

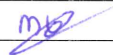
## Voorontwerp noodaanlanding Texel





## Voorontwerp noodaanlanding Texel

| referentie         | projectcode      | status        |
|--------------------|------------------|---------------|
| TEX13-1/15-007.362 | TEX13-1          | definitief 03 |
| projectleider      | projectdirecteur | datum         |
| M. Versluis MSc    | ir. G. Hamoen    | 1 mei 2015    |

| autorisatie | naam            | paraaf                                                                                |
|-------------|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| goedgekeurd | M. Versluis MSc |  |





| <b>INHOUDSOPGAVE</b>                                 | <b>blz.</b>        |
|------------------------------------------------------|--------------------|
| <b>1. INLEIDING</b>                                  | <b>1</b>           |
| 1.1. Projectomschrijving                             | 1                  |
| 1.2. Beknopte omschrijving benodigde aanpassingen    | 2                  |
| 1.3. Revisie beheer                                  | 2                  |
| <b>2. UITGANGSPUNTEN EN RANDVOORWAARDEN</b>          | <b>3</b>           |
| 2.1. Referenties                                     | 3                  |
| 2.2. Normen en richtlijnen                           | 4                  |
| 2.3. Gevolgklasse en technische levensduur           | 5                  |
| 2.4. Waterstanden en peilmaten                       | 5                  |
| 2.5. Materiaaleigenschappen en duurzaamheid          | 6                  |
| 2.5.1. Materiaalgegevens staal                       | 6                  |
| 2.5.2. Doorsnede eigenschappen                       | 6                  |
| 2.5.3. Conservering en corrosiesnelheden             | 7                  |
| 2.6. Gegevens ontwerpschepen                         | 8                  |
| 2.7. Representatieve grondopbouw                     | 9                  |
| 2.8. Belastingen                                     | 10                 |
| 2.8.1. Afmeerenergie                                 | 10                 |
| 2.8.2. Stuw en windkracht noodaanlanding             | 11                 |
| 2.8.3. Tros- en windkrachten                         | 11                 |
| 2.8.4. Belastingen vanuit draaipunten reserve brug   | 12                 |
| 2.8.5. Maaiveldbelastingen                           | 13                 |
| 2.8.6. Windbelasting op heftoren                     | 13                 |
| 2.9. Belasting- en $\psi$ -factoren                  | 14                 |
| <b>3. BESCHRIJVING ONDERDELEN EN REKENRESULTATEN</b> | <b>15</b>          |
| 3.1. Beschouwing bestaande verankering damwanden     | 15                 |
| 3.1.1. Beschrijving huidige situatie                 | 15                 |
| 3.1.2. Beschrijving toekomstige situatie             | 16                 |
| 3.1.3. Beschrijving bouwsituatie                     | 17                 |
| 3.1.4. Berekening damwandconstructie                 | 18                 |
| 3.2. Kopbufferconstructies inclusief hefvoorziening  | 19                 |
| 3.2.1. Kopbufferconstructies                         | 19                 |
| 3.2.2. Hefvoorziening                                | 23                 |
| 3.3. Landhoofd reserveval                            | 23                 |
| 3.3.1. Opzetstuk                                     | 23                 |
| 3.3.2. Paalfundering                                 | 25                 |
| 3.4. Aanpassingen bescherm paal lange fuik           | 26                 |
| 3.5. Tijdelijke meerpalen 3 <sup>e</sup> ligplaats   | 27                 |
| <b>4. SAMENVATTING</b>                               | <b>31</b>          |
| laatste pagina                                       | <b>31</b>          |
| <b>BIJLAGEN</b>                                      | <b>aantal blz.</b> |
| I Gebruikte sonderingen                              | 34                 |
| II Berekeningen aanpassingen verankering             | 36                 |
| III Berekeningen landhoofd (staal)                   | 18                 |
| IV Berekeningen landhoofd (geotechniek)              | 24                 |
| V Berekeningen kopbufferconstructies                 | 27                 |
| VI Berekeningen hefvoorziening                       | 21                 |

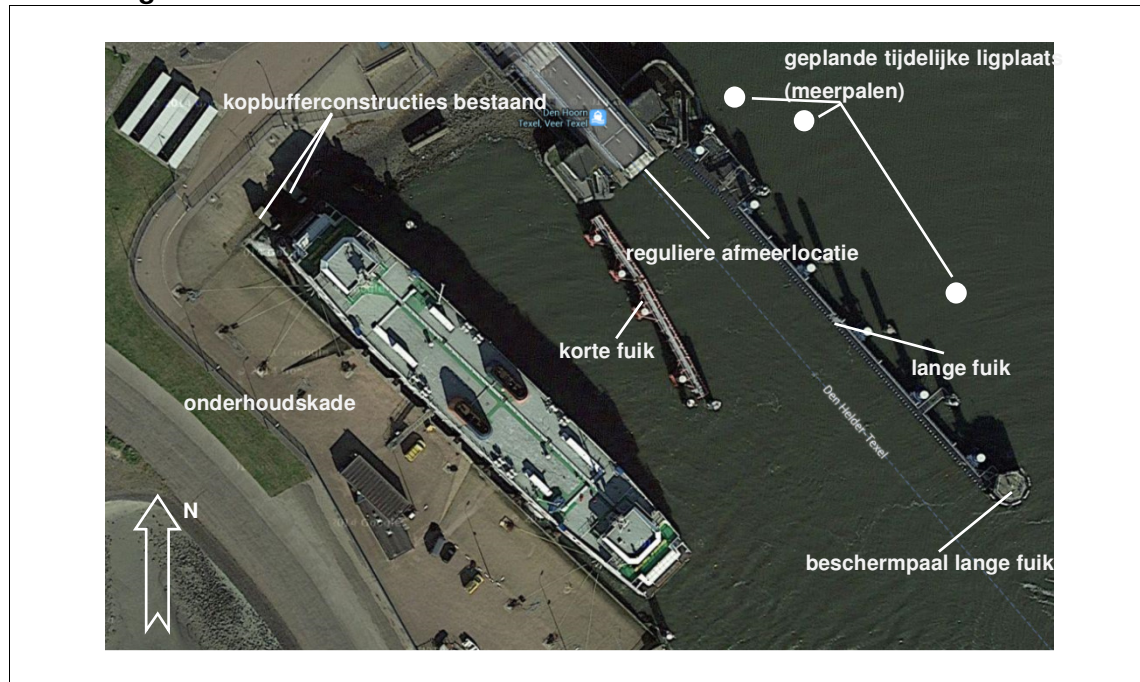
|      |                                                   |    |
|------|---------------------------------------------------|----|
| VII  | Berekeningen tijdelijke meerpalen derde ligplaats | 56 |
| VIII | Schetsen voorontwerp                              | 7  |

## 1. INLEIDING

### 1.1. Projectomschrijving

Tussen de veerhavens van Den Helder en 't Horntje in Texel onderhoudt TESO een veerdienst met de Dokter Wagemaker als primaire en de Schulpengat als secundaire en reserveschip. Doordat TESO een nieuwe veerboot heeft aangeschaft, de Texelstroom, is een aantal aanpassingen benodigd omdat de geometrie van het schip anders is. In de onderstaande afbeelding is de situatie in de veerhaven van Texel weergegeven.

**Afbeelding 1.1. Overzicht veerhaven Texel**



De onderhoudskade is aangelegd in 1992 en in 2005 aangepast. In de huidige situatie is de onderhoudskade voorzien van twee kopbufferconstructies en twee remming- en geleidingsconstructies. Door de afwijkende vorm van de boeg zijn de kopbuffers alleen geschikt voor de Schulpengat die uit de vaart wordt genomen. Het doel is om de onderhoudskade geschikt te maken voor de Dokter Wagemaker en de Texelstroom en tevens (optioneel) een nieuwe noodaanlanding te realiseren. De noodaanlanding wordt gebruikt wanneer de reguliere afmeerlocatie (fuik) buiten gebruik is. Het val van de noodaanlanding ligt normaliter in Lauwersoog en wordt bij gebruik op het nieuw te maken landhoofd geplaatst.

De fuikconstructie is in 2005 aangepast en is met een aantal aanpassingen geschikt voor de Texelstroom. Aan de kop van de fuiken is een beschermopaal aangebracht welke stamt uit 1961. De beschermopaal van de lange fuik dient te worden aangepast voor de Texelstroom omdat deze te hoog is over de breedte van de uitkragende bovenbouw van de MS Texelstroom.

Omdat de Schulpengat na de aankomst van de Texelstroom in de veerhaven van Texel ook nog in de veerhaven van Texel ligt, is een derde ligplaats nodig. De aanwezigheid van de Schulpengat is een tijdelijke situatie. De werkzaamheden om de derde ligplaats te realiseren bestaan uit het aanbrengen van drie meerpalen ten oosten van de lange fuik.

De Texelstroom komt dan aan de onderhoudskade te liggen, de Dr. Wagemaker in de fuik en de Schulpengat aan de derde ligplaats ten oosten van de fuik.

De lange fuik in Den Helder is reeds voorbereid op de vorm van de Texelstroom. In de veerhaven van Den Helder moeten de korte fuik en de beschermPALen aangepast worden om de Texelstroom de fuik te kunnen laten gebruiken tijdens de operationele waterstanden.

Van den Biggelaar Grond- en Waterbouw heeft Witteveen+Bos gevraagd een voorontwerp (VO) te maken voor de bovengenoemde aanpassingen in de veerhaven van Texel, inclusief de optionele noodaanlanding. Op basis van het door Van den Biggelaar ingediende aanbiedingsontwerp zullen Rijkswaterstaat en TESO beslissen of de noodaanlanding ook daadwerkelijk wordt gebouwd.

## 1.2. Beknopte omschrijving benodigde aanpassingen

Voor een volledig overzicht van de benodigde aanpassingen wordt naar bijlage H.05 van de vraagspecificatie verwezen [ref. 5.]. Onderstaand zijn de aanpassingen genoemd waarvoor in dit VO een geotechnisch en/of een constructieve berekening wordt uitgevoerd:

- aanpassing kopbufferconstructies: de twee bestaande kopbufferconstructies zullen worden verwijderd en vervangen door twee nieuwe welke ook als centreervoorzieningen dienen. Het schip wordt op z'n plaats gehouden door de combinatie van eigen schroefvermogen, de nieuwe kopbufferconstructies en mogelijk de bestaande westelijke remming- en geleideconstructie;
- aanleg permanent landhoofd voor het reserveval;
- ondersteuningsconstructie hefinstallaties: het reserveval wordt bediend met een lier welke rust op een hijsbalk. De hijsbalk wordt gecombineerd met de kopbufferconstructies;
- aanpassing van de verankering van de aanwezige damwandconstructies: door de aanleg van het landhoofd en kopbufferconstructies ontstaat er een mogelijk conflict met de bestaande verankering (legankers met ankerschermen) van de damwandconstructie. Dit betekent dat een aangepaste verankering noodzakelijk is of dat voor de nieuwe constructies rekening gehouden wordt met de posities van de bestaande verankering;
- aanpassingen van de in te korten beschermPAL van de lange PAL: de betonnen beschermPAL dient gedeeltelijk te worden verlaagd van NAP +6,75 m tot NAP +5,10 m. Hiertoe dient een nieuwe bolder te worden geplaatst en dienen de geleidingsschorten te worden vernieuwd;
- drie tijdelijke meerPALen voor de derde ligplaats: één kopbufferPAL en twee extra geleidePALen.

## 1.3. Revisie beheer

In onderstaand overzicht worden de wijzigingen ten opzichte van eerdere versie bijgehouden.

**Tabel 1.1. Revisie beheer**

| versie        | datum<br>wijzigingen | status     | wijzigingen<br>aangebracht door | omschrijving wijzigingen                                           |
|---------------|----------------------|------------|---------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| definitief    | 08-04-2015-          | definitief | Jan Meerkerk                    | inleiding herschreven                                              |
| definitief 02 | 29-04-2015-          | definitief | Marco Versluis                  | rapportage aangepast n.a.v. gewijzigde uitgangspunten (energieën)  |
| definitief 03 | 01-05-2015-          | definitief | Marco Versluis                  | rapportage aangepast n.a.v. gewijzigde uitgangspunten (stuwkracht) |

## 2. UITGANGSPUNTEN EN RANDVOORWAARDEN

### 2.1. Referenties

De volgende documenten zijn gehanteerd bij het opstellen van het voorontwerp:

1. vraagspecificatie Eisen - WERKTITEL Meerwerk Realisatie Aanpassingen in de veerhavens van Den Helder en Texel en het ontwerpen en uitvoeren van een tijdelijke derde ligplaats en noodaanlanding in de veerhaven van Texel, zaaknummer 31051275.0011, versie 1.0 definitief d.d. 9 februari 2015, Rijkswaterstaat West Nederland Noord (WNN);
2. nota van inlichtingen behorend bij contractnummer 31051275.0011, Rijkswaterstaat West Nederland Noord (WNN);
3. kort verslag bespreking aanbidding d.d. 23 april 2015, 27 april 2015, Van den Biggelaar Grond- en Waterbouw;
4. e-mail van N. Berg (RWS PPO) d.d. 29 april met onderwerp Afmeer-energie;
5. bijlage H.05 bij [ref. 1.]: Overzicht uit te voeren aanpassingen, versie 2.0 d.d. 29 januari 2015, RWS WNN;
6. bijlage H.06 bij [ref. 1.]: Palenplan en Aanpassing Baggervlak A, RWS WNN;
7. bijlage H.07 bij [ref. 1.]: Inventarisatie t.b.v. MS Texelstroom Den Helder Vervangen pontfui TESO, documentnummer DenH-PFDH-TP02-IDO-001-inventarisatie fuien, revisie 1 d.d. 18 april 2014, Van den Biggelaar Grond- en Waterbouw;
8. bijlage H.09 bij [ref. 1.]: Berekeningen in het project veerhavens Den Helder & Texel - Deel 7: kopbolders, Rapport 05-5058; deel 7; rev. 0; d.d. 30-06-2005, B.V. Ingenieursbureau M.U.C;
9. bijlage H.12 bij [ref. 1.]: Aanpassing ROK vs 1.2. verende constructies;
10. bijlage H.14 bij [ref. 1.]: Technische Instructies en Mededelingen Dokter Wagemaker - overzicht windbelasting TESO schepen, 9 december 2014;
11. bijlage I.05 bij [ref. 1.]: Haalbaarheid van het plaatsen van nieuwe bolders op de bestaande fuikop, documentnummer 6691-T-2004.0040, 29 april 2014, Rijkswaterstaat;
12. bijlage J.01 bij [ref. 1.]: Veerhaven Texel - Aanpassingen t.b.v. Texelstroom, tekeningnummer 000-XXX, revisie D d.d. 15 november 2013;
13. bijlage J.02 bij [ref. 1.]: Onderhoudskade Texel - Aanpassingen t.b.v. Texelstroom, tekeningnummer 000-XXX, revisie D d.d. 15 november 2013.
14. bijlage J.10 bij [ref. 1.]: Heiplan t.b.v. onderhoudskade t.e.s.o., omstreeks 1991;
15. bijlage J.11 bij [ref. 1.]: maken aanleg-/onderhoudskade veerhaven 't Horntje te Texel - heiplan, damwand- en verankeringsdetails, tekeningnummer NHTZ-1991-3010, april 1991;
16. bijlage J.12 bij [ref. 1.]: maken aanleg-/onderhoudskade veerhaven 't Horntje te Texel - heiplan, tekeningnummer NHTZ-1991-3010, april 1991;
17. bijlage J.13 bij [ref. 1.]: levering stalen damwand, tekeningnummer NHTZ-1991-3021, revisie A d.d. 14 maart 1991;
18. bijlage J.14 bij [ref. 1.]: levering kokerpalen t.b.v. aanleg- en onderhoudskade T.E.S.O. te 't Horntje, Texel, tekeningnummer NHTZ-1991-3022, revisie A d.d. 14 maart 1991;
19. bijlage J.15 bij [ref. 1.]: levering stalen buispalen t.b.v. aanleg- en onderhoudskade T.E.S.O. te 't Horntje, Texel, tekeningnummer NHTZ-1991-3023, revisie A d.d. 5 maart 1991;
20. bijlage J.15 bij [ref. 1.]: levering stalen buispalen t.b.v. aanleg- en onderhoudskade T.E.S.O. te 't Horntje, Texel, tekeningnummer NHTZ-1991-3023, revisie A d.d. 5 maart 1991;
21. bijlage J.16 bij [ref. 1.]: levering ankerstanden, gordingen en bevestigingsmiddelen t.b.v. aanleg- en onderhoudskade T.E.S.O. te 't Horntje, Texel, tekeningnummer NHTZ-1991-3023, revisie C d.d. 6 maart 1991;

22. bijlage J.17 bij [ref. 1.]: maken aanleg-/onderhoudskade veerhaven 't Horntje te Texel - details 1, omstreeks 1991;
23. bijlage J.18 bij [ref. 1.]: maken aanleg-/onderhoudskade veerhaven 't Horntje te Texel, omstreeks 1991;
24. bijlage J.20 bij [ref. 1.]: Veerhaven Den Helder en Texel - Aanpassingen onderhoudskade - Aan te brengen 400 kN bolder, vloeï-/geleidepalen en geleide-/remmingsconstructie, omstreeks 2004;
25. Den Helder Pontfuik - DO noodaanlanding, referentie HEDR44-1/zeir/023, versie definitief d.d. 5 juni 2013, Witteveen+Bos;
26. Den Helder Pontfuik - UO noodaanlanding, referentie HEDR44-1/zutd/025, versie definitief d.d. 10 september 2013, Witteveen+Bos;
27. Noodaanlanding draaipuntstoel, tekeningnr.: TP02-T35TDO-08, definitief d.d. 29 september 2013;
28. onderdelen draaipunt, tekening nummer A113969, revisie B d.d. 27 september 1995;
29. samenstelling draaipunt, tekening nummer A111645, revisie B d.d. 27 september 1995;
30. geotechnisch onderzoek 3 bouwlocaties project CNG Net compressorbehuizing te Den Hoorn, documentnummer R34548, definitief, versie 1 d.d. 9 maart 2015, Wiertsema & Partners;
31. geotechnisch onderzoek realiseren tijdelijke 3<sup>e</sup> ligplaats haven Texel te Den Hoorn, documentnummer R34548, definitief, versie 1 d.d. 16 maart 2015, Wiertsema & Partners.

## 2.2. Normen en richtlijnen

De volgende normen en richtlijnen zijn toegepast:

32. NEN-EN 1990+A1+A1/C2:2011+NB:2011, Eurocode: Grondslagen van het constructief ontwerp;
33. NEN-EN 1991-1-1+C1:2011+NB:2011, Eurocode 1: Belastingen op constructies - Deel 1-1: Algemene belastingen - Volumieke gewichten, eigen gewicht, opgelegde belastingen voor gebouwen;
34. NEN-EN 1992-1-1+C2:2011+NB:2011, Eurocode 2: Ontwerp en berekening van betonconstructies - Deel 1-1: Algemene regels en regels voor gebouwen;
35. NEN-EN 1993-1-1+C2:2011+NB:2011, Eurocode 3: Ontwerp en berekening van staalconstructies, Deel 1-1: Algemene regels en regels voor gebouwen;
36. NEN-EN 1993-1-5+C1:2012+C1:2009+NB:2012, Eurocode 3: Ontwerp en berekening van staalconstructies, Deel 1-5: Constructieve plaatvelden;
37. NEN-EN 1993-1-6:2007+C1:2009+NB:2012, Eurocode 3: Ontwerp en berekening van staalconstructies, Deel 1-6: Algemene regels - Sterkte en Stabiliteit van Schaalconstructies;
38. NEN-EN 1993-5:2008+C1:2009+NB:2012, Eurocode 3: Ontwerp en berekening van staalconstructies, Deel 5: Palen en damwanden;
39. NEN9997-1+C1:2012, Geotechnisch ontwerp van constructies - Deel 1: Algemene regels;
40. Richtlijnen Ontwerpen Kunstwerken (ROK), doc. nr. RTD 1001:2013, versie 1.2, definitief d.d. 1 januari 2013, Rijkswaterstaat Dienst Infrastructuur;
41. CUR 166, Damwandconstructies, 6<sup>e</sup> herziene druk;
42. CUR 211, Quay Walls, Second edition;
43. CUR 2001-8, Bearing capacity of steel pipe piles;
44. PIANC Guidelines for the Design of Fender Systems: 2002.

### 2.3. Gevolgklasse en technische levensduur

Voor alle constructies wordt gevolgklasse CC2 van NEN-EN 1990 [ref. 32.] aangehouden.

De ontwerplevensduur van de nieuw te ontwerpen noodaanlanding en bijbehorende verkeersbrug [eis E-As.Fu.0011, v2.0] en nieuw te realiseren (sub)objecten op bestaande afmeersystemen [eis E-As.Fu.0005, v1.0] bedraagt minimaal 25 jaar.

### 2.4. Waterstanden en peilmaten

Voor de veerhaven 't Horntje gelden de volgende waterstanden [ref. 13.]:

- |                               |              |
|-------------------------------|--------------|
| - extreem hoog water:         | NAP +3,25 m; |
| - operationeel hoog water:    | NAP +2,10 m; |
| - gemiddeld hoog water (GHW): | NAP +0,65 m; |
| - gemiddeld laag water (GLW): | NAP -0,90 m; |
| - operationeel laag water:    | NAP -1,50 m; |
| - extreem laag water:         | NAP -2,50 m. |

De extremen zijn gebaseerd op historisch gemeten waarden.

De veerdienst is operationeel bij waterstanden tussen de NAP +2,10 m en NAP -1,50 m. Dit zijn ook de operationele waterstanden voor de derde ligplaats.

De operationele waterstanden voor het afmeren van schepen aan de onderhoudskade of de fuiken bedragen de waarden tussen NAP +2,30 m en NAP -1,70 m.

Alle constructies (inclusief de afmeersystemen met afgemeerde, onbeladen schepen) in de veerhaven van Texel dienen geschikt te zijn voor de extreme waterstanden.

De geplande noodaanlanding is operationeel beschikbaar bij waterstanden tussen NAP +0,93 m en NAP -1,00 m eis E-RV.0003, v1.0].

Verder gelden de volgende peilmaten:

- |                                                            |                                      |
|------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| - maaiveld noodaanlanding:                                 | NAP +3,35 m [eis E-RV.0006, v1.0];   |
| - bovenzijde verkeersbrug noodaanlanding <sup>1</sup> :    | NAP +3,00 m [eis E-RV.0004, v1.0];   |
| - vast bodemniveau fuik en onderhoudskade:                 | NAP -7,00 m;                         |
| - vast bodemniveau derde ligplaats :                       | NAP -7,00 m (aanname <sup>2</sup> ); |
| - toekomstige bovenzijde afmeerconstructies <sup>3</sup> : | NAP +5,10 m [eis E-F.0002, v2.0].    |

---

<sup>1</sup> In horizontale positie.

<sup>2</sup> Er dient nog baggerwerk verricht te worden door derden. Omdat de waterstanden en diepgang gelijk is als bij de fuik en onderhoudskade, wordt voor de derde ligplaats ook een bodemniveau van NAP -7,00 m aangehouden.

<sup>3</sup> Alle palen inclusief voorzieningen die gebruikt worden door de Texelstroom mogen niet hoger zijn dan NAP +5,10 m binnen een zone van 2,6 m van de ingedrukte fenderlijn.

## 2.5. Materiaaleigenschappen en duurzaamheid

### 2.5.1. Materiaalgegevens staal

Constructiestaal, tijdelijke buispalen derde ligplaats:

- staalsoort: API 5L X65;
- vloeigrens ( $f_{yd}$ ): 448 N/mm<sup>2</sup>;
- E-modulus (E): 2,1·10<sup>5</sup> N/mm<sup>2</sup>;
- volumieke gewicht ( $\gamma$ ): 78,5 kN/m<sup>3</sup>;
- lineaire uitzettingscoëfficiënt ( $\alpha$ ): 1,2·10<sup>-5</sup> K<sup>-1</sup>.

Constructiestaal, bestaande damwanden en ankerschermen:

- staalsoort: S270GP / S275 (Fe 430);
- vloeigrens ( $f_{yd}$ ): 270 N/mm<sup>2</sup> / 275 N/mm<sup>2</sup>;
- E-modulus (E): 2,1·10<sup>5</sup> N/mm<sup>2</sup>;
- volumieke gewicht ( $\gamma$ ): 78,5 kN/m<sup>3</sup>;
- lineaire uitzettingscoëfficiënt ( $\alpha$ ): 1,2·10<sup>-5</sup> K<sup>-1</sup>.

Constructiestaal, overig:

- staalsoort: S355;
- vloeigrens ( $f_{yd}$ ): 355 N/mm<sup>2</sup>;
- E-modulus (E): 2,1·10<sup>5</sup> N/mm<sup>2</sup>;
- volumieke gewicht ( $\gamma$ ): 78,5 kN/m<sup>3</sup>;
- lineaire uitzettingscoëfficiënt ( $\alpha$ ): 1,2·10<sup>-5</sup> K<sup>-1</sup>.

### 2.5.2. Doorsnede eigenschappen

De sterkte- en stijfheideigenschappen van het damwandprofiel zijn weergegeven in tabel 2.1. Als representatieve waarde voor de sterkte van een stalen damwand is uitgegaan van de vloeigrens.

**Tabel 2.1. Eigenschappen damwandprofiel BZ 26, S275 (bestaand)**

| toestand     | traagheidsmoment<br>I [cm <sup>4</sup> /m] | buigstijfheid<br>EI [kNm <sup>2</sup> /m] | weerstandsmoment W<br>[cm <sup>3</sup> /m] | toelaatbaar buigend<br>moment $M_{r,d}$ [kNm/m] |
|--------------|--------------------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| initieel     | 45.324                                     | 95.180                                    | 2.591,4                                    | 712,6                                           |
| gecorrodeerd | 36.259                                     | 76.144                                    | 2.073                                      | 570                                             |

De damwand is verankerd met een ankerscherm. De sterkte- en stijfheideigenschappen van het ankerscherm zijn weergegeven in tabel 2.2.

**Tabel 2.2. Eigenschappen ankerscherm BZ IVN, S275 (bestaand)**

| toestand     | traagheidsmoment<br>I [cm <sup>4</sup> /m] | buigstijfheid<br>EI [kNm <sup>2</sup> /m] | weerstandsmoment W<br>[cm <sup>3</sup> /m] | toelaatbaar buigend<br>moment $M_{r,d}$ [kNm/m] |
|--------------|--------------------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| initieel     | 35.396                                     | 74.332                                    | 2.360                                      | 649                                             |
| gecorrodeerd | 28.317                                     | 59.465                                    | 1.888                                      | 519                                             |

De sterkte- en stijfheideigenschappen van de open buispalen van het landhoofd zijn weergegeven in tabel 2.3.



**Tabel 2.3. Eigenschappen open buispaal landhoofd Ø1067-16, S355 (nieuw)**

| toestand     | traagheidsmoment<br>$I$ [cm <sup>4</sup> ] | buigstijfheid<br>$EI$ [kNm <sup>2</sup> ] | weerstandsmoment $W$<br>[cm <sup>3</sup> ] | toelaatbaar buigend<br>moment $M_{r,d}$ [kNm] |
|--------------|--------------------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| initieel     | 729.606                                    | 1.532.173                                 | 13.676                                     | 4.855                                         |
| gecorrodeerd | 638.371                                    | 1.340.579                                 | 11.988                                     | 4.256                                         |

De sterkte- en stijfheidseigenschappen van de meerpalen zijn weergegeven in tabel 2.3 en verder. De meerpalen vallen in doorsnedeklasse 4 waardoor de elastische capaciteit wordt begrensd door (lokaal) plooiën.

**Tabel 2.4. Eigenschappen open buispaal kopbufferpaal A Ø1016-12,5, X65 (nieuw)**

|          | traagheidsmoment<br>$I$ [cm <sup>4</sup> ] | buigstijfheid<br>$EI$ [kNm <sup>2</sup> ] | weerstandsmoment $W$<br>[cm <sup>3</sup> ] | toelaatbaar buigend<br>moment $M_{r,d}$ [kNm/m] |
|----------|--------------------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| initieel | 496.123                                    | 1.041.858                                 | 9.766                                      | 3.175                                           |

**Tabel 2.5. Eigenschappen open buispaal geleidepaal B Ø1820-18, X65 (nieuw)**

|          | traagheidsmoment<br>$I$ [cm <sup>4</sup> ] | buigstijfheid<br>$EI$ [kNm <sup>2</sup> ] | weerstandsmoment $W$<br>[cm <sup>3</sup> ] | toelaatbaar buigend<br>moment $M_{r,d}$ [kNm/m] |
|----------|--------------------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| initieel | 4.136.567                                  | 8.686.791                                 | 45.457                                     | 13.750                                          |

**Tabel 2.6. Eigenschappen open buispaal geleidepaal C Ø1820-28, X65 (nieuw)**

|          | traagheidsmoment<br>$I$ [cm <sup>4</sup> ] | buigstijfheid<br>$EI$ [kNm <sup>2</sup> ] | weerstandsmoment $W$<br>[cm <sup>3</sup> ] | toelaatbaar buigend<br>moment $M_{r,d}$ [kNm/m] |
|----------|--------------------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| initieel | 5.242.073                                  | 11.008.354                                | 57.605                                     | 18.750                                          |

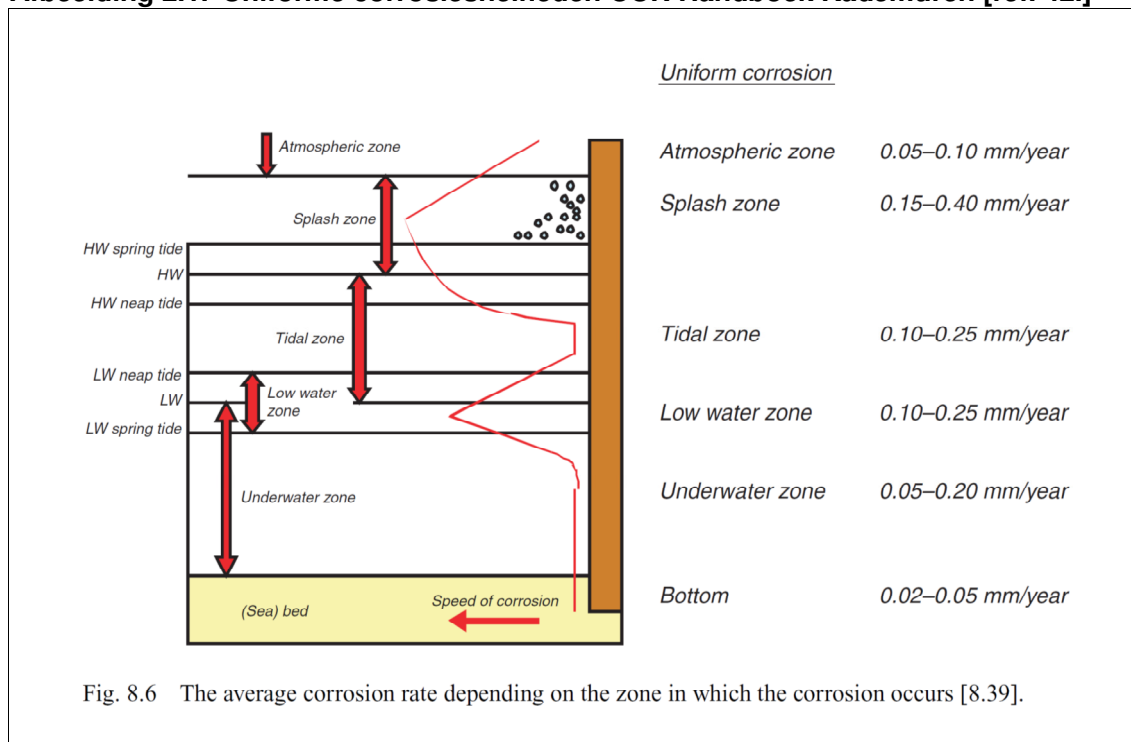
### 2.5.3. Conservering en corrosiesnelheden

#### Nieuwe onderdelen

Volgens [eis E-As.Fu.009, v1.0] hoeven de tijdelijke buispalen voor de derde ligplaats niet te zijn voorzien van een conservering.

Voor de damwanden van de nieuwe kopbufferconstructies en de aan te passen verankering van de onderhoudskade wordt een corrosietoeslag toegepast conform het CUR Handboek kademuurs [ref. 42.]. Omdat de nieuw te plaatsen onderdelen van de noodaanlanding en de aan te passen verankering van de onderhoudskade zich volledig in de grond achter de bestaande damwand bevinden, wordt uitgegaan van een uniforme corrosiesnelheid van 0,02 mm/jaar. Voor een aangehouden levensduur van 50 jaar betekent dit een materiaalafname van 1,0 mm per blootgestelde zijde.

## Afbeelding 2.1. Uniforme corrosiesnelheden CUR Handboek Kademuren [ref. 42.]



Overige stalen onderdelen dienen te worden geconserveerd volgens [eis E-As.Fu.0002, v2.0].

### Bestaande onderdelen

Voor de levensduur van de bestaande stalen damwanden kan worden uitgegaan van de planperiode van 50 jaar. Anno 2015 is de damwandconstructie ongeveer op de helft van zijn levensduur.

De invloed van corrosie op de damwanden is meegenomen in de bepaling van de buigstijfheid en momentcapaciteit van de damwand. De damwandconstructies zijn niet voorzien van coating. Voor de afname van de wanddikte gedurende de levensduur is daarom een reductiefactor van 0,8 voor de buigstijfheid en momentcapaciteit aangehouden.

## 2.6. Gegevens ontwerpschepen

In de onderstaande tabel zijn de gegevens van de drie ontwerpschepen samengevat.

**Tabel 2.7. Gegevens ontwerpschepen**

| waarde                                                                            | eenheid | ontwerpschip        |                      |                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------|---------------------|----------------------|---------------------|
|                                                                                   |         | Dr. Wagemaker       | Schulpengat          | Texelstroom         |
| maximaal operationeel beladen diepgang<br>( $D_{\text{laden, operationeel}}$ )    | m       | 4,40 <sup>1)</sup>  | 4,40 <sup>1)</sup>   | 4,40 <sup>1)</sup>  |
| maximale beladen diepgang (buiten dienst)<br>( $D_{\text{laden, bd}}$ )           | m       | 4,00 <sup>1)</sup>  | 4,00 <sup>1)</sup>   | 4,00 <sup>1)</sup>  |
| beladen diepgang gebruik noodaanlanding<br>( $D_{\text{laden, noodaanlanding}}$ ) | m       | 4,10 <sup>1)</sup>  | n.v.t. <sup>1)</sup> | 4,10 <sup>1)</sup>  |
| minimale onbeladen diepgang ( $D_{\text{unladen}}$ )                              | m       | 3,80 <sup>1)</sup>  | 4,00 <sup>1)</sup>   | 3,80 <sup>1)</sup>  |
| gewicht operationeel gebruik ( $m_{\text{operationeel}}$ )                        | t       | 6.803 <sup>1)</sup> | 4.860 <sup>1)</sup>  | 6.803 <sup>1)</sup> |

| waarde                                                         | eenheid        | ontwerpschip         |                      |                     |
|----------------------------------------------------------------|----------------|----------------------|----------------------|---------------------|
|                                                                |                | Dr. Wagemaker        | Schulpengat          | Texelstroom         |
| gewicht gebruik noodaanlanding ( $m_{\text{noodaanlanding}}$ ) | t              | 6.200 <sup>1)</sup>  | n.v.t. <sup>1)</sup> | 6.200 <sup>1)</sup> |
| ledig gewicht ( $m_{\text{ledig}}$ )                           | t              | 5.450 <sup>1)</sup>  | 4.285 <sup>1)</sup>  | 5.450 <sup>1)</sup> |
| lengte over alles (LOA)                                        | m              | 130,40 <sup>2)</sup> | 110,44 <sup>2)</sup> | n.t.b.              |
| breedte op de waterlijn (B)                                    | m              | 23,60 <sup>2)</sup>  | 18,7 <sup>2)</sup>   | 23,68 <sup>3)</sup> |
| lateraal oppervlak boven waterlijn ( $A_{\text{wind}}$ )       | m <sup>2</sup> | 2.170 <sup>4)</sup>  | 1.760 <sup>4)</sup>  | n.t.b.              |
| windbelasting bij 12 Bft. (F)                                  | kN             | 1.249 <sup>4)</sup>  | 1.012 <sup>4)</sup>  | n.t.b.              |
| toelaatbare botsbelasting berghout (F)                         | kN             | 2.500 <sup>5)</sup>  | 2.500 <sup>5)</sup>  | 2.500 <sup>5)</sup> |
| maatgevende aanvaarenergie noodaanlanding ( $E_d$ )            | kNm            | 100 <sup>6)</sup>    | n.v.t.               | 100 <sup>6)</sup>   |
| maatgevende stuwkracht noodaanlanding (F)                      | kN             | 200 <sup>7)</sup>    | n.v.t.               | 200 <sup>7)</sup>   |

Bronvermelding data:

1. vraagspecificatie, paragraaf 2.3.6 [ref. 1.];
2. [www.teso.nl](http://www.teso.nl);
3. vraagspecificatie, bijlagen J.01 [ref. 12.] en J.02 [ref. 13.];
4. vraagspecificatie, bijlage H.14 [ref. 10.];
5. vraagspecificatie, eisen E-F.0008, v2.0, E-F.0010, v2.0 en E-F.0015, v2.0 [ref. 1.];
6. conform opgave RWS/TESO [ref. 4.]; vraagspecificatie Den Helder, eis E-0035112, v2.0 [ref. 3.];
7. conform opgave RWS/TESO [ref. 4.].

In afwijking van de vraagspecificatie wordt een afmeerenergie van 100 kNm (rekenwaarde) op de noodaanlanding gehanteerd. Dit is dezelfde waarde als waarop de noodaanlanding in Den Helder is ontworpen [ref. 26.]. Dit is geaccordeerd door RWS en TESO [ref. 4.].

## 2.7. Representatieve grondopbouw

De grondopbouw volgt uit lokale sonderingen. De van toepassing zijnde sonderingen volgen uit het uitgevoerde grondonderzoek [ref. 30.] en [ref. 31.] en zijn in tabel 2.8 weergegeven.

**Tabel 2.8. Overzicht grondonderzoek noodaanlanding**

| type grondonderzoek<br>[-]                     | sondering<br>[-]  |
|------------------------------------------------|-------------------|
| sonderingen te land d.d. 19-2-2015 [ref. 30.]  | DKM002+ DKM003    |
| sonderingen te water d.d. 10-3-2015 [ref. 31.] | DKM001 t/m DKM003 |

Sondering DKM003 (19-2-2015) is ter plaatste van de geplande noodaanlanding genomen, waar de paalfundering voor het landhoofd komt. Het algemene beeld van deze sondering is dat de grond uit een afwisseling van schone en kleiige zandlagen bestaat. In bijlage I is de sondering toegevoegd.

De sonderingen DKM001 t/m DKM003 (10-3-2015) zijn ter plaatste van de tijdelijke meerpalen van de 3<sup>e</sup> ligplaats genomen. Het algemene beeld van deze sonderingen is dat de grond direct onder de waterbodem bestaat uit enkele meters klei/slib gevolgd door zandlagen. De maatgevende grondopbouw waarmee de meerpalen worden berekend, is gebaseerd op sondering DKM003 (10-3-2015) welke een conservatieve grondopbouw laat zien. In bijlage I is de maatgevende sondering toegevoegd.

De schematisatie van de bodemopbouw en de bepaling van de grondparameters van beide sonderingen zijn vastgesteld op basis van het beschikbare grondonderzoek en tabel 2b van NEN 9997 [ref. 1.]. In tabel 2.9 en tabel 2.10 is de representatieve grondopbouw weergegeven.

**Tabel 2.9. Representatieve grondopbouw en parameters DKM003 (19-2-2015)**

| grondsoort                 | b.k. laag<br>[m NAP] | $\gamma_{dr}/\gamma_{sat}$<br>[kN/m <sup>3</sup> ] | $\varphi'$<br>[°] | $\delta$<br>[°] | $c'$<br>[kPa] |
|----------------------------|----------------------|----------------------------------------------------|-------------------|-----------------|---------------|
| zand, schoon, los          | +3,2                 | 17/19                                              | 30                | 20              | 0             |
| zand, sterk siltig, kleiig | -1,7                 | 18/20                                              | 25                | 16,67           | 0             |
| zand, schoon, matig        | -2,0                 | 18/20                                              | 32,5              | 21,67           | 0             |
| zand, zwak siltig, kleiig  | -4,8                 | 18/20                                              | 27                | 18              | 0             |
| zand, schoon, matig        | -5,2                 | 18/20                                              | 32,5              | 21,67           | 0             |
| zand, sterk siltig, kleiig | -5,9                 | 18/20                                              | 25                | 16,67           | 0             |
| zand, schoon, matig        | -8,7                 | 18/20                                              | 32,5              | 21,67           | 0             |
| zand, sterk siltig, kleiig | -10,6                | 18/20                                              | 25                | 16,67           | 0             |
| zand, zwak siltig, kleiig  | -12,5                | 18/20                                              | 27                | 18              | 0             |
| zand, sterk siltig, kleiig | -14,0                | 18/20                                              | 25                | 16,67           | 0             |
| zand, zwak siltig, kleiig  | -16,5                | 18/20                                              | 27                | 18              | 0             |
| zand, schoon, matig        | -18,4                | 18/20                                              | 32,5              | 21,67           | 0             |
| zand, zwak siltig, kleiig  | -22,2                | 18/20                                              | 27                | 18              | 0             |

**Tabel 2.10. Representatieve grondopbouw en parameters DKM003 (9-3-2015)**

| grondsoort                 | b.k. laag<br>[m NAP] | $\gamma_{dr}/\gamma_{sat}$<br>[kN/m <sup>3</sup> ] | $\varphi'$<br>[°] | $\delta$<br>[°] | $c'$<br>[kPa] |
|----------------------------|----------------------|----------------------------------------------------|-------------------|-----------------|---------------|
| klei, schoon, slap         | -3,6                 | 14/14                                              | 17,5              | 11,67           | 0             |
| zand, sterk siltig, kleiig | -8,2                 | 18/20                                              | 25                | 16,67           | 0             |
| zand, schoon, matig        | -15,9                | 18/20                                              | 32,5              | 21,67           | 0             |
| zand, sterk siltig, kleiig | -21,7                | 18/20                                              | 25                | 16,67           | 0             |
| zand, schoon, matig        | -25,0                | 18/20                                              | 32,5              | 21,67           | 0             |

Voor de berekening in de uiterste grenstoestand (UGT) is conform [ref. 39.] en uitgaande van veiligheidsklasse RC2 is een partiële factor van 1,175 toegepast op  $\tan(\varphi')$ , en een partiële factor van 1,3 op de E modulus.

## 2.8. Belastingen

### 2.8.1. Afmeerenergie

De afmeerenergie voor de noodaanlanding is opgegeven en bedraagt 100 kNm, zie ook paragraaf 2.6. Dit komt overeen met een abnormale vaarsnelheid op het moment van impact van 0,17 m/s. Om tot de normaal toelaatbare snelheid te komen wordt een factor van 2,0 toegepast volgens de PIANC [ref. 44.] voor veerboten. De PIANC adviseert een hydrodynamische factor van 1,1 voor frontaal afmeren. Dit resulteert in een normale afmeersnelheid van 0,12 m/s. Dit is de toelaatbare aanvaarsnelheid voor TESO behorende bij een aanvaarenergie van 100 kNm.

De normale afmeerenergie is berekend met de onderstaande formule, welke geldig is voor een aanvaarhoek van 90°:

$$E_n = \frac{1}{2}mv^2C_m$$

De vaarsnelheden voor de 3<sup>e</sup> ligplaats is ontleend aan [ref. 3.]: 0,3 m/s voor de eerste geleidepaal en 0,1 m/s voor de kopbufferpaal. De overige uitgangspunten zijn conform de [eisen E-F.0008, v2.0; E-F.0010, v2.0 en E-F.0015, v2.0 (met NVI)]. De tweede geleidepaal

wordt niet voor het afmeren gebruikt. Omdat het een tijdelijke situatie betreft met minimale gevolgen bij falen wordt een factor van 1,5 toegepast op de normale energie.

In tabel 2.11 is de maatgevende afmeerbelasting berekend volgens bovenstaande formule voor de noodaanlanding en de tijdelijke palen van de 3<sup>e</sup> ligplaats.

**Tabel 2.11. Maatgevende afmeerbelastingen**

| waarde                                        | eenheid | noodaanlanding     | meerpalen 3 <sup>e</sup> ligplaats |                    |
|-----------------------------------------------|---------|--------------------|------------------------------------|--------------------|
|                                               |         |                    | geleidepaal C                      | kopbufferpaal A    |
| waterverplaatsing (m)                         | ton     | 6.200              | 4.860                              | 4.860              |
| vaarsnelheid (v)                              | m/s     | 0,12 <sup>1)</sup> | 0,30 <sup>2)</sup>                 | 0,10 <sup>2)</sup> |
| aanvaarhoek ( $\alpha$ )                      | -       | 90°                | 90°                                | 90°                |
| coëfficiënt meebewegende watermassa ( $C_m$ ) | m/s     | 1,10               | 1,10                               | 1,10               |
| factor voor abnormale energie ( $C_{ab}$ )    | -       | 2,0                | 1,5                                | 1,5                |
| aanvaarenergie normaal ( $E_N$ )              | kNm     | 50                 | 241                                | 27                 |
| aanvaarenergie abnormaal ( $E_A$ )            | kNm     | 100                | 361                                | 41                 |

Bronvermelding data en opmerkingen bij tabel:

1. terugrekenend van 100 kNm;
2. conform opgave RWS/TESO [ref. 3.].

Omdat de kopbufferconstructies stijve constructies zijn, wordt aangenomen dat de fenders de volledige abnormale energie op moeten kunnen nemen.

De energieopname van de tijdelijke meerpalen wordt lineair elastisch berekend op basis van de abnormale energie (bijzondere belasting) in combinatie met de rekenwaarden van de grondparameters volgens categorie b van bijlage H.12 van de vraagspecificatie [ref. 9.]. Toegepast wordt hogesterktestaal: X65 (of gelijkwaardig, bijvoorbeeld S460).

## 2.8.2. Stuw en windkracht noodaanlanding

Het schip genereert ongeveer 200 kN (20 t) stuwkracht tegen de noodaanlanding, dit komt overeen met 100 kN per kopbuffer [ref. 4.]. De maximaal toelaatbare verplaatsing in de richting van het schip onder deze conditie bedraagt 300 mm. De 300 mm is afgeleid in het uitvoeringontwerp van de noodaanlanding in Den Helder [ref. 26.] en stelt de afstand tussen het reserveval en het schip voor. Bij grotere verplaatsingen dan 300 mm zal het schip het reserveval raken.

## 2.8.3. Tros- en windkrachten

### Tijdelijke geleidepalen derde ligplaats

Zoals vermeld staat in tabel 2.7 bedraagt de maximale windbelasting op de Schulpengat 1012 kN. Om troskrachten op de lange fuik te minimaleren zal een gedeelte worden opgenomen door de 2 tijdelijk te plaatsen geleidepalen. Hiervoor wordt 50 t (500 kN) aangehouden per geleidepaal. Deze kracht wordt via het berghout overgedragen op de palen. Voor de hoogte van het berghout van de Schulpengat wordt 7 m boven de kiel aangehouden, wat overeenkomt met NAP +6,25 m bij extreem hoog water en een diepgang van 4,00 m. De rekenwaarde van de belasting bedraagt 750 kN per geleidepaal.

### Beschermopaal lange fuik

De bestaande bolders zijn geschikt voor een troskracht van 30 t. Eén van de bolders zal worden verplaatst. De capaciteit blijft daardoor 30 t.

#### 2.8.4. Belastingen vanuit draaipunten reserve brug

##### Uitgangspunten

In het DO van de noodaanlanding [ref. 25.] in Den Helder staan uitgangspunten beschreven voor de belastingen vanuit de draaipunten van de reservebrug. Deze zijn:

- lengte ( $L$ ) = 20,7 m (tussen de oplegpunten);
- totale breedte ( $B$ ) = 4,5 m (berijdbare breedte is kleiner);
- eigen gewicht inclusief draaipunten ( $G$ ) = 439 kN;
- $\alpha_{Q1} = 0,95$  voor  $N_{obs} = 20.000$  vrachtwagens per jaar;
- $\alpha_{Q1} \cdot Q_{1k} = 0,95 \cdot 300 = 285$  kN;
- $\alpha_{q1} \cdot q_{1k} = 0,95 \cdot 9,00 = 8,55$  kN/m<sup>2</sup>.

De verkeerbelasting op het val wordt bepaald met belastingsmodel BM1 van NEN-EN 1991-2. Hierbij wordt uitgegaan van 1 theoretische rijstrook van 3 m breed.

##### Verticale belasting op de draaipunten landhoofd

Twee aslasten van 285 kN met een asafstand van 1,20 m. De belasting ten gevolge van de aslasten bedraagt:

$$F_{v,Q} = 0,95 \cdot 300 \times (1 + (20,7 - 1,2) / 20,7) = 554 \text{ kN.}$$

De belasting ten gevolge van de verdeelde last bedraagt:

$$F_{v,q} = 8,55 \cdot 4,5 \times 20,7 / 2 = 398 \text{ kN.}$$

De totale verticale belasting op het landhoofd bedraagt:

$$F_v = 554 + 398 = 952 \text{ kN.}$$

##### Horizontale belasting op de draaipunten

De rem-/aanzetbelasting op het val wordt berekend met artikel 4.4.1 van NEN-EN 1991-2:

$$\begin{aligned} Q_{lk} &= 0,6 \cdot \alpha_{Q1} \cdot (2 \cdot Q_{1k}) + 0,10 \cdot \alpha_{q1} \cdot w_1 \cdot L \\ &= 0,6 \cdot 0,95 \cdot (2 \cdot 300) + 0,10 \cdot 0,95 \cdot 3,0 \cdot 20,7 = 395 \text{ kN.} \end{aligned}$$

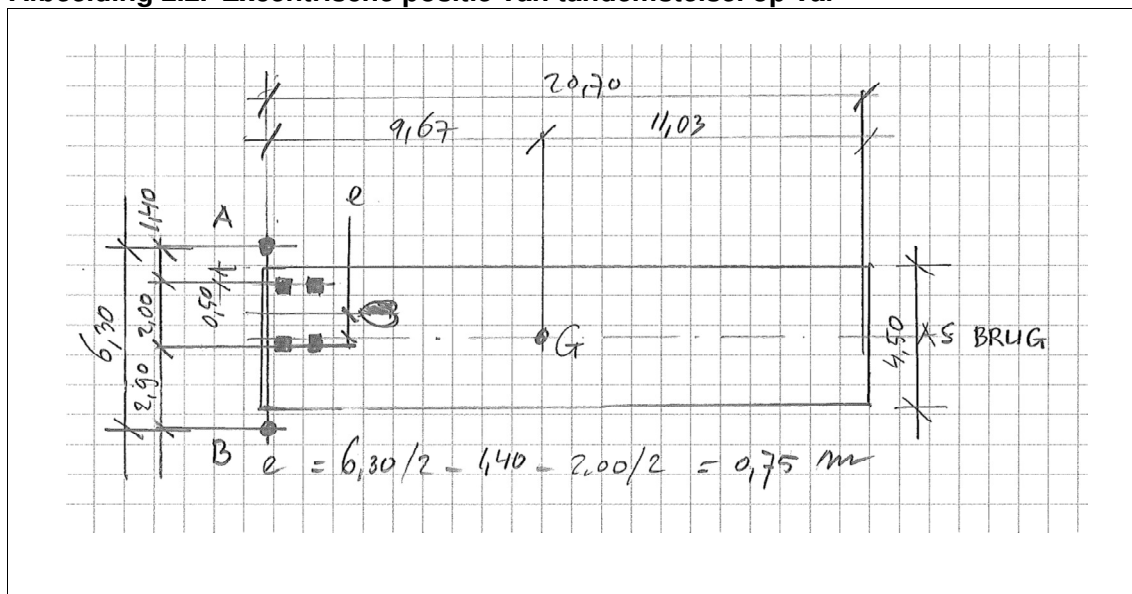
De helling van de reservebrug als gevolg van wisseling in waterstanden bedraagt maximaal ongeveer 6,3 %. De remkracht wordt hierdoor vergroot met 6,3 % van de aslasten van het tandemstel en de gelijkmatig verdeelde last:

$$\Delta Q_{lk} = 6,3 \% \cdot F_v = 6,3\% \cdot 952 = 60 \text{ kN.}$$

De totale horizontale belasting op de draaipunten bedraagt hiermee:

$$F_h = 395 + 60 = 455 \text{ kN.}$$

**Afbeelding 2.2. Excentrische positie van tandemstelsel op val**



Het zwaartepunt van de belasting kan variëren ten opzichte van de as van de brug. De excentriciteit bedraagt maximaal  $e = 0,75$  m. Dit resulteert in de volgende belastingen op de draaipunten.

**Tabel 2.12. Overzicht belastingen vanuit draaipunten reserve brug**

| belastingsgeval                          | totaal     |            | draaipunt A |            | draaipunt B |            |
|------------------------------------------|------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|
|                                          | $R_z$ [kN] | $R_x$ [kN] | $R_z$ [kN]  | $R_x$ [kN] | $R_z$ [kN]  | $R_x$ [kN] |
| eigen gewicht val                        | 234        | 0          | 117         | 0          | 117         | 0          |
| verkeersbelasting (BM1 centrisc)         | 952        | 0          | 476         | 0          | 476         | 0          |
| verkeersbelasting (BM1 excentrisch)      | 952        | 0          | 542         | 0          | 410         | 0          |
| rem-/aanzetbelasting incl. 6,3 % helling | 0          | 455        | 0           | 228        | 0           | 228        |

## 2.8.5. Maaiveldbelastingen

### Achter landhoofd

Voor het maaiveld achter het landhoofd van de noodaanlanding wordt uniform 20 kPa aangehouden. Een mobiele kraan kan zich ook opstellen achter het landhoofd. Voor de VO-berekeningen is uitgegaan dat dit een gelijkwaardige belasting geeft als een uniforme bovenbelasting van 20 kPa.

### Achter bestaande damwanden en ankerschermen

Voor de huidige situatie is gerekend met een uniforme bovenbelasting van 10 kN/m<sup>2</sup> op het talud en 20 kN/m<sup>2</sup> op maaiveld (op een afstand van 11,7 m van damwand).

Na het verlagen van het huidige maaiveld tot NAP +1,5 m wordt er gerekend met een uniforme bovenbelasting 20 kN/m<sup>2</sup> op maaiveld en geen bovenbelasting op het talud, vanwege de aanwezigheid van de glooiing en/of het val van de reservebrug.

## 2.8.6. Windbelasting op heftoren

De windbelasting op de heftoren bedraagt 1,7 kN/m<sup>2</sup> [ref. 26.].

## 2.9. Belasting- en $\psi$ -factoren

In tabel 2.13 zijn de gebruikte belastingsfactoren opgenomen. De belastingsfactoren zijn ontleend aan NEN-EN 1990 voor gebouwen.

**Tabel 2.13. Partiële belastingsfactoren UGT (STR/GEO)**

| belastingscombinatie | blijvende belastingen         |                     | overheersende<br>veranderlijke belasting | veranderlijke belastingen<br>gelijktijdig met de overheersende |                      |
|----------------------|-------------------------------|---------------------|------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|----------------------|
|                      | ongunstig                     | gunstig             |                                          | belangrijkste<br>(indien aanwezig)                             | andere               |
|                      | $\gamma_{G,i, sup}$           | $\gamma_{G,i, inf}$ | $\gamma_{Q,1}$                           | $\gamma_{Q,1}$                                                 | $\gamma_{Q,i}$       |
| vergelijking 6.10a   | 1,35                          | 0,9                 | -                                        | 1,5 ( $\psi_{0,1}$ )                                           | 1,5 ( $\psi_{0,i}$ ) |
|                      | $\xi \cdot \gamma_{G,i, sup}$ | $\gamma_{G,i, inf}$ | $\gamma_{Q,1}$                           | $\gamma_{Q,1}$                                                 | $\gamma_{Q,i}$       |
| vergelijking 6.10b   | 1,2                           | 0,9                 | 1,50                                     | -                                                              | 1,5 ( $\psi_{0,i}$ ) |

Voor verkeersbelasting geldt  $\gamma_Q = 1,35$  volgens tabel NB.13-A2.4(B) van NEN-EN 1990.  $\psi$ -factoren voor verkeersbelasting zijn ontleend aan dezelfde norm aan de hand van tabel NB.9-A2.1. Voor de relatie van bovenbelasting met verkeersbelasting op het val is  $\psi = 0,4$  aangehouden. Voor een overzicht van de belastingscombinaties op het landhoofd wordt verwezen naar bijlage III.



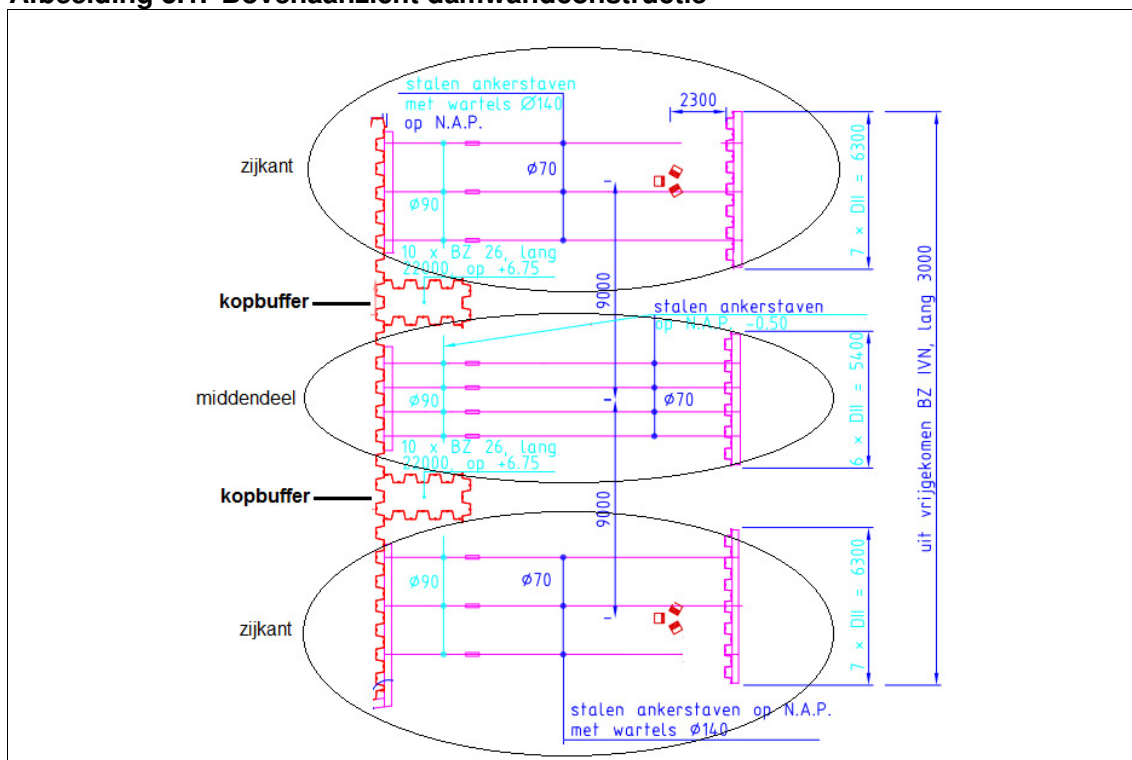
### 3. BESCHRIJVING ONDERDELEN EN REKENRESULTATEN

#### 3.1. Beschouwing bestaande verankering damwanden

##### 3.1.1. Beschrijving huidige situatie

In afbeelding 3.1 is een bovenaanzicht weergegeven van de huidige damwandconstructie. De damwandconstructie bestaat uit één lange damwand, twee kopbuffers, tien ankers en drie ankerschermen. In dit rapport wordt onderscheid gemaakt tussen het middendeel en de zijkanten van de constructie vanwege een verschillende geometrie.

**Afbeelding 3.1. Bovenaanzicht damwandconstructie**



Zie onderstaande tabellen en afbeelding voor de eigenschappen van de damwandconstructie.

**Tabel 3.1. Eigenschappen middendeel**

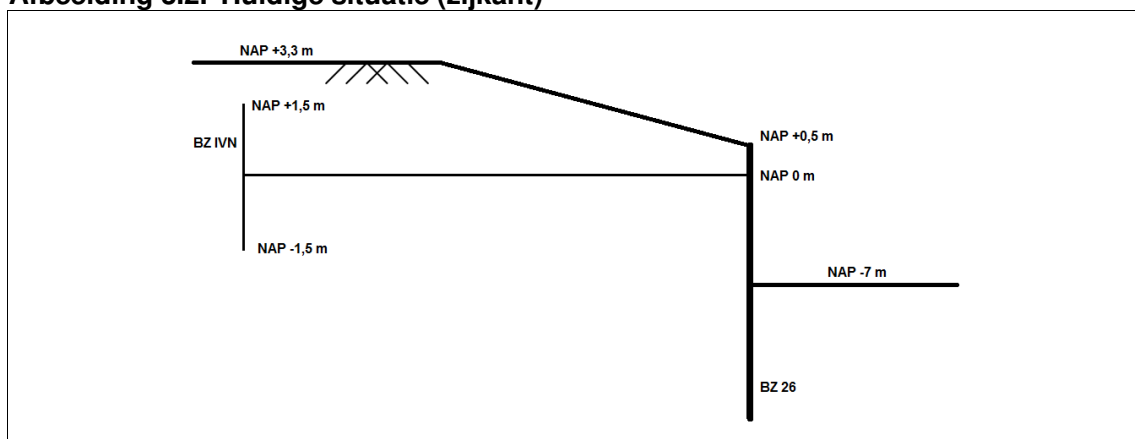
| algemeen                      | eigenschappen             |
|-------------------------------|---------------------------|
| damwand type                  | BZ 26, S275               |
| damwand kopniveau             | NAP 0 m                   |
| damwand teenniveau            | NAP -15,75 m              |
| ankerstaaf type               | Ø90 - wartel - Ø70 (S355) |
| niveau ankerstaaf             | NAP -0,5 m                |
| h.o.h. afstand ankers         | 1,0 m                     |
| hoek anker met horizontaal    | 0 graden                  |
| lengte ankerstaaf             | circa 15 m                |
| ankerscherm type              | BZ IVN, S275              |
| ankerscherm kopniveau         | NAP +1,0 m                |
| ankerscherm teenniveau        | NAP -2,0 m                |
| afstand damwand - ankerscherm | circa 14 m                |

| algemeen            | eigenschappen                            |
|---------------------|------------------------------------------|
| gording ankerscherm | 2 x UNP 300 (S235)<br>3 x UNP 120 (S235) |

**Tabel 3.2. Eigenschappen zijkanten**

| algemeen                      | eigenschappen                            |
|-------------------------------|------------------------------------------|
| damwand type                  | BZ 26, S275                              |
| damwand kopniveau             | NAP +0,5 m                               |
| damwand teenniveau            | NAP -15,25 m                             |
| ankerstaaf type               | Ø90 - wartel - Ø70 (S355)                |
| niveau ankerstaaf             | NAP 0 m                                  |
| h.o.h. afstand ankers         | 2,0 m                                    |
| hoek anker met horizontaal    | 0 graden                                 |
| lengte ankerstaaf             | circa 15 m                               |
| ankerscherm type              | BZ IVN, S275                             |
| ankerscherm kopniveau         | NAP +1,5 m                               |
| ankerscherm teenniveau        | NAP -1,5 m                               |
| afstand damwand - ankerscherm | circa 14 m                               |
| gording ankerscherm           | 2 x UNP 300 (S235)<br>3 x UNP 120 (S235) |

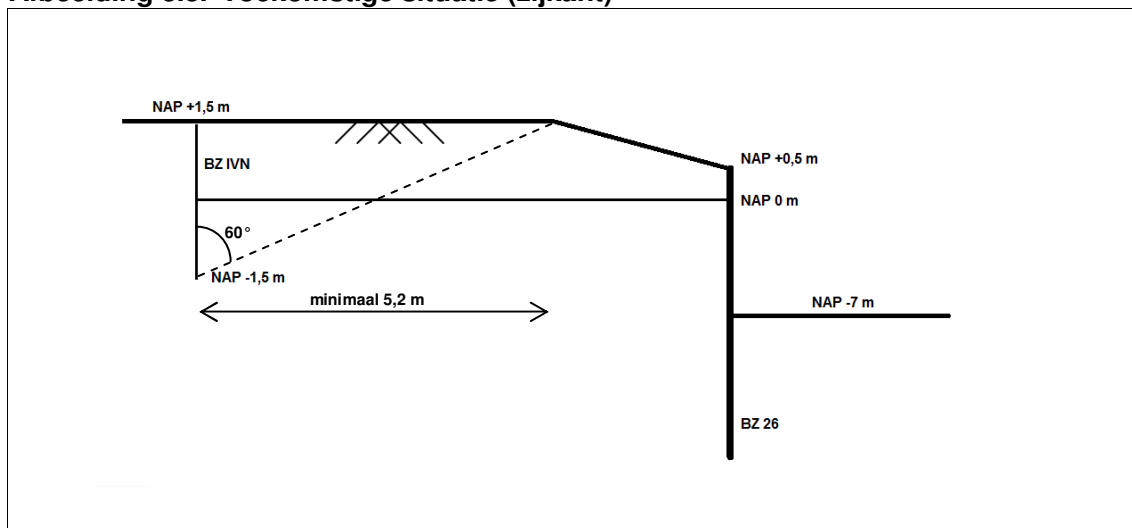
**Afbeelding 3.2. Huidige situatie (zijkant)**



### 3.1.2. Beschrijving toekomstige situatie

In de toekomstige situatie wordt een deel van het huidige maaiveld verlaagd van NAP +3,3 m naar ongeveer NAP +1,5 m (bovenzijde ankerscherm) in verband met de vrijdraai van het val. Door het verlagen van het maaiveld is er minder gronddekking op de ankers aanwezig, waardoor de ankers minder ankerkracht op kunnen nemen. Een voordeel van het verlagen van het maaiveld is dat de damwand minder grond hoeft te keren, waardoor de ankers minder kracht op te hoeven nemen. In afbeelding 3.3 is de toekomstige situatie van de zijkant weergegeven.

**Afbeelding 3.3. Toekomstige situatie (zijkant)**



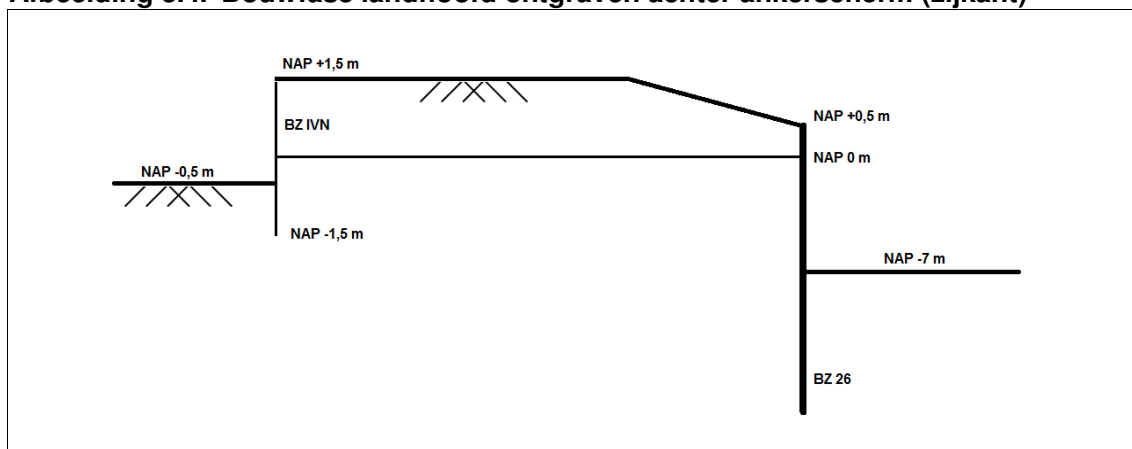
In afbeelding 3.3 is tevens te zien dat de passieve wig achter het ankerschot een lengte van 5,2 m heeft. Dit betekent dat over een lengte van minimaal 5,2 m achter het ankerschot, het maaiveld minimaal NAP +1,5 m dient te zijn om ervoor te zorgen dat de verankering stabiel blijft. Het is wel noodzakelijk om lokaal een sleuf voor de beide hoofdliggers van het val omdat deze ankers bij laagwater het maaiveld zullen raken. Door de breedte van sleuven klein te houden, blijft er voldoende gewicht van de passieve wig intact.

In de toekomstige situatie worden tevens twee nieuwe kopbufferconstructies geplaatst welke ook als centreervoorzieningen dienen en een nieuw landhoofd voor een brugconstructie naar de veerboot. Het nieuwe landhoofd wordt gerealiseerd achter het bestaande ankerschot. Voor het realiseren van het landhoofd worden eerst twee palen in de grond geïnstalleerd, waarna achter het ankerscherm ontgraven wordt tot circa NAP -0,5 m.

### 3.1.3. Beschrijving bouwsituatie

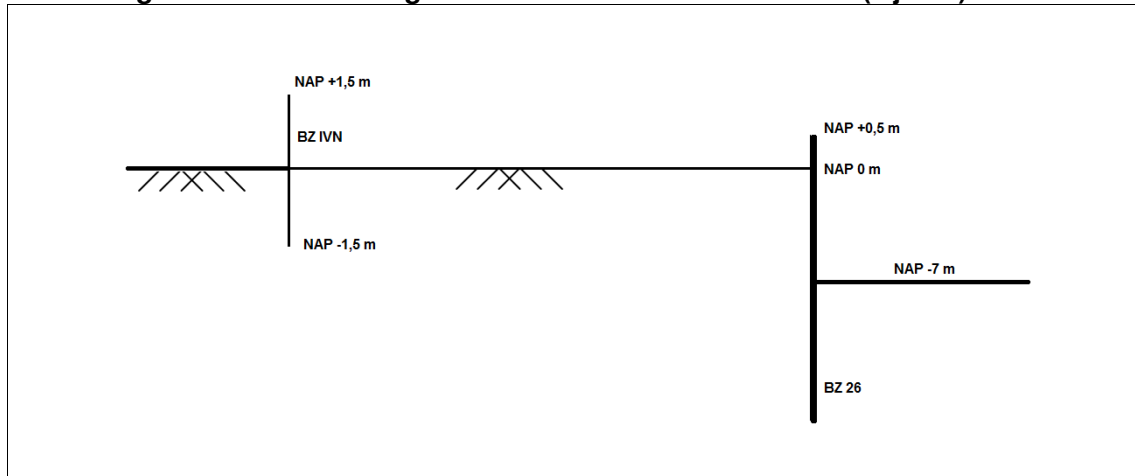
Voor het realiseren van het landhoofd moeten palen achter het ankerscherm in de grond geïnstalleerd worden. Hierna wordt achter het ankerscherm ontgraven tot ongeveer NAP -0,5 m om werkruimte te creëren voor het laswerk, zie afbeelding 3.4.

**Afbeelding 3.4. Bouwfase landhoofd ontgraven achter ankerscherm (zijkant)**



Het ontgraven achter het ankerscherm heeft vanwege de grote afstand bijna geen effect op de damwandconstructie, waardoor de aanwezige ankerkracht hetzelfde blijft als zonder ontgraving. Het ontgraven achter het ankerscherm zal ook niet leiden tot een reductie van de op te nemen ankerkracht, omdat de ontgraving aan de actieve zijde van het ankerscherm plaats vindt. Het ontgraven tot het niveau NAP (zowel voor als achter ankerscherm), zie afbeelding 3.5, is geen optie omdat de aanwezige ankerschermen in deze situatie bijna geen ankerkracht op kunnen nemen.

**Afbeelding 3.5. Bouwfase ontgraven voor en achter ankerschot (zijkant)**



#### 3.1.4. Berekening damwandconstructie

In D-Sheet Piling is ter bepaling van de optredende ankerkrachten een indicatieve berekening gemaakt waarbij de damwandconstructie als damwand met een vast steunpunt is gemodelleerd. Er wordt aangehouden dat de aanwezige kracht in het steunpunt gelijk is aan de ankerkracht (veilige benadering van de ankerkracht). De ankerkracht is voor de huidige, toekomstige en bouwphase doorgerekend. Tevens is een model met het ankerschot opgezet, waarmee is berekend hoeveel ankerkracht er door de legankers opgenomen kan worden. De constructie is hierbij ingedeeld in veiligheidsklasse RC2. Corrosie is voor deze berekeningen meegenomen. In tabel 3.3 zijn de berekende ankerkrachten weergegeven. Deze ankerkrachten zijn slechts ter indicatie voor het VO. De berekeningsrapporten van D-Sheet Piling zijn opgenomen in bijlage II.

**Tabel 3.3. Aanwezige ankerkracht (indicatief)**

| situatie             | afbeelding     | waterstand<br>grondzijde | benodigde<br>ankerkracht<br>(incl. waterstand-<br>verschil 0,9 m) | opneembare<br>ankerkracht | unity check |
|----------------------|----------------|--------------------------|-------------------------------------------------------------------|---------------------------|-------------|
| huidige situatie     | afbeelding 3.2 | NAP 0,0 m                | 236 kN/m                                                          | 335 kN/m                  | 0,70        |
| toekomstige situatie | afbeelding 3.3 | NAP 0,0 m                | 136 kN/m                                                          | 170 kN/m                  | 0,80        |
| toekomstige situatie | afbeelding 3.3 | NAP 1,5 m                | 78 kN/m <sup>1)</sup>                                             | 100 kN/m                  | 0,78        |
| bouwphase            | afbeelding 3.4 | NAP 0,0 m                | 136 kN/m                                                          | 170 kN/m <sup>1)</sup>    | 0,80        |
| bouwphase            | afbeelding 3.5 | NAP 0,0 m                | 99 kN/m                                                           | onvoldoende               | -           |

Opmerkingen bij tabel:

1. geen waterstandsverschil;
2. het ontgraven aan de actieve zijde van het ankerscherm zal niet leiden tot een reductie van de op te nemen ankerkracht.

Het constructief bezwijken van de ankerstaaf vindt plaats bij 467 kN/m. Dit is niet maatgevend vergeleken met bovenstaande tabel. Voor het bepalen van de rekenwaarde van de sterkte van het ankerstaal ( $R_d$ ) is een reductie van de staaldoorsnede van 0,45 mm/zijde meegenomen als gevolg van corrosie in 50 jaar (diameter staaf: 70 mm - 2 x 0,45 mm = 68,2 mm).

$$R_d = 0,9 \cdot A_{s,corr} \cdot f_{u,a} / \gamma_{m,2} = 0,9 \cdot 3653 \text{ mm}^2 \cdot 355 \text{ N/mm}^2 / 1,25 / 1000 = 934 \text{ kN}$$

Met een h.o.h. afstand van 2 m:  $934 \text{ kN} / 2 \text{ m} = 467 \text{ kN/m}$

### **Toekomstige situatie**

In de toekomstige situatie, waarin het maaiveld verlaagd is naar NAP +1,5 m is, is de opneembare ankerkracht met een factor van 1,25 groter dan de benodigde ankerkracht. Hiermee wordt voldoende marge gerealiseerd om de extra veiligheidsfactor voor de toetsing van het ankershot (1,1 volgens [ref. 41.]). Een belangrijk aandachtspunt is dat in deze fase geen volledige herberekening van de hoofdwand is uitgevoerd en niet alle belastingcombinaties zijn beschouwd. Bovendien kan een hogere grondwaterstand de opneembare ankerkracht reduceren. Door de bovengrensbepaling met het vaste steunpunt en de nog aanwezige marge in de opneembare ankerkracht wordt de toekomstige situatie haalbaar geacht. De veiligheid ten opzichte van de huidige situatie neemt wel iets af en daarom wordt ook geadviseerd om het maaiveld niet verder te verlagen.

### **Realisatie landhoofd**

Het ontgraven aan de actieve zijde van het ankerscherm zal niet leiden tot een reductie van de op te nemen ankerkracht. Hierdoor kan geconcludeerd worden dat de ontgraving achter het ankerscherm voor de realisatie van het landhoofd mogelijk is.

## **3.2. Kopbufferconstructies inclusief hefvoorziening**

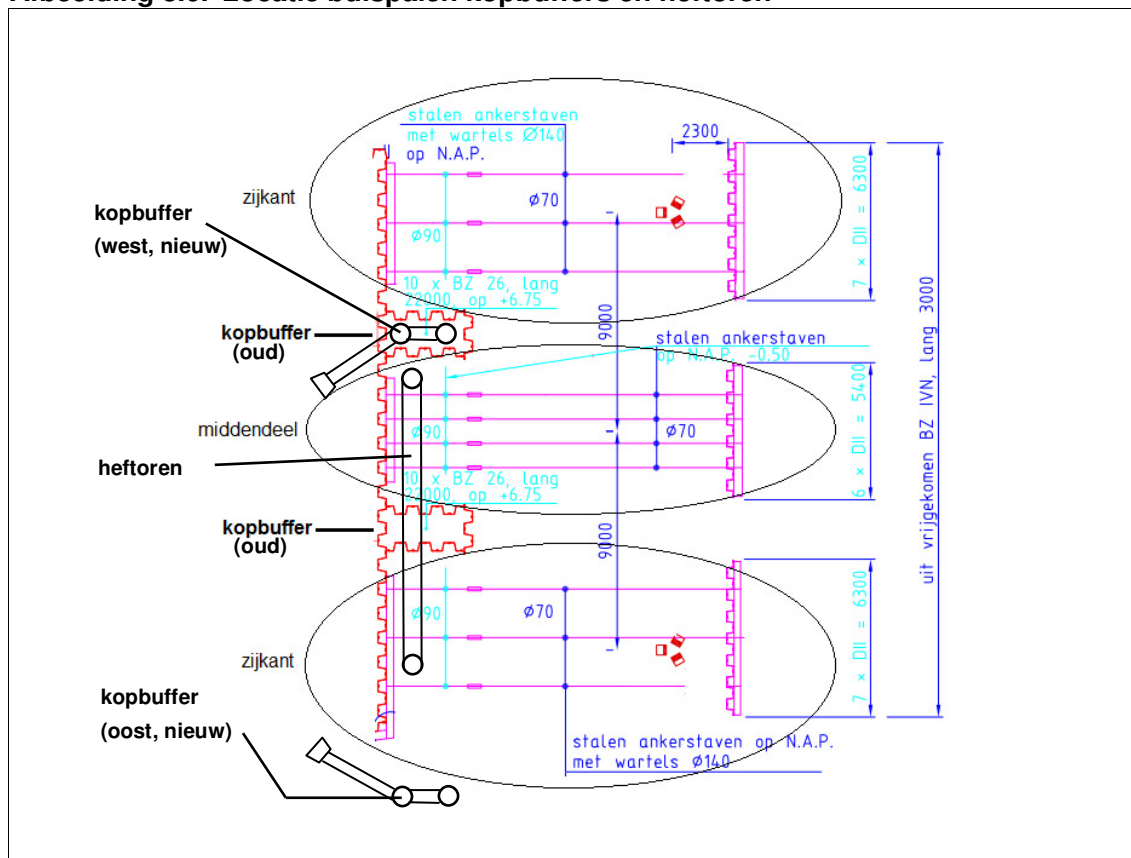
### **3.2.1. Kopbufferconstructies**

Voor de nieuwe kopbuffers wordt uitgegaan van twee buispalen die achter de damwand worden aangebracht. Door het horizontaal verplaatsen van de palen worden de bestaande ankers extra op buigend moment belast. Dit is niet wenselijk waardoor het in principe niet mogelijk is om palen vlak naast of tussen bestaande ankers te plaatsen. Voor de westelijke kopbuffer is dit ondervangen door de buispalen in de bestaande kopbuffer te plaatsen. Op deze manier ontstaat er voldoende randafstand en zullen in de grond aanwezige damwanden grote horizontale vervormingen tegengaan. In afbeelding 3.6 is de geplande locatie van de buispalen weergegeven.

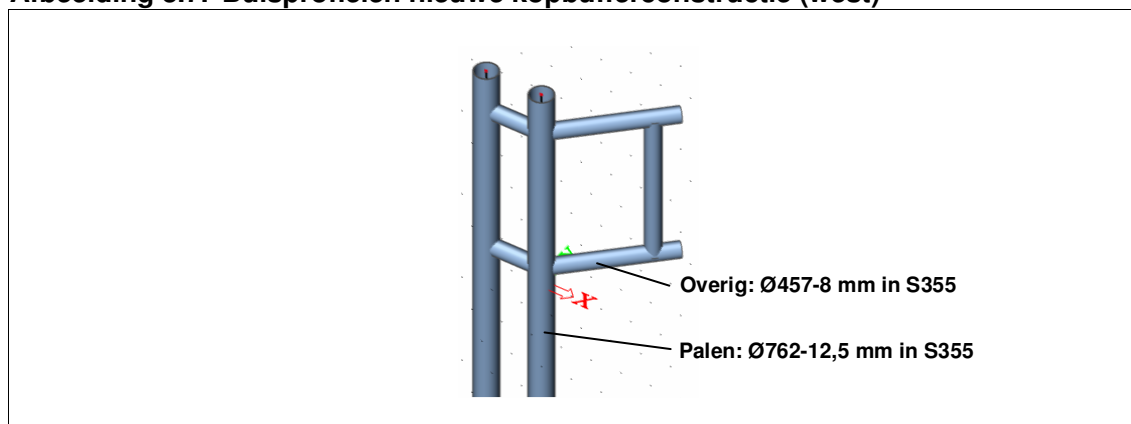
De palen van de heftoren ondergaan een verwaarloosbare horizontale vervorming loodrecht op de ankers, vandaar dat deze wel tussen en naast de bestaande verankering kunnen worden aangebracht.

De binnenmaten van de westelijke bestaande kopbuffer bedragen ongeveer 1,150 m bij 3,150. Uitgaande van een randafstand van 200 mm tot aan de damwanden is het maximaal mogelijk om twee buispalen Ø762, hart-op-hart 1,8 m toe te passen. Op deze twee buispalen wordt een frame geplaatst met daarom twee cone fenders en een fendershot. Vanwege de positie van het schip en de beide buispalen, dient het frame te worden van voorzien van een hoek van ongeveer 45°, zoals te zien is de volgende afbeeldingen.

**Afbeelding 3.6. Locatie buispalen kopbuffers en heftoren**



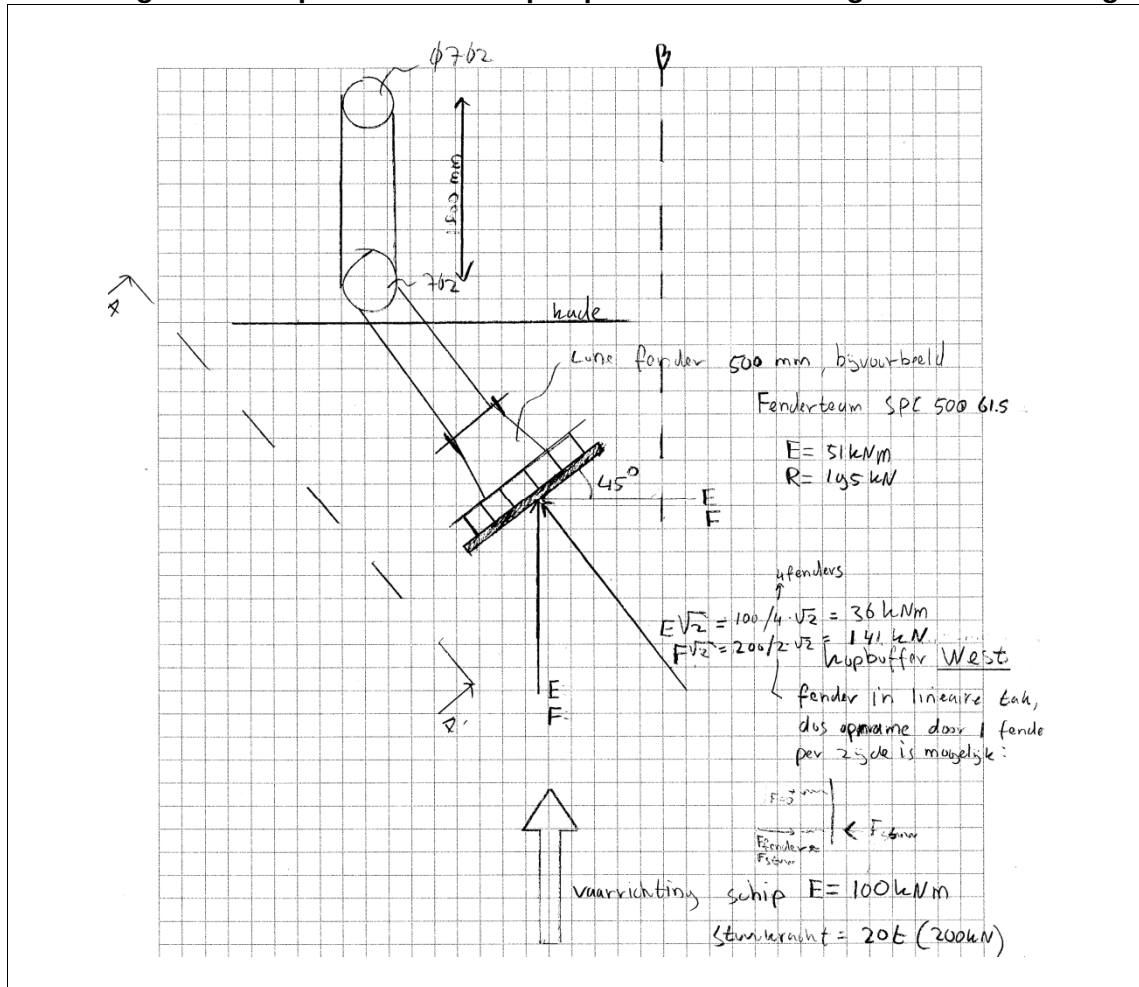
**Afbeelding 3.7. Buisprofielen nieuwe kopbufferconstructie (west)**



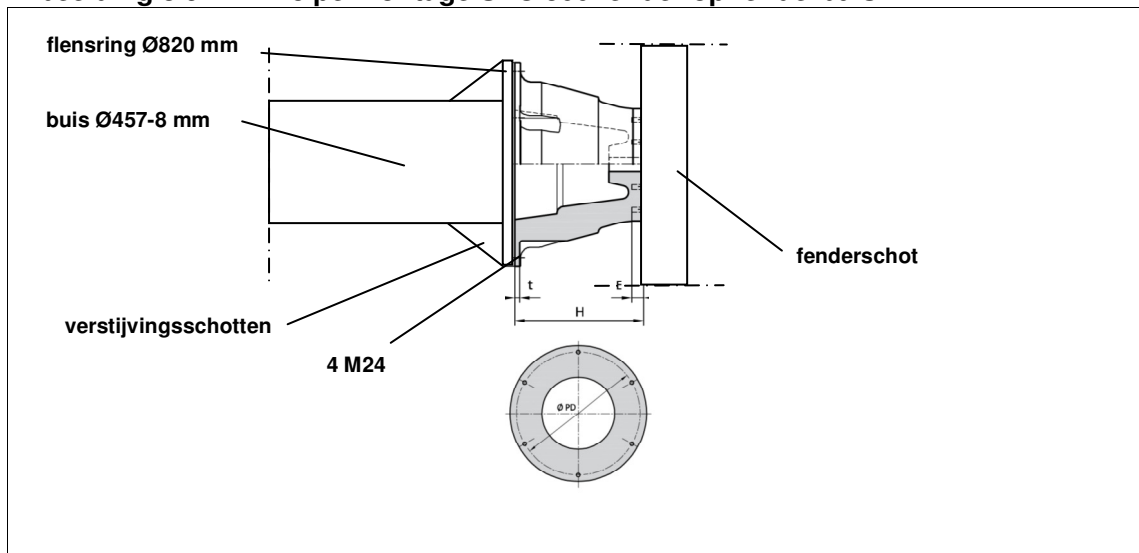
Voor het VO is aangenomen dat de volledige abnormale afmeerenergie wordt opgenomen door twee cone fenders<sup>4</sup> van 500 mm hoog per paal. De energieopname van de stijve staalconstructie is hierbij verwaarloosd. Door de plaatsing onder 45° wordt grotendeels voorkomen dat de fenders schuin worden ingedrukt en daarmee veel van de energieopnamecapaciteit verloren gaat. De cone fenders worden middels bouten verbonden aan een flensring op de buis (cone fender loopt taps toe naar het fendershot, zie afbeelding 3.9).

<sup>4</sup> Bijvoorbeeld Fenderteam SPC 500 in G1.5 (E = 51 kNm; R = 195 kN) of gelijkwaardig, zie bijlage V voor specificaties.

**Afbeelding 3.8. Principe fenderframe op kopbuffers met richtingen afmeerbelasting**



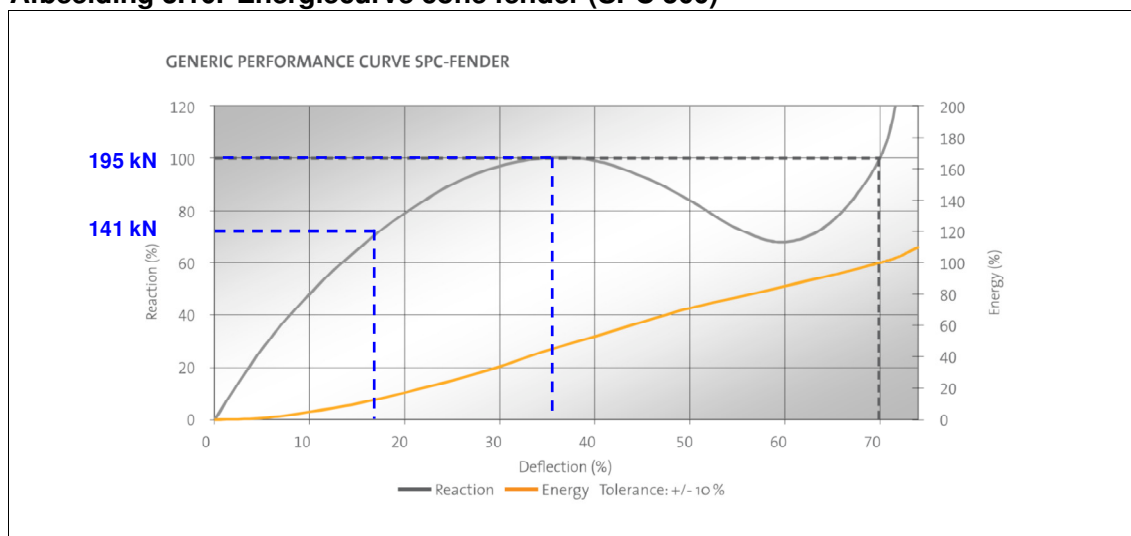
**Afbeelding 3.9. Principe montage SPC 500 fender op fenderbuis**



De fenders en kopbuffers zijn stijf genoeg om te voorkomen dat het schip (met 20 ton stuwkracht) zich tegen het val aandrukt en daarmee schade veroorzaakt. Ook moet het fender sterk genoeg zijn om de benodigde reactiekracht van de stuwkracht op te nemen.

Dit is het geval omdat de maximale stuwkracht per fender met 141 kN zich in de lineaire tak van de fender bevindt, zie afbeelding 3.10. De maximale indrukking in de richting van het schip bedraagt dan orde grootte 50 mm. Dit is minder dan de toelaatbare 300 mm.

**Afbeelding 3.10. Energiecurve cone fender (SPC 500)**



Op de cone fenders wordt een 1,8 m breed fendershot bevestigd bestaande uit 6 HEB500 profielen en een UHMPE wrijfstijl. Het hart van de fenders en achterliggende buizen ligt op NAP +0,6 m en NAP +5,6 m. Door de fenders op deze hoogten te plaatsen valt het aangrijpingspunt van het berghout altijd binnen de beide fenders onder de operationele waterstanden en wordt gegarandeerd dat beide fenders op druk worden belast. Het frame wordt geprefabriceerd en middels twee rondnaden op NAP op de buispalen gelast.

Om ervoor te zorgen dat de beide kopbuffers een gelijke stijfheid hebben wordt de oostelijke kopbuffer symmetrisch uitgevoerd ten opzichte van de westelijke kopbuffer. Hoewel bij de oostelijke kopbuffer geen conflicten met bestaande ankers ontstaat, zal een andere configuratie resulteren in een andere stijfheid waardoor het schip moeilijker te centrereren zal zijn.

Het paalpuntniveau van de kopbufferconstructies bedraagt NAP -15,0 m. Het verticaal trekdraagvermogen is hierbij maatgevend:

**Tabel 3.4. Berekening verticaal trekdraagvermogen**

| ppn [m + NAP] | $\xi$ [-] | $\gamma_m$ [-] | $Q_{rep,shaft}$ | $Q_{rep,d}$ | $Q_{Ed}$ | unity check |
|---------------|-----------|----------------|-----------------|-------------|----------|-------------|
| -15,0         | 0,75      | 1,40           | 847             | 454         | 351      | 0,77        |

De volledige berekening van de kopbufferconstructies is opgenomen in bijlage V. In de navolgende tabellen zijn de berekeningsresultaten weergegeven.

**Tabel 3.5. Berekeningsresultaten kopbufferconstructies**

| waarde                                     | eenheid           | optredend | toelaatbaar | unity check |
|--------------------------------------------|-------------------|-----------|-------------|-------------|
| energieopname fenders (abnormaal)          | kNm               | 100       | 144         | 0,69        |
| sterkte 100 t stuwkracht in fender         | kN                | 100       | 138         | 0,72        |
| stijfheid 100 t stuwkracht in fender       | mm                | 50        | 300         | 0,17        |
| Von Mises spanning (UGT) buis Ø762-12,5 mm | N/mm <sup>2</sup> | 192       | 355         | 0,54        |
| Von Mises spanning (UGT) buis Ø457-8 mm    | N/mm <sup>2</sup> | 211       | 355         | 0,59        |
| paalreactie trek (UGT)                     | kN                | 351       | 454         | 0,77        |



### **3.2.2. Hefvoorziening**

Op twee aparte heftorens (zie afbeelding 3.6) komt een hijsbalk te liggen waar door middel van takels het reserveval kan worden geheven. Uit het UO van Den Helder [ref. 26.] volgt dat het gewicht van het reserveval en takel inclusief dynamische factor 150 kN per zijde bedraagt, werkende op 2.922 mm vanaf het hart van het val. De hart-op-hart afstand van de opleggingen bedraagt ongeveer 12 m. In bijlage VI is berekend dat een dubbel HE400A profiel in S355 voldoet als hijsbalk. De maximale doorbuiging bedraagt 44 mm of  $1/271^e$  van de overspanning en is maatgevend boven de sterkte.

De heftorens bestaat uit buispalen Ø762-10 mm in S355. Voor de bovenzijde wordt NAP +9,6 m aangehouden, gelijk aan Den Helder. Het paalpuntniveau wordt bepaald door het horizontale draagvermogen (windbelasting) en bedraagt NAP -8,0 m.

De berekening van de hijsvoorzieningen is opgenomen in bijlage VI.

### **3.3. Landhoofd reserveval**

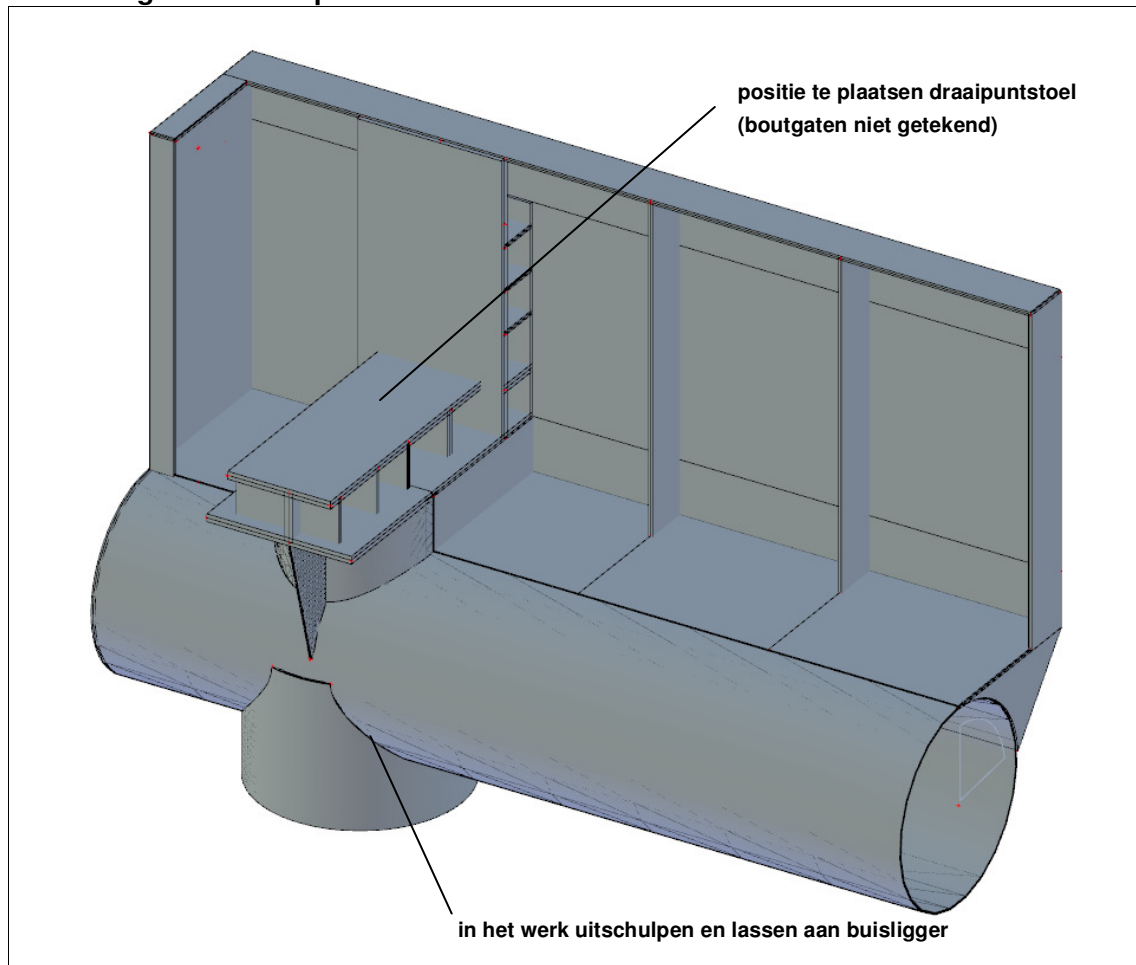
#### **3.3.1. Opzetstuk**

Voor het landhoofd waarop het reserveval wordt geplaatst wordt uitgegaan voor een geprefabriceerde oplossing. Het eigen gewicht van het betonnen landhoofd te Den Helder bedraagt ruim 130 ton. Omdat de belastingen op het landhoofd voor Texel vergelijkbaar zijn met Den Helder, zou een geprefabriceerd betonnen landhoofd ook een gewicht van ruim 130 ton krijgen. Dit is te veel om in één keer te hijsen waardoor alsnog met in het werk gestorte knopen zou moeten worden gewerkt. Om deze reden is een stalen oplossing uitgewerkt welke ongeveer 10 % van dat gewicht heeft. Het landhoofd bestaat een buisligger Ø1016-10 waarop een ondersteuning voor de (demontabele) draaipuntstoel en een grondkerende achterwand is aangebracht. De fundering bestaat uit twee buispalen Ø1067-16 welke worden geheid tot huidig maaiveld. De beide palen worden afgebrand en voorzien van uitschulpingen op circa NAP +0,75 m waar de buisligger op wordt geplaatst. De verbinding wordt dan rondom vast gelast.

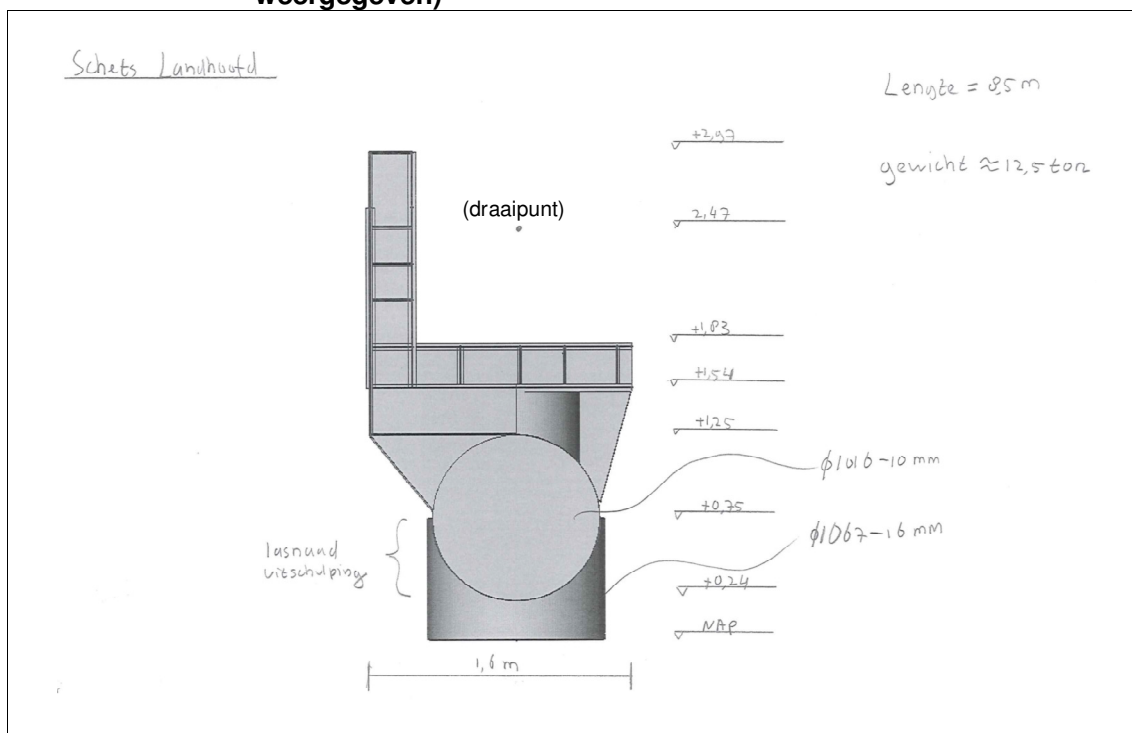
De te plaatsen draaipuntstoelen hebben dezelfde afmetingen als toegepast in Den Helder [ref. 25.], maar dan bevestigd met reguliere bouten in plaats van ingestorte boutankers.

In de volgende twee afbeeldingen zijn schetsen van de VO-oplossing weergegeven.

**Afbeelding 3.11. Principe 3D aanzicht van half landhoofd**



**Afbeelding 3.12. Schets van stalen landhoofd met hoogtematen (kopschot niet weergegeven)**



### 3.3.2. Paalfundering

Voor de berekening van de open buispalen ter plaatse van het landhoofd is gebruik gemaakt van de Single Pile module in D-Sheet Piling voor de toetsing van de horizontale belasting en het optredende moment. Voor het verticaal draagvermogen van de palen is gebruik gemaakt van een spreadsheet van Witteveen+Bos. Voor beide berekeningen is een maaiveld niveau en grondwaterstand van NAP 0 m aangehouden.

In tabel 3.6 zijn de resulterende belastingen uit bijlage III weergegeven die vanuit het landhoofd op de paalfundering op het niveau van NAP werken.

**Tabel 3.6. Belasting op palen landhoofd**

|      | verticaal [kN] | horizontaal [kN] | moment [kNm] |
|------|----------------|------------------|--------------|
| BGT1 | 572            | 339              | 424          |
| UGT1 | 744            | 446              | 533          |
| BGT2 | 733            | 259              | 310          |
| UGT2 | 961            | 338              | 400          |

Als maximale horizontale verplaatsing is voor het voorontwerp 25 mm aangehouden. Met de gekozen open buispaal  $\emptyset 1067-16$ , S355 moet de teen op NAP -11,0 m komen om aan deze maximale vervormingseis te voldoen. Zie tabel 3.7 voor de berekeningsresultaten.

**Tabel 3.7 Resultaten open stalen buispalen landhoofd**

| waarde                        | eenheid | $S_{d,BGT}$ | $S_{d,UGT}$ | $R_d$ | U.C. |
|-------------------------------|---------|-------------|-------------|-------|------|
| verticaal draagvermogen       | kN      | 733         | 961         | 1161  | 0,82 |
| maximaal moment, gecorrodeerd | kNm     | [-]         | 1759        | 4256  | 0,41 |
| maximale uitbuiging           | mm      | 22,9        | -           | 25    | 0,92 |

De berekeningsrapporten van het verticaal draagvermogen en D-Sheet Piling zijn opgenomen in bijlage IV.

### 3.4. Aanpassingen beschermopaal lange fuik

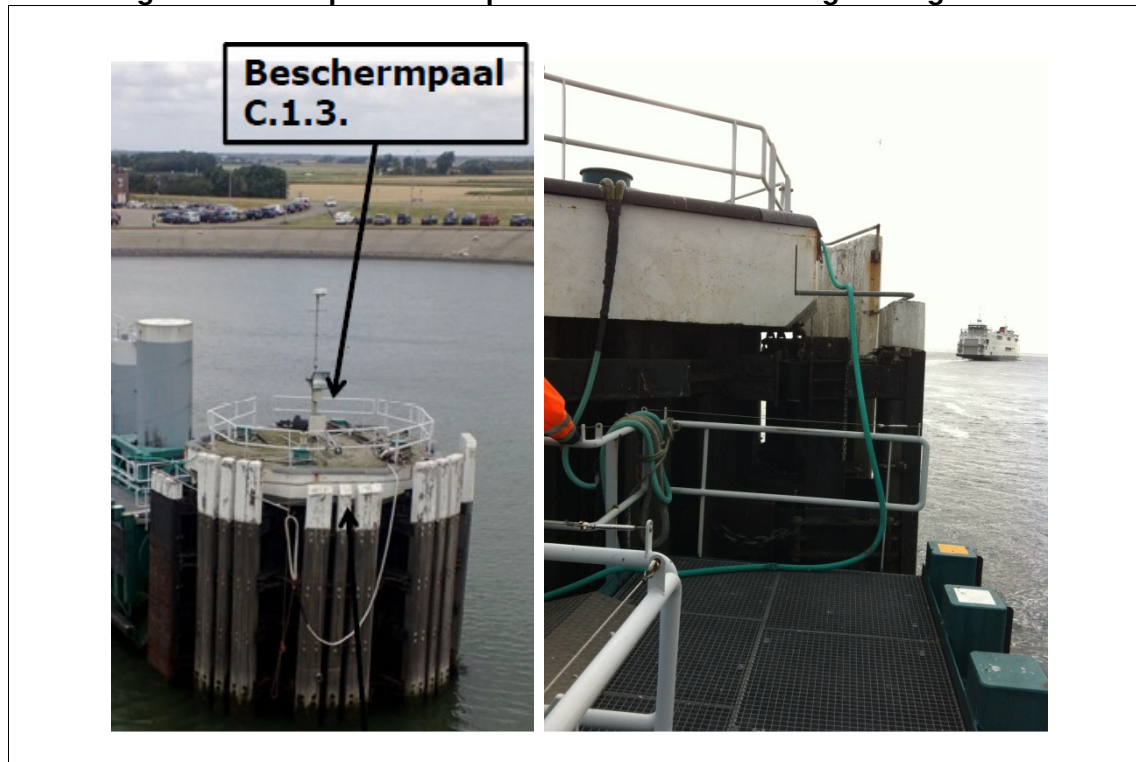
De beschermopaal (zie afbeelding 3.13) is begin jaren 1960 gebouwd als onderdeel van de lange fuik. Bij de vervanging van de fuikconstructie in 2005 is de beschermopaal behouden gebleven en zijn vier nieuwe bolders op de paal geplaatst door middel van ingeboorde en -gelijmde ankers (zie afbeelding 3.14). De beschermopaal bestaat uit ring van damwanden en een kern van diverse lagen schraal en gewapend beton. De bovenzijde is afgewerkt met een kap van gewapend beton waar de bolders op staan, zie ook de doorsneden in afbeelding 3.15.

Vanwege de bredere Texelstroom dient de beschermopaal voorzien te worden van een uitsnede tot minimaal NAP +5,10 m over een breedte van ongeveer 1,50 m. Daarmee wordt gesloopt tot in het schraal beton. Omdat ook de wapening van de kap wordt doorsneden wordt voorgesteld om de sloopleijn 300 mm naar achter en onder te leggen zodat de dagziende zijde van de sloopleijn kan worden afgewerkt met een schil van gewapend beton.

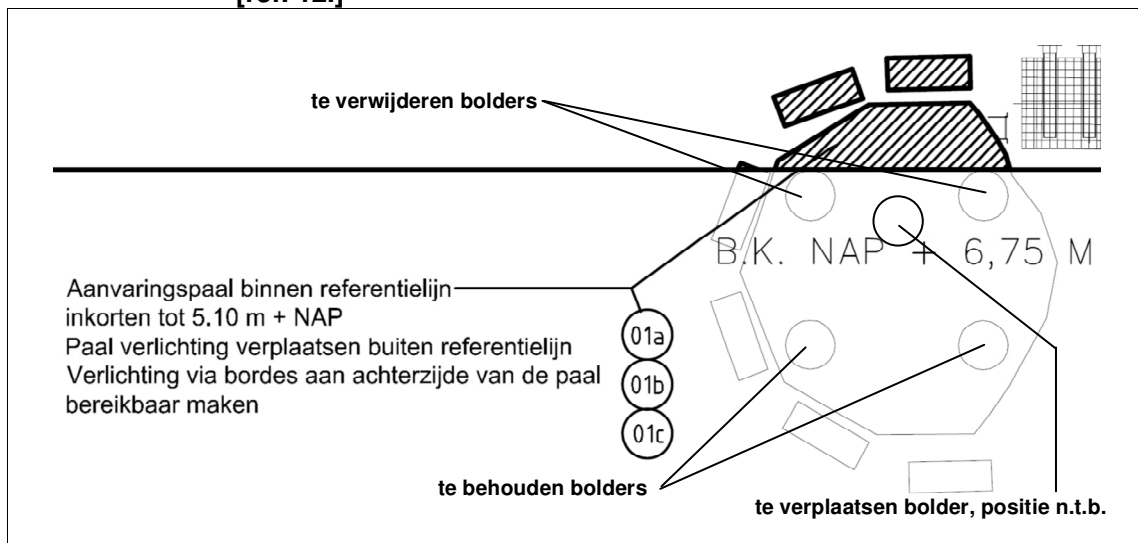
Door de aanpassingen komen de twee westelijke bolders te vervallen. Deze worden vervangen door een enkele bolder bovenop de kap en wordt daardoor verder naar achteren geplaatst. De randafstand vanaf de sloopleijn waar de te verplaatsen bolder kan staan is afhankelijk van het uitbreken van het reeds bestaande beton.

De uitsnijding heeft een minimale invloed op de stabiliteit van de beschermelaag zoals aangetoond in bijlage I.05 [ref. 11.] van de vraagspecificatie.

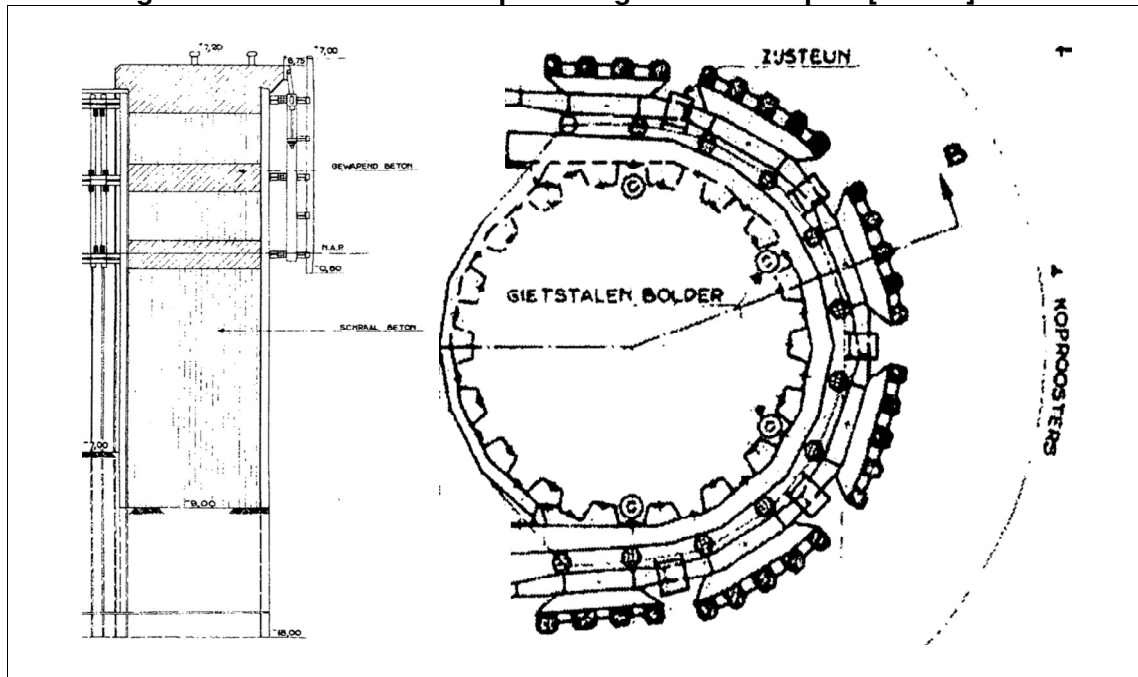
**Afbeelding 3.13. Zicht op beschermopaal vanaf aanvaarrichting en lange fuik**



**Afbeelding 3.14. Positie van in 2005 geplaatste bolders en voorziene uitsnijding [ref. 12.]**



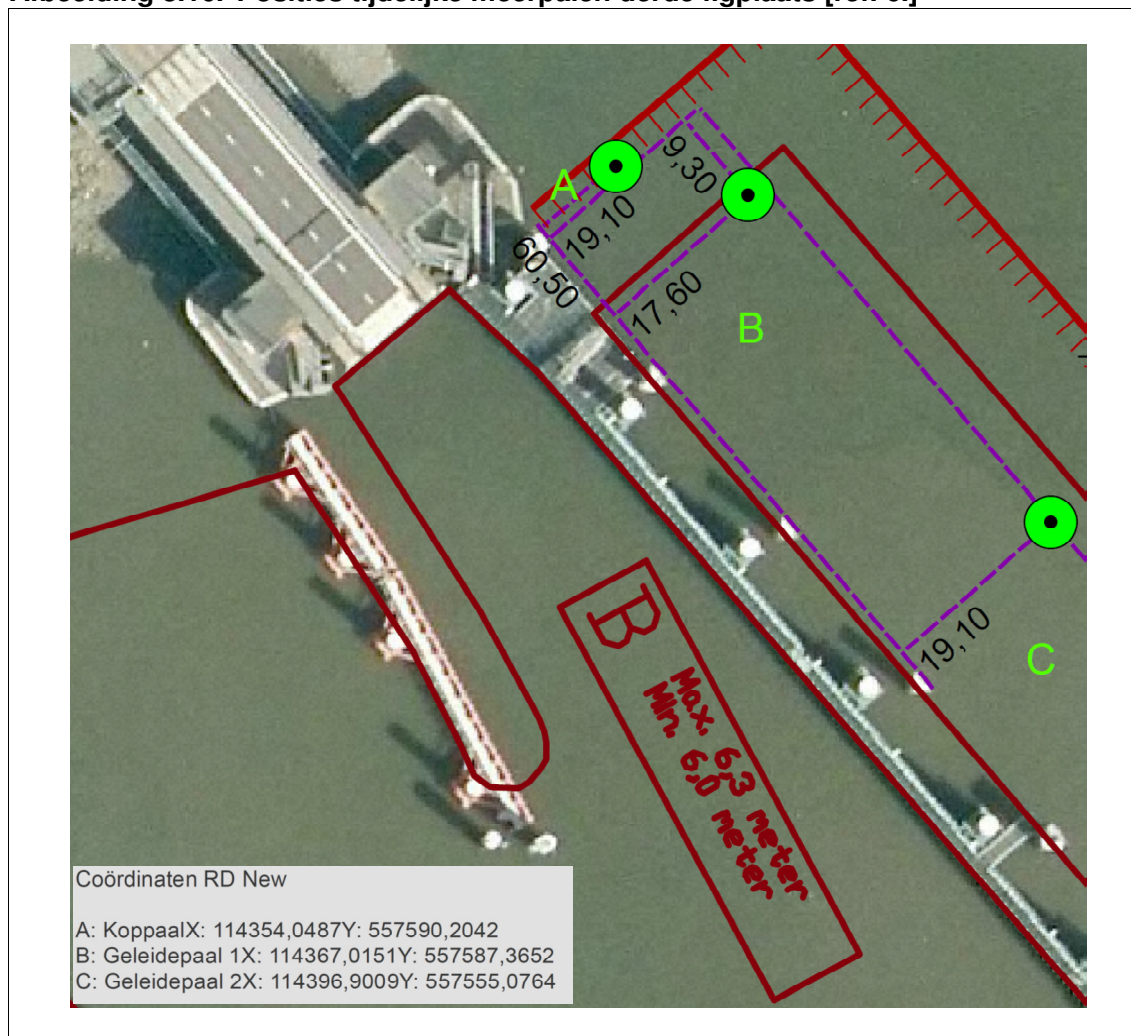
**Afbeelding 3.15. Doorsneden ontwerptekeningen beschermepaal [ref. 11.]**



### 3.5. Tijdelijke meerpalen 3<sup>e</sup> ligplaats

De derde ligplaats wordt tijdelijk voorzien van drie meerpalen totdat het schip Schulpengat is verkocht. De meest noordelijke ('A', zie afbeelding 3.16) dient als bufferpaal om het schip gedempt tot stilstand te brengen. De overige twee dienen als geleidepaal. Middels D-Sheet Piling Single pile is het horizontale draagvermogen van de palen in de UGT berekend voor de tros- en energiebelasting. Hierbij is uitgegaan van een bodemniveau van NAP -7,0 m. Aangenomen wordt dat ontgronding verwaarloosbaar klein is vanwege het minimaal te verwachten in- en uitvaren van de Schulpengat als deze aan de derde ligplaats ligt.

**Afbeelding 3.16. Posities tijdelijke meerpalen derde ligplaats [ref. 6.]**



In de navolgende tabellen zijn de berekeningsresultaten uit bijlage VII samengevat. Te zien is dat het plooiën tijdens de energieopname maatgevend is. Het opneembare plooiemoment is berekend volgens de Eurocode NEN-EN 1993-1-6 [ref. 37.]. De maximale stootbelasting blijft ruimschoots onder de toelaatbare 2.500 kN.

**Tabel 3.8. UGT-berekeningsresultaten tijdelijke kopbufferpaal A**

| waarde                                 | eenheid | stootbelasting<br>wind | energiebelasting<br>HW | energiebelasting<br>LW |
|----------------------------------------|---------|------------------------|------------------------|------------------------|
| paaldiameter                           | mm      | 1.016                  |                        |                        |
| wanddikte                              | mm      | 12,5                   |                        |                        |
| paalpuntniveau                         | m + NAP | -17,0                  |                        |                        |
| bovenzijde paal                        | m + NAP | 8,5                    |                        |                        |
| paallengte                             | m       | 25,5                   |                        |                        |
| staalkwaliteit                         | -       | X65                    |                        |                        |
| paal gewicht                           | t       | 7,9                    |                        |                        |
| maatgevende waterstand                 | m + NAP | -                      | 2,10                   | -1,50                  |
| aangrijphoogte berghout                | m + NAP | -                      | 5,10                   | 1,50                   |
| abnormale kinetische energie ( $E_a$ ) | kNm     | -                      | 41                     | 41                     |
| stootbelasting ( $F_{Ed}$ )            | kN      | -                      | 175                    | 225                    |

| waarde                                      | eenheid | stootbelasting<br>wind | energiebelasting<br>HW | energiebelasting<br>LW |
|---------------------------------------------|---------|------------------------|------------------------|------------------------|
| max. verplaatsing op aangrijphoogte (u)     | m       | -                      | 0,571                  | 0,458                  |
| opneembare energie (abnormaal)              | kNm     | -                      | 50                     | 52                     |
| max. optredend buigend moment ( $M_{Ed}$ )  | kNm     | -                      | 2.579                  | 2.574                  |
| max. opneembaar buigend moment ( $M_{Rd}$ ) | kNm     | 3.175                  |                        |                        |
| unity check buigend moment                  | -       | -                      | 0,81                   | 0,81                   |
| unity check gemobiliseerde grondweerstand   | -       | -                      | 0,32                   | 0,36                   |

**Tabel 3.9. UGT-berekeningsresultaten tijdelijke geleidepaal B**

| waarde                                      | eenheid | stootbelasting<br>wind | energiebelasting<br>HW | energiebelasting<br>LW |
|---------------------------------------------|---------|------------------------|------------------------|------------------------|
| paaldiameter                                | mm      | 1820                   |                        |                        |
| wanddikte                                   | mm      | 18                     |                        |                        |
| paalpuntniveau                              | m + NAP | -20,5                  |                        |                        |
| bovenzijde paal                             | m + NAP | 8,5                    |                        |                        |
| paallengte                                  | m       | 29,0                   |                        |                        |
| staalkwaliteit                              | -       | X65                    |                        |                        |
| paal gewicht                                | t       | 23,2                   |                        |                        |
| maatgevende waterstand                      | m + NAP | 3,25                   | -                      | -                      |
| aangrijphoogte berghout                     | m + NAP | 6,25                   | -                      | -                      |
| abnormale kinetische energie ( $E_a$ )      | kNm     | -                      | -                      | -                      |
| stootbelasting ( $F_{Ed}$ )                 | kN      | 750                    | -                      | -                      |
| max. verplaatsing op aangrijphoogte (u)     | m       | 0,765                  | -                      | -                      |
| opneembare energie (abnormaal)              | kNm     | 287                    | -                      | -                      |
| max. optredend buigend moment ( $M_{Ed}$ )  | kNm     | 12.829                 | -                      | -                      |
| max. opneembaar buigend moment ( $M_{Rd}$ ) | kNm     | 13.750                 |                        |                        |
| unity check buigend moment                  | -       | 0,93                   | -                      | -                      |
| unity check gemobiliseerde grondweerstand   | -       | 0,37                   | -                      | -                      |

**Tabel 3.10. UGT-berekeningsresultaten tijdelijke geleidepaal C**

| waarde                                      | eenheid | stootbelasting<br>wind | energiebelasting<br>HW | energiebelasting<br>LW |
|---------------------------------------------|---------|------------------------|------------------------|------------------------|
| paaldiameter                                | mm      | 1820                   |                        |                        |
| wanddikte                                   | mm      | 23                     |                        |                        |
| paalpuntniveau                              | m + NAP | -23,0                  |                        |                        |
| bovenzijde paal                             | m + NAP | 8,5                    |                        |                        |
| paallengte                                  | m       | 31,5                   |                        |                        |
| staalkwaliteit                              | -       | X65                    |                        |                        |
| paal gewicht                                | t       | 32,1                   |                        |                        |
| maatgevende waterstand                      | m + NAP | 3,25                   | 2,10                   | -1,50                  |
| aangrijphoogte berghout                     | m + NAP | 6,25                   | 5,10                   | 1,50                   |
| abnormale kinetische energie ( $E_a$ )      | kNm     | -                      | 361                    | 361                    |
| stootbelasting ( $F_{Ed}$ )                 | kN      | 750                    | 1100                   | 1300                   |
| max. verplaatsing op aangrijphoogte (u)     | m       | -                      | 0,715                  | 0,558                  |
| opneembare energie (abnormaal)              | kNm     | -                      | 393                    | 363                    |
| max. optredend buigend moment ( $M_{Ed}$ )  | kNm     | 12.829                 | 18.257                 | 17.297                 |
| max. opneembaar buigend moment ( $M_{Rd}$ ) | kNm     | 18.750                 |                        |                        |
| unity check buigend moment                  | -       | 0,68                   | 0,97                   | 0,92                   |
| unity check gemobiliseerde grondweerstand   | -       | 0,20                   | 0,31                   | 0,32                   |

Voor de bovenzijde van de palen wordt NAP +8,5 m aangehouden. Vanwege de korte levensduur van maximaal 5 jaar hoeven de palen niet te worden voorzien van een coating [eis E-As.Fu.0009, v1.0] en is corrosie verwaarloosd.



## 4. SAMENVATTING

In deze notitie staat het voorontwerp beschreven voor de volgende aanpassingen in de veerhaven van Texel:

- aanpassing kopbufferconstructies;
- nieuwe hefvoorziening voor het reserveval;
- aanleg permanent landhoofd voor het reserveval;
- aanpassingen aan de verankering van aanwezige damwandconstructies;
- drie tijdelijke meerpalen voor de derde ligplaats: één kopbufferpaal en twee extra geleidepalen.

In tabel 4.1 zijn de hoofdafmetingen en hoeveelheden samengevat zoals berekend in dit VO. Voor details wordt naar tekening DENH-FATE-TP02-T01-AC01 verwezen.

**Tabel 4.1. Hoofdafmetingen en hoeveelheden voorontwerp**

| onderdeel                    | afmeting                                                                                                        | materiaal en opmerkingen                                     |
|------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| <b>kopbufferconstructies</b> |                                                                                                                 |                                                              |
| buispalen                    | 4 buispalen Ø762-12,5 mm van NAP +7,0 t/m NAP -15,0 m; totaal gewicht: 20,4 t                                   | in S355, voorzien van corrosiebescherming over bovenste 9 m  |
| buizen frame                 | Ø457-8 mm; totale lengte 33,0 m; totaal gewicht: 3,0 t                                                          | in S355, voorzien van corrosiebescherming                    |
| fenders                      | in totaal 4 cone fenders; profielhoogte: 500 mm; type bijvoorbeeld Fenderteam SPC 500 G1.5 of gelijkwaardig     | rubber                                                       |
| fenderscot (staal)           | in totaal 12 HE500B profielen van 9,0 m lang; totaal gewicht: 20,2 t                                            | in S355, voorzien van corrosiebescherming                    |
| fenderscot (UHMPE))          | 2 schotten van 9000x1800x50 mm; totaal volume: 1,62 m <sup>3</sup>                                              | in UHMPE                                                     |
| <b>hefvoorziening</b>        |                                                                                                                 |                                                              |
| hijsbalk                     | 2 HE400A profielen over een lengte van ca. 12 m; totaal gewicht: ca. 3,0 t                                      | in S355, voorzien van corrosiebescherming                    |
| heftorens                    | 4 buispalen Ø762-10 mm van NAP +9,6 t/m NAP -8,0 m; totaal gewicht: 3,3 t                                       | in S355, voorzien van corrosiebescherming over bovenste 11 m |
| <b>landhoofd</b>             |                                                                                                                 |                                                              |
| paalfundering                | 2 buispalen Ø1067-16 mm van NAP +3,0 t/m NAP -11,0 m; totaal gewicht: 11,7 t                                    | in S355; lengte inclusief 3 m afbrandhoogte                  |
| landhoofd                    | bestaande uit buisligger Ø1016-10 (lengte 8,5 m) en diverse verstijvingen van plaatstaal; totaal gewicht 12,5 t | in S355, voorzien van corrosiebescherming                    |
| draaipuntschoenen            | in totaal 2 demontabele schoenen (identiek aan Den Helder); totaal gewicht: zie werktekeningen Den Helder       | in S355, voorzien van corrosiebescherming                    |
| <b>tijdelijke meerpalen</b>  |                                                                                                                 |                                                              |
| kopbufferpaal A              | Ø1016-12,5 mm van NAP +8,5 t/m NAP -17,0 m; totaal gewicht: 7,9 t                                               | in X65                                                       |
| geleidepaal B                | Ø1820-18 mm van NAP +8,5 t/m NAP -20,5 m; totaal gewicht: 23,2 t                                                | in X65                                                       |
| geleidepaal C                | Ø1820-23 mm van NAP +8,5 t/m NAP -23,0 m; totaal gewicht: 32,1 t                                                | in X65                                                       |



## **BIJLAGE I    GEBRUIKTE SONDERINGEN**



## Sondering ter plaatse van landhoofd

**Tabel I.1 Representatieve grondopbouw en parameters DKM003 (te land, 19-2-2015)**

| Grondsoort                 | b.k. laag<br>[m NAP] | q <sub>c</sub><br>[MPa] | E <sub>mod</sub><br>[kPa] |
|----------------------------|----------------------|-------------------------|---------------------------|
| zand, schoon, los          | +2,1                 | 5,5                     | 3.850                     |
| zand, schoon, los          | +1                   | 5,8                     | 4.060                     |
| zand, schoon, los          | 0                    | 4,5                     | 3.150                     |
| zand, schoon, los          | -1                   | 4,4                     | 3.080                     |
| zand, sterk siltig, kleiig | -1,7                 | 4                       | 2.800                     |
| zand, schoon, matig        | -2                   | 7,5                     | 5.250                     |
| zand, schoon, matig        | -3                   | 10,5                    | 7.350                     |
| zand, schoon, matig        | -4                   | 7                       | 4.900                     |
| zand, zwak siltig, kleiig  | -4,8                 | 6                       | 4.200                     |
| zand, schoon, matig        | -5,2                 | 11                      | 7.700                     |
| zand, sterk siltig, kleiig | -5,9                 | 7,8                     | 5.460                     |
| zand, sterk siltig, kleiig | -7                   | 6                       | 4.200                     |
| zand, sterk siltig, kleiig | -8                   | 4,1                     | 2.870                     |
| zand, schoon, matig        | -8,7                 | 13,1                    | 9.170                     |
| zand, schoon, matig        | -10                  | 12,5                    | 8.750                     |
| zand, sterk siltig, kleiig | -10,6                | 4,5                     | 3.150                     |
| zand, sterk siltig, kleiig | -11,5                | 6,1                     | 4.270                     |
| zand, zwak siltig, kleiig  | -12,5                | 10,9                    | 7.630                     |
| zand, sterk siltig, kleiig | -14                  | 10,7                    | 7.490                     |
| zand, sterk siltig, kleiig | -15                  | 10,7                    | 7.490                     |
| zand, zwak siltig, kleiig  | -16,5                | 17,9                    | 12.530                    |
| zand, zwak siltig, kleiig  | -17,5                | 19,1                    | 13.370                    |
| zand, schoon, matig        | -18,4                | 20,3                    | 14.210                    |
| zand, schoon, matig        | -19                  | 18,3                    | 12.810                    |
| zand, schoon, matig        | -20                  | 23,5                    | 16.450                    |
| zand, schoon, matig        | -21                  | 18,9                    | 13.230                    |
| zand, zwak siltig, kleiig  | -22,2                | 12                      | 8.400                     |
| zand, zwak siltig, kleiig  | -23                  | 13                      | 9.100                     |

## Maatgevende sondering ter plaatse van derde ligplaats

**Tabel I.2 Representatieve grondopbouw en parameters DKM003 (te water, 10-3-2015)**

| Grondsoort                 | b.k. laag<br>[m NAP] | q <sub>c</sub><br>[MPa] | E <sub>mod</sub><br>[kPa] |
|----------------------------|----------------------|-------------------------|---------------------------|
| klei, schoon, slap         | -3,6                 | 0,1                     | 200                       |
| klei, schoon, slap         | -4,3                 | 0,1                     | 200                       |
| klei, schoon, slap         | -5                   | 0,1                     | 200                       |
| klei, schoon, slap         | -6                   | 0,1                     | 200                       |
| klei, schoon, slap         | -7                   | 0,1                     | 200                       |
| zand, sterk siltig, kleiig | -8,2                 | 2,5                     | 1.750                     |
| zand, sterk siltig, kleiig | -9                   | 1,8                     | 1.225                     |
| zand, sterk siltig, kleiig | -10                  | 3,5                     | 2.450                     |
| zand, sterk siltig, kleiig | -11                  | 5,0                     | 3.500                     |
| zand, sterk siltig, kleiig | -12                  | 5,0                     | 3.500                     |
| zand, sterk siltig, kleiig | -13                  | 4,5                     | 3.150                     |
| zand, sterk siltig, kleiig | -14                  | 8,0                     | 5.600                     |
| zand, sterk siltig, kleiig | -15                  | 8,5                     | 5.950                     |
| zand, schoon, matig        | -15,9                | 17,5                    | 12.250                    |
| zand, schoon, matig        | -17                  | 15,5                    | 10.850                    |
| zand, schoon, matig        | -18                  | 19,0                    | 13.300                    |
| zand, schoon, matig        | 19                   | 15,5                    | 10.850                    |
| zand, schoon, matig        | -20                  | 10,5                    | 7.350                     |
| zand, schoon, matig        | -21                  | 8,5                     | 5.950                     |
| zand, sterk siltig, kleiig | -21,7                | 6,0                     | 4.200                     |
| zand, sterk siltig, kleiig | -23                  | 7,5                     | 5.250                     |
| zand, sterk siltig, kleiig | -24                  | 9,0                     | 6.300                     |
| zand, schoon, matig        | -25                  | 12,5                    | 8.750                     |
| zand, schoon, matig        | -26                  | 12,0                    | 8.400                     |



# Wiertsema & Partners

RAADGEVEND INGENIEURS



Raadgevend Ingenieursbureau  
Wiertsema & Partners B.V.  
Feithspark 6, 9356 BZ Tolbert  
Postbus 27, 9356 ZG Tolbert  
Tel.: 0594 51 68 64  
Fax: 0594 51 64 79  
E-mail: [info@wiertsema.nl](mailto:info@wiertsema.nl)  
Internet: [www.wiertsema.nl](http://www.wiertsema.nl)

## Geotechnisch onderzoek

3 bouwlocaties project CNG Net compressorbehuizing  
te Den Hoorn

VN-62077-1 | 9 maart 2015



# Wiertsema & Partners

RAADGEVEND INGENIEURS

Raadgevend Ingenieursbureau  
Wiertsema & Partners B.V.  
Feithspark 6, 9356 BZ Tolbert  
Postbus 27, 9356 ZG Tolbert  
Tel.: 0594 51 68 64  
Fax: 0594 51 64 79  
E-mail: [info@wieritsema.nl](mailto:info@wieritsema.nl)  
Internet: [www.wiertsema.nl](http://www.wiertsema.nl)

Onderwerp: 3 bouwlocaties project CNG Net compressorbehuizing  
te Den Hoorn  
Projectnummer: VN-62077-1  
Opdrachtgever: Van den Biggelaar groep  
Postbus 18  
5330 AA Kerkdriel  
Datum: 9 maart 2015

| Versie | Datum        | Omschrijving wijziging |
|--------|--------------|------------------------|
| 1      | 9 maart 2015 |                        |
|        |              |                        |

|                   |                                                                                          |
|-------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| Opgesteld door:   | S. Boele                                                                                 |
| Handtekening:     | i.o.  |
| Documentnummer:   | R34548                                                                                   |
| Status:           | definitief                                                                               |
| Vrijgegeven door: | drs. C.J.A.W. van der Made                                                               |



  
**Wiertsema & Partners**  
RAADGEVEND INGENIEURS



|          |                              |          |
|----------|------------------------------|----------|
| <b>1</b> | <b>Inleiding .....</b>       | <b>4</b> |
| 1.1      | Aanleiding en doel .....     | 4        |
| 1.2      | Kwaliteitswaarborging .....  | 4        |
| 1.3      | Toelichting .....            | 4        |
| 1.4      | Leeswijzer .....             | 4        |
| <b>2</b> | <b>Sonderingen.....</b>      | <b>4</b> |
| 2.1      | Werkzaamheden sonderen ..... | 4        |
| 2.2      | Resultaten.....              | 5        |
| <b>3</b> | <b>Inmeting .....</b>        | <b>5</b> |

Bijlagen:

|   |                                   |
|---|-----------------------------------|
| 1 | Situatietekening                  |
| 2 | Sondeergrafieken DKM002 en DKM003 |
| 3 | Tabel X-,Y- en Z-coördinaten      |
| 4 | Voorboring                        |



## 1 Inleiding

### 1.1 Aanleiding en doel

In opdracht van Van den Biggelaar groep te Velddriel heeft Raadgevend Ingenieursbureau Wiertsema & Partners B.V. een geotechnisch onderzoek uitgevoerd ten behoeve van 3 bouwlocaties op project CNG Net compressorbehuizing te Den Hoorn.

### 1.2 Kwaliteitswaarborging

Het onderzoek is verricht onder ons kwaliteitssysteem NEN-EN-ISO-9001 en ons milieumanagementsysteem NEN-EN-ISO-14001. Wiertsema & Partners B.V. is in het bezit van een VGM-beheersysteem VCA\*\*.

### 1.3 Toelichting

De resultaten van dit geotechnisch onderzoek zijn gebaseerd op de aan ons verstrekte opdracht en de in dit rapport beschreven uitgangspunten. De gerapporteerde resultaten van het onderzoek mogen alleen worden gehanteerd voor het doel dat in de opdracht is beschreven.

### 1.4 Leeswijzer

Na de inleiding in dit eerste hoofdstuk staan in het tweede hoofdstuk de resultaten van de sondeerwerkzaamheden. Tot slot staan in hoofdstuk 3 de resultaten van de inmetingen.

In de bijlagen zijn de situatietekening, de sondeergrafieken, de X-, Y- en Z-coördinaten en de voorboring opgenomen.

## 2 Sonderingen

### 2.1 Werkzaamheden sonderen

De veldwerkzaamheden zijn uitgevoerd op 19 februari 2015 met een sondeerwagen en hebben bestaan uit:

- ▲ 2 sonderingen met meting van de plaatselijke kleef (code 'DKM') tot een diepte van maximaal 27 m- maaiveld.

Het aantal en de locaties van de sonderingen zijn door de opdrachtgever vastgesteld. De locaties van de sonderingen zijn aangegeven op de situatietekening in bijlage 1.

Sondering DKM001 is in overleg met dhr. Wals komen te vervallen.



In verband met de mogelijke ligging van kabels en/of leidingen is de DKM003 sondering voorgeboord. De bijbehorende boorbeschrijving is weergegeven in bijlage 4.

De sonderingen met code 'DKM' zijn verricht met de elektrische kleefmantelconus.

De sonderingen zijn uitgevoerd conform de NEN-EN-ISO 22476-1 (klasse 3).

Eventuele afwijkingen van de verticaal van de sondeerstreng zijn gecontroleerd met behulp van een in de conus ingebouwde hellingmeter.

## 2.2 Resultaten

In bijlage 2 zijn de verkregen sondeerresultaten grafisch gepresenteerd waarbij de conusweerstand en de plaatselijke wrijvingsweerstand uitgezet zijn tegen de diepte in meters ten opzichte van N.A.P. Het wrijvingsgetal (plaatselijke wrijvingsweerstand uitgedrukt in % van de conusweerstand) is kenmerkend voor de verschillende grondsoorten en geeft derhalve een gedetailleerd beeld van de bodemopbouw. In de sondeergrafieken zijn de diepten gecorrigeerd voor de gemeten afwijking van de verticaal.

## 3 Inmeting

Met behulp van 06-GPS zijn de Rijksdriehoekscoördinaten (nauwkeurigheid 0,5 m) en de hoogte ten opzichte van N.A.P. (nauwkeurigheid 0,05 m) van de onderzoekspunten bepaald. Deze X-, Y- en Z-coördinaten staan vermeld in de tabel in bijlage 3.

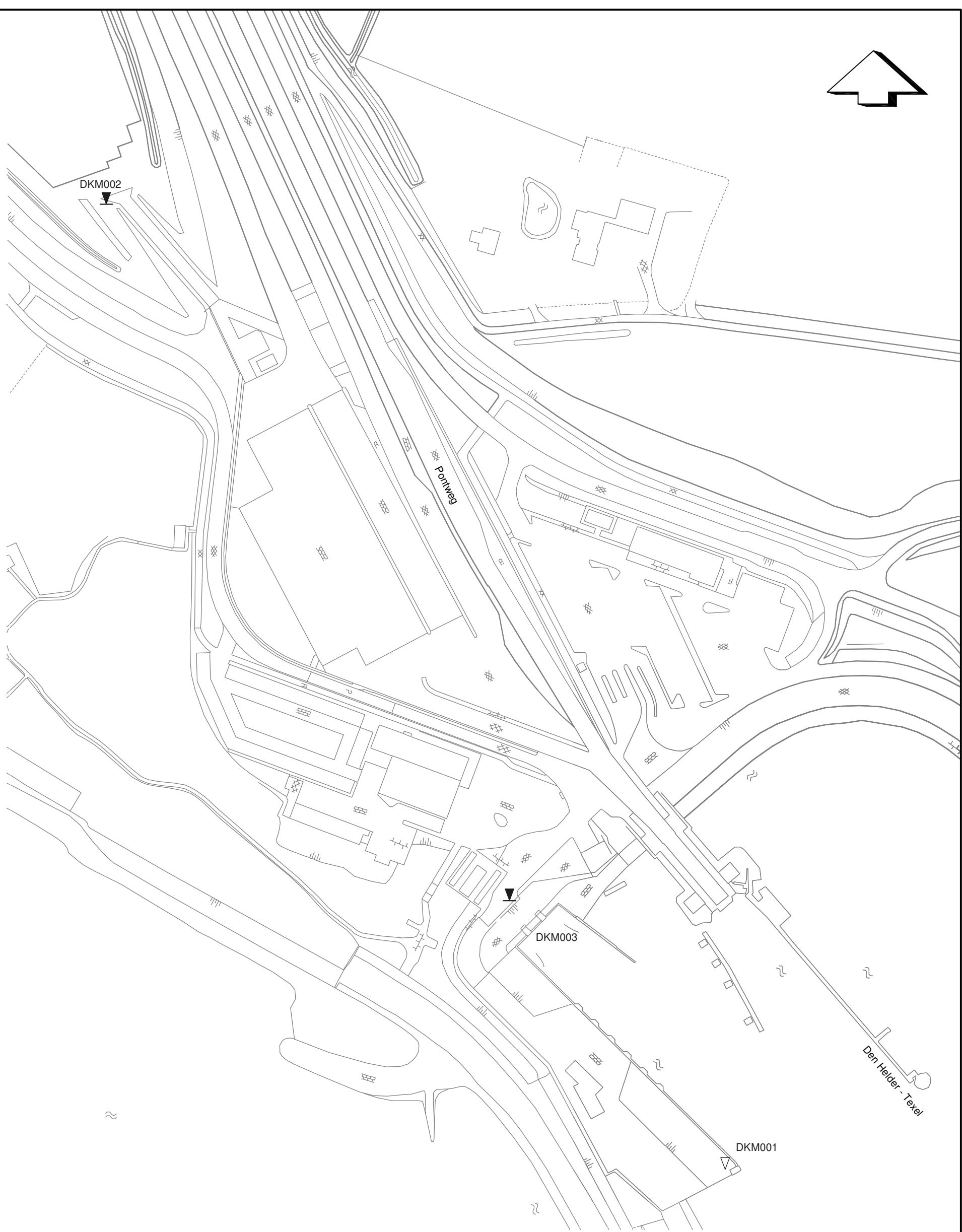
Alle gegevens van de inmetingen en waterpassingen genoemd in deze rapportage zijn een momentopname en alleen te gebruiken voor het grondonderzoek.



# Bijlage 1



  
**Wiertsema & Partners**  
RAADGEVEND INGENIEURS



LEGENDA

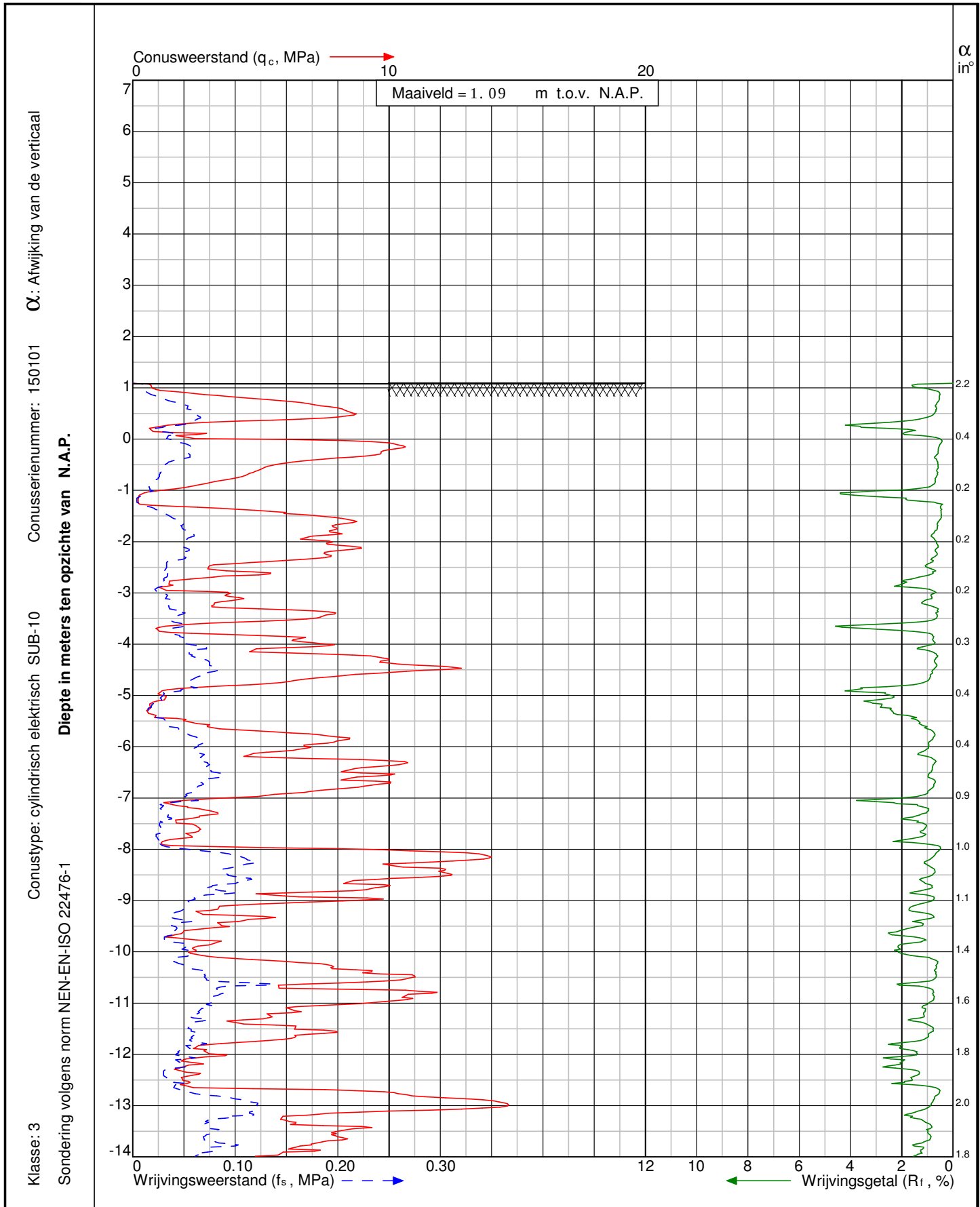
- DKM
- Diepsondering met plaatselijke wrijving
  - Niet uitgevoerde sondering

|                                                                                                                                                   |  |                  |               |      |                      |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|------------------|---------------|------|----------------------|
| Situatietekening                                                                                                                                  |  | Datum : 12.02.15 |               | Gew: |                      |
| 3 bouwlocaties project CNG Net compressorbehuizing te Den Hoorn                                                                                   |  | Getekend : MBK   |               | Gew: |                      |
|                                                                                                                                                   |  | Schaal : 1: 1500 |               | Gew: |                      |
|                                                                                                                                                   |  | Formaat : A3     |               | Gew: |                      |
|  <div>Wiertsema &amp; Partners<br/>RAADGEVEND INGENIEURS</div> |  |                  | Blad : 1-1    |      | Opdracht: VN-62077-1 |
|                                                                                                                                                   |  |                  | 0 m 15 m 75 m |      |                      |
|                                                                                                                                                   |  |                  |               |      | AKKOORD<br>UITV      |

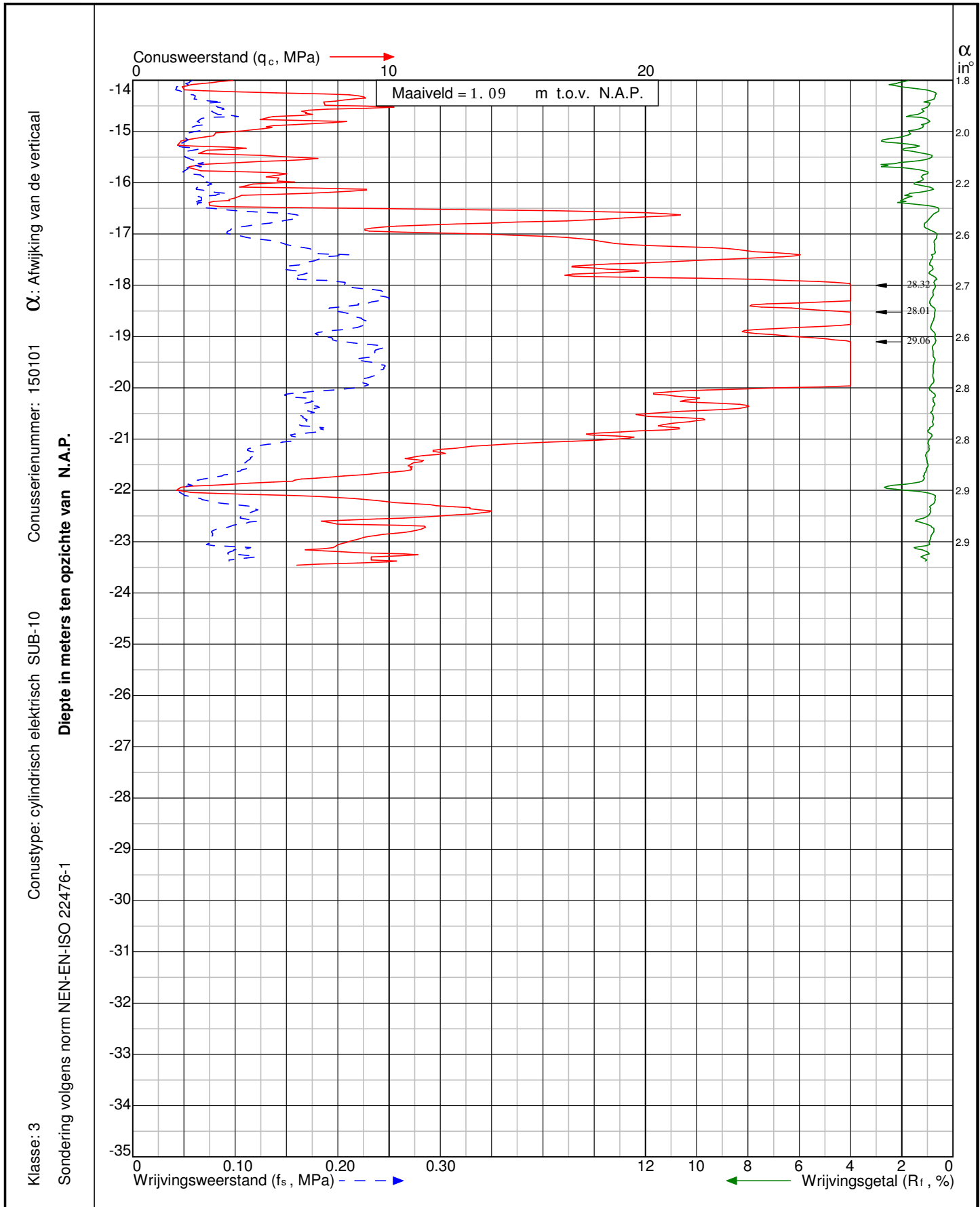
# Bijlage 2



  
**Wiertsema & Partners**  
RAADGEVEND INGENIEURS



|                                                                                                                                                 |               |                                                                                       |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|---------------------------------------------------------------------------------------|--|
| Project: 3 bouwlocaties project CNG Net compressorbehuizing<br>te Den Hoorn                                                                     |               | Sondering: DKM002                                                                     |  |
| <br><b>Wiertsema &amp; Partners</b><br>RAADGEVEND INGENIEURS | x = 114088    | Opdr.nr: VN-62077-1                                                                   |  |
|                                                                                                                                                 | y = 557849    | Datum: 19-2-2015                                                                      |  |
|                                                                                                                                                 | Blad: 1 van 2 |  |  |



Project: 3 bouwlocaties project CNG Net compressorbehuizing  
te Den Hoorn

Sondering: DKM002



**Wiertsema & Partners**  
RAADGEVEND INGENIEURS

x = 114088

y = 557849

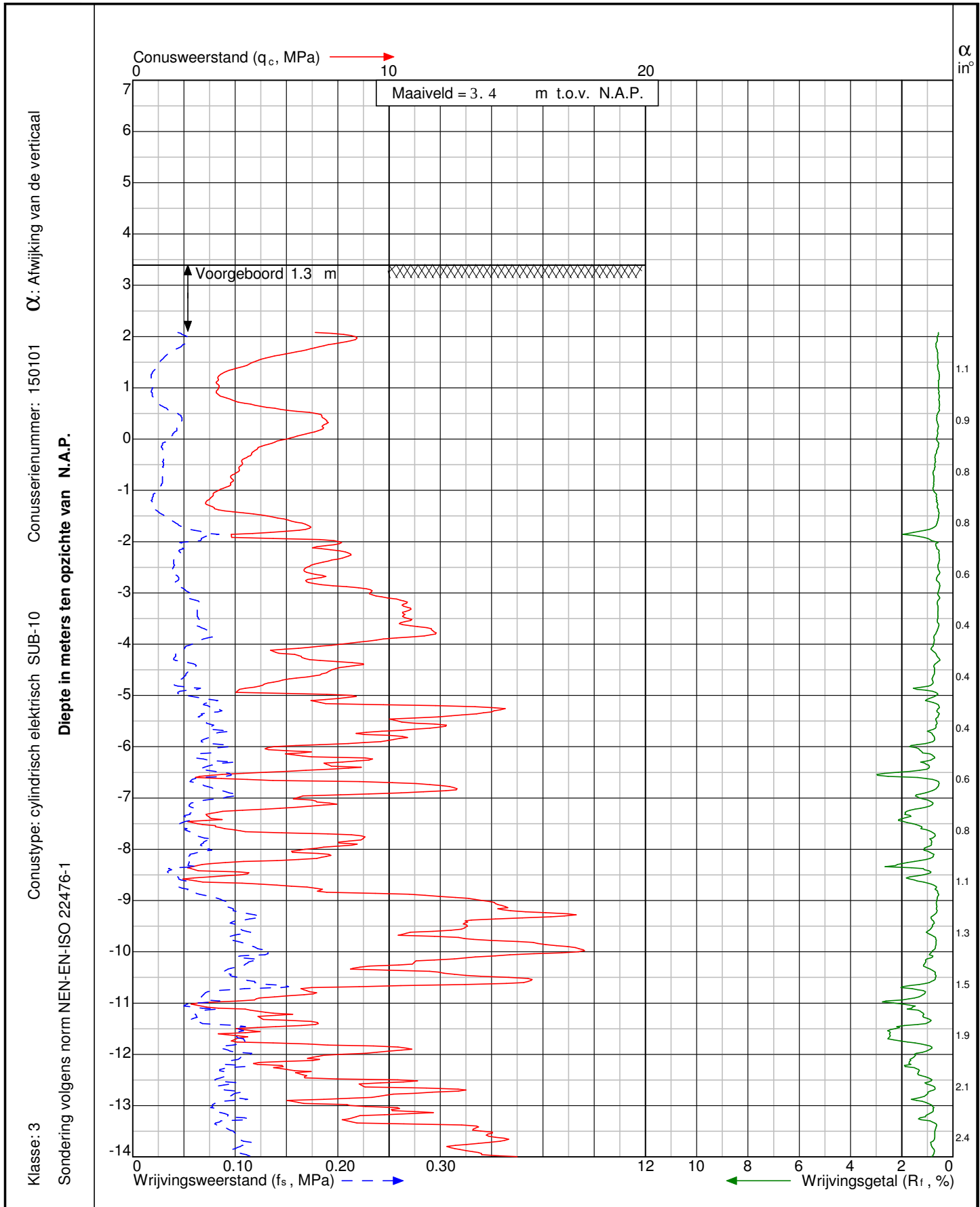
Blad: 2 van 2

Opdr.nr: VN-62077-1

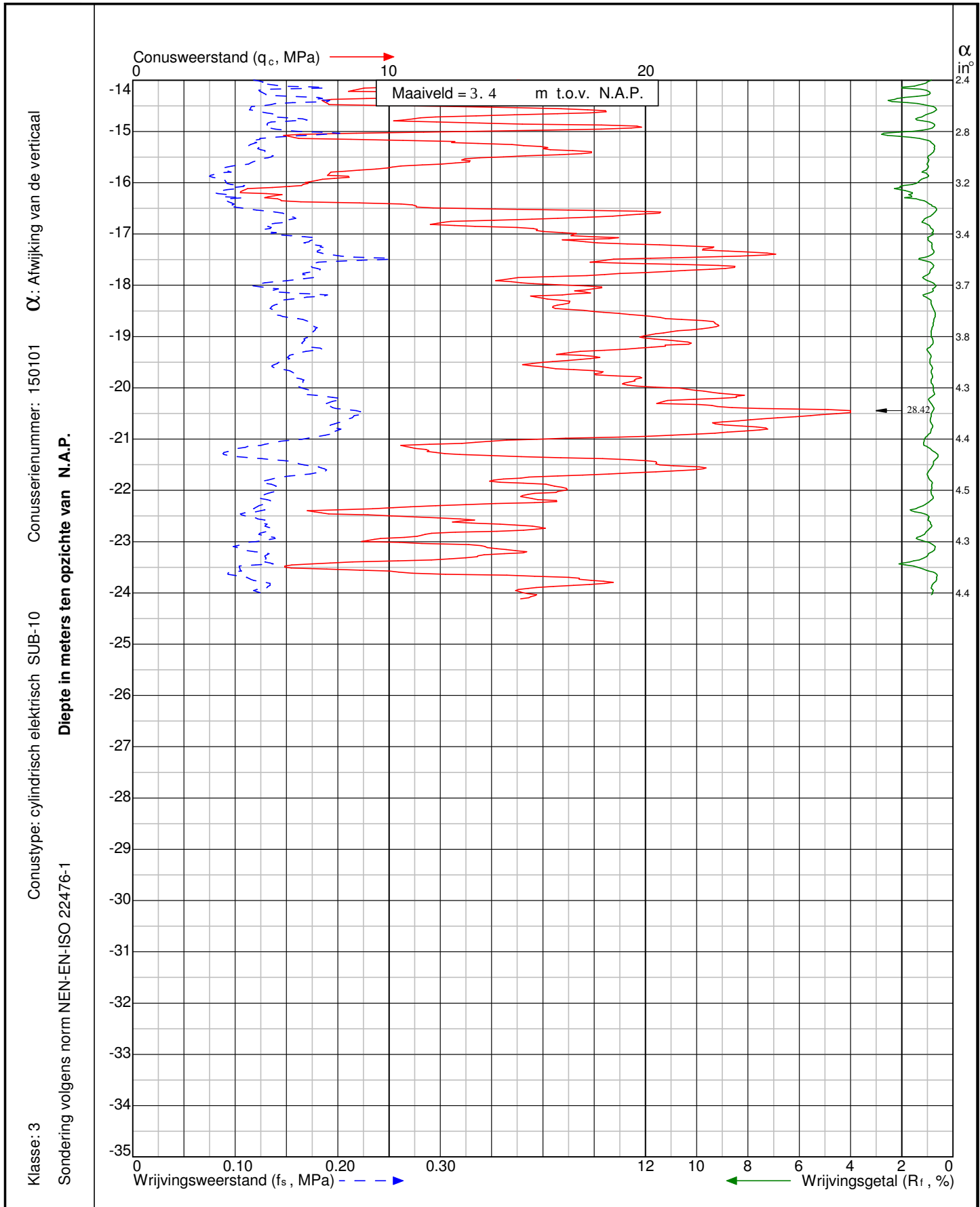
Datum: 19-2-2015

AKKOORD  
UITV





|                                                                                                                                                      |               |                                                                                       |  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|---------------------------------------------------------------------------------------|--|
| Project: 3 bouwlocaties project CNG Net compressorbehuizing te Den Hoorn                                                                             |               | Sondering:DKM003                                                                      |  |
|  <p><b>Wiertsema &amp; Partners</b><br/>RAADGEVEND INGENIEURS</p> | x = 114246    | Opdr.nr: VN-62077-1                                                                   |  |
|                                                                                                                                                      | y = 557576    |                                                                                       |  |
|                                                                                                                                                      | Blad: 1 van 2 | Datum: 19-2-2015                                                                      |  |
|                                                                                                                                                      |               |  |  |



|                                                                                                                                                 |               |                     |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|---------------------|--|
| Project: 3 bouwlocaties project CNG Net compressorbehuizing<br>te Den Hoorn                                                                     |               | Sondering: DKM003   |  |
| <br><b>Wiertsema &amp; Partners</b><br>RAADGEVEND INGENIEURS | x = 114246    | Opdr.nr: VN-62077-1 |  |
|                                                                                                                                                 | y = 557576    | Datum: 19-2-2015    |  |
|                                                                                                                                                 | Blad: 2 van 2 | AKKOORD<br>UITV     |  |

# Bijlage 3



  
**Wiertsema & Partners**  
RAADGEVEND INGENIEURS  


Tabel X-, Y-, en Z-coördinaten

| Meetpunt | X-coördinaten | Y-coördinaten | Z-coördinaten<br>(N.A.P. +/- m) |
|----------|---------------|---------------|---------------------------------|
| DKM002   | 114.088       | 557.849       | + 1,09                          |
| DKM003   | 114.246       | 557.576       | + 3,40                          |



# Bijlage 4



  
**Wiertsema & Partners**  
RAADGEVEND INGENIEURS

## Voorboring

Voorboring is gemaakt bij DKM003, d.d. 19 februari 2015:

0,00 - 0,25 m- maaiveld ASFALT.  
0,25 - 1,30 m- maaiveld ZAND, matig fijn, lichtgrijs.



  
**Wiertsema & Partners**  
RAADGEVEND INGENIEURS





# Wiertsema & Partners

RAADGEVEND INGENIEURS



Raadgevend Ingenieursbureau  
Wiertsema & Partners B.V.  
Feithspark 6, 9356 BZ Tolbert  
Postbus 27, 9356 ZG Tolbert  
Tel.: 0594 51 68 64  
Fax: 0594 51 64 79  
E-mail: [info@wiertsema.nl](mailto:info@wiertsema.nl)  
Internet: [www.wiertsema.nl](http://www.wiertsema.nl)

## Geotechnisch onderzoek

realiseren tijdelijke 3e ligplaats haven Texel te  
Den Hoorn

VN-61786-1 | 16 maart 2015



# Wiertsema & Partners

RAADGEVEND INGENIEURS

Raadgevend Ingenieursbureau  
Wiertsema & Partners B.V.  
Feithspark 6, 9356 BZ Tolbert  
Postbus 27, 9356 ZG Tolbert  
Tel.: 0594 51 68 64  
Fax: 0594 51 64 79  
E-mail: [info@wieritsema.nl](mailto:info@wieritsema.nl)  
Internet: [www.wiertsema.nl](http://www.wiertsema.nl)

Onderwerp: realiseren tijdelijke 3e ligplaats haven Texel te Den Hoorn  
Projectnummer: VN-61786-1  
Opdrachtgever: Van den Biggelaar groep  
Postbus 18  
5330 AA Kerkdriel  
Datum: 16 maart 2015

| Versie | Datum         | Omschrijving wijziging |
|--------|---------------|------------------------|
| 1      | 16 maart 2015 |                        |
|        |               |                        |

|                   |                                                                                          |
|-------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| Opgesteld door:   | S. Boele                                                                                 |
| Handtekening:     | i.o.  |
| Documentnummer:   | R34726                                                                                   |
| Status:           | definitief                                                                               |
| Vrijgegeven door: | drs. C.J.A.W. van der Made                                                               |



  
**Wiertsema & Partners**  
RAADGEVEND INGENIEURS



|          |                              |          |
|----------|------------------------------|----------|
| <b>1</b> | <b>Inleiding.....</b>        | <b>1</b> |
| 1.1      | Aanleiding en doel .....     | 1        |
| 1.2      | Kwaliteitswaarborging .....  | 1        |
| 1.3      | Toelichting .....            | 1        |
| 1.4      | Leeswijzer .....             | 1        |
| <b>2</b> | <b>Sonderingen.....</b>      | <b>1</b> |
| 2.1      | Werkzaamheden sonderen ..... | 1        |
| 2.2      | Resultaten.....              | 2        |
| <b>3</b> | <b>Inmeting .....</b>        | <b>2</b> |

## Bijlagen:

|   |                                    |
|---|------------------------------------|
| 1 | Situatietekening                   |
| 2 | Sondeergrafieken DKM001 t/m DKM003 |
| 3 | Tabel X- en Y-coördinaten          |



## 1 Inleiding

### 1.1 Aanleiding en doel

In opdracht van Van den Biggelaar groep te Velddriel heeft Raadgevend Ingenieursbureau Wiertsema & Partners B.V. een geotechnisch onderzoek uitgevoerd ten behoeve van het realiseren van een tijdelijke 3e ligplaats in de haven van Texel te Den Hoorn.

### 1.2 Kwaliteitswaarborging

Het onderzoek is verricht onder ons kwaliteitssysteem NEN-EN-ISO-9001 en ons milieu-managementsysteem NEN-EN-ISO-14001. Wiertsema & Partners B.V. is in het bezit van een VGM-beheersysteem VCA\*\*.

### 1.3 Toelichting

De resultaten van dit geotechnisch onderzoek zijn gebaseerd op de aan ons verstrekte opdracht en de in dit rapport beschreven uitgangspunten. De gerapporteerde resultaten van het onderzoek mogen alleen worden gehanteerd voor het doel dat in de opdracht is beschreven.

### 1.4 Leeswijzer

Na de inleiding in dit eerste hoofdstuk staan in het tweede hoofdstuk de resultaten van de sondeerwerkzaamheden. Tot slot staan in hoofdstuk 3 de resultaten van de inmetingen.

In de bijlagen zijn de situatietekening, de sondeergrafieken en de X- en Y- coördinaten opgenomen.

## 2 Sonderingen

### 2.1 Werkzaamheden sonderen

De werkzaamheden zijn uitgevoerd op 9 en 10 maart 2015 vanaf ons werkschip 'Grietje W' en hebben bestaan uit:

- ▲ 3 sonderingen met meting van de plaatselijke kleef (code 'DKM') tot een diepte van maximaal 23 m- waterbodem.

Het aantal en de locaties van de sonderingen zijn door de opdrachtgever vastgesteld. De locaties van de sonderingen zijn aangegeven op de situatietekening in bijlage 1.

De sonderingen DKM004 t/m DKM006 konden niet worden uitgevoerd vanwege de huidige steenbestorting, deze 3 sonderingen zijn in overleg met de opdrachtgever vervallen.

De sonderingen met code 'DKM' zijn verricht met de elektrische kleefmantelconus.



De sonderingen zijn uitgevoerd conform de NEN-EN-ISO 22476-1 (klasse 3). Eventuele afwijkingen van de verticaal van de sondeerstreng zijn gecontroleerd met behulp van een in de conus ingebouwde hellingmeter.

## 2.2 Resultaten

In bijlage 2 zijn de verkregen sondeerresultaten grafisch gepresenteerd waarbij de conusweerstand en de plaatselijke wrijvingsweerstand uitgezet zijn tegen de diepte in meters ten opzichte van N.A.P. Het wrijvingsgetal (plaatselijke wrijvingsweerstand uitgedrukt in % van de conusweerstand) is kenmerkend voor de verschillende grondsoorten en geeft derhalve een gedetailleerd beeld van de bodemopbouw. In de sondeergrafieken zijn de diepten gecorrigeerd voor de gemeten afwijking van de verticaal.

## 3 Inmeting

Het aanvangsniveau van de sonderingen is gewaterpast ten opzichte van N.A.P. Het aanvangsniveau van de sonderingen is gepresenteerd in bijlage 3.

Met behulp van 06-GPS zijn de X- en Y-coördinaten van de onderzoekspunten bepaald. Deze staan vermeld in de tabel in bijlage 3.

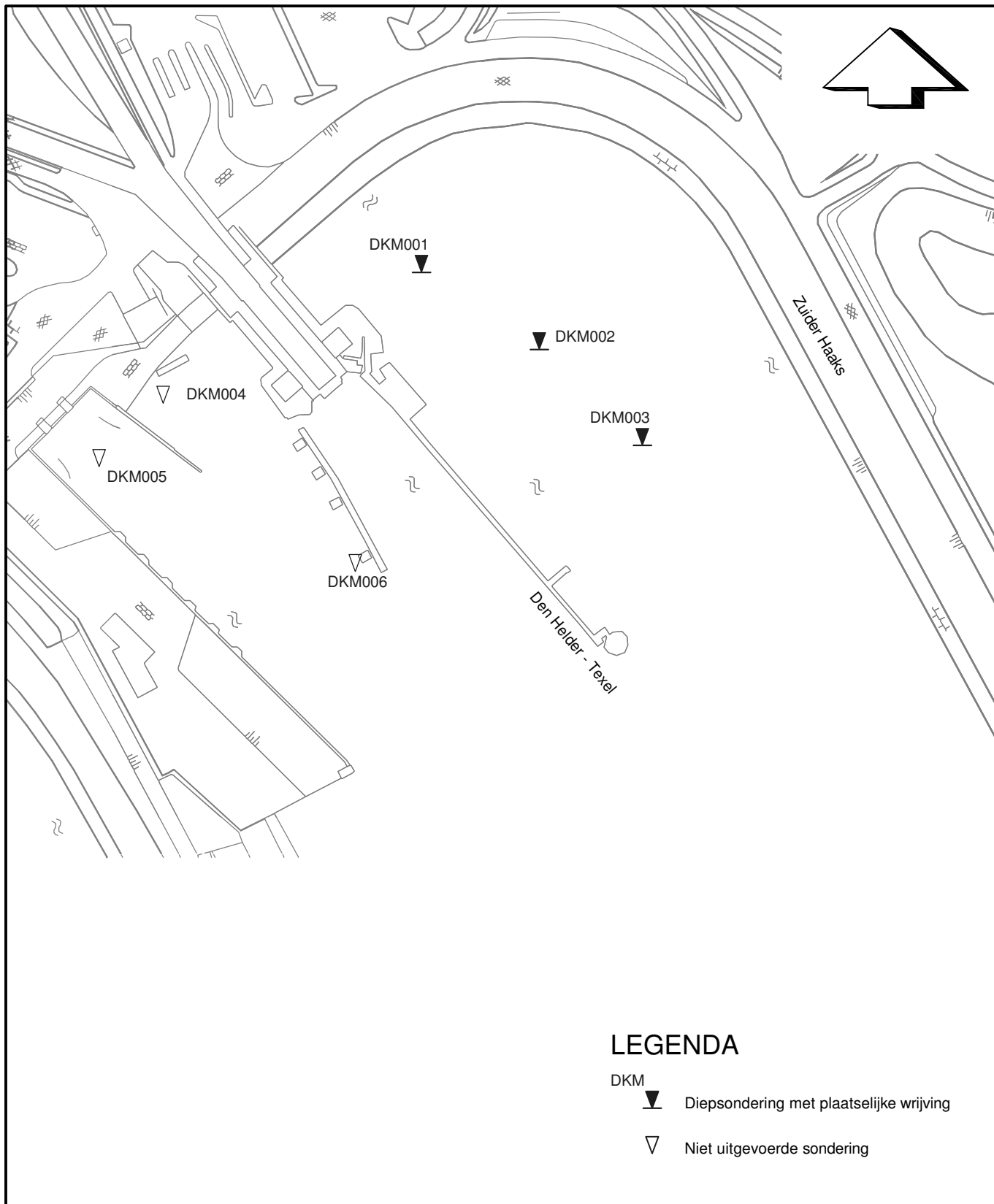
Alle gegevens van de inmetingen en waterpassingen genoemd in deze rapportage zijn een momentopname en alleen te gebruiken voor het grondonderzoek.



# Bijlage 1



  
**Wiertsema & Partners**  
RAADGEVEND INGENIEURS

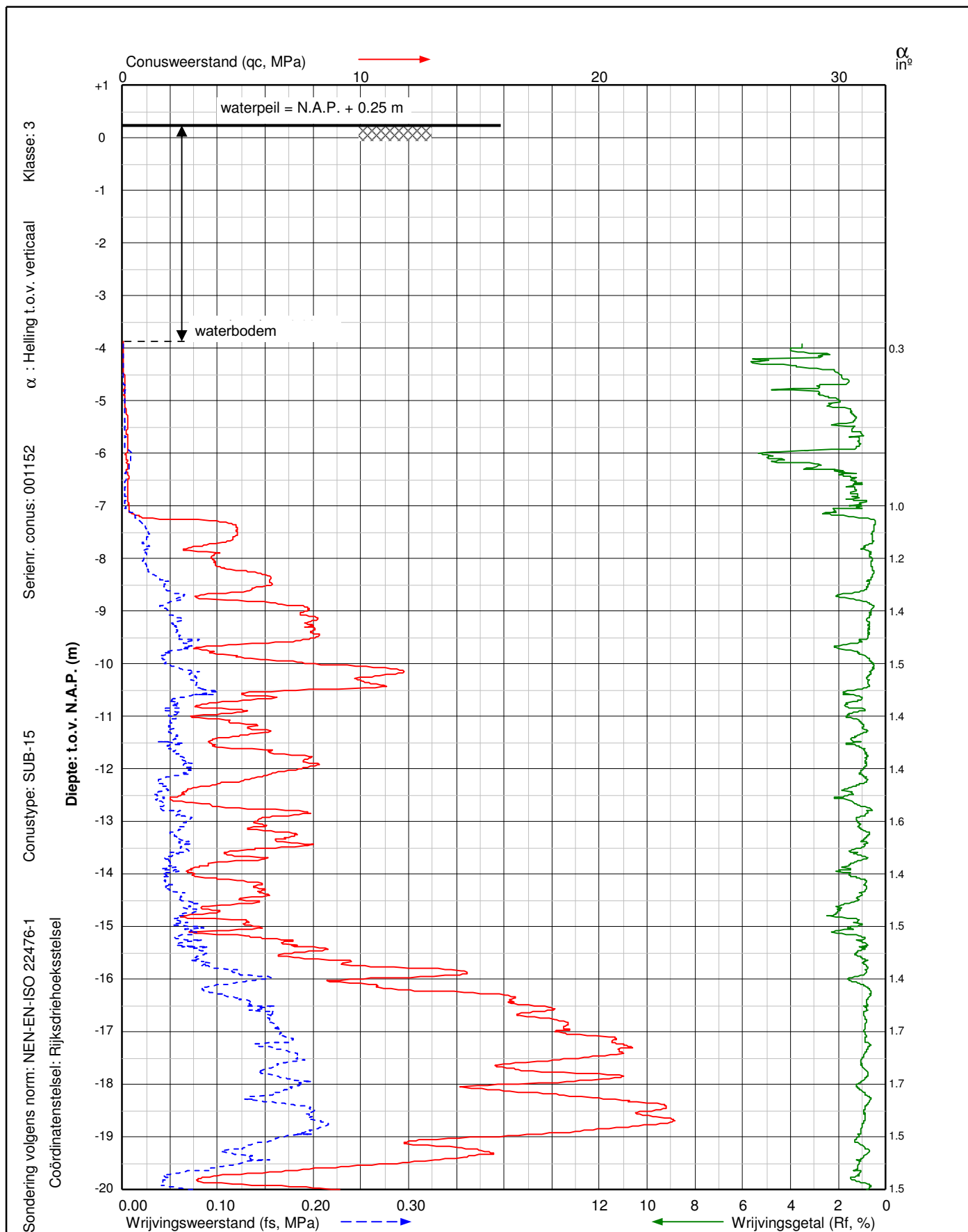


|                                                                                                                                                             |                                                                                      |  |                                                                                       |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|--|---------------------------------------------------------------------------------------|--|
| Situatietekening                                                                                                                                            | Datum : 11.02.15                                                                     |  | Gew: 12.02.15 MBK                                                                     |  |
|                                                                                                                                                             | Getekend : MBK                                                                       |  | Gew: 06.03.15 KB                                                                      |  |
| Realiseren tijdelijke 3e ligplaats haven Texel te Den Hoorn                                                                                                 | Schaal : 1: 1500                                                                     |  | Gew: 13.03.15/AE                                                                      |  |
|                                                                                                                                                             | Formaat : A4                                                                         |  | Gew:                                                                                  |  |
|  <b>Wiertsema &amp; Partners</b><br><small>RAADGEVEND INGENIEURS</small> | Blad : 1-1                                                                           |  | Opdracht: VN-61786-1                                                                  |  |
|                                                                                                                                                             |  |  |  |  |

# Bijlage 2



  
**Wiertsema & Partners**  
RAADGEVEND INGENIEURS



Project: Realiseren tijdelijke 3e ligplaats haven Texel  
Projectplaats: Den Hoorn

Sondering: **DKM001**



**Wiertsema & Partners**  
RAADGEVEND INGENIEURS

X = 114,355

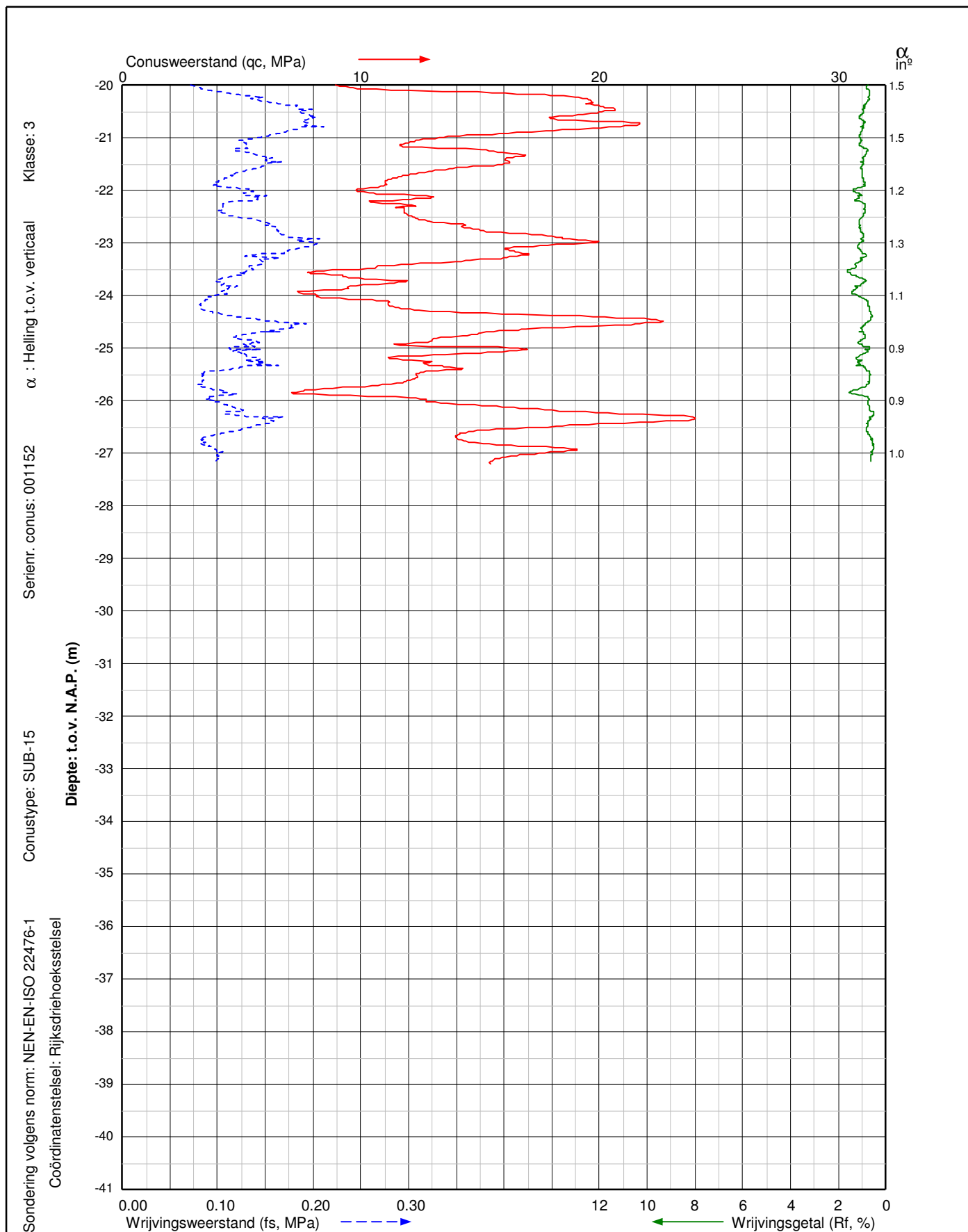
Y = 557,606

Blad: 1 van 2

Opdrachtnr.: VN-61786-1

Datum: 10-3-2015

**AKKOORD**  
**UITV**



Project: Realiseren tijdelijke 3e ligplaats haven Texel  
Projectplaats: Den Hoorn

Sondering: **DKM001**



**Wiertsema & Partners**  
RAADGEVEND INGENIEURS

X = 114,355

Y = 557,606

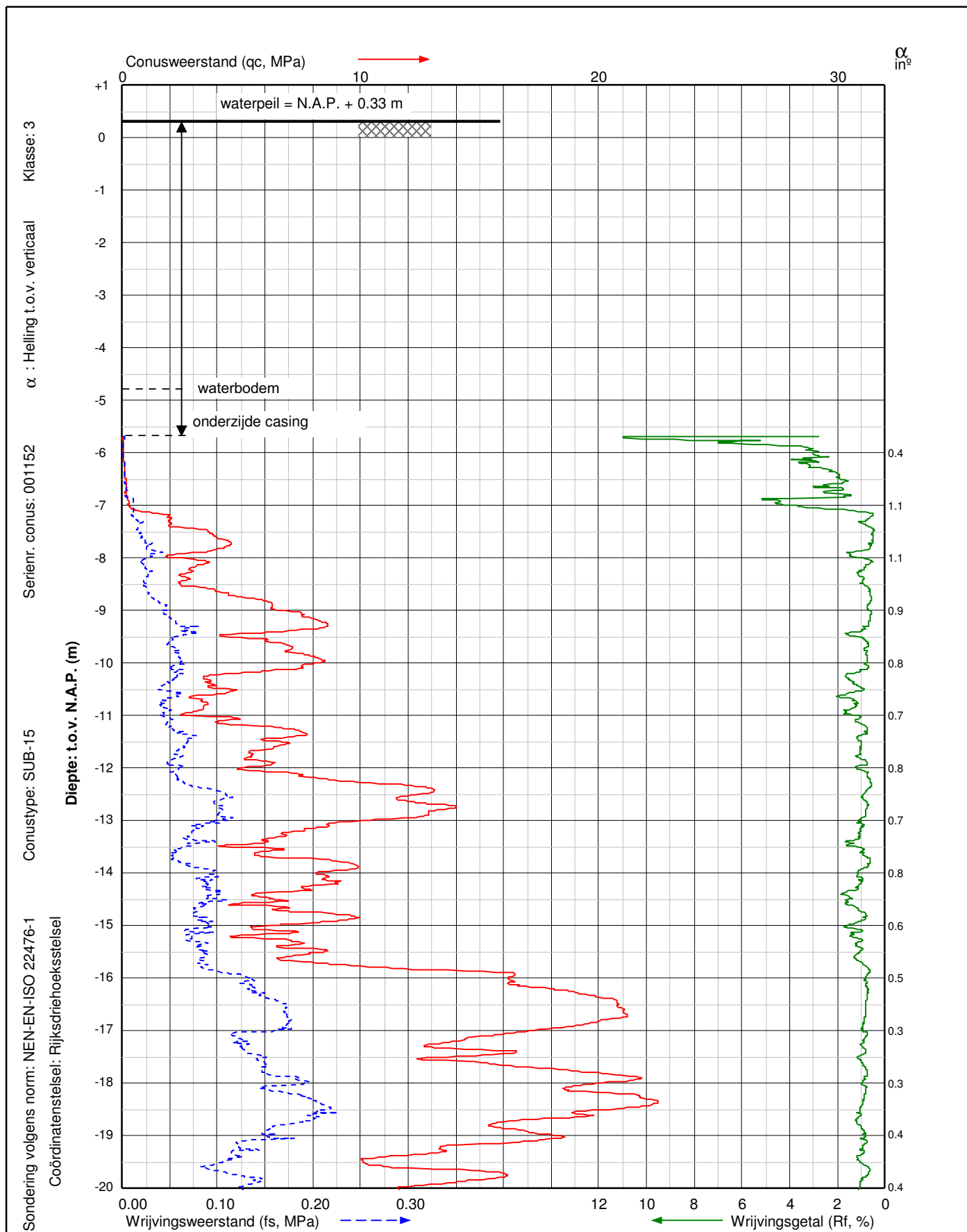
Blad: 2 van 2

Opdrachtnr.: VN-61786-1

Datum: 10-3-2015

AKKOORD  
**UITV**





Project: Realiseren tijdelijke 3e ligplaats haven Texel  
Projectplaats: Den Hoorn

Sondering: **DKM002**



**Wiertsema & Partners**  
RAADGEVEND INGENIEURS

X = 114,387

Y = 557,585

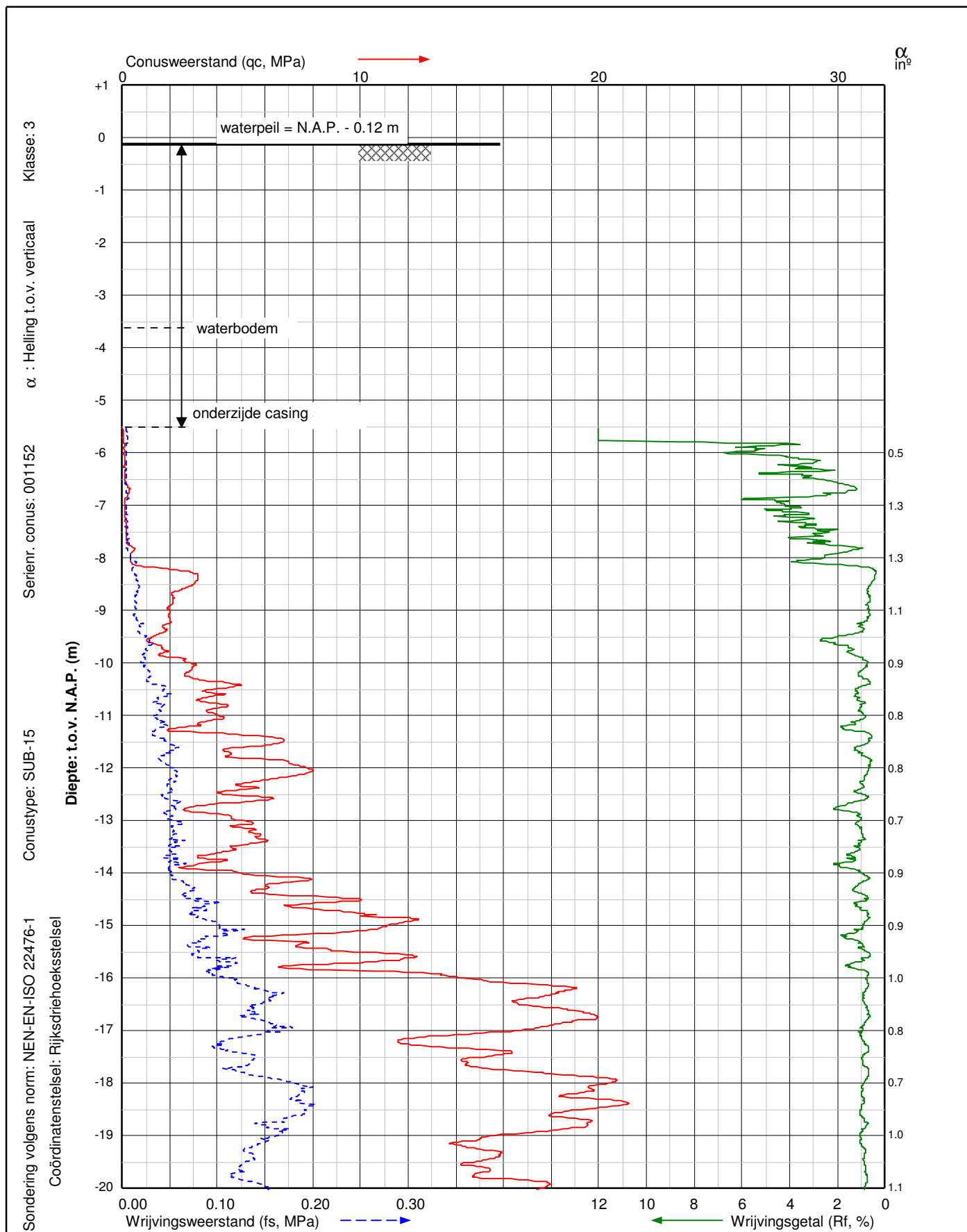
Blad: 1 van 2

Opdrachtnr.: VN-61786-1

Datum: 10-3-2015

AKKOORD  
**UITV**





Project: Realiseren tijdelijke 3e ligplaats haven Texel  
Projectplaats: Den Hoorn

Sondering: **DKM003**



**Wiertsema & Partners**  
RAADGEVEND INGENIEURS

X = 114,415

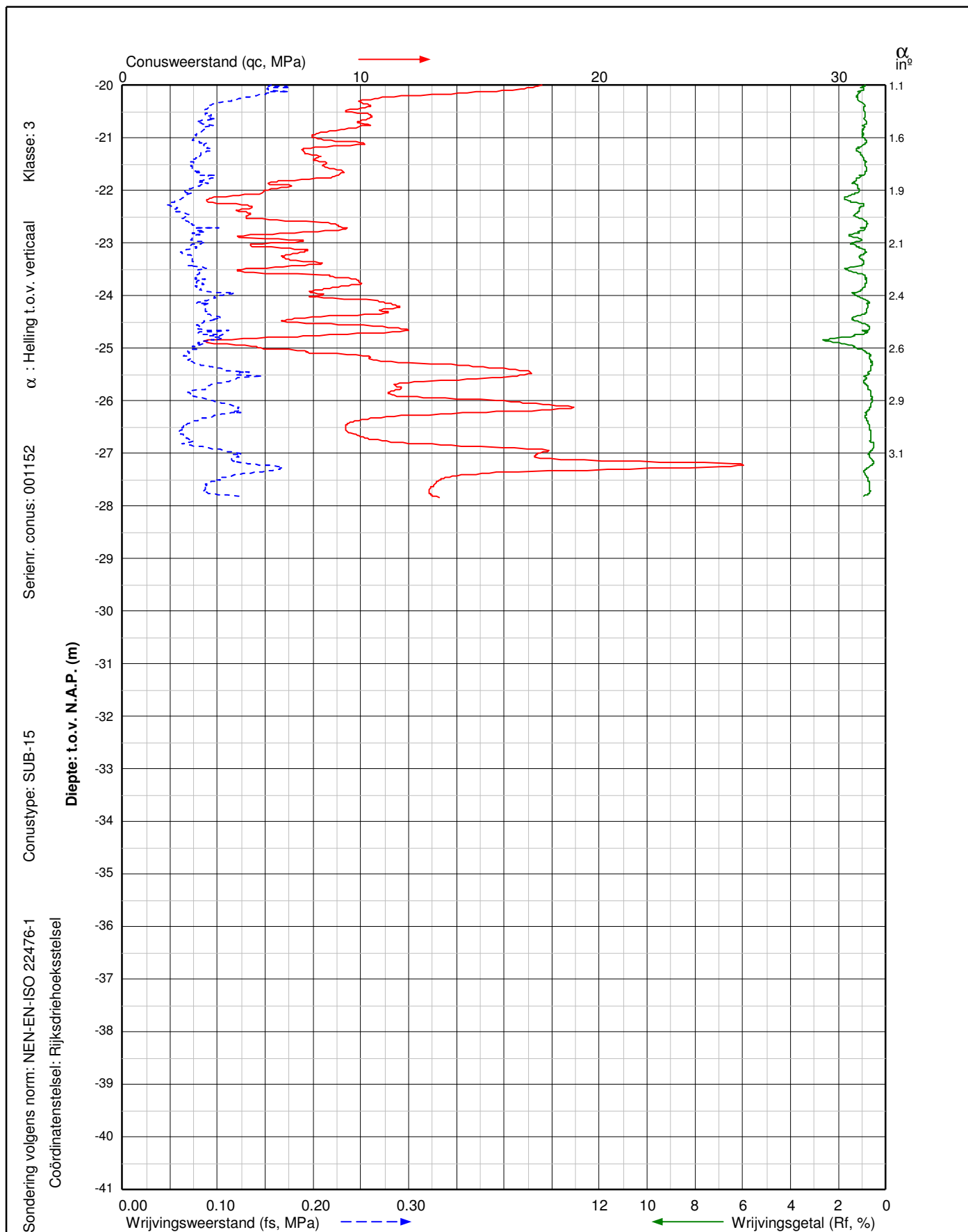
Y = 557,559

Blad: 1 van 2

Opdrachtnr.: VN-61786-1

Datum: 9-3-2015

**AKKOORD**  
**UITV**



Project: Realiseren tijdelijke 3e ligplaats haven Texel  
Projectplaats: Den Hoorn

Sondering: **DKM003**



**Wiertsema & Partners**  
RAADGEVEND INGENIEURS

X = 114,415

Y = 557,559

Blad: 2 van 2

Opdrachtnr.: VN-61786-1

Datum: 9-3-2015

AKKOORD  
**UITV**

# Bijlage 3



  
**Wiertsema & Partners**  
RAADGEVEND INGENIEURS

Tabel X-, Y-, en Z-coördinaten

| Meetpunt | X-coördinaten | Y-coördinaten | Z-coördinaten<br>(N.A.P. +/- m) |
|----------|---------------|---------------|---------------------------------|
| DKM001   | 114.355       | 557.606       | + 0,25                          |
| DKM002   | 114.387       | 557.585       | + 0,33                          |
| DKM003   | 114.415       | 557.559       | - 0,12                          |



## **BIJLAGE II    BEREKENINGEN AANPASSINGEN VERANKERING**





## **Report for D-Sheet Piling 14.1**

Design of Sheet Piling  
Developed by Deltares

Company: W+B

Date of report: 3/24/2015

Time of report: 3:04:09 PM

Date of calculation: 3/24/2015

Time of calculation: 2:56:48 PM

Filename: D:\Users\brem6\Desktop\Texel\hoofdconstructie damwand - huidig

Verification according to NEN-EN 9997+C1:2012

## 1 Table of Contents

|                                 |   |
|---------------------------------|---|
| 1 Table of Contents             | 2 |
| 2 Summary                       | 3 |
| 2.1 Overview per Stage and Test | 3 |
| 2.2 Supports                    | 3 |
| 2.3 Calculation Errors          | 3 |
| 2.4 Warnings                    | 3 |
| 2.5 CUR Verification Steps      | 4 |
| 3 Input Data for all Stages     | 5 |
| 3.1 General Input Data          | 5 |
| 3.2 Sheet Piling Properties     | 5 |
| 3.3 Calculation Options         | 5 |
| 4 Outline Stage 1: bouwfase     | 7 |
| 5 Outline Stage 2: gebruik      | 8 |
| 6 Outline Stage 3: gebruik (ws) | 9 |

## 2 Summary

### 2.1 Overview per Stage and Test

| Stage no. | Verification type       | Displacement [mm] | Moment [kNm] | Shear force [kN] | Mob. perc. moment [%] | Mob. perc. resistance [%] | Vertical balance |
|-----------|-------------------------|-------------------|--------------|------------------|-----------------------|---------------------------|------------------|
| 1         | EC7(NL)-Step 6.1        |                   | -0,1         | -0,2             | 0,0                   | 15,8                      | ---              |
| 1         | EC7(NL)-Step 6.2        |                   | -0,1         | -0,2             | 0,0                   | 15,8                      | ---              |
| 1         | EC7(NL)-Step 6.3        |                   | 0,4          | 0,5              | 0,0                   | 15,9                      | ---              |
| 1         | EC7(NL)-Step 6.4        |                   | 0,3          | 0,4              | 0,0                   | 15,9                      | ---              |
| 1         | EC7(NL)-Step 6.5        | 0,0               | 0,0          | 0,0              | 0,0                   | 11,7                      | ---              |
| 1         | EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20 |                   | 0,0          | 0,0              |                       |                           |                  |
| 2         | EC7(NL)-Step 6.3        |                   | 356,7        | -145,6           | 58,1                  | 62,2                      | ---              |
| 2         | EC7(NL)-Step 6.4        |                   | 327,8        | -150,7           | 59,0                  | 63,4                      | ---              |
| 2         | EC7(NL)-Step 6.5        | 24,5              | 181,7        | -93,9            | 33,6                  | 36,6                      | ---              |
| 2         | EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20 |                   | 218,1        | -112,7           |                       |                           |                  |
| 3         | EC7(NL)-Step 6.3        |                   | <b>672,2</b> | <b>192,9</b>     | 76,4                  | 79,4                      | ---              |
| 3         | EC7(NL)-Step 6.4        |                   | 653,5        | 190,2            | <b>81,7</b>           | <b>84,3</b>               | ---              |
| 3         | EC7(NL)-Step 6.5        | <b>49,4</b>       | 310,3        | -138,2           | 43,9                  | 48,1                      | ---              |
| 3         | EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20 |                   | 372,4        | -165,8           |                       |                           |                  |

|     |  |             |              |              |             |             |     |
|-----|--|-------------|--------------|--------------|-------------|-------------|-----|
| Max |  | <b>49,4</b> | <b>672,2</b> | <b>192,9</b> | <b>81,7</b> | <b>84,3</b> | --- |
|-----|--|-------------|--------------|--------------|-------------|-------------|-----|

### 2.2 Supports

| Stage | Verification type | Support anker |                 |
|-------|-------------------|---------------|-----------------|
|       |                   | Force [kN]    | Moment [kNm/m'] |
| 1     | Step 6.3          | -             | -               |
| 2     | Step 6.3          | -145,25       | -               |
| 3     | Step 6.3          | -228,65       | -               |
| 1     | Step 6.4          | -             | -               |
| 2     | Step 6.4          | -149,28       | -               |
| 3     | Step 6.4          | -236,01       | -               |
| 1     | Step 6.5          | -             | -               |
| 2     | Step 6.5          | -91,90        | -               |
| 3     | Step 6.5          | -143,66       | -               |

### 2.3 Calculation Errors

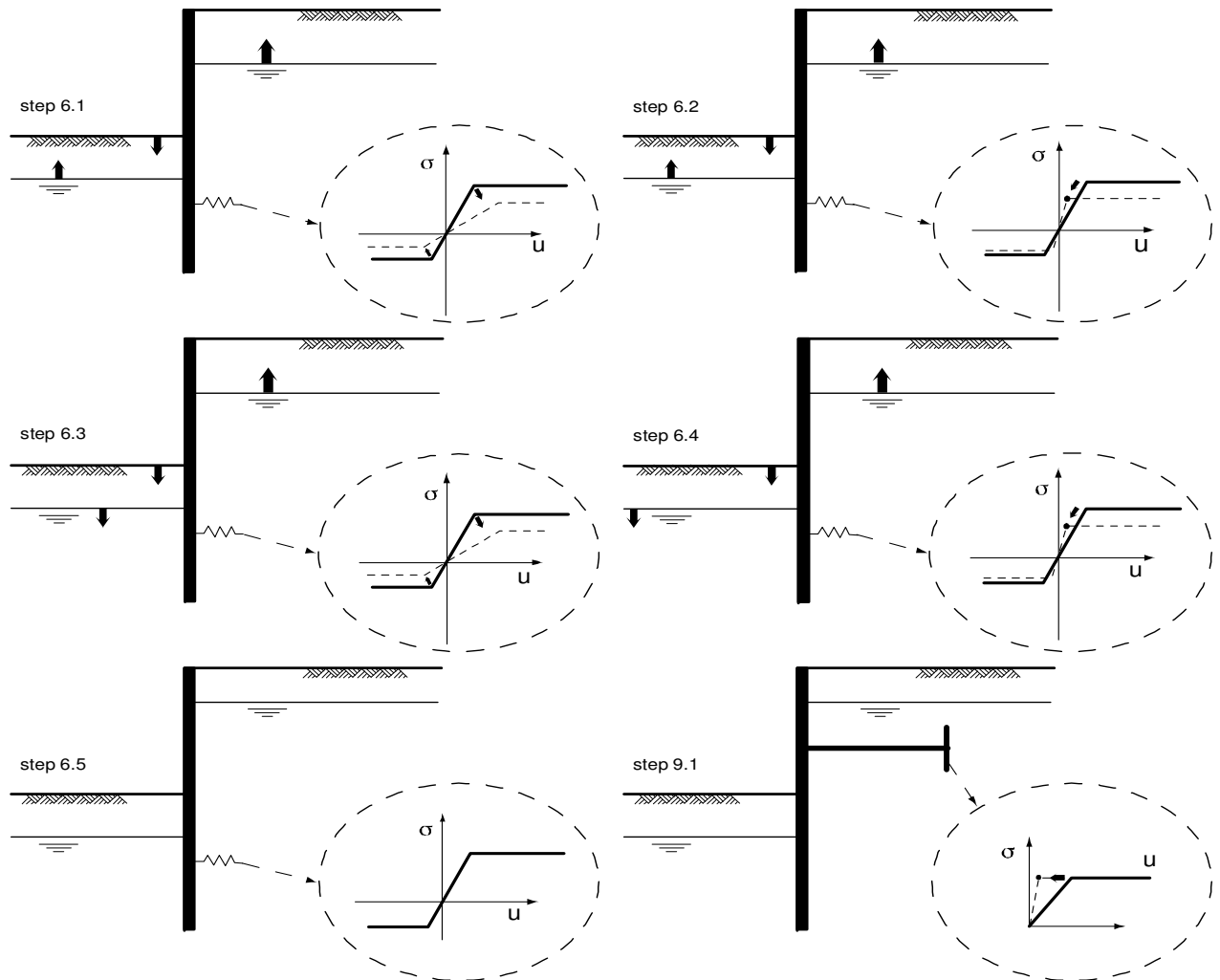
Error

Calculated moment exceeds maximum moment in one or more stages.

### 2.4 Warnings

|       |                    |
|-------|--------------------|
| Stage | Warning            |
| 3     | Uplift might occur |

## 2.5 CUR Verification Steps



### 3 Input Data for all Stages

#### 3.1 General Input Data

Verification according to NEN-EN 9997+C1:2012

|                                           |                        |
|-------------------------------------------|------------------------|
| Model                                     | Sheet piling           |
| Check vertical balance                    | No                     |
| Number of construction stages             | 3                      |
| Unit weight of water                      | 9,81 kN/m <sup>3</sup> |
| Number of curves on spring characteristic | 3                      |
| Unloading curve on spring characteristic  | No                     |

#### 3.2 Sheet Piling Properties

|                    |         |
|--------------------|---------|
| Length             | 15,75 m |
| Level top side     | 0,50 m  |
| Number of sections | 1       |

| Section name | From<br>[m] | To<br>[m] | Stiffness<br>EI<br>[kNm <sup>2</sup> /m'] | Acting<br>width<br>[m] |
|--------------|-------------|-----------|-------------------------------------------|------------------------|
| BZ 26        | -15,25      | 0,50      | 9,5180E+04                                | 1,00                   |

| Section name | From<br>[m] | To<br>[m] | Max. char.<br>moment<br>[kNm/m'] | Modification<br>factor<br>[-] | Material<br>factor<br>[-] | Red. factor<br>max. moment<br>[-] | Design<br>moment<br>[kNm/m'] |
|--------------|-------------|-----------|----------------------------------|-------------------------------|---------------------------|-----------------------------------|------------------------------|
| BZ 26        | -15,25      | 0,50      | 710,00                           | 1,00                          | 1,00                      | 0,80                              | 568,00                       |

| Section name | From<br>[m] | To<br>[m] | Red. factor<br>EI<br>[-] | Note to<br>reduction factor | Corrected<br>stiffness EI<br>[kNm <sup>2</sup> ] |
|--------------|-------------|-----------|--------------------------|-----------------------------|--------------------------------------------------|
| BZ 26        | -15,25      | 0,50      | 0,80                     |                             | 76140,00                                         |

#### 3.3 Calculation Options

|                                          |                                                                                                                                                                                                           |
|------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| First stage represents initial situation | No                                                                                                                                                                                                        |
| Calculation refinement                   | Coarse                                                                                                                                                                                                    |
| Reduce delta(s) according to CUR         | Yes                                                                                                                                                                                                       |
| Verification                             | EC7 NA NL method B: Partial factors (design values) in verified stage only<br>Eurocode 7 using the factors as described in the National Annex of<br>the Netherlands. It is basically design approach III. |

Verification of stage 1: bouwphase

Used partial factor set RC 2

|                                |      |
|--------------------------------|------|
| Factors on loads               |      |
| - Permanent load, unfavourable | 1,00 |
| - Permanent load, favourable   | 1,00 |
| - Variable load, unfavourable  | 1,10 |
| - Variable load, favourable    | 0,00 |

|                                 |      |
|---------------------------------|------|
| Material factors                |      |
| - Cohesion                      | 1,25 |
| - Tangent phi                   | 1,18 |
| - Delta (wall friction angle)   | 1,18 |
| - Modulus of subgrade reactions | 1,30 |

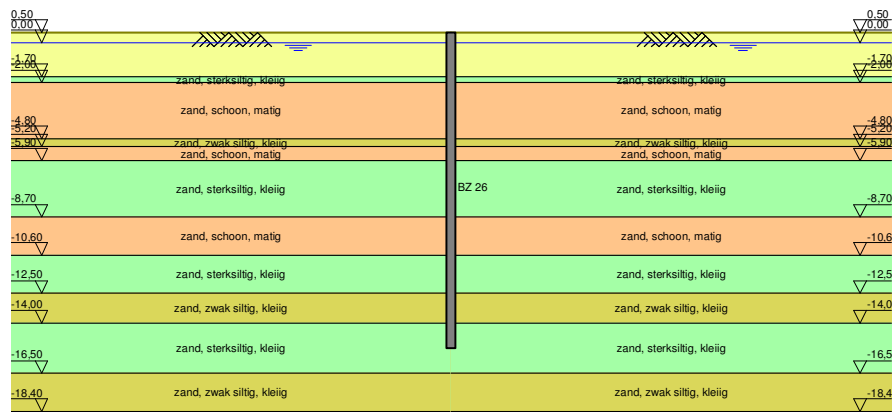
|                                              |         |
|----------------------------------------------|---------|
| Geometry modification                        |         |
| - Increase retaining height                  | 10,00 % |
| - Maximum increase retaining height          | 0,50 m  |
| - Reduction in phreatic line on passive side | 0,25 m  |

---

|                                              |                 |
|----------------------------------------------|-----------------|
| - Raise in phreatic line on passive side     | 0,25 m          |
| - Raise in phreatic line on active side      | 0,05 m          |
| Verification of stage                        | 2: gebruik      |
| Used partial factor set                      | RC 2            |
| Factors on loads                             |                 |
| - Permanent load, unfavourable               | 1,00            |
| - Permanent load, favourable                 | 1,00            |
| - Variable load, unfavourable                | 1,10            |
| - Variable load, favourable                  | 0,00            |
| Material factors                             |                 |
| - Cohesion                                   | 1,25            |
| - Tangent phi                                | 1,18            |
| - Delta (wall friction angle)                | 1,18            |
| - Modulus of subgrade reactions              | 1,30            |
| Geometry modification                        |                 |
| - Increase retaining height                  | 10,00 %         |
| - Maximum increase retaining height          | 0,50 m          |
| - Reduction in phreatic line on passive side | 0,25 m          |
| - Raise in phreatic line on passive side     | 0,25 m          |
| - Raise in phreatic line on active side      | 0,05 m          |
| Verification of stage                        | 3: gebruik (ws) |
| Used partial factor set                      | RC 2            |
| Factors on loads                             |                 |
| - Permanent load, unfavourable               | 1,00            |
| - Permanent load, favourable                 | 1,00            |
| - Variable load, unfavourable                | 1,10            |
| - Variable load, favourable                  | 0,00            |
| Material factors                             |                 |
| - Cohesion                                   | 1,25            |
| - Tangent phi                                | 1,18            |
| - Delta (wall friction angle)                | 1,18            |
| - Modulus of subgrade reactions              | 1,30            |
| Geometry modification                        |                 |
| - Increase retaining height                  | 10,00 %         |
| - Maximum increase retaining height          | 0,50 m          |
| - Reduction in phreatic line on passive side | 0,25 m          |
| - Raise in phreatic line on passive side     | 0,25 m          |
| - Raise in phreatic line on active side      | 0,05 m          |

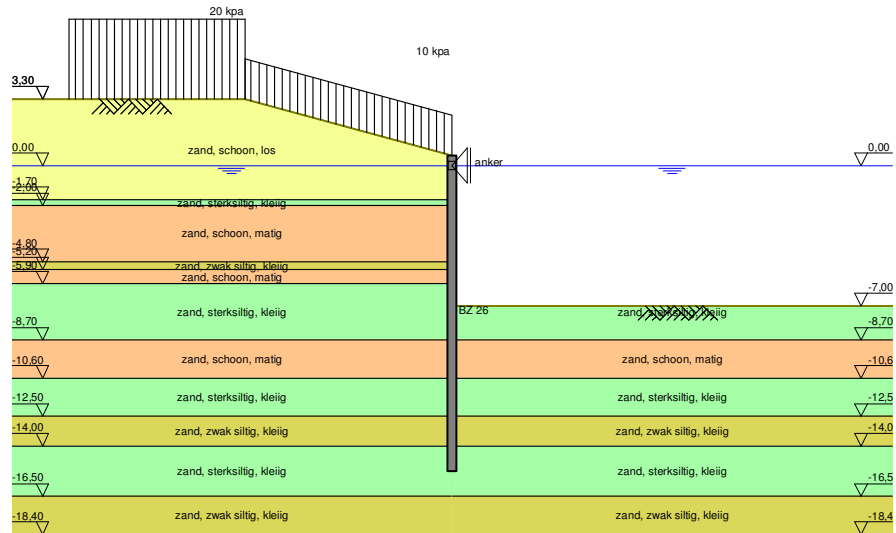
## 4 Outline Stage 1: bouwfase

Outline - Stage 1: bouwfase



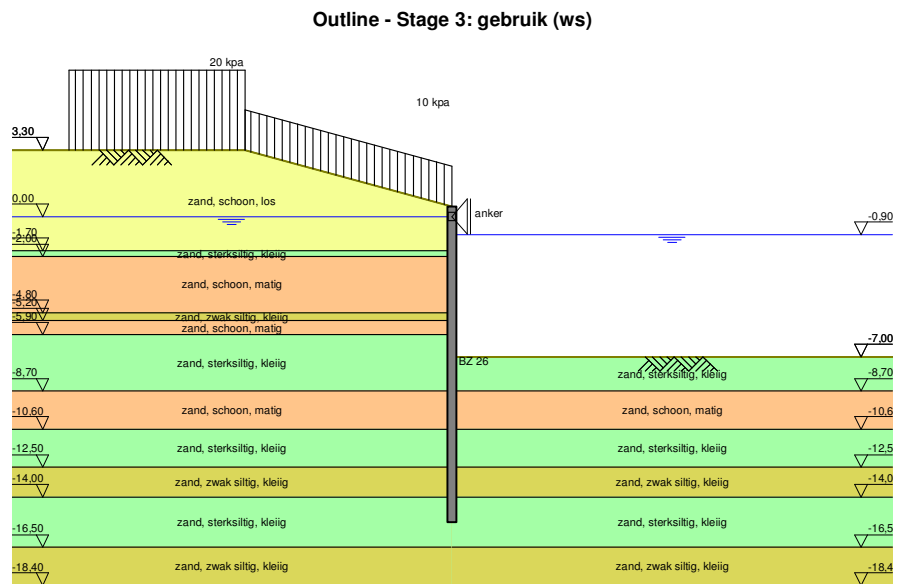
## 5 Outline Stage 2: gebruik

Outline - Stage 2: gebruik





## 6 Outline Stage 3: gebruik (ws)



**End of Report**

## **Report for D-Sheet Piling 14.1**

Design of Sheet Piling  
Developed by Deltares

Company: W+B

Date of report: 3/24/2015

Time of report: 3:03:11 PM

Date of calculation: 3/24/2015

Time of calculation: 2:57:59 PM

Filename: D:\Users\brem6\Desktop\Texel\hoofdconstructie damwand - toekomstig

Verification according to NEN-EN 9997+C1:2012

## 1 Table of Contents

|                                                         |    |
|---------------------------------------------------------|----|
| 1 Table of Contents                                     | 2  |
| 2 Summary                                               | 3  |
| 2.1 Overview per Stage and Test                         | 3  |
| 2.2 Supports                                            | 3  |
| 2.3 Warnings                                            | 4  |
| 2.4 CUR Verification Steps                              | 5  |
| 3 Input Data for all Stages                             | 6  |
| 3.1 General Input Data                                  | 6  |
| 3.2 Sheet Piling Properties                             | 6  |
| 3.3 Calculation Options                                 | 6  |
| 4 Outline Stage 1: bouwfase                             | 10 |
| 5 Outline Stage 2: gebruik                              | 11 |
| 6 Outline Stage 3: verlagen maaiveld                    | 12 |
| 7 Outline Stage 4: verlagen maaiveld (ws)               | 13 |
| 8 Outline Stage 5: verlagen maaiveld (hoog water)       | 14 |
| 9 Outline Stage 6: verlagen maaiveld (toekomstig) (1)   | 15 |
| 10 Outline Stage 7: verlagen maaiveld (toekomstig) (ws) | 16 |
| 11 Outline Stage 8: verlagen maaiveld (bouwfase)        | 17 |
| 12 Outline Stage 9: verlagen maaiveld (bouwfase) (ws)   | 18 |

## 2 Summary

### 2.1 Overview per Stage and Test

| Stage no. | Verification type       | Displacement [mm] | Moment [kNm] | Shear force [kN] | Mob. perc. moment [%] | Mob. perc. resistance [%] | Vertical balance |
|-----------|-------------------------|-------------------|--------------|------------------|-----------------------|---------------------------|------------------|
| 1         | EC7(NL)-Step 6.1        |                   | -0,1         | -0,2             | 0,0                   | 15,8                      | ---              |
| 1         | EC7(NL)-Step 6.2        |                   | -0,1         | -0,2             | 0,0                   | 15,8                      | ---              |
| 1         | EC7(NL)-Step 6.3        |                   | 0,4          | 0,5              | 0,0                   | 15,9                      | ---              |
| 1         | EC7(NL)-Step 6.4        |                   | 0,3          | 0,4              | 0,0                   | 15,9                      | ---              |
| 1         | EC7(NL)-Step 6.5        | 0,0               | 0,0          | 0,0              | 0,0                   | 11,7                      | ---              |
| 1         | EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20 |                   | 0,0          | 0,0              |                       |                           |                  |
| 2         | EC7(NL)-Step 6.3        |                   | 356,7        | -145,6           | 58,1                  | 62,2                      | ---              |
| 2         | EC7(NL)-Step 6.4        |                   | 327,8        | <b>-150,7</b>    | 59,0                  | 63,4                      | ---              |
| 2         | EC7(NL)-Step 6.5        | 24,5              | 181,7        | -93,9            | 33,6                  | 36,6                      | ---              |
| 2         | EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20 |                   | 218,1        | -112,7           |                       |                           |                  |
| 3         | EC7(NL)-Step 6.3        |                   | 201,5        | -108,2           | 46,2                  | 49,8                      | ---              |
| 3         | EC7(NL)-Step 6.4        |                   | 195,6        | -109,4           | 46,3                  | 50,0                      | ---              |
| 3         | EC7(NL)-Step 6.5        | 24,0              | 182,3        | -91,9            | 31,3                  | 34,3                      | ---              |
| 3         | EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20 |                   | 218,7        | -110,2           |                       |                           |                  |
| 4         | EC7(NL)-Step 6.3        |                   | <b>419,4</b> | -137,5           | 63,4                  | 67,1                      | ---              |
| 4         | EC7(NL)-Step 6.4        |                   | 389,6        | -142,9           | <b>67,4</b>           | <b>71,2</b>               | ---              |
| 4         | EC7(NL)-Step 6.5        | 30,7              | 216,8        | -107,6           | 35,7                  | 39,2                      | ---              |
| 4         | EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20 |                   | 260,1        | -129,2           |                       |                           |                  |
| 5         | EC7(NL)-Step 6.3        |                   | 199,8        | -105,8           | 42,0                  | 45,6                      | ---              |
| 5         | EC7(NL)-Step 6.4        |                   | 202,9        | -106,1           | 42,1                  | 45,7                      | ---              |
| 5         | EC7(NL)-Step 6.5        | 30,1              | 215,2        | -103,6           | 29,3                  | 31,8                      | ---              |
| 5         | EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20 |                   | 258,2        | -124,4           |                       |                           |                  |
| 6         | EC7(NL)-Step 6.3        |                   | 202,5        | -108,5           | 46,1                  | 49,8                      | ---              |
| 6         | EC7(NL)-Step 6.4        |                   | 198,6        | -109,5           | 46,2                  | 49,9                      | ---              |
| 6         | EC7(NL)-Step 6.5        | 30,5              | 215,8        | -105,6           | 30,6                  | 33,1                      | ---              |
| 6         | EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20 |                   | 259,0        | -126,7           |                       |                           |                  |
| 7         | EC7(NL)-Step 6.3        |                   | 419,2        | -137,5           | 63,3                  | 67,0                      | ---              |
| 7         | EC7(NL)-Step 6.4        |                   | 389,9        | -142,9           | 67,3                  | 71,1                      | ---              |
| 7         | EC7(NL)-Step 6.5        | <b>31,2</b>       | 218,8        | -108,0           | 35,6                  | 39,2                      | ---              |
| 7         | EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20 |                   | 262,6        | -129,6           |                       |                           |                  |
| 8         | EC7(NL)-Step 6.3        |                   | 202,8        | -106,3           | 41,4                  | 45,0                      | ---              |
| 8         | EC7(NL)-Step 6.4        |                   | 205,8        | -106,7           | 41,4                  | 45,0                      | ---              |
| 8         | EC7(NL)-Step 6.5        | 30,4              | 217,4        | -103,0           | 28,4                  | 30,9                      | ---              |
| 8         | EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20 |                   | 260,9        | -123,6           |                       |                           |                  |
| 9         | EC7(NL)-Step 6.3        |                   | 317,3        | -123,1           | 53,4                  | 57,2                      | ---              |
| 9         | EC7(NL)-Step 6.4        |                   | 296,8        | -127,0           | 54,9                  | 59,1                      | ---              |
| 9         | EC7(NL)-Step 6.5        | 30,9              | 218,8        | -105,8           | 33,1                  | 36,6                      | ---              |
| 9         | EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20 |                   | 262,5        | -126,9           |                       |                           |                  |
| Max       |                         | <b>31,2</b>       | <b>419,4</b> | <b>-150,7</b>    | <b>67,4</b>           | <b>71,2</b>               | ---              |

### 2.2 Supports

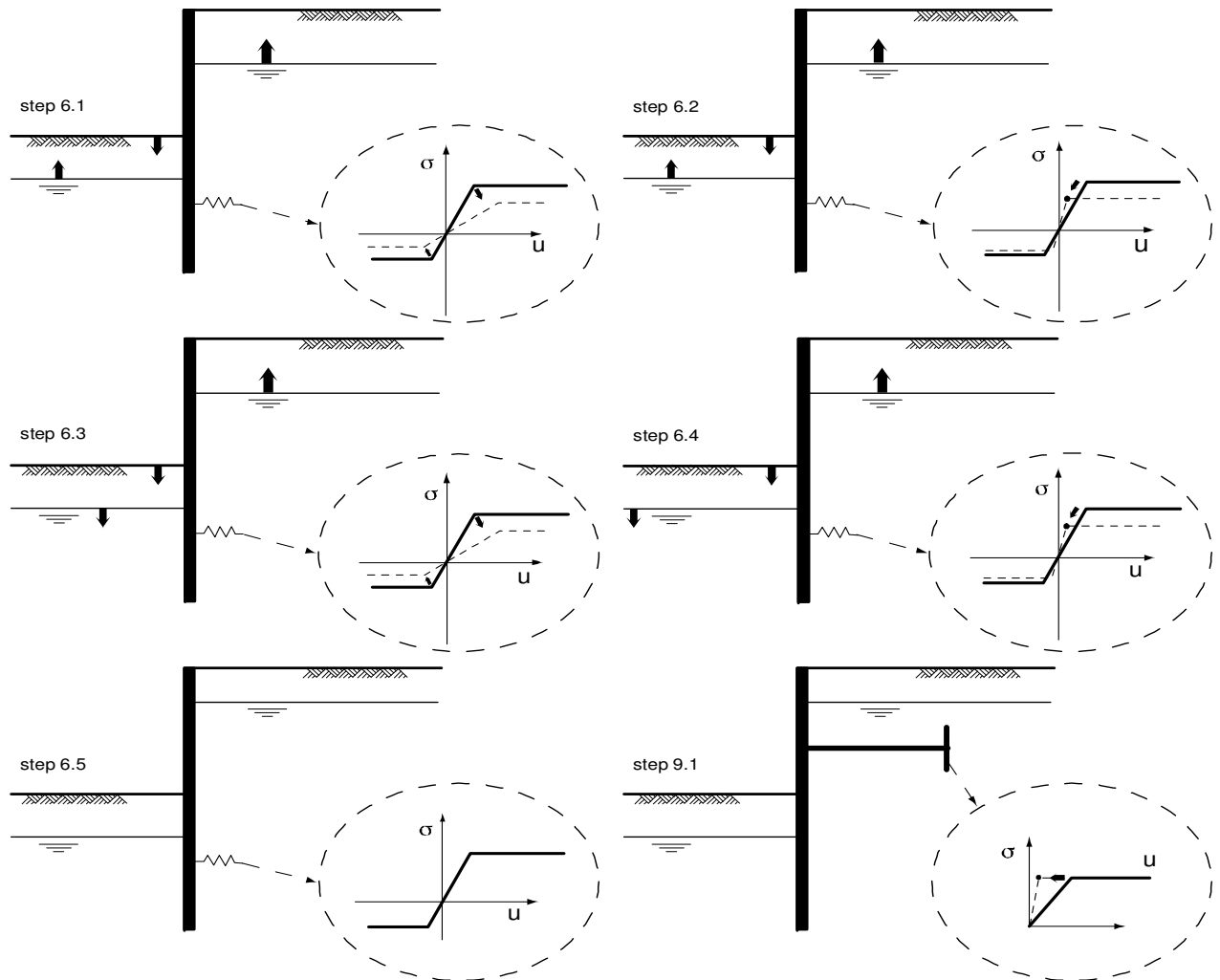
| Stage | Verification type | Support anker |                 |
|-------|-------------------|---------------|-----------------|
|       |                   | Force [kN]    | Moment [kNm/m'] |
| 1     | Step 6.3          | -             | -               |
| 2     | Step 6.3          | -145,25       | -               |
| 3     | Step 6.3          | -76,19        | -               |
| 4     | Step 6.3          | -135,97       | -               |
| 5     | Step 6.3          | -72,68        | -               |
| 6     | Step 6.3          | -78,54        | -               |
| 7     | Step 6.3          | -135,98       | -               |

| Stage | Verification type | Support anker |                 |
|-------|-------------------|---------------|-----------------|
|       |                   | Force [kN]    | Moment [kNm/m'] |
| 8     | Step 6.3          | -70,12        | -               |
| 9     | Step 6.3          | -98,85        | -               |
| 1     | Step 6.4          | -             | -               |
| 2     | Step 6.4          | -149,28       | -               |
| 3     | Step 6.4          | -75,14        | -               |
| 4     | Step 6.4          | -130,87       | -               |
| 5     | Step 6.4          | -75,18        | -               |
| 6     | Step 6.4          | -78,17        | -               |
| 7     | Step 6.4          | -130,92       | -               |
| 8     | Step 6.4          | -72,42        | -               |
| 9     | Step 6.4          | -94,84        | -               |
| 1     | Step 6.5          | -             | -               |
| 2     | Step 6.5          | -91,90        | -               |
| 3     | Step 6.5          | -70,17        | -               |
| 4     | Step 6.5          | -88,95        | -               |
| 5     | Step 6.5          | -77,70        | -               |
| 6     | Step 6.5          | -83,79        | -               |
| 7     | Step 6.5          | -90,28        | -               |
| 8     | Step 6.5          | -70,80        | -               |
| 9     | Step 6.5          | -77,37        | -               |

## 2.3 Warnings

|       |                    |
|-------|--------------------|
| Stage | Warning            |
| 9     | Uplift might occur |

## 2.4 CUR Verification Steps



### 3 Input Data for all Stages

#### 3.1 General Input Data

Verification according to NEN-EN 9997+C1:2012

|                                           |                        |
|-------------------------------------------|------------------------|
| Model                                     | Sheet piling           |
| Check vertical balance                    | No                     |
| Number of construction stages             | 9                      |
| Unit weight of water                      | 9,81 kN/m <sup>3</sup> |
| Number of curves on spring characteristic | 3                      |
| Unloading curve on spring characteristic  | No                     |

#### 3.2 Sheet Piling Properties

|                    |         |
|--------------------|---------|
| Length             | 15,75 m |
| Level top side     | 0,50 m  |
| Number of sections | 1       |

| Section name | From<br>[m] | To<br>[m] | Stiffness<br>EI<br>[kNm <sup>2</sup> /m'] | Acting<br>width<br>[m] |
|--------------|-------------|-----------|-------------------------------------------|------------------------|
| BZ 26        | -15,25      | 0,50      | 9,5180E+04                                | 1,00                   |

| Section name | From<br>[m] | To<br>[m] | Max. char.<br>moment<br>[kNm/m'] | Modification<br>factor<br>[-] | Material<br>factor<br>[-] | Red. factor<br>max. moment<br>[-] | Design<br>moment<br>[kNm/m'] |
|--------------|-------------|-----------|----------------------------------|-------------------------------|---------------------------|-----------------------------------|------------------------------|
| BZ 26        | -15,25      | 0,50      | 710,00                           | 1,00                          | 1,00                      | 0,80                              | 568,00                       |

| Section name | From<br>[m] | To<br>[m] | Red. factor<br>EI<br>[-] | Note to<br>reduction factor | Corrected<br>stiffness EI<br>[kNm <sup>2</sup> ] |
|--------------|-------------|-----------|--------------------------|-----------------------------|--------------------------------------------------|
| BZ 26        | -15,25      | 0,50      | 0,80                     |                             | 76140,00                                         |

#### 3.3 Calculation Options

|                                          |                                                                                                                                                                                                        |
|------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| First stage represents initial situation | No                                                                                                                                                                                                     |
| Calculation refinement                   | Coarse                                                                                                                                                                                                 |
| Reduce delta(s) according to CUR         | Yes                                                                                                                                                                                                    |
| Verification                             | EC7 NA NL method B: Partial factors (design values) in verified stage only<br>Eurocode 7 using the factors as described in the National Annex of the Netherlands. It is basically design approach III. |

Verification of stage 1: bouwphase

Used partial factor set RC 2

|                                |      |
|--------------------------------|------|
| Factors on loads               |      |
| - Permanent load, unfavourable | 1,00 |
| - Permanent load, favourable   | 1,00 |
| - Variable load, unfavourable  | 1,10 |
| - Variable load, favourable    | 0,00 |

|                                 |      |
|---------------------------------|------|
| Material factors                |      |
| - Cohesion                      | 1,25 |
| - Tangent phi                   | 1,18 |
| - Delta (wall friction angle)   | 1,18 |
| - Modulus of subgrade reactions | 1,30 |

|                                              |         |
|----------------------------------------------|---------|
| Geometry modification                        |         |
| - Increase retaining height                  | 10,00 % |
| - Maximum increase retaining height          | 0,50 m  |
| - Reduction in phreatic line on passive side | 0,25 m  |

|                                              |                           |
|----------------------------------------------|---------------------------|
| - Raise in phreatic line on passive side     | 0,25 m                    |
| - Raise in phreatic line on active side      | 0,05 m                    |
| Verification of stage                        | 2: gebruik                |
| Used partial factor set                      | RC 2                      |
| Factors on loads                             |                           |
| - Permanent load, unfavourable               | 1,00                      |
| - Permanent load, favourable                 | 1,00                      |
| - Variable load, unfavourable                | 1,10                      |
| - Variable load, favourable                  | 0,00                      |
| Material factors                             |                           |
| - Cohesion                                   | 1,25                      |
| - Tangent phi                                | 1,18                      |
| - Delta (wall friction angle)                | 1,18                      |
| - Modulus of subgrade reactions              | 1,30                      |
| Geometry modification                        |                           |
| - Increase retaining height                  | 10,00 %                   |
| - Maximum increase retaining height          | 0,50 m                    |
| - Reduction in phreatic line on passive side | 0,25 m                    |
| - Raise in phreatic line on passive side     | 0,25 m                    |
| - Raise in phreatic line on active side      | 0,05 m                    |
| Verification of stage                        | 3: verlagen maaiveld      |
| Used partial factor set                      | RC 2                      |
| Factors on loads                             |                           |
| - Permanent load, unfavourable               | 1,00                      |
| - Permanent load, favourable                 | 1,00                      |
| - Variable load, unfavourable                | 1,10                      |
| - Variable load, favourable                  | 0,00                      |
| Material factors                             |                           |
| - Cohesion                                   | 1,25                      |
| - Tangent phi                                | 1,18                      |
| - Delta (wall friction angle)                | 1,18                      |
| - Modulus of subgrade reactions              | 1,30                      |
| Geometry modification                        |                           |
| - Increase retaining height                  | 10,00 %                   |
| - Maximum increase retaining height          | 0,50 m                    |
| - Reduction in phreatic line on passive side | 0,25 m                    |
| - Raise in phreatic line on passive side     | 0,25 m                    |
| - Raise in phreatic line on active side      | 0,05 m                    |
| Verification of stage                        | 4: verlagen maaiveld (ws) |
| Used partial factor set                      | RC 2                      |
| Factors on loads                             |                           |
| - Permanent load, unfavourable               | 1,00                      |
| - Permanent load, favourable                 | 1,00                      |
| - Variable load, unfavourable                | 1,10                      |
| - Variable load, favourable                  | 0,00                      |
| Material factors                             |                           |
| - Cohesion                                   | 1,25                      |
| - Tangent phi                                | 1,18                      |
| - Delta (wall friction angle)                | 1,18                      |
| - Modulus of subgrade reactions              | 1,30                      |
| Geometry modification                        |                           |

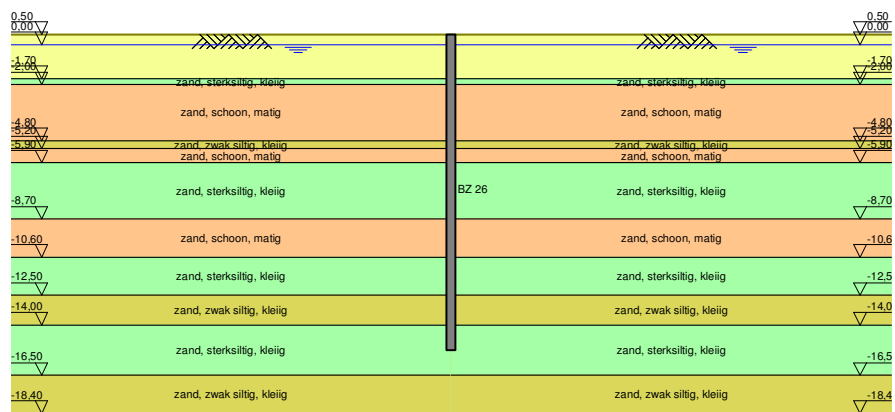


|                                              |                                        |
|----------------------------------------------|----------------------------------------|
| - Increase retaining height                  | 10,00 %                                |
| - Maximum increase retaining height          | 0,50 m                                 |
| - Reduction in phreatic line on passive side | 0,25 m                                 |
| - Raise in phreatic line on passive side     | 0,25 m                                 |
| - Raise in phreatic line on active side      | 0,05 m                                 |
| Verification of stage                        | 5: verlagen maaiveld (hoog water)      |
| Used partial factor set                      | RC 2                                   |
| Factors on loads                             |                                        |
| - Permanent load, unfavourable               | 1,00                                   |
| - Permanent load, favourable                 | 1,00                                   |
| - Variable load, unfavourable                | 1,10                                   |
| - Variable load, favourable                  | 0,00                                   |
| Material factors                             |                                        |
| - Cohesion                                   | 1,25                                   |
| - Tangent phi                                | 1,18                                   |
| - Delta (wall friction angle)                | 1,18                                   |
| - Modulus of subgrade reactions              | 1,30                                   |
| Geometry modification                        |                                        |
| - Increase retaining height                  | 10,00 %                                |
| - Maximum increase retaining height          | 0,50 m                                 |
| - Reduction in phreatic line on passive side | 0,25 m                                 |
| - Raise in phreatic line on passive side     | 0,25 m                                 |
| - Raise in phreatic line on active side      | 0,05 m                                 |
| Verification of stage                        | 6: verlagen maaiveld (toekomstig) (1)  |
| Used partial factor set                      | RC 2                                   |
| Factors on loads                             |                                        |
| - Permanent load, unfavourable               | 1,00                                   |
| - Permanent load, favourable                 | 1,00                                   |
| - Variable load, unfavourable                | 1,10                                   |
| - Variable load, favourable                  | 0,00                                   |
| Material factors                             |                                        |
| - Cohesion                                   | 1,25                                   |
| - Tangent phi                                | 1,18                                   |
| - Delta (wall friction angle)                | 1,18                                   |
| - Modulus of subgrade reactions              | 1,30                                   |
| Geometry modification                        |                                        |
| - Increase retaining height                  | 10,00 %                                |
| - Maximum increase retaining height          | 0,50 m                                 |
| - Reduction in phreatic line on passive side | 0,25 m                                 |
| - Raise in phreatic line on passive side     | 0,25 m                                 |
| - Raise in phreatic line on active side      | 0,05 m                                 |
| Verification of stage                        | 7: verlagen maaiveld (toekomstig) (ws) |
| Used partial factor set                      | RC 2                                   |
| Factors on loads                             |                                        |
| - Permanent load, unfavourable               | 1,00                                   |
| - Permanent load, favourable                 | 1,00                                   |
| - Variable load, unfavourable                | 1,10                                   |
| - Variable load, favourable                  | 0,00                                   |
| Material factors                             |                                        |
| - Cohesion                                   | 1,25                                   |
| - Tangent phi                                | 1,18                                   |
| - Delta (wall friction angle)                | 1,18                                   |

|                                              |                                      |
|----------------------------------------------|--------------------------------------|
| - Modulus of subgrade reactions              | 1,30                                 |
| Geometry modification                        |                                      |
| - Increase retaining height                  | 10,00 %                              |
| - Maximum increase retaining height          | 0,50 m                               |
| - Reduction in phreatic line on passive side | 0,25 m                               |
| - Raise in phreatic line on passive side     | 0,25 m                               |
| - Raise in phreatic line on active side      | 0,05 m                               |
| Verification of stage                        | 8: verlagen maaiveld (bouwfase)      |
| Used partial factor set                      | RC 2                                 |
| Factors on loads                             |                                      |
| - Permanent load, unfavourable               | 1,00                                 |
| - Permanent load, favourable                 | 1,00                                 |
| - Variable load, unfavourable                | 1,10                                 |
| - Variable load, favourable                  | 0,00                                 |
| Material factors                             |                                      |
| - Cohesion                                   | 1,25                                 |
| - Tangent phi                                | 1,18                                 |
| - Delta (wall friction angle)                | 1,18                                 |
| - Modulus of subgrade reactions              | 1,30                                 |
| Geometry modification                        |                                      |
| - Increase retaining height                  | 10,00 %                              |
| - Maximum increase retaining height          | 0,50 m                               |
| - Reduction in phreatic line on passive side | 0,25 m                               |
| - Raise in phreatic line on passive side     | 0,25 m                               |
| - Raise in phreatic line on active side      | 0,05 m                               |
| Verification of stage                        | 9: verlagen maaiveld (bouwfase) (ws) |
| Used partial factor set                      | RC 2                                 |
| Factors on loads                             |                                      |
| - Permanent load, unfavourable               | 1,00                                 |
| - Permanent load, favourable                 | 1,00                                 |
| - Variable load, unfavourable                | 1,10                                 |
| - Variable load, favourable                  | 0,00                                 |
| Material factors                             |                                      |
| - Cohesion                                   | 1,25                                 |
| - Tangent phi                                | 1,18                                 |
| - Delta (wall friction angle)                | 1,18                                 |
| - Modulus of subgrade reactions              | 1,30                                 |
| Geometry modification                        |                                      |
| - Increase retaining height                  | 10,00 %                              |
| - Maximum increase retaining height          | 0,50 m                               |
| - Reduction in phreatic line on passive side | 0,25 m                               |
| - Raise in phreatic line on passive side     | 0,25 m                               |
| - Raise in phreatic line on active side      | 0,05 m                               |

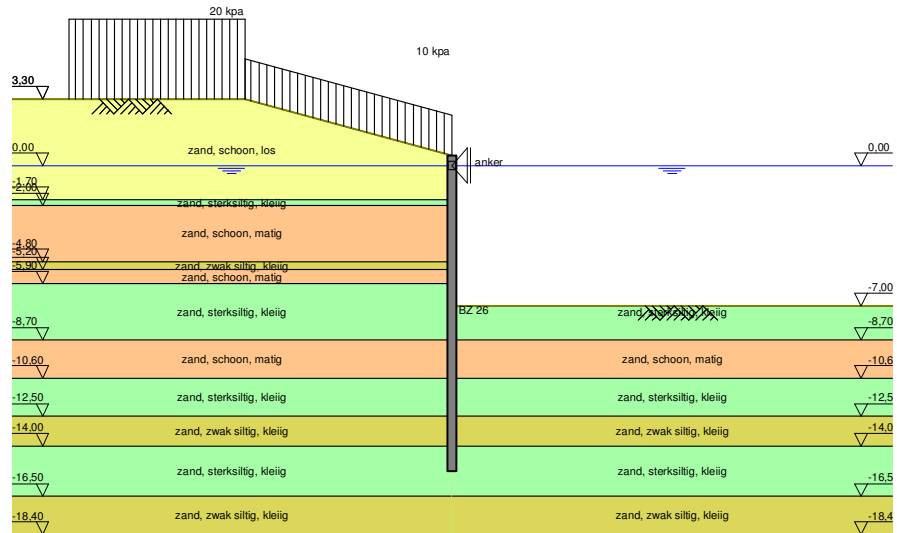
## 4 Outline Stage 1: bouwfase

Outline - Stage 1: bouwfase



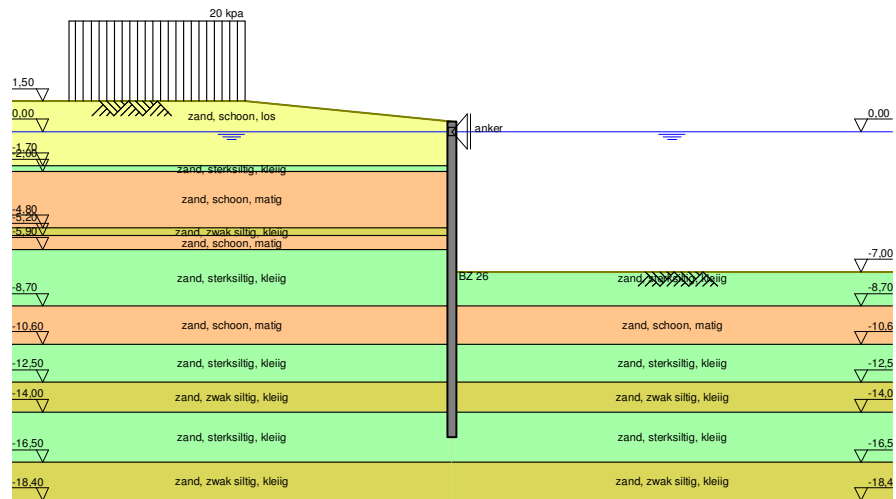
## 5 Outline Stage 2: gebruik

Outline - Stage 2: gebruik



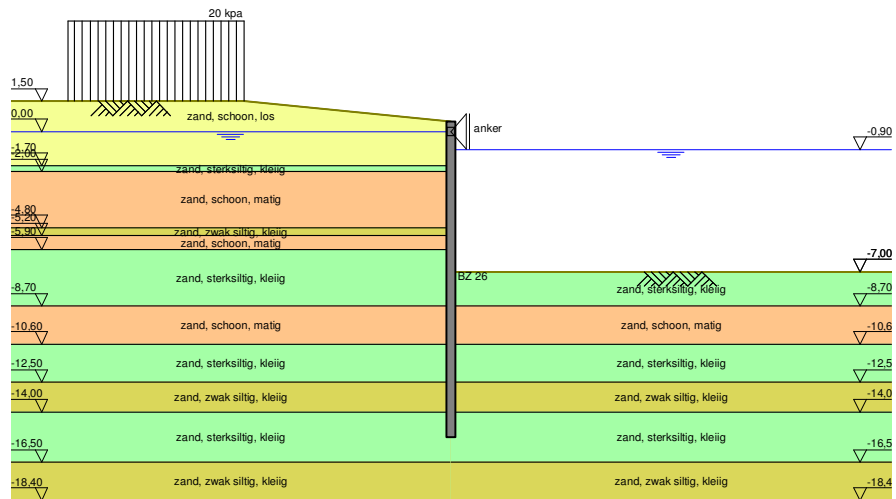
## 6 Outline Stage 3: verlagen maaiveld

Outline - Stage 3: verlagen maaiveld



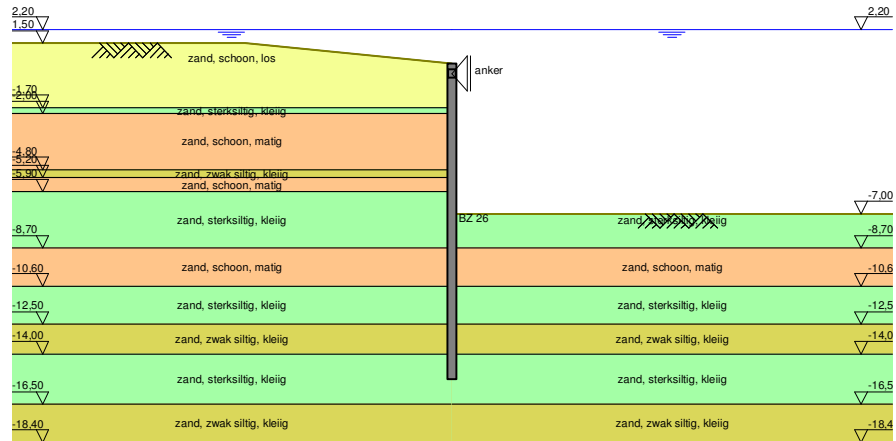
## 7 Outline Stage 4: verlagen maaiveld (ws)

Outline - Stage 4: verlagen maaiveld (ws)



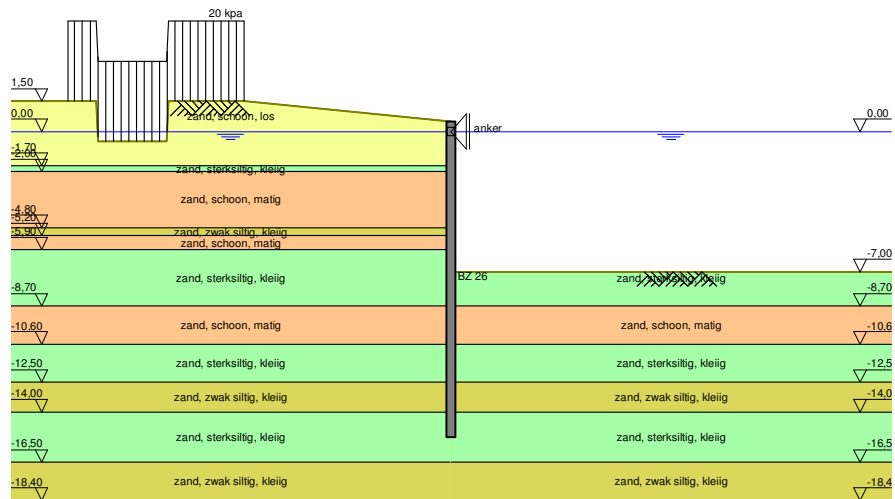
## 8 Outline Stage 5: verlagen maaiveld (hoog water)

Outline - Stage 5: verlagen maaiveld (hoog water)



## 9 Outline Stage 6: verlagen maaiveld (toekomstig) (1)

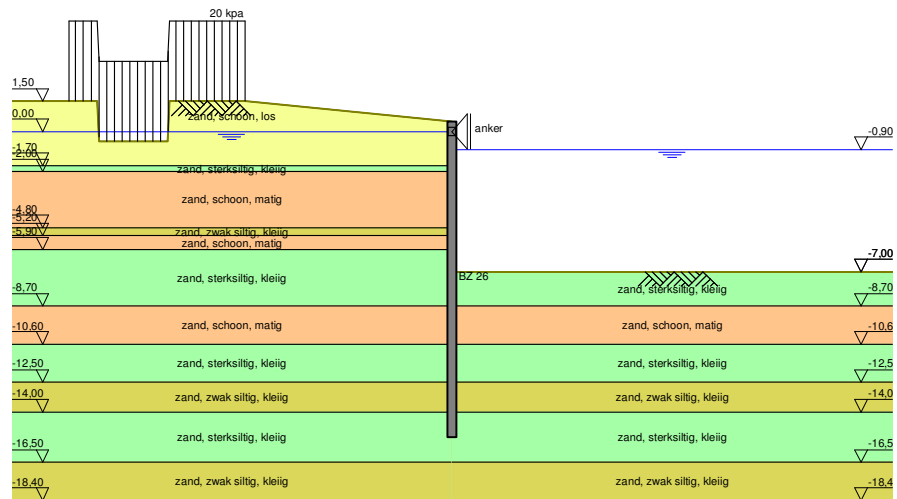
Outline - Stage 6: verlagen maaiveld (toekomstig) (1)





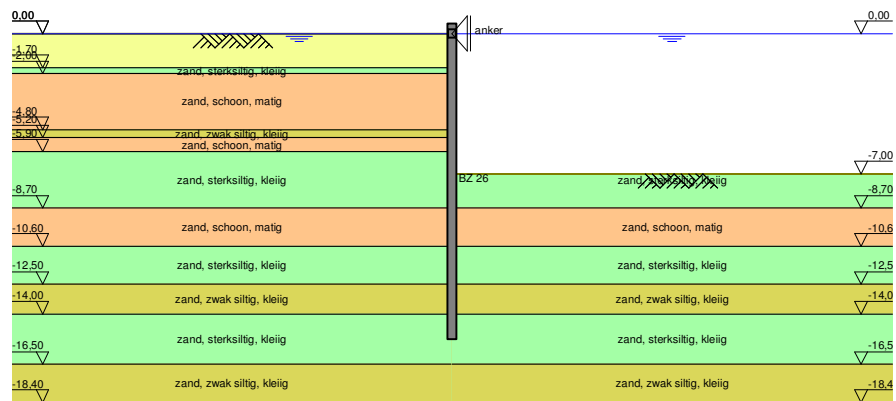
## 10 Outline Stage 7: verlagen maaiveld (toekomstig) (ws)

Outline - Stage 7: verlagen maaiveld (toekomstig) (ws)



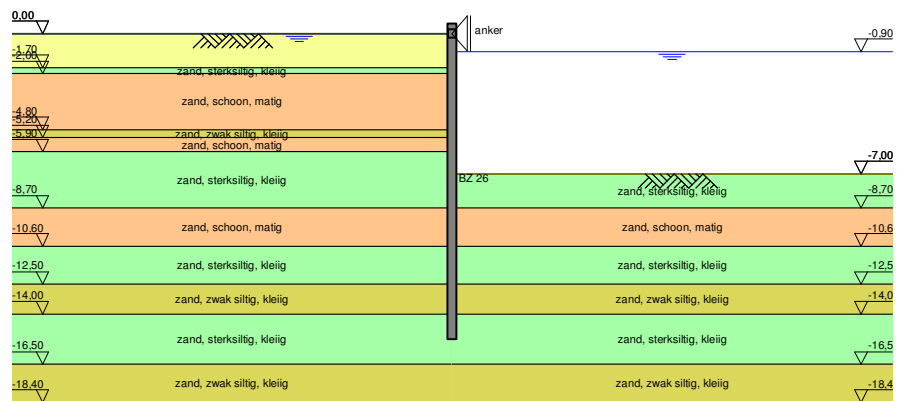
## 11 Outline Stage 8: verlagen maaiveld (bouwfase)

Outline - Stage 8: verlagen maaiveld (bouwfase)



## 12 Outline Stage 9: verlagen maaiveld (bouwfase) (ws)

Outline - Stage 9: verlagen maaiveld (bouwfase) (ws)



End of Report

## **Report for D-Sheet Piling 14.1**

Design of Sheet Piling  
Developed by Deltares

Company: W+B

Date of report: 3/23/2015

Time of report: 2:51:33 PM

Date of calculation: 3/23/2015

Time of calculation: 2:29:15 PM

Filename: D:\Users\brem6\Desktop\Texel\ankerschot- nieuw

Verification according to NEN-EN 9997+C1:2012

## 1 Table of Contents

|                                                           |   |
|-----------------------------------------------------------|---|
| 1 Table of Contents                                       | 2 |
| 2 Summary                                                 | 3 |
| 2.1 Overview per Stage and Test                           | 3 |
| 2.2 Calculation Errors                                    | 3 |
| 2.3 CUR Verification Steps                                | 4 |
| 3 Outline Stage 1: New Stage                              | 5 |
| 4 Outline Stage 2: verlagen maaiveld                      | 6 |
| 5 Outline Stage 3: verlagen maaiveld (1)                  | 7 |
| 6 Outline Stage 4: verlagen maaiveld (voor en achter)     | 8 |
| 7 Outline Stage 5: verlagen maaiveld (voor en achter) (1) | 9 |

## 2 Summary

### 2.1 Overview per Stage and Test

| Stage no. | Verification type       | Displacement [mm] | Moment [kNm] | Shear force [kN] | Mob. perc. moment [%] | Mob. perc. resistance [%] | Vertical balance |
|-----------|-------------------------|-------------------|--------------|------------------|-----------------------|---------------------------|------------------|
| 1         | EC7(NL)-Step 6.1        |                   | 126,5        | -168,8           | <b>0,0</b>            | 83,5                      | ---              |
| 1         | EC7(NL)-Step 6.2        |                   | 126,5        | -168,7           | <b>0,0</b>            | 83,5                      | ---              |
| 1         | EC7(NL)-Step 6.3        |                   | 128,8        | -172,6           | <b>0,0</b>            | 78,4                      | ---              |
| 1         | EC7(NL)-Step 6.4        |                   | 128,3        | -172,5           | <b>0,0</b>            | 78,4                      | ---              |
| 1         | EC7(NL)-Step 6.5        | 17,7              | 125,8        | -169,0           | <b>0,0</b>            | 62,7                      | ---              |
| 1         | EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20 |                   | <b>150,9</b> | <b>-202,8</b>    |                       |                           |                  |
| 2         | EC7(NL)-Step 6.1        |                   | 37,4         | -95,9            | <b>0,0</b>            | 85,6                      | ---              |
| 2         | EC7(NL)-Step 6.2        |                   | 37,4         | -95,9            | <b>0,0</b>            | 85,6                      | ---              |
| 2         | EC7(NL)-Step 6.3        |                   | 37,5         | -95,0            | <b>0,0</b>            | 81,4                      | ---              |
| 2         | EC7(NL)-Step 6.4        |                   | 37,5         | -95,0            | <b>0,0</b>            | 81,4                      | ---              |
| 2         | EC7(NL)-Step 6.5        | 17,6              | 49,5         | 90,4             | <b>0,0</b>            | 68,2                      | ---              |
| 2         | EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20 |                   | 59,5         | 108,5            |                       |                           |                  |
| 3         | EC7(NL)-Step 6.3        |                   | 20,3         | -59,5            | <b>0,0</b>            | <b>89,0</b>               | ---              |
| 3         | EC7(NL)-Step 6.4        |                   | 20,3         | -59,5            | <b>0,0</b>            | <b>89,0</b>               | ---              |
| 3         | EC7(NL)-Step 6.5        | 20,1              | 27,3         | 50,6             | <b>0,0</b>            | 83,9                      | ---              |
| 3         | EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20 |                   | 32,8         | 60,7             |                       |                           |                  |
| 4         | EC7(NL)-Step 6.3        |                   | -4,1         | -10,0            | <b>0,0</b>            | 83,9                      | ---              |
| 4         | EC7(NL)-Step 6.4        |                   | -4,1         | -10,0            | <b>0,0</b>            | 83,9                      | ---              |
| 4         | EC7(NL)-Step 6.5        | <b>140,9</b>      | -4,2         | -10,0            | <b>0,0</b>            | 88,5                      | ---              |
| 4         | EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20 |                   | -5,0         | -12,0            |                       |                           |                  |
| 5         | EC7(NL)-Step 6.3 (A)    |                   | ---          | ---              | ---                   | ---                       | ---              |
| 5         | EC7(NL)-Step 6.4 (A)    |                   | ---          | ---              | ---                   | ---                       | ---              |
| 5         | EC7(NL)-Step 6.5        | <b>140,9</b>      | -4,2         | -10,0            | <b>0,0</b>            | 88,5                      | ---              |
| 5         | EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20 |                   | -5,0         | -12,0            |                       |                           |                  |
| Max       |                         | ---               | ---          | ---              | ---                   | ---                       | ---              |

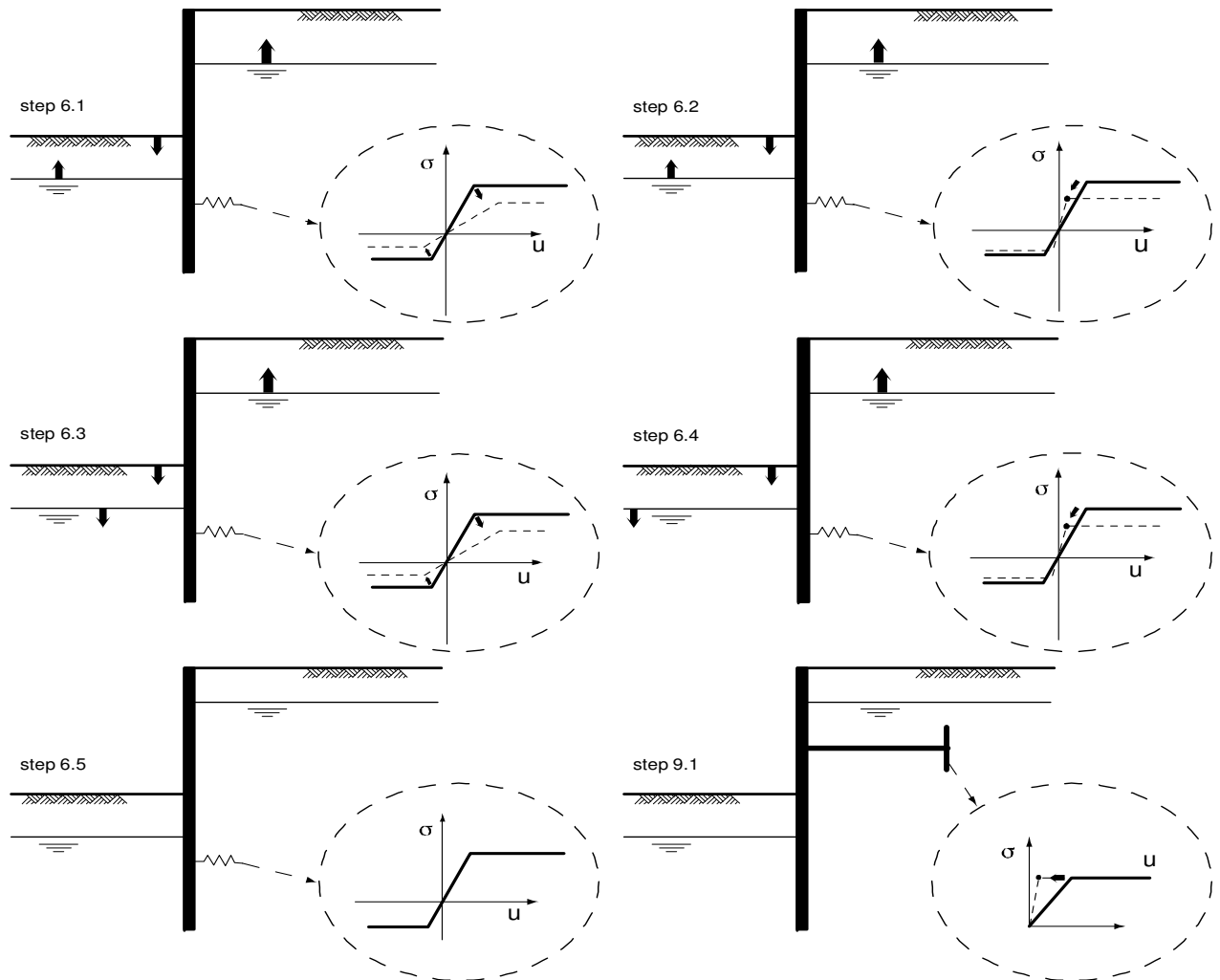
(A) Sheet piling unstable

### 2.2 Calculation Errors

Error

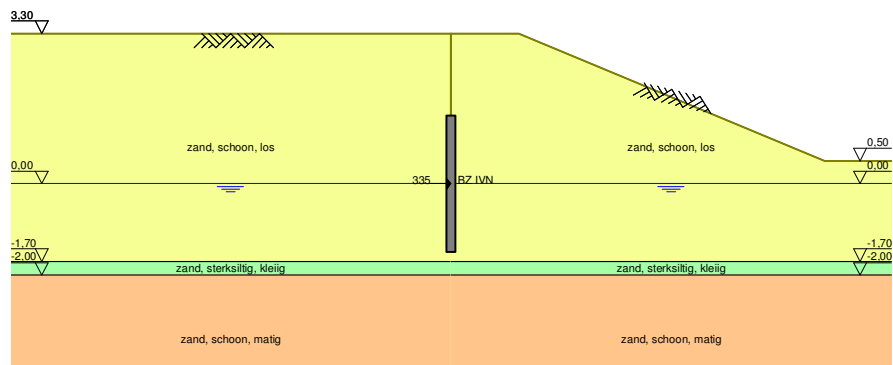
Sheet piling unstable in stage : 5

## 2.3 CUR Verification Steps



### 3 Outline Stage 1: New Stage

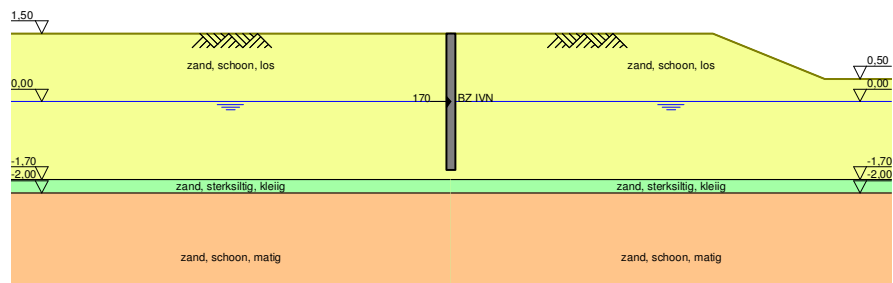
Outline - Stage 1: New Stage





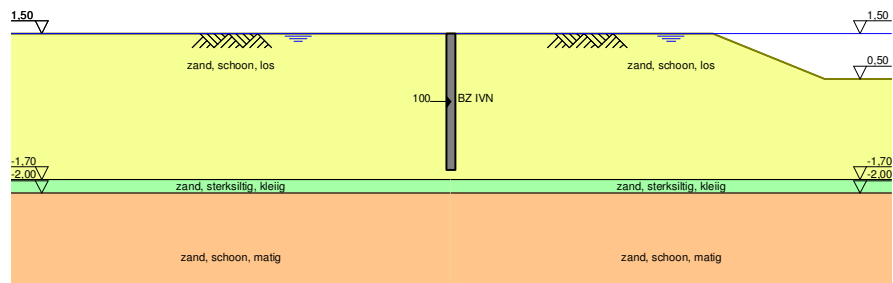
## 4 Outline Stage 2: verlagen maaiveld

Outline - Stage 2: verlagen maaiveld



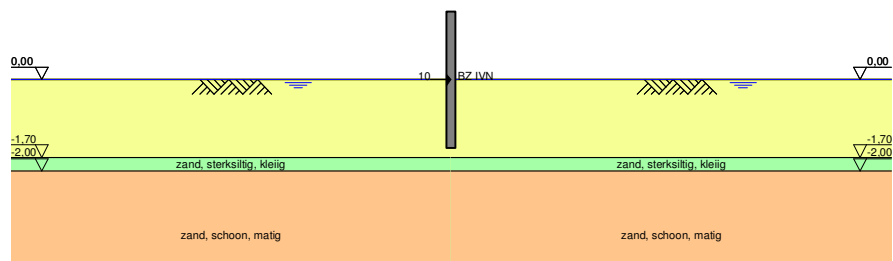
## 5 Outline Stage 3: verlagen maaiveld (1)

Outline - Stage 3: verlagen maaiveld (1)



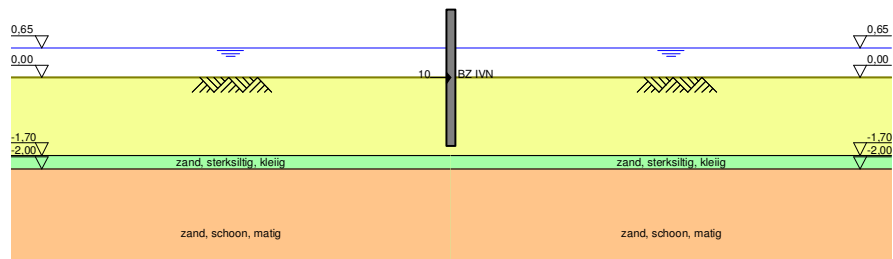
## 6 Outline Stage 4: verlagen maaiveld (voor en achter)

Outline - Stage 4: verlagen maaiveld (voor en achter)



## 7 Outline Stage 5: verlagen maaiveld (voor en achter) (1)

Outline - Stage 5: verlagen maaiveld (voor en achter) (1)



**End of Report**

## **BIJLAGE III    BEREKENINGEN LANDHOOFD (STAAL)**



1. Inhoudsopgave

|                                  |   |
|----------------------------------|---|
| 1. Inhoudsopgave                 | 1 |
| 2. Project                       | 1 |
| 3. Materialen                    | 1 |
| 4. Knopen                        | 1 |
| 5. 2D-elementen                  | 2 |
| 6. Belastingsgevallen            | 3 |
| 7. Rekenmodel en randvoorwaarden | 3 |
| 8. Render                        | 4 |
| 9. Resultante; Rz, Mx            | 4 |

2. Project

|                                           |                                   |
|-------------------------------------------|-----------------------------------|
| Licentiernaam                             | Witteveen+Bos                     |
| Project                                   | TEX13-1 Noodaanlanding Texel      |
| Onderdeel                                 | Landhoofd (1 helft gemodelleerd)  |
| Omschrijving                              | 3D aanzicht en gewichtsberekening |
| Auteur                                    | VERM20                            |
| Datum                                     | 11. 03. 2015                      |
| Constructie                               | Algemeen XYZ                      |
| Aantal knopen :                           | 164                               |
| Aantal staven :                           | 0                                 |
| Aantal platen :                           | 44                                |
| Aantal vaste lichamen :                   | 0                                 |
| Aantal gebruikte doorsneden :             | 0                                 |
| Aantal belastingsgevallen :               | 1                                 |
| Aantal gebruikte materialen :             | 1                                 |
| Gravitatieversnelling [m/s <sup>2</sup> ] | 9,810                             |
| Nationale norm                            | EC - EN                           |

3. Materialen

Staal EC3

| Naam  | Massa eenheid [kg/m <sup>3</sup> ] | E-mod [MPa] | Poisson - nu           | Onderlimiet [mm] | Bovenlimiet [mm] | Fy (bereik) [MPa] | Fu (bereik) [MPa] |
|-------|------------------------------------|-------------|------------------------|------------------|------------------|-------------------|-------------------|
|       |                                    | G-mod [MPa] | Thermisch uitz. [m/mK] |                  |                  |                   |                   |
| S 355 | 7850,0                             | 2,1000e+05  | 0.3                    | 0                | 40               | 355,0             | 490,0             |
|       |                                    | 8,0769e+04  | 0,00                   | 40               | 80               | 335,0             | 470,0             |

4. Knopen

| Naam | Coördinaat X [m] | Coördinaat Y [m] | Coördinaat Z [m] |
|------|------------------|------------------|------------------|
| K31  | 3,420            | -0,625           | 1,250            |
| K32  | 3,420            | 0,700            | 1,250            |
| K33  | 2,880            | 0,700            | 1,250            |
| K34  | 2,880            | -0,625           | 1,250            |
| K36  | 3,420            | 0,615            | 1,000            |
| K37  | 2,880            | 0,615            | 1,000            |
| K39  | 3,530            | -0,625           | 1,000            |
| K42  | 2,770            | -0,625           | 1,000            |
| K48  | 3,100            | -0,625           | 1,250            |
| K50  | 3,100            | 0,625            | 1,000            |
| K51  | 3,420            | 0,615            | 1,250            |
| K52  | 2,880            | 0,615            | 1,250            |
| K53  | 3,420            | 0,295            | 1,250            |
| K54  | 2,880            | 0,295            | 1,250            |
| K55  | 2,880            | 0,295            | 1,000            |
| K56  | 3,420            | 0,295            | 1,000            |
| K57  | 3,420            | 0,025            | 1,250            |
| K58  | 2,880            | 0,025            | 1,250            |
| K59  | 2,880            | 0,025            | 1,000            |
| K60  | 3,420            | 0,025            | 1,000            |
| K61  | 3,420            | -0,335           | 1,250            |
| K62  | 2,880            | -0,335           | 1,250            |
| K63  | 2,880            | -0,335           | 1,000            |
| K64  | 3,420            | -0,335           | 1,000            |
| K67  | 3,530            | -0,875           | 1,000            |
| K68  | 2,770            | -0,875           | 1,000            |
| K69  | 2,770            | -0,625           | 2,100            |
| K73  | 3,530            | -0,875           | 1,250            |
| K75  | 3,100            | -0,875           | 1,250            |
| K76  | 3,100            | -0,875           | 1,000            |
| K80  | 3,100            | -0,875           | 1,980            |

| Naam | Coördinaat X [m] | Coördinaat Y [m] | Coördinaat Z [m] |
|------|------------------|------------------|------------------|
| K81  | 3,100            | -0,625           | 1,980            |
| K91  | 3,530            | -0,625           | 1,250            |
| K92  | 2,770            | -0,625           | 1,535            |
| K93  | 2,770            | -0,875           | 1,535            |
| K94  | 2,770            | -0,625           | 1,250            |
| K95  | 2,770            | -0,875           | 1,250            |
| K96  | 3,530            | -0,875           | 1,535            |
| K97  | 3,530            | -0,625           | 1,535            |
| K98  | 3,530            | -0,875           | 1,755            |
| K99  | 3,530            | -0,625           | 1,755            |
| K100 | 2,770            | -0,625           | 1,755            |
| K101 | 2,770            | -0,875           | 1,755            |
| K102 | 3,530            | -0,875           | 1,980            |
| K103 | 3,530            | -0,625           | 1,980            |
| K104 | 2,770            | -0,625           | 1,980            |
| K105 | 2,770            | -0,875           | 1,980            |
| K107 | 3,530            | -0,625           | 2,100            |
| K135 | 3,100            | 0,378            | 1,000            |
| K142 | 3,100            | -0,335           | 1,250            |
| K143 | 3,100            | 0,025            | 1,250            |
| K144 | 3,100            | 0,295            | 1,250            |
| K145 | 3,100            | 0,615            | 1,250            |
| K146 | 3,100            | -0,625           | 1,000            |
| K147 | 3,100            | -0,377           | 1,000            |
| K151 | 3,100            | -0,625           | 1,535            |
| K152 | 3,100            | -0,875           | 1,535            |
| K153 | 3,100            | -0,625           | 1,755            |
| K154 | 3,100            | -0,875           | 1,755            |
| K163 | 1,000            | 0,000            | 0,710            |
| K164 | 1,000            | -0,625           | 0,710            |
| K172 | 2,000            | 0,000            | 0,710            |

| Naam | Coördinaat X<br>[m] | Coördinaat Y<br>[m] | Coördinaat Z<br>[m] |
|------|---------------------|---------------------|---------------------|
| K173 | 2,000               | -0,625              | 0,710               |
| K538 | 3,530               | 0,000               | 0,710               |
| K539 | 0,000               | 0,000               | 0,710               |
| K541 | 3,530               | 0,000               | 1,000               |
| K544 | 2,770               | 0,000               | 1,000               |
| K546 | 2,770               | 0,000               | 0,710               |
| K551 | 3,100               | -0,335              | 1,000               |
| K552 | 3,100               | 0,025               | 1,000               |
| K553 | 3,100               | 0,295               | 1,000               |
| K554 | 3,100               | 0,615               | 1,000               |
| K563 | 3,530               | 0,700               | 1,000               |
| K567 | 3,100               | 0,700               | 1,250               |
| K568 | 3,100               | 0,700               | 1,000               |
| K623 | 0,000               | -0,875              | 1,000               |
| K624 | 0,000               | -0,875              | 2,100               |
| K625 | 3,530               | -0,875              | 2,100               |
| K626 | 1,000               | -0,875              | 2,100               |
| K627 | 1,000               | -0,875              | 1,000               |
| K628 | 2,000               | -0,875              | 2,100               |
| K629 | 2,000               | -0,875              | 1,000               |
| K631 | 4,000               | -0,875              | 2,100               |
| K633 | 3,530               | -0,875              | 0,710               |
| K634 | 0,000               | -0,875              | 0,710               |
| K635 | 2,770               | -0,875              | 0,710               |
| K647 | 0,000               | -0,625              | 0,710               |
| K657 | 1,000               | -0,875              | 0,710               |
| K666 | 2,000               | -0,875              | 0,710               |
| K706 | 4,250               | -0,875              | 2,100               |
| K707 | 4,250               | -0,875              | 0,710               |
| K708 | 2,770               | -0,875              | 2,100               |
| K709 | 4,250               | -0,625              | 2,100               |
| K710 | 4,250               | 0,000               | 0,710               |
| K728 | 3,676               | 0,000               | 0,207               |
| K733 | 0,000               | 0,000               | 0,207               |
| K735 | 4,250               | 0,000               | 0,207               |
| K736 | 3,150               | 0,000               | 0,207               |
| K737 | 3,302               | -0,503              | 0,207               |
| K738 | 3,676               | 0,000               | -0,296              |
| K741 | 2,998               | 0,503               | 0,207               |
| K743 | 4,250               | -0,501              | 0,254               |
| K744 | 0,000               | -0,501              | 0,254               |
| K1   | 3,302               | 0,503               | 0,207               |
| K753 | 1,000               | -0,501              | 0,254               |
| K754 | 1,000               | 0,000               | 0,207               |
| K757 | 2,000               | -0,501              | 0,255               |
| K758 | 2,000               | 0,000               | 0,207               |
| K763 | 3,100               | -0,875              | 2,100               |
| K765 | 3,100               | -0,875              | 0,710               |
| K768 | 3,100               | 0,000               | 0,710               |
| K772 | 3,100               | -0,501              | 0,255               |
| K774 | 3,100               | -0,377              | 0,710               |

| Naam | Coördinaat X<br>[m] | Coördinaat Y<br>[m] | Coördinaat Z<br>[m] |
|------|---------------------|---------------------|---------------------|
| K775 | 2,998               | -0,503              | 0,207               |
| K777 | 1,000               | -0,005              | 0,710               |
| K778 | 2,000               | -0,004              | 0,710               |
| K783 | 3,105               | 0,378               | 1,000               |
| K790 | 2,770               | 0,700               | 1,000               |
| K796 | 3,100               | -0,377              | 1,210               |
| K797 | 3,100               | 0,377               | 1,210               |
| K798 | 3,390               | 0,295               | 1,210               |
| K799 | 3,390               | 0,295               | 1,000               |
| K800 | 2,910               | 0,295               | 1,210               |
| K801 | 2,910               | 0,295               | 1,000               |
| K802 | 3,329               | -0,335              | 1,210               |
| K803 | 3,329               | -0,335              | 1,000               |
| K804 | 2,971               | -0,335              | 1,210               |
| K805 | 2,971               | -0,335              | 1,000               |
| K809 | 3,150               | 0,000               | 1,000               |
| K810 | 3,530               | 0,000               | 0,000               |
| K811 | 3,150               | 0,000               | 0,000               |
| K824 | 3,100               | 0,510               | 0,310               |
| K826 | 3,100               | 0,377               | 0,540               |
| K827 | 3,100               | 0,492               | 0,310               |
| K829 | 3,100               | 0,377               | 0,310               |
| K832 | 3,100               | 0,000               | 1,000               |
| K833 | 3,100               | 0,000               | 0,310               |
| K839 | 3,100               | 0,000               | 0,207               |
| K840 | 3,100               | -0,377              | 0,540               |
| K842 | 3,100               | -0,377              | 0,243               |
| K843 | 2,770               | -0,625              | 2,435               |
| K844 | 0,000               | -0,625              | 2,435               |
| K845 | 0,000               | -0,875              | 2,435               |
| K846 | 4,250               | -0,875              | 2,435               |
| K847 | 4,250               | -0,625              | 2,435               |
| K848 | 1,000               | -0,875              | 2,435               |
| K849 | 1,000               | -0,625              | 2,435               |
| K850 | 2,000               | -0,875              | 2,435               |
| K851 | 2,000               | -0,625              | 2,435               |
| K852 | 3,100               | -0,875              | 2,435               |
| K853 | 3,100               | -0,625              | 2,435               |
| K858 | 3,530               | -0,625              | 2,435               |
| K859 | 3,676               | 0,000               | -0,535              |
| K860 | 3,150               | 0,000               | -0,535              |
| K861 | 4,250               | 0,000               | 2,435               |
| K862 | 4,000               | 0,000               | 0,710               |
| K863 | 4,250               | 0,000               | 0,710               |
| K864 | 4,250               | 0,000               | 2,435               |
| K865 | 4,000               | 0,000               | 2,435               |
| K866 | 4,125               | 0,000               | 0,710               |
| K867 | 4,125               | 0,000               | 2,435               |
| K868 | 4,250               | 0,000               | 2,435               |
| K869 | 4,125               | 0,000               | 2,435               |
| K870 | 4,125               | -0,625              | 2,435               |

## 5. 2D-elementen

| Naam | Laag  | Type       | Rekenmodel | Materiaal | Dikte type | D.<br>[mm] |
|------|-------|------------|------------|-----------|------------|------------|
| E8   | Laag1 | vloer (90) | Standaard  | S 355     | konstant   | 40         |
| E10  | Laag1 | wand (80)  | Standaard  | S 355     | konstant   | 40         |
| E11  | Laag1 | wand (80)  | Standaard  | S 355     | konstant   | 20         |
| E12  | Laag1 | wand (80)  | Standaard  | S 355     | konstant   | 20         |
| E13  | Laag1 | wand (80)  | Standaard  | S 355     | konstant   | 20         |
| E14  | Laag1 | wand (80)  | Standaard  | S 355     | konstant   | 40         |
| E15  | Laag1 | wand (80)  | Standaard  | S 355     | konstant   | 20         |
| E16  | Laag1 | wand (80)  | Standaard  | S 355     | konstant   | 50         |
| E17  | Laag1 | vloer (90) | Standaard  | S 355     | konstant   | 40         |
| E18  | Laag1 | vloer (90) | Standaard  | S 355     | konstant   | 40         |
| E19  | Laag1 | wand (80)  | Standaard  | S 355     | konstant   | 40         |
| E20  | Laag1 | wand (80)  | Standaard  | S 355     | konstant   | 20         |
| E21  | Laag1 | vloer (90) | Standaard  | S 355     | konstant   | 20         |
| E22  | Laag1 | vloer (90) | Standaard  | S 355     | konstant   | 20         |
| E23  | Laag1 | vloer (90) | Standaard  | S 355     | konstant   | 20         |
| E105 | Laag1 | vloer (90) | Standaard  | S 355     | konstant   | 20         |
| E106 | Laag1 | vloer (90) | Standaard  | S 355     | konstant   | 20         |
| E107 | Laag1 | vloer (90) | Standaard  | S 355     | konstant   | 20         |
| E109 | Laag1 | vloer (90) | Standaard  | S 355     | konstant   | 40         |
| E110 | Laag1 | vloer (90) | Standaard  | S 355     | konstant   | 40         |

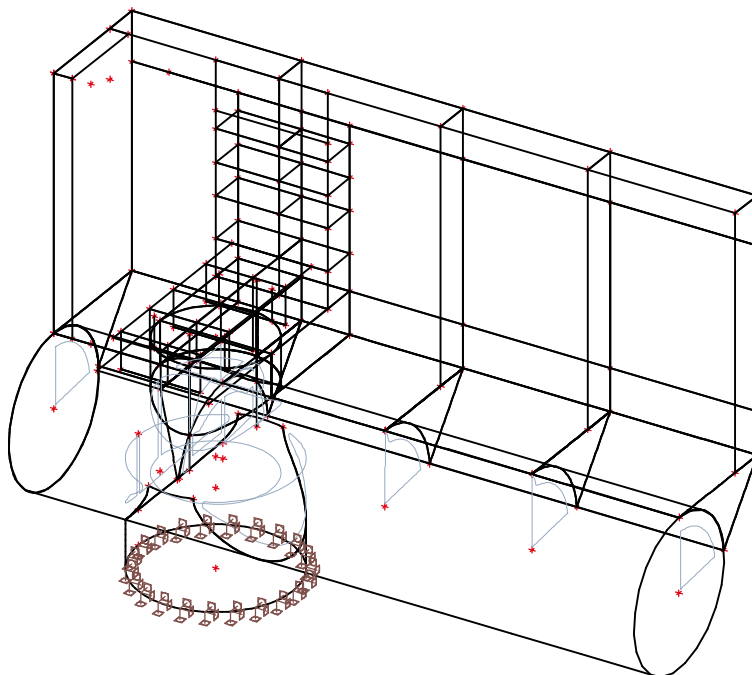


| Naam | Laag  | Type       | Rekenmodel | Materiaal | Dikte type | D. [mm] |
|------|-------|------------|------------|-----------|------------|---------|
| E113 | Laag1 | vloer (90) | Standaard  | S 355     | konstant   | 20      |
| E118 | Laag1 | vloer (90) | Standaard  | S 355     | konstant   | 20      |
| E122 | Laag1 | vloer (90) | Standaard  | S 355     | konstant   | 20      |
| E124 | Laag1 | vloer (90) | Standaard  | S 355     | konstant   | 20      |
| E127 | Laag1 | vloer (90) | Standaard  | S 355     | konstant   | 20      |
| E132 | Laag1 | vloer (90) | Standaard  | S 355     | konstant   | 20      |
| E134 | Laag1 | vloer (90) | Standaard  | S 355     | konstant   | 50      |
| E138 | Laag1 | wand (80)  | Standaard  | S 355     | konstant   | 16      |
| E139 | Laag1 | wand (80)  | Standaard  | S 355     | konstant   | 10      |
| E140 | Laag1 | vloer (90) | Standaard  | S 355     | konstant   | 20      |
| E141 | Laag1 | vloer (90) | Standaard  | S 355     | konstant   | 20      |
| E142 | Laag1 | vloer (90) | Standaard  | S 355     | konstant   | 20      |
| E143 | Laag1 | vloer (90) | Standaard  | S 355     | konstant   | 20      |
| E144 | Laag1 | vloer (90) | Standaard  | S 355     | konstant   | 20      |
| E145 | Laag1 | vloer (90) | Standaard  | S 355     | konstant   | 20      |
| E146 | Laag1 | vloer (90) | Standaard  | S 355     | konstant   | 20      |
| E147 | Laag1 | wand (80)  | Standaard  | S 355     | konstant   | 20      |
| E149 | Laag1 | vloer (90) | Standaard  | S 355     | konstant   | 20      |
| E151 | Laag1 | wand (80)  | Standaard  | S 355     | konstant   | 10      |
| E152 | Laag1 | wand (80)  | Standaard  | S 355     | konstant   | 10      |
| E153 | Laag1 | vloer (90) | Standaard  | S 355     | konstant   | 20      |
| E154 | Laag1 | vloer (90) | Standaard  | S 355     | konstant   | 20      |
| E155 | Laag1 | vloer (90) | Standaard  | S 355     | konstant   | 20      |
| E156 | Laag1 | vloer (90) | Standaard  | S 355     | konstant   | 20      |

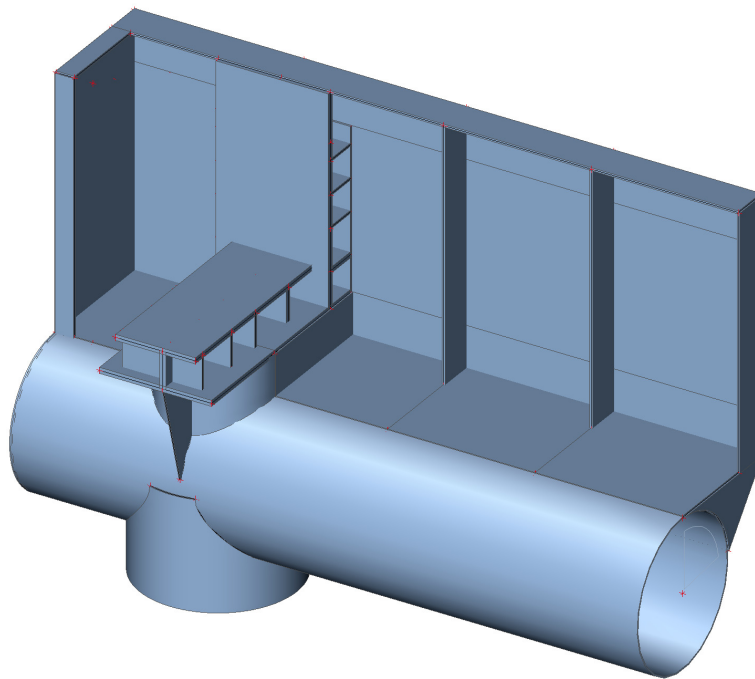
## 6. Belastingsgevallen

| Naam | Omschrijving Spec | Actie type Belastingtype   | Lastgroep | Richting |
|------|-------------------|----------------------------|-----------|----------|
| BG1  |                   | Permanent<br>Eigen gewicht | LG1       | -Z       |

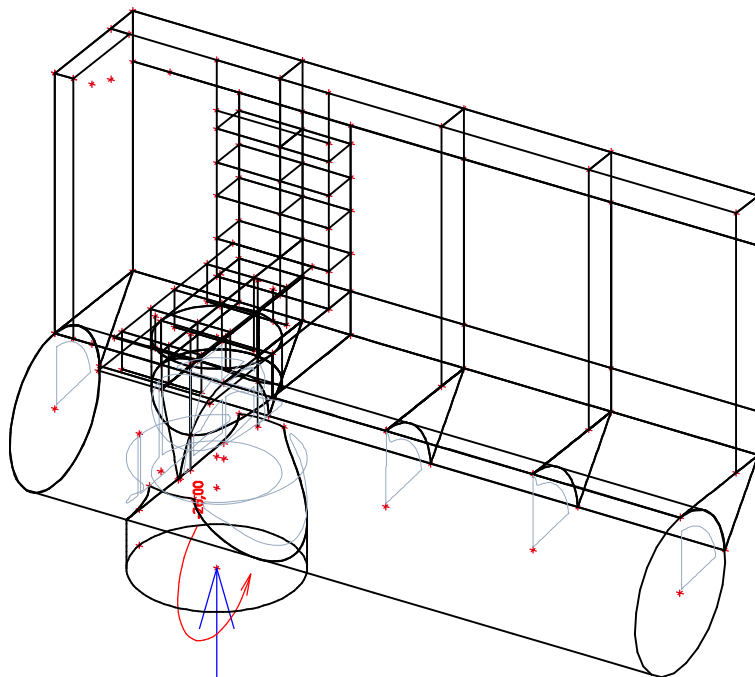
## 7. Rekenmodel en randvoorwaarden



## 8. Render



## 9. Resultante; $R_z$ , $M_x$



60 kN voor 1 helft (inclusief gedeelte van paal):  
voor VO wordt van 12,5 ton (125 kN) als hijsgewicht uitgegaan

## Belastingen op landbouw

- 261 Eigen gewicht landhuofd

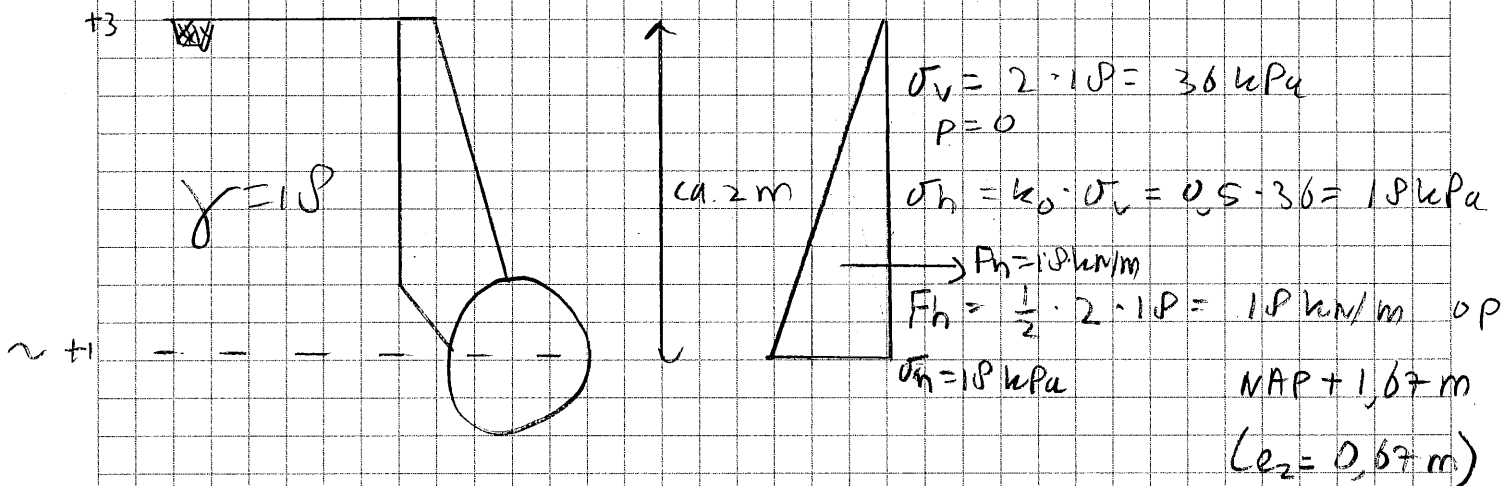
- Hijsgewicht is 12,5 t
  - draaipuntschovenen 2,5 t (aanname)
- 15,0 t

$$L_{\text{Landwehrd}} = 1,5 \text{ m} \Rightarrow q_{\text{rep}} = \frac{150 \text{ kN}}{1,5 \text{ m}} \approx 17,5 \text{ kN/m}$$

- B62 Eigen gewicht val

$G_{\text{tot}} = 117 \text{ kN/draapunt}$  (Do Den Helder)

- Bb3 Permanente Grunddruck



projectnummer

door

datum

nummer

2/2

- B64 Borenbelasting 20 kPa

$$\sigma_v = \sigma = 20 \text{ kPa}$$

$$\sigma_h = 0.5 \cdot 20 = 10 \text{ kPa}$$

$$F_h = 2 \cdot 10 = 20 \text{ kN/m} \quad \text{op NAP + 2 m (e}_2 = 1,0 \text{ m)}$$

- B65 mobiele kraan

Verwaarsloosd voor VO

- B66 Verkeersbelasting val 1 (centrisch)

476 kN

476 kN

$$F_1 = F_2 = 476 \text{ kN} \quad (\text{zie hoofdrapportage})$$

- B67 Verkeersbelasting val 2 (excentrisch)

410 kN

542 kN

$$F_1 = 410 \text{ kN}$$

$$F_2 = 542 \text{ kN}$$

} (zie hoofdrapportage)

- B68 Rembelasting val  $F = 220 \text{ kN/draaipunt}$  (zie hoofdrapportage)

## In SCIA Engineer ingevoerde UGT- en BGT-belastingscombinaties

|                 |                                |           |           | Belastingscombinaties UGT 6.10b |      |      |      |      |      |      |      |
|-----------------|--------------------------------|-----------|-----------|---------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| Belastingsgeval | Naam                           | Lastgroep | Soort     | 1                               | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    |
| BG1             | Eigen gewicht landhoofd        | LG1       | Permanent | 1,2                             | 1,2  | 1,2  | 1,2  | 1,2  | 1,2  | 1,2  | 1,2  |
| BG2             | Rustende belastingen incl. val | LG1       | Permanent | 1,2                             | 1,2  | 1,2  | 1,2  | 1,2  | 1,2  | 1,2  | 1,2  |
| BG3             | Permanente gronddruk           | LG1       | Permanent | 1,2                             | 1,2  | 1,2  | 1,2  | 1,2  | 1,2  | 1,2  | 1,2  |
| BG4             | Bovenbelasting 20 kPa          | LG2       | Standaard | 0                               | 1,35 | 1,35 | 0    | 0,54 | 0,54 | 0,54 | 0,54 |
| BG5             | Bovenbelasting kraan           | LG2       | Standaard | 0                               | 0    | 0    | 1,35 | 0    | 0    | 0    | 0    |
| BG6             | Verkeersbelasting val 1        | LG3       | Samen     | 0                               | 0,54 | 0    | 0    | 1,35 | 0    | 1,08 | 0    |
| BG7             | Verkeersbelasting val 2        | LG3       | Samen     | 0                               | 0    | 0,54 | 0    | 0    | 1,35 | 0    | 1,08 |
| BG8             | Rembelasting val               | LG3       | Samen     | 0                               | 0,54 | 0,54 | 0    | 1,08 | 1,08 | 1,35 | 1,35 |

|                 |                                |           |           | Belastingscombinaties BGT |     |     |   |     |     |     |     |
|-----------------|--------------------------------|-----------|-----------|---------------------------|-----|-----|---|-----|-----|-----|-----|
| Belastingsgeval | Naam                           | Lastgroep | Soort     | 1                         | 2   | 3   | 4 | 5   | 6   | 7   | 8   |
| BG1             | Eigen gewicht landhoofd        | LG1       | Permanent | 1                         | 1   | 1   | 1 | 1   | 1   | 1   | 1   |
| BG2             | Rustende belastingen incl. val | LG1       | Permanent | 1                         | 1   | 1   | 1 | 1   | 1   | 1   | 1   |
| BG3             | Permanente gronddruk           | LG1       | Permanent | 1                         | 1   | 1   | 1 | 1   | 1   | 1   | 1   |
| BG4             | Bovenbelasting 20 kPa          | LG2       | Standaard | 0                         | 1   | 1   | 0 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 |
| BG5             | Bovenbelasting kraan           | LG2       | Standaard | 0                         | 0   | 0   | 1 | 0   | 0   | 0   | 0   |
| BG6             | Verkeersbelasting val 1        | LG3       | Samen     | 0                         | 0,4 | 0   | 0 | 1   | 0   | 0,8 | 0   |
| BG7             | Verkeersbelasting val 2        | LG3       | Samen     | 0                         | 0   | 0,4 | 0 | 0   | 1   | 0   | 0,8 |
| BG8             | Rembelasting val               | LG3       | Samen     | 0                         | 0,4 | 0,4 | 0 | 0,8 | 0,8 | 1   | 1   |



## 1. Inhoudsopgave

|                               |    |
|-------------------------------|----|
| 1. Inhoudsopgave              | 1  |
| 2. Project                    | 1  |
| 3. Knopen                     | 1  |
| 4. Staven                     | 1  |
| 5. Knoopondersteuning         | 2  |
| 6. Belastingsgevallen         | 2  |
| 6.1. Belastingsgevallen - BG1 | 2  |
| 6.1.1. Visuele weergave       | 2  |
| 6.1.2. Lijnlast               | 2  |
| 6.2. Belastingsgevallen - BG2 | 2  |
| 6.2.1. Visuele weergave       | 3  |
| 6.2.2. Puntlast op knoop      | 3  |
| 6.3. Belastingsgevallen - BG3 | 3  |
| 6.3.1. Visuele weergave       | 4  |
| 6.3.2. Lijnlast               | 4  |
| 6.4. Belastingsgevallen - BG4 | 4  |
| 6.4.1. Visuele weergave       | 5  |
| 6.4.2. Lijnlast               | 5  |
| 6.5. Belastingsgevallen - BG5 | 5  |
| 6.5.1. Visuele weergave       | 6  |
| 6.6. Belastingsgevallen - BG6 | 6  |
| 6.6.1. Visuele weergave       | 6  |
| 6.6.2. Puntlast op knoop      | 7  |
| 6.7. Belastingsgevallen - BG7 | 7  |
| 6.7.1. Visuele weergave       | 7  |
| 6.7.2. Puntlast op knoop      | 7  |
| 6.8. Belastingsgevallen - BG8 | 7  |
| 6.8.1. Visuele weergave       | 8  |
| 6.8.2. Puntlast op knoop      | 8  |
| 7. Belastinggroepen           | 8  |
| 8. Combinaties                | 8  |
| 9. Resultaatklassen           | 9  |
| 9.1. Resultaatklassen - RC1   | 9  |
| 9.1.1. Reacties               | 9  |
| 9.1.2. Spanning               | 10 |
| 9.2. Resultaatklassen - RC2   | 10 |
| 9.2.1. Reacties               | 10 |
| 9.2.2. Spanning               | 10 |
| 10. Berekeningsverslag        | 11 |

## 2. Project

|                                           |                          |
|-------------------------------------------|--------------------------|
| Licentienaam                              | Witteveen+Bos            |
| Project                                   | TEX13-1                  |
| Onderdeel                                 | Noodaanlanding Texel     |
| Omschrijving                              | Staafwerkmodel landhoofd |
| Auteur                                    | VERM20                   |
| Datum                                     | 16. 03. 2015             |
| Constructie                               | Raamwerk XYZ             |
| Aantal knopen :                           | 7                        |
| Aantal staven :                           | 3                        |
| Aantal platen :                           | 0                        |
| Aantal vaste lichamen :                   | 0                        |
| Aantal gebruikte doorsneden :             | 2                        |
| Aantal belastingsgevallen :               | 8                        |
| Aantal gebruikte materialen :             | 1                        |
| Gravitatieversnelling [m/s <sup>2</sup> ] | 9,810                    |
| Nationale norm                            | EC - EN                  |

## 3. Knopen

| Naam | Coördinaat X [m] | Coördinaat Y [m] | Coördinaat Z [m] |
|------|------------------|------------------|------------------|
| K1   | 0,000            | 0,000            | 0,000            |
| K2   | 8,500            | 0,000            | 0,000            |
| K3   | 7,400            | 0,000            | -1,000           |
| K4   | 1,100            | 0,000            | -1,000           |

| Naam | Coördinaat X [m] | Coördinaat Y [m] | Coördinaat Z [m] |
|------|------------------|------------------|------------------|
| K5   | 7,400            | 0,000            | 0,000            |
| K6   | 1,100            | 0,000            | -1,000           |
| K7   | 1,100            | 0,000            | 0,000            |

## 4. Staven

| Naam | Doorsnede             | Laag  | Lengte [m] | Vorm | Beginknoop | Type      |
|------|-----------------------|-------|------------|------|------------|-----------|
|      |                       |       |            |      | Eindknoop  | EEM-type  |
| S1   | CS1 - Buis (1016; 10) | Laag1 | 8,500      | Lijn | K1         | Balk (80) |

| Naam | Doorsnede             | Laag  | Lengte [m] | Vorm | Beginknoop | Type                  |
|------|-----------------------|-------|------------|------|------------|-----------------------|
|      |                       |       |            |      | Eindknoop  | EEM-type              |
|      |                       |       |            |      | K2         | standaard             |
| S2   | CS2 - Buis (1067; 16) | Laag1 | 1,000      | Lijn | K3         | Kolom (100) standaard |
| S3   | CS2 - Buis (1067; 16) | Laag1 | 1,000      | Lijn | K6         | Kolom (100) standaard |
|      |                       |       |            |      | K7         | standaard             |

## 5. Knoopondersteuningen

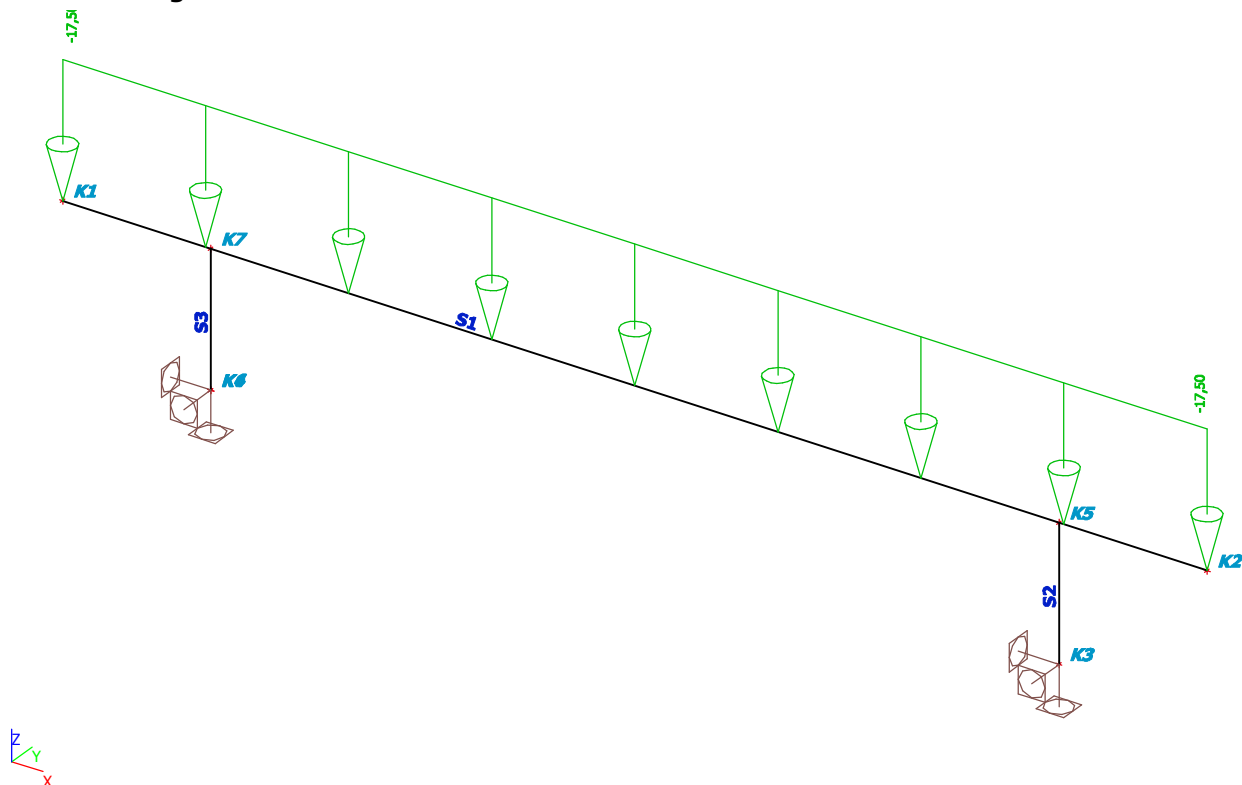
| Naam | Knoop | Systeem | Type      | X    | Y    | Z    | Rx   | Ry   | Rz   |
|------|-------|---------|-----------|------|------|------|------|------|------|
| Sn1  | K4    | GCS     | Standaard | Vast | Vast | Vast | Vast | Vast | Vast |
| Sn2  | K3    | GCS     | Standaard | Vast | Vast | Vast | Vast | Vast | Vast |

## 6. Belastingsgevallen

### 6.1. Belastingsgevallen - BG1

| Naam | Omschrijving Spec       | Actie type Belastingtype | Lastgroep |
|------|-------------------------|--------------------------|-----------|
| BG1  | Eigen gewicht landhoofd | Permanent                | LG1       |
|      |                         | Standaard                |           |

#### 6.1.1. Visuele weergave



#### 6.1.2. Lijnlast

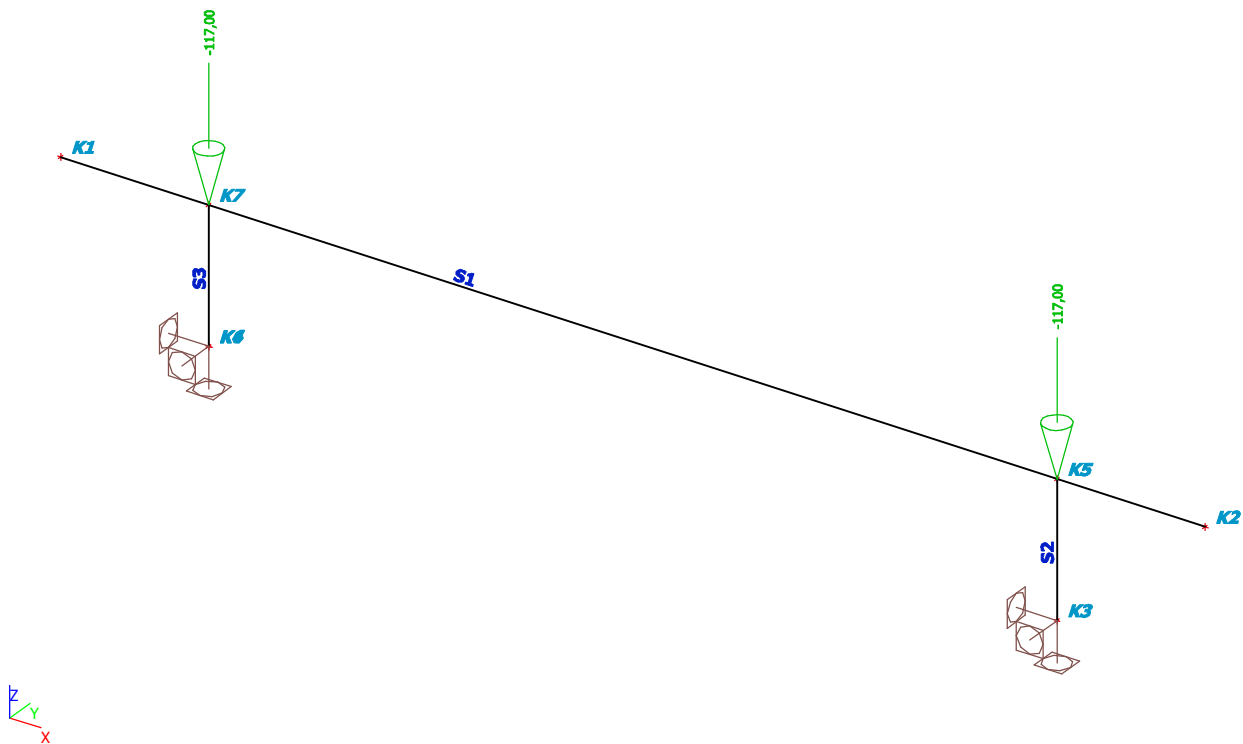
| Naam      | Staaft                        | Type    | Rich        | Waarde - P <sub>1</sub> [kN/m] | Pos x <sub>1</sub> | Coör   | Oors        | Exc ey [m] |
|-----------|-------------------------------|---------|-------------|--------------------------------|--------------------|--------|-------------|------------|
|           | Belastingsgeval               | Systeem | Verdeling   | Waarde - P <sub>2</sub> [kN/m] | Pos x <sub>2</sub> | Loc    |             | Exc ez [m] |
| Lijnlast7 | S1                            | Kracht  | Z           | -17,50                         | 0.000              | Rela   | Vanaf begin | 0,000      |
|           | BG1 - Eigen gewicht landhoofd | LCS     | Gelijkmatig |                                | 1.000              | Lengte |             | 0,000      |

### 6.2. Belastingsgevallen - BG2

| Naam | Omschrijving Spec              | Actie type Belastingtype | Lastgroep |
|------|--------------------------------|--------------------------|-----------|
| BG2  | Rustende belastingen incl. val | Permanent                | LG1       |
|      |                                | Standaard                |           |



### 6.2.1. Visuele weergave



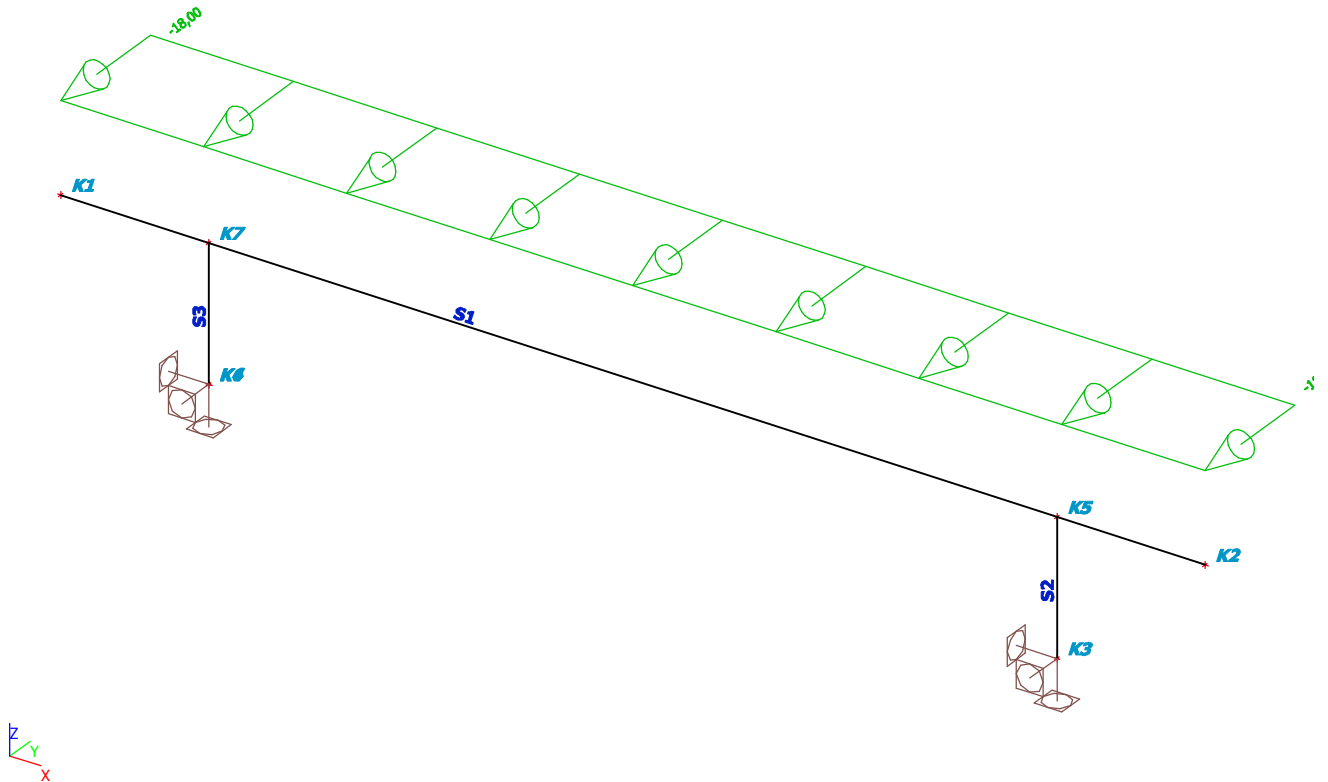
### 6.2.2. Puntlast op knoop

| Naam      | Knoop | Belastingsgeval                      | Systeem | Rich | Type   | Waarde - F [kN] |
|-----------|-------|--------------------------------------|---------|------|--------|-----------------|
| Puntlast1 | K7    | BG2 - Rustende belastingen incl. val | GCS     | Z    | Kracht | -117,00         |
| Puntlast2 | K5    | BG2 - Rustende belastingen incl. val | GCS     | Z    | Kracht | -117,00         |

### 6.3. Belastingsgevallen - BG3

| Naam | Omschrijving Spec    | Actie type Belastingtype | Lastgroep |
|------|----------------------|--------------------------|-----------|
| BG3  | Permanente gronddruk | Permanent                | LG1       |
|      |                      | Standaard                |           |

### 6.3.1. Visuele weergave



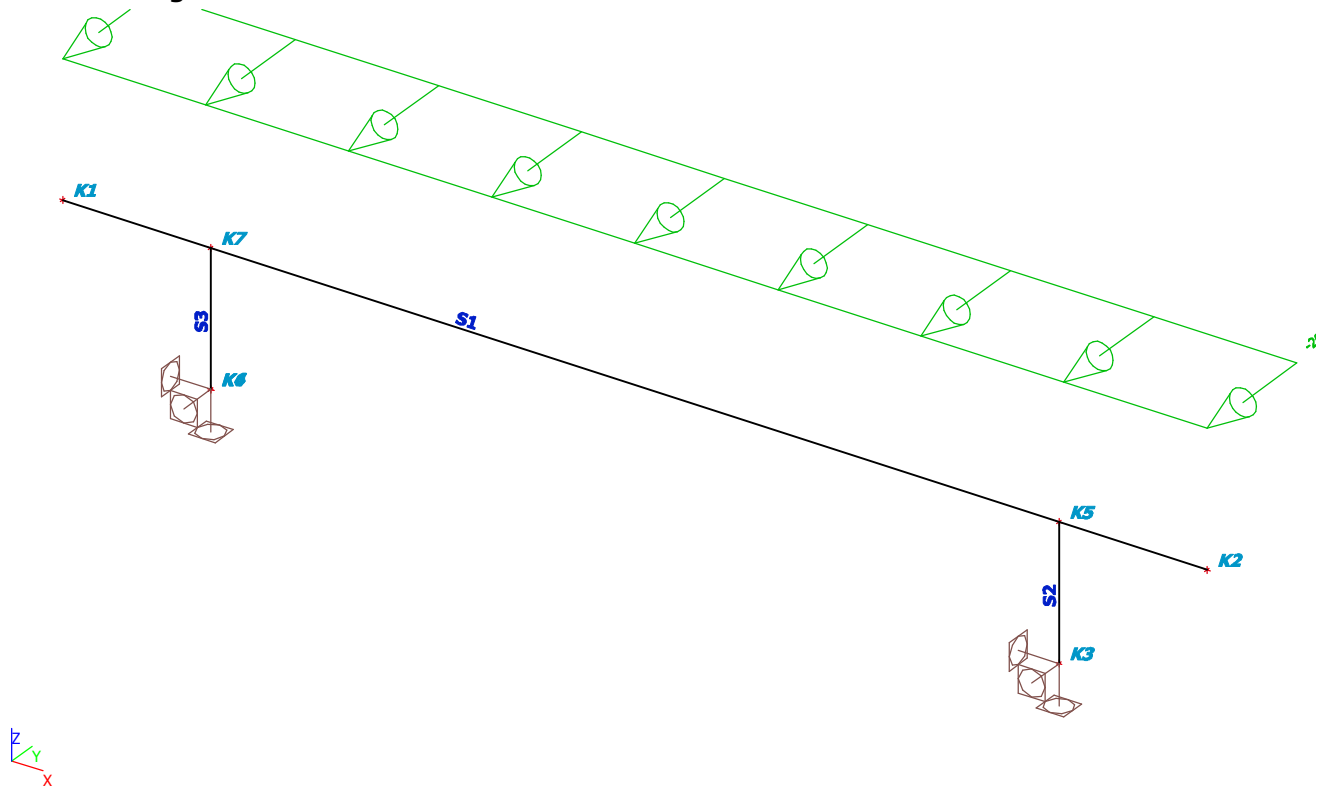
### 6.3.2. Lijnlast

| Naam      | Staat                      | Type    | Rich        | Waarde - P <sub>1</sub><br>[kN/m] | Pos x <sub>1</sub> | Coör   | Oors        | Exc ey<br>[m] |
|-----------|----------------------------|---------|-------------|-----------------------------------|--------------------|--------|-------------|---------------|
|           | Belastingsgeval            | Systeem | Verdeling   | Waarde - P <sub>2</sub><br>[kN/m] | Pos x <sub>2</sub> | Loc    |             | Exc ez<br>[m] |
| Lijnlast1 | S1                         | Kracht  | Y           | -18,00                            | 0.000              | Rela   | Vanaf begin | 0,000         |
|           | BG3 - Permanente gronddruk | LCS     | Gelijkmatig |                                   | 1.000              | Lengte |             | 0,667         |

### 6.4. Belastingsgevallen - BG4

| Naam | Omschrijving             | Actie type    | Lastgroep | Duur | 'Master'<br>belastingsgeval |
|------|--------------------------|---------------|-----------|------|-----------------------------|
|      | Spec                     | Belastingtype |           |      |                             |
| BG4  | Bovenbelasting 20<br>kPa | Variabel      | LG2       | Kort | Geen                        |
|      | Standaard                | Statisch      |           |      |                             |

### 6.4.1. Visuele weergave



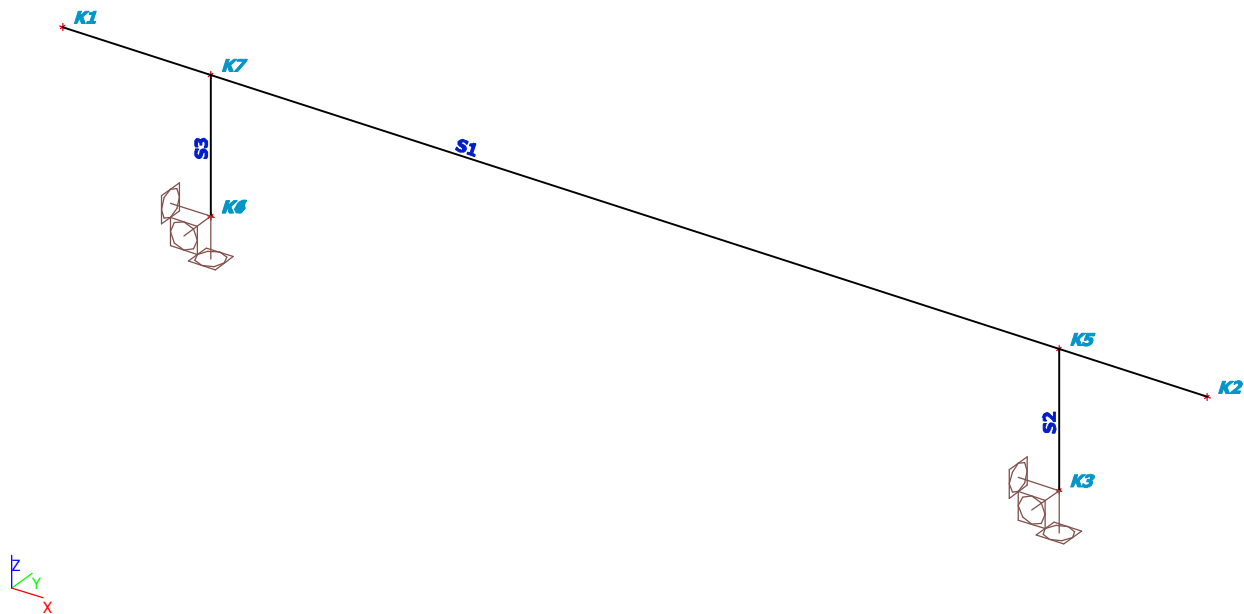
### 6.4.2. Lijnlast

| Naam      | Staat                       | Type    | Rich        | Waarde - P <sub>1</sub><br>[kN/m] | Pos x <sub>1</sub> | Coör   | Oors        | Exc ey<br>[m] |
|-----------|-----------------------------|---------|-------------|-----------------------------------|--------------------|--------|-------------|---------------|
|           | Belastingsgeval             | Systeem | Verdeling   | Waarde - P <sub>2</sub><br>[kN/m] | Pos x <sub>2</sub> | Loc    |             | Exc ez<br>[m] |
| Lijnlast2 | S1                          | Kracht  | Y           | -20,00                            | 0.000              | Rela   | Vanaf begin | 0,000         |
|           | BG4 - Bovenbelasting 20 kPa | LCS     | Gelijkmatig |                                   | 1.000              | Lengte |             | 1,000         |

### 6.5. Belastingsgevallen - BG5

| Naam | Omschrijving         | Actie type    | Lastgroep | Duur | 'Master'<br>belastingsgeval |
|------|----------------------|---------------|-----------|------|-----------------------------|
|      | Spec                 | Belastingtype |           |      |                             |
| BG5  | Bovenbelasting kraan | Variabel      | LG2       | Kort | Geen                        |
|      | Standaard            | Statisch      |           |      |                             |

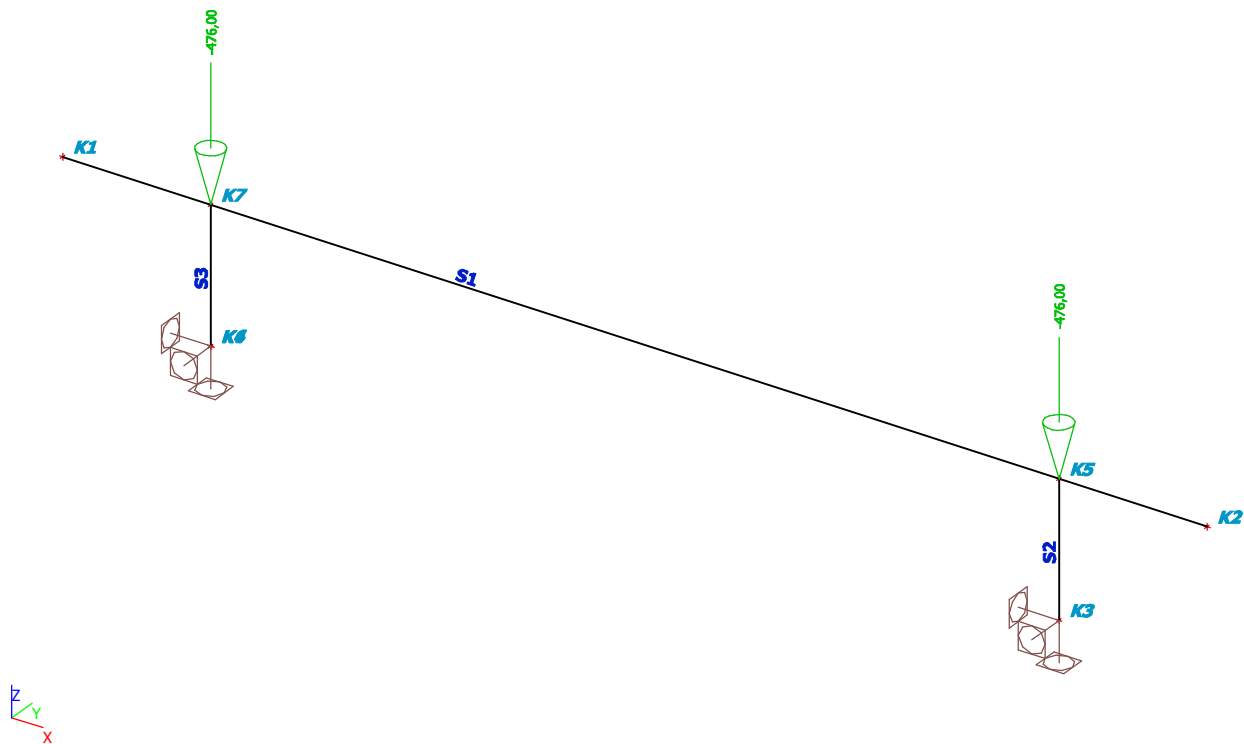
6.5.1. Visuele weergave



6.6. Belastingsgevallen - BG6

| Naam | Omschrijving            | Actie type    | Lastgroep | Duur | 'Master' belastingsgeval |
|------|-------------------------|---------------|-----------|------|--------------------------|
|      | Spec                    | Belastingtype |           |      |                          |
| BG6  | Verkeersbelasting val 1 | Variabel      | LG3       | Kort | Geen                     |
|      | Standaard               | Statisch      |           |      |                          |

6.6.1. Visuele weergave



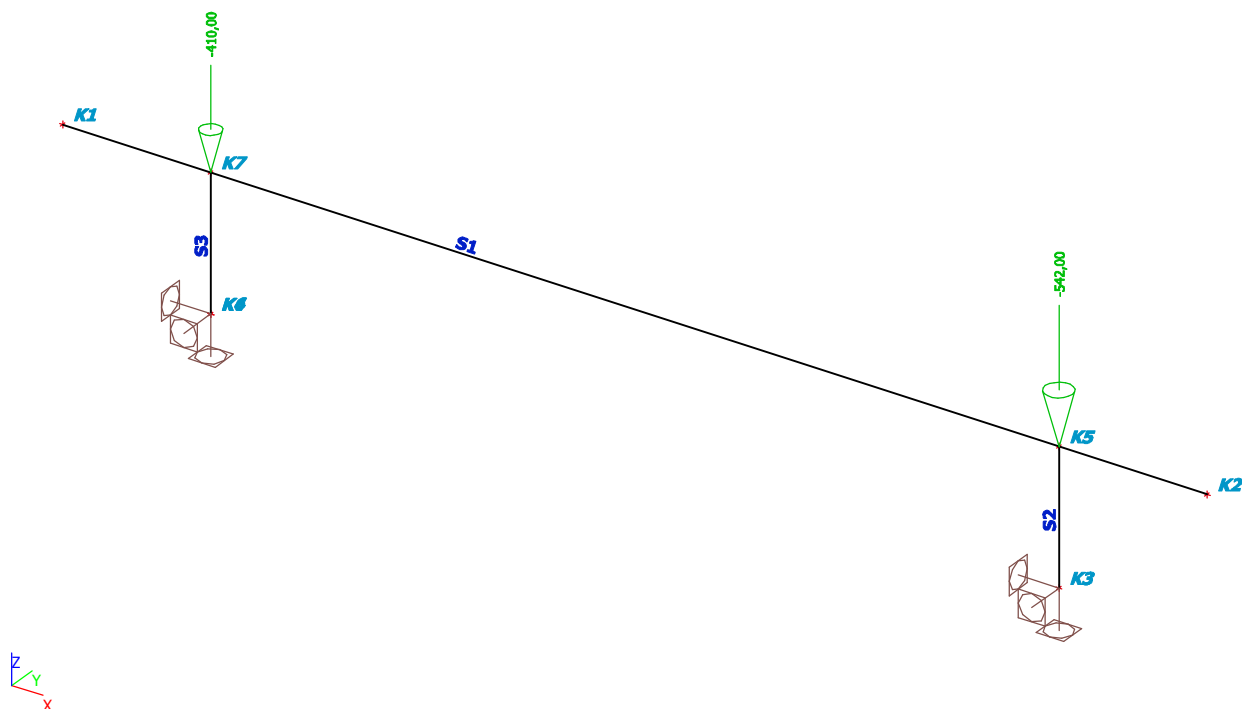
### 6.6.2. Puntlast op knoop

| Naam      | Knoop | Belastingsgeval               | Systeem | Rich | Type   | Waarde - F [kN] |
|-----------|-------|-------------------------------|---------|------|--------|-----------------|
| Puntlast3 | K7    | BG6 - Verkeersbelasting val 1 | GCS     | Z    | Kracht | -476,00         |
| Puntlast4 | K5    | BG6 - Verkeersbelasting val 1 | GCS     | Z    | Kracht | -476,00         |

## 6.7. Belastingsgevallen - BG7

| Naam | Omschrijving            | Actie type    | Lastgroep | Duur | 'Master' belastingsgeval |
|------|-------------------------|---------------|-----------|------|--------------------------|
|      | Spec                    | Belastingtype |           |      |                          |
| BG7  | Verkeersbelasting val 2 | Variabel      | LG3       | Kort | Geen                     |
|      | Standaard               | Statisch      |           |      |                          |

### 6.7.1. Visuele weergave



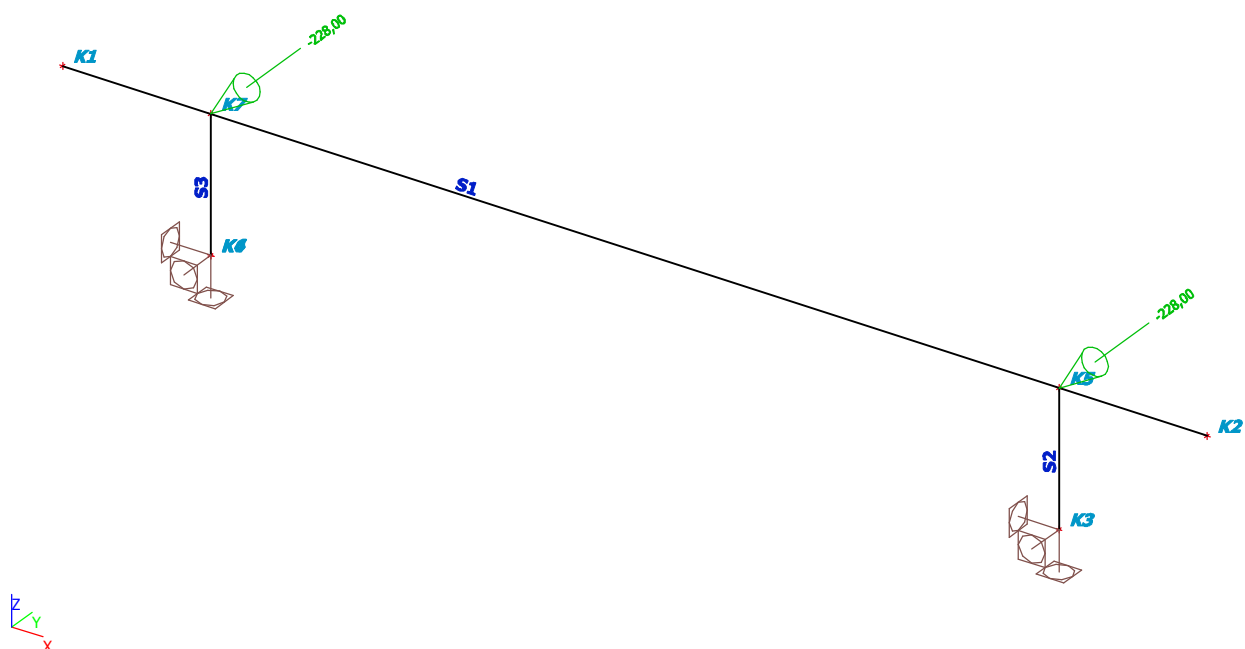
### 6.7.2. Puntlast op knoop

| Naam      | Knoop | Belastingsgeval               | Systeem | Rich | Type   | Waarde - F [kN] |
|-----------|-------|-------------------------------|---------|------|--------|-----------------|
| Puntlast5 | K5    | BG7 - Verkeersbelasting val 2 | GCS     | Z    | Kracht | -542,00         |
| Puntlast6 | K7    | BG7 - Verkeersbelasting val 2 | GCS     | Z    | Kracht | -410,00         |

## 6.8. Belastingsgevallen - BG8

| Naam | Omschrijving     | Actie type    | Lastgroep | Duur | 'Master' belastingsgeval |
|------|------------------|---------------|-----------|------|--------------------------|
|      | Spec             | Belastingtype |           |      |                          |
| BG8  | Rembelasting val | Variabel      | LG3       | Kort | Geen                     |
|      | Standaard        | Statisch      |           |      |                          |

### 6.8.1. Visuele weergave



### 6.8.2. Puntlast op knoop

| Naam      | Knoop | Belastingsgeval        | Systeem | Rich | Type   | Waarde - F [kN] |
|-----------|-------|------------------------|---------|------|--------|-----------------|
| Puntlast7 | K7    | BG8 - Rembelasting val | GCS     | Y    | Kracht | -228,00         |
| Puntlast8 | K5    | BG8 - Rembelasting val | GCS     | Y    | Kracht | -228,00         |

## 7. Belastinggroepen

| Naam | Last      | Relatie   | Type                     |
|------|-----------|-----------|--------------------------|
| LG1  | Permanent |           |                          |
| LG2  | Variabel  | Standaard | Cat A: Woning            |
| LG3  | Variabel  | Samen     | Cat G : Voertuigen >30kN |

## 8. Combinaties

| Naam | Omschrijving | Type                 | Belastingsgevallen                   | Coëff. [-] |
|------|--------------|----------------------|--------------------------------------|------------|
| UGT1 |              | Omhullende - uiterst | BG1 - Eigen gewicht landhoofd        | 1,20       |
|      |              |                      | BG2 - Rustende belastingen incl. val | 1,20       |
|      |              |                      | BG3 - Permanente gronddruk           | 1,20       |
| UGT2 |              | Omhullende - uiterst | BG1 - Eigen gewicht landhoofd        | 1,20       |
|      |              |                      | BG2 - Rustende belastingen incl. val | 1,20       |
|      |              |                      | BG3 - Permanente gronddruk           | 1,20       |
|      |              |                      | BG4 - Bovenbelasting 20 kPa          | 1,35       |
|      |              |                      | BG6 - Verkeersbelasting val 1        | 0,54       |
|      |              |                      | BG8 - Rembelasting val               | 0,54       |
| UGT3 |              | Omhullende - uiterst | BG1 - Eigen gewicht landhoofd        | 1,20       |
|      |              |                      | BG2 - Rustende belastingen incl. val | 1,20       |
|      |              |                      | BG3 - Permanente gronddruk           | 1,20       |
|      |              |                      | BG4 - Bovenbelasting 20 kPa          | 1,35       |
|      |              |                      | BG7 - Verkeersbelasting val 2        | 0,54       |
|      |              |                      | BG8 - Rembelasting val               | 0,54       |
| UGT4 |              | Omhullende - uiterst | BG1 - Eigen gewicht landhoofd        | 1,20       |
|      |              |                      | BG2 - Rustende belastingen incl. val | 1,20       |
|      |              |                      | BG3 - Permanente gronddruk           | 1,20       |
|      |              |                      | BG5 - Bovenbelasting kraan           | 1,00       |
| UGT5 |              | Omhullende - uiterst | BG1 - Eigen gewicht landhoofd        | 1,20       |
|      |              |                      | BG2 - Rustende belastingen incl. val | 1,20       |
|      |              |                      | BG3 - Permanente gronddruk           | 1,20       |
|      |              |                      | BG4 - Bovenbelasting 20 kPa          | 0,54       |
|      |              |                      | BG6 - Verkeersbelasting val 1        | 1,35       |
|      |              |                      | BG8 - Rembelasting val               | 1,08       |
| UGT6 |              | Omhullende - uiterst | BG1 - Eigen gewicht landhoofd        | 1,20       |
|      |              |                      | BG2 - Rustende belastingen incl. val | 1,20       |

| Naam | Omschrijving | Type                       | Belastingsgevallen                   | Coëff. [-] |
|------|--------------|----------------------------|--------------------------------------|------------|
|      |              |                            | BG3 - Permanente gronddruk           | 1,20       |
|      |              |                            | BG4 - Bovenbelasting 20 kPa          | 0,54       |
|      |              |                            | BG7 - Verkeersbelasting val 2        | 1,35       |
|      |              |                            | BG8 - Rembelasting val               | 1,08       |
| UGT7 |              | Omhullende - uiterst       | BG1 - Eigen gewicht landhoofd        | 1,20       |
|      |              |                            | BG2 - Rustende belastingen incl. val | 1,20       |
|      |              |                            | BG3 - Permanente gronddruk           | 1,20       |
|      |              |                            | BG4 - Bovenbelasting 20 kPa          | 0,54       |
|      |              |                            | BG6 - Verkeersbelasting val 1        | 1,08       |
|      |              |                            | BG8 - Rembelasting val               | 1,35       |
| UGT8 |              | Omhullende - uiterst       | BG1 - Eigen gewicht landhoofd        | 1,20       |
|      |              |                            | BG2 - Rustende belastingen incl. val | 1,20       |
|      |              |                            | BG3 - Permanente gronddruk           | 1,20       |
|      |              |                            | BG4 - Bovenbelasting 20 kPa          | 0,54       |
|      |              |                            | BG7 - Verkeersbelasting val 2        | 1,08       |
|      |              |                            | BG8 - Rembelasting val               | 1,35       |
| BGT1 |              | Omhullende - bruikbaarheid | BG1 - Eigen gewicht landhoofd        | 1,00       |
|      |              |                            | BG2 - Rustende belastingen incl. val | 1,00       |
|      |              |                            | BG3 - Permanente gronddruk           | 1,00       |
| BGT2 |              | Omhullende - bruikbaarheid | BG1 - Eigen gewicht landhoofd        | 1,00       |
|      |              |                            | BG2 - Rustende belastingen incl. val | 1,00       |
|      |              |                            | BG3 - Permanente gronddruk           | 1,00       |
|      |              |                            | BG4 - Bovenbelasting 20 kPa          | 1,00       |
|      |              |                            | BG6 - Verkeersbelasting val 1        | 0,40       |
|      |              |                            | BG8 - Rembelasting val               | 0,40       |
| BGT3 |              | Omhullende - bruikbaarheid | BG1 - Eigen gewicht landhoofd        | 1,00       |
|      |              |                            | BG2 - Rustende belastingen incl. val | 1,00       |
|      |              |                            | BG3 - Permanente gronddruk           | 1,00       |
|      |              |                            | BG4 - Bovenbelasting 20 kPa          | 1,00       |
|      |              |                            | BG7 - Verkeersbelasting val 2        | 0,40       |
|      |              |                            | BG8 - Rembelasting val               | 0,40       |
| BGT4 |              | Omhullende - bruikbaarheid | BG1 - Eigen gewicht landhoofd        | 1,00       |
|      |              |                            | BG2 - Rustende belastingen incl. val | 1,00       |
|      |              |                            | BG3 - Permanente gronddruk           | 1,00       |
|      |              |                            | BG4 - Bovenbelasting 20 kPa          | 1,00       |
| BGT5 |              | Omhullende - bruikbaarheid | BG1 - Eigen gewicht landhoofd        | 1,00       |
|      |              |                            | BG2 - Rustende belastingen incl. val | 1,00       |
|      |              |                            | BG3 - Permanente gronddruk           | 1,00       |
|      |              |                            | BG4 - Bovenbelasting 20 kPa          | 0,40       |
|      |              |                            | BG6 - Verkeersbelasting val 1        | 1,00       |
|      |              |                            | BG8 - Rembelasting val               | 0,80       |
| BGT6 |              | Omhullende - bruikbaarheid | BG1 - Eigen gewicht landhoofd        | 1,00       |
|      |              |                            | BG2 - Rustende belastingen incl. val | 1,00       |
|      |              |                            | BG3 - Permanente gronddruk           | 1,00       |
|      |              |                            | BG4 - Bovenbelasting 20 kPa          | 0,40       |
|      |              |                            | BG7 - Verkeersbelasting val 2        | 1,00       |
|      |              |                            | BG8 - Rembelasting val               | 0,80       |
| BGT7 |              | Omhullende - bruikbaarheid | BG1 - Eigen gewicht landhoofd        | 1,00       |
|      |              |                            | BG2 - Rustende belastingen incl. val | 1,00       |
|      |              |                            | BG3 - Permanente gronddruk           | 1,00       |
|      |              |                            | BG4 - Bovenbelasting 20 kPa          | 0,40       |
|      |              |                            | BG6 - Verkeersbelasting val 1        | 0,80       |
|      |              |                            | BG8 - Rembelasting val               | 1,00       |
| BGT8 |              | Omhullende - bruikbaarheid | BG1 - Eigen gewicht landhoofd        | 1,00       |
|      |              |                            | BG2 - Rustende belastingen incl. val | 1,00       |
|      |              |                            | BG3 - Permanente gronddruk           | 1,00       |
|      |              |                            | BG4 - Bovenbelasting 20 kPa          | 0,40       |
|      |              |                            | BG7 - Verkeersbelasting val 2        | 0,80       |
|      |              |                            | BG8 - Rembelasting val               | 1,00       |

## 9. Resultaatklassen

### 9.1. Resultaatklassen - RC1

| Naam | Omschrijving | Lijst                       |
|------|--------------|-----------------------------|
| RC1  | UGT          | UGT1 - Omhullende - uiterst |
|      |              | UGT2 - Omhullende - uiterst |
|      |              | UGT3 - Omhullende - uiterst |
|      |              | UGT4 - Omhullende - uiterst |
|      |              | UGT5 - Omhullende - uiterst |
|      |              | UGT6 - Omhullende - uiterst |
|      |              | UGT7 - Omhullende - uiterst |
|      |              | UGT8 - Omhullende - uiterst |

#### 9.1.1. Reacties

Lineaire berekening, Extreem : Knoop

Selectie : Alle

Klasse : RC1

| Steunpunt | BG     | Rx<br>[kN]    | Ry<br>[kN]    | Rz<br>[kN]    | Mx<br>[kNm]    | My<br>[kNm]   | Mz<br>[kNm]    |
|-----------|--------|---------------|---------------|---------------|----------------|---------------|----------------|
| Sn1/K4    | UGT1/1 | <b>15,23</b>  | <b>91,80</b>  | <b>229,65</b> | <b>-153,03</b> | -34,24        | 47,60          |
| Sn1/K4    | UGT7/2 | 15,23         | <b>445,50</b> | 743,73        | <b>-552,63</b> | -34,24        | 71,41          |
| Sn1/K4    | UGT5/3 | 15,23         | 338,04        | 872,25        | -399,27        | -34,24        | 47,60          |
| Sn1/K4    | UGT6/4 | 15,23         | 338,04        | 783,53        | -399,27        | <b>-35,45</b> | 47,60          |
| Sn1/K4    | UGT2/5 | 15,23         | 206,55        | 229,65        | -382,53        | -34,24        | <b>107,11</b>  |
| Sn2/K3    | UGT1/1 | <b>-15,23</b> | 91,80         | 229,65        | -153,03        | <b>34,24</b>  | -47,60         |
| Sn2/K3    | UGT7/2 | -15,23        | 445,50        | 743,73        | -552,63        | 34,24         | -71,41         |
| Sn2/K3    | UGT6/4 | -15,23        | 338,04        | <b>960,97</b> | -399,27        | 33,03         | -47,60         |
| Sn2/K3    | UGT2/5 | -15,23        | 206,55        | 229,65        | -382,53        | 34,24         | <b>-107,11</b> |

### 9.1.2. Spanning

Lineaire berekening, Extreem : Staaf

Selectie : Alle

Klasse : RC1

Waardes : Von Mises

| Staaf | dx<br>[m] | BG     | Normaal -<br>[MPa] | Normaal +<br>[MPa] | Afschuiving<br>[MPa] | Von Mises<br>[MPa] | Sigma Y<br>[MPa] |
|-------|-----------|--------|--------------------|--------------------|----------------------|--------------------|------------------|
| S1    | 4,492     | UGT3/6 | -14,5              |                    | 1,0                  | 14,6               | <b>0,0</b>       |
| S1    | 0,550     | UGT2/7 |                    | <b>0,4</b>         | 3,1                  | 5,4                | 0,0              |
| S1    | 0,000     | UGT3/6 | <b>0,0</b>         |                    | <b>0,0</b>           | <b>0,0</b>         | 0,0              |
| S1    | 1,100     | UGT2/7 |                    | <b>1,6</b>         | 6,2                  | 10,9               | 0,0              |
| S1    | 1,100     | UGT3/6 | -13,9              |                    | 17,1                 | 32,7               | 0,0              |
| S2    | 0,000     | UGT8/8 | <b>-55,8</b>       |                    | 3,1                  | <b>56,1</b>        | 0,0              |
| S2    | 1,000     | UGT8/8 | -19,0              |                    | <b>19,4</b>          | 38,6               | 0,0              |
| S3    | 0,000     | UGT7/2 | -54,5              |                    | 3,1                  | 54,8               | 0,0              |
| S3    | 1,000     | UGT7/2 | -17,7              |                    | 19,4                 | 38,0               | 0,0              |

## 9.2. Resultaatklassen - RC2

| Naam | Omschrijving | Lijst                             |
|------|--------------|-----------------------------------|
| RC2  | BGT          | BGT1 - Omhullende - bruikbaarheid |
|      |              | BGT2 - Omhullende - bruikbaarheid |
|      |              | BGT3 - Omhullende - bruikbaarheid |
|      |              | BGT4 - Omhullende - bruikbaarheid |
|      |              | BGT5 - Omhullende - bruikbaarheid |
|      |              | BGT6 - Omhullende - bruikbaarheid |
|      |              | BGT7 - Omhullende - bruikbaarheid |
|      |              | BGT8 - Omhullende - bruikbaarheid |

### 9.2.1. Reacties

Lineaire berekening, Extreem : Knoop

Selectie : Alle

Klasse : RC2

| Steunpunt | BG      | Rx<br>[kN]    | Ry<br>[kN]    | Rz<br>[kN]    | Mx<br>[kNm]    | My<br>[kNm]   | Mz<br>[kNm]   |
|-----------|---------|---------------|---------------|---------------|----------------|---------------|---------------|
| Sn1/K4    | BGT1/10 | <b>12,69</b>  | <b>76,50</b>  | <b>191,38</b> | <b>-127,53</b> | -28,54        | 39,67         |
| Sn1/K4    | BGT7/11 | 12,69         | <b>338,50</b> | 572,17        | <b>-423,53</b> | -28,54        | 57,30         |
| Sn1/K4    | BGT5/12 | 12,69         | 258,90        | 667,38        | -309,93        | -28,54        | 39,67         |
| Sn1/K4    | BGT6/13 | 12,69         | 258,90        | 601,66        | -309,93        | <b>-29,43</b> | 39,67         |
| Sn1/K4    | BGT2/14 | 12,69         | 161,50        | 191,38        | -297,53        | -28,54        | <b>83,75</b>  |
| Sn2/K3    | BGT1/10 | <b>-12,69</b> | 76,50         | 191,38        | -127,53        | <b>28,54</b>  | -39,67        |
| Sn2/K3    | BGT7/11 | -12,69        | 338,50        | 572,17        | -423,53        | 28,54         | -57,30        |
| Sn2/K3    | BGT6/13 | -12,69        | 258,90        | <b>733,09</b> | -309,93        | 27,64         | -39,67        |
| Sn2/K3    | BGT2/14 | -12,69        | 161,50        | 191,38        | -297,53        | 28,54         | <b>-83,75</b> |

### 9.2.2. Spanning

Lineaire berekening, Extreem : Staaf

Selectie : Alle

Klasse : RC2

Waardes : Von Mises

| Staaf | dx<br>[m] | BG      | Normaal -<br>[MPa] | Normaal +<br>[MPa] | Afschuiving<br>[MPa] | Von Mises<br>[MPa] | Sigma Y<br>[MPa] |
|-------|-----------|---------|--------------------|--------------------|----------------------|--------------------|------------------|
| S1    | 4,492     | BGT3/15 | -11,5              |                    | 0,8                  | 11,6               | <b>0,0</b>       |
| S1    | 0,550     | BGT2/16 |                    | <b>0,3</b>         | 2,4                  | 4,2                | 0,0              |
| S1    | 0,000     | BGT3/15 | <b>0,0</b>         |                    | <b>0,0</b>           | <b>0,0</b>         | 0,0              |
| S1    | 1,100     | BGT2/16 |                    | <b>1,3</b>         | 4,9                  | 8,5                | 0,0              |
| S1    | 1,100     | BGT3/15 | -11,3              |                    | 13,3                 | 25,7               | 0,0              |
| S2    | 0,000     | BGT8/17 | <b>-42,8</b>       |                    | 2,5                  | <b>43,0</b>        | 0,0              |



| Staaf | dx<br>[m] | BG      | Normaal -<br>[MPa] | Normaal +<br>[MPa] | Afschuiving<br>[MPa] | Von Mises<br>[MPa] | Sigma Y<br>[MPa] |
|-------|-----------|---------|--------------------|--------------------|----------------------|--------------------|------------------|
| S2    | 1,000     | BGT8/17 | -14,8              |                    | <b>14,9</b>          | 29,7               | 0,0              |
| S3    | 0,000     | BGT7/11 | -41,8              |                    | 2,5                  | 42,0               | 0,0              |
| S3    | 1,000     | BGT7/11 | -13,8              |                    | 14,9                 | 29,3               | 0,0              |

## 10. Berekeningsverslag

### Lineaire berekening

|                       |                  |
|-----------------------|------------------|
| Aantal 2D elementen   | 0                |
| Aantal 1D elementen   | 5                |
| Aantal netknopen      | 6                |
| Aantal vergelijkingen | 36               |
| Belastinggevallen     | BG1              |
|                       | BG2              |
|                       | BG3              |
|                       | BG4              |
|                       | BG6              |
|                       | BG7              |
|                       | BG8              |
| Start berekening      | 23.03.2015 15:58 |
| Einde berekening      | 23.03.2015 15:58 |

### Som van lasten en reacties.

|        | [kN]          | X   | Y      | Z      |
|--------|---------------|-----|--------|--------|
| BG BG1 | last          | 0.0 | 0.0    | -148.8 |
|        | knoopreacties | 0.0 | 0.0    | 148.8  |
|        | lijnreacties  | 0.0 | 0.0    | 0.0    |
|        | contact 1D    | 0.0 | 0.0    | 0.0    |
|        | contact 2D    | 0.0 | 0.0    | 0.0    |
| BG BG2 | last          | 0.0 | 0.0    | -234.0 |
|        | knoopreacties | 0.0 | 0.0    | 234.0  |
|        | lijnreacties  | 0.0 | 0.0    | 0.0    |
|        | contact 1D    | 0.0 | 0.0    | 0.0    |
|        | contact 2D    | 0.0 | 0.0    | 0.0    |
| BG BG3 | last          | 0.0 | -153.0 | 0.0    |
|        | knoopreacties | 0.0 | 153.0  | 0.0    |
|        | lijnreacties  | 0.0 | 0.0    | 0.0    |
|        | contact 1D    | 0.0 | 0.0    | 0.0    |
|        | contact 2D    | 0.0 | 0.0    | 0.0    |
| BG BG4 | last          | 0.0 | -170.0 | 0.0    |
|        | knoopreacties | 0.0 | 170.0  | 0.0    |
|        | lijnreacties  | 0.0 | 0.0    | 0.0    |
|        | contact 1D    | 0.0 | 0.0    | 0.0    |
|        | contact 2D    | 0.0 | 0.0    | 0.0    |
| BG BG5 | last          | 0.0 | 0.0    | 0.0    |
|        | knoopreacties | 0.0 | 0.0    | 0.0    |
|        | lijnreacties  | 0.0 | 0.0    | 0.0    |
|        | contact 1D    | 0.0 | 0.0    | 0.0    |
|        | contact 2D    | 0.0 | 0.0    | 0.0    |
| BG BG6 | last          | 0.0 | 0.0    | -952.0 |
|        | knoopreacties | 0.0 | 0.0    | 952.0  |
|        | lijnreacties  | 0.0 | 0.0    | 0.0    |
|        | contact 1D    | 0.0 | 0.0    | 0.0    |
|        | contact 2D    | 0.0 | 0.0    | 0.0    |
| BG BG7 | last          | 0.0 | 0.0    | -952.0 |
|        | knoopreacties | 0.0 | 0.0    | 952.0  |
|        | lijnreacties  | 0.0 | 0.0    | 0.0    |
|        | contact 1D    | 0.0 | 0.0    | 0.0    |
|        | contact 2D    | 0.0 | 0.0    | 0.0    |
| BG BG8 | last          | 0.0 | -456.0 | 0.0    |
|        | knoopreacties | 0.0 | 456.0  | 0.0    |
|        | lijnreacties  | 0.0 | 0.0    | 0.0    |
|        | contact 1D    | 0.0 | 0.0    | 0.0    |
|        | contact 2D    | 0.0 | 0.0    | 0.0    |



## **BIJLAGE IV    BEREKENINGEN LANDHOOFD (GEOTECHNIEK)**



project: Voorontwerp noodaanlanding Texel  
projectcode: Tex13-1  
onderdeel: Paalfundering - Landhoofd - horizontale bedding  
adviseur: M.C. van Breukelen  
versie en datum: 0,3 (14-10-2013)

**ATTENTION: THIS VERSION OF THE SHEET IS NOT CHECKED (see tab 'release notes')**

## TITEL

Berekening van horizontale bedding conform de methode Ménard.

*Méthode générale de calcul d'un rideau ou d'un pieu sollicité horizontalement en fonction des résultats pressiométriques.*

*L. Ménard, G. Bourdon, & M. Gambin (1968), Sols-soils VI, 22-23.*

$$\frac{1}{k_h} = \begin{cases} \frac{1}{3E_m} \left[ 1.3R_0 \left( 2.65 \frac{R}{R_0} \right)^\alpha + \alpha R \right] & R \geq R_0 \\ \frac{2R}{E_m} \cdot \frac{4(2.65)^\alpha + 3\alpha}{18} & R < R_0 \end{cases}$$

## UITGANGSPUNTEN

### algemeen

taal = NL  
refentieniveau = NAP  
maatgevende sondering = DKM003

### geometrie

paalvorm = rond  
diameter paal D = 1,067 m  
straal paal R = 0,534 m  
referentiediameter R<sub>0</sub> = 0,300 m

### constanten Ménard

| grondsoort | α [-] | β [-] | dyn [-] |
|------------|-------|-------|---------|
| veen       | 1,00  | 3,00  | 1,00    |
| klei       | 0,67  | 2,00  | 1,50    |
| leem       | 0,50  | 1,00  | 1,80    |
| zand       | 0,33  | 0,70  | 2,00    |
| grind      | 0,25  | 0,50  | 2,00    |

consolidatie = normaal geconsolideerd

## BEREKENING HORIZONTALE BEDDINGEN PER GRONDLAAG

| laag<br>[-] | b.k. laag<br>[m+NAP] | grondsoort<br>[-] | q <sub>c</sub><br>[MPa] | α<br>[-] | β<br>[-] | dyn<br>[-] | reductie i.v.m. talud<br>[-] | E <sub>m</sub><br>[kN/m <sup>2</sup> ] | k <sub>h;stat</sub><br>[MN/m <sup>3</sup> ] | k <sub>h;dyn</sub><br>[MN/m <sup>3</sup> ] |
|-------------|----------------------|-------------------|-------------------------|----------|----------|------------|------------------------------|----------------------------------------|---------------------------------------------|--------------------------------------------|
| 1           | 2,00                 | zand              | 5,5                     | 0,33     | 0,70     | 2,00       | 0,00                         | 3850                                   | 13,9                                        | 27,8                                       |
| 2           | 1,00                 | zand              | 5,8                     | 0,33     | 0,70     | 2,00       | 0,00                         | 4060                                   | 14,6                                        | 29,3                                       |
| 3           | 0,00                 | zand              | 4,5                     | 0,33     | 0,70     | 2,00       | 0,00                         | 3150                                   | 11,4                                        | 22,7                                       |
| 4           | -1,00                | zand              | 4,4                     | 0,33     | 0,70     | 2,00       | 0,00                         | 3080                                   | 11,1                                        | 22,2                                       |
| 5           | -1,70                | zand              | 4,0                     | 0,33     | 0,70     | 2,00       | 0,00                         | 2800                                   | 10,1                                        | 20,2                                       |
| 6           | -2,00                | zand              | 7,5                     | 0,33     | 0,70     | 2,00       | 0,00                         | 5250                                   | 18,9                                        | 37,9                                       |
| 7           | -3,00                | zand              | 10,5                    | 0,33     | 0,70     | 2,00       | 0,00                         | 7350                                   | 26,5                                        | 53,0                                       |
| 8           | -4,00                | zand              | 7,0                     | 0,33     | 0,70     | 2,00       | 0,00                         | 4900                                   | 17,7                                        | 35,3                                       |
| 9           | -4,80                | zand              | 6,0                     | 0,33     | 0,70     | 2,00       | 0,00                         | 4200                                   | 15,1                                        | 30,3                                       |
| 10          | -5,20                | zand              | 11,0                    | 0,33     | 0,70     | 2,00       | 0,00                         | 7700                                   | 27,8                                        | 55,5                                       |

## HORIZONTALE BEDDINGEN VOOR BEREKENINGEN IN SCIA ENGINEER

| laag<br>[-] | b.k. laag<br>[m+NAP] | / √2<br>[MN/m <sup>3</sup> ] | k <sub>h;stat</sub><br>[MN/m <sup>3</sup> ] | * √2<br>[MN/m <sup>3</sup> ] | / √2<br>[MN/m <sup>3</sup> ] | k <sub>h;dyn</sub><br>[MN/m <sup>3</sup> ] | * √2<br>[MN/m <sup>3</sup> ] |
|-------------|----------------------|------------------------------|---------------------------------------------|------------------------------|------------------------------|--------------------------------------------|------------------------------|
| 1           | 2,00                 | 10,5                         | 14,8                                        | 21,0                         | 21,0                         | 29,6                                       | 41,9                         |
| 2           | 1,00                 | 11,0                         | 15,6                                        | 22,1                         | 22,1                         | 31,3                                       | 44,2                         |
| 3           | 0,00                 | 8,6                          | 12,1                                        | 17,1                         | 17,1                         | 24,2                                       | 34,3                         |
| 4           | -1,00                | 8,4                          | 11,9                                        | 16,8                         | 16,8                         | 23,7                                       | 33,5                         |
| 5           | -1,70                | 7,6                          | 10,8                                        | 15,2                         | 15,2                         | 21,6                                       | 30,5                         |
| 6           | -2,00                | 14,3                         | 20,2                                        | 28,6                         | 28,6                         | 40,4                                       | 57,2                         |
| 7           | -3,00                | 20,0                         | 28,3                                        | 40,0                         | 40,0                         | 56,6                                       | 80,0                         |
| 8           | -4,00                | 13,3                         | 18,9                                        | 26,7                         | 26,7                         | 37,7                                       | 53,3                         |
| 9           | -4,80                | 11,4                         | 16,2                                        | 22,9                         | 22,9                         | 32,3                                       | 45,7                         |
| 10          | -5,20                | 21,0                         | 29,6                                        | 41,9                         | 41,9                         | 59,3                                       | 83,8                         |

ok

reductiefactor groepseffect = 1,00

project: Voorontwerp noodaanlanding Texel  
projectcode: Tex13-1  
onderdeel: Paalfundering - Landhoofd - horizontale bedding  
adviseur: M.C. van Breukelen  
versie en datum: 0,3 (14-10-2013)

**ATTENTION: THIS VERSION OF THE SHEET IS NOT CHECKED (see tab 'release notes')**

## TITEL

Berekening van horizontale bedding conform de methode Ménard.

*Méthode générale de calcul d'un rideau ou d'un pieu sollicité horizontalement en fonction des résultats pressiométriques.*

*L. Ménard, G. Bourdon, & M. Gambin (1968), Sols-soils VI, 22-23.*

$$\frac{1}{k_h} = \begin{cases} \frac{1}{3E_m} \left[ 1.3R_0 \left( 2.65 \frac{R}{R_0} \right)^\alpha + \alpha R \right] & R \geq R_0 \\ \frac{2R}{E_m} \cdot \frac{4(2.65)^\alpha + 3\alpha}{18} & R < R_0 \end{cases}$$

## UITGANGSPUNTEN

### algemeen

taal = NL  
refentieniveau = NAP  
maatgevende sondering = DKM003

### geometrie

paalvorm = rond  
diameter paal D = 1,067 m  
straal paal R = 0,534 m  
referentiediameter R<sub>0</sub> = 0,300 m

### constanten Ménard

| grondsoort | α [-] | β [-] | dyn [-] |
|------------|-------|-------|---------|
| veen       | 1,00  | 3,00  | 1,00    |
| klei       | 0,67  | 2,00  | 1,50    |
| leem       | 0,50  | 1,00  | 1,80    |
| zand       | 0,33  | 0,70  | 2,00    |
| grind      | 0,25  | 0,50  | 2,00    |

consolidatie = normaal geconsolideerd

## BEREKENING HORIZONTALE BEDDINGEN PER GRONDLAAG

| laag<br>[-] | b.k. laag<br>[m+NAP] | grondsoort<br>[-] | q <sub>c</sub><br>[MPa] | α<br>[-] | β<br>[-] | dyn<br>[-] | reductie i.v.m. talud<br>[-] | E <sub>m</sub><br>[kN/m <sup>2</sup> ] | k <sub>h;stat</sub><br>[MN/m <sup>3</sup> ] | k <sub>h;dyn</sub><br>[MN/m <sup>3</sup> ] |
|-------------|----------------------|-------------------|-------------------------|----------|----------|------------|------------------------------|----------------------------------------|---------------------------------------------|--------------------------------------------|
| 1           | -5,90                | zand              | 7,8                     | 0,33     | 0,70     | 2,00       | 0,00                         | 5460                                   | 19,7                                        | 39,4                                       |
| 2           | -7,00                | zand              | 6,0                     | 0,33     | 0,70     | 2,00       | 0,00                         | 4200                                   | 15,1                                        | 30,3                                       |
| 3           | -8,00                | zand              | 4,1                     | 0,33     | 0,70     | 2,00       | 0,00                         | 2870                                   | 10,4                                        | 20,7                                       |
| 4           | -8,70                | zand              | 13,1                    | 0,33     | 0,70     | 2,00       | 0,00                         | 9170                                   | 33,1                                        | 66,2                                       |
| 5           | -10,00               | zand              | 12,5                    | 0,33     | 0,70     | 2,00       | 0,00                         | 8750                                   | 31,6                                        | 63,1                                       |
| 6           | -10,60               | zand              | 4,5                     | 0,33     | 0,70     | 2,00       | 0,00                         | 3150                                   | 11,4                                        | 22,7                                       |
| 7           | -11,50               | zand              | 6,1                     | 0,33     | 0,70     | 2,00       | 0,00                         | 4270                                   | 15,4                                        | 30,8                                       |
| 8           | -12,50               | zand              | 10,9                    | 0,33     | 0,70     | 2,00       | 0,00                         | 7630                                   | 27,5                                        | 55,0                                       |
| 9           | -14,00               | zand              | 10,7                    | 0,33     | 0,70     | 2,00       | 0,00                         | 7490                                   | 27,0                                        | 54,0                                       |
| 10          | -15,00               | zand              | 10,7                    | 0,33     | 0,70     | 2,00       | 0,00                         | 7490                                   | 27,0                                        | 54,0                                       |

## HORIZONTALE BEDDINGEN VOOR BEREKENINGEN IN SCIA ENGINEER

| laag<br>[-] | b.k. laag<br>[m+NAP] | / √2<br>[MN/m <sup>3</sup> ] | k <sub>h;stat</sub><br>[MN/m <sup>3</sup> ] | * √2<br>[MN/m <sup>3</sup> ] | / √2<br>[MN/m <sup>3</sup> ] | k <sub>h;dyn</sub><br>[MN/m <sup>3</sup> ] | * √2<br>[MN/m <sup>3</sup> ] |
|-------------|----------------------|------------------------------|---------------------------------------------|------------------------------|------------------------------|--------------------------------------------|------------------------------|
| 1           | -5,90                | 14,9                         | 21,0                                        | 29,7                         | 29,7                         | 42,0                                       | 59,4                         |
| 2           | -7,00                | 11,4                         | 16,2                                        | 22,9                         | 22,9                         | 32,3                                       | 45,7                         |
| 3           | -8,00                | 7,8                          | 11,0                                        | 15,6                         | 15,6                         | 22,1                                       | 31,2                         |
| 4           | -8,70                | 25,0                         | 35,3                                        | 49,9                         | 49,9                         | 70,6                                       | 99,8                         |
| 5           | -10,00               | 23,8                         | 33,7                                        | 47,6                         | 47,6                         | 67,4                                       | 95,3                         |
| 6           | -10,60               | 8,6                          | 12,1                                        | 17,1                         | 17,1                         | 24,2                                       | 34,3                         |
| 7           | -11,50               | 11,6                         | 16,4                                        | 23,2                         | 23,2                         | 32,9                                       | 46,5                         |
| 8           | -12,50               | 20,8                         | 29,4                                        | 41,5                         | 41,5                         | 58,7                                       | 83,1                         |
| 9           | -14,00               | 20,4                         | 28,8                                        | 40,8                         | 40,8                         | 57,7                                       | 81,5                         |
| 10          | -15,00               | 20,4                         | 28,8                                        | 40,8                         | 40,8                         | 57,7                                       | 81,5                         |

ok

reductiefactor groepseffect = 1,00

project: Voorontwerp noodaanlanding Texel  
projectcode: Tex13-1  
onderdeel: Paalfundering - Landhoofd - horizontale bedding  
adviseur: M.C. van Breukelen  
versie en datum: 0,3 (14-10-2013)

ATTENTION: THIS VERSION OF THE SHEET IS NOT CHECKED (see tab 'release notes')

## TITEL

Berekening van horizontale bedding conform de methode Ménard.

*Méthode générale de calcul d'un rideau ou d'un pieu sollicité horizontalement en fonction des résultats pressiométriques.*

*L. Ménard, G. Bourdon, & M. Gambin (1968), Sols-soils VI, 22-23.*

$$\frac{1}{k_h} = \begin{cases} \frac{1}{3E_m} \left[ 1.3R_0 \left( 2.65 \frac{R}{R_0} \right)^\alpha + \alpha R \right] & R \geq R_0 \\ \frac{2R}{E_m} \cdot \frac{4(2.65)^\alpha + 3\alpha}{18} & R < R_0 \end{cases}$$

## UITGANGSPUNTEN

### algemeen

taal = NL  
refentieniveau = NAP  
maatgevende sondering = DKM003

### geometrie

paalvorm = rond  
diameter paal D = 1,067 m  
straal paal R = 0,534 m  
referentiediameter R<sub>0</sub> = 0,300 m

### constanten Ménard

| grondsoort | α [-] | β [-] | dyn [-] |
|------------|-------|-------|---------|
| veen       | 1,00  | 3,00  | 1,00    |
| klei       | 0,67  | 2,00  | 1,50    |
| leem       | 0,50  | 1,00  | 1,80    |
| zand       | 0,33  | 0,70  | 2,00    |
| grind      | 0,25  | 0,50  | 2,00    |

consolidatie = normaal geconsolideerd

## BEREKENING HORIZONTALE BEDDINGEN PER GRONDLAAG

| laag<br>[-] | b.k. laag<br>[m+NAP] | grondsoort<br>[-] | q <sub>c</sub><br>[MPa] | α<br>[-] | β<br>[-] | dyn<br>[-] | reductie i.v.m. talud<br>[-] | E <sub>m</sub><br>[kN/m <sup>2</sup> ] | k <sub>h;stat</sub><br>[MN/m <sup>3</sup> ] | k <sub>h;dyn</sub><br>[MN/m <sup>3</sup> ] |
|-------------|----------------------|-------------------|-------------------------|----------|----------|------------|------------------------------|----------------------------------------|---------------------------------------------|--------------------------------------------|
| 1           | -16,50               | zand              | 17,9                    | 0,33     | 0,70     | 2,00       | 0,00                         | 12530                                  | 45,2                                        | 90,4                                       |
| 2           | -17,50               | zand              | 19,1                    | 0,33     | 0,70     | 2,00       | 0,00                         | 13370                                  | 48,2                                        | 96,5                                       |
| 3           | -18,40               | zand              | 20,3                    | 0,33     | 0,70     | 2,00       | 0,00                         | 14210                                  | 51,3                                        | 102,5                                      |
| 4           | -19,00               | zand              | 18,3                    | 0,33     | 0,70     | 2,00       | 0,00                         | 12810                                  | 46,2                                        | 92,4                                       |
| 5           | -20,00               | zand              | 23,5                    | 0,33     | 0,70     | 2,00       | 0,00                         | 16450                                  | 59,3                                        | 118,7                                      |
| 6           | -21,00               | zand              | 18,9                    | 0,33     | 0,70     | 2,00       | 0,00                         | 13230                                  | 47,7                                        | 95,4                                       |
| 7           | -22,20               | zand              | 12,0                    | 0,33     | 0,70     | 2,00       | 0,00                         | 8400                                   | 30,3                                        | 60,6                                       |
| 8           | -23,00               | zand              | 13,0                    | 0,33     | 0,70     | 2,00       | 0,00                         | 9100                                   | 32,8                                        | 65,6                                       |
| 9           |                      |                   |                         |          |          |            |                              |                                        |                                             |                                            |
| 10          |                      |                   |                         |          |          |            |                              |                                        |                                             |                                            |

## HORIZONTALE BEDDINGEN VOOR BEREKENINGEN IN SCIA ENGINEER

| laag<br>[-] | b.k. laag<br>[m+NAP] | / √2<br>[MN/m <sup>3</sup> ] | k <sub>h;stat</sub><br>[MN/m <sup>3</sup> ] | * √2<br>[MN/m <sup>3</sup> ] | / √2<br>[MN/m <sup>3</sup> ] | k <sub>h;dyn</sub><br>[MN/m <sup>3</sup> ] | * √2<br>[MN/m <sup>3</sup> ] |
|-------------|----------------------|------------------------------|---------------------------------------------|------------------------------|------------------------------|--------------------------------------------|------------------------------|
| 1           | -16,50               | 34,1                         | 48,2                                        | 68,2                         | 68,2                         | 96,5                                       | 136,4                        |
| 2           | -17,50               | 36,4                         | 51,5                                        | 72,8                         | 72,8                         | 102,9                                      | 145,5                        |
| 3           | -18,40               | 38,7                         | 54,7                                        | 77,3                         | 77,3                         | 109,4                                      | 154,7                        |
| 4           | -19,00               | 34,9                         | 49,3                                        | 69,7                         | 69,7                         | 98,6                                       | 139,4                        |
| 5           | -20,00               | 44,8                         | 63,3                                        | 89,5                         | 89,5                         | 126,6                                      | 179,1                        |
| 6           | -21,00               | 36,0                         | 50,9                                        | 72,0                         | 72,0                         | 101,8                                      | 144,0                        |
| 7           | -22,20               | 22,9                         | 32,3                                        | 45,7                         | 45,7                         | 64,7                                       | 91,4                         |
| 8           | -23,00               | 24,8                         | 35,0                                        | 49,5                         | 49,5                         | 70,0                                       | 99,1                         |
| 9           |                      |                              |                                             |                              |                              |                                            |                              |
| 10          |                      |                              |                                             |                              |                              |                                            |                              |

ok

reductiefactor groepseffect = 1,00

project: Voorontwerp noodaanlanding Texel  
 projectcode: Tex13-1  
 subject: Paalfundering - Landhoofd - verticaal draagvermogen  
 prepared by: M.C. van Breukelen  
 version and date: 0,5 (05-11-2013)

## TITLE

Calculation of bearing capacity of steel pipe piles in accordance with the CUR method (CUR 2001-8)

## STARTING POINTS

### general

source soil parameters: NEN 9997-1  
 reference: -  
 borehole(s): sondering DKM003  
 reference level notation: NAP

### pile parameters

pile outer diameter  $D_o$  = 1,067 m  
 wall thickness  $t$  = 0,016 m  
 diameter-wall thickness ratio  $D_o/t$  = 67 -  
 pile inner diameter  $D_i$  = 1,035 m  
 displacement ratio  $DR$  = 0,059 -  
 effective pile radius  $R^*$  = 0,130 m  
 pile wall area  $A_{wall}$  = 0,053 m<sup>2</sup>  
 pile tip area  $A_{tip}$  = 0,894 m<sup>2</sup>  
 plug area  $A_{plug}$  = 0,841 m<sup>2</sup>  
 pile tip level (detailed calculation) = -11,0 m+NAP  
 pile tip levels (range) from = -8,0 m+NAP  
 to = -35,0 m+NAP  
 interval  $\Delta h_{ptl}$  = 0,5 m

### plug parameters

relative density  $D_r$  = 0,5 -  
 effective unit weight plug  $\gamma_{avg}$  = 10 kN/m<sup>3</sup>  
 vertical eff. stress on soil plug  $\sigma'_0$  = 10,4 kN/m<sup>2</sup>

### calculation parameters

step size friction calculation  $\Delta h_{calc}$  = 0,1 m

### safety factors

dimensionless factor  $\xi$  = 0,78 -  
 material factor  $\gamma_{mb}$  = 1,25 -

### soil parameters

design bed level  $Z_{bed}$  = 0 m+NAP  
 top of plugging zone  $Z_{plugging}$  = -20 m+NAP  
 groundwater level  $Z_{gw}$  = 0 m+NAP  
 unit weight water  $\gamma_w$  = 10 kN/m<sup>3</sup>  
 surface load  $q_{sur}$  = 0 kN/m<sup>2</sup>  
 reference pressure  $p_a$  = 100 kPa

### soil layers

| layer nr. | level top<br>[m+NAP] | $q_c$<br>[MPa] | $\gamma$<br>[kN/m <sup>3</sup> ] | $\gamma_{sat}$<br>[kN/m <sup>3</sup> ] | $\gamma'_{rep}$<br>[kN/m <sup>3</sup> ] |
|-----------|----------------------|----------------|----------------------------------|----------------------------------------|-----------------------------------------|
| 1         | 3,0                  | 5,0            | 17,0                             | 19,0                                   | 17,0                                    |
| 2         | 0,0                  | 5,0            | 18,0                             | 20,0                                   | 10,0                                    |
| 3         | -1,7                 | 4,0            | 18,0                             | 20,0                                   | 10,0                                    |
| 4         | -2,0                 | 8,3            | 18,0                             | 20,0                                   | 10,0                                    |
| 5         | -4,8                 | 6,0            | 18,0                             | 20,0                                   | 10,0                                    |
| 6         | -5,2                 | 11,0           | 18,0                             | 20,0                                   | 10,0                                    |
| 7         | -5,9                 | 5,9            | 18,0                             | 20,0                                   | 10,0                                    |
| 8         | -8,7                 | 12,7           | 18,0                             | 20,0                                   | 10,0                                    |
| 9         | -10,6                | 5,3            | 18,0                             | 20,0                                   | 10,0                                    |
| 10        | -12,5                | 10,9           | 18,0                             | 20,0                                   | 10,0                                    |
| 11        | -14,0                | 10,7           | 18,0                             | 20,0                                   | 10,0                                    |
| 12        | -15,5                | 8,5            | 18,0                             | 20,0                                   | 10,0                                    |
| 13        | -18,5                | 19,1           | 18,0                             | 20,0                                   | 10,0                                    |
| 14        | -22,2                | 12,5           | 18,0                             | 20,0                                   | 10,0                                    |

## CALCULATIONS

### pile parameters

pile tip level  $Z_{piletip}$  = -11,0 m+NAP  
 pile length  $L_{pile}$  = 11,0 m  
 active plug length  $L_a$  = 0 m  
 active friction ratio  $\beta_a$  = 0,000 -

### results friction

sum  $f_c \cdot \Delta h$  = 475,8 kN/m  
 total frictional load  $Q_{fr}$  = 1.595 kN

### results end bearing

average cone resistance at pile tip  $q_{c,tip,avg}$  = 8,4 MPa  
 end bearing capacity; plugged  $q_{eb,plug}$  = 3.837 kN/m<sup>2</sup>  
 pile end bearing; plugged  $Q_{eb,plug}$  = 3.431 kN  
 wall end bearing  $Q_{eb,wall}$  = 266 kN  
 plug end bearing  $Q_{plug}$  = 0 kN  
 pile end bearing; no plug  $Q_{eb,noplug}$  = 266 kN  
 plugging? = no  
 total end bearing  $Q_{eb}$  = 266 kN

### total results

pile bearing capacity; mean value  $Q_{pile,avg}$  = 1.861 kN  
 pile bearing capacity; calc. value  $Q_{pile,rep}$  = 1.161 kN

### validation

diameter-wall thickness ratio **D/t > 60: not OK**  
 pile diameter **OK**  
 pile length **OK**

### results

| $Z_{piletip}$<br>[m+NAP] | $L_{pile}$<br>[m] | plugging? | $Q_{rep,shaft}$<br>[kN] | $Q_{rep,endbearing}$<br>[kN] | $Q_{pile,d}$<br>[kN] |
|--------------------------|-------------------|-----------|-------------------------|------------------------------|----------------------|
| -11,0                    | 11,0              | no        | 1.595                   | 266                          | 1.161                |
| -8,0                     | 8,0               | no        | 1.036                   | 246                          | 800                  |
| -8,5                     | 8,5               | no        | 1.040                   | 278                          | 823                  |
| -9,0                     | 9,0               | no        | 1.142                   | 311                          | 907                  |
| -9,5                     | 9,5               | no        | 1.389                   | 308                          | 1.059                |
| -10,0                    | 10,0              | no        | 1.548                   | 305                          | 1.156                |
| -10,5                    | 10,5              | no        | 1.661                   | 296                          | 1.221                |
| -11,0                    | 11,0              | no        | 1.595                   | 266                          | 1.161                |
| -11,5                    | 11,5              | no        | 1.426                   | 257                          | 1.050                |
| -12,0                    | 12,0              | no        | 1.345                   | 248                          | 994                  |
| -12,5                    | 12,5              | no        | 1.299                   | 254                          | 969                  |
| -13,0                    | 13,0              | no        | 1.434                   | 280                          | 1.070                |
| -13,5                    | 13,5              | no        | 1.588                   | 306                          | 1.182                |
| -14,0                    | 14,0              | no        | 1.681                   | 330                          | 1.255                |
| -14,5                    | 14,5              | no        | 1.744                   | 329                          | 1.293                |
| -15,0                    | 15,0              | no        | 1.794                   | 317                          | 1.317                |
| -15,5                    | 15,5              | no        | 1.839                   | 306                          | 1.338                |
| -16,0                    | 16,0              | no        | 1.814                   | 295                          | 1.316                |
| -16,5                    | 16,5              | no        | 1.783                   | 284                          | 1.290                |
| -17,0                    | 17,0              | no        | 1.776                   | 284                          | 1.285                |
| -17,5                    | 17,5              | no        | 1.778                   | 331                          | 1.316                |
| -18,0                    | 18,0              | no        | 1.784                   | 381                          | 1.351                |
| -18,5                    | 18,5              | no        | 1.792                   | 432                          | 1.388                |
| -19,0                    | 19,0              | no        | 2.110                   | 483                          | 1.618                |
| -19,5                    | 19,5              | no        | 2.452                   | 524                          | 1.857                |



## **Report for D-Sheet Piling 14.1**

Design of Sheet Piling  
Developed by Deltares

Company: W+B

Date of report: 3/23/2015

Time of report: 12:13:38 PM

Date of calculation: 3/23/2015

Time of calculation: 12:13:20 PM

Filename: D:\Users\brem6\Desktop\Texel\paal - landhoofd - BGT

## 1 Table of Contents

|                                                             |   |
|-------------------------------------------------------------|---|
| 1 Table of Contents                                         | 2 |
| 2 Summary                                                   | 3 |
| 2.1 Overview of Maxima                                      | 3 |
| 3 Input Data                                                | 4 |
| 3.1 General Input Data                                      | 4 |
| 3.2 Pile Properties                                         | 4 |
| 3.3 Outline                                                 | 4 |
| 3.4 Horizontal Forces                                       | 5 |
| 3.5 Moments                                                 | 5 |
| 3.6 Water Level                                             | 5 |
| 3.7 Surface                                                 | 5 |
| 3.8 Soil Material Properties                                | 5 |
| 3.9 Soil Material Properties calculated using Brinch Hansen | 6 |
| 3.10 Modulus of Subgrade Reaction                           | 6 |
| 4 Calculation Results                                       | 8 |
| 4.1 Charts of Moments, Forces and Displacements             | 8 |
| 4.2 Moments, Forces and Displacements                       | 8 |
| 4.3 Stresses                                                | 9 |

## 2 Summary

### 2.1 Overview of Maxima

| Displacement<br>[mm] | Moment<br>[kNm] | Shear force<br>[kN] | Mob. perc.<br>moment<br>[%] | Mob. perc.<br>resistance<br>[%] |
|----------------------|-----------------|---------------------|-----------------------------|---------------------------------|
| 22,9                 | -1175,5         | -338,5              | 0,0                         | 9,4                             |

### 3 Input Data

#### 3.1 General Input Data

Model Single pile; Pile loaded by forces  
 Unit weight of water 9,81 kN/m<sup>3</sup>

#### 3.2 Pile Properties

Length 11,00 m  
 Level top side 0,00 m  
 Number of sections 1

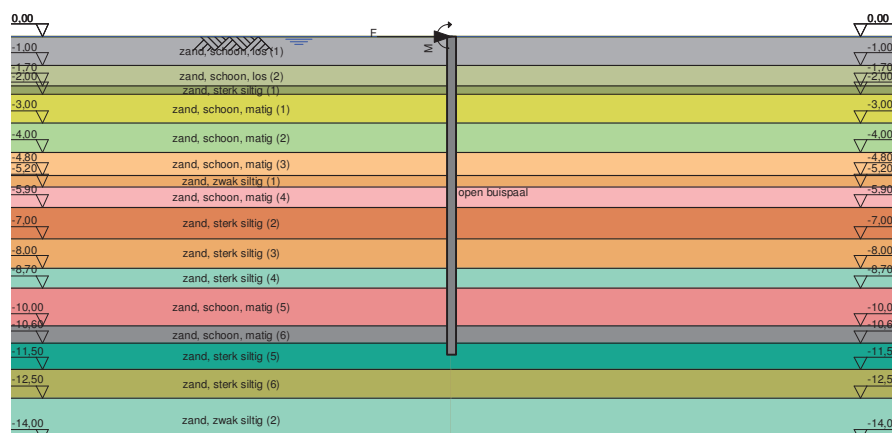
| Section name  | From<br>[m] | To<br>[m] | Stiffness<br>EI<br>[kNm <sup>2</sup> ] | Diameter<br>[m] |
|---------------|-------------|-----------|----------------------------------------|-----------------|
| open buispaal | -11,00      | 0,00      | 1,3406E+06                             | 1,00            |

| Section name  | From<br>[m] | To<br>[m] | Max. char.<br>moment<br>[kNm] | Modification<br>factor | Material<br>factor<br>[-] | Red. factor<br>max. moment<br>[-] | Design<br>moment<br>[-][kNm] |
|---------------|-------------|-----------|-------------------------------|------------------------|---------------------------|-----------------------------------|------------------------------|
| open buispaal | -11,00      | 0,00      | 4256,00                       | 1,00                   | 1,00                      | 1,00                              | 4256,00                      |

| Section name  | From<br>[m] | To<br>[m] | Red. factor<br>EI<br>[-] | Note to<br>reduction factor | Corrected<br>stiffness EI<br>[kNm <sup>2</sup> ] |
|---------------|-------------|-----------|--------------------------|-----------------------------|--------------------------------------------------|
| open buispaal | -11,00      | 0,00      | 1,00                     |                             | 1341000,00                                       |

#### 3.3 Outline

Outline



### 3.4 Horizontal Forces

| Name | Level<br>[m] | Load<br>[kN] |
|------|--------------|--------------|
| F    | 0,00         | 338,50       |

### 3.5 Moments

| Name | Level<br>[m] | Moment<br>[kNm] |
|------|--------------|-----------------|
| M    | 0,00         | -424,00         |

### 3.6 Water Level

Water level: 0,00 [m]

### 3.7 Surface

Surface level: 0,00 [m]

### 3.8 Soil Material Properties

| Layer name           | Level<br>[m] | Unit weight                   |                             | Cohesion<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | Friction angle<br>phi<br>[deg] | Brinch<br>Hansen<br>used |
|----------------------|--------------|-------------------------------|-----------------------------|----------------------------------|--------------------------------|--------------------------|
|                      |              | Unsat<br>[kN/m <sup>3</sup> ] | Sat<br>[kN/m <sup>3</sup> ] |                                  |                                |                          |
| zand, schoon, l...   | 0,00         | 17,00                         | 19,00                       | 0,00                             | 30,00                          | Yes                      |
| zand, schoon, l...   | -1,00        | 17,00                         | 19,00                       | 0,00                             | 30,00                          | Yes                      |
| zand, sterk silti... | -1,70        | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 25,00                          | Yes                      |
| zand, schoon, ...    | -2,00        | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 32,50                          | Yes                      |
| zand, schoon, ...    | -3,00        | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 32,50                          | Yes                      |
| zand, schoon, ...    | -4,00        | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 32,50                          | Yes                      |
| zand, zwak silti...  | -4,80        | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 27,00                          | Yes                      |
| zand, schoon, ...    | -5,20        | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 32,50                          | Yes                      |
| zand, sterk silti... | -5,90        | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 25,00                          | Yes                      |
| zand, sterk silti... | -7,00        | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 25,00                          | Yes                      |
| zand, sterk silti... | -8,00        | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 25,00                          | Yes                      |
| zand, schoon, ...    | -8,70        | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 32,50                          | Yes                      |
| zand, schoon, ...    | -10,00       | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 32,50                          | Yes                      |
| zand, sterk silti... | -10,60       | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 25,00                          | Yes                      |
| zand, sterk silti... | -11,50       | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 25,00                          | Yes                      |
| zand, zwak silti...  | -12,50       | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 27,00                          | Yes                      |
| zand, sterk silti... | -14,00       | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 25,00                          | Yes                      |
| zand, sterk silti... | -15,00       | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 25,00                          | Yes                      |
| zand, zwak silti...  | -16,50       | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 27,00                          | Yes                      |
| zand, zwak silti...  | -17,50       | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 23,44                          | Yes                      |
| zand, schoon, ...    | -18,40       | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 28,47                          | Yes                      |
| zand, schoon, ...    | -19,00       | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 28,47                          | Yes                      |
| zand, schoon, ...    | -20,00       | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 28,47                          | Yes                      |
| zand, schoon, ...    | -21,00       | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 28,47                          | Yes                      |
| zand, zwak silti...  | -22,20       | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 23,44                          | Yes                      |
| zand, zwak silti...  | -23,00       | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 23,44                          | Yes                      |

| Layer name           | Level<br>[m] | Earth pressure coefficients |                |                | Additional pore pressure    |                                |
|----------------------|--------------|-----------------------------|----------------|----------------|-----------------------------|--------------------------------|
|                      |              | Active<br>[-]               | Neutral<br>[-] | Passive<br>[-] | Top<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | Bottom<br>[kN/m <sup>2</sup> ] |
| zand, schoon, l...   | 0,00         | 0,00                        | 0,00           | 5,41           | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, schoon, l...   | -1,00        | 0,00                        | 0,00           | 6,37           | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, sterk silti... | -1,70        | 0,00                        | 0,00           | 4,68           | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, schoon, ...    | -2,00        | 0,00                        | 0,00           | 9,11           | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, schoon, ...    | -3,00        | 0,00                        | 0,00           | 10,14          | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, schoon, ...    | -4,00        | 0,00                        | 0,00           | 10,96          | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, zwak silti...  | -4,80        | 0,00                        | 0,00           | 7,16           | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, schoon, ...    | -5,20        | 0,00                        | 0,00           | 11,88          | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, sterk silti... | -5,90        | 0,00                        | 0,00           | 6,47           | 0,00                        | 0,00                           |

| Layer name           | Level<br>[m] | Earth pressure coefficients |                |                | Additional pore pressure    |                                |
|----------------------|--------------|-----------------------------|----------------|----------------|-----------------------------|--------------------------------|
|                      |              | Active<br>[-]               | Neutral<br>[-] | Passive<br>[-] | Top<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | Bottom<br>[kN/m <sup>2</sup> ] |
| zand, sterk silti... | -7,00        | 0,00                        | 0,00           | 6,72           | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, sterk silti... | -8,00        | 0,00                        | 0,00           | 6,89           | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, schoon, ...    | -8,70        | 0,00                        | 0,00           | 14,19          | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, schoon, ...    | -10,00       | 0,00                        | 0,00           | 14,64          | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, sterk silti... | -10,60       | 0,00                        | 0,00           | 7,34           | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, sterk silti... | -11,50       | 0,00                        | 0,00           | 7,47           | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, zwak silti...  | -12,50       | 0,00                        | 0,00           | 9,21           | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, sterk silti... | -14,00       | 0,00                        | 0,00           | 7,75           | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, sterk silti... | -15,00       | 0,00                        | 0,00           | 7,87           | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, zwak silti...  | -16,50       | 0,00                        | 0,00           | 9,68           | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, zwak silti...  | -17,50       | 0,00                        | 0,00           | 6,93           | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, schoon, ...    | -18,40       | 0,00                        | 0,00           | 11,42          | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, schoon, ...    | -19,00       | 0,00                        | 0,00           | 11,51          | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, schoon, ...    | -20,00       | 0,00                        | 0,00           | 11,62          | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, schoon, ...    | -21,00       | 0,00                        | 0,00           | 11,73          | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, zwak silti...  | -22,20       | 0,00                        | 0,00           | 7,16           | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, zwak silti...  | -23,00       | 0,00                        | 0,00           | 10,50          | 0,00                        | 0,00                           |

### 3.9 Soil Material Properties calculated using Brinch Hansen

| Layer name           | Level<br>[m] | Fictive cohesion<br>[kN/m <sup>2</sup> ] |
|----------------------|--------------|------------------------------------------|
| zand, schoon, l...   | 0,00         | 0,00                                     |
| zand, schoon, l...   | -1,00        | 0,00                                     |
| zand, sterk silti... | -1,70        | 0,00                                     |
| zand, schoon, ...    | -2,00        | 0,00                                     |
| zand, schoon, ...    | -3,00        | 0,00                                     |
| zand, schoon, ...    | -4,00        | 0,00                                     |
| zand, zwak silti...  | -4,80        | 0,00                                     |
| zand, schoon, ...    | -5,20        | 0,00                                     |
| zand, sterk silti... | -5,90        | 0,00                                     |
| zand, sterk silti... | -7,00        | 0,00                                     |
| zand, sterk silti... | -8,00        | 0,00                                     |
| zand, schoon, ...    | -8,70        | 0,00                                     |
| zand, schoon, ...    | -10,00       | 0,00                                     |
| zand, sterk silti... | -10,60       | 0,00                                     |
| zand, sterk silti... | -11,50       | 0,00                                     |
| zand, zwak silti...  | -12,50       | 0,00                                     |
| zand, sterk silti... | -14,00       | 0,00                                     |
| zand, sterk silti... | -15,00       | 0,00                                     |
| zand, zwak silti...  | -16,50       | 0,00                                     |
| zand, zwak silti...  | -17,50       | 0,00                                     |
| zand, schoon, ...    | -18,40       | 0,00                                     |
| zand, schoon, ...    | -19,00       | 0,00                                     |
| zand, schoon, ...    | -20,00       | 0,00                                     |
| zand, schoon, ...    | -21,00       | 0,00                                     |
| zand, zwak silti...  | -22,20       | 0,00                                     |
| zand, zwak silti...  | -23,00       | 0,00                                     |

### 3.10 Modulus of Subgrade Reaction

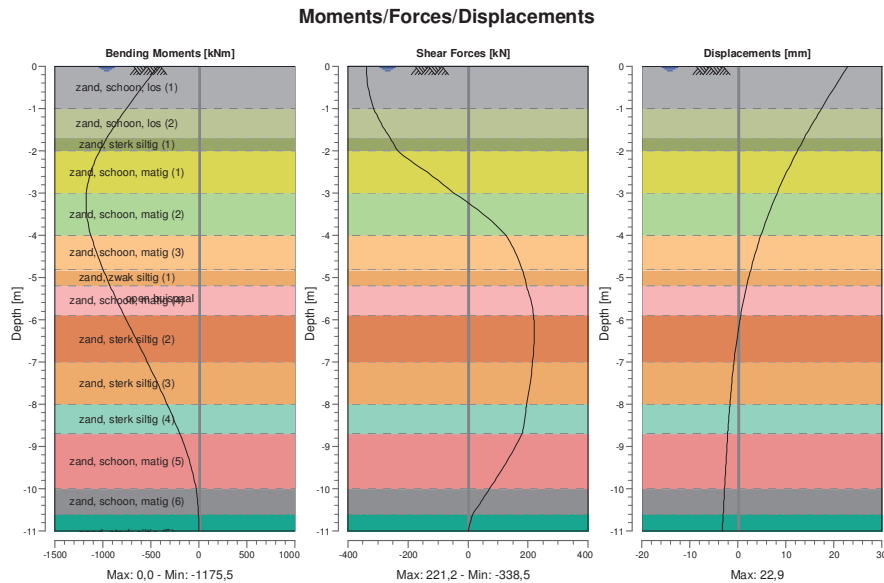
| Layer name           | Level<br>[m] | Menard used | E-Mod Menard<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | Soil type Menard | Branch 1                    |                                |
|----------------------|--------------|-------------|--------------------------------------|------------------|-----------------------------|--------------------------------|
|                      |              |             |                                      |                  | Top<br>[kN/m <sup>3</sup> ] | Bottom<br>[kN/m <sup>3</sup> ] |
| zand, schoon, l...   | 0,00         | Yes         | 3150,00                              | Sand             | 11716,67                    | 11716,67                       |
| zand, schoon, l...   | -1,00        | Yes         | 3080,00                              | Sand             | 11456,30                    | 11456,30                       |
| zand, sterk silti... | -1,70        | Yes         | 2800,00                              | Sand             | 10414,82                    | 10414,82                       |
| zand, schoon, ...    | -2,00        | Yes         | 5250,00                              | Sand             | 19527,78                    | 19527,78                       |
| zand, schoon, ...    | -3,00        | Yes         | 7350,00                              | Sand             | 27338,90                    | 27338,90                       |
| zand, schoon, ...    | -4,00        | Yes         | 4900,00                              | Sand             | 18225,93                    | 18225,93                       |
| zand, zwak silti...  | -4,80        | Yes         | 4200,00                              | Sand             | 15622,23                    | 15622,23                       |
| zand, schoon, ...    | -5,20        | Yes         | 7700,00                              | Sand             | 28640,75                    | 28640,75                       |

| Layer name           | Level [m] | Menard used | E-Mod Menard [kN/m <sup>2</sup> ] | Soil type Menard | Branch 1                 |                             |
|----------------------|-----------|-------------|-----------------------------------|------------------|--------------------------|-----------------------------|
|                      |           |             |                                   |                  | Top [kN/m <sup>3</sup> ] | Bottom [kN/m <sup>3</sup> ] |
| zand, sterk silti... | -5,90     | Yes         | 5460,00                           | Sand             | 20308,89                 | 20308,89                    |
| zand, sterk silti... | -7,00     | Yes         | 4200,00                           | Sand             | 15622,23                 | 15622,23                    |
| zand, sterk silti... | -8,00     | Yes         | 2869,00                           | Sand             | 10671,47                 | 10671,47                    |
| zand, schoon, ...    | -8,70     | Yes         | 9170,00                           | Sand             | 34108,53                 | 34108,53                    |
| zand, schoon, ...    | -10,00    | Yes         | 8749,00                           | Sand             | 32542,59                 | 32542,59                    |
| zand, sterk silti... | -10,60    | Yes         | 3150,00                           | Sand             | 11716,67                 | 11716,67                    |
| zand, sterk silti... | -11,50    | Yes         | 4269,00                           | Sand             | 15878,88                 | 15878,88                    |
| zand, zwak silti...  | -12,50    | Yes         | 7630,00                           | Sand             | 28380,38                 | 28380,38                    |
| zand, sterk silti... | -14,00    | Yes         | 7489,00                           | Sand             | 27855,92                 | 27855,92                    |
| zand, sterk silti... | -15,00    | Yes         | 7489,00                           | Sand             | 27855,92                 | 27855,92                    |
| zand, zwak silti...  | -16,50    | Yes         | 12529,00                          | Sand             | 46602,59                 | 46602,59                    |
| zand, zwak silti...  | -17,50    | Yes         | 10284,00                          | Sand             | 38252,14                 | 38252,14                    |
| zand, schoon, ...    | -18,40    | Yes         | 10930,00                          | Sand             | 40654,99                 | 40654,99                    |
| zand, schoon, ...    | -19,00    | Yes         | 9854,00                           | Sand             | 36652,72                 | 36652,72                    |
| zand, schoon, ...    | -20,00    | Yes         | 12654,00                          | Sand             | 47067,54                 | 47067,54                    |
| zand, schoon, ...    | -21,00    | Yes         | 10177,00                          | Sand             | 37854,14                 | 37854,14                    |
| zand, zwak silti...  | -22,20    | Yes         | 6461,00                           | Sand             | 24032,19                 | 24032,19                    |
| zand, zwak silti...  | -23,00    | Yes         | 7000,00                           | Sand             | 26037,04                 | 26037,04                    |

## 4 Calculation Results

Number of iterations: 4

### 4.1 Charts of Moments, Forces and Displacements



### 4.2 Moments, Forces and Displacements

| Segment number | Level [m] | Moment [kNm]   | Shear force [kN] | Displacement [mm] |
|----------------|-----------|----------------|------------------|-------------------|
| 1              | 0,00      | -424,0         | <b>-338,5</b>    | <b>22,9</b>       |
| 1              | -0,48     | -585,6         | -332,8           | 20,2              |
| 2              | -0,48     | -585,6         | -332,8           | 20,2              |
| 2              | -1,00     | -754,2         | -313,7           | 17,4              |
| 3              | -1,00     | -754,2         | -313,7           | 17,4              |
| 3              | -1,35     | -860,0         | -289,6           | 15,6              |
| 4              | -1,35     | -860,0         | -289,6           | 15,6              |
| 4              | -1,70     | -956,1         | -258,3           | 13,8              |
| 5              | -1,70     | -956,1         | -258,3           | 13,8              |
| 5              | -2,00     | -1030,1        | -234,3           | 12,4              |
| 6              | -2,00     | -1030,1        | -234,3           | 12,4              |
| 6              | -2,02     | -1034,7        | -230,8           | 12,3              |
| 7              | -2,02     | -1034,7        | -230,8           | 12,3              |
| 7              | -2,51     | -1125,4        | -136,5           | 10,1              |
| 8              | -2,51     | -1125,4        | -136,4           | 10,1              |
| 8              | -3,00     | <b>-1170,0</b> | -49,0            | 8,2               |
| 9              | -3,00     | <b>-1170,0</b> | -49,0            | 8,2               |
| 9              | -3,50     | -1168,7        | 50,3             | 6,4               |
| 10             | -3,50     | -1168,7        | 50,2             | 6,4               |
| 10             | -4,00     | -1123,6        | 126,4            | 4,8               |
| 11             | -4,00     | -1123,6        | 126,4            | 4,8               |
| 11             | -4,40     | -1066,6        | 157,3            | 3,7               |
| 12             | -4,40     | -1066,6        | 157,3            | 3,7               |
| 12             | -4,80     | -998,8         | 180,6            | 2,7               |
| 13             | -4,80     | -998,8         | 180,6            | 2,7               |
| 13             | -5,20     | -923,5         | 194,8            | 1,8               |



| Segment number         | Level [m] | Moment [kNm]   | Shear force [kN] | Displacement [mm] |
|------------------------|-----------|----------------|------------------|-------------------|
| 14                     | -5,20     | -923,5         | 194,8            | 1,8               |
| 14                     | -5,55     | -852,5         | 210,0            | 1,2               |
| 15                     | -5,55     | -852,5         | 210,0            | 1,2               |
| 15                     | -5,90     | -777,3         | 218,8            | 0,6               |
| 16                     | -5,90     | -777,3         | 218,8            | 0,6               |
| 16                     | -6,04     | -746,5         | 220,2            | 0,4               |
| 17                     | -6,04     | -746,5         | 220,2            | 0,4               |
| 17                     | -6,56     | -631,6         | 220,5            | -0,3              |
| 18                     | -6,56     | -631,6         | 220,4            | -0,3              |
| 18                     | -7,00     | -535,6         | 215,3            | -0,8              |
| 19                     | -7,00     | -535,6         | 215,3            | -0,8              |
| 19                     | -7,08     | -518,4         | 214,2            | -0,9              |
| 20                     | -7,08     | -518,4         | 214,2            | -0,9              |
| 20                     | -7,58     | -413,4         | 205,4            | -1,4              |
| 21                     | -7,58     | -413,4         | 205,4            | -1,4              |
| 21                     | -8,00     | -329,1         | 195,5            | -1,7              |
| 22                     | -8,00     | -329,1         | 195,5            | -1,7              |
| 22                     | -8,08     | -313,5         | 194,0            | -1,7              |
| 23                     | -8,08     | -313,5         | 194,0            | -1,7              |
| 23                     | -8,58     | -219,0         | 183,9            | -2,1              |
| 24                     | -8,58     | -219,0         | 183,9            | -2,1              |
| 24                     | -8,70     | -197,1         | 181,2            | -2,1              |
| 25                     | -8,70     | -197,1         | 181,2            | -2,1              |
| 25                     | -9,13     | -125,6         | 148,1            | -2,4              |
| 26                     | -9,13     | -125,6         | 148,1            | -2,4              |
| 26                     | -9,57     | -69,2          | 111,6            | -2,6              |
| 27                     | -9,57     | -69,2          | 111,6            | -2,6              |
| 27                     | -10,00    | -29,3          | 72,0             | -2,8              |
| 28                     | -10,00    | -29,3          | 72,0             | -2,8              |
| 28                     | -10,30    | -11,9          | 44,1             | -2,9              |
| 29                     | -10,30    | -11,9          | 44,1             | -2,9              |
| 29                     | -10,60    | -3,0           | 14,8             | -3,1              |
| 30                     | -10,60    | -3,0           | 14,8             | -3,1              |
| 30                     | -11,00    | 0,0            | 0,0              | -3,3              |
| Max                    |           | <b>-1170,0</b> | <b>-338,5</b>    | <b>22,9</b>       |
| Max, minor nodes incl. |           | -1175,5        | -338,5           | 22,9              |

### 4.3 Stresses

| Node number | Level [m] | Left                                  |                                   |       |      | Right                                 |                                   |       |      |
|-------------|-----------|---------------------------------------|-----------------------------------|-------|------|---------------------------------------|-----------------------------------|-------|------|
|             |           | Effective stress [kN/m <sup>2</sup> ] | Water stress [kN/m <sup>2</sup> ] | Stat* | Mob* | Effective stress [kN/m <sup>2</sup> ] | Water stress [kN/m <sup>2</sup> ] | Stat* | Mob* |
| 1           | 0,00      | 0,00                                  | 0,00                              | A     |      | 0,00                                  | 0,00                              | P     |      |
| 1           | -0,48     | 0,00                                  | 4,71                              | A     |      | 23,84                                 | 4,71                              | P     |      |
| 2           | -0,48     | 0,00                                  | 4,71                              | A     |      | 23,84                                 | 4,71                              | P     |      |
| 2           | -1,00     | 0,00                                  | 9,81                              | A     |      | 49,67                                 | 9,81                              | P     |      |
| 3           | -1,00     | 0,00                                  | 9,81                              | A     |      | 58,57                                 | 9,81                              | P     |      |
| 3           | -1,35     | 0,00                                  | 13,24                             | A     |      | 79,07                                 | 13,24                             | P     |      |
| 4           | -1,35     | 0,00                                  | 13,24                             | A     |      | 79,07                                 | 13,24                             | P     |      |
| 4           | -1,70     | 0,00                                  | 16,68                             | A     |      | 99,57                                 | 16,68                             | P     |      |
| 5           | -1,70     | 0,00                                  | 16,68                             | A     |      | 73,06                                 | 16,68                             | P     |      |
| 5           | -2,00     | 0,00                                  | 19,62                             | A     |      | 87,35                                 | 19,62                             | P     |      |
| 6           | -2,00     | 0,00                                  | 19,62                             | A     |      | 170,23                                | 19,62                             | P     |      |
| 6           | -2,02     | 0,00                                  | 19,82                             | A     |      | 172,08                                | 19,82                             | P     |      |
| 7           | -2,02     | 0,00                                  | 19,82                             | A     |      | 172,08                                | 19,82                             | P     |      |
| 7           | -2,51     | 0,00                                  | 24,62                             | A     |      | 198,02                                | 24,62                             | -     | 91   |
| 8           | -2,51     | 0,00                                  | 24,62                             | A     |      | 198,02                                | 24,62                             | -     | 91   |
| 8           | -3,00     | 0,00                                  | 29,43                             | A     |      | 159,59                                | 29,43                             | -     | 61   |
| 9           | -3,00     | 0,00                                  | 29,43                             | A     |      | 223,42                                | 29,43                             | -     | 76   |
| 9           | -3,50     | 0,00                                  | 34,34                             | A     |      | 174,41                                | 34,34                             | -     | 51   |
| 10          | -3,50     | 0,00                                  | 34,34                             | A     |      | 174,41                                | 34,34                             | -     | 51   |
| 10          | -4,00     | 0,00                                  | 39,24                             | A     |      | 131,34                                | 39,24                             | -     | 33   |
| 11          | -4,00     | 0,00                                  | 39,24                             | A     |      | 87,56                                 | 39,24                             | -     | 20   |
| 11          | -4,40     | 0,00                                  | 43,16                             | A     |      | 67,34                                 | 43,16                             | -     | 14   |

| Node number | Level [m] | Left                                  |                                   |       |      | Right                                 |                                   |       |      |
|-------------|-----------|---------------------------------------|-----------------------------------|-------|------|---------------------------------------|-----------------------------------|-------|------|
|             |           | Effective stress [kN/m <sup>2</sup> ] | Water stress [kN/m <sup>2</sup> ] | Stat* | Mob* | Effective stress [kN/m <sup>2</sup> ] | Water stress [kN/m <sup>2</sup> ] | Stat* | Mob* |
| 12          | -4,40     | 0,00                                  | 43,16                             | A     |      | 67,34                                 | 43,16                             | -     | 14   |
| 12          | -4,80     | 0,00                                  | 47,09                             | A     |      | 49,44                                 | 47,09                             | -     | 10   |
| 13          | -4,80     | 0,00                                  | 47,09                             | A     |      | 42,38                                 | 47,09                             | -     | 13   |
| 13          | -5,20     | 0,00                                  | 51,01                             | A     |      | 28,90                                 | 51,01                             | -     | 8    |
| 14          | -5,20     | 0,00                                  | 51,01                             | A     |      | 52,97                                 | 51,01                             | -     | 9    |
| 14          | -5,55     | 0,00                                  | 54,45                             | A     |      | 33,95                                 | 54,45                             | -     | 5    |
| 15          | -5,55     | 0,00                                  | 54,45                             | A     |      | 33,95                                 | 54,45                             | -     | 5    |
| 15          | -5,90     | 0,00                                  | 57,88                             | A     |      | 17,15                                 | 57,88                             | -     | 2    |
| 16          | -5,90     | 0,00                                  | 57,88                             | A     |      | 12,16                                 | 57,88                             | -     | 3    |
| 16          | -6,04     | 0,00                                  | 59,25                             | A     |      | 7,81                                  | 59,25                             | -     | 2    |
| 17          | -6,04     | 0,00                                  | 59,25                             | A     |      | 7,81                                  | 59,25                             | -     | 2    |
| 17          | -6,56     | 6,49                                  | 64,35                             | -     | 2    | 0,00                                  | 64,35                             | A     |      |
| 18          | -6,56     | 6,49                                  | 64,35                             | -     | 2    | 0,00                                  | 64,35                             | A     |      |
| 18          | -7,00     | 16,55                                 | 68,67                             | -     | 4    | 0,00                                  | 68,67                             | A     |      |
| 19          | -7,00     | 12,73                                 | 68,67                             | -     | 3    | 0,00                                  | 68,67                             | A     |      |
| 19          | -7,08     | 14,01                                 | 69,45                             | -     | 3    | 0,00                                  | 69,45                             | A     |      |
| 20          | -7,08     | 14,01                                 | 69,45                             | -     | 3    | 0,00                                  | 69,45                             | A     |      |
| 20          | -7,58     | 21,12                                 | 74,36                             | -     | 4    | 0,00                                  | 74,36                             | A     |      |
| 21          | -7,58     | 21,12                                 | 74,36                             | -     | 4    | 0,00                                  | 74,36                             | A     |      |
| 21          | -8,00     | 26,16                                 | 78,48                             | -     | 5    | 0,00                                  | 78,48                             | A     |      |
| 22          | -8,00     | 17,87                                 | 78,48                             | -     | 3    | 0,00                                  | 78,48                             | A     |      |
| 22          | -8,08     | 18,47                                 | 79,26                             | -     | 3    | 0,00                                  | 79,26                             | A     |      |
| 23          | -8,08     | 18,47                                 | 79,26                             | -     | 3    | 0,00                                  | 79,26                             | A     |      |
| 23          | -8,58     | 21,88                                 | 84,17                             | -     | 4    | 0,00                                  | 84,17                             | A     |      |
| 24          | -8,58     | 21,88                                 | 84,17                             | -     | 4    | 0,00                                  | 84,17                             | A     |      |
| 24          | -8,70     | 22,63                                 | 85,35                             | -     | 4    | 0,00                                  | 85,35                             | A     |      |
| 25          | -8,70     | 72,32                                 | 85,35                             | -     | 6    | 0,00                                  | 85,35                             | A     |      |
| 25          | -9,13     | 80,40                                 | 89,60                             | -     | 6    | 0,00                                  | 89,60                             | A     |      |
| 26          | -9,13     | 80,40                                 | 89,60                             | -     | 6    | 0,00                                  | 89,60                             | A     |      |
| 26          | -9,57     | 87,88                                 | 93,85                             | -     | 6    | 0,00                                  | 93,85                             | A     |      |
| 27          | -9,57     | 87,88                                 | 93,85                             | -     | 6    | 0,00                                  | 93,85                             | A     |      |
| 27          | -10,00    | 95,01                                 | 98,10                             | -     | 7    | 0,00                                  | 98,10                             | A     |      |
| 28          | -10,00    | 90,65                                 | 98,10                             | -     | 6    | 0,00                                  | 98,10                             | A     |      |
| 28          | -10,30    | 95,28                                 | 101,04                            | -     | 6    | 0,00                                  | 101,04                            | A     |      |
| 29          | -10,30    | 95,28                                 | 101,04                            | -     | 6    | 0,00                                  | 101,04                            | A     |      |
| 29          | -10,60    | 99,87                                 | 103,99                            | -     | 6    | 0,00                                  | 103,99                            | A     |      |
| 30          | -10,60    | 35,96                                 | 103,99                            | -     | 5    | 0,00                                  | 103,99                            | A     |      |
| 30          | -11,00    | 38,16                                 | 107,91                            | -     | 5    | 0,00                                  | 107,91                            | A     |      |

\*

Stat  
Mob

Status (A=active, P=passive, Number is branche, 0 is unloading)  
Percentage passive mobilized

## End of Report

## Report for D-Sheet Piling 14.1

Design of Sheet Piling  
Developed by Deltares

Company: W+B

Date of report: 3/23/2015

Time of report: 12:12:16 PM

Date of calculation: 3/23/2015

Time of calculation: 10:38:07 AM

Filename: D:\Users\brem6\Desktop\Texel\paal - landhoofd

## 1 Table of Contents

|                                                             |   |
|-------------------------------------------------------------|---|
| 1 Table of Contents                                         | 2 |
| 2 Summary                                                   | 3 |
| 2.1 Overview of Maxima                                      | 3 |
| 3 Input Data                                                | 4 |
| 3.1 General Input Data                                      | 4 |
| 3.2 Pile Properties                                         | 4 |
| 3.3 Outline                                                 | 4 |
| 3.4 Horizontal Forces                                       | 5 |
| 3.5 Moments                                                 | 5 |
| 3.6 Water Level                                             | 5 |
| 3.7 Surface                                                 | 5 |
| 3.8 Soil Material Properties                                | 5 |
| 3.9 Soil Material Properties calculated using Brinch Hansen | 6 |
| 3.10 Modulus of Subgrade Reaction                           | 6 |
| 4 Calculation Results                                       | 8 |
| 4.1 Charts of Moments, Forces and Displacements             | 8 |
| 4.2 Moments, Forces and Displacements                       | 8 |
| 4.3 Stresses                                                | 9 |

## 2 Summary

### 2.1 Overview of Maxima

| Displacement<br>[mm] | Moment<br>[kNm] | Shear force<br>[kN] | Mob. perc.<br>moment<br>[%] | Mob. perc.<br>resistance<br>[%] |
|----------------------|-----------------|---------------------|-----------------------------|---------------------------------|
| 50,6                 | -1759,0         | -445,5              | 0,0                         | 19,3                            |

### 3 Input Data

#### 3.1 General Input Data

Model Single pile; Pile loaded by forces  
 Unit weight of water 9,81 kN/m<sup>3</sup>

#### 3.2 Pile Properties

Length 11,00 m  
 Level top side 0,00 m  
 Number of sections 1

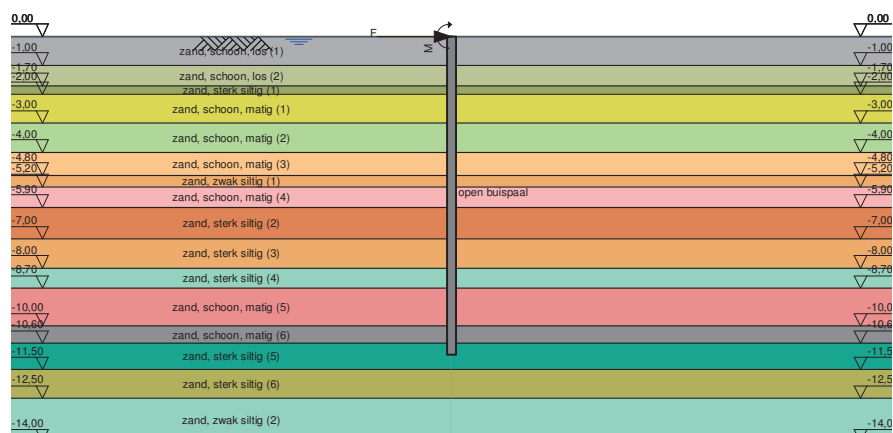
| Section name  | From<br>[m] | To<br>[m] | Stiffness<br>EI<br>[kNm <sup>2</sup> ] | Diameter<br>[m] |
|---------------|-------------|-----------|----------------------------------------|-----------------|
| open buispaal | -11,00      | 0,00      | 1,3406E+06                             | 1,00            |

| Section name  | From<br>[m] | To<br>[m] | Max. char.<br>moment<br>[kNm] | Modification<br>factor | Material<br>factor<br>[-] | Red. factor<br>max. moment<br>[-] | Design<br>moment<br>[-][kNm] |
|---------------|-------------|-----------|-------------------------------|------------------------|---------------------------|-----------------------------------|------------------------------|
| open buispaal | -11,00      | 0,00      | 4256,00                       | 1,00                   | 1,00                      | 1,00                              | 4256,00                      |

| Section name  | From<br>[m] | To<br>[m] | Red. factor<br>EI<br>[-] | Note to<br>reduction factor | Corrected<br>stiffness EI<br>[kNm <sup>2</sup> ] |
|---------------|-------------|-----------|--------------------------|-----------------------------|--------------------------------------------------|
| open buispaal | -11,00      | 0,00      | 1,00                     |                             | 1341000,00                                       |

#### 3.3 Outline

Outline



### 3.4 Horizontal Forces

| Name | Level<br>[m] | Load<br>[kN] |
|------|--------------|--------------|
| F    | 0,00         | 445,50       |

### 3.5 Moments

| Name | Level<br>[m] | Moment<br>[kNm] |
|------|--------------|-----------------|
| M    | 0,00         | -533,00         |

### 3.6 Water Level

Water level: 0,00 [m]

### 3.7 Surface

Surface level: 0,00 [m]

### 3.8 Soil Material Properties

| Layer name           | Level<br>[m] | Unit weight                   |                             | Cohesion<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | Friction angle<br>phi<br>[deg] | Brinch<br>Hansen<br>used |
|----------------------|--------------|-------------------------------|-----------------------------|----------------------------------|--------------------------------|--------------------------|
|                      |              | Unsat<br>[kN/m <sup>3</sup> ] | Sat<br>[kN/m <sup>3</sup> ] |                                  |                                |                          |
| zand, schoon, l...   | 0,00         | 17,00                         | 19,00                       | 0,00                             | 26,17                          | Yes                      |
| zand, schoon, l...   | -1,00        | 17,00                         | 19,00                       | 0,00                             | 26,17                          | Yes                      |
| zand, sterk silti... | -1,70        | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 21,65                          | Yes                      |
| zand, schoon, ...    | -2,00        | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 28,47                          | Yes                      |
| zand, schoon, ...    | -3,00        | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 28,47                          | Yes                      |
| zand, schoon, ...    | -4,00        | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 28,47                          | Yes                      |
| zand, zwak silti...  | -4,80        | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 23,44                          | Yes                      |
| zand, schoon, ...    | -5,20        | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 28,47                          | Yes                      |
| zand, sterk silti... | -5,90        | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 21,65                          | Yes                      |
| zand, sterk silti... | -7,00        | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 21,65                          | Yes                      |
| zand, sterk silti... | -8,00        | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 21,65                          | Yes                      |
| zand, schoon, ...    | -8,70        | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 28,47                          | Yes                      |
| zand, schoon, ...    | -10,00       | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 28,47                          | Yes                      |
| zand, sterk silti... | -10,60       | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 21,65                          | Yes                      |
| zand, sterk silti... | -11,50       | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 21,65                          | Yes                      |
| zand, zwak silti...  | -12,50       | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 23,44                          | Yes                      |
| zand, sterk silti... | -14,00       | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 21,65                          | Yes                      |
| zand, sterk silti... | -15,00       | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 21,65                          | Yes                      |
| zand, zwak silti...  | -16,50       | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 23,44                          | Yes                      |
| zand, zwak silti...  | -17,50       | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 23,44                          | Yes                      |
| zand, schoon, ...    | -18,40       | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 28,47                          | Yes                      |
| zand, schoon, ...    | -19,00       | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 28,47                          | Yes                      |
| zand, schoon, ...    | -20,00       | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 28,47                          | Yes                      |
| zand, schoon, ...    | -21,00       | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 28,47                          | Yes                      |
| zand, zwak silti...  | -22,20       | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 23,44                          | Yes                      |
| zand, zwak silti...  | -23,00       | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 23,44                          | Yes                      |

| Layer name           | Level<br>[m] | Earth pressure coefficients |                |                | Additional pore pressure    |                                |
|----------------------|--------------|-----------------------------|----------------|----------------|-----------------------------|--------------------------------|
|                      |              | Active<br>[-]               | Neutral<br>[-] | Passive<br>[-] | Top<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | Bottom<br>[kN/m <sup>2</sup> ] |
| zand, schoon, l...   | 0,00         | 0,00                        | 0,00           | 4,07           | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, schoon, l...   | -1,00        | 0,00                        | 0,00           | 4,77           | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, sterk silti... | -1,70        | 0,00                        | 0,00           | 3,60           | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, schoon, ...    | -2,00        | 0,00                        | 0,00           | 6,62           | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, schoon, ...    | -3,00        | 0,00                        | 0,00           | 7,29           | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, schoon, ...    | -4,00        | 0,00                        | 0,00           | 7,80           | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, zwak silti...  | -4,80        | 0,00                        | 0,00           | 5,31           | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, schoon, ...    | -5,20        | 0,00                        | 0,00           | 8,37           | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, sterk silti... | -5,90        | 0,00                        | 0,00           | 4,83           | 0,00                        | 0,00                           |

| Layer name           | Level<br>[m] | Earth pressure coefficients |                |                | Additional pore pressure    |                                |
|----------------------|--------------|-----------------------------|----------------|----------------|-----------------------------|--------------------------------|
|                      |              | Active<br>[-]               | Neutral<br>[-] | Passive<br>[-] | Top<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | Bottom<br>[kN/m <sup>2</sup> ] |
| zand, sterk silti... | -7,00        | 0,00                        | 0,00           | 5,00           | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, sterk silti... | -8,00        | 0,00                        | 0,00           | 5,11           | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, schoon, ...    | -8,70        | 0,00                        | 0,00           | 9,71           | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, schoon, ...    | -10,00       | 0,00                        | 0,00           | 9,96           | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, sterk silti... | -10,60       | 0,00                        | 0,00           | 5,40           | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, sterk silti... | -11,50       | 0,00                        | 0,00           | 5,48           | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, zwak silti...  | -12,50       | 0,00                        | 0,00           | 6,59           | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, sterk silti... | -14,00       | 0,00                        | 0,00           | 5,66           | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, sterk silti... | -15,00       | 0,00                        | 0,00           | 5,74           | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, zwak silti...  | -16,50       | 0,00                        | 0,00           | 6,87           | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, zwak silti...  | -17,50       | 0,00                        | 0,00           | 6,93           | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, schoon, ...    | -18,40       | 0,00                        | 0,00           | 11,42          | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, schoon, ...    | -19,00       | 0,00                        | 0,00           | 11,51          | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, schoon, ...    | -20,00       | 0,00                        | 0,00           | 11,62          | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, schoon, ...    | -21,00       | 0,00                        | 0,00           | 11,73          | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, zwak silti...  | -22,20       | 0,00                        | 0,00           | 7,16           | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, zwak silti...  | -23,00       | 0,00                        | 0,00           | 10,50          | 0,00                        | 0,00                           |

### 3.9 Soil Material Properties calculated using Brinch Hansen

| Layer name           | Level<br>[m] | Fictive cohesion<br>[kN/m <sup>2</sup> ] |
|----------------------|--------------|------------------------------------------|
| zand, schoon, l...   | 0,00         | 0,00                                     |
| zand, schoon, l...   | -1,00        | 0,00                                     |
| zand, sterk silti... | -1,70        | 0,00                                     |
| zand, schoon, ...    | -2,00        | 0,00                                     |
| zand, schoon, ...    | -3,00        | 0,00                                     |
| zand, schoon, ...    | -4,00        | 0,00                                     |
| zand, zwak silti...  | -4,80        | 0,00                                     |
| zand, schoon, ...    | -5,20        | 0,00                                     |
| zand, sterk silti... | -5,90        | 0,00                                     |
| zand, sterk silti... | -7,00        | 0,00                                     |
| zand, sterk silti... | -8,00        | 0,00                                     |
| zand, schoon, ...    | -8,70        | 0,00                                     |
| zand, schoon, ...    | -10,00       | 0,00                                     |
| zand, sterk silti... | -10,60       | 0,00                                     |
| zand, sterk silti... | -11,50       | 0,00                                     |
| zand, zwak silti...  | -12,50       | 0,00                                     |
| zand, sterk silti... | -14,00       | 0,00                                     |
| zand, sterk silti... | -15,00       | 0,00                                     |
| zand, zwak silti...  | -16,50       | 0,00                                     |
| zand, zwak silti...  | -17,50       | 0,00                                     |
| zand, schoon, ...    | -18,40       | 0,00                                     |
| zand, schoon, ...    | -19,00       | 0,00                                     |
| zand, schoon, ...    | -20,00       | 0,00                                     |
| zand, schoon, ...    | -21,00       | 0,00                                     |
| zand, zwak silti...  | -22,20       | 0,00                                     |
| zand, zwak silti...  | -23,00       | 0,00                                     |

### 3.10 Modulus of Subgrade Reaction

| Layer name           | Level<br>[m] | Menard used | E-Mod Menard<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | Soil type Menard | Branch 1                    |                                |
|----------------------|--------------|-------------|--------------------------------------|------------------|-----------------------------|--------------------------------|
|                      |              |             |                                      |                  | Top<br>[kN/m <sup>3</sup> ] | Bottom<br>[kN/m <sup>3</sup> ] |
| zand, schoon, l...   | 0,00         | Yes         | 2423,00                              | Sand             | 9012,54                     | 9012,54                        |
| zand, schoon, l...   | -1,00        | Yes         | 2369,00                              | Sand             | 8811,68                     | 8811,68                        |
| zand, sterk silti... | -1,70        | Yes         | 2154,00                              | Sand             | 8011,97                     | 8011,97                        |
| zand, schoon, ...    | -2,00        | Yes         | 4038,00                              | Sand             | 15019,66                    | 15019,66                       |
| zand, schoon, ...    | -3,00        | Yes         | 5654,00                              | Sand             | 21030,49                    | 21030,49                       |
| zand, schoon, ...    | -4,00        | Yes         | 3769,00                              | Sand             | 14019,09                    | 14019,09                       |
| zand, zwak silti...  | -4,80        | Yes         | 3230,00                              | Sand             | 12014,24                    | 12014,24                       |
| zand, schoon, ...    | -5,20        | Yes         | 5923,00                              | Sand             | 22031,06                    | 22031,06                       |

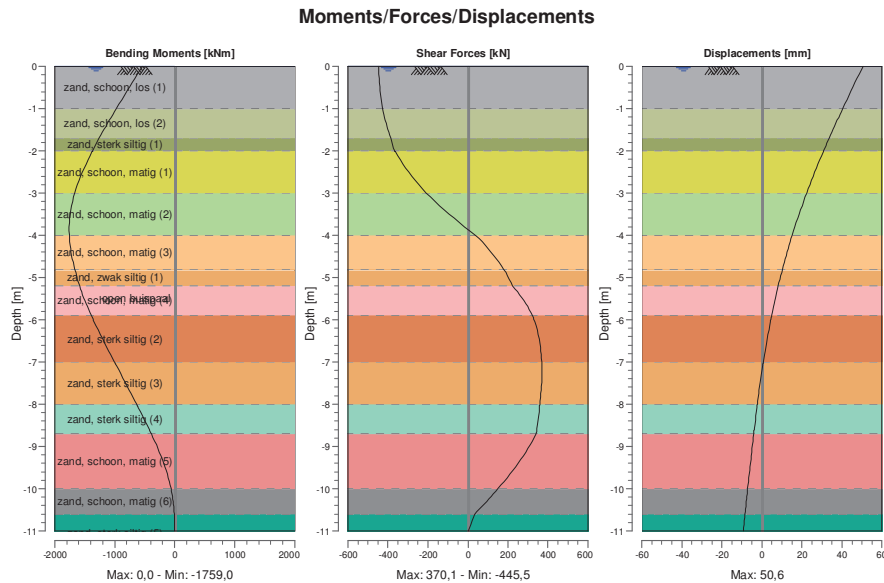


| Layer name           | Level [m] | Menard used | E-Mod Menard [kN/m <sup>2</sup> ] | Soil type Menard | Branch 1                 |                             |
|----------------------|-----------|-------------|-----------------------------------|------------------|--------------------------|-----------------------------|
|                      |           |             |                                   |                  | Top [kN/m <sup>3</sup> ] | Bottom [kN/m <sup>3</sup> ] |
| zand, sterk silti... | -5,90     | Yes         | 4200,00                           | Sand             | 15622,23                 | 15622,23                    |
| zand, sterk silti... | -7,00     | Yes         | 3230,00                           | Sand             | 12014,24                 | 12014,24                    |
| zand, sterk silti... | -8,00     | Yes         | 2207,00                           | Sand             | 8209,11                  | 8209,11                     |
| zand, schoon, ...    | -8,70     | Yes         | 7054,00                           | Sand             | 26237,90                 | 26237,90                    |
| zand, schoon, ...    | -10,00    | Yes         | 6730,00                           | Sand             | 25032,76                 | 25032,76                    |
| zand, sterk silti... | -10,60    | Yes         | 2423,00                           | Sand             | 9012,54                  | 9012,54                     |
| zand, sterk silti... | -11,50    | Yes         | 3284,00                           | Sand             | 12215,09                 | 12215,09                    |
| zand, zwak silti...  | -12,50    | Yes         | 5869,00                           | Sand             | 21830,20                 | 21830,20                    |
| zand, sterk silti... | -14,00    | Yes         | 5761,00                           | Sand             | 21428,49                 | 21428,49                    |
| zand, sterk silti... | -15,00    | Yes         | 5761,00                           | Sand             | 21428,49                 | 21428,49                    |
| zand, zwak silti...  | -16,50    | Yes         | 9638,00                           | Sand             | 35849,29                 | 35849,29                    |
| zand, zwak silti...  | -17,50    | Yes         | 10284,00                          | Sand             | 38252,14                 | 38252,14                    |
| zand, schoon, ...    | -18,40    | Yes         | 10930,00                          | Sand             | 40654,99                 | 40654,99                    |
| zand, schoon, ...    | -19,00    | Yes         | 9854,00                           | Sand             | 36652,72                 | 36652,72                    |
| zand, schoon, ...    | -20,00    | Yes         | 12654,00                          | Sand             | 47067,54                 | 47067,54                    |
| zand, schoon, ...    | -21,00    | Yes         | 10177,00                          | Sand             | 37854,14                 | 37854,14                    |
| zand, zwak silti...  | -22,20    | Yes         | 6461,00                           | Sand             | 24032,19                 | 24032,19                    |
| zand, zwak silti...  | -23,00    | Yes         | 7000,00                           | Sand             | 26037,04                 | 26037,04                    |

## 4 Calculation Results

Number of iterations: 5

### 4.1 Charts of Moments, Forces and Displacements



### 4.2 Moments, Forces and Displacements

| Segment number | Level [m] | Moment [kNm]   | Shear force [kN] | Displacement [mm] |
|----------------|-----------|----------------|------------------|-------------------|
| 1              | 0,00      | -533,0         | <b>-445,5</b>    | <b>50,6</b>       |
| 1              | -0,48     | -746,2         | -441,2           | 45,6              |
| 2              | -0,48     | -746,2         | -441,2           | 45,6              |
| 2              | -1,00     | -972,3         | -426,8           | 40,3              |
| 3              | -1,00     | -972,3         | -426,8           | 40,3              |
| 3              | -1,35     | -1118,7        | -408,8           | 36,9              |
| 4              | -1,35     | -1118,7        | -408,8           | 36,9              |
| 4              | -1,70     | -1257,8        | -385,4           | 33,6              |
| 5              | -1,70     | -1257,8        | -385,4           | 33,6              |
| 5              | -2,00     | -1370,7        | -366,9           | 30,9              |
| 6              | -2,00     | -1370,7        | -366,9           | 30,9              |
| 6              | -2,02     | -1378,1        | -364,4           | 30,7              |
| 7              | -2,02     | -1378,1        | -364,4           | 30,7              |
| 7              | -2,51     | -1540,3        | -295,1           | 26,4              |
| 8              | -2,51     | -1540,3        | -295,1           | 26,4              |
| 8              | -3,00     | -1664,6        | -209,6           | 22,4              |
| 9              | -3,00     | -1664,6        | -209,6           | 22,4              |
| 9              | -3,50     | -1741,6        | -95,1            | 18,6              |
| 10             | -3,50     | -1741,6        | -95,1            | 18,6              |
| 10             | -4,00     | <b>-1756,6</b> | 37,9             | 15,1              |
| 11             | -4,00     | <b>-1756,6</b> | 37,9             | 15,1              |
| 11             | -4,40     | -1725,5        | 115,6            | 12,6              |
| 12             | -4,40     | -1725,5        | 115,6            | 12,6              |
| 12             | -4,80     | -1666,0        | 179,6            | 10,3              |
| 13             | -4,80     | -1666,0        | 179,5            | 10,3              |
| 13             | -5,20     | -1585,0        | 223,7            | 8,1               |

| Segment number         | Level [m] | Moment [kNm]   | Shear force [kN] | Displacement [mm] |
|------------------------|-----------|----------------|------------------|-------------------|
| 14                     | -5,20     | -1585,0        | 223,7            | 8,1               |
| 14                     | -5,55     | -1496,6        | 279,7            | 6,4               |
| 15                     | -5,55     | -1496,6        | 279,7            | 6,4               |
| 15                     | -5,90     | -1390,7        | 323,1            | 4,9               |
| 16                     | -5,90     | -1390,7        | 323,1            | 4,9               |
| 16                     | -6,04     | -1344,7        | 333,1            | 4,3               |
| 17                     | -6,04     | -1344,7        | 333,1            | 4,3               |
| 17                     | -6,56     | -1164,0        | 359,3            | 2,2               |
| 18                     | -6,56     | -1164,0        | 359,3            | 2,2               |
| 18                     | -7,00     | -1003,4        | 369,2            | 0,7               |
| 19                     | -7,00     | -1003,4        | 369,2            | 0,7               |
| 19                     | -7,08     | -973,8         | 369,8            | 0,4               |
| 20                     | -7,08     | -973,8         | 369,8            | 0,4               |
| 20                     | -7,58     | -789,1         | 367,6            | -1,1              |
| 21                     | -7,58     | -789,1         | 367,6            | -1,1              |
| 21                     | -8,00     | -636,3         | 358,9            | -2,3              |
| 22                     | -8,00     | -636,3         | 358,9            | -2,3              |
| 22                     | -8,08     | -607,6         | 357,4            | -2,5              |
| 23                     | -8,08     | -607,6         | 357,4            | -2,5              |
| 23                     | -8,58     | -432,0         | 344,4            | -3,8              |
| 24                     | -8,58     | -432,0         | 344,4            | -3,8              |
| 24                     | -8,70     | -390,9         | 340,5            | -4,1              |
| 25                     | -8,70     | -390,9         | 340,5            | -4,1              |
| 25                     | -9,13     | -254,3         | 288,0            | -5,1              |
| 26                     | -9,13     | -254,3         | 288,0            | -5,1              |
| 26                     | -9,57     | -142,9         | 224,0            | -6,1              |
| 27                     | -9,57     | -142,9         | 224,0            | -6,1              |
| 27                     | -10,00    | -61,8          | 148,8            | -7,1              |
| 28                     | -10,00    | -61,8          | 148,8            | -7,1              |
| 28                     | -10,30    | -25,4          | 92,9             | -7,8              |
| 29                     | -10,30    | -25,4          | 92,9             | -7,8              |
| 29                     | -10,60    | -6,5           | 32,0             | -8,4              |
| 30                     | -10,60    | -6,5           | 32,0             | -8,4              |
| 30                     | -11,00    | 0,0            | 0,0              | -9,3              |
| Max                    |           | <b>-1756,6</b> | <b>-445,5</b>    | <b>50,6</b>       |
| Max, minor nodes incl. |           | -1759,0        | -445,5           | 50,6              |

### 4.3 Stresses

| Node number | Level [m] | Left                                  |                                   |       |      | Right                                 |                                   |       |      |
|-------------|-----------|---------------------------------------|-----------------------------------|-------|------|---------------------------------------|-----------------------------------|-------|------|
|             |           | Effective stress [kN/m <sup>2</sup> ] | Water stress [kN/m <sup>2</sup> ] | Stat* | Mob* | Effective stress [kN/m <sup>2</sup> ] | Water stress [kN/m <sup>2</sup> ] | Stat* | Mob* |
| 1           | 0,00      | 0,00                                  | 0,00                              | A     |      | 0,00                                  | 0,00                              | P     |      |
| 1           | -0,48     | 0,00                                  | 4,71                              | A     |      | 17,94                                 | 4,71                              | P     |      |
| 2           | -0,48     | 0,00                                  | 4,71                              | A     |      | 17,94                                 | 4,71                              | P     |      |
| 2           | -1,00     | 0,00                                  | 9,81                              | A     |      | 37,37                                 | 9,81                              | P     |      |
| 3           | -1,00     | 0,00                                  | 9,81                              | A     |      | 43,80                                 | 9,81                              | P     |      |
| 3           | -1,35     | 0,00                                  | 13,24                             | A     |      | 59,13                                 | 13,24                             | P     |      |
| 4           | -1,35     | 0,00                                  | 13,24                             | A     |      | 59,13                                 | 13,24                             | P     |      |
| 4           | -1,70     | 0,00                                  | 16,68                             | A     |      | 74,46                                 | 16,68                             | P     |      |
| 5           | -1,70     | 0,00                                  | 16,68                             | A     |      | 56,24                                 | 16,68                             | P     |      |
| 5           | -2,00     | 0,00                                  | 19,62                             | A     |      | 67,24                                 | 19,62                             | P     |      |
| 6           | -2,00     | 0,00                                  | 19,62                             | A     |      | 123,58                                | 19,62                             | P     |      |
| 6           | -2,02     | 0,00                                  | 19,82                             | A     |      | 124,93                                | 19,82                             | P     |      |
| 7           | -2,02     | 0,00                                  | 19,82                             | A     |      | 124,93                                | 19,82                             | P     |      |
| 7           | -2,51     | 0,00                                  | 24,62                             | A     |      | 157,96                                | 24,62                             | P     |      |
| 8           | -2,51     | 0,00                                  | 24,62                             | A     |      | 157,96                                | 24,62                             | P     |      |
| 8           | -3,00     | 0,00                                  | 29,43                             | A     |      | 190,99                                | 29,43                             | P     |      |
| 9           | -3,00     | 0,00                                  | 29,43                             | A     |      | 210,41                                | 29,43                             | P     |      |
| 9           | -3,50     | 0,00                                  | 34,34                             | A     |      | 247,55                                | 34,34                             | P     |      |
| 10          | -3,50     | 0,00                                  | 34,34                             | A     |      | 247,55                                | 34,34                             | P     |      |
| 10          | -4,00     | 0,00                                  | 39,24                             | A     |      | 284,68                                | 39,24                             | P     |      |
| 11          | -4,00     | 0,00                                  | 39,24                             | A     |      | 212,07                                | 39,24                             | -     | 70   |
| 11          | -4,40     | 0,00                                  | 43,16                             | A     |      | 176,55                                | 43,16                             | -     | 52   |

| Node number | Level [m] | Left                                  |                                   |       |      | Right                                 |                                   |       |      |
|-------------|-----------|---------------------------------------|-----------------------------------|-------|------|---------------------------------------|-----------------------------------|-------|------|
|             |           | Effective stress [kN/m <sup>2</sup> ] | Water stress [kN/m <sup>2</sup> ] | Stat* | Mob* | Effective stress [kN/m <sup>2</sup> ] | Water stress [kN/m <sup>2</sup> ] | Stat* | Mob* |
| 12          | -4,40     | 0,00                                  | 43,16                             | A     |      | 176,55                                | 43,16                             | -     | 52   |
| 12          | -4,80     | 0,00                                  | 47,09                             | A     |      | 143,90                                | 47,09                             | -     | 39   |
| 13          | -4,80     | 0,00                                  | 47,09                             | A     |      | 123,32                                | 47,09                             | -     | 49   |
| 13          | -5,20     | 0,00                                  | 51,01                             | A     |      | 97,73                                 | 51,01                             | -     | 36   |
| 14          | -5,20     | 0,00                                  | 51,01                             | A     |      | 179,21                                | 51,01                             | -     | 42   |
| 14          | -5,55     | 0,00                                  | 54,45                             | A     |      | 141,57                                | 54,45                             | -     | 31   |
| 15          | -5,55     | 0,00                                  | 54,45                             | A     |      | 141,57                                | 54,45                             | -     | 31   |
| 15          | -5,90     | 0,00                                  | 57,88                             | A     |      | 106,94                                | 57,88                             | -     | 22   |
| 16          | -5,90     | 0,00                                  | 57,88                             | A     |      | 75,83                                 | 57,88                             | -     | 27   |
| 16          | -6,04     | 0,00                                  | 59,25                             | A     |      | 66,58                                 | 59,25                             | -     | 23   |
| 17          | -6,04     | 0,00                                  | 59,25                             | A     |      | 66,58                                 | 59,25                             | -     | 23   |
| 17          | -6,56     | 0,00                                  | 64,35                             | A     |      | 34,79                                 | 64,35                             | -     | 11   |
| 18          | -6,56     | 0,00                                  | 64,35                             | A     |      | 34,79                                 | 64,35                             | -     | 11   |
| 18          | -7,00     | 0,00                                  | 68,67                             | A     |      | 10,79                                 | 68,67                             | -     | 3    |
| 19          | -7,00     | 0,00                                  | 68,67                             | A     |      | 8,30                                  | 68,67                             | -     | 2    |
| 19          | -7,08     | 0,00                                  | 69,45                             | A     |      | 5,13                                  | 69,45                             | -     | 1    |
| 20          | -7,08     | 0,00                                  | 69,45                             | A     |      | 5,13                                  | 69,45                             | -     | 1    |
| 20          | -7,58     | 13,43                                 | 74,36                             | -     | 4    | 0,00                                  | 74,36                             | A     |      |
| 21          | -7,58     | 13,43                                 | 74,36                             | -     | 4    | 0,00                                  | 74,36                             | A     |      |
| 21          | -8,00     | 27,63                                 | 78,48                             | -     | 7    | 0,00                                  | 78,48                             | A     |      |
| 22          | -8,00     | 18,88                                 | 78,48                             | -     | 5    | 0,00                                  | 78,48                             | A     |      |
| 22          | -8,08     | 20,65                                 | 79,26                             | -     | 5    | 0,00                                  | 79,26                             | A     |      |
| 23          | -8,08     | 20,65                                 | 79,26                             | -     | 5    | 0,00                                  | 79,26                             | A     |      |
| 23          | -8,58     | 31,19                                 | 84,17                             | -     | 7    | 0,00                                  | 84,17                             | A     |      |
| 24          | -8,58     | 31,19                                 | 84,17                             | -     | 7    | 0,00                                  | 84,17                             | A     |      |
| 24          | -8,70     | 33,61                                 | 85,35                             | -     | 8    | 0,00                                  | 85,35                             | A     |      |
| 25          | -8,70     | 107,43                                | 85,35                             | -     | 13   | 0,00                                  | 85,35                             | A     |      |
| 25          | -9,13     | 134,55                                | 89,60                             | -     | 15   | 0,00                                  | 89,60                             | A     |      |
| 26          | -9,13     | 134,55                                | 89,60                             | -     | 15   | 0,00                                  | 89,60                             | A     |      |
| 26          | -9,57     | 160,72                                | 93,85                             | -     | 17   | 0,00                                  | 93,85                             | A     |      |
| 27          | -9,57     | 160,72                                | 93,85                             | -     | 17   | 0,00                                  | 93,85                             | A     |      |
| 27          | -10,00    | 186,36                                | 98,10                             | -     | 19   | 0,00                                  | 98,10                             | A     |      |
| 28          | -10,00    | 177,80                                | 98,10                             | -     | 18   | 0,00                                  | 98,10                             | A     |      |
| 28          | -10,30    | 194,59                                | 101,04                            | -     | 19   | 0,00                                  | 101,04                            | A     |      |
| 29          | -10,30    | 194,59                                | 101,04                            | -     | 19   | 0,00                                  | 101,04                            | A     |      |
| 29          | -10,60    | 211,33                                | 103,99                            | -     | 20   | 0,00                                  | 103,99                            | A     |      |
| 30          | -10,60    | 76,09                                 | 103,99                            | -     | 13   | 0,00                                  | 103,99                            | A     |      |
| 30          | -11,00    | 84,12                                 | 107,91                            | -     | 14   | 0,00                                  | 107,91                            | A     |      |

\*

Stat  
MobStatus (A=active, P=passive, Number is branche, 0 is unloading)  
Percentage passive mobilized**End of Report**

## **BIJLAGE V    BEREKENINGEN KOPBUFFERCONSTRUCTIES**



projectnummer

TEX13-1

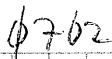
door

VERNO

datum

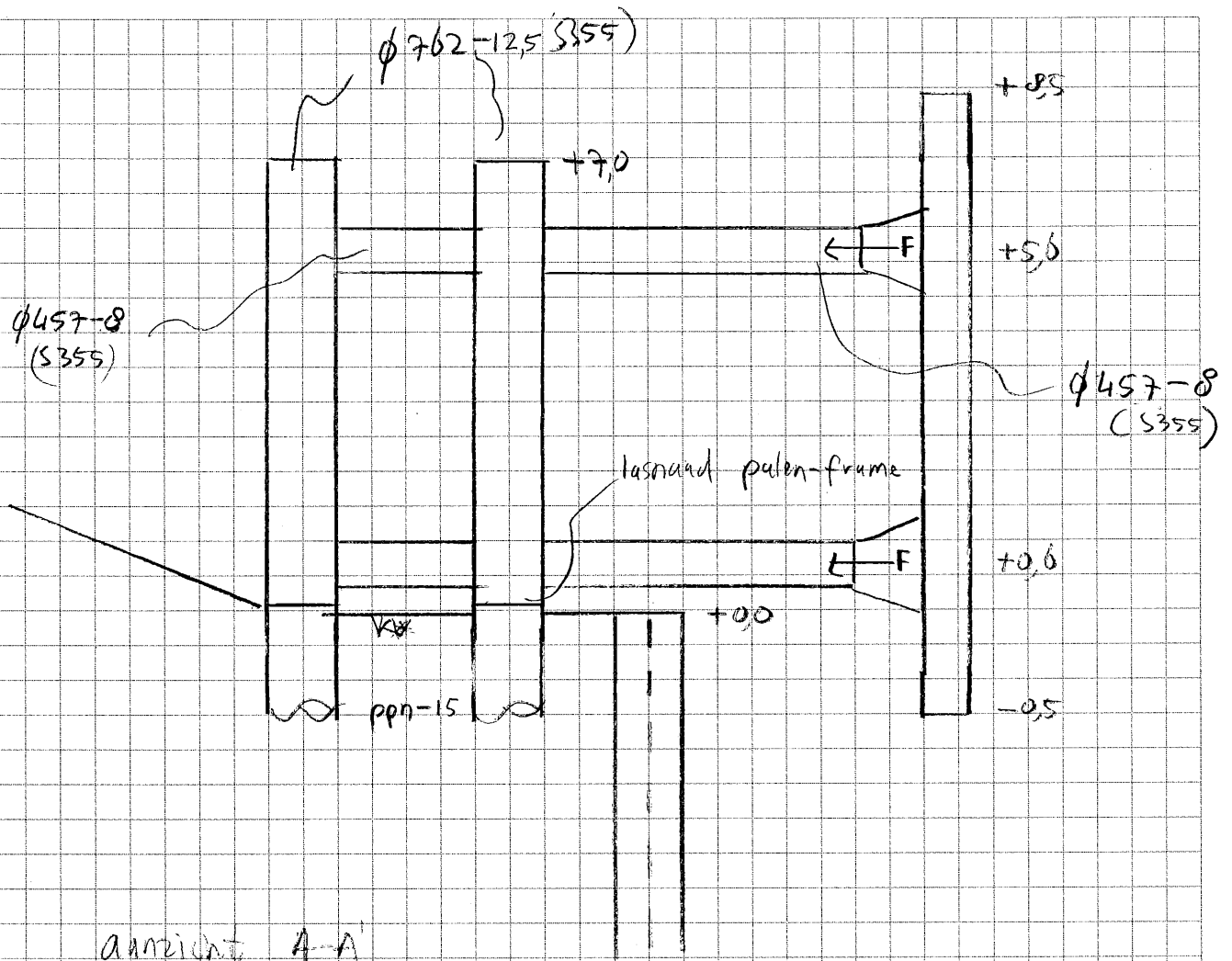
27-03-2015

nummer

 $\frac{1}{2}$ 

baven verzicht

projectnummer \_\_\_\_\_  
 door \_\_\_\_\_  
 datum \_\_\_\_\_  
 nummer 2/2



$$F = 195 \text{ kN} \quad (\text{B62: reactiekrachten fender})$$

$$F = \frac{200}{\sqrt{2}} = 141 \text{ kN} \quad (\text{B62/4: stuwkracht schip}) \quad (1 \text{ fender belast})$$

$$F = \frac{200}{2,2} \sqrt{2} = 71 \text{ kN} \quad (\text{B65: stuwkracht schip})$$

Zie SCIA uitvoer volgende pagina's

buispaal: ø 762-12,5, S355

overlaping: ø 457-8, S355





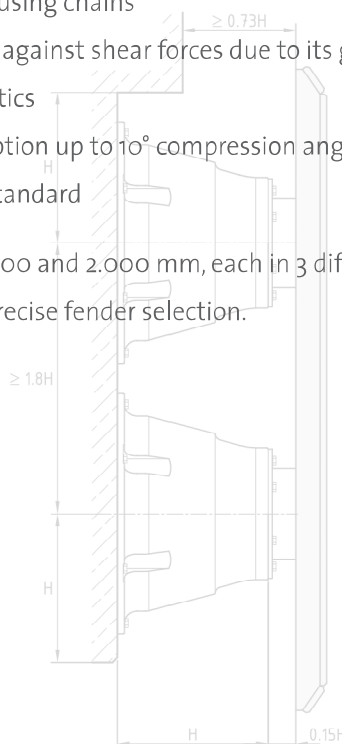
## SPC-FENDER (SUPER CIRCLE FENDER)

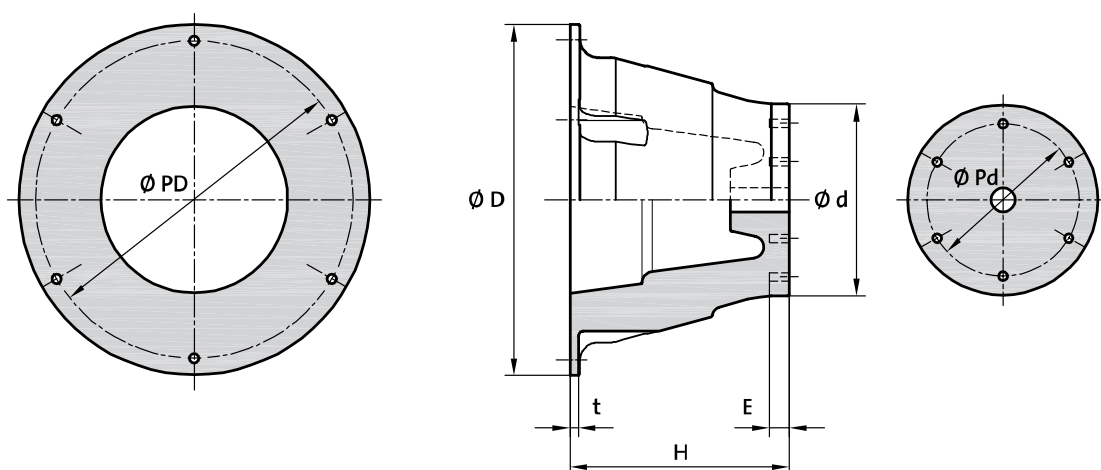
The SPC Fender is the result of continuous product development. This fender design is based on the Cone Fender which was introduced to world-wide markets more than 25 years ago. This type of fender can be considered as the latest in state-of-the-art moulded fender products. Its refined geometry and conical shape result in a number of outstanding performance characteristics which include:

- ▶ Exceptional good energy absorption to reaction force ratio ( $E/R$ )
- ▶ Outstanding energy absorption per weight of fender
- ▶ High shear stability which allows the fender to carry even larger panel weights without using chains
- ▶ Very good inherent resistance against shear forces due to its geometry and self-centering characteristics
- ▶ No reduction of energy absorption up to  $10^\circ$  compression angle
- ▶ Internal overload stopper as standard

Availability in heights between 300 and 2.000 mm, each in 3 different main hardness grades\* for the most precise fender selection.

\* Intermediate rubber grades see page 10 – 11





## SPC-FENDER DIMENSIONS

| Fender   | H<br>[mm] | Ø D<br>[mm] | Ø d<br>[mm] | t<br>[mm] | E<br>[mm] | Ø PD<br>[mm] | Ø Pd<br>[mm] | Anchors /<br>Bolts | Weight<br>[kg] |
|----------|-----------|-------------|-------------|-----------|-----------|--------------|--------------|--------------------|----------------|
| SPC 300  | 300       | 500         | 262         | 18        | 38        | 440          | 210          | 4 x M20            | 34             |
| SPC 350  | 350       | 575         | 306         | 20        | 38        | 510          | 245          | 4 x M20            | 52             |
| SPC 400  | 400       | 650         | 350         | 20        | 38        | 585          | 280          | 4 x M20            | 74             |
| SPC 500  | 500       | 820         | 435         | 22        | 45        | 730          | 350          | 4 x M24            | 148            |
| SPC 600  | 600       | 900         | 525         | 23        | 45        | 810          | 420          | 4 x M24            | 243            |
| SPC 700  | 700       | 1120        | 615         | 26        | 72        | 1020         | 490          | 4 x M30            | 396            |
| SPC 800  | 800       | 1280        | 700         | 31        | 72        | 1165         | 560          | 6 x M30            | 577            |
| SPC 900  | 900       | 1450        | 785         | 36        | 72        | 1313         | 630          | 6 x M30            | 846            |
| SPC 1000 | 1000      | 1600        | 875         | 38        | 82        | 1460         | 700          | 6 x M36            | 1114           |
| SPC 1100 | 1100      | 1760        | 963         | 40        | 92        | 1605         | 770          | 6 x M42            | 1525           |
| SPC 1150 | 1150      | 1850        | 1010        | 41        | 92        | 1550         | 805          | 6 x M42            | 1731           |
| SPC 1200 | 1200      | 1920        | 1050        | 46        | 92        | 1750         | 840          | 8 x M42            | 1951           |
| SPC 1300 | 1300      | 2080        | 1140        | 50        | 105       | 1900         | 910          | 8 x M48            | 2446           |
| SPC 1400 | 1400      | 2240        | 1230        | 53        | 105       | 2040         | 980          | 8 x M48            | 2987           |
| SPC 1600 | 1600      | 2560        | 1400        | 64        | 105       | 2330         | 1120         | 8 x M48            | 4409           |
| SPC 1800 | 1800      | 2880        | 1575        | 74        | 120       | 2620         | 1260         | 10 x M56           | 6618           |
| SPC 2000 | 2000      | 3090        | 1750        | 80        | 120       | 2920         | 1400         | 10 x M56           | 9560           |

PERFORMANCE TABLE SPC-FENDER (RPD = Rated Performance Data in acc. with PIANC)

| Fender Size    | E/R  | Rubber Grade / Performance Value | G 0.9        | G 1.0                      | G 1.1        | G 1.2        | G 1.3        | G 1.4        | G 1.5                   | G 1.6        | G 1.7        | G 1.8        |
|----------------|------|----------------------------------|--------------|----------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------------------|--------------|--------------|--------------|
| SPC 300        | 0.16 | Energy Reaction                  | 9<br>55      | <b>9</b><br><b>57</b>      | 10<br>60     | 10<br>62     | 10<br>65     | 11<br>68     | 11<br>70                | 12<br>73     | 12<br>76     | 12<br>78     |
| SPC 350        | 0.17 | Energy Reaction                  | 13<br>76     | <b>14</b><br><b>78</b>     | 14<br>91     | 15<br>93     | 15<br>96     | 16<br>98     | 16<br>100               | 17<br>102    | 17<br>104    | 18<br>107    |
| SPC 400        | 0.21 | Energy Reaction                  | 21<br>98     | <b>21</b><br><b>102</b>    | 22<br>106    | 23<br>111    | 24<br>115    | 25<br>120    | 26<br>125               | 27<br>129    | 28<br>134    | 29<br>138    |
| <b>SPC 500</b> | 0.26 | Energy Reaction                  | 40<br>153    | <b>42</b><br><b>159</b>    | 44<br>166    | 46<br>173    | 47<br>180    | 49<br>188    | <b>51</b><br><b>195</b> | 53<br>202    | 55<br>209    | 57<br>217    |
| SPC 600        | 0.31 | Energy Reaction                  | 69<br>220    | <b>72</b><br><b>229</b>    | 75<br>239    | 79<br>249    | 82<br>260    | 85<br>270    | 88<br>281               | 92<br>291    | 95<br>302    | 98<br>312    |
| SPC 700        | 0.36 | Energy Reaction                  | 111<br>300   | <b>114</b><br><b>312</b>   | 120<br>325   | 125<br>340   | 130<br>354   | 136<br>368   | 141<br>382              | 146<br>397   | 151<br>411   | 156<br>425   |
| SPC 800        | 0.42 | Energy Reaction                  | 165<br>392   | <b>170</b><br><b>407</b>   | 179<br>425   | 187<br>444   | 194<br>462   | 202<br>481   | 210<br>500              | 218<br>518   | 226<br>537   | 233<br>555   |
| SPC 900        | 0.47 | Energy Reaction                  | 234<br>496   | <b>243</b><br><b>515</b>   | 254<br>538   | 265<br>562   | 277<br>585   | 288<br>609   | 299<br>632              | 310<br>656   | 321<br>680   | 332<br>703   |
| SPC 1000       | 0.52 | Energy Reaction                  | 321<br>612   | <b>333</b><br><b>636</b>   | 349<br>665   | 364<br>694   | 379<br>723   | 394<br>752   | 410<br>781              | 425<br>810   | 440<br>839   | 455<br>868   |
| SPC 1100       | 0.57 | Energy Reaction                  | 427<br>741   | <b>443</b><br><b>767</b>   | 465<br>805   | 484<br>840   | 504<br>875   | 524<br>910   | 546<br>945              | 566<br>980   | 586<br>1015  | 606<br>1050  |
| SPC 1150       | 0.60 | Energy Reaction                  | 487<br>810   | <b>506</b><br><b>841</b>   | 529<br>879   | 552<br>918   | 575<br>956   | 599<br>995   | 622<br>1033             | 645<br>1072  | 668<br>1110  | 691<br>1149  |
| SPC 1200       | 0.62 | Energy Reaction                  | 554<br>882   | <b>575</b><br><b>916</b>   | 601<br>958   | 628<br>1000  | 654<br>1042  | 680<br>1083  | 706<br>1125             | 733<br>1167  | 759<br>1209  | 785<br>1251  |
| SPC 1300       | 0.68 | Energy Reaction                  | 706<br>1030  | <b>732</b><br><b>1070</b>  | 766<br>1118  | 799<br>1167  | 833<br>1216  | 866<br>1265  | 900<br>1314             | 933<br>1363  | 967<br>1412  | 1000<br>1461 |
| SPC 1400       | 0.74 | Energy Reaction                  | 881<br>1201  | <b>914</b><br><b>1247</b>  | 956<br>1304  | 998<br>1361  | 1040<br>1418 | 1082<br>1475 | 1123<br>1532            | 1165<br>1589 | 1207<br>1646 | 1249<br>1703 |
| SPC 1600       | 0.84 | Energy Reaction                  | 1316<br>1567 | <b>1364</b><br><b>1628</b> | 1426<br>1702 | 1489<br>1780 | 1551<br>1855 | 1616<br>1929 | 1682<br>2004            | 1744<br>2078 | 1807<br>2152 | 1869<br>2227 |
| SPC 1800       | 0.94 | Energy Reaction                  | 1874<br>1984 | <b>1942</b><br><b>2061</b> | 2031<br>2156 | 2120<br>2255 | 2208<br>2350 | 2301<br>2445 | 2395<br>2539            | 2483<br>2633 | 2572<br>2729 | 2661<br>2823 |
| SPC 2000       | 1.04 | Energy Reaction                  | 2570<br>2450 | <b>2664</b><br><b>2544</b> | 2786<br>2661 | 2908<br>2784 | 3029<br>2901 | 3157<br>3018 | 3285<br>3135            | 3407<br>3252 | 3529<br>3369 | 3650<br>3485 |

Performance values are for single units. Standard tolerance of +/- 10 %

Energy absorption in kNm, Reaction force in kN at rated deflection of 70 %, max. deflection 74 %.



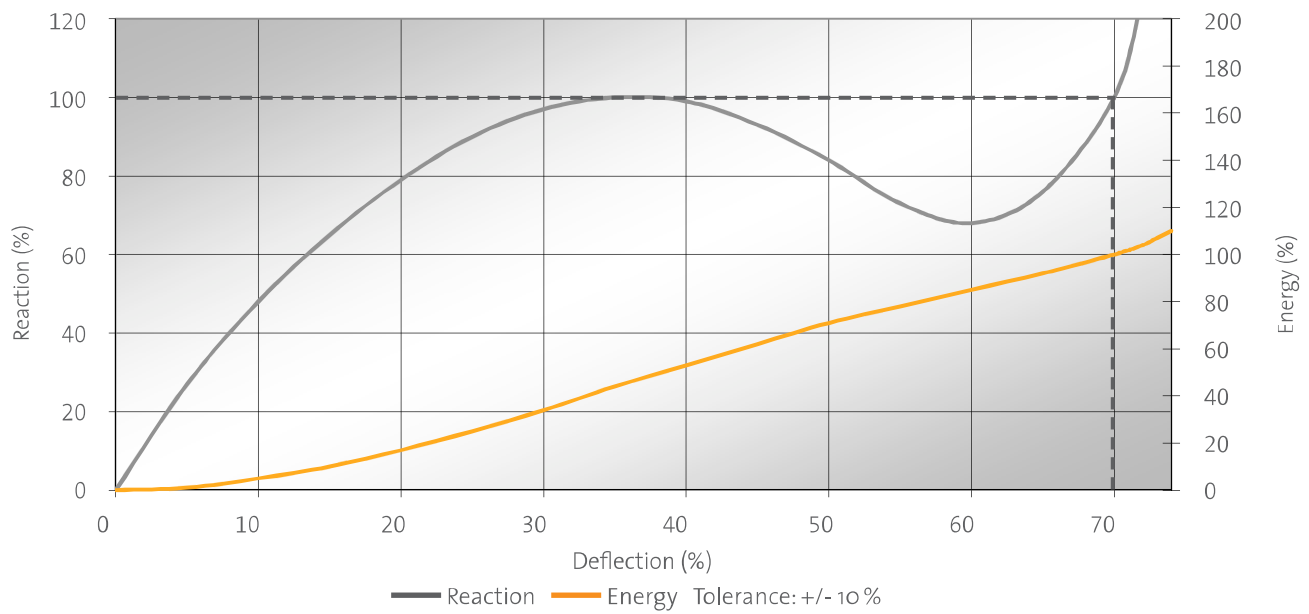
Liquid Bulk Terminal, Amsterdam, Netherlands



| G 1.9        | G 2.0                      | G 2.1        | G 2.2        | G 2.3        | G 2.4        | G 2.5        | G 2.6        | G 2.7        | G 2.8        | G 2.9        | G 3.0                      | G 3.1        | Fender Size |
|--------------|----------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|----------------------------|--------------|-------------|
| 13<br>81     | <b>13</b><br><b>83</b>     | 14<br>86     | 14<br>89     | 14<br>91     | 15<br>94     | 15<br>96     | 16<br>99     | 16<br>102    | 16<br>104    | 17<br>107    | <b>17</b><br><b>110</b>    | 18<br>112    | SPC 300     |
| 18<br>109    | <b>19</b><br><b>111</b>    | 19<br>114    | 19<br>117    | 20<br>120    | 20<br>123    | 21<br>126    | 21<br>129    | 22<br>132    | 22<br>135    | 23<br>138    | <b>23</b><br><b>141</b>    | 28<br>155    | SPC 350     |
| 30<br>143    | <b>31</b><br><b>148</b>    | 32<br>152    | 33<br>157    | 34<br>162    | 35<br>166    | 36<br>171    | 37<br>176    | 38<br>180    | 39<br>185    | 40<br>190    | <b>41</b><br><b>194</b>    | 42<br>199    | SPC 400     |
| 59<br>224    | <b>61</b><br><b>231</b>    | 63<br>238    | 65<br>246    | 66<br>253    | 68<br>260    | 70<br>268    | 72<br>275    | 74<br>282    | 76<br>289    | 78<br>297    | <b>80</b><br><b>304</b>    | 82<br>311    | SPC 500     |
| 102<br>323   | <b>105</b><br><b>333</b>   | 108<br>344   | 111<br>354   | 115<br>365   | 118<br>375   | 121<br>385   | 125<br>396   | 128<br>406   | 131<br>417   | 135<br>427   | <b>138</b><br><b>438</b>   | 141<br>448   | SPC 600     |
| 162<br>439   | <b>167</b><br><b>454</b>   | 172<br>468   | 177<br>482   | 183<br>496   | 188<br>511   | 193<br>525   | 198<br>539   | 203<br>553   | 209<br>568   | 214<br>582   | <b>219</b><br><b>596</b>   | 224<br>610   | SPC 700     |
| 241<br>574   | <b>249</b><br><b>593</b>   | 257<br>611   | 265<br>630   | 272<br>648   | 280<br>667   | 288<br>686   | 296<br>704   | 304<br>723   | 311<br>741   | 319<br>760   | <b>327</b><br><b>779</b>   | 335<br>797   | SPC 800     |
| 343<br>727   | <b>354</b><br><b>750</b>   | 365<br>774   | 376<br>797   | 388<br>821   | 399<br>844   | 410<br>868   | 421<br>891   | 432<br>915   | 443<br>939   | 454<br>962   | <b>465</b><br><b>986</b>   | 476<br>1009  | SPC 900     |
| 471<br>897   | <b>486</b><br><b>926</b>   | 501<br>955   | 516<br>984   | 531<br>1013  | 547<br>1043  | 562<br>1072  | 577<br>1101  | 592<br>1130  | 608<br>1159  | 623<br>1188  | <b>638</b><br><b>1217</b>  | 653<br>1246  | SPC 1000    |
| 627<br>1085  | <b>647</b><br><b>1120</b>  | 667<br>1156  | 687<br>1191  | 707<br>1226  | 728<br>1262  | 748<br>1297  | 768<br>1332  | 788<br>1367  | 809<br>1402  | 829<br>1437  | <b>849</b><br><b>1473</b>  | 869<br>1508  | SPC 1100    |
| 714<br>1187  | <b>737</b><br><b>1225</b>  | 760<br>1264  | 784<br>1302  | 807<br>1341  | 830<br>1379  | 853<br>1418  | 876<br>1456  | 899<br>1495  | 922<br>1533  | 945<br>1571  | <b>969</b><br><b>1610</b>  | 992<br>1648  | SPC 1150    |
| 812<br>1293  | <b>838</b><br><b>1335</b>  | 864<br>1377  | 890<br>1418  | 917<br>1460  | 943<br>1502  | 969<br>1544  | 996<br>1586  | 1022<br>1628 | 1048<br>1670 | 1074<br>1712 | <b>1101</b><br><b>1753</b> | 1127<br>1795 | SPC 1200    |
| 1034<br>1510 | <b>1067</b><br><b>1559</b> | 1101<br>1608 | 1134<br>1656 | 1168<br>1705 | 1201<br>1754 | 1234<br>1803 | 1268<br>1852 | 1301<br>1901 | 1335<br>1950 | 1368<br>1999 | <b>1402</b><br><b>2048</b> | 1435<br>2097 | SPC 1300    |
| 1291<br>1760 | <b>1332</b><br><b>1817</b> | 1374<br>1874 | 1416<br>1931 | 1458<br>1988 | 1499<br>2045 | 1541<br>2102 | 1583<br>2159 | 1625<br>2216 | 1667<br>2273 | 1708<br>2330 | <b>1750</b><br><b>2387</b> | 1792<br>2444 | SPC 1400    |
| 1931<br>2301 | <b>1994</b><br><b>2376</b> | 2056<br>2495 | 2118<br>2524 | 2181<br>2599 | 2243<br>2673 | 2305<br>2747 | 2368<br>2882 | 2430<br>2896 | 2442<br>2971 | 2555<br>3045 | <b>2617</b><br><b>3119</b> | 2673<br>3190 | SPC 1600    |
| 2750<br>2918 | <b>2838</b><br><b>3013</b> | 2927<br>3108 | 3016<br>3202 | 3105<br>3297 | 3194<br>3392 | 3282<br>3486 | 3371<br>3581 | 3460<br>3676 | 3549<br>3771 | 3637<br>3865 | <b>3726</b><br><b>3960</b> | 3806<br>4050 | SPC 1800    |
| 3772<br>3602 | <b>3894</b><br><b>3719</b> | 4016<br>3836 | 4137<br>3953 | 4259<br>4070 | 4381<br>4187 | 4503<br>4304 | 4624<br>4421 | 4746<br>4538 | 4868<br>4655 | 4990<br>4772 | <b>5111</b><br><b>4889</b> | 5221<br>5000 | SPC 2000    |



GENERIC PERFORMANCE CURVE SPC-FENDER



FENDER PERFORMANCE AT INTERMEDIATE DEFLECTION

| Deflection in % of original fender height | 0 | 5  | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35  | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70  | 72  | 73  | 74  |
|-------------------------------------------|---|----|----|----|----|----|----|-----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|
| Energy absorption in % of original value  | 0 | 1  | 5  | 10 | 17 | 25 | 34 | 44  | 53 | 62 | 71 | 78 | 85 | 92 | 100 | 104 | 107 | 110 |
| Reaction Force in % of original value     | 0 | 27 | 48 | 65 | 79 | 90 | 97 | 100 | 99 | 93 | 84 | 73 | 68 | 76 | 100 | 132 | 148 | 165 |

TEMPERATURE FACTOR

| Temperature in °C | -30   | -20   | -10   | 0     | 10    | 23 | 30    | 40    | 50    | 60    |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|----|-------|-------|-------|-------|
| Correction Factor | 1.559 | 1.375 | 1.182 | 1.083 | 1.034 | 1  | 0.976 | 0.945 | 0.918 | 0.917 |

VELOCITY FACTOR

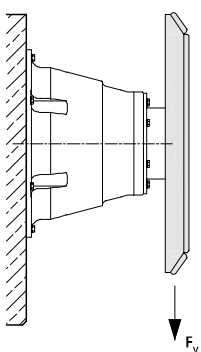
| Compression Time in sec. | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | ≥10   |
|--------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Correction Factor        | 1.050 | 1.020 | 1.012 | 1.005 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |

ANGLE FACTOR

| Compression Angle in °           | 0   | 3   | 6   | 9   | 10  | 12  | 15  | 20  |
|----------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Energy Correction Factor         | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 96  | 92  | 80  |
| Reaction Force Correction Factor | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |

## WEIGHT SUPPORT CAPACITY

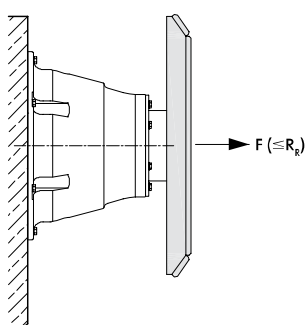
Due to its geometry, the SPC Fender can support a front panel with at least the same weight as the fender body itself. For panel with a higher weight, we recommend the use of weight support chains.



der body itself. For panel with a higher weight, we recommend the use of weight support chains.

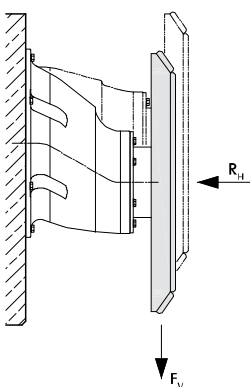
## TENSION

Tension chains are recommended when tensile loads might exceed the rated reaction force of the rubber fender. Please contact us for detailed advice.



## SHEAR

SPC Fender are very stable against horizontal and vertical shear forces. However depending on the application and layout of the system shear chains might become necessary. Please contact us for further information.



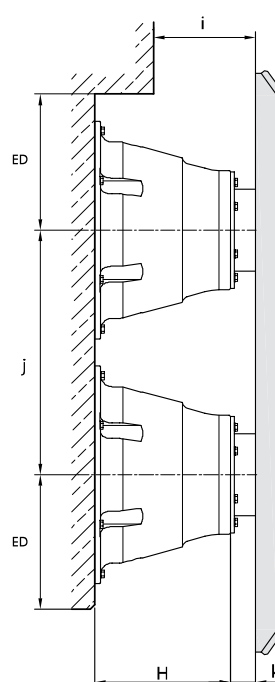
application and layout of the system shear chains might become necessary. Please contact us for further information.

## CLEARANCES

The fender design should allow for:

- ▶ increased diameter of SPC-Fender during compression
- ▶ sufficient clearance of front panel
- ▶ minimum edge distance for anchoring
- ▶ angular compression

| Fender   | H [mm] | i [mm] | j [mm] | k [mm] | ED [mm] |
|----------|--------|--------|--------|--------|---------|
| SPC 300  | 300    | 225    | 540    | 45     | ≥ 300   |
| SPC 350  | 350    | 263    | 630    | 53     | ≥ 350   |
| SPC 400  | 400    | 300    | 720    | 60     | ≥ 400   |
| SPC 500  | 500    | 375    | 900    | 75     | ≥ 500   |
| SPC 600  | 600    | 450    | 1080   | 90     | ≥ 600   |
| SPC 700  | 700    | 525    | 1260   | 105    | ≥ 700   |
| SPC 800  | 800    | 600    | 1440   | 120    | ≥ 800   |
| SPC 900  | 900    | 675    | 1620   | 135    | ≥ 900   |
| SPC 1000 | 1000   | 750    | 1800   | 150    | ≥ 1000  |
| SPC 1100 | 1100   | 825    | 1900   | 165    | ≥ 1100  |
| SPC 1150 | 1150   | 863    | 2070   | 173    | ≥ 1150  |
| SPC 1200 | 1200   | 900    | 2160   | 180    | ≥ 1200  |
| SPC 1300 | 1300   | 975    | 2340   | 195    | ≥ 1300  |
| SPC 1400 | 1400   | 1050   | 2520   | 210    | ≥ 1400  |
| SPC 1600 | 1600   | 1200   | 2880   | 240    | ≥ 1600  |
| SPC 1800 | 1800   | 1350   | 3240   | 270    | ≥ 1800  |
| SPC 2000 | 2000   | 1500   | 3600   | 300    | ≥ 2000  |



project: Voorontwerp noodaanlanding Texel  
projectcode: TEX13-1  
onderdeel: Paalfundering - Kopbuffer - horizontale bedding  
adviseur: VERM20  
versie en datum: 0,3 (14-10-2013)

**ATTENTION: THIS VERSION OF THE SHEET IS NOT CHECKED (see tab 'release notes')**

## TITEL

Berekening van horizontale bedding conform de methode Ménard.

*Méthode générale de calcul d'un rideau ou d'un pieu sollicité horizontalement en fonction des résultats pressiométriques.*

*L. Ménard, G. Bourdon, & M. Gambin (1968), Sols-soils VI, 22-23.*

$$\frac{1}{k_h} = \begin{cases} \frac{1}{3E_m} \left[ 1.3R_0 \left( 2.65 \frac{R}{R_0} \right)^\alpha + \alpha R \right] & R \geq R_0 \\ \frac{2R}{E_m} \cdot \frac{4(2.65)^\alpha + 3\alpha}{18} & R < R_0 \end{cases}$$

## UITGANGSPUNTEN

### algemeen

taal = NL  
refentieniveau = NAP  
maatgevende sondering = DKM003

### geometrie

paalvorm = rond  
diameter paal D = 0,762 m  
straal paal R = 0,381 m  
referentiediameter R<sub>0</sub> = 0,300 m

### constanten Ménard

| grondsoort | α [-] | β [-] | dyn [-] |
|------------|-------|-------|---------|
| veen       | 1,00  | 3,00  | 1,00    |
| klei       | 0,67  | 2,00  | 1,50    |
| leem       | 0,50  | 1,00  | 1,80    |
| zand       | 0,33  | 0,70  | 2,00    |
| grind      | 0,25  | 0,50  | 2,00    |

consolidatie = normaal geconsolideerd

## BEREKENING HORIZONTALE BEDDINGEN PER GRONDLAAG

| laag<br>[-] | b.k. laag<br>[m+NAP] | grondsoort<br>[-] | q <sub>c</sub><br>[MPa] | α<br>[-] | β<br>[-] | dyn<br>[-] | reductie i.v.m. talud<br>[-] | E <sub>m</sub><br>[kN/m <sup>2</sup> ] | k <sub>h,stat</sub><br>[MN/m <sup>3</sup> ] | k <sub>h,dyn</sub><br>[MN/m <sup>3</sup> ] |
|-------------|----------------------|-------------------|-------------------------|----------|----------|------------|------------------------------|----------------------------------------|---------------------------------------------|--------------------------------------------|
| 1           | 2,00                 | zand              | 5,5                     | 0,33     | 0,70     | 2,00       | 0,00                         | 3850                                   | 16,2                                        | 32,5                                       |
| 2           | 1,00                 | zand              | 5,8                     | 0,33     | 0,70     | 2,00       | 0,00                         | 4060                                   | 17,1                                        | 34,2                                       |
| 3           | 0,00                 | zand              | 4,5                     | 0,33     | 0,70     | 2,00       | 0,00                         | 3150                                   | 13,3                                        | 26,6                                       |
| 4           | -1,00                | zand              | 4,4                     | 0,33     | 0,70     | 2,00       | 0,00                         | 3080                                   | 13,0                                        | 26,0                                       |
| 5           | -1,70                | zand              | 4,0                     | 0,33     | 0,70     | 2,00       | 0,00                         | 2800                                   | 11,8                                        | 23,6                                       |
| 6           | -2,00                | zand              | 7,5                     | 0,33     | 0,70     | 2,00       | 0,00                         | 5250                                   | 22,1                                        | 44,3                                       |
| 7           | -3,00                | zand              | 10,5                    | 0,33     | 0,70     | 2,00       | 0,00                         | 7350                                   | 31,0                                        | 62,0                                       |
| 8           | -4,00                | zand              | 7,0                     | 0,33     | 0,70     | 2,00       | 0,00                         | 4900                                   | 20,7                                        | 41,3                                       |
| 9           | -4,80                | zand              | 6,0                     | 0,33     | 0,70     | 2,00       | 0,00                         | 4200                                   | 17,7                                        | 35,4                                       |
| 10          | -5,20                | zand              | 11,0                    | 0,33     | 0,70     | 2,00       | 0,00                         | 7700                                   | 32,5                                        | 64,9                                       |

## HORIZONTALE BEDDINGEN VOOR BEREKENINGEN IN SCIA ENGINEER

| laag<br>[-] | b.k. laag<br>[m+NAP] | / √2<br>[MN/m <sup>3</sup> ] | k <sub>h,stat</sub><br>[MN/m <sup>3</sup> ] | * √2<br>[MN/m <sup>3</sup> ] | / √2<br>[MN/m <sup>3</sup> ] | k <sub>h,dyn</sub><br>[MN/m <sup>3</sup> ] | * √2<br>[MN/m <sup>3</sup> ] |
|-------------|----------------------|------------------------------|---------------------------------------------|------------------------------|------------------------------|--------------------------------------------|------------------------------|
| 1           | 2,00                 | 8,7                          | 12,4                                        | 17,5                         | 17,5                         | 24,7                                       | 35,0                         |
| 2           | 1,00                 | 9,2                          | 13,0                                        | 18,4                         | 18,4                         | 26,1                                       | 36,9                         |
| 3           | 0,00                 | 7,2                          | 10,1                                        | 14,3                         | 14,3                         | 20,2                                       | 28,6                         |
| 4           | -1,00                | 7,0                          | 9,9                                         | 14,0                         | 14,0                         | 19,8                                       | 28,0                         |
| 5           | -1,70                | 6,4                          | 9,0                                         | 12,7                         | 12,7                         | 18,0                                       | 25,4                         |
| 6           | -2,00                | 11,9                         | 16,9                                        | 23,9                         | 23,9                         | 33,7                                       | 47,7                         |
| 7           | -3,00                | 16,7                         | 23,6                                        | 33,4                         | 33,4                         | 47,2                                       | 66,8                         |
| 8           | -4,00                | 11,1                         | 15,7                                        | 22,3                         | 22,3                         | 31,5                                       | 44,5                         |
| 9           | -4,80                | 9,5                          | 13,5                                        | 19,1                         | 19,1                         | 27,0                                       | 38,2                         |
| 10          | -5,20                | 17,5                         | 24,7                                        | 35,0                         | 35,0                         | 49,5                                       | 70,0                         |

ok

reductiefactor groepseffect = 1,00

project: Voorontwerp noodaanlanding Texel  
projectcode: TEX13-1  
onderdeel: Paalfundering - Kopbuffer - horizontale bedding  
adviseur: VERM20  
versie en datum: 0,3 (14-10-2013)

ATTENTION: THIS VERSION OF THE SHEET IS NOT CHECKED (see tab 'release notes')

## TITEL

Berekening van horizontale bedding conform de methode Ménard.

Méthode générale de calcul d'un rideau ou d'un pieu sollicité horizontalement en fonction des résultats pressiométriques.

L. Ménard, G. Bourdon, & M. Gambin (1968), Sols-soils VI, 22-23.

$$\frac{1}{k_h} = \begin{cases} \frac{1}{3E_m} \left[ 1.3R_0 \left( 2.65 \frac{R}{R_0} \right)^\alpha + \alpha R \right] & R \geq R_0 \\ \frac{2R}{E_m} \cdot \frac{4(2.65)^\alpha + 3\alpha}{18} & R < R_0 \end{cases}$$

## UITGANGSPUNTEN

### algemeen

taal = NL  
refentieniveau = NAP  
maatgevende sondering = DKM003

### geometrie

paalvorm = rond  
diameter paal D = 0,762 m  
straal paal R = 0,381 m  
referentiediameter R<sub>0</sub> = 0,300 m

### constanten Ménard

| grondsoort | α [-] | β [-] | dyn [-] |
|------------|-------|-------|---------|
| veen       | 1,00  | 3,00  | 1,00    |
| klei       | 0,67  | 2,00  | 1,50    |
| leem       | 0,50  | 1,00  | 1,80    |
| zand       | 0,33  | 0,70  | 2,00    |
| grind      | 0,25  | 0,50  | 2,00    |

consolidatie = normaal geconsolideerd

## BEREKENING HORIZONTALE BEDDINGEN PER GRONDLAAG

| laag | b.k. laag | grondsoort | q <sub>c</sub> | α    | β    | dyn  | reductie i.v.m. talud | E <sub>m</sub>       | k <sub>h;stat</sub>  | k <sub>h;dyn</sub>   |
|------|-----------|------------|----------------|------|------|------|-----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| [-]  | [m+NAP]   | [-]        | [MPa]          | [-]  | [-]  | [-]  | [-]                   | [kN/m <sup>2</sup> ] | [MN/m <sup>2</sup> ] | [MN/m <sup>2</sup> ] |
| 1    | -16,50    | zand       | 17,9           | 0,33 | 0,70 | 2,00 | 0,00                  | 12530                | 52,8                 | 105,7                |
| 2    | -17,50    | zand       | 19,1           | 0,33 | 0,70 | 2,00 | 0,00                  | 13370                | 56,4                 | 112,8                |
| 3    | -18,40    | zand       | 20,3           | 0,33 | 0,70 | 2,00 | 0,00                  | 14210                | 59,9                 | 119,8                |
| 4    | -19,00    | zand       | 18,3           | 0,33 | 0,70 | 2,00 | 0,00                  | 12810                | 54,0                 | 108,0                |
| 5    | -20,00    | zand       | 23,5           | 0,33 | 0,70 | 2,00 | 0,00                  | 16450                | 69,4                 | 138,7                |
| 6    | -21,00    | zand       | 18,9           | 0,33 | 0,70 | 2,00 | 0,00                  | 13230                | 55,8                 | 111,6                |
| 7    | -22,20    | zand       | 12,0           | 0,33 | 0,70 | 2,00 | 0,00                  | 8400                 | 35,4                 | 70,8                 |
| 8    | -23,00    | zand       | 13,0           | 0,33 | 0,70 | 2,00 | 0,00                  | 9100                 | 38,4                 | 76,7                 |
| 9    |           |            |                |      |      |      |                       |                      |                      |                      |
| 10   |           |            |                |      |      |      |                       |                      |                      |                      |

## HORIZONTALE BEDDINGEN VOOR BEREKENINGEN IN SCIA ENGINEER

| laag | b.k. laag | / √2                 | k <sub>h;stat</sub>  | * √2                 | / √2                 | k <sub>h;dyn</sub>   | * √2                 |
|------|-----------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| [-]  | [m+NAP]   | [MN/m <sup>2</sup> ] | [MN/m <sup>2</sup> ] | [MN/m <sup>2</sup> ] | [MN/m <sup>2</sup> ] | [MN/m <sup>2</sup> ] | [MN/m <sup>2</sup> ] |
| 1    | -16,50    | 28,5                 | 40,3                 | 56,9                 | 56,9                 | 80,5                 | 113,9                |
| 2    | -17,50    | 30,4                 | 43,0                 | 60,8                 | 60,8                 | 85,9                 | 121,5                |
| 3    | -18,40    | 32,3                 | 45,7                 | 64,6                 | 64,6                 | 91,3                 | 129,1                |
| 4    | -19,00    | 29,1                 | 41,2                 | 58,2                 | 58,2                 | 82,3                 | 116,4                |
| 5    | -20,00    | 37,4                 | 52,9                 | 74,8                 | 74,8                 | 105,7                | 149,5                |
| 6    | -21,00    | 30,1                 | 42,5                 | 60,1                 | 60,1                 | 85,0                 | 120,2                |
| 7    | -22,20    | 19,1                 | 27,0                 | 38,2                 | 38,2                 | 54,0                 | 76,3                 |
| 8    | -23,00    | 20,7                 | 29,2                 | 41,4                 | 41,4                 | 58,5                 | 82,7                 |
| 9    |           |                      |                      |                      |                      |                      |                      |
| 10   |           |                      |                      |                      |                      |                      |                      |

ok

reductiefactor groepseffect = 1,00



project: Voorontwerp noodaanlanding Texel  
projectcode: TEX13-1  
onderdeel: Paalfundering - Kopbuffer - horizontale bedding  
adviseur: VERM20  
versie en datum: 0,3 (14-10-2013)

**ATTENTION: THIS VERSION OF THE SHEET IS NOT CHECKED (see tab 'release notes')**

## TITEL

Berekening van horizontale bedding conform de methode Ménard.

*Méthode générale de calcul d'un rideau ou d'un pieu sollicité horizontalement en fonction des résultats pressiométriques.*

*L. Ménard, G. Bourdon, & M. Gambin (1968), Sols-soils VI, 22-23.*

$$\frac{1}{k_h} = \begin{cases} \frac{1}{3E_m} \left[ 1.3R_0 \left( 2.65 \frac{R}{R_0} \right)^\alpha + \alpha R \right] & R \geq R_0 \\ \frac{2R}{E_m} \cdot \frac{4(2.65)^\alpha + 3\alpha}{18} & R < R_0 \end{cases}$$

## UITGANGSPUNTEN

### algemeen

taal = NL  
refentieniveau = NAP  
maatgevende sondering = DKM003

### geometrie

paalvorm = rond  
diameter paal D = 0,762 m  
straal paal R = 0,381 m  
referentiediameter R<sub>0</sub> = 0,300 m

### constanten Ménard

| grondsoort | α [-] | β [-] | dyn [-] |
|------------|-------|-------|---------|
| veen       | 1,00  | 3,00  | 1,00    |
| klei       | 0,67  | 2,00  | 1,50    |
| leem       | 0,50  | 1,00  | 1,80    |
| zand       | 0,33  | 0,70  | 2,00    |
| grind      | 0,25  | 0,50  | 2,00    |

consolidatie = normaal geconsolideerd

## BEREKENING HORIZONTALE BEDDINGEN PER GRONDLAAG

| laag | b.k. laag | grondsoort | q <sub>c</sub> | α    | β    | dyn  | reductie i.v.m. talud | E <sub>m</sub>       | k <sub>h;stat</sub>  | k <sub>h;dyn</sub>   |
|------|-----------|------------|----------------|------|------|------|-----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| [-]  | [m+NAP]   | [-]        | [MPa]          | [-]  | [-]  | [-]  | [-]                   | [kN/m <sup>2</sup> ] | [MN/m <sup>2</sup> ] | [MN/m <sup>2</sup> ] |
| 1    | -5,90     | zand       | 7,8            | 0,33 | 0,70 | 2,00 | 0,00                  | 5460                 | 23,0                 | 46,0                 |
| 2    | -7,00     | zand       | 6,0            | 0,33 | 0,70 | 2,00 | 0,00                  | 4200                 | 17,7                 | 35,4                 |
| 3    | -8,00     | zand       | 4,1            | 0,33 | 0,70 | 2,00 | 0,00                  | 2870                 | 12,1                 | 24,2                 |
| 4    | -8,70     | zand       | 13,1           | 0,33 | 0,70 | 2,00 | 0,00                  | 9170                 | 38,7                 | 77,3                 |
| 5    | -10,00    | zand       | 12,5           | 0,33 | 0,70 | 2,00 | 0,00                  | 8750                 | 36,9                 | 73,8                 |
| 6    | -10,60    | zand       | 4,5            | 0,33 | 0,70 | 2,00 | 0,00                  | 3150                 | 13,3                 | 26,6                 |
| 7    | -11,50    | zand       | 6,1            | 0,33 | 0,70 | 2,00 | 0,00                  | 4270                 | 18,0                 | 36,0                 |
| 8    | -12,50    | zand       | 10,9           | 0,33 | 0,70 | 2,00 | 0,00                  | 7630                 | 32,2                 | 64,3                 |
| 9    | -14,00    | zand       | 10,7           | 0,33 | 0,70 | 2,00 | 0,00                  | 7490                 | 31,6                 | 63,2                 |
| 10   | -15,00    | zand       | 10,7           | 0,33 | 0,70 | 2,00 | 0,00                  | 7490                 | 31,6                 | 63,2                 |

## HORIZONTALE BEDDINGEN VOOR BEREKENINGEN IN SCIA ENGINEER

| laag | b.k. laag | / √2                 | k <sub>h;stat</sub>  | * √2                 | / √2                 | k <sub>h;dyn</sub>   | * √2                 |
|------|-----------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| [-]  | [m+NAP]   | [MN/m <sup>2</sup> ] | [MN/m <sup>2</sup> ] | [MN/m <sup>2</sup> ] | [MN/m <sup>2</sup> ] | [MN/m <sup>2</sup> ] | [MN/m <sup>2</sup> ] |
| 1    | -5,90     | 12,4                 | 17,5                 | 24,8                 | 24,8                 | 35,1                 | 49,6                 |
| 2    | -7,00     | 9,5                  | 13,5                 | 19,1                 | 19,1                 | 27,0                 | 38,2                 |
| 3    | -8,00     | 6,5                  | 9,2                  | 13,0                 | 13,0                 | 18,4                 | 26,1                 |
| 4    | -8,70     | 20,8                 | 29,5                 | 41,7                 | 41,7                 | 58,9                 | 83,3                 |
| 5    | -10,00    | 19,9                 | 28,1                 | 39,8                 | 39,8                 | 56,2                 | 79,5                 |
| 6    | -10,60    | 7,2                  | 10,1                 | 14,3                 | 14,3                 | 20,2                 | 28,6                 |
| 7    | -11,50    | 9,7                  | 13,7                 | 19,4                 | 19,4                 | 27,4                 | 38,8                 |
| 8    | -12,50    | 17,3                 | 24,5                 | 34,7                 | 34,7                 | 49,0                 | 69,3                 |
| 9    | -14,00    | 17,0                 | 24,1                 | 34,0                 | 34,0                 | 48,1                 | 68,1                 |
| 10   | -15,00    | 17,0                 | 24,1                 | 34,0                 | 34,0                 | 48,1                 | 68,1                 |

ok

reductiefactor groepseffect = 1,00

## 1. Inhoudsopgave

|                                                                                              |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. Inhoudsopgave                                                                             | 1  |
| 2. Project                                                                                   | 1  |
| 3. Doorsneden                                                                                | 1  |
| 4. Materialen                                                                                | 3  |
| 5. Rekenmodel                                                                                | 4  |
| 6. Knopen                                                                                    | 4  |
| 7. Staven                                                                                    | 4  |
| 8. Knoopondersteuning                                                                        | 5  |
| 9. Lijnondersteuning op staven                                                               | 5  |
| 10. Belastinggevallen                                                                        | 6  |
| 10.1. Belastinggevallen - BG1                                                                | 6  |
| 10.1.1. Visuele weergave                                                                     | 6  |
| 10.2. Belastinggevallen - BG2                                                                | 6  |
| 10.2.1. Visuele weergave                                                                     | 7  |
| 10.2.2. Puntlast op knoop                                                                    | 7  |
| 10.3. Belastinggevallen - BG3                                                                | 7  |
| 10.3.1. Visuele weergave                                                                     | 8  |
| 10.3.2. Puntlast op knoop                                                                    | 8  |
| 10.4. Belastinggevallen - BG4                                                                | 8  |
| 10.4.1. Visuele weergave                                                                     | 9  |
| 10.4.2. Puntlast op knoop                                                                    | 9  |
| 10.5. Belastinggevallen - BG5                                                                | 9  |
| 10.5.1. Visuele weergave                                                                     | 10 |
| 10.5.2. Puntlast op knoop                                                                    | 10 |
| 11. Belastinggroepen                                                                         | 10 |
| 12. Combinaties                                                                              | 10 |
| 12.1. Combinaties - UGT                                                                      | 10 |
| 12.1.1. Verplaatsing van knopen; $U_x$ , $U_y$ , $U_z$ , Vervormde constructie, Vervormd net | 11 |
| 12.1.2. Reacties                                                                             | 11 |
| 12.1.3. Spanning; Von Mises                                                                  | 12 |
| 12.2. Combinaties - BGT                                                                      | 12 |
| 12.2.1. Verplaatsing van knopen; $U_x$ , $U_y$ , $U_z$ , Vervormde constructie, Vervormd net | 13 |
| 12.2.2. Reacties                                                                             | 13 |
| 12.2.3. Spanning; Von Mises                                                                  | 14 |
| 13. Berekeningsverslag                                                                       | 14 |

## 2. Project

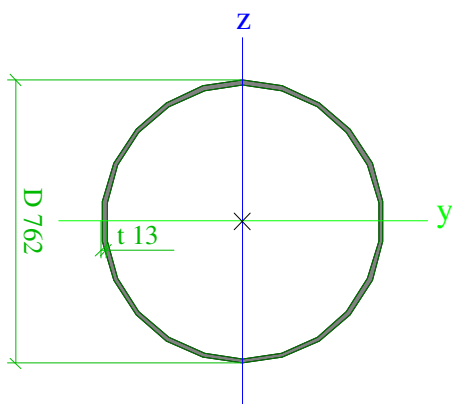
|                                   |                              |
|-----------------------------------|------------------------------|
| Licentienaam                      | Witteveen+Bos                |
| Project                           | TEX13-1 Noodaanlanding Texel |
| Onderdeel                         | Kopbufferconstructie (West)  |
| Omschrijving                      | VO                           |
| Auteur                            | VERM20                       |
| Datum                             | 30. 04. 2015                 |
| Constructie                       | Algemeen XYZ                 |
| Aantal knopen :                   | 12                           |
| Aantal staven :                   | 7                            |
| Aantal platen :                   | 0                            |
| Aantal vaste lichamen :           | 0                            |
| Aantal gebruikte doorsneden :     | 2                            |
| Aantal belastinggevallen :        | 5                            |
| Aantal gebruikte materialen :     | 1                            |
| Gravitatieversnelling [ $m/s^2$ ] | 9,810                        |
| Nationale norm                    | EC - EN                      |

## 3. Doorsneden

| CS1                |              |  |
|--------------------|--------------|--|
| Type               | Buis         |  |
| Uitgebreid         | 762; 13      |  |
| Vorm type          | Dikke wanden |  |
| Onderdeelmateriaal | S 355        |  |
| Bouwwijze          | Algemeen     |  |

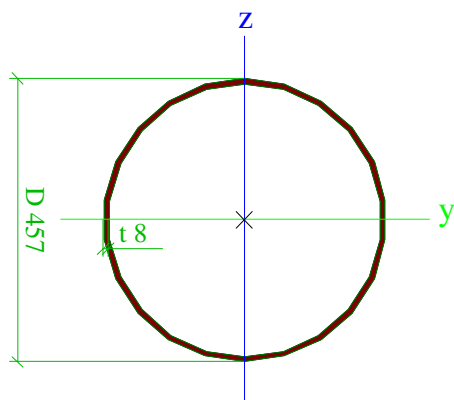
|                                                |            |            |
|------------------------------------------------|------------|------------|
| Knik y-y, Knik z-z                             | d          | d          |
| A [m <sup>2</sup> ]                            | 2,9433e-02 |            |
| Ay [m <sup>2</sup> ], Az [m <sup>2</sup> ]     | 1,8738e-02 | 1,8738e-02 |
| AL [m <sup>2</sup> /m], AD [m <sup>2</sup> /m] | 2,3938e+00 | 4,7090e+00 |
| cYUCS [mm], cZUCS [mm]                         | 381        | 381        |
| α [deg]                                        | 0,00       |            |
| Iy [m <sup>4</sup> ], Iz [m <sup>4</sup> ]     | 2,0673e-03 | 2,0673e-03 |
| iy [mm], iz [mm]                               | 265        | 265        |
| Wely [m <sup>3</sup> ], Welz [m <sup>3</sup> ] | 5,4260e-03 | 5,4260e-03 |
| Wply [m <sup>3</sup> ], Wplz [m <sup>3</sup> ] | 7,0225e-03 | 7,0225e-03 |
| Mply+ [Nm], Mply- [Nm]                         | 2,49e+06   | 2,49e+06   |
| Mplz+ [Nm], Mplz- [Nm]                         | 2,49e+06   | 2,49e+06   |
| dy [mm], dz [mm]                               | 0          | 0          |
| It [m <sup>4</sup> ], Iw [m <sup>6</sup> ]     | 4,1335e-03 | 0,0000e+00 |
| β y [mm], β z [mm]                             | 0          | 0          |

Afbeelding



|                                                |              |            |
|------------------------------------------------|--------------|------------|
| <b>CS2</b>                                     |              |            |
| Type                                           | Buis         |            |
| Uitgebreid                                     | 457; 8       |            |
| Vorm type                                      | Dikke wanden |            |
| Onderdeelmateriaal                             | S 355        |            |
| Bouwwijze                                      | Algemeen     |            |
| Knik y-y, Knik z-z                             | d            | d          |
| A [m <sup>2</sup> ]                            | 1,1285e-02   |            |
| Ay [m <sup>2</sup> ], Az [m <sup>2</sup> ]     | 7,1840e-03   | 7,1840e-03 |
| AL [m <sup>2</sup> /m], AD [m <sup>2</sup> /m] | 1,4356e+00   | 2,8210e+00 |
| cYUCS [mm], cZUCS [mm]                         | 229          | 228        |
| α [deg]                                        | 0,00         |            |
| Iy [m <sup>4</sup> ], Iz [m <sup>4</sup> ]     | 2,8446e-04   | 2,8446e-04 |
| iy [mm], iz [mm]                               | 159          | 159        |
| Wely [m <sup>3</sup> ], Welz [m <sup>3</sup> ] | 1,2449e-03   | 1,2449e-03 |
| Wply [m <sup>3</sup> ], Wplz [m <sup>3</sup> ] | 1,6130e-03   | 1,6130e-03 |
| Mply+ [Nm], Mply- [Nm]                         | 5,72e+05     | 5,72e+05   |
| Mplz+ [Nm], Mplz- [Nm]                         | 5,72e+05     | 5,72e+05   |
| dy [mm], dz [mm]                               | 0            | 0          |
| It [m <sup>4</sup> ], Iw [m <sup>6</sup> ]     | 5,6875e-04   | 0,0000e+00 |
| β y [mm], β z [mm]                             | 0            | 0          |

Afbeelding



| Verklaring van symbolen |                                                                    |
|-------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| A                       | Gebied                                                             |
| Ay                      | Afschuifoppervlak in hoofd y-richting                              |
| Az                      | Afschuifoppervlak in hoofd z-richting                              |
| AL                      | Omtrek per eenheidslengte                                          |
| AD                      | Uithardingsoppervlakte per eenheidslengte                          |
| cYUCS                   | Zwaartepunt coördinaten in Y-richting van het invoer assen systeem |
| cZUCS                   | Zwaartepunt coördinaten in Z-richting van het invoer assen systeem |
| IYLCS                   | Tweede moment van het gebied rond de YLCS as                       |
| IZLCS                   | Tweede moment van het gebied rond de ZLCS as                       |
| IYZLCS                  | Product moment van het gebied in het LCS systeem                   |
| $\alpha$                | Rotatiehoek van het hoofd assen systeem                            |
| Iy                      | Tweede moment van het gebied rond de hoofd y-as                    |
| Iz                      | Tweede moment van het gebied rond de hoofd z-as                    |
| iy                      | Traagheidsstraal rond de hoofd y-as                                |
| iz                      | Traagheidsstraal rond de hoofd z-as                                |

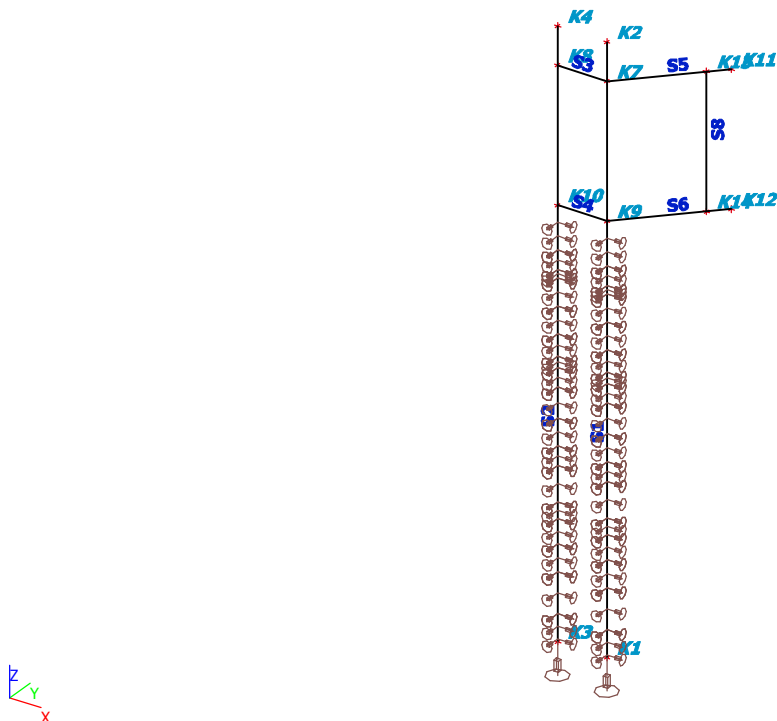
| Verklaring van symbolen |                                                                                                              |
|-------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Wely                    | Elastische doorsnede modulus rond de hoofd y-as                                                              |
| Welz                    | Elastische doorsnede modulus rond de hoofd z-as                                                              |
| Wply                    | Plastische doorsnede modulus rond de hoofd y-as                                                              |
| Wplz                    | Plastische doorsnede modulus rond de hoofd z-as                                                              |
| Mply+                   | Plastisch moment rond de hoofd y-as voor een positief My moment                                              |
| Mply-                   | Plastisch moment rond de hoofd y-as voor een negatief My moment                                              |
| Mplz+                   | Plastisch moment rond de hoofd z-as voor een positief Mz moment                                              |
| Mplz-                   | Plastisch moment rond de hoofd z-as voor een negatief Mz moment                                              |
| dy                      | Afschuif middencoördinaat in hoofd y-richting gemeten vanaf het zwaartepunt - Niet berekend of vereenvoudigd |
| dz                      | Afschuif middencoördinaat in hoofd z-richting gemeten vanaf het zwaartepunt - Niet berekend of vereenvoudigd |
| It                      | Torsie constante - Niet berekend of vereenvoudigd                                                            |
| Iw                      | Welvings constante - Niet berekend of vereenvoudigd                                                          |
| $\beta y$               | Mono-symmetrische constante rond de hoofd y-as                                                               |
| $\beta z$               | Mono-symmetrische constante rond de hoofd z-as                                                               |

## 4. Materialen

Staal EC3

| Naam  | Massa eenheid<br>[kg/m <sup>3</sup> ] | E-mod<br>[MPa] | Poisson - nu              | Onderlimiet<br>[mm] | Bovenlimiet<br>[mm] | Fy (bereik)<br>[MPa] | Fu (bereik)<br>[MPa] |
|-------|---------------------------------------|----------------|---------------------------|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|
|       |                                       | G-mod<br>[MPa] | Thermisch uitz.<br>[m/mK] |                     |                     |                      |                      |
| S 355 | 7850,0                                | 2,1000e+05     | 0.3                       | 0                   | 40                  | 355,0                | 490,0                |
|       |                                       | 8,0769e+04     | 0,00                      | 40                  | 80                  | 335,0                | 470,0                |

## 5. Rekenmodel



## 6. Knopen

| Naam | Coördinaat X [m] | Coördinaat Y [m] | Coördinaat Z [m] |
|------|------------------|------------------|------------------|
| K1   | 0,000            | 0,000            | -15,000          |
| K2   | 0,000            | 0,000            | 7,000            |
| K3   | -1,850           | 0,000            | -15,000          |
| K4   | -1,850           | 0,000            | 7,000            |
| K7   | 0,000            | 0,000            | 5,600            |
| K8   | -1,850           | 0,000            | 5,600            |

| Naam | Coördinaat X [m] | Coördinaat Y [m] | Coördinaat Z [m] |
|------|------------------|------------------|------------------|
| K9   | 0,000            | 0,000            | 0,600            |
| K10  | -1,850           | 0,000            | 0,600            |
| K11  | 2,800            | 2,800            | 5,600            |
| K12  | 2,800            | 2,800            | 0,600            |
| K13  | 2,250            | 2,250            | 5,600            |
| K14  | 2,250            | 2,250            | 0,600            |

## 7. Staven

| Naam | Doorsnede            | Laag  | Lengte [m] | Vorm | Beginknoop | Type                  |
|------|----------------------|-------|------------|------|------------|-----------------------|
|      |                      |       |            |      | Eindknoop  | EEM-type              |
| S1   | CS1 - Buis (762; 13) | Laag1 | 22,000     | Lijn | K1         | Kolom (100) standaard |
| S2   | CS1 - Buis (762; 13) | Laag1 | 22,000     | Lijn | K2         | Kolom (100) standaard |
| S3   | CS2 - Buis (457; 8)  | Laag1 | 1,850      | Lijn | K3         | Kolom (100) standaard |
| S4   | CS2 - Buis (457; 8)  | Laag1 | 1,850      | Lijn | K4         | Kolom (100) standaard |
| S5   | CS2 - Buis (457; 8)  | Laag1 | 3,960      | Lijn | K7         | Balk (80) standaard   |
| S6   | CS2 - Buis (457; 8)  | Laag1 | 3,960      | Lijn | K8         | Balk (80) standaard   |
| S8   | CS2 - Buis (457; 8)  | Laag1 | 5,000      | Lijn | K9         | Balk (80) standaard   |
|      |                      |       |            |      | K10        | Balk (80) standaard   |
|      |                      |       |            |      | K11        | Balk (80) standaard   |
|      |                      |       |            |      | K12        | Balk (80) standaard   |
|      |                      |       |            |      | K13        | Balk (80) standaard   |
|      |                      |       |            |      | K14        | Balk (80) standaard   |

## 8. Knoopondersteuningen

| Naam | Knoop | Systeem | Type      | X    | Y    | Z      | Stijfheid Z<br>[MN/m] | Rx   | Ry   | Rz   |
|------|-------|---------|-----------|------|------|--------|-----------------------|------|------|------|
| Sn1  | K1    | GCS     | Standaard | Vrij | Vrij | Verend | 1,0000e+02            | Vrij | Vrij | Vrij |
| Sn2  | K3    | GCS     | Standaard | Vrij | Vrij | Verend | 2,0000e+02            | Vrij | Vrij | Vrij |

## 9. Lijnondersteuning op staven

| Naam  | Type | Staaf   | Pos x <sub>1</sub><br>[m] | Coör        | X    | Y      | Stijfheid Y<br>[MN/m <sup>2</sup> ] | Z      | Stijfheid Z<br>[MN/m <sup>2</sup> ] | Rx   | Ry   | Rz   |
|-------|------|---------|---------------------------|-------------|------|--------|-------------------------------------|--------|-------------------------------------|------|------|------|
|       |      | Systeem | Pos x <sub>2</sub><br>[m] | Oors        |      |        |                                     |        |                                     |      |      |      |
| Slb1  | Lijn | S1      | 7,000                     | Abso        | Vrij | Verend | 1,0100e+01                          | Verend | 1,0100e+01                          | Vrij | Vrij | Vrij |
|       |      | LCS     | 8,000                     | Vanaf einde |      |        |                                     |        |                                     |      |      |      |
| Slb2  | Lijn | S1      | 8,000                     | Abso        | Vrij | Verend | 9,9000e+00                          | Verend | 9,9000e+00                          | Vrij | Vrij | Vrij |
|       |      | LCS     | 8,700                     | Vanaf einde |      |        |                                     |        |                                     |      |      |      |
| Slb3  | Lijn | S2      | 8,000                     | Abso        | Vrij | Verend | 9,9000e+00                          | Verend | 9,9000e+00                          | Vrij | Vrij | Vrij |
|       |      | LCS     | 8,700                     | Vanaf einde |      |        |                                     |        |                                     |      |      |      |
| Slb4  | Lijn | S1      | 8,700                     | Abso        | Vrij | Verend | 9,0000e+00                          | Verend | 9,0000e+00                          | Vrij | Vrij | Vrij |
|       |      | LCS     | 9,000                     | Vanaf einde |      |        |                                     |        |                                     |      |      |      |
| Slb5  | Lijn | S2      | 8,700                     | Abso        | Vrij | Verend | 9,0000e+00                          | Verend | 9,0000e+00                          | Vrij | Vrij | Vrij |
|       |      | LCS     | 9,000                     | Vanaf einde |      |        |                                     |        |                                     |      |      |      |
| Slb6  | Lijn | S1      | 9,000                     | Abso        | Vrij | Verend | 1,6900e+01                          | Verend | 1,6900e+01                          | Vrij | Vrij | Vrij |
|       |      | LCS     | 10,000                    | Vanaf einde |      |        |                                     |        |                                     |      |      |      |
| Slb7  | Lijn | S2      | 9,000                     | Abso        | Vrij | Verend | 1,6900e+01                          | Verend | 1,6900e+01                          | Vrij | Vrij | Vrij |
|       |      | LCS     | 10,000                    | Vanaf einde |      |        |                                     |        |                                     |      |      |      |
| Slb8  | Lijn | S1      | 10,000                    | Abso        | Vrij | Verend | 2,3600e+01                          | Verend | 2,3600e+01                          | Vrij | Vrij | Vrij |
|       |      | LCS     | 11,000                    | Vanaf einde |      |        |                                     |        |                                     |      |      |      |
| Slb9  | Lijn | S2      | 10,000                    | Abso        | Vrij | Verend | 2,3600e+01                          | Verend | 2,3600e+01                          | Vrij | Vrij | Vrij |
|       |      | LCS     | 11,000                    | Vanaf einde |      |        |                                     |        |                                     |      |      |      |
| Slb10 | Lijn | S1      | 11,000                    | Abso        | Vrij | Verend | 1,5700e+01                          | Verend | 1,5700e+01                          | Vrij | Vrij | Vrij |
|       |      | LCS     | 11,800                    | Vanaf einde |      |        |                                     |        |                                     |      |      |      |
| Slb11 | Lijn | S2      | 11,000                    | Abso        | Vrij | Verend | 1,5700e+01                          | Verend | 1,5700e+01                          | Vrij | Vrij | Vrij |
|       |      | LCS     | 11,800                    | Vanaf einde |      |        |                                     |        |                                     |      |      |      |
| Slb12 | Lijn | S1      | 11,800                    | Abso        | Vrij | Verend | 1,3500e+01                          | Verend | 1,3500e+01                          | Vrij | Vrij | Vrij |
|       |      | LCS     | 12,200                    | Vanaf einde |      |        |                                     |        |                                     |      |      |      |
| Slb13 | Lijn | S2      | 11,800                    | Abso        | Vrij | Verend | 1,3500e+01                          | Verend | 1,3500e+01                          | Vrij | Vrij | Vrij |
|       |      | LCS     | 12,200                    | Vanaf einde |      |        |                                     |        |                                     |      |      |      |
| Slb14 | Lijn | S1      | 12,200                    | Abso        | Vrij | Verend | 2,4700e+01                          | Verend | 2,4700e+01                          | Vrij | Vrij | Vrij |
|       |      | LCS     | 12,900                    | Vanaf einde |      |        |                                     |        |                                     |      |      |      |
| Slb15 | Lijn | S2      | 12,200                    | Abso        | Vrij | Verend | 2,4700e+01                          | Verend | 2,4700e+01                          | Vrij | Vrij | Vrij |
|       |      | LCS     | 12,900                    | Vanaf einde |      |        |                                     |        |                                     |      |      |      |
| Slb16 | Lijn | S1      | 12,900                    | Abso        | Vrij | Verend | 1,7500e+01                          | Verend | 1,7500e+01                          | Vrij | Vrij | Vrij |
|       |      | LCS     | 14,000                    | Vanaf einde |      |        |                                     |        |                                     |      |      |      |
| Slb17 | Lijn | S2      | 12,900                    | Abso        | Vrij | Verend | 1,7500e+01                          | Verend | 1,7500e+01                          | Vrij | Vrij | Vrij |
|       |      | LCS     | 14,000                    | Vanaf einde |      |        |                                     |        |                                     |      |      |      |
| Slb18 | Lijn | S1      | 14,000                    | Abso        | Vrij | Verend | 1,3500e+01                          | Verend | 1,3500e+01                          | Vrij | Vrij | Vrij |
|       |      | LCS     | 15,000                    | Vanaf einde |      |        |                                     |        |                                     |      |      |      |
| Slb19 | Lijn | S2      | 14,000                    | Abso        | Vrij | Verend | 1,3500e+01                          | Verend | 1,3500e+01                          | Vrij | Vrij | Vrij |
|       |      | LCS     | 15,000                    | Vanaf einde |      |        |                                     |        |                                     |      |      |      |
| Slb20 | Lijn | S1      | 15,000                    | Abso        | Vrij | Verend | 9,2000e+00                          | Verend | 9,2000e+00                          | Vrij | Vrij | Vrij |
|       |      | LCS     | 15,700                    | Vanaf einde |      |        |                                     |        |                                     |      |      |      |
| Slb21 | Lijn | S2      | 15,000                    | Abso        | Vrij | Verend | 9,2000e+00                          | Verend | 9,2000e+00                          | Vrij | Vrij | Vrij |
|       |      | LCS     | 15,700                    | Vanaf einde |      |        |                                     |        |                                     |      |      |      |
| Slb22 | Lijn | S1      | 15,700                    | Abso        | Vrij | Verend | 2,9500e+01                          | Verend | 2,9500e+01                          | Vrij | Vrij | Vrij |
|       |      | LCS     | 17,000                    | Vanaf einde |      |        |                                     |        |                                     |      |      |      |
| Slb23 | Lijn | S2      | 15,700                    | Abso        | Vrij | Verend | 2,9500e+01                          | Verend | 2,9500e+01                          | Vrij | Vrij | Vrij |
|       |      | LCS     | 17,000                    | Vanaf einde |      |        |                                     |        |                                     |      |      |      |
| Slb24 | Lijn | S1      | 17,000                    | Abso        | Vrij | Verend | 2,8100e+01                          | Verend | 2,8100e+01                          | Vrij | Vrij | Vrij |
|       |      | LCS     | 17,600                    | Vanaf einde |      |        |                                     |        |                                     |      |      |      |
| Slb25 | Lijn | S2      | 17,000                    | Abso        | Vrij | Verend | 2,8100e+01                          | Verend | 2,8100e+01                          | Vrij | Vrij | Vrij |
|       |      | LCS     | 17,600                    | Vanaf einde |      |        |                                     |        |                                     |      |      |      |
| Slb26 | Lijn | S1      | 17,600                    | Abso        | Vrij | Verend | 1,0100e+01                          | Verend | 1,0100e+01                          | Vrij | Vrij | Vrij |
|       |      | LCS     | 18,500                    | Vanaf einde |      |        |                                     |        |                                     |      |      |      |
| Slb27 | Lijn | S2      | 17,600                    | Abso        | Vrij | Verend | 1,0100e+01                          | Verend | 1,0100e+01                          | Vrij | Vrij | Vrij |
|       |      | LCS     | 18,500                    | Vanaf einde |      |        |                                     |        |                                     |      |      |      |
| Slb28 | Lijn | S1      | 18,500                    | Abso        | Vrij | Verend | 1,3700e+01                          | Verend | 1,3700e+01                          | Vrij | Vrij | Vrij |

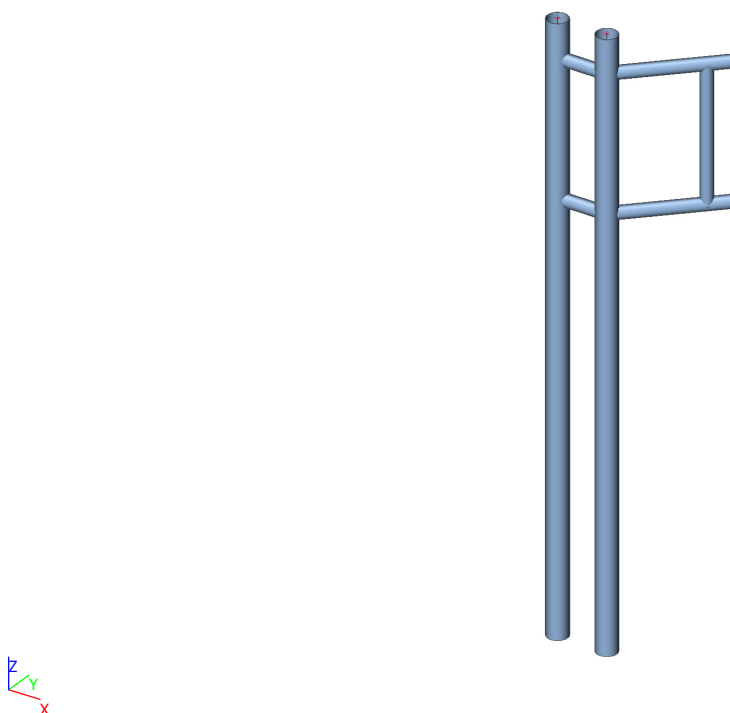
| Naam  | Type | Staaf   | Pos x <sub>1</sub><br>[m] | Coör        | X    | Y      | Stijfheid Y<br>[MN/m <sup>2</sup> ] | Z      | Stijfheid Z<br>[MN/m <sup>2</sup> ] | Rx   | Ry   | Rz   |
|-------|------|---------|---------------------------|-------------|------|--------|-------------------------------------|--------|-------------------------------------|------|------|------|
|       |      | Systeem | Pos x <sub>2</sub><br>[m] | Oors        |      |        |                                     |        |                                     |      |      |      |
|       |      | LCS     | 19,500                    | Vanaf einde |      |        |                                     |        |                                     |      |      |      |
| Slb29 | Lijn | S2      | 18,500                    | Abso        | Vrij | Verend | 1,3700e+01                          | Verend | 1,3700e+01                          | Vrij | Vrij | Vrij |
|       |      | LCS     | 19,500                    | Vanaf einde |      |        |                                     |        |                                     |      |      |      |
| Slb30 | Lijn | S1      | 19,500                    | Abso        | Vrij | Verend | 2,4500e+01                          | Verend | 2,4500e+01                          | Vrij | Vrij | Vrij |
|       |      | LCS     | 21,000                    | Vanaf einde |      |        |                                     |        |                                     |      |      |      |
| Slb31 | Lijn | S2      | 19,500                    | Abso        | Vrij | Verend | 2,4500e+01                          | Verend | 2,4500e+01                          | Vrij | Vrij | Vrij |
|       |      | LCS     | 21,000                    | Vanaf einde |      |        |                                     |        |                                     |      |      |      |
| Slb32 | Lijn | S2      | 7,000                     | Abso        | Vrij | Verend | 1,0100e+01                          | Verend | 1,0100e+01                          | Vrij | Vrij | Vrij |
|       |      | LCS     | 8,000                     | Vanaf einde |      |        |                                     |        |                                     |      |      |      |
| Slb33 | Lijn | S1      | 21,000                    | Abso        | Vrij | Verend | 2,4100e+01                          | Verend | 2,4100e+01                          | Vrij | Vrij | Vrij |
|       |      | LCS     | 21,900                    | Vanaf einde |      |        |                                     |        |                                     |      |      |      |
| Slb34 | Lijn | S2      | 21,000                    | Abso        | Vrij | Verend | 2,4100e+01                          | Verend | 2,4100e+01                          | Vrij | Vrij | Vrij |
|       |      | LCS     | 21,900                    | Vanaf einde |      |        |                                     |        |                                     |      |      |      |

## 10. Belastingsgevallen

### 10.1. Belastingsgevallen - BG1

| Naam | Omschrijving  | Actie type    | Lastgroep | Richting |
|------|---------------|---------------|-----------|----------|
|      | Spec          | Belastingtype |           |          |
| BG1  | Eigen gewicht | Permanent     | LG1       | -Z       |
|      |               | Eigen gewicht |           |          |

#### 10.1.1. Visuele weergave

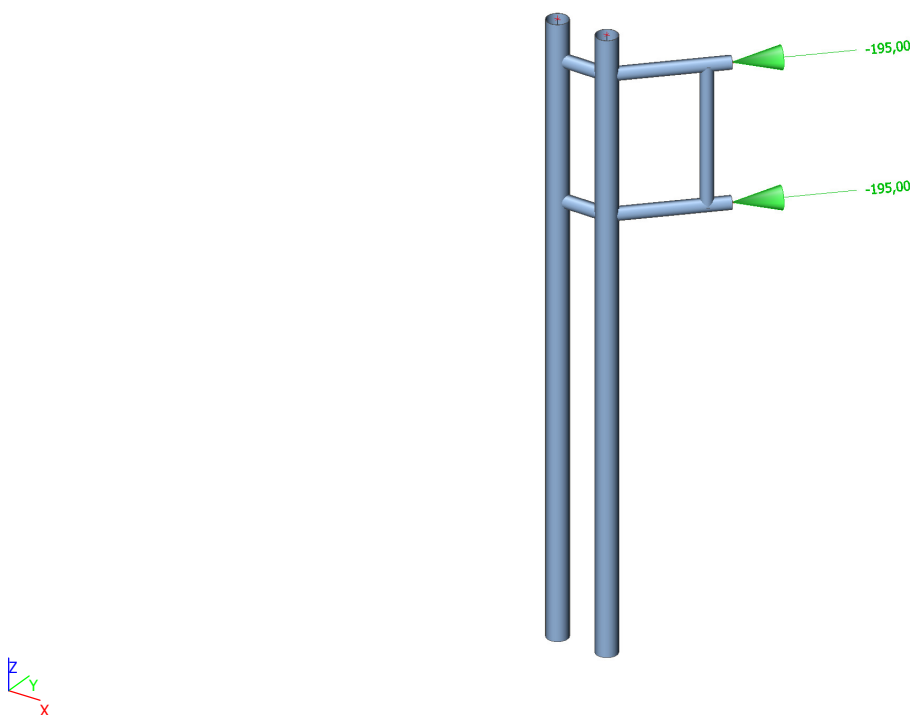


### 10.2. Belastingsgevallen - BG2

| Naam | Omschrijving              | Actie type    | Lastgroep | Duur | 'Master' belastingsgeval |
|------|---------------------------|---------------|-----------|------|--------------------------|
|      | Spec                      | Belastingtype |           |      |                          |
| BG2  | Reactiekracht cone fender | Variabel      | LG2       | Kort | Geen                     |

| Naam | Omschrijving | Actie type    | Lastgroep | Duur | 'Master' belastingsgeval |
|------|--------------|---------------|-----------|------|--------------------------|
|      | Spec         | Belastingtype |           |      |                          |
|      | Standaard    | Statisch      |           |      |                          |

### 10.2.1. Visuele weergave



### 10.2.2. Puntlast op knoop

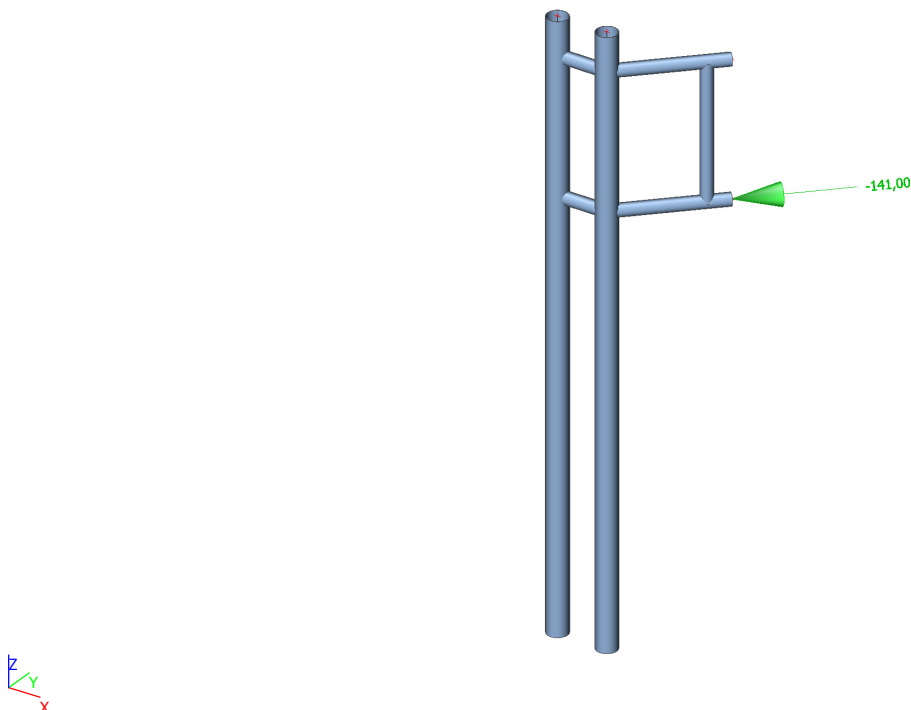
| Naam      | Knoop | Belastingsgeval                 | Systeem | Rich | Type   | Hoek [deg] | Waarde - F [kN] |
|-----------|-------|---------------------------------|---------|------|--------|------------|-----------------|
| Puntlast3 | K11   | BG2 - Reactiekracht cone fender | GCS     | X    | Kracht | Rz45,00    | -195,00         |
| Puntlast4 | K12   | BG2 - Reactiekracht cone fender | GCS     | X    | Kracht | Rz45,00    | -195,00         |

### 10.3. Belastingsgevallen - BG3

| Naam | Omschrijving                      | Actie type    | Lastgroep | Duur | 'Master' belastingsgeval |
|------|-----------------------------------|---------------|-----------|------|--------------------------|
|      | Spec                              | Belastingtype |           |      |                          |
| BG3  | Stuwkracht 100 kN per kopbuffer A | Variabel      | LG2       | Kort | Geen                     |
|      | Standaard                         | Statisch      |           |      |                          |



### 10.3.1. Visuele weergave



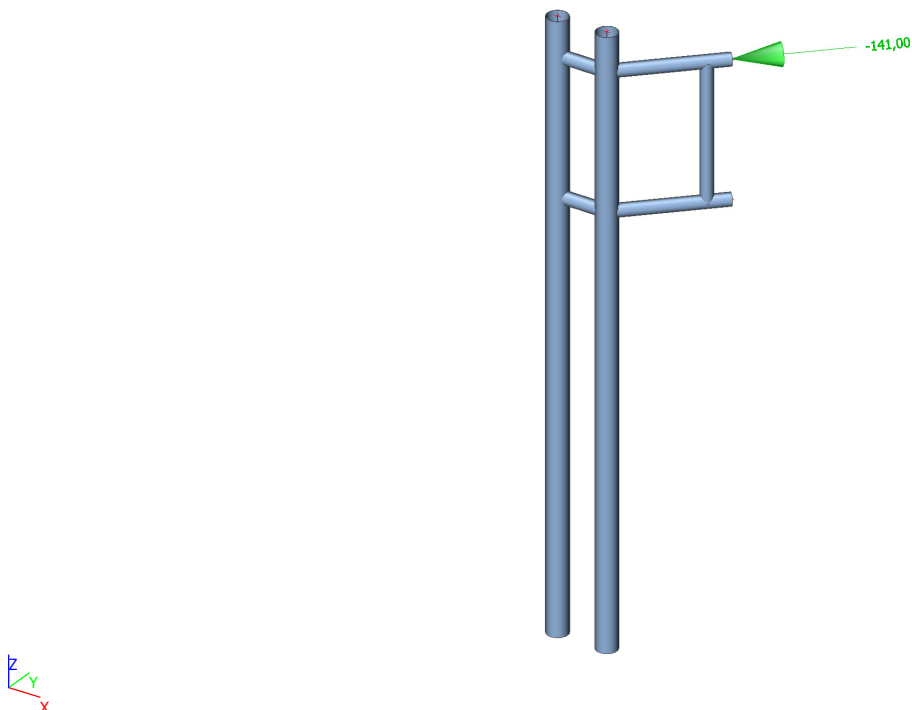
### 10.3.2. Puntlast op knoop

| Naam      | Knoop | Belastingsgeval                         | Systeem | Rich | Type   | Hoek [deg] | Waarde - F [kN] |
|-----------|-------|-----------------------------------------|---------|------|--------|------------|-----------------|
| Puntlast2 | K12   | BG3 - Stuwkracht 100 kN per kopbuffer A | GCS     | X    | Kracht | Rz45,00    | -141,00         |

### 10.4. Belastingsgevallen - BG4

| Naam | Omschrijving                      | Actie type    | Lastgroep | Duur | 'Master' belastingsgeval |
|------|-----------------------------------|---------------|-----------|------|--------------------------|
|      | Spec                              | Belastingtype |           |      |                          |
| BG4  | Stuwkracht 100 kN per kopbuffer B | Variabel      | LG2       | Kort | Geen                     |
|      | Standaard                         | Statisch      |           |      |                          |

#### 10.4.1. Visuele weergave



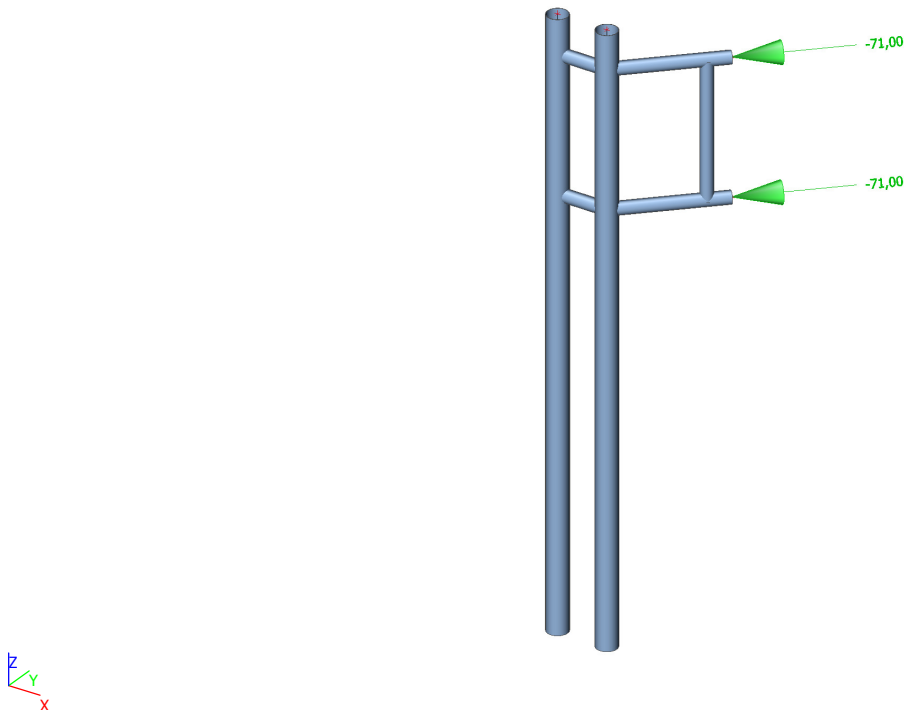
#### 10.4.2. Puntlast op knoop

| Naam      | Knoop | Belastingsgeval                         | Systeem | Rich | Type   | Hoek [deg] | Waarde - F [kN] |
|-----------|-------|-----------------------------------------|---------|------|--------|------------|-----------------|
| Puntlast5 | K11   | BG4 - Stuwkracht 100 kN per kopbuffer B | GCS     | X    | Kracht | Rz45,00    | -141,00         |

#### 10.5. Belastingsgevallen - BG5

| Naam | Omschrijving                      | Actie type    | Lastgroep | Duur | 'Master' belastingsgeval |
|------|-----------------------------------|---------------|-----------|------|--------------------------|
|      | Spec                              | Belastingtype |           |      |                          |
| BG5  | Stuwkracht 100 kN per kopbuffer C | Variabel      | LG2       | Kort | Geen                     |
|      | Standaard                         | Statisch      |           |      |                          |

### 10.5.1. Visuele weergave



### 10.5.2. Puntlast op knoop

| Naam      | Knoop | Belastingsgeval                         | Systeem | Rich | Type   | Hoek [deg] | Waarde - F [kN] |
|-----------|-------|-----------------------------------------|---------|------|--------|------------|-----------------|
| Puntlast7 | K11   | BG5 - Stuwkracht 100 kN per kopbuffer C | GCS     | X    | Kracht | Rz45,00    | -71,00          |
| Puntlast8 | K12   | BG5 - Stuwkracht 100 kN per kopbuffer C | GCS     | X    | Kracht | Rz45,00    | -71,00          |

## 11. Belastinggroepen

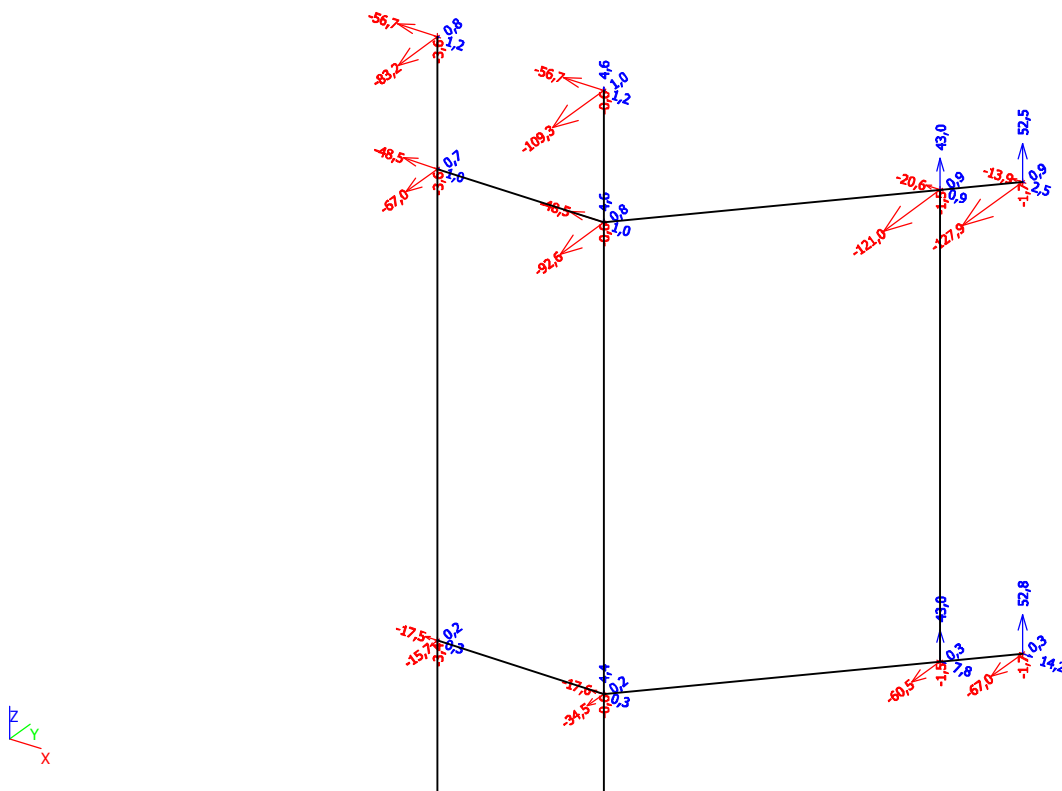
| Naam | Last      | Relatie   | Type          |
|------|-----------|-----------|---------------|
| LG1  | Permanent |           |               |
| LG2  | Variabel  | Exclusief | Cat A: Woning |

## 12. Combinaties

### 12.1. Combinaties - UGT

| Naam | Omschrijving | Type                 | Belastingsgevallen                      | Coëff. [-] |
|------|--------------|----------------------|-----------------------------------------|------------|
| UGT  |              | Omhullende - uiterst | BG1 - Eigen gewicht                     | 0,90       |
|      |              |                      | BG2 - Reactiekracht cone fender         | 1,50       |
|      |              |                      | BG3 - Stuwkracht 100 kN per kopbuffer A | 1,50       |
|      |              |                      | BG4 - Stuwkracht 100 kN per kopbuffer B | 1,50       |
|      |              |                      | BG5 - Stuwkracht 100 kN per kopbuffer C | 1,50       |

### 12.1.1. Verplaatsing van knopen; Ux, Uy, Uz, Vervormde constructie, Vervormd net



### 12.1.2. Reacties

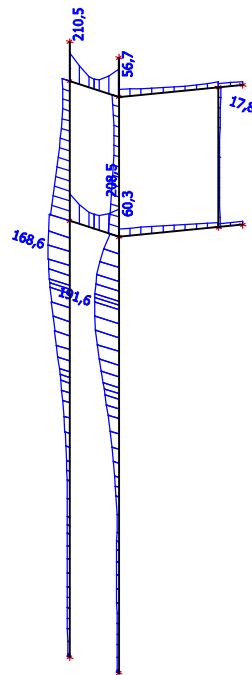
Lineaire berekening, Extreem : Knoop

Selectie : Sn1, Sn2

Combinaties : UGT

| Steunpunt | BG    | Rx<br>[kN]  | Ry<br>[kN]  | Rz<br>[kN]     | Mx<br>[kNm] | My<br>[kNm] | Mz<br>[kNm] |
|-----------|-------|-------------|-------------|----------------|-------------|-------------|-------------|
| Sn1/K1    | UGT/1 | <b>0,00</b> | <b>0,00</b> | 52,35          | <b>0,00</b> | <b>0,00</b> | <b>0,00</b> |
| Sn1/K1    | UGT/2 | 0,00        | 0,00        | <b>-350,47</b> | 0,00        | 0,00        | 0,00        |
| Sn2/K3    | UGT/1 | 0,00        | 0,00        | 50,38          | 0,00        | 0,00        | 0,00        |
| Sn2/K3    | UGT/2 | 0,00        | 0,00        | <b>453,20</b>  | 0,00        | 0,00        | 0,00        |

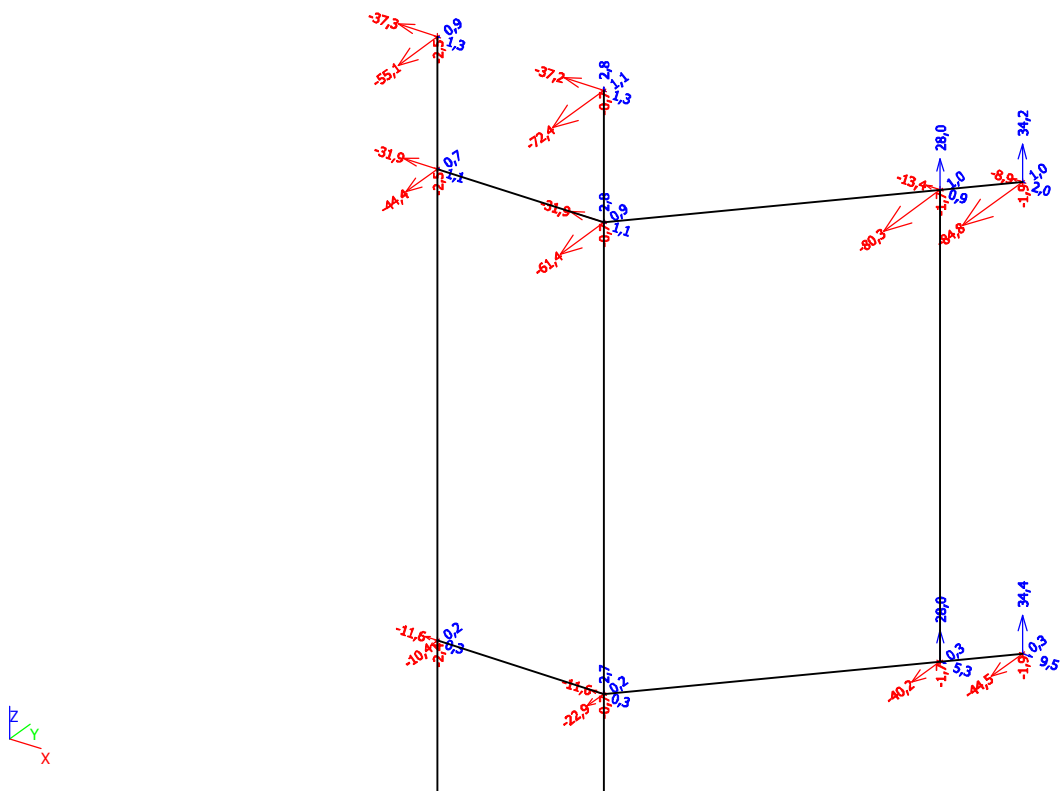
### 12.1.3. Spanning; Von Mises



### 12.2. Combinaties - BGT

| Naam | Omschrijving | Type                       | Belastingsgevallen                      | Coëff. [-] |
|------|--------------|----------------------------|-----------------------------------------|------------|
| BGT  |              | Omhullende - bruikbaarheid | BG1 - Eigen gewicht                     | 1,00       |
|      |              |                            | BG2 - Reactiekracht cone fender         | 1,00       |
|      |              |                            | BG3 - Stuwkracht 100 kN per kopbuffer A | 1,00       |
|      |              |                            | BG4 - Stuwkracht 100 kN per kopbuffer B | 1,00       |
|      |              |                            | BG5 - Stuwkracht 100 kN per kopbuffer C | 1,00       |

### 12.2.1. Verplaatsing van knopen; Ux, Uy, Uz, Vervormde constructie, Vervormd net



### 12.2.2. Reacties

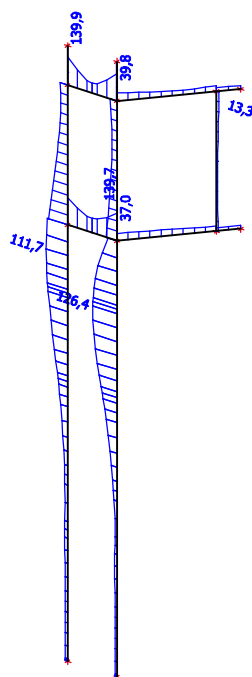
Lineaire berekening, Extreem : Knoop

Selectie : Sn1, Sn2

Combinaties : BGT

| Steunpunt | BG    | Rx<br>[kN]  | Ry<br>[kN]  | Rz<br>[kN]     | Mx<br>[kNm] | My<br>[kNm] | Mz<br>[kNm] |
|-----------|-------|-------------|-------------|----------------|-------------|-------------|-------------|
| Sn1/K1    | BGT/6 | <b>0,00</b> | <b>0,00</b> | 58,17          | <b>0,00</b> | <b>0,00</b> | <b>0,00</b> |
| Sn1/K1    | BGT/5 | 0,00        | 0,00        | <b>-210,38</b> | 0,00        | 0,00        | 0,00        |
| Sn2/K3    | BGT/6 | 0,00        | 0,00        | 55,98          | 0,00        | 0,00        | 0,00        |
| Sn2/K3    | BGT/5 | 0,00        | 0,00        | <b>324,52</b>  | 0,00        | 0,00        | 0,00        |

### 12.2.3. Spanning; Von Mises



## 13. Berekeningsverslag

### Lineaire berekening

|                       |                  |
|-----------------------|------------------|
| Aantal 2D elementen   | 0                |
| Aantal 1D elementen   | 65               |
| Aantal netknopen      | 64               |
| Aantal vergelijkingen | 384              |
| Belastinggevallen     | BG1              |
|                       | BG2              |
|                       | BG3              |
|                       | BG4              |
|                       | BG5              |
| Buigtheorie           | Mindlin          |
| Start berekening      | 30.04.2015 15:03 |
| Einde berekening      | 30.04.2015 15:03 |

### Som van lasten en reacties.

|        | [kN]          | X      | Y      | Z      |
|--------|---------------|--------|--------|--------|
| BG BG1 | last          | 0.0    | 0.0    | -114.1 |
|        | knoopreacties | 0.0    | 0.0    | 114.1  |
|        | lijnreacties  | 0.0    | 0.0    | 0.0    |
|        | contact 1D    | 0.0    | 0.0    | 0.0    |
|        | contact 2D    | 0.0    | 0.0    | 0.0    |
| BG BG2 | last          | -275.8 | -275.8 | 0.0    |
|        | knoopreacties | 0.0    | -0.0   | 0.0    |
|        | lijnreacties  | 275.8  | 275.8  | 0.0    |
|        | contact 1D    | 0.0    | 0.0    | 0.0    |
|        | contact 2D    | 0.0    | 0.0    | 0.0    |
| BG BG3 | last          | -99.7  | -99.7  | 0.0    |
|        | knoopreacties | 0.0    | 0.0    | 0.0    |
|        | lijnreacties  | 99.7   | 99.7   | 0.0    |
|        | contact 1D    | 0.0    | 0.0    | 0.0    |
|        | contact 2D    | 0.0    | 0.0    | 0.0    |

|        | [kN]          | X      | Y      | Z   |
|--------|---------------|--------|--------|-----|
| BG BG4 | last          | -99.7  | -99.7  | 0.0 |
|        | knoopreacties | 0.0    | -0.0   | 0.0 |
|        | lijnreacties  | 99.7   | 99.7   | 0.0 |
|        | contact 1D    | 0.0    | 0.0    | 0.0 |
|        | contact 2D    | 0.0    | 0.0    | 0.0 |
| BG BG5 | last          | -100.4 | -100.4 | 0.0 |
|        | knoopreacties | 0.0    | 0.0    | 0.0 |
|        | lijnreacties  | 100.4  | 100.4  | 0.0 |
|        | contact 1D    | 0.0    | 0.0    | 0.0 |
|        | contact 2D    | 0.0    | 0.0    | 0.0 |



project: Voorontwerp noodaanlanding Texel  
 projectcode: Tex13-1  
 subject: Paalfundering - Landhoofd - verticaal draagvermogen  
 prepared by: MEEJ3 / VERM20  
 version and date: 0,5 (05-11-2013)

## TITLE

Calculation of bearing capacity of steel pipe piles in accordance with the CUR method (CUR 2001-8)

## STARTING POINTS

### general

source soil parameters: NEN 9997-1  
 reference: -  
 borehole(s): sondering DKM003  
 reference level notation: NAP

### pile parameters

pile outer diameter  $D_o$  = 0,762 m  
 wall thickness  $t$  = 0,025 m  
 diameter-wall thickness ratio  $D_o/t$  = 30 -  
 pile inner diameter  $D_i$  = 0,712 m  
 displacement ratio  $DR$  = 0,127 -  
 effective pile radius  $R^*$  = 0,136 m  
 pile wall area  $A_{wall}$  = 0,058 m<sup>2</sup>  
 pile tip area  $A_{tip}$  = 0,456 m<sup>2</sup>  
 plug area  $A_{plug}$  = 0,398 m<sup>2</sup>  
 pile tip level (detailed calculation) = -15,0 m+NAP  
 pile tip levels (range) from = -10,0 m+NAP to = -20,0 m+NAP  
 interval  $\Delta h_{ptl}$  = 0,5 m

### plug parameters

relative density  $D_r$  = 0,5 -  
 effective unit weight plug  $\gamma_{avg}$  = 10 kN/m<sup>3</sup>  
 vertical eff. stress on soil plug  $\sigma'_0$  = 7,1 kN/m<sup>2</sup>

### calculation parameters

step size friction calculation  $\Delta h_{calc}$  = 0,1 m

### safety factors

dimensionless factor  $\xi$  = 0,75 -  
 material factor  $\gamma_{mb}$  = 1,40 -

### soil parameters

design bed level  $Z_{bed}$  = 0 m+NAP  
 top of plugging zone  $Z_{plugging}$  = -20 m+NAP  
 groundwater level  $Z_{gw}$  = 0 m+NAP  
 unit weight water  $\gamma_w$  = 10 kN/m<sup>3</sup>  
 surface load  $Q_{sur}$  = 0 kN/m<sup>2</sup>  
 reference pressure  $p_a$  = 100 kPa

### soil layers

| layer nr. | level top<br>[m+NAP] | $q_c$<br>[MPa] | $\gamma$<br>[kN/m <sup>3</sup> ] | $\gamma_{sat}$<br>[kN/m <sup>3</sup> ] | $\gamma_{rep}$<br>[kN/m <sup>3</sup> ] |
|-----------|----------------------|----------------|----------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------|
| 1         | 3,0                  | 5,0            | 17,0                             | 19,0                                   | 17,0                                   |
| 2         | 0,0                  | 5,0            | 18,0                             | 20,0                                   | 10,0                                   |
| 3         | -1,7                 | 4,0            | 18,0                             | 20,0                                   | 10,0                                   |
| 4         | -2,0                 | 8,3            | 18,0                             | 20,0                                   | 10,0                                   |
| 5         | -4,8                 | 6,0            | 18,0                             | 20,0                                   | 10,0                                   |
| 6         | -5,2                 | 11,0           | 18,0                             | 20,0                                   | 10,0                                   |
| 7         | -5,9                 | 5,9            | 18,0                             | 20,0                                   | 10,0                                   |
| 8         | -8,7                 | 12,7           | 18,0                             | 20,0                                   | 10,0                                   |
| 9         | -10,6                | 5,3            | 18,0                             | 20,0                                   | 10,0                                   |
| 10        | -12,5                | 10,9           | 18,0                             | 20,0                                   | 10,0                                   |
| 11        | -14,0                | 10,7           | 18,0                             | 20,0                                   | 10,0                                   |
| 12        | -15,5                | 8,5            | 18,0                             | 20,0                                   | 10,0                                   |
| 13        | -18,5                | 19,1           | 18,0                             | 20,0                                   | 10,0                                   |
| 14        | -22,2                | 12,5           | 18,0                             | 20,0                                   | 10,0                                   |

## CALCULATIONS

### pile parameters

pile tip level  $Z_{piletip}$  = -15,0 m+NAP  
 pile length  $L_{pile}$  = 15,0 m  
 active plug length  $L_a$  = 0 m  
 active friction ratio  $\beta_a$  = 0,000 -

### results friction

sum  $f_c \cdot \Delta h$  = 354,0 kN/m  
 total frictional load  $Q_{fr}$  = 847 kN

### results end bearing

average cone resistance at pile tip  $q_{c,tip,avg}$  = 10,1 MPa  
 end bearing capacity; plugged  $q_{eb, plug}$  = 5.110 kN/m<sup>2</sup>  
 pile end bearing; plugged  $Q_{eb,plug}$  = 2.330 kN  
 wall end bearing  $Q_{eb,wall}$  = 352 kN  
 plug end bearing  $Q_{plug}$  = 0 kN  
 pile end bearing; no plug  $Q_{eb,noplug}$  = 352 kN  
 plugging? = no  
 total end bearing  $Q_{eb}$  = 352 kN

### total results

pile bearing capacity; mean value  $Q_{pile,avg}$  = 1.200 kN  
 pile bearing capacity; calc. value  $Q_{pile,rep}$  = 643 kN

### validation

diameter-wall thickness ratio OK  
 pile diameter OK  
 pile length OK

### results

| $Z_{piletip}$<br>[m+NAP] | $L_{pile}$<br>[m] | plugging? | $Q_{rep,shaft}$<br>[kN] | $Q_{rep,endbearing}$<br>[kN] | $Q_{pile,d}$<br>[kN] |
|--------------------------|-------------------|-----------|-------------------------|------------------------------|----------------------|
| -15,0                    | 15,0              | no        | 847                     | 352                          | 643                  |
| -10,0                    | 10,0              | no        | 686                     | 385                          | 574                  |
| -10,5                    | 10,5              | no        | 743                     | 329                          | 575                  |
| -11,0                    | 11,0              | no        | 727                     | 273                          | 536                  |
| -11,5                    | 11,5              | no        | 658                     | 226                          | 474                  |
| -12,0                    | 12,0              | no        | 625                     | 235                          | 460                  |
| -12,5                    | 12,5              | no        | 607                     | 277                          | 474                  |
| -13,0                    | 13,0              | no        | 664                     | 319                          | 527                  |
| -13,5                    | 13,5              | no        | 738                     | 360                          | 588                  |
| -14,0                    | 14,0              | no        | 785                     | 375                          | 622                  |
| -14,5                    | 14,5              | no        | 819                     | 370                          | 637                  |
| -15,0                    | 15,0              | no        | 847                     | 352                          | 643                  |
| -15,5                    | 15,5              | no        | 873                     | 335                          | 647                  |
| -16,0                    | 16,0              | no        | 869                     | 318                          | 636                  |
| -16,5                    | 16,5              | no        | 859                     | 302                          | 622                  |
| -17,0                    | 17,0              | no        | 859                     | 295                          | 618                  |
| -17,5                    | 17,5              | no        | 863                     | 311                          | 629                  |
| -18,0                    | 18,0              | no        | 870                     | 391                          | 676                  |
| -18,5                    | 18,5              | no        | 877                     | 471                          | 722                  |
| -19,0                    | 19,0              | no        | 1.021                   | 551                          | 842                  |
| -19,5                    | 19,5              | no        | 1.187                   | 615                          | 966                  |
| -20,0                    | 20,0              | no        | 1.297                   | 663                          | 1.050                |



## **BIJLAGE VI    BEREKENINGEN HEFVOORZIENING**

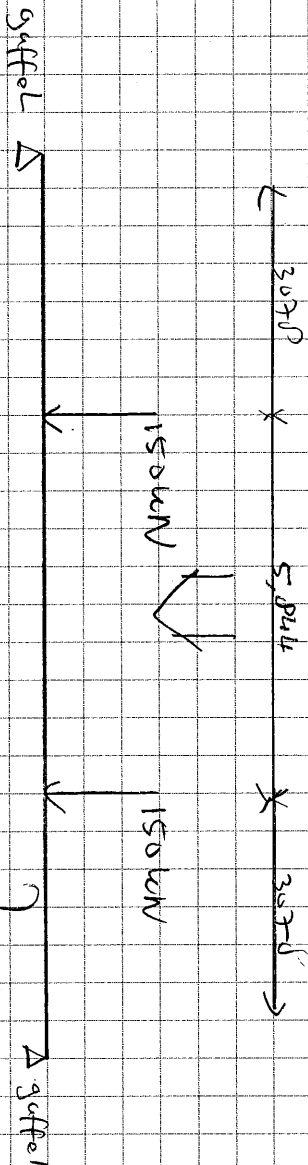
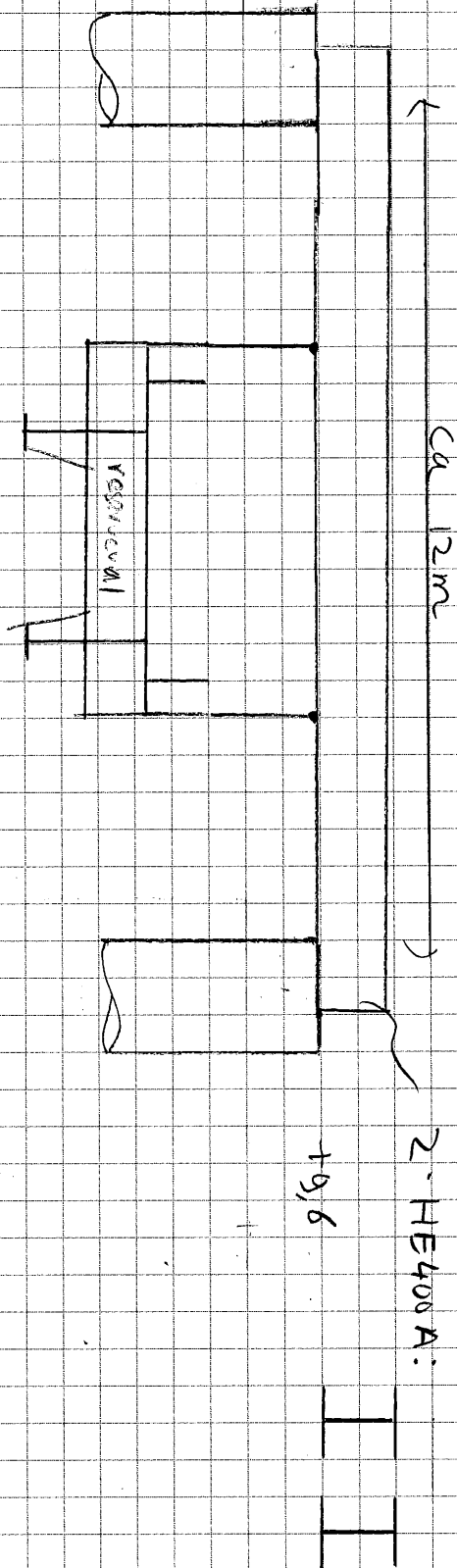


projectnummer TEX13-1  
 door VERN20  
 datum 23-03-2015  
 nummer 1/1

Referentie:

$F_{balk} = 150 \text{ kN}$  conform

VO Den Helder



aanzicht

$\gamma = 1,35$  CC2

$$V_{max} = 44,2 \text{ mm} \Rightarrow \frac{L}{251} \Rightarrow OK$$

$$\sigma_{max} = 148 \text{ N/mm}^2 \Rightarrow \sigma_c = \frac{148}{35} = 0,42 \approx 0,4$$

(niet kipgeveilig)

Mechanica Schermy

## Hijsvoorziening noodaanlanding uit UO noodaanlanding Den Helder

Kracht op hijsbalk per hijspunt:

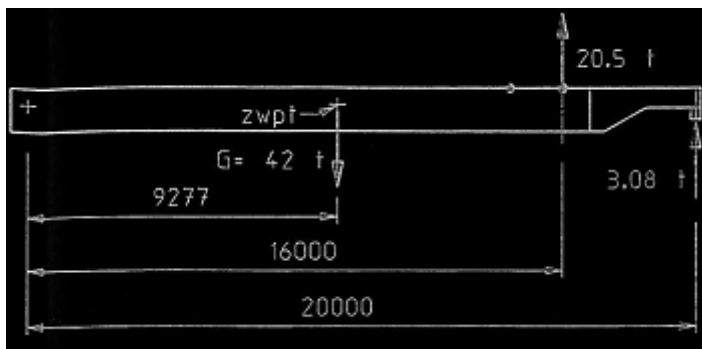
|                                              |        |
|----------------------------------------------|--------|
| EG takel:                                    | 10 kN  |
| EG brug: $439 \times 9,67 / (2 \times 16) =$ | 133 kN |
| Totaal                                       | 143 kN |

$F_{rep}$  (inclusief dynamische factor):  $1,05 \times 143 =$  **150 kN**

$F_d$ :  $1,35 \times 150$  203 kN

Advies: 20 tons takel

**Afbeelding 1. Krachten ten gevolge van eigen gewicht reserveval**



## 1. Inhoudsopgave

|                                      |   |
|--------------------------------------|---|
| 1. Inhoudsopgave                     | 1 |
| 2. Project                           | 1 |
| 3. Knopen                            | 1 |
| 4. Staven                            | 1 |
| 5. Knoopondersteuning                | 1 |
| 6. Belastingsgevallen                | 1 |
| 6.1. Belastingsgevallen - BG1        | 2 |
| 6.1.1. Visuele weergave              | 2 |
| 6.2. Belastingsgevallen - BG2        | 2 |
| 6.2.1. Visuele weergave              | 3 |
| 6.2.2. Puntlast op staaf             | 3 |
| 7. Combinaties                       | 3 |
| 7.1. Combinaties - UGT               | 3 |
| 7.1.1. Reacties                      | 3 |
| 7.1.2. Interne krachten in staaf; My | 4 |
| 7.1.3. Interne krachten in staaf; Vz | 4 |
| 7.1.4. Interne krachten in staaf     | 4 |
| 7.1.5. Spanning; Von Mises           | 5 |
| 7.1.6. Spanning                      | 5 |
| 7.1.7. Vervormingen van staaf; uz    | 5 |
| 7.1.8. Vervormingen van staaf        | 6 |
| 7.2. Combinaties - BGT               | 6 |
| 7.2.1. Reacties                      | 6 |
| 7.2.2. Interne krachten in staaf; My | 6 |
| 7.2.3. Interne krachten in staaf; Vz | 7 |
| 7.2.4. Interne krachten in staaf     | 7 |
| 7.2.5. Spanning; Von Mises           | 7 |
| 7.2.6. Spanning                      | 8 |
| 7.2.7. Vervormingen van staaf; uz    | 8 |
| 7.2.8. Vervormingen van staaf        | 8 |
| 8. Berekeningsverslag                | 8 |

## 2. Project

|                                           |                              |
|-------------------------------------------|------------------------------|
| Licentienaam                              | Witteveen+Bos                |
| Project                                   | TEX13-1 Noodaanlanding Texel |
| Onderdeel                                 | Hijsbalk reserveval          |
| Omschrijving                              | VO                           |
| Auteur                                    | VERM20                       |
| Datum                                     | 20. 03. 2015                 |
| Constructie                               | Raamwerk XYZ                 |
| Aantal knopen :                           | 2                            |
| Aantal staven :                           | 1                            |
| Aantal platen :                           | 0                            |
| Aantal vaste lichamen :                   | 0                            |
| Aantal gebruikte doorsneden :             | 1                            |
| Aantal belastingsgevallen :               | 2                            |
| Aantal gebruikte materialen :             | 1                            |
| Gravitatieversnelling [m/s <sup>2</sup> ] | 9,810                        |
| Nationale norm                            | EC - EN                      |

## 3. Knopen

| Naam | Coördinaat X<br>[m] | Coördinaat Y<br>[m] | Coördinaat Z<br>[m] |
|------|---------------------|---------------------|---------------------|
| K1   | 0,000               | 0,000               | 0,000               |
| K2   | 12,000              | 0,000               | 0,000               |

## 4. Staven

| Naam | Doorsnede                   | Laag  | Lengte<br>[m] | Vorm | Beginknoop | Type      |
|------|-----------------------------|-------|---------------|------|------------|-----------|
|      |                             |       |               |      | Eindknoop  | EEM-type  |
| S1   | CS2 - 2I (HEA400; 100; 400) | Laag1 | 12,000        | Lijn | K1         | Balk (80) |
|      |                             |       |               |      | K2         | standaard |

## 5. Knoopondersteuning

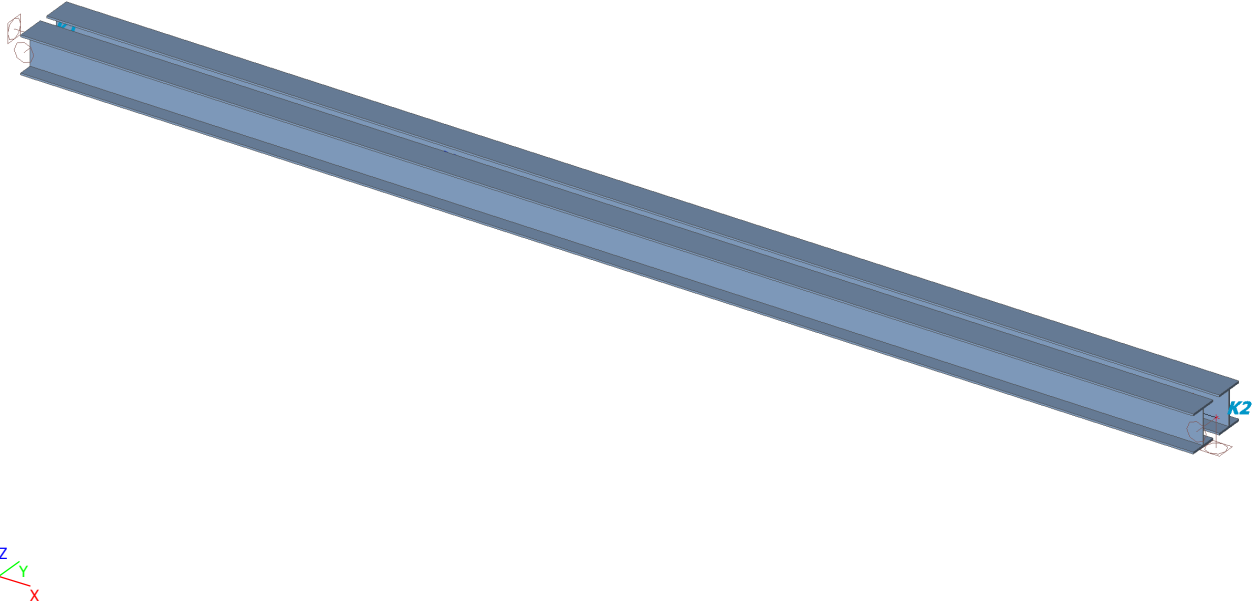
| Naam | Knoop | Systeem | Type      | X    | Y    | Z    | Rx   | Ry   | Rz   |
|------|-------|---------|-----------|------|------|------|------|------|------|
| Sn1  | K1    | GCS     | Standaard | Vast | Vast | Vast | Vast | Vrij | Vast |
| Sn2  | K2    | GCS     | Standaard | Vast | Vast | Vast | Vast | Vrij | Vast |

## 6. Belastingsgevallen

## 6.1. Belastingsgevallen - BG1

| Naam | Omschrijving<br>Spec | Actie type<br>Belastingtype | Lastgroep | Richting |
|------|----------------------|-----------------------------|-----------|----------|
| BG1  | EG balk              | Permanent<br>Eigen gewicht  | LG1       | -Z       |

### 6.1.1. Visuele weergave

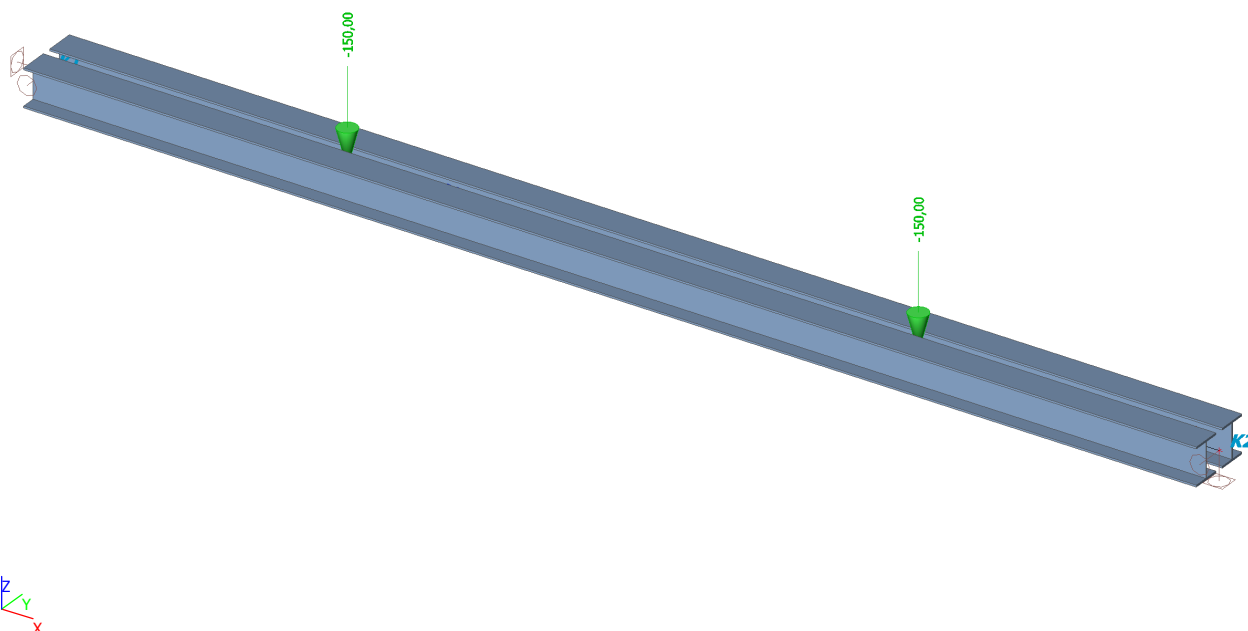


## 6.2. Belastingsgevallen - BG2

| Naam | Omschrijving<br>Spec | Actie type<br>Belastingtype | Lastgroep |
|------|----------------------|-----------------------------|-----------|
| BG2  | EG val en takels     | Permanent<br>Standaard      | LG1       |



### 6.2.1. Visuele weergave



### 6.2.2. Puntlast op staaf

| Naam | Staaf                  | Systeem | Waarde - F<br>[kN] | Pos x<br>[m] | Coör        | Herh (n)   |
|------|------------------------|---------|--------------------|--------------|-------------|------------|
|      | Belastingsgeval        | Rich    | Type               |              | Oors        | Regelmatig |
| F1   | S1                     | GCS     | -150,00            | 3,078        | Abso        | 2          |
|      | BG2 - EG val en takels | Z       | Kracht             |              | Vanaf begin |            |

## 7. Combinaties

### 7.1. Combinaties - UGT

| Naam | Omschrijving | Type                 | Belastingsgevallen     | Coëff.<br>[-] |
|------|--------------|----------------------|------------------------|---------------|
| UGT  |              | Omhullende - uiterst | BG1 - EG balk          | 1,35          |
|      |              |                      | BG2 - EG val en takels | 1,35          |

#### 7.1.1. Reacties

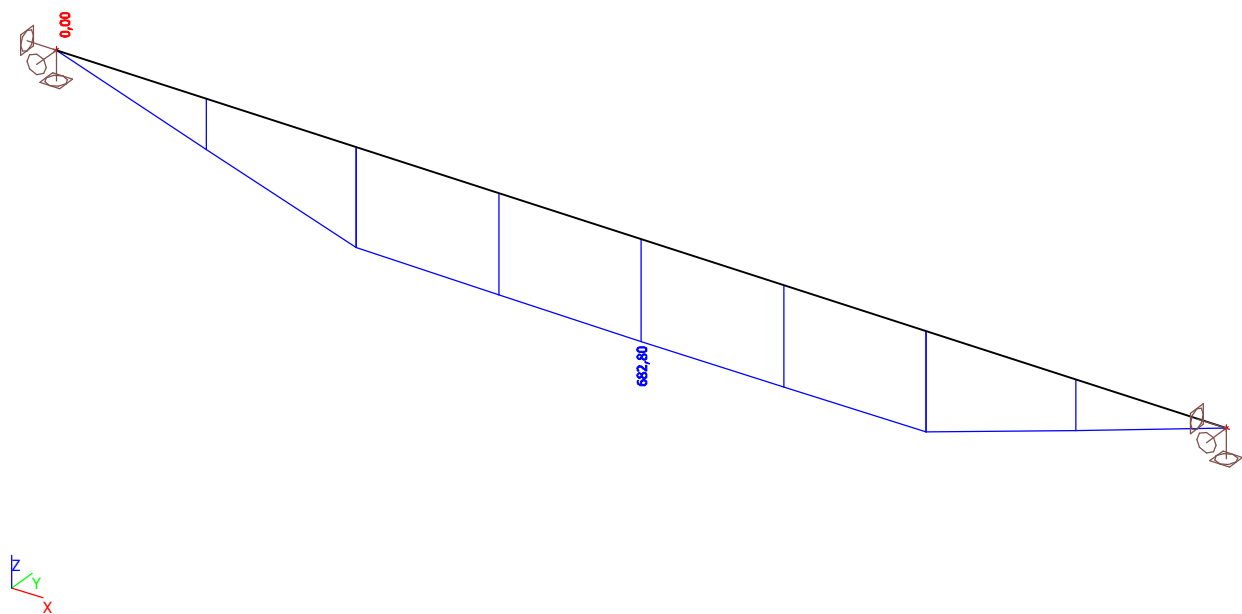
Lineaire berekening, Extreem : Knoop

Selectie : Alle

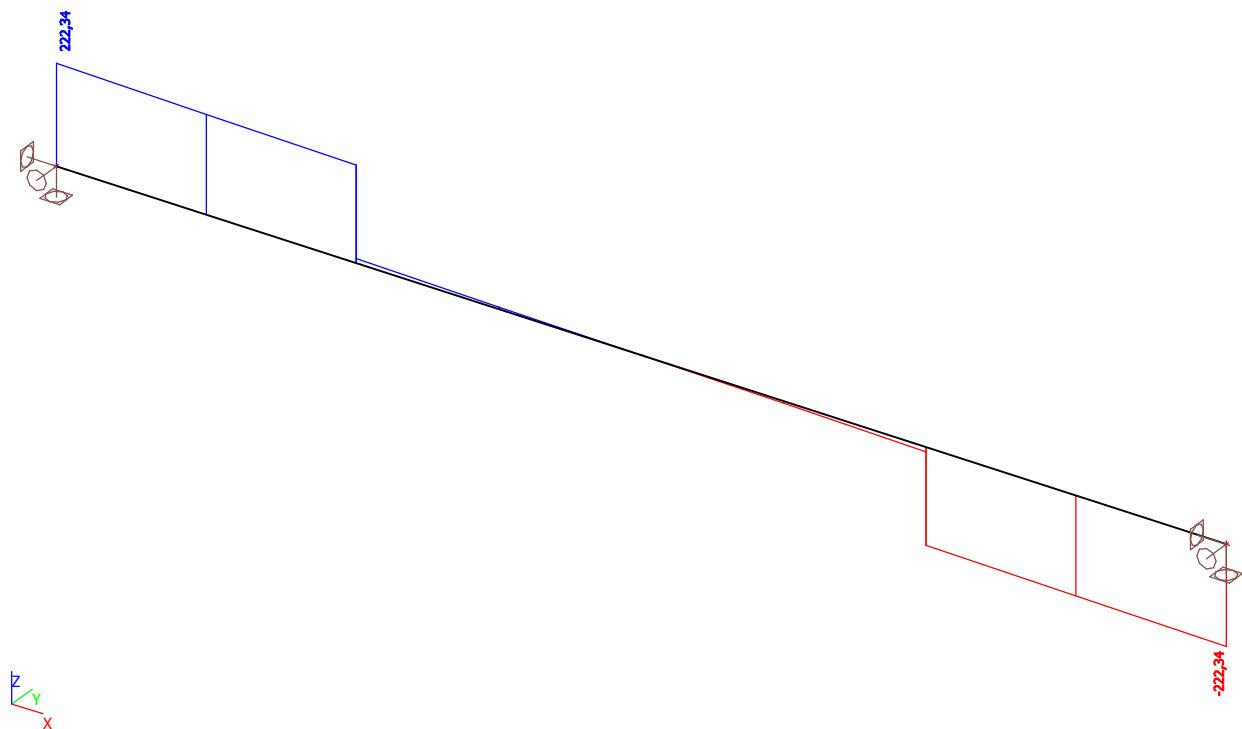
Combinaties : UGT

| Steunpunt | BG    | Rx<br>[kN] | Ry<br>[kN] | Rz<br>[kN] | Mx<br>[kNm] | My<br>[kNm] | Mz<br>[kNm] |
|-----------|-------|------------|------------|------------|-------------|-------------|-------------|
| Sn1/K1    | UGT/1 | 0,00       | 0,00       | 222,34     | 0,00        | 0,00        | 0,00        |
| Sn2/K2    | UGT/1 | 0,00       | 0,00       | 222,34     | 0,00        | 0,00        | 0,00        |

7.1.2. Interne krachten in staaf; My



7.1.3. Interne krachten in staaf; Vz

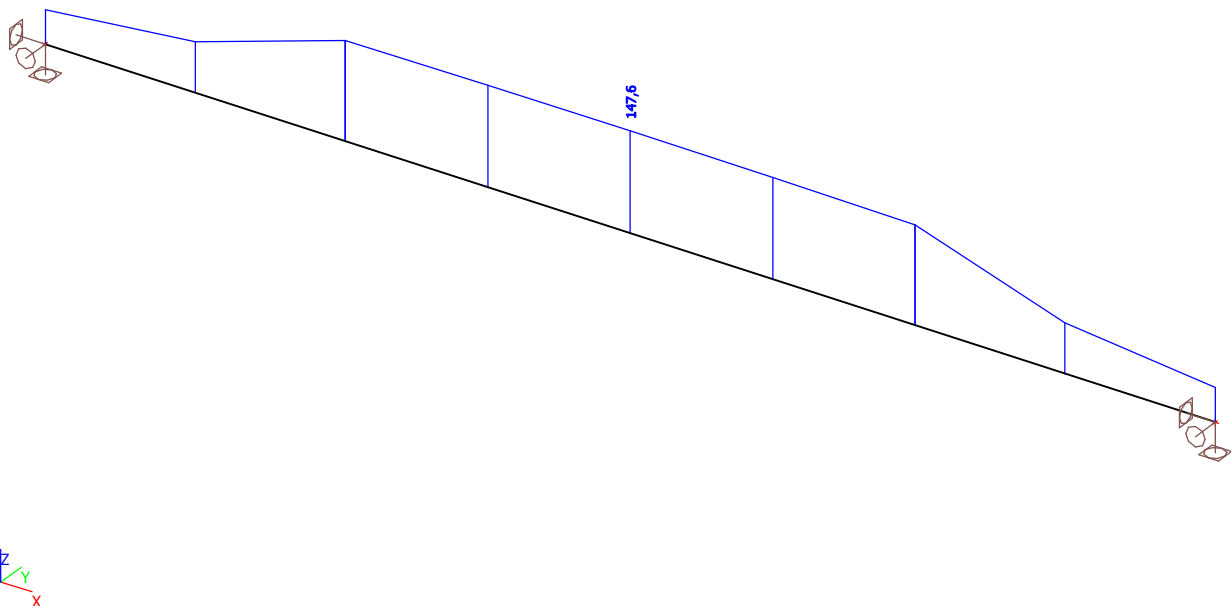


7.1.4. Interne krachten in staaf

Lineaire berekening, Extreem : Globaal, Systeem : Hoofd  
Selectie : Alle  
Combinaties : UGT

| Staaf | css      | dx [m] | BG    | N [kN] | Vy [kN] | Vz [kN] | Mx [kNm] | My [kNm] | Mz [kNm] |
|-------|----------|--------|-------|--------|---------|---------|----------|----------|----------|
| S1    | CS2 - 2I | 0,000  | UGT/1 | 0,00   | 0,00    | 222,34  | 0,00     | 0,00     | 0,00     |
| S1    | CS2 - 2I | 12,000 | UGT/1 | 0,00   | 0,00    | -222,34 | 0,00     | 0,00     | 0,00     |
| S1    | CS2 - 2I | 6,000  | UGT/1 | 0,00   | 0,00    | 0,00    | 0,00     | 682,80   | 0,00     |

### 7.1.5. Spanning; Von Mises



### 7.1.6. Spanning

Lineaire berekening, Extreem : Staaf

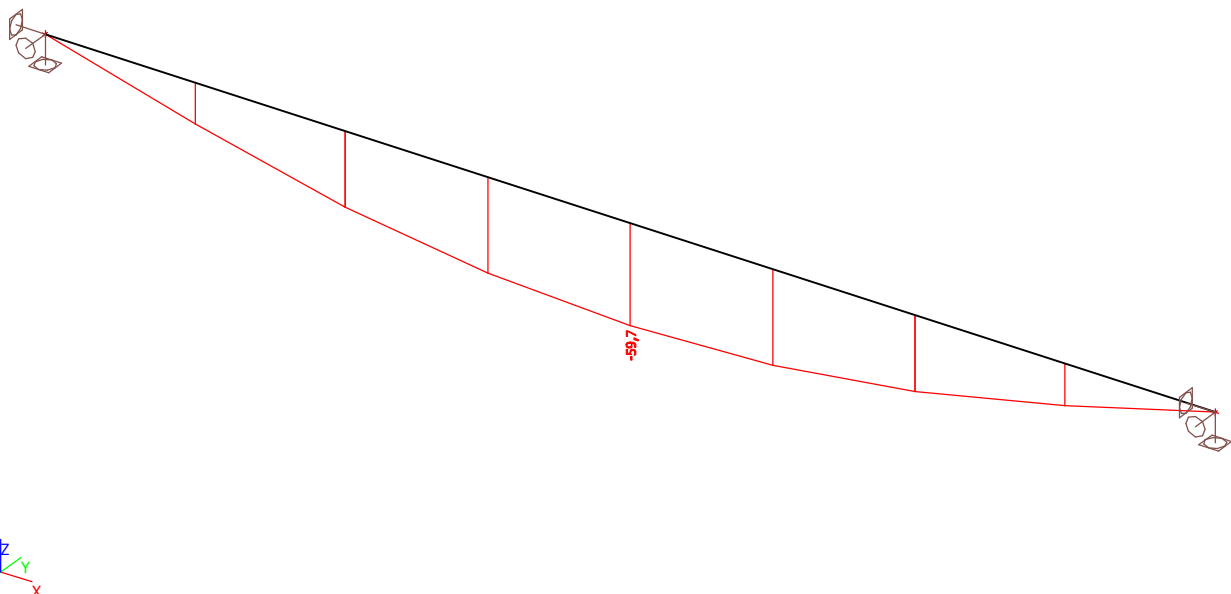
Selectie : Alle

Combinaties : UGT

Waardes : Von Mises

| Staaf | dx<br>[m] | BG    | Normaal -<br>[MPa] | Normaal +<br>[MPa] | Afschuiving<br>[MPa] | Von Mises<br>[MPa] | Sigma Y<br>[MPa] |
|-------|-----------|-------|--------------------|--------------------|----------------------|--------------------|------------------|
| S1    | 0,000     | UGT/1 | 0,0                |                    | 28,7                 | 49,8               | 0,0              |
| S1    | 6,000     | UGT/1 |                    | 147,6              | 0,0                  | 147,6              | 0,0              |
| S1    | 3,078     | UGT/1 |                    | 144,6              | 0,0                  | 144,6              | 0,0              |

### 7.1.7. Vervormingen van staaf; uz



### 7.1.8. Vervormingen van staaf

Lineaire berekening, Extreem : Globaal

Selectie : Alle

Combinaties : UGT

| Staaf | dx<br>[m] | BG    | ux<br>[mm] | uy<br>[mm] | uz<br>[mm] | fix<br>[mrad] | fiy<br>[mrad] | fiz<br>[mrad] | Resultante<br>[mm] |
|-------|-----------|-------|------------|------------|------------|---------------|---------------|---------------|--------------------|
| S1    | 0,000     | UGT/1 | 0,0        | 0,0        | 0,0        | 0,0           | 15,9          | 0,0           | 0,0                |
| S1    | 6,000     | UGT/1 | 0,0        | 0,0        | -59,7      | 0,0           | 0,0           | 0,0           | 59,7               |
| S1    | 12,000    | UGT/1 | 0,0        | 0,0        | 0,0        | 0,0           | -15,9         | 0,0           | 0,0                |

### 7.2. Combinaties - BGT

| Naam | Omschrijving | Type                       | Belastingsgevallen                      | Coëff.<br>[-] |
|------|--------------|----------------------------|-----------------------------------------|---------------|
| BGT  |              | Omhullende - bruikbaarheid | BG1 - EG balk<br>BG2 - EG val en takels | 1,00<br>1,00  |

#### 7.2.1. Reacties

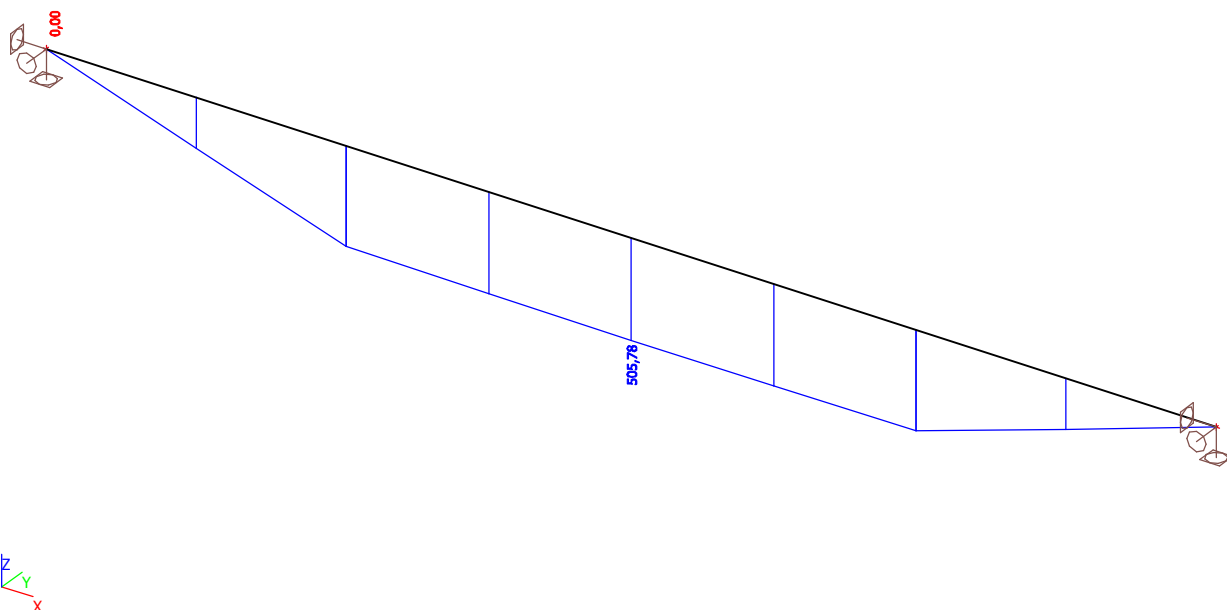
Lineaire berekening, Extreem : Knoop

Selectie : Alle

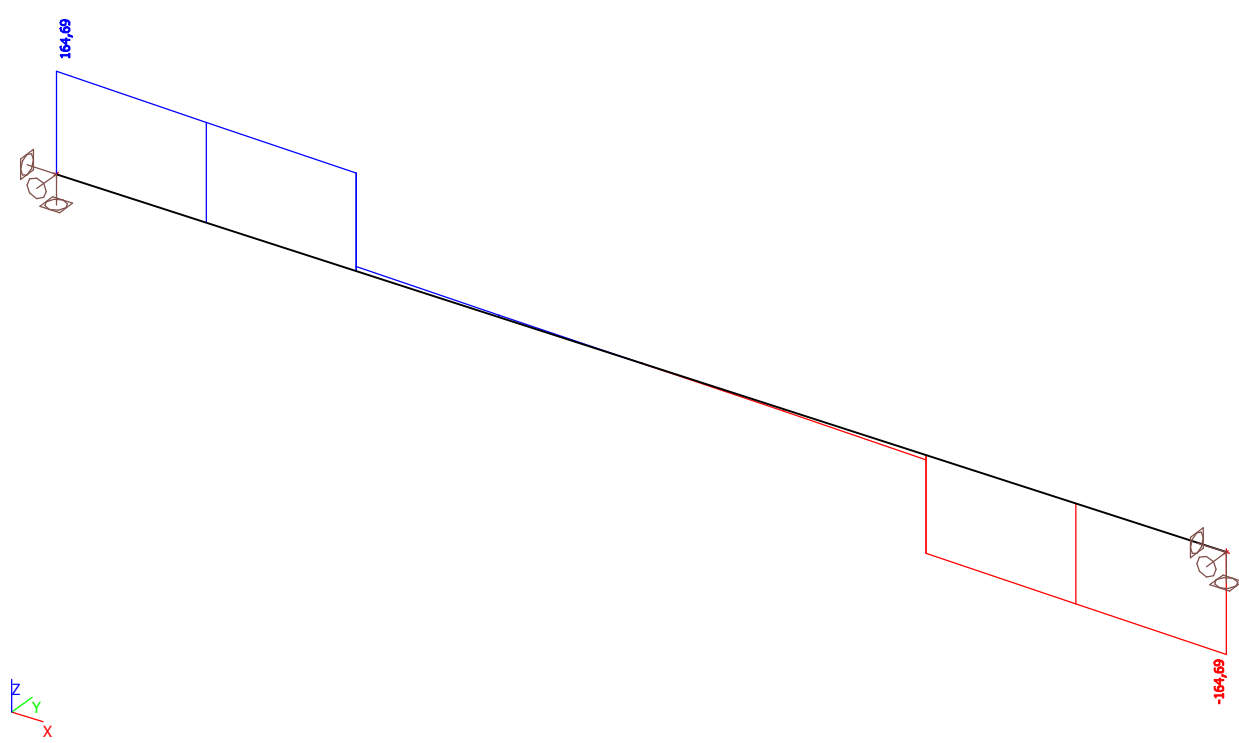
Combinaties : BGT

| Steunpunt | BG    | Rx<br>[kN] | Ry<br>[kN] | Rz<br>[kN] | Mx<br>[kNm] | My<br>[kNm] | Mz<br>[kNm] |
|-----------|-------|------------|------------|------------|-------------|-------------|-------------|
| Sn1/K1    | BGT/2 | 0,00       | 0,00       | 164,69     | 0,00        | 0,00        | 0,00        |
| Sn2/K2    | BGT/2 | 0,00       | 0,00       | 164,69     | 0,00        | 0,00        | 0,00        |

#### 7.2.2. Interne krachten in staaf; My



7.2.3. Interne krachten in staaf; Vz

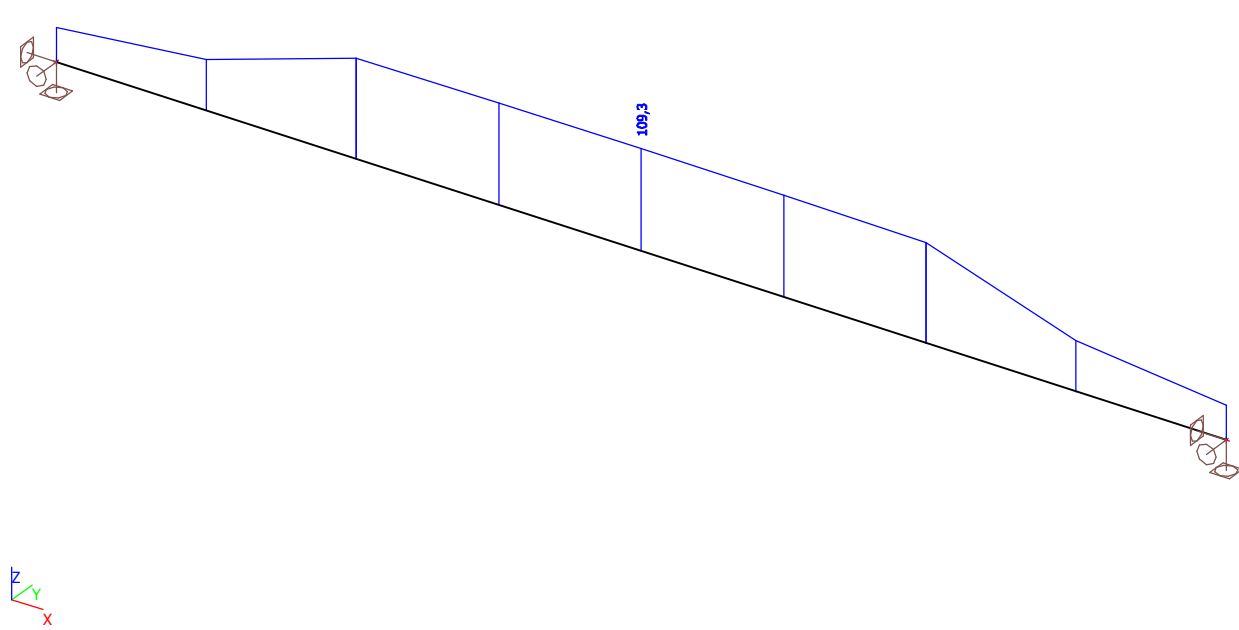


7.2.4. Interne krachten in staaf

Lineaire berekening, Extreem : Globaal, Systeem : Hoofd  
Selectie : Alle  
Combinaties : BGT

| Staaf | css      | dx [m] | BG    | N [kN] | Vy [kN] | Vz [kN] | Mx [kNm] | My [kNm] | Mz [kNm] |
|-------|----------|--------|-------|--------|---------|---------|----------|----------|----------|
| S1    | CS2 - 2I | 0,000  | BGT/2 | 0,00   | 0,00    | 164,69  | 0,00     | 0,00     | 0,00     |
| S1    | CS2 - 2I | 12,000 | BGT/2 | 0,00   | 0,00    | -164,69 | 0,00     | 0,00     | 0,00     |
| S1    | CS2 - 2I | 6,000  | BGT/2 | 0,00   | 0,00    | 0,00    | 0,00     | 505,78   | 0,00     |

7.2.5. Spanning; Von Mises



### 7.2.6. Spanning

Lineaire berekening, Extreem : Staaf

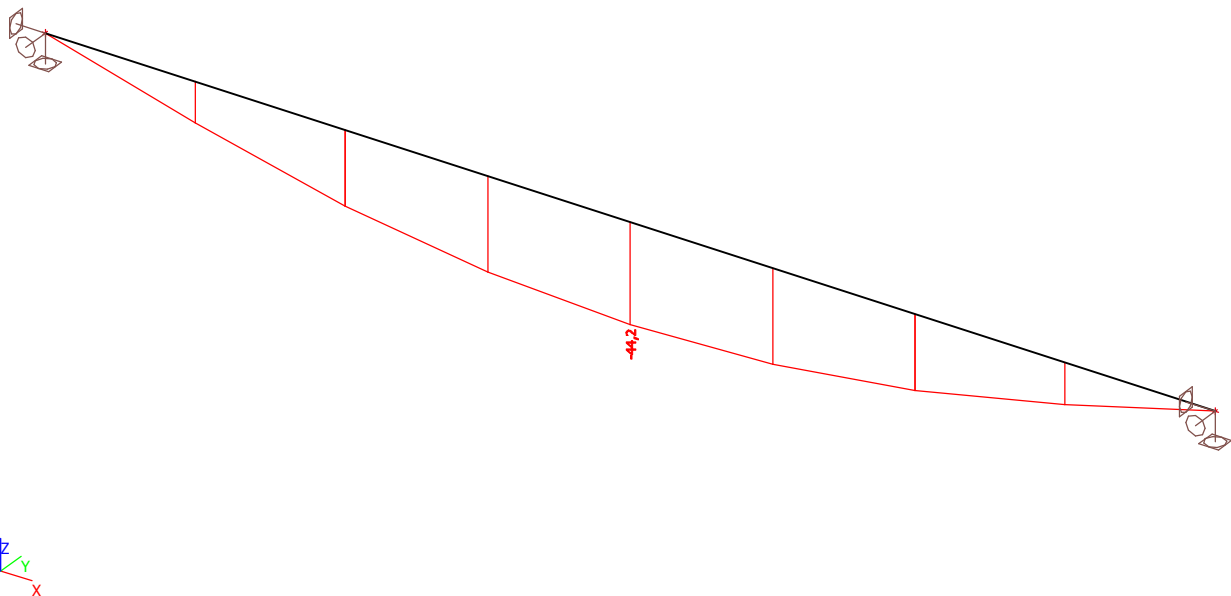
Selectie : Alle

Combinaties : BGT

Waardes : Von Mises

| Staaf | dx<br>[m] | BG    | Normaal -<br>[MPa] | Normaal +<br>[MPa] | Afschuiving<br>[MPa] | Von Mises<br>[MPa] | Sigma Y<br>[MPa] |
|-------|-----------|-------|--------------------|--------------------|----------------------|--------------------|------------------|
| S1    | 0,000     | BGT/2 | <b>0,0</b>         |                    | <b>21,3</b>          | <b>36,9</b>        | <b>0,0</b>       |
| S1    | 6,000     | BGT/2 |                    | <b>109,3</b>       | <b>0,0</b>           | <b>109,3</b>       | 0,0              |
| S1    | 3,078     | BGT/2 |                    | <b>107,1</b>       | 0,0                  | 107,1              | 0,0              |

### 7.2.7. Vervormingen van staaf; uz



### 7.2.8. Vervormingen van staaf

Lineaire berekening, Extreem : Globaal

Selectie : Alle

Combinaties : BGT

| Staaf | dx<br>[m] | BG    | ux<br>[mm] | uy<br>[mm] | uz<br>[mm]   | fix<br>[mrad] | fiy<br>[mrad] | fiz<br>[mrad] | Resultante<br>[mm] |
|-------|-----------|-------|------------|------------|--------------|---------------|---------------|---------------|--------------------|
| S1    | 0,000     | BGT/2 | <b>0,0</b> | <b>0,0</b> | <b>0,0</b>   | <b>0,0</b>    | <b>11,8</b>   | <b>0,0</b>    | <b>0,0</b>         |
| S1    | 6,000     | BGT/2 | 0,0        | 0,0        | <b>-44,2</b> | 0,0           | 0,0           | 0,0           | <b>44,2</b>        |
| S1    | 12,000    | BGT/2 | 0,0        | 0,0        | 0,0          | 0,0           | <b>-11,8</b>  | 0,0           | 0,0                |

## 8. Berekeningsverslag

### Lineaire berekening

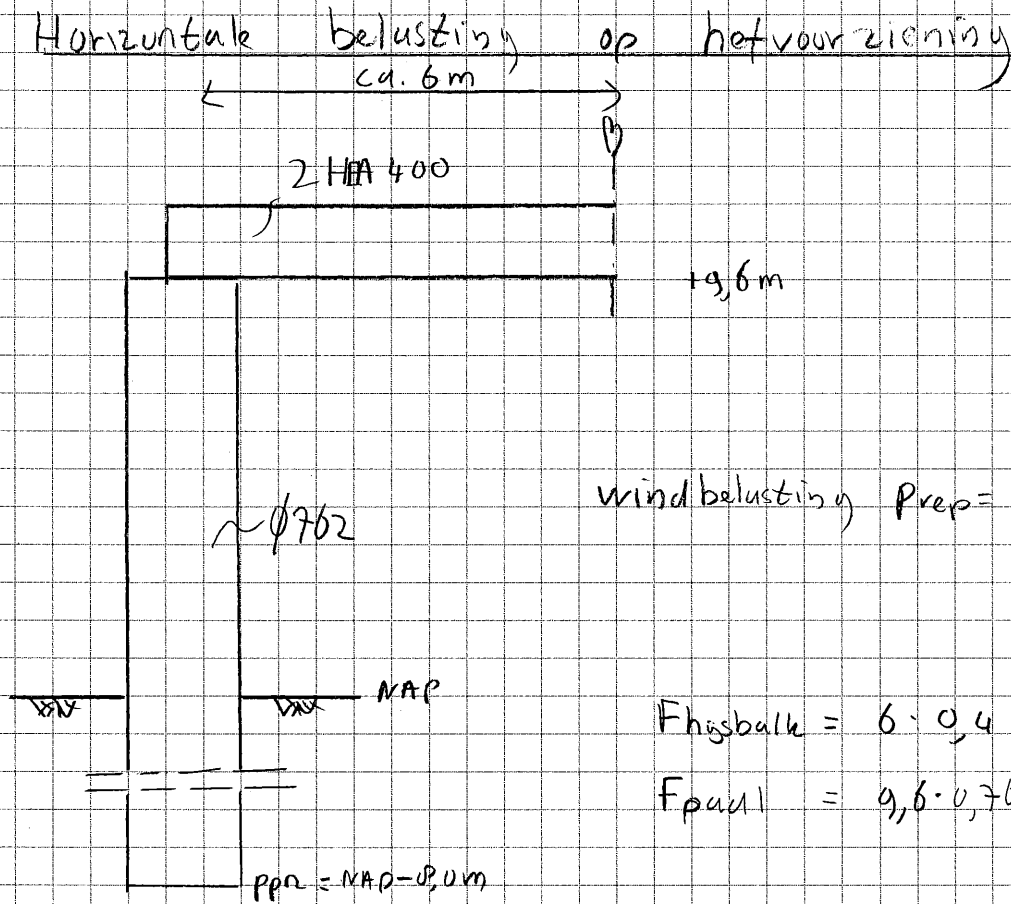
|                       |                  |
|-----------------------|------------------|
| Aantal 2D elementen   | 0                |
| Aantal 1D elementen   | 3                |
| Aantal netknopen      | 4                |
| Aantal vergelijkingen | 24               |
| Belastinggevallen     | BG1              |
|                       | BG2              |
| Start berekening      | 20.03.2015 11:14 |
| Einde berekening      | 20.03.2015 11:14 |

### Som van lasten en reacties.

|        | [kN]          | X   | Y   | Z      |
|--------|---------------|-----|-----|--------|
| BG BG1 | last          | 0.0 | 0.0 | -29.4  |
|        | knoopreacties | 0.0 | 0.0 | 29.4   |
|        | lijnreacties  | 0.0 | 0.0 | 0.0    |
|        | contact 1D    | 0.0 | 0.0 | 0.0    |
|        | contact 2D    | 0.0 | 0.0 | 0.0    |
| BG BG2 | last          | 0.0 | 0.0 | -300.0 |
|        | knoopreacties | 0.0 | 0.0 | 300.0  |

|  | [kN]          | X   | Y   | Z   |
|--|---------------|-----|-----|-----|
|  | lijnreactions | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
|  | contact 1D    | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
|  | contact 2D    | 0.0 | 0.0 | 0.0 |

projectnummer TEB-1  
 door VERNO  
 datum 27-03-2008  
 nummer 1/1



windbelasting  $p_{rep} = 1,7 \text{ kPa}$  volgens  
VO Den Helder

$$F_{h\text{balk}} = 6 \cdot 0,4 \cdot 1,7 = 4,1 \text{ kN}$$

$$F_{paal} = 19,6 \cdot 0,762 \cdot 1,7 = 12,4 \text{ kN}$$

aangrijphoogte windbelasting:

$$z_{h\text{balk}} = \text{NAP} + 9,6 \text{ m}$$

$$z_{paal} = \text{NAP} + 4,0 \text{ m}$$

### Verticale belasting op palen

$R_{z,d} = 222 \text{ kN}$  vanuit balk (zie SCIA)

gewicht  $\phi 762 - 10$  is  $1,05 \text{ kN/m} = 1,05 \text{ kN/m}$

voor  $ppn = \text{NAP} - 0,0 \text{ m}$ :  $F_{paal} = (9,6 + 0,0) \cdot 1,05 = 33 \text{ kN}$

$R_{z,\text{totaal},d} = 222 + 33 = 260 \text{ kN} \Rightarrow$  verticaal draag-

vermogen niet maatgevend



## **Report for D-Sheet Piling 9.2**

Design of Sheet Pilings  
Developed by Deltares

Date of report: 3/27/2015  
Time of report: 9:30:09 AM

Date of calculation: 3/27/2015  
Time of calculation: 9:29:18 AM

Filename: P:\..\inhdocs\VO\Alternatief buispalen kopbuffer\paal - heftoren - UGT

---

## 1 Table of Contents

|                                                             |   |
|-------------------------------------------------------------|---|
| 1 Table of Contents                                         | 2 |
| 2 Summary                                                   | 3 |
| 2.1 Overview of Maxima                                      | 3 |
| 3 Input Data                                                | 4 |
| 3.1 General Input Data                                      | 4 |
| 3.2 Pile Properties                                         | 4 |
| 3.3 Outline                                                 | 4 |
| 3.4 Horizontal Forces                                       | 5 |
| 3.5 Water Level                                             | 5 |
| 3.6 Surface                                                 | 5 |
| 3.7 Soil Material Properties                                | 5 |
| 3.8 Soil Material Properties calculated using Brinch Hansen | 6 |
| 3.9 Modulus of Subgrade Reaction                            | 6 |
| 4 Calculation Results                                       | 8 |
| 4.1 Charts of Moments, Forces and Displacements             | 8 |
| 4.2 Moments, Forces and Displacements                       | 8 |

## 2 Summary

### 2.1 Overview of Maxima

| Displacement<br>[mm] | Moment<br>[kNm] | Shear force<br>[kN] | Mob. perc.<br>moment<br>[%] | Mob. perc.<br>resistance<br>[%] |
|----------------------|-----------------|---------------------|-----------------------------|---------------------------------|
| 39,5                 | -169,9          | 41,7                | 0,0                         | 4,3                             |

### 3 Input Data

#### 3.1 General Input Data

Model Single pile; Pile loaded by forces  
 Unit weight of water 9,81 kN/m<sup>3</sup>

#### 3.2 Pile Properties

Length 17,60 m  
 Level top side 9,60 m  
 Number of sections 1

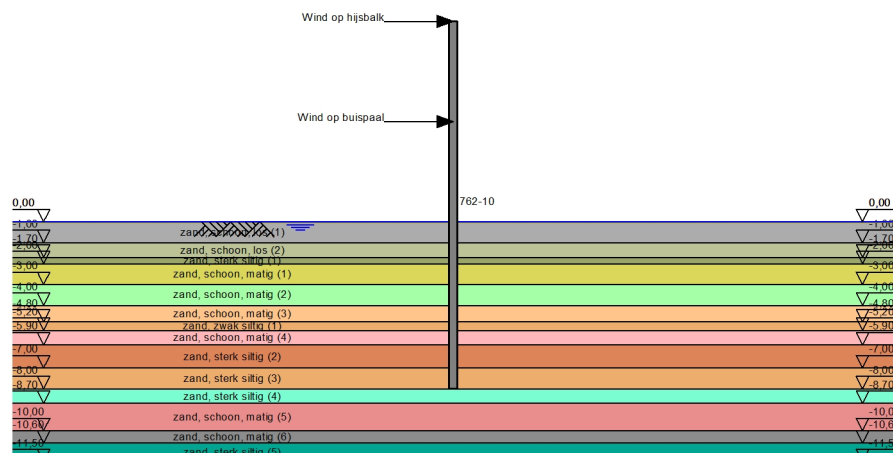
| Section name | From<br>[m] | To<br>[m] | Stiffness EI<br>[kNm <sup>2</sup> ] | Diameter<br>[m] | Maximum moment<br>[kNm] |
|--------------|-------------|-----------|-------------------------------------|-----------------|-------------------------|
| 762-10       | -8,00       | 9,60      | 3,5076E+05                          | 0,76            | 1556,30                 |

| Section name | From<br>[m] | To<br>[m] | Red. factor EI<br>[-] | Red. factor max. moment<br>[-] | Note to reduction factor |
|--------------|-------------|-----------|-----------------------|--------------------------------|--------------------------|
| 762-10       | -8,00       | 9,60      | 1,00                  | 1,00                           |                          |

| Section name | From<br>[m] | To<br>[m] | Corrected stiffness EI<br>[kNm <sup>2</sup> ] | Corrected max. moment<br>[kNm] |
|--------------|-------------|-----------|-----------------------------------------------|--------------------------------|
| 762-10       | -8,00       | 9,60      | 3,5080E+05                                    | 1556,30                        |

#### 3.3 Outline

Outline



### 3.4 Horizontal Forces

| Name             | Level [m] | Load [kN] |
|------------------|-----------|-----------|
| Wind op hijsbalk | 9,60      | 6,15      |
| Wind op buispaal | 4,80      | 18,60     |

### 3.5 Water Level

Water level: 0,00 [m]

### 3.6 Surface

Surface level: 0,00 [m]

### 3.7 Soil Material Properties

| Layer name           | Level [m] | Unit weight                |                          | Cohesion [kN/m <sup>2</sup> ] | Friction angle phi [deg] | Brinch Hansen used |
|----------------------|-----------|----------------------------|--------------------------|-------------------------------|--------------------------|--------------------|
|                      |           | Unsat [kN/m <sup>3</sup> ] | Sat [kN/m <sup>3</sup> ] |                               |                          |                    |
| zand, schoon, l...   | 0,00      | 17,00                      | 19,00                    | 0,00                          | 26,17                    | Yes                |
| zand, schoon, l...   | -1,00     | 17,00                      | 19,00                    | 0,00                          | 26,17                    | Yes                |
| zand, sterk silti... | -1,70     | 18,00                      | 20,00                    | 0,00                          | 21,65                    | Yes                |
| zand, schoon, ...    | -2,00     | 18,00                      | 20,00                    | 0,00                          | 28,47                    | Yes                |
| zand, schoon, ...    | -3,00     | 18,00                      | 20,00                    | 0,00                          | 28,47                    | Yes                |
| zand, schoon, ...    | -4,00     | 18,00                      | 20,00                    | 0,00                          | 28,47                    | Yes                |
| zand, zwak silti...  | -4,80     | 18,00                      | 20,00                    | 0,00                          | 23,44                    | Yes                |
| zand, schoon, ...    | -5,20     | 18,00                      | 20,00                    | 0,00                          | 28,47                    | Yes                |
| zand, sterk silti... | -5,90     | 18,00                      | 20,00                    | 0,00                          | 21,65                    | Yes                |
| zand, sterk silti... | -7,00     | 18,00                      | 20,00                    | 0,00                          | 21,65                    | Yes                |
| zand, sterk silti... | -8,00     | 18,00                      | 20,00                    | 0,00                          | 21,65                    | Yes                |
| zand, schoon, ...    | -8,70     | 18,00                      | 20,00                    | 0,00                          | 28,47                    | Yes                |
| zand, schoon, ...    | -10,00    | 18,00                      | 20,00                    | 0,00                          | 28,47                    | Yes                |
| zand, sterk silti... | -10,60    | 18,00                      | 20,00                    | 0,00                          | 21,65                    | Yes                |
| zand, sterk silti... | -11,50    | 18,00                      | 20,00                    | 0,00                          | 21,65                    | Yes                |
| zand, zwak silti...  | -12,50    | 18,00                      | 20,00                    | 0,00                          | 23,44                    | Yes                |
| zand, sterk silti... | -14,00    | 18,00                      | 20,00                    | 0,00                          | 21,65                    | Yes                |
| zand, sterk silti... | -15,00    | 18,00                      | 20,00                    | 0,00                          | 21,65                    | Yes                |
| zand, zwak silti...  | -16,50    | 18,00                      | 20,00                    | 0,00                          | 23,44                    | Yes                |
| zand, zwak silti...  | -17,50    | 18,00                      | 20,00                    | 0,00                          | 23,44                    | Yes                |
| zand, schoon, ...    | -18,40    | 18,00                      | 20,00                    | 0,00                          | 28,47                    | Yes                |
| zand, schoon, ...    | -19,00    | 18,00                      | 20,00                    | 0,00                          | 28,47                    | Yes                |
| zand, schoon, ...    | -20,00    | 18,00                      | 20,00                    | 0,00                          | 28,47                    | Yes                |
| zand, schoon, ...    | -21,00    | 18,00                      | 20,00                    | 0,00                          | 28,47                    | Yes                |
| zand, zwak silti...  | -22,20    | 18,00                      | 20,00                    | 0,00                          | 23,44                    | Yes                |
| zand, zwak silti...  | -23,00    | 18,00                      | 20,00                    | 0,00                          | 23,44                    | Yes                |

| Layer name           | Level [m] | Earth pressure coefficients |             |             | Additional pore pressure |                             |
|----------------------|-----------|-----------------------------|-------------|-------------|--------------------------|-----------------------------|
|                      |           | Active [-]                  | Neutral [-] | Passive [-] | Top [kN/m <sup>2</sup> ] | Bottom [kN/m <sup>2</sup> ] |
| zand, schoon, l...   | 0,00      | 0,00                        | 0,00        | 4,21        | 0,00                     | 0,00                        |
| zand, schoon, l...   | -1,00     | 0,00                        | 0,00        | 5,07        | 0,00                     | 0,00                        |
| zand, sterk silti... | -1,70     | 0,00                        | 0,00        | 3,83        | 0,00                     | 0,00                        |
| zand, schoon, ...    | -2,00     | 0,00                        | 0,00        | 7,16        | 0,00                     | 0,00                        |
| zand, schoon, ...    | -3,00     | 0,00                        | 0,00        | 7,91        | 0,00                     | 0,00                        |
| zand, schoon, ...    | -4,00     | 0,00                        | 0,00        | 8,47        | 0,00                     | 0,00                        |
| zand, zwak silti...  | -4,80     | 0,00                        | 0,00        | 5,68        | 0,00                     | 0,00                        |
| zand, schoon, ...    | -5,20     | 0,00                        | 0,00        | 9,07        | 0,00                     | 0,00                        |
| zand, sterk silti... | -5,90     | 0,00                        | 0,00        | 5,13        | 0,00                     | 0,00                        |
| zand, sterk silti... | -7,00     | 0,00                        | 0,00        | 5,29        | 0,00                     | 0,00                        |
| zand, sterk silti... | -8,00     | 0,00                        | 0,00        | 5,40        | 0,00                     | 0,00                        |
| zand, schoon, ...    | -8,70     | 0,00                        | 0,00        | 10,42       | 0,00                     | 0,00                        |
| zand, schoon, ...    | -10,00    | 0,00                        | 0,00        | 10,66       | 0,00                     | 0,00                        |
| zand, sterk silti... | -10,60    | 0,00                        | 0,00        | 5,67        | 0,00                     | 0,00                        |
| zand, sterk silti... | -11,50    | 0,00                        | 0,00        | 5,74        | 0,00                     | 0,00                        |

| Layer name           | Level<br>[m] | Earth pressure coefficients |                |                | Additional pore pressure    |                                |
|----------------------|--------------|-----------------------------|----------------|----------------|-----------------------------|--------------------------------|
|                      |              | Active<br>[-]               | Neutral<br>[-] | Passive<br>[-] | Top<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | Bottom<br>[kN/m <sup>2</sup> ] |
| zand, zwak silti...  | -12,50       | 0,00                        | 0,00           | 6,90           | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, sterk silti... | -14,00       | 0,00                        | 0,00           | 5,90           | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, sterk silti... | -15,00       | 0,00                        | 0,00           | 5,96           | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, zwak silti...  | -16,50       | 0,00                        | 0,00           | 7,15           | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, zwak silti...  | -17,50       | 0,00                        | 0,00           | 7,20           | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, schoon, ...    | -18,40       | 0,00                        | 0,00           | 12,00          | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, schoon, ...    | -19,00       | 0,00                        | 0,00           | 12,08          | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, schoon, ...    | -20,00       | 0,00                        | 0,00           | 12,18          | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, schoon, ...    | -21,00       | 0,00                        | 0,00           | 12,28          | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, zwak silti...  | -22,20       | 0,00                        | 0,00           | 7,40           | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, zwak silti...  | -23,00       | 0,00                        | 0,00           | 9,85           | 0,00                        | 0,00                           |

### 3.8 Soil Material Properties calculated using Brinch Hansen

| Layer name           | Level<br>[m] | Fictive cohesion<br>[kN/m <sup>2</sup> ] |
|----------------------|--------------|------------------------------------------|
| zand, schoon, l...   | 0,00         | 0,00                                     |
| zand, schoon, l...   | -1,00        | 0,00                                     |
| zand, sterk silti... | -1,70        | 0,00                                     |
| zand, schoon, ...    | -2,00        | 0,00                                     |
| zand, schoon, ...    | -3,00        | 0,00                                     |
| zand, schoon, ...    | -4,00        | 0,00                                     |
| zand, zwak silti...  | -4,80        | 0,00                                     |
| zand, schoon, ...    | -5,20        | 0,00                                     |
| zand, sterk silti... | -5,90        | 0,00                                     |
| zand, sterk silti... | -7,00        | 0,00                                     |
| zand, sterk silti... | -8,00        | 0,00                                     |
| zand, schoon, ...    | -8,70        | 0,00                                     |
| zand, schoon, ...    | -10,00       | 0,00                                     |
| zand, sterk silti... | -10,60       | 0,00                                     |
| zand, sterk silti... | -11,50       | 0,00                                     |
| zand, zwak silti...  | -12,50       | 0,00                                     |
| zand, sterk silti... | -14,00       | 0,00                                     |
| zand, sterk silti... | -15,00       | 0,00                                     |
| zand, zwak silti...  | -16,50       | 0,00                                     |
| zand, zwak silti...  | -17,50       | 0,00                                     |
| zand, schoon, ...    | -18,40       | 0,00                                     |
| zand, schoon, ...    | -19,00       | 0,00                                     |
| zand, schoon, ...    | -20,00       | 0,00                                     |
| zand, schoon, ...    | -21,00       | 0,00                                     |
| zand, zwak silti...  | -22,20       | 0,00                                     |
| zand, zwak silti...  | -23,00       | 0,00                                     |

### 3.9 Modulus of Subgrade Reaction

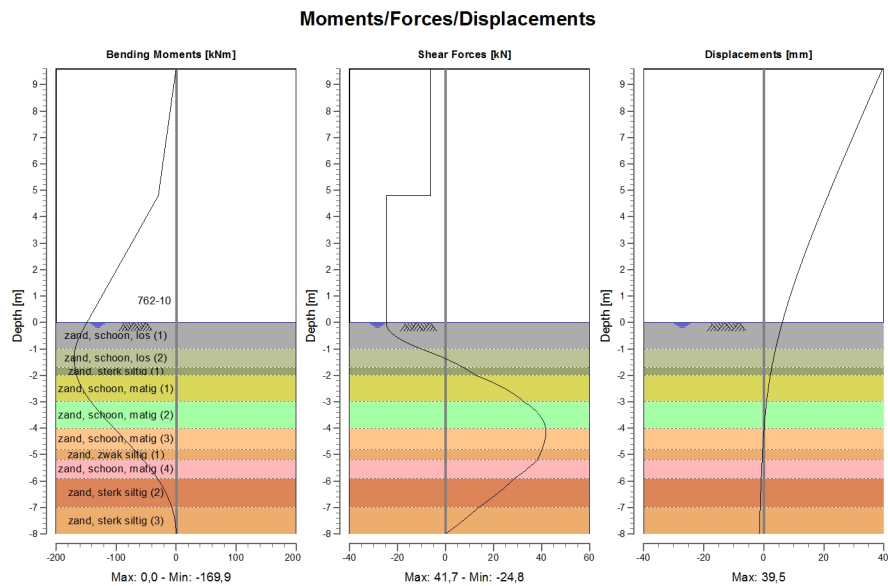
| Layer name           | Level<br>[m] | Menard used | E-Mod Menard<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | Soil type Menard | Branch 1                    |                                |
|----------------------|--------------|-------------|--------------------------------------|------------------|-----------------------------|--------------------------------|
|                      |              |             |                                      |                  | Top<br>[kN/m <sup>3</sup> ] | Bottom<br>[kN/m <sup>3</sup> ] |
| zand, schoon, l...   | 0,00         | Yes         | 2423,00                              | Sand             | 10229,30                    | 10229,30                       |
| zand, schoon, l...   | -1,00        | Yes         | 2369,00                              | Sand             | 10001,33                    | 10001,33                       |
| zand, sterk silti... | -1,70        | Yes         | 2154,00                              | Sand             | 9093,65                     | 9093,65                        |
| zand, schoon, ...    | -2,00        | Yes         | 4038,00                              | Sand             | 17047,43                    | 17047,43                       |
| zand, schoon, ...    | -3,00        | Yes         | 5654,00                              | Sand             | 23869,78                    | 23869,78                       |
| zand, schoon, ...    | -4,00        | Yes         | 3769,00                              | Sand             | 15911,78                    | 15911,78                       |
| zand, zwak silti...  | -4,80        | Yes         | 3230,00                              | Sand             | 13636,26                    | 13636,26                       |
| zand, schoon, ...    | -5,20        | Yes         | 5923,00                              | Sand             | 25005,44                    | 25005,44                       |
| zand, sterk silti... | -5,90        | Yes         | 4200,00                              | Sand             | 17731,36                    | 17731,36                       |
| zand, sterk silti... | -7,00        | Yes         | 3230,00                              | Sand             | 13636,26                    | 13636,26                       |
| zand, sterk silti... | -8,00        | Yes         | 2207,00                              | Sand             | 9317,41                     | 9317,41                        |
| zand, schoon, ...    | -8,70        | Yes         | 7054,00                              | Sand             | 29780,24                    | 29780,24                       |
| zand, schoon, ...    | -10,00       | Yes         | 6730,00                              | Sand             | 28412,39                    | 28412,39                       |
| zand, sterk silti... | -10,60       | Yes         | 2423,00                              | Sand             | 10229,30                    | 10229,30                       |
| zand, sterk silti... | -11,50       | Yes         | 3284,00                              | Sand             | 13864,23                    | 13864,23                       |

| Layer name           | Level [m] | Menard used | E-Mod Menard [kN/m²] | Soil type Menard | Branch 1    |                |
|----------------------|-----------|-------------|----------------------|------------------|-------------|----------------|
|                      |           |             |                      |                  | Top [kN/m³] | Bottom [kN/m³] |
| zand, zwak silti...  | -12,50    | Yes         | 5869,00              | Sand             | 24777,46    | 24777,46       |
| zand, sterk silti... | -14,00    | Yes         | 5761,00              | Sand             | 24321,51    | 24321,51       |
| zand, sterk silti... | -15,00    | Yes         | 5761,00              | Sand             | 24321,51    | 24321,51       |
| zand, zwak silti...  | -16,50    | Yes         | 9638,00              | Sand             | 40689,24    | 40689,24       |
| zand, zwak silti...  | -17,50    | Yes         | 10284,00             | Sand             | 43416,50    | 43416,50       |
| zand, schoon, ...    | -18,40    | Yes         | 10930,00             | Sand             | 46143,75    | 46143,75       |
| zand, schoon, ...    | -19,00    | Yes         | 9854,00              | Sand             | 41601,14    | 41601,14       |
| zand, schoon, ...    | -20,00    | Yes         | 12654,00             | Sand             | 53422,05    | 53422,05       |
| zand, schoon, ...    | -21,00    | Yes         | 10177,00             | Sand             | 42964,77    | 42964,77       |
| zand, zwak silti...  | -22,20    | Yes         | 6461,00              | Sand             | 27276,74    | 27276,74       |
| zand, zwak silti...  | -23,00    | Yes         | 7000,00              | Sand             | 29552,26    | 29552,26       |

## 4 Calculation Results

Number of iterations: 4

### 4.1 Charts of Moments, Forces and Displacements



### 4.2 Moments, Forces and Displacements

| Segment number | Level [m] | Moment [kNm] | Shear force [kN] | Displacement [mm] |
|----------------|-----------|--------------|------------------|-------------------|
| 1              | 9,60      | 0,0          | -6,2             | <b>39,5</b>       |
| 1              | 8,80      | -4,9         | -6,2             | 36,4              |
| 2              | 8,80      | -4,9         | -6,2             | 36,4              |
| 2              | 8,00      | -9,8         | -6,2             | 33,4              |
| 3              | 8,00      | -9,8         | -6,2             | 33,4              |
| 3              | 7,20      | -14,8        | -6,2             | 30,3              |
| 4              | 7,20      | -14,8        | -6,2             | 30,3              |
| 4              | 6,40      | -19,7        | -6,2             | 27,3              |
| 5              | 6,40      | -19,7        | -6,2             | 27,3              |
| 5              | 5,60      | -24,6        | -6,2             | 24,3              |
| 6              | 5,60      | -24,6        | -6,2             | 24,3              |
| 6              | 4,80      | -29,5        | -6,2             | 21,4              |
| 7              | 4,80      | -29,5        | -24,8            | 21,4              |
| 7              | 4,10      | -46,8        | -24,8            | 18,9              |
| 8              | 4,10      | -46,8        | -24,8            | 18,9              |
| 8              | 3,40      | -64,2        | -24,8            | 16,4              |
| 9              | 3,40      | -64,2        | -24,8            | 16,4              |
| 9              | 2,79      | -79,2        | -24,8            | 14,3              |
| 10             | 2,79      | -79,2        | -24,8            | 14,3              |
| 10             | 2,19      | -94,2        | -24,8            | 12,4              |
| 11             | 2,19      | -94,2        | -24,8            | 12,4              |
| 11             | 1,58      | -109,2       | -24,8            | 10,5              |
| 12             | 1,58      | -109,2       | -24,8            | 10,5              |
| 12             | 1,06      | -122,1       | -24,8            | 9,0               |
| 13             | 1,06      | -122,1       | -24,8            | 9,0               |
| 13             | 0,54      | -135,0       | -24,8            | 7,5               |



| Segment number         | Level [m] | Moment [kNm]  | Shear force [kN] | Displacement [mm] |
|------------------------|-----------|---------------|------------------|-------------------|
| 14                     | 0,54      | -135,0        | -24,8            | 7,5               |
| 14                     | 0,00      | -148,3        | -24,8            | 6,2               |
| 15                     | 0,00      | -148,3        | -24,8            | 6,2               |
| 15                     | -0,48     | -159,7        | -21,4            | 5,0               |
| 16                     | -0,48     | -159,7        | -21,4            | 5,0               |
| 16                     | -1,00     | -168,2        | -10,1            | 4,0               |
| 17                     | -1,00     | -168,2        | -10,1            | 4,0               |
| 17                     | -1,70     | <b>-168,7</b> | 7,5              | 2,7               |
| 18                     | -1,70     | <b>-168,7</b> | 7,5              | 2,7               |
| 18                     | -2,00     | -165,6        | 12,6             | 2,2               |
| 19                     | -2,00     | -165,6        | 12,6             | 2,2               |
| 19                     | -2,02     | -165,4        | 13,2             | 2,2               |
| 20                     | -2,02     | -165,4        | 13,2             | 2,2               |
| 20                     | -2,51     | -155,9        | 24,9             | 1,5               |
| 21                     | -2,51     | -155,9        | 24,9             | 1,5               |
| 21                     | -3,00     | -141,6        | 32,7             | 1,0               |
| 22                     | -3,00     | -141,6        | 32,7             | 1,0               |
| 22                     | -3,50     | -123,5        | 39,1             | 0,5               |
| 23                     | -3,50     | -123,5        | 39,1             | 0,5               |
| 23                     | -4,00     | -103,2        | <b>41,6</b>      | 0,1               |
| 24                     | -4,00     | -103,2        | <b>41,6</b>      | 0,1               |
| 24                     | -4,80     | -70,2         | 40,1             | -0,4              |
| 25                     | -4,80     | -70,2         | 40,1             | -0,4              |
| 25                     | -5,20     | -54,5         | 38,1             | -0,6              |
| 26                     | -5,20     | -54,5         | 38,1             | -0,6              |
| 26                     | -5,90     | -30,9         | 28,7             | -0,8              |
| 27                     | -5,90     | -30,9         | 28,7             | -0,8              |
| 27                     | -6,04     | -27,0         | 27,1             | -0,9              |
| 28                     | -6,04     | -27,0         | 27,1             | -0,9              |
| 28                     | -6,56     | -14,6         | 20,3             | -1,0              |
| 29                     | -6,56     | -14,6         | 20,3             | -1,0              |
| 29                     | -7,00     | -7,1          | 13,7             | -1,2              |
| 30                     | -7,00     | -7,1          | 13,7             | -1,2              |
| 30                     | -7,08     | -6,0          | 12,7             | -1,2              |
| 31                     | -7,08     | -6,0          | 12,7             | -1,2              |
| 31                     | -7,58     | -1,3          | 6,1              | -1,3              |
| 32                     | -7,58     | -1,3          | 6,1              | -1,3              |
| 32                     | -8,00     | 0,0           | 0,0              | -1,5              |
| Max                    |           | <b>-168,7</b> | <b>41,6</b>      | <b>39,5</b>       |
| Max, minor nodes incl. |           | -169,9        | 41,7             | 39,5              |

**End of Report**



## **BIJLAGE VII   BEREKENINGEN TIJDELIJKE MEERPALEN DERDE LIGPLAATS**



project: Noodaanlanding Texel  
projectcode: TEX13-1  
onderdeel: Meerpalen derde ligplaats  
adviseur: VERM20  
versie en datum: 0,3 (14-10-2013)

ATTENTION: THIS VERSION OF THE SHEET IS NOT CHECKED (see tab 'release notes')

## TITEL

Berekening van horizontale bedding conform de methode Ménard.

Méthode générale de calcul d'un rideau ou d'un pieu sollicité horizontalement en fonction des résultats pressiométriques.

L. Ménard, G. Bourdon, & M. Gambin (1968), Sols-soils VI, 22-23.

$$\frac{1}{k_h} = \begin{cases} \frac{1}{3E_m} \left[ 1.3R_0 \left( 2.65 \frac{R}{R_0} \right)^\alpha + \alpha R \right] & R \geq R_0 \\ \frac{2R}{E_m} \cdot \frac{4(2.65)^\alpha + 3\alpha}{18} & R < R_0 \end{cases}$$

## UITGANGSPUNTEN

### algemeen

taal = NL  
refentieniveau = NAP  
maatgevende sondering = DKM003

### geometrie

paalvorm = rond  
diameter paal D = 1,820 m  
straal paal R = 0,910 m  
referentiediameter R<sub>0</sub> = 0,300 m

### constanten Ménard

| grondsoort | α [-] | β [-] | dyn [-] |
|------------|-------|-------|---------|
| veen       | 1,00  | 3,00  | 1,00    |
| klei       | 0,67  | 2,00  | 1,50    |
| leem       | 0,50  | 1,00  | 1,80    |
| zand       | 0,33  | 0,70  | 2,00    |
| grind      | 0,25  | 0,50  | 2,00    |

consolidatie = normaal geconsolideerd

## BEREKENING HORIZONTALE BEDDINGEN PER GRONDLAAG

| laag<br>[-] | b.k. laag<br>[m+NAP] | grondsoort<br>[-] | q <sub>c</sub><br>[MPa] | α<br>[-] | β<br>[-] | dyn<br>[-] | reductie i.v.m. talud<br>[-] | E <sub>m</sub><br>[kN/m <sup>2</sup> ] | k <sub>h;stat</sub><br>[MN/m <sup>3</sup> ] | k <sub>h;dyn</sub><br>[MN/m <sup>3</sup> ] |
|-------------|----------------------|-------------------|-------------------------|----------|----------|------------|------------------------------|----------------------------------------|---------------------------------------------|--------------------------------------------|
| 1           | -3,60                | klei              | 0,1                     | 0,67     | 2,00     | 1,50       | 0,00                         | 200                                    | 0,3                                         | 0,4                                        |
| 2           | -8,20                | zand              | 2,5                     | 0,33     | 0,70     | 2,00       | 0,00                         | 1750                                   | 4,8                                         | 9,7                                        |
| 3           | -9,00                | zand              | 1,8                     | 0,33     | 0,70     | 2,00       | 0,00                         | 1225                                   | 3,4                                         | 6,8                                        |
| 4           | -10,00               | zand              | 3,5                     | 0,33     | 0,70     | 2,00       | 0,00                         | 2450                                   | 6,8                                         | 13,6                                       |
| 5           | -11,00               | zand              | 5,0                     | 0,33     | 0,70     | 2,00       | 0,00                         | 3500                                   | 9,7                                         | 19,4                                       |
| 6           | -12,00               | zand              | 5,0                     | 0,33     | 0,70     | 2,00       | 0,00                         | 3500                                   | 9,7                                         | 19,4                                       |
| 7           | -13,00               | zand              | 4,5                     | 0,33     | 0,70     | 2,00       | 0,00                         | 3150                                   | 8,7                                         | 17,4                                       |
| 8           | -14,00               | zand              | 8,0                     | 0,33     | 0,70     | 2,00       | 0,00                         | 5600                                   | 15,5                                        | 31,0                                       |
| 9           | -15,00               | zand              | 8,5                     | 0,33     | 0,70     | 2,00       | 0,00                         | 5950                                   | 16,5                                        | 32,9                                       |
| 10          | -16,00               | zand              | 17,5                    | 0,33     | 0,70     | 2,00       | 0,00                         | 12250                                  | 33,9                                        | 67,8                                       |

## HORIZONTALE BEDDINGEN VOOR BEREKENINGEN IN SCIA ENGINEER

| laag<br>[-] | b.k. laag<br>[m+NAP] | / √2<br>[MN/m <sup>3</sup> ] | k <sub>h;stat</sub><br>[MN/m <sup>3</sup> ] | * √2<br>[MN/m <sup>3</sup> ] | / √2<br>[MN/m <sup>3</sup> ] | k <sub>h;dyn</sub><br>[MN/m <sup>3</sup> ] | * √2<br>[MN/m <sup>3</sup> ] |
|-------------|----------------------|------------------------------|---------------------------------------------|------------------------------|------------------------------|--------------------------------------------|------------------------------|
| 1           | -3,60                | 0,4                          | 0,5                                         | 0,7                          | 0,5                          | 0,8                                        | 1,1                          |
| 2           | -8,20                | 6,2                          | 8,8                                         | 12,5                         | 12,5                         | 17,6                                       | 24,9                         |
| 3           | -9,00                | 4,4                          | 6,2                                         | 8,7                          | 8,7                          | 12,3                                       | 17,4                         |
| 4           | -10,00               | 8,7                          | 12,3                                        | 17,4                         | 17,4                         | 24,7                                       | 34,9                         |
| 5           | -11,00               | 12,5                         | 17,6                                        | 24,9                         | 24,9                         | 35,2                                       | 49,8                         |
| 6           | -12,00               | 12,5                         | 17,6                                        | 24,9                         | 24,9                         | 35,2                                       | 49,8                         |
| 7           | -13,00               | 11,2                         | 15,9                                        | 22,4                         | 22,4                         | 31,7                                       | 44,9                         |
| 8           | -14,00               | 19,9                         | 28,2                                        | 39,9                         | 39,9                         | 56,4                                       | 79,7                         |
| 9           | -15,00               | 21,2                         | 30,0                                        | 42,4                         | 42,4                         | 59,9                                       | 84,7                         |
| 10          | -16,00               | 43,6                         | 61,7                                        | 87,2                         | 87,2                         | 123,3                                      | 174,4                        |

reductiefactor groepseffect = 1,00

project: Noodaanlanding Texel  
projectcode: TEX13-1  
onderdeel: Meerpalen derde ligplaats  
adviseur: VERM20  
versie en datum: 0,3 (14-10-2013)

ATTENTION: THIS VERSION OF THE SHEET IS NOT CHECKED (see tab 'release notes')

## TITEL

Berekening van horizontale bedding conform de methode Ménard.

*Méthode générale de calcul d'un rideau ou d'un pieu sollicité horizontalement en fonction des résultats pressiométriques.*

*L. Ménard, G. Bourdon, & M. Gambin (1968), Sols-soils VI, 22-23.*

$$\frac{1}{k_h} = \begin{cases} \frac{1}{3E_m} \left[ 1.3R_0 \left( 2.65 \frac{R}{R_0} \right)^\alpha + \alpha R \right] & R \geq R_0 \\ \frac{2R}{E_m} \cdot \frac{4(2.65)^\alpha + 3\alpha}{18} & R < R_0 \end{cases}$$

## UITGANGSPUNTEN

### algemeen

taal = NL  
refentieniveau = NAP  
maatgevende sondering = DKM003

### geometrie

paalvorm = rond  
diameter paal D = 1,820 m  
straal paal R = 0,910 m  
referentiediameter R<sub>0</sub> = 0,300 m

### constanten Ménard

| grondsoort | α [-] | β [-] | dyn [-] |
|------------|-------|-------|---------|
| veen       | 1,00  | 3,00  | 1,00    |
| klei       | 0,67  | 2,00  | 1,50    |
| leem       | 0,50  | 1,00  | 1,80    |
| zand       | 0,33  | 0,70  | 2,00    |
| grind      | 0,25  | 0,50  | 2,00    |

consolidatie = normaal geconsolideerd

## BEREKENING HORIZONTALE BEDDINGEN PER GRONDLAAG

| laag<br>[-] | b.k. laag<br>[m+NAP] | grondsoort<br>[-] | q <sub>c</sub><br>[MPa] | α<br>[-] | β<br>[-] | dyn<br>[-] | reductie i.v.m. talud<br>[-] | E <sub>m</sub><br>[kN/m <sup>2</sup> ] | k <sub>h,stat</sub><br>[MN/m <sup>3</sup> ] | k <sub>h,dyn</sub><br>[MN/m <sup>3</sup> ] |
|-------------|----------------------|-------------------|-------------------------|----------|----------|------------|------------------------------|----------------------------------------|---------------------------------------------|--------------------------------------------|
| 1           | -17,00               | zand              | 15,5                    | 0,33     | 0,70     | 2,00       | 0,00                         | 10850                                  | 30,0                                        | 60,0                                       |
| 2           | -18,00               | zand              | 19,0                    | 0,33     | 0,70     | 2,00       | 0,00                         | 13300                                  | 36,8                                        | 73,6                                       |
| 3           | -19,00               | zand              | 15,5                    | 0,33     | 0,70     | 2,00       | 0,00                         | 10850                                  | 30,0                                        | 60,0                                       |
| 4           | -20,00               | zand              | 10,5                    | 0,33     | 0,70     | 2,00       | 0,00                         | 7350                                   | 20,3                                        | 40,7                                       |
| 5           | -21,00               | zand              | 8,5                     | 0,33     | 0,70     | 2,00       | 0,00                         | 5950                                   | 16,5                                        | 32,9                                       |
| 6           | -21,70               | zand              | 6,0                     | 0,33     | 0,70     | 2,00       | 0,00                         | 4200                                   | 11,6                                        | 23,2                                       |
| 7           | -23,00               | zand              | 7,5                     | 0,33     | 0,70     | 2,00       | 0,00                         | 5250                                   | 14,5                                        | 29,0                                       |
| 8           | -24,00               | zand              | 9,0                     | 0,33     | 0,70     | 2,00       | 0,00                         | 6300                                   | 17,4                                        | 34,9                                       |
| 9           | -25,00               | zand              | 12,5                    | 0,33     | 0,70     | 2,00       | 0,00                         | 8750                                   | 24,2                                        | 48,4                                       |
| 10          | -26,00               | zand              | 12,0                    | 0,33     | 0,70     | 2,00       | 0,00                         | 8400                                   | 23,2                                        | 46,5                                       |

## HORIZONTALE BEDDINGEN VOOR BEREKENINGEN IN SCIA ENGINEER

| laag<br>[-] | b.k. laag<br>[m+NAP] | / √2<br>[MN/m <sup>3</sup> ] | k <sub>h,stat</sub><br>[MN/m <sup>3</sup> ] | * √2<br>[MN/m <sup>3</sup> ] | / √2<br>[MN/m <sup>3</sup> ] | k <sub>h,dyn</sub><br>[MN/m <sup>3</sup> ] | * √2<br>[MN/m <sup>3</sup> ] |
|-------------|----------------------|------------------------------|---------------------------------------------|------------------------------|------------------------------|--------------------------------------------|------------------------------|
| 1           | -17,00               | 38,6                         | 54,6                                        | 77,2                         | 77,2                         | 109,2                                      | 154,5                        |
| 2           | -18,00               | 47,3                         | 67,0                                        | 94,7                         | 94,7                         | 133,9                                      | 189,4                        |
| 3           | -19,00               | 38,6                         | 54,6                                        | 77,2                         | 77,2                         | 109,2                                      | 154,5                        |
| 4           | -20,00               | 26,2                         | 37,0                                        | 52,3                         | 52,3                         | 74,0                                       | 104,7                        |
| 5           | -21,00               | 21,2                         | 30,0                                        | 42,4                         | 42,4                         | 59,9                                       | 84,7                         |
| 6           | -21,70               | 15,0                         | 21,1                                        | 29,9                         | 29,9                         | 42,3                                       | 59,8                         |
| 7           | -23,00               | 18,7                         | 26,4                                        | 37,4                         | 37,4                         | 52,9                                       | 74,8                         |
| 8           | -24,00               | 22,4                         | 31,7                                        | 44,9                         | 44,9                         | 63,4                                       | 89,7                         |
| 9           | -25,00               | 31,1                         | 44,0                                        | 62,3                         | 62,3                         | 88,1                                       | 124,6                        |
| 10          | -26,00               | 29,9                         | 42,3                                        | 59,8                         | 59,8                         | 84,6                                       | 119,6                        |

ok

reductiefactor groepseffect = 1,00

## **Report for D-Sheet Piling 9.2**

Design of Sheet Pilings  
Developed by Deltares

Date of report: 4/28/2015  
Time of report: 12:04:30 PM

Date of calculation: 4/28/2015  
Time of calculation: 12:04:19 PM

Filename: P:\.\VO\Derde ligplaats\dsheet\kopbufferpaal A UGT 1016x12,5 X65

---

## 1 Table of Contents

|                                                 |   |
|-------------------------------------------------|---|
| 1 Table of Contents                             | 2 |
| 2 Summary                                       | 3 |
| 2.1 Overview of Maxima                          | 3 |
| 2.2 Calculation Errors                          | 3 |
| 3 Input Data                                    | 4 |
| 3.1 General Input Data                          | 4 |
| 3.2 Pile Properties                             | 4 |
| 3.3 Outline                                     | 4 |
| 3.4 Horizontal Forces                           | 5 |
| 3.5 Water Level                                 | 5 |
| 3.6 Surface                                     | 5 |
| 3.7 Soil Material Properties                    | 5 |
| 3.8 Modulus of Subgrade Reaction                | 6 |
| 4 Calculation Results                           | 7 |
| 4.1 Charts of Moments, Forces and Displacements | 7 |
| 4.2 Moments, Forces and Displacements           | 7 |



## 2 Summary

### 2.1 Overview of Maxima

| Displacement<br>[mm] | Moment<br>[kNm] | Shear force<br>[kN] | Mob. perc.<br>moment<br>[%] | Mob. perc.<br>resistance<br>[%] |
|----------------------|-----------------|---------------------|-----------------------------|---------------------------------|
| 705,0                | -2587,7         | 667,9               | 0,0                         | 32,3                            |

### 2.2 Calculation Errors

Error

Calculated moment exceeds maximum moment in one or more stages.

### 3 Input Data

#### 3.1 General Input Data

Model Single pile; Pile loaded by forces  
 Unit weight of water 9,81 kN/m<sup>3</sup>

#### 3.2 Pile Properties

Length 25,50 m  
 Level top side 8,50 m  
 Number of sections 1

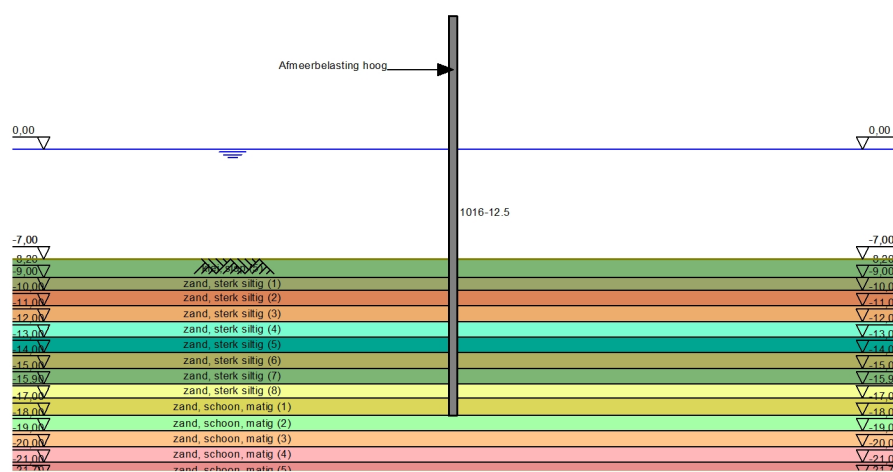
| Section name | From [m] | To [m] | Stiffness EI [kNm <sup>2</sup> ] | Diameter [m] | Maximum moment [kNm] |
|--------------|----------|--------|----------------------------------|--------------|----------------------|
| 1016-12.5    | -17,00   | 8,50   | 1,0419E+06                       | 1,02         | 1,00                 |

| Section name | From [m] | To [m] | Red. factor EI [-] | Red. factor max. moment [-] | Note to reduction factor |
|--------------|----------|--------|--------------------|-----------------------------|--------------------------|
| 1016-12.5    | -17,00   | 8,50   | 1,00               | 1,00                        |                          |

| Section name | From [m] | To [m] | Corrected stiffness EI [kNm <sup>2</sup> ] | Corrected max. moment [kNm] |
|--------------|----------|--------|--------------------------------------------|-----------------------------|
| 1016-12.5    | -17,00   | 8,50   | 1,0410E+06                                 | 1,00                        |

#### 3.3 Outline

Outline



### 3.4 Horizontal Forces

| Name               | Level<br>[m] | Load<br>[kN] |
|--------------------|--------------|--------------|
| Afmeerbelasting... | 5,10         | 175,00       |

### 3.5 Water Level

Water level: 0,00 [m]

### 3.6 Surface

Surface level: -7,00 [m]

### 3.7 Soil Material Properties

| Layer name           | Level<br>[m] | Unit weight                   |                             | Cohesion<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | Friction angle<br>phi<br>[deg] | Brinch<br>Hansen<br>used |
|----------------------|--------------|-------------------------------|-----------------------------|----------------------------------|--------------------------------|--------------------------|
|                      |              | Unsat<br>[kN/m <sup>3</sup> ] | Sat<br>[kN/m <sup>3</sup> ] |                                  |                                |                          |
| klei, slap (1)       | -3,60        | 14,00                         | 14,00                       | 0,00                             | 15,00                          | Yes                      |
| klei, slap (2)       | -4,30        | 14,00                         | 14,00                       | 0,00                             | 15,00                          | Yes                      |
| klei, slap (3)       | -5,00        | 14,00                         | 14,00                       | 0,00                             | 15,00                          | Yes                      |
| klei, slap (4)       | -6,00        | 14,00                         | 14,00                       | 0,00                             | 15,00                          | Yes                      |
| klei, slap (5)       | -7,00        | 14,00                         | 14,00                       | 0,00                             | 15,00                          | Yes                      |
| zand, sterk silti... | -8,20        | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 21,65                          | Yes                      |
| zand, sterk silti... | -9,00        | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 21,65                          | Yes                      |
| zand, sterk silti... | -10,00       | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 21,65                          | Yes                      |
| zand, sterk silti... | -11,00       | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 21,65                          | Yes                      |
| zand, sterk silti... | -12,00       | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 21,65                          | Yes                      |
| zand, sterk silti... | -13,00       | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 21,65                          | Yes                      |
| zand, sterk silti... | -14,00       | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 21,65                          | Yes                      |
| zand, sterk silti... | -15,00       | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 21,65                          | Yes                      |
| zand, schoon, ...    | -15,90       | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 28,47                          | Yes                      |
| zand, schoon, ...    | -17,00       | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 28,47                          | Yes                      |
| zand, schoon, ...    | -18,00       | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 28,47                          | Yes                      |
| zand, schoon, ...    | -19,00       | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 28,47                          | Yes                      |
| zand, schoon, ...    | -20,00       | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 28,47                          | Yes                      |
| zand, schoon, ...    | -21,00       | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 28,47                          | Yes                      |
| zand, sterk silti... | -21,70       | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 21,65                          | Yes                      |
| zand, sterk silti... | -23,00       | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 21,65                          | Yes                      |
| zand, sterk silti... | -24,00       | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 21,65                          | Yes                      |
| zand, schoon, ...    | -25,00       | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 28,47                          | Yes                      |
| zand, schoon, ...    | -26,00       | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 28,47                          | Yes                      |
| zand, schoon, ...    | -27,00       | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 28,47                          | Yes                      |

| Layer name           | Level<br>[m] | Earth pressure coefficients |                |                | Additional pore pressure    |                                |
|----------------------|--------------|-----------------------------|----------------|----------------|-----------------------------|--------------------------------|
|                      |              | Active<br>[-]               | Neutral<br>[-] | Passive<br>[-] | Top<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | Bottom<br>[kN/m <sup>2</sup> ] |
| klei, slap (1)       | -3,60        | 0,00                        | 0,00           | 1,54           | 0,00                        | 0,00                           |
| klei, slap (2)       | -4,30        | 0,00                        | 0,00           | 1,54           | 0,00                        | 0,00                           |
| klei, slap (3)       | -5,00        | 0,00                        | 0,00           | 1,54           | 0,00                        | 0,00                           |
| klei, slap (4)       | -6,00        | 0,00                        | 0,00           | 1,54           | 0,00                        | 0,00                           |
| klei, slap (5)       | -7,00        | 0,00                        | 0,00           | 1,73           | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, sterk silti... | -8,20        | 0,00                        | 0,00           | 3,48           | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, sterk silti... | -9,00        | 0,00                        | 0,00           | 3,84           | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, sterk silti... | -10,00       | 0,00                        | 0,00           | 4,16           | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, sterk silti... | -11,00       | 0,00                        | 0,00           | 4,42           | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, sterk silti... | -12,00       | 0,00                        | 0,00           | 4,64           | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, sterk silti... | -13,00       | 0,00                        | 0,00           | 4,82           | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, sterk silti... | -14,00       | 0,00                        | 0,00           | 4,98           | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, sterk silti... | -15,00       | 0,00                        | 0,00           | 5,10           | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, schoon, ...    | -15,90       | 0,00                        | 0,00           | 9,69           | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, schoon, ...    | -17,00       | 0,00                        | 0,00           | 9,96           | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, schoon, ...    | -18,00       | 0,00                        | 0,00           | 10,20          | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, schoon, ...    | -19,00       | 0,00                        | 0,00           | 10,41          | 0,00                        | 0,00                           |

| Layer name           | Level<br>[m] | Earth pressure coefficients |                |                | Additional pore pressure    |                                |
|----------------------|--------------|-----------------------------|----------------|----------------|-----------------------------|--------------------------------|
|                      |              | Active<br>[-]               | Neutral<br>[-] | Passive<br>[-] | Top<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | Bottom<br>[kN/m <sup>2</sup> ] |
| zand, schoon, ...    | -20,00       | 0,00                        | 0,00           | 10,60          | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, schoon, ...    | -21,00       | 0,00                        | 0,00           | 10,75          | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, sterk silti... | -21,70       | 0,00                        | 0,00           | 5,70           | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, sterk silti... | -23,00       | 0,00                        | 0,00           | 5,76           | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, sterk silti... | -24,00       | 0,00                        | 0,00           | 5,81           | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, schoon, ...    | -25,00       | 0,00                        | 0,00           | 11,35          | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, schoon, ...    | -26,00       | 0,00                        | 0,00           | 11,47          | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, schoon, ...    | -27,00       | 0,00                        | 0,00           | 19,59          | 0,00                        | 0,00                           |

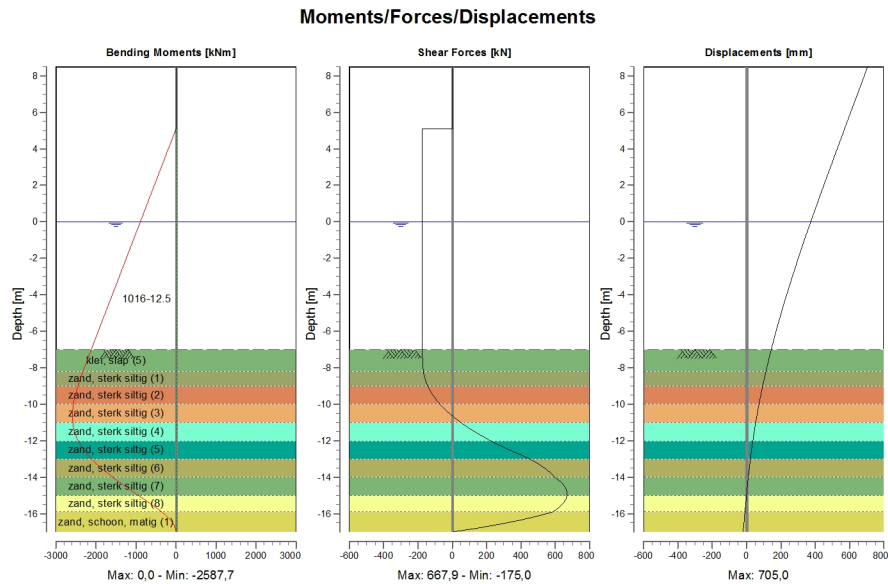
### 3.8 Modulus of Subgrade Reaction

| Layer name           | Level<br>[m] | Menard<br>used | E-Mod<br>Menard<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | Soil type<br>Menard | Branch 1                    |                                |
|----------------------|--------------|----------------|-----------------------------------------|---------------------|-----------------------------|--------------------------------|
|                      |              |                |                                         |                     | Top<br>[kN/m <sup>3</sup> ] | Bottom<br>[kN/m <sup>3</sup> ] |
| klei, slap (1)       | -3,60        | Yes            | 153,00                                  | Sand                | 563,80                      | 563,80                         |
| klei, slap (2)       | -4,30        | Yes            | 153,00                                  | Sand                | 563,80                      | 563,80                         |
| klei, slap (3)       | -5,00        | Yes            | 153,00                                  | Sand                | 563,80                      | 563,80                         |
| klei, slap (4)       | -6,00        | Yes            | 153,00                                  | Sand                | 563,80                      | 563,80                         |
| klei, slap (5)       | -7,00        | Yes            | 153,00                                  | Sand                | 563,80                      | 563,80                         |
| zand, sterk silti... | -8,20        | Yes            | 1346,00                                 | Sand                | 4959,99                     | 4959,99                        |
| zand, sterk silti... | -9,00        | Yes            | 942,00                                  | Sand                | 3471,26                     | 3471,26                        |
| zand, sterk silti... | -10,00       | Yes            | 1884,00                                 | Sand                | 6942,51                     | 6942,51                        |
| zand, sterk silti... | -11,00       | Yes            | 2692,00                                 | Sand                | 9919,98                     | 9919,98                        |
| zand, sterk silti... | -12,00       | Yes            | 2692,00                                 | Sand                | 9919,98                     | 9919,98                        |
| zand, sterk silti... | -13,00       | Yes            | 2423,00                                 | Sand                | 8928,72                     | 8928,72                        |
| zand, sterk silti... | -14,00       | Yes            | 4307,00                                 | Sand                | 15871,24                    | 15871,24                       |
| zand, sterk silti... | -15,00       | Yes            | 4561,00                                 | Sand                | 16807,22                    | 16807,22                       |
| zand, schoon, ...    | -15,90       | Yes            | 9423,00                                 | Sand                | 34723,63                    | 34723,63                       |
| zand, schoon, ...    | -17,00       | Yes            | 8346,00                                 | Sand                | 30754,90                    | 30754,90                       |
| zand, schoon, ...    | -18,00       | Yes            | 10230,00                                | Sand                | 37697,41                    | 37697,41                       |
| zand, schoon, ...    | -19,00       | Yes            | 8346,00                                 | Sand                | 30754,90                    | 30754,90                       |
| zand, schoon, ...    | -20,00       | Yes            | 5653,00                                 | Sand                | 20831,23                    | 20831,23                       |
| zand, schoon, ...    | -21,00       | Yes            | 4577,00                                 | Sand                | 16866,18                    | 16866,18                       |
| zand, sterk silti... | -21,70       | Yes            | 3230,00                                 | Sand                | 11902,51                    | 11902,51                       |
| zand, sterk silti... | -23,00       | Yes            | 4038,00                                 | Sand                | 14879,98                    | 14879,98                       |
| zand, sterk silti... | -24,00       | Yes            | 4846,00                                 | Sand                | 17857,45                    | 17857,45                       |
| zand, schoon, ...    | -25,00       | Yes            | 6730,00                                 | Sand                | 24799,96                    | 24799,96                       |
| zand, schoon, ...    | -26,00       | Yes            | 6461,00                                 | Sand                | 23808,70                    | 23808,70                       |
| zand, schoon, ...    | -27,00       | Yes            | 7700,00                                 | Sand                | 28374,40                    | 28374,40                       |

## 4 Calculation Results

Number of iterations: 6

### 4.1 Charts of Moments, Forces and Displacements



### 4.2 Moments, Forces and Displacements

| Segment number | Level [m] | Moment [kNm] | Shear force [kN] | Displacement [mm] |
|----------------|-----------|--------------|------------------|-------------------|
| 1              | 8,50      | 0,0          | 0,0              | 705,0             |
| 1              | 7,38      | 0,0          | 0,0              | 660,6             |
| 2              | 7,38      | 0,0          | 0,0              | 660,6             |
| 2              | 6,25      | 0,0          | 0,0              | 616,3             |
| 3              | 6,25      | 0,0          | 0,0              | 616,3             |
| 3              | 5,10      | 0,0          | 0,0              | 571,0             |
| 4              | 5,10      | 0,0          | -175,0           | 571,0             |
| 4              | 3,90      | -210,0       | -175,0           | 523,7             |
| 5              | 3,90      | -210,0       | -175,0           | 523,7             |
| 5              | 2,70      | -420,0       | -175,0           | 476,7             |
| 6              | 2,70      | -420,0       | -175,0           | 476,7             |
| 6              | 1,50      | -630,0       | -175,0           | 430,4             |
| 7              | 1,50      | -630,0       | -175,0           | 430,4             |
| 7              | 0,75      | -761,3       | -175,0           | 401,8             |
| 8              | 0,75      | -761,3       | -175,0           | 401,8             |
| 8              | 0,00      | -892,5       | -175,0           | 373,7             |
| 9              | 0,00      | -892,5       | -175,0           | 373,7             |
| 9              | -1,20     | -1102,5      | -175,0           | 329,6             |
| 10             | -1,20     | -1102,5      | -175,0           | 329,6             |
| 10             | -2,40     | -1312,5      | -175,0           | 287,1             |
| 11             | -2,40     | -1312,5      | -175,0           | 287,1             |
| 11             | -3,60     | -1522,5      | -175,0           | 246,5             |
| 12             | -3,60     | -1522,5      | -175,0           | 246,5             |
| 12             | -4,30     | -1645,0      | -175,0           | 223,7             |
| 13             | -4,30     | -1645,0      | -175,0           | 223,7             |
| 13             | -5,00     | -1767,5      | -175,0           | 201,7             |

| Segment number         | Level [m] | Moment [kNm]   | Shear force [kN] | Displacement [mm] |
|------------------------|-----------|----------------|------------------|-------------------|
| 14                     | -5,00     | -1767,5        | -175,0           | 201,7             |
| 14                     | -6,00     | -1942,5        | -175,0           | 171,7             |
| 15                     | -6,00     | -1942,5        | -175,0           | 171,7             |
| 15                     | -7,00     | -2117,5        | -175,0           | 143,6             |
| 16                     | -7,00     | -2117,5        | -175,0           | 143,6             |
| 16                     | -8,20     | -2325,4        | -169,7           | 112,6             |
| 17                     | -8,20     | -2325,4        | -169,7           | 112,6             |
| 17                     | -9,00     | -2452,3        | -143,9           | 93,7              |
| 18                     | -9,00     | -2452,3        | -143,9           | 93,7              |
| 18                     | -10,00    | -2563,7        | -72,3            | 72,1              |
| 19                     | -10,00    | -2563,7        | -72,3            | 72,1              |
| 19                     | -11,00    | <b>-2579,3</b> | 48,4             | 53,1              |
| 20                     | -11,00    | <b>-2579,3</b> | 48,4             | 53,1              |
| 20                     | -12,00    | -2447,5        | 222,7            | 36,4              |
| 21                     | -12,00    | -2447,6        | 222,7            | 36,4              |
| 21                     | -13,00    | -2113,5        | 450,7            | 22,2              |
| 22                     | -13,00    | -2113,4        | 451,6            | 22,2              |
| 22                     | -14,00    | -1580,2        | 596,3            | 9,9               |
| 23                     | -14,00    | -1580,2        | 596,2            | 9,9               |
| 23                     | -15,00    | -933,6         | <b>667,9</b>     | -0,9              |
| 24                     | -15,00    | -933,6         | 667,8            | -0,9              |
| 24                     | -15,90    | -359,4         | 585,3            | -9,8              |
| 25                     | -15,90    | -359,4         | 585,3            | -9,8              |
| 25                     | -17,00    | 0,0            | 0,0              | -20,3             |
| Max                    |           | <b>-2579,3</b> | <b>667,9</b>     | <b>705,0</b>      |
| Max, minor nodes incl. |           | -2587,7        | 667,9            | 705,0             |

**End of Report**

## **Report for D-Sheet Piling 9.2**

Design of Sheet Pilings  
Developed by Deltares

Date of report: 4/28/2015  
Time of report: 12:03:43 PM

Date of calculation: 4/28/2015  
Time of calculation: 12:03:32 PM

Filename: P:\.\VO\Derde ligplaats\dsheet\kopbufferpaal A UGT 1016x12,5 X65

---

## 1 Table of Contents

|                                                 |   |
|-------------------------------------------------|---|
| 1 Table of Contents                             | 2 |
| 2 Summary                                       | 3 |
| 2.1 Overview of Maxima                          | 3 |
| 2.2 Calculation Errors                          | 3 |
| 3 Input Data                                    | 4 |
| 3.1 General Input Data                          | 4 |
| 3.2 Pile Properties                             | 4 |
| 3.3 Outline                                     | 4 |
| 3.4 Horizontal Forces                           | 5 |
| 3.5 Water Level                                 | 5 |
| 3.6 Surface                                     | 5 |
| 3.7 Soil Material Properties                    | 5 |
| 3.8 Modulus of Subgrade Reaction                | 6 |
| 4 Calculation Results                           | 7 |
| 4.1 Charts of Moments, Forces and Displacements | 7 |
| 4.2 Moments, Forces and Displacements           | 7 |



## 2 Summary

### 2.1 Overview of Maxima

| Displacement<br>[mm] | Moment<br>[kNm] | Shear force<br>[kN] | Mob. perc.<br>moment<br>[%] | Mob. perc.<br>resistance<br>[%] |
|----------------------|-----------------|---------------------|-----------------------------|---------------------------------|
| 717,6                | -2574,3         | 714,8               | 0,0                         | 36,1                            |

### 2.2 Calculation Errors

Error

Calculated moment exceeds maximum moment in one or more stages.

### 3 Input Data

#### 3.1 General Input Data

Model Single pile; Pile loaded by forces  
 Unit weight of water 9,81 kN/m<sup>3</sup>

#### 3.2 Pile Properties

Length 25,50 m  
 Level top side 8,50 m  
 Number of sections 1

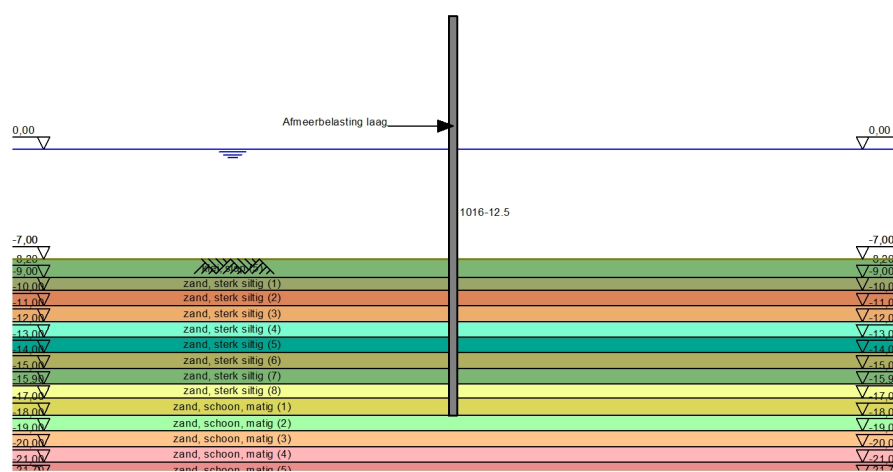
| Section name | From<br>[m] | To<br>[m] | Stiffness<br>EI<br>[kNm <sup>2</sup> ] | Diameter<br>[m] | Maximum<br>moment<br>[kNm] |
|--------------|-------------|-----------|----------------------------------------|-----------------|----------------------------|
| 1016-12.5    | -17,00      | 8,50      | 1,0419E+06                             | 1,02            | 1,00                       |

| Section name | From<br>[m] | To<br>[m] | Red. factor<br>EI<br>[-] | Red. factor<br>max. moment<br>[-] | Note to<br>reduction factor |
|--------------|-------------|-----------|--------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|
| 1016-12.5    | -17,00      | 8,50      | 1,00                     | 1,00                              |                             |

| Section name | From<br>[m] | To<br>[m] | Corrected<br>stiffness EI<br>[kNm <sup>2</sup> ] | Corrected<br>max. moment<br>[kNm] |
|--------------|-------------|-----------|--------------------------------------------------|-----------------------------------|
| 1016-12.5    | -17,00      | 8,50      | 1,0410E+06                                       | 1,00                              |

#### 3.3 Outline

Outline



### 3.4 Horizontal Forces

| Name               | Level<br>[m] | Load<br>[kN] |
|--------------------|--------------|--------------|
| Afmeerbelasting... | 1,50         | 225,00       |

### 3.5 Water Level

Water level: 0,00 [m]

### 3.6 Surface

Surface level: -7,00 [m]

### 3.7 Soil Material Properties

| Layer name           | Level<br>[m] | Unit weight                   |                             | Cohesion<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | Friction angle<br>phi<br>[deg] | Brinch<br>Hansen<br>used |
|----------------------|--------------|-------------------------------|-----------------------------|----------------------------------|--------------------------------|--------------------------|
|                      |              | Unsat<br>[kN/m <sup>3</sup> ] | Sat<br>[kN/m <sup>3</sup> ] |                                  |                                |                          |
| klei, slap (1)       | -3,60        | 14,00                         | 14,00                       | 0,00                             | 15,00                          | Yes                      |
| klei, slap (2)       | -4,30        | 14,00                         | 14,00                       | 0,00                             | 15,00                          | Yes                      |
| klei, slap (3)       | -5,00        | 14,00                         | 14,00                       | 0,00                             | 15,00                          | Yes                      |
| klei, slap (4)       | -6,00        | 14,00                         | 14,00                       | 0,00                             | 15,00                          | Yes                      |
| klei, slap (5)       | -7,00        | 14,00                         | 14,00                       | 0,00                             | 15,00                          | Yes                      |
| zand, sterk silti... | -8,20        | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 21,65                          | Yes                      |
| zand, sterk silti... | -9,00        | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 21,65                          | Yes                      |
| zand, sterk silti... | -10,00       | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 21,65                          | Yes                      |
| zand, sterk silti... | -11,00       | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 21,65                          | Yes                      |
| zand, sterk silti... | -12,00       | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 21,65                          | Yes                      |
| zand, sterk silti... | -13,00       | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 21,65                          | Yes                      |
| zand, sterk silti... | -14,00       | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 21,65                          | Yes                      |
| zand, sterk silti... | -15,00       | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 21,65                          | Yes                      |
| zand, schoon, ...    | -15,90       | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 28,47                          | Yes                      |
| zand, schoon, ...    | -17,00       | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 28,47                          | Yes                      |
| zand, schoon, ...    | -18,00       | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 28,47                          | Yes                      |
| zand, schoon, ...    | -19,00       | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 28,47                          | Yes                      |
| zand, schoon, ...    | -20,00       | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 28,47                          | Yes                      |
| zand, schoon, ...    | -21,00       | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 28,47                          | Yes                      |
| zand, sterk silti... | -21,70       | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 21,65                          | Yes                      |
| zand, sterk silti... | -23,00       | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 21,65                          | Yes                      |
| zand, sterk silti... | -24,00       | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 21,65                          | Yes                      |
| zand, schoon, ...    | -25,00       | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 28,47                          | Yes                      |
| zand, schoon, ...    | -26,00       | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 28,47                          | Yes                      |
| zand, schoon, ...    | -27,00       | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 28,47                          | Yes                      |

| Layer name           | Level<br>[m] | Earth pressure coefficients |                |                | Additional pore pressure    |                                |
|----------------------|--------------|-----------------------------|----------------|----------------|-----------------------------|--------------------------------|
|                      |              | Active<br>[-]               | Neutral<br>[-] | Passive<br>[-] | Top<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | Bottom<br>[kN/m <sup>2</sup> ] |
| klei, slap (1)       | -3,60        | 0,00                        | 0,00           | 1,54           | 0,00                        | 0,00                           |
| klei, slap (2)       | -4,30        | 0,00                        | 0,00           | 1,54           | 0,00                        | 0,00                           |
| klei, slap (3)       | -5,00        | 0,00                        | 0,00           | 1,54           | 0,00                        | 0,00                           |
| klei, slap (4)       | -6,00        | 0,00                        | 0,00           | 1,54           | 0,00                        | 0,00                           |
| klei, slap (5)       | -7,00        | 0,00                        | 0,00           | 1,73           | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, sterk silti... | -8,20        | 0,00                        | 0,00           | 3,48           | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, sterk silti... | -9,00        | 0,00                        | 0,00           | 3,84           | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, sterk silti... | -10,00       | 0,00                        | 0,00           | 4,16           | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, sterk silti... | -11,00       | 0,00                        | 0,00           | 4,42           | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, sterk silti... | -12,00       | 0,00                        | 0,00           | 4,64           | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, sterk silti... | -13,00       | 0,00                        | 0,00           | 4,82           | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, sterk silti... | -14,00       | 0,00                        | 0,00           | 4,98           | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, sterk silti... | -15,00       | 0,00                        | 0,00           | 5,10           | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, schoon, ...    | -15,90       | 0,00                        | 0,00           | 9,69           | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, schoon, ...    | -17,00       | 0,00                        | 0,00           | 9,96           | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, schoon, ...    | -18,00       | 0,00                        | 0,00           | 10,20          | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, schoon, ...    | -19,00       | 0,00                        | 0,00           | 10,41          | 0,00                        | 0,00                           |

| Layer name           | Level<br>[m] | Earth pressure coefficients |                |                | Additional pore pressure    |                                |
|----------------------|--------------|-----------------------------|----------------|----------------|-----------------------------|--------------------------------|
|                      |              | Active<br>[-]               | Neutral<br>[-] | Passive<br>[-] | Top<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | Bottom<br>[kN/m <sup>2</sup> ] |
| zand, schoon, ...    | -20,00       | 0,00                        | 0,00           | 10,60          | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, schoon, ...    | -21,00       | 0,00                        | 0,00           | 10,75          | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, sterk silti... | -21,70       | 0,00                        | 0,00           | 5,70           | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, sterk silti... | -23,00       | 0,00                        | 0,00           | 5,76           | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, sterk silti... | -24,00       | 0,00                        | 0,00           | 5,81           | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, schoon, ...    | -25,00       | 0,00                        | 0,00           | 11,35          | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, schoon, ...    | -26,00       | 0,00                        | 0,00           | 11,47          | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, schoon, ...    | -27,00       | 0,00                        | 0,00           | 19,59          | 0,00                        | 0,00                           |

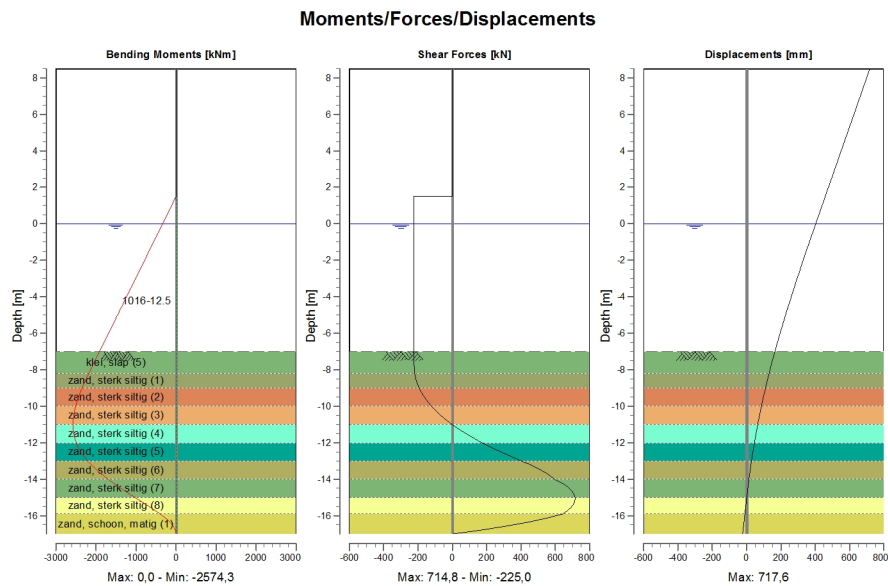
### 3.8 Modulus of Subgrade Reaction

| Layer name           | Level<br>[m] | Menard<br>used | E-Mod<br>Menard<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | Soil type<br>Menard | Branch 1                    |                                |
|----------------------|--------------|----------------|-----------------------------------------|---------------------|-----------------------------|--------------------------------|
|                      |              |                |                                         |                     | Top<br>[kN/m <sup>3</sup> ] | Bottom<br>[kN/m <sup>3</sup> ] |
| klei, slap (1)       | -3,60        | Yes            | 153,00                                  | Sand                | 563,80                      | 563,80                         |
| klei, slap (2)       | -4,30        | Yes            | 153,00                                  | Sand                | 563,80                      | 563,80                         |
| klei, slap (3)       | -5,00        | Yes            | 153,00                                  | Sand                | 563,80                      | 563,80                         |
| klei, slap (4)       | -6,00        | Yes            | 153,00                                  | Sand                | 563,80                      | 563,80                         |
| klei, slap (5)       | -7,00        | Yes            | 153,00                                  | Sand                | 563,80                      | 563,80                         |
| zand, sterk silti... | -8,20        | Yes            | 1346,00                                 | Sand                | 4959,99                     | 4959,99                        |
| zand, sterk silti... | -9,00        | Yes            | 942,00                                  | Sand                | 3471,26                     | 3471,26                        |
| zand, sterk silti... | -10,00       | Yes            | 1884,00                                 | Sand                | 6942,51                     | 6942,51                        |
| zand, sterk silti... | -11,00       | Yes            | 2692,00                                 | Sand                | 9919,98                     | 9919,98                        |
| zand, sterk silti... | -12,00       | Yes            | 2692,00                                 | Sand                | 9919,98                     | 9919,98                        |
| zand, sterk silti... | -13,00       | Yes            | 2423,00                                 | Sand                | 8928,72                     | 8928,72                        |
| zand, sterk silti... | -14,00       | Yes            | 4307,00                                 | Sand                | 15871,24                    | 15871,24                       |
| zand, sterk silti... | -15,00       | Yes            | 4561,00                                 | Sand                | 16807,22                    | 16807,22                       |
| zand, schoon, ...    | -15,90       | Yes            | 9423,00                                 | Sand                | 34723,63                    | 34723,63                       |
| zand, schoon, ...    | -17,00       | Yes            | 8346,00                                 | Sand                | 30754,90                    | 30754,90                       |
| zand, schoon, ...    | -18,00       | Yes            | 10230,00                                | Sand                | 37697,41                    | 37697,41                       |
| zand, schoon, ...    | -19,00       | Yes            | 8346,00                                 | Sand                | 30754,90                    | 30754,90                       |
| zand, schoon, ...    | -20,00       | Yes            | 5653,00                                 | Sand                | 20831,23                    | 20831,23                       |
| zand, schoon, ...    | -21,00       | Yes            | 4577,00                                 | Sand                | 16866,18                    | 16866,18                       |
| zand, sterk silti... | -21,70       | Yes            | 3230,00                                 | Sand                | 11902,51                    | 11902,51                       |
| zand, sterk silti... | -23,00       | Yes            | 4038,00                                 | Sand                | 14879,98                    | 14879,98                       |
| zand, sterk silti... | -24,00       | Yes            | 4846,00                                 | Sand                | 17857,45                    | 17857,45                       |
| zand, schoon, ...    | -25,00       | Yes            | 6730,00                                 | Sand                | 24799,96                    | 24799,96                       |
| zand, schoon, ...    | -26,00       | Yes            | 6461,00                                 | Sand                | 23808,70                    | 23808,70                       |
| zand, schoon, ...    | -27,00       | Yes            | 7700,00                                 | Sand                | 28374,40                    | 28374,40                       |

## 4 Calculation Results

Number of iterations: 5

### 4.1 Charts of Moments, Forces and Displacements



### 4.2 Moments, Forces and Displacements

| Segment number | Level [m] | Moment [kNm] | Shear force [kN] | Displacement [mm] |
|----------------|-----------|--------------|------------------|-------------------|
| 1              | 8,50      | 0,0          | 0,0              | 717,6             |
| 1              | 7,38      | 0,0          | 0,0              | 675,9             |
| 2              | 7,38      | 0,0          | 0,0              | 675,9             |
| 2              | 6,25      | 0,0          | 0,0              | 634,2             |
| 3              | 6,25      | 0,0          | 0,0              | 634,2             |
| 3              | 5,10      | 0,0          | 0,0              | 591,5             |
| 4              | 5,10      | 0,0          | 0,0              | 591,5             |
| 4              | 3,90      | 0,0          | 0,0              | 547,0             |
| 5              | 3,90      | 0,0          | 0,0              | 547,0             |
| 5              | 2,70      | 0,0          | 0,0              | 502,5             |
| 6              | 2,70      | 0,0          | 0,0              | 502,5             |
| 6              | 1,50      | 0,0          | 0,0              | 458,0             |
| 7              | 1,50      | 0,0          | -225,0           | 458,0             |
| 7              | 0,75      | -168,8       | -225,0           | 430,2             |
| 8              | 0,75      | -168,8       | -225,0           | 430,2             |
| 8              | 0,00      | -337,5       | -225,0           | 402,5             |
| 9              | 0,00      | -337,5       | -225,0           | 402,5             |
| 9              | -1,20     | -607,5       | -225,0           | 358,6             |
| 10             | -1,20     | -607,5       | -225,0           | 358,6             |
| 10             | -2,40     | -877,5       | -225,0           | 315,5             |
| 11             | -2,40     | -877,5       | -225,0           | 315,5             |
| 11             | -3,60     | -1147,5      | -225,0           | 273,7             |
| 12             | -3,60     | -1147,5      | -225,0           | 273,7             |
| 12             | -4,30     | -1305,0      | -225,0           | 250,0             |
| 13             | -4,30     | -1305,0      | -225,0           | 250,0             |
| 13             | -5,00     | -1462,5      | -225,0           | 226,9             |

| Segment number         | Level [m] | Moment [kNm]   | Shear force [kN] | Displacement [mm] |
|------------------------|-----------|----------------|------------------|-------------------|
| 14                     | -5,00     | -1462,5        | -225,0           | 226,9             |
| 14                     | -6,00     | -1687,5        | -225,0           | 195,1             |
| 15                     | -6,00     | -1687,5        | -225,0           | 195,1             |
| 15                     | -7,00     | -1912,5        | -225,0           | 164,9             |
| 16                     | -7,00     | -1912,5        | -225,0           | 164,9             |
| 16                     | -8,20     | -2180,4        | -219,7           | 131,1             |
| 17                     | -8,20     | -2180,4        | -219,7           | 131,1             |
| 17                     | -9,00     | -2347,3        | -193,9           | 110,3             |
| 18                     | -9,00     | -2347,3        | -193,9           | 110,3             |
| 18                     | -10,00    | -2508,7        | -122,3           | 86,3              |
| 19                     | -10,00    | -2508,7        | -122,3           | 86,3              |
| 19                     | -11,00    | <b>-2574,3</b> | -1,6             | 64,6              |
| 20                     | -11,00    | <b>-2574,3</b> | -1,6             | 64,6              |
| 20                     | -12,00    | -2492,5        | 172,7            | 45,5              |
| 21                     | -12,00    | -2492,5        | 172,7            | 45,5              |
| 21                     | -13,00    | -2208,3        | 403,8            | 28,7              |
| 22                     | -13,00    | -2208,3        | 403,7            | 28,7              |
| 22                     | -14,00    | -1697,1        | 596,4            | 14,0              |
| 23                     | -14,00    | -1697,1        | 596,4            | 14,0              |
| 23                     | -15,00    | -1023,8        | <b>714,8</b>     | 0,9               |
| 24                     | -15,00    | -1023,8        | 714,7            | 0,9               |
| 24                     | -15,90    | -400,0         | 643,4            | -10,0             |
| 25                     | -15,90    | -400,0         | 643,4            | -10,0             |
| 25                     | -17,00    | 0,0            | 0,0              | -23,0             |
| Max                    |           | <b>-2574,3</b> | <b>714,8</b>     | <b>717,6</b>      |
| Max, minor nodes incl. |           | -2574,3        | 714,8            | 717,6             |

**End of Report**

project:  
project code:  
part:

Noodaanlanding Texel  
TEX13-1  
Tijdelijke kopbufferpaal A

## spreadsheet LOCAL BUCKLING OF TUBULAR PILES

author: VERM20  
date: 28 april 2015  
version sheet: 0.3

### EXPLANATION

This spreadsheet verifies the cross-section of a tubular foundation pile with respect to local buckling according to the following Eurocode standards:

- NEN-EN 1993-1-1+C2:2011+NB:2011
- NEN-EN 1993-1-6:2007+C1:2009+NB:2012
- NEN-EN 1993-5:2008+C1:2009+NB:2012

### INPUT

#### Partial factors

|                |               |   |         |
|----------------|---------------|---|---------|
| Partial factor | $\gamma_{M0}$ | = | 1,0 [-] |
| Partial factor | $\gamma_{M1}$ | = | 1,1 [-] |

#### Material properties

|                                     |          |   |                          |
|-------------------------------------|----------|---|--------------------------|
| Steel grade                         |          | = | X65 [-]                  |
| Characteristic yield stress         | $f_{yk}$ | = | 448 N/mm <sup>2</sup>    |
| Design yield stress                 | $f_{yd}$ | = | 448 N/mm <sup>2</sup>    |
| Young's modulus                     | $E$      | = | 210000 N/mm <sup>2</sup> |
| Fabrication tolerance quality class |          | = | Class C [-]              |

#### Pile dimensions

|                                   |     |   |           |
|-----------------------------------|-----|---|-----------|
| Diameter                          | $D$ | = | 1016 mm   |
| Wall thickness                    | $t$ | = | 12,5 mm   |
| Pile length between boundaries    | $l$ | = | 20 m      |
| Radius of cylinder middle surface | $r$ | = | 501,75 mm |

#### Pile properties

|                         |                 |   |                               |
|-------------------------|-----------------|---|-------------------------------|
| D/t ratio               | $D/t$           | = | 81,3 [-]                      |
| D/tε <sup>2</sup> ratio | $D/t\epsilon^2$ | = | 155,0 [-]                     |
| Class of cross-section  |                 | = | 4 [-]                         |
| Moment of inertia       | $I$             | = | 4.961.230.557 mm <sup>4</sup> |
| Elastic section modulus | $W_{el}$        | = | 9.766.202 mm <sup>3</sup>     |
| Plastic section modulus | $W_{pl}$        | = | 12.588.304 mm <sup>3</sup>    |

#### Design values cross-sectional loads

|                          |          |   |          |
|--------------------------|----------|---|----------|
| Normal compressive force | $N_{Ed}$ | = | 0 kN     |
| Shear force              | $V_{Ed}$ | = | 0 kN     |
| Bending moment           | $M_{Ed}$ | = | 2579 kNm |

### SUMMARY

|                                                     |  |   |          |
|-----------------------------------------------------|--|---|----------|
| Unity check meridional stress                       |  | = | 0,81 [-] |
| Unity check shear stress                            |  | = | 0,00 [-] |
| Unity check interaction meridional and shear stress |  | = | 0,65 [-] |

project: Noodaanlanding Texel  
 project code: TEX13-1  
 part: Tijdelijke kopbufferpaal A

## spreadsheet LOCAL BUCKLING OF TUBULAR PILES

author: VERM20  
 date: 28 april 2015  
 version sheet: 0.3

### EXPLANATION

This spreadsheet verifies the cross-section of a tubular foundation pile with respect to local buckling according to the following Eurocode standards:

- NEN-EN 1993-1-1+C2:2011+NB:2011
- NEN-EN 1993-1-6:2007+C1:2009+NB:2012
- NEN-EN 1993-5:2008+C1:2009+NB:2012

### CALCULATION

#### General

Dimensionsless length parameter  $\omega$  = 253 [-]

#### Critical meridional buckling stresses

Type of cylinder length (meridional) = long cylinder  
 Factor  $C_x$  = 0,60 [-]  
 Elastic critical meridional buckling stress  $\sigma_{x,Rcr}$  = 1899 N/mm<sup>2</sup>

#### Critical shear buckling stresses

Type of cylinder length (shear) = medium cylinder  
 Factor  $C_\tau$  = 1,00 [-]  
 Elastic critical shear buckling stress  $\tau_{x\theta,Rcr}$  = 247 N/mm<sup>2</sup>

#### Meridional buckling parameters

Fabrication quality parameter  $Q$  = 16 [-]  
 Characteristic imperfection amplitude  $\Delta w_k$  = 4,95 mm  
 Meridional elastic imperfection reduction factor  $\alpha_x$  = 0,41 [-]  
 Meridional squash limit slenderness  $\lambda_{x0}$  = 0,20 [-]  
 Plastic range factor  $\beta$  = 0,60 [-]  
 Interaction exponent  $\eta$  = 1,0 [-]

#### Shear buckling parameters

Shear elastic imperfection reduction factor  $\alpha_\tau$  = 0,50 [-]  
 Meridional squash limit slenderness  $\lambda_{t0}$  = 0,40 [-]  
 Plastic range factor  $\beta$  = 0,60 [-]  
 Interaction exponent  $\eta$  = 1,0 [-]

#### Design values of stresses (meridional)

Due to uniform axial load  $|\sigma_{x,N}|$  = 0,0 N/mm<sup>2</sup>  
 Due to axial load from global bending  $|\sigma_{x,M}|$  = 260,9 N/mm<sup>2</sup> +  
 Total meridional stress  $|\sigma_{x,Ed}|$  = 260,9 N/mm<sup>2</sup>

#### Design values of stresses (shear)

Due to shear force  $|\tau_{x\theta,Ed}|$  = 0,0 N/mm<sup>2</sup>

#### Meridional design resistance (buckling strength)

Meridional plastic limit relative slenderness  $\lambda_{p,x}$  = 1,02 [-]  
 Meridional relative shell slenderness  $\lambda_x$  = 0,49 [-]  
 Meridional buckling reduction factor  $\chi_x$  = 0,79 [-]  
 Meridional characteristic buckling stress  $\sigma_{x,Rk}$  = 354 N/mm<sup>2</sup>  
 Meridional design buckling stress  $\sigma_{x,Rd}$  = 322 N/mm<sup>2</sup>

#### Shear design resistance (buckling strength)

Meridional plastic limit relative slenderness  $\lambda_{p,\tau}$  = 1,12 [-]  
 Meridional relative shell slenderness  $\lambda_\tau$  = 1,02 [-]  
 Meridional buckling reduction factor  $\chi_\tau$  = 0,48 [-]  
 Meridional characteristic buckling stress  $\tau_{x\theta,Rk}$  = 124 N/mm<sup>2</sup>  
 Meridional design buckling stress  $\tau_{x\theta,Rd}$  = 113 N/mm<sup>2</sup>

#### Buckling interaction parameters

For meridional stress  $k_x$  = 2,04 [-]  
 For shear stress  $k_\tau$  = 1,87 [-]

#### Stress limitation (buckling strength verification)

Unity check meridional stress = 0,81 [-]  
 Unity check shear stress = 0,00 [-]  
 Unity check interaction meridional and shear stress = 0,65 [-]

### Reference and remarks

NEN-EN 1993-1-6, Annex D, article D.1.2.1, section (2), formula (D.1)

NEN-EN 1993-1-6, Annex D, article D.1.2.1  
 Sections (4), (5) and (6), formulae (D.3), (D.5) and (D.7)  
 Section (6), formula (D.10);  $C_x = 0,6$  for long cylinders  
 Section (3), formula (D.2)

NEN-EN 1993-1-6, Annex D, article D.1.4.1  
 Sections (4), (5) and (6), formulae (D.33), (D.35) and (D.37)  
 Section (6), formula (D.38);  $C_\tau = 1,0$  for medium cylinders  
 Section (3), formula (D.32)

NEN-EN 1993-1-6, Annex D, article D.1.2.2  
 Section (2), table D.2; for Class C  
 Section (1), formula (D.15)  
 Section (1), formula (D.14)  
 Section (3), formula (D.16)  
 Section (3), formula (D.16)  
 Section (3), formula (D.16)

NEN-EN 1993-1-6, Annex D, article D.1.4.2  
 Section (1), table D.6; for Class C  
 Section (2), formula (D.39)  
 Section (2), formula (D.39)  
 Section (2), formula (D.39)

NEN-EN 1993-1-6, Annex A  
 Article A.2.1  
 Article A.2.2

NEN-EN 1993-1-6, Annex A, article A.2.7

NEN-EN 1993-1-1, article 8.5.2  
 Section (5), formula (8.16)  
 Section (6), formula (8.17)  
 Section (4), formulae (8.13), (8.14) and (8.15)  
 Section (3), formula (8.12)  
 Section (1), formula (8.11)

NEN-EN 1993-1-1, article 8.5.2  
 Section (5), formula (8.16)  
 Section (6), formula (8.17)  
 Section (4), formulae (8.13), (8.14) and (8.15)  
 Section (3), formula (8.12)  
 Section (1), formula (8.11)

NEN-EN 1993-1-1, Annex D, article D.1.6  
 Section (1), formula (D46)  
 Section (1), formula (D48)

NEN-EN 1993-1-1, article 8.5.3  
 Section (2), formula (8.18)  
 Section (2), formula (8.18)  
 Section (3), formula (8.19)



## **Report for D-Sheet Piling 9.2**

Design of Sheet Piling  
Developed by Deltares

Date of report: 4/28/2015  
Time of report: 12:11:42 PM

Date of calculation: 4/28/2015  
Time of calculation: 12:04:56 PM

Filename: P:\..\inhdocs\VO\Derde ligplaats\dsheet\geleidepaal B UGT 1820x18 X65

---

## 1 Table of Contents

|                                                 |   |
|-------------------------------------------------|---|
| 1 Table of Contents                             | 2 |
| 2 Summary                                       | 3 |
| 2.1 Overview of Maxima                          | 3 |
| 2.2 Calculation Errors                          | 3 |
| 3 Input Data                                    | 4 |
| 3.1 General Input Data                          | 4 |
| 3.2 Pile Properties                             | 4 |
| 3.3 Outline                                     | 4 |
| 3.4 Horizontal Forces                           | 5 |
| 3.5 Water Level                                 | 5 |
| 3.6 Surface                                     | 5 |
| 3.7 Soil Material Properties                    | 5 |
| 3.8 Modulus of Subgrade Reaction                | 6 |
| 4 Calculation Results                           | 7 |
| 4.1 Charts of Moments, Forces and Displacements | 7 |
| 4.2 Moments, Forces and Displacements           | 7 |

## 2 Summary

### 2.1 Overview of Maxima

| Displacement<br>[mm] | Moment<br>[kNm] | Shear force<br>[kN] | Mob. perc.<br>moment<br>[%] | Mob. perc.<br>resistance<br>[%] |
|----------------------|-----------------|---------------------|-----------------------------|---------------------------------|
| 855,0                | -12853,7        | 3064,6              | 0,0                         | 36,9                            |

### 2.2 Calculation Errors

Error

Calculated moment exceeds maximum moment in one or more stages.

### 3 Input Data

#### 3.1 General Input Data

Model Single pile; Pile loaded by forces  
 Unit weight of water 9,81 kN/m<sup>3</sup>

#### 3.2 Pile Properties

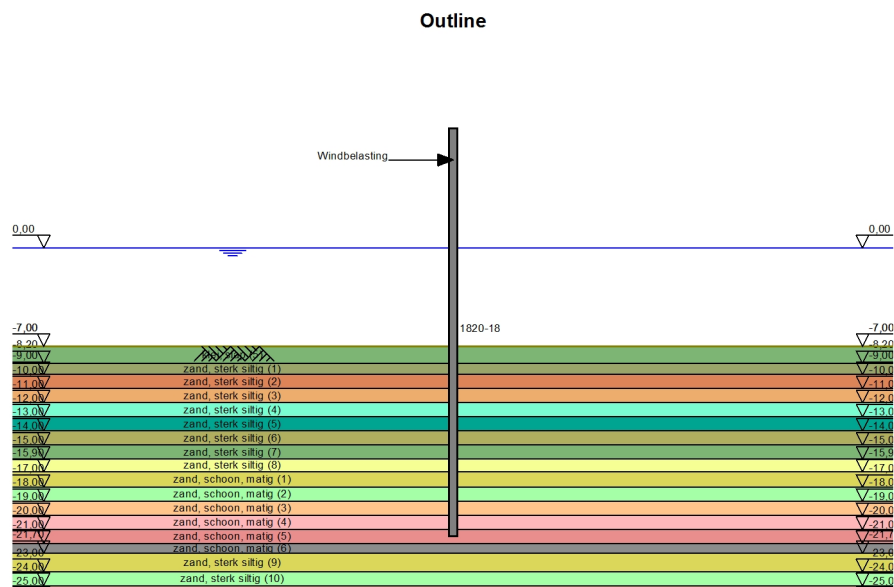
Length 29,00 m  
 Level top side 8,50 m  
 Number of sections 1

| Section name | From<br>[m] | To<br>[m] | Stiffness<br>EI<br>[kNm <sup>2</sup> ] | Diameter<br>[m] | Maximum<br>moment<br>[kNm] |
|--------------|-------------|-----------|----------------------------------------|-----------------|----------------------------|
| 1820-18      | -20,50      | 8,50      | 8,6868E+06                             | 1,82            | 1,00                       |

| Section name | From<br>[m] | To<br>[m] | Red. factor<br>EI<br>[-] | Red. factor<br>max. moment<br>[-] | Note to<br>reduction factor |
|--------------|-------------|-----------|--------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|
| 1820-18      | -20,50      | 8,50      | 1,00                     | 1,00                              |                             |

| Section name | From<br>[m] | To<br>[m] | Corrected<br>stiffness EI<br>[kNm <sup>2</sup> ] | Corrected<br>max. moment<br>[kNm] |
|--------------|-------------|-----------|--------------------------------------------------|-----------------------------------|
| 1820-18      | -20,50      | 8,50      | 8,6870E+06                                       | 1,00                              |

#### 3.3 Outline



### 3.4 Horizontal Forces

| Name          | Level<br>[m] | Load<br>[kN] |
|---------------|--------------|--------------|
| Windbelasting | 6,25         | 750,00       |

### 3.5 Water Level

Water level: 0,00 [m]

### 3.6 Surface

Surface level: -7,00 [m]

### 3.7 Soil Material Properties

| Layer name           | Level<br>[m] | Unit weight                   |                             | Cohesion<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | Friction angle<br>phi<br>[deg] | Brinch<br>Hansen<br>used |
|----------------------|--------------|-------------------------------|-----------------------------|----------------------------------|--------------------------------|--------------------------|
|                      |              | Unsat<br>[kN/m <sup>3</sup> ] | Sat<br>[kN/m <sup>3</sup> ] |                                  |                                |                          |
| klei, slap (1)       | -3,60        | 14,00                         | 14,00                       | 0,00                             | 15,00                          | Yes                      |
| klei, slap (2)       | -4,30        | 14,00                         | 14,00                       | 0,00                             | 15,00                          | Yes                      |
| klei, slap (3)       | -5,00        | 14,00                         | 14,00                       | 0,00                             | 15,00                          | Yes                      |
| klei, slap (4)       | -6,00        | 14,00                         | 14,00                       | 0,00                             | 15,00                          | Yes                      |
| klei, slap (5)       | -7,00        | 14,00                         | 14,00                       | 0,00                             | 15,00                          | Yes                      |
| zand, sterk silti... | -8,20        | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 21,65                          | Yes                      |
| zand, sterk silti... | -9,00        | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 21,65                          | Yes                      |
| zand, sterk silti... | -10,00       | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 21,65                          | Yes                      |
| zand, sterk silti... | -11,00       | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 21,65                          | Yes                      |
| zand, sterk silti... | -12,00       | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 21,65                          | Yes                      |
| zand, sterk silti... | -13,00       | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 21,65                          | Yes                      |
| zand, sterk silti... | -14,00       | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 21,65                          | Yes                      |
| zand, sterk silti... | -15,00       | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 21,65                          | Yes                      |
| zand, schoon, ...    | -15,90       | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 28,47                          | Yes                      |
| zand, schoon, ...    | -17,00       | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 28,47                          | Yes                      |
| zand, schoon, ...    | -18,00       | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 28,47                          | Yes                      |
| zand, schoon, ...    | -19,00       | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 28,47                          | Yes                      |
| zand, schoon, ...    | -20,00       | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 28,47                          | Yes                      |
| zand, schoon, ...    | -21,00       | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 28,47                          | Yes                      |
| zand, sterk silti... | -21,70       | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 21,65                          | Yes                      |
| zand, sterk silti... | -23,00       | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 21,65                          | Yes                      |
| zand, sterk silti... | -24,00       | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 21,65                          | Yes                      |
| zand, schoon, ...    | -25,00       | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 28,47                          | Yes                      |
| zand, schoon, ...    | -26,00       | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 28,47                          | Yes                      |
| zand, schoon, ...    | -27,00       | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 28,47                          | Yes                      |

| Layer name           | Level<br>[m] | Earth pressure coefficients |                |                | Additional pore pressure    |                                |
|----------------------|--------------|-----------------------------|----------------|----------------|-----------------------------|--------------------------------|
|                      |              | Active<br>[-]               | Neutral<br>[-] | Passive<br>[-] | Top<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | Bottom<br>[kN/m <sup>2</sup> ] |
| klei, slap (1)       | -3,60        | 0,00                        | 0,00           | 1,54           | 0,00                        | 0,00                           |
| klei, slap (2)       | -4,30        | 0,00                        | 0,00           | 1,54           | 0,00                        | 0,00                           |
| klei, slap (3)       | -5,00        | 0,00                        | 0,00           | 1,54           | 0,00                        | 0,00                           |
| klei, slap (4)       | -6,00        | 0,00                        | 0,00           | 1,54           | 0,00                        | 0,00                           |
| klei, slap (5)       | -7,00        | 0,00                        | 0,00           | 1,65           | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, sterk silti... | -8,20        | 0,00                        | 0,00           | 3,13           | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, sterk silti... | -9,00        | 0,00                        | 0,00           | 3,39           | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, sterk silti... | -10,00       | 0,00                        | 0,00           | 3,63           | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, sterk silti... | -11,00       | 0,00                        | 0,00           | 3,85           | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, sterk silti... | -12,00       | 0,00                        | 0,00           | 4,03           | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, sterk silti... | -13,00       | 0,00                        | 0,00           | 4,20           | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, sterk silti... | -14,00       | 0,00                        | 0,00           | 4,35           | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, sterk silti... | -15,00       | 0,00                        | 0,00           | 4,47           | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, schoon, ...    | -15,90       | 0,00                        | 0,00           | 8,20           | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, schoon, ...    | -17,00       | 0,00                        | 0,00           | 8,47           | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, schoon, ...    | -18,00       | 0,00                        | 0,00           | 8,70           | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, schoon, ...    | -19,00       | 0,00                        | 0,00           | 8,91           | 0,00                        | 0,00                           |

| Layer name           | Level<br>[m] | Earth pressure coefficients |                |                | Additional pore pressure    |                                |
|----------------------|--------------|-----------------------------|----------------|----------------|-----------------------------|--------------------------------|
|                      |              | Active<br>[-]               | Neutral<br>[-] | Passive<br>[-] | Top<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | Bottom<br>[kN/m <sup>2</sup> ] |
| zand, schoon, ...    | -20,00       | 0,00                        | 0,00           | 9,11           | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, schoon, ...    | -21,00       | 0,00                        | 0,00           | 9,27           | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, sterk silti... | -21,70       | 0,00                        | 0,00           | 5,12           | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, sterk silti... | -23,00       | 0,00                        | 0,00           | 5,20           | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, sterk silti... | -24,00       | 0,00                        | 0,00           | 5,26           | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, schoon, ...    | -25,00       | 0,00                        | 0,00           | 9,93           | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, schoon, ...    | -26,00       | 0,00                        | 0,00           | 10,07          | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, schoon, ...    | -27,00       | 0,00                        | 0,00           | 28,60          | 0,00                        | 0,00                           |

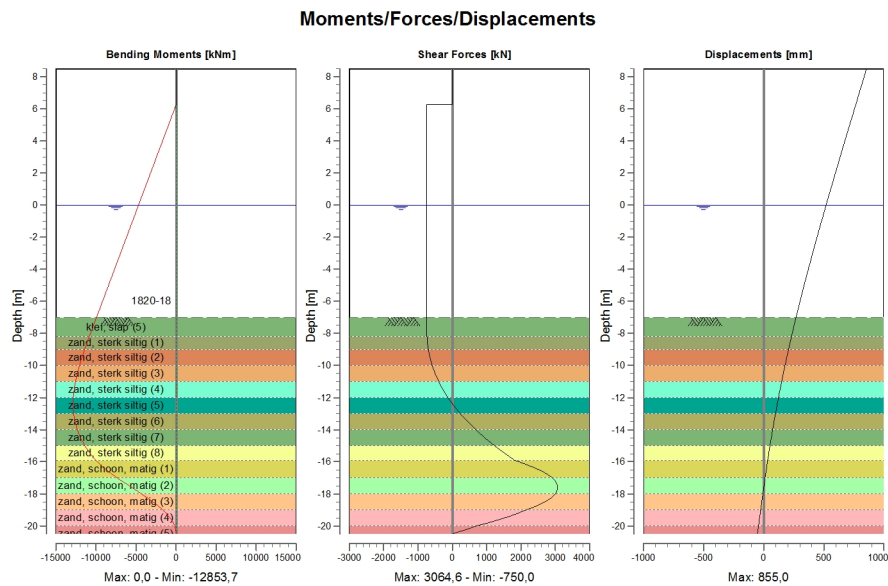
### 3.8 Modulus of Subgrade Reaction

| Layer name           | Level<br>[m] | Menard<br>used | E-Mod<br>Menard<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | Soil type<br>Menard | Branch 1                    |                                |
|----------------------|--------------|----------------|-----------------------------------------|---------------------|-----------------------------|--------------------------------|
|                      |              |                |                                         |                     | Top<br>[kN/m <sup>3</sup> ] | Bottom<br>[kN/m <sup>3</sup> ] |
| klei, slap (1)       | -3,60        | Yes            | 153,00                                  | Sand                | 423,21                      | 423,21                         |
| klei, slap (2)       | -4,30        | Yes            | 153,00                                  | Sand                | 423,21                      | 423,21                         |
| klei, slap (3)       | -5,00        | Yes            | 153,00                                  | Sand                | 423,21                      | 423,21                         |
| klei, slap (4)       | -6,00        | Yes            | 153,00                                  | Sand                | 423,21                      | 423,21                         |
| klei, slap (5)       | -7,00        | Yes            | 153,00                                  | Sand                | 423,21                      | 423,21                         |
| zand, sterk silti... | -8,20        | Yes            | 1346,00                                 | Sand                | 3723,11                     | 3723,11                        |
| zand, sterk silti... | -9,00        | Yes            | 942,00                                  | Sand                | 2605,62                     | 2605,62                        |
| zand, sterk silti... | -10,00       | Yes            | 1884,00                                 | Sand                | 5211,25                     | 5211,25                        |
| zand, sterk silti... | -11,00       | Yes            | 2692,00                                 | Sand                | 7446,22                     | 7446,22                        |
| zand, sterk silti... | -12,00       | Yes            | 2692,00                                 | Sand                | 7446,22                     | 7446,22                        |
| zand, sterk silti... | -13,00       | Yes            | 2423,00                                 | Sand                | 6702,15                     | 6702,15                        |
| zand, sterk silti... | -14,00       | Yes            | 4307,00                                 | Sand                | 11913,40                    | 11913,40                       |
| zand, sterk silti... | -15,00       | Yes            | 4561,00                                 | Sand                | 12615,98                    | 12615,98                       |
| zand, schoon, ...    | -15,90       | Yes            | 9423,00                                 | Sand                | 26064,54                    | 26064,54                       |
| zand, schoon, ...    | -17,00       | Yes            | 8346,00                                 | Sand                | 23085,49                    | 23085,49                       |
| zand, schoon, ...    | -18,00       | Yes            | 10230,00                                | Sand                | 28296,74                    | 28296,74                       |
| zand, schoon, ...    | -19,00       | Yes            | 8346,00                                 | Sand                | 23085,49                    | 23085,49                       |
| zand, schoon, ...    | -20,00       | Yes            | 5653,00                                 | Sand                | 15636,51                    | 15636,51                       |
| zand, schoon, ...    | -21,00       | Yes            | 4577,00                                 | Sand                | 12660,23                    | 12660,23                       |
| zand, sterk silti... | -21,70       | Yes            | 3230,00                                 | Sand                | 8934,36                     | 8934,36                        |
| zand, sterk silti... | -23,00       | Yes            | 4038,00                                 | Sand                | 11169,33                    | 11169,33                       |
| zand, sterk silti... | -24,00       | Yes            | 4846,00                                 | Sand                | 13404,30                    | 13404,30                       |
| zand, schoon, ...    | -25,00       | Yes            | 6730,00                                 | Sand                | 18615,55                    | 18615,55                       |
| zand, schoon, ...    | -26,00       | Yes            | 6461,00                                 | Sand                | 17871,48                    | 17871,48                       |
| zand, schoon, ...    | -27,00       | Yes            | 7700,00                                 | Sand                | 21298,62                    | 21298,62                       |

## 4 Calculation Results

Number of iterations: 7

### 4.1 Charts of Moments, Forces and Displacements



### 4.2 Moments, Forces and Displacements

| Segment number | Level [m] | Moment [kNm] | Shear force [kN] | Displacement [mm] |
|----------------|-----------|--------------|------------------|-------------------|
| 1              | 8,50      | 0,0          | 0,0              | 855,0             |
| 1              | 7,38      | 0,0          | 0,0              | 810,0             |
| 2              | 7,38      | 0,0          | 0,0              | 810,0             |
| 2              | 6,25      | 0,0          | 0,0              | 765,0             |
| 3              | 6,25      | 0,0          | -750,0           | 765,0             |
| 3              | 5,10      | -862,5       | -750,0           | 719,1             |
| 4              | 5,10      | -862,5       | -750,0           | 719,1             |
| 4              | 3,90      | -1762,5      | -750,0           | 671,2             |
| 5              | 3,90      | -1762,5      | -750,0           | 671,2             |
| 5              | 2,70      | -2662,5      | -750,0           | 623,7             |
| 6              | 2,70      | -2662,5      | -750,0           | 623,7             |
| 6              | 1,50      | -3562,5      | -750,0           | 576,6             |
| 7              | 1,50      | -3562,5      | -750,0           | 576,6             |
| 7              | 0,75      | -4125,0      | -750,0           | 547,5             |
| 8              | 0,75      | -4125,0      | -750,0           | 547,5             |
| 8              | 0,00      | -4687,5      | -750,0           | 518,6             |
| 9              | 0,00      | -4687,5      | -750,0           | 518,6             |
| 9              | -1,20     | -5587,5      | -750,0           | 473,0             |
| 10             | -1,20     | -5587,5      | -750,0           | 473,0             |
| 10             | -2,40     | -6487,5      | -750,0           | 428,4             |
| 11             | -2,40     | -6487,5      | -750,0           | 428,4             |
| 11             | -3,60     | -7387,5      | -750,0           | 384,8             |
| 12             | -3,60     | -7387,5      | -750,0           | 384,8             |
| 12             | -4,30     | -7912,5      | -750,0           | 360,0             |
| 13             | -4,30     | -7912,5      | -750,0           | 360,0             |
| 13             | -5,00     | -8437,5      | -750,0           | 335,6             |

| Segment number         | Level [m] | Moment [kNm]    | Shear force [kN] | Displacement [mm] |
|------------------------|-----------|-----------------|------------------|-------------------|
| 14                     | -5,00     | -8437,5         | -750,0           | 335,6             |
| 14                     | -6,00     | -9187,5         | -750,0           | 301,6             |
| 15                     | -6,00     | -9187,5         | -750,0           | 301,6             |
| 15                     | -7,00     | -9937,5         | -750,0           | 268,6             |
| 16                     | -7,00     | -9937,5         | -750,0           | 268,6             |
| 16                     | -8,20     | -10833,9        | -740,9           | 230,5             |
| 17                     | -8,20     | -10833,9        | -740,9           | 230,5             |
| 17                     | -9,00     | -11412,5        | -699,5           | 206,2             |
| 18                     | -9,00     | -11412,5        | -699,5           | 206,2             |
| 18                     | -10,00    | -12060,9        | -586,9           | 176,9             |
| 19                     | -10,00    | -12060,9        | -586,9           | 176,9             |
| 19                     | -11,00    | -12559,4        | -398,8           | 149,0             |
| 20                     | -11,00    | -12559,4        | -398,8           | 149,0             |
| 20                     | -12,00    | <b>-12828,9</b> | -128,3           | 122,5             |
| 21                     | -12,00    | <b>-12828,9</b> | -128,3           | 122,5             |
| 21                     | -13,00    | -12784,1        | 230,2            | 97,5              |
| 22                     | -13,00    | -12784,1        | 230,2            | 97,5              |
| 22                     | -14,00    | -12334,8        | 681,4            | 74,0              |
| 23                     | -14,00    | -12334,8        | 681,4            | 74,0              |
| 23                     | -15,00    | -11386,2        | 1229,3           | 51,9              |
| 24                     | -15,00    | -11386,2        | 1229,3           | 51,9              |
| 24                     | -15,90    | -10024,6        | 1807,7           | 33,1              |
| 25                     | -15,90    | -10025,8        | 1813,6           | 33,1              |
| 25                     | -17,00    | -7342,6         | 2918,3           | 11,5              |
| 26                     | -17,00    | -7342,0         | 2919,8           | 11,5              |
| 26                     | -18,00    | -4314,7         | <b>3003,1</b>    | -7,4              |
| 27                     | -18,00    | -4314,7         | 3003,0           | -7,4              |
| 27                     | -19,00    | -1659,7         | 2149,6           | -25,7             |
| 28                     | -19,00    | -1659,7         | 2149,5           | -25,7             |
| 28                     | -20,00    | -177,4          | 688,2            | -43,8             |
| 29                     | -20,00    | -177,4          | 688,2            | -43,8             |
| 29                     | -20,50    | 0,0             | 0,0              | -52,9             |
| Max                    |           | <b>-12828,9</b> | <b>3003,1</b>    | <b>855,0</b>      |
| Max, minor nodes incl. |           | -12853,7        | 3064,6           | 855,0             |

End of Report



project: Noodaanlanding Texel  
 project code: TEX13-1  
 part: Tijdelijke geleidepaal B

author: VERM20  
 date: 28 april 2015  
 version sheet: 0.3

## EXPLANATION

This spreadsheet verifies the cross-section of a tubular foundation pile with respect to local buckling according to the following Eurocode standards:

- NEN-EN 1993-1-1+C2:2011+NB:2011
- NEN-EN 1993-1-6:2007+C1:2009+NB:2012
- NEN-EN 1993-5:2008+C1:2009+NB:2012

## INPUT

### Partial factors

Partial factor  $\gamma_{M0}$  = 1,0 [-]  
 Partial factor  $\gamma_{M1}$  = 1,1 [-]

### Material properties

Steel grade = X65 [-]  
 Characteristic yield stress  $f_{yk}$  = 448 N/mm<sup>2</sup>  
 Design yield stress  $f_{yd}$  = 448 N/mm<sup>2</sup>  
 Young's modulus  $E$  = 210000 N/mm<sup>2</sup>  
 Fabrication tolerance quality class = Class C [-]

### Pile dimensions

Diameter  $D$  = 1820 mm  
 Wall thickness  $t$  = 18 mm  
 Pile length between boundaries  $l$  = 20 m  
 Radius of cylinder middle surface  $r$  = 901 mm

### Pile properties

D/t ratio  $D/t$  = 101,1 [-]  
 D/tε<sup>2</sup> ratio  $D/t\epsilon^2$  = 192,8 [-]  
 Class of cross-section = 4 [-]  
 Moment of inertia  $I$  = 41.365.671.779 mm<sup>4</sup>  
 Elastic section modulus  $W_{el}$  = 45.456.782 mm<sup>3</sup>  
 Plastic section modulus  $W_{pl}$  = 58.451.616 mm<sup>3</sup>

### Design values cross-sectional loads

Normal compressive force  $N_{Ed}$  = 0 kN  
 Shear force  $V_{Ed}$  = 0 kN  
 Bending moment  $M_{Ed}$  = 12829 kNm

## SUMMARY

Unity check meridional stress = 0,93 [-]  
 Unity check shear stress = 0,00 [-]  
 Unity check interaction meridional and shear stress = 0,86 [-]

project: Noodaanlanding Texel  
 project code: TEX13-1  
 part: Tijdelijke geleidepaal B

## spreadsheet LOCAL BUCKLING OF TUBULAR PILES

author: VERM20  
 date: 28 april 2015  
 version sheet: 0.3

### EXPLANATION

This spreadsheet verifies the cross-section of a tubular foundation pile with respect to local buckling according to the following Eurocode standards:

- NEN-EN 1993-1-1+C2:2011+NB:2011
- NEN-EN 1993-1-6:2007+C1:2009+NB:2012
- NEN-EN 1993-5:2008+C1:2009+NB:2012

### CALCULATION

#### General

Dimensionsless length parameter  $\omega$  = 157 [-]

#### Critical meridional buckling stresses

Type of cylinder length (meridional) = long cylinder  
 Factor  $C_x$  = 0,60 [-]  
 Elastic critical meridional buckling stress  $\sigma_{x,Rcr}$  = 1523 N/mm<sup>2</sup>

#### Critical shear buckling stresses

Type of cylinder length (shear) = medium cylinder  
 Factor  $C_\tau$  = 1,00 [-]  
 Elastic critical shear buckling stress  $\tau_{x\theta,Rcr}$  = 251 N/mm<sup>2</sup>

#### Meridional buckling parameters

Fabrication quality parameter  $Q$  = 16 [-]  
 Characteristic imperfection amplitude  $\Delta w_k$  = 7,96 mm  
 Meridional elastic imperfection reduction factor  $\alpha_x$  = 0,39 [-]  
 Meridional squash limit slenderness  $\lambda_{x0}$  = 0,20 [-]  
 Plastic range factor  $\beta$  = 0,60 [-]  
 Interaction exponent  $\eta$  = 1,0 [-]

#### Shear buckling parameters

Shear elastic imperfection reduction factor  $\alpha_\tau$  = 0,50 [-]  
 Meridional squash limit slenderness  $\lambda_{t0}$  = 0,40 [-]  
 Plastic range factor  $\beta$  = 0,60 [-]  
 Interaction exponent  $\eta$  = 1,0 [-]

#### Design values of stresses (meridional)

Due to uniform axial load  $|\sigma_{x,N}|$  = 0,0 N/mm<sup>2</sup>  
 Due to axial load from global bending  $|\sigma_{x,M}|$  = 279,5 N/mm<sup>2</sup> +  
 Total meridional stress  $|\sigma_{x,Ed}|$  = 279,5 N/mm<sup>2</sup>

#### Design values of stresses (shear)

Due to shear force  $|\tau_{x\theta,Ed}|$  = 0,0 N/mm<sup>2</sup>

#### Meridional design resistance (buckling strength)

Meridional plastic limit relative slenderness  $\lambda_{p,x}$  = 0,99 [-]  
 Meridional relative shell slenderness  $\lambda_x$  = 0,54 [-]  
 Meridional buckling reduction factor  $\chi_x$  = 0,74 [-]  
 Meridional characteristic buckling stress  $\sigma_{x,Rk}$  = 331 N/mm<sup>2</sup>  
 Meridional design buckling stress  $\sigma_{x,Rd}$  = 301 N/mm<sup>2</sup>

#### Shear design resistance (buckling strength)

Meridional plastic limit relative slenderness  $\lambda_{p,\tau}$  = 1,12 [-]  
 Meridional relative shell slenderness  $\lambda_\tau$  = 1,01 [-]  
 Meridional buckling reduction factor  $\chi_\tau$  = 0,49 [-]  
 Meridional characteristic buckling stress  $\tau_{x\theta,Rk}$  = 126 N/mm<sup>2</sup>  
 Meridional design buckling stress  $\tau_{x\theta,Rd}$  = 114 N/mm<sup>2</sup>

#### Buckling interaction parameters

For meridional stress  $k_x$  = 1,99 [-]  
 For shear stress  $k_\tau$  = 1,87 [-]

#### Stress limitation (buckling strength verification)

Unity check meridional stress = 0,93 [-]  
 Unity check shear stress = 0,00 [-]  
 Unity check interaction meridional and shear stress = 0,86 [-]

### Reference and remarks

NEN-EN 1993-1-6, Annex D, article D.1.2.1, section (2), formula (D.1)

NEN-EN 1993-1-6, Annex D, article D.1.2.1  
 Sections (4), (5) and (6), formulae (D.3), (D.5) and (D.7)  
 Section (6), formula (D.10);  $C_x = 0,6$  for long cylinders  
 Section (3), formula (D.2)

NEN-EN 1993-1-6, Annex D, article D.1.4.1  
 Sections (4), (5) and (6), formulae (D.33), (D.35) and (D.37)  
 Section (6), formula (D.38);  $C_\tau = 1,0$  for medium cylinders  
 Section (3), formula (D.32)

NEN-EN 1993-1-6, Annex D, article D.1.2.2  
 Section (2), table D.2; for Class C  
 Section (1), formula (D.15)  
 Section (1), formula (D.14)  
 Section (3), formula (D.16)  
 Section (3), formula (D.16)  
 Section (3), formula (D.16)

NEN-EN 1993-1-6, Annex D, article D.1.4.2  
 Section (1), table D.6; for Class C  
 Section (2), formula (D.39)  
 Section (2), formula (D.39)  
 Section (2), formula (D.39)

NEN-EN 1993-1-6, Annex A  
 Article A.2.1  
 Article A.2.2

NEN-EN 1993-1-6, Annex A, article A.2.7

NEN-EN 1993-1-1, article 8.5.2  
 Section (5), formula (8.16)  
 Section (6), formula (8.17)  
 Section (4), formulae (8.13), (8.14) and (8.15)  
 Section (3), formula (8.12)  
 Section (1), formula (8.11)

NEN-EN 1993-1-1, article 8.5.2  
 Section (5), formula (8.16)  
 Section (6), formula (8.17)  
 Section (4), formulae (8.13), (8.14) and (8.15)  
 Section (3), formula (8.12)  
 Section (1), formula (8.11)

NEN-EN 1993-1-1, Annex D, article D.1.6  
 Section (1), formula (D46)  
 Section (1), formula (D48)

NEN-EN 1993-1-1, article 8.5.3  
 Section (2), formula (8.18)  
 Section (2), formula (8.18)  
 Section (3), formula (8.19)

## **Report for D-Sheet Piling 9.2**

Design of Sheet Piling  
Developed by Deltares

Date of report: 4/28/2015  
Time of report: 1:21:49 PM

Date of calculation: 4/28/2015  
Time of calculation: 1:21:34 PM

Filename: P:\..\inhdocs\VO\Derde ligplaats\dsheet\geleidepaal C UGT 1820x23 X65

---

## 1 Table of Contents

|                                                 |   |
|-------------------------------------------------|---|
| 1 Table of Contents                             | 2 |
| 2 Summary                                       | 3 |
| 2.1 Overview of Maxima                          | 3 |
| 2.2 Calculation Errors                          | 3 |
| 3 Input Data                                    | 4 |
| 3.1 General Input Data                          | 4 |
| 3.2 Pile Properties                             | 4 |
| 3.3 Outline                                     | 4 |
| 3.4 Horizontal Forces                           | 5 |
| 3.5 Water Level                                 | 5 |
| 3.6 Surface                                     | 5 |
| 3.7 Soil Material Properties                    | 5 |
| 3.8 Modulus of Subgrade Reaction                | 6 |
| 4 Calculation Results                           | 7 |
| 4.1 Charts of Moments, Forces and Displacements | 7 |
| 4.2 Moments, Forces and Displacements           | 7 |

## 2 Summary

### 2.1 Overview of Maxima

| Displacement<br>[mm] | Moment<br>[kNm] | Shear force<br>[kN] | Mob. perc.<br>moment<br>[%] | Mob. perc.<br>resistance<br>[%] |
|----------------------|-----------------|---------------------|-----------------------------|---------------------------------|
| 476,8                | -12853,7        | 2177,0              | 0,0                         | 19,7                            |

### 2.2 Calculation Errors

Error

Calculated moment exceeds maximum moment in one or more stages.

### 3 Input Data

#### 3.1 General Input Data

Model Single pile; Pile loaded by forces  
 Unit weight of water 9,81 kN/m<sup>3</sup>

#### 3.2 Pile Properties

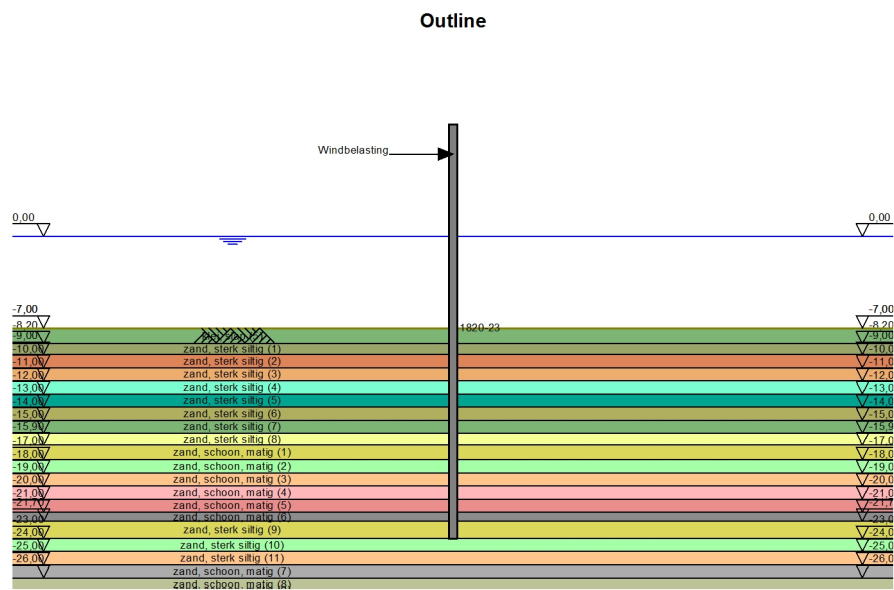
Length 31,50 m  
 Level top side 8,50 m  
 Number of sections 1

| Section name | From [m] | To [m] | Stiffness EI [kNm <sup>2</sup> ] | Diameter [m] | Maximum moment [kNm] |
|--------------|----------|--------|----------------------------------|--------------|----------------------|
| 1820-23      | -23,00   | 8,50   | 1,1008E+07                       | 1,82         | 1,00                 |

| Section name | From [m] | To [m] | Red. factor EI [-] | Red. factor max. moment [-] | Note to reduction factor |
|--------------|----------|--------|--------------------|-----------------------------|--------------------------|
| 1820-23      | -23,00   | 8,50   | 1,00               | 1,00                        |                          |

| Section name | From [m] | To [m] | Corrected stiffness EI [kNm <sup>2</sup> ] | Corrected max. moment [kNm] |
|--------------|----------|--------|--------------------------------------------|-----------------------------|
| 1820-23      | -23,00   | 8,50   | 1,1000E+07                                 | 1,00                        |

#### 3.3 Outline



### 3.4 Horizontal Forces

| Name          | Level<br>[m] | Load<br>[kN] |
|---------------|--------------|--------------|
| Windbelasting | 6,25         | 750,00       |

### 3.5 Water Level

Water level: 0,00 [m]

### 3.6 Surface

Surface level: -7,00 [m]

### 3.7 Soil Material Properties

| Layer name           | Level<br>[m] | Unit weight                   |                             | Cohesion<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | Friction angle<br>phi<br>[deg] | Brinch<br>Hansen<br>used |
|----------------------|--------------|-------------------------------|-----------------------------|----------------------------------|--------------------------------|--------------------------|
|                      |              | Unsat<br>[kN/m <sup>3</sup> ] | Sat<br>[kN/m <sup>3</sup> ] |                                  |                                |                          |
| klei, slap (1)       | -3,60        | 14,00                         | 14,00                       | 0,00                             | 15,00                          | Yes                      |
| klei, slap (2)       | -4,30        | 14,00                         | 14,00                       | 0,00                             | 15,00                          | Yes                      |
| klei, slap (3)       | -5,00        | 14,00                         | 14,00                       | 0,00                             | 15,00                          | Yes                      |
| klei, slap (4)       | -6,00        | 14,00                         | 14,00                       | 0,00                             | 15,00                          | Yes                      |
| klei, slap (5)       | -7,00        | 14,00                         | 14,00                       | 0,00                             | 15,00                          | Yes                      |
| zand, sterk silti... | -8,20        | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 21,65                          | Yes                      |
| zand, sterk silti... | -9,00        | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 21,65                          | Yes                      |
| zand, sterk silti... | -10,00       | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 21,65                          | Yes                      |
| zand, sterk silti... | -11,00       | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 21,65                          | Yes                      |
| zand, sterk silti... | -12,00       | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 21,65                          | Yes                      |
| zand, sterk silti... | -13,00       | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 21,65                          | Yes                      |
| zand, sterk silti... | -14,00       | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 21,65                          | Yes                      |
| zand, sterk silti... | -15,00       | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 21,65                          | Yes                      |
| zand, schoon, ...    | -15,90       | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 28,47                          | Yes                      |
| zand, schoon, ...    | -17,00       | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 28,47                          | Yes                      |
| zand, schoon, ...    | -18,00       | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 28,47                          | Yes                      |
| zand, schoon, ...    | -19,00       | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 28,47                          | Yes                      |
| zand, schoon, ...    | -20,00       | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 28,47                          | Yes                      |
| zand, schoon, ...    | -21,00       | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 28,47                          | Yes                      |
| zand, sterk silti... | -21,70       | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 21,65                          | Yes                      |
| zand, sterk silti... | -23,00       | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 21,65                          | Yes                      |
| zand, sterk silti... | -24,00       | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 21,65                          | Yes                      |
| zand, schoon, ...    | -25,00       | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 28,47                          | Yes                      |
| zand, schoon, ...    | -26,00       | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 28,47                          | Yes                      |
| zand, schoon, ...    | -27,00       | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 28,47                          | Yes                      |

| Layer name           | Level<br>[m] | Earth pressure coefficients |                |                | Additional pore pressure    |                                |
|----------------------|--------------|-----------------------------|----------------|----------------|-----------------------------|--------------------------------|
|                      |              | Active<br>[-]               | Neutral<br>[-] | Passive<br>[-] | Top<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | Bottom<br>[kN/m <sup>2</sup> ] |
| klei, slap (1)       | -3,60        | 0,00                        | 0,00           | 1,54           | 0,00                        | 0,00                           |
| klei, slap (2)       | -4,30        | 0,00                        | 0,00           | 1,54           | 0,00                        | 0,00                           |
| klei, slap (3)       | -5,00        | 0,00                        | 0,00           | 1,54           | 0,00                        | 0,00                           |
| klei, slap (4)       | -6,00        | 0,00                        | 0,00           | 1,54           | 0,00                        | 0,00                           |
| klei, slap (5)       | -7,00        | 0,00                        | 0,00           | 1,65           | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, sterk silti... | -8,20        | 0,00                        | 0,00           | 3,13           | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, sterk silti... | -9,00        | 0,00                        | 0,00           | 3,39           | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, sterk silti... | -10,00       | 0,00                        | 0,00           | 3,63           | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, sterk silti... | -11,00       | 0,00                        | 0,00           | 3,85           | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, sterk silti... | -12,00       | 0,00                        | 0,00           | 4,03           | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, sterk silti... | -13,00       | 0,00                        | 0,00           | 4,20           | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, sterk silti... | -14,00       | 0,00                        | 0,00           | 4,35           | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, sterk silti... | -15,00       | 0,00                        | 0,00           | 4,47           | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, schoon, ...    | -15,90       | 0,00                        | 0,00           | 8,20           | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, schoon, ...    | -17,00       | 0,00                        | 0,00           | 8,47           | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, schoon, ...    | -18,00       | 0,00                        | 0,00           | 8,70           | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, schoon, ...    | -19,00       | 0,00                        | 0,00           | 8,91           | 0,00                        | 0,00                           |

| Layer name           | Level<br>[m] | Earth pressure coefficients |                |                | Additional pore pressure    |                                |
|----------------------|--------------|-----------------------------|----------------|----------------|-----------------------------|--------------------------------|
|                      |              | Active<br>[-]               | Neutral<br>[-] | Passive<br>[-] | Top<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | Bottom<br>[kN/m <sup>2</sup> ] |
| zand, schoon, ...    | -20,00       | 0,00                        | 0,00           | 9,11           | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, schoon, ...    | -21,00       | 0,00                        | 0,00           | 9,27           | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, sterk silti... | -21,70       | 0,00                        | 0,00           | 5,12           | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, sterk silti... | -23,00       | 0,00                        | 0,00           | 5,20           | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, sterk silti... | -24,00       | 0,00                        | 0,00           | 5,26           | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, schoon, ...    | -25,00       | 0,00                        | 0,00           | 9,93           | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, schoon, ...    | -26,00       | 0,00                        | 0,00           | 10,07          | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, schoon, ...    | -27,00       | 0,00                        | 0,00           | 28,60          | 0,00                        | 0,00                           |

### 3.8 Modulus of Subgrade Reaction

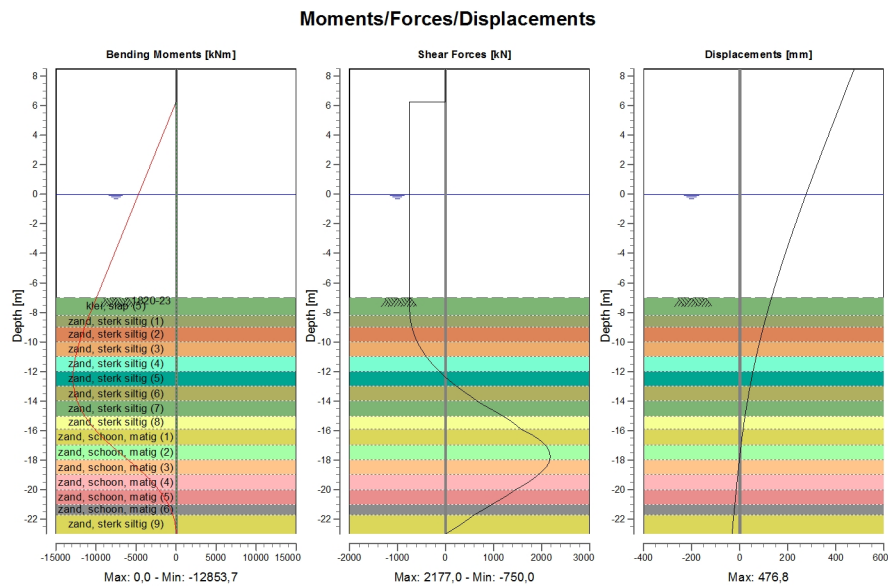
| Layer name           | Level<br>[m] | Menard<br>used | E-Mod<br>Menard<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | Soil type<br>Menard | Branch 1                    |                                |
|----------------------|--------------|----------------|-----------------------------------------|---------------------|-----------------------------|--------------------------------|
|                      |              |                |                                         |                     | Top<br>[kN/m <sup>3</sup> ] | Bottom<br>[kN/m <sup>3</sup> ] |
| klei, slap (1)       | -3,60        | Yes            | 153,00                                  | Sand                | 423,21                      | 423,21                         |
| klei, slap (2)       | -4,30        | Yes            | 153,00                                  | Sand                | 423,21                      | 423,21                         |
| klei, slap (3)       | -5,00        | Yes            | 153,00                                  | Sand                | 423,21                      | 423,21                         |
| klei, slap (4)       | -6,00        | Yes            | 153,00                                  | Sand                | 423,21                      | 423,21                         |
| klei, slap (5)       | -7,00        | Yes            | 153,00                                  | Sand                | 423,21                      | 423,21                         |
| zand, sterk silti... | -8,20        | Yes            | 1346,00                                 | Sand                | 3723,11                     | 3723,11                        |
| zand, sterk silti... | -9,00        | Yes            | 942,00                                  | Sand                | 2605,62                     | 2605,62                        |
| zand, sterk silti... | -10,00       | Yes            | 1884,00                                 | Sand                | 5211,25                     | 5211,25                        |
| zand, sterk silti... | -11,00       | Yes            | 2692,00                                 | Sand                | 7446,22                     | 7446,22                        |
| zand, sterk silti... | -12,00       | Yes            | 2692,00                                 | Sand                | 7446,22                     | 7446,22                        |
| zand, sterk silti... | -13,00       | Yes            | 2423,00                                 | Sand                | 6702,15                     | 6702,15                        |
| zand, sterk silti... | -14,00       | Yes            | 4307,00                                 | Sand                | 11913,40                    | 11913,40                       |
| zand, sterk silti... | -15,00       | Yes            | 4561,00                                 | Sand                | 12615,98                    | 12615,98                       |
| zand, schoon, ...    | -15,90       | Yes            | 9423,00                                 | Sand                | 26064,54                    | 26064,54                       |
| zand, schoon, ...    | -17,00       | Yes            | 8346,00                                 | Sand                | 23085,49                    | 23085,49                       |
| zand, schoon, ...    | -18,00       | Yes            | 10230,00                                | Sand                | 28296,74                    | 28296,74                       |
| zand, schoon, ...    | -19,00       | Yes            | 8346,00                                 | Sand                | 23085,49                    | 23085,49                       |
| zand, schoon, ...    | -20,00       | Yes            | 5653,00                                 | Sand                | 15636,51                    | 15636,51                       |
| zand, schoon, ...    | -21,00       | Yes            | 4577,00                                 | Sand                | 12660,23                    | 12660,23                       |
| zand, sterk silti... | -21,70       | Yes            | 3230,00                                 | Sand                | 8934,36                     | 8934,36                        |
| zand, sterk silti... | -23,00       | Yes            | 4038,00                                 | Sand                | 11169,33                    | 11169,33                       |
| zand, sterk silti... | -24,00       | Yes            | 4846,00                                 | Sand                | 13404,30                    | 13404,30                       |
| zand, schoon, ...    | -25,00       | Yes            | 6730,00                                 | Sand                | 18615,55                    | 18615,55                       |
| zand, schoon, ...    | -26,00       | Yes            | 6461,00                                 | Sand                | 17871,48                    | 17871,48                       |
| zand, schoon, ...    | -27,00       | Yes            | 7700,00                                 | Sand                | 21298,62                    | 21298,62                       |



## 4 Calculation Results

Number of iterations: 5

### 4.1 Charts of Moments, Forces and Displacements



### 4.2 Moments, Forces and Displacements

| Segment number | Level [m] | Moment [kNm] | Shear force [kN] | Displacement [mm] |
|----------------|-----------|--------------|------------------|-------------------|
| 1              | 8,50      | 0,0          | 0,0              | 476,8             |
| 1              | 7,38      | 0,0          | 0,0              | 449,9             |
| 2              | 7,38      | 0,0          | 0,0              | 449,9             |
| 2              | 6,25      | 0,0          | 0,0              | 422,9             |
| 3              | 6,25      | 0,0          | -750,0           | 422,9             |
| 3              | 5,10      | -862,5       | -750,0           | 395,4             |
| 4              | 5,10      | -862,5       | -750,0           | 395,4             |
| 4              | 3,90      | -1762,5      | -750,0           | 366,8             |
| 5              | 3,90      | -1762,5      | -750,0           | 366,8             |
| 5              | 2,70      | -2662,5      | -750,0           | 338,5             |
| 6              | 2,70      | -2662,5      | -750,0           | 338,5             |
| 6              | 1,50      | -3562,5      | -750,0           | 310,5             |
| 7              | 1,50      | -3562,5      | -750,0           | 310,5             |
| 7              | 0,00      | -4687,5      | -750,0           | 276,1             |
| 8              | 0,00      | -4687,5      | -750,0           | 276,1             |
| 8              | -1,20     | -5587,5      | -750,0           | 249,3             |
| 9              | -1,20     | -5587,5      | -750,0           | 249,3             |
| 9              | -2,40     | -6487,5      | -750,0           | 223,3             |
| 10             | -2,40     | -6487,5      | -750,0           | 223,3             |
| 10             | -3,60     | -7387,5      | -750,0           | 198,1             |
| 11             | -3,60     | -7387,5      | -750,0           | 198,1             |
| 11             | -4,30     | -7912,5      | -750,0           | 183,8             |
| 12             | -4,30     | -7912,5      | -750,0           | 183,8             |
| 12             | -5,00     | -8437,5      | -750,0           | 169,9             |
| 13             | -5,00     | -8437,5      | -750,0           | 169,9             |
| 13             | -6,00     | -9187,5      | -750,0           | 150,7             |

| Segment number         | Level [m] | Moment [kNm]    | Shear force [kN] | Displacement [mm] |
|------------------------|-----------|-----------------|------------------|-------------------|
| 14                     | -6,00     | -9187,5         | -750,0           | 150,7             |
| 14                     | -7,00     | -9937,5         | -750,0           | 132,3             |
| 15                     | -7,00     | -9937,5         | -750,0           | 132,3             |
| 15                     | -8,20     | -10833,9        | -740,9           | 111,4             |
| 16                     | -8,20     | -10833,9        | -740,9           | 111,4             |
| 16                     | -9,00     | -11412,5        | -699,5           | 98,3              |
| 17                     | -9,00     | -11412,5        | -699,5           | 98,3              |
| 17                     | -10,00    | -12060,9        | -586,9           | 82,8              |
| 18                     | -10,00    | -12060,9        | -586,9           | 82,8              |
| 18                     | -11,00    | -12559,4        | -398,8           | 68,4              |
| 19                     | -11,00    | -12559,4        | -398,8           | 68,4              |
| 19                     | -12,00    | <b>-12828,9</b> | -128,3           | 55,1              |
| 20                     | -12,00    | <b>-12828,9</b> | -128,3           | 55,1              |
| 20                     | -13,00    | -12784,1        | 230,2            | 43,1              |
| 21                     | -13,00    | -12784,3        | 230,6            | 43,1              |
| 21                     | -14,00    | -12338,7        | 657,5            | 32,1              |
| 22                     | -14,00    | -12338,6        | 658,3            | 32,1              |
| 22                     | -15,00    | -11415,8        | 1186,2           | 22,3              |
| 23                     | -15,00    | -11415,6        | 1187,3           | 22,3              |
| 23                     | -15,90    | -10164,7        | 1565,2           | 14,4              |
| 24                     | -15,90    | -10164,7        | 1565,1           | 14,4              |
| 24                     | -17,00    | -8116,0         | 2084,2           | 5,7               |
| 25                     | -17,00    | -8116,0         | 2084,0           | 5,7               |
| 25                     | -18,00    | -5963,7         | <b>2170,5</b>    | -1,5              |
| 26                     | -18,00    | -5963,7         | 2170,4           | -1,5              |
| 26                     | -19,00    | -3888,4         | 1923,7           | -8,1              |
| 27                     | -19,00    | -3888,4         | 1923,6           | -8,1              |
| 27                     | -20,00    | -2178,1         | 1453,4           | -14,3             |
| 28                     | -20,00    | -2178,1         | 1453,4           | -14,3             |
| 28                     | -21,00    | -956,8          | 960,5            | -20,3             |
| 29                     | -21,00    | -956,8          | 960,5            | -20,3             |
| 29                     | -21,70    | -407,0          | 599,1            | -24,5             |
| 30                     | -21,70    | -407,0          | 599,1            | -24,5             |
| 30                     | -23,00    | 0,0             | 0,0              | -32,2             |
| Max                    |           | <b>-12828,9</b> | <b>2170,5</b>    | <b>476,8</b>      |
| Max, minor nodes incl. |           | -12853,7        | 2177,0           | 476,8             |

**End of Report**

## **Report for D-Sheet Piling 9.2**

Design of Sheet Piling  
Developed by Deltares

Date of report: 4/28/2015  
Time of report: 12:13:33 PM

Date of calculation: 4/28/2015  
Time of calculation: 12:13:08 PM

Filename: P:\..\inhdocs\VO\Derde ligplaats\dsheet\geleidepaal C UGT 1820x23 X65

---

## 1 Table of Contents

|                                                 |   |
|-------------------------------------------------|---|
| 1 Table of Contents                             | 2 |
| 2 Summary                                       | 3 |
| 2.1 Overview of Maxima                          | 3 |
| 2.2 Calculation Errors                          | 3 |
| 3 Input Data                                    | 4 |
| 3.1 General Input Data                          | 4 |
| 3.2 Pile Properties                             | 4 |
| 3.3 Outline                                     | 4 |
| 3.4 Horizontal Forces                           | 5 |
| 3.5 Water Level                                 | 5 |
| 3.6 Surface                                     | 5 |
| 3.7 Soil Material Properties                    | 5 |
| 3.8 Modulus of Subgrade Reaction                | 6 |
| 4 Calculation Results                           | 7 |
| 4.1 Charts of Moments, Forces and Displacements | 7 |
| 4.2 Moments, Forces and Displacements           | 7 |

## 2 Summary

### 2.1 Overview of Maxima

| Displacement<br>[mm] | Moment<br>[kNm] | Shear force<br>[kN] | Mob. perc.<br>moment<br>[%] | Mob. perc.<br>resistance<br>[%] |
|----------------------|-----------------|---------------------|-----------------------------|---------------------------------|
| 848,0                | -18272,3        | 3550,2              | 0,0                         | 31,3                            |

### 2.2 Calculation Errors

Error

Calculated moment exceeds maximum moment in one or more stages.

### 3 Input Data

#### 3.1 General Input Data

Model Single pile; Pile loaded by forces  
 Unit weight of water 9,81 kN/m<sup>3</sup>

#### 3.2 Pile Properties

Length 31,50 m  
 Level top side 8,50 m  
 Number of sections 1

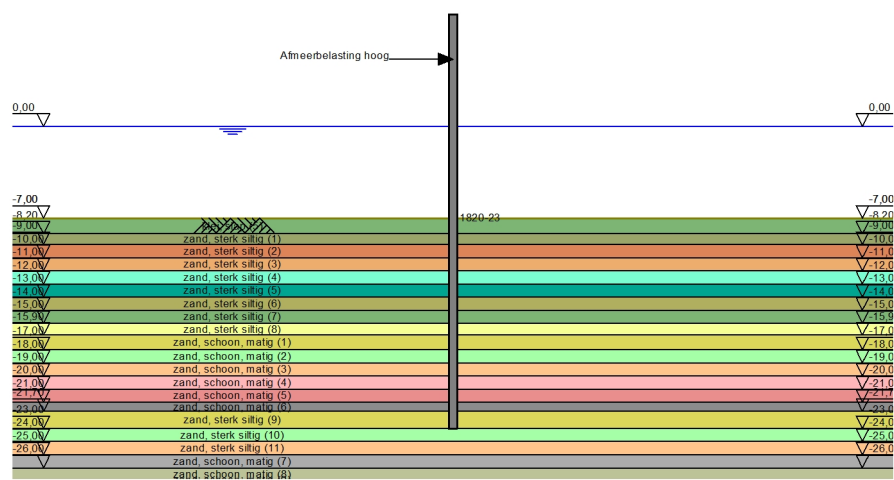
| Section name | From [m] | To [m] | Stiffness EI [kNm <sup>2</sup> ] | Diameter [m] | Maximum moment [kNm] |
|--------------|----------|--------|----------------------------------|--------------|----------------------|
| 1820-23      | -23,00   | 8,50   | 1,1008E+07                       | 1,82         | 1,00                 |

| Section name | From [m] | To [m] | Red. factor EI [-] | Red. factor max. moment [-] | Note to reduction factor |
|--------------|----------|--------|--------------------|-----------------------------|--------------------------|
| 1820-23      | -23,00   | 8,50   | 1,00               | 1,00                        |                          |

| Section name | From [m] | To [m] | Corrected stiffness EI [kNm <sup>2</sup> ] | Corrected max. moment [kNm] |
|--------------|----------|--------|--------------------------------------------|-----------------------------|
| 1820-23      | -23,00   | 8,50   | 1,1000E+07                                 | 1,00                        |

#### 3.3 Outline

Outline



### 3.4 Horizontal Forces

| Name               | Level<br>[m] | Load<br>[kN] |
|--------------------|--------------|--------------|
| Afmeerbelasting... | 5,10         | 1100,00      |

### 3.5 Water Level

Water level: 0,00 [m]

### 3.6 Surface

Surface level: -7,00 [m]

### 3.7 Soil Material Properties

| Layer name           | Level<br>[m] | Unit weight                   |                             | Cohesion<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | Friction angle<br>phi<br>[deg] | Brinch<br>Hansen<br>used |
|----------------------|--------------|-------------------------------|-----------------------------|----------------------------------|--------------------------------|--------------------------|
|                      |              | Unsat<br>[kN/m <sup>3</sup> ] | Sat<br>[kN/m <sup>3</sup> ] |                                  |                                |                          |
| klei, slap (1)       | -3,60        | 14,00                         | 14,00                       | 0,00                             | 15,00                          | Yes                      |
| klei, slap (2)       | -4,30        | 14,00                         | 14,00                       | 0,00                             | 15,00                          | Yes                      |
| klei, slap (3)       | -5,00        | 14,00                         | 14,00                       | 0,00                             | 15,00                          | Yes                      |
| klei, slap (4)       | -6,00        | 14,00                         | 14,00                       | 0,00                             | 15,00                          | Yes                      |
| klei, slap (5)       | -7,00        | 14,00                         | 14,00                       | 0,00                             | 15,00                          | Yes                      |
| zand, sterk silti... | -8,20        | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 21,65                          | Yes                      |
| zand, sterk silti... | -9,00        | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 21,65                          | Yes                      |
| zand, sterk silti... | -10,00       | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 21,65                          | Yes                      |
| zand, sterk silti... | -11,00       | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 21,65                          | Yes                      |
| zand, sterk silti... | -12,00       | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 21,65                          | Yes                      |
| zand, sterk silti... | -13,00       | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 21,65                          | Yes                      |
| zand, sterk silti... | -14,00       | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 21,65                          | Yes                      |
| zand, sterk silti... | -15,00       | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 21,65                          | Yes                      |
| zand, schoon, ...    | -15,90       | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 28,47                          | Yes                      |
| zand, schoon, ...    | -17,00       | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 28,47                          | Yes                      |
| zand, schoon, ...    | -18,00       | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 28,47                          | Yes                      |
| zand, schoon, ...    | -19,00       | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 28,47                          | Yes                      |
| zand, schoon, ...    | -20,00       | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 28,47                          | Yes                      |
| zand, schoon, ...    | -21,00       | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 28,47                          | Yes                      |
| zand, sterk silti... | -21,70       | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 21,65                          | Yes                      |
| zand, sterk silti... | -23,00       | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 21,65                          | Yes                      |
| zand, sterk silti... | -24,00       | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 21,65                          | Yes                      |
| zand, schoon, ...    | -25,00       | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 28,47                          | Yes                      |
| zand, schoon, ...    | -26,00       | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 28,47                          | Yes                      |
| zand, schoon, ...    | -27,00       | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 28,47                          | Yes                      |

| Layer name           | Level<br>[m] | Earth pressure coefficients |                |                | Additional pore pressure    |                                |
|----------------------|--------------|-----------------------------|----------------|----------------|-----------------------------|--------------------------------|
|                      |              | Active<br>[-]               | Neutral<br>[-] | Passive<br>[-] | Top<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | Bottom<br>[kN/m <sup>2</sup> ] |
| klei, slap (1)       | -3,60        | 0,00                        | 0,00           | 1,54           | 0,00                        | 0,00                           |
| klei, slap (2)       | -4,30        | 0,00                        | 0,00           | 1,54           | 0,00                        | 0,00                           |
| klei, slap (3)       | -5,00        | 0,00                        | 0,00           | 1,54           | 0,00                        | 0,00                           |
| klei, slap (4)       | -6,00        | 0,00                        | 0,00           | 1,54           | 0,00                        | 0,00                           |
| klei, slap (5)       | -7,00        | 0,00                        | 0,00           | 1,65           | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, sterk silti... | -8,20        | 0,00                        | 0,00           | 3,13           | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, sterk silti... | -9,00        | 0,00                        | 0,00           | 3,39           | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, sterk silti... | -10,00       | 0,00                        | 0,00           | 3,63           | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, sterk silti... | -11,00       | 0,00                        | 0,00           | 3,85           | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, sterk silti... | -12,00       | 0,00                        | 0,00           | 4,03           | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, sterk silti... | -13,00       | 0,00                        | 0,00           | 4,20           | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, sterk silti... | -14,00       | 0,00                        | 0,00           | 4,35           | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, sterk silti... | -15,00       | 0,00                        | 0,00           | 4,47           | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, schoon, ...    | -15,90       | 0,00                        | 0,00           | 8,20           | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, schoon, ...    | -17,00       | 0,00                        | 0,00           | 8,47           | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, schoon, ...    | -18,00       | 0,00                        | 0,00           | 8,70           | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, schoon, ...    | -19,00       | 0,00                        | 0,00           | 8,91           | 0,00                        | 0,00                           |

| Layer name           | Level<br>[m] | Earth pressure coefficients |                |                | Additional pore pressure    |                                |
|----------------------|--------------|-----------------------------|----------------|----------------|-----------------------------|--------------------------------|
|                      |              | Active<br>[-]               | Neutral<br>[-] | Passive<br>[-] | Top<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | Bottom<br>[kN/m <sup>2</sup> ] |
| zand, schoon, ...    | -20,00       | 0,00                        | 0,00           | 9,11           | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, schoon, ...    | -21,00       | 0,00                        | 0,00           | 9,27           | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, sterk silti... | -21,70       | 0,00                        | 0,00           | 5,12           | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, sterk silti... | -23,00       | 0,00                        | 0,00           | 5,20           | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, sterk silti... | -24,00       | 0,00                        | 0,00           | 5,26           | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, schoon, ...    | -25,00       | 0,00                        | 0,00           | 9,93           | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, schoon, ...    | -26,00       | 0,00                        | 0,00           | 10,07          | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, schoon, ...    | -27,00       | 0,00                        | 0,00           | 28,60          | 0,00                        | 0,00                           |

### 3.8 Modulus of Subgrade Reaction

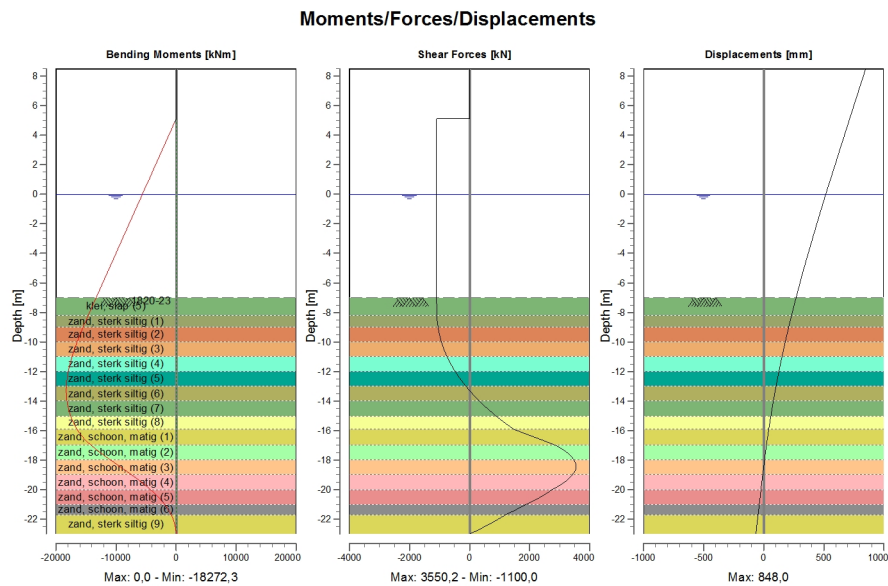
| Layer name           | Level<br>[m] | Menard<br>used | E-Mod<br>Menard<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | Soil type<br>Menard | Branch 1                    |                                |
|----------------------|--------------|----------------|-----------------------------------------|---------------------|-----------------------------|--------------------------------|
|                      |              |                |                                         |                     | Top<br>[kN/m <sup>3</sup> ] | Bottom<br>[kN/m <sup>3</sup> ] |
| klei, slap (1)       | -3,60        | Yes            | 153,00                                  | Sand                | 423,21                      | 423,21                         |
| klei, slap (2)       | -4,30        | Yes            | 153,00                                  | Sand                | 423,21                      | 423,21                         |
| klei, slap (3)       | -5,00        | Yes            | 153,00                                  | Sand                | 423,21                      | 423,21                         |
| klei, slap (4)       | -6,00        | Yes            | 153,00                                  | Sand                | 423,21                      | 423,21                         |
| klei, slap (5)       | -7,00        | Yes            | 153,00                                  | Sand                | 423,21                      | 423,21                         |
| zand, sterk silti... | -8,20        | Yes            | 1346,00                                 | Sand                | 3723,11                     | 3723,11                        |
| zand, sterk silti... | -9,00        | Yes            | 942,00                                  | Sand                | 2605,62                     | 2605,62                        |
| zand, sterk silti... | -10,00       | Yes            | 1884,00                                 | Sand                | 5211,25                     | 5211,25                        |
| zand, sterk silti... | -11,00       | Yes            | 2692,00                                 | Sand                | 7446,22                     | 7446,22                        |
| zand, sterk silti... | -12,00       | Yes            | 2692,00                                 | Sand                | 7446,22                     | 7446,22                        |
| zand, sterk silti... | -13,00       | Yes            | 2423,00                                 | Sand                | 6702,15                     | 6702,15                        |
| zand, sterk silti... | -14,00       | Yes            | 4307,00                                 | Sand                | 11913,40                    | 11913,40                       |
| zand, sterk silti... | -15,00       | Yes            | 4561,00                                 | Sand                | 12615,98                    | 12615,98                       |
| zand, schoon, ...    | -15,90       | Yes            | 9423,00                                 | Sand                | 26064,54                    | 26064,54                       |
| zand, schoon, ...    | -17,00       | Yes            | 8346,00                                 | Sand                | 23085,49                    | 23085,49                       |
| zand, schoon, ...    | -18,00       | Yes            | 10230,00                                | Sand                | 28296,74                    | 28296,74                       |
| zand, schoon, ...    | -19,00       | Yes            | 8346,00                                 | Sand                | 23085,49                    | 23085,49                       |
| zand, schoon, ...    | -20,00       | Yes            | 5653,00                                 | Sand                | 15636,51                    | 15636,51                       |
| zand, schoon, ...    | -21,00       | Yes            | 4577,00                                 | Sand                | 12660,23                    | 12660,23                       |
| zand, sterk silti... | -21,70       | Yes            | 3230,00                                 | Sand                | 8934,36                     | 8934,36                        |
| zand, sterk silti... | -23,00       | Yes            | 4038,00                                 | Sand                | 11169,33                    | 11169,33                       |
| zand, sterk silti... | -24,00       | Yes            | 4846,00                                 | Sand                | 13404,30                    | 13404,30                       |
| zand, schoon, ...    | -25,00       | Yes            | 6730,00                                 | Sand                | 18615,55                    | 18615,55                       |
| zand, schoon, ...    | -26,00       | Yes            | 6461,00                                 | Sand                | 17871,48                    | 17871,48                       |
| zand, schoon, ...    | -27,00       | Yes            | 7700,00                                 | Sand                | 21298,62                    | 21298,62                       |



## 4 Calculation Results

Number of iterations: 6

### 4.1 Charts of Moments, Forces and Displacements



### 4.2 Moments, Forces and Displacements

| Segment number | Level [m] | Moment [kNm] | Shear force [kN] | Displacement [mm] |
|----------------|-----------|--------------|------------------|-------------------|
| 1              | 8,50      | 0,0          | 0,0              | <b>848,0</b>      |
| 1              | 7,38      | 0,0          | 0,0              | 803,8             |
| 2              | 7,38      | 0,0          | 0,0              | 803,8             |
| 2              | 6,25      | 0,0          | 0,0              | 759,7             |
| 3              | 6,25      | 0,0          | 0,0              | 759,7             |
| 3              | 5,10      | 0,0          | 0,0              | 714,5             |
| 4              | 5,10      | 0,0          | -1100,0          | 714,5             |
| 4              | 3,90      | -1320,0      | -1100,0          | 667,4             |
| 5              | 3,90      | -1320,0      | -1100,0          | 667,4             |
| 5              | 2,70      | -2640,0      | -1100,0          | 620,5             |
| 6              | 2,70      | -2640,0      | -1100,0          | 620,5             |
| 6              | 1,50      | -3960,0      | -1100,0          | 573,9             |
| 7              | 1,50      | -3960,0      | -1100,0          | 573,9             |
| 7              | 0,00      | -5610,0      | -1100,0          | 516,4             |
| 8              | 0,00      | -5610,0      | -1100,0          | 516,4             |
| 8              | -1,20     | -6930,0      | -1100,0          | 471,3             |
| 9              | -1,20     | -6930,0      | -1100,0          | 471,3             |
| 9              | -2,40     | -8250,0      | -1100,0          | 427,0             |
| 10             | -2,40     | -8250,0      | -1100,0          | 427,0             |
| 10             | -3,60     | -9570,0      | -1100,0          | 383,8             |
| 11             | -3,60     | -9570,0      | -1100,0          | 383,8             |
| 11             | -4,30     | -10340,0     | -1100,0          | 359,2             |
| 12             | -4,30     | -10340,0     | -1100,0          | 359,2             |
| 12             | -5,00     | -11110,0     | -1100,0          | 335,1             |
| 13             | -5,00     | -11110,0     | -1100,0          | 335,1             |
| 13             | -6,00     | -12210,0     | -1100,0          | 301,4             |

| Segment number         | Level [m] | Moment [kNm]    | Shear force [kN] | Displacement [mm] |
|------------------------|-----------|-----------------|------------------|-------------------|
| 14                     | -6,00     | -12210,0        | -1100,0          | 301,4             |
| 14                     | -7,00     | -13310,0        | -1100,0          | 268,9             |
| 15                     | -7,00     | -13310,0        | -1100,0          | 268,9             |
| 15                     | -8,20     | -14626,4        | -1090,9          | 231,4             |
| 16                     | -8,20     | -14626,4        | -1090,9          | 231,4             |
| 16                     | -9,00     | -15485,0        | -1049,5          | 207,5             |
| 17                     | -9,00     | -15485,0        | -1049,5          | 207,5             |
| 17                     | -10,00    | -16483,4        | -936,9           | 178,9             |
| 18                     | -10,00    | -16483,4        | -936,9           | 178,9             |
| 18                     | -11,00    | -17331,9        | -748,8           | 151,8             |
| 19                     | -11,00    | -17331,9        | -748,8           | 151,8             |
| 19                     | -12,00    | -17951,4        | -478,3           | 126,2             |
| 20                     | -12,00    | -17951,4        | -478,3           | 126,2             |
| 20                     | -13,00    | <b>-18256,6</b> | -119,8           | 102,3             |
| 21                     | -13,00    | <b>-18256,6</b> | -119,8           | 102,3             |
| 21                     | -14,00    | -18157,3        | 331,4            | 80,0              |
| 22                     | -14,00    | -18157,3        | 331,4            | 80,0              |
| 22                     | -15,00    | -17558,7        | 879,3            | 59,4              |
| 23                     | -15,00    | -17558,7        | 879,3            | 59,4              |
| 23                     | -15,90    | -16512,1        | 1457,7           | 42,2              |
| 24                     | -15,90    | -16512,6        | 1459,1           | 42,2              |
| 24                     | -17,00    | -14128,1        | 2859,8           | 22,8              |
| 25                     | -17,00    | -14127,0        | 2864,8           | 22,8              |
| 25                     | -18,00    | -10898,1        | <b>3479,1</b>    | 6,6               |
| 26                     | -18,00    | -10898,1        | 3479,0           | 6,6               |
| 26                     | -19,00    | -7382,7         | 3420,6           | -8,7              |
| 27                     | -19,00    | -7382,7         | 3420,5           | -8,7              |
| 27                     | -20,00    | -4248,5         | 2745,7           | -23,3             |
| 28                     | -20,00    | -4248,5         | 2745,7           | -23,3             |
| 28                     | -21,00    | -1902,5         | 1878,9           | -37,5             |
| 29                     | -21,00    | -1902,5         | 1878,9           | -37,5             |
| 29                     | -21,70    | -817,7          | 1193,9           | -47,4             |
| 30                     | -21,70    | -817,7          | 1193,9           | -47,4             |
| 30                     | -23,00    | 0,0             | 0,0              | -65,6             |
| Max                    |           | <b>-18256,6</b> | <b>3479,1</b>    | <b>848,0</b>      |
| Max, minor nodes incl. |           | -18272,3        | 3550,2           | 848,0             |

**End of Report**

## **Report for D-Sheet Piling 9.2**

Design of Sheet Pilings  
Developed by Deltares

Date of report: 4/28/2015  
Time of report: 12:13:03 PM

Date of calculation: 4/28/2015  
Time of calculation: 12:12:47 PM

Filename: P:\..\inhdocs\VO\Derde ligplaats\dsheet\geleidepaal C UGT 1820x23 X65

---

## 1 Table of Contents

|                                                 |   |
|-------------------------------------------------|---|
| 1 Table of Contents                             | 2 |
| 2 Summary                                       | 3 |
| 2.1 Overview of Maxima                          | 3 |
| 2.2 Calculation Errors                          | 3 |
| 3 Input Data                                    | 4 |
| 3.1 General Input Data                          | 4 |
| 3.2 Pile Properties                             | 4 |
| 3.3 Outline                                     | 4 |
| 3.4 Horizontal Forces                           | 5 |
| 3.5 Water Level                                 | 5 |
| 3.6 Surface                                     | 5 |
| 3.7 Soil Material Properties                    | 5 |
| 3.8 Modulus of Subgrade Reaction                | 6 |
| 4 Calculation Results                           | 7 |
| 4.1 Charts of Moments, Forces and Displacements | 7 |
| 4.2 Moments, Forces and Displacements           | 7 |

## 2 Summary

### 2.1 Overview of Maxima

| Displacement<br>[mm] | Moment<br>[kNm] | Shear force<br>[kN] | Mob. perc.<br>moment<br>[%] | Mob. perc.<br>resistance<br>[%] |
|----------------------|-----------------|---------------------|-----------------------------|---------------------------------|
| 805,3                | -17313,9        | 3463,7              | 0,0                         | 32,1                            |

### 2.2 Calculation Errors

Error

Calculated moment exceeds maximum moment in one or more stages.

### 3 Input Data

#### 3.1 General Input Data

Model Single pile; Pile loaded by forces  
 Unit weight of water 9,81 kN/m<sup>3</sup>

#### 3.2 Pile Properties

Length 31,50 m  
 Level top side 8,50 m  
 Number of sections 1

| Section name | From [m] | To [m] | Stiffness EI [kNm <sup>2</sup> ] | Diameter [m] | Maximum moment [kNm] |
|--------------|----------|--------|----------------------------------|--------------|----------------------|
| 1820-23      | -23,00   | 8,50   | 1,1008E+07                       | 1,82         | 1,00                 |

| Section name | From [m] | To [m] | Red. factor EI [-] | Red. factor max. moment [-] | Note to reduction factor |
|--------------|----------|--------|--------------------|-----------------------------|--------------------------|
| 1820-23      | -23,00   | 8,50   | 1,00               | 1,00                        |                          |

| Section name | From [m] | To [m] | Corrected stiffness EI [kNm <sup>2</sup> ] | Corrected max. moment [kNm] |
|--------------|----------|--------|--------------------------------------------|-----------------------------|
| 1820-23      | -23,00   | 8,50   | 1,1000E+07                                 | 1,00                        |

#### 3.3 Outline

Outline



### 3.4 Horizontal Forces

| Name               | Level<br>[m] | Load<br>[kN] |
|--------------------|--------------|--------------|
| Afmeerbelasting... | 1,50         | 1300,00      |

### 3.5 Water Level

Water level: 0,00 [m]

### 3.6 Surface

Surface level: -7,00 [m]

### 3.7 Soil Material Properties

| Layer name           | Level<br>[m] | Unit weight                   |                             | Cohesion<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | Friction angle<br>phi<br>[deg] | Brinch<br>Hansen<br>used |
|----------------------|--------------|-------------------------------|-----------------------------|----------------------------------|--------------------------------|--------------------------|
|                      |              | Unsat<br>[kN/m <sup>3</sup> ] | Sat<br>[kN/m <sup>3</sup> ] |                                  |                                |                          |
| klei, slap (1)       | -3,60        | 14,00                         | 14,00                       | 0,00                             | 15,00                          | Yes                      |
| klei, slap (2)       | -4,30        | 14,00                         | 14,00                       | 0,00                             | 15,00                          | Yes                      |
| klei, slap (3)       | -5,00        | 14,00                         | 14,00                       | 0,00                             | 15,00                          | Yes                      |
| klei, slap (4)       | -6,00        | 14,00                         | 14,00                       | 0,00                             | 15,00                          | Yes                      |
| klei, slap (5)       | -7,00        | 14,00                         | 14,00                       | 0,00                             | 15,00                          | Yes                      |
| zand, sterk silti... | -8,20        | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 21,65                          | Yes                      |
| zand, sterk silti... | -9,00        | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 21,65                          | Yes                      |
| zand, sterk silti... | -10,00       | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 21,65                          | Yes                      |
| zand, sterk silti... | -11,00       | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 21,65                          | Yes                      |
| zand, sterk silti... | -12,00       | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 21,65                          | Yes                      |
| zand, sterk silti... | -13,00       | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 21,65                          | Yes                      |
| zand, sterk silti... | -14,00       | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 21,65                          | Yes                      |
| zand, sterk silti... | -15,00       | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 21,65                          | Yes                      |
| zand, schoon, ...    | -15,90       | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 28,47                          | Yes                      |
| zand, schoon, ...    | -17,00       | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 28,47                          | Yes                      |
| zand, schoon, ...    | -18,00       | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 28,47                          | Yes                      |
| zand, schoon, ...    | -19,00       | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 28,47                          | Yes                      |
| zand, schoon, ...    | -20,00       | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 28,47                          | Yes                      |
| zand, schoon, ...    | -21,00       | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 28,47                          | Yes                      |
| zand, sterk silti... | -21,70       | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 21,65                          | Yes                      |
| zand, sterk silti... | -23,00       | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 21,65                          | Yes                      |
| zand, sterk silti... | -24,00       | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 21,65                          | Yes                      |
| zand, schoon, ...    | -25,00       | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 28,47                          | Yes                      |
| zand, schoon, ...    | -26,00       | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 28,47                          | Yes                      |
| zand, schoon, ...    | -27,00       | 18,00                         | 20,00                       | 0,00                             | 28,47                          | Yes                      |

| Layer name           | Level<br>[m] | Earth pressure coefficients |                |                | Additional pore pressure    |                                |
|----------------------|--------------|-----------------------------|----------------|----------------|-----------------------------|--------------------------------|
|                      |              | Active<br>[-]               | Neutral<br>[-] | Passive<br>[-] | Top<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | Bottom<br>[kN/m <sup>2</sup> ] |
| klei, slap (1)       | -3,60        | 0,00                        | 0,00           | 1,54           | 0,00                        | 0,00                           |
| klei, slap (2)       | -4,30        | 0,00                        | 0,00           | 1,54           | 0,00                        | 0,00                           |
| klei, slap (3)       | -5,00        | 0,00                        | 0,00           | 1,54           | 0,00                        | 0,00                           |
| klei, slap (4)       | -6,00        | 0,00                        | 0,00           | 1,54           | 0,00                        | 0,00                           |
| klei, slap (5)       | -7,00        | 0,00                        | 0,00           | 1,65           | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, sterk silti... | -8,20        | 0,00                        | 0,00           | 3,13           | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, sterk silti... | -9,00        | 0,00                        | 0,00           | 3,39           | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, sterk silti... | -10,00       | 0,00                        | 0,00           | 3,63           | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, sterk silti... | -11,00       | 0,00                        | 0,00           | 3,85           | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, sterk silti... | -12,00       | 0,00                        | 0,00           | 4,03           | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, sterk silti... | -13,00       | 0,00                        | 0,00           | 4,20           | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, sterk silti... | -14,00       | 0,00                        | 0,00           | 4,35           | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, sterk silti... | -15,00       | 0,00                        | 0,00           | 4,47           | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, schoon, ...    | -15,90       | 0,00                        | 0,00           | 8,20           | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, schoon, ...    | -17,00       | 0,00                        | 0,00           | 8,47           | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, schoon, ...    | -18,00       | 0,00                        | 0,00           | 8,70           | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, schoon, ...    | -19,00       | 0,00                        | 0,00           | 8,91           | 0,00                        | 0,00                           |

| Layer name           | Level<br>[m] | Earth pressure coefficients |                |                | Additional pore pressure    |                                |
|----------------------|--------------|-----------------------------|----------------|----------------|-----------------------------|--------------------------------|
|                      |              | Active<br>[-]               | Neutral<br>[-] | Passive<br>[-] | Top<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | Bottom<br>[kN/m <sup>2</sup> ] |
| zand, schoon, ...    | -20,00       | 0,00                        | 0,00           | 9,11           | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, schoon, ...    | -21,00       | 0,00                        | 0,00           | 9,27           | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, sterk silti... | -21,70       | 0,00                        | 0,00           | 5,12           | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, sterk silti... | -23,00       | 0,00                        | 0,00           | 5,20           | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, sterk silti... | -24,00       | 0,00                        | 0,00           | 5,26           | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, schoon, ...    | -25,00       | 0,00                        | 0,00           | 9,93           | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, schoon, ...    | -26,00       | 0,00                        | 0,00           | 10,07          | 0,00                        | 0,00                           |
| zand, schoon, ...    | -27,00       | 0,00                        | 0,00           | 28,60          | 0,00                        | 0,00                           |

### 3.8 Modulus of Subgrade Reaction

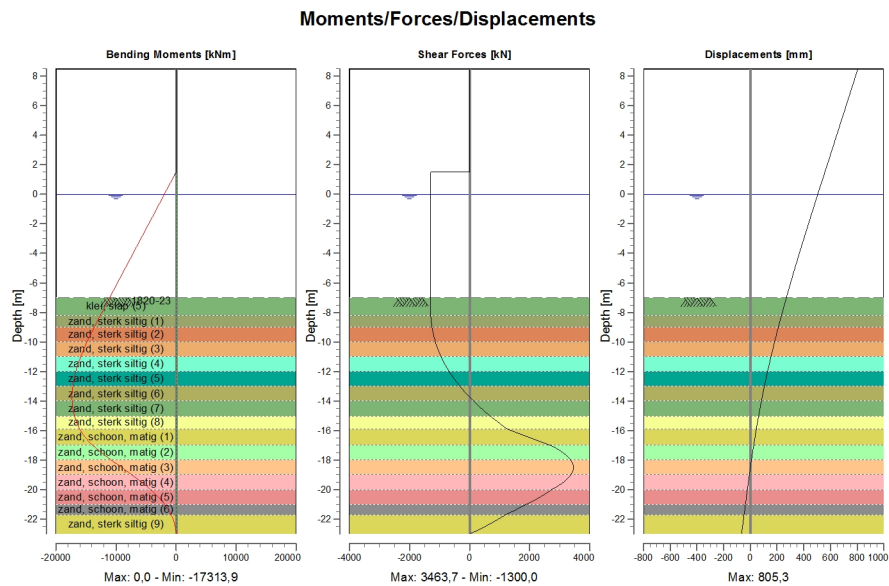
| Layer name           | Level<br>[m] | Menard<br>used | E-Mod<br>Menard<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | Soil type<br>Menard | Branch 1                    |                                |
|----------------------|--------------|----------------|-----------------------------------------|---------------------|-----------------------------|--------------------------------|
|                      |              |                |                                         |                     | Top<br>[kN/m <sup>3</sup> ] | Bottom<br>[kN/m <sup>3</sup> ] |
| klei, slap (1)       | -3,60        | Yes            | 153,00                                  | Sand                | 423,21                      | 423,21                         |
| klei, slap (2)       | -4,30        | Yes            | 153,00                                  | Sand                | 423,21                      | 423,21                         |
| klei, slap (3)       | -5,00        | Yes            | 153,00                                  | Sand                | 423,21                      | 423,21                         |
| klei, slap (4)       | -6,00        | Yes            | 153,00                                  | Sand                | 423,21                      | 423,21                         |
| klei, slap (5)       | -7,00        | Yes            | 153,00                                  | Sand                | 423,21                      | 423,21                         |
| zand, sterk silti... | -8,20        | Yes            | 1346,00                                 | Sand                | 3723,11                     | 3723,11                        |
| zand, sterk silti... | -9,00        | Yes            | 942,00                                  | Sand                | 2605,62                     | 2605,62                        |
| zand, sterk silti... | -10,00       | Yes            | 1884,00                                 | Sand                | 5211,25                     | 5211,25                        |
| zand, sterk silti... | -11,00       | Yes            | 2692,00                                 | Sand                | 7446,22                     | 7446,22                        |
| zand, sterk silti... | -12,00       | Yes            | 2692,00                                 | Sand                | 7446,22                     | 7446,22                        |
| zand, sterk silti... | -13,00       | Yes            | 2423,00                                 | Sand                | 6702,15                     | 6702,15                        |
| zand, sterk silti... | -14,00       | Yes            | 4307,00                                 | Sand                | 11913,40                    | 11913,40                       |
| zand, sterk silti... | -15,00       | Yes            | 4561,00                                 | Sand                | 12615,98                    | 12615,98                       |
| zand, schoon, ...    | -15,90       | Yes            | 9423,00                                 | Sand                | 26064,54                    | 26064,54                       |
| zand, schoon, ...    | -17,00       | Yes            | 8346,00                                 | Sand                | 23085,49                    | 23085,49                       |
| zand, schoon, ...    | -18,00       | Yes            | 10230,00                                | Sand                | 28296,74                    | 28296,74                       |
| zand, schoon, ...    | -19,00       | Yes            | 8346,00                                 | Sand                | 23085,49                    | 23085,49                       |
| zand, schoon, ...    | -20,00       | Yes            | 5653,00                                 | Sand                | 15636,51                    | 15636,51                       |
| zand, schoon, ...    | -21,00       | Yes            | 4577,00                                 | Sand                | 12660,23                    | 12660,23                       |
| zand, sterk silti... | -21,70       | Yes            | 3230,00                                 | Sand                | 8934,36                     | 8934,36                        |
| zand, sterk silti... | -23,00       | Yes            | 4038,00                                 | Sand                | 11169,33                    | 11169,33                       |
| zand, sterk silti... | -24,00       | Yes            | 4846,00                                 | Sand                | 13404,30                    | 13404,30                       |
| zand, schoon, ...    | -25,00       | Yes            | 6730,00                                 | Sand                | 18615,55                    | 18615,55                       |
| zand, schoon, ...    | -26,00       | Yes            | 6461,00                                 | Sand                | 17871,48                    | 17871,48                       |
| zand, schoon, ...    | -27,00       | Yes            | 7700,00                                 | Sand                | 21298,62                    | 21298,62                       |



## 4 Calculation Results

Number of iterations: 5

### 4.1 Charts of Moments, Forces and Displacements



### 4.2 Moments, Forces and Displacements

| Segment number | Level [m] | Moment [kNm] | Shear force [kN] | Displacement [mm] |
|----------------|-----------|--------------|------------------|-------------------|
| 1              | 8,50      | 0,0          | 0,0              | <b>805,3</b>      |
| 1              | 7,38      | 0,0          | 0,0              | 765,5             |
| 2              | 7,38      | 0,0          | 0,0              | 765,5             |
| 2              | 6,25      | 0,0          | 0,0              | 725,7             |
| 3              | 6,25      | 0,0          | 0,0              | 725,7             |
| 3              | 5,10      | 0,0          | 0,0              | 685,1             |
| 4              | 5,10      | 0,0          | 0,0              | 685,1             |
| 4              | 3,90      | 0,0          | 0,0              | 642,6             |
| 5              | 3,90      | 0,0          | 0,0              | 642,6             |
| 5              | 2,70      | 0,0          | 0,0              | 600,2             |
| 6              | 2,70      | 0,0          | 0,0              | 600,2             |
| 6              | 1,50      | 0,0          | 0,0              | 557,7             |
| 7              | 1,50      | 0,0          | -1300,0          | 557,7             |
| 7              | 0,00      | -1950,0      | -1300,0          | 504,8             |
| 8              | 0,00      | -1950,0      | -1300,0          | 504,8             |
| 8              | -1,20     | -3510,0      | -1300,0          | 462,6             |
| 9              | -1,20     | -3510,0      | -1300,0          | 462,6             |
| 9              | -2,40     | -5070,0      | -1300,0          | 421,0             |
| 10             | -2,40     | -5070,0      | -1300,0          | 421,0             |
| 10             | -3,60     | -6630,0      | -1300,0          | 380,0             |
| 11             | -3,60     | -6630,0      | -1300,0          | 380,0             |
| 11             | -4,30     | -7540,0      | -1300,0          | 356,5             |
| 12             | -4,30     | -7540,0      | -1300,0          | 356,5             |
| 12             | -5,00     | -8450,0      | -1300,0          | 333,3             |
| 13             | -5,00     | -8450,0      | -1300,0          | 333,3             |
| 13             | -6,00     | -9750,0      | -1300,0          | 300,8             |

| Segment number         | Level [m] | Moment [kNm]    | Shear force [kN] | Displacement [mm] |
|------------------------|-----------|-----------------|------------------|-------------------|
| 14                     | -6,00     | -9750,0         | -1300,0          | 300,8             |
| 14                     | -7,00     | -11050,0        | -1300,0          | 269,2             |
| 15                     | -7,00     | -11050,0        | -1300,0          | 269,2             |
| 15                     | -8,20     | -12606,4        | -1290,9          | 232,6             |
| 16                     | -8,20     | -12606,4        | -1290,9          | 232,6             |
| 16                     | -9,00     | -13625,0        | -1249,5          | 209,2             |
| 17                     | -9,00     | -13625,0        | -1249,5          | 209,2             |
| 17                     | -10,00    | -14823,4        | -1136,9          | 180,9             |
| 18                     | -10,00    | -14823,4        | -1136,9          | 180,9             |
| 18                     | -11,00    | -15871,9        | -948,8           | 154,1             |
| 19                     | -11,00    | -15871,9        | -948,8           | 154,1             |
| 19                     | -12,00    | -16691,4        | -678,3           | 128,6             |
| 20                     | -12,00    | -16691,4        | -678,3           | 128,6             |
| 20                     | -13,00    | -17196,6        | -319,8           | 104,7             |
| 21                     | -13,00    | -17196,6        | -319,8           | 104,7             |
| 21                     | -14,00    | <b>-17297,3</b> | 131,4            | 82,4              |
| 22                     | -14,00    | <b>-17297,3</b> | 131,4            | 82,4              |
| 22                     | -15,00    | -16898,7        | 679,3            | 61,6              |
| 23                     | -15,00    | -16898,7        | 679,3            | 61,6              |
| 23                     | -15,90    | -16032,1        | 1257,7           | 44,2              |
| 24                     | -15,90    | -16032,6        | 1259,2           | 44,2              |
| 24                     | -17,00    | -13863,6        | 2685,8           | 24,5              |
| 25                     | -17,00    | -13862,5        | 2690,9           | 24,5              |
| 25                     | -18,00    | -10775,6        | 3366,9           | 7,9               |
| 26                     | -18,00    | -10775,6        | 3366,7           | 7,9               |
| 26                     | -19,00    | -7341,4         | <b>3367,9</b>    | -7,7              |
| 27                     | -19,00    | -7341,4         | 3367,8           | -7,7              |
| 27                     | -20,00    | -4241,0         | 2728,3           | -22,6             |
| 28                     | -20,00    | -4241,0         | 2728,3           | -22,6             |
| 28                     | -21,00    | -1904,2         | 1876,4           | -37,2             |
| 29                     | -21,00    | -1904,2         | 1876,4           | -37,2             |
| 29                     | -21,70    | -819,6          | 1195,4           | -47,2             |
| 30                     | -21,70    | -819,6          | 1195,4           | -47,2             |
| 30                     | -23,00    | 0,0             | 0,0              | -65,9             |
| Max                    |           | <b>-17297,3</b> | <b>3367,9</b>    | <b>805,3</b>      |
| Max, minor nodes incl. |           | -17313,9        | 3463,7           | 805,3             |

**End of Report**

project:  
project code:  
part:

Noodaanlanding Texel  
TEX13-1  
Tijdelijke geleidepaal C

## spreadsheet LOCAL BUCKLING OF TUBULAR PILES

author: VERM20  
date: 28 april 2015  
version sheet: 0.3

### EXPLANATION

This spreadsheet verifies the cross-section of a tubular foundation pile with respect to local buckling according to the following Eurocode standards:

- NEN-EN 1993-1-1+C2:2011+NB:2011
- NEN-EN 1993-1-6:2007+C1:2009+NB:2012
- NEN-EN 1993-5:2008+C1:2009+NB:2012

### INPUT

#### Partial factors

|                |               |   |         |
|----------------|---------------|---|---------|
| Partial factor | $\gamma_{M0}$ | = | 1,0 [-] |
| Partial factor | $\gamma_{M1}$ | = | 1,1 [-] |

#### Material properties

|                                     |          |   |                          |
|-------------------------------------|----------|---|--------------------------|
| Steel grade                         |          | = | X65 [-]                  |
| Characteristic yield stress         | $f_{yk}$ | = | 448 N/mm <sup>2</sup>    |
| Design yield stress                 | $f_{yd}$ | = | 448 N/mm <sup>2</sup>    |
| Young's modulus                     | $E$      | = | 210000 N/mm <sup>2</sup> |
| Fabrication tolerance quality class |          | = | Class C [-]              |

#### Pile dimensions

|                                   |     |   |          |
|-----------------------------------|-----|---|----------|
| Diameter                          | $D$ | = | 1820 mm  |
| Wall thickness                    | $t$ | = | 23 mm    |
| Pile length between boundaries    | $l$ | = | 20 m     |
| Radius of cylinder middle surface | $r$ | = | 898,5 mm |

#### Pile properties

|                         |                 |   |                                |
|-------------------------|-----------------|---|--------------------------------|
| D/t ratio               | $D/t$           | = | 79,1 [-]                       |
| $D/t\epsilon^2$ ratio   | $D/t\epsilon^2$ | = | 150,9 [-]                      |
| Class of cross-section  |                 | = | 4 [-]                          |
| Moment of inertia       | $I$             | = | 52.420.733.329 mm <sup>4</sup> |
| Elastic section modulus | $W_{el}$        | = | 57.605.201 mm <sup>3</sup>     |
| Plastic section modulus | $W_{pl}$        | = | 74.275.863 mm <sup>3</sup>     |

#### Design values cross-sectional loads

|                          |          |   |           |
|--------------------------|----------|---|-----------|
| Normal compressive force | $N_{Ed}$ | = | 0 kN      |
| Shear force              | $V_{Ed}$ | = | 0 kN      |
| Bending moment           | $M_{Ed}$ | = | 18257 kNm |

### SUMMARY

|                                                     |  |   |          |
|-----------------------------------------------------|--|---|----------|
| Unity check meridional stress                       |  | = | 0,97 [-] |
| Unity check shear stress                            |  | = | 0,00 [-] |
| Unity check interaction meridional and shear stress |  | = | 0,93 [-] |

project: Noodaanlanding Texel  
 project code: TEX13-1  
 part: Tijdelijke geleidepaal C

## spreadsheet LOCAL BUCKLING OF TUBULAR PILES

author: VERM20  
 date: 28 april 2015  
 version sheet: 0.3

### EXPLANATION

This spreadsheet verifies the cross-section of a tubular foundation pile with respect to local buckling according to the following Eurocode standards:

- NEN-EN 1993-1-1+C2:2011+NB:2011
- NEN-EN 1993-1-6:2007+C1:2009+NB:2012
- NEN-EN 1993-5:2008+C1:2009+NB:2012

### CALCULATION

#### General

Dimensionsless length parameter  $\omega$  = 139 [-]

#### Critical meridional buckling stresses

Type of cylinder length (meridional) = long cylinder  
 Factor  $C_x$  = 0,60 [-]  
 Elastic critical meridional buckling stress  $\sigma_{x,Rcr}$  = 1951 N/mm<sup>2</sup>

#### Critical shear buckling stresses

Type of cylinder length (shear) = medium cylinder  
 Factor  $C_\tau$  = 1,00 [-]  
 Elastic critical shear buckling stress  $\tau_{x\theta,Rcr}$  = 342 N/mm<sup>2</sup>

#### Meridional buckling parameters

Fabrication quality parameter  $Q$  = 16 [-]  
 Characteristic imperfection amplitude  $\Delta w_k$  = 8,98 mm  
 Meridional elastic imperfection reduction factor  $\alpha_x$  = 0,42 [-]  
 Meridional squash limit slenderness  $\lambda_{x0}$  = 0,20 [-]  
 Plastic range factor  $\beta$  = 0,60 [-]  
 Interaction exponent  $\eta$  = 1,0 [-]

#### Shear buckling parameters

Shear elastic imperfection reduction factor  $\alpha_\tau$  = 0,50 [-]  
 Meridional squash limit slenderness  $\lambda_{t0}$  = 0,40 [-]  
 Plastic range factor  $\beta$  = 0,60 [-]  
 Interaction exponent  $\eta$  = 1,0 [-]

#### Design values of stresses (meridional)

Due to uniform axial load  $|\sigma_{x,N}|$  = 0,0 N/mm<sup>2</sup>  
 Due to axial load from global bending  $|\sigma_{x,M}|$  = 313,0 N/mm<sup>2</sup> +  
 Total meridional stress  $|\sigma_{x,Ed}|$  = 313,0 N/mm<sup>2</sup>

#### Design values of stresses (shear)

Due to shear force  $|\tau_{x\theta,Ed}|$  = 0,0 N/mm<sup>2</sup>

#### Meridional design resistance (buckling strength)

Meridional plastic limit relative slenderness  $\lambda_{p,x}$  = 1,02 [-]  
 Meridional relative shell slenderness  $\lambda_x$  = 0,48 [-]  
 Meridional buckling reduction factor  $\chi_x$  = 0,80 [-]  
 Meridional characteristic buckling stress  $\sigma_{x,Rk}$  = 356 N/mm<sup>2</sup>  
 Meridional design buckling stress  $\sigma_{x,Rd}$  = 324 N/mm<sup>2</sup>

#### Shear design resistance (buckling strength)

Meridional plastic limit relative slenderness  $\lambda_{p,\tau}$  = 1,12 [-]  
 Meridional relative shell slenderness  $\lambda_\tau$  = 0,87 [-]  
 Meridional buckling reduction factor  $\chi_\tau$  = 0,61 [-]  
 Meridional characteristic buckling stress  $\tau_{x\theta,Rk}$  = 157 N/mm<sup>2</sup>  
 Meridional design buckling stress  $\tau_{x\theta,Rd}$  = 143 N/mm<sup>2</sup>

#### Buckling interaction parameters

For meridional stress  $k_x$  = 2,05 [-]  
 For shear stress  $k_\tau$  = 1,90 [-]

#### Stress limitation (buckling strength verification)

Unity check meridional stress = 0,97 [-]  
 Unity check shear stress = 0,00 [-]  
 Unity check interaction meridional and shear stress = 0,93 [-]

### Reference and remarks

NEN-EN 1993-1-6, Annex D, article D.1.2.1, section (2), formula (D.1)

NEN-EN 1993-1-6, Annex D, article D.1.2.1  
 Sections (4), (5) and (6), formulae (D.3), (D.5) and (D.7)  
 Section (6), formula (D.10);  $C_x = 0,6$  for long cylinders  
 Section (3), formula (D.2)

NEN-EN 1993-1-6, Annex D, article D.1.4.1  
 Sections (4), (5) and (6), formulae (D.33), (D.35) and (D.37)  
 Section (6), formula (D.38);  $C_\tau = 1,0$  for medium cylinders  
 Section (3), formula (D.32)

NEN-EN 1993-1-6, Annex D, article D.1.2.2  
 Section (2), table D.2; for Class C  
 Section (1), formula (D.15)  
 Section (1), formula (D.14)  
 Section (3), formula (D.16)  
 Section (3), formula (D.16)  
 Section (3), formula (D.16)

NEN-EN 1993-1-6, Annex D, article D.1.4.2  
 Section (1), table D.6; for Class C  
 Section (2), formula (D.39)  
 Section (2), formula (D.39)  
 Section (2), formula (D.39)

NEN-EN 1993-1-6, Annex A  
 Article A.2.1  
 Article A.2.2

NEN-EN 1993-1-6, Annex A, article A.2.7

NEN-EN 1993-1-1, article 8.5.2  
 Section (5), formula (8.16)  
 Section (6), formula (8.17)  
 Section (4), formulae (8.13), (8.14) and (8.15)  
 Section (3), formula (8.12)  
 Section (1), formula (8.11)

NEN-EN 1993-1-1, article 8.5.2  
 Section (5), formula (8.16)  
 Section (6), formula (8.17)  
 Section (4), formulae (8.13), (8.14) and (8.15)  
 Section (3), formula (8.12)  
 Section (1), formula (8.11)

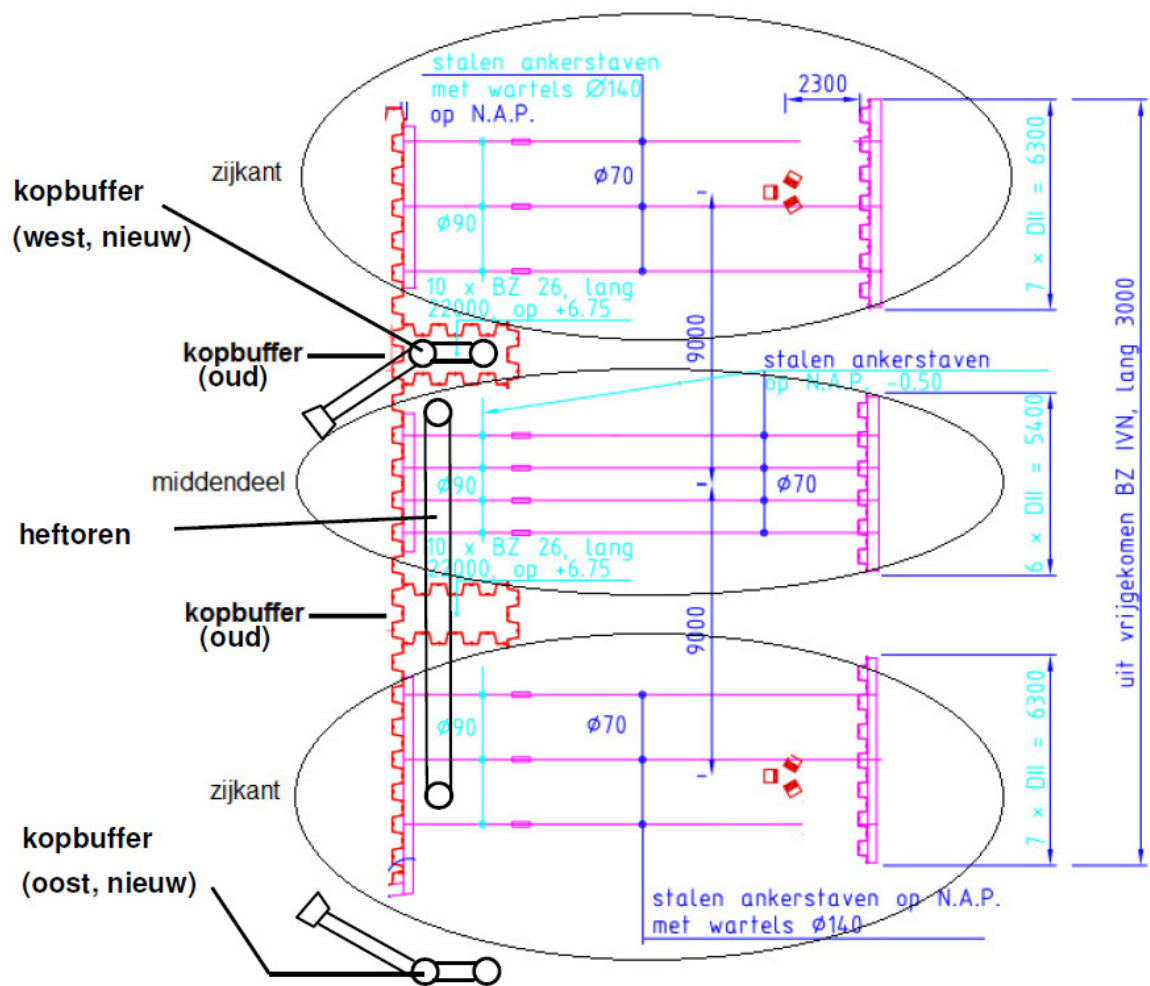
NEN-EN 1993-1-1, Annex D, article D.1.6  
 Section (1), formula (D46)  
 Section (1), formula (D48)

NEN-EN 1993-1-1, article 8.5.3  
 Section (2), formula (8.18)  
 Section (2), formula (8.18)  
 Section (3), formula (8.19)

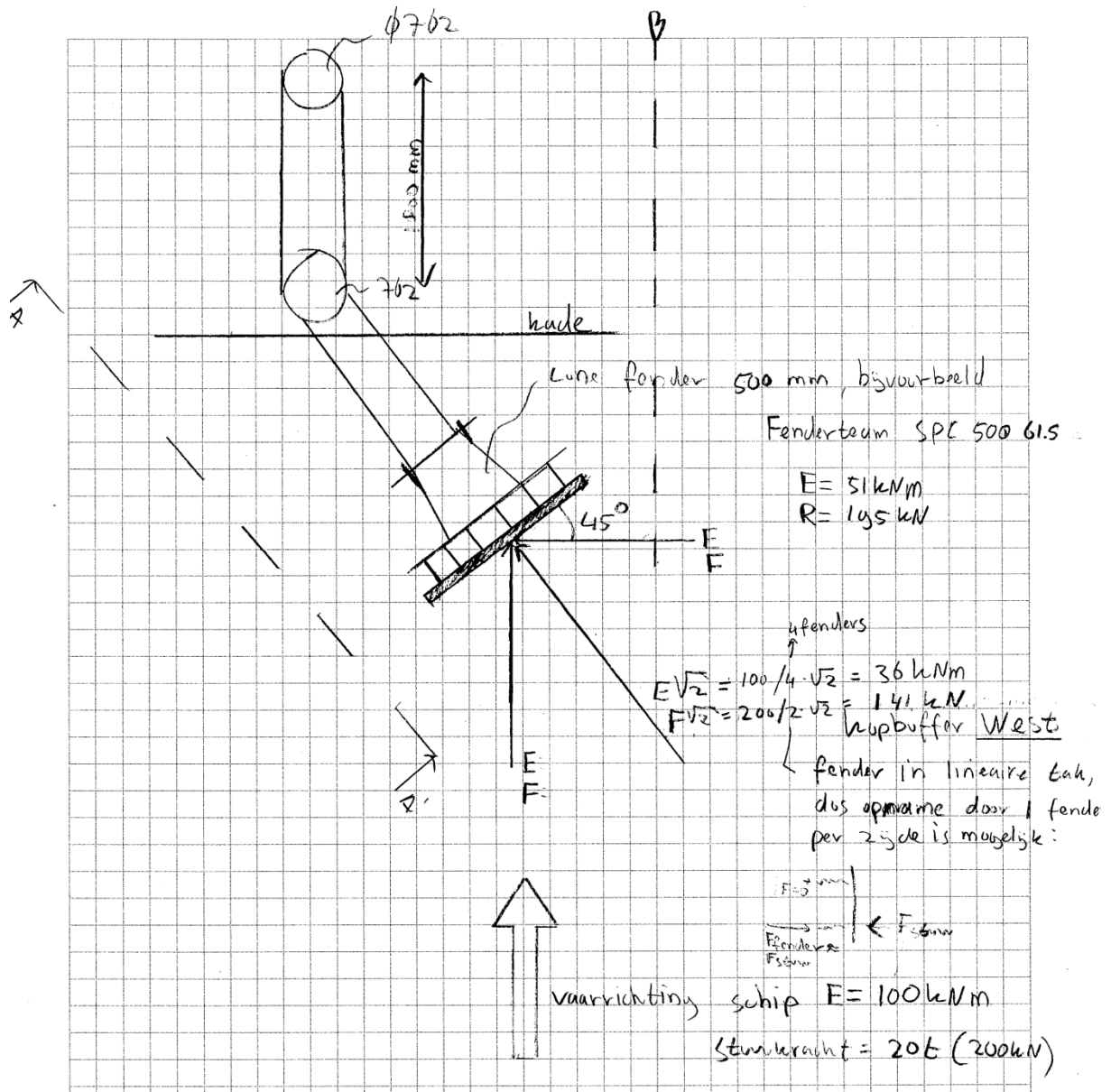
## **BIJLAGE VIII SCHETSEN VOORONTWERP**



Schets positie palen Ø762 mm kopbufferconstructies en hefvoorziening (bovenaanzicht)

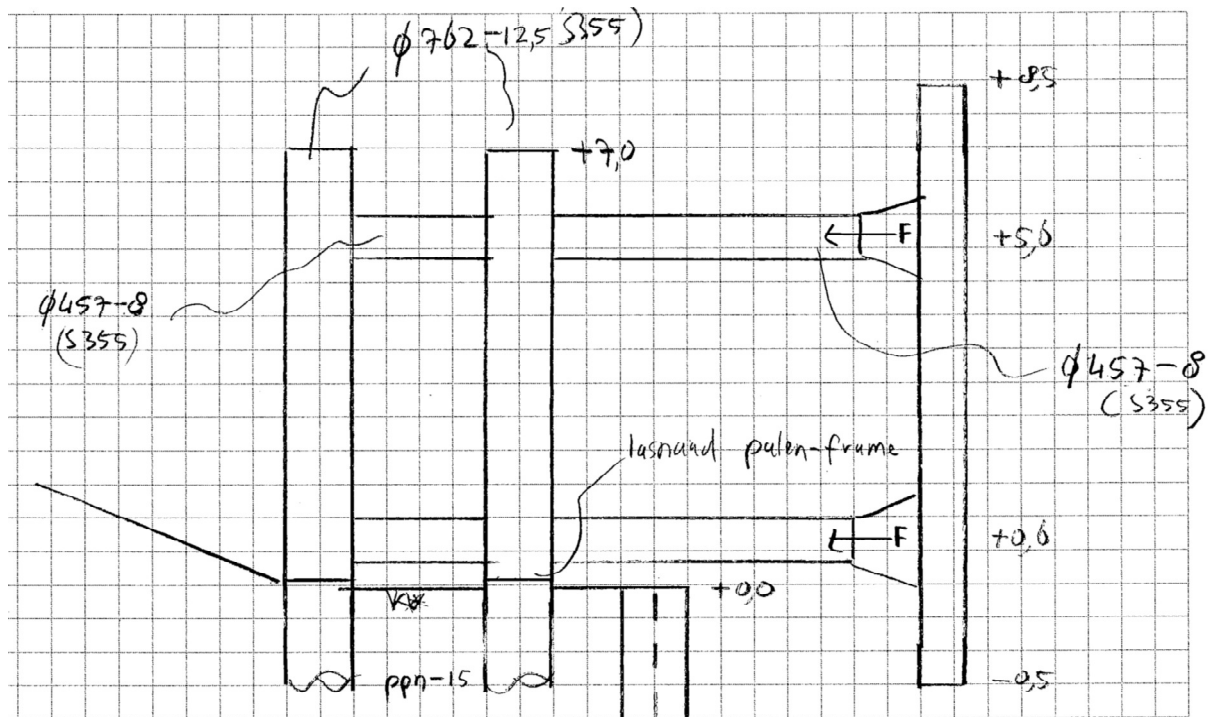


# Schets kopbufferconstructie (bovenaanzicht)

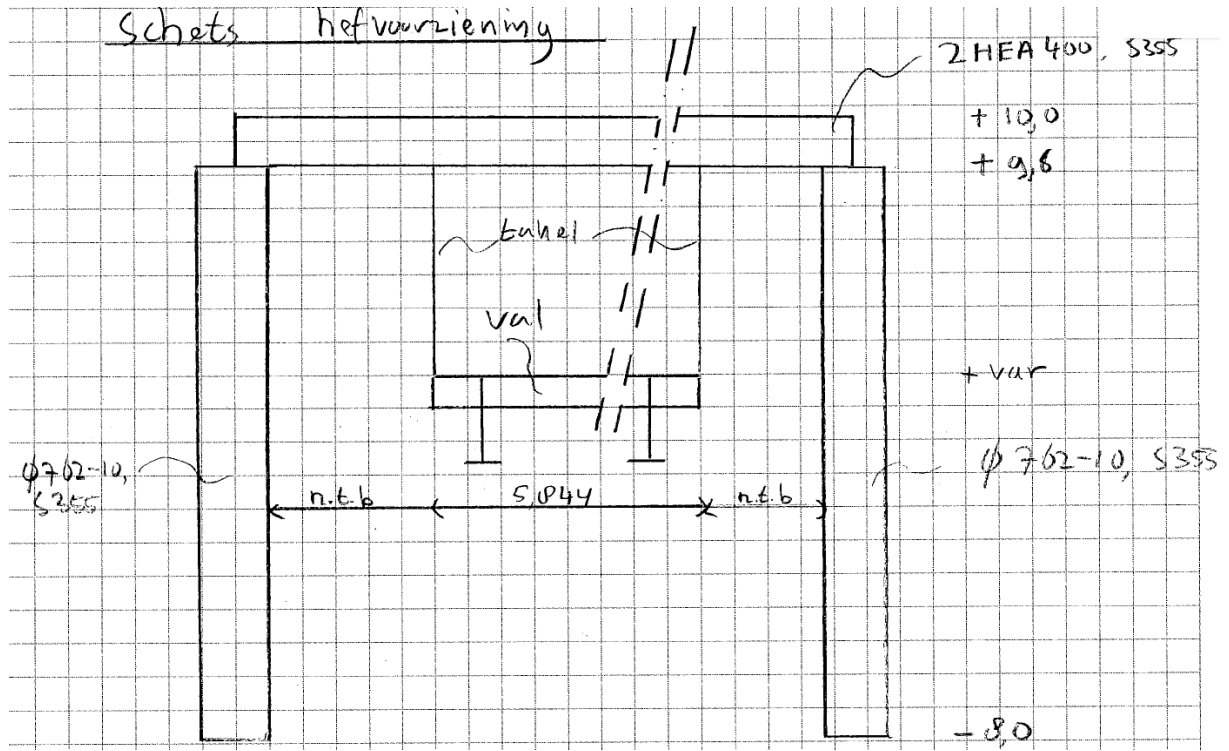




Schets kopbufferconstructie (zijaanzicht A-A')



# Schets hefvoorziening (vooraanzicht)

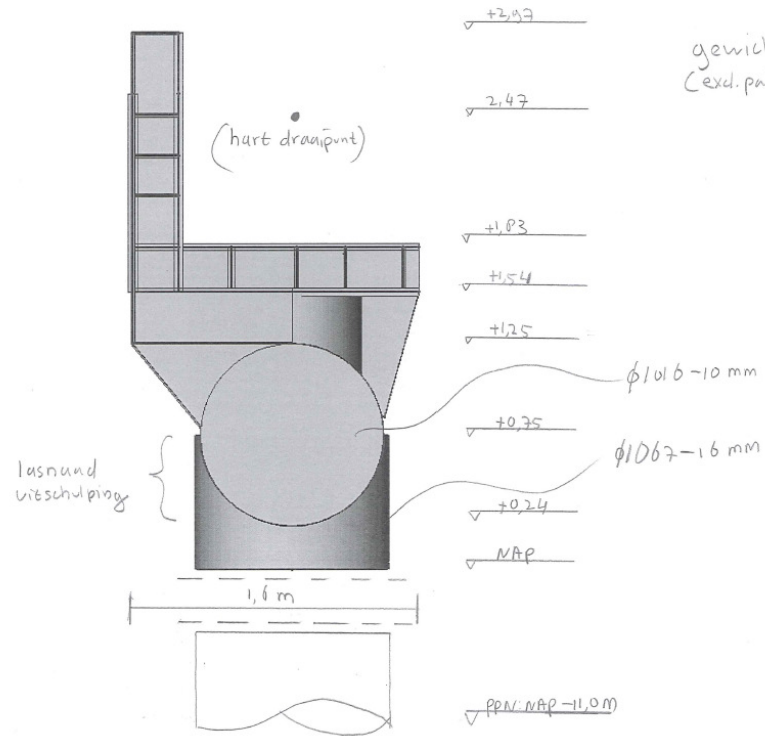


## Schets landhoofd (zijaanzicht)

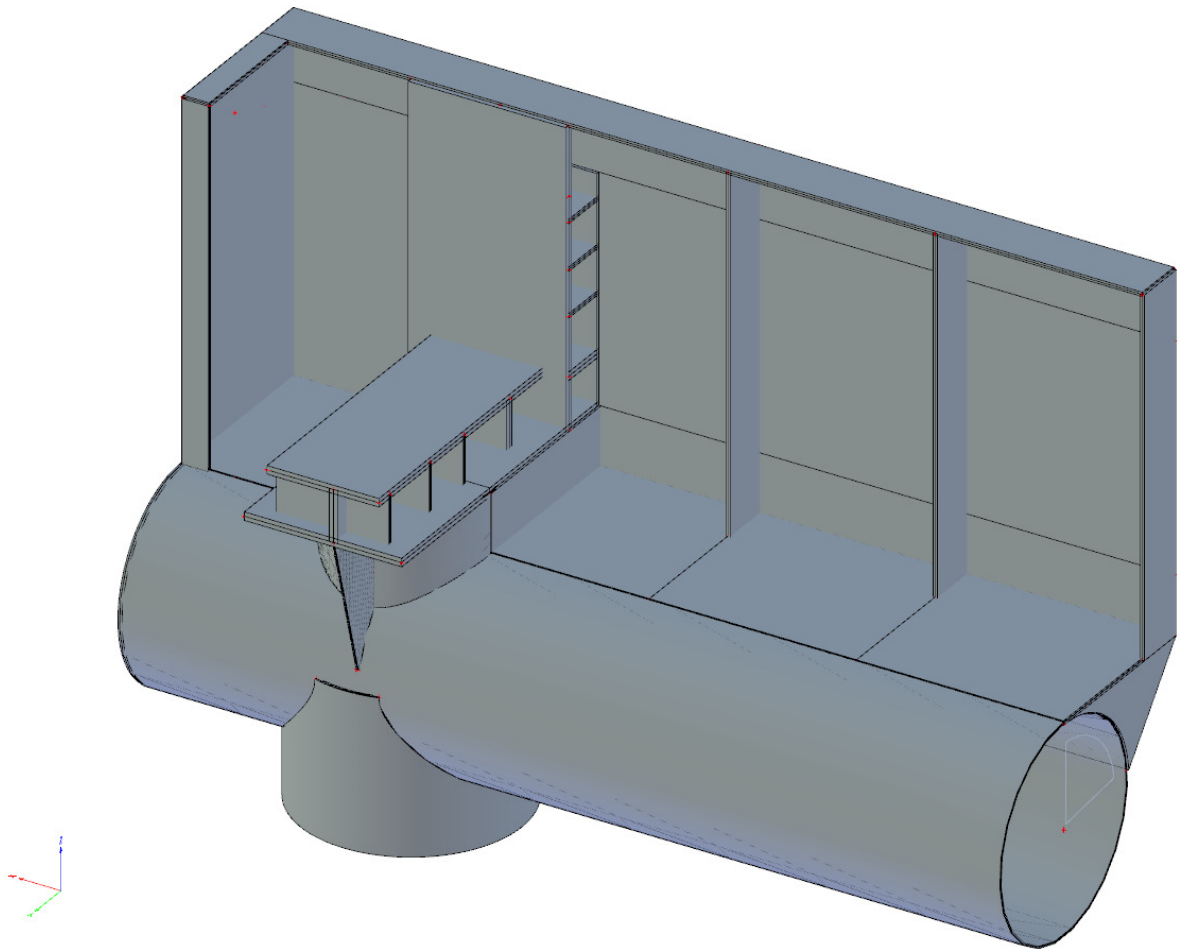
Schets Landhoofd

Lengte = 8,5 m

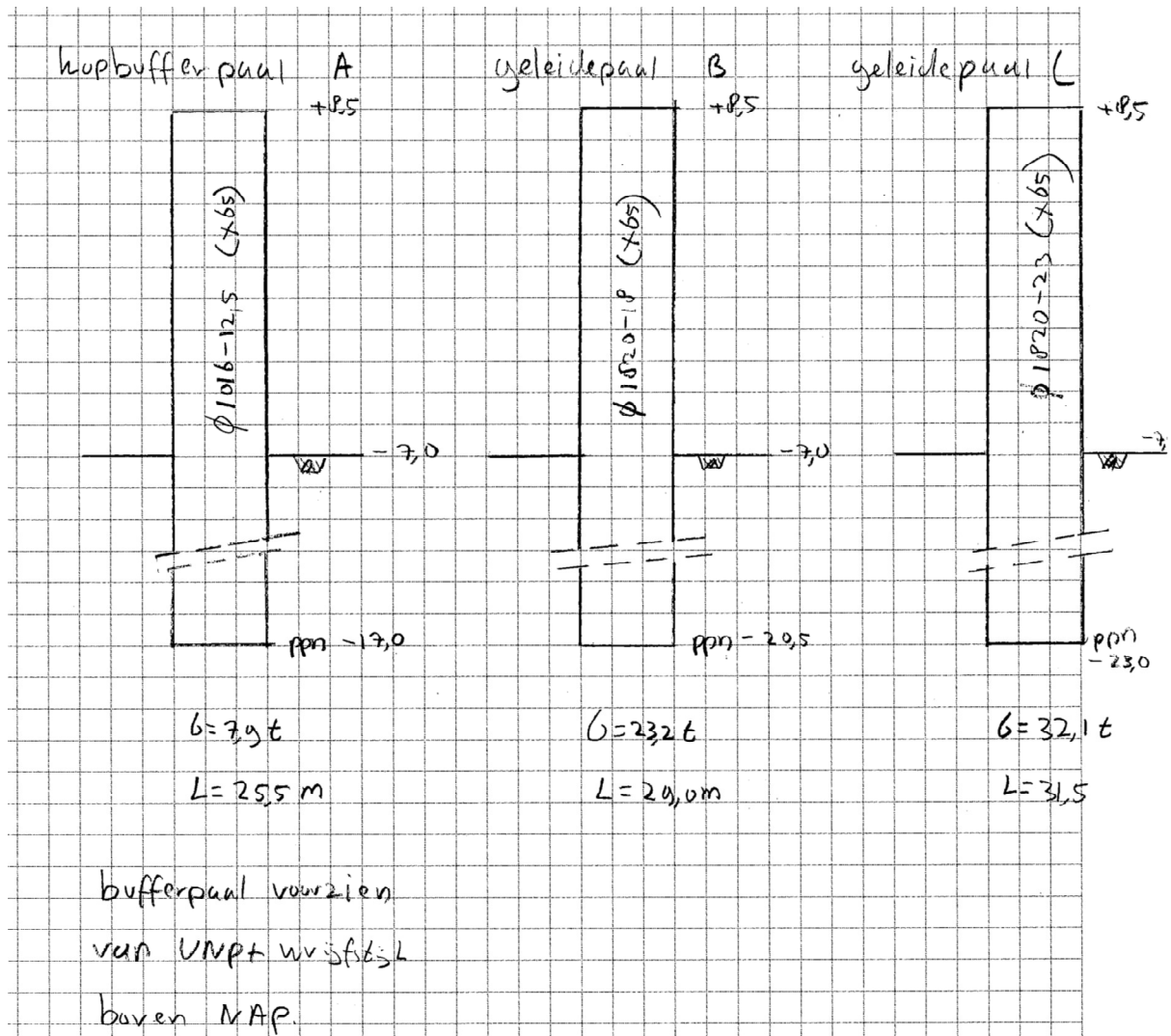
gewicht  $\approx 12,5$  ton  
(excl. palen)



### Schets landhoofd (3D situatie half landhoofd)



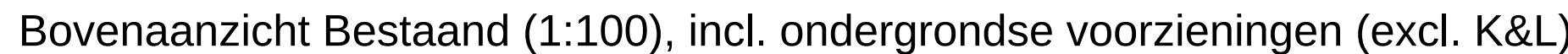
# Schets tijdelijke meerpalen derde ligplaats (vooraanzicht)





TEKENING DENH-FATE-TP02-T01-AO01





| Rev. | Omschrijving                      | Datum     | Paraaf                                                                                |
|------|-----------------------------------|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| E    | Interne opmerkingen verwerkt      | 8-4-2015  |  |
| D    | Ontwerpnota 30-3-2015 verwerkt    | 4-4-2015  |                                                                                       |
| C    | Interne opmerkingen verwerkt      | 23-3-2015 |                                                                                       |
| B    | Gegevens AG berekeningen verwerkt | 18-2-2015 |                                                                                       |
| A    | Interne opmerkingen verwerkt      | 20-2-2015 |                                                                                       |

Opdrachtgever

TESO

Project: Noodaanlanding veerhaven Texel

Onderdeel:

Onderhoudskade-Kopbufferconstr  
Geplande Noodaanlanding

Opdrachtnummer: \_\_\_\_\_ Code Werk \_\_\_\_\_

**Van den Biggelaar**  
Aannemersbedrijf

**Aanmeldingsbeurjel**

|        |                     |          |   |
|--------|---------------------|----------|---|
| JOBNO. | RAWBREDINGSGUT WERK | REVISION | 1 |
|--------|---------------------|----------|---|

|               |               |             |        |
|---------------|---------------|-------------|--------|
| Projectnr.:   | 140074        | WBS:        | 5.02.2 |
| Bestelnummer: | 21063275.0011 | Objectcode: | C.5.6  |

Werkpakket: 520

|           |     |        |           |
|-----------|-----|--------|-----------|
| Getekend: | MLE | Datum: | 13-1-2015 |
|-----------|-----|--------|-----------|

|                |     |        |           |
|----------------|-----|--------|-----------|
| Gecontroleerd: | JME | Datum: | 13-1-2015 |
| Ingevoerd:     | HKI | Datum: | 13-1-2015 |

|         |             |          |    |
|---------|-------------|----------|----|
| School: | 1:400 / 100 | Formast: | 40 |
|---------|-------------|----------|----|

bladnummer: 1 van aantal bladen: 1

Tekeningnr.: DenH-FATE-TP02-T01-A001

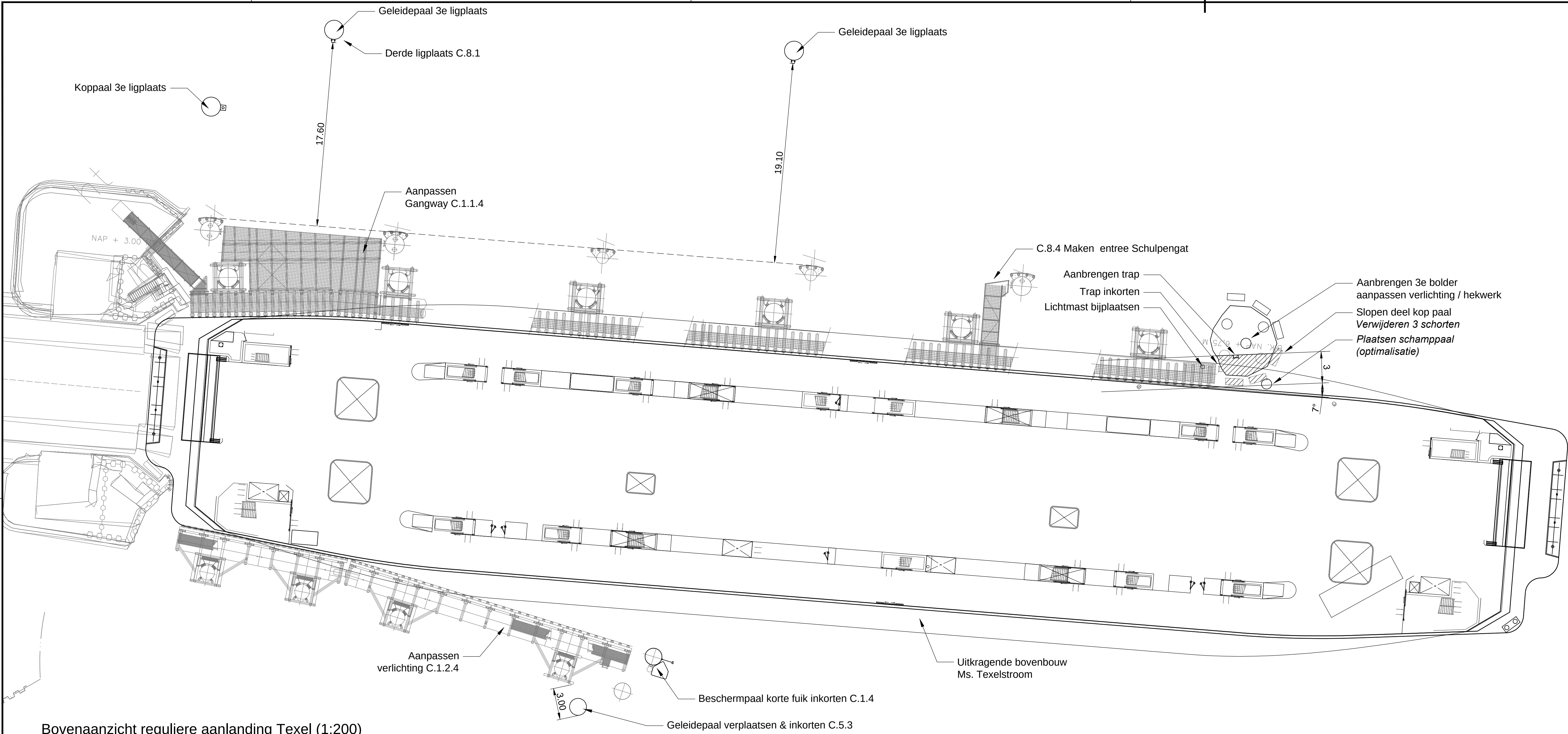
---



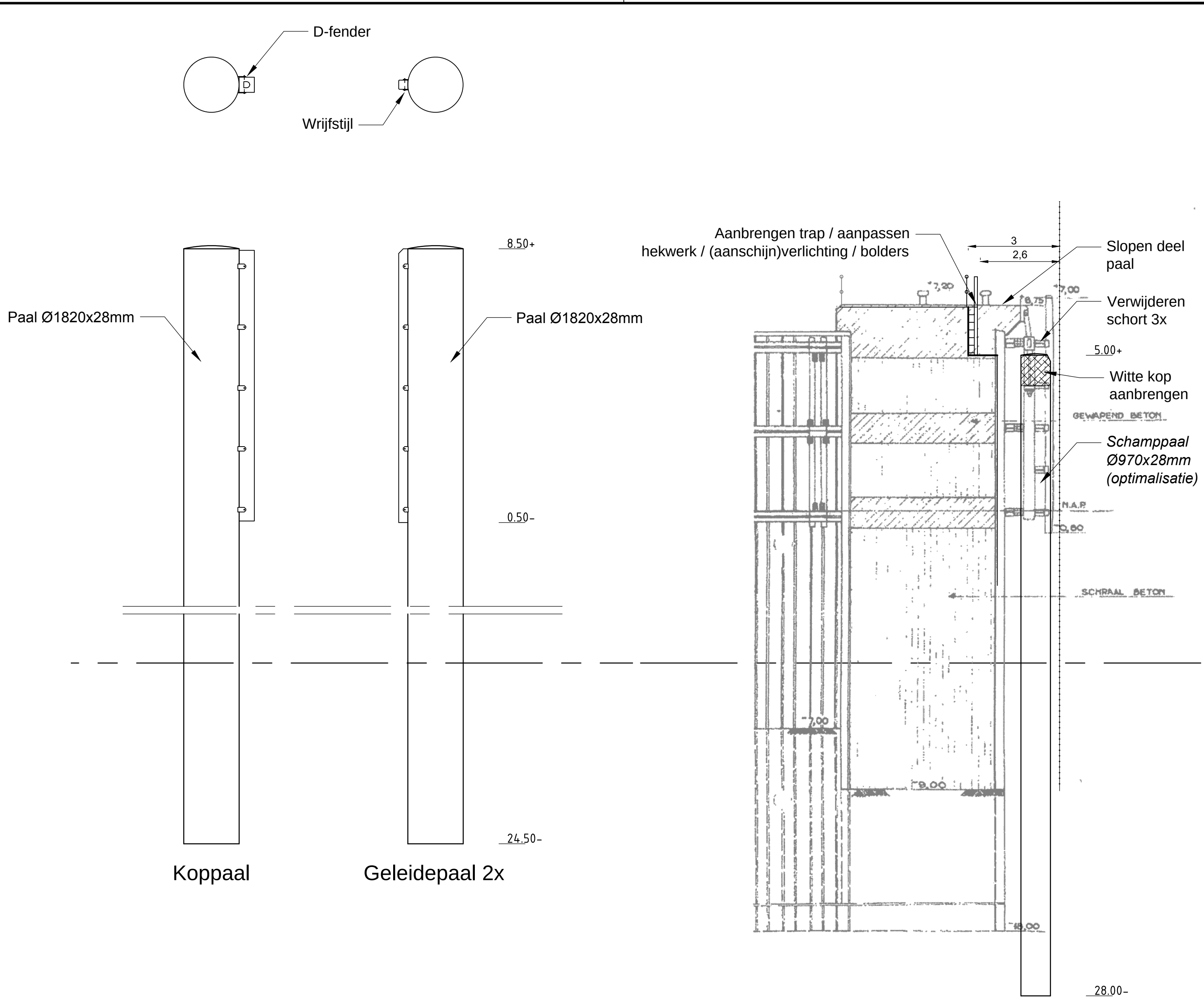


TEKENING DENH-FATE-TP02-T02-AO01



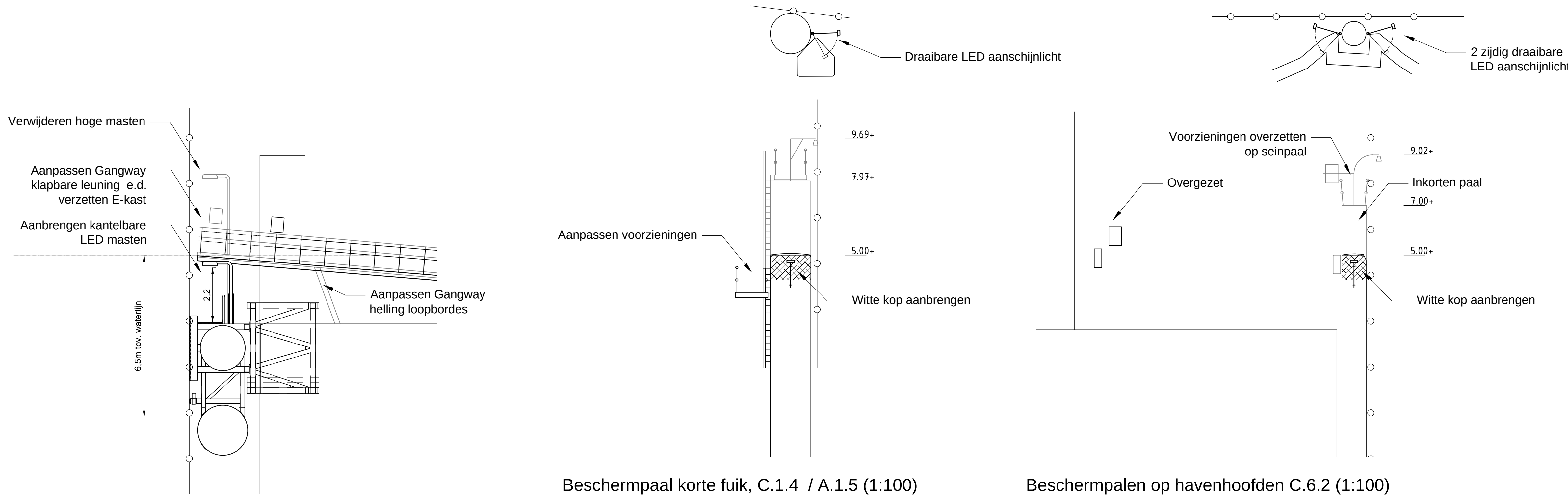


Bovenaanzicht reguliere aanlanding Texel (1:200)



Dwarsprofiel over palen derde ligplaats, C.8.1 (1:100)

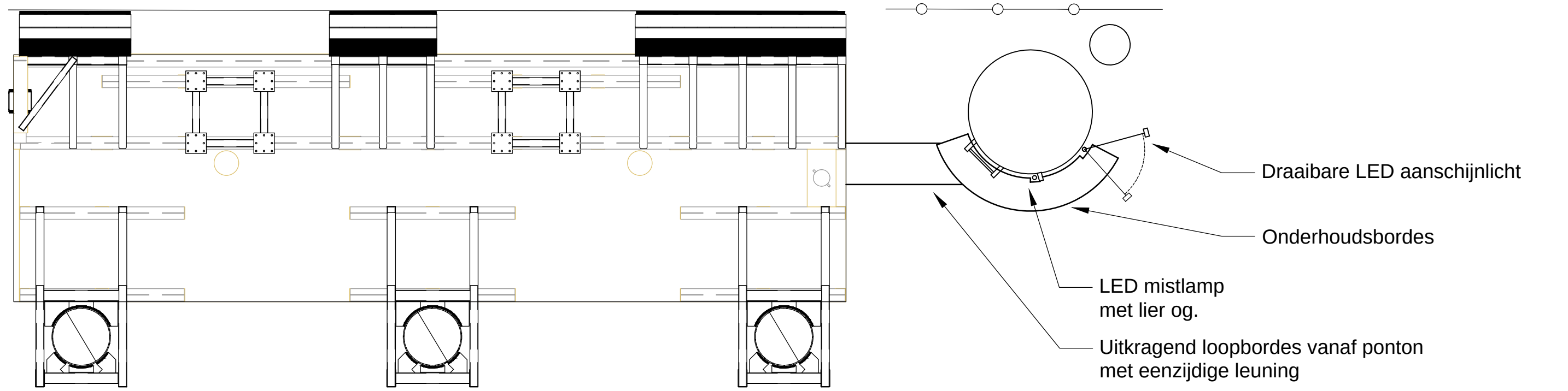
Dwarsprofiel beschermepaal, C.1.3 (1:100)



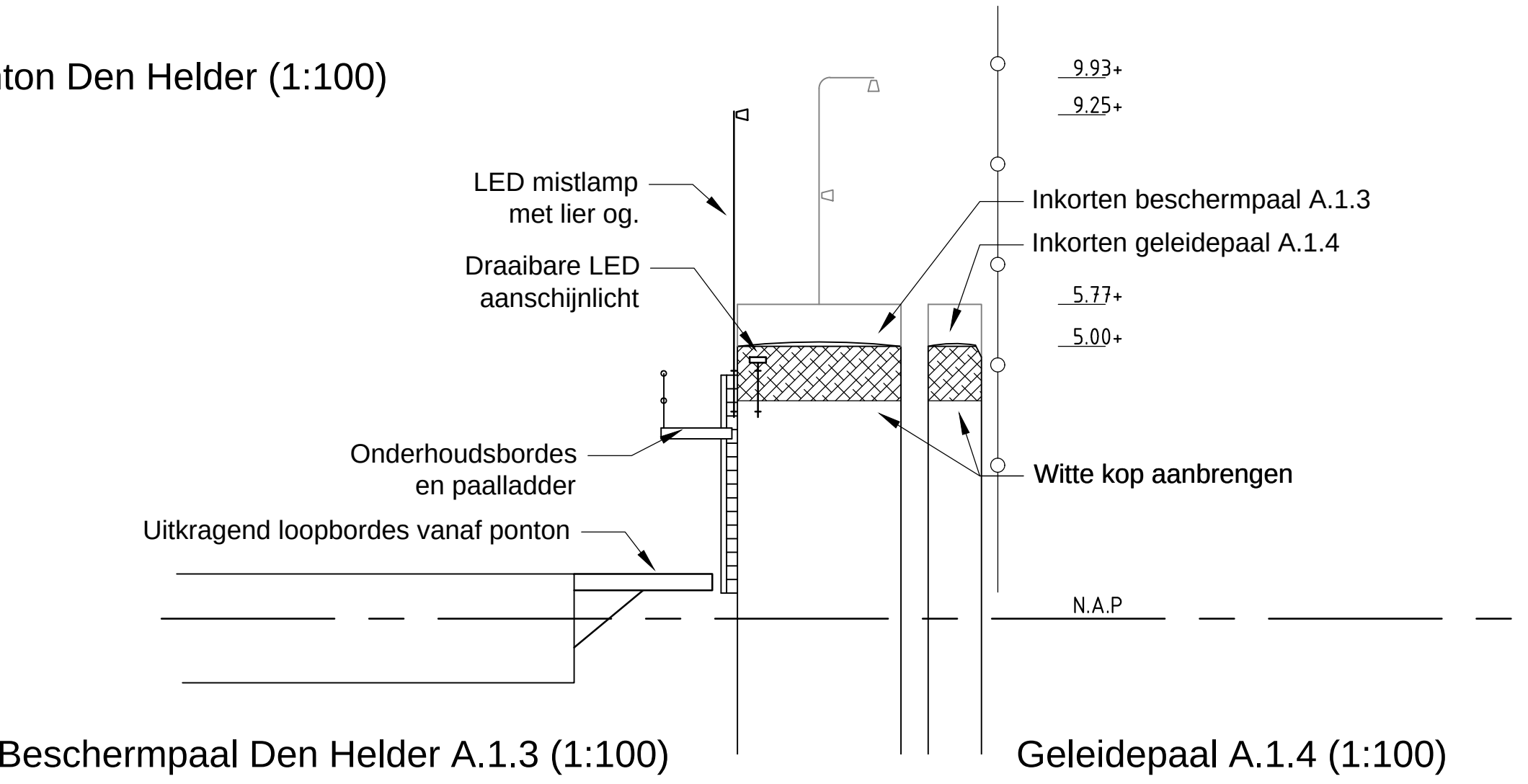
Verlichting A.1.2.4 - C.1.1.3 - C.1.2.4 (1:100)  
Gangway aanpassen C.1.1.4 (1:100)

Beschermepaal korte fuik, C.1.4 / A.1.5 (1:100)

Beschermepalen op havenhoofden C.6.2 (1:100)

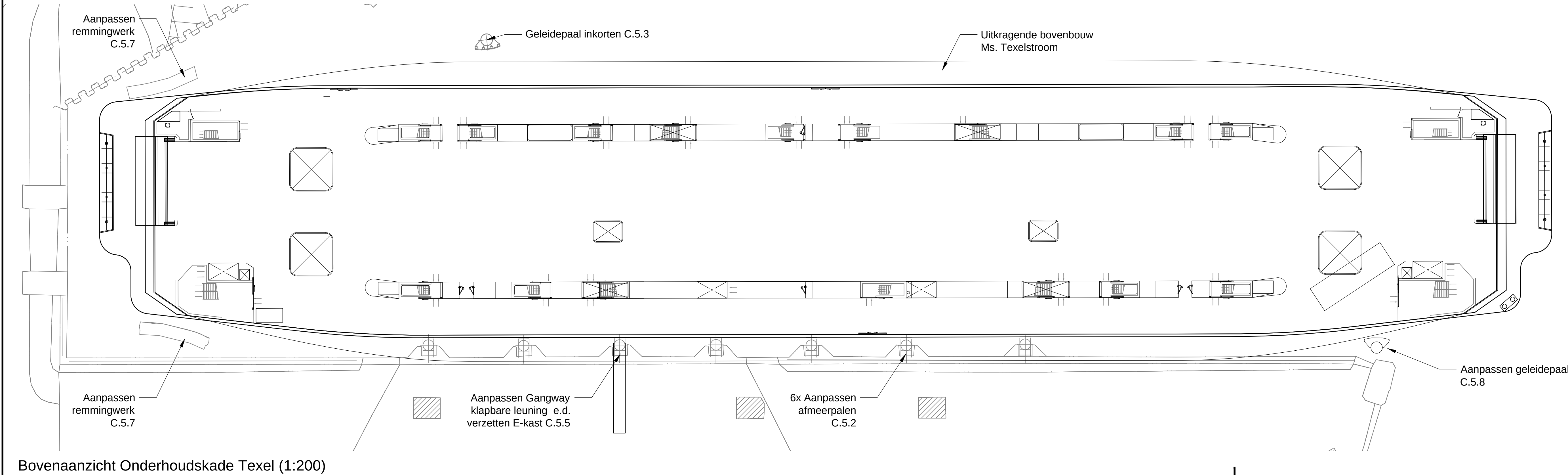


Bovenaanzicht Automooringsponton Den Helder (1:100)



Beschermepaal Den Helder A.1.3 (1:100)

Geleidepaal A.1.4 (1:100)



Bovenaanzicht Onderhoudskade Texel (1:200)

NB. Alle ondergronden indicatief.  
Verschaald naar RD tbv. aanbiedingsontwerp.

Aanpassingen Ms. Texelstroom:  
vaste objecten < 5.10m +NAP  
drijvende objecten < 6.50m boven waterlijn  
Maten in meter t.o.v. NAP tenzij anders aangegeven

| Rev.                                            | Omschrijving                 | Datum                                | Paraaf               |
|-------------------------------------------------|------------------------------|--------------------------------------|----------------------|
| E                                               |                              |                                      |                      |
| D                                               |                              |                                      |                      |
| C                                               |                              |                                      |                      |
| B                                               |                              |                                      |                      |
| A                                               | Interne opmerkingen verwerkt | 8-4-2015                             |                      |
| Opdrachtgever:                                  |                              |                                      |                      |
| Rijkswaterstaat WNN                             |                              |                                      |                      |
| Project:                                        |                              |                                      |                      |
| Fuik aanpassingen veerhavens Texel & Den Helder |                              |                                      |                      |
| Onderdeel:                                      |                              | Projectnr.: 140074                   | WBS: 5.02.2          |
| Aanpassingen aan fuiken                         |                              | Beoordelingsnr.: 20052710.001        | Objectcode: divers   |
| tg.v. komst Ms. Texelstroom                     |                              |                                      | Werkpakket: 520      |
| Opdrachtnamer:                                  |                              | Gecontroleerd: MLE                   | Datum: 4-4-2015      |
| Van den Biggelaar                               |                              | Gecontroleerd: JME                   | Datum: 4-4-2015      |
| Aannemingsbedrijf                               |                              | Verigegheven: HKL                    | Datum: 4-4-2015      |
|                                                 |                              | Schaal: 1:200 / 100                  | Formaat: A0          |
|                                                 |                              | Bladnummer: 1                        | van aantal bladen: 1 |
|                                                 |                              | Tekeningnr.: DenH-FATE-TP02-T02-A001 |                      |
| STATUS: AANBIEDINGSONTWERP                      |                              |                                      |                      |
| Revisie: A                                      |                              |                                      |                      |





PLANNING CB PLANNING M.B.T. TEXELSTROOM EN REALISATIE  
NOODAANLANDING VERSIE 02-02-2015



