

**Project het olifantenperk van  
Diergaarde Blijdorp te  
Rotterdam**  
Bouwputadvies,  
damwandconstructie

Opdrachtgever                      Stichting koninklijke diergaarde Blijdorp  
Rapportnummer                      P54467-R002-V1-LKO  
Status                                      Definitief  
Rapportdatum                              20 december 2023

Autorisatie	Naam	Paraaf
Auteur		
Controle		



## INHOUDSOPGAVE

<b>1</b>	<b>INLEIDING .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>UITGANGSPUNTEN .....</b>	<b>2</b>
2.1	Normen en richtlijnen .....	2
2.2	Verstrekke gegevens .....	2
2.3	Adviesrapporten .....	2
<b>3</b>	<b>GEOTECHNISCHE GEGEVENS .....</b>	<b>3</b>
3.1	Grondonderzoek .....	3
3.2	Maaiveldniveau .....	3
3.3	Grondwaterstanden.....	4
<b>4</b>	<b>BOUWPUTADVIES .....</b>	<b>6</b>
4.1	Algemeen .....	6
4.2	Grondwaterstanden.....	6
4.2.1	Freatische grondwaterstand .....	6
4.2.2	Stijghoogte .....	6
4.3	Geometrie .....	6
4.4	Grondopbouw en parameters .....	6
4.5	Belastingen .....	7
4.5.1	Bovenbelasting.....	7
4.6	Dimensionering .....	7
4.7	Resultaten damwand .....	8
<b>5</b>	<b>UITVOERINGSASPECTEN.....</b>	<b>9</b>
5.1	Damwandconstructie.....	9

Bijlage 1 Grondonderzoek

Bijlage 2 Berekeningsresultaten damwandberekening

Bijlage 3 Algemene uitvoeringsrichtlijnen damwandconstructie

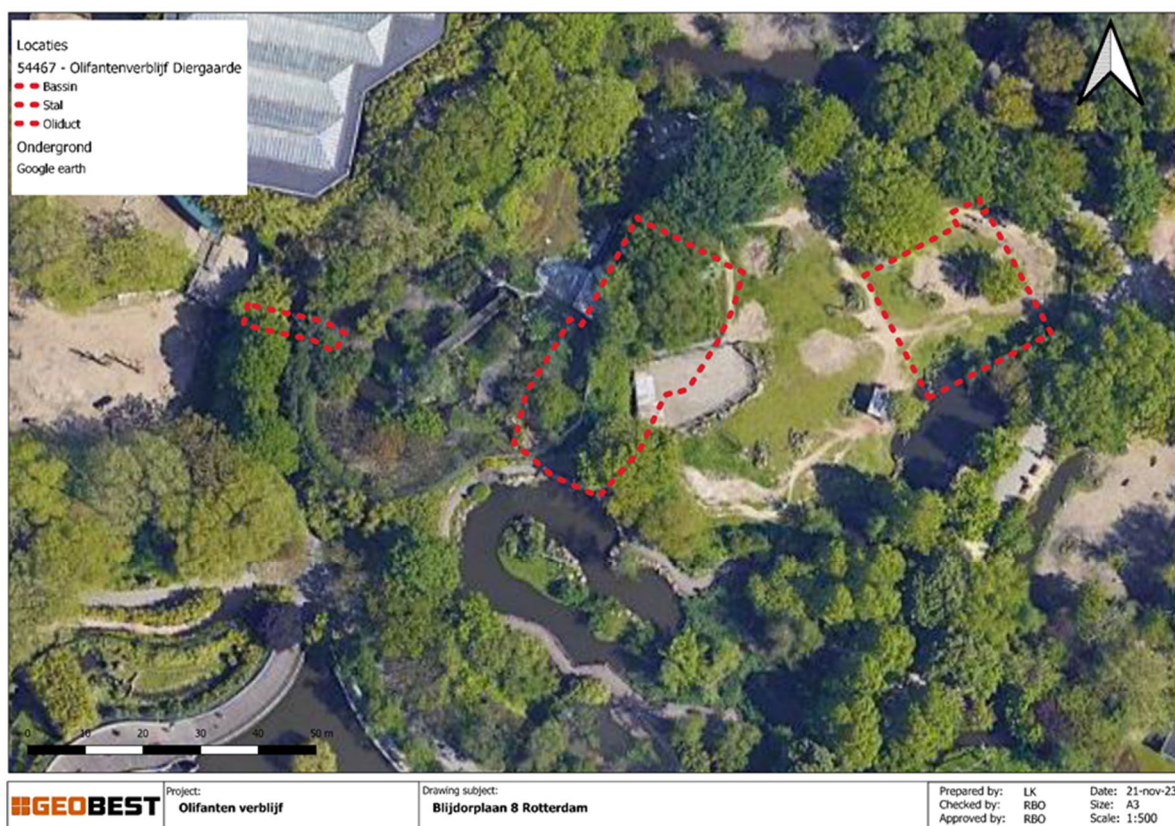


## 1 INLEIDING

Voor de realisatie van het project het olifantenperk van Diergaarde Blijdorp te Rotterdam heeft Geobest B.V. opdracht ontvangen van Stichting koninklijke diergaarde Blijdorp voor het opstellen van geotechnische adviezen voor de realisatie van de nieuwbouw.

Het project betreft het renoveren en uitbreiden van het olifantenverblijf. De uitbreiding van het olifantenverblijf wordt gerealiseerd op de locatie van het kamelenverblijf. De opdracht bestaat, hoofdzakelijk, uit drie onderdelen. De drie onderdelen betreft een viaduct voor de olifanten (tussen bestaand en nieuw verblijf), olifantenverblijf en een olifantenbassin.

De projectlocatie is weergegeven in Figuur 1.1. In Figuur 1.1 zijn ook de indicatieve locaties en contouren van de nieuwbouw onderdelen geprojecteerd.



**Figuur 1.1: Projectlocatie.**

Bij het project is SWINN betrokken als constructeur.

Dit adviesrapport heeft betrekking op de omschrijving en resultaten van het (door derden) uitgevoerde grondonderzoek en het daarop gebaseerde bouwputadvies, gesteunde damwandconstructie, voor de nieuwbouw (olifantenbassin).



## 2 UITGANGSPUNTEN

### 2.1 Normen en richtlijnen

Er is gebruikgemaakt van de volgende normen en richtlijnen:

- [1] NEN 9997-1+C2:2017 Geotechnisch ontwerp van constructies – Samenstelling van NEN-EN 1997-1, NEN-EN 1997-1/NB Nationale bijlage en NEN 9097-1 Aanvullingsnorm bij NEN-EN 1997-1, november 2017;
- [2] CUR 166 Damwandconstructies; 6<sup>e</sup> druk, juli 2012;
- [3] CUR 2003-7 Bepaling geotechnische parameters; 1<sup>e</sup> druk, oktober 2003.

### 2.2 Verstrekte gegevens

Door de constructeur is het volgende document aangeleverd:

- [4] 22-138-010, 'Het olifantenperk van Diergaarde Blijdorp te Rotterdam', 03 juli 2023, SWINN.

Via het internet zijn diverse databanken te raadplegen met relevante informatie aangaande de bodemgesteldheid en de historie van de locatie. Voor het tot op heden uitgevoerde onderzoek is gebruikgemaakt van de volgende openbare bronnen:

- [5] Overzicht van het Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN) ([www.ahn.nl](http://www.ahn.nl));
- [6] Grondonderzoek vanuit het DINOloket van NITG-TNO ([www.dinoloket.nl](http://www.dinoloket.nl)).
- [7] Grondwatermonitoring vanuit het GisWeb 2.2 ([www.gis.rotterdam.nl](http://www.gis.rotterdam.nl));
- [8] Gegevens vanaf sites van Waterschappen;
- [9] Gegevens vanaf site van Rijkswaterstaat.

### 2.3 Adviesrapporten

Voor het project zijn eerder de volgende documenten adviesrapporten opgesteld:

- [10] Geobest B.V. Notitie, *Project*: het olifantenperk van Diergaarde Blijdorp te Rotterdam, *Onderwerp*: Schetsontwerp, *Opdrachtgever*: Stichting koninklijke diergaarde Blijdorp, *Rapportnummer*: P54467-N001-V1-RBO, *Status*: Concept, *Rapportdatum*: 11 juni 2023;
- [11] Geobest B.V. Rapport, *Project*: het olifantenperk van Diergaarde Blijdorp te Rotterdam, *Onderwerp*: Funderingsadvies, paalfundering, *Opdrachtgever*: Stichting koninklijke diergaarde Blijdorp, *Rapportnummer*: P54467-R001-V1-LKO, *Status*: Concept, *Rapportdatum*: 20 december 2023.



### 3 GEOTECHNISCHE GEGEVENS

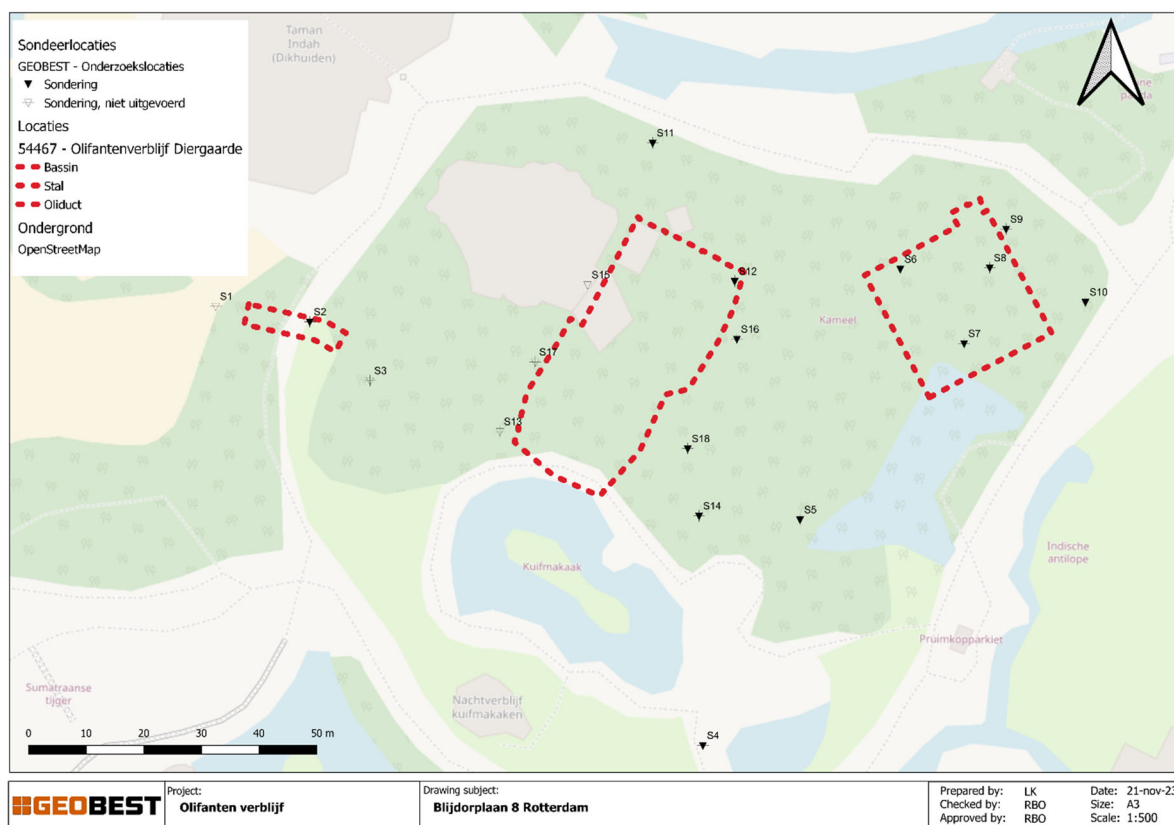
#### 3.1 Grondonderzoek

Door MOS is een grondonderzoek uitgevoerd onder kenmerk 2301002.

Het grondonderzoek omvat het uitvoeren van 18 sonderingen. Vanwege de bereikbaarheid van de locaties zijn diverse sonderingen niet uitgevoerd. Ten tijden van het grondonderzoek waren 13 locaties bereikbaar.

De sonderingen zijn uitgevoerd tot een diepte van circa maaiveld -30 m (maximaal NAP -31,5 m). Naast de conusweerstand ( $q_c$ ) is de plaatselijke wrijving ( $f_s$ ) gemeten. Uit de plaatselijke wrijving en de conusweerstand is het wrijvingsgetal ( $R_f$ ) berekend. Dit getal geeft nader inzicht in de aanwezige grondsoorten.

De sondeerlocaties (uitgevoerd en niet-uitgevoerd) zijn weergegeven in Figuur 3.1.



**Figuur 3.1: Onderzoekslocaties, grondonderzoek.**

De resultaten van het grondonderzoek zijn opgenomen onder Bijlage 1.

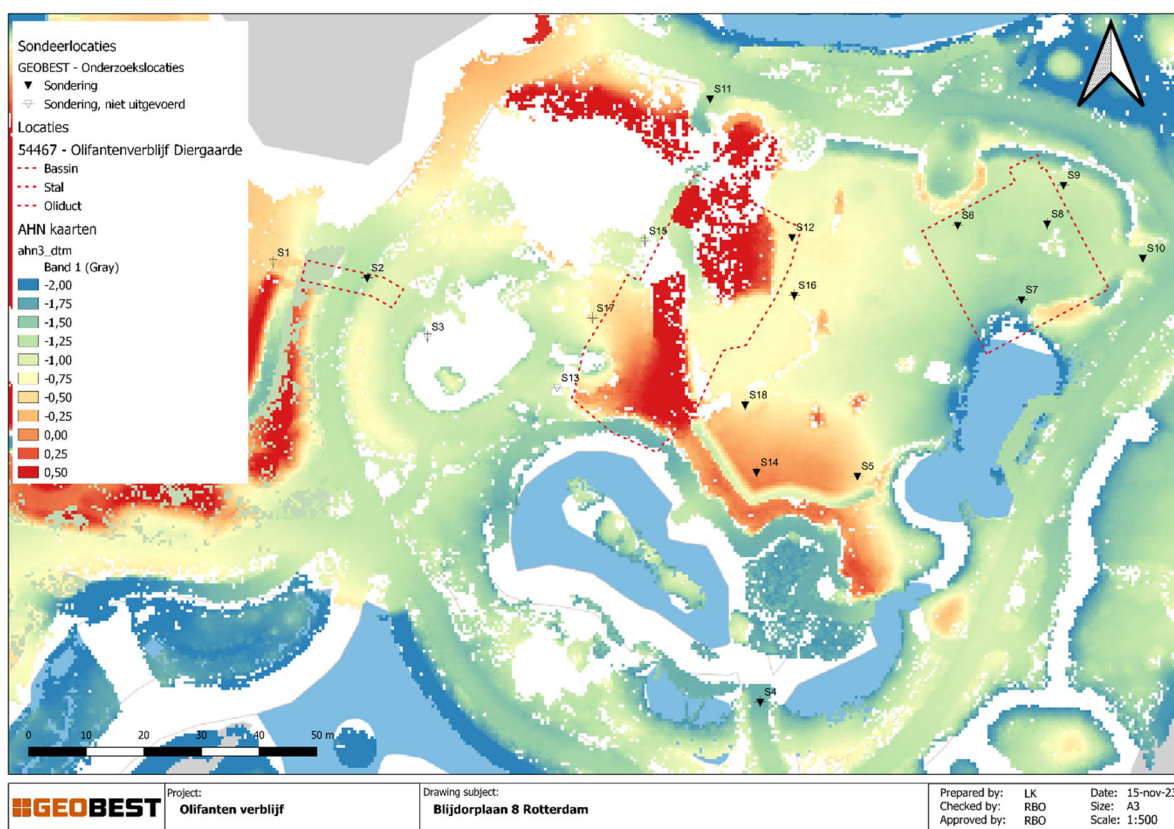
*Geobest staat niet in voor de juistheid en/ of volledigheid van de door derden versterkte informatie en gegevens.*

#### 3.2 Maaiveldniveau

Het maaiveldniveau ter plaatse van de onderzoekslocaties varieert van NAP -1,68 m tot NAP -0,02 m.



Het maaiveldniveau uit het Actueel Hoogtebestand Nederland (afkorting; AHN, [5]) is weergegeven in Figuur 3.2.



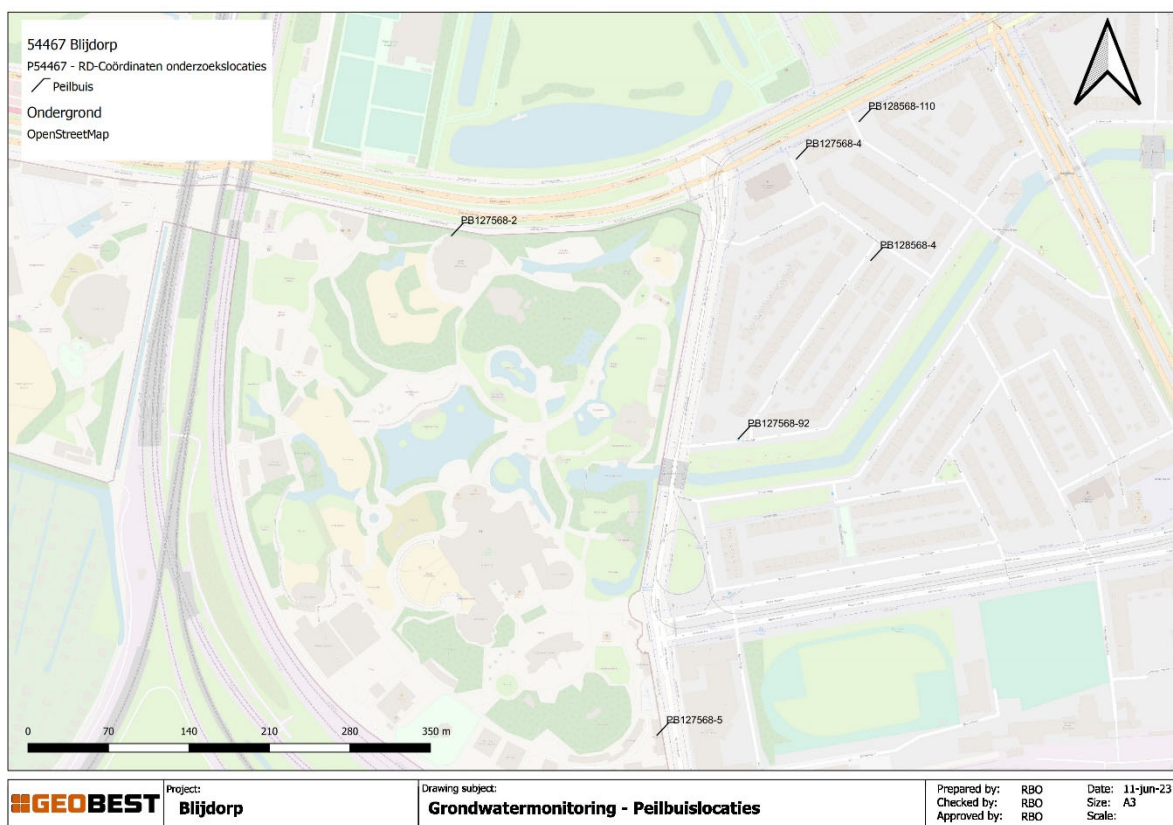
**Figuur 3.2: Maaiveldniveau, AHN.**

Het ingemeten maaiveldniveau van de onderzoek locaties bevestigen het verkregen beeld uit de AHN.

### 3.3 Grondwaterstanden

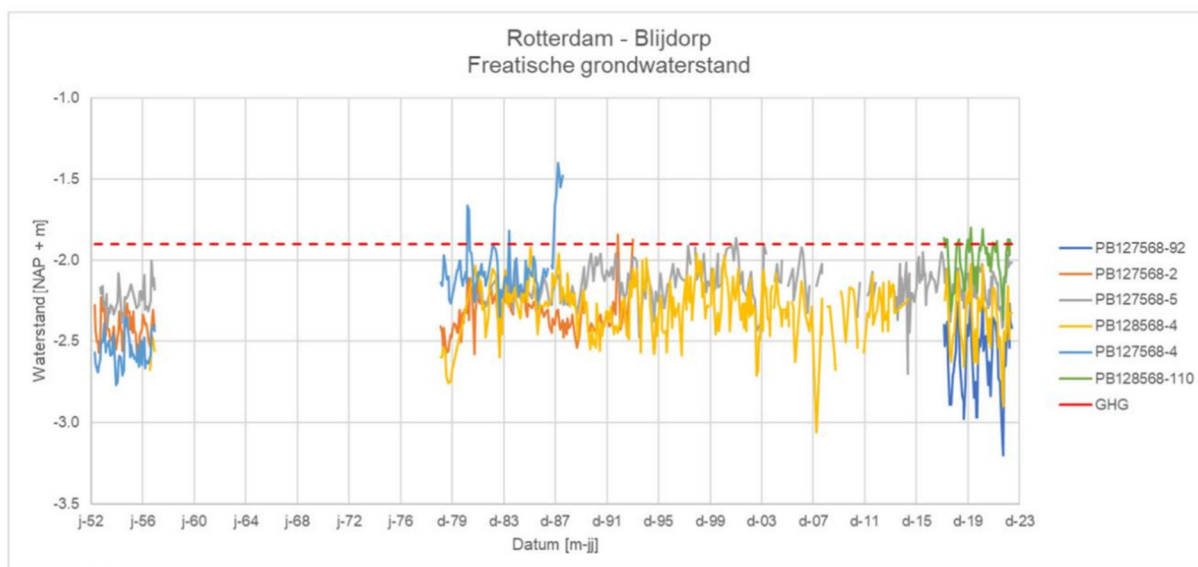
Het uitgevoerde grondonderzoek geeft geen informatie over de grondwaterstand. De grondwaterstand is afgeleid op basis van gegevens uit het GisWeb van de gemeente Rotterdam, [8].

De locaties van de peilbuizen zijn weergegeven in Figuur 3.3.



**Figuur 3.3: Peilbuislocaties.**

Alle peilbuizen (zie Figuur 3.3) zijn ondiepe peilbuizen. De metingen hebben uitsluitend betrekking op de ondiepe, freatische, grondwaterstand. De resultaten van de grondwatermonitoring is weergegeven in Figuur 3.4.



**Figuur 3.4: Grondwatermonitoring.**

In Figuur 3.4 is ook de verwachte Gemiddeld Hoog Grondwater lijn weergegeven.



## 4 BOUWPUTADVIES

### 4.1 Algemeen

De nieuwbouw betreft een olifanten bassin. Het bassin is een betonnen bak in de ondergrond waarin de olifanten kunnen zwemmen. Voor het realiseren van de betonconstructie (betonnen bak) is een ontgraving benodigd. Voor het realiseren van de ontgraving en het voorkomen van horizontaal toestromen van (grond)water wordt een tijdelijke bouwkuip gerealiseerd.

Op basis van de projectgegevens en in overleg met de constructeur wordt voor het ontwerp een grondkerende constructie uitgewerkt als een gesteunde stalen damwand.

De bouwkuip wordt uitgevoerd als een 'gesloten' bouwkuip. Ter voorkoming van horizontale toestroming van water wordt de bouwkuip omsloten met stalen damwanden. De damwanden hebben een grondwater kerende functie. Het verticaal toestromen van grondwater wordt voorkomen door de damwanden tot in een van nature aanwezige waterremmende grondlaag te plaatsen.

De bouwkuip wordt uitgevoerd als polderconstructie; de verticale bouwputafsluiting, de waterremmende grondlaag betreffen de natuurlijke aanwezige cohesieve lagen die vanaf ontgravingsniveau tot circa NAP -17,0 m aanwezig zijn. De (tijdelijke) damwanden worden met het puntniveau ( $\geq$  o.k. kleilaag) onder deze laag ingebracht. De damwanden in combinatie met de kleilaag vormen de polderconstructie.

### 4.2 Grondwaterstanden

#### 4.2.1 Freatische grondwaterstand

De freatische grondwaterstand is aangehouden op NAP -2,50 m. Voor nadere toelichting van de bepaling van de freatische grondwaterstand wordt verwezen naar paragraaf 3.3.

#### 4.2.2 Stijghoogte

De stijghoogte is gelijk gehouden aan het niveau van de freatische grondwaterstand.

### 4.3 Geometrie

De dimensionering van de damwandconstructie is uitgevoerd op basis van één geometrische doorsnede en één bodemprofiel.

Bij de dimensionering van de damwandconstructie is het maaiveldniveau toegepast op NAP -1,20 m, dit is het gemiddelde maaiveldniveau van alle sonderingen ter plaatse van het olifanten bassin, zie ook **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.** Figuur 3.2.

De overige geometrie is afgeleid op basis van document [4]. De onderzijde van betonconstructie is vastgesteld op NAP -5,90 m. De afmetingen van de bouwkuip (lengte x breedte) bedraagt 24,0 m bij 21,4 m.

Het maximale ontgravingsniveau is 0,30 m dieper dan de onderzijde van betonconstructie. De dikte van 0,30 m is gelijk aan de dikte van de grondverbetering.

### 4.4 Grondopbouw en parameters

De karakteristieke waarden voor de grondeigenschappen zijn bepaald aan de hand van de resultaten van het uitgevoerde grondonderzoek en met behulp van tabel 2.b van [1]. Voor de bepaling van de gronddrukfactoren ( $K_{a;k}$ ,  $K_{n;k}$  en  $K_{p;k}$ ) is uitgegaan van rechte glijvlakken.



De waarde van de wandwrijvingshoek ( $\delta_k$ ) is bepaald aan de hand van tabel 9.b van [1], uitgaande van een ruw damwandoppervlak.

De geschematiseerde bodemopbouw met karakteristieke waarden van de grondparameters voor de verschillende lagen zijn weergegeven in Tabel 4-1.

**Tabel 4-1: Geotechnische parameters (karakteristiek)**

Laag	B.k.	O.k.	$\gamma_{\text{unsat}}$	$\gamma_{\text{sat}}$	$\phi'$	$c'$	$k_h$		
							Tak 1	Tak 2	Tak 3
[-]	[m + NAP]	[m + NAP]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[°]	[kPa]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[kN/m <sup>3</sup> ]
Zand, sterk siltig, los	-1.20	-1.50	18	19	27.50	0	12.000	6.000	3.000
Veen	-5.82	-6.32	12	12	15.00	2.5	1.000	500	250
Klei, schoon, slap	-6.32	-9.42	16	16	17.50	2	2.000	800	500
Klei, zwak zandig, matig	-9.42	-15.82	18	18	22.50	5	4.000	2.000	800
Klei, sterk zandig, vast	-15.82	-16.62	18	20	27.50	1	6.000	4.000	2.000
Zand, licht siltig, matig	-16.82	-31.12	19	20	30	0	20.000	1.000	5.000

#### Legenda

$\gamma_{\text{unsat}}$	= aardvochtig volumegewicht
$\gamma_{\text{sat}}$	= verzadigd volumegewicht
$\phi'$	= effectieve hoek van inwendige wrijving
$c'$	= effectieve cohesie
$k_h$	= horizontale beddingconstante

## 4.5 Belastingen

### 4.5.1 Bovenbelasting

In de berekening is geen bovenbelasting toegepast. De berekening is gebaseerd op basis van één, maatgevende, geometrische doorsnede. In deze doorsnede is het ontgravingsniveau toegepast op NAP -6,20 m. Bij de overige zijdes van de bouwkuip (de drie andere zijdes) wordt een lager ontgravingsniveau toegepast. Dit omdat het bassin onder een talud verloopt.

Aan de overzijde van de maatgevende doorsnede wordt niet of nauwelijks ontgraven. Aan die zijde (waar niet tot nauwelijks wordt ontgraven) mag het maaiveld worden belast.

## 4.6 Dimensionering

De berekening van de damwand is uitgevoerd met het programma D-Sheet Piling versie 23.1 van Deltares Systems. Voor de input is gebruik gemaakt van de uitgangspunten zoals beschreven in paragrafen 4.1 tot en met 4.5.

De berekeningen zijn uitgevoerd conform het stappenplan van geotechnische norm NEN 9997-1+C2:2017 "Geotechnisch ontwerp van constructies". De damwandconstructie is berekend, uitgaande van indeling in betrouwbaarheidsklasse RC 1.

Bij de berekening van de uiterste grenstoestand 1A zijn, conform [1], de van toepassing zijnde partiële factoren en toeslagen in rekening gebracht. Verder moeten de berekende wandverplaatsingen acceptabel zijn. Ten behoeve van de toetsing van de damwandconstructie is rekening gehouden met de volgende ontwerpgegevens:

- de constructie is geplaatst in betrouwbaarheidsklasse RC 1;



- de damwandconstructie is een tijdelijke constructie, derhalve is geen rekening gehouden met het optreden van corrosie respectievelijk afname in buigstijfheid;
- het maaiveldniveau is toegepast op NAP -1,20 m;
- b.k. damwand is aangehouden op NAP -0,70 m (0,50 m boven het maaiveldniveau);
- fasering
  1. initiële situatie, inbrengen damwand;
  2. ontgraven ontlastsleuf;
  3. aanbrengen stempelraam en definitieve ontgraving;
- damwandtype AZ20-700 (S355):
  - weerstandsmoment  $W_x = 1.945 \text{ cm}^3/\text{m}^1$ ;
  - traagheidsmoment  $I_x = 40.960 \text{ cm}^4/\text{m}^1$ ;
  - buigstijfheid  $EI = 8,6016 \times 10^4 \text{ kNm}^2/\text{m}^1$ ;
  - staalkwaliteit S355 GP;  $M_r = 690 \text{ kNm}/\text{m}^1$ ;
- stempelraam:
  - het stempelraam wordt toegepast op  $\approx \text{NAP } -1,00 \text{ m}$ ;
  - de E-modulus voor staal is aangehouden als  $2,1 \times 10^8 \text{ kN}/\text{m}^2$ ;
  - de oppervlakte van de dwarsdoorsnede is indicatief aangehouden als  $0,001549 \text{ m}^2/\text{m}^1$ , op basis van een buis met een uitwendige diameter van  $\varnothing_{\text{buis}} = 355 \text{ mm}$  en een wanddikte van  $t_w = 17,5 \text{ mm}$ . De hart op hart afstand van de stempels is indicatief ingeschat op  $10,0 \text{ m}$ ;
- o.k. damwand is berekend op NAP -18,80 m;
- de minimale lengte van de damwand bedraagt  $19,50 \text{ m}$ ;

#### 4.7 Resultaten damwand

Met behulp van D-Sheet Piling versie 23.1 is de damwandconstructie getoetst op sterkte en stabiliteit. In Tabel 4-2 zijn de resultaten gegeven van de maatgevende fase, fase 5. De volledige in- en uitvoer is opgenomen in B.

**Tabel 4-2: Resultaten damwandberekening.**

Fase [nr.]	Bovenbelasting [kPa]	Optredend			Opneembaar/toelaatbaar		toets [-]
		UGT $M_{\text{optr}}$ [kNm]	BGT $u_{\text{max}}$ [mm]	BGT $\text{stab}_{\text{safety}}$ [-]	UGT $M_{\text{toel;corr}}$ [kNm]	BGT $\text{stab}_{\text{safety}}$ [-]	
1	-	2	1	>10	690	1,00	OK
2	-	12	1	>10	690	1,00	OK
3	-	444	51	1,95	690	1,00	OK

Het damwandtype is gekozen op basis van momentcapaciteit en vervorming.

De maximale stempelkracht treedt op in fase 3. De maximale stempelkracht,  $P_{\text{max}}$ , bedraagt  $108 \text{ kN}/\text{m}$  (rekenwaarde, exclusief partiele factoren ankerstang en groutlichaam).

De rekenwaarde van de belasting op het stempel moet zijn getoetst aan de rekenwaarde van de sterkte. De sterkte toets is in deze beschouwing niet uitgevoerd, ook de knikstabiliteit van de stempel is niet beschouwd. De dimensionering van het stempelraam kan het beste aan een leverancier worden overgelaten en valt buiten het kader van de opdracht.



## **5 UITVOERINGSASPECTEN**

### **5.1 Damwandconstructie**

De damwanden dienen te worden geïnstalleerd door een gerenommeerd en gespecialiseerd bedrijf, bij voorkeur conform de norm NEN-EN 12063 ("Uitvoering van bijzonder geotechnisch werk - Damwanden").

Eventuele puinresten e.d. dienen voor het inbrengen te worden verwijderd om beschadiging en mogelijk uit het slot lopen van de damwandplanken te voorkomen. Eventueel in de directe omgeving van de te plaatsen damwand gelegen kabels en leidingen, dienen volledig vrij gegraven en ondersteund te worden. Bij het inbrengen van de damwandplanken moet nauwkeurig in de gaten worden gehouden of maaiveldzakkingen optreden waarbij, indien nodig, de ondersteuning moeten worden bijgesteld.

Door het inbrengen van de damwanden kunnen door trillingen, eventueel in combinatie met een verdichting van de ondergrond, altijd enige maaiveldzakkingen optreden zelfs op relatief grote afstand van de damwand. Enige schade aan omliggende wegverhardingen en belendingen kan dan ook altijd optreden. Er wordt dan ook geadviseerd om een bouwkundige opname (foto's) eventueel in combinatie met trillingsmetingen te laten uitvoeren.

Bij het verwijderen van de damwandplanken dient te worden voorkomen dat de grondslag in de kassen van de damwandprofielen meekomt. Bij de start van het trekken moeten de planken enigszins dieper (enkele decimeters) worden geheid / getrild, zodat de grond loskomt van de profielen. Vervolgens kan men voorzichtig gaan trekken. Indien tijdens het trekken grond meekomt moeten de desbetreffende planken opnieuw enkele decimeters dieper worden geheid / getrild. Deze procedure moet net zo vaak herhaald worden totdat er geen grond meer in de kassen achterblijft.

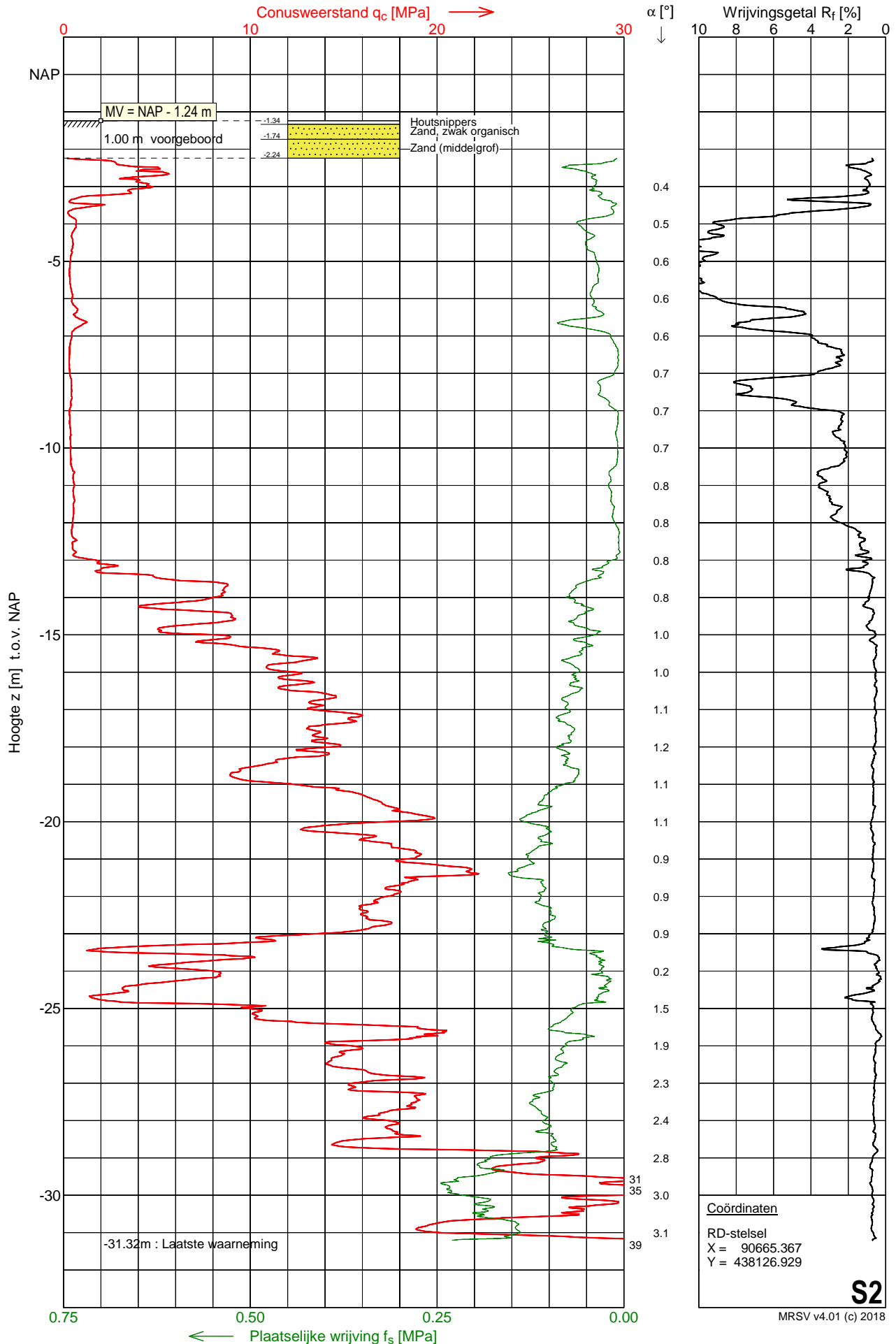
Voor algemene uitvoeringsrichtlijnen van damwandconstructies wordt verwezen naar Bijlage 3.



# Sondering S2

Opdracht : 2301002 Conus nummer : S15-CFII.1885  
 Plaats : Rotterdam Soort conus : Elektrisch  
 Datum : 21-06-2023 Opp. conuspunt : 1500 mm<sup>2</sup>  
 Project : Project Diergaarde Blijdorp

NEN-EN-ISO-22476-1  
 Klasse 3, type TE1  
 Sondeerunit : SR16  
 Blad : 1 van 1

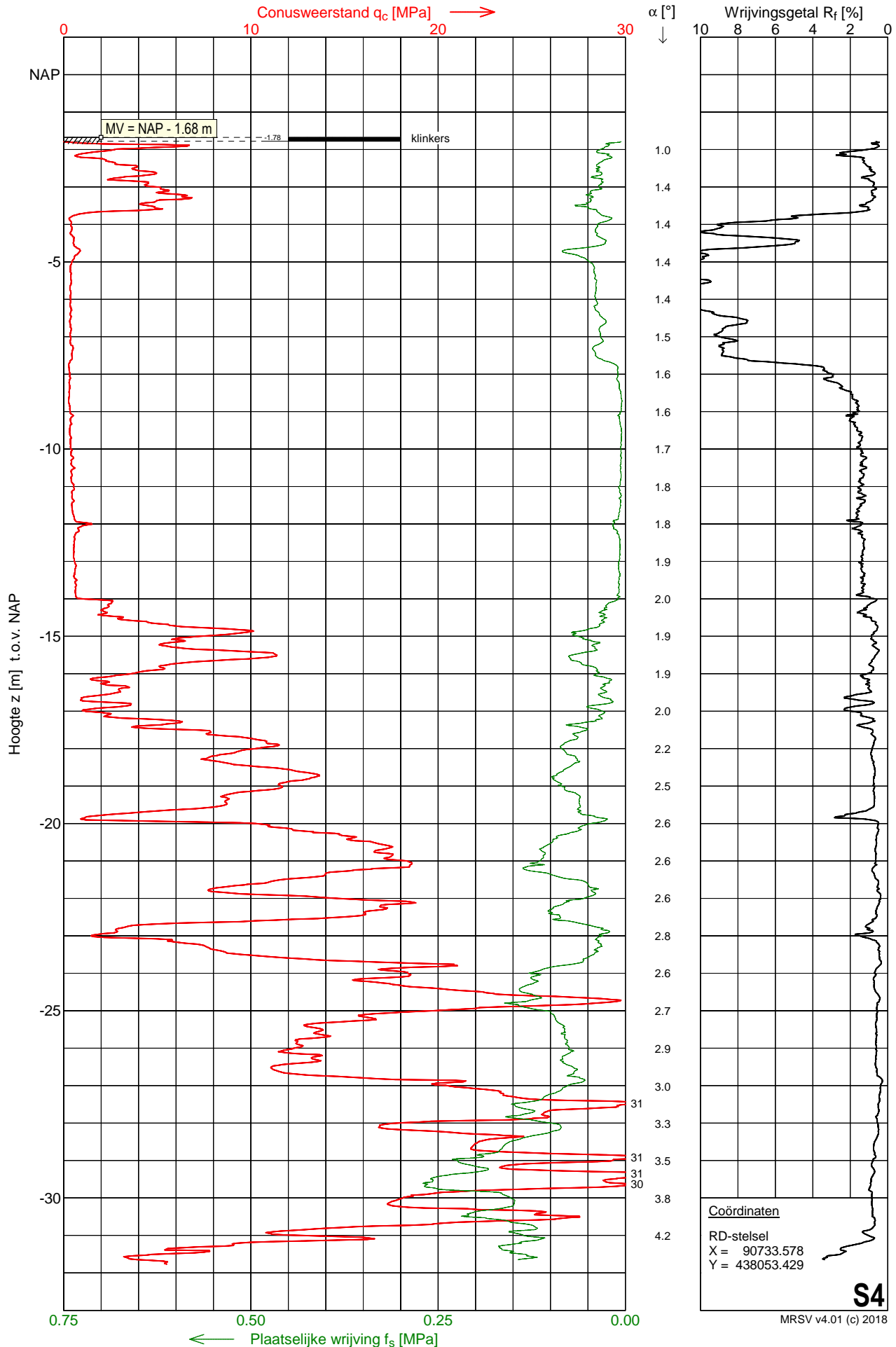


# Sondering S4

Opdracht : 2301002  
Plaats : Rotterdam  
Datum : 22-06-2023  
Project : Project Diergaarde Blijdorp

Conus nummer : S15-CFII.1885  
Soort conus : Elektrisch  
Opp. conuspunt : 1500 mm<sup>2</sup>

NEN-EN-ISO-22476-1  
Klasse 3, type TE1  
Sondeerunit : SR16  
Blad : 1 van 1

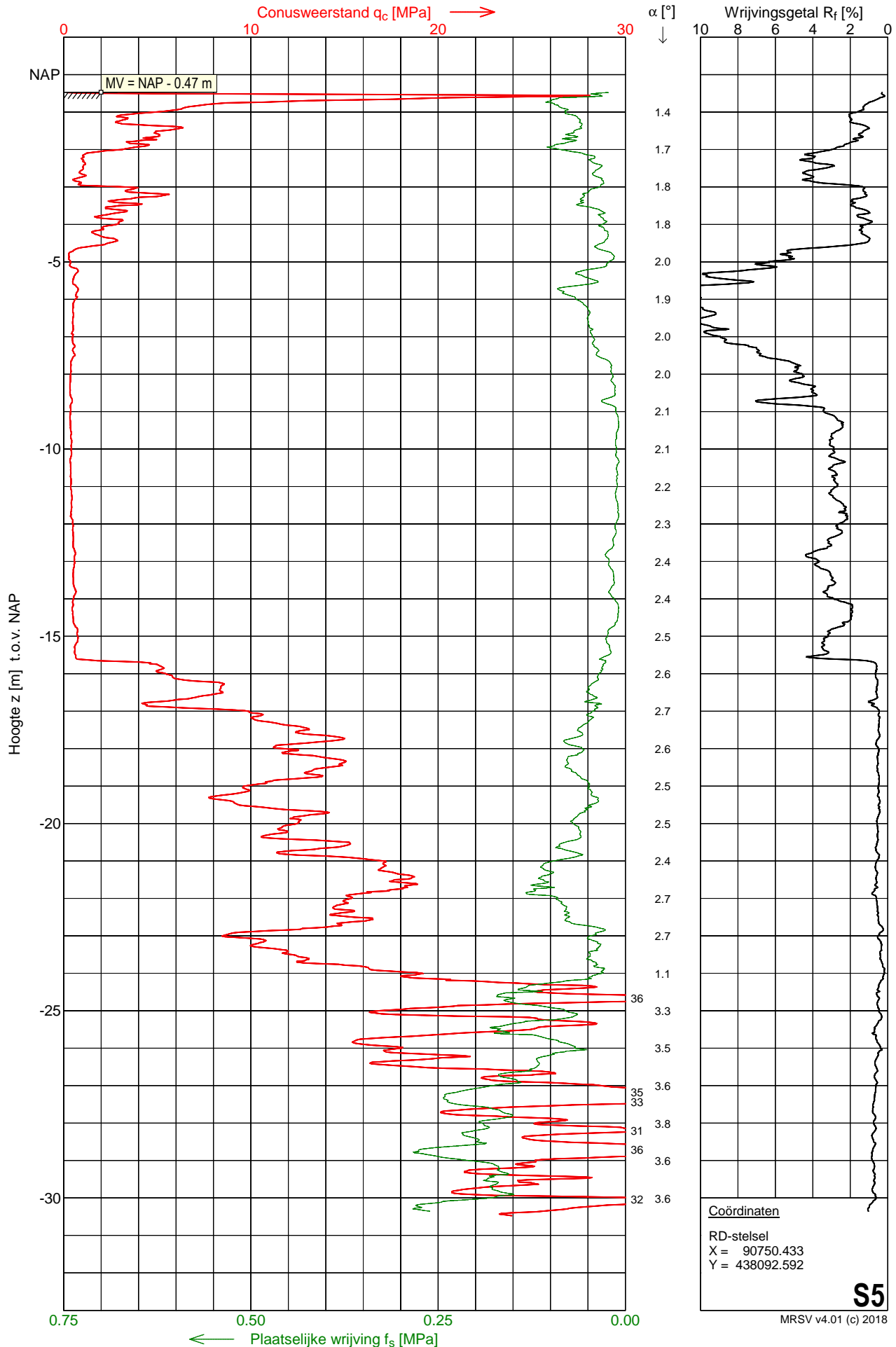


# Sondering S5

Opdracht : 2301002  
Plaats : Rotterdam  
Datum : 20-06-2023  
Project : Project Diergaarde Blijdorp

Conus nummer : S15-CFII.1885  
Soort conus : Elektrisch  
Opp. conuspunt : 1500 mm<sup>2</sup>

NEN-EN-ISO-22476-1  
Klasse 3, type TE1  
Sondeerunit : SR16  
Blad : 1 van 1

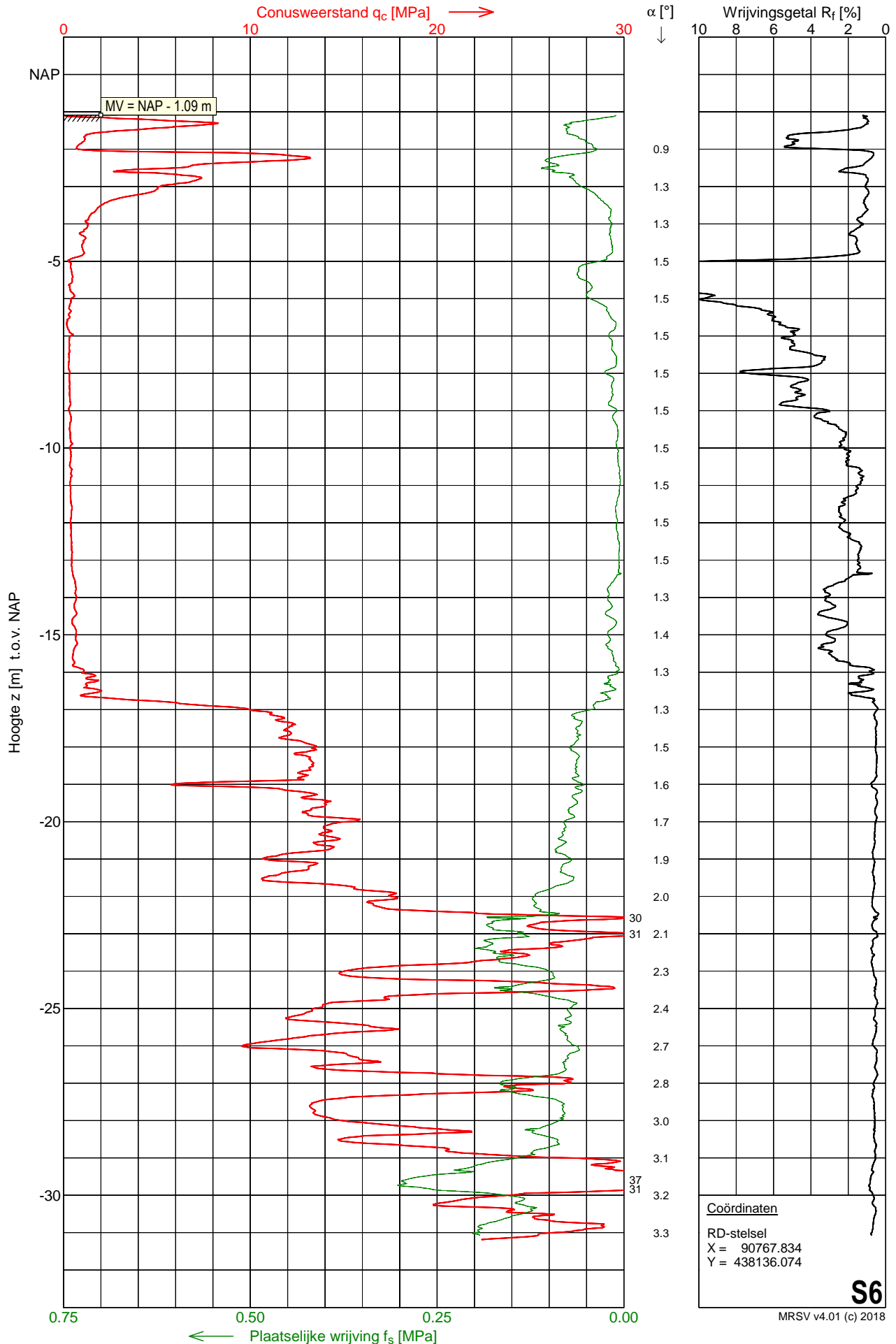


# Sondering S6

Opdracht : 2301002  
Plaats : Rotterdam  
Datum : 20-06-2023  
Project : Project Diergaarde Blijdorp

Conus nummer : S15-CFII.1885  
Soort conus : Elektrisch  
Opp. conuspunt : 1500 mm<sup>2</sup>

NEN-EN-ISO-22476-1  
Klasse 3, type TE1  
Sondeerunit : SR16  
Blad : 1 van 1

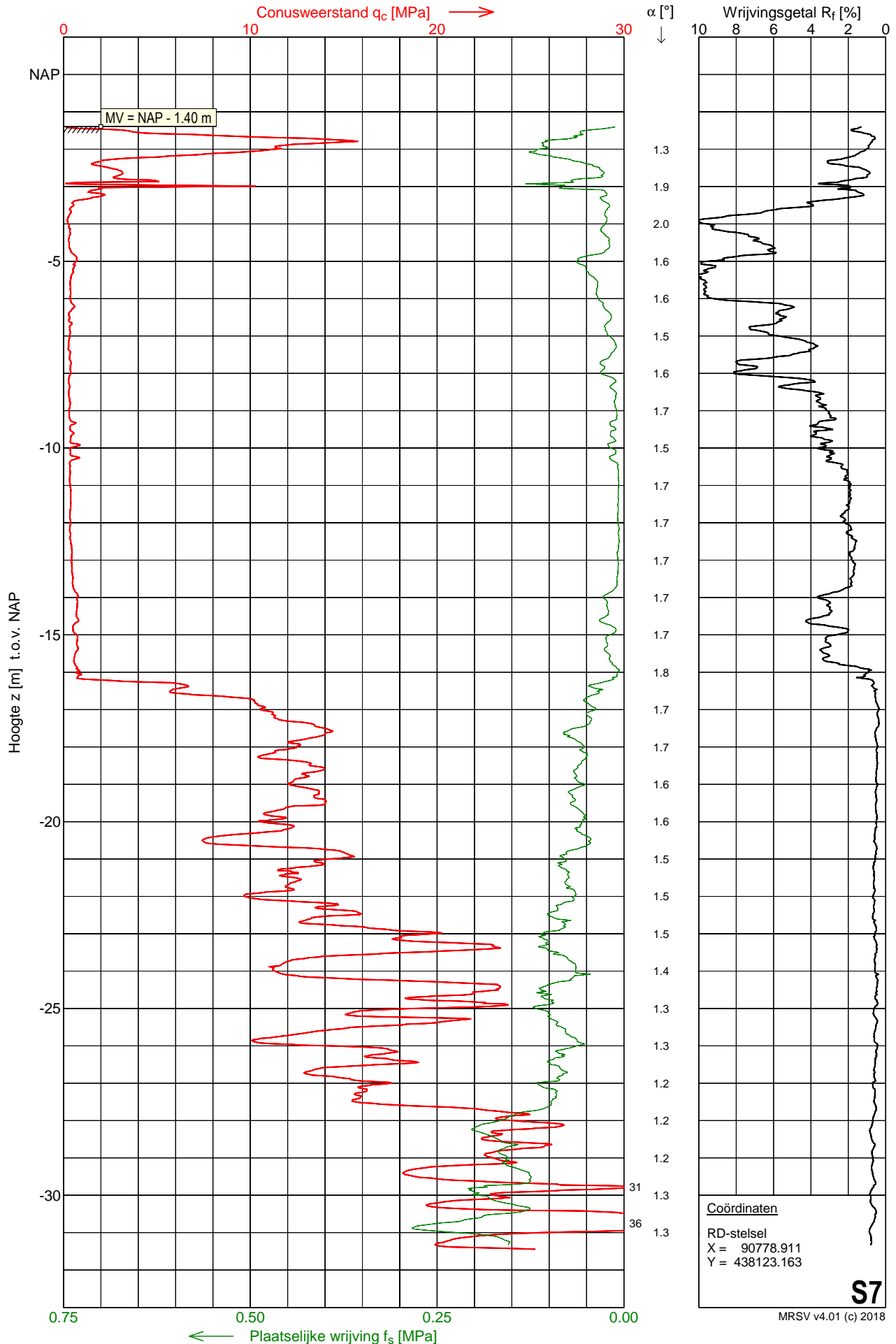


# Sondering S7

Opdracht : 2301002  
Plaats : Rotterdam  
Datum : 20-06-2023  
Project : Project Diergaarde Blijdorp

Conus nummer : S15-CFII.1885  
Soort conus : Elektrisch  
Opp. conuspunt : 1500 mm<sup>2</sup>

NEN-EN-ISO-22476-1  
Klasse 3, type TE1  
Sondeerunit : SR16  
Blad : 1 van 1

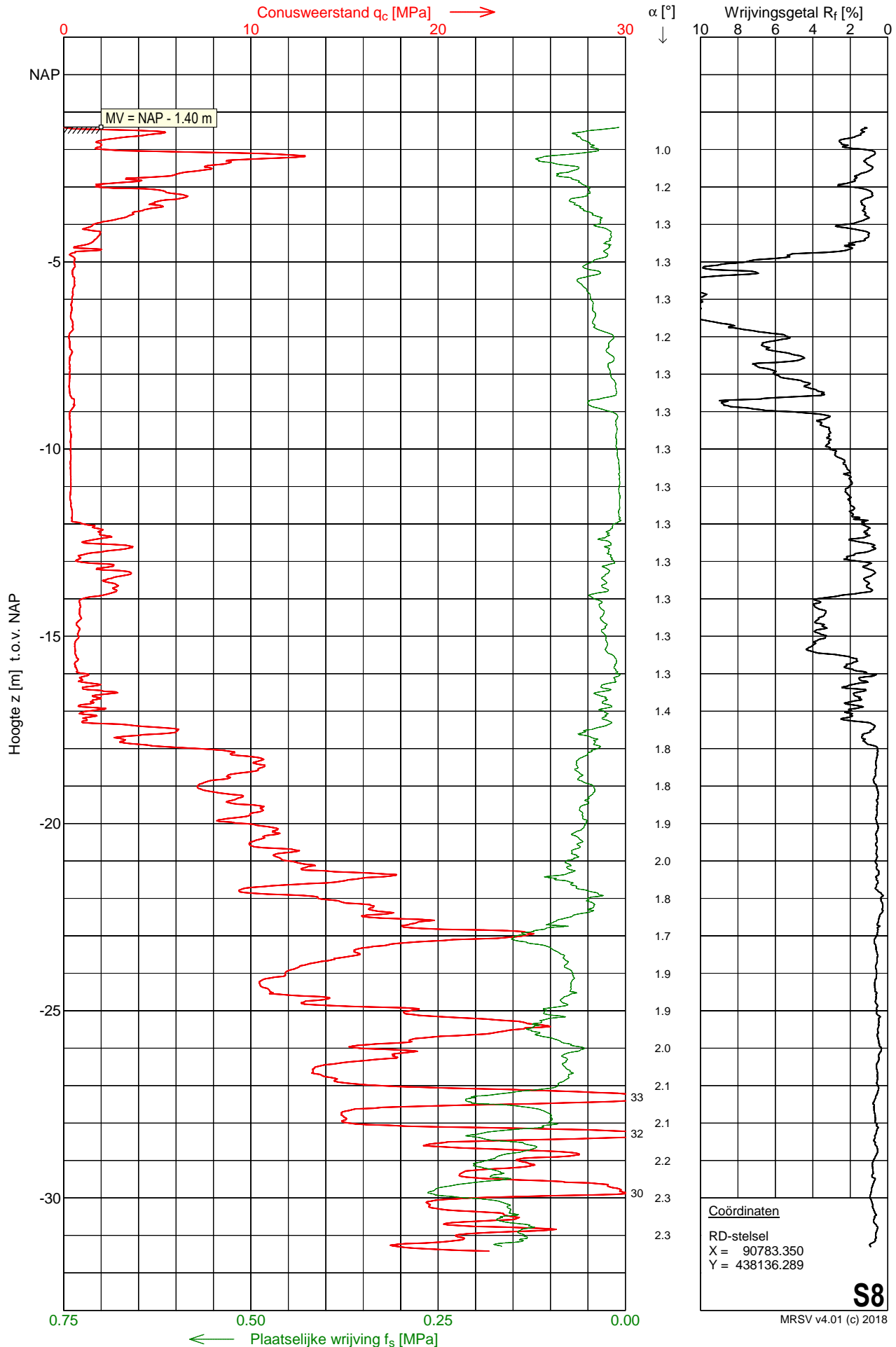


# Sondering S8

Opdracht : 2301002  
Plaats : Rotterdam  
Datum : 20-06-2023  
Project : Project Diergaarde Blijdorp

Conus nummer : S15-CFII.1885  
Soort conus : Elektrisch  
Opp. conuspunt : 1500 mm<sup>2</sup>

NEN-EN-ISO-22476-1  
Klasse 3, type TE1  
Sondeerunit : SR16  
Blad : 1 van 1

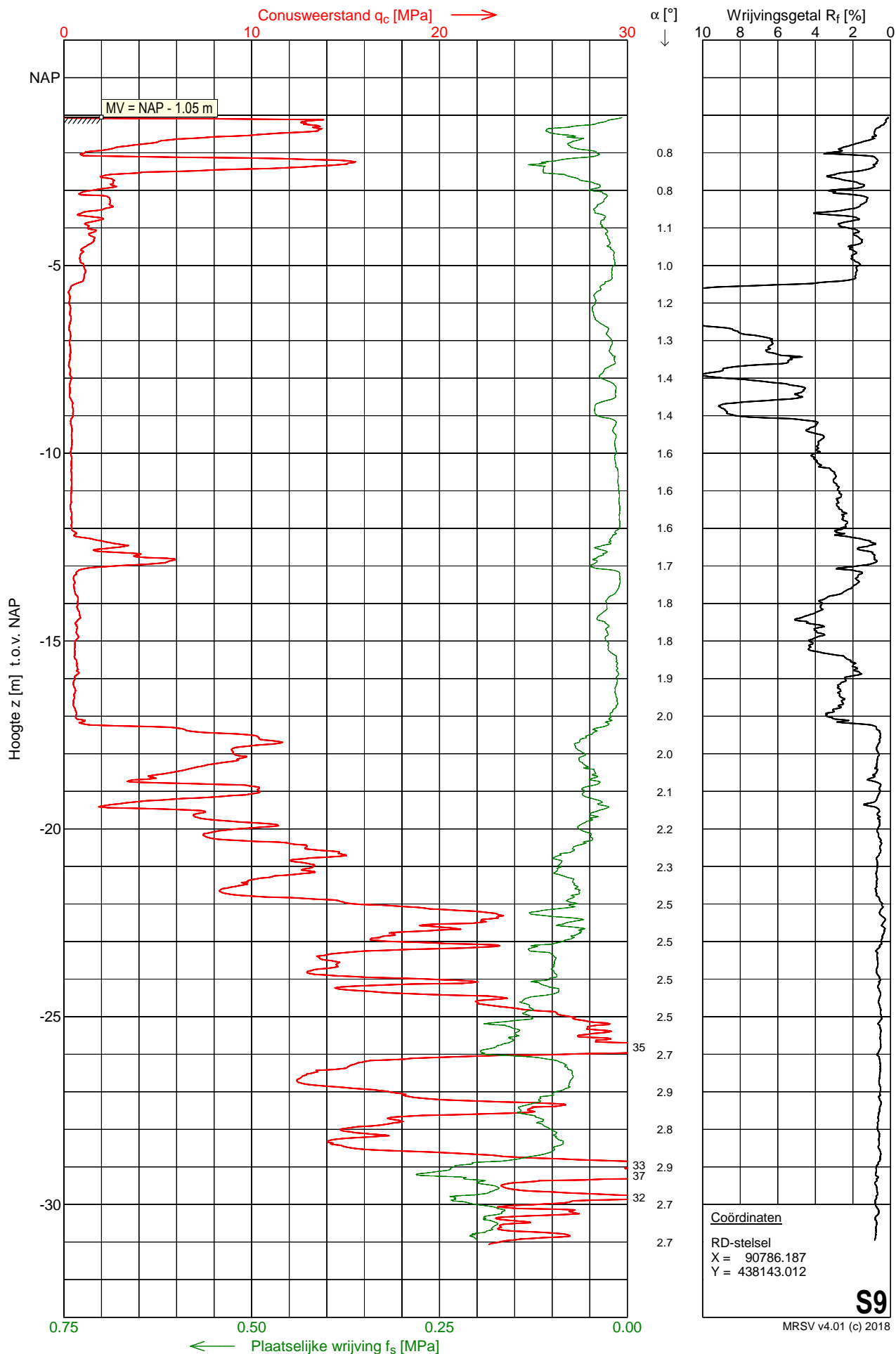


# Sondering S9

Opdracht : 2301002  
Plaats : Rotterdam  
Datum : 20-06-2023  
Project : Project Diergaarde Blijdorp

Conus nummer : S15-CFII.1885  
Soort conus : Elektrisch  
Opp. conuspunt : 1500 mm<sup>2</sup>

NEN-EN-ISO-22476-1  
Klasse 3, type TE1  
Sondeerunit : SR16  
Blad : 1 van 1

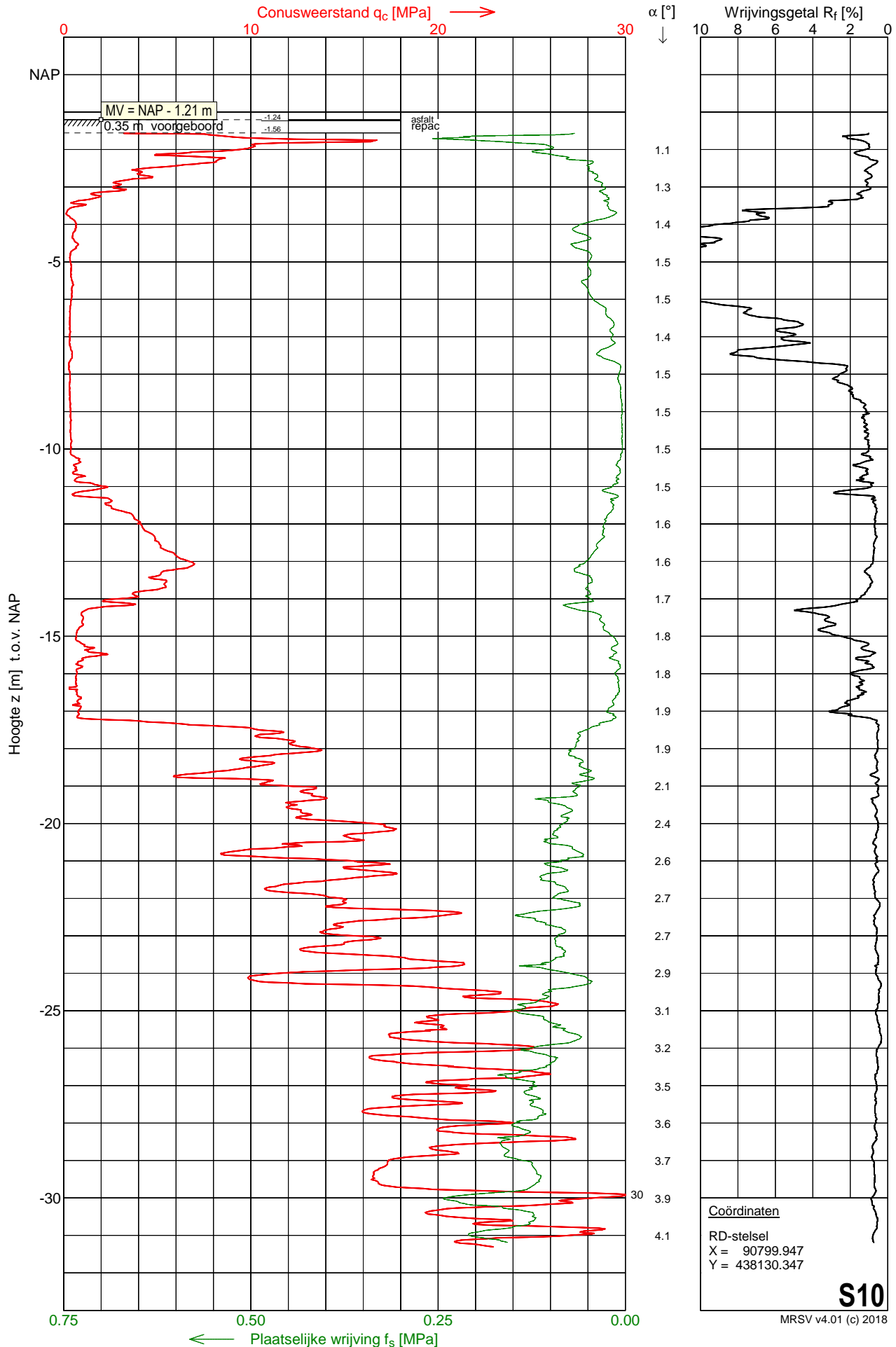


# Sondering S10

Opdracht : 2301002  
Plaats : Rotterdam  
Datum : 21-06-2023  
Project : Project Diergaarde Blijdorp

Conus nummer : S15-CFII.1885  
Soort conus : Elektrisch  
Opp. conuspunt : 1500 mm<sup>2</sup>

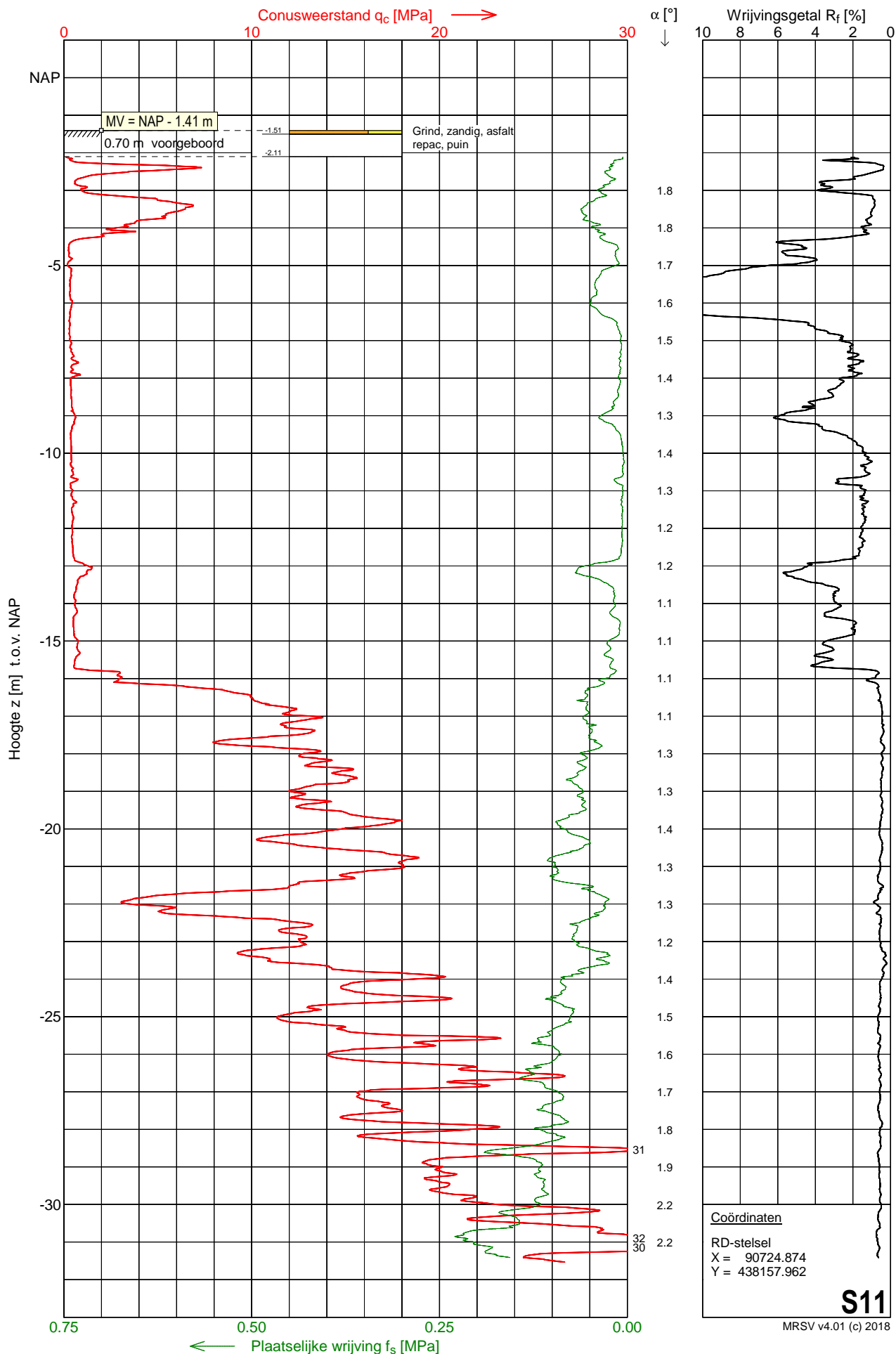
NEN-EN-ISO-22476-1  
Klasse 3, type TE1  
Sondeerunit : SR16  
Blad : 1 van 1



# Sondering S11

Opdracht : 2301002 Conus nummer : S15-CFII.1885  
 Plaats : Rotterdam Soort conus : Elektrisch  
 Datum : 21-06-2023 Opp. conuspunt : 1500 mm<sup>2</sup>  
 Project : Project Diergaarde Blijdorp

NEN-EN-ISO-22476-1  
 Klasse 3, type TE1  
 Sondeerunit : SR16  
 Blad : 1 van 1

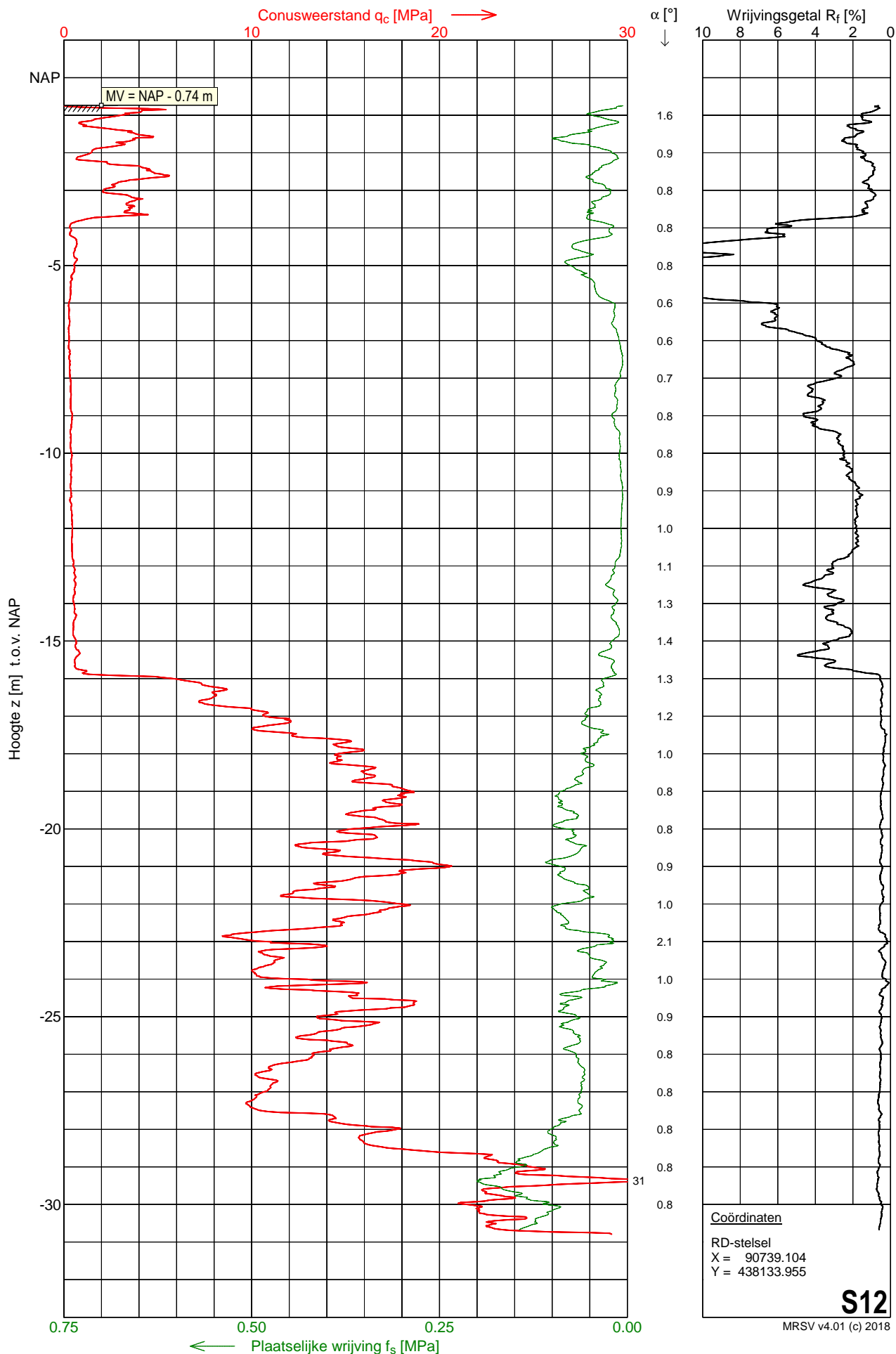


# Sondering S12

Opdracht : 2301002  
Plaats : Rotterdam  
Datum : 20-06-2023  
Project : Project Diergaarde Blijdorp

Conus nummer : S15-CFII.1885  
Soort conus : Elektrisch  
Opp. conuspunt : 1500 mm<sup>2</sup>

NEN-EN-ISO-22476-1  
Klasse 3, type TE1  
Sondeerunit : SR16  
Blad : 1 van 1

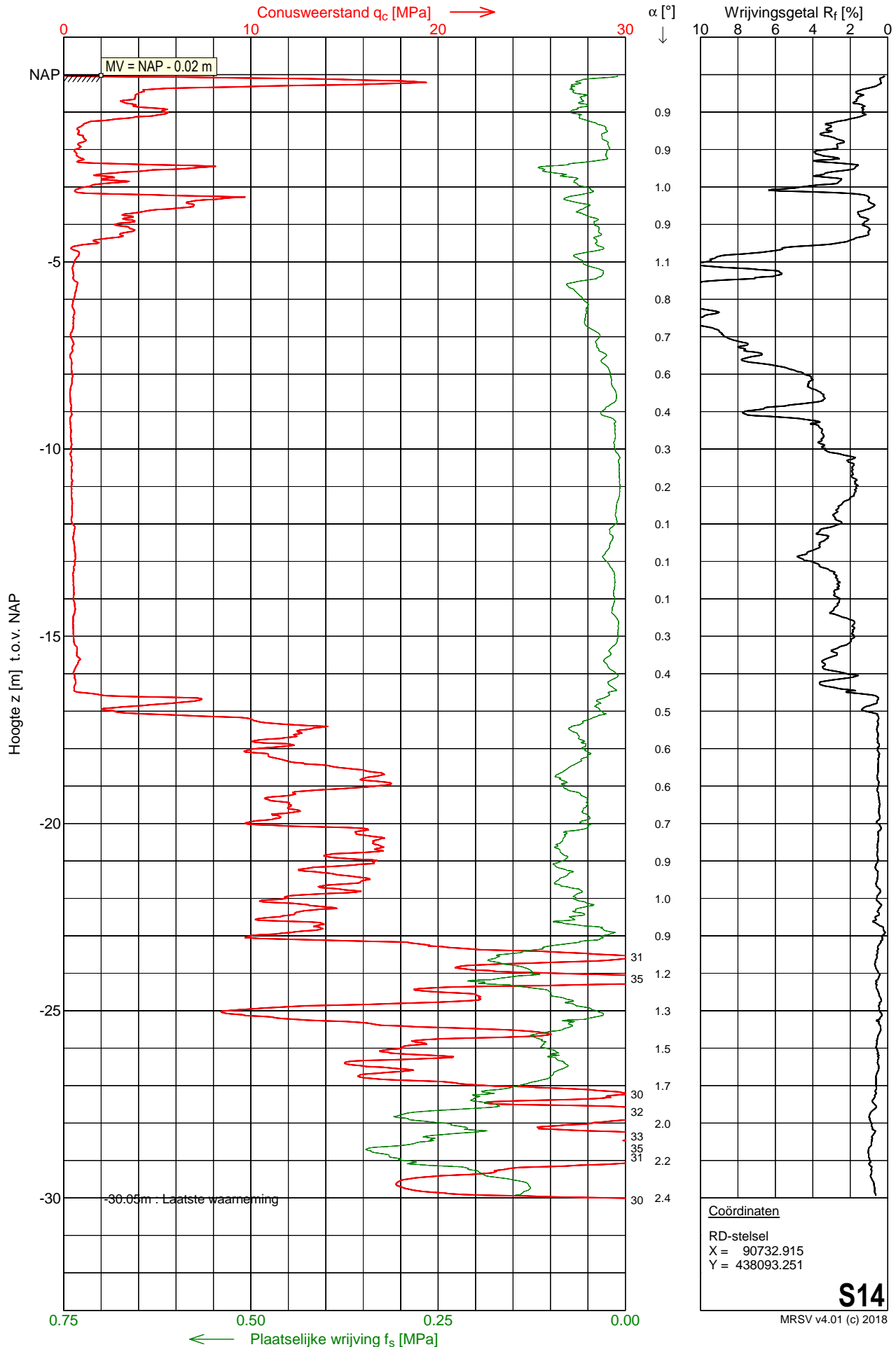


# Sondering S14

Opdracht : 2301002  
Plaats : Rotterdam  
Datum : 21-06-2023  
Project : Project Diergaarde Blijdorp

Conus nummer : S15-CFII.1885  
Soort conus : Elektrisch  
Opp. conuspunt : 1500 mm<sup>2</sup>

NEN-EN-ISO-22476-1  
Klasse 3, type TE1  
Sondeerunit : SR16  
Blad : 1 van 1

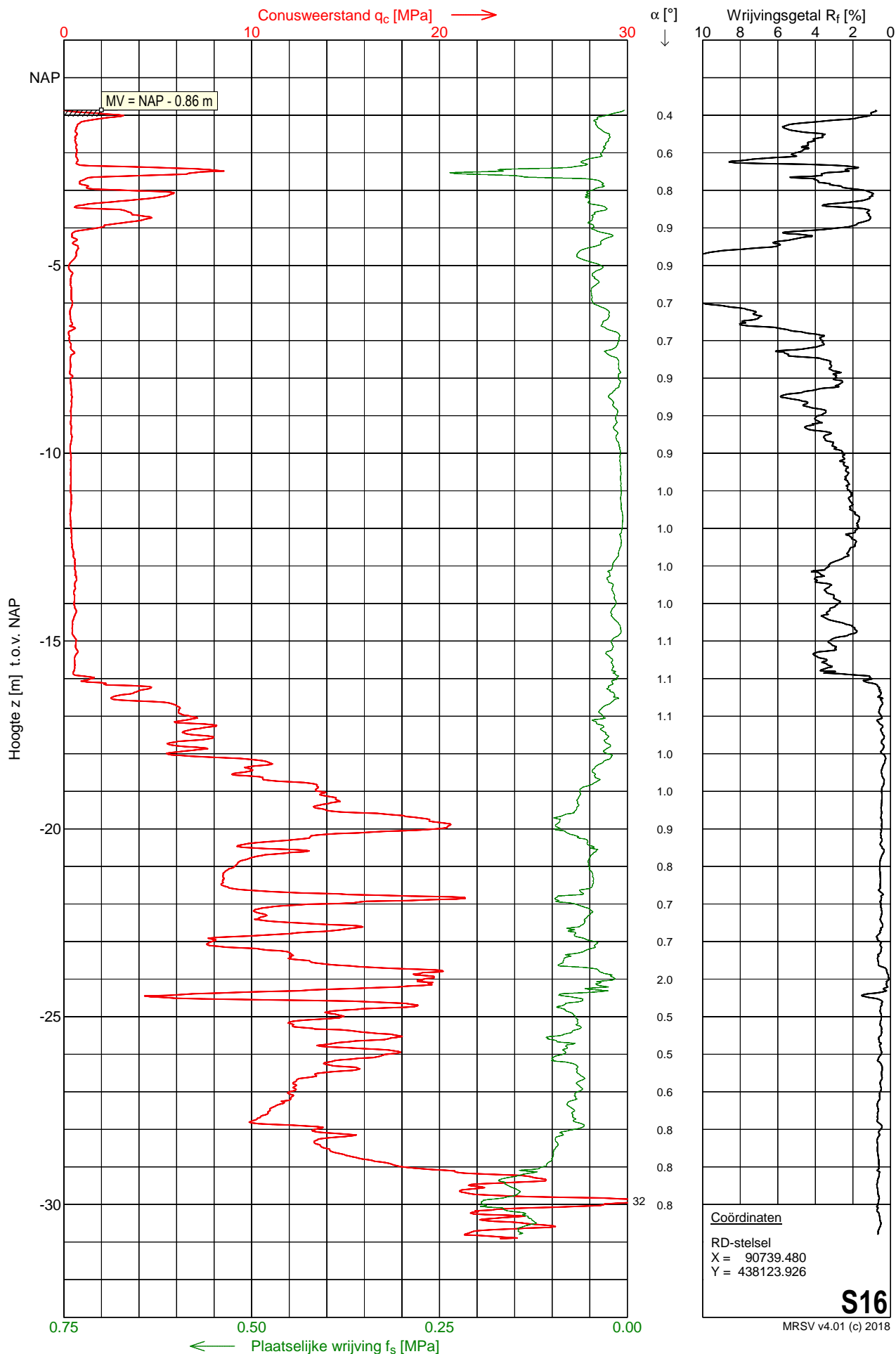


# Sondering S16

Opdracht : 2301002  
Plaats : Rotterdam  
Datum : 20-06-2023  
Project : Project Diergaarde Blijdorp

Conus nummer : S15-CFII.1885  
Soort conus : Elektrisch  
Opp. conuspunt : 1500 mm<sup>2</sup>

NEN-EN-ISO-22476-1  
Klasse 3, type TE1  
Sondeerunit : SR16  
Blad : 1 van 1




NEN-EN-ISO-22476-1  
Klasse 3, type TE1  
Sondeerunit : SR16  
Blad : 1 van 1



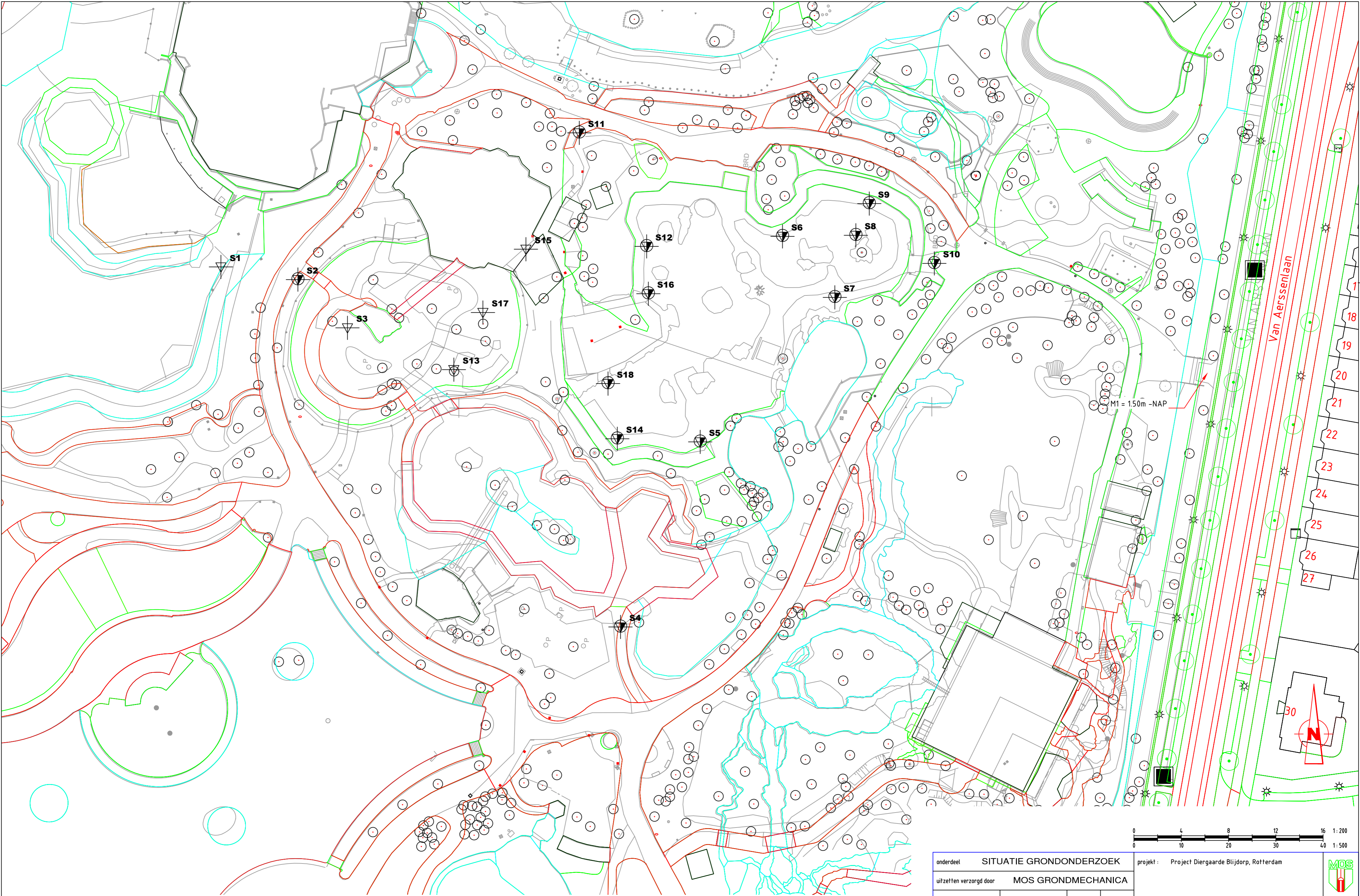
Opdracht : 2301002  
Plaats : Rotterdam  
Project : Project Diergaarde Blijdorp

## COÖRDINATEN EN HOOGTEMATEN

Inmeetdatum : 22-06-2023  
Ingemeten door :   
Coördinatenstelsel : RD  
Metingen uitgevoerd met RTK GPS systeem

SONDERINGEN						
Sondeernummer	X[m] opgegeven	Y[m] opgegeven	X[m] ingemeten	Y[m] ingemeten	Z[m] t.o.v. NAP	Verplaatsing [m]
S1	90649.09	438129.60	-	-	-	-
S2	90665.01	438128.58	90665.37	438126.93	-1.24	1.69
S3	90675.85	438116.72	-	-	-	-
S4	90708.59	438068.14	90733.58	438053.43	-1.68	29.00
S5	90750.02	438089.57	90750.43	438092.59	-0.47	3.05
S6	90768.15	438138.40	90767.83	438136.07	-1.09	2.35
S7	90778.17	438122.47	90778.91	438123.16	-1.40	1.01
S8	90782.98	438134.56	90783.35	438136.29	-1.40	1.77
S9	90787.11	438143.35	90786.19	438143.01	-1.05	0.98
S10	90799.53	438130.35	90799.95	438130.35	-1.21	0.42
S11	90729.44	438160.28	90724.87	438157.96	-1.41	5.12
S12	90737.35	438137.34	90739.10	438133.96	-0.74	3.81
S13	90698.34	438107.88	-	-	-	-
S14	90714.45	438101.12	90732.92	438093.25	-0.02	20.07
S15	90713.58	438133.35	-	-	-	-
S16	90733.26	438122.74	90739.48	438123.93	-0.86	6.33
S17	90704.49	438119.96	-	-	-	-
S18	90726.52	438110.49	90730.95	438104.92	-0.68	7.12

OVERIGE LOCATIES						
Naam meetpunt	X[m] opgegeven	Y[m] opgegeven	X[m] ingemeten	Y[m] ingemeten	Z[m] t.o.v. NAP	Verplaatsing [m]
M1 / asweg	-	-	90857.66	438107.12	-1.50	-



Sondering



Sondering met pl.wrijving



Boring



Peilbuis

onderdeel <b>SITUATIE GRONDONDERZOEK</b>		
uitzetten verzorgd door <b>MOS GRONDMECHANICA</b>		
schaal   1:   500	maten in meters	get.
datum   28-06-23	opdr.nr.:   2301002	
wijz.	Formaat :   A2	

project :   Project Diergaarde Blijdorp, Rotterdam



**MOS GRONDMECHANICA**  
Albert Plesmanweg 47, 3088 GB Rotterdam - Telefoon (088) 5130200

Bijlage 2      Berekeningsresultaten damwandberekening

## Report for D-Sheet Piling 23.1

Design of Diaphragm and Sheet Pile Walls  
Developed by Deltares



Company: Geobest B.V.

Date of report: 13-12-2023

Time of report: 12:24:34

Report with version: 23.1.1.40517

Date of calculation: 13-12-2023

Time of calculation: 12:00:52

Calculated with version: 23.1.1.40517

File name: P54467\_damwand\_v0.00

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

## 1 Summary

### 1.1 Overview per Stage and Test

Stage nr.	Verification type	Displacement [mm]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Mob. perc. moment [%]	Mob. perc. resistance [%]	Status
1	EC7(NL)-Step 6.1		-0,17	0,21	0,0	19,6	
1	EC7(NL)-Step 6.2		-0,14	0,18	0,0	19,6	
1	EC7(NL)-Step 6.3		1,09	0,94	0,0	19,8	
1	EC7(NL)-Step 6.4		0,63	0,81	0,0	19,8	
1	EC7(NL)-Step 6.5	0,0	0,00	0,00	0,0	14,8	
1	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,200		0,00	0,00			
2	EC7(NL)-Step 6.1		11,30	-12,29	0,0	19,7	
2	EC7(NL)-Step 6.2		11,13	-11,93	0,0	19,7	
2	EC7(NL)-Step 6.3		11,70	-12,64	0,0	19,9	
2	EC7(NL)-Step 6.4		11,55	-12,36	0,0	19,9	
2	EC7(NL)-Step 6.5	-0,9	7,56	-9,90	0,0	14,7	
2	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,200		9,07	-11,88			
3	EC7(NL)-Step 6.1		<b>443,70</b>	-112,18	<b>48,8</b>	<b>53,8</b>	
3	EC7(NL)-Step 6.2		381,04	<b>-122,03</b>	48,0	<b>53,8</b>	
3	EC7(NL)-Step 6.3		431,04	-110,56	47,9	52,8	
3	EC7(NL)-Step 6.4		366,45	-118,69	47,0	52,9	
3	EC7(NL)-Step 6.5	<b>50,8</b>	298,39	-97,89	32,6	37,4	
3	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,200		358,07	-117,47			

Max		<b>50,8</b>	<b>443,70</b>	<b>-122,03</b>	<b>48,8</b>	<b>53,8</b>	
-----	--	-------------	---------------	----------------	-------------	-------------	--

Stage nr.	Verification type	Vertical balance
1	EC7(NL)-Step 6.1	Upwards
1	EC7(NL)-Step 6.2	Upwards
1	EC7(NL)-Step 6.3	Upwards
1	EC7(NL)-Step 6.4	Upwards
1	EC7(NL)-Step 6.5	Sufficient
1	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,200	
2	EC7(NL)-Step 6.1	Upwards
2	EC7(NL)-Step 6.2	Upwards
2	EC7(NL)-Step 6.3	Upwards
2	EC7(NL)-Step 6.4	Upwards
2	EC7(NL)-Step 6.5	Upwards
2	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,200	
3	EC7(NL)-Step 6.1	Upwards
3	EC7(NL)-Step 6.2	Upwards
3	EC7(NL)-Step 6.3	Upwards
3	EC7(NL)-Step 6.4	Upwards
3	EC7(NL)-Step 6.5	Upwards
3	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,200	

Summary		Upwards/Sufficient
---------	--	--------------------

### 1.2 Anchors and Struts

Stage nr.	Verification type	Anchor/strut Stempel 356-17,5 h.o.h...		
		Force [kN]	State	Status
3	EC7(NL)-Step 6.1	<b>107,58</b>	Elastic	
3	EC7(NL)-Step 6.2	95,77	Elastic	
3	EC7(NL)-Step 6.3	105,24	Elastic	
3	EC7(NL)-Step 6.4	92,96	Elastic	

Stage nr.	Verification type	Anchor/strut Stempel 356-17,5 h.o.h...		
		Force [kN]	State	Status
3	EC7(NL)-Step 6.5	78,16	Elastic	
3	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,200	93,79	Elastic	
Max		<b>107,58</b>		

The force is in the direction of the anchor.

### 1.3 Overall Stability per Stage

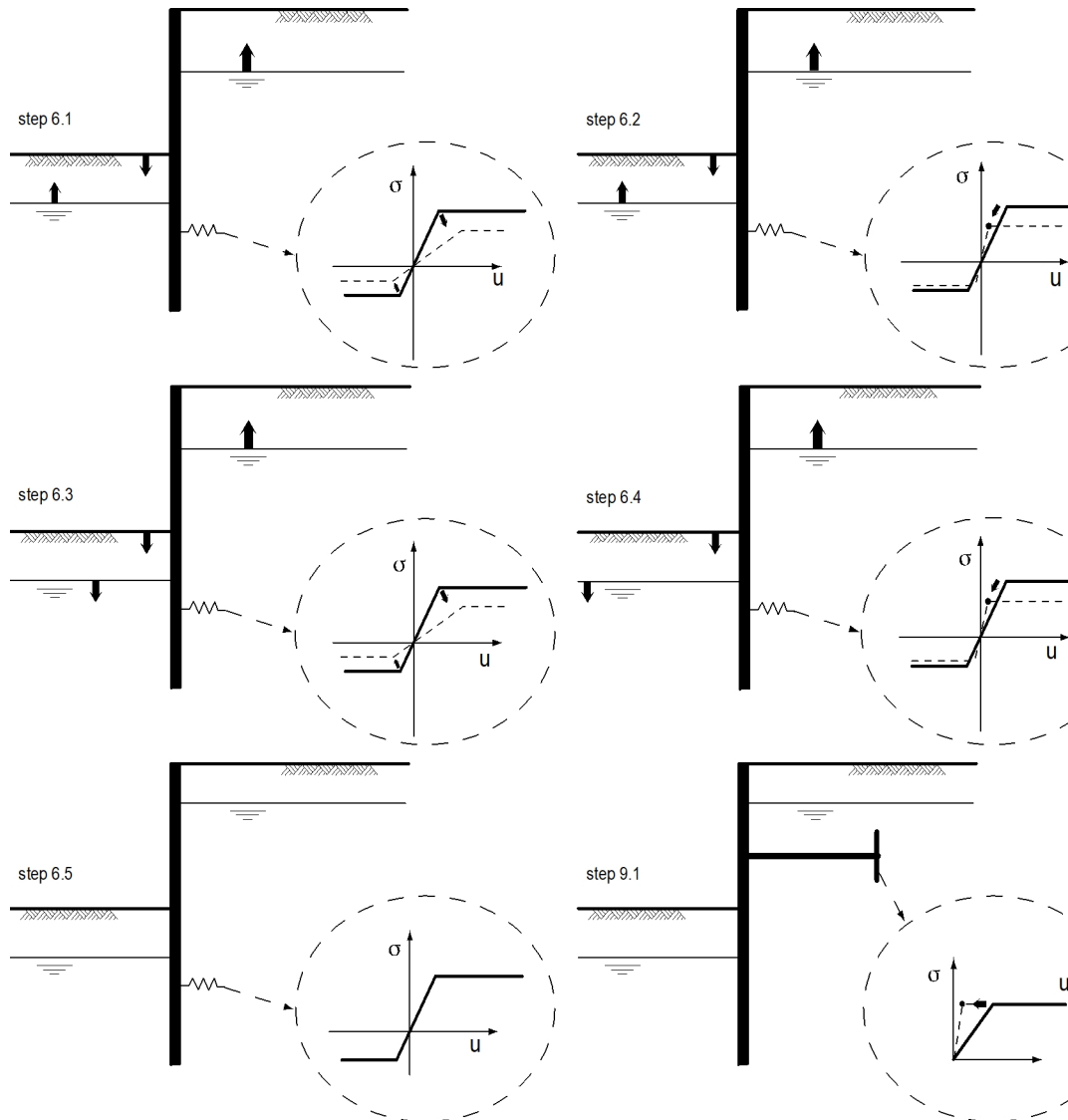
Stage name	Stability factor [-]
Plaasten Damwand	10000,00
Graven ontlastsleuf	48,92
Ontgraven	1,95

### 1.4 Warnings

Vertical balance:

The resultant vertical friction force is directed upward in stage 1,2,3 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.

## 1.5 CUR Verification Steps



End of Report

## Bijlage 3      Algemene uitvoeringsrichtlijnen damwandconstructie

Damwandconstructies worden veelal gemaakt van stalen, maar ook wel van houten, betonnen of kunststof damplanken. Damwandconstructies kunnen bij geringe kerende hoogten vaak vrijstaand worden uitgevoerd, maar bij grotere kerende hoogten worden damwandconstructies veelal enkel- of meervoudig gesteund.

Het inbrengen van de damplanken.

Eventuele puinresten e.d. dienen voor het inbrengen te worden verwijderd om beschadiging en mogelijk uit het slot lopen van de damplanken te voorkomen. Eventueel in de directe omgeving van de te plaatsen damwand gelegen kabels en leidingen, dienen volledig vrij gegraven en ondersteund te worden. Bij het inbrengen van de damplanken moet nauwkeurig in de gaten worden gehouden of maaiveldzakkingen optreden waarbij, indien nodig, de ondersteuning moet worden bijgesteld.

Uitgangspunt bij het trillend inbrengen van damplanken is, dat de damplanken hoogfrequent trillend op diepte mag worden gebracht. Het is altijd verstandig om een hoogfrequent trilblok te kiezen met een variabel excentrisch moment. Dergelijke zogenaamde resonantievrije hoogfrequente trilblokken, kunnen eerst op toeren worden gebracht, voordat met trillen van de planken wordt begonnen. Ook kan het trillen worden gestopt voordat het blok wordt uitgezet. Hierdoor kan worden voorkomen, dat voor de omgeving hinderlijke laagfrequente trillingen vrijkomen bij het opstarten en of uitzetten van het trilblok.

Voor het intrillen van de damplanken is het van belang dat het starten van het intrillen van de damplanken en het sluiten van de bouwkuip op een relatief grote afstand van de eventueel (trillingsgevoelige) bebouwing plaatsvindt. Vervolgens kan de afstand tot de eventuele belendingen worden verkleind zolang de gemeten trillingen toelaatbaar zijn.

Wanneer de trillingen in een gebouw tijdens het intrillen van de damplanken te hoog oplopen, kunnen deze worden verkleind door:

- Enkele planken in te trillen in plaats van dubbele planken. Wanneer U-vormige damplanken worden gebruikt, dient er rekening mee te worden gehouden dat uitgaande van hetzelfde planktype de damwand dan minder stijf en minder sterk is dan dubbele geknepen of gelaste planken.
- Voor te boren ter plaatse van de sloten, door de avegaar rechtsom in te draaien en linksom terug te draaien. Wanneer dit onvoldoende trillingsreductie oplevert verdient het aanbeveling om tijdens het linksom terugdraaien via de holle as van de avegaar bentoniet in de bodem te injecteren. Wanneer cement aan de bentoniet wordt toegevoegd stijft de bentoniet meer op, waardoor de passieve bodemweerstand groter is, doch hierdoor ontstaat het risico dat na het verwijderen van de tijdelijke damwand blijkt dat zich cementresten aan de planken hebben gehecht. Deze maatregel kan een negatieve invloed hebben op het draagvermogen van de damwand en nabij gesitueerde palen en het (invloed op de omgeving bij) het trekken van de damwand.
- Door de damwand plaatselijk statisch in te drukken en alleen op een voldoende grote afstand van het gebouw in te trillen. In dit geval dient te worden onderzocht in hoeverre het statisch indrukken van de damplanken tot de gewenste diepte uitvoerbaar is zonder uitvoeringstechnische problemen, zoals het uit het slot lopen van de planken.

Bij het trillend inbrengen van damplanken kunnen door trillingen, eventueel in combinatie met een verdichting van de ondergrond, altijd enige maaiveldzakkingen optreden zelfs op relatief grote afstand van de damwand. Enige schade aan omliggende wegverhardingen en belendingen kan dan ook altijd optreden. Er wordt dan ook geadviseerd om een bouwkundige opname (foto's) eventueel in combinatie met trillingsmetingen te laten uitvoeren.

Het verdient aanbeveling om de haalbaarheid van de voorgestane uitvoeringsmethode en de eventuele daaraan verbonden risico's tijdig te bespreken met de beoogde aannemer(s), opdat de uitvoering probleemloos kan verlopen.

Het ontgraven van de bouwput.

Afhankelijk van het niveau van de onderkant van de vloer, is deze (mogelijk) in het veen of in de klei gesitueerd. Om een werkbaar ondergrond te creëren wordt (onder meer in in dergelijke situaties) veelal een zandbed met een dikte van circa 0,3 à 0,5 m zand aangebracht, wat leidt tot een grotere

ontgravingsdiepte. In de berekeningen is hier – tenzij dit in het damwandadvies expliciet anders is aangegeven – geen rekening mee gehouden. Om te voorkomen dat door deze diepere ontgraving de stijghoogte in de tussenzandlaag verder moet worden verlaagd of dat de damwand nog verder uitbuigt, moet dit zandbed strooksgewijs worden aangebracht (strookbreedte maximaal 1,0 m en loodrecht op de damwand).

De bouwkuip zal vermoedelijk vanaf de zijkant worden ontgraven. Hierdoor kan plaatselijk een grote bovenbelasting optreden door de graafmachines, waardoor het damwandprofiel wordt overbelast en meer uitbuigt dan de berekende waarden. Om dit te voorkomen, adviseren wij om de graafmachines vanaf schotten te laten werken die op het damwandscherm liggen.

Het trekken van de damplanken.

Bij het verwijderen van de damplanken dient te worden voorkomen dat de grondslag in de kassen van de damwandprofielen meekomt. Bij de start van het trekken moeten de planken enigszins dieper (enkele decimeters) worden getrild, zodat de grond loskomt van de profielen. Vervolgens kan men voorzichtig gaan trekken. Indien tijdens het trekken grond meekomt moeten de desbetreffende planken opnieuw enkele decimeters dieper worden getrild. Deze procedure moet net zo vaak herhaald worden totdat er geen grond meer in de kassen achterblijft.

Als de trillingen in een gebouw tijdens het intrillen van de damplanken te hoog (zouden kunnen) oplopen en in verband daarmee is gekozen voor het (plaatselijk) statisch indrukken van de damwand, dan adviseren wij de damwand daar ook statisch te trekken, waarbij ook weer moet worden voorkomen dat grondslag in de kassen van de damwandprofielen meekomt.

Gordingen.

In geval van een vrijstaande (niet verankerde, noch gestempelde) damwand adviseren wij deze vrijstaande damwandconstructie minder gevoelig te maken voor lokale hoge belastingen aan de actieve (veelal de hoge buiten-) zijde van de damwandconstructie door deze damwandconstructie op of nabij de bovenzijde te voorzien van een blijvende doorgaande constructieve gording met een voldoende grote (royale) herverdelingscapaciteit. Een dergelijke gording maakt dat dergelijke lokale belastingen beter over een grotere lengte van de damwandconstructie kunnen worden gespreid.

In geval van verankerde dan wel gestempelde damwanden zijn gordingen constructief noodzakelijk voor het spreiden van de anker- c.q. stempelkrachten over de lengte van de damwandconstructie.

Documenten:

- NEN-EN 12063 (1999) "Uitvoering van bijzonder geotechnisch werk - Damwanden".
- NEN-EN 1537 (1999) "Execution of special geotechnical works - Ground anchors".