

---

Herbestemming  
Mauritskade 61  
Amsterdam  
Bouwkuipadvies



Hillgate Investments B.V.  
Dhr. T. Vlasman  
Herenweg 6  
2242 ES Wassenaar

© 2018 CRUX Engineering BV

Niets uit dit drukwerk mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand en/of openbaar gemaakt, in enige vorm op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, microfilm zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van CRUX Engineering BV, noch mag het zonder een dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd.

**Documentenlocatie**

P:\181xx\18368 Hill Herbestemming Mauritskade 61 A'dam\01  
RAP\RA18368a1 Bouwkuipadvies Mauritskade 61 Amsterdam.docm

CRUX Engineering BV  
Pedro de Medinalaan 3c  
NL-1086 XK Amsterdam

Amsterdam  
Delft  
Eindhoven

+31(0)20 494 30 70  
info@cruxbv.nl

cruxbv.nl

---

## Rapport

Opgesteld  
ing. H.J. Honing

Gecontroleerd  
ing. M.J. van Baars

### Onderwerp

Herbestemming  
Mauritskade 61 Amsterdam  
Bouwkuipadvies

Vrijgave  
ir. G. Meinhardt

Projectnummer  
18368

Versies  
--

Documentnummer  
RA18368a1

Formulier  
RA-01-v18.0622

Versie  
1

Datum  
11 oktober 2018

Status  
--

# Inhoudsopgave

|       |                                   |    |
|-------|-----------------------------------|----|
| 1     | Inleiding                         | 5  |
| 2     | Uitgangspunten                    | 6  |
| 2.1   | Documenten                        | 6  |
| 2.2   | Programmatuur                     | 6  |
| 2.3   | Grondopbouw                       | 6  |
| 2.4   | Grondwaterstanden en stijghoogten | 7  |
| 2.5   | Belendingen                       | 7  |
| 2.5.1 | Algemeen                          | 7  |
| 2.5.2 | Mauritskade 59                    | 7  |
| 2.5.3 | Mauritskade 61                    | 8  |
| 2.5.4 | Mauritskade 62                    | 8  |
| 2.5.5 | Muziekkoepeel                     | 8  |
| 2.5.6 | Skatepark                         | 9  |
| 2.5.7 | Kabels en leidingen               | 9  |
| 2.6   | Ontwerpgegevens                   | 9  |
| 2.6.1 | Veiligheidsklasse                 | 9  |
| 2.6.2 | Ontgravingsniveaus                | 10 |
| 2.6.3 | Geometrie                         | 10 |
| 2.6.4 | Damwandprofielen                  | 12 |
| 2.6.5 | Steunconstructie                  | 12 |
| 2.6.6 | Bovenbelasting                    | 13 |
| 2.6.7 | Fasering                          | 13 |
| 3     | Bouwkuipontwerp                   | 14 |
| 3.1   | Inleiding                         | 14 |
| 3.2   | Parameterset damwandontwerp       | 14 |
| 3.3   | Verticaal evenwicht bouwputbodem  | 14 |
| 3.3.1 | Algemeen                          | 14 |

|       |                                          |    |
|-------|------------------------------------------|----|
| 3.3.2 | Toetsing                                 | 15 |
| 3.3.3 | Conclusie                                | 15 |
| 3.4   | Resultaten damwandberekeningen           | 16 |
| 3.4.1 | Snede 1                                  | 16 |
| 3.4.2 | Snede 2                                  | 17 |
| 3.4.3 | Snede 3                                  | 18 |
| 3.4.4 | Snede 4                                  | 19 |
| 3.4.5 | Samenvatting                             | 20 |
| 4     | Aandachtspunten                          | 21 |
| 4.1   | Algemeen                                 | 21 |
| 4.2   | Stempelconstructie                       | 21 |
| 4.3   | Installatie en verwijderen van damwanden | 21 |
| 4.4   | Conflicten met bestaande palen           | 21 |
| 4.5   | Invloed grondvervormingen                | 22 |
| 4.5.1 | Aanvulzand                               | 22 |
| 4.5.2 | Mauritskade 61                           | 22 |
| 4.5.3 | Overige belendingen                      | 22 |
| 4.6   | Monitoring                               | 22 |

## Lijst van Figuren

|                                                                |    |
|----------------------------------------------------------------|----|
| —                                                              |    |
| Figuur 1 Projectlocatie, bron Open streetmap en BAG            | 5  |
| Figuur 2 Bovenaanzicht souterrain huidige situatie ref. [6]    | 8  |
| Figuur 3 Langsdoorsnede bestaand, westelijke vleugel, ref. [6] | 8  |
| Figuur 4 Locatie waterleiding waternet, ref. [7]               | 9  |
| Figuur 5 Overige kabels en leidingen, ref. [7]                 | 9  |
| Figuur 6 Ontgravingsniveaus, sneden en gebieden                | 10 |
| Figuur 7 Doorsnede 1, ref. [5]                                 | 11 |
| Figuur 8 Dsn. 1 ter plaatse van bovenbouw, ref. [5]            | 11 |
| Figuur 9 Doorsnede 3, ref. [5]                                 | 11 |
| Figuur 10 Niveaus begane grond t.p.v. snede 3, ref. [6]        | 11 |
| Figuur 11 Doorsnede 4 smal deel, ref. [5]                      | 12 |
| Figuur 12 Snede 1 fase 3: Maximale ontgraving                  | 16 |
| Figuur 13 Snede 2 fase 3: Maximale ontgraving                  | 17 |
| Figuur 14 Snede 3 fase 3: Maximale ontgraving                  | 18 |
| Figuur 15 Doorsneden en belendende palen, ref.[6]              | 19 |
| Figuur 16 Snede 4 C-C fase 3: maximale ontgraving              | 19 |
| Figuur 17 Samenvatting toe te passen damwanden                 | 20 |

## Lijst van Tabellen

|                                                                   |    |
|-------------------------------------------------------------------|----|
| —                                                                 |    |
| Tabel 1 Globale bodemopbouw                                       | 6  |
| Tabel 2 Maatgevende grondwaterstanden ref. [9]                    | 7  |
| Tabel 3 Overzicht belendingen                                     | 7  |
| Tabel 4 Veiligheidsfactoren conform CUR166                        | 9  |
| Tabel 5 Maximaal ontgravingsniveau incl. 50cm<br>grondverbetering | 10 |
| Tabel 6 Eigenschappen damwand                                     | 12 |
| Tabel 7 Fasering snede 1 t/m 3                                    | 13 |
| Tabel 8 Fasering snede 4                                          | 13 |
| Tabel 9 Parameterset t.b.v. D-Sheet Piling berekening             | 14 |
| Tabel 10 Resultaten veiligheid verticaal evenwicht                | 15 |
| Tabel 11 Resultaten D-Sheet Piling doorsnede 1                    | 16 |
| Tabel 12 Resultaten D-Sheet Piling doorsnede 2                    | 17 |
| Tabel 13 Resultaten D-Sheet Piling doorsnede 3                    | 18 |
| Tabel 14 Resultaten doorsnede 4; verdiepte deel                   | 20 |

## Lijst van Bijlagen

|                                          |  |
|------------------------------------------|--|
| —                                        |  |
| Bijlage 1 Grondonderzoek                 |  |
| Bijlage 2 Berekening verticaal evenwicht |  |
| Bijlage 3 Uitvoer D-Sheet Piling         |  |

# 1 Inleiding

In opdracht van Hillgate Investments BV heeft CRUX Engineering BV een bouwkuipadvies opgesteld ten behoeve van de realisatie van een ondergrondse parkeerkelder. De parkeerkelder is onderdeel van de herbestemming van het voormalig Ontleedkundig Laboratorium naar een hotel. Het gebouw is gelegen in het Oosterpark, aan de Mauritskade 61 te Amsterdam en is gebouwd in 1908.

In Figuur 1 is de locatie van het project weergegeven. De 1-laags parkeerkelder wordt aan de zuidelijke en westelijke zijde van het bestaande pand gerealiseerd binnen een gesloten bouwkuip. De nieuwe kelder wordt aangesloten op het bestaande gebouw. Op de kelder wordt op twee kleinere locaties tevens een bovenbouw gerealiseerd.

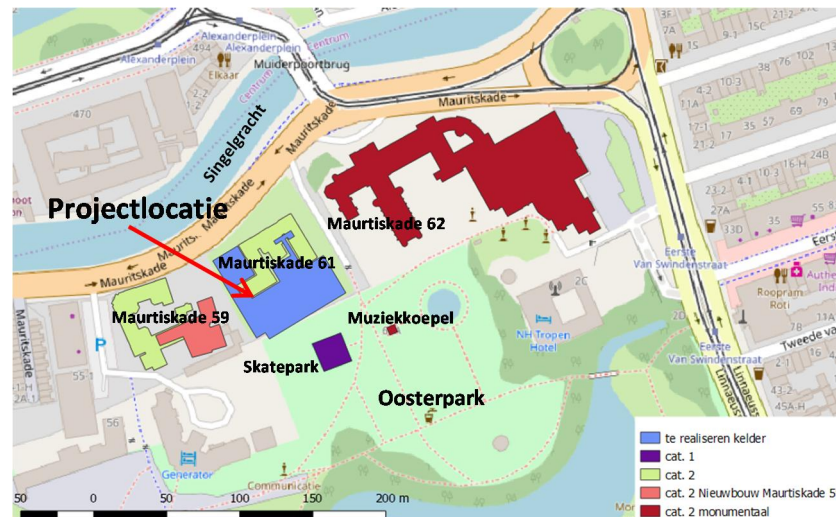
Voorliggend rapport betreft het ontwerp van de bouwkuip. Separaat is een funderingsadvies opgesteld in CRUX notitie

NT18368a1, ref. [8]. Voor het bemalingsadvies en het onderzoek naar de barrièrewerking van de nieuw te realiseren kelder in de grondwaterstroming wordt verwezen naar CRUX rapport RA18368b1, ref. [9]. Voor het milieukundig onderzoek wordt verwezen naar CRUX notitie NT18368a1, ref. [10].

CRUX Engineering BV  
cruxbv.nl

Ons kenmerk  
RA18368a2

Pagina  
5/27



Figuur 1 Projectlocatie, bron Open streetmap en BAG

## 2 Uitgangspunten

### 2.1 Documenten

De volgende documenten zijn gebruikt voor de berekeningen:

- [1] Lankelma; rapport *Grondonderzoek aan de Mauritskade 61 te Amsterdam*; 13.18069; d.d. 11-12-2013
- [2] Geomechanica; rapport *Grondonderzoek t.b.v. fundatie aan de Mauritskade 61, te Amsterdam*; 4170.15; d.d. 27-05-2018
- [3] Lankelma; rapport *Resultaten Grondonderzoek Nieuwbouw, Mauritskade 61 te Amsterdam*; 1703248 RG; d.d. 31-08-2018
- [4] Fugro; rapport *Funderingsonderzoek betreffende Mauritskade 61 te Amsterdam*; opdrachtnummer 4009-0541-00; d.d. 25 februari 2010;
- [5] Van Rossum; tekening Doorsnede A-A t/m E-E; DO00 S01 t/m S05; d.d. *niet aangegeven*
- [6] Van Rossum; rapport *Constructieve uitgangspunten*; 9593-BA-001; d.d. 27-07-2018;
- [7] Lankelma; KLIC-melding *KLIC Mauritskade 61 Amsterdam*; d.d. 10 augustus 2018;
- [8] CRUX; notitie *Funderingsadvies Herbestemming Mauritskade 61*; NT18368a1; d.d. 29 september 2018;
- [9] CRUX; rapport *Bemalingsadvies en barrierewerking Herbestemming Mauritskade 61 Amsterdam*; RA18169b1; d.d. 10-10-2018.
- [10] CRUX; notitie *Herinterpretatie betreffende Mauritskade 61 te Amsterdam*; NT18368a1; d.d. 28 september 2018.

### 2.2 Programmatuur

Voor de ontwerpberekening van de damwand is gebruik gemaakt van D-Sheet Piling versie 18.2. Tevens is gebruik gemaakt van intern geverifieerde Excel rekensheets voor specifieke geotechnische berekeningen.

### 2.3 Grondopbouw

Door Lankelma, Geomechanica en Fugro is in de jaren 2013, 2015 en 2018 op locatie grondonderzoek uitgevoerd, zie [1] t/m [4]. Het grondonderzoek heeft in totaal bestaan uit 19 sonderingen en is bijgevoegd in Bijlage 1. In Tabel 1 is de hieruit afgeleide globale bodemopbouw gegeven.

Tabel 1 Globale bodemopbouw

| Grondsoort<br>[-] | Bovenzijde grondlaag<br>[NAP....m] |
|-------------------|------------------------------------|
| Aanvulling        | +0,73 à -0,06                      |
| Hollandveen       | -1,5 à -5,0                        |
| Oude Zeeklei      | -5,3 à -6,5                        |
| Wadzand           | -7,0 à -8,5                        |
| Hydrobia klei     | -9,0 à -9,5                        |
| Basisveen         | -11,5 à -12,0                      |
| Eerste Zandlaag   | -11,8 à -12,5                      |
| Zandige Klei      | -15,0 à -16,0                      |
| Tweede Zandlaag   | -15,0 à -20,0                      |
| Eemklei           | -25,0                              |

Aan de achterzijde van het pand Mauritskade 61 is in het verleden een begraafplaats geweest, ref. [6]. Uit het grondonderzoek blijkt dat de oude begraafplaats is opgehoogd met (zeer) los gepakt zand. Bij de uitvoering dient rekening gehouden te worden met mogelijke zettingen ten gevolge van bovenbelasting of verdichting door trillingsveroorzakende werkzaamheden.

## 2.4 Grondwaterstanden en stijghoogten

De projectlocatie bevindt zich tussen de Singelgracht en het Oosterpark. De waterstand in de watergangen in de Singelgracht en het Oosterpark verschillen sterk van elkaar. In het bemalingsadvies is uitgebreid de freatische grondwaterstand en de stijghoogten in de watervoerende lagen onderzocht. Op basis hiervan zijn in de berekeningen de in Tabel 2 gegeven maatgevende waarden gehanteerd, ref. [9].

Tabel 2 Maatgevende grondwaterstanden ref. [9]

| Watervoerend pakket | Waterstand/stijghoogte [NAP...m] |
|---------------------|----------------------------------|
| Freatisch pakket    | -0,55                            |
| Wadzandlaag         | -1,70                            |
| Eerste Zandlaag     | -1,70                            |

## 2.5 Belendingen

### 2.5.1 Algemeen

Naast het bestaande pand Mauritskade 61 zijn in de omgeving verschillende andere belendingen aanwezig. Deze zijn aangegeven in Figuur 1 en omschreven in Tabel 3 waarbij de afstand tussen de bouwkuip en de aanwezige belendingen is ingeschat. Aan de noord- en oostzijde van de bouwkuip liggen op diverse afstanden uit de bouwkuip tevens kabels en leidingen.

Naast de in Tabel 3 gegeven belendingen is in het verleden een op palen gefundeerd plateau tussen de vleugels van het pand aanwezig geweest. Onbekend is of de houten funderingspalen nog aanwezig zijn in de grond, ref. [6].

Hierbij wordt opgemerkt dat bestaande palen die mogelijk een conflict hebben met de nieuwbouw, niet zonder aanvullende maatregelen getrokken mogen worden.

Tabel 3 Overzicht belendingen

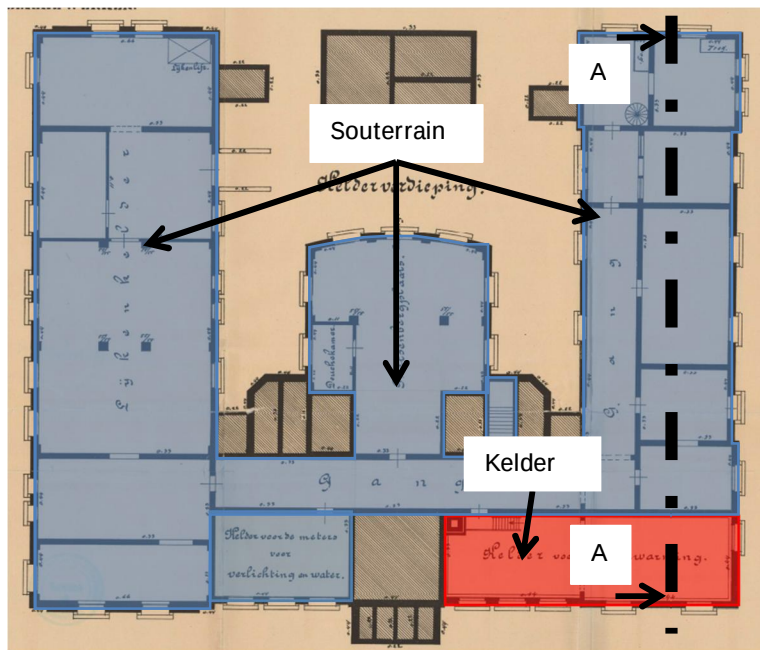
| Belending                     | Geschatte afstand tot bouwkuip [m]    |
|-------------------------------|---------------------------------------|
| Mauritskade 59                | Ca. 11,5                              |
| Mauritskade 61                | <1,0                                  |
| Mauritskade 62                | Ca. 28,5                              |
| Muziekkoepeel                 | Ca. 36,5                              |
| Skatepark                     | Ca. 18,0                              |
| Voet- en fietspad Mauritskade | Ca. 1,0                               |
| Rijbaan Mauritskade           | Ca 12,0                               |
| Waterleiding waternet         | Noordzijde ca.7,0<br>Oostzijde ca.5,5 |
| Overige kabels en leidingen   | < 1,0                                 |

### 2.5.2 Mauritskade 59

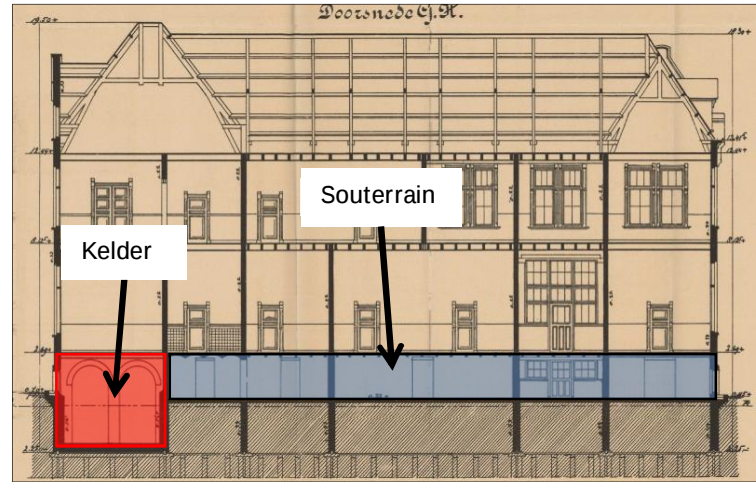
In 2017/2018 is nieuwbouw gerealiseerd naast de onderhavige projectlocatie. Op grotere afstand (ca.25m) staat een pand met bouwjaar 1904. Verondersteld wordt dat het pand uit 1904 op in de Eerste Zandlaag is gefundeerd (stuitpalen). Voor de nieuwbouw wordt uitgegaan dat de palen tevens in de Eerste Zandlaag zijn gefundeerd. Een eventueel diepere paalfundering tot in de Tweede Zandlaag zal gunstiger zijn.

### 2.5.3 Mauritskade 61

Het pand Mauritskade 61 is U-vormig en heeft een oppervlakte van ca. 1290m<sup>2</sup>. De draagconstructie bestaat uit dragende wanden van metselwerk. De vloeren zijn van hout en in sommige gevallen van beton. Het hele pand is gefundeerd op houten palen (zgn. Amsterdamse en Rotterdamse fundering), zie Figuur 3 voor een langsdoorsnede over de westelijke vleugel van het bestaande pand. Onder het gehele pand bevindt zich een souterrain (bovenzijde vloer ca. NAP-0,5m) en deels een kelder (bovenzijde vloer ca. NAP-2,5m), zie Figuur 2 en Figuur 3.



Figuur 2 Boveenaanzicht souterrain huidige situatie ref. [6]



Figuur 3 Langsdoorsnede bestaand, westelijke vleugel, ref. [6]

In 2010 is een funderingsonderzoek [4] uitgevoerd. Hieruit volgt dat de houten paalfundering de volgende eigenschappen heeft:

- Aangenomen paalpuntniveau NAP-12,75m
- Paalkopniveau ca. NAP-2,6m
- Maximale huidige restdiameter is 200mm, waarbij een rekenwaarde van de druksterkte op 4,5N/mm<sup>2</sup> aangehouden kan worden.
- De kespen en het langshout over de palen kan uitgegaan worden van sterkteklasse C24. Waarbij voor de kesp een afmeting 130x260 à 275mm aangehouden kan worden.

### 2.5.4 Mauritskade 62

Het pand Mauritskade 62 heeft als bouwjaar 1926 en is een monumentaal pand van metselwerk.

### 2.5.5 Muziekkoepeel

De monumentale muziekkoepeel in het Oosterpark bestaat uit een stalen constructie en metselwerk. Het bouwjaar is 1917.

## 2.5.6 Skatepark

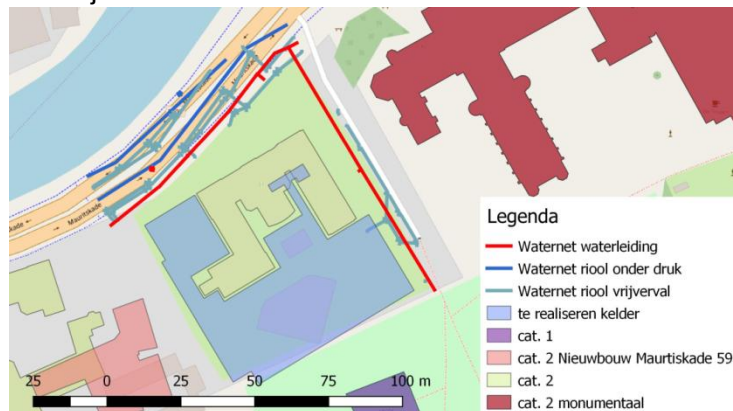
Het skatepark bestaat uit betonnen ramps.

## 2.5.7 Kabels en leidingen

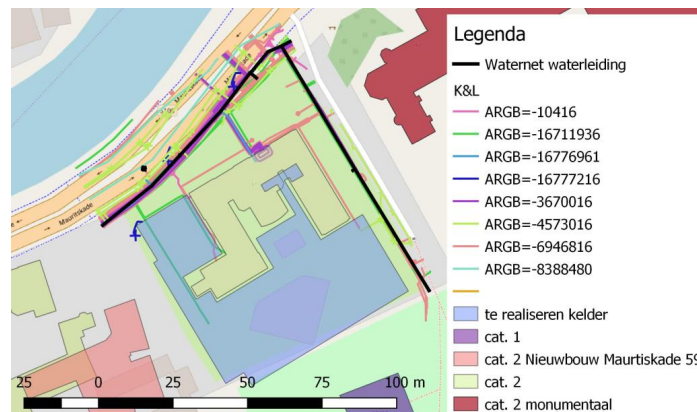
Nabij de bouwkuip ligt een waterleiding. In Figuur 4 is de locatie van de waterleiding op basis van de KLIC melding [7] weergegeven.

Naast de Waterleiding liggen er nabij en in de te realiseren kelder kabels en leidingen. In Figuur 5 zijn op basis van [7] de kabels en leidingen ten opzichte van de te realiseren kelder weergegeven.

Overige gegevens zoals leidingdiameter en diepteligging t.o.v. NAP zijn niet bekend.



Figuur 4 Locatie waterleiding waternet, ref. [7]



Figuur 5 Overige kabels en leidingen, ref. [7]

## 2.6 Ontwerpgegevens

### 2.6.1 Veiligheidsklasse

In het programma worden de berekeningen uitgevoerd conform EC7, NEN 9997-1 (2016) en CUR166.

Voor de damwandberekeningen van de bouwkuip ten behoeve van de realisatie van de eenlaags kelder is uitgegaan van RC1. Voor het verdiepte deel in snede 3 is uitgegaan van RC2 om een bovengrens van de krachten in de steunpunten te verkrijgen. In Tabel 4 zijn de veiligheidsfactoren weergegeven.

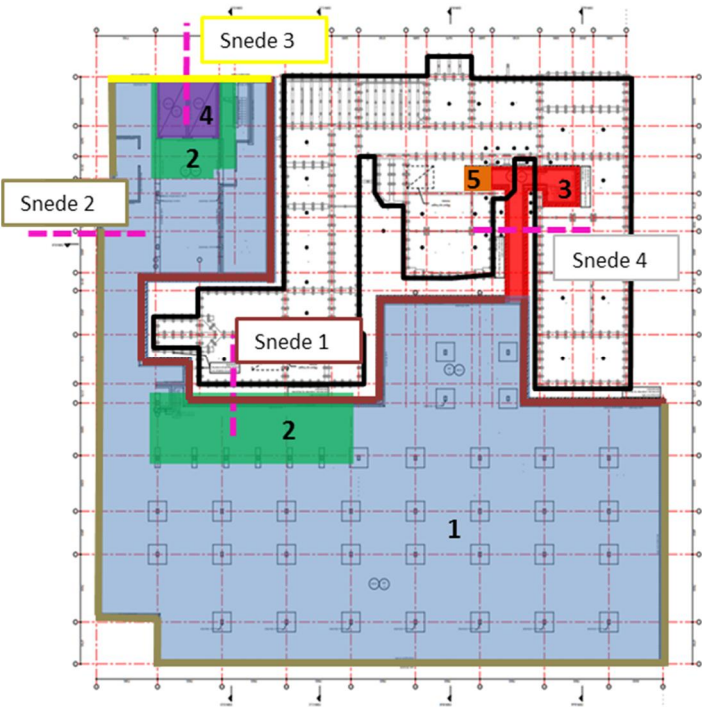
Tabel 4 Veiligheidsfactoren conform CUR166

| Parameter                        | RC1/RC2      | Parameter                            | RC1/RC2          |
|----------------------------------|--------------|--------------------------------------|------------------|
| <u>Belastingen</u>               |              | <u>Grondparameters (stabiliteit)</u> |                  |
| Belasting permanent              | 1,0          | $\tan(\phi')$                        | 1,20 / 1,25      |
| Belasting veranderlijk           | 1,1          | $c'$                                 | 1,30 / 1,45      |
| <u>Grondparameters (sterkte)</u> |              | <u>Geometrie</u>                     |                  |
| $\tan(\phi')$                    | 1,15 / 1,175 | Kerende hoogte                       | +10% (tot 0,5m)  |
| $c'$                             | 1,15 / 1,25  | Grondwaterstand actief               | + 0,05m          |
| $k$                              | 1,3          | Grondwaterstand passief              | - 0,20m / -0,25m |

### 2.6.2 Ontgravingsniveaus

Op basis van [6] zijn de aanlegniveaus bepaald en in Figuur 4 en Tabel 5 gegeven. Voor het ontgravingsniveau dient rekening te worden gehouden met een grondverbetering van circa 0,3m onder de poeren en randbalken en 0,5m beneden aanlegniveau keldervloer. Uitzondering hierop is de verdiepte vloer (onderzijde NAP-5,7m) ter plaatse van locatie 5 waar ook is uitgegaan van 0,3m grondverbetering wordt aangebracht in verband met het risico opbarsten. Indien dieper wordt gegraven dient de grondverbetering in stroken te worden uitgevoerd.

Als uitgangspunt is aangehouden dat peil is gelijk aan NAP+2,69m, ref. [6]. In Figuur 6 zijn tevens de berekende wanddoorsneden gegeven.



Figuur 6 Ontgravingsniveaus, sneden en gebieden

Tabel 5 Maximaal ontgravingsniveau incl. 50cm grondverbetering

| Gebieden<br>Kleur in<br>Figuur 6 | Aanlegniveau | Ontgravingsniveau incl. grondverbetering |                   |                       |
|----------------------------------|--------------|------------------------------------------|-------------------|-----------------------|
|                                  |              | Vloer<br>[NAP...m]                       | Poer<br>[NAP...m] | Randbalk<br>[NAP...m] |
| 1                                | -4,4         | -4,8                                     | -5,0              | -4,9                  |
| 2                                | -4,4         | -4,8                                     | -5,3              | -4,9                  |
| 3                                | -4,4         | -4,8                                     | -                 | -4,9                  |
| 4                                | -5,7         | -6,0                                     | -                 | -6,3                  |
| 5                                | -5,7         | -6,0                                     | -                 | -                     |

CRUX Engineering BV  
cruxbv.nl

Ons kenmerk  
RA18368a2

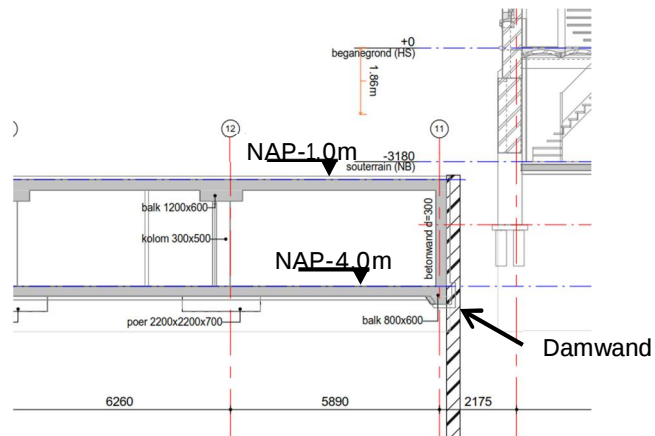
Pagina  
10/27

### 2.6.3 Geometrie

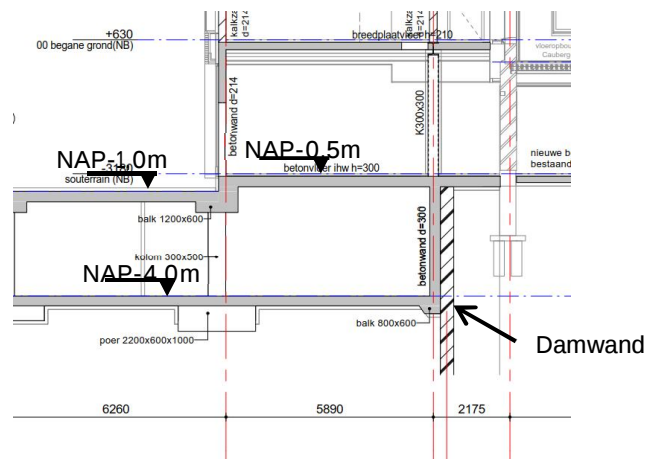
In Figuur 7 is de geometrie van doorsnede 1 weergegeven. Voor doorsnede 2 geldt eenzelfde situatie waarbij het mogelijk is om de damwand op een groter afstand uit de te realiseren kelder te plaatsen aangezien geen belendingen aan de zijde zijn gelegen.

Voor doorsnede 1 is een uitzondering ter plaatse van het groen gearceerde deel (gebied 2) in Figuur 6. Hier wordt naast een kelder tevens een bovenbouw gerealiseerd. De begane grondvloer heeft hier een ander niveau dan het kelderdak, zie Figuur 8.

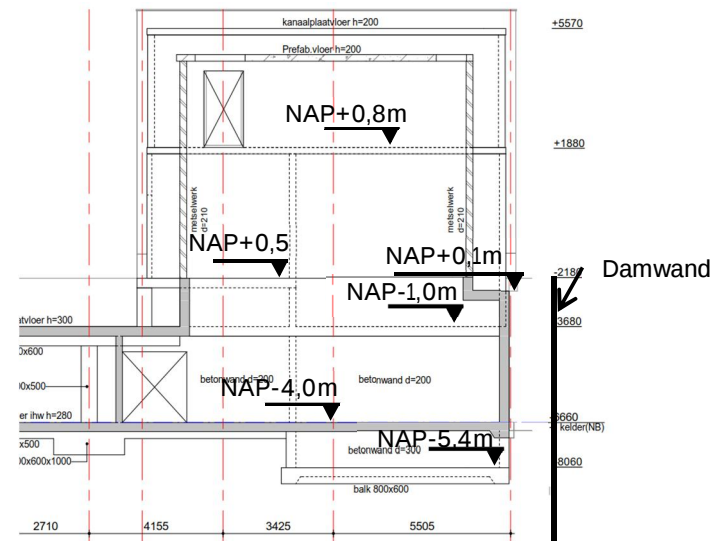
In Figuur 9 is doorsnede 3 weergegeven. Ter plaatse van snede 3 dient gedeeltelijk tot NAP-6,3m ontgraven te worden, zie Figuur 6. Naast de gedeeltelijk diepere ontgraving moet rekening gehouden worden met verschillende niveaus van de begane grondvloer, zie Figuur 10.



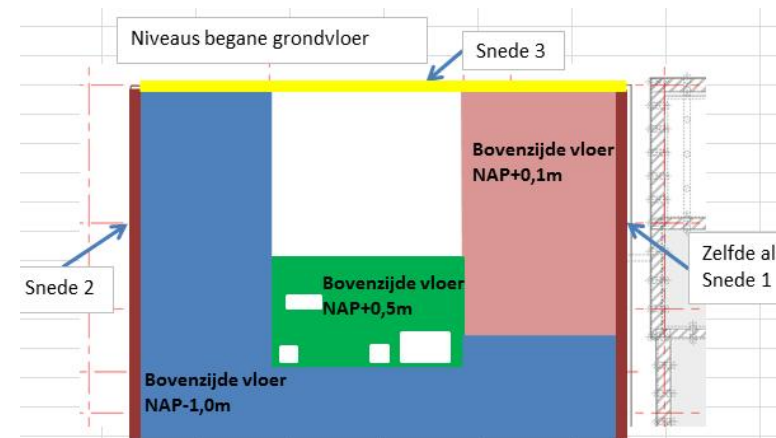
Figuur 7 Doorsnede 1, ref. [5]



Figuur 8 Dsn. 1 ter plaatse van bovenbouw, ref. [5]

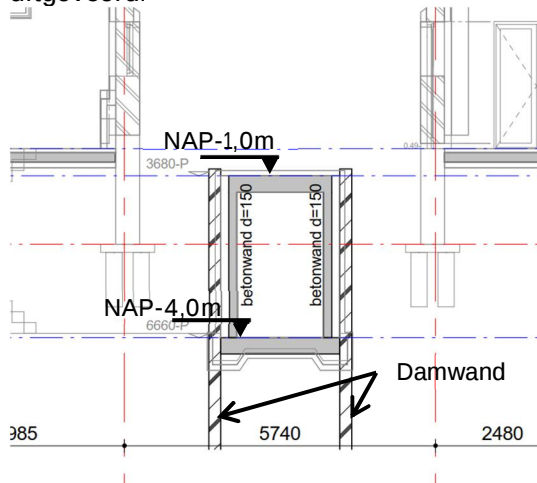


Figuur 9 Doorsnede 3, ref. [5]



Figuur 10 Niveaus begane grond t.p.v. snede 3, ref. [6]

Snede 4 bevindt zich tussen de oostvleugel en het midden van het pand en gedeeltelijk onder het pand. In Figuur 11 is de doorsnede met de keldergang tussen de panden weergegeven. Inpandig wordt gedeeltelijk een diepere ontgraving (NAP-6,0m) uitgevoerd.



Figuur 11 Doorsnede 4 smal deel, ref. [5]

## 2.6.4 Damwandprofielen

In Tabel 6 zijn de eigenschappen van de toegepaste damwandplanken weergegeven. Voor de damwanden bij beperkte werkruimte- en hoogte (snede 4 en gebieden 3 en 5, Figuur 6) is gekozen voor een wandprofiel met een beperkte profielhoogte. Bij ene beperkte werkhoogte zal de damwand in segmenten moeten worden ingebracht.

## 2.6.5 Steunconstructie

De toe te passen steunsteunconstructie (stempelraam) is afhankelijk van de ruimte en fasering van de werkzaamheden. Bij de keuze en ontwerp van de stempelraamconstructie is zoveel mogelijk rekening gehouden met creëren van vrije werkruimte in bouwkuip bij een zo optimaal mogelijk damwandprofiel die niet meer dan circa 40mm doorbuigt (i.v.m. beïnvloeding van de bestaande fundering). Voor de ondersteuning van de damwandschermen is uitgegaan dat na gereed komen van de keldervloer (en eventueel kelderdek) deze de functie van het bovenstempel overneemt en het stempel verwijderd kan worden.

Het stempelraam dient conform CUR 166 gedimensioneerd te worden op basis van de berekende belastingen uit de damwand-berekeningen. In Tabel 6 zijn de gehanteerde stempelafmetingen en h.o.h. afstanden gegeven.

Tabel 6 Eigenschappen damwand

| Locatie<br>Figuur 6 | Damwand<br>[-] | Staal-<br>kwaliteit<br>[-] | Weerstand-<br>moment<br>[cm <sup>3</sup> /m] | Traagheids-<br>moment<br>[cm <sup>4</sup> /m] | EI<br>[kN/m]          | EA<br>[kN/m]          | M <sub>r,d</sub><br>[kNm/m] | Stempel                                                        |
|---------------------|----------------|----------------------------|----------------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------------|----------------------------------------------------------------|
| 3<br>5              | PAZ 4470       | S270                       | 846                                          | 11535                                         | 1,934 <sup>E+06</sup> | 2,422 <sup>E+04</sup> | 228                         | Stempel 1 Ø219,1x4,5 h.o.h.3m<br>Stempel 2 Ø406,4x6,3 h.o.h.3m |
| 1<br>2              | AZ28-700N      | S270<br>S355               | 2765                                         | 63700                                         | 3,980 <sup>E+06</sup> | 1,338 <sup>E+05</sup> | 747<br>968                  | Ø1016x9,5 h.o.h.6m                                             |
| 4                   | AZ28-700N      | S240                       | 2765                                         | 63700                                         | 3,980 <sup>E+06</sup> | 1,338 <sup>E+05</sup> | 664                         | Ø610x9,5 h.o.h.6m                                              |

### 2.6.6 Bovenbelasting

In de berekeningen van de damwand is rekening gehouden met een bovenbelasting van 20kN/m<sup>2</sup> over 5 meter op 1 meter uit de uit de damwand aan de zijden van de bouwkuip waar geen bebouwing is (snede 2 en 3). Ter plaatse van snede 1 en 4 is geen rekening gehouden met een bovenbelasting.

### 2.6.7 Fasering

Voor doorsnede 1 t/m 3 is het uitgangspunt 1 stempelniveau toe te passen. Hierbij wordt het stempelraam op een boven het niveau kelderdek geplaatst te worden zodat geen fysiek raakvlak ontstaat met de te realiseren kelder.

Ter plaatse van de bovenbouw in doorsnede 1 is volgens de tekening in Figuur 8 wel een conflict. Hier kan het dek worden gestort na verwijderen van het stempelraam. Eventueel kan tijdelijk op het eerder gerealiseerde kelderdek worden afgesteund.

Ter plaatse van de diepe ontgraving tot NAP -6,0m in doorsnede 3 dient een extra tijdelijk schoorstempelraam te worden toegepast. Deze kan na het voltooien van de diepe vloer worden verwijderd, eventueel gelijktijdig met het afsteunen op het kelderdek. In Tabel 7 is de fasering voor snede 1 t/m 3 weergegeven.

De funderingspalen dienen vanwege het in de grond gevormde karakter, vanaf maaiveldniveau te worden aangebracht.

Tabel 7 Fasering snede 1 t/m 3

| Fase | Omschrijving snede 1 en 2                                                                         | Omschrijving snede 3                                                |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| 0    | Initeel maaiveld NAP+0,6m (tussen belending en damwand maaiveld circa NAP-0,55m)<br>GWS NAP-0,55m | Initeel maaiveld NAP+0,6m<br>GWS NAP-0,55m                          |
| 1    | GWS verlagen tot NAP-2,5m<br>Ontgraven t.b.v. stempelraam NAP-1,25m                               | GWS verlagen tot NAP-2,5m<br>Ontgraven t.b.v. stempelraam NAP-1,25m |

| Fase | Omschrijving snede 1 en 2                                                                                                                                         | Omschrijving snede 3                                                                        |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2    | Aanbrengen stempelraam op NAP-0,55m<br>GWS verlagen tot NAP-6,3m<br>Ontgraven tot maximale ontgravingsniveaus conform Tabel 4                                     | Aanbrengen stempelraam op NAP-0,55m<br>GWS verlagen tot NAP-6,3m<br>Ontgraven tot NAP -4,4m |
| 3    | Grondverbetering aanbrengen<br>Kelderbak realiseren en ter plaatse van vloer en dek voorziening opnemen ten behoeve van stempelfunctie<br>Verwijderen stempelraam | Kelderbak overig deel realiseren<br>Aanbrengen schoorstempelraam op NAP -4,1m               |
| 4    | -                                                                                                                                                                 | Storten diepe keldervloer en -dek en verwijderen stempelramen                               |
| 5    | Na realisatie kelder stop zetten bemaling                                                                                                                         | Na realisatie kelder stop zetten bemaling                                                   |

In doorsnede 4 (deels inpandig) is een tweevoudig stempelraam noodzakelijk. In Tabel 3 is de fasering voor snede 4 weergegeven.

Tabel 8 Fasering snede 4

| Fase | Omschrijving snede 4                                                                                             |
|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0    | Initeel maaiveld NAP+0,6m<br>GWS NAP-0,55m                                                                       |
| 1    | Aanbrengen stempelraam 1 op NAP+0,5m<br>Ontgraven t.b.v. stempelraam 2 tot NAP-3,0m<br>GWS verlagen tot NAP-6,5m |
| 2    | Aanbrengen stempelraam 2 op NAP-2,0m<br>Ontgraven tot maximaal ontgravingsniveau tot NAP-4,9m/NAP-6,0m           |
| 3    | Keldervloer tegen damwand storten voor stempelwerking<br>Verwijderen stempelraam 2 op NAP-2,0m                   |
| 4    | Na realisatie kelder verwijderen stempelraam en stop zetten bemaling                                             |

# 3 Bouwkuipontwerp

## 3.1 Inleiding

In dit hoofdstuk zijn de resultaten van de damwandberekeningen voor de bouwkuip ten behoeve van de realisatie van de parkeerkelder beschreven.

## 3.2 Parameterset damwandontwerp

De parameterset ten behoeve van de damwandberekeningen met behulp van D-Sheet Piling zijn afgeleid op basis van correlaties met de uitgevoerde sonderingen uit het grondonderzoek en op basis van grootschalig grondonderzoek en laboratoriumproeven in de omgeving van Amsterdam. De gebruikte parameters voor het ontwerp betreffen ondergrenswaarden en zijn gepresenteerd in Tabel 9.

## 3.3 Verticaal evenwicht bouwputbodem

### 3.3.1 Algemeen

Volgens EC7 dient ten opzichte van elk niveau sprake te zijn van verticale stabiliteit van de ontgraving. Door het ontgraven van de bouwkuip en het verlagen van de grondwaterstand binnen de bouwkuip neemt de neerwaartse belasting af, wat kan leiden tot opbarsten van de bouwputbodem of tot welvorming. Om dit te controleren is een stabiliteitsberekening uitgevoerd, waarbij conform EC7 een partiële materiaalfactor van 1,1 wordt toegepast.

Tabel 9 Parameterset t.b.v. D-Sheet Piling berekening

| Grondsoort      | $\gamma/\gamma_{\text{sat}}$<br>[kN/m <sup>3</sup> ] | $\phi'$<br>[°] | $\delta$<br>[°] | $c'$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | $k_1$<br>[kN/m <sup>3</sup> ] | $k_2$<br>[kN/m <sup>3</sup> ] | $k_3$<br>[kN/m <sup>3</sup> ] |
|-----------------|------------------------------------------------------|----------------|-----------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| Ophooglaag      | 18,4/18,4                                            | 27,0           | 18,0            | 0,0                          | 12.000                        | 6.000                         | 3.000                         |
| Hollandveen     | 10,5/10,5                                            | 18,0           | 0,0             | 5,0                          | 1.000                         | 500                           | 250                           |
| Oude Zeeklei    | 16,5/16,5                                            | 26,0           | 17,3            | 5,0                          | 4.000                         | 2.000                         | 800                           |
| Wadzand         | 17,9/17,9                                            | 27,0           | 18,0            | 0,0                          | 12.000                        | 6.000                         | 3.000                         |
| Hydrobia klei   | 15,2/15,2                                            | 27,0           | 18,0            | 5,0                          | 3.000                         | 1.400                         | 750                           |
| Basisveen       | 11,7/11,7                                            | 18,0           | 0,0             | 5,0                          | 2.000                         | 800                           | 500                           |
| Eerste Zandlaag | 19,8/19,8                                            | 33,0           | 22,0            | 0,0                          | 22.000                        | 11.000                        | 5.000                         |
| Alleröd         | 18,5/18,5                                            | 28,0           | 18,7            | 3,0                          | 14.800                        | 7.400                         | 3.700                         |

### 3.3.2 Toetsing

In Tabel 10 is per ontgravingsniveau het verticaal evenwicht getoetst, de gehele berekening is toegevoegd als Bijlage 2.

Vanaf een ontgraving van NAP-2,8m dient de stijghoogte in de Wadzandlaag middels ontlastfilters verlaagd te worden tot maximaal NAP-5,25m bij een maximale ontgraving tot NAP-6,3m. De stijghoogte dient tijdens de uitvoering gemonitord te worden, zodat indien nodig op tijd maatregelen getroffen kunnen worden om opbarsten te voorkomen.

De grondverbetering in gebieden 1 en 2 dient in sleuven met een maximale breedte van 3,5m aangebracht en verdicht te worden om bij een partiële materiaalfactor van 1,1 een veiligheidsfactor groter dan 1 te bepalen. De ontgraving tot NAP-6,0m ter plaatse van locatie 4 uit Figuur 6 is pas mogelijk als de grondverbetering bij locatie 1 en 2 uitgevoerd is.

Tabel 10 Resultaten veiligheid verticaal evenwicht

| Locatie ontgraving, Figuur 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Maximaal ontgravingsniveau [NAP...m] | Verticaal evenwicht veiligheidsfactor [-] |                 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------------|-----------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                      | Wadzandlaag*                              | Eerste Zandlaag |
|  1**                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | -4,9                                 | 1,36                                      | 1,12            |
|  2**                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | -4,9                                 | 1,36                                      | 1,12            |
|  3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | -4,9                                 | 1,36                                      | 1,12            |
|  4***                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | -6,0                                 | 1,04                                      | 1,01 / 1,04     |
|  5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | -6,0                                 | 1,18                                      | 1,01            |
| <p>* Vanaf NAP-2,9m ontgraving dient de stijghoogte in de Wadzandlaag met ontlastfilters te worden verlaagd tot maximaal NAP-5,25m bij de maximale ontgraving.</p> <p>** Grondverbetering in sleuven van max. 3,5m aanbrengen en verdichten.</p> <p>*** Eerst wordt de grondverbetering van locatie 1 en 2 aangebracht, waarna in sleuven van max. 1m een grondverbetering wordt aangebracht en verdicht.</p> |                                      |                                           |                 |

In het bemalingsadvies is de stijghoogte in de Eerste Zandlaag onderzocht. Hieruit volgt dat de GHG tussen NAP-1,73m en NAP-1,90m varieert. Voor de situatie ter plaatse van het verdiepte gedeelte locatie 4 wordt bij een materiaalfactor van 1,05 en een GHG van NAP-1,7m een veiligheidsfactor tegen opbarsten bepaald van 1,04, rekening houdend met sleufwerking. Bij een GHG van NAP-1,9m en een materiaalfactor van 1,1, bedraagt de veiligheidsfactor 1,01.

Aangezien het verticaal evenwicht ter plaatse van gebied 4 (zie Figuur 6) kritisch is, wordt aanbevolen in een risicoanalyse met behulp van PLAXIS tevens de stabiliteit/sterkte van het grondlichaam te toetsen middels een phi-c reductie aan een GHG stijghoogte van NAP-1,7m in de Eerste Zandlaag.

Het positieve vernagelingseffect van de damwanden en paalfundering is niet meegenomen in de berekening. Dit zal een (zeer) beperkte positieve bijdrage hebben in het verticaal evenwicht.

### 3.3.3 Conclusie

Uit Tabel 10 volgt dat de stabiliteit van de bouwputbodem voldoet indien aan de gestelde voorwaarden wordt voldaan. De grondverbetering op de locaties 1 en 2 dient als eerst te worden aangebracht in stroken van max. 3,5m. De grondverbetering van locatie 4 dient in stroken van max. 1m aangebracht te worden.

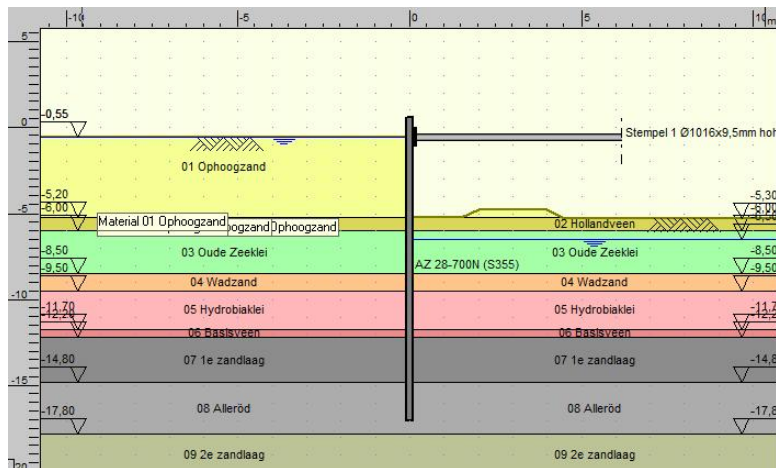
Aanbevolen wordt om in een risicoanalyse met behulp van PLAXIS tevens de stabiliteit/sterkte van het grondlichaam te toetsen middels een phi-c reductie aan een stijghoogte NAP-1,70m in de Eerste Zandlaag om voldoende veiligheid te waarborgen.

## 3.4 Resultaten damwandberekeningen

### 3.4.1 Snede 1

In Figuur 12 is het model van snede 1 weergegeven voor de fase met de maximale ontgraving.

De eigenschappen van de gehanteerde damwand, stempelraam en de resultaten van de berekeningen zijn weergegeven in Tabel 11. Hierbij is onderscheid gemaakt in het deel waar de bovenbouw is voorzien en het resterend deel langs het bestaande pand waar geen bovenbouw is voorzien. De uitvoer van de D-Sheet Piling berekening is opgenomen in Bijlage 3.



Figuur 12 Snede 1 fase 3: Maximale ontgraving

Uit de berekening volgt dat een damwandprofiel AZ28-700N S355 met een voetniveau van NAP-17m voldoet ten aanzien van sterkte en stabiliteit. De maximaal toelaatbare deformatie van de damwand is afhankelijk van de opnamecapaciteit van de fundering van het bestaande pand.

Opgegeven stempelkrachten moeten voor de berekening van de gording conform CUR166 worden vermenigvuldigd met een partiele factor van 1,1. Voor de berekening van het stempel

moeten de opgegeven belastingen worden vermenigvuldigd met een partiele factor van 1,25.

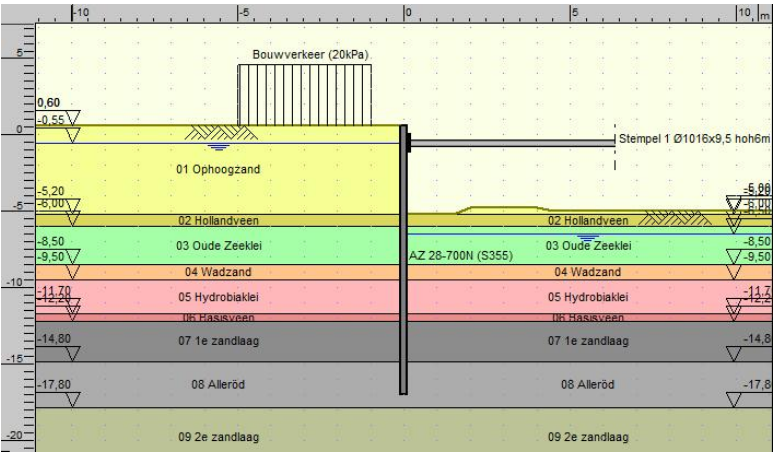
Tabel 11 Resultaten D-Sheet Piling doorsnede 1

| Uitgangspunten        |           | Dsn 1 RC1 (bovenbouw) | Dsn 1 RC1 (rest) |
|-----------------------|-----------|-----------------------|------------------|
| Profieltype           | [-]       | AZ28-700N             | AZ28-700N        |
| Staalkwaliteit        | [-]       | 355                   | 270              |
| Opneembaar moment     | [kNm/m]   | 968                   | 747              |
| Voetniveau            | [NAP...m] | -17,0                 | -16,0            |
| Maaiveldniveau        | [NAP...m] | +0,6                  | +0,6             |
| Lengte                | [m]       | 17,6                  | 16,6             |
| Niveau 1e stempelraam | [NAP...m] | -0,55                 | -0,55            |
| Niveau keldervloer    | [NAP...m] | -4,10                 | -4,10            |

| Berekeningsresultaten                                |         | Dsn 1 RC1 (rest) |         |
|------------------------------------------------------|---------|------------------|---------|
| Rekenwaarde optredend buigend moment $M_{s,d}$ (ULS) | [kNm/m] | 792              | 658     |
| Rekenwaarde optredend dwarskracht $D_{s,d}$ (ULS)    | [kN/m]  | 212              | 187     |
| Unity check $M_{s,d}/M_{r,d}$                        | [-]     | 0,82             | 0,88    |
| Maximum uitbuiging $u_{max}$ (SLS)*                  | [mm]    | 40               | 35      |
| Stabiliteitsfactor (ULS)                             | [-]     | 1,44             | 1,45    |
| Gemobiliseerde weerstand (ULS)                       | [%]     | 95               | 96      |
| Op te nemen kracht stempelraam (ULS/SLS)             | [kN/m]  | 212/118          | 187/112 |
| Normaalkracht keldervloer terugbouw (ULS/SLS)        | [kN/m]  | 288/240          | 273/228 |

### 3.4.2 Snede 2

In Figuur 13 is het model van snede 2 voor de fase waarin het onderste stempelraam is verwijderd weergegeven. Deze zijde bevindt zich langs de kavelgrenzen.



Figuur 13 Snede 2 fase 3: Maximale ontgraving

De eigenschappen van de gehanteerde damwand, stempelraam en de resultaten van de berekeningsresultaten zijn weergegeven in Tabel 12. De uitvoer van de berekening is opgenomen in Bijlage 3.

Uit de berekening volgt dat een damwandprofiel AZ28-700N S355 met een voethniveau van NAP-16,5 voldoet ten aanzien van sterkte en stabiliteit.

Opgegeven stempelkrachten moeten voor de berekening van de gording conform CUR166 worden vermenigvuldigd met een partiele factor van 1,1. Voor de berekening van het stempel moeten de opgegeven belastingen worden vermenigvuldigd met een partiele factor van 1,25.

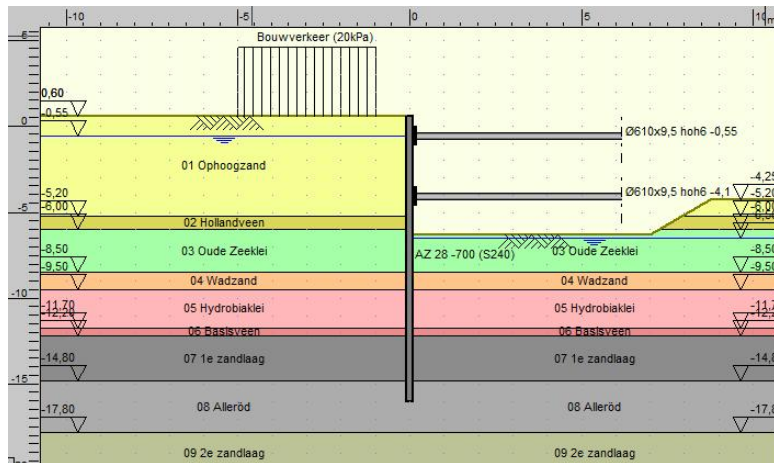
Tabel 12 Resultaten D-Sheet Piling doorsnede 2

| Uitgangspunten        |           | Dsn 2 RC1 |
|-----------------------|-----------|-----------|
| Profieltype           | [-]       | AZ28-700N |
| Staalkwaliteit        | [-]       | 355       |
| Opneembaar moment     | [kNm/m]   | 968       |
| Voethniveau           | [NAP...m] | -16,5     |
| Maaiveldniveau        | [NAP...m] | +0,6      |
| Bovenbelasting        | [kN/m²]   | 20        |
| Lengte                | [m]       | 17,1      |
| Niveau 1e stempelraam | [NAP...m] | -0,55     |
| Niveau keldervloer    | [NAP...m] | -4,10     |

| Berekeningsresultaten                                |         | Dsn 2 RC1 |
|------------------------------------------------------|---------|-----------|
| Rekenwaarde optredend buigend moment $M_{s;d}$ (ULS) | [kNm/m] | 944       |
| Rekenwaarde optredend dwarskracht $D_{s;d}$ (ULS)    | [kN/m]  | 279       |
| Unity check $M_{s;d}/M_{r;d}$                        | [-]     | 0,98      |
| Maximum uitbuiging $U_{max}(SLS)^*$                  | [mm]    | 56        |
| Stabiliteitsfactor (ULS)                             | [-]     | 1,38      |
| Gemobiliseerde weerstand (ULS)                       | [%]     | 99        |
| Op te nemen kracht stempelraam (ULS/SLS)             | [kN/m]  | 335/197   |
| Normaalkracht keldervloer terugbouw (ULS/SLS)        | [kN/m]  | 419/349   |

### 3.4.3 Snede 3

In Figuur 14 is het model van snede 3 weergegeven waarin de maximale ontgraving is bereikt (ter plaatse van verdiept deel) en de wand wordt ondersteund door 2 schoren/stempels.



Figuur 14 Snede 3 fase 3: Maximale ontgraving

De eigenschappen van de gehanteerde damwand, stempelraam en de resultaten van de D-Sheet Piling berekeningsrapporten zijn weergegeven in Tabel 13. De uitvoer van de berekening is opgenomen in Bijlage 3.

Uit de berekening volgt dat een damwandprofiel AZ28-700N S240 met een voethniveau van NAP-16,0m voldoet ten aanzien van sterkte en stabiliteit.

Opgegeven stempelkrachten moeten voor de berekening van de gording conform CUR166 worden vermenigvuldigd met een partiele factor van 1,1. Voor de berekening van het stempel moeten de opgegeven belastingen worden vermenigvuldigd met een partiele factor van 1,25.

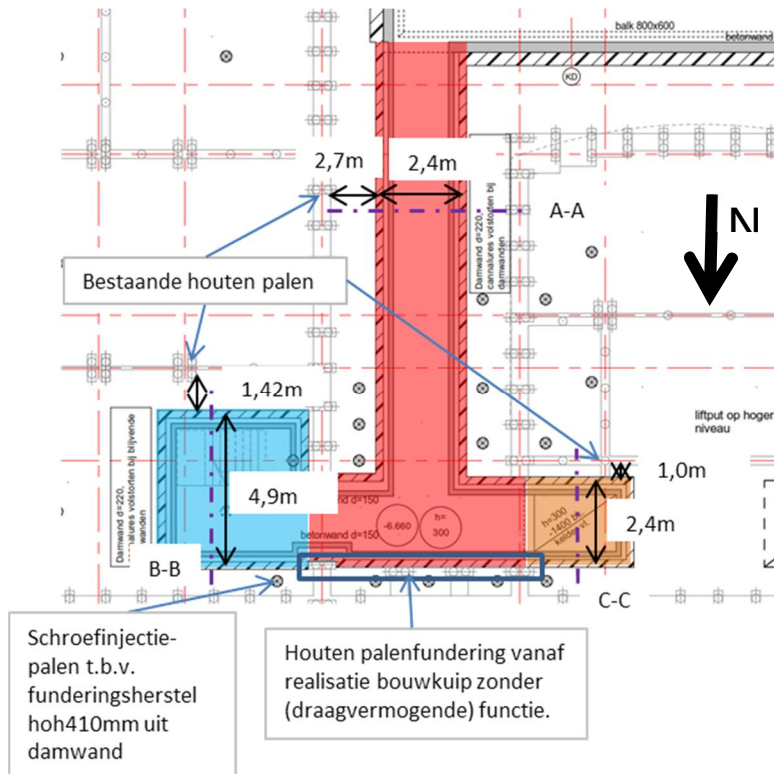
Tabel 13 Resultaten D-Sheet Piling doorsnede 3

| Uitgangspunten        |                      | Dsn 3 RC2 |
|-----------------------|----------------------|-----------|
| Profieltype           | [-]                  | AZ28-700N |
| Staalkwaliteit        | [-]                  | 240       |
| Opneembaar moment     | [kNm/m]              | 662       |
| Voethniveau           | [NAP...m]            | -16,0     |
| Maaiveldniveau        | [NAP...m]            | +0,6      |
| Bovenbelasting        | [kN/m <sup>2</sup> ] | 20        |
| Lengte                | [m]                  | 16,6      |
| Niveau 1e stempelraam | [NAP...m]            | -0,55     |
| Niveau 2e stempelraam | [NAP...m]            | -4,10     |
| Niveau keldervloer    | [NAP...m]            | -5,55     |

| Berekeningsresultaten                                |         | Dsn 3 RC2 |
|------------------------------------------------------|---------|-----------|
| Rekenwaarde optredend buigend moment $M_{s,d}$ (ULS) | [kNm/m] | 608       |
| Rekenwaarde optredend dwarskracht $D_{s,d}$ (ULS)    | [kN/m]  | 380       |
| Unity check $M_{s,d}/M_{r,d}$                        | [-]     | 0,92      |
| Maximum uitbuiging $u_{max}(SLS)^*$                  | [mm]    | 54        |
| Stabiliteitsfactor (ULS)                             | [-]     | 1,46      |
| Gemobiliseerde weerstand (ULS)                       | [%]     | 76        |
| Op te nemen kracht stempelraam 1 (ULS/SLS)           | [kN/m]  | 211/148   |
| Op te nemen kracht stempelraam 2 (ULS/SLS)           | [kN/m]  | 561/353   |
| Normaalkracht keldervloer terugbouw (ULS/SLS)        | [kN/m]  | 392/327   |

### 3.4.4 Snede 4

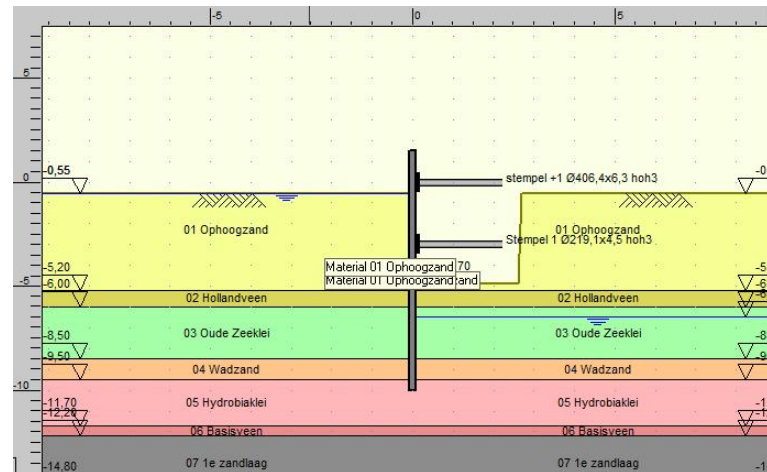
Doorsnede 4 ligt ter plaatse van de aansluiting op het bestaande pand en is deels inpandig gesitueerd. Hierbij zijn drie sneden bepaald met een verschillende geometrie (A-A, B-B en C-C in Figuur 15). In Figuur 15 zijn de locaties van deze sneden weergegeven met hart op hart afstanden tot de belendende funderingspalen. De maatgevende berekening is gepresenteerd.



Figuur 15 Doorsneden en belendende palen, ref[6]

Vanwege de smalle sleuf zal de grond in de passieve zone van de wandconstructie opspannen. Dit heeft een gunstig effect op de stabiliteit echter kan dit effect niet met de gebruikte rekensoftware worden gemodelleerd.

In Figuur 17 is het model van snede 4 (C-C) voor de fase met de maximale ontgraving weergegeven.



Figuur 16 Snede 4 C-C fase 3: maximale ontgraving

De eigenschappen van de gehanteerde damwand, stempelraam en de resultaten van de berekeningen zijn weergegeven in Tabel 14. De uitvoer van de berekening is opgenomen in Bijlage 3.

Tabel 14 Resultaten doorsnede 4; verdiepte deel

| Uitgangspunten        |           | Dsn 4 RC1 |
|-----------------------|-----------|-----------|
| Profieltype           | [-]       | PAZ 44 70 |
| Staalkwaliteit        | [-]       | 270       |
| Opneembaar moment     | [kNm/m]   | 228       |
| Voetniveau            | [NAP...m] | -10,0     |
| Maaiveldniveau        | [NAP...m] | +0,6      |
| Lengte                | [m]       | 10,6      |
| Niveau 1e stempelraam | [NAP...m] | 0,5       |
| Niveau 2e stempelraam | [NAP...m] | -2,0      |
| Niveau keldervloer    | [NAP...m] | -5,5      |

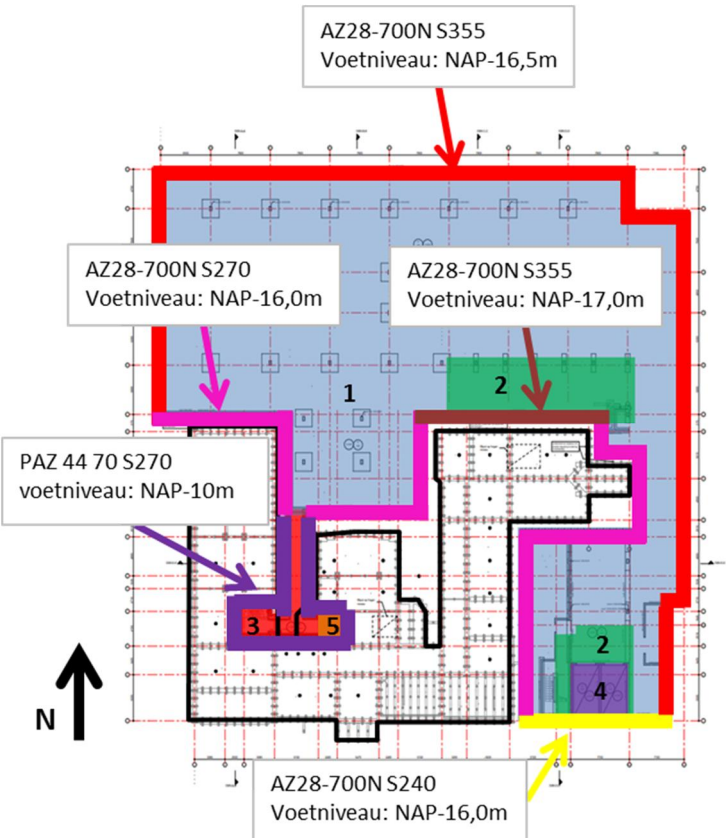
| Berekeningsresultaten                                |         | Dsn 4 RC1 |
|------------------------------------------------------|---------|-----------|
| Rekenwaarde optredend buigend moment $M_{s,d}$ (ULS) | [kNm/m] | 222       |
| Unity check $M_{s,d}/M_{r,d}$                        | [-]     | 0,97      |
| Maximum uitbuiging $u_{max}$ (SLS)*                  | [mm]    | 46        |
| Stabiliteitsfactor (ULS)                             | [-]     | 5,9       |
| Gemobiliseerde weerstand (ULS)                       | [%]     | 23        |
| Op te nemen kracht 1e stempelraam (ULS/SLS)          | [kN/m]  | 85/71     |
| Op te nemen kracht 2e stempelraam (ULS/SLS)          | [kN/m]  | 309/257   |
| Normaalkracht keldervloer terugbouw (ULS/SLS)        | [kN/m]  | 222/183   |

Uit de berekening volgt dat een damwandprofiel PAZ 44 70 S270 met een voetniveau van NAP-10,0m voldoet ten aanzien van sterkte en stabiliteit.

Opgegeven stempelkrachten moeten voor de berekening van de gording conform CUR166 worden vermenigvuldigd met een partiele factor van 1,1. Voor de berekening van het stempel moeten de opgegeven belastingen worden vermenigvuldigd met een partiele factor van 1,25.

### 3.4.5 Samenvatting

Een overzicht van de toe te passen damwandprofielen voor variant 1 is in Figuur 17 weergegeven.



Figuur 17 Samenvatting toe te passen damwanden

# 4 Aandachtspunten

## 4.1 Algemeen

Het project betreft een complexe situatie in een binnenstedelijke omgeving. Adequate werkvoorbereiding en monitoring is noodzakelijk om knelpunten en risico's tijdens de uitvoering te voorkomen.

Daarom wordt sterk aanbevolen om de definitieve configuratie van bouwkuip en bemaling [9] in aanvullende detailberekeningen, faserings- en uitvoeringstekeningen en gedetailleerde integraal op elkaar afgestemde werkplannen op basis van de uitgangspunten en resultaten in dit rapport verder uit te werken.

Tevens wordt sterk aanbevolen om passend monitoring nader te definiëren op basis van een nader uit te voeren risicoanalyse.

Navolgend worden specifieke aandachtspunten voor vervolgfases genoemd.

## 4.2 Stempelconstructie

De stempeling en de aansluiting tussen stempeling en nieuwe vloer/dek dient door de bouwkuip-/damwandaannemer uitgewerkt te worden in een definitief ontwerp waarbij rekening gehouden moet worden met de in de in dit rapport aangehouden minimale stijfheid.

Tevens dient gewaarborgd te zijn, dat de stempeling tussen de nieuwe vloer/dek en damwand pas verwijderd wordt nadat de spleet tussen gebouw en damwand met goed verdicht zand gevuld is, zodat geen additionele damwandvervormingen ten gevolge van het verwijderen van de stempeling optreden.

Na uitwerking van het stempelplan dient vanwege de asymmetrische bouwkuip, de krachtsafdracht (m.n. bij schoren) in de damwanden te worden beoordeeld. Met name bij in het vlak belaste damwanden langs de belendingen is dit een aandachtspunt.

## 4.3 Installatie en verwijderen van damwanden

Volgens tekening worden de damwanden op ongeveer 1m uit de gevel geïnstalleerd. Omdat de damwanden langs de gevels dieper worden geïnstalleerd dan de verwachte paalpuntniveau's van de belendende paalfundering, wordt sterk aanbevolen een minimale dagmaat tussen damwand en belendende palen van ten minste 1m te hanteren. Het minimaal vereiste dagmaat vanuit de installeerbaarheid hangt sterk af van het in te zetten materieel en dient daarom afsluitend door de aannemer worden beoordeeld.

Gezien de korte afstand tot het belendende pand dient een trillingsvrije damwandinstallatie worden toegepast. Zonder aanvullende analyse dienen alle damwanden als verloren worden beschouwd (kunnen niet worden getrokken). Eventueel kan op basis van een nadere risicoanalyse worden onderzocht of een deel van de damwanden langs de belending alsnog kunnen worden getrokken.

## 4.4 Conflicten met bestaande palen

Uit studie van de archiefstukken blijkt dat in het verleden een op palen gefundeerd plateau tussen de vleugels van het pand aanwezig geweest. Onbekend is of de houten funderingspalen nog aanwezig zijn in de grond.

In dit kader wordt aanbevolen om nader onderzoek naar funderingsrestanten uit te voeren.evens wordt opgemerkt dat bestaande palen die dan mogelijke een conflict hebben met de nieuwbouw, niet zonder aanvullende maatregelen getrokken mogen worden.

Het trekken van palen kan leiden tot grondontspanning en vervormingen in de directe omgeving door volumeverlies. Tevens kan door het trekken van bestaande palen kortsluiting ontstaan tussen de verschillende watervoerende lagen met welvorming en zeer grote ontrekkingsdebieten (bij ontgravingen) tot gevolg. Hierdoor zal de verlaging van de grondwaterstand tot ver in de omgeving kunnen leiden tot maaiveldzettingen.

Zonder aanvullende maatregelen zal dit consequenties hebben voor zowel de bestaande als toekomstige constructies op en nabij de paallocaties. Bij het trekken van palen dienen daarom in alle gevallen aanvullende maatregelen te worden genomen om de invloed op de ondergrond en omgeving te beperken. Hierin kan in een vervolgfase nader worden geadviseerd.

## 4.5 Invloed grondvervormingen

### 4.5.1 Aanvulzand

Aan de achterzijde van het pand Mauritskade 61 is in het verleden een begraafplaats geweest, ref. [6]. Uit het grondonderzoek blijkt dat de oude begraafplaats is opgehoogd met (zeer) los gepakt zand. Bij de uitvoering dient rekening gehouden te worden met mogelijke zettingen ten gevolge van bovenbelasting of verdichting door trillingsveroorzakende werkzaamheden.

### 4.5.2 Mauritskade 61

Ten gevolge van grondvervormingen die op kunnen treden door de werkzaamheden kan mogelijk schade optreden aan het bestaande pand Mauritskade 61. Hierbij moet worden gedacht aan verschilzakkingen van het pand waardoor scheuren in het metselwerk en de constructie kan optreden.

Ten gevolge van de grondvervormingen treedt tevens een aanvullende horizontale belasting op de houten paalfundering op. Dit leidt tot een aanvullend paalmoment die constructief getoetst dient te worden. Het bepalen van het aanvullend paalmoment is mogelijk met het eindige elementen programma PLAXIS2D in een risicoanalyse. De berekende momenten dienen

hierna door de constructeur getoetst te worden. Dit geldt tevens voor de schroefinjectiepalen die voorafgaand aan de ontgraving en installatie van de damwanden voor het funderingsherstel worden geïnstalleerd.

### 4.5.3 Overige belendingen

Naast het pand Mauritskade 61 zijn tevens andere panden en kabels en leidingen en een wegconstructie in de nabije omgeving van de bouwkuip aanwezig waar mogelijk ook schade op kan treden ten gevolge van verschilzakkingen.

In overleg met de opdrachtgever vormen deze objecten nog geen onderdeel van het huidige rapport.

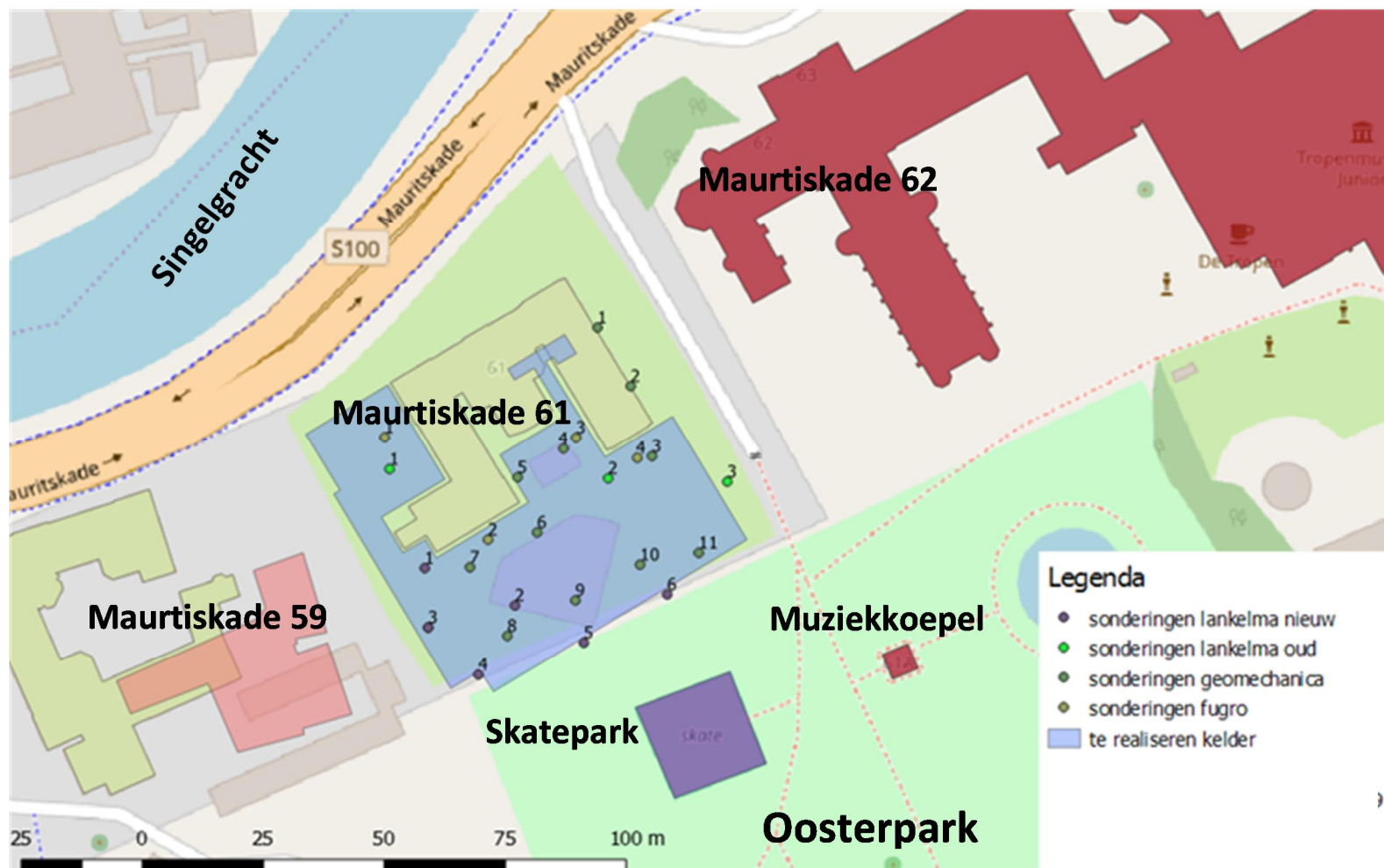
Het wordt sterk aanbevolen om de mogelijke effecten van de ontgraving op de andere belendingen nader te onderzoeken in een risicoanalyse omgevingsbeïnvloeding. Middels een het uitvoeren van een risicoanalyse is het mogelijk om de te verwachten invloed van de grondvervormingen en trillingen op de andere belendingen en objecten rekenkundig te kwantificeren.

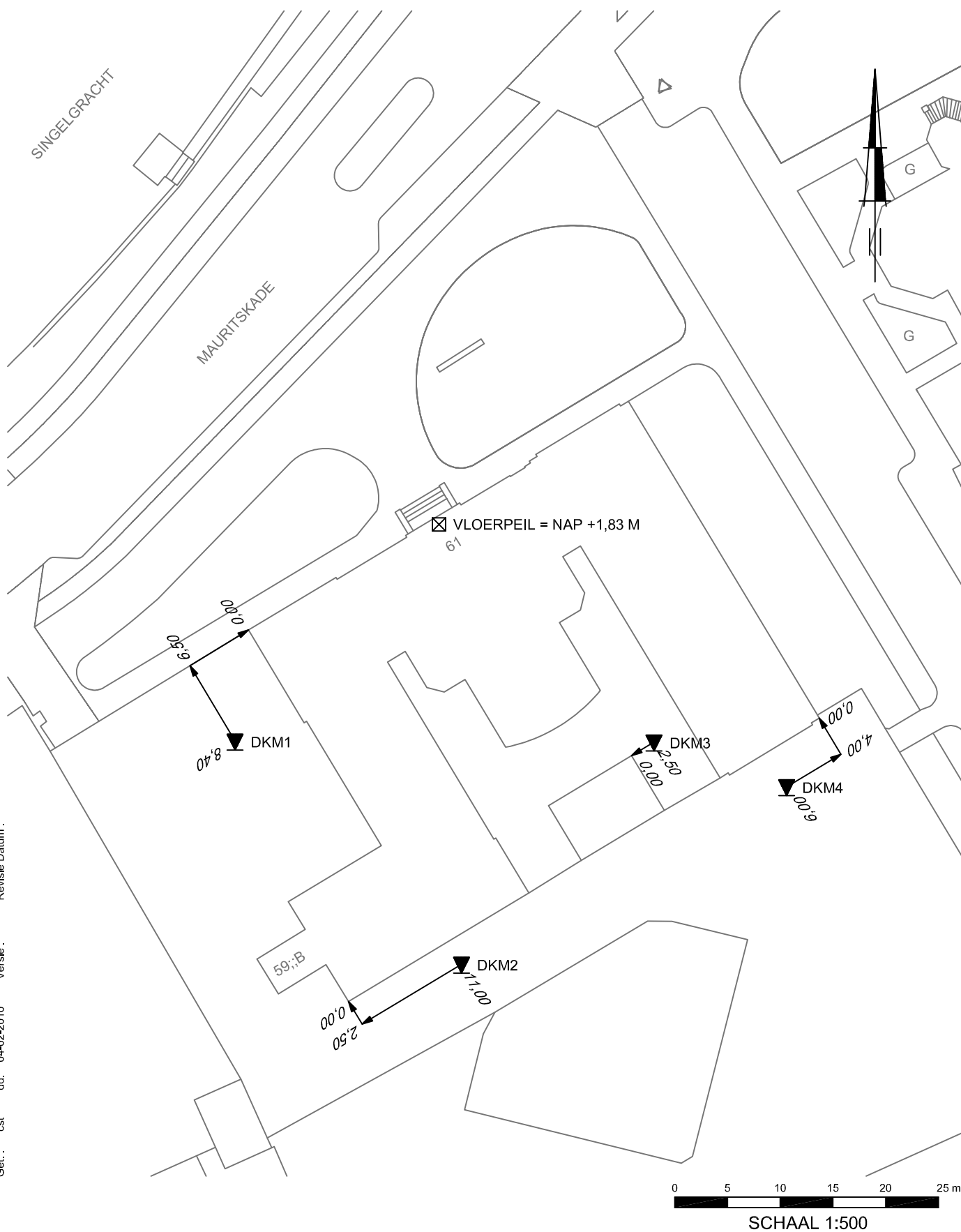
Naast de risico's ten aanzien van trillingen en grondvervormingen kunnen drukpredicties uitgevoerd worden om te toetsen of de damwanden op diepte kunnen worden gebracht en mogelijke naderhand kunnen worden getrokken.

## 4.6 Monitoring

Om schade te voorkomen wordt in alle gevallen sterk aanbevolen om tijdens de werkzaamheden de belendingen en de bouwkuip te monitoren. Op basis van de in het kader van een risicoanalyse omgevingsbeïnvloeding gekwantificeerde trillingen en vervormingen kan dan een specifiek monitoringsplan opgesteld worden waarin de signalerings- en grenswaarden voor de verschillende belendingen en objecten (meetonderdelen) zijn beschreven en hoe de meetresultaten naar alle betrokkenen en belanghebbenden worden gecommuniceerd. Tevens kan in dit monitoringsplan ook het vereiste monitoring voor de bemaling worden opgenomen.

## Bijlage 1 Grondonderzoek



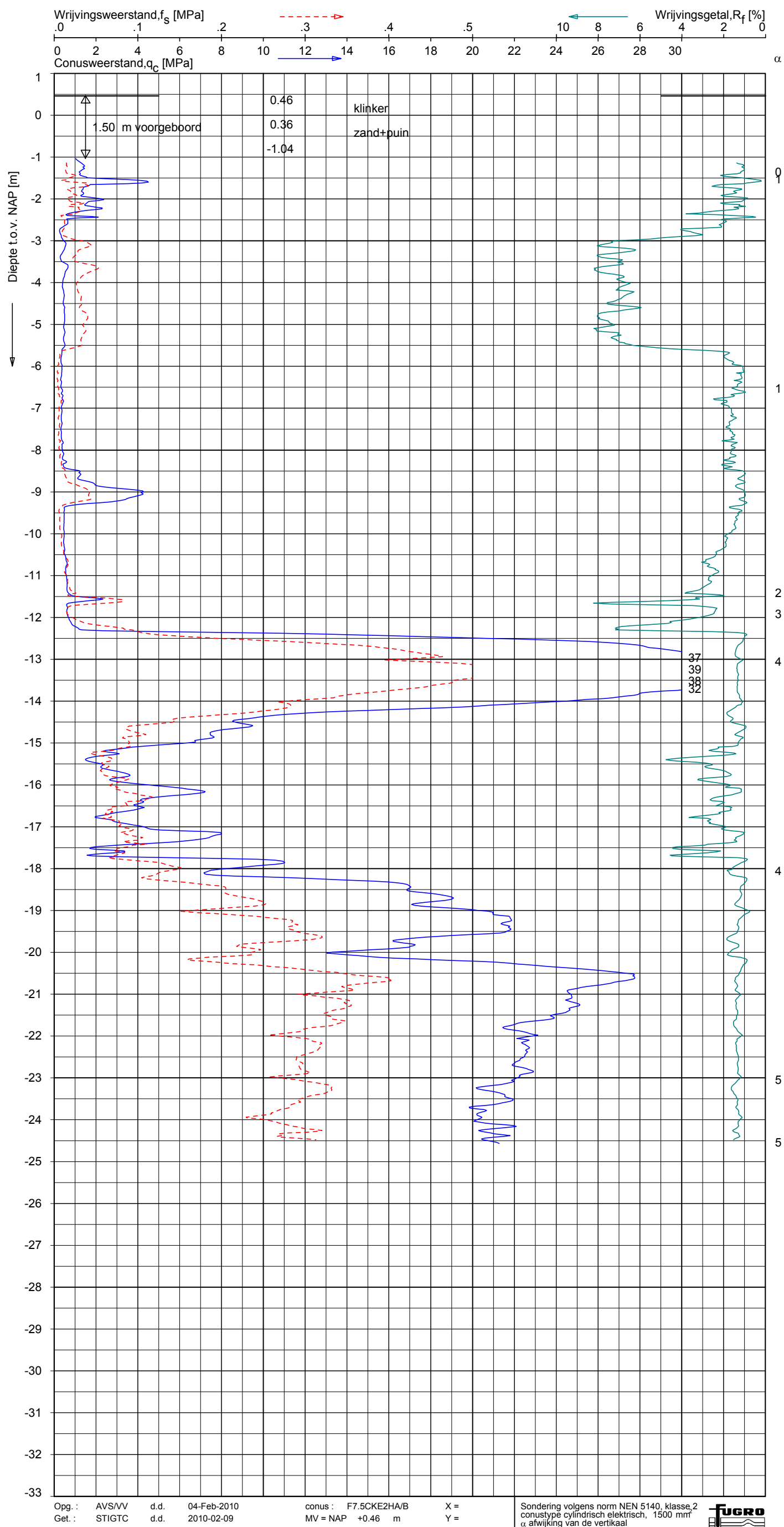


## SITUATIE

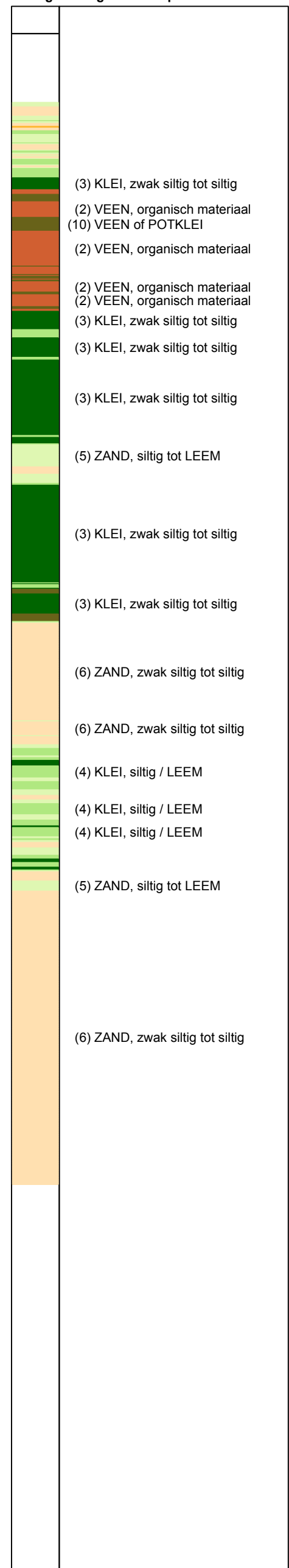
MAURITSKADE 61 TE AMSTERDAM

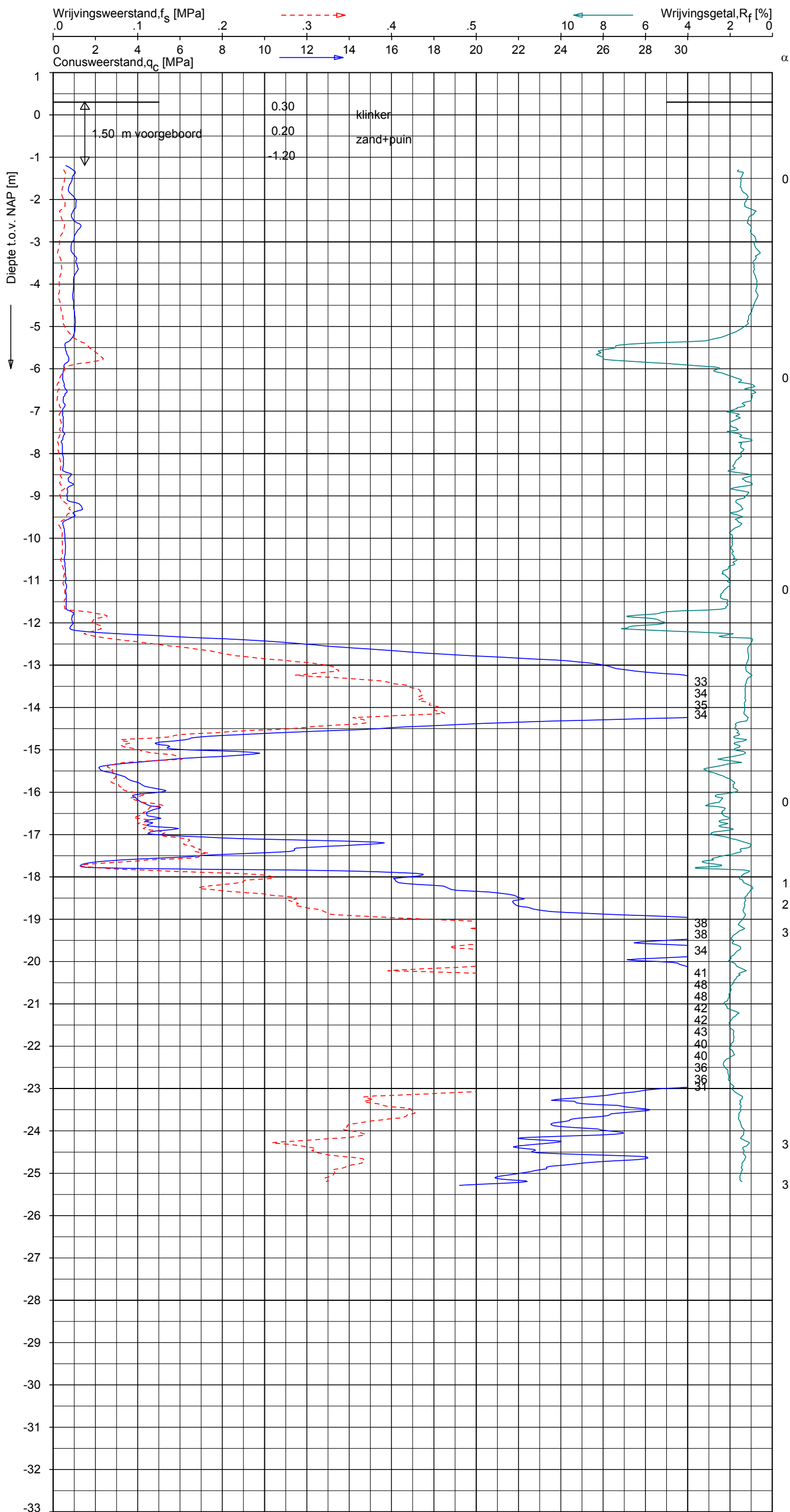
Opdr.: 4009-0541-000

Bijl. : 12

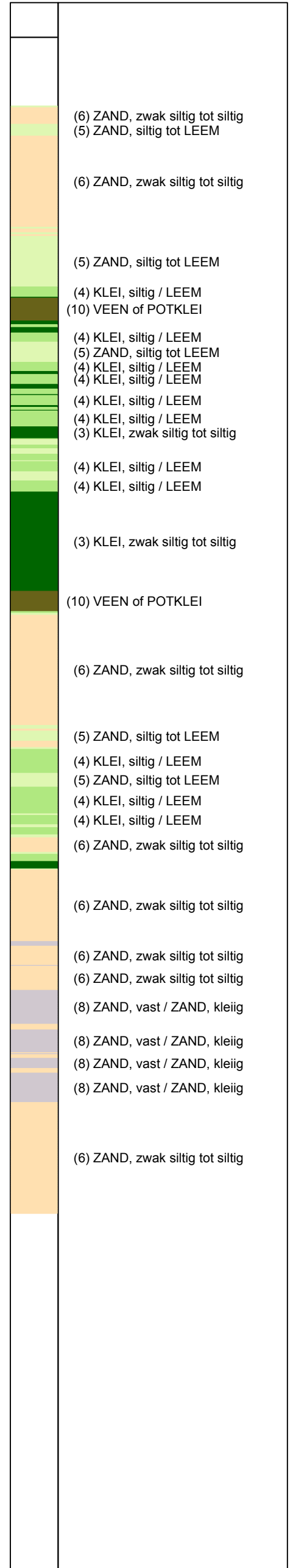


**CPT data classificatie - indicatief**  
 Classificatie gebaseerd op genormaliseerde  
 conusweerstand en wrijvingsgetal.  
 (Robertson 1990, NL corr.)  
 Geldig onder grondwaterpeil.





**CPT data classificatie - indicatief**  
Classificatie gebaseerd op genormaliseerde  
conusweerstand en wrijvingsgetal.  
(Robertson 1990, NL corr.)  
Geldig onder grondwaterpeil.



Opg. : AVS/VV d.d. 04-Feb-2010 conus : F7.5CKE2HA/B X =  
Get. : STIGTC d.d. 2010-02-09 MV = NAP +0.30 m Y =  
Sondering volgens norm NEN 5140, klasse 2  
conustype cilindrisch elektrisch, 1500 mm  
 $\alpha$  afwijking van de vertikaal



SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

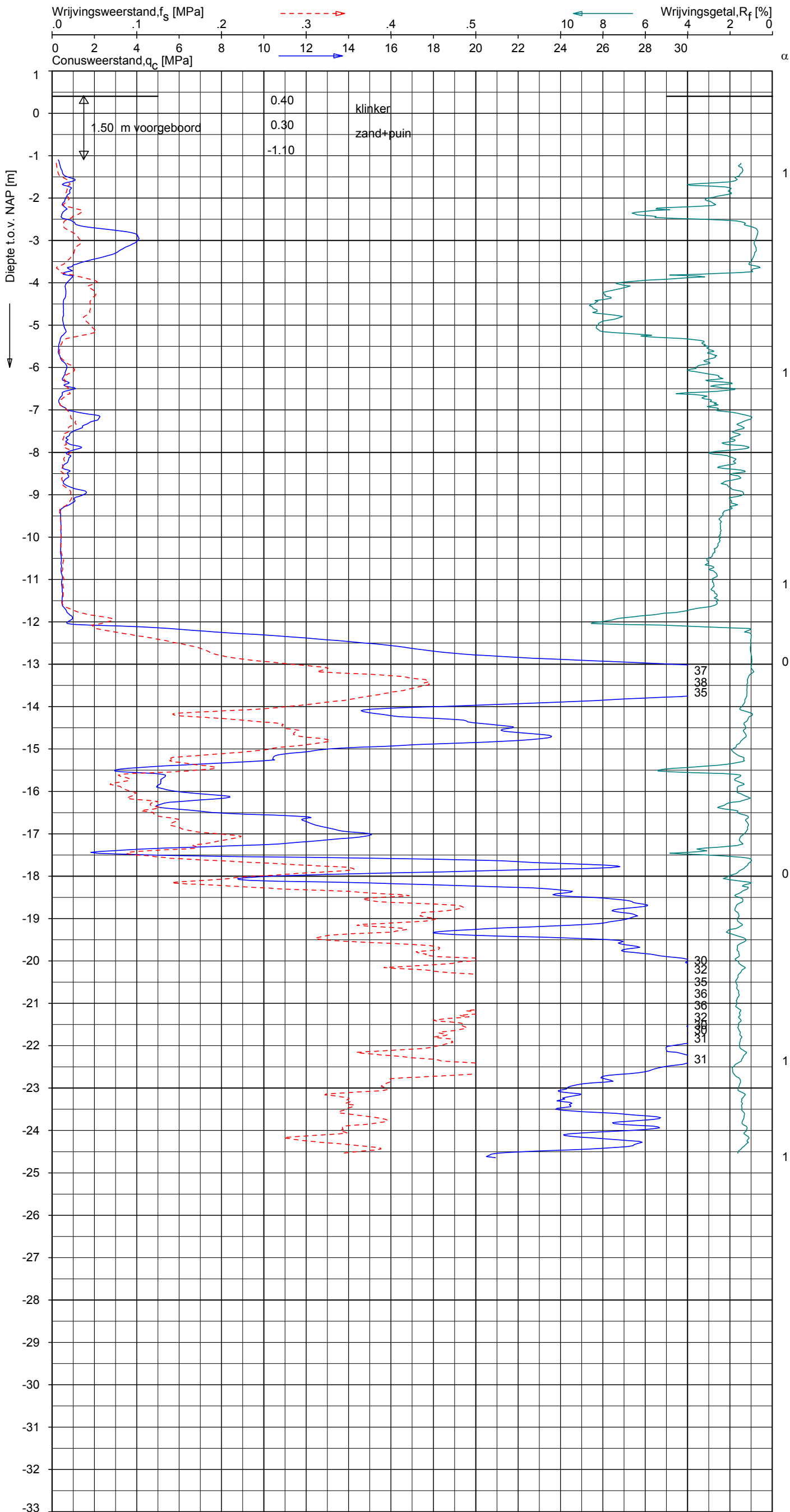
MAURITSKADE 61 TE AMSTERDAM

Opdr. 4009-0541-000  
Sond. DKM2

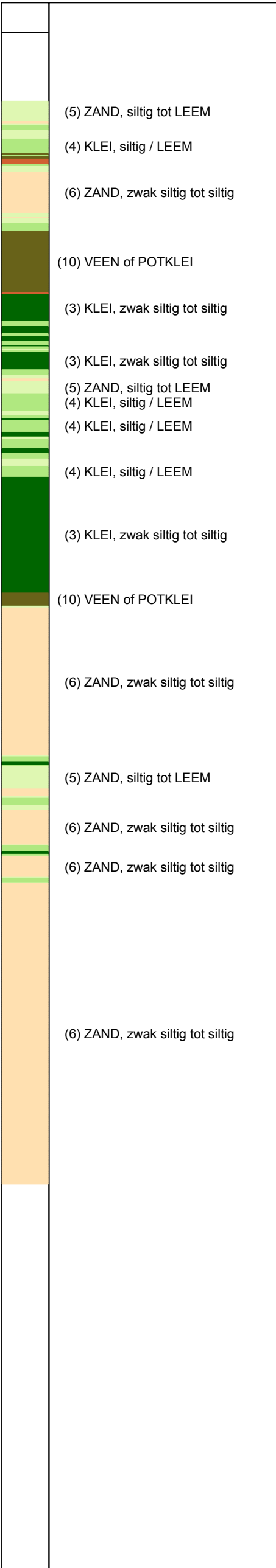
UNIPLOT 05.10.nl / Qcf-ScClass-N3.cmd / 2010-02-09 08:39:57

4009-0541-000

DKM3 - 1



**CPT data classificatie - indicatief**  
Classificatie gebaseerd op genormaliseerde  
conusweerstand en wrijvingsgetal.  
(Robertson 1990, NL corr.)  
Geldig onder grondwaterpeil.



Opg. : AVS/VV d.d. 05-Feb-2010 conus : F7.5CKE2HA/B X =  
Get. : STIGTC d.d. 2010-02-09 MV = NAP +0.40 m Y =

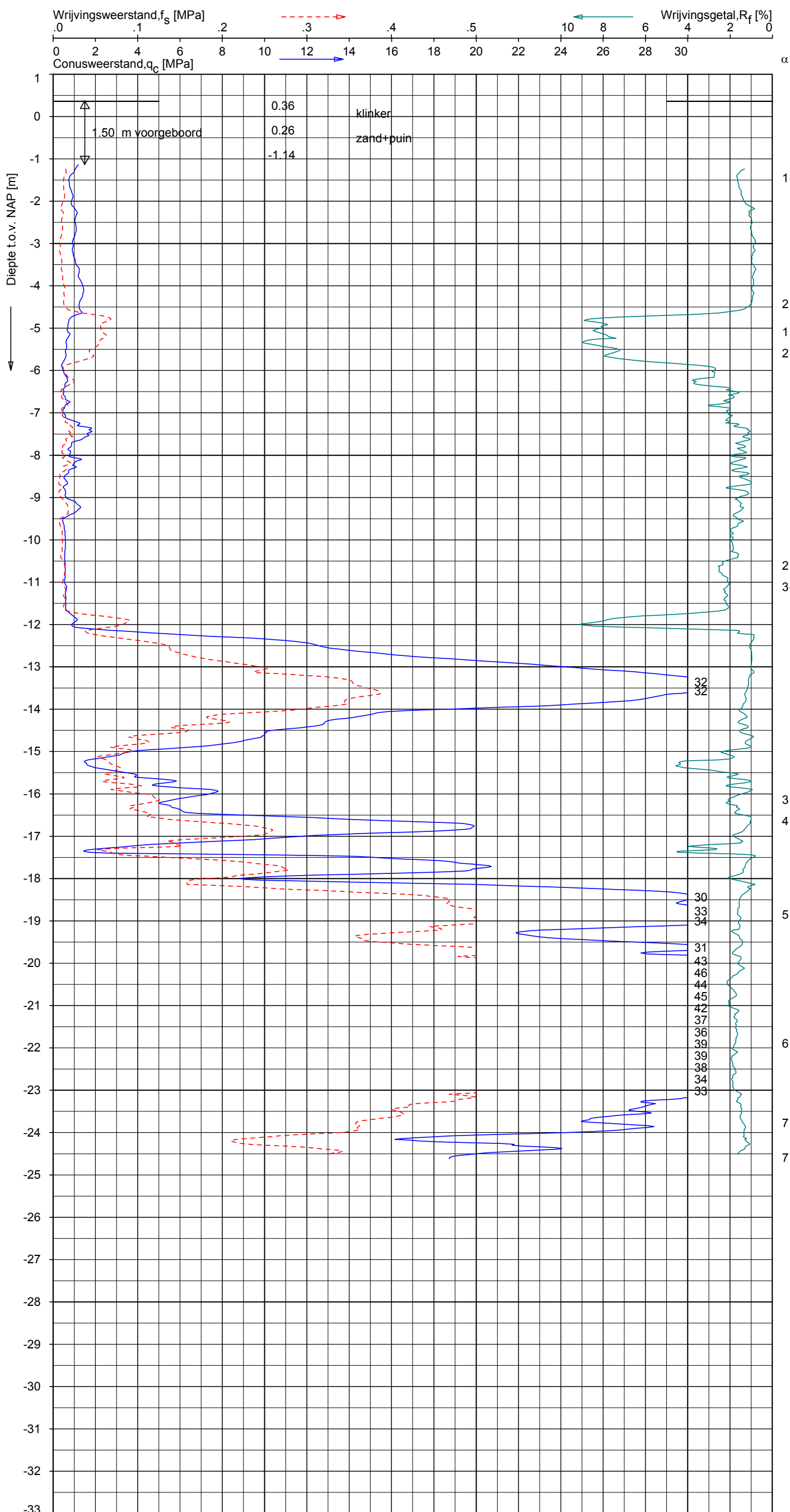
Sondering volgens norm NEN 5140, klasse 2  
conustype cilindrisch elektrisch, 1500 mm  
 $\alpha$  afwijking van de vertikaal



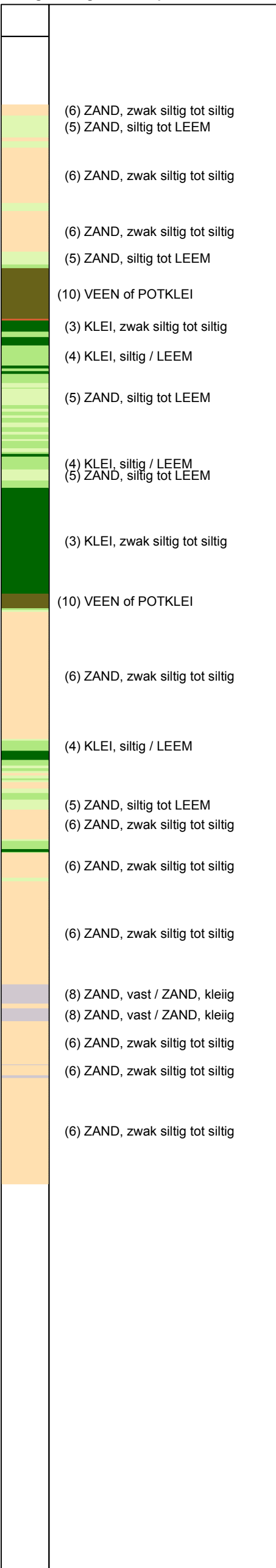
SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

MAURITSKADE 61 TE AMSTERDAM

Opdr. 4009-0541-000  
Sond. DKM3



**CPT data classificatie - indicatief**  
Classificatie gebaseerd op genormaliseerde  
conusweerstand en wrijvingsgetal.  
(Robertson 1990, NL corr.)  
Geldig onder grondwaterpeil.



Opg. : AVS/VV d.d. 05-Feb-2010 conus : F7.5CKE2HA/B X =  
Get. : STIGTC d.d. 2010-02-09 MV = NAP +0.36 m Y =

Sondering volgens norm NEN 5140, klasse 2  
conustype cilindrisch elektrisch, 1500 mm  
 $\alpha$  afwijking van de vertikaal



SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

MAURITSKADE 61 TE AMSTERDAM

Opdr. 4009-0541-000  
Sond. DKM4

# GEOMECHANICA BV



Wieder 11, 1648 GA De Goorn  
Telefoon 0229-551848  
Fax 0229-553056  
info@geomechanica.nl

grondmechanisch bureau - laboratorium onderzoek - adviezen

## Rapport

betreffende:

Grondonderzoek t.b.v. fundatie aan de  
Mauritskade 61, te Amsterdam.

opdracht nr.:

4170.15

opdrachtgever:

GRS Milieu BV  
Vrijheidsweg 45  
1521 RP WORMERVEER

architect:

constructeur:

grondonderzoek uitgevoerd:

27 mei 2015

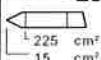
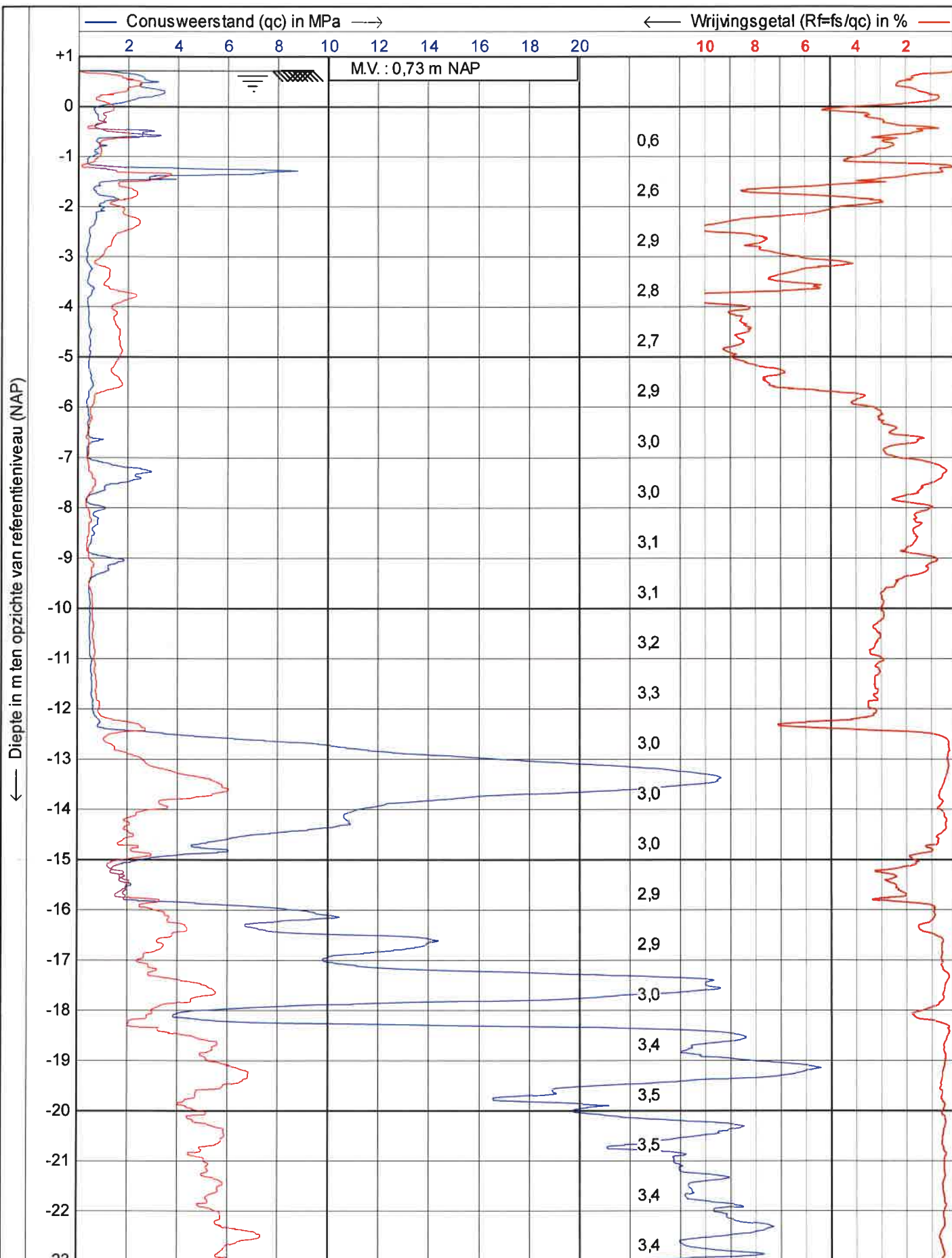
rapport uitgebracht:

28 mei 2015

bijlage:

11

← Diepte in m ten opzichte van referentieniveau (NAP)



Sondering volgens NEN-EN-ISO22476-1

Project : **tbv fundatie nieuwbouw**

Locatie : **Mauritkade 61 Amsterdam**

Datum : **27-5-2015**

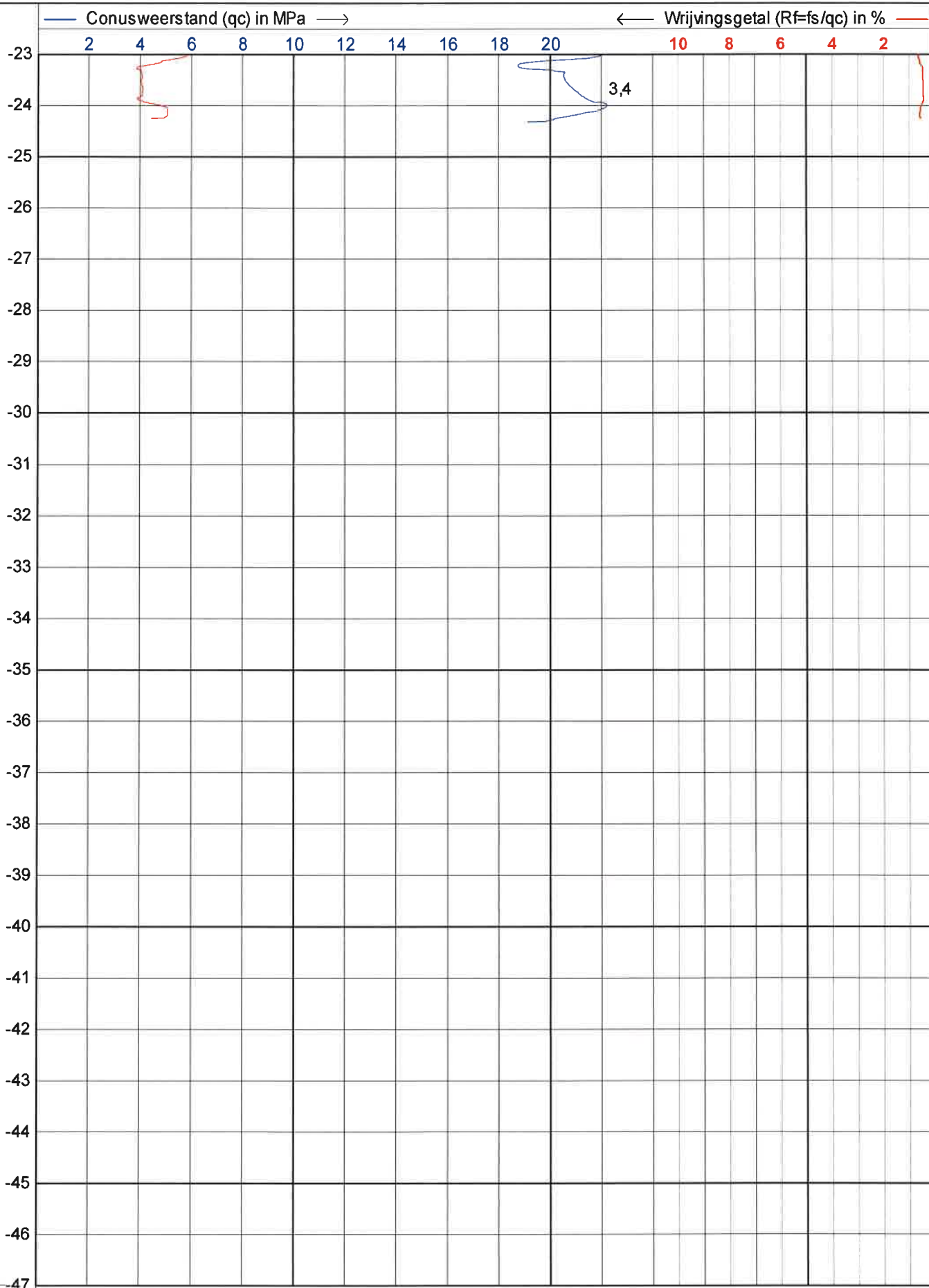
Conusnr. : **S15CFIL.D54**

Projectnr. : **4170-15**

Sondeemr.: **DSKM1**

1/2

← Diepte in m ten opzichte van referentieniveau (NAP)



0,10 0,20 0,30 0,40 0,50

— Wrijvingsweerstand (fs) in MPa —>

☒ Helling (I) in graden



**GEOMECHANICA BV**  
Telefoon 0229-551848

Sondering volgens NEN-EN-ISO22476-1

Project : tbv fundatie nieuwbouw

Locatie : Mauritskade 61 Amsterdam

Datum : 27-5-2015

Conusnr. : S15CFL.D54

Projectnr. : 4170-15

Sondeemr.: DSKM1

2/2

← Diepte in m ten opzichte van referentieniveau (NAP)

— Conusweerstand (qc) in MPa —>

2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24 26 28 30

M.V. : 0,61 m NAP

+1  
0  
-1  
-2  
-3  
-4  
-5  
-6  
-7  
-8  
-9  
-10  
-11  
-12  
-13  
-14  
-15  
-16  
-17  
-18  
-19  
-20  
-21  
-22  
-23

225 cm<sup>2</sup>  
15 cm<sup>2</sup>



Sondering volgens NEN-EN-ISO22476-1

Project : tbv fundatie nieuwbouw

Locatie : Mauritskade 61 Amsterdam

Datum : 27-5-2015

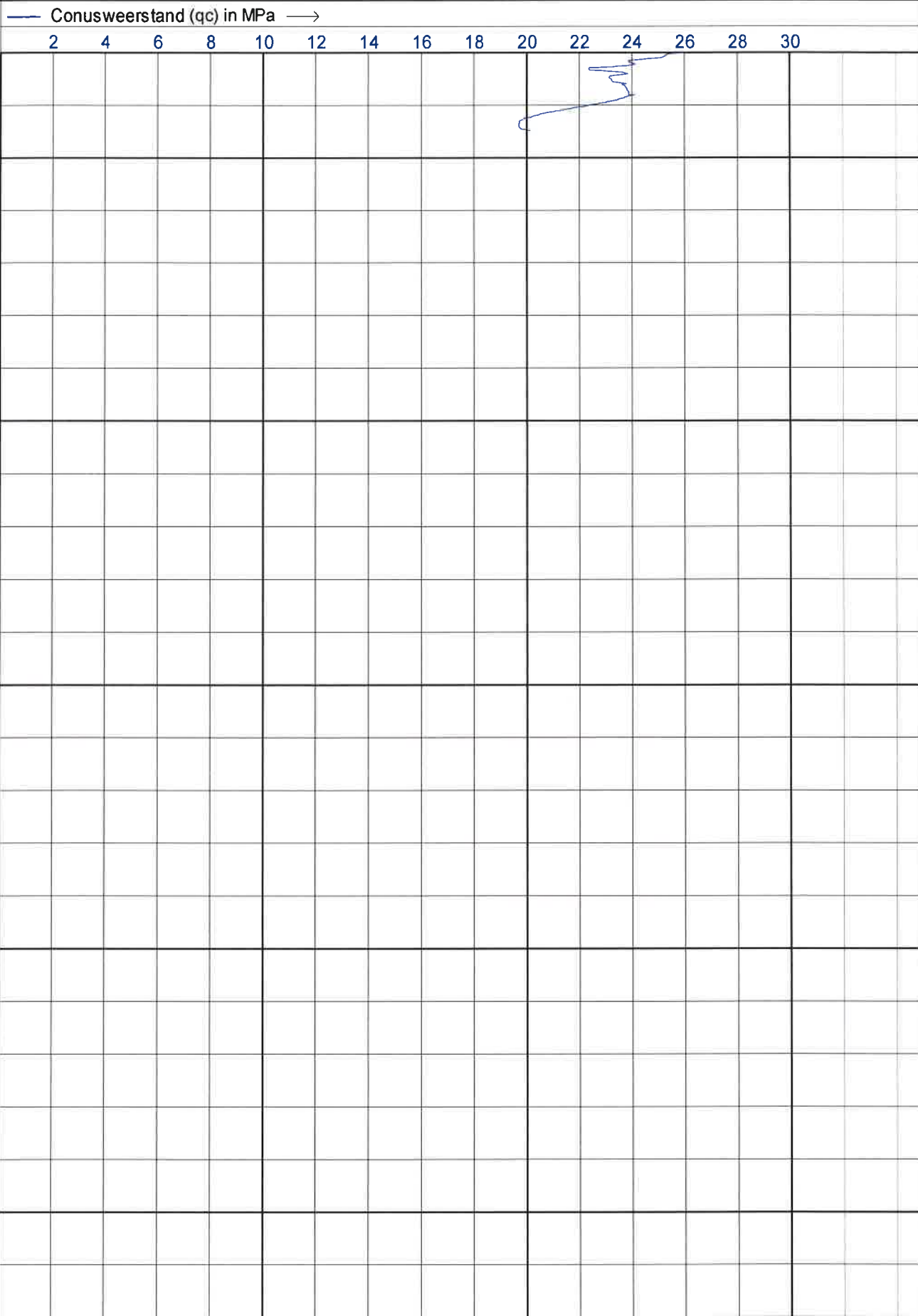
Conusnr. : S15CFIL.D54

Projectnr. : 4170-15

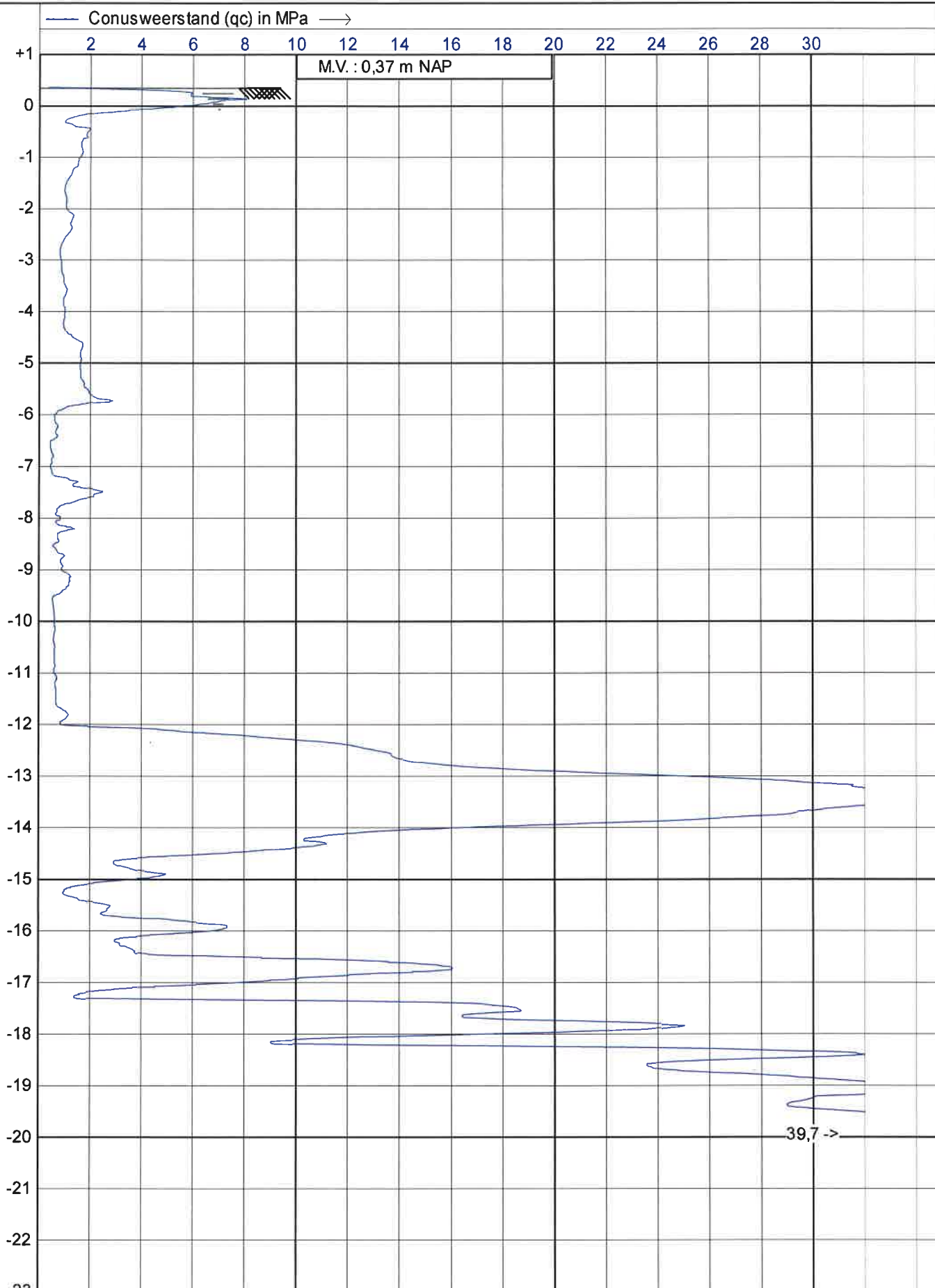
Sondeemr.: D2

1/2

← Diepte in m ten opzichte van referentieniveau (NAP)

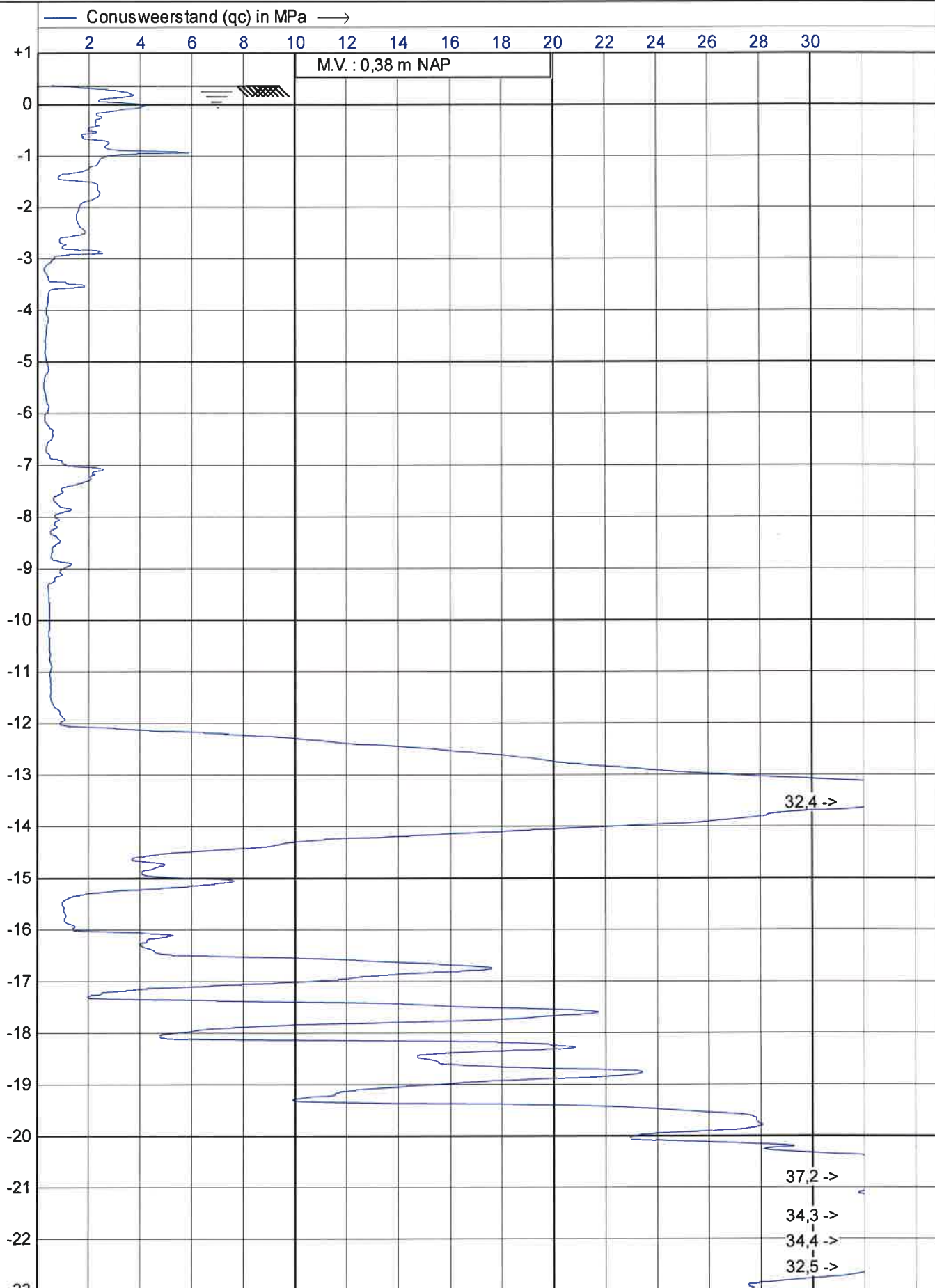


← Diepte in m ten opzichte van referentieniveau (NAP)



225 cm<sup>2</sup>  
15 cm<sup>2</sup>

← Diepte in m ten opzichte van referentieniveau (NAP)



225 cm<sup>2</sup>  
15 cm<sup>2</sup>



**GEOMECHANICA BV**  
Telefoon 0220-551048

Sondering volgens NEN-EN-ISO22476-1

Project : tbv fundatie nieuwbouw

Locatie : Maurikade 61 Amsterdam

Datum : 27-5-2015

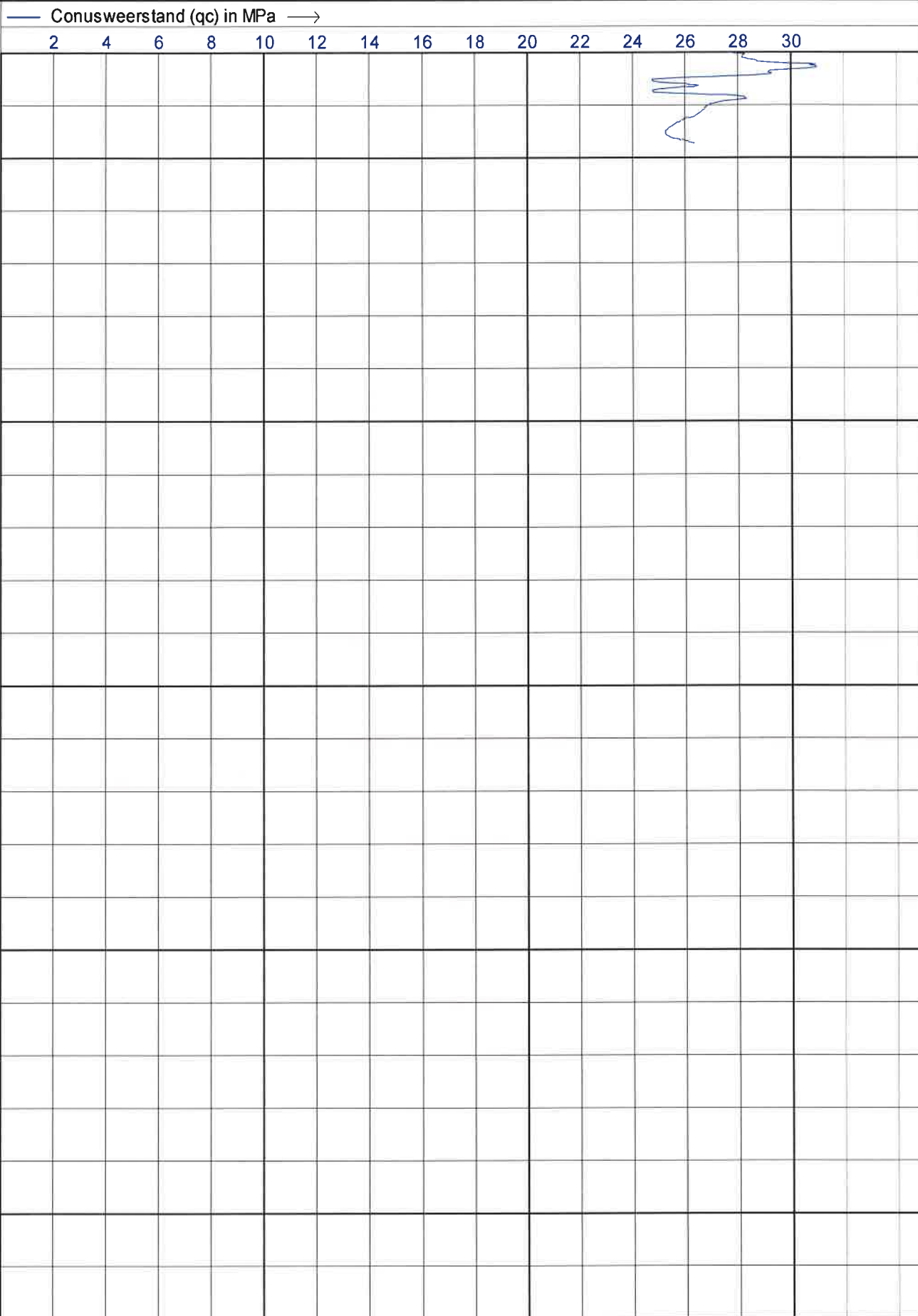
Conusnr. : S15CFL.D54

Projectnr. : 4170-15

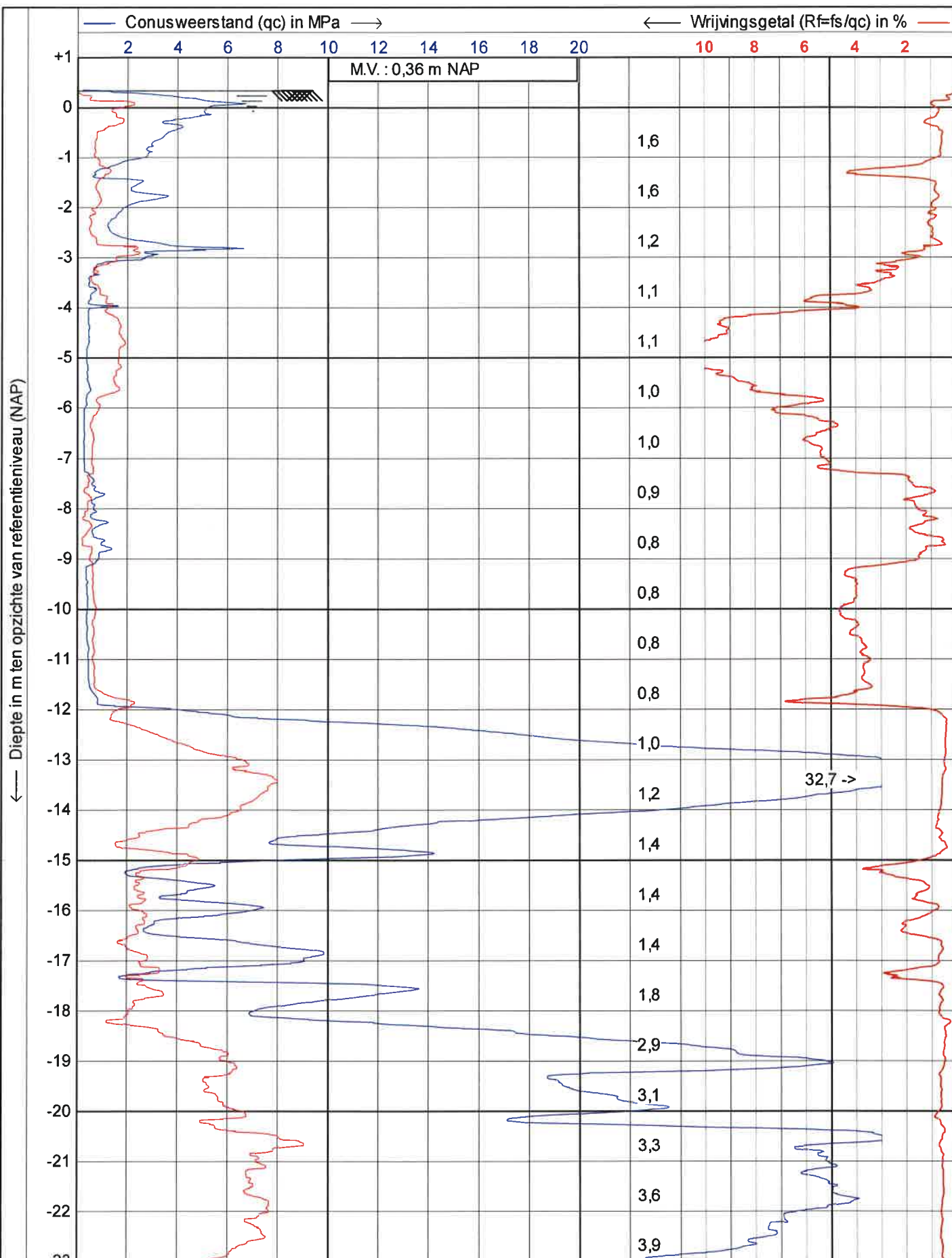
Sondeernr.: D4

1/2

← Diepte in m ten opzichte van referentieniveau (NAP)



← Diepte in m ten opzichte van referentieniveau (NAP)



225 cm²  
15 cm²



Sondering volgens NEN-EN-ISO22476-1

Project : tbv fundatie nieuwbouw

Locatie : Mauritskade 61 Amsterdam

Datum : 27-5-2015

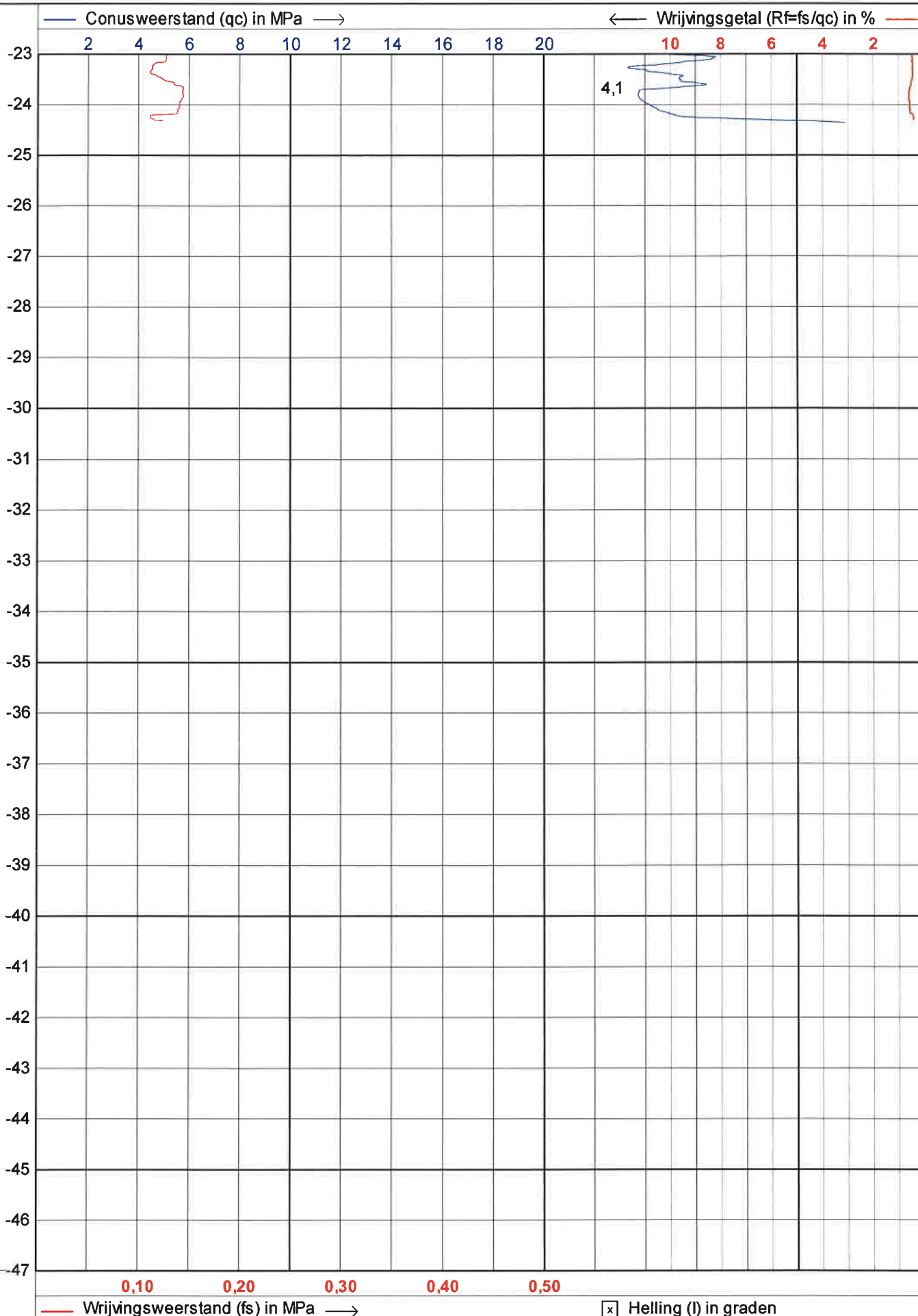
Conusnr. : S15CFIL.D54

Projectnr. : 4170-15

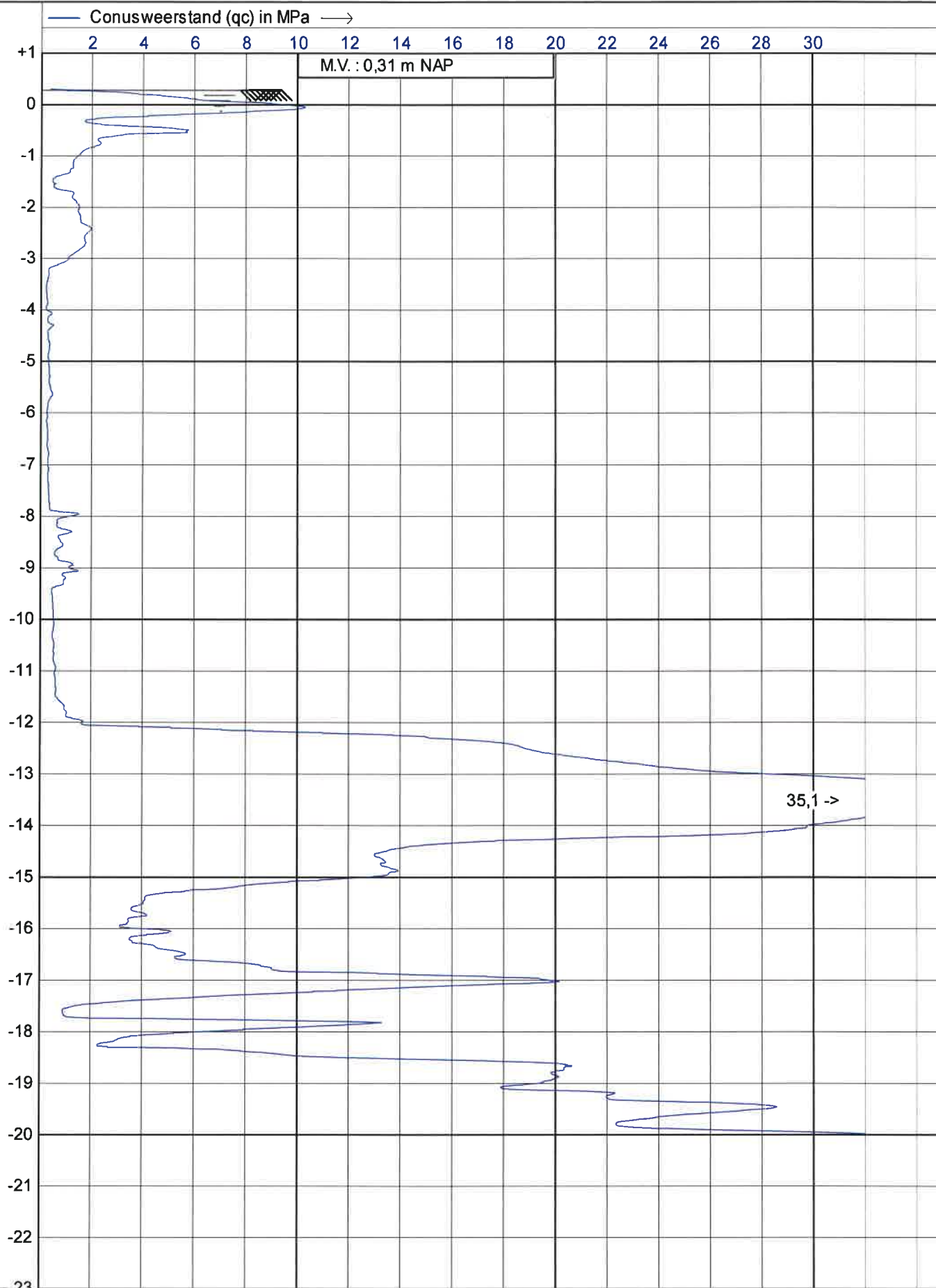
Sondeernr. : DSKM5

1/2

← Diepte in m ten opzichte van referentieniveau (NAP)



← Diepte in m ten opzichte van referentieniveau (NAP)



225 cm<sup>2</sup>  
15 cm<sup>2</sup>



**GEOMECHANICA BV**  
Telefoon 0229-551868

Sondering volgens NEN-EN-ISO22476-1

Project : **tbv fundatie nieuwbouw**

Locatie : **Mauritkade 61 Amsterdam**

Datum : **27-5-2015**

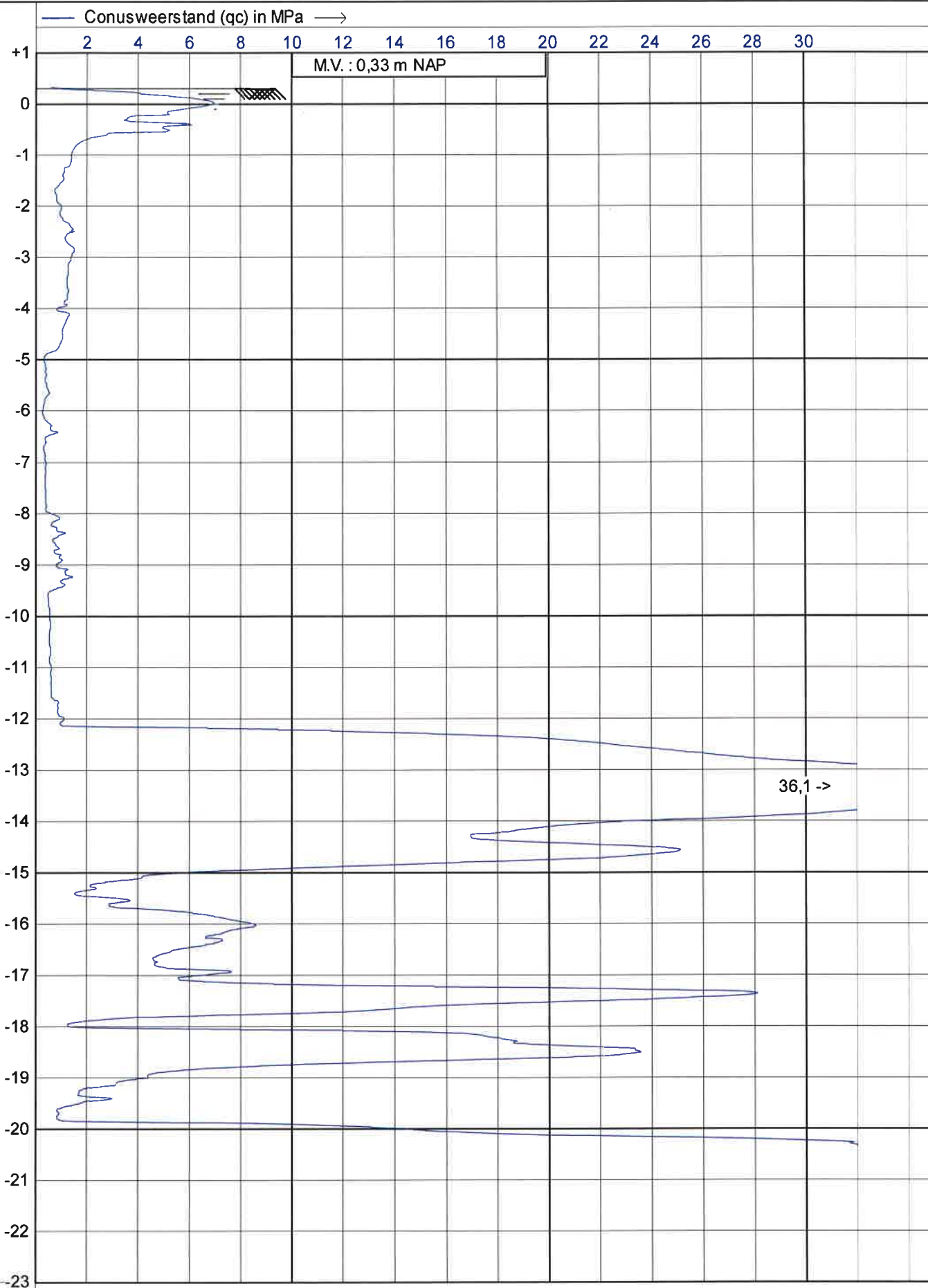
Conusnr. : **S15CFII.D54**

Projectnr. : **4170-15**

Sondeernr.: **D6**

1/1

← Diepte in m ten opzichte van referentieniveau (NAP)



225 cm<sup>2</sup>  
15 cm<sup>2</sup>



Sondering volgens NEN-EN-ISO22476-1

Project : tbv fundatie nieuwbouw

Locatie : Mauritskade 61 Amsterdam

Datum : 27-5-2015

Conusnr. : S15CFII.D54

Projectnr. : 4170-15

Sondeernr.: D7

1/1

← Diepte in m ten opzichte van referentieniveau (NAP)

— Conusweerstand (qc) in MPa —→

2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24 26 28 30

M.V. : 0,49 m NAP

+1  
0  
-1  
-2  
-3  
-4  
-5  
-6  
-7  
-8  
-9  
-10  
-11  
-12  
-13  
-14  
-15  
-16  
-17  
-18  
-19  
-20  
-21  
-22  
-23

225 cm<sup>2</sup>  
15 cm<sup>2</sup>



Sondering volgens NEN-EN-ISO22476-1

Project : tbv fundatie nieuwbouw

Locatie : Mauritskade 61 Amsterdam

Datum : 27-5-2015

Conusnr. : S15CFIL.D54

Projectnr. : 4170-15

Sondeemr.: D9

1/2

← Diepte in m ten opzichte van referentieniveau (NAP)

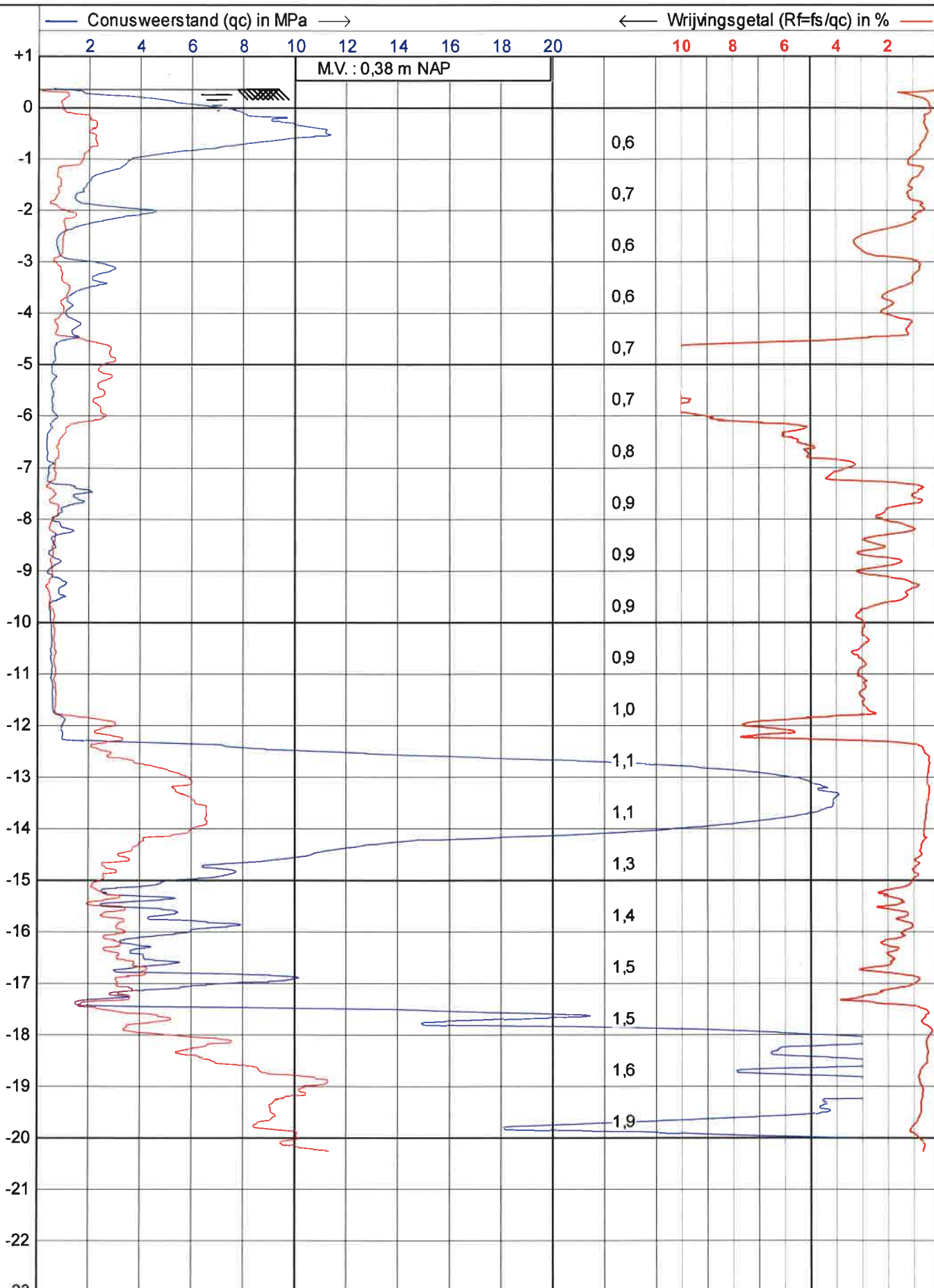
— Conusweerstand (qc) in MPa —→

2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24 26 28 30

-23  
-24  
-25  
-26  
-27  
-28  
-29  
-30  
-31  
-32  
-33  
-34  
-35  
-36  
-37  
-38  
-39  
-40  
-41  
-42  
-43  
-44  
-45  
-46  
-47



← Diepte in m ten opzichte van referentieniveau (NAP)



Sondering volgens NEN-EN-ISO22476-1

Project : tbv fundatie nieuwbouw

Locatie : Mauritskade 61 Amsterdam

Datum : 27-5-2015

Conusnr. : S15CFL.D54

Projectnr. : 4170-15

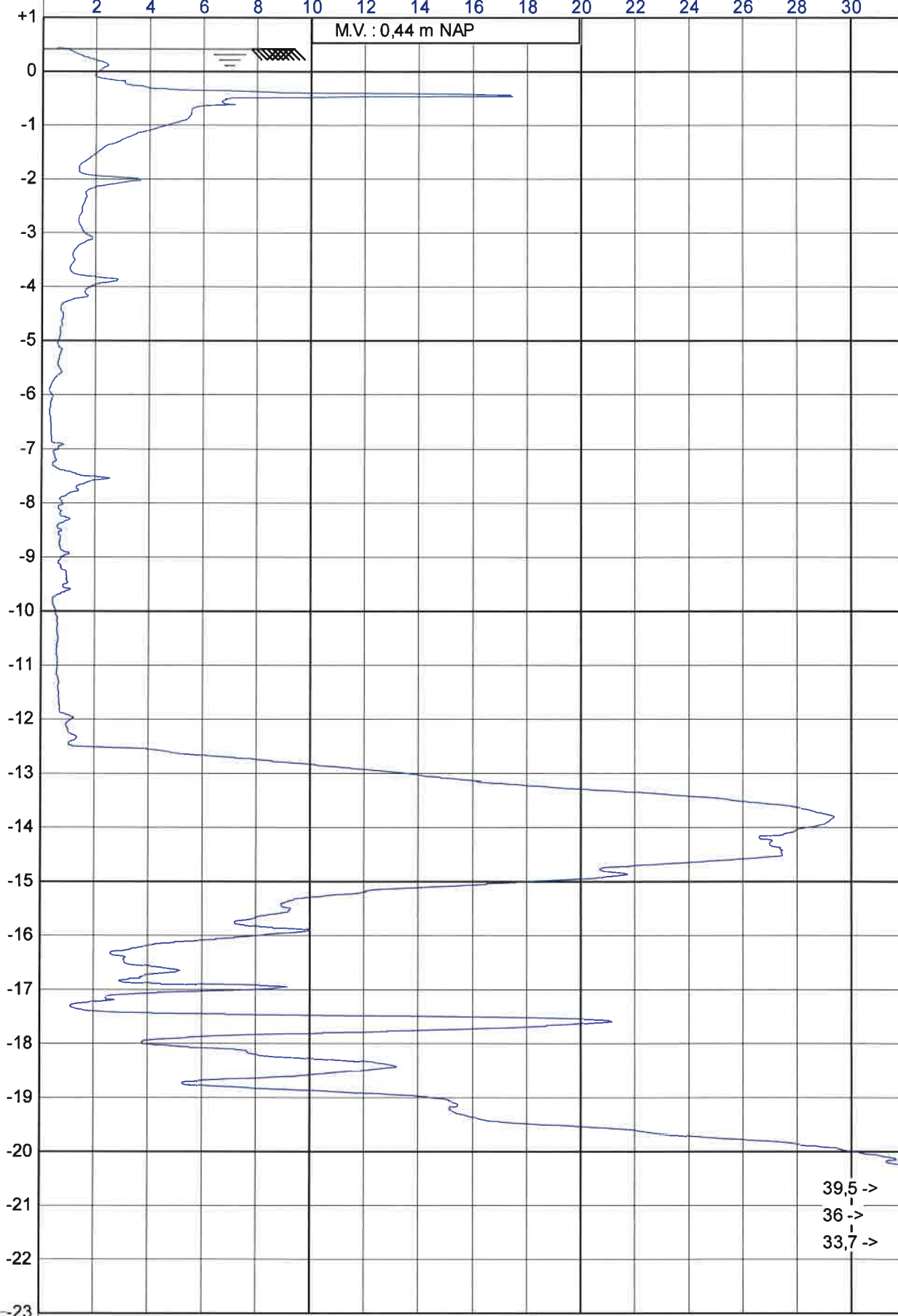
Sondeernr.: DSKM10 1/1

← Diepte in m ten opzichte van referentieniveau (NAP)

— Conusweerstand (qc) in MPa —→

2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24 26 28 30

M.V. : 0,44 m NAP



225 cm<sup>2</sup>  
15 cm<sup>2</sup>



Sondering volgens NEN-EN-ISO22476-1

Project : tbv fundatie nieuwbouw

Locatie : Mauritskade 61 Amsterdam

Datum : 27-5-2015

Conusnr. : S15CFL.D54

Projectnr. : 4170-15

Sondeernr.: D11

1/1



**Opdrachtgever:**

**Crux Engineering BV**  
**Pedro de Medinalaan 3c**  
**1086 XK Amsterdam**

**Rapport:**

versie:

datum:

**1703248 RG**

**1**

**31 augustus 2018**

**Rapport**  
**Resultaten Grondonderzoek**  
**Nieuwbouw,**  
**Mauritskade 61 te Amsterdam**

**Lankelma Geotechniek Zuid B.V.**

Moorland 4a

Postbus 38

5688 ZG Oirschot

Tel: 0499 – 578520

Fax: 0499 – 578573

E-mail: [info@lankelma-zuid.nl](mailto:info@lankelma-zuid.nl)

Internet: [www.lankelma-zuid.nl](http://www.lankelma-zuid.nl)

**Contactpersoon:**

P. Swinkels

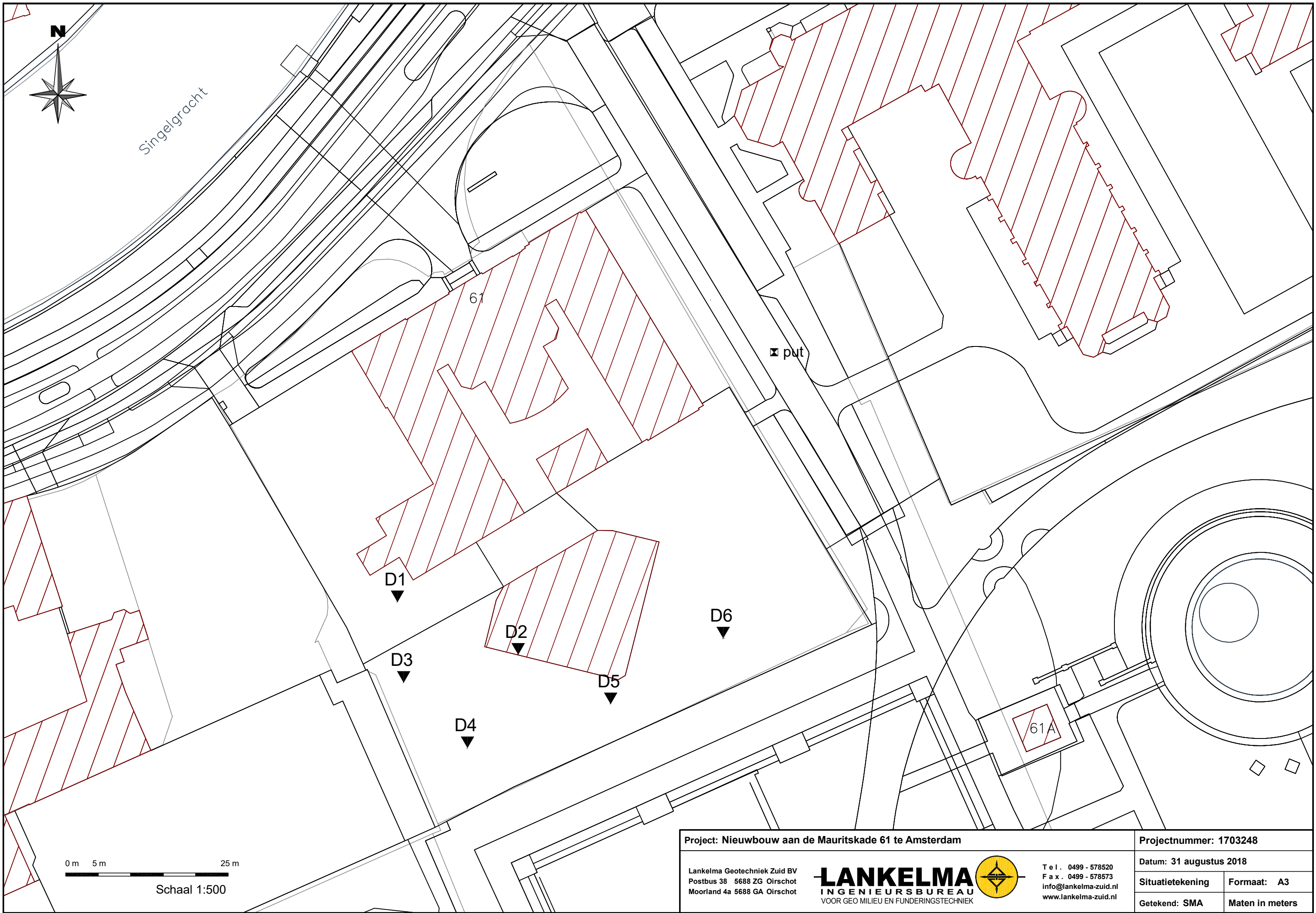
**Dataverwerking:**

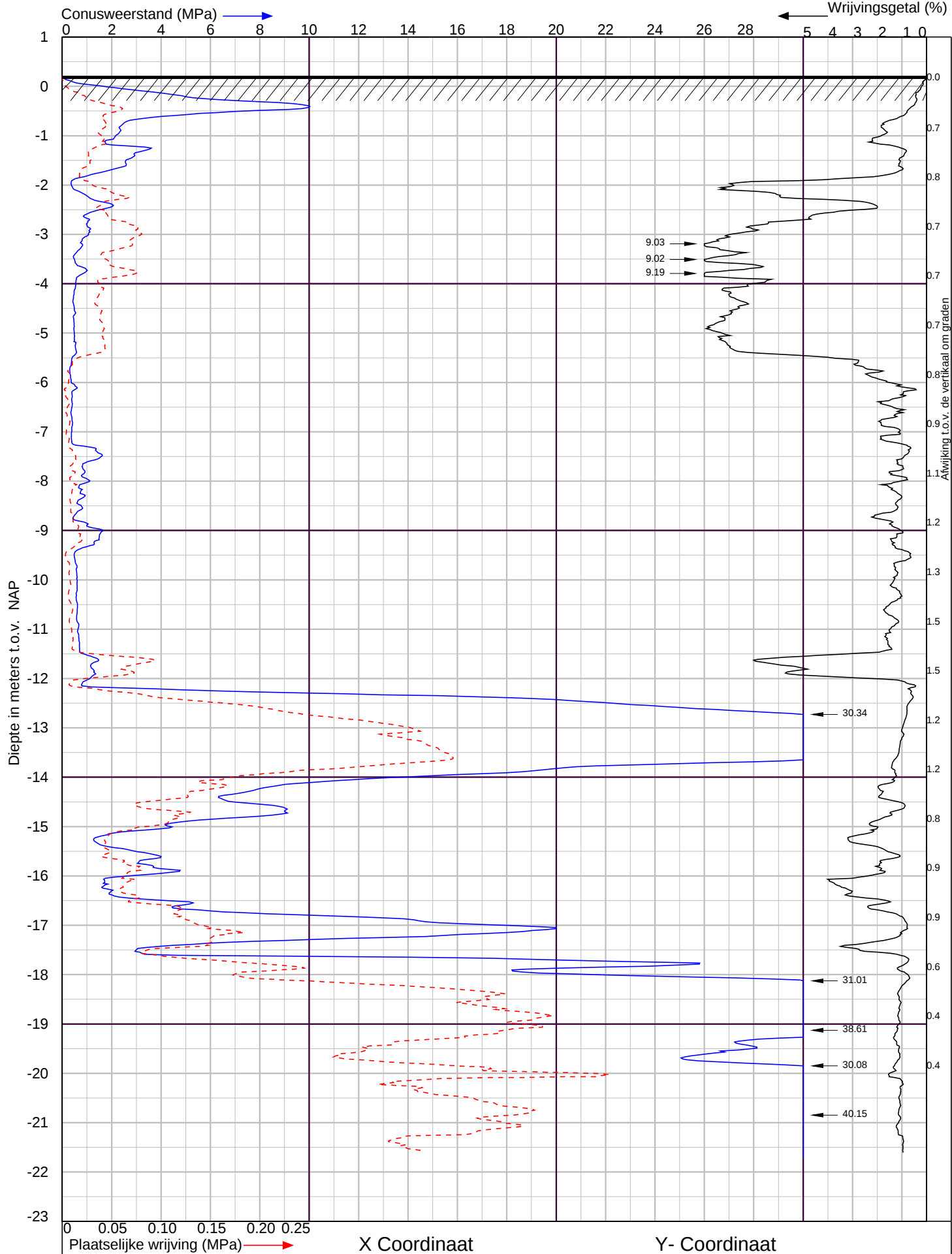
Bedrijfsbureau

**Controle:**

S. Matteucci







Mauritskade 61 te Amsterdam

Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1 Klasse 2



Lankelma Geotechniek Zuid BV  
Postbus 38 5688 ZG Oirschot  
tel. : 0499-578520  
info@lankelma-zuid.nl  
www.lankelma-zuid.nl

Project nr. : **1703248**

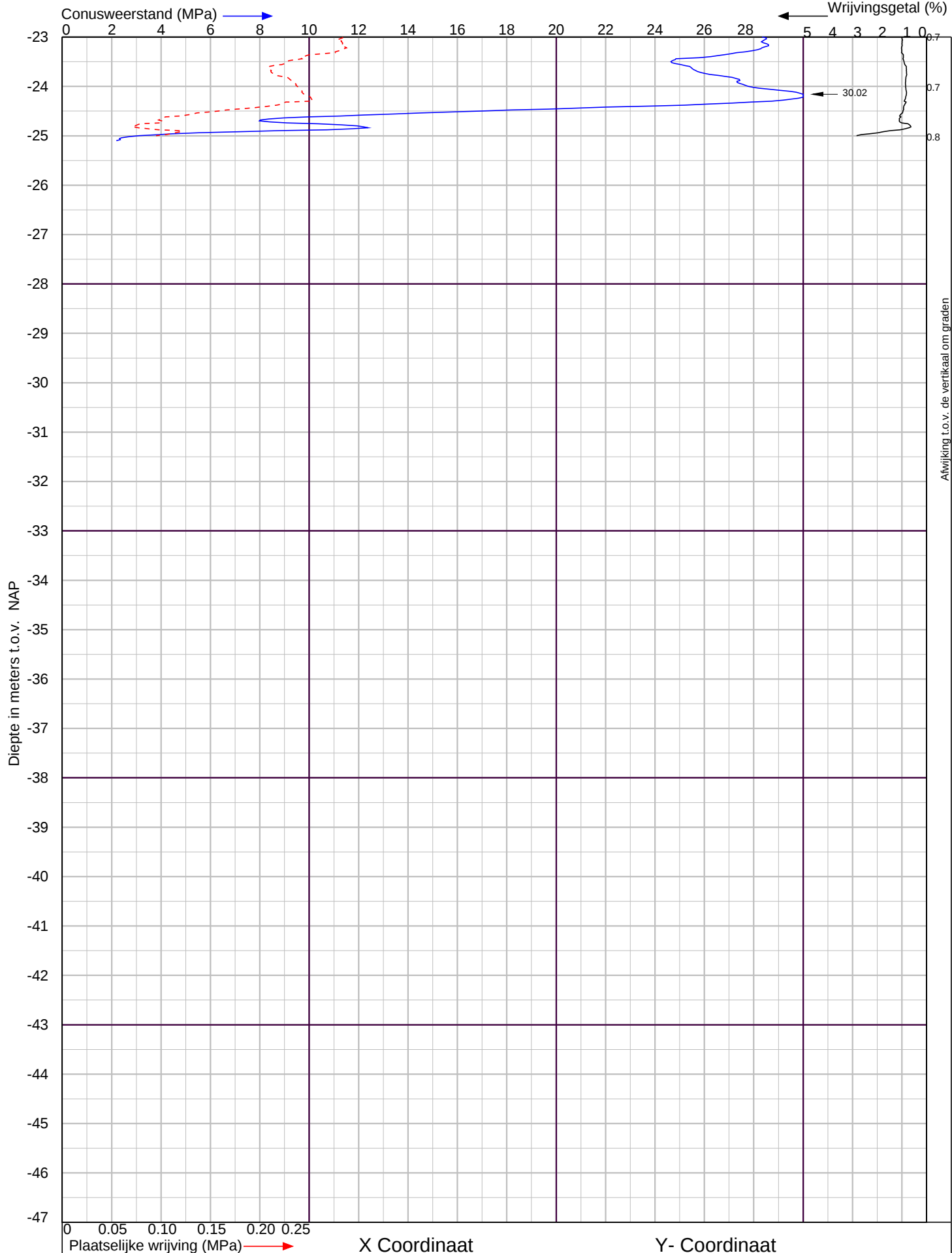
Sondeer nr. : **1**

Datum : 27-8-2018

Conusnr. : 180709

MV. is 0.21 m tov NAP





Mauritskade 61 te Amsterdam

Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1 Klasse 2



Lankelma Geotechniek Zuid BV  
Postbus 38 5688 ZG Oirschot  
tel. : 0499-578520  
info@lankelma-zuid.nl  
www.lankelma-zuid.nl

Project nr. : **1703248**

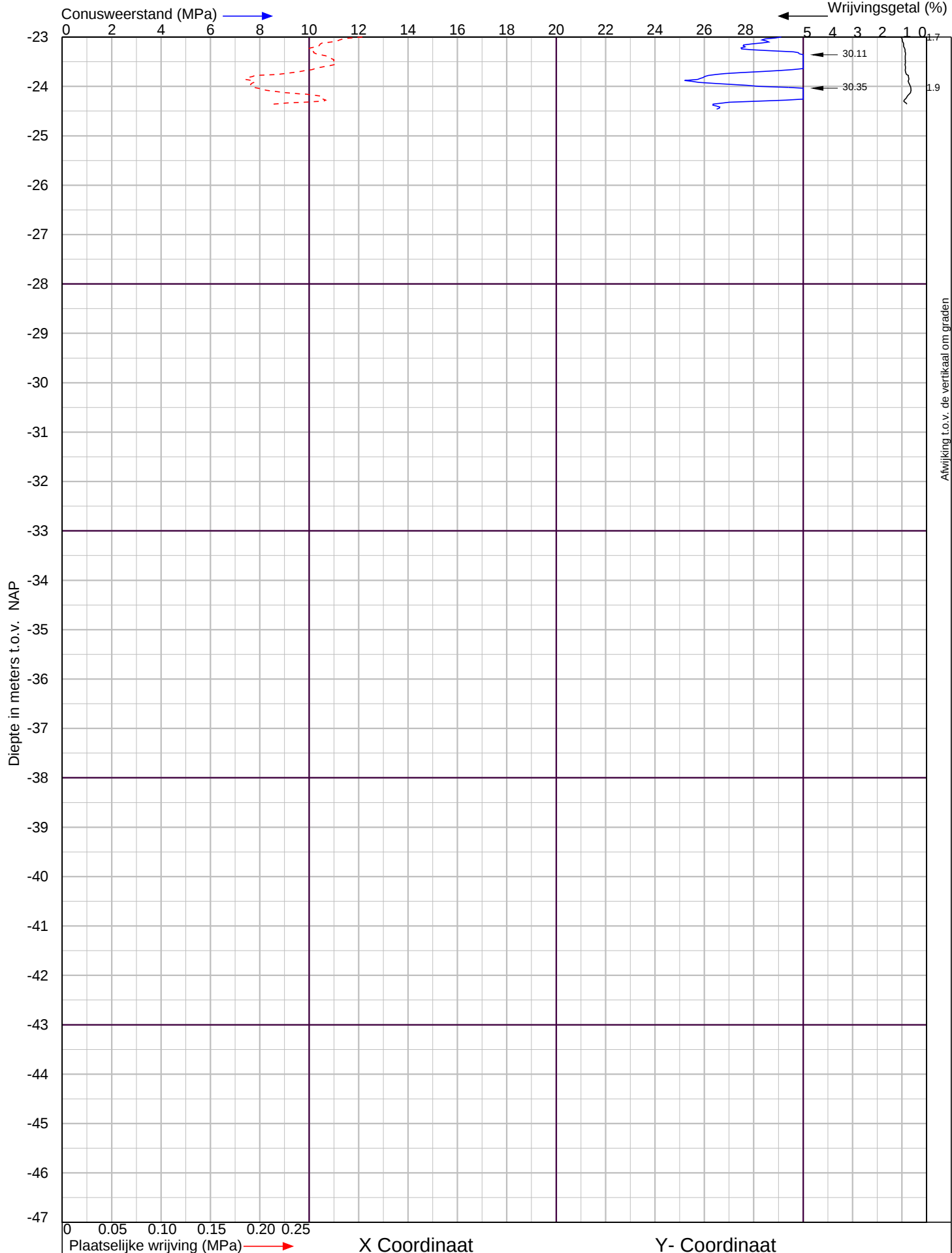
Sondeer nr. : **2**

Datum : 27-8-2018

Conusnr. : 180709

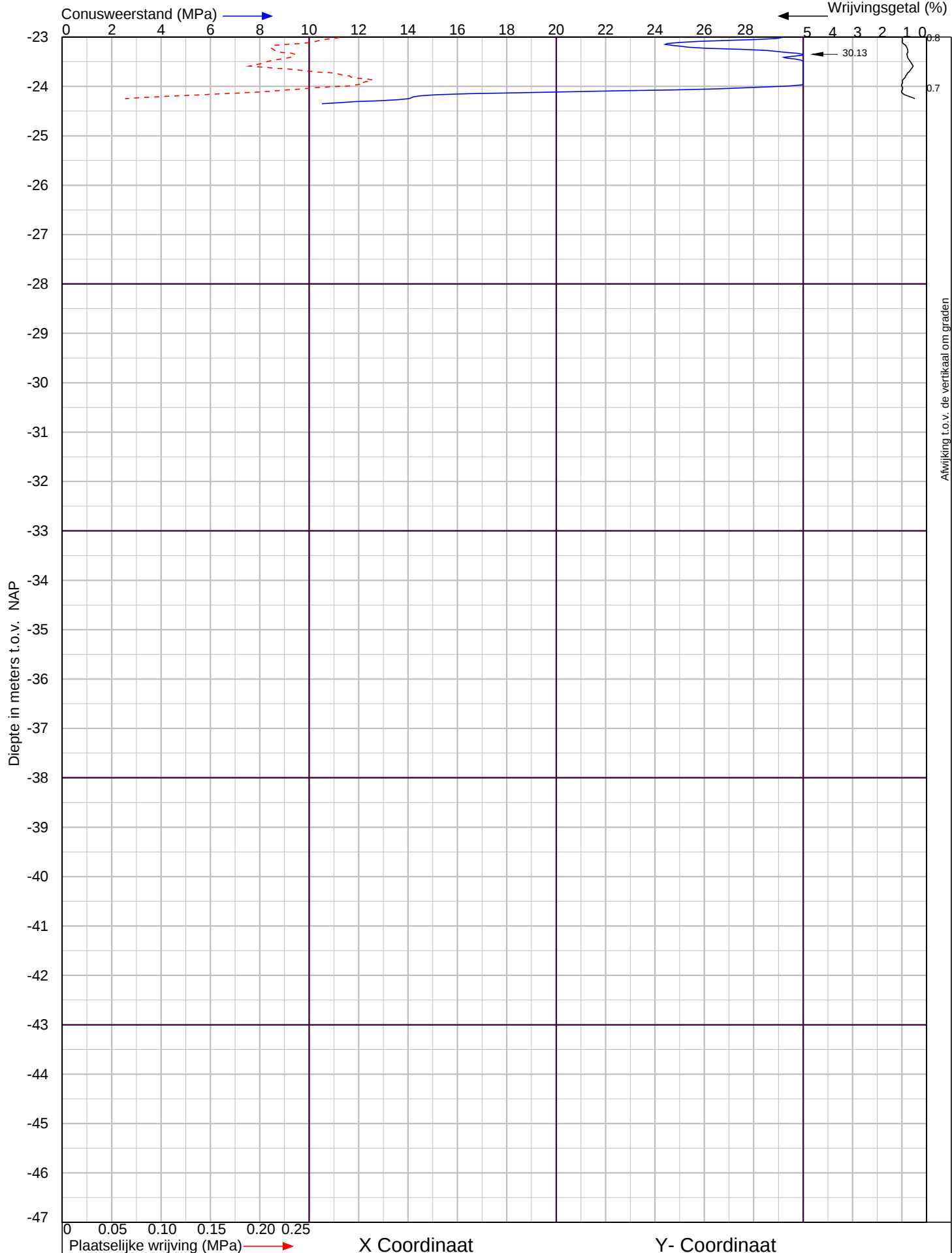
MV. is -0.06 m tov NAP





|                                                                              |                                                                                     |                                               |                       |
|------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------|
| Mauritskade 61 te Amsterdam                                                  |                                                                                     | Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1 Klasse 2 |                       |
| <b>LANKELMA</b><br>INGENIEURSBUREAU<br>VOOR GEO MILIEU EN FUNDERINGSTECHNIEK |  | Project nr. : <b>1703248</b>                  | Datum : 27-8-2018     |
|                                                                              |                                                                                     | Sondeer nr. : <b>3</b>                        | Conusnr. : 180709     |
|                                                                              |                                                                                     |                                               | MV. is 0.58 m tov NAP |





Mauritskade 61 te Amsterdam

Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1 Klasse 2



Lankelma Geotechniek Zuid BV  
Postbus 38 5688 ZG Oirschot  
tel. : 0499-578520  
info@lankelma-zuid.nl  
www.lankelma-zuid.nl

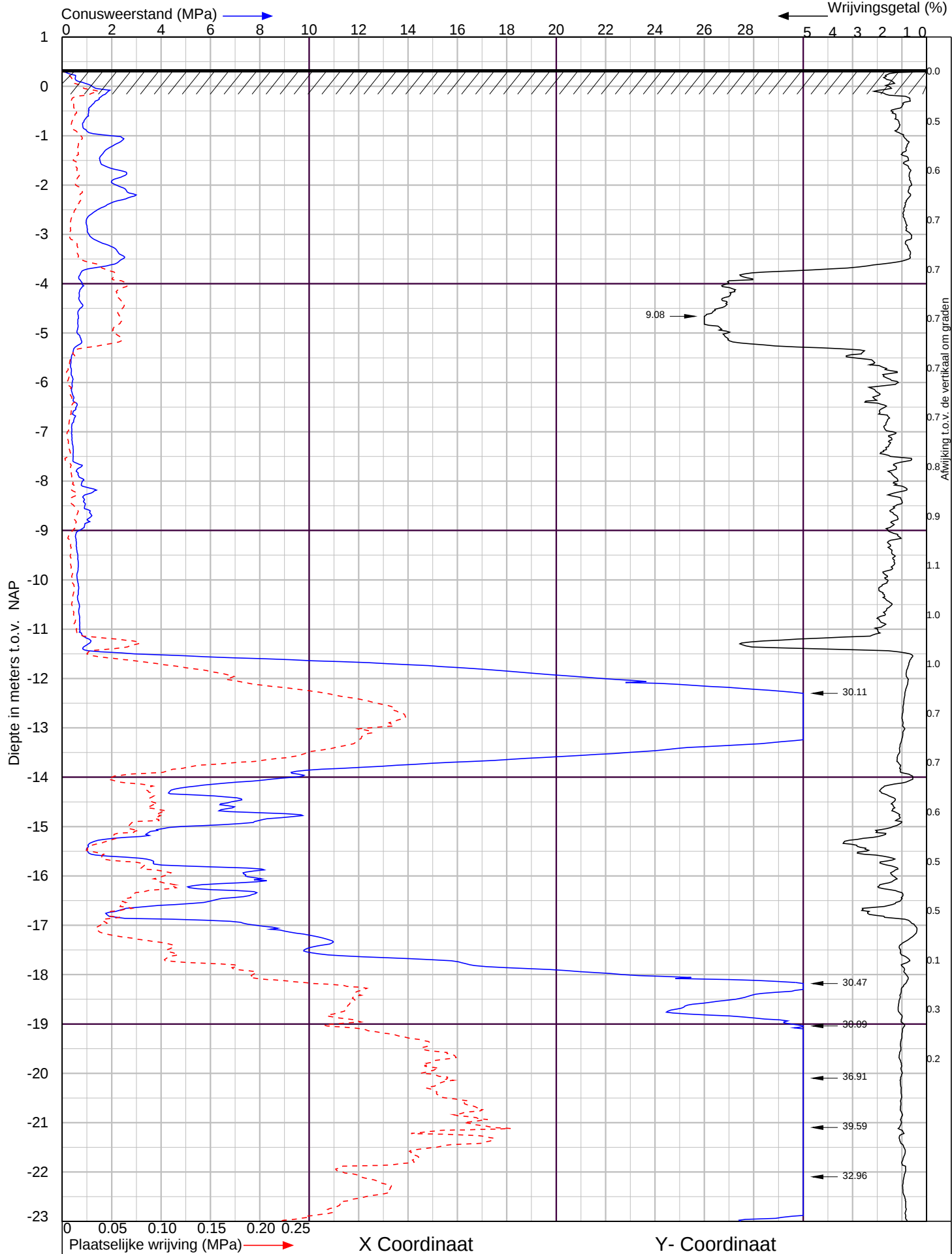
Project nr. : **1703248**

Sondeer nr. : **4**

Datum : 27-8-2018

Conusnr. : 180709

MV. is 0.69 m tov NAP



Mauritskade 61 te Amsterdam

Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1 Klasse 2



Lankelma Geotechniek Zuid BV  
Postbus 38 5688 ZG Oirschot  
tel. : 0499-578520  
info@lankelma-zuid.nl  
www.lankelma-zuid.nl

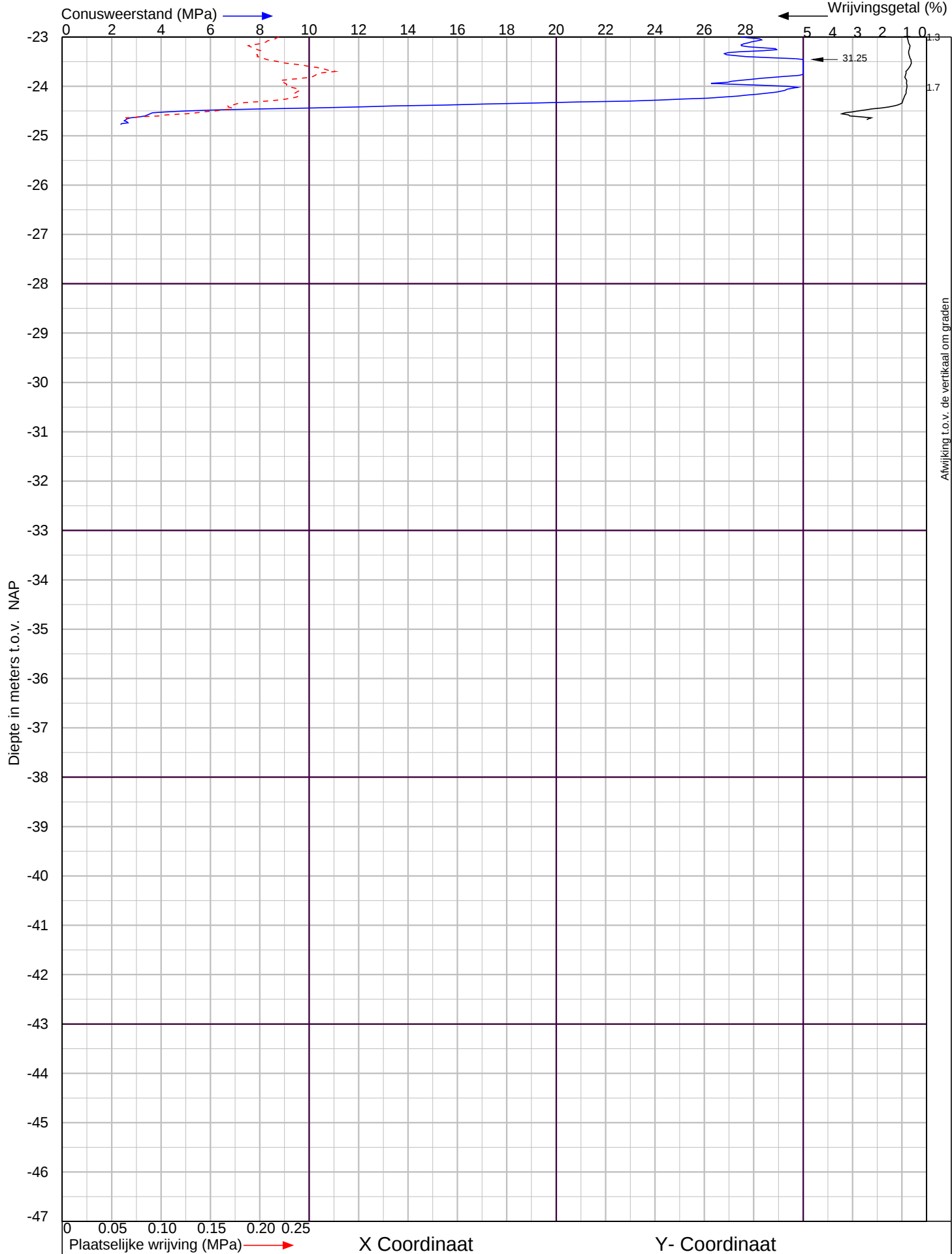
Project nr. : **1703248**

Sondeer nr. : **5**

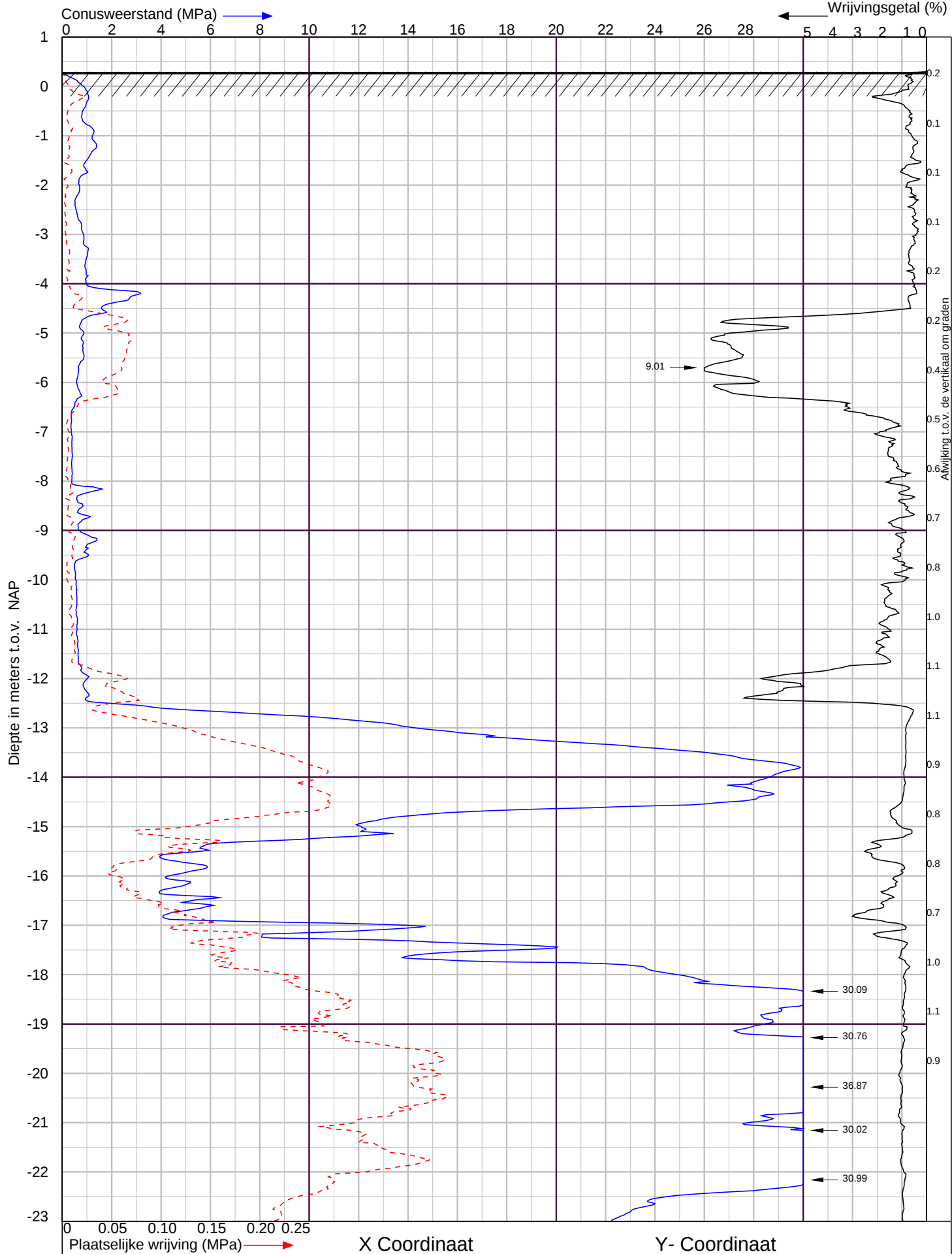
Datum : 27-8-2018

Conusnr. : 180709

MV. is 0.34 m tov NAP



|                                                                              |                                                                                     |                                               |                       |
|------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------|
| Mauritskade 61 te Amsterdam                                                  |                                                                                     | Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1 Klasse 2 |                       |
| <b>LANKELMA</b><br>INGENIEURSBUREAU<br>VOOR GEO MILIEU EN FUNDERINGSTECHNIEK |  | Project nr. : <b>1703248</b>                  | Datum : 27-8-2018     |
|                                                                              |                                                                                     | Sondeer nr. : <b>5</b>                        | Conusnr. : 180709     |
|                                                                              |                                                                                     |                                               | MV. is 0.34 m tov NAP |



Mauritskade 61 te Amsterdam

Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1 Klasse 2



Lankelma Geotechniek Zuid BV  
Postbus 38 5688 ZG Oirschot  
tel. : 0499-578520  
info@lankelma-zuid.nl  
www.lankelma-zuid.nl

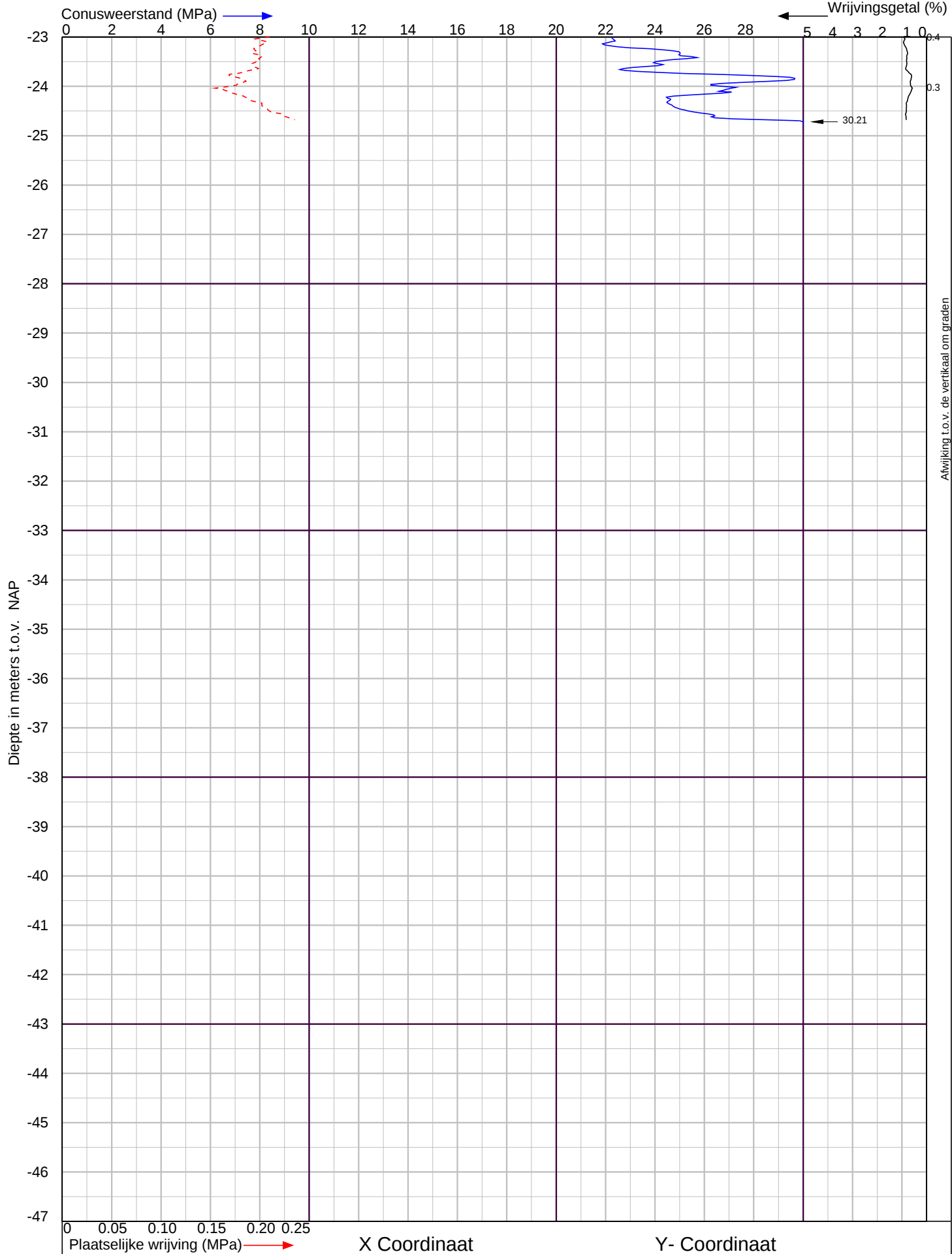
Project nr. : **1703248**

Sondeer nr. : **6**

Datum : 27-8-2018

Conusnr. : 180709

MV. is 0.3 m tov NAP



Mauritskade 61 te Amsterdam

Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1 Klasse 2



Lankelma Geotechniek Zuid BV  
Postbus 38 5688 ZG Oirschot  
tel. : 0499-578520  
info@lankelma-zuid.nl  
www.lankelma-zuid.nl

Project nr. : **1703248**

Sondeer nr. : **6**

Datum : 27-8-2018

Conusnr. : 180709

MV. is 0.3 m tov NAP

**Waterpasstaat**

(+ stopcriterium sonderingen)

Hoogten ingemeten met behulp van dGPS.

Datum uitvoering : 27 augustus 2018

| Meetpunt    | Hoogte [m t.o.v. NAP] | Opmerking / stopcriterium <sup>1</sup> |
|-------------|-----------------------|----------------------------------------|
| sondering 1 | 0,21 +                | V                                      |
| sondering 2 | 0,06 -                | V                                      |
| sondering 3 | 0,58 +                | V                                      |
| sondering 4 | 0,69 +                | V                                      |
| sondering 5 | 0,34 +                | V                                      |
| sondering 6 | 0,30 +                | V                                      |
| put         | 0,44 +                |                                        |

<sup>1)</sup> Hoogten in deze waterpasstaat zijn uitsluitend bedoeld om inzicht te verkrijgen in de maaiveldhoogten van de meetpunten. Zonder verificatie door de gebruiker mogen deze hoogten niet voor andere doeleinden worden gebruikt.

<sup>1</sup> Toelichting :

- V: streefdiepte bereikt
- D: streefdiepte overschreden i.v.m. minimaal benodigd geachte pakketdikte
- N1: beoogd sondeerpunt onbereikbaar voor sondeerunit i.v.m. (afmeting) doorgang
- N2: beoogd sondeerpunt onbereikbaar voor sondeerunit i.v.m. obstakels, begroeiing
- N3: beoogd sondeerpunt onbereikbaar voor sondeerunit i.v.m. berijdbaarheid terrein
- O1: totaalweerstand overschrijdt de maximaal toelaatbare druk sondeerequipement
- O2: uitbuiging sondeerstangen overschrijdt maximaal toelaatbare waarde
- O3: overschrijding toelaatbare puntdruk sondeerconus

Opdrachtgever: Maxim Winkelaar Architecten  
Sint Olofspoort 3  
1012 AJ Amsterdam  
Tel: 06 241 389 01  
Contactpersoon: Dhr. M. Winkelaar

Datum rapport: 11-12-2013

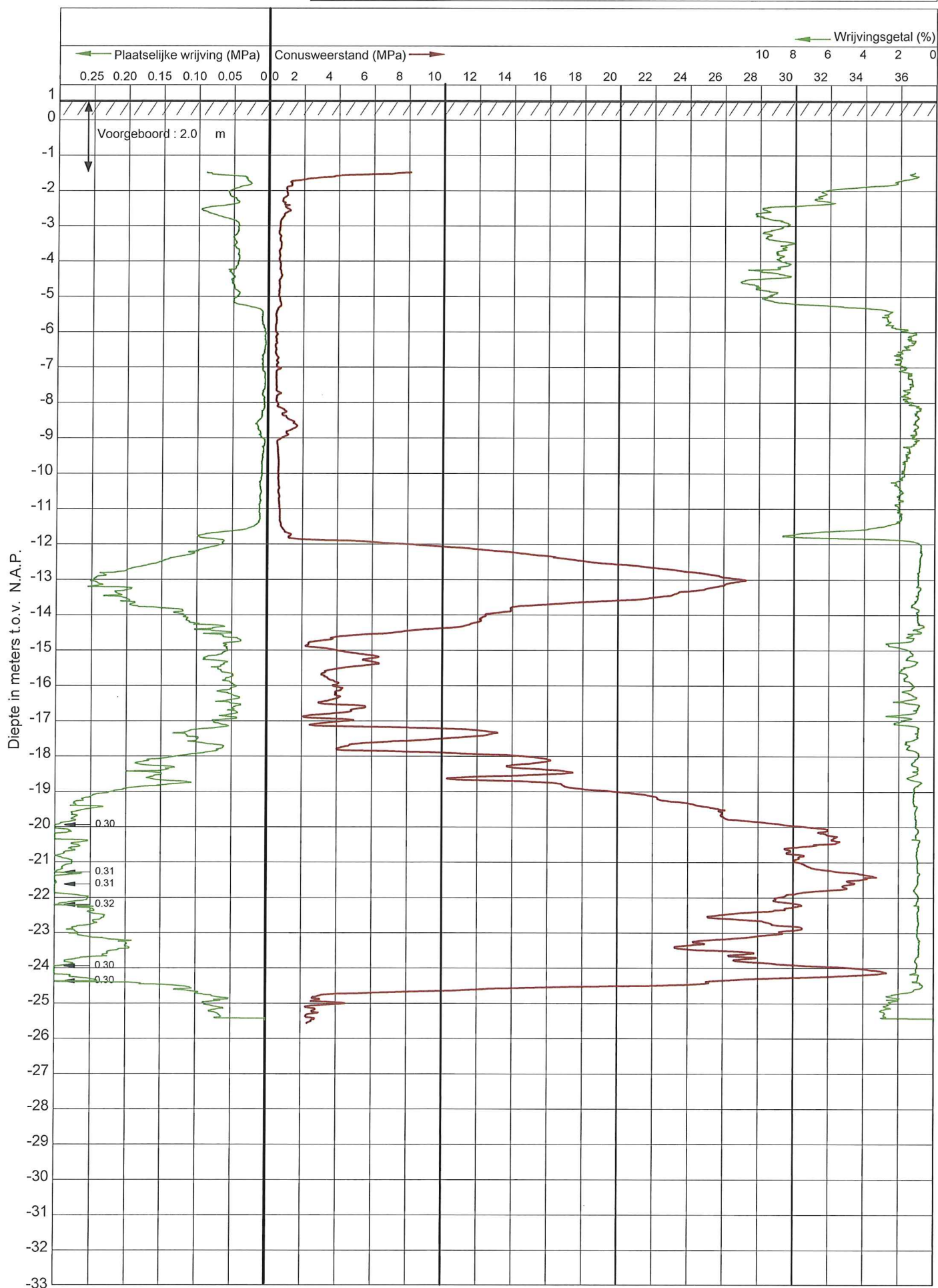
Projectnummer: 13.18069

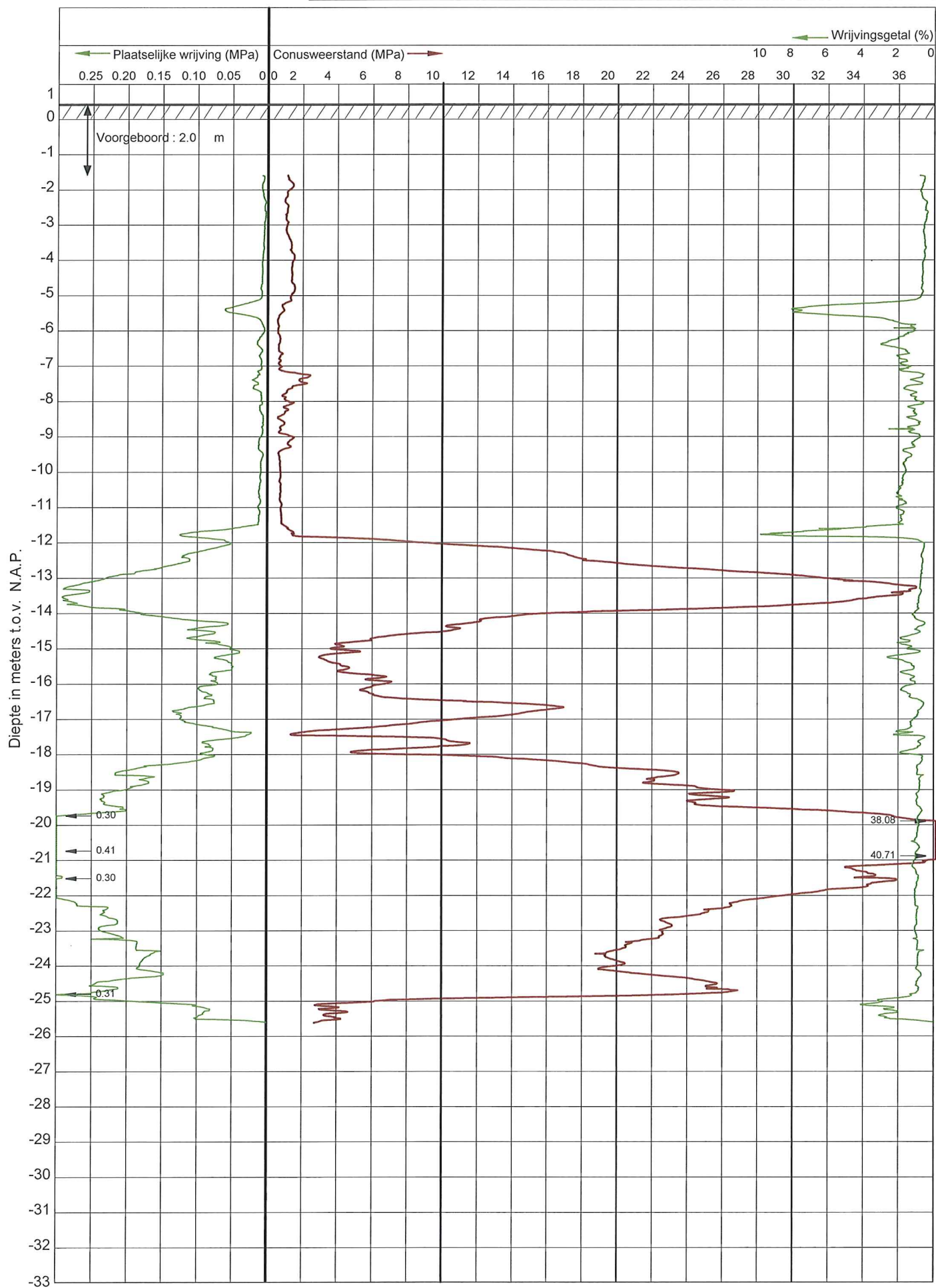
Bijzonderheden:

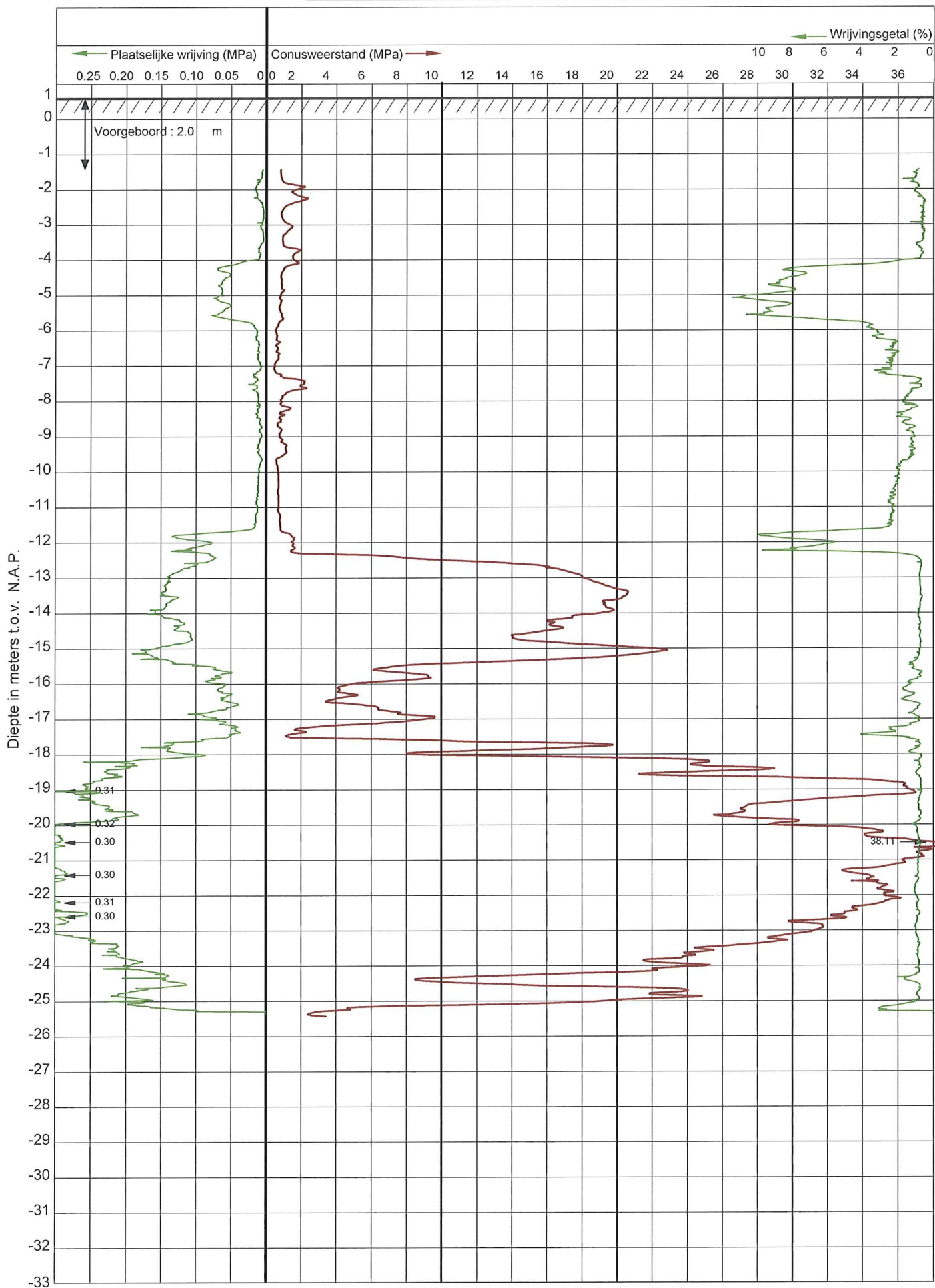
Bijlagen: 3 sonderingen  
3 handboring + legenda  
1 Situatieschets

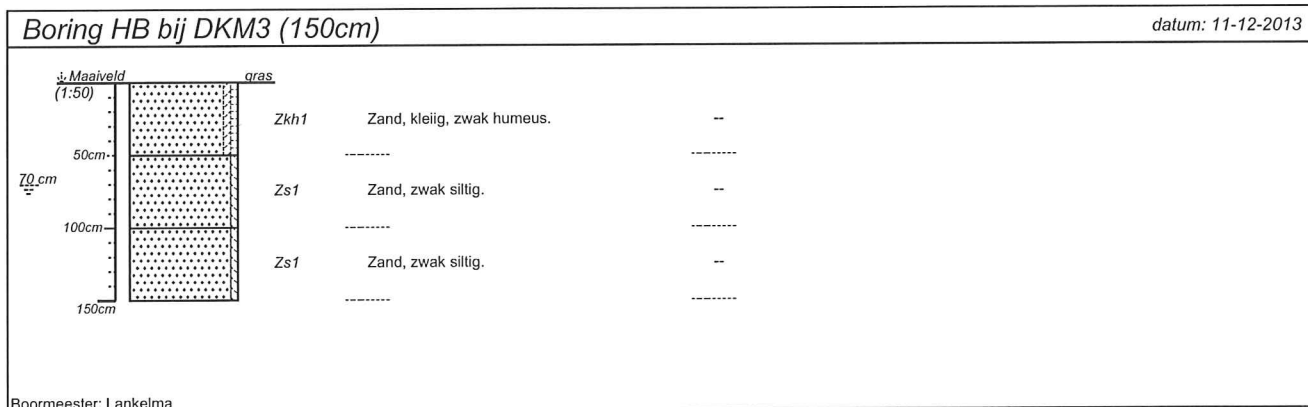
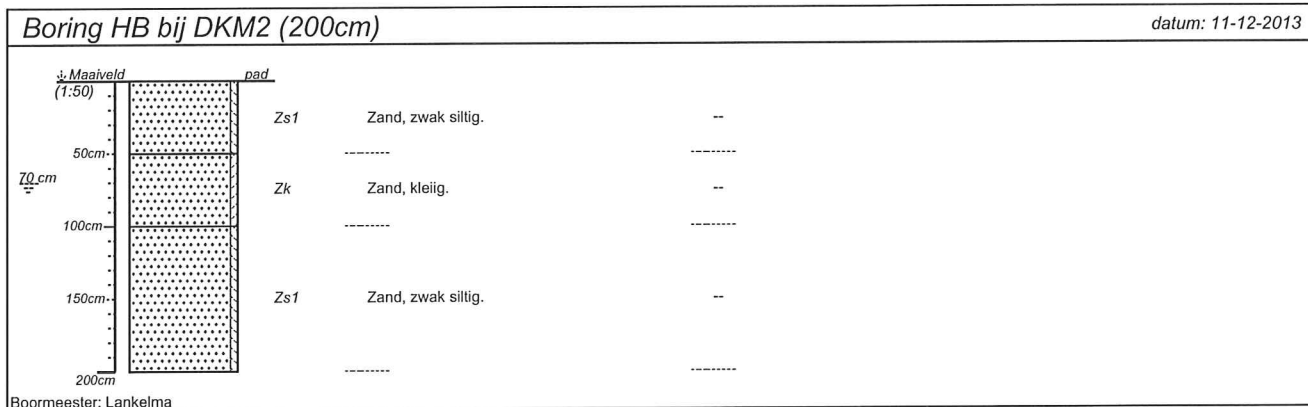
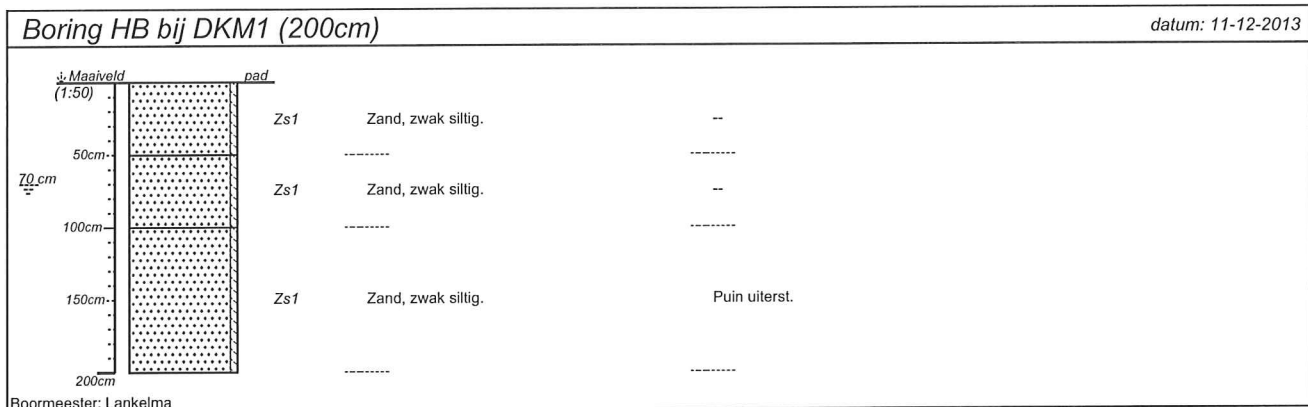
**Grondonderzoek aan de  
Mauritskade 61  
te Amsterdam**

| Versie | Datum      | Omschrijving       | Paraaf<br>projectleider                                                               |
|--------|------------|--------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 1      | 11-12-2013 | Eerste versie      |  |
| 2      | 11-12-2013 | Definitieve versie |                                                                                       |
|        |            |                    |                                                                                       |









|                                              |             |                                |  |
|----------------------------------------------|-------------|--------------------------------|--|
| projectnummer<br>13.18069                    | blad<br>1/1 | locatieadres<br>Mauritskade 61 |  |
| locatie<br>Mauritskade                       |             |                                |  |
| opdrachtgever<br>Maxim Winkelaar Architecten |             | postcode / plaats<br>Amsterdam |  |
| bureau<br>Lankelma                           |             | land<br>Nederland              |  |

Classificaties volgens de (Lutum+Silt)-Zand-Grind-driehoek

|                             |                       |
|-----------------------------|-----------------------|
| <b>Grind</b>                |                       |
|                             | Grind, siltig         |
|                             | Grind, zwak zandig    |
|                             | Grind, matig zandig   |
|                             | Grind, sterk zandig   |
|                             | Grind, uiterst zandig |
| <b>Grind als toevoeging</b> |                       |
|                             | zwak grindig          |
|                             | matig grindig         |
|                             | sterk grindig         |

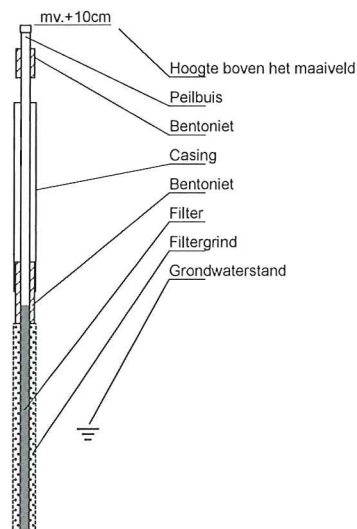
Classificaties volgens de OS-Lutum-(Silt+Zand)-driehoek

|                            |                    |
|----------------------------|--------------------|
| <b>Veen</b>                |                    |
|                            | Mineraalarm veen   |
|                            | Veen, zwak kleiig  |
|                            | Veen, sterk kleiig |
|                            | Veen, zwak zandig  |
|                            | Veen, sterk zandig |
| <b>Veen als toevoeging</b> |                    |
|                            | zwak humeus        |
|                            | matig humeus       |
|                            | sterk humeus       |

Laagaanduidingen

|  |                                    |
|--|------------------------------------|
|  | Laag zonder dikte (folie, geodoek) |
|  | Proefsleuf (PS)                    |
|  | Boorgat afgesloten                 |
|  | ww: 15 l                           |

Peilbuizen



Classificaties volgens de Lutum-Silt-Zand-driehoek

|             |                      |
|-------------|----------------------|
| <b>Klei</b> |                      |
|             | Klei, zwak siltig    |
|             | Klei, matig siltig   |
|             | Klei, sterk siltig   |
|             | Klei, uiterst siltig |
|             | Klei, zwak zandig    |
|             | Klei, matig zandig   |
|             | Klei, sterk zandig   |
| <b>Zand</b> |                      |
|             | Zand, kleiig         |
|             | Zand, zwak siltig    |
|             | Zand, matig siltig   |
|             | Zand, sterk siltig   |
|             | Zand, uiterst siltig |
| <b>Leem</b> |                      |
|             | Leem, zwak zandig    |
|             | Leem, sterk zandig   |

Bijzondere lagen

|  |            |
|--|------------|
|  | Grind      |
|  | Asfalt     |
|  | Granulaat  |
|  | Slakken    |
|  | Tegel      |
|  | Bestrating |
|  | Water      |
|  | Slib       |
|  | Anders     |

Monsters

|  |                      |
|--|----------------------|
|  | Geroerd grondmonster |
|  | Steekbus             |

Detectie

Olie/water-reactie  
 1 = zwak  
 2 = matig  
 3 = sterk  
 4 = uiterst

PID waarden  
 < 0,2 ppm  
 0,2 - 1,0 ppm  
 1,0 - 2,0 ppm  
 2,0 - 10 ppm  
 > 10 ppm



|                  |                            |            |
|------------------|----------------------------|------------|
| Sheet            | Verticaal evenwicht (v029) |            |
| Project          | Mauritskade 61             |            |
| Projectnummer    | 18402                      | Opmerking: |
| Fase / onderdeel | Locatie 1 Wadzandlaag      |            |
| Datum            | 9-10-2018                  |            |
| Opsteller        | hon                        |            |

CRUX

P:\181xx\18368 Hill Herbestemming Mauritskade 61 A\dam04 REK\Excel\QSH18402 Verticaal evenwicht v029.xlsb]Wadzandlaag (1)

## Invoergegevens

|                                 |              |           |                          |     |                   |
|---------------------------------|--------------|-----------|--------------------------|-----|-------------------|
| Ontgravingsniveau               | -4.90        | m tov NAP | Zandlaagje op bodem      |     | m                 |
| Waterpeil in ontgraving         | -6.50        | m tov NAP | yzand;rep (werkvloer)    |     | kN/m <sup>3</sup> |
| Stijghoogte in w.v.p.           | -5.25        | m tov NAP | Rekenen met taludinvloed | nee |                   |
| Evenwichtsniveau op onderkant   | Oude zeeklei |           | Breedte bodem            |     | m                 |
| Evenwichtsniveau                | -8.50        | m tov NAP | Taludhelling (v:h)       |     |                   |
| Part. mat.factor $\gamma_{m,g}$ | 1.1          | -         | Rekenen met wrijving     |     |                   |

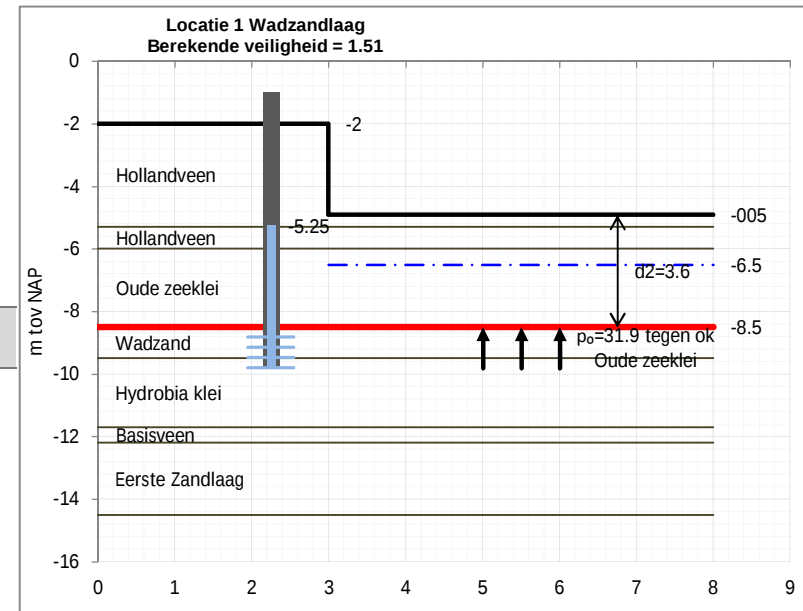
## Berekende veiligheid

Factor =  $48 / 31.88 = 1.51 \geq 1 \rightarrow$  Voldoet

## Berekening

| laag         | b.k.laag<br>m tov NAP | o.k.laag<br>m tov NAP | dikte<br>m | $\gamma_{rep}$<br>kN/m <sup>3</sup> | $\gamma_d$<br>kN/m <sup>3</sup> | gewicht<br>kN/m <sup>2</sup> | neerwaarts opwaarts            |        |
|--------------|-----------------------|-----------------------|------------|-------------------------------------|---------------------------------|------------------------------|--------------------------------|--------|
|              |                       |                       |            |                                     |                                 |                              | waterdruk<br>kN/m <sup>2</sup> |        |
| Hollandveen  | -4.90                 | -5.30                 | 0.40       | 10.50                               | 9.55                            | 3.82                         |                                |        |
| Hollandveen  | -5.30                 | -6.00                 | 0.70       | 10.50                               | 9.55                            | 6.68                         |                                |        |
| Oude zeeklei | -6.00                 | -6.50                 | 0.50       | 16.50                               | 15.00                           | 7.50                         |                                |        |
| Oude zeeklei | -6.50                 | -8.50                 | 2.00       | 16.50                               | 15.00                           | 30.00                        |                                |        |
|              |                       |                       |            |                                     |                                 |                              | d2 =                           | 3.60 m |
|              |                       |                       |            |                                     |                                 |                              |                                | 48.0   |
|              |                       |                       |            |                                     |                                 |                              |                                | 31.9   |

Stijghoogte waarbij SF=1 : -3.7 m tov NAP  
Benodigde verlaging: 0 m



## Sheet Verticaal evenwicht (v029)

Project Mauritskade 61  
 Projectnummer 18402 Opmerking:  
 Fase / onderdeel Locatie 1 en 2 Eerste Zandlaag  
 Datum 9-10-2018  
 Opsteller hon

CRUX

P:\181xx\18368 Hill Herbestemming Mauritskade 61 A\dam04 REK\Excel\QSH18402 Verticaal evenwicht v029.xlsb]Eerste Zandlaag (1)

## Invoergegevens

|                                 |           |           |                          |     |                   |
|---------------------------------|-----------|-----------|--------------------------|-----|-------------------|
| Ontgravingsniveau               | -4.90     | m tov NAP | Zandlaagje op bodem      |     | m                 |
| Waterpeil in ontgraving         | -6.50     | m tov NAP | yzand;rep (werkvloer)    |     | kN/m <sup>3</sup> |
| Stijghoogte in w.v.p.           | -1.70     | m tov NAP | Rekenen met taludinvloed | ja  |                   |
| Evenwichtsniveau op onderkant   | Basisveen |           | Breedte bodem            | 3.5 | m                 |
| Evenwichtsniveau                | -12.20    | m tov NAP | Taludhelling (v:h)       | 1:2 |                   |
| Part. mat.factor $\gamma_{m,g}$ | 1.1       | -         | Rekenen met wrijving     | nee |                   |

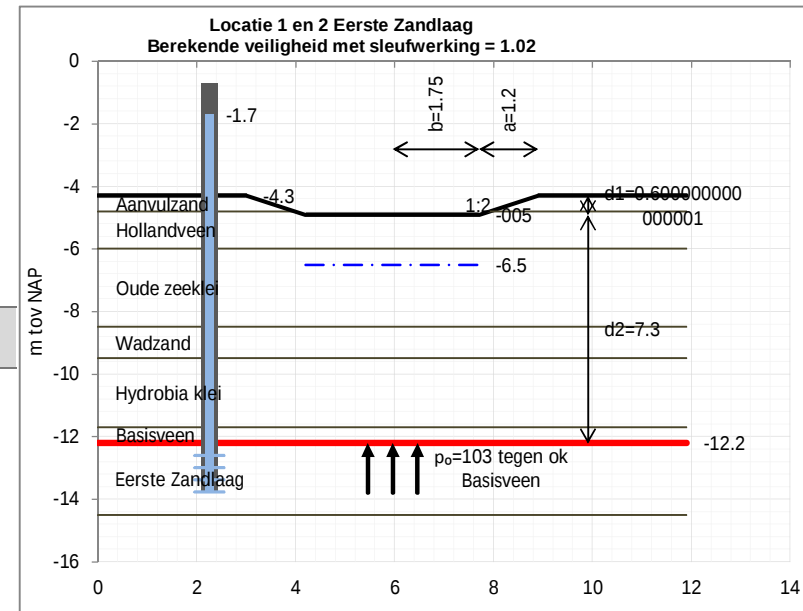
Stijghoogte waarbij SF=1 : -2.201 m tov NAP  
 Benodigde verlaging: 0.501 m

## Berekende veiligheid met sleufwerking

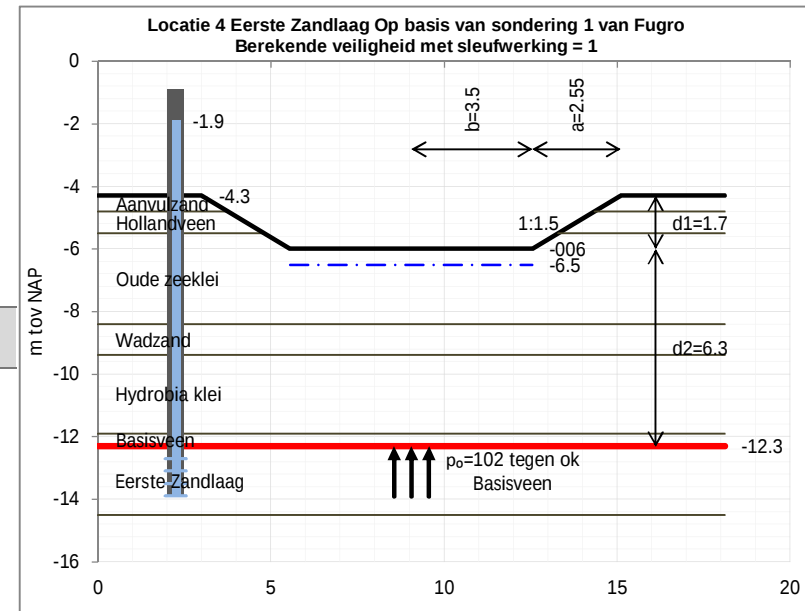
Factor =  $105.4 / 103.01 = 1.02 \geq 1 \rightarrow$  Voldoet

## Berekening

| laag          | b.k.laag<br>m tov NAP | o.k.laag<br>m tov NAP | dikte<br>m | $\gamma_{rep}$<br>kN/m <sup>3</sup> | $\gamma_d$<br>kN/m <sup>3</sup> | gewicht<br>kN/m <sup>2</sup> | waterdruk<br>kN/m <sup>2</sup> |
|---------------|-----------------------|-----------------------|------------|-------------------------------------|---------------------------------|------------------------------|--------------------------------|
| Hollandveen   | -4.90                 | -6.00                 | 1.10       | 10.50                               | 9.55                            | 10.50                        |                                |
| Oude zeeklei  | -6.00                 | -6.50                 | 0.50       | 16.50                               | 15.00                           | 7.50                         |                                |
| Oude zeeklei  | -6.50                 | -8.50                 | 2.00       | 16.50                               | 15.00                           | 30.00                        |                                |
| Wadzand       | -8.50                 | -9.50                 | 1.00       | 17.90                               | 16.27                           | 16.27                        |                                |
| Hydrobia klei | -9.50                 | -11.70                | 2.20       | 15.20                               | 13.82                           | 30.40                        |                                |
| Basisveen     | -11.70                | -12.20                | 0.50       | 11.70                               | 10.64                           | 5.32                         |                                |
| d2 = 7.30 m   |                       |                       |            |                                     |                                 |                              | 103.0                          |



Opmerking:  
Op basis van sondering 1 van Fugro  
Voor aanbrengen grondverbetering



|                  |                            |                                    |                                                                                     |
|------------------|----------------------------|------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Sheet            | Verticaal evenwicht (v029) |                                    |  |
| Project          | Mauritskade 61             |                                    |                                                                                     |
| Projectnummer    | 18402                      | Opmerking:                         |                                                                                     |
| Fase / onderdeel | Locatie 4 Eerste Zandlaag  | Op basis van sondering 1 van Fugro |                                                                                     |
| Datum            | 9-10-2018                  | Na aanbrengen grondverbetering     |                                                                                     |
| Opsteller        | hon                        |                                    |                                                                                     |

P:\181xx\18368 Hill Herbesteding Mauritskade 61 A\dam\04 REK\Excel\QSH18402 Verticaal evenwicht v029.xlsb]Eerste Zandlaag (3.1)

### Invoergegevens

|                                 |           |           |                          |       |                   |
|---------------------------------|-----------|-----------|--------------------------|-------|-------------------|
| Ontgravingsniveau               | -6.00     | m tov NAP | Zandlaagje op bodem      | 0.3   | m                 |
| Waterpeil in ontgraving         | -6.50     | m tov NAP | yzand;rep (werkvloer)    | 20    | kN/m <sup>3</sup> |
| Stijghoogte in w.v.p.           | -1.70     | m tov NAP | Rekenen met taludinvloed | ja    |                   |
| Evenwichtsniveau op onderkant   | Basisveen |           | Breedte bodem            | 7     | m                 |
| Evenwichtsniveau                | -12.30    | m tov NAP | Taludhelling (v:h)       | 1:1.5 |                   |
| Part. mat.factor $\gamma_{m,g}$ | 1.05      | -         | Rekenen met wrijving     | nee   |                   |

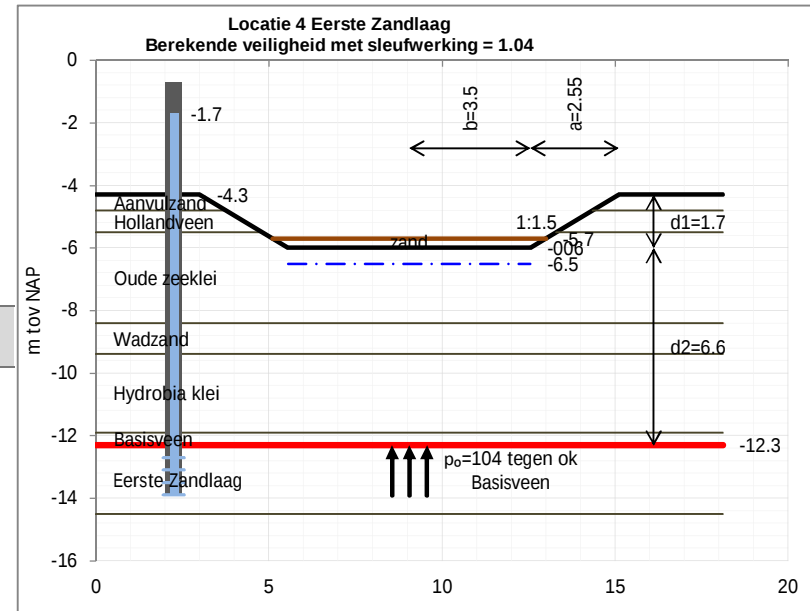
### Berekende veiligheid met sleufwerking

Factor =  $107.7 / 103.99 = 1.04 \geq 1 \rightarrow$  Voldoet

### Berekening

| laag                | b.k.laag<br>m tov NAP | o.k.laag<br>m tov NAP | dikte<br>m | $\gamma_{rep}$<br>kN/m <sup>3</sup> | $\gamma_d$<br>kN/m <sup>3</sup> | gewicht<br>kN/m <sup>2</sup> | waterdruk<br>kN/m <sup>2</sup> |
|---------------------|-----------------------|-----------------------|------------|-------------------------------------|---------------------------------|------------------------------|--------------------------------|
| Zandlaagje op bodem | -5.70                 | -6.00                 | 0.30       | 20.00                               | 19.05                           | 5.71                         |                                |
| Oude zeeklei        | -6.00                 | -6.50                 | 0.50       | 16.50                               | 15.71                           | 7.86                         |                                |
| Oude zeeklei        | -6.50                 | -8.40                 | 1.90       | 16.50                               | 15.71                           | 29.86                        |                                |
| Wadzand             | -8.40                 | -9.40                 | 1.00       | 17.90                               | 17.05                           | 17.05                        |                                |
| Hydrobia klei       | -9.40                 | -11.90                | 2.50       | 15.20                               | 14.48                           | 36.19                        |                                |
| Basisveen           | -11.90                | -12.30                | 0.40       | 11.70                               | 11.14                           | 4.46                         |                                |
| d2 = 6.60 m         |                       |                       |            |                                     |                                 |                              | 104.0                          |

Stijghoogte waarbij SF=1 : -2.188 m tov NAP  
Benodigde verlaging: 0.488 m



|                  |                            |                                    |                                                                                     |
|------------------|----------------------------|------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Sheet            | Verticaal evenwicht (v029) |                                    |  |
| Project          | Mauritskade 61             |                                    |                                                                                     |
| Projectnummer    | 18402                      | Opmerking:                         |                                                                                     |
| Fase / onderdeel | Locatie 4 Wadzandlaag      | Op basis van sondering 1 van Fugro |                                                                                     |
| Datum            | 9-10-2018                  |                                    |                                                                                     |
| Opsteller        | hon                        |                                    |                                                                                     |

P:\181xx\18368 Hill Herbestemming Mauritskade 61 A\dam\04 REK\Excel\QSH18402 Verticaal evenwicht v029.xlsb]Wadzandlaag (3)

### Invoergegevens

|                                 |              |           |                          |     |                   |
|---------------------------------|--------------|-----------|--------------------------|-----|-------------------|
| Ontgravingsniveau               | -6.00        | m tov NAP | Zandlaagje op bodem      |     | m                 |
| Waterpeil in ontgraving         | -6.50        | m tov NAP | yzand;rep (werkvloer)    |     | kN/m <sup>3</sup> |
| Stijghoogte in w.v.p.           | -5.25        | m tov NAP | Rekenen met taludinvloed | ja  |                   |
| Evenwichtsniveau op onderkant   | Oude zeeklei |           | Breedte bodem            | 7   | m                 |
| Evenwichtsniveau                | -8.40        | m tov NAP | Taludhelling (v:h)       | 1:2 |                   |
| Part. mat.factor $\gamma_{m,g}$ | 1.1          | -         | Rekenen met wrijving     | nee |                   |

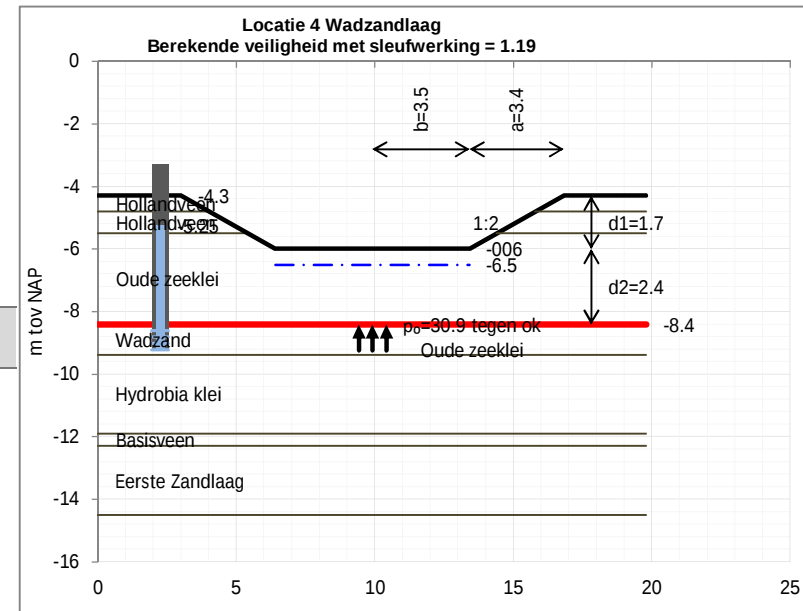
### Berekende veiligheid met sleufwerking

Factor =  $36.7 / 30.9 = 1.19 \geq 1 \rightarrow$  Voldoet

### Berekening

| laag         | b.k.laag<br>m tov NAP | o.k.laag<br>m tov NAP | dikte<br>m | $\gamma_{rep}$<br>kN/m <sup>3</sup> | $\gamma_d$<br>kN/m <sup>3</sup> | gewicht<br>kN/m <sup>2</sup> | waterdruk<br>kN/m <sup>2</sup> |
|--------------|-----------------------|-----------------------|------------|-------------------------------------|---------------------------------|------------------------------|--------------------------------|
| Oude zeeklei | -6.00                 | -6.50                 | 0.50       | 16.50                               | 15.00                           | 7.50                         |                                |
| Oude zeeklei | -6.50                 | -8.40                 | 1.90       | 16.50                               | 15.00                           | 28.50                        |                                |
| d2 = 2.40 m  |                       |                       |            |                                     |                                 |                              | 30.9                           |

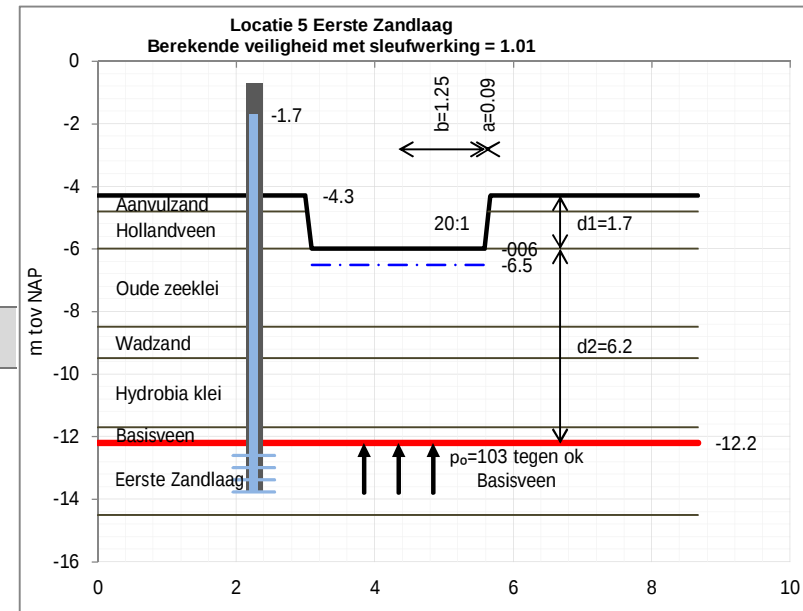
Stijghoogte waarbij SF=1 : -4.8 m tov NAP  
Benodigde verlaging: 0 m



P:\181xx\18368 Hill Herbestemming Mauritskade 61 A'dam\04 REK\Excel\[QSH18402 Verticaal evenwicht v029.xlsb]Eerste Zandlaag (4)

|                            |                  |
|----------------------------|------------------|
| Stijghoogte waarbij SF=1 : | -3.251 m tov NAP |
| Benodigde verlaging:       | 1.551 m          |

| Berekening    |                       |                       |            | neerwaarts                     |                            | opwaarts                     |                                |
|---------------|-----------------------|-----------------------|------------|--------------------------------|----------------------------|------------------------------|--------------------------------|
| laag          | b.k.laag<br>m tov NAP | o.k.laag<br>m tov NAP | dikte<br>m | $Y_{rep}$<br>kN/m <sup>3</sup> | $Y_d$<br>kN/m <sup>3</sup> | gewicht<br>kN/m <sup>2</sup> | waterdruk<br>kN/m <sup>2</sup> |
| Oude zeeklei  | -6.00                 | -6.50                 | 0.50       | 16.50                          | 15.00                      | 7.50                         |                                |
| Oude zeeklei  | -6.50                 | -8.50                 | 2.00       | 16.50                          | 15.00                      | 30.00                        |                                |
| Wadzand       | -8.50                 | -9.50                 | 1.00       | 17.90                          | 16.27                      | 16.27                        |                                |
| Hydrobia klei | -9.50                 | -11.70                | 2.20       | 15.20                          | 13.82                      | 30.40                        |                                |
| Basisveen     | -11.70                | -12.20                | 0.50       | 11.70                          | 10.64                      | 5.32                         |                                |
| d2 =          |                       |                       | 6.20       | m                              | 89.5                       |                              | 103.0                          |



|                  |                            |            |
|------------------|----------------------------|------------|
| Sheet            | Verticaal evenwicht (v029) |            |
| Project          | Mauritskade 61             |            |
| Projectnummer    | 18402                      | Opmerking: |
| Fase / onderdeel | Locatie 5 Wadzandlaag      |            |
| Datum            | 9-10-2018                  |            |
| Opsteller        | hon                        |            |

CRUX

P:\181xx\18368 Hill Herbestemming Mauritskade 61 A\dam04 REK\Excel\QSH18402 Verticaal evenwicht v029.xlsb]Wadzandlaag (4)

## Invoergegevens

|                                 |              |           |                          |     |                   |
|---------------------------------|--------------|-----------|--------------------------|-----|-------------------|
| Ontgravingsniveau               | -6.00        | m tov NAP | Zandlaagje op bodem      |     | m                 |
| Waterpeil in ontgraving         | -6.50        | m tov NAP | yzand;rep (werkvloer)    |     | kN/m <sup>3</sup> |
| Stijghoogte in w.v.p.           | -5.25        | m tov NAP | Rekenen met taludinvloed | nee |                   |
| Evenwichtsniveau op onderkant   | Oude zeeklei |           | Breedte bodem            |     | m                 |
| Evenwichtsniveau                | -8.50        | m tov NAP | Taludhelling (v:h)       |     |                   |
| Part. mat.factor $\gamma_{m,g}$ | 1.1          | -         | Rekenen met wrijving     |     |                   |

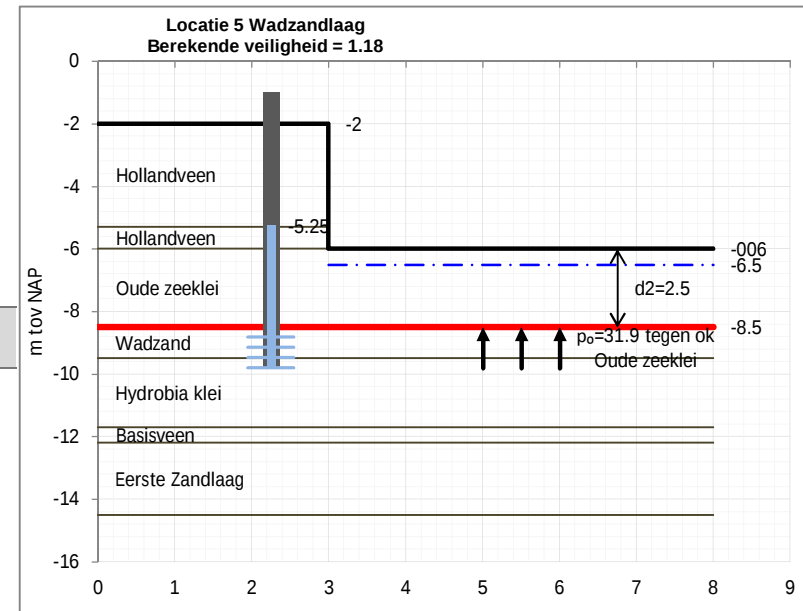
## Berekende veiligheid

Factor =  $37.5 / 31.88 = 1.18 \geq 1 \rightarrow$  Voldoet

## Berekening

| laag         | b.k.laag<br>m tov NAP | o.k.laag<br>m tov NAP | dikte<br>m | $\gamma_{rep}$<br>kN/m <sup>3</sup> | $\gamma_d$<br>kN/m <sup>3</sup> | gewicht<br>kN/m <sup>2</sup> | waterdruk<br>kN/m <sup>2</sup> |
|--------------|-----------------------|-----------------------|------------|-------------------------------------|---------------------------------|------------------------------|--------------------------------|
| Oude zeeklei | -6.00                 | -6.50                 | 0.50       | 16.50                               | 15.00                           | 7.50                         |                                |
| Oude zeeklei | -6.50                 | -8.50                 | 2.00       | 16.50                               | 15.00                           | 30.00                        |                                |
| d2 = 2.50 m  |                       |                       |            |                                     |                                 |                              | 37.5                           |
|              |                       |                       |            |                                     |                                 |                              | 31.9                           |

Stijghoogte waarbij SF=1 : -4.75 m tov NAP  
Benodigde verlaging: 0 m





Report for D-Sheet Piling 18.2

Design of Diaphragm and Sheet Pile Walls

Developed by Deltares

Company:CRUX Engineering B.V.

Date of report:11-10-2018

Time of report:13:22:32

Report with version:18.2.1.20477

Date of calculation:10/10/2018

Time of calculation:11:51:56 AM

Calculated with version:18.2.1.20477

File name:P:\..\04 REK\GEO\D - sheet\baa\D-SH001 drsn 1

Verification according to National Annex of Eurocode 7 in the Netherlands (NEN 9997-1:2016)

Doorsnede 1

1 Table of Contents

|                                                  |    |
|--------------------------------------------------|----|
| 1 Table of Contents                              | 2  |
| 2 Summary                                        | 3  |
| 2.1 Overview per Stage and Test                  | 3  |
| 2.2 Anchors and Struts                           | 3  |
| 2.3 Overall Stability per Stage                  | 4  |
| 2.4 Warnings                                     | 4  |
| 2.5 CUR Verification Steps                       | 4  |
| 3 Input Data for all Stages                      | 5  |
| 3.1 General Input Data                           | 5  |
| 3.2 Sheet Piling Properties                      | 5  |
| 3.2.1 General properties                         | 5  |
| 3.2.2 Stiffness EI (elastic behaviour)           | 5  |
| 3.2.3 Maximum allowable moments                  | 5  |
| 3.2.4 Properties for vertical balance            | 5  |
| 3.3 Calculation Options                          | 5  |
| 4 Outline Stage 1: Initieel                      | 9  |
| 5 Overall Stability Stage 1: Initieel            | 10 |
| 5.1 Overall Stability                            | 10 |
| 6 Outline Stage 2: Ontgraven voor 1e stempelraam | 11 |
| 7 Outline Stage 3: Max ontgraven                 | 12 |
| 8 Outline Stage 4: Aanbrengen keldervloer        | 13 |

## 2 Summary

### 2.1 Overview per Stage and Test

| Stage nr. | Verification            | Displacement [mm] | Moment [kNm]  | Shear force [kN] | Mob. perc. moment [%] | Mob. perc. resistance [%] | Vertical balance |
|-----------|-------------------------|-------------------|---------------|------------------|-----------------------|---------------------------|------------------|
| 1         | EC7(NL)-Step 6.1        |                   | -0,47         | 0,56             | 0,0                   | 15,8                      | Upwards          |
| 1         | EC7(NL)-Step 6.2        |                   | -0,29         | 0,47             | 0,0                   | 15,8                      | Upwards          |
| 1         | EC7(NL)-Step 6.3        |                   | 1,13          | -1,30            | 0,0                   | 15,9                      | Upwards          |
| 1         | EC7(NL)-Step 6.4        |                   | -0,64         | -1,09            | 0,0                   | 15,9                      | Upwards          |
| 1         | EC7(NL)-Step 6.5        | 0,0               | 0,00          | 0,00             | 0,0                   | 12,2                      | Sufficient       |
| 1         | EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20 |                   | 0,00          | 0,00             |                       |                           |                  |
| 2         | EC7(NL)-Step 6.1        |                   | 12,68         | 14,87            | 0,0                   | 19,5                      | Upwards          |
| 2         | EC7(NL)-Step 6.2        |                   | -8,60         | 13,28            | 0,0                   | 19,5                      | Upwards          |
| 2         | EC7(NL)-Step 6.3        |                   | 14,40         | 15,54            | 0,0                   | 19,8                      | Upwards          |
| 2         | EC7(NL)-Step 6.4        |                   | 9,15          | 13,75            | 0,0                   | 19,8                      | Upwards          |
| 2         | EC7(NL)-Step 6.5        | 1,5               | 12,88         | 13,02            | 0,0                   | 15,1                      | Upwards          |
| 2         | EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20 |                   | 15,45         | 15,62            |                       |                           |                  |
| 3         | EC7(NL)-Step 6.1        |                   | <b>657,57</b> | <b>186,98</b>    | 93,5                  | 95,1                      | Upwards          |
| 3         | EC7(NL)-Step 6.2        |                   | 651,72        | 185,88           | <b>94,1</b>           | <b>95,7</b>               | Upwards          |
| 3         | EC7(NL)-Step 6.3        |                   | 562,06        | 168,43           | 80,4                  | 84,2                      | Upwards          |
| 3         | EC7(NL)-Step 6.4        |                   | 511,12        | 158,11           | 85,1                  | 89,1                      | Upwards          |
| 3         | EC7(NL)-Step 6.5        | 32,6              | 311,37        | 111,59           | 52,0                  | 57,8                      | Upwards          |
| 3         | EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20 |                   | 373,64        | 133,91           |                       |                           |                  |
| 4         | EC7(NL)-Step 6.1        |                   | -101,13       | 144,04           | 46,9                  | 54,1                      | Upwards          |
| 4         | EC7(NL)-Step 6.2        |                   | 129,35        | 176,82           | 47,0                  | 54,1                      | Upwards          |
| 4         | EC7(NL)-Step 6.3        |                   | -101,13       | 145,14           | 43,3                  | 49,7                      | Upwards          |
| 4         | EC7(NL)-Step 6.4        |                   | 132,93        | 177,01           | 43,6                  | 49,8                      | Upwards          |
| 4         | EC7(NL)-Step 6.5        | <b>35,0</b>       | 98,47         | 147,26           | 34,4                  | 39,5                      | Upwards          |
| 4         | EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20 |                   | 118,17        | 176,72           |                       |                           |                  |
| Max       |                         | <b>35,0</b>       | <b>657,57</b> | <b>186,98</b>    | <b>94,1</b>           | <b>95,7</b>               | Sufficient       |

### 2.2 Anchors and Struts

| Stage nr. | Verification type       | Anchor/strut Stempel 1 Ø1016x9,5 h=600 |         | Anchor/strut keldervloer 280mm |         |
|-----------|-------------------------|----------------------------------------|---------|--------------------------------|---------|
|           |                         | Force [kN]                             | State   | Force [kN]                     | State   |
| 3         | EC7(NL)-Step 6.1        | <b>187,00</b>                          | Elastic | -                              |         |
| 3         | EC7(NL)-Step 6.2        | 185,89                                 | Elastic | -                              |         |
| 3         | EC7(NL)-Step 6.3        | 168,44                                 | Elastic | -                              |         |
| 3         | EC7(NL)-Step 6.4        | 158,12                                 | Elastic | -                              |         |
| 3         | EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20 | 133,91                                 | Elastic | -                              |         |
| 4         | EC7(NL)-Step 6.1        | -                                      |         | 228,59                         | Elastic |
| 4         | EC7(NL)-Step 6.2        | -                                      |         | 261,37                         | Elastic |
| 4         | EC7(NL)-Step 6.3        | -                                      |         | 229,69                         | Elastic |
| 4         | EC7(NL)-Step 6.4        | -                                      |         | 261,56                         | Elastic |
| 4         | EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20 | -                                      |         | <b>273,04</b>                  | Elastic |
| Max       |                         | <b>187,00</b>                          |         | <b>273,04</b>                  |         |

Due to multiplication of the representative value a force bigger than yield or buckling force may be present.

### 2.3 Overall Stability per Stage

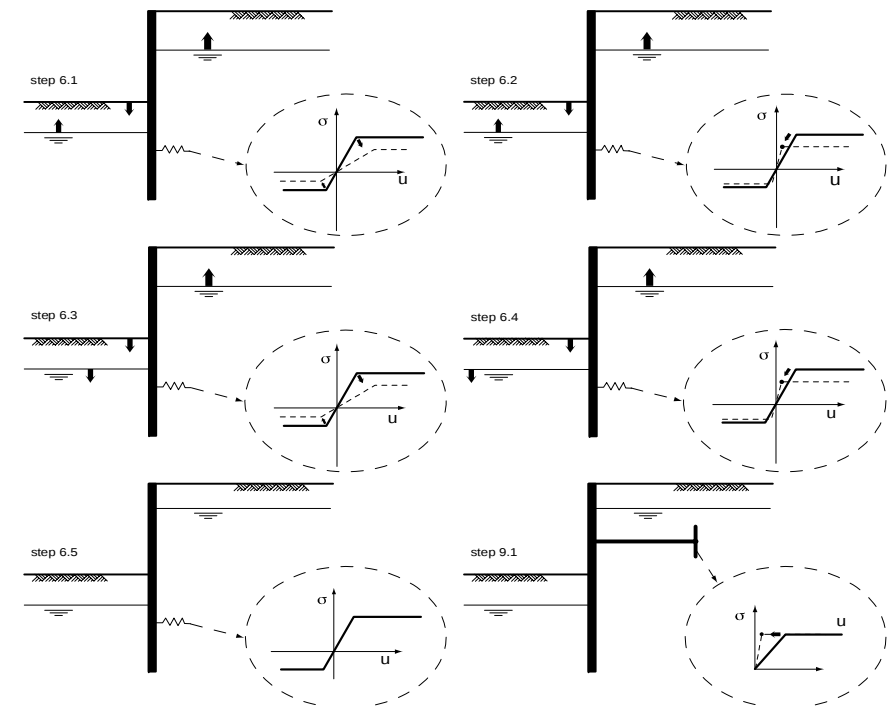
| Stage name                    | Stability factor [-] |
|-------------------------------|----------------------|
| Initieel                      | 10000,00             |
| Ontgraven voor 1e stempelraam | 12,17                |
| Max ontgraven                 | 1,45                 |
| Aanbrengen keldervloer        | 1,89                 |

### 2.4 Warnings

\* Vertical balance: The resultant vertical friction force is directed upward in stage 1, 1, 1, 1, 2, 2, 2, 2, 3, 3, 3, 3, 3, 4, 4, 4, 4 & 4

because the friction force on the passive side exceeds that on the active side.  
This might be prevented by reducing the friction angle Delta on the passive side.

### 2.5 CUR Verification Steps



### 3 Input Data for all Stages

#### 3.1 General Input Data

Verification according to National Annex of Eurocode 7 in the Netherlands (NEN 9997-1:2016)

|                                             |                         |
|---------------------------------------------|-------------------------|
| Model                                       | Sheet piling            |
| Check vertical balance                      | Yes                     |
| Number of construction stages               | 4                       |
| Unit weight of water                        | 10,00 kN/m <sup>3</sup> |
| Number of curves for spring characteristics | 3                       |
| Unloading curve on spring characteristic    | No                      |
| Elastic calculation                         | Yes                     |

#### 3.2 Sheet Piling Properties

|                     |          |
|---------------------|----------|
| Length              | 16,60 m  |
| Level top side      | 0,60 m   |
| Number of sections  | 1        |
| q <sub>b</sub> ;max | 0,50 MPa |
| Xi factor           | 1,39     |

##### 3.2.1 General properties

| Section name      | From<br>[m] | To<br>[m] | Material type | Acting width<br>[m] |
|-------------------|-------------|-----------|---------------|---------------------|
| AZ 28-700N (S2... | -16,00      | 0,60      | Steel         | 1,00                |

##### 3.2.2 Stiffness EI (elastic behaviour)

| Section name      | Elastic stiffness EI<br>[kNm <sup>2</sup> /m] | Red. factor on EI<br>[-] | Corrected elas. stiffness EI<br>[kNm <sup>2</sup> ] | Note to reduction factor |
|-------------------|-----------------------------------------------|--------------------------|-----------------------------------------------------|--------------------------|
| AZ 28-700N (S2... | 1,3377E+05                                    | 1,00                     | 1,3377E+05                                          |                          |

##### 3.2.3 Maximum allowable moments

| Section name      | Mr;char;el<br>[kNm/m] | Modification factor<br>[-] | Material factor<br>[-] | Red. factor allow. moment<br>[-] | Mr;d;el<br>[kNm] |
|-------------------|-----------------------|----------------------------|------------------------|----------------------------------|------------------|
| AZ 28-700N (S2... | 747,00                | 1,00                       | 1,00                   | 1,00                             | 747,00           |

##### 3.2.4 Properties for vertical balance

| Section name      | From<br>[m] | To<br>[m] | Height<br>[mm] | Coating area<br>[m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> wall] | Section area<br>[cm <sup>2</sup> /m] |
|-------------------|-------------|-----------|----------------|-------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| AZ 28-700N (S2... | -16,00      | 0,60      | 461,00         | 1,37                                                  | 189,00                               |

#### 3.3 Calculation Options

|                                            |                                                                                                                                                                                                   |
|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| First stage represents initial situation   | No                                                                                                                                                                                                |
| Calculation refinement                     | Coarse                                                                                                                                                                                            |
| Reduce delta(s) according to CUR           | Yes                                                                                                                                                                                               |
| Verification                               | EC7 NA NL - method B: Partial factors (design values) in verifi<br>Eurocode 7 using the factors as described in the<br>National Annex of the Netherlands. It is basically<br>design approach III. |
| Verification of stage                      | 1: Initieel                                                                                                                                                                                       |
| Multiplication factor for anchor stiffness | 1,000                                                                                                                                                                                             |

Used partial factor set RC 1

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

|                                   |      |
|-----------------------------------|------|
| Factors on representative values  |      |
| - Partial factor on M, D and Pmax | 1,20 |

|                                                   |      |
|---------------------------------------------------|------|
| Material factors                                  |      |
| - Cohesion                                        | 1,15 |
| - Tangent phi                                     | 1,15 |
| - Delta (wall friction angle)                     | 1,15 |
| - Modulus of low representative subgrade reaction | 1,30 |

|                                              |         |
|----------------------------------------------|---------|
| Geometry modification                        |         |
| - Increase retaining height                  | 10,00 % |
| - Maximum increase retaining height          | 0,50 m  |
| - Reduction in phreatic line on passive side | 0,20 m  |
| - Raise in phreatic line on passive side     | 0,20 m  |
| - Raise in phreatic line on active side      | 0,05 m  |

|                              |      |
|------------------------------|------|
| Overall stability factors    |      |
| - Cohesion                   | 1,30 |
| - Tangent phi                | 1,20 |
| - Factor on unit weight soil | 1,00 |

|                                                        |      |
|--------------------------------------------------------|------|
| Vertical balance factors                               |      |
| - Partial factor base resistance (gamma <sub>b</sub> ) | 1,20 |

Verification of stage 2: Ontgraven voor 1e stempelraam

Multiplication factor for anchor stiffness 1,000

Used partial factor set RC 1

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

|                                   |      |
|-----------------------------------|------|
| Factors on representative values  |      |
| - Partial factor on M, D and Pmax | 1,20 |

|                                                   |      |
|---------------------------------------------------|------|
| Material factors                                  |      |
| - Cohesion                                        | 1,15 |
| - Tangent phi                                     | 1,15 |
| - Delta (wall friction angle)                     | 1,15 |
| - Modulus of low representative subgrade reaction | 1,30 |

|                                              |         |
|----------------------------------------------|---------|
| Geometry modification                        |         |
| - Increase retaining height                  | 10,00 % |
| - Maximum increase retaining height          | 0,50 m  |
| - Reduction in phreatic line on passive side | 0,20 m  |
| - Raise in phreatic line on passive side     | 0,20 m  |
| - Raise in phreatic line on active side      | 0,05 m  |

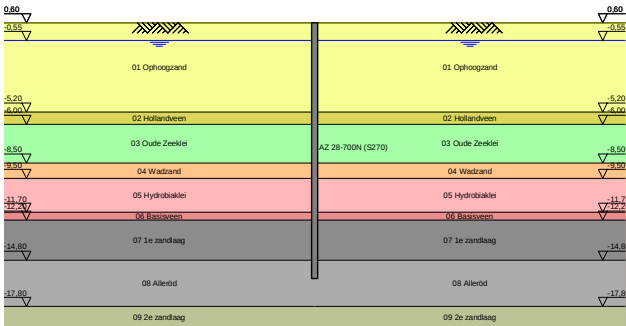
|                              |      |
|------------------------------|------|
| Overall stability factors    |      |
| - Cohesion                   | 1,30 |
| - Tangent phi                | 1,20 |
| - Factor on unit weight soil | 1,00 |

|                                                   |                           |
|---------------------------------------------------|---------------------------|
| Vertical balance factors                          |                           |
| - Partial factor base resistance (gamma_b)        | 1,20                      |
| Verification of stage                             | 3: Max ontgraven          |
| Multiplication factor for anchor stiffness        | 1,000                     |
| Used partial factor set                           | RC 1                      |
| Factors on loads                                  |                           |
| - Permanent load, unfavourable                    | 1,00                      |
| - Permanent load, favourable                      | 1,00                      |
| - Variable load, unfavourable                     | 1,00                      |
| - Variable load, favourable                       | 0,00                      |
| Factors on representative values                  |                           |
| - Partial factor on M, D and Pmax                 | 1,20                      |
| Material factors                                  |                           |
| - Cohesion                                        | 1,15                      |
| - Tangent phi                                     | 1,15                      |
| - Delta (wall friction angle)                     | 1,15                      |
| - Modulus of low representative subgrade reaction | 1,30                      |
| Geometry modification                             |                           |
| - Increase retaining height                       | 10,00 %                   |
| - Maximum increase retaining height               | 0,50 m                    |
| - Reduction in phreatic line on passive side      | 0,20 m                    |
| - Raise in phreatic line on passive side          | 0,20 m                    |
| - Raise in phreatic line on active side           | 0,05 m                    |
| Overall stability factors                         |                           |
| - Cohesion                                        | 1,30                      |
| - Tangent phi                                     | 1,20                      |
| - Factor on unit weight soil                      | 1,00                      |
| Vertical balance factors                          |                           |
| - Partial factor base resistance (gamma_b)        | 1,20                      |
| Verification of stage                             | 4: Aanbrengen keldervloer |
| Multiplication factor for anchor stiffness        | 1,000                     |
| Used partial factor set                           | RC 1                      |
| Factors on loads                                  |                           |
| - Permanent load, unfavourable                    | 1,00                      |
| - Permanent load, favourable                      | 1,00                      |
| - Variable load, unfavourable                     | 1,00                      |
| - Variable load, favourable                       | 0,00                      |
| Factors on representative values                  |                           |
| - Partial factor on M, D and Pmax                 | 1,20                      |
| Material factors                                  |                           |
| - Cohesion                                        | 1,15                      |
| - Tangent phi                                     | 1,15                      |
| - Delta (wall friction angle)                     | 1,15                      |
| - Modulus of low representative subgrade reaction | 1,30                      |
| Geometry modification                             |                           |
| - Increase retaining height                       | 10,00 %                   |
| - Maximum increase retaining height               | 0,50 m                    |
| - Reduction in phreatic line on passive side      | 0,20 m                    |
| - Raise in phreatic line on passive side          | 0,20 m                    |
| - Raise in phreatic line on active side           | 0,05 m                    |

|                                            |      |
|--------------------------------------------|------|
| Overall stability factors                  |      |
| - Cohesion                                 | 1,30 |
| - Tangent phi                              | 1,20 |
| - Factor on unit weight soil               | 1,00 |
| Vertical balance factors                   |      |
| - Partial factor base resistance (gamma_b) | 1,20 |

4 Outline Stage 1: Initieel

Outline - Stage 1: Initieel

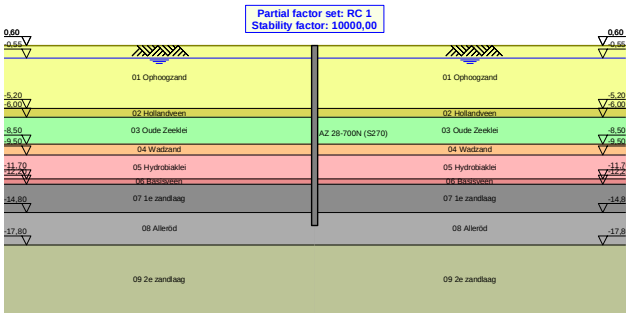


5 Overall Stability Stage 1: Initieel

Stability factor : 10000,00

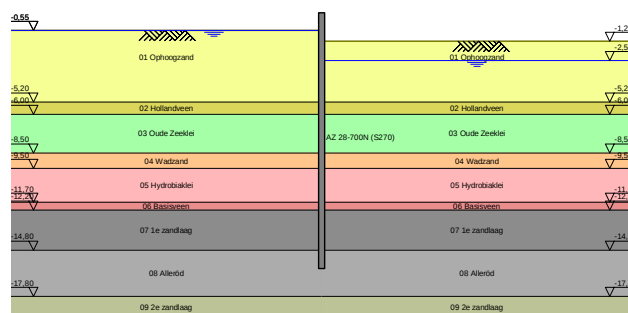
5.1 Overall Stability

Overall Stability - Stage 1: Initieel



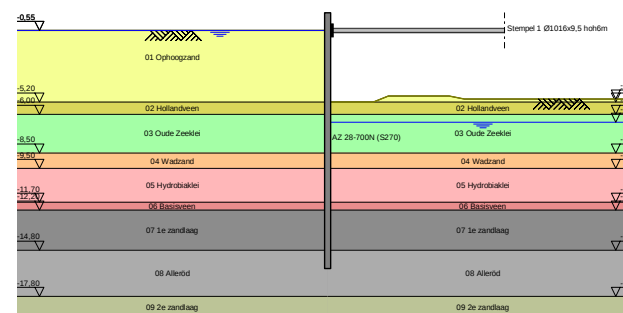
## 6 Outline Stage 2: Ontgraven voor 1e stempelraam

Outline - Stage 2: Ontgraven voor 1e stempelraam



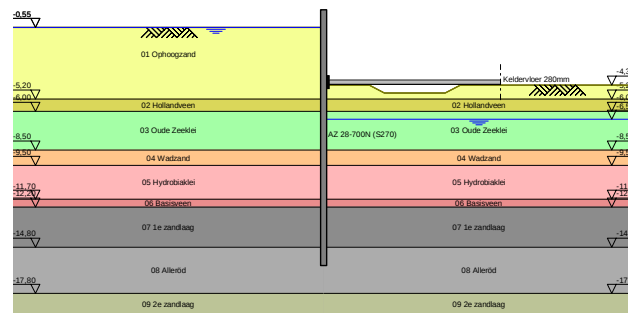
## 7 Outline Stage 3: Max ontgraven

Outline - Stage 3: Max ontgraven



## 8 Outline Stage 4: Aanbrengen keldervloer

Outline - Stage 4: Aanbrengen keldervloer



End of Report

Report for D-Sheet Piling 18.2

Design of Diaphragm and Sheet Pile Walls

Developed by Deltares

Company:CRUX Engineering B.V.

Date of report:11-10-2018

Time of report:13:23:18

Report with version:18.2.1.20477

Date of calculation:10/10/2018

Time of calculation:11:43:46 AM

Calculated with version:18.2.1.20477

File name:P:\..\04 REK\GEO\D - sheet\baa\D-SH001 drsn 1 Hoogbouw

Verification according to National Annex of Eurocode 7 in the Netherlands (NEN 9997-1:2016)

Doorsnede 1 hoogbouw

1 Table of Contents

|                                                  |    |
|--------------------------------------------------|----|
| 1 Table of Contents                              | 2  |
| 2 Summary                                        | 3  |
| 2.1 Overview per Stage and Test                  | 3  |
| 2.2 Anchors and Struts                           | 3  |
| 2.3 Overall Stability per Stage                  | 4  |
| 2.4 Warnings                                     | 4  |
| 2.5 CUR Verification Steps                       | 4  |
| 3 Input Data for all Stages                      | 5  |
| 3.1 General Input Data                           | 5  |
| 3.2 Sheet Piling Properties                      | 5  |
| 3.2.1 General properties                         | 5  |
| 3.2.2 Stiffness EI (elastic behaviour)           | 5  |
| 3.2.3 Maximum allowable moments                  | 5  |
| 3.2.4 Properties for vertical balance            | 5  |
| 3.3 Calculation Options                          | 5  |
| 4 Outline Stage 1: Initieel                      | 9  |
| 5 Overall Stability Stage 1: Initieel            | 10 |
| 5.1 Overall Stability                            | 10 |
| 6 Outline Stage 2: Ontgraven voor 1e stempelraam | 11 |
| 7 Outline Stage 3: Max ontgraven                 | 12 |
| 8 Outline Stage 4: Aanbrengen keldervloer        | 13 |

## 2 Summary

### 2.1 Overview per Stage and Test

| Stage nr. | Verification            | Displacement [mm] | Moment [kNm]  | Shear force [kN] | Mob. perc. moment [%] | Mob. perc. resistance [%] | Vertical balance |
|-----------|-------------------------|-------------------|---------------|------------------|-----------------------|---------------------------|------------------|
| 1         | EC7(NL)-Step 6.1        |                   | -0,48         | 0,58             | 0,0                   | 15,8                      | Upwards          |
| 1         | EC7(NL)-Step 6.2        |                   | 0,29          | 0,47             | 0,0                   | 15,8                      | Upwards          |
| 1         | EC7(NL)-Step 6.3        |                   | 1,14          | -1,36            | 0,0                   | 15,9                      | Upwards          |
| 1         | EC7(NL)-Step 6.4        |                   | -0,68         | -1,10            | 0,0                   | 15,9                      | Upwards          |
| 1         | EC7(NL)-Step 6.5        | 0,0               | 0,00          | 0,00             | 0,0                   | 12,1                      | Sufficient       |
| 1         | EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20 |                   | 0,00          | 0,00             |                       |                           |                  |
| 2         | EC7(NL)-Step 6.1        |                   | -13,75        | 14,88            | 0,0                   | 19,2                      | Upwards          |
| 2         | EC7(NL)-Step 6.2        |                   | -8,52         | 13,26            | 0,0                   | 19,2                      | Upwards          |
| 2         | EC7(NL)-Step 6.3        |                   | -15,60        | -15,97           | 0,0                   | 19,5                      | Upwards          |
| 2         | EC7(NL)-Step 6.4        |                   | -9,39         | 13,74            | 0,0                   | 19,5                      | Upwards          |
| 2         | EC7(NL)-Step 6.5        | 1,5               | 12,99         | 13,04            | 0,0                   | 14,8                      | Upwards          |
| 2         | EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20 |                   | 15,59         | 15,65            |                       |                           |                  |
| 3         | EC7(NL)-Step 6.1        |                   | <b>791,74</b> | <b>211,14</b>    | 90,7                  | 93,0                      | Upwards          |
| 3         | EC7(NL)-Step 6.2        |                   | 788,78        | 210,63           | <b>92,6</b>           | <b>94,5</b>               | Upwards          |
| 3         | EC7(NL)-Step 6.3        |                   | 625,43        | 180,85           | 80,4                  | 85,1                      | Upwards          |
| 3         | EC7(NL)-Step 6.4        |                   | 608,26        | 177,53           | 85,3                  | 89,2                      | Upwards          |
| 3         | EC7(NL)-Step 6.5        | <b>39,3</b>       | 336,98        | 117,63           | 53,2                  | 60,0                      | Upwards          |
| 3         | EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20 |                   | 404,38        | 141,15           |                       |                           |                  |
| 4         | EC7(NL)-Step 6.1        |                   | 120,46        | 154,61           | 42,6                  | 49,6                      | Upwards          |
| 4         | EC7(NL)-Step 6.2        |                   | 168,20        | 189,09           | 42,7                  | 49,6                      | Upwards          |
| 4         | EC7(NL)-Step 6.3        |                   | 124,50        | 155,27           | 39,9                  | 46,2                      | Upwards          |
| 4         | EC7(NL)-Step 6.4        |                   | 170,37        | 189,22           | 40,1                  | 46,2                      | Upwards          |
| 4         | EC7(NL)-Step 6.5        | 35,8              | 146,35        | 159,42           | 31,3                  | 36,2                      | Upwards          |
| 4         | EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20 |                   | 175,62        | 191,30           |                       |                           |                  |
| Max       |                         | <b>39,3</b>       | <b>791,74</b> | <b>211,14</b>    | <b>92,6</b>           | <b>94,5</b>               | Sufficient       |

### 2.2 Anchors and Struts

| Stage nr. | Verification type       | Anchor/strut Stempel 1 Ø1016x9,5mm |         | Anchor/strut Keldervloer 280mm |         |
|-----------|-------------------------|------------------------------------|---------|--------------------------------|---------|
|           |                         | Force [kN]                         | State   | Force [kN]                     | State   |
| 3         | EC7(NL)-Step 6.1        | <b>211,15</b>                      | Elastic | -                              |         |
| 3         | EC7(NL)-Step 6.2        | 210,64                             | Elastic | -                              |         |
| 3         | EC7(NL)-Step 6.3        | 180,86                             | Elastic | -                              |         |
| 3         | EC7(NL)-Step 6.4        | 177,54                             | Elastic | -                              |         |
| 3         | EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20 | 141,15                             | Elastic | -                              |         |
| 4         | EC7(NL)-Step 6.1        | -                                  |         | 239,16                         | Elastic |
| 4         | EC7(NL)-Step 6.2        | -                                  |         | 273,64                         | Elastic |
| 4         | EC7(NL)-Step 6.3        | -                                  |         | 239,81                         | Elastic |
| 4         | EC7(NL)-Step 6.4        | -                                  |         | 273,77                         | Elastic |
| 4         | EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20 | -                                  |         | <b>287,62</b>                  | Elastic |
| Max       |                         | <b>211,15</b>                      |         | <b>287,62</b>                  |         |

Due to multiplication of the representative value a force bigger than yield or buckling force may be present.

### 2.3 Overall Stability per Stage

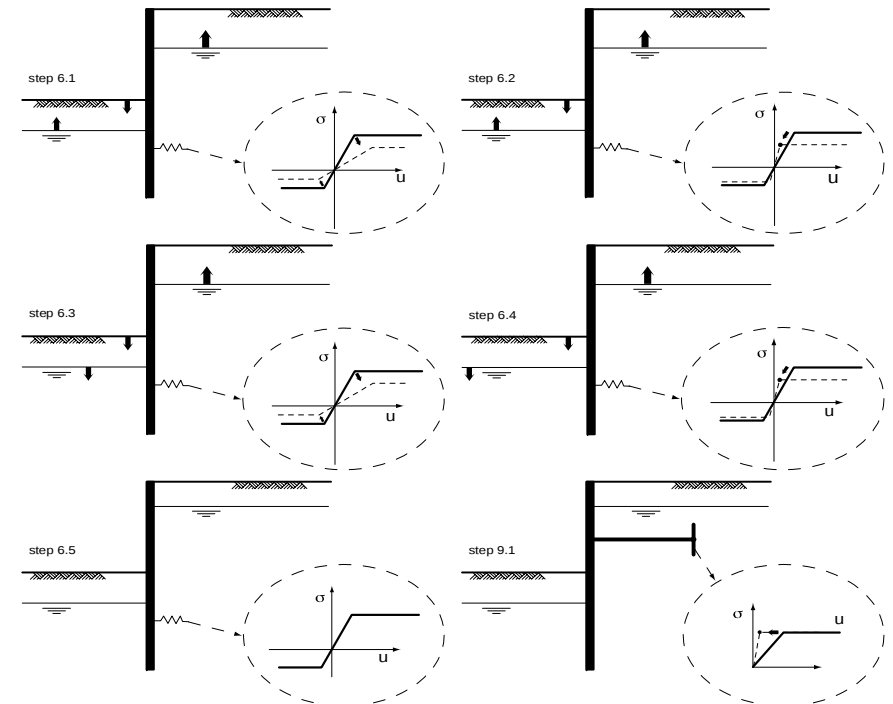
| Stage name                    | Stability factor [-] |
|-------------------------------|----------------------|
| Initieel                      | 10000,00             |
| Ontgraven voor 1e stempelraam | 12,92                |
| Max ontgraven                 | 1,44                 |
| Aanbrengen keldervloer        | 2,04                 |

### 2.4 Warnings

\* Vertical balance: The resultant vertical friction force is directed upward in stage 1, 1, 1, 1, 2, 2, 2, 2, 3, 3, 3, 3, 3, 4, 4, 4, 4 & 4

because the friction force on the passive side exceeds that on the active side.  
This might be prevented by reducing the friction angle Delta on the passive side.

### 2.5 CUR Verification Steps



### 3 Input Data for all Stages

#### 3.1 General Input Data

Verification according to National Annex of Eurocode 7 in the Netherlands (NEN 9997-1:2016)

|                                             |                         |
|---------------------------------------------|-------------------------|
| Model                                       | Sheet piling            |
| Check vertical balance                      | Yes                     |
| Number of construction stages               | 4                       |
| Unit weight of water                        | 10,00 kN/m <sup>3</sup> |
| Number of curves for spring characteristics | 3                       |
| Unloading curve on spring characteristic    | No                      |
| Elastic calculation                         | Yes                     |

#### 3.2 Sheet Piling Properties

|                     |          |
|---------------------|----------|
| Length              | 17,60 m  |
| Level top side      | 0,60 m   |
| Number of sections  | 1        |
| q <sub>b</sub> ;max | 0,50 MPa |
| Xi factor           | 1,39     |

##### 3.2.1 General properties

| Section name      | From<br>[m] | To<br>[m] | Material type | Acting width<br>[m] |
|-------------------|-------------|-----------|---------------|---------------------|
| AZ 28-700N (S3... | -17,00      | 0,60      | Steel         | 1,00                |

##### 3.2.2 Stiffness EI (elastic behaviour)

| Section name      | Elastic stiffness EI<br>[kNm <sup>2</sup> /m] | Red. factor on EI<br>[-] | Corrected elas. stiffness EI<br>[kNm <sup>2</sup> ] | Note to reduction factor |
|-------------------|-----------------------------------------------|--------------------------|-----------------------------------------------------|--------------------------|
| AZ 28-700N (S3... | 1,3377E+05                                    | 1,00                     | 1,3377E+05                                          |                          |

##### 3.2.3 Maximum allowable moments

| Section name      | Mr;char;el<br>[kNm/m] | Modification factor<br>[-] | Material factor<br>[-] | Red. factor allow. moment<br>[-] | Mr;d;el<br>[kNm] |
|-------------------|-----------------------|----------------------------|------------------------|----------------------------------|------------------|
| AZ 28-700N (S3... | 968,00                | 1,00                       | 1,00                   | 1,00                             | 968,00           |

##### 3.2.4 Properties for vertical balance

| Section name      | From<br>[m] | To<br>[m] | Height<br>[mm] | Coating area<br>[m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> wall] | Section area<br>[cm <sup>2</sup> /m] |
|-------------------|-------------|-----------|----------------|-------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| AZ 28-700N (S3... | -17,00      | 0,60      | 461,00         | 1,37                                                  | 189,00                               |

#### 3.3 Calculation Options

|                                            |                                                                                                                                                                                                   |
|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| First stage represents initial situation   | No                                                                                                                                                                                                |
| Calculation refinement                     | Coarse                                                                                                                                                                                            |
| Reduce delta(s) according to CUR           | Yes                                                                                                                                                                                               |
| Verification                               | EC7 NA NL - method B: Partial factors (design values) in verifi<br>Eurocode 7 using the factors as described in the<br>National Annex of the Netherlands. It is basically<br>design approach III. |
| Verification of stage                      | 1: Initieel                                                                                                                                                                                       |
| Multiplication factor for anchor stiffness | 1,000                                                                                                                                                                                             |

Used partial factor set RC 1

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

|                                   |      |
|-----------------------------------|------|
| Factors on representative values  |      |
| - Partial factor on M, D and Pmax | 1,20 |

|                                                   |      |
|---------------------------------------------------|------|
| Material factors                                  |      |
| - Cohesion                                        | 1,15 |
| - Tangent phi                                     | 1,15 |
| - Delta (wall friction angle)                     | 1,15 |
| - Modulus of low representative subgrade reaction | 1,30 |

|                                              |         |
|----------------------------------------------|---------|
| Geometry modification                        |         |
| - Increase retaining height                  | 10,00 % |
| - Maximum increase retaining height          | 0,50 m  |
| - Reduction in phreatic line on passive side | 0,20 m  |
| - Raise in phreatic line on passive side     | 0,20 m  |
| - Raise in phreatic line on active side      | 0,05 m  |

|                              |      |
|------------------------------|------|
| Overall stability factors    |      |
| - Cohesion                   | 1,30 |
| - Tangent phi                | 1,20 |
| - Factor on unit weight soil | 1,00 |

|                                                        |      |
|--------------------------------------------------------|------|
| Vertical balance factors                               |      |
| - Partial factor base resistance (gamma <sub>b</sub> ) | 1,20 |

Verification of stage 2: Ontgraven voor 1e stempelraam

Multiplication factor for anchor stiffness 1,000

Used partial factor set RC 1

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

|                                   |      |
|-----------------------------------|------|
| Factors on representative values  |      |
| - Partial factor on M, D and Pmax | 1,20 |

|                                                   |      |
|---------------------------------------------------|------|
| Material factors                                  |      |
| - Cohesion                                        | 1,15 |
| - Tangent phi                                     | 1,15 |
| - Delta (wall friction angle)                     | 1,15 |
| - Modulus of low representative subgrade reaction | 1,30 |

|                                              |         |
|----------------------------------------------|---------|
| Geometry modification                        |         |
| - Increase retaining height                  | 10,00 % |
| - Maximum increase retaining height          | 0,50 m  |
| - Reduction in phreatic line on passive side | 0,20 m  |
| - Raise in phreatic line on passive side     | 0,20 m  |
| - Raise in phreatic line on active side      | 0,05 m  |

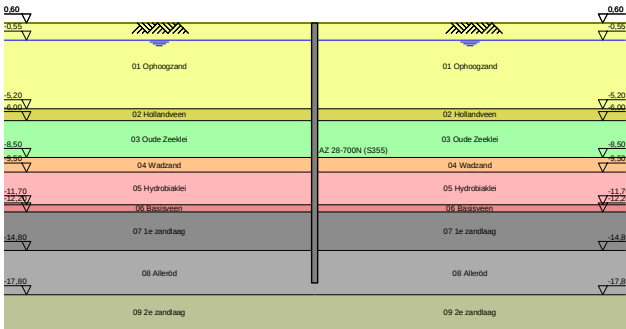
|                              |      |
|------------------------------|------|
| Overall stability factors    |      |
| - Cohesion                   | 1,30 |
| - Tangent phi                | 1,20 |
| - Factor on unit weight soil | 1,00 |

|                                                   |                           |
|---------------------------------------------------|---------------------------|
| Vertical balance factors                          |                           |
| - Partial factor base resistance (gamma_b)        | 1,20                      |
| Verification of stage                             | 3: Max ontgraven          |
| Multiplication factor for anchor stiffness        | 1,000                     |
| Used partial factor set                           | RC 1                      |
| Factors on loads                                  |                           |
| - Permanent load, unfavourable                    | 1,00                      |
| - Permanent load, favourable                      | 1,00                      |
| - Variable load, unfavourable                     | 1,00                      |
| - Variable load, favourable                       | 0,00                      |
| Factors on representative values                  |                           |
| - Partial factor on M, D and Pmax                 | 1,20                      |
| Material factors                                  |                           |
| - Cohesion                                        | 1,15                      |
| - Tangent phi                                     | 1,15                      |
| - Delta (wall friction angle)                     | 1,15                      |
| - Modulus of low representative subgrade reaction | 1,30                      |
| Geometry modification                             |                           |
| - Increase retaining height                       | 10,00 %                   |
| - Maximum increase retaining height               | 0,50 m                    |
| - Reduction in phreatic line on passive side      | 0,20 m                    |
| - Raise in phreatic line on passive side          | 0,20 m                    |
| - Raise in phreatic line on active side           | 0,05 m                    |
| Overall stability factors                         |                           |
| - Cohesion                                        | 1,30                      |
| - Tangent phi                                     | 1,20                      |
| - Factor on unit weight soil                      | 1,00                      |
| Vertical balance factors                          |                           |
| - Partial factor base resistance (gamma_b)        | 1,20                      |
| Verification of stage                             | 4: Aanbrengen keldervloer |
| Multiplication factor for anchor stiffness        | 1,000                     |
| Used partial factor set                           | RC 1                      |
| Factors on loads                                  |                           |
| - Permanent load, unfavourable                    | 1,00                      |
| - Permanent load, favourable                      | 1,00                      |
| - Variable load, unfavourable                     | 1,00                      |
| - Variable load, favourable                       | 0,00                      |
| Factors on representative values                  |                           |
| - Partial factor on M, D and Pmax                 | 1,20                      |
| Material factors                                  |                           |
| - Cohesion                                        | 1,15                      |
| - Tangent phi                                     | 1,15                      |
| - Delta (wall friction angle)                     | 1,15                      |
| - Modulus of low representative subgrade reaction | 1,30                      |
| Geometry modification                             |                           |
| - Increase retaining height                       | 10,00 %                   |
| - Maximum increase retaining height               | 0,50 m                    |
| - Reduction in phreatic line on passive side      | 0,20 m                    |
| - Raise in phreatic line on passive side          | 0,20 m                    |
| - Raise in phreatic line on active side           | 0,05 m                    |

|                                            |      |
|--------------------------------------------|------|
| Overall stability factors                  |      |
| - Cohesion                                 | 1,30 |
| - Tangent phi                              | 1,20 |
| - Factor on unit weight soil               | 1,00 |
| Vertical balance factors                   |      |
| - Partial factor base resistance (gamma_b) | 1,20 |

4 Outline Stage 1: Initieel

Outline - Stage 1: Initieel

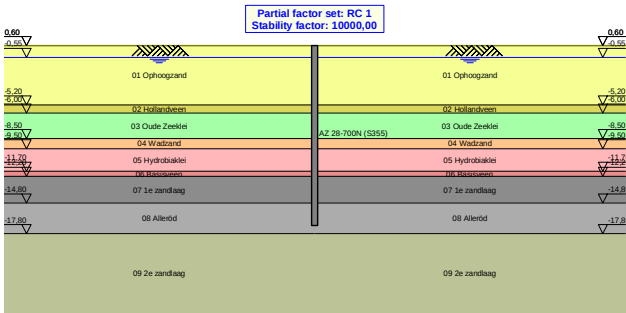


5 Overall Stability Stage 1: Initieel

Stability factor : 10000,00

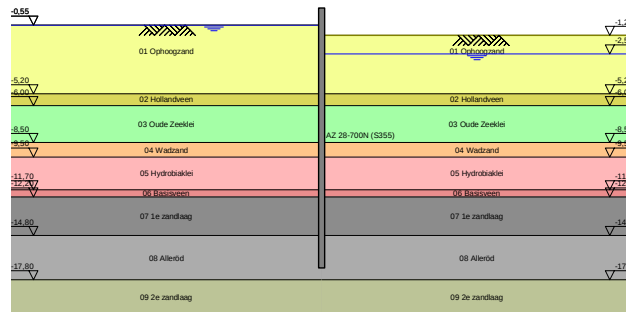
5.1 Overall Stability

Overall Stability - Stage 1: Initieel



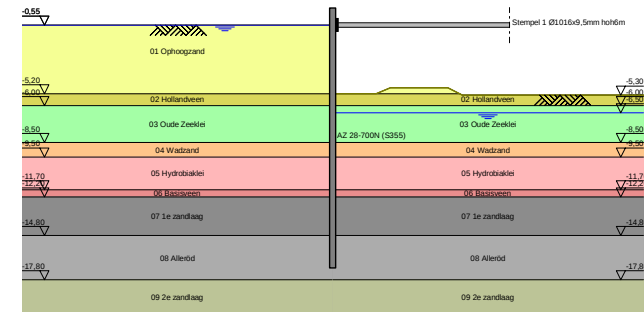
## 6 Outline Stage 2: Ontgraven voor 1e stempelraam

Outline - Stage 2: Ontgraven voor 1e stempelraam



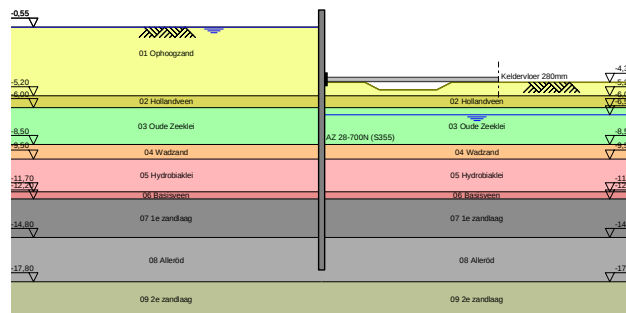
## 7 Outline Stage 3: Max ontgraven

Outline - Stage 3: Max ontgraven



## 8 Outline Stage 4: Aanbrengen keldervloer

Outline - Stage 4: Aanbrengen keldervloer



End of Report

Report for D-Sheet Piling 18.2

Design of Diaphragm and Sheet Pile Walls

Developed by Deltares

Company:CRUX Engineering B.V.

Date of report:11-10-2018

Time of report:13:21:38

Report with version:18.2.1.20477

Date of calculation:10/10/2018

Time of calculation:12:04:16 PM

Calculated with version:18.2.1.20477

File name:P:\..\04 REK\GEO\D - sheet\baa\D-SH001 drsn 2

Verification according to National Annex of Eurocode 7 in the Netherlands (NEN 9997-1:2016)

Doorsnede 2

1 Table of Contents

|                                                  |    |
|--------------------------------------------------|----|
| 1 Table of Contents                              | 2  |
| 2 Summary                                        | 3  |
| 2.1 Overview per Stage and Test                  | 3  |
| 2.2 Anchors and Struts                           | 3  |
| 2.3 Overall Stability per Stage                  | 4  |
| 2.4 Warnings                                     | 4  |
| 2.5 CUR Verification Steps                       | 4  |
| 3 Input Data for all Stages                      | 5  |
| 3.1 General Input Data                           | 5  |
| 3.2 Sheet Piling Properties                      | 5  |
| 3.2.1 General properties                         | 5  |
| 3.2.2 Stiffness EI (elastic behaviour)           | 5  |
| 3.2.3 Maximum allowable moments                  | 5  |
| 3.2.4 Properties for vertical balance            | 5  |
| 3.3 Calculation Options                          | 5  |
| 4 Outline Stage 1: Initieel                      | 9  |
| 5 Overall Stability Stage 1: Initieel            | 10 |
| 5.1 Overall Stability                            | 10 |
| 6 Outline Stage 2: Ontgraven voor 1e stempelraam | 11 |
| 7 Outline Stage 3: Max ontgraven                 | 12 |
| 8 Outline Stage 4: Aanbrengen kelderbak          | 13 |

## 2 Summary

### 2.1 Overview per Stage and Test

| Stage nr. | Verification            | Displacement [mm] | Moment [kNm]  | Shear force [kN] | Mob. perc. moment [%] | Mob. perc. resistance [%] | Vertical balance |
|-----------|-------------------------|-------------------|---------------|------------------|-----------------------|---------------------------|------------------|
| 1         | EC7(NL)-Step 6.1        |                   | -0,48         | 0,57             | 0,0                   | 15,8                      | Upwards          |
| 1         | EC7(NL)-Step 6.2        |                   | 0,29          | 0,47             | 0,0                   | 15,8                      | Upwards          |
| 1         | EC7(NL)-Step 6.3        |                   | 1,14          | -1,34            | 0,0                   | 15,9                      | Upwards          |
| 1         | EC7(NL)-Step 6.4        |                   | -0,67         | -1,10            | 0,0                   | 15,9                      | Upwards          |
| 1         | EC7(NL)-Step 6.5        | 0,0               | 0,00          | 0,00             | 0,0                   | 12,1                      | Sufficient       |
| 1         | EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20 |                   | 0,00          | 0,00             |                       |                           |                  |
| 2         | EC7(NL)-Step 6.1        |                   | -60,37        | 32,60            | 0,0                   | 24,5                      | Upwards          |
| 2         | EC7(NL)-Step 6.2        |                   | -56,06        | 34,46            | 0,0                   | 24,5                      | Upwards          |
| 2         | EC7(NL)-Step 6.3        |                   | -59,40        | 34,61            | 0,0                   | 24,6                      | Upwards          |
| 2         | EC7(NL)-Step 6.4        |                   | -55,18        | 35,35            | 0,0                   | 24,6                      | Upwards          |
| 2         | EC7(NL)-Step 6.5        | 5,6               | -31,59        | 28,16            | 0,0                   | 18,3                      | Upwards          |
| 2         | EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20 |                   | -37,91        | 33,80            |                       |                           |                  |
| 3         | EC7(NL)-Step 6.1        |                   | <b>943,15</b> | 278,82           | <b>98,5</b>           | <b>98,9</b>               | Upwards          |
| 3         | EC7(NL)-Step 6.2        |                   | 939,97        | <b>279,09</b>    | 96,6                  | 97,5                      | Upwards          |
| 3         | EC7(NL)-Step 6.3        |                   | 790,09        | 249,95           | 85,4                  | 89,1                      | Upwards          |
| 3         | EC7(NL)-Step 6.4        |                   | 774,55        | 247,90           | 89,5                  | 92,3                      | Upwards          |
| 3         | EC7(NL)-Step 6.5        | 51,5              | 433,56        | 168,39           | 57,1                  | 63,5                      | Upwards          |
| 3         | EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20 |                   | 520,28        | 202,06           |                       |                           |                  |
| 4         | EC7(NL)-Step 6.1        |                   | -202,24       | 221,75           | 52,1                  | 59,4                      | Upwards          |
| 4         | EC7(NL)-Step 6.2        |                   | 204,10        | 270,39           | 52,2                  | 59,5                      | Upwards          |
| 4         | EC7(NL)-Step 6.3        |                   | -202,24       | 222,80           | 48,3                  | 54,7                      | Upwards          |
| 4         | EC7(NL)-Step 6.4        |                   | 208,87        | 270,59           | 48,6                  | 54,8                      | Upwards          |
| 4         | EC7(NL)-Step 6.5        | <b>56,3</b>       | -182,15       | 224,17           | 38,2                  | 43,3                      | Upwards          |
| 4         | EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20 |                   | -218,58       | 269,01           |                       |                           |                  |
| Max       |                         | <b>56,3</b>       | <b>943,15</b> | <b>279,09</b>    | <b>98,5</b>           | <b>98,9</b>               | Sufficient       |

### 2.2 Anchors and Struts

| Stage nr. | Verification type       | Anchor/strut Stempel 1 Ø1016x9,5 h=600 |         | Anchor/strut Kelder vloer 280mm |         |
|-----------|-------------------------|----------------------------------------|---------|---------------------------------|---------|
|           |                         | Force [kN]                             | State   | Force [kN]                      | State   |
| 3         | EC7(NL)-Step 6.1        | 321,00                                 | Elastic | -                               |         |
| 3         | EC7(NL)-Step 6.2        | <b>334,33</b>                          | Elastic | -                               |         |
| 3         | EC7(NL)-Step 6.3        | 286,77                                 | Elastic | -                               |         |
| 3         | EC7(NL)-Step 6.4        | 297,35                                 | Elastic | -                               |         |
| 3         | EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20 | 236,32                                 | Elastic | -                               |         |
| 4         | EC7(NL)-Step 6.1        | -                                      |         | 357,86                          | Elastic |
| 4         | EC7(NL)-Step 6.2        | -                                      |         | 406,51                          | Elastic |
| 4         | EC7(NL)-Step 6.3        | -                                      |         | 358,91                          | Elastic |
| 4         | EC7(NL)-Step 6.4        | -                                      |         | 406,71                          | Elastic |
| 4         | EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20 | -                                      |         | <b>419,23</b>                   | Elastic |
| Max       |                         | <b>334,33</b>                          |         | <b>419,23</b>                   |         |

Due to multiplication of the representative value a force bigger than yield or buckling force may be present.

### 2.3 Overall Stability per Stage

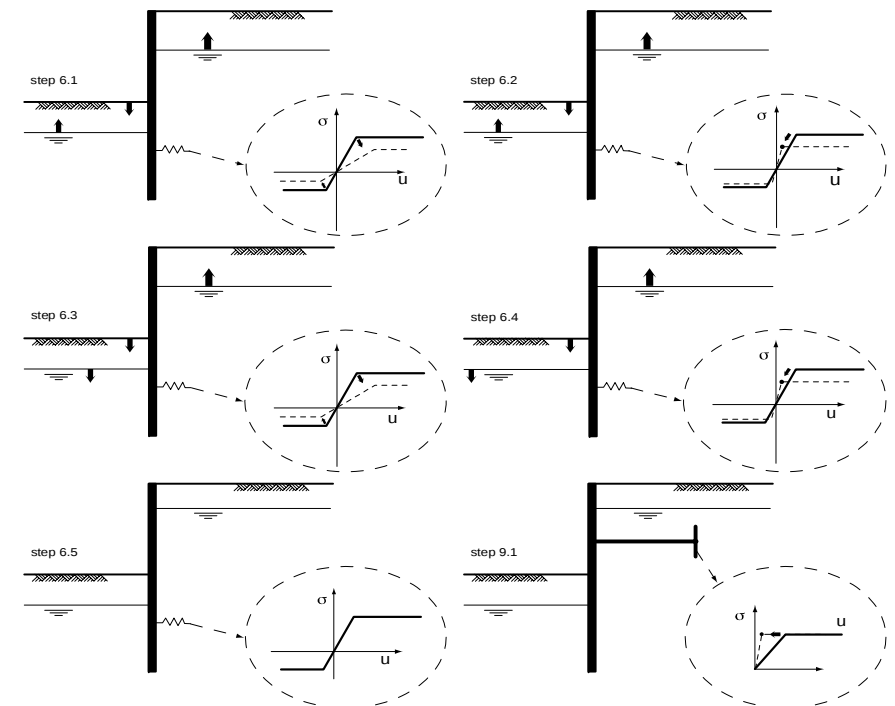
| Stage name                    | Stability factor [-] |
|-------------------------------|----------------------|
| Initieel                      | 10000,00             |
| Ontgraven voor 1e stempelraam | 5,93                 |
| Max ontgraven                 | 1,38                 |
| Aanbrengen kelderbak          | 1,72                 |

### 2.4 Warnings

\* Vertical balance: The resultant vertical friction force is directed upward in stage 1, 1, 1, 2, 2, 2, 2, 3, 3, 3, 3, 3, 4, 4, 4, 4 & 4

because the friction force on the passive side exceeds that on the active side.  
This might be prevented by reducing the friction angle Delta on the passive side.

### 2.5 CUR Verification Steps



### 3 Input Data for all Stages

#### 3.1 General Input Data

Verification according to National Annex of Eurocode 7 in the Netherlands (NEN 9997-1:2016)

|                                             |                         |
|---------------------------------------------|-------------------------|
| Model                                       | Sheet piling            |
| Check vertical balance                      | Yes                     |
| Number of construction stages               | 4                       |
| Unit weight of water                        | 10,00 kN/m <sup>3</sup> |
| Number of curves for spring characteristics | 3                       |
| Unloading curve on spring characteristic    | No                      |
| Elastic calculation                         | Yes                     |

#### 3.2 Sheet Piling Properties

|                     |          |
|---------------------|----------|
| Length              | 17,10 m  |
| Level top side      | 0,60 m   |
| Number of sections  | 1        |
| q <sub>b</sub> ;max | 0,50 MPa |
| Xi factor           | 1,39     |

##### 3.2.1 General properties

| Section name      | From<br>[m] | To<br>[m] | Material type | Acting width<br>[m] |
|-------------------|-------------|-----------|---------------|---------------------|
| AZ 28-700N (S3... | -16,50      | 0,60      | Steel         | 1,00                |

##### 3.2.2 Stiffness EI (elastic behaviour)

| Section name      | Elastic stiffness EI<br>[kNm <sup>2</sup> /m] | Red. factor on EI<br>[-] | Corrected elas. stiffness EI<br>[kNm <sup>2</sup> ] | Note to reduction factor |
|-------------------|-----------------------------------------------|--------------------------|-----------------------------------------------------|--------------------------|
| AZ 28-700N (S3... | 1,3377E+05                                    | 1,00                     | 1,3377E+05                                          |                          |

##### 3.2.3 Maximum allowable moments

| Section name      | Mr;char;el<br>[kNm/m] | Modification factor<br>[-] | Material factor<br>[-] | Red. factor allow. moment<br>[-] | Mr;d;el<br>[kNm] |
|-------------------|-----------------------|----------------------------|------------------------|----------------------------------|------------------|
| AZ 28-700N (S3... | 968,00                | 1,00                       | 1,00                   | 1,00                             | 968,00           |

##### 3.2.4 Properties for vertical balance

| Section name      | From<br>[m] | To<br>[m] | Height<br>[mm] | Coating area<br>[m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> wall] | Section area<br>[cm <sup>2</sup> /m] |
|-------------------|-------------|-----------|----------------|-------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| AZ 28-700N (S3... | -16,50      | 0,60      | 461,00         | 1,37                                                  | 189,00                               |

#### 3.3 Calculation Options

|                                            |                                                                                                                                                                                                   |
|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| First stage represents initial situation   | No                                                                                                                                                                                                |
| Calculation refinement                     | Coarse                                                                                                                                                                                            |
| Reduce delta(s) according to CUR           | Yes                                                                                                                                                                                               |
| Verification                               | EC7 NA NL - method B: Partial factors (design values) in verifi<br>Eurocode 7 using the factors as described in the<br>National Annex of the Netherlands. It is basically<br>design approach III. |
| Verification of stage                      | 1: Initieel                                                                                                                                                                                       |
| Multiplication factor for anchor stiffness | 1,000                                                                                                                                                                                             |

Used partial factor set RC 1

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

|                                   |      |
|-----------------------------------|------|
| Factors on representative values  |      |
| - Partial factor on M, D and Pmax | 1,20 |

|                                                   |      |
|---------------------------------------------------|------|
| Material factors                                  |      |
| - Cohesion                                        | 1,15 |
| - Tangent phi                                     | 1,15 |
| - Delta (wall friction angle)                     | 1,15 |
| - Modulus of low representative subgrade reaction | 1,30 |

|                                              |         |
|----------------------------------------------|---------|
| Geometry modification                        |         |
| - Increase retaining height                  | 10,00 % |
| - Maximum increase retaining height          | 0,50 m  |
| - Reduction in phreatic line on passive side | 0,20 m  |
| - Raise in phreatic line on passive side     | 0,20 m  |
| - Raise in phreatic line on active side      | 0,05 m  |

|                              |      |
|------------------------------|------|
| Overall stability factors    |      |
| - Cohesion                   | 1,30 |
| - Tangent phi                | 1,20 |
| - Factor on unit weight soil | 1,00 |

|                                                        |      |
|--------------------------------------------------------|------|
| Vertical balance factors                               |      |
| - Partial factor base resistance (gamma <sub>b</sub> ) | 1,20 |

Verification of stage 2: Ontgraven voor 1e stempelraam

Multiplication factor for anchor stiffness 1,000

Used partial factor set RC 1

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

|                                   |      |
|-----------------------------------|------|
| Factors on representative values  |      |
| - Partial factor on M, D and Pmax | 1,20 |

|                                                   |      |
|---------------------------------------------------|------|
| Material factors                                  |      |
| - Cohesion                                        | 1,15 |
| - Tangent phi                                     | 1,15 |
| - Delta (wall friction angle)                     | 1,15 |
| - Modulus of low representative subgrade reaction | 1,30 |

|                                              |         |
|----------------------------------------------|---------|
| Geometry modification                        |         |
| - Increase retaining height                  | 10,00 % |
| - Maximum increase retaining height          | 0,50 m  |
| - Reduction in phreatic line on passive side | 0,20 m  |
| - Raise in phreatic line on passive side     | 0,20 m  |
| - Raise in phreatic line on active side      | 0,05 m  |

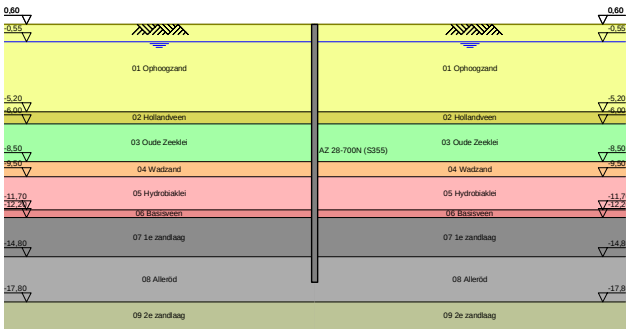
|                              |      |
|------------------------------|------|
| Overall stability factors    |      |
| - Cohesion                   | 1,30 |
| - Tangent phi                | 1,20 |
| - Factor on unit weight soil | 1,00 |

|                                                   |                         |
|---------------------------------------------------|-------------------------|
| Vertical balance factors                          |                         |
| - Partial factor base resistance (gamma_b)        | 1,20                    |
| Verification of stage                             | 3: Max ontgraven        |
| Multiplication factor for anchor stiffness        | 1,000                   |
| Used partial factor set                           | RC 1                    |
| Factors on loads                                  |                         |
| - Permanent load, unfavourable                    | 1,00                    |
| - Permanent load, favourable                      | 1,00                    |
| - Variable load, unfavourable                     | 1,00                    |
| - Variable load, favourable                       | 0,00                    |
| Factors on representative values                  |                         |
| - Partial factor on M, D and Pmax                 | 1,20                    |
| Material factors                                  |                         |
| - Cohesion                                        | 1,15                    |
| - Tangent phi                                     | 1,15                    |
| - Delta (wall friction angle)                     | 1,15                    |
| - Modulus of low representative subgrade reaction | 1,30                    |
| Geometry modification                             |                         |
| - Increase retaining height                       | 10,00 %                 |
| - Maximum increase retaining height               | 0,50 m                  |
| - Reduction in phreatic line on passive side      | 0,20 m                  |
| - Raise in phreatic line on passive side          | 0,20 m                  |
| - Raise in phreatic line on active side           | 0,05 m                  |
| Overall stability factors                         |                         |
| - Cohesion                                        | 1,30                    |
| - Tangent phi                                     | 1,20                    |
| - Factor on unit weight soil                      | 1,00                    |
| Vertical balance factors                          |                         |
| - Partial factor base resistance (gamma_b)        | 1,20                    |
| Verification of stage                             | 4: Aanbrengen kelderbak |
| Multiplication factor for anchor stiffness        | 1,000                   |
| Used partial factor set                           | RC 1                    |
| Factors on loads                                  |                         |
| - Permanent load, unfavourable                    | 1,00                    |
| - Permanent load, favourable                      | 1,00                    |
| - Variable load, unfavourable                     | 1,00                    |
| - Variable load, favourable                       | 0,00                    |
| Factors on representative values                  |                         |
| - Partial factor on M, D and Pmax                 | 1,20                    |
| Material factors                                  |                         |
| - Cohesion                                        | 1,15                    |
| - Tangent phi                                     | 1,15                    |
| - Delta (wall friction angle)                     | 1,15                    |
| - Modulus of low representative subgrade reaction | 1,30                    |
| Geometry modification                             |                         |
| - Increase retaining height                       | 10,00 %                 |
| - Maximum increase retaining height               | 0,50 m                  |
| - Reduction in phreatic line on passive side      | 0,20 m                  |
| - Raise in phreatic line on passive side          | 0,20 m                  |
| - Raise in phreatic line on active side           | 0,05 m                  |

|                                            |      |
|--------------------------------------------|------|
| Overall stability factors                  |      |
| - Cohesion                                 | 1,30 |
| - Tangent phi                              | 1,20 |
| - Factor on unit weight soil               | 1,00 |
| Vertical balance factors                   |      |
| - Partial factor base resistance (gamma_b) | 1,20 |

4 Outline Stage 1: Initieel

Outline - Stage 1: Initieel

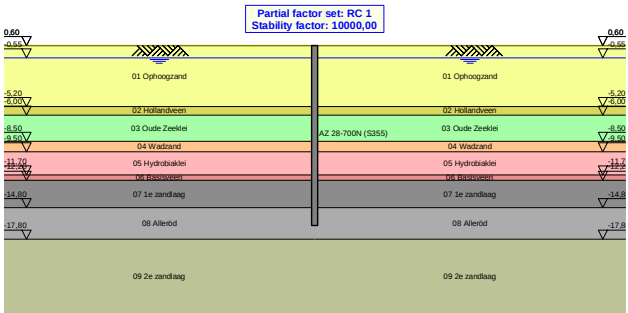


5 Overall Stability Stage 1: Initieel

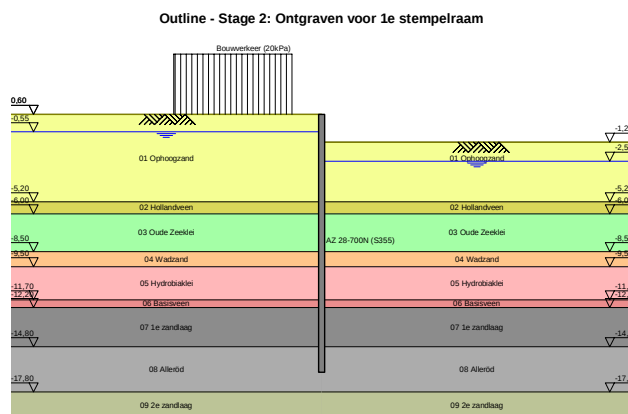
Stability factor : 10000,00

5.1 Overall Stability

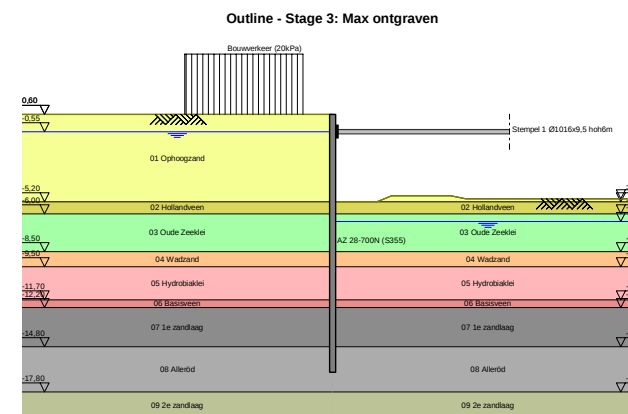
Overall Stability - Stage 1: Initieel



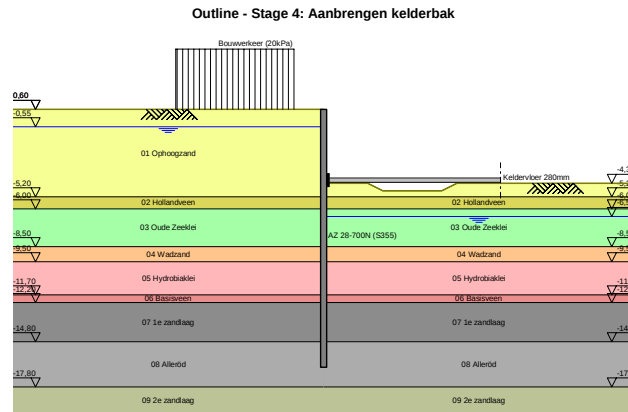
## 6 Outline Stage 2: Ontgraven voor 1e stempelraam



## 7 Outline Stage 3: Max ontgraven



## 8 Outline Stage 4: Aanbrengen kelderbak



End of Report

Report for D-Sheet Piling 18.2

Design of Diaphragm and Sheet Pile Walls

Developed by Deltares

Company:CRUX Engineering B.V.

Date of report:11-10-2018

Time of report:13:20:36

Report with version:18.2.1.20477

Date of calculation:10/10/2018

Time of calculation:12:11:50 PM

Calculated with version:18.2.1.20477

File name:P:\..\04 REK\GEO\D - sheet\baa\D-SH001 drsn 3 1 st

Verification according to National Annex of Eurocode 7 in the Netherlands (NEN 9997-1:2016)

Doorsnede 3

1 Table of Contents

|                                                  |    |
|--------------------------------------------------|----|
| 1 Table of Contents                              | 2  |
| 2 Summary                                        | 3  |
| 2.1 Overview per Stage and Test                  | 3  |
| 2.2 Anchors and Struts                           | 3  |
| 2.3 Overall Stability per Stage                  | 4  |
| 2.4 Warnings                                     | 4  |
| 2.5 CUR Verification Steps                       | 5  |
| 3 Input Data for all Stages                      | 6  |
| 3.1 General Input Data                           | 6  |
| 3.2 Sheet Piling Properties                      | 6  |
| 3.2.1 General properties                         | 6  |
| 3.2.2 Stiffness EI (elastic behaviour)           | 6  |
| 3.2.3 Maximum allowable moments                  | 6  |
| 3.2.4 Properties for vertical balance            | 6  |
| 3.3 Calculation Options                          | 6  |
| 4 Outline Stage 1: Initieel                      | 11 |
| 5 Overall Stability Stage 1: Initieel            | 12 |
| 5.1 Overall Stability                            | 12 |
| 6 Outline Stage 2: Ontgraven voor 1e stempelraam | 13 |
| 7 Outline Stage 3: Ontgraven 2e stempelraam      | 14 |
| 8 Outline Stage 4: Max ontgraving                | 15 |
| 9 Outline Stage 5: Aanbrengen keldervloer        | 16 |
| 10 Outline Stage 6: Verwijderen 1e stempel       | 17 |

## 2 Summary

### 2.1 Overview per Stage and Test

| Stage nr. | Verification            | Displacement [mm] | Moment [kNm]  | Shear force [kN] | Mob. perc. moment [%] | Mob. perc. resistance [%] | Vertical balance |
|-----------|-------------------------|-------------------|---------------|------------------|-----------------------|---------------------------|------------------|
| 1         | EC7(NL)-Step 6.1        |                   | -0,47         | 0,56             | 0,0                   | 15,8                      | Upwards          |
| 1         | EC7(NL)-Step 6.2        |                   | -0,29         | 0,47             | 0,0                   | 15,8                      | Upwards          |
| 1         | EC7(NL)-Step 6.3        |                   | 1,13          | -1,30            | 0,0                   | 15,9                      | Upwards          |
| 1         | EC7(NL)-Step 6.4        |                   | -0,64         | -1,09            | 0,0                   | 15,9                      | Upwards          |
| 1         | EC7(NL)-Step 6.5        | 0,0               | 0,00          | 0,00             | 0,0                   | 12,2                      | Sufficient       |
| 1         | EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20 |                   | 0,00          | 0,00             |                       |                           |                  |
| 2         | EC7(NL)-Step 6.1        |                   | -60,30        | 32,66            | 0,0                   | 24,9                      | Upwards          |
| 2         | EC7(NL)-Step 6.2        |                   | -55,98        | 34,53            | 0,0                   | 24,9                      | Upwards          |
| 2         | EC7(NL)-Step 6.3        |                   | -59,34        | 34,66            | 0,0                   | 25,0                      | Upwards          |
| 2         | EC7(NL)-Step 6.4        |                   | -55,10        | 35,43            | 0,0                   | 25,0                      | Upwards          |
| 2         | EC7(NL)-Step 6.5        | 5,6               | -31,55        | 28,11            | 0,0                   | 18,6                      | Upwards          |
| 2         | EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20 |                   | -37,86        | 33,73            |                       |                           |                  |
| 3         | EC7(NL)-Step 6.1        |                   | 486,90        | 185,62           | 66,0                  | 71,0                      | Upwards          |
| 3         | EC7(NL)-Step 6.2        |                   | 392,92        | 163,83           | <b>68,6</b>           | 75,1                      | Upwards          |
| 3         | EC7(NL)-Step 6.3        |                   | 459,56        | 179,18           | 61,3                  | 66,4                      | Upwards          |
| 3         | EC7(NL)-Step 6.4        |                   | 376,75        | 159,66           | 62,9                  | 69,3                      | Upwards          |
| 3         | EC7(NL)-Step 6.5        | 28,3              | 283,58        | 129,72           | 40,7                  | 46,3                      | Upwards          |
| 3         | EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20 |                   | 340,30        | 155,66           |                       |                           |                  |
| 4         | EC7(NL)-Step 6.3        |                   | <b>607,82</b> | <b>379,98</b>    | 0,0                   | 73,2                      | Sufficient       |
| 4         | EC7(NL)-Step 6.4        |                   | 607,05        | 376,78           | 0,0                   | <b>75,9</b>               | Not sufficient   |
| 4         | EC7(NL)-Step 6.5        | <b>53,9</b>       | 404,35        | 257,97           | 0,0                   | 59,0                      | Upwards          |
| 4         | EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20 |                   | 485,21        | 309,56           |                       |                           |                  |
| 5         | EC7(NL)-Step 6.1        |                   | 366,49        | 220,75           | 0,0                   | 67,8                      | Sufficient       |
| 5         | EC7(NL)-Step 6.2        |                   | 372,71        | 227,26           | 0,0                   | 68,6                      | Sufficient       |
| 5         | EC7(NL)-Step 6.3        |                   | 371,89        | 216,02           | 0,0                   | 37,2                      | Upwards          |
| 5         | EC7(NL)-Step 6.4        |                   | 392,66        | 233,44           | 0,0                   | 37,0                      | Upwards          |
| 5         | EC7(NL)-Step 6.5        | 52,4              | 365,51        | 204,45           | 0,0                   | 46,7                      | Upwards          |
| 5         | EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20 |                   | 438,61        | 245,34           |                       |                           |                  |
| 6         | EC7(NL)-Step 6.1        |                   | 374,43        | 221,56           | 0,0                   | 67,4                      | Sufficient       |
| 6         | EC7(NL)-Step 6.2        |                   | 370,42        | 215,66           | 0,0                   | 68,4                      | Sufficient       |
| 6         | EC7(NL)-Step 6.3        |                   | 380,58        | 215,84           | 0,0                   | 37,4                      | Upwards          |
| 6         | EC7(NL)-Step 6.4        |                   | 375,08        | 213,84           | 0,0                   | 37,5                      | Upwards          |
| 6         | EC7(NL)-Step 6.5        | 52,5              | 366,94        | 200,35           | 0,0                   | 46,9                      | Upwards          |
| 6         | EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20 |                   | 440,33        | 240,42           |                       |                           |                  |

|     |  |             |               |               |             |             |                |
|-----|--|-------------|---------------|---------------|-------------|-------------|----------------|
| Max |  | <b>53,9</b> | <b>607,82</b> | <b>379,98</b> | <b>68,6</b> | <b>75,9</b> | Not sufficient |
|-----|--|-------------|---------------|---------------|-------------|-------------|----------------|

### 2.2 Anchors and Struts

| Stage nr. | Verification type       | Anchor/strut Ø610x9,5 hoh6 -0,55 |         | Anchor/strut Ø610x9,5 hoh6 -4,1 |         | Anchor/strut Keldervloer 280mm diep |         |
|-----------|-------------------------|----------------------------------|---------|---------------------------------|---------|-------------------------------------|---------|
|           |                         | Force [kN]                       | State   | Force [kN]                      | State   | Force [kN]                          | State   |
| 3         | EC7(NL)-Step 6.1        | <b>210,68</b>                    | Elastic | -                               |         | -                                   |         |
| 3         | EC7(NL)-Step 6.2        | 191,79                           | Elastic | -                               |         | -                                   |         |
| 3         | EC7(NL)-Step 6.3        | 202,61                           | Elastic | -                               |         | -                                   |         |
| 3         | EC7(NL)-Step 6.4        | 186,23                           | Elastic | -                               |         | -                                   |         |
| 3         | EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20 | 177,92                           | Elastic | -                               |         | -                                   |         |
| 4         | EC7(NL)-Step 6.1        | -                                |         | -                               |         | -                                   |         |
| 4         | EC7(NL)-Step 6.2        | -                                |         | -                               |         | -                                   |         |
| 4         | EC7(NL)-Step 6.3        | 7,57                             | Elastic | <b>560,69</b>                   | Elastic | -                                   |         |
| 4         | EC7(NL)-Step 6.4        | 44,03                            | Elastic | 554,75                          | Elastic | -                                   |         |
| 4         | EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20 | 83,86                            | Elastic | 423,16                          | Elastic | -                                   |         |
| 5         | EC7(NL)-Step 6.1        | 126,85                           | Elastic | -                               |         | 362,25                              | Elastic |

| Stage nr. | Verification type       | Anchor/strut Ø610x9,5 hoh6 -0,55 |         | Anchor/strut Ø610x9,5 hoh6 -4,1 |       | Anchor/strut Keldervloer 280mm diep |         |
|-----------|-------------------------|----------------------------------|---------|---------------------------------|-------|-------------------------------------|---------|
|           |                         | Force [kN]                       | State   | Force [kN]                      | State | Force [kN]                          | State   |
| 5         | EC7(NL)-Step 6.2        | 123,21                           | Elastic | -                               |       | 368,75                              | Elastic |
| 5         | EC7(NL)-Step 6.3        | 132,15                           | Elastic | -                               |       | 351,80                              | Elastic |
| 5         | EC7(NL)-Step 6.4        | 125,17                           | Elastic | -                               |       | 372,89                              | Elastic |
| 5         | EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20 | 150,41                           | Elastic | -                               |       | <b>391,84</b>                       | Elastic |
| 6         | EC7(NL)-Step 6.1        | -                                |         | -                               |       | 350,47                              | Elastic |
| 6         | EC7(NL)-Step 6.2        | -                                |         | -                               |       | 348,80                              | Elastic |
| 6         | EC7(NL)-Step 6.3        | -                                |         | -                               |       | 332,82                              | Elastic |
| 6         | EC7(NL)-Step 6.4        | -                                |         | -                               |       | 336,13                              | Elastic |
| 6         | EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20 | -                                |         | -                               |       | 367,59                              | Elastic |

|     |  |               |  |               |  |               |  |
|-----|--|---------------|--|---------------|--|---------------|--|
| Max |  | <b>210,68</b> |  | <b>560,69</b> |  | <b>391,84</b> |  |
|-----|--|---------------|--|---------------|--|---------------|--|

| Stage nr. | Verification type       | Anchor/strut Kelderdek 280mm |         |
|-----------|-------------------------|------------------------------|---------|
|           |                         | Force [kN]                   | State   |
| 3         | EC7(NL)-Step 6.1        | -                            |         |
| 3         | EC7(NL)-Step 6.2        | -                            |         |
| 3         | EC7(NL)-Step 6.3        | -                            |         |
| 3         | EC7(NL)-Step 6.4        | -                            |         |
| 3         | EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20 | -                            |         |
| 4         | EC7(NL)-Step 6.1        | -                            |         |
| 4         | EC7(NL)-Step 6.2        | -                            |         |
| 4         | EC7(NL)-Step 6.3        | -                            |         |
| 4         | EC7(NL)-Step 6.4        | -                            |         |
| 4         | EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20 | -                            |         |
| 5         | EC7(NL)-Step 6.1        | -                            |         |
| 5         | EC7(NL)-Step 6.2        | -                            |         |
| 5         | EC7(NL)-Step 6.3        | -                            |         |
| 5         | EC7(NL)-Step 6.4        | -                            |         |
| 5         | EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20 | -                            |         |
| 6         | EC7(NL)-Step 6.1        | 144,57                       | Elastic |
| 6         | EC7(NL)-Step 6.2        | 143,86                       | Elastic |
| 6         | EC7(NL)-Step 6.3        | 150,69                       | Elastic |
| 6         | EC7(NL)-Step 6.4        | 146,18                       | Elastic |
| 6         | EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20 | <b>171,01</b>                | Elastic |

|     |  |               |  |
|-----|--|---------------|--|
| Max |  | <b>171,01</b> |  |
|-----|--|---------------|--|

Due to multiplication of the representative value a force bigger than yield or buckling force may be present.

### 2.3 Overall Stability per Stage

| Stage name                    | Stability factor [-] |
|-------------------------------|----------------------|
| Initieel                      | 10000,00             |
| Ontgraven voor 1e stempelraam | 5,76                 |
| Ontgraven 2e stempelraam      | 1,67                 |
| Max ontgraving                | 1,46                 |
| Aanbrengen keldervloer        | 1,49                 |
| Verwijderen 1e stempel        | 1,49                 |

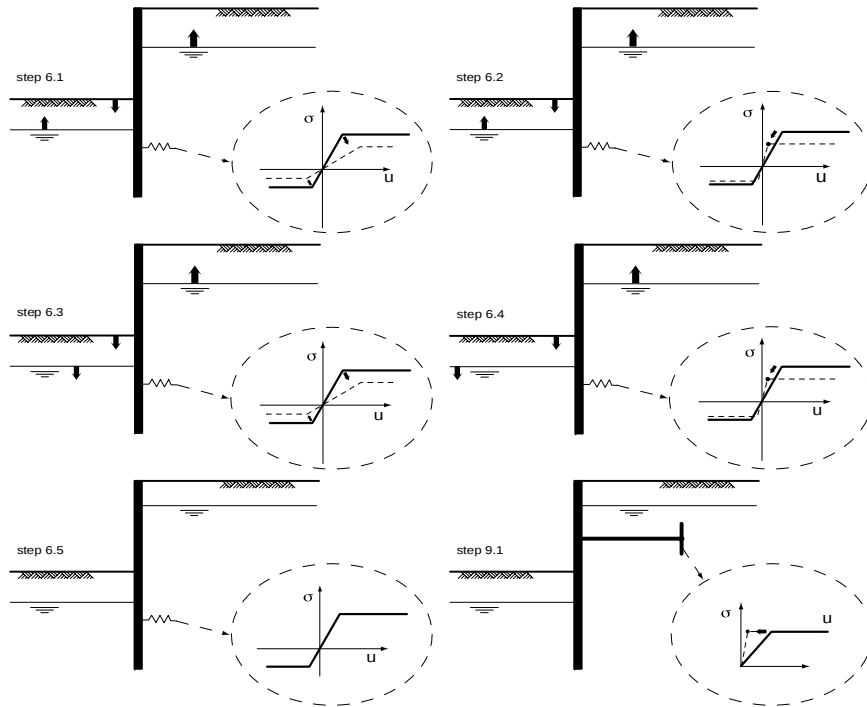
### 2.4 Warnings

| Stage | Warning            |
|-------|--------------------|
| 4     | Uplift might occur |
| 5     | Uplift might occur |
| 6     | Uplift might occur |

\* Vertical balance: The resultant vertical friction force is directed upward in stage 1, 1, 1, 1, 2, 2, 2, 2, 2, 3, 3, 3, 3, 3, 4, 5, 5, 5, 6, 6 & 6 because the friction force on the passive side exceeds that on the active side.

This might be prevented by reducing the friction angle Delta on the passive side.

## 2.5 CUR Verification Steps



## 3 Input Data for all Stages

## 3.1 General Input Data

Verification according to National Annex of Eurocode 7 in the Netherlands (NEN 9997-1:2016)

|                                             |                         |
|---------------------------------------------|-------------------------|
| Model                                       | Sheet piling            |
| Check vertical balance                      | Yes                     |
| Number of construction stages               | 6                       |
| Unit weight of water                        | 10,00 kN/m <sup>3</sup> |
| Number of curves for spring characteristics | 3                       |
| Unloading curve on spring characteristic    | No                      |
| Elastic calculation                         | Yes                     |

## 3.2 Sheet Piling Properties

|                    |          |
|--------------------|----------|
| Length             | 16,60 m  |
| Level top side     | 0,60 m   |
| Number of sections | 1        |
| q <sub>b,max</sub> | 2,00 MPa |
| Xi factor          | 1,39     |

## 3.2.1 General properties

| Section name      | From<br>[m] | To<br>[m] | Material type | Acting width<br>[m] |
|-------------------|-------------|-----------|---------------|---------------------|
| AZ 28 -700 (S2... | -16,00      | 0,60      | Steel         | 1,00                |

## 3.2.2 Stiffness EI (elastic behaviour)

| Section name      | Elastic stiffness EI<br>[kNm <sup>2</sup> /m] | Red. factor on EI<br>[-] | Corrected elas. stiffness EI<br>[kNm <sup>2</sup> ] | Note to reduction factor |
|-------------------|-----------------------------------------------|--------------------------|-----------------------------------------------------|--------------------------|
| AZ 28 -700 (S2... | 1,3360E+05                                    | 1,00                     | 1,3360E+05                                          |                          |

## 3.2.3 Maximum allowable moments

| Section name      | Mr;char;el<br>[kNm/m] | Modification factor<br>[-] | Material factor<br>[-] | Red. factor allow. moment<br>[-] | Mr;d;el<br>[kNm] |
|-------------------|-----------------------|----------------------------|------------------------|----------------------------------|------------------|
| AZ 28 -700 (S2... | 662,00                | 1,00                       | 1,00                   | 1,00                             | 662,00           |

## 3.2.4 Properties for vertical balance

| Section name      | From<br>[m] | To<br>[m] | Height<br>[mm] | Coating area<br>[m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> wall] | Section area<br>[cm <sup>2</sup> /m] |
|-------------------|-------------|-----------|----------------|-------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| AZ 28 -700 (S2... | -16,00      | 0,60      | 461,00         | 1,38                                                  | 200,00                               |

## 3.3 Calculation Options

First stage represents initial situation  
Calculation refinement  
Reduce delta(s) according to CUR  
Verification

No  
Coarse  
Yes  
EC7 NA NL - method B: Partial factors (design values) in verification according to Eurocode 7 using the factors as described in the National Annex of the Netherlands. It is basically design approach III.

Verification of stage

1: Initieel

Multiplication factor for anchor stiffness

1,000

|                                                   |                                  |
|---------------------------------------------------|----------------------------------|
| Used partial factor set                           | RC 1                             |
| Factors on loads                                  |                                  |
| - Permanent load, unfavourable                    | 1,00                             |
| - Permanent load, favourable                      | 1,00                             |
| - Variable load, unfavourable                     | 1,00                             |
| - Variable load, favourable                       | 0,00                             |
| Factors on representative values                  |                                  |
| - Partial factor on M, D and Pmax                 | 1,20                             |
| Material factors                                  |                                  |
| - Cohesion                                        | 1,15                             |
| - Tangent phi                                     | 1,15                             |
| - Delta (wall friction angle)                     | 1,15                             |
| - Modulus of low representative subgrade reaction | 1,30                             |
| Geometry modification                             |                                  |
| - Increase retaining height                       | 10,00 %                          |
| - Maximum increase retaining height               | 0,50 m                           |
| - Reduction in phreatic line on passive side      | 0,20 m                           |
| - Raise in phreatic line on passive side          | 0,20 m                           |
| - Raise in phreatic line on active side           | 0,05 m                           |
| Overall stability factors                         |                                  |
| - Cohesion                                        | 1,30                             |
| - Tangent phi                                     | 1,20                             |
| - Factor on unit weight soil                      | 1,00                             |
| Vertical balance factors                          |                                  |
| - Partial factor base resistance (gamma_b)        | 1,20                             |
| Verification of stage                             | 2: Ontgraven voor 1e stempelraam |
| Multiplication factor for anchor stiffness        | 1,000                            |
| Used partial factor set                           | RC 1                             |
| Factors on loads                                  |                                  |
| - Permanent load, unfavourable                    | 1,00                             |
| - Permanent load, favourable                      | 1,00                             |
| - Variable load, unfavourable                     | 1,00                             |
| - Variable load, favourable                       | 0,00                             |
| Factors on representative values                  |                                  |
| - Partial factor on M, D and Pmax                 | 1,20                             |
| Material factors                                  |                                  |
| - Cohesion                                        | 1,15                             |
| - Tangent phi                                     | 1,15                             |
| - Delta (wall friction angle)                     | 1,15                             |
| - Modulus of low representative subgrade reaction | 1,30                             |
| Geometry modification                             |                                  |
| - Increase retaining height                       | 10,00 %                          |
| - Maximum increase retaining height               | 0,50 m                           |
| - Reduction in phreatic line on passive side      | 0,20 m                           |
| - Raise in phreatic line on passive side          | 0,20 m                           |
| - Raise in phreatic line on active side           | 0,05 m                           |
| Overall stability factors                         |                                  |
| - Cohesion                                        | 1,30                             |
| - Tangent phi                                     | 1,20                             |
| - Factor on unit weight soil                      | 1,00                             |

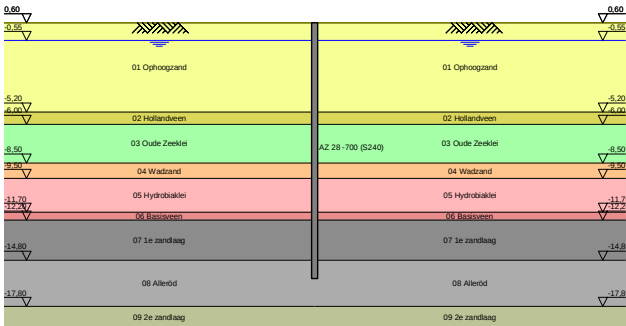
|                                                   |                             |
|---------------------------------------------------|-----------------------------|
| Vertical balance factors                          |                             |
| - Partial factor base resistance (gamma_b)        | 1,20                        |
| Verification of stage                             | 3: Ontgraven 2e stempelraam |
| Multiplication factor for anchor stiffness        | 1,000                       |
| Used partial factor set                           | RC 1                        |
| Factors on loads                                  |                             |
| - Permanent load, unfavourable                    | 1,00                        |
| - Permanent load, favourable                      | 1,00                        |
| - Variable load, unfavourable                     | 1,00                        |
| - Variable load, favourable                       | 0,00                        |
| Factors on representative values                  |                             |
| - Partial factor on M, D and Pmax                 | 1,20                        |
| Material factors                                  |                             |
| - Cohesion                                        | 1,15                        |
| - Tangent phi                                     | 1,15                        |
| - Delta (wall friction angle)                     | 1,15                        |
| - Modulus of low representative subgrade reaction | 1,30                        |
| Geometry modification                             |                             |
| - Increase retaining height                       | 10,00 %                     |
| - Maximum increase retaining height               | 0,50 m                      |
| - Reduction in phreatic line on passive side      | 0,20 m                      |
| - Raise in phreatic line on passive side          | 0,20 m                      |
| - Raise in phreatic line on active side           | 0,05 m                      |
| Overall stability factors                         |                             |
| - Cohesion                                        | 1,30                        |
| - Tangent phi                                     | 1,20                        |
| - Factor on unit weight soil                      | 1,00                        |
| Vertical balance factors                          |                             |
| - Partial factor base resistance (gamma_b)        | 1,20                        |
| Verification of stage                             | 4: Max ontgraving           |
| Multiplication factor for anchor stiffness        | 1,000                       |
| Used partial factor set                           | RC 2                        |
| Factors on loads                                  |                             |
| - Permanent load, unfavourable                    | 1,00                        |
| - Permanent load, favourable                      | 1,00                        |
| - Variable load, unfavourable                     | 1,10                        |
| - Variable load, favourable                       | 0,00                        |
| Factors on representative values                  |                             |
| - Partial factor on M, D and Pmax                 | 1,20                        |
| Material factors                                  |                             |
| - Cohesion                                        | 1,25                        |
| - Tangent phi                                     | 1,18                        |
| - Delta (wall friction angle)                     | 1,18                        |
| - Modulus of low representative subgrade reaction | 1,30                        |
| Geometry modification                             |                             |
| - Increase retaining height                       | 10,00 %                     |
| - Maximum increase retaining height               | 0,50 m                      |
| - Reduction in phreatic line on passive side      | 0,25 m                      |
| - Raise in phreatic line on passive side          | 0,25 m                      |
| - Raise in phreatic line on active side           | 0,05 m                      |

|                                                   |                           |
|---------------------------------------------------|---------------------------|
| Overall stability factors                         |                           |
| - Cohesion                                        | 1,45                      |
| - Tangent phi                                     | 1,25                      |
| - Factor on unit weight soil                      | 1,00                      |
| Vertical balance factors                          |                           |
| - Partial factor base resistance (gamma_b)        | 1,20                      |
| Verification of stage                             | 5: Aanbrengen keldervloer |
| Multiplication factor for anchor stiffness        | 1,000                     |
| Used partial factor set                           | RC 2                      |
| Factors on loads                                  |                           |
| - Permanent load, unfavourable                    | 1,00                      |
| - Permanent load, favourable                      | 1,00                      |
| - Variable load, unfavourable                     | 1,10                      |
| - Variable load, favourable                       | 0,00                      |
| Factors on representative values                  |                           |
| - Partial factor on M, D and Pmax                 | 1,20                      |
| Material factors                                  |                           |
| - Cohesion                                        | 1,25                      |
| - Tangent phi                                     | 1,18                      |
| - Delta (wall friction angle)                     | 1,18                      |
| - Modulus of low representative subgrade reaction | 1,30                      |
| Geometry modification                             |                           |
| - Increase retaining height                       | 10,00 %                   |
| - Maximum increase retaining height               | 0,50 m                    |
| - Reduction in phreatic line on passive side      | 0,25 m                    |
| - Raise in phreatic line on passive side          | 0,25 m                    |
| - Raise in phreatic line on active side           | 0,05 m                    |
| Overall stability factors                         |                           |
| - Cohesion                                        | 1,45                      |
| - Tangent phi                                     | 1,25                      |
| - Factor on unit weight soil                      | 1,00                      |
| Vertical balance factors                          |                           |
| - Partial factor base resistance (gamma_b)        | 1,20                      |
| Verification of stage                             | 6: Verwijderen 1e stempel |
| Multiplication factor for anchor stiffness        | 1,000                     |
| Used partial factor set                           | RC 2                      |
| Factors on loads                                  |                           |
| - Permanent load, unfavourable                    | 1,00                      |
| - Permanent load, favourable                      | 1,00                      |
| - Variable load, unfavourable                     | 1,10                      |
| - Variable load, favourable                       | 0,00                      |
| Factors on representative values                  |                           |
| - Partial factor on M, D and Pmax                 | 1,20                      |
| Material factors                                  |                           |
| - Cohesion                                        | 1,25                      |
| - Tangent phi                                     | 1,18                      |
| - Delta (wall friction angle)                     | 1,18                      |
| - Modulus of low representative subgrade reaction | 1,30                      |

|                                              |         |
|----------------------------------------------|---------|
| Geometry modification                        |         |
| - Increase retaining height                  | 10,00 % |
| - Maximum increase retaining height          | 0,50 m  |
| - Reduction in phreatic line on passive side | 0,25 m  |
| - Raise in phreatic line on passive side     | 0,25 m  |
| - Raise in phreatic line on active side      | 0,05 m  |
| Overall stability factors                    |         |
| - Cohesion                                   | 1,45    |
| - Tangent phi                                | 1,25    |
| - Factor on unit weight soil                 | 1,00    |
| Vertical balance factors                     |         |
| - Partial factor base resistance (gamma_b)   | 1,20    |

4 Outline Stage 1: Initieel

Outline - Stage 1: Initieel

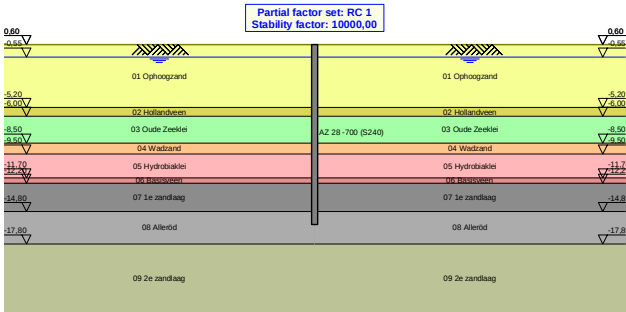


5 Overall Stability Stage 1: Initieel

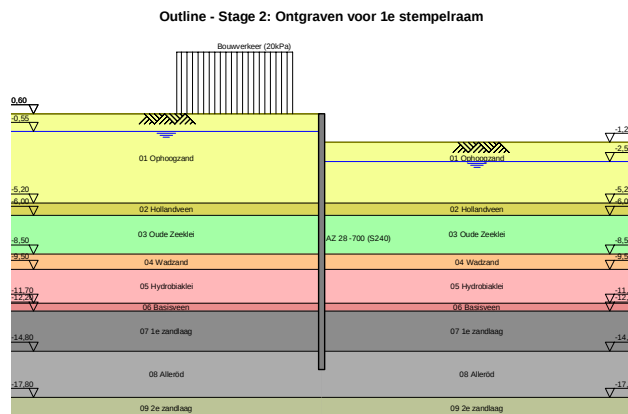
Stability factor : 10000,00

5.1 Overall Stability

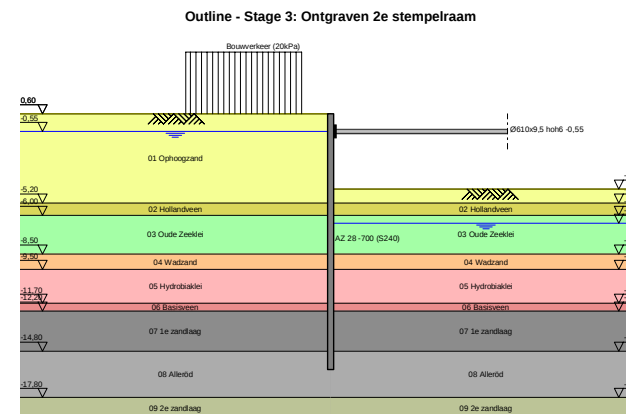
Overall Stability - Stage 1: Initieel



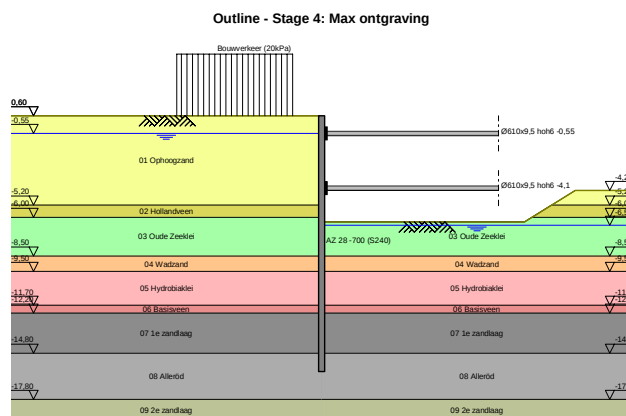
## 6 Outline Stage 2: Ontgraven voor 1e stempelraam



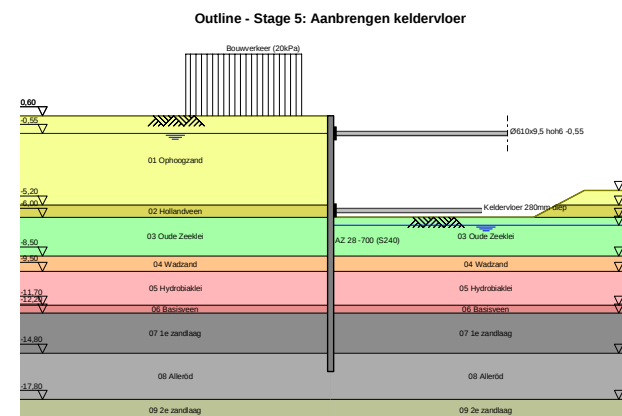
## 7 Outline Stage 3: Ontgraven 2e stempelraam

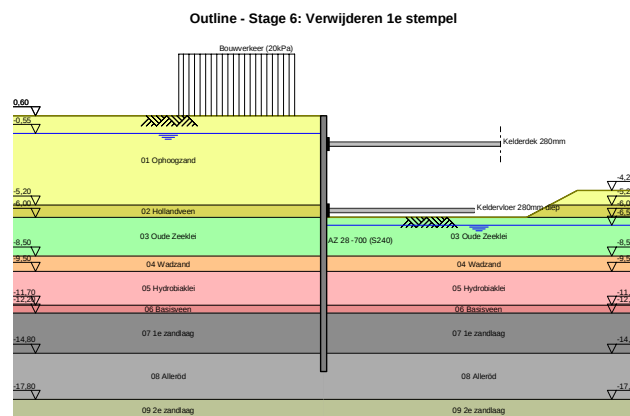


## 8 Outline Stage 4: Max ontgraving



## 9 Outline Stage 5: Aanbrengen keldervloer



**10 Outline Stage 6: Verwijderen 1e stempel****End of Report**

Report for D-Sheet Piling 18.2

Design of Diaphragm and Sheet Pile Walls

Developed by Deltares

Company:CRUX Engineering B.V.

Date of report:11-10-2018

Time of report:13:18:55

Report with version:18.2.1.20477

Date of calculation:10/10/2018

Time of calculation:3:36:34 PM

Calculated with version:18.2.1.20477

File name:P:\..\04 REK\GEO\D - sheet\baa\D-SH001 drsn 4, verdiepte deel

Verification according to National Annex of Eurocode 7 in the Netherlands (NEN 9997-1:2016)

Doorsnede 4

1 Table of Contents

|                                                  |    |
|--------------------------------------------------|----|
| 1 Table of Contents                              | 2  |
| 2 Summary                                        | 3  |
| 2.1 Overview per Stage and Test                  | 3  |
| 2.2 Anchors and Struts                           | 3  |
| 2.3 Overall Stability per Stage                  | 4  |
| 2.4 Warnings                                     | 4  |
| 2.5 CUR Verification Steps                       | 4  |
| 3 Input Data for all Stages                      | 5  |
| 3.1 General Input Data                           | 5  |
| 3.2 Sheet Piling Properties                      | 5  |
| 3.2.1 General properties                         | 5  |
| 3.2.2 Stiffness EI (elastic behaviour)           | 5  |
| 3.2.3 Maximum allowable moments                  | 5  |
| 3.2.4 Properties for vertical balance            | 5  |
| 3.3 Calculation Options                          | 5  |
| 4 Outline Stage 1: Initieel                      | 9  |
| 5 Overall Stability Stage 1: Initieel            | 10 |
| 5.1 Overall Stability                            | 10 |
| 6 Outline Stage 2: Ontgraven voor 1e stempelraam | 11 |
| 7 Outline Stage 3: Ontgraven voor 2e stempelraam | 12 |
| 8 Outline Stage 4: Max ontgraven                 | 13 |
| 9 Outline Stage 5: Aanbrengen keldervloer        | 14 |

## 2 Summary

### 2.1 Overview per Stage and Test

| Stage nr. | Verification            | Displacement [mm] | Moment [kNm]  | Shear force [kN] | Mob. perc. moment [%] | Mob. perc. resistance [%] | Vertical balance |
|-----------|-------------------------|-------------------|---------------|------------------|-----------------------|---------------------------|------------------|
| 1         | EC7(NL)-Step 6.1        |                   | -0,24         | -0,33            | 0,0                   | 18,7                      | Upwards          |
| 1         | EC7(NL)-Step 6.2        |                   | -0,14         | -0,27            | 0,0                   | 18,7                      | Upwards          |
| 1         | EC7(NL)-Step 6.3        |                   | 0,55          | 0,81             | 0,0                   | 18,9                      | Upwards          |
| 1         | EC7(NL)-Step 6.4        |                   | 0,34          | 0,69             | 0,0                   | 18,9                      | Upwards          |
| 1         | EC7(NL)-Step 6.5        | 0,0               | 0,00          | 0,00             | 0,0                   | 14,0                      | Sufficient       |
| 1         | EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20 |                   | 0,00          | 0,00             |                       |                           |                  |
| 2         | EC7(NL)-Step 6.3        |                   | 0,69          | 1,04             | 0,0                   | 19,4                      | Upwards          |
| 2         | EC7(NL)-Step 6.4        |                   | 0,42          | 0,87             | 0,0                   | 19,4                      | Upwards          |
| 2         | EC7(NL)-Step 6.5        | 0,0               | 0,00          | 0,00             | 0,0                   | 14,3                      | Sufficient       |
| 2         | EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20 |                   | 0,00          | 0,00             |                       |                           |                  |
| 3         | EC7(NL)-Step 6.1        |                   | 106,29        | 46,51            | 23,7                  | 24,7                      | Upwards          |
| 3         | EC7(NL)-Step 6.2        |                   | 88,23         | -47,71           | 23,9                  | 25,2                      | Upwards          |
| 3         | EC7(NL)-Step 6.3        |                   | 106,37        | 46,53            | 23,9                  | 24,8                      | Upwards          |
| 3         | EC7(NL)-Step 6.4        |                   | 88,24         | -47,70           | <b>24,1</b>           | <b>25,3</b>               | Upwards          |
| 3         | EC7(NL)-Step 6.5        | 11,0              | 58,33         | -36,36           | 17,8                  | 18,4                      | Upwards          |
| 3         | EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20 |                   | 70,00         | -43,63           |                       |                           |                  |
| 4         | EC7(NL)-Step 6.1        |                   | <b>199,53</b> | 168,10           | 0,0                   | 15,4                      | Upwards          |
| 4         | EC7(NL)-Step 6.2        |                   | 193,64        | <b>168,42</b>    | 0,0                   | 16,1                      | Sufficient       |
| 4         | EC7(NL)-Step 6.3        |                   | 174,57        | 157,90           | 0,0                   | 16,7                      | Upwards          |
| 4         | EC7(NL)-Step 6.4        |                   | 164,94        | 157,60           | 0,0                   | 17,1                      | Upwards          |
| 4         | EC7(NL)-Step 6.5        | 23,1              | 116,28        | 126,49           | 0,0                   | 13,0                      | Upwards          |
| 4         | EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20 |                   | 139,53        | 151,78           |                       |                           |                  |
| 5         | EC7(NL)-Step 6.1        |                   | 112,25        | -115,83          | 0,0                   | 15,2                      | Upwards          |
| 5         | EC7(NL)-Step 6.2        |                   | 107,86        | -117,20          | 0,0                   | 15,4                      | Sufficient       |
| 5         | EC7(NL)-Step 6.3        |                   | 113,50        | -115,44          | 0,0                   | 16,1                      | Upwards          |
| 5         | EC7(NL)-Step 6.4        |                   | 108,77        | -116,92          | 0,0                   | 16,3                      | Upwards          |
| 5         | EC7(NL)-Step 6.5        | <b>28,0</b>       | 109,63        | -110,06          | 0,0                   | 12,3                      | Upwards          |
| 5         | EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20 |                   | 131,55        | -132,07          |                       |                           |                  |
| Max       |                         | <b>28,0</b>       | <b>199,53</b> | <b>168,42</b>    | <b>24,1</b>           | <b>25,3</b>               | Sufficient       |

### 2.2 Anchors and Struts

| Stage nr. | Verification type       | Anchor/strut Stempel 1 Ø219,1x4,5 h=10 |         | Anchor/strut Stempel +1 Ø406,4x6,3 h=10 |         | Anchor/strut Keldervloer 280mm diep |         |
|-----------|-------------------------|----------------------------------------|---------|-----------------------------------------|---------|-------------------------------------|---------|
|           |                         | Force [kN]                             | State   | Force [kN]                              | State   | Force [kN]                          | State   |
| 3         | EC7(NL)-Step 6.1        | 46,51                                  | Elastic | -                                       | -       | -                                   | -       |
| 3         | EC7(NL)-Step 6.2        | 40,65                                  | Elastic | -                                       | -       | -                                   | -       |
| 3         | EC7(NL)-Step 6.3        | 46,53                                  | Elastic | -                                       | -       | -                                   | -       |
| 3         | EC7(NL)-Step 6.4        | 40,65                                  | Elastic | -                                       | -       | -                                   | -       |
| 3         | EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20 | 35,31                                  | Elastic | -                                       | -       | -                                   | -       |
| 4         | EC7(NL)-Step 6.1        | -                                      | -       | 268,83                                  | Elastic | -                                   | -       |
| 4         | EC7(NL)-Step 6.2        | -                                      | -       | <b>279,62</b>                           | Elastic | -                                   | -       |
| 4         | EC7(NL)-Step 6.3        | -                                      | -       | 250,20                                  | Elastic | -                                   | -       |
| 4         | EC7(NL)-Step 6.4        | -                                      | -       | 261,20                                  | Elastic | -                                   | -       |
| 4         | EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20 | 1,89                                   | Elastic | 237,19                                  | Elastic | -                                   | -       |
| 5         | EC7(NL)-Step 6.1        | 48,37                                  | Elastic | -                                       | -       | 182,89                              | Elastic |
| 5         | EC7(NL)-Step 6.2        | 47,00                                  | Elastic | -                                       | -       | 200,99                              | Elastic |
| 5         | EC7(NL)-Step 6.3        | 48,76                                  | Elastic | -                                       | -       | 176,97                              | Elastic |
| 5         | EC7(NL)-Step 6.4        | 47,28                                  | Elastic | -                                       | -       | 196,36                              | Elastic |
| 5         | EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20 | <b>55,92</b>                           | Elastic | -                                       | -       | <b>201,69</b>                       | Elastic |
| Max       |                         | <b>55,92</b>                           |         | <b>279,62</b>                           |         | <b>201,69</b>                       |         |

Due to multiplication of the representative value a force bigger than yield or buckling force may be present.

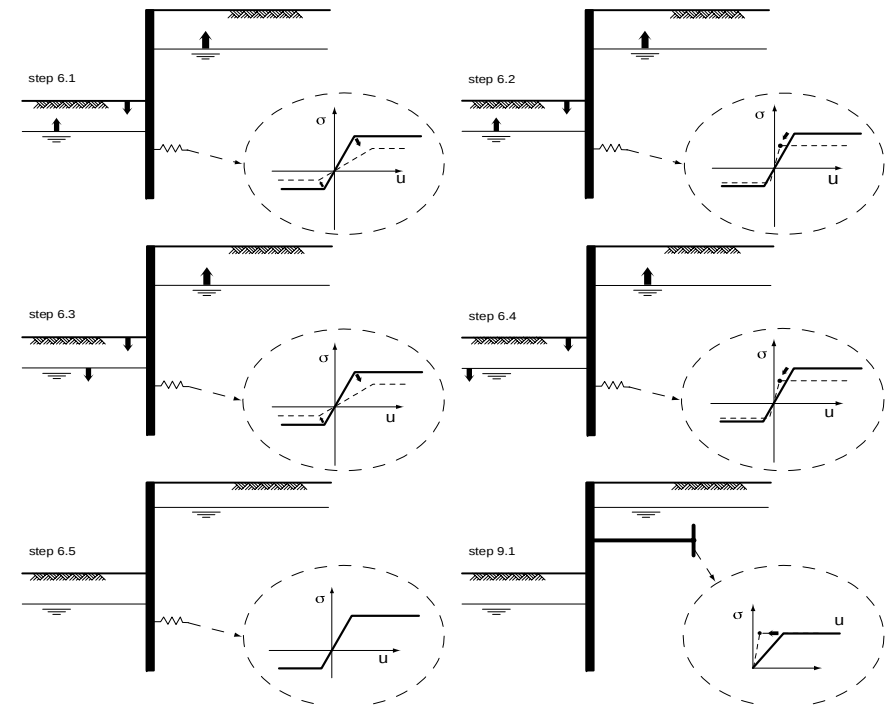
### 2.3 Overall Stability per Stage

| Stage name                    | Stability factor [-] |
|-------------------------------|----------------------|
| Initieel                      | 10000,00             |
| Ontgraven voor 1e stempelraam | 10000,00             |
| Ontgraven voor 2e stempelraam | 7,92                 |
| Max ontgraven                 | 4,93                 |
| Aanbrengen keldervloer        | 4,93                 |

### 2.4 Warnings

\* Vertical balance: The resultant vertical friction force is directed upward in stage 1, 1, 1, 1, 2, 2, 3, 3, 3, 3, 3, 4, 4, 4, 4, 5, 5, 5 & 5 because the friction force on the passive side exceeds that on the active side. This might be prevented by reducing the friction angle Delta on the passive side.

### 2.5 CUR Verification Steps



### 3 Input Data for all Stages

#### 3.1 General Input Data

Verification according to National Annex of Eurocode 7 in the Netherlands (NEN 9997-1:2016)

|                                             |                         |
|---------------------------------------------|-------------------------|
| Model                                       | Sheet piling            |
| Check vertical balance                      | Yes                     |
| Number of construction stages               | 5                       |
| Unit weight of water                        | 10,00 kN/m <sup>3</sup> |
| Number of curves for spring characteristics | 3                       |
| Unloading curve on spring characteristic    | No                      |
| Elastic calculation                         | Yes                     |

#### 3.2 Sheet Piling Properties

|                     |          |
|---------------------|----------|
| Length              | 10,60 m  |
| Level top side      | 0,60 m   |
| Number of sections  | 1        |
| q <sub>b</sub> ;max | 2,00 MPa |
| Xi factor           | 1,39     |

##### 3.2.1 General properties

| Section name | From<br>[m] | To<br>[m] | Material type | Acting width<br>[m] |
|--------------|-------------|-----------|---------------|---------------------|
| PAZ 44 70    | -10,00      | 0,60      | Steel         | 1,00                |

##### 3.2.2 Stiffness EI (elastic behaviour)

| Section name | Elastic stiffness EI<br>[kNm <sup>2</sup> /m] | Red. factor on EI<br>[-] | Corrected elas. stiffness EI<br>[kNm <sup>2</sup> ] | Note to reduction factor |
|--------------|-----------------------------------------------|--------------------------|-----------------------------------------------------|--------------------------|
| PAZ 44 70    | 2,4220E+04                                    | 1,00                     | 2,4220E+04                                          |                          |

##### 3.2.3 Maximum allowable moments

| Section name | Mr;char;el<br>[kNm/m] | Modification factor<br>[-] | Material factor<br>[-] | Red. factor allow. moment<br>[-] | Mr;d;el<br>[kNm] |
|--------------|-----------------------|----------------------------|------------------------|----------------------------------|------------------|
| PAZ 44 70    | 228,00                | 1,00                       | 1,00                   | 1,00                             | 228,00           |

##### 3.2.4 Properties for vertical balance

| Section name | From<br>[m] | To<br>[m] | Height<br>[mm] | Coating area<br>[m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> wall] | Section area<br>[cm <sup>2</sup> /m] |
|--------------|-------------|-----------|----------------|-------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| PAZ 44 70    | -10,00      | 0,60      | 499,00         | 1,47                                                  | 216,00                               |

#### 3.3 Calculation Options

|                                            |                                                                                                                                                                                                   |
|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| First stage represents initial situation   | No                                                                                                                                                                                                |
| Calculation refinement                     | Coarse                                                                                                                                                                                            |
| Reduce delta(s) according to CUR           | Yes                                                                                                                                                                                               |
| Verification                               | EC7 NA NL - method B: Partial factors (design values) in verification of Eurocode 7 using the factors as described in the National Annex of the Netherlands. It is basically design approach III. |
| Verification of stage                      | 1: Initieel                                                                                                                                                                                       |
| Multiplication factor for anchor stiffness | 1,000                                                                                                                                                                                             |

Used partial factor set RC 1

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

|                                   |      |
|-----------------------------------|------|
| Factors on representative values  |      |
| - Partial factor on M, D and Pmax | 1,20 |

|                                                   |      |
|---------------------------------------------------|------|
| Material factors                                  |      |
| - Cohesion                                        | 1,15 |
| - Tangent phi                                     | 1,15 |
| - Delta (wall friction angle)                     | 1,15 |
| - Modulus of low representative subgrade reaction | 1,30 |

|                                              |         |
|----------------------------------------------|---------|
| Geometry modification                        |         |
| - Increase retaining height                  | 10,00 % |
| - Maximum increase retaining height          | 0,50 m  |
| - Reduction in phreatic line on passive side | 0,20 m  |
| - Raise in phreatic line on passive side     | 0,20 m  |
| - Raise in phreatic line on active side      | 0,05 m  |

|                              |      |
|------------------------------|------|
| Overall stability factors    |      |
| - Cohesion                   | 1,30 |
| - Tangent phi                | 1,20 |
| - Factor on unit weight soil | 1,00 |

|                                                        |      |
|--------------------------------------------------------|------|
| Vertical balance factors                               |      |
| - Partial factor base resistance (gamma <sub>b</sub> ) | 1,20 |

Verification of stage 2: Ontgraven voor 1e stempelraam

Multiplication factor for anchor stiffness 1,000

Used partial factor set RC 1

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

|                                   |      |
|-----------------------------------|------|
| Factors on representative values  |      |
| - Partial factor on M, D and Pmax | 1,20 |

|                                                   |      |
|---------------------------------------------------|------|
| Material factors                                  |      |
| - Cohesion                                        | 1,15 |
| - Tangent phi                                     | 1,15 |
| - Delta (wall friction angle)                     | 1,15 |
| - Modulus of low representative subgrade reaction | 1,30 |

|                                              |         |
|----------------------------------------------|---------|
| Geometry modification                        |         |
| - Increase retaining height                  | 10,00 % |
| - Maximum increase retaining height          | 0,50 m  |
| - Reduction in phreatic line on passive side | 0,20 m  |
| - Raise in phreatic line on passive side     | 0,20 m  |
| - Raise in phreatic line on active side      | 0,05 m  |

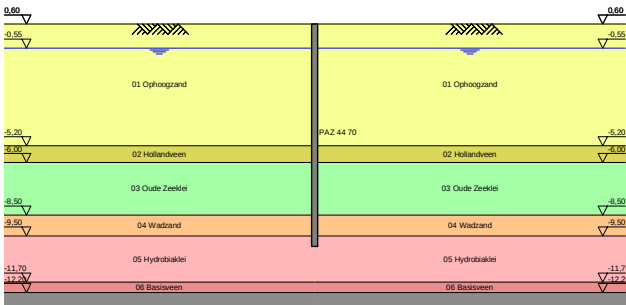
|                              |      |
|------------------------------|------|
| Overall stability factors    |      |
| - Cohesion                   | 1,30 |
| - Tangent phi                | 1,20 |
| - Factor on unit weight soil | 1,00 |

|                                                   |                                  |
|---------------------------------------------------|----------------------------------|
| Vertical balance factors                          |                                  |
| - Partial factor base resistance (gamma_b)        | 1,20                             |
| Verification of stage                             | 3: Ontgraven voor 2e stempelraam |
| Multiplication factor for anchor stiffness        | 1,000                            |
| Used partial factor set                           | RC 1                             |
| Factors on loads                                  |                                  |
| - Permanent load, unfavourable                    | 1,00                             |
| - Permanent load, favourable                      | 1,00                             |
| - Variable load, unfavourable                     | 1,00                             |
| - Variable load, favourable                       | 0,00                             |
| Factors on representative values                  |                                  |
| - Partial factor on M, D and Pmax                 | 1,20                             |
| Material factors                                  |                                  |
| - Cohesion                                        | 1,15                             |
| - Tangent phi                                     | 1,15                             |
| - Delta (wall friction angle)                     | 1,15                             |
| - Modulus of low representative subgrade reaction | 1,30                             |
| Geometry modification                             |                                  |
| - Increase retaining height                       | 10,00 %                          |
| - Maximum increase retaining height               | 0,50 m                           |
| - Reduction in phreatic line on passive side      | 0,20 m                           |
| - Raise in phreatic line on passive side          | 0,20 m                           |
| - Raise in phreatic line on active side           | 0,05 m                           |
| Overall stability factors                         |                                  |
| - Cohesion                                        | 1,30                             |
| - Tangent phi                                     | 1,20                             |
| - Factor on unit weight soil                      | 1,00                             |
| Vertical balance factors                          |                                  |
| - Partial factor base resistance (gamma_b)        | 1,20                             |
| Verification of stage                             | 4: Max ontgraven                 |
| Multiplication factor for anchor stiffness        | 1,000                            |
| Used partial factor set                           | RC 1                             |
| Factors on loads                                  |                                  |
| - Permanent load, unfavourable                    | 1,00                             |
| - Permanent load, favourable                      | 1,00                             |
| - Variable load, unfavourable                     | 1,00                             |
| - Variable load, favourable                       | 0,00                             |
| Factors on representative values                  |                                  |
| - Partial factor on M, D and Pmax                 | 1,20                             |
| Material factors                                  |                                  |
| - Cohesion                                        | 1,15                             |
| - Tangent phi                                     | 1,15                             |
| - Delta (wall friction angle)                     | 1,15                             |
| - Modulus of low representative subgrade reaction | 1,30                             |
| Geometry modification                             |                                  |
| - Increase retaining height                       | 10,00 %                          |
| - Maximum increase retaining height               | 0,50 m                           |
| - Reduction in phreatic line on passive side      | 0,20 m                           |
| - Raise in phreatic line on passive side          | 0,20 m                           |
| - Raise in phreatic line on active side           | 0,05 m                           |

|                                                   |                           |
|---------------------------------------------------|---------------------------|
| Overall stability factors                         |                           |
| - Cohesion                                        | 1,30                      |
| - Tangent phi                                     | 1,20                      |
| - Factor on unit weight soil                      | 1,00                      |
| Vertical balance factors                          |                           |
| - Partial factor base resistance (gamma_b)        | 1,20                      |
| Verification of stage                             | 5: Aanbrengen keldervloer |
| Multiplication factor for anchor stiffness        | 1,000                     |
| Used partial factor set                           | RC 1                      |
| Factors on loads                                  |                           |
| - Permanent load, unfavourable                    | 1,00                      |
| - Permanent load, favourable                      | 1,00                      |
| - Variable load, unfavourable                     | 1,00                      |
| - Variable load, favourable                       | 0,00                      |
| Factors on representative values                  |                           |
| - Partial factor on M, D and Pmax                 | 1,20                      |
| Material factors                                  |                           |
| - Cohesion                                        | 1,15                      |
| - Tangent phi                                     | 1,15                      |
| - Delta (wall friction angle)                     | 1,15                      |
| - Modulus of low representative subgrade reaction | 1,30                      |
| Geometry modification                             |                           |
| - Increase retaining height                       | 10,00 %                   |
| - Maximum increase retaining height               | 0,50 m                    |
| - Reduction in phreatic line on passive side      | 0,20 m                    |
| - Raise in phreatic line on passive side          | 0,20 m                    |
| - Raise in phreatic line on active side           | 0,05 m                    |
| Overall stability factors                         |                           |
| - Cohesion                                        | 1,30                      |
| - Tangent phi                                     | 1,20                      |
| - Factor on unit weight soil                      | 1,00                      |
| Vertical balance factors                          |                           |
| - Partial factor base resistance (gamma_b)        | 1,20                      |

4 Outline Stage 1: Initieel

Outline - Stage 1: Initieel

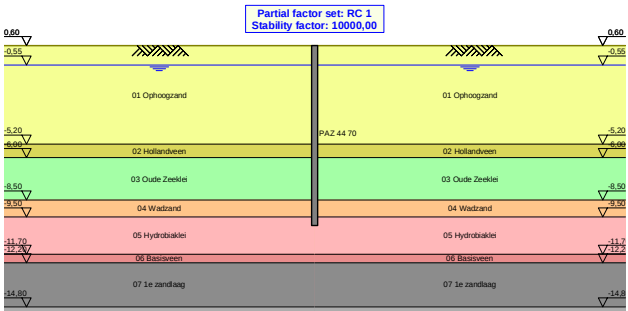


5 Overall Stability Stage 1: Initieel

Stability factor : 10000,00

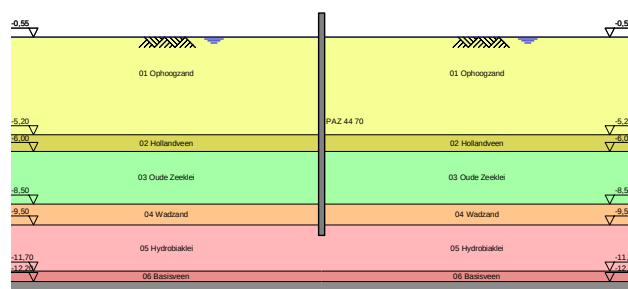
5.1 Overall Stability

Overall Stability - Stage 1: Initieel



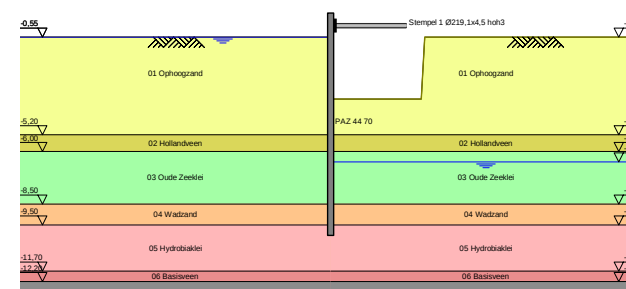
## 6 Outline Stage 2: Ontgraven voor 1e stempelraam

Outline - Stage 2: Ontgraven voor 1e stempelraam



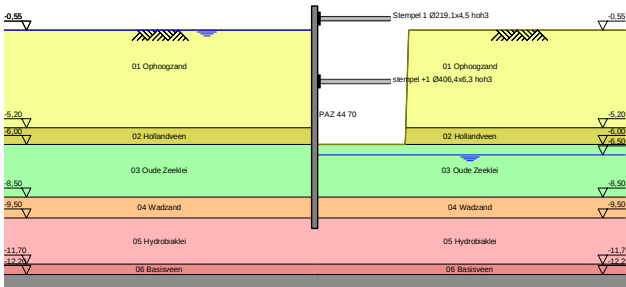
## 7 Outline Stage 3: Ontgraven voor 2e stempelraam

Outline - Stage 3: Ontgraven voor 2e stempelraam



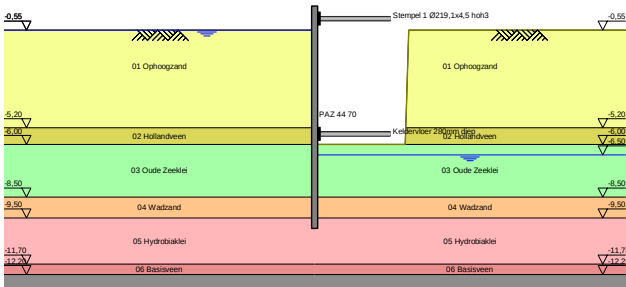
8 Outline Stage 4: Max ontgraven

Outline - Stage 4: Max ontgraven



9 Outline Stage 5: Aanbrengen keldervloer

Outline - Stage 5: Aanbrengen keldervloer



End of Report

