# Rapport

Projectnummer: 351624
Referentienummer: SWNL0213547
Datum: 29-09-2017

# Fundatievoorziening kade Wanssum

Holcim

Definitief

Sweco
De Holle Bilt 22
3732 HM De Bilt
Postbus 203
3730 AE De Bilt
Nederland

T +31 88 811 66 00
www.sweco.nl

Sweco Nederland B.V.
De Bilt
Handelsregister 30129769
Statutair gevestigd te De Bilt

Jochim de Vlieger
Adviseur Constructieve Waterbouw
T +31 88 811 59 44

# Revisiebeheer

| Revisie | Datum | Status | Belangrijkste wijzigingen |
|---|---|---|---|
| D1.0 | 26-10-2015 | Definitief | Projectnummer 334295 |
| D2.0 | 29-09-2017 | Definitief | Zie paragraaf 1.2 |

# Verantwoording

| | |
|---|---|
| Titel | Fundatievoorziening kade Wanssum |
| Subtitel | Holcim |
| Projectnummer | 351624 |
| Referentienummer | SWNL0213547 |
| Revisie | D2.0 |
| Datum | 29-09-2017 |


| | |
|---|---|
| Auteur(s) | Jochim de Vlieger en Tom van Erp |
| E-mailadres | jochim.devlieger@sweco.nl |


| | |
|---|---|
| Gecontroleerd door | Frank Verschoor |
| Paraaf gecontroleerd | b.a. |
| Goedgekeurd door | Jan-Hein Poodt |
| Paraaf goedgekeurd | *b.a.* |

# Inhoudsopgave


**1 Inleiding ..... 6**
1.1 Algemeen ..... 6
1.2 Wijzigingen ten opzicht van voorgaande versies ..... 6
**2 Uitgangspunten ..... 7**
2.1 Locatie ..... 7
2.2 Informatiebronnen ..... 7
2.3 Grondonderzoek ..... 7
2.4 Raakvlakken ..... 8
2.4.1 Kabels en leidingen ..... 8
2.4.2 Ankers ..... 8
2.5 Belastingen ..... 8
2.6 Veiligheidsfilosofie ..... 8
2.7 Materiaal eigenschappen ..... 8
2.8 Belastingfactoren ..... 8
**3 Ontwerp ..... 10**
3.1 Algemeen ..... 10
3.2 Fundatieplaat ..... 10
3.2.1 Palenplan ..... 10
3.2.2 Dimensionering ..... 11
3.2.3 Belastingen ..... 11
3.2.4 Modellering ..... 12
3.2.5 Pons ..... 12
3.2.6 Wapening ..... 12
3.3 Sparing in fundatie plaat t.b.v. pompput ..... 12
3.3.1 Dimensionering ..... 12
3.3.2 Belastingen ..... 13
3.3.3 Modellering ..... 13
3.3.4 Pons ..... 13
3.3.5 Wapening ..... 13
3.4 Palen ..... 14
3.4.1 Maatgevende situatie ..... 14
3.4.2 Dimensionering palen ..... 14
3.4.3 Schachtwrijving ..... 14
3.4.4 Diepte palen ..... 16
3.4.5 Paalkopwapening ..... 16
3.4.6 Horizontale krachten ..... 17

**4 Conclusie ..... 18**
4.1 Algemeen ..... 18
4.2 Risico's ..... 18

Bijlage 1: Locatie fundatievoorziening (geleverd door CEMEX)
Bijlage 2: Ontwerptekening
Bijlage 3: Grondonderzoek
Bijlage 4: Raakvlakken
Bijlage 5: Kraaneigenschappen
Bijlage 6: SCIA-berekening van de plaat
Bijlage 7: Single pile berekening (veerconstante)
Bijlage 8: Berekening pons
Bijlae 9: Berekening wapening
Bijlage 10: D-Foundation paalberekening
Bijlage 11: Invloed paalpunt op damwand
Bijlage 12: Berekening paalkopwapening
Bijlage 13: Single Pile berekening momenten in palen
Bijlage 14: Berekening damwand (Van Halteren)
Bijlage 15: SCIA-berekening van de plaat met sparing

# 1 Inleiding

## 1.1 Algemeen

De gemeente Venray heeft recentelijk de oostelijke kade aan de Industriehaven in Wanssum vernieuwd. Bij de vernieuwing is geen rekening gehouden met extra belastingen achter de kade (landzijde) als gevolg van mobiele kranen en/of ander materieel. Holcim heeft echter aangegeven achter de kade materieel te willen plaatsen voor het laden en lossen van bulk / goederen.

Aangezien de nieuwe kade *geen* extra belastingen kan opnemen buiten de ontwerpbelastingen dienen nieuwe op palen geplaatste fundatievoorzieningen te worden gerealiseerd. In het voorliggend document worden de randvoorwaarden en eisen besproken die van toepassing zijn op het ontwerp van de fundatievoorzieningen ter plaatse van Holcim.

*Figuur 1-1 Overzicht havengebied in Wanssum (met in het rood de nieuwe oostelijke kade)*

## 1.2 Wijzigingen ten opzicht van voorgaande versies

Versie D2.0

Versie D2.0 met projectnummer 351624 is een revisie op versie D1.0 met projectnummer 334295.

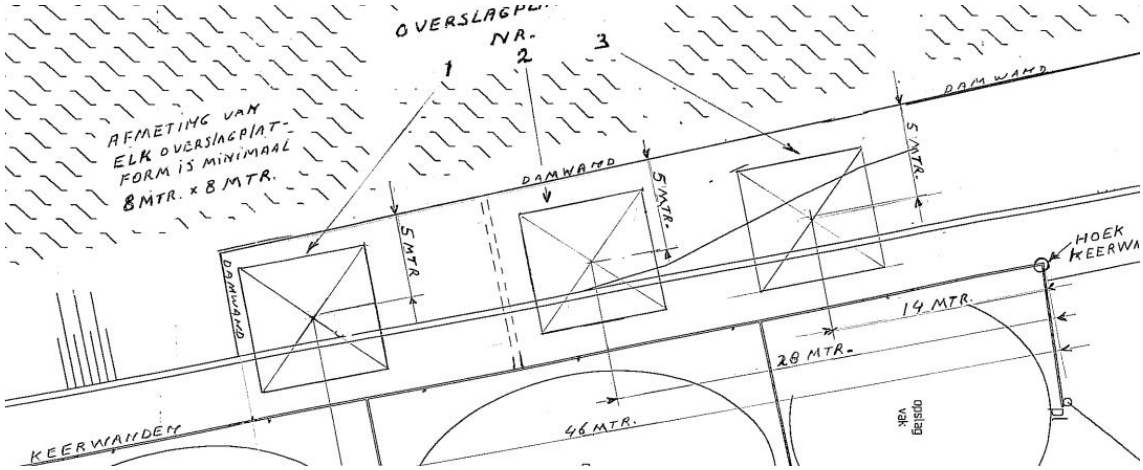
In versie D2.0 zijn de vigerende normen toegepast. De wijziging (NEN9997-1 2016) heeft invloed op het paalpuntdraagvermogen. Sinds 2017 is het paalpuntdraagvermogen met 30% verlaagd. De wijziging is verwerkt in paragraaf 3.4.

Tevens is voor de middelste fundatieplaat een sparing aangebracht ten behoeve van de bestaande pompput. Deze wijziging is verwerkt in paragraaf 3.3.

# 2 Uitgangspunten

## 2.1 Locatie

Langs de kade dienen er drie fundatievoorzieningen te komen waarop een mobiele kraan geplaatst kan worden. De locaties zoals aangeleverd door Holcim staan in Figuur 2-1 en zijn ook weergegeven in de overzichtstekening in bijlage 1 en 2.




*Figuur 2-1 Locaties fundatievoorzieningen*

## 2.2 Informatiebronnen

Voor het opstellen van dit rapport zijn de onderstaande bronnen gebruikt:

[1] Grondonderzoek t.b.v. revitalisatie haven te Wanssum – Mos Grondmechanica – 2 juli 2015.
[2] Revisietekeningen – Van Halteren – V1401 5-01 en V14015-02 Revisie damwand en ankers.
[3] Kraangegeven Sennebogen – Holcim.
[4] Plaatsbepaling 3 overslagplatformen – Holcim.

## 2.3 Grondonderzoek

In bijlage 3 is onder andere het grondonderzoek terug te vinden. In de onderstaande tabel is de grondopbouw gepresenteerd. Voor de fundatie is het puntdraagvermogen van belang, waardoor het bovenste gedeelte van de grondopbouw nauwelijks van belang is. De aangehouden karakteristieke grondparameters zijn gepresenteerd in Figuur 2-1. De grondparameters zijn ontleend aan tabel 2.b uit NEN 9997-1.

***Tabel 2-1 Bodemopbouw en karakteristieke grondparameters***

| Grondsoort | Bovenkant laag [m NAP] | $g_d$ [kN/m$^3$] | $g_n$ [kN/m$^3$] | c' [kPa] | f' [ º ] |
|---|---|---|---|---|---|
| Ophoogzand | 15,15 (mv) | 19 | 21 | 0 | 37,5 |
| Leem, zwak zandig | 14,0 | 19 | 19 | 0 | 27,5 |
| Klei, schoon, matig | 12.5 | 17 | 17 | 5 | 17,5 |
| Zand, matig | 10,5 | 18 | 20 | 0 | 32,5 |
| Klei, schoon, matig | 6,2 | 17 | 17 | 5 | 17,5 |
| Zand, vast | 5,5 | 19 | 21 | 0 | 37,5 |

## 2.4 Raakvlakken

### 2.4.1 Kabels en leidingen

Bij het plaatsen van de palen dient er rekening gehouden te worden met de aanwezigheid van kabels en leidingen. In bijlage 4 is de ligging van alle aanwezige kabels en leidingen weergegeven.

### 2.4.2 Ankers

Naast de kabels en leidingen liggen er ook ankers in de grond. Voor het plaatsen van de palen dient hier rekening mee gehouden te worden. In bijlage 4 zijn de locaties van de ankers aangegeven.

## 2.5 Belastingen

Vanuit Holcim is het maatgevende type kraan aangeleverd (zie bijlage 5). Dit type en de eigenschappen zijn weergegeven in Tabel 2.2

***Tabel 2-2 Kraaneigenschappen en stempelbelasting***

| Gegevens | Waarde |
|---|---|
| Leverancier | Sennebogen |
| Type kraan | 850M D Kin 1 |
| Maximale machine gewicht | 61 ton |
| Lengte stempels | 625 mm |
| Breedte stempels | 525 mm |
| Maximale belasting stempel | 8,9 kg/cm$^2$ |

## 2.6 Veiligheidsfilosofie

De kade is onderdeel van een primaire waterkering. Bezwijken van de fundatievoorzieningen kan resulteren in een kade die overbelast wordt. Voor de fundatievoorzieningen wordt daarom eveneens uitgegaan van gevolgklasse 3 (grote gevolgen ten aanzien van het verlies van mensenlevens, of zeer grote economische gevolgen, sociale gevolgen of gevolgen voor de omgeving).

## 2.7 Materiaal eigenschappen

De beoogde constructie van de fundatievoorzieningen bestaat uit de materialen, beton en betonstaal.

- beton sterkteklasse C35/45;
- betonstaal sterkteklasse B500B;
- milieuklasse XD3/XF4 bovenzijde en XC4/XF3 onderzijde;
- scheurwijdte 0,20 mm bovenzijde en 0,30 mm onderzijde;
- dekking 50 mm alle zijden.

## 2.8 Belastingfactoren

Voor de belastingfactoren wordt de onderstaande tabel gehandhaafd.

*Tabel 2-3 Belastingfactoren (bron: Eurocode 7 - Geotechnisch ontwerp)*

| Belasting | | Symbool | Combinatie | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | A1 | A2 | |
| | | | | Overig | Damwand |
| Permanent | Ongunstig | $\gamma_G$ | 1,35 [a b c] | 1,0 | 1,0 |
| | Gunstig | | 0,9 | 1,0 | 1,0 |
| Veranderlijk | Ongunstig | $\gamma_Q$ | 1,5 [b] | 1,3 [b] | 1,1 [b] |
| | Gunstig | | 0 | 0 | 0 |

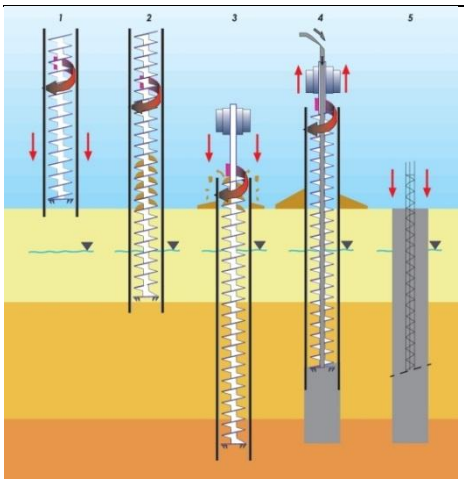
Voor de permanente belastingen wordt gerekend met een belastingfactor van 1,35. Voor de variabele belastingen geldt een belastingfactor van 1,65. De opgegeven stempeldrukken komen deels voort uit eigengewicht en deels uit het gewicht dat de kraan draagt. Aangezien dit in de berekening als één belasting wordt beschouwd dient de belastingfactor ook gecombineerd te worden. Gelet op het feit dat de opgegeven stempeldrukken voor ongeveer de helft uit het eigengewicht bestaan wordt gerekend met een belastingfactor van 1,50 voor de mobiele kraan.

# 3 Ontwerp

## 3.1 Algemeen

De constructie van de fundatievoorzieningen bestaat uit een betonnen plaat op 4 avegaarpalen. Het palenplan kan per plaat variëren. Voor de belastingen wordt rekening gehouden met verschillende posities van de mobiele kraan.

De keus is gevallen op een zgn. avegaarpaal. Bij dit type paal wordt de grond verwijderd en gevuld met beton waarna wapening wordt aangebracht. Het is een niet-grond verdringende paal.



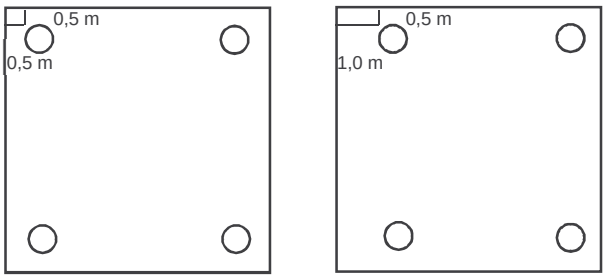

1. avegaar positioneren
2. avegaar in de bodem boren
3. betonpomp aansluiten, avegaar op diepte
4. avegaar omhoog trekken en beton aanbrengen
5. avegaar verwijderd en wapening aanbrengen

## 3.2 Fundatieplaat

### 3.2.1 Palenplan

De afmetingen van de fundatieplaten zijn 8,0 m bij 8,0 m. Er is gekozen voor het plaatsen van vier palen onder elke fundatieplaat. De palen worden op een afstand van 0,5 m van de hoeken van de fundatieplaten geplaatst. Bij een paalbreedte van 0,40 m resulteert dit in een onderlinge h.o.h.-afstand van 6,60 m.

Vanwege de aanwezigheid van ankers in de ondergrond worden enkele palen op een afstand van 1,0 m van de hoeken van de fundatieplaten aangebracht. De ruimte tussen de ankers en paal is 0,5 m.




*Figuur 3-2 Palenplan Holcim*

### 3.2.2 Dimensionering

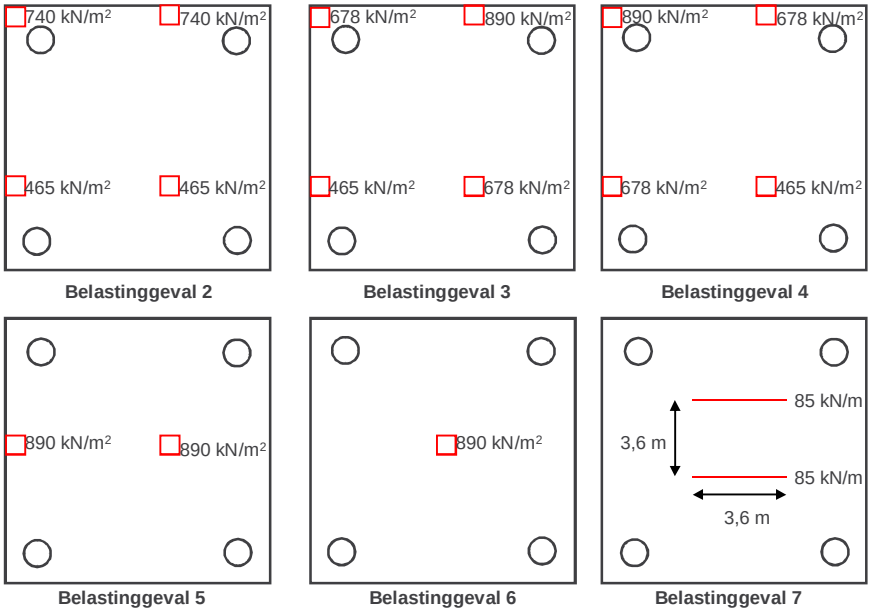
De constructieve berekening van de fundatieplaten wordt uitgevoerd met behulp van de software Scia Engineer. Hierin worden de 2 palenplannen (zoals weergegeven in figuur 3-2) en de stempelkrachten (in diverse configuraties) ingevoerd om de maatgevende situatie te bepalen.

### 3.2.3 Belastingen

De fundatieplaten kunnen op verschillende wijze worden belast. In het ontwerp dienen alle mogelijke belastinggevallen meegenomen te worden om zo het maatgevende belastinggeval te achterhalen. In de onderstaande opsomming zijn de beschouwde belastinggevallen aangegeven.

- Belastinggeval 1: dit is de situatie met alleen het eigengewicht van de plaat.
- Belastinggeval 2: de voorste 2 stempels zijn maximaal belast in combinatie met een moment in lengte richting. Voor de achterste 2 stempels is uitgegaan van het maximale gewicht van de mobiele kraan.
- Belastinggeval 3: de rechter voorste stempel is maximaal belast in combinatie met een moment onder 45 graden. Voor de stempel diagonaal aan de andere zijde wordt uitgegaan van het maximale eigen gewicht van de kraan. Voor de overige 2 stempels is de belasting lineair geïnterpoleerd tussen de maximale en minimale stempel.
- Belastinggeval 4: de situatie komt overeen met belastinggeval 3, maar daarbij is nu de maximale stempelkracht aan de linker voorzijde genomen.
- Belastinggeval 5: de maximale stempeldrukken zijn in het midden aan de rand gepositioneerd.
- Belastinggeval 6: de maximale stempeldruk is in het midden van de plaat gepositioneerd.
- Belastinggeval 7: de aslasten zijn aanwezig in het midden van de plaat.

Alle bovengenoemde belastinggevallen zijn in de onderstaande figuur visueel uitgedrukt.




*Figuur 3-3 Belastingen mobiele kraan*

### 3.2.4 Modellering

In Scia engineer is de fundatieplaat op 4 steunpunten gemodelleerd. Hierbij is een model met scharnierende steunpunten en een model met rotatieveren ingevoerd.
De rotatieveer is bepaald met behulp van D-Sheet Single Pile. Hierin is een paal met een kopmoment als eenheidslast ingevoerd. De rotatieveer is 32MNm/rad (moment 200kN en rotatie 6,3mrad uit D-Sheet).
De Scia berekening is weergegeven in bijlage 6 en de D-Sheet Single Pile berekening in bijlage 7.

### 3.2.5 Pons

De plaat is getoetst op pons. Er zijn 3 ponsberekening uitgevoerd.

1. Een pons berekening o.b.v. een hoekpaal op een afstand van 0,5m x 0,5m vanaf de rand.
2. Een pons berekening o.b.v. een hoekpaal op een afstand van 0,5m x 1,0m vanaf de rand.
3. Een pons berekening o.b.v. een stempelkracht (belastinggeval 4) op de hoek van de plaat.

Voor de ponsberekeningen wordt het gedeelte dat binnen de periferie valt niet meegenomen.
Zo valt de stempel op de hoek van de plaat binnen de periferie.

De plaat voldoet op pons bij een dikte van 600mm met een betonkwaliteit van C35/45. De berekening is weergegeven in bijlage 8.

### 3.2.6 Wapening

Voor de berekening van de wapening is onderscheid gemaakt tussen boven- en onderwapening en midden en rand stroken. De berekening is weergegeven in bijlage 9.

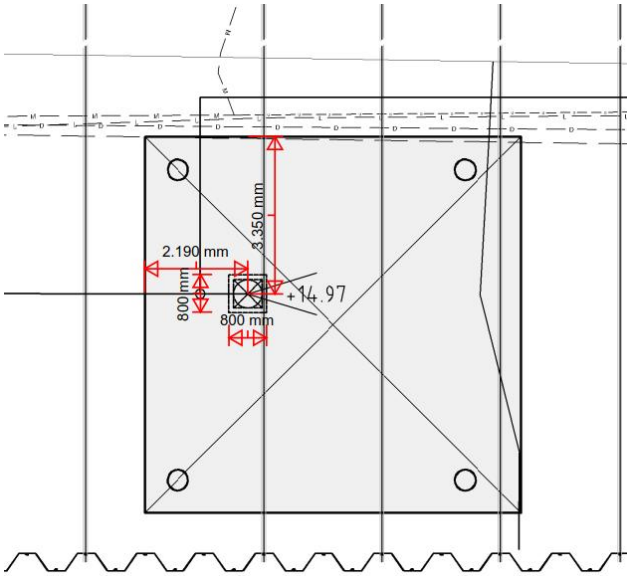
***Tabel 3-1 Wapening in de plaat***

| Boven / Onder | Stook | Wapening |
|---|---|---|
| Boven | Randstrook | Ø16-100 |
| | Middenstrook | Ø12-100 |
| Onder | Randstrook | Ø16-200 + Ø20-200 |
| | Middenstrook | Ø16-100 |

## 3.3 Sparing in fundatie plaat t.b.v. pompput

### 3.3.1 Dimensionering

In de middelste plaat wordt een sparing aangebracht in verband met de aanwezigheid van de pompput. De positie en de afmetingen van de pomput zijn bepaald op basis van de tekening in bijlage 4. In de onderstaande figuur zijn de afmetingen weergegeven.




*Figuur 3-4 Afmetingen pompput*

Voor de berekening is een sparing aangehouden van 1 m x 1 m.

### 3.3.2 Belastingen

Naast de belastingen benoemd in paragraaf 3.2.3 zijn 2 extra belastinggevallen meegenomen. Belastinggevallen 5 en 6 zijn nogmaals meegenomen, maar dan dusdanig gepositioneerd dat het stempel direct naast de sparing voor de pompput staat.

### 3.3.3 Modellering

De berekening van de plaat met sparing is op eenzelfde wijze uitgevoerd als de platen zonder sparing.
De Scia berekening is weergegeven in bijlage 15.

### 3.3.4 Pons

De paalreacties zijn niet groter dan berekend bij de platen zonder sparing. Pons is voor de plaat met sparing dus niet maatgevend.

### 3.3.5 Wapening

De maatgevende momenten voor de toetsing van de wapening zijn:

***Tabel 3-2 Momenten in de plaat met sparing***

| Boven / Onder | Stook | $M_{rep}$ [kNm/m] | $M_{u;rep}$ [kNm/m] | $M_{Ed}$ [kNm/m] | $M_u$ [kNm/m] |
|---|---|---|---|---|---|
| Boven | Randstrook | 160 | 163 | 235 | 463 |
| | Middenstrook | 70 | 77 | 80 | 285 |
| Onder | Randstrook | -304 | -308 | -442 | -575 |
| | Middenstrook | -220 | -247 | -300 | -461 |

De momenten zijn kleiner dan de moment capaciteit van de wapening berekend in paragraaf 3.2.6. De wapening in Tabel 3-1 voldoet ook voor de plaat met de sparing.
De wapening rondom de sparing dient in het UO nader uitgewerkt te worden.

## 3.4 Palen

### 3.4.1 Maatgevende situatie

Voor de paalbelasting is belastinggeval 4 maatgevend waarbij de zwaarst belaste stempel (nagenoeg) boven de paal staat.

### 3.4.2 Dimensionering palen

Het puntniveau dient zo diep mogelijk te liggen om extra belasting op de damwand te voorkomen. Op basis van sondering 10 kan het puntniveau niet dieper worden aangebracht dan NAP +1,50 m.

De capaciteit van de palen is berekend in D-Foundation. De berekening is weergegeven in bijlage 10. Hieruit volgen de onderstaande resultaten.

***Tabel 3-3 Resultaten paaldraagvermogen avegaarpaal rond 450 mm***

| Sondeer-grafiek | P.P.N. [m+NAP] | $R_{b;d}$ [kN] | $R_{s;d}$ [kN] | $R_{c;d}$ [kN] | $F_{nk;d}$ [kN] | $R_{c;net;d}$ [kN] | $F_{c;d}$ [kN] | Voldoet? (ja/nee) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 10 | +1,5 | 791 | 733 | 1524 | 0 | 1524 | 1058 | ja |

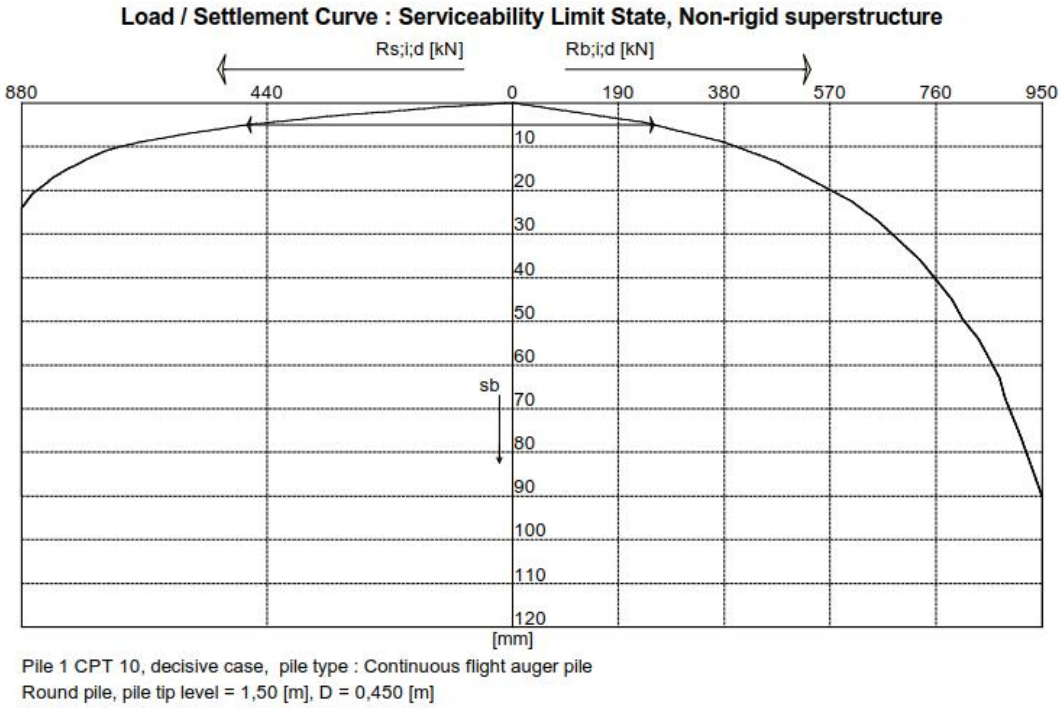
*waarbij geldt:*

| | |
|---|---|
| *P.P.N.* | *paalpuntniveau;* |
| $R_{b;d}$ | *rekenwaarde puntdraagvermogen;* |
| $R_{s;d}$ | *rekenwaarde schachtwrijving;* |
| $R_{c;d}$ | *rekenwaarde maximum paaldraagvermogen;* |
| $F_{nk;d}$ | *rekenwaarde negatieve kleef;* |
| $R_{c;net;d}$ | *rekenwaarde netto paaldraagvermogen;* |
| $F_{c;d}$ | *rekenwaarde paalkopbelasting (druk);* |

Het paaldraagvermogen is voldoende om de belasting op te kunnen nemen. Enkel het puntdraagvermogen is onvoldoende, waardoor een deel van het draagvermogen ontleend zal worden aan schachtwrijving.

### 3.4.3 Schachtwrijving

Een deel van het draagvermogen van de palen zal ontleend worden aan schachtwrijving. Deze schachtwrijving kan zich vertalen in een extra horizontale belasting op de reeds aangelegde kade (damwand). In deze paragraaf zal worden bepaald of schachtwrijving eventueel een probleem gaat vormen voor de damwand.




*Figuur 3-5 Last-zakkingsdiagram (SLS)*

Het aandeel van de belasting dat naar de schacht gaat is 476 kN representatief (op basis van het last-zakkingsdiagram). De afstand van de paal tot de damwand is 1,7 m. De gelijkmatig verdeelde belasting rondom de paal op een afstand van 1,7 m, dat afgedragen wordt naar de grond, is hierdoor 44,6 kN/m (476/(2*π*1,7)). Tevens verdeelt de schachtwrijving zich over de hoogte van de paal, waarover positieve schachtwrijving kan worden opgenomen. De afstand vanaf het maaiveld tot de vaste zandlaag van >20MPa is ca. 9 m. De schachtwrijving is hierdoor 5,0 kN/m$^2$ (44,6/9), verdeeld over een cilinder vormig vlak met een straal van 1,7 m en een lengte van 9 m. De schachtwrijving is nu in verticale richting bekend en dient omgerekend te worden in een horizontale belasting. Hiervoor wordt een coëfficiënt voor de actieve gronddruk ($K_a$) toegepast van 0,3. Dit leidt tot een horizontale schachtwrijving van 1,5 kN/m$^2$ dat maximaal op de damwand terecht komt.

In de ontwerp berekening van de aangelegde kade (zie bijlage 14) is er reeds rekening gehouden met een bovenbelasting (verticaal) van 10 kN/m$^2$ voor de eerste 4 m achter de damwand en daarachter een bovenbelasting van 20 kN/m$^2$. Met een $K_a$ waarde van 0,3 resulteert dat in een horizontale druk van minimaal 3,0 kN/m$^2$ (= 0,3 * 10 kN/m$^2$). Deze belasting is hoger dan de 2,4 kN/m$^2$ afkomstig van de schachtwrijving. Op de locaties waar de fundatievoorzieningen zijn gepland zal in de toekomst geen bovenbelasting van 10 kN/m$^2$ meer kunnen worden afgegeven aan de ondergrond. Op deze locaties zijn dan immers de fundatievoorzieningen aanwezig. Er kan dus geconcludeerd worden dat de damwand de resulterende belastingen als gevolg van schachtwrijving kan weerstaan.

### 3.4.4 Diepte palen

De eis die in de fundatieberekening is aangehouden, is dat de damwand geen hinder mag ondervinden van de palen. Dit betekent dat er naast de al in rekening gebrachte belastingen geen permanente belastingen bij mogen komen voor de damwand. Dit komt omdat het huidige ontwerp van de damwanden net voldoet aan de gestelde normen. Dit volgt uit de controles in het ontwerpdocument van de aangelegde kade van de aannemer (unity checks tot 0,99).

Wanneer een paal in de grond zit draagt het een deel van zijn belastingen af via de kop van de paal. De kracht wordt vervolgens overgedragen op de grond. Vervolgens spreidt de kracht zich horizontaal onder een hoek die gelijk is aan de hoek van inwendige wrijving van de grond. De afstand tussen de damwand en de palen is minimaal 1,7 m. Bij een hoek van inwendige wrijving van 30° zal er invloed ter plaatse van de damwand op een diepte van 0,98 m onder het paalpuntniveau merkbaar zijn. Aangezien het paalpunt niveau op NAP +1,50 ligt begint de paal vanaf NAP +0,52 m (NAP +1,50 m – 0,98 m) en lager invloed uit te oefenen (een kracht af te dragen) op de damwand. De onderkant damwand (inheiniveau) is gelijk aan NAP +0,4 m, dus de damwand wordt over de onderste 12 cm belast door de paal.

Ter plaatse van de damwand (op NAP +0,52 m) is een groot deel van de paalbelasting al gespreid, en wel in een cirkel met een straal van 1,7 m om de paal. De belasting die aangrijpt op de damwand is te interpreteren als een lijnlast (bovengrens). Deze lijnlast wordt bepaald door de paalbelasting te delen door de omtrek van cirkel waarin de belasting zich spreidt. Voor een cirkel met een straal van 1,7 m geldt een omtrek van ca. 10 m. De paalbelasting is 1058 en daarmee is de belasting op de damwand 106 kN/m. In bijlage 11 is ter indicatie de invloed weergegeven van de aanvullende belasting op de damwand. De resultaten in bijlage 11 zijn indicatief en daarom alleen bedoelt om de invloed aan te tonen en zijn niet de definitieve krachten op de damwand. Uit de berekening volgt dat de invloed van de paalbelasting op NAP +0,52 m verwaarloosbaar is.

### 3.4.5 Paalkopwapening

Voor de palen is rekening gehouden met de horizontale krachten als gevolg van het remmen van de mobiele kraan (alleen bij eigen gewicht) en het kopmoment als gevolg van het moment in de vloer.

Voor de rembelasting wordt gerekend met 60% van de verticale belasting (dit is een uitgangspunt dat ook gebruikt wordt bij het ontwerp van bruggen). Met een kraan van 61 ton resulteert dit in een verticale belasting van 366 kN, omgerekend 91,5 kN/per paal. Echter, de verwachting is dat dit percentage bij de kade vele malen lager is, omdat eventuele snelheden van de kraan erg laag zullen zijn. De waarde van 60% kan dus als een bovengrens worden beschouwd.

Het kopmoment als gevolg van het remmen is bepaald in D-Sheet Piling (bijlage 13) en heeft een waarde van $M_{rep}$ = 94 kNm. Het totale kopmoment in de palen volgt uit een sommatie van het kopmoment bepaald in D-Sheet Piling en de moment uit Scia Engineer. De momenten in Scia Engineer zijn $M_{x,rep}$ = 14 kNm en $M_{y,rep}$ = 21 kNm (met sparing 22 kNm, maar is verwaarloosbaar in het totale moment), resulterend in gecombineerd kopmoment van $M_{rep}$ = 25 kNm. Het totale kopmoment is $M_{rep}$ = 119 kNm (94 kNm + 25 kNm). De minimale normaalkracht in de palen is 393 kN (153 kN gewicht mobiele kraan (610/4) en 240 kN gewicht plaat). De kopwapening is 10Ø20 met een lengte vanaf onderkant plaat van wisselend 3,5 m en 4,0 m. In het veld van de palen is geen wapening benodigd. De berekening is weergegeven in bijlage 12.

### 3.4.6 Horizontale krachten

Als gevolg van rembelastingen van kranen kan er een extra horizontale belasting op de damwand worden afgegeven. Als de volledige horizontale belasting over de plaat (8 m breed) naar de damwand wordt afgegeven, resulteert dit in een lijnlast van 46 kN/m (366 kN / 8 m). In de berekening van de aangelegde kade (zie bijlage 14) is er reeds rekening gehouden met een bolderbelasting van 49,6 kN/m. M.a.w. de kade is in staat om de remkrachten op te nemen, want er zijn twee argumenten waarom de kans klein is dat de maximale remkrachten niet tegelijkertijd optreden met de maximale bolder belastingen:

1. Maximale bolderbelasting en maximale rembelasting grijpen niet op dezelfde locatie op de kade aan: De toekomstige kranen zijn bedoeld voor het laden en het lossen van schepen. Dit betekent dat de kranen meestal naast de beun van het schip zullen staan. Dit is niet de locatie waar de trossen van het schip om de bolders zitten. De bolders waaraan de schepen zich vastmaken zitten veelal aan de voor en achterzijde van het schip.
2. Maximale bolderbelasting treedt niet gelijktijdig op met de maximale rembelasting: De maximale bolderkrachten treden naar alle waarschijnlijkheid op tijdens het aanmeren of verhalen van een schip aan de kade. Het is onwaarschijnlijk dat juist op dat moment ook de kraan een maximale rembelasting geeft op de locatie waar de bolders zitten.

Verder dient nogmaals vermeld te worden dat er rekening is gehouden met een rembelasting van 60% van het eigen gewicht van de kraan. Dit is een vrij conservatieve aanname.

# 4 Conclusie

## 4.1 Algemeen

De fundatievoorzieningen bestaan uit drie platen met afmetingen van 8 m x 8 m x 0,6 m en betonsterkteklasse C35/45. In de middelste fundatieplaat wordt een sparing aangebracht van 1 m x 1 m ter plaatse van de pompput.
Onder elke plaat worden vier avegaarpalen met een diameter van 450 mm aangebracht. Het puntniveau van de palen ligt op NAP +1,50 m. In bijlage 2 zijn de ontwerptekening van de fundatieplaten en palen weergegeven.

## 4.2 Risico's

Het is belangrijk dat bij het aanbrengen van de palen de damwand gemonitord wordt. De doorbuiging die bepaald is in de damwandberekening mag niet overschreden worden. Hieruit volgt dat er een maximale verplaatsing mag optreden van 20 mm.

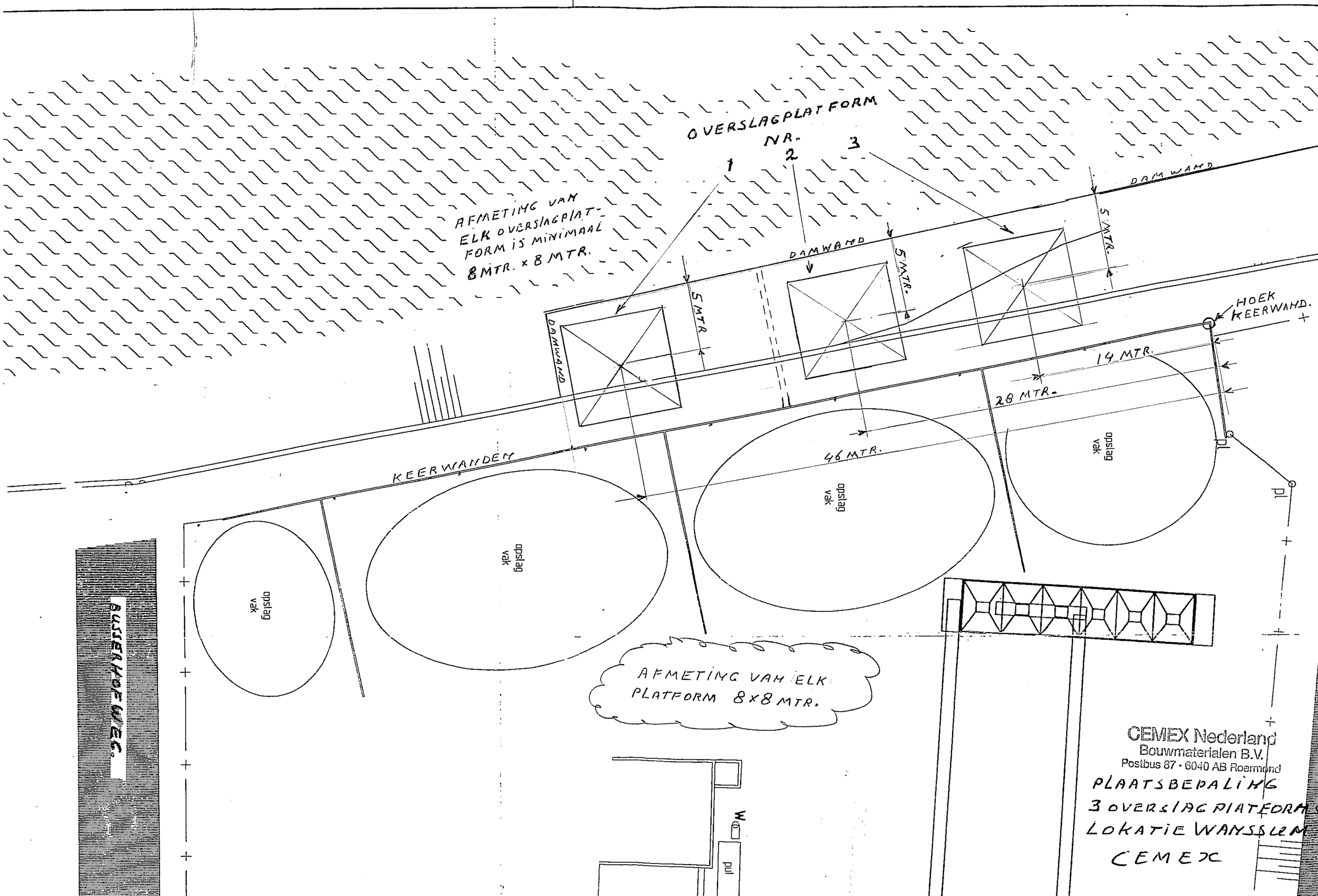
Tevens wordt geadviseerd om gedurende de uitvoering een controle te doen of het toegepaste materieel (boorinstallatie, betonpompinstallatie, etc.) niet de maatgevende belastingen overschrijden. De maatgevende belastingen komen overeen met 10 kN/m$^2$ over de eerste 4m achter de kade en daarachter 20 kN/m$^2$.

Daarnaast dient de locatie van de ankers en de kabels en leidingen in het werk nauwkeurig bepaald te worden, om te voorkomen dat de elementen elkaar kruisen. Het palenplan dient hierop aangepast te worden.

De mobiele kraan mag alleen op de fundatieplaat staan, dit dient duidelijk aangegeven te worden. Voor alle duidelijkheid: de damwand is niet ontworpen op een mobiele kraan.

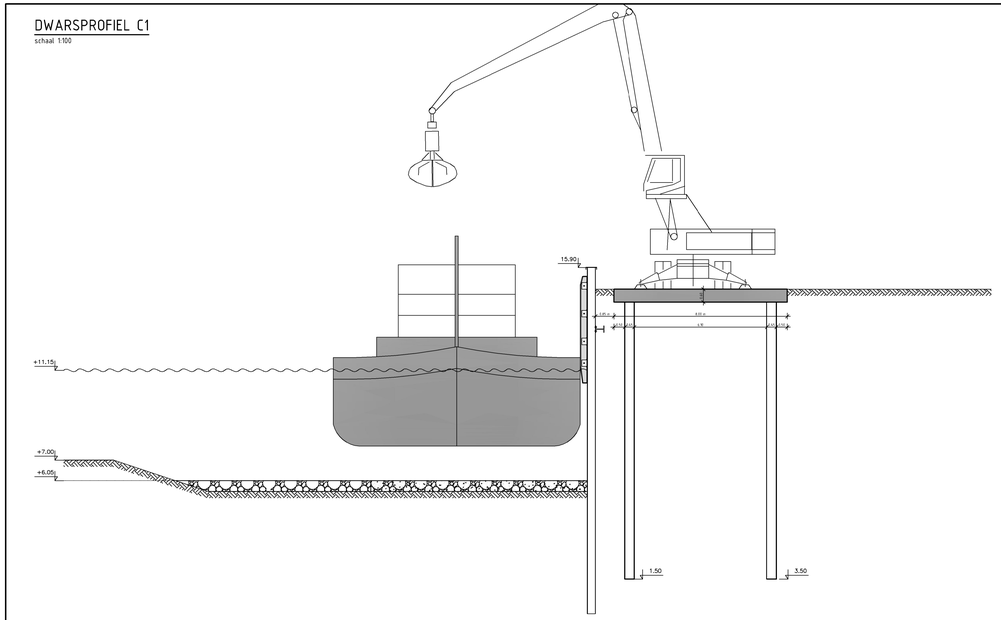
Voor de fundatieplaat waarin een sparing zit voor de pompput, mag nimmer afgestempeld worden op de pompput. Dit dient middels markering aangegeven te worden.

Bijlage 1: Locatie fundatievoorziening (geleverd door CEMEX)

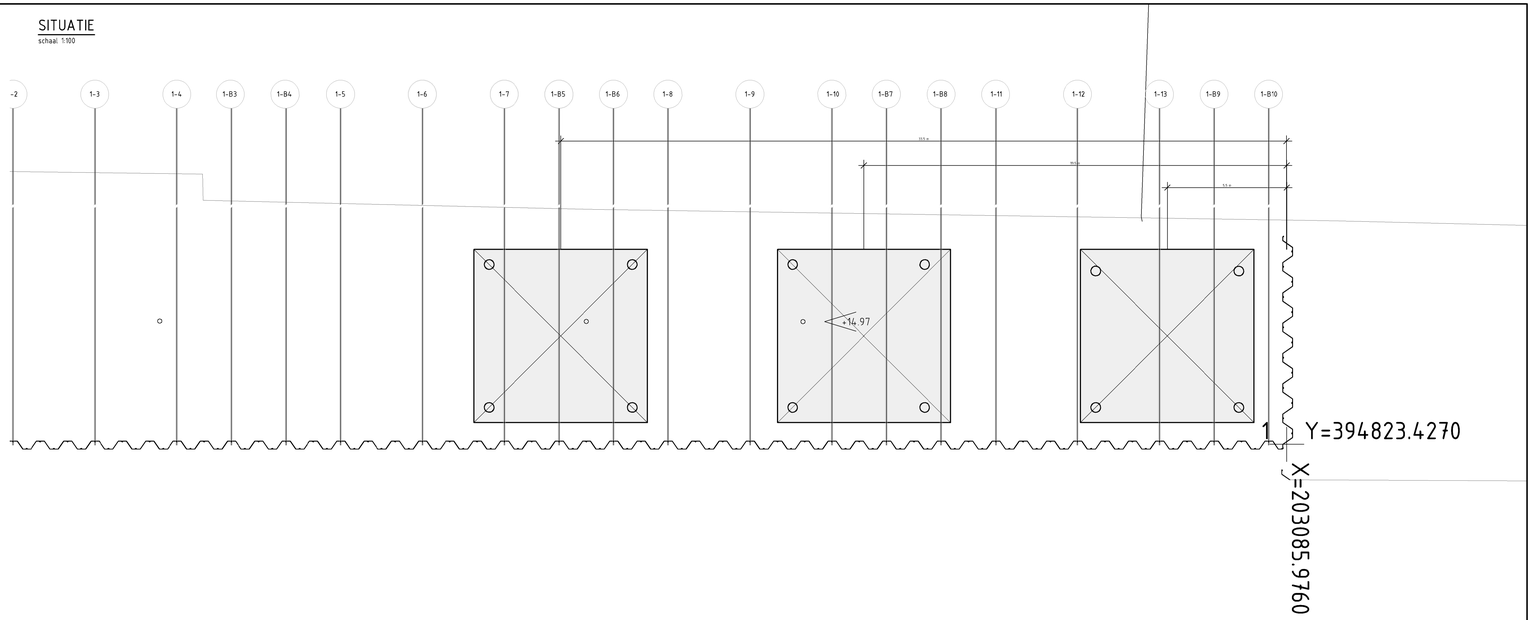

OVERSLAGPLATFORM
NR.
1
2
3
AFMETING VAN ELK OVERSLAGPLATFORM IS MINIMAAL 8 MTR. x 8 MTR.
DAMWAND
5 MTR.
HOEK KEERWAND.
14 MTR.
28 MTR.
46 MTR.
KEERWANDEN
opslag vak
AFMETING VAN ELK PLATFORM 8x8 MTR.
BUSSERHOFWEG.
pl
W
CEMEX Nederland
Bouwmaterialen B.V.
Postbus 87 · 6040 AB Roermond
PLAATSBEPALING
3 OVERSLAG PLATFORMS
LOKATIE WANSSUM
CEMEX

Bijlage 2: Ontwerptekening

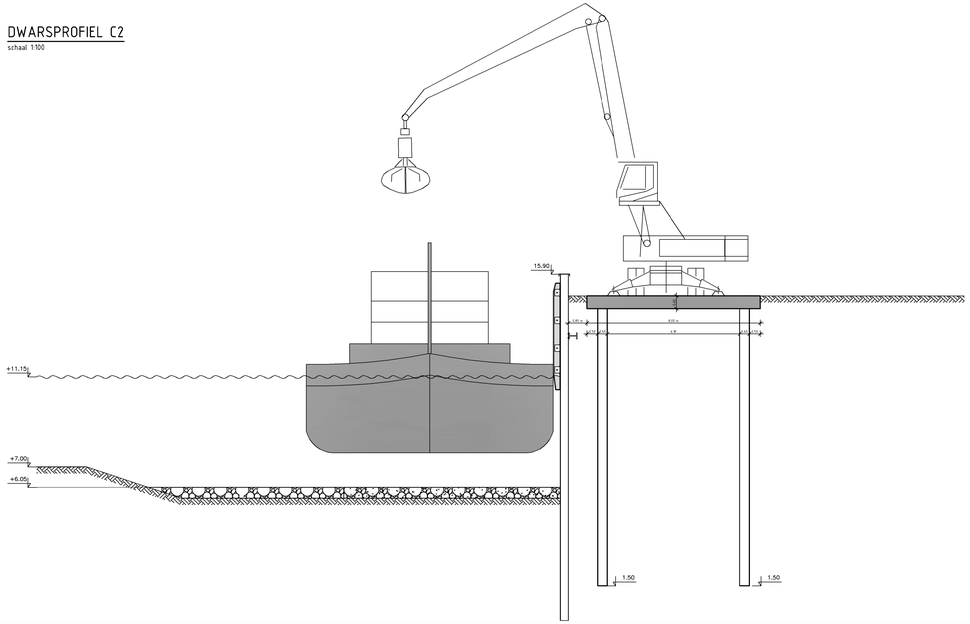
## DWARSPROFIEL C1
schaal 1:100



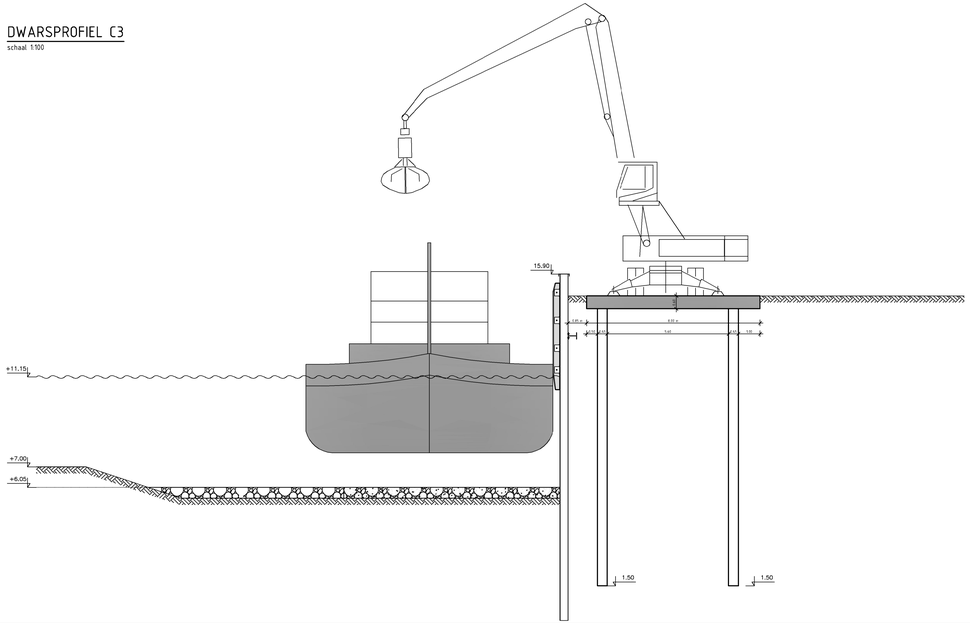

## SITUATIE
schaal 1:100




## DWARSPROFIEL C2
schaal 1:100




## DWARSPROFIEL C3
schaal 1:100



ALLE MATEN IN HET WERK TE CONTROLEREN:
MATEN IN METERS
DIAMETERS IN MILLIMETERS
HOOGTEMATEN IN METERS T.O.V. N.A.P.

0 2 4 6 8 10m

Opdrachtgever
Gemeente Venray

Project
Revitalisering haven Wanssum, kade oostkant

Onderwerp
Situatie en dwarsprofielen Cemex

| Tekeningnummer | Rev. | Bestandsnaam | Formaat | Schaal | Blad | Aantal |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 334195-601 | | 334295401.dwg | A0A1 | 1:100 | 1 | 1 |

| Kantoor | Projectnummer | Bestelnummer | Datum van uitgave | Get. | Gct. | Acv. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| DE BILT ORANJERIE | 334295 | | 20-10-2015 | JCM | TVE | FV |

Grontmij

www.grontmij.nl

© Grontmij Nederland B.V. Alle rechten voorbehouden

Bijlage 3: Grondonderzoek

MOS GRONDMECHANICA

| | | |
|---|---|---|
| Betreft | : | Grondonderzoek t.b.v. revitalisering haven<br>te<br>WANSSUM |
| Opdrachtgever | : | Grontmij Nederland B.V.<br>T.a.v. Dhr. T.M.J. van Erp<br>Postbus 271<br>3730 AG DE BILT<br>NL |
| Behandeld door | : | M. Blaak (088 - 51 30 216) |
| Kenmerk | : | R1501050-RH_1 |
| Datum | : | 2 Juli 2015 |

**MOS GRONDMECHANICA B.V.**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Correspondentieadres : | Postbus 801, 3160 AA Rhoon | Centraal telefoonnummer : | | +31(0)88-5130200 |
| Hoofdkantoor Rhoon | Kleidijk 35 | 3161 EK | Rhoon | |
| Vestiging Helmond | Vossenbeemd 90B | 5705 CL | Helmond | |
| Vestiging Almelo | Het Wendelgoor 13 | 7604 PJ | Almelo | |
| Vestiging Amsterdam | Gyroscoopweg 120 | 1042 AZ | Amsterdam | |
| Vestiging Suriname | Ds Martin Luther Kingweg 150 | District Wanica | Suriname | Tel. +597-488188 |

## 1. ONDERZOEKSOPDRACHT

Ten behoeve van bovengenoemd project hebben wij in uw opdracht een grondonderzoek uitgevoerd. De opdracht omvatte de volgende werkzaamheden:

- Bureauwerkzaamheden waaronder klic-melding en interpretatie
- 13 locaties uitzetten en waterpassen t.o.v. RD en NAP
- 13 sonderingen tot een diepte van maaiveld -30 m inclusief meting van de plaatselijke wrijving

## 2. UITGEVOERDE WERKZAAMHEDEN

*Landmeten*

Voor de uitvoering van dit onderzoek heeft de opdrachtgever ons een tekening ter beschikking gesteld met daarop de positionering van de onderzoekslocaties.

Aan de hand van de verstrekte tekening heeft Mos Grondmechanica een klic-melding gedaan. De onderzoekslocaties zijn met behulp van GPS-RTK apparatuur in het veld uitgezet en gewaterpast. De onderzoekslocaties zijn op tekening weergegeven en in dit rapport opgenomen.

*Sonderen*

Op 30 juni 2015 zijn de sonderingen met de nummers 1 t/m 13 uitgevoerd tot een diepte variërend van maaiveld -11,9 m tot maaiveld -16,5 m. De sonderingen zijn met een sondeerunit met een drukcapaciteit van 200 kN uitgevoerd. Bij elke sondering is per 20 mm de tijd, de diepte, de conusweerstand ($q_c$), de plaatselijke wrijving ($f_s$) en de helling (i) gemeten en als data opgeslagen. Tevens is het berekende wrijvingsgetal gepresenteerd.

Het wrijvingsgetal geeft nader inzicht in de aanwezige grondsoorten. Voor de in Nederland meest voorkomende, normaal geconsolideerde, grondsoorten kunnen indicatief de volgende wrijvingsgetallen worden aangehouden:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Zand: | 0,5 % - 1,5 % | Klei / Leem: | 2% - 4% | Veen: | 8% - 10 % |

De sonderingen zijn uitgevoerd conform toepassingsklasse 3, type TE1 van de NEN-EN-ISO-22476-1.

De sonderingen zijn niet uitgevoerd tot de gewenste diepte van maaiveld -30 m in verband met obstructies op de nu behaalde dieptes.

Dit verslag is opgesteld door:

M. Blaak (088 - 51 30 216) Rhoon, 2 Juli 2015

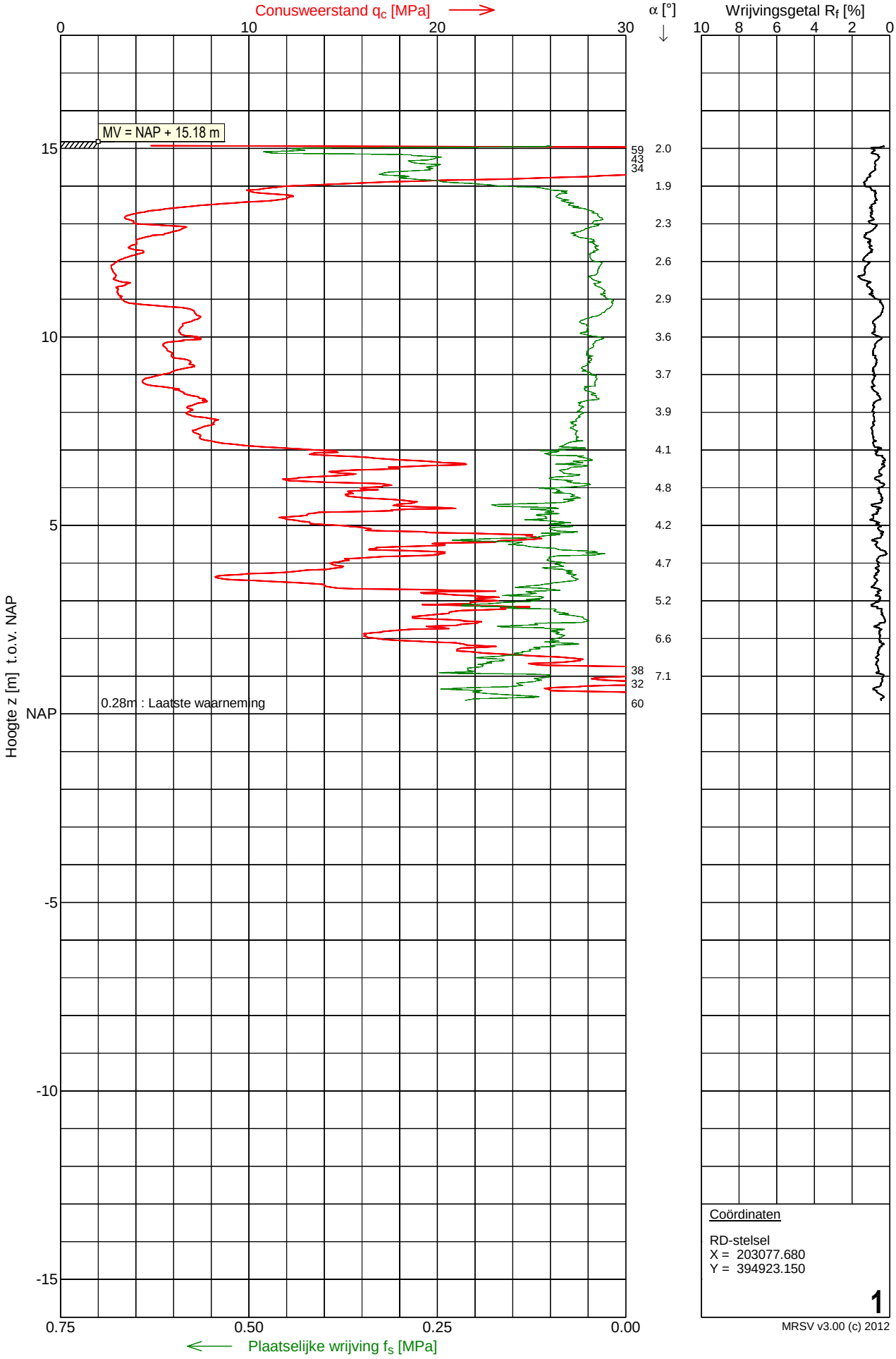
Contr. MvE Mos Grondmechanica B.V.

## Inhoud:

- **Sonderingen**
- **Coördinatenlijst**
- **Situatietekening**

# Sondering 1

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Opdracht | : 1501050 | Conus nummer | : S15-CFII.1110 | NEN-EN-ISO-22476-1 | |
| Plaats | : Wanssum | Soort conus | : Elektrisch | Klasse 3, type TE1 | |
| Datum | : 30-06-2015 | Opp. conuspunt | : 1500 $mm^2$ | Sondeerunit | : SW9 |
| Project | : Revitalisering haven | | | Blad | : 1 van 1 |




Coördinaten

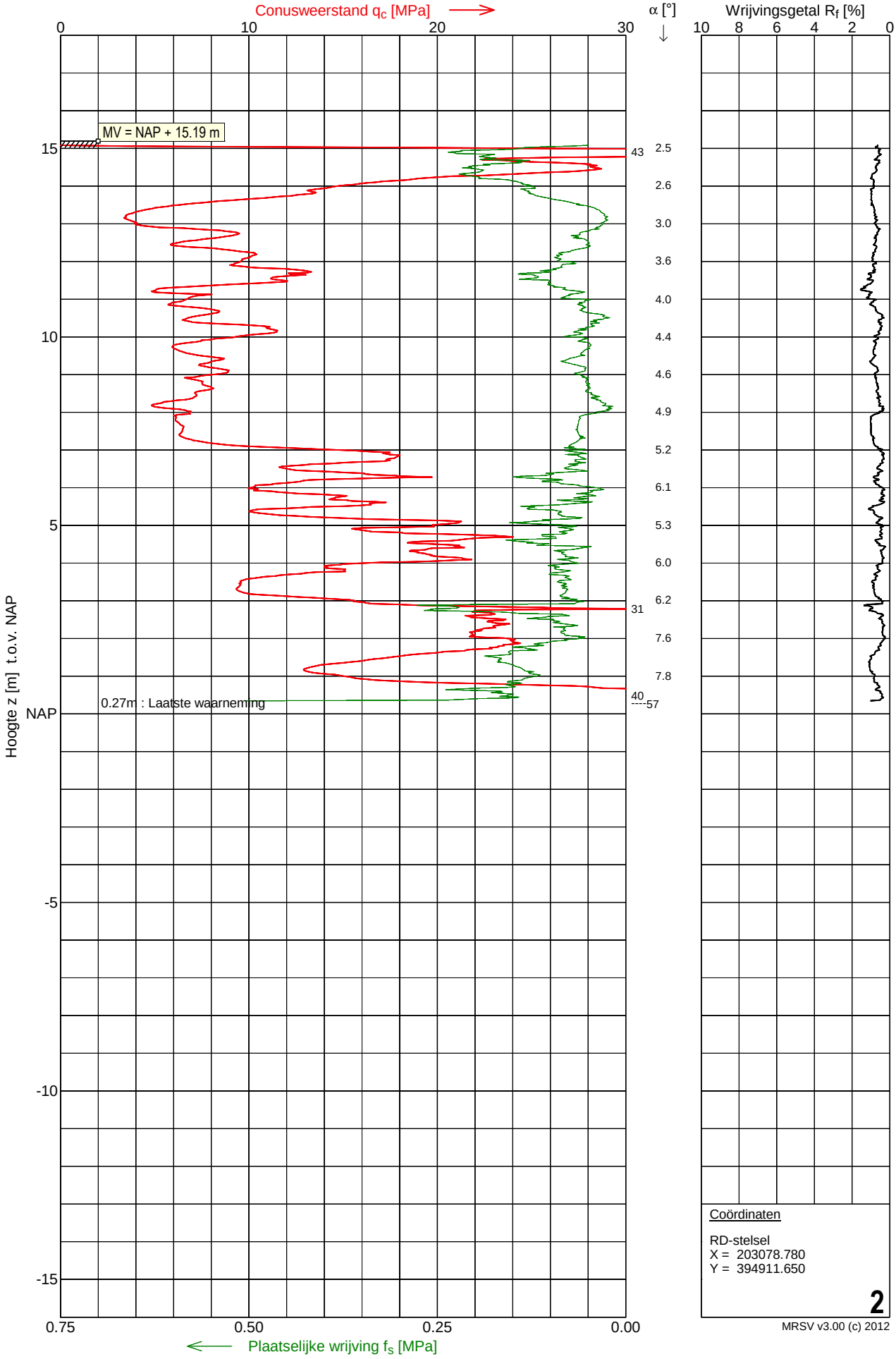
RD-stelsel
X = 203077.680
Y = 394923.150

1

MRSV v3.00 (c) 2012

# Sondering 2

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Opdracht | : 1501050 | Conus nummer | : S15-CFII.1110 | NEN-EN-ISO-22476-1 | |
| Plaats | : Wanssum | Soort conus | : Elektrisch | Klasse 3, type TE1 | |
| Datum | : 30-06-2015 | Opp. conuspunt | : 1500 mm$^2$ | Sondeerunit | : SW9 |
| Project | : Revitalisering haven | | | Blad | : 1 van 1 |




Coördinaten

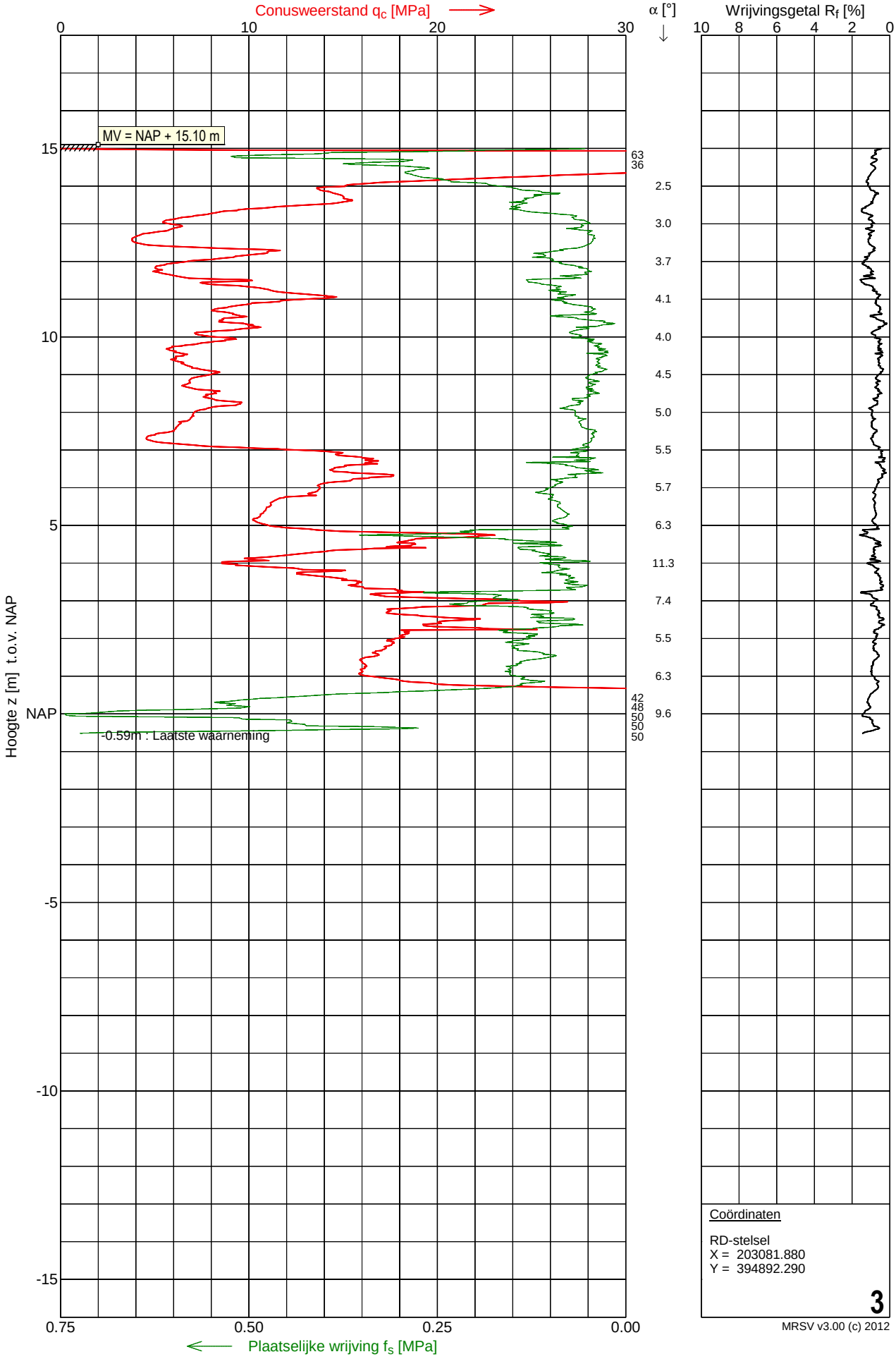
RD-stelsel
X = 203078.780
Y = 394911.650

2

MRSV v3.00 (c) 2012

# Sondering 3

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Opdracht | : 1501050 | Conus nummer | : S15-CFII.1110 | NEN-EN-ISO-22476-1 | |
| Plaats | : Wanssum | Soort conus | : Elektrisch | Klasse 3, type TE1 | |
| Datum | : 30-06-2015 | Opp. conuspunt | : 1500 mm$^2$ | Sondeerunit | : SW9 |
| Project | : Revitalisering haven | | | Blad | : 1 van 1 |




Coördinaten

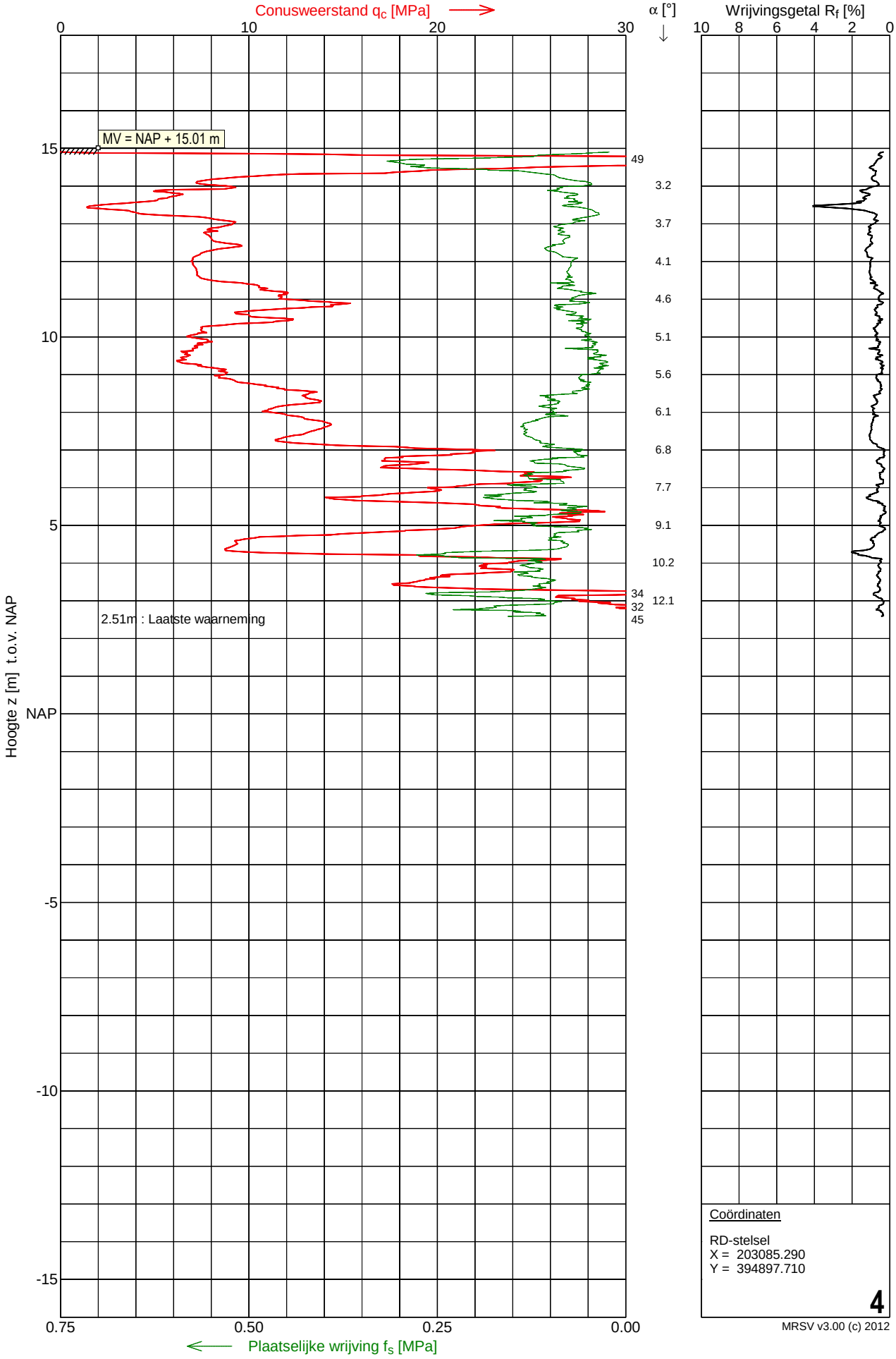
RD-stelsel
X = 203081.880
Y = 394892.290

3

MRSV v3.00 (c) 2012

# Sondering 4

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Opdracht | : 1501050 | Conus nummer | : S15-CFII.1110 | NEN-EN-ISO-22476-1 | |
| Plaats | : Wanssum | Soort conus | : Elektrisch | Klasse 3, type TE1 | |
| Datum | : 30-06-2015 | Opp. conuspunt | : 1500 $mm^2$ | Sondeerunit | : SW9 |
| Project | : Revitalisering haven | | | Blad | : 1 van 1 |




Coördinaten

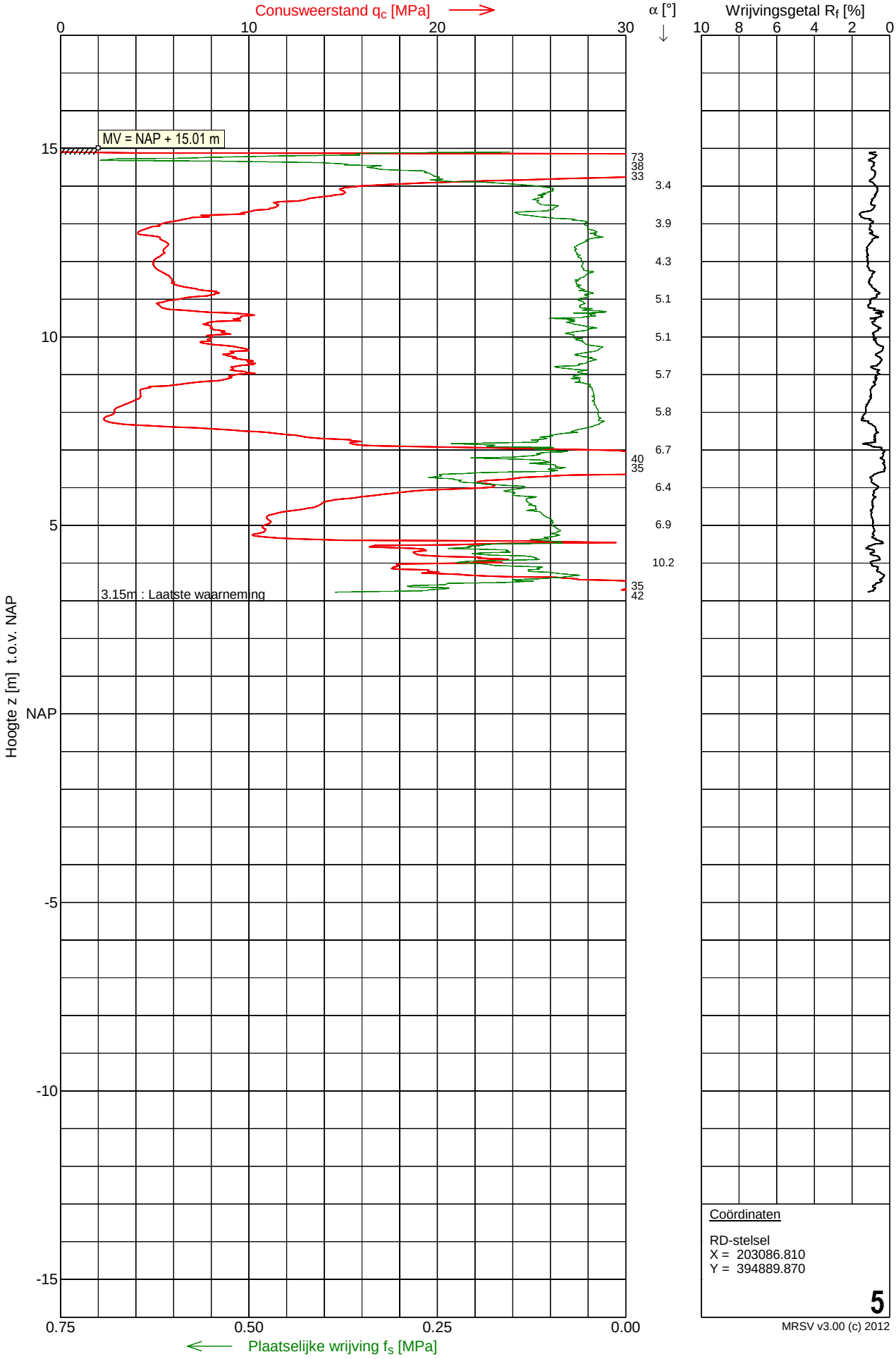
RD-stelsel
X = 203085.290
Y = 394897.710

4

MRSV v3.00 (c) 2012

# Sondering 5

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Opdracht | : 1501050 | Conus nummer | : S15-CFII.1110 | NEN-EN-ISO-22476-1 | |
| Plaats | : Wanssum | Soort conus | : Elektrisch | Klasse 3, type TE1 | |
| Datum | : 30-06-2015 | Opp. conuspunt | : 1500 $mm^2$ | Sondeerunit | : SW9 |
| Project | : Revitalisering haven | | | Blad | : 1 van 1 |




Coördinaten

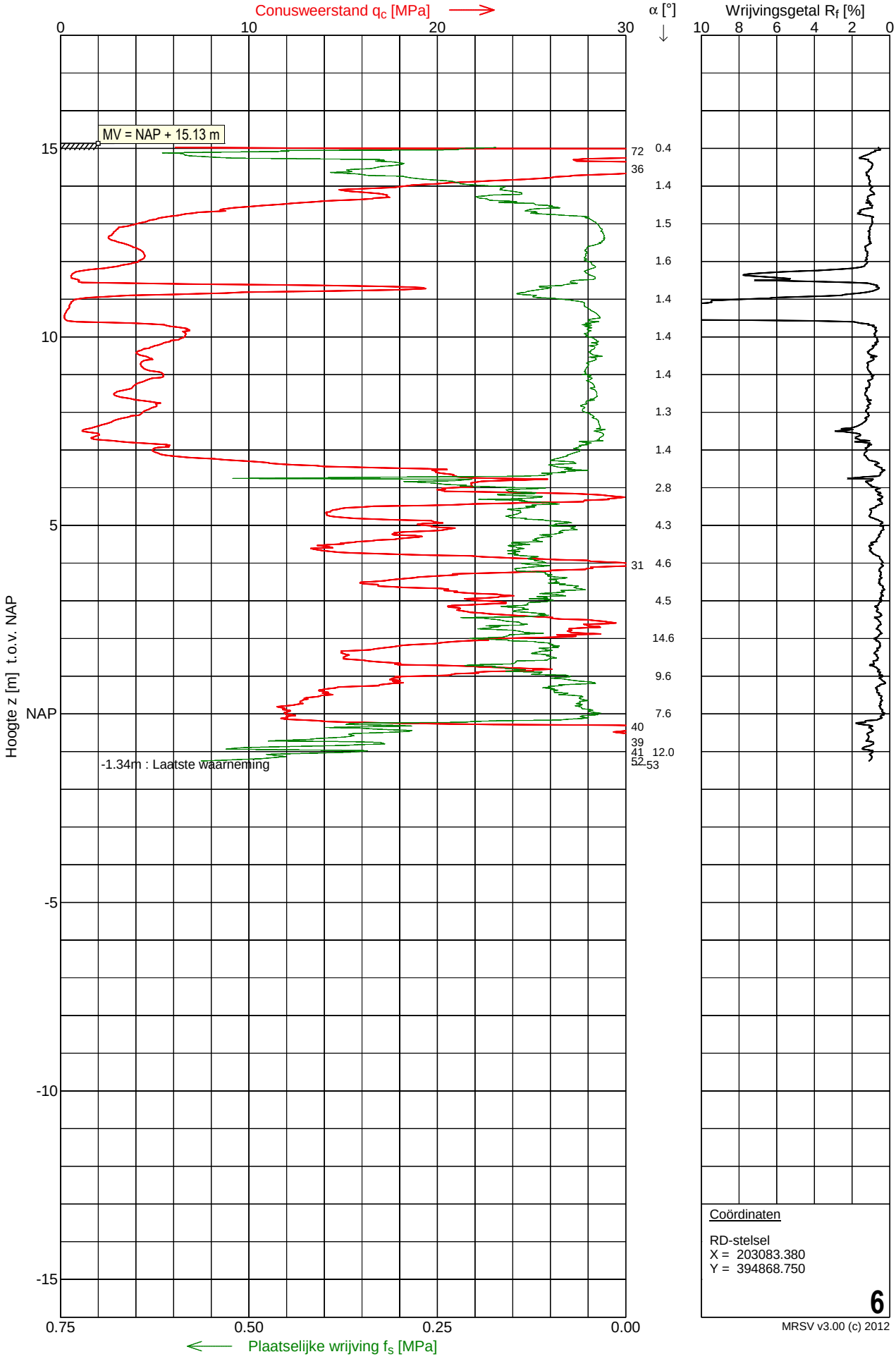
RD-stelsel
X = 203086.810
Y = 394889.870

5

MRSV v3.00 (c) 2012

# Sondering 6

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Opdracht | : 1501050 | Conus nummer | : S15-CFII.1110 | NEN-EN-ISO-22476-1 | |
| Plaats | : Wanssum | Soort conus | : Elektrisch | Klasse 3, type TE1 | |
| Datum | : 30-06-2015 | Opp. conuspunt | : 1500 $mm^2$ | Sondeerunit | : SW9 |
| Project | : Revitalisering haven | | | Blad | : 1 van 1 |




Coördinaten

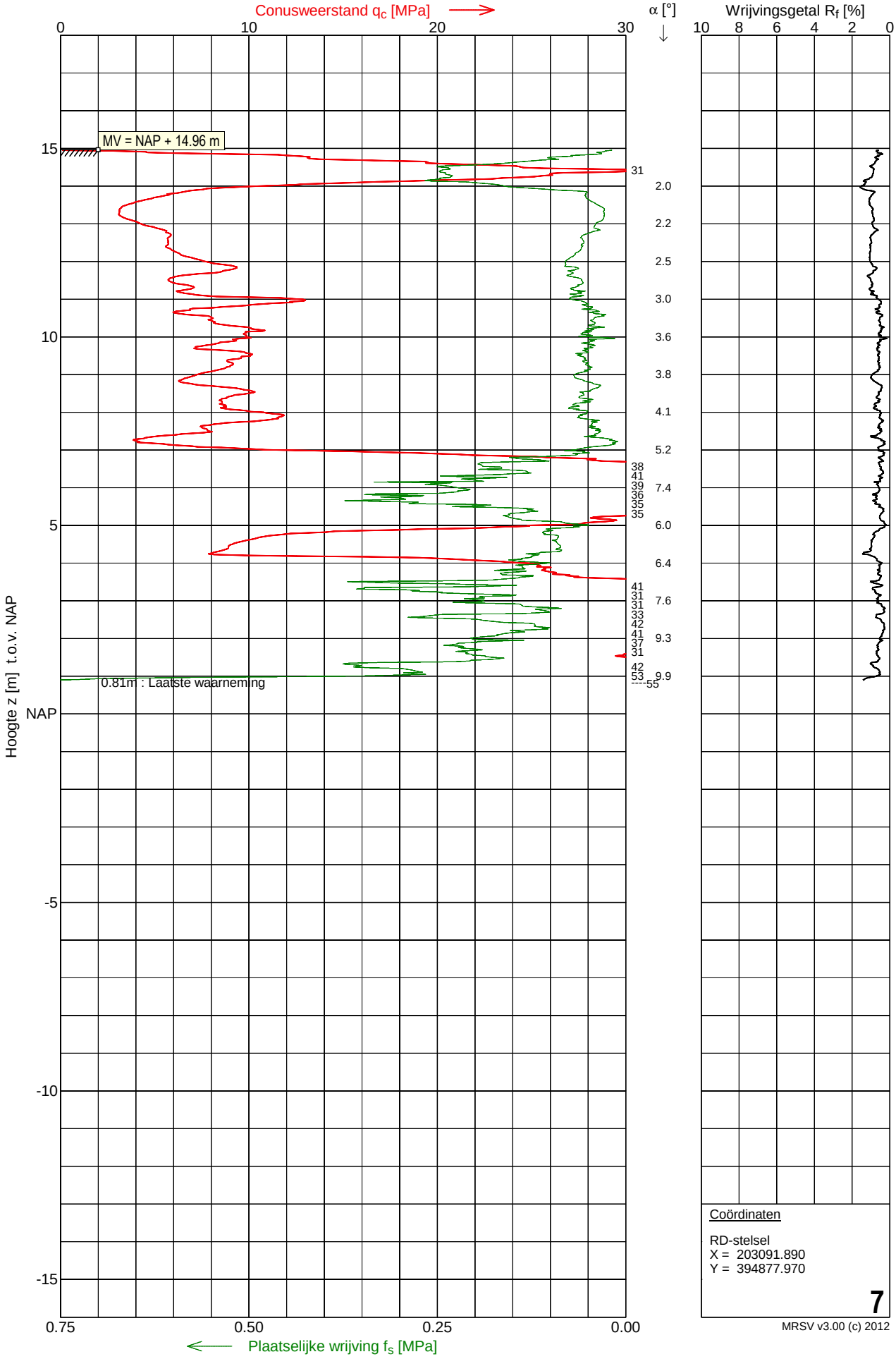
RD-stelsel
X = 203083.380
Y = 394868.750

6

MRSV v3.00 (c) 2012

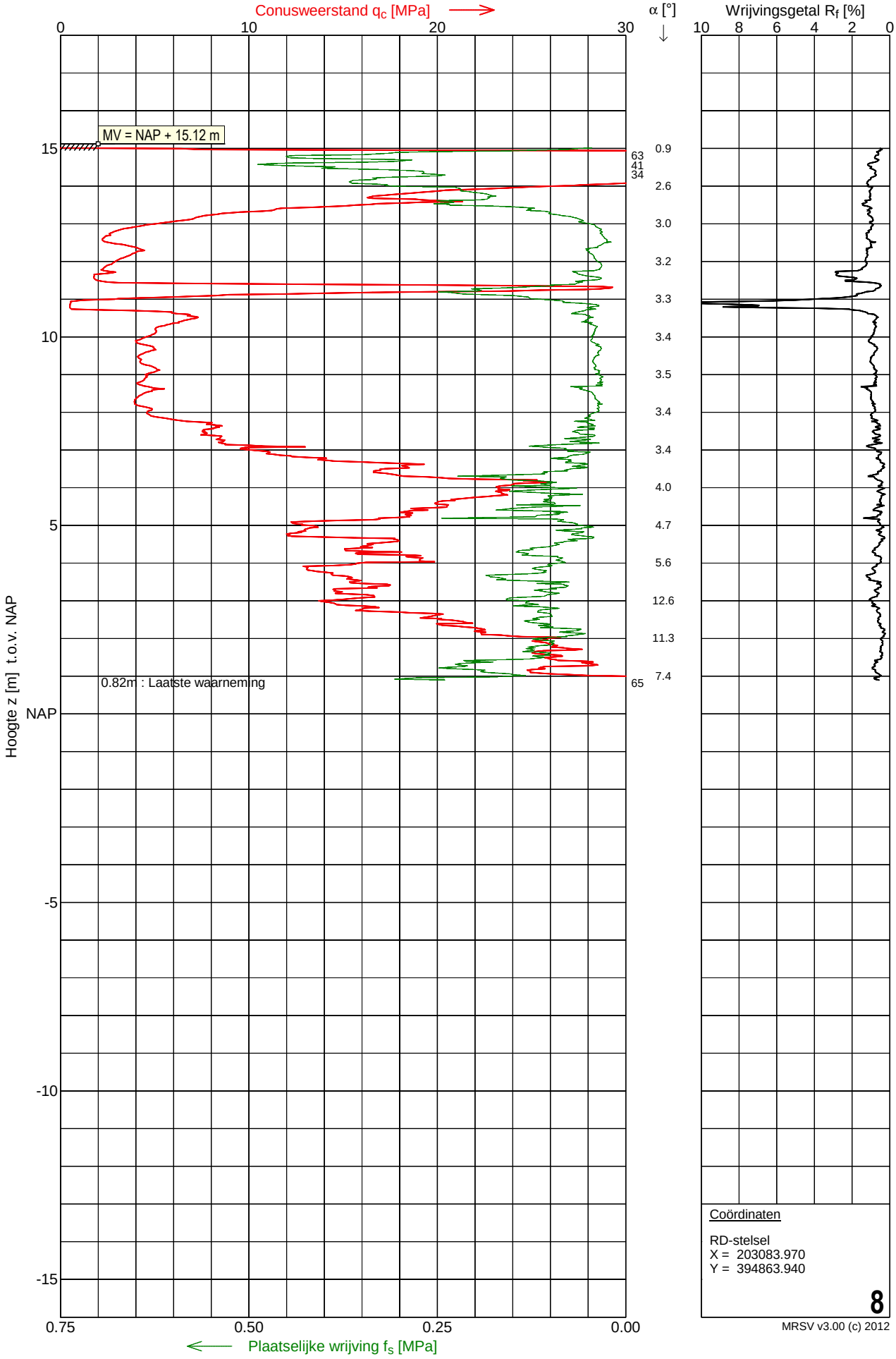
# Sondering 7

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Opdracht | : 1501050 | Conus nummer | : S15-CFII.1110 | NEN-EN-ISO-22476-1 | |
| Plaats | : Wanssum | Soort conus | : Elektrisch | Klasse 3, type TE1 | |
| Datum | : 30-06-2015 | Opp. conuspunt | : 1500 mm$^2$ | Sondeerunit | : SW9 |
| Project | : Revitalisering haven | | | Blad | : 1 van 1 |



# Sondering 8

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Opdracht | : 1501050 | Conus nummer | : S15-CFII.1110 | NEN-EN-ISO-22476-1 | |
| Plaats | : Wanssum | Soort conus | : Elektrisch | Klasse 3, type TE1 | |
| Datum | : 30-06-2015 | Opp. conuspunt | : 1500 $mm^2$ | Sondeerunit | : SW9 |
| Project | : Revitalisering haven | | | Blad | : 1 van 1 |




Coördinaten

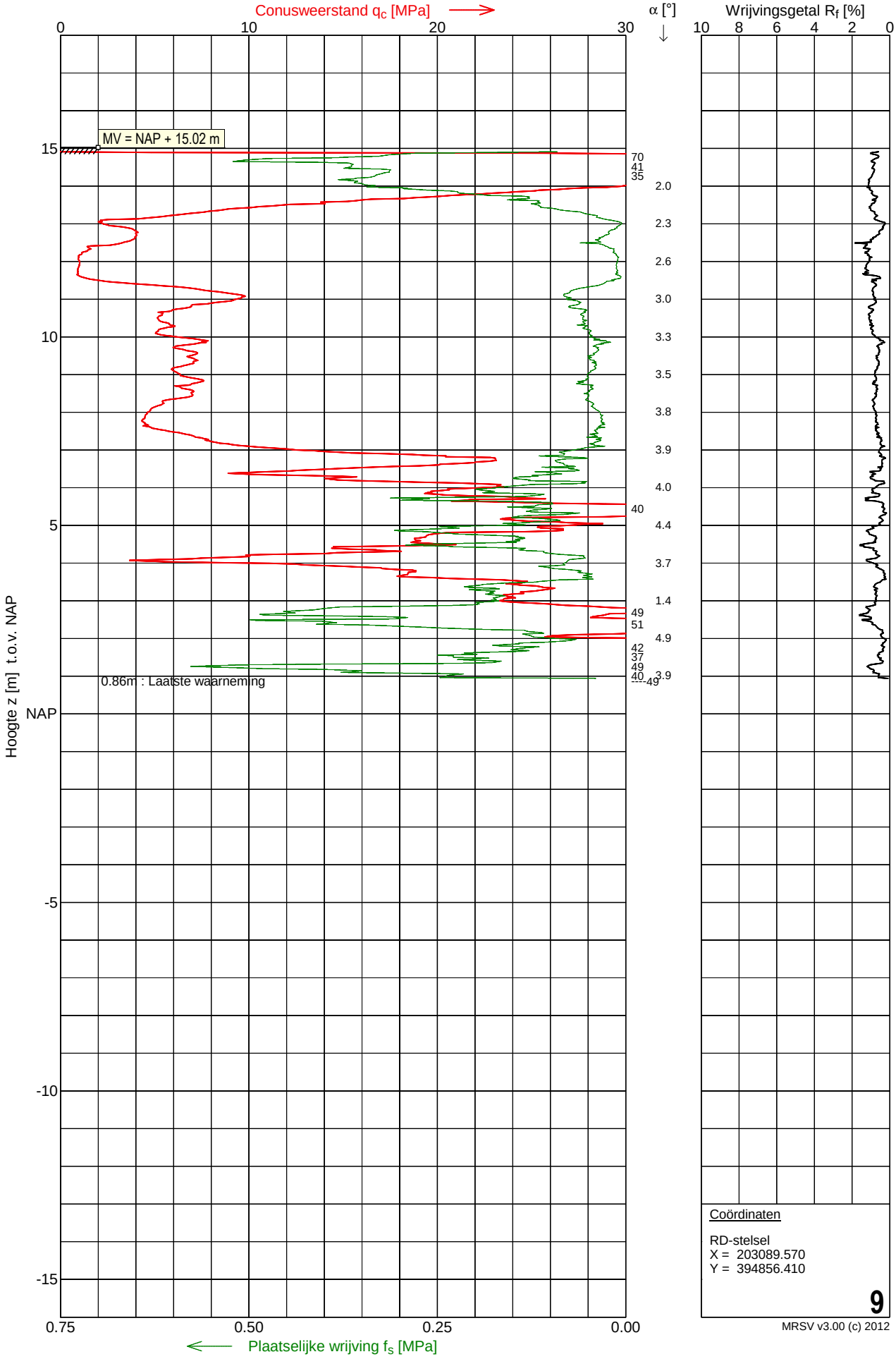
RD-stelsel
X = 203083.970
Y = 394863.940

8

MRSV v3.00 (c) 2012

# Sondering 9

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Opdracht | : 1501050 | Conus nummer | : S15-CFII.1110 | NEN-EN-ISO-22476-1 | |
| Plaats | : Wanssum | Soort conus | : Elektrisch | Klasse 3, type TE1 | |
| Datum | : 30-06-2015 | Opp. conuspunt | : 1500 mm$^2$ | Sondeerunit | : SW9 |
| Project | : Revitalisering haven | | | Blad | : 1 van 1 |




Coördinaten

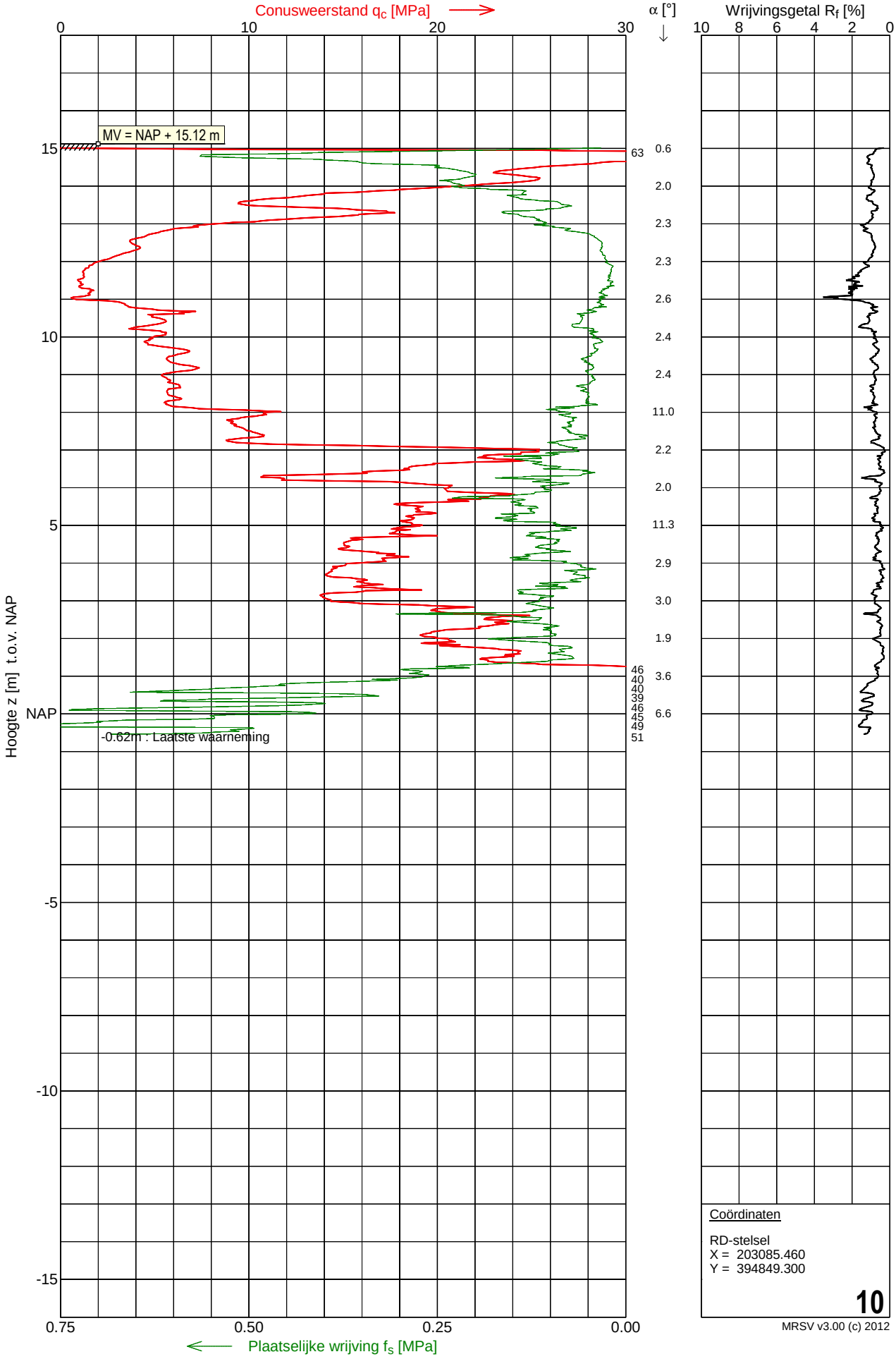
RD-stelsel
X = 203089.570
Y = 394856.410

9

MRSV v3.00 (c) 2012

# Sondering 10

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Opdracht | : 1501050 | Conus nummer | : S15-CFII.1110 | NEN-EN-ISO-22476-1 | |
| Plaats | : Wanssum | Soort conus | : Elektrisch | Klasse 3, type TE1 | |
| Datum | : 30-06-2015 | Opp. conuspunt | : 1500 mm$^2$ | Sondeerunit | : SW9 |
| Project | : Revitalisering haven | | | Blad | : 1 van 1 |




Coördinaten

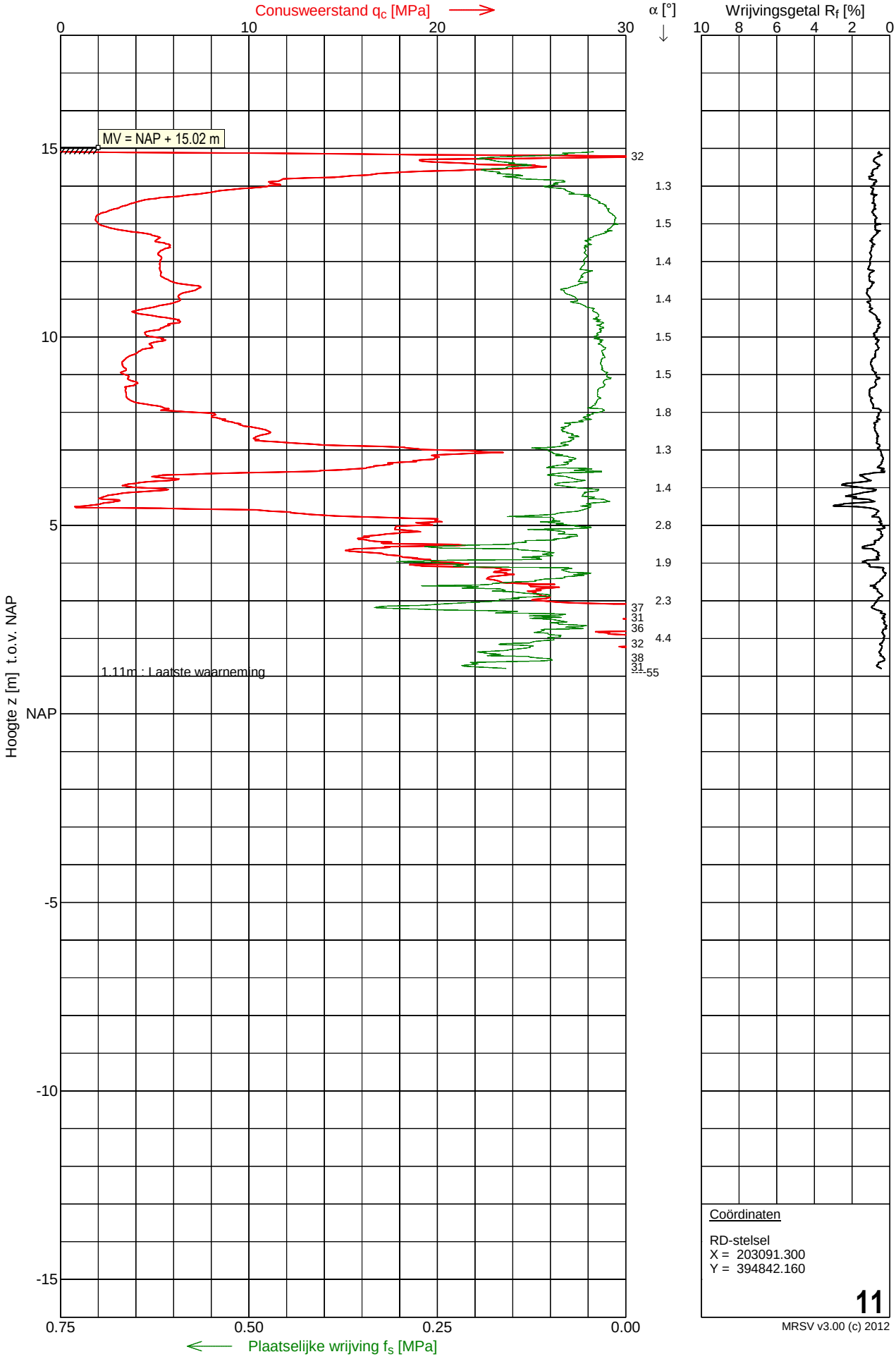
RD-stelsel
X = 203085.460
Y = 394849.300

10

MRSV v3.00 (c) 2012

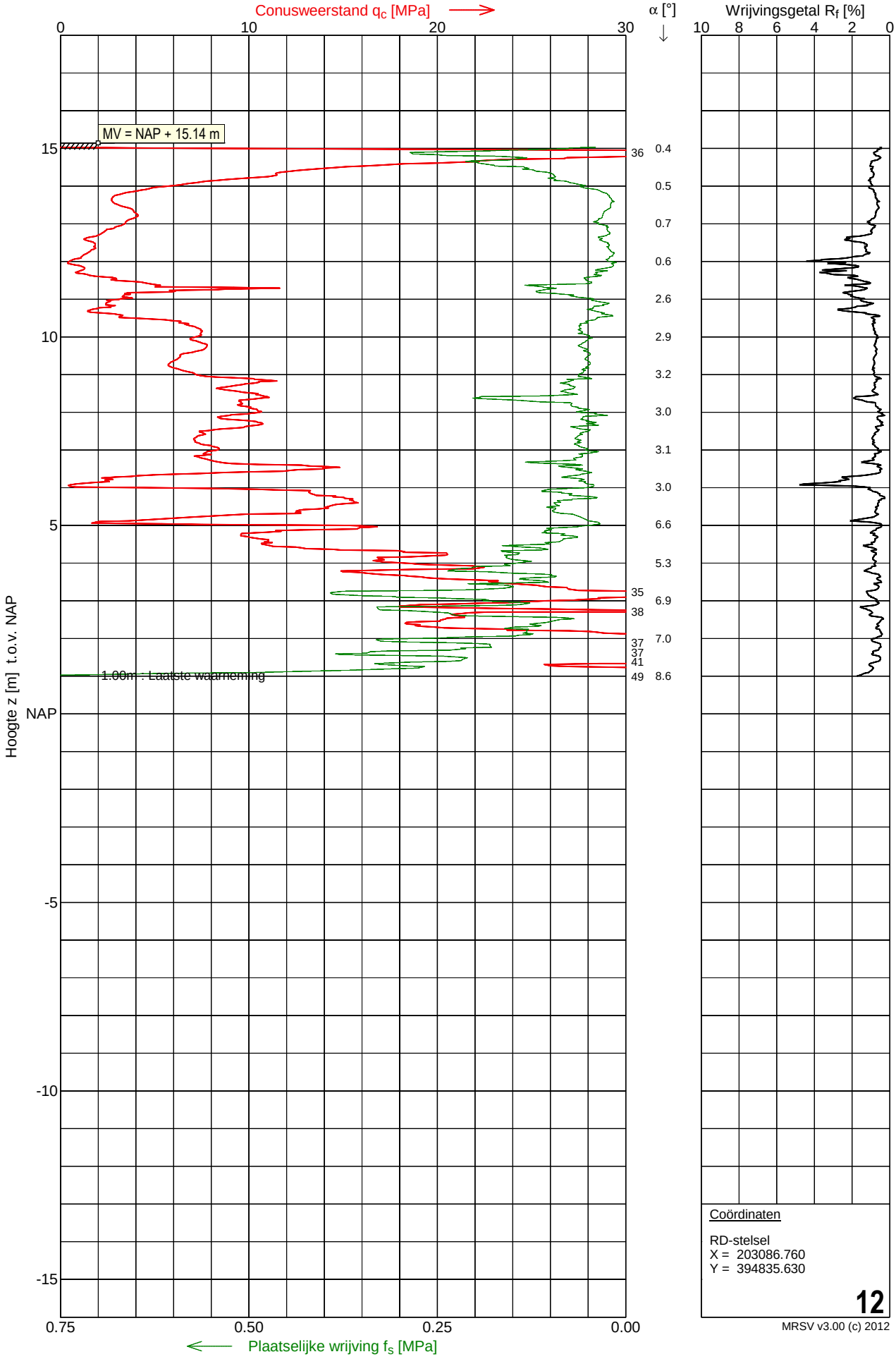
# Sondering 11

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Opdracht | : 1501050 | Conus nummer | : S15-CFII.1110 | NEN-EN-ISO-22476-1 | |
| Plaats | : Wanssum | Soort conus | : Elektrisch | Klasse 3, type TE1 | |
| Datum | : 30-06-2015 | Opp. conuspunt | : 1500 $mm^2$ | Sondeerunit | : SW9 |
| Project | : Revitalisering haven | | | Blad | : 1 van 1 |



# Sondering 12

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Opdracht | : 1501050 | Conus nummer | : S15-CFII.1110 | NEN-EN-ISO-22476-1 | |
| Plaats | : Wanssum | Soort conus | : Elektrisch | Klasse 3, type TE1 | |
| Datum | : 30-06-2015 | Opp. conuspunt | : 1500 $mm^2$ | Sondeerunit | : SW9 |
| Project | : Revitalisering haven | | | Blad | : 1 van 1 |




Coördinaten

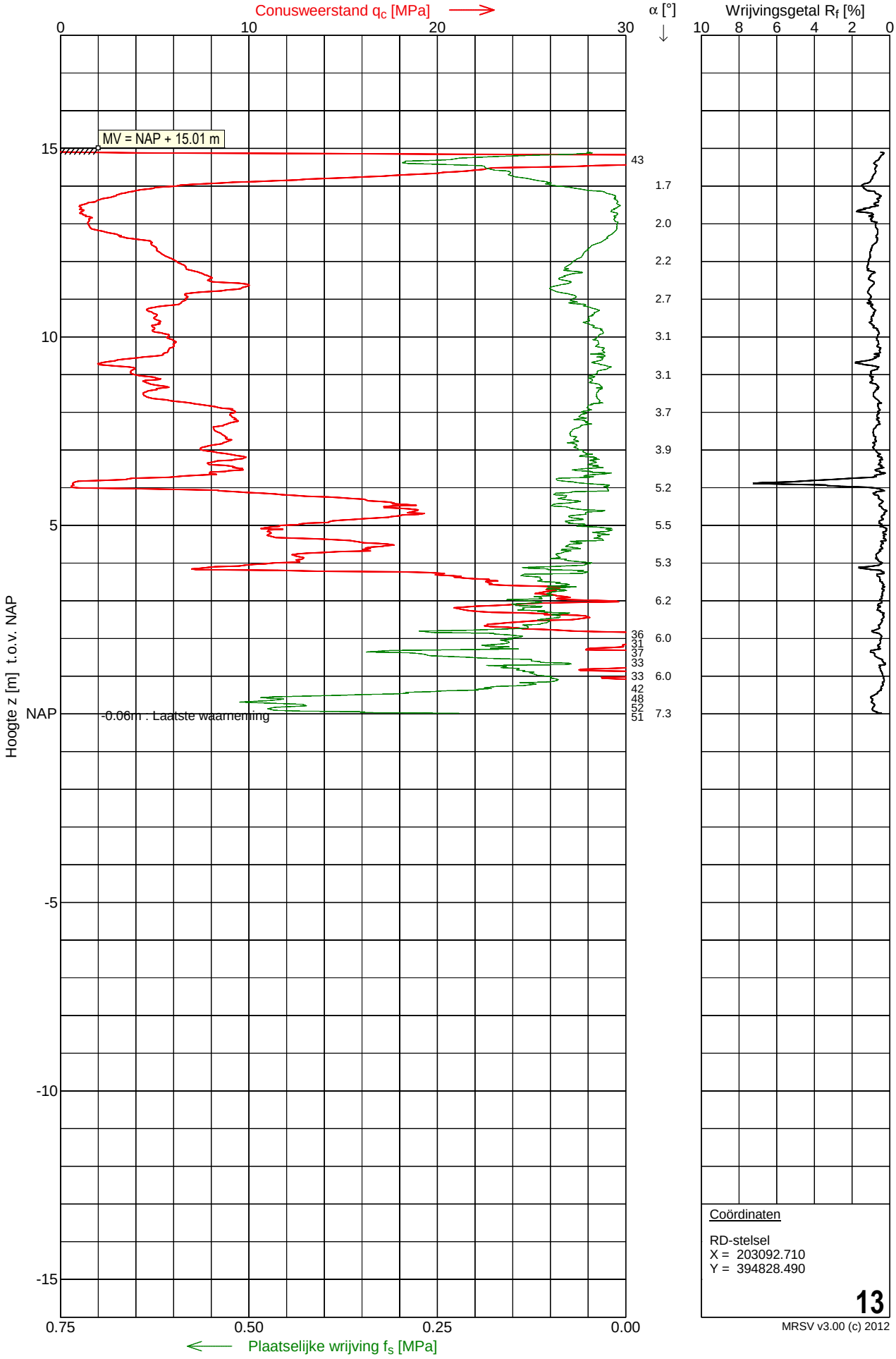
RD-stelsel
X = 203086.760
Y = 394835.630

12

MRSV v3.00 (c) 2012

# Sondering 13

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Opdracht | : 1501050 | Conus nummer | : S15-CFII.1110 | NEN-EN-ISO-22476-1 | |
| Plaats | : Wanssum | Soort conus | : Elektrisch | Klasse 3, type TE1 | |
| Datum | : 30-06-2015 | Opp. conuspunt | : 1500 mm$^2$ | Sondeerunit | : SW9 |
| Project | : Revitalisering haven | | | Blad | : 1 van 1 |




Coördinaten

RD-stelsel
X = 203092.710
Y = 394828.490

13

MRSV v3.00 (c) 2012

MOS GRONDMECHANICA

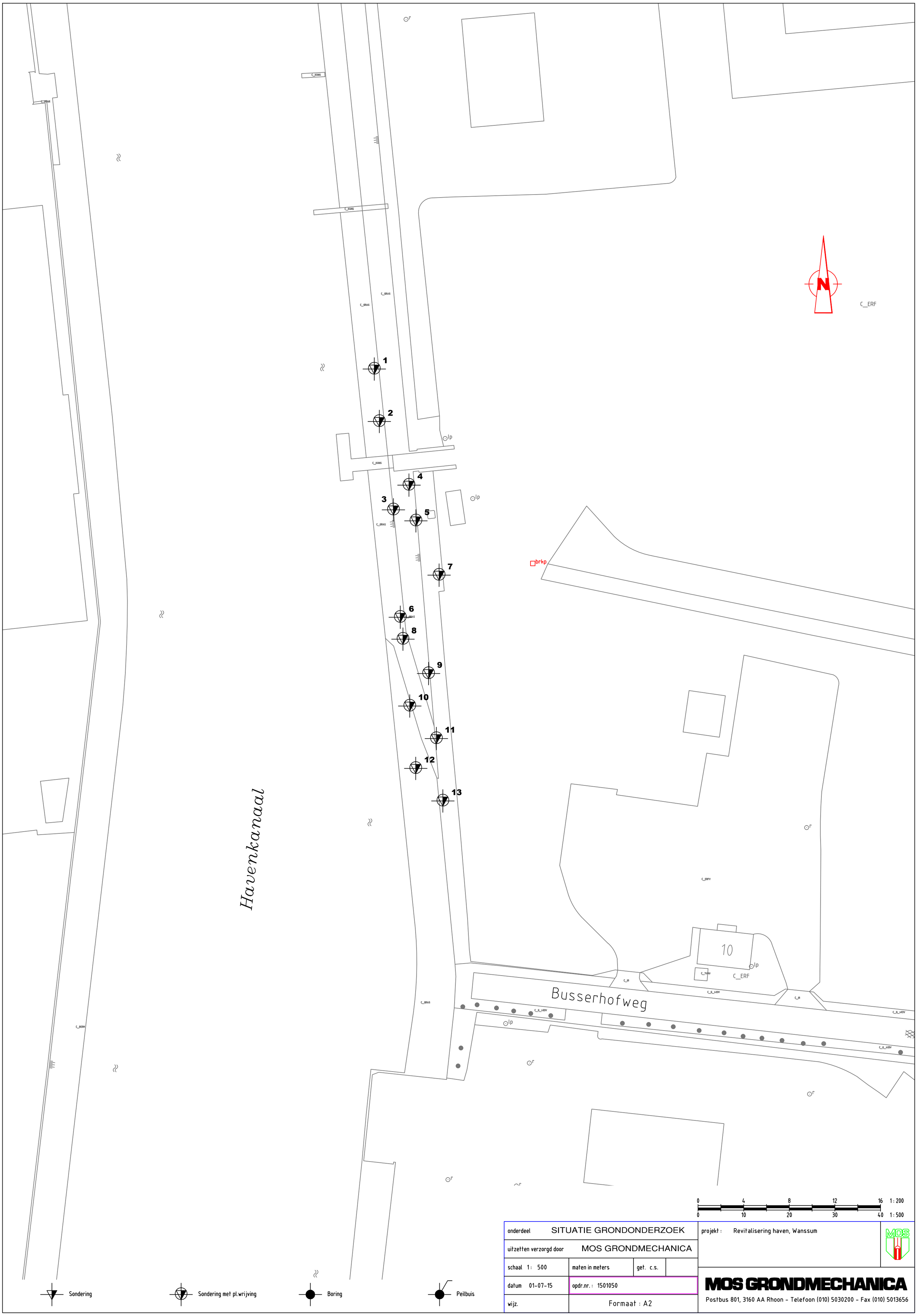
Opdr.nr. 1501050
Plaats Wanssum
Datum 30-06-15
Projekt Revitalisering haven

Meting uitgevoerd in RD stelsel

| Sondeer nummer | X [m] Opgemeten | Y [m] Opgemeten | Z [m] TOV NAP |
|---|---|---|---|
| 1 | 203077.68 | 394923.15 | 15.18 |
| 2 | 203078.78 | 394911.65 | 15.19 |
| 3 | 203081.88 | 394892.29 | 15.10 |
| 4 | 203085.29 | 394897.71 | 15.01 |
| 5 | 203086.81 | 394889.87 | 15.01 |
| 6 | 203083.38 | 394868.75 | 15.13 |
| 7 | 203091.89 | 394877.97 | 14.96 |
| 8 | 203083.97 | 394863.94 | 15.12 |
| 9 | 203089.57 | 394856.41 | 15.02 |
| 10 | 203085.46 | 394849.30 | 15.12 |
| 11 | 203091.30 | 394842.16 | 15.02 |
| 12 | 203086.76 | 394835.63 | 15.14 |
| 13 | 203092.71 | 394828.49 | 15.01 |

| | |
|---|---|
| Naam vast punt | - |
| Hoogte vast punt | - |
| Opgegeven door | Rijkswaterstaat |
| Gewaterpast door | Dhr. H. van Ham |
| Datum waterpassing | 30-06-15 |
| Omschrijving vast punt | Meting uitgevoerd met Leica RTK GPS systeem |

MOS




| | | | |
|---|---|---|---|
| onderdeel | SITUATIE GRONDONDERZOEK | projekt : | Revitalisering haven, Wanssum |
| uitzetten verzorgd door | MOS GRONDMECHANICA | | |
| schaal 1: 500 | maten in meters | get. c.s. | |
| datum 01-07-15 | opdr.nr.: 1501050 | | |
| wijz. | Formaat : A2 | | |

**MOS GRONDMECHANICA**
Postbus 801, 3160 AA Rhoon - Telefoon (010) 5030200 - Fax (010) 5013656

H:\projecten\2015\1501050 - Wanssum - Revitalisering haven\1501050.dwg, 01-07-15 9:10:19, cs,
ISO full bleed A2 (420.00 x 594.00 MM), 1:1

# MOS GRONDMECHANICA B.V.

Hieronder treft u de dienstverlening van Mos Grondmechanica B.V. aan. Voor specifieke diensten die niet direct in het overzicht terug zijn te vinden kunt u uiteraard vrijblijvend contact met ons opnemen.

**VELDWERK**

Sonderen op land, water en in beperkte ruimte, elektrisch, met waterspanning, dissipatie, seismisch, magnetisch, geleidbaarheid, videoconus, bolconus, T-bar en slagsonderen

Geotechnisch boren en (on)geroerde monstername

Sonisch boren

Peilbuizen en waterspanningsmeters plaatsen

X, Y en Z metingen en Lintvoegmetingen

Plaatdruk- en CBR-proeven

In situ doorlatenheidsproeven

**LABORATORIUM**

Classificatie proeven (o.a. vol. gewicht, KVD, PI)

Samendrukkingsproeven (Oedometer en CRS)

Triaxiaalproeven

DS en DSS-proeven

Doorlatendheidsproeven

Dichtheidsbepaling (Proctor en CBR)

Cementbentoniet onderzoek

**GEOMONITORING**

Deformatiemeting (inclino- en extensometing)

(Grond)waterspanningsmeting

Zettingsmonitoring

Trillingsmonitoring (SBR)

Akoestische doormeten van palen (CUR 109)

Online meetgegevens via portal

Tankmonitoring (conform EEMUA 159)

**OVERIG**

Funderingsonderzoek (F3O)

Heitoezicht

Uitvoeringsbegeleiding

**GEOTECHNISCH ADVIES**

Paalfundering

Fundering op staal

Grondkerende constructies

Bouwputontwerp

Omgevingsbeïnvloeding (Plaxis)

Zettingsanalyse (bouwrijp maken, opslagtanks)

Taludstabiliteit

Tankbouwadvies

Trillingsprognose

Schade expertise

Review en 2nd Opinion

**GEOHYDROLOGISCH ADVIES**

Bemalingen (incl. retourbemalingen)

Vergunningsaanvragen

Pompproeven

Warmte Koude Opslag

Omgekeerde Osmose

Barrièrewerking

Drainage

Infiltratie hemelwater

**MILIEU (MOS MILIEU B.V.)**

Verkennend-, nader- en saneringsonderzoek

Partijkeuringen besluit bodemkwaliteit (Bbk)

Saneringsbegeleiding

Waterbodem onderzoek.

Vergunning aanvragen.

2nd Opinion / Contra-Expertise Bodemonderzoeken.

Mos Grondmechanica opereert structureel vanuit 4 vestigingen in Nederland en 1 in Suriname. Via het zusterbedrijf Mosgeo B.V. worden wereldwijd projecten uitgevoerd, daar waar onze specifieke kennis en ervaring wordt gevraagd. In Liberia heeft Mosgeo B.V. een dochtermaatschappij: Mosgeo Liberia Inc.

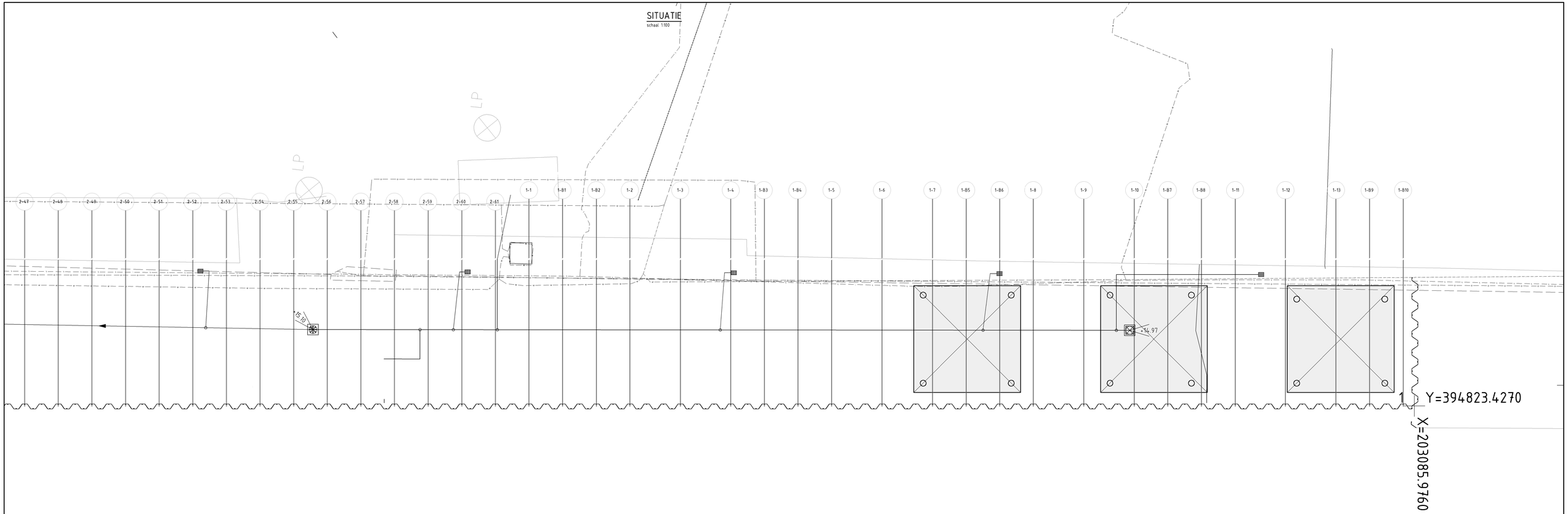
Meer weten? Bezoek onze website www.mosgeo.com

Vragen? Mail ons op info@mosgeo.com of voor een offerte op offerte@mosgeo.com


## MOS GRONDMECHANICA B.V.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Correspondentieadres : | Postbus 801, 3160 AA Rhoon | Centraal telefoonnummer : | | +31(0)88-5130200 |
| Hoofdkantoor Rhoon | Kleidijk 35 | 3161 EK | Rhoon | |
| Vestiging Helmond | Vossenbeemd 90B | 5705 CL | Helmond | |
| Vestiging Almelo | Het Wendelgoor 13 | 7604 PJ | Almelo | |
| Vestiging Amsterdam | Gyroscoopweg 120 | 1042 AZ | Amsterdam | |
| Vestiging Suriname | Ds Martin Luther Kingweg 150 | District Wanica | Suriname | Tel. +597-488188 |
| Mosgeo B.V. | Kleidijk 35 | 3161 EK | Rhoon | +31(0)88-5130200 |

Bijlage 4: Raakvlakken

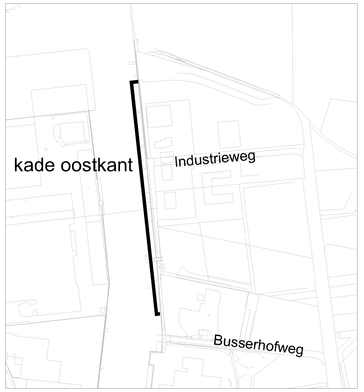



## LEGENDA BESTAANDE SITUATIE

- PERCEELGRENS BESTAAND
- SECTIEGRENS BESTAAND
- INSPECTIEPUT BESTAAND
- Ø600BTO — HWA BETON Ø600MM BESTAAND
- BESTAANDE MEERPAAL
- LP — BESTAANDE LICHTMAST
- 55 — LOCATIE SONDERING
- 14.28 — BESTAANDE HOOGTE

## LEGENDA KABELS EN LEIDINGEN

- ENEXIS GAS HOGEDRUK
- ENEXIS LAAGSPANNING
- ENEXIS MIDDENSPANNING
- DATATRANSPORT
- WATERLEIDING MAATSCHAPPIJ LIMBURG




ALLE MATEN IN HET WERK TE CONTROLEREN:
MATEN IN METERS
DIAMETERS IN MILLIMETERS
HOOGTEMATEN IN METERS T.O.V. N.A.P.

0 2 4 6 8 10m

Opdrachtgever
Gemeente Venray

Project
Revitalisering haven Wanssum, kade oostkant

Onderwerp
Raakvlakken

| Tekeningnummer | Rev. | Bestandsnaam | Formaat | Schaal | Blad | Aantal |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 334195-600-01 | | 334295401.dwg | A0A1 | 1:100 | 1 | 1 |

| Kantoor | Projectnummer | Bestekkenmmer | Datum van uitgave | Get. | Gct. | Acc. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| DE BILT ORANJERIE | 334295 | | 12-10-2015 | JCM | TVE | FV |

Grontmij

www.grontmij.nl

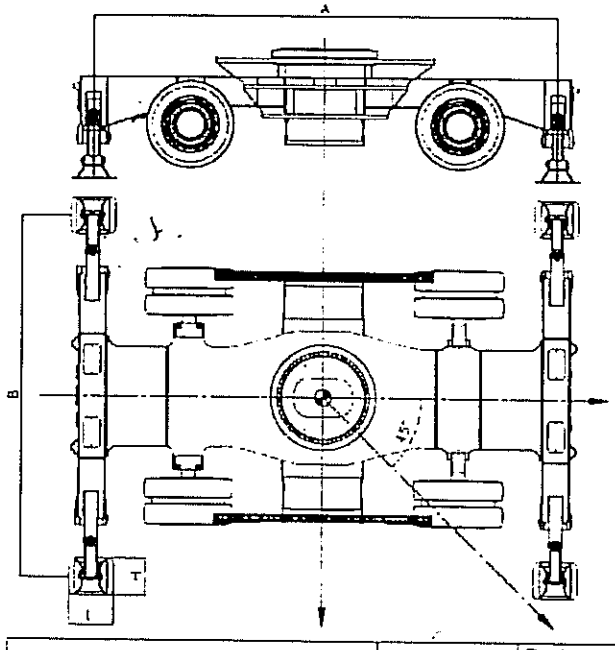
© Grontmij Nederland B.V. Alle rechten voorbehouden

Bijlage 5: Kraaneigenschappen

SENNEBOGEN®

# Bodendruck / Surface pressures

| | | | |
|---|---|---|---|
| Typ / Model | 850M D Kin 1 | A= | 6200 mm |
| Unterwagen / undercarriage | MP50D | B= | 5050 mm |
| Maschinengewicht ca. / Machine weight approx.: | 61t | Nr.: 850100201 | |




| | |
|---|---|
| L= | 625 mm |
| H= | 525 mm |
| LxH= | 3250 cm² |

| Längs / longitudinal |
|---|
| 7,4 kg /cm² |

| Quer / lateral | | Bodeneckdruck / surface pressure 45° | |
|---|---|---|---|
| 7,8 | kg /cm² | 8,9 | kg / cm² |

**ACHTUNG / PLEASE NOTE!**

Die angegebenen Werte beziehen sich auf einen normalen Betriebszustand mit maximalem Lastmoment aus der Traglasttabelle.
Bei dynamischen Betriebszuständen können die Bodendrücke von den angegebenen Werten abweichen.

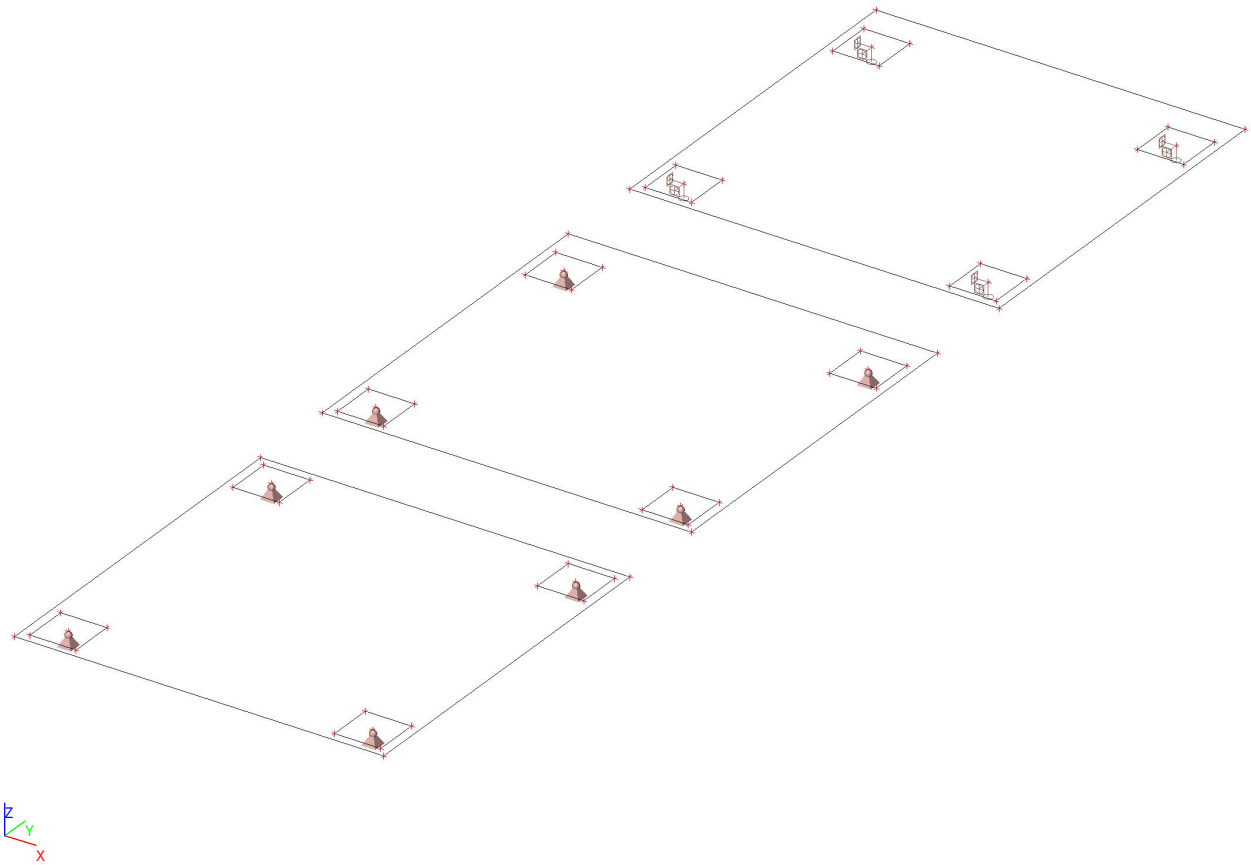
The surface pressures are calculated in normal conditions with maximum load moment of the lift chart.
In dynamic work cases the surface pressures may achieve different values.

Bijlage 6: SCIA-berekening van de plaat

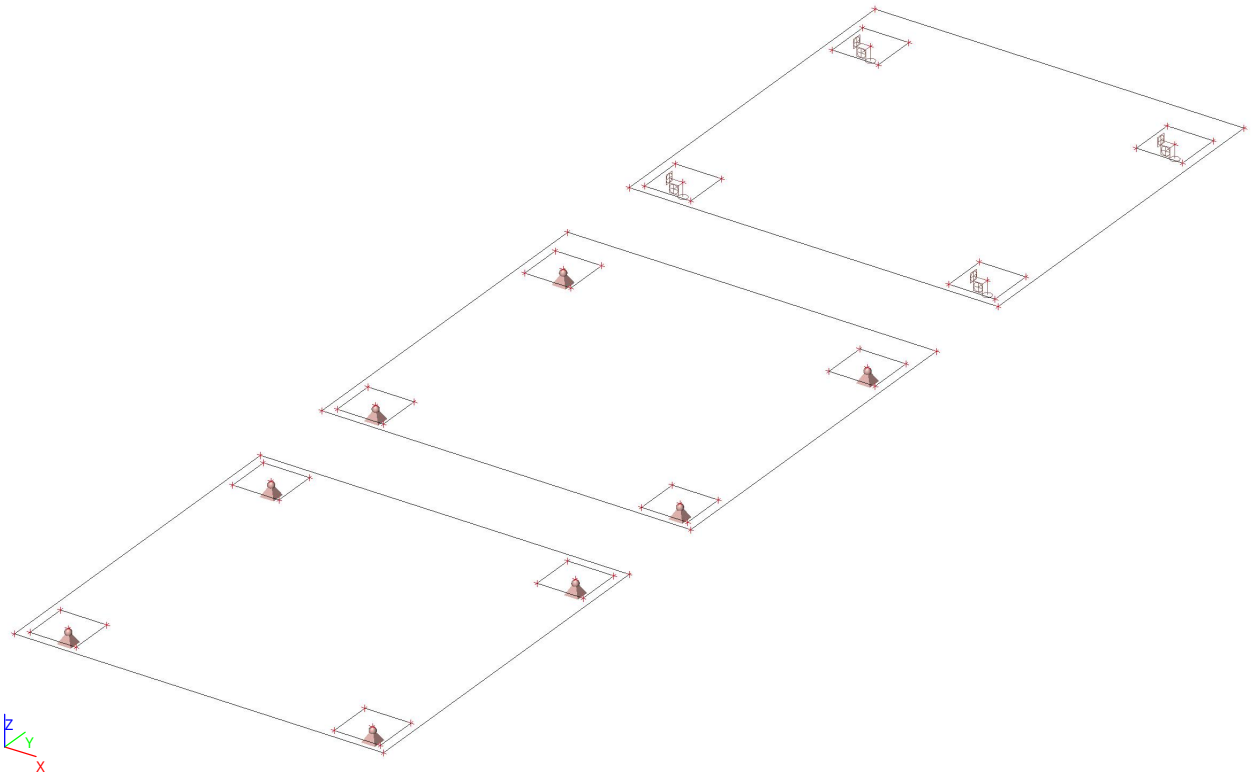
# 1. Project

| | |
|---|---|
| Licentienaam | Grontmij N.V. |
| Project | Wanssum |
| Onderdeel | CEMEX Fundatieplaat |
| Omschrijving | - |
| Auteur | - |
| Datum | 15. 10. 2015 |
| Constructie | Algemeen XYZ |
| Aantal knopen : | 72 |
| Aantal staven : | 0 |
| Aantal platen : | 3 |
| Aantal vaste lichamen : | 0 |
| Aantal gebruikte doorsneden : | 0 |
| Aantal belastingsgevallen : | 7 |
| Aantal gebruikte materialen : | 1 |
| Gravitatieversnelling [m/s$^2$] | 9,810 |
| Nationale norm | EC - EN |

# 2. Rekenmodel



## 3. Rekenmodel




## 4. Materialen

Beton EC2

| Naam | Type | ρ [kg/m³] | $E_{mod}$ [MPa] | μ | α [m/mK] | $f_{c.k.28}$ [MPa] |
|---|---|---|---|---|---|---|
| C30/37 | Beton | 2500,0 | 3,2800e+04 | 0.2 | 0,00 | 30,00 |

## 5. Knopen

| Naam | Coördinaat X [m] | Coördinaat Y [m] | Coördinaat Z [m] |
|---|---|---|---|
| K1 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| K2 | 8,000 | 0,000 | 0,000 |
| K3 | 8,000 | 8,000 | 0,000 |
| K4 | 0,000 | 8,000 | 0,000 |
| K5 | 0,700 | 0,700 | 0,000 |
| K6 | 7,300 | 0,700 | 0,000 |
| K7 | 7,300 | 7,300 | 0,000 |
| K8 | 0,700 | 7,300 | 0,000 |
| K9 | 0,000 | 10,000 | 0,000 |
| K10 | 8,000 | 10,000 | 0,000 |
| K11 | 8,000 | 18,000 | 0,000 |
| K12 | 0,000 | 18,000 | 0,000 |
| K13 | 0,700 | 10,700 | 0,000 |
| K14 | 7,300 | 10,700 | 0,000 |
| K15 | 0,700 | 16,800 | 0,000 |
| K16 | 7,300 | 16,800 | 0,000 |
| K17 | 0,200 | 0,200 | 0,000 |
| K18 | 0,200 | 1,200 | 0,000 |
| K19 | 1,200 | 1,200 | 0,000 |
| K20 | 1,200 | 0,200 | 0,000 |
| K25 | 7,800 | 0,200 | 0,000 |
| K26 | 6,800 | 0,200 | 0,000 |
| K27 | 6,800 | 1,200 | 0,000 |
| K28 | 7,800 | 1,200 | 0,000 |
| K49 | 6,800 | 6,800 | 0,000 |
| K50 | 6,800 | 7,800 | 0,000 |
| K51 | 7,800 | 7,800 | 0,000 |
| K52 | 7,800 | 6,800 | 0,000 |
| K53 | 0,200 | 6,800 | 0,000 |
| K54 | 0,200 | 7,800 | 0,000 |
| K55 | 1,200 | 7,800 | 0,000 |
| K56 | 1,200 | 6,800 | 0,000 |

| Naam | Coördinaat X [m] | Coördinaat Y [m] | Coördinaat Z [m] |
|---|---|---|---|
| K57 | 1,200 | 16,300 | 0,000 |
| K58 | 0,200 | 16,300 | 0,000 |
| K59 | 0,200 | 17,300 | 0,000 |
| K60 | 1,200 | 17,300 | 0,000 |
| K61 | 1,200 | 10,200 | 0,000 |
| K62 | 0,200 | 10,200 | 0,000 |
| K63 | 0,200 | 11,200 | 0,000 |
| K64 | 1,200 | 11,200 | 0,000 |
| K65 | 7,800 | 10,200 | 0,000 |
| K66 | 6,800 | 10,200 | 0,000 |
| K67 | 6,800 | 11,200 | 0,000 |
| K68 | 7,800 | 11,200 | 0,000 |
| K69 | 7,800 | 16,300 | 0,000 |
| K70 | 6,800 | 16,300 | 0,000 |
| K71 | 6,800 | 17,300 | 0,000 |
| K72 | 7,800 | 17,300 | 0,000 |
| K73 | 0,000 | 20,000 | 0,000 |
| K74 | 8,000 | 20,000 | 0,000 |
| K75 | 8,000 | 28,000 | 0,000 |
| K76 | 0,000 | 28,000 | 0,000 |
| K77 | 0,700 | 20,700 | 0,000 |
| K78 | 7,300 | 20,700 | 0,000 |
| K79 | 0,700 | 26,800 | 0,000 |
| K80 | 7,300 | 26,800 | 0,000 |
| K81 | 1,200 | 26,300 | 0,000 |
| K82 | 0,200 | 26,300 | 0,000 |
| K83 | 0,200 | 27,300 | 0,000 |
| K84 | 1,200 | 27,300 | 0,000 |
| K85 | 1,200 | 20,200 | 0,000 |
| K86 | 0,200 | 20,200 | 0,000 |
| K87 | 0,200 | 21,200 | 0,000 |
| K88 | 1,200 | 21,200 | 0,000 |

| Naam | Coördinaat X [m] | Coördinaat Y [m] | Coördinaat Z [m] |
|---|---|---|---|
| K89 | 7,800 | 20,200 | 0,000 |
| K90 | 6,800 | 20,200 | 0,000 |
| K91 | 6,800 | 21,200 | 0,000 |
| K92 | 7,800 | 21,200 | 0,000 |

| Naam | Coördinaat X [m] | Coördinaat Y [m] | Coördinaat Z [m] |
|---|---|---|---|
| K93 | 7,800 | 26,300 | 0,000 |
| K94 | 6,800 | 26,300 | 0,000 |
| K95 | 6,800 | 27,300 | 0,000 |
| K96 | 7,800 | 27,300 | 0,000 |

## 6. 2D-elementen

| Naam | Laag | Type | Rekenmodel | Materiaal | Dikte type | D. [mm] | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| E1 | Laag1 | vloer (90) | Standaard | C30/37 | constant | 600 | |
| E2 | Laag1 | vloer (90) | Standaard | C30/37 | constant | 600 | |
| E3 | Laag1 | vloer (90) | Standaard | C30/37 | constant | 600 | |

## 7. Knoopondersteuningen

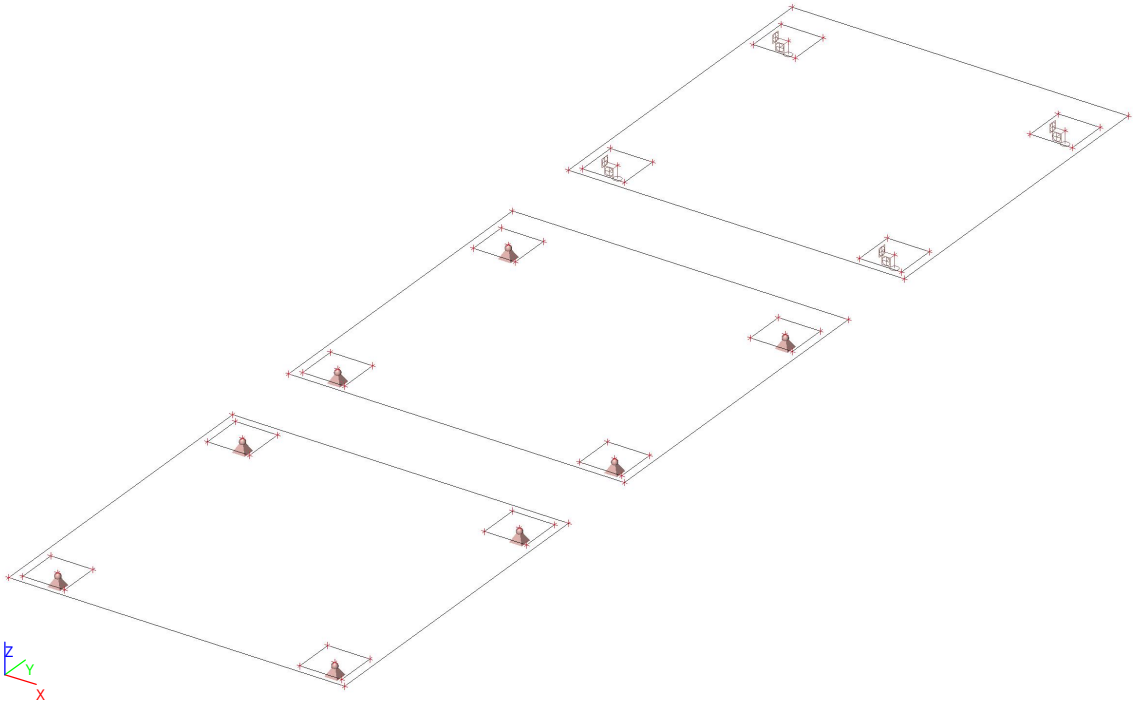
| Naam | Knoop | Systeem | Type | X | Y | Z | Rx | Ry | Rz | Stijfheid Rx [MNm/rad] | Stijfheid Ry [MNm/rad] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Sn1 | K5 | GCS | Standaard | Vast | Vast | Vast | Vrij | Vrij | Vrij | | |
| Sn2 | K6 | GCS | Standaard | Vast | Vast | Vast | Vrij | Vrij | Vrij | | |
| Sn3 | K7 | GCS | Standaard | Vast | Vast | Vast | Vrij | Vrij | Vrij | | |
| Sn4 | K8 | GCS | Standaard | Vast | Vast | Vast | Vrij | Vrij | Vrij | | |
| Sn5 | K13 | GCS | Standaard | Vast | Vast | Vast | Vrij | Vrij | Vrij | | |
| Sn6 | K14 | GCS | Standaard | Vast | Vast | Vast | Vrij | Vrij | Vrij | | |
| Sn7 | K15 | GCS | Standaard | Vast | Vast | Vast | Vrij | Vrij | Vrij | | |
| Sn8 | K16 | GCS | Standaard | Vast | Vast | Vast | Vrij | Vrij | Vrij | | |
| Sn9 | K77 | GCS | Standaard | Vast | Vast | Vast | Verend | Verend | Vrij | 3,2000e+01 | 3,2000e+01 |
| Sn10 | K78 | GCS | Standaard | Vast | Vast | Vast | Verend | Verend | Vrij | 3,2000e+01 | 3,2000e+01 |
| Sn11 | K79 | GCS | Standaard | Vast | Vast | Vast | Verend | Verend | Vrij | 3,2000e+01 | 3,2000e+01 |
| Sn12 | K80 | GCS | Standaard | Vast | Vast | Vast | Verend | Verend | Vrij | 3,2000e+01 | 3,2000e+01 |

# 8. Belastingsgevallen

## 8.1. Belastingsgevallen - BG1

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

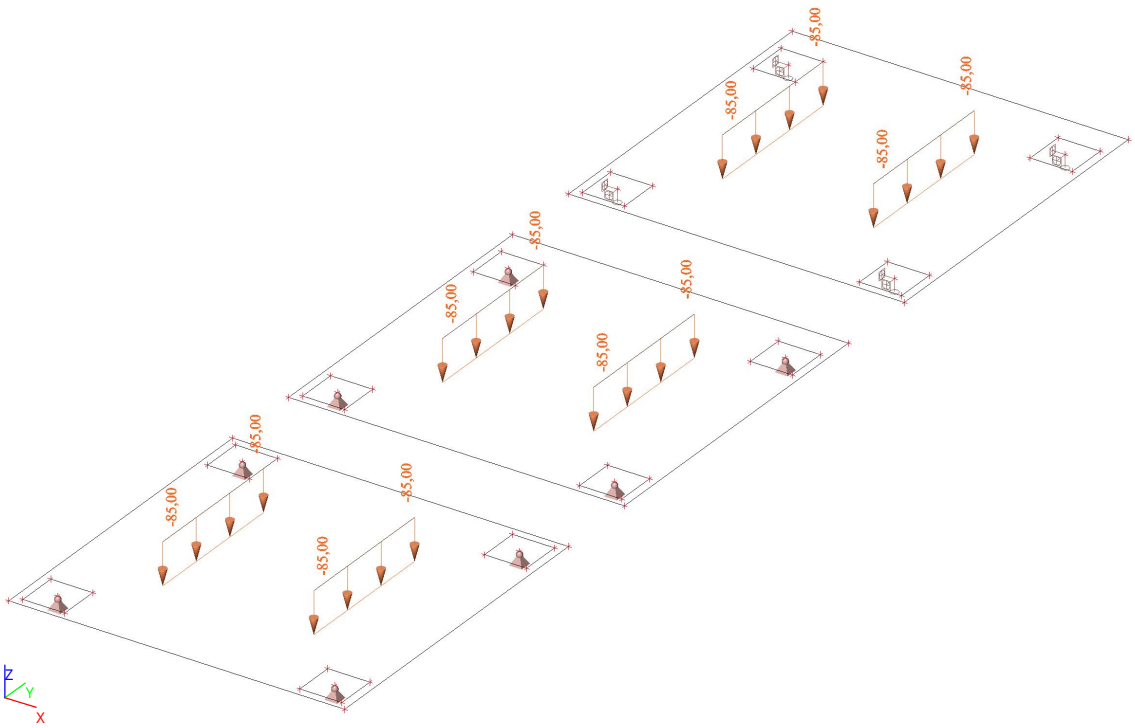
### 8.1.1. BG1 / Totale waarde




## 8.2. Belastingsgevallen - BG7

| Naam | Omschrijving | Actie type | Lastgroep |
|---|---|---|---|
| | Spec | Belastingtype | |
| BG7 | | Permanent | LG1 |
| | | Standaard | |

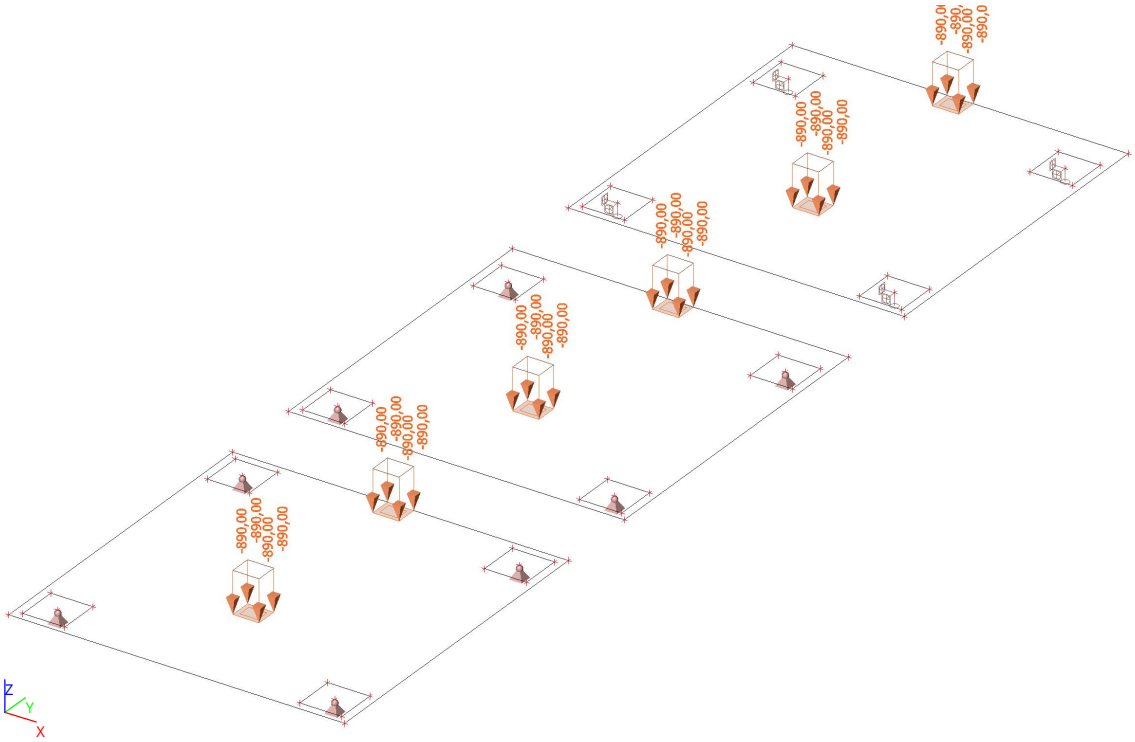
### 8.2.1. BG1 / Totale waarde



## 8.3. Belastingsgevallen - BG5

| Naam | Omschrijving | Actie type | Lastgroep |
|---|---|---|---|
| | Spec | Belastingtype | |
| BG5 | | Permanent | LG1 |
| | | Standaard | |

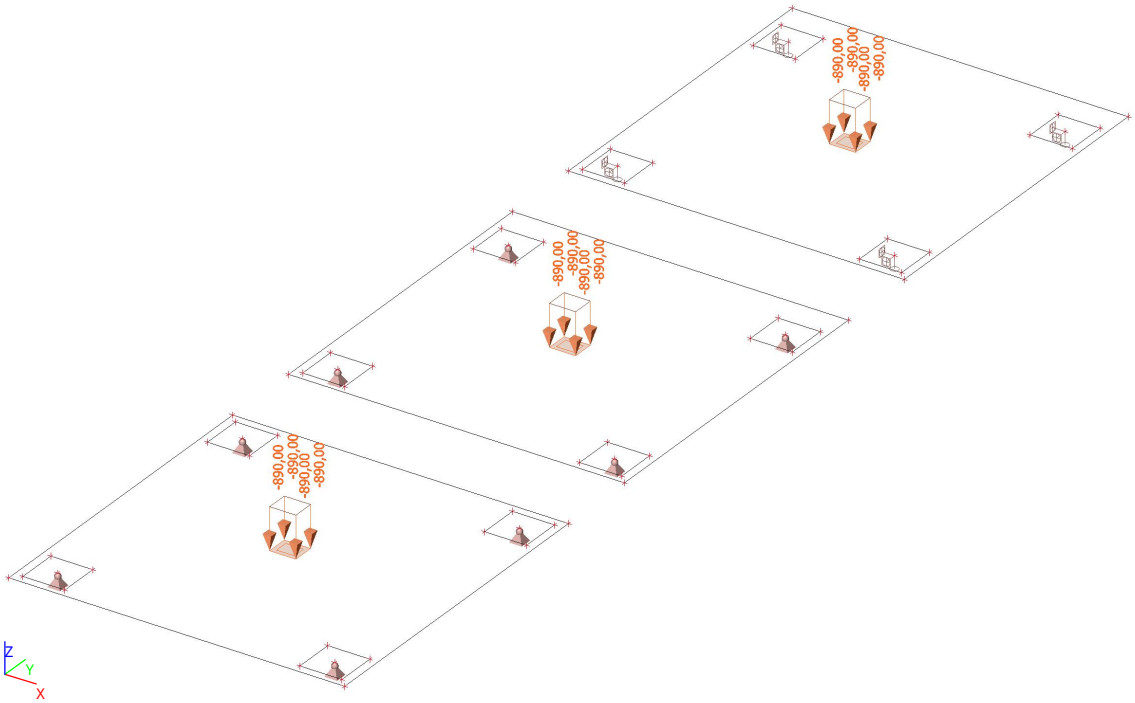
### 8.3.1. BG1 / Totale waarde




## 8.4. Belastingsgevallen - BG6

| Naam | Omschrijving | Actie type | Lastgroep |
|---|---|---|---|
| | Spec | Belastingtype | |
| BG6 | | Permanent | LG1 |
| | | Standaard | |

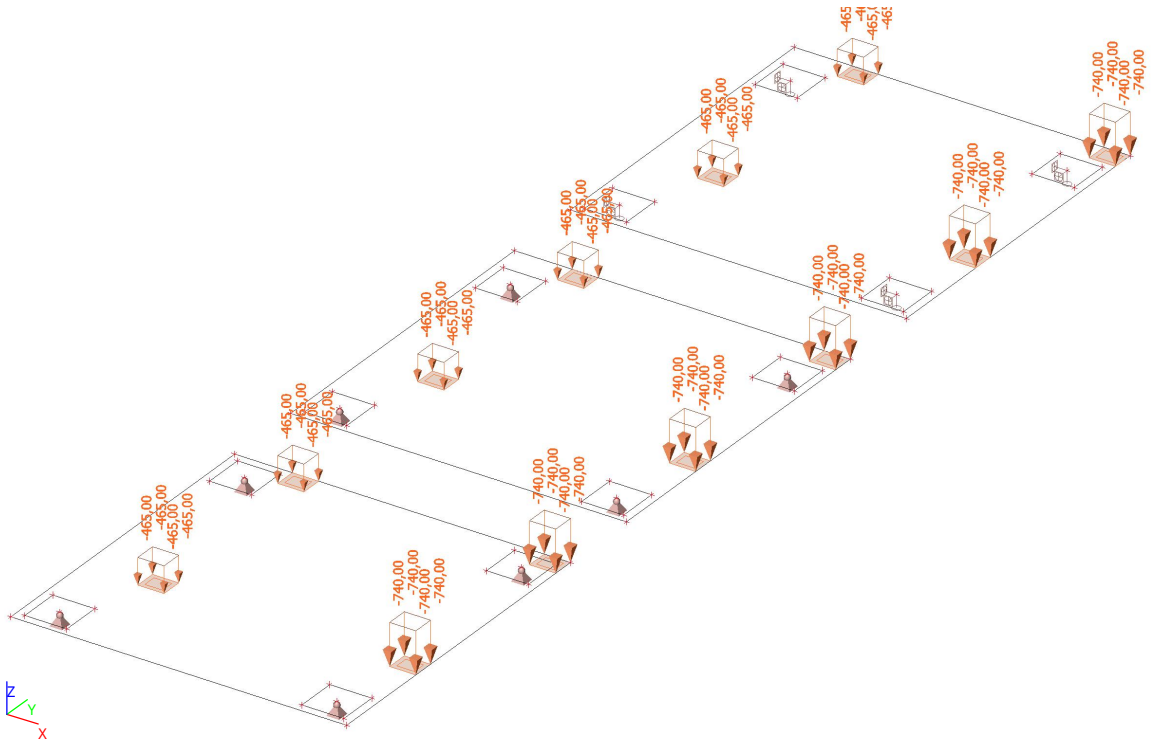
### 8.4.1. BG1 / Totale waarde



## 8.5. Belastingsgevallen - BG2

| Naam | Omschrijving | Actie type | Lastgroep |
|---|---|---|---|
| | Spec | Belastingtype | |
| BG2 | | Permanent | LG1 |
| | | Standaard | |

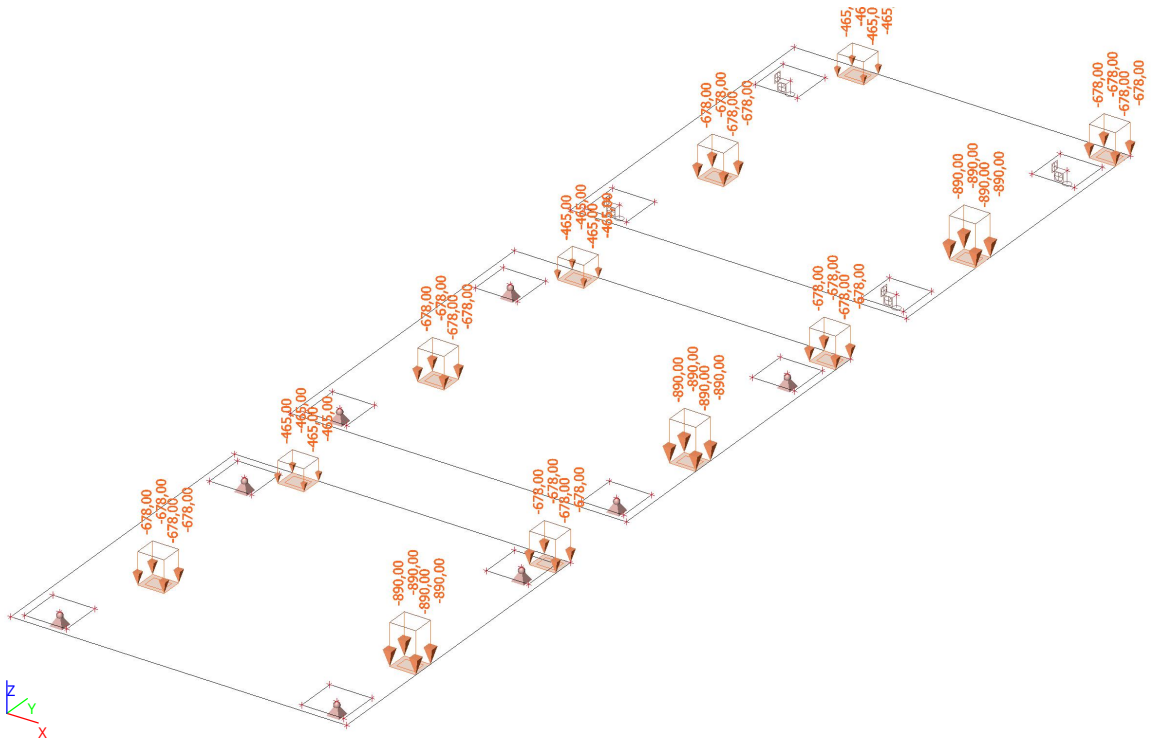
### 8.5.1. BG1 / Totale waarde




## 8.6. Belastingsgevallen - BG3

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

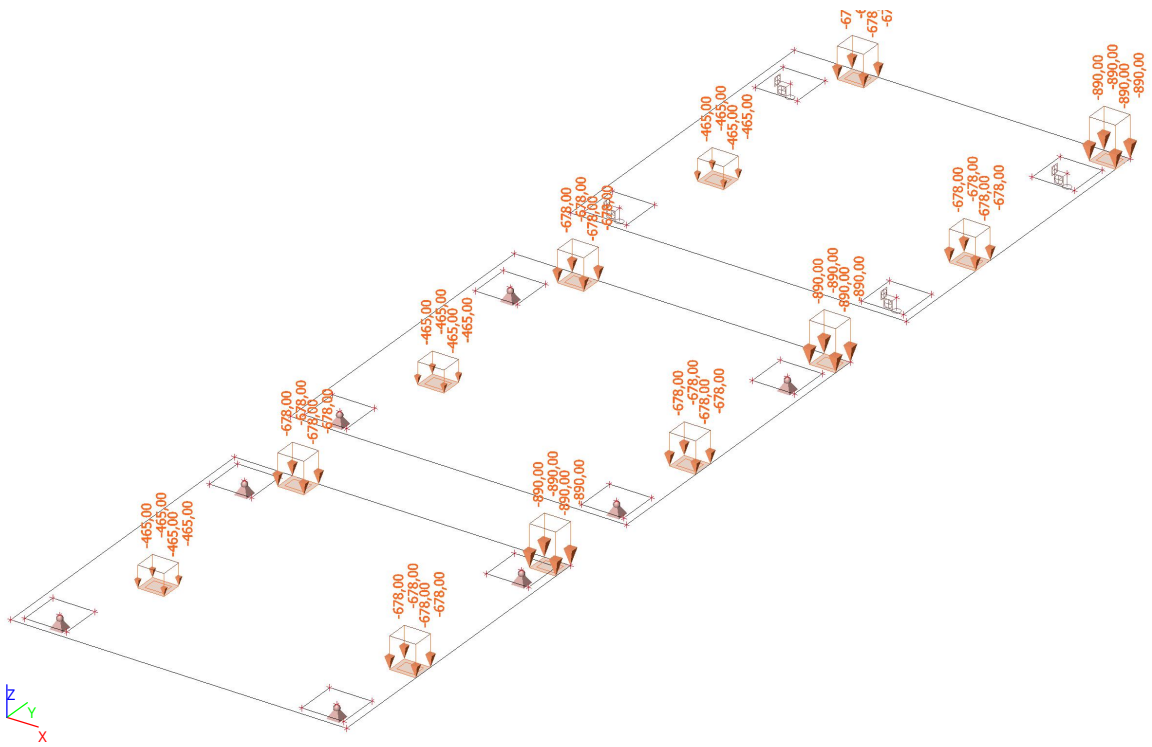
### 8.6.1. BG1 / Totale waarde



## 8.7. Belastingsgevallen - BG4

| Naam | Omschrijving | Actie type | Lastgroep |
|---|---|---|---|
| | Spec | Belastingtype | |
| BG4 | | Permanent | LG1 |
| | | Standaard | |

### 8.7.1. BG1 / Totale waarde




## 9. Combinaties

| Naam | Omschrijving | Type | Belastingsgevallen | Coëff. [-] |
|---|---|---|---|---|
| Combi1 - BGT | | Lineair - BGT | BG1 | 1,00 |
| | | | BG2 | 1,00 |
| Combi1 - UGT | | Lineair - UGT | BG1 | 1,35 |
| | | | BG2 | 1,50 |
| Combi2 - BGT | | Lineair - BGT | BG1 | 1,00 |
| | | | BG3 | 1,00 |
| Combi2 - UGT | | Lineair - UGT | BG1 | 1,35 |
| | | | BG3 | 1,50 |
| Combi3 - BGT | | Lineair - BGT | BG1 | 1,00 |
| | | | BG4 | 1,00 |
| Combi3 - UGT | | Lineair - UGT | BG1 | 1,35 |
| | | | BG4 | 1,50 |
| Combi4 - BGT | | Lineair - BGT | BG1 | 1,00 |
| | | | BG5 | 1,00 |
| Combi4 - UGT | | Lineair - UGT | BG1 | 1,35 |
| | | | BG5 | 1,50 |
| Combi5 - BGT | | Lineair - BGT | BG1 | 1,00 |
| | | | BG6 | 1,00 |
| Combi5 - UGT | | Lineair - UGT | BG1 | 1,35 |
| | | | BG6 | 1,50 |
| Combi6 - BGT | | Lineair - BGT | BG1 | 1,00 |
| | | | BG7 | 1,00 |
| Combi6 - UGT | | Lineair - UGT | BG1 | 1,35 |
| | | | BG7 | 1,35 |

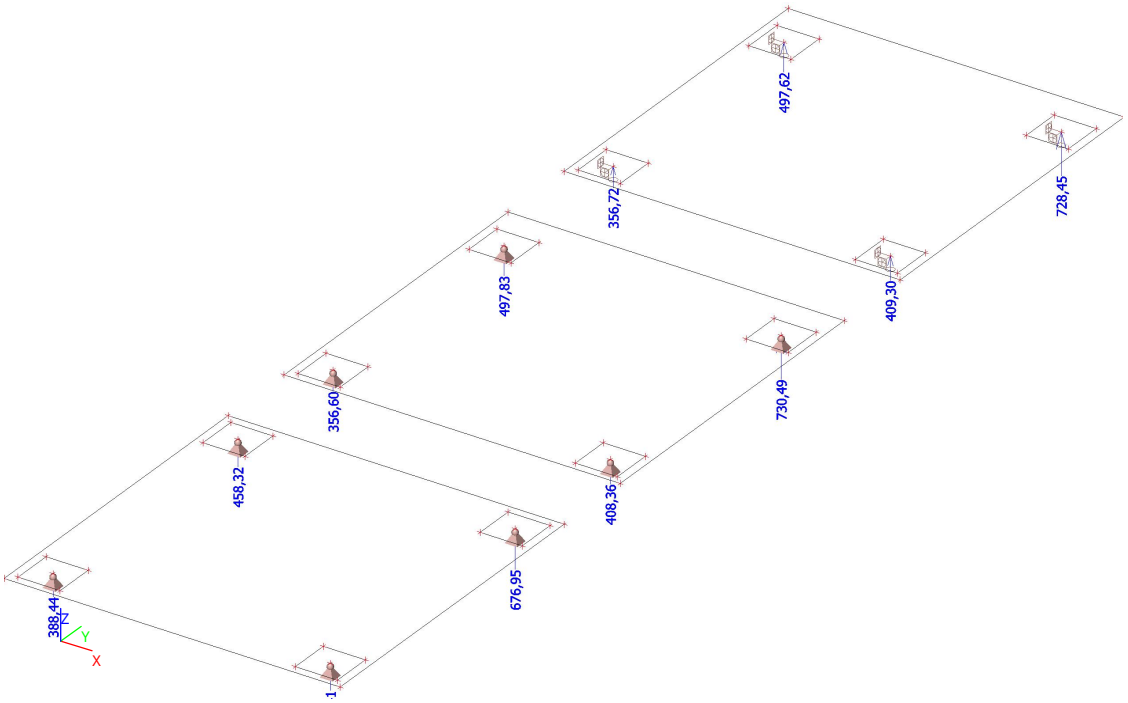
## 10. Resultaatklasses

| Naam | Lijst |
|---|---|
| Alle UGT | Combi1 - UGT - Lineair - UGT |
| | Combi2 - UGT - Lineair - UGT |
| | Combi3 - UGT - Lineair - UGT |
| | Combi4 - UGT - Lineair - UGT |
| | Combi5 - UGT - Lineair - UGT |
| | Combi6 - UGT - Lineair - UGT |
| Alle BGT | Combi1 - BGT - Lineair - BGT |
| | Combi2 - BGT - Lineair - BGT |

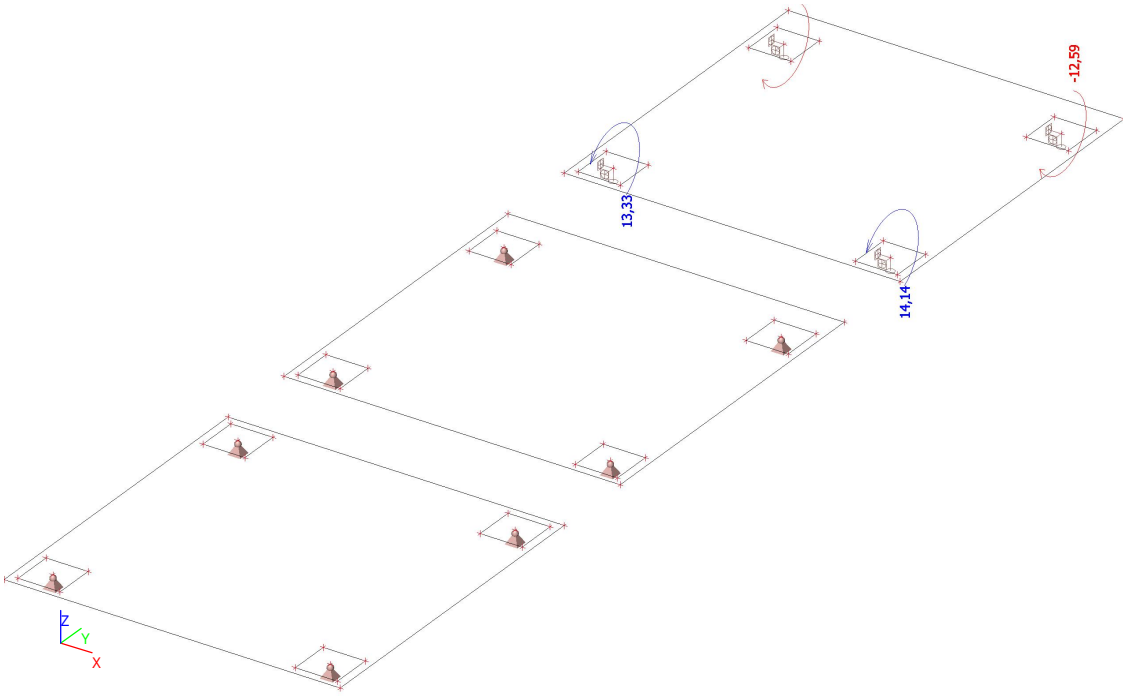
| Naam | Lijst |
|---|---|
| | Combi3 - BGT - Lineair - BGT |
| | Combi4 - BGT - Lineair - BGT |
| | Combi5 - BGT - Lineair - BGT |
| | Combi6 - BGT - Lineair - BGT |
| Alle UGT+BGT | Combi1 - UGT - Lineair - UGT |
| | Combi2 - UGT - Lineair - UGT |
| | Combi3 - UGT - Lineair - UGT |
| | Combi4 - UGT - Lineair - UGT |
| | Combi5 - UGT - Lineair - UGT |
| | Combi6 - UGT - Lineair - UGT |
| | Combi1 - BGT - Lineair - BGT |
| | Combi2 - BGT - Lineair - BGT |
| | Combi3 - BGT - Lineair - BGT |
| | Combi4 - BGT - Lineair - BGT |
| | Combi5 - BGT - Lineair - BGT |
| | Combi6 - BGT - Lineair - BGT |

# 11. Reactiekrachten

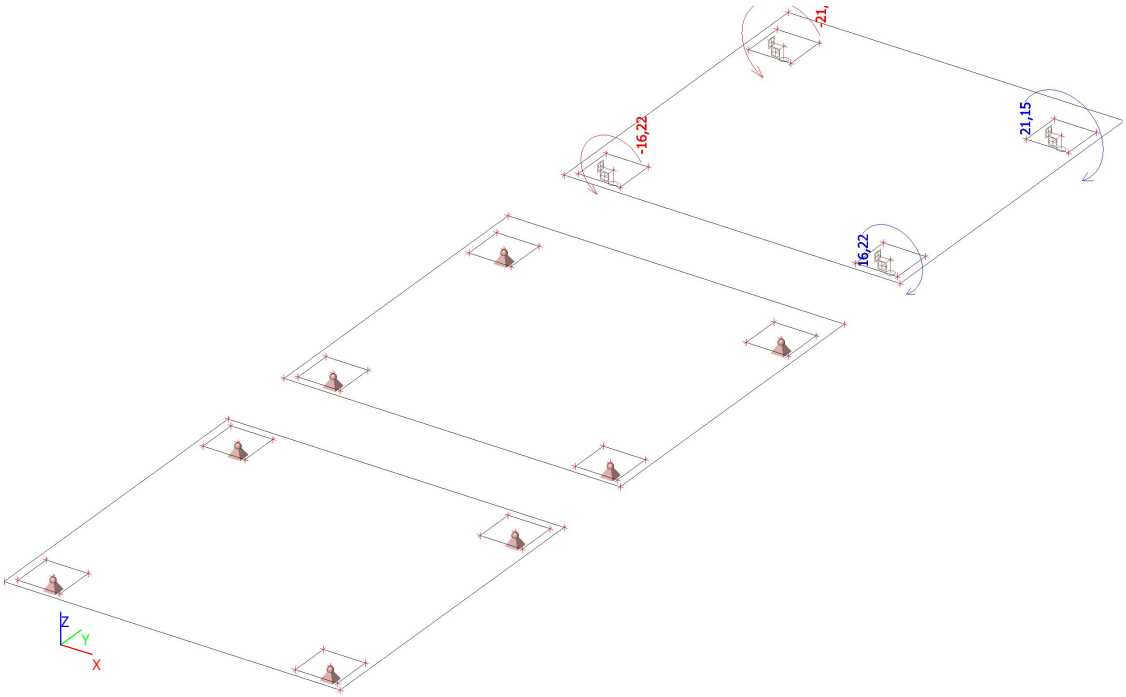
## 11.1. Reacties; BGT Rz



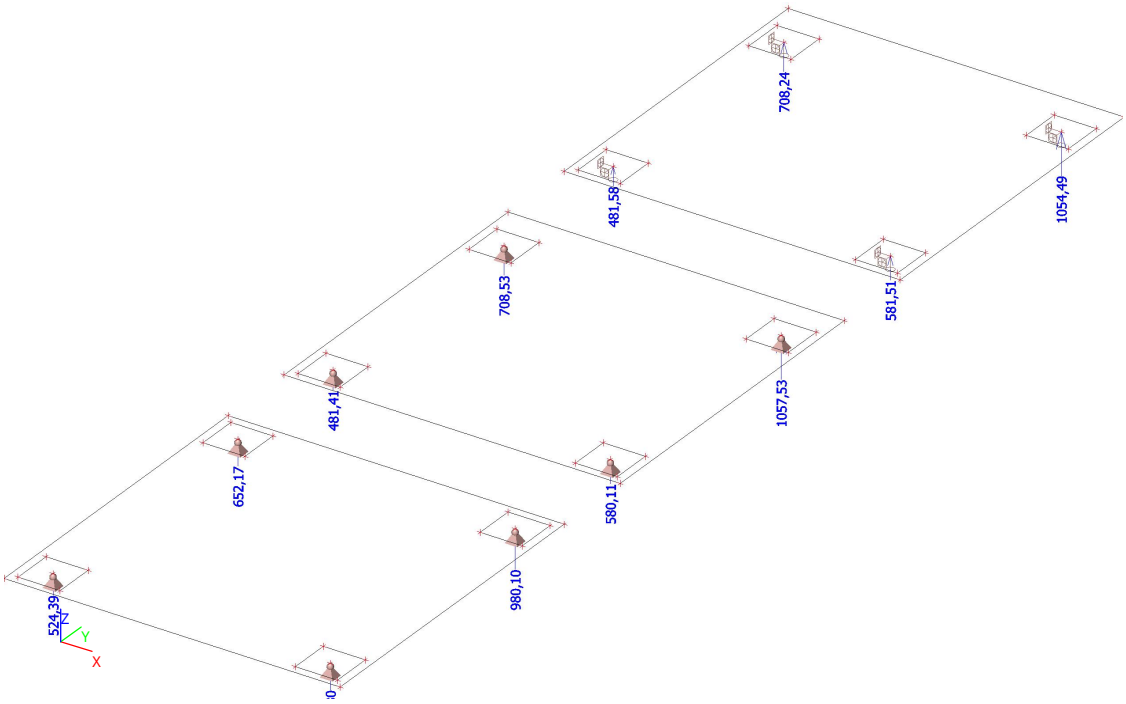

## 11.2. Reacties; BGT Mx



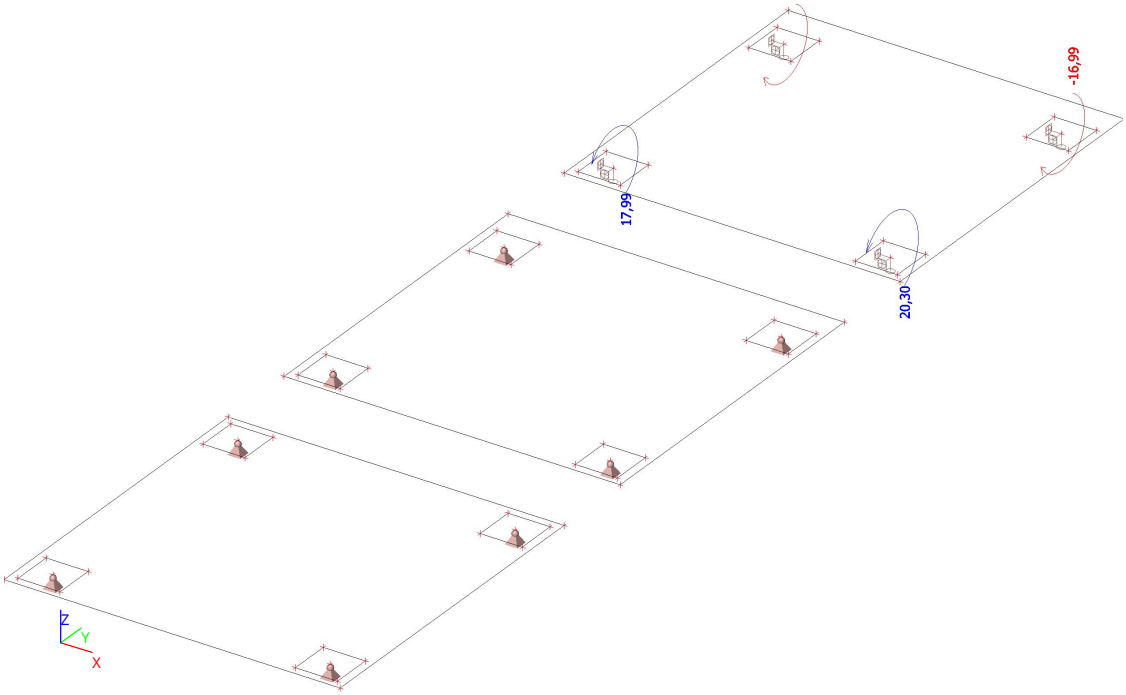
## 11.3. Reacties; BGT My



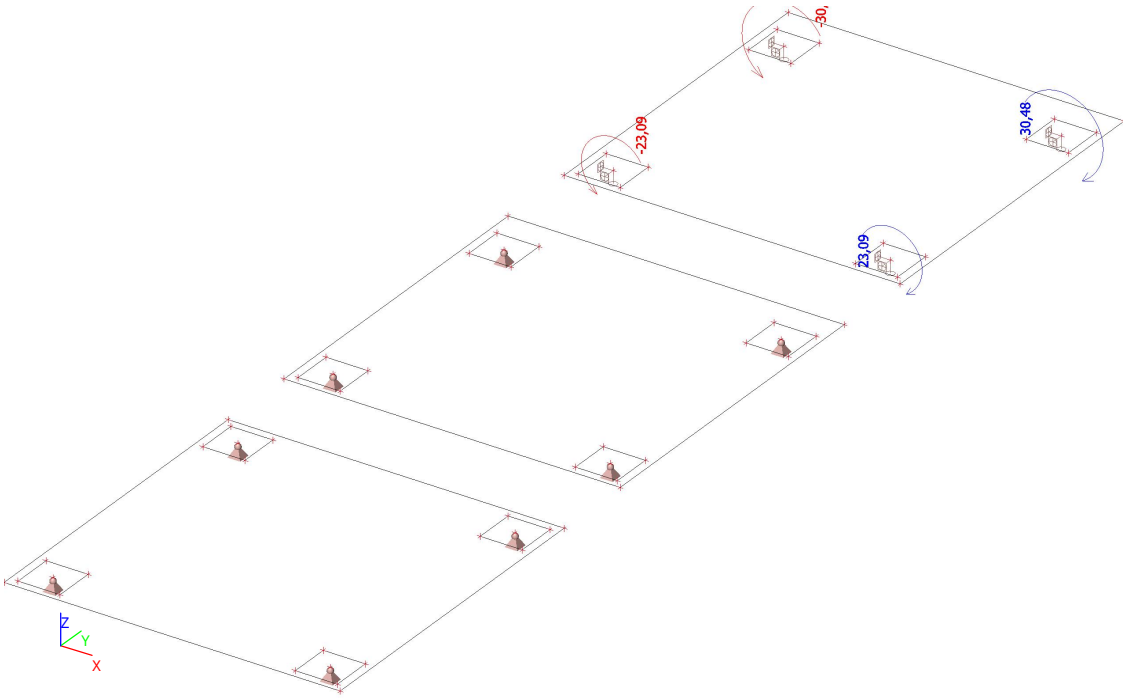

## 11.4. Reacties; UGT Rz



## 11.5. Reacties; UGT Mx

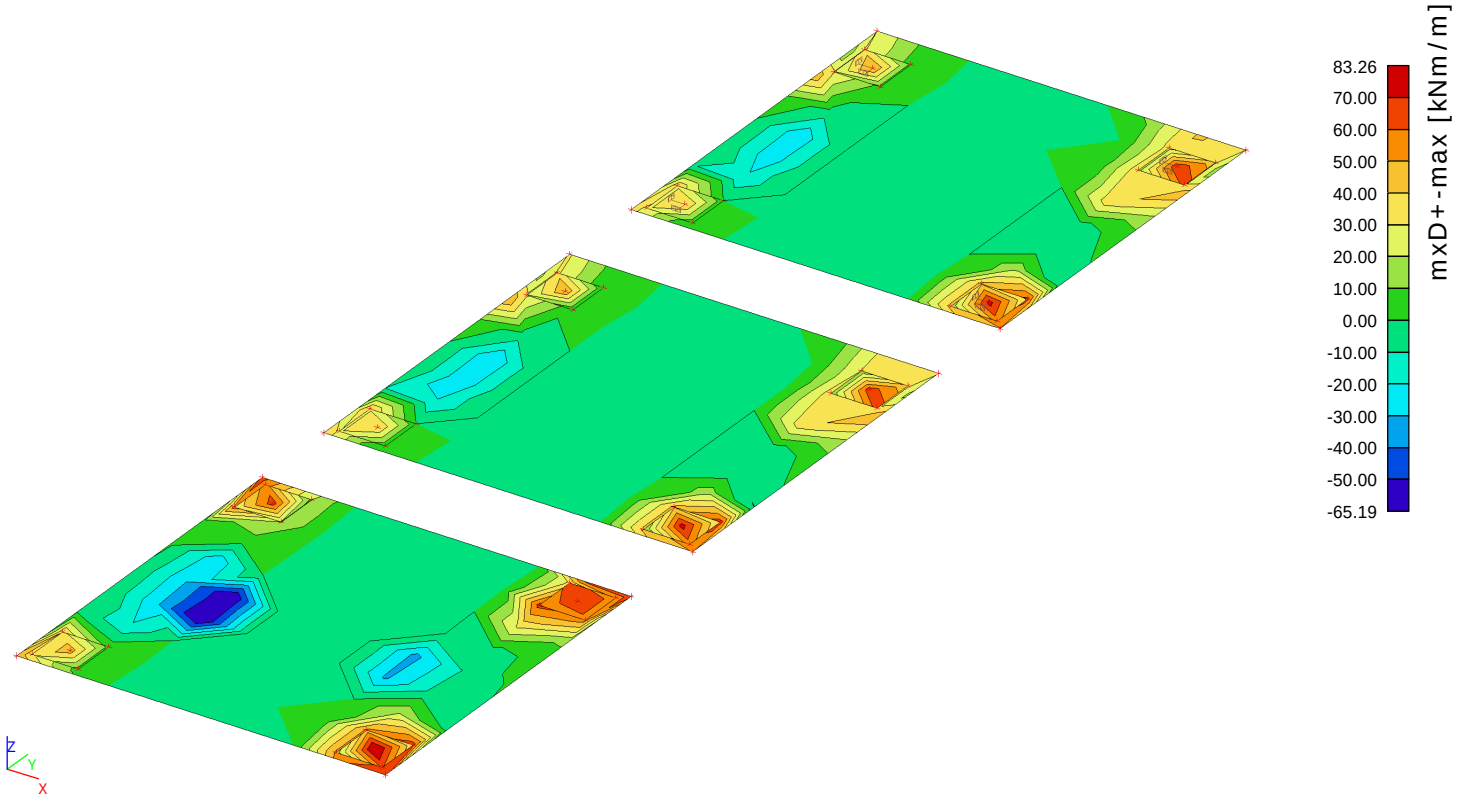



## 11.6. Reacties; UGT My

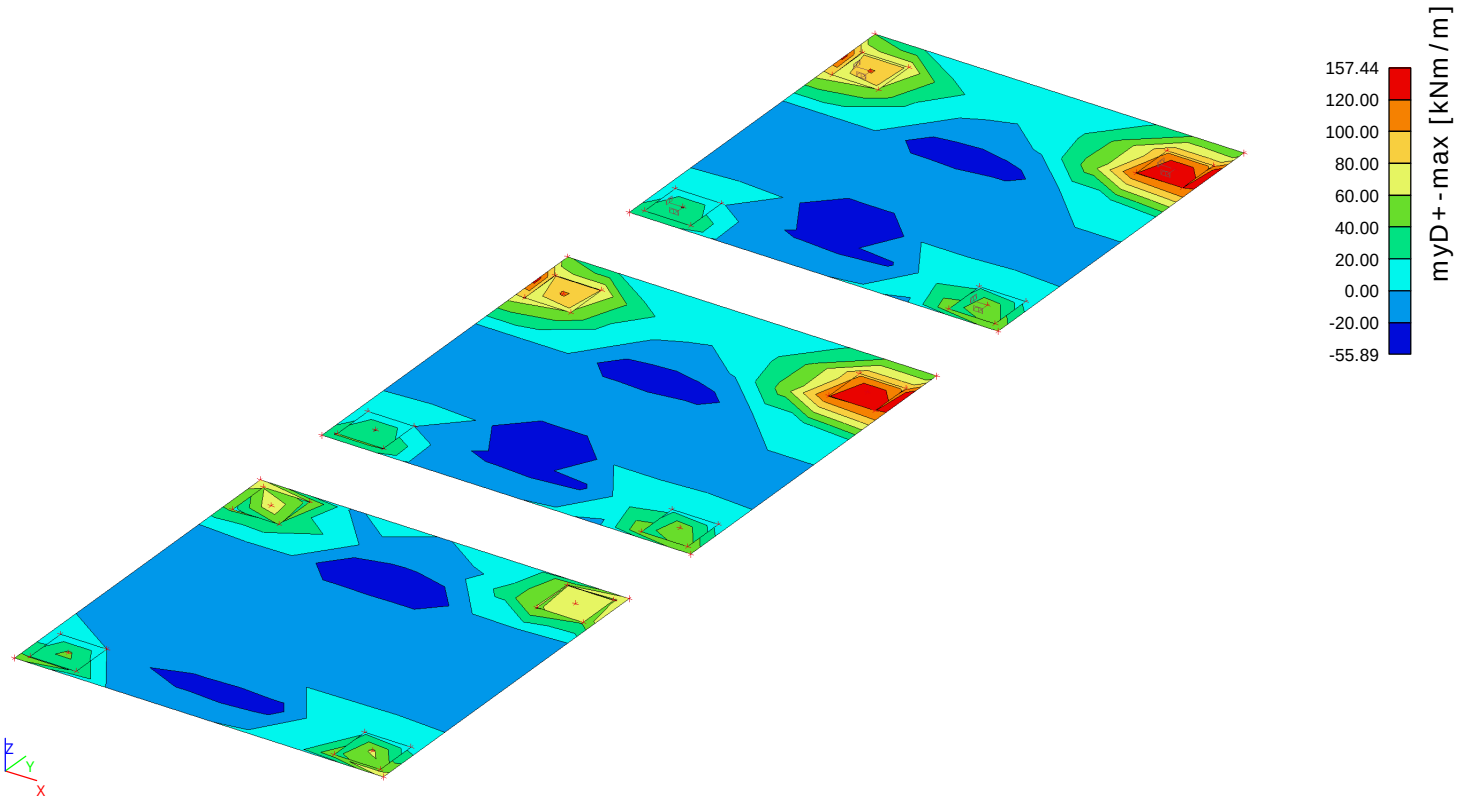


# 12. Momenten

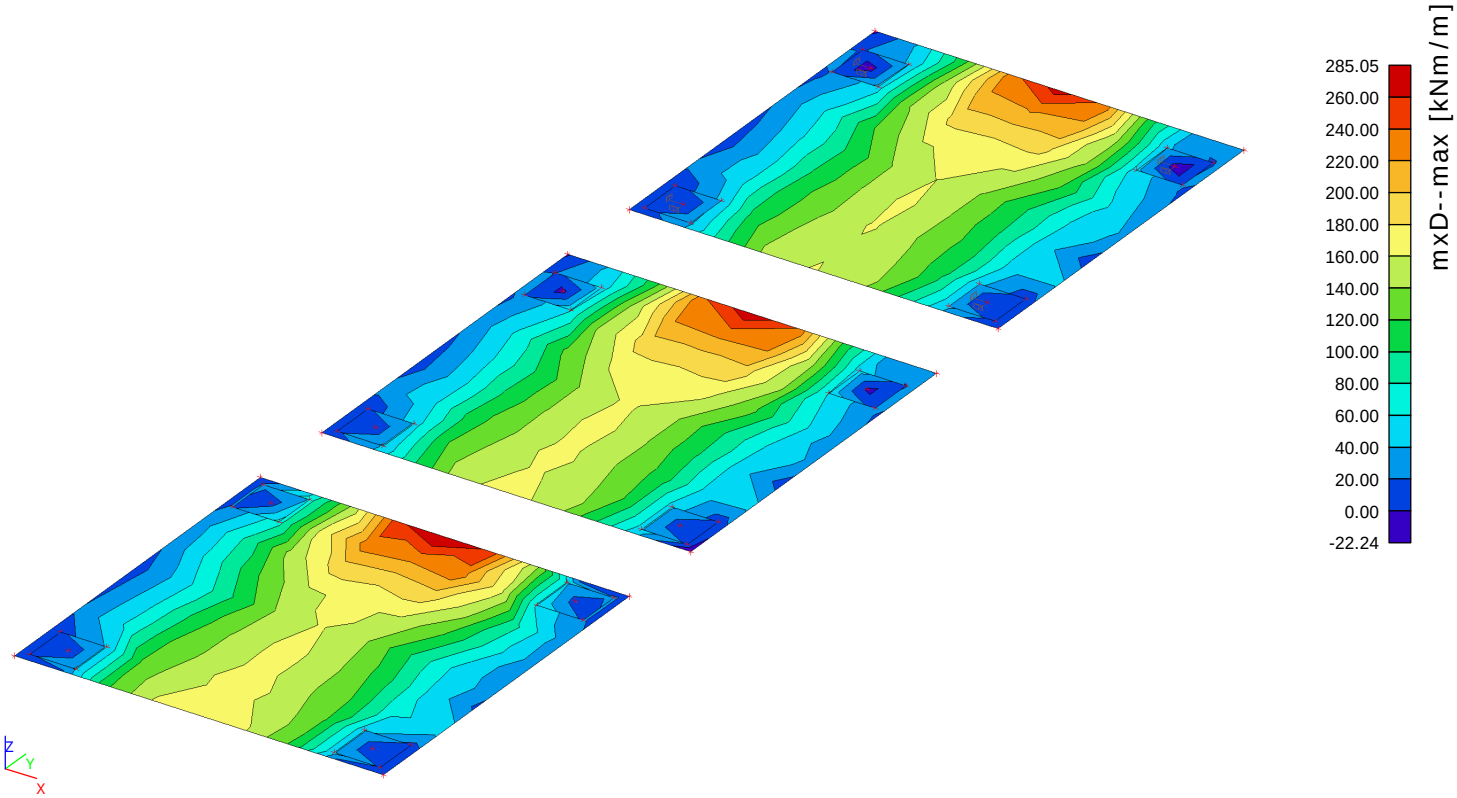
## 12.1. 2D element - Interne krachten BGT; mxD+



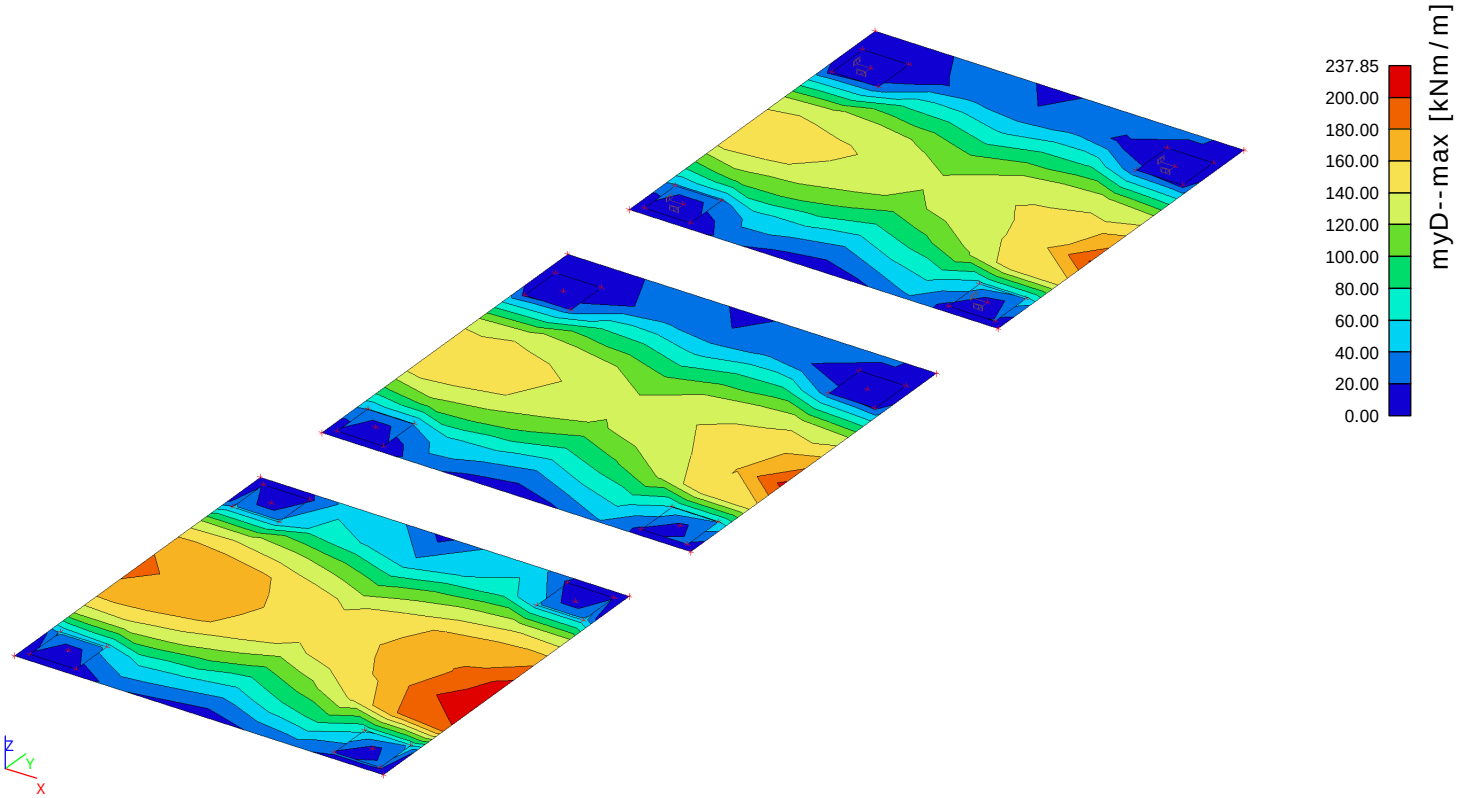

## 12.2. 2D element - Interne krachten BGT; myD+



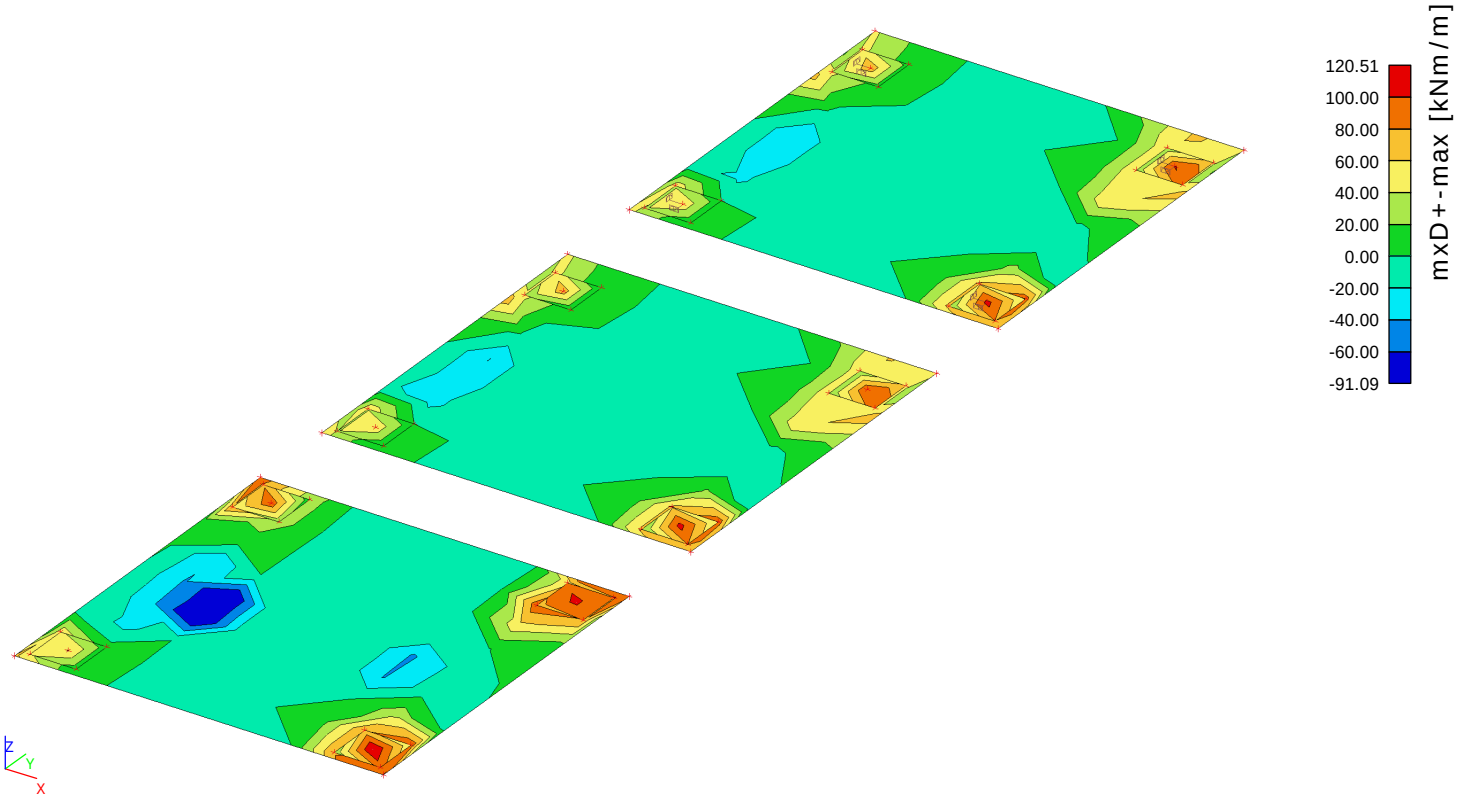
## 12.3. 2D element - Interne krachten BGT; mxD-



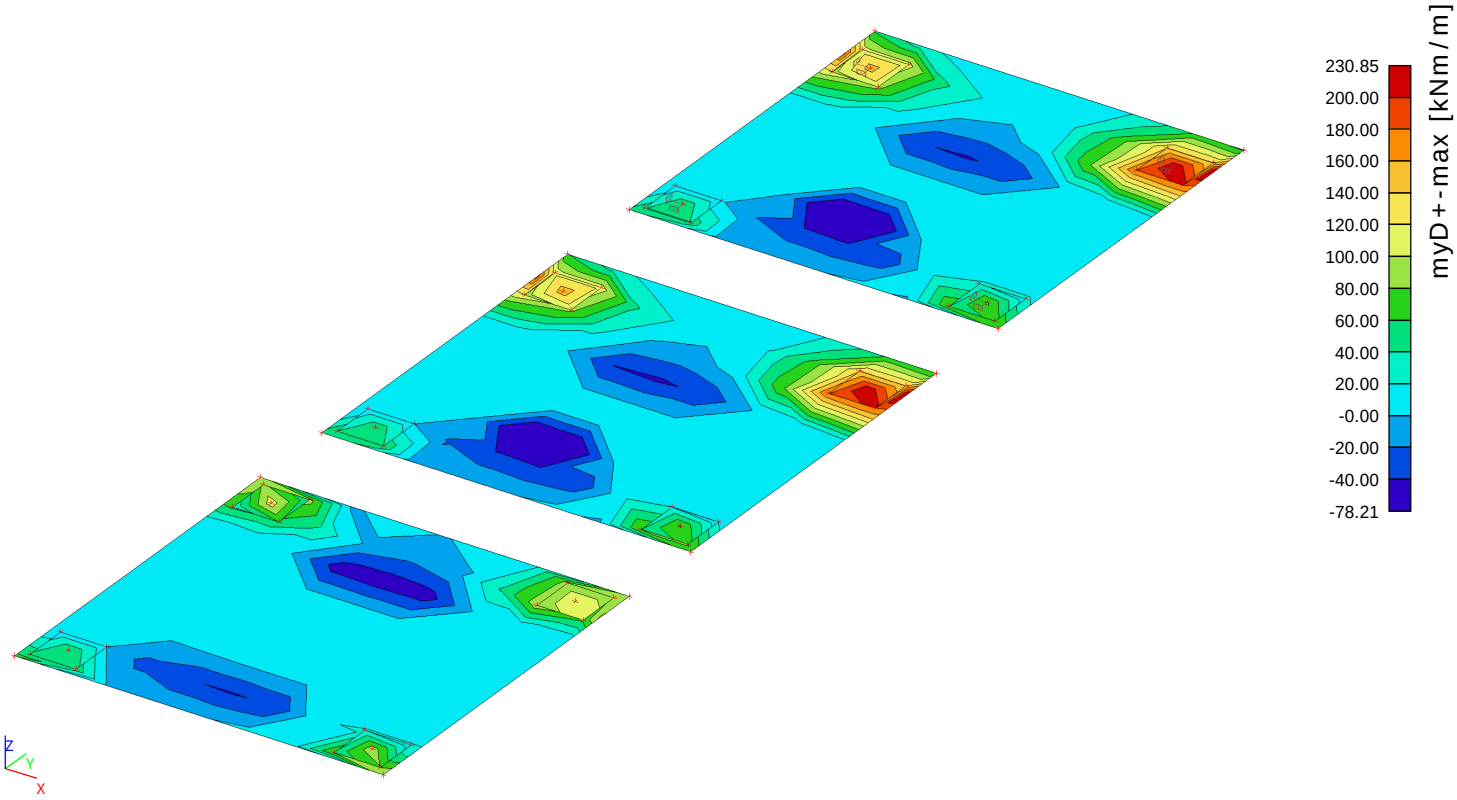

## 12.4. 2D element - Interne krachten BGT; myD-



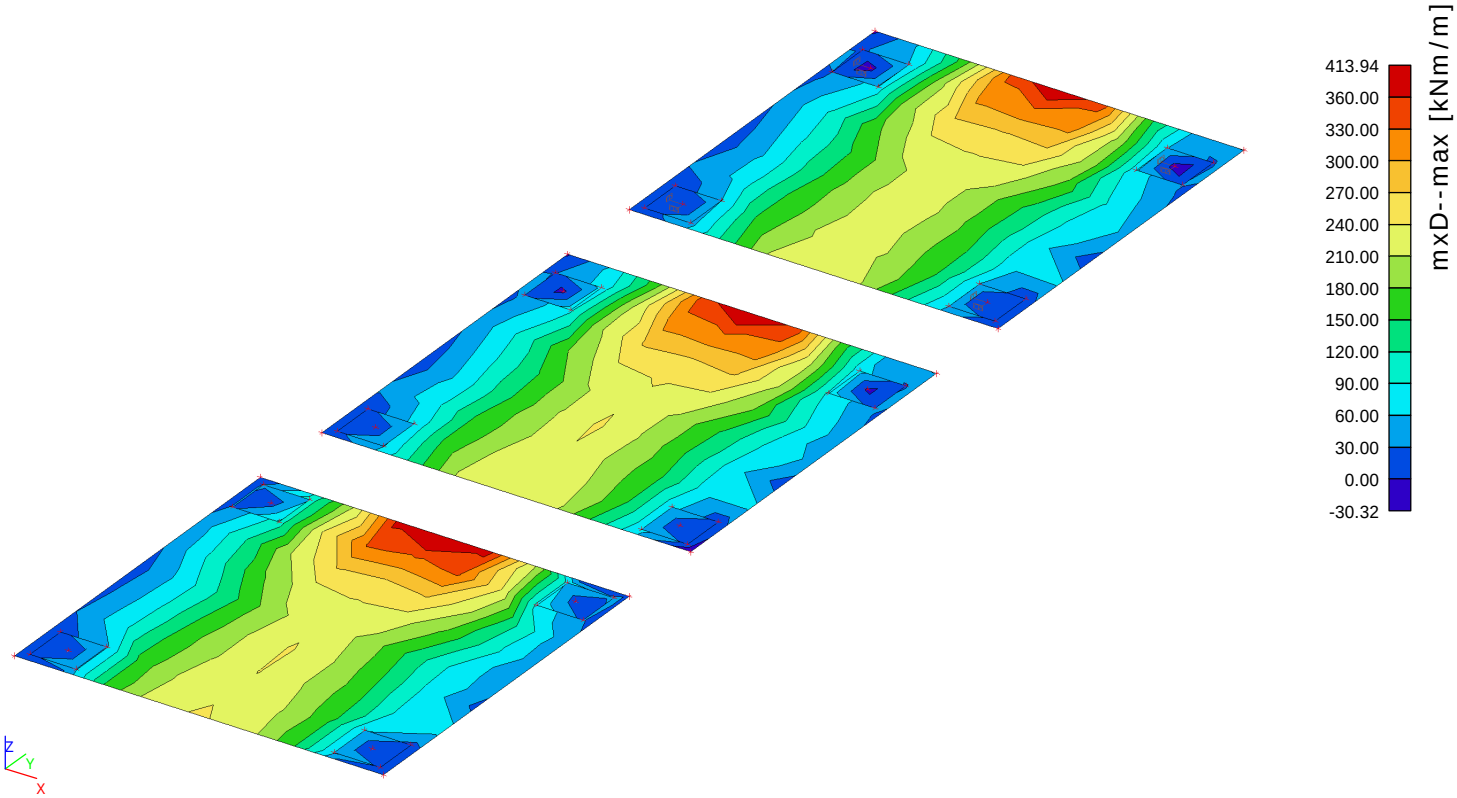
## 12.5. 2D element - Interne krachten UGT; mxD+



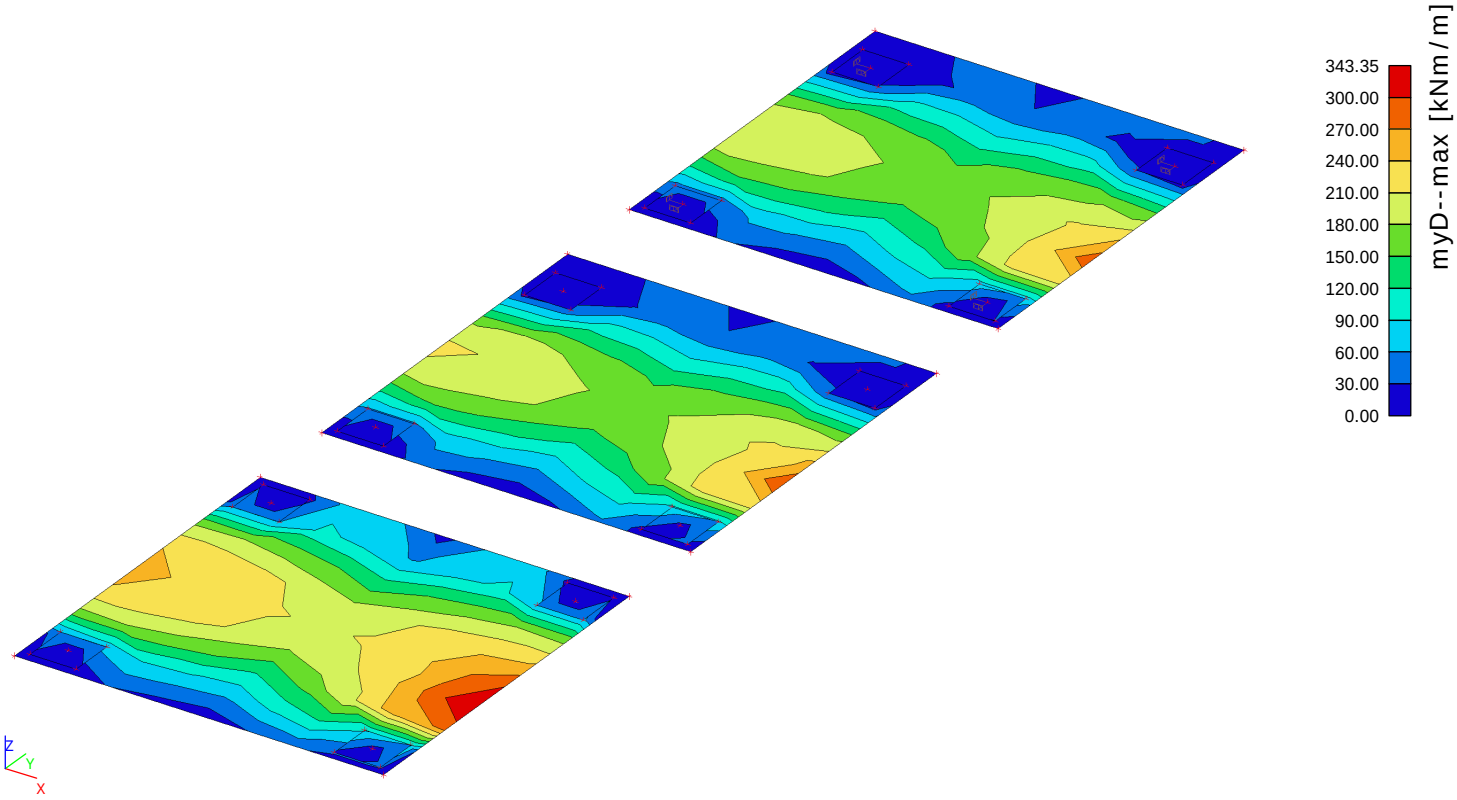

## 12.6. 2D element - Interne krachten UGT; myD+



## 12.7. 2D element - Interne krachten UGT; mxD-




## 12.8. 2D element - Interne krachten UGT; myD-



Bijlage 7: Single pile berekening (veerconstante)

# Report for D-Sheet Piling 15.1

Design of Diaphragm and Sheet Pile Walls
Developed by Deltares

| | |
|---|---|
| Date of report: | 10/15/2015 |
| Time of report: | 3:51:00 PM |
| Date of calculation: | 10/14/2015 |
| Time of calculation: | 3:51:13 PM |
| Filename: | P:\..\CEMEX\Berekeningen\Versie D1.0\Single Pile avegaar v2 |
| Project identification: | Wanssum<br>Palen CEMEX<br>Bepaling rotatieveer |

# 1 Summary

## 1.1 Overview of Maxima

| Displacement [mm] | Moment [kNm] | Shear force [kN] | Mob. perc. moment [%] | Mob. perc. resistance [%] |
|---|---|---|---|---|
| -9,1 | 200,00 | -66,22 | 0,0 | 0,8 |

# 2 Input Data

## 2.1 General Input Data

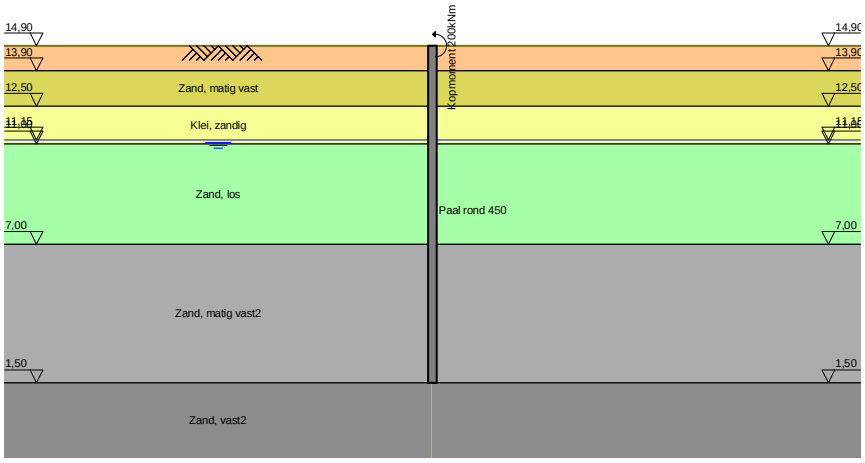
| | |
|---|---|
| Model | Single pile; Pile loaded by forces |
| Unit weight of water | 9,81 kN/m³ |

## 2.2 Pile Properties

| | |
|---|---|
| Length | 13,40 m |
| Level top side | 14,90 m |
| Number of sections | 1 |

## 2.3 Outline

**Outline**




## 2.4 Moments

| Name | Level [m] | Moment [kNm] |
|---|---|---|
| Kopmoment 20... | 14,90 | 200,00 |

## 2.5 Water Level

Water level: 11,15 [m]

## 2.6 Surface

Surface level: 14,90 [m]

## 2.7 Soil Material Properties

| Layer name | Level [m] | Unit weight Unsat [kN/m³] | Unit weight Sat. [kN/m³] | Cohesion [kN/m²] | Friction angle phi [degree] | Brinch Hansen used |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Zand, vast | 16,90 | 19,00 | 21,00 | 0,00 | 35,00 | Yes |
| Zand, matig vast | 13,90 | 18,00 | 20,00 | 0,00 | 32,50 | Yes |
| Klei, zandig | 12,50 | 18,00 | 20,00 | 0,00 | 27,50 | Yes |
| Zand, los | 11,00 | 17,00 | 19,00 | 0,00 | 30,00 | Yes |
| Zand, matig va... | 7,00 | 18,00 | 20,00 | 0,00 | 32,50 | Yes |
| Zand, vast2 | 1,50 | 19,00 | 21,00 | 0,00 | 35,00 | Yes |

| Layer name | Level [m] | Earth pressure coefficients Active [-] | Earth pressure coefficients Neutral [-] | Earth pressure coefficients Passive [-] | Additional pore pressure Top [kN/m²] | Additional pore pressure Bottom [kN/m²] |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Zand, vast | 16,90 | 0,00 | 0,00 | 9,03 | 0,00 | 0,00 |
| Zand, matig vast | 13,90 | 0,00 | 0,00 | 10,40 | 0,00 | 0,00 |
| Klei, zandig | 12,50 | 0,00 | 0,00 | 8,22 | 0,00 | 0,00 |
| Zand, los | 11,00 | 0,00 | 0,00 | 12,28 | 0,00 | 0,00 |
| Zand, matig va... | 7,00 | 0,00 | 0,00 | 18,42 | 0,00 | 0,00 |
| Zand, vast2 | 1,50 | 0,00 | 0,00 | 12,29 | 0,00 | 0,00 |

## 2.8 Soil Material Properties calculated using Brinch Hansen

| Layer name | Level [m] | Fictive cohesion [kN/m²] |
|---|---|---|
| Zand, vast | 16,90 | 0,00 |
| Zand, matig vast | 13,90 | 0,00 |
| Klei, zandig | 12,50 | 0,00 |
| Zand, los | 11,00 | 0,00 |
| Zand, matig va... | 7,00 | 0,00 |
| Zand, vast2 | 1,50 | 0,00 |

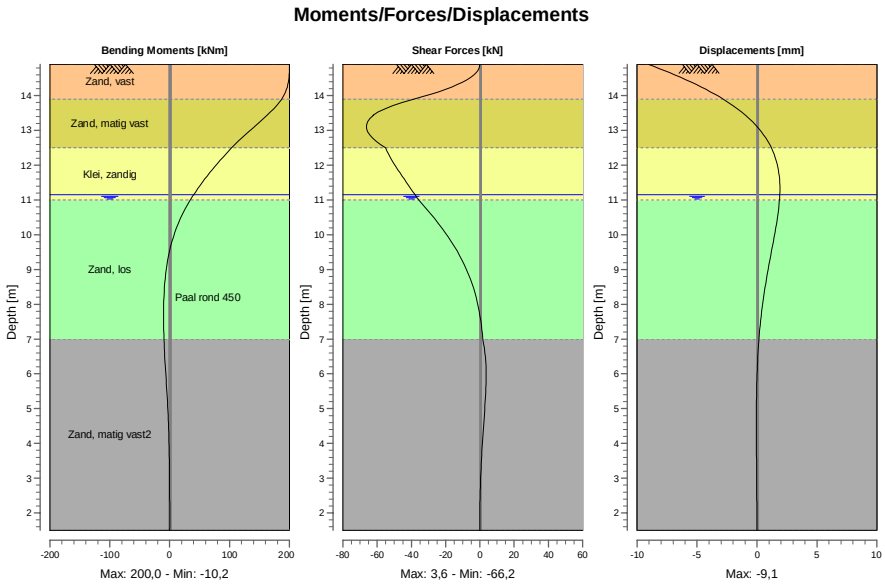
## 2.9 Modulus of Subgrade Reaction

| Layer name | Level [m] | Ménard used | E-Mod Ménard [kN/m²] | Soil type Ménard | Branch 1 Top [kN/m³] | Branch 1 Bottom [kN/m³] |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Zand, vast | 16,90 | Yes | 14000,00 | Sand | 85688,36 | 85688,36 |
| Zand, matig vast | 13,90 | Yes | 10000,00 | Sand | 61205,97 | 61205,97 |
| Klei, zandig | 12,50 | Yes | 4000,00 | Clay | 16563,29 | 16563,29 |
| Zand, los | 11,00 | Yes | 3500,00 | Sand | 21422,09 | 21422,09 |
| Zand, matig va... | 7,00 | Yes | 10000,00 | Sand | 61205,97 | 61205,97 |
| Zand, vast2 | 1,50 | Yes | 21000,00 | Sand | 128532,54 | 128532,54 |

# 3 Calculation Results

Number of iterations: 5

## 3.1 Charts of Moments, Forces and Displacements




## 3.2 Moments, Forces and Displacements

| Segment number | Level [m] | Moment [kNm] | Shear force [kN] | Displacement [mm] |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 14,90 | **200,00** | 0,00 | **-9,1** |
| 1 | 14,60 | 199,65 | -3,48 | -6,9 |
| 2 | 14,60 | 199,65 | -3,48 | -6,9 |
| 2 | 14,25 | 196,46 | -16,32 | -4,7 |
| 3 | 14,25 | 196,46 | -16,32 | -4,7 |
| 3 | 13,90 | 187,13 | -38,62 | -2,8 |
| 4 | 13,90 | 187,13 | -38,61 | -2,8 |
| 4 | 13,43 | 162,65 | -62,26 | -1,0 |
| 5 | 13,43 | 162,65 | -62,24 | -1,0 |
| 5 | 12,97 | 132,18 | **-65,56** | 0,4 |
| 6 | 12,97 | 132,18 | -65,54 | 0,4 |
| 6 | 12,50 | 103,60 | -55,14 | 1,2 |
| 7 | 12,50 | 103,60 | -55,13 | 1,2 |
| 7 | 12,05 | 79,84 | -50,24 | 1,7 |
| 8 | 12,05 | 79,84 | -50,24 | 1,7 |
| 8 | 11,60 | 58,55 | -44,23 | 1,9 |
| 9 | 11,60 | 58,55 | -44,23 | 1,9 |
| 9 | 11,15 | 40,08 | -37,85 | 1,9 |
| 10 | 11,15 | 40,08 | -37,85 | 1,9 |
| 10 | 11,00 | 34,57 | -35,74 | 1,9 |
| 11 | 11,00 | 34,57 | -35,74 | 1,9 |
| 11 | 10,33 | 14,62 | -24,37 | 1,6 |
| 12 | 10,33 | 14,62 | -24,37 | 1,6 |
| 12 | 9,67 | 1,63 | -14,95 | 1,3 |
| 13 | 9,67 | 1,63 | -14,95 | 1,3 |
| 13 | 9,00 | -5,83 | -7,84 | 0,9 |

| Segment number | Level [m] | Moment [kNm] | Shear force [kN] | Displacement [mm] |
|---|---|---|---|---|
| 14 | 9,00 | -5,83 | -7,84 | 0,9 |
| 14 | 8,33 | -9,32 | -2,95 | 0,6 |
| 15 | 8,33 | -9,32 | -2,95 | 0,6 |
| 15 | 7,67 | -10,19 | 0,07 | 0,3 |
| 16 | 7,67 | -10,19 | 0,07 | 0,3 |
| 16 | 7,00 | -9,54 | 1,66 | 0,2 |
| 17 | 7,00 | -9,54 | 1,66 | 0,2 |
| 17 | 6,36 | -7,81 | 3,39 | 0,0 |
| 18 | 6,36 | -7,81 | 3,39 | 0,0 |
| 18 | 5,71 | -5,52 | 3,56 | 0,0 |
| 19 | 5,71 | -5,52 | 3,56 | 0,0 |
| 19 | 5,07 | -3,40 | 2,94 | 0,0 |
| 20 | 5,07 | -3,40 | 2,94 | 0,0 |
| 20 | 4,43 | -1,80 | 2,05 | -0,1 |
| 21 | 4,43 | -1,80 | 2,05 | -0,1 |
| 21 | 3,79 | -0,76 | 1,20 | 0,0 |
| 22 | 3,79 | -0,76 | 1,20 | 0,0 |
| 22 | 3,14 | -0,21 | 0,54 | 0,0 |
| 23 | 3,14 | -0,21 | 0,54 | 0,0 |
| 23 | 2,50 | -0,01 | 0,13 | 0,0 |
| 24 | 2,50 | -0,01 | 0,13 | 0,0 |
| 24 | 2,00 | 0,01 | -0,01 | 0,0 |
| 25 | 2,00 | 0,01 | -0,01 | 0,0 |
| 25 | 1,50 | 0,00 | 0,00 | 0,0 |
| Max | | **200,00** | **-65,56** | **-9,1** |
| Max, minor nodes incl. | | 200,00 | -66,22 | -9,1 |

## End of Report

Bijlage 8: Berekening pons

## Ponsbelasting hoekpaal 1

**Gegevens**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Dikte vloer | | $h$ | = | **600** | mm |
| Effectieve hoogte | | $d_{eff}$ | = | **530** | mm |
| Diameter paal | | $d$ | = | **400** | mm |
| Randafstand | hart paal tot rand | $R_y$ | = | **1200** | mm |
| | | $R_x$ | = | **700** | mm |

| **Belastingen** | Paalreactie [kN] | | Binnen ponsvlak [kN] | | Ponsbelasting [kN] |
|---|---|---|---|---|---|
| Belastingcombinatie 1 | **961** | - | **363** | = | 598 |
| Belastingcombinatie 2 | **958** | - | **333** | = | 625 |
| Belastingcombinatie 3 | **1057** | - | **438** | = | 619 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Optredende dwarskracht | | $V_{Ed}$ | = | 625 | kN |
| Belasting op ponsvlak | | $\Delta V_{Ed}$ | = | 91 | kN |
| | Belasting | $Q_{Ed}$ | = | **20,25** | $kN/m^2$ |
| | Ponsvlak | $A$ | = | 4,48 | $m^2$ |
| Gereduceerde dwarskracht | | $V_{Ed,red}$ | = | **534** | kN |

## Ponsbelasting hoekpaal 2

**Gegevens**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Dikte vloer | | $h$ | = | **600** | mm |
| Effectieve hoogte | | $d_{eff}$ | = | **530** | mm |
| Diameter paal | | $d$ | = | **400** | mm |
| Randafstand | hart paal tot rand | $R_y$ | = | **700** | mm |
| | | $R_x$ | = | **700** | mm |

| **Belastingen** | Paalreactie [kN] | | Binnen ponsvlak [kN] | | Ponsbelasting [kN] |
|---|---|---|---|---|---|
| Belastingcombinatie 1 | **890** | - | **363** | = | 527 |
| Belastingcombinatie 2 | **886** | - | **333** | = | 553 |
| Belastingcombinatie 3 | **980** | - | **438** | = | 542 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Optredende dwarskracht | | $V_{Ed}$ | = | 553 | kN |
| Belasting op ponsvlak | | $\Delta V_{Ed}$ | = | 71 | kN |
| | Belasting | $Q_{Ed}$ | = | **20,25** | $kN/m^2$ |
| | Ponsvlak | $A$ | = | 3,50 | $m^2$ |
| Gereduceerde dwarskracht | | $V_{Ed,red}$ | = | **482** | kN |

Project : Wanssum
Onderdeel : CEMEX - Pons plaatfundatie
Datum : kN/m/rad
Eenheden : 09/09/2015
Bestand : P:\334295\006 Realisatie\08 Meerwerk\08.01 Ontwerp palen en fundatieplaten\Ontwerp\Werkmap Jochim\CEMEX\Berekeningen\Versie D1.0\Pons.cnw

## Toegepaste normen volgens Eurocode met Nederlandse NB

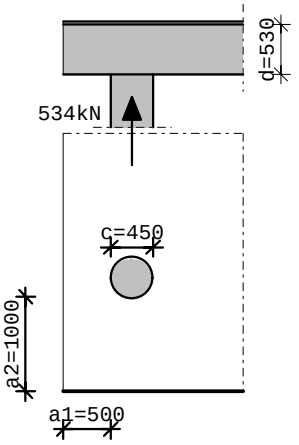
| | | | |
|---|---|---|---|
| Belastingen | NEN-EN 1990:2002 | C2:2010 | NB:2011(nl) |
| | NEN-EN 1991-1-1:2002 | C1:2009 | NB:2011(nl) |
| Beton | NEN-EN 1992-1-1:2005 | C2:2010 | NB:2011(nl) |

## Pons. (B)

### GEOMETRIE

Kolomvorm : Rond
Kolomsoort : Hoek - onder de vloer
Betonkwaliteit : C35/45
Nuttige hoogte d [mm]: 530

Kolom
Breedte lastvlak c [mm]: 450
Randafstand $a_1$ [mm]: 500 Randafstand $a_2$ [mm]: 1000




### WAPENING

Staalkwaliteit : B500B
Wapeningsratio $\rho_{ly}$ : 0.00500 Wapeningsratio $_{rl}z$ : 0.00500
Radiale afstand $s_r$ [mm]: 405 Tangentiële afstand $s_t$ [mm]: 810
Beugel diameter [mm]: 17 Hoek $\alpha$ : 90

Project : Wanssum
Onderdeel : CEMEX - Pons plaatfundatie
Datum : kN/m/rad
Eenheden : 09/09/2015

**BELASTING**

Kracht $V_{Ed}$ [kN]: 534.0

**RESULTATEN**

| Ponsomtrek | | $v_{Rd,c}$ | $v_{Rd,max}$ | $v_{Ed}$ | $v_{Rd,s}$ | $A_{sw}/s_r$ | $A_{sw}$ | code |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | [mm] | [N/mm²] | [N/mm²] | [N/mm²] | [N/mm²] | [mm²/mm] | [mm²] | |
| $u_0$ | 1414 | n.v.t. | 4.82 | 1.40 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | |
| $u_1$ | 3968 | 0.50 | 4.82 | 0.50 | 0.00 | 0.00 | 0 | [42] |

## Opmerkingen

[ 42] Er is geen ponswapening nodig (vEd < vRd,c).

**Controle-omtrek $u_0$ ( 1414 mm )**

Rekenwaarde schuifspanning volgens art. 6.4.5 (formule 6.53)
Nuttige plaatdikte d [mm]: 530 Omtrek $u_0$ [mm]: 1414
Factor $\beta$ : 1.97
Schuifsp. $v_{Ed}$ [N/mm²]: 1.40 Schuifsp. $v_{Rd,max}$ [N/mm²]: 4.82

**Controle-omtrek $u_1$ ( 3968 mm )**

Rekenwaarde schuifspanning volgens art. 6.4
Afstand tot aan kolom[mm]: 1060
Nuttige plaatdikte d [mm]: 530 Omtrek $u_1$ [mm]: 3968
Omtrek $u_{1*}$ [mm]: 2018 Factor $\beta$ : 1.97
Schuifsp. $v_{Ed}$ [N/mm²]: 0.50
Schuifsp. $v_{Rd,c}$ [N/mm²]: 0.50

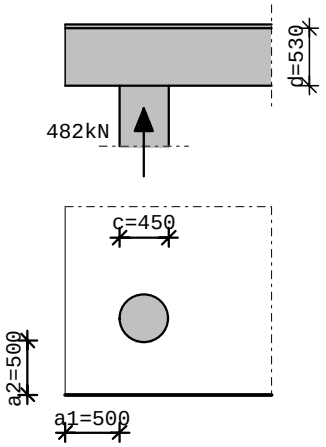
## Pons. (B)

**GEOMETRIE**

Kolomvorm : Rond
Kolomsoort : Hoek - onder de vloer
Betonkwaliteit : C35/45
Nuttige hoogte d [mm]: 530

Kolom
Breedte lastvlak c [mm]: 450
Randafstand $a_1$ [mm]: 500 Randafstand $a_2$ [mm]: 500

Project : Wanssum
Onderdeel : CEMEX - Pons plaatfundatie
Datum : kN/m/rad
Eenheden : 09/09/2015




**WAPENING**

Staalkwaliteit : B500B
Wapeningsratio $\rho_{ly}$ : 0.00500 Wapeningsratio $_{rl}z$ : 0.00500
Radiale afstand $s_r$ [mm]: 404 Tangentiële afstand $s_t$ [mm]: 808
Beugel diameter [mm]: 17 Hoek $\alpha$ : 90

**BELASTING**

Kracht $V_{Ed}$ [kN]: 482.0

**RESULTATEN**

| Ponsomtrek | | $v_{Rd,c}$ [N/mm$^2$] | $v_{Rd,max}$ [N/mm$^2$] | $v_{Ed}$ [N/mm$^2$] | $v_{Rd,s}$ [N/mm$^2$] | $A_{sw}/s_r$ [mm$^2$/mm] | $A_{sw}$ [mm$^2$] | code |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $u_0$ | 1414 | n.v.t. | 4.82 | 1.11 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | |
| $u_1$ | 3468 | 0.50 | 4.82 | 0.45 | 0.00 | 0.00 | 0 | [42] |

## Opmerkingen

[ 42] Er is geen ponswapening nodig (vEd < vRd,c).

**Controle-omtrek $u_0$ ( 1414 mm )**

Rekenwaarde schuifspanning volgens art. 6.4.5 (formule 6.53)
Nuttige plaatdikte d [mm]: 530 Omtrek $u_0$ [mm]: 1414
Factor $\beta$ : 1.72
Schuifsp. $v_{Ed}$ [N/mm$^2$]: 1.11 Schuifsp. $v_{Rd,max}$ [N/mm$^2$]: 4.82

**Controle-omtrek $u_1$ ( 3468 mm )**

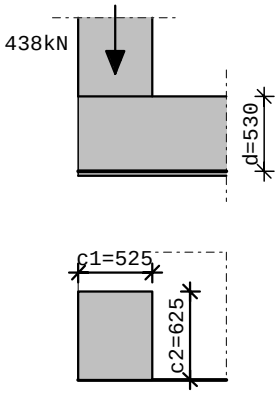
Rekenwaarde schuifspanning volgens art. 6.4
Afstand tot aan kolom[mm]: 1060
Nuttige plaatdikte d [mm]: 530 Omtrek $u_1$ [mm]: 3468
Omtrek $u_{1*}$ [mm]: 2018 Factor $\beta$ : 1.72
Schuifsp. $v_{Ed}$ [N/mm$^2$]: 0.45
Schuifsp. $v_{Rd,c}$ [N/mm$^2$]: 0.50

## Pons. (B)

**GEOMETRIE**

Kolomvorm : Rechthoekig
Kolomsoort : Hoek - op de vloer
Betonkwaliteit : C35/45
Nuttige hoogte d [mm]: 530

Project : Wanssum
Onderdeel : CEMEX - Pons plaatfundatie
Datum : kN/m/rad
Eenheden : 09/09/2015




**WAPENING**

Staalkwaliteit : B500B
Wapeningsratio $\rho_{ly}$ : 0.00400 Wapeningsratio $_{rl}z$ : 0.00400
Radiale afstand $s_r$ [mm]: 397 Tangentiële afstand $s_t$ [mm]: 795
Beugel diameter [mm]: 16 Hoek $\alpha$ : 90

**BELASTING**

Kracht $V_{Ed}$ [kN]: 438.0

**RESULTATEN**

| Ponsomtrek | | $v_{Rd,c}$ | $v_{Rd,max}$ | $v_{Ed}$ | $v_{Rd,s}$ | $A_{sw}/s_r$ | $A_{sw}$ | code |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | [mm] | [N/mm²] | [N/mm²] | [N/mm²] | [N/mm²] | [mm²/mm] | [mm²] | |
| $u_0$ | 1150 | n.v.t. | 4.82 | 0.90 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | |
| $u_1$ | 2815 | 0.47 | 4.82 | 0.37 | 0.00 | 0.00 | 0 | [42] |

## Opmerkingen

[ 42] Er is geen ponswapening nodig (vEd < vRd,c).

**Controle-omtrek $u_0$ ( 1150 mm )**

Rekenwaarde schuifspanning volgens art. 6.4.5 (formule 6.53)
Nuttige plaatdikte d [mm]: 530 Omtrek $u_0$ [mm]: 1150
Factor $\beta$ : 1.26
Schuifsp. $v_{Ed}$ [N/mm²]: 0.90 Schuifsp. $v_{Rd,max}$ [N/mm²]: 4.82

**Controle-omtrek $u_1$ ( 2815 mm )**

Rekenwaarde schuifspanning volgens art. 6.4
Afstand tot aan kolom[mm]: 1060
Nuttige plaatdikte d [mm]: 530 Omtrek $u_1$ [mm]: 2815
Omtrek $u_{1*}$ [mm]: 2240 Factor $\beta$ : 1.26
Schuifsp. $v_{Ed}$ [N/mm²]: 0.37
Schuifsp. $v_{Rd,c}$ [N/mm²]: 0.47

Bijlae 9: Berekening wapening

Project : Wanssum
Onderdeel : CEMEX - Wapening plaatfundatie
Datum : kN/m/rad
Eenheden : 09/09/2015
Bestand : P:\334295\006 Realisatie\08 Meerwerk\08.01 Ontwerp palen en fundatieplaten\Ontwerp\Werkmap Jochim\CEMEX\Berekeningen\Versie D1.0\Pons.cnw

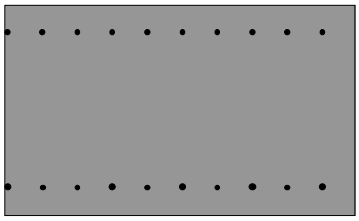
## Toegepaste normen volgens Eurocode met Nederlandse NB

| | | | |
|---|---|---|---|
| Belastingen | NEN-EN 1990:2002 | C2:2010 | NB:2011(nl) |
| | NEN-EN 1991-1-1:2002 | C1:2009 | NB:2011(nl) |
| Beton | NEN-EN 1992-1-1:2005 | C2:2010 | NB:2011(nl) |

## Controle hoofdwapening. (B)

### GEOMETRIE

Elementtype : Vloer
Betonkwaliteit : C35/45
Soort spanningsrekdiagram : Bi-lineair diagram
Doorsnedevorm : Rechthoek
Afmetingen : b=1000 h=600
Scheurvorming volgens art : 7.3.4
Referentieperiode : 100 jaar



### WAPENING

Staalkwaliteit : B500B
Soort spanningsrekdiagram : Bi-lineair diagram met klimmende tak
Beugeldiameter : 20
Toevallige inklemming : nee

| | Boven | Onder |
|---|---|---|
| Toegepaste wapening : | 10x16 | 5x16+5x20 |
| Breedte stortsleuf : | 50 | |

| **Betondekking** | Boven | Onder |
|---|---|---|
| Milieu : | XD3 | XC4 |
| Gestort tegen bestaand beton : | Nee | Nee |
| Element met plaatgeometrie : | Ja | Ja |
| Specifieke kwaliteitsbeheersing : | Nee | Nee |
| Oneffen beton oppervlak : | Nee | Ja |
| Ondergrond : | Glad / N.v.t. | Oneffen, voorbereid |
| : | | k1=50 |
| Constructieklasse : | S5 | S5 |
| Grootste korrel : | 31.5 | |

Project : Wanssum
Onderdeel : CEMEX - Wapening plaatfundatie
Datum : kN/m/rad
Eenheden : 09/09/2015

| **Betondekking** | | Boven | | | Onder | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Hoofdwapening | : | 2de laag | | | 2de laag | | |
| Nominale dekking | : | | 50 | | | 50 | |
| Toegepaste dekking | : | | 70 | | | 70 | |
| Gelijkwaardige diameter | : | | 16 | | | 20 | |
| $C_{min,b}$ $C_{min,dur}$ $\Delta C_{dur}$ | : | 16 | 45 | 0 | 20 | 40 | 0 |
| $C_{min}$ $\Delta C_{dev}$ $C_{nom}$ | : | 45 | 5 | 50 | 40 | 5 | 50 |
| Beugel / Verdeelwapening | : | 1ste laag | | | 1ste laag | | |
| Nominale dekking | : | | 50 | | | 50 | |
| Toegepaste dekking | : | | 50 | | | 50 | |
| Gelijkwaardige diameter | : | | 20 | | | 20 | |
| $C_{min,b}$ $C_{min,dur}$ $\Delta C_{dur}$ | : | 20 | 45 | 0 | 20 | 40 | 0 |
| $C_{min}$ $\Delta C_{dev}$ $C_{nom}$ | : | 45 | 5 | 50 | 40 | 5 | 50 |

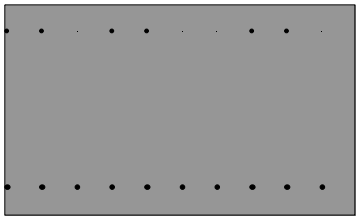
**BELASTING** **RESULTATEN**

| Nr | NEd [kN] | MEd [kNm] | Nrep [kN] | Mrep [kNm] | Sterkte Mu [kNm] | Sterkte Mu [kNm] | Scheurvorming Mu;rep [kNm] | Scheurvorming Mu;rep [kNm] | Opm. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0.0 | 230.0 | 0.0 | 160.0 | 463.7 | -575.3 | 163.8 | -308.6 | |
| 2 | 0.0 | -415.0 | 0.0 | -285.0 | 463.7 | -575.3 | 163.8 | -308.6 | |

## Controle hoofdwapening. (B)

**GEOMETRIE**

Elementtype : Vloer
Betonkwaliteit : C35/45
Soort spanningsrekdiagram : Bi-lineair diagram
Doorsnedevorm : Rechthoek
Afmetingen : b=1000 h=600
Scheurvorming volgens art : 7.3.4
Referentieperiode : 100 jaar



Project : Wanssum
Onderdeel : CEMEX - Wapening plaatfundatie
Datum : kN/m/rad
Eenheden : 09/09/2015

**WAPENING**

| | | Boven | Onder |
|---|---|---|---|
| Staalkwaliteit | : | B500B | |
| Soort spanningsrekdiagram | : | Bi-lineair diagram met klimmende tak | |
| Beugeldiameter | : | 20 | |
| Toevallige inklemming | : | nee | |
| Toegepaste wapening | : | 10x12 | 10x16 |
| Breedte stortsleuf | : | 50 | |

**Betondekking**

| | | Boven | | | Onder | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Milieu | : | XD3 | | | XC4 | | |
| Gestort tegen bestaand beton | : | Nee | | | Nee | | |
| Element met plaatgeometrie | : | Ja | | | Ja | | |
| Specifieke kwaliteitsbeheersing | : | Nee | | | Nee | | |
| Oneffen beton oppervlak | : | Nee | | | Ja | | |
| Ondergrond | : | Glad / N.v.t. | | | Oneffen, voorbereid | | |
| | : | | | | k1=50 | | |
| Constructieklasse | : | S5 | | | S5 | | |
| Grootste korrel | : | 31.5 | | | | | |
| Hoofdwapening | : | 2de laag | | | 2de laag | | |
| Nominale dekking | : | 50 | | | 50 | | |
| Toegepaste dekking | : | 70 | | | 70 | | |
| Gelijkwaardige diameter | : | 12 | | | 16 | | |
| $C_{min,b}$ $C_{min,dur}$ $\Delta C_{dur}$ | : | 12 | 45 | 0 | 16 | 40 | 0 |
| $C_{min}$ $\Delta C_{dev}$ $C_{nom}$ | : | 45 | 5 | 50 | 40 | 5 | 50 |
| Beugel / Verdeelwapening | : | 1ste laag | | | 1ste laag | | |
| Nominale dekking | : | 50 | | | 50 | | |
| Toegepaste dekking | : | 50 | | | 50 | | |
| Gelijkwaardige diameter | : | 20 | | | 20 | | |
| $C_{min,b}$ $C_{min,dur}$ $\Delta C_{dur}$ | : | 20 | 45 | 0 | 20 | 40 | 0 |
| $C_{min}$ $\Delta C_{dev}$ $C_{nom}$ | : | 45 | 5 | 50 | 40 | 5 | 50 |

**BELASTING** **RESULTATEN**

| Nr | NEd [kN] | MEd [kNm] | Nrep [kN] | Mrep [kNm] | Sterkte Mu [kNm] | Sterkte Mu [kNm] | Scheurvorming Mu;rep [kNm] | Scheurvorming Mu;rep [kNm] | Opm. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0.0 | 80.0 | 0.0 | 60.0 | 285.0 | -461.7 | 77.7 | -247.8 | |
| 2 | 0.0 | -300.0 | 0.0 | -200.0 | 285.0 | -461.7 | 77.7 | -247.8 | |

Bijlage 10: D-Foundation paalberekening

# Report for D-Foundations 17.1

Design and Verification according to Eurocode 7 of Bearing/Tension Piles and Shallow Foundations
Developed by Deltares

| | |
|---|---|
| Company: | Sweco Nederland B.V. |
| Date of report: | 28-9-2017 |
| Time of report: | 12:35:46 |
| Date of calculation: | 27-9-2017 |
| Time of calculation: | 11:11:53 |
| Filename: | C:\..\Paalberekening CEMEX avegaar v2 |
| Project identification: | Wanssum<br>Paalberekening CEMEX<br>D-Foundations Paalberekening CEMEX avegaar v2 |

# 1 Table of Contents


1 Table of Contents 2
2 Input Data 3
2.1 General Input Data 3
2.2 General Report Data 3
2.3 Application Area Model Bearing Piles 3
2.4 Superstructure 3
2.5 General CPT Data 3
2.5.1 View of CPT's in Foundation Plan 3
2.6 Soil Data 4
2.6.1 Soil Profile 10 4
2.7 Pile Types 5
2.7.1 Pile type : Round 450 5
2.8 Foundation Plan 5
2.8.1 View of Foundation Plan 5
2.9 Excavation Data 5
2.10 Totalized Loads (design values) 6
2.11 Requirements 6
2.12 Overruled Parameters 6
2.13 Model Options 6
2.14 Model Options 6
3 Bearing Piles (EC7-NL): Results of the Option Complete Verification 7
3.1 Errors and Warnings 7
3.2 Remarks 7
3.3 Calculation Parameters 7
3.3.1 Pile Factors 7
3.3.2 Pile type : Round 450 7
3.4 Verification of Limit State STR 8
3.5 Verification of Limit State GEO 8
3.6 Verification of Serviceability limit state 8
3.7 Additional Information 8
3.7.1 The bearing capacity of shaft and point at Limit state GEO 9
3.7.2 The bearing capacity of shaft and point at Limit state GEO 9

# 2 Input Data

## 2.1 General Input Data

| | |
|---|---|
| Model | Bearing Piles (EC7-NL) |

## 2.2 General Report Data

| | |
|---|---|
| Geotechnical consultant : | |
| Design engineer superstructure : | |
| Principal : | |
| Title 1 : | Wanssum |
| Title 2 : | Paalberekening CEMEX |
| Title 3 : | D-Foundations Paalberekening CEMEX avegaar v2 |
| Number of project : | |
| Location of project : | |

## 2.3 Application Area Model Bearing Piles

The verifications performed by the model BEARING PILES of D-FOUNDATIONS concern pile foundations on which axial static or quasi-static loads cause pressures in the piles. The calculations of pile forces and pile displacements are based on Cone Penetration Tests. Possible rise of (tension-)piles and horizontal displacements of piles and/or pile groups are not taken into account.

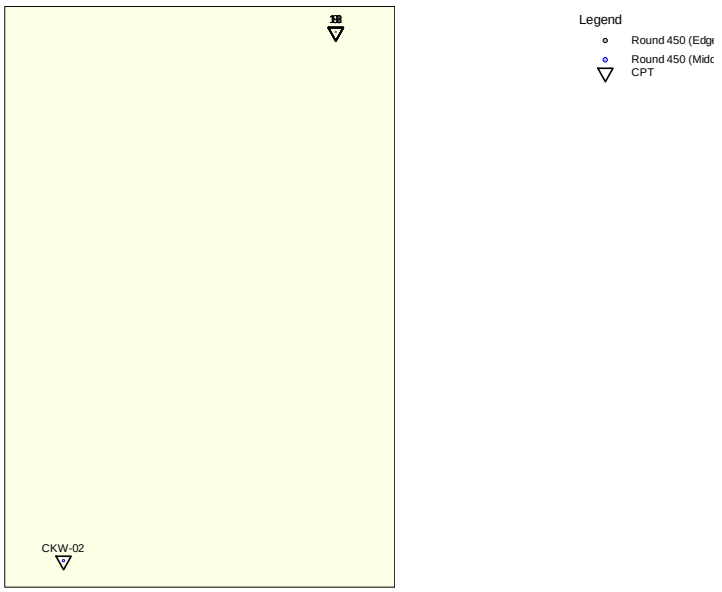
## 2.4 Superstructure

| | |
|---|---|
| Rigidity of the superstructure : | Non-Rigid |

## 2.5 General CPT Data

| | |
|---|---|
| Number of CPT's : | 1 |
| Timing of CPT's : | CPT - Excavation - Install |

### 2.5.1 View of CPT's in Foundation Plan



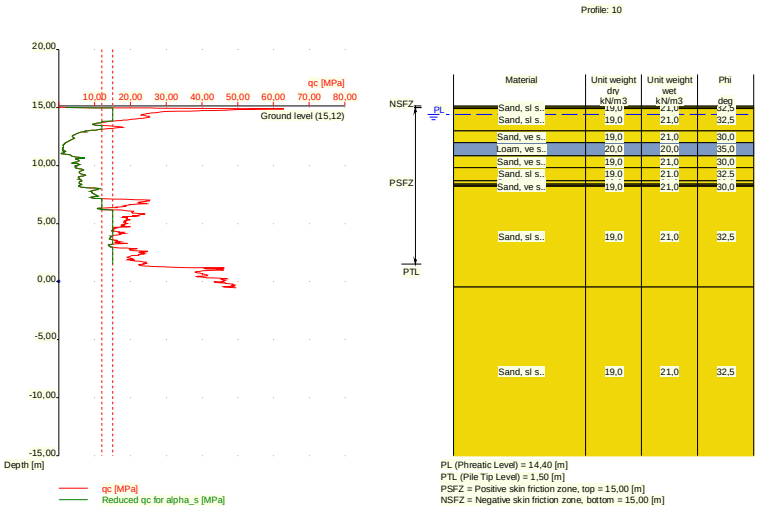
| Number/Name CPT | Pile tip level [m R.L.] | Top of pos. friction zone [m R.L.] | Bottom of neg. friction zone [m R.L.] | X-coor-dinate [m] | Y-coor-dinate [m] |
|---|---|---|---|---|---|
| 1: 10 | 1,50 | 15,00 | 15,00 | 203085,46 | 394849,30 |

## 2.6 Soil Data

Number of soil profiles (= number of CPT's) : 1

### 2.6.1 Soil Profile 10

| | |
|---|---|
| Belonging to CPT | 10 |
| Surface level in [m. reference level] : | 15,12 |
| Phreatic level in [m. reference level] : | 14,40 |
| Pile tip level in [m. reference level] : | 1,50 |
| Top of positive skin friction zone in [m. reference level] : | 15,00 |
| Bottom of negative skin friction zone in [m. reference level] : | 15,00 |
| OCR-value foundation layer : | 1,00 |
| Expected groundlevel settlement in [m] : | 0,00 |
| Number of layers in profile : | 12 |




| Number layer | Top layer [m R.L.] | Gamma [kN/m3] | Gamma;sat [kN/m3] | Phi [deg] | Soil Type | Median (Sand/Gravel) [mm] |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 15,120 | 19,00 | 21,00 | 32,50 | Sand | 0,200 |
| 2 | 15,010 | 19,00 | 21,00 | 32,50 | Sand | 0,200 |
| 3 | 14,910 | 19,00 | 21,00 | 32,50 | Sand | 0,200 |
| 4 | 12,972 | 19,00 | 21,00 | 30,00 | Sand | 0,200 |
| 5 | 11,972 | 20,00 | 20,00 | 35,00 | Loam | -- |
| 6 | 10,834 | 19,00 | 21,00 | 30,00 | Sand | 0,200 |
| 7 | 9,815 | 19,00 | 21,00 | 32,50 | Sand | 0,200 |
| 8 | 8,696 | 19,00 | 21,00 | 30,00 | Sand | 0,200 |
| 9 | 8,396 | 19,00 | 21,00 | 32,50 | Sand | 0,200 |
| 10 | 8,296 | 19,00 | 21,00 | 30,00 | Sand | 0,200 |
| 11 | 8,196 | 19,00 | 21,00 | 32,50 | Sand | 0,200 |
| 12 | -0,481 | 19,00 | 21,00 | 32,50 | Sand | 0,200 |

## 2.7 Pile Types

### 2.7.1 Pile type : Round 450

Pile type : Continuous flight auger pile

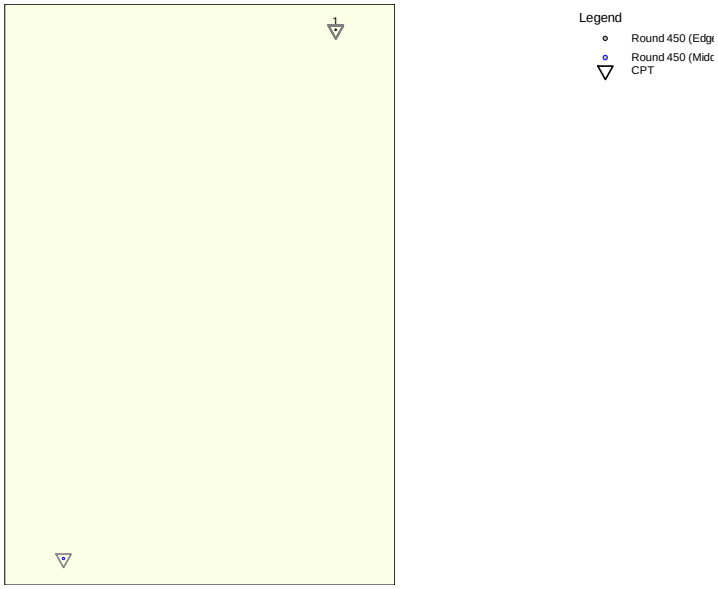
Materialtype for pile : Concrete
Slip layer : None
Pile shape : Round pile
beta (Shape factor) according to figure 7.i, NEN 9997-1:2016.
s (factor for the influence of the shape of the crosssection of the pile base) according to NEN 9997-1:2016.

Pile dimensions :
Diameter [m] : 0,450

## 2.8 Foundation Plan

Number of piles : 1
Number of collaborating piles* : 1
* : 0 = not defined, 1 = non rigid superstructure, >1 = rigid superstructure

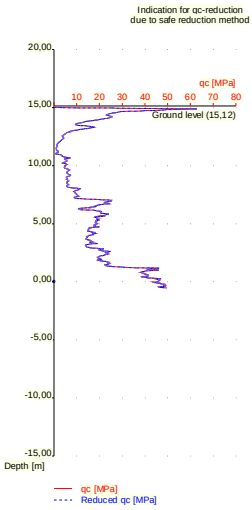
### 2.8.1 View of Foundation Plan

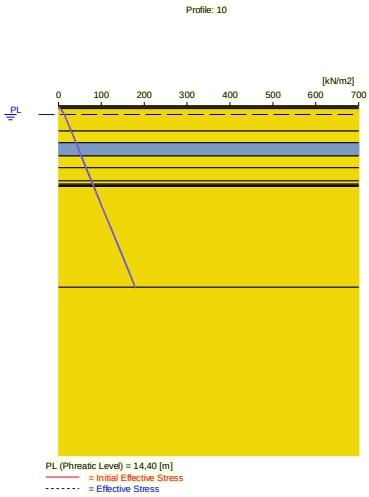



| Pile nr/name | X-coor-dinate [m] | Y-coor-dinate [m] | Fc;d (STR/GEO) [kN] | Fc;d (SLS) [kN] | P0 [kN/m2] | Pile head level [m R.L.] |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1: 1 | 203086,00 | 394847,00 | 1058,00 | 730,00 | 0,00 | 15,14 |

## 2.9 Excavation Data

Excavation level in [m. reference level] : 15,14
Reduction model : Safe (NEN)




## 2.10 Totalized Loads (design values)

Total load on all piles

| | |
|---|---|
| For limit state STR/GEO in [kN] : | 1058,00 |
| For Serviceability limit state in [kN] : | 730,00 |

## 2.11 Requirements

Limit state GEO

| | |
|---|---|
| Maximum allowed settlement in [m] : | 0,150 |
| Maximum allowed (relative) rotation : | 1 / 100 |

Serviceability Limit State

| | |
|---|---|
| Maximum allowed settlement in [m] : | 0,150 |
| Maximum allowed (relative) rotation : | 1 / 300 |

## 2.12 Overruled Parameters

All parameters according to standard.

## 2.13 Model Options

Suppress pile group (for negative skin friction)
Do not create intermediate results file
Use reduction for continuous flight auger piles (standard)
Use the influence of excavations (standard).

## 2.14 Model Options

Selected pile types :
-Round 450

Selected profiles :
-10

# 3 Bearing Piles (EC7-NL): Results of the Option Complete Verification

## 3.1 Errors and Warnings

Warning : The depth of the CPT's does not meet the requirements as set by NEN 9997-1:2016 art. 3.2.3.

The CPT's do not meet the requirements set by NEN 9997-1:2016
art. 3.2.3 because :
- minimal two CPT's are required.

## 3.2 Remarks

When checking the survey and testing of soil according to NEN 9997-1:2016 art. 3.2.3 lid (e), the program uses the provided CPT test level. It does NOT take into account possible different pile tip levels. When different pile tip levels are used in this calculation, the user itself must check for possibly required additional survey and testing of soil.

Performing the check on NEN 9997-1:2016 art. 3.2.3, the average distance between the different CPT's used for this check is 25 m.

The requirements set by NEN 9997-1:2016 art. 3.3.3 are met. The variation (0,00%) is ok (<= 12%).

## 3.3 Calculation Parameters

### 3.3.1 Pile Factors

| | |
|---|---|
| gamma;b (NEN 9997-1:2016, table A.6 A.7 A.8, Limit State STR/GEO) : | 1,20 |
| gamma;b (NEN 9997-1:2016, table A.6 A.7 A.8, the Serviceability Limit State) : | 1,00 |
| gamma;s (NEN 9997-1:2016, table A.6 A.7 A.8, Limit State STR/GEO) : | 1,20 |
| gamma;s (NEN 9997-1:2016, table A.6 A.7 A.8, the Serviceability Limit State) : | 1,00 |
| xi3 (NEN 9997-1:2016, table A.10a, for N = 1) : | 1,39 |
| xi4 (NEN 9997-1:2016, table A.10a, for N = 1) : | 1,39 |

Xi 3 has been used.

Even though it is possible, the pilegroup model has not been used to calculate the negative skin friction.

### 3.3.2 Pile type : Round 450

| | |
|---|---|
| Pile type : | Continuous flight auger pile |
| Materialtype for pile : | Concrete |
| Slip layer : | None |
| Pile shape : | Round pile |
| beta (Shape factor: figuur 7.i, NEN 9997-1:2016 art. 7.6.2.3(g) : Pile tip) : | 1,00 |
| s (NEN 9997-1:2016 art. 7.6.2.3(h) : factor for the influence of the shape of the crosssection of the pile base) : | 1,00 |
| Pile dimensions : | |
| Diameter [m] : | 0,450 |

| CPT | Alpha_s Sand/ Gravel | Alpha_s Clay/Loam Peat | Alpha_p |
|---|---|---|---|
| 10 | 0,0060 | 0,0250 | 0,5600 |

### 3.4 Verification of Limit State STR

Required by NEN 9997-1:2016 art. 2.4.8: Ed <= Cd.
Non rigid superstructure, verify load per pile with bearing capacity per pile.

Fc;d = 1058,000 [kN]
Rc;d = 1524,633 [kN]

The requirements of limit state STR are met, limit state STR is ok.

Note: Negative skin friction plays NO part in Limit State STR. Its influence is incorporated in the tests for Limit State GEO and the Serviceability limit state. The intermediate results provide a full overview of all values that are calculated for the negative skin friction.
For this project, negative skin friction does not occur at all.

### 3.5 Verification of Limit State GEO

Required by NEN 9997-1:2016 art. 2.4.9: Sd <= Sreq.

Sd = 0,017 [m]
Sreq = 0,150 [m]

The settlement requirements of limit state GEO are met, this is ok.

With only 1 pile rotation as defined in the NEN is not an issue.

### 3.6 Verification of Serviceability limit state

Required by NEN 9997-1:2016 art. 2.4.9: Sd <= Sreq.
For houses, the requirement is : Sreq = 0.05 m. For other types of superstructures a different (well considered) requirement can be specified.

Sd = 0,007 [m]
Sreq = 0,150 [m]

The settlement requirements of the Serviceability Limit State are met, this is ok.

With only 1 pile rotation as defined in the NEN is not an issue.

### 3.7 Additional Information

The design values of the maximum shaft tensions (calculated at the transition of positive to negative skin friction) are

At Limit state STR, GEO :sigma = 6,65 [N/mm2]
At Serviceability Limit Statesigma = 4,59 [N/mm2]

The maximum settlement was found at :
Limit state GEO
CPT name 10
Pile name: 1

Components of the maximum settlement are :
sneg = 0,000 [m]
sb = 0,014 [m]
sel;d = 0,003 [m]
s2 = 0,000 [m]

Serviceability Limit State
CPT name 10
Pile name: 1

Components of the maximum settlement are :
sneg = 0,000 [m]

sb = 0,005 [m]
sel;d = 0,002 [m]
s2 = 0,000 [m]

sneg stands for the settlement due to negative skin friction when the expected ground level settlement (egls) is within the next boundaries : 0.02 < egls <= 0.10 meter.

For expected ground level settlement beyond the boundaries, sneg = 0.

### 3.7.1 The bearing capacity of shaft and point at Limit state GEO

The next table shows the values of the bearing capacities per CPT and these are purely informative.
The presented design values are determined using the maximum value of ksi3 and ksi4.

| name CPT | Bearing Cap. Shaft [kN] Rs;d | Bearing Cap. Point [kN] Rb;d | Bearing Cap. Total [kN] |
|---|---|---|---|
| 10 | 733,076 | 791,557 | 1524,633 |

### 3.7.2 The bearing capacity of shaft and point at the Serviceability Limit State

The next table shows the values of the bearing capacities per CPT and these are purely informative.
The presented design values are determined using the maximum value of ksi3 and ksi4.

| name CPT | Bearing Cap. Shaft [kN] Rs;d | Bearing Cap. Point [kN] Rb;d | Bearing Cap. Total [kN] |
|---|---|---|---|
| 10 | 879,691 | 949,868 | 1829,559 |

## End of Report

# Bijlage 11: Invloed paalpunt op damwand

# Report for D-Sheet Piling 15.1

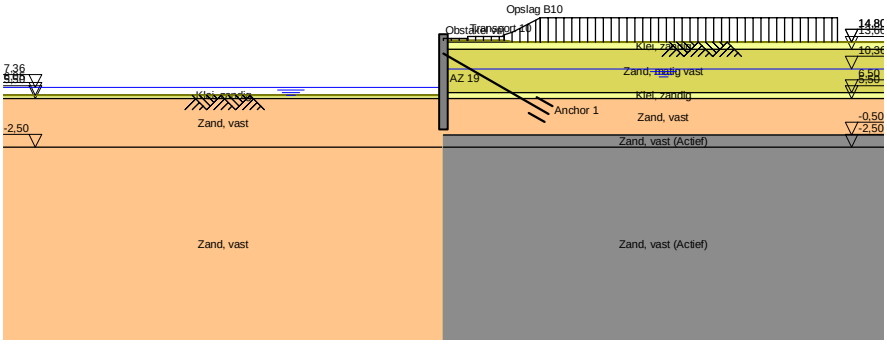
Design of Diaphragm and Sheet Pile Walls
Developed by Deltares

| | |
|---|---|
| Date of report: | 10/16/2015 |
| Time of report: | 8:39:02 AM |
| Date of calculation: | 10/16/2015 |
| Time of calculation: | 8:35:27 AM |
| Filename: | P:\..\CEMEX\Berekeningen\Versie D1.0\A1-10-corrosie paalpuntbelasting |

Verification according to NEN-EN 9997+C1:2012

# 1 Outline Stage 9: Stage 9

**Outline - Stage 9: Stage 9**

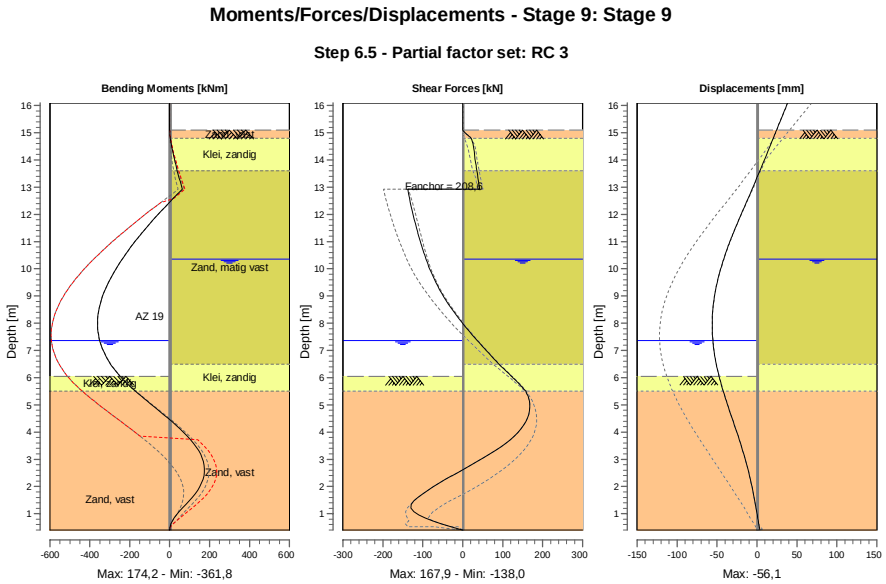


# 2 Step 6.5 Stage 9: Stage 9

## 2.1 Calculation Results

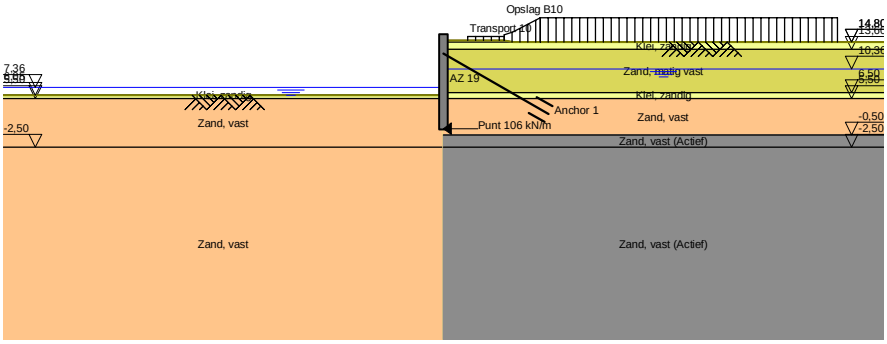
Number of iterations: 6

### 2.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements



# 3 Outline Stage 10: Stage 9 Paal

**Outline - Stage 10: Stage 9 Paal**

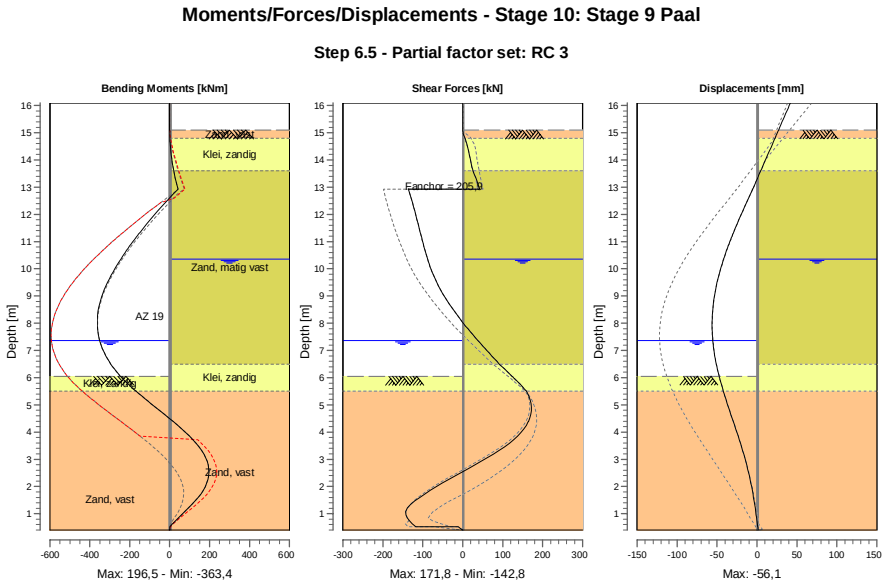


# 4 Step 6.5 Stage 10: Stage 9 Paal

## 4.1 Calculation Results

Number of iterations: 4

### 4.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements




# End of Report

Bijlage 12: Berekening paalkopwapening

## Paalkopwapening

Paalbelastingen

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Eigen gewicht plaat | $F_{rep}$ | = | 240 | kN | |
| Variabele belasting | $F_{rep}$ | = | 152,5 | kN | (610kN / 4palen) |
| | $H_{rep}$ | = | 91,5 | kN | (610kN / 4palen * 0,6) |
| Kopmoment D-Sheet | $M_{rep}$ | = | 94,0 | kNm | |
| Kopmoment Scia | $M_{x,rep}$ | = | 24,0 | kNm | |
| | $M_{y,rep}$ | = | 16,0 | kNm | |
| Kopmoment totaal | $M_{rep}$ | = | 119,1 | kNm | |
| Veiligheidsfactor | $\gamma$ | = | 0,9 | | gunstig |
| | $\gamma$ | = | 1,5 | | ongunstig |

Paalkopwapening

*Uitgaande van minimale normaalkracht is de volgende wapening nodig:*

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Betonkwaliteit | C30/37 | $f_{cd}$ | = | 20 | N/mm |
| Afmeting paal | | D | = | 450 | mm |
| Betonoppervlak | | $A_c$ | = | 159043 | mm2 |

*Tabel 10.4.b*

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Normaalkracht | minimaal | | = | 353,3 | kN |
| Kopmoment totaal | | $M_d$ | = | 178,6 | kNm |
| $N / (f_{cd} * A_c)$ | | | = | 0,111 | |
| $M_d / (f_{cd} * d * A_c)$ | | | = | 0,125 | |
| | | $\rho * f_{yd}/f_{cd}$ | = | 0,33 | |
| | | $\rho$ | = | 0,015 | |
| Benodigde staaloppervlak | | $A_{st}$ | = | 2413 | mm2 |

*BGT* *Uitgaande van een maxmale staalspanning in de BGT van 200 N/mm2.*

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Kopmoment | | $M_{rep}$ | = | 119,1 | kNm |
| Normaalkracht | | $N_{rep}$ | = | 392,5 | kN |
| $N / (f_{cd} * A_c)$ | | | = | 0,123 | |
| $M_{rep} / (f_{cd} * d * A_c)$ | | | = | 0,083 | |
| | | $\rho * f_{yd}/f_{cd}$ | = | 0,16 | |
| | | $\rho$ | = | 0,016 | |
| Benodigde staaloppervlak | | $A_{st}$ | = | 2545 | mm2 |

Dit zou neerkomen op wapening 10Ø20

## Veldwapening

Paalbelastingen

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Eigen gewicht plaat | $F_{rep}$ | = | 240 | kN | |
| Variabele belasting | $F_{rep}$ | = | 152,5 | kN | (610kN / 4palen) |
| | $H_{rep}$ | = | 91,5 | kN | (610kN / 4palen * 0,6) |
| Veldmoment D-Sheet | $M_{rep}$ | = | 17,0 | kNm | |
| Veldmoment | $M_{rep}$ | = | 17,0 | kNm | |
| Veiligheidsfactor | $\gamma$ | = | 0,9 | | gunstig |
| | $\gamma$ | = | 1,5 | | ongunstig |

Paalkopwapening

*Uitgaande van minimale normaalkracht is de volgende wapening nodig:*

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Betonkwaliteit | C30/37 | $f_{cd}$ | = | 20 | N/mm |
| Afmeting paal | | D | = | 450 | mm |
| Betonoppervlak | | $A_c$ | = | 159043 | mm2 |

*Tabel 10.4.b*

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Normaalkracht | minimaal | | = | 353,3 | kN |
| Kopmoment totaal | | $M_d$ | = | 25,5 | kNm |
| $N / (f_{cd} * A_c)$ | | | = | 0,111 | |
| $M_d / (f_{cd} * d * A_c)$ | | | = | 0,018 | |
| | | $\rho * f_{yd}/f_{cd}$ | = | 0 | |
| | | $\rho$ | = | 0,000 | |
| Benodigde staaloppervlak | | $A_{st}$ | = | 0 | mm2 |

*BGT Uitgaande van een maxmale staalspanning in de BGT van 200 N/mm2.*

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Kopmoment | | $M_{rep}$ | = | 17,0 | kNm |
| Normaalkracht | | $N_{rep}$ | = | 392,5 | kN |
| $N / (f_{cd} * A_c)$ | | | = | 0,123 | |
| $M_{rep} / (f_{cd} * d * A_c)$ | | | = | 0,012 | |
| | | $\rho * f_{yd}/f_{cd}$ | = | 0 | |
| | | $\rho$ | = | 0,000 | |
| Benodigde staaloppervlak | | $A_{st}$ | = | 0 | mm2 |

In het veld is geen wapening benodigd.

Bijlage 13: Single Pile berekening momenten in palen

# Report for D-Sheet Piling 15.1

Design of Diaphragm and Sheet Pile Walls
Developed by Deltares

| | |
|---|---|
| Date of report: | 10/15/2015 |
| Time of report: | 3:57:56 PM |
| Date of calculation: | 10/15/2015 |
| Time of calculation: | 2:11:54 PM |
| Filename: | P:\..\CEMEX\Berekeningen\Versie D1.0\Momenten Single Pile avegaar v2 |
| Project identification: | Wanssum<br>Palen CEMEX<br>Bepaling rotatieveer |

# 1 Summary

## 1.1 Overview of Maxima

| Displacement [mm] | Moment [kNm] | Shear force [kN] | Mob. perc. moment [%] | Mob. perc. resistance [%] |
|---|---|---|---|---|
| -2,5 | -93,78 | 91,50 | 0,2 | 1,1 |

# 2 Input Data

## 2.1 General Input Data

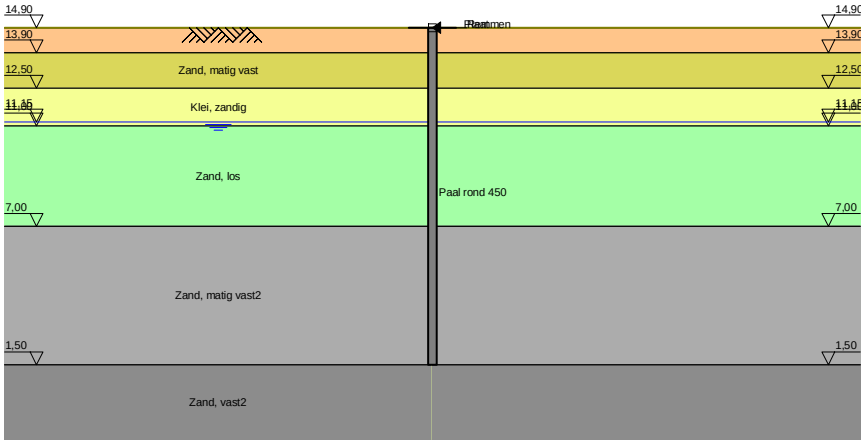
| | |
|---|---|
| Model | Single pile; Pile loaded by forces |
| Unit weight of water | 9,81 kN/m³ |

## 2.2 Pile Properties

| | |
|---|---|
| Length | 13,40 m |
| Level top side | 14,90 m |
| Number of sections | 1 |

## 2.3 Outline

**Outline**




## 2.4 Water Level

Water level: 11,15 [m]

## 2.5 Surface

Surface level: 14,90 [m]

## 2.6 Soil Material Properties

| Layer name | Level [m] | Unit weight Unsat [kN/m³] | Unit weight Sat. [kN/m³] | Cohesion [kN/m²] | Friction angle phi [degree] | Brinch Hansen used |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Zand, vast | 16,90 | 19,00 | 21,00 | 0,00 | 35,00 | Yes |
| Zand, matig vast | 13,90 | 18,00 | 20,00 | 0,00 | 32,50 | Yes |
| Klei, zandig | 12,50 | 18,00 | 20,00 | 0,00 | 27,50 | Yes |
| Zand, los | 11,00 | 17,00 | 19,00 | 0,00 | 30,00 | Yes |
| Zand, matig va... | 7,00 | 18,00 | 20,00 | 0,00 | 32,50 | Yes |
| Zand, vast2 | 1,50 | 19,00 | 21,00 | 0,00 | 35,00 | Yes |

| Layer name | Level [m] | Earth pressure coefficients | | | Additional pore pressure | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Active [-] | Neutral [-] | Passive [-] | Top [kN/m²] | Bottom [kN/m²] |
| Zand, vast | 16,90 | 0,00 | 0,00 | 9,03 | 0,00 | 0,00 |
| Zand, matig vast | 13,90 | 0,00 | 0,00 | 10,40 | 0,00 | 0,00 |
| Klei, zandig | 12,50 | 0,00 | 0,00 | 8,22 | 0,00 | 0,00 |
| Zand, los | 11,00 | 0,00 | 0,00 | 12,28 | 0,00 | 0,00 |
| Zand, matig va... | 7,00 | 0,00 | 0,00 | 18,42 | 0,00 | 0,00 |
| Zand, vast2 | 1,50 | 0,00 | 0,00 | 12,29 | 0,00 | 0,00 |

## 2.7 Soil Material Properties calculated using Brinch Hansen

| Layer name | Level [m] | Fictive cohesion [kN/m²] |
|---|---|---|
| Zand, vast | 16,90 | 0,00 |
| Zand, matig vast | 13,90 | 0,00 |
| Klei, zandig | 12,50 | 0,00 |
| Zand, los | 11,00 | 0,00 |
| Zand, matig va... | 7,00 | 0,00 |
| Zand, vast2 | 1,50 | 0,00 |

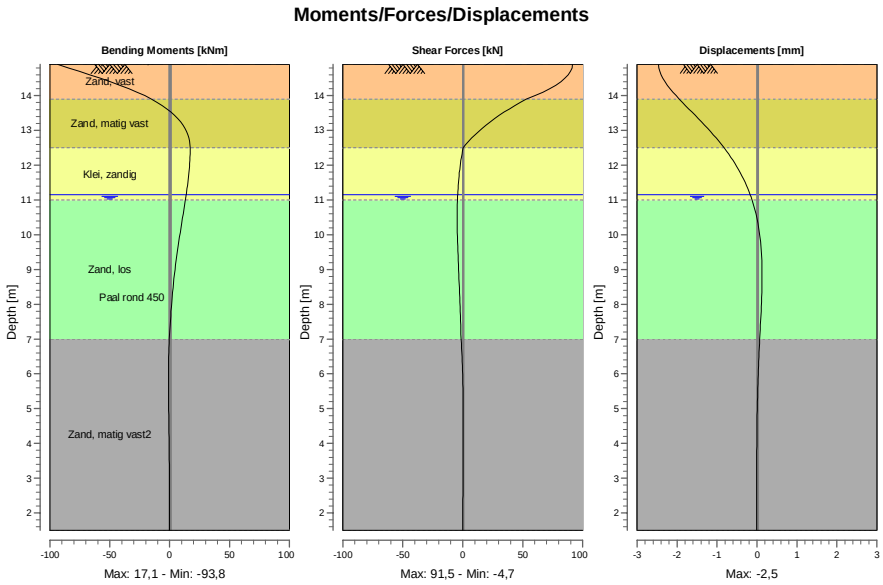
## 2.8 Modulus of Subgrade Reaction

| Layer name | Level [m] | Ménard used | E-Mod Ménard [kN/m²] | Soil type Ménard | Branch 1 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | Top [kN/m³] | Bottom [kN/m³] |
| Zand, vast | 16,90 | Yes | 14000,00 | Sand | 85688,36 | 85688,36 |
| Zand, matig vast | 13,90 | Yes | 10000,00 | Sand | 61205,97 | 61205,97 |
| Klei, zandig | 12,50 | Yes | 4000,00 | Clay | 16563,29 | 16563,29 |
| Zand, los | 11,00 | Yes | 3500,00 | Sand | 21422,09 | 21422,09 |
| Zand, matig va... | 7,00 | Yes | 10000,00 | Sand | 61205,97 | 61205,97 |
| Zand, vast2 | 1,50 | Yes | 21000,00 | Sand | 128532,54 | 128532,54 |

# 3 Calculation Results

Number of iterations: 4

## 3.1 Charts of Moments, Forces and Displacements




## 3.2 Moments, Forces and Displacements

| Segment number | Level [m] | Moment [kNm] | Shear force [kN] | Displacement [mm] |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 14,90 | **-93,78** | **91,50** | **-2,5** |
| 1 | 14,40 | -49,64 | 81,85 | -2,3 |
| 2 | 14,40 | -49,64 | 81,84 | -2,3 |
| 2 | 13,90 | -15,15 | 52,99 | -1,9 |
| 3 | 13,90 | -15,16 | 52,94 | -1,9 |
| 3 | 13,43 | 4,11 | 30,48 | -1,5 |
| 4 | 13,43 | 4,11 | 30,48 | -1,5 |
| 4 | 12,97 | 14,08 | 13,10 | -1,2 |
| 5 | 12,97 | 14,08 | 13,10 | -1,2 |
| 5 | 12,50 | 17,06 | 0,39 | -0,8 |
| 6 | 12,50 | 17,06 | 0,39 | -0,8 |
| 6 | 12,05 | 16,69 | -1,91 | -0,6 |
| 7 | 12,05 | 16,69 | -1,91 | -0,6 |
| 7 | 11,60 | 15,47 | -3,39 | -0,3 |
| 8 | 11,60 | 15,47 | -3,38 | -0,3 |
| 8 | 11,15 | 13,74 | -4,22 | -0,2 |
| 9 | 11,15 | 13,74 | -4,22 | -0,2 |
| 9 | 11,00 | 13,09 | -4,39 | -0,1 |
| 10 | 11,00 | 13,09 | -4,39 | -0,1 |
| 10 | 10,33 | 10,02 | -4,67 | 0,0 |
| 11 | 10,33 | 10,02 | -4,67 | 0,0 |
| 11 | 9,67 | 7,02 | -4,24 | 0,1 |
| 12 | 9,67 | 7,02 | -4,24 | 0,1 |
| 12 | 9,00 | 4,43 | -3,49 | 0,1 |
| 13 | 9,00 | 4,43 | -3,49 | 0,1 |
| 13 | 8,33 | 2,37 | -2,69 | 0,1 |

| Segment number | Level [m] | Moment [kNm] | Shear force [kN] | Displacement [mm] |
|---|---|---|---|---|
| 14 | 8,33 | 2,37 | -2,69 | 0,1 |
| 14 | 7,67 | 0,82 | -1,99 | 0,1 |
| 15 | 7,67 | 0,82 | -1,99 | 0,1 |
| 15 | 7,00 | -0,31 | -1,45 | 0,1 |
| 16 | 7,00 | -0,31 | -1,45 | 0,1 |
| 16 | 6,36 | -0,91 | -0,48 | 0,0 |
| 17 | 6,36 | -0,91 | -0,48 | 0,0 |
| 17 | 5,71 | -1,02 | 0,08 | 0,0 |
| 18 | 5,71 | -1,02 | 0,08 | 0,0 |
| 18 | 5,07 | -0,87 | 0,33 | 0,0 |
| 19 | 5,07 | -0,87 | 0,33 | 0,0 |
| 19 | 4,43 | -0,63 | 0,39 | 0,0 |
| 20 | 4,43 | -0,63 | 0,39 | 0,0 |
| 20 | 3,79 | -0,39 | 0,34 | 0,0 |
| 21 | 3,79 | -0,39 | 0,34 | 0,0 |
| 21 | 3,14 | -0,20 | 0,25 | 0,0 |
| 22 | 3,14 | -0,20 | 0,25 | 0,0 |
| 22 | 2,50 | -0,07 | 0,15 | 0,0 |
| 23 | 2,50 | -0,07 | 0,15 | 0,0 |
| 23 | 2,00 | -0,02 | 0,07 | 0,0 |
| 24 | 2,00 | -0,02 | 0,07 | 0,0 |
| 24 | 1,50 | 0,00 | 0,00 | 0,0 |
| Max | | **-93,78** | **91,50** | **-2,5** |
| Max, minor nodes incl. | | -93,78 | 91,50 | -2,5 |

## End of Report

Bijlage 14: Berekening damwand (Van Halteren)

# Damwandberekening oostkade

## Revitalisering haven Wanssum

Geoptimaliseerd ontwerp

VAN HALTEREN INFRA BV

Damwandprofessionals met innovatieve daadkracht

Opdrachtgever: College van Burgemeester en Wethouders van de gemeente Venray
MIddelen
Postbus 500
5800 AM Venray
06-53547089
De heer E. Weijzen
Erik.Weijzen@venray.nl

Contractnummer: 2014-04

Ingediend door: Van Halteren Infra B.V.
Postbus 141
3750 GC Bunschoten
06-53436133
Ing J.V. Dragt
vincentdragt@halteren.com

| Documentinformatie | |
|---|---|
| **Datum** | 12 september 2014 |
| **Projectnummer** | V14015 |
| **Documentnaam** | V14015 Damwandberekening haven Wansum, oostkade v4.0 |
| **Versie** | 4.0 |
| **Status** | Definitief |

| Rol | Naam | Functie | Datum | Paraaf |
|---|---|---|---|---|
| **Auteur** | Ing. J.V. Dragt | Constructeur | 12 september 2014 | |
| **Verificatie** | Ing. H.W. Bolijn | Ontwerpleider | 12 september 2014 | |
| **Autorisatie** | ing. J.W. van Scherpenzeel | Projectleider | 12 september 2014 | |

# Inhoudsopgave

1 Algemeen ... 5
1.1 Inleiding ... 5
1.2 Normen en richtlijnen ... 5
1.3 Gebruikte software ... 5
1.4 Gegevens ... 6
1.5 Gebruikte materiaalgrootheden ... 6
2 Uitgangspunten ... 7
2.1 Stap 1 – Geometrie ... 7
2.1.1 Waterstanden haven ... 8
2.1.2 Grondwaterstand ... 8
2.1.3 Waterbodemniveau ... 8
2.1.4 Maaiveldniveau ... 8
2.1.5 Principe doorsnede constructie ... 9
2.2 Bouwfasering ... 9
2.3 Belastingen ... 10
2.3.1 Bovenbelasting ... 10
2.3.2 Bolderkrachten ... 11
2.4 Veiligheidsklasse en ontwerplevensduur ... 11
2.4.1 Verankering ... 12
2.4.2 Vervormingen ... 12
2.5 Stap 2 - representatieve waarde van parameters ... 13
2.5.1 Grondparameters ... 13
2.5.2 Parameters kerende constructie ... 14
2.6 Stap 3 - Rekenwaarde van parameters ... 14
2.6.1 Algemeen ... 14
2.6.2 Damwand ... 16
2.6.3 Verankering ... 17
3 Berekening ... 18
3.1 Stap 4 - Berekeningsschema ... 18
3.2 Stap 5 - Berekening minimale inbeddingsdiepte ... 18
3.3 Stap 6 - Dimensioneringsberekeningen ... 19
3.4 Stap 7 - Controle op het moment ... 19
3.5 Stap 8 - Controle op dwarskracht en normaalkracht ... 20
3.5.1 Stap 8.1 - Controle op dwarskracht conform NEN-EN 1993-5:2007 + NB ... 20
3.5.2 Stap 8.1 - Controle op normaalkracht en knik ... 21
3.6 Stap 9 - Controle op ankerkrachten ... 22
3.7 Stap 10 - Controle op vervormingen ... 22
3.8 Stap 11 - Controle overige mechanismen ... 23
3.8.1 Stap 11.1 - Afschuiving langs een recht glijvlak bij verankerde damwand ('Kranz') ... 23
3.8.2 Stap 11.2 - Grondbreuk ... 23
3.8.3 Stap 11.3 - Verlies van totale stabiliteit ... 24
3.8.4 Stap 11.4 - Piping ... 24
3.8.5 Stap 11.5 - Overschrijding verticale draagkracht ... 24
3.9 Stap 12 - Uitvoeringsaspecten ... 26
4 Resultaten ... 26

**Bijlage 1. – Uitdraai D-Sheet.** ..... 27
**Bijlage 2.– Sonderingen** ..... 28
**Bijlage 3.– Beschouwing draagkracht .** ..... 31
**a. – Beschouwing draagkracht Lamkelma DKM 1; doorsnede 1** ..... 31
**b. . Beschouwing draagkracht MOS 66 doorsnede 2 & 3** ..... 32
**c. . Beschouwing draagkracht MOS 67 doorsnede 3** ..... 33
**Bijlage 4.– Beschouwing Kranz stabiliteit.** ..... 34
**a. Verificatie ankerkracht doorsnede 1.** ..... 34
**b. Verificatie ankerkracht doorsnede 2.** ..... 36
**c. Verificatie ankerkracht doorsnede 3 MOS 66.** ..... 38
**d. Verificatie ankerkracht doorsnede 3 MOS 67.** ..... 40
**e. Verificatie ankerkracht doorsnede 1 met bolder** ..... 42
**f. Verificatie ankerkracht doorsnede 2 met bolder** ..... 44
**g. Verificatie ankerkracht doorsnede 3 MOS 66 met bolder** ..... 46
**h. – Verificatie ankerkracht doorsnede 3 MOS 67met bolder** ..... 48
**Bijlage 5.– Berekeningsrapportage groutinjectieverankering.** ..... 50

| Versie | Datum | Wijzigingen |
|---|---|---|
| **1.0** | 26-06-2014 | Initieel document. |
| **2.0** | 09-07-2014 | Documentbeoordelingsformulier D-100 d.d. 01-07-2014 verwerkt. |
| **3.0** | 25-07-2014 | Documentbeoordelingsformulier D-100 d.d. 16-07-2014 verwerkt. |
| **4.0** | 12-09-2014 | I.o.m. WSPM fase toegevoegd met 4,00 m. verval. |

# 1 Algemeen

## 1.1 Inleiding

Voorliggende rapportage is opgesteld door Van Halteren Infra B.V. (VHI) als combinant in de aannemerscombinatie Schreuders/Van Halteren. Deze rapportage is opgesteld in het kader van het werk " Revitalisering Haven Wanssum, Kade Oostzijde". Het werk wordt uitgevoerd in opdracht van de gemeente Venray binnen het contract met kenmerk 2014-04 met het daarbij behorende bestek inclusief nota's van inlichtingen alsmede de overige bindende en informatieve documenten waaronder het definitief ontwerp (DO). In de voorliggende rapportage wordt de nieuwe kadeconstructie van de oostzijde geoptimaliseerd. De functionele eisen uit het DO en het programma van eisen zijn in dit rapport vertaald naar een concrete, geoptimaliseerde oplossing. Allereerst worden de uitgangspunten behandeld, vervolgens de berekeningen en de resultaten van de berekening.

Deze rapportage behandeld alleen de dimensionering van de damwand alsmede de dimensionering van de groutinjectieverankering. De overige constructieve onderdelen die raakvlakken hebben met de damwand, zoals onder andere de gording, worden in separate documenten uitgewerkt na goedkeuring van de definitieve rapportage.

## 1.2 Normen en richtlijnen

De volgende normen en richtlijnen zijn gehanteerd in dit document:

**Tabel 1-1 Normen en richtlijnen**

| Ref. nummer | Norm/richtlijn | Titel |
|---|---|---|
| 1. | NEN-EN 1990 | Grondslagen van het constructief ontwerp |
| 2. | NEN 9997+C1_2012; | Geotechnisch ontwerp van constructies |
| 3. | NEN-EN 1993-5 | Ontwerp en berekeningen van staalconstructies – Deel 5: Palen en damwanden, met nationale bijlage. |
| 4. | CUR 166 6e druk | Damwandconstructies |

## 1.3 Gebruikte software

In de volgende tabel (tabel 1-2) is aangegeven welke software is gebruikt bij de uitgevoerde berekeningen.

**Tabel 1-2 Gebruikte software**

| Ref. nummer | programma | |
|---|---|---|
| a) | D-Sheet versie 9.3 build 1.1 | Deltares systems 1990-2013 |
| b) | Excel | Microsoft Office |
| c) | Durability 2_5_0_3 | ArcelorMittal Commercial RPS -Sheetpiles |

## 1.4 Gegevens

De volgende bindende en informatieve documenten zijn gehanteerd als input voor de berekeningen en worden geacht in het bezit te zijn van de lezer: (zieTabel 1-3)

**Tabel 1-3 Bindende en informatieve documenten**

| Ref. nummer | Titel | Datun | Auteur(s) | kenmerk | Organisatie |
|---|---|---|---|---|---|
| 5. | Revitalisering haven Wanssum<br>kade oostkant<br>**Programma van Eisen** | 18-02-2013 | T.M.J. van Erp MSc<br>ing. F. Verschoor<br>ir. W.L. van Vilsteren | Projectnummer 334295<br>Referentie GM-0125416<br>Rev D1 | Grontmij Nederland |
| 6. | Revitalisering haven Wanssum<br>kade oostkand<br>**Definitief ontwerp** | 12-02-2014 | T.M.J. van Erp MSc<br>ing. F. Verschoor<br>ir. W.L. van Vilsteren | Projectnummer 334295<br>Referentie GM-0128122<br>Rev D2 | Grontmij Nederland |
| 7. | RAW bestek Kade Wanssum met nota's van inlichtingen | 07-04-2014 | A.J. Bonthuis<br>ing. F. Verschoor<br>ir. W.L. van Vilsteren | Besteknummer 2014-04<br>Projectnummer 334295 | Gemeente Venray |
| 8. | Tekening: Bestaande situatie met kabels etc. | 07-04-2014 | PF, TvE, WvV | Tekening 334295401 blad 1<br>Projectnummer 334295 | Grontmij Nederland |
| 9. | Tekening: Toekomstige situatie. | 07-04-2014 | PF, TvE, WvV | Tekening 334295401 blad 2<br>Projectnummer 334295 | Grontmij Nederland |
| 10. | Tekening: Dwarsprofielen. | 07-04-2014 | PF, TvE, WvV | Tekening 334295401 blad 3<br>Projectnummer 334295 | Grontmij Nederland |
| 11. | Grontonderzoek Lankelma | 11-12-2010 | | Werknummer 30877 | Lankelma ingenieurs |
| 12. | Geotechnisch onderzoek Mos | 20-03-2011 | Th. van den Nieuwenhof | R5049210-HE_8 | Mos Grondmechanica |
| | | | | | |

## 1.5 Gebruikte materiaalgrootheden

**Tabel 1-4 Staalkwaliteiten**

| Staalkwaliteit | Vloeispanning |
|---|---|
| | [N/mm] |
| S390GP | 390 |

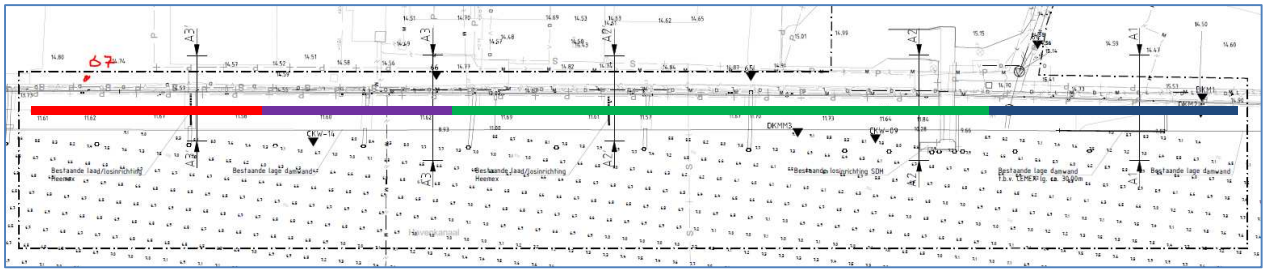
# 2 Uitgangspunten

De berekening is opgezet volgens het stappenplan uit [4]. In dit stappenplan wordt een systematiek gehanteerd waarbij eerst alle uitgangspunten en voorwaarden geïnventariseerd worden en vervolgens de berekeningsresultaten getoetst worden aan de geldende normen en richtlijnen.

De in onderstaande tekst geformuleerde uitgangspunten zijn van toepassing op de werkzaamheden welke binnen het bestek 'Revitalisering haven Wanssum, kade oostkant' gerealiseerd dienen te worden. De nieuwe verticale oeverconstructie wordt uitgevoerd met verankerde stalen damwand.

## 2.1 Stap 1 – Geometrie

Overeenkomstig [5] en[ 6] zijn een drietal maatgevende doorsneden opgesteld waarbij op basis van het grondonderzoek [11] en [12] voor doorsnede 3 een onderverdeling is gemaakt tussen Sondering MOS 66 (profiel A3)en Sondering MOS 67 (vanaf profiel A3'naar rechts) zie [figuur 1]. In tabel 2-1 is voor elke doorsnede de maatgevende sondering en tracélengte opgegeven deze beslaat.



**Figuur 1 Overzicht doorsneden [uit 8]** *De aanduiding van sondering 67 is op basis van gegevens uit het grondonderzoek door de auteur toegevoegd.*

**Tabel 2-1 Locatie doorsneden met maatgevende sonderingen en tracé lengten.**

| dsn | kenmerk | sondering | Lengte |
|---|---|---|---|
| [-] | [-] | [-] | [m.] |
| 1 | | dkm1 | 66,78 |
| 2 | | MOS 66 | 153,72 |
| 3; MOS 66 | | MOS 66 | 56,70 |
| 3; MOS 67 | | MOS 67 | 61,74 |

### 2.1.1 Waterstanden haven

De waterstand in de haven van Wanssum fluctueerd met de waterstand (afvoer) van de rivier de Maas. Door de jaren heen zijn de waterstanden gemeten bij de brug bij Well dorp. Op basis daarvan zijn maximale en minimale waterstanden bepaald. Zie ook Tabel 2-2 Uitganspunten waterstand uit [5]tabel 2-2.

**Tabel 2-2 Uitganspunten waterstand uit [5]**

| aspect | gegevens | grote | Eenheid |
|---|---|---|---|
| **Hoogwaterstand** | 1/500 overschrijdingskans | 15,90 | [mtr NAP] |
| | 1/250 overschrijdingskans | 15,60 | [mtr NAP] |
| **Laagwaterstanden** | Gemiddeld zomerpeil | 10,90 | [mtr NAP] |
| | Laagst bekend peil | 10,85 | [mtr NAP] |
| **stuwpeil** | Huidig stuwpeil | 10,90 | [mtr NAP] |
| | Toekomstig stuwpeil | 11,15 | [mtr NAP] |
| **Vallend stuwpeil** | Als gevolg van het openzetten van stuwen op de Maas tijdens ijsgang kan de waterstand plotseling snel zakken | | |
| - | Minimale waterstand tijdens vallend water: | 7,36 | [mtr NAP] |
| - | Tijdsduur waarin Minimale waterstand optreedt | 3 | [dagen] |
| - | Verval in GWS: gedurende het Verval zal de GWS mee dalen tot | 10,36 | [mtr NAP] |
| - | Maximaal verval dat kan optreden over de kadeconstructie | 3,00 | [m] |
| **Vallend stuwpeil** | Als gevolg van het openzetten van stuwen op de Maas tijdens hoogwaterseizoen kan de waterstand plotseling snel zakken. Hierbij valt het water van 15,90 mtr + | | |
| - | Maximale waterstand tijdens vallend water: | 11,90 | [mtr NAP] |
| - | Grondwaterstand gelijk aan maaiveld | 14,90 | [mtr NAP] |
| - | Maximaal verval dat kan optreden over de kadeconstructie | 3,00 | [m] |

In de gebruiks-fase wordt gerekend met een waterstand in de haven van 11,35 + NAP. Ten tijde van een vallend stuwpeil is de rekenwaarde van de waterstand 7,36 +NAP respectievelijk 11,90 + NAP.

### 2.1.2 Grondwaterstand

De grondwaterstand in het maaiveld wordt in de berekening gelijk aan het havenpeil gehouden. Over het algemeen zullen de fluctuaties in de waterstand van de rivier de Maas dusdanig traag verlopen dat de grondwaterstand deze zal volgen. Uitzondering hierop is de situatie met ijsgang en spuien van het Maaswater. In dit geval kan er een verval optreden tussen grondwaterstand en havenpeil van 3 meter (zie tabel 2-2). Deze situatie is in de fasering van de damwandberekening opgenomen.
In de gebruiks-fase wordt gerekend met een waterstand in de haven van 11,35 + NAP. Ten tijde van een vallend stuwpeil is de rekenwaarde van de waterstand 10,36 +NAP, respectievelijke 14,90 + NAP.

### 2.1.3 Waterbodemniveau

Het waterbodemniveau en geometrie aan de passieve zijde van de damwand is afgeleid van [10] die bij het bestek gevoegd zijn. Het maatgevend waterbodemniveau is in tabel 2-3 opgegeven.
In het DO [6] is gerekend met een breedte voor het stortebed met stortsteen van 26 meter. Omdat in het geoptimaliseerd ontwerp een damwandplank met een kleinere inbeddingsdiepte wordt toegepast is ook de afstand van de passieve wig korter (zie § 4.3 van [6]). Het stortebed met stortsteen kan derhalve korter uitgevoerd worden.
Na goedkeuring van het geoptimaliseerd ontwerp wordt de exacte lengte van de bodembescherming bepaald.

### 2.1.4 Maaiveldniveau

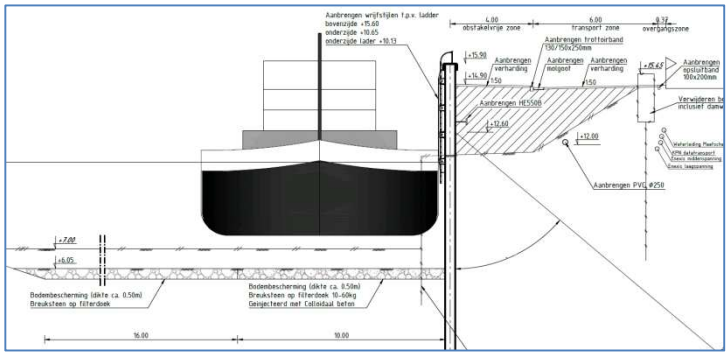
Het maaiveldniveau en de geometrie aan de actieve zijde van de damwand is afgeleid uit [8] [9] en [10] die bij het bestek[7] gevoegd zijn. Het in rekening gebrachte maatgevend maaiveld niveau in de gebruiksfase is in tabel 2-3 per fase opgegeven.

### 2.1.5 Principe doorsnede constructie

De principe doorsnede van de verticale oeverconstructie is voor alle doorsneden nagenoeg gelijk. In onderstaande afbeelding (zie figuur 2) is dit uitgetekend en in tabel 2-3 worden de hoogten ten opzichte van voor de verschillende fasen in NAP weergegeven.

**Tabel 2-3 Principe doorsnede**

| | t.o.v. NAP [mtr] |
|---|---|
| Maaiveldniveau | 14,90 |
| Kop damwand | 15,90 |
| Insteekniveau anker | 12,93 |
| Bodemniveau | 5,55 |
| Havenpeil | 11,15 |
| Grondwaterstand | 11,15 |
| Lage grondwaterstand (fase 6 en fase 9) | 10,36 |
| Hoge grondwaterstand (fase 7 en fase 10) | 14,90 |
| Havenpeil na laagwater val van 3 mtr (fase 6 en fase 9) | 7,36 |
| Havenpeil na hoogwater-val van 4 mtr (fase 7 en fase 10) | 11,90 |




**Figuur 2 Principe doorsnede**

## 2.2 Bouwfasering

De fasering in de berekening voor het geoptimaliseerd ontwerp komt grotendeels overeen met de fasering zoals deze aangehouden is in [6]. Zie tabel 2-4.

**Tabel 2-4 Bouwfasering**

| | Omschrijving | Aanvullende actie | Risico klasse | Partiële factoren zie tabel 2-17 |
|---|---|---|---|---|
| **(bouw) fase 1** | Aanbrengen damwanden; | Initiële fase[1)] | **RC 0** | *RC 0* |
| **(bouw) fase 2** | Aanbrengen ankers; | Ankermoer handvast aandraaien; | **RC 0** | *RC 0* |
| **(bouw) fase 3** | Aanvullen tot maaiveld: 14,90 + NAP; | controleproef ankers uitvoeren, ankers voorspannen tot opgegeven waarde; | **RC 0** | *RC 0* |
| **(bouw) fase 4** | Ontgraven haven tot 5,55 + NAP; | | **RC 0** | *RC 1[2)]* |
| **(gebruik) fase 5** | Bovenbelasting achter damwand; | Stortsteen aanbrengen in haven; | **RC 3** | *RC 2[3)]* |
| **(gebruik) fase 6** | Laag water met 3 mtr verval (10,36/7,36); | Extreme situatie (zie tabel 2-3); | **RC 3** | *RC 3[4)]* |
| **(gebruik) fase 7** | Hoog water met 4 mtr verval (14,90/11,90); | Extreme situatie (zie tabel 2-3); | **RC 3** | *RC 3[4)]* |
| **(gebruik) fase 8** | met hoogwaterterp tot 16,20 + NAP; | | **RC 3** | *RC 2[3)]* |
| **(gebruik) fase 9** | met hoog waterterp en 3 m verval, Laag water met 3 mtr verval (10,36/7,36); | Extreme situatie (zie tabel 2-3); | **Rc 3** | *Rc 3[4)]* |
| **(gebruik) fase 10** | met hoog waterterp en 3 m verval, Hoog water met 4 mtr verval (14,90/11,90); | Extreme situatie (zie tabel 2-3); | **RC 3** | *RC 3[4)]* |

1) *In deze initiële situatie is de kopverplaatsing van de damwand op '0'gezet. De damwanden zijn immers net aangebracht. Van enige verplaatsing kan dus nog geen sprake zijn. De resultaten laten een zeer geringe 'stempelkracht' zien. Gelet op de voorgaande zin kan deze 'stempelkracht' verwaarloosd worden.*
2) *De partiële factoren in RC1 zijn gelijk gesteld aan RC0, met uitzondering van de partiële factor op de kerende hoogte. De partiële factor op de kerende hoogte is gelijk gesteld aan de positieve- en negatieve afwijking voor de baggerwerkzaamheden. Deze is conform het bestek 0,05 m. In tabel 2-17 zijn de partiële factoren opgenomen.*
3) *De partiële factoren in RC2 zijn gelijk gesteld aan RC3. In tabel 2-17 zijn de partiële factoren opgenomen.*
4) *De partiële factoren op de (grond-) waterstand zijn gelijk gesteld aan 0. In de betreffende fases zijn de verschillen in de (grond-) waterstand als extreem gedefinieerd. In tabel 2-17 zijn de partiële factoren opgenomen.*

## 2.3 Belastingen

De constructie wordt naast de actieve grondbelasting ook door uitwendige krachten belast.

### 2.3.1 Bovenbelasting

Vanuit [5] en de tekeningen van[7] zijn specifieke eisen gesteld aan de bovenbelasting achter de damwand. In de schematisering van de berekening is dat vertaald naar diverse belastinggevallen (zie tabel 2-5) met de belastingcombinaties per doorsnede per fase (zie tabel 2-6).

**Tabel 2-5 Bovenbelasting met afstand gemeten vanaf de damwand**

| Belastinggeval | omschrijving | | dsn 1 | | dsn 2 | | dsn 3 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | groote | van | tot | van | tot | van | tot |
| | | [kN/m²] | [m¹] | [m¹] | [m¹] | [m¹] | [m¹] | [m¹] |
| Bg 1 | Obstakel vrije zonde | 10,00 | 0,00 | 4,00 | 0,00 | 4,00 | 0,00 | 4,00 |
| Bg 2 | transport zone | 20,00 | 4,00 | 10,00 | 4,00 | 10,00 | 4,00 | 10,00 |
| Bg 3 | overgangszone | 40,00 | 10,00 | 10,76 | 10,00 | 14,23 | 10,00 | 10,37 |
| Bg4a | opslag terrein | 30,00-130,00 | 10,76 | 16,76 | | | | |
| Bg 4b | opslag terrein vervolg | 130,00 | 16,76 | 45,00 | | | | |
| Bg 5 | opslag terrein | 40,00 | | | 14,23 | 45,00 | 10,37 | 45,00 |
| Bg 6 | steenbestorting | 7,10 | 0 | 26,00 | 0 | 26,00 | 0 | 26,00 |

**Tabel 2-6 Belastingcombinaties per fase per doorsnede**

| fase | dsn 1 | | dsn 2 | | dsn 3 MOS 66&67 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | actief | passief | actief | passief | actief | passief |
| fase 1 | bg 4a, bg 4b | | bg 5 | | bg 5 | |
| fase 2 | bg 4a, bg 4b | | bg 5 | | bg 5 | |
| fase 3 | bg 4a, bg 4b | | bg 5 | | bg 5 | |
| fase 4 | bg 4a, bg 4b | | bg 5 | | bg 5 | |
| fase 5 | bg 1; bg 2 bg 3; bg 4a, bg 4b | bg 6 | bg 1; bg 2; bg 3; bg 5 | bg 6 | bg 1; bg 2; bg 3; bg 5 | bg 6 |
| fase 6 | bg 1; bg 2 bg 3; bg 4a, bg 4b | bg 6 | bg 1; bg 2; bg 3; bg 5 | bg 6 | bg 1; bg 2; bg 3; bg 5 | bg 6 |
| fase 7 | bg 1; bg 2 bg 3; bg 4a, bg 4b | bg 6 | bg 1; bg 2; bg 3; bg 5 | bg 6 | bg 1; bg 2; bg 3; bg 5 | bg 6 |
| fase 8 | bg 1; bg 2 bg 3; bg 4a, bg 4b | bg 6 | bg 1; bg 2; bg 3; bg 5 | bg 6 | bg 1; bg 2; bg 3; bg 5 | bg 6 |
| fase 9 | bg 1; bg 2 bg 3; bg 4a, bg 4b | bg 6 | bg 1; bg 2; bg 3; bg 5 | bg 6 | bg 1; bg 2; bg 3; bg 5 | bg 6 |
| fase 10 | bg 1; bg 2 bg 3; bg 4a, bg 4b | bg 6 | bg 1; bg 2; bg 3; bg 5 | bg 6 | bg 1; bg 2; bg 3; bg 5 | bg 6 |

### 2.3.2 Bolderkrachten

Volgens [6] moet er rekening gehouden worden met een bolderkracht van 250 kN. Deze belasting wordt verdeelt over een afstand van 5,04 [m]. De bolderbelasting in de damwandsom wordt daarmee 250/5,04=49,60 kN/m. Zie ook tabel 2-7. In separaat te vervaardigen berekeningen, wordt de gording op deze spreiding gedimensioneerd.

**Tabel 2-7 Ankerkracht**

| belasting geval | omschrijving | groote [kN] | spreiding [m¹] | invoer [kN/m¹] | hoogte [m NAP] |
|---|---|---|---|---|---|
| Bg 7 | ankerkracht | 250,00 | 5,04 | 49,60 | 15,90 |

Voor de doorsneden met bolder zijn aparte berekeningen gemaakt met aanvullende fasen zie tabel 2-8.

**Tabel 2-8 Bouwfasering met bolderkracht**

| | Omschrijving | Aanvullende actie | Risico klasse | Partiële factoren zie tabel 2-17 |
|---|---|---|---|---|
| **(gebruik) fase 5a** | als fase 5, met bolderkracht | | **RC 3** | RC 2 |
| **(gebruik) fase 8a** | als fase 8 met bolderbelasting; | | **RC 3** | RC 2 |

*In het berekeningsprogramma zijn de laatste fasen zoals gepresenteerd in tabel 2-4 een nummer opgeschoven.*
*fase 6 => fase7; fase7=>fase 8 ;fase 7a=> fase9 en fase 8 => fase 10.*

**Tabel 2-9 Belastingcombinaties per fase per doorsnede**

| fase | dsn 1 | | dsn 2 | | dsn 3 MOS 66&67 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | actief | passief | actief | passief | actief | passief |
| fase 5a | bg 1; bg 2 bg 3; bg 4a, bg 4b; bg 7 | bg 6 | bg 1; bg 2; bg 3; bg 5; bg 7 | bg 6 | bg 1; bg 2; bg 3; bg 5; bg 7 | bg 6 |
| fase 8a | bg 1; bg 2 bg 3; bg 4a, bg 4b; bg7 | bg 6 | bg 1; bg 2; bg 3; bg 5; bg 7 | bg 6 | bg 1; bg 2; bg 3; bg 5; bg7 | bg 6 |

## 2.4 Veiligheidsklasse en ontwerplevensduur

De damwandconstructie wordt beschouwd in volgens de veiligheidsbeschouwing behorende bij veiligheidsklasse RC0 voor de bouwfasen waarin de damwanden en de ankers worden aangebracht en in RC3 voor de gebruiksfase. De ontwerplevensduur bedraagt 100 jaar. De levensduur wordt gegarandeerd door een reductie toe te passen op de sterkte en stijfheid eigenschappen van de damwandplank. Daarnaast is er gerekend met een verhoging van de partiële factoren volgens § 2.4.7 van [4]. In § 2.6.1 van dit rapport is dit verder uitgewerkt.

### 2.4.1 Verankering

De verticale oeverconstructie wordt verankerd door middel van groutinjectieankers. Het ankerniveau is aangegeven in tabel 2-3. Het definitieve ankerontwerp wordt opgesteld door de leverancier van de verankering. Om een betrouwbaar geoptimaliseerd ontwerp te kunnen maken is op basis van [6] in de berekening voor de verankering uitgegaan van de gegevens zoals gepresenteerd in tabel 2-10.

**Tabel 2-10 Rekenwaarden verankering.**

| [-] | type | hart op hart maat | hoogte | ankerlengte | ankerhoek |
|---|---|---|---|---|---|
| | | [m] | [NAP] | [m] | [°] |
| dsn 1 | 82,5/17,5 | 3,78 | 12,93 | 18,25 | 30,00 |
| dsn2 | 76,1/17,2 | 2,52 | 12,93 | 17,00 | 30,00 |
| dsn 3 MOS 66 | 76,1/17,5 | 2,52 | 12,93 | 17,00 | 30,00 |
| dsn 3 MOS 67 | 76,1/17,5 | 2,52 | 12,93 | 17,00 | 30,00 |
| | | | | | |
| dsn 1 met bolder | 76,1/17,5 | 2,52 | 12,93 | 18,50 | 30,00 |
| dsn2 met bolder | 76,1/17,5 | 2,52 | 12,93 | 17,00 | 30,00 |
| dsn 3 MOS 66 met bolder | 76,1/17,5 | 2,52 | 12,93 | 17,00 | 30,00 |
| dsn 3 MOS 67 met bolder | 76,1/17,5 | 2,52 | 12,93 | 17,00 | 30,00 |

Er wordt bij de dimensionering van de verankering rekening gehouden met ankeruitval. Dit betreft een bijzondere belastingcombinatie waardoor de partiële factoren, de belasting- en materiaal factoren gelijk gesteld worden aan 1,0 en alle geometrische toeslagen gelijk aan 0.

### 2.4.2 Vervormingen

Vanuit [5] worden er geen eisen aan de vervorming van de constructie gesteld. Gelet op de aard van de constructie wordt door de ontwerper de volgende maximale vervorming toelaatbaar geacht.:

- 1/100 van de te keren hoogte.

Deze eis komt globaal overeen met de berekende vervormingen in het DO [6] van de opdrachtgever.
De kerende hoogte is de hoogte vanaf maaiveld tot aan de kanaalbodem ter plaatse van de damwand.

## 2.5 Stap 2 - representatieve waarde van parameters

### 2.5.1 Grondparameters

Met behulp van de aanwezige sonderingen [5], tabel 2.b 'Representatieve waarden voor grondeigenschappen' volgens [2], tabel 3.3 'Representatieve waarde voor het laag- en hooggemiddelde van de horizontale beddingconstante bij spanningsverhoging' van [4] en ervaringsgetallen zijn de grondparameters bepaald.
Per traject is de maatgevende sondering geselecteerd voor de damwandberekening (zie ook §2.1)
Voor de maatgevende sonderingen is een grondprofiel opgesteld. Zie tabel 2-11; tabel 2-12 en tabel 2-13.
Een kopie van de sonderingen is opgenomen in bijlage 2.

Tabel 2-11 Grondeigenschappen DKM 1

| dkm 1 | | volume gewicht | | cohesie | wrijvingshoek | | beddingsconstanten | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | niveau | $\gamma$ | $\gamma_{sat}$ | C' | $\sigma$ | $\delta$ | $k_{h;1}$ | $k_{h;2}$ | $k_{h;3}$ |
| | [m NAP] | [kN/m³] | [kN/m³] | [kN/m²] | [°] | [°] | [kN/m³] | [kN/m³] | [kN/m³] |
| klei; schoon; slap | 16,50 | 14,00 | 14,00 | 0,00 | 17,50 | 11,67 | 2.000 | 800 | 500 |
| leem; zw zandig; vast | 14,00 | 21,00 | 21,00 | 5,00 | 27,50 | 18,33 | 6.000 | 4.000 | 2.000 |
| leem; zw zandig; slap | 13,75 | 19,00 | 19,00 | 0,00 | 27,50 | 18,33 | 4.000 | 2.000 | 800 |
| zand; schoon; los | 13,00 | 17,25 | 19,25 | 0,00 | 30,63 | 16,60 | 14.000 | 7.000 | 3.500 |
| leem; zw zandig; vast | 9,50 | 21,00 | 21,00 | 5,00 | 27,50 | 18,33 | 6.000 | 4.000 | 2.000 |
| zand; schoon; los | 9,00 | 17,25 | 19,25 | 0,00 | 30,63 | 16,60 | 14.000 | 7.000 | 3.500 |
| zand; schoon; los | 8,00 | 17,50 | 19,50 | 0,00 | 31,25 | 16,60 | 16.000 | 8.000 | 4.000 |
| leem; st zandig | 6,25 | 19,00 | 19,00 | 0,00 | 27,50 | 18,33 | 4.000 | 2.000 | 800 |
| zand; schoon; vast | 5,75 | 19,00 | 21,00 | 0,00 | 35,00 | 16,60 | 40.000 | 20.000 | 10.000 |

Tabel 2-12 Grondeigenschappen MOS 66

| MOS 66 | | volume gewicht | | cohesie | wrijvingshoek | | beddingsconstanten | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | niveau | $\gamma$ | $\gamma_{sat}$ | C' | $\sigma$ | $\delta$ | $k_{h;1}$ | $k_{h;2}$ | $k_{h;3}$ |
| | [m NAP] | [kN/m³] | [kN/m³] | [kN/m²] | [°] | [°] | [kN/m³] | [kN/m³] | [kN/m³] |
| zand; sterk siltig; klei | 17,00 | 18,00 | 20,00 | 0,00 | 25,00 | 16,67 | 14.400 | 7.200 | 3.600 |
| leem, zwak zandig matig | 13,50 | 20,00 | 20,00 | 2,00 | 27,50 | 18,33 | 5.000 | 3.000 | 1.400 |
| zand schoon los 125% | 12,00 | 17,25 | 19,25 | 0,00 | 30,63 | 16,60 | 14.000 | 7.000 | 3.500 |
| zand schoon los | 10,50 | 17,00 | 19,00 | 0,00 | 30,00 | 20,00 | 12.000 | 6.000 | 3.000 |
| zand schoon los 125% | 9,00 | 17,25 | 19,25 | 0,00 | 30,63 | 16,60 | 14.000 | 7.000 | 3.500 |
| zand schoon vast | 7,00 | 19,00 | 21,00 | 0,00 | 35,00 | 16,60 | 40.000 | 20.000 | 10.000 |
| zand schoon matig | 4,50 | 18,00 | 20,00 | 0,00 | 32,50 | 16,60 | 20.000 | 10.000 | 5.000 |
| zand schoon vast | 1,50 | 19,00 | 21,00 | 0,00 | 35,00 | 16,60 | 40.000 | 20.000 | 10.000 |

Tabel 2-13 Grondeigenschappen MOS 67

| MOS 67 | | volume gewicht | | cohesie | wrijvingshoek | | beddingsconstanten | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Niveau | $\gamma$ | $\gamma_{sat}$ | C' | $\sigma$ | $\Delta$ | $k_{h;1}$ | $k_{h;2}$ | $k_{h;3}$ |
| | [m NAP] | [kN/m³] | [kN/m³] | [kN/m²] | [°] | [°] | [kN/m³] | [kN/m³] | [kN/m³] |
| zand; schoon; los | 17,00 | 17,00 | 19,00 | 0,00 | 30,00 | 20,00 | 12.000 | 6.000 | 3.000 |
| leem; zw zandig; slap | 13,00 | 19,00 | 19,00 | 0,00 | 27,50 | 18,33 | 4.000 | 2.000 | 800 |
| zand; schoon; los 150% | 12,00 | 17,50 | 19,50 | 0,00 | 31,25 | 16,60 | 16.000 | 8.000 | 4.000 |
| zand; schoon; vast | 6,50 | 19,00 | 21,00 | 0,00 | 35,00 | 16,60 | 40.000 | 20.000 | 10.000 |
| zand; schoon; mat | 4,00 | 18,00 | 20,00 | 0,00 | 32,50 | 16,60 | 20.000 | 10.000 | 5.000 |
| zand; schoon; los | 2,00 | 17,00 | 19,00 | 0,00 | 30,00 | 20,00 | 12.000 | 6.000 | 3.000 |
| zand; schoon; vast | -1,50 | 19,00 | 21,00 | 0,00 | 35,00 | 16,60 | 40.000 | 20.000 | 10.000 |

### 2.5.2 Parameters kerende constructie

Voor het ontwerp van de damwand wordt uitgegaan van onbehandelde nieuwe warmgewalste damwanden. De in het ontwerp toe te passen damwandprofielen zijn opgenomen in onderstaande tabel 2-14.

**Tabel 2-14 toe te passen damwand profielen**

| Type | Klasse | Staalsoort | $W_x$ | $I_x$ | $M_{max}$ | $EI_x$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| [-] | [-] | [N/mm²] | cm³/m | cm⁴/m | kNm/m | kN/m²/m |
| AZ19 | 2 | 390 | 1.870 | 35.540 | 729,30 | 74.634 |

## 2.6 Stap 3 - Rekenwaarde van parameters

### 2.6.1 Algemeen

De rekenwaarde van de grond- en geometrieparameters zijn bepaald met behulp van tabel 3.7 uit [4] (RC3), zie hieronder tabel 2-15.

**Tabel 2-15 Partiële factoren γ en toeslagen Δ (tabel 3.7 uit [4])**

| Parameter | γ en Δ betrokken op $X_{rep}$ | | | | | | rekenwaarde |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | RC 1 | | Rc 2 | | Rc 3 | | |
| | γ | Δ | γ | Δ | γ | Δ | |
| Cohesie c' | 1,15 | - | 1,25 | - | 1,40 | - | $X_{rep}/\gamma$ (c'/γ) |
| Inwendige wrijving tan φ' | 1,15 | - | 1,175 | - | 1,20 | - | $X_{rep}/\gamma$ (tanφ'/γ) |
| GWS lage zijde (NAP) | 1,70 | 0,20 | 1,90 | 0,25 | 2,10 | 0,25 | max(μ+γσ;μ+Δ) of min(μ-γσ;μ-Δ) |
| GWS hoge zijde (NAP) | 0,87 | 0,05 | 1,18 | 0,05 | 1,50 | 0,05 | max(μ+γσ;μ+Δ) |
| Bovenbelasting: | | | | | | | |
| - permanent | 1,0 | | 1,0 | | 1,0 | | |
| - veranderlijk | 1,0 | | 1,1 | | 1,25 | | |

- De lage rekenwaarde van de beddingsconstante wordt verkregen uit deling van representatie waarde van het lage gemiddeld met $\gamma_{m;E}$ = 1,3.
- De hoge rekenwaarde van de beddingsconstante wordt verkregen uit deling van de representatieve waarde van het hoge gemiddelde door $\gamma_{m;E}$ = 1,0.
- De toeslag Δa behoort gelijk te zijn aan 10% van de afstand tussen het ankerniveau en het ontgravingsniveau met een maximum van 0,5 m.

Bovengenoemde waarden gelden voor een referentie periode van 50 jaar. Omdat de constructie een levensduureis heeft van 100 jaar moeten de partiële factoren aangepast worden. Hiervoor is onderstaande formule gebruikt uit §2.4.7 van [4].

$$\gamma_{(m;corr)} = e^{\alpha_R * (\beta_N - \beta_{Ref}) * \sqrt{\ln(1+V_R^2)}}$$

In [6] zijn door de opdrachtgever deze waarden vastgesteld (zie tabel 2-16). Deze waarden zijn 1:1 overgenomen in damwand som.

**Tabel 2-16 Berekening partiële factoren voor 100 jaar conform [6]**

| | Interne wrijving | | Cohesie | | Variabele belasting |
|---|---|---|---|---|---|
| | sterkte | stabiliteit | sterkte | stabiliteit | |
| $\gamma_{m;cor}$ | 1,065 | 1,065 | 1,135 | 1,135 | 1,057 |
| $\gamma_m$ | 1,20 | 1,30 | 1,40 | 1,60 | 1,25 |
| $\gamma_m * \gamma_{m;cor}$ | 1,28 | 1,38 | 1,59 | 1,82 | 1,32 |

In het damwandprogramma zijn deze laatste waarden ingevuld als partiële factoren ten behoeven van de berekening in de UGT in RC3.

In tabel 2-17 zijn de partiële factoren gepresenteerd waarmee gerekend is in de UGT fase.
In de tabel zijn de factoren onder 'RC 2' aangepast naar de, conform tabel 2-16 gewijzigde, factoren van RC 3.
In tabel 2-4 in §2.2 is per fase aangegeven met welke bouwfase gerekend wordt.

Deze waarden zijn ingevoerd in het damwandberekeningsprogramma [a)].
In de berekening voor de gebruiksfase is uitgegaan van een bodemniveau in de haven gelijk aan onderkant bodembescherming zie (tabel 2-4 in §2.2). Vanwege de aanwezigheid van een bodembescherming van geïnjecteerd breuksteen op filterdoek zijn variaties in het niveau van de havenbodem uitgesloten. De factor voor de variaties in het maaiveld is derhalve voor de gebruiksfases op 0 gezet. (conform factoren onder 'RC2')
Omdat fase 6 en fase 8 reeds een extreme situatie zijn is een aanpassing van de geometrie voor de UGT berekening niet meer nodig. Voor de UGT berekening van deze fasen zijn alleen de partiële factoren op de grondmechanische eigenschappen en op de belastingen toegepast. (conform factoren onder 'RC3')

**Tabel 2-17 Partiële factoren**

User Defined Partial Factors

EC7 General | EC7 NL | EC7 B | CUR

| | | RC 0 | | RC 1 | | RC 2 | | RC 3 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Factors on loads** | | | | | | | | | |
| Factor on permanent load, unfavourable | [-] | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| Factor on permanent load, favourable | [-] | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| Factor on variable load, unfavourable | [-] | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,10 | 1,32 | 1,25 | 1,32 |
| Factor on variable load, favourable | [-] | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | |
| **Material factors** | | | | | | | | | |
| Factor on cohesion | [-] | 1,00 | 1,00 | 1,15 | 1,00 | 1,25 | 1,59 | 1,40 | 1,59 |
| Factor on tangent phi | [-] | 1,05 | 1,05 | 1,15 | 1,05 | 1,175 | 1,280 | 1,20 | 1,28 |
| Factor on modulus of subgrade reactions | [-] | 1,30 | 1,30 | 1,30 | 1,30 | 1,30 | 1,30 | 1,30 | 1,30 |
| **Geometry modification** | | | | | | | | | |
| Increase retaining height | [%] | 10,00 | 10,00 | 10,00 | 10,00 | 10,00 | 10,00 | 10,00 | 10,00 |
| Maximum increase retaining height | [m] | 0,50 | 0,50 | 0,50 | 0,05 | 0,50 | 0,05 | 0,50 | 0,05 |
| Change in phreatic line on passive side | [m] | 0,15 | 0,15 | 0,20 | 0,15 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,00 |
| Raise in phreatic line on active side | [m] | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,00 |
| **Overall stability factors** | | | | | | | | | |
| Factor on cohesion | [-] | 1,30 | 1,30 | 1,30 | 1,30 | 1,45 | 1,82 | 1,60 | 1,82 |
| Factor on tangent phi | [-] | 1,20 | 1,20 | 1,20 | 1,20 | 1,25 | 1,38 | 1,30 | 1,38 |
| Factor on unit weight soil | [-] | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| **Vertical balance factors** | | | | | | | | | |
| Partial material factor (gamma m;b4) | [-] | 1,20 | 1,20 | 1,20 | 1,20 | 1,20 | 1,20 | 1,20 | 1,20 |

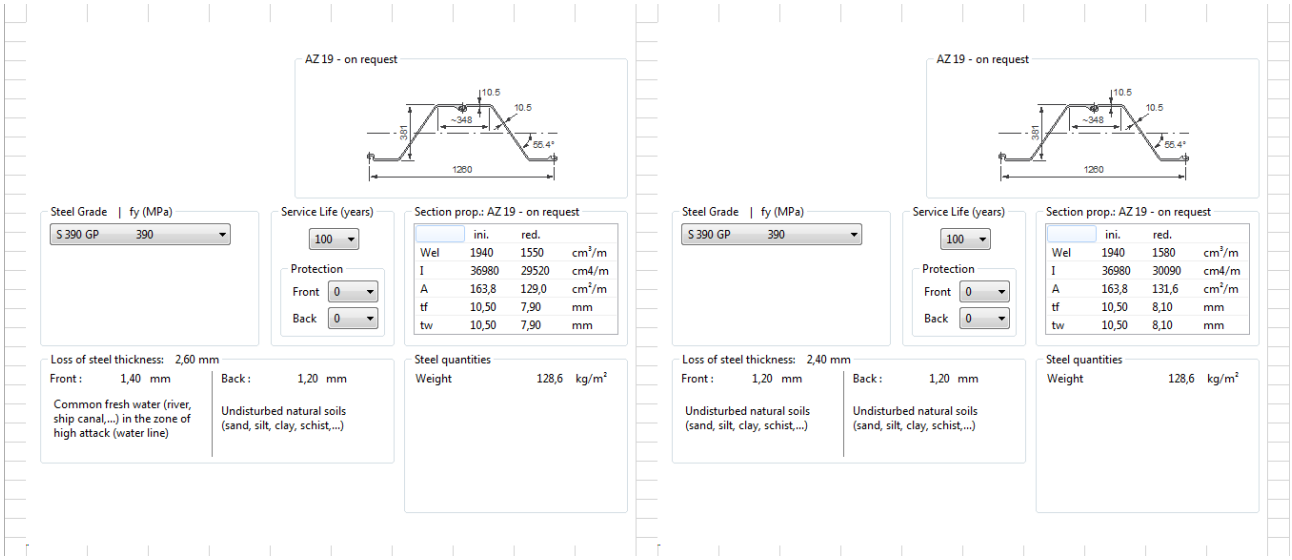
Reset | OK | Cancel | Help

### 2.6.2 Damwand

*Corrosie damwand*

Als gevolg van eisen uit [5] waarin staat dat het ontwerp gemaakt moet worden op een levensduur 100 moet er bij het bepalen van de eigenschappen van de damwanden rekening worden gehouden met corrosie. De mate van corrosie word afgeleid uit tabel 9.2 en tabel 9.3 van [4].
Voor de het damwandprofiel kan onderscheid gemaakt worden in een grond/water deel en een grond/grond deel. Het eerst deel loopt van de kop van de damwand tot kanaalbodem. Het tweede deel loopt van kanaalbodem tot plankpunt.
Voor het eerste deel wordt de corrosie vastgesteld op 1,2 + 1,4 = 2,6 [mm] in 100 jaar. Voor het onderste deel is de te in rekening corrosie 1,2+1,2 = 2,4 [mm] in 100 jaar.

Voor de planken uit tabel 2-14 resulteert dat in gewijzigde eigenschappen van de damwandprofielen. Deze eigenschappen zijn bepaalt middels het programma [c)] dat door de damwandleverancier ter beschikking is gesteld. (zie figuur 3).



Figuur 3 Gecorrodeerde damwand eigenschappen 'AZaz19 g/w' en 'AZ19 g/g'

In tabel 2-18 zijn deze waarden gepresenteerd.

**Tabel 2-18 Gecorrigeerde rekenparameters damwandprofiel als gevolg van corrosie**

| Type | $W_{x;cor}$ | $I_{x;cor}$ | $M_{max}$ | $EI_x$ |
|---|---|---|---|---|
| [-] | [cm³/m] | [cm⁴/m] | kNm/m | kN/m²/m |
| AZ19 g/w | 1.550 | 29.520 | 604,50 | 61.992 |
| AZ19 g/g | 1.580 | 30.090 | 616,20 | 63.189 |

De toe te passen damwandplanken hebben geen sloten in de neutrale lijn. Dat betekend dat er geen reductie nodig is voor scheve buiging conform § 3.2.2 van [4; deel 2].

### 2.6.3 Verankering

De verankering is gebaseerd op groutinjectie ankers, zie tabel 2-19. In de berekening wordt het staaloppervlak per strekkende meter damwand ingevoerd evenals de ankerhelling en ankerstanglengte. Als ankerstanglengte is de fictieve ankerlengte ingevoerd. De fictieve ankerlengte is de totale ankerlengte verminderd met de halve lengte van het groutlichaam en de overlengte.

**Tabel 2-19 Reken grootheden verankering**

| profiel | niveau verankering | ankerhelling | doorsnede | Lengte | $P_{d;max;grout}$ | Voorspankracht |
|---|---|---|---|---|---|---|
| [-] | [m N.A.P.] | [° t.o.v. hor.] | [m²/mtr] | [ mtr] | [kN/m] | [kN/m¹] |
| 1 | 12,93 | 30,00 | 9,45E-04 | 18,25 | 391,01 | 100,00 |
| 2 | 12,93 | 27,00 | 1,278E-03 | 17,00 | 462,94 | 180,00 |
| 3 dkm 66 | 12,93 | 30,00 | 1,278E-03 | 17,00 | 461,53 | 180,00 |
| 3 dkm 676 | 12,93 | 30,00 | 1,278E-03 | 17,00 | 441,96 | 100,00 |
| | | | | | | |
| 1 bolder | 12,93 | 30,00 | 1,278E-03 | 18,50 | 392,09 | 100,00 |
| 2 bolder | 12,93 | 30,00 | 1,278E-03 | 17,00 | 467,08 | 180,00 |
| 3 dkm 66 bolder | 12,93 | 30,00 | 1,278E-03 | 17,00 | 467,31 | 125,00 |
| 3 dkm 67 bolder | 12,93 | 30,00 | 1,278E-03 | 17,00 | 465,66 | 125,00 |

De resultaten uit het definitieve ontwerp van de groutinjectieverankering is in bijlage 5 toegevoegd.

# 3 Berekening

De dimensioneringsberekeningen van de damwand zijn uitgevoerd met behulp van het programma D-sheet [a)], de berekeningen zelf zijn bijgevoegd in bijlage 1. In onderstaande tekst wordt allereerst de aangehouden trajectindeling gepresenteerd en vervolgens de te doorlopen stappen.

## 3.1 Stap 4 - Berekeningsschema

De berekeningen worden uitgevoerd volgens berekeningsschema B (zie tabel 3-1): rekenwaarde in de te toetsen fase en representatieve waarde in voorgaande fase.

**Tabel 3-1 Berekeningsschema's (tabel 2.2 uit [4]**

| Fase | Schema A<br>Rekenwaarden (d) in alle fasen | Schema B<br>Rekenwaarden (d) in de te toetsen fase(n) en representatieve waarden (rep) in voorgaande fasen * |
|---|---|---|
| 1 | d<br>↓ | rep →d<br>↓ |
| 2 | d<br>↓ | rep →d<br>↓ |
| 3 | d<br>↓ | rep →d<br>↓ |
| ... | d<br>↓ | rep →d<br>↓ |
| * Op voorhand is niet te zeggen welke fase maatgevend is zodat voor meerdere fasen ook een berekening met rekenwaarden nodig is; de meest veilige procedure is voor alle fasen een berekening met rekenwaarden uit te voeren. | | |

## 3.2 Stap 5 - Berekening minimale inbeddingsdiepte

Voor een gestempelde/verankerde wand hoort de minimale inbeddingsdiepte bij een vrije oplegging in de ondergrond (geen inklemming). Dit leidt tot een relatief hoge waarde van het veldmoment.

Voor dit ontwerp is een zo minimaal mogelijke inbeddingdiepte gekozen, binnen de uitgangspunten en randvoorwaarden die gesteld zijn. In tabel 3-2 is de planklengte c.q. inbeddingsdiepte aangegeven waarmee gerekend is.

**Tabel 3-2 Damwand type en planklengte.**

| dsn | Type damwand | Planklengte |
|---|---|---|
| | | [m] |
| **dsn 1** | AZ19 | 15,50 |
| **dsn 2** | AZ19 | 16,50 |
| **3 MOS 66** | AZ19 | 16,00 |
| **3 MOS 67** | AZ19 | 16,00 |
| | | |
| **dsn 1 bolder** | AZ19 | 15,00 |
| **dsn 2 bolder** | AZ19 | 16,00 |
| **dsn 3 MOS 66 bolder** | AZ19 | 16,00 |
| **dsn 3 MOS 67 bolder** | AZ19 | 16,00 |

## 3.3 Stap 6 - Dimensioneringsberekeningen

Voor de dimensioneringsberekeningen van de damwand zijn de in onderstaande tabel 3-3aangegeven berekeningen nodig. Deze berekening zijn uitgevoerd met behulp van het programma D-sheet.

**Tabel 3-3 Dimensionerinsberekeningen (tabel 3.8 van [4])**

| Nr | grenstoestand | beddingsconstante | Rekenwaarde grondwaterstand lage zijde (zie Tabel 2-15) |
|---|---|---|---|
| 6.1 | UGT | laag | max(μ+γϕ;μ+Δ) hoge grondwaterstand |
| 6.2 | UGT | hoog | max(μ+γϕ;μ+Δ) hoge grondwaterstand |
| 6.3 | UGT | laag | min(μ-γϕ;μ-Δ) lage grondwaterstand |
| 6.4 | UGT | hoog | min(μ-γϕ;μ-Δ) lage grondwaterstand |
| 6.5 | BGT | laag | - |
| [1]6.5*1,2 | UGT | - | - |
| Verklaring afkortingen met synoniemen:<br>UGT = uiterste grenstoestand<br>ULS = *Ultimate Limit State* (=UGT)<br>In een UGT-berekening worden de partiële factoren en toeslagen volgens tabel 3.7 *(van [4])* gebruikt. | | | BGT = Bruikbaarheidsgrenstoestand<br>SLS = *Serviceability Limit State* (=BGT)<br>In een BGT-berekening zijn alle partiële factoren factoren gelijk aan 1,0 en alle toeslagen gelijk aan 0,0. |

[1] Extra controle stap voor het bepalen van het maximale krachten. Zie § 2.4.6 van deel 2 van [4] voor een toelichting.

## 3.4 Stap 7 - Controle op het moment

Uit de D-sheet berekening van stap 6 volgt het maximaal op te nemen moment ($M_{s;d}$). De rekenwaarde van het moment $M_{s;d}$ dient getoetst te worden aan de rekenwaarde van de sterkte van de plank $M_{r;d}$, deze is gedefinieerd als volgt:

$$M_{r;d} = \frac{\beta_B \cdot W_{el} \cdot f_y}{\gamma_{m;st}}$$

Waarin:

$\beta_B$ scheve buigingsfactor [-];
$W_{el}$ elastisch weerstandmoment van de dwarsdoorsnede [mm³/m]
$f_y$ nominale (representatieve) waarde van de vloeispanning [N/mm²]
$\gamma_{m;st}$ materiaalfactor voor staal = 1,0 [-]

Voor dit project worden Z-planken toegepast. Voor Z-profielen zijn de factoren voor $\beta_B$ en $\beta_D$ gelijk aan 1,0.

Het moment wordt getoetst aan:

$$U.C. = \frac{M_{s;d}}{M_{r;d}} \leq 1$$

Hierbij wordt ervan uit gegaan dat alleen in de uiterste vezels de vloeispanning bereikt mag worden.
In onderstaande tabel 3-4 worden de resultaten van de getoetste momenten weergegeven.

**Tabel 3-4 Controle maximaal moment**

| dsn | Type damwand | $M_{s;d}$ | $M_{u;d}$ | toets $M_{s;d}/M_{u;d}$ |
|---|---|---|---|---|
| | | [kNm/m¹] | [kNm/m¹] | [-] |
| **dsn 1** | AZ19 | 558,80 | 604,50 | 0,92 |
| **dsn 2** | AZ19 | 574,80 | 604,50 | 0,95 |
| **3 MOS 66** | AZ19 | 572,00 | 604,50 | 0,95 |
| **3 MOS 67** | AZ19 | 565,80 | 604,50 | 0,94 |
| | | | | |
| **dsn 1 bolder** | AZ19 | 553,70 | 604,50 | 0,92 |
| **dsn 2 bolder** | AZ19 | 576,10 | 604,50 | 0,95 |
| **dsn 3 MOS 66 bolder** | AZ19 | 574,00 | 604,50 | 0,95 |
| **dsn 3 MOS 67 bolder** | AZ19 | 561,50 | 604,50 | 0,93 |

Uit de toets van het moment wordt geconcludeerd dat de berekende damwanden voldoen op moment.

## 3.5 Stap 8 - Controle op dwarskracht en normaalkracht

### 3.5.1 Stap 8.1 - Controle op dwarskracht conform NEN-EN 1993-5:2007 + NB

Uit de Dsheet berekening volgt de maximale dwarskracht. Deze rekenwaarde van de maximale dwarskracht moet getoetst worden aan de dwarskrachtcapaciteit van de damwand. De dwarskrachtcapaciteit van de dawmandplank wordt conform de [3] bepaald volgens: $V_{pl,Rd} = \frac{A_V \cdot f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}}$ (5.5)

$V_{pl,Rd}$ rekenwaarde van de dwarskrachtcapaciteit van de plastische doorsnede[N/m];
$f_y$ nominale (representatieve) waarde van de vloeispanning [N/mm²]
$\gamma_{m;0}$ partiële veiligheidsfactor voor staal = 1,0 [-]
$A_v$ Dwarsdoorsnede oppervlak van de damwandplank in dezelfde richting als de dwarskracht [mm²/m];
Gedefinieerd als volgt: $A_V = t_w \cdot (h - t_f)$ (5.6)
Waarin: $t_w$ = (gecorrodeerde) dikte van het lijf [mm]
$t_f$ = (gecorrodeerde) dikte van de flens[mm]
h = (gecorrodeerde) hoogte van het damwandprofiel

De optredende dwarskracht moet kleiner zijn dan de dwarskrachtcapaciteit:
$V_{Ed} < V_{pl,Rd}$ (5.4)

De dwarskrachtcapaciteit (einde levensduur) voor een AZ19 profiel met wanddikte 10,5-2,6 = 7,9 mm (S390) bedraagt per strekkende enkele plank:
$V_{pl,Rd} = \left(\frac{7{,}9 \cdot (378{,}4 - 7{,}9) \cdot 390}{\sqrt{3} \cdot 1}\right) / 1.000 = 659{,}05\ kN.$

Per meter wordt dat $V_{pl,Rd} = 659{,}05/0{,}63 = 1.046{,}11\ kN/m^1$.

Uit tabel 3-5 blijkt dat de maximale dwarskrachtcapaciteit van het profiel niet overschreden wordt. De notatie $V_{E;d}$ uit[3] = $D_{s;d}$ uit [4]

Tabel 3-5 Controle op dwarskracht

| dsn | Type damwand | $V_{E;d}$ | $V_{pl;Rd}$ | toets$V_{E;d}/V_{pl;Rd}$ | $V_{E;d}<0{,}50V_{pl;Rd}$ |
|---|---|---|---|---|---|
| | | [kN/m¹] | [kN/m¹] | [-] | [-] |
| **dsn 1** | AZ19 | 230,30 | 1.046,11 | 0,22 | AKKOORD |
| **dsn 2** | AZ19 | 262,10 | 1.046,11 | 0,25 | AKKOORD |
| **3 MOS 66** | AZ19 | 262,00 | 1.046,11 | 0,25 | AKKOORD |
| **3 MOS 67** | AZ19 | 259,30 | 1.046,11 | 0,25 | AKKOORD |
| | | | | | |
| **dsn 1 bolder** | AZ19 | 234,80 | 1.046,11 | 0,22 | AKKOORD |
| **dsn 2 bolder** | AZ19 | 264,70 | 1.046,11 | 0,25 | AKKOORD |
| **dsn 3 MOS 66 bolder** | AZ19 | 264,50 | 1.046,11 | 0,25 | AKKOORD |
| **dsn 3 MOS 67 bolder** | AZ19 | 263,40 | 1.046,11 | 0,25 | AKKOORD |

Omdat ook voor alle doorsneden geldt dat $V_{E;d}$ < 50% van $V_{pl;Rd}$ is controle op moment en dwarskracht niet nodig.

### 3.5.2 Stap 8.1 - Controle op normaalkracht en knik

Knik behoeft conform [3] niet meegenomen te worden indien geldt: $\frac{N_{Ed}}{N_{cr}} \leq 0{,}04$ (5.11)

Waarin $N_{cr} = \frac{EI_{AZ19\,g_{/w}} \cdot \beta_D \cdot \pi^2}{l^2}$ (5.12)

*l = 70% de afstand tussen het ankerniveau en het (gemiddelde)plankpuntniveau volgens § 5.2.3 van [3].*

$$N_{cr;0,04} = \frac{29.520*2{,}1\cdot 1\cdot \pi^2}{(12{,}03*0{,}7)^2} * 0{,}04 = 345{,}12[\text{kN/m}]$$

$N_{Ed}$ is de som van de verticale component van het anker met het eigengewicht van de damwandplank en het eigengewicht van de deksloof en gording. Het gewicht van de deksloof en de gording is aangehouden op 5,00 kN/m¹.

Uit een controle van de normaalkrachten (tabel 3-6) blijkt dat deze altijd kleiner is dan de waarde van 0,04*$N_{cr}$, knik van het damwandprofiel behoeft dus niet getoetst te worden.

**Tabel 3-6 Controle normaalkrachten en knik**

| dsn | $P_{max;d;vert;anker}$ | $F_{max;d;vert;damwand}$ | $F_{a;max;d;vert;deksl/gord.}$ | $N_{ed}$ | 0,04*$N_{cr}$ | $N_{ed}$<0,04$N_{cr}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | [kN/m¹] | [kN/m¹] | [kN/m¹] | [kN/m¹] | [kN/m¹] | [-] |
| **dsn 1** | 176,78 | 19,93 | 5,00 | 201,71 | 318,12 | AKKOORD |
| **dsn 2** | 231,47 | 20,58 | 5,00 | 257,05 | 294,18 | AKKOORD |
| **3 MOS 66** | 230,77 | 20,58 | 5,00 | 256,34 | 294,18 | AKKOORD |
| **3 MOS 67** | 220,98 | 20,58 | 5,00 | 246,56 | 294,18 | AKKOORD |
| | | | | | | |
| **dsn 1 bolder** | 196,05 | 19,93 | 5,00 | 220,98 | 318,12 | AKKOORD |
| **dsn 2 bolder** | 233,54 | 20,58 | 5,00 | 259,12 | 294,18 | AKKOORD |
| **dsn 3 MOS 66 bolder** | 233,66 | 20,58 | 5,00 | 259,23 | 294,18 | AKKOORD |
| **dsn 3 MOS 67 bolder** | 232,83 | 20,58 | 5,00 | 258,41 | 294,18 | AKKOORD |

Naast dat de planken gecontroleerd worden op knik dient ook de combinatiespanning buiging en normaalspanning gecontroleerd te worden. Volgens § 5.2.3 van [3] hoeft de invloed van de normaalkracht niet meegenomen te worden indien geldt: $\frac{N_{Ed}}{N_{pl;Rd}} \leq 0{,}1$ (5.17)

Waarin $N_{pl;Rd} = {A * f_y}/{\gamma_{m0}}$ (5.16)

Uit tabel 3-7 blijkt dat voor elke doorsnede aan deze eis wordt voldaan.

**Tabel 3-7 controle normaalkracht en buiging**

| dsn | Type damwand | $N_{Ed}$ | 0,1 * $N_{pl,Rd}$ | $N_{ed}$<0,1$N_{pl,Rd}$ |
|---|---|---|---|---|
| | | [kN/m] | [kN/m] | [-] |
| **dsn 1** | AZ19 | 201,71 | 503,10 | AKKOORD |
| **dsn 2** | AZ19 | 257,05 | 503,10 | AKKOORD |
| **3 MOS 66** | AZ19 | 256,34 | 503,10 | AKKOORD |
| **3 MOS 67** | AZ19 | 246,56 | 503,10 | AKKOORD |
| | | | | |
| **dsn 1 bolder** | AZ19 | 220,98 | 503,10 | AKKOORD |
| **dsn 2 bolder** | AZ19 | 259,12 | 503,10 | AKKOORD |
| **dsn 3 MOS 66 bolder** | AZ19 | 259,23 | 503,10 | AKKOORD |
| **dsn 3 MOS 67 bolder** | AZ19 | 258,41 | 503,10 | AKKOORD |

Verdere controle op moment en normaalspanning hoeft niet te worden beschouwd.

## 3.6 Stap 9 - Controle op ankerkrachten

Na goedkeuring van het geoptimaliseerd ontwerp wordt de berekening van de houdkracht van de verankering separaat verstrekt. In tabel 3-8 zijn de uitgangspunten voor de groutinjectieverankeringsberekening samengevat.

Tabel 3-8 Overzicht verankeringsgegevens ten behoeve van groutankerberekening

| dsn | ankerhelling | niveau verankering | voorspanning | $P_{max;bgt}$ | $P_{max;ugt}$ |
|---|---|---|---|---|---|
| | [° t.o.v. hor.] | [m. +/. N.A.P.] | [kN/m¹] | [kN/m¹] | [kN/m¹] |
| **dsn 1** | 30,00 | 12,93 | 100,00 | 276,64 | 353,56 |
| **dsn 2** | 30,00 | 12,93 | 180,00 | 361,81 | 462,94 |
| **3 MOS 66** | 30,00 | 12,93 | 180,00 | 361,17 | 461,53 |
| **3 MOS 67** | 30,00 | 12,93 | 100,00 | 331,60 | 441,96 |
| | | | | | |
| **dsn 1 bolder** | 30,00 | 12,93 | 100,00 | 327,59 | 392,09 |
| **dsn 2 bolder** | 30,00 | 12,93 | 180,00 | 373,22 | 467,08 |
| **dsn 3 MOS 66 bolder** | 30,00 | 12,93 | 125,00 | 371,72 | 467,31 |
| **dsn 3 MOS 67 bolder** | 30,00 | 12,93 | 125,00 | 360,39 | 465,66 |

De resultaten uit het definitieve ontwerp van de groutinjectieverankering is in bijlage 5 toegevoegd.

## 3.7 Stap 10 - Controle op vervormingen

De optredende vervormingen worden getoetst aan de in §2 gestelde eisen:
Umax ≤ Ugrens
$U_{grens;}$= 1/100 van de te keren hoogte.

In onderstaande tabel 3-9 wordt een toets op de vervormingen uitgevoerd.

Tabel 3-9 Controle op vervormingen

| dsn | Type damwand | kerende hoogte Δ | eis $\delta_{min} < \Delta/100$ | $\delta_{optr}$ | toets $\delta_{min}<\delta_{optr}$ |
|---|---|---|---|---|---|
| | | [m] | [mm] | [mm] | [-] |
| **dsn 1** | AZ19 | 9,40 | 94,00 | 65,4 | AKKOORD |
| **dsn 2** | AZ19 | 9,40 | 94,00 | 66,5 | AKKOORD |
| **3 MOS 66** | AZ19 | 9,40 | 94,00 | 66,4 | AKKOORD |
| **3 MOS 67** | AZ19 | 9,40 | 94,00 | 70,2 | AKKOORD |
| | | | | | |
| **dsn 1 bolder** | AZ19 | 9,40 | 94,00 | 61,2 | AKKOORD |
| **dsn 2 bolder** | AZ19 | 9,40 | 94,00 | 63,9 | AKKOORD |
| **dsn 3 MOS 66 bolder** | AZ19 | 9,40 | 94,00 | 66,9 | AKKOORD |
| **dsn 3 MOS 67 bolder** | AZ19 | 9,40 | 94,00 | 65,3 | AKKOORD |

Geconcludeerd wordt dat de vervormingen aan de gestelde uitgangspunten voldoet.

## 3.8 Stap 11 - Controle overige mechanismen

### 3.8.1 Stap 11.1 - Afschuiving langs een recht glijvlak bij verankerde damwand ('Kranz')

De weerstand die de tussen damwand en ankerwand of grondanker liggende grondmoot kan leveren, kan berekend worden met de methode 'Kranz'. Er moet worden voldaan aan:

$1{,}5 \cdot P_{max} \leq P_{Kr;rep}$

Waarin:

$F_{A;max}$ maximaal optredende ankerkracht;

$F_{r;krkrep}$ maximaal leverbare anker/stempelkracht volgens 'Kranz', bepaald met representatieve waarden voor de grondeigenschappen.

Indien de onderkant van het ankerlichaam op een dieper niveau ligt dan de onderkant van de damwandplank wordt altijd voldaan aan bovenstaande voorwaarde.

Tabel 3-10 Controle op vervormingen

| dsn | Type damwand | bijlage | 1,5 * $P_{max}$ | $P_{Kr;rep}$ | toets 1,5 * $P_{max} \leq P_{Kr;rep}$ |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | [m] | [mm] | [-] |
| **dsn 1** | AZ19 | Bijlage 4.a | 530,34 | 581,15 | AKKOORD |
| **dsn 2** | AZ19 | Bijlage 4.b | 694,41 | 721,81 | AKKOORD |
| **3 MOS 66** | AZ19 | Bijlage 4.c | 692,30 | 721,76 | AKKOORD |
| **3 MOS 67** | AZ19 | Bijlage 4.d | 662,94 | 735,06 | AKKOORD |
| | | | | | |
| **dsn 1 bolder** | AZ19 | Bijlage 4.e | 588,14 | 607,59 | AKKOORD |
| **dsn 2 bolder** | AZ19 | Bijlage 4.f | 700,62 | 720,80 | AKKOORD |
| **dsn 3 MOS 66 bolder** | AZ19 | Bijlage 4.g | 700,97 | 721,20 | AKKOORD |
| **dsn 3 MOS 67 bolder** | AZ19 | Bijlage 4.h | 698,49 | 734,50 | AKKOORD |

Geconcludeerd wordt dat de verankering voldoet op 'Kranz'-stabiliteit..

### 3.8.2 Stap 11.2 - Grondbreuk

Voor de toets op grondbreuk wordt gebruik gemaakt van het berekende percentage gemobiliseerde weerstand. Volgens tabel 3.10 van [4] geldt voor een RC 3 berekening een minimale waarde van $\gamma_{grondbreuk}$ van 1,7 [-]. Voor de toets van de gemobiliseerde weerstand wordt de reciproque van deze waarde beschouwd in [%]. In tabel 3-11 zijn de resultaten voor dit perceel samengevat.

Tabel 3-11 Controle grondbreuk (BGT)

| dsn | Type damwand | gemob. Weerstand BGT | eis | toets |
|---|---|---|---|---|
| | | [%] | < 1/1,7 | |
| **dsn 1** | AZ19 | 52,80 | 58,82 | AKKOORD |
| **dsn 2** | AZ19 | 50,50 | 58,82 | AKKOORD |
| **3 MOS 66** | AZ19 | 50,50 | 58,82 | AKKOORD |
| **3 MOS 67** | AZ19 | 52,50 | 58,82 | AKKOORD |
| | | | | |
| **dsn 1 bolder** | AZ19 | 52,50 | 58,82 | AKKOORD |
| **dsn 2 bolder** | AZ19 | 50,40 | 58,82 | AKKOORD |
| **dsn 3 MOS 66 bolder** | AZ19 | 50,80 | 58,82 | AKKOORD |
| **dsn 3 MOS 67 bolder** | AZ19 | 52,10 | 58,82 | AKKOORD |

Geconcludeerd wordt dat de damwand voldoet aan de controle op grondbreuk.

### 3.8.3 Stap 11.3 - Verlies van totale stabiliteit

Verlies van de totale stabiliteit wordt getoetst in de D-sheet berekening. In tabel 3-12 zijn de resultaten samengevat.

Tabel 3-12 Controle algehele stabiliteit (UGT)

| Dsn | Type damwand | stabiliteit | eis | toets |
|---|---|---|---|---|
| | | [-] | > 1 | [-] |
| **dsn 1** | AZ19 | 1,14 | 1,00 | AKKOORD |
| **dsn 2** | AZ19 | 1,28 | 1,00 | AKKOORD |
| **3 MOS 66** | AZ19 | 1,28 | 1,00 | AKKOORD |
| **3 MOS 67** | AZ19 | 1,14 | 1,00 | AKKOORD |
| | | | | |
| **dsn 1 bolder** | AZ19 | 1,12 | 1,00 | AKKOORD |
| **dsn 2 bolder** | AZ19 | 1,28 | 1,00 | AKKOORD |
| **dsn 3 MOS 66 bolder** | AZ19 | 1,28 | 1,00 | AKKOORD |
| **dsn 3 MOS 67 bolder** | AZ19 | 1,14 | 1,00 | AKKOORD |

Geconcludeerd wordt dat de damwand algeheel stabiel is.

### 3.8.4 Stap 11.4 - Piping

Het Fenomeen 'piping' kan optreden als er een vrije waterspiegel aanwezig is aan de hoge zijde van de damwand. Bovendien moet de (grond-) waterstand aan de lage zijde ten minste gelijk te zijn aan het niveau van het terrein daar.

Conform het bestek wordt de passieve zijde van de stalen damwand voorzien van bodemverdediging. Het bestek voorziet bodemverdediging bestaande uit wiepen, kunststoffilterdoek en stortsteen. De eerste 10,00 m wordt gepenetreerd met colloïdaal beton.

Door toepassing van bodemverdediging, met gronddicht kunststoffilterdoek, zal het fenomeen 'piping' niet optreden.

### 3.8.5 Stap 11.5 - Overschrijding verticale draagkracht

De damwand wordt zowel op buiging als in verticale richting belast. Met onderstaande formule wordt beoordeeld of de buiging en draagkracht separaat van elkaar bepaald mogen worden.

$$\frac{V_s}{2L-l} > 12{,}5\ [kN/m^2]$$

Tabel 3-13 Interactie berekening verticale draagkracht en buiging

| profiel | Type damwand | $V_s$ | $V_s/2L\text{-}l$ | <12,5 |
|---|---|---|---|---|
| | | [kN/m²] | [kN/m²] | [-] |
| **dsn 1** | AZ19 | 201,71 | 9,32 | AKKOORD |
| **dsn 2** | AZ19 | 257,05 | 11,35 | AKKOORD |
| **3 MOS 66** | AZ19 | 256,34 | 11,32 | AKKOORD |
| **3 MOS 67** | AZ19 | 246,56 | 10,89 | AKKOORD |
| | | | | |
| **dsn 1 bolder** | AZ19 | 220,98 | 10,21 | AKKOORD |
| **dsn 2 bolder** | AZ19 | 259,12 | 11,44 | AKKOORD |
| **dsn 3 MOS 66 bolder** | AZ19 | 259,23 | 11,45 | AKKOORD |
| **dsn 3 MOS 67 bolder** | AZ19 | 258,41 | 11,41 | AKKOORD |

Uit tabel 3-13 blijkt dat de toets voor alle profielen voldoet. De controle van horizontale en verticale stabiliteit mag afzonderlijk van elkaar mag gebeuren.

De toets op verticale stabiliteit (conform [4] §4.10.10) is uitgevoerd met een spreadsheetprogramma. Zie bijlage 3 Verreweg het grootste deel van de verticale draagkracht wordt gerealiseerd door de schachtwrijving tussen de damwandplank en de grond. De capaciteit van deze schachtwrijving is gebaseerd op de beschikbare formules in§ 7.6.2.3 van [2]. De formule luid:

$$R_{s;cal;max;i} = O_{s;\Delta L;gem} * \int_{\Delta L} q_{s;max;z;i} * dz$$

Met $q_{s;max;z} = \alpha_s * q_{c;z;a}$

$\alpha_s$ volgt uit tabel 7.c en 7.d van [2]:
$\alpha_{s;zand}$ = 0,006 [-]
$\alpha_{s;klei}$ = 0,02 [-]
$\alpha_{s;veen}$ = 0,00 [-]

$R_{s;d}$ wordt vervolgens berekend door het samenvoegen van formule (7.7) en (7.8) van [2]:

$$R_{s;d} = \frac{R_{s;cal;min}}{\xi_4 * \gamma_s}$$

$\gamma_s$ = 1,2 [-] conform tabel A.6 van [2].
$\xi_4$ = 1,39 (voor n = 4 conform tabel A.10a van [2]).
*Volgens §2.1 is voor dit profiel één sondering beschouwd. Omdat de minimale waarde is aangehouden mag de waarde voor $\xi_4$ aangehouden worden bij n=4.*

In bijlage 3 is deze toets voor elke doorsnede uitgevoerd.

Een klein aandeel van de draagkracht wordt geleverd door het puntdraagvermogen. Voor de bepaling van het puntdraagvermogen zijn de onderstaande parameters bepaald:

$$R_{b;d} = A_{punt;st} \cdot \alpha_p \cdot \beta \cdot s \cdot (q_{c;puntniveau})/(\xi_4 * \gamma_s)$$

Waarin:
$A_{punt;st}$ staaldoorsnede [m²/m];
$\alpha_p$ 1,0 [-];
$\beta$ 1,0 [-];
s 0,62 [-];
$q_{c;puntniveau}$ aflezen de sonderingsgrafiek van [2];

Volgens tabel 3-14 is de maximale draagkracht altijd groter dan de verticale belasting. De constructie voldoet.

**Tabel 3-14 qc –waarde per doorsnede**

| Dsn | bijlage | niveau | $R_{s;d}$ | $R_{b;d}$ | $R_{c;d}$ | $V_s$ | toets $V_s/R_{c;d}$ | <1,0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | [NAP] | [kN/m] | [kN/m] | [kN/m] | [kN/m] | [-] | [-] |
| **dsn 1** | Bijlage 3.a | 0,40 | 401,39 | 69,75 | 471,14 | 201,71 | 0,43 | AKKOORD |
| **dsn 2** | Bijlage 3.b | -0,10 | 446,87 | 69,75 | 516,62 | 257,05 | 0,50 | AKKOORD |
| **3 MOS 66** | Bijlage 3.b | -0,10 | 446,87 | 69,75 | 516,62 | 256,34 | 0,50 | AKKOORD |
| **3 MOS 67** | Bijlage 3.c | -0,10 | 287,55 | 32,55 | 311,10 | 246,56 | 0,79 | AKKOORD |
| | | | | | | | | |
| **dsn 1 bolder** | Bijlage 3.a | 0,40 | 401,39 | 69,75 | 471,14 | 220,98 | 0,47 | AKKOORD |
| **dsn 2 bolder** | Bijlage 3.b | -0,10 | 446,87 | 69,75 | 516,62 | 259,12 | 0,50 | AKKOORD |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **dsn 3 MOS 66 bolder** | Bijlage 3.b | -0,10 | 446,87 | 69,75 | 516,62 | 259,23 | 0,50 | AKKOORD |
| **dsn 3 MOS 67 bolder** | Bijlage 3.c | -0,10 | 278,55 | 32,55 | 311,10 | 258,41 | 0,83 | AKKOORD |

### 3.9 Stap 12 - Uitvoeringsaspecten

In de uitgangspunten van de berekening zijn in de bouwfasering voorwaarden gesteld voor de uitvoeringswijze. Het is van groot belang dat deze bouwfasering aangehouden wordt. Het planktype is in overleg met de uitvoerder bepaald.

# 4 Resultaten

In tabel 4-1 en tabel 4-2 worden de resultaten van de berekeningen per traject gepresenteerd.

**Tabel 4-1 Samenvatting resultaten stalen damwand**

| dsn | sondering | Kop damwand | Kanaalbodem | Type damwand | Planklengte |
|---|---|---|---|---|---|
| | | [mtr NAP] | [mtr NAP] | | [m] |
| **dsn 1** | LKM 1 | 15,90 | 5,55 | AZ19 | 15,50 |
| **dsn 2** | MOS 66 | 15,90 | 5,55 | AZ19 | 16,00 |
| **3 MOS 66** | MOS 66 | 15,90 | 5,55 | AZ19 | 16,00 |
| **3 MOS 67** | MOS 67 | 15,90 | 5,55 | AZ19 | 16,00 |
| | | | | | |
| **dsn 1 bolder** | LKM 1 | 15,90 | 5,55 | AZ19 | 15,50 |
| **dsn 2 bolder** | MOS 66 | 15,90 | 5,55 | AZ19 | 16,00 |
| **dsn 3 MOS 66 bolder** | MOS 66 | 15,90 | 5,55 | AZ19 | 16,00 |
| **dsn 3 MOS 67 bolder** | MOS 67 | 15,90 | 5,55 | AZ19 | 16,00 |

**Tabel 4-2 Samenvatting resultaten groutinjectieverankering**

| dsn | Type grout-injectieanker | Lengte anker | Lengte groutlichaam | Ankerniveau | Ankerhelling |
|---|---|---|---|---|---|
| | | [m] | [m] | [mtr NAP] | [°] |
| **dsn 1** | Ø82,5x17,5 | 22,00 | 6,50 | 12,93 | 30,00 |
| **dsn 2** | Ø76,1x17,5 | 21,00 | 7,00 | 12,93 | 30,00 |
| **3 MOS 66** | Ø76,1x17,5 | 21,00 | 7,00 | 12,93 | 30,00 |
| **3 MOS 67** | Ø76,1x17,5 | 21,00 | 7,00 | 12,93 | 30,00 |
| | | | | | |
| **dsn 1 bolder** | Ø76,1x17,5 | 22,00 | 6,00 | 12,93 | 30,00 |
| **dsn 2 bolder** | Ø76,1x17,5 | 21,00 | 7,00 | 12,93 | 30,00 |
| **dsn 3 MOS 66 bolder** | Ø76,1x17,5 | 21,00 | 7,00 | 12,93 | 30,00 |
| **dsn 3 MOS 67 bolder** | Ø76,1x17,5 | 21,00 | 7,00 | 12,93 | 30,00 |

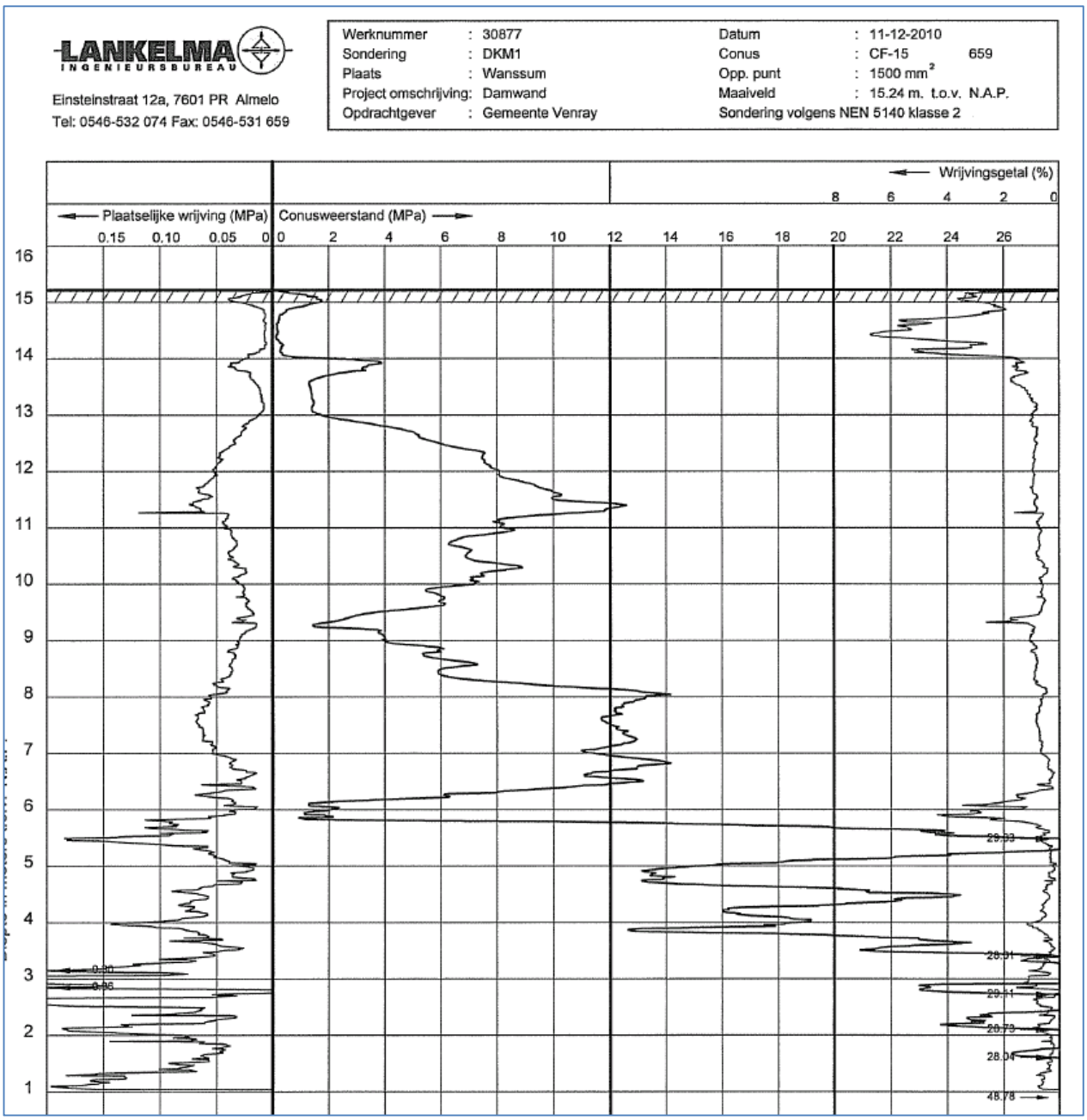
Voor de resultaten van de berekening van de gordingen en de details wordt verwezen naar de nog nader op te stellen berekeningen.

## Bijlage 1.– Uitdraai D-Sheet.

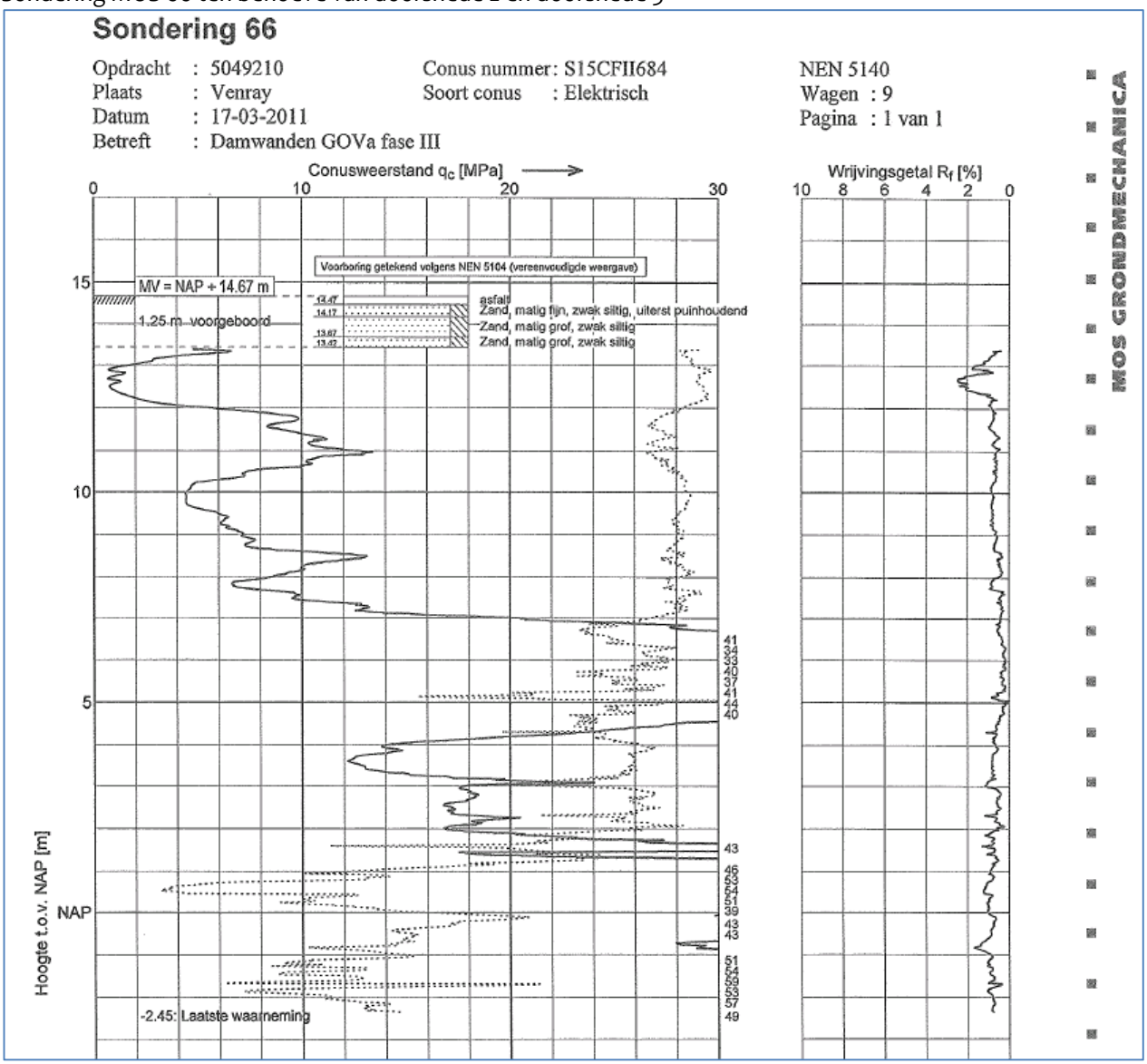
| | |
|---|---|
| Doorsnede 1 | : T14-0088;DSNA1 |
| Doorsnede 2 | : T14-0088;DSNA2 |
| Doorsnede 3 MOS 66 | : T14-0088;DSNA3 MOS 66 |
| Doorsnede 3 MOS 67 | : T14-0088;DSNA3 MOS 67 |
| Doorsnede 1 incl. bolder | : T14-0088;DSNA1 met bolder |
| Doorsnede 2 incl. bolder | : T14-0088;DSNA2 met bolder |
| Doorsnede 3 MOS 66 incl. bolder | : T14-0088;DSNA3 MOS 66 met bolder |
| Doorsnede 3 MOS 67 incl. bolder | : T14-0088;DSNA3 MOS 67 met bolder |

# Bijlage 2. – Sonderingen

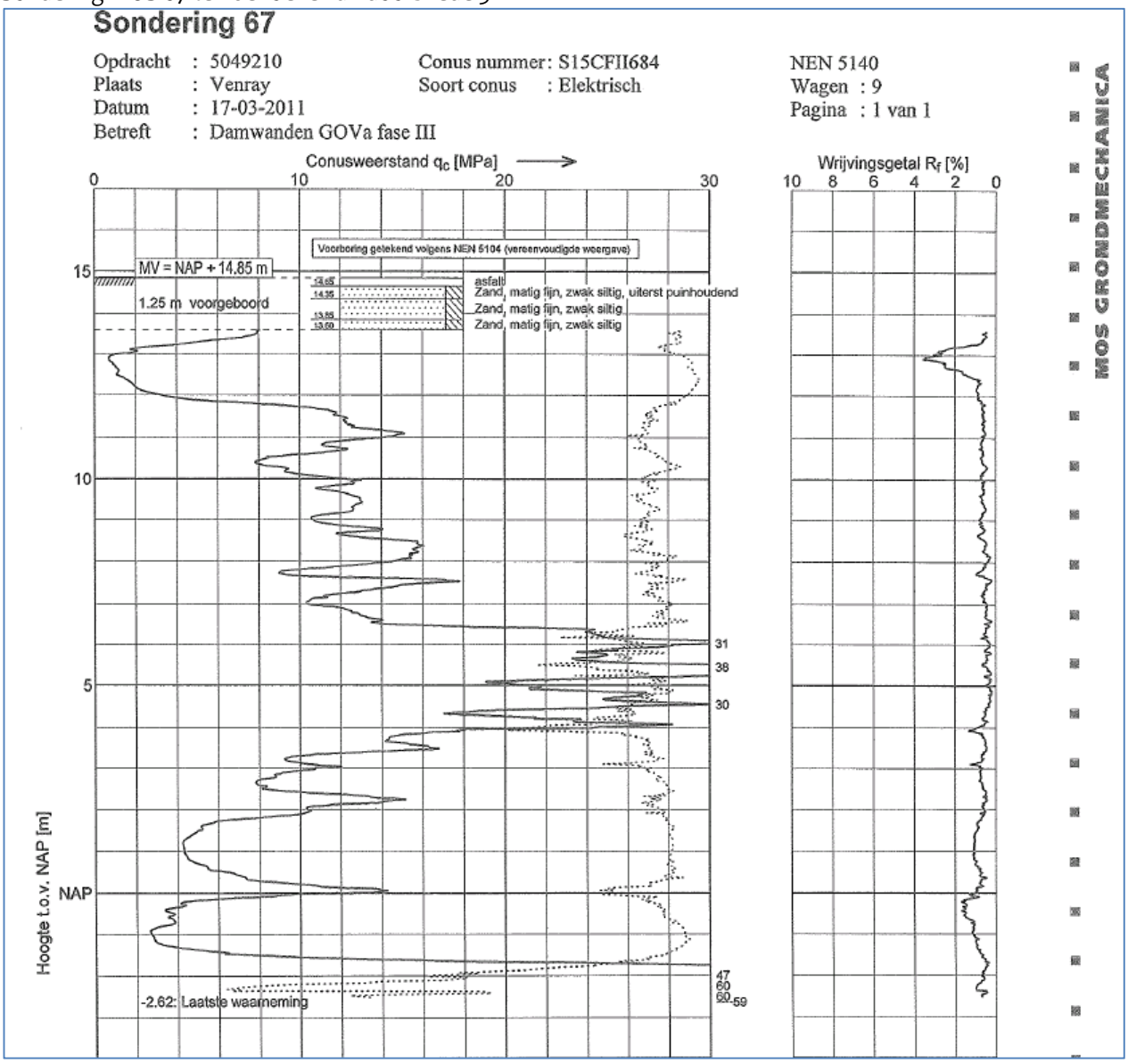
DKM 1 t.b.v. doorsnede 1.



Sondering MOS 66 ten behoeve van doorsnede 2 en doorsnede 3



Sondering MOS 67 ten behoeve van doorsnede 3.



# Bijlage 3. – Beschouwing draagkracht .

## a. – Beschouwing draagkracht Lamkelma DKM 1; doorsnede 1

**VERTIKAALDRAAGVERMOGEN DAMWANDSCHERM**

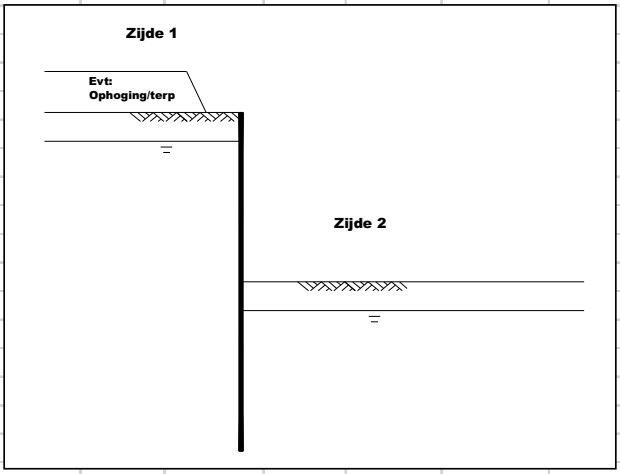
Deze spreadsheet is bedoeld voor het berekenen van het vertikaal draagvermogen van stalen damwand. Het vertikaaldraagvermogen wordt berekend aan de hand van de in de de NEN 9997-1+C1;2012 gegeven formules en de CUR 166 6e druk.

Bij het invullen van de diverse gegevens dient men de volgende zaken in acht te
- Het maaiveld kan nooit hoger liggen als de kop van de damwand. Indien zich achter de damwand een terp/ophoging bevindt, dan kan het gewicht daarvan worden
- Op elk punt waar men de conusweerstand wenst in te voeren dient een laagscheiding te worden ingevoerd.
- het kleefdraagvermogen wordt berekend over het niveau vanaf het laagste momenten 0-punt tot de teen van de damwand
- het puntdraag vermogen wordt berekend op basis vand de conuswerstand op het niveua van puntdamwand

| specificaties damwand: | | | |
|---|---|---|---|
| type: | AZ19 | | |
| omtrek: | 1,35 | m²/m² **enkel**zijdig | |
| plankpunt opp | 131,60 | cm² | |
| plankpuntniveau: | 1,00 | [m] NAP | |
| momenten 0-punt | 5,50 | [m] NAP | |

| berekeningsfactoren: | | |
|---|---|---|
| $\xi_4$ | 1,39 | [-] |
| $\gamma_s$ | 1,2 | [-] |
| $\alpha_{s;zand}$ | 0,006 | [-] |
| $\alpha_{s;klei}$ | 0,020 | [-] |
| $\alpha_{s;veen}$ | 0,000 | [-] |
| s | 0,620 | [-] |

| geometrie constructie: | | | | |
|---|---|---|---|---|
| *Oorspronkelijke situatie* | | zijde 1: | zijde 2: | |
| maaiveld: | | 12,43 | 12,43 | [m] NAP |
| waterstand | | 11,15 | 11,15 | [m] NAP |
| bovenlast: | | 0 | 0 | [kN/m²] |
| *Nieuwe situatie* | | | | |
| maaiveld: | | 14,90 | 5,55 | [m] NAP |
| waterstand | | 11,15 | 11,15 | [m] NAP |
| bovenlast: | | 0 | 0 | [kN/m²] |




| | | |
|---|---|---|
| **rekenwaarde kleefdrukdraagvermogen:** | **416,83** | **kN /m¹** |
| **rekenwaarde puntdrukdraagvermogen:** | **73,37** | **kN /m¹** |
| **rekenwaarde drukdraagvermogen:** | **490,20** | **kN /m¹** |

# b. . Beschouwing draagkracht MOS 66 doorsnede 2 & 3

**VERTIKAALDRAAGVERMOGEN DAMWANDSCHERM**

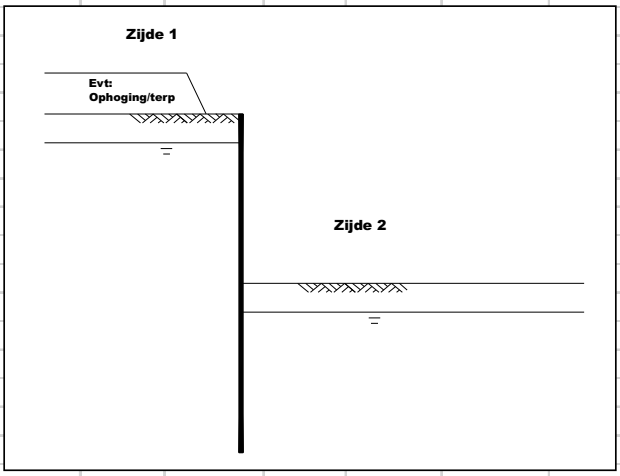
Deze spreadsheet is bedoeld voor het berekenen van het vertikaal draagvermogen van stalen damwand. Het vertikaaldraagvermogen wordt berekend aan de hand van de in de de NEN 9997-1+C1;2012 gegeven formules en de CUR 166 6e druk.

Bij het invullen van de diverse gegevens dient men de volgende zaken in acht te
- Het maaiveld kan nooit hoger liggen als de kop van de damwand. Indien zich achter de damwand een terp/ophoging bevindt, dan kan het gewicht daarvan worden
- Op elk punt waar men de conusweerstand wenst in te voeren dient een laagscheiding te worden ingevoerd.
- het kleefdraagvermogen wordt berekend over het niveau vanaf het laagste momenten 0-punt tot de teen van de damwand
- het puntdraag vermogen wordt berekend op basis vand de conuswerstand op het niveua van puntdamwand

| specificaties damwand: | | | |
|---|---|---|---|
| type: | AZ19 | | |
| omtrek: | 1,35 | m²/m² **enkel**zijdig | |
| plankpunt opp | 131,60 | cm² | |
| plankpuntniveau: | 0,00 | [m] NAP | |
| momenten 0-punt | 5,00 | [m] NAP | |

| berekeningsfactoren: | | |
|---|---|---|
| $\xi_4$ | 1,39 | [-] |
| $\gamma_s$ | 1,2 | [-] |
| $\alpha_{s;zand}$ | 0,006 | [-] |
| $\alpha_{s;klei}$ | 0,020 | [-] |
| $\alpha_{s;veen}$ | 0,000 | [-] |
| s | 0,620 | [-] |

| geometrie constructie: | | | | |
|---|---|---|---|---|
| *Oorspronkelijke situatie* | | zijde 1: | zijde 2: | |
| maaiveld: | | 11,60 | 11,60 | [m] NAP |
| waterstand | | 11,15 | 11,15 | [m] NAP |
| bovenlast: | | 0 | 0 | [kN/m²] |
| *Nieuwe situatie* | | | | |
| maaiveld: | | 14,90 | 5,55 | [m] NAP |
| waterstand | | 11,15 | 11,15 | [m] NAP |
| bovenlast: | | 0 | 0 | [kN/m²] |




| | | |
|---|---|---|
| **rekenwaarde kleefdrukdraagvermogen:** | **464,06** | **kN /m¹** |
| **rekenwaarde puntdrukdraagvermogen:** | **73,37** | **kN /m¹** |
| **rekenwaarde drukdraagvermogen:** | **537,43** | **kN /m¹** |

## c. . Beschouwing draagkracht MOS 67 doorsnede 3

**VERTIKAALDRAAGVERMOGEN DAMWANDSCHERM**

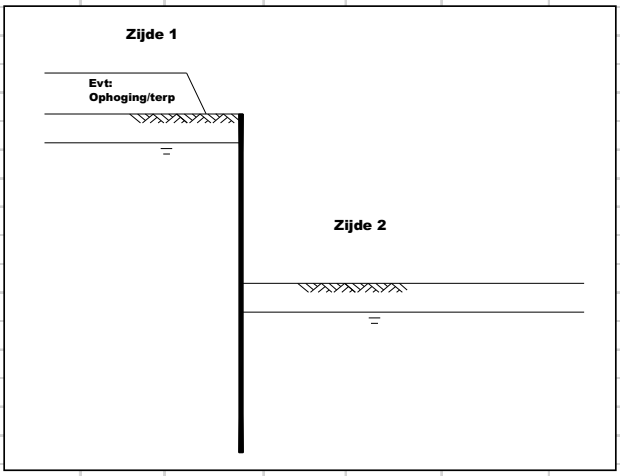
Deze spreadsheet is bedoeld voor het berekenen van het vertikaal draagvermogen van stalen damwand. Het vertikaaldraagvermogen wordt berekend aan de hand van de in de de NEN 9997-1+C1;2012 gegeven formules en de CUR 166 6e druk.

Bij het invullen van de diverse gegevens dient men de volgende zaken in acht te
- Het maaiveld kan nooit hoger liggen als de kop van de damwand. Indien zich achter de damwand een terp/ophoging bevindt, dan kan het gewicht daarvan worden
- Op elk punt waar men de conusweerstand wenst in te voeren dient een laagscheiding te worden ingevoerd.
- het kleefdraagvermogen wordt berekend over het niveau vanaf het laagste momenten 0-punt tot de teen van de damwand
- het puntdraag vermogen wordt berekend op basis vand de conuswerstand op het niveua van puntdamwand

| specificaties damwand: | | | |
|---|---|---|---|
| type: | AZ19 | | |
| omtrek: | 1,35 | m²/m² **enkel**zijdig | |
| plankpunt opp | 131,60 | cm² | |
| plankpuntniveau: | 0,50 | [m] NAP | |
| momenten 0-punt | 5,00 | [m] NAP | |

| berekeningsfactoren: | | |
|---|---|---|
| $\xi_4$ | 1,39 | [-] |
| $\gamma_s$ | 1,2 | [-] |
| $\alpha_{s;zand}$ | 0,006 | [-] |
| $\alpha_{s;klei}$ | 0,020 | [-] |
| $\alpha_{s;veen}$ | 0,000 | [-] |
| s | 0,620 | [-] |

| geometrie constructie: | | | | |
|---|---|---|---|---|
| *Oorspronkelijke situatie* | | zijde 1: | zijde 2: | |
| maaiveld: | | 11,50 | 11,50 | [m] NAP |
| waterstand | | 11,15 | 11,15 | [m] NAP |
| bovenlast: | | 0 | 0 | [kN/m²] |
| *Nieuwe situatie* | | | | |
| maaiveld: | | 14,90 | 5,55 | [m] NAP |
| waterstand | | 11,15 | 11,15 | [m] NAP |
| bovenlast: | | 0 | 0 | [kN/m²] |




| | | |
|---|---|---|
| **rekenwaarde kleefdrukdraagvermogen:** | **289,27** | **kN /m¹** |
| **rekenwaarde puntdrukdraagvermogen:** | **34,24** | **kN /m¹** |
| **rekenwaarde drukdraagvermogen:** | **323,51** | **kN /m¹** |

# Bijlage 4. – Beschouwing Kranz stabiliteit.

## a. Verificatie ankerkracht doorsnede 1.

# Verificatie ankerkracht

D-Sheet Piling versie 9.3 Datum: 9/11/2014 Tijd: 11:15:32 AM

Probleemidentificatie Doorsnede A 1
Revitalisering haven Wanssum, kade oostkant
Uitbreiding Haven Wanssum

## Fase 10: Met hoogwaterterp en verval (1)

| | | | |
|---|---|---|---|
| Hoogte van het ankerschot | : | 0,00 | [m] |
| Onderkant ankerschot | : | 3,81 | [m] |
| Bovenkant ankerschot | : | 3,81 | [m] |
| Lengte van het anker | : | 18,25 | [m] |
| Doorsnede van het anker | : | 945,40 | [mm²] |

Verankering is: korte verankering

Resultaten Kranz berekening

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Damwand actief, met belastingen | (Ea) | : | 241,866 | [kN] |
| Damwand actief, geen belastingen | (Ea) | : | 194,633 | [kN] |
| Horizontale kracht, met belastingen | (Er) | : | -1552,203 | [kN] |
| Horizontale kracht, geen belastingen | (Er) | : | -1139,146 | [kN] |
| Ankerschot actief | (Eo) | : | 647,597 | [kN] |
| Cohesie x lengte | (Ec) | : | 0,000 | [kN] |
| Factor t.g.v. hoek | (Es) | : | 1,181 | [ - ] |

Toegestane ankerkracht = ( Ea - ( Er + Eo ) + Ec ) / Es

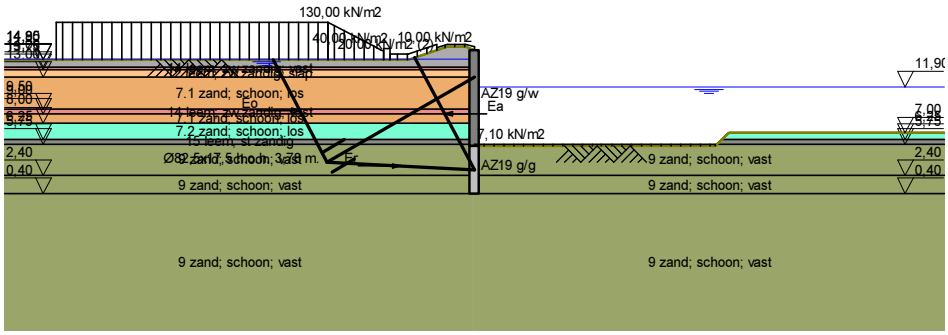
| | | | |
|---|---|---|---|
| Toegestane ankerkracht met belastingen | : | 970,979 | [kN] |
| Toegestane ankerkracht zonder belastingen | : | 581,147 | [kN] |
| Toegestane ankerkracht volgens Kranz | : | 581,147 | [kN] |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Toegestane ankerkracht | : | 581,147 | [kN] |
| Feitelijke ankerkracht (Rep) | : | 276,644 | [kN] |
| Feitelijke ankerkracht Cur (1.5 * Fa;Max) | : | 528,718 | [kN] |

Toetsing anker:
Voldoet volgens toets op representatieve waarden
Voldoet volgens CUR

**Einde van ankerkrachtverificatie**

## Toegestane ankerkracht - Fase: Met hoogwaterterp en verval (1)




KORTE VERANKERING

| | | | |
|---|---|---|---|
| H = 0,00 [m] | Ea = 194,6 [kN/m] | Ec = 0,0 [kN/m] | Fmax = 5,8E02 [kN] |
| L = 18,25 [m] | Er = -1139,1 [kN/m] | Es = 2,2 [-] | Fact = 2,8E02 [kN] |
| A = 945,40 [mm2] | Eo = 647,6 [kN/m] | Ep = 2000,9 [kN/m] | |

VAN HALTEREN INFRA BV
Ampereweg 3
3752 LR Bunschoten
Tel +31 33 2984985
Fax +31 33 2987474

Doorsnede A 1
Revitalisering haven Wanssum, kade oostkant
Uitbreiding Haven Wanssum

datum 9/11/2014
gef. -
ctr. -
form A4
Bijl. -

D:Sheet Piling 9.3 - T14-0006 D20141 1.0.1-4.0.sht

## b. Verificatie ankerkracht doorsnede 2.

# Verificatie ankerkracht

D-Sheet Piling versie 9.3 Datum: 9/11/2014 Tijd: 11:45:26 AM

Probleemidentificatie Doornsede A2 dkm 66
Revitaliesering haven Wanssum, kade oostkant
Uitbreiding Haven Wanssum

## Fase 10: Met hoogwaterterp en 3 mtr verval (1)

| | | | |
|---|---|---|---|
| Hoogte van het ankerschot | : | 0,00 | [m] |
| Onderkant ankerschot | : | 4,43 | [m] |
| Bovenkant ankerschot | : | 4,43 | [m] |
| Lengte van het anker | : | 17,00 | [m] |
| Doorsnede van het anker | : | 1278,00 | [mm²] |

Verankering is: korte verankering

Resultaten Kranz berekening

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Damwand actief, met belastingen | (Ea) | : | 284,346 | [kN] |
| Damwand actief, geen belastingen | (Ea) | : | 236,946 | [kN] |
| Horizontale kracht, met belastingen | (Er) | : | -1015,044 | [kN] |
| Horizontale kracht, geen belastingen | (Er) | : | -849,483 | [kN] |
| Ankerschot actief | (Eo) | : | 290,062 | [kN] |
| Cohesie x lengte | (Ec) | : | 0,000 | [kN] |
| Factor t.g.v. hoek | (Es) | : | 1,103 | [ - ] |

Toegestane ankerkracht = ( Ea - ( Er + Eo ) + Ec ) / Es

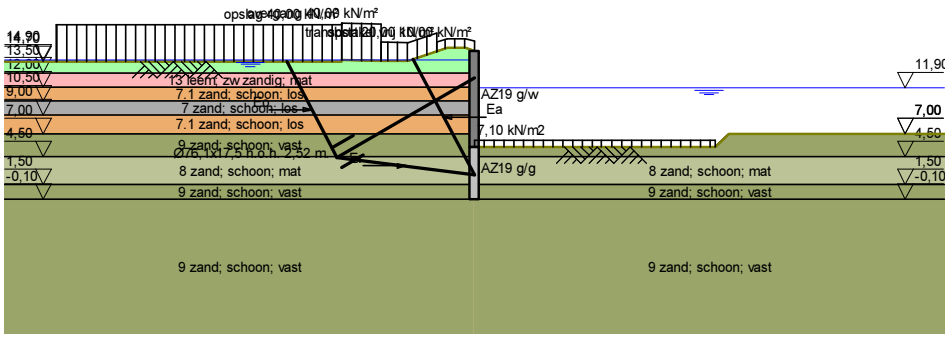
| | | | |
|---|---|---|---|
| Toegestane ankerkracht met belastingen | : | 914,835 | [kN] |
| Toegestane ankerkracht zonder belastingen | : | 721,811 | [kN] |
| Toegestane ankerkracht volgens Kranz | : | 721,811 | [kN] |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Toegestane ankerkracht | : | 721,811 | [kN] |
| Feitelijke ankerkracht (Rep) | : | 361,804 | [kN] |
| Feitelijke ankerkracht Cur (1.5 * Fa;Max) | : | 687,600 | [kN] |

Toetsing anker:
Voldoet volgens toets op representatieve waarden
Voldoet volgens CUR

**Einde van ankerkrachtverificatie**

## Toegestane ankerkracht - Fase: Met hoogwaterterp en 3 mtr verval (1)




KORTE VERANKERING

| | | | |
|---|---|---|---|
| H = 0,00 [m] | Ea = 236,9 [kN/m] | Ec = 0,0 [kN/m] | Fmax = 7,2E02 [kN] |
| L = 17,00 [m] | Er = -849,5 [kN/m] | Es = 2,1 [-] | Fact = 3,6E02 [kN] |
| A = 1278,00 [mm2] | Eo = 290,1 [kN/m] | Ep = 2078,9 [kN/m] | |

Uitbreiding Haven Wanssum
Doorsede A2 dkm 66
Revitalisering haven Wanssum, kade oostkant

VAN HALTEREN INFRA BV
Ampèreweg 3
3702 LR Bunschoten
Tel +31 33 2984685
Fax +31 33 2987474

| datum | gef |
|---|---|
| 9/11/2014 | - |
| ctr | form |
| - | A4 |
| Bijl. | - |

D-Sheet Piling 9.3 T14.0208.6 ISO/A2 1.0 v4.0 sh

c. Verificatie ankerkracht doorsnede 3 MOS 66.

# Verificatie ankerkracht

D-Sheet Piling versie 9.3 Datum: 9/11/2014 Tijd: 12:14:56 PM

Probleemidentificatie Doorsnede A3 dkm 66
Revitalisering haven Wanssum kade Oostzijde
Uitbreiding Haven Wanssum

## Fase 10: Met hoogwaterterp en verval (1)

| | | | |
|---|---|---|---|
| Hoogte van het ankerschot | : | 0,00 | [m] |
| Onderkant ankerschot | : | 4,43 | [m] |
| Bovenkant ankerschot | : | 4,43 | [m] |
| Lengte van het anker | : | 17,00 | [m] |
| Doorsnede van het anker | : | 1278,00 | [mm²] |

Verankering is: korte verankering

Resultaten Kranz berekening

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Damwand actief, met belastingen | (Ea) | : | 284,384 | [kN] |
| Damwand actief, geen belastingen | (Ea) | : | 236,979 | [kN] |
| Horizontale kracht, met belastingen | (Er) | : | -1014,887 | [kN] |
| Horizontale kracht, geen belastingen | (Er) | : | -849,358 | [kN] |
| Ankerschot actief | (Eo) | : | 290,062 | [kN] |
| Cohesie x lengte | (Ec) | : | 0,000 | [kN] |
| Factor t.g.v. hoek | (Es) | : | 1,103 | [ - ] |

Toegestane ankerkracht = ( Ea - ( Er + Eo ) + Ec ) / Es

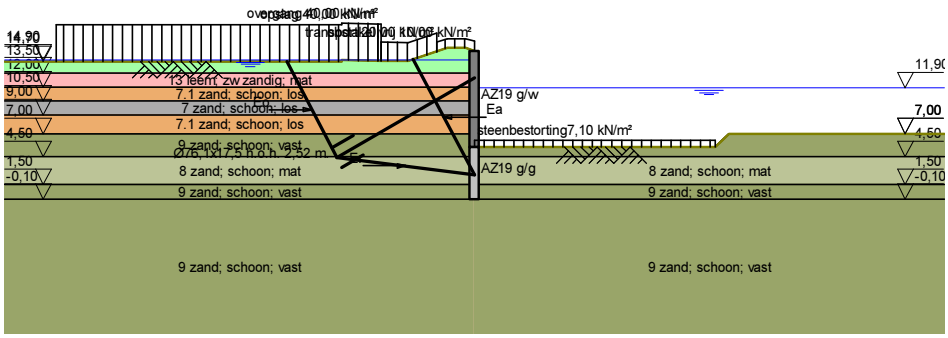
| | | | |
|---|---|---|---|
| Toegestane ankerkracht met belastingen | : | 914,766 | [kN] |
| Toegestane ankerkracht zonder belastingen | : | 721,759 | [kN] |
| Toegestane ankerkracht volgens Kranz | : | 721,759 | [kN] |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Toegestane ankerkracht | : | 721,759 | [kN] |
| Feitelijke ankerkracht (Rep) | : | 361,167 | [kN] |
| Feitelijke ankerkracht Cur (1.5 * Fa;Max) | : | 686,424 | [kN] |

Toetsing anker:
Voldoet volgens toets op representatieve waarden
Voldoet volgens CUR

**Einde van ankerkrachtverificatie**

## Toegestane ankerkracht - Fase: Met hoogwaterterp en verval (1)




KORTE VERANKERING

| | | | |
|---|---|---|---|
| H = 0,00 [m] | Ea = 237,0 [kN/m] | Ec = 0,0 [kN/m] | Fmax = 7,2E02 [kN] |
| L = 17,00 [m] | Er = -849,4 [kN/m] | Es = 2,1 [-] | Fact = 3,6E02 [kN] |
| A = 1278,00 [mm2] | Eo = 290,1 [kN/m] | Ep = 2078,9 [kN/m] | |

Uitbreiding Haven Wanssum
Revitalisering haven Wanssum kade Oostzijde
Doorsnede A3 dkm 66

VAN HALTEREN INFRA BV
Ampèreweg 3
3702 LR Bunschoten
Tel +31 33 2984585
Fax +31 33 2987474

9/11/2014
datum
Bijl. -
form A4
ctr -
gef -

D-Sheet Piling 9.3 - T14-0398 - 0204A3 MOS 66 1.0 - v4.0 - kh

### d. Verificatie ankerkracht doorsnede 3 MOS 67.

# Verificatie ankerkracht

D-Sheet Piling versie 9.3 Datum: 9/11/2014 Tijd: 12:49:44 PM

Probleemidentificatie Doorsnede A 3 dkm 67
Revitalisering haven Wansum, kade oostkant

## Fase 10: Met hoogwaterterp en verval (1)

| | | | |
|---|---|---|---|
| Hoogte van het ankerschot | : | 0,00 | [m] |
| Onderkant ankerschot | : | 4,43 | [m] |
| Bovenkant ankerschot | : | 4,43 | [m] |
| Lengte van het anker | : | 17,00 | [m] |
| Doorsnede van het anker | : | 1278,00 | [mm²] |

Verankering is: korte verankering

Resultaten Kranz berekening

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Damwand actief, met belastingen | (Ea) | : | 265,896 | [kN] |
| Damwand actief, geen belastingen | (Ea) | : | 221,590 | [kN] |
| Horizontale kracht, met belastingen | (Er) | : | -1061,829 | [kN] |
| Horizontale kracht, geen belastingen | (Er) | : | -881,887 | [kN] |
| Ankerschot actief | (Eo) | : | 281,111 | [kN] |
| Cohesie x lengte | (Ec) | : | 0,000 | [kN] |
| Factor t.g.v. hoek | (Es) | : | 1,119 | [ - ] |

Toegestane ankerkracht = ( Ea - ( Er + Eo ) + Ec ) / Es

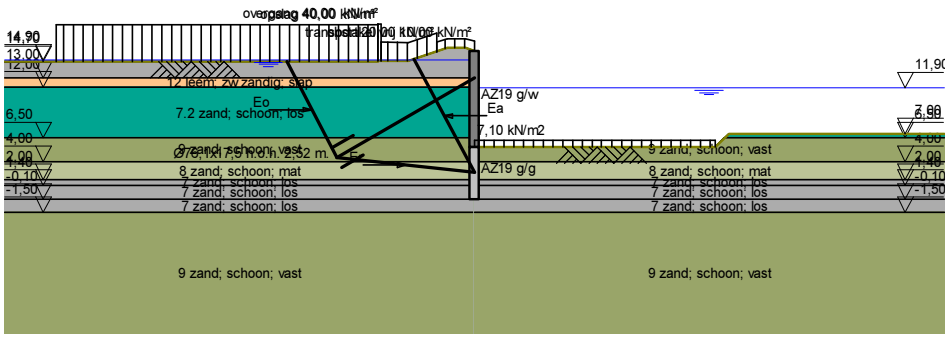
| | | | |
|---|---|---|---|
| Toegestane ankerkracht met belastingen | : | 935,503 | [kN] |
| Toegestane ankerkracht zonder belastingen | : | 735,061 | [kN] |
| Toegestane ankerkracht volgens Kranz | : | 735,061 | [kN] |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Toegestane ankerkracht | : | 735,061 | [kN] |
| Feitelijke ankerkracht (Rep) | : | 331,599 | [kN] |
| Feitelijke ankerkracht Cur (1.5 * Fa;Max) | : | 656,397 | [kN] |

Toetsing anker:
Voldoet volgens toets op representatieve waarden
Voldoet volgens CUR

**Einde van ankerkrachtverificatie**

## Toegestane ankerkracht - Fase: Met hoogwaterterp en verval (1)




KORTE VERANKERING

| | | | |
|---|---|---|---|
| H = 0,00 [m] | Ea = 221,6 [kN/m] | Ec = 0,0 [kN/m] | Fmax = 7,4E02 [kN] |
| L = 17,00 [m] | Er = -881,9 [kN/m] | Es = 2,1 [-] | Fact = 3,3E02 [kN] |
| A = 1278,00 [mm2] | Eo = 281,1 [kN/m] | Ep = 2017,7 [kN/m] | |

VAN HALTEREN INFRA BV
Ampèreweg 3
3702 LR Bunschoten
Tel +31 33 2984985
Fax +31 33 2987474
D:\Sheet Piling 9.3 - T14-0398 - 0204\3 MOS 67 1.0 v4.0.sh

Doorsnede A 3 dkm 67
Revitalisering haven Wansum, kade oostkant

| | | |
|---|---|---|
| 9/11/2014 | datum | gef. |
| - | | ctr. |
| Bijl. - | | form. A4 |

### e. Verificatie ankerkracht doorsnede 1 met bolder

# Verificatie ankerkracht

D-Sheet Piling versie 9.3 Datum: 9/11/2014 Tijd: 1:18:38 PM

Probleemidentificatie Doorsnede A 1 - bolder
Revitalisering haven Wanssum, kade oostkant
Uitbreiding Haven Wanssum

## Fase 12: Met hoogwaterterp en verval (1)

| | | | |
|---|---|---|---|
| Hoogte van het ankerschot | : | 0,00 | [m] |
| Onderkant ankerschot | : | 3,68 | [m] |
| Bovenkant ankerschot | : | 3,68 | [m] |
| Lengte van het anker | : | 18,50 | [m] |
| Doorsnede van het anker | : | 1278,00 | [mm²] |

Verankering is: korte verankering

Resultaten Kranz berekening

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Damwand actief, met belastingen | (Ea) | : | 242,402 | [kN] |
| Damwand actief, geen belastingen | (Ea) | : | 195,105 | [kN] |
| Horizontale kracht, met belastingen | (Er) | : | -1618,632 | [kN] |
| Horizontale kracht, geen belastingen | (Er) | : | -1180,905 | [kN] |
| Ankerschot actief | (Eo) | : | 655,517 | [kN] |
| Cohesie x lengte | (Ec) | : | 0,000 | [kN] |
| Factor t.g.v. hoek | (Es) | : | 1,186 | [ - ] |

Toegestane ankerkracht = ( Ea - ( Er + Eo ) + Ec ) / Es

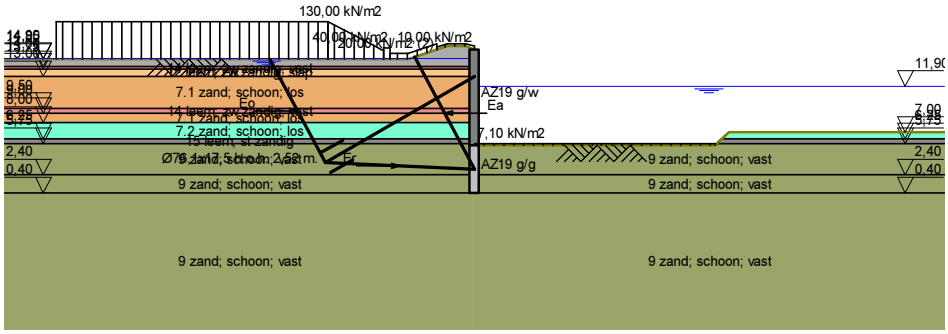
| | | | |
|---|---|---|---|
| Toegestane ankerkracht met belastingen | : | 1016,611 | [kN] |
| Toegestane ankerkracht zonder belastingen | : | 607,590 | [kN] |
| Toegestane ankerkracht volgens Kranz | : | 607,590 | [kN] |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Toegestane ankerkracht | : | 607,590 | [kN] |
| Feitelijke ankerkracht (Rep) | : | 326,740 | [kN] |
| Feitelijke ankerkracht Cur (1.5 * Fa;Max) | : | 586,699 | [kN] |

Toetsing anker:
Voldoet volgens toets op representatieve waarden
Voldoet volgens CUR

**Einde van ankerkrachtverificatie**

## Toegestane ankerkracht - Fase: Met hoogwaterterp en verval (1)




KORTE VERANKERING

| | | | |
|---|---|---|---|
| H = 0,00 [m] | Ea = 195,1 [kN/m] | Ec = 0,0 [kN/m] | Fmax = 6,1E02 [kN] |
| L = 18,50 [m] | Er = -1180,9 [kN/m] | Es = 2,2 [-] | Fact = 3,3E02 [kN] |
| A = 1278,00 [mm2] | Eo = 655,5 [kN/m] | Ep = 2050,1 [kN/m] | |

VAN HALTEREN INFRA BV
Arnpdeweg 3
3702 LR Bunschoten
Tel +31 33 2984585
Fax +31 33 2987474

Doorsnede A 1 - bolder
Revitalisering haven Wanssum, kade oostkant
Uitbreiding Haven Wanssum

datum 9/11/2014
gef -
ctr -
form A4
Bijl. -

D:\Sheet Piling 9.3 - T14-0208 - DEWI - 1.0 met bolder v4.0.sht

### f. Verificatie ankerkracht doorsnede 2 met bolder

# Verificatie ankerkracht

D-Sheet Piling versie 9.3 Datum: 9/11/2014 Tijd: 2:51:29 PM

Probleemidentificatie Doornsede A2 dkm 66-bolder
Revitaliesering haven Wanssum, kade oostkant
Uitbreiding Haven Wanssum

## Fase 12: Met hoogwaterterp en 3 mtr verval (1)

| | | | |
|---|---|---|---|
| Hoogte van het ankerschot | : | 0,00 | [m] |
| Onderkant ankerschot | : | 4,43 | [m] |
| Bovenkant ankerschot | : | 4,43 | [m] |
| Lengte van het anker | : | 17,00 | [m] |
| Doorsnede van het anker | : | 1278,00 | [mm²] |

Verankering is: korte verankering

Resultaten Kranz berekening

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Damwand actief, met belastingen | (Ea) | : | 285,076 | [kN] |
| Damwand actief, geen belastingen | (Ea) | : | 237,589 | [kN] |
| Horizontale kracht, met belastingen | (Er) | : | -1012,033 | [kN] |
| Horizontale kracht, geen belastingen | (Er) | : | -847,088 | [kN] |
| Ankerschot actief | (Eo) | : | 290,062 | [kN] |
| Cohesie x lengte | (Ec) | : | 0,000 | [kN] |
| Factor t.g.v. hoek | (Es) | : | 1,102 | [ - ] |

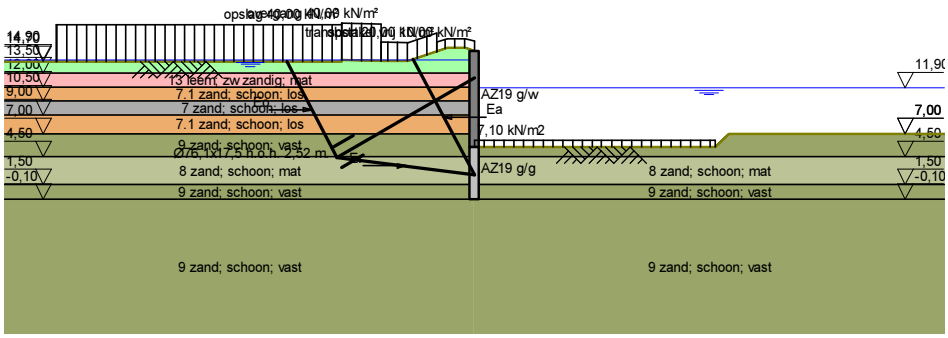
Toegestane ankerkracht = ( Ea - ( Er + Eo ) + Ec ) / Es

| | | | |
|---|---|---|---|
| Toegestane ankerkracht met belastingen | : | 913,499 | [kN] |
| Toegestane ankerkracht zonder belastingen | : | 720,800 | [kN] |
| Toegestane ankerkracht volgens Kranz | : | 720,800 | [kN] |
| Toegestane ankerkracht | : | 720,800 | [kN] |
| Feitelijke ankerkracht (Rep) | : | 373,216 | [kN] |
| Feitelijke ankerkracht Cur (1.5 * Fa;Max) | : | 696,083 | [kN] |

Toetsing anker:
Voldoet volgens toets op representatieve waarden
Voldoet volgens CUR

**Einde van ankerkrachtverificatie**

## Toegestane ankerkracht - Fase: Met hoogwaterterp en 3 mtr verval (1)




KORTE VERANKERING

| | | | |
|---|---|---|---|
| H = 0,00 [m] | Ea = 237,6 [kN/m] | Ec = 0,0 [kN/m] | Fmax = 7,2E02 [kN] |
| L = 17,00 [m] | Er = -847,1 [kN/m] | Es = 2,1 [-] | Fact = 3,7E02 [kN] |
| A = 1278,00 [mm2] | Eo = 290,1 [kN/m] | Ep = 2078,9 [kN/m] | |

VAN HALTEREN INFRA BV
Ampèreweg 3
3702 LR Bunschoten
Tel +31 33 2984985
Fax +31 33 2987474

Doorsede A2 dkm 66-bolder
Revitalisering haven Wanssum, kade oostkant
Uitbreiding Haven Wanssum

D-Sheet Piling 9.3 - T14-0095 D:\9042.1.0-bolder v4.0.sht

| | | |
|---|---|---|
| datum | 9/11/2014 | |
| gef. | - | |
| ctr. | - | |
| form | A4 | |
| Bijl. | - | |

## g. Verificatie ankerkracht doorsnede 3 MOS 66 met bolder

# Verificatie ankerkracht

D-Sheet Piling versie 9.3 Datum: 9/11/2014 Tijd: 2:06:27 PM

Probleemidentificatie Doorsnede A3 dkm 66-bolder
Revitalisering haven Wanssum kade Oostzijde
Uitbreiding Haven Wanssum

## Fase 12: Met hoogwaterterp en verval (1)

| | | | |
|---|---|---|---|
| Hoogte van het ankerschot | : | 0,00 | [m] |
| Onderkant ankerschot | : | 4,43 | [m] |
| Bovenkant ankerschot | : | 4,43 | [m] |
| Lengte van het anker | : | 17,00 | [m] |
| Doorsnede van het anker | : | 1278,00 | [mm²] |

Verankering is: korte verankering

Resultaten Kranz berekening

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Damwand actief, met belastingen | (Ea) | : | 284,786 | [kN] |
| Damwand actief, geen belastingen | (Ea) | : | 237,334 | [kN] |
| Horizontale kracht, met belastingen | (Er) | : | -1013,229 | [kN] |
| Horizontale kracht, geen belastingen | (Er) | : | -848,039 | [kN] |
| Ankerschot actief | (Eo) | : | 290,062 | [kN] |
| Cohesie x lengte | (Ec) | : | 0,000 | [kN] |
| Factor t.g.v. hoek | (Es) | : | 1,103 | [ - ] |

Toegestane ankerkracht = ( Ea - ( Er + Eo ) + Ec ) / Es

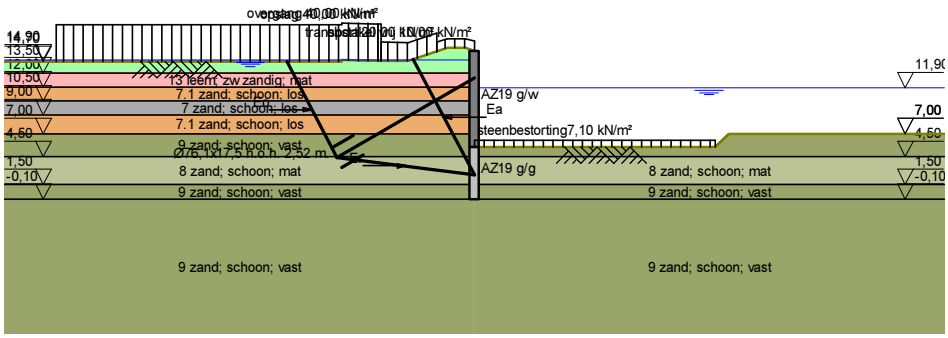
| | | | |
|---|---|---|---|
| Toegestane ankerkracht met belastingen | : | 914,030 | [kN] |
| Toegestane ankerkracht zonder belastingen | : | 721,202 | [kN] |
| Toegestane ankerkracht volgens Kranz | : | 721,202 | [kN] |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Toegestane ankerkracht | : | 721,202 | [kN] |
| Feitelijke ankerkracht (Rep) | : | 371,719 | [kN] |
| Feitelijke ankerkracht Cur (1.5 * Fa;Max) | : | 696,392 | [kN] |

Toetsing anker:
Voldoet volgens toets op representatieve waarden
Voldoet volgens CUR

**Einde van ankerkrachtverificatie**

## Toegestane ankerkracht - Fase: Met hoogwaterterp en verval (1)




KORTE VERANKERING

| | | | |
|---|---|---|---|
| H = 0,00 [m] | Ea = 237,3 [kN/m] | Ec = 0,0 [kN/m] | Fmax = 7,2E02 [kN] |
| L = 17,00 [m] | Er = -848,0 [kN/m] | Es = 2,1 [-] | Fact = 3,7E02 [kN] |
| A = 1278,00 [mm2] | Eo = 290,1 [kN/m] | Ep = 2078,9 [kN/m] | |

VAN HALTEREN INFRA BV
Ampèreweg 3
3702 LR Bunschoten
Tel +31 33 2984585
Fax +31 33 2987474

Uitbreiding Haven Wanssum
Revitalisering haven Wanssum kade Oostzijde
Doorsnede A3 dkm 66-bolder

| | | |
|---|---|---|
| Bijl. - | - | datum 9/11/2014 |
| form A4 | ctr - | gef - |

D-Sheet Piling 9.3 : T14-0066 D20N45 MCS 66 1.0-bolder v4.0.shi

h. – Verificatie ankerkracht doorsnede 3 MOS 67met bolder

# Verificatie ankerkracht

D-Sheet Piling versie 9.3 Datum: 9/11/2014 Tijd: 2:31:23 PM

Probleemidentificatie Doorsnede A 3 dkm 67
Revitalisering haven Wanssum, kade oostkant
Uitbreiding Haven Wanssum

## Fase 12: Met hoogwaterterp en verval (1)

| | | | |
|---|---|---|---|
| Hoogte van het ankerschot | : | 0,00 | [m] |
| Onderkant ankerschot | : | 4,43 | [m] |
| Bovenkant ankerschot | : | 4,43 | [m] |
| Lengte van het anker | : | 17,00 | [m] |
| Doorsnede van het anker | : | 1278,00 | [mm²] |

Verankering is: korte verankering

Resultaten Kranz berekening

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Damwand actief, met belastingen | (Ea) | : | 266,236 | [kN] |
| Damwand actief, geen belastingen | (Ea) | : | 221,888 | [kN] |
| Horizontale kracht, met belastingen | (Er) | : | -1060,203 | [kN] |
| Horizontale kracht, geen belastingen | (Er) | : | -880,614 | [kN] |
| Ankerschot actief | (Eo) | : | 281,111 | [kN] |
| Cohesie x lengte | (Ec) | : | 0,000 | [kN] |
| Factor t.g.v. hoek | (Es) | : | 1,118 | [ - ] |

Toegestane ankerkracht = ( Ea - ( Er + Eo ) + Ec ) / Es

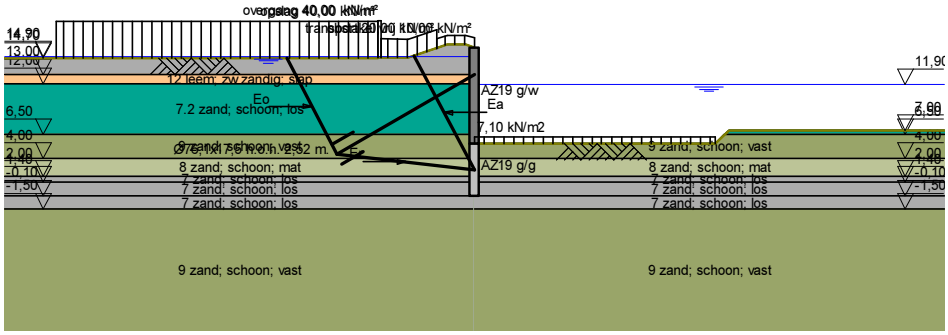
| | | | |
|---|---|---|---|
| Toegestane ankerkracht met belastingen | : | 934,747 | [kN] |
| Toegestane ankerkracht zonder belastingen | : | 734,500 | [kN] |
| Toegestane ankerkracht volgens Kranz | : | 734,500 | [kN] |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Toegestane ankerkracht | : | 734,500 | [kN] |
| Feitelijke ankerkracht (Rep) | : | 360,390 | [kN] |
| Feitelijke ankerkracht Cur (1.5 * Fa;Max) | : | 693,187 | [kN] |

Toetsing anker:
Voldoet volgens toets op representatieve waarden
Voldoet volgens CUR

**Einde van ankerkrachtverificatie**

## Toegestane ankerkracht - Fase: Met hoogwaterterp en verval (1)




KORTE VERANKERING

| | | | |
|---|---|---|---|
| H = 0,00 [m] | Ea = 221,9 [kN/m] | Ec = 0,0 [kN/m] | Fmax = 7,3E02 [kN] |
| L = 17,00 [m] | Er = -880,6 [kN/m] | Es = 2,1 [-] | Fact = 3,6E02 [kN] |
| A = 1278,00 [mm2] | Eo = 281,1 [kN/m] | Ep = 2017,7 [kN/m] | |

VAN HALTEREN INFRA BV
Ampereweg 3
3752 LR Bunschoten
Tel +31 33 2984985
Fax +31 33 2987474

Doorsnede A 3 dkm 67
Revitalisering haven Wanssum, kade oostkant
Uitbreiding Haven Wanssum

datum 9/11/2014
gef. -
ctr. -
form A4
Bijl. -

D:\Sheet Piling 9.3 - T14.0038.01 - EB\M3 MOS 67 I O\v4\v4 v4.0.sht

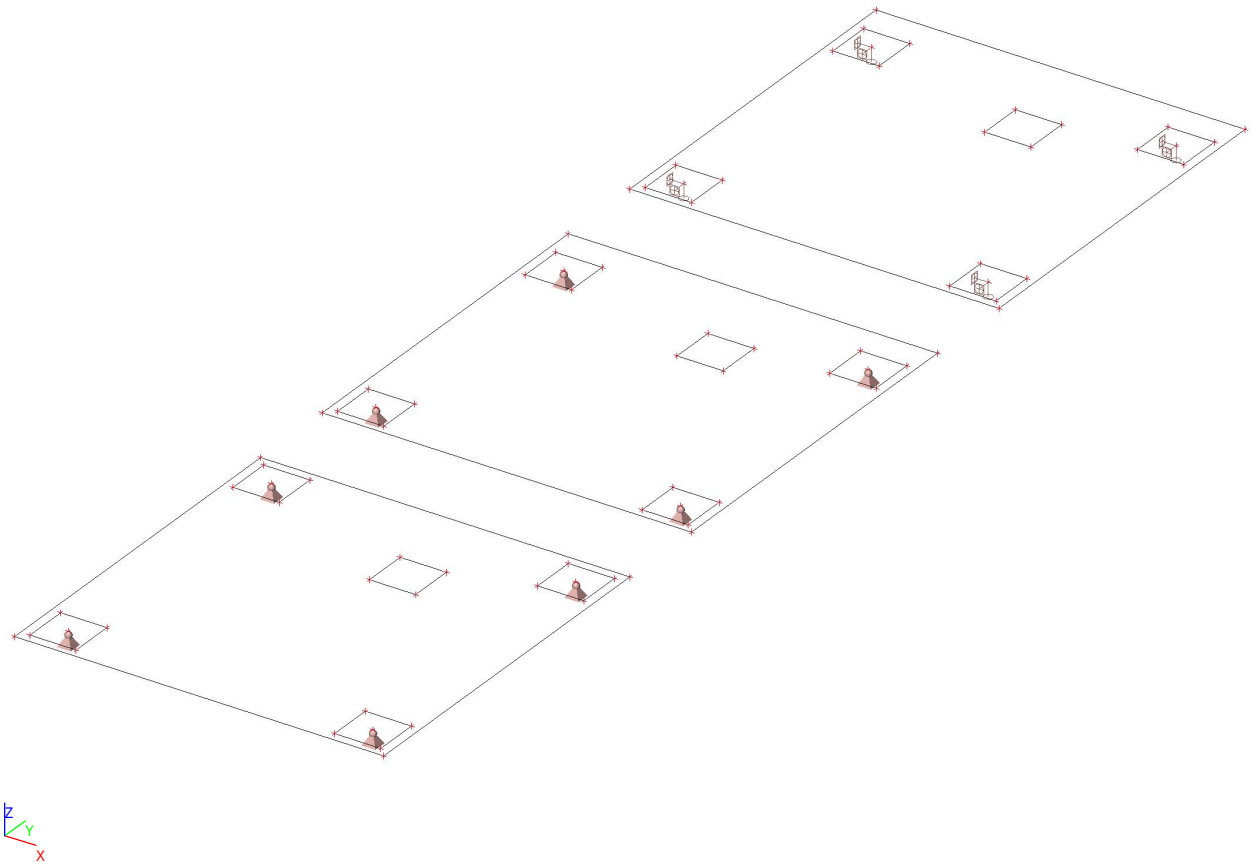
# Bijlage 5. – Berekeningsrapportage groutinjectieverankering.

Bijlage 15: SCIA-berekening van de plaat met sparing

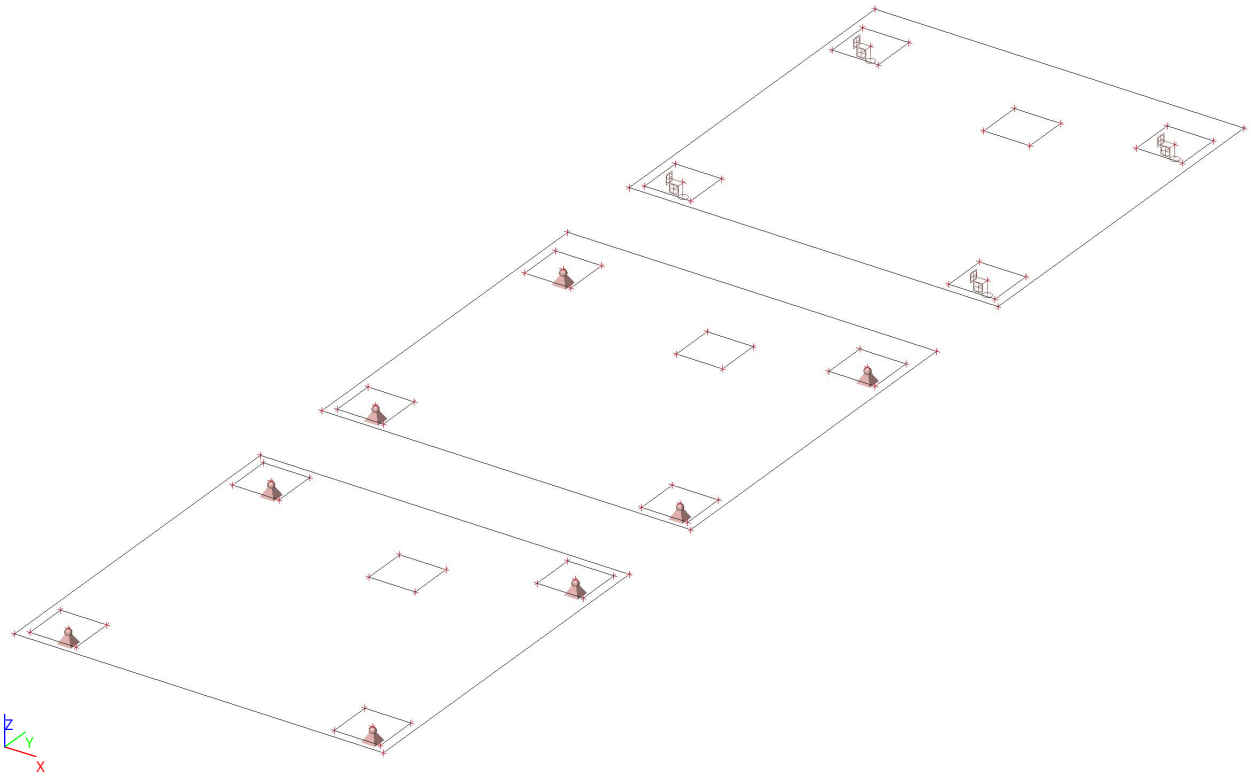
# 1. Project

| | |
|---|---|
| Licentienaam | Sweco AB |
| Project | Wanssum |
| Onderdeel | CEMEX Fundatieplaat |
| Omschrijving | Inclusief sparing 1 m2 t.b.v. pompput |
| Auteur | - |
| Datum | 27. 09. 2017 |
| Constructie | Algemeen XYZ |
| Aantal knopen : | 84 |
| Aantal staven : | 0 |
| Aantal platen : | 3 |
| Aantal vaste lichamen : | 0 |
| Aantal gebruikte doorsneden : | 0 |
| Aantal belastingsgevallen : | 9 |
| Aantal gebruikte materialen : | 1 |
| Gravitatieversnelling [m/s$^2$] | 9,810 |
| Nationale norm | EC - EN |

# 2. Rekenmodel



## 3. Rekenmodel




## 4. Materialen

Beton EC2

| Naam | Type | ρ [kg/m³] | $E_{mod}$ [MPa] | μ | α [m/mK] | $f_{c.k.28}$ [MPa] |
|---|---|---|---|---|---|---|
| C30/37 | Beton | 2500,0 | 3,2800e+04 | 0.2 | 0,00 | 30,00 |

## 5. Knopen

| Naam | Coördinaat X [m] | Coördinaat Y [m] | Coördinaat Z [m] |
|---|---|---|---|
| K1 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| K2 | 8,000 | 0,000 | 0,000 |
| K3 | 8,000 | 8,000 | 0,000 |
| K4 | 0,000 | 8,000 | 0,000 |
| K5 | 0,700 | 0,700 | 0,000 |
| K6 | 7,300 | 0,700 | 0,000 |
| K7 | 7,300 | 7,300 | 0,000 |
| K8 | 0,700 | 7,300 | 0,000 |
| K9 | 0,000 | 10,000 | 0,000 |
| K10 | 8,000 | 10,000 | 0,000 |
| K11 | 8,000 | 18,000 | 0,000 |
| K12 | 0,000 | 18,000 | 0,000 |
| K13 | 0,700 | 10,700 | 0,000 |
| K14 | 7,300 | 10,700 | 0,000 |
| K15 | 0,700 | 16,800 | 0,000 |
| K16 | 7,300 | 16,800 | 0,000 |
| K17 | 0,200 | 0,200 | 0,000 |
| K18 | 0,200 | 1,200 | 0,000 |
| K19 | 1,200 | 1,200 | 0,000 |
| K20 | 1,200 | 0,200 | 0,000 |
| K25 | 7,800 | 0,200 | 0,000 |
| K26 | 6,800 | 0,200 | 0,000 |
| K27 | 6,800 | 1,200 | 0,000 |
| K28 | 7,800 | 1,200 | 0,000 |
| K49 | 6,800 | 6,800 | 0,000 |
| K50 | 6,800 | 7,800 | 0,000 |
| K51 | 7,800 | 7,800 | 0,000 |
| K52 | 7,800 | 6,800 | 0,000 |
| K53 | 0,200 | 6,800 | 0,000 |
| K54 | 0,200 | 7,800 | 0,000 |
| K55 | 1,200 | 7,800 | 0,000 |
| K56 | 1,200 | 6,800 | 0,000 |

| Naam | Coördinaat X [m] | Coördinaat Y [m] | Coördinaat Z [m] |
|---|---|---|---|
| K57 | 1,200 | 16,300 | 0,000 |
| K58 | 0,200 | 16,300 | 0,000 |
| K59 | 0,200 | 17,300 | 0,000 |
| K60 | 1,200 | 17,300 | 0,000 |
| K61 | 1,200 | 10,200 | 0,000 |
| K62 | 0,200 | 10,200 | 0,000 |
| K63 | 0,200 | 11,200 | 0,000 |
| K64 | 1,200 | 11,200 | 0,000 |
| K65 | 7,800 | 10,200 | 0,000 |
| K66 | 6,800 | 10,200 | 0,000 |
| K67 | 6,800 | 11,200 | 0,000 |
| K68 | 7,800 | 11,200 | 0,000 |
| K69 | 7,800 | 16,300 | 0,000 |
| K70 | 6,800 | 16,300 | 0,000 |
| K71 | 6,800 | 17,300 | 0,000 |
| K72 | 7,800 | 17,300 | 0,000 |
| K73 | 0,000 | 20,000 | 0,000 |
| K74 | 8,000 | 20,000 | 0,000 |
| K75 | 8,000 | 28,000 | 0,000 |
| K76 | 0,000 | 28,000 | 0,000 |
| K77 | 0,700 | 20,700 | 0,000 |
| K78 | 7,300 | 20,700 | 0,000 |
| K79 | 0,700 | 26,800 | 0,000 |
| K80 | 7,300 | 26,800 | 0,000 |
| K81 | 1,200 | 26,300 | 0,000 |
| K82 | 0,200 | 26,300 | 0,000 |
| K83 | 0,200 | 27,300 | 0,000 |
| K84 | 1,200 | 27,300 | 0,000 |
| K85 | 1,200 | 20,200 | 0,000 |
| K86 | 0,200 | 20,200 | 0,000 |
| K87 | 0,200 | 21,200 | 0,000 |
| K88 | 1,200 | 21,200 | 0,000 |

| Naam | Coördinaat X [m] | Coördinaat Y [m] | Coördinaat Z [m] |
|---|---|---|---|
| K89 | 7,800 | 20,200 | 0,000 |
| K90 | 6,800 | 20,200 | 0,000 |
| K91 | 6,800 | 21,200 | 0,000 |
| K92 | 7,800 | 21,200 | 0,000 |
| K93 | 7,800 | 26,300 | 0,000 |
| K94 | 6,800 | 26,300 | 0,000 |
| K95 | 6,800 | 27,300 | 0,000 |
| K96 | 7,800 | 27,300 | 0,000 |
| K97 | 4,150 | 5,310 | 0,000 |
| K98 | 5,150 | 5,310 | 0,000 |

| Naam | Coördinaat X [m] | Coördinaat Y [m] | Coördinaat Z [m] |
|---|---|---|---|
| K99 | 5,150 | 6,310 | 0,000 |
| K100 | 4,150 | 6,310 | 0,000 |
| K101 | 4,150 | 15,310 | 0,000 |
| K102 | 5,150 | 15,310 | 0,000 |
| K103 | 5,150 | 16,310 | 0,000 |
| K104 | 4,150 | 16,310 | 0,000 |
| K105 | 4,150 | 25,310 | 0,000 |
| K106 | 5,150 | 25,310 | 0,000 |
| K107 | 5,150 | 26,310 | 0,000 |
| K108 | 4,150 | 26,310 | 0,000 |

## 6. 2D-elementen

| Naam | Laag | Type | Rekenmodel | Materiaal | Dikte type | D. [mm] | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| E1 | Laag1 | vloer (90) | Standaard | C30/37 | constant | 600 | |
| E2 | Laag1 | vloer (90) | Standaard | C30/37 | constant | 600 | |
| E3 | Laag1 | vloer (90) | Standaard | C30/37 | constant | 600 | |

## 7. Knoopondersteuningen

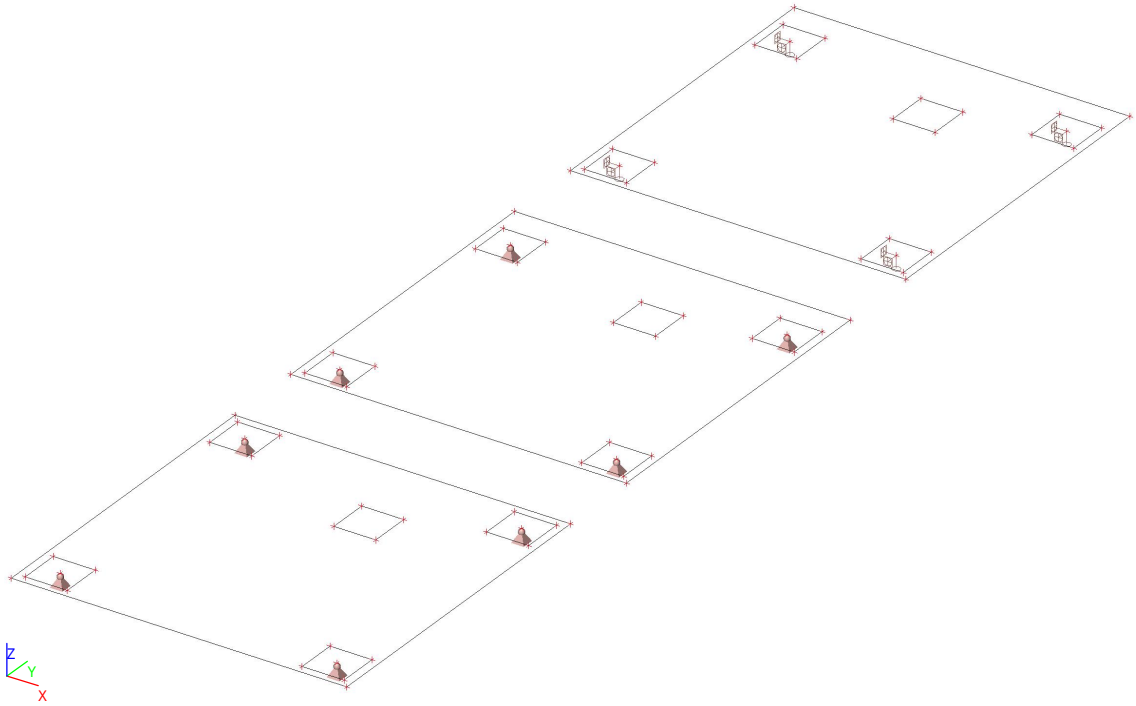
| Naam | Knoop | Systeem | Type | X | Y | Z | Rx | Ry | Rz | Stijfheid Rx [MNm/rad] | Stijfheid Ry [MNm/rad] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Sn1 | K5 | GCS | Standaard | Vast | Vast | Vast | Vrij | Vrij | Vrij | | |
| Sn2 | K6 | GCS | Standaard | Vast | Vast | Vast | Vrij | Vrij | Vrij | | |
| Sn3 | K7 | GCS | Standaard | Vast | Vast | Vast | Vrij | Vrij | Vrij | | |
| Sn4 | K8 | GCS | Standaard | Vast | Vast | Vast | Vrij | Vrij | Vrij | | |
| Sn5 | K13 | GCS | Standaard | Vast | Vast | Vast | Vrij | Vrij | Vrij | | |
| Sn6 | K14 | GCS | Standaard | Vast | Vast | Vast | Vrij | Vrij | Vrij | | |
| Sn7 | K15 | GCS | Standaard | Vast | Vast | Vast | Vrij | Vrij | Vrij | | |
| Sn8 | K16 | GCS | Standaard | Vast | Vast | Vast | Vrij | Vrij | Vrij | | |
| Sn9 | K77 | GCS | Standaard | Vast | Vast | Vast | Verend | Verend | Vrij | 3,2000e+01 | 3,2000e+01 |
| Sn10 | K78 | GCS | Standaard | Vast | Vast | Vast | Verend | Verend | Vrij | 3,2000e+01 | 3,2000e+01 |
| Sn11 | K79 | GCS | Standaard | Vast | Vast | Vast | Verend | Verend | Vrij | 3,2000e+01 | 3,2000e+01 |
| Sn12 | K80 | GCS | Standaard | Vast | Vast | Vast | Verend | Verend | Vrij | 3,2000e+01 | 3,2000e+01 |

# 8. Belastingsgevallen

## 8.1. Belastingsgevallen - BG1

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

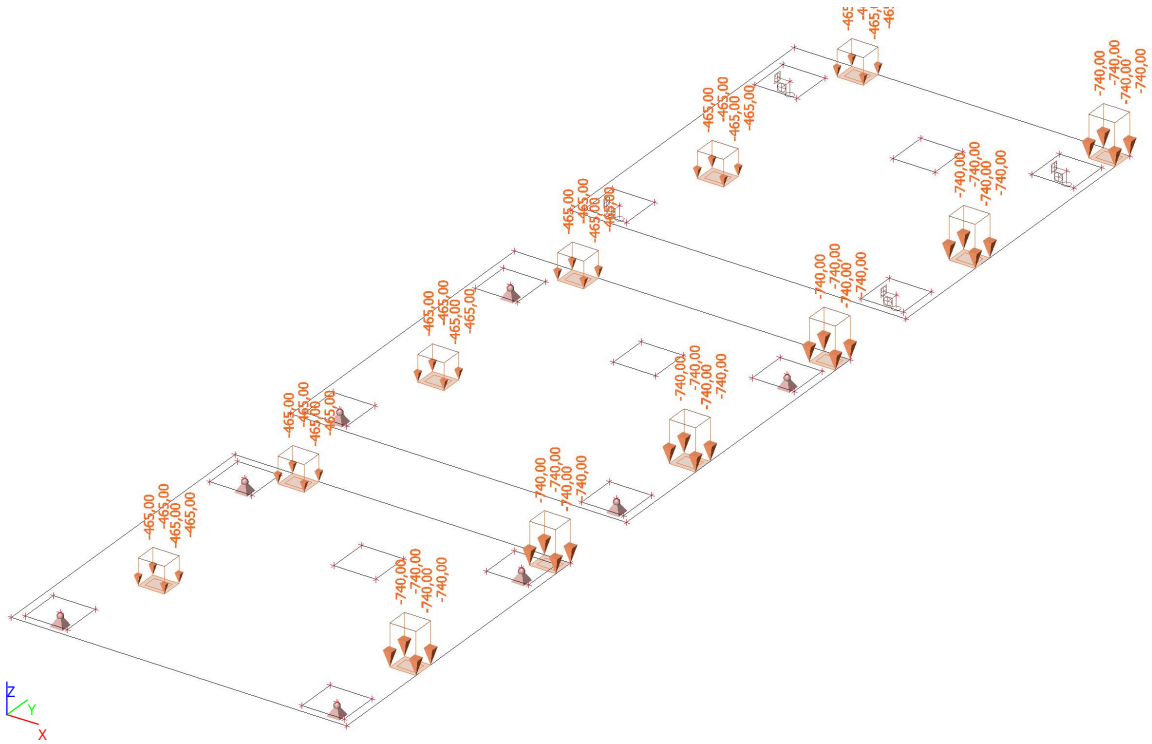
### 8.1.1. BG1 / Totale waarde




## 8.2. Belastingsgevallen - BG2

| Naam | Omschrijving | Actie type | Lastgroep |
|---|---|---|---|
| | Spec | Belastingtype | |
| BG2 | | Permanent | LG1 |
| | | Standaard | |

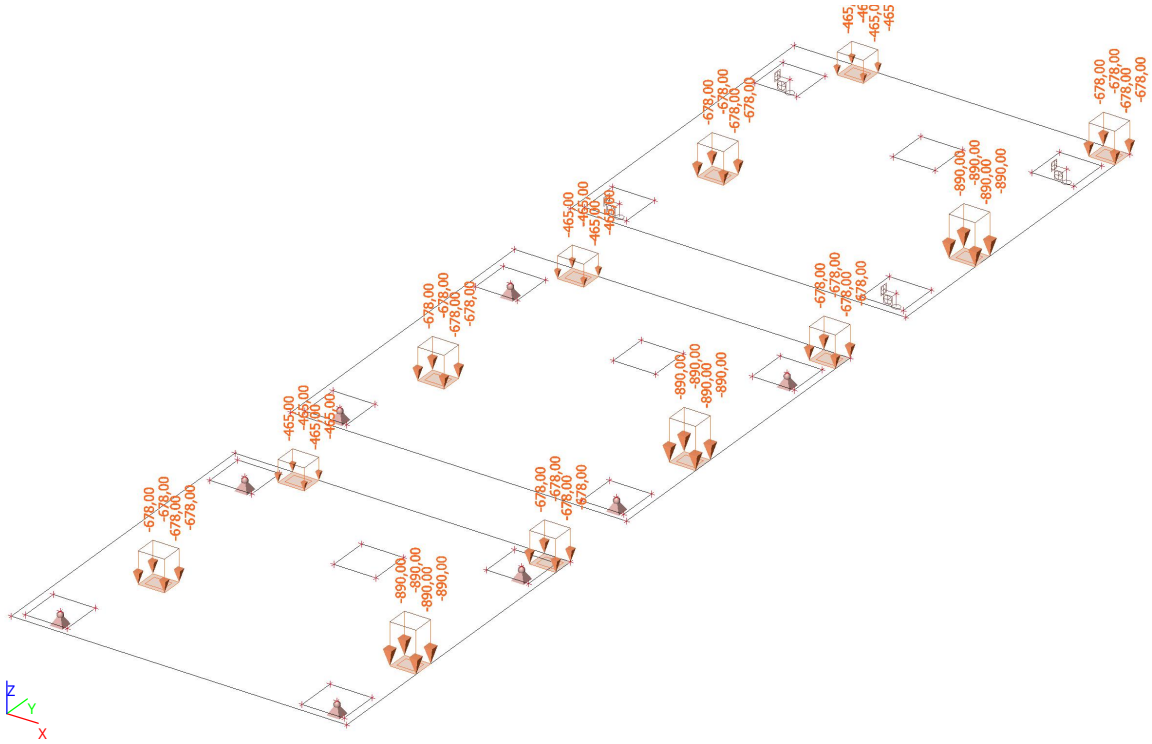
### 8.2.1. BG1 / Totale waarde



## 8.3. Belastingsgevallen - BG3

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

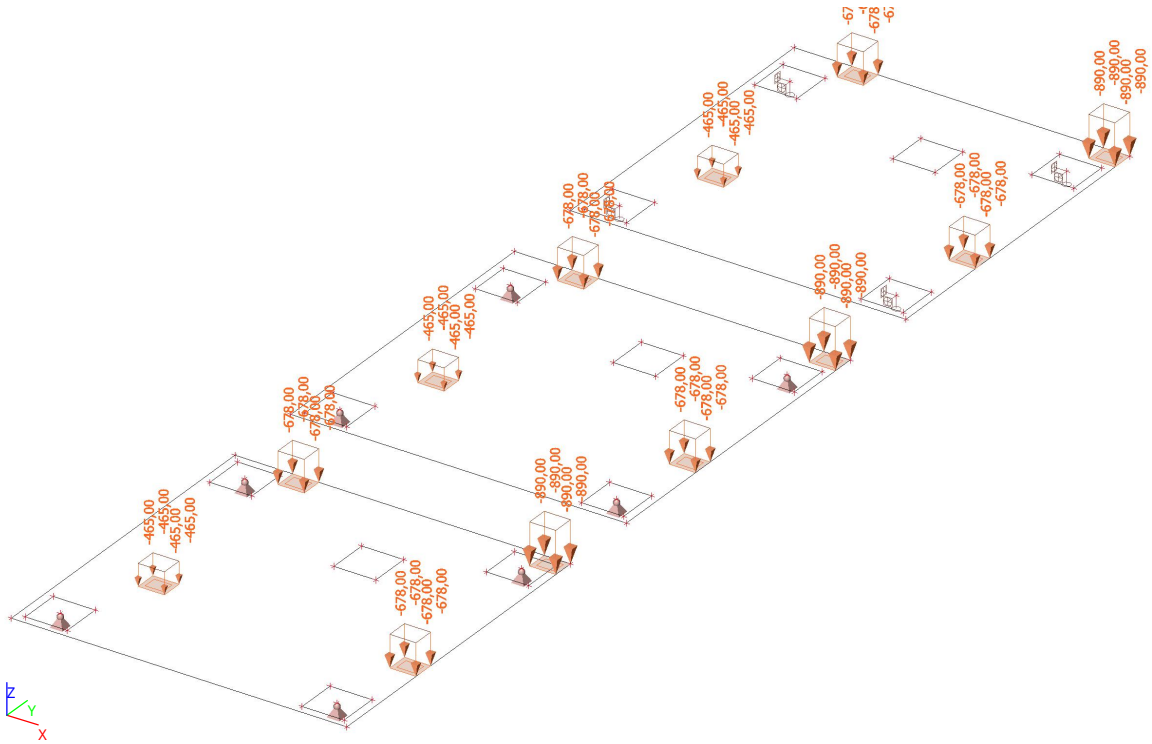
### 8.3.1. BG1 / Totale waarde



## 8.4. Belastingsgevallen - BG4

| Naam | Omschrijving | Actie type | Lastgroep |
|---|---|---|---|
| | Spec | Belastingtype | |
| BG4 | | Permanent | LG1 |
| | | Standaard | |

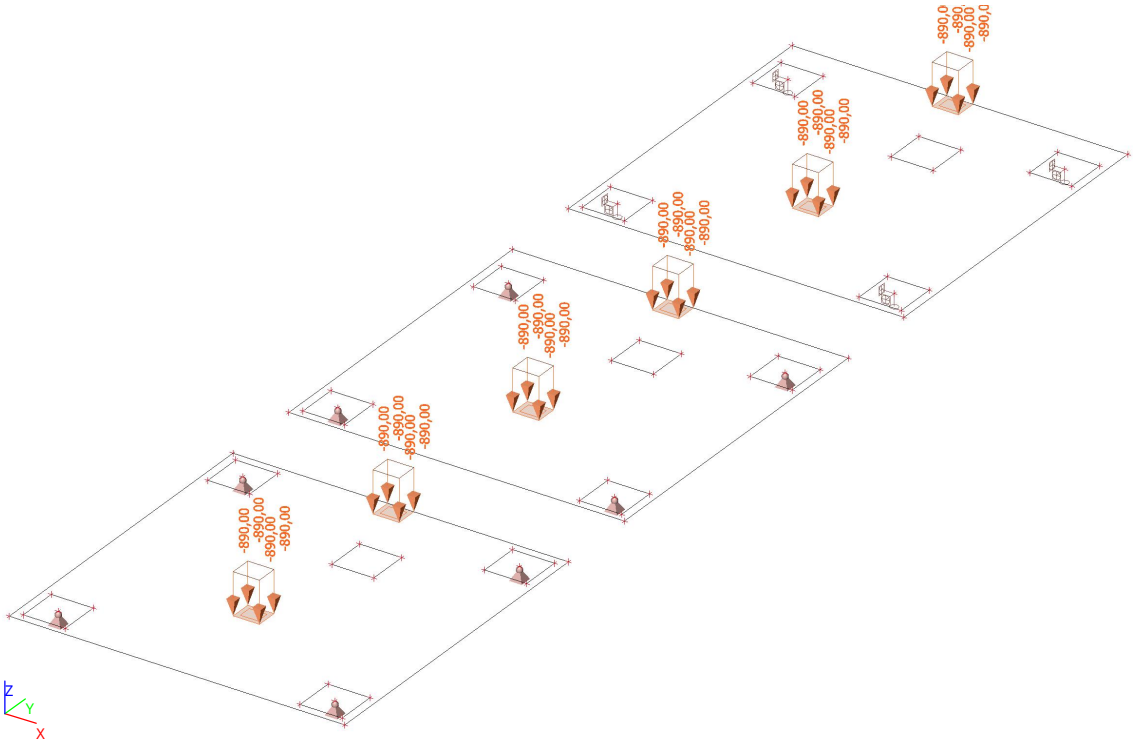
### 8.4.1. BG1 / Totale waarde



## 8.5. Belastingsgevallen - BG5

| Naam | Omschrijving | Actie type | Lastgroep |
|---|---|---|---|
| | Spec | Belastingtype | |
| BG5 | | Permanent | LG1 |
| | | Standaard | |

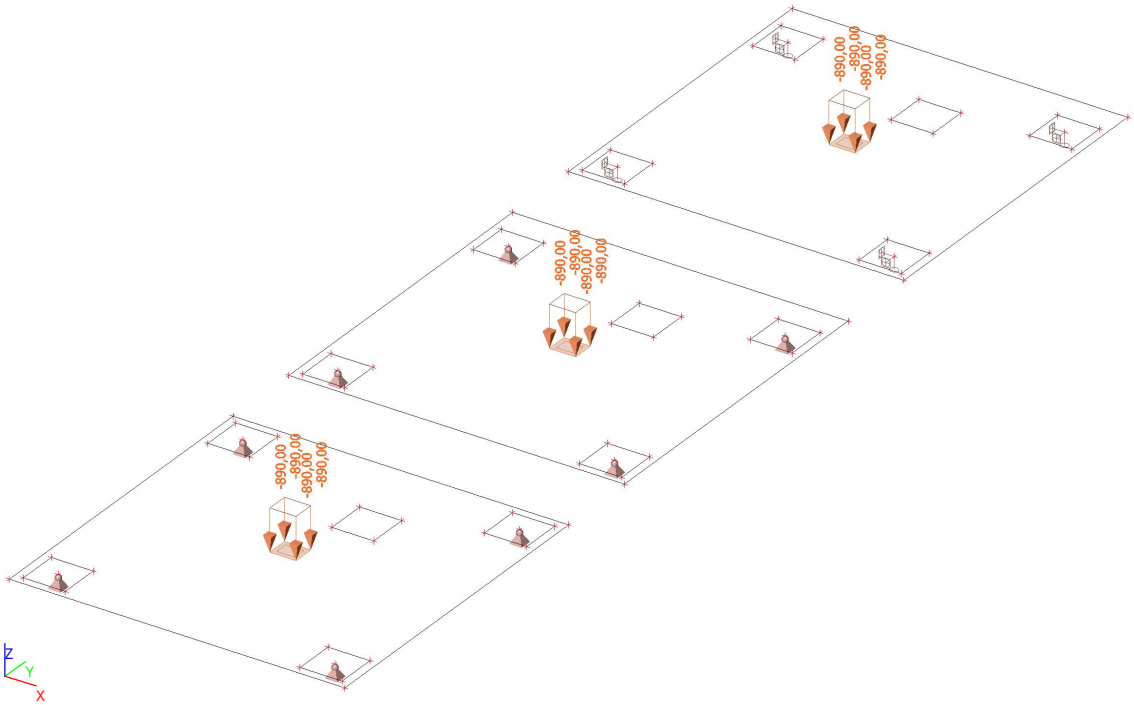
### 8.5.1. BG1 / Totale waarde




## 8.6. Belastingsgevallen - BG6

| Naam | Omschrijving | Actie type | Lastgroep |
|---|---|---|---|
| | Spec | Belastingtype | |
| BG6 | | Permanent | LG1 |
| | | Standaard | |

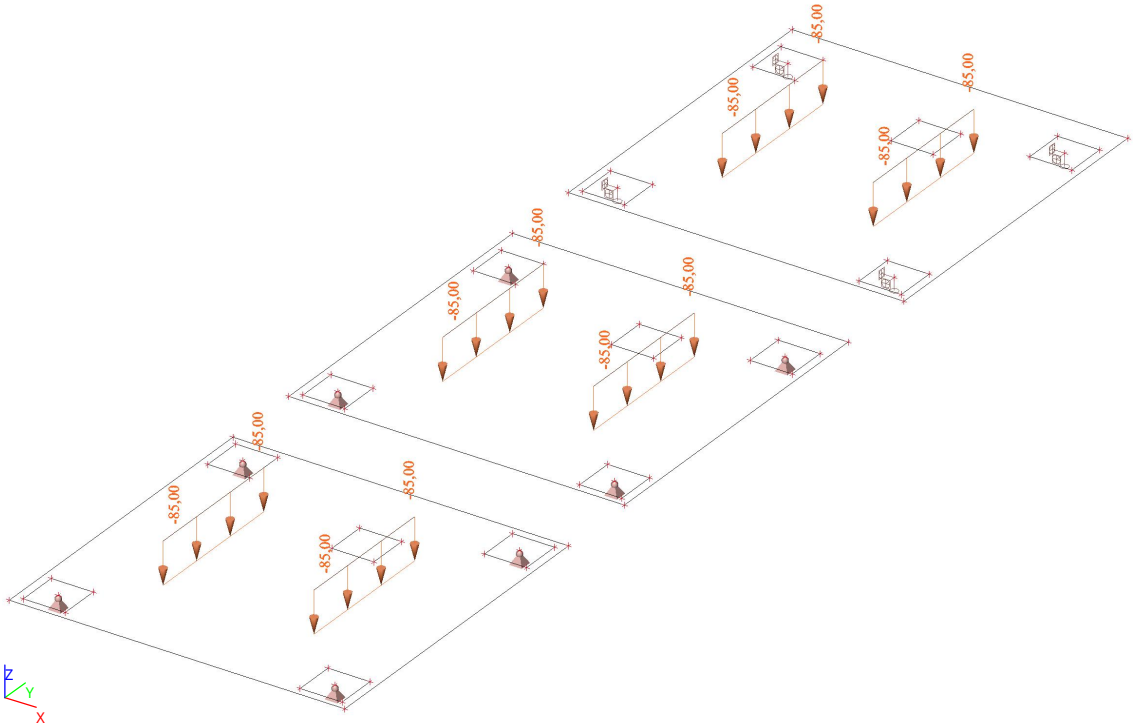
### 8.6.1. BG1 / Totale waarde



## 8.7. Belastingsgevallen - BG7

| Naam | Omschrijving | Actie type | Lastgroep |
|---|---|---|---|
| | Spec | Belastingtype | |
| BG7 | | Permanent | LG1 |
| | | Standaard | |

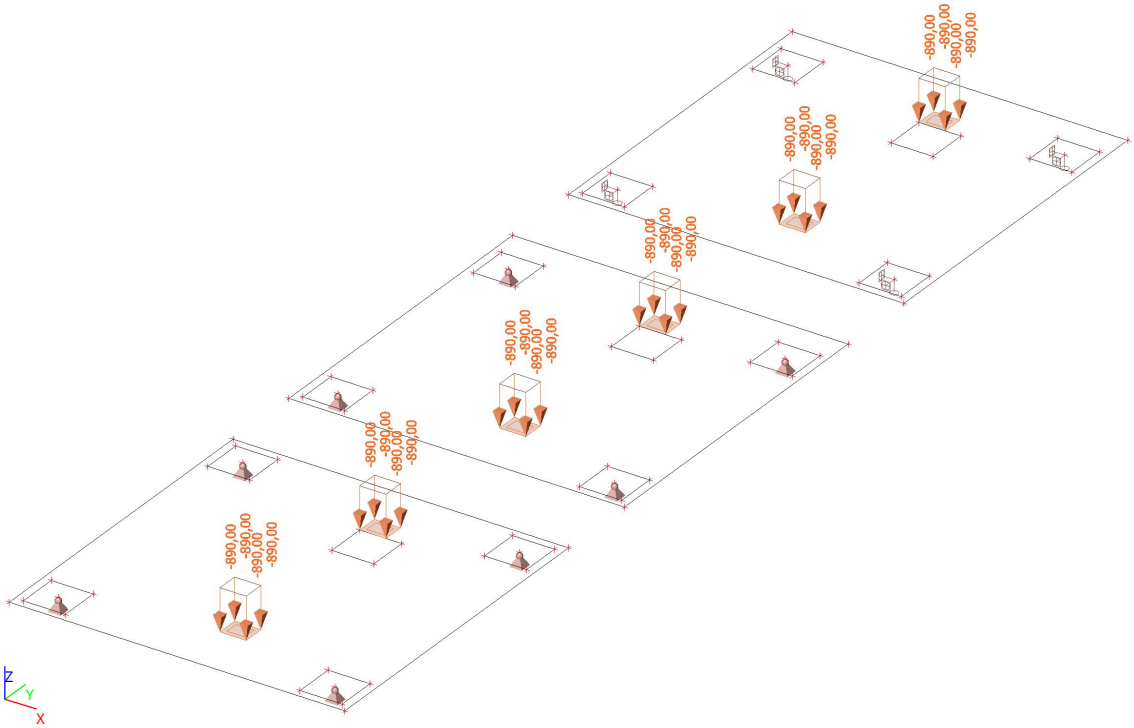
### 8.7.1. BG1 / Totale waarde




## 8.8. Belastingsgevallen - BG5-2

| Naam | Omschrijving | Actie type | Lastgroep |
|---|---|---|---|
| | Spec | Belastingtype | |
| BG5-2 | | Permanent | LG1 |
| | | Standaard | |

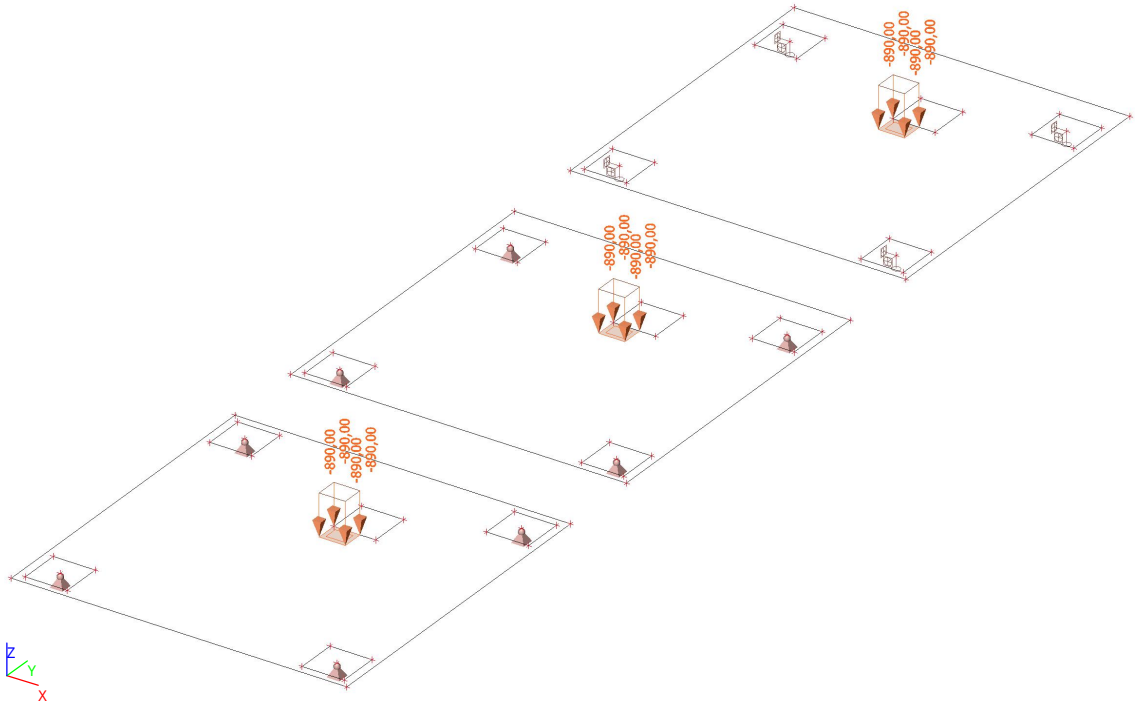
### 8.8.1. BG1 / Totale waarde



## 8.9. Belastingsgevallen - BG6-2

| Naam | Omschrijving<br>Spec | Actie type<br>Belastingtype | Lastgroep |
|---|---|---|---|
| BG6-2 | | Permanent<br>Standaard | LG1 |

### 8.9.1. BG1 / Totale waarde




# 9. Combinaties

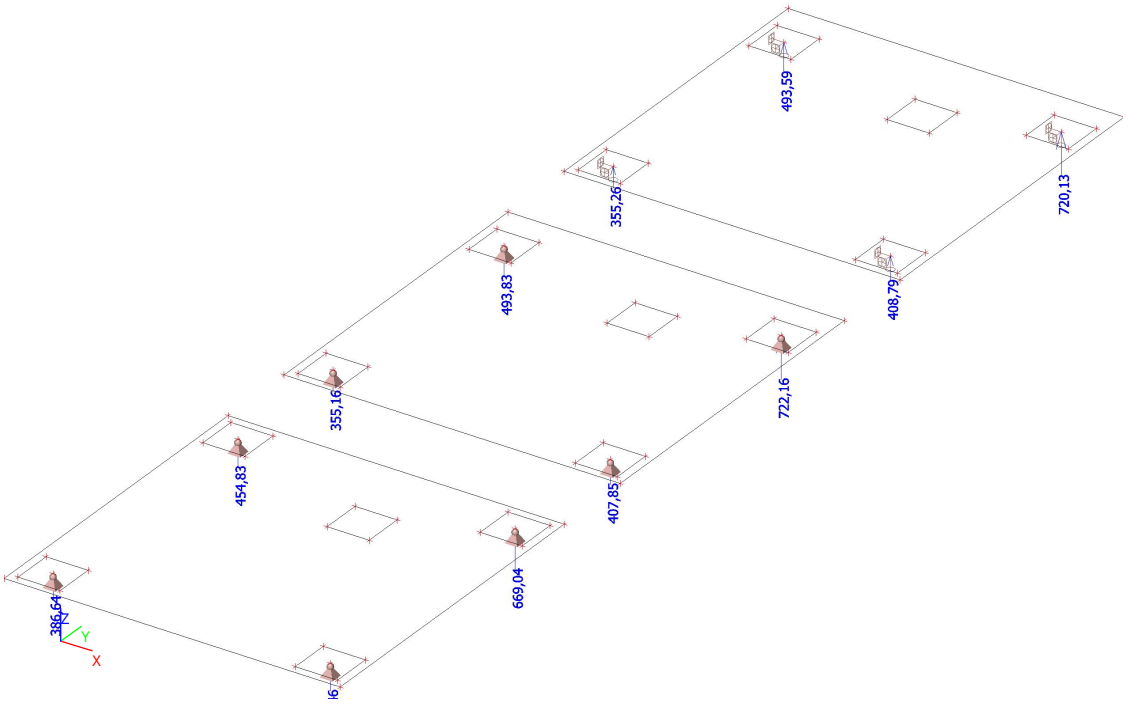
| Naam | Omschrijving | Type | Belastingsgevallen | Coëff.<br>[-] |
|---|---|---|---|---|
| Combi1 - BGT | | Lineair - BGT | BG1<br>BG2 | 1,00<br>1,00 |
| Combi1 - UGT | | Lineair - UGT | BG1<br>BG2 | 1,35<br>1,50 |
| Combi2 - BGT | | Lineair - BGT | BG1<br>BG3 | 1,00<br>1,00 |
| Combi2 - UGT | | Lineair - UGT | BG1<br>BG3 | 1,35<br>1,50 |
| Combi3 - BGT | | Lineair - BGT | BG1<br>BG4 | 1,00<br>1,00 |
| Combi3 - UGT | | Lineair - UGT | BG1<br>BG4 | 1,35<br>1,50 |
| Combi4 - BGT | | Lineair - BGT | BG1<br>BG5 | 1,00<br>1,00 |
| Combi4 - UGT | | Lineair - UGT | BG1<br>BG5 | 1,35<br>1,50 |
| Combi5 - BGT | | Lineair - BGT | BG1<br>BG6 | 1,00<br>1,00 |
| Combi5 - UGT | | Lineair - UGT | BG1<br>BG6 | 1,35<br>1,50 |
| Combi6 - BGT | | Lineair - BGT | BG1<br>BG7 | 1,00<br>1,00 |
| Combi6 - UGT | | Lineair - UGT | BG1<br>BG7 | 1,35<br>1,35 |
| Combi4-2 - BGT | | Lineair - BGT | BG1<br>BG5-2 | 1,00<br>1,00 |
| Combi4-2 - UGT | | Lineair - UGT | BG1<br>BG5-2 | 1,35<br>1,50 |
| Combi5-2 - BGT | | Lineair - BGT | BG1<br>BG6-2 | 1,00<br>1,00 |
| Combi5-2 - UGT | | Lineair - UGT | BG1<br>BG6-2 | 1,35<br>1,50 |

## 10. Resultaatklasses

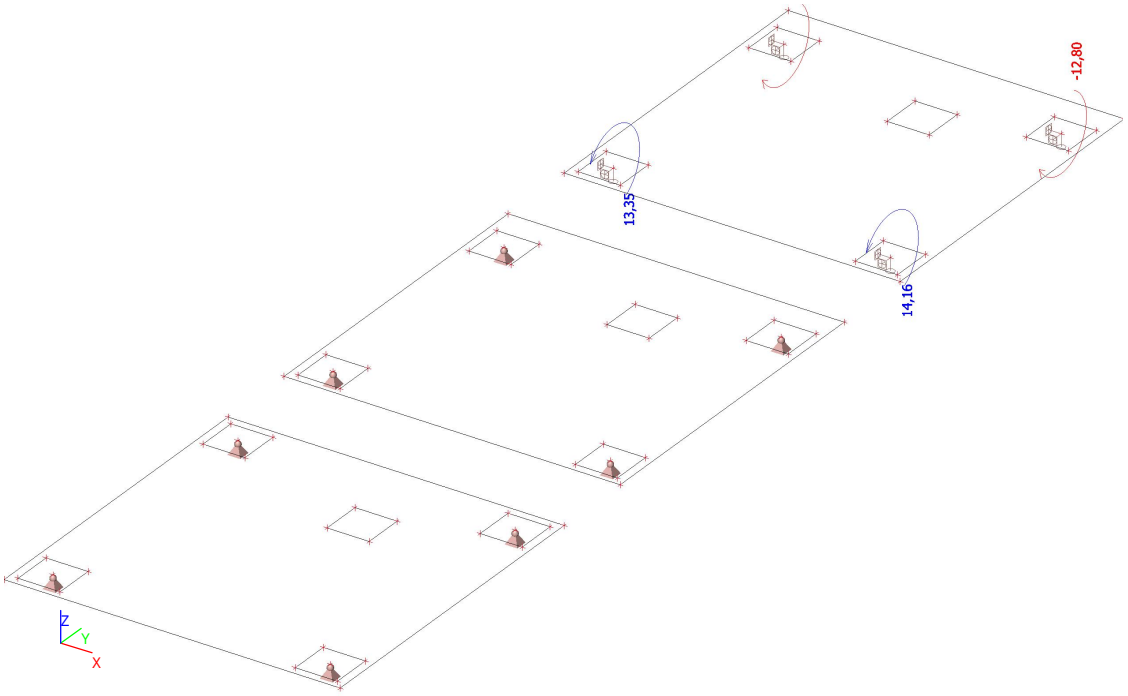
| Naam | Lijst |
|---|---|
| Alle UGT | Combi1 - UGT - Lineair - UGT |
| | Combi2 - UGT - Lineair - UGT |
| | Combi3 - UGT - Lineair - UGT |
| | Combi4 - UGT - Lineair - UGT |
| | Combi5 - UGT - Lineair - UGT |
| | Combi6 - UGT - Lineair - UGT |
| | Combi4-2 - UGT - Lineair - UGT |
| | Combi5-2 - UGT - Lineair - UGT |
| Alle BGT | Combi1 - BGT - Lineair - BGT |
| | Combi2 - BGT - Lineair - BGT |
| | Combi3 - BGT - Lineair - BGT |
| | Combi4 - BGT - Lineair - BGT |
| | Combi5 - BGT - Lineair - BGT |
| | Combi6 - BGT - Lineair - BGT |
| | Combi4-2 - BGT - Lineair - BGT |
| | Combi5-2 - BGT - Lineair - BGT |
| Alle UGT+BGT | Combi1 - UGT - Lineair - UGT |
| | Combi2 - UGT - Lineair - UGT |
| | Combi3 - UGT - Lineair - UGT |
| | Combi4 - UGT - Lineair - UGT |
| | Combi5 - UGT - Lineair - UGT |
| | Combi6 - UGT - Lineair - UGT |
| | Combi4-2 - UGT - Lineair - UGT |
| | Combi5-2 - UGT - Lineair - UGT |
| | Combi1 - BGT - Lineair - BGT |
| | Combi2 - BGT - Lineair - BGT |
| | Combi3 - BGT - Lineair - BGT |
| | Combi4 - BGT - Lineair - BGT |
| | Combi5 - BGT - Lineair - BGT |
| | Combi6 - BGT - Lineair - BGT |
| | Combi4-2 - BGT - Lineair - BGT |
| | Combi5-2 - BGT - Lineair - BGT |

# 11. Reactiekrachten

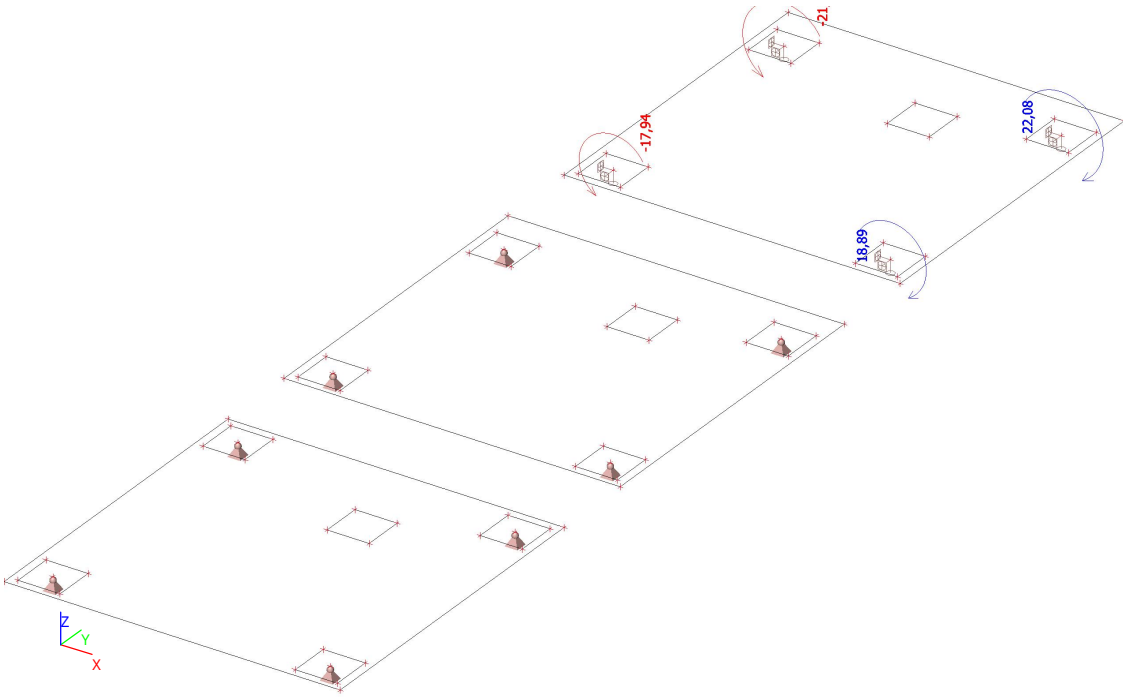
## 11.1. Reacties; BGT Rz



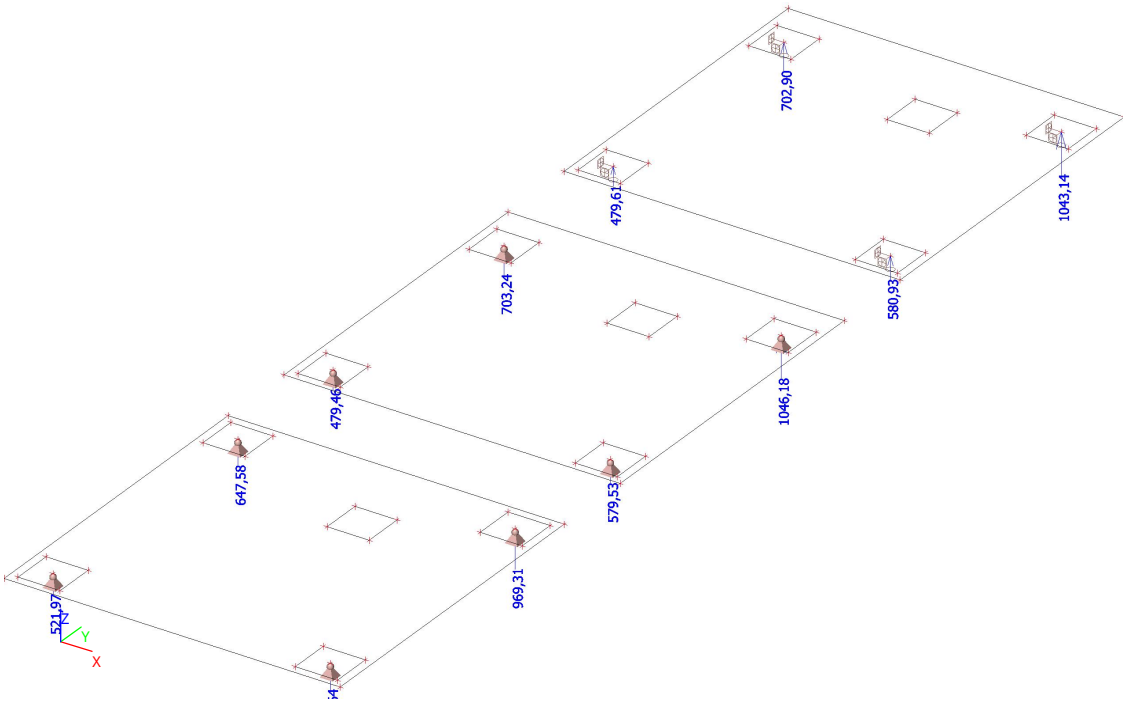

## 11.2. Reacties; BGT Mx



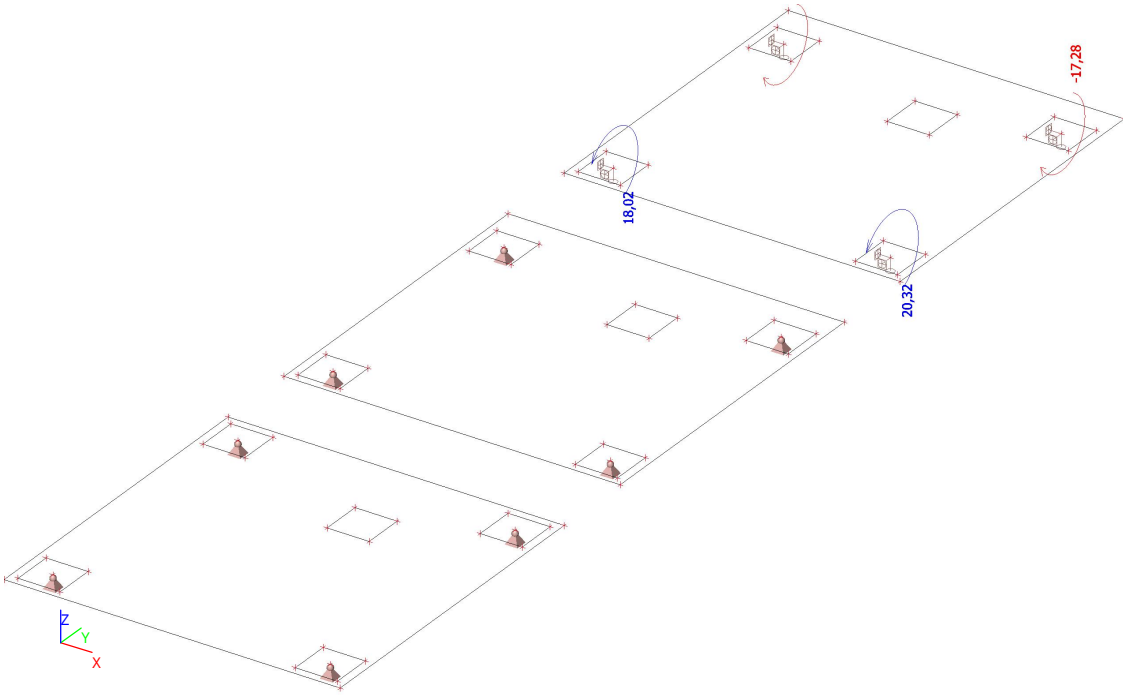
## 11.3. Reacties; BGT My



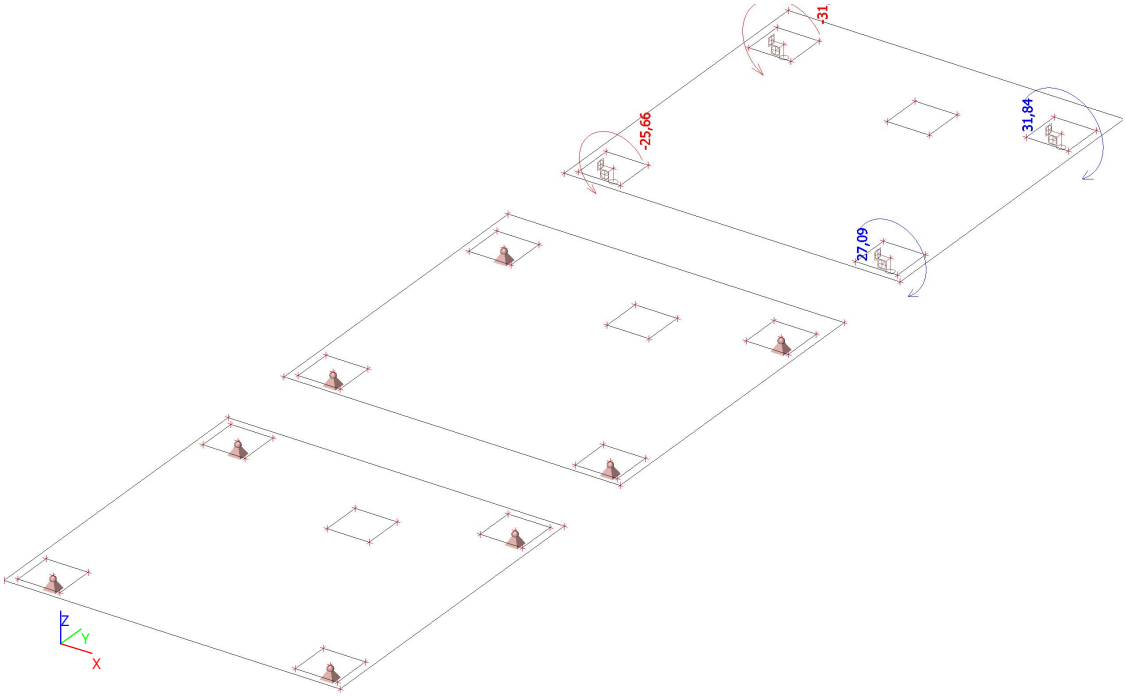

## 11.4. Reacties; UGT Rz



## 11.5. Reacties; UGT Mx

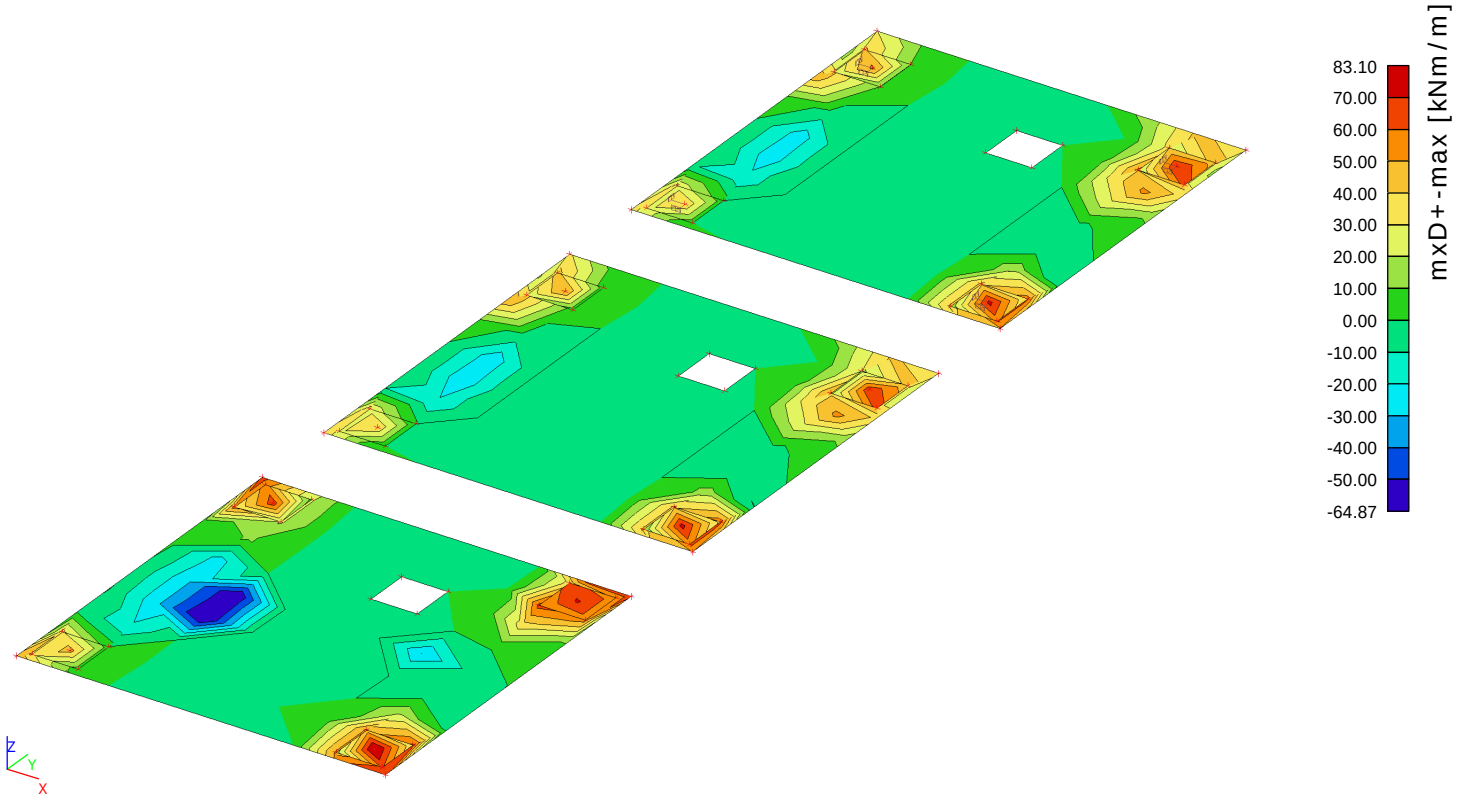



## 11.6. Reacties; UGT My

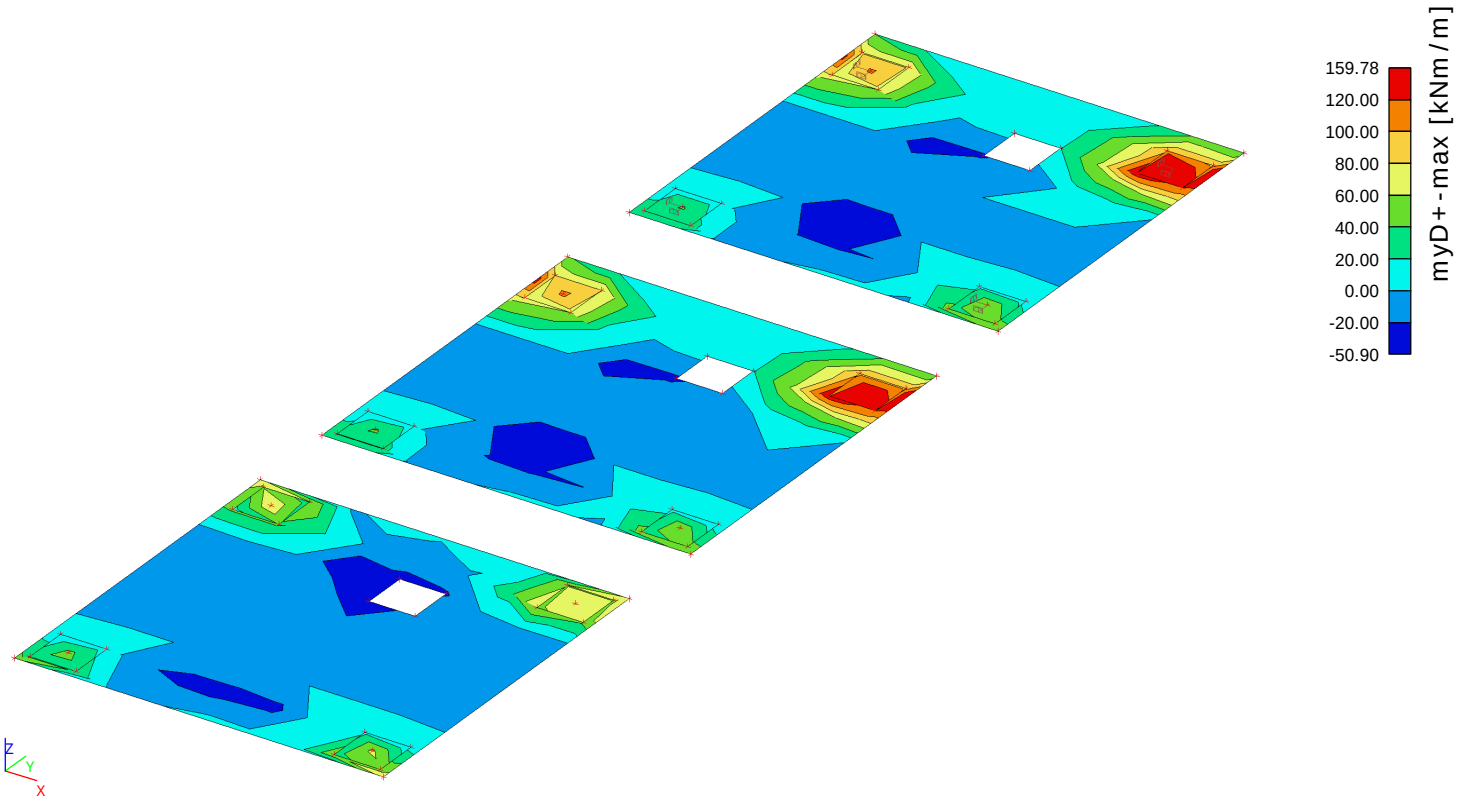


# 12. Momenten

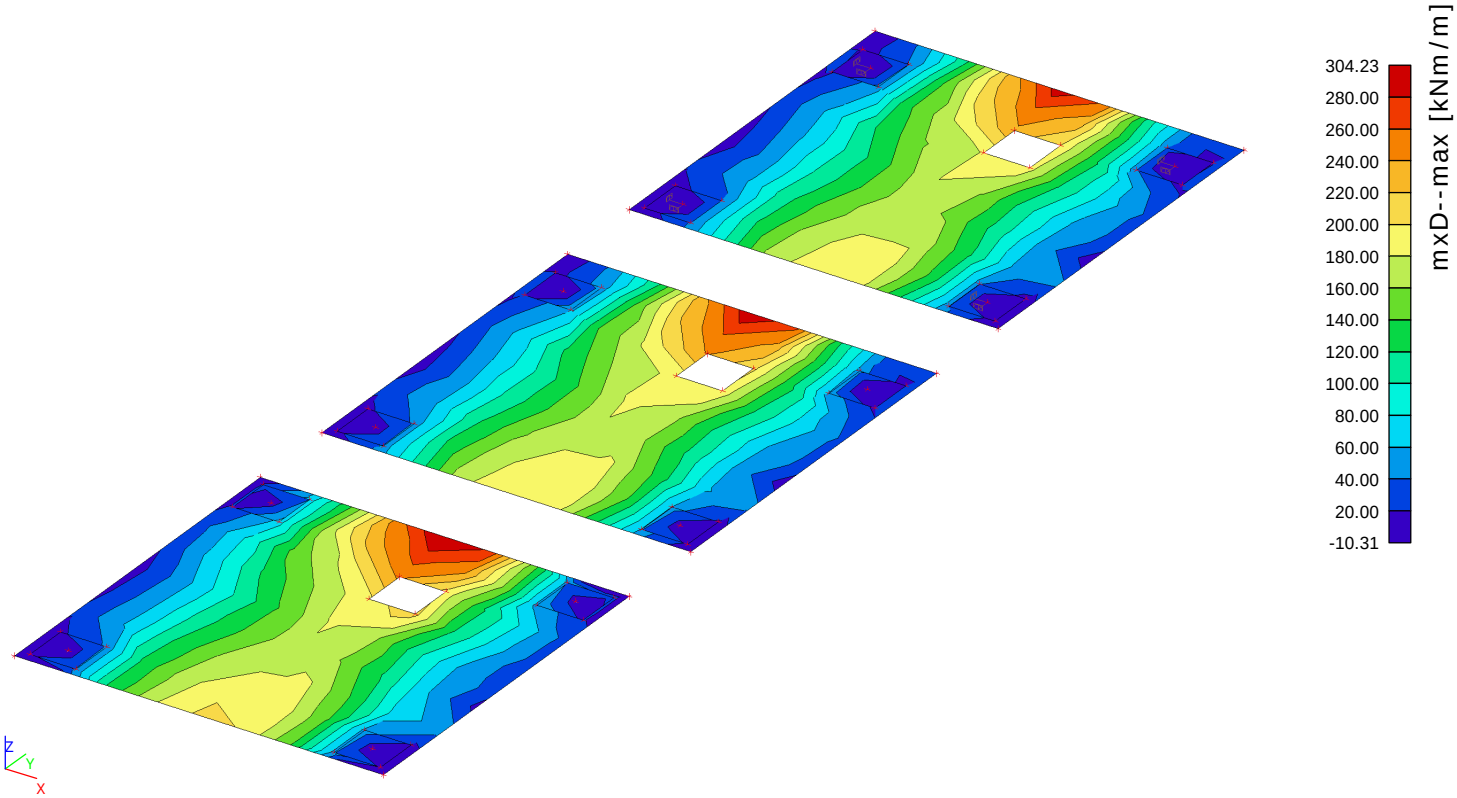
## 12.1. 2D element - Interne krachten BGT; mxD+



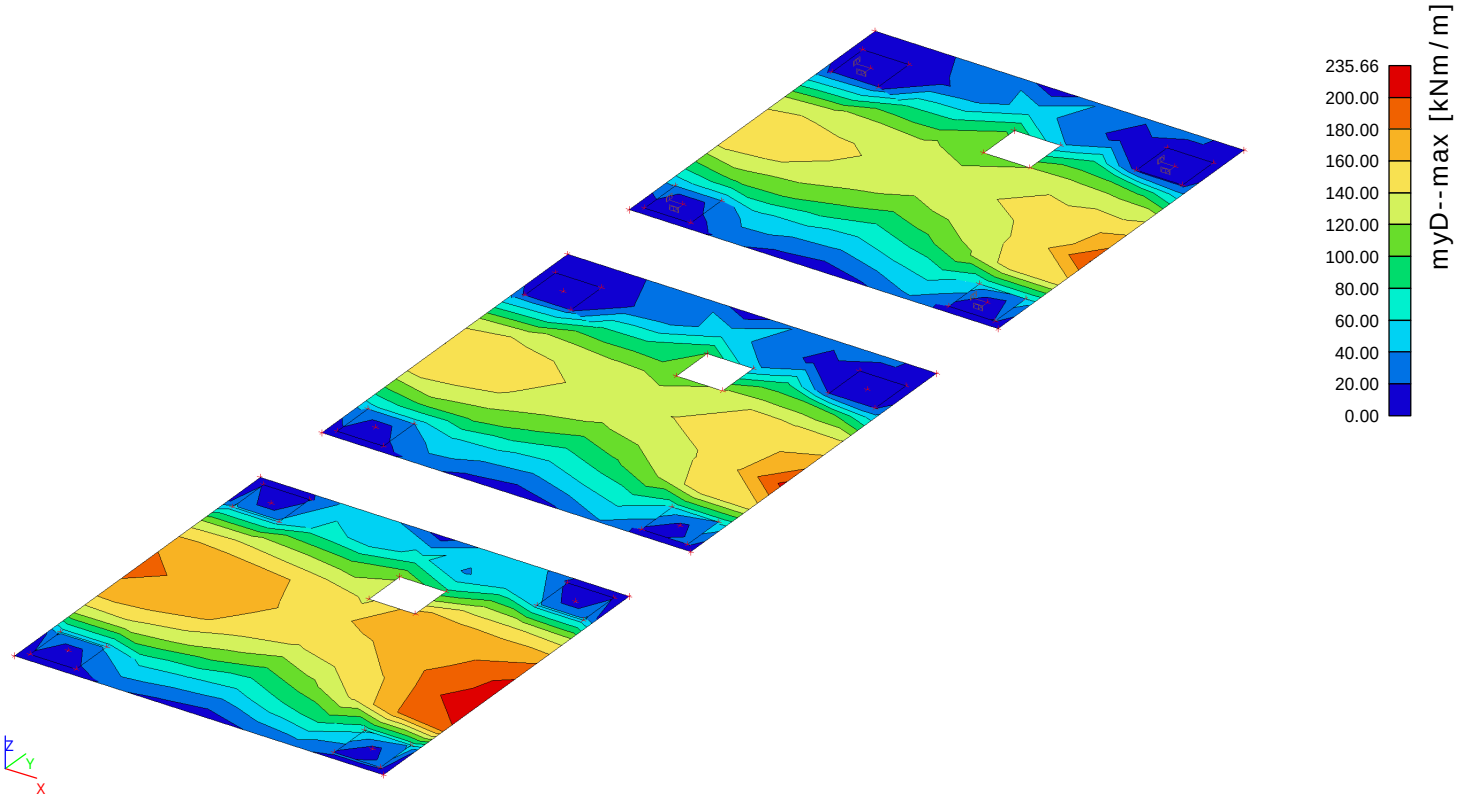

## 12.2. 2D element - Interne krachten BGT; myD+



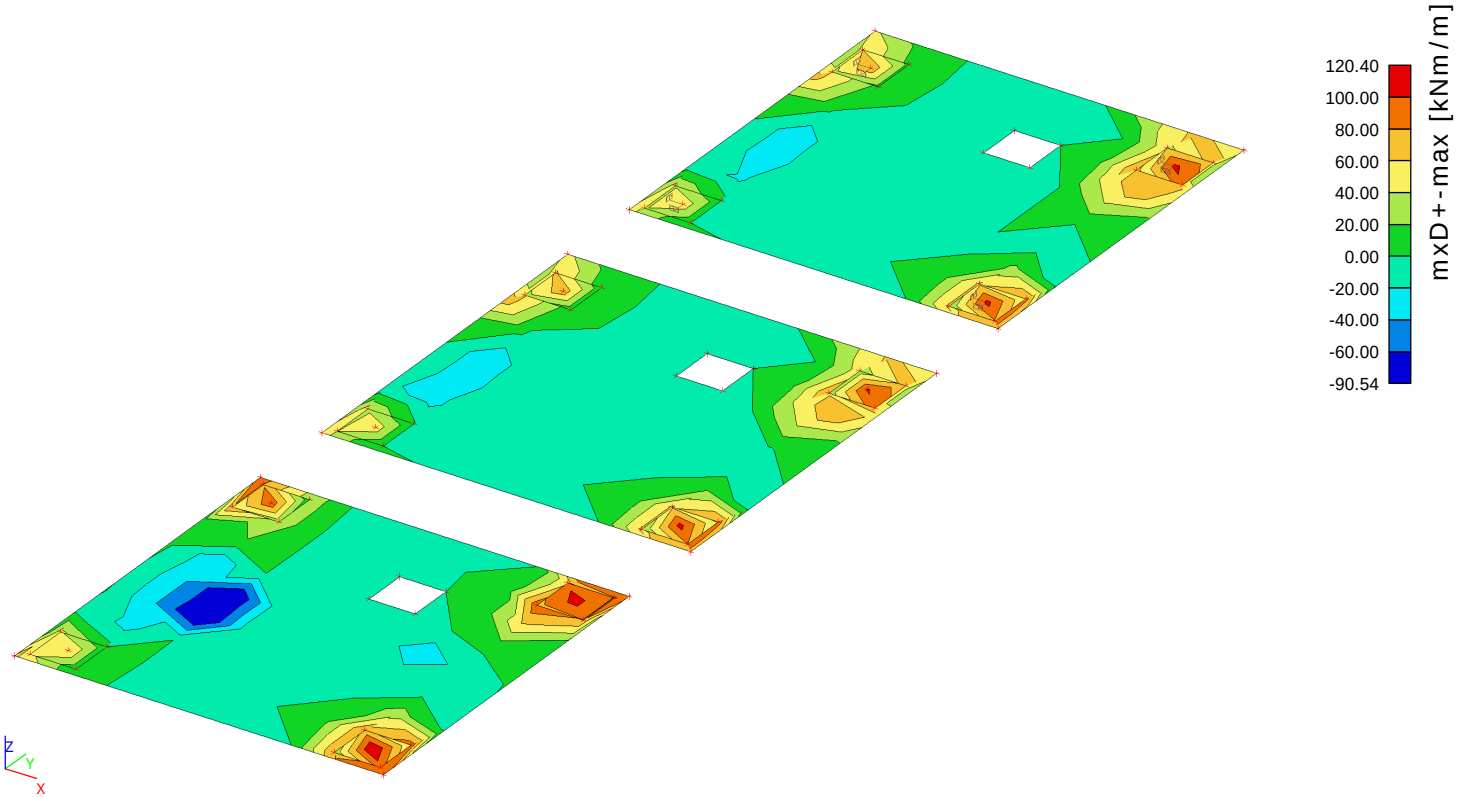
## 12.3. 2D element - Interne krachten BGT; mxD-



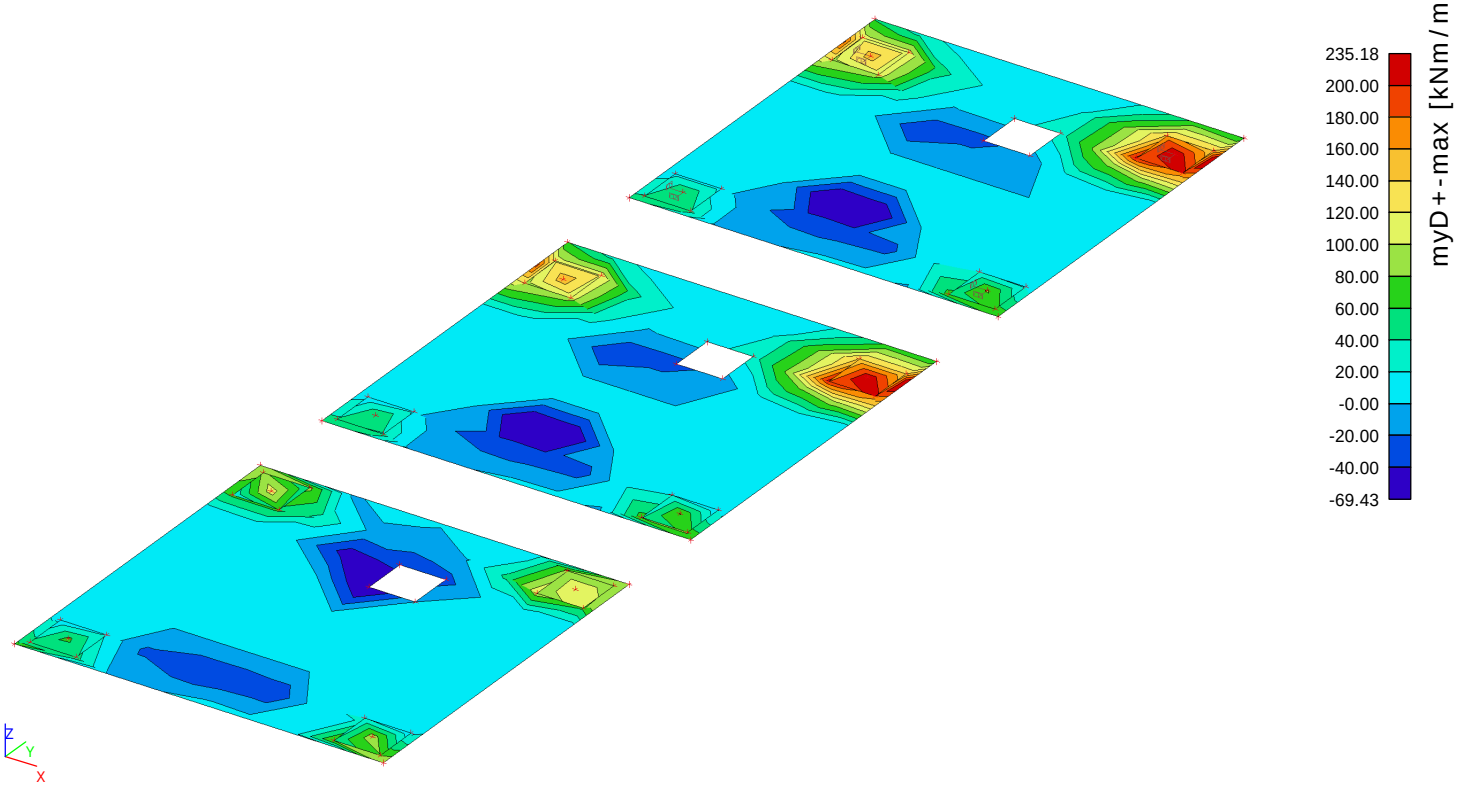

## 12.4. 2D element - Interne krachten BGT; myD-



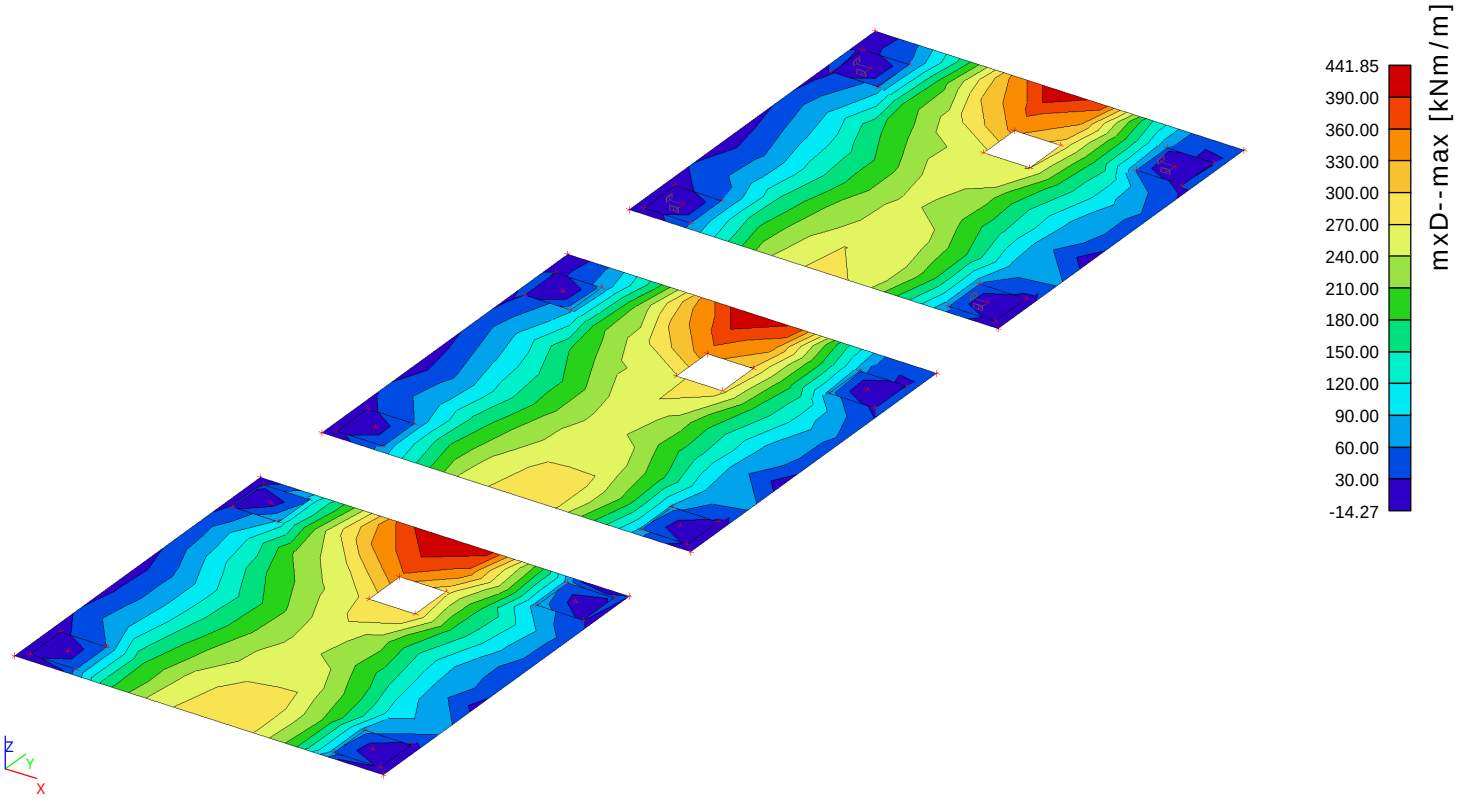
## 12.5. 2D element - Interne krachten UGT; mxD+

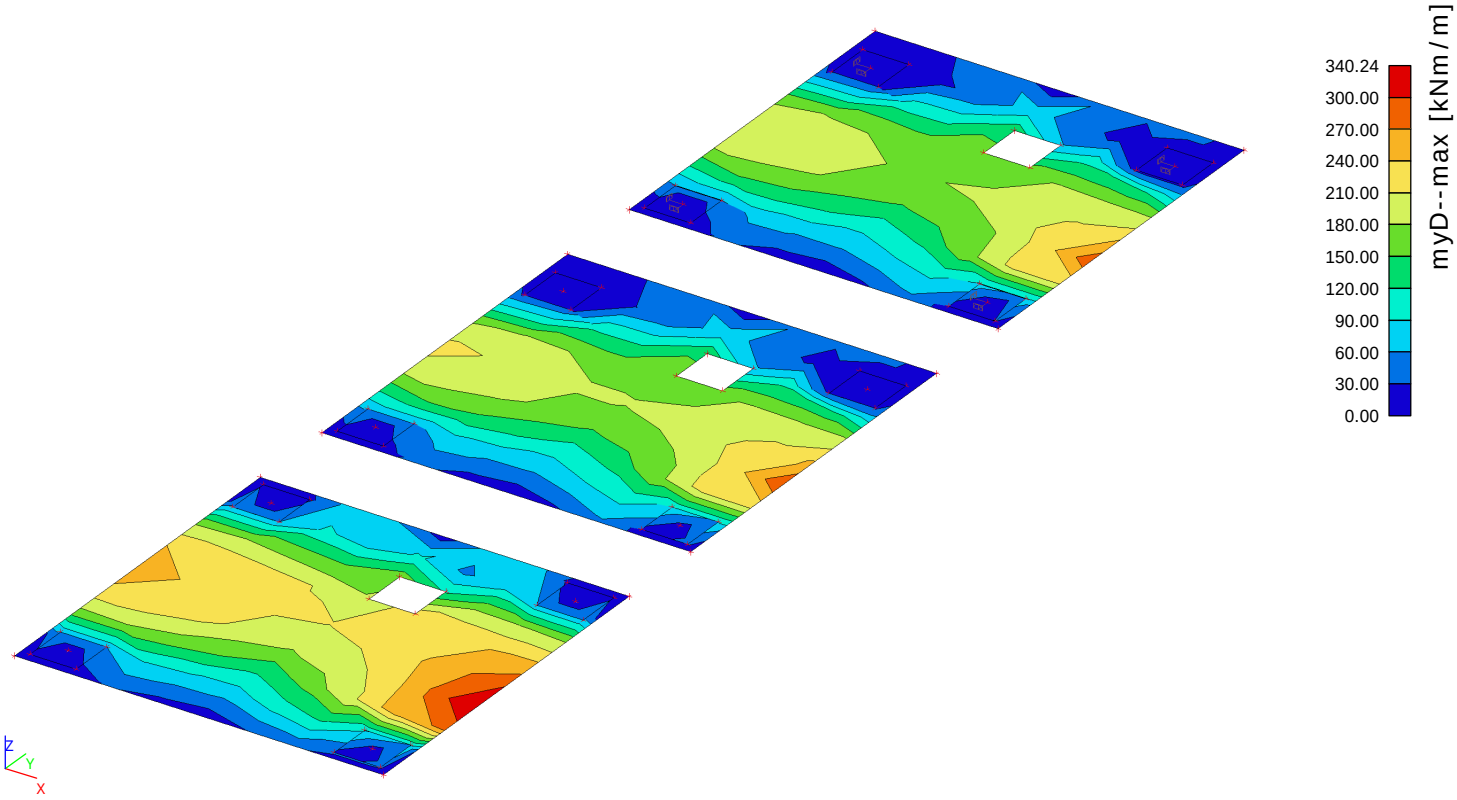



## 12.6. 2D element - Interne krachten UGT; myD+



## 12.7. 2D element - Interne krachten UGT; mxD-




## 12.8. 2D element - Interne krachten UGT; myD-