.605					0.94	-0.20	0.000
124	92.574	3.605					0.94	-0.75	0.552
125	94.299	3.605					0.94	-3.46	3.272
126	96.599	3.605					0.94	-8.19	8.025
127	98.899	3.605					0.94	-12.44	12.289
128	101.199	3.605					0.94	-14.88	14.740
129	103.499	3.605					0.94	-14.72	14.595
130	105.799	3.605					0.94	-11.82	11.715
131	108.099	3.605					0.94	-6.59	6.503
132	109.824	3.605					0.94	-1.75	1.673
133	110.387	0.000			-1156	17404			0.000
134	110.393	1.802							0.000
135	110.399	3.315							0.000
136	110.400	3.605							0.000
137	110.401	3.895							
138	110.400	4.000	0	-60			0.94	-0.07	

Tabel 3.16.2.5: Staafbelastingen, momenten, normaal- en dwarskrachten

Staaf nr.	Profiel	X-as [N/m]	Y-as [N/m]	B E G I N Normaal [N]	B E G I N Dwarskr [N]	B E G I N Moment [Nm]	E I N D Normaal [N]	E I N D Dwarskr [N]	E I N D Moment [Nm]
		Horizontaal	Verticaal						
1	RHBK100*100*3.			-17344	-964	361	-17344	-964	-1377
2	RHBK100*100*3.			-17345	-949	-1377	-17345	-949	-2812

3	RHBK100*100*3.			-17344	-964	-2812	-17344	-964	-3091
4	RHBK100*100*3.			-4265	-4541	1799	-4265	-4541	482
5	RHBK100*100*3.			-4208	-4595	482	-4208	-4595	-0
6	RHBK120*60*3.0			-8500	17	-7	-8500	17	-0
7	RHBK120*60*3.0			-8500	34	-14	-8500	34	0
8	RHBK120*60*3.0			-8500	51	-20	-8500	51	-0
9	Roede dek	-697.8	-1496.3	-5900	1872	0	-4129	-1925	-68
10	Roede dek	697.8	-1496.3	-4129	1925	-68	-5900	-1872	0
11	Roede dek	-697.8	-1496.3	-5910	1867	0	-4139	-1930	-80
12	Roede dek	697.8	-1496.3	-4139	1930	-80	-5910	-1867	0
13	Roede dek	-697.8	-1496.3	-5905	1870	0	-4134	-1928	-74
14	Roede dek	697.8	-1496.3	-4134	1928	-74	-5905	-1870	0
15	Roede dek	-697.8	-1496.3	-5884	1879	0	-4113	-1918	-49
16	Roede dek	697.8	-1496.3	-4113	1918	-49	-5884	-1879	0
17	1e tralie	0.0	-468.8	3534	13091	-4891	3534	12822	2542
18	1e tralie	0.0	-468.8	3534	12822	2542	3534	12014	23963
19	1e tralie	0.0	-468.8	3534	12014	23963	3534	10935	50354
20	1e tralie	0.0	-468.8	3546	2435	50361	3546	1357	54722
21	1e tralie	0.0	-468.8	3546	1357	54722	3546	279	56604
22	1e tralie	0.0	-468.8	3540	-8221	56617	3540	-9299	36469
23	1e tralie	0.0	-468.8	3540	-9299	36469	3540	-10377	13841
24	1e tralie	0.0	-468.8	3517	-18877	13861	3517	-19956	-30797
25	1e tralie	0.0	-468.8	3517	-19956	-30797	3517	-20764	-65917
26	1e tralie	0.0	-468.8	3517	-20764	-65917	3517	-21034	-77962
27	RHBK100*100*3.			-47618	380	-231	-47618	380	454
28	RHBK100*100*3.			-47618	421	454	-47618	421	1091
29	RHBK100*100*3.			-47618	380	1091	-47618	380	1201
30	RHBK100*100*3.			-8500	30	-1	-8500	30	8
31	RHBK100*100*3.			-8500	-76	8	-8500	-76	0
32	RHBK120*60*3.0			-8500	10	-4	-8500	10	-0
33	RHBK120*60*3.0			-8500	27	-11	-8500	27	0
34	RHBK120*60*3.0			-8500	43	-17	-8500	43	-0
35	Roede dek	-697.8	-1496.3	-5882	1880	0	-4112	-1917	-47
36	Roede dek	697.8	-1496.3	-4112	1917	-47	-5882	-1880	0
37	Roede dek	-697.8	-1496.3	-5899	1872	0	-4128	-1925	-67
38	Roede dek	697.8	-1496.3	-4128	1925	-67	-5899	-1872	0
39	Roede dek	-697.8	-1496.3	-5900	1872	0	-4129	-1926	-68
40	Roede dek	697.8	-1496.3	-4129	1926	-68	-5900	-1872	0
41	Roede dek	-697.8	-1496.3	-5887	1878	0	-4116	-1919	-52
42	Roede dek	697.8	-1496.3	-4116	1919	-52	-5887	-1878	0
43	2e tralie	0.0	-468.8	3736	18085	-76761	3736	17816	-66463
44	2e tralie	0.0	-468.8	3736	17816	-66463	3736	17007	-36428
45	2e tralie	0.0	-468.8	3736	17007	-36428	3736	15929	1448
46	2e tralie	0.0	-468.8	3754	7429	1452	3754	6351	17298
47	2e tralie	0.0	-468.8	3754	6351	17298	3754	5272	30664
48	2e tralie	0.0	-468.8	3756	-3228	30675	3756	-4306	22012
49	2e tralie	0.0	-468.8	3756	-4306	22012	3756	-5384	10868
50	2e tralie	0.0	-468.8	3741	-13884	10885	3741	-14962	-22288
51	2e tralie	0.0	-468.8	3741	-14962	-22288	3741	-15771	-48795
52	2e tralie	0.0	-468.8	3741	-15771	-48795	3741	-16041	-57962
53	RHBK100*100*3.			-41251	47	-89	-41251	47	-5
54	RHBK100*100*3.			-41251	83	-5	-41251	83	120
55	RHBK100*100*3.			-41251	47	120	-41251	47	134
56	RHBK100*100*3.			-8500	28	0	-8500	28	8
57	RHBK100*100*3.			-8500	-79	8	-8500	-79	-0
58	RHBK120*60*3.0			-8500	12	-5	-8500	12	-0
59	RHBK120*60*3.0			-8500	29	-11	-8500	29	0
60	RHBK120*60*3.0			-8500	45	-18	-8500	45	-0
61	Roede dek	-697.8	-1496.3	-5887	1878	0	-4116	-1920	-53
62	Roede dek	697.8	-1496.3	-4116	1920	-53	-5887	-1878	0
63	Roede dek	-697.8	-1496.3	-5902	1871	0	-4131	-1926	-70
64	Roede dek	697.8	-1496.3	-4131	1926	-70	-5902	-1871	0
65	Roede dek	-697.8	-1496.3	-5901	1871	0	-4130	-1926	-69
66	Roede dek	697.8	-1496.3	-4130	1926	-69	-5901	-1871	0
67	Roede dek	-697.8	-1496.3	-5886	1879	0	-4115	-1919	-51
68	Roede dek	697.8	-1496.3	-4115	1919	-51	-5886	-1879	0
69	middentralie	0.0	-468.8	3651	16710	-57828	3651	16442	-48319
70	middentralie	0.0	-468.8	3651	16442	-48319	3651	15633	-20655
71	middentralie	0.0	-468.8	3651	15633	-20655	3651	14555	14061
72	middentralie	0.0	-468.8	3667	6055	14066	3667	4976	26752
73	middentralie	0.0	-468.8	3667	4976	26752	3667	3898	36957
74	middentralie	0.0	-468.8	3666	-4602	36969	3666	-5680	25145
75	middentralie	0.0	-468.8	3666	-5680	25145	3666	-6758	10841
76	middentralie	0.0	-468.8	3649	-15258	10859	3649	-16336	-25474
77	middentralie	0.0	-468.8	3649	-16336	-25474	3649	-17145	-54352

78	middentralie	0.0	-468.8	3649	-17145	-54352	3649	-17415	-64311
79	RHBK100*100*3.			-43289	121	-126	-43289	121	92
80	RHBK100*100*3.			-43289	158	92	-43289	158	331
81	RHBK100*100*3.			-43289	121	331	-43289	121	366
82	RHBK100*100*3.			-8500	28	0	-8500	28	8
83	RHBK100*100*3.			-8500	-78	8	-8500	-78	-0
84	RHBK120*60*3.0			-8500	11	-4	-8500	11	-0
85	RHBK120*60*3.0			-8500	28	-11	-8500	28	0
86	RHBK120*60*3.0			-8500	44	-18	-8500	44	-0
87	Roede dek	-697.8	-1496.3	-5886	1878	0	-4115	-1919	-51
88	Roede dek	697.8	-1496.3	-4115	1919	-51	-5886	-1878	0
89	Roede dek	-697.8	-1496.3	-5901	1871	0	-4130	-1926	-69
90	Roede dek	697.8	-1496.3	-4130	1926	-69	-5901	-1871	0
91	Roede dek	-697.8	-1496.3	-5902	1871	0	-4131	-1926	-70
92	Roede dek	697.8	-1496.3	-4131	1926	-70	-5902	-1871	0
93	Roede dek	-697.8	-1496.3	-5887	1878	0	-4116	-1920	-53
94	Roede dek	697.8	-1496.3	-4116	1920	-53	-5887	-1878	0
95	middentralie	0.0	-468.8	3625	17374	-63944	3625	17105	-54054
96	middentralie	0.0	-468.8	3625	17105	-54054	3625	16297	-25245
97	middentralie	0.0	-468.8	3625	16297	-25245	3625	15218	10997
98	middentralie	0.0	-468.8	3642	6719	11002	3642	5640	25214
99	middentralie	0.0	-468.8	3642	5640	25214	3642	4562	36947
100	middentralie	0.0	-468.8	3643	-3938	36958	3643	-5016	26661
101	middentralie	0.0	-468.8	3643	-5016	26661	3643	-6094	13884
102	middentralie	0.0	-468.8	3627	-14594	13901	3627	-15672	-20906
103	middentralie	0.0	-468.8	3627	-15672	-20906	3627	-16481	-48638
104	middentralie	0.0	-468.8	3627	-16481	-48638	3627	-16751	-58214
105	RHBK100*100*3.			-41258	195	-162	-41258	195	190
106	RHBK100*100*3.			-41258	231	190	-41258	231	539
107	RHBK100*100*3.			-41258	195	539	-41258	195	596
108	RHBK100*100*3.			-8500	29	-0	-8500	29	8
109	RHBK100*100*3.			-8500	-78	8	-8500	-78	-0
110	RHBK120*60*3.0			-8500	13	-5	-8500	13	-0
111	RHBK120*60*3.0			-8500	30	-12	-8500	30	0
112	RHBK120*60*3.0			-8500	46	-18	-8500	46	-0
113	Roede dek	-697.8	-1496.3	-5887	1878	0	-4116	-1919	-52
114	Roede dek	697.8	-1496.3	-4116	1919	-52	-5887	-1878	0
115	Roede dek	-697.8	-1496.3	-5900	1872	0	-4130	-1926	-68
116	Roede dek	697.8	-1496.3	-4130	1926	-68	-5900	-1872	0
117	Roede dek	-697.8	-1496.3	-5899	1872	0	-4128	-1925	-67
118	Roede dek	697.8	-1496.3	-4128	1925	-67	-5899	-1872	0
119	Roede dek	-697.8	-1496.3	-5882	1880	0	-4112	-1917	-47
120	Roede dek	697.8	-1496.3	-4112	1917	-47	-5882	-1880	0
121	2e tralie	0.0	-468.8	3684	16007	-57619	3684	15738	-48513
122	2e tralie	0.0	-468.8	3684	15738	-48513	3684	14929	-22062
123	2e tralie	0.0	-468.8	3684	14929	-22062	3684	13851	11036
124	2e tralie	0.0	-468.8	3699	5351	11041	3699	4273	22109
125	2e tralie	0.0	-468.8	3699	4273	22109	3699	3195	30698
126	2e tralie	0.0	-468.8	3697	-5305	30709	3697	-6383	17268
127	2e tralie	0.0	-468.8	3697	-6383	17268	3697	-7462	1346
128	2e tralie	0.0	-468.8	3679	-15961	1365	3679	-17040	-36586
129	2e tralie	0.0	-468.8	3679	-17040	-36586	3679	-17848	-66677
130	2e tralie	0.0	-468.8	3679	-17848	-66677	3679	-18119	-77041
131	RHBK100*100*3.			-47591	-140	-20	-47591	-140	-272
132	RHBK100*100*3.			-47591	-98	-272	-47591	-98	-421
133	RHBK100*100*3.			-47591	-140	-421	-47591	-140	-461
134	RHBK100*100*3.			-8500	26	1	-8500	26	8
135	RHBK100*100*3.			-8499	-80	8	-8499	-80	0
136	RHBK120*60*3.0			-8500	6	-2	-8500	6	-0
137	RHBK120*60*3.0			-8500	22	-9	-8500	22	0
138	RHBK120*60*3.0			-8500	40	-16	-8500	40	0
139	Roede dek	-697.8	-1496.3	-5884	1879	0	-4113	-1918	-49
140	Roede dek	697.8	-1496.3	-4113	1918	-49	-5884	-1879	0
141	Roede dek	-697.8	-1496.3	-5905	1870	0	-4134	-1928	-74
142	Roede dek	697.8	-1496.3	-4134	1928	-74	-5905	-1870	0
143	Roede dek	-697.8	-1496.3	-5910	1867	0	-4139	-1930	-80
144	Roede dek	697.8	-1496.3	-4139	1930	-80	-5910	-1867	0
145	Roede dek	-697.8	-1496.3	-5899	1872	0	-4129	-1925	-67
146	Roede dek	697.8	-1496.3	-4129	1925	-67	-5899	-1872	0
147	1e tralie	0.0	-468.8	3383	20972	-77503	3383	20703	-65549
148	1e tralie	0.0	-468.8	3383	20703	-65549	3383	19894	-30534
149	1e tralie	0.0	-468.8	3383	19894	-30534	3383	18816	13982
150	1e tralie	0.0	-468.8	3405	10316	13984	3405	9238	36471
151	1e tralie	0.0	-468.8	3405	9238	36471	3405	8160	56478
152	1e tralie	0.0	-468.8	3412	-340	56487	3412	-1419	54464

153	1e tralie	0.0	-468.8	3412	-1419	54464	3412	-2497	49961
154	1e tralie	0.0	-468.8	3400	-10997	49977	3400	-12075	23445
155	1e tralie	0.0	-468.8	3400	-12075	23445	3400	-12884	1918
156	1e tralie	0.0	-468.8	3400	-12884	1918	3400	-13154	-5585
157	RHBK100*100*3.			-17400	1214	-613	-17400	1214	1575
158	RHBK100*100*3.			-17399	1229	1575	-17399	1229	3434
159	RHBK100*100*3.			-17400	1214	3434	-17400	1214	3786
160	RHBK100*100*3.			-4235	4570	-1799	-4235	4570	-474
161	RHBK100*100*3.			-4292	4516	-474	-4292	4516	0

3.16.3 De krachtsverdeling in de tralies van de middenvelden:

Tabel 3.16.3.1: Momentenlijn, normaal- en dwarskrachtenlijn.

Positie	Momentenlijn	Normaal-		Dwars-	
		krachtenlijn		krachtenlijn	
x in [m]	M(x) in [Nm]	N(x) in [N]		Q(x) in [N]	
begin - eind	(+ = U/- =)	(+ = trek)		(+ = ~~~___)	
36.80 - 41.40	-57828	14061	3651	3651	16710	14555
41.40 - 46.00	14066	36957	3667	3667	6055	3898
46.00 - 50.60	36969	10841	3666	3666	-4602	-6758
50.60 - 55.20	10859	-64311	3649	3649	-15258	-17415
55.20 - 59.80	-63944	10997	3625	3625	17374	15218
59.80 - 64.40	11002	36947	3642	3642	6719	4562
64.40 - 69.00	36958	13884	3643	3643	-3938	-6094
69.00 - 73.60	13901	-58214	3627	3627	-14594	-16751

3.16.3.1 Controle van de stijfheid van de tralie:

De toelaatbare doorbuiging van alle tralieliggers wordt bepaald per tralie:
- uvtoel = 18400 / 250 < 30.0 mm, dus: uvtoel = 30.0 mm

Uit de U-lijn is de maximale doorbuiging:
- doorbuiging umax = -18.26 mm

- Controle van de tralies van de middenvelden:
  Doorbuiging: |-18.3 | mm < 30.0 mm,   dus: voldoet.
  bij B.C.8: a1) Eigen gewicht + installaties + sneeuw (Ct=1.0)

3.16.3.2 Controle van de bovenrand:

3.16.3.2 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de bovenrand:

- De normaalkracht in de bovenrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = -M/0.5800 + N/2   (voor N en M, zie 3.16.3.1)
    met: Effectieve spanthoogte: 580.0 mm

Tabel 3.16.32: Normaalkrachtenverloop in de bovenrand.

Plaats	Normaalkracht in [N]		Systeem-
	(trek = positief)		lengte
x in [m]	Spant		[mm]
36.80 - 41.40	101529	-22418	4599
41.40 - 46.00	-22418	-61886	4600
46.00 - 50.60	-61906	-16859	4600
50.60 - 55.20	-16898	112705	4601
55.20 - 59.80	112062	-17148	4599
59.80 - 64.40	-17147	-61880	4600
64.40 - 69.00	-61899	-22116	4600
69.00 - 73.60	-22154	102183	4601

3.16.3.2 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Tabel 3.16.3.2:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de bovenrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-bepaling begin-eind	Normaalkrachten (trek = positief) [N] "begin"	"einde"	Rand-voor-waar-den	Mouty fact. ß m	Knfct staaf-lengte ß m×ß n	Knik-lengte [mm]	Klasse	Sterkte UC	Stab. UC
36.80-41.40	101529	-22418	m-z	0.653	0.432	1987	1	0.10	0.12
41.40-46.00	-22418	-61886	z-z	0.652	0.546	2514	1	0.27	0.39
46.00-50.60	-61906	-16859	z-z	0.652	0.530	2437	1	0.27	0.38
50.60-55.20	-16898	112705	z-m	0.653	0.432	1988	1	0.07	0.09
55.20-59.80	112062	-17148	m-z	0.653	0.432	1987	1	0.07	0.09
59.80-64.40	-17147	-61880	z-z	0.652	0.531	2441	1	0.27	0.38
64.40-69.00	-61899	-22116	z-z	0.652	0.546	2510	1	0.27	0.39
69.00-73.60	-22154	102183	z-m	0.653	0.432	1988	1	0.10	0.12

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (0.75 - 0.2)*(|-61886 |/(0.694 *229893 /1.0)) = 1.09
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-61886 |/(0.694 *229893 /1.0)) = 1.18
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(1.09   , 1.18   ) = 1.09
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.65

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-61886 |/(0.694 *229893 /1.0)+1.09 *|0.0 |/(1.00*5873.1 /1.0)
           = 0.388 + 0.000 = 0.388
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-61886 |/(0.859 *229893 /1.0)+0.65 *|0.0 |/(1.00*5873.1 /1.0)
           = 0.314 + 0.000 = 0.314

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.388 , 0.314) = 0.388

- controle: 0.39 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.16.3.2 Stabiliteitscontrole in het vlak:

- Nabij de zwevende goten:

  - Maatgevende normaaldrukkracht: Ndmax = -61906 N

  - Kniklengte: lky = 0.80 * lveld = 0.80 * 1150 = 920 mm
    (lky > lveld/2, omdat de kortere velden, de langere velden steunen.)
  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (0.47 - 0.2)*(|-61906 |/(0.859 *229893 /1.0)) = 0.98
  Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-61906 |/(0.859 *229893 /1.0)) = 1.13
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.98   , 1.13   ) = 0.98
  Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.59

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-61906 |/(0.859 *229893 /1.0)+0.98 *|0.0 |/(1.00*3961.1 /1.0)
           = 0.314 + 0.000 = 0.314
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-61906 |/(0.962 *229893 /1.0)+0.59 *|0.0 |/(1.00*3961.1 /1.0)
           = 0.280 + 0.000 = 0.280

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.314 , 0.280) = 0.314

- controle: 0.31 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.16.3.2 Doorsnede-controle van de bovenrand:

           |NEd| |-61906 |
- UCDruk = ----- = --------- = 0.27
           Nc.Rd   229893

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 112705 N

           |NEd| |112705 |
- UCTrek = ----- = --------- = 0.49
           Nc.Rd   229893

Trek is maatgevend.

- Controle: 0.49 < 1.00, dus de treksterkte voldoet.

Conclusie:
- Bovenrand (RHBK100*50*3.0) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.8: a1) Eigen gewicht + installaties + sneeuw (Ct=1.0)

3.16.3.3 Controle van de onderrand:

3.16.3.3 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de onderrand:
(voor de achterliggende theorie wordt verwezen naar hoofdstuk 4)

Tabel 3.16.33: Normaalkrachtenverloop in de onderrand.
- De normaalkracht in de onderrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = M/0.5800 + N/2 (voor N en M, zie 3.16.3.1)
met: Effectieve spanthoogte: 580.0 mm

Tabel 3.16.33: Normaalkrachtenverloop in de onderrand.

Plaats x in [m]	Normaalkracht in [N] (trek = positief) Spant	Systeem-lengte [mm]
36.80 - 41.40	-97878 26068	4599
41.40 - 46.00	26085 65553	4600
46.00 - 50.60	65572 20525	4600
50.60 - 55.20	20547 -109056	4601
55.20 - 59.80	-108436 20773	4599
59.80 - 64.40	20790 65523	4600
64.40 - 69.00	65542 25759	4600
69.00 - 73.60	25781 -98556	4601

3.16.3.3 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Tabel 3.16.3.3:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de onderrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-bepaling begin-eind	Normaalkrachten (trek = positief) [N] "begin" "einde"	Rand-voor-waar-den	Mouty fact. ß m	Knfct staaf-lengte ß m×ß n	Knik-lengte [mm]	Klasse /PlPerc	Sterkte UC	Stab. UC
36.80-41.40	-97878 26068	m-z	0.666	0.441	2027	1	0.43	0.54
50.60-55.20	20547 -109056	z-m	0.666	0.444	2041	1	0.47	0.61
55.20-59.80	-108436 20773	m-z	0.666	0.443	2036	1	0.47	0.60
69.00-73.60	25781 -98556	z-m	0.666	0.441	2028	1	0.43	0.55

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
       = 0.90 * (1.0 + (0.61 - 0.2)*(|-109056 |/(0.781 *229893 /1.0)) = 1.12
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
       = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-109056 |/(0.781 *229893 /1.0)) = 1.34
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(1.12 , 1.34) = 1.12
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.67

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-109056 |/(0.781 *229893 /1.0)+1.12 *|0.0 |/(1.00*5873.1 /1.0)
           = 0.608 + 0.000 = 0.608
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-109056 |/(0.791 *229893 /1.0)+0.67 *|0.0 |/(1.00*5873.1 /1.0)
           = 0.599 + 0.000 = 0.599

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.608 , 0.599) = 0.608

- controle: 0.61 < 0.95, dus de stabiliteit voldoet.

3.16.3.3 Stabiliteitscontrole in het vlak (nabij de kolom-aansluitingen):

- Maatgevend: Ndmax = N + |Q|/tan(alfa) = -109056 + |-17415 |/tan(42.7) = -90162 N
  (N.B.: 1e drukdiagonaal reduceert de normaaldrukkracht in de onderrand)

- Kniklengte: lky = 1.00*lveld = 1.00 * 1150 = 1150 mm

  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.40 (het profiel is geschoord).
  M1 = 0.00 , M2 = 0.00 , Ms = 0.00 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.40 * (1.0 + (0.59 - 0.2)*(|-90162 |/(0.791 *229893 /1.0)) = 0.48
  Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.40 * (1.0 + 0.8*(|-90162 |/(0.791 *229893 /1.0)) = 0.56
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.48 , 0.56) = 0.48
  Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.29

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-90162 |/(0.791 *229893 /1.0)+0.48 *|0.0 |/(1.00*3961.1 /1.0)
           = 0.496 + 0.000 = 0.496
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-90162 |/(0.927 *229893 /1.0)+0.29 *|0.0 |/(1.00*3961.1 /1.0)
           = 0.423 + 0.000 = 0.423

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.496 , 0.423) = 0.496

- controle: 0.50 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.16.3.3 Doorsnede-controle van de onderrand:

           |NEd| |-109056|
- UCDruk = ----- = --------- = 0.47
           Nc.Rd   229893

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 65572   N

           |NEd| |65572 |
- UCTrek = ----- = --------- = 0.29
           Nc.Rd   229893

Druk is maatgevend.

- Controle: 0.47 < 1.00, dus de druksterkte voldoet.

Conclusie:
- Onderrand (RHBK100*50*3.0) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.8: a1) Eigen gewicht + installaties + sneeuw (Ct=1.0)

3.16.3.4 Controle van de diagonalen:

3.16.3.4 Controle van de drukdiagonalen:

Gezien de toepassing spitst de controle van de drukdiagonalen zich toe
op de eindkappen van de tralies, d.w.z. tussen kopplaat en 1e zwevende goten.

- Controle op druk (bij neerwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qddmaxd = -17374 N (zie tabel 3.16.3.1)
    (+ = druk in drukdiagonaal)
    Extra dwarskracht i.v.m. mogelijke positie transportlast in eerste
    diagonaalveld in plaats van het midden van de overspanning.
    Vert.puntlast: Fpunt = 0.00 * max(0   , 1000) + 1.00 * 0   = 0   N

$$\text{- Res.diag.drukkracht: } N_{ddiagd} = \frac{Q_{ddmaxd} - F_{punt}/2}{\sin(\alpha)} = \frac{-17374 - 0 / 2}{\sin(42.7)} = -25635 \text{ N}$$

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$UC_{sterkte} = \frac{|N_{Ed}|}{N_{c.Rd}} = \frac{25696}{84071} = 0.495$$

  controle: 0.495 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
  Profiel alleen op trek belast, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie:
- Drukdiagonalen (RHBK50*30*2.0 mm) voldoen qua trek/druk
  bij B.C.8: a1) Eigen gewicht + installaties + sneeuw (Ct=1.0)

3.16.3.4 Controle van de trekdiagonalen:

Er wordt vanuit gegaan, dat de trekdiagonalen als zodanig worden toegepast in
de eindkappen en als trek- en drukdiagonalen in eventuele middenkappen.

- Controle op trek (in de eindkappen bij neerwaartse belasting en evt. in de middenkappen
  bij opwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qtdmaxt = 17374 N (zie tabel 3.16.3.1)
    (+ = trek in trekdiagonaal)

$$\text{Res.diag.trekkracht: } N_{tdiagt} = \frac{Q_{tdmaxt}+F_{punt}/2}{\sin(\alpha)} = \frac{17374 + 0/2}{\sin(42.7)} = 25635 \text{ N}$$

 - Sterkte: Capaciteit trekdiagonaal: Ftdiagt = 51938 N (zie 4.4)

$$UC_{sterkte} = \frac{|N_{Ed}|}{F_{tdiagt}} = \frac{|25635|}{51938} = 0.494$$

  - UC-Trek : 0.494 < 1.00, dus trekdiagonaal voldoet.

- Controle op druk (in de eindkappen bij opwaartse belasting en evt. in de middenkappen
  bij neerwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qtdmaxd = 17415 N (zie tabel 3.16.3.1)
    (+ = druk in trekdiagonaal)

$$\text{Res. diagonaaldrukkracht: } N_{tdiagd} = \frac{-Q_{tdmaxd}}{\sin(\alpha)} = \frac{-17415}{\sin(42.7)} = -25696 \text{ N}$$

 - Sterkte: Capaciteit trekdiagonaal: Ftdiagd = 70220 N (zie 4.4)

$$UC_{sterkte} = \frac{|N_{Ed}|}{F_{tdiagd}} = \frac{|25696|}{70220} = 0.366$$

  - UC-Druk : 0.366 < 1.00, dus trekdiagonaal voldoet.

Conclusie:
- Trekdiagonalen (RHBK50*30*2.0 mm) voldoen qua trek/druk
  bij B.C.8: a1) Eigen gewicht + installaties + sneeuw (Ct=1.0)

3.16.3.4 Controle van de (las)verbindingen:

	Drukdiagonaal		Trekdiagonaal	
	Nd = -25635 N		Nd = - 25696 N	
	Nt = 25696 N		Nt = 25635 N	
	Fstev = 18894 N		Fstev = 18849 N	
	Fstlo = 17415 N		Fstlo = 17374 N	
	Msdt = 0.00 Nm		Msdt = 0.00 Nm	
	Fsdev = 18849 N		Fsdev = 18894 N	
	bovenrand	onderrand	bovenrand	onderrand
Tau1	46.37 N/mm²	46.37 N/mm²	46.26 N/mm²	46.26 N/mm²
Tau2	71.14 N/mm²	71.14 N/mm²	70.97 N/mm²	70.97 N/mm²
Sgm1	46.37 N/mm²	46.37 N/mm²	46.26 N/mm²	46.26 N/mm²
SgmWst	89.04 N/mm²	89.04 N/mm²	88.83 N/mm²	88.83 N/mm²
UC1	0.43	0.43	0.43	0.43
UC2	0.16	0.16	0.16	0.16
SgmWsd	70.97 N/mm²	70.97 N/mm²	71.14 N/mm²	71.14 N/mm²
UC3	0.34	0.34	0.34	0.34
Nt1	55249 N	55249 N	55249 N	55249 N
knd	1.00	1.00	1.00	1.00
Nd1	55249 N	55249 N	55249 N	55249 N
UCt1	0.47	0.47	0.46	0.46
UCd1	0.46	0.46	0.47	0.47
UClas	0.43	0.43	0.43	0.43
UCdia	0.47	0.47	0.47	0.47
UCgeo	0.78	0.78	0.78	0.78
UClas	0.43		0.43	
UCdia	0.83		0.83	

Conclusie:
- Lassen: UClas = 0.43 <= 1.00 dus: voldoen
- Aansluitingen: UCdia = 0.83 <= 1.00 dus: voldoen

Eindconclusie:
- Aansluiting diagonalen voldoet
  bij B.C.8: a1) Eigen gewicht + installaties + sneeuw (Ct=1.0)

3.16.3.4 Controle van de gootverticaal
- Veerstijfheid van de aansluiting van de bovenrand-goot "uit het vlak":
  Hoekverdraaiing door torsie onderrand:

$$V1 = \frac{kap}{Gbr * Itor * 2} = \frac{4600}{80769 * 853355 * 2} = 33.37 \quad *10\text{-}9\ 1/Nmm$$

  Hoekverdraaiing door gootverticaal (goot):

$$V2 = \frac{hspant}{2 * Egv * Igv} = \frac{630}{2 * 210000 * 1083901} = 1.38 \quad *10\text{-}9\ 1/Nmm$$

  Hoekverdraaiing door inklemming (onderrand):

$$V3 = \frac{hspant}{Egv * Igv} = \frac{630}{210000 * 1083901} = 2.77 \quad *10\text{-}9\ 1/Nmm$$

  Hoekverdraaiing door gootverticaal (buiging):

$$V4 = \frac{hspant}{3 * Egv * Igv} = \frac{630}{3 * 210000 * 1083901} = 0.92 \quad *10\text{-}9\ 1/Nmm$$

  Hoekverdraaiing door gootverticaal (bovenrand):

$$V5 = \frac{vspant}{2 * Egv * Igv} = \frac{80}{2 * 210000 * 1083901} = 0.18 \quad *10\text{-}9\ 1/Nmm$$

  Hoekverdraaiing door opzetkolom (buiging):

$$V6 = \frac{vspant}{3 * Egv * Igv} = \frac{80}{3 * 210000 * 1083901} = 0.42 \quad *10\text{-}9\ 1/Nmm$$

  Moment bij bovenrand

$$M0 = \frac{(V3+V6-V2)*hspant*vspant^2 - V4*vspant*hspant^2 + V5*hspant3}{(V1+V4+v5)*hspant^2 + (V1+V3+v6)*vspant^2 + (2*V1+V2)*vspant*hspant} = 1.3 \quad Nm$$

  Geeft de veerstijfheid ter plaatse van de bovenrand:

$$kbr = \frac{vspant + hspant}{V4*vspant*hspant^2 - V5*hspant3 + [(V4+V5+V1)*hspant^2 + V1*vspant*hspant]*M0}$$

  kbr = 148526.4 N/mm

  Vereiste kritische veerstijfheid: kcr = 196.9 N/mm

- Controle: 148526.4 N/mm > 196.9 N/mm, dus veerstijfheid voldoet.

- Controle op knik:
  - Maatgevende verticale kracht: Ngv = Fvg = -8500 N
  - Capaciteit van de verticaal : Fgvertd = 229432 N (zie 4.6)

  - Controle: |-8500 | N < 229432 N, dus gootverticaal voldoet.

Conclusie:
- Gootverticaal voldoet qua sterkte/stabiliteit en stijfheid
  bij B.C.8: a1) Eigen gewicht + installaties + sneeuw (Ct=1.0)

3.16.3.5 Controle van de bouten van de spant-kolom-aansluiting:

Controle van de krachten op de bout(en) bij de bovenrand:

Tabel 3.16.3.5.1: Belastingen bij bovenrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,br [N]	Fs,br [N]	Fi,br [N]
36.80	-57828	3651	16710	109973	8355	110606
55.20	-64311	3649	-17415	122095	-8708	122715
55.20	-63944	3625	17374	121398	8687	122018
73.60	-58214	3627	-16751	110683	-8376	111315

Gegevens van de eindplaat bij de bovenrand:
- Aantal bouten bij de bovenrand: nbb = 1
- Momenten-arm bij bovenrand: hbbout = 535 mm
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Normaalkracht: $Ft = \frac{Nt}{2 * nbb} - \frac{M}{hbbout}$ met Ft >= 0 N
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * Q
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,br max = 122715 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbtb max = 282240 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 122715 N < 282240 N, dus bout bij bovenrand (M20-8.8) voldoet.
bij B.C.8: a1) Eigen gewicht + installaties + sneeuw (Ct=1.0)

Controle van de krachten op de bout(en) bij de onderrand:

Tabel 3.16.3.5.2: Belastingen bij onderrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,or [N]	Fs,or [N]	Fi,or [N]
36.80	-57828	3651	16710	0	8355	11816
55.20	-64311	3649	-17415	0	-8708	12314
55.20	-63944	3625	17374	0	8687	12285
73.60	-58214	3627	-16751	0	-8376	11845

Gegevens van de eindplaat bij de onderrand:
- Aantal bouten bij de onderrand: nbo = 1
- Momenten-arm bij onderrand: hobout = 535 mm
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Normaalkracht: $Ft = \frac{Nt}{2 * nbo} + \frac{M}{hobout}$ met Ft >= 0 N
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * Q
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,or max = 12314 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbto max = 282240 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 12314 N < 282240 N, dus bout bij onderrand (M20-8.8) voldoet.
bij B.C.8: a1) Eigen gewicht + installaties + sneeuw (Ct=1.0)

3.16.3.5 Controle van de eindplaat op pons:

Bij de boutverbinding van de bovenrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxb = 122.1 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capb = 423 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 122.1 kN < 423 kN, dus eindplaat (ST120*15.0) voldoet
zonder onderlegring bij de bovenste bout
bij B.C.8: a1) Eigen gewicht + installaties + sneeuw (Ct=1.0)

Bij de boutverbinding van de onderrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxo = 0.0 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capo = 423 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0.0 kN < 423 kN, dus eindplaat (ST120*15.0) voldoet
zonder onderlegring bij de onderste bout
bij B.C.8: a1) Eigen gewicht + installaties + sneeuw (Ct=1.0)

3.16.3.5 Controle van de eindplaat op buiging:

Tabel 3.16.3.5.4.1: Belastingen van de eindplaat van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Normaal-kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ftrb [N]	Ftro [N]
36.80	-57828	3651	16710	101529	0
55.20	-64311	3649	-17415	112705	0
55.20	-63944	3625	17374	112062	0
73.60	-58214	3627	-16751	102183	0

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de bovenrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftrb = \frac{N + sn*Q}{2} - \frac{M}{ht,eff} \text{ met } Ftrb>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftrb(max) * e = 0.5 * 112705 * 25.0 = 1409 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 7533 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 1409 Nm < 7533 Nm, dus eindplaat (ST120*15.0) voldoet
bij B.C.8: a1) Eigen gewicht + installaties + sneeuw (Ct=1.0)

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de onderrand:
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftro(max) * e = 0.5 * 0 * 25.0 = 0 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 7533 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0 Nm < 7533 Nm, dus eindplaat (ST120*15.0) voldoet
bij B.C.8: a1) Eigen gewicht + installaties + sneeuw (Ct=1.0)

De lasverbindingen tussen eindplaat met resp. de boven- en onderrand
zijn niet gecontroleerd.

3.16.3.6 Controle van de bouten van de koppelaansluiting:

Controle van de krachten op de bout(en) bij de bovenrand:

Tabel 3.16.3.6.1: Belastingen bij bovenrand van de koppelaansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,br [N]	Fs,br [N]	Fi,br [N]
43.70	26752	3667	4976	0	2488	3519
43.70	26752	3667	4976	0	2488	3519
48.30	25145	3666	-5680	0	-2840	4016
48.30	25145	3666	-5680	0	-2840	4016
62.10	25214	3642	5640	0	2820	3988
62.10	25214	3642	5640	0	2820	3988
66.70	26661	3643	-5016	0	-2508	3547
66.70	26661	3643	-5016	0	-2508	3547

Gegevens van de koppelplaat bij de bovenrand:
- Aantal bouten bij de bovenrand: nbb = 1
- Momenten-arm bij bovenrand: hbbout = 597 mm
- Teken dwarskracht bij eindpositie sn=+1 en bij beginpositie sn=-1

$$\text{- Normaalkracht: } Ft = \frac{N + sn*Q}{2 * nbb} - \frac{M}{hbbout} \text{ met } Ft >= 0N$$

- Schuifkracht: $Fs = 0.5 * -N - sn*Q$
- Ideële kracht: $Fi = (Ft^2 + 2*Fs^2)0.5$
- Maximale optredende kracht: Fi,br max = 4016 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbtb max = 180864 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 4016 N < 180864 N, dus bout bij bovenrand (M16-8.8) voldoet.
bij B.C.8: a1) Eigen gewicht + installaties + sneeuw (Ct=1.0)

Controle van de krachten op de bout(en) bij de onderrand:

Tabel 3.16.3.6.2: Belastingen bij onderrand van de koppelaansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,or [N]	Fs,or [N]	Fi,or [N]
43.70	26752	3667	4976	24446	2488	24698
43.70	26752	3667	4976	24446	2488	24698
48.30	25145	3666	-5680	25622	-2840	25935
48.30	25145	3666	-5680	25622	-2840	25935
62.10	25214	3642	5640	22850	2820	23196
62.10	25214	3642	5640	22850	2820	23196
66.70	26661	3643	-5016	26854	-2508	27087
66.70	26661	3643	-5016	26854	-2508	27087

Gegevens van de koppelplaat bij de onderrand:
- Aantal bouten bij de onderrand: nbo = 2
- Momenten-arm bij onderrand: hobout = 1080 mm
- Teken dwarskracht bij eindpositie sn=+1 en bij beginpositie sn=-1

$$\text{- Normaalkracht: } Ft = \frac{N + sn*Q}{2 * nbo} + \frac{M}{hobout} \text{ met } Ft >= 0N$$

- Schuifkracht: $Fs = 0.5 * -N - sn*Q$
- Ideële kracht: $Fi = (Ft^2 + 2*Fs^2)0.5$
- Maximale optredende kracht: Fi,or max = 27087 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbto max = 180864 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 27087 N < 180864 N, dus bout bij onderrand (M16-8.8) voldoet.
bij B.C.8: a1) Eigen gewicht + installaties + sneeuw (Ct=1.0)

3.16.3.6 Controle van de koppelplaat op pons:
Bij de boutverbinding van de bovenrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxb = 0.0 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de koppelplaat: Fp,capb = 336 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0.0 kN < 336 kN, dus koppelplaat (ST100*15.0) voldoet
zonder onderlegring bij de bovenste bout
bij B.C.8: a1) Eigen gewicht + installaties + sneeuw (Ct=1.0)

Bij de boutverbinding van de onderrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxo = 26.9 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de koppelplaat: Fp,capo = 336 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 26.9 kN < 336 kN, dus koppelplaat (ST100*15.0) voldoet
zonder onderlegring bij de onderste bout
bij B.C.8: a1) Eigen gewicht + installaties + sneeuw (Ct=1.0)

3.16.3.6 Controle van de koppelplaat op buiging:

Tabel 3.16.3.6.4.1: Belastingen van de koppelplaat.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Normaal-kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ftrb [N]	Ftro [N]
43.70	26752	3667	4976	0	45468
43.70	26752	3667	4976	0	45468
48.30	25145	3666	-5680	0	48026
48.30	25145	3666	-5680	0	48026
62.10	25214	3642	5640	0	42474
62.10	25214	3642	5640	0	42474
66.70	26661	3643	-5016	0	50296
66.70	26661	3643	-5016	0	50296

Resulterende trekkracht in de koppelplaat bij de bovenrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftrb = \frac{N + sn*Q}{2} - \frac{M}{ht,eff} \quad \text{met } Ftrb>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de koppelplaat:
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftrb(max) * e = 0.5 * 0 * 25.0 = 0 Nm
- Capaciteit van de koppelplaat: Mp,cap = 3512 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0 Nm < 3512 Nm, dus koppelplaat (ST100*15.0) voldoet
bij B.C.8: a1) Eigen gewicht + installaties + sneeuw (Ct=1.0)

Resulterende trekkracht in de koppelplaat bij de onderrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftro = \frac{N + sn*Q}{2} + \frac{M}{ht,eff} \quad \text{met } Ftro>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de koppelplaat:
- Normaalkracht : Ftbout(2) = 26.9 * 530.0 /630.0 = 22.6 kN
- Normaalkracht : Ftbout(1) = 26.9 * 630.0 /630.0 = 26.9 kN
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * max(Ftbout(2) * e(2), Ftbout(1) * e(1))
= 0.5 * max(22.6 * 25 , 26.9 * 25) = 336 Nm
- Capaciteit van de koppelplaat: Mp,cap = 2363 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 336 Nm < 2363 Nm, dus koppelplaat (ST100*15.0) voldoet
bij B.C.8: a1) Eigen gewicht + installaties + sneeuw (Ct=1.0)

De lasverbindingen tussen koppelplaat met resp. de boven- en onderrand
zijn niet gecontroleerd.

3.16.4 De krachtsverdeling in de 2e rij tralies:

Tabel 3.16.4.1: Momentenlijn, normaal- en dwarskrachtenlijn.

Positie x in [m] begin - eind	Momentenlijn M(x) in [Nm] (+ = U/- =)		Normaal-krachtenlijn N(x) in [N] (+ = trek)		Dwars-krachtenlijn Q(x) in [N] (+ = ~~~___)	
18.40 - 23.00	-76761	1448	3736	3736	18085	15929
23.00 - 27.60	1452	30664	3754	3754	7429	5272
27.60 - 32.20	30675	10868	3756	3756	-3228	-5384
32.20 - 36.80	10885	-57962	3741	3741	-13884	-16041
73.60 - 78.20	-57619	11036	3684	3684	16007	13851
78.20 - 82.80	11041	30698	3699	3699	5351	3195
82.80 - 87.40	30709	1346	3697	3697	-5305	-7462
87.40 - 92.00	1365	-77041	3679	3679	-15961	-18119

3.16.4.1 Controle van de stijfheid van de tralie:

De toelaatbare doorbuiging van alle tralieliggers wordt bepaald per tralie:
- uvtoel = 18400 / 250 < 30.0 mm, dus: uvtoel = 30.0 mm

Uit de U-lijn is de maximale doorbuiging:
- doorbuiging umax = -20.82 mm

- Controle van de 2e rij tralies:
  Doorbuiging: |-20.8 | mm < 30.0 mm,   dus: voldoet.
  bij B.C.8: a1) Eigen gewicht + installaties + sneeuw (Ct=1.0)

3.16.4.2 Controle van de bovenrand:

3.16.4.2 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de bovenrand:

- De normaalkracht in de bovenrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = -M/0.5800 + N/2   (voor N en M, zie 3.16.4.1)
                   met: Effectieve spanthoogte: 580.0 mm

Tabel 3.16.42: Normaalkrachtenverloop in de bovenrand.

Plaats x in [m]	Normaalkracht in [N] (trek = positief) Spant		Systeem-lengte [mm]
18.40 - 23.00	134214	-628	4599
23.00 - 27.60	-626	-50993	4600
27.60 - 32.20	-51010	-16861	4600
32.20 - 36.80	-16898	101804	4601
73.60 - 78.20	101185	-17185	4599
78.20 - 82.80	-17187	-51077	4600
82.80 - 87.40	-51099	-473	4600
87.40 - 92.00	-513	134670	4601

3.16.4.2 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Tabel 3.16.4.2:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de bovenrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-bepaling begin-eind	Normaalkrachten (trek = positief) [N] "begin"	"einde"	Rand-voor-waar-den	Mouty fact. ß m	Knfct staaf-lengte ß m×ß n	Knik-lengte [mm]	Klasse	Sterkte UC	Stab. UC
18.40-23.00	134214	-628	m-z	0.653	0.432	1987	1	0.00	0.00
23.00-27.60	-626	-50993	z-z	0.652	0.478	2201	1	0.22	0.29
27.60-32.20	-51010	-16861	z-z	0.652	0.541	2487	1	0.22	0.32
32.20-36.80	-16898	101804	z-m	0.653	0.432	1988	1	0.07	0.09
73.60-78.20	101185	-17185	m-z	0.653	0.432	1987	1	0.07	0.09
78.20-82.80	-17187	-51077	z-z	0.652	0.542	2492	1	0.22	0.32
82.80-87.40	-51099	-473	z-z	0.652	0.478	2198	1	0.22	0.30
87.40-92.00	-513	134670	z-m	0.653	0.432	1988	1	0.00	0.00

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (0.74 - 0.2)*(|-51077 |/(0.698 *229893 /1.0)) = 1.06
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-51077 |/(0.698 *229893 /1.0)) = 1.13
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(1.06   , 1.13   ) = 1.06
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.63

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-51077 |/(0.698 *229893 /1.0)+1.06 *|0.0 |/(1.00*5873.1 /1.0)
           = 0.318 + 0.000 = 0.318
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-51077 |/(0.859 *229893 /1.0)+0.63 *|0.0 |/(1.00*5873.1 /1.0)
           = 0.259 + 0.000 = 0.259

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.318 , 0.259) = 0.318

- controle: 0.32 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.16.4.2 Stabiliteitscontrole in het vlak:

- Nabij de zwevende goten:

  - Maatgevende normaaldrukkracht: Ndmax = -51099 N

  - Kniklengte: lky = 0.80 * lveld = 0.80 * 1150 = 920 mm
    (lky > lveld/2, omdat de kortere velden, de langere velden steunen.)
  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (0.47 - 0.2)*(|-51099 |/(0.859 *229893 /1.0)) = 0.96
  Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-51099 |/(0.859 *229893 /1.0)) = 1.09
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.96   , 1.09   ) = 0.96
  Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.58

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-51099 |/(0.859 *229893 /1.0)+0.96 *|0.0 |/(1.00*3961.1 /1.0)
           = 0.259 + 0.000 = 0.259
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-51099 |/(0.962 *229893 /1.0)+0.58 *|0.0 |/(1.00*3961.1 /1.0)
           = 0.231 + 0.000 = 0.231

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.259 , 0.231) = 0.259

- controle: 0.26 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.16.4.2 Doorsnede-controle van de bovenrand:

           |NEd| |-51099 |
- UCDruk = ----- = --------- = 0.22
           Nc.Rd   229893

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 134670 N

           |NEd| |134670 |
- UCTrek = ----- = --------- = 0.59
           Nc.Rd   229893

Trek is maatgevend.

- Controle: 0.59 < 1.00, dus de treksterkte voldoet.

Conclusie:
- Bovenrand (RHBK100*50*3.0) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.8: a1) Eigen gewicht + installaties + sneeuw (Ct=1.0)

3.16.4.3 Controle van de onderrand:

3.16.4.3 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de onderrand:
(voor de achterliggende theorie wordt verwezen naar hoofdstuk 4)

Tabel 3.16.43: Normaalkrachtenverloop in de onderrand.
- De normaalkracht in de onderrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = M/0.5800 + N/2 (voor N en M, zie 3.16.4.1)
    met: Effectieve spanthoogte: 580.0 mm

Tabel 3.16.43: Normaalkrachtenverloop in de onderrand.

Plaats x in [m]	Normaalkracht in [N] (trek = positief) Spant	Systeem-lengte [mm]
18.40 - 23.00	-130478 4364	4599
23.00 - 27.60	4380 54747	4600
27.60 - 32.20	54766 20616	4600
32.20 - 36.80	20638 -98063	4601
73.60 - 78.20	-97501 20869	4599
78.20 - 82.80	20886 54776	4600
82.80 - 87.40	54796 4170	4600
87.40 - 92.00	4193 -130990	4601

3.16.4.3 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Tabel 3.16.4.3:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de onderrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-bepaling begin-eind	Normaalkrachten (trek = positief) [N] "begin" "einde"	Rand-voor-waar-den	Mouty fact. ß m	Knfct staaf-lengte ß m×ß n	Knik-lengte/PlPerc [mm]	Klasse	Sterkte UC	Stab. UC
18.40-23.00	-130478 4364	m-z	0.666	0.478	2200	1	0.57	0.75
23.00-27.60	4380 54747	z-z	0.671	0.444	2043	1	0.00	0.00
32.20-36.80	20638 -98063	z-m	0.666	0.441	2028	1	0.43	0.54
73.60-78.20	-97501 20869	m-z	0.666	0.441	2027	1	0.42	0.54
82.80-87.40	54796 4170	z-z	0.671	0.444	2043	1	0.00	0.00
87.40-92.00	4193 -130990	z-m	0.666	0.479	2203	1	0.57	0.76

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
       = 0.90 * (1.0 + (0.66 - 0.2)*(|-130990 |/(0.752 *229893 /1.0)) = 1.21
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
       = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-130990 |/(0.752 *229893 /1.0)) = 1.45
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(1.21 , 1.45) = 1.21
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.73

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-130990 |/(0.752 *229893 /1.0)+1.21 *|0.0 |/(1.00*5873.1 /1.0)
           = 0.758 + 0.000 = 0.758
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-130990 |/(0.791 *229893 /1.0)+0.73 *|0.0 |/(1.00*5873.1 /1.0)
           = 0.720 + 0.000 = 0.720

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.758 , 0.720) = 0.758

- controle: 0.76 < 0.95, dus de stabiliteit voldoet.

3.16.4.3 Stabiliteitscontrole in het vlak (nabij de kolom-aansluitingen):

- Maatgevend: Ndmax = N + |Q|/tan(alfa) = -130990 + |-18119 |/tan(42.7) = -111333 N
  (N.B.: 1e drukdiagonaal reduceert de normaaldrukkracht in de onderrand)

- Kniklengte: lky = 1.00*lveld = 1.00 * 1150 = 1150 mm

  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.40 (het profiel is geschoord).
  M1 = 0.00 , M2 = 0.00 , Ms = 0.00 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
       = 0.40 * (1.0 + (0.59 - 0.2)*(|-111333 |/(0.791 *229893 /1.0)) = 0.50
  Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
       = 0.40 * (1.0 + 0.8*(|-111333 |/(0.791 *229893 /1.0)) = 0.60
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.50 , 0.60) = 0.50
  Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.30

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-111333 |/(0.791 *229893 /1.0)+0.50 *|0.0 |/(1.00*3961.1 /1.0)
           = 0.612 + 0.000 = 0.612
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-111333 |/(0.927 *229893 /1.0)+0.30 *|0.0 |/(1.00*3961.1 /1.0)
           = 0.522 + 0.000 = 0.522

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.612 , 0.522) = 0.612

- controle: 0.61 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.16.4.3 Doorsnede-controle van de onderrand:

           |NEd| |-130990|
- UCDruk = ----- = --------- = 0.57
           Nc.Rd   229893

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 54796   N

           |NEd| |54796 |
- UCTrek = ----- = --------- = 0.24
           Nc.Rd   229893

Druk is maatgevend.

- Controle: 0.57 < 1.00, dus de druksterkte voldoet.

Conclusie:
- Onderrand (RHBK100*50*3.0) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.8: a1) Eigen gewicht + installaties + sneeuw (Ct=1.0)

3.16.4.4 Controle van de diagonalen:

3.16.4.4 Controle van de drukdiagonalen:

Gezien de toepassing spitst de controle van de drukdiagonalen zich toe
op de eindkappen van de tralies, d.w.z. tussen kopplaat en 1e zwevende goten.

- Controle op druk (bij neerwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qddmaxd = -18085 N (zie tabel 3.16.4.1)
    (+ = druk in drukdiagonaal)
    Extra dwarskracht i.v.m. mogelijke positie transportlast in eerste
    diagonaalveld in plaats van het midden van de overspanning.
    Vert.puntlast: Fpunt = 0.00 * max(0   , 1000) + 1.00 * 0   = 0   N

$$\text{- Res.diag.drukkracht: } N_{ddiagd} = \frac{Q_{ddmaxd} - F_{punt}/2}{\sin(\alpha)} = \frac{-18085 - 0 / 2}{\sin(42.7)} = -26683 \text{ N}$$

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$UC_{sterkte} = \frac{|N_{Ed}|}{N_{c.Rd}} = \frac{26733}{84071} = 0.515$$

  controle: 0.515 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
  Profiel alleen op trek belast, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie:
- Drukdiagonalen (RHBK50*30*2.0 mm) voldoen qua trek/druk
  bij B.C.8: a1) Eigen gewicht + installaties + sneeuw (Ct=1.0)

3.16.4.4 Controle van de trekdiagonalen:

Er wordt vanuit gegaan, dat de trekdiagonalen als zodanig worden toegepast in
de eindkappen en als trek- en drukdiagonalen in eventuele middenkappen.

- Controle op trek (in de eindkappen bij neerwaartse belasting en evt. in de middenkappen
  bij opwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qtdmaxt = 18085 N (zie tabel 3.16.4.1)
    (+ = trek in trekdiagonaal)

$$\text{Res.diag.trekkracht: } N_{tdiagt} = \frac{Q_{tdmaxt}+F_{punt}/2}{\sin(\alpha)} = \frac{18085 + 0/2}{\sin(42.7)} = 26683 \text{ N}$$

 - Sterkte: Capaciteit trekdiagonaal: Ftdiagt = 51938 N (zie 4.4)

$$UC_{sterkte} = \frac{|N_{Ed}|}{F_{tdiagt}} = \frac{|26683|}{51938} = 0.514$$

  - UC-Trek : 0.514 < 1.00, dus trekdiagonaal voldoet.

- Controle op druk (in de eindkappen bij opwaartse belasting en evt. in de middenkappen
  bij neerwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qtdmaxd = 18119 N (zie tabel 3.16.4.1)
    (+ = druk in trekdiagonaal)

$$\text{Res. diagonaaldrukkracht: } N_{tdiagd} = \frac{-Q_{tdmaxd}}{\sin(\alpha)} = \frac{-18119}{\sin(42.7)} = -26733 \text{ N}$$

 - Sterkte: Capaciteit trekdiagonaal: Ftdiagd = 70220 N (zie 4.4)

$$UC_{sterkte} = \frac{|N_{Ed}|}{F_{tdiagd}} = \frac{|26733|}{70220} = 0.381$$

  - UC-Druk : 0.381 < 1.00, dus trekdiagonaal voldoet.

Conclusie:
- Trekdiagonalen (RHBK50*30*2.0 mm) voldoen qua trek/druk
  bij B.C.8: a1) Eigen gewicht + installaties + sneeuw (Ct=1.0)

3.16.4.4 Controle van de (las)verbindingen:

	Drukdiagonaal		Trekdiagonaal	
	Nd = -26683 N		Nd = - 26733 N	
	Nt = 26733 N		Nt = 26683 N	
	Fstev = 19657 N		Fstev = 19620 N	
	Fstlo = 18119 N		Fstlo = 18085 N	
	Msdt = 0.00 Nm		Msdt = 0.00 Nm	
	Fsdev = 19620 N		Fsdev = 19657 N	
	bovenrand	onderrand	bovenrand	onderrand
Tau1	48.24 N/mm²	48.24 N/mm²	48.15 N/mm²	48.15 N/mm²
Tau2	74.01 N/mm²	74.01 N/mm²	73.87 N/mm²	73.87 N/mm²
Sgm1	48.24 N/mm²	48.24 N/mm²	48.15 N/mm²	48.15 N/mm²
SgmWst	92.63 N/mm²	92.63 N/mm²	92.46 N/mm²	92.46 N/mm²
UC1	0.45	0.45	0.44	0.44
UC2	0.17	0.17	0.17	0.17
SgmWsd	73.87 N/mm²	73.87 N/mm²	74.01 N/mm²	74.01 N/mm²
UC3	0.36	0.36	0.36	0.36
Nt1	55249 N	55249 N	55249 N	55249 N
knd	1.00	1.00	1.00	1.00
Nd1	55249 N	55249 N	55249 N	55249 N
UCt1	0.48	0.48	0.48	0.48
UCd1	0.48	0.48	0.48	0.48
UClas	0.45	0.45	0.44	0.44
UCdia	0.48	0.48	0.48	0.48
UCgeo	0.78	0.78	0.78	0.78
UClas	0.45		0.44	
UCdia	0.83		0.83	

Conclusie:
- Lassen: UClas = 0.45 <= 1.00 dus: voldoen
- Aansluitingen: UCdia = 0.83 <= 1.00 dus: voldoen

Eindconclusie:
- Aansluiting diagonalen voldoet
  bij B.C.8: a1) Eigen gewicht + installaties + sneeuw (Ct=1.0)

3.16.4.4 Controle van de gootverticaal
- Veerstijfheid van de aansluiting van de bovenrand-goot "uit het vlak":
  Hoekverdraaiing door torsie onderrand:

$$V1 = \frac{kap}{Gbr * Itor * 2} = \frac{4600}{80769 * 853355 * 2} = 33.37 \quad *10\text{-}9\ 1/Nmm$$

  Hoekverdraaiing door gootverticaal (goot):

$$V2 = \frac{hspant}{2 * Egv * Igv} = \frac{630}{2 * 210000 * 1083901} = 1.38 \quad *10\text{-}9\ 1/Nmm$$

  Hoekverdraaiing door inklemming (onderrand):

$$V3 = \frac{hspant}{Egv * Igv} = \frac{630}{210000 * 1083901} = 2.77 \quad *10\text{-}9\ 1/Nmm$$

  Hoekverdraaiing door gootverticaal (buiging):

$$V4 = \frac{hspant}{3 * Egv * Igv} = \frac{630}{3 * 210000 * 1083901} = 0.92 \quad *10\text{-}9\ 1/Nmm$$

  Hoekverdraaiing door gootverticaal (bovenrand):

$$V5 = \frac{vspant}{2 * Egv * Igv} = \frac{80}{2 * 210000 * 1083901} = 0.18 \quad *10\text{-}9\ 1/Nmm$$

  Hoekverdraaiing door opzetkolom (buiging):

$$V6 = \frac{vspant}{3 * Egv * Igv} = \frac{80}{3 * 210000 * 1083901} = 0.42 \quad *10\text{-}9\ 1/Nmm$$

  Moment bij bovenrand

$$M0 = \frac{(V3+V6-V2)*hspant*vspant^2 - V4*vspant*hspant^2 + V5*hspant3}{(V1+V4+v5)*hspant^2 + (V1+V3+v6)*vspant^2 + (2*V1+V2)*vspant*hspant} = 1.3 \quad Nm$$

  Geeft de veerstijfheid ter plaatse van de bovenrand:

$$kbr = \frac{vspant + hspant}{V4*vspant*hspant^2 - V5*hspant3 + [(V4+V5+V1)*hspant^2 + V1*vspant*hspant]*M0}$$

  kbr = 148526.4 N/mm

  Vereiste kritische veerstijfheid: kcr = 196.9 N/mm

- Controle: 148526.4 N/mm > 196.9 N/mm, dus veerstijfheid voldoet.

- Controle op knik:
  - Maatgevende verticale kracht: Ngv = Fvg = -8500 N
  - Capaciteit van de verticaal : Fgvertd = 229432 N (zie 4.6)

  - Controle: |-8500 | N < 229432 N, dus gootverticaal voldoet.

Conclusie:
- Gootverticaal voldoet qua sterkte/stabiliteit en stijfheid
  bij B.C.8: a1) Eigen gewicht + installaties + sneeuw (Ct=1.0)

3.16.4.5 Controle van de bouten van de spant-kolom-aansluiting:

Controle van de krachten op de bout(en) bij de bovenrand:

Tabel 3.16.4.5.1: Belastingen bij bovenrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,br [N]	Fs,br [N]	Fi,br [N]
18.40	-76761	3736	18085	145422	9042	145983
36.80	-57962	3741	-16041	110267	-8021	110849
73.60	-57619	3684	16007	109598	8004	110181
92.00	-77041	3679	-18119	145918	-9059	146480

Gegevens van de eindplaat bij de bovenrand:
- Aantal bouten bij de bovenrand: nbb = 1
- Momenten-arm bij bovenrand: hbbout = 535 mm
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Normaalkracht: $Ft = \frac{Nt}{2 * nbb} - \frac{M}{hbbout}$ met Ft >= 0 N
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * Q
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,br max = 146480 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbtb max = 282240 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 146480 N < 282240 N, dus bout bij bovenrand (M20-8.8) voldoet.
bij B.C.8: a1) Eigen gewicht + installaties + sneeuw (Ct=1.0)

Controle van de krachten op de bout(en) bij de onderrand:

Tabel 3.16.4.5.2: Belastingen bij onderrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,or [N]	Fs,or [N]	Fi,or [N]
18.40	-76761	3736	18085	0	9042	12788
36.80	-57962	3741	-16041	0	-8021	11343
73.60	-57619	3684	16007	0	8004	11319
92.00	-77041	3679	-18119	0	-9059	12812

Gegevens van de eindplaat bij de onderrand:
- Aantal bouten bij de onderrand: nbo = 1
- Momenten-arm bij onderrand: hobout = 535 mm
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Normaalkracht: $Ft = \frac{Nt}{2 * nbo} + \frac{M}{hobout}$ met Ft >= 0 N
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * Q
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,or max = 12812 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbto max = 282240 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 12812 N < 282240 N, dus bout bij onderrand (M20-8.8) voldoet.
bij B.C.8: a1) Eigen gewicht + installaties + sneeuw (Ct=1.0)

3.16.4.5 Controle van de eindplaat op pons:

Bij de boutverbinding van de bovenrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxb = 145.9 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capb = 423 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 145.9 kN < 423 kN, dus eindplaat (ST120*15.0) voldoet
zonder onderlegring bij de bovenste bout
bij B.C.8: a1) Eigen gewicht + installaties + sneeuw (Ct=1.0)

Bij de boutverbinding van de onderrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxo = 0.0 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capo = 423 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0.0 kN < 423 kN, dus eindplaat (ST120*15.0) voldoet
zonder onderlegring bij de onderste bout
bij B.C.8: a1) Eigen gewicht + installaties + sneeuw (Ct=1.0)

3.16.4.5 Controle van de eindplaat op buiging:

Tabel 3.16.4.5.4.1: Belastingen van de eindplaat van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Normaal-kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ftrb [N]	Ftro [N]
18.40	-76761	3736	18085	134214	0
36.80	-57962	3741	-16041	101804	0
73.60	-57619	3684	16007	101185	0
92.00	-77041	3679	-18119	134670	0

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de bovenrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftrb = \frac{N + sn*Q}{2} - \frac{M}{ht,eff} \text{ met } Ftrb>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftrb(max) * e = 0.5 * 134670 * 25.0 = 1683 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 7533 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 1683 Nm < 7533 Nm, dus eindplaat (ST120*15.0) voldoet
bij B.C.8: a1) Eigen gewicht + installaties + sneeuw (Ct=1.0)

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de onderrand:
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftro(max) * e = 0.5 * 0 * 25.0 = 0 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 7533 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0 Nm < 7533 Nm, dus eindplaat (ST120*15.0) voldoet
bij B.C.8: a1) Eigen gewicht + installaties + sneeuw (Ct=1.0)

De lasverbindingen tussen eindplaat met resp. de boven- en onderrand
zijn niet gecontroleerd.

3.16.4.6 Controle van de bouten van de koppelaansluiting:

Controle van de krachten op de bout(en) bij de bovenrand:

Tabel 3.16.4.6.1: Belastingen bij bovenrand van de koppelaansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,br [N]	Fs,br [N]	Fi,br [N]
25.30	17298	3754	6351	0	3175	4491
25.30	17298	3754	6351	0	3175	4491
29.90	22012	3756	-4306	0	-2153	3045
29.90	22012	3756	-4306	0	-2153	3045
80.50	22109	3699	4273	0	2137	3022
80.50	22109	3699	4273	0	2137	3022
85.10	17268	3697	-6383	0	-3192	4514
85.10	17268	3697	-6383	0	-3192	4514

Gegevens van de koppelplaat bij de bovenrand:
- Aantal bouten bij de bovenrand: nbb = 1
- Momenten-arm bij bovenrand: hbbout = 597 mm
- Teken dwarskracht bij eindpositie sn=+1 en bij beginpositie sn=-1

$$\text{- Normaalkracht: } Ft = \frac{N + sn*Q}{2 * nbb} - \frac{M}{hbbout} \text{ met } Ft >= 0N$$

- Schuifkracht: Fs = 0.5 * -N - sn*Q
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,br max = 4514 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbtb max = 180864 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 4514 N < 180864 N, dus bout bij bovenrand (M16-8.8) voldoet.
bij B.C.8: a1) Eigen gewicht + installaties + sneeuw (Ct=1.0)

Controle van de krachten op de bout(en) bij de onderrand:

Tabel 3.16.4.6.2: Belastingen bij onderrand van de koppelaansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,or [N]	Fs,or [N]	Fi,or [N]
25.30	17298	3754	6351	15370	3175	16012
25.30	17298	3754	6351	15370	3175	16012
29.90	22012	3756	-4306	22399	-2153	22605
29.90	22012	3756	-4306	22399	-2153	22605
80.50	22109	3699	4273	20331	2137	20554
80.50	22109	3699	4273	20331	2137	20554
85.10	17268	3697	-6383	18511	-3192	19054
85.10	17268	3697	-6383	18511	-3192	19054

Gegevens van de koppelplaat bij de onderrand:
- Aantal bouten bij de onderrand: nbo = 2
- Momenten-arm bij onderrand: hobout = 1080 mm
- Teken dwarskracht bij eindpositie sn=+1 en bij beginpositie sn=-1

$$\text{- Normaalkracht: } Ft = \frac{N + sn*Q}{2 * nbo} + \frac{M}{hobout} \text{ met } Ft >= 0N$$

- Schuifkracht: Fs = 0.5 * -N - sn*Q
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,or max = 22605 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbto max = 180864 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 22605 N < 180864 N, dus bout bij onderrand (M16-8.8) voldoet.
bij B.C.8: a1) Eigen gewicht + installaties + sneeuw (Ct=1.0)

3.16.4.6 Controle van de koppelplaat op pons:
Bij de boutverbinding van de bovenrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxb = 0.0 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de koppelplaat: Fp,capb = 336 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0.0 kN < 336 kN, dus koppelplaat (ST100*15.0) voldoet
zonder onderlegring bij de bovenste bout
bij B.C.8: a1) Eigen gewicht + installaties + sneeuw (Ct=1.0)

Bij de boutverbinding van de onderrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxo = 22.4 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de koppelplaat: Fp,capo = 336 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 22.4 kN < 336 kN, dus koppelplaat (ST100*15.0) voldoet
zonder onderlegring bij de onderste bout
bij B.C.8: a1) Eigen gewicht + installaties + sneeuw (Ct=1.0)

3.16.4.6 Controle van de koppelplaat op buiging:

Tabel 3.16.4.6.4.1: Belastingen van de koppelplaat.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Normaal-kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ftrb [N]	Ftro [N]
25.30	17298	3754	6351	0	28526
25.30	17298	3754	6351	0	28526
29.90	22012	3756	-4306	0	41982
29.90	22012	3756	-4306	0	41982
80.50	22109	3699	4273	0	37833
80.50	22109	3699	4273	0	37833
85.10	17268	3697	-6383	0	34813
85.10	17268	3697	-6383	0	34813

Resulterende trekkracht in de koppelplaat bij de bovenrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftrb = \frac{N + sn*Q}{2} - \frac{M}{ht,eff} \quad \text{met } Ftrb>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de koppelplaat:
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftrb(max) * e = 0.5 * 0 * 25.0 = 0 Nm
- Capaciteit van de koppelplaat: Mp,cap = 3512 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0 Nm < 3512 Nm, dus koppelplaat (ST100*15.0) voldoet
bij B.C.8: a1) Eigen gewicht + installaties + sneeuw (Ct=1.0)

Resulterende trekkracht in de koppelplaat bij de onderrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftro = \frac{N + sn*Q}{2} + \frac{M}{ht,eff} \quad \text{met } Ftro>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de koppelplaat:
- Normaalkracht : Ftbout(2) = 22.4 * 530.0 /630.0 = 18.8 kN
- Normaalkracht : Ftbout(1) = 22.4 * 630.0 /630.0 = 22.4 kN
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * max(Ftbout(2) * e(2), Ftbout(1) * e(1))
= 0.5 * max(18.8 * 25 , 22.4 * 25) = 280 Nm
- Capaciteit van de koppelplaat: Mp,cap = 2363 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 280 Nm < 2363 Nm, dus koppelplaat (ST100*15.0) voldoet
bij B.C.8: a1) Eigen gewicht + installaties + sneeuw (Ct=1.0)

De lasverbindingen tussen koppelplaat met resp. de boven- en onderrand
zijn niet gecontroleerd.

3.16.5 De krachtsverdeling in de 1e rij tralies:

Tabel 3.16.5.1: Momentenlijn, normaal- en dwarskrachtenlijn.

Positie	Momentenlijn	Normaal-krachtenlijn	Dwars-krachtenlijn
x in [m]	M(x) in [Nm]	N(x) in [N]	Q(x) in [N]
begin - eind	(+ = U/- =)	(+ = trek)	(+ = ~~~___)
0.00 - 4.60	-4891 50354	3534 3534	13091 10935
4.60 - 9.20	50361 56604	3546 3546	2435 279
9.20 - 13.80	56617 13841	3540 3540	-8221 -10377
13.80 - 18.40	13861 -77962	3517 3517	-18877 -21034
92.00 - 96.60	-77503 13982	3383 3383	20972 18816
96.60 - 101.2	13984 56478	3405 3405	10316 8160
101.2 - 105.8	56487 49961	3412 3412	-340 -2497
105.8 - 110.4	49977 -5585	3400 3400	-10997 -13154

3.16.5.1 Controle van de stijfheid van de tralie:

De toelaatbare doorbuiging van alle tralieliggers wordt bepaald per tralie:
- uvtoel = 18400 / 250 < 30.0 mm, dus: uvtoel = 30.0 mm

Uit de U-lijn is de maximale doorbuiging:
- doorbuiging umax = -10.21 mm

- Controle van de 1e rij tralies:
  Doorbuiging: |-10.2 | mm < 30.0 mm, dus: voldoet.
  bij B.C.8: a1) Eigen gewicht + installaties + sneeuw (Ct=1.0)

3.16.5.2 Controle van de bovenrand:

3.16.5.2 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de bovenrand:

- De normaalkracht in de bovenrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = -M/0.5800 + N/2 (voor N en M, zie 3.16.5.1)
    met: Effectieve spanthoogte: 580.0 mm

Tabel 3.16.52: Normaalkrachtenverloop in de bovenrand.

Plaats	Normaalkracht in [N] (trek = positief)	Systeem-lengte
x in [m]	Spant	[mm]
0.00 - 4.60	10199 -85051	4599
4.60 - 9.20	-85056 -95820	4600
9.20 - 13.80	-95847 -22094	4600
13.80 - 18.40	-22140 136176	4601
92.00 - 96.60	135318 -22416	4599
96.60 - 101.2	-22408 -95673	4600
101.2 - 105.8	-95685 -84434	4600
105.8 - 110.4	-84468 11329	4601

3.16.5.2 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Tabel 3.16.5.2:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de bovenrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-bepaling begin-eind	Normaalkrachten (trek = positief) [N] "begin"	"einde"	Rand-voor-waar-den	Mouty fact. ß m	Knfct staaf-lengte ß m×ß n	Knik-lengte [mm]	Klasse	Sterkte UC	Stab. UC
0.00- 4.60	10199	-85051	e-z	0.633	0.437	2008	1	0.37	0.47
4.60- 9.20	-85056	-95820	z-z	0.652	0.635	2921	1	0.42	0.67
9.20-13.80	-95847	-22094	z-z	0.652	0.522	2401	1	0.42	0.58
13.80-18.40	-22140	136176	z-m	0.653	0.432	1988	1	0.10	0.12
92.00-96.60	135318	-22416	m-z	0.653	0.432	1987	1	0.10	0.12
96.60-101.2	-22408	-95673	z-z	0.652	0.523	2404	1	0.42	0.58
101.2-105.8	-95685	-84434	z-z	0.652	0.634	2918	1	0.42	0.67
105.8-110.4	-84468	11329	z-e	0.633	0.434	1995	1	0.37	0.47

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (0.87 - 0.2)*(|-95820 |/(0.618 *229893 /1.0)) = 1.31
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-95820 |/(0.618 *229893 /1.0)) = 1.39
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(1.31   , 1.39   ) = 1.31
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.78

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-95820 |/(0.618 *229893 /1.0)+1.31 *|0.0 |/(1.00*5873.1 /1.0)
           = 0.674 + 0.000 = 0.674
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-95820 |/(0.859 *229893 /1.0)+0.78 *|0.0 |/(1.00*5873.1 /1.0)
           = 0.485 + 0.000 = 0.485

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.674 , 0.485) = 0.674

- controle: 0.67 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.16.5.2 Stabiliteitscontrole in het vlak:

- Nabij de zwevende goten:

  - Maatgevende normaaldrukkracht: Ndmax = -95847 N

  - Kniklengte: lky = 0.80 * lveld = 0.80 * 1150 = 920 mm
    (lky > lveld/2, omdat de kortere velden, de langere velden steunen.)
  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (0.47 - 0.2)*(|-95847 |/(0.859 *229893 /1.0)) = 1.02
  Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-95847 |/(0.859 *229893 /1.0)) = 1.25
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(1.02   , 1.25   ) = 1.02
  Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.61

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-95847 |/(0.859 *229893 /1.0)+1.02 *|0.0 |/(1.00*3961.1 /1.0)
           = 0.486 + 0.000 = 0.486
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-95847 |/(0.962 *229893 /1.0)+0.61 *|0.0 |/(1.00*3961.1 /1.0)
           = 0.433 + 0.000 = 0.433

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.486 , 0.433) = 0.486

- controle: 0.49 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.16.5.2 Doorsnede-controle van de bovenrand:

           |NEd| |-95847 |
- UCDruk = ----- = --------- = 0.42
           Nc.Rd   229893

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 136176 N

           |NEd| |136176 |
- UCTrek = ----- = --------- = 0.59
           Nc.Rd   229893

Trek is maatgevend.

- Controle: 0.59 < 1.00, dus de treksterkte voldoet.

Conclusie:
- Bovenrand (RHBK100*50*3.0) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.8: a1) Eigen gewicht + installaties + sneeuw (Ct=1.0)

3.16.5.3 Controle van de onderrand:

3.16.5.3 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de onderrand:
(voor de achterliggende theorie wordt verwezen naar hoofdstuk 4)

Tabel 3.16.53: Normaalkrachtenverloop in de onderrand.
- De normaalkracht in de onderrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = M/0.5800 + N/2 (voor N en M, zie 3.16.5.1)
    met: Effectieve spanthoogte: 580.0 mm

Tabel 3.16.53: Normaalkrachtenverloop in de onderrand.

Plaats x in [m]	Normaalkracht in [N] (trek = positief) Spant	Systeem-lengte [mm]
0.00 - 4.60	-6665 88585	4599
4.60 - 9.20	88602 99366	4600
9.20 - 13.80	99386 25634	4600
13.80 - 18.40	25657 -132659	4601
92.00 - 96.60	-131935 25798	4599
96.60 - 101.2	25814 99079	4600
101.2 - 105.8	99097 87846	4600
105.8 - 110.4	87867 -7930	4601

3.16.5.3 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Tabel 3.16.5.3:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de onderrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-bepaling begin-eind	Normaalkrachten (trek = positief) [N] "begin" "einde"	Rand-voor-waar-den	Mouty fact. ß m	Knfct staaf-lengte ß m×ß n	Knik-lengte [mm]	Klasse /PlPerc	Sterkte UC	Stab. UC
0.00- 4.60	-6665 88585	e-z	0.650	0.430	1978	1	0.03	0.04
13.80-18.40	25657 -132659	z-m	0.666	0.442	2036	1	0.58	0.74
92.00-96.60	-131935 25798	m-z	0.666	0.442	2032	1	0.57	0.73
105.8-110.4	87867 -7930	z-e	0.650	0.430	1979	1	0.03	0.04

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
       = 0.90 * (1.0 + (0.61 - 0.2)*(|-132659 |/(0.782 *229893 /1.0)) = 1.17
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
       = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-132659 |/(0.782 *229893 /1.0)) = 1.43
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(1.17 , 1.43) = 1.17
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.70

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-132659 |/(0.782 *229893 /1.0)+1.17 *|0.0 |/(1.00*5873.1 /1.0)
           = 0.738 + 0.000 = 0.738
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-132659 |/(0.791 *229893 /1.0)+0.70 *|0.0 |/(1.00*5873.1 /1.0)
           = 0.729 + 0.000 = 0.729

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.738 , 0.729) = 0.738

- controle: 0.74 < 0.95, dus de stabiliteit voldoet.

3.16.5.3 Stabiliteitscontrole in het vlak (nabij de kolom-aansluitingen):

- Maatgevend: Ndmax = N + |Q|/tan(alfa) = -132659 + |-21034 |/tan(42.7) = -109839 N
  (N.B.: 1e drukdiagonaal reduceert de normaaldrukkracht in de onderrand)

- Kniklengte: lky = 1.00*lveld = 1.00 * 1150 = 1150 mm

  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.40 (het profiel is geschoord).
  M1 = 0.00 , M2 = 0.00 , Ms = 0.00 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
       = 0.40 * (1.0 + (0.59 - 0.2)*(|-109839 |/(0.791 *229893 /1.0)) = 0.49
  Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
       = 0.40 * (1.0 + 0.8*(|-109839 |/(0.791 *229893 /1.0)) = 0.59
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.49 , 0.59) = 0.49
  Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.30

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-109839 |/(0.791 *229893 /1.0)+0.49 *|0.0 |/(1.00*3961.1 /1.0)
           = 0.604 + 0.000 = 0.604
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-109839 |/(0.927 *229893 /1.0)+0.30 *|0.0 |/(1.00*3961.1 /1.0)
           = 0.515 + 0.000 = 0.515

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.604 , 0.515) = 0.604

- controle: 0.60 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.16.5.3 Doorsnede-controle van de onderrand:

           |NEd| |-132659|
- UCDruk = ----- = --------- = 0.58
           Nc.Rd   229893

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 99386   N

           |NEd| |99386 |
- UCTrek = ----- = --------- = 0.43
           Nc.Rd   229893

Druk is maatgevend.

- Controle: 0.58 < 1.00, dus de druksterkte voldoet.

Conclusie:
- Onderrand (RHBK100*50*3.0) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.8: a1) Eigen gewicht + installaties + sneeuw (Ct=1.0)

3.16.5.4 Controle van de diagonalen:

3.16.5.4 Controle van de drukdiagonalen:

Gezien de toepassing spitst de controle van de drukdiagonalen zich toe
op de eindkappen van de tralies, d.w.z. tussen kopplaat en 1e zwevende goten.

- Controle op druk (bij neerwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qddmaxd = -20972 N (zie tabel 3.16.5.1)
    (+ = druk in drukdiagonaal)
    Extra dwarskracht i.v.m. mogelijke positie transportlast in eerste
    diagonaalveld in plaats van het midden van de overspanning.
    Vert.puntlast: Fpunt = 0.00 * max(0   , 1000) + 1.00 * 0   = 0   N

$$\text{- Res.diag.drukkracht: } N_{ddiagd} = \frac{Q_{ddmaxd} - F_{punt}/2}{\sin(\alpha)} = \frac{-20972 - 0 / 2}{\sin(42.7)} = -30943 \text{ N}$$

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$UC_{sterkte} = \frac{|N_{Ed}|}{N_{c.Rd}} = \frac{31036}{84071} = 0.598$$

  controle: 0.598 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
  Profiel alleen op trek belast, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie:
- Drukdiagonalen (RHBK50*30*2.0 mm) voldoen qua trek/druk
  bij B.C.8: a1) Eigen gewicht + installaties + sneeuw (Ct=1.0)

3.16.5.4 Controle van de trekdiagonalen:

Er wordt vanuit gegaan, dat de trekdiagonalen als zodanig worden toegepast in
de eindkappen en als trek- en drukdiagonalen in eventuele middenkappen.

- Controle op trek (in de eindkappen bij neerwaartse belasting en evt. in de middenkappen
  bij opwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qtdmaxt = 20972 N (zie tabel 3.16.5.1)
    (+ = trek in trekdiagonaal)

$$\text{Res.diag.trekkracht: } Ntdiagt = \frac{Qtdmaxt+Fpunt/2}{\sin(alfa)} = \frac{20972 + 0 \;/2}{\sin(42.7)} = 30943 \text{ N}$$

 - Sterkte: Capaciteit trekdiagonaal: Ftdiagt = 51938 N (zie 4.4)

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Ftdiagt} = \frac{|30943|}{51938} = 0.596$$

  - UC-Trek : 0.596 < 1.00, dus trekdiagonaal voldoet.

- Controle op druk (in de eindkappen bij opwaartse belasting en evt. in de middenkappen
  bij neerwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qtdmaxd = 21034 N (zie tabel 3.16.5.1)
    (+ = druk in trekdiagonaal)

$$\text{Res. diagonaaldrukkracht: } Ntdiagd = \frac{-Qtdmaxd}{\sin(alfa)} = \frac{-21034}{\sin(42.7)} = -31036 \text{ N}$$

 - Sterkte: Capaciteit trekdiagonaal: Ftdiagd = 70220 N (zie 4.4)

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Ftdiagd} = \frac{|31036|}{70220} = 0.442$$

  - UC-Druk : 0.442 < 1.00, dus trekdiagonaal voldoet.

Conclusie:
- Trekdiagonalen (RHBK50*30*2.0 mm) voldoen qua trek/druk
  bij B.C.8: a1) Eigen gewicht + installaties + sneeuw (Ct=1.0)

3.16.5.4 Controle van de (las)verbindingen:

	Drukdiagonaal		Trekdiagonaal	
	Nd = -30943 N		Nd = - 31036 N	
	Nt = 31036 N		Nt = 30943 N	
	Fstev = 22820 N		Fstev = 22752 N	
	Fstlo = 21034 N		Fstlo = 20972 N	
	Msdt = 0.00 Nm		Msdt = 0.00 Nm	
	Fsdev = 22752 N		Fsdev = 22820 N	
	bovenrand	onderrand	bovenrand	onderrand
Tau1	56.00 N/mm²	56.00 N/mm²	55.84 N/mm²	55.84 N/mm²
Tau2	85.93 N/mm²	85.93 N/mm²	85.67 N/mm²	85.67 N/mm²
Sgm1	56.00 N/mm²	56.00 N/mm²	55.84 N/mm²	55.84 N/mm²
SgmWst	107.54 N/mm²	107.54 N/mm²	107.22 N/mm²	107.22 N/mm²
UC1	0.52	0.52	0.52	0.52
UC2	0.19	0.19	0.19	0.19
SgmWsd	85.67 N/mm²	85.67 N/mm²	85.93 N/mm²	85.93 N/mm²
UC3	0.41	0.41	0.41	0.41
Nt1	55249 N	55249 N	55249 N	55249 N
knd	1.00	1.00	1.00	1.00
Nd1	55249 N	55249 N	55249 N	55249 N
UCt1	0.56	0.56	0.56	0.56
UCd1	0.56	0.56	0.56	0.56
UClas	0.52	0.52	0.52	0.52
UCdia	0.56	0.56	0.56	0.56
UCgeo	0.78	0.78	0.78	0.78
UClas	0.52		0.52	
UCdia	0.83		0.83	

Conclusie:
- Lassen: UClas = 0.52 <= 1.00 dus: voldoen
- Aansluitingen: UCdia = 0.83 <= 1.00 dus: voldoen

Eindconclusie:
- Aansluiting diagonalen voldoet
  bij B.C.8: a1) Eigen gewicht + installaties + sneeuw (Ct=1.0)

3.16.5.4 Controle van de gootverticaal
- Veerstijfheid van de aansluiting van de bovenrand-goot "uit het vlak":
  Hoekverdraaiing door torsie onderrand:

$$V1 = \frac{kap}{Gbr * Itor * 2} = \frac{4600}{80769 * 853355 * 2} = 33.37 \quad *10\text{-}9\ 1/Nmm$$

  Hoekverdraaiing door gootverticaal (goot):

$$V2 = \frac{hspant}{2 * Egv * Igv} = \frac{630}{2 * 210000 * 1083901} = 1.38 \quad *10\text{-}9\ 1/Nmm$$

  Hoekverdraaiing door inklemming (onderrand):

$$V3 = \frac{hspant}{Egv * Igv} = \frac{630}{210000 * 1083901} = 2.77 \quad *10\text{-}9\ 1/Nmm$$

  Hoekverdraaiing door gootverticaal (buiging):

$$V4 = \frac{hspant}{3 * Egv * Igv} = \frac{630}{3 * 210000 * 1083901} = 0.92 \quad *10\text{-}9\ 1/Nmm$$

  Hoekverdraaiing door gootverticaal (bovenrand):

$$V5 = \frac{vspant}{2 * Egv * Igv} = \frac{80}{2 * 210000 * 1083901} = 0.18 \quad *10\text{-}9\ 1/Nmm$$

  Hoekverdraaiing door opzetkolom (buiging):

$$V6 = \frac{vspant}{3 * Egv * Igv} = \frac{80}{3 * 210000 * 1083901} = 0.42 \quad *10\text{-}9\ 1/Nmm$$

  Moment bij bovenrand

$$M0 = \frac{(V3+V6-V2)*hspant*vspant^2 - V4*vspant*hspant^2 + V5*hspant3}{(V1+V4+v5)*hspant^2 + (V1+V3+v6)*vspant^2 + (2*V1+V2)*vspant*hspant} = 1.3 \quad Nm$$

  Geeft de veerstijfheid ter plaatse van de bovenrand:

$$kbr = \frac{vspant + hspant}{V4*vspant*hspant^2 - V5*hspant3 + [(V4+V5+V1)*hspant^2 + V1*vspant*hspant]*M0}$$

  kbr = 148526.4 N/mm

  Vereiste kritische veerstijfheid: kcr = 196.9 N/mm

- Controle: 148526.4 N/mm > 196.9 N/mm, dus veerstijfheid voldoet.

- Controle op knik:
  - Maatgevende verticale kracht: Ngv = Fvg = -8500 N
  - Capaciteit van de verticaal : Fgvertd = 229432 N (zie 4.6)

  - Controle: |-8500 | N < 229432 N, dus gootverticaal voldoet.

Conclusie:
- Gootverticaal voldoet qua sterkte/stabiliteit en stijfheid
  bij B.C.8: a1) Eigen gewicht + installaties + sneeuw (Ct=1.0)

3.16.5.5 Controle van de bouten van de spant-kolom-aansluiting:

Controle van de krachten op de bout(en) bij de bovenrand:

Tabel 3.16.5.5.1: Belastingen bij bovenrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,br [N]	Fs,br [N]	Fi,br [N]
0.00	-4891	3534	13091	10913	6546	14311
18.40	-77962	3517	-21034	147559	-10517	148307
92.00	-77503	3383	20972	146634	10486	147382
110.4	-5585	3400	-13154	12145	-6577	15297

Gegevens van de eindplaat bij de bovenrand:
- Aantal bouten bij de bovenrand: nbb = 1
- Momenten-arm bij bovenrand: hbbout = 535 mm
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Normaalkracht: $Ft = \frac{Nt}{2 * nbb} - \frac{M}{hbbout}$ met Ft >= 0 N
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * Q
- Ideële kracht: $Fi = (Ft^2 + 2*Fs^2)0.5$
- Maximale optredende kracht: Fi,br max = 148307 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbtb max = 282240 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 148307 N < 282240 N, dus bout bij bovenrand (M20-8.8) voldoet.
bij B.C.8: a1) Eigen gewicht + installaties + sneeuw (Ct=1.0)

Controle van de krachten op de bout(en) bij de onderrand:

Tabel 3.16.5.5.2: Belastingen bij onderrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,or [N]	Fs,or [N]	Fi,or [N]
0.00	-4891	3534	13091	0	6546	9257
18.40	-77962	3517	-21034	0	-10517	14874
92.00	-77503	3383	20972	0	10486	14829
110.4	-5585	3400	-13154	0	-6577	9301

Gegevens van de eindplaat bij de onderrand:
- Aantal bouten bij de onderrand: nbo = 1
- Momenten-arm bij onderrand: hobout = 535 mm
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Normaalkracht: $Ft = \frac{Nt}{2 * nbo} + \frac{M}{hobout}$ met Ft >= 0 N
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * Q
- Ideële kracht: $Fi = (Ft^2 + 2*Fs^2)0.5$
- Maximale optredende kracht: Fi,or max = 14874 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbto max = 282240 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 14874 N < 282240 N, dus bout bij onderrand (M20-8.8) voldoet.
bij B.C.8: a1) Eigen gewicht + installaties + sneeuw (Ct=1.0)

3.16.5.5 Controle van de eindplaat op pons:

Bij de boutverbinding van de bovenrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxb = 147.6 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capb = 423 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 147.6 kN < 423 kN, dus eindplaat (ST120*15.0) voldoet
zonder onderlegring bij de bovenste bout
bij B.C.8: a1) Eigen gewicht + installaties + sneeuw (Ct=1.0)

Bij de boutverbinding van de onderrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxo = 0.0 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capo = 423 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0.0 kN < 423 kN, dus eindplaat (ST120*15.0) voldoet
zonder onderlegring bij de onderste bout
bij B.C.8: a1) Eigen gewicht + installaties + sneeuw (Ct=1.0)

3.16.5.5 Controle van de eindplaat op buiging:

Tabel 3.16.5.5.4.1: Belastingen van de eindplaat van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Normaal-kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ftrb [N]	Ftro [N]
0.00	-4891	3534	13091	10199	0
18.40	-77962	3517	-21034	136176	0
92.00	-77503	3383	20972	135318	0
110.4	-5585	3400	-13154	11329	0

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de bovenrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftrb = \frac{N + sn*Q}{2} - \frac{M}{ht,eff} \text{ met } Ftrb>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftrb(max) * e = 0.5 * 136176 * 25.0 = 1702 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 7533 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 1702 Nm < 7533 Nm, dus eindplaat (ST120*15.0) voldoet
bij B.C.8: a1) Eigen gewicht + installaties + sneeuw (Ct=1.0)

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de onderrand:
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftro(max) * e = 0.5 * 0 * 25.0 = 0 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 7533 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0 Nm < 7533 Nm, dus eindplaat (ST120*15.0) voldoet
bij B.C.8: a1) Eigen gewicht + installaties + sneeuw (Ct=1.0)

De lasverbindingen tussen eindplaat met resp. de boven- en onderrand
zijn niet gecontroleerd.

3.16.5.6 Controle van de bouten van de koppelaansluiting:

Controle van de krachten op de bout(en) bij de bovenrand:

Tabel 3.16.5.6.1: Belastingen bij bovenrand van de koppelaansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,br [N]	Fs,br [N]	Fi,br [N]
6.90	54722	3546	1357	0	679	960
6.90	54722	3546	1357	0	679	960
11.50	36469	3540	-9299	0	-4650	6576
11.50	36469	3540	-9299	0	-4650	6576
98.90	36471	3405	9238	0	4619	6532
98.90	36471	3405	9238	0	4619	6532
103.5	54464	3412	-1419	0	-709	1003
103.5	54464	3412	-1419	0	-709	1003

Gegevens van de koppelplaat bij de bovenrand:
- Aantal bouten bij de bovenrand: nbb = 1
- Momenten-arm bij bovenrand: hbbout = 597 mm
- Teken dwarskracht bij eindpositie sn=+1 en bij beginpositie sn=-1

$$\text{- Normaalkracht: } Ft = \frac{N + sn*Q}{2 * nbb} - \frac{M}{hbbout} \text{ met } Ft >= 0N$$

- Schuifkracht: $Fs = 0.5 * -N - sn*Q$
- Ideële kracht: $Fi = (Ft^2 + 2*Fs^2)0.5$
- Maximale optredende kracht: Fi,br max = 6576 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbtb max = 180864 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 6576 N < 180864 N, dus bout bij bovenrand (M16-8.8) voldoet.
bij B.C.8: a1) Eigen gewicht + installaties + sneeuw (Ct=1.0)

Controle van de krachten op de bout(en) bij de onderrand:

Tabel 3.16.5.6.2: Belastingen bij onderrand van de koppelaansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,or [N]	Fs,or [N]	Fi,or [N]
6.90	54722	3546	1357	51223	679	51232
6.90	54722	3546	1357	51223	679	51232
11.50	36469	3540	-9299	36983	-4650	37563
11.50	36469	3540	-9299	36983	-4650	37563
98.90	36471	3405	9238	32317	4619	32970
98.90	36471	3405	9238	32317	4619	32970
103.5	54464	3412	-1419	51645	-709	51654
103.5	54464	3412	-1419	51645	-709	51654

Gegevens van de koppelplaat bij de onderrand:
- Aantal bouten bij de onderrand: nbo = 2
- Momenten-arm bij onderrand: hobout = 1080 mm
- Teken dwarskracht bij eindpositie sn=+1 en bij beginpositie sn=-1

$$\text{- Normaalkracht: } Ft = \frac{N + sn*Q}{2 * nbo} + \frac{M}{hobout} \text{ met } Ft >= 0N$$

- Schuifkracht: $Fs = 0.5 * -N - sn*Q$
- Ideële kracht: $Fi = (Ft^2 + 2*Fs^2)0.5$
- Maximale optredende kracht: Fi,or max = 51654 N (zie tabel)
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbto max = 180864 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 51654 N < 180864 N, dus bout bij onderrand (M16-8.8) voldoet.
bij B.C.8: a1) Eigen gewicht + installaties + sneeuw (Ct=1.0)

3.16.5.6 Controle van de koppelplaat op pons:
Bij de boutverbinding van de bovenrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxb = 0.0 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de koppelplaat: Fp,capb = 336 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0.0 kN < 336 kN, dus koppelplaat (ST100*15.0) voldoet
zonder onderlegring bij de bovenste bout
bij B.C.8: a1) Eigen gewicht + installaties + sneeuw (Ct=1.0)

Bij de boutverbinding van de onderrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxo = 51.6 kN (zie tabel hiervoor)
- Capaciteit van de koppelplaat: Fp,capo = 336 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 51.6 kN < 336 kN, dus koppelplaat (ST100*15.0) voldoet
zonder onderlegring bij de onderste bout
bij B.C.8: a1) Eigen gewicht + installaties + sneeuw (Ct=1.0)

3.16.5.6 Controle van de koppelplaat op buiging:

Tabel 3.16.5.6.4.1: Belastingen van de koppelplaat.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Normaal-kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ftrb [N]	Ftro [N]
6.90	54722	3546	1357	0	95443
6.90	54722	3546	1357	0	95443
11.50	36469	3540	-9299	0	69298
11.50	36469	3540	-9299	0	69298
98.90	36471	3405	9238	0	59965
98.90	36471	3405	9238	0	59965
103.5	54464	3412	-1419	0	96319
103.5	54464	3412	-1419	0	96319

Resulterende trekkracht in de koppelplaat bij de bovenrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftrb = \frac{N + sn*Q}{2} - \frac{M}{ht,eff} \quad \text{met } Ftrb>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de koppelplaat:
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftrb(max) * e = 0.5 * 0 * 25.0 = 0 Nm
- Capaciteit van de koppelplaat: Mp,cap = 3512 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0 Nm < 3512 Nm, dus koppelplaat (ST100*15.0) voldoet
bij B.C.8: a1) Eigen gewicht + installaties + sneeuw (Ct=1.0)

Resulterende trekkracht in de koppelplaat bij de onderrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftro = \frac{N + sn*Q}{2} + \frac{M}{ht,eff} \quad \text{met } Ftro>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de koppelplaat:
- Normaalkracht : Ftbout(2) = 51.6 * 530.0 /630.0 = 43.4 kN
- Normaalkracht : Ftbout(1) = 51.6 * 630.0 /630.0 = 51.6 kN
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * max(Ftbout(2) * e(2), Ftbout(1) * e(1))
= 0.5 * max(43.4 * 25 , 51.6 * 25) = 646 Nm
- Capaciteit van de koppelplaat: Mp,cap = 2363 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 646 Nm < 2363 Nm, dus koppelplaat (ST100*15.0) voldoet
bij B.C.8: a1) Eigen gewicht + installaties + sneeuw (Ct=1.0)

De lasverbindingen tussen koppelplaat met resp. de boven- en onderrand
zijn niet gecontroleerd.

Toetsing van de bepalende doorsnede (lkx= 4000 mm, lky= 4000 mm):

Toetsing van de bepalende doorsnede (lkx= 5527 mm, lky= 3600 mm):

Toetsing van de bepalende doorsnede (lkx= 7072 mm, lky= 4000 mm):

c) Berekening van de toelaatbare horizontale verplaatsing in :

- Rekening houdend met de glasbreedten :

- reductiefactor gevel: r1 = 800 / bkg < 2.0;
                              800 / 800 = 1.00, dus r1 = 1.00
- reductiefactor dek : r2 = 1125 / bd < 2.0;
                             1125 / 1125 = 1.00, dus r2 = 1.00
- ugevel = h / 100 * r1 < 50.0 mm;
            4000 / 100 * 1.00 = 40.0 mm,   dus ugevel = 57.3 mm
- udek   = 1/200 * v * r2 < 50.0 mm
            1/200 * 4000   * 1.00 = 30.0 mm, dus udek = 61.3 mm
- utoel-b = ugevel + udek = 57.3 + 61.3 = 57.5 mm
- utoel = utoel-a < umax; MIN(80.0 , 80.0) = 160.0 mm

3.17 B.C.9: d) Eigen gewicht + gewas + installaties + aardbeving

3.17.1 Berekening van de belastingen per tralie:

a) Belastingen in gebruikstoestand:
- Permanente belastingen:
  - Eigen gewicht dek : (1.00 * 35) = 35 N/m²
  - Eigen gewicht van de goot: (1.00 * 30)* 4.00 = 120 N
  - E.G. 1e rij tralies : (1.00 * 188.8) = 188.8 N/m
  - E.G. 2e rij tralies : (1.00 * 188.8) = 188.8 N/m
  - E.G. tralies middenvelden: (1.00 * 188.8) = 188.8 N/m
- Variabele belastingen:
  - Vert. puntlast: 0.00*max(0 ,1000)+1.00*0 = 0 N
  - Gewasbelasting : (1.00 * 0) = 0 N/m²
  - Installaties : (1.00 * 70) = 70 N/m²

b) Belastingen in rekentoestand:
- Permanente belastingen:
  - Eigen gewicht dek : (1.02 * 35) = 36 N/m²
  - Eigen gewicht van de goot: (1.02 * 30)* 4.00 = 123 N
  - E.G. 1e rij tralies : (1.02 * 188.8) = 192.8 N/m
  - E.G. 2e rij tralies : (1.02 * 188.8) = 192.8 N/m
  - E.G. tralies middenvelden: (1.02 * 188.8) = 192.8 N/m
- Variabele belastingen:
  - Vert. puntlast: 0.00*max(0 ,1000)+1.02*0 = 0 N
  - Gewasbelasting : (1.27 * 0) = 0 N/m²
  - Installaties : (1.02 * 70) = 71 N/m²

c) Bij het bepalen van de knoopcoordinaten is rekening gehouden met
de initiële scheefstand van de kolommen:
- Scheefstand psi = 1/265 (zie EN 1993-1-1)

d) Rekenvoorbeeld van de belastingen op knooppunten op de volgende plaatsen:
Knoop k = "effectieve" spanthoogte van de eerste kolom
Knoop * = zwevende goot 1e rij tralies
Knoop * = middenkolom

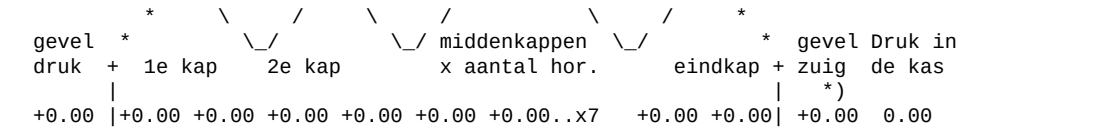
- Horizontale belasting:
  Fk,hor = 0 N (geen windbelasting)

- Seismische loads:
  Fag = Sd * fs * Fvk = 0.0500 * 1.00 * 11927 = 584 N
  Fag' = Sd * fs'* Fvk' = 0.0500 * 0.00 * 11682 = 0 N

  Sd(9) = F4/Fvk = 0 / 11682 = 0.050 x g m/s²

- Verticale belasting:
  Fvg = eigen gewicht goot = (1.02 * 30)* 4.00 = 123 N
  Fk,vert = -0.5 * Fvg
  F*,vert t.p.v. een goot = Fvg

3.17.2 Belastingen op het kasdek ten behoeve van het Designmodel SLS(gebruiksbelastingen):
3.17.2.1 Windvormfactoren bij deze belastingcombinatie:
Windvormfactoren bij wind loodrecht (-) op nok:



3.17.2.2 Belastingfactoren bij deze belastingcombinatie:

Belastingfactoren	gebruikstoestand	rekentoestand
Eigen gewicht	1.00	1.02
Installaties	1.00	1.02
Sneeuw	0.00	0.00
Wind	0.00	0.00
gewas	1.00	1.27
aardbevingen	0.00	1.00

3.17.2.3 Gesommeerde belastingen op de omhulling van de kas per vakmaat:
Belastingen gebruikstoestand SLS per vakmaat (4.000 m):

Tralie	neerwaarts	qtral = fi*qinstall + fp*qtral + fg*qgewas	
		= 1.00*280.0 + 1.00*188.8 + 1.00*0.0	qtral = 468.8 N/m
Goot	zijgevel	Fgt.s = fp*qgoot.s = 1.00*60.0	Fgt.s = 60 N
	middengoot	Fgt.m = fp*qgoot.m = 1.00*120.0	Fgt.m = 120 N
Kasdek	evenwijdig	qdek.E = [fp*qdek + fs*qsneew]*sin(dek)	
		= [1.00*126.9 + 0.00*0.0]*sin(25.0)	qdek.E = 53.6 N/m
	loodrecht	qdek.L = [fp*qdek + fs*qsneew]*cos(dek)	
		= [1.00*126.9 + 0.00*0.0]*cos(25.0)	qdek.L = 115.0 N/m
	+ wind per kaphelft	= qdek.L + fw*qwinds*(cpe-cpi)	
	- 1e kaphelft	= 115.0 + 0.00*1336.5*(+0.00-0.00)	qdek.L1 = 115.0 N/m
	- 2e kaphelft	= 115.0 + 0.00*1336.5*(+0.00-0.00)	qdek.L2 = 115.0 N/m
	- 3e kaphelft	= 115.0 + 0.00*1336.5*(+0.00-0.00)	qdek.L3 = 115.0 N/m
	- 4e kaphelft	= 115.0 + 0.00*1336.5*(+0.00-0.00)	qdek.L4 = 115.0 N/m
	- Middenkap links	= 115.0 + 0.00*1336.5*(+0.00-0.00)	qdek.Lm1 = 115.0 N/m
	- Middenkap rechts	= 115.0 + 0.00*1336.5*(+0.00-0.00)	qdek.Lm2 = 115.0 N/m
	- Eindkap links	= 115.0 + 0.00*1336.5*(+0.00-0.00)	qdek.Le1 = 115.0 N/m
	- Eindkap Rechts	= 115.0 + 0.00*1336.5*(+0.00-0.00)	qdek.Le2 = 115.0 N/m
	+ windwrijving nok	= Cfr,1*fi*qwind*hkap*vakmaat	
	- middenkap FhwCpf	= 0.00*0.00*334.1 *1.07*4.0	FhwCpf = 0 N
Zijgevel	windzijde FhwF.gt	= fw*Fhw.gt*(cp1-cpi)	
	goothoogte	= 0.00*2965.8*(0.0 -0.0)	Fhw.gt = 0 N
	windzijde FhwF.fh	= fw*Fhw.fh*(cp1-cpi)	
	fundatiehoogte	= 0.00*2380.1*(0.0 -0.0)	Fhw.fh = 0 N
Zijgevel	loefzijde FhwL.gt	= fw*Fhw.gt*(cp1+cpi)	
	goothoogte	= 0.00*2965.8*(0.0 +0.0)	Fhw.gt = 0 N
	loefzijde FhwL.fh	= fw*Fhw.fh*(cp1+cpi)	
	fundatiehoogte	= 0.00*2380.1*(0.0 +0.0)	Fhw.fh = 0 N

Belastingen rekentoestand ULS per vakmaat (4.000 m):

Tralie	neerwaarts	qtral = fi*qinstall + fp*qtral + fg*qgewas		
		= 1.02*280.0 + 1.02*188.8 + 1.27*0.0	qtral =	478.7 N/m
Goot	zijgevel	Fgt.s = fp*qgoot.s = 1.02*60.0	Fgt.s =	61 N
	middengoot	Fgt.m = fp*qgoot.m = 1.02*120.0	Fgt.m =	123 N
Kasdek	evenwijdig	qdek.E = [fp*qdek + fs*qsneew]*sin(dek)		
		= [1.02*126.9 + 0.00*0.0]*sin(25.0)	qdek.E =	54.7 N/m
	loodrecht	qdek.L = [fp*qdek + fs*qsneew]*cos(dek)		
		= [1.02*126.9 + 0.00*0.0]*cos(25.0)	qdek.L =	117.4 N/m
	+ wind per kaphelft	= qdek.L + fw*qwinds*(cpe-cpi)		
	- 1e kaphelft	= 117.4 + 0.00*1336.5*(+0.00-0.00)	qdek.L1 =	117.4 N/m
	- 2e kaphelft	= 117.4 + 0.00*1336.5*(+0.00-0.00)	qdek.L2 =	117.4 N/m
	- 3e kaphelft	= 117.4 + 0.00*1336.5*(+0.00-0.00)	qdek.L3 =	117.4 N/m
	- 4e kaphelft	= 117.4 + 0.00*1336.5*(+0.00-0.00)	qdek.L4 =	117.4 N/m
	- Middenkap links	= 117.4 + 0.00*1336.5*(+0.00-0.00)	qdek.Lm1 =	117.4 N/m
	- Middenkap rechts	= 117.4 + 0.00*1336.5*(+0.00-0.00)	qdek.Lm2 =	117.4 N/m
	- Eindkap links	= 117.4 + 0.00*1336.5*(+0.00-0.00)	qdek.Le1 =	117.4 N/m
	- Eindkap Rechts	= 117.4 + 0.00*1336.5*(+0.00-0.00)	qdek.Le2 =	117.4 N/m
	+ windwrijving nok	= Cfr,1*fi*qwind*hkap*vakmaat		
	- middenkap FhwCpf	= 0.00*0.00*334.1 *1.07*4.0	FhwCpf =	0 N
Zijgevel	windzijde FhwF.gt	= fw*Fhw.gt*(cp1-cpi)		
	goothoogte	= 0.00*2965.8*(0.0 -0.0)	Fhw.gt =	0 N
	windzijde FhwF.fh	= fw*Fhw.fh*(cp1-cpi)		
	fundatiehoogte	= 0.00*2380.1*(0.0 -0.0)	Fhw.fh =	0 N
Zijgevel	loefzijde FhwL.gt	= fw*Fhw.gt*(cp1+cpi)		
	goothoogte	= 0.00*2965.8*(0.0 +0.0)	Fhw.gt =	0 N
	loefzijde FhwL.fh	= fw*Fhw.fh*(cp1+cpi)		
	fundatiehoogte	= 0.00*2380.1*(0.0 +0.0)	Fhw.fh =	0 N

Tabel 3.17.2.4: Knoopbelastingen, oplegreacties en knoopverplaatsingen:

			Knoopbelastingen Rekentoestand		Oplegreacties		Knoopverplaatsingen gebruikstoestand		
nr.	X-as [mm]	Y-as [mm]	X-as [N]	Y-as [N]	X-as [N]	Y-as [N]	X-verpl [mm]	Y-verpl [mm]	U_lijn [mm]
	Horiz.	Vert.	Horiz.	Vert.	Horiz.	Vert.	Horiz.	Vert.	
1	-0.013	0.000			-194	4672			0.000
2	-0.007	1.802							0.000
3	-0.001	3.315							0.000
6	0.000	4.000	0	-61					0.000
7	2.300	5.073							0.000
8	4.600	4.000	0	-123					0.000
9	6.900	5.073							0.000
10	9.200	4.000	0	-123					0.000
11	11.500	5.073							0.000
12	13.800	4.000	0	-123					0.000
13	16.100	5.073							0.000
4	0.000	3.605	292	0			0.91	-0.07	0.000
14	0.574	3.605					0.91	-1.76	1.679
15	2.299	3.605					0.91	-6.63	6.540
16	4.599	3.605					0.91	-11.88	11.772
17	6.899	3.605					0.91	-14.77	14.653
18	9.199	3.605					0.91	-14.92	14.787
19	11.499	3.605					0.91	-12.47	12.318
20	13.799	3.605					0.91	-8.20	8.036
21	16.099	3.605					0.91	-3.46	3.272
22	17.824	3.605					0.91	-0.75	0.552
23	18.387	0.000			-576	13461			0.000
24	18.393	1.802							0.000
25	18.399	3.315							0.000
28	18.400	4.000	0	-123					0.000
29	20.700	5.073							0.000
30	23.000	4.000	0	-123					0.000
31	25.300	5.073							0.000
32	27.600	4.000	0	-123					0.000
33	29.900	5.073							0.000
34	32.200	4.000	0	-123					0.000
35	34.500	5.073							0.000
26	18.400	3.605	584	0			0.91	-0.20	0.000
36	18.974	3.605					0.91	0.12	-0.315
37	20.699	3.605					0.91	-0.04	-0.161
38	22.999	3.605					0.92	-1.65	1.458
39	25.299	3.605					0.92	-3.42	3.229
40	27.599	3.605					0.92	-4.35	4.167
41	29.899	3.605					0.92	-4.01	3.831
42	32.199	3.605					0.92	-2.60	2.422
43	34.499	3.605					0.92	-0.86	0.683
44	36.224	3.605					0.92	-0.15	-0.024
45	36.787	0.000			-478	11508			0.000
46	36.793	1.802							0.000
47	36.799	3.315							0.000
50	36.800	4.000	0	-123					0.000
51	39.100	5.073							0.000
52	41.400	4.000	0	-123					0.000
53	43.700	5.073							0.000
54	46.000	4.000	0	-123					0.000
55	48.300	5.073							0.000
56	50.600	4.000	0	-123					0.000
57	52.900	5.073							0.000
48	36.800	3.605	584	0			0.92	-0.17	0.000
58	37.374	3.605					0.92	-0.36	0.192
59	39.099	3.605					0.92	-1.70	1.532
60	41.399	3.605					0.92	-4.21	4.037
61	43.699	3.605					0.92	-6.22	6.048
62	45.999	3.605					0.92	-6.92	6.744
63	48.299	3.605					0.92	-6.02	5.843
64	50.599	3.605					0.92	-3.89	3.708
65	52.899	3.605					0.92	-1.42	1.244
66	54.624	3.605					0.93	-0.27	0.093
67	55.187	0.000			-497	12124			0.000
68	55.193	1.802							0.000
69	55.199	3.315							0.000
72	55.200	4.000	0	-123					0.000

73	57.500	5.073							0.000
74	59.800	4.000	0	-123					0.000
75	62.100	5.073							0.000
76	64.400	4.000	0	-123					0.000
77	66.700	5.073							0.000
78	69.000	4.000	0	-123					0.000
79	71.300	5.073							0.000
70	55.200	3.605	584	0			0.93	-0.18	0.000
80	55.774	3.605					0.93	-0.28	0.097
81	57.499	3.605					0.93	-1.44	1.256
82	59.799	3.605					0.93	-3.90	3.721
83	62.099	3.605					0.93	-6.03	5.849
84	64.399	3.605					0.93	-6.92	6.740
85	66.699	3.605					0.93	-6.21	6.035
86	68.999	3.605					0.93	-4.19	4.018
87	71.299	3.605					0.93	-1.69	1.517
88	73.024	3.605					0.93	-0.36	0.187
89	73.587	0.000			-518	11536			0.000
90	73.593	1.802							0.000
91	73.599	3.315							0.000
94	73.600	4.000	0	-123					0.000
95	75.900	5.073							0.000
96	78.200	4.000	0	-123					0.000
97	80.500	5.073							0.000
98	82.800	4.000	0	-123					0.000
99	85.100	5.073							0.000
100	87.400	4.000	0	-123					0.000
101	89.700	5.073							0.000
92	73.600	3.605	584	0			0.93	-0.17	0.000
102	74.174	3.605					0.93	-0.15	-0.018
103	75.899	3.605					0.93	-0.87	0.699
104	78.199	3.605					0.93	-2.62	2.444
105	80.499	3.605					0.93	-4.03	3.851
106	82.799	3.605					0.93	-4.37	4.180
107	85.099	3.605					0.93	-3.42	3.232
108	87.399	3.605					0.93	-1.65	1.454
109	89.699	3.605					0.94	-0.03	-0.167
110	91.424	3.605					0.94	0.12	-0.319
111	91.987	0.000			-415	13344			0.000
112	91.993	1.802							0.000
113	91.999	3.315							0.000
116	92.000	4.000	0	-123					0.000
117	94.300	5.073							0.000
118	96.600	4.000	0	-123					0.000
119	98.900	5.073							0.000
120	101.200	4.000	0	-123					0.000
121	103.500	5.073							0.000
122	105.800	4.000	0	-123					0.000
123	108.100	5.073							0.000
114	92.000	3.605	584	0			0.94	-0.20	0.000
124	92.574	3.605					0.94	-0.75	0.552
125	94.299	3.605					0.94	-3.46	3.272
126	96.599	3.605					0.94	-8.19	8.025
127	98.899	3.605					0.94	-12.44	12.289
128	101.199	3.605					0.94	-14.88	14.740
129	103.499	3.605					0.94	-14.72	14.595
130	105.799	3.605					0.94	-11.82	11.715
131	108.099	3.605					0.94	-6.59	6.503
132	109.824	3.605					0.94	-1.75	1.673
133	110.387	0.000			-826	4920			0.000
134	110.393	1.802							0.000
135	110.399	3.315							0.000
136	110.400	3.605	292	0					0.000
137	110.401	3.895							
138	110.400	4.000	0	-61			0.94	-0.07	

Tabel 3.17.2.5: Staafbelastingen, momenten, normaal- en dwarskrachten

Staaf nr.	Profiel	X-as [N/m]	Y-as [N/m]	B E G I N Normaal [N]	B E G I N Dwarskr [N]	B E G I N Moment [Nm]	E I N D Normaal [N]	E I N D Dwarskr [N]	E I N D Moment [Nm]
		Horizontaal	Verticaal						
1	RHBK100*100*3.			-4671	210	-379	-4671	210	-0
2	RHBK100*100*3.			-4671	214	-0	-4671	214	323

3	RHBK100*100*3.			-4671	210	323	-4671	210	384
4	RHBK100*100*3.			-391	-358	142	-391	-358	38
5	RHBK100*100*3.			-387	-363	38	-387	-363	0
6	RHBK120*60*3.0			-780	-0	0	-780	-0	-0
7	RHBK120*60*3.0			-780	5	-2	-780	5	-0
8	RHBK120*60*3.0			-780	9	-4	-780	9	0
9	Roede dek	-54.7	-117.4	-465	146	0	-326	-152	-8
10	Roede dek	54.7	-117.4	-326	152	-8	-465	-146	0
11	Roede dek	-54.7	-117.4	-467	145	0	-328	-153	-11
12	Roede dek	54.7	-117.4	-328	153	-11	-467	-145	0
13	Roede dek	-54.7	-117.4	-466	146	0	-327	-152	-8
14	Roede dek	54.7	-117.4	-327	152	-8	-466	-146	0
15	Roede dek	-54.7	-117.4	-460	148	0	-321	-150	-1
16	Roede dek	54.7	-117.4	-321	150	-1	-460	-148	0
17	1e tralie	0.0	-478.7	262	4282	242	262	4007	2620
18	1e tralie	0.0	-478.7	262	4007	2620	262	3182	8820
19	1e tralie	0.0	-478.7	262	3182	8820	262	2081	14872
20	1e tralie	0.0	-478.7	265	1301	14872	265	200	16597
21	1e tralie	0.0	-478.7	265	200	16597	265	-901	15791
22	1e tralie	0.0	-478.7	263	-1681	15793	263	-2782	10660
23	1e tralie	0.0	-478.7	263	-2782	10660	263	-3883	2995
24	1e tralie	0.0	-478.7	256	-4663	2999	256	-5764	-8992
25	1e tralie	0.0	-478.7	256	-5764	-8992	256	-6590	-19647
26	1e tralie	0.0	-478.7	256	-6590	-19647	256	-6865	-23525
27	RHBK100*100*3.			-13459	621	-559	-13459	621	560
28	RHBK100*100*3.			-13458	633	560	-13458	633	1517
29	RHBK100*100*3.			-13459	621	1517	-13459	621	1697
30	RHBK100*100*3.			-780	3	-0	-780	3	1
31	RHBK100*100*3.			-780	-7	1	-780	-7	0
32	RHBK120*60*3.0			-780	-2	1	-780	-2	0
33	RHBK120*60*3.0			-780	2	-1	-780	2	0
34	RHBK120*60*3.0			-780	7	-3	-780	7	0
35	Roede dek	-54.7	-117.4	-459	149	0	-320	-149	-1
36	Roede dek	54.7	-117.4	-320	149	-1	-459	-149	0
37	Roede dek	-54.7	-117.4	-464	146	0	-325	-152	-6
38	Roede dek	54.7	-117.4	-325	152	-6	-464	-146	0
39	Roede dek	-54.7	-117.4	-464	146	0	-325	-152	-7
40	Roede dek	54.7	-117.4	-325	152	-7	-464	-146	0
41	Roede dek	-54.7	-117.4	-460	148	0	-321	-150	-2
42	Roede dek	54.7	-117.4	-321	150	-2	-460	-148	0
43	2e tralie	0.0	-478.7	248	5815	-21827	248	5540	-18570
44	2e tralie	0.0	-478.7	248	5540	-18570	248	4715	-9725
45	2e tralie	0.0	-478.7	248	4715	-9725	248	3614	-147
46	2e tralie	0.0	-478.7	253	2834	-148	253	1733	5104
47	2e tralie	0.0	-478.7	253	1733	5104	253	632	7824
48	2e tralie	0.0	-478.7	253	-148	7824	253	-1249	6218
49	2e tralie	0.0	-478.7	253	-1249	6218	253	-2350	2079
50	2e tralie	0.0	-478.7	249	-3130	2082	249	-4231	-6383
51	2e tralie	0.0	-478.7	249	-4231	-6383	249	-5056	-14393
52	2e tralie	0.0	-478.7	249	-5056	-14393	249	-5332	-17387
53	RHBK100*100*3.			-11506	517	-513	-11506	517	418
54	RHBK100*100*3.			-11505	527	418	-11505	527	1214
55	RHBK100*100*3.			-11506	517	1214	-11506	517	1364
56	RHBK100*100*3.			-780	2	0	-780	2	1
57	RHBK100*100*3.			-780	-8	1	-780	-8	-0
58	RHBK120*60*3.0			-780	-2	1	-780	-2	-0
59	RHBK120*60*3.0			-780	3	-1	-780	3	0
60	RHBK120*60*3.0			-780	7	-3	-780	7	0
61	Roede dek	-54.7	-117.4	-461	148	0	-322	-150	-3
62	Roede dek	54.7	-117.4	-322	150	-3	-461	-148	0
63	Roede dek	-54.7	-117.4	-465	146	0	-326	-152	-8
64	Roede dek	54.7	-117.4	-326	152	-8	-465	-146	0
65	Roede dek	-54.7	-117.4	-465	146	0	-326	-152	-7
66	Roede dek	54.7	-117.4	-326	152	-7	-465	-146	0
67	Roede dek	-54.7	-117.4	-460	148	0	-321	-150	-2
68	Roede dek	54.7	-117.4	-321	150	-2	-460	-148	0
69	middentralie	0.0	-478.7	143	5395	-16023	143	5121	-13006
70	middentralie	0.0	-478.7	143	5121	-13006	143	4295	-4885
71	middentralie	0.0	-478.7	143	4295	-4885	143	3194	3727
72	middentralie	0.0	-478.7	148	2414	3726	148	1313	8012
73	middentralie	0.0	-478.7	148	1313	8012	148	212	9766
74	middentralie	0.0	-478.7	147	-568	9767	147	-1669	7195
75	middentralie	0.0	-478.7	147	-1669	7195	147	-2770	2091
76	middentralie	0.0	-478.7	143	-3550	2094	143	-4651	-7337
77	middentralie	0.0	-478.7	143	-4651	-7337	143	-5476	-16071

78	middentralie	0.0	-478.7	143	-5476	-16071	143	-5752	-19307
79	RHBK100*100*3.			-12123	538	-523	-12123	538	447
80	RHBK100*100*3.			-12122	548	447	-12122	548	1276
81	RHBK100*100*3.			-12123	538	1276	-12123	538	1432
82	RHBK100*100*3.			-780	2	0	-780	2	1
83	RHBK100*100*3.			-780	-8	1	-780	-8	-0
84	RHBK120*60*3.0			-780	-2	1	-780	-2	-0
85	RHBK120*60*3.0			-780	3	-1	-780	3	-0
86	RHBK120*60*3.0			-780	7	-3	-780	7	-0
87	Roede dek	-54.7	-117.4	-460	148	0	-321	-150	-2
88	Roede dek	54.7	-117.4	-321	150	-2	-460	-148	0
89	Roede dek	-54.7	-117.4	-465	146	0	-326	-152	-7
90	Roede dek	54.7	-117.4	-326	152	-7	-465	-146	0
91	Roede dek	-54.7	-117.4	-465	146	0	-326	-152	-7
92	Roede dek	54.7	-117.4	-326	152	-7	-465	-146	0
93	Roede dek	-54.7	-117.4	-460	148	0	-322	-150	-2
94	Roede dek	54.7	-117.4	-322	150	-2	-460	-148	0
95	middentralie	0.0	-478.7	56	5592	-17875	56	5317	-14746
96	middentralie	0.0	-478.7	56	5317	-14746	56	4492	-6285
97	middentralie	0.0	-478.7	56	4492	-6285	56	3391	2780
98	middentralie	0.0	-478.7	61	2611	2779	61	1510	7518
99	middentralie	0.0	-478.7	61	1510	7518	61	409	9725
100	middentralie	0.0	-478.7	61	-371	9726	61	-1472	7606
101	middentralie	0.0	-478.7	61	-1472	7606	61	-2573	2955
102	middentralie	0.0	-478.7	56	-3353	2958	56	-4454	-6020
103	middentralie	0.0	-478.7	56	-4454	-6020	56	-5279	-14415
104	middentralie	0.0	-478.7	56	-5279	-14415	56	-5555	-17537
105	RHBK100*100*3.			-11534	557	-531	-11534	557	472
106	RHBK100*100*3.			-11534	567	472	-11534	567	1329
107	RHBK100*100*3.			-11534	557	1329	-11534	557	1491
108	RHBK100*100*3.			-780	2	0	-780	2	1
109	RHBK100*100*3.			-780	-7	1	-780	-7	0
110	RHBK120*60*3.0			-780	-1	1	-780	-1	0
111	RHBK120*60*3.0			-780	3	-1	-780	3	0
112	RHBK120*60*3.0			-780	8	-3	-780	8	-0
113	Roede dek	-54.7	-117.4	-461	148	0	-322	-150	-3
114	Roede dek	54.7	-117.4	-322	150	-3	-461	-148	0
115	Roede dek	-54.7	-117.4	-464	146	0	-325	-152	-7
116	Roede dek	54.7	-117.4	-325	152	-7	-464	-146	0
117	Roede dek	-54.7	-117.4	-464	146	0	-325	-152	-6
118	Roede dek	54.7	-117.4	-325	152	-6	-464	-146	0
119	Roede dek	-54.7	-117.4	-459	149	0	-320	-149	-1
120	Roede dek	54.7	-117.4	-320	149	-1	-459	-149	0
121	2e tralie	0.0	-478.7	-10	5201	-16046	-10	4926	-13142
122	2e tralie	0.0	-478.7	-10	4926	-13142	-10	4100	-5356
123	2e tralie	0.0	-478.7	-10	4100	-5356	-10	2999	2808
124	2e tralie	0.0	-478.7	-5	2219	2808	-5	1118	6646
125	2e tralie	0.0	-478.7	-5	1118	6646	-5	18	7953
126	2e tralie	0.0	-478.7	-6	-762	7954	-6	-1863	4934
127	2e tralie	0.0	-478.7	-6	-1863	4934	-6	-2964	-618
128	2e tralie	0.0	-478.7	-11	-3744	-614	-11	-4845	-10492
129	2e tralie	0.0	-478.7	-11	-4845	-10492	-11	-5671	-19563
130	2e tralie	0.0	-478.7	-11	-5671	-19563	-11	-5947	-22910
131	RHBK100*100*3.			-13342	459	-488	-13342	459	339
132	RHBK100*100*3.			-13342	471	339	-13342	471	1051
133	RHBK100*100*3.			-13342	459	1051	-13342	459	1184
134	RHBK100*100*3.			-780	2	0	-780	2	1
135	RHBK100*100*3.			-780	-8	1	-780	-8	-0
136	RHBK120*60*3.0			-780	-4	1	-780	-4	0
137	RHBK120*60*3.0			-780	1	-0	-780	1	-0
138	RHBK120*60*3.0			-780	6	-2	-780	6	-0
139	Roede dek	-54.7	-117.4	-460	148	0	-321	-150	-2
140	Roede dek	54.7	-117.4	-321	150	-2	-460	-148	0
141	Roede dek	-54.7	-117.4	-466	146	0	-327	-152	-9
142	Roede dek	54.7	-117.4	-327	152	-9	-466	-146	0
143	Roede dek	-54.7	-117.4	-467	145	0	-328	-153	-10
144	Roede dek	54.7	-117.4	-328	153	-10	-467	-145	0
145	Roede dek	-54.7	-117.4	-464	146	0	-325	-152	-7
146	Roede dek	54.7	-117.4	-325	152	-7	-464	-146	0
147	1e tralie	0.0	-478.7	-180	6617	-21727	-180	6342	-18009
148	1e tralie	0.0	-478.7	-180	6342	-18009	-180	5517	-7781
149	1e tralie	0.0	-478.7	-180	5517	-7781	-180	4416	3642
150	1e tralie	0.0	-478.7	-174	3636	3640	-174	2535	10737
151	1e tralie	0.0	-478.7	-174	2535	10737	-174	1434	15301
152	1e tralie	0.0	-478.7	-172	654	15301	-172	-447	15540

153	1e tralie	0.0	-478.7	-172	-447	15540	-172	-1548	13246
154	1e tralie	0.0	-478.7	-175	-2328	13248	-175	-3429	6628
155	1e tralie	0.0	-478.7	-175	-3429	6628	-175	-4254	1
156	1e tralie	0.0	-478.7	-175	-4254	1	-175	-4530	-2530
157	RHBK100*100*3.			-4918	843	-655	-4918	843	863
158	RHBK100*100*3.			-4917	847	863	-4917	847	2144
159	RHBK100*100*3.			-4918	843	2144	-4918	843	2389
160	RHBK100*100*3.			-389	360	-142	-389	360	-37
161	RHBK100*100*3.			-393	355	-37	-393	355	0

3.17.3 De krachtsverdeling in de tralies van de middenvelden:

Tabel 3.17.3.1: Momentenlijn, normaal- en dwarskrachtenlijn.

Positie	Momentenlijn	Normaal-		Dwars-	
		krachtenlijn		krachtenlijn	
x in [m]	M(x) in [Nm]	N(x) in [N]		Q(x) in [N]	
begin - eind	(+ = U/- =)	(+ = trek)		(+ = ~~~___)	
36.80 - 41.40	-16023	3727	143	143	5395	3194
41.40 - 46.00	3726	9766	148	148	2414	212
46.00 - 50.60	9767	2091	147	147	-568	-2770
50.60 - 55.20	2094	-19307	143	143	-3550	-5752
55.20 - 59.80	-17875	2780	56	56	5592	3391
59.80 - 64.40	2779	9725	61	61	2611	409
64.40 - 69.00	9726	2955	61	61	-371	-2573
69.00 - 73.60	2958	-17537	56	56	-3353	-5555

3.17.3.1 Controle van de stijfheid van de tralie:

De toelaatbare doorbuiging van alle tralieliggers wordt bepaald per tralie:
- uvtoel = 18400 / 250 < 30.0 mm, dus: uvtoel = 30.0 mm

Uit de U-lijn is de maximale doorbuiging:
- doorbuiging umax = -18.26 mm

- Controle van de tralies van de middenvelden:
  Doorbuiging: |-18.3 | mm < 30.0 mm, dus: voldoet.
  bij B.C.9: d) Eigen gewicht + gewas + installaties + aardbeving

3.17.3.2 Controle van de bovenrand:

3.17.3.2 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de bovenrand:

- De normaalkracht in de bovenrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = -M/0.5800 + N/2 (voor N en M, zie 3.17.3.1)
    met: Effectieve spanthoogte: 580.0 mm

Tabel 3.17.32: Normaalkrachtenverloop in de bovenrand.

Plaats	Normaalkracht in [N]		Systeem-
	(trek = positief)		lengte
x in [m]	Spant		[mm]
36.80 - 41.40	27697	-6354	4599
41.40 - 46.00	-6351	-16764	4600
46.00 - 50.60	-16766	-3531	4600
50.60 - 55.20	-3539	33359	4601
55.20 - 59.80	30847	-4765	4599
59.80 - 64.40	-4761	-16737	4600
64.40 - 69.00	-16738	-5064	4600
69.00 - 73.60	-5072	30264	4601

3.17.3.2 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Tabel 3.17.3.2:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de bovenrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-bepaling begin-eind	Normaalkrachten (trek = positief) [N] "begin"	"einde"	Rand-voor-waar-den	Mouty fact. ß m	Knfct staaf-lengte ß m×ß n	Knik-lengte [mm]	Klasse	Sterkte UC	Stab. UC
36.80-41.40	27697	-6354	m-z	0.653	0.432	1987	1	0.03	0.03
41.40-46.00	-6351	-16764	z-z	0.652	0.549	2528	1	0.07	0.11
46.00-50.60	-16766	-3531	z-z	0.652	0.518	2383	1	0.07	0.10
50.60-55.20	-3539	33359	z-m	0.653	0.432	1988	1	0.02	0.02
55.20-59.80	30847	-4765	m-z	0.653	0.432	1987	1	0.02	0.03
59.80-64.40	-4761	-16737	z-z	0.652	0.532	2448	1	0.07	0.10
64.40-69.00	-16738	-5064	z-z	0.652	0.535	2463	1	0.07	0.10
69.00-73.60	-5072	30264	z-m	0.653	0.432	1988	1	0.02	0.03

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (0.75 - 0.2)*(|-16764 |/(0.692 *229893 /1.0)) = 0.95
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-16764 |/(0.692 *229893 /1.0)) = 0.98
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(0.95   , 0.98   ) = 0.95
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.57

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-16764 |/(0.692 *229893 /1.0)+0.95 *|0.0 |/(1.00*5873.1 /1.0)
           = 0.105 + 0.000 = 0.105
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-16764 |/(0.859 *229893 /1.0)+0.57 *|0.0 |/(1.00*5873.1 /1.0)
           = 0.085 + 0.000 = 0.085

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.105 , 0.085) = 0.105

- controle: 0.11 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.17.3.2 Stabiliteitscontrole in het vlak:

- Nabij de zwevende goten:

  - Maatgevende normaaldrukkracht: Ndmax = -16766 N

  - Kniklengte: lky = 0.80 * lveld = 0.80 * 1150 = 920 mm
    (lky > lveld/2, omdat de kortere velden, de langere velden steunen.)
  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (0.47 - 0.2)*(|-16766 |/(0.859 *229893 /1.0)) = 0.92
  Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-16766 |/(0.859 *229893 /1.0)) = 0.96
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.92   , 0.96   ) = 0.92
  Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.55

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-16766 |/(0.859 *229893 /1.0)+0.92 *|0.0 |/(1.00*3961.1 /1.0)
           = 0.085 + 0.000 = 0.085
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-16766 |/(0.962 *229893 /1.0)+0.55 *|0.0 |/(1.00*3961.1 /1.0)
           = 0.076 + 0.000 = 0.076

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.085 , 0.076) = 0.085

- controle: 0.08 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.17.3.2 Doorsnede-controle van de bovenrand:

           |NEd| |-16766 |
- UCDruk = ----- = --------- = 0.07
           Nc.Rd   229893

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 33359   N

           |NEd| |33359 |
- UCTrek = ----- = --------- = 0.15
           Nc.Rd   229893

Trek is maatgevend.

- Controle: 0.15 < 1.00, dus de treksterkte voldoet.

Conclusie:
- Bovenrand (RHBK100*50*3.0) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.9: d) Eigen gewicht + gewas + installaties + aardbeving

3.17.3.3 Controle van de onderrand:

3.17.3.3 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de onderrand:
(voor de achterliggende theorie wordt verwezen naar hoofdstuk 4)

Tabel 3.17.33: Normaalkrachtenverloop in de onderrand.
- De normaalkracht in de onderrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = M/0.5800 + N/2 (voor N en M, zie 3.17.3.1)
    met: Effectieve spanthoogte: 580.0 mm

Tabel 3.17.33: Normaalkrachtenverloop in de onderrand.

Plaats x in [m]	Normaalkracht in [N] (trek = positief) Spant	Systeem-lengte [mm]
36.80 - 41.40	-27554 6497	4599
41.40 - 46.00	6498 16912	4600
46.00 - 50.60	16914 3679	4600
50.60 - 55.20	3681 -33217	4601
55.20 - 59.80	-30791 4821	4599
59.80 - 64.40	4822 16797	4600
64.40 - 69.00	16799 5125	4600
69.00 - 73.60	5128 -30208	4601

3.17.3.3 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Tabel 3.17.3.3:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de onderrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-bepaling begin-eind	Normaalkrachten (trek = positief) [N] "begin" "einde"	Rand-voor-waar-den	Mouty fact. ß m	Knfct staaf-lengte ß m×ß n	Knik-lengte [mm]	Klasse PlPerc	Sterkte	UC	Stab. UC
36.80-41.40	-27554 6497	m-z	0.666	0.441	2027	1		0.12	0.15
50.60-55.20	3681 -33217	z-m	0.666	0.461	2123	1		0.14	0.19
55.20-59.80	-30791 4821	m-z	0.666	0.451	2074	1		0.13	0.17
69.00-73.60	5128 -30208	z-m	0.666	0.448	2061	1		0.13	0.17

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
       = 0.90 * (1.0 + (0.63 - 0.2)*(|-33217 |/(0.766 *229893 /1.0)) = 0.97
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
       = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-33217 |/(0.766 *229893 /1.0)) = 1.04
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(0.97 , 1.04) = 0.97
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.58

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-33217 |/(0.766 *229893 /1.0)+0.97 *|0.0 |/(1.00*5873.1 /1.0)
           = 0.189 + 0.000 = 0.189
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-33217 |/(0.791 *229893 /1.0)+0.58 *|0.0 |/(1.00*5873.1 /1.0)
           = 0.183 + 0.000 = 0.183

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.189 , 0.183) = 0.189

- controle: 0.19 < 0.95, dus de stabiliteit voldoet.

3.17.3.3 Stabiliteitscontrole in het vlak (nabij de kolom-aansluitingen):

- Maatgevend: Ndmax = N + |Q|/tan(alfa) = -33217 + |-5752 |/tan(42.7) = -26976 N
  (N.B.: 1e drukdiagonaal reduceert de normaaldrukkracht in de onderrand)

- Kniklengte: lky = 1.00*lveld = 1.00 * 1150 = 1150 mm
  (lky = lveld, volgens NEN 3851 art. 2.5.6.2.c.)

  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.40 (het profiel is geschoord).
  M1 = 0.00 , M2 = 0.00 , Ms = 0.00 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
       = 0.40 * (1.0 + (0.59 - 0.2)*(|-26976 |/(0.791 *229893 /1.0)) = 0.42
  Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
       = 0.40 * (1.0 + 0.8*(|-26976 |/(0.791 *229893 /1.0)) = 0.45
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.42 , 0.45) = 0.42
  Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.25

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-26976 |/(0.791 *229893 /1.0)+0.42 *|0.0 |/(1.00*3961.1 /1.0)
           = 0.148 + 0.000 = 0.148
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-26976 |/(0.927 *229893 /1.0)+0.25 *|0.0 |/(1.00*3961.1 /1.0)
           = 0.127 + 0.000 = 0.127

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.148 , 0.127) = 0.148

- controle: 0.15 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.17.3.3 Doorsnede-controle van de onderrand:

           |NEd| |-33217 |
- UCDruk = ----- = --------- = 0.14
           Nc.Rd   229893

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 16914   N

           |NEd| |16914 |
- UCTrek = ----- = --------- = 0.07
           Nc.Rd   229893

Druk is maatgevend.

- Controle: 0.14 < 1.00, dus de druksterkte voldoet.

Conclusie:
- Onderrand (RHBK100*50*3.0) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.9: d) Eigen gewicht + gewas + installaties + aardbeving

3.17.3.4 Controle van de diagonalen:

3.17.3.4 Controle van de drukdiagonalen:

Gezien de toepassing spitst de controle van de drukdiagonalen zich toe
op de eindkappen van de tralies, d.w.z. tussen kopplaat en 1e zwevende goten.

- Controle op druk (bij neerwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qddmaxd = -5592 N (zie tabel 3.17.3.1)
    (+ = druk in drukdiagonaal)
    Extra dwarskracht i.v.m. mogelijke positie transportlast in eerste
    diagonaalveld in plaats van het midden van de overspanning.
    Vert.puntlast: Fpunt = 0.00 * max(0 , 1000) + 1.02 * 0 = 0 N

$$\text{- Res.diag.drukkracht: } N_{ddiagd} = \frac{Q_{ddmaxd} - F_{punt}/2}{\sin(\alpha)} = \frac{-5592 - 0/2}{\sin(42.7)} = -8251 \text{ N}$$

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$UC_{sterkte} = \frac{|N_{Ed}|}{N_{c.Rd}} = \frac{|8487|}{84071} = 0.163$$

  controle: 0.163 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
  Profiel alleen op trek belast, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie:
- Drukdiagonalen (RHBK50*30*2.0 mm) voldoen qua trek/druk
  bij B.C.9: d) Eigen gewicht + gewas + installaties + aardbeving

3.17.3.4 Controle van de trekdiagonalen:

Er wordt vanuit gegaan, dat de trekdiagonalen als zodanig worden toegepast in
de eindkappen en als trek- en drukdiagonalen in eventuele middenkappen.

- Controle op trek (in de eindkappen bij neerwaartse belasting en evt. in de middenkappen
  bij opwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qtdmaxt = 5592 N (zie tabel 3.17.3.1)
    (+ = trek in trekdiagonaal)

$$\text{Ntdiagt} = \frac{\text{Qtdmaxt+Fpunt/2}}{\sin(\text{alfa})} = \frac{5592 + 0 \;/2}{\sin(42.7)} = 8251 \text{ N}$$

 - Sterkte: Capaciteit trekdiagonaal: Ftdiagt = 51938 N (zie 4.4)

$$\text{UCsterkte} = \frac{|\text{NEd}|}{\text{Ftdiagt}} = \frac{|8251|}{51938} = 0.159$$

  - UC-Trek : 0.159 < 1.00, dus trekdiagonaal voldoet.

- Controle op druk (in de eindkappen bij opwaartse belasting en evt. in de middenkappen
  bij neerwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qtdmaxd = 5752 N (zie tabel 3.17.3.1)
    (+ = druk in trekdiagonaal)

$$\text{Ntdiagd} = \frac{-\text{Qtdmaxd}}{\sin(\text{alfa})} = \frac{-5752}{\sin(42.7)} = -8487 \text{ N}$$

 - Sterkte: Capaciteit trekdiagonaal: Ftdiagd = 70220 N (zie 4.4)

$$\text{UCsterkte} = \frac{|\text{NEd}|}{\text{Ftdiagd}} = \frac{|8487|}{70220} = 0.121$$

  - UC-Druk : 0.121 < 1.00, dus trekdiagonaal voldoet.

Conclusie:
- Trekdiagonalen (RHBK50*30*2.0 mm) voldoen qua trek/druk
  bij B.C.9: d) Eigen gewicht + gewas + installaties + aardbeving

3.17.3.4 Controle van de (las)verbindingen:

	Drukdiagonaal		Trekdiagonaal	
	Nd = -8251 N Nt = 8487 N Fstev = 6241 N Fstlo = 5752 N Msdt = 0.00 Nm Fsdev = 6067 N		Nd = - 8487 N Nt = 8251 N Fstev = 6067 N Fstlo = 5592 N Msdt = 0.00 Nm Fsdev = 6241 N	
	bovenrand	onderrand	bovenrand	onderrand
Tau1	15.31 N/mm²	15.31 N/mm²	14.89 N/mm²	14.89 N/mm²
Tau2	23.50 N/mm²	23.50 N/mm²	22.84 N/mm²	22.84 N/mm²
Sgm1	15.31 N/mm²	15.31 N/mm²	14.89 N/mm²	14.89 N/mm²
SgmWst	29.41 N/mm²	29.41 N/mm²	28.59 N/mm²	28.59 N/mm²
UC1	0.14	0.14	0.14	0.14
UC2	0.05	0.05	0.05	0.05
SgmWsd	22.84 N/mm²	22.84 N/mm²	23.50 N/mm²	23.50 N/mm²
UC3	0.11	0.11	0.11	0.11
Nt1	55249 N	55249 N	55249 N	55249 N
knd	1.00	1.00	1.00	1.00
Nd1	55249 N	55249 N	55249 N	55249 N
UCt1	0.15	0.15	0.15	0.15
UCd1	0.15	0.15	0.15	0.15
UClas	0.14	0.14	0.14	0.14
UCdia	0.15	0.15	0.15	0.15
UCgeo	0.78	0.78	0.78	0.78
UClas	0.14		0.14	
UCdia	0.83		0.83	

Conclusie:
- Lassen: UClas = 0.14 <= 1.00 dus: voldoen
- Aansluitingen: UCdia = 0.83 <= 1.00 dus: voldoen

Eindconclusie:
- Aansluiting diagonalen voldoet
  bij B.C.9: d) Eigen gewicht + gewas + installaties + aardbeving

3.17.3.4 Controle van de gootverticaal
- Veerstijfheid van de aansluiting van de bovenrand-goot "uit het vlak":
  Hoekverdraaiing door torsie onderrand:

$$V1 = \frac{\text{kap}}{\text{Gbr} * \text{Itor} * 2} = \frac{4600}{80769 * 853355 * 2} = 33.37 \quad *10\text{-}9\ 1/\text{Nmm}$$

  Hoekverdraaiing door gootverticaal (goot):

$$V2 = \frac{\text{hspant}}{2 * \text{Egv} * \text{Igv}} = \frac{630}{2 * 210000 * 1083901} = 1.38 \quad *10\text{-}9\ 1/\text{Nmm}$$

  Hoekverdraaiing door inklemming (onderrand):

$$V3 = \frac{\text{hspant}}{\text{Egv} * \text{Igv}} = \frac{630}{210000 * 1083901} = 2.77 \quad *10\text{-}9\ 1/\text{Nmm}$$

  Hoekverdraaiing door gootverticaal (buiging):

$$V4 = \frac{\text{hspant}}{3 * \text{Egv} * \text{Igv}} = \frac{630}{3 * 210000 * 1083901} = 0.92 \quad *10\text{-}9\ 1/\text{Nmm}$$

  Hoekverdraaiing door gootverticaal (bovenrand):

$$V5 = \frac{\text{vspant}}{2 * \text{Egv} * \text{Igv}} = \frac{80}{2 * 210000 * 1083901} = 0.18 \quad *10\text{-}9\ 1/\text{Nmm}$$

  Hoekverdraaiing door opzetkolom (buiging):

$$V6 = \frac{\text{vspant}}{3 * \text{Egv} * \text{Igv}} = \frac{80}{3 * 210000 * 1083901} = 0.42 \quad *10\text{-}9\ 1/\text{Nmm}$$

  Moment bij bovenrand

$$M0 = \frac{(V3+V6-V2)*\text{hspant}*\text{vspant}^2 - V4*\text{vspant}*\text{hspant}^2 + V5*\text{hspant}3}{(V1+V4+v5)*\text{hspant}^2 + (V1+V3+v6)*\text{vspant}^2 + (2*V1+V2)*\text{vspant}*\text{hspant}} = 1.3 \quad \text{Nm}$$

  Geeft de veerstijfheid ter plaatse van de bovenrand:

$$kbr = \frac{\text{vspant} + \text{hspant}}{V4*\text{vspant}*\text{hspant}^2 - V5*\text{hspant}3 + [(V4+V5+V1)*\text{hspant}^2 + V1*\text{vspant}*\text{hspant}]*M0}$$

  kbr = 148526.4 N/mm

  Vereiste kritische veerstijfheid: kcr = 196.9 N/mm

  - Controle: 148526.4 N/mm > 196.9 N/mm, dus veerstijfheid voldoet.

- Controle op knik:
  - Maatgevende verticale kracht: Ngv = Fvg = -780 N
  - Capaciteit van de verticaal : Fgvertd = 229432 N (zie 4.6)

  - Controle: |-780 | N < 229432 N, dus gootverticaal voldoet.

Conclusie:
- Gootverticaal voldoet qua sterkte/stabiliteit en stijfheid
  bij B.C.9: d) Eigen gewicht + gewas + installaties + aardbeving

3.17.3.5 Controle van de bouten van de spant-kolom-aansluiting:

Controle van de krachten op de bout(en) bij de bovenrand:

Tabel 3.17.3.5.1: Belastingen bij bovenrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,br [N]	Fs,br [N]	Fi,br [N]
36.80	-16023	143	5395	30036	2698	30278
55.20	-19307	143	-5752	36178	-2876	36406
55.20	-17875	56	5592	33457	2796	33690
73.60	-17537	56	-5555	32825	-2778	33059

Gegevens van de eindplaat bij de bovenrand:
- Aantal bouten bij de bovenrand: nbb = 1
- Momenten-arm bij bovenrand: hbbout = 535 mm
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Normaalkracht: $Ft = \frac{Nt}{2 * nbb} - \frac{M}{hbbout}$ met Ft >= 0 N
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * Q
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,br max = 36406 N (zie tabel)
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Fi,br max = 1.30 * 36406 = 47328 N
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbtb max = 282240 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 47328 N < 282240 N, dus bout bij bovenrand (M20-8.8) voldoet.
bij B.C.9: d) Eigen gewicht + gewas + installaties + aardbeving

Controle van de krachten op de bout(en) bij de onderrand:

Tabel 3.17.3.5.2: Belastingen bij onderrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,or [N]	Fs,or [N]	Fi,or [N]
36.80	-16023	143	5395	0	2698	3815
55.20	-19307	143	-5752	0	-2876	4067
55.20	-17875	56	5592	0	2796	3954
73.60	-17537	56	-5555	0	-2778	3928

Gegevens van de eindplaat bij de onderrand:
- Aantal bouten bij de onderrand: nbo = 1
- Momenten-arm bij onderrand: hobout = 535 mm
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Normaalkracht: $Ft = \frac{Nt}{2 * nbo} + \frac{M}{hobout}$ met Ft >= 0 N
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * Q
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,or max = 4067 N (zie tabel)
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Fi,or max = 1.30 * 4067 = 5288 N
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbto max = 282240 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 5288 N < 282240 N, dus bout bij onderrand (M20-8.8) voldoet.
bij B.C.9: d) Eigen gewicht + gewas + installaties + aardbeving

3.17.3.5 Controle van de eindplaat op pons:

Bij de boutverbinding van de bovenrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxb = 36.2 kN (zie tabel hiervoor)
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Ftmaxb = 1.30 * 36.2 = 47.0 N
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capb = 423 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 47.0 kN < 423 kN, dus eindplaat (ST120*15.0) voldoet
zonder onderlegring bij de bovenste bout
bij B.C.9: d) Eigen gewicht + gewas + installaties + aardbeving

Bij de boutverbinding van de onderrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxo = 0.0 kN (zie tabel hiervoor)
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Ftmaxo = 1.30 * 0.0 = 0.0 kN
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capo = 423 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0.0 kN < 423 kN, dus eindplaat (ST120*15.0) voldoet
zonder onderlegring bij de onderste bout
bij B.C.9: d) Eigen gewicht + gewas + installaties + aardbeving

3.17.3.5 Controle van de eindplaat op buiging:

Tabel 3.17.3.5.4.1: Belastingen van de eindplaat van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Normaal-kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ftrb [N]	Ftro [N]
36.80	-16023	143	5395	27697	0
55.20	-19307	143	-5752	33359	0
55.20	-17875	56	5592	30847	0
73.60	-17537	56	-5555	30264	0

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de bovenrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftrb = \frac{N + sn*Q}{2} - \frac{M}{ht,eff} \text{ met } Ftrb>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftrb(max) * e = 0.5 * 33359 * 25.0 = 417 Nm
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Mep = 1.30 * 417 = 542 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 7533 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 542 Nm < 7533 Nm, dus eindplaat (ST120*15.0) voldoet
bij B.C.9: d) Eigen gewicht + gewas + installaties + aardbeving

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de onderrand:
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftro(max) * e = 0.5 * 0 * 25.0 = 0 Nm
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Mep = 0.00 * 0 = 0 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 7533 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0 Nm < 7533 Nm, dus eindplaat (ST120*15.0) voldoet
bij B.C.9: d) Eigen gewicht + gewas + installaties + aardbeving

De lasverbindingen tussen eindplaat met resp. de boven- en onderrand
zijn niet gecontroleerd.

3.17.3.6 Controle van de bouten van de koppelaansluiting:

Controle van de krachten op de bout(en) bij de bovenrand:

Tabel 3.17.3.6.1: Belastingen bij bovenrand van de koppelaansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,br [N]	Fs,br [N]	Fi,br [N]
43.70	8012	148	1313	0	657	928
43.70	8012	148	1313	0	657	928
48.30	7195	147	-1669	0	-834	1180
48.30	7195	147	-1669	0	-834	1180
62.10	7518	61	1510	0	755	1068
62.10	7518	61	1510	0	755	1068
66.70	7606	61	-1472	0	-736	1041
66.70	7606	61	-1472	0	-736	1041

Gegevens van de koppelplaat bij de bovenrand:
- Aantal bouten bij de bovenrand: nbb = 1
- Momenten-arm bij bovenrand: hbbout = 597 mm
- Teken dwarskracht bij eindpositie sn=+1 en bij beginpositie sn=-1

$$\text{- Normaalkracht: } Ft = \frac{N + sn*Q}{2 * nbb} - \frac{M}{hbbout} \text{ met } Ft >= 0N$$

- Schuifkracht: $Fs = 0.5 * -N - sn*Q$
- Ideële kracht: $Fi = (Ft^2 + 2*Fs^2)0.5$
- Maximale optredende kracht: Fi,br max = 1180 N (zie tabel)
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Fi,br max = 1.30 * 1180 = 1534 N
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbtb max = 180864 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 1534 N < 180864 N, dus bout bij bovenrand (M16-8.8) voldoet.
bij B.C.9: d) Eigen gewicht + gewas + installaties + aardbeving

Controle van de krachten op de bout(en) bij de onderrand:

Tabel 3.17.3.6.2: Belastingen bij onderrand van de koppelaansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,or [N]	Fs,or [N]	Fi,or [N]
43.70	8012	148	1313	7128	657	7189
43.70	8012	148	1313	7128	657	7189
48.30	7195	147	-1669	7117	-834	7214
48.30	7195	147	-1669	7117	-834	7214
62.10	7518	61	1510	6600	755	6686
62.10	7518	61	1510	6600	755	6686
66.70	7606	61	-1472	7427	-736	7500
66.70	7606	61	-1472	7427	-736	7500

Gegevens van de koppelplaat bij de onderrand:
- Aantal bouten bij de onderrand: nbo = 2
- Momenten-arm bij onderrand: hobout = 1080 mm
- Teken dwarskracht bij eindpositie sn=+1 en bij beginpositie sn=-1

$$\text{- Normaalkracht: } Ft = \frac{N + sn*Q}{2 * nbo} + \frac{M}{hobout} \text{ met } Ft >= 0N$$

- Schuifkracht: $Fs = 0.5 * -N - sn*Q$
- Ideële kracht: $Fi = (Ft^2 + 2*Fs^2)0.5$
- Maximale optredende kracht: Fi,or max = 7500 N (zie tabel)
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Fi,or max = 1.30 * 7500 = 9750 N
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbto max = 180864 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 9750 N < 180864 N, dus bout bij onderrand (M16-8.8) voldoet.
bij B.C.9: d) Eigen gewicht + gewas + installaties + aardbeving

3.17.3.6 Controle van de koppelplaat op pons:
Bij de boutverbinding van de bovenrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxb = 0.0 kN (zie tabel hiervoor)
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Ftmaxb = 1.30 * 0.0 = 0.0 kN
- Capaciteit van de koppelplaat: Fp,capb = 336 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0.0 kN < 336 kN, dus koppelplaat (ST100*15.0) voldoet
zonder onderlegring bij de bovenste bout
bij B.C.9: d) Eigen gewicht + gewas + installaties + aardbeving

Bij de boutverbinding van de onderrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxo = 7.4 kN (zie tabel hiervoor)
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Ftmaxo = 1.30 * 7.4 = 9.7 kN
- Capaciteit van de koppelplaat: Fp,capo = 336 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 9.7 kN < 336 kN, dus koppelplaat (ST100*15.0) voldoet
zonder onderlegring bij de onderste bout
bij B.C.9: d) Eigen gewicht + gewas + installaties + aardbeving

3.17.3.6 Controle van de koppelplaat op buiging:

Tabel 3.17.3.6.4.1: Belastingen van de koppelplaat.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Normaal-kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ftrb [N]	Ftro [N]
43.70	8012	148	1313	0	13231
43.70	8012	148	1313	0	13231
48.30	7195	147	-1669	0	13313
48.30	7195	147	-1669	0	13313
62.10	7518	61	1510	0	12238
62.10	7518	61	1510	0	12238
66.70	7606	61	-1472	0	13881
66.70	7606	61	-1472	0	13881

Resulterende trekkracht in de koppelplaat bij de bovenrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftrb = \frac{N + sn*Q}{2} - \frac{M}{ht,eff} \quad \text{met } Ftrb>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de koppelplaat:
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftrb(max) * e = 0.5 * 0 * 25.0 = 0 Nm
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Mep = 1.30 * 0 = 0 Nm
- Capaciteit van de koppelplaat: Mp,cap = 3512 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0 Nm < 3512 Nm, dus koppelplaat (ST100*15.0) voldoet
bij B.C.9: d) Eigen gewicht + gewas + installaties + aardbeving

Resulterende trekkracht in de koppelplaat bij de onderrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftro = \frac{N + sn*Q}{2} + \frac{M}{ht,eff} \quad \text{met } Ftro>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de koppelplaat:
- Normaalkracht : Ftbout(2) = 7.4 * 530.0 /630.0 = 6.2 kN
- Normaalkracht : Ftbout(1) = 7.4 * 630.0 /630.0 = 7.4 kN
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * max(Ftbout(2) * e(2), Ftbout(1) * e(1))
= 0.5 * max(6.2 * 25 , 7.4 * 25) = 93 Nm
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Mep = 1.30 * 93 = 121 Nm
- Capaciteit van de koppelplaat: Mp,cap = 2363 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 121 Nm < 2363 Nm, dus koppelplaat (ST100*15.0) voldoet
bij B.C.9: d) Eigen gewicht + gewas + installaties + aardbeving

De lasverbindingen tussen koppelplaat met resp. de boven- en onderrand
zijn niet gecontroleerd.

3.17.4 De krachtsverdeling in de 2e rij tralies:

Tabel 3.17.4.1: Momentenlijn, normaal- en dwarskrachtenlijn.

Positie	Momentenlijn	Normaal-	Dwars-
		krachtenlijn	krachtenlijn
x in [m]	M(x) in [Nm]	N(x) in [N]	Q(x) in [N]
begin - eind	(+ = U/- =)	(+ = trek)	(+ = ~~~___)
18.40 - 23.00	-21827 -147	248 248	5815 3614
23.00 - 27.60	-148 7824	253 253	2834 632
27.60 - 32.20	7824 2079	253 253	-148 -2350
32.20 - 36.80	2082 -17387	249 249	-3130 -5332
73.60 - 78.20	-16046 2808	-10 -10	5201 2999
78.20 - 82.80	2808 7953	-5 -5	2219 18
82.80 - 87.40	7954 -618	-6 -6	-762 -2964
87.40 - 92.00	-614 -22910	-11 -11	-3744 -5947

3.17.4.1 Controle van de stijfheid van de tralie:

De toelaatbare doorbuiging van alle tralieliggers wordt bepaald per tralie:
- uvtoel = 18400 / 250 < 30.0 mm, dus: uvtoel = 30.0 mm

Uit de U-lijn is de maximale doorbuiging:
- doorbuiging umax = -20.82 mm

- Controle van de 2e rij tralies:
  Doorbuiging: |-20.8 | mm < 30.0 mm, dus: voldoet.
  bij B.C.9: d) Eigen gewicht + gewas + installaties + aardbeving

3.17.4.2 Controle van de bovenrand:

3.17.4.2 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de bovenrand:

- De normaalkracht in de bovenrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = -M/0.5800 + N/2 (voor N en M, zie 3.17.4.1)
    met: Effectieve spanthoogte: 580.0 mm

Tabel 3.17.42: Normaalkrachtenverloop in de bovenrand.

Plaats	Normaalkracht in [N] (trek = positief)	Systeem-lengte
x in [m]	Spant	[mm]
18.40 - 23.00	37757 377	4599
23.00 - 27.60	381 -13363	4600
27.60 - 32.20	-13364 -3458	4600
32.20 - 36.80	-3465 30101	4601
73.60 - 78.20	27662 -4847	4599
78.20 - 82.80	-4844 -13714	4600
82.80 - 87.40	-13717 1062	4600
87.40 - 92.00	1054 39495	4601

3.17.4.2 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Tabel 3.17.4.2:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de bovenrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-bepaling begin-eind	Normaalkrachten (trek = positief) [N] "begin"	"einde"	Rand-voor-waar-den	Mouty fact. ß m	Knfct staaf-lengte ß m×ß n	Knik-lengte [mm]	Klasse	Sterkte UC	Stab. UC
23.00-27.60	381	-13363	z-z	0.652	0.470	2161	1	0.06	0.08
27.60-32.20	-13364	-3458	z-z	0.652	0.527	2425	1	0.06	0.08
32.20-36.80	-3465	30101	z-m	0.653	0.432	1988	1	0.02	0.02
73.60-78.20	27662	-4847	m-z	0.653	0.432	1987	1	0.02	0.03
78.20-82.80	-4844	-13714	z-z	0.652	0.545	2506	1	0.06	0.09
82.80-87.40	-13717	1062	z-z	0.652	0.459	2113	1	0.06	0.08

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (0.75 - 0.2)*(|-13714 |/(0.696 *229893 /1.0)) = 0.94
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-13714 |/(0.696 *229893 /1.0)) = 0.96
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(0.94   , 0.96   ) = 0.94
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.57

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-13714 |/(0.696 *229893 /1.0)+0.94 *|0.0 |/(1.00*5873.1 /1.0)
           = 0.086 + 0.000 = 0.086
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-13714 |/(0.859 *229893 /1.0)+0.57 *|0.0 |/(1.00*5873.1 /1.0)
           = 0.069 + 0.000 = 0.069

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.086 , 0.069) = 0.086

- controle: 0.09 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.17.4.2 Stabiliteitscontrole in het vlak:

- Nabij de zwevende goten:

  - Maatgevende normaaldrukkracht: Ndmax = -13717 N

  - Kniklengte: lky = 0.80 * lveld = 0.80 * 1150 = 920 mm
    (lky > lveld/2, omdat de kortere velden, de langere velden steunen.)
  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (0.47 - 0.2)*(|-13717 |/(0.859 *229893 /1.0)) = 0.92
  Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-13717 |/(0.859 *229893 /1.0)) = 0.95
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.92   , 0.95   ) = 0.92
  Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.55

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-13717 |/(0.859 *229893 /1.0)+0.92 *|0.0 |/(1.00*3961.1 /1.0)
           = 0.069 + 0.000 = 0.069
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-13717 |/(0.962 *229893 /1.0)+0.55 *|0.0 |/(1.00*3961.1 /1.0)
           = 0.062 + 0.000 = 0.062

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.069 , 0.062) = 0.069

- controle: 0.07 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.17.4.2 Doorsnede-controle van de bovenrand:

           |NEd| |-13717 |
- UCDruk = ----- = --------- = 0.06
           Nc.Rd   229893

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 39495   N

           |NEd| |39495 |
- UCTrek = ----- = --------- = 0.17
           Nc.Rd   229893

Trek is maatgevend.

- Controle: 0.17 < 1.00, dus de treksterkte voldoet.

Conclusie:
- Bovenrand (RHBK100*50*3.0) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.9: d) Eigen gewicht + gewas + installaties + aardbeving

3.17.4.3 Controle van de onderrand:

3.17.4.3 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de onderrand:
(voor de achterliggende theorie wordt verwezen naar hoofdstuk 4)

Tabel 3.17.43: Normaalkrachtenverloop in de onderrand.
- De normaalkracht in de onderrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = M/0.5800 + N/2 (voor N en M, zie 3.17.4.1)
    met: Effectieve spanthoogte: 580.0 mm

Tabel 3.17.43: Normaalkrachtenverloop in de onderrand.

Plaats x in [m]	Normaalkracht in [N] (trek = positief) Spant	Systeem-lengte [mm]
18.40 - 23.00	-37510 -130	4599
23.00 - 27.60	-129 13615	4600
27.60 - 32.20	13617 3711	4600
32.20 - 36.80	3714 -29853	4601
73.60 - 78.20	-27671 4837	4599
78.20 - 82.80	4838 13709	4600
82.80 - 87.40	13711 -1068	4600
87.40 - 92.00	-1065 -39506	4601

3.17.4.3 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Tabel 3.17.4.3:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de onderrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-bepaling begin-eind	Normaalkrachten (trek = positief) [N] "begin"	"einde"	Rand-voor-waar-den	Mouty fact. ß m	Knfct staaf-lengte ß m×ß n	Knik-lengte [mm]	Klasse /PlPerc	Sterkte UC	Stab. UC
18.40-23.00	-37510	-130	m-z	0.666	0.486	2237	1	0.16	0.22
23.00-27.60	-129	13615	z-z	0.671	0.444	2043	1	0.00	0.00
32.20-36.80	3714	-29853	z-m	0.666	0.458	2109	1	0.13	0.17
73.60-78.20	-27671	4837	m-z	0.666	0.447	2054	1	0.12	0.15
82.80-87.40	13711	-1068	z-z	0.671	0.444	2043	1	0.00	0.01
87.40-92.00	-1065	-39506	z-m	0.666	0.491	2261	1	0.17	0.23

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
       = 0.90 * (1.0 + (0.67 - 0.2)*(|-39506 |/(0.741 *229893 /1.0)) = 1.00
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
       = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-39506 |/(0.741 *229893 /1.0)) = 1.07
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(1.00 , 1.07) = 1.00
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.60

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-39506 |/(0.741 *229893 /1.0)+1.00 *|0.0 |/(1.00*5873.1 /1.0)
           = 0.232 + 0.000 = 0.232
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-39506 |/(0.791 *229893 /1.0)+0.60 *|0.0 |/(1.00*5873.1 /1.0)
           = 0.217 + 0.000 = 0.217

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.232 , 0.217) = 0.232

- controle: 0.23 < 0.95, dus de stabiliteit voldoet.

3.17.4.3 Stabiliteitscontrole in het vlak (nabij de kolom-aansluitingen):

- Maatgevend: Ndmax = N + |Q|/tan(alfa) = -39506 + |-5947 |/tan(42.7) = -33055 N
  (N.B.: 1e drukdiagonaal reduceert de normaaldrukkracht in de onderrand)

- Kniklengte: lky = 1.00*lveld = 1.00 * 1150 = 1150 mm
  (lky = lveld, volgens NEN 3851 art. 2.5.6.2.c.)

  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.40 (het profiel is geschoord).
  M1 = 0.00 , M2 = 0.00 , Ms = 0.00 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
       = 0.40 * (1.0 + (0.59 - 0.2)*(|-33055 |/(0.791 *229893 /1.0)) = 0.43
  Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
       = 0.40 * (1.0 + 0.8*(|-33055 |/(0.791 *229893 /1.0)) = 0.46
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.43 , 0.46) = 0.43
  Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.26

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-33055 |/(0.791 *229893 /1.0)+0.43 *|0.0 |/(1.00*3961.1 /1.0)
           = 0.182 + 0.000 = 0.182
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-33055 |/(0.927 *229893 /1.0)+0.26 *|0.0 |/(1.00*3961.1 /1.0)
           = 0.155 + 0.000 = 0.155

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.182 , 0.155) = 0.182

- controle: 0.18 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.17.4.3 Doorsnede-controle van de onderrand:

$$\text{UCDruk} = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} = \frac{|-39506|}{229893} = 0.17$$

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 13711 N

$$\text{UCTrek} = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} = \frac{|13711|}{229893} = 0.06$$

Druk is maatgevend.

- Controle: 0.17 < 1.00, dus de druksterkte voldoet.

Conclusie:
- Onderrand (RHBK100*50*3.0) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.9: d) Eigen gewicht + gewas + installaties + aardbeving

3.17.4.4 Controle van de diagonalen:

3.17.4.4 Controle van de drukdiagonalen:

Gezien de toepassing spitst de controle van de drukdiagonalen zich toe
op de eindkappen van de tralies, d.w.z. tussen kopplaat en 1e zwevende goten.

- Controle op druk (bij neerwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qddmaxd = -5815   N (zie tabel 3.17.4.1)
    (+ = druk in drukdiagonaal)
    Extra dwarskracht i.v.m. mogelijke positie transportlast in eerste
    diagonaalveld in plaats van het midden van de overspanning.
    Vert.puntlast: Fpunt = 0.00 * max(0   , 1000) + 1.02 * 0   = 0   N

$$\text{- Res.diag.drukkracht: } N_{ddiagd} = \frac{Q_{ddmaxd} - F_{punt}/2}{\sin(\alpha)} = \frac{-5815 - 0/2}{\sin(42.7)} = -8580 \quad N$$

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$UC_{sterkte} = \frac{|N_{Ed}|}{N_{c.Rd}} = \frac{|8774|}{84071} = 0.169$$

  controle: 0.169 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
  Profiel alleen op trek belast, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie:
- Drukdiagonalen (RHBK50*30*2.0 mm) voldoen qua trek/druk
  bij B.C.9: d) Eigen gewicht + gewas + installaties + aardbeving

3.17.4.4 Controle van de trekdiagonalen:

Er wordt vanuit gegaan, dat de trekdiagonalen als zodanig worden toegepast in
de eindkappen en als trek- en drukdiagonalen in eventuele middenkappen.

- Controle op trek (in de eindkappen bij neerwaartse belasting en evt. in de middenkappen
  bij opwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qtdmaxt = 5815 N (zie tabel 3.17.4.1)
    (+ = trek in trekdiagonaal)

$$\text{Res.diag.trekkracht: } N_{tdiagt} = \frac{Q_{tdmaxt}+F_{punt}/2}{\sin(\alpha)} = \frac{5815 + 0/2}{\sin(42.7)} = 8580 \text{ N}$$

 - Sterkte: Capaciteit trekdiagonaal: Ftdiagt = 51938 N (zie 4.4)

$$\text{UCsterkte} = \frac{|N_{Ed}|}{F_{tdiagt}} = \frac{|8580|}{51938} = 0.165$$

  - UC-Trek : 0.165 < 1.00, dus trekdiagonaal voldoet.

- Controle op druk (in de eindkappen bij opwaartse belasting en evt. in de middenkappen
  bij neerwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qtdmaxd = 5947 N (zie tabel 3.17.4.1)
    (+ = druk in trekdiagonaal)

$$\text{Res. diagonaaldrukkracht: } N_{tdiagd} = \frac{-Q_{tdmaxd}}{\sin(\alpha)} = \frac{-5947}{\sin(42.7)} = -8774 \text{ N}$$

 - Sterkte: Capaciteit trekdiagonaal: Ftdiagd = 70220 N (zie 4.4)

$$\text{UCsterkte} = \frac{|N_{Ed}|}{F_{tdiagd}} = \frac{|8774|}{70220} = 0.125$$

  - UC-Druk : 0.125 < 1.00, dus trekdiagonaal voldoet.

Conclusie:
- Trekdiagonalen (RHBK50*30*2.0 mm) voldoen qua trek/druk
  bij B.C.9: d) Eigen gewicht + gewas + installaties + aardbeving

3.17.4.4 Controle van de (las)verbindingen:

	Drukdiagonaal		Trekdiagonaal	
	Nd = -8580 N		Nd = - 8774 N	
	Nt = 8774 N		Nt = 8580 N	
	Fstev = 6452 N		Fstev = 6309 N	
	Fstlo = 5947 N		Fstlo = 5815 N	
	Msdt = 0.00 Nm		Msdt = 0.00 Nm	
	Fsdev = 6309 N		Fsdev = 6452 N	
	bovenrand	onderrand	bovenrand	onderrand
Tau1	15.83 N/mm²	15.83 N/mm²	15.48 N/mm²	15.48 N/mm²
Tau2	24.29 N/mm²	24.29 N/mm²	23.75 N/mm²	23.75 N/mm²
Sgm1	15.83 N/mm²	15.83 N/mm²	15.48 N/mm²	15.48 N/mm²
SgmWst	30.40 N/mm²	30.40 N/mm²	29.73 N/mm²	29.73 N/mm²
UC1	0.15	0.15	0.14	0.14
UC2	0.05	0.05	0.05	0.05
SgmWsd	23.75 N/mm²	23.75 N/mm²	24.29 N/mm²	24.29 N/mm²
UC3	0.11	0.11	0.12	0.12
Nt1	55249 N	55249 N	55249 N	55249 N
knd	1.00	1.00	1.00	1.00
Nd1	55249 N	55249 N	55249 N	55249 N
UCt1	0.16	0.16	0.16	0.16
UCd1	0.16	0.16	0.16	0.16
UClas	0.15	0.15	0.14	0.14
UCdia	0.16	0.16	0.16	0.16
UCgeo	0.78	0.78	0.78	0.78

UClas	0.15	0.14
UCdia	0.83	0.83

Conclusie:
- Lassen: UClas = 0.15 <= 1.00 dus: voldoen
- Aansluitingen: UCdia = 0.83 <= 1.00 dus: voldoen

Eindconclusie:
- Aansluiting diagonalen voldoet
  bij B.C.9: d) Eigen gewicht + gewas + installaties + aardbeving

3.17.4.4 Controle van de gootverticaal
- Veerstijfheid van de aansluiting van de bovenrand-goot "uit het vlak":
  Hoekverdraaiing door torsie onderrand:

$$V1 = \frac{kap}{Gbr * Itor * 2} = \frac{4600}{80769 * 853355 * 2} = 33.37 \quad *10\text{-}9\ 1/Nmm$$

  Hoekverdraaiing door gootverticaal (goot):

$$V2 = \frac{hspant}{2 * Egv * Igv} = \frac{630}{2 * 210000 * 1083901} = 1.38 \quad *10\text{-}9\ 1/Nmm$$

  Hoekverdraaiing door inklemming (onderrand):

$$V3 = \frac{hspant}{Egv * Igv} = \frac{630}{210000 * 1083901} = 2.77 \quad *10\text{-}9\ 1/Nmm$$

  Hoekverdraaiing door gootverticaal (buiging):

$$V4 = \frac{hspant}{3 * Egv * Igv} = \frac{630}{3 * 210000 * 1083901} = 0.92 \quad *10\text{-}9\ 1/Nmm$$

  Hoekverdraaiing door gootverticaal (bovenrand):

$$V5 = \frac{vspant}{2 * Egv * Igv} = \frac{80}{2 * 210000 * 1083901} = 0.18 \quad *10\text{-}9\ 1/Nmm$$

  Hoekverdraaiing door opzetkolom (buiging):

$$V6 = \frac{vspant}{3 * Egv * Igv} = \frac{80}{3 * 210000 * 1083901} = 0.42 \quad *10\text{-}9\ 1/Nmm$$

  Moment bij bovenrand

$$M0 = \frac{(V3+V6-V2)*hspant*vspant^2 - V4*vspant*hspant^2 + V5*hspant3}{(V1+V4+v5)*hspant^2 + (V1+V3+v6)*vspant^2 + (2*V1+V2)*vspant*hspant} = 1.3 \quad Nm$$

  Geeft de veerstijfheid ter plaatse van de bovenrand:

$$kbr = \frac{vspant + hspant}{V4*vspant*hspant^2 - V5*hspant3 + [(V4+V5+V1)*hspant^2 + V1*vspant*hspant]*M0}$$

  kbr = 148526.4 N/mm

  Vereiste kritische veerstijfheid: kcr = 196.9 N/mm

- Controle: 148526.4 N/mm > 196.9 N/mm, dus veerstijfheid voldoet.

- Controle op knik:
  - Maatgevende verticale kracht: Ngv = Fvg = -780 N
  - Capaciteit van de verticaal : Fgvertd = 229432 N (zie 4.6)

  - Controle: |-780 | N < 229432 N, dus gootverticaal voldoet.

Conclusie:
- Gootverticaal voldoet qua sterkte/stabiliteit en stijfheid
  bij B.C.9: d) Eigen gewicht + gewas + installaties + aardbeving

3.17.4.5 Controle van de bouten van de spant-kolom-aansluiting:

Controle van de krachten op de bout(en) bij de bovenrand:

Tabel 3.17.4.5.1: Belastingen bij bovenrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,br [N]	Fs,br [N]	Fi,br [N]
18.40	-21827	248	5815	40944	2908	41150
36.80	-17387	249	-5332	32640	-2666	32857
73.60	-16046	-10	5201	30004	2600	30229
92.00	-22910	-11	-5947	42840	-2973	43046

Gegevens van de eindplaat bij de bovenrand:
- Aantal bouten bij de bovenrand: nbb = 1
- Momenten-arm bij bovenrand: hbbout = 535 mm
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Normaalkracht: $Ft = \frac{Nt}{2 * nbb} - \frac{M}{hbbout}$ met Ft >= 0 N
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * Q
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,br max = 43046 N (zie tabel)
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Fi,br max = 1.30 * 43046 = 55960 N
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbtb max = 282240 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 55960 N < 282240 N, dus bout bij bovenrand (M20-8.8) voldoet.
bij B.C.9: d) Eigen gewicht + gewas + installaties + aardbeving

Controle van de krachten op de bout(en) bij de onderrand:

Tabel 3.17.4.5.2: Belastingen bij onderrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,or [N]	Fs,or [N]	Fi,or [N]
18.40	-21827	248	5815	0	2908	4112
36.80	-17387	249	-5332	0	-2666	3771
73.60	-16046	-10	5201	0	2600	3677
92.00	-22910	-11	-5947	0	-2973	4205

Gegevens van de eindplaat bij de onderrand:
- Aantal bouten bij de onderrand: nbo = 1
- Momenten-arm bij onderrand: hobout = 535 mm
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Normaalkracht: $Ft = \frac{Nt}{2 * nbo} + \frac{M}{hobout}$ met Ft >= 0 N
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * Q
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,or max = 4205 N (zie tabel)
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Fi,or max = 1.30 * 4205 = 5467 N
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbto max = 282240 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 5467 N < 282240 N, dus bout bij onderrand (M20-8.8) voldoet.
bij B.C.9: d) Eigen gewicht + gewas + installaties + aardbeving

3.17.4.5 Controle van de eindplaat op pons:

Bij de boutverbinding van de bovenrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxb = 42.8 kN (zie tabel hiervoor)
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Ftmaxb = 1.30 * 42.8 = 55.7 N
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capb = 423 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 55.7 kN < 423 kN, dus eindplaat (ST120*15.0) voldoet
zonder onderlegring bij de bovenste bout
bij B.C.9: d) Eigen gewicht + gewas + installaties + aardbeving

Bij de boutverbinding van de onderrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxo = 0.0 kN (zie tabel hiervoor)
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Ftmaxo = 1.30 * 0.0 = 0.0 kN
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capo = 423 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0.0 kN < 423 kN, dus eindplaat (ST120*15.0) voldoet
zonder onderlegring bij de onderste bout
bij B.C.9: d) Eigen gewicht + gewas + installaties + aardbeving

3.17.4.5 Controle van de eindplaat op buiging:

Tabel 3.17.4.5.4.1: Belastingen van de eindplaat van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Normaal-kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ftrb [N]	Ftro [N]
18.40	-21827	248	5815	37757	0
36.80	-17387	249	-5332	30101	0
73.60	-16046	-10	5201	27662	0
92.00	-22910	-11	-5947	39495	0

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de bovenrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftrb = \frac{N + sn*Q}{2} - \frac{M}{ht,eff} \text{ met } Ftrb>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftrb(max) * e = 0.5 * 39495 * 25.0 = 494 Nm
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Mep = 1.30 * 494 = 642 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 7533 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 642 Nm < 7533 Nm, dus eindplaat (ST120*15.0) voldoet
bij B.C.9: d) Eigen gewicht + gewas + installaties + aardbeving

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de onderrand:
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftro(max) * e = 0.5 * 0 * 25.0 = 0 Nm
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Mep = 0.00 * 0 = 0 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 7533 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0 Nm < 7533 Nm, dus eindplaat (ST120*15.0) voldoet
bij B.C.9: d) Eigen gewicht + gewas + installaties + aardbeving

De lasverbindingen tussen eindplaat met resp. de boven- en onderrand
zijn niet gecontroleerd.

3.17.4.6 Controle van de bouten van de koppelaansluiting:

Controle van de krachten op de bout(en) bij de bovenrand:

Tabel 3.17.4.6.1: Belastingen bij bovenrand van de koppelaansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,br [N]	Fs,br [N]	Fi,br [N]
25.30	5104	253	1733	0	866	1225
25.30	5104	253	1733	0	866	1225
29.90	6218	253	-1249	0	-624	883
29.90	6218	253	-1249	0	-624	883
80.50	6646	-5	1118	0	559	791
80.50	6646	-5	1118	0	559	791
85.10	4934	-6	-1863	0	-932	1318
85.10	4934	-6	-1863	0	-932	1318

Gegevens van de koppelplaat bij de bovenrand:
- Aantal bouten bij de bovenrand: nbb = 1
- Momenten-arm bij bovenrand: hbbout = 597 mm
- Teken dwarskracht bij eindpositie sn=+1 en bij beginpositie sn=-1

$$\text{- Normaalkracht: } Ft = \frac{N + sn*Q}{2 * nbb} - \frac{M}{hbbout} \text{ met } Ft >= 0N$$

- Schuifkracht: $Fs = 0.5 * -N - sn*Q$
- Ideële kracht: $Fi = (Ft^2 + 2*Fs^2)0.5$
- Maximale optredende kracht: Fi,br max = 1318 N (zie tabel)
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Fi,br max = 1.30 * 1318 = 1713 N
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbtb max = 180864 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 1713 N < 180864 N, dus bout bij bovenrand (M16-8.8) voldoet.
bij B.C.9: d) Eigen gewicht + gewas + installaties + aardbeving

Controle van de krachten op de bout(en) bij de onderrand:

Tabel 3.17.4.6.2: Belastingen bij onderrand van de koppelaansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,or [N]	Fs,or [N]	Fi,or [N]
25.30	5104	253	1733	4356	866	4525
25.30	5104	253	1733	4356	866	4525
29.90	6218	253	-1249	6134	-624	6197
29.90	6218	253	-1249	6134	-624	6197
80.50	6646	-5	1118	5874	559	5927
80.50	6646	-5	1118	5874	559	5927
85.10	4934	-6	-1863	5034	-932	5203
85.10	4934	-6	-1863	5034	-932	5203

Gegevens van de koppelplaat bij de onderrand:
- Aantal bouten bij de onderrand: nbo = 2
- Momenten-arm bij onderrand: hobout = 1080 mm
- Teken dwarskracht bij eindpositie sn=+1 en bij beginpositie sn=-1

$$\text{- Normaalkracht: } Ft = \frac{N + sn*Q}{2 * nbo} + \frac{M}{hobout} \text{ met } Ft >= 0N$$

- Schuifkracht: $Fs = 0.5 * -N - sn*Q$
- Ideële kracht: $Fi = (Ft^2 + 2*Fs^2)0.5$
- Maximale optredende kracht: Fi,or max = 6197 N (zie tabel)
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Fi,or max = 1.30 * 6197 = 8056 N
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbto max = 180864 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 8056 N < 180864 N, dus bout bij onderrand (M16-8.8) voldoet.
bij B.C.9: d) Eigen gewicht + gewas + installaties + aardbeving

3.17.4.6 Controle van de koppelplaat op pons:
Bij de boutverbinding van de bovenrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxb = 0.0 kN (zie tabel hiervoor)
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Ftmaxb = 1.30 * 0.0 = 0.0 kN
- Capaciteit van de koppelplaat: Fp,capb = 336 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0.0 kN < 336 kN, dus koppelplaat (ST100*15.0) voldoet
zonder onderlegring bij de bovenste bout
bij B.C.9: d) Eigen gewicht + gewas + installaties + aardbeving

Bij de boutverbinding van de onderrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxo = 6.1 kN (zie tabel hiervoor)
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Ftmaxo = 1.30 * 6.1 = 8.0 kN
- Capaciteit van de koppelplaat: Fp,capo = 336 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 8.0 kN < 336 kN, dus koppelplaat (ST100*15.0) voldoet
zonder onderlegring bij de onderste bout
bij B.C.9: d) Eigen gewicht + gewas + installaties + aardbeving

3.17.4.6 Controle van de koppelplaat op buiging:

Tabel 3.17.4.6.4.1: Belastingen van de koppelplaat.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Normaal-kracht
x	M	N	Q	Ftrb	Ftro
[m]	[Nm]	[N]	[N]	[N]	[N]
25.30	5104	253	1733	0	8060
25.30	5104	253	1733	0	8060
29.90	6218	253	-1249	0	11471
29.90	6218	253	-1249	0	11471
80.50	6646	-5	1118	0	10897
80.50	6646	-5	1118	0	10897
85.10	4934	-6	-1863	0	9436
85.10	4934	-6	-1863	0	9436

Resulterende trekkracht in de koppelplaat bij de bovenrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftrb = \frac{N + sn*Q}{2} - \frac{M}{ht,eff} \quad \text{met } Ftrb>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de koppelplaat:
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftrb(max) * e = 0.5 * 0 * 25.0 = 0 Nm
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Mep = 1.30 * 0 = 0 Nm
- Capaciteit van de koppelplaat: Mp,cap = 3512 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0 Nm < 3512 Nm, dus koppelplaat (ST100*15.0) voldoet
bij B.C.9: d) Eigen gewicht + gewas + installaties + aardbeving

Resulterende trekkracht in de koppelplaat bij de onderrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftro = \frac{N + sn*Q}{2} + \frac{M}{ht,eff} \quad \text{met } Ftro>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de koppelplaat:
- Normaalkracht : Ftbout(2) = 6.1 * 530.0 /630.0 = 5.2 kN
- Normaalkracht : Ftbout(1) = 6.1 * 630.0 /630.0 = 6.1 kN
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * max(Ftbout(2) * e(2), Ftbout(1) * e(1))
= 0.5 * max(5.2 * 25 , 6.1 * 25) = 77 Nm
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Mep = 1.30 * 77 = 100 Nm
- Capaciteit van de koppelplaat: Mp,cap = 2363 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 100 Nm < 2363 Nm, dus koppelplaat (ST100*15.0) voldoet
bij B.C.9: d) Eigen gewicht + gewas + installaties + aardbeving

De lasverbindingen tussen koppelplaat met resp. de boven- en onderrand
zijn niet gecontroleerd.

3.17.5 De krachtsverdeling in de 1e rij tralies:

Tabel 3.17.5.1: Momentenlijn, normaal- en dwarskrachtenlijn.

Positie	Momentenlijn	Normaal-	Dwars-
		krachtenlijn	krachtenlijn
x in [m]	M(x) in [Nm]	N(x) in [N]	Q(x) in [N]
begin - eind	(+ = U/- =)	(+ = trek)	(+ = ~~~___)
0.00 - 4.60	242 14872	262 262	4282 2081
4.60 - 9.20	14872 15791	265 265	1301 -901
9.20 - 13.80	15793 2995	263 263	-1681 -3883
13.80 - 18.40	2999 -23525	256 256	-4663 -6865
92.00 - 96.60	-21727 3642	-180 -180	6617 4416
96.60 - 101.2	3640 15301	-174 -174	3636 1434
101.2 - 105.8	15301 13246	-172 -172	654 -1548
105.8 - 110.4	13248 -2530	-175 -175	-2328 -4530

3.17.5.1 Controle van de stijfheid van de tralie:

De toelaatbare doorbuiging van alle tralieliggers wordt bepaald per tralie:
- uvtoel = 18400 / 250 < 30.0 mm, dus: uvtoel = 30.0 mm

Uit de U-lijn is de maximale doorbuiging:
- doorbuiging umax = -10.21 mm

- Controle van de 1e rij tralies:
  Doorbuiging: |-10.2 | mm < 30.0 mm, dus: voldoet.
  bij B.C.9: d) Eigen gewicht + gewas + installaties + aardbeving

3.17.5.2 Controle van de bovenrand:

3.17.5.2 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de bovenrand:

- De normaalkracht in de bovenrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = -M/0.5800 + N/2 (voor N en M, zie 3.17.5.1)
    met: Effectieve spanthoogte: 580.0 mm

Tabel 3.17.52: Normaalkrachtenverloop in de bovenrand.

Plaats	Normaalkracht in [N]	Systeem-
	(trek = positief)	lengte
x in [m]	Spant	[mm]
0.00 - 4.60	-286 -25510	4599
4.60 - 9.20	-25509 -27093	4600
9.20 - 13.80	-27097 -5032	4600
13.80 - 18.40	-5042 40688	4601
92.00 - 96.60	37370 -6369	4599
96.60 - 101.2	-6363 -26468	4600
101.2 - 105.8	-26468 -22923	4600
105.8 - 110.4	-22929 4275	4601

3.17.5.2 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Tabel 3.17.5.2:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de bovenrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-bepaling begin-eind	Normaalkrachten (trek = positief) [N] "begin"	"einde"	Rand-voor-waar-den	Mouty fact. ß m	Knfct staaf-lengte ß m×ß n	Knik-lengte [mm]	Klasse	Sterkte UC	Stab. UC
0.00- 4.60	-286	-25510	e-z	0.633	0.464	2134	1	0.11	0.15
4.60- 9.20	-25509	-27093	z-z	0.652	0.643	2960	1	0.12	0.19
9.20-13.80	-27097	-5032	z-z	0.652	0.513	2361	1	0.12	0.16
13.80-18.40	-5042	40688	z-m	0.653	0.432	1988	1	0.02	0.03
92.00-96.60	37370	-6369	m-z	0.653	0.432	1987	1	0.03	0.04
96.60-101.2	-6363	-26468	z-z	0.652	0.524	2409	1	0.12	0.16
101.2-105.8	-26468	-22923	z-z	0.652	0.632	2906	1	0.12	0.19
105.8-110.4	-22929	4275	z-e	0.633	0.422	1943	1	0.10	0.13

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (0.88 - 0.2)*(|-27093 |/(0.611 *229893 /1.0)) = 1.02
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-27093 |/(0.611 *229893 /1.0)) = 1.04
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(1.02   , 1.04   ) = 1.02
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.61

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-27093 |/(0.611 *229893 /1.0)+1.02 *|0.0 |/(1.00*5873.1 /1.0)
           = 0.193 + 0.000 = 0.193
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-27093 |/(0.859 *229893 /1.0)+0.61 *|0.0 |/(1.00*5873.1 /1.0)
           = 0.137 + 0.000 = 0.137

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.193 , 0.137) = 0.193

- controle: 0.19 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.17.5.2 Stabiliteitscontrole in het vlak:

- Nabij de zwevende goten:

  - Maatgevende normaaldrukkracht: Ndmax = -27097 N

  - Kniklengte: lky = 0.80 * lveld = 0.80 * 1150 = 920 mm
    (lky > lveld/2, omdat de kortere velden, de langere velden steunen.)
  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + (0.47 - 0.2)*(|-27097 |/(0.859 *229893 /1.0)) = 0.93
  Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-27097 |/(0.859 *229893 /1.0)) = 1.00
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.93   , 1.00   ) = 0.93
  Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.56

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-27097 |/(0.859 *229893 /1.0)+0.93 *|0.0 |/(1.00*3961.1 /1.0)
           = 0.137 + 0.000 = 0.137
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-27097 |/(0.962 *229893 /1.0)+0.56 *|0.0 |/(1.00*3961.1 /1.0)
           = 0.122 + 0.000 = 0.122

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.137 , 0.122) = 0.137

- controle: 0.14 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.17.5.2 Doorsnede-controle van de bovenrand:

           |NEd| |-27097 |
- UCDruk = ----- = --------- = 0.12
           Nc.Rd   229893

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 40688   N

           |NEd| |40688 |
- UCTrek = ----- = --------- = 0.18
           Nc.Rd   229893

Trek is maatgevend.

- Controle: 0.18 < 1.00, dus de treksterkte voldoet.

Conclusie:
- Bovenrand (RHBK100*50*3.0) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.9: d) Eigen gewicht + gewas + installaties + aardbeving

3.17.5.3 Controle van de onderrand:

3.17.5.3 Berekening van het normaalkrachtenverloop in de onderrand:
(voor de achterliggende theorie wordt verwezen naar hoofdstuk 4)

Tabel 3.17.53: Normaalkrachtenverloop in de onderrand.
- De normaalkracht in de onderrand wordt als volgt berekend:
  - Normaalkracht: Nd = M/0.5800 + N/2 (voor N en M, zie 3.17.5.1)
    met: Effectieve spanthoogte: 580.0 mm

Tabel 3.17.53: Normaalkrachtenverloop in de onderrand.

Plaats x in [m]	Normaalkracht in [N] (trek = positief) Spant	Systeem-lengte [mm]
0.00 - 4.60	548 25772	4599
4.60 - 9.20	25773 27358	4600
9.20 - 13.80	27360 5295	4600
13.80 - 18.40	5298 -40432	4601
92.00 - 96.60	-37550 6189	4599
96.60 - 101.2	6190 26294	4600
101.2 - 105.8	26296 22751	4600
105.8 - 110.4	22754 -4450	4601

3.17.5.3 Stabiliteitscontrole uit het vlak:

Tabel 3.17.5.3:
Berekening van de stabiliteit-spanning uit het vlak van de onderrand per kap.
(alleen voor kappen waar druk optreedt).

Kniklengtebepaling volgens methode Mouty en Eurocode 3

Plaats-bepaling begin-eind	Normaalkrachten (trek = positief) [N] "begin" "einde"	Rand-voor-waar-den	Mouty fact. ß m	Knfct staaf-lengte ß m×ß n	Knik-lengte [mm]	Klasse PlPerc	Sterkte UC	Stab. UC
0.00- 4.60	548 25772	e-z	0.650	0.430	1978	1	0.01	0.01
13.80-18.40	5298 -40432	z-m	0.666	0.457	2102	1	0.18	0.23
92.00-96.60	-37550 6189	m-z	0.666	0.449	2065	1	0.16	0.21
105.8-110.4	22754 -4450	z-e	0.650	0.430	1979	1	0.02	0.02

- Voor de maatgevende doorsnede:

  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
       = 0.90 * (1.0 + (0.63 - 0.2)*(|-40432 |/(0.770 *229893 /1.0)) = 0.99
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
       = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-40432 |/(0.770 *229893 /1.0)) = 1.06
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(0.99 , 1.06) = 0.99
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.59

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-40432 |/(0.770 *229893 /1.0)+0.99 *|0.0 |/(1.00*5873.1 /1.0)
           = 0.228 + 0.000 = 0.228
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
           = |-40432 |/(0.791 *229893 /1.0)+0.59 *|0.0 |/(1.00*5873.1 /1.0)
           = 0.222 + 0.000 = 0.222

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.228 , 0.222) = 0.228

- controle: 0.23 < 0.95, dus de stabiliteit voldoet.

3.17.5.3 Stabiliteitscontrole in het vlak (nabij de kolom-aansluitingen):

- Maatgevend: Ndmax = N + |Q|/tan(alfa) = -40432 + |-6865 |/tan(42.7) = -32983 N
  (N.B.: 1e drukdiagonaal reduceert de normaaldrukkracht in de onderrand)

- Kniklengte: lky = 1.00*lveld = 1.00 * 1150 = 1150 mm
  (lky = lveld, volgens NEN 3851 art. 2.5.6.2.c.)

  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.40 (het profiel is geschoord).
  M1 = 0.00 , M2 = 0.00 , Ms = 0.00 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.40 * (1.0 + (0.59 - 0.2)*(|-32983 |/(0.791 *229893 /1.0)) = 0.43
  Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.40 * (1.0 + 0.8*(|-32983 |/(0.791 *229893 /1.0)) = 0.46
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.43 , 0.46) = 0.43
  Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.26

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-32983 |/(0.791 *229893 /1.0)+0.43 *|0.0 |/(1.00*3961.1 /1.0)
           = 0.181 + 0.000 = 0.181
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-32983 |/(0.927 *229893 /1.0)+0.26 *|0.0 |/(1.00*3961.1 /1.0)
           = 0.155 + 0.000 = 0.155

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.181 , 0.155) = 0.181

- controle: 0.18 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

3.17.5.3 Doorsnede-controle van de onderrand:

$$\text{UCDruk} = \frac{|N_{Ed}|}{N_{c.Rd}} = \frac{|-40432|}{229893} = 0.18$$

- Maatgevende normaaltrekkracht: Ntmax = 27360 N

$$\text{UCTrek} = \frac{|N_{Ed}|}{N_{c.Rd}} = \frac{|27360|}{229893} = 0.12$$

Druk is maatgevend.

- Controle: 0.18 < 1.00, dus de druksterkte voldoet.

Conclusie:
- Onderrand (RHBK100*50*3.0) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.9: d) Eigen gewicht + gewas + installaties + aardbeving

3.17.5.4 Controle van de diagonalen:

3.17.5.4 Controle van de drukdiagonalen:

Gezien de toepassing spitst de controle van de drukdiagonalen zich toe
op de eindkappen van de tralies, d.w.z. tussen kopplaat en 1e zwevende goten.

- Controle op druk (bij neerwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qddmaxd = -6617   N (zie tabel 3.17.5.1)
    (+ = druk in drukdiagonaal)
    Extra dwarskracht i.v.m. mogelijke positie transportlast in eerste
    diagonaalveld in plaats van het midden van de overspanning.
    Vert.puntlast: Fpunt = 0.00 * max(0   , 1000) + 1.02 * 0   = 0   N

$$\text{- Res.diag.drukkracht: } N_{ddiagd} = \frac{Q_{ddmaxd} - F_{punt}/2}{\sin(\alpha)} = \frac{-6617 - 0/2}{\sin(42.7)} = -9763 \text{ N}$$

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$UC_{sterkte} = \frac{|N_{Ed}|}{N_{c.Rd}} = \frac{|10130|}{84071} = 0.195$$

  controle: 0.195 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
  Profiel alleen op trek belast, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie:
- Drukdiagonalen (RHBK50*30*2.0 mm) voldoen qua trek/druk
  bij B.C.9: d) Eigen gewicht + gewas + installaties + aardbeving

3.17.5.4 Controle van de trekdiagonalen:

Er wordt vanuit gegaan, dat de trekdiagonalen als zodanig worden toegepast in
de eindkappen en als trek- en drukdiagonalen in eventuele middenkappen.

- Controle op trek (in de eindkappen bij neerwaartse belasting en evt. in de middenkappen
  bij opwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qtdmaxt = 6617 N (zie tabel 3.17.5.1)
    (+ = trek in trekdiagonaal)

$$\text{Ntdiagt} = \frac{\text{Qtdmaxt+Fpunt/2}}{\sin(\text{alfa})} = \frac{6617 + 0 \;/2}{\sin(42.7)} = 9763 \text{ N}$$

 - Sterkte: Capaciteit trekdiagonaal: Ftdiagt = 51938 N (zie 4.4)

$$\text{UCsterkte} = \frac{|\text{NEd}|}{\text{Ftdiagt}} = \frac{|9763|}{51938} = 0.188$$

  - UC-Trek : 0.188 < 1.00, dus trekdiagonaal voldoet.

- Controle op druk (in de eindkappen bij opwaartse belasting en evt. in de middenkappen
  bij neerwaartse belasting):

  - Maatgevende dwarskracht : Qtdmaxd = 6865 N (zie tabel 3.17.5.1)
    (+ = druk in trekdiagonaal)

$$\text{Ntdiagd} = \frac{-\text{Qtdmaxd}}{\sin(\text{alfa})} = \frac{-6865}{\sin(42.7)} = -10130 \text{ N}$$

 - Sterkte: Capaciteit trekdiagonaal: Ftdiagd = 70220 N (zie 4.4)

$$\text{UCsterkte} = \frac{|\text{NEd}|}{\text{Ftdiagd}} = \frac{|10130|}{70220} = 0.144$$

  - UC-Druk : 0.144 < 1.00, dus trekdiagonaal voldoet.

Conclusie:
- Trekdiagonalen (RHBK50*30*2.0 mm) voldoen qua trek/druk
  bij B.C.9: d) Eigen gewicht + gewas + installaties + aardbeving

3.17.5.4 Controle van de (las)verbindingen:

	Drukdiagonaal		Trekdiagonaal	
	Nd = -9763 N		Nd = - 10130 N	
	Nt = 10130 N		Nt = 9763 N	
	Fstev = 7448 N		Fstev = 7179 N	
	Fstlo = 6865 N		Fstlo = 6617 N	
	Msdt = 0.00 Nm		Msdt = 0.00 Nm	
	Fsdev = 7179 N		Fsdev = 7448 N	
	bovenrand	onderrand	bovenrand	onderrand
Tau1	18.28 N/mm²	18.28 N/mm²	17.62 N/mm²	17.62 N/mm²
Tau2	28.05 N/mm²	28.05 N/mm²	27.03 N/mm²	27.03 N/mm²
Sgm1	18.28 N/mm²	18.28 N/mm²	17.62 N/mm²	17.62 N/mm²
SgmWst	35.10 N/mm²	35.10 N/mm²	33.83 N/mm²	33.83 N/mm²
UC1	0.17	0.17	0.16	0.16
UC2	0.06	0.06	0.06	0.06
SgmWsd	27.03 N/mm²	27.03 N/mm²	28.05 N/mm²	28.05 N/mm²
UC3	0.13	0.13	0.13	0.13
Nt1	55249 N	55249 N	55249 N	55249 N
knd	1.00	1.00	1.00	1.00
Nd1	55249 N	55249 N	55249 N	55249 N
UCt1	0.18	0.18	0.18	0.18
UCd1	0.18	0.18	0.18	0.18
UClas	0.17	0.17	0.16	0.16
UCdia	0.18	0.18	0.18	0.18
UCgeo	0.78	0.78	0.78	0.78
UClas	0.17		0.16	
UCdia	0.83		0.83	

Conclusie:
- Lassen: UClas = 0.17 <= 1.00 dus: voldoen
- Aansluitingen: UCdia = 0.83 <= 1.00 dus: voldoen

Eindconclusie:
- Aansluiting diagonalen voldoet
  bij B.C.9: d) Eigen gewicht + gewas + installaties + aardbeving

3.17.5.4 Controle van de gootverticaal
- Veerstijfheid van de aansluiting van de bovenrand-goot "uit het vlak":
  Hoekverdraaiing door torsie onderrand:

$$V1 = \frac{kap}{Gbr * Itor * 2} = \frac{4600}{80769 * 853355 * 2} = 33.37 \quad *10\text{-}9\ 1/Nmm$$

  Hoekverdraaiing door gootverticaal (goot):

$$V2 = \frac{hspant}{2 * Egv * Igv} = \frac{630}{2 * 210000 * 1083901} = 1.38 \quad *10\text{-}9\ 1/Nmm$$

  Hoekverdraaiing door inklemming (onderrand):

$$V3 = \frac{hspant}{Egv * Igv} = \frac{630}{210000 * 1083901} = 2.77 \quad *10\text{-}9\ 1/Nmm$$

  Hoekverdraaiing door gootverticaal (buiging):

$$V4 = \frac{hspant}{3 * Egv * Igv} = \frac{630}{3 * 210000 * 1083901} = 0.92 \quad *10\text{-}9\ 1/Nmm$$

  Hoekverdraaiing door gootverticaal (bovenrand):

$$V5 = \frac{vspant}{2 * Egv * Igv} = \frac{80}{2 * 210000 * 1083901} = 0.18 \quad *10\text{-}9\ 1/Nmm$$

  Hoekverdraaiing door opzetkolom (buiging):

$$V6 = \frac{vspant}{3 * Egv * Igv} = \frac{80}{3 * 210000 * 1083901} = 0.42 \quad *10\text{-}9\ 1/Nmm$$

  Moment bij bovenrand

$$M0 = \frac{(V3+V6-V2)*hspant*vspant^2 - V4*vspant*hspant^2 + V5*hspant3}{(V1+V4+v5)*hspant^2 + (V1+V3+v6)*vspant^2 + (2*V1+V2)*vspant*hspant} = 1.3 \quad Nm$$

  Geeft de veerstijfheid ter plaatse van de bovenrand:

$$kbr = \frac{vspant + hspant}{V4*vspant*hspant^2 - V5*hspant3 + [(V4+V5+V1)*hspant^2 + V1*vspant*hspant]*M0}$$

  kbr = 148526.4 N/mm

  Vereiste kritische veerstijfheid: kcr = 196.9 N/mm

- Controle: 148526.4 N/mm > 196.9 N/mm, dus veerstijfheid voldoet.

- Controle op knik:
  - Maatgevende verticale kracht: Ngv = Fvg = -780 N
  - Capaciteit van de verticaal : Fgvertd = 229432 N (zie 4.6)

  - Controle: |-780 | N < 229432 N, dus gootverticaal voldoet.

Conclusie:
- Gootverticaal voldoet qua sterkte/stabiliteit en stijfheid
  bij B.C.9: d) Eigen gewicht + gewas + installaties + aardbeving

3.17.5.5 Controle van de bouten van de spant-kolom-aansluiting:

Controle van de krachten op de bout(en) bij de bovenrand:

Tabel 3.17.5.5.1: Belastingen bij bovenrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x	M	N	Q	Ft,br	Fs,br	Fi,br
[m]	[Nm]	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]
0.00	242	262	4282	0	2141	3028
18.40	-23525	256	-6865	44123	-3433	44389
92.00	-21727	-180	6617	40542	3309	40812
110.4	-2530	-175	-4530	4645	-2265	5642

Gegevens van de eindplaat bij de bovenrand:
- Aantal bouten bij de bovenrand: nbb = 1
- Momenten-arm bij bovenrand: hbbout = 535 mm
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Normaalkracht: $Ft = \frac{Nt}{2 * nbb} - \frac{M}{hbbout}$ met Ft >= 0 N
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * Q
- Ideële kracht: $Fi = (Ft^2 + 2*Fs^2)0.5$
- Maximale optredende kracht: Fi,br max = 44389 N (zie tabel)
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Fi,br max = 1.30 * 44389 = 57706 N
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbtb max = 282240 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 57706 N < 282240 N, dus bout bij bovenrand (M20-8.8) voldoet.
bij B.C.9: d) Eigen gewicht + gewas + installaties + aardbeving

Controle van de krachten op de bout(en) bij de onderrand:

Tabel 3.17.5.5.2: Belastingen bij onderrand van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x	M	N	Q	Ft,or	Fs,or	Fi,or
[m]	[Nm]	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]
0.00	242	262	4282	583	2141	3083
18.40	-23525	256	-6865	0	-3433	4855
92.00	-21727	-180	6617	0	3309	4679
110.4	-2530	-175	-4530	0	-2265	3203

Gegevens van de eindplaat bij de onderrand:
- Aantal bouten bij de onderrand: nbo = 1
- Momenten-arm bij onderrand: hobout = 535 mm
- Teken dwarskracht bij beginpositie sn=+1 en bij eindpositie sn=-1
- Normaalkracht: $Ft = \frac{Nt}{2 * nbo} + \frac{M}{hobout}$ met Ft >= 0 N
- Schuifkracht: Fs = 0.5 * Q
- Ideële kracht: $Fi = (Ft^2 + 2*Fs^2)0.5$
- Maximale optredende kracht: Fi,or max = 4855 N (zie tabel)
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Fi,or max = 1.30 * 4855 = 6311 N
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbto max = 282240 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 6311 N < 282240 N, dus bout bij onderrand (M20-8.8) voldoet.
bij B.C.9: d) Eigen gewicht + gewas + installaties + aardbeving

3.17.5.5 Controle van de eindplaat op pons:

Bij de boutverbinding van de bovenrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxb = 44.1 kN (zie tabel hiervoor)
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Ftmaxb = 1.30 * 44.1 = 57.4 N
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capb = 423 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 57.4 kN < 423 kN, dus eindplaat (ST120*15.0) voldoet
zonder onderlegring bij de bovenste bout
bij B.C.9: d) Eigen gewicht + gewas + installaties + aardbeving

Bij de boutverbinding van de onderrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxo = 0.6 kN (zie tabel hiervoor)
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Ftmaxo = 1.30 * 0.6 = 0.8 kN
- Capaciteit van de eindplaat: Fp,capo = 423 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0.8 kN < 423 kN, dus eindplaat (ST120*15.0) voldoet
zonder onderlegring bij de onderste bout
bij B.C.9: d) Eigen gewicht + gewas + installaties + aardbeving

3.17.5.5 Controle van de eindplaat op buiging:

Tabel 3.17.5.5.4.1: Belastingen van de eindplaat van de spant-kolom aansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Normaal-kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ftrb [N]	Ftro [N]
0.00	242	262	4282	0	548
18.40	-23525	256	-6865	40688	0
92.00	-21727	-180	6617	37370	0
110.4	-2530	-175	-4530	4275	0

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de bovenrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftrb = \frac{N + sn*Q}{2} - \frac{M}{ht,eff} \text{ met } Ftrb>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftrb(max) * e = 0.5 * 40688 * 25.0 = 509 Nm
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Mep = 1.30 * 509 = 661 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 7533 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 661 Nm < 7533 Nm, dus eindplaat (ST120*15.0) voldoet
bij B.C.9: d) Eigen gewicht + gewas + installaties + aardbeving

Resulterende trekkracht in de eindplaat bij de onderrand:
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftro(max) * e = 0.5 * 548 * 25.0 = 7 Nm
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Mep = 0.00 * 6851 = 9 Nm
- Capaciteit van de eindplaat: Mp,cap = 7533 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 9 Nm < 7533 Nm, dus eindplaat (ST120*15.0) voldoet
bij B.C.9: d) Eigen gewicht + gewas + installaties + aardbeving

De lasverbindingen tussen eindplaat met resp. de boven- en onderrand
zijn niet gecontroleerd.

3.17.5.6 Controle van de bouten van de koppelaansluiting:

Controle van de krachten op de bout(en) bij de bovenrand:

Tabel 3.17.5.6.1: Belastingen bij bovenrand van de koppelaansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,br [N]	Fs,br [N]	Fi,br [N]
6.90	16597	265	200	0	100	141
6.90	16597	265	200	0	100	141
11.50	10660	263	-2782	0	-1391	1967
11.50	10660	263	-2782	0	-1391	1967
98.90	10737	-174	2535	0	1267	1792
98.90	10737	-174	2535	0	1267	1792
103.5	15540	-172	-447	0	-223	316
103.5	15540	-172	-447	0	-223	316

Gegevens van de koppelplaat bij de bovenrand:
- Aantal bouten bij de bovenrand: nbb = 1
- Momenten-arm bij bovenrand: hbbout = 597 mm
- Teken dwarskracht bij eindpositie sn=+1 en bij beginpositie sn=-1

$$\text{- Normaalkracht: } Ft = \frac{N + sn*Q}{2 * nbb} - \frac{M}{hbbout} \text{ met } Ft >= 0N$$

- Schuifkracht: Fs = 0.5 * -N - sn*Q
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,br max = 1967 N (zie tabel)
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Fi,br max = 1.30 * 1967 = 2557 N
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbtb max = 180864 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 2557 N < 180864 N, dus bout bij bovenrand (M16-8.8) voldoet.
bij B.C.9: d) Eigen gewicht + gewas + installaties + aardbeving

Controle van de krachten op de bout(en) bij de onderrand:

Tabel 3.17.5.6.2: Belastingen bij onderrand van de koppelaansluiting.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Schuif-kracht	Ideële kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ft,or [N]	Fs,or [N]	Fi,or [N]
6.90	16597	265	200	15386	100	15387
6.90	16597	265	200	15386	100	15387
11.50	10660	263	-2782	10633	-1391	10813
11.50	10660	263	-2782	10633	-1391	10813
98.90	10737	-174	2535	9266	1267	9438
98.90	10737	-174	2535	9266	1267	9438
103.5	15540	-172	-447	14459	-223	14463
103.5	15540	-172	-447	14459	-223	14463

Gegevens van de koppelplaat bij de onderrand:
- Aantal bouten bij de onderrand: nbo = 2
- Momenten-arm bij onderrand: hobout = 1080 mm
- Teken dwarskracht bij eindpositie sn=+1 en bij beginpositie sn=-1

$$\text{- Normaalkracht: } Ft = \frac{N + sn*Q}{2 * nbo} + \frac{M}{hobout} \text{ met } Ft >= 0N$$

- Schuifkracht: Fs = 0.5 * -N - sn*Q
- Ideële kracht: Fi = (Ft² + 2*Fs²)0.5
- Maximale optredende kracht: Fi,or max = 15387 N (zie tabel)
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Fi,or max = 1.30 * 15387 = 20003 N
- Capaciteit van het bouttype: Fi,capbto max = 180864 N (zie hoofdstuk 4)

Controle: 20003 N < 180864 N, dus bout bij onderrand (M16-8.8) voldoet.
bij B.C.9: d) Eigen gewicht + gewas + installaties + aardbeving

3.17.5.6 Controle van de koppelplaat op pons:
Bij de boutverbinding van de bovenrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxb = 0.0 kN (zie tabel hiervoor)
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Ftmaxb = 1.30 * 0.0 = 0.0 kN
- Capaciteit van de koppelplaat: Fp,capb = 336 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0.0 kN < 336 kN, dus koppelplaat (ST100*15.0) voldoet
zonder onderlegring bij de bovenste bout
bij B.C.9: d) Eigen gewicht + gewas + installaties + aardbeving

Bij de boutverbinding van de onderrand:
- Normaal(trek)kracht bout: Ftmaxo = 15.4 kN (zie tabel hiervoor)
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Ftmaxo = 1.30 * 15.4 = 20.0 kN
- Capaciteit van de koppelplaat: Fp,capo = 336 kN (zie hoofdstuk 4)

Controle: 20.0 kN < 336 kN, dus koppelplaat (ST100*15.0) voldoet
zonder onderlegring bij de onderste bout
bij B.C.9: d) Eigen gewicht + gewas + installaties + aardbeving

3.17.5.6 Controle van de koppelplaat op buiging:

Tabel 3.17.5.6.4.1: Belastingen van de koppelplaat.

Positie	Moment	Normaal-kracht	Dwars-kracht	Normaal-kracht	Normaal-kracht
x [m]	M [Nm]	N [N]	Q [N]	Ftrb [N]	Ftro [N]
6.90	16597	265	200	0	28648
6.90	16597	265	200	0	28648
11.50	10660	263	-2782	0	19901
11.50	10660	263	-2782	0	19901
98.90	10737	-174	2535	0	17157
98.90	10737	-174	2535	0	17157
103.5	15540	-172	-447	0	26930
103.5	15540	-172	-447	0	26930

Resulterende trekkracht in de koppelplaat bij de bovenrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftrb = \frac{N + sn*Q}{2} - \frac{M}{ht,eff} \quad \text{met } Ftrb>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de koppelplaat:
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * Ftrb(max) * e = 0.5 * 0 * 25.0 = 0 Nm
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Mep = 1.30 * 0 = 0 Nm
- Capaciteit van de koppelplaat: Mp,cap = 3512 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 0 Nm < 3512 Nm, dus koppelplaat (ST100*15.0) voldoet
bij B.C.9: d) Eigen gewicht + gewas + installaties + aardbeving

Resulterende trekkracht in de koppelplaat bij de onderrand:

$$\text{- Normaalkracht: } Ftro = \frac{N + sn*Q}{2} + \frac{M}{ht,eff} \quad \text{met } Ftro>=0N$$

Dit resulteert in het volgende moment in de koppelplaat:
- Normaalkracht : Ftbout(2) = 15.4 * 530.0 /630.0 = 12.9 kN
- Normaalkracht : Ftbout(1) = 15.4 * 630.0 /630.0 = 15.4 kN
Dit resulteert in het volgende moment in de eindplaat:
- Buigend moment: Mep = 0.5 * max(Ftbout(2) * e(2), Ftbout(1) * e(1))
= 0.5 * max(12.9 * 25 , 15.4 * 25) = 192 Nm
- Veiligheidsfactor seismische belastingen (1.30): Mep = 1.30 * 192 = 250 Nm
- Capaciteit van de koppelplaat: Mp,cap = 2363 Nm (zie hoofdstuk 4)

Controle: 250 Nm < 2363 Nm, dus koppelplaat (ST100*15.0) voldoet
bij B.C.9: d) Eigen gewicht + gewas + installaties + aardbeving

De lasverbindingen tussen koppelplaat met resp. de boven- en onderrand
zijn niet gecontroleerd.

Toetsing van de bepalende doorsnede (lkx= 4000 mm, lky= 4000 mm):

Toetsing van de bepalende doorsnede (lkx= 5527 mm, lky= 3600 mm):

Toetsing van de bepalende doorsnede (lkx= 7072 mm, lky= 4000 mm):

c) Berekening van de toelaatbare horizontale verplaatsing in :

- Rekening houdend met de glasbreedten :
  - reductiefactor gevel: r1 = 800 / bkg < 2.0;
    800 / 800 = 1.00, dus r1 = 1.00
  - reductiefactor dek : r2 = 1125 / bd < 2.0;
    1125 / 1125 = 1.00, dus r2 = 1.00
  - ugevel = h / 100 * r1 < 50.0 mm;
    4000 / 100 * 1.00 = 40.0 mm, dus ugevel = 57.3 mm
  - udek = 1/200 * v * r2 < 50.0 mm
    1/200 * 4000 * 1.00 = 30.0 mm, dus udek = 61.3 mm
  - utoel-b = ugevel + udek = 57.3 + 61.3 = 57.5 mm

- Bij een controle op seismische belastingen zijn de eisen op vervormingen niet relevant. Om te voorkomen dat de uitkomsten toch maatgevend zijn wordt een hoge bovengrens geïntroduceerd:
  Utoel.seismic = 2 * ph / 50 = 2 * 4000 / 50 = 160.0 mm

- Maatgevend :
  - utoel = Utoel.seismic = 160.0 mm

Bedrijf: Heuvel-Folie-Serres bvba, CK-324-1
Project: Hooghoutplant VOF,koude kas, NEN13031
Bestand: 1.CA_21-019 Hooghoutplant venlo 6x 18.40mph 4.00m.ckd

De controle is uitgevoerd met CASTA/Kassenbouw versie 3.10 SP5

4 K O L O M M E N

Kasgegevens:
- Kastype : Foliekas
- Overspanning (l) : 18.40 m (4 * 4.60 m)
- Aantal gekoppelde spanten : 6 (y-richting)
- Vakmaat (v) : 4.00 m
- Kolomhoogte (h) : 4.00 m
- Funderingstype : geen funderingsberekening (op vloer)

De navolgende rapportage van de CASTA controleberekening van de kolommen
van een kas is in overeenstemming met de algemene Nederlandse norm voor bouwconstructies
NEN-EN 1990 en de hierna volgende specifieke Nederlandse bouwnormen, waarmee is voldaan aan
bepalingen van het Bouwbesluit 2012 Hoofdstuk 2: Technische bouwvoorschriften uit oogpunt
van veiligheid, afdeling 2.1 Algemene sterkte van de bouwconstructie paragraaf 2.1.1 Nieuwbouw.

De kasconstructie is ingedeeld in gevolgklasse Classificatie KFI=0.85

Op deze berekening zijn de volgende normen van toepassing:
- NEN-EN 1990 Eurocode Grondslagen voor het ontwerp
- NEN-EN 1991 Eurocode 1: Belastingen op constructies
  * NEN-EN 1991-1-4: Windbelastingen
  * NEN-EN 1991-1-3: Sneeuwbelasting

De belastingen en belastingscombinaties zijn bepaald volgens:
- NEN3859 2012: Classificatie KFI=0.85; Windgebied III
- Basiswindsnelheid: Vb50 = 24.5 m/s met Cprob 15 jaar: Vb = 22.6 m/s
- Karateristieke Sneeuwbelasting: SK = 700.0 N/m² op de grond (50 jaar)

De controle berekeningen zijn geheel of gedeeltelijk uitgevoerd volgens de volgende normen:
- NEN-EN 1993 Eurocode 3: Ontwerp en berekening van staalconstructies
  * NEN-EN 1993-1-1: Algemene regels en regels voor gebouwen
  * NEN-EN 1993-1-3: Koudgevormde dunwandige profielen en platen
  * NEN-EN 1993-1-8: Ontwerp en berekening van verbindingen

(voor zover van toepassing voor de uitgevoerde controle berekening)
Bij de genoemde Eurocodes zijn de Nederlandse nationale bijlagen van toepassing

Voor een toelichting op de berekening van de kolommen wordt verwezen naar TNO rapport: BI-89-116*
"Rekenregels voor de dimensionering van de kolommen van Venlo-warenhuizen en Breedkapkassen volgens
NEN 3859", Delft/1989.

CASTA/Kassenbouw is een hulpmiddel bij het ontwerp van de constructie en onderdelen van een kas.
De gebruiker van CASTA/Kassenbouw is zelf verantwoordelijk voor het invoeren van de juiste gegevens.
TNO aanvaardt geen enkele aansprakelijkheid bij het toepassen van de resultaten van CASTA/Kassenbouw.
Het programma CASTA/Kassenbouw is ontwikkeld door TNO in samenwerking met en onder begeleiding van
de stichting Hortivation.
Voor meer informatie over CASTA/Kassenbouw kunt u contact opnemen met TNO (088 8663460).

4.1 Samenvatting maatgevende berekeningsresultaten:
(Tussen haakjes is per item het nummer van de maatgevende B.C. gegeven.)
- Kolommen:
  - Sterkte (B.C.3) : 0.45 < 1.00, dus: voldoet.
  - Spanning (B.C.3) : 0.44 < 1.00, dus: voldoet.
  - Stabiliteit (B.C.1) : 0.61 < 1.00, dus: voldoet.
  - Stijfheid (B.C.6) : 17.8 mm < 80.0 mm, dus: voldoet.
- Kantelstabiliteit fundatie : geen controleberekening uitgevoerd.

4.1.1 Eindconclusie(s):
- De kolommen voldoen qua sterkte/stabiliteit/stijfheid bij alle
  berekende belastingcombinaties.
  - Kolommen RHBK100*100*3.0 (S235 (EN10219)) : voldoen
- De fundatie is niet gecontroleerd!

4.1.2 Mededelingen/opmerkingen:
De belastingen en belastingscombinaties zijn bepaald volgens:
- NEN 3859 2012 (lichte bouwconstructies; tuinbouwkassen)
  - Onderzochte belastingcombinaties:
    - B.C.1: a2) Eigen gewicht + installaties + sneeuw + gewas(winter)
    - B.C.2: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (1e kap zuiging)
    - B.C.3: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht
    - B.C.4: c1) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties
    - B.C.5: c12) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties
    - B.C.6: a1) Eigen gewicht + gewas + installaties + wind + onderdruk
    - B.C.7: a1) Eigen gewicht + installaties + sneeuw (Ct=1.0)
    - B.C.8: d) Eigen gewicht + gewas + installaties + aardbeving

- Een eventuele gatverzwakking in de kolom ter plaatse van de onderrand
  van de tralieligger, bijvoorbeeld voor de doorvoer van kabels of
  draden, is niet in rekening gebracht. Dit kan de toepassing van een
  grotere wanddikte noodzakelijk maken.

- Voor de controle van de fundatie van de gevelkolommen wordt verwezen naar
  de onderdelen Kop- en Zijgevels. Met deze onderdelen van CASTA Kassenbouw
  kan de gevelfundatie gedimensioneerd en gecontroleerd worden.

- Met nadruk wordt erop gewezen, dat de zijgevelspantkolom óók moet voldoen
  aan de controle van de spantkolom onder het onderdeel Zijgevels.

- De controle is uitgevoerd inclusief de kolommenrij achter de kopgevel in zone G
  Zie EN13031-1, Figure B.2 - Zones for global pressure coefficients for walls 90 deg.

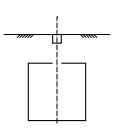
4.2 INVOERGEGEVENS

4.2.1 Type en afmetingen van de kas:
- Kastype : Foliekas
- Overspanning (l) : 18.40 m (4 * 4.60 m)
- Overspanning (l) : 18.40 m
- Vakmaat (v) : 4.00 m
- Kolomhoogte gevel : 4.00 m
- Kaslengte (L) : 40.0 m
- Minimum aantal aaneengesloten overspanningen (y-richting): 6

4.2.2 Overige gegevens van de kas:
- Dekhelling (alfa) : 25.0 graden
- Funderingshoogte (fh) : 0 mm
- Funderingstype : geen funderingsberekening (op vloer)
- Spanthoogte (hspant) : 630 mm
- Spantverlaging (vspant) : 80 mm

4.2.3 Kolommen:
- Posities van de kolom : Middenvelden; inclusief eerste kolommenrij achter de kopgevel
- Profiel : RHBK100*100*3.0
- Staalsoort kolommen : S235 (EN10219)
- Lengte kolom : 4000 mm
- Gat in de kolom : Nee
- Verjonging van de kolom : Nee

4.3 Gegevens van de fundering van de binnenkolommen:
- Op de vloer



4.3.1 Eigen gewicht van diverse kasonderdelen:
- Dek (qdek) : 35 N/m² grondoppervlak
- Goot (Qgoot) : 30 N/m
- Spant (Fspant 1e rij) : 3474 N
- Spant (Fspant 2e rij) : 3474 N
- Spant (Fspant midden) : 3474 N

4.3.2 Gegevens van de verhoogde teeltlaag:
- Geen verhoogde teeltlaag toegepast.

4.3.3 Belastingen:
De belastingen zijn berekend volgens:
- NEN3859 2012: Classificatie KFI=0.85; Windgebied III
- Basic wind velocity : V50 = 24.5 m/s reference V15 = 22.6 m/s
- Basic snowload : SK = 700.0 N/m²
- Berekende afsmeltfactor : Ct = 1.000
  Type kasdekomhulling : Enkellaags kunststoffolie
  Temperatuur onder kasdek: Niet verwarmd
  Schermdoek op pakket bij sneeuwval: Ja
  Afwatering smeltwater snel en ongehinderd: Ja
- Reference period : Rf = 15 year
- Seismische respons : Invoer door gebruiker
- Seismische versnelling : AgR = 0.050 x g m/sec²
  (Reference: TRC=475 years, n=50years, 10% exceedence)
- Seismische respons : Sd = 0.050 x g m/sec²
- Seismische ontwerpfactor: gs = 1.30
- Windstuwdruk (qwind) : max(0.72, (0.83*0.85))*464 = 334 N/m² dekoppervlak
  (N.B.: Nokhoogte: H = 0.000 + 4.000 + 0.5 * 4.600 * tan 25° = 5.073 m)
  Gebouwhoogte: 5.073 m. Eff.hoogte: ze = 5.073 m
- Sneeuwbelasting (qsneeuw) : 420.4 N/m² grondoppervlak
- Installaties : 70 N/m² grondoppervlak
- Hangende teeltgoot : 0 N/m² grondoppervlak
- Installaties totaal : 70 N/m² grondoppervlak
- Gewasbelasting (qgewas) : 0 = Max(0 , 0) N/m² grondoppervlak
- Gewasbelasting winter : 0 N/m² grondoppervlak
- Transportlast incidenteel : 0 N
  permanent : 0 N

4.4 GEGEVENS OVER DE TOEGEPASTE NORM

4.4.1 Gegevens over de Europese kassenbouwnorm

- NEN3859 2012: Classificatie KFI=0.85; Windgebied III
- Basiswindsnelheid: Vb50 = 24.5 m/s met Cprob 15 jaar: Vb = 22.6 m/s
- Karateristieke Sneeuwbelasting: SK = 700.0 N/m² op de grond (50 jaar)

4.4.2 Windbelasting:

- Reference wind velocity : Vref.50 = 24.5 m/s
- Return period : ref = 15
- Shape parameter : K1 = 0.234 ; n = 0.5
- Terrain category greenhouses : z0 = 0.200 m, zmin = 4.000 m, Kr = 0.209
- Reference wind velocity (for ref.min = 15 years):

$$Vref = Vref.50 * \frac{1 - K1 * \ln(1/ref)}{1 - K1 * \ln(0.02)}^{+0.5} = 22.627 \text{ m/s}$$

- Height ridge : 0.000 + 4.000 + 0.5*4.600*tan25° = 5.073 m
- Reference height : ze = 5.073 m (ze = Height ridge = building height = 5.073 m)
- Roughness coëfficiënt : cr(ze) = 0.677
- Topography coëfficiënt : co(ze) = 1.000
- Turbulence intensity : Iv(ze) = Kr /(ct(ze) * co(ze))= 0.309
- Exposure coëfficiënt : ce(ze) = cr(ze)² * co(ze)² * (1 + 7 * Iv(ze)) = 1.450
- Reference wind pressure : rho = 1.250 kg/m3; q = rho/2*(Vref)² = 319.976 N/m²
- Peak velocity : Vpeak = ce(ze)^0.5 * Vref = 1.450 ^0.5 * 22.627 = 27.2 m/s
- Mean wind pressure : qref = ce(ze) * q = 464.056 N/m²

- Windbelasting op midden kasdek:
  - Kaphoogte : Hkap = max(0.5*4.600*tan25°, 1.00 m) = 1.073 m
  - Roughness coëfficiënt : cr = 0.352
  - Topography coëfficiënt : ct = 1.000
  - Turbulence intensity : Iv = kT /(cr * ct)= 7.000
  - Exposure coëfficiënt : ce = cr² * ct² * (1 + 7 * Iv) = 0.639
  - Mean wind pressure : qref = ce * q = 204.441 N/m²
  - Reduction factor : fqmid = qref.nok/qref = 204.441 / 464.056 = 0.441
- Wind pressure (qwind): max(0.72, (0.83*0.85))*464 = 334 N/m² dekoppervlak 1)

Voor de reductiefactoren wordt de onderstaande tabel aangehouden
(tussenliggende waarden via lineaire interpolatie):

X [m]	Cs 2) loodrecht	Ccor parallel	(volgens NEN3859 2012)
5	0.92	1.00	
10	0.89	0.85	1): de maximale reductie van de
20	0.87	0.85	windstuwdruk is 0.72 (=0.85x0.85)
30	0.85	0.85	
50	0.82	0.85	2): de ondergrens voor cs=0.85
75	0.80	0.85	
100	0.78	0.85	
150	0.75	0.85	Cs;loodrecht = 0.83 (kaslengte 40.0 m)
> 200	0.73	0.85	Ccor;parallel = 0.85 (kasbreedte 110.4 m)

4.4.3 Sneeuwbelasting:
Sneeuwbelasting (qsneeuw): 420.4 N/m² grondoppervlak (zonder afsmelten: qsi = 420.4 N/m²)
- Return period: ref = 15
- Basic snow load: SK = 700.0 N/m²
- Reduction with a return period n and V=0.800
  NEN3859 2012: Rf = (1-0.8*0.7797*(ln(-ln(1-1/15))+0.57722))/(1+2.5923*0.8) = 0.751
- Snow load shape coëfficiënt (for sub_structure only): C1 = 0.80
- Thermal coëfficiënt for non-heated greenhouses: Ct = 1.00
- Exposure coëfficiënt Ce, usually 1.0 (no effect from wind): Ce = 1.00
- Snow load (load on the roof projected on the ground):
  qs = Rf*C1*Ce*Ct*Sk = 0.751 * 0.8 * 1.0 * 1.000 * 700.0 = 420.4 N/m² 1)

4.4.4 Onderzochte belastingcombinaties:
- B.C.1: a2) Eigen gewicht + installaties + sneeuw + gewas(winter)
- B.C.2: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (1e kap zuiging)
- B.C.3: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht
- B.C.4: c1) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties
- B.C.5: c12) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties
- B.C.6: a1) Eigen gewicht + gewas + installaties + wind + onderdruk
- B.C.7: a1) Eigen gewicht + installaties + sneeuw (Ct=1.0)
- B.C.8: d) Eigen gewicht + gewas + installaties + aardbeving

- Combinaties voor dekroeden:
  - BC.R1 : a2) Eigen gewicht + installaties + sneeuw + gewas(winter)
  - BC.R2 : b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht
  - BC.R3 : c1) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties
  - BC.R4 : a12) Eigen gewicht + installaties + wind + onderdruk

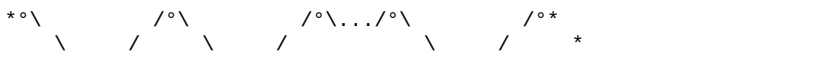
- Combinaties voor de goot:
  - BC.G1 : a2) Eigen gewicht + installaties + sneeuw + gewas(winter)
  - BC.G2 : c1) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties
  - BC.G3 : c12) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties
  - BC.G4 : a1) Eigen gewicht + gewas + installaties + wind + onderdruk
  - BC.G5 : a12) Eigen gewicht + installaties + wind + onderdruk
  - BC.G6 : d) Eigen gewicht + gewas + installaties + aardbeving
  - BC.G7 : a1) Eigen gewicht + sneeuw (Ct=1.0 goot)

4.4.5 Tabel 7: Afgeleide belastingsfactoren in rekentoestand
en tussen haakjes in gebruikstoestand:

ref	G1	G2	Q1	Q2	Q3	Q4	AK2
BC	Eigen gewicht dek a= 35 N/m² b= 0 N	Installaties 70 N/m² + 0 N/m² = 70 N/m²	Wind-belasting a= 464 N/m² b= 334 N/m² c= 334 N/m²	Sneeuwbelasting a= 420 N/m² b= 420 N/m² c= 0 N/m²	Gewas-Belasting a= 0 N/m² b= 0 N/m²	Transportbelasting a= 0 N b= 0 N	Aardbeving AgR = 0.050 [Sd]
1	1.02(1.00)	1.02(1.00)	0.00(0.00)	a 1.27(1.00)	b 1.27(1.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)
2	1.00(1.00)	0.00(0.00)	1.27(1.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)
3	1.00(1.00)	0.00(0.00)	1.27(1.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)
4	1.02(1.00)	1.02(1.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)	a 1.27(1.00)	1.27(1.00)	0.00(0.00)
5	1.20(1.00)	1.20(1.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)	a 1.20(1.00)	1.20(1.00)	0.00(0.00)
6	1.02(1.00)	1.02(1.00)	1.27(1.00)	0.00(0.00)	a 1.27(1.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)
7	1.00(1.00)	1.00(1.00)	0.00(0.00)	b 1.00(0.00)	b 0.00(0.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)
8	1.02(1.00)	1.02(1.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)	a 1.27(1.00)	0.00(0.00)	1.00(0.00)[0.050]

G1 = Dead load: [a]roof; [b]permanent
G2 = Services : [a]load on truss; [b]permanent
Q1 = Wind Load: [a]excl.Cdim (gables); [b]gutter direction (crosses); [c]span direction (trellis, column)
Q2 = Snow load: [a]incl. Ct=1.000; [b]exeptional Ct=1.0; [c]Accidental
Q3 = Crop Load: [a]max season; [b]max winter
Q4 = Transport incidental: [a]on roof; [b]inside

4.4.6 Tabel 7: Windvormfactoren bij wind loodrecht (-) op nok:



BC	gevel druk +	1e kap	2e kap	x aantal hor.	eindkap +	gevel zuig *)	Druk in de kas
1	+0.00	+0.00 +0.00	+0.00 +0.00	+0.00 +0.00..x7	+0.00 +0.00	-(0.00)	0.00
2	+0.60	-1.02 -1.00	-0.70 -0.50	-0.40 -0.50..x7	-0.40 -0.40	-(0.30)	0.20
3	+0.60	+0.30 -1.00	-0.70 -0.50	-0.40 -0.50..x7	-0.40 -0.40	-(0.30)	0.20
4	+0.00	+0.00 +0.00	+0.00 +0.00	+0.00 +0.00..x7	+0.00 +0.00	-(0.00)	0.00
5	+0.00	+0.00 +0.00	+0.00 +0.00	+0.00 +0.00..x7	+0.00 +0.00	-(0.00)	0.00
6	+0.60	+0.30 -1.00	-0.70 -0.50	-0.40 -0.50..x7	-0.40 -0.40	-(0.30)	-0.30
7	+0.00	+0.00 +0.00	+0.00 +0.00	+0.00 +0.00..x7	+0.00 +0.00	-(0.00)	0.00
8	+0.00	+0.00 +0.00	+0.00 +0.00	+0.00 +0.00..x7	+0.00 +0.00	-(0.00)	0.00

*) Overdruk=positief / Onderdruk=negatief

Het aantal middenkappen waarmee wordt gerekend mag worden gereduceerd.
Voor het maximaal aantal middenkappen wordt de onderstaande tabel aangehouden:

	N	h kolomhoogte + funderingshoogte
		- = ----------
h/s <= 0.4	3	s kapbreedte
0.4 < h/s <= 0.5	4	
0.5 < h/s <= 0.6	5	4000 + 0
0.6 < h/s <= 0.7	6	= ---------- , geeft Nred = 7
h/s > 0.7	7	4600

Controle aantal gegeven middenkappen:
nkap,beschikbaar = aantal spanten * aantal kappen - 3 = 4 * 6 - 3 (=> 0)
nkap,midden = MIN(nkap,beschikbaar, Nred) = MIN(nkap,beschikbaar, 7)

4.5 OVERZICHT BEREKENINGSRESULTATEN PER BELASTINGGEVAL:

4.5.1 B.C.1: a2) Eigen gewicht + installaties + sneeuw + gewas(winter)
Kolommen:
- Doorsn.klasse : 3
- Sterkte : 0.23 < 1.00, dus: voldoet.
- Spanning : 0.25 < 1.00, dus: voldoet.
- Stabiliteit : 0.61 < 1.00, dus: voldoet.
- Stijfheid : 4.0 mm < 80.0 mm, dus: voldoet.

Fundering:
- Kantelstabiliteit fundatie: niet ter zake

4.5.2 B.C.2: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (1e kap zuiging)
Kolommen:
- Doorsn.klasse : 1
- Sterkte : 0.33 < 1.00, dus: voldoet.
- Spanning : 0.33 < 1.00, dus: voldoet.
- Stabiliteit : trek in de kolom, dus: voldoet.
- Stijfheid : 11.7 mm < 80.0 mm, dus: voldoet.

Fundering:
- Kantelstabiliteit fundatie: niet ter zake

4.5.3 B.C.3: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht
Kolommen:
- Doorsn.klasse : 1
- Sterkte : 0.45 < 1.00, dus: voldoet.
- Spanning : 0.44 < 1.00, dus: voldoet.
- Stabiliteit : trek in de kolom, dus: voldoet.
- Stijfheid : 16.7 mm < 80.0 mm, dus: voldoet.

Fundering:
- Kantelstabiliteit fundatie: niet ter zake

4.5.4 B.C.4: c1) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties
Kolommen:
  - Doorsn.klasse : 3
  - Sterkte : 0.06 < 1.00, dus: voldoet.
  - Spanning : 0.06 < 1.00, dus: voldoet.
  - Stabiliteit : 0.15 < 1.00, dus: voldoet.
  - Stijfheid : 0.9 mm < 80.0 mm, dus: voldoet.
Fundering:
- Kantelstabiliteit fundatie: niet ter zake

4.5.5 B.C.5: c12) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties
Kolommen:
  - Doorsn.klasse : 3
  - Sterkte : 0.07 < 1.00, dus: voldoet.
  - Spanning : 0.07 < 1.00, dus: voldoet.
  - Stabiliteit : 0.18 < 1.00, dus: voldoet.
  - Stijfheid : 0.9 mm < 80.0 mm, dus: voldoet.
Fundering:
- Kantelstabiliteit fundatie: niet ter zake

4.5.6 B.C.6: a1) Eigen gewicht + gewas + installaties + wind + onderdruk
Kolommen:
  - Doorsn.klasse : 1
  - Sterkte : 0.42 < 1.00, dus: voldoet.
  - Spanning : 0.41 < 1.00, dus: voldoet.
  - Stabiliteit : 0.46 < 1.00, dus: voldoet.
  - Stijfheid : 17.8 mm < 80.0 mm, dus: voldoet.
Fundering:
- Kantelstabiliteit fundatie: niet ter zake

4.5.7 B.C.7: a1) Eigen gewicht + installaties + sneeuw (Ct=1.0)
Kolommen:
  - Doorsn.klasse : 3
  - Sterkte : 0.19 < 1.00, dus: voldoet.
  - Spanning : 0.20 < 1.00, dus: voldoet.
  - Stabiliteit : 0.50 < 1.00, dus: voldoet.
  - Stijfheid : 0.8 mm < 80.0 mm, dus: voldoet.
Fundering:
- Kantelstabiliteit fundatie: niet ter zake

4.5.8 B.C.8: d) Eigen gewicht + gewas + installaties + aardbeving
Kolommen:
  - Doorsn.klasse : 1
  - Sterkte : 0.23 < 1.00, dus: voldoet.
  - Spanning : 0.23 < 1.00, dus: voldoet.
  - Stabiliteit : 0.31 < 1.00, dus: voldoet.
  - Stijfheid : 0.8 mm < 160.0 mm, dus: voldoet.
Fundering:
- Kantelstabiliteit fundatie: niet ter zake

4.5.9 Summary of loads at foundation:

Table: Foundation forces

Table Combination span dir	Load V Nb ULS [N]	Load V Nb ULS +Feg[N]	Moment footplate [Nm]	Load H Fhk ULS [N]	Load H Fhk SLS [N]	Displ. Hgutt. [mm]	Max. Displ [mm]
		anchor					
BC1	51380	51749	274	166	138	4.0	80.0
BC2	-13850	-13489	1346	818	620	11.7	80.0
BC3	-13850	-13489	1912	1162	882	16.7	80.0
BC4	13202	13571	70	43	41	0.9	80.0
BC5	15219	15651	81	49	41	0.9	80.0
BC6	7224	7593	1876	1141	877	17.8	80.0
BC7	42626	42986	227	138	38	0.8	80.0
BC8	11927	12296	887	539	38	0.8	160.0

4.6 PROFIEL-EIGENSCHAPPEN

In dit deel worden alle profiel-eigenschappen weergegeven en uitgerekend,
die onafhankelijk zijn van de belastingen en de belastingcombinaties.

4.6.1 kolommen (RHBK100*100*3.0 mm S235 (EN1021) (index "k"):

- Oppervlakte : Ak = 1148.5 mm²
- Traagheidsmoment y-as: Iy.k = 1789800.5 mm4
- Weerstandsmoment y-as: Wy.k = 35796.0 mm3
- Traagheidsstraal y-as: iy.k = 39.5 mm
- Traagheidsmoment z-as: Iz.k = 1789800.5 mm4
- Weerstandsmoment z-as: Wz.k = 35796.0 mm3
- Traagheidsstraal z-as: iz.k = 39.5 mm
- Neutrale lijn z-as : ez.k = 50.0 mm
- Versch.neutr.lijn y : eNy = 0.0 mm
  z : eNz = 0.0 mm
- Lengte : Lk = 4.000 m
- Gewicht : Gk = 36.064 kg
- Rekenwaarde vloeigrens fy.k = 235.0 N/mm²
- Elasticiteitsmodulus Ek = 210000 N/mm²
- Afschuivingsmodulus Gk = 80769 N/mm²
- Weerstandsmom.pl.y-as Wpy.k = 35796 (Wply.k = 41595) mm3
- Weerstandsmom.pl.z-as Wpz.k = 35796 (Wplz.k = 41595) mm3
- Torsietraagheidsmoment It.k = 2708185 mm4
- Rekenwaarde van de sterkte:
  - Normaalkracht Nc.Rd.k = 300652 N
    NRk.k = 300652 N
  - Moment plastisch My.c.Rd.k = 9370 Nm Mz.c.Rd.k = 9370 Nm
    elastisch My.Rk.k = 9370 Nm Mz.Rk.k = 9370 Nm
- Imperfectie factor volgens EC3, table 6.2 alfay = 0.49 alfaz = 0.49
- De ingevoerde staalsoort S235 (EN10219) is vastgesteld voor het basismateriaal van het kokerprofiel.
  Na het koudvervormen is er sprake van een verhoging van de vloeigrens. Deze verhoogde vloeigrens
  is als volgt berekend met de rekenformule uit NEN6770 (zie 12.1.1.4 Tabel 23, noot 2) en EN 1993-1-1:
  - Materiaalkwaliteit : S235 (EN10219) (fy = 235.0 N/mm², ft = 360.0 N/mm²)
    fy-eq = fy+(7*nhoekk*tk/Lk)*(ft-fy) < (fy+ft)/2: fy-eq = 261.8 N/mm²
  - Ontwikkelde lengte : Lk = 392.3 mm
  - Omgez. hoeken : nhoek = 4
  - Op druk belast : fy-dk = fy-eq = 261.8 N/mm²
  - Op trek belast : fy-tk = fy-eq = 261.8 N/mm²

- Kniklengten, slankheden en knikcoëfficiënten:
  Voor kolommen op een vloer wordt een knikfactor aangehouden van 0.8 * 2.05 = 1.68
  - In spantrichting:
    - De kniklengte in spantrichting kan bij goede benadering berekend
      worden met de formule (voor Venlo-warenhuis):
      lk.y ~ 1.68 * kheff
      kheff = eff.kolomhoogte = 4.0 - 0.08 - 0.63 + 0.00 - 0.00 = 3.290 m
      lk.y ~ 1.68 * 3290 = 5527 mm
    - Eulerse knikkracht:
      $$FEy = \frac{pi^2 * E * Iy}{lk.y^2} = \frac{pi^2 * 2.1E5 * 179\ E4}{5527^2} = 121426\ N$$
    - Slankheid:
      lambda1 = pi*(E / fy)1/2 = pi*(2.1 E5 / 235.0)1/2 = 93.91
      lambdarel.y = lk.y/(iy * lambda1) = 5527 /(39.5 * 93.91) = 1.49
    - Chiy = min(0.317 , 1.0) = 0.317
  - In gootrichting:
    - Kniklengte: lk.z = 0.9 * kolomlengte = 0.9 * (4000+0 -0) = 3600 mm
    - Slankheid:
      lambda1 = pi*(E / fy)1/2 = pi*(2.1 E5 / 235.0)1/2 = 93.91
      lambdarel.z = lk.z/(iz * lambda1) = 3600 /(39.5 * 93.91) = 0.97
    - Chiz = min(0.557 , 1.0) = 0.557

  - Bij de stabiliteitscontrole van de kolommen is de kleinste
    knikcoëfficiënt maatgevend:
    - Chimin = Min(Chiy, Chiz) = Min(0.317 , 0.557) = 0.317

4.7 B.C.1: a2) Eigen gewicht + installaties + sneeuw + gewas(winter)

4.7.1 Berekening van de normaalkracht (N) in de kolommen (trek = +):

Berekening van de verticale belasting per kolom (neerwaarts = +):
In gebruikstoestand:

- Eigen gewicht dek (1.00 * 35)	=	35 N/m²
- Sneeuwbelasting (1.00 * 420)	=	420 N/m²
- Gewasbel.(winter)(1.00 * 0)	=	0 N/m²
- Installaties (1.00 * 70)	=	70 N/m²
Totaal :		525 N/m²
- Neerwaartse belasting per kolom = 525 * 18.40 * 4.00	=	38672 N
- Eigen gewicht van de goot = 4 * (1.00 * 30) * 4.00	=	480 N
- Eigen gewicht van het spant = (1.00 * 3474)	=	3474 N
- Transportlast = 0.00 * max(0 , 1000) + 1.00 * 0	=	0 N
Totaal =		42626 N
- Windbelasting:		0 N
In gebruikstoestand: Fvk' = -N' =		42626 N

In rekentoestand:

- Eigen gewicht dek (1.02 * 35)	=	36 N/m²
- Sneeuwbelasting (1.27 * 420)	=	536 N/m²
- Gewasbel.(winter)(1.27 * 0)	=	0 N/m²
- Installaties (1.02 * 70)	=	71 N/m²
Totaal :		643 N/m²
- Neerwaartse belasting per kolom = 643 * 18.40 * 4.00	=	47343 N
- Eigen gewicht van de goot = 4 * (1.02 * 30) * 4.00	=	490 N
- Eigen gewicht van het spant = (1.02 * 3474)	=	3547 N
- Transportlast = 0.00 * max(0 , 1000) + 1.02 * 0	=	0 N
Totaal =		51380 N
- Windbelasting:		0 N
In rekentoestand: Fvk = -N =		51380 N

4.7.2 Berekening van het maatgevende moment (My) in de kolommen:

Alleen de horizontale kracht ten gevolge van scheefstand speelt een rol:
- initiële scheefstand:
  - in rekentoestand: Fh,tot = 1/265 * |51380 | * 6 = 1165 N
  - in gebruikstoestand: Fh,tot' = 1/265 * |42626 | * 6 = 967 N

Het totale maatgevende horizontale moment in de kolommen kan worden berekend door vermenigvuldiging met de effectieve kolomhoogte:

- Mh,tot = 1165 * 3.29 = 3833 Nm

Het totale moment in spantrichting mag volgens de plasticiteits-theorie worden verdeeld over het aantal kolommen in spantrichting:

- My = 3833 / (6 + 1) = 548 Nm

4.7.3 Controle toegestane verplaatsingen in spantrichting:

a) 1e-orde horizontale verplaatsing in spantrichting in gebruikstoestand:

De optredende eerste orde horizontale verplaatsing in spantrichting kan benaderd worden met de onderstaande formule.
Bij een momentvaste inklemming van de kolom aan de betonvloer wordt aangenomen dat de vervormingen met 40% gereduceerd worden. Dit is een veilige benadering, waarbij een rotatieveer wordt aangehouden waarmee een reductie van 0.6 op de vervorming kan worden bereikt.

$$u1 = \frac{Fh,tot' * (kheff)^3}{3\ E\ Iy * (X + 1)} = \frac{967 * (3290)^3}{3* 2.1E5*179\ E4*(6\ + 1)} * 0.6 = 2.62 \quad mm$$

b) Bepaling van de totale horizontale verplaatsing in spantrichting:

- Vergrotingsfactor in gebruikstoestand:
  - nx' = FEx / N' = 121426 / 42626 = 2.85
  - nx'/nx'-1 = 1.54

- utot = nx'/nx'-1 * u1 = 1.54 * 2.62 = 4.03 mm

c) Berekening van de toelaatbare horizontale verplaatsing in spantrichting:

- In relatie tot de kolomhoogte:
  Zie "Richtlijn kassen met flexibele omhulling" artikel 11:

  - Maximale verplaatsing utoel-a = h / 50 = 4000 / 50 = 80.0 mm
  - Absolute grenswaarde umax = 2 * 40 mm = 80 mm

d) Controle van de toegestane horizontale verplaatsing in spantrichting:

- Stijfheid :
  controle : 4.0 mm < 80.0 mm, dus: stijfheid voldoet.

4.7.4 Controle kolommen volgens EC3 in spantrichting:

- Doorsnedeklasse: 3

- Sterkte:

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} + \frac{|My.Ed|}{My.c.Rd} = \frac{|-51380|}{300652} + \frac{|548|}{9370} = 0.229$$

  controle: 0.229 < 1.00, dus de sterkte voldoet.
- Maximale spanning:

$$Sigma: \frac{|NEd|}{A} + \frac{|My.Ed|}{Wpl.y} = \frac{|-51380|}{1148.5} + \frac{|548|}{41.595} = 57.9 \ N/mm^2$$

  UCspanning = Sigma/fy = 57.9 /235.0 = 0.246

  controle: 0.246 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy2 * (1.0 + 0.6*lambdarel.y*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
  = 0.90 * (1.0 + 0.6*1.49 *(|-51380 |/(0.317 *300652 /1.0)) = 1.33
  Ky.3 = Cmy2 * (1.0 + 0.6*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
  = 0.90 * (1.0 + 0.6*(|-51380 |/(0.317 *300652 /1.0)) = 1.19
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(1.33 , 1.19) = 1.19
  Kz.b = 0.8 * Ky.b = 0.95

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
  = |-51380 |/(0.317 *300652 /1.0)+1.19 *|547.6 |/(1.00*9370.2 /1.0)
  = 0.538 + 0.070 = 0.608
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
  = |-51380 |/(0.557 *300652 /1.0)+0.95 *|547.6 |/(1.00*9370.2 /1.0)
  = 0.307 + 0.056 = 0.363

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.608 , 0.363) = 0.608

  controle: 0.608 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie kolommen volgens EC3 in spantrichting:
- Kolommen RHBK100*100*3.0 mm (S235 (EN10219)) voldoen
  qua sterkte/stabiliteit/stijfheid
  bij B.C.1: a2) Eigen gewicht + installaties + sneeuw + gewas(winter)

4.8 B.C.2: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (1e kap zuiging)

4.8.1 Berekening van de normaalkracht (N) in de kolommen (trek = +):

Berekening van de verticale belasting per kolom (neerwaarts = +):
In gebruikstoestand:
- Eigen gewicht dek (1.00 * 35)= 35 N/m²
- Neerwaartse belasting per kolom = 35 * 18.40 * 4.00 = 2576 N
- Eigen gewicht van de goot = 4 * (1.00 * 30) * 4.00 = 480 N
- Eigen gewicht van het spant = (1.00 * 3474) = 3474 N

Totaal = 6530 N

- Windbelasting:
  = 18.40*4.00*((-0.40-0.50)/2-(+0.20))*(1.00 *334) = -15984 N

In gebruikstoestand: Fvk' = -N' = -9454 N

In rekentoestand:
- Eigen gewicht dek (1.00 * 35)= 35 N/m²
- Neerwaartse belasting per kolom = 35 * 18.40 * 4.00 = 2576 N
- Eigen gewicht van de goot = 4 * (1.00 * 30) * 4.00 = 480 N
- Eigen gewicht van het spant = (1.00 * 3474) = 3474 N

Totaal = 6530 N

- Windbelasting:
  = 18.40*4.00*((-0.40-0.50)/2-(+0.20))*(1.27 *334) = -20380 N

In rekentoestand: Fvk = -N = -13850 N

4.8.2 Berekening van het maatgevende moment (My) in de kolommen:

Horizontale (wind)krachten op het dek en op de zijgevels:

Kaphoogte = 4.60/2 * tan 25 = 1.07 m

- Wvdek(links) = wvfa+wvfc+wvfm*nMkap+wvfe=-1.017-0.70-0.400*7-0.40 = -4.917
- Wvdek(rechts) = wvfb+wvfd+wvfn*nMkap+wvff=-1.000-0.50-0.500*7-0.40 = -5.400

------- -

Horizontale (wind)krachten door asymmetrie: Wvhor = +0.483

Windwrijving:

- Wvmid (wind) = fqmid*nkapw*(wvfe-wvff) = 0.441 *14*(-0.400--0.500) = +0.617

------- +

Totale horizontale (wind)krachten: Wvdek = +1.100

Fhw,dek   = 1.100 * 1.27 * 334 * 1.07 * 4.00 = 2011 N
Fhw,dek'   = 1.100 * 1.00 * 334 * 1.07 * 4.00 = 1577 N

Fhw,gevel = (0.6 + 0.3) * 1.27 * 334 * 4.00 * 4.00 = 6134 N
Fhw,gevel' = (0.6 + 0.3) * 1.00 * 334 * 4.00 * 4.00 = 4811 N

De windbelasting op het dek wordt volledig door de spanten en de kolommen afgedragen naar de fundering. De windbelasting op de zijgevels gaat gedeeltelijk rechtstreeks naar de randfundering. Het restant wordt door de spanten opgevangen. Bovendien moet rekening worden gehouden met een initiële scheefstand van de kolommen:

- wind Fh = 2011   + 0.5 * 6134 * 4.0 / (4.0 - 0.08 - 0.63/2) = 5414 N
- initiële scheefstand: Fh = 1/265 * |-13850 | * 6 = 314 N

---------- +

Totale hor. kracht in spantrichting: Fh,tot = 5728 N

- In gebruikstoestand:
  Fh,tot' = 4246 * 0.99 + 1/265 * |-9454 | * 6 = 4340 N

Het totale maatgevende horizontale moment in de kolommen kan worden berekend door vermenigvuldiging met de effectieve kolomhoogte:

- Mh,tot = 5728 * 3.29 = 18845 Nm

Het totale moment in spantrichting mag volgens de plasticiteits-theorie worden verdeeld over het aantal kolommen in spantrichting:

- My = 18845 / (6 + 1) = 2692 Nm

4.8.3 Controle toegestane verplaatsingen in spantrichting:

a) 1e-orde horizontale verplaatsing in spantrichting in gebruikstoestand:

De optredende eerste orde horizontale verplaatsing in spantrichting kan benaderd worden met de onderstaande formule.
Bij een momentvaste inklemming van de kolom aan de betonvloer wordt aangenomen dat de vervormingen met 40% gereduceerd worden. Dit is een veilige benadering, waarbij een rotatieveer wordt aangehouden waarmee een reductie van 0.6 op de vervorming kan worden bereikt.

$$- u1 = \frac{Fh,tot' * (kheff)^3}{3\ E\ Iy * (X + 1)} = \frac{4340 * (3290\ )^3}{3* 2.1E5*179\ E4*(6\ \ + 1)} * 0.6 = 11.75\ \ mm$$

b) Bepaling van de totale horizontale verplaatsing in spantrichting:

Aangezien de kolommen, vanwege de grote windzuiging, op trek worden belast, is de vergrotingsfactor gelijk aan 1.0; dus:

- utot = u1 = 11.75 mm

c) Berekening van de toelaatbare horizontale verplaatsing in spantrichting:

- In relatie tot de kolomhoogte:
  Zie "Richtlijn kassen met flexibele omhulling" artikel 11:

  - Maximale verplaatsing utoel-a = h / 50 = 4000 / 50 = 80.0 mm
  - Absolute grenswaarde umax = 2 * 40 mm = 80 mm

d) Controle van de toegestane horizontale verplaatsing in spantrichting:

- Stijfheid :
  controle : 11.7 mm < 80.0 mm, dus: stijfheid voldoet.

4.8.4 Controle kolommen volgens EC3 in spantrichting:

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} + \frac{|My.Ed|}{My.c.Rd} = \frac{|13850|}{300652} + \frac{|2692|}{9370} = 0.333$$

  controle: 0.333 < 1.00, dus de sterkte voldoet.
- Maximale spanning:

$$Sigma: \frac{|NEd|}{A} + \frac{|My.Ed|}{Wpl.y} = \frac{|13850|}{1148.5} + \frac{|2692|}{41.595} = 76.8 \ N/mm^2$$

  UCspanning = Sigma/fy = 76.8 /235.0 = 0.327

  controle: 0.327 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
  Profiel alleen op trek belast, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie kolommen volgens EC3 in spantrichting:
- Kolommen RHBK100*100*3.0 mm (S235 (EN10219)) voldoen
  qua sterkte/stabiliteit/stijfheid
  bij B.C.2: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht (1e kap zuiging)

4.9 B.C.3: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht

4.9.1 Berekening van de normaalkracht (N) in de kolommen (trek = +):

Berekening van de verticale belasting per kolom (neerwaarts = +):
In gebruikstoestand:

- Eigen gewicht dek (1.00 * 35)= 35 N/m²		
- Neerwaartse belasting per kolom = 35 * 18.40 * 4.00	=	2576 N
- Eigen gewicht van de goot = 4 * (1.00 * 30) * 4.00	=	480 N
- Eigen gewicht van het spant = (1.00 * 3474)	=	3474 N
	Totaal =	6530 N
- Windbelasting:		
= 18.40*4.00*((-0.40-0.50)/2-(+0.20))*(1.00 *334)	=	-15984 N
In gebruikstoestand: Fvk' = -N'	=	-9454 N

In rekentoestand:

- Eigen gewicht dek (1.00 * 35)= 35 N/m²		
- Neerwaartse belasting per kolom = 35 * 18.40 * 4.00	=	2576 N
- Eigen gewicht van de goot = 4 * (1.00 * 30) * 4.00	=	480 N
- Eigen gewicht van het spant = (1.00 * 3474)	=	3474 N
	Totaal =	6530 N
- Windbelasting:		
= 18.40*4.00*((-0.40-0.50)/2-(+0.20))*(1.27 *334)	=	-20380 N
In rekentoestand: Fvk = -N	=	-13850 N

4.9.2 Berekening van het maatgevende moment (My) in de kolommen:

Horizontale (wind)krachten op het dek en op de zijgevels:

Kaphoogte = 4.60/2 * tan 25 = 1.07 m

- Wvdek(links) = wvfa+wvfc+wvfm*nMkap+wvfe=+0.300-0.70-0.400*7-0.40 = -3.600
- Wvdek(rechts) = wvfb+wvfd+wvfn*nMkap+wvff=-1.000-0.50-0.500*7-0.40 = -5.400

------- -

Horizontale (wind)krachten door asymmetrie: Wvhor = +1.800

Windwrijving:

- Wvmid (wind) = fqmid*nkapw*(wvfe-wvff) = 0.441 *14*(-0.400--0.500) = +0.617

------- +

Totale horizontale (wind)krachten: Wvdek = +2.417

Fhw,dek = 2.417 * 1.27 * 334 * 1.07 * 4.00 = 4417 N
Fhw,dek' = 2.417 * 1.00 * 334 * 1.07 * 4.00 = 3464 N

Fhw,gevel = (0.6 + 0.3) * 1.27 * 334 * 4.00 * 4.00 = 6134 N
Fhw,gevel' = (0.6 + 0.3) * 1.00 * 334 * 4.00 * 4.00 = 4811 N

De windbelasting op het dek wordt volledig door de spanten en de kolommen afgedragen naar de fundering. De windbelasting op de zijgevels gaat gedeeltelijk rechtstreeks naar de randfundering. Het restant wordt door de spanten opgevangen. Bovendien moet rekening worden gehouden met een initiële scheefstand van de kolommen:

- wind Fh = 4417 + 0.5 * 6134 * 4.0 / (4.0 - 0.08 - 0.63/2) = 7820 N
- initiële scheefstand: Fh = 1/265 * |-13850 | * 6 = 314 N

------------------ +

Totale hor. kracht in spantrichting: Fh,tot = 8134 N

- In gebruikstoestand:
  Fh,tot' = 6133 * 0.99 + 1/265 * |-9454 | * 6 = 6174 N

Het totale maatgevende horizontale moment in de kolommen kan worden berekend door vermenigvuldiging met de effectieve kolomhoogte:

- Mh,tot = 8134 * 3.29 = 26762 Nm

Het totale moment in spantrichting mag volgens de plasticiteits-theorie worden verdeeld over het aantal kolommen in spantrichting:

- My = 26762 / (6 + 1) = 3823 Nm

4.9.3 Controle toegestane verplaatsingen in spantrichting:

a) 1e-orde horizontale verplaatsing in spantrichting in gebruikstoestand:

De optredende eerste orde horizontale verplaatsing in spantrichting kan benaderd worden met de onderstaande formule.
Bij een momentvaste inklemming van de kolom aan de betonvloer wordt aangenomen dat de vervormingen met 40% gereduceerd worden. Dit is een veilige benadering, waarbij een rotatieveer wordt aangehouden waarmee een reductie van 0.6 op de vervorming kan worden bereikt.

$$- u1 = \frac{Fh,tot' * (kheff)^3}{3\ E\ Iy * (X + 1)} = \frac{6174 * (3290\ )^3}{3* 2.1E5*179\ E4*(6\ + 1)} * 0.6 = 16.71\ \ mm$$

b) Bepaling van de totale horizontale verplaatsing in spantrichting:

Aangezien de kolommen, vanwege de grote windzuiging, op trek worden belast, is de vergrotingsfactor gelijk aan 1.0; dus:

- utot = u1 = 16.71 mm

c) Berekening van de toelaatbare horizontale verplaatsing in spantrichting:

- In relatie tot de kolomhoogte:
  Zie "Richtlijn kassen met flexibele omhulling" artikel 11:

  - Maximale verplaatsing utoel-a = h / 50 = 4000 / 50 = 80.0 mm
  - Absolute grenswaarde umax = 2 * 40 mm = 80 mm

d) Controle van de toegestane horizontale verplaatsing in spantrichting:

- Stijfheid :
  controle : 16.7 mm < 80.0 mm, dus: stijfheid voldoet.

4.9.4 Controle kolommen volgens EC3 in spantrichting:

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} + \frac{|My.Ed|}{My.c.Rd} = \frac{|\ 13850\ |}{300652} + \frac{|\ 3823\ |}{9370} = 0.454$$

  controle: 0.454 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Maximale spanning:

$$Sigma: \frac{|NEd|}{A} + \frac{|My.Ed|}{Wpl.y} = \frac{|13850\ |}{1148.5} + \frac{|\ 3823\ |}{41.595} = 104.0\ N/mm^2$$

  UCspanning = Sigma/fy = 104.0 /235.0 = 0.442

  controle: 0.442 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
  Profiel alleen op trek belast, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie kolommen volgens EC3 in spantrichting:
- Kolommen RHBK100*100*3.0 mm (S235 (EN10219)) voldoen
  qua sterkte/stabiliteit/stijfheid
  bij B.C.3: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht

4.10 B.C.4: c1) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

4.10.1 Berekening van de normaalkracht (N) in de kolommen (trek = +):

Berekening van de verticale belasting per kolom (neerwaarts = +):
In gebruikstoestand:

- Eigen gewicht dek (1.00 * 35)	=	35 N/m²
- Gewasbelasting (1.00 * 0)	=	0 N/m²
- Installaties (1.00 * 70)	=	70 N/m²
Totaal :		105 N/m²
- Neerwaartse belasting per kolom = 105 * 18.40 * 4.00	=	7728 N
- Eigen gewicht van de goot = 4 * (1.00 * 30) * 4.00	=	480 N
- Eigen gewicht van het spant = (1.00 * 3474)	=	3474 N
- Transportlast = 1.00 * max(0 , 1000) + 1.00 * 0	=	1000 N
Totaal =		12682 N
- Windbelasting:		0 N
In gebruikstoestand: Fvk' = -N' =		12682 N

In rekentoestand:

- Eigen gewicht dek (1.02 * 35)	=	36 N/m²
- Gewasbelasting (1.27 * 0)	=	0 N/m²
- Installaties (1.02 * 70)	=	71 N/m²
Totaal :		107 N/m²
- Neerwaartse belasting per kolom = 107 * 18.40 * 4.00	=	7890 N
- Eigen gewicht van de goot = 4 * (1.02 * 30) * 4.00	=	490 N
- Eigen gewicht van het spant = (1.02 * 3474)	=	3547 N
- Transportlast = 1.27 * max(0 , 1000) + 1.02 * 0	=	1275 N
Totaal =		13202 N
- Windbelasting:		0 N
In rekentoestand: Fvk = -N =		13202 N

4.10.2 Berekening van het maatgevende moment (My) in de kolommen:

Alleen de horizontale kracht ten gevolge van scheefstand speelt een rol:
- initiële scheefstand:

Bij belastingen van kasdekreiniger en transportlast geldt dat de
scheefstandsterm daarvoor NIET van toepassing is.
- rekentoestand: 13202 - 0 - 1.02 * 0 = 13202 N
  Fhk = 1/265 * |13202 | * 5 + 1/265 * |13202 | * 1 = 299 N

- gebruikstoestand: 12682 - 0 - 1000 = 12682 N
  Fhk = 1/265 * |12682 | * 5 + 1/265 * |12682 | * 1 = 288 N

Het totale maatgevende horizontale moment in de kolommen kan worden
berekend door vermenigvuldiging met de effectieve kolomhoogte:

- Mh,tot = 299 * 3.29 = 985 Nm

Het totale moment in spantrichting mag volgens de plasticiteits-
theorie worden verdeeld over het aantal kolommen in spantrichting:

- My = 985 / (6 + 1) = 141 Nm

4.10.3 Controle toegestane verplaatsingen in spantrichting:

a) 1e-orde horizontale verplaatsing in spantrichting in gebruikstoestand:

De optredende eerste orde horizontale verplaatsing in spantrichting kan benaderd worden met de onderstaande formule.
Bij een momentvaste inklemming van de kolom aan de betonvloer wordt aangenomen dat de vervormingen met 40% gereduceerd worden. Dit is een veilige benadering, waarbij een rotatieveer wordt aangehouden waarmee een reductie van 0.6 op de vervorming kan worden bereikt.

$$- u1 = \frac{Fh,tot' * (kheff)^3}{3\ E\ Iy * (X + 1)} = \frac{288 * (3290)^3}{3* 2.1E5*179\ E4*(6\ + 1)} * 0.6 = 0.78 \quad mm$$

b) Bepaling van de totale horizontale verplaatsing in spantrichting:

- Vergrotingsfactor in gebruikstoestand:
  - nx' = FEx / N' = 121426 / 12682 = 9.57
  - nx'/nx'-1 = 1.12

- utot = nx'/nx'-1 * u1 = 1.12 * 0.78 = 0.87 mm

c) Berekening van de toelaatbare horizontale verplaatsing in spantrichting:

- In relatie tot de kolomhoogte:
  Zie "Richtlijn kassen met flexibele omhulling" artikel 11:

  - Maximale verplaatsing utoel-a = h / 50 = 4000 / 50 = 80.0 mm
  - Absolute grenswaarde umax = 2 * 40 mm = 80 mm

d) Controle van de toegestane horizontale verplaatsing in spantrichting:

- Stijfheid :
  controle : 0.9 mm < 80.0 mm, dus: stijfheid voldoet.

4.10.4 Controle kolommen volgens EC3 in spantrichting:

- Doorsnedeklasse: 3

- Sterkte:

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} + \frac{|My.Ed|}{My.c.Rd} = \frac{|-13202|}{300652} + \frac{|141|}{9370} = 0.059$$

  controle: 0.059 < 1.00, dus de sterkte voldoet.
- Maximale spanning:

$$Sigma: \frac{|NEd|}{A} + \frac{|My.Ed|}{Wpl.y} = \frac{|-13202|}{1148.5} + \frac{|141|}{41.595} = 14.9 \ N/mm^2$$

  UCspanning = Sigma/fy = 14.9 /235.0 = 0.063

  controle: 0.063 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy2 * (1.0 + 0.6*lambdarel.y*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
  = 0.90 * (1.0 + 0.6*1.49 *(|-13202 |/(0.317 *300652 /1.0)) = 1.01
  Ky.3 = Cmy2 * (1.0 + 0.6*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
  = 0.90 * (1.0 + 0.6*(|-13202 |/(0.317 *300652 /1.0)) = 0.97
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(1.01 , 0.97) = 0.97
  Kz.b = 0.8 * Ky.b = 0.78

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
  = |-13202 |/(0.317 *300652 /1.0)+0.97 *|140.7 |/(1.00*9370.2 /1.0)
  = 0.138 + 0.015 = 0.153
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
  = |-13202 |/(0.557 *300652 /1.0)+0.78 *|140.7 |/(1.00*9370.2 /1.0)
  = 0.079 + 0.012 = 0.091

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.153 , 0.091) = 0.153

  controle: 0.153 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie kolommen volgens EC3 in spantrichting:
- Kolommen RHBK100*100*3.0 mm (S235 (EN10219)) voldoen
  qua sterkte/stabiliteit/stijfheid
  bij B.C.4: c1) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

4.11 B.C.5: c12) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

4.11.1 Berekening van de normaalkracht (N) in de kolommen (trek = +):

Berekening van de verticale belasting per kolom (neerwaarts = +):
In gebruikstoestand:

- Eigen gewicht dek (1.00 * 35)	=	35 N/m²
- Gewasbelasting (1.00 * 0)	=	0 N/m²
- Installaties (1.00 * 70)	=	70 N/m²
Totaal :		105 N/m²
- Neerwaartse belasting per kolom = 105 * 18.40 * 4.00	=	7728 N
- Eigen gewicht van de goot = 4 * (1.00 * 30) * 4.00	=	480 N
- Eigen gewicht van het spant = (1.00 * 3474)	=	3474 N
- Transportlast = 1.00 * max(0 , 1000) + 1.00 * 0	=	1000 N
Totaal =		12682 N
- Windbelasting:		0 N
In gebruikstoestand: Fvk' = -N' =		12682 N

In rekentoestand:

- Eigen gewicht dek (1.20 * 35)	=	42 N/m²
- Gewasbelasting (1.20 * 0)	=	0 N/m²
- Installaties (1.20 * 70)	=	84 N/m²
Totaal :		126 N/m²
- Neerwaartse belasting per kolom = 126 * 18.40 * 4.00	=	9274 N
- Eigen gewicht van de goot = 4 * (1.20 * 30) * 4.00	=	576 N
- Eigen gewicht van het spant = (1.20 * 3474)	=	4169 N
- Transportlast = 1.20 * max(0 , 1000) + 1.20 * 0	=	1200 N
Totaal =		15219 N
- Windbelasting:		0 N
In rekentoestand: Fvk = -N =		15219 N

4.11.2 Berekening van het maatgevende moment (My) in de kolommen:

Alleen de horizontale kracht ten gevolge van scheefstand speelt een rol:
- initiële scheefstand:

Bij belastingen van kasdekreiniger en transportlast geldt dat de
scheefstandsterm daarvoor NIET van toepassing is.
- rekentoestand: 15219 - 0 - 1.20 * 0 = 15219 N
  Fhk = 1/265 * |15219 | * 5 + 1/265 * |15219 | * 1 = 345 N

- gebruikstoestand: 12682 - 0 - 1000 = 12682 N
  Fhk = 1/265 * |12682 | * 5 + 1/265 * |12682 | * 1 = 288 N

Het totale maatgevende horizontale moment in de kolommen kan worden
berekend door vermenigvuldiging met de effectieve kolomhoogte:

- Mh,tot = 345 * 3.29 = 1135 Nm

Het totale moment in spantrichting mag volgens de plasticiteits-
theorie worden verdeeld over het aantal kolommen in spantrichting:

- My = 1135 / (6 + 1) = 162 Nm

4.11.3 Controle toegestane verplaatsingen in spantrichting:

a) 1e-orde horizontale verplaatsing in spantrichting in gebruikstoestand:

De optredende eerste orde horizontale verplaatsing in spantrichting kan benaderd worden met de onderstaande formule.
Bij een momentvaste inklemming van de kolom aan de betonvloer wordt aangenomen dat de vervormingen met 40% gereduceerd worden. Dit is een veilige benadering, waarbij een rotatieveer wordt aangehouden waarmee een reductie van 0.6 op de vervorming kan worden bereikt.

$$u1 = \frac{Fh,tot' * (kheff)^3}{3\ E\ Iy * (X + 1)} = \frac{288 * (3290)^3}{3* 2.1E5*179\ E4*(6\ + 1)} * 0.6 = 0.78 \quad mm$$

b) Bepaling van de totale horizontale verplaatsing in spantrichting:

- Vergrotingsfactor in gebruikstoestand:
  - nx' = FEx / N' = 121426 / 12682 = 9.57
  - nx'/nx'-1 = 1.12

- utot = nx'/nx'-1 * u1 = 1.12 * 0.78 = 0.87 mm

c) Berekening van de toelaatbare horizontale verplaatsing in spantrichting:

- In relatie tot de kolomhoogte:
  Zie "Richtlijn kassen met flexibele omhulling" artikel 11:

  - Maximale verplaatsing utoel-a = h / 50 = 4000 / 50 = 80.0 mm
  - Absolute grenswaarde umax = 2 * 40 mm = 80 mm

d) Controle van de toegestane horizontale verplaatsing in spantrichting:

- Stijfheid :
  controle : 0.9 mm < 80.0 mm, dus: stijfheid voldoet.

4.11.4 Controle kolommen volgens EC3 in spantrichting:

- Doorsnedeklasse: 3

- Sterkte:

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} + \frac{|My.Ed|}{My.c.Rd} = \frac{|-15219|}{300652} + \frac{|162|}{9370} = 0.068$$

  controle: 0.068 < 1.00, dus de sterkte voldoet.
- Maximale spanning:

$$Sigma: \frac{|NEd|}{A} + \frac{|My.Ed|}{Wpl.y} = \frac{|-15219|}{1148.5} + \frac{|162|}{41.595} = 17.1 \ N/mm^2$$

  UCspanning = Sigma/fy = 17.1 /235.0 = 0.073

  controle: 0.073 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy2 * (1.0 + 0.6*lambdarel.y*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
  = 0.90 * (1.0 + 0.6*1.49 *(|-15219 |/(0.317 *300652 /1.0)) = 1.03
  Ky.3 = Cmy2 * (1.0 + 0.6*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
  = 0.90 * (1.0 + 0.6*(|-15219 |/(0.317 *300652 /1.0)) = 0.99
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(1.03 , 0.99) = 0.99
  Kz.b = 0.8 * Ky.b = 0.79

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
  = |-15219 |/(0.317 *300652 /1.0)+0.99 *|162.2 |/(1.00*9370.2 /1.0)
  = 0.159 + 0.017 = 0.176
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
  = |-15219 |/(0.557 *300652 /1.0)+0.79 *|162.2 |/(1.00*9370.2 /1.0)
  = 0.091 + 0.014 = 0.105

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.176 , 0.105) = 0.176

  controle: 0.176 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie kolommen volgens EC3 in spantrichting:
- Kolommen RHBK100*100*3.0 mm (S235 (EN10219)) voldoen
  qua sterkte/stabiliteit/stijfheid
  bij B.C.5: c12) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

4.12 B.C.6: a1) Eigen gewicht + gewas + installaties + wind + onderdruk

4.12.1 Berekening van de normaalkracht (N) in de kolommen (trek = +):

Berekening van de verticale belasting per kolom (neerwaarts = +):
In gebruikstoestand:
- Eigen gewicht dek (1.00 * 35)= 35 N/m²
- Gewasbelasting (1.00 * 0) = 0 N/m²
- Installaties (1.00 * 70) = 70 N/m²
Totaal : 105 N/m²
- Neerwaartse belasting per kolom = 105 * 18.40 * 4.00 = 7728 N
- Eigen gewicht van de goot = 4 * (1.00 * 30) * 4.00 = 480 N
- Eigen gewicht van het spant = (1.00 * 3474) = 3474 N
- Transportlast = 0.00 * max(0 , 1000) + 1.00 * 0 = 0 N
Totaal = 11682 N
- Windbelasting:
= 18.40*4.00*((-0.40-0.50)/2-(-0.30))*(1.00 *334) = -3689 N
In gebruikstoestand: Fvk' = -N' = 7993 N

In rekentoestand:
- Eigen gewicht dek (1.02 * 35)= 36 N/m²
- Gewasbelasting (1.27 * 0) = 0 N/m²
- Installaties (1.02 * 70) = 71 N/m²
Totaal : 107 N/m²
- Neerwaartse belasting per kolom = 107 * 18.40 * 4.00 = 7890 N
- Eigen gewicht van de goot = 4 * (1.02 * 30) * 4.00 = 490 N
- Eigen gewicht van het spant = (1.02 * 3474) = 3547 N
- Transportlast = 0.00 * max(0 , 1000) + 1.02 * 0 = 0 N
Totaal = 11927 N
- Windbelasting:
= 18.40*4.00*((-0.40-0.50)/2-(-0.30))*(1.27 *334) = -4703 N
In rekentoestand: Fvk = -N = 7224 N

4.12.2 Berekening van het maatgevende moment (My) in de kolommen:

Horizontale (wind)krachten op het dek en op de zijgevels:

Kaphoogte = 4.60/2 * tan 25 = 1.07 m

- Wvdek(links) = wvfa+wvfc+wvfm*nMkap+wvfe=+0.300-0.70-0.400*7-0.40 = -3.600
- Wvdek(rechts) = wvfb+wvfd+wvfn*nMkap+wvff=-1.000-0.50-0.500*7-0.40 = -5.400

Horizontale (wind)krachten door asymmetrie: Wvhor = +1.800

Windwrijving:
- Wvmid (wind) = fqmid*nkapw*(wvfe-wvff) = 0.441 *14*(-0.400--0.500) = +0.617

Totale horizontale (wind)krachten: Wvdek = +2.417

Fhw,dek   = 2.417 * 1.27 * 334 * 1.07 * 4.00 = 4417 N
Fhw,dek'   = 2.417 * 1.00 * 334 * 1.07 * 4.00 = 3464 N

Fhw,gevel = (0.6 + 0.3) * 1.27 * 334 * 4.00 * 4.00 = 6134 N
Fhw,gevel' = (0.6 + 0.3) * 1.00 * 334 * 4.00 * 4.00 = 4811 N

De windbelasting op het dek wordt volledig door de spanten en de kolommen afgedragen naar de fundering. De windbelasting op de zijgevels gaat gedeeltelijk rechtstreeks naar de randfundering. Het restant wordt door de spanten opgevangen. Bovendien moet rekening worden gehouden met een initiële scheefstand van de kolommen:

- wind Fh = 4417   + 0.5 * 6134 * 4.0 / (4.0 - 0.08 - 0.63/2) = 7820 N
- initiële scheefstand: Fh = 1/265 * |7224 | * 6 = 164 N

Totale hor. kracht in spantrichting: Fh,tot = 7984 N

- In gebruikstoestand:
  Fh,tot' = 6133 * 0.99 + 1/265 * |7993 | * 6 = 6141 N

Het totale maatgevende horizontale moment in de kolommen kan worden berekend door vermenigvuldiging met de effectieve kolomhoogte:

- Mh,tot = 7984 * 3.29 = 26267 Nm

Het totale moment in spantrichting mag volgens de plasticiteits-theorie worden verdeeld over het aantal kolommen in spantrichting:

- My = 26267 / (6 + 1) = 3752 Nm

4.12.3 Controle toegestane verplaatsingen in spantrichting:

a) 1e-orde horizontale verplaatsing in spantrichting in gebruikstoestand:

De optredende eerste orde horizontale verplaatsing in spantrichting kan benaderd worden met de onderstaande formule.
Bij een momentvaste inklemming van de kolom aan de betonvloer wordt aangenomen dat de vervormingen met 40% gereduceerd worden. Dit is een veilige benadering, waarbij een rotatieveer wordt aangehouden waarmee een reductie van 0.6 op de vervorming kan worden bereikt.

$$u1 = \frac{Fh,tot' * (kheff)^3}{3\ E\ Iy * (X + 1)} = \frac{6141 * (3290)^3}{3* 2.1E5*179\ E4*(6\ + 1)} * 0.6 = 16.62\ \text{mm}$$

b) Bepaling van de totale horizontale verplaatsing in spantrichting:

- Vergrotingsfactor in gebruikstoestand:
  - nx' = FEx / N' = 121426 / 7993 = 15.19
  - nx'/nx'-1 = 1.07

- utot = nx'/nx'-1 * u1 = 1.07 * 16.62 = 17.80 mm

c) Berekening van de toelaatbare horizontale verplaatsing in spantrichting:

- In relatie tot de kolomhoogte:
  Zie "Richtlijn kassen met flexibele omhulling" artikel 11:

  - Maximale verplaatsing utoel-a = h / 50 = 4000 / 50 = 80.0 mm
  - Absolute grenswaarde umax = 2 * 40 mm = 80 mm

d) Controle van de toegestane horizontale verplaatsing in spantrichting:

- Stijfheid :
  controle : 17.8 mm < 80.0 mm, dus: stijfheid voldoet.

4.12.4 Controle kolommen volgens EC3 in spantrichting:

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} + \frac{|My.Ed|}{My.c.Rd} = \frac{|-7224|}{300652} + \frac{|3752|}{9370} = 0.424$$

  controle: 0.424 < 1.00, dus de sterkte voldoet.
- Maximale spanning:

$$Sigma: \frac{|NEd|}{A} + \frac{|My.Ed|}{Wpl.y} = \frac{|-7224|}{1148.5} + \frac{|3752|}{41.595} = 96.5 \ N/mm^2$$

  UCspanning = Sigma/fy = 96.5 /235.0 = 0.411

  controle: 0.411 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
  = 0.90 * (1.0 + (1.49 - 0.2)*(|-7224 |/(0.317 *300652 /1.0)) = 0.99
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
  = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-7224 |/(0.317 *300652 /1.0)) = 0.95
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(0.99 , 0.95) = 0.95
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.57

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
  = |-7224 |/(0.317 *300652 /1.0)+0.95 *|3752.5 |/(1.00*9370.2 /1.0)
  = 0.076 + 0.382 = 0.458
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
  = |-7224 |/(0.557 *300652 /1.0)+0.57 *|3752.5 |/(1.00*9370.2 /1.0)
  = 0.043 + 0.229 = 0.272

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.458 , 0.272) = 0.458

  controle: 0.458 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie kolommen volgens EC3 in spantrichting:
- Kolommen RHBK100*100*3.0 mm (S235 (EN10219)) voldoen
  qua sterkte/stabiliteit/stijfheid
  bij B.C.6: a1) Eigen gewicht + gewas + installaties + wind + onderdruk

4.13 B.C.7: a1) Eigen gewicht + installaties + sneeuw (Ct=1.0)

4.13.1 Berekening van de normaalkracht (N) in de kolommen (trek = +):

Berekening van de verticale belasting per kolom (neerwaarts = +):
In gebruikstoestand:

- Eigen gewicht dek (1.00 * 35)	=	35 N/m²	
- Sneeuwbelasting (0.00 * 420)	=	0 N/m²	
- Gewasbel.(winter)(0.00 * 0)	=	0 N/m²	
- Installaties (1.00 * 70)	=	70 N/m²	
Totaal :		105 N/m²	
- Neerwaartse belasting per kolom = 105 * 18.40 * 4.00	=		7728 N
- Eigen gewicht van de goot = 4 * (1.00 * 30) * 4.00	=		480 N
- Eigen gewicht van het spant = (1.00 * 3474)	=		3474 N
- Transportlast = 0.00 * max(0 , 1000) + 1.00 * 0	=		0 N
Totaal =			11682 N
- Windbelasting:			0 N
In gebruikstoestand: Fvk' = -N' =			11682 N

In rekentoestand:

- Eigen gewicht dek (1.00 * 35)	=	35 N/m²	
- Sneeuwbelasting (1.00 * 420)	=	420 N/m²	
- Gewasbel.(winter)(0.00 * 0)	=	0 N/m²	
- Installaties (1.00 * 70)	=	70 N/m²	
Totaal :		525 N/m²	
- Neerwaartse belasting per kolom = 525 * 18.40 * 4.00	=		38671 N
- Eigen gewicht van de goot = 4 * (1.00 * 30) * 4.00	=		480 N
- Eigen gewicht van het spant = (1.00 * 3474)	=		3474 N
- Transportlast = 0.00 * max(0 , 1000) + 1.00 * 0	=		0 N
Totaal =			42626 N
- Windbelasting:			0 N
In rekentoestand: Fvk = -N =			42626 N

4.13.2 Berekening van het maatgevende moment (My) in de kolommen:

Alleen de horizontale kracht ten gevolge van scheefstand speelt een rol:
- initiële scheefstand:
  - in rekentoestand: Fh,tot = 1/265 * |42626 | * 6 = 967 N
  - in gebruikstoestand: Fh,tot' = 1/265 * |11682 | * 6 = 265 N

Het totale maatgevende horizontale moment in de kolommen kan worden berekend door vermenigvuldiging met de effectieve kolomhoogte:

- Mh,tot = 967 * 3.29 = 3180 Nm

Het totale moment in spantrichting mag volgens de plasticiteits-theorie worden verdeeld over het aantal kolommen in spantrichting:

- My = 3180 / (6 + 1) = 454 Nm

4.13.3 Controle toegestane verplaatsingen in spantrichting:

a) 1e-orde horizontale verplaatsing in spantrichting in gebruikstoestand:

De optredende eerste orde horizontale verplaatsing in spantrichting kan benaderd worden met de onderstaande formule.
Bij een momentvaste inklemming van de kolom aan de betonvloer wordt aangenomen dat de vervormingen met 40% gereduceerd worden. Dit is een veilige benadering, waarbij een rotatieveer wordt aangehouden waarmee een reductie van 0.6 op de vervorming kan worden bereikt.

$$u1 = \frac{Fh,tot' * (kheff)^3}{3\ E\ Iy * (X + 1)} = \frac{265 * (3290)^3}{3* 2.1E5*179\ E4*(6\ + 1)} * 0.6 = 0.72 \quad mm$$

b) Bepaling van de totale horizontale verplaatsing in spantrichting:

- Vergrotingsfactor in gebruikstoestand:
  - nx' = FEx / N' = 121426 / 11682 = 10.39
  - nx'/nx'-1 = 1.11

- utot = nx'/nx'-1 * u1 = 1.11 * 0.72 = 0.79 mm

c) Berekening van de toelaatbare horizontale verplaatsing in spantrichting:

- In relatie tot de kolomhoogte:
  Zie "Richtlijn kassen met flexibele omhulling" artikel 11:

  - Maximale verplaatsing utoel-a = h / 50 = 4000 / 50 = 80.0 mm
  - Absolute grenswaarde umax = 2 * 40 mm = 80 mm

d) Controle van de toegestane horizontale verplaatsing in spantrichting:

- Stijfheid :
  controle : 0.8 mm < 80.0 mm, dus: stijfheid voldoet.

4.13.4 Controle kolommen volgens EC3 in spantrichting:

- Doorsnedeklasse: 3

- Sterkte:

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} + \frac{|My.Ed|}{My.c.Rd} = \frac{|-42626|}{300652} + \frac{|454|}{9370} = 0.190$$

  controle: 0.190 < 1.00, dus de sterkte voldoet.
- Maximale spanning:

$$Sigma: \frac{|NEd|}{A} + \frac{|My.Ed|}{Wpl.y} = \frac{|-42626|}{1148.5} + \frac{|454|}{41.595} = 48.0 \ N/mm^2$$

  UCspanning = Sigma/fy = 48.0 /235.0 = 0.204

  controle: 0.204 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy2 * (1.0 + 0.6*lambdarel.y*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
  = 0.90 * (1.0 + 0.6*1.49 *(|-42626 |/(0.317 *300652 /1.0)) = 1.26
  Ky.3 = Cmy2 * (1.0 + 0.6*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
  = 0.90 * (1.0 + 0.6*(|-42626 |/(0.317 *300652 /1.0)) = 1.14
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(1.26 , 1.14) = 1.14
  Kz.b = 0.8 * Ky.b = 0.91

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
  = |-42626 |/(0.317 *300652 /1.0)+1.14 *|454.3 |/(1.00*9370.2 /1.0)
  = 0.447 + 0.055 = 0.502
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
  = |-42626 |/(0.557 *300652 /1.0)+0.91 *|454.3 |/(1.00*9370.2 /1.0)
  = 0.255 + 0.044 = 0.299

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.502 , 0.299) = 0.502

  controle: 0.502 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie kolommen volgens EC3 in spantrichting:
- Kolommen RHBK100*100*3.0 mm (S235 (EN10219)) voldoen
  qua sterkte/stabiliteit/stijfheid
  bij B.C.7: a1) Eigen gewicht + installaties + sneeuw (Ct=1.0)

4.14 B.C.8: d) Eigen gewicht + gewas + installaties + aardbeving

4.14.1 Berekening van de normaalkracht (N) in de kolommen (trek = +):

Berekening van de verticale belasting per kolom (neerwaarts = +):
In gebruikstoestand:

- Eigen gewicht dek (1.00 * 35)	=	35 N/m²
- Gewasbelasting (1.00 * 0)	=	0 N/m²
- Installaties (1.00 * 70)	=	70 N/m²
Totaal :		105 N/m²
- Neerwaartse belasting per kolom = 105 * 18.40 * 4.00	=	7728 N
- Eigen gewicht van de goot = 4 * (1.00 * 30) * 4.00	=	480 N
- Eigen gewicht van het spant = (1.00 * 3474)	=	3474 N
- Transportlast = 0.00 * max(0 , 1000) + 1.00 * 0	=	0 N
Totaal =		11682 N
- Windbelasting:		0 N
In gebruikstoestand: Fvk' = -N' =		11682 N

In rekentoestand:

- Eigen gewicht dek (1.02 * 35)	=	36 N/m²
- Gewasbelasting (1.27 * 0)	=	0 N/m²
- Installaties (1.02 * 70)	=	71 N/m²
Totaal :		107 N/m²
- Neerwaartse belasting per kolom = 107 * 18.40 * 4.00	=	7890 N
- Eigen gewicht van de goot = 4 * (1.02 * 30) * 4.00	=	490 N
- Eigen gewicht van het spant = (1.02 * 3474)	=	3547 N
- Transportlast = 0.00 * max(0 , 1000) + 1.02 * 0	=	0 N
Totaal =		11927 N
- Windbelasting:		0 N
In rekentoestand: Fvk = -N =		11927 N

4.14.2 Berekening van het maatgevende moment (My) in de kolommen:

Alleen de horizontale kracht ten gevolge van scheefstand speelt een rol:
- initiële scheefstand:
  - in rekentoestand: Fh,tot = 1/265 * |11927 | * 6 = 270 N
  - in gebruikstoestand: Fh,tot' = 1/265 * |11682 | * 6 = 265 N

4.14.2.1 Seismic loads:
Fag = Sd * fs * |Fvk| = 0.0500 * 1.00 * |11682 | = 584 N
Fag' = Sd * fs'* |Fvk| = 0.0500 * 0.00 * |11682 | = 0 N

Fhktot = 270 + 584 * 6 = 3775 N
Fhktot' = 265 + 0 * 6 = 265 N

Het totale maatgevende horizontale moment in de kolommen kan worden berekend door vermenigvuldiging met de effectieve kolomhoogte:

- Mh,tot = 3775 * 3.29 = 12420 Nm

Het totale moment in spantrichting mag volgens de plasticiteits-theorie worden verdeeld over het aantal kolommen in spantrichting:

- My = 12420 / (6 + 1) = 1774 Nm

4.14.3 Controle toegestane verplaatsingen in spantrichting:

a) 1e-orde horizontale verplaatsing in spantrichting in gebruikstoestand:

De optredende eerste orde horizontale verplaatsing in spantrichting kan benaderd worden met de onderstaande formule.
Bij een momentvaste inklemming van de kolom aan de betonvloer wordt aangenomen dat de vervormingen met 40% gereduceerd worden. Dit is een veilige benadering, waarbij een rotatieveer wordt aangehouden waarmee een reductie van 0.6 op de vervorming kan worden bereikt.

$$u1 = \frac{Fhktot' * (kheff)^3}{3\ E\ Iy * (X + 1)} = \frac{265 * (3290)^3}{3 * 2.1E5 * 179\ E4 * (6 + 1)} * 0.6 = 0.72 \text{ mm}$$

b) Bepaling van de totale horizontale verplaatsing in spantrichting:

- Vergrotingsfactor in gebruikstoestand:
  - nx' = FEx / N' = 121426 / 11682 = 10.39
  - nx'/nx'-1 = 1.11

- utot = nx'/nx'-1 * u1 = 1.11 * 0.72 = 0.79 mm

c) Berekening van de toelaatbare horizontale verplaatsing in spantrichting:

- In relatie tot de kolomhoogte:
  Zie "Richtlijn kassen met flexibele omhulling" artikel 11:

  - Maximale verplaatsing utoel-a = h / 50 = 4000 / 50 = 80.0 mm
  - Absolute grenswaarde umax = 2 * 40 mm = 80 mm

d) Controle van de toegestane horizontale verplaatsing in spantrichting:

- Stijfheid :
  controle : 0.8 mm < 160.0 mm, dus: stijfheid voldoet.

4.14.4 Controle kolommen volgens EC3 in spantrichting:

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} + \frac{|My.Ed|}{My.c.Rd} = \frac{|-11927|}{300652} + \frac{|1774|}{9370} = 0.229$$

  controle: 0.229 < 1.00, dus de sterkte voldoet.
- Maximale spanning:

$$Sigma: \frac{|NEd|}{A} + \frac{|My.Ed|}{Wpl.y} = \frac{|-11927|}{1148.5} + \frac{|1774|}{41.595} = 53.0 \ N/mm^2$$

  UCspanning = Sigma/fy = 53.0 /235.0 = 0.226

  controle: 0.226 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
  = 0.90 * (1.0 + (1.49 - 0.2)*(|-11927 |/(0.317 *300652 /1.0)) = 1.05
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
  = 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-11927 |/(0.317 *300652 /1.0)) = 0.99
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(1.05 , 0.99) = 0.99
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.59

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
  = |-11927 |/(0.317 *300652 /1.0)+0.99 *|1774.3 |/(1.00*9370.2 /1.0)
  = 0.125 + 0.187 = 0.312
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
  = |-11927 |/(0.557 *300652 /1.0)+0.59 *|1774.3 |/(1.00*9370.2 /1.0)
  = 0.071 + 0.112 = 0.184

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.312 , 0.184) = 0.312

  controle: 0.312 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie kolommen volgens EC3 in spantrichting:
- Kolommen RHBK100*100*3.0 mm (S235 (EN10219)) voldoen
  qua sterkte/stabiliteit/stijfheid
  bij B.C.8: d) Eigen gewicht + gewas + installaties + aardbeving

Bedrijf: Heuvel-Folie-Serres bvba, CK-324-1
Project: Hooghoutplant VOF,koude kas, NEN13031
Bestand: 1.CA_21-019 Hooghoutplant venlo 6x 18.40mph 4.00m.ckd

De controle is uitgevoerd met CASTA/Kassenbouw versie 3.10 SP5

5 K R U I S S C H O O R V A K K E N

Kasgegevens:
- Kastype : Foliekas
- Overspanning (l) : 18.40 m (4 * 4.60 m)
- Aantal gekoppelde spanten : 6 (y-richting)
- Vakmaat (v) : 4.00 m
- Kolomhoogte (h) : 4.00 m
- Kaslengte (L) : 40.0 m
- Aantal schoorvakken(nstab): 2
- Funderingstype : geen funderingsberekening (op vloer)

De navolgende rapportage van de CASTA controleberekening de de kruisschoorvakken van een kas is in overeenstemming met de algemene Nederlandse norm voor bouwconstructies NEN-EN 1990 en de hierna volgende specifieke Nederlandse bouwnormen, waarmee is voldaan aan bepalingen van het Bouwbesluit 2012 Hoofdstuk 2: Technische bouwvoorschriften uit oogpunt van veiligheid, afdeling 2.1 Algemene sterkte van de bouwconstructie paragraaf 2.1.1 Nieuwbouw.

De kasconstructie is ingedeeld in gevolgklasse Classificatie KFI=0.85

Op deze berekening zijn de volgende normen van toepassing:
- NEN-EN 1990 Eurocode Grondslagen voor het ontwerp
- NEN-EN 1991 Eurocode 1: Belastingen op constructies
  * NEN-EN 1991-1-4: Windbelastingen
  * NEN-EN 1991-1-3: Sneeuwbelasting

De belastingen en belastingscombinaties zijn bepaald volgens:
- NEN3859 2012: Classificatie KFI=0.85; Windgebied III
- Basiswindsnelheid: Vb50 = 24.5 m/s met Cprob 15 jaar: Vb = 22.6 m/s
- Karateristieke Sneeuwbelasting: SK = 700.0 N/m² op de grond (50 jaar)

De controle berekeningen zijn geheel of gedeeltelijk uitgevoerd volgens de volgende normen:
- NEN-EN 1993 Eurocode 3: Ontwerp en berekening van staalconstructies
  * NEN-EN 1993-1-1: Algemene regels en regels voor gebouwen
  * NEN-EN 1993-1-3: Koudgevormde dunwandige profielen en platen
  * NEN-EN 1993-1-8: Ontwerp en berekening van verbindingen

(voor zover van toepassing voor de uitgevoerde controle berekening)
Bij de genoemde Eurocodes zijn de Nederlandse nationale bijlagen van toepassing

Voor een toelichting op de berekening van de schoorvakken en/of stabiliteitsportalen wordt verwezen naar TNO rapport: BI-89-002* "Berekening van kruisschoorvakken en stabiliteitsportalen voor Venlo-warenhuizen en Breedkapkassen", Delft/1989.

CASTA/Kassenbouw is een hulpmiddel bij het ontwerp van de constructie en onderdelen van een kas.
De gebruiker van CASTA/Kassenbouw is zelf verantwoordelijk voor het invoeren van de juiste gegevens.
TNO aanvaardt geen enkele aansprakelijkheid bij het toepassen van de resultaten van CASTA/Kassenbouw.
Het programma CASTA/Kassenbouw is ontwikkeld door TNO in samenwerking met en onder begeleiding van de stichting Hortivation.
Voor meer informatie over CASTA/Kassenbouw kunt u contact opnemen met TNO (088 8663460).

5.1 Samenvatting maatgevende berekeningsresultaten:
(Tussen haakjes is per item het nummer van de maatgevende B.C. gegeven.)
- Bovenstuk kolom:
  - Sterkte (B.C.1) : 0.18 < 1.00, dus: voldoet.
  - Spanning (B.C.1) : 0.20 < 1.00, dus: voldoet.
  - Stabiliteit (B.C.1) : 0.54 < 1.00, dus: voldoet.
- Onderstuk kolom:
  - Sterkte (B.C.1) : 0.18 < 1.00, dus: voldoet.
  - Spanning (B.C.1) : 0.20 < 1.00, dus: voldoet.
  - Stabiliteit (B.C.1) : 0.57 < 1.00, dus: voldoet.
- Koppelbalk boven:
  - Sterkte (B.C.5) : 0.07 < 1.00, dus: voldoet.
  - Spanning (B.C.5) : 0.08 < 1.00, dus: voldoet.
  - Stabiliteit (B.C.5) : 0.27 < 1.00, dus: voldoet.
- Schoren:
  - Sterkte (B.C.5) : 0.22 < 1.00, dus: voldoet.
  - Spanning (elke BC) : alleen op trek belast dus: voldoet
  - Stabiliteit (elke BC) : alleen op trek belast dus: voldoet
- Koppelbalk onder:
  - Sterkte (B.C.3) : 0.10 < 1.00, dus: voldoet.
  - Spanning (B.C.5) : 0.06 < 1.00, dus: voldoet.
  - Stabiliteit (B.C.5) : 0.05 < 1.00, dus: voldoet.
  - Verplaatsing (B.C.5) : 0.8 mm < 5.0 mm, dus: voldoet.
- Stijfheid kruisschoorvak:
  - Verplaatsing (B.C.5) : 2.6 mm < 80.0 mm, dus: voldoet.
- Kantelstabiliteit fundatie: geen controleberekening uitgevoerd.

5.1.1 Eindconclusie(s):
- De 2 kruisschoorvakken voldoen qua sterkte/stijfheid/stabiliteit bij alle berekende belastingcombinaties.
  - Kolommen RHBK100*100*3.0 mm (S235 (EN10219)) : voldoen
  - Bovenl. koppelbalken RHBK50*50*3.0, S235 (EN10219) : voldoen
  - Schoren RD20.0 mm (S235 (EN10219)) : voldoen
  - Onderl. koppelbalken RHBK120*120*3.0, S235 (EN10219) : voldoen
  - Stijfheid kruisschoorvak : voldoet
- De fundatie is niet gecontroleerd !

5.1.2 Mededelingen/opmerkingen:
De belastingen en belastingscombinaties zijn bepaald volgens:
- NEN 3859 2012 (lichte bouwconstructies; tuinbouwkassen)
  - Onderzochte belastingcombinaties:
    - B.C.1: a2) Eigen gewicht + installaties + sneeuw + gewas(winter)
    - B.C.2: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht
    - B.C.3: c1) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties
    - B.C.4: c12) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties
    - B.C.5: a1) Eigen gewicht + gewas + installaties + wind + onderdruk
    - B.C.6: a1) Eigen gewicht + installaties + sneeuw (Ct=1.0)
    - B.C.7: d) Eigen gewicht + gewas + installaties + aardbeving

- De kruisschoorvakken zijn alleen in gootrichting gecontroleerd.
  De controle van de kolommen en de poeren in spantrichting kan met het onderdeel
  CASTA/Kolommen worden uitgevoerd.

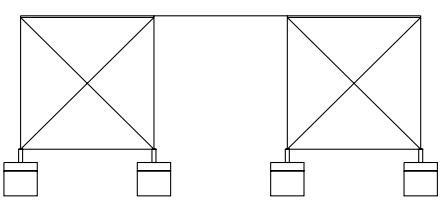
- Voor een nadere controle van de schoorverbindingen met de onderliggende
  koppelbalk en met de kruisschoorvak-kolommen wordt verwezen naar
  EN 1993-1-1 (Staalconstructies) en EN 1993-1-8 (Verbindingen).

5.2 INVOERGEGEVENS

5.2.1 Type en afmetingen van de kas:
- Kastype : Foliekas
- Overspanning (l) : 18.40 m (4 * 4.60 m)
- Overspanning (l) : 18.40 m
- Vakmaat (v) : 4.00 m
- Kolomhoogte gevel : 4.00 m
- Kaslengte (L) : 40.0 m
- Minimum aantal aaneengesloten overspanningen (y-richting): 6

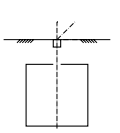
5.2.2 Overige gegevens van de kas:
- Dekhelling (alfa) : 25.0 graden
- Funderingshoogte (fh) : 0 mm
- Funderingstype : geen funderingsberekening (op vloer)
- Spanthoogte (hspant) : 630 mm
- Spantverlaging (vspant) : 80 mm

5.2.3 Kolommen:
- Profiel : RHBK100*100*3.0
- Staalsoort kolommen : S235 (EN10219)
- Lengte kolom : 4000 mm
- Gat in de kolom : Nee

5.2.4 Gegevens van de kruisschoorvakken:


- Dubbel : Nee
- Aantal (nstab) : 2
- Kolommen : RHBK100*100*3.0 mm
- Lengte kolommen : 4000 mm
- Staalsoort kolommen : S235 (EN10219)
- Gat in de kolom : Nee
- Verjonging van de kolom : Nee
- Bovenl. koppelbalk : RHBK50*50*3.0 mm (S235 (EN10219))
- Schoren : RD20.0 mm (S235 (EN10219))
- Onderl. Koppelbalk : RHBK120*120*3.0 mm (S235 (EN10219))
- Schoorverlaging (vs) : 50 mm
- Onderbalkverlaging (vok) : 0 mm

5.3 Gegevens van de fundering van de kruisschoorvakken:
- Op de vloer



5.3.1 Eigen gewicht van diverse kasonderdelen:
- Dek (qdek) : 35 N/m² grondoppervlak
- Goot (Qgoot) : 30 N/m
- Spant (Fspant 1e rij) : 3474 N
- Spant (Fspant 2e rij) : 3474 N
- Spant (Fspant midden) : 3474 N

5.3.2 Gegevens van de verhoogde teeltlaag:
- Geen verhoogde teeltlaag toegepast.

5.3.3 Belastingen:
De belastingen zijn berekend volgens:
- NEN3859 2012: Classificatie KFI=0.85; Windgebied III
- Basic wind velocity : V50 = 24.5 m/s reference V15 = 22.6 m/s
- Basic snowload : SK = 700.0 N/m²
- Berekende afsmeltfactor : Ct = 1.000
  Type kasdekomhulling : Enkellaags kunststoffolie
  Temperatuur onder kasdek: Niet verwarmd
  Schermdoek op pakket bij sneeuwval: Ja
  Afwatering smeltwater snel en ongehinderd: Ja
- Reference period : Rf = 15 year
- Seismische respons : Invoer door gebruiker
- Seismische versnelling : AgR = 0.050 x g m/sec²
  (Reference: TRC=475 years, n=50years, 10% exceedence)
- Seismische respons : Sd = 0.050 x g m/sec²
- Seismische ontwerpfactor: gs = 1.30
- Windstuwdruk (qwind) : max(0.72, (0.77*0.85))*464 = 334 N/m² dekoppervlak
  (N.B.: Nokhoogte: H = 0.000 + 4.000 + 0.5 * 4.600 * tan 25° = 5.073 m)
  Gebouwhoogte: 5.073 m. Eff.hoogte: ze = 5.073 m
- Sneeuwbelasting (qsneeuw) : 420.4 N/m² grondoppervlak

- Installaties : 70 N/m² grondoppervlak
- Hangende teeltgoot : 0 N/m² grondoppervlak
- Installaties totaal : 70 N/m² grondoppervlak
- Gewasbelasting (qgewas) : 0 = Max(0 , 0) N/m² grondoppervlak
- Gewasbelasting winter : 0 N/m² grondoppervlak
- Transportlast incidenteel : 0 N
  permanent : 0 N
- Puntlast onderbalk (Fpunt): 1000 N

5.4 GEGEVENS OVER DE TOEGEPASTE NORM

5.4.1 Gegevens over de Europese kassenbouwnorm

- NEN3859 2012: Classificatie KFI=0.85; Windgebied III
- Basiswindsnelheid: Vb50 = 24.5 m/s met Cprob 15 jaar: Vb = 22.6 m/s
- Karateristieke Sneeuwbelasting: SK = 700.0 N/m² op de grond (50 jaar)

5.4.2 Windbelasting:

- Reference wind velocity : Vref.50 = 24.5 m/s
- Return period : ref = 15
- Shape parameter : K1 = 0.234 ; n = 0.5
- Terrain category greenhouses : z0 = 0.200 m, zmin = 4.000 m, Kr = 0.209
- Reference wind velocity (for ref.min = 15 years):

$$Vref = Vref.50 * \frac{1 - K1 * \ln(1/ref)}{1 - K1 * \ln(0.02)}^{+0.5} = 22.627 \text{ m/s}$$

- Height ridge : 0.000 + 4.000 + 0.5*4.600*tan25° = 5.073 m
- Reference height : ze = 5.073 m (ze = Height ridge = building height = 5.073 m)
- Roughness coëfficiënt : cr(ze) = 0.677
- Topography coëfficiënt : co(ze) = 1.000
- Turbulence intensity : Iv(ze) = Kr /(ct(ze) * co(ze))= 0.309
- Exposure coëfficiënt : ce(ze) = cr(ze)² * co(ze)² * (1 + 7 * Iv(ze)) = 1.450
- Reference wind pressure : rho = 1.250 kg/m3; q = rho/2*(Vref)² = 319.976 N/m²
- Peak velocity : Vpeak = ce(ze)^0.5 * Vref = 1.450 ^0.5 * 22.627 = 27.2 m/s
- Mean wind pressure : qref = ce(ze) * q = 464.056 N/m²

- Windbelasting op midden kasdek:
  - Kaphoogte : Hkap = max(0.5*4.600*tan25°, 1.00 m) = 1.073 m
  - Roughness coëfficiënt : cr = 0.352
  - Topography coëfficiënt : ct = 1.000
  - Turbulence intensity : Iv = kT /(cr * ct)= 7.000
  - Exposure coëfficiënt : ce = cr² * ct² * (1 + 7 * Iv) = 0.639
  - Mean wind pressure : qref = ce * q = 204.441 N/m²
  - Reduction factor : fqmid = qref.nok/qref = 204.441 / 464.056 = 0.441
- Wind pressure (qwind): max(0.72, (0.77*0.85))*464 = 334 N/m² dekoppervlak 1)

Voor de reductiefactoren wordt de onderstaande tabel aangehouden
(tussenliggende waarden via lineaire interpolatie):

X [m]	Cs 2) loodrecht	Ccor parallel	(volgens NEN3859 2012)
5	0.92	1.00	
10	0.89	0.85	1): de maximale reductie van de
20	0.87	0.85	windstuwdruk is 0.72 (=0.85x0.85)
30	0.85	0.85	
50	0.82	0.85	2): de ondergrens voor cs=0.85
75	0.80	0.85	
100	0.78	0.85	
150	0.75	0.85	Cs;loodrecht = 0.77 (kasbreedte 110.4 m)
> 200	0.73	0.85	Ccor;parallel = 0.85 (kaslengte 40.0 m)

5.4.3 Sneeuwbelasting:
Sneeuwbelasting (qsneeuw): 420.4 N/m² grondoppervlak (zonder afsmelten: qsi = 420.4 N/m²)
- Return period: ref = 15
- Basic snow load: SK = 700.0 N/m²
- Reduction with a return period n and V=0.800
  NEN3859 2012: Rf = (1-0.8*0.7797*(ln(-ln(1-1/15))+0.57722))/(1+2.5923*0.8) = 0.751
- Snow load shape coëfficiënt (for sub_structure only): C1 = 0.80
- Thermal coëfficiënt for non-heated greenhouses: Ct = 1.00
- Exposure coëfficiënt Ce, usually 1.0 (no effect from wind): Ce = 1.00
- Snow load (load on the roof projected on the ground):
  qs = Rf*C1*Ce*Ct*Sk = 0.751 * 0.8 * 1.0 * 1.000 * 700.0 = 420.4 N/m² 1)

5.4.4 Onderzochte belastingcombinaties:
- B.C.1: a2) Eigen gewicht + installaties + sneeuw + gewas(winter)
- B.C.2: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht
- B.C.3: c1) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties
- B.C.4: c12) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties
- B.C.5: a1) Eigen gewicht + gewas + installaties + wind + onderdruk
- B.C.6: a1) Eigen gewicht + installaties + sneeuw (Ct=1.0)
- B.C.7: d) Eigen gewicht + gewas + installaties + aardbeving

- Combinaties voor dekroeden:
  - BC.R1 : a2) Eigen gewicht + installaties + sneeuw + gewas(winter)
  - BC.R2 : b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht
  - BC.R3 : c1) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties
  - BC.R4 : a12) Eigen gewicht + installaties + wind + onderdruk

- Combinaties voor de goot:
  - BC.G1 : a2) Eigen gewicht + installaties + sneeuw + gewas(winter)
  - BC.G2 : c1) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties
  - BC.G3 : c12) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties
  - BC.G4 : a1) Eigen gewicht + gewas + installaties + wind + onderdruk
  - BC.G5 : a12) Eigen gewicht + installaties + wind + onderdruk
  - BC.G6 : d) Eigen gewicht + gewas + installaties + aardbeving
  - BC.G7 : a1) Eigen gewicht + sneeuw (Ct=1.0 goot)

5.4.5 Tabel 7: Afgeleide belastingsfactoren in rekentoestand
en tussen haakjes in gebruikstoestand:

ref	G1	G2	Q1	Q2	Q3	Q4	AK2
BC	Eigen gewicht dek a= 35 N/m² b= 0 N	Installaties 70 N/m² + 0 N/m² = 70 N/m²	Wind-belasting a= 464 N/m² b= 334 N/m² c= 334 N/m²	Sneeuwbelasting a= 420 N/m² b= 420 N/m² c= 0 N/m²	Gewasbelasting a= 0 N/m² b= 0 N/m²	Transportbelasting a= 0 N b= 0 N	Aardbeving AgR = 0.050 [Sd]
1	1.02(1.00)	1.02(1.00)	0.00(0.00)	a 1.27(1.00)	b 1.27(1.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)
2	1.00(1.00)	0.00(0.00)	1.27(1.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)
3	1.02(1.00)	1.02(1.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)	a 1.27(1.00)	1.27(1.00)	0.00(0.00)
4	1.20(1.00)	1.20(1.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)	a 1.20(1.00)	1.20(1.00)	0.00(0.00)
5	1.02(1.00)	1.02(1.00)	1.27(1.00)	0.00(0.00)	a 1.27(1.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)
6	1.00(1.00)	1.00(1.00)	0.00(0.00)	b 1.00(0.00)	b 0.00(0.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)
7	1.02(1.00)	1.02(1.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)	a 1.27(1.00)	0.00(0.00)	1.00(0.00)[0.050]

G1 = Dead load: [a]roof; [b]permanent
G2 = Services : [a]load on truss; [b]permanent
Q1 = Wind Load: [a]excl.Cdim (gables); [b]gutter direction (crosses); [c]span direction (trellis, column)
Q2 = Snow load: [a]incl. Ct=1.000; [b]exeptional Ct=1.0; [c]Accidental
Q3 = Crop Load: [a]max season; [b]max winter
Q4 = Transport incidental: [a]on roof; [b]inside

Het aantal middenkappen waarmee wordt gerekend mag worden gereduceerd.
Voor het maximaal aantal middenkappen wordt de onderstaande tabel aangehouden:

	N	h kolomhoogte + funderingshoogte
		- = ----------
h/s <= 0.4	3	s kapbreedte
0.4 < h/s <= 0.5	4	
0.5 < h/s <= 0.6	5	4000 + 0
0.6 < h/s <= 0.7	6	= ---------- , geeft Nred = 7
h/s > 0.7	7	4600

Controle aantal gegeven middenkappen:
nkap,beschikbaar = aantal spanten * aantal kappen - 3 = 4 * 6 - 3 (=> 0)
nkap,midden = MIN(nkap,beschikbaar, Nred) = MIN(nkap,beschikbaar, 7)

5.4.6 Tabel 7: Windvormfactoren bij wind evenwijdig (||) aan de nok:

BC	Vormfactor Wind, dek	Factor Windwrijving	Winddruk kopgevel	Windzuiging kopgevel	Druk in de kas*)
1	+0.000	0.000	+0.00	+0.00	0.00
2	-0.200	0.010	+0.70	+0.30	0.20
3	+0.000	0.000	+0.00	+0.00	0.00
4	+0.000	0.000	+0.00	+0.00	0.00
5	-0.200	0.010	+0.70	+0.30	-0.10
6	+0.000	0.000	+0.00	+0.00	0.00
7	+0.000	0.000	+0.00	+0.00	0.00

*) Overdruk=positief / Onderdruk=negatief

5.5 OVERZICHT BEREKENINGSRESULTATEN PER BELASTINGGEVAL:

5.5.1 B.C.1: a2) Eigen gewicht + installaties + sneeuw + gewas(winter)
Bovenstuk kolom:
  - Doorsn.klasse : 3
  - Sterkte : 0.18 < 1.00, dus: voldoet.
  - Spanning : 0.20 < 1.00, dus: voldoet.
  - Stabiliteit : 0.54 < 1.00, dus: voldoet.
Onderstuk kolom:
  - Doorsn.klasse : 3
  - Sterkte : 0.18 < 1.00, dus: voldoet.
  - Spanning : 0.20 < 1.00, dus: voldoet.
  - Stabiliteit : 0.57 < 1.00, dus: voldoet.
Koppelbalk boven:
  - Doorsn.klasse : 1
  - Sterkte : 0.05 < 1.00, dus: voldoet.
  - Spanning : 0.05 < 1.00, dus: voldoet.
  - Stabiliteit : 0.08 < 1.00, dus: voldoet.
Schoren:
  - Doorsn.klasse : 1
  - Sterkte : 0.04 < 1.00, dus: voldoet.
  - Spanning : op trek belast dus: voldoet
  - Stabiliteit : op trek belast dus: voldoet
Koppelbalk onder:
  - Doorsn.klasse : 2
  - Sterkte : 0.01 < 1.00, dus: voldoet.
  - Spanning : 0.01 < 1.00, dus: voldoet.
  - Stabiliteit : 0.01 < 1.00, dus: voldoet.
  - Verplaatsing : 0.2 mm < 5.0 mm, dus: voldoet.
Stijfheid kruisschoorvak:
  - Verplaatsing : 1.5 mm < 80.0 mm, dus: voldoet.
Fundering:
- Kantelstabiliteit fundatie: niet ter zake

5.5.2 B.C.2: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht
Bovenstuk kolom:
  - Doorsn.klasse : 1
  - Sterkte : 0.05 < 1.00, dus: voldoet.
  - Spanning : 0.05 < 1.00, dus: voldoet.
  - Stabiliteit : op trek belast dus: voldoet
Onderstuk kolom:
  - Doorsn.klasse : 2
  - Sterkte : 0.05 < 1.00, dus: voldoet.
  - Spanning : 0.05 < 1.00, dus: voldoet.
  - Stabiliteit : 0.07 < 1.00, dus: voldoet.
Koppelbalk boven:
  - Doorsn.klasse : 1
  - Sterkte : 0.07 < 1.00, dus: voldoet.
  - Spanning : 0.08 < 1.00, dus: voldoet.
  - Stabiliteit : 0.27 < 1.00, dus: voldoet.
Schoren:
  - Doorsn.klasse : 1
  - Sterkte : 0.22 < 1.00, dus: voldoet.
  - Spanning : op trek belast dus: voldoet
  - Stabiliteit : op trek belast dus: voldoet
Koppelbalk onder:
  - Doorsn.klasse : 2
  - Sterkte : 0.06 < 1.00, dus: voldoet.
  - Spanning : 0.06 < 1.00, dus: voldoet.
  - Stabiliteit : 0.04 < 1.00, dus: voldoet.
  - Verplaatsing : 0.8 mm < 5.0 mm, dus: voldoet.
Stijfheid kruisschoorvak:
  - Verplaatsing : 2.3 mm < 80.0 mm, dus: voldoet.
Fundering:
- Kantelstabiliteit fundatie: niet ter zake

5.5.3 B.C.3: c1) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties
Bovenstuk kolom:
  - Doorsn.klasse : 3
  - Sterkte : 0.05 < 1.00, dus: voldoet.
  - Spanning : 0.05 < 1.00, dus: voldoet.
  - Stabiliteit : 0.14 < 1.00, dus: voldoet.
Onderstuk kolom:
  - Doorsn.klasse : 3
  - Sterkte : 0.05 < 1.00, dus: voldoet.
  - Spanning : 0.05 < 1.00, dus: voldoet.
  - Stabiliteit : 0.14 < 1.00, dus: voldoet.
Koppelbalk boven:
  - Doorsn.klasse : 1
  - Sterkte : 0.04 < 1.00, dus: voldoet.
  - Spanning : 0.04 < 1.00, dus: voldoet.
  - Stabiliteit : 0.05 < 1.00, dus: voldoet.
Schoren:
  - Doorsn.klasse : 1
  - Sterkte : 0.01 < 1.00, dus: voldoet.
  - Spanning : op trek belast dus: voldoet
  - Stabiliteit : op trek belast dus: voldoet
Koppelbalk onder:
  - Doorsn.klasse : 2
  - Sterkte : 0.10 < 1.00, dus: voldoet.
  - Spanning : 0.09 < 1.00, dus: voldoet.
  - Stabiliteit : 0.09 < 1.00, dus: voldoet.
  - Verplaatsing : 0.1 mm < 5.0 mm, dus: voldoet.
Stijfheid kruisschoorvak:
  - Verplaatsing : 0.4 mm < 80.0 mm, dus: voldoet.
Fundering:
- Kantelstabiliteit fundatie: niet ter zake

5.5.4 B.C.4: c12) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties
Bovenstuk kolom:
  - Doorsn.klasse : 3
  - Sterkte : 0.05 < 1.00, dus: voldoet.
  - Spanning : 0.06 < 1.00, dus: voldoet.
  - Stabiliteit : 0.16 < 1.00, dus: voldoet.
Onderstuk kolom:
  - Doorsn.klasse : 3
  - Sterkte : 0.05 < 1.00, dus: voldoet.
  - Spanning : 0.06 < 1.00, dus: voldoet.
  - Stabiliteit : 0.17 < 1.00, dus: voldoet.
Koppelbalk boven:
  - Doorsn.klasse : 1
  - Sterkte : 0.05 < 1.00, dus: voldoet.
  - Spanning : 0.05 < 1.00, dus: voldoet.
  - Stabiliteit : 0.06 < 1.00, dus: voldoet.
Schoren:
  - Doorsn.klasse : 1
  - Sterkte : 0.01 < 1.00, dus: voldoet.
  - Spanning : op trek belast dus: voldoet
  - Stabiliteit : op trek belast dus: voldoet
Koppelbalk onder:
  - Doorsn.klasse : 2
  - Sterkte : 0.09 < 1.00, dus: voldoet.
  - Spanning : 0.09 < 1.00, dus: voldoet.
  - Stabiliteit : 0.08 < 1.00, dus: voldoet.
  - Verplaatsing : 0.1 mm < 5.0 mm, dus: voldoet.
Stijfheid kruisschoorvak:
  - Verplaatsing : 0.4 mm < 80.0 mm, dus: voldoet.
Fundering:
- Kantelstabiliteit fundatie: niet ter zake

5.5.5 B.C.5: a1) Eigen gewicht + gewas + installaties + wind + onderdruk
Bovenstuk kolom:
  - Doorsn.klasse : 3
  - Sterkte : 0.06 < 1.00, dus: voldoet.
  - Spanning : 0.06 < 1.00, dus: voldoet.
  - Stabiliteit : 0.12 < 1.00, dus: voldoet.
Onderstuk kolom:
  - Doorsn.klasse : 3
  - Sterkte : 0.10 < 1.00, dus: voldoet.
  - Spanning : 0.11 < 1.00, dus: voldoet.
  - Stabiliteit : 0.23 < 1.00, dus: voldoet.
Koppelbalk boven:
  - Doorsn.klasse : 1
  - Sterkte : 0.07 < 1.00, dus: voldoet.
  - Spanning : 0.08 < 1.00, dus: voldoet.
  - Stabiliteit : 0.27 < 1.00, dus: voldoet.
Schoren:
  - Doorsn.klasse : 1
  - Sterkte : 0.22 < 1.00, dus: voldoet.
  - Spanning : op trek belast dus: voldoet
  - Stabiliteit : op trek belast dus: voldoet
Koppelbalk onder:
  - Doorsn.klasse : 2
  - Sterkte : 0.06 < 1.00, dus: voldoet.
  - Spanning : 0.06 < 1.00, dus: voldoet.
  - Stabiliteit : 0.05 < 1.00, dus: voldoet.
  - Verplaatsing : 0.8 mm < 5.0 mm, dus: voldoet.
Stijfheid kruisschoorvak:
  - Verplaatsing : 2.6 mm < 80.0 mm, dus: voldoet.
Fundering:
- Kantelstabiliteit fundatie: niet ter zake

5.5.6 B.C.6: a1) Eigen gewicht + installaties + sneeuw (Ct=1.0)
Bovenstuk kolom:
  - Doorsn.klasse : 3
  - Sterkte : 0.15 < 1.00, dus: voldoet.
  - Spanning : 0.16 < 1.00, dus: voldoet.
  - Stabiliteit : 0.45 < 1.00, dus: voldoet.
Onderstuk kolom:
  - Doorsn.klasse : 3
  - Sterkte : 0.15 < 1.00, dus: voldoet.
  - Spanning : 0.17 < 1.00, dus: voldoet.
  - Stabiliteit : 0.47 < 1.00, dus: voldoet.
Koppelbalk boven:
  - Doorsn.klasse : 1
  - Sterkte : 0.04 < 1.00, dus: voldoet.
  - Spanning : 0.05 < 1.00, dus: voldoet.
  - Stabiliteit : 0.07 < 1.00, dus: voldoet.
Schoren:
  - Doorsn.klasse : 1
  - Sterkte : 0.04 < 1.00, dus: voldoet.
  - Spanning : op trek belast dus: voldoet
  - Stabiliteit : op trek belast dus: voldoet
Koppelbalk onder:
  - Doorsn.klasse : 2
  - Sterkte : 0.01 < 1.00, dus: voldoet.
  - Spanning : 0.01 < 1.00, dus: voldoet.
  - Stabiliteit : 0.01 < 1.00, dus: voldoet.
  - Verplaatsing : 0.1 mm < 5.0 mm, dus: voldoet.
Stijfheid kruisschoorvak:
  - Verplaatsing : 0.4 mm < 80.0 mm, dus: voldoet.
Fundering:
- Kantelstabiliteit fundatie: niet ter zake

5.5.7 B.C.7: d) Eigen gewicht + gewas + installaties + aardbeving
Bovenstuk kolom:
  - Doorsn.klasse : 3
  - Sterkte : 0.05 < 1.00, dus: voldoet.
  - Spanning : 0.05 < 1.00, dus: voldoet.
  - Stabiliteit : 0.13 < 1.00, dus: voldoet.
Onderstuk kolom:
  - Doorsn.klasse : 3
  - Sterkte : 0.06 < 1.00, dus: voldoet.
  - Spanning : 0.07 < 1.00, dus: voldoet.
  - Stabiliteit : 0.17 < 1.00, dus: voldoet.
Koppelbalk boven:
  - Doorsn.klasse : 1
  - Sterkte : 0.05 < 1.00, dus: voldoet.
  - Spanning : 0.05 < 1.00, dus: voldoet.
  - Stabiliteit : 0.11 < 1.00, dus: voldoet.
Schoren:
  - Doorsn.klasse : 1
  - Sterkte : 0.09 < 1.00, dus: voldoet.
  - Spanning : op trek belast dus: voldoet
  - Stabiliteit : op trek belast dus: voldoet
Koppelbalk onder:
  - Doorsn.klasse : 2
  - Sterkte : 0.02 < 1.00, dus: voldoet.
  - Spanning : 0.02 < 1.00, dus: voldoet.
  - Stabiliteit : 0.01 < 1.00, dus: voldoet.
  - Verplaatsing : 0.1 mm < 5.0 mm, dus: voldoet.
Stijfheid kruisschoorvak:
  - Verplaatsing : 0.2 mm < 80.0 mm, dus: voldoet.
Fundering:
- Kantelstabiliteit fundatie: niet ter zake

5.6 PROFIEL-EIGENSCHAPPEN

In dit deel worden alle profiel-eigenschappen weergegeven en uitgerekend,
die onafhankelijk zijn van de belastingen en de belastingcombinaties.

5.6.1 Eigenschappen van de kolommen (RHBK100*100*3.0 mm S235 (EN1021) (index "k"):

- Oppervlakte : Ak = 1148.5 mm²
- Traagheidsmoment y-as: Iy.k = 1789800.5 mm4
- Weerstandsmoment y-as: Wy.k = 35796.0 mm3
- Traagheidsstraal y-as: iy.k = 39.5 mm
- Traagheidsmoment z-as: Iz.k = 1789800.5 mm4
- Weerstandsmoment z-as: Wz.k = 35796.0 mm3
- Traagheidsstraal z-as: iz.k = 39.5 mm
- Neutrale lijn z-as : ez.k = 50.0 mm
- Versch.neutr.lijn y : eNy = 0.0 mm
  z : eNz = 0.0 mm
- Lengte : Lk = 4.000 m
- Gewicht : Gk = 36.064 kg
- Rekenwaarde vloeigrens fy.k = 235.0 N/mm²
- Elasticiteitsmodulus Ek = 210000 N/mm²
- Afschuivingsmodulus Gk = 80769 N/mm²
- Weerstandsmom.pl.y-as Wpy.k = 35796 (Wply.k = 41595) mm3
- Weerstandsmom.pl.z-as Wpz.k = 35796 (Wplz.k = 41595) mm3
- Torsietraagheidsmoment It.k = 2708185 mm4
- Rekenwaarde van de sterkte:
  - Normaalkracht Nc.Rd.k = 300652 N
    NRk.k = 300652 N
  - Moment plastisch My.c.Rd.k = 9370 Nm Mz.c.Rd.k = 9370 Nm
    elastisch My.Rk.k = 9370 Nm Mz.Rk.k = 9370 Nm
- Imperfectie factor volgens EC3, table 6.2 alfay = 0.49 alfaz = 0.49
- De ingevoerde staalsoort S235 (EN10219) is vastgesteld voor het basismateriaal van het kokerprofiel.
  Na het koudvervormen is er sprake van een verhoging van de vloeigrens. Deze verhoogde vloeigrens
  is als volgt berekend met de rekenformule uit NEN6770 (zie 12.1.1.4 Tabel 23, noot 2) en EN 1993-1-1:
  - Materiaalkwaliteit : S235 (EN10219) (fy = 235.0 N/mm², ft = 360.0 N/mm²)
    fy-eq = fy+(7*nhoekk*tk/Lk)*(ft-fy) < (fy+ft)/2: fy-eq = 261.8 N/mm²
  - Ontwikkelde lengte : Lk = 392.3 mm
  - Omgez. hoeken : nhoek = 4
  - Op druk belast : fy-dk = fy-eq = 261.8 N/mm²
  - Op trek belast : fy-tk = fy-eq = 261.8 N/mm²

- Bij de berekening van de kniklengte(n) van de kolommen wordt direkt rekening
  gehouden met de belastingconfiguratie (zie 6.3).

5.6.2 Eigenschappen van de koppelbalk boven (RHBK50*50*3.0 mm S235 (EN1021) (index "bk"):
- Oppervlakte : Abk = 548.5 mm²
- Traagheidsmoment y-as: Iy.bk = 199620.2 mm4
- Weerstandsmoment y-as: Wy.bk = 7984.8 mm3
- Traagheidsstraal y-as: iy.bk = 19.1 mm
- Traagheidsmoment z-as: Iz.bk = 199620.2 mm4
- Weerstandsmoment z-as: Wz.bk = 7984.8 mm3
- Traagheidsstraal z-as: iz.bk = 19.1 mm
- Neutrale lijn z-as : ez.bk = 25.0 mm
- Versch.neutr.lijn y : eNy = 0.0 mm
  z : eNz = 0.0 mm
- Lengte : Lbk = 4.000 m
- Gewicht : Gbk = 17.224 kg
- Rekenwaarde vloeigrens fy.bk = 235.0 N/mm²
- Elasticiteitsmodulus Ebk = 210000 N/mm²
- Afschuivingsmodulus Gbk = 80769 N/mm²
- Weerstandsmom.pl.y-as Wpy.bk = 7985 (Wply.bk = 9582) mm3
- Weerstandsmom.pl.z-as Wpz.bk = 7985 (Wplz.bk = 9582) mm3
- Torsietraagheidsmoment It.bk = 304545 mm4
- Rekenwaarde van de sterkte:
  - Normaalkracht Nc.Rd.bk = 158865 N
    NRk.bk = 158865 N
  - Moment plastisch My.c.Rd.bk = 2312 Nm Mz.c.Rd.bk = 2312 Nm
    elastisch My.Rk.bk = 2312 Nm Mz.Rk.bk = 2312 Nm
- Imperfectie factor volgens EC3, table 6.2 alfay = 0.49 alfaz = 0.49
- De ingevoerde staalsoort S235 (EN10219) is vastgesteld voor het basismateriaal van het kokerprofiel.
  Na het koudvervormen is er sprake van een verhoging van de vloeigrens. Deze verhoogde vloeigrens
  is als volgt berekend met de rekenformule uit NEN6770 (zie 12.1.1.4 Tabel 23, noot 2) en EN 1993-1-1:
  - Materiaalkwaliteit : S235 (EN10219) (fy = 235.0 N/mm², ft = 360.0 N/mm²)
    fy-eq = fy+(7*nhoekbk*tbk/Lbk)*(ft-fy) < (fy+ft)/2: fy-eq = 289.6 N/mm²
  - Ontwikkelde lengte : Lbk = 192.3 mm
  - Omgez. hoeken : nhoek = 4
  - Op druk belast : fy-dbk = fy-eq = 289.6 N/mm²
  - Op trek belast : fy-tbk = fy-eq = 289.6 N/mm²

- Kniklengte, slankheid en knikcoëfficiënt:
  - Stel: Kniklengte lkbk = lky = lkz = v = 4000 mm (conservatieve benadering)
  - Dan is de kleinste traagheidsstraal maatgevend:
    i-minbk = min (iy.bk, iz.b) = 19.1 mm
  - Slankheid : lambdabk = 4000 / 19.1 = 210
  - Chibk.y = min(0.162 , 1.0) = 0.162 , Chibk.z = min(0.162 , 1.0) = 0.162

5.6.3 Eigenschappen van de schoren (RD20.0) (index "s"):
- Oppervlakte As = 314 mm²
- Ontwikkelde lengte Ls = 63 mm
- Weerstandsmom.pl.y-as Wpy.s = 785 mm3
- Weerstandsmom.pl.z-as Wpz.s = 785 mm3
- Rekenwaarde van de sterkte:
  - Normaalkracht Nc.Rd.s = 73827 N
    NRk.s = 73827 N
  - Moment My.c.Rd.s = 185 Nm Mz.c.Rd.s = 185 Nm
    My.Rk.s = 185 Nm Mz.Rk.s = 185 Nm

5.6.4 Eigenschappen van de koppelbalk onder (RHBK120*120*3.0 mm S235 (EN1021) (index "ok"):
- Oppervlakte : Aok = 1388.5 mm²
- Traagheidsmoment y-as: Iy.ok = 3151264.7 mm4
- Weerstandsmoment y-as: Wy.ok = 52521.1 mm3
- Traagheidsstraal y-as: iy.ok = 47.6 mm
- Traagheidsmoment z-as: Iz.ok = 3151264.7 mm4
- Weerstandsmoment z-as: Wz.ok = 52521.1 mm3
- Traagheidsstraal z-as: iz.ok = 47.6 mm
- Neutrale lijn z-as : ez.ok = 60.0 mm
- Versch.neutr.lijn y : eNy = 0.0 mm
  z : eNz = 0.0 mm
- Lengte : Lok = 4.000 m
- Gewicht : Gok = 43.600 kg
- Rekenwaarde vloeigrens fy.ok = 235.0 N/mm²
- Elasticiteitsmodulus Eok = 210000 N/mm²
- Afschuivingsmodulus Gok = 80769 N/mm²
- Weerstandsmom.pl.y-as Wpy.ok = 52521 (Wply.ok = 60701) mm3
- Weerstandsmom.pl.z-as Wpz.ok = 52521 (Wplz.ok = 60701) mm3
- Torsietraagheidsmoment It.ok = 4761353 mm4
- Rekenwaarde van de sterkte:
  - Normaalkracht Nc.Rd.ok = 357180 N
    NRk.ok = 357180 N
  - Moment plastisch My.c.Rd.ok = 13510 Nm Mz.c.Rd.ok = 13510 Nm
    elastisch My.Rk.ok = 13510 Nm Mz.Rk.ok = 13510 Nm
- Imperfectie factor volgens EC3, table 6.2 alfay = 0.49 alfaz = 0.49
- De ingevoerde staalsoort S235 (EN10219) is vastgesteld voor het basismateriaal van het kokerprofiel.
  Na het koudvervormen is er sprake van een verhoging van de vloeigrens. Deze verhoogde vloeigrens
  is als volgt berekend met de rekenformule uit NEN6770 (zie 12.1.1.4 Tabel 23, noot 2) en EN 1993-1-1:
  - Materiaalkwaliteit : S235 (EN10219) (fy = 235.0 N/mm², ft = 360.0 N/mm²)
    fy-eq = fy+(7*nhoekok*tok/Lok)*(ft-fy) < (fy+ft)/2: fy-eq = 257.2 N/mm²
  - Ontwikkelde lengte : Lok = 472.3 mm
  - Omgez. hoeken : nhoek = 4
  - Op druk belast : fy-dok = fy-eq = 257.2 N/mm²
  - Op trek belast : fy-tok = fy-eq = 257.2 N/mm²

- Kniklengten, slankheden en knikcoëfficiënten:
  - Stel: Kniklengte lkok = lky = lkz = v = 4000 mm (conservatieve benadering)
  - Verticale as (= sterke as):
    - Slankheid : lambda-yok = 4000 / 47.6 = 84
    - omega-yok = 1.66 (art. 7.4 van RKP 1990 met alfa = 0.49)
    - Eulerse knikkracht:

$$\text{FEyok} = \frac{\pi^2 * E * Iyok}{v^2} = \frac{\pi^2 * 2.1E5 * 315E4}{4000^2} = 408210 \text{ N}$$

 - Horizontale as (= zwakke as):
    - Slankheid : lambda-zok = 4000 / 47.6 = 84
  - Chiob.y = min(0.603 , 1.0) = 0.603 , Chiob.z = min(0.603 , 1.0) = 0.603
%PLL = 1

5.7 B.C.1: a2) Eigen gewicht + installaties + sneeuw + gewas(winter)

5.7.1 Berekening van de verticale belasting per kruisschoorvak-kolom:

a) Berekening van de normaalkracht (N) in de kolommen (trek = +):

Berekening van de verticale belasting per kolom (neerwaarts = +):
In gebruikstoestand:
- Eigen gewicht dek (1.00 * 35)= 35 N/m²
- Sneeuwbelasting (1.00 * 420) = 420 N/m²
- Gewasbel.(winter)(1.00 * 0) = 0 N/m²
- Installaties (1.00 * 70) = 70 N/m²

Totaal : 525 N/m²

- Neerwaartse belasting per kolom = 525 * 18.40 * 4.00 = 38672 N
- Eigen gewicht van de goot = 4 * (1.00 * 30) * 4.00 = 480 N
- Eigen gewicht van het spant = (1.00 * 3474) = 3474 N
- Transportlast = 0.00 * max(0 , 1000) + 1.00 * 0 = 0 N

Totaal = 42626 N

- Windbelasting: 0 N

In gebruikstoestand: Fvk' = -N' = 42626 N

In rekentoestand:
- Eigen gewicht dek (1.02 * 35)= 36 N/m²
- Sneeuwbelasting (1.27 * 420) = 536 N/m²
- Gewasbel.(winter)(1.27 * 0) = 0 N/m²
- Installaties (1.02 * 70) = 71 N/m²

Totaal : 643 N/m²

- Neerwaartse belasting per kolom = 643 * 18.40 * 4.00 = 47343 N
- Eigen gewicht van de goot = 4 * (1.02 * 30) * 4.00 = 490 N
- Eigen gewicht van het spant = (1.02 * 3474) = 3547 N
- Transportlast = 0.00 * max(0 , 1000) + 1.02 * 0 = 0 N

Totaal = 51380 N

- Windbelasting: 0 N

In rekentoestand: Fvk = -N = 51380 N

b) Aanpendelende verticale belasting per kruisschoorvak-kolom:
- De totale aanpendelende verticale belasting per kolommenrij (Vtot) is:
  - Vtot = 40.0 /4.00 * (51380 -0) + 0 = 513804 N
- Deze belasting mag over alle effectieve kruisschoorvak-kolommen verdeeld worden. Dankzij de aanwezigheid van bovenliggende koppelbalken zijn beide kolommen van de kruisschoorvakken effectief:
  - Vz = 513804 / (2 * 2) = 128451 N

5.7.2 Berekening van de horizontale belasting per kruisschoorvak-kolom:

a) Aanpendelende verticale belasting per kruisschoorvak-kolom t.g.v. initiële scheefstand:
- Kolommen: psi = 1/265 (zie EN 1993-1-1)
- Spanten : psi = 1/200 (zie EN 1993-1-1)
- Fh,scheefstand = (1/265 + 1/200) * |513804 | = 4511 N

De totale horizontale kracht per kolommenrij in gootrichting bedraagt:
- Fh,tot = Fh,scheefstand = 4511 N

Voor iedere kolom, die deel uitmaakt van een kruisschoorvak, geldt:
- Fhk = 4511 / (2 * 2) = 1128 N

In gebruikstoestand: (fCdim = CsCd'/CsCd = 0.66 /0.72 = 0.91)
- Fhk' = 3742 / (2 * 2) = 936 N

5.7.3 Berekening van het effect van de rotatie-veerstijfheid van de fundering:

Bij type "kolom op vloer" wordt een vervangende Tpoer berekend waarmee de
eigenschappen van de vloer zijn verwerkt.
Uitgangspunt is dat er een gewapende vloer van minimaal 150 mm dik wordt toegepast
binnen en buiten het schoorvak zonder dilatatie. Met Ixok wordt de stijfheid van de
vloer aangenomen op minimaal Ixok= 450E4 mm^2. De waarde van hfok is de afstand tussen
de hartlijn van de vloer en de voetplaat (hfok = 150   mm).

$$- phip0 = \frac{Fhk * hfok * v}{6 * E * Ixok} = \frac{1128 * 150 * 4000}{6 * 2.1E5 * 450E4} = 0.12 \text{ E-3 rad}$$

Resulterende hoekverdraaiing van de poeren (in rekentoestand):

- phip = phip0 * rpoer = 0.12 E-3 * 0.554 = 0.07 E-3 rad

Resulterend moment, vanuit de grond, geleverd door de poeren:

- Tpoer = kpoer * phip = 800 E6 * 0.07 E-3 = 53   E3 Nmm
In gebruikstoestand:
- Tpoer' = Tpoer * Fhk' / Fhk = 53   E3 * 936   / 1128   = 44   E3 Nmm

5.7.4 Bepaling van het knikgedrag van de kruisschoorvak-kolommen:

Bij de bepaling van het knikgedrag van de kruisschoorvak-kolommen wordt de
maatgevende (op druk belaste) kolom geschematiseerd tot een kolom met een
lengte gelijk aan de schoorverlaging (vs), verend ingeklemd in het onderstuk
van de kolom. Er wordt direkt rekening gehouden met de belastingconfiguratie.
De invloed van de aanpendelende belasting op de stabiliteit van de kruis-
schoorvakken komt dan tot uiting in een grotere kniklengte (zie IBBC-TNO
rapport BI-87-20/63.4.3360, artikel 6.3.1.1).

Omdat bij de berekening van de kniklengte van het bovenstuk direct rekening
wordt gehouden met de aanpendelende belasting (Vz) is de rotatie-veerstijfheid
van de verende inklemming mede afhankelijk van de grootte van de normaalkracht
in het onderstuk van de kolom. Aangezien de normaalkracht in het onderstuk
van de kolom op het moment van Eulerse instabiliteit niet bekend is, is een
iteratie-procedure noodzakelijk. Ter controle worden de berekeningsresultaten
van de laatste iteratie gegeven.

a) 1e-orde krachtsverdeling, uitsluitend t.b.v. de knikberekening:

Normaalkracht in het bovenstuk van de kolom (Nkb):
(De grootte van de in rekening te brengen aanpendelende belasting hangt af
van de lengte van de staven, waarop de aanpendelende belasting werkt):

$$- Nkb = 51380 + \frac{50}{4000 + 0 - 0} * (128451 - 51380) = 52344 \text{ N}$$

Maatgevende normaalkracht in het onderstuk van de kolom (Nko):
(Dankzij de aanwezigheid van de bovenliggende koppelbalken zijn beide
kolommen van de kruisschoorvakken effectief en mag hier de gemiddelde
normaalkracht van beide kolommen in rekening worden gebracht):

$$- Nko = 51380 + 1128 * \frac{4000 + 0 - 0 + 0}{4000} = 52508 \text{ N}$$

b) Controle van de laatste iteratie van de knikberekening:

De iteratief berekende belasting-vermenigvuldigingsfactor, waarbij instabiliteit van het bovenstuk optreedt, bedraagt:

- nzkb = 5.3403

Op dat moment is de normaalkracht in het onderstuk van de kolom, groot:

- Nko = 5.340 * 52508 = 280410 N

De rotatie-veerstijfheid, waarmee het bovenstuk van de kolom verend is verbonden met het onderstuk, kan (zonder rekening te houden met de invloed van de belastingconfiguratie) als volgt berekend worden:

$$- cr = \frac{3 * E * Izk}{(h + fh - fhp - vs)} = \frac{3 * 2.1E5 * 179E4}{(4000 + 0 - 0 - 50)} = 317 \quad E6\ Nmm/rad$$

T.g.v. de normaalkracht in het onderstuk van de kolom nemen de vervormingen toe met de Eulerse vergrotingsfactor n/n-1 en neemt de rotatie-veerstijfheid overeenkomstig af:

$$- n = \frac{pi^2 * E * Izk}{(h+fh-fhp-vs)^2 * Nko} = \frac{pi^2 * 2.1E5 * 179E4}{(3555)^2 * 280410} = 1.05$$

- n/n-1 = 22.38

- cr-E = 317 E6 / 22.38 = 14 E6 Nmm/rad

Met behulp van tabel 6 van NEN 3851 (TGB-1972-Staal) kan nu de fictieve kniklengte van het bovenstuk van de kolom bepaald worden:

$$- rho = \frac{cr\text{-}E * vs}{E * Izk} = \frac{14E6 * 50}{2.1E5 * 179E4} = 0.002$$

$$- lk = vs * (4 + \frac{10}{rho})^{0.5} = 50 * (4 + \frac{10}{0.002})^{0.5} = 3643\ mm$$

Hiermee kan de kniklengte van het bovenstuk van de kolom bepaald worden:

$$- FEzkb = \frac{pi^2 * E * Izk}{lk^2} = \frac{pi^2 * 2.1E5 * 179E4}{(3643)^2} = 279532\ N$$

$$- nzkb = \frac{279532}{52344} = 5.3403$$

Deze waarde van nzkb komt voldoende nauwkeurig overeen met de aanvangswaarde.

c) Kniklengten, slankheden en knikcoëfficiënten:

- Bovenstuk van de kolom:
  - In gootrichting:
    - De kniklengte in gootrichting kan berekend worden door rekening te houden met de werkelijke normaalkracht in het bovenstuk van de kolom:

$$lkzkb = \left(\frac{pi^2 * E * Izk}{nzkb * Fvk}\right)^{0.5} = \left(\frac{pi^2 * 2.1E5 * 179E4}{5.34 * 51380}\right)^{0.5} = 3677 \text{ mm}$$

      (N.B.: lkzkb / (h + fh - fhp)= 3677 / (4000 + 0 - 0) = 0.92)

    - Slankheid: lambda-zkb = lkzkb / izk = 3677 / 39.5 = 93
      - Chikb.z = min(0.513 , 1.0) = 0.513

  - In spantrichting:
    - De kniklengte in spantrichting kan bij goede benadering berekend worden met de formule (voor Venlo-warenhuis):

      lkyk = 1.68 * (4000 + 0 - 0 - 80 - 630) = 5527 mm
      (N.B.: kheff = effectieve kolomhoogte = 4.0 - 0.08 - 0.63 = 3.29 m)

    - Slankheid: lambda-yk = lkyk / iyk = 5527 / 39.5 = 140
      - Chik.y = min(0.317 , 1.0) = 0.317

- Onderstuk van de kolom:
  - In gootrichting:
    - Kniklengte: lkzko = h+fh-fhp-vs = 4000 + 0 - 0 - 50 = 3555 mm

$$FEzko = \frac{pi^2 * E * Izk}{lkzko^2} = \frac{pi^2 * 2.1E5 * 179E4}{(3555)^2} = 293525 \text{ N}$$

    - Slankheid: lambda-zko = lkzko / izk = 3555 / 39.5 = 90
    - Chiko.z = min(0.564 , 1.0) = 0.564

  - In spantrichting: Zie bovenstuk van de kolom.

5.7.5 Controle van het ongeschoorde bovenstuk van de kolommen

a) Berekening van de maatgevende krachten in het ongeschoorde bovenstuk:

Juist boven het aangrijpingspunt van de schoren op de kolommen, gelden de
volgende maatgevende krachten in de op druk belaste kolom(men):

- Normaalkracht : Nkb = -51380 N

- Moment : Mzkb = 1128 * 50 = 56 E3 Nmm

(T.g.v. de aanwezigheid van de bovenliggende koppelbalken zijn beide
 kolommen van de kruisschoorvakken effectief)

b) Controle op sterkte en stabiliteit van het ongeschoorde bovenstuk volgens EC3:
   Hierbij komt de z-as overeen met de y-as (en y-as = x-as) bij NEN6770.

- Doorsnedeklasse: 3

- Sterkte:

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} + \frac{|Mz.Ed|}{Mz.c.Rd} = \frac{|-51380|}{300652} + \frac{|56|}{9370} = 0.177$$

  controle: 0.177 < 1.00, dus de sterkte voldoet.
- Maximale spanning:

$$Sigma: \frac{|NEd|}{A} + \frac{|Mz.Ed|}{Wpl.z} = \frac{|-51380|}{1148.5} + \frac{|56|}{41.595} = 46.1 \ N/mm^2$$

  UCspanning = Sigma/fy = 46.1 /235.0 = 0.196

  controle: 0.196 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz2 * (1.0 + 0.6*lambdarel.z*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.6*1.05 *(|-51380 |/(0.513 *300652 /1.0)) = 1.07
  Kz.3 = Cmz2 * (1.0 + 0.6*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.6*(|-51380 |/(0.513 *300652 /1.0)) = 1.07
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(1.07 , 1.07) = 1.07
  Ky.b = 0.8 * Kz.b = 0.85

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-51380 |/(0.513 *300652 /1.0)+1.07 *|56.4 |/(1.00*9370.2 /1.0)
           = 0.314 + 0.006 = 0.320
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-51380 |/(0.317 *300652 /1.0)+0.85 *|56.4 |/(1.00*9370.2 /1.0)
           = 0.538 + 0.005 = 0.543

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.320 , 0.543) = 0.543

  controle: 0.543 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

5.7.6 Controle van het geschoorde onderstuk van de kolommen

a) Berekening van de maatgevende krachten in het geschoorde onderstuk:

Juist onder het aangrijpingspunt van de schoren op de kolommen, gelden de
volgende maatgevende krachten in de op druk belaste kolom(men) (druk is negatief):

- Normaalkracht : NEd = -(51380 + 2 * 1128 * (4000 + 0 - 0 + 0) / 4000) = -53636 N

- Moment : Mzko = max (0.85 * 1.23 * 56 E3, 56 E3) = 59 E3 Nmm

b) Controle op sterkte en stabiliteit van het ongeschoorde bovenstuk volgens EC3:
   Hierbij komt de z-as overeen met de y-as (en y-as = x-as) bij NEN6770.

- Doorsnedeklasse: 3

- Sterkte:

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} + \frac{|Mz.Ed|}{Mz.c.Rd} = \frac{|-53636|}{300652} + \frac{|59|}{9370} = 0.185$$

  controle: 0.185 < 1.00, dus de sterkte voldoet.
- Maximale spanning:

$$Sigma: \frac{|NEd|}{A} + \frac{|Mz.Ed|}{Wpl.z} = \frac{|-53636|}{1148.5} + \frac{|59|}{41.595} = 48.1 \ N/mm^2$$

  UCspanning = Sigma/fy = 48.1 /235.0 = 0.205

  controle: 0.205 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.60 (het profiel is geschoord).
  M1 = 58.97 , M2 = 0.00 , Ms = 29.49 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz2 * (1.0 + 0.6*lambdarel.z*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
       = 0.60 * (1.0 + 0.6*0.96 *(|-53636 |/(0.564 *300652 /1.0)) = 0.71
  Kz.3 = Cmz2 * (1.0 + 0.6*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
       = 0.60 * (1.0 + 0.6*(|-53636 |/(0.564 *300652 /1.0)) = 0.71
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.71 , 0.71) = 0.71
  Ky.b = 0.8 * Kz.b = 0.57

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-53636 |/(0.564 *300652 /1.0)+0.71 *|59.0 |/(1.00*9370.2 /1.0)
           = 0.316 + 0.004 = 0.321
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-53636 |/(0.317 *300652 /1.0)+0.57 *|59.0 |/(1.00*9370.2 /1.0)
           = 0.562 + 0.004 = 0.565

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.321 , 0.565) = 0.565

  controle: 0.565 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie:
- Kolom (RHBK100*100*3.0 mm) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.1 : a2) Eigen gewicht + installaties + sneeuw + gewas(winter)

5.7.7 Controle van de op druk belaste bovenliggende koppelbalken.

Uit evenwichtsbeschouwingen van de kruisschoorvakken kan de normaalkracht in
de op druk belaste bovenliggende koppelbalken worden afgeleid:

$$- Nbk = -Fhk * \frac{h + fh - fhp}{h + fh - fhp - vs} = -1128 * \frac{4000}{3555} = -1142 \ N$$

- $Mz.Ed = feg * 1/8 * q * l^2 = 1.02 * 1/8 * 43.061 E-3 * 4.000^2 = 87.931 E3$

De controle verloopt volgens EC3:
Hierbij komt de z-as overeen met de y-as (en y-as = x-as) bij NEN6770.

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} + \frac{|My.Ed|}{My.c.Rd} = \frac{|-1142|}{158865} + \frac{|88|}{2312} = 0.045$$

  controle: 0.045 < 1.00, dus de sterkte voldoet.
- Maximale spanning:

$$Sigma: \frac{|NEd|}{A} + \frac{|My.Ed|}{Wpl.y} = \frac{|-1142|}{548.5} + \frac{|88|}{9.582} = 11.3 \ N/mm^2$$

  $UCspanning = Sigma/fy = 11.3 / 235.0 = 0.048$

  controle: 0.048 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.95 (het profiel is geschoord).
  M1 = 0.00 , M2 = 0.00 , Ms = 87.93 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  $Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))$
  $= 0.95 * (1.0 + (2.23 - 0.2)*(|-1142 |/(0.162 *158865 /1.0)) = 1.04$
  $Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))$
  $= 0.95 * (1.0 + 0.8*(|-1142 |/(0.162 *158865 /1.0)) = 0.98$
  $Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(1.04 , 0.98) = 0.98$
  $Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.59$

  $UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)$
  $= |-1142 |/(0.162 *158865 /1.0)+0.98 *|87.9 |/(1.00*2312.5 /1.0)$
  $= 0.044 + 0.037 = 0.082$
  $UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)$
  $= |-1142 |/(0.162 *158865 /1.0)+0.59 *|87.9 |/(1.00*2312.5 /1.0)$
  $= 0.044 + 0.022 = 0.067$

  Maatgevend: $UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.082 , 0.067) = 0.082$

  controle: 0.082 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie:
- Bovenliggende koppelbalken (RHBK50*50*3.0 mm) voldoen
  bij B.C.1 : a2) Eigen gewicht + installaties + sneeuw + gewas(winter)

5.7.8 Controle van de op trek belaste schoren

a) Berekening van de maatgevende trekkracht in de schoren:

Uit evenwichtsbeschouwingen van de kruisschoorvakken kan de normaalkracht in de op trek belaste schoren worden uitgerekend:

$$-N_s = 2 * F_{hk} * \frac{h+f_h-f_{hp}+v_{ok}}{v} * \frac{l_s}{h+f_h-f_{hp}-v_s+v_{ok}} =$$

$$= 2 * 1128 * \frac{4000 + 0 - 0 + 0}{4000} * \frac{5622}{3950} = 3210 \quad N$$

(N.B.: ls = lengte schoor = $(3950^2 + 4000^2)1/2 = 5622$ mm)

b) Controle van de sterkte van de op trek belaste schoren volgens EC3:
Hierbij komt de z-as overeen met de y-as (en y-as = x-as) bij NEN6770.

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$UC_{sterkte} = \frac{|N_{Ed}|}{N_{c.Rd}} = \frac{3210}{73827} = 0.043$$

controle: 0.043 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
Profiel alleen op trek belast, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie:
- Schoren (RD20.0 mm) voldoen qua sterkte
bij B.C.1 : a2) Eigen gewicht + installaties + sneeuw + gewas(winter)

Voor verdere controle van de schoorverbindingen, alsmede voor de controle van andere profieltypen en andere verbindingstypen, wordt verwezen naar EN 1993-1-8.

5.7.9 Controle van de onderliggende koppelbalken

a) Berekening van de maatgevende krachten in de onderliggende koppelbalken:
De onderliggende koppelbalken worden niet alleen belast op een drukkracht (negatief), de verbindingen tussen koppelbalken en poeren moeten ook het "overturning" moment van de poeren op nemen:

- Normaalkracht : Nok = -Fhk * (1 + vs / (h+fh-fhp-vs))
= -1128 * (1 + 50 / 3555) = -1142 N

- Moment : Myok = Fhk * hfok - Tpoer
= 1128 * 150 - 53 E3 = 116 E3 Nmm

b) Controle van de sterkte/stabiliteit van de onderliggende koppelbalken volgens EC3:
Hierbij komt de z-as overeen met de y-as (en y-as = x-as) bij NEN6770.

- Doorsnedeklasse: 2

- Sterkte:

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} + \frac{|My.Ed|}{My.c.Rd} = \frac{|-1142|}{357180} + \frac{|116|}{13510} = 0.012$$

controle: 0.012 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Maximale spanning:

$$Sigma: \frac{|NEd|}{A} + \frac{|My.Ed|}{Wpl.y} = \frac{|-1142|}{1388.5} + \frac{|116|}{60.701} = 2.7 \quad N/mm^2$$

UCspanning = Sigma/fy = 2.7 /235.0 = 0.012

controle: 0.012 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.40 (het profiel is geschoord).
M1 = 116.30 , M2 = -116.30 , Ms = 0.00 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
Interactiefactoren volgens bijlage B:
Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
= 0.40 * (1.0 + (0.89 - 0.2)*(|-1142 |/(0.603 *357180 /1.0)) = 0.40
Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
= 0.40 * (1.0 + 0.8*(|-1142 |/(0.603 *357180 /1.0)) = 0.40
Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(0.40 , 0.40) = 0.40
Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.24

UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
= |-1142 |/(0.603 *357180 /1.0)+0.40 *|116.3 |/(1.00*13510.1/1.0)
= 0.005 + 0.003 = 0.009
UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
= |-1142 |/(0.603 *357180 /1.0)+0.24 *|116.3 |/(1.00*13510.1/1.0)
= 0.005 + 0.002 = 0.007

Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.009 , 0.007) = 0.009

controle: 0.009 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

c) Berekening van de horizontale verplaatsing van de onderliggende koppelbalk:
De 1e-orde horizontale verplaatsing van de onderliggende koppelbalken in rekentoestand kan als volgt berekend worden:

$$- u1\text{-}ok = rpoer * \frac{Fhk * (hfok')^2 * v}{6*E*Iyok} =$$

$$= 0.554 * \frac{1128 * (600)^2 * 4000}{6 * 2.1E5 * 315E4} = 0.23 \text{ mm}$$

waarin: hfok' = afstand vanaf de onderliggende koppelbalk tot 200 mm onder de bovenkant van de poer
= fhp + Dpoer + 200 - vok = 0 + 400 + 200 - 0 = 600 mm

De 2e-orde horizontale verplaatsing van de onderliggende koppelbalken in gebruikstoestand kan benaderd worden met de formule:

$$- u2\text{-}ok' = \frac{nyok'}{nyok'-1} * u1\text{-}ok * \frac{Fhk'}{Fhk} * \frac{fhp+dpoer+200}{hfok'} \quad \text{met: } nyok' = nyok * \frac{Fhk}{Fhk'}$$

Deze benadering is conservatief, omdat de (overigens zeer geringe) gunstige werking van de opwaartse windzuiging gereduceerd wordt met Fhk'/Fhk.

- Vergrotingsfactor: - nyok' = 357.4 * 1128 / 936 = 430.86
- nyok'/nyok'-1 = 1.00

Invullen van de bekende gegevens resulteert in een verplaatsing, groot:

$$- u2\text{-}ok' = 1.00 * 0.23 * \frac{3742}{4511} * \frac{0 + 400 + 200}{600} = 0.19 \text{ mm}$$

d) Controle van de horizontale verplaatsing van de onderliggende koppelbalk:
In artikel 11.1 staat, dat de toelaatbare horizontale verplaatsing van de betonfundering op het niveau, waarop de draag-constructie is gemonteerd, maximaal 5 mm mag bedragen.

- controle: 0.2 mm < 5.0 mm, dus: stijfheid voldoet.

Conclusie:
- Onderliggende koppelbalken (RHBK120*120*3.0 mm) voldoen
bij B.C.1 : a2) Eigen gewicht + installaties + sneeuw + gewas(winter)

5.7.10 Controle van de toegestane verplaatsing in gootrichting

a) 1e-orde verlengingen en verplaatsingen (in rekentoestand) (excl. fundering)

- Verlenging van de op trek belaste schoor:

$$\text{delta-s} = \frac{Ns * ls}{E * As} = \frac{3210 * 5622}{2.1E5 * 314.2} = 0.27 \text{ mm}$$

- Verkorting van het onderstuk van de op druk belaste kolom:

$$\text{delta-ko} = \frac{Nko * (h+fh-fhp-vs)}{E * Ak} = \frac{53636 * 3555}{2.1E5 * 1149} = 0.88 \text{ mm}$$

- Verkorting van de op druk belaste bovenliggende koppelbalken:

$$\text{delta-bk} = \frac{Nbk * v}{E * Abk} = \frac{1142 * 4000}{2.1E5 * 549} = 0.04 \text{ mm}$$

- 1e-orde horizontale verplaatsing van het aangrijpingspunt van de schoren op de kolommen (m.b.v. Williot-diagram):

$$\text{u-schoor} = \frac{ls}{v} * \text{delta-s} + \frac{h+fh-fhp-vs+vok}{v} * \text{delta-ko} + \text{delta-bk}$$

Invullen geeft:

$$\text{u-schoor} = \frac{5622}{4000} * 0.27 + \frac{3950}{4000} * 0.88 + 0.04 = 1.29 \text{ mm}$$

- 1e-orde horizontale verplaatsing in gootrichting:

$$\text{u1-goot} = \frac{h+fh-fhp+vok}{h+fh-fhp-vs+vok} * \text{u-schoor} + \frac{Fhk*vs*(h+fh-fhp-vs)}{3 * E * Izk} * vs + \frac{Fhk * (vs)^3}{3 * E * Izk}$$

(Dankzij de bovenliggende koppelbalken zijn beide kolommen van de kruisschoorvakken effectief.)

Invullen geeft:

$$\text{u1-goot} = \frac{4000+0 -0 +0}{3950} * 1.29 + \frac{1128 * 50 * 3555}{3 * 2.1E5 * 179E4} * 50 + \frac{1128 * (50)3}{3 * 2.1E5 * 179E4} = 1.31 + 0.01 + 0.00 = 1.32 \text{ mm}$$

b) 2e-orde horizontale verplaatsing in gootrichting in gebruikstoestand:

De 2e-orde horizontale verplaatsing in gootrichting in gebruikstoestand kan
met de volgende formule worden benaderd (incl. verplaatsing fundering):

$$u2\text{-}goot' = \frac{nzkb'}{nzkb'-1} * u1\text{-}goot * \frac{Fhk'}{Fhk} + u2\text{-}ok' \quad \text{met: } nzkb' = nzkb * \frac{Fhk}{Fhk'}$$

waarin: u2-ok' = horizontale verplaatsing fundering = 0.19 mm (zie 5 .9)

Deze benadering is conservatief, omdat de (overigens zeer geringe) gunstige
werking van de opwaartse windzuiging gereduceerd wordt met Fhk'/Fhk.

- Vergrotingsfactor: - nzkb = 5.34 (zie 5.4)
  - nzkb' = 5.34 * 1128   / 936   = 6.44
  - nzkb'/nzkb'-1 = 1.18

Invullen van de bekende gegevens resulteert in een verplaatsing, groot:

$$u2\text{-}goot' = 1.18 * 1.32 * \frac{936}{1128} + 0.19 = 1.48 \text{ mm}$$

c) Berekening van de toelaatbare horizontale verplaatsing in gootrichting:

1) in relatie tot de kolomhoogte, vervormingen van de kopgevelkolom:

   Zie "Richtlijn kassen met flexibele omhulling" artikel 11:

   - Maximale verplaatsing utoel-a = h / 50 = 4000 / 50 = 80.0 mm
   - Absolute grenswaarde   umax = 2 * 40 mm = 80.0 mm

3) maatgevend :
   - utoel = utoel-a < umax; MIN(80.0 , 80.0) = 80.0 mm

d) Controle van de toegestane horizontale verplaatsing in gootrichting:

- Stijfheid:
  controle: 1.5   mm < 80.0 mm, dus: stijfheid voldoet.

Conclusie:
- Kolommen (RHBK100*100*3.0 mm) voldoen qua stijfheid
  bij B.C.1 : a2) Eigen gewicht + installaties + sneeuw + gewas(winter)

5.8 B.C.2: b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht

5.8.1 Berekening van de verticale belasting per kruisschoorvak-kolom:

a) Berekening van de normaalkracht (N) in de kolommen (trek = +):

Berekening van de verticale belasting per kolom (neerwaarts = +):
In gebruikstoestand:
- Eigen gewicht dek (1.00 * 35)= 35 N/m²
- Neerwaartse belasting per kolom = 35 * 18.40 * 4.00 = 2576 N
- Eigen gewicht van de goot = 4 * (1.00 * 30) * 4.00 = 480 N
- Eigen gewicht van het spant = (1.00 * 3474) = 3474 N

Totaal = 6530 N
- Windbelasting = 18.40*4.00*(-0.20-(+0.20))*(1.00 *334) = -9836 N

In gebruikstoestand: Fvk' = -N' = -3306 N

In rekentoestand:
- Eigen gewicht dek (1.00 * 35)= 35 N/m²
- Neerwaartse belasting per kolom = 35 * 18.40 * 4.00 = 2576 N
- Eigen gewicht van de goot = 4 * (1.00 * 30) * 4.00 = 480 N
- Eigen gewicht van het spant = (1.00 * 3474) = 3474 N

Totaal = 6530 N
- Windbelasting = 18.40*4.00*(-0.20-(+0.20))*(1.27 *334) = -12542 N

In rekentoestand: Fvk = -N = -6012 N

b) Aanpendelende verticale belasting per kruisschoorvak-kolom:
- De totale aanpendelende verticale belasting per kolommenrij (Vtot) is:
  - Vtot = 40.0 /4.00 * -6012 = -60115 N
- Deze belasting mag over alle effectieve kruisschoorvak-kolommen verdeeld worden. Dankzij de aanwezigheid van bovenliggende koppelbalken zijn beide kolommen van de kruisschoorvakken effectief:
  - Vz = -60115 / (2 * 2) = -15029 N

5.8.2 Berekening van de horizontale belasting per kruisschoorvak-kolom:

De horizontale belasting in gootrichting is opgebouwd uit twee componenten, namelijk wind en scheefstand. Voor iedere kolommenrij geldt:

a) Wind op de kopgevels:
- Kaphoogte (hkap) = 4.60 /2 * tan 25 = 1.07 m
- Kapoppervlak (Akap) = 4 * 4.60 /2 * 1.07 = 9.9 m²
- Geveloppervlak (Agevel) = 18.40 * 4.00 = 73.6 m²
- Fh,kop = (0.7 +0.3) * (1.27 * 334) * (9.9 + 73.6/2) = 19880 N

b) Windwrijving op het kasdek:
- Fh,dek = cf * lspant * Qwind * max(0, (Lkas - 2*(ph+fh)))
  = 0.01 * 18.40 * (1.27 * 334) * 32.00 = 2508 N
- Fh,wind = Fh,kop + Fh,dek = 19880 + 2508 = 22389 N

c) Extra horizontale krachten t.g.v. initiële scheefstand:
- Kolommen: psi = 1/265 (zie EN 1993-1-1)
- Spanten : psi = 1/200 (zie EN 1993-1-1)
- Fh,scheefstand = (1/265 + 1/200) * |-60115 | = 528 N

De totale horizontale kracht per kolommenrij in gootrichting bedraagt:
- Fh,tot = 22389 + 528 = 22916 N
Voor iedere kolom, die deel uitmaakt van een kruisschoorvak, geldt:
- Fhk = 22916 / (2 * 2) = 5729 N
In gebruikstoestand: (fCdim = CsCd'/CsCd = 0.66 /0.72 = 0.91)
- Fh,wind' = Fh,kop' + Fh,dek' = 15592 + 1967 = 17560 N
- Fh,tot' = 17560 * 0.91 + 290 = 14942 N
- Fhk' = 14942 / (2 * 2) = 3736 N

5.8.3 Berekening van het effect van de rotatie-veerstijfheid van de fundering:

Bij type "kolom op vloer" wordt een vervangende Tpoer berekend waarmee de
eigenschappen van de vloer zijn verwerkt.
Uitgangspunt is dat er een gewapende vloer van minimaal 150 mm dik wordt toegepast
binnen en buiten het schoorvak zonder dilatatie. Met Ixok wordt de stijfheid van de
vloer aangenomen op minimaal Ixok= 450E4 mm^2. De waarde van hfok is de afstand tussen
de hartlijn van de vloer en de voetplaat (hfok = 150   mm).

$$- phip0 = \frac{Fhk * hfok * v}{6 * E * Ixok} = \frac{5729 * 150 * 4000}{6 * 2.1E5 * 450E4} = 0.61 \text{ E-3 rad}$$

Resulterende hoekverdraaiing van de poeren (in rekentoestand):

- phip = phip0 * rpoer = 0.61 E-3 * 0.554 = 0.34 E-3 rad

Resulterend moment, vanuit de grond, geleverd door de poeren:

- Tpoer = kpoer * phip = 800 E6 * 0.34 E-3 = 269 E3 Nmm
In gebruikstoestand:
- Tpoer' = Tpoer * Fhk' / Fhk = 269 E3 * 3736   / 5729   = 175   E3 Nmm

5.8.4 Bepaling van het knikgedrag van de kruisschoorvak-kolommen:

a) 1e-orde krachtsverdeling:

Normaalkracht in het bovenstuk van de kolom (Nkb):
(De grootte van de in rekening te brengen aanpendelende belasting hangt af
van de lengte van de staven, waarop de aanpendelende belasting werkt):

$$- Nkb = -6012 + \frac{50}{4000 + 0 - 0} * (-15029 - -6012) = -6124 \quad N$$

Maatgevende normaalkracht in het onderstuk van de kolom (Nko):
(Dankzij de aanwezigheid van de bovenliggende koppelbalken zijn beide
kolommen van de kruisschoorvakken effectief en mag hier de gemiddelde
normaalkracht van beide kolommen in rekening worden gebracht):

$$- Nko = -6012 + 5729 * \frac{4000 + 0 - 0 + 0}{4000} = -282 \quad N$$

5.8.5 Controle van het ongeschoorde bovenstuk van de kolommen

a) Berekening van de maatgevende krachten in het ongeschoorde bovenstuk:

Juist boven het aangrijpingspunt van de schoren op de kolommen, gelden de
volgende maatgevende krachten in de op druk belaste kolom(men):

- Normaalkracht : Nkb = 6012   N

- Moment   : Mzkb = 5729   * 50   = 286 E3 Nmm

(T.g.v. de aanwezigheid van de bovenliggende koppelbalken zijn beide
 kolommen van de kruisschoorvakken effectief)

b) Controle op sterkte en stabiliteit van het ongeschoorde bovenstuk volgens EC3:
   Hierbij komt de z-as overeen met de y-as (en y-as = x-as) bij NEN6770.

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} + \frac{|Mz.Ed|}{Mz.c.Rd} = \frac{|\ 6012\ |}{300652} + \frac{|\ 286\ |}{9370} = 0.051$$

  controle: 0.051 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Maximale spanning:

$$Sigma: \frac{|NEd|}{A} + \frac{|Mz.Ed|}{Wpl.z} = \frac{|6012\ |}{1148.5} + \frac{|\ 286\ |}{41.595} = 12.1 \ N/mm^2$$

  UCspanning = Sigma/fy = 12.1   /235.0   = 0.052

  controle: 0.052 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
  Profiel alleen op trek belast, dus de stabiliteit voldoet.

5.8.6 Controle van het geschoorde onderstuk van de kolommen

a) Berekening van de maatgevende krachten in het geschoorde onderstuk:

Juist onder het aangrijpingspunt van de schoren op de kolommen, gelden de
volgende maatgevende krachten in de op druk belaste kolom(men) (druk is negatief):

- Normaalkracht : NEd = -(-6012 + 2 * 5729 * (4000 + 0 - 0 + 0) / 4000) = -5447 N

- Moment : Mzko = max (0.85 * 1.00 * 286 E3, 286 E3) = 286 E3 Nmm

b) Controle op sterkte en stabiliteit van het ongeschoorde bovenstuk volgens EC3:
   Hierbij komt de z-as overeen met de y-as (en y-as = x-as) bij NEN6770.

- Doorsnedeklasse: 2

- Sterkte:

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} + \frac{|Mz.Ed|}{Mz.c.Rd} = \frac{|-5447|}{300652} + \frac{|286|}{9370} = 0.049$$

  controle: 0.049 < 1.00, dus de sterkte voldoet.
- Maximale spanning:

$$Sigma: \frac{|NEd|}{A} + \frac{|Mz.Ed|}{Wpl.z} = \frac{|-5447|}{1148.5} + \frac{|286|}{41.595} = 11.6 \ N/mm^2$$

  UCspanning = Sigma/fy = 11.6 /235.0 = 0.049

  controle: 0.049 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.60 (het profiel is geschoord).
  M1 = 286.46 , M2 = 0.00 , Ms = 143.23 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz * (1.0 + (lambdarel.z - 0.2)*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
       = 0.60 * (1.0 + (0.96 - 0.2)*(|-5447 |/(0.564 *300652 /1.0)) = 0.61
  Kz.3 = Cmz * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
       = 0.60 * (1.0 + 0.8*(|-5447 |/(0.564 *300652 /1.0)) = 0.62
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.61 , 0.62) = 0.61
  Ky.b = 0.6 * Kz.b = 0.37

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-5447 |/(0.564 *300652 /1.0)+0.61 *|286.5 |/(1.00*9370.2 /1.0)
           = 0.032 + 0.019 = 0.051
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-5447 |/(0.317 *300652 /1.0)+0.37 *|286.5 |/(1.00*9370.2 /1.0)
           = 0.057 + 0.011 = 0.068

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.051 , 0.068) = 0.068

  controle: 0.068 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie:
- Kolom (RHBK100*100*3.0 mm) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.2 : b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht

5.8.7 Controle van de op druk belaste bovenliggende koppelbalken.

Uit evenwichtsbeschouwingen van de kruisschoorvakken kan de normaalkracht in
de op druk belaste bovenliggende koppelbalken worden afgeleid:

$$- Nbk = -Fhk * \frac{h + fh - fhp}{h + fh - fhp - vs} = -5729 * \frac{4000}{3555} = -5802 \ N$$

- $Mz.Ed = feg * 1/8 * q * l^2 = 1.00 * 1/8 * 43.061 E-3 * 4.000^2 = 86.122 E3$

De controle verloopt volgens EC3:
Hierbij komt de z-as overeen met de y-as (en y-as = x-as) bij NEN6770.

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} + \frac{|My.Ed|}{My.c.Rd} = \frac{|-5802|}{158865} + \frac{|86|}{2312} = 0.074$$

  controle: 0.074 < 1.00, dus de sterkte voldoet.
- Maximale spanning:

$$Sigma: \frac{|NEd|}{A} + \frac{|My.Ed|}{Wpl.y} = \frac{|-5802|}{548.5} + \frac{|86|}{9.582} = 19.6 \ N/mm^2$$

  $UCspanning = Sigma/fy = 19.6 / 235.0 = 0.083$

  controle: 0.083 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.95 (het profiel is geschoord).
  M1 = 0.00 , M2 = 0.00 , Ms = 86.12 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  $Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))$
  $= 0.95 * (1.0 + (2.23 - 0.2)*(|-5802 |/(0.162 *158865 /1.0)) = 1.39$
  $Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))$
  $= 0.95 * (1.0 + 0.8*(|-5802 |/(0.162 *158865 /1.0)) = 1.12$
  $Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(1.39 , 1.12) = 1.12$
  $Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.67$

  $UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)$
  $= |-5802 |/(0.162 *158865 /1.0)+1.12 *|86.1 |/(1.00*2312.5 /1.0)$
  $= 0.225 + 0.042 = 0.267$
  $UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)$
  $= |-5802 |/(0.162 *158865 /1.0)+0.67 *|86.1 |/(1.00*2312.5 /1.0)$
  $= 0.225 + 0.025 = 0.251$

  Maatgevend: $UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.267 , 0.251) = 0.267$

  controle: 0.267 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie:
- Bovenliggende koppelbalken (RHBK50*50*3.0 mm) voldoen
  bij B.C.2 : b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht

5.8.8 Controle van de op trek belaste schoren

a) Berekening van de maatgevende trekkracht in de schoren:

Uit evenwichtsbeschouwingen van de kruisschoorvakken kan de normaalkracht in de op trek belaste schoren worden uitgerekend:

$$-Ns = 2 * Fhk * \frac{h+fh-fhp+vok}{v} * \frac{ls}{h+fh-fhp-vs+vok} =$$

$$= 2 * 5729 * \frac{4000 + 0 - 0 + 0}{4000} * \frac{5622}{3950} = 16307 \quad N$$

(N.B.: ls = lengte schoor = $(3950^2 + 4000^2)1/2 = 5622$ mm)

b) Controle van de sterkte van de op trek belaste schoren volgens EC3:
Hierbij komt de z-as overeen met de y-as (en y-as = x-as) bij NEN6770.

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} = \frac{|16307|}{73827} = 0.221$$

controle: 0.221 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
Profiel alleen op trek belast, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie:
- Schoren (RD20.0 mm) voldoen qua sterkte
bij B.C.2 : b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht

Voor verdere controle van de schoorverbindingen, alsmede voor de controle van andere profieltypen en andere verbindingstypen, wordt verwezen naar EN 1993-1-8.

5.8.9 Controle van de onderliggende koppelbalken

a) Berekening van de maatgevende krachten in de onderliggende koppelbalken:
De onderliggende koppelbalken worden niet alleen belast op een drukkracht (negatief), de verbindingen tussen koppelbalken en poeren moeten ook het "overturning" moment van de poeren op nemen:

- Normaalkracht : Nok = -Fhk * (1 + vs / (h+fh-fhp-vs))
= -5729 * (1 + 50 / 3555) = -5802 N

- Moment : Myok = Fhk * hfok - Tpoer
= 5729 * 150 - 269 E3 = 591 E3 Nmm

b) Controle van de sterkte/stabiliteit van de onderliggende koppelbalken volgens EC3:
Hierbij komt de z-as overeen met de y-as (en y-as = x-as) bij NEN6770.

- Doorsnedeklasse: 2

- Sterkte:

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} + \frac{|My.Ed|}{My.c.Rd} = \frac{|-5802|}{357180} + \frac{|591|}{13510} = 0.060$$

controle: 0.060 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Maximale spanning:

$$Sigma: \frac{|NEd|}{A} + \frac{|My.Ed|}{Wpl.y} = \frac{|-5802|}{1388.5} + \frac{|591|}{60.701} = 13.9 \ N/mm^2$$

UCspanning = Sigma/fy = 13.9 /235.0 = 0.059

controle: 0.059 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.40 (het profiel is geschoord).
M1 = 590.80 , M2 = -590.80 , Ms = 0.00 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
Interactiefactoren volgens bijlage B:
Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
= 0.40 * (1.0 + (0.89 - 0.2)*(|-5802 |/(0.603 *357180 /1.0)) = 0.41
Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
= 0.40 * (1.0 + 0.8*(|-5802 |/(0.603 *357180 /1.0)) = 0.41
Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(0.41 , 0.41) = 0.41
Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.24

UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
= |-5802 |/(0.603 *357180 /1.0)+0.41 *|590.8 |/(1.00*13510.1/1.0)
= 0.027 + 0.018 = 0.045
UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
= |-5802 |/(0.603 *357180 /1.0)+0.24 *|590.8 |/(1.00*13510.1/1.0)
= 0.027 + 0.011 = 0.038

Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.045 , 0.038) = 0.045

controle: 0.045 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

c) Berekening van de horizontale verplaatsing van de onderliggende koppelbalk:
De 1e-orde horizontale verplaatsing van de onderliggende koppelbalken in rekentoestand kan als volgt berekend worden:

$$- u1\text{-}ok = rpoer * \frac{Fhk * (hfok')^2 * v}{6*E*Iyok} =$$

$$= 0.554 * \frac{5729 * (600)^2 * 4000}{6 * 2.1E5 * 315E4} = 1.15 \text{ mm}$$

waarin: hfok' = afstand vanaf de onderliggende koppelbalk tot 200 mm onder de bovenkant van de poer
= fhp + Dpoer + 200 - vok = 0 + 400 + 200 - 0 = 600 mm

De 2e-orde horizontale verplaatsing van de onderliggende koppelbalken in gebruikstoestand kan benaderd worden met de formule:

$$- u2\text{-}ok' = \frac{nyok'}{nyok'-1} * u1\text{-}ok * \frac{Fhk'}{Fhk} * \frac{fhp+dpoer+200}{hfok'} \quad \text{met: } nyok' = nyok * \frac{Fhk}{Fhk'}$$

Deze benadering is conservatief, omdat de (overigens zeer geringe) gunstige werking van de opwaartse windzuiging gereduceerd wordt met Fhk'/Fhk.

- Vergrotingsfactor: - nyok' = 70.36 * 5729 / 3736 = 107.91
- nyok'/nyok'-1 = 1.01

Invullen van de bekende gegevens resulteert in een verplaatsing, groot:

$$- u2\text{-}ok' = 1.01 * 1.15 * \frac{14942}{22916} * \frac{0 + 400 + 200}{600} = 0.76 \text{ mm}$$

d) Controle van de horizontale verplaatsing van de onderliggende koppelbalk:
In artikel 11.1 staat, dat de toelaatbare horizontale verplaatsing van de betonfundering op het niveau, waarop de draag-constructie is gemonteerd, maximaal 5 mm mag bedragen.

- controle: 0.8 mm < 5.0 mm, dus: stijfheid voldoet.

Conclusie:
- Onderliggende koppelbalken (RHBK120*120*3.0 mm) voldoen
bij B.C.2 : b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht

5.8.10 Controle van de toegestane verplaatsing in gootrichting

a) 1e-orde verlengingen en verplaatsingen (in rekentoestand) (excl. fundering)

- Verlenging van de op trek belaste schoor:

$$\text{delta-s} = \frac{Ns * ls}{E * As} = \frac{16307 * 5622}{2.1E5 * 314.2} = 1.39 \text{ mm}$$

- Verkorting van het onderstuk van de op druk belaste kolom:

$$\text{delta-ko} = \frac{Nko * (h+fh-fhp-vs)}{E * Ak} = \frac{5447 * 3555}{2.1E5 * 1149} = 0.09 \text{ mm}$$

- Verkorting van de op druk belaste bovenliggende koppelbalken:

$$\text{delta-bk} = \frac{Nbk * v}{E * Abk} = \frac{5802 * 4000}{2.1E5 * 549} = 0.20 \text{ mm}$$

- 1e-orde horizontale verplaatsing van het aangrijpingspunt van de schoren op de kolommen (m.b.v. Williot-diagram):

$$\text{u-schoor} = \frac{ls}{v} * \text{delta-s} + \frac{h+fh-fhp-vs+vok}{v} * \text{delta-ko} + \text{delta-bk}$$

Invullen geeft:

$$\text{u-schoor} = \frac{5622}{4000} * 1.39 + \frac{3950}{4000} * 0.09 + 0.20 = 2.24 \text{ mm}$$

- 1e-orde horizontale verplaatsing in gootrichting:

$$\text{u1-goot} = \frac{h+fh-fhp+vok}{h+fh-fhp-vs+vok} * \text{u-schoor} + \frac{Fhk*vs*(h+fh-fhp-vs)}{3 * E * Izk} * vs + \frac{Fhk * (vs)^3}{3 * E * Izk}$$

(Dankzij de bovenliggende koppelbalken zijn beide kolommen van de kruisschoorvakken effectief.)

Invullen geeft:

$$\text{u1-goot} = \frac{4000+0 -0 +0}{3950} * 2.24 + \frac{5729 * 50 * 3555}{3 * 2.1E5 * 179E4} * 50 + \frac{5729 * (50)3}{3 * 2.1E5 * 179E4} = 2.27 + 0.05 + 0.00 = 2.32 \text{ mm}$$

b) 2e-orde horizontale verplaatsing in gootrichting in gebruikstoestand:

De 2e-orde horizontale verplaatsing in gootrichting in gebruikstoestand kan
met de volgende formule worden benaderd (incl. verplaatsing fundering):

$$u2\text{-}goot' = \frac{nzkb'}{nzkb'-1} * u1\text{-}goot * \frac{Fhk'}{Fhk} + u2\text{-}ok' \quad \text{met: } nzkb' = nzkb * \frac{Fhk}{Fhk'}$$

waarin: u2-ok' = horizontale verplaatsing fundering = 0.76 mm (zie 5 .9)

Deze benadering is conservatief, omdat de (overigens zeer geringe) gunstige
werking van de opwaartse windzuiging gereduceerd wordt met Fhk'/Fhk.

- Vergrotingsfactor: - nzkb = -45.6 (zie 5.4)
  - nzkb' = -45.6 * 5729   / 3736   = -70.0
  - nzkb'/nzkb'-1 = 1.00

Invullen van de bekende gegevens resulteert in een verplaatsing, groot:

$$u2\text{-}goot' = 1.00 * 2.32 * \frac{3736}{5729} + 0.76 = 2.27 \text{ mm}$$

c) Berekening van de toelaatbare horizontale verplaatsing in gootrichting:

1) in relatie tot de kolomhoogte, vervormingen van de kopgevelkolom:

   Zie "Richtlijn kassen met flexibele omhulling" artikel 11:

   - Maximale verplaatsing utoel-a = h / 50 = 4000 / 50 = 80.0 mm
   - Absolute grenswaarde umax = 2 * 40 mm = 80.0 mm

3) maatgevend :
   - utoel = utoel-a < umax; MIN(80.0 , 80.0) = 80.0 mm

d) Controle van de toegestane horizontale verplaatsing in gootrichting:

- Stijfheid:
  controle: 2.3 mm < 80.0 mm, dus: stijfheid voldoet.

Conclusie:
- Kolommen (RHBK100*100*3.0 mm) voldoen qua stijfheid
  bij B.C.2 : b1) Windzuiging + overdruk - eigen gewicht

5.9 B.C.3: c1) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

5.9.1 Berekening van de verticale belasting per kruisschoorvak-kolom:

a) Berekening van de normaalkracht (N) in de kolommen (trek = +):

Berekening van de verticale belasting per kolom (neerwaarts = +):
In gebruikstoestand:
- Eigen gewicht dek (1.00 * 35)= 35 N/m²
- Gewasbelasting (1.00 * 0) = 0 N/m²
- Installaties (1.00 * 70) = 70 N/m²
Totaal : 105 N/m²
- Neerwaartse belasting per kolom = 105 * 18.40 * 4.00 = 7728 N
- Eigen gewicht van de goot = 4 * (1.00 * 30) * 4.00 = 480 N
- Eigen gewicht van het spant = (1.00 * 3474) = 3474 N
- Transportlast = 1.00 * max(0 , 1000) + 1.00 * 0 = 1000 N
Totaal = 12682 N
- Windbelasting: 0 N

In gebruikstoestand: Fvk' = -N' = 12682 N

In rekentoestand:
- Eigen gewicht dek (1.02 * 35)= 36 N/m²
- Gewasbelasting (1.27 * 0) = 0 N/m²
- Installaties (1.02 * 70) = 71 N/m²
Totaal : 107 N/m²
- Neerwaartse belasting per kolom = 107 * 18.40 * 4.00 = 7890 N
- Eigen gewicht van de goot = 4 * (1.02 * 30) * 4.00 = 490 N
- Eigen gewicht van het spant = (1.02 * 3474) = 3547 N
- Transportlast = 1.27 * max(0 , 1000) + 1.02 * 0 = 1275 N
Totaal = 13202 N
- Windbelasting: 0 N

In rekentoestand: Fvk = -N = 13202 N

b) Aanpendelende verticale belasting per kruisschoorvak-kolom:
- De totale aanpendelende verticale belasting per kolommenrij (Vtot) is:
  - Vtot = 40.0 /4.00 * (13202 -1275) + 1275 = 120549 N
- Deze belasting mag over alle effectieve kruisschoorvak-kolommen verdeeld worden. Dankzij de aanwezigheid van bovenliggende koppelbalken zijn beide kolommen van de kruisschoorvakken effectief:
  - Vz = 120549 / (2 * 2) = 30137 N

5.9.2 Berekening van de horizontale belasting per kruisschoorvak-kolom:

a) Aanpendelende verticale belasting per kruisschoorvak-kolom t.g.v. initiële scheefstand:
- Kolommen: psi = 1/265 (zie EN 1993-1-1)
- Spanten : psi = 1/200 (zie EN 1993-1-1)
- Fh,scheefstand = (1/265 + 1/200) * |120549 | = 1058 N

De totale horizontale kracht per kolommenrij in gootrichting bedraagt:
- Fh,tot = Fh,scheefstand = 1058 N
Voor iedere kolom, die deel uitmaakt van een kruisschoorvak, geldt:
- Fhk = 1058 / (2 * 2) = 265 N
In gebruikstoestand: (fCdim = CsCd'/CsCd = 0.66 /0.72 = 0.91)
- Fhk' = 1034 / (2 * 2) = 259 N

5.9.3 Berekening van het effect van de rotatie-veerstijfheid van de fundering:

Bij type "kolom op vloer" wordt een vervangende Tpoer berekend waarmee de
eigenschappen van de vloer zijn verwerkt.
Uitgangspunt is dat er een gewapende vloer van minimaal 150 mm dik wordt toegepast
binnen en buiten het schoorvak zonder dilatatie. Met Ixok wordt de stijfheid van de
vloer aangenomen op minimaal Ixok= 450E4 mm^2. De waarde van hfok is de afstand tussen
de hartlijn van de vloer en de voetplaat (hfok = 150   mm).

$$- phip0 = \frac{Fhk * hfok * v}{6 * E * Ixok} = \frac{265 * 150 * 4000}{6 * 2.1E5 * 450E4} = 0.03 \text{ E-3 rad}$$

Resulterende hoekverdraaiing van de poeren (in rekentoestand):

- phip = phip0 * rpoer = 0.03 E-3 * 0.554 = 0.02 E-3 rad

Resulterend moment, vanuit de grond, geleverd door de poeren:

- Tpoer = kpoer * phip = 800 E6 * 0.02 E-3 = 12   E3 Nmm
In gebruikstoestand:
- Tpoer' = Tpoer * Fhk' / Fhk = 12   E3 * 259   / 265   = 12   E3 Nmm

5.9.4 Bepaling van het knikgedrag van de kruisschoorvak-kolommen:

Bij de bepaling van het knikgedrag van de kruisschoorvak-kolommen wordt de
maatgevende (op druk belaste) kolom geschematiseerd tot een kolom met een
lengte gelijk aan de schoorverlaging (vs), verend ingeklemd in het onderstuk
van de kolom. Er wordt direkt rekening gehouden met de belastingconfiguratie.
De invloed van de aanpendelende belasting op de stabiliteit van de kruis-
schoorvakken komt dan tot uiting in een grotere kniklengte (zie IBBC-TNO
rapport BI-87-20/63.4.3360, artikel 6.3.1.1).

Omdat bij de berekening van de kniklengte van het bovenstuk direct rekening
wordt gehouden met de aanpendelende belasting (Vz) is de rotatie-veerstijfheid
van de verende inklemming mede afhankelijk van de grootte van de normaalkracht
in het onderstuk van de kolom. Aangezien de normaalkracht in het onderstuk
van de kolom op het moment van Eulerse instabiliteit niet bekend is, is een
iteratie-procedure noodzakelijk. Ter controle worden de berekeningsresultaten
van de laatste iteratie gegeven.

a) 1e-orde krachtsverdeling, uitsluitend t.b.v. de knikberekening:

Normaalkracht in het bovenstuk van de kolom (Nkb):
(De grootte van de in rekening te brengen aanpendelende belasting hangt af
van de lengte van de staven, waarop de aanpendelende belasting werkt):

$$- Nkb = 13202 + \frac{50}{4000 + 0 - 0} * (30137 - 13202) = 13414 \text{ N}$$

Maatgevende normaalkracht in het onderstuk van de kolom (Nko):
(Dankzij de aanwezigheid van de bovenliggende koppelbalken zijn beide
kolommen van de kruisschoorvakken effectief en mag hier de gemiddelde
normaalkracht van beide kolommen in rekening worden gebracht):

$$- Nko = 13202 + 265 * \frac{4000 + 0 - 0 + 0}{4000} = 13467 \text{ N}$$

b) Controle van de laatste iteratie van de knikberekening:

De iteratief berekende belasting-vermenigvuldigingsfactor, waarbij instabiliteit van het bovenstuk optreedt, bedraagt:

- nzkb = 20.823

Op dat moment is de normaalkracht in het onderstuk van de kolom, groot:

- Nko = 20.823 * 13467 = 280420 N

De rotatie-veerstijfheid, waarmee het bovenstuk van de kolom verend is verbonden met het onderstuk, kan (zonder rekening te houden met de invloed van de belastingconfiguratie) als volgt berekend worden:

$$- cr = \frac{3 * E * Izk}{(h + fh - fhp - vs)} = \frac{3 * 2.1E5 * 179E4}{(4000 + 0 - 0 - 50)} = 317 \quad E6\ Nmm/rad$$

T.g.v. de normaalkracht in het onderstuk van de kolom nemen de vervormingen toe met de Eulerse vergrotingsfactor n/n-1 en neemt de rotatie-veerstijfheid overeenkomstig af:

$$- n = \frac{pi^2 * E * Izk}{(h+fh-fhp-vs)^2 * Nko} = \frac{pi^2 * 2.1E5 * 179E4}{(3555)^2 * 280420} = 1.05$$

- n/n-1 = 22.40

- cr-E = 317 E6 / 22.40 = 14 E6 Nmm/rad

Met behulp van tabel 6 van NEN 3851 (TGB-1972-Staal) kan nu de fictieve kniklengte van het bovenstuk van de kolom bepaald worden:

$$- rho = \frac{cr\text{-}E * vs}{E * Izk} = \frac{14E6 * 50}{2.1E5 * 179E4} = 0.002$$

$$- lk = vs * (4 + \frac{10}{rho})^{0.5} = 50 * (4 + \frac{10}{0.002})^{0.5} = 3644\ mm$$

Hiermee kan de kniklengte van het bovenstuk van de kolom bepaald worden:

$$- FEzkb = \frac{pi^2 * E * Izk}{lk^2} = \frac{pi^2 * 2.1E5 * 179E4}{(3644)^2} = 279318\ N$$

$$- nzkb = \frac{279318}{13414} = 20.8227$$

Deze waarde van nzkb komt voldoende nauwkeurig overeen met de aanvangswaarde.

c) Kniklengten, slankheden en knikcoëfficiënten:

- Bovenstuk van de kolom:
  - In gootrichting:
    - De kniklengte in gootrichting kan berekend worden door rekening te houden met de werkelijke normaalkracht in het bovenstuk van de kolom:

$$lkzkb = \left(\frac{pi^2 * E * Izk}{nzkb * Fvk}\right)^{0.5} = \left(\frac{pi^2 * 2.1E5 * 179E4}{20.82 * 13202}\right)^{0.5} = 3673 \text{ mm}$$

      (N.B.: lkzkb / (h + fh - fhp)= 3673 / (4000 + 0 - 0) = 0.92)

    - Slankheid: lambda-zkb = lkzkb / izk = 3673 / 39.5 = 93
      - Chikb.z = min(0.513 , 1.0) = 0.513

  - In spantrichting:
    - De kniklengte in spantrichting kan bij goede benadering berekend worden met de formule (voor Venlo-warenhuis):

      lkyk = 1.68 * (4000 + 0 - 0 - 80 - 630) = 5527 mm
      (N.B.: kheff = effectieve kolomhoogte = 4.0 - 0.08 - 0.63 = 3.29 m)

    - Slankheid: lambda-yk = lkyk / iyk = 5527 / 39.5 = 140
      - Chik.y = min(0.317 , 1.0) = 0.317

- Onderstuk van de kolom:
  - In gootrichting:
    - Kniklengte: lkzko = h+fh-fhp-vs = 4000 + 0 - 0 - 50 = 3555 mm

$$FEzko = \frac{pi^2*E*Izk}{lkzko^2} = \frac{pi^2 * 2.1E5 * 179E4}{(3555)^2} = 293525 \text{ N}$$

    - Slankheid: lambda-zko = lkzko / izk = 3555 / 39.5 = 90
    - Chiko.z = min(0.564 , 1.0) = 0.564

  - In spantrichting: Zie bovenstuk van de kolom.

5.9.5 Controle van het ongeschoorde bovenstuk van de kolommen

a) Berekening van de maatgevende krachten in het ongeschoorde bovenstuk:

Juist boven het aangrijpingspunt van de schoren op de kolommen, gelden de
volgende maatgevende krachten in de op druk belaste kolom(men):

- Normaalkracht : Nkb = -13202 N

- Moment : Mzkb = 265 * 50 = 13 E3 Nmm

(T.g.v. de aanwezigheid van de bovenliggende koppelbalken zijn beide
 kolommen van de kruisschoorvakken effectief)

b) Controle op sterkte en stabiliteit van het ongeschoorde bovenstuk volgens EC3:
   Hierbij komt de z-as overeen met de y-as (en y-as = x-as) bij NEN6770.

- Doorsnedeklasse: 3

- Sterkte:

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} + \frac{|Mz.Ed|}{Mz.c.Rd} = \frac{|-13202|}{300652} + \frac{|13|}{9370} = 0.045$$

  controle: 0.045 < 1.00, dus de sterkte voldoet.
- Maximale spanning:

$$Sigma: \frac{|NEd|}{A} + \frac{|Mz.Ed|}{Wpl.z} = \frac{|-13202|}{1148.5} + \frac{|13|}{41.595} = 11.8 \ N/mm^2$$

  UCspanning = Sigma/fy = 11.8 /235.0 = 0.050

  controle: 0.050 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz2 * (1.0 + 0.6*lambdarel.z*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.6*1.05 *(|-13202 |/(0.513 *300652 /1.0)) = 0.94
  Kz.3 = Cmz2 * (1.0 + 0.6*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.6*(|-13202 |/(0.513 *300652 /1.0)) = 0.94
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.94 , 0.94) = 0.94
  Ky.b = 0.8 * Kz.b = 0.75

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-13202 |/(0.513 *300652 /1.0)+0.94 *|13.2 |/(1.00*9370.2 /1.0)
           = 0.081 + 0.001 = 0.082
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-13202 |/(0.317 *300652 /1.0)+0.75 *|13.2 |/(1.00*9370.2 /1.0)
           = 0.138 + 0.001 = 0.139

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.082 , 0.139) = 0.139

  controle: 0.139 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

5.9.6 Controle van het geschoorde onderstuk van de kolommen

a) Berekening van de maatgevende krachten in het geschoorde onderstuk:

Juist onder het aangrijpingspunt van de schoren op de kolommen, gelden de
volgende maatgevende krachten in de op druk belaste kolom(men) (druk is negatief):

- Normaalkracht : NEd = -(13202 + 2 * 265 * (4000 + 0 - 0 + 0) / 4000) = -13732 N

- Moment : Mzko = max (0.85 * 1.05 * 13 E3, 13 E3) = 13 E3 Nmm

b) Controle op sterkte en stabiliteit van het ongeschoorde bovenstuk volgens EC3:
   Hierbij komt de z-as overeen met de y-as (en y-as = x-as) bij NEN6770.

- Doorsnedeklasse: 3

- Sterkte:

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} + \frac{|Mz.Ed|}{Mz.c.Rd} = \frac{|-13732|}{300652} + \frac{|13|}{9370} = 0.047$$

  controle: 0.047 < 1.00, dus de sterkte voldoet.
- Maximale spanning:

$$Sigma: \frac{|NEd|}{A} + \frac{|Mz.Ed|}{Wpl.z} = \frac{|-13732|}{1148.5} + \frac{|13|}{41.595} = 12.3 \ N/mm^2$$

  UCspanning = Sigma/fy = 12.3 /235.0 = 0.052

  controle: 0.052 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.60 (het profiel is geschoord).
  M1 = 13.23 , M2 = 0.00 , Ms = 6.61 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz2 * (1.0 + 0.6*lambdarel.z*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
       = 0.60 * (1.0 + 0.6*0.96 *(|-13732 |/(0.564 *300652 /1.0)) = 0.63
  Kz.3 = Cmz2 * (1.0 + 0.6*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
       = 0.60 * (1.0 + 0.6*(|-13732 |/(0.564 *300652 /1.0)) = 0.63
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.63 , 0.63) = 0.63
  Ky.b = 0.8 * Kz.b = 0.50

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-13732 |/(0.564 *300652 /1.0)+0.63 *|13.2 |/(1.00*9370.2 /1.0)
           = 0.081 + 0.001 = 0.082
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-13732 |/(0.317 *300652 /1.0)+0.50 *|13.2 |/(1.00*9370.2 /1.0)
           = 0.144 + 0.001 = 0.145

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.082 , 0.145) = 0.145

  controle: 0.145 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie:
- Kolom (RHBK100*100*3.0 mm) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.3 : c1) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

5.9.7 Controle van de op druk belaste bovenliggende koppelbalken.

Uit evenwichtsbeschouwingen van de kruisschoorvakken kan de normaalkracht in
de op druk belaste bovenliggende koppelbalken worden afgeleid:

$$- Nbk = -Fhk * \frac{h + fh - fhp}{h + fh - fhp - vs} = -265 * \frac{4000}{3555} = -268 \quad N$$

- $Mz.Ed = feg * 1/8 * q * l^2 = 1.02 * 1/8 * 43.061\ E\text{-}3 * 4.000^2 = 87.931\ E3$

De controle verloopt volgens EC3:
Hierbij komt de z-as overeen met de y-as (en y-as = x-as) bij NEN6770.

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} + \frac{|My.Ed|}{My.c.Rd} = \frac{|-268|}{158865} + \frac{|88|}{2312} = 0.040$$

  controle: 0.040 < 1.00, dus de sterkte voldoet.
- Maximale spanning:

$$Sigma: \frac{|NEd|}{A} + \frac{|My.Ed|}{Wpl.y} = \frac{|-268|}{548.5} + \frac{|88|}{9.582} = 9.7 \quad N/mm^2$$

  UCspanning = Sigma/fy = 9.7 /235.0 = 0.041

  controle: 0.041 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.95 (het profiel is geschoord).
  M1 = 0.00 , M2 = 0.00 , Ms = 87.93 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
  = 0.95 * (1.0 + (2.23 - 0.2)*(|-268 |/(0.162 *158865 /1.0)) = 0.97
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
  = 0.95 * (1.0 + 0.8*(|-268 |/(0.162 *158865 /1.0)) = 0.96
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(0.97 , 0.96) = 0.96
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.57

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
  = |-268 |/(0.162 *158865 /1.0)+0.96 *|87.9 |/(1.00*2312.5 /1.0)
  = 0.010 + 0.036 = 0.047
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
  = |-268 |/(0.162 *158865 /1.0)+0.57 *|87.9 |/(1.00*2312.5 /1.0)
  = 0.010 + 0.022 = 0.032

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.047 , 0.032) = 0.047

  controle: 0.047 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie:
- Bovenliggende koppelbalken (RHBK50*50*3.0 mm) voldoen
  bij B.C.3 : c1) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

5.9.8 Controle van de op trek belaste schoren

a) Berekening van de maatgevende trekkracht in de schoren:

Uit evenwichtsbeschouwingen van de kruisschoorvakken kan de normaalkracht in de op trek belaste schoren worden uitgerekend:

$$- N_s = 2 * F_{hk} * \frac{h+f_h-f_{hp}+v_{ok}}{v} * \frac{l_s}{h+f_h-f_{hp}-v_s+v_{ok}} =$$

$$= 2 * 265 * \frac{4000 + 0 - 0 + 0}{4000} * \frac{5622}{3950} = 753 \text{ N}$$

(N.B.: ls = lengte schoor = $(3950^2 + 4000^2)1/2 = 5622$ mm)

b) Controle van de sterkte van de op trek belaste schoren volgens EC3:
Hierbij komt de z-as overeen met de y-as (en y-as = x-as) bij NEN6770.

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$UC_{sterkte} = \frac{|N_{Ed}|}{N_{c.Rd}} = \frac{|753|}{73827} = 0.010$$

controle: 0.010 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
Profiel alleen op trek belast, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie:
- Schoren (RD20.0 mm) voldoen qua sterkte
bij B.C.3 : c1) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

Voor verdere controle van de schoorverbindingen, alsmede voor de controle van andere profieltypen en andere verbindingstypen, wordt verwezen naar EN 1993-1-8.

5.9.9 Controle van de onderliggende koppelbalken

a) Berekening van de maatgevende krachten in de onderliggende koppelbalken:
De onderliggende koppelbalken worden niet alleen belast op een drukkracht (negatief), de verbindingen tussen koppelbalken en poeren moeten ook het "overturning" moment van de poeren op nemen:

- Normaalkracht : Nok = -Fhk * (1 + vs / (h+fh-fhp-vs))
= -265 * (1 + 50 / 3555) = -268 N

- Moment : Myok = Fhk * hfok - Tpoer
= 265 * 150 - 12 E3 = 27 E3 Nmm

Rekening houdend met de geconcentreerde puntlast op het midden van de onderbalk, kunnen de volgende buigende momenten berekend worden:

- Veldmoment (vrij opgelegd) : MDy = 1/4 * 1.27 * 1000 * 4.00 = 1275 E3 Nmm
- Negatief "steunpuntsmoment": My1 = -My2 = -Myok = -27 E3 Nmm

b) Controle van de sterkte/stabiliteit van de onderliggende koppelbalken belast door een geconcentreerde puntlast in het midden volgens EC3:

My.ED = max(|MDy|, |Myok|) = max(|1275 |, |27 |) = 1275 Nm

- Doorsnedeklasse: 2

- Sterkte:

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} + \frac{|My.Ed|}{My.c.Rd} = \frac{|-268|}{357180} + \frac{|1275|}{13510} = 0.095$$

controle: 0.095 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Maximale spanning:

$$Sigma: \frac{|NEd|}{A} + \frac{|My.Ed|}{Wpl.y} = \frac{|-268|}{1388.5} + \frac{|1275|}{60.701} = 25.0 \ N/mm^2$$

UCspanning = Sigma/fy = 25.0 /235.0 = 0.090

controle: 0.090 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is geschoord).
M1 = 27.29 , M2 = -27.29 , Ms = 1275.00 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
Interactiefactoren volgens bijlage B:
Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
= 0.90 * (1.0 + (0.89 - 0.2)*(|-268 |/(0.603 *357180 /1.0)) = 0.90
Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
= 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-268 |/(0.603 *357180 /1.0)) = 0.90
Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(0.90 , 0.90) = 0.90
Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.54

UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
= |-268 |/(0.603 *357180 /1.0)+0.90 *|1275.0 |/(1.00*13510.1/1.0)
= 0.001 + 0.085 = 0.086
UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
= |-268 |/(0.603 *357180 /1.0)+0.54 *|1275.0 |/(1.00*13510.1/1.0)
= 0.001 + 0.051 = 0.052

Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.086 , 0.052) = 0.086

controle: 0.086 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

c) Berekening van de horizontale verplaatsing van de onderliggende koppelbalk:
De 1e-orde horizontale verplaatsing van de onderliggende koppelbalken in rekentoestand kan als volgt berekend worden:

$$- u1\text{-}ok = rpoer * \frac{Fhk * (hfok')^2 * v}{6*E*Iyok} =$$

$$= 0.554 * \frac{265 * (600)^2 * 4000}{6 * 2.1E5 * 315E4} = 0.05 \text{ mm}$$

waarin: hfok' = afstand vanaf de onderliggende koppelbalk tot 200 mm onder de bovenkant van de poer
= fhp + Dpoer + 200 - vok = 0 + 400 + 200 - 0 = 600 mm

De 2e-orde horizontale verplaatsing van de onderliggende koppelbalken in gebruikstoestand kan benaderd worden met de formule:

$$- u2\text{-}ok' = \frac{nyok'}{nyok'-1} * u1\text{-}ok * \frac{Fhk'}{Fhk} * \frac{fhp+dpoer+200}{hfok'} \quad \text{met: } nyok' = nyok * \frac{Fhk}{Fhk'}$$

Deze benadering is conservatief, omdat de (overigens zeer geringe) gunstige werking van de opwaartse windzuiging gereduceerd wordt met Fhk'/Fhk.

- Vergrotingsfactor: - nyok' = 1523. * 265 / 259 = 1558.8
- nyok'/nyok'-1 = 1.00

Invullen van de bekende gegevens resulteert in een verplaatsing, groot:

$$- u2\text{-}ok' = 1.00 * 0.05 * \frac{1034}{1058} * \frac{0 + 400 + 200}{600} = 0.05 \text{ mm}$$

d) Controle van de horizontale verplaatsing van de onderliggende koppelbalk:
In artikel 11.1 staat, dat de toelaatbare horizontale verplaatsing van de betonfundering op het niveau, waarop de draag-constructie is gemonteerd, maximaal 5 mm mag bedragen.

- controle: 0.1 mm < 5.0 mm, dus: stijfheid voldoet.

Conclusie:
- Onderliggende koppelbalken (RHBK120*120*3.0 mm) voldoen
bij B.C.3 : c1) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

5.9.10 Controle van de toegestane verplaatsing in gootrichting

a) 1e-orde verlengingen en verplaatsingen (in rekentoestand) (excl. fundering)

- Verlenging van de op trek belaste schoor:

$$\text{delta-s} = \frac{Ns * ls}{E * As} = \frac{753 * 5622}{2.1E5 * 314.2} = 0.06 \text{ mm}$$

- Verkorting van het onderstuk van de op druk belaste kolom:

$$\text{delta-ko} = \frac{Nko * (h+fh-fhp-vs)}{E * Ak} = \frac{13732 * 3555}{2.1E5 * 1149} = 0.22 \text{ mm}$$

- Verkorting van de op druk belaste bovenliggende koppelbalken:

$$\text{delta-bk} = \frac{Nbk * v}{E * Abk} = \frac{268 * 4000}{2.1E5 * 549} = 0.01 \text{ mm}$$

- 1e-orde horizontale verplaatsing van het aangrijpingspunt van de schoren op de kolommen (m.b.v. Williot-diagram):

$$\text{u-schoor} = \frac{ls}{v} * \text{delta-s} + \frac{h+fh-fhp-vs+vok}{v} * \text{delta-ko} + \text{delta-bk}$$

Invullen geeft:

$$\text{u-schoor} = \frac{5622}{4000} * 0.06 + \frac{3950}{4000} * 0.22 + 0.01 = 0.32 \text{ mm}$$

- 1e-orde horizontale verplaatsing in gootrichting:

$$\text{u1-goot} = \frac{h+fh-fhp+vok}{h+fh-fhp-vs+vok} * \text{u-schoor} + \frac{Fhk*vs*(h+fh-fhp-vs)}{3 * E * Izk} * vs + \frac{Fhk * (vs)^3}{3 * E * Izk}$$

(Dankzij de bovenliggende koppelbalken zijn beide kolommen van de kruisschoorvakken effectief.)

Invullen geeft:

$$\text{u1-goot} = \frac{4000+0 -0 +0}{3950} * 0.32 + \frac{265 * 50 * 3555}{3 * 2.1E5 * 179E4} * 50 + \frac{265 * (50)3}{3 * 2.1E5 * 179E4} = 0.33 + 0.00 + 0.00 = 0.33 \text{ mm}$$

b) 2e-orde horizontale verplaatsing in gootrichting in gebruikstoestand:

De 2e-orde horizontale verplaatsing in gootrichting in gebruikstoestand kan
met de volgende formule worden benaderd (incl. verplaatsing fundering):

$$u2\text{-}goot' = \frac{nzkb'}{nzkb'-1} * u1\text{-}goot * \frac{Fhk'}{Fhk} + u2\text{-}ok' \quad \text{met: } nzkb' = nzkb * \frac{Fhk}{Fhk'}$$

waarin: u2-ok' = horizontale verplaatsing fundering = 0.05 mm (zie 5 .9)

Deze benadering is conservatief, omdat de (overigens zeer geringe) gunstige
werking van de opwaartse windzuiging gereduceerd wordt met Fhk'/Fhk.

- Vergrotingsfactor: - nzkb = 20.82 (zie 5.4)
  - nzkb' = 20.82 * 265 / 259 = 21.30
  - nzkb'/nzkb'-1 = 1.05

Invullen van de bekende gegevens resulteert in een verplaatsing, groot:

$$u2\text{-}goot' = 1.05 * 0.33 * \frac{259}{265} + 0.05 = 0.39 \text{ mm}$$

c) Berekening van de toelaatbare horizontale verplaatsing in gootrichting:

1) in relatie tot de kolomhoogte, vervormingen van de kopgevelkolom:

   Zie "Richtlijn kassen met flexibele omhulling" artikel 11:

   - Maximale verplaatsing utoel-a = h / 50 = 4000 / 50 = 80.0 mm
   - Absolute grenswaarde umax = 2 * 40 mm = 80.0 mm

3) maatgevend :
   - utoel = utoel-a < umax; MIN(80.0 , 80.0) = 80.0 mm

d) Controle van de toegestane horizontale verplaatsing in gootrichting:

- Stijfheid:
  controle: 0.4 mm < 80.0 mm, dus: stijfheid voldoet.

Conclusie:
- Kolommen (RHBK100*100*3.0 mm) voldoen qua stijfheid
  bij B.C.3 : c1) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

5.10 B.C.4: c12) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

5.10.1 Berekening van de verticale belasting per kruisschoorvak-kolom:

a) Berekening van de normaalkracht (N) in de kolommen (trek = +):

Berekening van de verticale belasting per kolom (neerwaarts = +):
In gebruikstoestand:
- Eigen gewicht dek (1.00 * 35)= 35 N/m²
- Gewasbelasting (1.00 * 0) = 0 N/m²
- Installaties (1.00 * 70) = 70 N/m²
Totaal : 105 N/m²
- Neerwaartse belasting per kolom = 105 * 18.40 * 4.00 = 7728 N
- Eigen gewicht van de goot = 4 * (1.00 * 30) * 4.00 = 480 N
- Eigen gewicht van het spant = (1.00 * 3474) = 3474 N
- Transportlast = 1.00 * max(0 , 1000) + 1.00 * 0 = 1000 N
Totaal = 12682 N
- Windbelasting: 0 N

In gebruikstoestand: Fvk' = -N' = 12682 N

In rekentoestand:
- Eigen gewicht dek (1.20 * 35)= 42 N/m²
- Gewasbelasting (1.20 * 0) = 0 N/m²
- Installaties (1.20 * 70) = 84 N/m²
Totaal : 126 N/m²
- Neerwaartse belasting per kolom = 126 * 18.40 * 4.00 = 9274 N
- Eigen gewicht van de goot = 4 * (1.20 * 30) * 4.00 = 576 N
- Eigen gewicht van het spant = (1.20 * 3474) = 4169 N
- Transportlast = 1.20 * max(0 , 1000) + 1.20 * 0 = 1200 N
Totaal = 15219 N
- Windbelasting: 0 N

In rekentoestand: Fvk = -N = 15219 N

b) Aanpendelende verticale belasting per kruisschoorvak-kolom:
- De totale aanpendelende verticale belasting per kolommenrij (Vtot) is:
  - Vtot = 40.0 /4.00 * (15219 -1200) + 1200 = 141385 N
- Deze belasting mag over alle effectieve kruisschoorvak-kolommen verdeeld worden. Dankzij de aanwezigheid van bovenliggende koppelbalken zijn beide kolommen van de kruisschoorvakken effectief:
  - Vz = 141385 / (2 * 2) = 35346 N

5.10.2 Berekening van de horizontale belasting per kruisschoorvak-kolom:

a) Aanpendelende verticale belasting per kruisschoorvak-kolom t.g.v. initiële scheefstand:
- Kolommen: psi = 1/265 (zie EN 1993-1-1)
- Spanten : psi = 1/200 (zie EN 1993-1-1)
- Fh,scheefstand = (1/265 + 1/200) * |141385 | = 1241 N

De totale horizontale kracht per kolommenrij in gootrichting bedraagt:
- Fh,tot = Fh,scheefstand = 1241 N
Voor iedere kolom, die deel uitmaakt van een kruisschoorvak, geldt:
- Fhk = 1241 / (2 * 2) = 310 N
In gebruikstoestand: (fCdim = CsCd'/CsCd = 0.66 /0.72 = 0.91)
- Fhk' = 1034 / (2 * 2) = 259 N

5.10.3 Berekening van het effect van de rotatie-veerstijfheid van de fundering:

Bij type "kolom op vloer" wordt een vervangende Tpoer berekend waarmee de
eigenschappen van de vloer zijn verwerkt.
Uitgangspunt is dat er een gewapende vloer van minimaal 150 mm dik wordt toegepast
binnen en buiten het schoorvak zonder dilatatie. Met Ixok wordt de stijfheid van de
vloer aangenomen op minimaal Ixok= 450E4 mm^2. De waarde van hfok is de afstand tussen
de hartlijn van de vloer en de voetplaat (hfok = 150   mm).

$$- phip0 = \frac{Fhk * hfok * v}{6 * E * Ixok} = \frac{310 * 150 * 4000}{6 * 2.1E5 * 450E4} = 0.03 \text{ E-3 rad}$$

Resulterende hoekverdraaiing van de poeren (in rekentoestand):

- phip = phip0 * rpoer = 0.03 E-3 * 0.554 = 0.02 E-3 rad

Resulterend moment, vanuit de grond, geleverd door de poeren:

- Tpoer = kpoer * phip = 800 E6 * 0.02 E-3 = 15   E3 Nmm
In gebruikstoestand:
- Tpoer' = Tpoer * Fhk' / Fhk = 15   E3 * 259   / 310   = 12   E3 Nmm

5.10.4 Bepaling van het knikgedrag van de kruisschoorvak-kolommen:

Bij de bepaling van het knikgedrag van de kruisschoorvak-kolommen wordt de
maatgevende (op druk belaste) kolom geschematiseerd tot een kolom met een
lengte gelijk aan de schoorverlaging (vs), verend ingeklemd in het onderstuk
van de kolom. Er wordt direkt rekening gehouden met de belastingconfiguratie.
De invloed van de aanpendelende belasting op de stabiliteit van de kruis-
schoorvakken komt dan tot uiting in een grotere kniklengte (zie IBBC-TNO
rapport BI-87-20/63.4.3360, artikel 6.3.1.1).

Omdat bij de berekening van de kniklengte van het bovenstuk direct rekening
wordt gehouden met de aanpendelende belasting (Vz) is de rotatie-veerstijfheid
van de verende inklemming mede afhankelijk van de grootte van de normaalkracht
in het onderstuk van de kolom. Aangezien de normaalkracht in het onderstuk
van de kolom op het moment van Eulerse instabiliteit niet bekend is, is een
iteratie-procedure noodzakelijk. Ter controle worden de berekeningsresultaten
van de laatste iteratie gegeven.

a) 1e-orde krachtsverdeling, uitsluitend t.b.v. de knikberekening:

Normaalkracht in het bovenstuk van de kolom (Nkb):
(De grootte van de in rekening te brengen aanpendelende belasting hangt af
van de lengte van de staven, waarop de aanpendelende belasting werkt):

$$- Nkb = 15219 + \frac{50}{4000 + 0 - 0} * (35346 - 15219) = 15470 \text{ N}$$

Maatgevende normaalkracht in het onderstuk van de kolom (Nko):
(Dankzij de aanwezigheid van de bovenliggende koppelbalken zijn beide
kolommen van de kruisschoorvakken effectief en mag hier de gemiddelde
normaalkracht van beide kolommen in rekening worden gebracht):

$$- Nko = 15219 + 310 * \frac{4000 + 0 - 0 + 0}{4000} = 15529 \text{ N}$$

b) Controle van de laatste iteratie van de knikberekening:

De iteratief berekende belasting-vermenigvuldigingsfactor, waarbij instabiliteit van het bovenstuk optreedt, bedraagt:

- nzkb = 18.058

Op dat moment is de normaalkracht in het onderstuk van de kolom, groot:

- Nko = 18.058 * 15529 = 280418 N

De rotatie-veerstijfheid, waarmee het bovenstuk van de kolom verend is verbonden met het onderstuk, kan (zonder rekening te houden met de invloed van de belastingconfiguratie) als volgt berekend worden:

$$- cr = \frac{3 * E * Izk}{(h + fh - fhp - vs)} = \frac{3 * 2.1E5 * 179E4}{(4000 + 0 - 0 - 50)} = 317 \quad E6\ Nmm/rad$$

T.g.v. de normaalkracht in het onderstuk van de kolom nemen de vervormingen toe met de Eulerse vergrotingsfactor n/n-1 en neemt de rotatie-veerstijfheid overeenkomstig af:

$$- n = \frac{pi^2 * E * Izk}{(h+fh-fhp-vs)^2 * Nko} = \frac{pi^2 * 2.1E5 * 179E4}{(3555)^2 * 280418} = 1.05$$

- n/n-1 = 22.39

- cr-E = 317 E6 / 22.39 = 14 E6 Nmm/rad

Met behulp van tabel 6 van NEN 3851 (TGB-1972-Staal) kan nu de fictieve kniklengte van het bovenstuk van de kolom bepaald worden:

$$- rho = \frac{cr\text{-}E * vs}{E * Izk} = \frac{14E6 * 50}{2.1E5 * 179E4} = 0.002$$

$$- lk = vs * (4 + \frac{10}{rho})^{0.5} = 50 * (4 + \frac{10}{0.002})^{0.5} = 3644\ mm$$

Hiermee kan de kniklengte van het bovenstuk van de kolom bepaald worden:

$$- FEzkb = \frac{pi^2 * E * Izk}{lk^2} = \frac{pi^2 * 2.1E5 * 179E4}{(3644)^2} = 279357\ N$$

$$- nzkb = \frac{279357}{15470} = 18.0579$$

Deze waarde van nzkb komt voldoende nauwkeurig overeen met de aanvangswaarde.

c) Kniklengten, slankheden en knikcoëfficiënten:

- Bovenstuk van de kolom:
  - In gootrichting:
    - De kniklengte in gootrichting kan berekend worden door rekening te houden met de werkelijke normaalkracht in het bovenstuk van de kolom:

$$lkzkb = \left(\frac{pi^2 * E * Izk}{nzkb * Fvk}\right)^{0.5} = \left(\frac{pi^2 * 2.1E5 * 179E4}{18.06 * 15219}\right)^{0.5} = 3674 \text{ mm}$$

      (N.B.: lkzkb / (h + fh - fhp)= 3674 / (4000 + 0 - 0) = 0.92)

    - Slankheid: lambda-zkb = lkzkb / izk = 3674 / 39.5 = 93
      - Chikb.z = min(0.513 , 1.0) = 0.513

  - In spantrichting:
    - De kniklengte in spantrichting kan bij goede benadering berekend worden met de formule (voor Venlo-warenhuis):

      lkyk = 1.68 * (4000 + 0 - 0 - 80 - 630) = 5527 mm
      (N.B.: kheff = effectieve kolomhoogte = 4.0 - 0.08 - 0.63 = 3.29 m)

    - Slankheid: lambda-yk = lkyk / iyk = 5527 / 39.5 = 140
      - Chik.y = min(0.317 , 1.0) = 0.317

- Onderstuk van de kolom:
  - In gootrichting:
    - Kniklengte: lkzko = h+fh-fhp-vs = 4000 + 0 - 0 - 50 = 3555 mm

$$\text{FEzko} = \frac{pi^2 * E * Izk}{lkzko^2} = \frac{pi^2 * 2.1E5 * 179E4}{(3555)^2} = 293525 \text{ N}$$

    - Slankheid: lambda-zko = lkzko / izk = 3555 / 39.5 = 90
    - Chiko.z = min(0.564 , 1.0) = 0.564

  - In spantrichting: Zie bovenstuk van de kolom.

5.10.5 Controle van het ongeschoorde bovenstuk van de kolommen

a) Berekening van de maatgevende krachten in het ongeschoorde bovenstuk:

Juist boven het aangrijpingspunt van de schoren op de kolommen, gelden de
volgende maatgevende krachten in de op druk belaste kolom(men):

- Normaalkracht : Nkb = -15219 N

- Moment : Mzkb = 310 * 50 = 16 E3 Nmm

(T.g.v. de aanwezigheid van de bovenliggende koppelbalken zijn beide
 kolommen van de kruisschoorvakken effectief)

b) Controle op sterkte en stabiliteit van het ongeschoorde bovenstuk volgens EC3:
   Hierbij komt de z-as overeen met de y-as (en y-as = x-as) bij NEN6770.

- Doorsnedeklasse: 3

- Sterkte:

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} + \frac{|Mz.Ed|}{Mz.c.Rd} = \frac{|-15219|}{300652} + \frac{|16|}{9370} = 0.052$$

  controle: 0.052 < 1.00, dus de sterkte voldoet.
- Maximale spanning:

$$Sigma: \frac{|NEd|}{A} + \frac{|Mz.Ed|}{Wpl.z} = \frac{|-15219|}{1148.5} + \frac{|16|}{41.595} = 13.6 \ N/mm^2$$

  UCspanning = Sigma/fy = 13.6 /235.0 = 0.058

  controle: 0.058 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz2 * (1.0 + 0.6*lambdarel.z*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.6*1.05 *(|-15219 |/(0.513 *300652 /1.0)) = 0.95
  Kz.3 = Cmz2 * (1.0 + 0.6*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.6*(|-15219 |/(0.513 *300652 /1.0)) = 0.95
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.95 , 0.95) = 0.95
  Ky.b = 0.8 * Kz.b = 0.76

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-15219 |/(0.513 *300652 /1.0)+0.95 *|15.5 |/(1.00*9370.2 /1.0)
           = 0.093 + 0.002 = 0.094
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-15219 |/(0.317 *300652 /1.0)+0.76 *|15.5 |/(1.00*9370.2 /1.0)
           = 0.159 + 0.001 = 0.161

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.094 , 0.161) = 0.161

  controle: 0.161 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

5.10.6 Controle van het geschoorde onderstuk van de kolommen

a) Berekening van de maatgevende krachten in het geschoorde onderstuk:

Juist onder het aangrijpingspunt van de schoren op de kolommen, gelden de
volgende maatgevende krachten in de op druk belaste kolom(men) (druk is negatief):

- Normaalkracht : NEd = -(15219 + 2 * 310 * (4000 + 0 - 0 + 0) / 4000) = -15839 N

- Moment : Mzko = max (0.85 * 1.06 * 16 E3, 16 E3) = 16 E3 Nmm

b) Controle op sterkte en stabiliteit van het ongeschoorde bovenstuk volgens EC3:
Hierbij komt de z-as overeen met de y-as (en y-as = x-as) bij NEN6770.

- Doorsnedeklasse: 3

- Sterkte:

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} + \frac{|Mz.Ed|}{Mz.c.Rd} = \frac{|-15839|}{300652} + \frac{|16|}{9370} = 0.054$$

controle: 0.054 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Maximale spanning:

$$Sigma: \frac{|NEd|}{A} + \frac{|Mz.Ed|}{Wpl.z} = \frac{|-15839|}{1148.5} + \frac{|16|}{41.595} = 14.2 \ N/mm^2$$

UCspanning = Sigma/fy = 14.2 /235.0 = 0.060

controle: 0.060 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.60 (het profiel is geschoord).
M1 = 15.52 , M2 = 0.00 , Ms = 7.76 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
Interactiefactoren volgens bijlage B:
Kz.2 = Cmz2 * (1.0 + 0.6*lambdarel.z*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
= 0.60 * (1.0 + 0.6*0.96 *(|-15839 |/(0.564 *300652 /1.0)) = 0.63
Kz.3 = Cmz2 * (1.0 + 0.6*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
= 0.60 * (1.0 + 0.6*(|-15839 |/(0.564 *300652 /1.0)) = 0.63
Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.63 , 0.63) = 0.63
Ky.b = 0.8 * Kz.b = 0.51

UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
= |-15839 |/(0.564 *300652 /1.0)+0.63 *|15.5 |/(1.00*9370.2 /1.0)
= 0.093 + 0.001 = 0.094
UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
= |-15839 |/(0.317 *300652 /1.0)+0.51 *|15.5 |/(1.00*9370.2 /1.0)
= 0.166 + 0.001 = 0.167

Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.094 , 0.167) = 0.167

controle: 0.167 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie:
- Kolom (RHBK100*100*3.0 mm) voldoet qua sterkte/stabiliteit
bij B.C.4 : c12) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

5.10.7 Controle van de op druk belaste bovenliggende koppelbalken.

Uit evenwichtsbeschouwingen van de kruisschoorvakken kan de normaalkracht in
de op druk belaste bovenliggende koppelbalken worden afgeleid:

$$- Nbk = -Fhk * \frac{h + fh - fhp}{h + fh - fhp - vs} = -310 * \frac{4000}{3555} = -314 \quad N$$

- $Mz.Ed = feg * 1/8 * q * l^2 = 1.20 * 1/8 * 43.061\ E\text{-}3 * 4.000^2 = 103.347E3$

De controle verloopt volgens EC3:
Hierbij komt de z-as overeen met de y-as (en y-as = x-as) bij NEN6770.

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} + \frac{|My.Ed|}{My.c.Rd} = \frac{|-314|}{158865} + \frac{|103|}{2312} = 0.047$$

  controle: 0.047 < 1.00, dus de sterkte voldoet.
- Maximale spanning:

$$Sigma: \frac{|NEd|}{A} + \frac{|My.Ed|}{Wpl.y} = \frac{|-314|}{548.5} + \frac{|103|}{9.582} = 11.4 \quad N/mm^2$$

  UCspanning = Sigma/fy = 11.4 /235.0 = 0.048

  controle: 0.048 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.95 (het profiel is geschoord).
  M1 = 0.00 , M2 = 0.00 , Ms = 103.35 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
  = 0.95 * (1.0 + (2.23 - 0.2)*(|-314 |/(0.162 *158865 /1.0)) = 0.97
  Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
  = 0.95 * (1.0 + 0.8*(|-314 |/(0.162 *158865 /1.0)) = 0.96
  Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(0.97 , 0.96) = 0.96
  Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.58

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
  = |-314 |/(0.162 *158865 /1.0)+0.96 *|103.3 |/(1.00*2312.5 /1.0)
  = 0.012 + 0.043 = 0.055
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
  = |-314 |/(0.162 *158865 /1.0)+0.58 *|103.3 |/(1.00*2312.5 /1.0)
  = 0.012 + 0.026 = 0.038

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.055 , 0.038) = 0.055

  controle: 0.055 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie:
- Bovenliggende koppelbalken (RHBK50*50*3.0 mm) voldoen
  bij B.C.4 : c12) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

5.10.8 Controle van de op trek belaste schoren

a) Berekening van de maatgevende trekkracht in de schoren:

Uit evenwichtsbeschouwingen van de kruisschoorvakken kan de normaalkracht in de op trek belaste schoren worden uitgerekend:

$$-N_s = 2 * F_{hk} * \frac{h+f_h-f_{hp}+v_{ok}}{v} * \frac{l_s}{h+f_h-f_{hp}-v_s+v_{ok}} =$$

$$= 2 * 310 * \frac{4000 + 0 - 0 + 0}{4000} * \frac{5622}{3950} = 883 \text{ N}$$

(N.B.: ls = lengte schoor = $(3950^2 + 4000^2)1/2 = 5622$ mm)

b) Controle van de sterkte van de op trek belaste schoren volgens EC3:
Hierbij komt de z-as overeen met de y-as (en y-as = x-as) bij NEN6770.

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$UC_{sterkte} = \frac{|N_{Ed}|}{N_{c.Rd}} = \frac{|883|}{73827} = 0.012$$

controle: 0.012 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
Profiel alleen op trek belast, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie:
- Schoren (RD20.0 mm) voldoen qua sterkte
bij B.C.4 : c12) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

Voor verdere controle van de schoorverbindingen, alsmede voor de controle van andere profieltypen en andere verbindingstypen, wordt verwezen naar EN 1993-1-8.

5.10.9 Controle van de onderliggende koppelbalken

a) Berekening van de maatgevende krachten in de onderliggende koppelbalken:
De onderliggende koppelbalken worden niet alleen belast op een drukkracht (negatief), de verbindingen tussen koppelbalken en poeren moeten ook het "overturning" moment van de poeren op nemen:

- Normaalkracht : Nok = -Fhk * (1 + vs / (h+fh-fhp-vs))
= -310 * (1 + 50 / 3555) = -314 N

- Moment : Myok = Fhk * hfok - Tpoer
= 310 * 150 - 15 E3 = 32 E3 Nmm

Rekening houdend met de geconcentreerde puntlast op het midden van de onderbalk, kunnen de volgende buigende momenten berekend worden:

- Veldmoment (vrij opgelegd) : MDy = 1/4 * 1.20 * 1000 * 4.00 = 1200 E3 Nmm
- Negatief "steunpuntsmoment": My1 = -My2 = -Myok = -32 E3 Nmm

b) Controle van de sterkte/stabiliteit van de onderliggende koppelbalken belast door een geconcentreerde puntlast in het midden volgens EC3:

My.ED = max(|MDy|, |Myok|) = max(|1200 |, |32 |) = 1200 Nm

- Doorsnedeklasse: 2

- Sterkte:

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} + \frac{|My.Ed|}{My.c.Rd} = \frac{|-314|}{357180} + \frac{|1200|}{13510} = 0.090$$

controle: 0.090 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Maximale spanning:

$$Sigma: \frac{|NEd|}{A} + \frac{|My.Ed|}{Wpl.y} = \frac{|-314|}{1388.5} + \frac{|1200|}{60.701} = 23.7 \ N/mm^2$$

UCspanning = Sigma/fy = 23.7 /235.0 = 0.085

controle: 0.085 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.90 (het profiel is geschoord).
M1 = 32.00 , M2 = -32.00 , Ms = 1200.00 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
Interactiefactoren volgens bijlage B:
Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
= 0.90 * (1.0 + (0.89 - 0.2)*(|-314 |/(0.603 *357180 /1.0)) = 0.90
Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
= 0.90 * (1.0 + 0.8*(|-314 |/(0.603 *357180 /1.0)) = 0.90
Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(0.90 , 0.90) = 0.90
Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.54

UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
= |-314 |/(0.603 *357180 /1.0)+0.90 *|1200.0 |/(1.00*13510.1/1.0)
= 0.001 + 0.080 = 0.082
UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
= |-314 |/(0.603 *357180 /1.0)+0.54 *|1200.0 |/(1.00*13510.1/1.0)
= 0.001 + 0.048 = 0.050

Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.082 , 0.050) = 0.082

controle: 0.082 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

c) Berekening van de horizontale verplaatsing van de onderliggende koppelbalk:
De 1e-orde horizontale verplaatsing van de onderliggende koppelbalken in rekentoestand kan als volgt berekend worden:

$$- u1\text{-}ok = rpoer * \frac{Fhk * (hfok')^2 * v}{6*E*Iyok} =$$

$$= 0.554 * \frac{310 * (600)^2 * 4000}{6 * 2.1E5 * 315E4} = 0.06 \text{ mm}$$

waarin: hfok' = afstand vanaf de onderliggende koppelbalk tot 200 mm onder de bovenkant van de poer
= fhp + Dpoer + 200 - vok = 0 + 400 + 200 - 0 = 600 mm

De 2e-orde horizontale verplaatsing van de onderliggende koppelbalken in gebruikstoestand kan benaderd worden met de formule:

$$- u2\text{-}ok' = \frac{nyok'}{nyok'-1} * u1\text{-}ok * \frac{Fhk'}{Fhk} * \frac{fhp+dpoer+200}{hfok'} \quad \text{met: } nyok' = nyok * \frac{Fhk}{Fhk'}$$

Deze benadering is conservatief, omdat de (overigens zeer geringe) gunstige werking van de opwaartse windzuiging gereduceerd wordt met Fhk'/Fhk.

- Vergrotingsfactor: - nyok' = 1299. * 310 / 259 = 1558.8
- nyok'/nyok'-1 = 1.00

Invullen van de bekende gegevens resulteert in een verplaatsing, groot:

$$- u2\text{-}ok' = 1.00 * 0.06 * \frac{1034}{1241} * \frac{0 + 400 + 200}{600} = 0.05 \text{ mm}$$

d) Controle van de horizontale verplaatsing van de onderliggende koppelbalk:
In artikel 11.1 staat, dat de toelaatbare horizontale verplaatsing van de betonfundering op het niveau, waarop de draag-constructie is gemonteerd, maximaal 5 mm mag bedragen.

- controle: 0.1 mm < 5.0 mm, dus: stijfheid voldoet.

Conclusie:
- Onderliggende koppelbalken (RHBK120*120*3.0 mm) voldoen
bij B.C.4 : c12) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

5.10.10 Controle van de toegestane verplaatsing in gootrichting

a) 1e-orde verlengingen en verplaatsingen (in rekentoestand) (excl. fundering)

- Verlenging van de op trek belaste schoor:

$$\text{delta-s} = \frac{Ns * ls}{E * As} = \frac{883 * 5622}{2.1E5 * 314.2} = 0.08 \text{ mm}$$

- Verkorting van het onderstuk van de op druk belaste kolom:

$$\text{delta-ko} = \frac{Nko * (h+fh-fhp-vs)}{E * Ak} = \frac{15839 * 3555}{2.1E5 * 1149} = 0.26 \text{ mm}$$

- Verkorting van de op druk belaste bovenliggende koppelbalken:

$$\text{delta-bk} = \frac{Nbk * v}{E * Abk} = \frac{314 * 4000}{2.1E5 * 549} = 0.01 \text{ mm}$$

- 1e-orde horizontale verplaatsing van het aangrijpingspunt van de schoren op de kolommen (m.b.v. Williot-diagram):

$$\text{u-schoor} = \frac{ls}{v} * \text{delta-s} + \frac{h+fh-fhp-vs+vok}{v} * \text{delta-ko} + \text{delta-bk}$$

Invullen geeft:

$$\text{u-schoor} = \frac{5622}{4000} * 0.08 + \frac{3950}{4000} * 0.26 + 0.01 = 0.37 \text{ mm}$$

- 1e-orde horizontale verplaatsing in gootrichting:

$$\text{u1-goot} = \frac{h+fh-fhp+vok}{h+fh-fhp-vs+vok} * u\text{-schoor} + \frac{Fhk*vs*(h+fh-fhp-vs)}{3 * E * Izk} * vs + \frac{Fhk * (vs)^3}{3 * E * Izk}$$

(Dankzij de bovenliggende koppelbalken zijn beide kolommen van de kruisschoorvakken effectief.)

Invullen geeft:

$$\text{u1-goot} = \frac{4000+0 -0 +0}{3950} * 0.37 + \frac{310}{3 * 2.1E5 * 179E4} * 50 * 3555 + \frac{310}{3 * 2.1E5 * 179E4} * (50)^3 = 0.38 + 0.00 + 0.00 = 0.38 \text{ mm}$$

b) 2e-orde horizontale verplaatsing in gootrichting in gebruikstoestand:

De 2e-orde horizontale verplaatsing in gootrichting in gebruikstoestand kan
met de volgende formule worden benaderd (incl. verplaatsing fundering):

$$u2\text{-}goot' = \frac{nzkb'}{nzkb'-1} * u1\text{-}goot * \frac{Fhk'}{Fhk} + u2\text{-}ok' \quad \text{met: } nzkb' = nzkb * \frac{Fhk}{Fhk'}$$

waarin: u2-ok' = horizontale verplaatsing fundering = 0.05 mm (zie 5 .9)

Deze benadering is conservatief, omdat de (overigens zeer geringe) gunstige
werking van de opwaartse windzuiging gereduceerd wordt met Fhk'/Fhk.

- Vergrotingsfactor: - nzkb = 18.06 (zie 5.4)
  - nzkb' = 18.06 * 310 / 259 = 21.67
  - nzkb'/nzkb'-1 = 1.05

Invullen van de bekende gegevens resulteert in een verplaatsing, groot:

$$u2\text{-}goot' = 1.05 * 0.38 * \frac{259}{310} + 0.05 = 0.38 \text{ mm}$$

c) Berekening van de toelaatbare horizontale verplaatsing in gootrichting:

1) in relatie tot de kolomhoogte, vervormingen van de kopgevelkolom:

   Zie "Richtlijn kassen met flexibele omhulling" artikel 11:

   - Maximale verplaatsing utoel-a = h / 50 = 4000 / 50 = 80.0 mm
   - Absolute grenswaarde umax = 2 * 40 mm = 80.0 mm

3) maatgevend :
   - utoel = utoel-a < umax; MIN(80.0 , 80.0) = 80.0 mm

d) Controle van de toegestane horizontale verplaatsing in gootrichting:

- Stijfheid:
  controle: 0.4 mm < 80.0 mm, dus: stijfheid voldoet.

Conclusie:
- Kolommen (RHBK100*100*3.0 mm) voldoen qua stijfheid
  bij B.C.4 : c12) Eigen gewicht + puntlast(en) + gewas + installaties

5.11 B.C.5: a1) Eigen gewicht + gewas + installaties + wind + onderdruk

5.11.1 Berekening van de verticale belasting per kruisschoorvak-kolom:

a) Berekening van de normaalkracht (N) in de kolommen (trek = +):

Berekening van de verticale belasting per kolom (neerwaarts = +):
In gebruikstoestand:
- Eigen gewicht dek (1.00 * 35)= 35 N/m²
- Gewasbelasting (1.00 * 0) = 0 N/m²
- Installaties (1.00 * 70) = 70 N/m²
Totaal : 105 N/m²
- Neerwaartse belasting per kolom = 105 * 18.40 * 4.00 = 7728 N
- Eigen gewicht van de goot = 4 * (1.00 * 30) * 4.00 = 480 N
- Eigen gewicht van het spant = (1.00 * 3474) = 3474 N
- Transportlast = 0.00 * max(0 , 1000) + 1.00 * 0 = 0 N
Totaal = 11682 N
- Windbelasting = 18.40*4.00*(-0.20-(-0.10))*(1.00 *334) = -2459 N

In gebruikstoestand: Fvk' = -N' = 9223 N

In rekentoestand:
- Eigen gewicht dek (1.02 * 35)= 36 N/m²
- Gewasbelasting (1.27 * 0) = 0 N/m²
- Installaties (1.02 * 70) = 71 N/m²
Totaal : 107 N/m²
- Neerwaartse belasting per kolom = 107 * 18.40 * 4.00 = 7890 N
- Eigen gewicht van de goot = 4 * (1.02 * 30) * 4.00 = 490 N
- Eigen gewicht van het spant = (1.02 * 3474) = 3547 N
- Transportlast = 0.00 * max(0 , 1000) + 1.02 * 0 = 0 N
Totaal = 11927 N
- Windbelasting = 18.40*4.00*(-0.20-(-0.10))*(1.27 *334) = -3135 N

In rekentoestand: Fvk = -N = 8792 N

b) Aanpendelende verticale belasting per kruisschoorvak-kolom:
- De totale aanpendelende verticale belasting per kolommenrij (Vtot) is:
  - Vtot = 40.0 /4.00 * (8792 -0) + 0 = 87921 N
- Deze belasting mag over alle effectieve kruisschoorvak-kolommen verdeeld worden. Dankzij de aanwezigheid van bovenliggende koppelbalken zijn beide kolommen van de kruisschoorvakken effectief:
  - Vz = 87921 / (2 * 2) = 21980 N

5.11.2 Berekening van de horizontale belasting per kruisschoorvak-kolom:

De horizontale belasting in gootrichting is opgebouwd uit twee componenten, namelijk wind en scheefstand. Voor iedere kolommenrij geldt:

a) Wind op de kopgevels:
- Kaphoogte (hkap) = 4.60 /2 * tan 25 = 1.07 m
- Kapoppervlak (Akap) = 4 * 4.60 /2 * 1.07 = 9.9 m²
- Geveloppervlak (Agevel) = 18.40 * 4.00 = 73.6 m²
- Fh,kop = (0.7 +0.3) * (1.27 * 334) * (9.9 + 73.6/2) = 19880 N

b) Windwrijving op het kasdek:
- Fh,dek = cf * lspant * Qwind * max(0, (Lkas - 2*(ph+fh)))
= 0.01 * 18.40 * (1.27 * 334) * 32.00 = 2508 N
- Fh,wind = Fh,kop + Fh,dek = 19880 + 2508 = 22389 N

c) Extra horizontale krachten t.g.v. initiële scheefstand:
- Kolommen: psi = 1/265 (zie EN 1993-1-1)
- Spanten : psi = 1/200 (zie EN 1993-1-1)
- Fh,scheefstand = (1/265 + 1/200) * |87921 | = 772 N

De totale horizontale kracht per kolommenrij in gootrichting bedraagt:
- Fh,tot = 22389 + 772 = 23161 N
Voor iedere kolom, die deel uitmaakt van een kruisschoorvak, geldt:
- Fhk = 23161 / (2 * 2) = 5790 N
In gebruikstoestand: (fCdim = CsCd'/CsCd = 0.66 /0.72 = 0.91)
- Fh,wind' = Fh,kop' + Fh,dek' = 15592 + 1967 = 17560 N
- Fh,tot' = 17560 * 0.91 + 810 = 15462 N
- Fhk' = 15462 / (2 * 2) = 3865 N

5.11.3 Berekening van het effect van de rotatie-veerstijfheid van de fundering:

Bij type "kolom op vloer" wordt een vervangende Tpoer berekend waarmee de
eigenschappen van de vloer zijn verwerkt.
Uitgangspunt is dat er een gewapende vloer van minimaal 150 mm dik wordt toegepast
binnen en buiten het schoorvak zonder dilatatie. Met Ixok wordt de stijfheid van de
vloer aangenomen op minimaal Ixok= 450E4 mm^2. De waarde van hfok is de afstand tussen
de hartlijn van de vloer en de voetplaat (hfok = 150   mm).

$$- phip0 = \frac{Fhk * hfok * v}{6 * E * Ixok} = \frac{5790 * 150 * 4000}{6 * 2.1E5 * 450E4} = 0.61 \text{ E-3 rad}$$

Resulterende hoekverdraaiing van de poeren (in rekentoestand):

- phip = phip0 * rpoer = 0.61 E-3 * 0.554 = 0.34 E-3 rad

Resulterend moment, vanuit de grond, geleverd door de poeren:

- Tpoer = kpoer * phip = 800 E6 * 0.34 E-3 = 271 E3 Nmm
In gebruikstoestand:
- Tpoer' = Tpoer * Fhk' / Fhk = 271 E3 * 3865   / 5790   = 181   E3 Nmm

5.11.4 Bepaling van het knikgedrag van de kruisschoorvak-kolommen:

Bij de bepaling van het knikgedrag van de kruisschoorvak-kolommen wordt de
maatgevende (op druk belaste) kolom geschematiseerd tot een kolom met een
lengte gelijk aan de schoorverlaging (vs), verend ingeklemd in het onderstuk
van de kolom. Er wordt direkt rekening gehouden met de belastingconfiguratie.
De invloed van de aanpendelende belasting op de stabiliteit van de kruis-
schoorvakken komt dan tot uiting in een grotere kniklengte (zie IBBC-TNO
rapport BI-87-20/63.4.3360, artikel 6.3.1.1).

Omdat bij de berekening van de kniklengte van het bovenstuk direct rekening
wordt gehouden met de aanpendelende belasting (Vz) is de rotatie-veerstijfheid
van de verende inklemming mede afhankelijk van de grootte van de normaalkracht
in het onderstuk van de kolom. Aangezien de normaalkracht in het onderstuk
van de kolom op het moment van Eulerse instabiliteit niet bekend is, is een
iteratie-procedure noodzakelijk. Ter controle worden de berekeningsresultaten
van de laatste iteratie gegeven.

a) 1e-orde krachtsverdeling, uitsluitend t.b.v. de knikberekening:

Normaalkracht in het bovenstuk van de kolom (Nkb):
(De grootte van de in rekening te brengen aanpendelende belasting hangt af
van de lengte van de staven, waarop de aanpendelende belasting werkt):

$$- Nkb = 8792 + \frac{50}{4000 + 0 - 0} * (21980 - 8792) = 8957 \quad N$$

Maatgevende normaalkracht in het onderstuk van de kolom (Nko):
(Dankzij de aanwezigheid van de bovenliggende koppelbalken zijn beide
kolommen van de kruisschoorvakken effectief en mag hier de gemiddelde
normaalkracht van beide kolommen in rekening worden gebracht):

$$- Nko = 8792 + 5790 * \frac{4000 + 0 - 0 + 0}{4000} = 14582 \quad N$$

b) Controle van de laatste iteratie van de knikberekening:

De iteratief berekende belasting-vermenigvuldigingsfactor, waarbij instabiliteit van het bovenstuk optreedt, bedraagt:

- nzkb = 19.565

Op dat moment is de normaalkracht in het onderstuk van de kolom, groot:

- Nko = 19.565 * 14582 = 285305 N

De rotatie-veerstijfheid, waarmee het bovenstuk van de kolom verend is verbonden met het onderstuk, kan (zonder rekening te houden met de invloed van de belastingconfiguratie) als volgt berekend worden:

$$- cr = \frac{3 * E * Izk}{(h + fh - fhp - vs)} = \frac{3 * 2.1E5 * 179E4}{(4000 + 0 - 0 - 50)} = 317 \quad E6\ Nmm/rad$$

T.g.v. de normaalkracht in het onderstuk van de kolom nemen de vervormingen toe met de Eulerse vergrotingsfactor n/n-1 en neemt de rotatie-veerstijfheid overeenkomstig af:

$$- n = \frac{pi^2 * E * Izk}{(h+fh-fhp-vs)^2 * Nko} = \frac{pi^2 * 2.1E5 * 179E4}{(3555)^2 * 285305} = 1.03$$

- n/n-1 = 35.71

- cr-E = 317 E6 / 35.71 = 9 E6 Nmm/rad

Met behulp van tabel 6 van NEN 3851 (TGB-1972-Staal) kan nu de fictieve kniklengte van het bovenstuk van de kolom bepaald worden:

$$- rho = \frac{cr\text{-}E * vs}{E * Izk} = \frac{9E6 * 50}{2.1E5 * 179E4} = 0.001$$

$$- lk = vs * (4 + \frac{10}{rho})^{0.5} = 50 * (4 + \frac{10}{0.001})^{0.5} = 4601\ mm$$

Hiermee kan de kniklengte van het bovenstuk van de kolom bepaald worden:

$$- FEzkb = \frac{pi^2 * E * Izk}{lk^2} = \frac{pi^2 * 2.1E5 * 179E4}{(4601)^2} = 175245\ N$$

$$- nzkb = \frac{175245}{8957} = 19.5653$$

Deze waarde van nzkb komt voldoende nauwkeurig overeen met de aanvangswaarde.

c) Kniklengten, slankheden en knikcoëfficiënten:

- Bovenstuk van de kolom:
  - In gootrichting:
    - De kniklengte in gootrichting kan berekend worden door rekening te houden met de werkelijke normaalkracht in het bovenstuk van de kolom:

$$lkzkb = \left(\frac{pi^2 * E * Izk}{nzkb * Fvk}\right)^{0.5} = \left(\frac{pi^2 * 2.1E5 * 179E4}{19.57 * 8792}\right)^{0.5} = 4644 \text{ mm}$$

      (N.B.: lkzkb / (h + fh - fhp)= 4644 / (4000 + 0 - 0) = 1.16)

    - Slankheid: lambda-zkb = lkzkb / izk = 4644 / 39.5 = 118
      - Chikb.z = min(0.513 , 1.0) = 0.513

  - In spantrichting:
    - De kniklengte in spantrichting kan bij goede benadering berekend worden met de formule (voor Venlo-warenhuis):

      lkyk = 1.68 * (4000 + 0 - 0 - 80 - 630) = 5527 mm
      (N.B.: kheff = effectieve kolomhoogte = 4.0 - 0.08 - 0.63 = 3.29 m)

    - Slankheid: lambda-yk = lkyk / iyk = 5527 / 39.5 = 140
      - Chik.y = min(0.317 , 1.0) = 0.317

- Onderstuk van de kolom:
  - In gootrichting:
    - Kniklengte: lkzko = h+fh-fhp-vs = 4000 + 0 - 0 - 50 = 3555 mm

$$FEzko = \frac{pi^2*E*Izk}{lkzko^2} = \frac{pi^2 * 2.1E5 * 179E4}{(3555)^2} = 293525 \text{ N}$$

    - Slankheid: lambda-zko = lkzko / izk = 3555 / 39.5 = 90
    - Chiko.z = min(0.564 , 1.0) = 0.564

  - In spantrichting: Zie bovenstuk van de kolom.

5.11.5 Controle van het ongeschoorde bovenstuk van de kolommen

a) Berekening van de maatgevende krachten in het ongeschoorde bovenstuk:

Juist boven het aangrijpingspunt van de schoren op de kolommen, gelden de
volgende maatgevende krachten in de op druk belaste kolom(men):

- Normaalkracht : Nkb = -8792 N

- Moment   : Mzkb = 5790   * 50   = 290 E3 Nmm

(T.g.v. de aanwezigheid van de bovenliggende koppelbalken zijn beide
 kolommen van de kruisschoorvakken effectief)

b) Controle op sterkte en stabiliteit van het ongeschoorde bovenstuk volgens EC3:
   Hierbij komt de z-as overeen met de y-as (en y-as = x-as) bij NEN6770.

- Doorsnedeklasse: 3

- Sterkte:

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} + \frac{|Mz.Ed|}{Mz.c.Rd} = \frac{|-8792|}{300652} + \frac{|290|}{9370} = 0.060$$

  controle: 0.060 < 1.00, dus de sterkte voldoet.
- Maximale spanning:

$$Sigma: \frac{|NEd|}{A} + \frac{|Mz.Ed|}{Wpl.z} = \frac{|-8792|}{1148.5} + \frac{|290|}{41.595} = 14.6 \ N/mm^2$$

  UCspanning = Sigma/fy = 14.6   /235.0   = 0.062

  controle: 0.062 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz2 * (1.0 + 0.6*lambdarel.z*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.6*1.05 *(|-8792 |/(0.513 *300652 /1.0)) = 0.95
  Kz.3 = Cmz2 * (1.0 + 0.6*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.6*(|-8792 |/(0.513 *300652 /1.0)) = 0.94
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.95   , 0.94   ) = 0.94
  Ky.b = 0.8 * Kz.b = 0.75

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-8792 |/(0.513 *300652 /1.0)+0.94 *|289.5 |/(1.00*9370.2 /1.0)
           = 0.071 + 0.029 = 0.100
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-8792 |/(0.317 *300652 /1.0)+0.75 *|289.5 |/(1.00*9370.2 /1.0)
           = 0.092 + 0.023 = 0.115

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.100 , 0.115) = 0.115

  controle: 0.115 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

5.11.6 Controle van het geschoorde onderstuk van de kolommen

a) Berekening van de maatgevende krachten in het geschoorde onderstuk:

Juist onder het aangrijpingspunt van de schoren op de kolommen, gelden de
volgende maatgevende krachten in de op druk belaste kolom(men) (druk is negatief):

- Normaalkracht : NEd = -(8792   + 2 * 5790   * (4000 + 0   - 0   + 0   ) / 4000) = -20372   N

- Moment   : Mzko = max (0.85 * 1.05 * 290   E3, 290   E3) = 290   E3 Nmm

b) Controle op sterkte en stabiliteit van het ongeschoorde bovenstuk volgens EC3:
   Hierbij komt de z-as overeen met de y-as (en y-as = x-as) bij NEN6770.

- Doorsnedeklasse: 3

- Sterkte:

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} + \frac{|Mz.Ed|}{Mz.c.Rd} = \frac{|-20372|}{300652} + \frac{|290|}{9370} = 0.099$$

  controle: 0.099 < 1.00, dus de sterkte voldoet.
- Maximale spanning:

$$Sigma: \frac{|NEd|}{A} + \frac{|Mz.Ed|}{Wpl.z} = \frac{|-20372|}{1148.5} + \frac{|290|}{41.595} = 24.7 \ N/mm^2$$

  UCspanning = Sigma/fy = 24.7   /235.0   = 0.105

  controle: 0.105 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.60 (het profiel is geschoord).
  M1 = 289.51   , M2 = 0.00   , Ms = 144.75   , Mkip = 0.00   , gelijkmatig verdeeld belast.
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz2 * (1.0 + 0.6*lambdarel.z*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.60 * (1.0 + 0.6*0.96 *(|-20372 |/(0.564 *300652 /1.0)) = 0.64
  Kz.3 = Cmz2 * (1.0 + 0.6*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.60 * (1.0 + 0.6*(|-20372 |/(0.564 *300652 /1.0)) = 0.64
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.64   , 0.64   ) = 0.64
  Ky.b = 0.8 * Kz.b = 0.51

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-20372 |/(0.564 *300652 /1.0)+0.64 *|289.5 |/(1.00*9370.2 /1.0)
           = 0.120 + 0.020 = 0.140
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-20372 |/(0.317 *300652 /1.0)+0.51 *|289.5 |/(1.00*9370.2 /1.0)
           = 0.213 + 0.016 = 0.229

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.140 , 0.229) = 0.229

  controle: 0.229 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie:
- Kolom (RHBK100*100*3.0 mm) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.5 : a1) Eigen gewicht + gewas + installaties + wind + onderdruk

5.11.7 Controle van de op druk belaste bovenliggende koppelbalken.

Uit evenwichtsbeschouwingen van de kruisschoorvakken kan de normaalkracht in
de op druk belaste bovenliggende koppelbalken worden afgeleid:

$$- Nbk = -Fhk * \frac{h + fh - fhp}{h + fh - fhp - vs} = -5790 * \frac{4000}{3555} = -5863 \ N$$

- $Mz.Ed = feg * 1/8 * q * l^2 = 1.02 * 1/8 * 43.061 E-3 * 4.000^2 = 87.931 E3$

De controle verloopt volgens EC3:
Hierbij komt de z-as overeen met de y-as (en y-as = x-as) bij NEN6770.

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} + \frac{|My.Ed|}{My.c.Rd} = \frac{|-5863|}{158865} + \frac{|88|}{2312} = 0.075$$

  controle: 0.075 < 1.00, dus de sterkte voldoet.
- Maximale spanning:

$$Sigma: \frac{|NEd|}{A} + \frac{|My.Ed|}{Wpl.y} = \frac{|-5863|}{548.5} + \frac{|88|}{9.582} = 19.9 \ N/mm^2$$

  $UCspanning = Sigma/fy = 19.9 / 235.0 = 0.085$

  controle: 0.085 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.95 (het profiel is geschoord).
  M1 = 0.00 , M2 = 0.00 , Ms = 87.93 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  $Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))$
  $= 0.95 * (1.0 + (2.23 - 0.2)*(|-5863 |/(0.162 *158865 /1.0)) = 1.39$
  $Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))$
  $= 0.95 * (1.0 + 0.8*(|-5863 |/(0.162 *158865 /1.0)) = 1.12$
  $Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(1.39 , 1.12) = 1.12$
  $Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.67$

  $UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)$
  $= |-5863 |/(0.162 *158865 /1.0)+1.12 *|87.9 |/(1.00*2312.5 /1.0)$
  $= 0.228 + 0.043 = 0.271$
  $UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)$
  $= |-5863 |/(0.162 *158865 /1.0)+0.67 *|87.9 |/(1.00*2312.5 /1.0)$
  $= 0.228 + 0.026 = 0.253$

  Maatgevend: $UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.271 , 0.253) = 0.271$

  controle: 0.271 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie:
- Bovenliggende koppelbalken (RHBK50*50*3.0 mm) voldoen
  bij B.C.5 : a1) Eigen gewicht + gewas + installaties + wind + onderdruk

5.11.8 Controle van de op trek belaste schoren

a) Berekening van de maatgevende trekkracht in de schoren:

Uit evenwichtsbeschouwingen van de kruisschoorvakken kan de normaalkracht in de op trek belaste schoren worden uitgerekend:

$$-N_s = 2 * F_{hk} * \frac{h+f_h-f_{hp}+v_{ok}}{v} * \frac{l_s}{h+f_h-f_{hp}-v_s+v_{ok}} =$$

$$= 2 * 5790 * \frac{4000 + 0 - 0 + 0}{4000} * \frac{5622}{3950} = 16481 \text{ N}$$

(N.B.: ls = lengte schoor = $(3950^2 + 4000^2)1/2 = 5622$ mm)

b) Controle van de sterkte van de op trek belaste schoren volgens EC3:
Hierbij komt de z-as overeen met de y-as (en y-as = x-as) bij NEN6770.

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$UC_{sterkte} = \frac{|N_{Ed}|}{N_{c.Rd}} = \frac{|16481|}{73827} = 0.223$$

controle: 0.223 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
Profiel alleen op trek belast, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie:
- Schoren (RD20.0 mm) voldoen qua sterkte
bij B.C.5 : a1) Eigen gewicht + gewas + installaties + wind + onderdruk

Voor verdere controle van de schoorverbindingen, alsmede voor de controle van andere profieltypen en andere verbindingstypen, wordt verwezen naar EN 1993-1-8.

5.11.9 Controle van de onderliggende koppelbalken

a) Berekening van de maatgevende krachten in de onderliggende koppelbalken:
De onderliggende koppelbalken worden niet alleen belast op een drukkracht (negatief), de verbindingen tussen koppelbalken en poeren moeten ook het "overturning" moment van de poeren op nemen:

- Normaalkracht : Nok = -Fhk * (1 + vs / (h+fh-fhp-vs))
= -5790 * (1 + 50 / 3555) = -5863 N

- Moment : Myok = Fhk * hfok - Tpoer
= 5790 * 150 - 271 E3 = 597 E3 Nmm

b) Controle van de sterkte/stabiliteit van de onderliggende koppelbalken volgens EC3:
Hierbij komt de z-as overeen met de y-as (en y-as = x-as) bij NEN6770.

- Doorsnedeklasse: 2

- Sterkte:

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} + \frac{|My.Ed|}{My.c.Rd} = \frac{|-5863|}{357180} + \frac{|597|}{13510} = 0.061$$

controle: 0.061 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Maximale spanning:

$$Sigma: \frac{|NEd|}{A} + \frac{|My.Ed|}{Wpl.y} = \frac{|-5863|}{1388.5} + \frac{|597|}{60.701} = 14.1 \ N/mm^2$$

UCspanning = Sigma/fy = 14.1 /235.0 = 0.060

controle: 0.060 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.40 (het profiel is geschoord).
M1 = 597.10 , M2 = -597.10 , Ms = 0.00 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
Interactiefactoren volgens bijlage B:
Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
= 0.40 * (1.0 + (0.89 - 0.2)*(|-5863 |/(0.603 *357180 /1.0)) = 0.41
Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
= 0.40 * (1.0 + 0.8*(|-5863 |/(0.603 *357180 /1.0)) = 0.41
Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(0.41 , 0.41) = 0.41
Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.24

UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
= |-5863 |/(0.603 *357180 /1.0)+0.41 *|597.1 |/(1.00*13510.1/1.0)
= 0.027 + 0.018 = 0.045
UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
= |-5863 |/(0.603 *357180 /1.0)+0.24 *|597.1 |/(1.00*13510.1/1.0)
= 0.027 + 0.011 = 0.038

Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.045 , 0.038) = 0.045

controle: 0.045 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

c) Berekening van de horizontale verplaatsing van de onderliggende koppelbalk:
De 1e-orde horizontale verplaatsing van de onderliggende koppelbalken in rekentoestand kan als volgt berekend worden:

$$- u1\text{-}ok = rpoer * \frac{Fhk * (hfok')^2 * v}{6*E*Iyok} =$$

$$= 0.554 * \frac{5790 * (600)^2 * 4000}{6 * 2.1E5 * 315E4} = 1.16 \text{ mm}$$

waarin: hfok' = afstand vanaf de onderliggende koppelbalk tot 200 mm onder de bovenkant van de poer
= fhp + Dpoer + 200 - vok = 0 + 400 + 200 - 0 = 600 mm

De 2e-orde horizontale verplaatsing van de onderliggende koppelbalken in gebruikstoestand kan benaderd worden met de formule:

$$- u2\text{-}ok' = \frac{nyok'}{nyok'-1} * u1\text{-}ok * \frac{Fhk'}{Fhk} * \frac{fhp+dpoer+200}{hfok'} \quad \text{met: } nyok' = nyok * \frac{Fhk}{Fhk'}$$

Deze benadering is conservatief, omdat de (overigens zeer geringe) gunstige werking van de opwaartse windzuiging gereduceerd wordt met Fhk'/Fhk.

- Vergrotingsfactor: - nyok' = 69.62 * 5790 / 3865 = 104.28
- nyok'/nyok'-1 = 1.01

Invullen van de bekende gegevens resulteert in een verplaatsing, groot:

$$- u2\text{-}ok' = 1.01 * 1.16 * \frac{15462}{23161} * \frac{0 + 400 + 200}{600} = 0.78 \text{ mm}$$

d) Controle van de horizontale verplaatsing van de onderliggende koppelbalk:
In artikel 11.1 staat, dat de toelaatbare horizontale verplaatsing van de betonfundering op het niveau, waarop de draag-constructie is gemonteerd, maximaal 5 mm mag bedragen.

- controle: 0.8 mm < 5.0 mm, dus: stijfheid voldoet.

Conclusie:
- Onderliggende koppelbalken (RHBK120*120*3.0 mm) voldoen
bij B.C.5 : a1) Eigen gewicht + gewas + installaties + wind + onderdruk

5.11.10 Controle van de toegestane verplaatsing in gootrichting

a) 1e-orde verlengingen en verplaatsingen (in rekentoestand) (excl. fundering)

- Verlenging van de op trek belaste schoor:

$$\text{delta-s} = \frac{Ns * ls}{E * As} = \frac{16481 * 5622}{2.1E5 * 314.2} = 1.40 \text{ mm}$$

- Verkorting van het onderstuk van de op druk belaste kolom:

$$\text{delta-ko} = \frac{Nko * (h+fh-fhp-vs)}{E * Ak} = \frac{20372 * 3555}{2.1E5 * 1149} = 0.33 \text{ mm}$$

- Verkorting van de op druk belaste bovenliggende koppelbalken:

$$\text{delta-bk} = \frac{Nbk * v}{E * Abk} = \frac{5863 * 4000}{2.1E5 * 549} = 0.20 \text{ mm}$$

- 1e-orde horizontale verplaatsing van het aangrijpingspunt van de schoren op de kolommen (m.b.v. Williot-diagram):

$$\text{u-schoor} = \frac{ls}{v} * \text{delta-s} + \frac{h+fh-fhp-vs+vok}{v} * \text{delta-ko} + \text{delta-bk}$$

Invullen geeft:

$$\text{u-schoor} = \frac{5622}{4000} * 1.40 + \frac{3950}{4000} * 0.33 + 0.20 = 2.51 \text{ mm}$$

- 1e-orde horizontale verplaatsing in gootrichting:

$$\text{u1-goot} = \frac{h+fh-fhp+vok}{h+fh-fhp-vs+vok} * \text{u-schoor} + \frac{Fhk*vs*(h+fh-fhp-vs)}{3 * E * Izk} * vs + \frac{Fhk * (vs)^3}{3 * E * Izk}$$

(Dankzij de bovenliggende koppelbalken zijn beide kolommen van de kruisschoorvakken effectief.)

Invullen geeft:

$$\text{u1-goot} = \frac{4000+0 -0 +0}{3950} * 2.51 + \frac{5790 * 50 * 3555}{3 * 2.1E5 * 179E4} * 50 + \frac{5790 * (50)3}{3 * 2.1E5 * 179E4} = 2.54 + 0.05 + 0.00 = 2.59 \text{ mm}$$

b) 2e-orde horizontale verplaatsing in gootrichting in gebruikstoestand:

De 2e-orde horizontale verplaatsing in gootrichting in gebruikstoestand kan
met de volgende formule worden benaderd (incl. verplaatsing fundering):

$$u2\text{-}goot' = \frac{nzkb'}{nzkb'-1} * u1\text{-}goot * \frac{Fhk'}{Fhk} + u2\text{-}ok' \quad \text{met: } nzkb' = nzkb * \frac{Fhk}{Fhk'}$$

waarin: u2-ok' = horizontale verplaatsing fundering = 0.78 mm (zie 5 .9)

Deze benadering is conservatief, omdat de (overigens zeer geringe) gunstige
werking van de opwaartse windzuiging gereduceerd wordt met Fhk'/Fhk.

- Vergrotingsfactor: - nzkb = 19.57 (zie 5.4)
  - nzkb' = 19.57 * 5790   / 3865   = 29.31
  - nzkb'/nzkb'-1 = 1.04

Invullen van de bekende gegevens resulteert in een verplaatsing, groot:

$$u2\text{-}goot' = 1.04 * 2.59 * \frac{3865}{5790} + 0.78 = 2.57 \text{ mm}$$

c) Berekening van de toelaatbare horizontale verplaatsing in gootrichting:

1) in relatie tot de kolomhoogte, vervormingen van de kopgevelkolom:

   Zie "Richtlijn kassen met flexibele omhulling" artikel 11:

   - Maximale verplaatsing utoel-a = h / 50 = 4000 / 50 = 80.0 mm
   - Absolute grenswaarde umax = 2 * 40 mm = 80.0 mm

3) maatgevend :
   - utoel = utoel-a < umax; MIN(80.0 , 80.0) = 80.0 mm

d) Controle van de toegestane horizontale verplaatsing in gootrichting:

- Stijfheid:
  controle: 2.6 mm < 80.0 mm, dus: stijfheid voldoet.

Conclusie:
- Kolommen (RHBK100*100*3.0 mm) voldoen qua stijfheid
  bij B.C.5 : a1) Eigen gewicht + gewas + installaties + wind + onderdruk

5.12 B.C.6: a1) Eigen gewicht + installaties + sneeuw (Ct=1.0)

5.12.1 Berekening van de verticale belasting per kruisschoorvak-kolom:

a) Berekening van de normaalkracht (N) in de kolommen (trek = +):

Berekening van de verticale belasting per kolom (neerwaarts = +):
In gebruikstoestand:
- Eigen gewicht dek (1.00 * 35)= 35 N/m²
- Sneeuwbelasting (0.00 * 420) = 0 N/m²
- Gewasbel.(winter)(0.00 * 0) = 0 N/m²
- Installaties (1.00 * 70) = 70 N/m²

Totaal : 105 N/m²

- Neerwaartse belasting per kolom = 105 * 18.40 * 4.00 = 7728 N
- Eigen gewicht van de goot = 4 * (1.00 * 30) * 4.00 = 480 N
- Eigen gewicht van het spant = (1.00 * 3474) = 3474 N
- Transportlast = 0.00 * max(0 , 1000) + 1.00 * 0 = 0 N

Totaal = 11682 N

- Windbelasting: 0 N

In gebruikstoestand: Fvk' = -N' = 11682 N

In rekentoestand:
- Eigen gewicht dek (1.00 * 35)= 35 N/m²
- Sneeuwbelasting (1.00 * 420) = 420 N/m²
- Gewasbel.(winter)(0.00 * 0) = 0 N/m²
- Installaties (1.00 * 70) = 70 N/m²

Totaal : 525 N/m²

- Neerwaartse belasting per kolom = 525 * 18.40 * 4.00 = 38671 N
- Eigen gewicht van de goot = 4 * (1.00 * 30) * 4.00 = 480 N
- Eigen gewicht van het spant = (1.00 * 3474) = 3474 N
- Transportlast = 0.00 * max(0 , 1000) + 1.00 * 0 = 0 N

Totaal = 42626 N

- Windbelasting: 0 N

In rekentoestand: Fvk = -N = 42626 N

b) Aanpendelende verticale belasting per kruisschoorvak-kolom:
- De totale aanpendelende verticale belasting per kolommenrij (Vtot) is:
  - Vtot = 40.0 /4.00 * (42626 -0) + 0 = 426255 N
- Deze belasting mag over alle effectieve kruisschoorvak-kolommen verdeeld worden. Dankzij de aanwezigheid van bovenliggende koppelbalken zijn beide kolommen van de kruisschoorvakken effectief:
  - Vz = 426255 / (2 * 2) = 106564 N

5.12.2 Berekening van de horizontale belasting per kruisschoorvak-kolom:

a) Aanpendelende verticale belasting per kruisschoorvak-kolom t.g.v. initiële scheefstand:
- Kolommen: psi = 1/265 (zie EN 1993-1-1)
- Spanten : psi = 1/200 (zie EN 1993-1-1)
- Fh,scheefstand = (1/265 + 1/200) * |426255 | = 3742 N

De totale horizontale kracht per kolommenrij in gootrichting bedraagt:
- Fh,tot = Fh,scheefstand = 3742 N

Voor iedere kolom, die deel uitmaakt van een kruisschoorvak, geldt:
- Fhk = 3742 / (2 * 2) = 936 N

In gebruikstoestand: (fCdim = CsCd'/CsCd = 0.66 /0.72 = 0.91)
- Fhk' = 1026 / (2 * 2) = 256 N

5.12.3 Berekening van het effect van de rotatie-veerstijfheid van de fundering:

Bij type "kolom op vloer" wordt een vervangende Tpoer berekend waarmee de
eigenschappen van de vloer zijn verwerkt.
Uitgangspunt is dat er een gewapende vloer van minimaal 150 mm dik wordt toegepast
binnen en buiten het schoorvak zonder dilatatie. Met Ixok wordt de stijfheid van de
vloer aangenomen op minimaal Ixok= 450E4 mm^2. De waarde van hfok is de afstand tussen
de hartlijn van de vloer en de voetplaat (hfok = 150   mm).

$$- phip0 = \frac{Fhk * hfok * v}{6 * E * Ixok} = \frac{936 * 150 * 4000}{6 * 2.1E5 * 450E4} = 0.10 \text{ E-3 rad}$$

Resulterende hoekverdraaiing van de poeren (in rekentoestand):

- phip = phip0 * rpoer = 0.10 E-3 * 0.554 = 0.05 E-3 rad

Resulterend moment, vanuit de grond, geleverd door de poeren:

- Tpoer = kpoer * phip = 800 E6 * 0.05 E-3 = 44   E3 Nmm
In gebruikstoestand:
- Tpoer' = Tpoer * Fhk' / Fhk = 44   E3 * 256   / 936   = 12   E3 Nmm

5.12.4 Bepaling van het knikgedrag van de kruisschoorvak-kolommen:

Bij de bepaling van het knikgedrag van de kruisschoorvak-kolommen wordt de
maatgevende (op druk belaste) kolom geschematiseerd tot een kolom met een
lengte gelijk aan de schoorverlaging (vs), verend ingeklemd in het onderstuk
van de kolom. Er wordt direkt rekening gehouden met de belastingconfiguratie.
De invloed van de aanpendelende belasting op de stabiliteit van de kruis-
schoorvakken komt dan tot uiting in een grotere kniklengte (zie IBBC-TNO
rapport BI-87-20/63.4.3360, artikel 6.3.1.1).

Omdat bij de berekening van de kniklengte van het bovenstuk direct rekening
wordt gehouden met de aanpendelende belasting (Vz) is de rotatie-veerstijfheid
van de verende inklemming mede afhankelijk van de grootte van de normaalkracht
in het onderstuk van de kolom. Aangezien de normaalkracht in het onderstuk
van de kolom op het moment van Eulerse instabiliteit niet bekend is, is een
iteratie-procedure noodzakelijk. Ter controle worden de berekeningsresultaten
van de laatste iteratie gegeven.

a) 1e-orde krachtsverdeling, uitsluitend t.b.v. de knikberekening:

Normaalkracht in het bovenstuk van de kolom (Nkb):
(De grootte van de in rekening te brengen aanpendelende belasting hangt af
van de lengte van de staven, waarop de aanpendelende belasting werkt):

$$- Nkb = 42626 + \frac{50}{4000 + 0 - 0} * (106564 - 42626) = 43425 \text{ N}$$

Maatgevende normaalkracht in het onderstuk van de kolom (Nko):
(Dankzij de aanwezigheid van de bovenliggende koppelbalken zijn beide
kolommen van de kruisschoorvakken effectief en mag hier de gemiddelde
normaalkracht van beide kolommen in rekening worden gebracht):

$$- Nko = 42626 + 936 * \frac{4000 + 0 - 0 + 0}{4000} = 43561 \text{ N}$$

b) Controle van de laatste iteratie van de knikberekening:

De iteratief berekende belasting-vermenigvuldigingsfactor, waarbij instabiliteit van het bovenstuk optreedt, bedraagt:

- nzkb = 6.4372

Op dat moment is de normaalkracht in het onderstuk van de kolom, groot:

- Nko = 6.437 * 43561 = 280410 N

De rotatie-veerstijfheid, waarmee het bovenstuk van de kolom verend is verbonden met het onderstuk, kan (zonder rekening te houden met de invloed van de belastingconfiguratie) als volgt berekend worden:

$$- cr = \frac{3 * E * Izk}{(h + fh - fhp - vs)} = \frac{3 * 2.1E5 * 179E4}{(4000 + 0 - 0 - 50)} = 317 \quad E6\ Nmm/rad$$

T.g.v. de normaalkracht in het onderstuk van de kolom nemen de vervormingen toe met de Eulerse vergrotingsfactor n/n-1 en neemt de rotatie-veerstijfheid overeenkomstig af:

$$- n = \frac{pi^2 * E * Izk}{(h+fh-fhp-vs)^2 * Nko} = \frac{pi^2 * 2.1E5 * 179E4}{(3555)^2 * 280410} = 1.05$$

- n/n-1 = 22.38

- cr-E = 317 E6 / 22.38 = 14 E6 Nmm/rad

Met behulp van tabel 6 van NEN 3851 (TGB-1972-Staal) kan nu de fictieve kniklengte van het bovenstuk van de kolom bepaald worden:

$$- rho = \frac{cr\text{-}E * vs}{E * Izk} = \frac{14E6 * 50}{2.1E5 * 179E4} = 0.002$$

$$- lk = vs * (4 + \frac{10}{rho})^{0.5} = 50 * (4 + \frac{10}{0.002})^{0.5} = 3643\ mm$$

Hiermee kan de kniklengte van het bovenstuk van de kolom bepaald worden:

$$- FEzkb = \frac{pi^2 * E * Izk}{lk^2} = \frac{pi^2 * 2.1E5 * 179E4}{(3643)^2} = 279532\ N$$

$$- nzkb = \frac{279532}{43425} = 6.4372$$

Deze waarde van nzkb komt voldoende nauwkeurig overeen met de aanvangswaarde.

c) Kniklengten, slankheden en knikcoëfficiënten:

- Bovenstuk van de kolom:
  - In gootrichting:
    - De kniklengte in gootrichting kan berekend worden door rekening te houden met de werkelijke normaalkracht in het bovenstuk van de kolom:

$$lkzkb = \left(\frac{pi^2 * E * Izk}{nzkb * Fvk}\right)^{0.5} = \left(\frac{pi^2 * 2.1E5 * 179E4}{6.44 * 42626}\right)^{0.5} = 3677 \text{ mm}$$

      (N.B.: lkzkb / (h + fh - fhp)= 3677 / (4000 + 0 - 0) = 0.92)

    - Slankheid: lambda-zkb = lkzkb / izk = 3677 / 39.5 = 93
      - Chikb.z = min(0.513 , 1.0) = 0.513

  - In spantrichting:
    - De kniklengte in spantrichting kan bij goede benadering berekend worden met de formule (voor Venlo-warenhuis):

      lkyk = 1.68 * (4000 + 0 - 0 - 80 - 630) = 5527 mm
      (N.B.: kheff = effectieve kolomhoogte = 4.0 - 0.08 - 0.63 = 3.29 m)

    - Slankheid: lambda-yk = lkyk / iyk = 5527 / 39.5 = 140
      - Chik.y = min(0.317 , 1.0) = 0.317

- Onderstuk van de kolom:
  - In gootrichting:
    - Kniklengte: lkzko = h+fh-fhp-vs = 4000 + 0 - 0 - 50 = 3555 mm

$$FEzko = \frac{pi^2*E*Izk}{lkzko^2} = \frac{pi^2 * 2.1E5 * 179E4}{(3555)^2} = 293525 \text{ N}$$

    - Slankheid: lambda-zko = lkzko / izk = 3555 / 39.5 = 90
    - Chiko.z = min(0.564 , 1.0) = 0.564

  - In spantrichting: Zie bovenstuk van de kolom.

5.12.5 Controle van het ongeschoorde bovenstuk van de kolommen

a) Berekening van de maatgevende krachten in het ongeschoorde bovenstuk:

Juist boven het aangrijpingspunt van de schoren op de kolommen, gelden de
volgende maatgevende krachten in de op druk belaste kolom(men):

- Normaalkracht : Nkb = -42626 N

- Moment : Mzkb = 936 * 50 = 47 E3 Nmm

(T.g.v. de aanwezigheid van de bovenliggende koppelbalken zijn beide
 kolommen van de kruisschoorvakken effectief)

b) Controle op sterkte en stabiliteit van het ongeschoorde bovenstuk volgens EC3:
   Hierbij komt de z-as overeen met de y-as (en y-as = x-as) bij NEN6770.

- Doorsnedeklasse: 3

- Sterkte:

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} + \frac{|Mz.Ed|}{Mz.c.Rd} = \frac{|-42626|}{300652} + \frac{|47|}{9370} = 0.147$$

  controle: 0.147 < 1.00, dus de sterkte voldoet.
- Maximale spanning:

$$Sigma: \frac{|NEd|}{A} + \frac{|Mz.Ed|}{Wpl.z} = \frac{|-42626|}{1148.5} + \frac{|47|}{41.595} = 38.2 \ N/mm^2$$

  UCspanning = Sigma/fy = 38.2 /235.0 = 0.163

  controle: 0.163 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz2 * (1.0 + 0.6*lambdarel.z*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.6*1.05 *(|-42626 |/(0.513 *300652 /1.0)) = 1.04
  Kz.3 = Cmz2 * (1.0 + 0.6*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.6*(|-42626 |/(0.513 *300652 /1.0)) = 1.04
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(1.04 , 1.04) = 1.04
  Ky.b = 0.8 * Kz.b = 0.83

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-42626 |/(0.513 *300652 /1.0)+1.04 *|46.8 |/(1.00*9370.2 /1.0)
           = 0.260 + 0.005 = 0.265
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-42626 |/(0.317 *300652 /1.0)+0.83 *|46.8 |/(1.00*9370.2 /1.0)
           = 0.447 + 0.004 = 0.451

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.265 , 0.451) = 0.451

  controle: 0.451 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

5.12.6 Controle van het geschoorde onderstuk van de kolommen

a) Berekening van de maatgevende krachten in het geschoorde onderstuk:

Juist onder het aangrijpingspunt van de schoren op de kolommen, gelden de
volgende maatgevende krachten in de op druk belaste kolom(men) (druk is negatief):

- Normaalkracht : NEd = -(42626 + 2 * 936   * (4000 + 0   - 0   + 0   ) / 4000) = -44497   N

- Moment   : Mzko = max (0.85 * 1.18 * 47   E3, 47   E3) = 47   E3 Nmm

b) Controle op sterkte en stabiliteit van het ongeschoorde bovenstuk volgens EC3:
   Hierbij komt de z-as overeen met de y-as (en y-as = x-as) bij NEN6770.

- Doorsnedeklasse: 3

- Sterkte:

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} + \frac{|Mz.Ed|}{Mz.c.Rd} = \frac{|-44497|}{300652} + \frac{|47|}{9370} = 0.153$$

  controle: 0.153 < 1.00, dus de sterkte voldoet.
- Maximale spanning:

$$Sigma: \frac{|NEd|}{A} + \frac{|Mz.Ed|}{Wpl.z} = \frac{|-44497|}{1148.5} + \frac{|47|}{41.595} = 39.9 \ N/mm^2$$

  UCspanning = Sigma/fy = 39.9   /235.0   = 0.170

  controle: 0.170 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.60 (het profiel is geschoord).
  M1 = 47.08   , M2 = 0.00   , Ms = 23.54   , Mkip = 0.00   , gelijkmatig verdeeld belast.
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz2 * (1.0 + 0.6*lambdarel.z*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.60 * (1.0 + 0.6*0.96 *(|-44497 |/(0.564 *300652 /1.0)) = 0.69
  Kz.3 = Cmz2 * (1.0 + 0.6*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.60 * (1.0 + 0.6*(|-44497 |/(0.564 *300652 /1.0)) = 0.69
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.69   , 0.69   ) = 0.69
  Ky.b = 0.8 * Kz.b = 0.55

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-44497 |/(0.564 *300652 /1.0)+0.69 *|47.1 |/(1.00*9370.2 /1.0)
           = 0.262 + 0.003 = 0.266
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-44497 |/(0.317 *300652 /1.0)+0.55 *|47.1 |/(1.00*9370.2 /1.0)
           = 0.466 + 0.003 = 0.469

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.266 , 0.469) = 0.469

  controle: 0.469 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie:
- Kolom (RHBK100*100*3.0 mm) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.6 : a1) Eigen gewicht + installaties + sneeuw (Ct=1.0)

5.12.7 Controle van de op druk belaste bovenliggende koppelbalken.

Uit evenwichtsbeschouwingen van de kruisschoorvakken kan de normaalkracht in
de op druk belaste bovenliggende koppelbalken worden afgeleid:

$$- Nbk = -Fhk * \frac{h + fh - fhp}{h + fh - fhp - vs} = -936 * \frac{4000}{3555} = -947 \quad N$$

- $Mz.Ed = feg * 1/8 * q * l^2 = 1.00 * 1/8 * 43.061\ E\text{-}3 * 4.000^2 = 86.122\ E3$

De controle verloopt volgens EC3:
Hierbij komt de z-as overeen met de y-as (en y-as = x-as) bij NEN6770.

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} + \frac{|My.Ed|}{My.c.Rd} = \frac{|-947|}{158865} + \frac{|86|}{2312} = 0.043$$

  controle: 0.043 < 1.00, dus de sterkte voldoet.
- Maximale spanning:

$$Sigma: \frac{|NEd|}{A} + \frac{|My.Ed|}{Wpl.y} = \frac{|-947|}{548.5} + \frac{|86|}{9.582} = 10.7 \quad N/mm^2$$

  $UCspanning = Sigma/fy = 10.7 / 235.0 = 0.046$

  controle: 0.046 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.95 (het profiel is geschoord).
  M1 = 0.00 , M2 = 0.00 , Ms = 86.12 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  $Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))$
  $= 0.95 * (1.0 + (2.23 - 0.2)*(|-947 |/(0.162 *158865 /1.0)) = 1.02$
  $Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))$
  $= 0.95 * (1.0 + 0.8*(|-947 |/(0.162 *158865 /1.0)) = 0.98$
  $Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(1.02 , 0.98) = 0.98$
  $Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.59$

  $UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)$
  $= |-947 |/(0.162 *158865 /1.0)+0.98 *|86.1 |/(1.00*2312.5 /1.0)$
  $= 0.037 + 0.036 = 0.073$
  $UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)$
  $= |-947 |/(0.162 *158865 /1.0)+0.59 *|86.1 |/(1.00*2312.5 /1.0)$
  $= 0.037 + 0.022 = 0.059$

  Maatgevend: $UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.073 , 0.059) = 0.073$

  controle: 0.073 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie:
- Bovenliggende koppelbalken (RHBK50*50*3.0 mm) voldoen
  bij B.C.6 : a1) Eigen gewicht + installaties + sneeuw (Ct=1.0)

5.12.8 Controle van de op trek belaste schoren

a) Berekening van de maatgevende trekkracht in de schoren:

Uit evenwichtsbeschouwingen van de kruisschoorvakken kan de normaalkracht in de op trek belaste schoren worden uitgerekend:

$$-N_s = 2 * F_{hk} * \frac{h+f_h-f_{hp}+v_{ok}}{v} * \frac{l_s}{h+f_h-f_{hp}-v_s+v_{ok}} =$$

$$= 2 * 936 * \frac{4000 + 0 - 0 + 0}{4000} * \frac{5622}{3950} = 2663 \quad N$$

(N.B.: ls = lengte schoor = $(3950^2 + 4000^2)1/2 = 5622$ mm)

b) Controle van de sterkte van de op trek belaste schoren volgens EC3:
Hierbij komt de z-as overeen met de y-as (en y-as = x-as) bij NEN6770.

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$UC_{sterkte} = \frac{|N_{Ed}|}{N_{c.Rd}} = \frac{|2663|}{73827} = 0.036$$

controle: 0.036 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
Profiel alleen op trek belast, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie:
- Schoren (RD20.0 mm) voldoen qua sterkte
bij B.C.6 : a1) Eigen gewicht + installaties + sneeuw (Ct=1.0)

Voor verdere controle van de schoorverbindingen, alsmede voor de controle van andere profieltypen en andere verbindingstypen, wordt verwezen naar EN 1993-1-8.

5.12.9 Controle van de onderliggende koppelbalken

a) Berekening van de maatgevende krachten in de onderliggende koppelbalken:
De onderliggende koppelbalken worden niet alleen belast op een drukkracht (negatief), de verbindingen tussen koppelbalken en poeren moeten ook het "overturning" moment van de poeren op nemen:

- Normaalkracht : Nok = -Fhk * (1 + vs / (h+fh-fhp-vs))
= -936 * (1 + 50 / 3555) = -947 N

- Moment : Myok = Fhk * hfok - Tpoer
= 936 * 150 - 44 E3 = 96 E3 Nmm

b) Controle van de sterkte/stabiliteit van de onderliggende koppelbalken volgens EC3:
Hierbij komt de z-as overeen met de y-as (en y-as = x-as) bij NEN6770.

- Doorsnedeklasse: 2

- Sterkte:

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} + \frac{|My.Ed|}{My.c.Rd} = \frac{|-947|}{357180} + \frac{|96|}{13510} = 0.010$$

controle: 0.010 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Maximale spanning:

$$Sigma: \frac{|NEd|}{A} + \frac{|My.Ed|}{Wpl.y} = \frac{|-947|}{1388.5} + \frac{|96|}{60.701} = 2.3 \quad N/mm^2$$

UCspanning = Sigma/fy = 2.3 /235.0 = 0.010

controle: 0.010 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.40 (het profiel is geschoord).
M1 = 96.48 , M2 = -96.48 , Ms = 0.00 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
Interactiefactoren volgens bijlage B:
Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
= 0.40 * (1.0 + (0.89 - 0.2)*(|-947 |/(0.603 *357180 /1.0)) = 0.40
Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
= 0.40 * (1.0 + 0.8*(|-947 |/(0.603 *357180 /1.0)) = 0.40
Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(0.40 , 0.40) = 0.40
Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.24

UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
= |-947 |/(0.603 *357180 /1.0)+0.40 *|96.5 |/(1.00*13510.1/1.0)
= 0.004 + 0.003 = 0.007
UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
= |-947 |/(0.603 *357180 /1.0)+0.24 *|96.5 |/(1.00*13510.1/1.0)
= 0.004 + 0.002 = 0.006

Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.007 , 0.006) = 0.007

controle: 0.007 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

c) Berekening van de horizontale verplaatsing van de onderliggende koppelbalk:
De 1e-orde horizontale verplaatsing van de onderliggende koppelbalken in rekentoestand kan als volgt berekend worden:

$$- u1\text{-}ok = rpoer * \frac{Fhk * (hfok')^2 * v}{6*E*Iyok} =$$

$$= 0.554 * \frac{936 * (600)^2 * 4000}{6 * 2.1E5 * 315E4} = 0.19 \text{ mm}$$

waarin: hfok' = afstand vanaf de onderliggende koppelbalk tot 200 mm onder de bovenkant van de poer
= fhp + Dpoer + 200 - vok = 0 + 400 + 200 - 0 = 600 mm

De 2e-orde horizontale verplaatsing van de onderliggende koppelbalken in gebruikstoestand kan benaderd worden met de formule:

$$- u2\text{-}ok' = \frac{nyok'}{nyok'-1} * u1\text{-}ok * \frac{Fhk'}{Fhk} * \frac{fhp+dpoer+200}{hfok'} \quad \text{met: } nyok' = nyok * \frac{Fhk}{Fhk'}$$

Deze benadering is conservatief, omdat de (overigens zeer geringe) gunstige werking van de opwaartse windzuiging gereduceerd wordt met Fhk'/Fhk.

- Vergrotingsfactor: - nyok' = 430.9 * 936 / 256 = 1572.1
- nyok'/nyok'-1 = 1.00

Invullen van de bekende gegevens resulteert in een verplaatsing, groot:

$$- u2\text{-}ok' = 1.00 * 0.19 * \frac{1026}{3742} * \frac{0 + 400 + 200}{600} = 0.05 \text{ mm}$$

d) Controle van de horizontale verplaatsing van de onderliggende koppelbalk:
In artikel 11.1 staat, dat de toelaatbare horizontale verplaatsing van de betonfundering op het niveau, waarop de draag-constructie is gemonteerd, maximaal 5 mm mag bedragen.

- controle: 0.1 mm < 5.0 mm, dus: stijfheid voldoet.

Conclusie:
- Onderliggende koppelbalken (RHBK120*120*3.0 mm) voldoen
bij B.C.6 : a1) Eigen gewicht + installaties + sneeuw (Ct=1.0)

5.12.10 Controle van de toegestane verplaatsing in gootrichting

a) 1e-orde verlengingen en verplaatsingen (in rekentoestand) (excl. fundering)

- Verlenging van de op trek belaste schoor:

$$\text{delta-s} = \frac{Ns * ls}{E * As} = \frac{2663 * 5622}{2.1E5 * 314.2} = 0.23 \text{ mm}$$

- Verkorting van het onderstuk van de op druk belaste kolom:

$$\text{delta-ko} = \frac{Nko * (h+fh-fhp-vs)}{E * Ak} = \frac{44497 * 3555}{2.1E5 * 1149} = 0.73 \text{ mm}$$

- Verkorting van de op druk belaste bovenliggende koppelbalken:

$$\text{delta-bk} = \frac{Nbk * v}{E * Abk} = \frac{947 * 4000}{2.1E5 * 549} = 0.03 \text{ mm}$$

- 1e-orde horizontale verplaatsing van het aangrijpingspunt van de schoren op de kolommen (m.b.v. Williot-diagram):

$$\text{u-schoor} = \frac{ls}{v} * \text{delta-s} + \frac{h+fh-fhp-vs+vok}{v} * \text{delta-ko} + \text{delta-bk}$$

Invullen geeft:

$$\text{u-schoor} = \frac{5622}{4000} * 0.23 + \frac{3950}{4000} * 0.73 + 0.03 = 1.07 \text{ mm}$$

- 1e-orde horizontale verplaatsing in gootrichting:

$$\text{u1-goot} = \frac{h+fh-fhp+vok}{h+fh-fhp-vs+vok} * \text{u-schoor} + \frac{Fhk*vs*(h+fh-fhp-vs)}{3 * E * Izk} * vs + \frac{Fhk * (vs)^3}{3 * E * Izk}$$

(Dankzij de bovenliggende koppelbalken zijn beide kolommen van de kruisschoorvakken effectief.)

Invullen geeft:

$$\text{u1-goot} = \frac{4000+0 -0 +0}{3950} * 1.07 + \frac{936 * 50 * 3555}{3 * 2.1E5 * 179E4} * 50 + \frac{936 * (50)3}{3 * 2.1E5 * 179E4} = 1.08 + 0.01 + 0.00 = 1.09 \text{ mm}$$

b) 2e-orde horizontale verplaatsing in gootrichting in gebruikstoestand:

De 2e-orde horizontale verplaatsing in gootrichting in gebruikstoestand kan
met de volgende formule worden benaderd (incl. verplaatsing fundering):

$$u2\text{-}goot' = \frac{nzkb'}{nzkb'-1} * u1\text{-}goot * \frac{Fhk'}{Fhk} + u2\text{-}ok' \quad \text{met: } nzkb' = nzkb * \frac{Fhk}{Fhk'}$$

waarin: u2-ok' = horizontale verplaatsing fundering = 0.05 mm (zie 5 .9)

Deze benadering is conservatief, omdat de (overigens zeer geringe) gunstige
werking van de opwaartse windzuiging gereduceerd wordt met Fhk'/Fhk.

- Vergrotingsfactor: - nzkb = 6.44 (zie 5.4)
  - nzkb' = 6.44 * 936 / 256 = 23.49
  - nzkb'/nzkb'-1 = 1.04

Invullen van de bekende gegevens resulteert in een verplaatsing, groot:

$$u2\text{-}goot' = 1.04 * 1.09 * \frac{256}{936} + 0.05 = 0.36 \text{ mm}$$

c) Berekening van de toelaatbare horizontale verplaatsing in gootrichting:

1) in relatie tot de kolomhoogte, vervormingen van de kopgevelkolom:

   Zie "Richtlijn kassen met flexibele omhulling" artikel 11:

   - Maximale verplaatsing utoel-a = h / 50 = 4000 / 50 = 80.0 mm
   - Absolute grenswaarde umax = 2 * 40 mm = 80.0 mm

3) maatgevend :
   - utoel = utoel-a < umax; MIN(80.0 , 80.0) = 80.0 mm

d) Controle van de toegestane horizontale verplaatsing in gootrichting:

- Stijfheid:
  controle: 0.4 mm < 80.0 mm, dus: stijfheid voldoet.

Conclusie:
- Kolommen (RHBK100*100*3.0 mm) voldoen qua stijfheid
  bij B.C.6 : a1) Eigen gewicht + installaties + sneeuw (Ct=1.0)

5.13 B.C.7: d) Eigen gewicht + gewas + installaties + aardbeving

5.13.1 Berekening van de verticale belasting per kruisschoorvak-kolom:

a) Berekening van de normaalkracht (N) in de kolommen (trek = +):

Berekening van de verticale belasting per kolom (neerwaarts = +):
In gebruikstoestand:
- Eigen gewicht dek (1.00 * 35)= 35 N/m²
- Gewasbelasting (1.00 * 0) = 0 N/m²
- Installaties (1.00 * 70) = 70 N/m²
Totaal : 105 N/m²
- Neerwaartse belasting per kolom = 105 * 18.40 * 4.00 = 7728 N
- Eigen gewicht van de goot = 4 * (1.00 * 30) * 4.00 = 480 N
- Eigen gewicht van het spant = (1.00 * 3474) = 3474 N
- Transportlast = 0.00 * max(0 , 1000) + 1.00 * 0 = 0 N
Totaal = 11682 N
- Windbelasting: 0 N

In gebruikstoestand: Fvk' = -N' = 11682 N

In rekentoestand:
- Eigen gewicht dek (1.02 * 35)= 36 N/m²
- Gewasbelasting (1.27 * 0) = 0 N/m²
- Installaties (1.02 * 70) = 71 N/m²
Totaal : 107 N/m²
- Neerwaartse belasting per kolom = 107 * 18.40 * 4.00 = 7890 N
- Eigen gewicht van de goot = 4 * (1.02 * 30) * 4.00 = 490 N
- Eigen gewicht van het spant = (1.02 * 3474) = 3547 N
- Transportlast = 0.00 * max(0 , 1000) + 1.02 * 0 = 0 N
Totaal = 11927 N
- Windbelasting: 0 N

In rekentoestand: Fvk = -N = 11927 N

b) Aanpendelende verticale belasting per kruisschoorvak-kolom:
- De totale aanpendelende verticale belasting per kolommenrij (Vtot) is:
  - Vtot = 40.0 /4.00 * (11927 -0) + 0 = 119274 N
- Deze belasting mag over alle effectieve kruisschoorvak-kolommen verdeeld worden. Dankzij de aanwezigheid van bovenliggende koppelbalken zijn beide kolommen van de kruisschoorvakken effectief:
  - Vz = 119274 / (2 * 2) = 29819 N

5.13.2 Berekening van de horizontale belasting per kruisschoorvak-kolom:

a) Aanpendelende verticale belasting per kruisschoorvak-kolom t.g.v. initiële scheefstand:
- Kolommen: psi = 1/265 (zie EN 1993-1-1)
- Spanten : psi = 1/200 (zie EN 1993-1-1)
- Fh,scheefstand = (1/265 + 1/200) * |119274 | = 1047 N

5.13.2.1 Seismische loads:

Fag = Sd * fs * Vtot = 0.0500 * 1.00 * 116821 = 5841 N
Fag' = Sd * fs'* Vtot = 0.0500 * 0.00 * 116821 = 0 N

Fhtot = Fh,scheefstand + Fag = 1047 + 5841 = 6888 N
Fhtot' = Fh,scheefstand' + Fag' = 1026 + 0 = 1026 N
Sd(7) = F4/Vtot = 0 / 116821 = 0.050 x g m/s²

De totale horizontale kracht per kolommenrij in gootrichting bedraagt:
- Fh,tot = Fhtot = 6888 N
Voor iedere kolom, die deel uitmaakt van een kruisschoorvak, geldt:
- Fhk = 6888 / (2 * 2) = 1722 N
In gebruikstoestand: (fCdim = CsCd'/CsCd = 0.66 /0.72 = 0.91)
- Fhk' = 1026 / (2 * 2) = 256 N

5.13.3 Berekening van het effect van de rotatie-veerstijfheid van de fundering:

Bij type "kolom op vloer" wordt een vervangende Tpoer berekend waarmee de
eigenschappen van de vloer zijn verwerkt.
Uitgangspunt is dat er een gewapende vloer van minimaal 150 mm dik wordt toegepast
binnen en buiten het schoorvak zonder dilatatie. Met Ixok wordt de stijfheid van de
vloer aangenomen op minimaal Ixok= 450E4 mm^2. De waarde van hfok is de afstand tussen
de hartlijn van de vloer en de voetplaat (hfok = 150   mm).

$$- phip0 = \frac{Fhk * hfok * v}{6 * E * Ixok} = \frac{1722 * 150 * 4000}{6 * 2.1E5 * 450E4} = 0.18 \text{ E-3 rad}$$

Resulterende hoekverdraaiing van de poeren (in rekentoestand):

- phip = phip0 * rpoer = 0.18 E-3 * 0.554 = 0.10 E-3 rad

Resulterend moment, vanuit de grond, geleverd door de poeren:

- Tpoer = kpoer * phip = 800 E6 * 0.10 E-3 = 81   E3 Nmm
In gebruikstoestand:
- Tpoer' = Tpoer * Fhk' / Fhk = 81   E3 * 256   / 1722   = 12   E3 Nmm

5.13.4 Bepaling van het knikgedrag van de kruisschoorvak-kolommen:

Bij de bepaling van het knikgedrag van de kruisschoorvak-kolommen wordt de
maatgevende (op druk belaste) kolom geschematiseerd tot een kolom met een
lengte gelijk aan de schoorverlaging (vs), verend ingeklemd in het onderstuk
van de kolom. Er wordt direkt rekening gehouden met de belastingconfiguratie.
De invloed van de aanpendelende belasting op de stabiliteit van de kruis-
schoorvakken komt dan tot uiting in een grotere kniklengte (zie IBBC-TNO
rapport BI-87-20/63.4.3360, artikel 6.3.1.1).

Omdat bij de berekening van de kniklengte van het bovenstuk direct rekening
wordt gehouden met de aanpendelende belasting (Vz) is de rotatie-veerstijfheid
van de verende inklemming mede afhankelijk van de grootte van de normaalkracht
in het onderstuk van de kolom. Aangezien de normaalkracht in het onderstuk
van de kolom op het moment van Eulerse instabiliteit niet bekend is, is een
iteratie-procedure noodzakelijk. Ter controle worden de berekeningsresultaten
van de laatste iteratie gegeven.

a) 1e-orde krachtsverdeling, uitsluitend t.b.v. de knikberekening:

Normaalkracht in het bovenstuk van de kolom (Nkb):
(De grootte van de in rekening te brengen aanpendelende belasting hangt af
van de lengte van de staven, waarop de aanpendelende belasting werkt):

$$- Nkb = 11927 + \frac{50}{4000 + 0 - 0} * (29819 - 11927) = 12151 \text{ N}$$

Maatgevende normaalkracht in het onderstuk van de kolom (Nko):
(Dankzij de aanwezigheid van de bovenliggende koppelbalken zijn beide
kolommen van de kruisschoorvakken effectief en mag hier de gemiddelde
normaalkracht van beide kolommen in rekening worden gebracht):

$$- Nko = 11927 + 1722 * \frac{4000 + 0 - 0 + 0}{4000} = 13650 \text{ N}$$

b) Controle van de laatste iteratie van de knikberekening:

De iteratief berekende belasting-vermenigvuldigingsfactor, waarbij instabiliteit van het bovenstuk optreedt, bedraagt:

- nzkb = 20.642

Op dat moment is de normaalkracht in het onderstuk van de kolom, groot:

- Nko = 20.642 * 13650 = 281757 N

De rotatie-veerstijfheid, waarmee het bovenstuk van de kolom verend is verbonden met het onderstuk, kan (zonder rekening te houden met de invloed van de belastingconfiguratie) als volgt berekend worden:

$$- cr = \frac{3 * E * Izk}{(h + fh - fhp - vs)} = \frac{3 * 2.1E5 * 179E4}{(4000 + 0 - 0 - 50)} = 317 \quad E6\ Nmm/rad$$

T.g.v. de normaalkracht in het onderstuk van de kolom nemen de vervormingen toe met de Eulerse vergrotingsfactor n/n-1 en neemt de rotatie-veerstijfheid overeenkomstig af:

$$- n = \frac{pi^2 * E * Izk}{(h+fh-fhp-vs)^2 * Nko} = \frac{pi^2 * 2.1E5 * 179E4}{(3555)^2 * 281757} = 1.04$$

- n/n-1 = 24.94

- cr-E = 317 E6 / 24.94 = 13 E6 Nmm/rad

Met behulp van tabel 6 van NEN 3851 (TGB-1972-Staal) kan nu de fictieve kniklengte van het bovenstuk van de kolom bepaald worden:

$$- rho = \frac{cr\text{-}E * vs}{E * Izk} = \frac{13E6 * 50}{2.1E5 * 179E4} = 0.002$$

$$- lk = vs * (4 + \frac{10}{rho})^{0.5} = 50 * (4 + \frac{10}{0.002})^{0.5} = 3846\ mm$$

Hiermee kan de kniklengte van het bovenstuk van de kolom bepaald worden:

$$- FEzkb = \frac{pi^2 * E * Izk}{lk^2} = \frac{pi^2 * 2.1E5 * 179E4}{(3846)^2} = 250826\ N$$

$$- nzkb = \frac{250826}{12151} = 20.6423$$

Deze waarde van nzkb komt voldoende nauwkeurig overeen met de aanvangswaarde.

c) Kniklengten, slankheden en knikcoëfficiënten:

- Bovenstuk van de kolom:
  - In gootrichting:
    - De kniklengte in gootrichting kan berekend worden door rekening te houden met de werkelijke normaalkracht in het bovenstuk van de kolom:

$$lkzkb = \left(\frac{pi^2 * E * Izk}{nzkb * Fvk}\right)^{0.5} = \left(\frac{pi^2 * 2.1E5 * 179E4}{20.64 * 11927}\right)^{0.5} = 3882 \text{ mm}$$

      (N.B.: lkzkb / (h + fh - fhp)= 3882 / (4000 + 0 - 0) = 0.97)

    - Slankheid: lambda-zkb = lkzkb / izk = 3882 / 39.5 = 98
      - Chikb.z = min(0.513 , 1.0) = 0.513

  - In spantrichting:
    - De kniklengte in spantrichting kan bij goede benadering berekend worden met de formule (voor Venlo-warenhuis):

      lkyk = 1.68 * (4000 + 0 - 0 - 80 - 630) = 5527 mm
      (N.B.: kheff = effectieve kolomhoogte = 4.0 - 0.08 - 0.63 = 3.29 m)

    - Slankheid: lambda-yk = lkyk / iyk = 5527 / 39.5 = 140
      - Chik.y = min(0.317 , 1.0) = 0.317

- Onderstuk van de kolom:
  - In gootrichting:
    - Kniklengte: lkzko = h+fh-fhp-vs = 4000 + 0 - 0 - 50 = 3555 mm

$$\text{- Eulerse knikkracht: } FEzko = \frac{pi^2*E*Izk}{lkzko^2} = \frac{pi^2 * 2.1E5 * 179E4}{(3555)^2} = 293525 \text{ N}$$

    - Slankheid: lambda-zko = lkzko / izk = 3555 / 39.5 = 90
    - Chiko.z = min(0.564 , 1.0) = 0.564

  - In spantrichting: Zie bovenstuk van de kolom.

5.13.5 Controle van het ongeschoorde bovenstuk van de kolommen

a) Berekening van de maatgevende krachten in het ongeschoorde bovenstuk:

Juist boven het aangrijpingspunt van de schoren op de kolommen, gelden de
volgende maatgevende krachten in de op druk belaste kolom(men):

- Normaalkracht : Nkb = -11927 N

- Moment : Mzkb = 1722 * 50 = 86 E3 Nmm

(T.g.v. de aanwezigheid van de bovenliggende koppelbalken zijn beide
 kolommen van de kruisschoorvakken effectief)

b) Controle op sterkte en stabiliteit van het ongeschoorde bovenstuk volgens EC3:
   Hierbij komt de z-as overeen met de y-as (en y-as = x-as) bij NEN6770.

- Doorsnedeklasse: 3

- Sterkte:

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} + \frac{|Mz.Ed|}{Mz.c.Rd} = \frac{|-11927|}{300652} + \frac{|86|}{9370} = 0.049$$

  controle: 0.049 < 1.00, dus de sterkte voldoet.
- Maximale spanning:

$$Sigma: \frac{|NEd|}{A} + \frac{|Mz.Ed|}{Wpl.z} = \frac{|-11927|}{1148.5} + \frac{|86|}{41.595} = 12.5 \ N/mm^2$$

  UCspanning = Sigma/fy = 12.5 /235.0 = 0.053

  controle: 0.053 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.90 (het profiel is ongeschoord).
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz2 * (1.0 + 0.6*lambdarel.z*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.6*1.05 *(|-11927 |/(0.513 *300652 /1.0)) = 0.94
  Kz.3 = Cmz2 * (1.0 + 0.6*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.90 * (1.0 + 0.6*(|-11927 |/(0.513 *300652 /1.0)) = 0.94
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.94 , 0.94) = 0.94
  Ky.b = 0.8 * Kz.b = 0.75

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-11927 |/(0.513 *300652 /1.0)+0.94 *|86.1 |/(1.00*9370.2 /1.0)
           = 0.077 + 0.009 = 0.086
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-11927 |/(0.317 *300652 /1.0)+0.75 *|86.1 |/(1.00*9370.2 /1.0)
           = 0.125 + 0.007 = 0.132

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.086 , 0.132) = 0.132

  controle: 0.132 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

5.13.6 Controle van het geschoorde onderstuk van de kolommen

a) Berekening van de maatgevende krachten in het geschoorde onderstuk:

Juist onder het aangrijpingspunt van de schoren op de kolommen, gelden de
volgende maatgevende krachten in de op druk belaste kolom(men) (druk is negatief):

- Normaalkracht : NEd = -(11927 + 2 * 1722   * (4000 + 0   - 0   + 0   ) / 4000) = -15372   N

- Moment   : Mzko = max (0.85 * 1.05 * 86   E3, 86   E3) = 86   E3 Nmm

b) Controle op sterkte en stabiliteit van het ongeschoorde bovenstuk volgens EC3:
   Hierbij komt de z-as overeen met de y-as (en y-as = x-as) bij NEN6770.

- Doorsnedeklasse: 3

- Sterkte:

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} + \frac{|Mz.Ed|}{Mz.c.Rd} = \frac{|-15372|}{300652} + \frac{|86|}{9370} = 0.060$$

  controle: 0.060 < 1.00, dus de sterkte voldoet.
- Maximale spanning:

$$Sigma: \frac{|NEd|}{A} + \frac{|Mz.Ed|}{Wpl.z} = \frac{|-15372|}{1148.5} + \frac{|86|}{41.595} = 15.5 \ N/mm^2$$

  UCspanning = Sigma/fy = 15.5   /235.0   = 0.066

  controle: 0.066 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
  Cmz2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmz2 = 0.60 (het profiel is geschoord).
  M1 = 86.10   , M2 = 0.00   , Ms = 43.05   , Mkip = 0.00   , gelijkmatig verdeeld belast.
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  Kz.2 = Cmz2 * (1.0 + 0.6*lambdarel.z*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.60 * (1.0 + 0.6*0.96 *(|-15372 |/(0.564 *300652 /1.0)) = 0.63
  Kz.3 = Cmz2 * (1.0 + 0.6*(|NEd|/(Chiz*NRk/1.0))
        = 0.60 * (1.0 + 0.6*(|-15372 |/(0.564 *300652 /1.0)) = 0.63
  Kz.b = Min(Kz.2 , Kz.3) = Min(0.63   , 0.63   ) = 0.63
  Ky.b = 0.8 * Kz.b = 0.51

  UCstab.1 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-15372 |/(0.564 *300652 /1.0)+0.63 *|86.1 |/(1.00*9370.2 /1.0)
           = 0.091 + 0.006 = 0.096
  UCstab.2 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|Mz.Ed|/(1.00*Mz.Rk/1.0)
           = |-15372 |/(0.317 *300652 /1.0)+0.51 *|86.1 |/(1.00*9370.2 /1.0)
           = 0.161 + 0.005 = 0.166

  Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.096 , 0.166) = 0.166

  controle: 0.166 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie:
- Kolom (RHBK100*100*3.0 mm) voldoet qua sterkte/stabiliteit
  bij B.C.7 : d) Eigen gewicht + gewas + installaties + aardbeving

5.13.7 Controle van de op druk belaste bovenliggende koppelbalken.

Uit evenwichtsbeschouwingen van de kruisschoorvakken kan de normaalkracht in
de op druk belaste bovenliggende koppelbalken worden afgeleid:

$$- Nbk = -Fhk * \frac{h + fh - fhp}{h + fh - fhp - vs} = -1722 * \frac{4000}{3555} = -1744 \ N$$

- $Mz.Ed = feg * 1/8 * q * l^2 = 1.02 * 1/8 * 43.061 E-3 * 4.000^2 = 87.931 E3$

De controle verloopt volgens EC3:
Hierbij komt de z-as overeen met de y-as (en y-as = x-as) bij NEN6770.

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} + \frac{|My.Ed|}{My.c.Rd} = \frac{|-1744|}{158865} + \frac{|88|}{2312} = 0.049$$

  controle: 0.049 < 1.00, dus de sterkte voldoet.
- Maximale spanning:

$$Sigma: \frac{|NEd|}{A} + \frac{|My.Ed|}{Wpl.y} = \frac{|-1744|}{548.5} + \frac{|88|}{9.582} = 12.4 \ N/mm^2$$

  $UCspanning = Sigma/fy = 12.4 / 235.0 = 0.053$

  controle: 0.053 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
  Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
  Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.95 (het profiel is geschoord).
  M1 = 0.00 , M2 = 0.00 , Ms = 87.93 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
  Interactiefactoren volgens bijlage B:
  $Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))$
  $= 0.95 * (1.0 + (2.23 - 0.2)*(|-1744 |/(0.162 *158865 /1.0)) = 1.08$
  $Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))$
  $= 0.95 * (1.0 + 0.8*(|-1744 |/(0.162 *158865 /1.0)) = 1.00$
  $Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(1.08 , 1.00) = 1.00$
  $Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.60$

  $UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)$
  $= |-1744 |/(0.162 *158865 /1.0)+1.00 *|87.9 |/(1.00*2312.5 /1.0)$
  $= 0.068 + 0.038 = 0.106$
  $UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)$
  $= |-1744 |/(0.162 *158865 /1.0)+0.60 *|87.9 |/(1.00*2312.5 /1.0)$
  $= 0.068 + 0.023 = 0.091$

  Maatgevend: $UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.106 , 0.091) = 0.106$

  controle: 0.106 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie:
- Bovenliggende koppelbalken (RHBK50*50*3.0 mm) voldoen
  bij B.C.7 : d) Eigen gewicht + gewas + installaties + aardbeving

5.13.8 Controle van de op trek belaste schoren

a) Berekening van de maatgevende trekkracht in de schoren:

Uit evenwichtsbeschouwingen van de kruisschoorvakken kan de normaalkracht in
de op trek belaste schoren worden uitgerekend:

$$- Ns = 2 * Fhk * \frac{h+fh-fhp+vok}{v} * \frac{ls}{h+fh-fhp-vs+vok} * gamma.seismic =$$

$$= 2 * 1722 * \frac{4000 + 0 - 0 + 0}{4000} * \frac{5622}{3950} * 1.30 = 6372 \quad N$$

(N.B.: ls = lengte schoor = $(3950^2 + 4000^2)1/2 = 5622$ mm)

b) Controle van de sterkte van de op trek belaste schoren volgens EC3:
Hierbij komt de z-as overeen met de y-as (en y-as = x-as) bij NEN6770.

- Doorsnedeklasse: 1

- Sterkte:

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} = \frac{| 6372 |}{73827} = 0.086$$

controle: 0.086 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
Profiel alleen op trek belast, dus de stabiliteit voldoet.

Conclusie:
- Schoren (RD20.0 mm) voldoen qua sterkte
bij B.C.7 : d) Eigen gewicht + gewas + installaties + aardbeving

Voor verdere controle van de schoorverbindingen, alsmede voor de controle van
andere profieltypen en andere verbindingstypen, wordt verwezen naar EN 1993-1-8.

5.13.9 Controle van de onderliggende koppelbalken

a) Berekening van de maatgevende krachten in de onderliggende koppelbalken:
De onderliggende koppelbalken worden niet alleen belast op een drukkracht (negatief), de verbindingen tussen koppelbalken en poeren moeten ook het "overturning" moment van de poeren op nemen:

- Normaalkracht : Nok = -Fhk * (1 + vs / (h+fh-fhp-vs))
= -1722 * (1 + 50 / 3555) = -1744 N

- Moment : Myok = Fhk * hfok - Tpoer
= 1722 * 150 - 81 E3 = 178 E3 Nmm

b) Controle van de sterkte/stabiliteit van de onderliggende koppelbalken volgens EC3:
Hierbij komt de z-as overeen met de y-as (en y-as = x-as) bij NEN6770.

- Doorsnedeklasse: 2

- Sterkte:

$$UCsterkte = \frac{|NEd|}{Nc.Rd} + \frac{|My.Ed|}{My.c.Rd} = \frac{|-1744|}{357180} + \frac{|178|}{13510} = 0.018$$

controle: 0.018 < 1.00, dus de sterkte voldoet.

- Maximale spanning:

$$Sigma: \frac{|NEd|}{A} + \frac{|My.Ed|}{Wpl.y} = \frac{|-1744|}{1388.5} + \frac{|178|}{60.701} = 4.2 \quad N/mm^2$$

UCspanning = Sigma/fy = 4.2 /235.0 = 0.018

controle: 0.018 < 1.00, dus de spanning voldoet.

- Stabiliteit volgens NEN-EN 1993-1-1:
Cmy2 hangt af van het soort moment dat op het profiel staat en geschoord en ongeschoord.
Uit tabel B.3 van Annex B van Eurocode 3 blijkt dat Cmy2 = 0.40 (het profiel is geschoord).
M1 = 177.58 , M2 = -177.58 , Ms = 0.00 , Mkip = 0.00 , gelijkmatig verdeeld belast.
Interactiefactoren volgens bijlage B:
Ky.2 = Cmy * (1.0 + (lambdarel.y - 0.2)*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
= 0.40 * (1.0 + (0.89 - 0.2)*(|-1744 |/(0.603 *357180 /1.0)) = 0.40
Ky.3 = Cmy * (1.0 + 0.8*(|NEd|/(Chiy*NRk/1.0))
= 0.40 * (1.0 + 0.8*(|-1744 |/(0.603 *357180 /1.0)) = 0.40
Ky.b = Min(Ky.2 , Ky.3) = Min(0.40 , 0.40) = 0.40
Kz.b = 0.6 * Ky.b = 0.24

UCstab.1 = |NEd|/(Chiy*NRk/1.0)+Ky.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
= |-1744 |/(0.603 *357180 /1.0)+0.40 *|177.6 |/(1.00*13510.1/1.0)
= 0.008 + 0.005 = 0.013
UCstab.2 = |NEd|/(Chiz*NRk/1.0)+Kz.b*|My.Ed|/(1.00*My.Rk/1.0)
= |-1744 |/(0.603 *357180 /1.0)+0.24 *|177.6 |/(1.00*13510.1/1.0)
= 0.008 + 0.003 = 0.011

Maatgevend: UCstab.b = max(UCstab.1,UCstab.2) = max(0.013 , 0.011) = 0.013

controle: 0.013 < 1.00, dus de stabiliteit voldoet.

c) Berekening van de horizontale verplaatsing van de onderliggende koppelbalk:
De 1e-orde horizontale verplaatsing van de onderliggende koppelbalken
in rekentoestand kan als volgt berekend worden:

$$\text{- u1-ok} = \text{rpoer} * \frac{(\text{Fhkz'-Fag'})*(\text{hfok'})^2*\text{v}}{6*\text{E}*\text{Iyok}}$$

$$= 0.554 * \frac{(1722 - 5841)*(600)^2*4000}{6 * 2.1\text{E}5 * 315\text{E}4} = 0.05 \text{ mm}$$

waarin: hfok' = afstand vanaf de onderliggende koppelbalk tot 200 mm onder
de bovenkant van de poer
= fhp + Dpoer + 200 - vok = 0 + 400 + 200 - 0 = 600 mm

De 2e-orde horizontale verplaatsing van de onderliggende koppelbalken
in gebruikstoestand kan benaderd worden met de formule:

$$\text{- u2-ok'} = \frac{\text{nyok'}}{\text{nyok'-1}} * \text{u1-ok} * \frac{\text{Fhk'}}{\text{Fhk}} * \frac{\text{fhp+dpoer+200}}{\text{hfok'}} \quad \text{met: nyok'} = \text{nyok} * \frac{\text{Fhk}}{\text{Fhk'}}$$

Deze benadering is conservatief, omdat de (overigens zeer geringe) gunstige
werking van de opwaartse windzuiging gereduceerd wordt met Fhk'/Fhk.

- Vergrotingsfactor: - nyok' = 234.1 * 1722 / 256 = 1572.1
- nyok'/nyok'-1 = 1.00

Invullen van de bekende gegevens resulteert in een verplaatsing, groot:

$$\text{- u2-ok'} = 1.00 * 0.05 * \frac{1026}{6888} * \frac{0 + 400 + 200}{600} = 0.05 \text{ mm}$$

d) Controle van de horizontale verplaatsing van de onderliggende koppelbalk:
In artikel 11.1 staat, dat de toelaatbare horizontale
verplaatsing van de betonfundering op het niveau, waarop de draag-
constructie is gemonteerd, maximaal 5 mm mag bedragen.

- controle: 0.1 mm < 5.0 mm, dus: stijfheid voldoet.

Conclusie:
- Onderliggende koppelbalken (RHBK120*120*3.0 mm) voldoen
bij B.C.7 : d) Eigen gewicht + gewas + installaties + aardbeving

5.13.10 Controle van de toegestane verplaatsing in gootrichting

a) 1e-orde verlengingen en verplaatsingen (in rekentoestand) (excl. fundering)

- Verlenging van de op trek belaste schoor:

$$\text{delta-s} = \frac{Ns * ls}{E * As} = \frac{6372 * 5622}{2.1E5 * 314.2} = 0.54 \text{ mm}$$

- Verkorting van het onderstuk van de op druk belaste kolom:

$$\text{delta-ko} = \frac{Nko * (h+fh-fhp-vs)}{E * Ak} = \frac{15372 * 3555}{2.1E5 * 1149} = 0.25 \text{ mm}$$

- Verkorting van de op druk belaste bovenliggende koppelbalken:

$$\text{delta-bk} = \frac{Nbk * v}{E * Abk} = \frac{1744 * 4000}{2.1E5 * 549} = 0.06 \text{ mm}$$

- 1e-orde horizontale verplaatsing van het aangrijpingspunt van de schoren op de kolommen (m.b.v. Williot-diagram):

$$\text{u-schoor} = \frac{ls}{v} * \text{delta-s} + \frac{h+fh-fhp-vs+vok}{v} * \text{delta-ko} + \text{delta-bk}$$

Invullen geeft:

$$\text{u-schoor} = \frac{5622}{4000} * 0.54 + \frac{3950}{4000} * 0.25 + 0.06 = 1.07 \text{ mm}$$

- 1e-orde horizontale verplaatsing in gootrichting:

$$\text{u1-goot} = \frac{h+fh-fhp+vok}{h+fh-fhp-vs+vok} * \text{u-schoor} + \frac{Fhk*vs*(h+fh-fhp-vs)}{3 * E * Izk} * vs + \frac{Fhk * (vs)^3}{3 * E * Izk}$$

(Dankzij de bovenliggende koppelbalken zijn beide kolommen van de kruisschoorvakken effectief.)

Invullen geeft:

$$\text{u1-goot} = \frac{4000+0 -0 +0}{3950} * 1.07 + \frac{1722 * 50 * 3555}{3 * 2.1E5 * 179E4} * 50 + \frac{1722 * (50)3}{3 * 2.1E5 * 179E4} = 1.09 + 0.02 + 0.00 = 1.10 \text{ mm}$$

b) 2e-orde horizontale verplaatsing in gootrichting in gebruikstoestand:

De 2e-orde horizontale verplaatsing in gootrichting in gebruikstoestand kan
met de volgende formule worden benaderd (incl. verplaatsing fundering):

$$u2\text{-}goot' = \frac{nzkb'}{nzkb'-1} * u1\text{-}goot * \frac{Fhk'}{Fhk} + u2\text{-}ok' \quad \text{met: } nzkb' = nzkb * \frac{Fhk}{Fhk'}$$

waarin: u2-ok' = horizontale verplaatsing fundering = 0.05 mm (zie 5 .9)

Deze benadering is conservatief, omdat de (overigens zeer geringe) gunstige
werking van de opwaartse windzuiging gereduceerd wordt met Fhk'/Fhk.

- Vergrotingsfactor: - nzkb = 20.64 (zie 5.4)
  - nzkb' = 20.64 * 1722 / 256 = 138.6
  - nzkb'/nzkb'-1 = 1.01

Invullen van de bekende gegevens resulteert in een verplaatsing, groot:

$$u2\text{-}goot' = 1.01 * 1.10 * \frac{256}{1722} + 0.05 = 0.22 \text{ mm}$$

c) Berekening van de toelaatbare horizontale verplaatsing in gootrichting:

1) in relatie tot de kolomhoogte, vervormingen van de kopgevelkolom:

   Zie "Richtlijn kassen met flexibele omhulling" artikel 11:

   - Maximale verplaatsing utoel-a = h / 50 = 4000 / 50 = 80.0 mm
   - Absolute grenswaarde umax = 2 * 40 mm = 80.0 mm

3) maatgevend :
   Bij een controle op seismische belastingen zijn de eisen op vervormingen
   niet relevant. Om te voorkomen dat de uitkomsten toch maatgevend zijn wordt
   een hoge bovengrens geïntroduceerd:

   - utoel = 2 * ph / 50 = 2 * 4000 / 50 = 160.0 mm

d) Controle van de toegestane horizontale verplaatsing in gootrichting:

- Stijfheid:
  controle: 0.2 mm < 160.0 mm, dus: stijfheid voldoet.

Conclusie:
- Kolommen (RHBK100*100*3.0 mm) voldoen qua stijfheid
  bij B.C.7 : d) Eigen gewicht + gewas + installaties + aardbeving

Bedrijf: Heuvel-Folie-Serres bvba, CK-324-1
Project: Hooghoutplant VOF,koude kas, NEN13031

(CASTA/Kassenbouw versie 3.10 SP5)

S A M E N V A T T I N G G E C O N T R O L E E R D E P R O F I E L E N

Omschrijving : sneeuw:423.50N/m install.:70N/m gewas: 0N/m wind 24.5m/sec
Werkvoorbereider: Marcel Brughmans
Bestand : 1.CA_21-019 Hooghoutplant venlo 6x 18.40mph 4.00m.ckd
Laatst bewaard : 07-07-2021 14:38 ID: AQDlBwcAAwAHAAoAMAAVAHoA

Kasgegevens:
- Kastype : Foliekas
- Overspanning (l) : 18.40 m (4 * 4.60 m)
- Aantal gekoppelde spanten : 6 (y-richting)
  Verkort designmodel aangehouden in de berekening.
- Vakmaat (v) : 4.00 m
- Kolomhoogte (h) : 4.00 m
- Kaslengte (L) : 40.0 m
- Aantal (nstab) : 2
- Spanthoogte (hspant) : 630 mm
- Spantverlaging (vspant) : 80 mm
- Dekhelling (alfa) : 25.0°

Controleoverzicht kasonderdelen.

1 2D Tralieligger (standaard) voldoet.
Note:

Onderdelen:	alle tralies:
Bovenrand	RHBK100*50*3.0 S235
Onderrand	RHBK100*50*3.0 S235
Drukdiagonaal	4x RHBK50*30*2.0 S235
Trekdiagonaal	4x RHBK50*30*2.0 S235
- verbinding	Gezaagd 2-zijdige las
Gootverticaal	RHBK100*50*3.0 S235
Bouten bovenrand	1xM20-8.8 (D)
Bouten onderrand	1xM20-8.8 (D)
Eindplaten bovenrand	ST120*15.0 schotje
Eindplaten onderrand	ST120*15.0 schotje

n.b. niet alle lassen zijn gecontroleerd.

Onderdelen	algemeen
Opzetkolom	RHBK120*60*3.0 S235 gat 40 x30 mm
- Omschrijving	zonder certificaat
- Veerstijfheid Nm/rad	Rotatie=0 horizontaal=0
Goot aluminium	alu-kokergoot(t=1.80)
- Stijfheid cmE4	Iy=284.780 Iz=186.720

2 Kolommen voldoen
Note:

Onderdelen:	middenvelden
Kolommen h=4.00 m	RHBK100*100*3.0 S235 (EN10219)
fundatie	niet gecontroleerd!

3 Stabiliteitsverbanden in gootrichting voldoen:
Note:

Onderdelen	schoorvakken
Kolommen h=4.00 m	RHBK100*100*3.0 S235 (EN10219)
Bovenl. koppelbalken	RHBK50*50*3.0 S235 (EN10219)
Schoren	RD20.0 S235 (EN10219)
Onderl. koppelbalken	RHBK120*120*3.0 S235 (EN10219)
fundatie	niet gecontroleerd!

Berekening stikstofdepositie AERIUS Calculator

Onderwerp	:	Berekening stikstofdepositie AERIUS Calculator Hooghoutseweg 17, 5074 NA Biezenmortel
Opgesteld door	:	ing. L.M.M. Soetens
Projectnr.	:	2046-2
Datum	:	11 november 2021, *gewijzigd 15 april 2022*

Inleiding voornemen

Aan de Hooghoutseweg 17 te Biezenmortel is een agrarisch bedrijf, betreffende een plantenkwekerij, aanwezig. De teelt vindt hierbij plaats op de reeds aanwezige containervelden (circa 3 hectare) en in de (niet-verwarmde) kas van circa 0,46 hectare.

Op locatie is bovendien een bestaande langgevelboerderij aanwezig, welke inpandig in een drietal delen is onderverdeeld. Het betreft de bedrijfswoning en een kantoor-/kantineruimte. Tevens is in deze boerderij, buiten de projectlocatie, het woonhuis van de buren, Hooghoutseweg 19, aanwezig.

Achter de langgevelboerderij is een bestaande loods aanwezig voor o.a. de opslag van materieel en teeltbenodigdheden, de verwerking en aflevering van plantgoed, een stekruimte en koelcel. Deze loods heeft een omvang van circa 660 m^2. Direct ten noorden van deze loods is de bestaande kas en zijn de containervelden (met waterbassin) aanwezig. Rondom deze bestaande bebouwing is bovendien sprake van een verhard erf ter ontsluiting van de diverse bedrijfsvoorzieningen.

Ten behoeve van een doelmatige agrarische bedrijfsvoering is de doelstelling om het bedrijf uit te breiden met circa 0,5 hectare kas. Deze kas wordt gerealiseerd ter plaatse van gronden waar in de huidige situatie containervelden aanwezig zijn. Ook de nieuwe kas zal niet worden verwarmd.

Aangezien de nieuw te bouwen kas is geprojecteerd buiten het bestaande bouwvlak is een ruimtelijke procedure (omgevingsvergunning om buitenplans af te wijken van het bestemmingsplan) benodigd.

In de huidige situatie zorgt de exploitatie van het bedrijf, wegens gasverbruik voor verwarming, reeds voor een uitstoot van stikstofverbindingen. Tevens is er sprake van voertuigbewegingen.

Bovengenoemde activiteiten (CV-ketel, voertuigbewegingen) kunnen mogelijk een stikstofdepositie tot gevolg hebben in de Natura 2000-gebieden. In onderhavige memo wordt de stikstofdepositie ten gevolge van de beoogde situatie inzichtelijk gemaakt.

Wettelijk kader

De Wet natuurbescherming is in werking getreden op 1 januari 2017 en heeft daarbij het voorheen geldende wettelijke stelsel voor de natuurbescherming vervangen, namelijk de Natuurbeschermingswet 1998, de Boswet en de Flora- en faunawet. De wet regelt ten eerste de taken en bevoegdheden ten behoeve van de bescherming van natuurgebieden en planten- en diersoorten (‘gebiedsbescherming’ en ‘soortenbescherming’). Daarnaast bevat de wet onder meer bepalingen over de jacht en over houtopstanden. In de Wet natuurbescherming is de Europese regelgeving omtrent natuurbescherming, zoals vastgelegd in de Vogel- en Habitatrichtlijn als uitgangspunt genomen.

Ten aanzien van gebiedsbescherming is in de Wet natuurbescherming opgenomen dat beoordeeld dient te worden of plannen en projecten significante gevolgen kunnen hebben voor de Natura 2000-gebieden. Een project is vergunningplichtig op grond van de Wet natuurbescherming indien het project

significante gevolgen kan hebben voor een Natura 2000-gebied. Indien een project geen significante gevolgen heeft voor een Natura 2000-gebied, dan gelden geen verdere restricties of procedurele vereisten vanuit de Wet natuurbescherming.

Natura 2000-gebieden kunnen schade ondervinden wegens diverse aspecten, zoals verdroging, oppervlakteverlies, verontreiniging, versnippering, verzilting, optische verstoring, verzuring en vermesting. Potentiële externe effecten, niet zijnde ten gevolge van stikstofdepositie, kunnen in de regel reeds met voldoende zekerheid worden uitgesloten indien een locatie op ruime afstand van een Natura 2000-gebied is gelegen. De potentiële effecten ten gevolge van stikstofdepositie (en dientengevolge verzuring en vermesting) kunnen ook op grotere afstanden merkbaar zijn.

In Nederland zijn er 118 (van de 161) Natura 2000-gebieden met stikstofgevoelige habitats waarvan de kritische depositiewaarde (KDW) reeds wordt overschreden. De KDW geeft aan bij welke mate van stikstofdepositie wordt aangenomen dat niet langer op voorhand kan worden uitgesloten dat er een risico is dat de kwaliteit van het habitattype wordt aangetast als gevolg van de verzurende en/of vermestende invloed van de stikstofdepositie. Indien een project (gebruiksfase) geen stikstofdepositie veroorzaakt op de Natura 2000-gebieden, of geen toename ten opzichte van de referentiesituatie, kan worden uitgesloten dat het project een significant gevolg kan hebben. Hierbij wordt de stikstofdepositie inzichtelijk gemaakt met het rekenprogramma AERIUS Calculator en betreft de toetsingswaarde dus 0,00 mol N/ha/jaar (toename) op de hexagonen van de stikstofgevoelige habitats in de Natura 2000-gebieden.

Vrijstelling Wnb-vergunningplicht bouw- en aanlegfase
Per 1 juli 2021 is de Wet stikstofreductie en natuurverbetering, met het bijbehorende Besluit stikstofreductie en natuurverbetering, in werking getreden. Deze wetten wijzigen de Wet natuurbescherming en het Besluit natuurbescherming. Deze wetswijziging bevat daarbij een partiële vrijstelling van de natuurvergunningplicht voor bouw-, sloop- en aanlegactiviteiten (de bouw- en aanlegfase), met inbegrip van de daarmee samenhangende vervoersbewegingen. Deze uitzondering op de vergunningplicht is opgenomen in artikel 2.9a Wet natuurbescherming, juncto artikel 2.5 Besluit natuurbescherming.

Bij een bouwproject wordt in de aanlegfase tijdelijk materieel ingezet. Als die fossiele brandstoffen gebruiken (zoals diesel), zal er gedurende een bepaalde tijd emissie van stikstof plaatsvinden en dientengevolge mogelijk ook depositie. Dit materieel betreft echter geen nieuw fenomeen. Al sinds de inwerkingtreding van de gebiedsbescherming (de Europese referentiedata) worden er (mobiele) werktuigen gebruikt en steeds op een wisselende plek, afhankelijk van waar het project en de ontwikkeling is. Er is daardoor in beginsel geen sprake van een structurele toename van de belasting op een specifieke locatie. Dit leidt ertoe dat het geheel aan deze activiteiten, in combinatie met het verspreidingseffect van NOx, per jaar tot een bepaalde stikstofemissie en -depositie leidt die onderdeel is van de landelijke achtergronddepositie die altijd al aanwezig was.

Bij de totstandkoming van de voornoemde partiële vrijstelling is in overweging genomen dat bouwactiviteiten slechts een beperkte bijdrage leveren aan de stikstofdepositie, de activiteiten steeds op andere locaties plaatsvinden en tijdelijk van aard zijn. De overheid acht het, mede gelet op het pakket aan natuur- en bronmaatregelen en met de waarborgen die in de wet zijn opgenomen, uitgesloten dat de partiële vrijstelling het bereiken van de instandhoudingsdoelstellingen van de Natura 2000-gebieden in de weg staat.

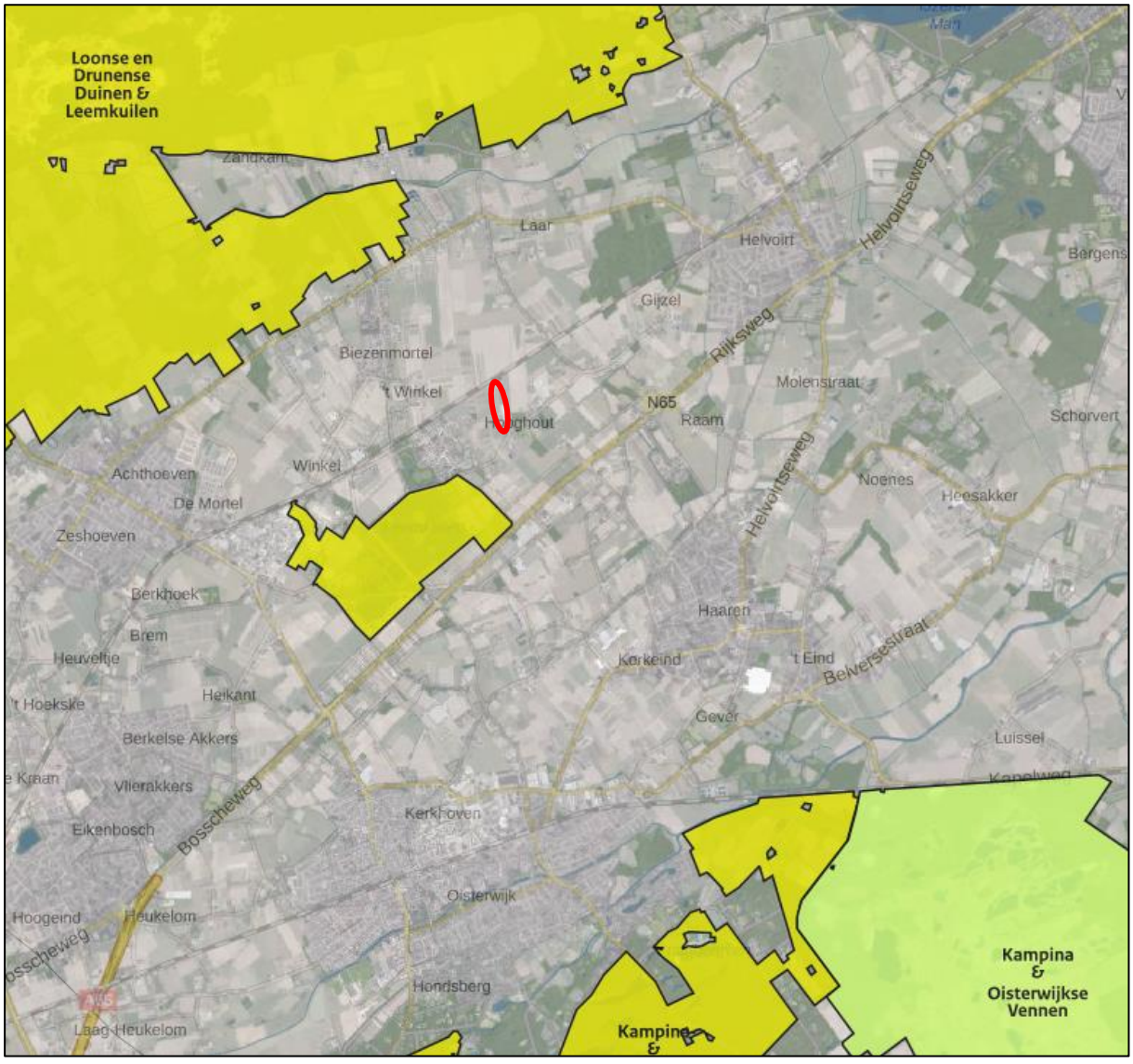
De bouw- en aanlegfase van het project, het bouwen van de kas en de (geringe) werkzaamheden op het terrein (o.a. aanleg landschappelijke inpassing), is dus niet vergunningplichtig op grond van de Wet natuurbescherming en er is uitgesloten dat deze activiteiten een significant negatief effect op de Natura 2000-gebieden hebben.

Toetsing voornemen

De projectlocatie is gelegen aan de Hooghoutseweg 17 te Biezenmortel. Het dichtstbijzijnde Natura 2000-gebied betreft het onderdeel ‘Leemkuilen’ (van ‘Loonse en Drunense Duinen & Leemkuilen’) op een afstand van ruim 600 meter in zuidwestelijke richting. De nieuw te bouwen kas wordt gerealiseerd op circa 750 meter vanaf de ‘Leemkuilen’. Het overige deel van dit gebied is gelegen op circa 1,5 km in noordelijke richting. Het Natura 2000-gebied ‘Kampina & Oisterwijkse Vennen’ is gelegen op circa 4 kilometer in zuidoostelijke richting.

De kas wordt uitgevoerd als een ‘koude kas’ (geen stookinstallatie) en bovendien wordt geen assimilatiebelichting toegepast. Door de aard van het bedrijf (plantenkwekerij) en de ruime afstand tot de Natura 2000-gebieden (> 0,6 kilometer) kunnen overige effecten, niet zijnde ten gevolge van stikstofdepositie, reeds met zekerheid worden uitgesloten. In de gebieden zijn geen effecten merkbaar vanuit de projectlocatie. Om dit ook voor stikstofdepositie te kunnen bevestigen zijn hiervoor berekeningen met AERIUS Calculator uitgevoerd.

In onderhavige memo wordt de stikstofemissie en -depositie van de beoogde situatie (gebruiksfase) inzichtelijk gemaakt.



Afbeelding 1: Ligging projectlocatie (globaal rood omcirkeld) ten opzichte van Natura 2000-gebieden. (Bron: AERIUS Calculator)

Berekening AERIUS Calculator

De potentiële stikstofdepositie van de beoogde situatie wordt berekend met het rekenprogramma AERIUS Calculator. Navolgend wordt de input hiervan toegelicht. De volledige berekening met in- en output is bijgevoegd als Bijlage 1.

Beoogde bedrijfsopzet - gebruiksfase

In de gebruiksfase is er sprake van de uitstoot ten gevolge van het gebruik van de langgevelboerderij, in gebruik als bedrijfswoning met inpandig kantoor (verwarming, warm water, koken) en de voertuigbewegingen. Daarnaast is er sprake van een geringe CV-verwarming van de stekruimte in de loods.

In de loods, kas en op de containervelden worden bovendien diverse handelingen verricht met heftrucks en met golfkarren met aanhangers. Dit bijvoorbeeld ten behoeve van het laden, lossen en verplaatsen van plantgoed, en aan de teelt gelieerd materieel (bijvoorbeeld fust). Dit materieel is echter elektrisch aangedreven en heeft dus geen stikstofemissies tot gevolg. Ditzelfde geldt bovendien voor divers materieel en gereedschappen welke gebruikt wordt in de loodsen (bijvoorbeeld de oppotlijn en handgereedschappen).

De gebruikershandleiding ‘Instructie gegevensinvoer voor AERIUS Calculator 2021’ van BIJ12 van januari 2022 verwijst voor de emissiefactoren voor woningen naar een factsheet. In deze factsheet wordt voor oudere woningen, vrijstaand, een emissie van 3,59 kg NO_X/jaar/woning aangehouden. Dit betreft een representatieve emissie voor de aanwezige bedrijfswoning met inpandige kantoorruimte.

In de loods is een CV-ketel aanwezig, enkel voor de verwarming van de stekruimte. Deze stekruimte heeft een omvang van circa 7 m x 7 m en het betreft bovendien een extra geïsoleerde, afgesloten ruimte in de loods. Hier is dus enkel sprake van een geringe benodigde verwarming. Ten behoeve van de stekruimte wordt op jaarbasis circa 350 m^3 aardgas verstookt met een CV-ketel. In het TNO-rapport 2014 R10584 ‘Update NOx-emissiefactoren kleine vuurhaarden – glastuinbouw en huishoudens’, van 31 maart 2014, zijn emissiegegevens opgenomen van huishoudens, zoals CV-ketels. Voor verwarmingstoestellen (vanaf 2010) is in dit rapport een NO_X-emissiefactor opgenomen van 29 g/GJ. De nieuwere toestellen worden hierbij jaarlijks schoner (minder emissie). De energetische waarde van aardgas is 0,03165 GJ/m^3. Er wordt op jaarbasis circa 350 m^3 aardgas verstookt, dit betreft 11,08 GJ. 11,08 GJ x 29 g NO_X / 1.000 = 0,32 kg NO_X/jaar.

Daarnaast is op locatie sprake van voertuigbewegingen. Gelet op de omliggende rijdroutes zal de verdeling circa 40% / 60% zijn in respectievelijk zuidwestelijke en noordoostelijke richting. De hoofdontsluiting van het bedrijf wordt gevormd door de Hooghoutseweg. Deze weg ontsluit via omliggende buitenwegen hoofdzakelijk richting de Rijksweg N65. Gelet op de aanwezige wegenstructuur hanteren navigatiesystemen hierbij de voorkeur voor ontsluiting naar de N65 in noordoostelijke richting (via Hooghoutseweg / De Gijzel / Kreitestraat).

Het planvoornemen heeft betrekking op de uitbreiding van het bedrijf met circa 0,5 hectare kas, ter plaatse van gronden die huidig in gebruik zijn als containerveld. Deze wijziging heeft op jaarbasis geen significante wijziging in de totale aantallen verkeersbewegingen tot gevolg. De uitbreiding van het bedrijf met extra kasruimte biedt o.a. de mogelijkheid om het assortiment (met soorten met een meer specifieke teeltbehoefte en hogere vorstgevoeligheid) uit te breiden en de aflevering van producten meer over het jaar te spreiden (er kunnen eerder visueel aantrekkelijke planten worden geleverd). Daarnaast zal de kas worden gebruikt voor het maken en bewortelen van eigen stekmateriaal en het (sneller) afkweken van planten afkomstig van de containervelden alvorens aflevering.

De extra te bouwen kas, zorgt naast de efficiëntere productie en dientengevolge de mogelijkheid tot verbreding van het assortiment, voor een verlenging van het afleverseizoen en het meer jaarrond kunnen leveren van plantgoed. Dit zorgt tevens voor een verbeterde arbeidsverdeling en productlevering over het jaar.

De zware verkeersbewegingen betreffen hoofdzakelijk vrachtwagens (en mogelijk ondergeschikt tractoren met aanhangers). Gelet op de bedrijfsvoering van het aanwezige bedrijf is er blijvend sprake van een piekperiode (voor- en najaar) en een dalperiode. In de piekperiode is er logischerwijs sprake van een groter aantal vrachtwagens, dan in de dalperiode. Het aantal voertuigbewegingen is verkregen middels opgave van de bedrijfsexploitant, gebaseerd op de huidige en beoogde praktijksituatie. De realisatie van de kas heeft namelijk geen significante gevolgen voor het totale aantal verkeersbewegingen op jaarbasis (de kas wordt gerealiseerd ter plaatse van gronden waar nu containervelden aanwezig zijn), maar zal in de praktijk wel zorgen voor een betere spreiding (minder verschillen tussen piek- en dalperiode).

De bedrijfsexploitant geeft aan dat er in de piekperiode gemiddeld 6 vrachtwagens per werkdag de inrichting aandoen. In de dalperiode betreft dit gemiddeld 2 vrachtwagens per werkdag. Het vervoer vindt hierbij maximaal 6 dagen per week plaats. In de praktijk kan het bovendien zijn dat op bepaalde dagen meer vrachtwagens komen, en op andere dagen juist minder. Voor het totaal aantal vrachtwagens wordt daarom uitgegaan van bovengenoemde gemiddelden.

Er is dus sprake van de volgende verkeersbewegingen:

- Piekperiode: 6 dagen/week x 12 bewegingen (=6 vrachtwagens/dag) x 26 weken = 1.872
- Dalperiode: 6 dagen/week x 4 bewegingen (=2 vrachtwagens/dag) x 26 weken = 624
- Totaal = 2.496 → 2.500 bewegingen zwaar verkeer / jaar.

Op jaarbasis is er dus sprake van circa 2.500 zware verkeersbewegingen (=1.250 vrachtwagens). Een verkeersbeweging, betreft een aankomende of vertrekkende beweging. Één voertuig komt daarbij dus overeen met twee verkeersbewegingen. Er zullen niet dagelijks zware verkeersbewegingen plaatsvinden, bovenstaand is dus een overschatting van de feitelijke situatie.

Tevens is er sprake van lichte verkeersbewegingen (personenauto's / bestelauto's / bedrijfsbusjes). Op jaarbasis betreft het circa 4.400 voertuigbewegingen (=2.200 voertuigen). Dit betreft gemiddeld 12 lichte voertuigbewegingen (=6 auto's) per etmaal. Ook dit kan in de praktijk, naar opgave van de bedrijfsexploitant, worden gezien als een overschatting.

Bovengenoemde voertuigbewegingen zijn 40% / 60% verdeeld over de verkeersroutes in respectievelijk zuidwestelijke en noordoostelijke richting.

Conform de gebruikershandleiding worden deze voertuigbewegingen gemodelleerd totdat deze in het heersende verkeersbeeld zijn opgenomen. Zoals voorgaand reeds toegelicht zorgt het voornemen, de realisatie van een kas ter plaatse van huidig aanwezige containervelden, op jaarbasis niet voor een significante toename van het aantal verkeersbewegingen (totalen blijven gelijk, in de praktijk meer spreiding). De aanwezige verkeersbewegingen vinden derhalve in de huidige situatie reeds plaats en vormen dus reeds onderdeel van de op de Hooghoutseweg aanwezig verkeer en zijn dus reeds onderdeel van het huidige heersende verkeersbeeld. De Hooghoutseweg betreft een weg buiten de bebouwde kom met diverse aanpalende (agrarische en niet-agrarische) bedrijven (en daarnaast burgerwoningen). In de bestaande situatie is er dus reeds sprake van vrachtverkeer ten behoeve van deze aanwezige bedrijvigheid. De verkeersintensiteiten voor Hooghoutseweg, op basis van gegevens als beschikbaar bij Omgevingsdienst Midden- en West-Brabant, betreffen voor 2019 gemiddeld 16 vrachtwagens per etmaal en 399 auto's per etmaal. Voor de route richting de Kreitestraat betreft het 71 vrachtauto's per etmaal. Deze aantallen zijn dus inclusief de huidige verkeersbewegingen van locatie Hooghoutseweg 17, Biezenmortel, die met het voornemen ongewijzigd behouden blijven.

Met in de piekperiode 6 vrachtwagens, in de dalperiode 2 vrachtwagens en daarnaast 6 auto's per etmaal, gaat dit verkeer dus op in het heersend verkeersbeeld op de Hooghoutseweg zodra dit verkeer de reguliere rijsnelheid heeft bereikt. Deze aantallen blijven ten gevolge van het planvoornemen ongewijzigd behouden, behoudens mogelijk een kleiner verschil tussen de piek- en dalperiode wegens een betere spreiding.

Voor de wijze van modelleren van de voertuigbewegingen is ‘worst case’ gekozen voor volledige toepassing van het wegtype ‘binnen bebouwde kom’. Binnen de bebouwde kom is er door de lagere rijsnelheid, optrekken en stagnerend verkeer, sprake van een hogere emissie dan toepassing van het wegtype ‘buitenweg’. De Hooghoutseweg betreft een buitenweg, buiten de bebouwde kom. Als het verkeer echter de inrichting verlaat is er sprake van optrekken tot de reguliere rijsnelheid van 60 km/uur. Uitgaande van een gemiddelde optreksnelheid van 12 seconden (van 0 naar 100) voor personenauto’s, betekent dit dus dat binnen 7,2 seconden de maximale snelheid van 60 km/uur wordt bereikt. Dit komt neer op minimaal 120 meter waar personenauto’s nog optrekken. Het wegtype ‘binnen bebouwde kom’ is daarbij qua modellering voor deze situatie gedurende het optrekken het meest passend. Voor zwaar vrachtverkeer is deze periode van optrekken langer. Het betreft ongeveer 200 meter.

In onderhavig model is daarbij voor beide types verkeersbewegingen de gehele route tot opname in het heersend verkeersbeeld met dit wegtype ‘binnen bebouwde kom’ gemodelleerd, waardoor er sprake is van een overschatting van de emissie. Voor het deel buiten de 120 meter (personenauto’s) en 200 meter (vrachtwagens) zou immers gekozen kunnen worden voor het wegtype ‘buitenwegen’.

Rekenresultaten en conclusie

Beoogde bedrijfsopzet - gebruiksfase
Uit de berekeningen met AERIUS Calculator van de beoogde situatie (gebruiksfase) volgt dat er geen sprake is van depositieresultaten boven de 0,00 mol N/ha/jaar. Het project heeft dus geen negatieve gevolgen voor de Natura 2000-gebieden en er is geen sprake van een vergunningplicht op grond van de Wet natuurbescherming.

Beoogde bedrijfsopzet – bouw- en aanlegfase
Voor de bouw- en aanlegfase is er sprake van een uitzondering op de Wnb-vergunningplicht op basis van artikel 2.9a Wnb, juncto artikel 2.5 Bnb. Deze activiteiten hebben geen negatieve gevolgen voor de Natura 2000-gebieden en er is geen sprake van een vergunningplicht op grond van de Wet natuurbescherming.

Overige effecten
Bovendien door de aard van het voornemen, de ligging van de locatie en de afstand (> 0,6 km) tot de Natura 2000-gebieden kunnen ook overige potentiële effecten op de Natura 2000-gebieden worden uitgesloten.

Onderhavige ontwikkeling heeft derhalve met zekerheid geen mogelijk effect tot gevolg op de Natura 2000-gebieden.

Bijlagen:

- **Bijlage 1: Berekening AERIUS Calculator – beoogde situatie**

Bijlage 1:
Berekening AERIUS Calculator
Beoogde situatie

Projectberekening

Dit document geeft een overzicht van de invoer en rekenresultaten van een Projectberekening met AERIUS Calculator. De berekening is uitgevoerd binnen stikstofgevoelige Natura 2000-gebieden, op rekenpunten die overlappen met habitattypen en/of leefgebieden die aangewezen zijn in het kader van de Wet natuurbescherming, gekoppeld aan een aangewezen soort, of nog onbekend maar mogelijk wel relevant, en waar tevens sprake is van een overbelaste of bijna overbelaste situatie voor stikstof.



- Overzicht
- Samenvatting situaties
- Resultaten
- Detailgegevens per emissiebron

Meer toelichting over deze PDF kunt u vinden in een bijbehorende leeswijzer. Deze leeswijzer en overige documentatie is te raadplegen via: www.aerius.nl/handleidingen-en-leeswijzers

Contactgegevens

Rechtspersoon	LS Plan & Advies
Inrichtingslocatie	Hooghoutseweg 17, 5074NA Biezenmortel

Activiteit

Omschrijving	Hooghoutplant
Toelichting	Beoogde bedrijfsopzet - gebruiksfase

Berekening

AERIUS kenmerk	RbK9jBxfHmVP
Datum berekening	15 april 2022, 13:36
Rekenconfiguratie	Wnb-rekengrid

Totale emissie

	Rekenjaar	Emissie NH3	Emissie NOx
Situatie 1 - Beoogd	2022	0,1 kg/j	9,0 kg/j

Resultaten

	Hoogste depositie	Hexagon	Gebied
Situatie 1 - Beoogd	-		
Gekarteerd oppervlak met toename (ha)	0,00 ha		
Gekarteerd oppervlak met afname (ha)	0,00 ha		
Grootste toename van depositie	0,00 mol/ha/j		
Grootste afname van depositie	0,00 mol/ha/j		

Situatie 1 (Beoogd), rekenjaar 2022

Emissiebronnen	Emissie NH3	Emissie NOx
1 Wonen en Werken | Woningen | CV - woning	-	3,6 kg/j
2 Wonen en Werken | Kantoren en winkels | CV - loods	-	0,3 kg/j
Verkeersnetwerk	0,1 kg/j	5,1 kg/j

Hoogste af- en toename op (bijna) overbelaste stikstofgevoelige Natura 2000 gebieden.



Habitatrichtlijn
Vogelrichtlijn
Vogelrichtlijn, Habitatrichtlijn
Niet bepaald
Grootste afname van depositie
Grootste toename van depositie
Hoogste totale depositie

De bronnen op de kaart horen bij de Beoogde situatie.

Resultaten stikstofgevoelige Natura 2000 gebieden situatie "Situatie 1" (Beoogd) incl. saldering e/o referentie

	Berekend (ha gekarteerd)	Hoogste totale depositie (mol/ha/jr)	Met toename (ha gekarteerd)	Grootste toename (mol/ha/jr)	Met afname (ha gekarteerd)	Grootste afname (mol/ha/jr)
Totaal	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Situatie 1, Rekenjaar 2022

1 Wonen en Werken | Woningen

Naam	CV - woning	Uittreedhoogte	7,0 m	NOx	3,6 kg/j
Locatie	141736, 403156	Warmteinhoud	0,000 MW		
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele Variatie	Continue Emissie				

2 Wonen en Werken | Kantoren en winkels

Naam	CV - loods	Uittreedhoogte	4,0 m	NOx	0,3 kg/j
Locatie	141721, 403174	Warmteinhoud	0,000 MW		
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele Variatie	Standaard Profiel Industrie				

Disclaimer

Hoewel verstrekte gegevens kunnen dienen ter onderbouwing van een vergunningaanvraag, kunnen er geen rechten aan worden ontleend. De eigenaar van AERIUS aanvaardt geen aansprakelijkheid voor de inhoud van de door de gebruiker aangeboden informatie. Bovenstaande gegevens zijn enkel bruikbaar tot er een nieuwe versie van AERIUS beschikbaar is. AERIUS is een geregistreerd handelsmerk in Europa. Alle rechten die niet expliciet worden verleend, zijn voorbehouden.

Rekenbasis

Deze berekening is tot stand gekomen op basis van:

AERIUS versie	2021.0.5_20220328_855771c674
Database versie	2021.0.5_855771c674

Voor meer informatie over de gebruikte methodiek en data zie:
https://www.aerius.nl/

AERIUS CALCULATOR

Situatie 1

Invoer

Rekenpunten

Berekenen

Resultaten

Exporteren

Invoer - Emissiebronnen

Naam: Situatie 1

Situatie: Beoogd | Rekenjaar: 2022

Invoer voor: Emissiebronnen

- Verkeersnetwerk
- 3 Verkeer - ZW
- 4 Verkeer - NO
- 1 CV - woning
- 2 CV - loods

Wis alle bronnen

NOx	NH3
9,0 kg/j	0,1 kg/j

Verkeer - ZW

Sluit

Sectorgroep	Wegverkeer
Sector	Binnen bebouwde kom
Locatie	X:141688,83 Y:402967,46 Lengte: 438,82 m

Kenmerken

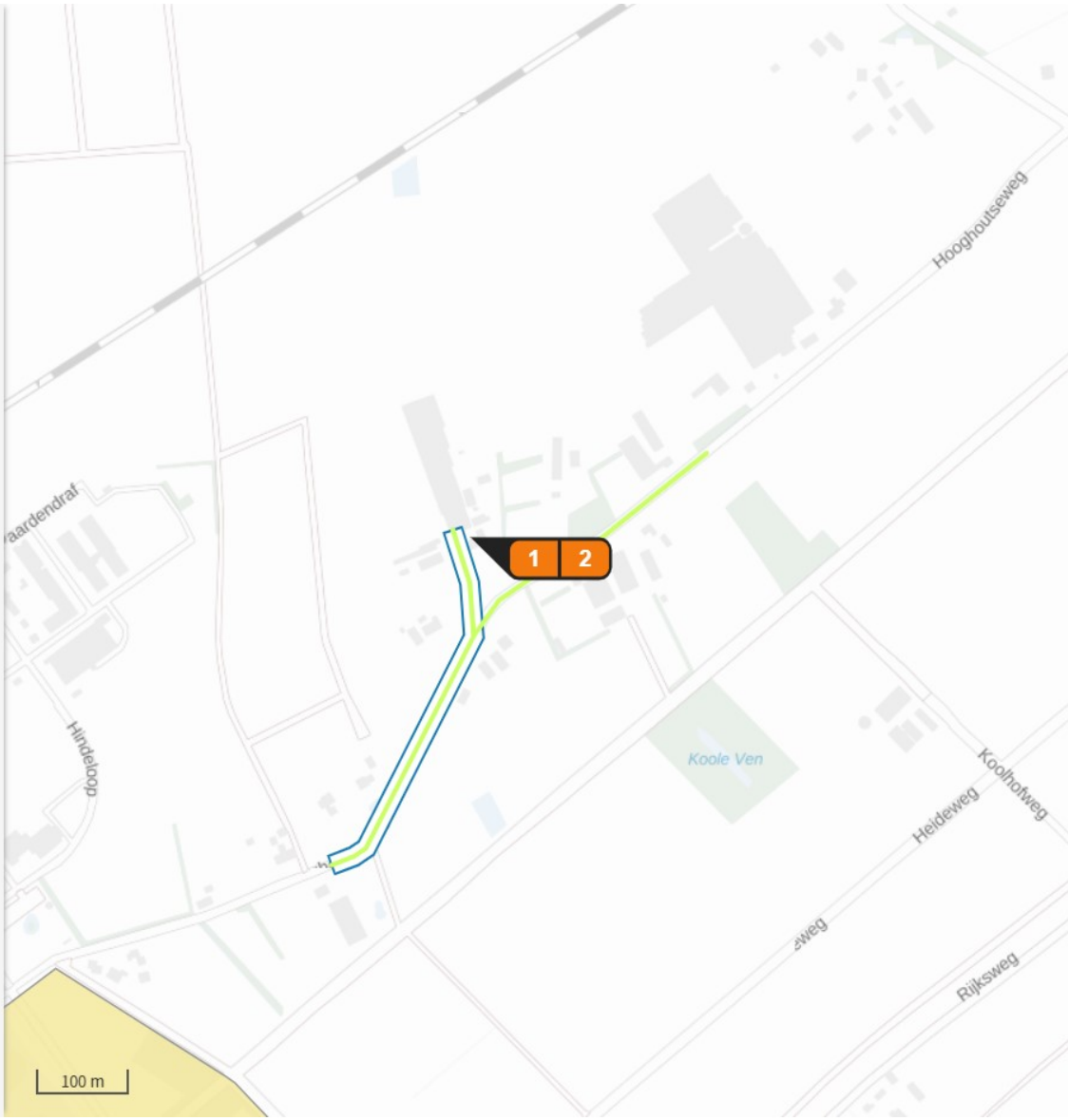
Wegtype	Binnen bebouwde kom
Tunnelfactor	1
Type hoogte ligging	Normaal
Weghoogte	0

Afschermende constructie	Links	Rechts
Type scherm	-	-
Hoogte	-	-
Afstand tot de weg	-	-
Rijrichting	Beide richtingen	

Verkeer	Voertuigen	In file
Voorgeschreven factoren		
Licht verkeer	1760 p/jaar	0,0 %
Zwaar vrachtverkeer	1000 p/jaar	0,0 %

Totale wegverkeer emissies

NOX	2,0 kg/j
NO2	0,1 kg/j
NH3	0,0 kg/j



AERIUS CALCULATOR

Situatie 1

Invoer

Rekenpunten

Berekenen

Resultaten

Exporteren

Invoer - Emissiebronnen

Naam: Situatie 1

Situatie: Beoogd | Rekenjaar: 2022

Invoer voor: Emissiebronnen

- Verkeersnetwerk
  - 3 Verkeer - ZW
  - 4 Verkeer - NO
- 1 CV - woning
- 2 CV - loods

Wis alle bronnen

NOx	NH3
9,0 kg/j	0,1 kg/j

Verkeer - NO

Sluit

Sectorgroep	Wegverkeer
Sector	Binnen bebouwde kom
Locatie	X:141809,03 Y:403125,13 Lengte: 466,27 m

Kenmerken

Wegtype	Binnen bebouwde kom
Tunnelfactor	1
Type hoogte ligging	Normaal
Weghoogte	0

Afschermende constructie	Links	Rechts
Type scherm	-	-
Hoogte	-	-
Afstand tot de weg	-	-
Rijrichting	Beide richtingen	

Verkeer	Voertuigen	In file
Voorgeschreven factoren		
Licht verkeer	2640 p/jaar	0,0 %
Zwaar vrachtverkeer	1500 p/jaar	0,0 %

Totale wegverkeer emissies

NOX	3,1 kg/j
NO2	0,2 kg/j
NH3	0,1 kg/j



Voorwaarden riolering en regenwater

GEMEENTE TILBURG

Voor HAVU Brabant B.V.
t.a.v. L.M.M. Soetens

Van M. Moonen

Ter kennisgeving aan P. Abrahams (gemeente Tilburg)

Datum 26 november 2021

Inzake Riolering en regenwater verwerking Hooghoutseweg 17 te Biezenmortel

Deelzaaknummer Z-HZ_WABO-2021-04600-10
realiseren van een kas - toets riolering

Toets riolering

- Opmerkingen op het rioleringsplan;
  - Rioleringsplan ontbreekt;
- Voldaan aan de wateropgave die geldt sinds 1 januari 2020 (zie bijlage 1 en 2);
  - Water gaat naar bestaand waterbassin. Uitgangspunt is dat hier voldoende inhoud in aanwezig is;
- Eventueel gewenste nieuwe rioolaansluiting(en) tijdig aanvragen (voor het aanbrengen van de fundering).

Voor rekening van de ontwikkelende partij(en) dienen onderstaande voorwaarden in acht genomen te worden voor het bouwplan/plangebied:

Voorwaarden bouwpeil

- Terreinhoogte ter plaatse van de perceelgrens moet aansluitend zijn op bestaande hoogte van aangrenzend openbaar gebied;
- (Vloer-)peilhoogten afstemmen op de T-hoogte[1];
- Bouwdelen onder maaiveld waterdicht uitvoeren.

Voorwaarden regenwater verwerking

- Voor dit bouwplan geldt een regenwateropgave zoals vastgesteld in het beleid van de gemeente Tilburg "Programma Water en Riolering 2020-2023", zie bijlage 1 en 2;
- Er is een waterparagraaf in het bestemmingsplan vastgesteld waarin de uitgangspunten voor de waterhuishouding zijn vastgelegd;
- De perceeleigenaar is zelf verantwoordelijk voor de verwerking van regenwater op eigen perceel, bijvoorbeeld door infiltreren in de bodem of vast houden op een groendak. Pas als verwerking niet mogelijk is kan het overtollige deel van het regenwater afgevoerd worden naar openbaar gebied.
- De gemeente Tilburg stimuleert de aanleg van klimaatadaptieve maatregelen met de Subsidie Klimaatbestendig Tilburg, zie bijlage 3;
- Afwatering is de afstroming van regenwater, dat grotendeels wordt bepaald door de afwerkhoogtes van de kavel. Daarbij geldt dat regenwater niet mag afstromen naar aangrenzende kavels. Daarnaast dient voorkomen te worden dat regenwater kan afstromen richting de bebouwing op eigen kavel.

Voorwaarden afvoersysteem

- Er dient een rioolplan ingediend te worden waarop duidelijk het verloop van het rioolsysteem is aangegeven;
- Het vuilwaterriool dient gescheiden van het regenwater aangeboden te worden ter hoogte van de perceelgrens;

- Persleidingen vanaf een pomp dienen middels een ontlastput op eigen terrein aangesloten te worden op het hoofdriool;
- Voor aansluitleidingen vanuit gebouwen en/of percelen geldt dat deze gebaseerd moeten zijn op een maximum stroomsnelheid van 2,5 m/s;
- Het regenwater na regenwaterberging afvoeren naar de bestaande sloten langs het eigen perceel;
- Regenwater mag in geen geval worden aangesloten op het drukrioolsysteem.
- Mestput, spoel- en wasplaatsen of andere voorzieningen van de stal in geen geval aansluiten op de drukriolering;
- Tussen 1945 en 1994 is er asbesthoudende moffenkit gebruikt tussen voegen van gresbuizen. Een deskundige dient vast te stellen of er sprake is van asbesthoudende moffenkit. Indien van toepassing dient vervolgens een deskundig aannemer het asbest houdend materiaal te verwijderen.

Algemene voorwaarden rioolaansluiting

- De locatie van de rioolaansluitingen op openbaar gebied dient in overleg met de door de gemeente Tilburg geselecteerde aannemer te worden bepaald (zie Procedure aanvraag nieuwe rioolaansluiting);
- Indien mogelijk kunnen de bestaande rioolaansluiting(en) worden gebruikt;
- Er worden geen rioolleidingen en/of rioolgerelateerde objecten toegepast buiten de perceelsgrens. Met uitzondering van de aansluitleiding(en) op de openbare riolering, die wordt/worden gerealiseerd door de gemeente Tilburg geselecteerde aannemer.
- De rioolaansluiting dient op de perceelsgrens te worden aangeboden met bovenzijde leiding op exact T -0,60 m[1] (dekking is 0,60 m ten opzichte van de bovenkant van de leiding - let op met het ontwerp van het funderingsplan voor eventueel noodzakelijke doorvoeren);
- De leidingen hebben een maximale diameter van 160 mm;
- Indien de diepte van T -0,60 m[1] niet gehaald kan worden of een grotere diameter benodigd is, dienen de locatie en diepte in overleg met de gemeente (zie hieronder) te worden bepaald.

Voorwaarde kleurgebruik

- Kleurgebruik van de rioolleidingen van PVC is als volgt:
  - zowel vuilwater als regenwater (gemengd) -> grijs
  - alleen vuilwater -> bruin
  - alleen regenwater -> groen

Procedure aanvraag nieuwe rioolaansluiting

- Gemeente Tilburg laat een geselecteerde aannemer de aansluiting op het hoofdriool vanaf de perceelsgrens realiseren. Hiertoe dient een aanvraagformulier voor rioolaansluitingen te worden ingediend. Dit formulier en meer informatie over rioolaansluitingen en de kosten ervan zijn te vinden op de website van de gemeente Tilburg: www.tilburg.nl (middels zoekopdracht "rioolaansluiting"). Ingevulde formulieren kunnen worden gemaild naar riolen@tilburg.nl

[1] T = Vastgestelde terreinhoogte op de scheiding tussen het perceel en de gemeentegrond / Bestaande (trottoir)hoogte t.p.v. de perceelsgrens

Bijlage 1 - Regenwateropgave bouwplannen
Bijlage 2 - Wateropgave Hooghoutseweg 17 te Biezenmortel
Bijlage 3 - Mogelijkheden verwerken regenwater

Voorwaarden riolering en regenwater

GEMEENTE TILBURG

Bijlage 1 - Regenwateropgave bouwplannen*

Het klimaat is aan het veranderen. Dat leidt o.a. tot zwaardere buien, een toename van warme dagen en langdurig droge perioden en een verandering van de biodiversiteit. Deze verandering stelt nieuwe eisen aan het watersysteem, de waterketen en de omgeving willen we droge voeten en een leefbare omgeving behouden.

Om het water- en rioleringssysteem toekomstbestendig te kunnen inrichten geldt er een regenwateropgave voor vervanging en toename van verhard oppervlak. De regenwateropgave verplicht tot het aanbrengen van regenwaterberging en is bij de gemeente Tilburg strengere eisen dan de Brabantse waterschappen hieraan stellen

De regenwaterbergingseis is op dit moment 60 mm. We hanteren onderstaande oppervlakteregels bij vervanging of toename van verhard oppervlak:

Tabel 1: oppervlakteregels

<50 m2	Geen wateropgave
50 m2 - 150 m2	Indien niet vergunningplichtig, geen regenwateropgave Indien wel vergunningplichtig, regenwateropgave volgens tabel 2
>150 m2	Regenwateropgave volgens tabel 2

Tabel 2: Regenwateropgave

	Vervanging van verhard oppervlak	**Toename van verhard oppervlak**
Blaak en Reeshof	10 mm	60 mm
Overige gebieden	60 mm	60 mm

De opgave van 60 mm heeft als doel het verwerken van extreme neerslaghoeveelheden om de kans op wateroverlast nu en in de toekomst te beperken.

De opgave is voor de gebieden Blaak en Reeshof kleiner omdat deze gebieden, vanwege de ruim opgezette waterstructuur, al klimaatbestendig zijn ingericht. De opgave van 10 mm heeft als doel om het water van de kleine buien af te vangen en toe te voegen aan de grondwatervoorraad.

* Beleidsdocument gemeente Tilburg "Programma water en riolering 2020-2023"

Bijlage 2 - Wateropgave Hooghoutseweg 17 te Biezenmortel



Beoogde situatie

Nieuw te bouwen kas (circa 0,5 ha)

Oppervlak verharding

5.000 m2

Wateropgave bouwplan

300 m3

Voorwaarden riolering en regenwater

GEMEENTE TILBURG

Bijlage 3 - Mogelijkheden verwerken regenwater

Vanwege de klimaatverandering neemt de intensiteit van buien en de duur van droge en warme perioden toe. Door het regenwater binnen het perceel, bij de 'bron', te verwerken wordt een bijdrage geleverd aan het verkleinen van de kans op regenwateroverlast en verdroging van de bodem.

Subsidie Klimaatbestendig Tilburg:

- De gemeente stimuleert de aanleg van biodiverse groene daken, groene gevels, regenwaterbergingen en -infiltratiesystemen en het ontstenen van tuinen. De subsidie geldt met name voor bestaande bebouwing. Voor nieuwbouw geldt de subsidie enkel voor groene daken en groene gevels.
- https://www.tilburg.nl/inwoners/subsidies/subsidie-klimaatbestendig-tilburg/

Mogelijkheden voor de omgang met regenwater zijn:

- De regenwaterafvoer beperken, zodat het eenvoudiger wordt het water binnen het perceel te verwerken. Dit kan door het:
    - verhard oppervlak te verminderen; dus het oppervlak aan groen te vergroten;
    - toepassen van groene daken.
- Het afkoppelen van regenwater, zoals het:
    - van terreinverhardingen afstromende regenwater oppervlakkig te laten afstromen in groene delen van het perceel, waar het kan wegzakken in de bodem;
    - aanbrengen van groene laagtes in de tuin en/of voorzieningen in de bodem waar het regenwater, dat afstroomt van daken, kan worden opgevangen en kan wegzakken in de bodem.
- Bij het afkoppelen van regenwater onder andere zorgdragen dat de:
    - omvang van en terreininrichting rondom de opvangvoorziening afdoende zijn om het afstromende regenwater te kunnen verwerken;
    - opvangvoorziening leeg kan lopen;
    - bodem voldoende waterdoorlatend is.
- Ter informatie en inspiratie welke maatregelen u kunt toe passen zie: https://www.huisjeboompjebeter.nl/tilburg/

ArcheoPro Archeologisch rapport
Nr 21072

Hooghoutseweg 17, Biezenmortel
Gemeente Tilburg
Inventariserend Veldonderzoek (IVO-O);
Bureauonderzoek en verkennend booronderzoek



Richard Exaltus
Joep Orbons

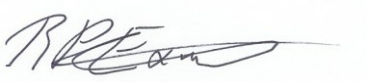
Juli 2022

ArcheoPro

ArcheoPro Archeologisch rapport Nr 21072

Hooghoutseweg 17, Biezenmortel Gemeente Tilburg Inventariserend Veldonderzoek (IVO-O); Bureauonderzoek en verkennend booronderzoek

Colofon	
Opdrachtgever	Hooghoutplant vof, Hooghoutseweg 17, 5074 NA Biezenmortel
Projectcode	21-129
Bestandsnaam	ArcheoPro Rapport Hooghoutseweg 17, Biezenmortel 2022 07 26
Versie	26-07-2022
Status	Definitief
Archis melding (zaaknummer)	5095770100
Bevoegd gezag	Gemeente Tilburg Drs. M.K. Dütting
Opslagplaats documentatie	Provincie Noord-Brabant
ISSN	1569-7363
Auteur	Richard Exaltus (actorregistratie 92909010) Joep Orbons (actorregistratie 55660015)
Projectleider	Richard Exaltus (actorregistratie 92909010)
Projectmedewerkers	Richard Exaltus (actorregistratie 92909010) Joep Orbons (actorregistratie 55660015)
Onderaannemers	Niet van toepassing
Autorisatie	Drs R.P. Exaltus; senior-archeoloog



Uitgegeven door ArcheoPro
© Copyright 2021 ArcheoPro, Eijsden

ArcheoPro
Sint Jozefstraat 45
NL 6245 LL Eijsden
Nederland

Tel : 0(0 31) 43 3672586
www.archeopro.nl

Kamer van Koophandel Limburg: 14117581
e-mail: info@archeopro.nl

Inhoudsopgave

SAMENVATTING **4**

1. INLEIDING **5**

1.1 ALGEMEEN 5
1.2 LOCATIEGEGEVENS (LS02) 5
1.3 AARD VAN DE INGREEP (LS01) 5
1.4 ONDERZOEK (LS01) 5
1.5 DOEL- EN VRAAGSTELLING 6

2 BUREAUONDERZOEK **11**

2.1 METHODE EN BRONNEN 11
2.2 GEO(MORFO)LOGIE, AARDKUNDE EN BODEM (LS04) 13
2.3 REFERENTIEPROFIEL 14
2.4 ARCHEOLOGIE (LS01/LS04) 19
2.5 INFORMATIE AMATEURARCHEOLOGEN (LS01/LS04) 19
2.6 HISTORIE (LS03) 23
2.7 GESPECIFICEERD ARCHEOLOGISCH VERWACHTINGSMODEL (LS05) 27
2.8 ONDERZOEKSSTRATEGIE (LS05) 28

3 VELDONDERZOEK **29**

3.1 VERRICHTE WERKZAAMHEDEN (VS03) 29
3.2 RESULTATEN BOORONDERZOEK (VS03) 29

4 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN (VS07) **32**

4.1. SELECTIEADVIES 32

5. BIJLAGES **33**

BIJLAGE 1: VERKLARENDE WOORDENLIJST 33
BIJLAGE 2: ARCHEOLOGISCHE TIJDSCHAAL 33
BIJLAGE 3: BRONNENLIJST 34
BIJLAGE 4: OVERZICHT ARCHEOLOGISCHE ONDERZOEKSMELDINGEN 36
BIJLAGE 5: BOORBESCHRIJVING 37

Samenvatting

Op 19 juli 2021 is door ArcheoPro een Inventariserend Veldonderzoek Overig (IVO-O) uitgevoerd op een terrein aan de Hooghoutseweg 17 te Biezenmortel in de gemeente Tilburg.

Volgens het gespecificeerd archeologisch verwachtingsmodel geldt voor het plangebied in verband met de ligging buiten een echte gradiëntzone, een lage verwachting voor resten uit het laat-paleolithicum en het mesolithicum. Voor resten daterend uit het neolithicum, de bronstijd, de ijzertijd, de Romeinse tijd en de vroege middeleeuwen geldt in verband met de ligging op een relatief hoog deel van het dekzandlandschap, tenminste een middelhoge archeologische verwachting. Voor resten uit de late middeleeuwen en de nieuwe tijd geldt een lage verwachting omdat het plangebied tot in de negentiende eeuw middenin landbouwgebied lag op relatief grote afstand van bebouwing en wegen.
Om het gespecificeerd archeologisch verwachtingsmodel te toetsen zijn binnen het plangebied negen boringen gezet in een dichtheid van twintig boringen per hectare.

Op basis van de resultaten van het booronderzoek kunnen de onderzoeksvragen als volgt beantwoord worden:

-Kunnen binnen het plangebied (nog) archeologische resten verwacht worden?
Binnen het plangebied is onder de moderne bouwvoor van 32 tot 38 centimeter dikte, direct het schone, sterk lemige zand van de C-horizont aangetroffen. Een oud bouwlanddek is derhalve niet aanwezig en sporen van podzolvorming ontbreken eveneens. Het plangebied zal door de sterke lemigheid van de natuurlijke ondergrond, van nature slecht zijn ontwaterd en zal daardoor in het (verre) verleden nooit aantrekkelijk zijn geweest voor bewoning. Dit maakt de kans op de aanwezigheid van archeologische sporen klein.

-Zo ja, in welke zones en op welke diepten is dit het geval?
Ondanks de van nature slechte ontwatering van het plangebied kunnen archeologische theoretisch aanwezig zijn vanaf dertig tot veertig centimeter beneden het maaiveld. Ondanks het naboren met een megaboor en het zeven van het hiermee opgeboorde zand zijn echter geen relevante archeologische indicatoren opgeleverd. Dit betekent dat de kans op de aanwezigheid van behoudenswaardige archeologische resten binnen het plangebied bijzonder klein is.

Het kan zijn dat er tijdens de werkzaamheden sporen of resten worden aangetroffen, waarvan u redelijkerwijs kunt vermoeden dat het gaat om archeologisch erfgoed.
Is dat het geval, dan dient u daarvan zo spoedig melding te maken; dit staat in de Erfgoedwet (art.5.10). Officieel moet de vondst worden gemeld bij de minister, in de praktijk kunt u dit ook doen bij de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed via het vondstmeldingsformulier (zie: Vondstmeldingsformulier (cultureelerfgoed.nl) . Daarmee wordt de vondst geregistreerd wordt in het centraal archeologisch informatiesysteem.
De melding kan ook gedaan worden bij de archeologen van gemeente Tilburg.

1. Inleiding

1.1 Algemeen

Opdrachtgever	Hooghoutplant vof, Hooghoutseweg 17, 5074 NA Biezenmortel
Contactpersoon opdrachtgever	Roy Schapendonk
Datum uitvoeringveldwerk	19-07-2021
Archis onderzoeksmelding	5095770100
Onderzoekskader	Aanvraag bouwvergunning
Bevoegd gezag:	Gemeente Tilburg
Bewaarplaats vondsten:	Provincie Noord-Brabant
Bewaarplaats documentatie	Provincie Noord-Brabant

1.2 Locatiegegevens (LS02)

Provincie	Noord-Brabant
Gemeente	Tilburg
Plaats	Biezenmortel
Toponiem	Hooghoutseweg 17, Biezenmortel
Globale ligging	Eén kilometer ten zuidoosten van Biezenmortel
Hoekcoördinaten plangebied	141634 / 403314 141634 / 403437 141688 / 403437 141688 / 403314
Oppervlakte plangebied	0.49 Hectare
Eigendom	Particulier
Grondgebruik	Plantenkwekerij
Hoogteligging	Ca. 8,50 +NAP
Bepaling locaties	GPS Garmin, meetlinten

1.3 Aard van de ingreep (LS01)

Aard ingreep	De bouw van een kas

1.4 Onderzoek (LS01)

Op 19 juli 2021 is door ArcheoPro een Inventariserend Veldonderzoek Overig (IVO-O) uitgevoerd op een terrein aan de Hooghoutseweg 17 te Biezenmortel in de gemeente Tilburg.
De aanleiding tot het onderzoek vormt de voorgenomen bouw van een tuinbouwkas binnen het plangebied. Hiertoe benodigde graafwerkzaamheden kunnen tot aantasting van het bodemarchief leiden. Op de gemeentelijke beleidskaart ligt het plangebied in een zone met een hoge archeologische verwachting. Volgens het vigerend bestemmingsplan geldt hier dan ook een dubbelbestemming voor archeologie en is archeologische onderzoek vereist voorafgaande aan ingrepen die meer dan 100 vierkante meter beslaan en de dieper reiken dan 50 centimeter.

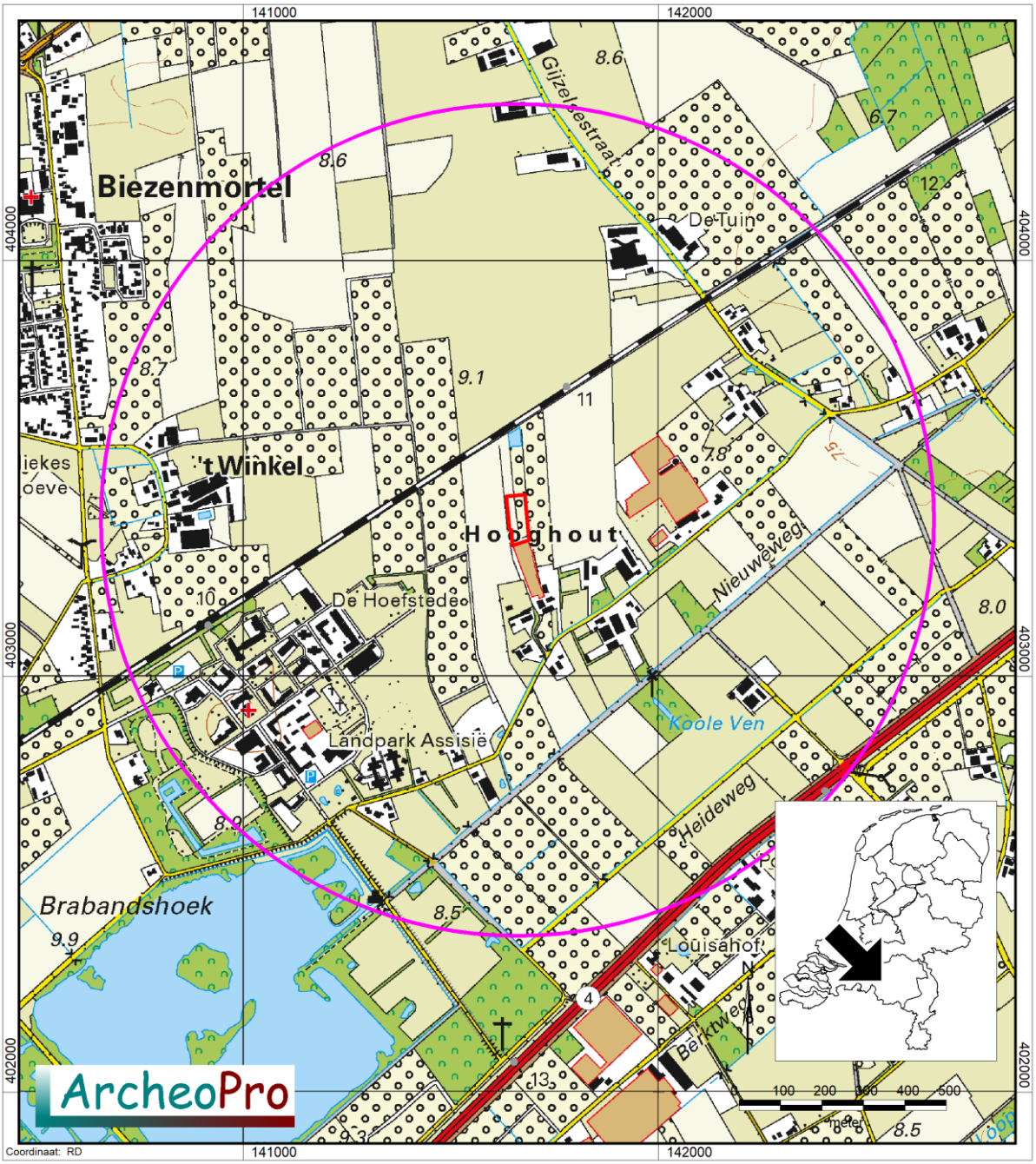
Het archeologisch onderzoek betrof een Inventariserend Veldonderzoek Overig (IVO-O) met bureaustudie.

1.5 Doel- en vraagstelling

Bureauonderzoek heeft tot doel om op basis van beschikbare informatie te komen tot een gespecificeerd archeologisch verwachtingsmodel op basis waarvan de volgende vragen beantwoord kunnen worden:
-Kunnen binnen het plangebied (nog) archeologische resten verwacht worden?
-Zo ja, in welke zones en op welke diepten is dit het geval?
-Wat zijn de verwachte prospectieve kenmerken van dergelijke archeologische resten?
-Welke vorm van veldonderzoek is geschikt om de verwachte resten op te sporen?

Inventariserend Veldonderzoek heeft vervolgens tot doel om het gespecificeerd archeologisch verwachtingsmodel te toetsen door middel van veldwaarnemingen. Aan de hand van de resultaten hiervan kan worden vastgesteld of binnen het plangebied daadwerkelijk archeologische waarden aanwezig (kunnen) zijn en of deze vervolgonderzoek en/of planaanpassing vereisen.

ArcheoPro voert haar onderzoeken uit conform de hiervoor vastgelegde normen en richtlijnen (KNA 4.0 en SIKB BRL 4000) en is in het bezit van de daarvoor vereiste BRL 4000 certificaten 4002 en 4003.
Het onderzoek is uitgevoerd door drs. R.P. Exaltus (senior KNA-archeoloog), drs. ing. P.J. Orbons (senior KNA-archeoloog/senior vakspecialist) en H. Rik (veldtechnicus).



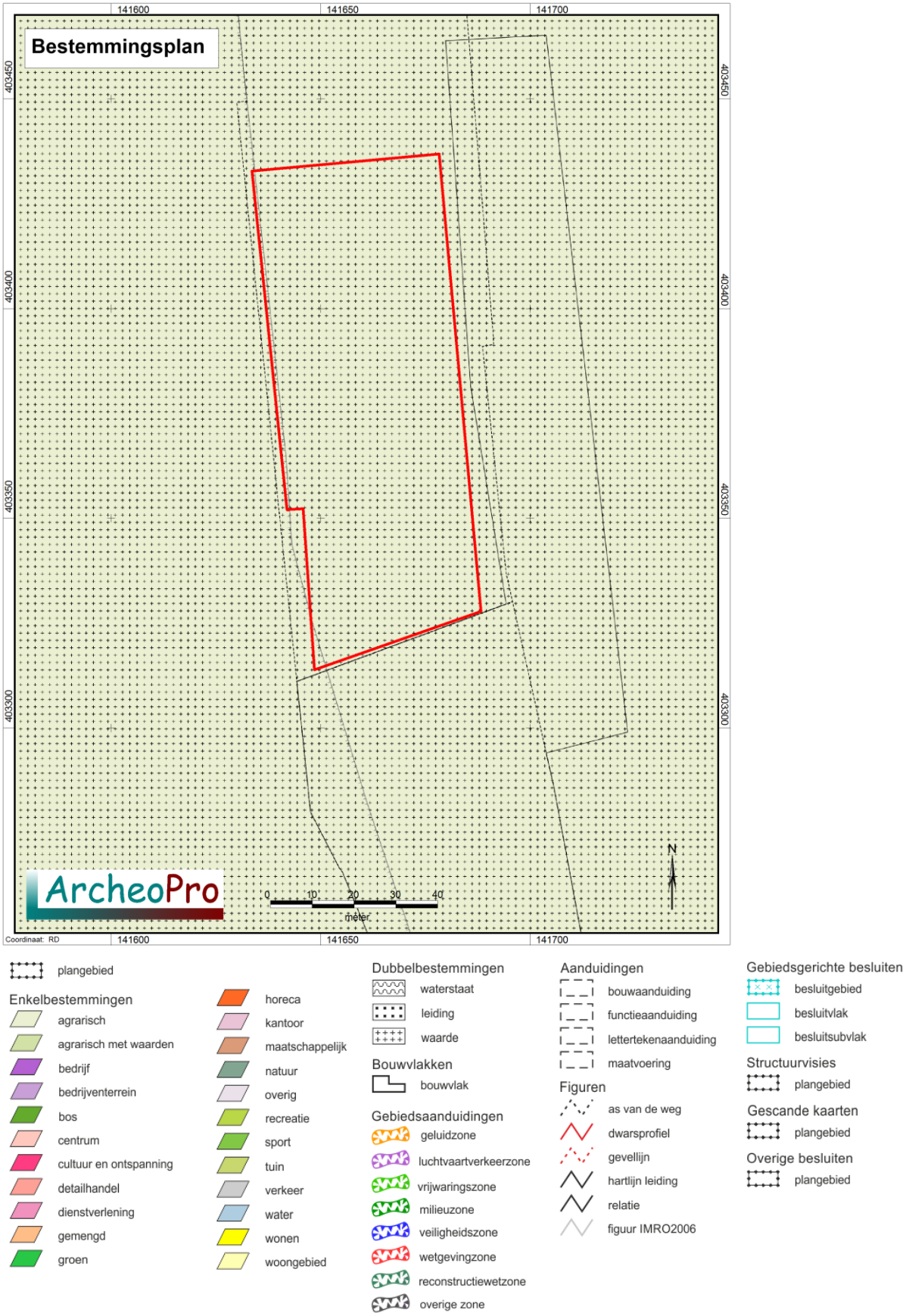
Figuur 1: De ligging van het plangebied (rood omlijnd) met daaromheen de cirkel die de buitengrens van het onderzoeksgebied aangeeft [1]

[1] Bron: Kadaster Topografische Dienst, Emmen 2008.



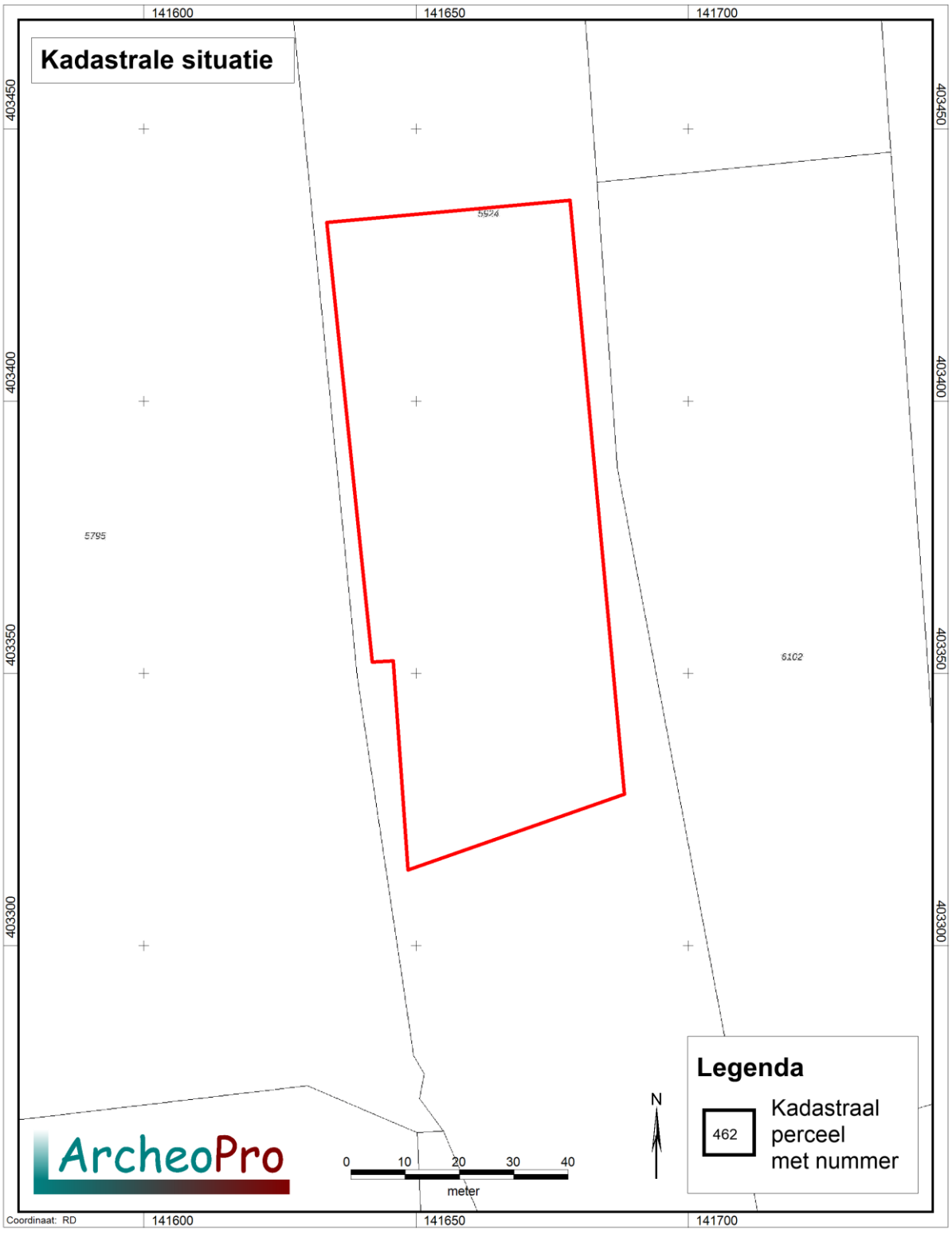
Figuur 2: De binnen het plangebied voorgenomen bouw van een tuinbouwkas [2]

[2] Bron: Hooghoutplant



Figuur 3: Het plangebied op de bestemmingsplankaart [3]

[3] Bron: www.ruimtelijkeplannen.nl



Figuur 4: Het plangebied op de kadasterkaart [4]

[4] Bron: www.kadaster.nl

2 Bureauonderzoek

2.1 Methode en bronnen

Onderzoeksgebied bureauonderzoek: Cirkel met een straal van één kilometer rond het centrum van het plangebied
Tijdens het bureauonderzoek wordt door de bestudering van beschikbare bronnen, kennis vergaard omtrent de bodem en geologie van het onderzoeksgebied en de hierin bekende en te verwachten archeologische waarden.
Aan de hand van de resultaten van het bureauonderzoek kan de beste aanpak voor het veldonderzoek worden bepaald.
Hierbij zijn de volgende bronnen geraadpleegd (voor bronvermelding; zie ook literatuurlijst, dit geldt ook voor de kaarten die in de tekst opgenomen zijn):

- Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN)
- Archeologische MonumentenKaart (AMK)
- ARCHeologisch Informatie Systeem (ARCHIS)
- Atlas van topografische kaarten Nederland 1955-1965, 1:50.000
- Bodemkaart 1:50.000
- Gemeente Tilburg, Archeologische beleidskaart
- Historische topografische atlas van Noord-Brabant 1836-1843, 1:25.000
- Geomorfologische kaart 1:50.000
- Geologische kaart 1:50.000
- Grote historische atlas van Nederland 1:50.000 1838-1857 (Deel Zuid)
- Grote historische topografische atlas van Nederland, provincie Noord-Brabant 1:25.000 1894-1926
- Indicatieve Kaart Archeologische Waarden (IKAW)
- Kadastrale minuutplan met aanwijzende tafels, 1830
- Overig historisch kaartmateriaal (indien gebruikt)
- Provincie Noord-Brabant, Cultuurhistorische waardekaart

Bovenstaande bronnen zijn gebruikt omdat deze relevante informatie bevatten over de historische en/of archeologische en/of aardkundige achtergrond van het plangebied. De informatie uit deze bronnen is gebruikt voor het opstellen van de gespecificeerde verwachting. Niet opgenomen bronnen hebben geen relevante informatie opgeleverd en zijn verder niet beschreven.



Figuur 5: Luchtfoto uit 2019 met daarop rood omlijnd het plangebied [5]

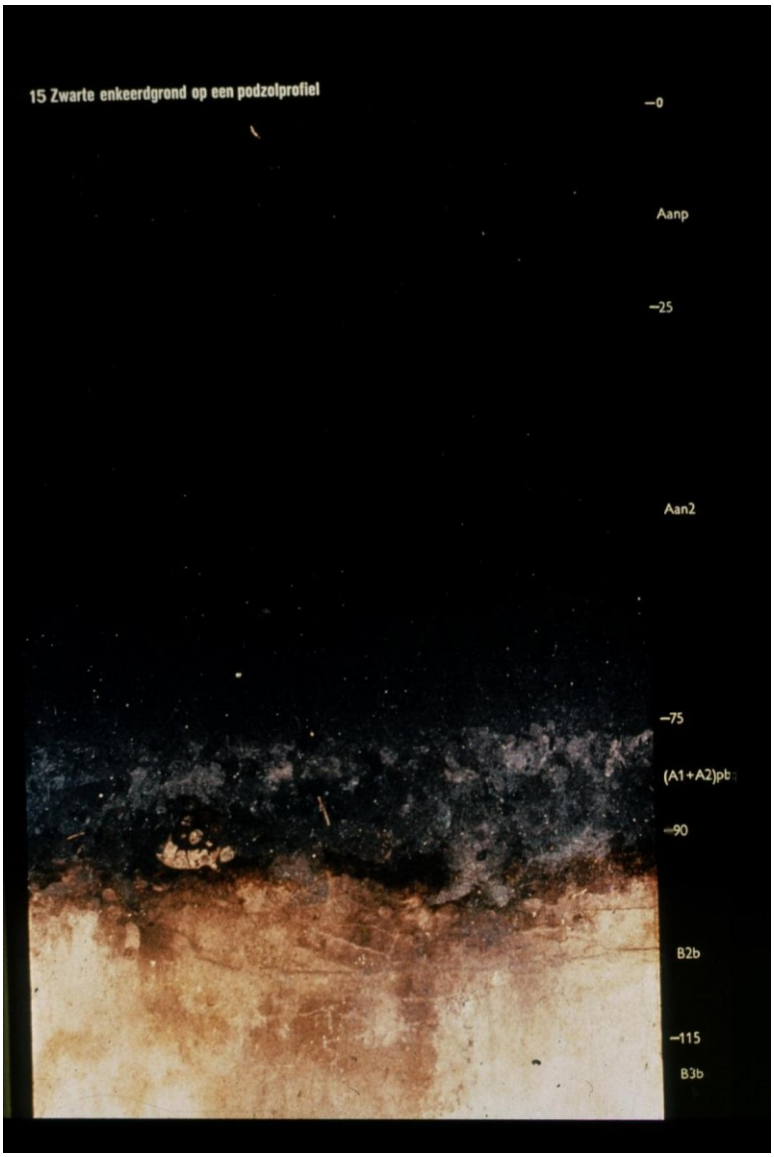
[5] Bron: http://www.pdok.nl

2.2 Geo(morfo)logie, aardkunde en bodem (LS04)

Tijdens een groot deel van de laatste ijstijd (het Weichseliën), heerste in Nederland een poolklimaat. Door het ontbreken van begroeiing had de wind vrij spel en kon vanuit het Noordzeebekken dekzand worden afgezet. Dit dekzand behoort tot het Laagpakket van Wierden (Formatie van Boxtel).
Het plangebied ligt in het zogenaamde zuidelijk zandgebied. Dit is een relatief vlak gebied dat nooit door landijs bedekt is geweest. Het reliëf wordt voornamelijk bepaalt door grote en kleine beekdalen en dekzandlaagten en -ruggen met plaatselijk jonge stuifzanden. In dit gebied ligt een laag dekzand op Pleistoceen rivierzand en-grind. Tijdens een groot deel van de laatste ijstijd (het Weichseliën), heerste in Nederland een poolklimaat. Door het ontbreken van begroeiing had de wind vrij spel en kon vanuit het Noordzeebekken en de brede riviervlaktes van de Maas en de Rijn het dekzand worden afgezet. Het dekzandreliëf dat hierbij in het landschap is ontstaan, wordt gekenmerkt door vlaktes, depressies en kopjes, afgewisseld met langgerekte ruggen. Dit dekzand behoort geologisch gezien tot het laagpakket van Wierden (Formatie van Boxtel) en is kalkloos, fijnkorrelig (150 – 210 µm) en arm aan grind. Gedurende het Vroeg- en Midden-Pleniglaciaal (58.000 - 29.000 jaar geleden) trad er op grote schaal verspoeling van het toen aanwezige dekzand op, waardoor zandlagen afgewisseld met leemlagen gevormd werden, die samen fluvioperiglaciale afzettingen genoemd worden (Rijks Geologische Dienst 1985). Dergelijke afzettingen komen in het onderzoeksgebied binnen circa 3 meter vanaf het maaiveld in de ondergrond voor.
Gedurende het Laat-Weichseliën (20.000 – 10.000 jaar BP) traden er weer op grote schaal verstuivingen op waarbij wederom dekzanden werden afgezet. In het onderzoeksgebied liggen deze dekzanden op de fluvioperiglaciale afzettingen en hebben een dikte van minder dan twee meter. De onderliggende rivierafzettingen bestaan hoofdzakelijk uit matig grof tot uiterst grof grindhoudend zand en grind en worden tot de geologische Formaties van Beegden en Sterksel gerekend.
In het Holoceen steeg de temperatuur. Onder invloed van de hierdoor stijgende zeespiegel, steeg ook de grondwaterspiegel. Vanaf ongeveer 8000 jaar geleden werd hierdoor veengroei mogelijk in de lagere delen van het dekzandlandschap. Dit veen wordt gerekend tot de formatie van Griendtsveen. Dergelijk veen is in de omgeving van het plangebied mogelijk plaatselijk gevormd in beekdalen. Een dergelijk beekdal wordt op de geomorfologische kaart aangegeven op achthonderd meter ten noordoosten van het plangebied als een langgerekte ondiepe, dalvormige laagte (legenda-eenheden 22R23 op figuur 7).
Het plangebied zelf valt volgens de geomorfologische kaart binnen een vrij vlak gebied met dekzandwelvingen met daarop een ontginningsdek (legenda-eenheid 3L51yc op figuur 7).
De uitsnede uit het Actueel Hoogtebestand Nederland (figuur 8) laat zien dat het plangebied rond 8,5 meter boven NAP ligt aan de oostrand van een zuidwest-noordoost lopende hoogte.
Op voldoende ontwaterde delen van het dekzandlandschap zijn veelal podzolgronden ontstaan. Deze worden gekenmerkt door een uitspoelingslaag (AE-horizont) en een donkerbruine tot roodbruine inspoelingslaag (B-horizont). De B-horizont gaat veelal via een overgangslaag (de BC-horizont) over in het niet door bodemvorming beïnvloede zand (de C-horizont). Binnen het plangebied geeft de bodemkaart de aanwezigheid aan van hoge zwarte enkeerdgronden die zijn gevormd in lemig fijn zand (legenda-eenheid zEZ23 op figuur 9). De grondwatertrap VI betekent dat het gedurende de zomer, goed ontwaterde bodems betreft en tijdens de winter gemiddeld ontwaterde bodems.

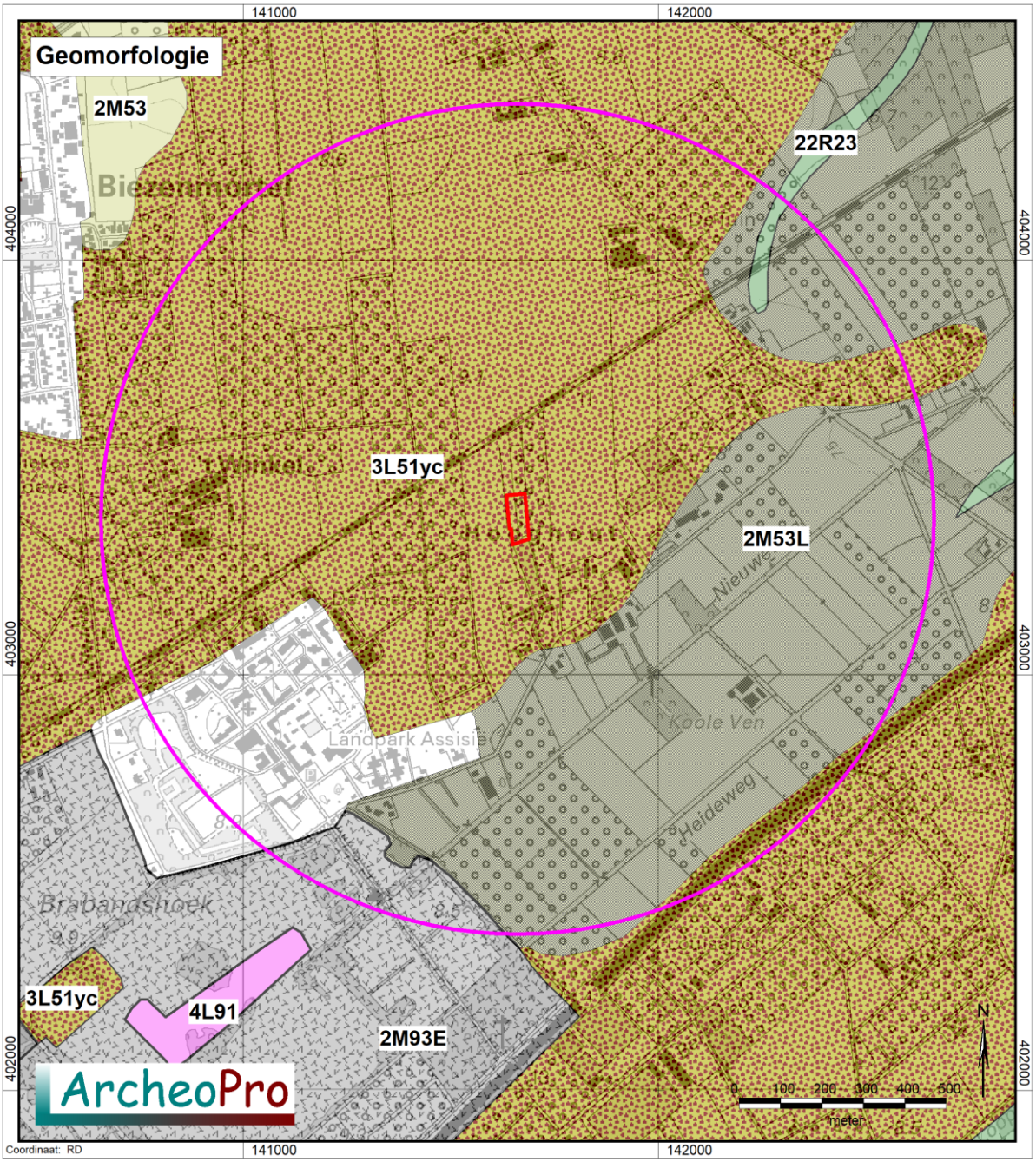
2.3 Referentieprofiel

De enkeerdgronden worden gekenmerkt door een tenminste 50 cm dikke zwarte humeuze bovengrond die veelal in de Middeleeuwen en de Nieuwe Tijd (tot ± 1900), is ontstaan ten gevolge van eeuwenlange bemesting met potstalmest. Veelal gaat dit akkerdek geleidelijk aan over in het niet door plaggenbemesting met humus verrijkte zand. Doordat enkeerdgronden vaak zijn aangelegd in gebieden waar oorspronkelijk podzolgronden zijn ontstaan, kunnen resten hiervan onder het akkerdek aanwezig zijn. (Zie figuur 6 uit *Ten Cate et al. 1995).*



Figuur 6: Voorbeeld van een hoge zwarte enkeerdgrond op een podzol profiel [6]

[6] Bron: Ten Cate et al. 1005

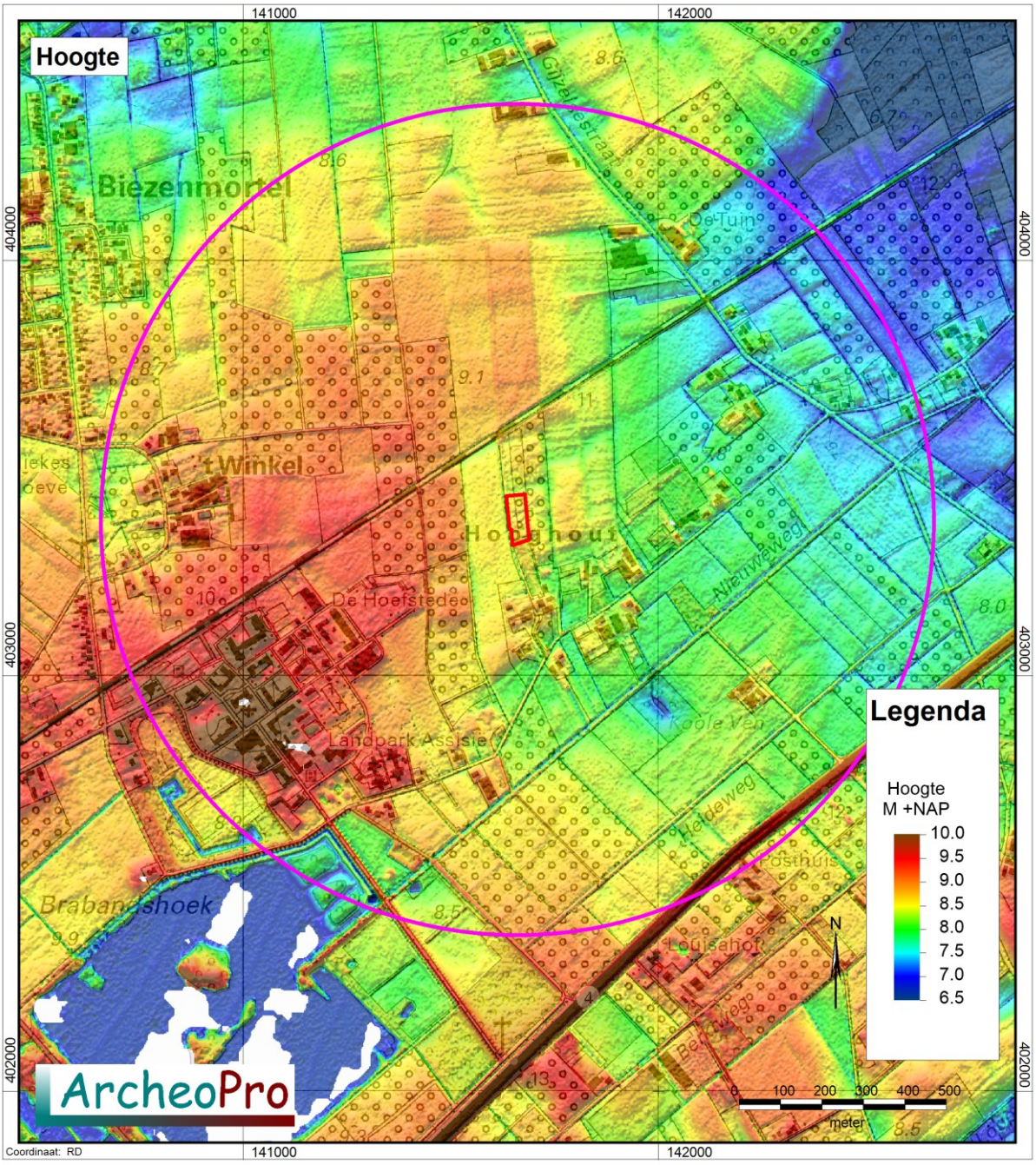


Legenda

3L51yc	Dekzandwelvingen, vrij vlak, met ontginningsdek
4L91	Storthopen met grind-, zand-, kleigaten of ijzerku, vrij vlak
2M53	Vlakte van ten dele verspoelde dekzanden of loss, vlak
2M53L	Vlakte van ten dele verspoelde dekzanden of loss, vlak, laaggelegen
2M93E	Vlakte ontstaan door afgraving en/of egalisatie, vlak, vervlakt
3N94	Laagte ontstaan door afgraving, vrij vlak
22R23	Dalvormige laagte, langgerekte ondiepe dalvormige laagte

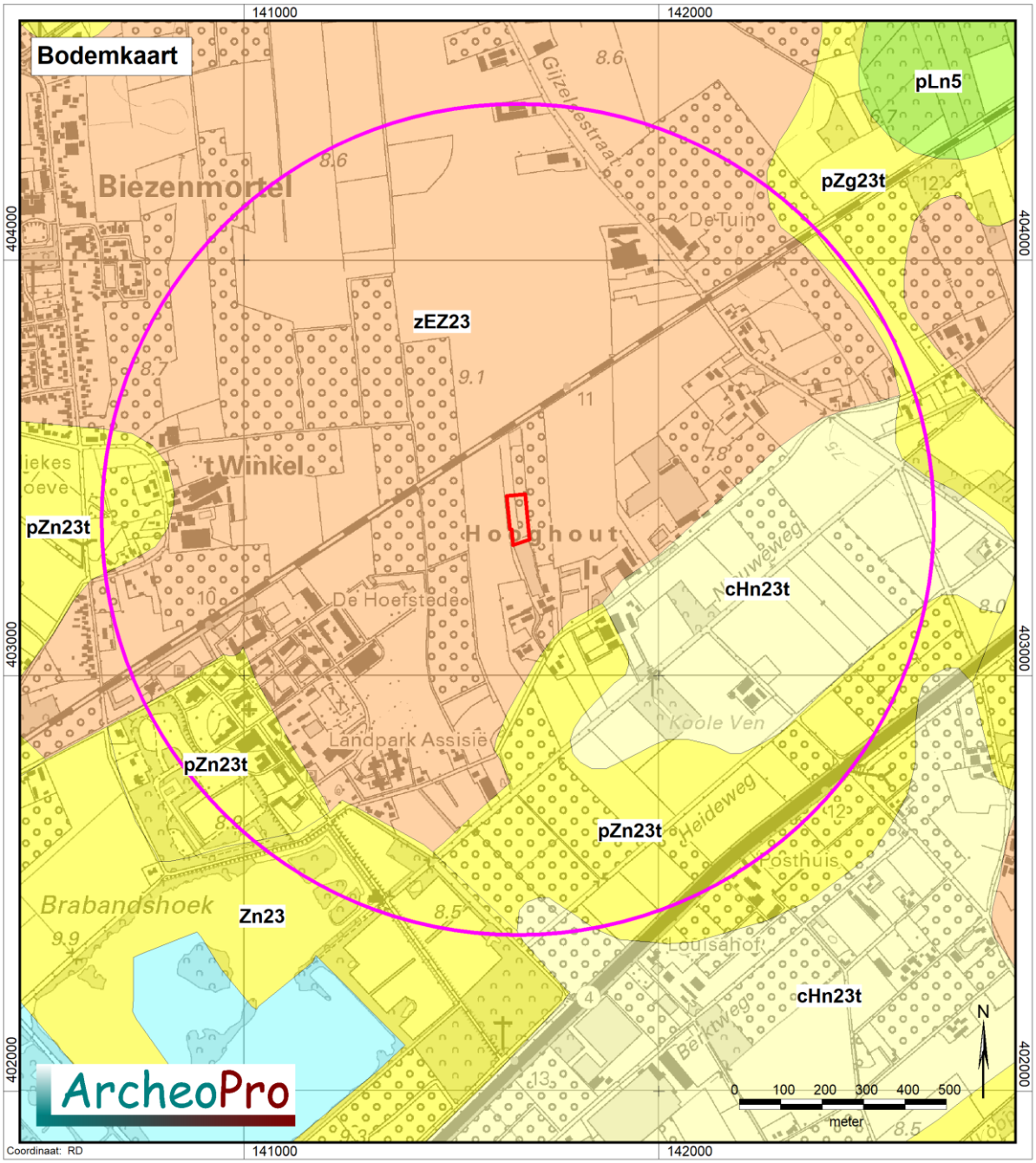
Figuur 7: Uitsnede uit de geomorfologische kaart met daarin rood omlijnd het plangebied met daaromheen de cirkel die de buitengrens van het onderzoeksgebied aangeeft [7]

[7] Bron: Universiteit Wageningen, 2017



Figuur 8: Uitsnede uit het Actueel Hoogtebestand Nederland met daarin rood omlijnd het plangebied met daaromheen de cirkel die de buitengrens van het onderzoeksgebied aangeeft [8]

[8] Bron: Rijkswaterstaat, Servicedesk Data, AHN (Actueel Hoogtebestand Nederland), Delft

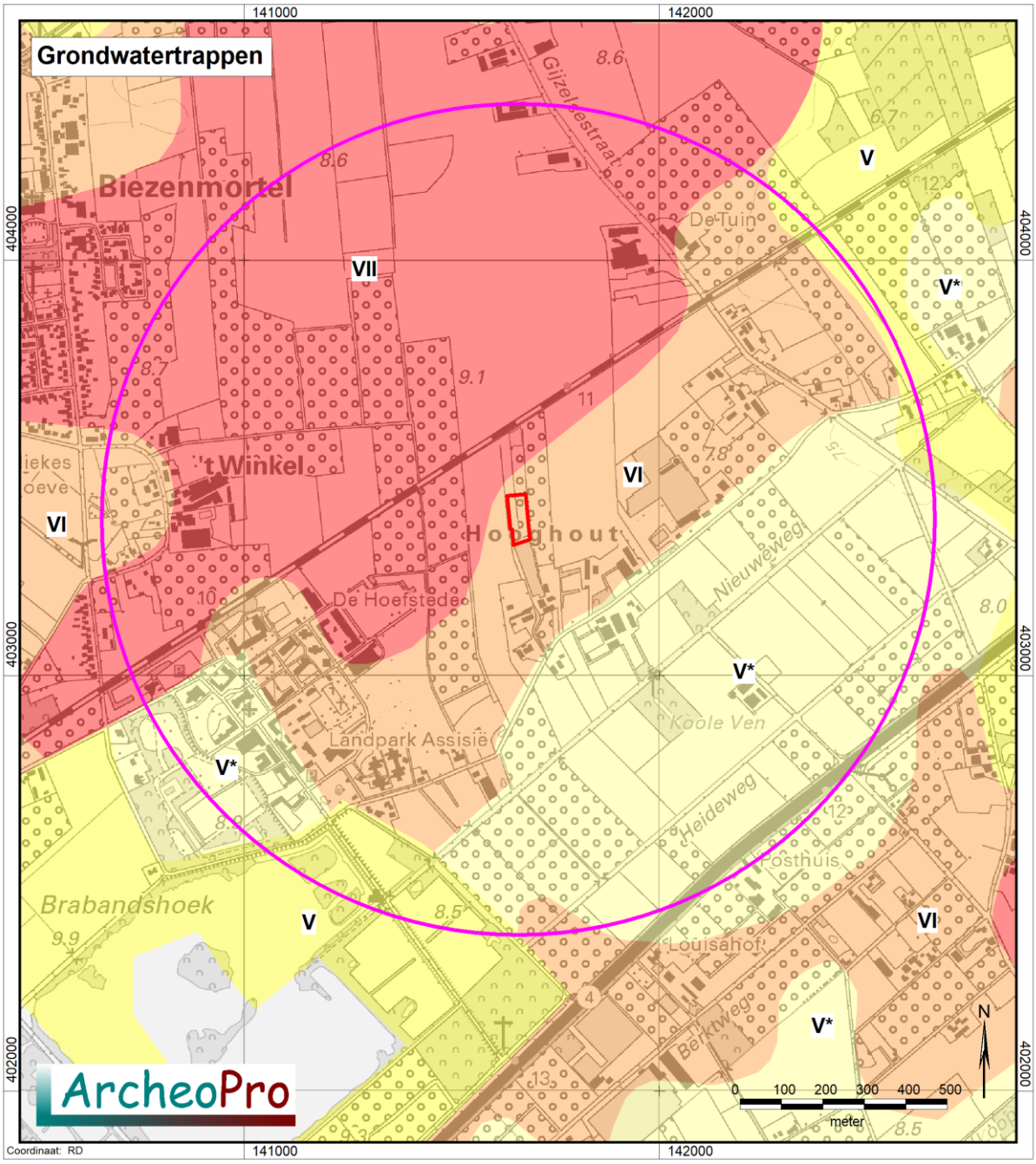


Legenda bodemkaart

- Vlak- en duinvaaggronden
- Laar- veldpodzolgronden
- Moerige eer- en podzolgronden
- Vlak- en duinvaaggronden, gooreerdgronder
- Enkeerd/tuineerd gronden
- Brikgronden
- Leem-/woudeerdgronden/vaaggronden
- Vaaggronden
- Kleigronden
- Ondiepe kleigronden, potklei
- Vaaggronden
- Gors-, slikvaaggronden
- Poldervaaggronden
- Vlakvaaggronden
- Veen, petgaten, kreekbeddingen, beekdalgronden, duin- en kweldergronden, stuifzand
- Fluviatieve afzettingen, pre laat-pleistoceen
- Kleefaarde of vuursteeneluvium
- Mariene afzettingen, pre-pleistoceen
- Oude bewoningsplaatsen
- Bebouwing, dijken en bovenlandstrook, opgehoogd of afgegraven
- Water, moeras

Figuur 9: Uitsnede uit de bodemkaart met daarin rood omlijnd het plangebied met daaromheen de cirkel die de buitengrens van het onderzoeksgebied aangeeft. Voor uitleg van de codes, zie hoofdstuk 2.2 [9]

[9] Bron: Universiteit Wageningen, 2017



Legenda:

Grondwater	Winter	Zomer
I	---	<50
II	---	50-80
III	<40	80-120
IV	>40	80-120
V	<40	>120
VI	40-80	>120
VII	>80	>120
VIII	>120	>200
X	---	---

Figuur 10: Uitsnede uit de grondwatertrappenkaart met daarin rood omlijnd het plangebied met daaromheen de cirkel die de buitengrens van het onderzoeksgebied aangeeft [10]

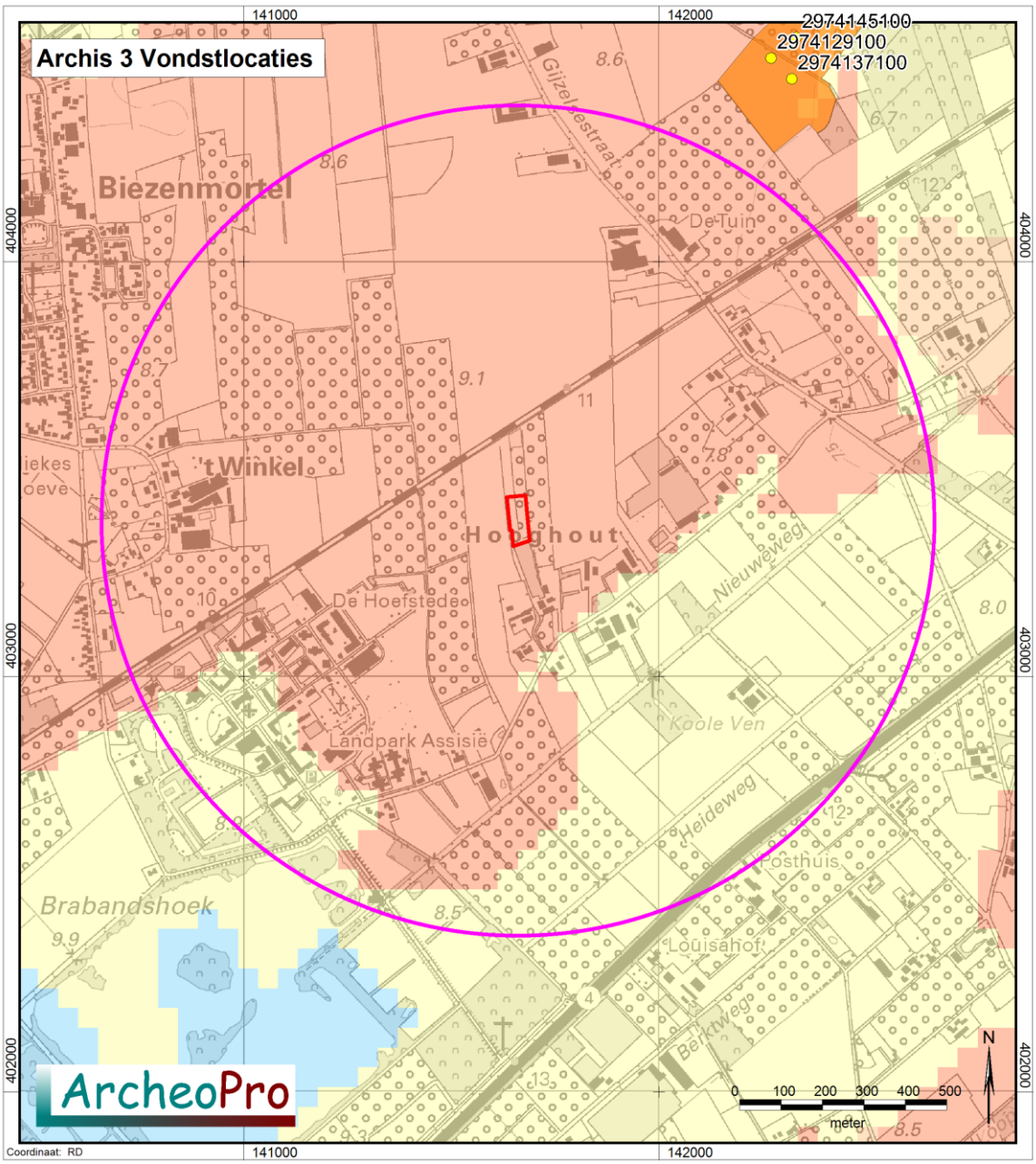
[10] Bron: Universiteit Wageningen, 2017

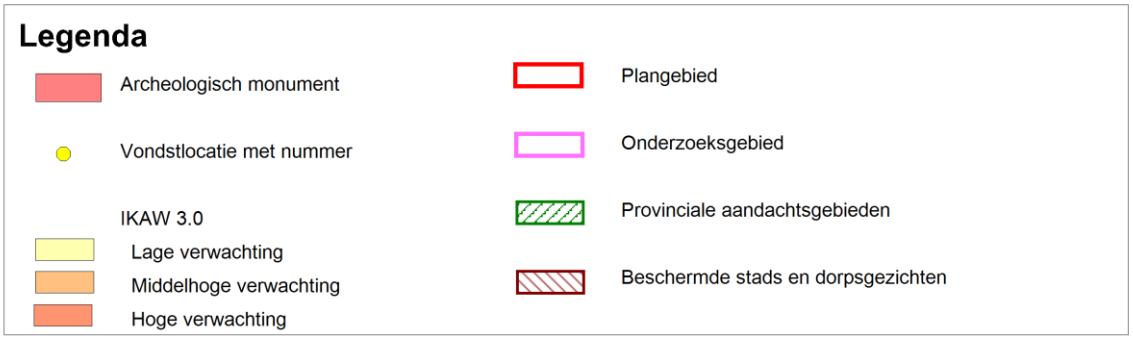
2.4 Archeologie (LS01/LS04)

Voor dekzandgebieden in hun algemeenheid geldt dat hierbinnen bewoningssporen kunnen worden aangetroffen die dateren vanaf het laat-paleolithicum. Vuursteenvindplaatsen van jager-verzamelaars uit het laat-paleolithicum en het mesolithicum liggen veelal op relatief hooggelegen delen van het dekzandlandschap in de nabijheid van water. Later, in het neolithicum wanneer een sedentair bestaan in de plaats komt van een nomadisch levenswijze, verkiest men vooral de hoogste delen van het dekzandlandschap. Deze nederzettingskeuze blijft tot in de vroege middeleeuwen bestaan. In de late middeleeuwen en de nieuwe tijd zijn de nederzettingen met name gesticht langs doorgangswegen, op kruispunten van wegen en aan de overgangen van rivieren.
Volgens het archeologisch informatiesysteem Archis, liggen binnen het onderzoeksgebied geen bekende archeologische vindplaatsen. Op ruim een kilometer ten noordoosten van het plangebied, ligt AMK-terrein 4182. Het betreft een terrein met sporen van bewoning uit zowel de steentijd, de ijzertijd als de late middeleeuwen met vondsten van aardewerk en vuursteen uit de verschillende bovenstaande perioden (zaaknummers: 2974145100, 2974129100 en 2974137100). Het oude akkerdek is hier over grote delen nog intact, zodat diepere grondsporen nog aanwezig zullen zijn. Ongeveer tweehonderd meter ten oosten van het plangebied liggen twee eerder onderzochte gebieden (zaaknummers 2197769100 en 4704572100). Zaaknummer 4704572100 betreft een door Transect verricht bureauonderzoek. Zaaknummer 2197769100 betreft een door De Steekproef verricht onderzoek waarbij ook veldonderzoek is gedaan. Dit heeft geen archeologisch relevante vondsten opgeleverd.

2.5 Informatie amateurarcheologen (LS01/LS04)

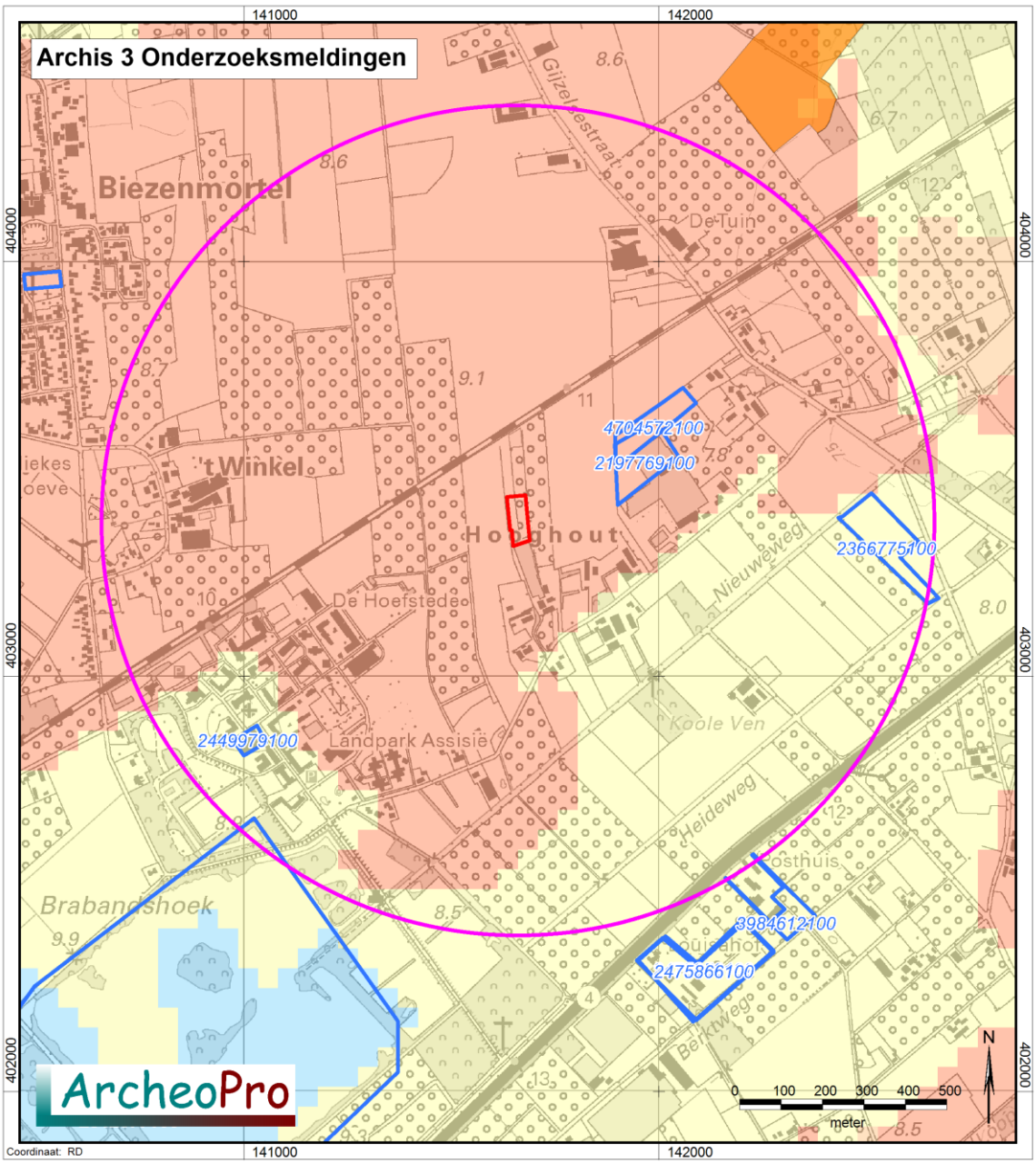
ArcheoPro heeft geen contact opgenomen met amateurarcheologen of een heemkundevereniging aangezien het onderzochte gebied met worteldoek afgedekte kwekerij betreft en niet vrijelijk toegankelijk is voor derden.

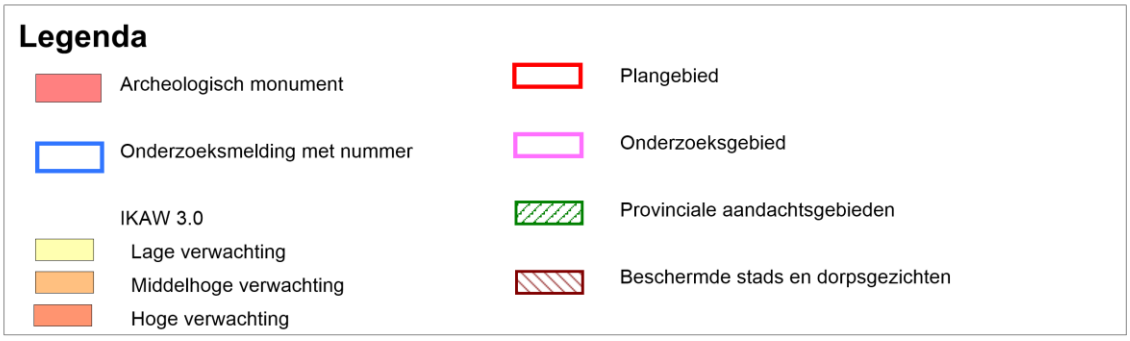




Figuur 11: Kaart met Archis vondstlocaties met daarop een cirkel met een straal van één kilometer rond het plangebied die de buitengrens van het onderzoeksgebied aangeeft [11]

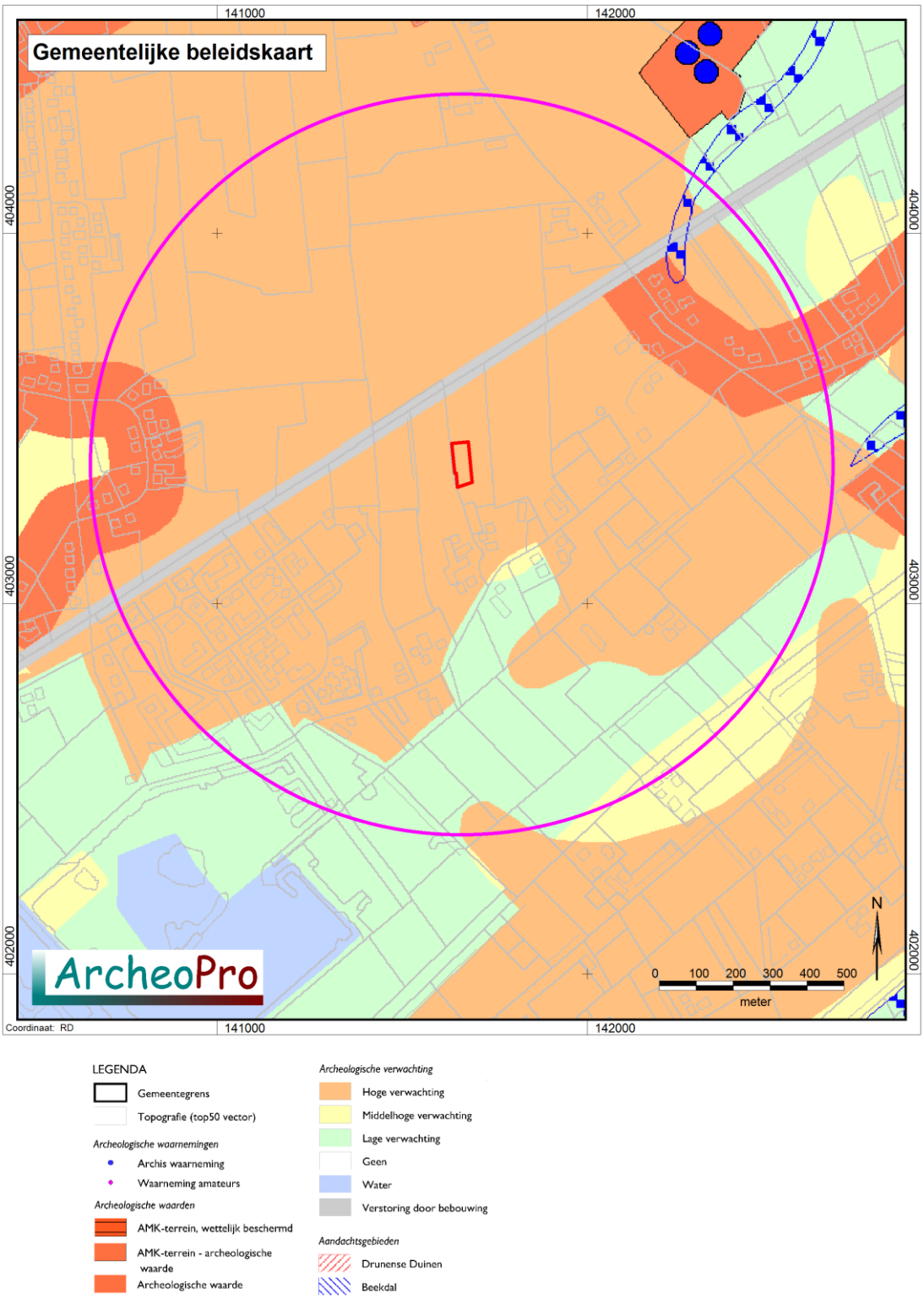
[11] Bron: Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed, ARCHIS III (Archeologisch Informatie Systeem), http://archis.cultureelerfgoed.nl





Figuur 12: Kaart met Archisonderzoeksmeldingen met daarop een cirkel met een straal van één kilometer rond het plangebied die de buitengrens van het onderzoeksgebied aangeeft [12]

[12] Bron: Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed, ARCHIS III (Archeologisch Informatie Systeem), http://archis.cultureelerfgoed.nl



Figuur 13: Uitsnede uit de gemeentelijke beleidskaart [13]

[13] Bron: Voormalige Gemeente Haaren

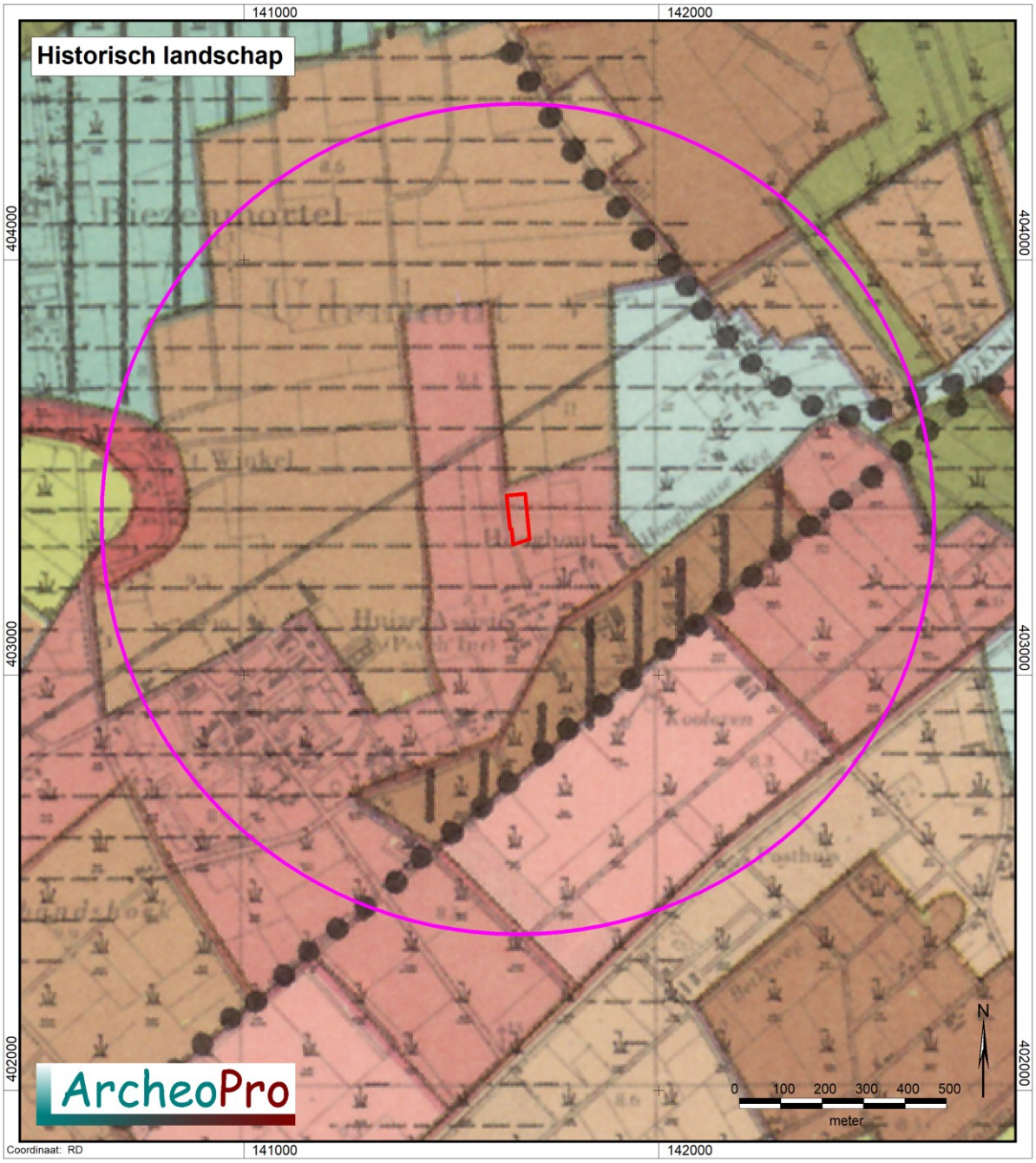
2.6 Historie (LS03)

Het plangebied ligt oorspronkelijk ten oosten van de buurtschap Winkel, in een overwegend voor de akkerbouw gebruikt gebied. Volgens de kaart van historische landschappen ligt het plangebied van oudsher op akkerland met langs de westrand een veldweg. Op de kadasterkaart uit de periode 1811-1832 (zie figuur 16) is deze veldweg echter niet afgebeeld. Wel is hierop te zien dat het plangebied destijds op ruime afstand ten noorden van historische hoevecomplexen lag. Ongeveer dezelfde situatie is afgebeeld op de topografische kaart uit 1845 (zie figuur 17). Hierop is het zuidelijke deel van het plangebied in gebruik als grasland en het noordelijke deel als akker. Pas op de kaart uit 1905 is ten westen van het plangebied een veldweg te zien. Tevens is dan inmiddels ten noorden van het plangebied de spoorlijn Tilburg - 's-Hertogenbosch aangelegd. Het plangebied ligt dan op twee akkertjes met door het midden een houtwal. Op de kaart uit 1956 is te zien dat halverwege de twintigste eeuw het gehele plangebied deel uitmaakte van één weiland. Inmiddels staat pal ten zuiden van het plangebied een tuinbouwkas en is het plangebied in gebruik als plantenkwekerij. De bodem is bedekt met worteldoek.



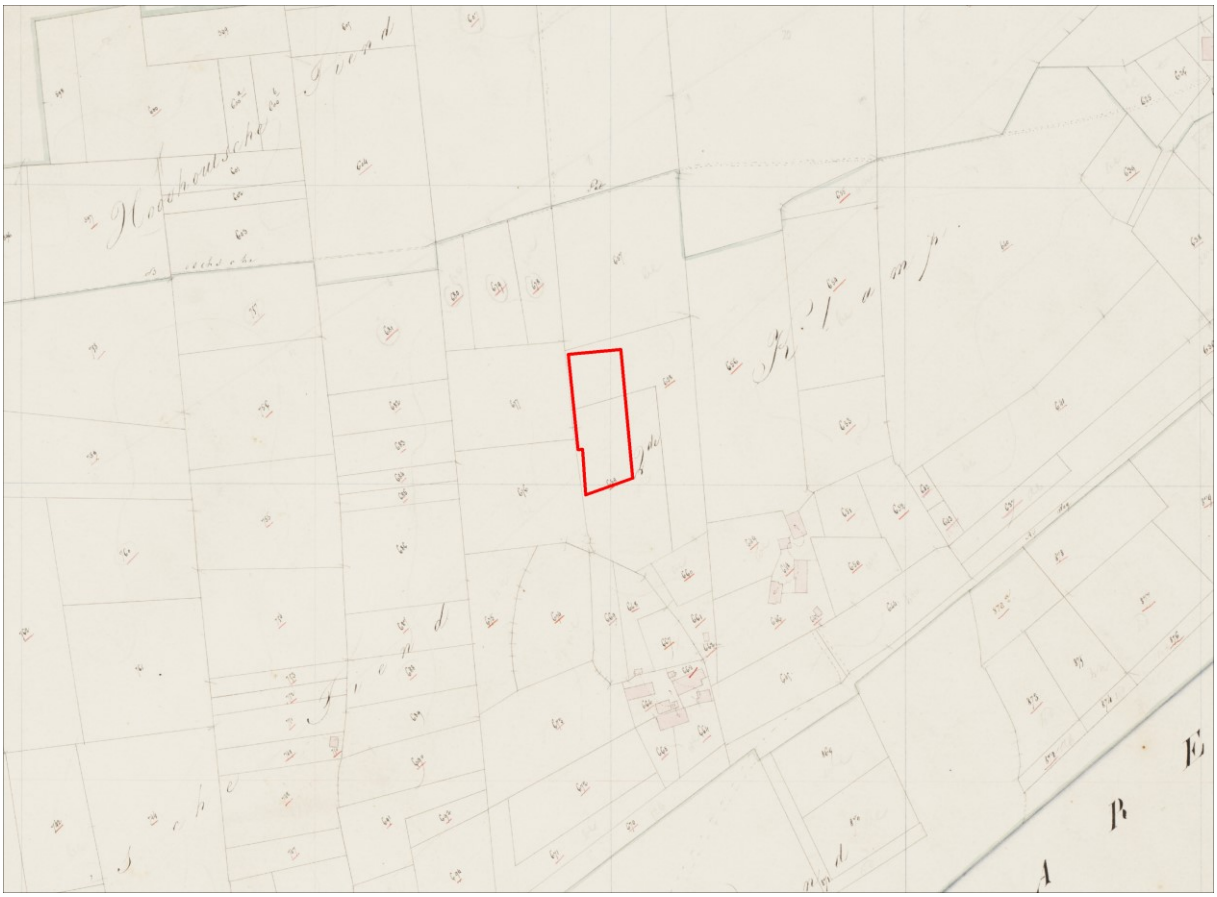
Figuur 14: Uitsnede uit de kaart met historische relicten (Naar de Bont, 1993) [14]

[14] Bron: Bont, Ch de., Cultuurhistorisch onderzoek Oost-Brabant, 1993



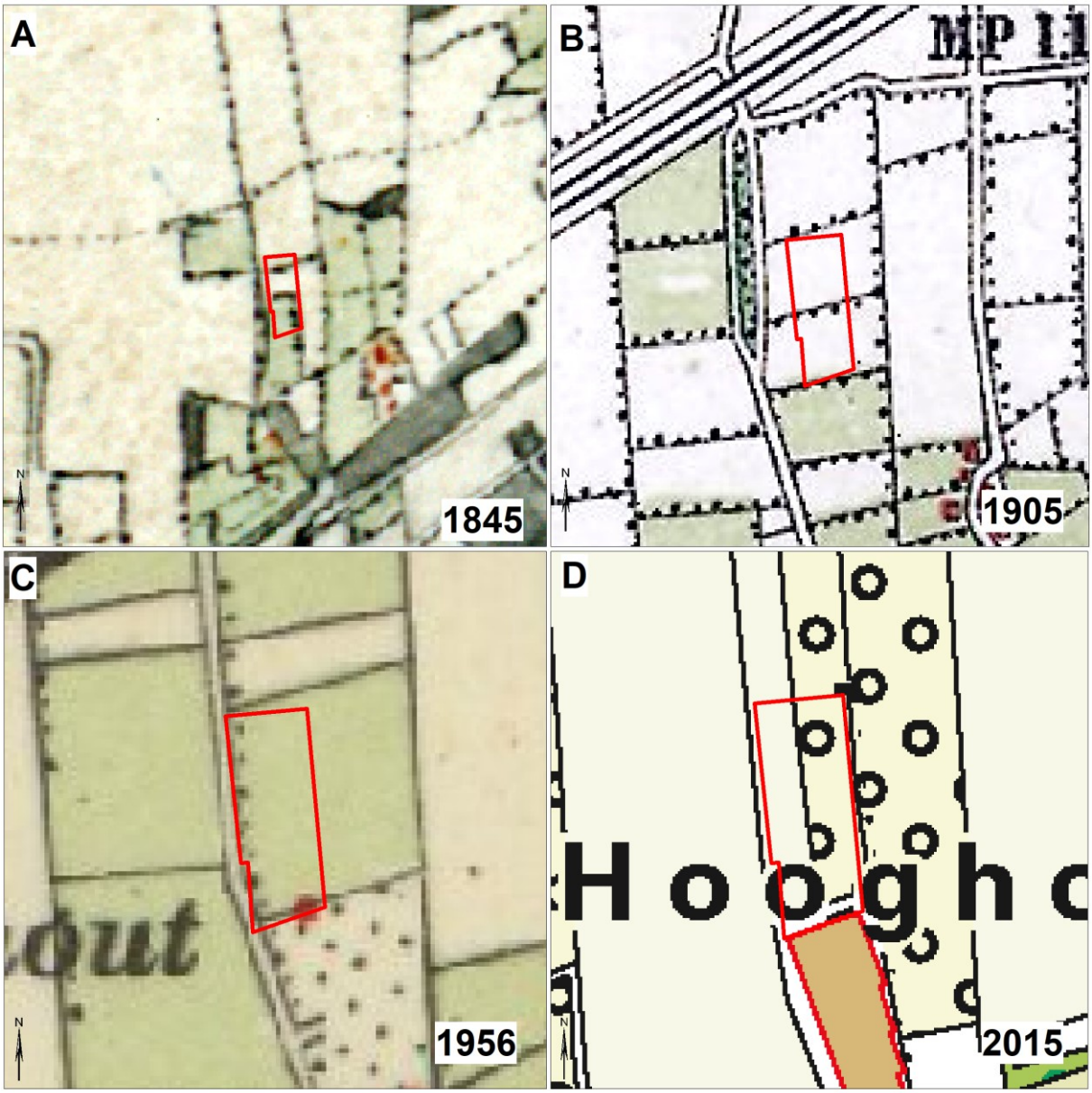
Figuur 15: Uitsnede uit de kaart met historische landschapselementen (Naar de Bont, 1993) [15]

[15] Bron: Bont, Ch de., Cultuurhistorisch onderzoek Oost-Brabant, 1993



Figuur 16: Uitsnede uit de kadastrale kaart uit 1832 [16]

[16] Bron: Kadaster Topografische Dienst, Emmen 2008



Figuur 17: Uitsneden uit de topografische kaarten uit achtereenvolgens: 1845, 1905, 1956 en 2015 [17]

[17] Bron: Kadaster Topografische Dienst

2.7 Gespecificeerd archeologisch verwachtingsmodel (LS05)

Specifieke ligging (locatie)
Het plangebied ligt volgens de geomorfologische kaart binnen een vrij vlak gebied met dekzandwelvingen met daarop een ontginningsdek. In of nabij het plangebied liggen geen bekende archeologische vindplaatsen. Het plangebied is van oudsher in gebruik als weiland en akkerland en ligt van oorsprong op geruime afstand ten noorden van historische bebouwing. Het plangebied lag begin negentiende eeuw nog niet in de nabijheid van een (veld)weg.

Verwachte perioden (datering)
In verband met de afwezigheid van (voormalig) open water in of nabij het plangebied en het hierdoor ook ontbreken van gradiëntzones die in de steentijd aantrekkelijk waren voor bewoning, geldt voor het plangebied een lage verwachting voor vuursteenvindplaatsen van jager-verzamelaars uit het laat-paleolithicum en het mesolithicum.
Later, in het neolithicum wanneer men overstapt van een nomadisch bestaan naar een sedentair bestaan, verkiest men de hoger gelegen delen in het landschap. Deze nederzettingskeuze blijft tot in de vroege middeleeuwen bestaan. In verband met de ligging van het plangebied op een relatief hoog- en vlak gelegen deel van het dekzandlandschap, geldt tenminste een middelhoge verwachting voor bewoningsresten uit deze perioden.
In de late middeleeuwen en de nieuwe tijd zijn de nederzettingen met name gesticht langs doorgangswegen, op kruispunten van wegen en aan de overgangen van rivieren. Op het platteland kwam verspreid een boerderij voor. Het plangebied heeft tot in de negentiende eeuw middenin landbouwgebied gelegen op relatief grote afstand van wegen en bebouwing. Om deze reden geldt een lage verwachting voor resten van bewoning en begraving uit de late middeleeuwen en de nieuwe tijd.

Complextypen en uiterlijke kenmerken
Binnen het plangebied als geheel, kunnen resten van nederzettingen of grafvelden uit het Neolithicum, de Bronstijd, de IJzertijd, en de Romeinse tijd, aanwezig zijn op de zandgronden. Deze zijn doorgaans honderden tot duizenden vierkante meters groot en worden overwegend gekenmerkt door spreidingen van aardewerk. Uit de late middeleeuwen en de nieuwe tijd hoeven slechts resten van perceelsgrenzen verwacht te worden.

Gaafheid en diepteligging
In de twintigste eeuw heeft schaalvergroting plaatsgevonden waarbij de houtwallen rond de oorspronkelijke percelen verdwenen zijn en het gehele plangebied is samengevoegd tot één plantenkwekerij. Bij hiermee verband houdende grondwerkzaamheden zullen tenminste de bovenste decimeters van de bodem verstoord zijn. Archeologische sporen kunnen worden verwacht vanaf de onderkant van de bouwvoor op dertig á veertig centimeter diepte. Losse vondsten kunnen ook aan het maaiveld voorkomen.

2.8 Onderzoeksstrategie (LS05)

Tijdens het veldwerk moet allereerst worden vastgesteld hoe de bodem is opgebouwd, in hoeverre deze intact is en of hierin archeologische indicatoren aanwezig (kunnen) zijn.
Om de bodemopbouw zo exact mogelijk te kunnen bestuderen kan het beste gebruik gemaakt worden van een guts.
Indien blijkt dat de huidige grondbewerking tot in de natuurlijke bodem reikt en een goede vondstzichtbaarheid heerst, is een oppervlaktekartering het meest geschikt voor het opsporen van archeologische indicatoren. Veel van de archeologische vondsten in de wijde omgeving van het plangebied zijn immers gedaan als oppervlaktevondsten. Waar een oppervlaktekartering niet mogelijk is of in onvoldoende mate effectief zal zijn, wordt nageboord met een edelmanboor met een diameter van 15 cm. Het hiermee opgeboorde materiaal wordt gezeefd op een zeef met een maaswijdte van vier millimeter.
Binnen het plangebied zijn negen boorpunten verdeeld over een zo gelijkmatig mogelijk netwerk. Hierdoor is binnen het 0,49 hectare grote plangebied een boordichtheid bereikt van ongeveer twintig boringen per hectare. Een dergelijke boordichtheid voldoet als verkennend boornetwerk om na te gaan hoe de bodem is opgebouwd en in welke mate deze intact is. Tevens voldoet deze boordichtheid volgens de Leidraad inventariserend veldonderzoek; Deel: karterend booronderzoek (SIKB, 2012), bij gebruik van een megaboor en het zeven van het hiermee opgeboorde zand, als methode om nederzettingen met een matig-hoge vondststrooiing van overwegend aardewerk op te sporen (zoekoptie E2).
Zelfs met de door ArcheoPro gehanteerde hoge boordichtheid is op basis van booronderzoek nooit te garanderen dat alle typen archeologische resten kunnen worden opgespoord. De kans op het aantreffen van grondsporen is bijvoorbeeld aanmerkelijk groter indien een proefsleuvenonderzoek wordt uitgevoerd. Een dergelijke aanpak zou echter in dit stadium van het onderzoek een te zwaar middel vormen
Van alle boorpunten is de NAP-hoogte bepaald door middel van het AHN en de waterpas.



Figuur 18: Het plangebied nabij boorpunt 6, gezien in zuidelijke richting

3 Veldonderzoek

3.1 Verrichte werkzaamheden (VS03)

Positie boringen:	Regelmatige verdeling over het plangebied (figuur 21).
Gebruikt boormateriaal:	Zandguts met diameter van 3 cm en edelmanboor met een diameter van 15 cm.
Totaal aantal boringen:	Negen
Boorgrid:	20 x 25m
Boordichtheid:	Twintig boringen per hectare
Geboorde diepte:	0,7m –Mv
Inmeten boorlocaties:	GPS, meetlint en waterpas
Boorbeschrijving:	Archeologische Standaard Boorbeschrijving (ASB 5.2)

Inspectie bodemontsluitingen en/of oppervlaktekartering: In verband met de afdekking van de bodem binnen het plangebied met worteldoek, was geen oppervlaktekartering mogelijk. Evenmin waren bodemontsluitingen aanwezig die geïnspecteerd konden worden op de aanwezigheid van archeologische indicatoren.

3.2 Resultaten booronderzoek (VS03)

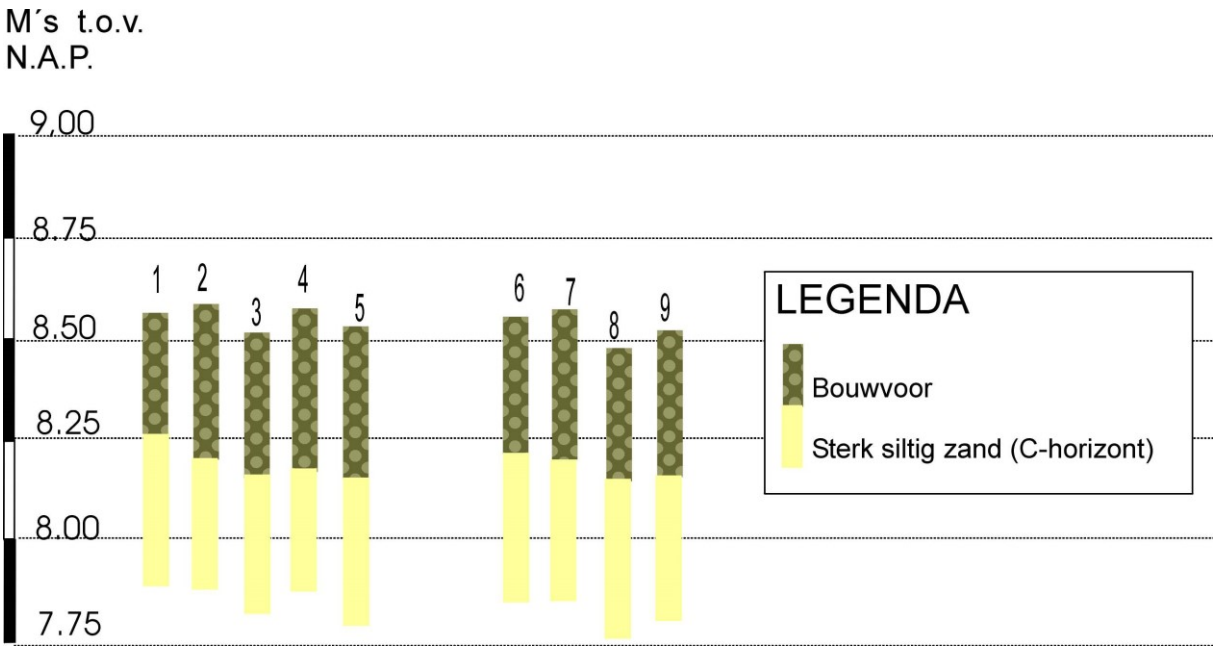
De boringen zijn gezet in twee noord - zuid gerichte boorraaien van respectievelijk vijf en vier boringen met telkens 25 meter afstand tussen de boringen en twintig meter afstand tussen de boorraaien. De ligging van de boorpunten is weergegeven op de boorpuntenkaart. De resultaten van het booronderzoek zijn opgesomd in Bijlage 1.
De bodemopbouw binnen het plangebied is zeer éénvormig en bestaat uit een 32 tot 38 centimeter dikke bouwvoor van humusrijk zand die op een geelgrijze C-horizont van sterk lemig fijn zand ligt (zie figuur 19).



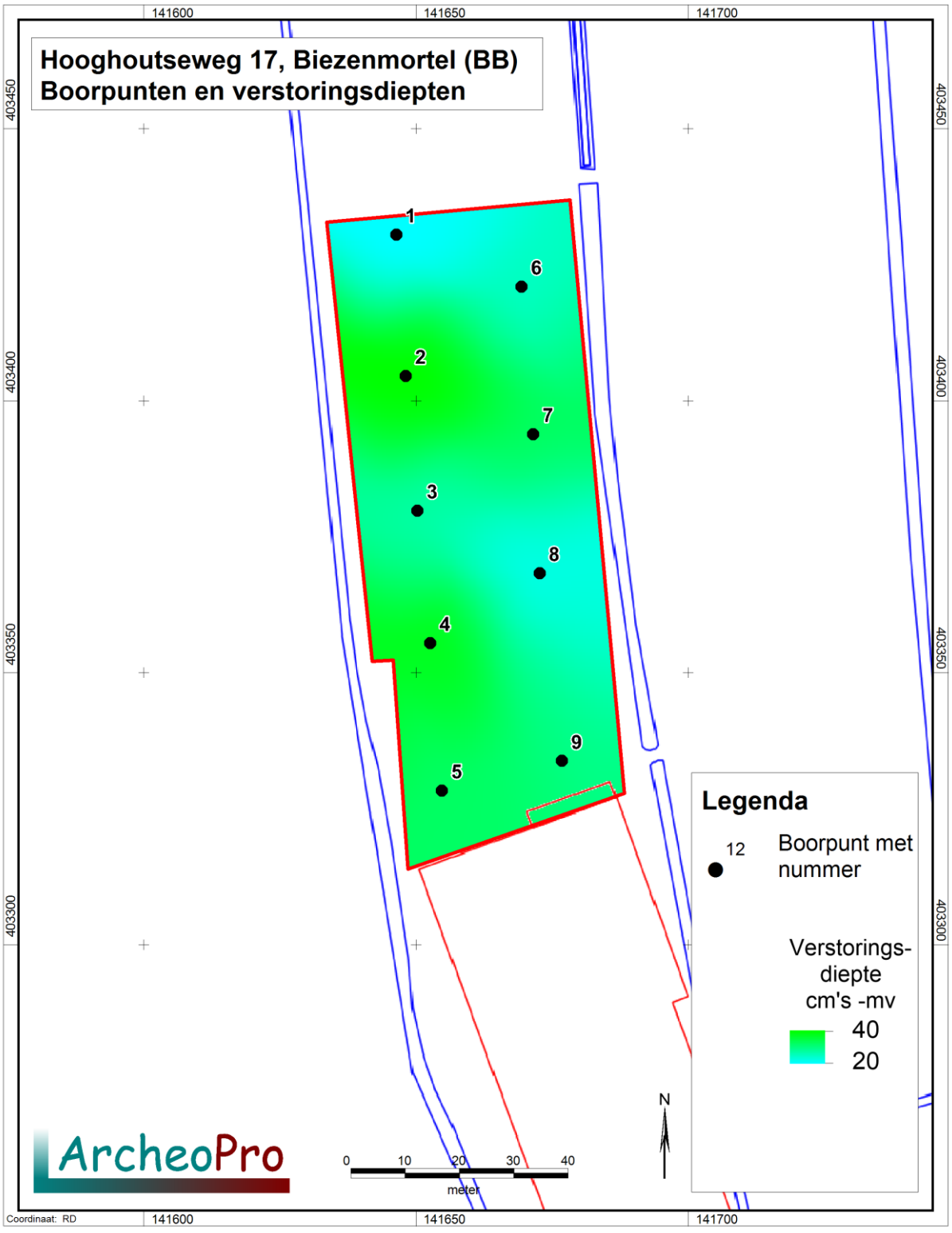
Figuur 19: Foto van de kenmerkende bodemopbouw binnen het plangebied met de ondergrond van sterk lemig, fijn zand met daarin roestvlekken (links).

Uit de aanwezigheid van een dertig tot veertig centimeter dikke bouwvoor die direct op de C-horizont ligt, blijkt dat binnen het plangebied geen akkerdek (meer) aanwezig is. Indien dit er wel is geweest, is de bodem afgegraven. De huidige bodembewerking reikt tot in de C-horizont die uit sterk lemig fijn zand bestaat. Door deze hoge mate van lemigheid zal de bodem van nature slecht ontwaterd zijn. Dit blijkt ook uit de aanwezigheid van roestvlekken in de C-horizont. Resten van podzolvorming zijn dan ook nergens binnen het plangebied aangetroffen. Niettemin is op alle boorpunten nageboord met een megaboor. Ondanks het

zeven van het opgeboorde zand, zijn hierbij geen relevante archeologische indicatoren aangetroffen.



Figuur 20: Boorprofielen



Figuur 21: Boorpunten met verstoringsdiepten

4 Conclusies en aanbevelingen (VS07)

Volgens het gespecificeerd archeologisch verwachtingsmodel geldt voor het plangebied in verband met de ligging buiten een echte gradiëntzone, een lage verwachting voor resten uit het laat-paleolithicum en het mesolithicum. Voor resten daterend uit het neolithicum, de bronstijd, de ijzertijd, de Romeinse tijd en de vroege middeleeuwen geldt in verband met de ligging op een relatief hoog deel van het dekzandlandschap, tenminste een middelhoge archeologische verwachting. Voor resten uit de late middeleeuwen en de nieuwe tijd geldt een lage verwachting omdat het plangebied tot in de negentiende eeuw middenin landbouwgebied lag op relatief grote afstand van bebouwing en wegen.
Om het gespecificeerd archeologisch verwachtingsmodel te toetsen zijn binnen het plangebied negen boringen gezet in een dichtheid van twintig boringen per hectare.

Op basis van de resultaten van het booronderzoek kunnen de onderzoeksvragen als volgt beantwoord worden:

-Kunnen binnen het plangebied (nog) archeologische resten verwacht worden?
Binnen het plangebied is onder de moderne bouwvoor van 32 tot 38 centimeter dikte, direct het schone, sterk lemige zand van de C-horizont aangetroffen. Een oud bouwlanddek is derhalve niet aanwezig en sporen van podzolvorming ontbreken eveneens. Het plangebied zal door de sterke lemigheid van de natuurlijke ondergrond, van nature slecht zijn ontwaterd en zal daardoor in het (verre) verleden nooit aantrekkelijk zijn geweest voor bewoning. Dit maakt de kans op de aanwezigheid van archeologische sporen klein.

-Zo ja, in welke zones en op welke diepten is dit het geval?
Ondanks de van nature slechte ontwatering van het plangebied kunnen archeologische theoretisch aanwezig zijn vanaf dertig tot veertig centimeter beneden het maaiveld. Ondanks het naboren met een megaboor en het zeven van het hiermee opgeboorde zand zijn echter geen relevante archeologische indicatoren opgeleverd. Dit betekent dat de kans op de aanwezigheid van behoudenswaardige archeologische resten binnen het plangebied bijzonder klein is.

4.1. Selectieadvies

Omdat de bodem binnen het plangebied tot in de C-horizont verstoord is, deze van nature slecht is ontwaterd en het naboren met een megaboor geen relevante archeologische indicatoren heeft opgeleverd, geven de resultaten van het onderzoek geen aanleiding om archeologisch vervolgonderzoek te adviseren. Evenmin zijn tijdens het onderzoek archeologische resten aangetroffen waarmee tijdens de verdere planvorming of bij de uitvoering van de geplande werkzaamheden rekening zou moeten worden gehouden.
Het kan zijn dat er tijdens de werkzaamheden sporen of resten worden aangetroffen, waarvan u redelijkerwijs kunt vermoeden dat het gaat om archeologisch erfgoed.
Is dat het geval, dan dient u daarvan zo spoedig melding te maken; dit staat in de Erfgoedwet (art.5.10). Officieel moet de vondst worden gemeld bij de minister, in de praktijk kunt u dit ook doen bij de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed via het vondstmeldingsformulier (zie: Vondstmeldingsformulier (cultureelerfgoed.nl) . Daarmee wordt de vondst geregistreerd wordt in het centraal archeologisch informatiesysteem.
De melding kan ook gedaan worden bij de archeologen van gemeente Tilburg.

5. Bijlages

Bijlage 1: Verklarende woordenlijst

Verklarende woordenlijst	
AHN	Actueel Hoogtebestand Nederland
AMK	Archeologische Monumentenkaart
ASB	Archeologische Standaard Boorbeschrijving
Archis	Archeologisch Informatie Systeem
BP	Before Present (present=1950)
GIS	Geografische Informatie Systemen
GPS	Global Positioning System
IKAW	Indicatieve Kaart van Archeologische Waarden
IVO	Inventariserend VeldOnderzoek
KLIC	Kabels en Leidingen Informatie Centrum
KNA	Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie
-mv	Onder maaiveld
NAP	Normaal Amsterdams Peil
PVA	Plan van Aanpak
PVE	Programma van Eisen
RCE	Rijksdienst voor Cultureel Erfgoed
SBB	Standaard Boor Beschrijvingsmethode
SIKB	Stichting Infrastructuur Kwaliteitsborging Bodembeheer

Bijlage 2: Archeologische tijdschaal

Periode	Datering		
Midden- en Laat Paleolithicum (oude steentijd)	250.000	-	9000
Mesolithicum (midden steentijd)	9000	-	4500
Neolithicum (nieuwe steentijd)	4500	-	2000
Bronstijd	2000	-	800
IJzertijd	800	-	12 v. chr.
Romeinse tijd	12 v chr.	-	500 n. chr.
Vroege middeleeuwen	500	-	1000
Volle middeleeuwen	1000	-	1250
Late middeleeuwen	1250	-	1500
Nieuwe tijd	1500	-	heden

Bijlage 3: Bronnenlijst

Bronnen

Encyclopedie van Noord-Brabant (red. A. van Oirschot, A.C. Jansen en L.S.A. Kroesen; Baarn 1985)

Grote historische Provincie Atlas van Nederland; deel 4 Zuid-Nederland 1838-1857 1:50.000. Topografische dienst Wolters Noordhoff Groningen 1990

Grote historische topografische Provincie Atlas Noord-Brabant; 1905 1:25.000. Nieuwland Tilburg 2006

Grote topografische atlas van Nederland 1:50.000 Deel 4 Zuid-Nederland. Topografische dienst. Wolters Noordhoff Groningen 1997

Kadaster Topografische Dienst, Top25Raster, Top10Vector, GBKN kaarten, Emmen 2008

Luchtfoto, http://maps.google.nl

Past2Present, 2011. Kaartbijlagen Gemeente Haaren. Archeologische beleidskaart.

Provincie Noord-Brabant, Cultuurhistorische waardekaart (http://www.noord-brabant.nl/CHW)

Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed, IKAW 2 (Indicatieve kaart Archeologische Waarden), Amersfoort.

Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed, AMK (Archeologische monumentenkaart), Amersfoort.

Rijkswaterstaat, Servicedesk Data, AHN (Actueel Hoogtebestand Nederland), Delft.

Stichting voor Bodemkartering, Bodemkaart van Nederland 1:50.000. Wageningen, 1968.

Stichting voor Bodemkartering: Geomorfologische kaart van Nederland 1:50.000, Staring Centrum, Wageningen, 1989

Stichting voor Bodemkartering, Geologische kaart van Nederland 1:50.000. Wageningen, 1968.

Tranchot en v. Muffling, Kartenaufnahme der Rheinlande 1803-1820

Twaalf provinciën 2007. Atlas van topografische kaarten. Nederland 1955-1965. Uitgeverij twaalf provinciën. Landsmeer.

Digitale bronnen

Ruimtelijke plannen
http://www.ruimtelijkeplannen.nl

Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed - Archis III
http://archis.cultureelerfgoed.nl

Luchtfoto, http://www.pdok.nl

Literatuur – Noord-Brabant Oost

Bont, Ch de., Cultuurhistorisch onderzoek Oost-Brabant, 1993.

Cate, J. A. M. ten. A. F. van Holst, H. Kleijer en J. Stolp, 1995. Handleiding bodemgeografisch onderzoek; richtlijnen en voorschriften. Deel A: Bodem. Wageningen, DLO-Staring Centrum. Technisch Document 19A.

Cohen, K.M. & E. Stouthamer, 2012. Beknopte toelichting bij het digitaal basisbestand paleogeografie van de Rijn-Maas Delta, Utrecht, 2012.

Es. Van W.A., Sarfatij, H. & P.J. Woltering (red.) 1988. Archeologie in Nederland; De rijkdom van het bodemarchief. Rijksdienst voor het Oudheidkundig Bodemonderzoek. Amersfoort.

Kuiper, M. 2006/2007. Atlas van topografische kaarten Nederland, 1955-1965. Uitgeverij 12 Provinciën, Landsmeer.

Leidraad inventariserend veldonderzoek; Deel: karterend booronderzoek (SIKB, 2006)

Bijlage 4: Overzicht archeologische onderzoeksmeldingen

Zaak nr:	Coordinaat	Onderzoek	Periode	Vondsten	Complexen
2197769100	141970.7/403514.3 Oppervlak: 1.69293 ha.	Booronderzoek	Onbekend	Geen	Geen
2342677100	140730.1/401932.6 Oppervlak: 92.8347 ha.	Bureauonderzoek	Onbekend	Geen	Geen
2366775100	142552.9/403308.3 Oppervlak: 1.98132 ha.	Bureauonderzoek	Onbekend	Geen	Geen
2449979100	141014.1/402845.4 Oppervlak: 0.299887 ha.	Booronderzoek	Onbekend	Geen	Geen
3984612100	142311.6/402405 Oppervlak: 0.767812 ha.	Booronderzoek	Onbekend	Geen	Geen
4704572100	141991.9/403599 Oppervlak: 1.24738 ha.	Bureauonderzoek	Onbekend	Geen	Geen

Bijlage 5: Boorbeschrijving

Algemene boorgegevens	
Soort boring	BAR
Projectnummer	21-129
Projectnaam	Hooghoutseweg 17, Biezenmortel
Deelgebied	NVT
Organisatie	ArcheoPro
Archis meldingsnummer	5095770100
Coördinaatsysteem	RD2000
Coördinaatsysteemdatum	ETRS89
Locatiebepaling	GPS en meetlint
Referentievlak	NAP
Bepaling maaiveldhoogte	AHN – Waterpas
Boormethode	Guts en edelman
Boordiameter	3 cm en 15 cm
Opdrachtgever	Hooghoutplant vof

Posities van boringen (boorlocaties)			
Boornummer	**XCO**	**YCO**	**Meters t.o.v. NAP**
1	141646.3	403430.5	8.55
2	141648.1	403404.6	8.58
3	141650.2	403379.8	8.51
4	141652.6	403355.4	8.55
5	141654.7	403328.3	8.53
6	141669.4	403420.9	8.56
7	141671.5	403393.8	8.58
8	141672.7	403368.3	8.48
9	141676.8	403333.8	8.52

Boorbeschrijving volgens ASB 5.2																			
Boor Nr.	LDO	Lithologie						Kleur				Overige kenmerken							AIS
		GD	BK	BS	BZ	BG	BH	HK	TK	IK	VLK	CO	PLH	VS	SST	BHN	BI	GI	
1	32	Z					3	GR	BR	DO							BOV		
	70	Z		3				GE	GR	LI	OR						BHC	DEZ	
2	38	Z					3	GR	BR	DO							BOV		
	70	Z		3				GE	GR	LI	OR						BHC	DEZ	
3	36	Z					3	GR	BR	DO							BOV		
	70	Z		3				GE	GR	LI	OR						BHC	DEZ	
4	41	Z					3	GR	BR	DO							BOV		
	70	Z		3				GE	GR	LI	OR						BHC	DEZ	
5	38	Z					3	GR	BR	DO							BOV		
	70	Z		3				GE	GR	LI	OR						BHC	DEZ	
6	33	Z					3	GR	BR	DO							BOV		
	70	Z		3				GE	GR	LI	OR						BHC	DEZ	
7	37	Z					3	GR	BR	DO							BOV		
	70	Z		3				GE	GR	LI	OR						BHC	DEZ	
8	32	Z					3	GR	BR	DO							BOV		
	70	Z		3				GE	GR	LI	OR						BHC	DEZ	
9	36	Z					3	GR	BR	DO							BOV		
	70	Z		3				GE	GR	LI	OR						BHC	DEZ	

Betekenis van de afkortingen:

LDO – Onderzijde boortraject
Lithologie:

GD – Onverharde sedimenten: G = grind, K = klei, L = leem, V = veen en Z = zand
Bijmengsels: BK = bijmengsel klei, BS = bijmengsel silt, BZ =bijmengsel zand, BG= bijmengsel grind, BH = bijmengsel humus. Betekenis toegevoegde cijfers: 1 = zwak, 2 = matig, 3 = sterk en 4 = uiterst.

Kleur:

HK = hoofdkleur, BL = blauw, BR = bruin, GE = geel, GN = groen, GR = grijs, OL = olijf, OR =oranje,
PA = paars, RO = rood, RZ = roze, WI = wit, ZW = zwart.
TK = Tweede kleur (kleurafkortingen als boven).
IK = Intensiteit kleur: LI = licht en DO = donker

VLK = Vlekken (V): 2e en 3e letter is kleurafkorting als boven, 1 = weinig, 2 = matig , 3= veel

Overige kenmerken:

CO = Consistentie (C): ZSL-zeer slap, SLA-slap, MSL-matig slap, MST-matig stevig, STV-stevig
PLH = plantenresten (PL0 = geen, PL1 = spoor, PL2 = weinig, PL3 = veel)
VS = veensoorten
SST = Sedimentaire structuren
BHN = Bodemhorizont; BHC = C-horizont
BI = Bodemkundige interpretaties; BOV = bouwvoor , ROG = rommelig, OPG = opgebracht
GI = Geologische interpretaties
AIS = Archeologische indicatoren

Hooghoutplant

Betreft: **Omgevingsvergunning kas - Hooghoutseweg 17, Biezenmortel**

Op 21 januari 2021 is gesproken met: Simone Brants - v/d Wiel

van het adres: Hooghoutseweg 15

Hierbij hebben wij uitleg gegeven over onze plannen, namelijk de oprichting van een nieuwe foliekas, op onze boomkwekerij aan Hooghoutseweg 17 te Biezenmortel. Hiervoor wordt het agrarisch bouwvlak van vorm veranderd. Tijdens het gesprek hebben wij een situatietekening laten zien en hebben wij de gelegenheid geboden om vragen te stellen of eventuele opmerkingen te maken.

Aanvullende opmerkingen:

Prima

Graag zouden wij uw paraaf ontvangen, ter bevestiging dat dit gesprek heeft plaatsgevonden:

Brants - v/d Wiel

Hooghoutplant

Betreft: **Omgevingsvergunning kas - Hooghoutseweg 17, Biezenmortel**

Op 22 januari 2021 is gesproken met: Hans vd Langeijt
Marion vd Langeijt

van het adres: Hooghoutseweg 21

Hierbij hebben wij uitleg gegeven over onze plannen, namelijk de oprichting van een nieuwe foliekas, op onze boomkwekerij aan Hooghoutseweg 17 te Biezenmortel. Hiervoor wordt het agrarisch bouwvlak van vorm veranderd. Tijdens het gesprek hebben wij een situatietekening laten zien en hebben wij de gelegenheid geboden om vragen te stellen of eventuele opmerkingen te maken.

Aanvullende opmerkingen:

geen opmerkingen, prima.

Graag zouden wij uw paraaf ontvangen, ter bevestiging dat dit gesprek heeft plaatsgevonden:

MvdL

Hansvdlangeijt

Hooghoutplant

Betreft: **Omgevingsvergunning kas - Hooghoutseweg 17, Biezenmortel**

Op 22 januari 2021 is gesproken met: Frans Schapendonk

van het adres: Hooghoutseweg 19

Hierbij hebben wij uitleg gegeven over onze plannen, namelijk de oprichting van een nieuwe foliekas, op onze boomkwekerij aan Hooghoutseweg 17 te Biezenmortel. Hiervoor wordt het agrarisch bouwvlak van vorm veranderd. Tijdens het gesprek hebben wij een situatietekening laten zien en hebben wij de gelegenheid geboden om vragen te stellen of eventuele opmerkingen te maken.

Aanvullende opmerkingen:

is ok.

Graag zouden wij uw paraaf ontvangen, ter bevestiging dat dit gesprek heeft plaatsgevonden: