

Skilpod _ Prefab woning Woningtype #144



Projectgegevens

Project **Skilpod _ Prefab woning**
Onderdeel **Bouwaanvraag woning type #144**
Code **2100330**
Datum **8 december 2022**
Calculatie deel **A**
Tekeningen

Samengesteld door
Projectmanager
Adviseur

Opdrachtgever
Architect
Projectmanagement

Skilpod Wolfe BV, Geel (B)
Skilpod, Geel (B)

Data

Eindverantwoording
Adviesbureau Lüning
Arnhemsestraatweg 358 Velp
Postbus 304
6800 AH ARNHEM
026-368 34 80

Geautoriseerd door RZM

Paraaf

Datum	Versie	Omschrijving	verificatie
08.12.2022	1	Berekening deel A	smj

Inhoudsopgave

1	Beschrijving van het project	5
1.1	Inleiding	5
1.2	Algemene beschrijving	5
1.3	Plattegrond, doorsnede en gevels	6
1.4	Kengetallen	7
2	Opzet constructie	8
2.1	Hoofdropzet constructie	8
2.2	Stabiliteit	8
2.3	Uitbreidingmogelijkheden constructie	8
2.4	Maakbaarheid	8
3	Omgeving, terrein en fundering	8
3.1	Terreingegevens	8
3.2	Grondonderzoek en funderingsadvies	8
4	Materialen en duurzaam bouwen	9
4.1	Materialen en kwaliteiten	9
4.2	Conservering	9
4.3	Aangehouden gewicht van constructie onderdelen	10
5	Belastingen en vervormingen	11
5.1	Classificatie, veiligheidsfactoren en combinaties	11
5.2	Overzicht opgelegde belastingen	12
5.2.1	Vrije lijnlast voor de klasse A t/m D	12
5.3	Windbelastingen	13
5.4	Dynamische belastingen	13
5.5	Vervormingen	13
6	Brandwerendheid	14
6.1	Eisen	14
6.2	Aanvullingen op de bijlage	14
6.3	Specificatie eisen per onderdeel	14
7	Risicoanalyse en V&G Plan	14
8	Taakstelling en nadere planuitwerking volgende fase	15
9	Gewichtsberekening	16
9.1	As B en as G	16
9.2	As D en as E	16
9.3	As 2 en as 5	17
10	Stabiliteit	18
10.1	Stabiliteit evenwijdig letterassen	18
10.1.1	Algemeen	18
10.1.2	Belasting	19
10.1.3	Controle wanden	19
10.2	Stabiliteit evenwijdig cijferassen	21
10.2.1	Algemeen	21
10.2.2	Belasting	22
10.2.3	Controle wanden	22
10.3	Conclusie	22

11	Controle onderdelen	23
11.1	Dakbalklaag	23
11.1.1	Algemeen	23
11.1.2	Belasting	23
11.1.3	Controle sterkte en stijfheid	24
11.2	Onderslag op as E	31
11.2.1	Algemeen	31
11.2.2	Belasting	31
11.2.3	Belastingcombinaties	33
11.2.4	Omhullende resultaten UGT	33
11.2.5	Controle sterkte	34
11.2.6	Controle stijfheid	36
11.3	Begane Grondvloer	37
11.3.1	Algemeen	37
11.3.2	Belasting	37
11.3.3	Controle sterkte	37
11.3.4	Controle sparing Ø80 in midden vloerligger	39
11.4	Tussenwand	40
11.4.1	Algemeen	40
11.4.2	Belasting	40
11.4.3	Controle sterkte	40
11.5	Wandkolom in tussenwand	42
11.5.1	Algemeen	42
11.5.2	Belasting	42
11.5.3	Controle sterkte bij korte duur	43
11.5.4	Controle sterkte bij blijvende duur	44
11.6	Kopgevelwand	45
11.6.1	Algemeen	45
11.6.2	Belasting	45
11.6.3	Controle sterkte	45
12	Details	48
12.1	T- Verbinding dakbalklaag met randbalk	48
12.2	T- Verbinding vloerbalklaag met randbalk	49
12.3	Verbinding dakrandbalken onderling	50
12.4	Oplegging onderslagligger	52
12.5	Bevestiging OSB dakplaat aan onderzijde balklaag	54
12.6	Bevestiging dak/wand	55
12.7	Bevestiging wand/vloer	57
12.8	Bevestiging 3 tussenwanden // cijferassen	58
13	Fundatie	59
Bijlage 1	Eisen brandwerendheid bouwconstructie (nieuwbouw)	64
Bijlage 2	Opbouw dak- en vloerbelasting	66
Bijlage 3	Tekeningen en schetsen / belastingen op plattegronden	67

1 Beschrijving van het project

1.1 Inleiding

Dit berekeningsdeel behandelt de algemene uitgangspunten ten aanzien van de constructie van dit project. Achtereenvolgens worden, na de beschrijving van het project, de uitgangspunten gegeven van het terrein, de fundering, de materialen, belastingen, brandwerendheid, geluid en de berekeningsgrondslagen.

Dit deel dient als basis voor de in de bijlage genoemde en eventueel nog te maken berekeningen, en voor de aannemer en de onderaannemers ten behoeve van de door hen te maken detailberekeningen.

1.2 Algemene beschrijving

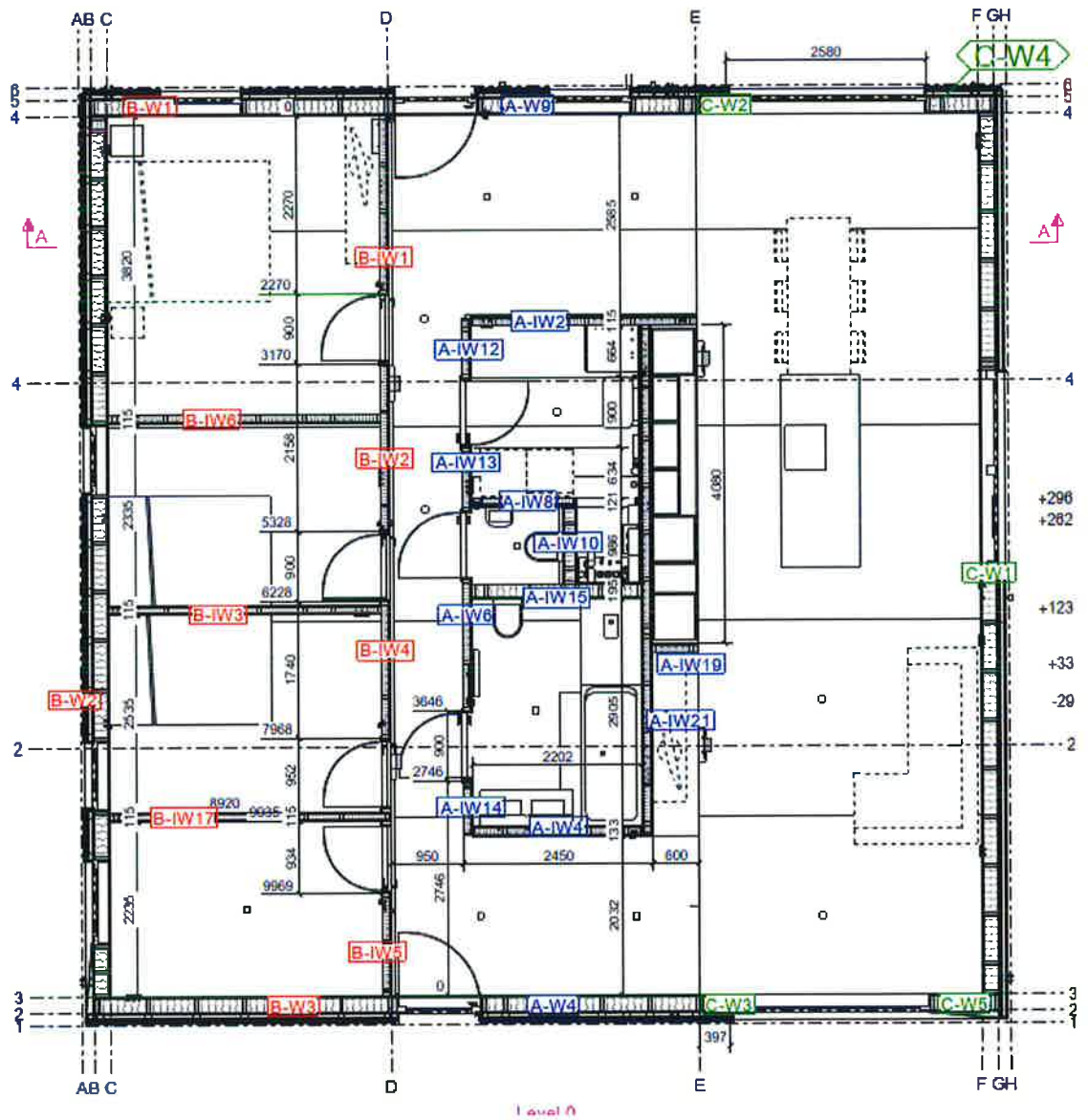
Het Skilpod #144 woonconcept voorziet in een grondgebonden woningen die gezond, circulair en betaalbaar zijn. De woningen worden op een geïndustrialiseerde en gestandaardiseerde manier gebouwd en krijgen een hout constructie.

De woning bestaat uit de volgende constructieve onderdelen:

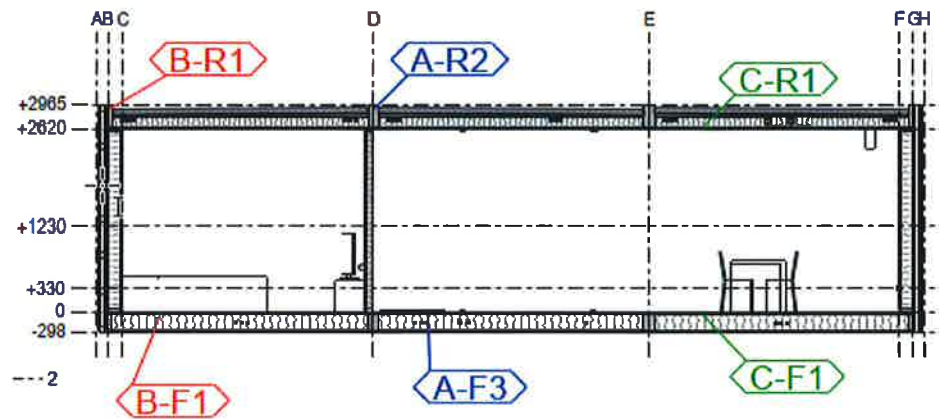
- Fundering
- 3D modules bestaand uit:
 - HSB wanden
 - HSB gevels
 - HSB vloeren
 - HSB daken

Eén woning is opgebouwd uit drie 3D modules

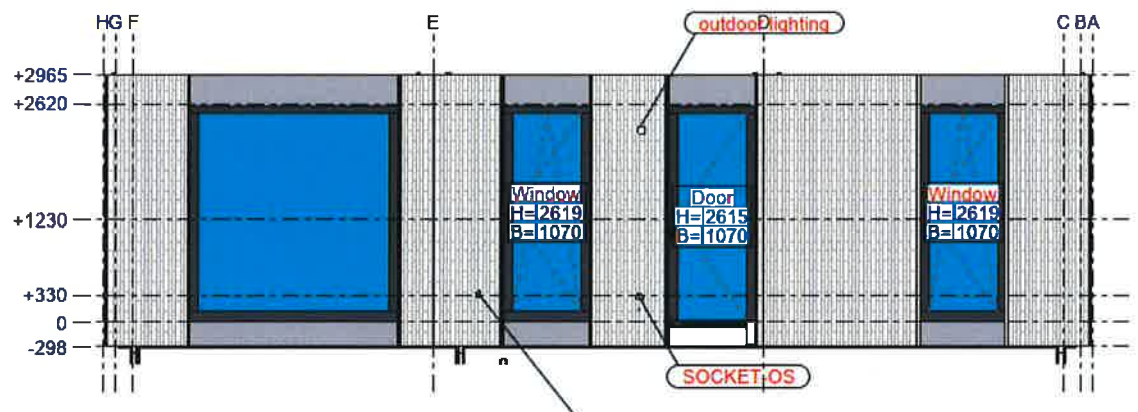
1.3 Plattegrond, doorsnede en gevels



Figuur 1: Plattegrond



Figuur 2: Doorsnede



Figuur 3: Gevel

1.4

Kengetallen

Gebouwafmetingen: lengte	12 m
breedte	12 m
hoogte	3 m
Bruto vloeroppervlak circa:	144 m ²
Gebouw inhoud circa:	375 m ³

2 Opzet constructie

2.1 Hoofdropzet constructie

De constructie van het gebouw bestaat volledig uit houtskeletbouw (HSB) elementen. Het stijl- en regelwerk wordt uitgevoerd in LVL (laminated veneer lumber), geselecteerd naaldhout met hoge kwaliteit.

2.2 Stabiliteit

Alle daken en vloeren worden uitgevoerd als stijve schijven die de krachten uit wind en scheefstand naar de wandschijven en fundering kunnen transporteren.

2.3 Uitbreidingsmogelijkheden constructie

Bij het ontwerp is geen rekening gehouden met uitbreidingsmogelijkheden van het gebouw.

2.4 Maakbaarheid

Ontwerpen moeten ook uitvoerbaar zijn. Met de volgende punten is rekening gehouden:
– Onderdelen in transporteerbare afmetingen aanvoeren en koppeling op de bouwplaats.

3 Omgeving, terrein en fundering

Algemeen

Het bouwterrein is gelegen aan de Ruttencampstraat te Beesel

3.1 Terreingegevens

Deze gegevens zijn n.t.b. in de volgende fase.

bouwpeil

peil*

=xx,xxx meter ten opzichte van NAP

*Peil is gelijk aan de bovenzijde van de afgewerkte vloer van de begane grond.

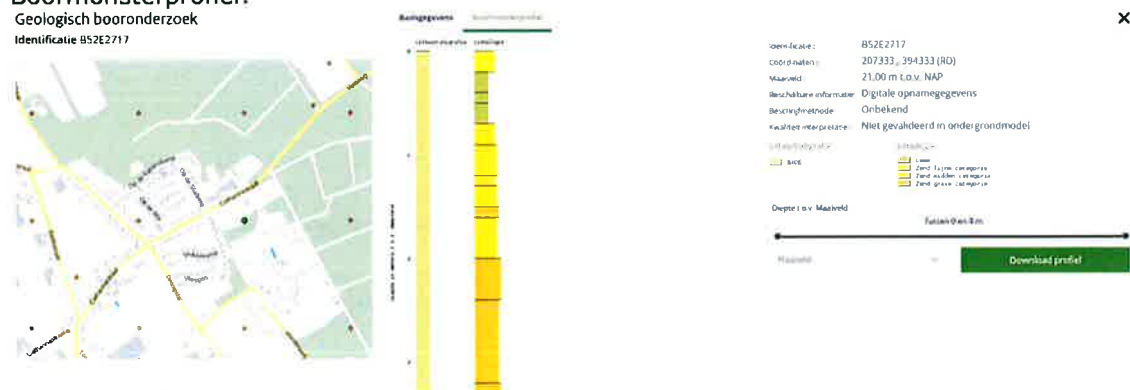
3.2 Grondonderzoek en funderingsadvies

In de volgende fase wordt een funderingsadvies opgesteld met verantwoording van het gekozen funderingssysteem. Op basis van in de buurt van de bouwlocatie uitgevoerde grondboringen (waarin het boormonsterprofiel zand laat zien), lijkt een fundering op staal het meest voor de hand liggend.

Boormonsterprofiel:

Geologisch booronderzoek

Identificatie 852E2717



Bron: dinoloket

4 Materialen en duurzaam bouwen

4.1 Materialen en kwaliteiten

- | | | |
|--|--------|------------------|
| – Geprefabriceerde betonnen heipalen | C45/55 | milieuklasse XA2 |
| – In de grond gevormde betonnen palen | C30/37 | milieuklasse XA2 |
| – Ter plaatse gestort beton, vochtig, buiten | C30/37 | milieuklasse XC4 |

Wapeningsstaal

- Algemeen : B 500 B

Constructiestaal

- | | |
|---|-------------------|
| – Bouten, algemeen | sterkteklasse 8.8 |
| – Moeren, algemeen | sterkteklasse 8 |
| – Fundatie-einden, algemeen | S235JR |
| – Fundatie-einden, waar aangegeven (niet aan buigen en/of lassen) | sterkteklasse 8.8 |

LVL4¹

- | | |
|-------------------------------|--------------------|
| – Houtsoort | Europees naaldhout |
| – Klimaatklasse | I (droog) |
| – Sterkteklasse (ligger) | LVL 48P |
| – Sterkteklasse (paneel/wand) | LVL 36C |
| – Duurzaamheidsklasse | IV |

Constructiehout

- | | |
|--------------------------------------|--------------------|
| – Houtsoort | Europees naaldhout |
| – Klimaatklasse | I (droog) |
| – Sterkteklasse | C 24 |
| – Bewerking | gezaagd/geschaafd |
| – Duurzaamheidsklasse | IV |
| – Belastingduurklasse voor: | |
| – blijvende belasting | blijvend |
| – veranderlijke belasting, momentaan | middellang/kort |
| – veranderlijke belasting, extreem | middellang/kort |

Houtachtige platen

Spaanplaat

- | | |
|-----------------|--|
| – Klimaatklasse | I (droog) |
| – Sterkteklasse | min. P4 voor gebruik in droge ruimtes
min. P5 voor gebruik in natte ruimtes |

4.2 Conservering

Voor de conservering van de staalconstructie geldt het volgende:

- Staal binnen, in zicht: verfsysteem.
- Staal binnen, niet in zicht: geen conservering/verfsysteem.
- Staal in spouw, niet in contact met buitenblad: verzinkt.
- Staal in de spouw, in contact met buitenblad: rvs 316/verzinken en verfsysteem.
- Staal buiten: verzinkt en verfsysteem/verfsysteem.

¹ De materiaal eigenschappen variëren enigszins tussen verschillende fabrikanten. Er wordt verwezen naar Certificate No EUFI29-20000564-C (Stora Enso) en Certificate No EUFI29-20000676-C/EN (Metsä Wood)

4.3

Aangehouden gewicht van constructie onderdelen

– Aangehouden gewicht per volume	
– Aarde, klei en leem (nat)	20,0 kN/m ³
– Gewapend grindbeton	25,0 kN/m ³
– Wapeningsstaal	78,5 kN/m ³
– Staalconstructies	78,5 kN/m ³
– Zandcementmortel	20,0 kN/m ³
– Europees naaldhout, incl. bevestigingsmiddelen	5,0 kN/m ³
– Glas	25,0 kN/m ³

5 Belastingen en vervormingen

5.1 Classificatie, veiligheidsfactoren en combinaties

De constructie van dit gebouw moet worden berekend volgens gevolgklasse CC1 als beschreven in NEN-EN 1990 Tabel NB 21 - B1.

De bijbehorende betrouwbaarheidsklasse is: RC1.

De bijbehorende indicatieve ontwerplevensduurklasse bedraagt 3.

De daarbij behorende ontwerplevensduur bedraagt: 50 jaar.

De bijbehorende Kfi-factor volgens tabel B3 uit NEN-EN 1990 bedraagt 0,9. (CC1)

Veiligheidsfactoren uiterste grenstoestand:

Blijvende belasting $\gamma_g = 0,9/1,1$ of $1,2$ (CC1)

Veranderlijke belasting $\gamma_q = 1,35$ (CC1)

Volgens de Eurocode moeten diverse ontwerpsituaties worden beschouwd. De aan te houden veiligheidsfactoren zijn afhankelijk van de te beschouwen uiterste grenstoestand en combinatie. Hieronder zijn de belangrijkste combinaties waarop de betreffende constructies getoetst dienen worden weergegeven:

1	$1,20 G^*$
2	$1,20 G + 1,35 \psi_0 Q + 1,35 \psi_0 Q_i$
3	$1,1 G + 1,35 Q + 1,35 \psi_0 Q_i$
4	$1,1 G + 1,35 \psi_0 Q + 1,35 \psi_0 Q_i + 1,35 W$
5	$0,9 G - 1,35 W$

Tabel: belangrijkste belastingcombinaties CC1

G	=	blijvende belasting
Q	=	overheersende veranderlijke belasting
Q_i	=	overige veranderlijke belasting
W	=	wind

* Deze combinatie is aanvullend op NEN-EN1990 en dient getoetst te worden in combinatie met belastingduurklasse blijvend.

5.2

Overzicht opgelegde belastingen

Onderstaande tabel geeft een overzicht van de opgelegde belastingen. Uiteraard blijft het gestelde in NEN-EN 1991-1-1 onverkort van kracht. Opgelegde belastingen in kN/m², kN/m¹ en kN.

Ruimten	Belastingen					opm
	q _k	Q _k	ψ ₀	ψ ₁	ψ ₂	
Vloeren		opm 1				
Woningen (klasse A)	1,75	3,0	0,4	0,5	0,3	2
Lichte scheidingswanden	0,5					3
Ontsluitingswegen / trappen						
Woningen (klasse A)	2,0	3,0	0,4	0,5	0,3	
Balkons						
Woningen (klasse A)	2,5	3,0	0,4	0,5	0,3	
Balustraden						
Klasse A	0,5	1				4
Daken						
Personen en materiaal	1,0	1,5 / 2	0	0	0	5
Regenwaterbelasting	≥0,7		0	0	0	6
Sneeuwbelasting	≥0,56	0	0	0,2	0	

Opmerkingen:

1. De geconcentreerde last werkt over een oppervlakte van 0,10 x 0,10 meter (alle klassen).
2. Indien grenzend aan ruimte met hogere belasting, dan deze hogere belasting aanhouden.
3. De belasting voor verplaatsbare lichte scheidingswanden mag als verdeelde belasting in rekening worden gebracht en moet worden opgeteld bij de opgelegde belasting op de vloer.
4. Zie tabel 6.12 voor de verschillende klassen en tabel NB.6 voor de invulling parameters. De lijnlast grijpt aan boven het vloerniveau zoals vastgelegd in het Bouwbesluit (meestal 1m) en werkt in horizontale richting, loodrecht op de balustrade. De geconcentreerde belasting kan op alle onderdelen van de balustrade aangrijpen, zie NEN-EN-1991-1-1 NB tabel NB.6. Reken ook een praktische, verticale puntlast. 0,3 bij klasse A geldt voor de niet-gemeenschappelijke ruimten.
5. De gelijkmatige belasting werkt over een oppervlakte van maximaal 10 m². De puntlast van 2 kN werkt direct op de onder het dakbeschoot of dakplaten gelegen gording, spanten of liggers. De puntlast van 1,5 kN werkt op een afgewerkt dak op een oppervlak van 0,1*0,1 m². Zie NEN-EN-1991-1-1 NB tabel NB.4.
6. Door toepassen van voldoende afschoot en noodoverlaten is dit de maximale belasting door regenwater op dit dak. Deze belasting wordt bepaald in berekening deel B.

5.2.1

Vrije lijnlast voor de klasse A t/m D

Bij vrije randen rekenen op een lijnlast van 5 kN/m¹ met een lengte van 1 m, niet meer dan 0,1 m vanaf de vrije rand.

Bij belasting op meer dan twee vloeren moet de extreme waarde van de opgelegde belasting in rekening zijn gebracht voor de twee vloeren met het grootste belastingeffect. Voor de overige vloeren mag een reductiefactor ψ_0 volgens tabel A1.1 van NEN-EN 1990 in rekening zijn gebracht, met uitzondering van de vloeren met ontsluitingswegen van ruimten waar zich grote mensenmassa's kunnen bevinden (klasse C5). Indien de opgelegde belasting niet de overheersende belasting is, wordt de vloerbelasting van elke vloer met de bijbehorende ψ_0 vermenigvuldigd.

5.3 Windbelastingen

Bepaling volgens NEN-EN 1991-1-4. De windkracht is conform 5.3 als volgt te bepalen:

$$F_w = c_s c_d * c_f * q_p * A_{ref}$$

Windgebied volgens 4.2 figuur NB 1:

Omgeving:

Hoogte boven maaiveld:

Stuwdruk q_p^2 :

III
onbebouwd
3 m
0,49 kN/m²

Windvormfactoren c_f te bepalen volgens NEN-EN 1991-1-4 hfst 7. Het gebrek aan correlatie van de winddrukken tussen de windzijde en de lijzijde moet in rekening zijn gebracht door de resulterende kracht met een factor 0,85 te vermenigvuldigen.

Factor $c_s c_d$ te bepalen volgens NEN-EN 1991-1-4 hfst 6 en bijlage D.

5.4 Dynamische belastingen

De vloerbelastingen worden beschouwd als quasi statische belastingen. Als de belastingen zodanig zijn dat er geen gevaar voor resonantie is, dan hoeft geen dynamische berekening te worden gemaakt.

Getoetst wordt of de betreffende onderdelen voldoen aan onderstaande voorwaarden zodat conform 2.2 NEN-EN-1991-1-1 hoeft geen dynamische berekening te worden gemaakt:

- Het een constructieonderdeel betreft voor ten hoogste 10 personen, waarvoor een eigen frequentie niet kleiner is dan 8 Hz.

5.5 Vervormingen

Voor de vervorming van de diverse constructie-onderdelen zullen de volgende grenswaarden gehanteerd worden (NEN-EN 1990 Bijlage A1.4.3):

Verticale doorbuiging

- Bijkomende doorbuiging van vloerconstructies: $u_{bij} \leq 0,003l_{rep}$
- Bijkomende doorbuiging voor vloeren die weinig vervormbare (bijvoorbeeld steenachtige) scheidingswanden dragen: $u_{bij} \leq 0,002l_{rep}$
- Bijkomende doorbuiging van daken: $u_{bij} \leq 0,004l_{rep}$
- Einddoorbuiging van vloeren: $u_{eind} \leq 0,004l_{rep}$
- Einddoorbuiging van daken: $u_{eind} \leq 0,004l_{rep}$

l_{rep} is de lengte van de overspanning of twee maal de uitkraging

Horizontale doorbuiging

- 1 bouwlaag: $u \leq h/150$ (industriegebouw), $h/300$ (ander gebouw)
- meer dan 1 bouwlaag: $u \leq h/300$ per bouwlaag en $u \leq h/500$ voor het gehele gebouw

h is de kleinste gevelhoogte of kleinste bouwlaaghoogte

Indien nodig worden de einddoorbuigingen beperkt door het toepassen van een zeeg/toog.

² Wanneer woningen in de directe nabijheid van hoogbouw worden gebouwd dient te worden nagegaan of dit tot maatgevende situaties met betrekking tot de windbelasting leidt.

6 Brandwerendheid

6.1 Eisen

In bijlage 1 worden eisen genoemd ten aanzien van de brandwerendheid conform het Bouwbesluit 2012. Voor de bouwconstructie geldt een basiseis van 60 minuten brandwerendheid zonder reductie van 30 minuten vanwege een permanente vuurbelasting lager dan 500 MJ/m².

6.2 Aanvullingen op de bijlage

Elke individuele woning wordt beschouwd als een brandcompartiment. De constructie van de woning (brandcompartiment) waar een brand ontstaat mag binnen 60 minuten bezwijken mits dit niet leidt tot bezwijken van naastgelegen woningen.

6.3 Specificatie eisen per onderdeel

Aangezien de constructie in het brandcompartiment waar de brand uitbreekt mag bezwijken gelden er voor de houtconstructie geen brandwerendheidseisen.

7 Risicoanalyse en V&G Plan

Het beheersen van risico's is een belangrijk onderdeel van het ontwerp- en bouwproces. Om risico's te kunnen beheersen moeten ze benoemd worden. De risicoanalyse kan gebruikt worden voor het V&G-plan, maar ook andere risico's dan V&G-aspecten kunnen in het project een rol spelen.

In onderstaande tabel is een aantal risico's aangegeven en de wijze hoe hier in het ontwerp mee om wordt gegaan.

Aspect	Gevolg	Maatregel
Ontwerp		
Afstemming bouwdelen met derden	Oneconomische constructies in één of meer bouwdelen. Inefficiënt werken t.a.v. detaillering. Faalkosten door foutieve aansluitingen.	Regulier overleg inplannen vanaf eerste fase. Voldoende uitwisselen gegevens: bv stukken in elke fase onderling verstrekken.
Uitvoering		
Vormvastheid van 3D modules tijdens de installatie.	Problemen met maattoleranties en beschadiging van afwerking tijdens de montage.	Voldoende aandacht voor ontwerp van tijdelijke voorzieningen 3D modules.
Vocht tijdens de montage.	Risico op schade aan constructieve en bouwkundige onderdelen door vocht tijdens de montage.	Maatregelen nemen zodat het hout droog blijft tijdens montage van de woningen.
Maat toleranties tussen boven en onderbouw.	Risico dat onder en bovenbouw niet goed op elkaar aansluiten.	Aansluitdetails dienen voldoende stelruimte te hebben om de bovenbouw op aan te sluiten.

8

Taakstelling en nadere planuitwerking volgende fase

Bij de uitwerking van de volgende fase dienen de volgende punten nader uitgewerkt of bepaald te worden:

- Het uitvoeren van het grondonderzoek.
- Het opstellen van het funderingsrapport.
- Bepalen van de exacte hoeveelheden wapening voor de fundatie.

9 Gewichtsberekening

9.1 As B en as G

CC 1 $\gamma_{g1} = 0.90$ $\gamma_{g2} = 1.20$ $\gamma_{g3} = 1.10$ $\gamma_q = 1.35$

LASTEN t.p.v. As B + G											EC2 6.10a	EC2 6.10b	EC2 6.10b mom.	gunstig		
belasting	lengte m	hoogte m	q_k kN/m ²	q_k kN/m ²	ψ_0	G_k kN/m	$Q_{k,max}$ kN/m	ext	Q_k kN/m	$F_{k,max}$ kN/m	F_k kN/m	F_{d1} kN/m	F_{d2} kN/m	F_{d3} kN/m	F_{d4} kN/m	F_{dmax} kN/m
bk. .e verdieping / dak																
D1 dak	2.00	x 1.00	x 1.00	/ 1.00	x 0.0	= 2	0		0							
V1 Begane Gronc	2.00	x 1.00	x 0.70	/ 2.25	x 0.4	= 1	2	v	5							
W1 Buitengevel	1.00	x 3.30	x 1.10	/ 0.00	x 0.0	= 4	0		0							
0	x	x 0.00	/ 0.00	x 0.0	= 0	0			0							
0	x	x 0.00	/ 0.00	x 0.0	= 0	0			0							
totaal verdieping						7	2		5	9	12	11	14	10	6	14
boven fundatie						7	2		5	9	12	11	14	10	6	14
boven fundatie																
B1 fundatiebalk	1.00	x 1.00	x 9.60	/ 0.00	x 0.0	= 10	0		0							
0	x	x 0.00	/ 0.00	x 0.0	= 0	0			0							
0	x	x 0.00	/ 0.00	x 0.0	= 0	0			0							
0	x	x 0.00	/ 0.00	x 0.0	= 0	0			0							
0	x	x 0.00	/ 0.00	x 0.0	= 0	0			0							
totaal verdieping						10	0		0	10	10	12	11	11	9	12
inclusief fundatie						17	2		5	18	21	22	24	21	15	24

9.2 As D en as E

CC 1 $\gamma_{g1} = 0.90$ $\gamma_{g2} = 1.20$ $\gamma_{g3} = 1.10$ $\gamma_q = 1.35$

LASTEN t.p.v. As D + E											EC2 6.10a		EC2 6.10b		EC2 6.10b mom.		gunstig		
belasting	lengte	hoogte	q_s	q_k	ψ_0	G_k	$Q_{k,max}$	ext	Q_k	$F_{k,max}$	F_k	F_{d1}	F_{d2}	F_{d3}	F_{d4}	F_{dmax}			
	m	m	kN/m ²	kN/m ²		kN/m	kN/m		kN/m	kN/m	kN/m	kN/m	kN/m	kN/m	kN/m	kN/m			
bk. ...e verdieping / dak																			
D1	dak	4.00	x 1.00	x 1.00	/ 1.00	x 0.0	= 4	0		0									
V1	Begane Grond	4.00	x 1.00	x 0.70	/ 2.25	x 0.4	= 3	4	v	9									
W2	Binnengevel	1.00	x 3.30	x 0.50	/ 0.00	x 0.0	= 2	0		0									
0			x	x 0.00	/ 0.00	x 0.0	= 0	0		0									
0			x	x 0.00	/ 0.00	x 0.0	= 0	0		0									
totaal verdieping						8	4		9	12	17	15	21	14	8	21			
boven fundatie						8	4		9	12	17	15	21	14	8	21			
boven fundatie																			
B1	fundatiebalk	1.00	x 1.00	x 9.60	/ 0.00	x 0.0	= 10	0		0									
0			x	x 0.00	/ 0.00	x 0.0	= 0	0		0									
0			x	x 0.00	/ 0.00	x 0.0	= 0	0		0									
0			x	x 0.00	/ 0.00	x 0.0	= 0	0		0									
0			x	x 0.00	/ 0.00	x 0.0	= 0	0		0									
totaal verdieping						10	0		0	10	10	12	11	11	9	12			
inclusief fundatie						18	4		9	22	27	27	32	25	16	32			

9.3

As 2 en as 5

 CC 1 $\gamma_{g1} = 0.90$ $\gamma_{g2} = 1.20$ $\gamma_{g3} = 1.10$ $\gamma_q = 1.35$

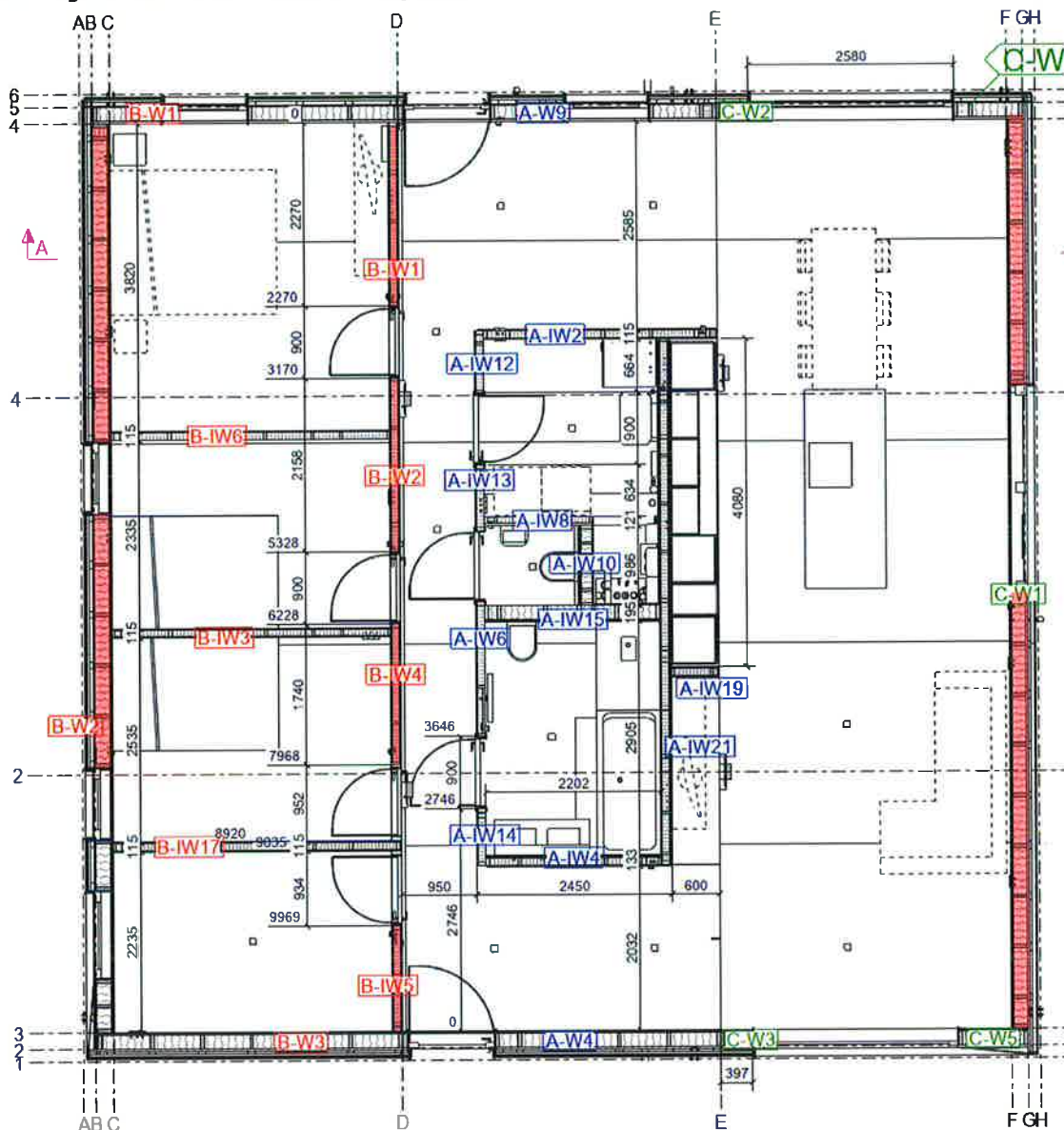
LASTEN t.p.v. As 2 + 5												EC2 6.10a	EC2 6.10b	EC2 6.10b mom.	gunstig	
belasting	lengte m	hoogte m	g_k kN/m ²	q_k kN/m ²	ψ_g	G_k kN/m	$Q_{k, \text{mom}}$ kN/m	ext	Q_k kN/m	$F_{k, \text{mom}}$ kN/m	F_k kN/m	F_{d1} kN/m	F_{d2} kN/m	F_{d3} kN/m	F_{d4} kN/m	F_{dmax} kN/m
bk. ...e verdieping / dak																
D1 dak	0.40	x 1.00	x 1.00	/ 1.00	x 0.0	= 0.4	0.0		0.0							
V1 Begane Grond	0.40	x 1.00	x 0.70	/ 2.25	x 0.4	= 0.3	0.4	v	0.9							
W1 Buitengevel	1.00	x 3.30	x 1.10	/ 0.00	x 0.0	= 3.6	0.0		0.0							
0		x	x 0.00	/ 0.00	x 0.0	= 0.0	0.0		0.0							
0		x	x 0.00	/ 0.00	x 0.0	= 0.0	0.0		0.0							
totaal verdieping						4.3	0.4		0.9	4.7	5.2	5.7	6.0	5.2	3.9	6.0
boven fundatie						4.3	0.4		0.9	4.7	5.2	5.7	6.0	5.2	3.9	6.0
boven fundatie																
B1 fundatiebalk	1.00	x 1.00	x 9.60	/ 0.00	x 0.0	= 10	0		0							
0		x	x 0.00	/ 0.00	x 0.0	= 0	0		0							
0		x	x 0.00	/ 0.00	x 0.0	= 0	0		0							
0		x	x 0.00	/ 0.00	x 0.0	= 0	0		0							
0		x	x 0.00	/ 0.00	x 0.0	= 0	0		0							
totaal verdieping						10	0		0	10	10	12	11	11	9	12
inclusief fundatie						14	0		1	14	15	17	17	16	13	17

10 Stabiteit

10.1 Stabiteit evenwijdig letterassen

10.1.1 Algemeen

De stabiteit van de woning wordt in deze richting verzorgd door de wandschijven op as B, D en G (zie rode wanden in onderstaand overzicht) in combinatie met de dakschijf. (As E heeft geen meewerkende wandschijven.)



Figuur 4: stabiteitswanden // letterassen

10.1.2 Belasting

Uitgangspunt bij de belastingaannee is plaatsing in windgebied 1. Hierdoor is deze berekening toepasbaar in heel Nederland, behoudens bij plaatsing direct aan de kust. Plaatsing van de woning in Beesel betekent plaatsing in windgebied 3 met een stuwdruk van 0,49 kN/m². Onderstaande berekening is dus een conservatieve aanname.

$$q_{p,k} = 0,71 \text{ kN/m}^2 \quad (\text{windgebied 1, onbebouwd, } h = 3,0 \text{ m})$$

$$q_{w,d} = 1,35 * 0,71 = 0,96 \text{ kN/m}^2$$

$$c_t = (0,8 + 0,5) * 0,85 = 1,105$$

$$c_r = 0,02$$

Belasting op dakschijf:

$$\text{Druk + zuiging: } 0,5 * 3,0 \text{ m} * 1,105 * 0,96 \text{ kN/m}^2 = 1,6 \text{ kN/m}$$

$$\text{Wrijving: } 12 \text{ m} * 0,02 * 0,96 \text{ kN/m}^2 = 0,2 \text{ kN/m} + 1,8 \text{ kN/m}$$

$$Q_{w,d} = 12,0 \text{ m} * 1,8 \text{ kN/m} = 21,6 \text{ kN}$$

Verdeeld over 3 assen bedraagt dit 7,2 kN/as

10.1.3 Controle wanden

As B:

Wandlengte 3,1 en 3,9m, verdeling last $3,1^3 : 3,9^3 = 0,33 : 0,67$

L = 3,1 m =>

$$F_{hor,d} = 0,33 * 7,2 = 2,40 \text{ kN}$$

$$M_d = 2,40 * 2,8 \text{ m} = 8 \text{ kNm}$$

$$\text{Dood gewicht} = 0,5 * (0,9 * 6 \text{ kN/m}) * 3,1^2 \text{ m} = -26 \text{ kNm} + (\text{excl. BG})$$

- 18 kNm wand kantelt niet

Wand bevestiging op vloerelement dimensioneren op afschuiving uit wind.

L = 3,9 m =>

$$F_{hor,d} = 0,67 * 7,2 = 4,8 \text{ kN}$$

$$M_d = 4,8 * 2,8 \text{ m} = 14 \text{ kNm}$$

$$\text{Dood gewicht} = 0,5 * (0,9 * 6 \text{ kN/m}) * 3,9^2 \text{ m} = -41 \text{ kNm} + (\text{excl. BG})$$

- 27 kNm wand kantelt niet

Wand bevestiging op vloerelement dimensioneren op afschuiving uit wind.

As D:

Wandlengte 1,3 - 1,7 - 2,2 en 2,2m, verdeling last $1,3^3 : 1,7^3 : 2,2^3 : 2,2^3 = 0,07 : 0,17 : 0,37 : 0,37$

L = 1,3 m =>

$$F_{hor,d} = 0,07 * 7,2 = 0,50 \text{ kN}$$

$$M_d = 0,75 * 2,8 \text{ m} = 1 \text{ kNm}$$

$$\text{Dood gewicht} = 0,5 * (0,9 * 6 \text{ kN/m}) * 1,3^2 \text{ m} = -5 \text{ kNm} + (\text{excl. BG})$$

- 4 kNm wand kantelt niet

Wand bevestiging op vloerelement dimensioneren op afschuiving uit wind.

L = 1,7 m =>

$$F_{hor,d} = 0,17 * 7,2 = 1,85 \text{ kN}$$

$$M_d = 1,85 * 2,8 \text{ m} = 5 \text{ kNm}$$

$$\text{Dood gewicht} = 0,5 * (0,9 * 6 \text{ kN/m}) * 1,7^2 \text{ m} = -8 \text{ kNm} + (\text{excl. BG})$$

- 3 kNm wand kantelt niet

Wand bevestiging op vloerelement dimensioneren op afschuiving uit wind.

L = 2,2 m =>

$$F_{hor,d} = 0,37 * 7,2 = 4 \text{ kN}$$

$$M_d = 4 * 2,8 \text{ m} = 12 \text{ kNm}$$

$$\text{Dood gewicht} = 0,5 * (0,9 * 6 \text{ kN/m}) * 2,2^2 \text{ m} = -13 \text{ kNm} + (\text{excl. BG})$$

$$- 1 \text{ kNm} \quad \text{wand kantelt niet}$$

Wand bevestiging op vloerelement dimensioneren op afschuiving uit wind.

As G:

Wandlengte 5,4 en 3,3m, verdeling last $5,4^3 : 3,3^3 = 0,81 : 0,19$

L = 5,4 m =>

$$F_{\text{hor,d}} = 0,81 * 7,2 = 5,8 \text{ kN}$$

$$M_d = 5,8 * 2,8 \text{ m} =$$

$$17 \text{ kNm}$$

$$\text{Dood gewicht} = 0,5 * (0,9 * 6 \text{ kN/m}) * 5,4^2 \text{ m} =$$

$$-79 \text{ kNm} + (\text{excl. BG})$$

$$- 62 \text{ kNm} \quad \text{wand kantelt niet}$$

Wand bevestiging op vloerelement dimensioneren op afschuiving uit wind.

L = 3,3 m =>

$$F_{\text{hor,d}} = 0,19 * 7,2 = 1,4 \text{ kN}$$

$$M_d = 1,4 * 2,8 \text{ m} =$$

$$4 \text{ kNm}$$

$$\text{Dood gewicht} = 0,5 * (0,9 * 6 \text{ kN/m}) * 3,3^2 \text{ m} =$$

$$- 29 \text{ kNm} + (\text{excl. BG})$$

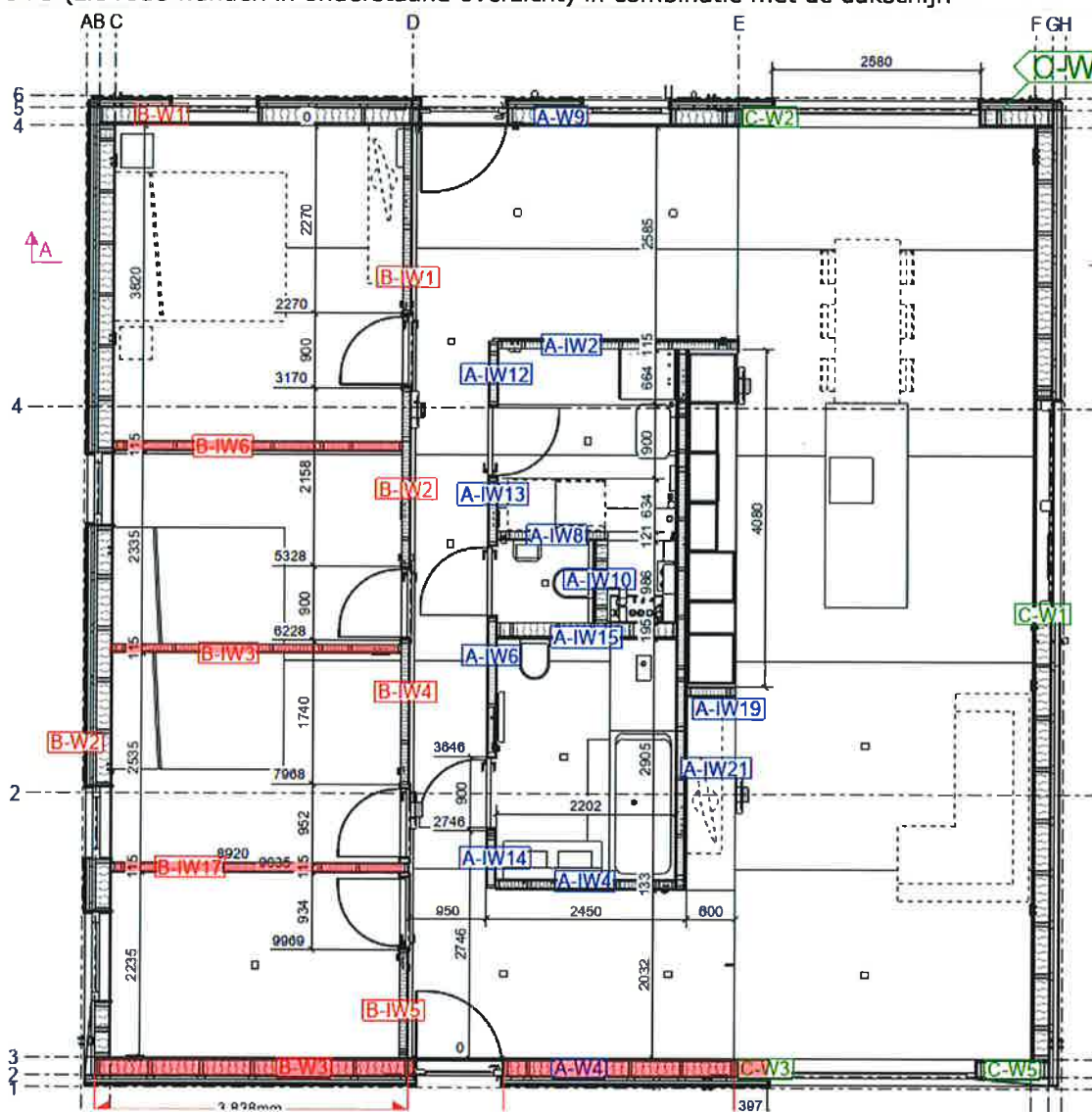
$$- 25 \text{ kNm} \quad \text{wand kantelt niet}$$

Wand bevestiging op vloerelement dimensioneren op afschuiving uit wind.

10.2 Stabiliteit evenwijdig cijferassen

10.2.1 Algemeen

De stabiliteit van de woning wordt in deze richting verzorgd door de wandschijven op as 2 en 5 (zie rode wanden in onderstaand overzicht) in combinatie met de dakschijf.



Figuur 5: stabiliteitswanden // cijferassen

10.2.2 Belasting

Uitgangspunt bij de belastingaannee is plaatsing in windgebied 1. Hierdoor is deze berekening toepasbaar in heel Nederland, behoudens bij plaatsing direct aan de kust.

$$\begin{aligned}
 q_{p,k} &= 0,71 \text{ kN/m}^2 \quad (\text{windgebied 1, onbebouwd, } h = 3,0 \text{ m}) \\
 q_{w,d} &= 1,35 * 0,71 = 0,96 \text{ kN/m}^2 \\
 c_t &= (0,8 + 0,5) * 0,85 = 1,105 \\
 c_f &= 0,02
 \end{aligned}$$

Belasting op dakschijf:

$$\begin{aligned}
 \text{Druk + zuiging:} & \quad 0,5 * 3,0 \text{ m} * 1,105 * 0,96 \text{ kN/m}^2 = 1,6 \text{ kN/m} \\
 \text{Wrijving:} & \quad 9 \text{ m} * 0,02 * 0,96 \text{ kN/m}^2 = \underline{0,2 \text{ kN/m}} + 1,8 \text{ kN/m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q_{w,d} &= 12,0 \text{ m} * 1,8 \text{ kN/m} = 21,6 \text{ kN} \\
 \text{Verdeeld over 4 wanden bedraagt dit} & \quad 5,4 \text{ kN/wand}
 \end{aligned}$$

10.2.3 Controle wanden

As 2:

Wandlengte 3,8 en 2,8m, verdeling last $3,8^3 : 2,8^3 = 0,71 : 0,29$

$L = 3,8 \text{ m} \Rightarrow$

$$\begin{aligned}
 F_{hor,d} &= 0,71 * 5,4 = 3,90 \text{ kN} \\
 M_d &= 3,90 * 2,8 \text{ m} = 11 \text{ kNm} \\
 \text{Dood gewicht} &= 0,5 * (0,9 * 4 \text{ kN/m}) * 3,8^2 \text{ m} = \underline{-26 \text{ kNm}} + \text{(excl. BG)} \\
 & \quad -15 \text{ kNm} \quad \text{wand kantelt niet}
 \end{aligned}$$

Wand bevestiging op vloerelement dimensioneren op afschuiving uit wind.

$L = 2,8 \text{ m} \Rightarrow$

$$\begin{aligned}
 F_{hor,d} &= 0,29 * 5,4 = 1,60 \text{ kN} \\
 M_d &= 1,60 * 2,8 \text{ m} = 5 \text{ kNm} \\
 \text{Dood gewicht} &= 0,5 * (0,9 * 4 \text{ kN/m}) * 2,8^2 \text{ m} = \underline{-14 \text{ kNm}} + \text{(excl. BG)} \\
 & \quad -9 \text{ kNm} \quad \text{wand kantelt niet}
 \end{aligned}$$

Wand bevestiging op vloerelement dimensioneren op afschuiving uit wind.

3 Tussenwanden:

$L = 3,8 \text{ m} \Rightarrow$

$$\begin{aligned}
 F_{hor,d} &= 5,4 \text{ kN} \\
 M_d &= 5,4 * 2,8 \text{ m} = 15 \text{ kNm} \\
 \text{Dood gewicht} &= 0,5 * (0,9 * 1,8 \text{ kN/m}) * 3,8^2 \text{ m} = \underline{-11 \text{ kNm}} + \text{(excl. BG)} \\
 & \quad 6 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

Opwaartse last aan wandende bedraagt: $R_d = 6 \text{ kNm} / 3,8 \text{ m} = 1,6 \text{ kN}$.

T.p.v. as B wordt deze opwaartse last gecompenseerd door het gewicht van de wand op as B. Rekenwaarde belasting in deze wand bedraagt: $0,9 * 6 \text{ kN/m} = 5,4 \text{ kN/m}$. Hiervoor dient $1,6 / 5,4 = 0,32 \text{ m}$ wand beschikbaar te zijn hetgeen ruim aanwezig is

T.p.v. as D wordt deze opwaartse last gecompenseerd door het gewicht van de wand op as E. Rekenwaarde belasting in deze wand bedraagt: $0,9 * 5,4 \text{ kN/m} = 4,8 \text{ kN/m}$. Hiervoor dient $1,6 / 4,8 = 0,35 \text{ m}$ wand beschikbaar te zijn hetgeen ruim aanwezig is

10.3 Conclusie

Naast de normale koppeling aan de fundatie is er geen directe koppeling uit stabiliteit aan de fundatie noodzakelijk.

11 Controle onderdelen

11.1 Dakbalklaag

11.1.1 Algemeen

Balklaag:

Afmeting (b x h): 45 x 150 / 180 mm (verlopend in hoogte)

h.o.h. : 420 mm

kwaliteit: LVL 48P - kerto S

klimaatklasse: 1

overspanning: 4,0 m

11.1.2 Belasting

Permanente belasting (zie ook bijlage 2)

$G_k = 1,00 \text{ kN/m}^2$

Veranderlijke belasting:

$Q_k = 1,00 \text{ kN/m}^2$ (op max 10 m^2) $\psi_0 = 0, \psi_1 = 0, \psi_2 = 0$

Sneeuw:

$s = \mu * C_e * C_t * s_k$ met

$s_k = 0,7 \text{ kN/m}^2$

$C_e = 1,0$

$C_t = 1,0$

$\mu = 0,8$ (figuur 5.1 $\alpha = 0^\circ$ - platdak)

$s_k = 0,8 * 1 * 1 * 0,7 = 0,56 \text{ kN/m}^2$ (Niet maatgevend boven Veranderlijk)

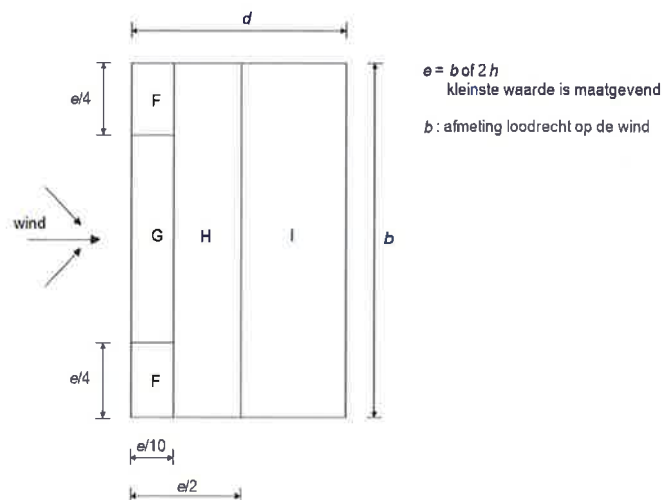
Wind:

$q_{p,k} = 0,71 \text{ kN/m}^2$ (windgebied I, onbebouwd, $h=3,0 \text{ m}$)

$C_{pe} \Rightarrow$ zie figuur

$C_{pi} = +0,3$ of $-0,2$

Windvormfactoren				
plat dak met $-5^\circ < \alpha < 5^\circ$ $A > 10 \text{ m}^2$				
scherpe dakranden				
	C_{pe} F	C_{pe} G	C_{pe} H	C_{pe} I
windzuiging	-1,80	-1,20	-0,70	-0,20
winddruk	-	-	-	+0,20



Figuur 7.6 — Zones bij platte daken

$q_{w,k} = (-1,2 - 0,2) * 0,71 \text{ kN/m}^2 = -0,99 \text{ kN/m}^2$ (Niet maatgevend boven Veranderlijk)

Puntlast:
 $F_p = 1,5 \text{ kN}$ (NEN-EN 1991-1-1+C1:2011/NB:2011 - tabel NB.4)

Puntlast mag gereduceerd worden conform art. 5.2 (5) NEN-EN 1995-1-1:2005+A2:2014+NB:2013

Lastspreiding bij puntlasten

 Reductie geconcentreerde puntlast F_k NEN-EN 1995-1-1:2005/NB:2013 NB.5.1

Invoergegevens:
 $a = 0,35 \text{ m}$ (h.o.h. balken)
 $a_{ref} = 1,00 \text{ m}$ (referentie afstand)

Beplanking:
 $t_p = 18 \text{ mm}$ (dikte)
 $n_p = 1$ (aantal lagen 18mm beplanking)
 $E_{0,ser;rep;p} = 4930 \text{ N/mm}^2 = 4,93\text{E}+09 \text{ N/m}^2$
 $I_p = 4,86\text{E}-07 \text{ m}^4$ (1m breed)
 $(EI)_p = 2396 \text{ Nm}$
 $(EI)_1 = 50000 \text{ Nm}$

 puntlast op oppervlak $0,1\text{m} \times 0,1\text{m}$:

$$k_r = 0.37 + \frac{0.8 * a}{a_{ref}} - \frac{E_{0,ser;rep} * I}{E_{0,ser;rep} * I_1} = 0,598$$

 $F_p = 0,598 * 1,5 = 0,9 \text{ kN}$
11.1.3 Controle sterkte en stijfheid

Voor berekening zie spreadsheet op volgende bladzijde:

werk: Skilpod type #144
 werkno: 2100330
 onderdeel: Dakbalklaag
 daktype: platdak
 Gordingen:

b = 45 mm houtkwaliteit: K-S 27-75 in-plane $k_{mod} = 0,90$
 h = 165 mm klimaatklasse: 1 $\gamma_m = 1,20$
 belastingduurklasse: Kort $k_{del} = 0,60$
 h.o.h = 0,42 m // dakvlak $k_h = 1,07$
 $\alpha = 0^\circ$ wind: $\psi_{Q2,1} = 0,00$
 l₁ = 4,00 m windgebied: 1
 windomgeving: onbebouwd sneeuwlast: standaard
 nokhoogte: 3,0 m.

K-S 27-75 in-plane :
 $f_{m,d} = 35,45 \text{ N/mm}^2$
 $f_{v,d} = 3,15 \text{ N/mm}^2$
 $E_{0,2} = 13800 \text{ N/mm}^2$

Permanent	Sneeuw	veranderlijk	Winddruk	Windzuiging	Puntlast
daklast 0,92 kN/m ²	$\mu_f = 0,80$	Q = 1,00 kN/m ²	winddruk Cp = 0,00	windzuiging Cp = -1,09 (zone H)	Puntlast = 0,900 kN
gording 0,08 kN/m ²	$P_{en,rep} = 0,70 \text{ kN/m}^2$		Ci = 0,00 + 0,00	Ci = -0,20 + -1,29	
G = 1,00 kN/m ²	Sn = 0,56 kN/m ²	Q = 1,00 kN/m ²	Q _{0(z)} = 0,71 kN/m ²	Q _{0(z)} = 0,71 kN/m ²	
q _{G,1,k} = 0,42 kN/m	q _{Sn,1,k} = 0,24 kN/m	q _{Q,1,k} = 0,42 kN/m	q _{Wd,1,k} = 0,00 kN/m	q _{Wz,1,k} = -0,39 kN/m	F _{P,1,k} = 0,90 kN
M _{G,1,k} = 0,84 kNm	M _{Sn,1,k} = 0,47 kNm	M _{Q,1,k} = 0,84 kNm	q _{G,1,max,k} = 0,42 kN/m	M _{Wz,1,k} = -0,77 kNm	M _{FP,1,k} = 0,90 kNm
R _{G,1,k} = 0,84 kN	R _{Sn,1,k} = 0,47 kN	R _{Q,1,k} = 0,84 kN	M _{Wd,1,k} = 0,00 kNm	R _{Wz,1,k} = -0,77 kN	R _{FP,1,k} = 0,90 kNm

Veldmomenten: 1,1*G+1,35*Fp 2,14 kNm (+) 1,1*G+1,35*Sn 1,56 kNm 1,1*G+1,35*Q 2,06 kNm 1,1*G+1,35*Wd 0,92 kNm 0,9*G+1,35*Wz -0,29 kNm
 Dwarskrachten: 1,1*G+1,35*Fp 2,14 kN (+) 1,1*G+1,35*Sn 1,56 kN 1,1*G+1,35*Q 2,06 kN 1,1*G+1,35*Wd 0,92 kN 0,9*G+1,35*Wz -0,29 kN
 M_{d,max} = 2,14 kNm M_{d,min} = -0,29 kNm R_{d,max} = 2,14 kN R_{d,min} = -0,29 kN

sterkte: uc = 0,30 art.6.1.6 voldoet
 uc = 0,14 art.6.1.7 voldoet

vervorming: u₀₁ = 9,6 mm uc = 0,60 voldoet
 u₀₂ = 15,7 mm uc = 0,98

Controle dakligger met verlopende doorsnede:

$$\alpha = \tan^{-1} (180-150) / 4000 = 0,42^\circ$$

M_d = 2,14 kNm (zie berekening vorige blz.)

NEN EN 1995-1-1:2011 art. 6.4.2

Enkelzijdig tapse liggers - drukspanning aan tapse zijde

Klimaatklasse: 1 $k_{mod} = 0,90$
 Belastingduurklasse: Kort $\gamma_m = 1,20$
 Kwaliteit: K-S 21-90 in-plane $k_h = 1,09$
 Materiaal: LVL (nl) $\rho_k = 480 \text{ kg/m}^3$
 $\alpha_c = 0,5^\circ$ $f_{m,k} = 44,00 \text{ N/mm}^2$
 b = 45 mm $f_{m,d} = 35,86 \text{ N/mm}^2$
 h = 150 mm $f_{v,k} = 4,10 \text{ N/mm}^2$
 $M_{y,d} = 2,110 \text{ kNm}$ $f_{v,d} = 3,08 \text{ N/mm}^2$
 $W_y = 168750 \text{ mm}^3$ $f_{c,90,k} = 6,00 \text{ N/mm}^2$
 $f_{c,90,d} = 4,50 \text{ N/mm}^2$

$$\sigma_{m,\alpha,d} = \frac{M_{y,d}}{W_y} = 12,50 \text{ N/mm}^2$$

$$k_{m,\alpha} = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{f_{m,d}}{1,5 \cdot f_{v,d}} \cdot \tan \alpha \right)^2 + \left(\frac{f_{m,d}}{f_{c,90,d}} \cdot \tan^2 \alpha \right)^2}} = 1,00 \quad (6.40)$$

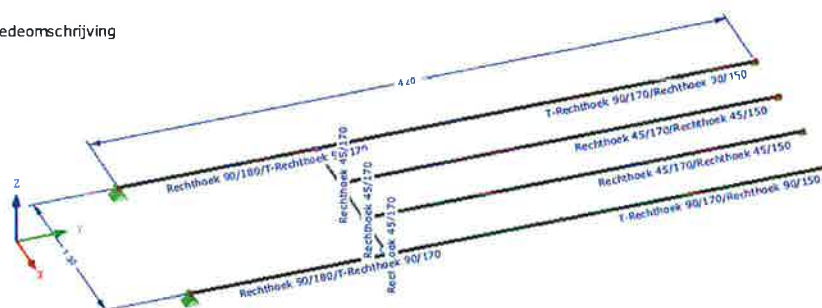
$$f_{m,\alpha,d} = k_{m,\alpha} \cdot f_{m,d} = 35,78 \text{ N/mm}^2$$

$$\frac{\sigma_{m,\alpha,d}}{f_{m,\alpha,d}} = 0,35 \leq 1,00 \quad \text{Voldoet} \quad (6.38)$$

Ingevoerde hoogte is conservatief, omdat dit de kleinste hoogte van balk is op een locatie waar het maximale moment niet optreedt!

Raveelligger in dak:

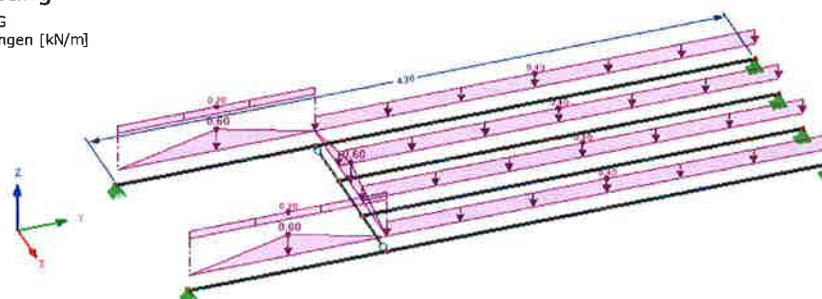
Doorsnedeomschrijving



Isometrisch

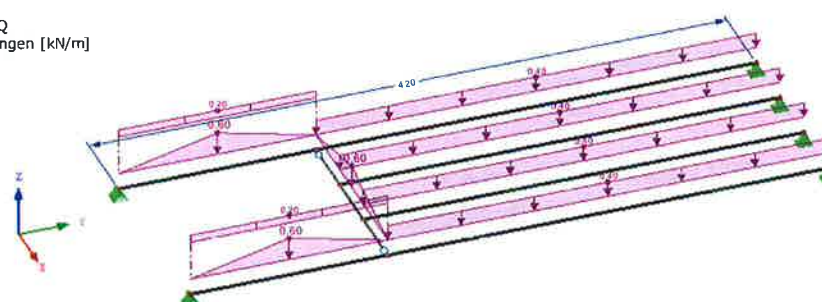
Belasting

BG1 : G
Belastingen [kN/m]



Isometrisch

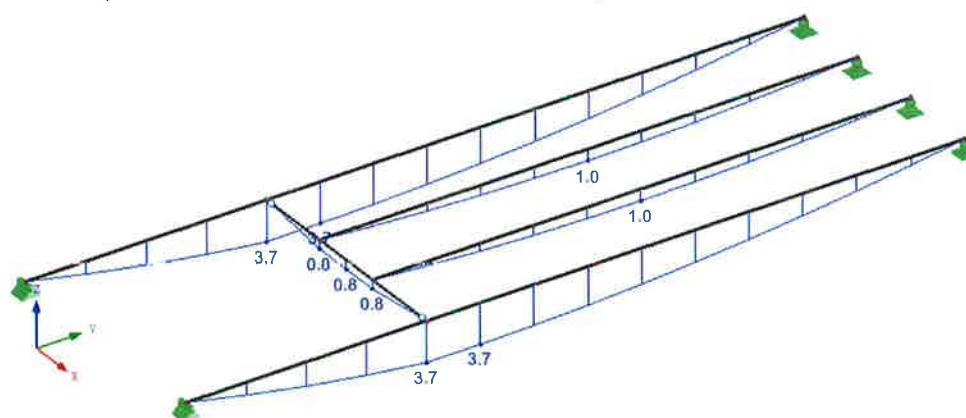
BG2 : Q
Belastingen [kN/m]



Isometrisch

Snedekrachten

BC1 : $1.1 \cdot BG1 + 1.35 \cdot BG2$
Snedekrachten M-y

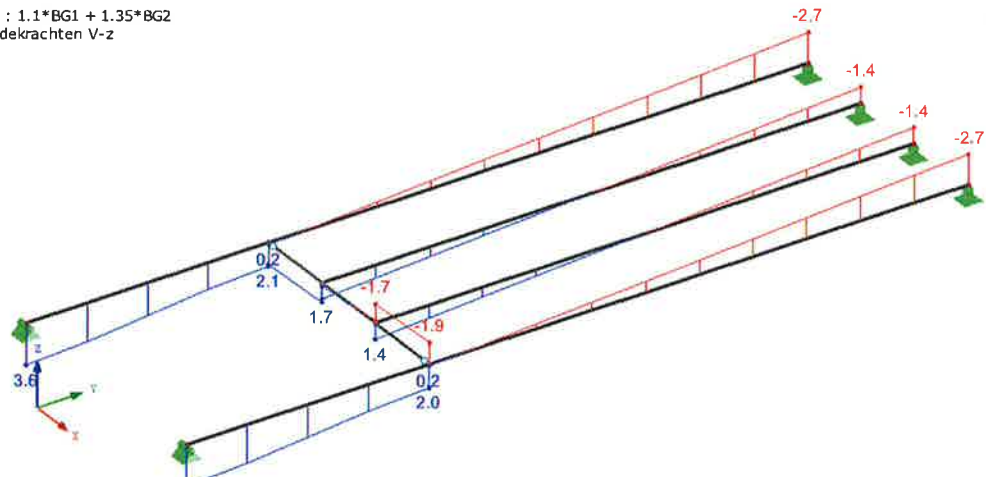


Isometrisch

Max M-y: 3.7, Min M-y: 0.0 [kNm]

BC1 : $1.1 \cdot BG1 + 1.35 \cdot BG2$
Snedekrachten V-z

Isometrisch



Max V-z: 3.6, Min V-z: -2.7 [kN]

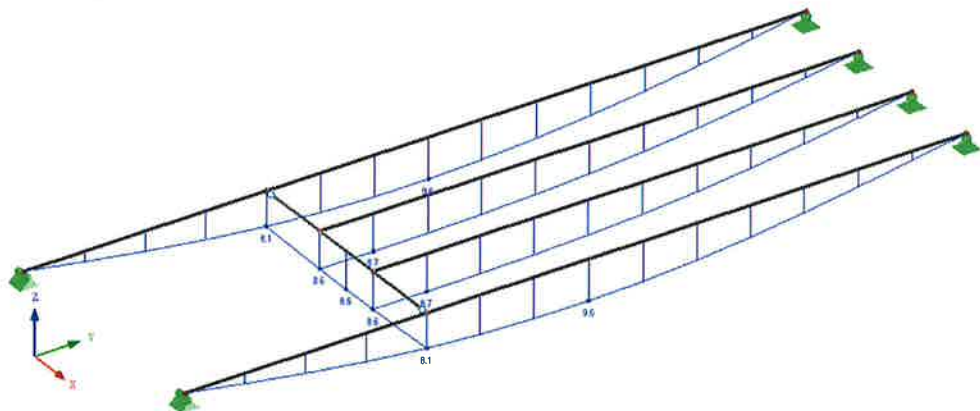
$M_d = 3,7 \text{ kNm}$ voor $2 \times 45 \times 150/180 = 1,65 \text{ kNm}$ per enkele ligger

Inwendige krachten lager dan reeds gecontroleerde krachten.

Vervorming

BC2 : $0.6 \cdot BG1 + BG2$
Lokale vervormingen u-z

Isometrisch



Max u-z: 9.6, Min u-z: 0.0 [mm]

Controle sparingen 3 Ø 40 op 0,3m uit oplegging.

 $M_d = 0,80 \text{ kNm}$
 $V_d = 2,40 \text{ kN}$

Ronde gaten in Kerto-s en Kerto-Q

Certificate NO EUFI29-20000676-C/EN date 22-12-2020

Kwaliteit: K-S 27-75 in-plane

Klimaatklasse: 1

Lastduurklasse: Kort

 $k_{mod} = 0,9$
 $V_d = 1,53 \text{ kN}$
 $\gamma_M = 1,2$
 $M_d = 0,62 \text{ kNm}$
 $f_{t,90,k} = 0,8 \text{ N/mm}^2$
 $f_{t,90,d} = 0,6 \text{ N/mm}^2$
 $f_{m,k} = 44,0 \text{ N/mm}^2$
 $f_{m,d} = 33,0 \text{ N/mm}^2$
 $f_{v,k} = 4,2 \text{ N/mm}^2$
 $f_{v,d} = 3,2 \text{ N/mm}^2$

Afmeting en plaatsing:

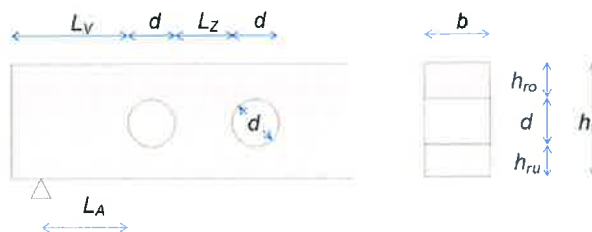
 $b = 45 \text{ mm}$
 $I_{red} = 13724531 \text{ mm}^4 \text{ (A23)}$
 $h = 155 \text{ mm}$
 $A_{red} = 5175 \text{ mm}^2 \text{ (A29)}$
 $d = 40 \text{ mm}$
 $h_{ru} = 57,5 \text{ mm}$
 $h_{ro} = 57,5 \text{ mm}$
 $L_V = 300 \text{ mm}$
 $L_A = 300 \text{ mm}$
 $L_Z = 80 \text{ mm}$


Figure A1. Symbols related to circular holes.

Toetsing randvoorwaarden plaatsing:

 (A1) $L_V \geq h$ voldoet

 (A4) h_{ru} en $h_{ro} \geq 0,15 h$

voldoet

 (A2) $L_A \geq 0,5h$ voldoet

 (A5) h_{ru} en $h_{ro} \geq 0,25 h$

n.v.t. (sparing in neutrale lijn)

 (A3) $d \leq 0,7h$ voldoet

 (A6) $L_Z \geq \max(0,5h; 2d)$

voldoet

Reductiefactoren en hulpwaarden:

 $h_d = 28 \text{ mm}$ $0,7 * d \text{ (A19)}$
 $h_r = 63,5 \text{ mm}$ $\min(h_{ro} + 0,15 * d; h_{ru} + 0,15 * d) \text{ (A20)}$
 $l_{t,90} = 91,5 \text{ mm}$ $0,35 * d + 0,5 * h \text{ (A12)}$
 $k_{t,90} = 1,00$ $\min(1; (450/h)^{0,5}) \text{ (A14)}$
 $k_{hole} = 1,00$ $\min(1; (1 - 1,5 * (d - 0,5 * h) / (0,5 * h))) \text{ (A15)}$
 $k_{space} = 0,60$ $\min(1; 1 - 0,8 * (h - L_Z) / h; 1 - 0,8 * (4 * d - L_Z) / (4 * d)) \text{ (A17)}$

Toetsing sterkte:

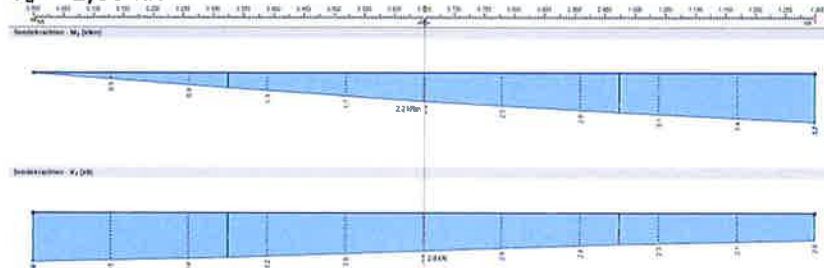
 $F_{t,90,d} = 283 \text{ N}$ $(V_d * h_d / (4h)) * (3 - h_d^2 / h^2) + 0,008 M_d / h_r \text{ (A19)}$
 $\sigma_{t,90,d} = F_{t,90,d} / (0,5 b l_{t,90}) \leq 0,85 k_{hole} k_{space} k_{t,90} f_{t,90,d} \text{ (A11)}$
 $\sigma_{t,90,d} = 0,14 \text{ N/mm}^2 \leq 0,31 \text{ N/mm}^2 \text{ (A11)}$
 $\sigma_{m,d} = 3,5 \text{ N/mm}^2 \leq 33,0 \text{ N/mm}^2 \text{ (A22)}$
 $\sigma_{v,d} = 0,4 \text{ N/mm}^2 \leq 3,15 \text{ N/mm}^2 \text{ (A31)}$

sparing voldoet

Controle sparingen 2 Ø 80 op 0,65m uit oplegging in dubbele ligger.
(Sparingen Ø 100 niet mogelijk)

$M_d = 2,20 \text{ kNm}$

$V_d = 2,80 \text{ kN}$



Ronde gaten in Kerto-s en Kerto-Q

Certificate N0 EUFI29-20000676-C/EN date 22-12-2020

Kwaliteit: K-S 27-75 in-plane

Klimaatklasse: 1

Lastduurklasse: Kort

$k_{mod} = 0.9$ $V_d = 2.20 \text{ kN}$

$\gamma_M = 1.2$ $M_d = 2.80 \text{ kNm}$

$f_{t,90,k} = 0.8 \text{ N/mm}^2$ $f_{t,90,d} = 0.6 \text{ N/mm}^2$

$f_{m,k} = 44.0 \text{ N/mm}^2$ $f_{m,d} = 33.0 \text{ N/mm}^2$

$f_{v,k} = 4.2 \text{ N/mm}^2$ $f_{v,d} = 3.2 \text{ N/mm}^2$

Afmeting en plaatsing:

$b = 90 \text{ mm}$

$h = 150 \text{ mm}$

$d = 80 \text{ mm}$

$h_{ru} = 35 \text{ mm}$

$h_{ro} = 35 \text{ mm}$

$L_V = 650 \text{ mm}$

$L_A = 650 \text{ mm}$

$L_Z = 255 \text{ mm}$

$I_{red} = 21472500 \text{ mm}^4$ (A23)

$A_{red} = 6300 \text{ mm}^2$ (A29)

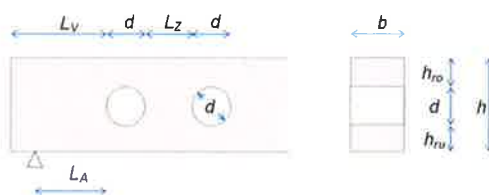


Figure A1. Symbols related to circular holes.

Toetsing randvoorwaarden plaatsing:

(A1) $L_V \geq h$ voldoet

(A2) $L_A \geq 0.5h$ voldoet

(A3) $d \leq 0.7h$ voldoet

(A4) h_{ru} en $h_{ro} \geq 0.15h$

(A5) h_{ru} en $h_{ro} \geq 0.25h$

(A6) $L_Z \geq \max(0.5h; 2d)$

voldoet

n.v.t. (sparing in neutrale lijn)

voldoet

Reductiefactoren en hulpwaarden:

$h_d = 56 \text{ mm}$ $0.7 \cdot d$ (A19)

$h_r = 47 \text{ mm}$ $\min(h_{ro} + 0.15 \cdot d; h_{ru} + 0.15 \cdot d)$ (A20)

$l_{t,90} = 103 \text{ mm}$ $0.35 \cdot d + 0.5 \cdot h$ (A12)

$k_{t,90} = 1.00$ $\min(1; (450/h)^{0.5})$ (A14)

$k_{hole} = 0.90$ $\min(1; (1 - 1.5 \cdot (d - 0.5 \cdot h) / (0.5 \cdot h)))$ (A15)

$k_{space} = 0.84$ $\min(1; 1 - 0.8 \cdot (h - L_Z) / h; 1 - 0.8 \cdot (4 \cdot d - L_Z) / (4 \cdot d))$ (A17)

Toetsing sterkte:

$F_{t,90,d} = 1064 \text{ N}$ $(V_d \cdot h_d / (4h) \cdot (3 - h_d^2 / h^2) + 0.008 M_d / h_r)$ (A19)

$\sigma_{t,90,d} = F_{t,90,d} / (0.5 \cdot b \cdot l_{t,90}) \leq 0.85 \cdot k_{hole} \cdot k_{space} \cdot k_{t,90} \cdot f_{t,90,d}$ (A11)

$\sigma_{t,90,d} = 0.23 \text{ N/mm}^2 \leq 0.38 \text{ N/mm}^2$ (A11)

$\sigma_{m,d} = 9.8 \text{ N/mm}^2 \leq 33.0 \text{ N/mm}^2$ (A22)

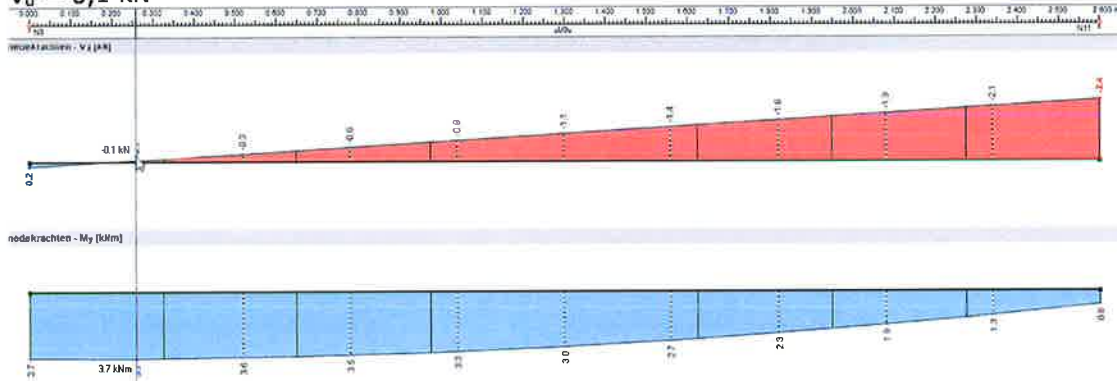
$\sigma_{v,d} = 0.5 \text{ N/mm}^2 \leq 3.15 \text{ N/mm}^2$ (A31)

sparing voldoet

Controle sparingen 2 Ø 100 in midden dubbele ligger.

$M_d = 3,70 \text{ kNm}$

$V_d = 0,1 \text{ kN}$



Ronde gaten in Kerto-s en Kerto-Q

Certificate NO EUFI29-20000676-C/EN date 22-12-2020

Kwaliteit: **K-S 27-75 In-plane**
Klimaatklasse: **1**
Lastduurklasse: **Kort**

$k_{mod} = 0.9$ $V_d = 0.10 \text{ kN}$
 $\gamma_M = 1.2$ $M_d = 3.70 \text{ kNm}$
 $f_{t,90,k} = 0.8 \text{ N/mm}^2$ $f_{t,90,d} = 0.6 \text{ N/mm}^2$
 $f_{m,k} = 44.0 \text{ N/mm}^2$ $f_{m,d} = 33.0 \text{ N/mm}^2$
 $f_{v,k} = 4.2 \text{ N/mm}^2$ $f_{v,d} = 3.2 \text{ N/mm}^2$

Afmeting en plaatsing:

$b = 90 \text{ mm}$
 $h = 160 \text{ mm}$
 $d = 100 \text{ mm}$
 $h_{ru} = 30 \text{ mm}$
 $h_{ro} = 30 \text{ mm}$
 $L_V = 650 \text{ mm}$
 $L_A = 650 \text{ mm}$
 $L_Z = 200 \text{ mm}$

$I_{red} = 23220000 \text{ mm}^4$ (A23)
 $A_{red} = 5400 \text{ mm}^2$ (A29)

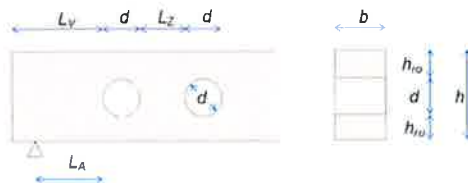


Figure A1. Symbols related to circular holes.

Toetsing randvoorwaarden plaatsing:

(A1) $L_V \geq h$	voldoet	(A4) h_{ru} en $h_{ro} \geq 0,15 h$	voldoet
(A2) $L_A \geq 0,5 h$	voldoet	(A5) h_{ru} en $h_{ro} \geq 0,25 h$	n.v.t. (sparing in neutrale lijn)
(A3) $d \leq 0,7 h$	voldoet	(A6) $L_Z \geq \max(0,5 h; 2d)$	voldoet

Reductiefactoren en hulpwaarden:

$h_d = 70 \text{ mm}$ $0,7 \cdot d$ (A19)
 $h_r = 45 \text{ mm}$ $\min(h_{ru} + 0,15 \cdot d; h_{ro} + 0,15 \cdot d)$ (A20)
 $l_{t,90} = 115 \text{ mm}$ $0,35 \cdot d + 0,5 \cdot h$ (A12)
 $k_{t,90} = 1,00$ $\min(1; (450/h)^{0,5})$ (A14)
 $k_{hole} = 0,63$ $\min(1; (1 - 1,5 \cdot (d - 0,5 \cdot h) / (0,5 \cdot h)))$ (A15)
 $k_{space} = 0,60$ $\min(1; 1 - 0,8 \cdot (h - L_Z) / h; 1 - 0,8 \cdot (4 \cdot d - L_Z) / (4 \cdot d))$ (A17)

Toetsing sterkte:

$F_{t,90,d} = 688 \text{ N}$ $(V_d \cdot h_d / (4h) \cdot (3 - h_d^2 / h^2) + 0,008 M_d / h_t)$ (A19)
 $\sigma_{t,90,d} = F_{t,90,d} / (0,5 b l_{t,90}) \leq 0,85 k_{hole} k_{space} k_{t,90} f_{t,90,d}$ (A11)
 $\sigma_{t,90,d} = 0,13 \text{ N/mm}^2 \leq 0,19 \text{ N/mm}^2$ (A11)
 $\sigma_{m,d} = 12,7 \text{ N/mm}^2 \leq 33,0 \text{ N/mm}^2$ (A22)
 $\sigma_{v,d} = 0,0 \text{ N/mm}^2 \leq 3,15 \text{ N/mm}^2$ (A31)

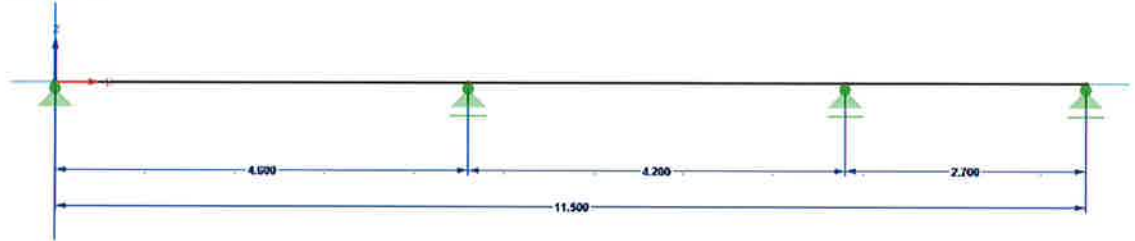
sparing voldoet

11.2 Onderslag op as E

11.2.1 Algemeen

Afmeting (b x h): 2 x 75 x 320
kwaliteit: LVL 48P - kerto S
klimaatklasse: 1
lastbreedte: 4,0m

Schema

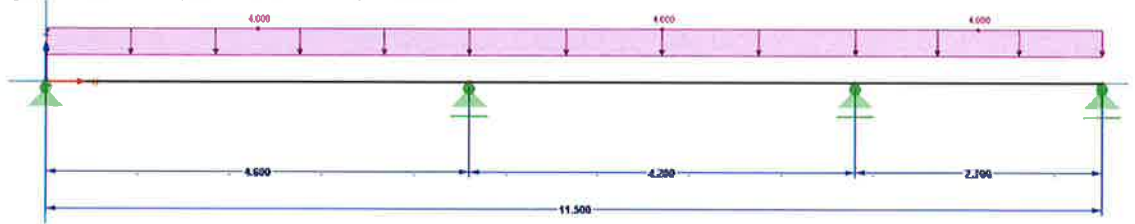


11.2.2 Belasting

BG1: Permanente belasting (zie ook bijlage 2)

$$G_k = 1,00 \text{ kN/m}^2$$

$$g_k = 4,0\text{m} * 1,00 \text{ kN/m}^2 = 4,0 \text{ kN/m}$$

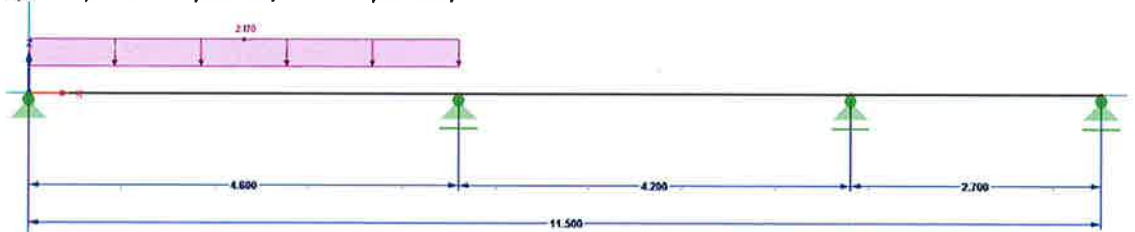


BG2: Veranderlijke belasting

$$Q_k = 1,00 \text{ kN/m}^2 \text{ (op max } 10\text{m}^2) \quad \psi_0 = 0, \psi_1 = 0, \psi_2 = 0$$

$$\text{Langste veld: } 4,6\text{m} \rightarrow \text{lastbreedte: } 10\text{m}^2 / 4,6\text{m} = 2,17 \text{ m}$$

$$q_k = 2,17\text{m} * 1,00 \text{ kN/m}^2 = 2,17 \text{ kN/m}$$



BG3: Sneeuw

$$s = \mu * C_e * C_t * s_k \text{ met}$$

$$s_k = 0,7 \text{ kN/m}^2$$

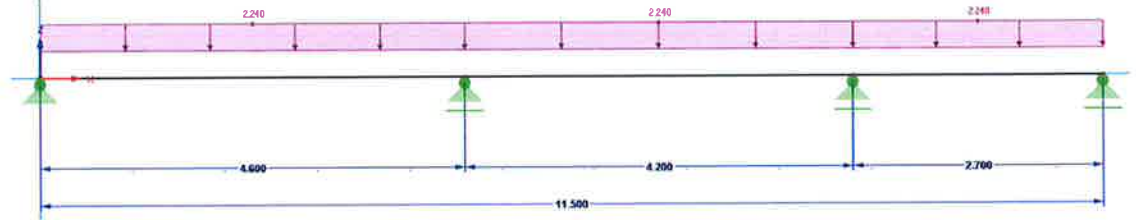
$$C_e = 1,0$$

$$C_t = 1,0$$

$$\mu = 0,8 \text{ (figuur 5.1 } a = 0^\circ \text{ - platdak)}$$

$$s_k = 0,8 * 1 * 1 * 0,7 = 0,56 \text{ kN/m}^2$$

$$q_k = 4,0\text{m} * 0,56 \text{ kN/m}^2 = 2,24 \text{ kN/m}$$



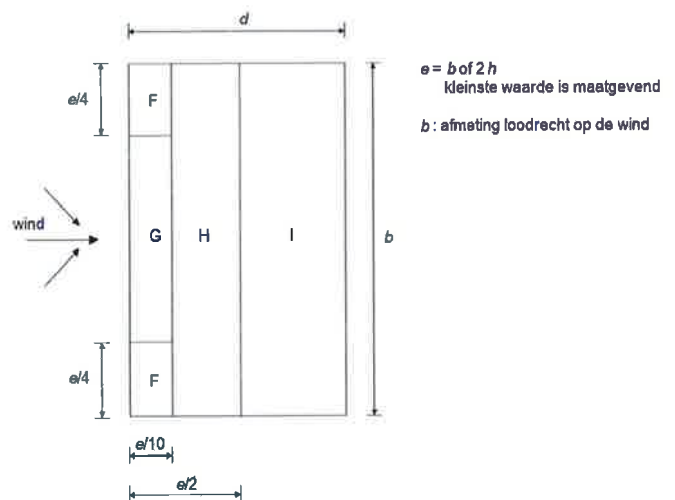
BG4: Wind

$$q_{p,k} = 0,71 \text{ kN/m}^2 \text{ (windgebied I, onbebouwd, } h=3,0\text{m)}$$

$$C_{pe} \Rightarrow \text{zie figuur}$$

$$C_{pi} = +0,3 \text{ of } -0,2$$

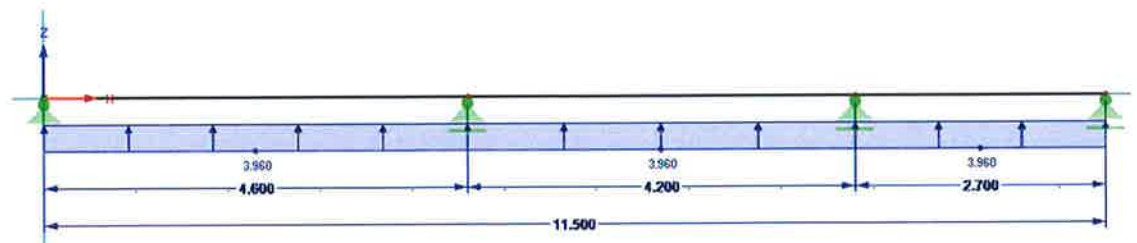
Windvormfactoren plat dak met $-5^\circ < \alpha < 5^\circ$ $A > 10\text{m}^2$ scherpe dakranden				
	C_{pe} F	C_{pe} G	C_{pe} H	C_{pe} I
windzuiging	-1,80	-1,20	-0,70	-0,20
winddruk	-	-	-	+0,20



Figuur 7.6 — Zones bij platte daken

$$W_k = (-1,2 - 0,2) * 0,71\text{kN/m}^2 = - 0,99 \text{ kN/m}^2$$

$$q_k = 4,0\text{m} * 0,99 \text{ kN/m}^2 = 3,96 \text{ kN/m}$$

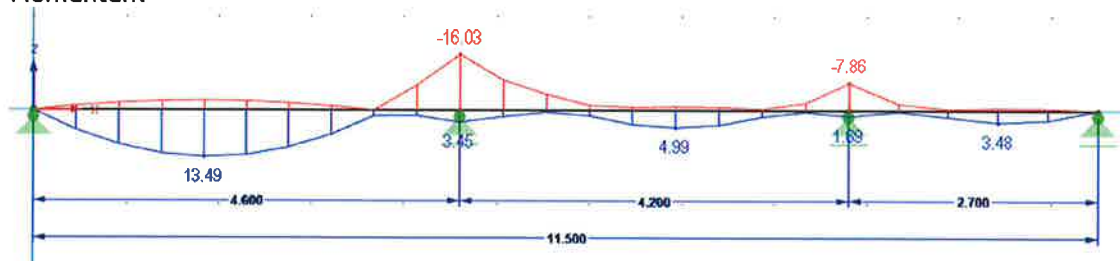


11.2.3 Belastingcombinaties

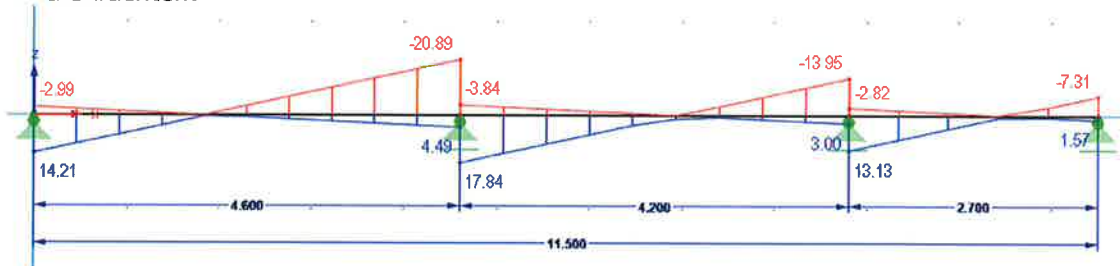
- .. BC1: $1.1 \cdot BG1 + 1.35 \cdot BG2$
- .. BC2: $1.1 \cdot BG1 + 1.35 \cdot BG3$
- .. BC3: $0.9 \cdot BG1 + 1.35 \cdot BG4$

11.2.4 Omhullende resultaten UGT

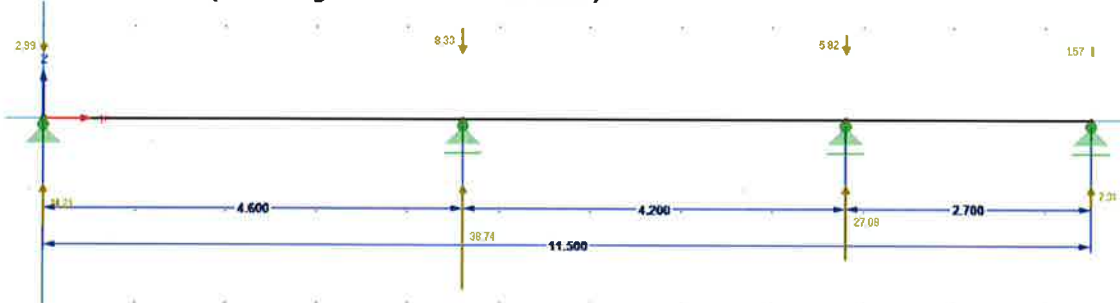
Momenten:



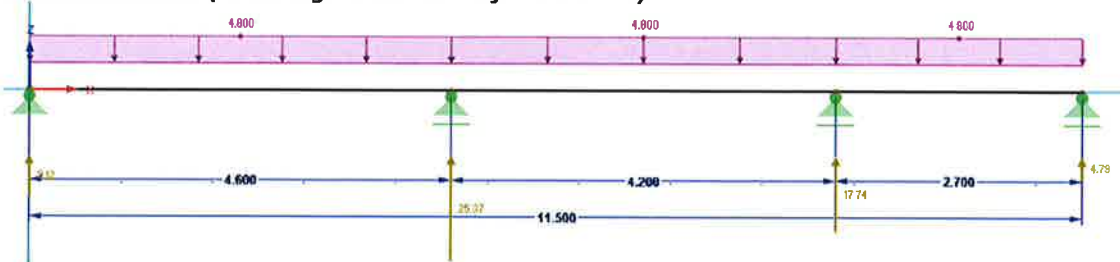
Dwarskrachten:



Reactiekrachten (belastingduurklasse korte duur):



Reactiekrachten (belastingduurklasse blijvende duur):



11.2.5 Controle sterkte

Grootste veldmoment:

$$M_{yd} = 13,49 \text{ kNm}$$

(ligger zijdelings gesteund door balklaag)

NEN EN 1995-1-1:2011 art.6.3.3

Liggers onderworpen aan buiging of buiging en druk

Klimaatklasse: 1

Belastingsduurklasse: Kort

Kwaliteit: K-S 21-90 in-plane

Materiaal: LVL(ec)

k_{mod}	=	0.90
γ_M	=	1.20
$k_{h,y}$	=	0.99
$k_{h,z}$	=	1.18
$f_{m,k}$	=	44.00 N/mm ²
$f_{c,0,k}$	=	35.00 N/mm ²
$E_{0,05}$	=	11600 N/mm ²
$E_{0,mean}$	=	13800 N/mm ²
G_{mean}	=	600 N/mm ²
$G_{0,05}$	=	400 N/mm ²
ρ_k	=	480 kg/m ³
k_m	=	0.70 : rechthoekige doorsnede
β_c	=	0.1

b	=	75 mm
h	=	320 mm
$\ell_{buc,y}$	=	4600 mm
$\ell_{buc,z}$	=	420 mm
$M_{y,0,d}$	=	13.500 kNm
$M_{z,0,d}$	=	0.000 kNm
N_d	=	0.00 kN
m_y	=	0.88
Aangrijppunt belasting:		Drukzijde
ℓ_o	=	640 mm
$\ell_{ef,y} = m_y \cdot \ell_{buc,y} + \ell_o$	=	1010 mm
A	=	24000 mm ²
$\sigma_{c,0,d}$	=	0.00 N/mm ²
$f_{m,y,d}$	=	32.75 N/mm ²
$f_{m,z,d}$	=	38.97 N/mm ²
$f_{c,0,d}$	=	26.25 N/mm ²

Kip om de y-as:

I_{tor}	=	38329014.6 mm ⁴
W_y	=	1280000 mm ³
$\sigma_{m,y,d}$	=	10.55 N/mm ²
I_z	=	11250000 mm ⁴

$$\sigma_{m,crit,y} = \frac{\pi \cdot \sqrt{E_{0,05} \cdot I_x \cdot G_{0,05} \cdot I_{tor}}}{\ell_{ef,y} \cdot W_y} = 109 \text{ N/mm}^2$$

$$\lambda_{rel,m,y} = \sqrt{\frac{f_{m,k}}{\sigma_{m,crit,y}}} = 0.64$$

$$k_{crit,y} = \begin{cases} 1.00 & \text{voor } \lambda_{rel,m,y} \leq 0.75 \\ 1.56 - 0.75 \cdot \lambda_{rel,m,y} & \text{voor } 0.75 < \lambda_{rel,m,y} \leq 1.40 \\ \frac{1}{\lambda_{rel,m,y}^2} & \text{voor } \lambda_{rel,m,y} > 1.40 \end{cases}$$

$$k_{crit,y} = 1$$

Knik om de y-as:

$$i_y = 92.4 \text{ mm}$$

$$\lambda_y = 49.8$$

$$\lambda_{rel,y} = \frac{\lambda_y}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = 0.87$$

$$k_y = 0.5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,y} - 0.3) + \lambda_{rel,y}^2) = 0.91$$

$$k_{c,y} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}} = 0.86$$

Maatgevend: $k_c = 0.86$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_c \cdot f_{c,0,d}} + k_m \cdot \left(\frac{\sigma_{m,y,d}}{k_{crit,y} \cdot f_{m,y,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} =$$

$$0.07 \leq 1.00 \quad \text{Voldoet} \quad (6.35)$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_c \cdot f_{c,0,d}} + \left(\frac{\sigma_{m,y,d}}{k_{crit,y} \cdot f_{m,y,d}} \right)^2 + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} =$$

$$0.10 \leq 1.00 \quad \text{Voldoet} \quad (6.35)$$

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} =$$

$$0.32 \leq 1.00 \quad \text{Voldoet} \quad (6.19)$$

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} =$$

$$0.23 \leq 1.00 \quad \text{Voldoet} \quad (6.20)$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} =$$

$$0.32 \leq 1.00 \quad \text{Voldoet} \quad (6.23)$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} =$$

$$0.23 \leq 1.00 \quad \text{Voldoet} \quad (6.24)$$

Buiging om de z-as:

W_z	=	300000 mm ³
$\sigma_{m,z,d}$	=	0.00 N/mm ²

Knik om de z-as:

$$i_z = 21.7 \text{ mm}$$

$$\lambda_z = 19.4$$

$$\lambda_{rel,z} = \frac{\lambda_z}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = 0.34$$

$$k_z = 0.5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,z} - 0.3) + \lambda_{rel,z}^2) = 0.56$$

$$k_{c,z} = \frac{1}{k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}} = 1.00$$

Grootste steunpuntsmoment:

$$M_{yd} = 16,03 \text{ kNm}$$

NEN EN 1995-1-1:2011 art. 6.1.6
Enkele buiging bij rechthoekige doorsnede

Klimaatklasse:	1	$k_{mod} =$	0.90
Belastingduurklasse:	Kort	$\gamma_M =$	1.20
Kwaliteit:	K-S 27-75 in-plane	$\rho_k =$	480 kg/m ³
Materiaal:	LVL (nl)	$k_{h,y} =$	1.00 (3.4)
$b =$	75 mm	$f_{m,k} =$	44.00 N/mm ²
$h =$	320 mm	$f_{m,y,d} =$	33.00 N/mm ²
$M_{y,d} =$	16.03 kNm		
$W_y =$	1280000 mm ³		
$\sigma_{m,y,d} =$	12.52 N/mm ²		
$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} =$	0.38	≤ 1.00	voldoet

Grootste dwarskracht:

$$V_d = 20,89 \text{ kNm}$$

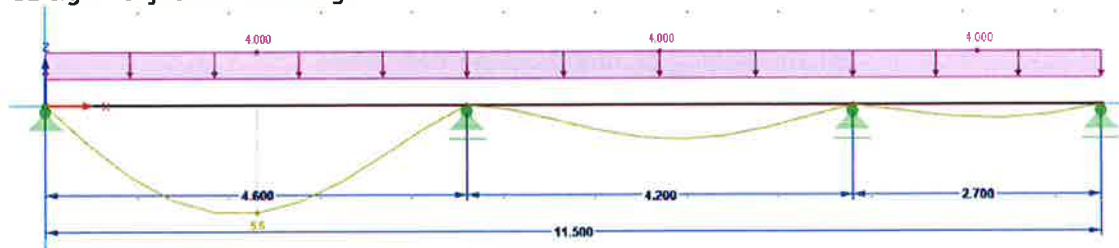
NEN EN 1995-1-1:2011 art.6.1.7
Afschuiving evenwijdig aan de vezelrichting (fig. 6.5a)

Klimaatklasse:	1	$b =$	75 mm
Belastingduurklasse:	Kort	$h =$	320 mm
Kwaliteit:	K-S 21-90 in-plane	$F_{v,d} =$	20.89 kN
Materiaal:	LVL (nl)	$k_{cr} =$	1.00 (NB)
$k_{mod} =$	0.90	$b_{eff} =$	75 mm
$\gamma_M =$	1.20	$f_{v,k} =$	4.10 N/mm ²
		$f_{v,d} =$	3.08 N/mm ²
		$\tau_d =$	1.31 N/mm ²
(6.13) $\frac{\tau_d}{f_{v,d}} =$	0.42	≤ 1.00	voldoet

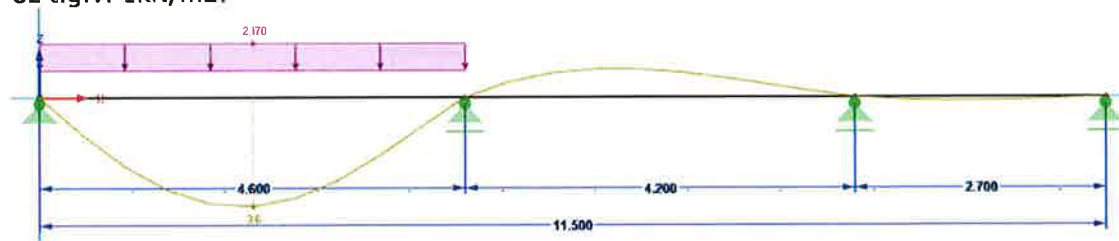
11.2.6

Controle stijfheid

Uz t.g.v. blijvende belasting:



Uz t.g.v. 1kN/m2:


 Raamwerkberekening obv $1 \cdot E_{\text{mean}}$

	Gk	Q_{1,k}	Q_{2,k}	Q_{3,k}
per geval	w = 5.5	3.6		

Korteduur G: $k_{\text{def,Gk}} = 0.00$

$$w_1 = 5.5$$

$$= (1 + k_{\text{def,Gk}}) \cdot u_i$$

Veranderlijk Q:

$$k_{\text{def,Q}} = 0.00$$

$\psi_{0,1}$	$\psi_{0,2}$	$\psi_{0,3}$
1.0		

$$w_3 =$$

$$3.6 \quad 0.0 \quad 0.0 = (1 + k_{\text{def,Q,i}}) \cdot \psi_{0,i} \cdot u_i$$

blijvendeduur:

$$k_{\text{def,p}} = 0.60$$

$\psi_{2,1}$	$\psi_{2,2}$	$\psi_{2,3}$
1.0	0.0	

$$w_2 =$$

$$3.3$$

$$0.0$$

$$0.0$$

$$0.0 = k_{\text{def,p,i}} \cdot \psi_{2,i} \cdot u_i$$

$$w_{\text{tot}} = 12.4 \text{ mm}$$

$$w_2 + w_3 = 6.9 \text{ mm}$$

$$w_c = 0.0 \text{ mm}$$

$$w_{\text{max}} = w_{\text{tot}} - w_c = 12.4 \text{ mm}$$

$$\text{Eis: } u_{\text{eind}} < 1/250 \cdot 4600 = 18,4 \text{ mm}$$

$$u_{\text{eind}} = 12,4 < 18,4 \text{ mm } u_c = 0,67 \text{ voldoet}$$

11.3 Begane Grondvloer

11.3.1 Algemeen

Balklaag:

Afmeting (b x h):

45 x 225 mm

h.o.h. :

420 mm

kwaliteit:

LVL 48P - kerto S

klimaatklasse:

1

overspanning:

4,0 m

11.3.2 Belasting

Permanente belasting (zie ook bijlage 2)

 $G_k = 0,70 \text{ kN/m}^2$

Veranderlijke belasting:

 $Q_k = 1,75 \text{ kN/m}^2 + 0,50 \text{ kN/m}^2 \text{ (i.s.w.)} = 2,25 \text{ kN/m}^2 \quad \psi_0 = 0,4 \quad \psi_1 = 0,5 \quad \psi_2 = 0,3$

Puntlast:

 $F_p = 3,0 \text{ kN}$ (NEN-EN 1991-1-1+C1:2011/NB:2011 - tabel NB.1)

Puntlast mag gereduceerd worden conform art. 5.2 (5) NEN-EN 1995-1-

Lastspreiding bij puntlasten

 Reductie geconcentreerde puntlast F_k

NEN-EN 1995-1-1:2005/NB:2013 NB.5.1

Invoergegevens:

 $a = 0,42 \text{ m}$ (h.o.h. balken)

 $a_{ref} = 1,00 \text{ m}$ (referentie afstand)

Beplanking:

 $t_p = 18 \text{ mm}$ (dikte)

 $n_p = 1$ (aantal lagen 18mm beplanking)

 $E_{0,ser;rep;p} = 5000 \text{ N/mm}^2 = 5E+09 \text{ N/m}^2$
 $I_p = 4,86E-07 \text{ m}^4$ (1m breed)

 $(EI)_p = 2430 \text{ Nm}$
 $(EI)_1 = 50000 \text{ Nm}$

 puntlast op oppervlak $0,1 \text{ m} \times 0,1 \text{ m}$:

$$k_r = 0.37 + \frac{0.8 * a}{a_{ref}} - \frac{E_{0,ser;rep} * I}{E_{0,ser;rep} * I_1} = 0,657$$

1:2005+A2:2014+NB:2013

 $F_p = 0,657 * 3,0 = 1,97 \text{ kN}$

11.3.3 Controle sterkte

Voor berekening zie spreadsheet op volgende bladzijde:

werk: Skilpod #144
 werkno: 2100330
 onderdeel: Begane grondvloer #144 module

balklaag: b = 45 mm	houtkwaliteit: K-S 21-90 in-plane	UGT	BGT	K-S 21-90 in-plane :
h = 225 mm	klimaatklasse: 1	$k_{mod} = 0.80$	1.00	$f_{m,d} = 30.36 \text{ N/mm}^2$
h.o.h = 0.42 m	belastingduurklasse: Middellang	$\gamma_m = 1.20$	1.00	$f_{v,d} = 2.33 \text{ N/mm}^2$
$l_i = 4.00 \text{ m}$				$E_{0,k} = 13800 \text{ N/mm}^2$

gegevens t.b.v. reductie puntlast: gevolgklasse: CC1

beplanking: Multiplex	$\gamma_G = 1.10$	$k_{del} = 0.60$
dikte beplanking = 18 mm	$\gamma_Q = 1.35$	$\psi_{Q0,1} = 0.40$
$E_{0,mean}$ beplanking = 5500 N/mm ²		$\psi_{Q2,1} = 0.30$
		$k_n = 1.04$

Permanent	nuttige last	Puntlast
afwerking 0.59 kN/m ²	Q = 1.75 kN/m ²	F = 3.00 kN
beplanking kN/m ²	l.s.w. = 0.50 kN/m ²	lastspreiding puntlast (NB.5.1):
balklaag 0.11 kN/m ²	2.25 kN/m ²	0.65 = $k_r = 0.37 + 0.8 \cdot \frac{h.o.h}{1.0} \cdot \frac{E_{0,mean}}{50000}$
isolatie kN/m ²		
plafond kN/m ²		
G = 0.70 kN/m ²	Q = 2.25 kN/m ²	Puntlast = 1.96 kN
q _{G,k} = 0.29 kN/m	q _{Q,k} = 0.95 kN/m	F _{P,k} = 1.96 kN
M _{G,k} = 0.59 kNm	M _{Q,k} = 1.89 kNm	M _{F,p,k} = 1.96 kNm
R _{G,k} = 0.59 kN	R _{Q,k} = 1.89 kN	R _{F,p,k} = 1.96 kNm

Middellange duur veldmomenten:	Dwarskrachten:	Middellange duur sterkte uc =	0.29 NEN EN 1995-1-1:2011 art.6.1.6	voldoet
1.1*G+1.35*Fp: 3.29 kNm (+)	1.1*G+1.35*Fp: 3.29 kN (+)	uc =	0.21 NEN EN 1995-1-1:2011 art.6.1.7	voldoet
1.1*G+1.35*Q: 3.20 kNm	1.1*G+1.35*Q: 3.20 kN	Blijvende duur sterkte uc =	0.08 NEN EN 1995-1-1:2011 art.6.1.6	voldoet
1.2*G+1.35*psi0*Q: 1.72 kNm	1.2*G+1.35*psi0*Q: 1.72 kN	uc =	0.06 NEN EN 1995-1-1:2011 art.6.1.7	voldoet
M _{d,max} = 3.29 kNm	R _{d,max} = 3.29 kN			
	R _{d,min} = 1.72 kN	4.11 kN/m	vervorming:	
Blijvende duur veldmomenten:	Dwarskrachten:	u _{bj} =	7.3 mm < 0.003x l _i	uc = 0.61
1.2*G: 0.70 kNm (+)	1.2*G: 0.70 kN (+)	u _{tot} =	9.0 mm ≤ 0.004x l _i	uc = 0.56
			(doorbuiging puntlast niet maatgevend)	voldoet

Bepaling Eigen frequentie:

Trilling houten balklaag trilling enkelvelds

b =	45 mm
h =	225 mm
E =	13800 N/mm ²
G _{rep} =	0.29 kN/m
h.o.h =	0.42 m
l =	4 m

$$\text{eigen frequentie} = f_e = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{M}} = 13.8 \text{ Hz} \geq$$

$$UC = \frac{8 \text{ Hz}}{13.8 \text{ Hz}} = 0.58$$

$$(EI)_\ell = 1403488 \text{ Nm}^2/\text{m}$$

$$\ell = 4.00 \text{ m}$$

$$\text{veerstijfheid} = k = \frac{48EI}{\ell^3} = 1052616 \text{ N/m}$$

$$m = 70 \text{ kg/m/m}$$

$$\text{massa} = M = 0.5 \cdot m \cdot \ell = 140 \text{ kg}$$

11.3.4 Controle sparing Ø80 in midden vloerligger

$M_d = 3,30 \text{ kNm}$, $V_{zd} = 0 \text{ kN}$

Ronde gaten in Kerto-s en Kerto-Q

Certificate N0 EUFI29-20000676-C/EN date 22-12-2020

Kwaliteit: **K-S 27-75 in-plane**
Klimaatklasse: **1**
Lastduurklasse: **Middellang**

$k_{mod} =$	0.8	$V_d =$	0.00 kN
$\gamma_M =$	1.2	$M_d =$	3.30 kNm
$f_{t,90,k} =$	0.8 N/mm ²	$f_{t,90,d} =$	0.5 N/mm ²
$f_{m,k} =$	44.0 N/mm ²	$f_{m,d} =$	29.3 N/mm ²
$f_{v,k} =$	4.2 N/mm ²	$f_{v,d} =$	2.8 N/mm ²

Afmeting en plaatsing:

$b =$ 45 mm
 $h =$ 225 mm
 $d =$ 80 mm
 $h_{ru} =$ 72.5 mm
 $h_{ro} =$ 72.5 mm

 $L_V =$ 650 mm
 $L_A =$ 650 mm
 $L_Z =$ 200 mm

$I_{red} = 40794844 \text{ mm}^4$ (A23)
 $A_{red} = 6525 \text{ mm}^2$ (A29)

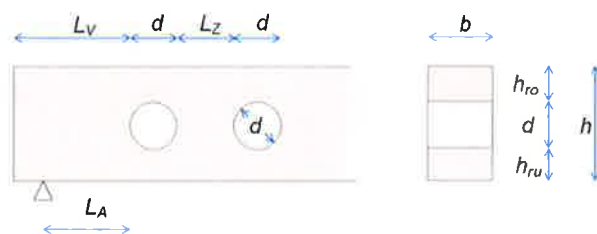


Figure A1. Symbols related to circular holes.

Toetsing randvoorwaarden plaatsing:

(A1) $L_V \geq h$	voldoet	(A4) h_{ru} en $h_{ro} \geq 0,15 h$	voldoet
(A2) $L_A \geq 0,5h$	voldoet	(A5) h_{ru} en $h_{ro} \geq 0,25 h$	n.v.t. (sparing in neutrale lijn)
(A3) $d \leq 0,7h$	voldoet	(A6) $L_Z \geq \max(0,5h; 2d)$	voldoet

Reductiefactoren en hulpwaarden:

$h_d =$	56 mm	$0,7 * d$ (A19)
$h_r =$	84.5 mm	$\min(h_{ro} + 0,15 * d; h_{ru} + 0,15 * d)$ (A20)
$l_{t,90} =$	140.5 mm	$0,35 * d + 0,5 * h$ (A12)
$k_{t,90} =$	1.00	$\min(1; (450/h)^{0,5})$ (A14)
$k_{hole} =$	1.00	$\min(1; (1 - 1,5 * (d - 0,5 * h) / (0,5 * h)))$ (A15)
$k_{space} =$	0.70	$\min(1; 1 - 0,8 * (h - L_Z) / h; 1 - 0,8 * (4 * d - L_Z) / (4 * d))$ (A17)

Toetsing sterkte:

$F_{t,90,d} =$	312 N	$(V_d * h_d / (4h) * (3 - h_d^2 / h^2) + 0,008 M_d / h_r)$ (A19)
$\sigma_{t,90,d} = F_{t,90,d} / (0,5 b l_{t,90}) \leq$	0.85 $k_{hole} k_{space} k_{t,90} f_{t,90,d}$	(A11)
$\sigma_{t,90,d} =$	0.10 N/mm ²	$\leq 0.32 \text{ N/mm}^2$ (A11)
$\sigma_{m,d} =$	9.1 N/mm ²	$\leq 29.3 \text{ N/mm}^2$ (A22)
$\sigma_{v,d} =$	0.0 N/mm ²	$\leq 2.8 \text{ N/mm}^2$ (A31)

sparing voldoet

11.4 Tussenwand

11.4.1 Algemeen

Stijlen en regels:

Afmeting (b x h): 38 x 90 mm
 h.o.h. : 600 mm
 kwaliteit: C24
 klimaatklasse: 1
 kniklengte: 2,55 m

11.4.2 Belasting

Permanente belasting (zie ook §10.2)

Dakvl. $G_k: 4,00 \times 1,00 \text{ kN/m}^2 = 4,00$
 $Q_k: 4,00 \times 1,00 \text{ kN/m}^2 = 4,00$
 Wand: $G_k: 3,00 \times 0,50 \text{ kN/m}^2 = 1,50$
 $5,50 \quad 4,00$

 $q_d = 1,1 \times 5,5 + 1,35 \times 4,00 = 11,5 \text{ kN/m}$
 $N_d = 0,6 \text{ m} \times 11,5 \text{ kN/m} = 6,9 \text{ kN}$

Wind

Onder- en overdruk: $(0,3+0,2) \times 0,71 \text{ kN/m}^2 = 0,36 \text{ kN/m}^2$
 $Q_{\text{wind,d}} = 1,35 \times 0,36 = 0,48 \text{ kN/m}^2$
 $q_{\text{wind,d}} = 0,48 \times 0,6 \text{ m} = 0,29 \text{ kN/m}$
 $M_d = 0,125 \times 0,29 \times 2,55^2 \text{ m} = 0,24 \text{ kNm}$

11.4.3 Controle sterkte

Geval 1: Maximale normaalkracht

 $N_d = 6,9 \text{ kN}$ met hierbij $M_d = 0,01 \times 6,9 = 0,07 \text{ kNm}$ – lastduur korte duur!

Stijlen in slappe richting zijdelings gesteund door de beplating.

 $l_{\text{buc,y}} = 2550 \text{ mm}$, $l_{\text{buc,z}} = 200 \text{ mm}$,

NEN EN 1995-1-1:2011 art. 6.3.2

Kolom met rechthoekige doorsnede op druk en/of buiging

Klimaatklasse: 1

Belastingsduurklasse: Kort

Kwaliteit: C24

Materiaal: gezaagd hout

 $b = 38 \text{ mm}$
 $h = 90 \text{ mm}$
 $M_{y,d} = 0,10 \text{ kNm}$
 $M_{z,d} = 0,00 \text{ kNm}$
 $N_d = 6,90 \text{ kN}$
 $l_{\text{buc,y}} = 2550 \text{ mm}$
 $l_{\text{buc,z}} = 200 \text{ mm}$
 $k_{\text{mod}} = 0,90$
 $\gamma_M = 1,30$
 $\beta_c = 0,2 \text{ (6.29)}$
 $k_{hy} = 1,11 \text{ (3.1)}$
 $k_{hz} = 1,30 \text{ (3.1)}$
 $k_m = 0,7 \text{ (6.16(2))}$
 $\rho_k = 350 \text{ kg/m}^3$
 $f_{c,0,k} = 21,00 \text{ N/mm}^2$
 $f_{m,0,k} = 24,00 \text{ N/mm}^2$
 $E_{0,k} = E_{0,05} = 7400 \text{ N/mm}^2$
 $A = 3420 \text{ mm}^2$
 $W_y = 51300 \text{ mm}^3$
 $W_z = 21660 \text{ mm}^3$
 $\sigma_{c,0,d} = 2,02 \text{ N/mm}^2$
 $\sigma_{m,y,d} = 1,95 \text{ N/mm}^2$
 $\sigma_{m,z,d} = 0,00 \text{ N/mm}^2$
 $f_{c,0,d} = 14,54 \text{ N/mm}^2$
 $f_{m,y,d} = 18,40 \text{ N/mm}^2$
 $f_{m,z,d} = 21,60 \text{ N/mm}^2$

Nik en buiging om de y-as:

 $i_y = 26$
 $\lambda_y = 98$

$$(6.21) \quad \lambda_{\text{rel,y}} = \frac{\lambda_y}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = 1,66 \quad (6.22)$$

$$(6.27) \quad k_y = 0,5 \cdot (1 + \beta_c (\lambda_{\text{rel,y}} - 0,3) + \lambda_{\text{rel,y}}^2) = 2,02 \quad (6.28) \quad k_z = 0,5 \cdot (1 + \beta_c (\lambda_{\text{rel,z}} - 0,3) + \lambda_{\text{rel,z}}^2) = 0,55$$

$$(6.25) \quad k_{c,y} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{\text{rel,y}}^2}} = 0,32 \quad (6.26) \quad k_{c,z} = \frac{1}{k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{\text{rel,z}}^2}} = 1,00$$

$$(6.23) \quad \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,44 + 0,11 + 0,00 = 0,55 \leq 1,00 \quad \text{voldoet}$$

$$(6.24) \quad \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,14 + 0,07 + 0,00 = 0,21 \leq 1,00 \quad \text{voldoet}$$

Nik en buiging om de z-as:

 $i_z = 11$
 $\lambda_z = 18$

$$\lambda_{\text{rel,z}} = \frac{\lambda_z}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = 0,31$$

Geval 2: Maximaal moment
 $M_d = 0,24 \text{ kNm}$ met hierbij $N_d = 1,1 * 0,6 \text{ m} * 5,5 \text{ kN/m} = 3,63 \text{ kN}$ – lastduur korte duur!

Stijlen in slappe richting zijdelings gesteund door de beplating.

 $l_{buc,y} = 2550 \text{ mm}$, $l_{buc,z} = 200 \text{ mm}$,

NEN EN 1995-1-1:2011 art. 6.3.2

Kolom met rechthoekige doorsnede op druk en/of buiging

Klimaatklasse: 1

Belastingsduurklasse: Kort

Kwaliteit: C24

Materiaal: gezaagd hout

 $b = 38 \text{ mm}$
 $h = 90 \text{ mm}$
 $M_{y,d} = 0,24 \text{ kNm}$
 $M_{x,d} = 0,00 \text{ kNm}$
 $N_d = 3,80 \text{ kN}$
 $l_{buc,y} = 2550 \text{ mm}$
 $l_{buc,z} = 200 \text{ mm}$
 $k_{mod} = 0,90$
 $\gamma_M = 1,30$
 $\beta_c = 0,2 \text{ (6.29)}$
 $k_{hy} = 1,11 \text{ (3.1)}$
 $k_{hz} = 1,30 \text{ (3.1)}$
 $k_m = 0,7 \text{ (6.1.6(2))}$
 $\rho_k = 350 \text{ kg/m}^3$
 $f_{c,0,k} = 21,00 \text{ N/mm}^2$
 $f_{m,0,k} = 24,00 \text{ N/mm}^2$
 $E_{0,k} = E_{0,05} = 7400 \text{ N/mm}^2$
 $A = 3420 \text{ mm}^2$
 $W_y = 51300 \text{ mm}^3$
 $W_z = 21660 \text{ mm}^3$
 $\sigma_{c,0,d} = 1,11 \text{ N/mm}^2$
 $\sigma_{m,y,d} = 4,68 \text{ N/mm}^2$
 $\sigma_{m,z,d} = 0,00 \text{ N/mm}^2$
 $f_{c,0,d} = 14,54 \text{ N/mm}^2$
 $f_{m,y,d} = 18,40 \text{ N/mm}^2$
 $f_{m,z,d} = 21,60 \text{ N/mm}^2$
Knik en buiging om de y-as:
 $i_y = 26$
 $\lambda_y = 98$

$$(6.21) \quad \lambda_{rel,y} = \frac{\lambda_y}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = 1,66 \text{ (6.22)}$$

$$(6.27) \quad k_y = 0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,y} - 0,3) + \lambda_{rel,y}^2) = 2,02 \text{ (6.28)}$$

$$(6.25) \quad k_{c,y} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}} = 0,32 \text{ (6.26)}$$

$$(6.23) \quad \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} =$$

$$0,24 + 0,25 + 0,00 = 0,50 \leq 1,00 \quad \text{voldoet}$$

$$(6.24) \quad \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,x} \cdot f_{c,0,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} =$$

$$0,08 + 0,18 + 0,00 = 0,25 \leq 1,00 \quad \text{voldoet}$$

Knik en buiging om de z-as:
 $i_z = 11$
 $\lambda_z = 18$

$$\lambda_{rel,z} = \frac{\lambda_z}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = 0,31$$

$$k_z = 0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,z} - 0,3) + \lambda_{rel,z}^2) = 0,55$$

$$k_{c,z} = \frac{1}{k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}} = 1,00$$

Wandstijlen 38x90 hoh 600 voldoen.

11.5 Wandkolom in tussenwand**11.5.1 Algemeen**

Stijlen en regels:

Afmeting (b x h): 6x 38 x 90 mm stijlen **verlijmd**

kwaliteit: C24

klimaatklasse: 1

kniklengte: 2,55 m

11.5.2 Belasting

Reactie t.p.v maatgevende wandkolom:

korte duur: $F_d = 38,75$ kN (zie par. 11.2.4)blijvende duur: $F_d = 25,37$ kN (zie par. 11.2.4)**Wind**Onder- en overdruk: $(0,3+0,2) * 0,71$ kN/m² = 0,36 kN/m² $Q_{wind,d} = 1,35 * 0,36 = 0,48$ kN/m² $q_{wind,d} = 0,48 * 0,3$ m = 0,15 kN/m $M_d = 0,125 * 0,15 * 2,55^2$ m = 0,12 kNm

11.5.3 Controle sterkte bij korte duur

Arm t.g.v. excentrische ondersteuning kolom: 76mm

$N_d = 38,75$ kN met hierbij $M_d = 0,08 \cdot 38,75 = 3,1$ kNm – lastduur korte duur!

Stijlen in slappe richting zijdelings gesteund door de beplating.

$l_{buc,y} = 2550$ mm, $l_{buc,z} = 200$ mm,

NEN EN 1995-1-1:2011 art. 6.3.2

Kolom met rechthoekige doorsnede op druk en/of buiging

Klimaatklasse: 1

Belastingsduurklasse: Kort

Kwaliteit: C24

Materiaal: gezaagd hout

$b = 90$ mm

$h = 228$ mm

$M_{y,d} = 3,10$ kNm

$M_{z,d} = 0,00$ kNm

$N_d = 38,75$ kN

$l_{buc,y} = 2550$ mm

$l_{buc,z} = 200$ mm

$k_{mod} = 0,90$

$\gamma_M = 1,30$

$\beta_c = 0,2$ (6.29)

$k_h = 1,00$ (3.2)

$k_m = 0,7$ (6.1.6(2))

$f_{c,0,k} = 21,00$ N/mm²

$f_{m,0,k} = 24,00$ N/mm²

$E_{0,05} = 7400$ N/mm²

$f_{c,0,d} = 14,54$ N/mm²

$f_{m,0,d} = 16,62$ N/mm²

$A = 20520$ mm²

$W_y = 779760$ mm³

$W_z = 307800$ mm³

$\sigma_{c,0,d} = 1,89$ N/mm²

$\sigma_{m,y,d} = 3,98$ N/mm²

$\sigma_{m,z,d} = 0,00$ N/mm²

Knik en buiging om de y-as:

$i_y = 66$
 $\lambda_y = 39$

$$(6.21) \quad \lambda_{rel,y} = \frac{\lambda_y}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = 0,66 \quad (6.22)$$

$$(6.27) \quad k_y = 0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,y} - 0,3) + \lambda_{rel,y}^2) = 0,75 \quad (6.28)$$

$$(6.25) \quad k_{c,y} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}} = 0,90 \quad (6.26)$$

$$(6.23) \quad \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} =$$

$$0,15 + 0,24 + 0,00 = 0,38 \leq 1,00 \quad \text{voldoet}$$

$$(6.24) \quad \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} =$$

$$0,13 + 0,17 + 0,00 = 0,30 \leq 1,00 \quad \text{voldoet}$$

Knik en buiging om de z-as:

$i_z = 26$
 $\lambda_z = 8$

$$\lambda_{rel,z} = \frac{\lambda_z}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = 0,13$$

$$k_z = 0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,z} - 0,3) + \lambda_{rel,z}^2) = 0,49$$

$$k_{c,z} = \frac{1}{k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}} = 1,00$$

(Oplegdetails maatgevend)

11.5.4

Controle sterkte bij blijvende duur

Arm t.g.v. excentrische ondersteuning kolom: 76mm

 $N_d = 25,37$ kN met hierbij $M_d = 0,08 \cdot 38,75 = 2,03$ kNm – lastduur blijvende duur!

Stijlen in slappe richting zijdelings gesteund door de beplating.

 $l_{buc,y} = 2550$ mm, $l_{buc,z} = 200$ mm,

NEN EN 1995-1-1:2011 art. 6.3.2
Kolom met rechthoekige doorsnede op druk en/of buiging

Klimaatklasse: 1	$k_{mod} = 0.60$	$A = 20520$ mm ²
Belastingsduurklasse: Blijvend	$\gamma_M = 1.30$	$W_y = 779760$ mm ³
Kwaliteit C24	$\beta_c = 0.2$ (6.29)	$W_z = 307800$ mm ³
Materiaal: gezaagd hout	$k_h = 1.00$ (3.2)	$\sigma_{c,0,d} = 1.24$ N/mm ²
$b = 90$ mm	$k_m = 0.7$ (6.1.6(2))	$\sigma_{m,y,d} = 2.60$ N/mm ²
$h = 228$ mm	$f_{c,0,k} = 21.00$ N/mm ²	$\sigma_{m,z,d} = 0.00$ N/mm ²
$M_{y,d} = 2.03$ kNm	$f_{m,0,k} = 24.00$ N/mm ²	
$M_{z,d} = 0.00$ kNm	$E_{0,k} = E_{0,05} = 7400$ N/mm ²	
$N_d = 25.37$ kN	$f_{c,0,d} = 9.69$ N/mm ²	
$l_{buc,y} = 2550$ mm	$f_{m,0,d} = 11.08$ N/mm ²	
$l_{buc,z} = 200$ mm		

Knik en buiging om de y-as:

$$i_y = 66$$

$$\lambda_y = 39$$

$$(6.21) \quad \lambda_{rel,y} = \frac{\lambda_y}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = 0.66 \quad (6.22)$$

$$(6.27) \quad k_y = 0.5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,y} - 0.3) + \lambda_{rel,y}^2) = 0.75$$

$$(6.25) \quad k_{c,y} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}} = 0.90 \quad (6.26)$$

$$(6.23) \quad \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} =$$

$$0.14 + 0.24 + 0.00 = 0.38 \leq 1.00 \quad \text{voldoet}$$

$$(6.24) \quad \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} =$$

$$0.13 + 0.16 + 0.00 = 0.29 \leq 1.00 \quad \text{voldoet}$$

Knik en buiging om de z-as:

$$i_z = 26$$

$$\lambda_z = 8$$

$$\lambda_{rel,z} = \frac{\lambda_z}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = 0.13$$

$$(6.28) \quad k_z = 0.5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,z} - 0.3) + \lambda_{rel,z}^2) = 0.49$$

$$(6.26) \quad k_{c,z} = \frac{1}{k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}} = 1.00$$

(Oplegdetails maatgevend)

11.6 Kopgevelwand

11.6.1 Algemeen

Stijlen en regels:

Afmeting (b x h): 45 x 180 mm

h.o.h. : 625 mm

kwaliteit: LVL 36C

klimaatklasse: 1

kniklengte: 2,55 m

11.6.2 Belasting

Permanente belasting (zie ook §10.2)

Dakvl. $G_k: 2,00 * 1,00 \text{ kN/m}^2 =$ 2,00

$Q_k: 2,00 * 1,00 \text{ kN/m}^2 =$ 2,00

Wand: $G_k: 3,00 * 1,10 \text{ kN/m}^2 =$	3,30		+
	5,30	2,00	

$q_d = 1,1 * 5,3 + 1,35 * 2,00 = 8,6 \text{ kN/m}$

$N_d = 0,63 \text{ m} * 8,6 \text{ kN/m} = 5,45 \text{ kN}$

Wind

Druk- + onderdruk: $(0,8+0,3) * 0,71 \text{ kN/m}^2 =$ 0,78 kN/m²

$Q_{\text{wind,d}} = 1,35 * 0,78 =$ 1,05 kN/m²

$q_{\text{wind,d}} = 1,05 * 0,63 \text{ m} =$ 0,66 kN/m

$M_d = 0,125 * 0,66 * 2,55^2 \text{ m} =$ 0,54 kNm

11.6.3 Controle sterkte

Geval 1: Maximale normaalkracht

$N_d = 5,45 \text{ kN}$ met hierbij $M_d = 0,01 * 5,45 = 0,05 \text{ kNm}$ – lastduur korte duur!

Stijlen in slappe richting zijdelings gesteund door de beplating.

$l_{\text{buc Y}} = 2550 \text{ mm}$, $l_{\text{buc Z}} = 200 \text{ mm}$,

NEN EN 1995-1-1:2011 art. 6.3.2
Kolom met rechthoekige doorsnede op druk en/of buiging

 Klimaatklasse: **1**

 Belastingduurklasse: **Kort**

 Kwaliteit: **K-S 27-75 in-plane**

 Materiaal: **LVL (nl)**
 $b = 45 \text{ mm}$
 $h = 180 \text{ mm}$
 $M_{y,d} = 0.05 \text{ kNm}$
 $M_{z,d} = 0.00 \text{ kNm}$
 $N_d = 5.45 \text{ kN}$
 $\ell_{buc,y} = 2550 \text{ mm}$
 $\ell_{buc,z} = 200 \text{ mm}$
 $k_{mod} = 0.90$
 $\gamma_M = 1.20$
 $\beta_c = 0.1 \text{ (6.29)}$
 $k_{hy} = 1.06 \text{ (3.3)}$
 $k_{hz} = 1.20 \text{ (3.3)}$
 $k_m = 0.7 \text{ (6.1.6(2))}$
 $\rho_k = 480 \text{ kg/m}^3$
 $f_{c,0,k} = 35.00 \text{ N/mm}^2$
 $f_{m,0,k} = 44.00 \text{ N/mm}^2$
 $E_{0,k} = E_{0,05} = 11600 \text{ N/mm}^2$
 $A = 8100 \text{ mm}^2$
 $W_y = 243000 \text{ mm}^3$
 $W_z = 60750 \text{ mm}^3$
 $\sigma_{c,0,d} = 0.67 \text{ N/mm}^2$
 $\sigma_{m,y,d} = 0.21 \text{ N/mm}^2$
 $\sigma_{m,z,d} = 0.00 \text{ N/mm}^2$
 $f_{c,0,d} = 26.25 \text{ N/mm}^2$
 $f_{m,y,d} = 35.09 \text{ N/mm}^2$
 $f_{m,z,d} = 39.60 \text{ N/mm}^2$
Knik en buiging om de y-as:
 $i_y = 52$
 $\lambda_y = 49$

$$(6.21) \quad \lambda_{rel,y} = \frac{\lambda_y}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = 0.86$$

$$(6.27) \quad k_y = 0.5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,y} - 0.3) + \lambda_{rel,y}^2) = 0.90$$

$$(6.25) \quad k_{c,y} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}} = 0.87$$

$$(6.23) \quad \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} =$$

$$0.03 + 0.01 + 0.00 = 0.04 \leq 1.00 \quad \text{voldoet}$$

$$(6.24) \quad \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} =$$

$$0.03 + 0.00 + 0.00 = 0.03 \leq 1.00 \quad \text{voldoet}$$

Knik en buiging om de z-as:
 $i_z = 13$
 $\lambda_z = 15$

$$\lambda_{rel,z} = \frac{\lambda_z}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = 0.27$$

$$(6.28) \quad k_z = 0.5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,z} - 0.3) + \lambda_{rel,z}^2) = 0.53$$

$$(6.26) \quad k_{c,z} = \frac{1}{k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}} = 1.00$$

Geval 2: Maximaal moment
 $M_d = 0.54 \text{ kNm}$ met hierbij $N_d = 1.1 \cdot 0.63 \text{ m} \cdot 5.3 \text{ kN/m} = 3.70 \text{ kN}$ – lastduur korte duur!

Stijlen in slappe richting zijdelings gesteund door de beplating.

 $\ell_{buc,y} = 2550 \text{ mm}, \ell_{buc,z} = 200 \text{ mm},$

NEN EN 1995-1-1:2011 art. 6.3.2

Kolom met rechthoekige doorsnede op druk en/of buiging

Klimaatklasse: 1

Belastingsduurklasse: Kort

Kwaliteit: K-S 27-75 in-plane

Materiaal: LVL (nl)

b = 45 mm

h = 180 mm

 $M_{y,d} = 0.54$ kNm

 $M_{z,d} = 0.00$ kNm

 $N_d = 3.70$ kN

 $\ell_{buc,y} = 2550$ mm

 $\ell_{buc,z} = 200$ mm

 $k_{mod} = 0.90$
 $\gamma_M = 1.20$
 $\beta_c = 0.1$ (6.29)

 $k_{hy} = 1.06$ (3.3)

 $k_{hz} = 1.20$ (3.3)

 $k_m = 0.7$ (6.1.6(2))

 $\rho_k = 480$ kg/m³
 $f_{c,0,k} = 35.00$ N/mm²
 $f_{m,0,k} = 44.00$ N/mm²
 $E_{0,k} = E_{0,05} = 11600$ N/mm²

 A = 8100 mm²
 $W_y = 243000$ mm³
 $W_z = 60750$ mm³
 $\sigma_{c,0,d} = 0.46$ N/mm²
 $\sigma_{m,y,d} = 2.22$ N/mm²
 $\sigma_{m,z,d} = 0.00$ N/mm²
 $f_{c,0,d} = 26.25$ N/mm²
 $f_{m,y,d} = 35.09$ N/mm²
 $f_{m,z,d} = 39.60$ N/mm²

Knik en buiging om de y-as:

 $i_y = 52$
 $\lambda_y = 49$

$$(6.21) \quad \lambda_{rel,y} = \frac{\lambda_y}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = 0.86 \quad (6.22)$$

$$(6.27) \quad k_y = 0.5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,y} - 0.3) + \lambda_{rel,y}^2) = 0.90 \quad (6.28)$$

$$(6.25) \quad k_{c,y} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}} = 0.87 \quad (6.26)$$

$$(6.23) \quad \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} =$$

$$0.02 + 0.06 + 0.00 = 0.08 \leq 1.00 \quad \text{voldoet}$$

$$(6.24) \quad \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} =$$

$$0.02 + 0.04 + 0.00 = 0.06 \leq 1.00 \quad \text{voldoet}$$

Knik en buiging om de z-as:

 $i_z = 13$
 $\lambda_z = 15$

$$\lambda_{rel,z} = \frac{\lambda_z}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = 0.27$$

$$k_z = 0.5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,z} - 0.3) + \lambda_{rel,z}^2) = 0.53$$

$$k_{c,z} = \frac{1}{k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}} = 1.00$$

12**Details****12.1*****I- Verbinding dakbalklaag met randbalk***

$$G_k = 1,00 \text{ kN/m}^2$$

$$Q_k = 1,00 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{overspanning } L = 4,00\text{m}$$

$$\text{h.o.h.} = 0,35\text{m}$$

$$q_d = 1,10 \cdot 1,00 + 1,35 \cdot 1,00 = 2,45 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{per balk } V_{d;\max} = 0,35\text{m} \cdot (4,00\text{m} \cdot 0,5) \cdot 2,45 \text{ kN/m}^2 = 1,72\text{kN}$$

In opdracht van Skilpod is, d.m.v. afschuifproeven, onderzoek gedaan naar de sterkte van de T-verbinding tussen de vloerbalken en de randbalk.

Dit onderzoek is uitgevoerd door wood.be en gedocumenteerd in proefverslag 210920 dd. 07/01/2022.

De beproefde verbinding is uitgevoerd met 5 schroeven Ø6x160 (merk: AMBFAST europe screws code: 67052) die verspringend van elkaar aangebracht zijn, zie schets hieronder.

Uit proefresultaten blijkt de gehele verbinding een capaciteit te hebben van:

$$F_{v,Rd} = \frac{0,8 \cdot 12828}{1,3} = 7894\text{N}$$

Waarde op basis van een serie van 5 geteste schroeven: $F_{v,Rd} = 7,8\text{kN}$

De verbinding in dit gebouw wordt met 3 schroeven uitgevoerd.

Omgerekende capaciteit: $F_{v,Rd} = 7.8\text{kN} / 5 \cdot 3 = 4,60 \text{ kN}$

$$u_c = 1,70 / 4,60 = 0,37 \text{ **voldoet**}$$

12.2 T- Verbinding vloerbalklaag met randbalk

$$G_k = 0,70 \text{ kN/m}^2$$

$$Q_k = 2,25 \text{ kN/m}^2$$

overspanning $L = 4,00\text{m}$

$$h.o.h. = 0,42\text{m}$$

$$q_d = 1,10 \cdot 0,70 + 1,35 \cdot 2,25 = 3,80 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{per balk } V_{d;\max} = 0,42\text{m} \cdot (4,00\text{m} \cdot 0,5) \cdot 3,80 \text{ kN/m}^2 = 3,20\text{kN}$$

In opdracht van Skilpod is, d.m.v. afschuifproeven, onderzoek gedaan naar de sterkte van de T-verbinding tussen de vloerbalken en de randbalk.

Dit onderzoek is uitgevoerd door wood.be en gedocumenteerd in proefverslag 210920 dd. 07/01/2022.

De beproefde verbinding is uitgevoerd met 5 schroeven $\varnothing 6 \times 160$ (merk: AMBFAST europe screws code: 67052) die verspringend van elkaar aangebracht zijn, zie schets hieronder.

Uit proefresultaten blijkt de gehele verbinding een capaciteit te hebben van:

$$F_{v,Rd} = \frac{0,8 \cdot 12828}{1,3} = 7894\text{N}$$

Waarde op basis van een serie van 5 geteste schroeven: $F_{v,Rd} = 7,8\text{kN}$

De verbinding in dit gebouw wordt met 4 schroeven uitgevoerd.

$$\text{Omgerekende capaciteit: } F_{v,Rd} = 7,8\text{kN} / 5 \cdot 4 = 6,20 \text{ kN}$$

$$u_c = 3,20 / 6,20 = 0.51 \text{ **voldoet**}$$

12.3 *Verbinding dakrandbalken onderling*

$$G_k = 1,00 \text{ kN/m}^2$$

$$Q_k = 1,00 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{overspanning } L = 4,00\text{m}$$

$$Q_d = 1,10 \cdot 1,00 + 1,35 \cdot 1,00 = 2,45 \text{ kN/m}^2$$

$$Q_d = 0,5 \cdot 4,00\text{m} \cdot 2,45 \text{ kN/m}^2 = 4,90 \text{ kN/m}$$

2 schuine voldaadschroeven Ø6x180 h.o.h. 250mm

$$V_d = 0,25\text{m} \cdot 4,90 \text{ kN/m} = 1,25\text{kN}$$

$$F_{Rk} = 2,82 \text{ kN/schroefpaar (zie berekening op volgende pagina)}$$

$$k_{mod} = 0,90 \quad \gamma_m = 1,20$$

$$F_{Rd} = 2,82 \cdot 0,90 / 1,20 = 2,10 \text{ kN/schroefpaar}$$

$$u_c = 1,25 / 2,10 = 0,59 \text{ **voldoet**}$$

Two dimensionally inclined screwed connections in Kerto Crosswise

$$F_{Rk} = n_p^{0,9} (F_{C,Rk} + F_{T,Rk}) \cos \alpha \quad (C.3)$$

$$F_{Rk} = 2.82 \text{ kN}$$

$$n_p = 1 \text{ pcs} \quad (\text{number of screw pairs})$$

$$\alpha = 45^\circ \quad (\text{screw angle})$$

$$F_{C,Rk} = \min \begin{cases} f_{ax,1,k} d s_1 \\ f_{ax,2,k} d s_2 \\ 0,8 f_{tens,k} \end{cases} \quad (C.4)$$

$$3421.947 \text{ N}$$

$$570.3246 \text{ N}$$

$$570.3246 \text{ N}$$

$$4000 \text{ N}$$

$$d = 6 \text{ mm} \quad (\text{outer diameter})$$

$$d_h = 6 \text{ mm} \quad (\text{head diameter})$$

$$s_1 = 50 \text{ mm} \quad (\text{threaded length headside member})$$

$$s_2 = 50 \text{ mm} \quad (\text{threaded length pointside member})$$

$$f_{tens,k} = 5 \text{ kN} \quad (\text{tensile capacity acc. to table C.3.})$$

$$f_{ax,i,k} = f_{ax,45,k} \left(\frac{\alpha}{150} + 0,7 \right) \left(\frac{8d}{s_i} \right)^{0,2}$$

value acc. table C.1.

$$f_{ax,1,k} = 11.41 \text{ N/mm}^2$$

$$11.5$$

$$f_{ax,2,k} = 11.41 \text{ N/mm}^2$$

$$11.5$$

$$F_{T,Rk} = \min \begin{cases} f_{ax,1,k} d s_1 + f_{head,k} d_h^2 \\ f_{ax,2,k} d s_2 \\ f_{tens,k} \end{cases} \quad (C.5)$$

$$3421.947 \text{ N}$$

$$3421.947 \text{ N}$$

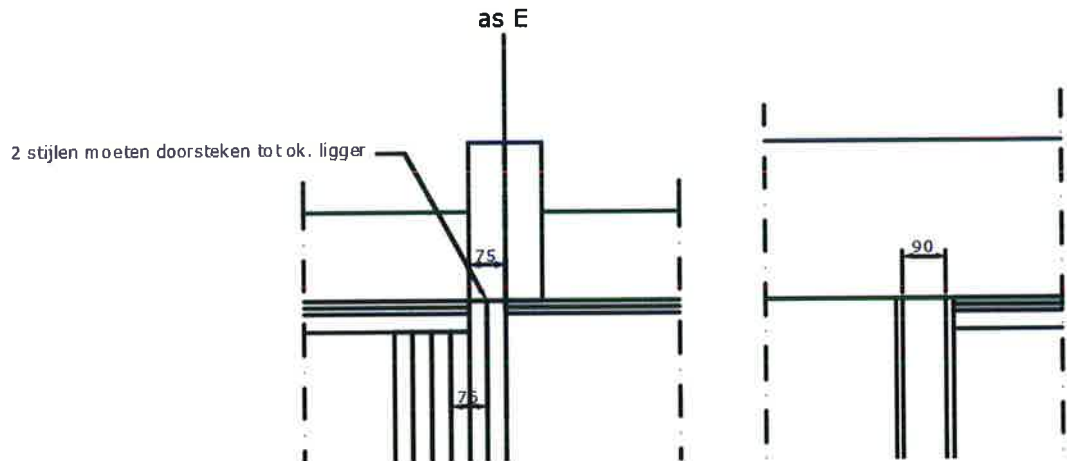
$$3421.947 \text{ N}$$

$$5000 \text{ N}$$

$$f_{head,45,k} = 57 \left(\frac{d_h}{d} - 1 \right) \text{ N/mm}^2, \text{ when } d_h \leq 2d. \quad (C.7)$$

$$f_{head45,k} = 0.00 \text{ N/mm}^2$$

12.4 Oplegging onderslagligger



Controle druk loodrecht Kerto-S ligger

Bepaling capaciteit druk loodrecht op kerto-S ligger:

$$f_{c,90,edge,d} = 1,0 * 6,0 \text{ N/mm}^2 * 0,9/1,2 = 4,50 \text{ N/mm}^2 \text{ (korte duur)}$$

$$f_{c,90,edge,d} = 1,0 * 6,0 \text{ N/mm}^2 * 0,6/1,2 = 3,00 \text{ N/mm}^2 \text{ (blijvende duur)}$$

($k_{c,90} = 1,0$ opgave attest Metsawood)

Table 10. Contact length and $k_{c,90}$ factor.

Compression	Increasing of contact length ⁽¹⁾	$k_{c,90}$ ⁽²⁾	
		(a)	(b)
Kerto-S, edgewise	15 mm along	1,0	$\leq 1,2$ ⁽⁴⁾
Kerto-S, flatwise ⁽³⁾	30 mm along 15 mm across	1,4	1,6
Kerto-Q, edgewise	15 mm along	1,0	1,0
Kerto-Q, flatwise ⁽³⁾	30 mm along 15 mm across	1,4	1,6

Controle drukspanning (korte duur):

$$A = (15+90+15)*75 = 9000 \text{ mm}^2$$

$$\text{drukspanning} = 38500 / 9000 = 4,28 \text{ N/mm}^2 < 4,50 \text{ N/mm}^2$$

voldoet uc = 0,95

Controle drukspanning (blijvende duur):

$$A = (30+90)*75 = 9000 \text{ mm}^2$$

$$\text{drukspanning} = 25400 / 9000 = 2,82 \text{ N/mm}^2 < 3,00 \text{ N/mm}^2$$

voldoet uc = 0,94

Controle drukspanning OSB onderplaat

Oplegreactie:

$F_d = 25,40 \text{ kN}$ (blijvende duur)

$F_d = 38,50 \text{ kN}$ (korte duur)

Drukspanning in OSB plaat (korte duur):

$A_{ef} = 90 * (30 + 6 * 38) = 23220 \text{ mm}^2$

$\sigma_{c;90;d} = 38500 / 23220 = 1,65 \text{ N/mm}^2$

toelaatbaar:

$k_{mod} = 0,90$

$\gamma_m = 1,20$

$f_{c90k} = 2,20 \text{ N/mm}^2$

$f_{c90d} = 2,20 / 1,2 * 0,90 = 1,65 \text{ N/mm}^2$

$uc = 1,65 / 1,65 = 1,00$ **voldoet**

Drukspanning in OSB plaat (blijvende duur):

$A_{ef} = 90 * 258 = 23220 \text{ mm}^2$

$\sigma_{c;90;d} = 25400 / 23220 = 1,09 \text{ N/mm}^2$

toelaatbaar:

$k_{mod} = 0,60$

$\gamma_m = 1,20$

$f_{c90k} = 2,20 \text{ N/mm}^2$

$f_{c90d} = 2,20 / 1,2 * 0,60 = 1,10 \text{ N/mm}^2$

$uc = 1,09 / 1,10 = 0,99$ **voldoet**

12.5 Bevestiging OSB dakplaat aan onderzijde balklaag

Krachten uit stabiliteit (evenwijdig aan letterassen)
 Reactiekracht: $F_d = 7,2$ kN per as
 $L = 12$ m ($q_{hor;d} = 7,2/12 = 0,60$ kN/m maatgevend)

Krachten uit stabiliteit (evenwijdig aan cijferassen)
 Reactiekracht: $F_d = 5,4$ kN per as
 $L = 12$ m ($q_{hor;d} = 5,4/12 = 0,45$ kN/m)

Capaciteit van 1 nagel Ø2,3: $F_v;R_d = 0,42$ kN (zie berekening hieronder)
 Neem nagel Ø2,3 h.o.h. 250mm
 $U_c = 0,25 \cdot 0,60 / 0,42 = 0,36$ **voldoet**

PLAAT OP HOUT VERBINDINGEN

Karakteristieke sterkte voor een enkel schuifvlak

Belastingduurklasse:	Kort	
Type verbindingsmiddel:	Draadnagel	
Geprofileerd:		
Vorm:		
Laag:	(1)	(2)
Kwaliteit:	OSB	C18
Materiaal:	plaat	gezaagd hout
$\rho_{k,i}$ [kg/m³]:	550	320
Materiaal type:	naaldhout	
Dikte t_i [mm]:	18	37
Deel met draad $t_{s,i}$ [mm]:		
Voorgeboorde gaten:	nee	nee
α_i [°]:	0	0
	90	90
$f_{h,i(a),k}$ [N/mm²]:	48.44	20.44
Klimaatklasse:	1	1
$k_{mod,i}$:	0.90	0.90

EN 1995-1-1:2011 Art. 8.2.2

$f_{u,k}$	800 N/mm²
M or Ø:	2.3 mm
d	2.3 mm
n	1
d_{ef}	2.3 mm
γ_M	1.30 : verbindings
β	0.42
$M_{y,Rk}$	2093 Nmm

$$F_{v,Rd} = \left[f_{h,a,k,1} \cdot t_1 \cdot d \right] \cdot \frac{k_{mod,1}}{\gamma_M} = 1.39 \text{ kN} \quad \text{Mechanisme (a)}$$

$$F_{v,Rd} = \left[f_{h,a,k,2} \cdot t_2 \cdot d \right] \cdot \frac{k_{mod,2}}{\gamma_M} = 1.20 \text{ kN} \quad \text{Mechanisme (b)}$$

$$F_{v,Rd} = \left[\frac{f_{h,a,k,1} \cdot t_1 \cdot d}{1+\beta} \cdot \left[\sqrt{\beta + 2 \cdot \beta^2 \cdot \left[1 + \frac{t_2}{t_1} + \left(\frac{t_2}{t_1} \right)^2 \right] + \beta^2 \cdot \left(\frac{t_2}{t_1} \right)^3} - \beta \cdot \left(1 + \frac{t_2}{t_1} \right) \right] + \frac{F_{ax,Rk}}{4} \right] \cdot \frac{k_{mod,min}}{\gamma_M} = 0.52 \text{ kN} \quad \text{Mechanisme (c)}$$

$$F_{v,Rd} = \left[1.05 \cdot \frac{f_{h,a,k,1} \cdot t_1 \cdot d}{2+\beta} \cdot \left[\sqrt{2 \cdot \beta \cdot (1+\beta) + \frac{4 \cdot \beta \cdot (2+\beta) \cdot M_{y,Rk}}{f_{h,a,k,1} \cdot d \cdot t_1^2}} - \beta \right] + \frac{F_{ax,Rk}}{4} \right] \cdot \frac{k_{mod,1}}{\gamma_M} = 0.47 \text{ kN} \quad \text{Mechanisme (d)}$$

$$F_{v,Rd} = \left[1.05 \cdot \frac{f_{h,a,k,1} \cdot t_2 \cdot d}{1+2 \cdot \beta} \cdot \left[\sqrt{2 \cdot \beta^2 \cdot (1+\beta) + \frac{4 \cdot \beta \cdot (1+2 \cdot \beta) \cdot M_{y,Rk}}{f_{h,a,k,1} \cdot d \cdot t_2^2}} - \beta \right] + \frac{F_{ax,Rk}}{4} \right] \cdot \frac{k_{mod,2}}{\gamma_M} = 0.52 \text{ kN} \quad \text{Mechanisme (e)}$$

$$F_{v,Rd} = \left[1.15 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot \beta}{1+\beta}} \cdot \sqrt{2 \cdot M_{y,Rk} \cdot f_{h,a,k,1} \cdot d} + \frac{F_{ax,Rk}}{4} \right] \cdot \frac{k_{mod,max}}{\gamma_M} = 0.42 \text{ kN} \quad \text{Mechanisme (f)}$$

Maatgevend: Mechanisme (f) $F_{v,Rd} = 0.42$ kN per schuifvlak

12.6 Bevestiging dak/wandKrachten uit stabiliteit (evenwijdig aan letterassen)Reactiekracht: $F_d = 7,2$ kN per asWandlengte $L = 7,0$ m ($q_{hor;d} = 7,2 \text{ kN} / 7,0 \text{ m} = 1,02$ kN/m niet maatgevend)Krachten uit stabiliteit (evenwijdig aan cijferassen)Reactiekracht: $F_d = 5,4$ kN per asWandlengte $L = 3,3$ m ($q_{hor;d} = 5,4 \text{ kN} / 3,3 \text{ m} = 1,63$ kN/m maatgevend)

Capaciteit van 1 schroef Ø6 in LVL (flatwise to edgewise, evenwijdig vezel)

 $F_{vrd} = 1,01$ kN/snede (zie berekening hieronder)

Neem schroef Ø6 h.o.h. 300mm

 $U_c = 0,3 \text{ m} * 1,63 / 1,01 = 0,48$ **voldoet**Krachten t.g.v wind loodrecht op gevel $c_t = (0,8 + 0,3) = 1,1$

Belasting op gevel:

Druk + onderdruk: $0,5 * 3,0 \text{ m} * 1,1 * 0,96 \text{ kN/m}^2 = 1,6$ kN/m

Capaciteit van 1 schroef Ø6 in LVL (flatwise to edgewise, loodrecht vezel)

 $F_{vrd} = 1,01$ kN/snede (zie berekening hieronder)

Neem schroef Ø6 h.o.h. 300mm

 $U_c = 0,3 \text{ m} * 1,60 / 1,01 = 0,47$ **voldoet**Krachten t.g.v. windzuigingOpwaartse reactie t.g.v. windzuiging: $R_d = -0,27$ kN/gording($q_d = -0,27 / 0,35 \text{ m} = -0,77$ kN/m)

Capaciteit van 1 schroef Ø6 in LVL:

 $F_{vrd} = 1,41$ kN/snede (zie berekening hieronder)

Neem schroef Ø6 h.o.h. 300mm

 $U_c = 0,3 \text{ m} * 0,77 / 1,41 = 0,16$ **voldoet**

Capaciteit van een schroef Ø6 in LVL (flatwise to edgewise, evenwijdig vezel):

NEN EN 1995-1-1:2011 art. 8.2.2

Hout-op-hout verbindingen: karakteristieke sterkte voor een enkel schuifMak

Belastingduurklasse:	Kort	
Type verbinding:	Hout-schroef	
	nee	
	rond	
Laag:	(1)	(2)
Kwaliteit:	K-S 27-75 in-plane	K-Q 27-75 in-plane
Stijfplaatsing bij LVL:	Flatwise	Edgewise
Materiaal:	LVL (nl)	LVL (nl)
ρ_{k1} [kg/m³]:	480	480
Materiaal type:	naaldhout	naaldhout
Dikte t_1 [mm]:	45	110
Deel met schroefdraad $t_{s,i}$ [mm]:	0	100
Voorgeboorde gaten:	nee	nee
hoek <kracht/vezel> α_i [°]:	0	0
hoek <as verb.mid./vezel> φ_i [°]:	90	90
$f_{h,ak,i,k}$ [N/mm²]:	25.59	13.40
Klimaatklasse:	1	1
$k_{mod,i}$:	0.90	0.90

$f_{u,k} = 400$ N/mm²
 M or $\emptyset$: 6.0 mm
 $d = 4.2$ mm
 $n = 1$ (bij koordwerking)
 $d_{ef} = 3.8$ mm
 $\gamma_M = 1.20$ verbind. met LVL
 $\beta = 0.52$ form. (8.8)
 $M_{y,Rk} = 3908$ Nmm

$$F_{v,Rd} = \left[\frac{f_{h,ak,1} \cdot t_1 \cdot d}{1 + \beta} \cdot \sqrt{\beta + 2 \cdot \beta^2 \cdot \left(1 + \frac{t_2}{t_1} + \left(\frac{t_2}{t_1} \right)^2 \right) + \beta^3 \cdot \left(\frac{t_2}{t_1} \right)^3} - \beta \cdot \left(1 + \frac{t_2}{t_1} \right) + \frac{F_{a,Rk}}{4} \right] \cdot \frac{k_{mod,min}}{\gamma_M} = 2.15 \text{ kN Mech. (c)}$$

$$F_{v,Rd} = \left[1.05 \cdot \frac{f_{h,ak,1} \cdot t_1 \cdot d}{2 + \beta} \cdot \sqrt{2 \cdot \beta \cdot (1 + \beta) + \frac{4 \cdot \beta \cdot (2 + \beta) \cdot M_{y,Rk}}{f_{h,ak,1} \cdot d \cdot t_1^2} - \beta} + \frac{F_{a,Rk}}{4} \right] \cdot \frac{k_{mod,1}}{\gamma_M} = 1.52 \text{ kN Mech. (d)}$$

$$F_{v,Rd} = \left[1.05 \cdot \frac{f_{h,ak,1} \cdot t_1 \cdot d}{1 + 2 \cdot \beta} \cdot \sqrt{2 \cdot \beta^2 \cdot (1 + \beta) + \frac{4 \cdot \beta \cdot (1 + 2 \cdot \beta) \cdot M_{y,Rk}}{f_{h,ak,1} \cdot d \cdot t_1^2} - \beta} + \frac{F_{a,Rk}}{4} \right] \cdot \frac{k_{mod,2}}{\gamma_M} = 2.16 \text{ kN Mech. (e)}$$

$$F_{v,Rd} = \left[1.15 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot \beta}{1 + \beta}} \cdot \sqrt{2 \cdot M_{y,Rk} \cdot f_{h,ak,1} \cdot d} + \frac{F_{a,Rk}}{4} \right] \cdot \frac{k_{mod,max}}{\gamma_M} = 1.01 \text{ kN Mech. (f)}$$

Maatgevend: Mech. (f) $F_{v,Rd,min} = 1.01 \text{ kN per schuifMak}$

$n_2 = 1$ verb. middelen op een rij // vezel en belast // vezel
 $a_2 = 250$ tussensstand // vezel
 $n_{ef,2}/n_2 = 1.00$ (alleen reductie als ook de kracht // vezel is) 8.3.1.1(8) en 8.5.1.1(4)
 $F_{v,Rd} = n^* n_{ef,2} n_2 \cdot F_{v,Rd,min} = 1.01 \text{ kN per verb. middel}$

Capaciteit van een schroef Ø6 in LVL (flatwise to edgewise, haaks vezel):

NEN EN 1995-1-1:2011 art. 8.2.2

Hout-op-hout verbindingen: karakteristieke sterkte voor een enkel schuifMak

Belastingduurklasse:	Kort	
Type verbinding:	Hout-schroef	
	nee	
	rond	
Laag:	(1)	(2)
Kwaliteit:	K-S 27-75 in-plane	K-Q 27-75 in-plane
Stijfplaatsing bij LVL:	Flatwise	Edgewise
Materiaal:	LVL (nl)	LVL (nl)
ρ_{k1} [kg/m³]:	480	480
Materiaal type:	naaldhout	naaldhout
Dikte t_1 [mm]:	45	110
Deel met schroefdraad $t_{s,i}$ [mm]:	0	100
Voorgeboorde gaten:	nee	nee
hoek <kracht/vezel> α_i [°]:	90	90
hoek <as verb.mid./vezel> φ_i [°]:	90	90
$f_{h,ak,i,k}$ [N/mm²]:	25.59	13.40
Klimaatklasse:	1	1
$k_{mod,i}$:	0.90	0.90

$f_{u,k} = 400$ N/mm²
 M or $\emptyset$: 6.0 mm
 $d = 4.2$ mm
 $n = 1$ (bij koordwerking)
 $d_{ef} = 3.8$ mm
 $\gamma_M = 1.20$ verbind. met LVL
 $\beta = 0.52$ form. (8.8)
 $M_{y,Rk} = 3908$ Nmm

$$F_{v,Rd} = \left[\frac{f_{h,ak,1} \cdot t_1 \cdot d}{1 + \beta} \cdot \sqrt{\beta + 2 \cdot \beta^2 \cdot \left(1 + \frac{t_2}{t_1} + \left(\frac{t_2}{t_1} \right)^2 \right) + \beta^3 \cdot \left(\frac{t_2}{t_1} \right)^3} - \beta \cdot \left(1 + \frac{t_2}{t_1} \right) + \frac{F_{a,Rk}}{4} \right] \cdot \frac{k_{mod,min}}{\gamma_M} = 2.15 \text{ kN Mech. (c)}$$

$$F_{v,Rd} = \left[1.05 \cdot \frac{f_{h,ak,1} \cdot t_1 \cdot d}{2 + \beta} \cdot \sqrt{2 \cdot \beta \cdot (1 + \beta) + \frac{4 \cdot \beta \cdot (2 + \beta) \cdot M_{y,Rk}}{f_{h,ak,1} \cdot d \cdot t_1^2} - \beta} + \frac{F_{a,Rk}}{4} \right] \cdot \frac{k_{mod,1}}{\gamma_M} = 1.52 \text{ kN Mech. (d)}$$

$$F_{v,Rd} = \left[1.05 \cdot \frac{f_{h,ak,1} \cdot t_1 \cdot d}{1 + 2 \cdot \beta} \cdot \sqrt{2 \cdot \beta^2 \cdot (1 + \beta) + \frac{4 \cdot \beta \cdot (1 + 2 \cdot \beta) \cdot M_{y,Rk}}{f_{h,ak,1} \cdot d \cdot t_1^2} - \beta} + \frac{F_{a,Rk}}{4} \right] \cdot \frac{k_{mod,2}}{\gamma_M} = 2.16 \text{ kN Mech. (e)}$$

$$F_{v,Rd} = \left[1.15 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot \beta}{1 + \beta}} \cdot \sqrt{2 \cdot M_{y,Rk} \cdot f_{h,ak,1} \cdot d} + \frac{F_{a,Rk}}{4} \right] \cdot \frac{k_{mod,max}}{\gamma_M} = 1.01 \text{ kN Mech. (f)}$$

Maatgevend: Mech. (f) $F_{v,Rd,min} = 1.01 \text{ kN per schuifMak}$

$n_2 = 1$ verb. middelen op een rij // vezel en belast // vezel
 $a_2 = 250$ tussensstand // vezel
 $n_{ef,2}/n_2 = 1.00$ (alleen reductie als ook de kracht // vezel is) 8.3.1.1(8) en 8.5.1.1(4)
 $F_{v,Rd} = n^* n_{ef,2} n_2 \cdot F_{v,Rd,min} = 1.01 \text{ kN per verb. middel}$

Capaciteit van een schroef Ø6 in LVL op trek:

UITTREKSTERKTE VAN HOUTSCHROEVEN

Belastingsduurklasse: Kort

Klimaatklasse: 1

$d = \emptyset$ 6 mm

d_h 10,8 mm

$f_{t,k} = f_{t,d}$ 400 N/mm²

Laag:

(1)

(2)

Kwaliteit: K-Q 27-75 in-plane K-S 27-75 in-plane

Stiftplaatsing bij LVL:

Flatwise

Edgewise

Materiaal:

LVL (nl)

LVL (nl)

$\gamma_{M,1}$

1.20

1.20

$k_{mod,1}$

0.90

0.90

$\ell_{ef,1}$ [mm]

0

110

$\rho_{k,1}$ [kg/m³]

480

480

$f_{ax,k,i} = 0,52 \cdot d^{-0,5} \cdot \ell_{ef}^{-0,1} \cdot \rho_k^{0,8} =$

0.00

18.53

$f_{head,k,i} = 70 \cdot 10^{-6} \cdot \rho_{k,i}^2 =$

16.13

16.13

α_1 [°]

90

90

$f_{ax,a,k,i} = \frac{f_{ax,k,i}}{1,2 \cdot \cos^2 \alpha_1 + \sin^2 \alpha_1} =$

0.00

18.53

$f_{ax,k}$ bij LVL Edgewise =

10.00

10.00

$f_{ax,k} =$

0.00

10.00 N/mm²

$$F_{ax,a,Rd} = \min \left(\begin{aligned} & f_{ax,a,k,2} \cdot d \cdot \ell_{ef,2} \cdot k_d \cdot \frac{k_{mod,2}}{\gamma_{M,2}} = \\ & (f_{head,k,1} \cdot d^2 + f_{ax,a,k,1} \cdot d \cdot \ell_{ef,1} \cdot k_d) \cdot \frac{k_{mod,1}}{\gamma_{M,1}} = \\ & 0,72 \cdot \alpha_{red,2} \cdot f_{t,d} \cdot A_{ef} = \end{aligned} \right.$$

$n = 1$

$n_{ef} = n^{0,8} =$

1.00

$F_{ax,a,Rd,tot} = n_{ef} \cdot F_{ax,a,Rd} =$

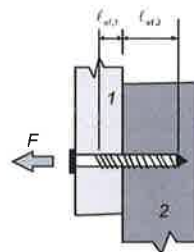
EN1995-1-1:2011 Art.8.7.2

$\alpha_{red,2} =$ 1.00

$d_{ef} = 0,7d =$ 4.2 mm

$A_{ef} =$ 13.9 mm²

$k_d = \min \left(\frac{d}{8}, 1 \right) =$ 0.75



3.71 kN

= 1.41 kN per schroef

1.41 kN

3.99 kN

1.41 kN per houtschroef

12.7

Bevestiging wand/vloer

Neem schroef Ø6 h.o.h. 300mm, berekening zie par. 12.6

Controle oplegging wand op vloer

Maatgevend: dragende wand op as D

Reactiekracht uit wand:

$$q_d = 1,1 \cdot 5,7 + 1,35 \cdot 4,00 = 11,9 \text{ kN/m}$$

Controle drukspanning Fermacell plaat

$$A_{aanw} = 55 \times 1000 \text{ mm} = 55000 \text{ mm}^2$$

Drukspanning in Fermacell plaat:

$$\sigma_c = 11900 / 55000 = 0,21 \text{ N/mm}^2$$

toelaatbaar:

$$k_{mod} = 0,8 \text{ (korte duur, service class 1)}$$

$$\gamma_m = 1,3$$

$$f_{c,d} = 7,3 \text{ N/mm}^2 \cdot 0,8 / 1,3 = 4,49 \text{ N/mm}^2$$

Uc = 0,05 **voldoet**

12.8 Bevestiging 3 tussenwanden // cijferassen

Neem schroeven Ø6 hoh 400mm

 Opwaartse last aan wandende bedraagt: $R_d = 1,6$ kN.

 Wandhoogte $h = 2,8$ m ($q_{hor;d} = 1,6 \text{ kN}/2,8 \text{ m} = 0,60$ kN/m)

Capaciteit van een schroef Ø6 in C24 to LVL edgewise, evenwijdig vezel):

 $F_{v,Rd} = 0,84$ kN/snede

Neem schroeven Ø6 hoh 400mm

 $U_c = 0,4 \cdot 0,6 / 0,84 = 0,28$ **voldoet**

NEN EN 1995-1-1:2011 art. 8.2.2

Hout-op-hout verbindingen: karakteristieke sterkte voor een enkel schuifvlak

Belastingduurklasse:	Kort	
Type verbindingmiddel:	Hout Schroef	
	nee	
	rond	
Laag:	(1)	(2)
Kwaliteit:	C24	K-S 27-75 in-plane
Stiftplaatsing bij LVL:		Edgewise
Materiaal:	gezaagd hout	LVL (nl)
$\rho_{k,i}$ [kg/m³]:	350	480
Materiaal type:	naaldhout	naaldhout
Dikte t_i [mm]:	38	60
Deel met schroefdraad $t_{s,i}$ [mm]:	0	60
Voorgeboorde gaten:	nee	nee
hoek <kracht/vezel> α_i [°]:	0	0
hoek <as verb.mid./vezel> φ_i [°]:	90	90
$f_{h,i,(a),k}$ [N/mm²]:	18.66	25.59
Klimaatklasse:	1	1
$k_{mod,i}$:	0.90	0.90

$f_{u,k}$	400 N/mm²
M or Ø:	6.0 mm
d	4.2 mm
n	↑ (tbv koordwerking)
d_{ef}	3.8 mm
γ_M	1.30 : verbindingen
β	1.37 form.(8.8)
$M_{y,Rk}$	3908 Nmm

$$F_{v,Rd} = [f_{h,\alpha,k,1} \cdot t_1 \cdot d] \cdot \frac{k_{mod,1}}{\gamma_M} = 2.06 \text{ kN} \quad \text{Mech.(a)}$$

$$F_{v,Rd} = [f_{h,\alpha,k,2} \cdot t_2 \cdot d] \cdot \frac{k_{mod,2}}{\gamma_M} = 4.46 \text{ kN} \quad \text{Mech.(b)}$$

$$F_{v,Rd} = \left[\frac{f_{h,\alpha,k,1} \cdot t_1 \cdot d}{1 + \beta} \cdot \sqrt{\beta + 2 \cdot \beta^2 \cdot \left[1 + \frac{t_2}{t_1} + \left(\frac{t_2}{t_1} \right)^2 \right] + \beta^3 \cdot \left(\frac{t_2}{t_1} \right)^2} - \beta \cdot \left(1 + \frac{t_2}{t_1} \right) + \frac{F_{ax,Rk}}{4} \right] \cdot \frac{k_{mod,min}}{\gamma_M} = 1.61 \text{ kN} \quad \text{Mech.(c)}$$

$$F_{v,Rd} = \left[1,05 \cdot \frac{f_{h,\alpha,k,1} \cdot t_1 \cdot d}{2 + \beta} \cdot \sqrt{2 \cdot \beta \cdot (1 + \beta) + \frac{4 \cdot \beta \cdot (2 + \beta) \cdot M_{y,Rk}}{f_{h,\alpha,k,1} \cdot d \cdot t_1^2} - \beta} + \frac{F_{ax,Rk}}{4} \right] \cdot \frac{k_{mod,1}}{\gamma_M} = 1.01 \text{ kN} \quad \text{Mech.(d)}$$

$$F_{v,Rd} = \left[1,05 \cdot \frac{f_{h,\alpha,k,1} \cdot t_2 \cdot d}{1 + 2 \cdot \beta} \cdot \sqrt{2 \cdot \beta^2 \cdot (1 + \beta) + \frac{4 \cdot \beta \cdot (1 + 2 \cdot \beta) \cdot M_{y,Rk}}{f_{h,\alpha,k,1} \cdot d \cdot t_2^2} - \beta} + \frac{F_{ax,Rk}}{4} \right] \cdot \frac{k_{mod,2}}{\gamma_M} = 1.60 \text{ kN} \quad \text{Mech.(e)}$$

$$F_{v,Rd} = \left[1,15 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot \beta}{1 + \beta}} \cdot \sqrt{2 \cdot M_{y,Rk} \cdot f_{h,\alpha,k,1} \cdot d} + \frac{F_{ax,Rk}}{4} \right] \cdot \frac{k_{mod,max}}{\gamma_M} = 0.84 \text{ kN} \quad \text{Mech.(f)}$$

$$\text{Maatgevend: Mech.(f)} \quad F_{v,Rd,min} = 0.84 \text{ kN per schuifvlak}$$

$$n_2 = \text{verb.middelen op een rij // vezel en belast // vezel}$$

$$a_1 = \text{tussenafstand // vezel}$$

$$n_{ef,2} / n_2 = 1.00 \quad (\text{alleen reductie als ook de kracht // vezel is}) \quad 8.3.1.1(8) \text{ en } 8.5.1.1(4)$$

$$F_{v,Rd} = n \cdot n_{ef,2} / n_2 \cdot F_{v,Rd,min} = 0.84 \text{ kN per verb.middel}$$

13
Fundatie

Algemeen

 Fundering aanleggen op vaste grond met sondeerwaarde $> 3 \text{ MN/m}^2$

 De toelaatbare grondspanning bij deze sondeerwaarde is gesteld op 75 kN/m^2

Deze waarde dient door grondonderzoek ter plaatse geverifieerd te worden.

Let op! Toelaatbare grondspanning dient geverifieerd te worden aan de hand van grondonderzoek ter plaatse.

As B en G:

Belastingen

Dak	$G_k: 2,00 * 1,00 \text{ kN/m}^2 =$	2,00	
	$Q_k: 2,00 * 1,00 \text{ kN/m}^2 =$		2,00 ($\psi_0 = 0$)
Wand	$G_k: 3,30 * 1,10 \text{ kN/m}^2 =$	3,65	
Vloer	$G_k: 2,00 * 0,70 \text{ kN/m}^2 =$	1,40	
	$Q_k: 2,00 * 2,25 \text{ kN/m}^2 =$		4,50 ($\psi_0 = 0,4$)
Fund	$G_k:$	<u>9,60</u>	+
		16,65	6,50

Rekenwaarde belasting t.p.v. onderzijde betonbalk:

$$q_d = 1,1 * 16,65 + 1,35 * 4,50 = 24,40 \text{ kN/m. (maatgevend)}$$

$$q_d = 1,1 * 16,65 + 1,35 * (0,4 * 4,50 + 2,00) = 23,45 \text{ kN/m.}$$

Breedte fundatiebalk 500mm

 grondspanning bij een strookbreedte van 500mm: $24,4/0,5\text{m} = 48,8 \text{ kN/m}^2 < 75 \text{ kN/m}^2$

As D en E:

Belastingen

Dak	$G_k: 4,00 * 1,00 \text{ kN/m}^2 =$	4,00	
	$Q_k: 4,00 * 1,00 \text{ kN/m}^2 =$		4,00 ($\psi_0 = 0$)
Wand	$G_k: 3,30 * 0,50 \text{ kN/m}^2 =$	1,65	
Vloer	$G_k: 4,00 * 0,70 \text{ kN/m}^2 =$	2,80	
	$Q_k: 4,00 * 2,25 \text{ kN/m}^2 =$		9,00 ($\psi_0 = 0,4$)
Fund	$G_k:$	<u>9,60</u>	+
		18,05	13,00

Rekenwaarde belasting t.p.v. onderzijde betonbalk:

$$q_d = 1,1 * 18,05 + 1,35 * 9,00 = 32 \text{ kN/m. (maatgevend)}$$

$$q_d = 1,1 * 18,05 + 1,35 * (0,4 * 9,00 + 4,00) = 30,2 \text{ kN/m.}$$

Breedte fundatiebalk 500mm

 grondspanning bij een strookbreedte van 500mm: $32/0,5\text{m} = 64 \text{ kN/m}^2 < 75 \text{ kN/m}^2$

T.p.v kolom op as E:

Belastingen

Dak	$G_k: 4,00 * 1,00 \text{ kN/m}^2 =$	4,00	
	$Q_k: 4,00 * 1,00 \text{ kN/m}^2 =$		4,00 ($\psi_0 = 0$)
Wand	$G_k: 3,30 * 0,50 \text{ kN/m}^2 =$	1,65	
Vloer	$G_k: 4,00 * 0,70 \text{ kN/m}^2 =$	2,80	
	$Q_k: 4,00 * 2,25 \text{ kN/m}^2 =$		9,00 ($\psi_0 = 0,4$)
Fund	$G_k:$	<u>9,60</u>	<u>+</u>
		18,05	13,00

Rekenwaarde belasting t.p.v. onderzijde betonbalk:

Situatie 1 bgg vloer vol belast:

$$q_d = 1,1 * 12,40 + 1,35 * 9,00 = 25,8 \text{ kN/m}$$

Uit maatgevende kolom op as E ($1.1 * G + 1.35 * Q$):

$$F_d = 23,27 \text{ kN}$$

Situatie 2 bgg dak vol belast, bgg vloer momentaan:

$$q_d = 1,1 * 12,40 + 1,35 * 9,00 * 0,4 = 18,5 \text{ kN/m}$$

Uit maatgevende kolom op as E ($1.1 * G + 1.35 * Q$):

$$F_d = 38,75 \text{ kN}$$

Situatie 1 Breedte fundatiebalk 500mm

grondspanning bij een strookbreedte van 500mm:

$$\text{bgg vloer en fundatiebalk: } q_d = 25,8 / 0,5 = 51,6 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{kolom: } q_d = 23,3 / 2,1 * 0,5 = 22,2 \text{ kN/m}^2 \text{ (meewerkende lengte balk: 2,1m)}$$

$$\text{totaal: } 51,6 + 22,2 \text{ kN/m}^2 = 73,8 \text{ kN/m}^2 < 75 \text{ kN/m}^2$$

Situatie 2 Breedte fundatiebalk 500mm

grondspanning bij een strookbreedte van 500mm:

$$\text{bgg vloer en fundatiebalk: } q_d = 18,5 / 0,5 = 37 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{kolom: } q_d = 38,75 / 2,1 * 0,5 = 37 \text{ kN/m}^2 \text{ (meewerkende lengte balk: 2,1m)}$$

$$\text{totaal: } 37 + 37 \text{ kN/m}^2 = 74 \text{ kN/m}^2 < 75 \text{ kN/m}^2$$

As 2 en 5:

Belastingen

Dak	$G_k: 0,40 * 1,00 \text{ kN/m}^2 =$	0,40	
	$Q_k: 0,40 * 1,00 \text{ kN/m}^2 =$		0,40 ($\psi_0 = 0$)
Wand	$G_k: 3,30 * 1,10 \text{ kN/m}^2 =$	3,65	
Vloer	$G_k: 0,40 * 0,70 \text{ kN/m}^2 =$	0,30	
	$Q_k: 0,40 * 2,25 \text{ kN/m}^2 =$		0,90 ($\psi_0 = 0,4$)
Fund	$G_k:$	<u>9,60</u>	+
		13,95	1,30

 Rekenwaarde belasting t.p.v. onderzijde betonbalk: $q_d = 17 \text{ kN/m}^1$

Breedte fundatiebalk 500mm

 grondspanning bij een strookbreedte van 500mm: $17/0.5\text{m} = 34 \text{ kN/m}^2 < 75 \text{ kN/m}^2$

Buigwapening

$$M_d = 0,5 * 75 * 1,05^2 = 41,34 \text{ kNm}$$

wapening bij buiging zonder normaalkracht NEN-EN 1992-1-1: 20011 6.1

betonkwaliteit: C30/37	$f_{ck} = 30.00 \text{ N/mm}^2$	$\alpha_{cc} = \alpha_{ct} = 1.00$	$M_{E,min} = 86.9 \text{ kNm (} A_{s,min1} \text{)}$
Staalkwaliteit: B 500 B	$f_{ctm} = 2.90 \text{ N/mm}^2$	$\gamma_c = 1.50$	$A_{s,min1} = 369 \text{ mm}^2$
Breedte: $b = 500 \text{ mm}$	$f_{ctm,fl} = 2.90 \text{ N/mm}^2$	$f_{cd} = 20.00 \text{ N/mm}^2$	$(x_u/d)_{max} = 0.535$
nuttige hoogte: $d = 550 \text{ mm}$	$\epsilon_{cu} = 3.5 \text{ ‰}$	$f_{yd} = 435 \text{ N/mm}^2$	$k_1 = 0.465, k_2=1.0, k_5=0.7$
hoogte: $h = 600 \text{ mm}$		x_u / d	$z \text{ (mm)}$
$M_d = 41.5 \text{ kNm}$	$A_s = 218 \text{ mm}^2 \text{ (=1.25} \cdot A_{s,ben} \text{)}$	$x_u = 10.1 \text{ mm}$	$N_c \text{ (kN)}$
		0.018	$\delta \geq 0.700$

betonkwaliteit:	C30/37	afmeting:	b =	500 mm
Ontwerp levensduur:	50 jaar		d =	550 mm
Balk / Plaat:	Balk		h =	600 mm
afmeting beugel Ø:			E_{cm} =	33000 N/mm ²
Kwal.beheersing betonproductie:	nee		E_s =	200000 N/mm ²
Constructieklasse :	S4 (tabel 4.3N)		$f_{ct,effm}$ =	2.90 N/mm ²
milieuklasse:	XC4			
staven gebundeld:	nee			
dekking aan kistzijde?	nee		ϕ_{eq} =	10.00 mm
belastingsduur:	langdurend			
			$A_{s,ben}$ =	177 mm ²
M_d =	42 kNm		$A_{s,aanw}$ =	314 mm ²
M_k =	35 kNm		M_u =	74.2 kNm
			σ_s =	205 N/mm ²
			$c_{min,b}$ =	10.0 mm (art 4.4.1.2 (3))
benodigde dekking:	c_{nom} = 35 mm (4.1)		$c_{min,dur}$ =	30 mm (tabel 4.4N)
toegepaste dekking:	$c_{toegepast}$ = 35 mm		Δc_{dev} =	5 mm (art 4.4.1.3 (1)NB)
Berekening scheurwijdte conform art. 7.3.4			k_1 =	n.v.t. mm (art 4.4.1.3 (4)NB)
Toegepaste staven:	aantal	diameter	A_s	
	(n)	Ø	mm ²	
(1)	4	10	314	h.o.h. = 140 mm
(2)				
(3)				
			k_x =	1.00 (art 7.3.1 (3)NB)
$A_{c,eff}$ =	62500 mm ² (art 7.3.2 (3))		k_1 =	0.80 (art 7.3.4 (3))
$\rho_{p,eff}$ =	0.00502655 (7.10)		k_2 =	0.50 (art 7.3.4 (3))
$s_{r,max}$ =	457.20 mm (7.11)		k_3 =	3.40 (art 7.3.4 (3)NB)
$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$ =	0.00061561 (7.9)		k_4 =	0.425 (art 7.3.4 (3)NB)
			k_t =	0.40 (art 7.3.4 (2))
Optredend w_k =	0.28 mm (7.8)		α_e =	6.06 (art 7.3.4 (2))
toelaatbaar $k_x * w_{max}$ =	0.30 mm		x =	18 mm (art 7.3.2 (3))
				scheurwijdte voldoet

wringmoment

$$M_d = 38,75 * 0,114 = 4,42 \text{ kNm}$$

Dwarskracht en wrijving NEN-EN 1992-1-1: 20011 6.2+6.3

betonkwaliteit: C30/37
 Staalkwaliteit: B 500 B
 Breedte: $b_w = 500$ mm
 nuttige hoogte: $d = 550$ mm
 hoogte: $h = 600$ mm
 aanw langswapening $A_{sl} = 628$ mm²
 as langswapening tot rand = 35 mm

Krachten:

normaalkracht $N_{ed} = 0$ kN (druk > 0, trek < 0)
 buigend moment $M_{ed} = 41.5$ kNm (dan $z = 546$ mm)
 dwarskracht $V_{ed} = 19.38$ kN
 wrijngend moment $T_{ed} = 4.5$ kNm

$f_{ck} = 30.00$ N/mm ²	$\gamma_c = 1.50$
$f_{cd} = 20.00$ N/mm ²	$C_{rd} = 0.12$
$f_{clk} = 2.00$ N/mm ²	$k = 1.60$
$f_{cl,d} = 1.33$ N/mm ²	$k_1 = 0.15$
$f_{ywd} = 435$ N/mm ²	$\rho_1 = 0.0023$
$\sigma_{cp} = 0.00$ N/mm ²	$v_{min} = 0.3891$
$\tau_t = 0.10$ N/mm ²	$v = v_1 = 0.5280$
$A_K = 168595$ mm ²	$\alpha_{cw} = 1.0000$
$u_K = 1654.5$ mm	hoek $\theta = 45.0^\circ$
$t_{ef} = 136.36$ mm	hoek $\alpha = 90^\circ$

$$\begin{aligned}
 V_{Rd,c} &= 107.0 \text{ kN} & (6.2.a/b) \\
 V_{Rd,max} &= 1441.6 \text{ kN} & (6.9) \\
 T_{Rd,c} &= 61.3 \text{ kNm} \\
 T_{Rd,max} &= 242.8 \text{ kNm} & (6.30)
 \end{aligned}$$

$$A_{sw} = V_{ed} < V_{Rd,c}$$

Geen dwarskrachtwapening benodigd

$$\Sigma A_{sl} = T_{ed} < T_{Rd,c}$$

Geen extra wrijngwapening benodigd

$$T_{ed} / T_{Rd,max} + V_{ed} / V_{Rd,max} = 0.03 < 1.0 \quad (6.29)$$

$$T_{ed} / T_{Rd,c} + V_{ed} / V_{Rd,c} = 0.25 < 1.0 \quad (6.31) \quad \text{minimale wapening vgs art. 9.2.1.1}$$

 Neem wapening praktisch 4Ø10 b+o ($A_{s,aanw} = 314$ mm²)

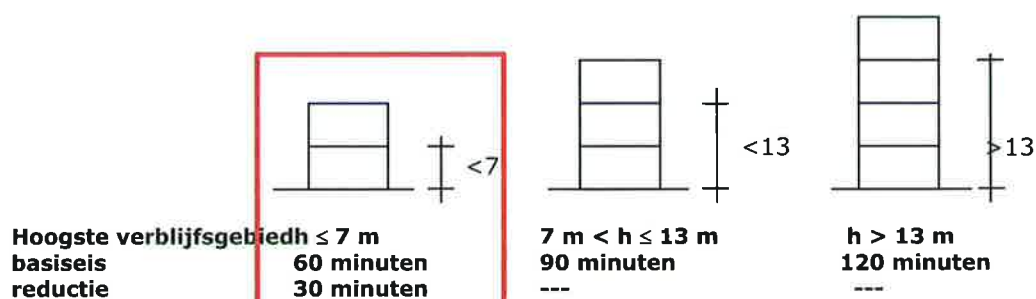
Beugels Ø8-300.

Bijlage 1 Eisen brandwerendheid bouwconstructie (nieuwbouw)

Uitgangspunten:

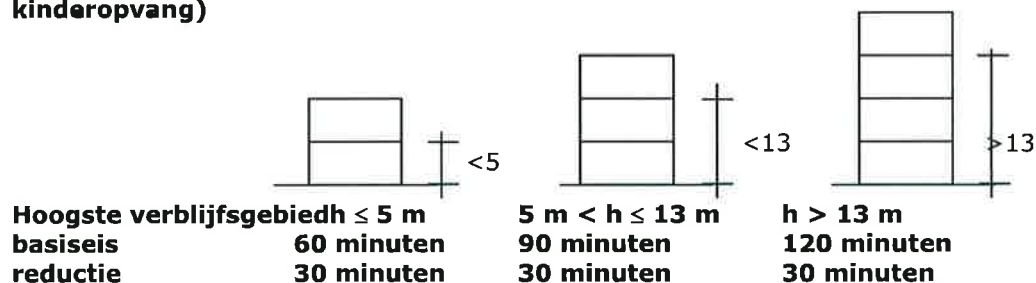
- Uitwerking bouwbesluit 2012, nieuwbouw tot 70 meter hoogte;
- Reductie van 30 minuten op basis van geringe aanwezige permanente vuurbelasting ($< 500 \text{ MJ/m}^2$).

Gebouwen met woonfunctie (woningen, woongebouwen, woonwagen)

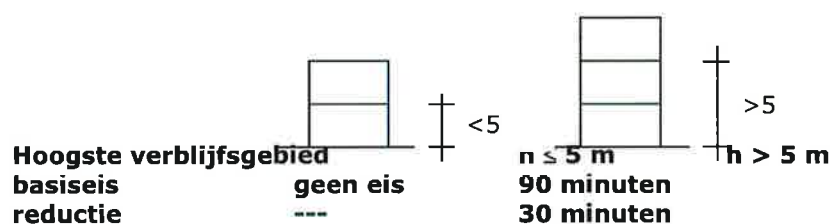


Gebouwen met gebruiksfunctie (overige gebouwen)

Gebouwen met logiesfunctie (ziekenhuizen/hotels/gevangenen/kinderopvang)

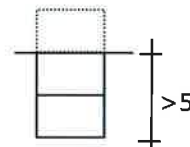
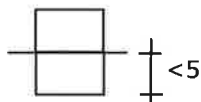
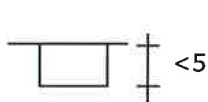


Gebouwen zonder logiesfunctie (kantoren/scholen/winkels/bedrijfsgebouwen/sporthal/schouwburg/station)



Gebouwen met gebruiksfunctie (overige gebouwen)

Gebouwen zonder logiesfunctie (parkeergarages met of zonder bovenbouw)



Vloer
basiseis
reductie

$d \leq 5$ m
geen eis
--

$d \leq 5$ m
geen eis *
--

$5 \text{ m} < d \leq 8 \text{ m}^{**}$
90 minuten **
30 minuten

* indien van toepassing definitieve eis uit gelijkwaardigheidsprincipe
(bv één compartiment $>1000\text{m}^2$ en WBDBO-eis)

** bouwbesluit geldt tot -8.0m

Bijlage 2 Opbouw dak- en vloerbelasting
Vloerbelastingen

D1 dak		HSB element						
•	PV panelen	0,30	kN/m ²	$\gamma_{f,g}$	0,90	$p_{d,min}$	0,90	kN/m ²
•	EPDM + isolatie	0,15	kN/m ²	$\gamma_{f,g}$	1,10	$p_{d,max}$	2,50	kN/m ²
•	beplating	0,12	kN/m ²	$\gamma_{f,g}$	1,20	$p_{d,mom}$	1,10	kN/m ²
•	balklaag 45x180-400	0,10	kN/m ²	$\gamma_{f,q}$	1,35			
•	Fermacel 12+18	0,33	kN/m ²					
			kN/m ²					
blijvende belasting	g_k	1,00	kN/m ²					
•	opgelegde belasting	1,00	kN/m ²	cat.				
•	verplaatsbare scheidingswanden		kN/m ²	H	ψ	0,0	0,0	0,0
opgelegde belasting	q_k	1,00	kN/m ²					
representatieve belasting	p_k	2,00	kN/m ²					

V1 Begane Grondvloer		HSB element						
•	gebruikersafhankelijke afwerking	0,13	kN/m ²	$\gamma_{f,g}$	0,90	$p_{d,min}$	0,70	kN/m ²
•	Cetris plaat	0,15	kN/m ²	$\gamma_{f,g}$	1,10	$p_{d,max}$	3,90	kN/m ²
•	beplating	0,12	kN/m ²	$\gamma_{f,g}$	1,20	$p_{d,mom}$	2,00	kN/m ²
•	isolatie	0,08	kN/m ²	$\gamma_{f,q}$	1,35			
•	balklaag 45x225-400	0,12	kN/m ²					
•	onderplaat	0,10	kN/m ²					
			kN/m ²					
blijvende belasting	g_k	0,70	kN/m ²					
•	opgelegde belasting	1,75	kN/m ²	cat.				
•	verplaatsbare scheidingswanden	0,50	kN/m ²	A	ψ	0,4	0,5	0,3
opgelegde belasting	q_k	2,25	kN/m ²					
representatieve belasting	p_k	2,95	kN/m ²					

Wand- en gevelbelastingen

W1		Buitengevel		type wand/gevel				
100% gesloten deel								
•	Steenstrips op plaat	0,60	kN/m ²	Y _{f,g} :	0,90	p _{d,min} :	1,00	kN/m ²
•	HSB element	0,50	kN/m ²	Y _{f,g} :	1,10	p _{d,max} :	1,40	kN/m ²
•			kN/m ²	Y _{f,g} :	1,20			
							</	

W2		Binnengevel		type wand/gevel				
100% gesloten deel								
•	HSB element incl. Beplating	0,50	kN/m ²	Y _{f,g} :	0,90	p _{d,min} :	0,50	kN/m ²
•			kN/m ²	Y _{f,g} :	1,10	p _{d,max} :	0,60	kN/m ²
•			kN/m ²	Y _{f,g} :	1,20			
	0% open deel	g _k	0,50	kN/m ²				
•								
•								
		g _k	0,00	kN/m ²				
	representatieve belasting	p _k	0,50	kN/m ²				

Bijlage 3 Tekeningen en schetsen / belastingen op plattegronden



Arnhemsestraatweg 358, Velp
Postbus 304
6800 AH, Arnhem
026 - 368 34 80
www.luning.nl

