

Opdracht : 1603376  
Plaats : Amsterdam  
Project : Houthaven Blok 3D



17.104375

A4 - 1 bde

Betreft : Bermalingsadvies Houthaven Blok 3D  
te  
AMSTERDAM

Opdrachtgever : VORM Ontwikkeling B.V.  
T.a.v. Dhr. J. Verhaar  
Postbus 16  
3350 AA PAPENDRECHT

Behandeld door : ir. H.W. Thijssen (088-5130239)

Kenmerk : R1603376-03

Datum : 14 juli 2017

**MOS GRONDMECHANICA B.V.**

Correspondentieadres :	Postbus 801, 3160 AA Rhon	Centraal telefoonnummer :	+31(0)88-5130200
Hoofdkantoor Rhon	Kleidijk 35	3161 EK	Rhon
Vestiging Helmond	Vossenbeemd 90B	5705 CL	Helmond
Vestiging Almelo	Het Wendelgoor 13	7604 PJ	Almelo
Vestiging Amsterdam	Pleimuiden 8b	1046 AG	Amsterdam
Vestiging Suriname	Ds Martin Luther Kingweg 150	District Wanica	Suriname

Tel. +597-488188

MOS GRONDMECHANICA





## Inhoudsopgave

	Pagina
1. INLEIDING .....	4
2. PROJECTINFORMATIE .....	4
3. UITGEVOERD GRONDONDERZOEK .....	7
3.1 Sonderingen .....	7
3.2 Boringen en peilbuizen .....	7
3.3 Waterkwaliteit .....	7
4. SCHEMATISERING VAN DE ONDERGROND .....	10
4.1 Geotechnisch profiel .....	10
4.2 Geohydrologische schematisering .....	11
4.3 Grondwaterstanden en stijghoogten .....	12
5. STABILITEIT VAN DE BODEM VAN DE BOUWKUIP .....	17
5.1 Algemeen .....	17
5.2 Keldervloer .....	17
5.3 Poeren .....	17
5.4 Liftputten .....	18
5.5 Kraanpoeren .....	19
5.6 Pompput .....	20
5.7 Sprinklerbassin .....	20
5.8 Samenvatting stabiliteit .....	22
6. BEMALINGSADVIES .....	23
6.1 Algemeen .....	23
6.2 Bemalingssysteem .....	23
6.3 Prognose van het debiet .....	24
7. INVLOED OP DE OMGEVING .....	28
7.1 Algemeen .....	28
7.2 Verlaging van de grondwaterstand en stijghoogte .....	28
7.3 Zettingen .....	28
7.4 Landbouw, natuur en stedelijk groen .....	30
7.5 Invloed op houten palen .....	30
7.6 Verplaatsen van grond(water)verontreinigingen .....	31
7.7 Invloed op het zoet/zout grensvlak .....	31



7.8	Overige grondwateronttrekkingen .....	31
8.	MONITORING.....	33
9.	REGELGEVING BOUWPUTBEMALING .....	34
9.1	Waterwet.....	34
9.2	Onttrekken van grondwater .....	34
9.3	Lozen van bronneringswater .....	35
10.	CONCLUSIE EN AANBEVELINGEN .....	37

Bijlage A	Sonderingen
Bijlage B	Analysecertificaat grondwater
Bijlage C	Grondwaterstanden Waternet
Bijlage D	Verlagingslijnen
Bijlage E	Zettingsberekeningen
Bijlage F	Onttrekkingen/ infiltraties derden



## 1. INLEIDING

Dit rapport betreft het bemalingsadvies voor de aanleg van een tweelaagse kelderbak onder bouwblok 3D van project Houthavens te Amsterdam.

Voor dit plan heeft Mos Grondmechanica de volgende rapporten uitgebracht:

- Rapportage grondonderzoek (R1603376-02, d.d. 7 maart 2017);
- Rapportage (voorlopig) damwandadvies (R1603376-04, d.d. 19 april 2017);
- Rapportage funderingsadvies (R1603376-05, d.d. 26 april 2017);

Tegelijk met het grondonderzoek voor dit project is ook grondonderzoek uitgevoerd voor de naastgelegen projecten blok 3B en 4CG (opdrachtnummers 1603375 en 1603377).

Eerder zijn voor de naburige blokken 4AB, 4DEF en 5AB voor dezelfde opdrachtgever ook sonderingen uitgevoerd en adviezen uitgebracht onder de opdrachtnummers 1600499 en 1403568.

## 2. PROJECTINFORMATIE

Door de opdrachtgever is de volgende projectinformatie aangeleverd:

- Tekening doorsnede met maten (Bijlage 2 doorsnede Blok 3D.pdf); verstrekt door Vocon (per e-mail op 31 oktober 2016);
- Fasering bouwput, opgesteld door Vocon, kenmerk 744 HH 3D, d.d. 03-04-2017;
- Overzicht verschillende aanlegdieptes fundering, opgesteld door Vocon, kenmerk 744 ADF 00 tot en met ADF 07, d.d. 04-04-2017.

Blok 3D is een gesloten bouwblok met een grondoppervlak van circa 3800 m<sup>2</sup> met vijf bouwlagen op een twee-laagse kelderbakconstructie (anderhalve laag ondergronds). In het midden tussen de blokken is een binnentuin bedacht op het dak van de stallinggarage.

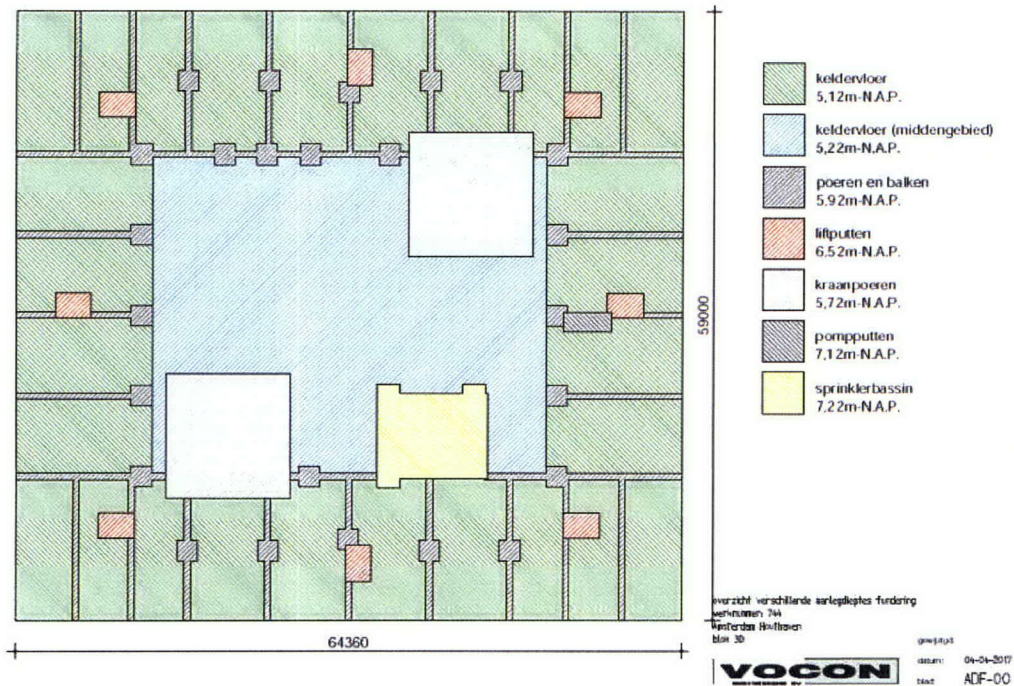
Uit de verstrekte documenten zijn de volgende gegevens verstrekt:

- Peil (afgewerkte begane grondvloer): NAP +0,83 m;
- Onderkant keldervloer: NAP -4,82 m (dikte vloer 0,40 m);
- Onderkant poeren en balken: NAP -5,62 m;
- Onderkant liftputten: NAP -6,22 m (afmetingen circa 2,4 m bij 3,6 m);
- Onderkant kraanpoer: NAP -6,42 m (afmetingen circa 12 m bij 12 m);
- Onderkant pompput: NAP -6,82 m (afmetingen circa 4,6 m bij 2,0 m);
- Onderkant put sprinklerbassin: NAP -6,92 m (afmetingen circa 8,4 m bij 10,8 m);
- Afmetingen kelderbak: 59,00 m bij 64,36 m.

Uitgegaan wordt van een grondverbetering van circa 0,3 m dikte onder de diverse onderdelen ten behoeve van de ontwatering en begaanbaarheid van de bouwputbodemp. In figuur 2-1 is een figuur



opgenomen met de beoogde ontgravingsniveaus (nb onderkant kraanpoer staat hierin ten onrechte op NAP -5,72 m aangegeven, dit dient NAP -6,72 m te zijn).



Figuur 2-1: Ontgravingsniveaus (inclusief grondverbetering)

De kelder zal worden aangelegd binnen een grond- en waterkerende damwandkuip, waarbij uitgegaan wordt van een inheidiepte tot NAP -18,5 m.

In figuur 2-2 is de situering van de nieuwbouw weergegeven op een Google ondergrond; de nieuwbouw wordt globaal begrensd door de uitgevoerde sonderingen. Opgemerkt wordt dat de satellietfoto van Google Earth nog dateert van voor de demping.





Figuur 2-2: Sondeerlocaties en luchtfoto (Google Earth)

#### Planning

Ten aanzien van de planning is aangegeven dat uitgegaan kan worden van de volgende doorlooptijden:

1. Na plaatsing damwand grondwerk ten behoeve van eerste stempelraam: 6 weken
2. Verder ontgraven en aanleg alle verdiepte delen (poeren, putten, sprinklerbassin): 12 weken
3. Aanleg keldervloer: 12 weken
4. Afbouw kelder tot aan souterrain: 6 weken

Vooralsnog is aangenomen dat na fase 4 voldoende gewicht (of trekkracht via de palen) aanwezig is om opdrijven van de kelderbak te voorkomen; dit dient door de constructeur te worden bevestigd.

Ten aanzien van de bemaling is op basis van het bovenstaande de totale doorlooptijd 36 weken.



### 3. UITGEVOERD GRONDONDERZOEK

#### 3.1 Sonderingen

Tussen 16 en 24 februari 2017 zijn door Mos Grondmechanica de sonderingen 32 tot en met 56 uitgevoerd tot een diepte van circa maaiveld -30 m à -36 m (maximaal NAP -35 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 zijn door onze landmeetkundige afdeling in het terrein uitgezet en gewaterpast ten opzichte van NAP. Voor de locaties van de sonderingen en de sondeergrafieken wordt verwezen naar bijlage A.

#### 3.2 Boringen en peilbuizen

Nabij de 4 hoekpunten zijn op 23 februari 2017 4 handboringen, nummers 5 tot en met 8, uitgevoerd tot maaiveld -1,5 à -2,5 m. De boorgaten zijn afgewerkt tot peilbuis met het filter op einddiepte. Tevens is nabij boring 6 een drukpeilbuis op diepte gedrukt met een sondeerwagen; het filter staat tussen NAP -15 m en NAP -16 m.

Ook voor naburige projecten zijn peilbuizen geplaatst. De peilbuizen zijn enkele keren gepeild. De metingen worden in onderlinge samenhang beschouwd, zie hiervoor paragraaf 4.3.

Onder projectnummer 1600499 zijn voor blok 4AB op 6 en 7 september 2016 machinale boringen uitgevoerd tot maaiveld -16 m. Tijdens het boren zijn ongeroerde monsters gestoken. Van deze monsters zijn in het laboratorium de volumegewichten bepaald. Deze gegevens worden ook voor dit project gebruikt. De boorgaten zijn afgewerkt tot peilbuis, waarbij op 2 niveaus filters zijn aangebracht. Ook deze peilbuizen zijn destijds een aantal maal gepeild.

#### 3.3 Waterkwaliteit

Van een aantal freatische peilbuizen en een diepe peilbuis (betreffen ook peilbuizen van naburige projecten) zijn watermonsters genomen ten behoeve van de analyse van de waterkwaliteit. De grondwatermonsters zijn door Alcontrol BV te Hoogvliet, ingeschreven in het Sterlab-register voor laboratoria onder no. L028, geanalyseerd op een aantal lozingsparameters. Het analyserapport (certificaatnummer 12491099) is in bijlage B opgenomen. In tabel 3-1 (freatisch pakket) en tabel 3-2 (freatisch en diep pakket) zijn de resultaten weergegeven.

Bij de watermonsternamen is gebleken dat de peilbuizen 2-diep en 6-diep zijn verdwenen door activiteiten derden, waarschijnlijk graafwerkzaamheden in het kader van een sanering. Hierdoor kon alleen de diepe peilbuis 77 worden bemonsterd en geanalyseerd (voor locaties peilbuizen zie figuur 4-2).



Tabel 3-1: Analyseresultaten lozingsparameters freatisch pakket

parameter	concentratie peilbuis 2 blok 3B	concentratie peilbuis 4 blok 3B	concentratie peilbuis 5 blok 3D	concentratie peilbuis 6 blok 3D	eenheid
Onopgeloste bestanddelen	53	<10	<10	190	mg/l
pH	8,0	7,5	8,1	7,0	-
meettemperatuur pH	19,2	19,4	19,6	19,2	°C
EC (gecorrigeerd voor 25°C)	380	1200	900	1600	µS/cm
Zuurstof (O <sub>2</sub> )	8,1	5,7	2,2	<0,5	mg O <sub>2</sub> /l
Arseen (As)	<5	12	<5	63	µg/l
Aluminium (Al) (na ontsluiting)	0,84	0,42	2,2	8,0	mg/l
IJzer (Fe) (na ontsluiting)	0,92	10	4,4	70	mg/l
Opgelost fosfaat (PO <sub>4</sub> -P)	<0,1	<0,1	0,4	<0,1	mg P/l
Ammonium (NH <sub>4</sub> -N)	<0,15	4,5	1,6	4,3	mg N/l
Biologisch Zuurstof Verbruik (BZV) <sup>(1)</sup>	<3	<3	<3	7,4	mg O <sub>2</sub> /l
Chemisch Zuurstof Verbruik (CZV)	12	41	33	675	mg O <sub>2</sub> /l
Chloride	11	63	42	55	mg/l
Nitraat (NO <sub>3</sub> )	1,8	<0,75	<0,75	1,1	mg/l
Nitraat (NO <sub>3</sub> -N)	0,42	<0,17	<0,17	0,26	mg N/l
Nitriet (NO <sub>2</sub> )	<0,3	<0,3	<0,3	190	mg/l
Nitriet (NO <sub>2</sub> -N)	<0,1	<0,1	<0,1	100	mg N/l
Stikstof Kjeldahl (N-Kj)	0,8	5,1	3,8	16	mg/l
Sulfaat (SO <sub>4</sub> )	29	78	15	<50	mg/l
Totaal stikstof	1,2	5,1	3,8	16	mg N/l

<sup>(1)</sup> Biologisch Zuurstof Verbruik na 5 dagen



Tabel 3-2: Analyseresultaten lozingsparameters freatisch en diep pakket

parameter	concentratie peilbuis 12 blok 4CG freatisch	concentratie peilbuis 77 blok 4CG watervoerend pakket	eenheid
Onopgeloste bestanddelen	31	22	mg/l
pH	7,1	7,2	-
meettemperatuur pH	19,3	19,3	°C
EC (gecorrigeerd voor 25°C)	2100	7700	µS/cm
Zuurstof (O <sub>2</sub> )	1,1	0,7	mg O <sub>2</sub> /l
Arseen (As)	<5	<5	µg/l
Aluminium (Al) (na ontsluiting)	0,069	0,17	mg/l
IJzer (Fe) (na ontsluiting)	4,3	9,2	mg/l
Opgelost fosfaat (PO <sub>4</sub> -P)	<0,1	<0,1	mg P/l
Ammonium (NH <sub>4</sub> -N)	2,0	5,0	mg N/l
Biologisch Zuurstof Verbruik (BZV) <sup>(1)</sup>	<3	<3	mg O <sub>2</sub> /l
Chemisch Zuurstof Verbruik (CZV)	12	35	mg O <sub>2</sub> /l
Chloride	53	2200	mg/l
Nitraat (NO <sub>3</sub> )	<0,75	<0,75	mg/l
Nitraat (NO <sub>3</sub> -N)	<0,17	<0,17	mg N/l
Nitriet (NO <sub>2</sub> )	<0,3	<0,3	mg/l
Nitriet (NO <sub>2</sub> -N)	<0,1	<0,1	mg N/l
Stikstof Kjeldahl (N-Kj)	2,9	5,4	mg/l
Sulfaat (SO <sub>4</sub> )	900	410	mg/l
Totaal stikstof	2,9	5,4	mg N/l

<sup>(1)</sup> Biologisch Zuurstof Verbruik na 5 dagen

Bij het resultaat van de analyses van het grondwatermonster wordt opgemerkt dat het gehalte onopgeloste bestanddelen in het grondwatermonster uit de peilbuis niet representatief is voor het gehalte onopgeloste bestanddelen tijdens de bemaling. Dit gehalte is namelijk zeer afhankelijk van het bemalingssysteem en van de wijze (kwaliteit) waarop het bemalingssysteem is geplaatst.

In het algemeen is de concentratie van zuurstof in het grondwater te laag om direct op het oppervlakte water te mogen lozen. Het water kan worden belucht door middel van een beluchtingskist of door middel van het installeren van het lozingswerk boven het ontvangend oppervlaktewater, waarbij het lozingswerk voorzien is van een sproeistuk.

Verder wordt opgemerkt dat het ijzergehalte in het algemeen hoog tot zeer hoog is. Water met dit ijzergehalte zal moeten worden ontijzerd voordat het geloosd mag worden op open water.

Voor een toetsing van de overige parameters aan de lozingseisen, wordt geadviseerd om de analysecertificaten aan de waterkwaliteitsbeheerder voor te leggen.

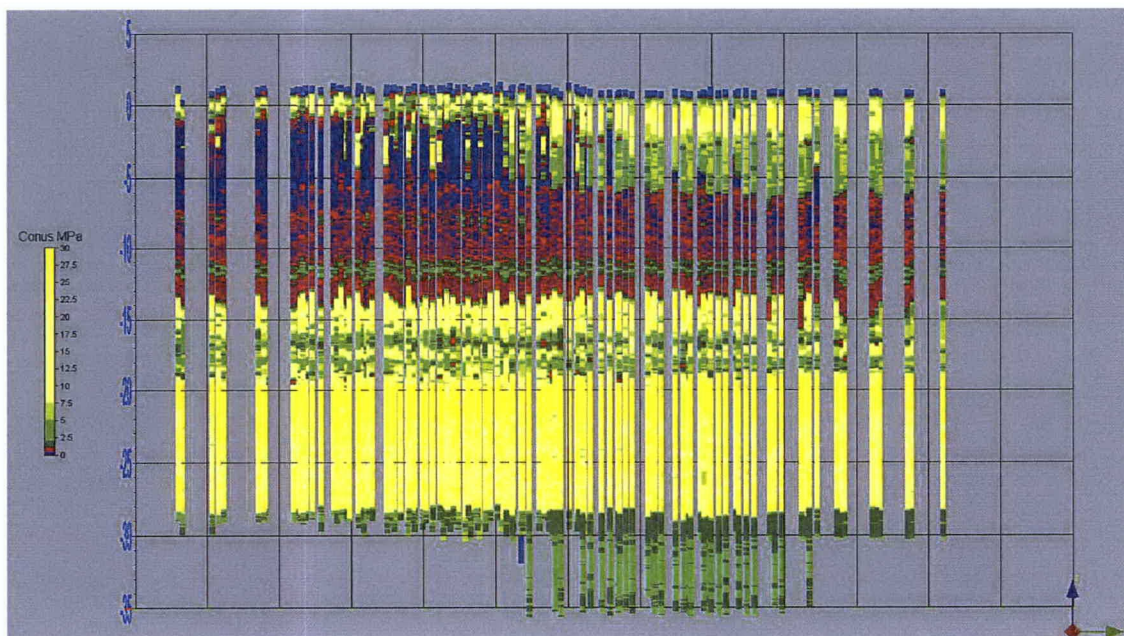


## 4. SCHEMATISERING VAN DE ONDERGROND

### 4.1 Geotechnisch profiel

Aan de hand van het uitgevoerde grondonderzoek is het volgende geotechnische profiel opgesteld (zie ook figuur 4-1 waarbij aan de conuswaarde kleuren zijn toegekend, huidige project is aan de rechterkant van het profiel):

- De hoogte van het maaiveld ter plaatse van de sondeerlocaties varieert van NAP +0,7 m tot NAP +1,1 m, in het algemeen circa NAP +0,9 m.
- Vanaf maaiveld tot NAP -1 m à NAP -6 m is een zandlaag aangetroffen. Dit betreft een ophooglaag c.q. aanvulling van het voorheen open water van de Houthavens;
- Ter plaatse van het oude land en deels het oude talud is tussen NAP -1 m tot circa NAP -5 m een veenlaag aangetroffen; daar waar het open water van de Houthavens aanwezig was, is deze veenlaag niet aanwezig;
- Onder de veenlaag of onder de opvullaag van zand is een klei- en wadzandpakket aanwezig tot circa NAP -12 m; de onderste 1,5 à 2,0 m betreft zand met duidelijk een hogere conuswaarde (mogelijk minder silt);
- Onder de klei- en wadzandlaag wordt tot een diepte van circa NAP -14 m (lokaal dieper) een kleilaag en plaatselijk de basisveenlaag aangetroffen.
- Tussen circa NAP -14 m (lokaal dieper) tot NAP -16 à -17 m is de eerste zandlaag aangetroffen, gevolgd door de uit klei en zand bestaande Alleröd laag tot NAP -18 à -19 m.
- Hieronder is de tweede zandlaag aangetroffen tot circa NAP -28 m.
- In de sonderingen zijn vanaf NAP -28 m tot de maximaal verkende diepte van NAP -35 m lage conuswaarden geregistreerd; dit betreft de bovenkant van de Eemklei.



Figuur 4-1 Doorsnede op basis van conusweerstand (zuid links, noord rechts, diepte in m NAP)



Bij ongeveer de helft van de sonderingen is de karakteristieke piek in het wrijvingsgetal dat duidt op de basisveenlaag niet aanwezig.

Uit het profiel in figuur 4-1 blijkt een in het algemeen consistente grondopbouw met ter plaatse van de kant van het open water duidelijk zichtbaar de zandaanvulling. In de onderliggende deklaag is in lichtgroen de wadzandlaag zichtbaar, echter ook de bovenliggende kleilagen (rood) kunnen nog sterk zandig zijn.

## 4.2 Geohydrologische schematisering

Uit het uitgevoerde grondonderzoek, uit de grondwaterkaart van Nederland (TNO) en uit RegisII.1 is de geohydrologische schematisering afgeleid.

Voor de ondiepe grondopbouw is het beschikbare grondonderzoek als leidend beschouwd. Tot circa NAP -14 m is de matig tot slecht doorlatende deklaag aanwezig, met lokaal bovenin de demping van de haven met zand en tussen circa NAP -6 m en NAP -13 m de wadzandformatie. Tussen NAP -14 m en NAP -28 m is achtereenvolgens de eerste zandlaag, een kleiige laag (Alleröd) en de tweede zandlaag aanwezig. Op basis van RegisII.1 en op basis van ervaring in de omgeving wordt voor de eerste zandlaag een doorlaatvermogen van 100 m<sup>2</sup>/d en voor de tweede zandlaag een doorlaatvermogen van 300 m<sup>2</sup>/d aangehouden. Op basis van de sonderingen en ervaring is de weerstand van de Alleröd-laag ingeschat. De eerste en tweede zandlaag vormen samen het eerste watervoerend pakket. Onder het eerste watervoerend pakket bevindt zich een slecht doorlatende laag (Eemformatie; tweede kleiige eenheid) tot circa NAP -43 m. Op basis van Regis is deze kleilaag in de omgeving van het projectgebied consistent aanwezig en bedraagt de verticale weerstand van deze laag circa 940 d. Daaronder is een circa 4 m dikke zandlaag aanwezig, met daaronder weer een waterremmende laag (Formatie van Drente, Laagpakket van Uitdam, eerste kleiige eenheid) tot circa NAP -55 m. Deze laag heeft volgens Regis een zeer hoge weerstand (20.000 d). Voor dit project is de Eemklei als geohydrologische basis aangehouden.

In tabel 4-1 is de gehanteerde geohydrologische schematisering aangegeven.

Tabel 4-1: Gehanteerde geohydrologische schematisering

grondlaag		geohydrologische eenheid	geohydrologische parameter	
van [m + NAP]	tot [m + NAP]		doorlaatvermogen [m <sup>2</sup> /d]	weerstand [d]
+1 (=maai veld)				
	-1 à -6	topzand	10	500
-1 à -6	-6	veenpakket, top wadzand		500
-6	-13	wadzand	10	
-13	-14	klei en lokaal basisveen		500 à 1.000
-14	-16	eerste zandlaag	100	
-16	-19	Alleröd		5
-19	-28	tweede zandlaag	300	
-28	en verder	eerste scheidende laag <sup>(1)</sup>		∞

<sup>(1)</sup> De eerste scheidende laag wordt in deze situatie beschouwd als de geohydrologische basis



Om de voeding door neerslag en open water in de omgeving te simuleren, is aan maaiveld een voedingsweerstand van 500 dagen gehanteerd. In het model is rekening gehouden met het aanwezige oppervlakte water, hiervoor is een topweerstand van 25 dagen gehanteerd. Uit een inmeting van de bodem van de Houthavens na demping blijkt dat op enige afstand tot de demping de bodem op circa NAP -6 m ligt; dit komt globaal overeen met de onderkant van de aangetroffen veenlaag op land.

Geverifieerd is of de simulatie van voeding door neerslag in het model realistisch is; deze bedraagt maximaal circa 0,5 mm/dag, zijnde circa 200 mm/jaar. Gezien de huidige toestand van het gebied lijkt dit acceptabel.

Verder is de Spaarndammertunnel in het model opgenomen. Deze tunnel is momenteel in afbouw. De tunnel heeft een lengte van 800 m. Behoudens de toeritten ligt onderkant constructie op NAP -5 à -6 m. Niet bekend is of gebruik is gemaakt van blijvende damwanden, in de berekening wordt hier daarom niet vanuit gegaan; bovendien is onder de vloer van de tunnel waarschijnlijk een zandpakket aangebracht. De tunnel vormt daarmee alleen in de bovenste meters een barrière en kan water nog steeds onderlangs door de deklaag stromen.

De geohydrologische parameters zijn afgeleid van algemene gegevens. Met name de weerstand van de waterremmende deklaag en de kD-waarde van het watervoerende pakket zijn in dit geval van belang voor de prognose van het debiet. Deze parameters zijn geschat aan de hand van het grondonderzoek en ervaring. Afwijkingen van deze parameters zijn goed mogelijk; dit heeft dan ook consequenties op de prognose van het debiet.

### 4.3 Grondwaterstanden en stijghoogten

Voor de projecten Blok 3D, blok 3B en blok 4CG zijn diverse freatische en diepe peilbuizen geplaatst. In tabel 4-2 zijn de freatische metingen opgenomen (peilbuis 5, 6, 7 en 8 betreffen huidig project), in tabel 4-3 zijn de metingen in het diepere pakket opgenomen.

Tabel 4-2: Gemeten grondwaterstanden

Peilbuisgegevens [m + NAP]							
nummer peilbuis	1	2	3	4	5	6	7
maaiveld	+1,26	+1,14	+1,18	+1,21	+0,90	+0,79	+0,89
bovenkant peilbuis	+2,21	+2,11	+2,35	+2,20	+1,90	+1,80	+1,74
diepte filter	van	+0,66	+0,54	+1,35	-0,30	-0,60	+0,39
	tot	-0,34	-0,46	+0,35	-1,30	-1,60	-0,61
Grondwaterstanden en stijghoogten [m + NAP]							
23 februari 2017	+0,57	+1,07	+1,20	+1,15	+0,00	+0,39	-0,14
9 maart 2017		+0,84		+1,13	-0,01	-0,02	
20 maart 2017	+0,61	+0,49	beschadigd	+1,18	+0,00	+0,11	



Peilbuisgegevens [m + NAP]							
nummer peilbuis	8	9	10	11	12	13	14
maaiveld	+0,88	0,83	0,81	0,84	0,82	0,92	0,90
bovenkant peilbuis	+1,87	1,81	1,62	1,83	1,65	1,88	1,76
diepte filter	van	+0,08	+0,33	-0,29	-0,11	-0,38	-0,08
	tot	-0,92	-0,67	-1,29	-1,11	-1,38	-1,08

Grondwaterstanden en stijghoogten [m + NAP]							
23 januari 2017 <sup>(1)</sup>		-0,07	-0,17	-0,21	-0,20	-0,35	-0,32
7 februari 2017		-0,01	-0,13	-0,22	-0,25	-0,37	-0,34
14 februari 2017		-0,09	-0,18	-0,20	-0,27	-0,38	-0,35
23 februari 2017	-0,15						
9 maart 2017					+0,26??		

<sup>(1)</sup> Direct na plaatsing van de peilbuis opgenomen en daardoor mogelijk minder betrouwbaar

Tabel 4-3: Gemeten stijghoogten

Peilbuisgegevens [m + NAP]			
nummer peilbuis	2 diep	6 diep	77 diep
maaiveld	+1,11	+0,77	+0,79
bovenkant peilbuis	+1,99	+0,89	+1,79
diepte filter	van	-14,89	-15,11
	tot	-15,89	-16,11

Grondwaterstanden en stijghoogten [m + NAP]			
1 februari 2017 <sup>(1)</sup>			-1,89
7 februari 2017			-1,98
14 februari 2017			-2,05
23 februari 2017	-1,90	(-0,55)	
9 maart 2017	verdwenen	verdwenen	-2,02

<sup>(1)</sup> Direct na plaatsing van de peilbuis opgenomen en daardoor mogelijk minder betrouwbaar

De peiling van peilbuis 6-diep op 23 februari 2017 wordt, gezien het resultaat, als onbetrouwbaar beschouwd. Opgemerkt wordt dat op 9 maart 2017 geconstateerd is dat zowel peilbuis 2-diep als 6-diep zijn verdwenen ten gevolge van werkzaamheden van derden (sanering?).

Ter plaatse van het project Blok 4AB (opdracht 1600499) zijn op 6 en 7 september 2016 door Mos Grondmechanica eveneens peilbuizen aangebracht. De waterstand in de peilbuizen is gepeild. De resultaten van de metingen zijn in tabel 4-4 opgenomen. Het filter 39H staat in de topzandlaag en geeft dus de freatische grondwaterstand weer. Filter 43H staat dieper, in het wadzandpakket. De filters 39D en 43D staan in het watervoerend pakket. Uit de metingen blijkt dat de freatische grondwaterstand en de stijghoogte in het wadzandpakket vergelijkbaar zijn. De stijghoogte in het watervoerend pakket is duidelijk lager.



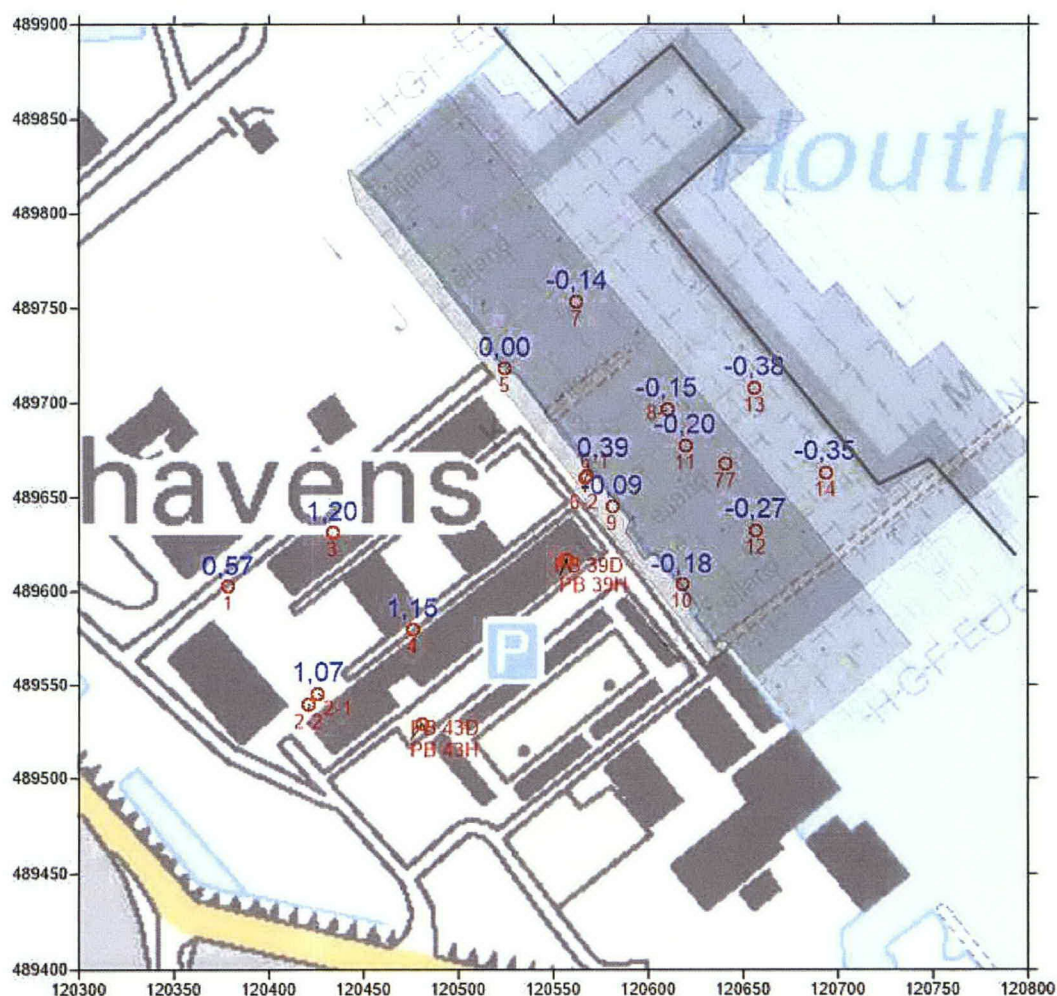
Tabel 4-4: Gemeten grondwaterstanden en stijghoogten

Peilbuisgegevens [m + NAP]					
nummer peilbuis		39H	39D	43H	43D
maaiveld		+1,23	+1,23	+0,99	+0,99
bovenkant peilbuis		+1,99	+1,95	+1,85	+1,75
diepte filter	van	-0,77	-13,77	-7,01	-14,01
	tot	-1,77	-14,77	-8,01	-15,01

Grondwaterstanden en stijghoogten [m + NAP]					
13 september 2016		+0,23	-2,11	-0,04	-1,89
19 september 2016		+0,11	-2,16	-0,10	-1,91
29 september 2016		+0,04	-2,14	-0,04	-1,91

De locatie van de peilbuizen is in figuur 4-2 opgenomen. Het peilbuisnummer is in rood weergegeven, de gemeten freatische grondwaterstand op 14 of 23 februari 2017 is in blauw weergegeven.



Figuur 4-2 Locatie peilbuizen en peiling 14 en 23 februari 2017 (freatisch, m NAP)



Uit de peiling van de freatische peilbuizen blijkt dat aan de oorspronkelijke landzijde de freatische grondwaterstand rond NAP +1,0 m ligt, mogelijk onder invloed van neerslag voorafgaand aan peilen. Naar de Houthavens toe neemt de grondwaterstand duidelijk af richting NAP -0,4 m; in de Houthavens zelf is het peil circa NAP -0,4 m.

Uit het grondwaterarchief van Waternet zijn de gegevens van peilbuizen in de omgeving van het project opgevraagd. Van enkele relevante peilbuizen zijn in het grondwaterarchief gegevens aanwezig. De locaties van de peilbuizen zijn in bijlage C op een topografische ondergrond aangegeven. Ook zijn in bijlage C de tijdstijghoogtelijnen van de peilbuizen opgenomen. In tabel 4-5 is een aantal kenmerken van de peilbuizen aangegeven. Tevens is in deze tabel een aantal statistische grootheden van de gemeten grondwaterstanden opgenomen.

**Tabel 4-5:** Statistische uitwerking van een aantal peilbuizen van Waternet in de omgeving van het project

peilbuis	maaiveld [m + NAP]	filter		statistische eigenschappen			
		van [m + NAP]	tot [m + NAP]	HG [m + NAP]	GHG [m + NAP]	Gemiddelde [m + NAP]	GLG [m + NAP]
freatische peilbuizen							
C05264 A	0,35	-1,62	-2,62	0,30	0,2	0,1	0,0
C05266 A	1,19	-0,61	-1,61	0,74	0,5	0,3	0,1
C05123 A	2,82	0,21	-0,79	0,28	0,0	-0,3	-0,4
C05274 A	2,50	-0,51	-1,51	-0,05	-0,1	-0,2	-0,3
C05130 A	2,40	-0,20	-1,20	1,18	1,0	0,8	0,6
C05133 A	2,39	-0,17	-1,17	2,34	1,2	0,8	0,6
C05134 A	2,39	-0,17	-1,17	0,97	0,9	0,8	0,6
wadzand							
C05177 B	1,49	-6,59	-7,59	0,58	0,3	-0,4	-0,7
eerste zandlaag							
C05177 C	1,49	-12,90	-13,90	-1,23	-1,6	-2,1	-2,2
C05109 C	1,41	-14,09	-15,09	-2,09	-2,2	-2,4	-2,5
C05110 C	1,29	-13,24	-14,24	-2,04	-2,2	-2,3	-2,4
C05111 C	1,54	-13,29	-14,29	-0,62	-2,0	-2,1	-2,2
tweede zandlaag							
C05001 D	1,07	-18,74	-19,74	-2,11	-2,5	-2,7	-3,1

HG = hoogst gemeten grondwaterstand

GHG = gemiddeld hoogste grondwaterstand

GLG = gemiddeld laagste grondwaterstand

Definitie gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) en gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG):

Om de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) te bepalen is een meetreeks noodzakelijk van ten minste acht hydrologische jaren, waarbij op of omstreeks de 14de en 28ste van iedere maand de grondwaterstand of stijghoogte is bepaald. Vervolgens wordt per hydrologisch jaar (van 1 april tot en met 31 maart) het rekenkundig gemiddelde van de drie hoogste grondwaterstanden bepaald (HG3). De gemiddeld hoogste grondwaterstand is de gemiddelde waarde van tenminste de HG3's van acht jaren. De bepaling van de gemiddeld laagste grondwaterstand gaat identiek, alleen voor de laagste grondwaterstanden.

Uit de definitie van de gemiddeld hoogste en de gemiddeld laagste grondwaterstand valt af te leiden dat deze met een bepaalde frequentie worden over- en onderschreden. Dit betekent dat de GHG niet als absoluut maximum grondwaterstand kan worden gehanteerd. En de GLG kan niet worden gehanteerd als absoluut minimum grondwaterstand. Ook de hoogst gemeten



grondwaterstand kan niet worden beschouwd als een absoluut maximum grondwaterstand. Het is namelijk niet waarschijnlijk dat juist een meting van de grondwaterstand plaatsvindt als de grondwaterstand op het hoogste niveau staat.

Voor peilbuis C05177 B en C (Planciusstraat) zijn tussen januari 2006 en mei 2009 geen metingen beschikbaar. In de periode vanaf 2009 zijn de metingen (zowel voor het wadzand als voor de eerste zandlaag) echter consequent circa 0,7 m hoger dan in de periode tot 2006. Vermoedelijk is het referentiepunt aangepast. Gelet op de overige reeksen wordt de periode tot 2006 vooralsnog als representatief beschouwd.

Uit de peilbuismetingen op locatie (tabel 4-4) blijkt dat de stijghoogte in de wadzandlaag dicht bij de freatische grondwaterstand staat dan bij de stijghoogte in het watervoerend pakket. Dit wijst erop dat de basisveenlaag een aanzienlijke waterremmende werking heeft.

Ten behoeve van de berekeningen voor het maximale debiet wordt in dit advies uitgegaan van een maatgevend hoge grondwaterstand van NAP +0,5 m (GHG). De GLG wordt ingeschat op NAP -0,4 m. De actuele grondwaterstand dient voorafgaand aan de uitvoering te worden vastgesteld.

Ten behoeve van de beschouwing van het verticaal evenwicht wordt in dit advies uitgegaan van een maatgevend hoge stijghoogte van NAP -1,8 m in de eerste zandlaag. De gemiddeld laagste stijghoogte wordt geschat op NAP -2,3 m. De actuele stijghoogte dient voorafgaand aan de uitvoering te worden vastgesteld.

Voor de wadzandlaag wordt vooralsnog uitgegaan van een hoge stijghoogte van circa NAP +0,0 m.

Opgemerkt wordt dat door de diverse (toekomstige) ruimtelijke veranderingen in dit gebied de geohydrologische situatie verandert, waardoor ook het regime van de grondwaterstanden en stijghoogten kan veranderen.



## 5. STABILITEIT VAN DE BODEM VAN DE BOUWKUIP

### 5.1 Algemeen

Ten behoeve van de aanleg van blok 3D wordt ontgraven tot door de plaatselijk aanwezige veenlaag tot in het wadzandpakket; de grondwaterstand in dit wadzandpakket zal met bemaling moeten worden verlaagd. In dit hoofdstuk wordt het risico beschouwd van het opbarsten van de bouwkuipbodem vanuit de eerste zandlaag. Gezien de configuratie is er geen risico van opbarsten vanuit de 2<sup>e</sup> zandlaag.

Op basis van de volumegewichten (bepaald in het laboratorium voor naast gelegen project) wordt voor het wadzandpakket uitgegaan van een gemiddeld volumiek gewicht van 16,5 kN/m<sup>3</sup>.

### 5.2 Keldervloer

Ten behoeve van de keldervloer zal in het middengebied worden ontgraven tot NAP -5,22 m ten behoeve van 0,3 m grondverbetering. Aan de hand van sondering 32 en 55 is een berekening gemaakt ten behoeve van de stabiliteit van de bouwputbodem. Allereerst wordt de neerwaartse gronddruk bepaald. Vervolgens kan de maximaal toelaatbare stijghoogte onder het evenwichtsniveau worden bepaald. Opgemerkt wordt dat ter plaatse van de sonderingen 42 tot 56 al zand onder het aanlegniveau aanwezig is, hier hoeft niet dieper te worden ontgraven ten behoeve van een grondverbetering.

Maatgevende sondering: 32 en 55  
Ontgravingsniveau: NAP -5,22 m (aanleg grondverbetering keldervloer);  
Evenwichtsniveau: NAP -13,3 m;  
Neerwaartse gronddruk:

van tot [m NAP]	dikte en aard grondlaag	neerwaarts
-5,22 tot -12,0	6,78 m wadzand ( $\gamma=16,5$ kN/m <sup>3</sup> )	111,9 kN/m <sup>2</sup>
-12,0 tot -13,0	1,0 m humeuze klei ( $\gamma=14$ kN/m <sup>3</sup> )	14,0 kN/m <sup>2</sup>
-13,0 tot -13,3	0,3 m basisveen ( $\gamma=12$ kN/m <sup>3</sup> )	3,6 kN/m <sup>2</sup>
totale neerwaartse gronddruk:		129,5 kN/m <sup>2</sup>

Gecorrigeerd met de partiële belastingfactor van 0,9 (NEN 9997-1: partiële factor voor weerstandbiedende, gunstig werkende blijvende belasting) bedraagt de rekenwaarde van de neerwaartse gronddruk 116 kN/m<sup>2</sup>. De maximaal toelaatbare stijghoogte onder het evenwichtsniveau bedraagt NAP -1,7 m.

Na het aanbrengen van de grondverbetering (0,3 m zand) is de neerwaartse druk toegenomen tot 121 kN/m<sup>2</sup> (rekenwaarde). De maximaal toelaatbare stijghoogte bedraagt in dat geval NAP -1,2 m.

### 5.3 Poeren

Indien voor de poeren in de bouwkuip in den droge wordt ontgraven tot NAP -5,92 m (ten behoeve van aanbrengen 0,3 m grondverbetering) bestaat het gevaar dat de voor water slecht doorlatende laag



tussen ontgravingsniveau en circa NAP -13 à -14 m opbarst. Aan de hand van sondering 55 is een berekening gemaakt ten behoeve van de stabiliteit van de bouwputbodembodem. Allereerst wordt de neerwaartse gronddruk bepaald. Vervolgens kan de maximaal toelaatbare stijghoogte onder het evenwichtsniveau worden bepaald. De poeren hebben in de kleinste richting een afmeting van 2,0 m. Uitgaande dat de breedte van de ontgraving voor poeren in de kleinste richting 3,0 m bedraagt, mag 67% van de naastgelegen niet ontgraven grond worden meegeteld.

Maatgevende sondering: 55  
Algemeen niveau: NAP -4,92 m  
Verdiept niveau: NAP -5,92 m (aanleg grondverbetering t.b.v. poeren);  
Evenwichtsniveau: NAP -13,3 m;  
Neerwaartse gronddruk:

van tot [m NAP]	dikte en aard grondlaag	neerwaarts
-4,92 tot -5,22	0,3 m zand ( $\gamma=18 \text{ kN/m}^3$ ) * 67%	3,6 kN/m <sup>2</sup>
-5,22 tot -5,92	0,7 m wadzand ( $\gamma=16,5 \text{ kN/m}^3$ ) * 67%	7,7 kN/m <sup>2</sup>
-5,92 tot -12,0	6,08 m wadzand ( $\gamma=16,5 \text{ kN/m}^3$ )	100,3 kN/m <sup>2</sup>
-12,0 tot -13,0	1,0 m humeuze klei ( $\gamma=14 \text{ kN/m}^3$ )	14,0 kN/m <sup>2</sup>
-13,0 tot -13,3	0,3 m basisveen ( $\gamma=12 \text{ kN/m}^3$ )	3,6 kN/m <sup>2</sup>
totale neerwaartse gronddruk:		129,2 kN/m <sup>2</sup>

Gecorrigeerd met de partiële belastingfactor van 0,9 (NEN 9997-1: partiële factor voor weerstandbiedende, gunstig werkende blijvende belasting) bedraagt de rekenwaarde van de neerwaartse gronddruk 116 kN/m<sup>2</sup>. De maximaal toelaatbare stijghoogte onder het evenwichtsniveau bedraagt NAP -1,7 m.

Na het aanbrengen van de grondverbetering (0,3 m zand) is de neerwaartse druk toegenomen tot 118 kN/m<sup>2</sup> (rekenwaarde). De maximaal toelaatbare stijghoogte bedraagt in dat geval NAP -1,5 m.

## 5.4 Liftputten

Ten behoeve van de liftputten zal worden ontgraven tot NAP -6,52 m ten behoeve van 0,3 m grondverbetering. Aan de hand van sondering 55 is een berekening gemaakt ten behoeve van de stabiliteit van de bouwputbodembodem. Allereerst wordt de neerwaartse gronddruk bepaald. Vervolgens kan de maximaal toelaatbare stijghoogte onder het evenwichtsniveau worden bepaald. De liftputten hebben in de kleinste richting een afmeting van 2,4 m. Uitgaande dat de breedte van de ontgraving voor liftputten in de kleinste richting 4,0 m bedraagt en onder talud 1:1 wordt ontgraven, mag 52% van de naastgelegen niet ontgraven grond worden meegeteld.

Maatgevende sondering: 55  
Algemeen niveau: NAP -4,82 m  
Verdiept niveau: NAP -6,52 m (aanleg grondverbetering t.b.v. liftputten);  
Evenwichtsniveau: NAP -13,3 m;  
Neerwaartse gronddruk:



van tot [m NAP]	dikte en aard grondlaag	neerwaarts
-4,82 tot -5,12	0,3 m zand ( $\gamma=18 \text{ kN/m}^3$ ) * 52%	2,8 kN/m <sup>2</sup>
-5,12 tot -6,52	1,4 m wadzand ( $\gamma=16,5 \text{ kN/m}^3$ ) * 52%	12,0 kN/m <sup>2</sup>
-6,52 tot -12,0	5,48 m wadzand ( $\gamma=16,5 \text{ kN/m}^3$ )	90,4 kN/m <sup>2</sup>
-12,0 tot -13,0	1,0 m humeuze klei ( $\gamma=14 \text{ kN/m}^3$ )	14,0 kN/m <sup>2</sup>
-13,0 tot -13,3	0,3 m basisveen ( $\gamma=12 \text{ kN/m}^3$ )	3,6 kN/m <sup>2</sup>
totale neerwaartse gronddruk:		122,8 kN/m <sup>2</sup>

Gecorrigeerd met de partiële belastingfactor van 0,9 (NEN 9997-1: partiële factor voor weerstandbiedende, gunstig werkende blijvende belasting) bedraagt de rekenwaarde van de neerwaartse gronddruk 111 kN/m<sup>2</sup>. De maximaal toelaatbare stijghoogte onder het evenwichtsniveau bedraagt NAP -2,2 m.

Na het aanbrengen van de grondverbetering (0,3 m zand) is de neerwaartse druk toegenomen tot 113 kN/m<sup>2</sup> (rekenwaarde). De maximaal toelaatbare stijghoogte bedraagt in dat geval NAP -2,0 m.

## 5.5 Kraanpoeren

Ten behoeve van de kraanpoeren zal worden ontgraven tot NAP -6,72 m ten behoeve van 0,3 m grondverbetering. Aan de hand van sondering 55 is een berekening gemaakt ten behoeve van de stabiliteit van de bouwputbodem. Allereerst wordt de neerwaartse gronddruk bepaald. Vervolgens kan de maximaal toelaatbare stijghoogte onder het evenwichtsniveau worden bepaald. De kraanpoeren hebben in de kleinste richting een afmeting van 12 m. Gezien de breedte van de ontgraving in relatie tot de afstand tussen ontgraving en evenwichtsniveau wordt naastgelegen niet ontgraven grond niet meegeteld.

Maatgevende sondering: 55  
 Algemeen niveau: NAP -4,82 m  
 Verdiept niveau: NAP -6,72 m (aanleg grondverbetering t.b.v. kraanpoeren);  
 Evenwichtsniveau: NAP -13,3 m;  
 Neerwaartse gronddruk:

van tot [m NAP]	dikte en aard grondlaag	neerwaarts
-6,72 tot -12,0	5,28 m wadzand ( $\gamma=16,5 \text{ kN/m}^3$ )	87,1 kN/m <sup>2</sup>
-12,0 tot -13,0	1,0 m humeuze klei ( $\gamma=14 \text{ kN/m}^3$ )	14,0 kN/m <sup>2</sup>
-13,0 tot -13,3	0,3 m basisveen ( $\gamma=12 \text{ kN/m}^3$ )	3,6 kN/m <sup>2</sup>
totale neerwaartse gronddruk:		104,7 kN/m <sup>2</sup>

Gecorrigeerd met de partiële belastingfactor van 0,9 (NEN 9997-1: partiële factor voor weerstandbiedende, gunstig werkende blijvende belasting) bedraagt de rekenwaarde van de neerwaartse gronddruk 94 kN/m<sup>2</sup>. De maximaal toelaatbare stijghoogte onder het evenwichtsniveau bedraagt NAP -3,9 m.



Na het aanbrengen van de grondverbetering (0,3 m zand) is de neerwaartse druk toegenomen tot 99 kN/m<sup>2</sup> (rekenwaarde). De maximaal toelaatbare stijghoogte bedraagt in dat geval NAP -3,4 m.

## 5.6 Pompput

Ten behoeve van de pompput zal worden ontgraven tot NAP -7,12 m ten behoeve van 0,3 m grondverbetering. Aan de hand van sondering 55 is een berekening gemaakt ten behoeve van de stabiliteit van de bouwputbodembodem. Allereerst wordt de neerwaartse gronddruk bepaald. Vervolgens kan de maximaal toelaatbare stijghoogte onder het evenwichtsniveau worden bepaald. De pompput heeft in de kleinste richting een afmeting van 2,0 m. Uitgaande dat de breedte van de ontgraving voor de pompput in de kleinste richting 4,2 m bedraagt en onder talud 1:1 wordt ontgraven, mag 44% van de naastgelegen niet ontgraven grond worden meegeteld.

Maatgevende sondering:	55
Algemeen niveau:	NAP -4,82 m
Verdiept niveau:	NAP -7,12 m (aanleg grondverbetering t.b.v. liftputten);
Evenwichtsniveau:	NAP -13,3 m;
Neerwaartse gronddruk:	

van tot [m NAP]	dikte en aard grondlaag	neerwaarts
-4,82 tot -5,12	0,3 m zand ( $\gamma=18 \text{ kN/m}^3$ ) * 44%	2,4 kN/m <sup>2</sup>
-5,12 tot -7,12	2,0 m wadzand ( $\gamma=16,5 \text{ kN/m}^3$ ) * 44%	14,5 kN/m <sup>2</sup>
-7,12 tot -12,0	4,88 m wadzand ( $\gamma=16,5 \text{ kN/m}^3$ )	80,5 kN/m <sup>2</sup>
-12,0 tot -13,0	1,0 m humeuze klei ( $\gamma=14 \text{ kN/m}^3$ )	14,0 kN/m <sup>2</sup>
-13,0 tot -13,3	0,3 m basisveen ( $\gamma=12 \text{ kN/m}^3$ )	3,6 kN/m <sup>2</sup>
totale neerwaartse gronddruk:		115,0 kN/m <sup>2</sup>

Gecorrigeerd met de partiële belastingfactor van 0,9 (NEN 9997-1: partiële factor voor weerstandbiedende, gunstig werkende blijvende belasting) bedraagt de rekenwaarde van de neerwaartse gronddruk 104 kN/m<sup>2</sup>. De maximaal toelaatbare stijghoogte onder het evenwichtsniveau bedraagt NAP -2,9 m.

Na het aanbrengen van de grondverbetering (0,3 m zand) is de neerwaartse druk toegenomen tot 106 kN/m<sup>2</sup> (rekenwaarde). De maximaal toelaatbare stijghoogte bedraagt in dat geval NAP -2,7 m.

## 5.7 Sprinklerbassin

Ten behoeve van het sprinklerbassin zal worden ontgraven tot NAP -7,22 m ten behoeve van 0,3 m grondverbetering. Aan de hand van sondering 55 is een berekening gemaakt ten behoeve van de stabiliteit van de bouwputbodembodem. Allereerst wordt de neerwaartse gronddruk bepaald. Vervolgens kan de maximaal toelaatbare stijghoogte onder het evenwichtsniveau worden bepaald. Het sprinklerbassin heeft in de kleinste richting een afmeting van circa 8,4 m. Uitgaande dat de breedte van de ontgraving voor het sprinklerbassin in de kleinste richting 10,0 m bedraagt en onder talud 1:1 wordt ontgraven, mag 15% van de naastgelegen niet ontgraven grond worden meegeteld.



Maatgevende sondering: 55  
 Algemeen niveau: NAP -4,82 m  
 Verdiept niveau: NAP -7,22 m (aanleg grondverbetering t.b.v. sprinklerbassin);  
 Evenwichtsniveau: NAP -13,3 m;  
 Neerwaartse gronddruk:

van tot [m NAP]	dikte en aard grondlaag	neerwaarts
-4,82 tot -5,12	0,3 m zand ( $\gamma=18 \text{ kN/m}^3$ ) * 15%	0,8 kN/m <sup>2</sup>
-5,12 tot -7,22	2,1 m wadzand ( $\gamma=16,5 \text{ kN/m}^3$ ) * 15%	5,2 kN/m <sup>2</sup>
-7,22 tot -12,0	4,78 m wadzand ( $\gamma=16,5 \text{ kN/m}^3$ )	78,9 kN/m <sup>2</sup>
-12,0 tot -13,0	1,0 m humeuze klei ( $\gamma=14 \text{ kN/m}^3$ )	14,0 kN/m <sup>2</sup>
-13,0 tot -13,3	0,3 m basisveen ( $\gamma=12 \text{ kN/m}^3$ )	3,6 kN/m <sup>2</sup>
totale neerwaartse gronddruk:		102,5 kN/m <sup>2</sup>

Gecorrigeerd met de partiële belastingfactor van 0,9 (NEN 9997-1: partiële factor voor weerstandbiedende, gunstig werkende blijvende belasting) bedraagt de rekenwaarde van de neerwaartse gronddruk 92 kN/m<sup>2</sup>. De maximaal toelaatbare stijghoogte onder het evenwichtsniveau bedraagt NAP -4,1 m.

Na het aanbrengen van de grondverbetering (0,3 m zand) is de neerwaartse druk toegenomen tot 96 kN/m<sup>2</sup> (rekenwaarde). De maximaal toelaatbare stijghoogte bedraagt in dat geval NAP -3,7 m.



## 5.8 Samenvatting stabiliteit

Voor elke fase zal de stijghoogte in de wadzandlaag moeten worden verlaagd tot het dan diepste ontgravingsniveau.

De resultaten van de beoordeling van de stabiliteit van de bodem van de bouwkuip ten opzichte van het eerste watervoerende pakket zijn in tabel 5-1 samengevat. Bij de ontgravingen ten behoeve van de balken, poeren en liftputten wordt ervan uitgegaan dat deze worden uitgevoerd vanaf het algemeen ontgravingsniveau na het aanbrengen van de grondverbetering op het algemeen ontgravingsniveau.

Tabel 5-1: Samenvatting stabiliteit van de bodem van de bouwkuip vanuit 1<sup>e</sup> w.v.p.

fase	ontgravingsniveau [m + NAP]	maximaal toelaatbare stijghoogte [m + NAP]		opmerkingen
		Voor aanbrengen grondverbetering	Na aanbrengen grondverbetering	
algemeen ontgravingsniveau	-5,22/-5,12	-1,7	-1,2	bodembreedte n.v.t.
poeren en balken	-5,92	-1,7	-1,5	bodembreedte max 3,0 m; talud 1:1
liftputten	-6,52	-2,2	-2,0	bodembreedte max 4,0 m; talud 1:1
pompput	-7,12	-2,9	-2,7	bodembreedte max 4,2 m; talud 1:1
kraanpoeren	-6,72	-3,9	-3,4	bodembreedte n.v.t.
sprinklerbassin	-7,22	-4,1	-3,7	bodembreedte max 10,0 m; talud 1:1
na storten keldervloer	-4,82/-4,72	-	-0,3	vloerdikte 0,4 m

Uitgegaan wordt van een maatgevende stijghoogte van NAP -1,8 m in de eerste zandlaag. In diverse fasen zijn maatregelen nodig om opbarsten te voorkomen. Aanbevolen wordt tijdens uitvoering de stijghoogten te monitoren. Naar verwachting is een spanningsbemaling in het watervoerende pakket nodig bij de aanleg van alle onderdelen dieper dan keldervloer behalve de poeren en de balken.



## 6. BEMALINGSADVIES

### 6.1 Algemeen

Uit het damwandadvies blijkt dat uitgegaan wordt van damwanden tot NAP -19 m. De damwand wordt in dit geval geplaatst tot door de slecht waterdoorlatend deklaag (en door de 1<sup>e</sup> zandlaag). Op deze manier wordt een tijdelijke 'polder' verkregen, die dient te worden bemalen.

Gezien de ontgravingsniveaus voor de aanleg van de kelder, inclusief de verdiepte delen, wordt ontgraven tot in het veenpakket en deels tot in het wadzandpakket. Ten behoeve van een goed begaanbare bodem van de bouwput dient de grondwaterstand (freatische en in het wadzandpakket) circa 0,3 tot 0,5 m onder de bouwputbodem te worden verlaagd. De diepste ontgraving betreft voor de sprinklerbassin (onderkant grondverbetering NAP -7,2 m). Uitgaande van een maatgevend hoge grondwaterstand van NAP +0,5 m bedraagt de maximaal benodigde verlaging circa 8,0 m.

Als de bouwput wordt ontgraven zonder tegenmaatregelen bestaat het risico dat de bodem van de bouwput opbarst vanuit de eerste zandlaag. Uitgaande van een maatgevend hoge stijghoogte van NAP -1,8 m zal de stijghoogte in de eerste zandlaag met maximaal 2,3 m moeten worden verlaagd tot NAP -4,1 m voor de aanleg van de sprinklerbassin.

### 6.2 Bemalingssysteem

#### *Bouwkuipbemaling*

Geadviseerd wordt om de bouwkuipbemaling uit te voeren met verticale filters in combinatie met horizontale drains. De filters dienen aan de binnenzijde van de bouwkuip in de kassen van de damwand te worden geplaatst op onderlinge afstanden (h.o.h.) van circa 3 à 5 meter. De filters dienen via een ringleiding op één of meer pompen te worden aangesloten. Bij pompen en ringleiding op maaiveld kunnen de filters niet de maximaal gewenste verlaging realiseren. Door het verdiept opstellen van de pompen en ringleiding (ophangen aan de damwand) kan dit wel worden gerealiseerd.

De filters dienen te reiken tot NAP -11,5 m en over de gehele lengte te worden voorzien van een omstorting met zand of volumeuze omhulling. Geadviseerd wordt de filters niet dieper te plaatsen dan NAP -11,5 m; op deze manier wordt de waterremmende laag tussen NAP -12 m en NAP -13 à -14 m niet verstoord.

Waar ontgraven wordt in veen of klei wordt de bouwputbodem door de filterbemaling mogelijk onvoldoende ontwaterd. In dat geval wordt geadviseerd om tijdens het ontgraven één of meer klokpompen toe te passen, die het water vanuit een verdiept gedeelte in de bouwkuip verpompen.

Geadviseerd wordt om op het ontgravingsniveau in verdiepte sleuven horizontale drains aan te leggen; de sleuven dienen te worden aangevuld met goed doorlatend zand. De drains kunnen het overtollig water versneld afvoeren. De ligging van de drains dient te worden ingepast in het palenplan. De drains kunnen, via verzameldrains, het water naar één of twee pompputten afvoeren vanwaar het water met een klokpomp uit de bouwput kan worden verpompt.

#### *Spanningsbemaling*

In verband met het risico op het opbarsten van de bouwputbodem dient de stijghoogte in de eerste zandlaag te worden verlaagd. De spanningsbemaling kan worden uitgevoerd met bronnen. De



bronnen dienen aan de binnenzijde van de damwand in de damwandkassen te worden geplaatst. De filters van de bronnen dienen te worden afgesteld in de eerste zandlaag van NAP -14,5 tot -16,0 m met een hart-op-hart afstand van circa 25 m. Aanbevolen wordt om de filters niet dieper te plaatsen in verband met waterremmende lagen tussen NAP -16 en -19 m. Tevens wordt aanbevolen de filters niet ondieper te plaatsen om de waterremmende werking van het basisveen (tussen NAP -13 en -14 m) niet te verstoren. Er wordt uitgegaan van 8 bronnen, tijdens uitvoering moet worden beoordeeld of hiermee voldoende verlaging wordt bereikt.

De bronnen dienen te voldoen aan de BRL2100 (mechanisch boren); door het plaatsen van de bronnen door middel van zuigboren kan hieraan worden voldaan.

### 6.3 Prognose van het debiet

#### *Eénmalig leegpompen van de bouwkuip*

Bij het ontgraven van de kuip zal circa 20.000 m<sup>3</sup> grond onder de grondwaterstand worden ontgraven. Indien de te ontgraven grond wordt ontwaterd voor ontgraven, komt hierbij naar verwachting maximaal 4.000 m<sup>3</sup> grondwater vrij.

Bij een bemalingsduur van 8 dagen bedraagt het debiet voor het eenmalig leegmalen maximaal circa 20 m<sup>3</sup>/u.

#### *Bemaling (stationaire situatie)*

##### *Bouwkuipbemaling*

Het water dat in de stationaire situatie door de bouwkuipbemaling afgevoerd moet worden, is afkomstig uit verschillende bronnen, te weten:

- Kwel vanuit het eerste watervoerend pakket door de slecht doorlatende laag;
- Lek door de damwand;
- Neerslag.

Ad a: Kwel.

De hoeveelheid kwel door de slecht doorlatende laag tussen NAP -12 m en NAP -14 m (het basisveen en of de kleilaag) is afhankelijk van het stijghoogteverschil over de slecht doorlatende laag, de verticale hydraulische weerstand van de laag en het oppervlak van de bouwput. De weerstand van de slecht doorlatende laag wordt geschat op circa 500 dagen; deze waarde is relatief laag gekozen in verband met het regelmatig ontbreken van de basisveenlaag. Wat betreft het stijghoogteverschil wordt rekening gehouden met een grondwaterstand van NAP -7,5 m in de kuip en een stijghoogte in de eerste zandlaag van NAP -3,7 m (NB hierbij wordt ervan uitgegaan dat de stijghoogte met een spanningsbemaling is verlaagd ten opzichte van de natuurlijke stijghoogte van circa NAP -1,8 m). Het stijghoogteverschil bedraagt in dit geval dus 3,8 m. Het oppervlak van de bouwput bedraagt circa 4.100 m<sup>2</sup>. Op basis van deze uitgangspunten wordt het debiet aan kwel door deze laag geschat op circa 30 m<sup>3</sup>/d.



Ad b: Lek door de damwand.

Voor de lek door de damwand wordt een vaste waarde van 5 à 10 l/(m<sup>2</sup>·d) aangehouden. De lek wordt tot een diepte van circa NAP -12 m in rekening gebracht. De omtrek van de damwand bedraagt circa 260 m. Het (natte) oppervlak van de damwand komt daarmee op circa 3.250 m<sup>2</sup>. De lek door de damwand bedraagt dan circa 16 à 33 m<sup>3</sup>/dag.

Bij de berekening is ervan uitgegaan dat de damwand overal in het slot staat en tot voldoende diepte is aangebracht. Is dit niet het geval, dan wordt aangenomen dat aanvullende maatregelen (bijvoorbeeld injectie) worden uitgevoerd.

Ad c: Neerslag.

De gemiddelde neerslag in Nederland bedraagt circa 880 mm/jaar. Dit is gemiddeld 2,4 mm/dag. Voor de afvoer van neerslag wordt op een gemiddeld debiet van circa 10 m<sup>3</sup>/dag gerekend. Ten aanzien van extreme neerslag dient te worden gerekend op een tijdelijk debiet van 60 m<sup>3</sup>/d (15 mm/dag).

Het totale benodigde debiet voor de bouwkuipbemaling voor lek, kwel en neerslag wordt geschat op 2 à 5 m<sup>3</sup>/u.

#### *Spanningsbemaling*

Naast de bouwkuipbemaling is, in verband met het risico op opbarsten, ook een spanningsbemaling noodzakelijk in de 1<sup>e</sup> zandlaag. Gezien het huidige inheinniveau van de damwanden (NAP -19 m) wordt de 1<sup>e</sup> zandlaag horizontaal gezien volledig afgesloten door damwanden. Het waterbezwaar komt door de waterremmende laag tussen de 1<sup>e</sup> en 2<sup>e</sup> zandlaag. De verticale hydraulische weerstand van deze laag is niet goed bekend, maar wordt (conservatief) ingeschat op 5 dagen.

Het debiet van de spanningsbemaling is geschat met behulp van het eindige elementenprogramma MicroFEM. Met MicroFEM is een model voor de grondwaterstroming gemaakt waarin de parameters uit paragraaf 4.2 zijn verwerkt. De straal van het model bedraagt circa 5.000 meter. Met dit model zijn stationaire berekeningen uitgevoerd.

Op basis van de genoemde uitgangspunten en de nu bekende projectgegevens is het noodzakelijke debiet om de stijghoogte in de eerste zandlaag te verlagen voor de verschillende fases van de uitvoering berekend. In tabel 6-1 zijn de berekeningsresultaten opgenomen. Bij het inschatten van de benodigde spanningsbemaling tijdens de aanleg van de balken, poeren en liftputten wordt ervan uitgegaan dat deze worden aangelegd vanaf het algemeen ontgravingsniveau na het aanbrengen van de grondverbetering op het algemeen ontgravingsniveau.



Tabel 6-1: Prognose stationair debiet

fase	maximaal toelaatbare stijghoogte voor / na aanbrengen grondverbetering [m NAP]	verlaging stijghoogte [m]	prognose debiet spanningsbemaling [m³/u]	prognose debiet bouwkuipbemaling [m³/u]
algemeen ontgravingsniveau	-1,7 / -1,2	0	0	2 à 5
poeren en balken	-1,7 / -1,5	0	0	2 à 5
liftputten	-2,2 / -2,0	0,4 / 0,2	10	2 à 5
pompput	-2,9 / -2,7	1,1 / 0,9	25	2 à 5
kraanpoeren	-3,9 / -3,4	2,1 / 1,8	40	2 à 5
sprinklerbassin	-4,1 / -3,7	2,3 / 1,9	45	2 à 5
na aanleg vloer	-0,3	0	0	2 à 5

Er wordt benadrukt dat de berekende debieten prognoses betreffen op basis van geschatte parameters. In de praktijk kunnen afwijkingen van het berekende debiet optreden. De prognose van het debiet is met name afhankelijk van de weerstand van de stoorlaag op circa NAP -16 tot -19 m. De exacte weerstand van deze laag is onbekend. Deze kan middels een pompproef met een hogere mate van zekerheid worden bepaald. Bovendien is de dikte van de 1<sup>e</sup> zandlaag beperkt. Hierdoor zijn relatief veel bronnen nodig voor de maximale verlaging (nu ingeschat op 8 stuks).

Opgemerkt wordt dat ervan uitgegaan wordt dat tijdens de aanleg van de verdiepte elementen de stijghoogte onder de hele bouwkuip wordt verlaagd. Alternatief kan overwogen worden de stijghoogte meer lokaal ter plaatse van de verdiepte elementen te verlagen door een juiste keuze van de positie van de bronnen. De prognose van het benodigde debiet zal in dat geval lager zijn.



Op basis van de verstrekte doorlooptijden is het totale waterbezwaar (spanningsbemaling en kuipbemaling) berekend, zie tabel 6-2.

**Tabel 6-2: Prognose (stationair) debiet**

fase	maximaal toelaatbare stijghoogte voor / na aanbrengen grondverbetering [m NAP]	duur van de fase [weken]	prognose debiet spanningsbemaling [m³/u]	prognose debiet bouwkuipbemaling [m³/u]	waterbezwaar [m³]
eenmalig waterbezwaar					4.000
ontgraven ten behoeve van stempelraam	n.v.t.	6	0	2 à 5	5.000
alle verdiepte delen waaronder sprinklerbassin	-4,1 grondverbetering -3,7 daarna	12	45	2 à 5	100.000
aanleg keldervloer	-1,2	12	0	2 à 5	10.000
na aanleg keldervloer tot souterrain	-0,3	6	0	2 à 5	5.000
totaal		36			124.000

In tabel 6-3 zijn de maxima opgenomen ten behoeve van de vergunningsaanvraag.

**Tabel 6-3: Prognose maximum waterbezwaar**

	prognose waterbezwaar [m³]
per uur	50
per dag	1.200
per maand	36.000
per kwartaal	105.000
per jaar (=totaal)	124.000



## 7. INVLOED OP DE OMGEVING

### 7.1 Algemeen

Ten gevolge van de bemaling kunnen ook de grondwaterstanden in de omgeving worden beïnvloed. Beoordeeld dient te worden of dit kan leiden tot negatieve effecten, zoals het optreden van (maaiveld)zettingen, invloed op landbouw, natuur of stedelijk groen, het verplaatsen van verontreinigingen of het verplaatsen van het zoet/zout grensvlak. In onderstaande paragrafen worden deze zaken behandeld.

### 7.2 Verlaging van de grondwaterstand en stijghoogte

De verlaging van de grondwaterstand en de stijghoogte in de omgeving is berekend met behulp van een grondwatermodel in MicroFEM dat is gebaseerd op de parameters in paragraaf 4.2. In tabel 7-1 staat een prognose van de verlaging van de grondwaterstand en de stijghoogte in de omgeving bij een spanningsbemaling van  $45 \text{ m}^3/\text{u}$ . Tevens is de lek door de damwanden in het model opgenomen als onttrekking op de buitenzijde van de damwand. De berekende situatie betreft de niet-stationaire situatie op basis van de planning.

Tabel 7-1: Prognose van de verlagingen van de grondwaterstand en stijghoogte in de omgeving

Verlaging [m]	Afstand tot rand bouwkuip [m]	
	freatisch	stijghoogte in de eerste zandlaag
1,2	-	1
1,0	-	60
0,7	-	180
0,4	1	470
0,2	30	980
0,1	80	1.590
0,05	170	2.200

De verlaginglijnen voor bovenstaande beschouwde maatgevende situatie zijn op een kaart weergegeven in bijlage D.

### 7.3 Zettingen

Door het verlagen van de grondwaterstand neemt de korrelspanning in de ondergrond toe. Dit kan in samendrukbare lagen leiden tot zettingen. In het algemeen treden pas zettingen op indien de grondwaterstand wordt verlaagd tot onder het niveau van de gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG). Het gebied waarin tot onder de GLG verlaagd wordt is het grootst indien de bemaling wordt uitgevoerd in de GLG situatie. Gezien de bemalingsduur van maximaal 1 jaar is er een redelijke kans dat op een gegeven moment de grondwaterstand en stijghoogte in de buurt van de GLG komen.



Buiten de bouwkuip wordt in die situatie een verlaging van de grondwaterstand met maximaal 0,4 m verwacht en een verlaging van de stijghoogte met 1,0 m.

In onderstaande beschouwing wordt ervan uitgegaan dat de opbouw van de ondergrond op de projectlocatie eveneens representatief is voor de opbouw van de ondergrond in de omgeving van het project.

Ten behoeve van de zettingsberekeningen is, aan de hand van het uitgevoerde grondonderzoek, de ondergrond geschematiseerd tot de in tabel 7-2 vermelde grondopbouw. Vervolgens zijn voor iedere laag de grondeigenschappen ingeschat aan de hand van het sondeerbeeld (gemeten conusweerstand) en tabel 2.b van NEN 9997-1.

Tabel 7-2: Geotechnische schematisering en grondeigenschappen

laag nr.	ok. laag [m + NAP]	grondsoort	$\gamma / \gamma_{\text{sat}}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$C_p$ [-]	$C'_p$ [-]	$C_s$ [-]	$C'_s$ [-]	$c_v$ [m <sup>2</sup> /s]
	+1,0	maaiveld						
1	-0,3	zand	17 / 19	1.000	250	$\infty$	$\infty$	gedraineerd
2	-2,5	klei	14 / 14	40	10	160	40	$5 \cdot 10^{-8}$
3	-5,0	veen	11 / 11	36	9	144	36	$1 \cdot 10^{-7}$
4	-7,0	klei	15 / 15	40	10	160	40	$5 \cdot 10^{-8}$
5	-12,5	wadzand	16 / 18	400	100	$\infty$	$\infty$	$1 \cdot 10^{-4}$
6	-13,8	klei	15 / 15	40	10	160	40	$5 \cdot 10^{-8}$
7	-14,0	basisveen	12 / 12	40	10	160	40	$1 \cdot 10^{-7}$
8	-17,0	zand	18 / 20	4.000	1.000	$\infty$	$\infty$	gedraineerd
9	-18,0	klei	16 / 16	100	25	400	100	$5 \cdot 10^{-8}$

Hierin is:

- $\gamma / \gamma_{\text{sat}}$  = aardvochtig/verzadigd volumegewicht
- $C_p / C'_p$  = primaire samendrukkingsconstanten voor/na grensspanning
- $C_s / C'_s$  = secundaire samendrukkingsconstanten voor/na grensspanning
- $c_v$  = consolidatiecoëfficiënt

De onderliggende lagen (dieper dan NAP -18 m) worden als niet zettingsgevoelig beschouwd.

De zettingsberekeningen zijn uitgevoerd met het programma D-Settlement, versie 16.1. Als berekeningsmethode is de methode ontwikkeld door "Koppejan" aangehouden, waarbij rekening is gehouden met consolidatie en seculaire effecten.

De zettingen ten gevolge van de damwandlekkage en ten gevolge van de spanningsbemaling zijn separaat berekend, mede vanwege de verschillende duur van de verlagingen. Verder wordt uitgegaan van de GLG- en de GLS-situatie, hetgeen gezien de lange periode van onttrekken onwaarschijnlijk is voor de gehele bemalingsperiode (ongunstige aanname). De berekende zetting direct buiten de bouwkuip ten gevolge van de damwandlekkage na circa 34 weken bedraagt 6 mm. Dit betreft de maaiveldzettingen direct langs de damwandkuip. Op circa 80 m afstand van de bouwkuip zijn geen relevante zettingen ten gevolge van de damwandlekkage meer te verwachten. Ten gevolge van de spanningsbemaling gedurende 12 weken wordt direct nabij de bouwkuip een zetting verwacht van 3 mm. In totaal worden dus maaiveldzettingen verwacht van maximaal 9 mm direct nabij de bouwkuip, afnemend tot minder dan 3 mm op 80 m afstand. Binnen deze straal vinden diverse



nieuwbouwprojecten plaats. Op 190 m afstand bevindt zich een al gerealiseerde school; op deze locatie zullen de zettingen dermate gering zijn dat geen schade wordt veroorzaakt aan bijvoorbeeld bestrating.

Opgemerkt wordt dat de berekende zettingen zijn gebaseerd op de in tabel 7-2 ingeschatte grondparameters. Afwijkingen zijn goed mogelijk; de nauwkeurigheid bedraagt circa 50%. Daarnaast wordt opgemerkt dat de zettingen zijn berekend aan de hand van de 'slechtste' sonderingen. Bij andere sonderingen is het cohesieve pakket minder, hierdoor zal ook de zetting minder zijn.

De resultaten van de berekeningen van de maaiveldzetting zijn gepresenteerd in bijlage E.

De zettingsverschillen bedragen ongeveer de helft van de totale zetting.

De berekende zettingen zijn dermate beperkt dat geen zettingsschade ten gevolge van de bemaling wordt verwacht.

## 7.4 Landbouw, natuur en stedelijk groen

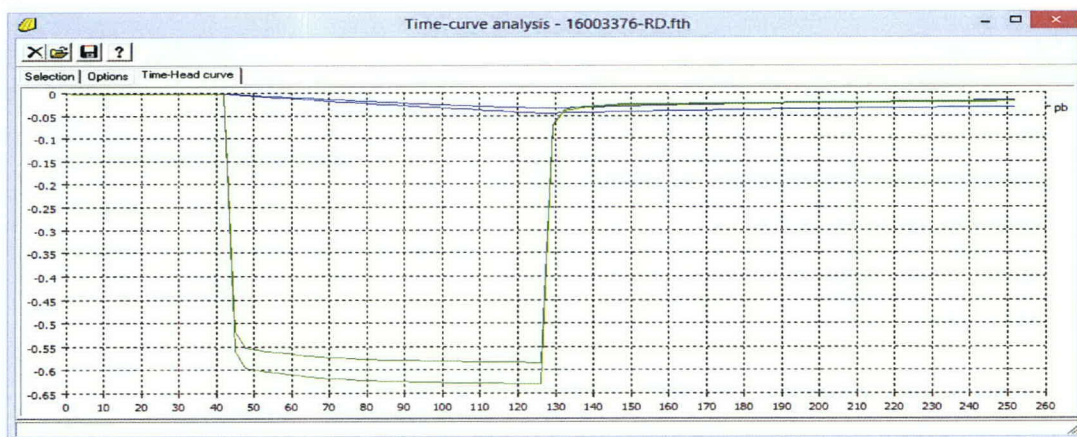
In de nabijheid van de projectlocatie zijn geen Natura2000 of landbouwgebieden aanwezig.

In de omgeving zijn wel bomen en stedelijk groen aanwezig. Op grond van de verwachte zeer beperkte verlagingen van de freatische grondwaterstand, wordt geen negatief effect op natuurwaarden verwacht.

## 7.5 Invloed op houten palen

Bij een eerder project op de locatie heeft Waternet aangegeven dat de effecten moeten worden beschouwd op de panden aan de Tasmanstraat en Spaarndammerdijk, dit in verband met risico droogvallen van houten funderingen.

In figuur 7-1 zijn de berekende tijd-verlagingslijnen weergegeven voor twee gesimuleerde peilbuizen, waarvan één direct ten noorden van de Spaarndammertunnel en één ten zuiden ter plaatse van de bebouwing langs de dijk. In groen zijn de verlagingen van de stijghoogte weergegeven, in blauw van de grondwaterstand.



Figuur 7-1 Te verwachten verlagingen deklaag (blauw) en stijghoogte (groen) nabij Spaarndammerdijk



Zichtbaar is dat bij de aangehouden parameters en lek door de damwanden ter plaatse van de bebouwing rekenkundig minder dan 0,05 m wordt verlaagd. Indien in de praktijk de lek minder is, wordt ook een kleinere verlaging verwacht.

## 7.6 Verplaatsen van grond(water)verontreinigingen

Gelet op de beperkte invloed van de bemaling op de grondwaterstand wordt geen effect op eventueel in de omgeving aanwezige ondiepe grondwaterverontreinigingen verwacht.

In het algemeen mag een grondwateronttrekking geen (negatieve) invloed hebben op bekende verontreinigingen. Indien binnen het invloedsgebied grondwaterverontreinigingen aanwezig zijn, dienen mogelijk aanvullende maatregelen te worden genomen of dient de bemalingswijze te worden aangepast.

Ten aanzien van het verplaatsen van eventueel aanwezige (grondwater)verontreinigingen wordt aanbevolen bij de gemeente en de provincie na te vragen of binnen een straal van 100 m tot het project grondwaterverontreinigingen bekend zijn.

## 7.7 Invloed op het zoet/zout grensvlak

Het zoet/zout grensvlak wordt op grond van Regis op een diepte van NAP -15 m verwacht (in de eerste zandlaag). Het watermonster uit de 1<sup>e</sup> zandlaag had een chloridegehalte van 2.000 mg/l, dus dit betreft zout water.

In de deklaag is sprake van een zoete toplaag (gemeten chloridegehalten orde 50 mg/l). Door de bemaling zal de ligging van het zoet/zout grensvlak niet worden beïnvloed.

## 7.8 Overige grondwateronttrekkingen

In het kader van deze opdracht zijn bij de omgevingsdienst Noordzeekanaalgebied in 2016 bekende grondwateronttrekkingen en infiltraties in de omgeving van het project opgevraagd. De locaties van de onttrekkingen en infiltraties zijn weergegeven op een kaart in bijlage F. Bij de locaties op de kaart wordt het LGR nummer vermeld. In bijlage F is tevens een tabel opgenomen met informatie over de onttrekkingen en infiltraties. De onttrekkingen betreffen bodemenergiesystemen en overige grondwaterinstallaties.

### *Bodemenergiesystemen*

De diepte van de bronnen van de bodemenergiesystemen wordt niet voor alle systemen vermeld. In het algemeen bevinden de bronnen zich dieper dan 60 m, dus in het tweede watervoerend pakket en dieper. Voor twee systemen bij de Minervahaven (PNH1503 en PNH1505) wordt vermeld dat de bronnen tussen 20 en 40 m diep zijn geplaatst. Deze bronnen staan in het eerste watervoerend pakket. De afstand tot de projectlocatie bedraagt circa 900 m en de prognose van de maximale (tijdelijke) verlaging bij deze WKO systemen ten gevolge van de bemaling betreft 0,2 m. Gezien de grote afstand en kleine verlaging wordt geen negatief effect van de bemaling op het functioneren van deze WKO systemen verwacht.



In de directe omgeving van de bemaling is het WKO systeem PNH1524 aanwezig. Op basis van de gegevens van de omgevingsdienst staan de bronnen van dit systeem tussen de 45 en 95 m diep. Het systeem bestaat uit 8 bronnen. Voor het gehele systeem is een debiet vergund van 1.000 m<sup>3</sup>/u en 3.840.000 m<sup>3</sup>/jaar. Voor de Minervahaven en de Houthaven heeft IF-Technology een bodemenergieplan opgesteld (d.d. 12 april 2013). In het plan wordt vermeldt dat Nuon het Houthavengebied volledig exploiteert en hierbij kiest voor grootschalige bodemenergiesystemen in het gecombineerde tweede en derde watervoerend pakket. In het gebiedsplan wordt geconcludeerd dat het totale systeem van de Houthaven geen noemenswaardige invloed (minder dan 0,01 m) heeft op de stijghoogte in het eerste watervoerend pakket vanwege de hoge weerstand van de eerste scheidende laag. De bemaling zal daardoor ook geen invloed hebben op het functioneren van het WKO systeem Houthaven.

Overigens wordt opgemerkt dat twee van de bronlocaties van systeem PNH1524 op de kaart in bijlage F in het open water lijken te liggen. Zoals blijkt uit luchtfoto's (bijvoorbeeld op Google Earth) is een deel van de Houthaven gedempt waardoor dit niet het geval is.

#### *Grondwaterinstallaties*

De overige bekende onttrekkingen betreffen met name bemalingen. Het niveau van de onttrekkingen wordt over het algemeen niet vermeld in de informatie die door de omgevingsdienst is aangeleverd. De prognose van de verlaging bij de dichtstbijzijnde onttrekking betreft circa 0,4 m. Gezien de kleine invloed van de bemaling op de stijghoogte wordt geen negatieve invloed op deze onttrekkingen verwacht. Daarbij wordt opgemerkt dat de twee nabijgelegen bemalingen waarbij een hoog debiet vergund is (LGR 305776; 115 m<sup>3</sup>/u; Spaarndammertunnel en LGR 305656; 100 m<sup>3</sup>/u; Pontsteiger) waarschijnlijk al zijn afgerond.



## 8. MONITORING

### Waterbezwaar

De hoeveelheid water die wordt onttrokken, moet worden bijgehouden. Hiervoor dienen één of meer goedgekeurde en geijkte watermeters te worden gebruikt. De standen (inclusief datum en tijdstip) van de watermeters dienen te worden afgelezen en geregistreerd, volgens onderstaand schema:

- Voor aanvang van de bemaling het nummer en de nulstand van de watermeter;
- Gedurende de eerste week van de onttrekking dagelijks (op werkdagen);
- Vervolgens minimaal twee keer per week, tot het beëindigen van de onttrekking, en bij elke verandering in debiet;
- Bij vervanging van de watermeter: datum en tijdstip, eindstand van de oude watermeter en beginstand van de nieuwe.

De hoeveelheid onttrokken water per tijdseenheid dient te worden getoetst aan de prognose van het debiet volgens het bemalingsadvies. Bij een afwijking dient contact met de adviseur te worden opgenomen, zodat de consequenties van de afwijking kunnen worden beoordeeld.

### Grondwaterstanden

In de bouwkuip dienen twee peilbuizen te worden geplaatst in het watervoerend pakket op locaties die kritisch zijn ten aanzien van opbarsten (circa midden tussen de bronnen waarmee wordt bemalen en ter plaatse van de diepere ontgraving ten behoeve van het sprinklerbassin). De peilbuizen dienen voor de controle van het niveau van de stijghoogte onder de bouwkuip tijdens de werkzaamheden en het inregelen van de bemaling. De bovenkant van de peilbuizen dienen te worden gewaterpast ten opzichte van NAP. De waterstand in deze twee peilbuizen dient volgens onderstaand schema te worden gepeild:

- week 1 en 2: drie maal per week (op maandag, woensdag en vrijdag);
- week 3 tot en met einde: tweemaal per week en bij elke verandering in debiet.

Daarnaast dienen in de omgeving (binnen het invloedsgebied) drie freatische peilbuizen te worden geplaatst, namelijk op circa 5 m, 25 m en 100 m afstand van de bouwkuip; eventueel bestaande peilbuizen kunnen hiervoor worden gebruikt. De waterstand in deze peilbuizen dient volgens onderstaand schema te worden gepeild:

- 1 week voor de start van de bemaling;
- week 1 en 2: drie maal per week (op maandag, woensdag en vrijdag);
- week 3 tot en met einde: één maal per week;
- 1 week na beëindiging van de bemaling.

Door Mos Grondmechanica zijn tijdens het grondonderzoek peilbuizen geplaatst. Daarnaast zijn in de omgeving enkele freatische peilbuizen van Waternet aanwezig (onder andere C05266A, C05133A). Mogelijk kunnen deze peilbuizen voor de monitoring worden ingezet.



## 9. REGELGEVING BOUWPUTBEMALING

### 9.1 Waterwet

Op 22 december 2009 is de Waterwet in werking getreden. In deze wet wordt een aantal wetten met betrekking tot water samengevoegd. Ook wordt er in de Waterwet een aantal bevoegdheden herverdeeld. Eén daarvan is het bevoegd gezag ten aanzien van grondwateronttrekkingen ten behoeve van het drooghouden van bouwputten. Dit is nu een verantwoordelijkheid van de waterschappen (in plaats van de provincies).

Volgens de Waterwet wordt voortaan één vergunning afgegeven voor zowel de onttrekking als de lozing.

### 9.2 Onttrekken van grondwater

Volgens de artikelen 6.4 en 6.5 van de Waterwet is het onder andere verboden zonder vergunning grondwater te onttrekken. Voor industriële onttrekkingen boven 150.000 m<sup>3</sup>/jaar, voor openbare drinkwatervoorziening en bodemenergiesystemen is de provincie het bevoegd gezag. Voor de overige onttrekkingen, waaronder bouwputbemalingen, worden vergunningen verleend door het bestuur van het waterschap. De regelgeving is per waterschap vastgelegd in de Keur. Voor beperkte inrichtingen zijn voor verschillende categorieën algemene regels opgesteld. Indien de inrichting binnen deze algemene regels valt, hoeft geen vergunning te worden aangevraagd. In dat geval dient de inrichting bij het waterschap te worden gemeld.

Opgemerkt wordt dat volgens de online legger van waterschap Amstel, Gooi en Vecht de locatie (nog) buiten het beheersgebied van waterschap Amstel, Gooi en Vecht valt, zie figuur 9-1.



Figuur 9-1 Locatie waterkeringen en grens waterschap Amstel, Gooi en Vecht



In het Waterschap Amstel, Gooi en Vecht (vertegenwoordigd door Waternet) zijn grondwateronttrekkingen in het algemeen niet vergunningsplichtig (Keurbesluit Vrijstellingen, geldig vanaf 1 augustus 2013) indien:

- Het debiet kleiner is dan  $10 \text{ m}^3/\text{u}$ ;
- De onttrekkingshoeveelheid kleiner is dan  $4.000 \text{ m}^3/\text{maand}$  (= gemiddeld  $5 \text{ m}^3/\text{u}$ );
- De grondwaterstand als gevolg van de onttrekking niet verder wordt verlaagd dan tot aan de oppervlaktewaterstand in het gebied waarin de onttrekking plaats vindt, met uitzondering van de hogere gronden

Tevens geldt dat bemalingen uitsluitend ten behoeve van bronbemaling, grondwatersanering of bodemsanering ook niet vergunningsplichtig zijn, indien:

- Het debiet kleiner is dan  $50 \text{ m}^3/\text{u}$ ;
- De onttrekkingshoeveelheid kleiner is dan  $15.000 \text{ m}^3/\text{maand}$  (= gemiddeld  $20 \text{ m}^3/\text{u}$ );
- De onttrekking niet langer duurt dan 6 maanden.

Bij waterkeringen is de onttrekking altijd vergunningsplichtig, indien:

- De onttrekking plaats vindt in de kernzone en/of binnenbeschermingszones van waterkerende dijklichamen en waterkerende constructies.
- Indien de onttrekking in de buitenbeschermingszone van dijklichamen en waterkerende constructies plaatsvindt en de grondwaterspiegel verder dan tot 2 m onder het maaiveld wordt verlaagd.

De onttrekking vindt plaats buiten een beschermingszone waterkeringen.

Het debiet van de (freatische) bouwputbemaling wordt geschat op maximaal  $5 \text{ m}^3/\text{u}$ . Het stationair debiet van de spanningsbemaling varieert per fase van de bouw. Bij damwanden tot NAP -19 m is de prognose van het maximale debiet voor de spanningsbemaling  $45 \text{ m}^3/\text{u}$ . Naar verwachting duurt deze fase enkele weken. Op grond van de verwachte debieten moet voor de bemaling een vergunning worden aangevraagd in verband met het maximale waterbezwaar per maand, en vanwege de duur van de onttrekking. Voor het aanvragen van een vergunning, dient rekening te worden gehouden met een behandelingstermijn van 26 weken bij het Hoogheemraadschap Amstel, Gooi en Vecht.

#### *Provinciale heffingen*

Op grondwateronttrekkingen zijn 'provinciale heffingen' van toepassing. In het algemeen is sprake van een heffingsvrije voet. Ook bij projecten die onder een melding vallen, kunnen provinciale heffingen van toepassing zijn. Voor de aanvraag van een vergunning zijn meestal apart legeskosten verschuldigd. De grondwaterheffing blijft een verantwoordelijkheid van de provincie. Ook in de Waterwet is deze bevoegdheid exclusief voor de provincie.

### **9.3 Lozen van bronneringswater**

#### *Algemeen*

Ten noordoosten van de projectlocatie is het open water Houthaven gelegen. Dit oppervlaktewater betreft een rijkswater, in beheer bij Rijkswaterstaat. Mogelijk dat hierop geloosd kan worden. Als alternatief kan worden overwogen het onttrokken grondwater op de riolering te lozen; mogelijk is het debiet van de spanningsbemaling hoger dan wenselijk is voor een lozing op het riool. Bovendien dient voor het spanningswater te worden uitgegaan van zout water.



#### *Waterkwantiteit*

De afvoercapaciteit van het open water en van het riool is gelimiteerd. Met name het debiet dat op het riool mag worden geloosd, is in veel gevallen beperkt. Het debiet dat op het open water mag worden geloosd is onder andere afhankelijk van de grootte van het open water, de afvoermogelijkheden en de functie van het oppervlaktewater. In de meeste gevallen mag op het open water een duidelijk groter debiet worden geloosd dan op het riool. In veel gevallen gaat de voorkeur van het bevoegd gezag uit naar het lozen van het bronneringswater op het open water boven het lozen op het riool.

#### *Waterkwaliteit*

Zowel bij een lozing op het open water als bij een lozing op het riool wordt naast het debiet ook de kwaliteit van het bronneringswater beoordeeld. Als de kwaliteit van het bronneringswater niet direct aan de lozingseisen voldoet, dient in veel gevallen een waterzuivering te worden geplaatst. Geadviseerd wordt de analyseresultaten ter beoordeling aan de waterkwaliteitsbeheerder voor te leggen.

Opgemerkt wordt dat het opgepompte spanningswater zout is.

#### *Regelgeving ten aanzien van de lozing*

De voorgenomen bronbemaling wordt niet gezien als een inrichting in de zin van de Wet Milieubeheer. Derhalve valt de bij de bronbemaling behorende lozing onder het Besluit Lozen buiten inrichtingen. Dit besluit is per 1 juli 2011 in werking getreden. Dit besluit geldt voor zowel voor lozing op riolering als voor lozing op oppervlaktewater. Bevoegd gezag voor lozing op oppervlaktewater is het waterschap. Voor lozing op de riolering zijn zowel de gemeente (kwantiteit) als het waterschap (kwaliteit) bevoegd gezag. Voor lozing op rijkswater is Rijkswaterstaat bevoegd gezag. De proceduretijd voor het verkrijgen van toestemming om het bronneringswater te mogen lozen bedraagt volgens het Besluit Lozen Buiten Inrichtingen 4 weken.

#### *Kosten lozen bronneringswater*

Aan het lozen van bronneringswater zijn in het algemeen kosten verbonden.



## 10. CONCLUSIE EN AANBEVELINGEN

Voor de aanleg van een kelder onder blokken 3D in het plan Houthavens te Amsterdam zal een bemaling worden toegepast. De bemaling dient te bestaan uit een bouwkuipbemaling en, in verband met het risico op opbarsten, een spanningsbemaling.

Op basis van de prognose van het debiet en de bemalingsduur is de onttrekking vergunningsplichtig.

Door de bemaling zullen de grondwaterstanden en stijghoogten in de omgeving worden verlaagd. Een negatief effect van de bemaling op de omgeving wordt niet verwacht.

Belangrijkste aandachtspunten:

- Advies: regelmatig aflezen van de geplaatste peilbuizen (verifiëren van de uitgangspunten);
- Mogelijkheden onderzoeken voor het lozen van bronneringswater.

ir. H.W. Thijssen (088-5130239)

Rhoon, 14 juli 2017

Mos Grondmechanica B.V.



Contr. : m.j.





Opdracht : 1603376  
Plaats : Amsterdam  
Project : Houthaven Blok 3D

---

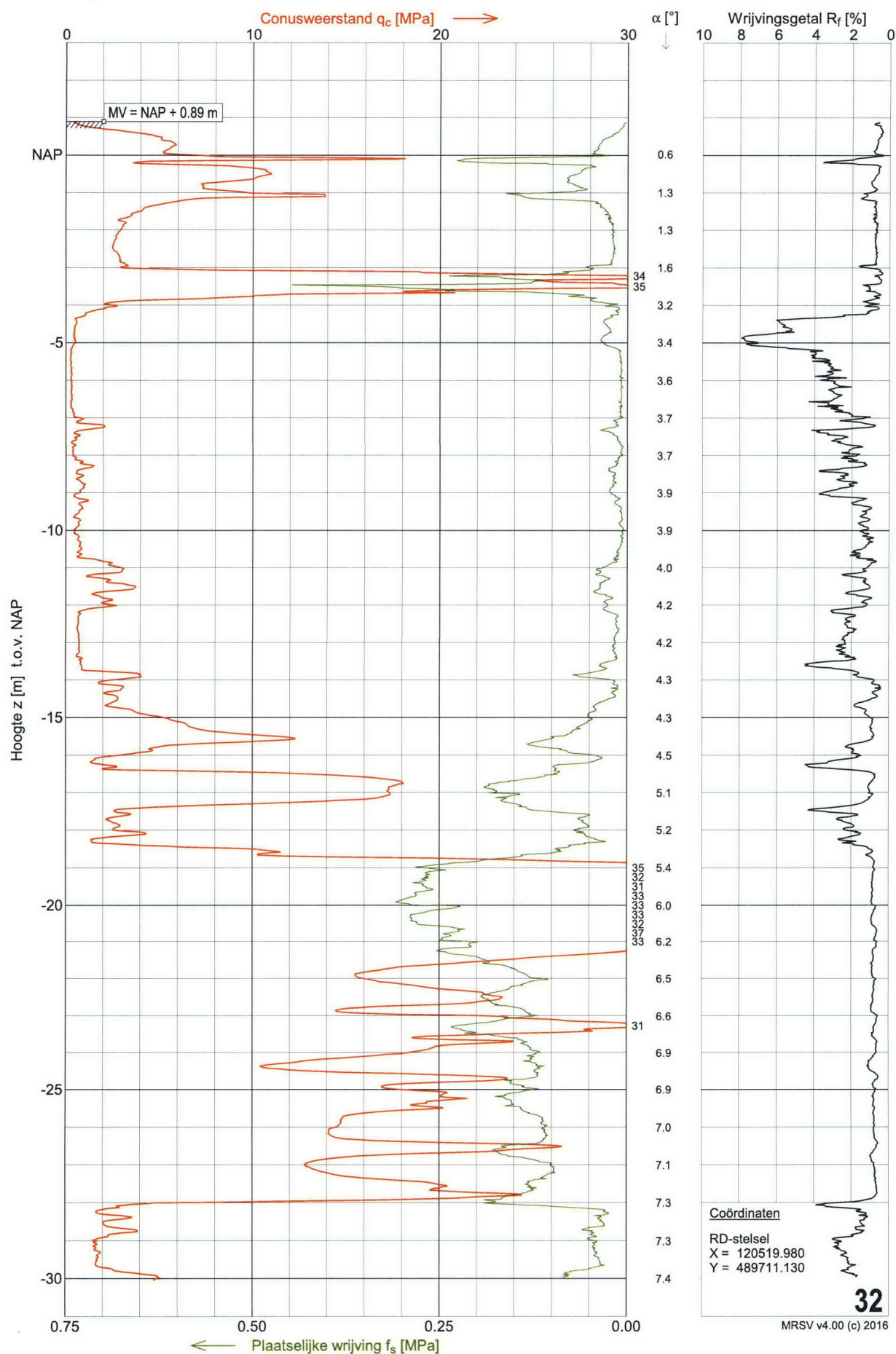
# Bijlage A Sonderingen



Opdracht : 1603376  
Plaats : Amsterdam  
Datum : 16-02-2017  
Project : Houthaven Blok 3D

Conus nummer : S15-CFII.1078  
Soort conus : Elektrisch  
Opp. conuspunt : 1500 mm<sup>2</sup>

NEN-EN-ISO-22476-1  
Klasse 3, type TE1  
Sondeerunit : SR7  
Blad : 1 van 1



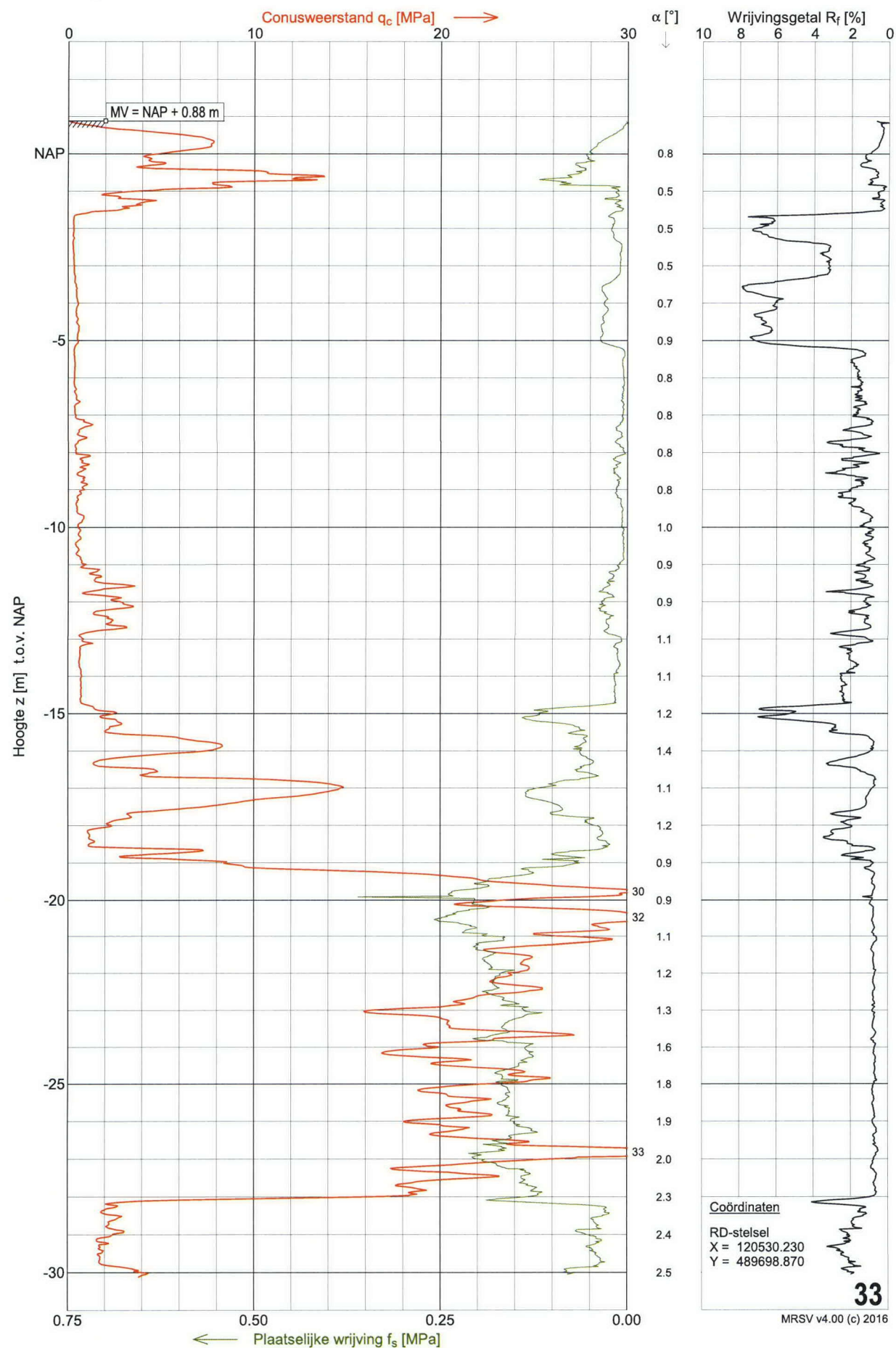


## Sondering 33

Opdracht : 1603376  
Plaats : Amsterdam  
Datum : 16-02-2017  
Project : Houthaven Blok 3D

Conus nummer : S15-CFII.1078  
Soort conus : Elektrisch  
Opp. conuspunt : 1500 mm<sup>2</sup>

NEN-EN-ISO-22476-1  
Klasse 3, type TE1  
Sondeerunit : SR7  
Blad : 1 van 1



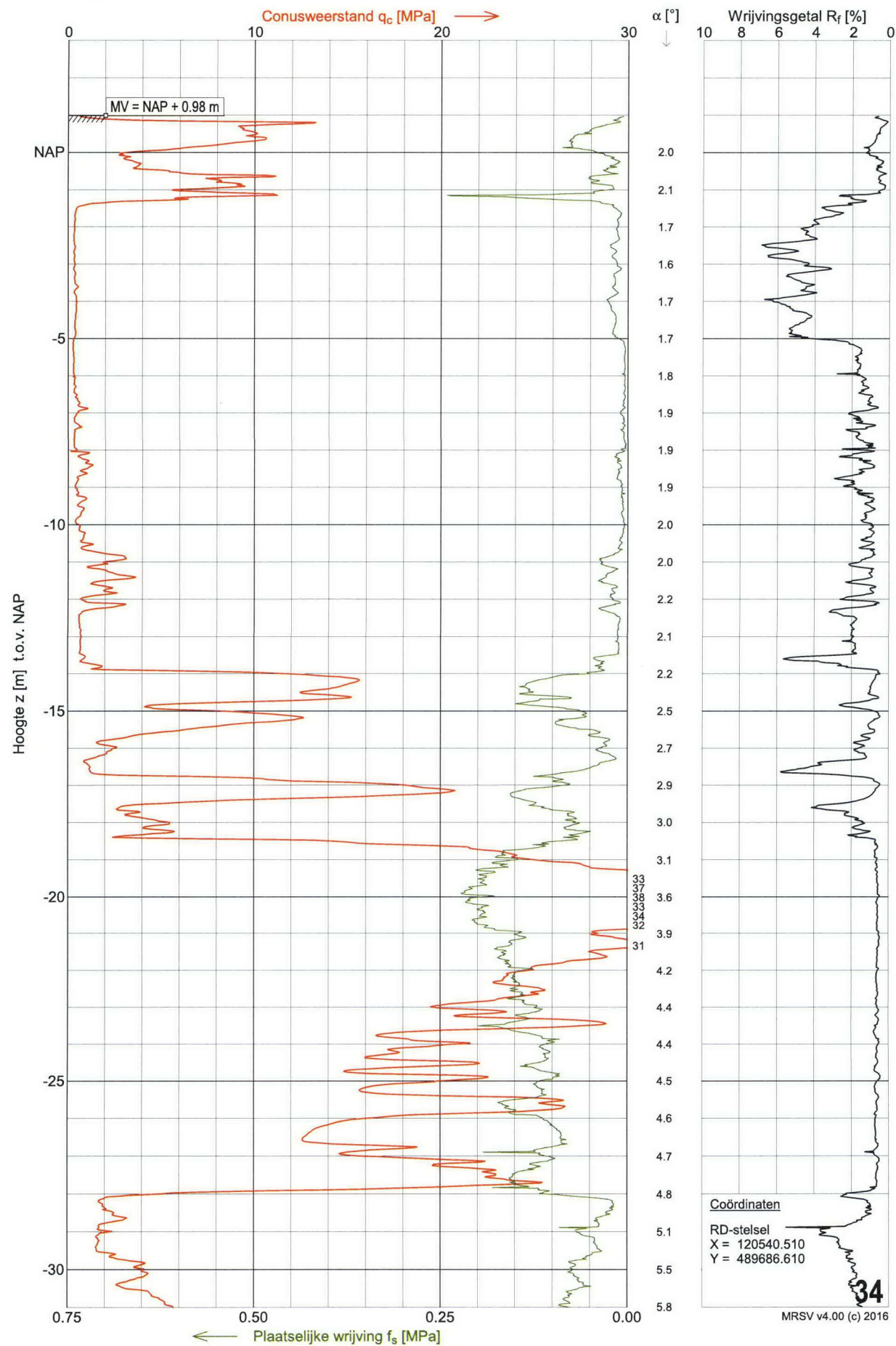


## Sondering 34

Opdracht : 1603376  
Plaats : Amsterdam  
Datum : 16-02-2017  
Project : Houthaven Blok 3D

Conus nummer : S15-CFII.1078  
Soort conus : Elektrisch  
Opp. conuspunt : 1500 mm<sup>2</sup>

NEN-EN-ISO-22476-1  
Klasse 3, type TE1  
Sondeerunit : SR7  
Blad : 1 van 2



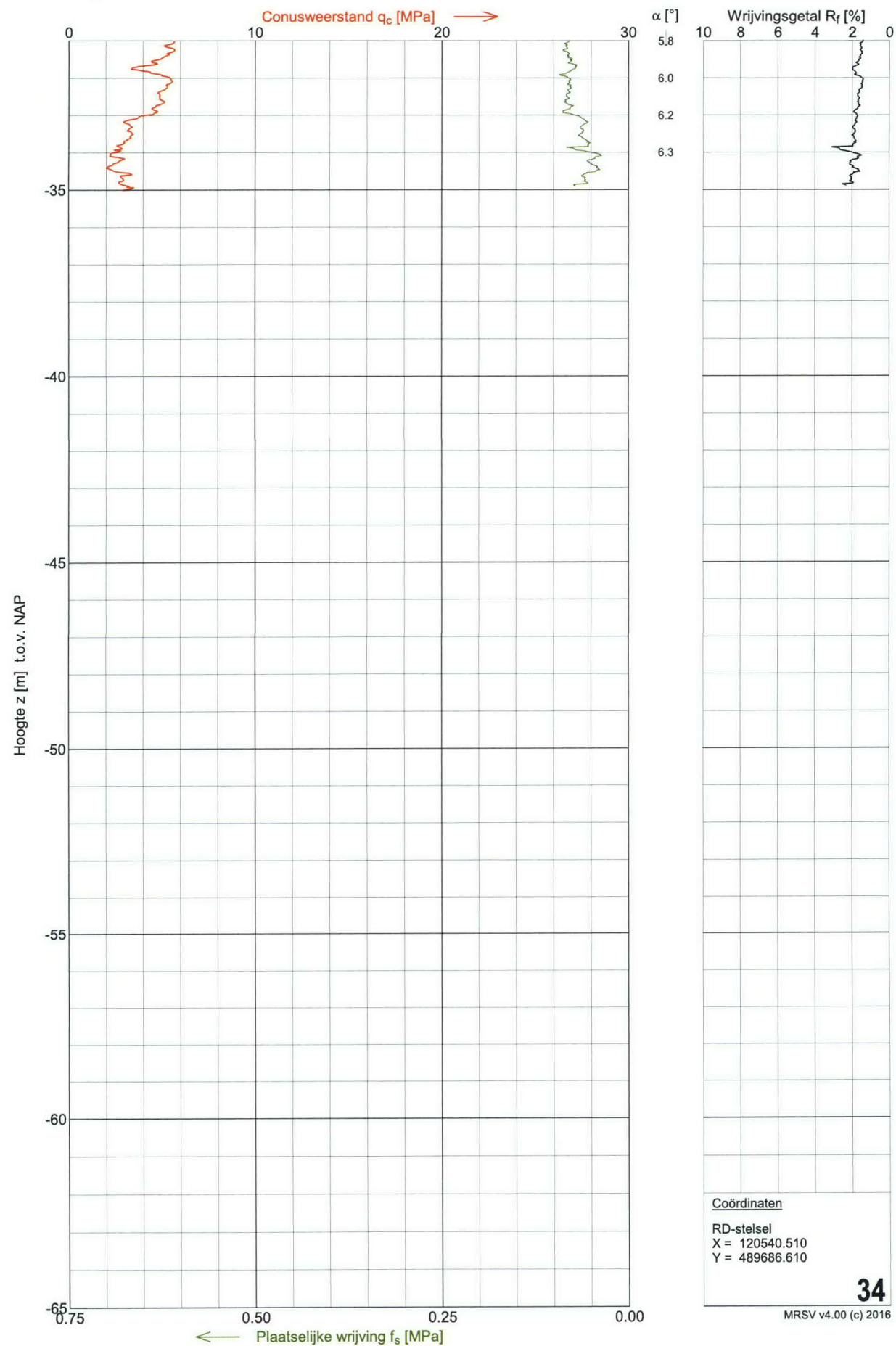


## Sondering 34

Opdracht : 1603376  
Plaats : Amsterdam  
Datum : 16-02-2017  
Project : Houthaven Blok 3D

Conus nummer : S15-CFII.1078  
Soort conus : Elektrisch  
Opp. conuspunt : 1500 mm<sup>2</sup>

NEN-EN-ISO-22476-1  
Klasse 3, type TE1  
Sondeerunit : SR7  
Blad : 2 van 2



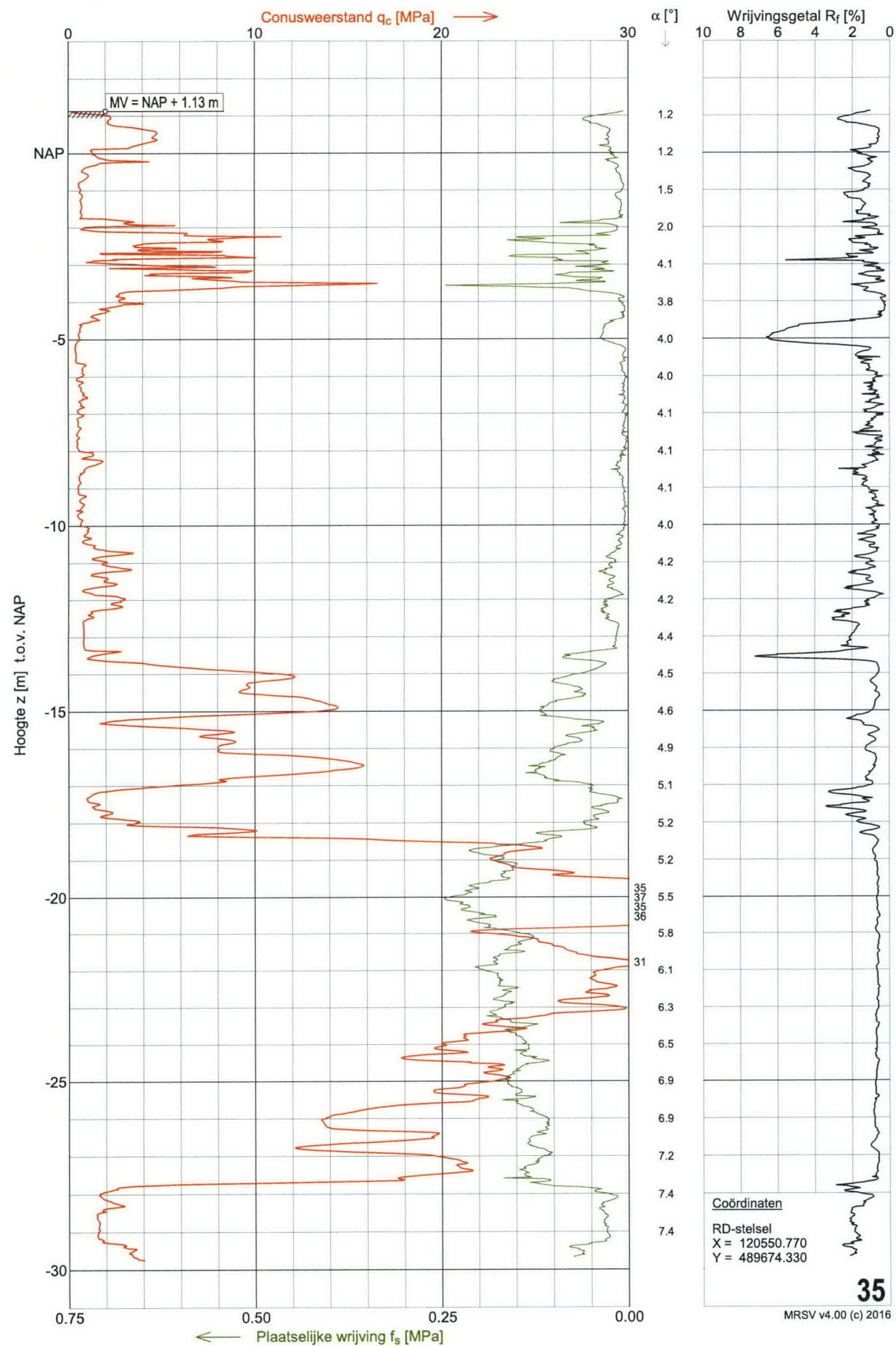


## Sondering 35

Opdracht : 1603376  
Plaats : Amsterdam  
Datum : 16-02-2017  
Project : Houthaven Blok 3D

Conus nummer : S15-CFII.1078  
Soort conus : Elektrisch  
Opp. conuspunt : 1500 mm<sup>2</sup>

NEN-EN-ISO-22476-1  
Klasse 3, type TE1  
Sondeerunit : SR7  
Blad : 1 van 1



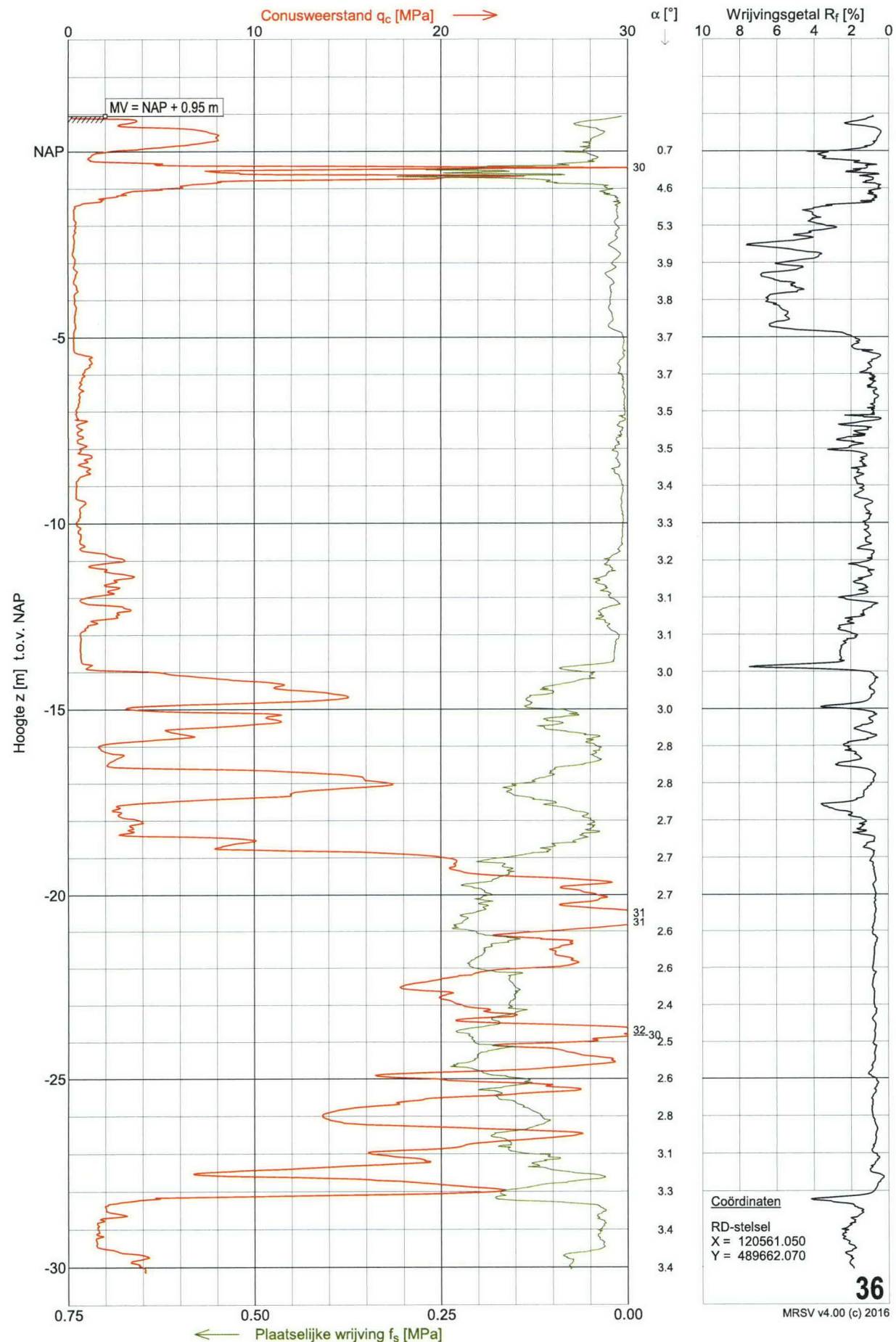


## Sondering 36

Opdracht : 1603376  
Plaats : Amsterdam  
Datum : 16-02-2017  
Project : Houthaven Blok 3D

Conus nummer : S15-CFII.1078  
Soort conus : Elektrisch  
Opp. conuspunt : 1500 mm<sup>2</sup>

NEN-EN-ISO-22476-1  
Klasse 3, type TE1  
Sondeerunit : SR7  
Blad : 1 van 1



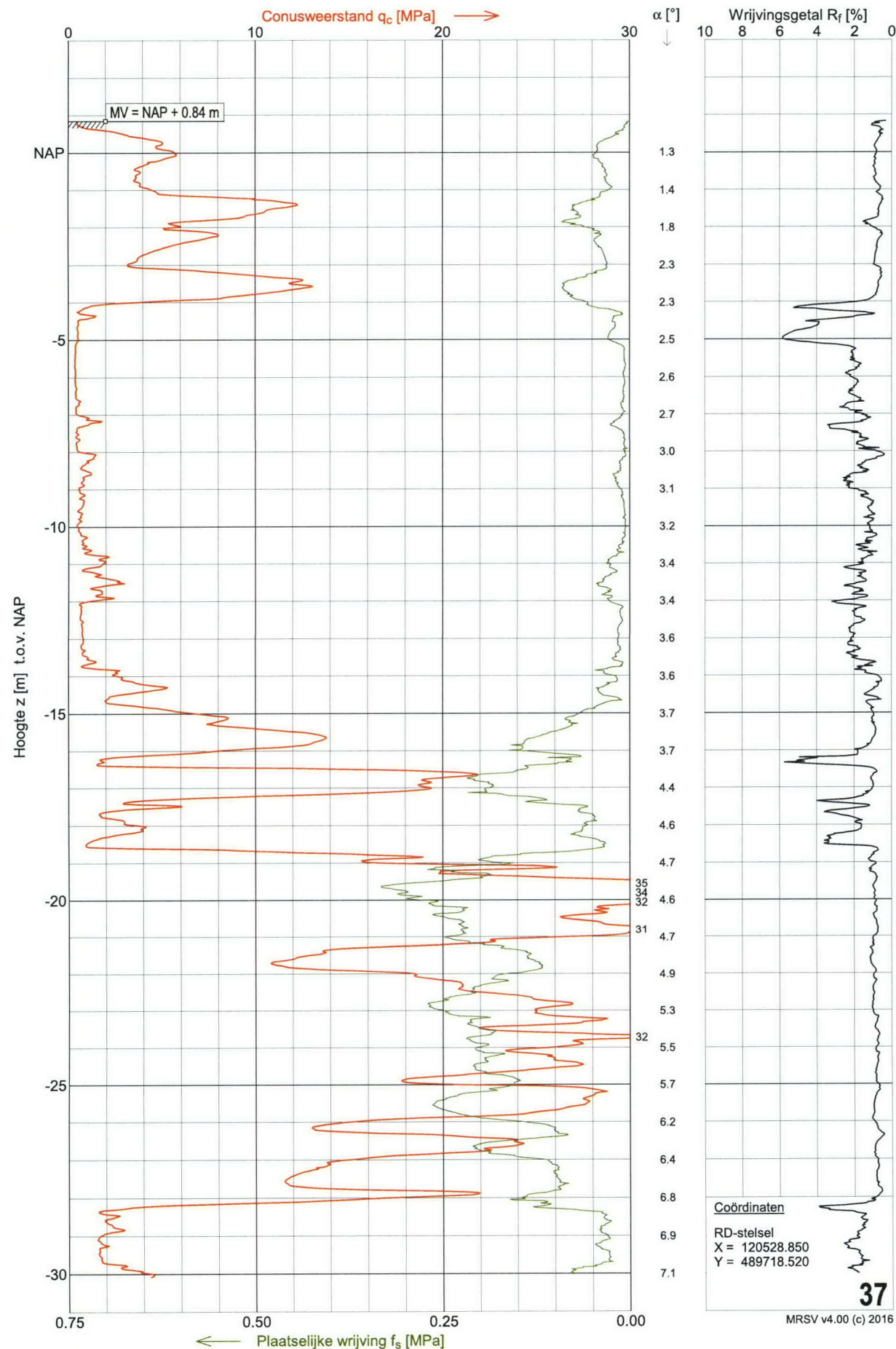


## Sondering 37

Opdracht : 1603376  
Plaats : Amsterdam  
Datum : 24-02-2017  
Project : Houthaven Blok 3D

Conus nummer : S15-CFII.1326  
Soort conus : Elektrisch  
Opp. conuspunt : 1500 mm<sup>2</sup>

NEN-EN-ISO-22476-1  
Klasse 3, type TE1  
Sondeerunit : SR7  
Blad : 1 van 1



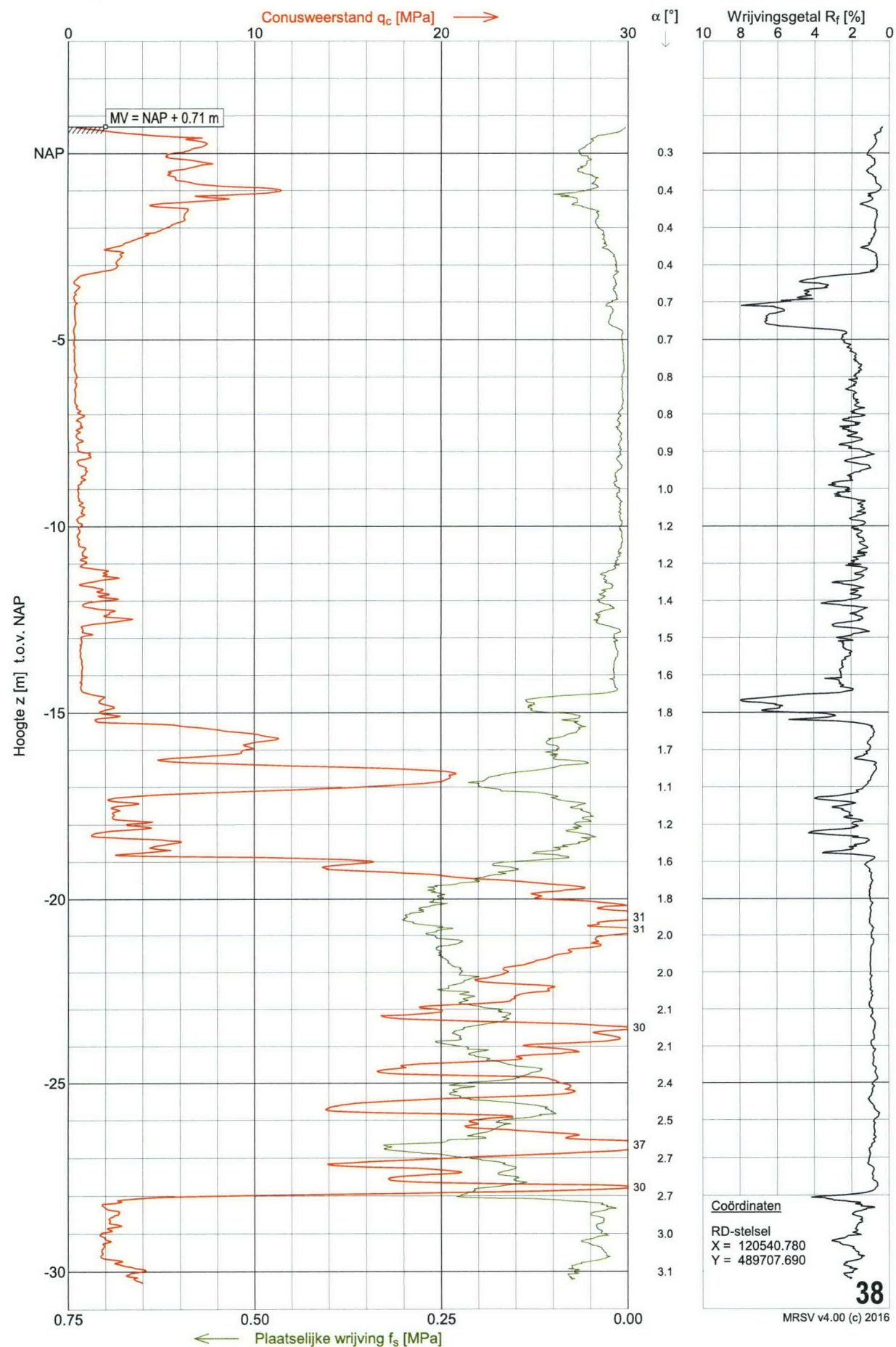


## Sondering 38

Opdracht : 1603376  
Plaats : Amsterdam  
Datum : 24-02-2017  
Project : Houthaven Blok 3D

Conus nummer : S15-CFII.1326  
Soort conus : Elektrisch  
Opp. conuspunt : 1500 mm<sup>2</sup>

NEN-EN-ISO-22476-1  
Klasse 3, type TE1  
Sondeerunit : SR7  
Blad : 1 van 1



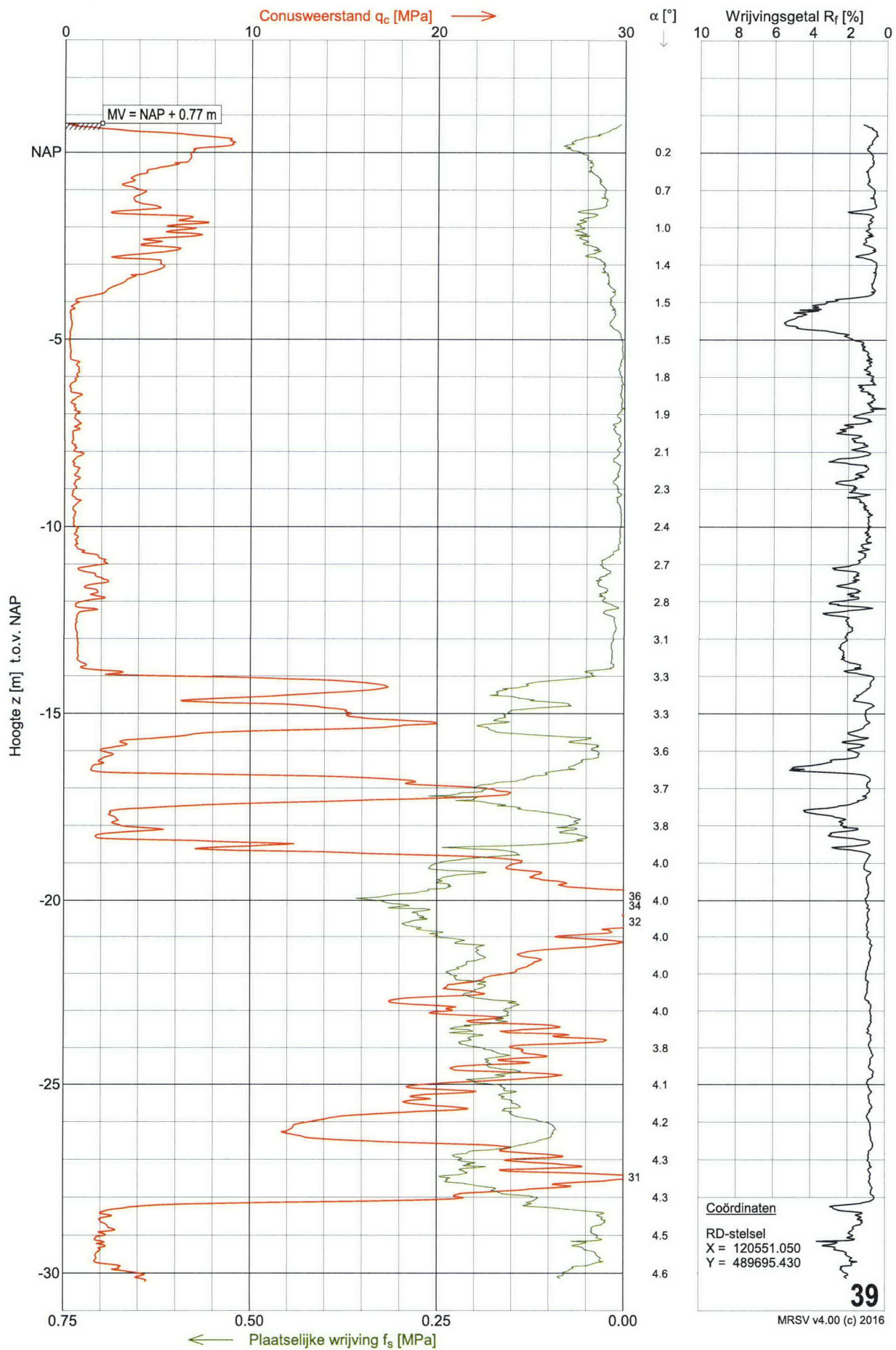


## Sondering 39

Opdracht : 1603376  
Plaats : Amsterdam  
Datum : 23-02-2017  
Project : Houthaven Blok 3D

Conus nummer : S15-CFII.1326  
Soort conus : Elektrisch  
Opp. conuspunt : 1500 mm<sup>2</sup>

NEN-EN-ISO-22476-1  
Klasse 3, type TE1  
Sondeerunit : SR7  
Blad : 1 van 1





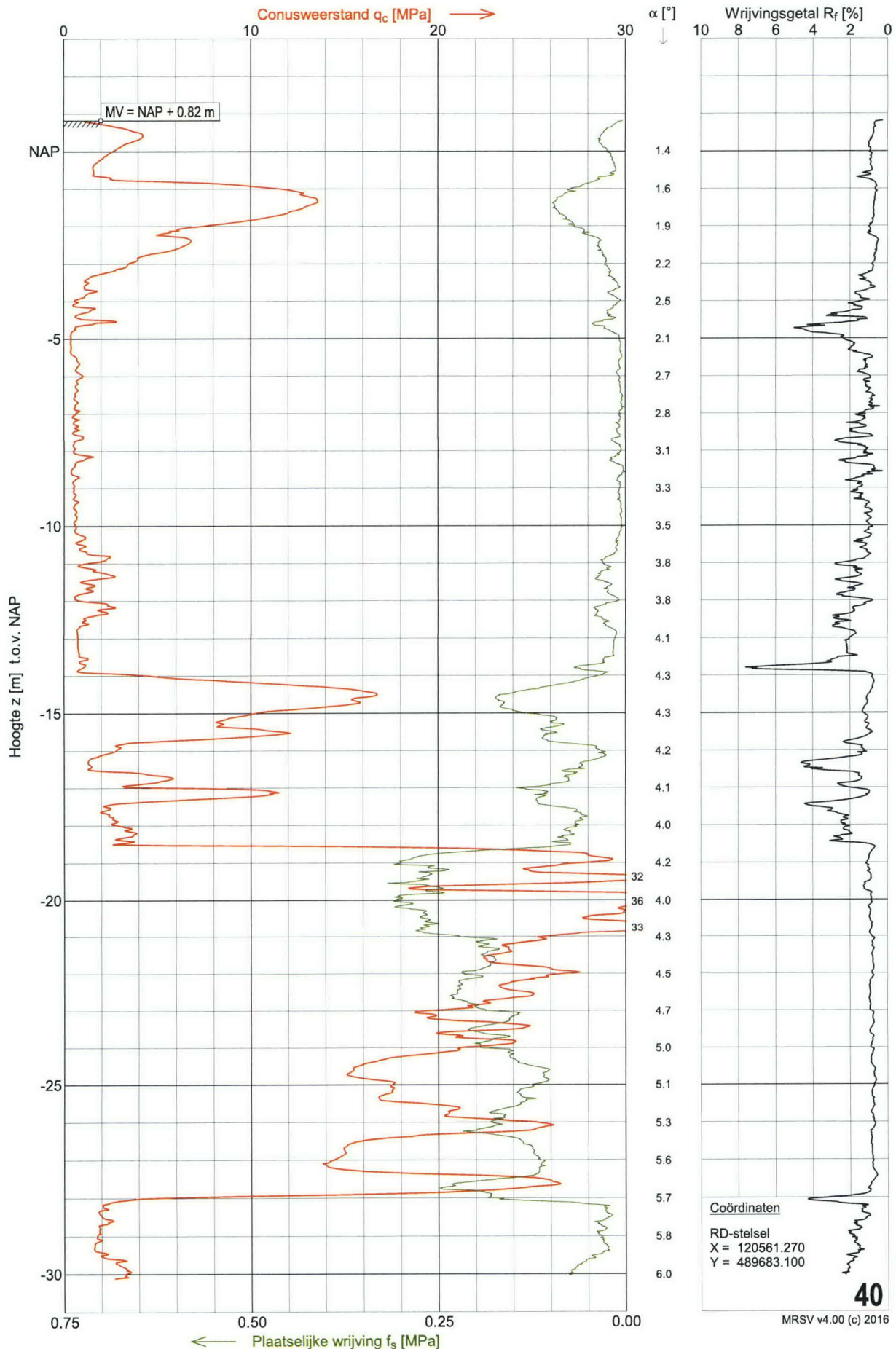
# Sondering 40

Opdracht : 1603376  
Plaats : Amsterdam  
Datum : 24-02-2017  
Project : Houthaven Blok 3D

Conus nummer : S15-CFII.1326  
Soort conus : Elektrisch  
Opp. conuspunt : 1500 mm<sup>2</sup>

NEN-EN-ISO-22476-1  
Klasse 3, type TE1  
Sondeerunit : SR7  
Blad : 1 van 1

MOS GRONDMECHANICA



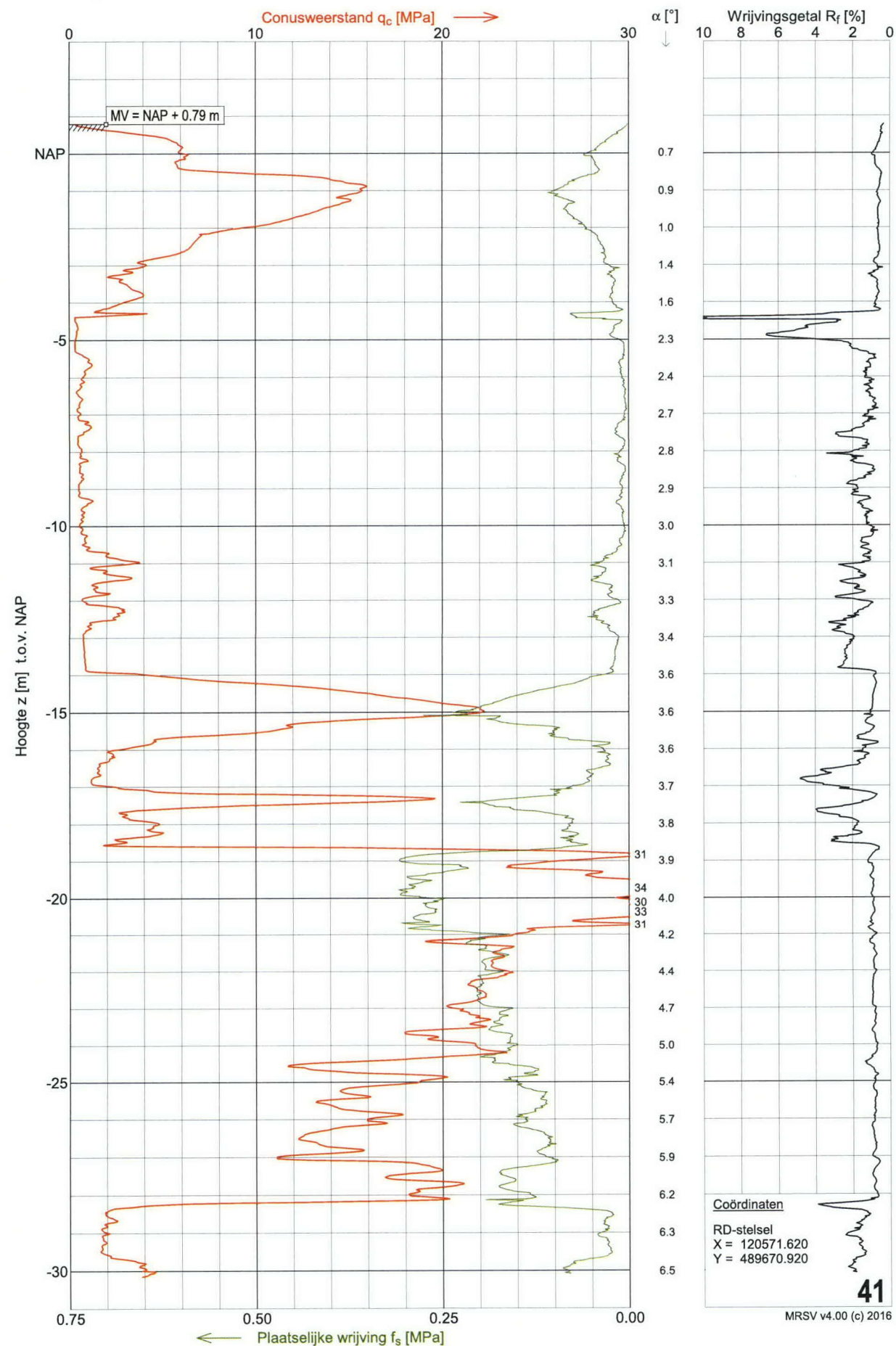


# Sondering 41

Opdracht : 1603376  
Plaats : Amsterdam  
Datum : 24-02-2017  
Project : Houthaven Blok 3D

Conus nummer : S15-CFII.1326  
Soort conus : Elektrisch  
Opp. conuspunt : 1500 mm<sup>2</sup>

NEN-EN-ISO-22476-1  
Klasse 3, type TE1  
Sondeerunit : SR7  
Blad : 1 van 1



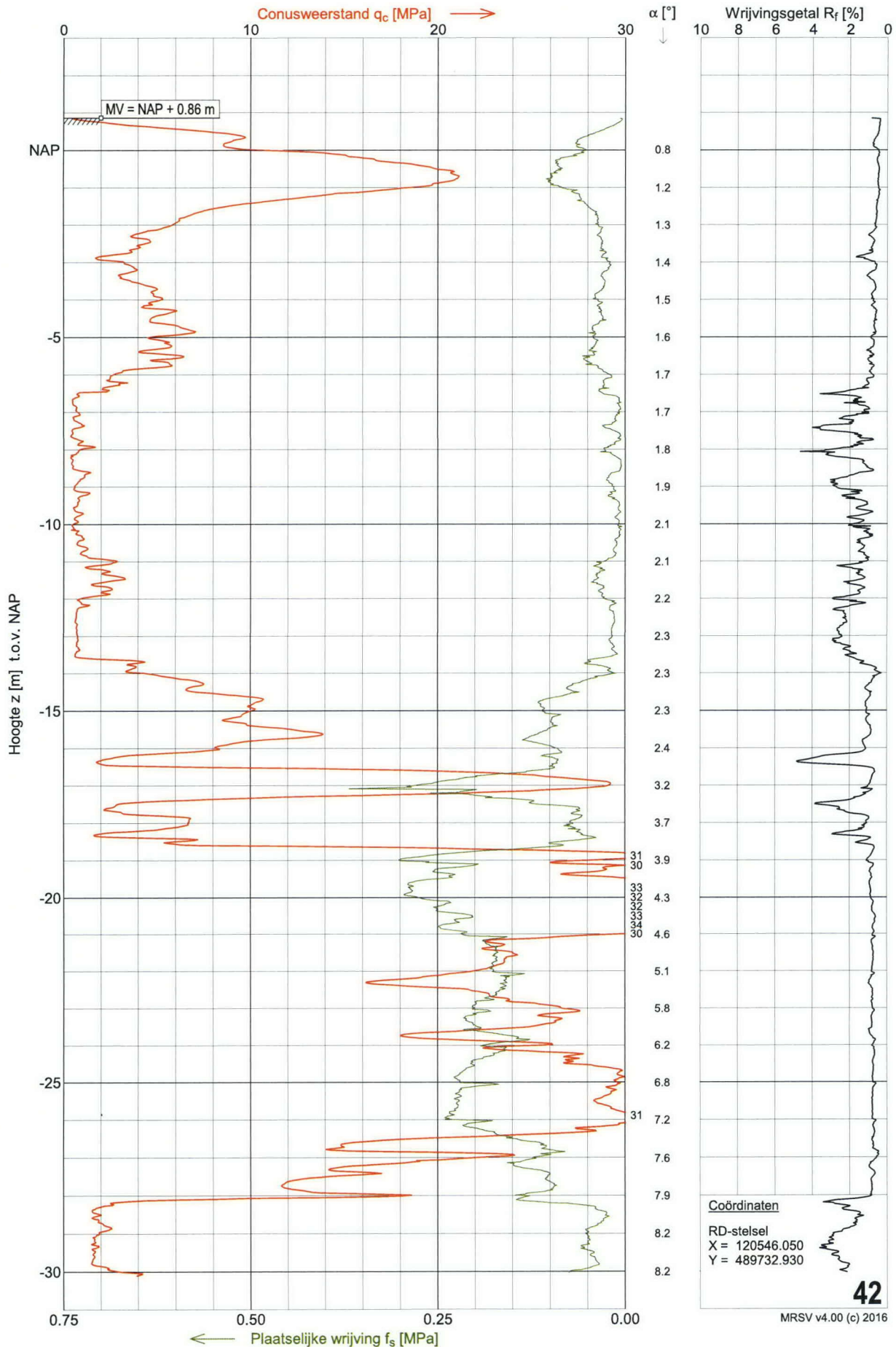


## Sondering 42

Opdracht : 1603376  
Plaats : Amsterdam  
Datum : 16-02-2017  
Project : Houthaven Blok 3D

Conus nummer : S15-CFII.1078  
Soort conus : Elektrisch  
Opp. conuspunt : 1500 mm<sup>2</sup>

NEN-EN-ISO-22476-1  
Klasse 3, type TE1  
Sondeerunit : SR7  
Blad : 1 van 1



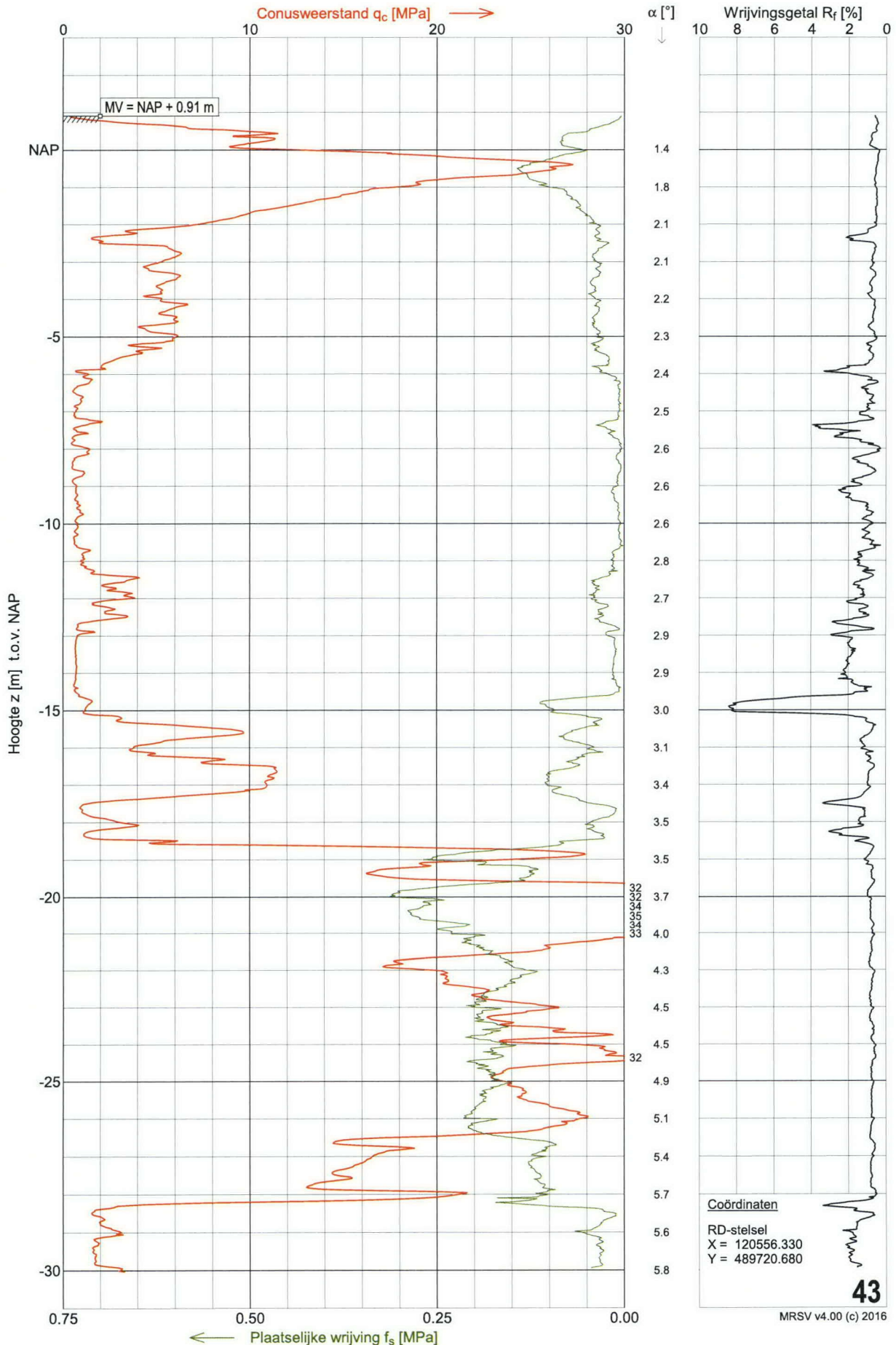


## Sondering 43

Opdracht : 1603376  
Plaats : Amsterdam  
Datum : 17-02-2017  
Project : Houthaven Blok 3D

Conus nummer : S15-CFII.1078  
Soort conus : Elektrisch  
Opp. conuspunt : 1500 mm<sup>2</sup>

NEN-EN-ISO-22476-1  
Klasse 3, type TE1  
Sondeerunit : SR7  
Blad : 1 van 1



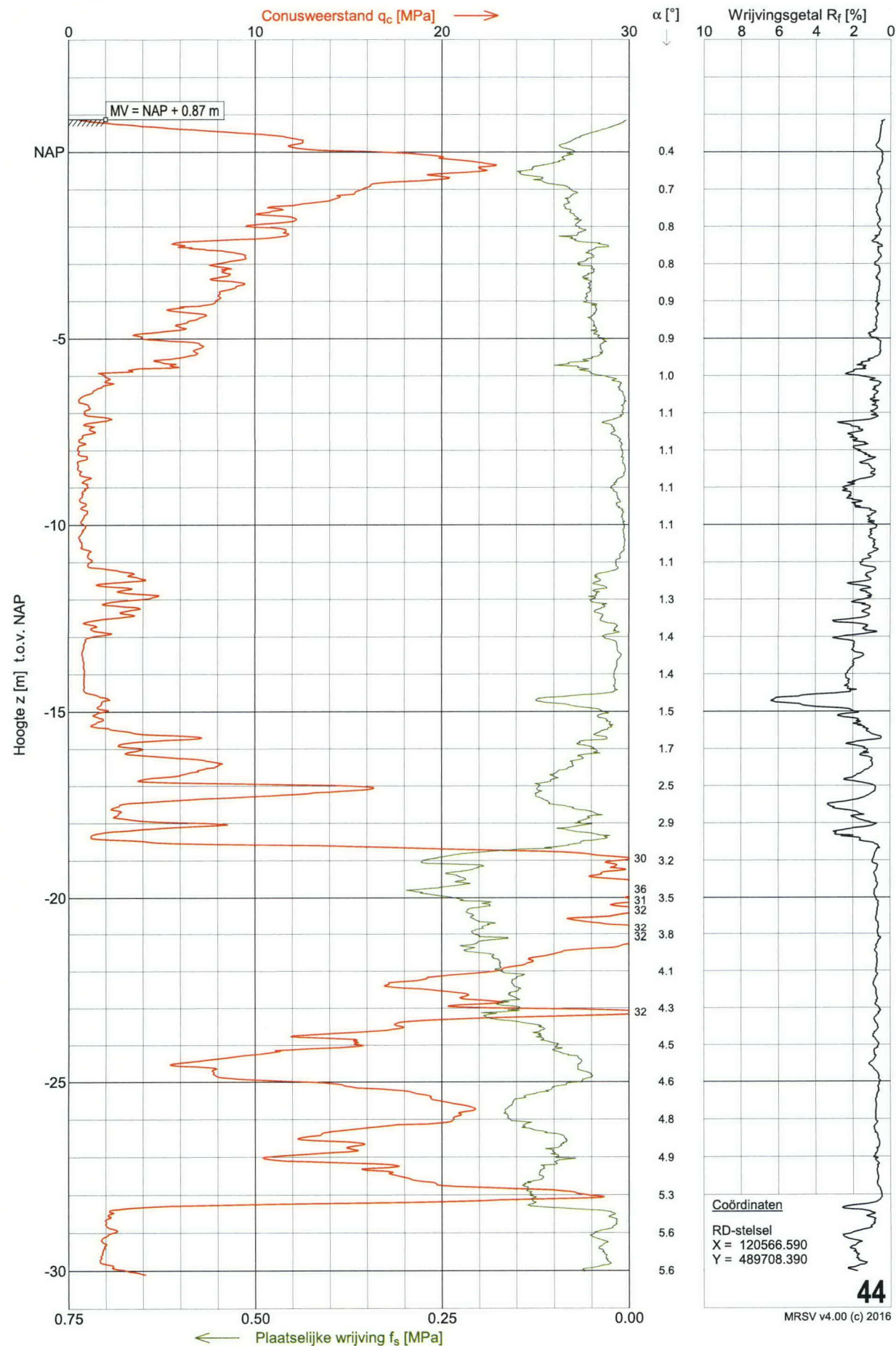


## Sondering 44

Opdracht : 1603376  
Plaats : Amsterdam  
Datum : 17-02-2017  
Project : Houthaven Blok 3D

Conus nummer : S15-CFII.1078  
Soort conus : Elektrisch  
Opp. conuspunt : 1500 mm<sup>2</sup>

NEN-EN-ISO-22476-1  
Klasse 3, type TE1  
Sondeerunit : SR7  
Blad : 1 van 1



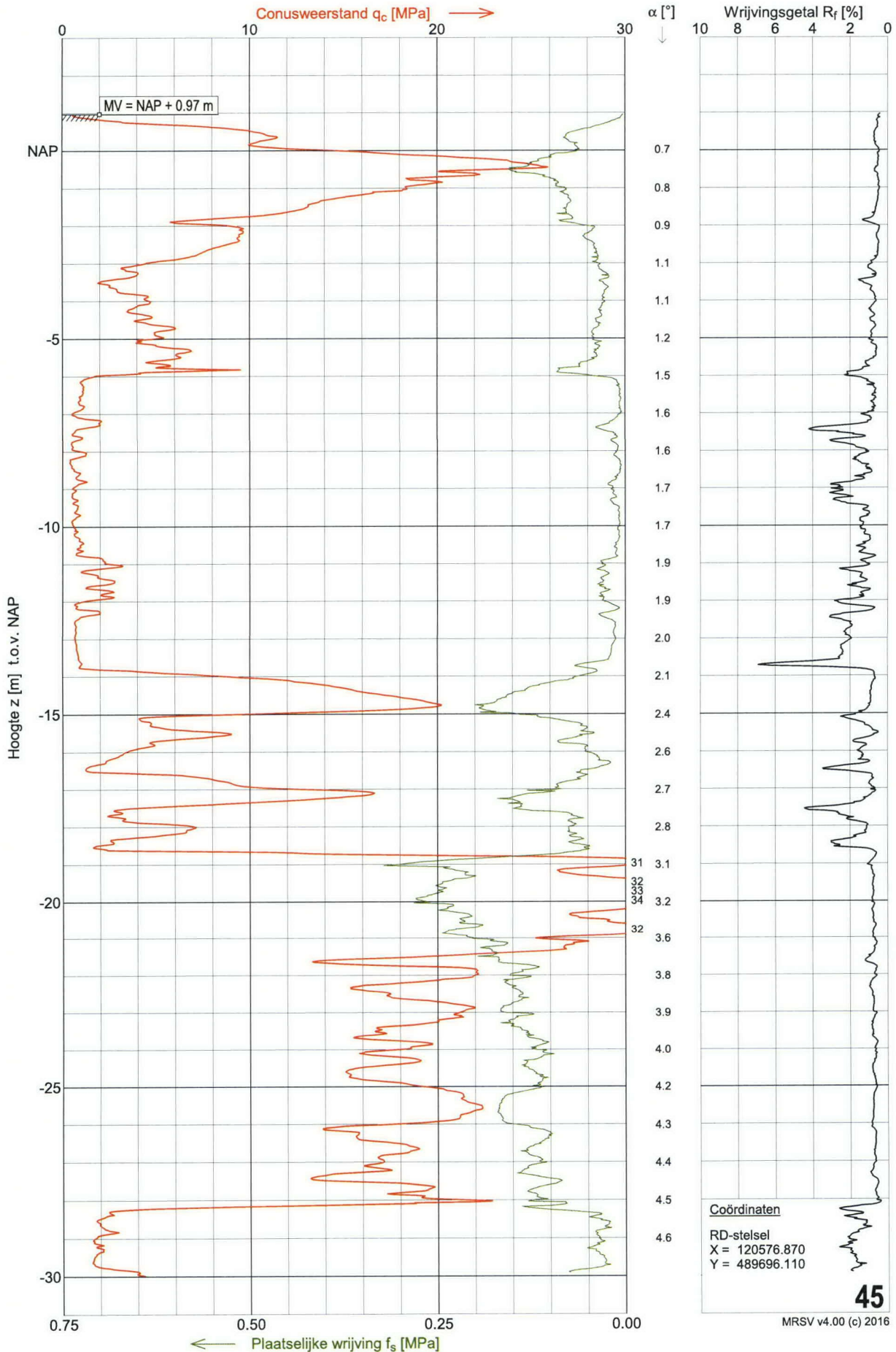


## Sondering 45

Opdracht : 1603376  
Plaats : Amsterdam  
Datum : 17-02-2017  
Project : Houthaven Blok 3D

Conus nummer : S15-CFII.1078  
Soort conus : Elektrisch  
Opp. conuspunt : 1500 mm<sup>2</sup>

NEN-EN-ISO-22476-1  
Klasse 3, type TE1  
Sondeerunit : SR7  
Blad : 1 van 1



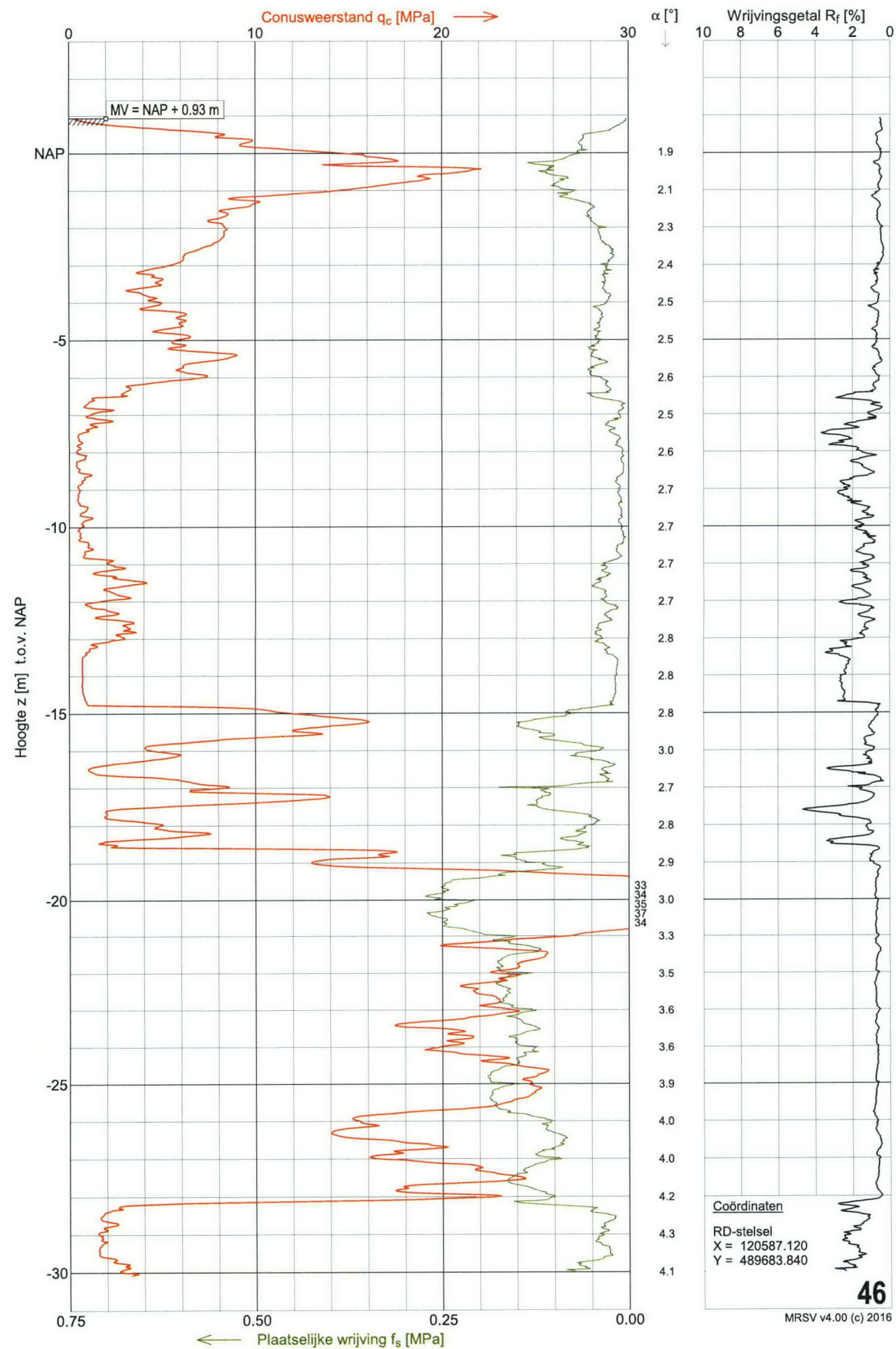


## Sondering 46

Opdracht : 1603376  
Plaats : Amsterdam  
Datum : 17-02-2017  
Project : Houthaven Blok 3D

Conus nummer : S15-CFII.1078  
Soort conus : Elektrisch  
Opp. conuspunt : 1500 mm<sup>2</sup>

NEN-EN-ISO-22476-1  
Klasse 3, type TE1  
Sondeerunit : SR7  
Blad : 1 van 1



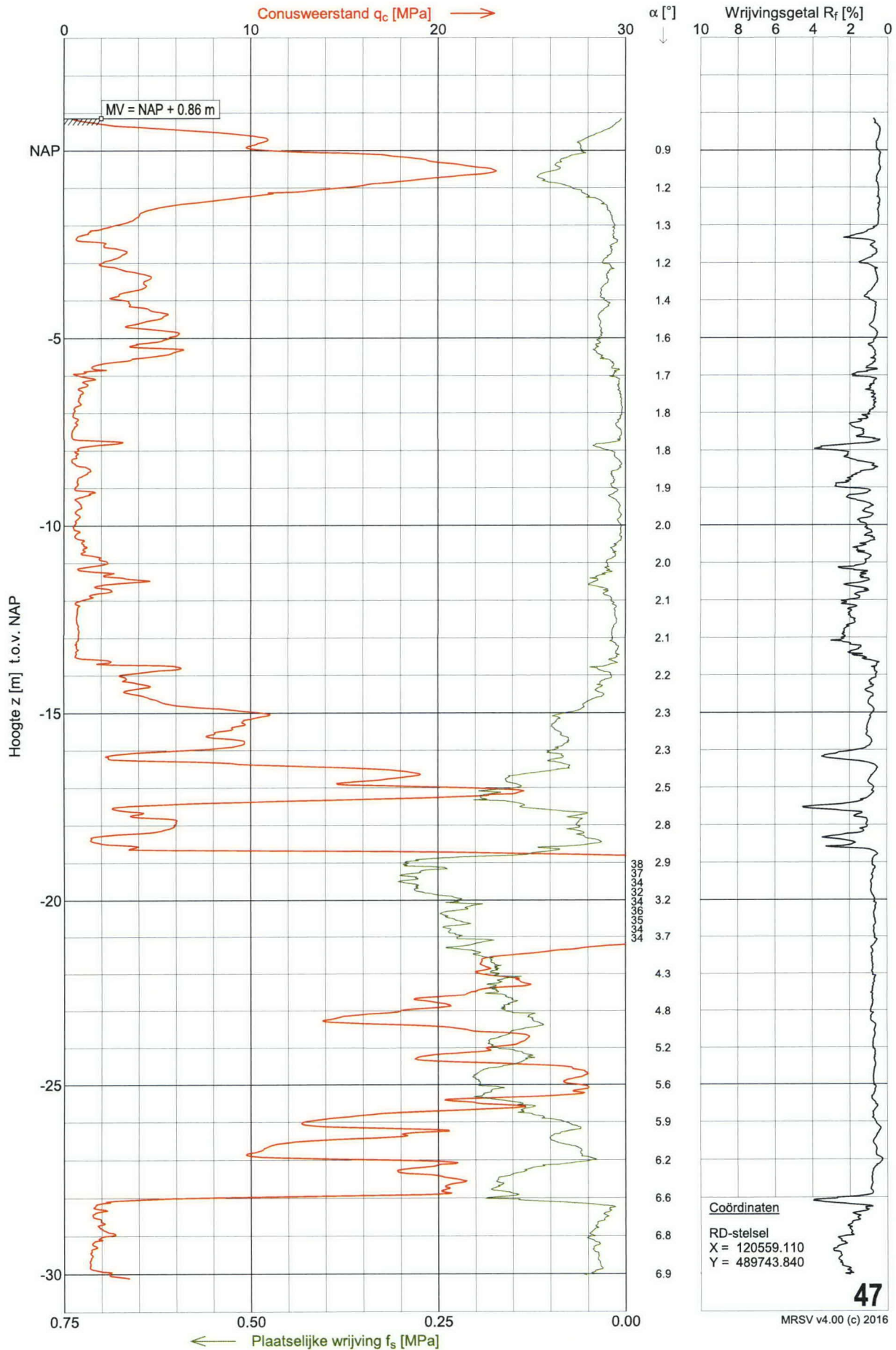


## Sondering 47

Opdracht : 1603376  
Plaats : Amsterdam  
Datum : 20-02-2017  
Project : Houthaven Blok 3D

Conus nummer : S15-CFII.1078  
Soort conus : Elektrisch  
Opp. conuspunt : 1500 mm<sup>2</sup>

NEN-EN-ISO-22476-1  
Klasse 3, type TE1  
Sondeerunit : SR7  
Blad : 1 van 1



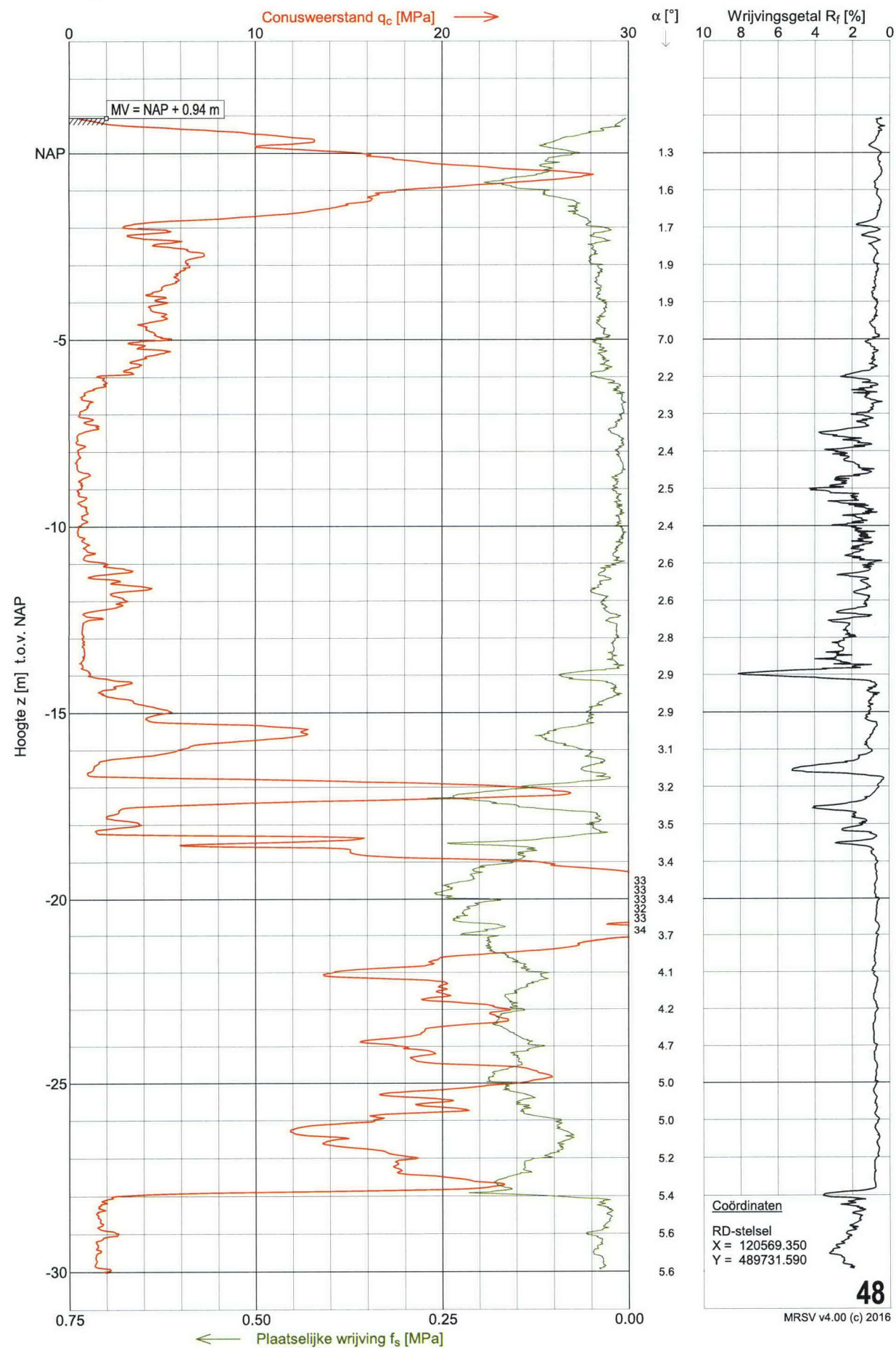


## Sondering 48

Opdracht : 1603376  
Plaats : Amsterdam  
Datum : 17-02-2017  
Project : Houthaven Blok 3D

Conus nummer : S15-CFII.1078  
Soort conus : Elektrisch  
Opp. conuspunt : 1500 mm<sup>2</sup>

NEN-EN-ISO-22476-1  
Klasse 3, type TE1  
Sondeerunit : SR7  
Blad : 1 van 1



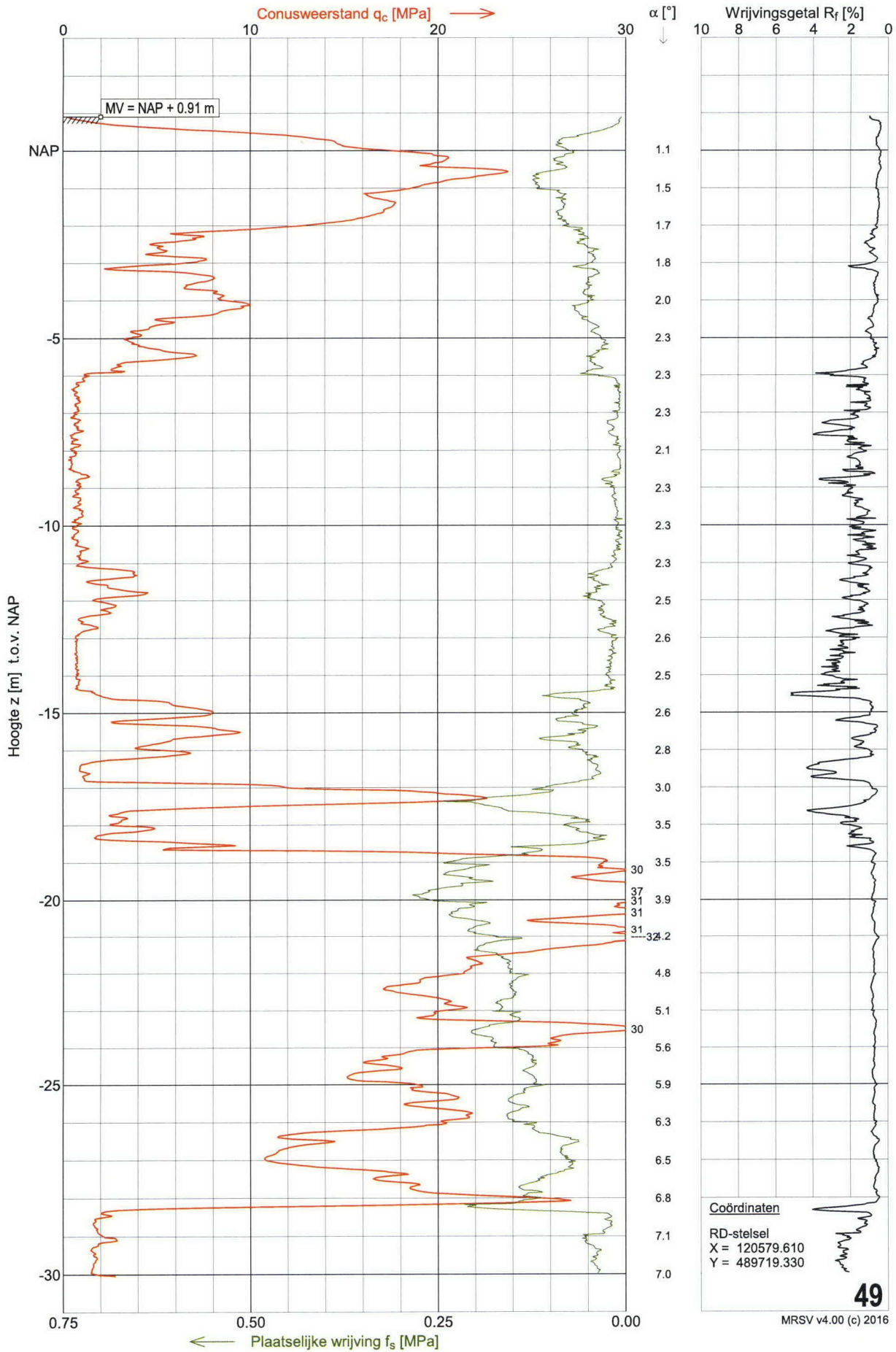


## Sondering 49

Opdracht : 1603376  
Plaats : Amsterdam  
Datum : 17-02-2017  
Project : Houthaven Blok 3D

Conus nummer : S15-CFII.1078  
Soort conus : Elektrisch  
Opp. conuspunt : 1500 mm<sup>2</sup>

NEN-EN-ISO-22476-1  
Klasse 3, type TE1  
Sondeerunit : SR7  
Blad : 1 van 1



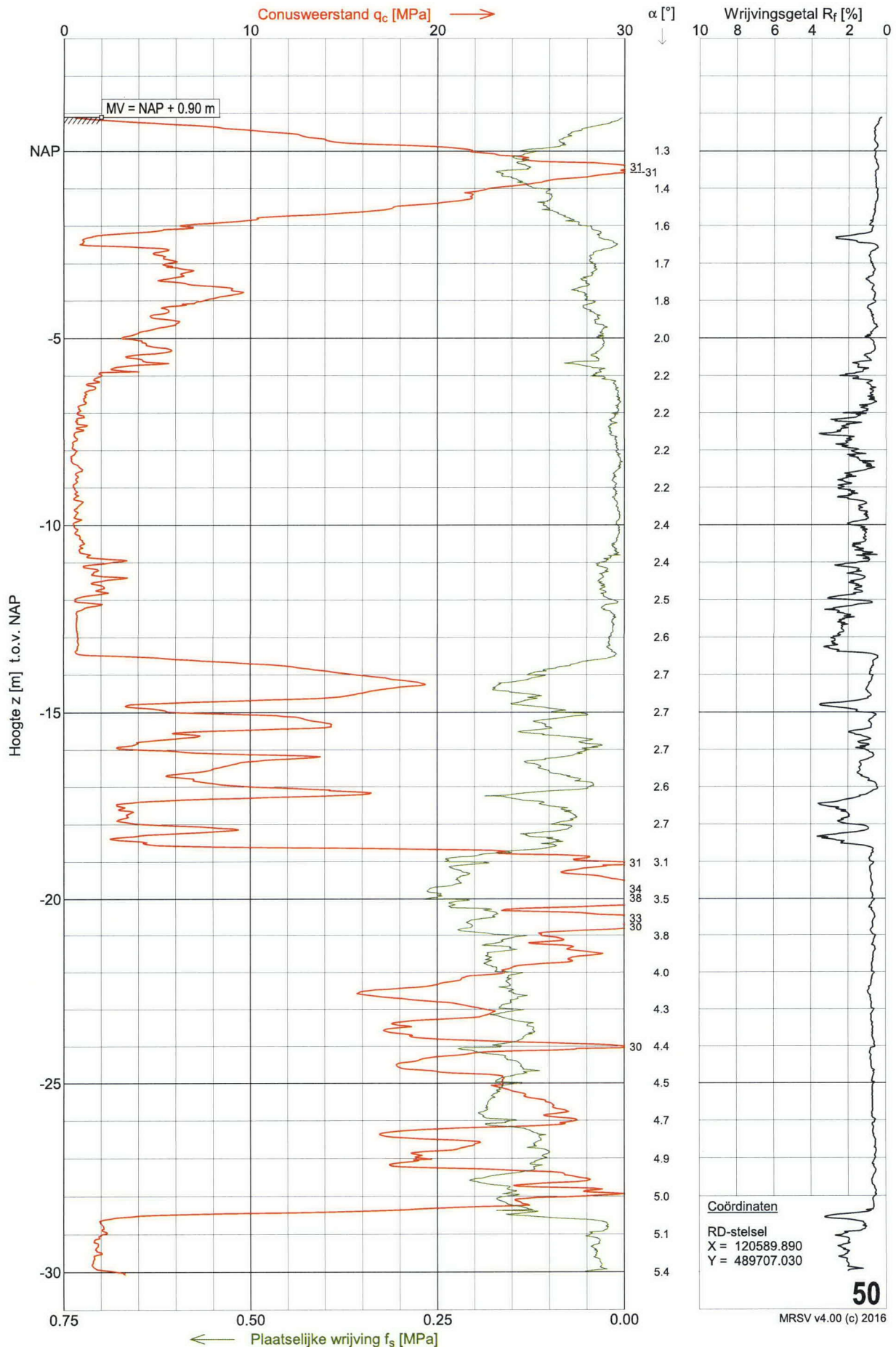


## Sondering 50

Opdracht : 1603376  
Plaats : Amsterdam  
Datum : 17-02-2017  
Project : Houthaven Blok 3D

Conus nummer : S15-CFII.1078  
Soort conus : Elektrisch  
Opp. conuspunt : 1500 mm<sup>2</sup>

NEN-EN-ISO-22476-1  
Klasse 3, type TE1  
Sondeerunit : SR7  
Blad : 1 van 1



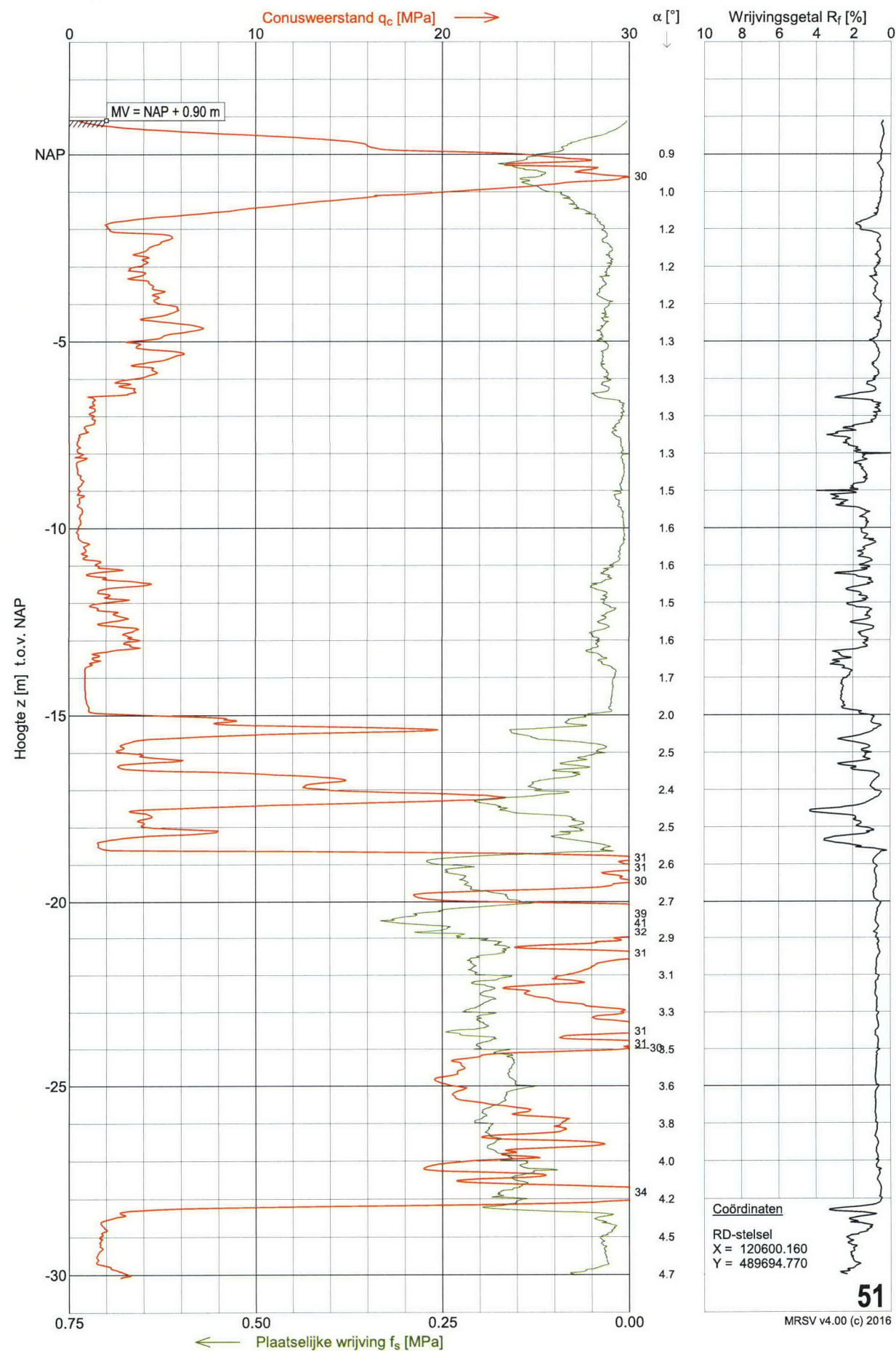


# Sondering 51

Opdracht : 1603376  
Plaats : Amsterdam  
Datum : 17-02-2017  
Project : Houthaven Blok 3D

Conus nummer : S15-CFII.1078  
Soort conus : Elektrisch  
Opp. conuspunt : 1500 mm<sup>2</sup>

NEN-EN-ISO-22476-1  
Klasse 3, type TE1  
Sondeerunit : SR7  
Blad : 1 van 1



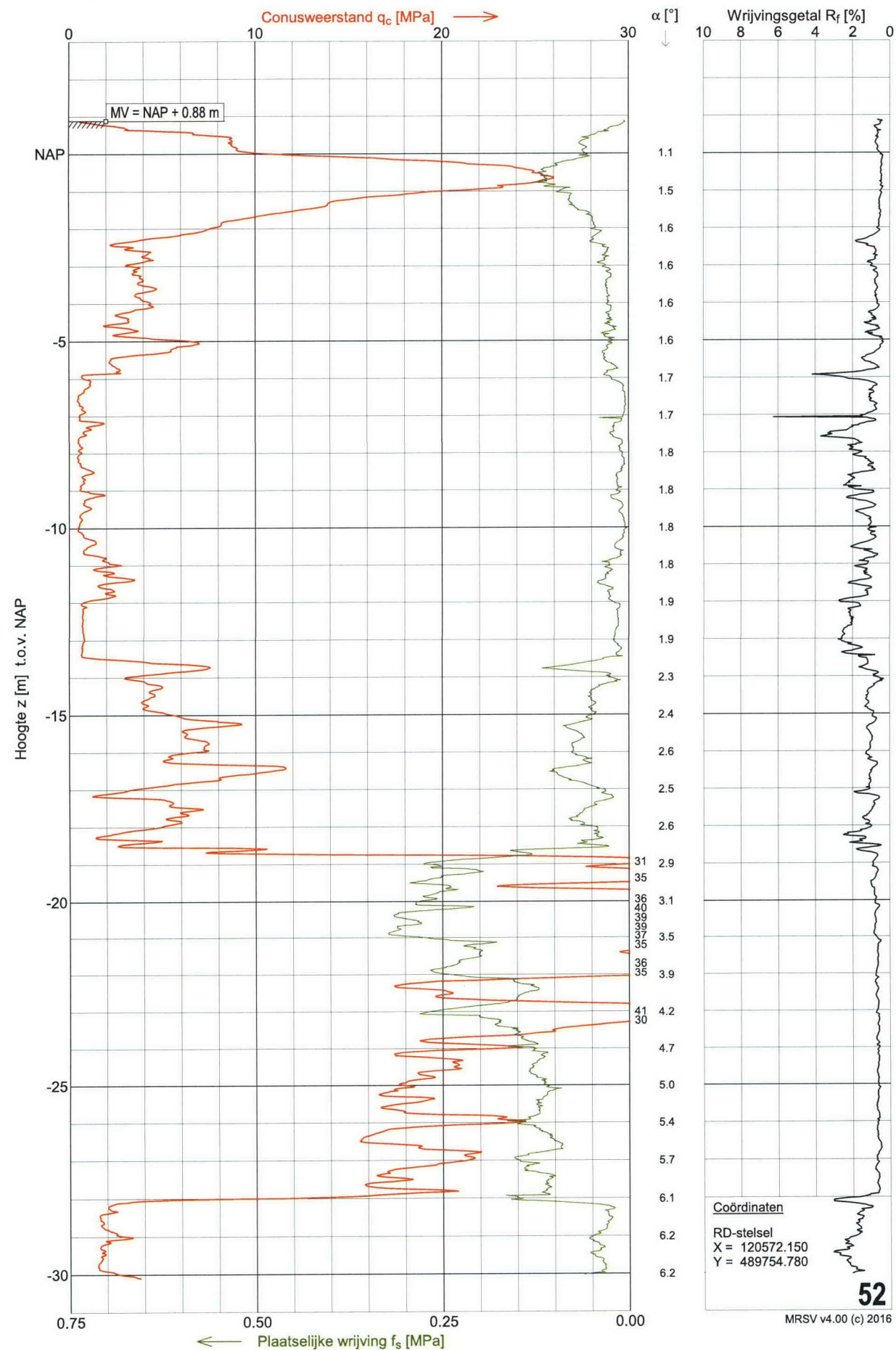


## Sondering 52

Opdracht : 1603376  
Plaats : Amsterdam  
Datum : 20-02-2017  
Project : Houthaven Blok 3D

Conus nummer : S15-CFII.1078  
Soort conus : Elektrisch  
Opp. conuspunt : 1500 mm<sup>2</sup>

NEN-EN-ISO-22476-1  
Klasse 3, type TE1  
Sondeerunit : SR7  
Blad : 1 van 1



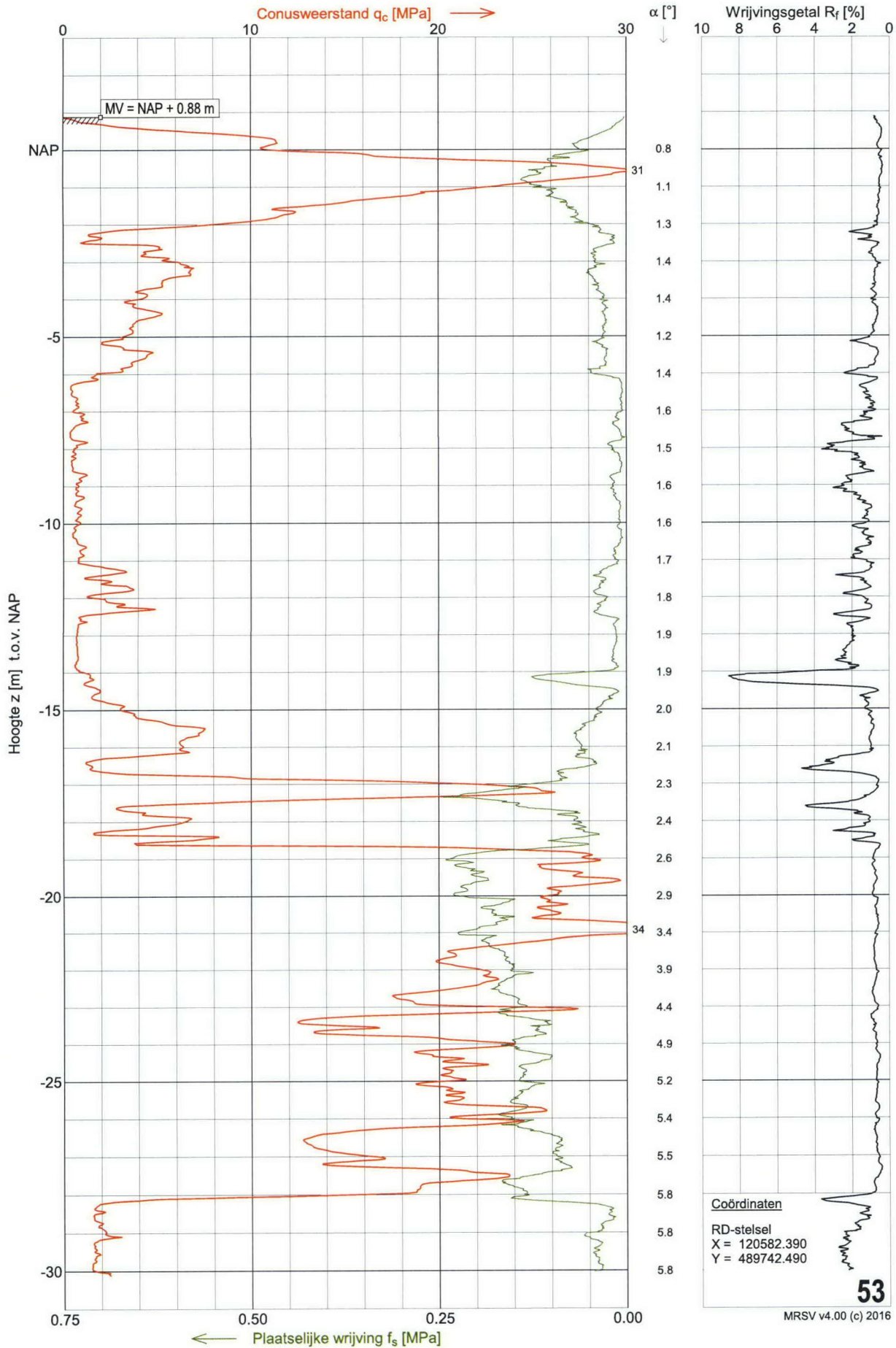


## Sondering 53

Opdracht : 1603376  
Plaats : Amsterdam  
Datum : 20-02-2017  
Project : Houthaven Blok 3D

Conus nummer : S15-CFII.1078  
Soort conus : Elektrisch  
Opp. conuspunt : 1500 mm<sup>2</sup>

NEN-EN-ISO-22476-1  
Klasse 3, type TE1  
Sondeerunit : SR7  
Blad : 1 van 1



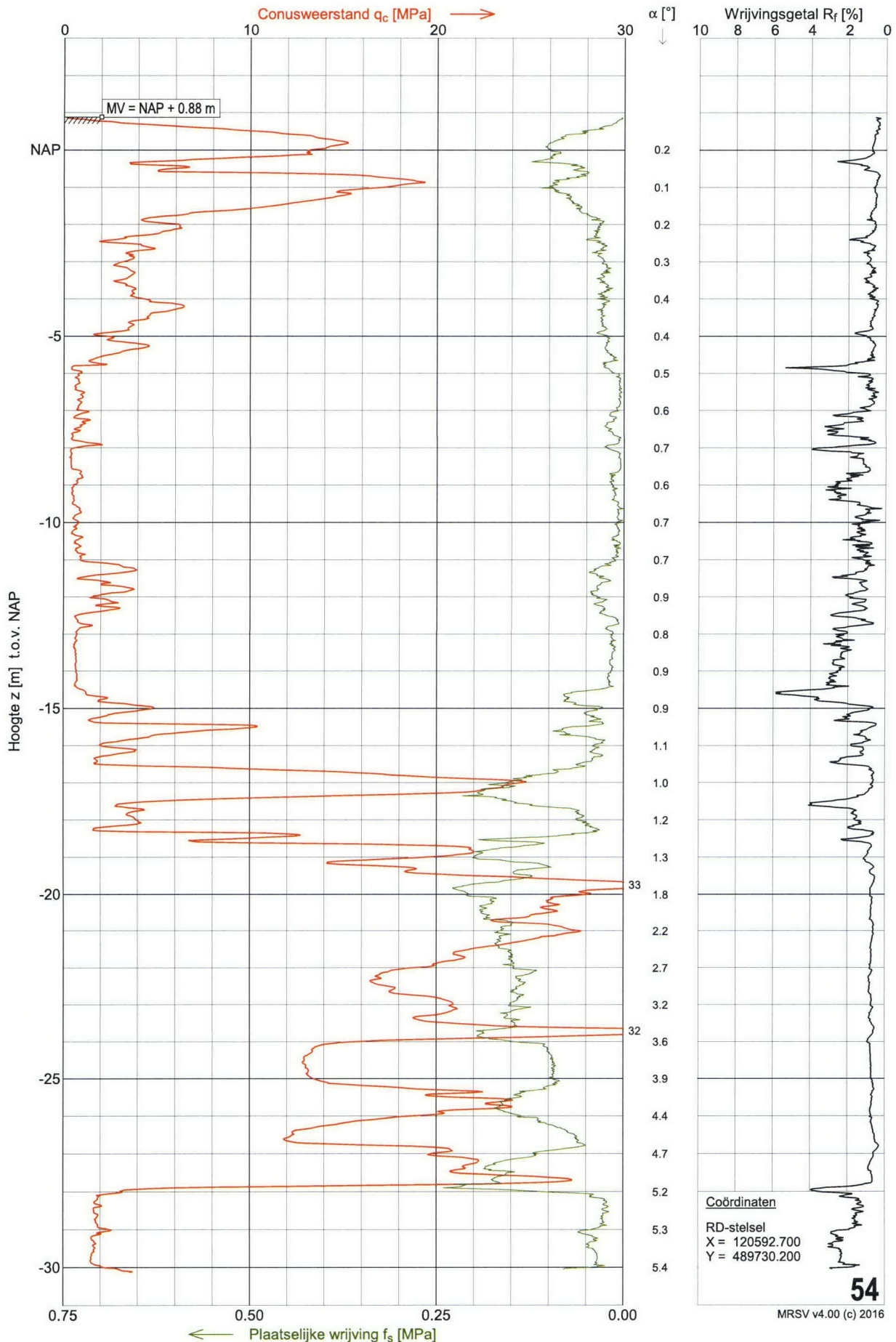


# Sondering 54

Opdracht : 1603376  
Plaats : Amsterdam  
Datum : 20-02-2017  
Project : Houthaven Blok 3D

Conus nummer : S15-CFII.1078  
Soort conus : Elektrisch  
Opp. conuspunt : 1500 mm<sup>2</sup>

NEN-EN-ISO-22476-1  
Klasse 3, type TE1  
Sondeerunit : SR7  
Blad : 1 van 1



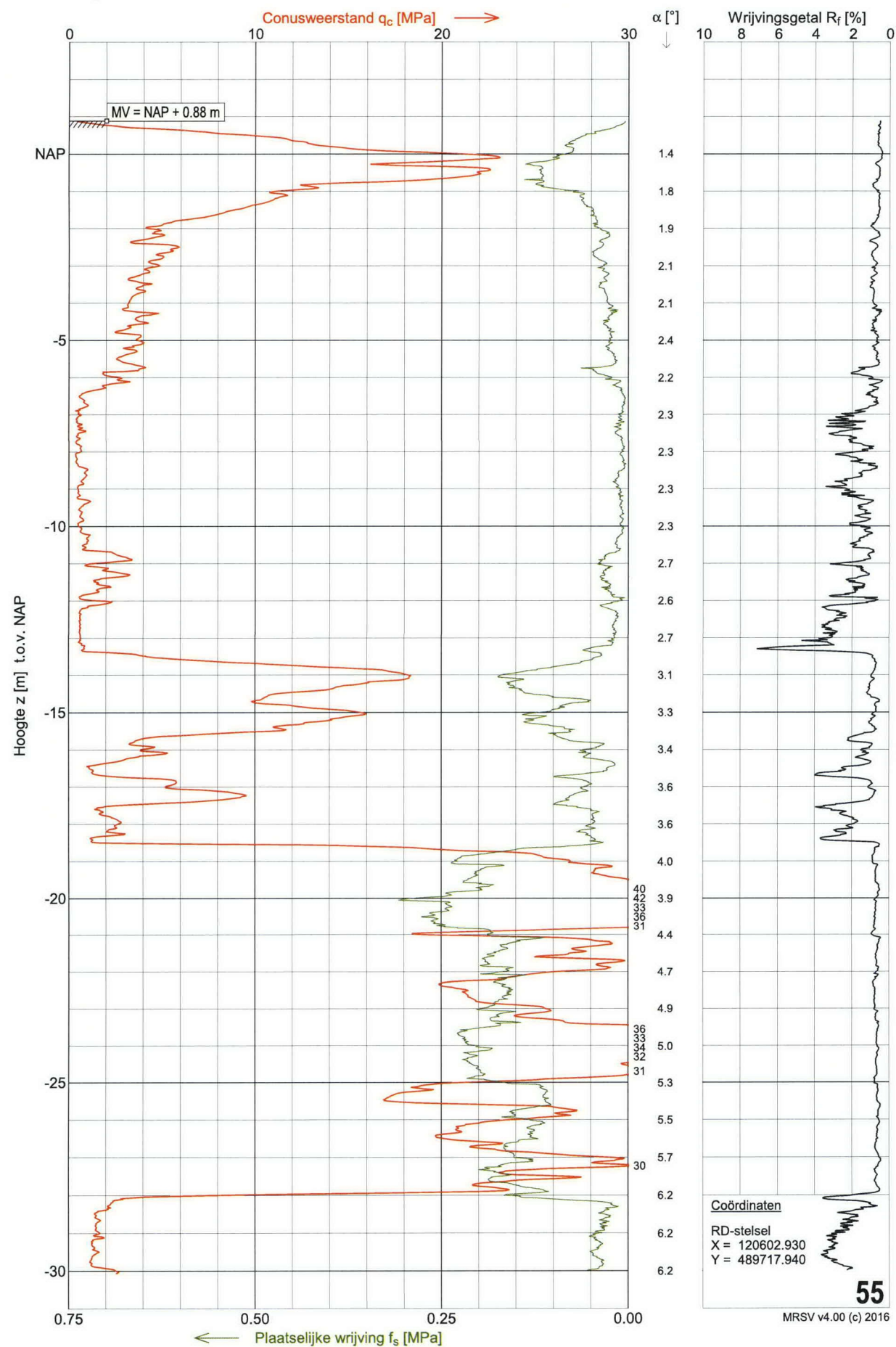


# Sondering 55

Opdracht : 1603376  
Plaats : Amsterdam  
Datum : 20-02-2017  
Project : Houthaven Blok 3D

Conus nummer : S15-CFII.1078  
Soort conus : Elektrisch  
Opp. conuspunt : 1500 mm<sup>2</sup>

NEN-EN-ISO-22476-1  
Klasse 3, type TE1  
Sondeerunit : SR7  
Blad : 1 van 1



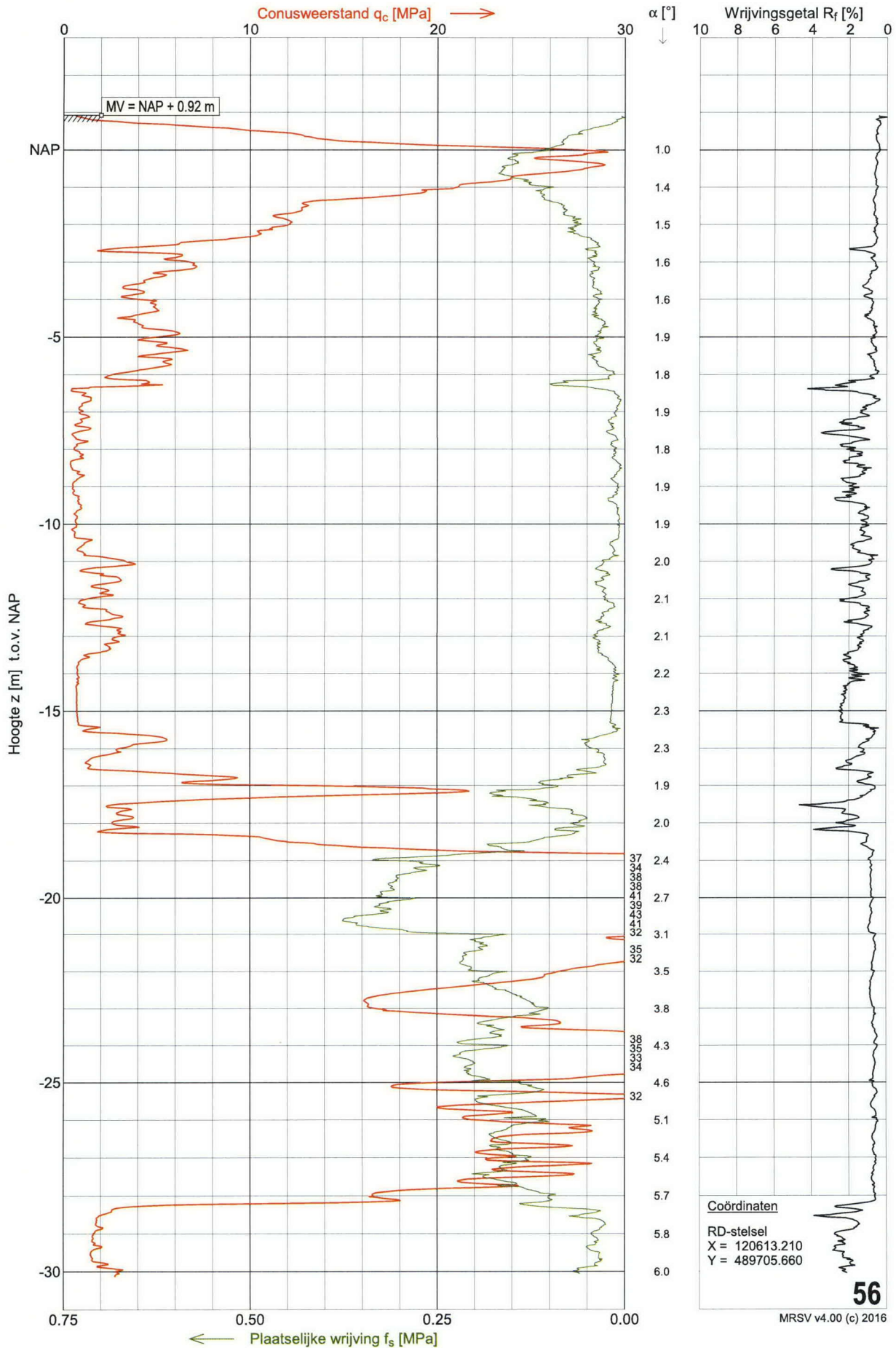


## Sondering 56

Opdracht : 1603376  
Plaats : Amsterdam  
Datum : 20-02-2017  
Project : Houthaven Blok 3D

Conus nummer : S15-CFII.1078  
Soort conus : Elektrisch  
Opp. conuspunt : 1500 mm<sup>2</sup>

NEN-EN-ISO-22476-1  
Klasse 3, type TE1  
Sondeerunit : SR7  
Blad : 1 van 1





Opdracht : 1603376  
Plaats : Amsterdam  
Project : Houthaven Blok 3D

---

## Bijlage B

# Analysecertificaat grondwater





Analysrapport

Mos Milieu B.V.  
A. Steenberg  
Postbus 801  
3160 AA RHOON

Blad 1 van 6

Uw projectnaam : Watermonsters Houthavens, Amsterdam  
Uw projectnummer : 1700592  
ALcontrol rapportnummer : 12491099, versienummer: 1

Rotterdam, 16-03-2017

Geachte heer/mevrouw,

Hierbij ontvangt u de analyse resultaten van het laboratoriumonderzoek ten behoeve van uw project 1700592. Het onderzoek werd uitgevoerd conform uw opdracht. De gerapporteerde resultaten hebben uitsluitend betrekking op de geteste monsters. De door u aangegeven omschrijvingen voor de monsters en het project zijn overgenomen in dit analysrapport.

Het onderzoek is, met uitzondering van eventueel door derden uitgevoerd onderzoek, uitgevoerd door ALcontrol B.V., gevestigd aan de Steenhouwerstraat 15 in Rotterdam (NL).

Dit analysrapport bestaat inclusief bijlagen uit 6 pagina's. In geval van een versienummer van '2' of hoger vervallen de voorgaande versies. Alle bijlagen maken onlosmakelijk onderdeel uit van het rapport. Alleen vermenigvuldiging van het hele rapport is toegestaan.

Mocht u vragen en/of opmerkingen hebben naar aanleiding van dit rapport, bijvoorbeeld als u nadere informatie nodig heeft over de meetonzekerheid van de analyseresultaten in dit rapport, dan verzoeken wij u vriendelijk contact op te nemen met de afdeling Customer Support.

Wij vertrouwen er op u met deze informatie van dienst te zijn.

Hoogachtend,

  
R. van Duin  
Laboratory Manager





Mos Milieu B.V.  
A. Steenberghe

## Analyserapport

Blad 2 van 6

Projectnaam Watermonsters Houthavens, Amsterdam  
Projectnummer 1700592  
Rapportnummer 12491099 - 1

Orderdatum 09-03-2017  
Startdatum 09-03-2017  
Rapportagedatum 16-03-2017

Nummer	Monstersoort	Monsterspecificatie					
001	Afvalwater	3B-02-1-1 .					
002	Afvalwater	3B-04-1-1 .					
003	Afvalwater	3D-05-1-1 .					
004	Afvalwater	3D-06-1-1 .					
005	Afvalwater	4CG-12-1-1 .					
Analyse	Eenheid	Q	001	002	003	004	00
pH		Q	8.0	7.5	8.1	7.0	7.
geleidingsvermogen (25°C)(EC)	µS/cm	Q	380	1200	900	1600	210
temperatuur t.b.v. pH	°C		19.2	19.4	19.6	19.2	19.
<b>METALEN</b>							
aluminium	µg/l	Q	840	420	2200	8000	6
arsen	µg/l	Q	<5	12	<5	63	<
nikkel	µg/l	Q	<2	21	<2	55	8.
ijzer Totaal	µg/l	Q	920	10000	4400	70000	430
<b>ANORGANISCHE VERBINDINGEN</b>							
ammonium	mg/l	Q	<0.2	5.8	2.1	5.6	2.
ammonium	mgN/l	Q	<0.15	4.5	1.6	4.3	2.
<b>DIVERSE NATCHEMISCHE BEPALINGEN</b>							
chloride	mg/l	Q	11	63	42	55	5
BZV (5 dagen)	mg/l	Q	<3	<3	<3	7.4	<
CZV	mg/l	Q	12	41	33	675	1
kjeldahl-stikstof	mgN/l	Q	0.8	5.1	3.8	16	2.
nitriet	mg/l	Q	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.
nitriet	mgN/l	Q	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.
nitraat	mg/l	Q	1.8	<0.75	<0.75	1.1	<0.7
nitraat	mgN/l	Q	0.42	<0.17	<0.17	0.26	<0.1
onopgel.best./zweev.stof	mg/l	Q	53	<10	<10	190	3
monstervolume tbv analyse	ml		500	500	500	100	50
zuurstof	mg/l		8.1	5.7	2.2	<0.5	1.
sulfaat	mg/l	Q	29	78	15	<50 <sup>1)</sup>	90
(ortho) fosfaat	mgP/l	Q	<0.1	<0.1	0.4	<0.1	<0.
totaal stikstof	mgN/l	Q	1.2	5.1	3.8	16	2.

De met Q gemerkte analyses zijn geaccrediteerd door de RvA.

Paraaf :



ALCONTROL B.V. IS GEACCREDITEERD VOLGENS DE DOOR DE RAAD VOOR ACCREDITATIE GESTELDE CRITERIA VOOR TESTLABORATORIA CONFORM ISO/IEC 17025:2005 ONDER NR. L 028  
AL ONZE WERKZAAMHEDEN WORDEN UITGEVOERD ONDER DE ALGEMENE VOORWAARDEN GEDEPONEERD BIJ DE KAMER VAN KOOPHANDEL EN FABRIEKEN TE ROTTERDAM INSCHRIJVING  
HANDELSREGISTER: KVK ROTTERDAM 24265286







Mos Milieu B.V.  
A. Steenberghe

## Analysrapport

Blad 3 van 6

Projectnaam Watermonsters Houthavens, Amsterdam  
Projectnummer 1700592  
Rapportnummer 12491099 - 1

Orderdatum 09-03-2017  
Startdatum 09-03-2017  
Rapportagedatum 16-03-2017

### Voetnoten

1 De rapportagegrens is verhoogd i.v.m. noodzakelijke verdunning.

Paraaf :





Mos Milieu B.V.  
A. Steenberghe

## Analysrapport

Blad 4 van 6

Projectnaam Watermonsters Houthavens, Amsterdam  
Projectnummer 1700592  
Rapportnummer 12491099 - 1

Orderdatum 09-03-2017  
Startdatum 09-03-2017  
Rapportagedatum 16-03-2017

Nummer	Monstersoort	Monsterspecificatie
--------	--------------	---------------------

006	Afvalwater	4CG-77-1-1 .
-----	------------	--------------

Analyse	Eenheid	Q	006
---------	---------	---	-----

pH		Q	7.2
geleidingsvermogen (25°C)(EC)	µS/cm	Q	7700
temperatuur t.b.v. pH	°C		19.3

### METALEN

aluminium	µg/l	Q	170
arsen	µg/l	Q	<5
nikkel	µg/l	Q	<2
ijzer Totaal	µg/l	Q	9200

### ANORGANISCHE VERBINDINGEN

ammonium	mg/l	Q	6.5
ammonium	mgN/l	Q	5.0

### DIVERSE NATCHEMISCHE BEPALINGEN

chloride	mg/l	Q	2200
BZV (5 dagen)	mg/l	Q	<3
CZV	mg/l	Q	35
kjeldahl-stikstof	mgN/l	Q	5.4
nitriet	mg/l	Q	<0.3
nitriet	mgN/l	Q	<0.1
nitraat	mg/l	Q	<0.75
nitraat	mgN/l	Q	<0.17
onopgel.best./zwev.stof	mg/l	Q	22
monstervolume tbv analyse	ml		250
zuurstof	mg/l		0.7
sulfaat	mg/l	Q	410
(ortho) fosfaat	mgP/l	Q	<0.1
totaal stikstof	mgN/l	Q	5.4

De met Q gemerkte analyses zijn geaccrediteerd door de RvA.

Paraaf :







Mos Milieu B.V.  
A. Steenbergen

## Analysrapport

Blad 5 van 6

Projectnaam Watermonsters Houhavens, Amsterdam  
Projectnummer 1700592  
Rapportnummer 12491099 - 1

Orderdatum 09-03-2017  
Startdatum 09-03-2017  
Rapportagedatum 16-03-2017

Analyse	Monstersoort	Relatie tot norm
pH	Afvalwater	NEN-EN-ISO 10523
geleidingsvermogen (25°C)(EC)	Afvalwater	Conform NEN-ISO 7888 en conform NEN-EN 27888
aluminium	Afvalwater	Ontsluiting conform NEN-EN-ISO 15587-1, meting conform NEN en NEN-EN-ISO 11885
arsen	Afvalwater	Idem
nikkel	Afvalwater	Idem
ijzer Totaal	Afvalwater	Idem
ammonium	Afvalwater	Conform NEN-ISO 15923-1
ammonium	Afvalwater	Idem
chloride	Afvalwater	Idem
BZV (5 dagen)	Afvalwater	Conform NEN-EN 1899-1/2, 5 dagen, Nitrificatie tijdens de analyse onderdrukt door toevoeging van Allylthioureum
CZV	Afvalwater	Conform NEN 6633
kjeldahl-stikstof	Afvalwater	Eigen methode (voorbehandeling conform NEN 6646 meting conform NEN-EN-ISO 11732)
nitriet	Afvalwater	Conform NEN-ISO 15923-1
nitraat	Afvalwater	Idem
nitraat	Afvalwater	Idem
onopgel.best./zwev.stof	Afvalwater	Conform NEN 6621
zuurstof	Afvalwater	conform NEN ISO 5814
sulfaat	Afvalwater	Conform NEN-ISO 15923-1
(ortho) fosfaat	Afvalwater	Idem
totaal stikstof	Afvalwater	Eigen methode (Sommatie van NKJ, NO2 en NO3)

Monster	Barcode	Aanlevering	Monstername	Verpakking
001	U3120342	09-03-2017	09-03-2017	ALC247
001	B5825309	09-03-2017	09-03-2017	ALC207
001	H0610149	09-03-2017	09-03-2017	ALC208
001	H7425078	09-03-2017	09-03-2017	ALC281
001	F5791358	09-03-2017	09-03-2017	ALC227
001	F5791359	09-03-2017	09-03-2017	ALC227
001	U3120334	09-03-2017	09-03-2017	ALC247
001	B5695582	09-03-2017	09-03-2017	ALC207
001	T0204009	09-03-2017	09-03-2017	ALC244
001	B5825315	09-03-2017	09-03-2017	ALC207
001	F5791357	09-03-2017	09-03-2017	ALC227
002	T0204004	09-03-2017	09-03-2017	ALC244
002	U3120332	09-03-2017	09-03-2017	ALC247
002	F5791362	09-03-2017	09-03-2017	ALC227
002	F5791363	09-03-2017	09-03-2017	ALC227
002	H0610156	09-03-2017	09-03-2017	ALC208
002	B5695609	09-03-2017	09-03-2017	ALC207
002	T0204002	09-03-2017	09-03-2017	ALC244
002	F5791361	09-03-2017	09-03-2017	ALC227
002	H7425067	09-03-2017	09-03-2017	ALC281
002	B5695581	09-03-2017	09-03-2017	ALC207

Paraaf :







Mos Milieu B.V.  
A. Steenbergen

## Analysrapport

Blad 6 van 6

Projectnaam Watermonsters Houthavens, Amsterdam  
Projectnummer 1700592  
Rapportnummer 12491099 - 1

Orderdatum 09-03-2017  
Startdatum 09-03-2017  
Rapportagedatum 16-03-2017

Monster	Barcode	Aanlevering	Monstername	Verpakking
002	U3120345	09-03-2017	09-03-2017	ALC247
003	F5790584	09-03-2017	09-03-2017	ALC227
003	F5790585	09-03-2017	09-03-2017	ALC227
003	B5825323	09-03-2017	09-03-2017	ALC207
003	B5825310	09-03-2017	09-03-2017	ALC207
003	H7425077	09-03-2017	09-03-2017	ALC281
003	F5790602	09-03-2017	09-03-2017	ALC227
003	T0204008	09-03-2017	09-03-2017	ALC244
003	B5695598	09-03-2017	09-03-2017	ALC207
003	H0610155	09-03-2017	09-03-2017	ALC208
003	U3120322	09-03-2017	09-03-2017	ALC247
003	U3120340	09-03-2017	09-03-2017	ALC247
004	H0610160	09-03-2017	09-03-2017	ALC208
004	T0204000	09-03-2017	09-03-2017	ALC244
004	U3120317	09-03-2017	09-03-2017	ALC247
004	F5791365	09-03-2017	09-03-2017	ALC227
004	B5825321	09-03-2017	09-03-2017	ALC207
004	H7425076	09-03-2017	09-03-2017	ALC281
004	B5825312	09-03-2017	09-03-2017	ALC207
004	F5790598	09-03-2017	09-03-2017	ALC227
004	B5825316	09-03-2017	09-03-2017	ALC207
004	U3120321	09-03-2017	09-03-2017	ALC247
004	F5791364	09-03-2017	09-03-2017	ALC227
005	U3120326	09-03-2017	09-03-2017	ALC247
005	B5695612	09-03-2017	09-03-2017	ALC207
005	U3120341	09-03-2017	09-03-2017	ALC247
005	B5695610	09-03-2017	09-03-2017	ALC207
005	F5790594	09-03-2017	09-03-2017	ALC227
005	F5790586	09-03-2017	09-03-2017	ALC227
005	H0610151	09-03-2017	09-03-2017	ALC208
005	B5695600	09-03-2017	09-03-2017	ALC207
005	T0204005	09-03-2017	09-03-2017	ALC244
005	H7425073	09-03-2017	09-03-2017	ALC281
005	F5790590	09-03-2017	09-03-2017	ALC227
006	B5825322	09-03-2017	09-03-2017	ALC207
006	T0204011	09-03-2017	09-03-2017	ALC244
006	H7425061	09-03-2017	09-03-2017	ALC281
006	B5695580	09-03-2017	09-03-2017	ALC207
006	F5791366	09-03-2017	09-03-2017	ALC227
006	U3120315	09-03-2017	09-03-2017	ALC247
006	U3120333	09-03-2017	09-03-2017	ALC247
006	F5790587	09-03-2017	09-03-2017	ALC227
006	B5825311	09-03-2017	09-03-2017	ALC207
006	F5791367	09-03-2017	09-03-2017	ALC227
006	H0610157	09-03-2017	09-03-2017	ALC208

Paraaf :



Opdracht : 1603376  
Plaats : Amsterdam  
Project : Houthaven Blok 3D

---

MOS GRONDMECHANICA

## Bijlage C

# Grondwaterstanden Waternet



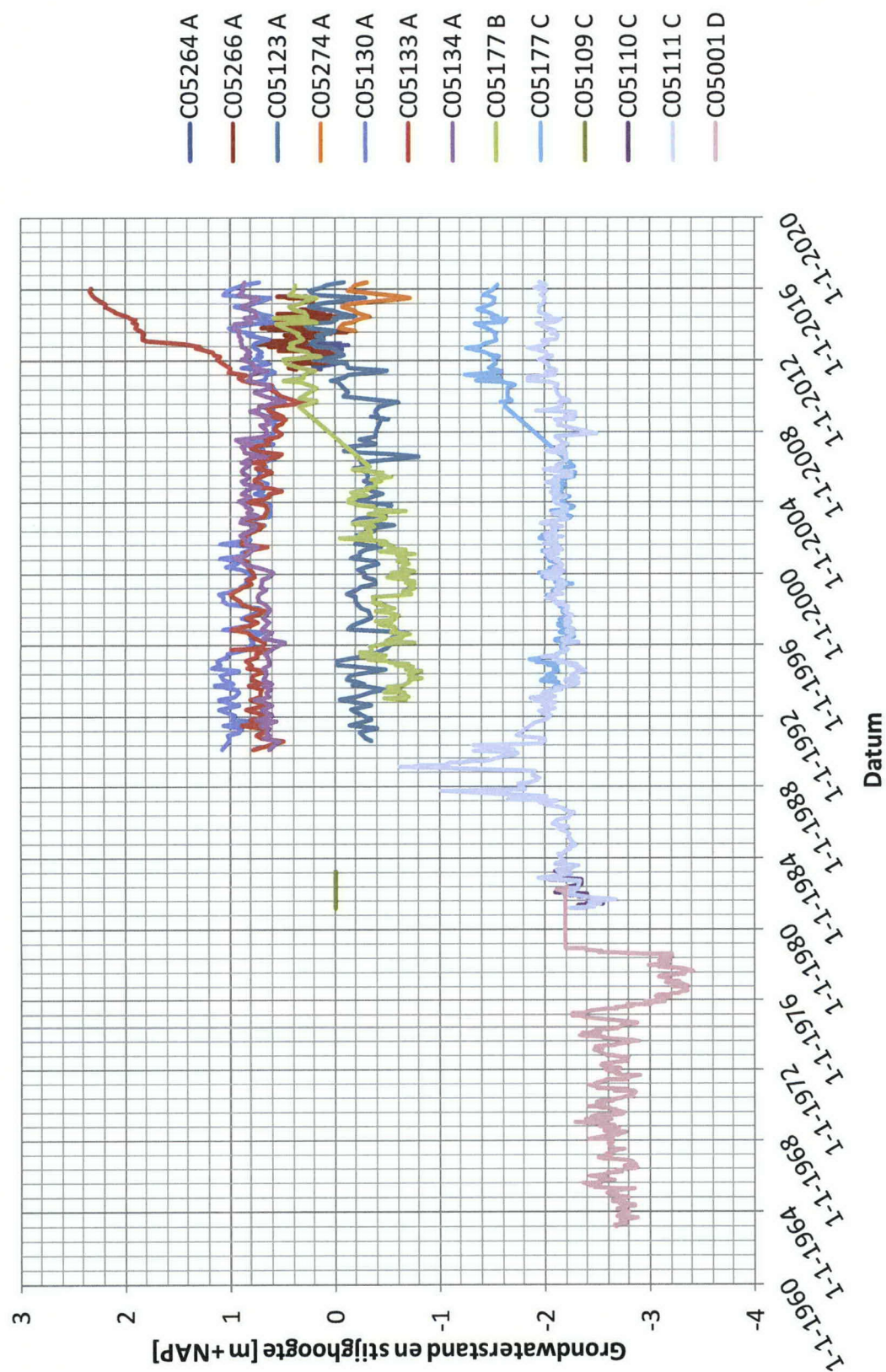


**MOS GRONDMECHANICA**





Opdracht : 1603376  
 Plaats : Amsterdam  
 Project : Houthaven Blok 3D





Opdracht : 1603376  
Plaats : Amsterdam  
Project : Houthaven Blok 3D

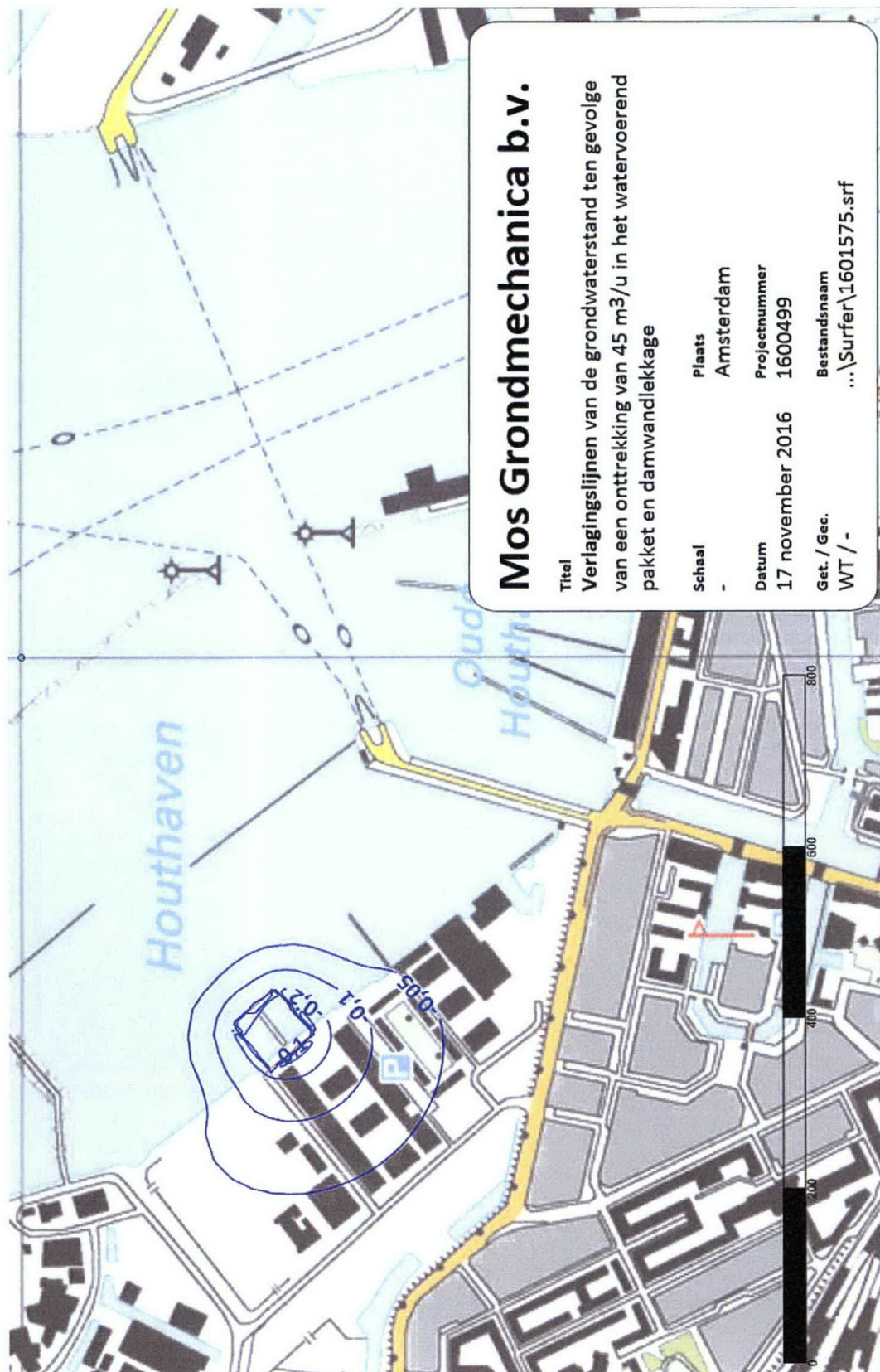
---

## Bijlage D

### Verlagingslijnen

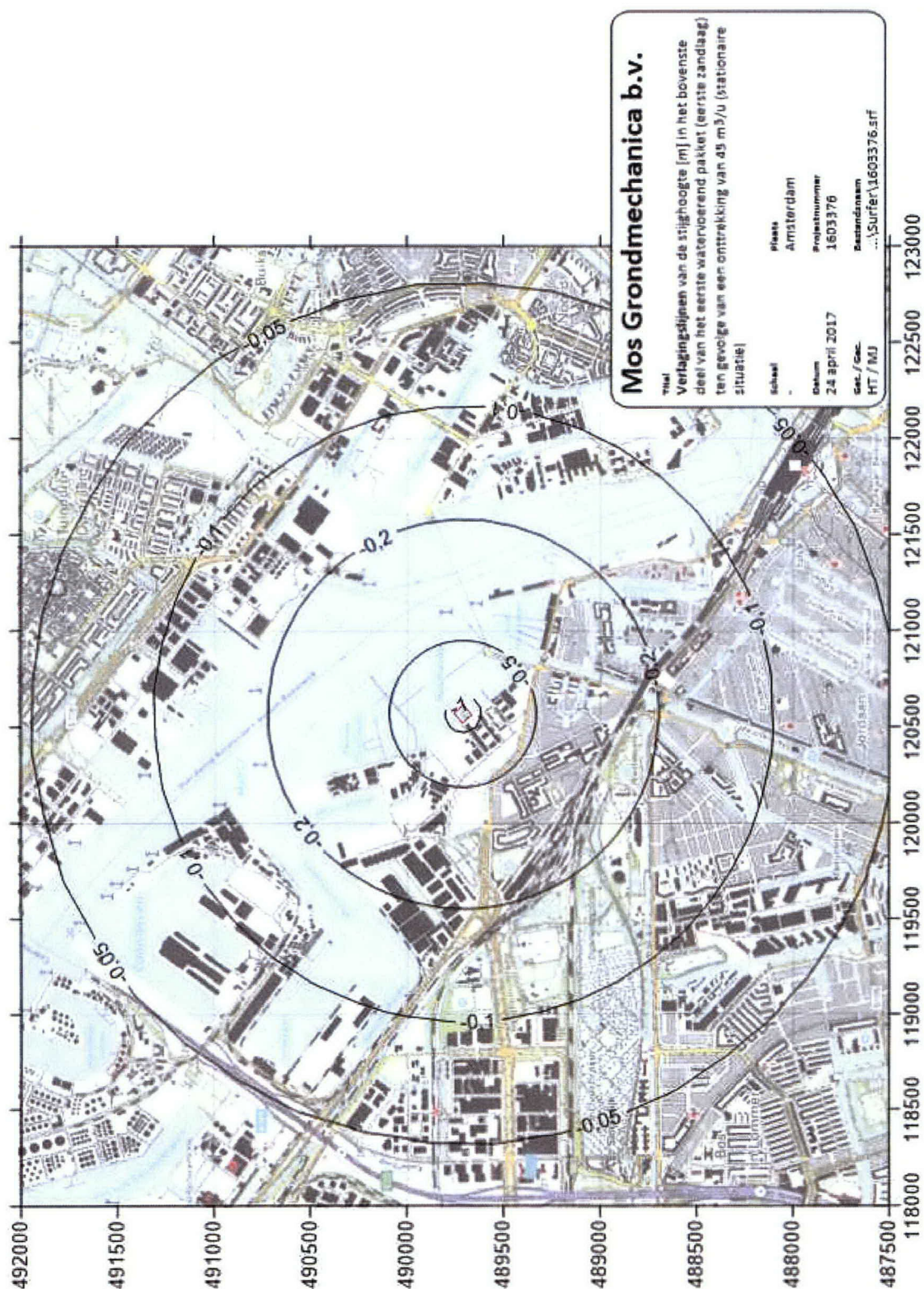


Opdracht : 1603376  
Plaats : Amsterdam  
Project : Houthaven Blok 3D





Opdracht : 1603376  
Plaats : Amsterdam  
Project : Houthaven Blok 3D





Opdracht : 1603376  
Plaats : Amsterdam  
Project : Houthaven Blok 3D

---

MOS GRONDMECHANICA

## Bijlage E

# Zettingsberekeningen

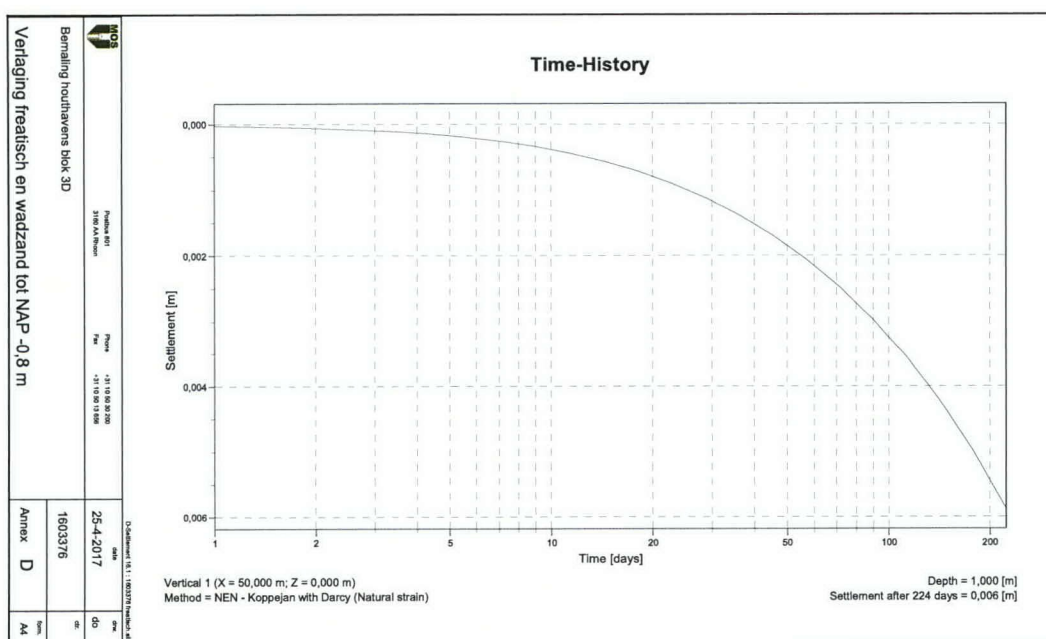
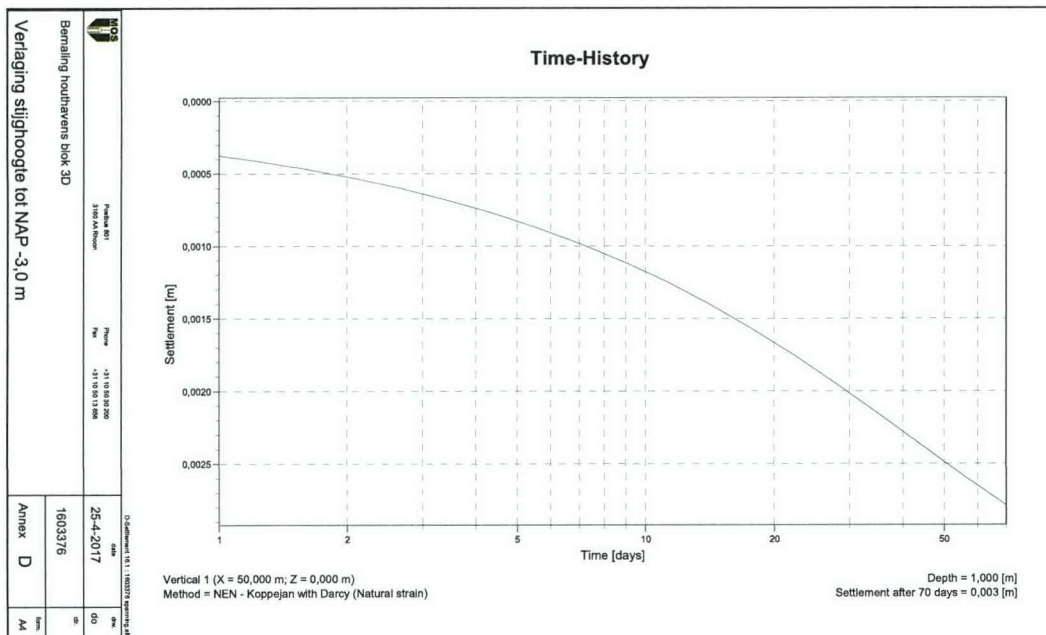








Opdracht : 1603376  
 Plaats : Amsterdam  
 Project : Houthaven Blok 3D



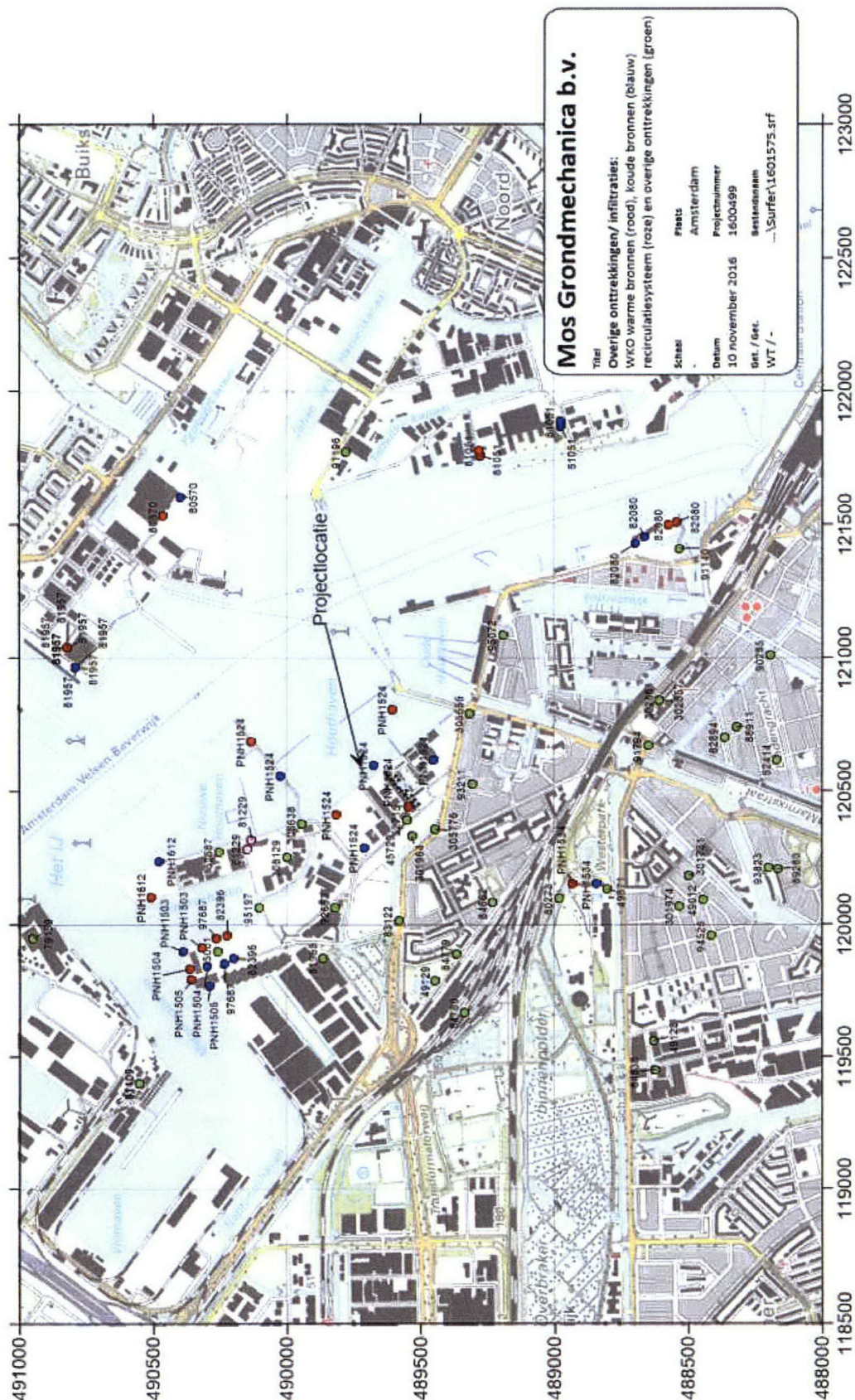


## Bijlage F

### Onttrekkingen/ infiltraties derden



Opdracht : 1603376  
Plaats : Amsterdam  
Project : Houthaven Blok 3D





# MOS GRONDMECHANICA B.V.

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



## VELDWERK

Sonderen op land, water en in beperkte ruimte, electrisch, waterspanning, dissipatie, seismisch, magnetisch, geleidbaarheid, Bolconus, T-bar en slagsonderen

Geotechnisch boren en (on)geroerde monsternamen

Sonisch boren

Peilbuizen en waterspanningsmeters plaatsen

X, Y en Z metingen en Lintvoegmetingen

Plaatdruk-, CBR- en CPM proeven

In situ doorlatenheidspoeven

## LABORATORIUM

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

Samendrukkingsproeven (Oedometer en CRS)

Triaxiaalproeven

DS en DSS-proeven

Doorlatenheidspoeven

Dichtheidsbepaling (Proctor en CBR)

Cementbentoniet onderzoek

## GEOMONITORING

Deformatiemeting (inclino- en extensometing)

(Grond)waterspanningsmeting

Zettingsmonitoring

Trillingsmonitoring (SBR)

Akoestische doormeten van palen (CUR 109)

Online meetgegevens via portal

Tankmonitoring (conform EEMUA 159)

## MILIEU (MOS MILIEU B.V.)

Verkennd-, nader- en saneringsonderzoek

Partijkeuringen besluit bodemkwaliteit (Bbk)

Saneringsbegeleiding. Waterbodemonderzoek.

Vergunning aanvragen.

2nd Opinion / Contra-Expertise Bodemonderzoeken.

## GEOTECHNISCH ADVIES

Paalfundering

Fundering op staal

Grondkerende constructies

Bouwputontwerp

Omgevingsbeïnvloeding (Plaxis)

Zettingsanalyse (bouwrijp maken, opslagtanks)

Taludstabiliteit

Tankbouwadvies

Trillingsprognose

Schade expertise

Review en 2nd Opinion

## GEOHYDROLOGISCH ADVIES

Bemalingen (incl. retourbemalingen)

Vergunningsaanvragen

Pompproeven

Warmte Koude Opslag

Omgekeerde Osmose.

Barrierewerking

Drainage

Infiltratie hemelwater

## BEMALINGEN (MOS GRONDWATERTECHNIEK)

Bronbemaling

Ondergrondse energie-opslag

Pomp- en leidingsystemen

Brandputten

## OVERIG

Funderingsonderzoek (F30), Heitoezicht,

Uitvoeringsbegeleiding

Meer weten?

Vragen?

Offerte aanvragen?

Bezoek onze website [www.mosgeo.com](http://www.mosgeo.com)

Mail ons op [info@mosgeo.com](mailto:info@mosgeo.com)

Mail ons op [offerte@mosgeo.com](mailto:offerte@mosgeo.com)

Mos Grondmechanica opereert structureel vanuit 5 vestigingen in Nederland en in Suriname. Via het zusterbedrijf Mosgeo b.v. worden wereldwijd projecten uitgevoerd, daar waar onze specifieke kennis en ervaring wordt gevraagd. In Liberia heeft Mosgeo b.v. een dochtermaatschappij: Mosgeo Liberia Inc.

## MOS GRONDMECHANICA B.V.

Correspondentieadres : Postbus 801, 3160 AA Rhon

Hoofdkantoor Rhon

Vestiging Helmond

Vestiging Almelo

Vestiging Amsterdam

Mosgeo B.V.

Vestiging Suriname

Kleidijk 35

Vossenbeemd 90B

Het Wendelgoor 13

Pleimuiden 8B

Kleidijk 35

Ds Martin Luther Kingweg 150

Centraal telefoonnummer :

3161 EK

5705 CL

7604 PJ

1046 AG

3161 EK

District Wanica

Rhon

Helmond

Almelo

Amsterdam

Rhon

Suriname

+31(0)88-5130200

Tel. +597-488188

