



**Trailerhelling Weesp**  
**Damwandontwerp**  
29702-RBR-002

Opdrachtgever                      Nebest B.V.  
Rapportnummer                    29701-RBR-002  
Status                                  Definitief  
Rapportdatum                       31 mei 2017

| Autorisatie | Naam          | Paraaf                                                                               | Datum        |
|-------------|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| Auteur      | R.R. Broekens |  | 14 juni 2017 |
| Controle    | R. Steenbrink |  | 14 juni 2017 |



## INHOUDSOPGAVE

|          |                                                 |           |
|----------|-------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>INLEIDING .....</b>                          | <b>1</b>  |
| <b>2</b> | <b>UITGANGSPUNTEN .....</b>                     | <b>2</b>  |
| 2.1      | Normen en richtlijnen .....                     | 2         |
| 2.2      | Verstreckte gegevens .....                      | 2         |
| 2.3      | Grondgesteldheid .....                          | 2         |
| 2.3.1    | Grondonderzoek .....                            | 2         |
| 2.3.2    | Maaiveld .....                                  | 2         |
| 2.3.3    | Grondopbouw en parameters .....                 | 3         |
| 2.3.4    | (Grond)waterstanden .....                       | 3         |
| <b>3</b> | <b>ONTWERP .....</b>                            | <b>5</b>  |
| 3.1      | Definitief Ontwerp .....                        | 5         |
| 3.2      | Dimensionering .....                            | 5         |
| 3.3      | Uitgangspunten damwandberekening .....          | 5         |
| 3.4      | Resultaten damwand .....                        | 6         |
| 3.4.1    | Snedekrachten en vervormingen .....             | 6         |
| 3.4.2    | Totaalstabiliteit .....                         | 7         |
| 3.5      | Overige faalmechanismen .....                   | 8         |
| 3.5.1    | Piping .....                                    | 8         |
| 3.5.2    | Opbarsten .....                                 | 8         |
| 3.5.3    | Bemaling .....                                  | 8         |
| 3.5.4    | Uitspoelen .....                                | 8         |
| 3.5.5    | Zetting .....                                   | 8         |
| 3.6      | Draagkracht damwand .....                       | 8         |
| 3.6.1    | Verticale vervormingen damwandconstructie ..... | 9         |
| 3.6.2    | Horizontale belasting .....                     | 9         |
| <b>4</b> | <b>CONCLUSIE .....</b>                          | <b>11</b> |
| 4.1      | Uitvoeringsaspecten .....                       | 11        |
| 4.2      | Aandachtspunten .....                           | 11        |
| 4.3      | Risico's .....                                  | 11        |

Bijlage 1 Grondonderzoek

Bijlage 2 Berekeningen

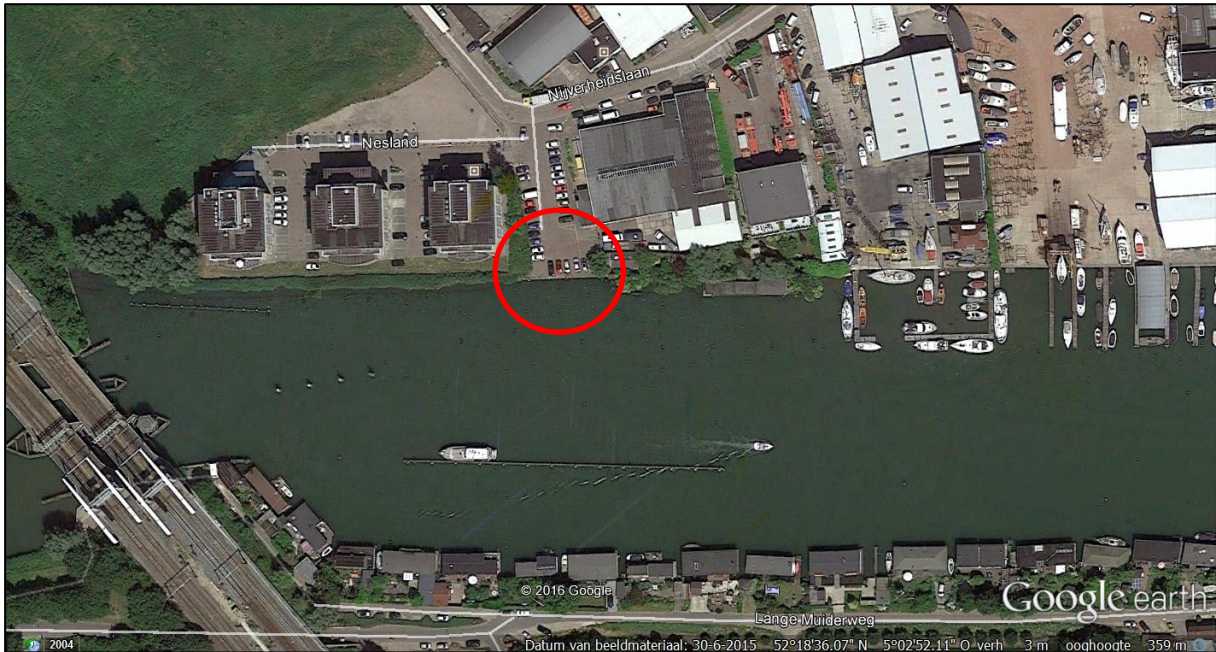


## 1 INLEIDING

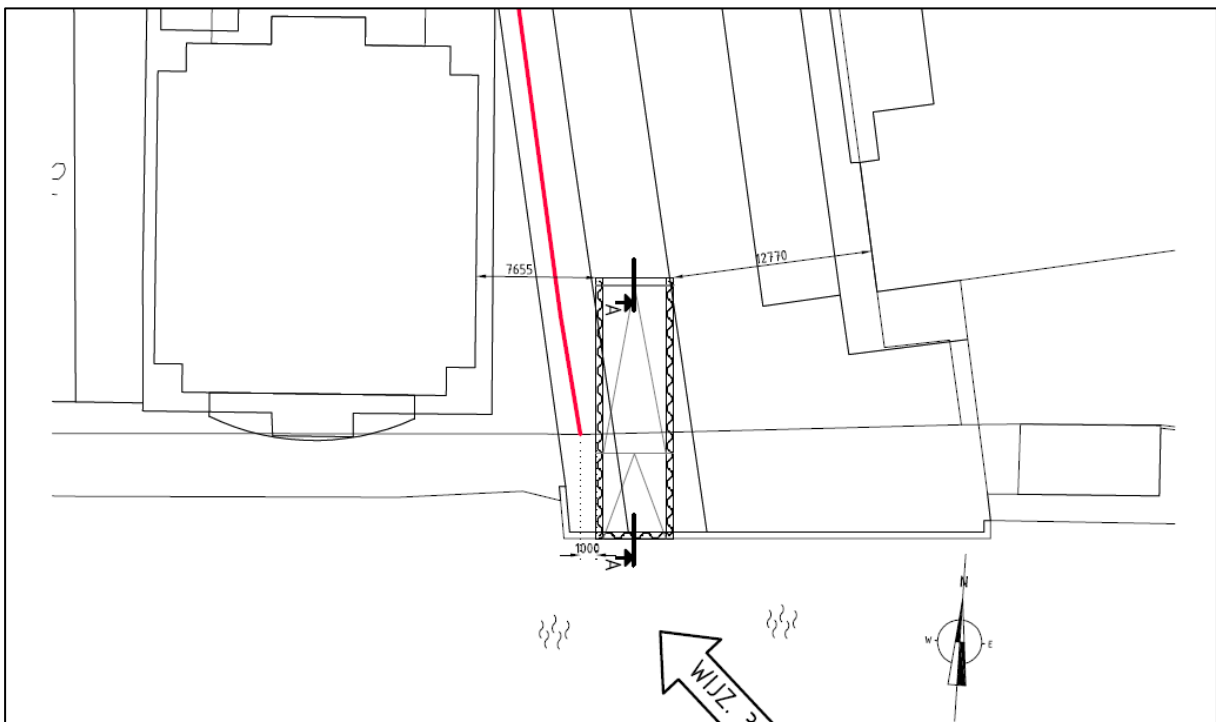
Nebest B.V. heeft opdracht gekregen voor het opstellen van het bestek voor de trailerhelling aan de nijverheidsweg te Weesp. Geobest BV is geotechnisch adviseur voor Nebest B.V.

Dit rapport behelst de bouwkuip en de fundering van de trailerhelling.

In dit DO rapport voor de bouwkuip zijn de basiskeuzes voor de onderafdichting/verharding en de damwanden vastgelegd en zijn de hoofdmaten vastgesteld. Het voorliggend geotechnisch DO kan daarmee door Nebest B.V. gebruikt worden om het bestek op te stellen.



Figuur 1: overzicht projectlocatie (bron: Google Earth)



Figuur 2: Projectie damwandconstructie (uitsnede tekening [4])



## **2 UITGANGSPUNTEN**

### **2.1 Normen en richtlijnen**

Er is gebruikgemaakt van de volgende normen en richtlijnen:

- [1] Leidraad Waterkerende Kunstwerken in regionale waterkeringen, STOWA, d.d. 2011;
- [2] NEN 9997-1; Geotechnisch ontwerp van constructies – Samenstelling van NEN-EN 1997-1, NEN-EN 1997-1/NB Nationale bijlage en NEN 9097-1 Aanvullingsnorm bij NEN-EN 1997-1, december 2011; correctieblad c1, april 2012;
- [3] CUR 166; damwandconstructies; 6<sup>e</sup> druk, juli 2012.

De betreffende trailerhelling wordt gedimensioneerd in een bestaande regionale waterkering (secundaire waterkering). Om die reden is door de opdrachtgever aangegeven dat de damwand wordt gezien als de nieuwe waterkering. Omdat de Leidraad Kunstwerken van TAW vooral van toepassing is op kunstwerken in primaire waterkeringen is gebruik gemaakt van de handreiking Leidraad Waterkerende Kunstwerken in regionale kunstwerken [1].

### **2.2 Verstrekte gegevens**

Door Nebest B.V. zijn de volgende rapporten en tekeningen aangeleverd:

- [4] Rapport nr. HA-14168, Veldrapport t.b.v. boothelling aan de Nijverheidslaan 11 te Weesp, d.d. 3 april 2017
- [5] Tekening nr. 29469-SO-ALG-1-3, SO Nieuwe situatie, d.d. 1- december 2016;
- [6] Tekening nr. V224\_003 en V225\_001, Leggerprofiel secundaire waterkering, d.d. 15 januari 2015.

### **2.3 Grondgesteldheid**

#### **2.3.1 Grondonderzoek**

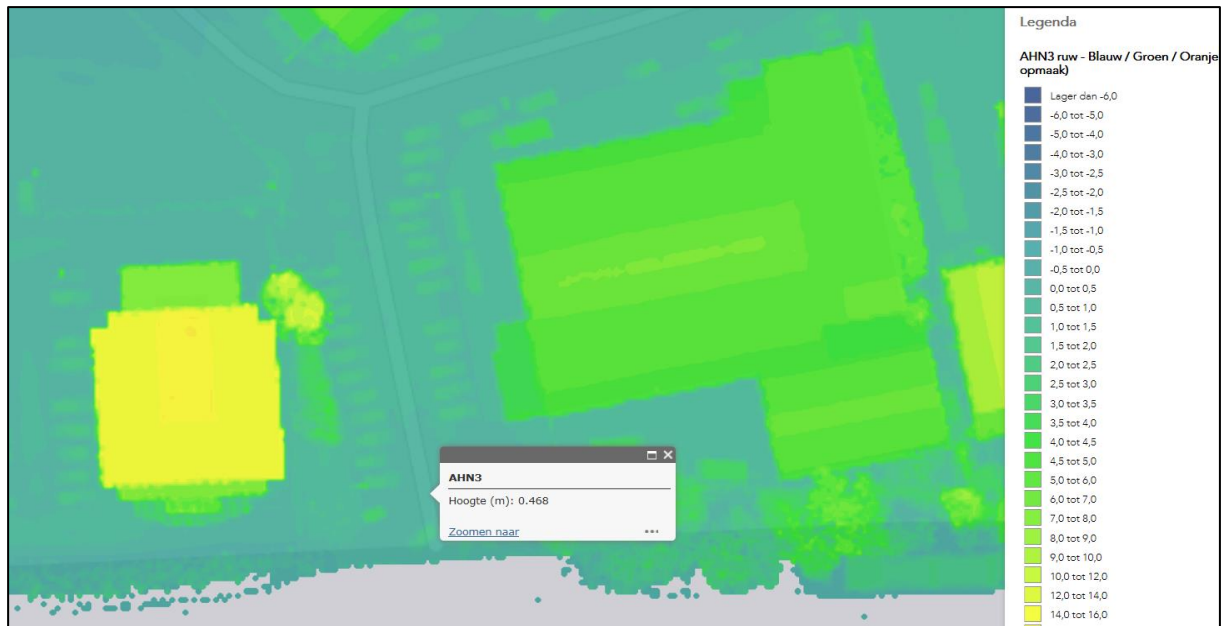
Door Hoogveld Sonderingen is een grondonderzoek uitgevoerd onder opdrachtnummer HA-14168 bestaande uit twee sonderingen en drie boringen. Er zijn geen proeven uitgevoerd.

Ter plaatse van het project zijn beide sonderingen relevant, te weten de nummers 1, en 2. Deze zijn opgenomen in het grondonderzoek in bijlage 1.

#### **2.3.2 Maaiveld**

Het maaiveld ter plaatse van de beoogde trailerhelling zoals aangetroffen in de sonderingen varieert tussen NAP +0,42 m (sondering 2) en NAP +0,54 m (sondering 1). Het Actueel Hoogtebestand Nederland ([www.AHN.nl](http://www.AHN.nl)) bevestigt dat het maaiveld zich op dit niveau bevindt (circa NAP +0,50 m) een uitsnede uit het AHN is weergegeven in Figuur 3.

Voor het ontwerp van de trailerhelling is in deze fase uitgegaan van een bestaand maaiveld van NAP +0,5 m.



Figuur 3: maaiveldhoogtes conform AHN.

### 2.3.3 Grondopbouw en parameters

Uit de sonderingen en de boringen is de grondopbouw bepaald zoals aangegeven in Tabel 1.

Voor het bepalen van de parameters voor de damwandberekening is uitgegaan van de sonderingen, de boringen, tabel 2b uit NEN9997-1+C1 en onze ervaring in de lokale grondslag.

Tabel 1: Parameters voor damwandberekeningen

| Grondsoort   | bk laag        | ok laag        | $\gamma$             | $\gamma_{sat}$       | $\phi'$ | $\delta'$ | $c'$  | $k_h$ ; 50% / 80% / 100% |
|--------------|----------------|----------------|----------------------|----------------------|---------|-----------|-------|--------------------------|
|              | [m t.o.v. NAP] | [m t.o.v. NAP] | [kN/m <sup>3</sup> ] | [kN/m <sup>3</sup> ] | [°]     | [°]       | [kPa] | [kN/m <sup>3</sup> ]     |
| (ophoog)zand | +0,5           | -1,9           | 17                   | 19                   | 27,5    | 18,3      | 0     | 12.000 / 6.000 / 3.000   |
| Klei, zandig | -1,9           | -2,5           | 16                   | 16                   | 22,5    | 7,5       | 2     | 4.000 / 2.000 / 800      |
| Klei, siltig | -2,5           | -3,0           | 15                   | 15                   | 17,5    | 5,8       | 2     | 2.000 / 800 / 500        |
| Veen         | -3,0           | -4,5           | 12                   | 12                   | 15,0    | 0         | 5     | 2.000 / 800 / 500        |
| Zand         | -4,5           | -14,0          | 18                   | 20                   | 30      | 20        | 0     | 20.000 / 10.000 / 5.000  |

Legenda

$\gamma$  = aardvochtig volumegewicht

$\gamma_{sat}$  = verzadigd volumegewicht

$\phi'$  = effectieve hoek van inwendige wrijving

$\delta'$  = effectieve wandwrijvingshoek

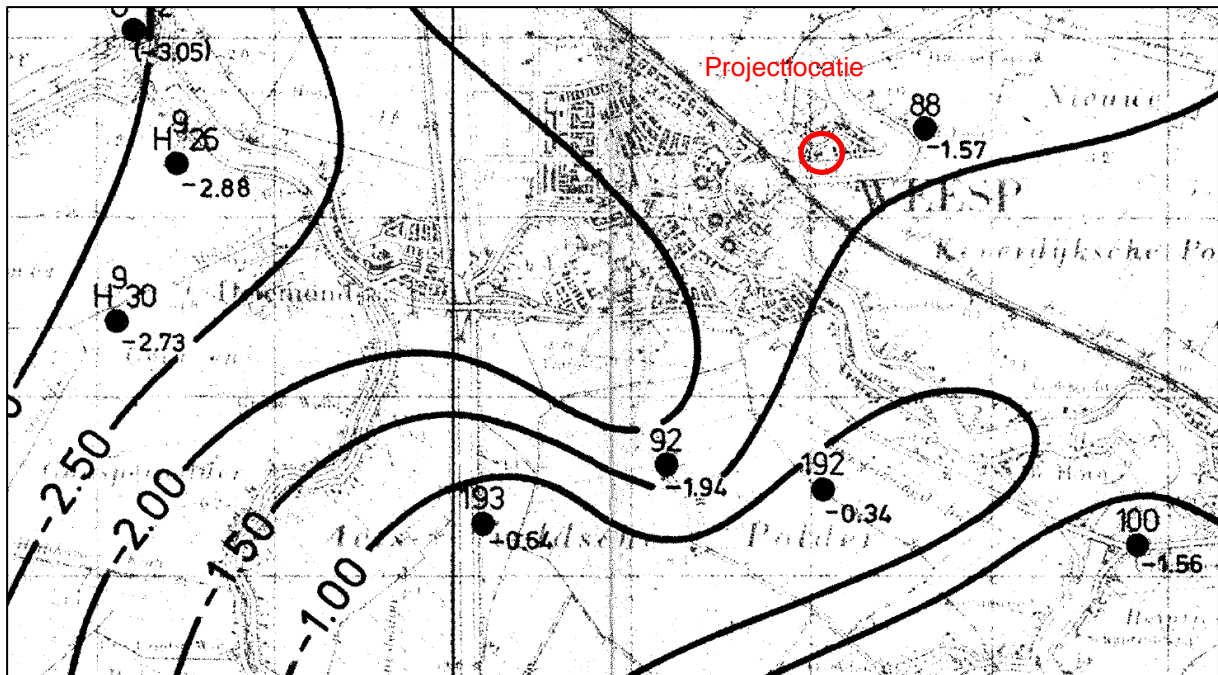
$c'$  = effectieve cohesie

$k_h$  = horizontale beddingconstante (secant waarden conform CUR 166)

### 2.3.4 (Grond)waterstanden

De freatische waterstand is aangetroffen op een niveau van NAP -0,5 m. Dit is hetzelfde waterpeil als dat in de Vecht is aangehouden. Conform de leggergegevens dient voor de waterkering worden uitgegaan van een MHW op NAP.

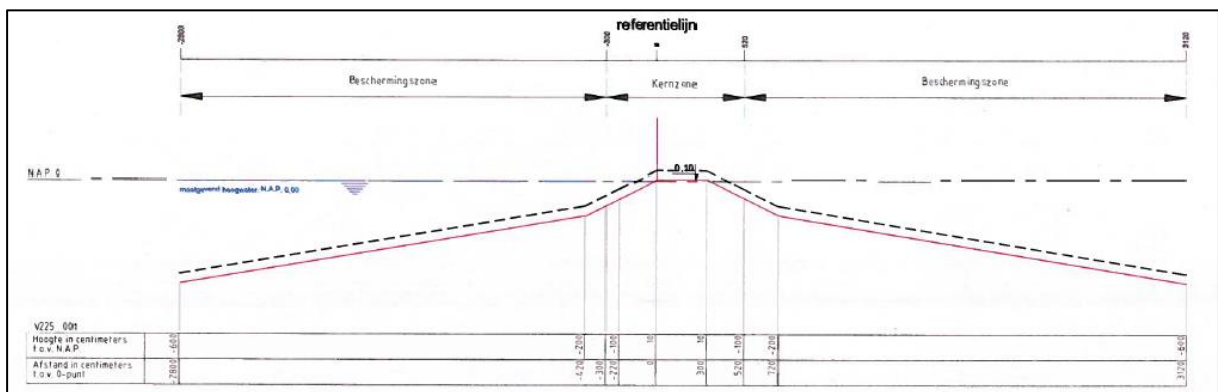
In het zandpakket vanaf NAP -4,5 m is op basis van de sonderingen een stijghoogte aangetroffen op circa NAP -2,0 m. Op TNO grondwaterkaarten uit 1979 is op deze locatie een stijghoogte vastgesteld van NAP -1,5 m tot NAP -2,0 m wat het sondeerbeeld bevestigt.



Figuur 4: grondwaterkaart TNO (isohypsen eerste watervoerend pakket), locatie Weesp

In de berekeningen ten aanzien van opbarsten is tijdens de bouwfasen derhalve uitgegaan van een stijghoogte op NAP -1,5 m (veilige aanname).

Voor de eindfase is voor de damwandberekeningen uitgegaan van de maatgevende situatie waarbij de actieve zijde tot aan maaiveld verzadigd is en een stijghoogte tot NAP +0,5 m. Dit niveau is gelijkgesteld aan de bovenkant van de damwand en zodoende is een maatgevend maximaal verval gemodelleerd. De situatie met MHW is voor de damwandberekeningen niet maatgevend.



Figuur 5: Leggerprofiel ter plaatse van trailerhelling (uitsnede uit tekening [5])





### 3 ONTWERP

#### 3.1 Definitief Ontwerp

In het VO is uitgegaan van een betonbak gefundeerd op prefab betonpalen. Een constructie met een bak heeft als nadeel dat deze gefundeerd moet worden op palen om verticale vervormingen en bezwijken tegen te gaan. Een gesloten, waterdichte constructie zal bovendien worden belast op trekbelastingen ten gevolge van een mogelijke hoge waterstand en/of stijghoogte gedurende de levensduur. Ter voorkoming van de opbouw van waterdruk onder de constructie is gekozen voor een open constructie.

Gedurende het opstellen van het DO is derhalve gekozen voor een alternatief ontwerp met damwanden en een waterdoorlatend pakket met puingranulaat en betonmatten als verharding. Gedurende het bouwproces/ontgraven vervult de reeds aangebrachte damwandconstructie de functie van waterkering. De aansluiting van de nieuwe damwand op de bestaande betonnen waterkering kan worden uitgevoerd door de stalen profielen zo dicht mogelijk op de bestaande damwandplanken te plaatsen. De kieren kunnen middels kleikisten tot circa NAP -1,5 m voldoende waterdicht worden gemaakt.

Met de toepassing van een hulpconstructie (taatskuip) “buitendijks”, kan vervolgens ongehinderd in den droge worden ontgraven. Na het op diepte komen dient de bestaande damwandconstructie deels te worden gesloopt en worden afgewerkt op een niveau van NAP -1,0 m. Hierbij dient aandacht te worden besteed aan het detail van de aansluiting op de lage zijde (bestaande deels gesloopte damwand), er dient een voorziening te worden ontworpen om uitspoeling van grond tegen te gaan en belastingen vanuit de bestaande damwand over te brengen naar de nieuwe damwandconstructie. Tot slot kan de funderingslaag met puingranulaat worden aangebracht en worden afgewerkt met betonmatten.

Omdat het netto gewicht van de aan te brengen funderingslaag en betonmatten over het algemeen niet groter zal zijn dan het gewicht van de te verwijderen grond kan worden aangenomen dat van zettingen geen of nauwelijks sprake zal zijn. Ter plaatse van de overgang op maaiveldniveau, aan de hoge zijde zijn wel enige zettingen te verwachten omdat hier slechts zeer beperkt grond zal worden verwijderd. Bovendien kan na verloop van tijd door kruip in de veenlaag nog enige vervorming ontstaan. Mogelijk dienen de betonmatten daarom gedurende de levensduur van de trailerhelling een keer gelicht te worden om het onderliggende puin opnieuw op te hogen tot het gewenste niveau.

#### 3.2 Dimensionering

Het DO bestaat uit een damwandconstructie met aan de passieve zijde, in het water, een onafhankelijke bodemafwerking/verhardingsconstructie. Het voorliggend ontwerp behelst uitsluitend het geotechnisch ontwerp van de aan te brengen damwandconstructie en verhardingsconstructie ten behoeve van de trailerhelling. Eventuele aanvullende voorzieningen zoals af-/aanmeerpalen en de damwand langs de Vecht, evenals kabels en leidingen zijn niet in de scope van dit project inbegrepen.

#### 3.3 Uitgangspunten damwandberekening

Er is gekozen voor de toepassing van stalen damwanden. De damwandberekening is uitgevoerd conform Leidraad Kunstwerken, NEN9997-1 en de CUR 166. Hierbij is rekening gehouden met de volgende uitgangspunten:

- De constructie is geplaatst in geotechnische categorie RC2;
- Corrosie 1,5 mm (totaal van 2 zijden) na een levensduur van 50 jaar; correctie op W en I bepaald op basis van de procentuele afname van de staaldoorsnede (circa 20% afname);
- Scheve buiging is niet van toepassing;
- damwandtype AZ 18-700;
  - Weerstandsmoment  $W_x = 1800 \text{ cm}^3$ ;  $W_{x,\text{corr}} = 1440 \text{ cm}^3$
  - Traagheidsmoment  $I_x = 37800 \text{ cm}^4$ ;  $I_{x,\text{corr}} = 30240 \text{ cm}^4$ ;
  - buigstijfheid  $EI = 7,94\text{E}^{+04} \text{ kNm}^2$ ;  $EI_{\text{corr}} = 6,35\text{E}^{+04} \text{ kNm}^2$ ;
  - staalkwaliteit S240; toelaatbaar moment  $M_r = 432 \text{ kNm/m'}$ ;  $M_{r,\text{corr}} = 345 \text{ kNm/m'}$ ;



- b.k. damwand op NAP +0,5 m;
- o.k. damwand op NAP -8,5 m;
- aangehouden fasering:
  - Aanbrengen damwanden, kleikisten en een taatskuip;
  - Bemalen, en ontgraven in den droge conform hellingprofiel [4] vermeerderd met 0,5 m tot 1,0 m ten behoeve van aan te brengen verharding en funderingslaag (maximaal ontgravingsniveau NAP -2,0 m);
  - Aanbrengen gordingen en stempel op NAP -1,5 m tpv diepste doorsnede.
  - Aanbrengen funderingslaag en afwerking met betonmatten totale dikte maximaal 1,0 m;
  - Afbranden damwand kopsekant (aan waterzijde) en afwerken aansluiting;
  - Aanbrengen van stortstenenberm ter voorkomen van een abrupt hoogteverschil aan het einde van de trailerhelling;
- Uniforme bovenbelasting op maaiveld 10 kN/m<sup>2</sup> bij het aanbrengen van de damwanden;
- Uniforme bovenbelasting op maaiveld 10 kN/m<sup>2</sup> gedurende ontgraven;
- Uniforme bovenbelasting op maaiveld 10 kN/m<sup>2</sup> gedurende eindfase.

### 3.4 Resultaten damwand

#### 3.4.1 Snedekrachten en vervormingen

De resultaten van de in- en uitvoer van de damwandberekeningen zijn aangegeven in bijlage 4. Tabel 2 toont een samenvatting van de vervormingen en snedekrachten.

**Tabel 2: vervormingen en snedekrachten damwandberekeningen**

| Fase                   | UGT                         |                             |          | BGT                    |          |
|------------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------|------------------------|----------|
|                        | M <sub>max</sub><br>[kN/m'] | D <sub>max</sub><br>[kN/m'] | Toetsing | S <sub>h</sub><br>[mm] | Toetsing |
| 1, aanbrengen damwand  | 10                          | 10                          | Voldoet  | 0,4                    | Voldoet  |
| 2, maximale ontgraving | 65                          | 90                          | Voldoet  | 1,9                    | Voldoet  |
| 3, eindsituatie        | 115                         | 60                          | Voldoet  | 10,9                   | Voldoet  |
| 4, maximaal verval     | 170                         | 95                          | Voldoet  | 19,5                   | Voldoet  |

Legenda

UGT = Uiterste GrensToestand

BGT = Bruikbaarheids GrensToestand

M<sub>max</sub> = rekenwaarde maximaal buigend moment (UGT)

D<sub>max</sub> = rekenwaarde maximale dwarskracht (UGT)

S<sub>h</sub> = maximale horizontale verplaatsing (BGT, stap 6.5 Dsheet)

Op basis van de resultaten wordt geconcludeerd dat het beoogde staalprofiel AZ18-700 S240 voldoet aan de sterkte eisen. Het toe te passen stempel dient minimaal een stempelkracht van 135 kN op te kunnen nemen.

Toets oorspronkelijk profiel:  $\sigma = M / W = 170 / 1800 \cdot 1000 = 95 \text{ N/mm}^2 < 240 \text{ N/mm}^2$

Toets gecorrodeerd profiel:  $\sigma = M / W = 170 / 1440 \cdot 1000 = 118 \text{ N/mm}^2 < 240 \text{ N/mm}^2$

Ten aanzien van de vervormingen van de damwand zijn geen concrete eisen opgesteld. Gezien de aard van de constructie en de beschouwing van het omliggende terrein zijn geen aanwijzingen dat een uiterst strenge eis aan de vervorming noodzakelijk is. De dichtstbijzijnde belending bevindt zich op minimaal 7,5 m afstand. De grootste vervorming treedt op tijdens het ontgraven van de trailerhelling voordat de verhardingsconstructie is aangebracht. De maximaal berekende vervorming van circa 20 mm wordt daarmee geaccepteerd.





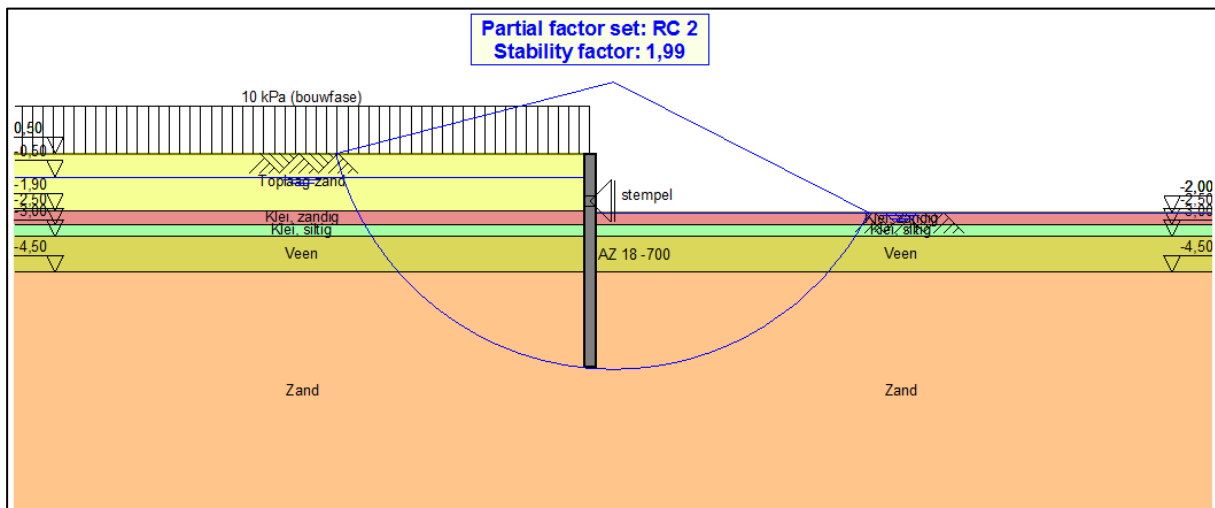
### 3.4.2 Totaalstabiliteit

Ten aanzien van de stabiliteit is op basis van de methode Bishop een maatgevende glijcirkel bepaald door het programma D-Sheet Piling. De resultaten zijn in Tabel 3 opgenomen.

**Tabel 3: resultaten stabiliteit damwand**

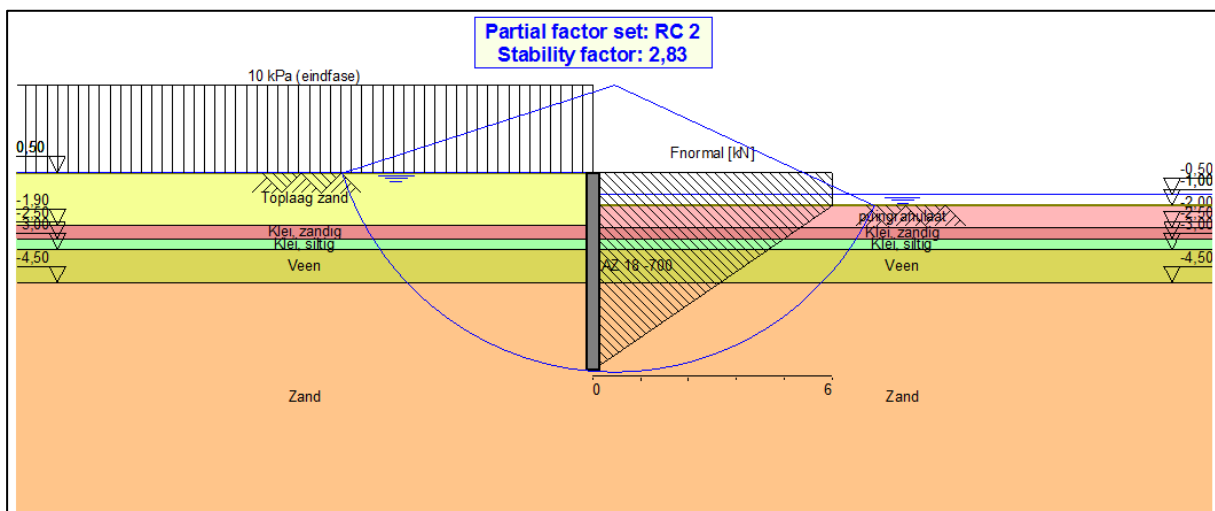
| Fase                   | UGT       |          |
|------------------------|-----------|----------|
|                        | SF<br>[-] | Toetsing |
| 1, aanbrengen damwand  | 15,7      | Voldoet  |
| 2, maximale ontgraving | 2,0       | Voldoet  |
| 3, eindsituatie        | 3,4       | Voldoet  |
| 4, maximaal verval     | 2,8       | Voldoet  |

De maatgevende bouwphase is die met de maximale ontgraving. De maatgevende glijcirkel is weergegeven in Figuur 5.



**Figuur 5: Maatgevende glijcirkel bouwphase**

De maatgevende situatie gedurende de levensduur in de gebruiksfase betreft de situatie waarbij het peil in de Vecht reeds gedaald is naar het normale peil van NAP -0,5 m en waarbij aan de landzijde de grond volledig verzadigd is tot aan bovenkant damwand (maximaal verval) na bijvoorbeeld een extreme regenbui of door overslag. De maatgevende glijcirkel is weergegeven in Figuur 6.



**Figuur 6: maatgevende glijcirkel gebruiksfase**



### 3.5 Overige faalmechanismen

#### 3.5.1 Piping

Door de aanwezigheid van afsluitende grondlagen en het kleine verval (maximaal 1,0 m) kan piping niet optreden. Op de achtergrond is een controle uitgevoerd indien de afsluitende lagen niet aanwezig zouden zijn of losgekomen zijn van de damwand. Hierbij is een kwelweg aanwezig van minimaal 13,0 m waarmee een maximaal verval van 1,85 m geoorloofd is (eenvoudige benadering op basis van Lane met  $C_{creep}$  factor van 7). Hiermee is met het werkelijke maximale verval ( $1,85 / 1,0$ ) een veiligheid van circa 1,85 aanwezig tegen piping.

#### 3.5.2 Opbarsten

Uitgaande van de extreme stijghoogte tot NAP tijdens Maatgevend Hoogwater is een opwaartse waterdruk aanwezig op het niveau van NAP -4,5 m van 5 kPa. Aan de binnendijkse zijde (maaiVELdnliveau) wordt geen ontgraving gerealiseerd en zal opbarsten niet optreden vanwege het grondvolume dat in de huidige situatie aanwezig is. .

Na het plaatsen van de damwandconstructie wordt binnen in de kuip ontgraven en bemalen tot NAP -2,0 m waarbij in theorie minimaal een gewicht (neerwaartse gronddruk) van circa 13,5 kPa aanwezig blijft in de maximale ontgraven situatie. Op het niveau van onderkant veenlaag op NAP -4,5 m heerst in een MHW situatie bij een volledige aanpassing in de zandlaag een maximale (opwaartse) waterdruk van 20 kPa. Derhalve wordt als voorwaarde gesteld dat de ontgraving niet mag plaatsvinden tijdens een Maatgevend Hoogwater situatie. In de normale situatie heerst een stijghoogte van NAP-1,5 m die leidt tot een opwaartse waterdruk tijdens maximaal ontgraven van 5 kPa. Derhalve is daarmee een veiligheidsfactor van ( $13,5 / 5 =$ ) 3 aanwezig tegen opbarsten en kan opbarsten niet plaatsvinden.

#### 3.5.3 Bemaling

Voor de bemaling kan worden volstaan met het afpompen van het aanwezige open water (in de taatskuip), het grondwater, regenwater en kwel- of lekwater. Vooralsnog wordt verondersteld dat dit kan voor het toepassen van een open bemaling. De uitwerking wordt in een separate rapportage toegevoegd.

#### 3.5.4 Uitspoelen

Om uitspoeling van de verhardingsconstructie en de daaronder gelegen gronden te voorkomen dient aandacht te worden besteed aan de aansluiting van de damwand aan de kopsekant (langs de vecht) op de verhardingsconstructie met puingranulaat en betonmatten. Dit ontwerp dient nader te worden gedetailleerd op de bestektekeningen. De beoogde verharding dient daarbij zelfstandig waterdoorlatend maar grond dicht te worden uitgevoerd. Mogelijk in combinatie met een filterdoek of geotextiel tpv de overgang naar de Vecht.

#### 3.5.5 Zetting

Op basis van een evenwichtsbeschouwing is voorzien dat het aanbrengen van de verhardingsconstructie nauwelijks tot geen zettingen zal genereren omdat deze nauwelijks zwaarder zal zijn dan de grond die verwijderd wordt. Ter plaatse van de overgang van het maaiveldniveau naar de hellingbaan dient rekening gehouden te worden met de grootste zettingen van circa 30 mm. Het grootste deel treedt vrijwel direct op na aanbrengen van de verharding. De restzettingen bedragen circa 10 tot 15 mm waardoor eventueel een toekomstig hoogteverschil kan ontstaan. Dit lijkt een overkomelijk zettingsverschil dat eventueel gedurende de levensduur eenmalig hersteld kan worden door uitvullen of lichten van de verhardingsconstructie.

### 3.6 Draagkracht damwand

De damwandconstructie zal worden voorzien van een betonsloof. Om die reden zal de damwand enige verticale belasting moeten dragen en is een draagkrachtberekening uitgevoerd om aan te tonen dat de damwand niet bovenmatig zal vervormen ten gevolge van het gewicht van de betonsloof.



Uitgaande van een conservatieve aanname dat de sloof circa 0,5 m breed en 1,0 m hoog moet zijn zal een belasting van  $0,5 \cdot 1,0 \cdot 24 = 12 \text{ kN/m}^1$  moeten kunnen dragen (BGT). Rekening houdend met de partiele factor van 1,1 voor permanente ongunstige belasting conform NEN 9997-1-C1 wordt de draagkracht getoetst op een belasting (naar boven afgerond op een veelvoud van vijf) van  $15 \text{ kN/m}^1$ .

Overige uitgangspunten zijn:

- de fundering bestaat uit stalen damwanden; de betonsloof wordt opgevat als niet-stijf bouwwerk;
- de berekeningen zijn uitgevoerd voor beide sonderingen met een  $\xi_4$  waarde van 1,39;
- de damwanden worden uitsluitend op druk belast;
- de volgende paalfactoren zijn gehanteerd:
  - $\alpha_p = 0,7$ ;
  - $\alpha_s = 0,006$ ;
  - $\beta = 1,0$ ;
  - $s = 0,62$ ;
- voor de draagkrachtberekeningen op druk is rekening gehouden met het optreden van negatieve kleeft langs de schacht tot een niveau van NAP -4,5 m (uitsluitend de actieve zijde, de passieve zijde wordt ontlast en daar treedt derhalve geen zakking op);
- er is gerekend met positieve kleeft vanaf een niveau van NAP -4,5 m;
- het draagvermogen is het gemiddelde van twee berekeningen;
  - enerzijds de actieve zijde met negatieve kleeft en het maaiveld op NAP +0,5 m;
  - anderzijds van de passieve zijde met ontgraving tot NAP -2,0 m zonder negatieve kleeft;
- de partiële materiaalfactor voor de draagkracht van een paal, berekend aan de hand van sonderingen bedraagt:
  - voor op druk belaste palen  $\gamma_t = 1,2$

De berekening van het draagvermogen is gepresenteerd in de bijlage. De resultaten zijn samengevat in Tabel 3.

**Tabel 3: resultaten draagvermogen**

| Sondering   | Stalen damwand AZ 18-700 op NAP -8,5 m (geschematiseerd als een plaat van 1000mm*11 mm) |                                       |                                       |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
|             | draagvermogen (actieve zijde)                                                           | draagvermogen (passieve zijde)        | Rekenwaarde draagvermogen             |
|             | $R_{c;net;d}$<br>[kN/m <sup>1</sup> ]                                                   | $R_{c;net;d}$<br>[kN/m <sup>1</sup> ] | $R_{c;net;d}$<br>[kN/m <sup>1</sup> ] |
| Sondering 1 | 160                                                                                     | 135                                   | 295                                   |
| Sondering 2 | 150                                                                                     | 120                                   | 270                                   |

### 3.6.1 Verticale vervormingen damwandconstructie

De vervorming aan de bovenzijde van de damwanden zijn op basis van de verhouding tussen draagkracht en belasting niet berekend. Gezien de draagkracht die een factor 20 groter is dan de optredende representatieve belasting zal rekenkundig geen verticale vervorming optreden. In de praktijk zal de damwand iets moeten vervormen om het berekende draagvermogen te mobiliseren. Deze vervorming is nihil en daarmee toelaatbaar.

### 3.6.2 Horizontale belasting

Ter plaatse van de aan te leggen trailerhelling zijn in de huidige situatie twee groutankers aanwezig (type Van Leeuwen ankers). De ontgraving van de trailerhelling zal een ontlasting behelzen voor de verankerde damwand. Op basis van een berekening is een benodigde rest-ankerkracht bepaald. Voordat de ankers worden verwijderd dient de nieuwe damwand derhalve constructief aan de bestaande damwand te worden bevestigd. De nieuwe damwand zal worden gebruikt om de horizontale belasting op te nemen. De berekende benodigde rest-ankerkracht bedraagt 120 kN.

Aan de hand van CUR 166 is een berekening uitgevoerd voor in het vlak belaste damwandconstructies. De horizontale schuifweerstand is berekend uitgaande van basisgeval 2, een damwandscherm met kerende functie. Door de toepassing van een gording van 5 meter lang kunnen



voldoende planken worden gemobiliseerd (3,5 dubbele planken) om de horizontale belasting over de planken te kunnen afdragen naar de inklemmende zandlaag. De opneembare horizontale kracht is conservatief bepaald en bedraagt minimaal circa 160 kN per damwandscherm, dus 320 kN voor de totale trailerhellingconstructie. De uitwerking is opgenomen in de bijlage.



## 4 CONCLUSIE

In deze DO rapportage is het geotechnisch ontwerp van de damwandconstructie voor de beoogde trailerhelling aan de Nijverheidslaan te Weesp behandeld. Op basis van de berekeningen kan op sterkte en stabiliteit worden volstaan met een damwand van het type AZ18-700 S240 (of gelijkwaardig) met een puntniveau op NAP -8,5 m. In de nabijheid van de nieuw te plaatsen damwanden zijn in de huidige situatie twee groutankers aanwezig (Van Leeuwen ankers), die met een lengte van 20 meter, onder een hoek van 45 graden weglopen. Op basis van de ontvangen gegevens bestaat er geen fysiek raakvlak tussen damwanden en ankers, in verband met mogelijke afwijkingen is als beheersmaatregel gekozen voor een verschuiving van de gehele constructie met 0,5 tot 1,0 m.

Ten aanzien van opbarsten worden geen risico's voorzien als de maximale ontgraving en bemaling niet samenvalt met een MHW situatie.

Zettingen zijn minimaal en zullen vrijwel direct optreden. De grootste zettingen treden op bij de overgang van maaiveldniveau naar hellingbaan. Restzettingen zullen op basis van de berekeningen niet meer dan circa 10 tot 15 mm bedragen. Mogelijk dient dit hoogteverschil gedurende de levensduur een keer hersteld te worden middels uitvullen of lichten van de verhardingsconstructie.

De functie van de bestaande twee ankers kan na het plaatsen worden overgenomen door de nieuwe damwanden. De nieuwe damwanden dienen hiervoor over een lengte van minimaal 5 meter middels een gording te worden gekoppeld en constructief te worden bevestigd aan de deels te slopen bestaande damwand. Het ontwerp voldoet hiermee aan de vereiste normen en richtlijnen en is tot stand gekomen in overeenstemming met de Leidraad Waterkerende Kunstwerken in regionale waterkeringen.

### 4.1 Uitvoeringsaspecten

- De trailerhelling kan in den droge worden uitgevoerd indien gebruik wordt gemaakt van bijvoorbeeld een taatskuip. In den droge werken heeft als groot voordeel dat de aansluiting van de bestaande te slopen damwand op de trailerhelling in het zicht en daarmee goed beheersbaar kan worden uitgevoerd.
- Voorwaarde is dat de werkzaamheden niet plaatsvinden tijdens een Maatgevend Hoogwatersituatie.

### 4.2 Aandachtspunten

- Ter voorkoming van een onacceptabel hoogteverschil door zetting dient mogelijk eenmalig herstel gepleegd te worden ter plaatse van de overgang van maaiveld naar hellingbaan.
- Om uitspoeling te voorkomen dient een detail te worden uitgewerkt van de aansluiting van de trailerhelling op de te slopen damwandconstructie aan de Vecht. Deze aansluiting behelst tevens een gordingconstructie om de horizontale verankering aan de nieuwe damwand te realiseren.
- Op de projectlocatie zijn kabels en leidingen aanwezig, de wijze waarop met de aanwezige K&L wordt omgegaan valt niet binnen de scope van dit rapport. Mogelijk dienen K&L verlegd of verwijderd te worden voordat de werkzaamheden kunnen worden uitgevoerd.

### 4.3 Risico's

Op basis van ontvangen documenten van de opdrachtgever is geconstateerd dat er een oude waterkering achter de bestaande damwand aanwezig zou kunnen zijn. Omdat verder geen informatie bekend is waaruit blijkt hoe deze oude waterkering is opgebouwd kan hier geen risico inschatting voor gedaan worden. Indien de gegevens van de waterkering niet beschikbaar zijn wordt aangeraden voor het definitief maken van het bestek een of enkele proefsleuven uit te laten voeren om de situatie goed in beeld te brengen. Eventuele objecten in de ondergrond kunnen voor aanzienlijk hogere kosten en vertraging leiden gedurende de uitvoering van het werk.



## Bijlage 1 Grondonderzoek



Veldrapport betreffende  
grondonderzoek ten behoeve van:  
boothelling aan de Nijverheidslaan 11 te Weesp

Opdrachtnr. : HA-14168

Datum rapport : 3 april 2017

**Veldrapport betreffende  
grondonderzoek ten behoeve van:  
boothelling aan de Nijverheidslaan 11 te Weesp**

Opdrachtnr. : HA-14168

Datum rapport : 3 april 2017

Datum veldonderzoek : 15 maart 2017

Opdrachtgever : Geobest B.V.  
Marconiweg 2  
4131 PD Vianen

## Inhoudsopgave

1. Inleiding
2. Veldwerkzaamheden
  - 2.1 Algemeen
  - 2.2 Onderzoekslocatie
  - 2.3 Uitzetten, inmeten en waterpassen
  - 2.4 Kabels en leidingen
  - 2.5 Sonderingen
  - 2.6 Handboring
3. Slotwoord

## Bijlagen

- A. Situatietekening
- B. Waterpasstaat
- C. Overzichtstekening klic-melding
- D. Sonderingen
- E. Classificatie grondsoorten
- F. Handboring

opdrachtnummer: HA-14168

## 1. Inleiding

Op 14 maart 2017 ontvingen wij van u de opdracht voor het uitvoeren van een grondonderzoek ten behoeve van een boothelling aan de Nijverheidslaan 11 te Weesp. In de vorm van dit rapport doen wij u de resultaten toekomen.

## 2. Veldwerkzaamheden

### *2.1 Algemeen*

Het grondonderzoek is uitgevoerd in kader van een boothelling aan de Nijverheidslaan 11 te Weesp en heeft bestaan uit het uitvoeren van 2 sonderingen en 2 handboringen. In de volgende hoofdstukken worden de verrichte werkzaamheden toegelicht.

### *2.2 Onderzoekslocatie*

De werkzaamheden vonden plaats aan de hand van de door opdrachtgever aangeleverde situatietekening. Op de onderstaande overzichtskaart is het onderzoeksgebied indicatief weergegeven.



opdrachtnummer: HA-14168

### *2.3 Uitzetten, inmeten en waterpassen*

Het uitzetten, inmeten en waterpassen van de onderzoekslocaties werd door Hoogveld Sonderingen B.V. middels GPS verzorgd. De locaties zijn terug te vinden op de situatietekening in bijlage A. De betreffende coördinaten zijn aangegeven op de sondeergrafieken alsmede op de waterpasstaat in bijlage B.

### *2.4 Kabels en leidingen*

Voorafgaande aan de uitvoering van de werkzaamheden is door Hoogveld Sonderingen B.V. een klic-melding uitgevoerd met kenmerk 17G096754. Op de klic-melding worden niet altijd de huisaansluitingen vermeld. De geldigheidsduur van de klic-melding is 20 werkdagen. Een overzichtstekening van de klic-melding is opgenomen in bijlage C. Aan deze overzichtstekening kunnen geen rechten worden ontleend.

### *2.5 Sonderingen*

Het grondonderzoek heeft bestaan uit het uitvoeren van 2 sonderingen. Bij beide sonderingen is behalve de conusweerstand tevens de plaatselijke mantelwrijving en waterspanning gemeten. De diepte op de sondeergrafieken is gegeven in meters ten opzichte van N.A.P. De N.A.P.-hoogtes zijn ingemeten middels GPS. De resultaten zijn gepresenteerd in bijlage D.

De sonderingen zijn uitgevoerd met een **elektrische conus** overeenkomstig norm **NEN-EN-ISO 22476-1**. Met de elektrische conus vindt een directe en continue meting plaats van zowel de weerstand aan de conuspunt als van de wrijving langs de kleefmantel. De continue registratie van de ondervonden bodemweerstand levert een gedetailleerd beeld op van de bodemopbouw.

Dit geldt niet alleen voor de vastheid van de bodem maar tevens voor de aard c.q. de samenstelling van de aanwezige grondlagen. De verhouding tussen wrijvingsweerstand en de conusweerstand, het zogenaamde wrijvingsgetal, heeft namelijk voor iedere grondsoort een specifieke waarde. Een toelichting hierop is terug te vinden in bijlage E.

### *2.6 Handboringen*

In verband met kabels en leidingen in de ondergrond zijn beide sondeerlocaties voorgeboord. De gemeten conus- c.q. wrijvingsweerstand dient over dit traject dan ook niet als representatief te worden beoordeeld. De boringen zijn tevens gebruikt ten behoeve van de bepaling van de grondwaterstand en van de classificatie van de bovenlagen. De resultaten zijn gepresenteerd in bijlage F.

opdrachtnummer: HA-14168

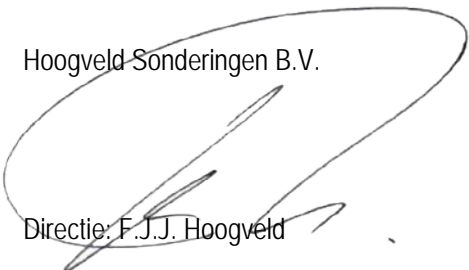
### 3. Slotwoord

Al onze werkzaamheden worden met de grootste zorg voor kwaliteit uitgevoerd. De werkzaamheden zijn uitgevoerd met inachtneming van het VCA 2008/5.1 en ISO-EN-NEN 9001:2008 certificaat. Hoogveld Sonderingen B.V. is hiervoor gecertificeerd.

In het vertrouwen u hiermee voldoende te hebben geïnformeerd, verblijven wij,

Met vriendelijke groet,

Hoogveld Sonderingen B.V.



Directie: F.J.J. Hoogveld

Rapportage opgesteld door:

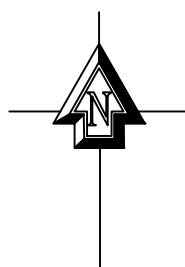
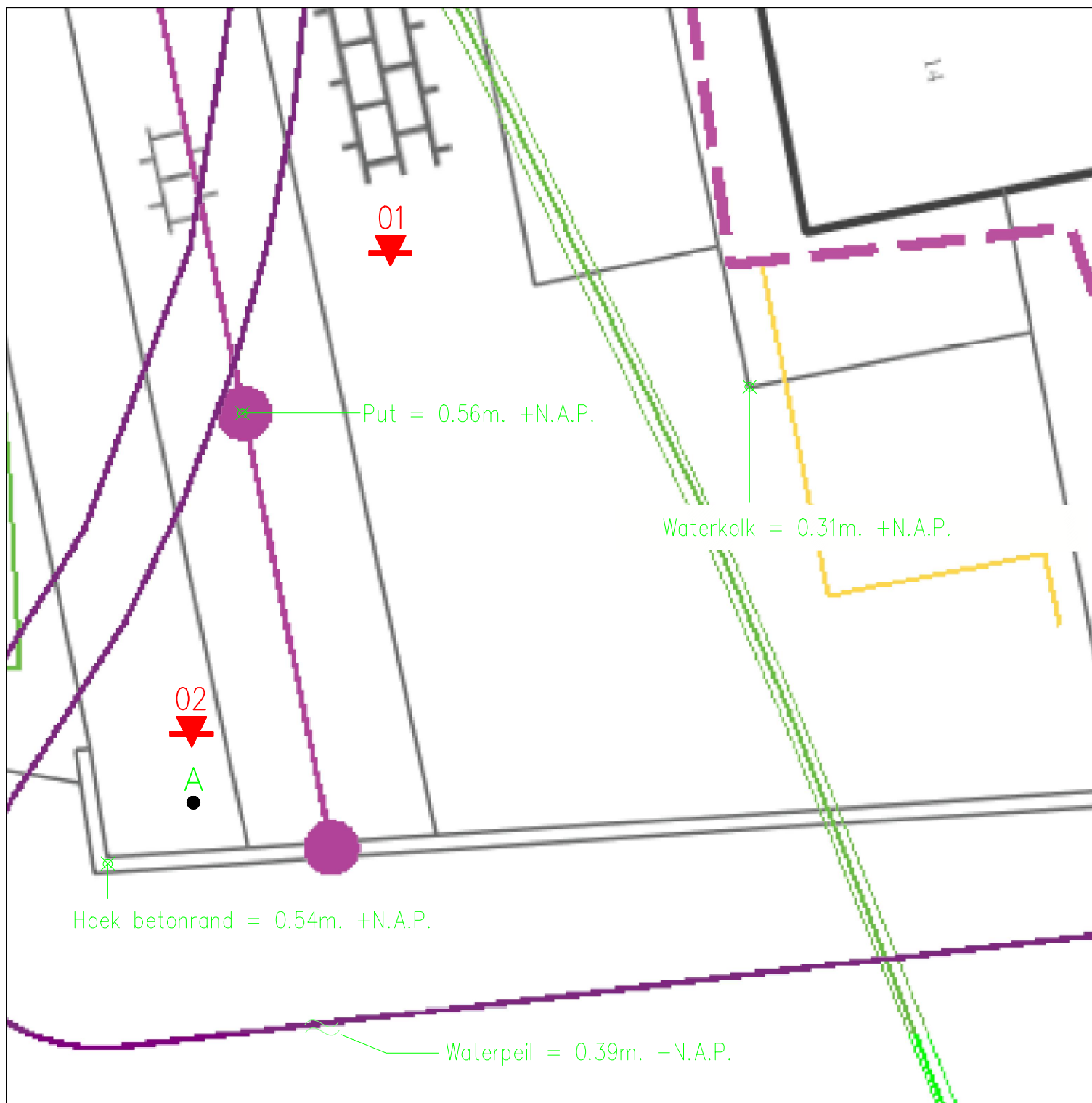


Adviseur: Ing. M. Eisses



## Bijlage A

### Situatietekening



Peilmaten indicatief, niet gebruiken als uitgangshoogte

| LEGENDA     |                              |
|-------------|------------------------------|
|             | Diepsondering                |
|             | D. sond. met kleef           |
|             | Reeds uitgevoerd             |
|             | Niet uitgevoerd              |
|             | Handboring                   |
|             | Filter incl. sond. met kleef |
|             | Filter excl. sond.           |
| SCHAAL: NVT | DATUM: 15-03-2017            |

## Bijlage B

### Waterpasstaat

**WATERPASSTAAT**







Opdrachtnummer : HA-14168  
Projectomschrijving : boothelling aan de Nijverheidslaan 11 te Weesp

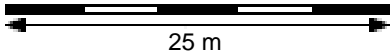
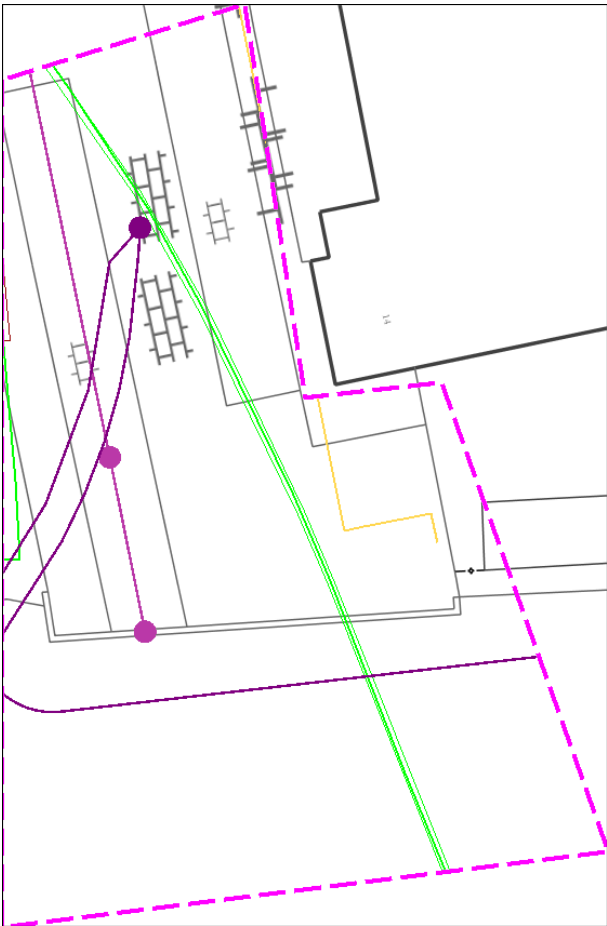
| Locatie        | X-coördinaat | Y-coördinaat | Z-coördinaat t.o.v. N.A.P. |
|----------------|--------------|--------------|----------------------------|
|                |              |              |                            |
| Sondering 01   | 132.008.611  | 480.330.679  | 0.536                      |
| Sondering 02   | 132.003.456  | 480.317.310  | 0.418                      |
| Handboring A   | 132.004.013  | 480.315.822  | 0.433                      |
| Hoek betonrand | 132.001.457  | 480.314.052  | 0.543                      |
| Put            | 132.005.222  | 480.327.136  | 0.559                      |
| Waterpeil      | 132.001.223  | 480.313.770  | -0.389                     |
| Waterkolk      | 132.018.319  | 480.325.756  | 0.314                      |
|                |              |              |                            |

## Bijlage C

### Overzichtstekening klic-melding

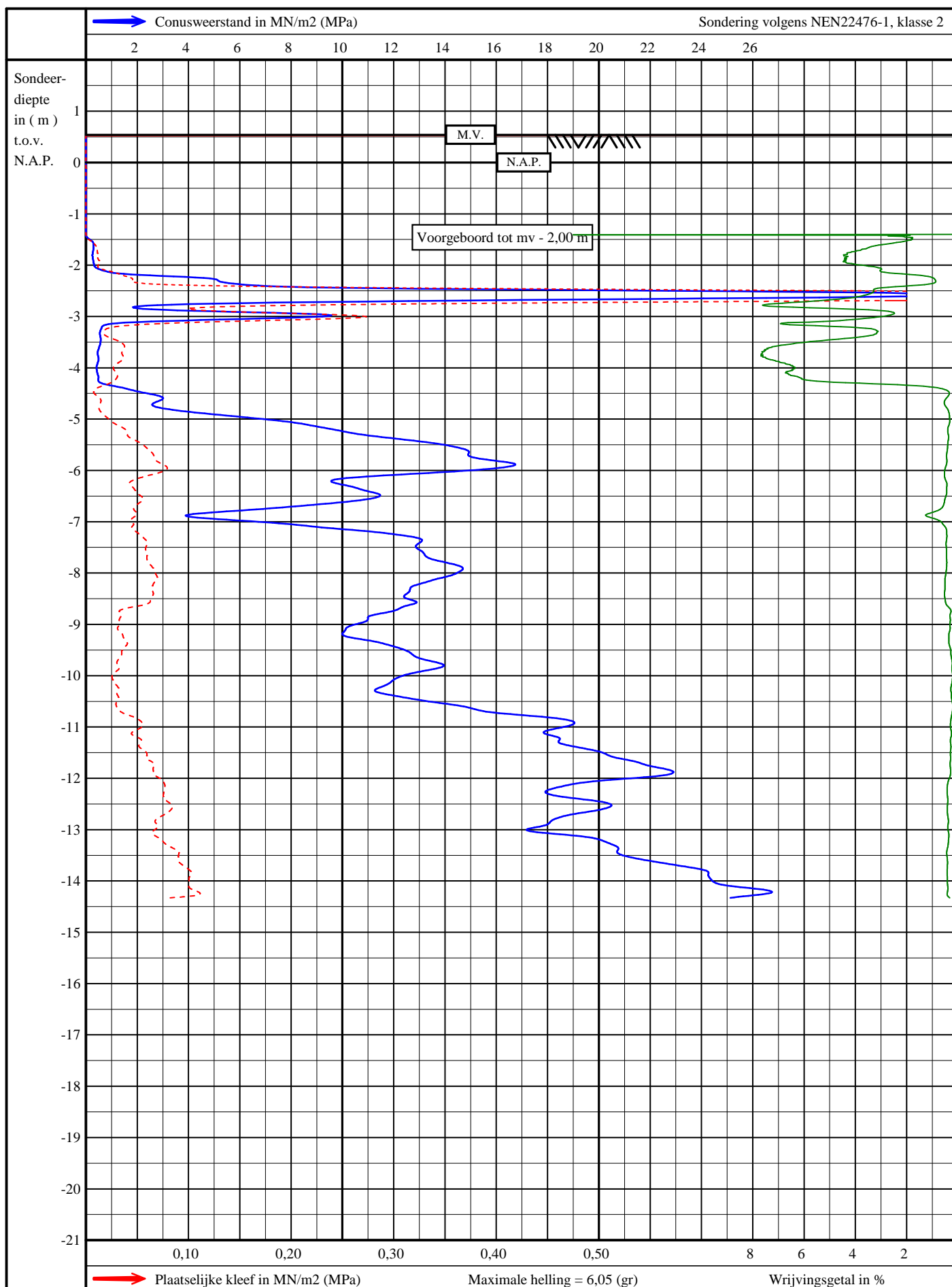


|                                                                                                             |                                                                                                             |                                                                                                     |                                                                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Klic-melding: <b>9807408192/10 17G096754 - 1</b>                                                            |                                                                                                             | Aanvraagdatum: <b>07-03-2017</b>                                                                    | Blz 1 van 7                                                                                           |
| Verzamelkaart (alle thema's)                                                                                |                                                                                                             | Status: <b>Levering compleet</b>                                                                    | 08-03-2017 15:49                                                                                      |
|  Liander laagspanning      |  Liander gas lage druk     |  KPN datatransport |  Tele2 datatransport |
|  vdbgemweesp riool vrijenv |  vdbgemweesp riool onder d |                                                                                                     |                                                                                                       |





## Bijlage D Sonderingen



Conus-ID: S10-CFIP.1452 A-mantel: 15000 mm<sup>2</sup> A-conus: 1000 mm<sup>2</sup> Locatie: 132.008.611 / 480.330.679 ( X / Y )



Boothelling aan de Nijverheidslaan 11

Weesp

mv : N.A.P. + 0,54 m

uitv.: 15-03-2017 09:49

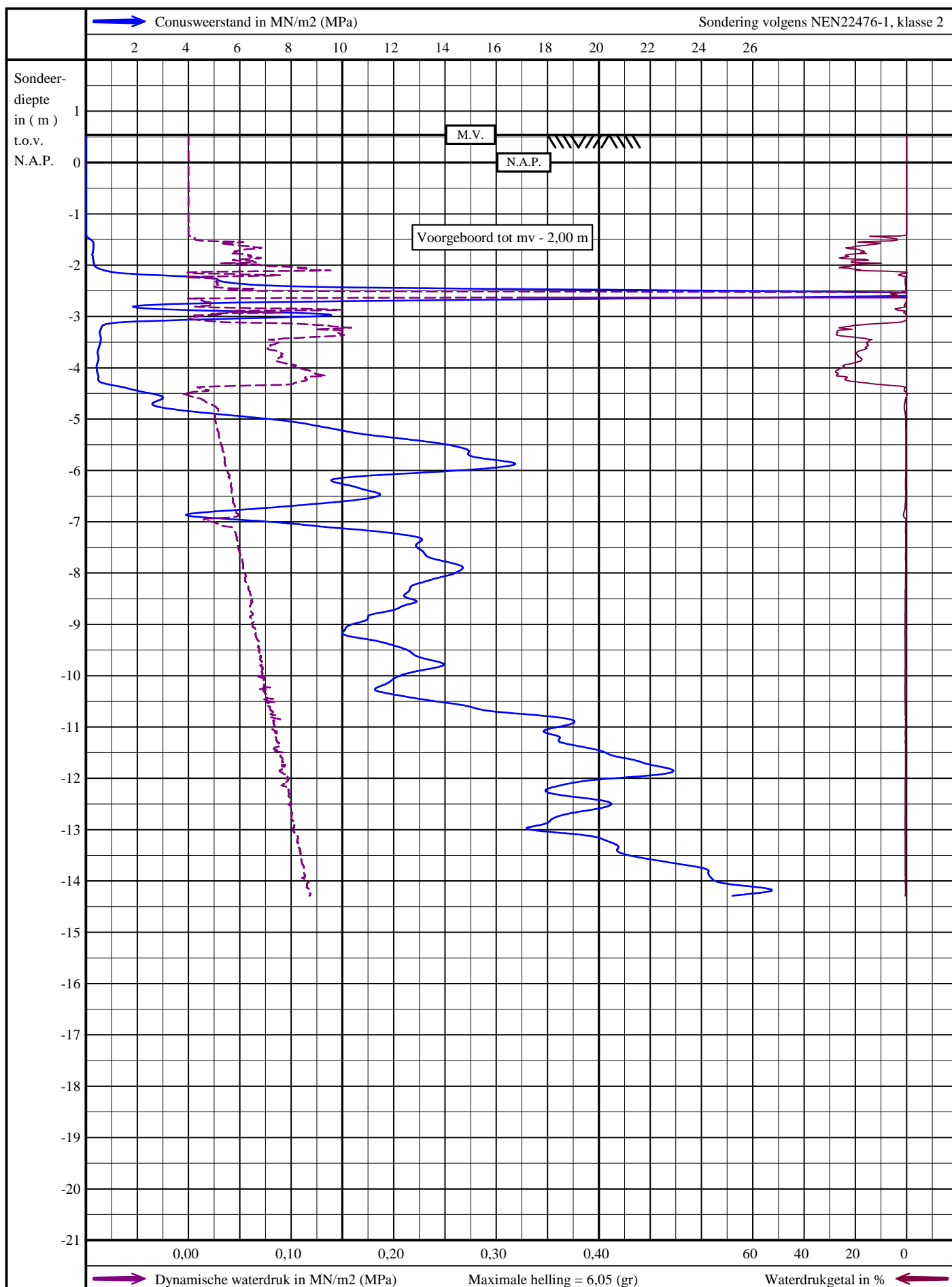
get. : 21-03-2017

Opdracht nummer:

**HA-14168**

Sondering nummer

**1**



Conus-ID: S10-CFIP.1452 A-mantel: 15000 mm<sup>2</sup> A-conus: 1000 mm<sup>2</sup> Locatie: 132.008.611 / 480.330.679 ( X / Y )



Boothelling aan de Nijverheidslaan 11

Weesp

mv : N.A.P. + 0,54 m

uitv.: 15-03-2017 09:49

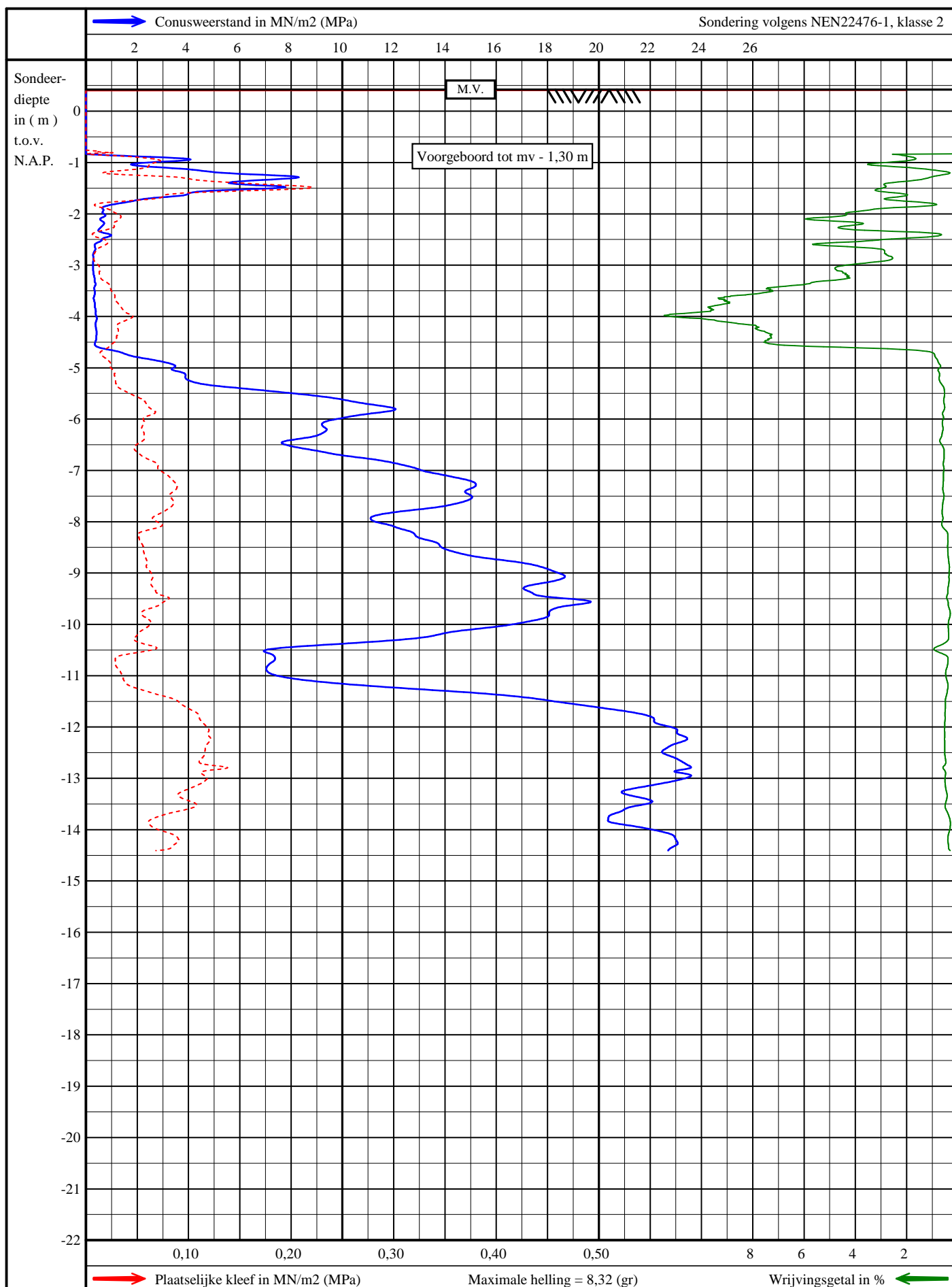
get. : 21-03-2017

Opdracht nummer:

**HA-14168**

Sondering nummer

**1**



Conus-ID: S10-CFIP.1452 A-mantel: 15000 mm<sup>2</sup> A-conus: 1000 mm<sup>2</sup> Locatie: 132.003.456 / 480.317.310 ( X / Y )



Boothelling aan de Nijverheidslaan 11

Weesp

mv : N.A.P. + 0,42 m

uitv.: 15-03-2017 10:31

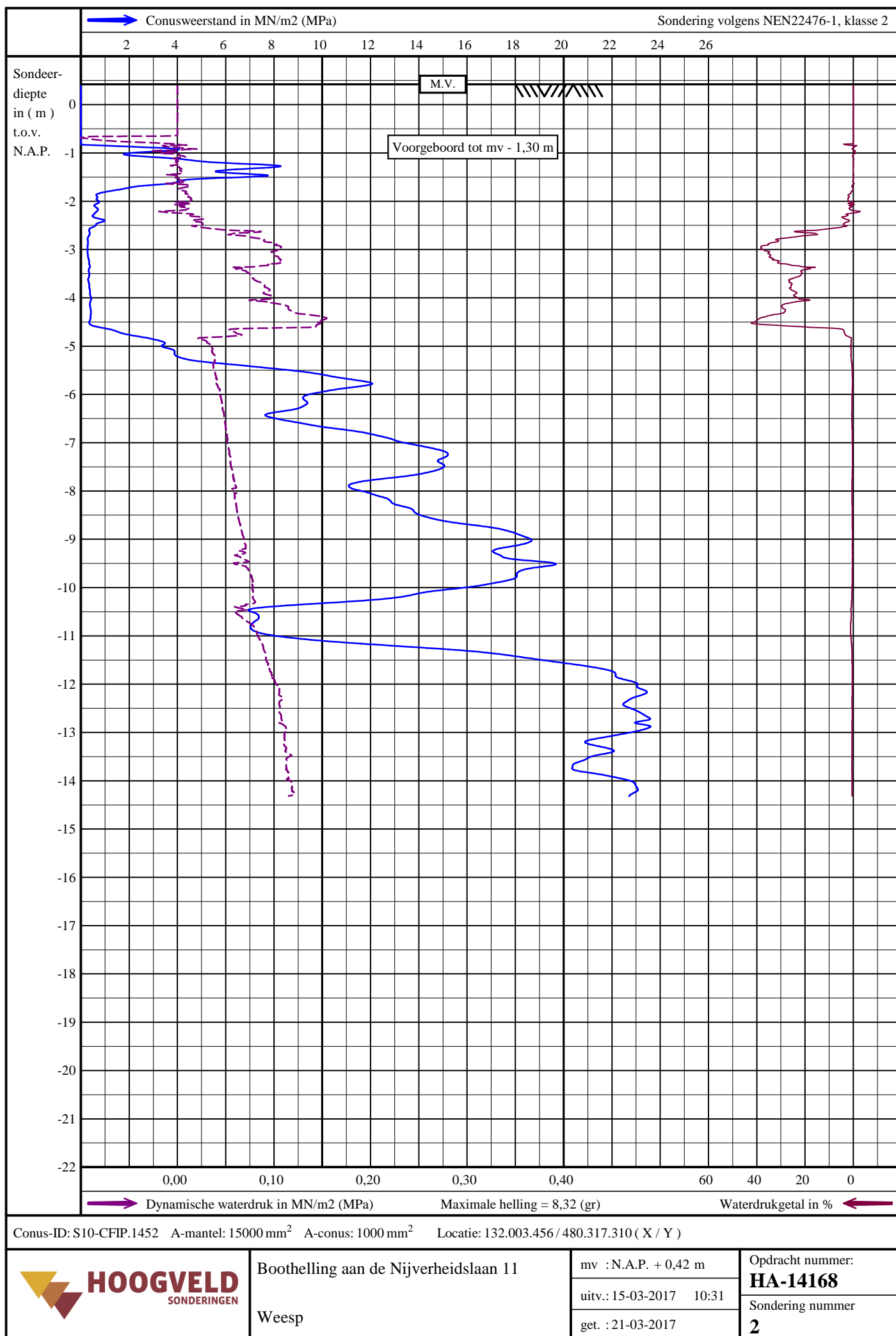
get. : 21-03-2017

Opdracht nummer:

**HA-14168**

Sondering nummer

**2**



## Bijlage E

### Classificatie grondsoorten



### Classificatie van grondsoorten op basis van sonderingen

In Nederland wordt op verschillende manieren onderzoek verricht naar de samenstelling van de bodem en de diverse eigenschappen van de verschillende grondlagen. Een algemeen geaccepteerde en veel toegepaste methode van bodemonderzoek is hierbij het sonderen. Bij het sonderen wordt de indringingsweerstand van een conus met een vastgesteld oppervlak bepaald, hetgeen informatie geeft over de vastheid van de bodemlagen. Naast de conusweerstand is het met behulp van de mantelconus mogelijk om de plaatselijke wrijving te meten.

Vanuit deze sondeerresultaten is een goede classificatie mogelijk van de bodemopbouw alsmede de bepaling van diverse grondparameters. Opgemerkt wordt dat dit echter wel specialistisch kennis en ervaring vereist. Door de grote hoeveelheid uitgevoerde sonderingen en het vergelijk tussen sondeerresultaten en resultaten van diverse andere onderzoeksmethoden is voor de veel voorkomende bodemsoorten in Nederland, de onderstaande tabel tot stand gekomen waarmee de sondeerresultaten kunnen worden geïnterpreteerd. Hierbij wordt veelal een relatie weergegeven die gebaseerd is op de conusweerstand en het zogenaamde wrijvingsgetal. Dit wrijvingsgetal is de verhouding van de gemeten conusweerstand en de plaatselijke mantelwrijving op een bepaalde diepte, uitgedrukt in procenten, dus

$$\text{Wrijvingsgetal} = 100 \times f_s / q_c$$

Bij de metingen met behulp van sonderingen is in grondlagen die zich boven de grondwaterstand bevinden, een duidelijk waarneembare afwijkende meetresultaat tot stand gekomen. Hierdoor zijn de onderstaande relaties niet van toepassing voor bodemlagen die zich boven de grondwaterstand bevinden.

Tabel: classificatie grondsoorten

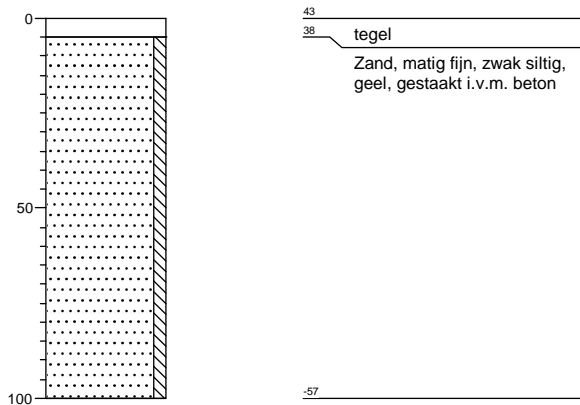
| Grondsoort | Conusweerstand<br>(MPa) | Wrijvingsgetal<br>(in %) |
|------------|-------------------------|--------------------------|
| Grind      | > 10                    | 0,2 – 0,5                |
| Zand, grof | > 10                    | 0,4 – 0,6                |
| Zand       | >5                      | 0,6 – 1,0                |
| Leem       | 1-3                     | 2,0 – 4,0                |
| Klei, vast | 0-8                     | 2,0 – 4,0                |
| Klei, slap | 0-2                     | 4,0 – 6,0                |
| Veen       | 0-4                     | 5,0 – 10,0               |

## Bijlage F

### Handboring

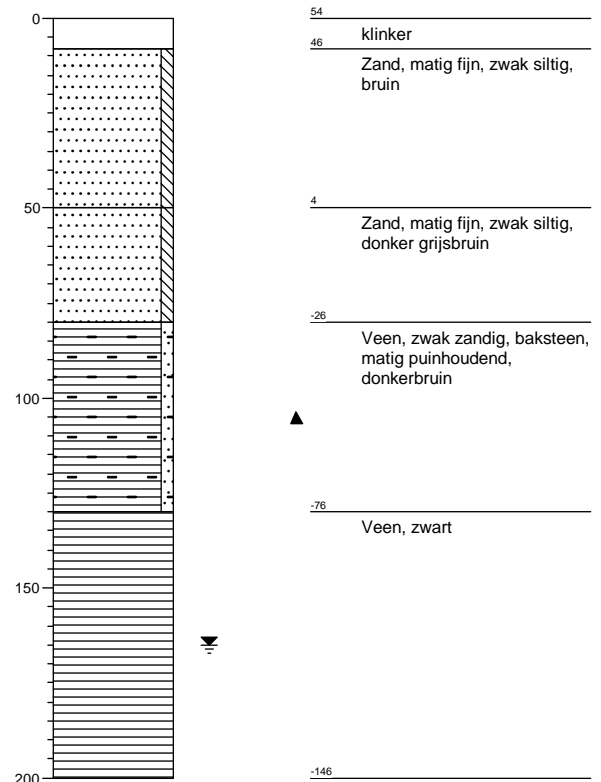
## Boring A

Datum: 15-03-2017  
 GWS: cm - maaiveld  
 Maaiveldhoogte: 0,43 m t.o.v. N.A.P.  
 Opmerking: Voorboring sondeerlocatie 01  
 Gestaakt i.v.m. beton  
 Grondwater dieper dan mv - 1,00 m



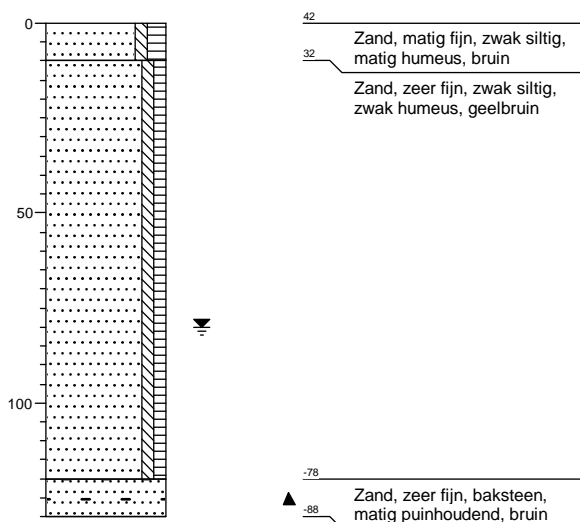
## Boring B

Datum: 15-03-2017  
 GWS: 165 cm - maaiveld  
 Maaiveldhoogte: 0,54 m t.o.v. N.A.P.  
 Opmerking: Voorboring sondeerlocatie 01



## Boring C

Datum: 15-03-2017  
 GWS: 80 cm - maaiveld  
 Maaiveldhoogte: 0,42 m t.o.v. N.A.P.  
 Opmerking: Voorboring sondeerlocatie 02



## Legenda (conform NEN 5104)

### grind

|  |                       |
|--|-----------------------|
|  | Grind, siltig         |
|  | Grind, zwak zandig    |
|  | Grind, matig zandig   |
|  | Grind, sterk zandig   |
|  | Grind, uiterst zandig |

### zand

|  |                      |
|--|----------------------|
|  | Zand, kleiig         |
|  | Zand, zwak siltig    |
|  | Zand, matig siltig   |
|  | Zand, sterk siltig   |
|  | Zand, uiterst siltig |

### veen

|  |                    |
|--|--------------------|
|  | Veen, mineraalarm  |
|  | Veen, zwak kleiig  |
|  | Veen, sterk kleiig |
|  | Veen, zwak zandig  |
|  | Veen, sterk zandig |

### klei

|  |                      |
|--|----------------------|
|  | Klei, zwak siltig    |
|  | Klei, matig siltig   |
|  | Klei, sterk siltig   |
|  | Klei, uiterst siltig |
|  | Klei, zwak zandig    |
|  | Klei, matig zandig   |
|  | Klei, sterk zandig   |

### leem

|  |                    |
|--|--------------------|
|  | Leem, zwak zandig  |
|  | Leem, sterk zandig |

### overige toevoegingen

|  |               |
|--|---------------|
|  | zwak humeus   |
|  | matig humeus  |
|  | sterk humeus  |
|  | zwak grindig  |
|  | matig grindig |
|  | sterk grindig |

### geur

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

### olie

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

### p.i.d.-waarde

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

### monsters

|  |                   |
|--|-------------------|
|  | geroerd monster   |
|  | ongeroerd monster |

### overig

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

|  |       |
|--|-------|
|  | slib  |
|  | water |



## Bijlage 2      Berekeningen

- A      D-Sheet Piling – Report
- B      D-Foundations – Report
- C      Evenwichtsberekeningen (t.b.v. opbarsten)
- D      In het vlak belaste damwanden. Horizontale schuifkracht berekeningen (methode CUR 166)

## **Report for D-Sheet Piling 16.1**

Design of Diaphragm and Sheet Pile Walls  
Developed by Deltares



Company: Geobest B.V.

Date of report: 6/7/2017  
Time of report: 10:33:30 AM

Date of calculation: 6/7/2017  
Time of calculation: 9:33:45 AM

Filename: P:\..\29702\02-Realiseren\05-Berekeningen\2 - D-Sheet (DO)\DO-RBR-0101

Verification according to NEN-EN 9997+C1:2012

## 1 Summary

### 1.1 Overview per Stage and Test

| Stage nr. | Verification type       | Displacement [mm] | Moment [kNm]   | Shear force [kN] | Mob. perc. moment [%] | Mob. perc. resistance [%] | Vertical balance |
|-----------|-------------------------|-------------------|----------------|------------------|-----------------------|---------------------------|------------------|
| 1         | EC7(NL)-Step 6.1        |                   | 8,04           | -8,75            | 0,0                   | 18,0                      | Upwards          |
| 1         | EC7(NL)-Step 6.2        |                   | 5,84           | -8,02            | 0,0                   | 18,0                      | Upwards          |
| 1         | EC7(NL)-Step 6.3        |                   | 10,10          | -10,61           | 0,0                   | 18,6                      | Upwards          |
| 1         | EC7(NL)-Step 6.4        |                   | 7,23           | -9,66            | 0,0                   | 18,6                      | Upwards          |
| 1         | EC7(NL)-Step 6.5        | 0,4               | 6,98           | -7,94            | 0,0                   | 12,4                      | Upwards          |
| 1         | EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20 |                   | 8,37           | -9,53            |                       |                           |                  |
| 2         | EC7(NL)-Step 6.1        |                   | 59,66          | 84,52            | 33,8                  | 37,0                      | Sufficient       |
| 2         | EC7(NL)-Step 6.2        |                   | 43,95          | 76,59            | 34,1                  | 38,2                      | Sufficient       |
| 2         | EC7(NL)-Step 6.3        |                   | 64,34          | 87,35            | 35,7                  | 39,2                      | Sufficient       |
| 2         | EC7(NL)-Step 6.4        |                   | 47,36          | 79,29            | <b>36,1</b>           | 40,3                      | Sufficient       |
| 2         | EC7(NL)-Step 6.5        | 1,9               | 46,56          | 71,48            | 21,3                  | 24,2                      | Sufficient       |
| 2         | EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20 |                   | 55,88          | 85,78            |                       |                           |                  |
| 3         | EC7(NL)-Step 6.1        |                   | -111,48        | 55,63            | 0,0                   | 36,0                      | Upwards          |
| 3         | EC7(NL)-Step 6.2        |                   | -97,20         | 45,76            | 0,0                   | 35,9                      | Upwards          |
| 3         | EC7(NL)-Step 6.3        |                   | -109,12        | 53,23            | 0,0                   | 35,1                      | Upwards          |
| 3         | EC7(NL)-Step 6.4        |                   | -92,02         | 41,91            | 0,0                   | 35,1                      | Upwards          |
| 3         | EC7(NL)-Step 6.5        | 10,9              | -33,49         | -25,64           | 0,0                   | 21,7                      | Upwards          |
| 3         | EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20 |                   | -40,19         | -30,77           |                       |                           |                  |
| 4         | EC7(NL)-Step 6.1        |                   | -150,10        | 80,21            | 0,0                   | 46,4                      | Upwards          |
| 4         | EC7(NL)-Step 6.2        |                   | -139,03        | 71,51            | 0,0                   | 45,0                      | Upwards          |
| 4         | EC7(NL)-Step 6.3        |                   | <b>-167,38</b> | <b>92,98</b>     | 0,0                   | <b>51,1</b>               | Upwards          |
| 4         | EC7(NL)-Step 6.4        |                   | -156,75        | 84,21            | 0,0                   | 49,6                      | Upwards          |
| 4         | EC7(NL)-Step 6.5        | <b>19,5</b>       | -61,03         | 26,99            | 0,0                   | 26,0                      | Upwards          |
| 4         | EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20 |                   | -73,24         | 32,39            |                       |                           |                  |
| Max       |                         | <b>19,5</b>       | <b>-167,38</b> | <b>92,98</b>     | <b>36,1</b>           | <b>51,1</b>               | Sufficient       |

### 1.2 Supports

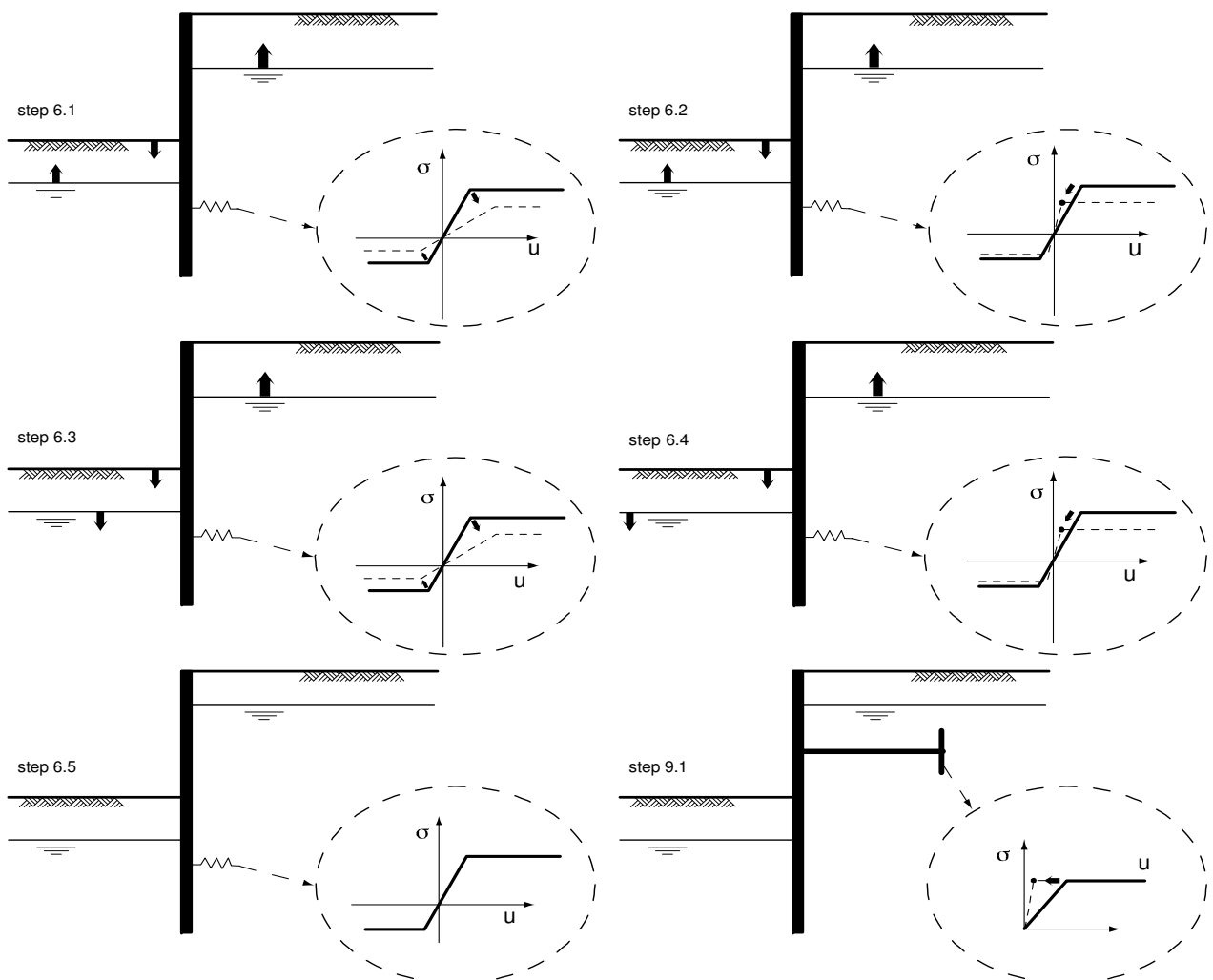
| Stage nr. | Verification type       | Support stempel |                 |
|-----------|-------------------------|-----------------|-----------------|
|           |                         | Force [kN]      | Moment [kNm/m'] |
| 1         | EC7(NL)-Step 6.1        | -               | -               |
| 2         | EC7(NL)-Step 6.1        | -128,36         | -               |
| 3         | EC7(NL)-Step 6.1        | -               | -               |
| 4         | EC7(NL)-Step 6.1        | -               | -               |
| 1         | EC7(NL)-Step 6.2        | -               | -               |
| 2         | EC7(NL)-Step 6.2        | -123,03         | -               |
| 3         | EC7(NL)-Step 6.2        | -               | -               |
| 4         | EC7(NL)-Step 6.2        | -               | -               |
| 1         | EC7(NL)-Step 6.3        | -               | -               |
| 2         | EC7(NL)-Step 6.3        | -130,97         | -               |
| 3         | EC7(NL)-Step 6.3        | -               | -               |
| 4         | EC7(NL)-Step 6.3        | -               | -               |
| 1         | EC7(NL)-Step 6.4        | -               | -               |
| 2         | EC7(NL)-Step 6.4        | -126,19         | -               |
| 3         | EC7(NL)-Step 6.4        | -               | -               |
| 4         | EC7(NL)-Step 6.4        | -               | -               |
| 1         | EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20 | -               | -               |
| 2         | EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20 | -130,53         | -               |
| 3         | EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20 | -               | -               |
| 4         | EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20 | -               | -               |

| Stage nr. | Verification type | Support stempel |                 |
|-----------|-------------------|-----------------|-----------------|
|           |                   | Force [kN]      | Moment [kNm/m'] |
| Max       |                   | -130,97         | -               |

## 1.3 Overall Stability per Stage

| Stage name           | Stability factor [-] |
|----------------------|----------------------|
| Initieel             | 15,69                |
| ontgraven trailer... | 1,99                 |
| aanleg trailerhel... | 3,40                 |
| max verval           | 2,83                 |

## 1.4 CUR Verification Steps



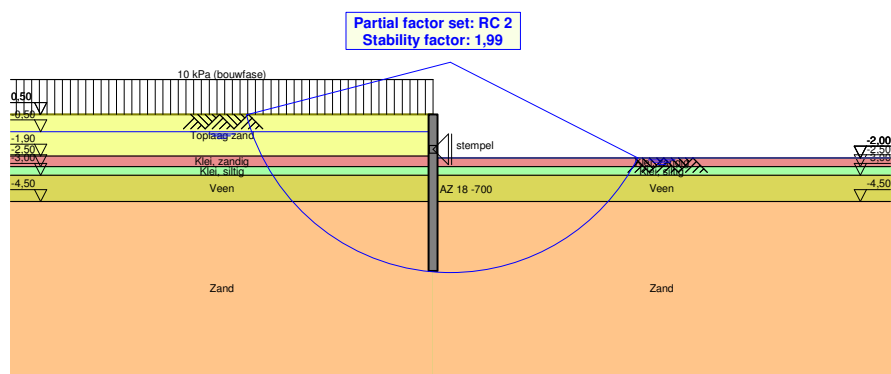


## 2 Overall Stability Stage 2: ontgraven trailerhelling

Stability factor : 1,99

### 2.1 Overall Stability

Overall Stability - Stage 2: ontgraven trailerhelling

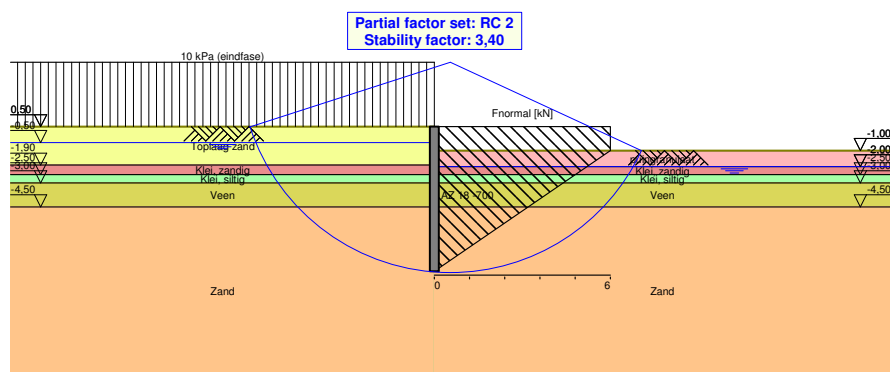


### 3 Overall Stability Stage 3: aanleg trailerhelling

Stability factor : 3,40

#### 3.1 Overall Stability

Overall Stability - Stage 3: aanleg trailerhelling

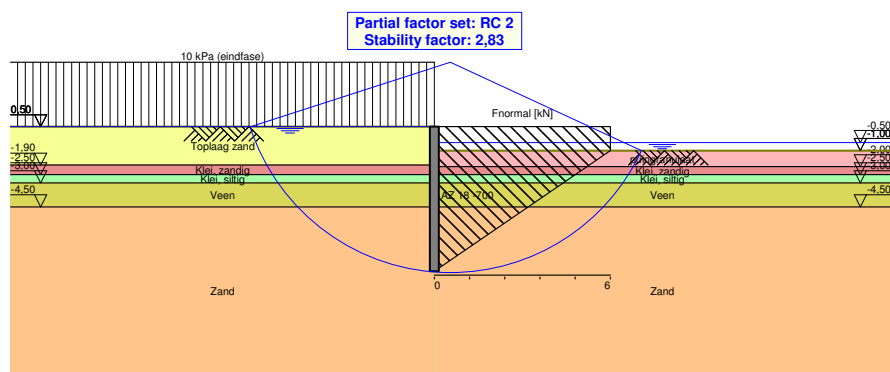


## 4 Overall Stability Stage 4: max verval

Stability factor : 2,83

### 4.1 Overall Stability

Overall Stability - Stage 4: max verval



**5 Step 6.5 Stage 4: max verval****5.1 Calculation Results**

Number of iterations: 5

**5.1.1 Vertical Force Balance**

|                                |            |
|--------------------------------|------------|
| Xi factor                      | 1,39       |
| Partial factor base resistance | 1,20       |
| Maximum point resistance       | 2,00 [MPa] |

| Vertical force balance unplugged          | Force [kN] |
|-------------------------------------------|------------|
| Vertical force active                     | -51,29     |
| Vertical force passive                    | 66,17      |
| Normal force on sheet piling              | -6,25      |
| Resulting vertical force (no dead weight) | 8,63       |
| Vertical toe capacity Rb;d                | 16,67      |
| Resultant goes up                         |            |

| Vertical force balance plugged            | Force [kN] |
|-------------------------------------------|------------|
| Vertical force active                     | -51,29     |
| Vertical force passive                    | 66,17      |
| Normal force on sheet piling              | -6,25      |
| Resulting vertical force (no dead weight) | 8,63       |
| Vertical toe capacity Rb;d                | 503,60     |
| Resultant goes up                         |            |

**5.1.2 Vertical Force Balance - Contribution per Layer**

| Left      |              |                   | Right     |               |                   |
|-----------|--------------|-------------------|-----------|---------------|-------------------|
| Level [m] | Layer name   | Contribution [kN] | Level [m] | Layer name    | Contribution [kN] |
| 0,50      | Toplaag zand | -7,66             | -1,00     | puingranulaat | 13,77             |
| -1,90     | Klei, zandig | -1,23             | -2,00     | Klei, zandig  | 2,38              |
| -2,50     | Klei, siltig | -1,06             | -2,50     | Klei, siltig  | 1,24              |
| -3,00     | Veen         | 0,00              | -3,00     | Veen          | 0,00              |
| -4,50     | Zand         | -41,34            | -4,50     | Zand          | 48,78             |

**End of Report**

## Rapport voor D-Foundations 16.1

Ontwerp en Verificatie volgens Eurocode 7 van Strook- en Paalfunderingen  
Ontwikkeld door Deltares



Bedrijfsnaam: Geobest B.V.

Datum van rapport: 8-6-2017  
Tijd van rapport: 11:35:48

Datum van berekening: 31-5-2017  
Tijd van berekening: 16:25:30

Bestandsnaam: P:\..05-Berekeningen\3 - D-Foundations (DO)\DO damwand a

Projectbeschrijving: 29702  
Trailerhelling Weesp  
D-Foundations DO damwand a

## 1 Inhoudsopgave

|                                                                                     |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1 Inhoudsopgave                                                                     | 2  |
| 2 Invoergegevens                                                                    | 3  |
| 2.1 Algemene Invoergegevens                                                         | 3  |
| 2.2 Rapportage Gegevens                                                             | 3  |
| 2.3 Toepassingsgebied Model Bearing Piles                                           | 3  |
| 2.4 Bovenbouw                                                                       | 3  |
| 2.5 Algemene Sondeergegevens                                                        | 3  |
| 2.5.1 Overzicht Sonderingen in Funderingsplan                                       | 3  |
| 2.6 Grondgegevens                                                                   | 4  |
| 2.6.1 Grondprofiel 1                                                                | 4  |
| 2.6.2 Grondprofiel 2                                                                | 5  |
| 2.7 Paaltypen                                                                       | 5  |
| 2.7.1 Paaltype : Rect 290x290                                                       | 6  |
| 2.7.2 Paaltype : Rect 350x350                                                       | 6  |
| 2.7.3 Paaltype : Section 11x1000                                                    | 6  |
| 2.8 Funderingsplan                                                                  | 6  |
| 2.8.1 Overzicht Funderingsplan                                                      | 7  |
| 2.9 Ontgravingsgegevens                                                             | 7  |
| 2.10 Totale Belastingen (rekenwaarden)                                              | 8  |
| 2.11 Eisen                                                                          | 8  |
| 2.12 Opgegeven Parameters                                                           | 8  |
| 2.13 Model Opties                                                                   | 8  |
| 2.14 Model Opties                                                                   | 8  |
| 3 Bearing Piles (EC7-NL): Resultaten van de Optie Toetsing met Volledige Berekening | 9  |
| 3.1 Fouten en waarschuwingen                                                        | 9  |
| 3.2 Opmerkingen                                                                     | 9  |
| 3.3 Rekenparameters                                                                 | 9  |
| 3.3.1 Factoren Paal                                                                 | 9  |
| 3.3.2 Paaltype : Section 11x1000                                                    | 9  |
| 3.4 Toetsing Grenstoestand STR                                                      | 10 |
| 3.5 Toetsing Grenstoestand GEO                                                      | 10 |
| 3.6 Verificatie Bruikbaarheidsgrenstoestand                                         | 10 |
| 3.7 Aanvullende Informatie                                                          | 10 |
| 3.7.1 De draagkracht schacht + punt bij Grenstoestand GEO                           | 11 |
| 3.7.2 De draagkracht schacht + punt bij de Bruikbaarheidsgrenstoestand              | 11 |

## 2 Invoergegevens

### 2.1 Algemene Invoergegevens

Model Bearing Piles (EC7-NL)

### 2.2 Rapportage Gegevens

Geotechnisch adviseur :  
Constructeur bovenbouw :  
Opdrachtgever :  
Titel 1 : 29702  
Titel 2 : Trailerhelling Weesp  
Titel 3 : D-Foundations DO damwand a  
Nummer project :  
Locatie project :

### 2.3 Toepassingsgebied Model Bearing Piles

De toetsingen uitgevoerd door het model BEARING PILES van D-FOUNDATIONS hebben betrekking op paalfunderingen waarop statische of quasi-statische belastingen werken die drukkrachten in de palen veroorzaken met dien verstande dat de berekening van de paalkrachten en de vervormingen is gebaseerd op sonderingen. Eventuele rijzing van (trek-)palen en mogelijke horizontale verplaatsingen van palen zijn niet in deze toetsingen opgenomen.

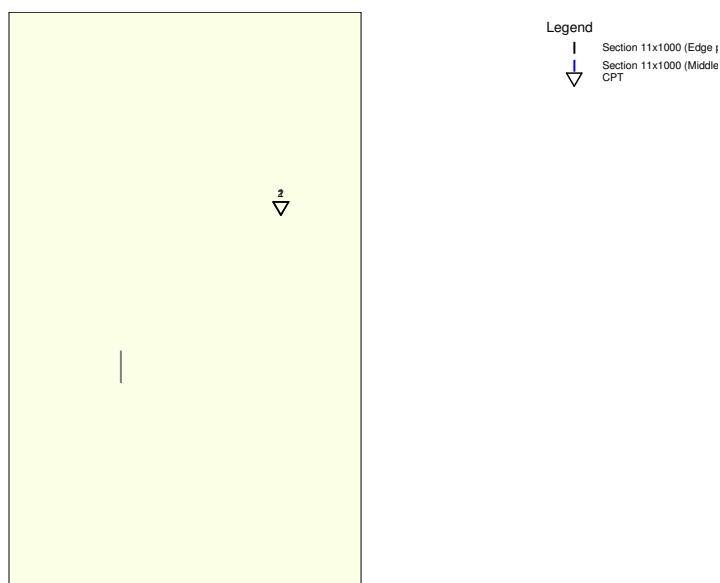
### 2.4 Bovenbouw

Stijfheidskarakteristiek : Slap

### 2.5 Algemene Sondeergegevens

Aantal sonderingen : 2  
Tijdstip sonderingen : Sondering - Ontgraving - Installatie

#### 2.5.1 Overzicht Sonderingen in Funderingsplan



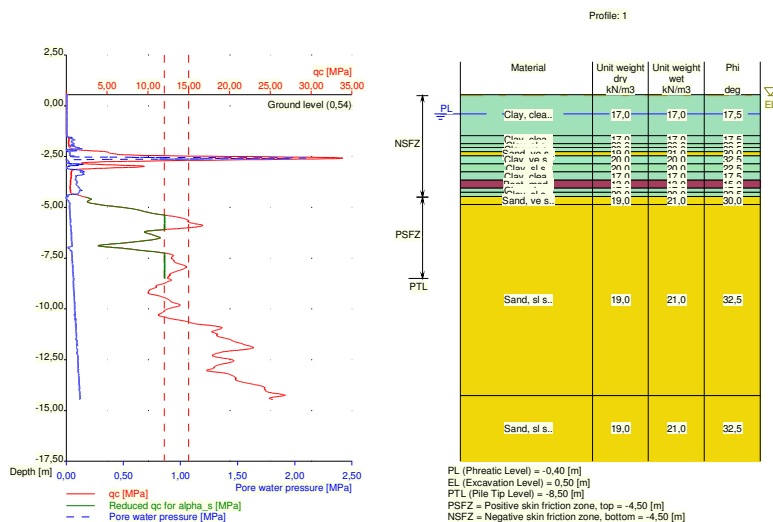
| Nummer/naam sondering | Paalpunt-niveau [m R.N.] | Bovenkant pos. kleefzone [m R.N.] | Onderkant neg. kleefzone [m R.N.] | X-coor-dinaat [m] | Y-coor-dinaat [m] |
|-----------------------|--------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-------------------|-------------------|
| 1: 1                  | -8,50                    | -4,50                             | -4,50                             | 132,01            | 480,33            |
| 2: 2                  | -8,50                    | -4,50                             | -4,50                             | 132,00            | 480,32            |

## 2.6 Grondgegevens

Aantal grondprofielen (= aantal sonderingen) : 2

### 2.6.1 Grondprofiel 1

|                                                                  |       |
|------------------------------------------------------------------|-------|
| Behorende bij sondering                                          | 1     |
| Maaiveldniveau in [m. t.o.v. referentie niveau] :                | 0,54  |
| Niveau grondwaterstand in [m. t.o.v. referentie niveau] :        | -0,40 |
| Paalpuntniveau in [m. t.o.v. referentie niveau] :                | -8,50 |
| Bovenkant positieve kleefzone in [m. t.o.v. referentie niveau] : | -4,50 |
| Onderkant negatieve kleefzone in [m. t.o.v. referentie niveau] : | -4,50 |
| OCR-waarde draagkrachtige laag :                                 | 1,00  |
| Verwachte maaiveldzakking in [m] :                               | 0,11  |
| Aantal lagen in profiel :                                        | 14    |



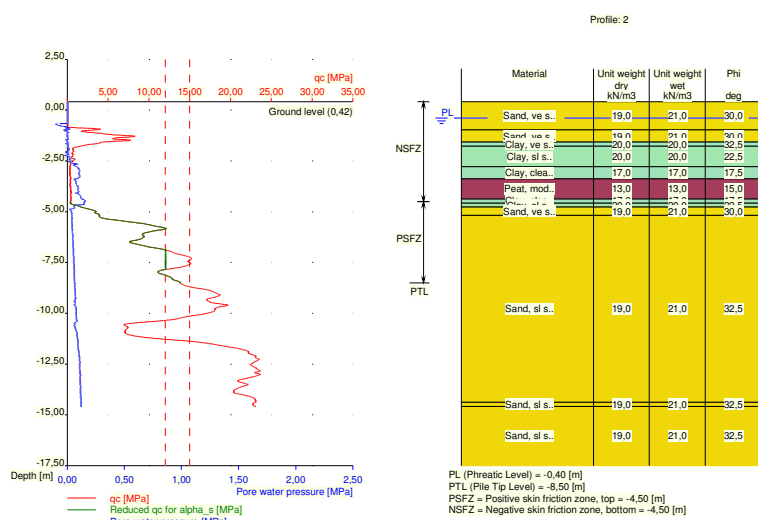
| Nummer laag | Bovenkant laag [m R.N.] | Gamma [kN/m3] | Gamma;sat [kN/m3] | Phi [deg] | Grond-soort | Mediaan (Zand/Grind) [mm] |
|-------------|-------------------------|---------------|-------------------|-----------|-------------|---------------------------|
| 1           | 0,540                   | 17,00         | 17,00             | 17,50     | Klei        | --                        |
| 2           | -1,460                  | 17,00         | 17,00             | 17,50     | Klei        | --                        |
| 3           | -1,860                  | 20,00         | 20,00             | 22,50     | Klei        | --                        |
| 4           | -2,060                  | 20,00         | 20,00             | 32,50     | Klei        | --                        |
| 5           | -2,260                  | 19,00         | 21,00             | 30,00     | Zand        | 0,200                     |
| 6           | -2,460                  | 20,00         | 20,00             | 32,50     | Klei        | --                        |
| 7           | -2,860                  | 20,00         | 20,00             | 22,50     | Klei        | --                        |
| 8           | -3,260                  | 17,00         | 17,00             | 17,50     | Klei        | --                        |
| 9           | -3,660                  | 13,00         | 13,00             | 15,00     | Veen        | --                        |
| 10          | -4,060                  | 17,00         | 17,00             | 17,50     | Klei        | --                        |
| 11          | -4,260                  | 20,00         | 20,00             | 22,50     | Klei        | --                        |
| 12          | -4,460                  | 19,00         | 21,00             | 30,00     | Zand        | 0,200                     |



| Nummer laag | Bovenkant laag [m R.N.] | Gamma [kN/m3] | Gamma;sat [kN/m3] | Phi [deg] | Grond-soort | Mediaan (Zand/Grind) [mm] |
|-------------|-------------------------|---------------|-------------------|-----------|-------------|---------------------------|
| 13          | -4,860                  | 19,00         | 21,00             | 32,50     | Zand        | 0,200                     |
| 14          | -14,260                 | 19,00         | 21,00             | 32,50     | Zand        | 0,200                     |

## 2.6.2 Grondprofiel 2

|                                                                  |       |
|------------------------------------------------------------------|-------|
| Behorende bij sondering                                          | 2     |
| Maaiveldniveau in [m. t.o.v. referentie niveau] :                | 0,42  |
| Niveau grondwaterstand in [m. t.o.v. referentie niveau] :        | -0,40 |
| Paalpuntniveau in [m. t.o.v. referentie niveau] :                | -8,50 |
| Bovenkant positieve kleefzone in [m. t.o.v. referentie niveau] : | -4,50 |
| Onderkant negatieve kleefzone in [m. t.o.v. referentie niveau] : | -4,50 |
| OCR-waarde draagkrachtige laag :                                 | 1,00  |
| Verwachte maaiveldzakking in [m] :                               | 0,11  |
| Aantal lagen in profiel :                                        | 12    |



| Nummer laag | Bovenkant laag [m R.N.] | Gamma [kN/m3] | Gamma;sat [kN/m3] | Phi [deg] | Grond-soort | Mediaan (Zand/Grind) [mm] |
|-------------|-------------------------|---------------|-------------------|-----------|-------------|---------------------------|
| 1           | 0,420                   | 19,00         | 21,00             | 30,00     | Zand        | 0,200                     |
| 2           | -0,980                  | 19,00         | 21,00             | 30,00     | Zand        | 0,200                     |
| 3           | -1,580                  | 20,00         | 20,00             | 32,50     | Klei        | --                        |
| 4           | -1,780                  | 20,00         | 20,00             | 22,50     | Klei        | --                        |
| 5           | -2,780                  | 17,00         | 17,00             | 17,50     | Klei        | --                        |
| 6           | -3,380                  | 13,00         | 13,00             | 15,00     | Veen        | --                        |
| 7           | -4,380                  | 17,00         | 17,00             | 17,50     | Klei        | --                        |
| 8           | -4,580                  | 20,00         | 20,00             | 22,50     | Klei        | --                        |
| 9           | -4,780                  | 19,00         | 21,00             | 30,00     | Zand        | 0,200                     |
| 10          | -5,180                  | 19,00         | 21,00             | 32,50     | Zand        | 0,200                     |
| 11          | -14,380                 | 19,00         | 21,00             | 32,50     | Zand        | 0,200                     |
| 12          | -14,580                 | 19,00         | 21,00             | 32,50     | Zand        | 0,200                     |

## 2.7 Paaltypen

**2.7.1 Paaltype : Rect 290x290**

|                                                                                     |                           |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| Paaltype :                                                                          | Prefab betonpaal          |
| Materiaaltype paal :                                                                | Beton                     |
| Gladheidsbehandeling voor paal :                                                    | Geen gladheidsbehandeling |
| Paalvorm :                                                                          | Rechthoekige paal         |
| beta (Paalvoetvormfactor) conform figuur 7i, NEN-EN 9997-1:2012.                    |                           |
| s (factor voor de invloed vorm dwarsdoorsnede paalvoet) conform NEN-EN 9997-1:2012. |                           |
| Paalafmetingen :                                                                    |                           |
| Kleinste zijde paalpunt [m] :                                                       | 0,290                     |
| Grootste zijde paalpunt [m] :                                                       | 0,290                     |

**2.7.2 Paaltype : Rect 350x350**

|                                                                                     |                           |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| Paaltype :                                                                          | Prefab betonpaal          |
| Materiaaltype paal :                                                                | Beton                     |
| Gladheidsbehandeling voor paal :                                                    | Geen gladheidsbehandeling |
| Paalvorm :                                                                          | Rechthoekige paal         |
| beta (Paalvoetvormfactor) conform figuur 7i, NEN-EN 9997-1:2012.                    |                           |
| s (factor voor de invloed vorm dwarsdoorsnede paalvoet) conform NEN-EN 9997-1:2012. |                           |
| Paalafmetingen :                                                                    |                           |
| Kleinste zijde paalpunt [m] :                                                       | 0,350                     |
| Grootste zijde paalpunt [m] :                                                       | 0,350                     |

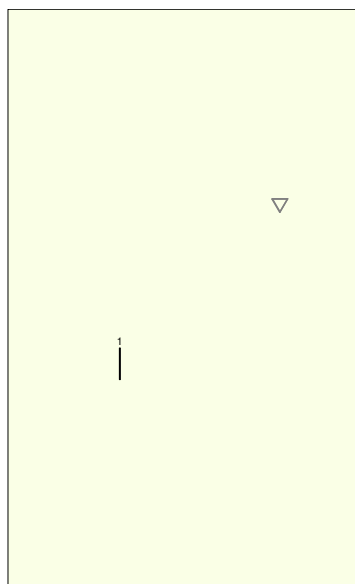
**2.7.3 Paaltype : Section 11x1000**

|                                                                                                    |                           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| Paaltype :                                                                                         | Stalen profiel            |
| Materiaaltype paal :                                                                               | Staal                     |
| Gladheidsbehandeling voor paal :                                                                   | Geen gladheidsbehandeling |
| Paalvorm :                                                                                         | Profiel                   |
| beta (Paalvoetvormfactor) conform figuur 7i, NEN-EN 9997-1:2012.                                   |                           |
| s (naar eigen opgave : factor voor de invloed van de vorm van de dwarsdoorsnede van de paalvoet) : |                           |
|                                                                                                    | 0,62                      |
| Paalafmetingen :                                                                                   |                           |
| Kleinste zijde paalpunt [m] :                                                                      | 0,011                     |
| Grootste zijde paalpunt [m] :                                                                      | 1,000                     |

**2.8 Funderingsplan**

|                                                                     |   |
|---------------------------------------------------------------------|---|
| Aantal palen :                                                      | 1 |
| Aantal samenwerkende palen* :                                       | 1 |
| * : 0 = niet ingevoerd, 1 = slappe bovenbouw, >1 = stijve bovenbouw |   |

### 2.8.1 Overzicht Funderingsplan



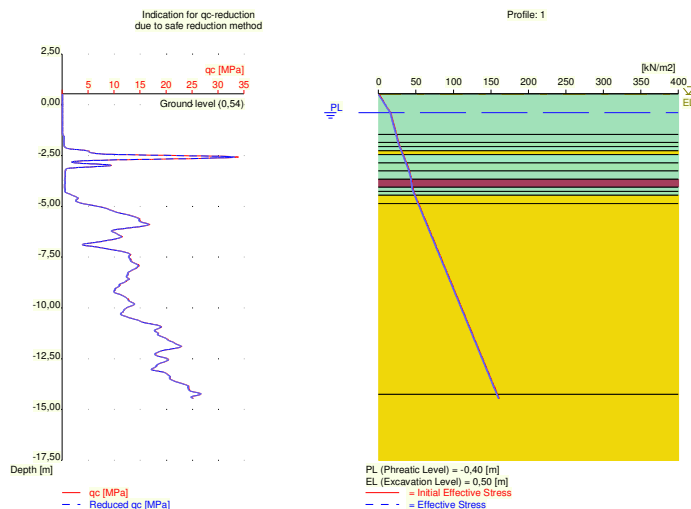
Legend  
 ↓ Section 11x1000 (Edge)  
 ↓ Section 11x1000 (Middle)  
 CPT

| Paal<br>nr/naam | X-coor-<br>dinaat<br>[m] | Y-coor-<br>dinaat<br>[m] | Fc;d<br>(STR/GEO)<br>[kN] | Fc;d<br>(BGT)<br>[kN] | P0<br>[kN/m2] | Paalkop-<br>niveau<br>[m R.N.] |
|-----------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|-----------------------|---------------|--------------------------------|
| 1: 1            | 127,00                   | 475,32                   | 15,00                     | 12,00                 | 0,00          | 0,50                           |

### 2.9 Ontgravingsgegevens

Niveau ontgraving in [m. t.o.v. referentie niveau] :  
 Reductie model :

0,50  
 Safe (NEN)



## 2.10 Totale Belastingen (rekenwaarden)

|                                          |       |
|------------------------------------------|-------|
| Totale belasting op alle palen           |       |
| In grenstoestand STR/GEO in [kN] :       | 15,00 |
| In Bruikbaarheidsgrenstoestand in [kN] : | 12,00 |

## 2.11 Eisen

|                                           |         |
|-------------------------------------------|---------|
| Grenstoestand GEO                         |         |
| Maximaal toegestane zakking in [m] :      | 0,150   |
| Maximaal toegestane (relatieve) rotatie : | 1 / 100 |
| Bruikbaarheidsgrenstoestand               |         |
| Maximaal toegestane zakking in [m] :      | 0,150   |
| Maximaal toegestane (relatieve) rotatie : | 1 / 300 |

## 2.12 Opgegeven Parameters

|                             |      |
|-----------------------------|------|
| Opgegeven ksi3-factor [-] : | 1,39 |
| Opgegeven ksi4-factor [-] : | 1,39 |

## 2.13 Model Opties

Onderdruk gebruik paalgroep (bij negatieve kleef)  
 Gebruik tussenresultaten file  
 Pas reductie toe bij avegaar (standaard)  
 Gebruik de invloed van ontgravingen (standaard).

## 2.14 Model Opties

Geselecteerde paaltypen :  
 -Section 11x1000

Geselecteerde profielen :  
 -1  
 -2

## 3 Bearing Piles (EC7-NL): Resultaten van de Optie Toetsing met Volledige Berekening

### 3.1 Fouten en waarschuwingen

Waarschuwing : De  $\gamma_{b1}$  (NEN-EN 1997-1:2005 NEN-EN 9997-1, bijlage A) is door de gebruiker zelf is door de gebruiker zelf opgegeven. Een onderbouwing van de van de NORM afwijkende waarde dient te worden bijgevoegd.  
Waarschuwing : De  $\gamma_{b2}$  (NEN-EN 1997-1:2005 NEN-EN 9997-1, bijlage A) is door de gebruiker zelf is door de gebruiker zelf opgegeven. Een onderbouwing van de van de NORM afwijkende waarde dient te worden bijgevoegd.  
Paaltype Section 11x1000:

Waarschuwing : de verhouding tussen de kleinste (a) en de grootste (b) zijde van de dwarsdoorsnede van de paalpunt voldoet niet aan de in gestelde eis, NEN-EN 1997-1:2005 par. 7.6.2.3(e): NEN-EN 9997-1,  $b \leq 1.5a$ .  
Conform NEN-EN 1997-1:2005 par. 7.6.2.3(e): NEN-EN 9997-1, wordt nu aangehouden  $b = a$ .

Paaltype Section 11x1000: Waarschuwing : De factor s (NEN-EN 1997-1:2005 par. 7.6.2.3(h): NEN-EN 9997-1) is door de gebruiker zelf opgegeven. Een onderbouwing van de van de NORM afwijkende waarde dient te worden bijgevoegd.

De sonderingen voldoen niet aan de eisen zoals gesteld in

NEN-EN 9997-1 par 3.2.3 omdat :

- twee of meer sonderingen samenvallen.

### 3.2 Opmerkingen

Het programma gaat bij de controle van het grondonderzoek, volgens NEN-EN 9997-1 art 3.2.3 lid (e), uit van het opgegeven testniveau. Het houdt geen rekening met eventueel verschillende paalpuntniveau's. Bij gebruikmaking van verschillende paalpuntniveau's dient de gebruiker zelf eventueel benodigd extra onderzoek te beoordelen.

Bij de controle volgens NEN-EN 9997-1 art 3.2.3 is rekening gehouden met een gemiddelde onderlinge afstand van 25 m.

Er wordt voldaan aan de eisen van NEN-EN 9997-1 art 3.3.3. De variantie (3,34%) is goed ( $\leq 12\%$ ).

### 3.3 Rekenparameters

#### 3.3.1 Factoren Paal

|                                                                                           |      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| $\gamma_{b1}$ (NEN-EN 9997-1:2012, bijlage A.6 A.7 A.8, Grenstoestand STR/GEO) :          | 1,20 |
| $\gamma_{b2}$ (NEN-EN 9997-1:2012, bijlage A.6 A.7 A.8, de Bruikbaarheidsgrenstoestand) : | 1,00 |
| $\gamma_{s1}$ (NEN-EN 9997-1:2012, bijlage A.6 A.7 A.8, Grenstoestand STR/GEO) :          | 1,20 |
| $\gamma_{s2}$ (NEN-EN 9997-1:2012, bijlage A.6 A.7 A.8, de Bruikbaarheidsgrenstoestand) : | 1,00 |
| $\gamma_{t1}$ (naar eigen opgave) :                                                       | 1,39 |
| $\gamma_{t2}$ (naar eigen opgave) :                                                       | 1,39 |
| Ksi 4 is gebruikt.                                                                        |      |

Hoewel toegestaan, is er geen gebruik gemaakt van het paalgroepmodel voor de berekening van negatieve kleef.

#### 3.3.2 Paaltype : Section 11x1000

|                                                                                                    |                           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| Paaltype :                                                                                         | Stalen profiel            |
| Materiaaltype paal :                                                                               | Staal                     |
| Gladheidsbehandeling voor paal :                                                                   | Geen gladheidsbehandeling |
| Paalvorm :                                                                                         | Profiel                   |
| beta (Paalvoetvormfactor; figuur 7i, NEN-EN 1997-1:2005 par. 7.6.2.3(g): NEN-EN 9997-1) :          | 1,00                      |
| s (naar eigen opgave : factor voor de invloed van de vorm van de dwarsdoorsnede van de paalvoet) : | 0,62                      |

Paalafmetingen :

Kleinste zijde paalpunt [m] : 0,011  
 Grootste zijde paalpunt [m] : 1,000

| Sondering | Alpha_s<br>Zand/<br>Grind | Alpha_s<br>Klei/Leem<br>Veen | Alpha_p |
|-----------|---------------------------|------------------------------|---------|
| 1         | 0,0060                    | --                           | 0,7000  |
| 2         | 0,0060                    | 0,0200                       | 0,7000  |

### 3.4 Toetsing Grenstoestand STR

Eis volgens NEN-EN 9997-1:2012 par. 2.4.7 / 2.4.8:  $E_d \leq C_d$ .  
 Slappe constructie dus vergelijking per paal.

$F_{c;d}$  = 15,000 [kN]  
 $R_{c;d}$  = 306,424 [kN]

Er wordt voldaan aan de eis van grenstoestand STR.

NB: Negatieve kleeft maakt GEEN deel uit van de toetsing van Grenstoestand STR. De eventuele invloed van negatieve kleeft wordt verwerkt in de toetsing van de grenstoelstanden GEO en de Bruikbaarheidsgrenstoestand. De intermediate results bevatten het overzicht van de berekende waarden voor negatieve kleeft.  
 Ter indicatie: de negatieve kleeft loopt qua waarden uiteen van 69 [kN] tot 77 [kN] per paal.

### 3.5 Toetsing Grenstoestand GEO

Zakkingseis volgens NEN-EN 9997-1:2012 paragraaf 2.4.9; NEN-EN 9997-1:  $S_d \leq S_{req}$ .

$S_d$  = 0,001 [m]  
 $S_{req}$  = 0,150 [m]

Er wordt voldaan aan de zakkingseis van grenstoestand GEO.

Bij 1 paal is er geen sprake van rotatie zoals bedoeld in NEN-EN.

### 3.6 Verificatie Bruikbaarheidsgrenstoestand

Zakkingseis volgens NEN-EN 9997-1:2012 paragraaf 2.4.9; NEN-EN 9997-1:  $S_d \leq S_{req}$ .  
 Voor woningen en woongebouwen geldt:  $S_{req} = 0.05$  m. Voor overige typen bovenbouw geldt deze eis eveneens tenzij er een nadere zakkingseis is gedefinieerd.

$S_d$  = 0,001 [m]  
 $S_{req}$  = 0,150 [m]

Er wordt voldaan aan de zakkingseis van de Bruikbaarheidsgrenstoestand.

Bij 1 paal is er geen sprake van rotatie zoals bedoeld in NEN-EN.

### 3.7 Aanvullende Informatie

Rekenwaarden van de optredende maximale schachtspanningen (berekend op het scheidingsvlak tussen positieve en negatieve kleeftzone)

Bij Grenstoestand STR, GEO :  $\sigma$  = 8,36 [N/mm<sup>2</sup>]  
 Bij de Gebruiksgrenstoestand :  $\sigma$  = 8,09 [N/mm<sup>2</sup>]

De maximale zakking werd gevonden bij :  
 Grenstoestand GEO

Sondering 1  
 Paalnaam: 1

Componenten van deze maximale zakking zijn :

$s_{neg}$  = 0,000 [m]  
 $s_b$  = 0,000 [m]  
 $s_{el;d}$  = 0,000 [m]

s2 = 0,000 [m]

**Bruikbaarheidsgrenstoestand**

Sondering 2  
Paalnaam: 1

Componenten van deze maximale zakking zijn :

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

sneg is hierbij de zakking ten gevolge van de negatieve kleef indien de verwachte maaiveldzakking (mvz) is gelegen tussen de volgende grenzen :  $0.02 < mvz \leq 0.10$  meter.

Bij maaiveldzakkingen buiten deze grenzen is sneg 0.

**3.7.1 De draagkracht schacht + punt bij Grenstoestand GEO**

| naam<br>sondering | Draagkracht<br>Schacht [kN]<br>Rs;d | Draagkracht<br>Punt [kN]<br>Rb;d | Draagkracht<br>Totaal [kN] |
|-------------------|-------------------------------------|----------------------------------|----------------------------|
| 1                 | 285,662                             | 35,569                           | 321,231                    |
| 2                 | 267,187                             | 39,237                           | 306,424                    |

**3.7.2 De draagkracht schacht + punt bij de Bruikbaarheidsgrenstoestand**

| naam<br>sondering | Draagkracht<br>Schacht [kN]<br>Rs;d | Draagkracht<br>Punt [kN]<br>Rb;d | Draagkracht<br>Totaal [kN] |
|-------------------|-------------------------------------|----------------------------------|----------------------------|
| 1                 | 342,795                             | 42,683                           | 385,478                    |
| 2                 | 320,625                             | 47,084                           | 367,709                    |

**Einde Rapport**

## Rapport voor D-Foundations 16.1

Ontwerp en Verificatie volgens Eurocode 7 van Strook- en Paalfunderingen  
Ontwikkeld door Deltares



Bedrijfsnaam: Geobest B.V.

Datum van rapport: 8-6-2017  
Tijd van rapport: 11:52:29

Datum van berekening: 31-5-2017  
Tijd van berekening: 16:23:14

Bestandsnaam: P:\..05-Berekeningen\3 - D-Foundations (DO)\DO damwand p

Projectbeschrijving: 29702  
Trailerhelling Weesp  
D-Foundations DO damwand p



## 1 Inhoudsopgave

|                                                                                     |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1 Inhoudsopgave                                                                     | 2  |
| 2 Invoergegevens                                                                    | 3  |
| 2.1 Algemene Invoergegevens                                                         | 3  |
| 2.2 Rapportage Gegevens                                                             | 3  |
| 2.3 Toepassingsgebied Model Bearing Piles                                           | 3  |
| 2.4 Bovenbouw                                                                       | 3  |
| 2.5 Algemene Sondeergegevens                                                        | 3  |
| 2.5.1 Overzicht Sonderingen in Funderingsplan                                       | 3  |
| 2.6 Grondgegevens                                                                   | 4  |
| 2.6.1 Grondprofiel 1                                                                | 4  |
| 2.6.2 Grondprofiel 2                                                                | 5  |
| 2.7 Paaltypen                                                                       | 5  |
| 2.7.1 Paaltype : Rect 290x290                                                       | 6  |
| 2.7.2 Paaltype : Rect 350x350                                                       | 6  |
| 2.7.3 Paaltype : Section 11x1000                                                    | 6  |
| 2.8 Funderingsplan                                                                  | 6  |
| 2.8.1 Overzicht Funderingsplan                                                      | 7  |
| 2.9 Ontgravingsgegevens                                                             | 7  |
| 2.10 Totale Belastingen (rekenwaarden)                                              | 8  |
| 2.11 Eisen                                                                          | 8  |
| 2.12 Opgegeven Parameters                                                           | 8  |
| 2.13 Model Opties                                                                   | 8  |
| 2.14 Model Opties                                                                   | 8  |
| 3 Bearing Piles (EC7-NL): Resultaten van de Optie Toetsing met Volledige Berekening | 9  |
| 3.1 Fouten en waarschuwingen                                                        | 9  |
| 3.2 Opmerkingen                                                                     | 9  |
| 3.3 Rekenparameters                                                                 | 9  |
| 3.3.1 Factoren Paal                                                                 | 9  |
| 3.3.2 Paaltype : Section 11x1000                                                    | 9  |
| 3.4 Toetsing Grenstoestand STR                                                      | 10 |
| 3.5 Toetsing Grenstoestand GEO                                                      | 10 |
| 3.6 Verificatie Bruikbaarheidsgrenstoestand                                         | 10 |
| 3.7 Aanvullende Informatie                                                          | 10 |
| 3.7.1 De draagkracht schacht + punt bij Grenstoestand GEO                           | 11 |
| 3.7.2 De draagkracht schacht + punt bij de Bruikbaarheidsgrenstoestand              | 11 |

## 2 Invoergegevens

### 2.1 Algemene Invoergegevens

Model Bearing Piles (EC7-NL)

### 2.2 Rapportage Gegevens

Geotechnisch adviseur :  
Constructeur bovenbouw :  
Opdrachtgever :  
Titel 1 : 29702  
Titel 2 : Trailerhelling Weesp  
Titel 3 : D-Foundations DO damwand p  
Nummer project :  
Locatie project :

### 2.3 Toepassingsgebied Model Bearing Piles

De toetsingen uitgevoerd door het model BEARING PILES van D-FOUNDATIONS hebben betrekking op paalfunderingen waarop statische of quasi-statische belastingen werken die drukkrachten in de palen veroorzaken met dien verstande dat de berekening van de paalkrachten en de vervormingen is gebaseerd op sonderingen. Eventuele rijzing van (trek-)palen en mogelijke horizontale verplaatsingen van palen zijn niet in deze toetsingen opgenomen.

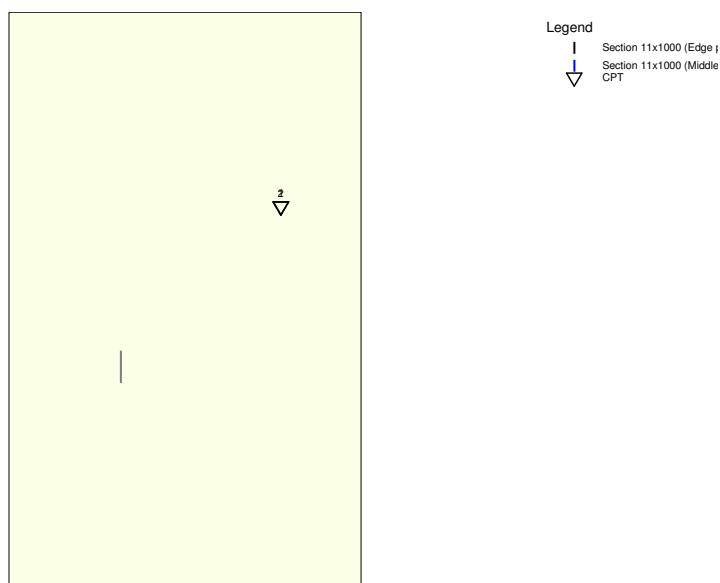
### 2.4 Bovenbouw

Stijfheidskarakteristiek : Slap

### 2.5 Algemene Sondeergegevens

Aantal sonderingen : 2  
Tijdstip sonderingen : Sondering - Ontgraving - Installatie

#### 2.5.1 Overzicht Sonderingen in Funderingsplan



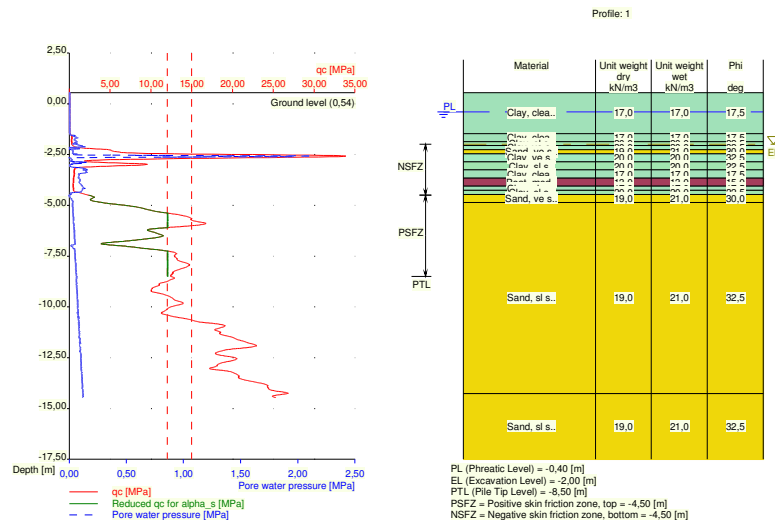
| Nummer/naam sondering | Paalpunt-niveau [m R.N.] | Bovenkant pos. kleefzone [m R.N.] | Onderkant neg. kleefzone [m R.N.] | X-coor-dinaat [m] | Y-coor-dinaat [m] |
|-----------------------|--------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-------------------|-------------------|
| 1: 1                  | -8,50                    | -4,50                             | -4,50                             | 132,01            | 480,33            |
| 2: 2                  | -8,50                    | -4,50                             | -4,50                             | 132,00            | 480,32            |

## 2.6 Grondgegevens

Aantal grondprofielen (= aantal sonderingen) : 2

### 2.6.1 Grondprofiel 1

|                                                                  |       |
|------------------------------------------------------------------|-------|
| Behorende bij sondering                                          | 1     |
| Maaiveldniveau in [m. t.o.v. referentie niveau] :                | 0,54  |
| Niveau grondwaterstand in [m. t.o.v. referentie niveau] :        | -0,40 |
| Paalpuntniveau in [m. t.o.v. referentie niveau] :                | -8,50 |
| Bovenkant positieve kleefzone in [m. t.o.v. referentie niveau] : | -4,50 |
| Onderkant negatieve kleefzone in [m. t.o.v. referentie niveau] : | -4,50 |
| OCR-waarde draagkrachtige laag :                                 | 1,00  |
| Verwachte maaiveldzakking in [m] :                               | 0,00  |
| Aantal lagen in profiel :                                        | 14    |

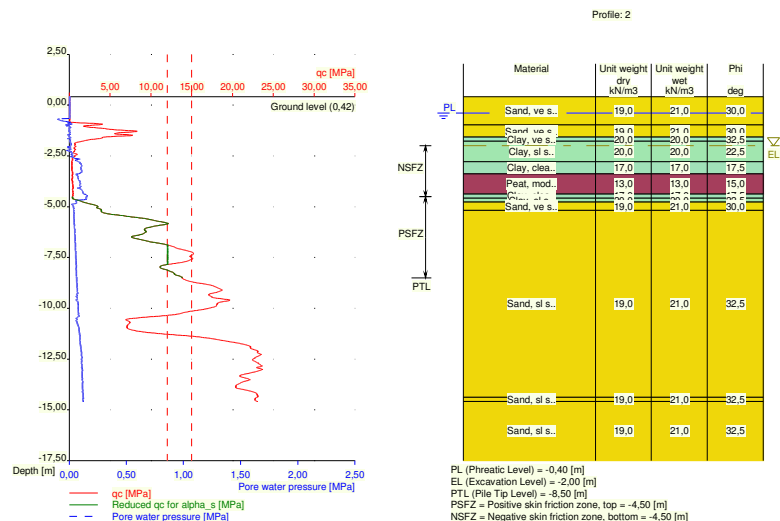


| Nummer laag | Bovenkant laag [m R.N.] | Gamma [kN/m <sup>3</sup> ] | Gamma;sat [kN/m <sup>3</sup> ] | Phi [deg] | Grond-soort | Mediaan (Zand/Grind) [mm] |
|-------------|-------------------------|----------------------------|--------------------------------|-----------|-------------|---------------------------|
| 1           | 0,540                   | 17,00                      | 17,00                          | 17,50     | Klei        | --                        |
| 2           | -1,460                  | 17,00                      | 17,00                          | 17,50     | Klei        | --                        |
| 3           | -1,860                  | 20,00                      | 20,00                          | 22,50     | Klei        | --                        |
| 4           | -2,060                  | 20,00                      | 20,00                          | 32,50     | Klei        | --                        |
| 5           | -2,260                  | 19,00                      | 21,00                          | 30,00     | Zand        | 0,200                     |
| 6           | -2,460                  | 20,00                      | 20,00                          | 32,50     | Klei        | --                        |
| 7           | -2,860                  | 20,00                      | 20,00                          | 22,50     | Klei        | --                        |
| 8           | -3,260                  | 17,00                      | 17,00                          | 17,50     | Klei        | --                        |
| 9           | -3,660                  | 13,00                      | 13,00                          | 15,00     | Veen        | --                        |
| 10          | -4,060                  | 17,00                      | 17,00                          | 17,50     | Klei        | --                        |
| 11          | -4,260                  | 20,00                      | 20,00                          | 22,50     | Klei        | --                        |
| 12          | -4,460                  | 19,00                      | 21,00                          | 30,00     | Zand        | 0,200                     |

| Nummer laag | Bovenkant laag [m R.N.] | Gamma [kN/m3] | Gamma;sat [kN/m3] | Phi [deg] | Grond-soort | Mediaan (Zand/Grind) [mm] |
|-------------|-------------------------|---------------|-------------------|-----------|-------------|---------------------------|
| 13          | -4,860                  | 19,00         | 21,00             | 32,50     | Zand        | 0,200                     |
| 14          | -14,260                 | 19,00         | 21,00             | 32,50     | Zand        | 0,200                     |

## 2.6.2 Grondprofiel 2

|                                                                  |       |
|------------------------------------------------------------------|-------|
| Behorende bij sondering                                          | 2     |
| Maaiveldniveau in [m. t.o.v. referentie niveau] :                | 0,42  |
| Niveau grondwaterstand in [m. t.o.v. referentie niveau] :        | -0,40 |
| Paalpuntniveau in [m. t.o.v. referentie niveau] :                | -8,50 |
| Bovenkant positieve kleefzone in [m. t.o.v. referentie niveau] : | -4,50 |
| Onderkant negatieve kleefzone in [m. t.o.v. referentie niveau] : | -4,50 |
| OCR-waarde draagkrachtige laag :                                 | 1,00  |
| Verwachte maaiveldzakking in [m] :                               | 0,00  |
| Aantal lagen in profiel :                                        | 12    |



| Nummer laag | Bovenkant laag [m R.N.] | Gamma [kN/m3] | Gamma;sat [kN/m3] | Phi [deg] | Grond-soort | Mediaan (Zand/Grind) [mm] |
|-------------|-------------------------|---------------|-------------------|-----------|-------------|---------------------------|
| 1           | 0,420                   | 19,00         | 21,00             | 30,00     | Zand        | 0,200                     |
| 2           | -0,980                  | 19,00         | 21,00             | 30,00     | Zand        | 0,200                     |
| 3           | -1,580                  | 20,00         | 20,00             | 32,50     | Klei        | --                        |
| 4           | -1,780                  | 20,00         | 20,00             | 22,50     | Klei        | --                        |
| 5           | -2,780                  | 17,00         | 17,00             | 17,50     | Klei        | --                        |
| 6           | -3,380                  | 13,00         | 13,00             | 15,00     | Veen        | --                        |
| 7           | -4,380                  | 17,00         | 17,00             | 17,50     | Klei        | --                        |
| 8           | -4,580                  | 20,00         | 20,00             | 22,50     | Klei        | --                        |
| 9           | -4,780                  | 19,00         | 21,00             | 30,00     | Zand        | 0,200                     |
| 10          | -5,180                  | 19,00         | 21,00             | 32,50     | Zand        | 0,200                     |
| 11          | -14,380                 | 19,00         | 21,00             | 32,50     | Zand        | 0,200                     |
| 12          | -14,580                 | 19,00         | 21,00             | 32,50     | Zand        | 0,200                     |

## 2.7 Paaltypen

**2.7.1 Paaltype : Rect 290x290**

|                                                                                     |                           |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| Paaltype :                                                                          | Prefab betonpaal          |
| Materiaaltype paal :                                                                | Beton                     |
| Gladheidsbehandeling voor paal :                                                    | Geen gladheidsbehandeling |
| Paalvorm :                                                                          | Rechthoekige paal         |
| beta (Paalvoetvormfactor) conform figuur 7i, NEN-EN 9997-1:2012.                    |                           |
| s (factor voor de invloed vorm dwarsdoorsnede paalvoet) conform NEN-EN 9997-1:2012. |                           |
| Paalafmetingen :                                                                    |                           |
| Kleinste zijde paalpunt [m] :                                                       | 0,290                     |
| Grootste zijde paalpunt [m] :                                                       | 0,290                     |

**2.7.2 Paaltype : Rect 350x350**

|                                                                                     |                           |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| Paaltype :                                                                          | Prefab betonpaal          |
| Materiaaltype paal :                                                                | Beton                     |
| Gladheidsbehandeling voor paal :                                                    | Geen gladheidsbehandeling |
| Paalvorm :                                                                          | Rechthoekige paal         |
| beta (Paalvoetvormfactor) conform figuur 7i, NEN-EN 9997-1:2012.                    |                           |
| s (factor voor de invloed vorm dwarsdoorsnede paalvoet) conform NEN-EN 9997-1:2012. |                           |
| Paalafmetingen :                                                                    |                           |
| Kleinste zijde paalpunt [m] :                                                       | 0,350                     |
| Grootste zijde paalpunt [m] :                                                       | 0,350                     |

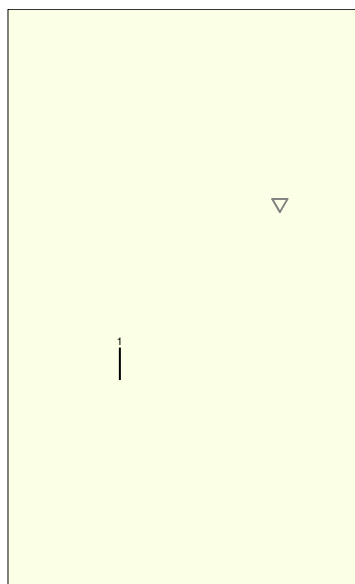
**2.7.3 Paaltype : Section 11x1000**

|                                                                                                    |                           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| Paaltype :                                                                                         | Stalen profiel            |
| Materiaaltype paal :                                                                               | Staal                     |
| Gladheidsbehandeling voor paal :                                                                   | Geen gladheidsbehandeling |
| Paalvorm :                                                                                         | Profiel                   |
| beta (Paalvoetvormfactor) conform figuur 7i, NEN-EN 9997-1:2012.                                   |                           |
| s (naar eigen opgave : factor voor de invloed van de vorm van de dwarsdoorsnede van de paalvoet) : |                           |
|                                                                                                    | 0,62                      |
| Paalafmetingen :                                                                                   |                           |
| Kleinste zijde paalpunt [m] :                                                                      | 0,011                     |
| Grootste zijde paalpunt [m] :                                                                      | 1,000                     |

**2.8 Funderingsplan**

|                                                                     |   |
|---------------------------------------------------------------------|---|
| Aantal palen :                                                      | 1 |
| Aantal samenwerkende palen* :                                       | 1 |
| * : 0 = niet ingevoerd, 1 = slappe bovenbouw, >1 = stijve bovenbouw |   |

## 2.8.1 Overzicht Funderingsplan



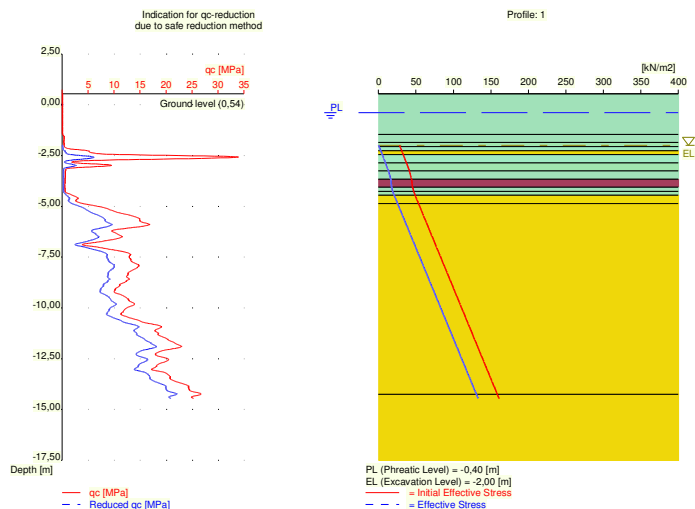
Legend  
 Section 11x1000 (Edge)  
 Section 11x1000 (Middle)  
 CPT

| Paal<br>nr/naam | X-coor-<br>dinaat<br>[m] | Y-coor-<br>dinaat<br>[m] | Fc;d<br>(STR/GEO)<br>[kN] | Fc;d<br>(BGT)<br>[kN] | P0<br>[kN/m2] | Paalkop-<br>niveau<br>[m R.N.] |
|-----------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|-----------------------|---------------|--------------------------------|
| 1: 1            | 127,00                   | 475,32                   | 15,00                     | 12,00                 | 0,00          | 0,50                           |

## 2.9 Ontgravingsgegevens

Niveau ontgraving in [m. t.o.v. referentie niveau] :  
 Reductie model :

-2,00  
 Safe (NEN)



## 2.10 Totale Belastingen (rekenwaarden)

|                                          |       |
|------------------------------------------|-------|
| Totale belasting op alle palen           |       |
| In grenstoestand STR/GEO in [kN] :       | 15,00 |
| In Bruikbaarheidsgrenstoestand in [kN] : | 12,00 |

## 2.11 Eisen

|                                           |         |
|-------------------------------------------|---------|
| Grenstoestand GEO                         |         |
| Maximaal toegestane zakking in [m] :      | 0,150   |
| Maximaal toegestane (relatieve) rotatie : | 1 / 100 |
| Bruikbaarheidsgrenstoestand               |         |
| Maximaal toegestane zakking in [m] :      | 0,150   |
| Maximaal toegestane (relatieve) rotatie : | 1 / 300 |

## 2.12 Opgegeven Parameters

|                             |      |
|-----------------------------|------|
| Opgegeven ksi3-factor [-] : | 1,39 |
| Opgegeven ksi4-factor [-] : | 1,39 |

## 2.13 Model Opties

Onderdruk gebruik paalgroep (bij negatieve kleef)  
 Gebruik tussenresultaten file  
 Pas reductie toe bij avegaar (standaard)  
 Gebruik de invloed van ontgravingen (standaard).

## 2.14 Model Opties

Geselecteerde paaltypen :  
 -Section 11x1000

Geselecteerde profielen :  
 -1  
 -2

## 3 Bearing Piles (EC7-NL): Resultaten van de Optie Toetsing met Volledige Berekening

### 3.1 Fouten en waarschuwingen

Waarschuwing : De  $\gamma_{b1}$  (NEN-EN 1997-1:2005 NEN-EN 9997-1, bijlage A) is door de gebruiker zelf is door de gebruiker zelf opgegeven. Een onderbouwing van de van de NORM afwijkende waarde dient te worden bijgevoegd.  
Waarschuwing : De  $\gamma_{b2}$  (NEN-EN 1997-1:2005 NEN-EN 9997-1, bijlage A) is door de gebruiker zelf is door de gebruiker zelf opgegeven. Een onderbouwing van de van de NORM afwijkende waarde dient te worden bijgevoegd.  
Paaltype Section 11x1000:

Waarschuwing : de verhouding tussen de kleinste (a) en de grootste (b) zijde van de dwarsdoorsnede van de paalpunt voldoet niet aan de in gestelde eis, NEN-EN 1997-1:2005 par. 7.6.2.3(e): NEN-EN 9997-1,  $b \leq 1.5a$ .  
Conform NEN-EN 1997-1:2005 par. 7.6.2.3(e): NEN-EN 9997-1, wordt nu aangehouden  $Deq = a$ .

Paaltype Section 11x1000: Waarschuwing : De factor s (NEN-EN 1997-1:2005 par. 7.6.2.3(h): NEN-EN 9997-1) is door de gebruiker zelf opgegeven. Een onderbouwing van de van de NORM afwijkende waarde dient te worden bijgevoegd.

De sonderingen voldoen niet aan de eisen zoals gesteld in

NEN-EN 9997-1 par 3.2.3 omdat :

- twee of meer sonderingen samenvallen.

### 3.2 Opmerkingen

Het programma gaat bij de controle van het grondonderzoek, volgens NEN-EN 9997-1 art 3.2.3 lid (e), uit van het opgegeven testniveau. Het houdt geen rekening met eventueel verschillende paalpuntniveau's. Bij gebruikmaking van verschillende paalpuntniveau's dient de gebruiker zelf eventueel benodigd extra onderzoek te beoordelen.

Bij de controle volgens NEN-EN 9997-1 art 3.2.3 is rekening gehouden met een gemiddelde onderlinge afstand van 25 m.

Er wordt voldaan aan de eisen van NEN-EN 9997-1 art 3.3.3. De variantie (8,20%) is goed ( $\leq 12\%$ ).

### 3.3 Rekenparameters

#### 3.3.1 Factoren Paal

|                                                                                           |      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| $\gamma_{b1}$ (NEN-EN 9997-1:2012, bijlage A.6 A.7 A.8, Grenstoestand STR/GEO) :          | 1,20 |
| $\gamma_{b2}$ (NEN-EN 9997-1:2012, bijlage A.6 A.7 A.8, de Bruikbaarheidsgrenstoestand) : | 1,00 |
| $\gamma_{s1}$ (NEN-EN 9997-1:2012, bijlage A.6 A.7 A.8, Grenstoestand STR/GEO) :          | 1,20 |
| $\gamma_{s2}$ (NEN-EN 9997-1:2012, bijlage A.6 A.7 A.8, de Bruikbaarheidsgrenstoestand) : | 1,00 |
| $\gamma_{s3}$ (naar eigen opgave) :                                                       | 1,39 |
| $\gamma_{s4}$ (naar eigen opgave) :                                                       | 1,39 |
| Ksi 4 is gebruikt.                                                                        |      |

Hoewel toegestaan, is er geen gebruik gemaakt van het paalgroepmodel voor de berekening van negatieve kleef.

#### 3.3.2 Paaltype : Section 11x1000

|                                                                                                    |                           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| Paaltype :                                                                                         | Stalen profiel            |
| Materiaaltype paal :                                                                               | Staal                     |
| Gladheidsbehandeling voor paal :                                                                   | Geen gladheidsbehandeling |
| Paalvorm :                                                                                         | Profiel                   |
| beta (Paalvoetvormfactor; figuur 7i, NEN-EN 1997-1:2005 par. 7.6.2.3(g): NEN-EN 9997-1) :          | 1,00                      |
| s (naar eigen opgave : factor voor de invloed van de vorm van de dwarsdoorsnede van de paalvoet) : | 0,62                      |

Paalafmetingen :



Kleinste zijde paalpunt [m] : 0,011  
 Grootste zijde paalpunt [m] : 1,000

| Sondering | Alpha_s<br>Zand/<br>Grind | Alpha_s<br>Klei/Leem<br>Veen | Alpha_p |
|-----------|---------------------------|------------------------------|---------|
| 1         | 0,0060                    | --                           | 0,7000  |
| 2         | 0,0060                    | 0,0200                       | 0,7000  |

### 3.4 Toetsing Grenstoestand STR

Eis volgens NEN-EN 9997-1:2012 par. 2.4.7 / 2.4.8:  $E_d \leq C_d$ .  
 Slappe constructie dus vergelijking per paal.

$F_{c;d} = 15,000$  [kN]  
 $R_{c;d} = 242,675$  [kN]

Er wordt voldaan aan de eis van grenstoestand STR.

NB: Negatieve kleeft maakt GEEN deel uit van de toetsing van Grenstoestand STR. De eventuele invloed van negatieve kleeft wordt verwerkt in de toetsing van de grenstoestanden GEO en de Bruikbaarheidsgrenstoestand. De intermediate results bevatten het overzicht van de berekende waarden voor negatieve kleeft. In dit project speelt negatieve kleeft geen rol.

### 3.5 Toetsing Grenstoestand GEO

Zakkingseis volgens NEN-EN 9997-1:2012 paragraaf 2.4.9; NEN-EN 9997-1:  $S_d \leq S_{req}$ .

$S_d = 0,000$  [m]  
 $S_{req} = 0,150$  [m]

Er wordt voldaan aan de zakkingseis van grenstoestand GEO.

Bij 1 paal is er geen sprake van rotatie zoals bedoeld in NEN-EN.

### 3.6 Verificatie Bruikbaarheidsgrenstoestand

Zakkingseis volgens NEN-EN 9997-1:2012 paragraaf 2.4.9; NEN-EN 9997-1:  $S_d \leq S_{req}$ .  
 Voor woningen en woongebouwen geldt:  $S_{req} = 0,05$  m. Voor overige typen bovenbouw geldt deze eis eveneens tenzij er een nadere zakkingseis is gedefinieerd.

$S_d = 0,000$  [m]  
 $S_{req} = 0,150$  [m]

Er wordt voldaan aan de zakkingseis van de Bruikbaarheidsgrenstoestand.

Bij 1 paal is er geen sprake van rotatie zoals bedoeld in NEN-EN.

### 3.7 Aanvullende Informatie

Rekenwaarden van de optredende maximale schachtspanningen (berekend op het scheidingsvlak tussen positieve en negatieve kleeftzone)

Bij Grenstoestand STR, GEO :  $\sigma = 1,36$  [N/mm<sup>2</sup>]  
 Bij de Gebruiksgrenstoestand :  $\sigma = 1,09$  [N/mm<sup>2</sup>]

De maximale zakking werd gevonden bij :  
 Grenstoestand GEO

Sondering 1  
 Paalnaam: 1

Componenten van deze maximale zakking zijn :

$s_{neg} = 0,000$  [m]  
 $s_b = 0,000$  [m]  
 $s_{el;d} = 0,000$  [m]

s2 = 0,000 [m]

**Bruikbaarheidsgrenstoestand**

Sondering 2  
Paalnaam: 1

Componenten van deze maximale zakking zijn :

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

sneg is hierbij de zakking ten gevolge van de negatieve kleef indien de verwachte maaiveldzakking (mvz) is gelegen tussen de volgende grenzen :  $0.02 < mvz \leq 0.10$  meter.

Bij maaiveldzakkingen buiten deze grenzen is sneg 0.

**3.7.1 De draagkracht schacht + punt bij Grenstoestand GEO**

| naam<br>sondering | Draagkracht<br>Schacht [kN]<br>Rs;d | Draagkracht<br>Punt [kN]<br>Rb;d | Draagkracht<br>Totaal [kN] |
|-------------------|-------------------------------------|----------------------------------|----------------------------|
| 1                 | 242,689                             | 29,877                           | 272,566                    |
| 2                 | 211,208                             | 31,466                           | 242,674                    |

**3.7.2 De draagkracht schacht + punt bij de Bruikbaarheidsgrenstoestand**

| naam<br>sondering | Draagkracht<br>Schacht [kN]<br>Rs;d | Draagkracht<br>Punt [kN]<br>Rb;d | Draagkracht<br>Totaal [kN] |
|-------------------|-------------------------------------|----------------------------------|----------------------------|
| 1                 | 291,226                             | 35,853                           | 327,079                    |
| 2                 | 253,450                             | 37,760                           | 291,210                    |

**Einde Rapport**

## Bijlage 2 C Evenwichtsberekeningen (opbarsten)

### Opbarsten

*Situatie: maximale ontgraving en bemaling tot NAP -2,0 m tijdens MHW*

Neerwaartse gronddruk op z = NAP -4,5 m:

|                                                     |            |
|-----------------------------------------------------|------------|
| $(16 * 0,5) + (15 * 0,5) + (12 * 1,5) - (10 * 2,0)$ | = 13,5 kPa |
|-----------------------------------------------------|------------|

Opwaartse waterdruk op z = NAP -4,5 m:

|                                              |          |
|----------------------------------------------|----------|
| $((0,0 - -4,5) * 10) - ((-2,0 - -4,5) * 10)$ | = 20 kPa |
|----------------------------------------------|----------|

|                             |            |
|-----------------------------|------------|
| <u>Toets:</u> $13,5 - 20,0$ | = -6,5 kPa |
|-----------------------------|------------|

Waterdruk groter dan gronddruk, dus voldoet niet.

*Situatie: maximale ontgraving en bemaling tot NAP -2,0 m tijdens stijghoogte NAP -1,5 m*

Neerwaartse gronddruk op z = NAP -4,5 m:

|                                                     |            |
|-----------------------------------------------------|------------|
| $(16 * 0,5) + (15 * 0,5) + (12 * 1,5) - (10 * 2,0)$ | = 13,5 kPa |
|-----------------------------------------------------|------------|

Opwaartse waterdruk op z = NAP -4,5 m:

|                                               |         |
|-----------------------------------------------|---------|
| $((-1,5 - -4,5) * 10) - ((-2,0 - -4,5) * 10)$ | = 5 kPa |
|-----------------------------------------------|---------|

|                            |           |
|----------------------------|-----------|
| <u>Toets:</u> $13,5 - 5,0$ | = 8,5 kPa |
|----------------------------|-----------|

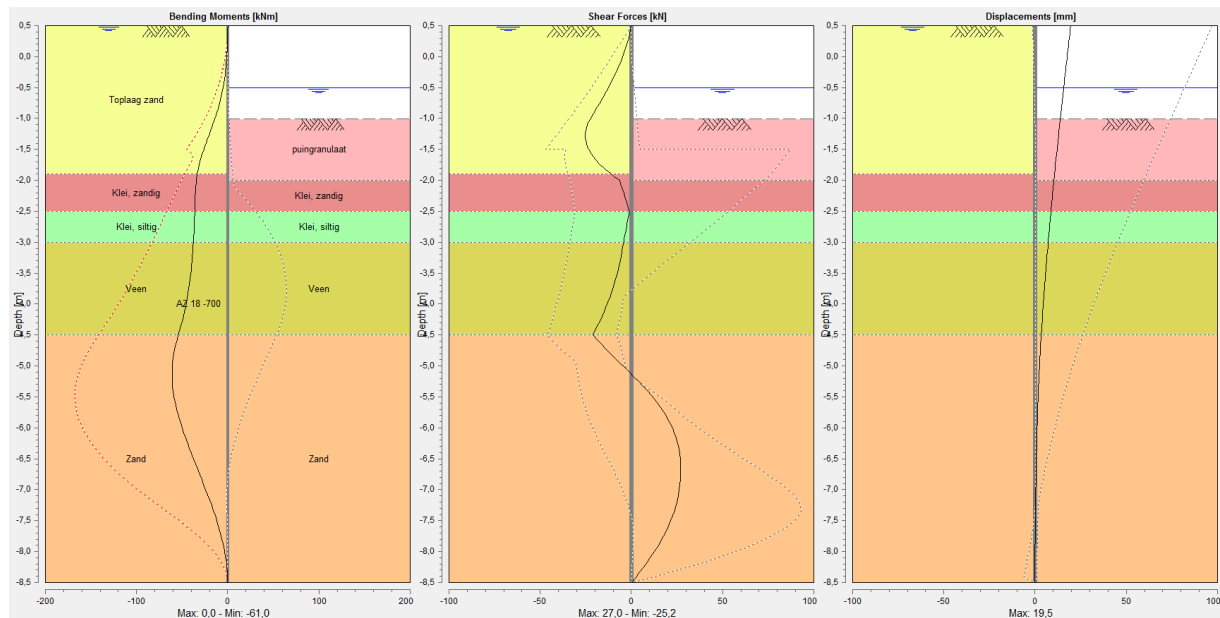
grondruk groter dan waterdruk, dus voldoet.

|                                            |       |
|--------------------------------------------|-------|
| Veiligheidsfactor bedraagt: $(13,5 / 5,0)$ | = 2,7 |
|--------------------------------------------|-------|

## Bijlage 2 D In het vlak belaste damwand

Berekening horizontale schuifkracht damwandconstructie conform CUR 166 6° druk .

- Basisgeval 2, damwandscherm met kerende functie;
- benadering van  $\delta_{c;rest}$  op basis van  $1/6 \varphi$ ;
- Berekening in maatgevende situatie, maximaal verval over de damwand;



Dwarskrachtennulpunt is gevonden op NAP -5,0 m. Alleen de lagen onder het dwarskrachtennulpunt zijn meegenomen in de berekening van de horizontale schuifweerstand. De korrelspanningen zijn aan de actieve en passieve zijde berekend op NAP -5,0 m ( $\sigma'_{v;a;b}$  en  $\sigma'_{v;p;b}$ ) en op NAP -8,5 m ( $\sigma'_{v;a;o}$  en  $\sigma'_{v;p;o}$ ):

$$\begin{aligned}\sigma'_{v;a;b} &= (17 \cdot 2,4 + 16 \cdot 0,6 + 15 \cdot 0,5 + 1,5 \cdot 12 + 0,5 \cdot 20) - (10 \cdot 5,5) = 30,9 \text{ kPa} \\ \sigma'_{v;a;o} &= (17 \cdot 2,4 + 16 \cdot 0,6 + 15 \cdot 0,5 + 1,5 \cdot 12 + 4,5 \cdot 20) - (10 \cdot 9,0) = 75,9 \text{ kPa} \\ \sigma'_{v;p;b} &= (23 \cdot 1,0 + 16 \cdot 0,5 + 15 \cdot 0,5 + 1,5 \cdot 12 + 0,5 \cdot 20) - (10 \cdot 4,5) = 21,5 \text{ kPa} \\ \sigma'_{v;p;o} &= (23 \cdot 1,0 + 16 \cdot 0,5 + 15 \cdot 0,5 + 1,5 \cdot 12 + 4,5 \cdot 20) - (10 \cdot 8,0) = 66,5 \text{ kPa}\end{aligned}$$

Gronddrukfactoren voor zand met een  $\varphi'$  van 30 graden:

$$\begin{aligned}K_a &= 0,28 \\ K_p &= 5,74\end{aligned}$$

Berekening  $\tau_{\max} = (\sigma'_{v;a} K_a) \cdot \tan \delta_{c;rest}$  en  $\tau_{\max} = (\sigma'_{v;p} K_p) \cdot \tan \delta_{c;rest}$

$$\begin{aligned}\tau_{b;a;\max} &= (30,9 \cdot 0,28) \cdot \tan(5) = 0,76 \text{ kPa} \\ \tau_{b;p;\max} &= (21,5 \cdot 5,74) \cdot \tan(5) = 10,80 \text{ kPa} \\ \tau_{o;a;\max} &= (75,9 \cdot 0,28) \cdot \tan(5) = 1,86 \text{ kPa} \\ \tau_{o;p;\max} &= (66,5 \cdot 5,74) \cdot \tan(5) = 33,39 \text{ kPa}\end{aligned}$$

$$\tau_{b,gem} = (0,76 + 10,80) / 2 = 5,78 \text{ kPa}$$

$$\tau_{o,gem} = (1,86 + 33,39) / 2 = 17,63 \text{ kPa}$$

$$b = 5,0 \text{ m} = (\text{aannname})$$

$$\eta = \frac{9}{16}n + \frac{5}{4}\frac{n-1}{n}$$

$$n = 5,0 / 1,4 = 3,57 \text{ (aantal dubbele planken)}$$

$$\eta = 2,9$$

$$L = 0,5 - -8,5 = 9,0 \text{ m}$$

$$L_0 = -5,0 - -8,5 = 3,5 \text{ m}$$

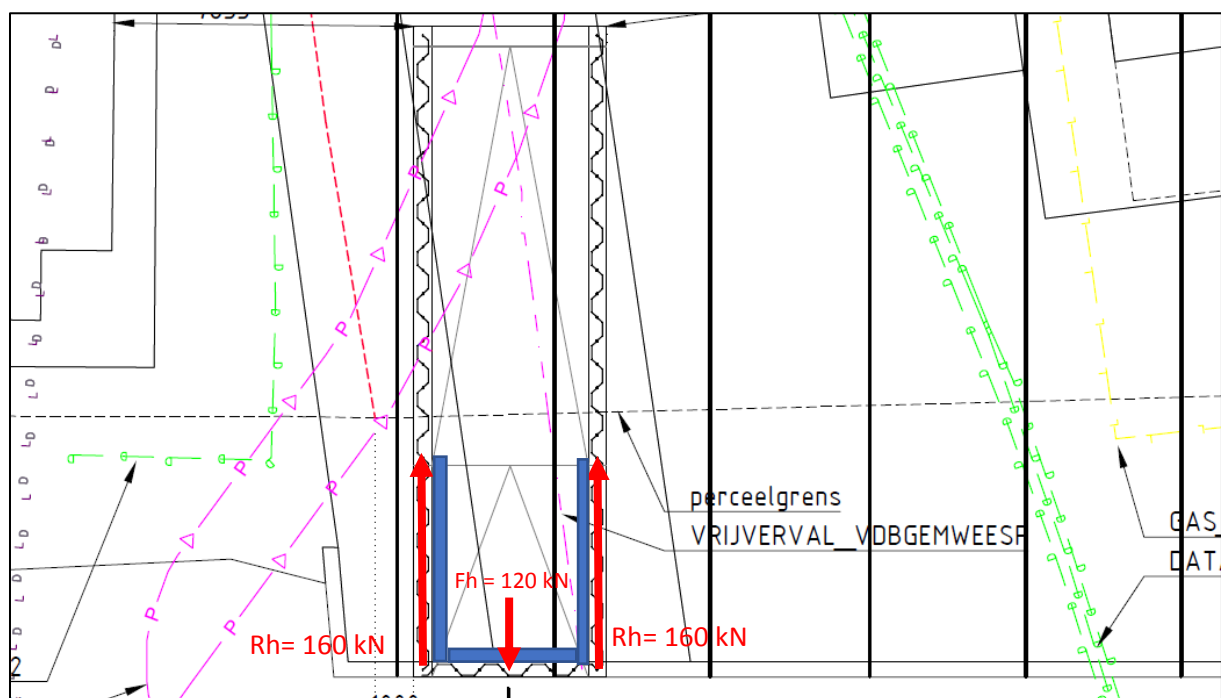
$$R_h = \frac{b^2}{\eta} \left( \tau_{o,gem} \cdot \frac{L_0}{L - L_0} + 0,78 \cdot \tau_{b,gem} \cdot \frac{L}{L - L_0} \right)$$

$$R_h = 159,77 = 160 \text{ kN per damwand.}$$

De benodigde ankerkracht is berekend met een D-Sheet berekening van de deels gesloopte damwand. Hieruit volgt een ankerkracht (UGT) van 20 kN/m<sup>1</sup>.

$$F_h = 20 * 4 * 1,5 = 120 \text{ kN}$$

$$\text{Toets} = 320 / 120 = 2,67 \rightarrow \text{voldoet.}$$



Principetekening gordingen en stempel ten behoeve van het overbrengen van anker belasting naar de damwanden.