

Betreft : Voorlopig funderingsadvies voor de nieuwbouw
van woontoren Baantoren

- Fundering in de diepe zandlaag -

te

ROTTERDAM

Opdrachtgever : Baan-aan B.V.
Jongkindstraat 18
3015 CG ROTTERDAM
NL

Behandeld door : ir. [REDACTED] (088-5130241)

Kenmerk : R2001370-02

Datum : 13 oktober 2020

MOS GRONDMECHANICA B.V.

Correspondentieadres:	Albert Plesmanweg 47, 3088 GB	Rotterdam	Telefoonnummer: +31(0)88-5130200
Hoofdkantoor Rotterdam	Albert Plesmanweg 47	3088 GB	Rotterdam
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

Inhoudsopgave

	Pagina
1. INLEIDING	3
2. PROJECTBESCHRIJVING	5
3. GEOTECHNISCHE GEGEVENS.....	8
3.1 Uitgevoerd grondonderzoek, 1 ^e fase door derden.....	8
3.2 Uitgevoerd grondonderzoek, 2 ^e fase door derden.....	9
3.3 Geotechnisch profiel.....	9
3.4 Uit te voeren grondonderzoek hoogbouw	12
4. FUNDERINGSADVIES	13
4.1 Keuze funderingstype	13
4.2 Geotechnische uitgangspunten en uitvoeringsrandvoorwaarden	13
4.3 Resultaat paaldrukweerstand.....	15
4.4 Uitwerking op mogelijk paalpuntniveau.....	15
4.5 Paalkopzakkingen en -rijzingen en axiale paalveerstijfheden	17
4.5.1 Algemeen	17
4.5.2 Paalkopzakkingen (s_1) in de bruikbaarheidsgrenstoestand	17
4.5.3 Axiale paalveerstijfheid voor langdurig aanwezige belastingen.....	17
4.5.4 Axiale paalveerstijfheid voor kort durende belastingen (wind)	18
4.5.5 Zetting diepere grondlagen (s_2)	19
4.6 Uitvoering	25
 Bijlage A Voorbeeldberekeningen	
Bijlage B Range netto paaldrukweerstand diepe zandlaag (uitvoer Mos Palenprogramma)	
Bijlage C Overzicht bruto paaldrukweerstand en variatie diepe zandlaag (uitvoer Mos Palenprogramma)	
Bijlage D Algemene uitvoeringsrichtlijnen verdringingsschroefpalen	
Bijlage E Beschikbaar grondonderzoek	

1. INLEIDING

In opdracht van Baan-aan B.V. is door Mos Grondmechanica B.V. een voorlopig funderingsadvies opgesteld voor de nieuwbouw van woontoren Baantoren te Rotterdam.

Voor de nieuwbouw van woontoren Baantoren heeft Mos Grondmechanica tot heden de volgende rapportages uitgebracht:

- Rapport R2001370-01 d.d. 18 juni 2020 - Voorlopig funderingsadvies uitgaande van een fundering in de Pleistocene zandlaag.
- Notitie N2001370-01 d.d. 20 juli 2020 - Eerste beschouwing van de paal draagvermogens in de diepe zandlaag.

Op 18 juni 2020 heeft Mos Grondmechanica onder kenmerk R2001370-01 een voorlopig funderingsadvies voor de Baantoren uitgebracht, uitgaande van een fundering in de Pleistocene zandlaag. Dit was bedoeld als haalbaarheidsstudie om te bezien in hoeverre de krachtsafdracht vanuit de woontoren in het Pleistoceen kan plaatsvinden en wat de bijbehorende invloed is van de fundering op de belendingen. De haalbaarheidsstudie is gebaseerd op door derden in 2 fasen (2016 en 2018) uitgevoerd grondonderzoek dat met de huidige bouwplannen waarin de projectie van het grondvlak is aangepast / uitgebreid, nog onvoldoende dekkend was voor het projectoppervlak (17 sonderingen). Daarnaast bevond het ontwerpstadium dat met de constructeur werd doorlopen, namelijk Van Rossum, vestiging Rotterdam, zich in de haalbaarheidsfase.

In de Pleistocene zandlaag bleek de vereiste paal drukweerstand ruim onvoldoende op basis van de tot heden beschikbare sonderingen. Enerzijds kon op basis van de variatie van de conusweerstand in de Pleistocene zandlaag geen middeling van de gevonden waarden voor de paal drukweerstand worden toegepast (variatiecoëfficiënt > 12 % voor 17 sonderingen). Anderzijds diende gebruik te worden gemaakt van de nieuwe, volgens NEN9997-1:2017 geldende (lagere) paalpuntfactoren. Vanwege de tekortkomende paal drukweerstand zijn naar andere opties gekeken om de gewenste paal drukweerstand mogelijk te maken. In overleg met een paalleverancier heeft Mos Grondmechanica voorgesteld om een proefbelasting uit te voeren. Echter is tevens door Mos Grondmechanica berekend dat, uitgaande van hogere paalpuntfactoren conform de vervallen norm NEN9997-1:2012, de paal drukweerstand nog circa 12% tekortschiet om de paal drukbelasting op te nemen. De opdrachtgever heeft besloten om van een proefbelasting af te zien en een paalfundering in de diepe zandlaag, onder de samendrukbare lagen van de formatie van Waalre, als oplossing te laten uitwerken.

Het voorliggende rapport bevat het op de resultaten van het in het verleden uitgevoerde grondonderzoek gebaseerde voorlopige funderingsadvies voor de bovengenoemde nieuwbouw, uitgaande van een fundering op Tubex groutinjectiepalen, $\varnothing 720 \times 8,0 / 940$ mm, met een paalpuntniveau in de diepe zandlaag, inclusief een op dit ontwerp aangepaste zettingsprognose voor (s_2) de samendrukking van de aanwezige samendrukbare lagen in de formatie van Waalre. Het voorliggende advies heeft een voorlopig karakter. Tot heden zijn 6 sonderingen tot voldoende diepte uitgevoerd om de paal drukweerstand te kunnen berekenen. Met de huidige bouwplannen waarin de projectie van het grondvlak is aangepast / uitgebreid, is het sondeerstramien nog onvoldoende dekkend voor het projectoppervlak. De sonderingen zijn vermoedelijk tot 70 m diepte uitgevoerd om de zettingen van een paalfundering in de Pleistocene zandlaag te kunnen berekenen. Voor een fundering in de diepe zandlaag zijn diepere sonderingen noodzakelijk. Mos Grondmechanica heeft

diepe sonderingen aangeboden en de geotechnisch adviseur heeft een sondeerplan opgesteld. Op dit moment is door Mos Grondmechanica nog geen grondonderzoek uitgevoerd. De zettingen in het voorliggend rapport zijn voor wat betreft de diepe grondlagen onder de paalpunt mede gebaseerd op het grondonderzoek met diepe sonderingen dat ter plaatse van de Cooltower is uitgevoerd.

Als constructeur is Van Rossum Raadgevende ingenieurs, vestiging Rotterdam, betrokken bij dit project.

2. PROJECTBESCHRIJVING

Het project betreft de nieuwbouw van woontoren Baantoren in het centrum van Rotterdam, ingesloten op de kopse kant van bebouwing tussen de Baan, de Blekerstraat en de Hoornbrekersstraat.

Ten behoeve van dit project zijn de volgende documenten beschikbaar gesteld:

- Geomet rapport met kenmerk AA15315-3, d.d. 8 oktober 2018 'Rapport betreffende fundering hoogbouwtoren aan de Blekerstraat en Baan te Rotterdam'; bevat naast het op het voormalig ontwerp gebaseerd funderingsadvies eveneens de resultaten van het in de eerste fase in mei 2016 door Geomet uitgevoerd grondonderzoek waarvan de 70 m diepe sonderingen 01 t/m 04 deel uitmaken.
- Geomet rapport met kenmerk AA15315-4, d.d. 8 oktober 2018 'Rapport betreffende bouwput en bemaling hoogbouwtoren aan de Blekerstraat en Baan te Rotterdam'; bevat naast het op het voormalig ontwerp gebaseerd bouwputadvies eveneens de(zelfde) resultaten van het in de eerste fase in mei 2016 door Geomet uitgevoerd grondonderzoek waarvan de 70 m diepe sonderingen 01 t/m 04 deel uitmaken.
- Digitale sondeerbestanden in GEF-formaat van de sonderingen 01 t/m 04 (uitgevoerd door Geomet in mei 2016) en 05 t/m 16 (uitgevoerd door Geosonda in november 2018, na het uitbrengen van de voornoemde rapporten / adviezen door Geomet), alsmede een situatietekening van Geosonda.
- Geomet notitie met kenmerk AA15315-mm18, d.d. 26 april 2019 'Nieuwbouw hoogbouwtoren aan de Blekerstraat en Baan te Rotterdam'; betreft een aanvulling op het funderingsrapport AA15315-3a d.d. 26 oktober 2018 waarin een nadere beschouwing van de zettingen in de laag van Kedichem worden behandeld in verband met de aanwezigheid van te handhaven oude palen onder de gevellijn en een daarmee gepaard gaande vergroting van het funderingsoppervlak onder de hoogbouw.
- Crux Engineering B.V. document met kenmerk NT18463a1, d.d. 5 maart 2019; betreft een review op een eerder geotechnisch ontwerp van Geomet in opdracht van REDC; hierbij zijn de geotechnische ontwerprapporten van Geomet (kenmerk AA15315) beoordeeld en het palenplan van IMd (kenmerk 4136).
- Powerhouse (architect) presentatie d.d. 28 april 2020 '200428 The BaanTower, Kickoff' met daarin de onderdelen 1) Project aanpassing, 2) Programma en 3) Plint ontwerp; dit document bevat tevens een blad met de indicatie van kabels en leidingen.
- Van Rossum Raadgevende ingenieurs tekening d.d. 6 mei 2020 'BaanTower_Situatie+sonderingen', betreffende de projectie van de hoogbouw (in blauw) en de laagbouw (in oranje) in de situatietekening van het grondonderzoek van Geosonda, op aanvraag van Mos Grondmechanica.
- Van Rossum Raadgevende ingenieurs document d.d. 29 mei 2020 'Quasi-blijvende representatieve belasting-combinatie', betreffende een opgaaf van de belastingen voor de zettingsberekening op aanvraag van Mos Grondmechanica.

- Van Rossum Raadgevende ingenieurs plattegrond d.d. 27 mei 2020 'Principe fundering Baantoren', betreffende een contour en een doorsnede van de plaatpoer van de toren (deel hoogbouw), bestaande uit een diep deel en een extra verdiept deel (onder de Hoornbrekerstraat), alsmede de opgave van de rondom te toren geplande ontgravingen voor de laagbouw namelijk de plint aan de Cooltowerzijde en de parkeergarage aan de overzijde van de Hoornbrekerstraat.
- Van Rossum Raadgevende ingenieurs tekening 10353 BAP1001 Rev. A d.d. 18 september 2020 'The BaanTower Rotterdam; Palenplan', betreffende het voorlopige palenplan van de toren met 216 palen (deel hoogbouw), waarin ingetekend de langdurige karakteristieke oppervlaktebelastingen.
- Figuur met de belendingen, opgesteld door Van Rossum Raadgevende ingenieurs en toegezonden op 5 oktober 2020; per belending is de langdurige karakteristieke oppervlaktebelasting vermeld.

Uit deze documenten en aanvullende informatie van de constructeur zijn de volgende projectgegevens afgeleid:

- Peil moet relatief t.o.v. NAP nog worden vastgesteld; uit de sondeerlocaties van reeds uitgevoerd grondonderzoek blijkt een gemiddeld maaiveldniveau van NAP +1,09 m; bij de belendende Cooltower bedroeg het peil NAP +0,75 m echter het maaiveldniveau lag enkele decimeters lager;
- De hoogbouw wordt ca. 150 m hoog en overkluist de Hoornbrekerstraat. De afmetingen van de funderingsplaat onder de woontoren (deels onder de Hoornbrekerstraat) zijn circa 32 m × 32 m;
- De toren zal voor wat betreft laagbouw voorzien worden van een plint die richting de Cooltower uitkraagt en van een parkeervoorziening aan de overzijde van de Hoornbrekerstraat;
- Via constructieve wanden wordt de torenbelasting naar een groter oppervlak gespreid;
- Voor de fundering gaat de voorkeur uit naar Tubex groutinjectiepalen, $\varnothing 720 \times 8,0 / 940$ mm. De buisdiameter $\varnothing_{\text{buis}} = 720$ mm, de wanddikte $t = 8,0$ mm en de puntdiameter $\varnothing_{\text{buis}} = 940$ mm;
- De rekenwaarde van de maximale paal drukbelasting bedraagt 7.000 kN;
- De palen zullen niet op trek worden belast;
- De fundering van de nieuwbouw mag worden aangemerkt als stijf bouwwerk;
- De rekenwaarde van de maximale horizontale paalkopbelasting en de karakteristieke waarde van de maximale horizontale paalkopbelasting zijn nog niet bekend; deze worden in een later stadium beschouwd;
- De onderkant van de poer van de torenconstructie komt grotendeels op een niveau van 2,5 m onder het maaiveld, maar onder de Hoornbrekerstraat dieper op een niveau van 5,0 m onder het maaiveld. Vooralsnog is op basis van deze dieptes uitgegaan van ontgravingsniveaus van NAP -1,5 m respectievelijk NAP -4,0 m.
- Voor de woontoren is aangegeven dat deze vanuit de constructie de ondergrond ter hoogte van onderkant poer belast met een quasi-blijvende karakteristieke belasting van 639.000 kN. Het funderingsoppervlak van de hoogbouw beslaat volgens opgave ca. 1.066 m²; hieruit is afgeleid

dat $p_k = 599 \text{ kN/m}^2$; voornoemde opgave is exclusief de eventuele opwaartse waterdruk en de te ontgraven grond.

De fundering is op basis van bovenstaande projectgegevens ingedeeld in geotechnische categorie 2.

3. GEOTECHNISCHE GEGEVENS

3.1 Uitgevoerd grondonderzoek, 1^e fase door derden

Op 19 en 20 mei 2016 zijn door Geomet de sonderingen 01 tot en met 04 uitgevoerd op de toenmalig geplande hoeken van de hoogbouw tot een diepte van maaiveld -70 m (maximaal NAP -69,5 m). De sonderingen zijn uitgevoerd als spoelsondering met injectie van bentoniet achter de sondeerconus. De sonderingen zijn volgens opgaaf uitgevoerd met een elektrische conus met hellingmeter conform NEN-EN-ISO 22476-1. Met de elektrische conus vindt een directe en continue meting plaats van zowel de weerstand aan de conuspunt als van de wrijving langs de kleefmantel. Naast de conusweerstand (q_c) en de plaatselijke wrijving (f_s) is de helling (i) gemeten.

De sondeergrafieken zijn opgenomen onder bijlage E. De sondeergrafieken zijn afgedrukt in onze bedrijfseigen lay-out omdat een aantal sonderingen (uit fase 2) slechts digitaal beschikbaar is en tevens omdat Mos Grondmechanica nog een aantal sonderingen zal uitvoeren, op deze wijze wordt een vergelijking van de grafieken vereenvoudigd.

In verband met de mogelijke aanwezigheid van kabels en leidingen zijn de sondeerlocaties voorgeboord tot maaiveld -2,0 m à maaiveld -2,2 m. In het veld is de vrijgekomen grondslag visueel geclassificeerd en tot boorprofiel verwerkt. De boorstaten zijn opgenomen onder bijlage E. Wegens het voorboren moet de in de digitale bestanden en de op basis hiervan in de sondeergrafieken gepresenteerde meetdata als niet representatief voor de aanwezige grondslag worden beschouwd.

Voor een identificatie van de toplaag en verkenning van de freatische grondwaterstand zijn 2 boringen uitgevoerd tot maaiveld -3,0 m. De vrijgekomen grondslag is visueel geclassificeerd, en tot boorprofiel verwerkt. De boorstaten zijn opgenomen onder bijlage E.

Tijdens het boren is grondwater aangetroffen vanaf NAP -0,7 m à NAP -1,2 m. Dit is een momentopname en bedoeld als oriënterend gegeven.

De boringen zijn afgewerkt tot ondiepe peilbuis. Van daarna verrichte peilronden is het resultaat weergegeven in tabel 3-1, die is overgenomen uit Geomet rapport met kenmerk AA15315-3, d.d. 8 oktober 2018.

Tabel 3-1 Registraties freatische grondwaterstand door derden in 2016

Overzicht waarnemingen peilfilters		
	peilbuis nummer	
	PB01	PB02
Datum installatie	19-05-2016	19-05-2016
Maaiveldniveau	1,05 m+ NAP	1,09 m+ NAP
Bovenkant peilbuis	0,97 m+ NAP	1,06 m+ NAP
Onderkant filter	1,95 m- NAP	1,90 m- NAP
Datum waarneming	Grondwaterstand	
19-05-2016 (dag van plaatsing)	1,13 m- NAP	1,14 m- NAP
24-05-2016	0,79 m- NAP	0,85 m- NAP
20-12-2016	0,94 m- NAP	0,93 m- NAP
31-01-2017	0,85 m- NAP	0,84 m- NAP
10-03-2017	0,73 m- NAP	0,73 m- NAP

Mos Grondmechanica staat niet in voor de juistheid en volledigheid van gegevens van derden.

3.2 Uitgevoerd grondonderzoek, 2^e fase door derden

In de periode van 25 oktober 2018 t/ 13 november 2016 zijn door Geosonda de sonderingen 06, 06A en 07 tot en met 16 uitgevoerd. De sonderingen 05 en 06A zijn uitgevoerd tot een diepte van maaiveld -70 m (maximaal NAP -70,6 m). Sondering 06 reikt tot 35 m diep en is om die reden vermoedelijk overgemaakt als 06A. De overige sonderingen zijn uitgevoerd tot een diepte van maaiveld -40 m. Naast de conusweerstand (q_c) en de plaatselijke wrijving (f_s) is de helling (i) gemeten.

Bij het sonderen is de geregistreerd vanaf welke diepte grondwater in het sondeergat is aangetroffen. Dit niveau varieert tussen NAP -0,9 m en NAP -1,3 m. Dit is een indicatie en een momentopname.

De sondeergrafieken zijn opgenomen onder bijlage E.

3.3 Geotechnisch profiel

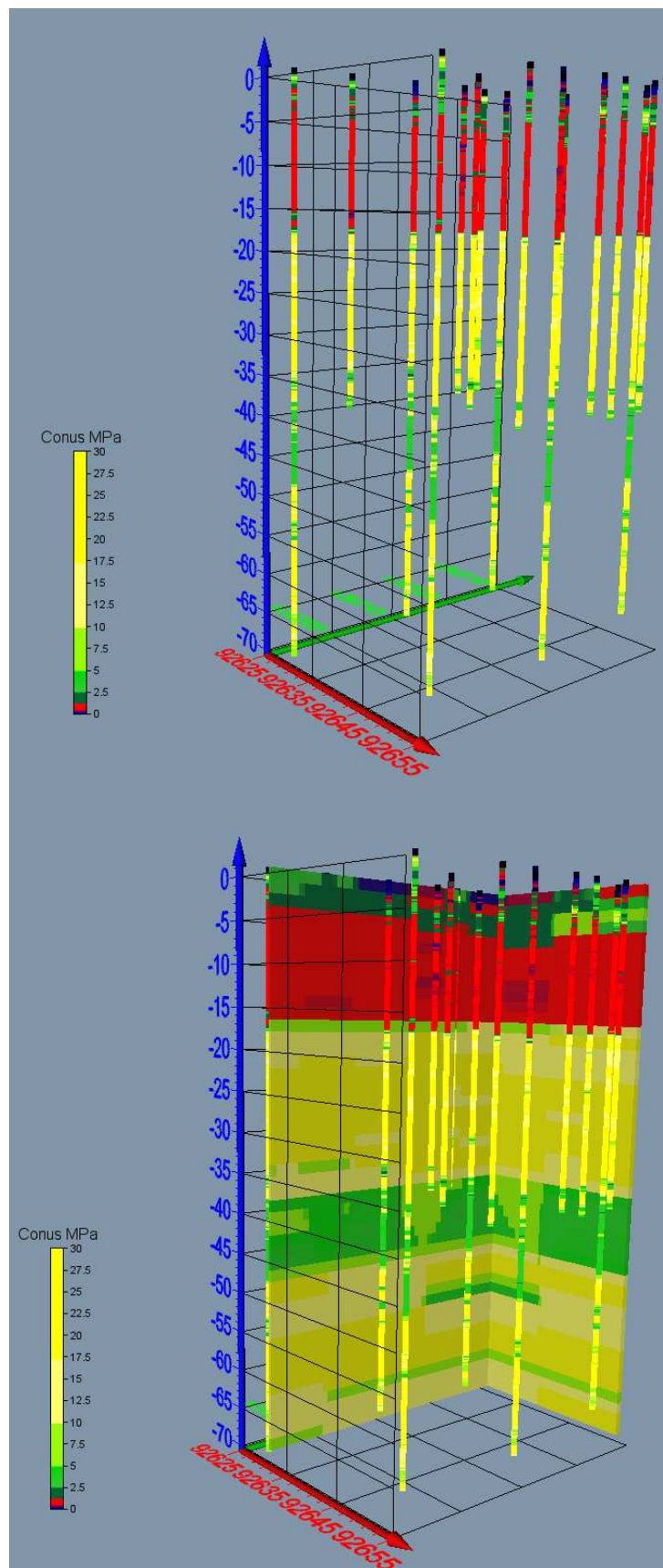
Het maaiveldniveau op de sondeerlocaties varieert van NAP +0,92 m tot NAP +1,26 m. Uit de sondeerlocaties van reeds uitgevoerd grondonderzoek blijkt een gemiddeld maaiveldniveau van ca. NAP +1,1 m.

Aan de hand van het uitgevoerde grondonderzoek is het volgende geotechnische profiel opgesteld:

- Vanaf maaiveld tot NAP +0,0 m à NAP -0,5 m (maaiveld -1,5 m) zijn bij de in de tweede fase uitgevoerde sonderingen conusweerstand gemeten; hier is een matig tot redelijk gepakte topzandlaag aanwezig met conusweerstand van 7 tot 12 à 15 MPa. De in de eerste fase uitgevoerde sonderingen zijn voorgeboord. De in de tweede fase uitgevoerde sonderingen 12 t/m 16 zijn vermoedelijk ook voorgeboord omdat hier een geroerde grondslag zichtbaar is met zeer lage (niet representatieve) conusweerstand onder de betreffende straat / trottoirs.
- Vanaf NAP +0,0 m à NAP -0,5 m tot NAP -3,3 m à NAP -5,3 m is een sterk antropogeen pakket aangetroffen waarin zand- en kleilagen elkaar afwisselen en door de antropogene beïnvloeding de horizontale gelaagdheid zoals die in historische afzettingen aanwezig is, grotendeels ontbreekt. De in dit pakket gemeten conusweerstand variëren van circa 0,3 MPa tot 0,5 MPa in klei, terwijl in het zand de conusweerstand tot 3 à 5 MPa met uitschieters tot plaatselijk meer dan 10 MPa.
- Vanaf NAP -3,3 m à NAP -5,3 m tot NAP -16,6 m à NAP -17,9 m is een Holocene pakket aanwezig. Dit Holocene pakket bestaat uit een weinig weerstand biedend, relatief gemakkelijk samendrukbaar cohesief pakket dat hoofdzakelijk bestaat uit klei, humeuze klei en veenlagen. Gelet op de conusweerstand en het wrijvingsgetal is klei en humeuze klei aanwezig tot een diepte van NAP -6,0 m à NAP -6,8 m, hieronder is veen aanwezig tot NAP -8,5 m à NAP -9,1 m, daaronder is klei aanwezig; het Holocene pakket wordt onderin afgesloten door een 1,0 m à 2,0 m dikke laag humeuze klei en veen waarvan vermoedelijk het de onderste deel 0,5 à 1,0 m basisveen betreft. De in dit cohesieve pakket gemeten conusweerstand variëren van circa 0,3 MPa tot 2,0 MPa en bedragen, variabel met de locatie, gemiddeld 0,7 à 1,0 MPa.
- Vanaf NAP -16,6 m à NAP -17,9 m tot NAP -37,8 m à NAP -37,3 m is de Pleistocene zandlaag aangetroffen waarin conusweerstand zijn gemeten van 10 MPa tot 30 MPa en hoger.

Terugvallen in conusweerstand tot circa 7 à 10 MPa duiden op de aanwezigheid van lenzen van sterk siltig zand, terwijl terugvallen in conusweerstand tot circa 2 à 4 MPa tussen NAP -34,8 m en NAP -36,5 m duiden op de aanwezigheid van enkele lenzen van klei en zandige klei; ter plaatse van de sonderingen 01 en 09 is deze kleilaag op een afwijkend niveau aangetroffen, namelijk tussen NAP -31,7 m en NAP -33 m, echter minder geprononceerd en in meer rudimentaire vorm.

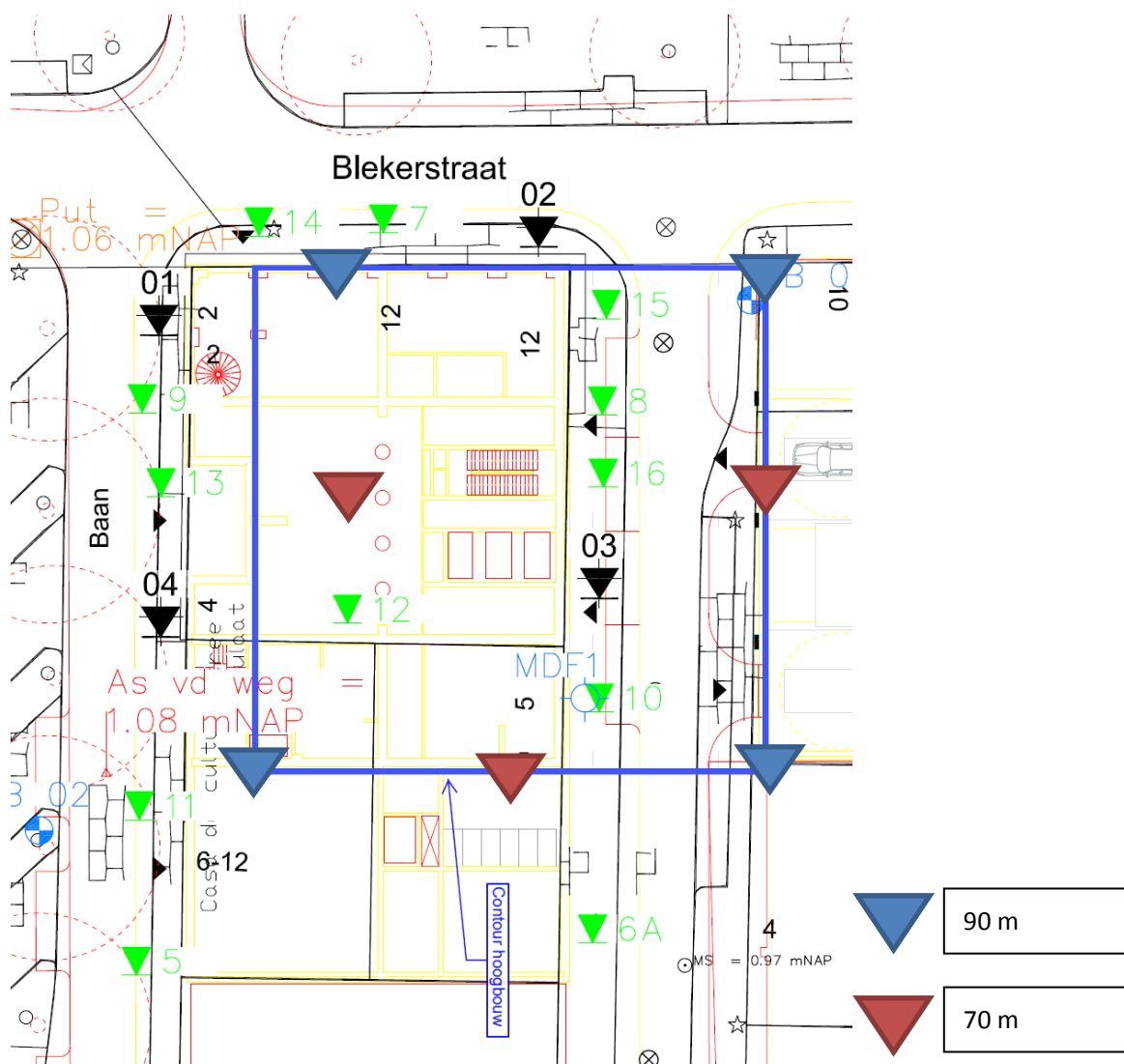
- Vanaf NAP -37,8 m à NAP -37,3 m tot aan de maximaal verkende diepte van NAP -70,6 m is de formatie van Waalre aanwezig. Deze overgeconsolideerde formatie bestaat tot een diepte van NAP -47,3 m tot NAP -48,7 m hoofdzakelijk uit fijn zand en klei en bevat soms, zoals op deze locatie, ook veenlagen. In dit pakket zijn tot deze diepte van NAP -47,3 m tot NAP -48,7 m conusweerstand gemeten van globaal 3 MPa tot 4 MPa in de klei, 4 MPa tot 9 tot 12 MPa in het veen en 10 MPa en hoger in het zand. Onder voornoemd niveau van NAP -47,3 m tot NAP -48,7 m bestaat het verkende diepe gedeelte van deze formatie in hoofdzaak uit zand dan wel fijn zandig materiaal waarin conusweerstand zijn gemeten van 10 MPa tot 30 MPa en hoger. Kleilagen of kleiige lagen zijn het meest manifest aanwezig tussen NAP -51,0 à -53,0 m en NAP -54,5 à -56,5 m (3 tot 4 MPa) en tussen NAP -64,0 m en NAP -69,0 m (5 tot 8 MPa).



Figuur 3-1: 3-Dimensionale weergave van het grondprofiel, per sondeerpunt (boven) en met op de randen van het onderzoeksgebied geprojecteerde interpolatie (onder)

3.4 Uit te voeren grondonderzoek hoogbouw

Een overzicht van de reeds uitgevoerde sonderingen alsmede een voorlopige projectie van de nog uit te voeren sonderingen in een ideale vorm – sondeerplan niet rekening houdend met kabels en leidingen en ander objecten – is weergegeven in figuur 3-2. Mos Grondmechanica heeft tevens een machinale boring tot 57 m diepte aangeboden met laboratoriumonderzoek met als doel om de geotechnische en geohydrologische ontwerpaspecten nader in kaart te brengen en te optimaliseren; het betreft daarbij zowel de fundering – betreffende de zettingen – als de bouwkuip voor de funderingspoer, beide met de bijbehorende omgevingsinvloed.



Figuur 3-2: Voorlopig sondeerplan

De analyses in dit adviesrapport worden voornamelijk gebaseerd op de 6 sonderingen die tot voldoende diepte zijn uitgevoerd om de paal drukweerstand te berekenen, waarbij voor de zetting vanuit de diepere (onder het verkende niveau gelegen) lagen tevens gebruik is gemaakt van het eerder voor de Cooltower uitgevoerd grondonderzoek. Deze 6 sonderingen met de nummers 1, 2, 3, 4, 5 en 6A zijn aangegeven in figuur 1 waarin eveneens de hoogbouw blauw omlijnd is weergegeven.

4. FUNDERINGSADVIES

4.1 Keuze funderingstype

Gelet op de projectgegevens en de opbouw en samenstelling van de ondergrond, kunnen wij vanuit geotechnisch oogpunt instemmen met de keuze voor een fundering op trillingsvrij en grondverdringend in de grond geschroefde Tubex groutinjectiepalen.

Dit paaltype is in het verleden meerdere malen succesvol toegepast onder hoogbouw in Rotterdam.

De berekeningen van de rekenwaarden van de maximale verticale paaldrukweerstand zijn uitgevoerd voor Tubex groutinjectiepalen en zijn gebaseerd op de geotechnische norm NEN 9997-1:2017 "Geotechnisch ontwerp van constructies". In verband met de benodigde grote paaldrukweerstand is slechts de grootste Tubex groutinjectiepaal, $\varnothing$ 720/940 mm, uitgewerkt.

4.2 Geotechnische uitgangspunten en uitvoeringsrandvoorwaarden

In de toekomst kunnen zettingen optreden in de samendrukbare lagen van de ondergrond. Deze zettingen leiden tot negatieve kleeft langs de verdiept aangelegde bouwdelen en de funderingspalen.

Voor de berekening van de negatieve kleeft is de grondwaterstand aangenomen op een niveau van NAP -1,5 m. De negatieve kleeft langs de paalschachten is vanaf onderkant poer tot NAP -16,6 m à NAP -17,9 m in rekening gebracht.

Voor de verdiepte poer van de toren dient vanaf maaiveld tot NAP -2,5 m dan wel NAP -4,0 m (onderkant van de funderingspoer van de toren voor het niet-verdiepte respectievelijk het verdiepte deel) negatieve kleeft in rekening te worden gebracht. De constructeur dient deze negatieve kleeft langs de gehele buitenomtrek van de poer in rekening te brengen als een uitwendige belasting.

De grootte van de representatieve waarde van de negatieve kleeft langs de poerconstructie is berekend, uitgaande van een toekomstig maaiveldniveau gelijk aan Peil = NAP +1,1 m en een voor de bepaling van de rekenwaarde van de negatieve kleeftbelasting aan te houden belastingfactor $\gamma_{f,nk} = 1,0$, en bedraagt voor de buitenzijde van de toren: $F_{nk;k} = F_{nk;d} = 52 \text{ kN/m}$ wandomtrek. Een berekeningsvoorbeeld is opgenomen onder bijlage A.

Bij het berekenen van de schachtwrijving en de puntweerstand waarden is rekening gehouden met een reductie van de vooraf gemeten conusweerstand conform art. 7.6.2.3(k) van NEN 9997-1:2017 (de wortelmethode) voor een ontgraving tot NAP -4,0 m met afmetingen van 35 m $\times$ 35 m.

In verband met de grote lengte van de palen onder de toren zullen Tubex-groutinjectiepalen in 2 delen worden aangebracht. Uitgangspunt is dat de palen vanaf een tijdelijk werkniveau rond NAP -1 m zullen worden geïnstalleerd in 2 (praktisch) even lange buissegmenten. Tijdens het inbrengen van het eerste segment zal vanaf de bovenkant van de Pleistocene zandlaag bentonietvloeistof wordt geïnjecteerd en tijdens het inbrengen van het laatste segment zal grout wordt geïnjecteerd, waarbij de eerder toegepaste bentoniet door het zwaardere grout wordt verdrongen. Uitgangspunt is dat de injectie tijdens paalinstallatie zodanig is dat vanaf de bovenzijde van de Pleistocene zandlaag (op NAP -16,6 m à NAP -17,9 m) tot aan het geadviseerde paalpuntniveau een paalschachtdiameter wordt gevormd die ten minste gelijk is aan de paalpuntdiameter. Het eerste segment zal in eerste instantie tot 1 m boven het werkniveau worden ingebracht; vervolgens wordt,

na montage van het laatste segment, onder voortdurende toevoeging van grout verder geboord. Bij palen die niet dieper reiken dan NAP -63 m bedraagt de lengte maximaal 62 m onder werkniveau en zijn de 2 delen elk maximaal 31 m lang. In dat geval wordt groutinjectie toegepast vanaf een niveau niet ondieper dan NAP -31 m (bij palen met puntniveau NAP -63 m, over een dieptetraject van 32 m). Het niveau vanaf waar gegrout wordt, is aangehouden op NAP -31 m. Hierin is later vermoedelijk optimalisatie mogelijk mocht het paalpuntniveau iets ondieper uitvallen. Voor het vaststellen van voornoemde uitvoeringsuitgangspunten is overleg gepleegd met een paalleverancier met direct relevante ervaring.

De schachtwrijving voor palen in de diepe zandlaag is tot de onderzijde van de kleilagen in de formatie van Waalre gehalveerd om het interactieproces middels de schachtwrijving tussen de ondergrond en de paal in rekening te brengen. Door belastingafdracht vanuit paalschachtwrijving boven de samendrukbare kleilagen in Waalre zullen deze kleilagen een zetting ondergaan; deze zetting vermindert de opneembare schachtwrijving boven het niveau waarop de samendrukking plaatsvindt; dit zorgt op zijn beurt voor vermindering van de belasting en daarmee de zettingssnelheid. Dit tijdsafhankelijke interactieproces kan in een interactieberekening inzichtelijk worden gemaakt. In dit stadium is vanwege de urgentie uitgegaan van een ondergrensbenadering met een halvering van de schachtwrijving. Deze reductie is bij de naastgelegen Cooltower ook op gelijke wijze gehanteerd. Indien de opdrachtgever echter kiest voor een interactieberekening, is hiermee nog optimalisatie mogelijk.

Het voorgaande leidt tot de volgende percentages voor de schachtwrijving voor Tubex-groutinjectiepalen:

1. Tot NAP -16,6 m à NAP -17,9 m is negatieve kleef in rekening gebracht. Hier is dus geen positieve schachtwrijving in rekening gebracht. De voor de negatieve kleef aangehouden paaldiameter voor Tubex-groutinjectiepalen bedraagt 720 mm (de buisdiameter).
2. Van NAP -16,6 m à NAP -17,9 m tot NAP -31,0 m is voor Tubex-groutinjectiepalen $\alpha_s = 0,003$ aangehouden. Gerekend is met 50% van $\alpha_s = 0,006$; de waarde $\alpha_s = 0,006$ is in dit traject van toepassing in verband met het feit dat de palen tot circa NAP -31,0 m initieel met bentonietinjectie worden gemaakt en een bentonietenschil zou resteren na de verdringing met grout. De voor de positieve schachtwrijving van Tubex-groutinjectiepalen aangehouden paaldiameter bedraagt 940 mm (de puntdiameter).
3. Vanaf NAP -31,0 m tot NAP -47,6 m à NAP -48,9 m (onderzijde kleilagen Waalre) is voor Tubex-groutinjectiepalen $\alpha_s = 0,0045$ aangehouden. Gerekend is met 50% van $\alpha_s = 0,009$; de waarde $\alpha_s = 0,009$ is afkomstig van NEN9997-1:2017 tabel 7.c waarin deze waarde is aangegeven voor in de grond gevormde geschroefde systemen met toepassing van groutinjectie waarbij de paal tijdens het aanbrengen niet op en neer wordt gehaald.
4. Vanaf NAP -47,6 m à NAP -48,9 m tot het paalpuntniveau is voor Tubex-groutinjectiepalen $\alpha_s = 0,009$ aangehouden. De waarde $\alpha_s = 0,009$ is afkomstig van NEN9997-1:2017 tabel 7.c waarin deze waarde is aangegeven voor in de grond gevormde geschroefde systemen met toepassing van groutinjectie waarbij de paal tijdens het aanbrengen niet op en neer wordt gehaald.

De maximum puntweerstand is voor Tubex-groutinjectiepalen berekend met een paalklassefactor $\alpha_p = 0,63$; voor de overige paalfactoren geldt: $\beta = s = 1,0$.

4.3 Resultaat paaldrukweerstand

De rekenwaarden van de netto paaldrukweerstand zijn berekend voor Tubex-groutinjectiepalen $\varnothing 720 / 940$ mm. Hierbij zijn, conform NEN 9997-1:2017, de volgende factoren gehanteerd; correlatiefactoren $\xi_3 = 1,26 = \xi_4 = 1,26$ (vooralsnog geen dekkend sondeerstramien; stijf bouwwerk), $\gamma_t (= \gamma_b = \gamma_{s;c}) = 1,20$, $\gamma_{f;nk} = 1,00$ voor de palen.

De netto paaldrukweerstand zijn opgenomen in bijlage B. De belasting van 7 MN is opneembaar op een niveau van NAP -60,5 m; de netto paaldrukweerstand bedraagt op dat niveau op basis van de beschikbare sonderingen tenminste **7100 kN**. De bruto paaldrukweerstand (zonder aftrek van negatieve kleeft langs de paalschacht) zijn in bijlage C opgenomen om de variatie in beeld te brengen. Voor een paalpuntniveau van NAP -60,5 m is de variatiecoëfficiënt 11%. Verdere sonderingen moeten uitwijzen of de variatiecoëfficiënt lager dan 12% blijft en middeling kan worden toegepast, hetgeen tot een hogere paaldrukweerstand zou leiden. Tegenvallers waardoor de paaldrukweerstand lager uitvalt zijn echter uiteraard ook nog mogelijk. Vanaf een niveau van NAP -60,5 m en dieper neemt de variatiecoëfficiënt af, door een redelijk constant sondeerbeeld en door een toename van het aandeel van de schachtwrijving in de paaldrukweerstand. Mocht uit de nog uit te voeren sonderingen blijken dat NAP -60,5 m toch niet preferabel is, dan kan op basis van het volledige onderzoek mogelijk worden uitgeweken naar een enkele meters dieper niveau.

4.4 Uitwerking op mogelijk paalpuntniveau

In het hiernavolgende is een paalpuntniveau op NAP -60,5 m uitgewerkt als voorbeeld. Voor dit paalpuntniveau zijn in Tabel 4-1 per sondering voor Tubex groutinjectiepalen de bijbehorende waarden weergegeven voor de representatieve negatieve kleeft, de maximum paalschachtwrijving en de maximum puntweerstand.

Tabel 4-1 Paalpuntniveaus en maximum paalschachtwrijving en puntweerstand voor Tubex groutinjectiepalen, $\varnothing 720/940$ mm

Sondering Nr.	Maaiveldhoogte [NAP + m]	Tubex groutinjectiepalen			
		Paalpuntniveau [NAP + m]	$F_{nk;rep;i}$ [kN/m]	$q_{s;cal;max;i}$ [kN/m]	$q_{b;max;i}$ ^{1) 11)} [MPa]
01	1,04	-60,5	102	2347	6,00
02	0,96	-60,5	116	2378	6,85
03	1,14	-60,5	96	2563	11,1
04	1,03	-60,5	94	2456	7,88
05	0,99	-60,5	106	2562	7,72
06A	1,16	-60,5	109	2770	6,93

$F_{nk;rep;i}$ is de representatieve waarde van de negatieve kleeft bij sondering i, per meter paalomtrek;

- $q_{s;cal;max;i}$ is de representatieve waarde van de maximumpaalschachtwrijvingskracht bij sondering i , per meter paalomtrek;
- $q_{b;max;i}$ is de maximale puntweerstand bij sondering i ;
- 1) deze waarden gelden voor Tubex groutinjectiepalen, $\varnothing$ 720/940 mm;
- 11) Bij het berekenen van deze waarden is rekening gehouden met een reductie van de vooraf gemeten conusweerstand conform art. 7.6.2.3(k) van NEN 9997-1 (de wortelmethode) voor een ontgraving tot NAP -4,0 m met afmetingen van 35 m $\times$ 35 m.

Met de hiervoor aangegeven waarden van de negatieve kleef en de maximum paalschachtwrijving en de maximum puntweerstand zijn voor Tubex groutinjectiepalen de rekenwaarden van de netto paaldrukweerstand berekend. Hierbij zijn, conform NEN 9997-1:2017, de volgende factoren gehanteerd; correlatiefactoren $\xi_3 = 1,26 = \xi_4 = 1,26$ (variatiecoëfficiënt $> 12\%$ voor ≥ 10 sonderingen; stijf bouwwerk), $\gamma_t (= \gamma_b = \gamma_{s;c}) = 1,20$, $\gamma_{f;nk} = 1,00$ voor de palen en $\gamma_{f;nk} = 1,00$ voor de buitenomtrek van de poer.

Dit geeft de volgende rekenwaarde voor de netto paaldrukweerstand (Tabel 4-2):

Tabel 4-2 Rekenwaarden voor de netto paaldrukweerstand

Tubex groutinjectiepalen		
Palen, $\varnothing_{buis} / \varnothing_{punt}$ [mm / mm]	Paalpuntniveau [NAP + m]	$R_{c;net;d}$ [kN]
720 / 940	-60,5	7.100

$R_{c;net;d}$ is de rekenwaarde van de netto paaldrukweerstand, *na aftrek van de negatieve kleef langs de paalschacht*, maar exclusief de negatieve kleef langs de buitenwand van de funderingspoer.

Let op: Voor buitenzijde van de funderingspoeromtrek dient vanaf maaiveld tot onderkant poer negatieve kleef in rekening te worden gebracht. De constructeur dient deze negatieve kleef langs de gehele buitenomtrek van de funderingspoer, c.q. -constructie in rekening te brengen als een uitwendige belasting. De grootte van de representatieve waarde van de negatieve kleef langs de buitenzijde van de poer onder de toren bedraagt $F_{nk;k} = F_{nk;d} = 52$ kN/m poeromtrek.

De vermelde rekenwaarden van de netto paaldrukweerstand ($R_{c;net;d}$) betreffen de rekenwaarden van de maximale paaldrukweerstand die door de paal op paalkopniveau aan de funderingsgrondslag kan worden ontleend. De constructieve sterkte moet separaat worden beoordeeld door de constructeur.

Een berekeningsvoorbeeld is opgenomen onder bijlage A.

4.5 Paalkopzakkingen en -rijzingen en axiale paalveerstijfheden

4.5.1 Algemeen

De zettingen van palen op paalkopniveau zijn opgebouwd uit de elastische verkorting van de palen, de zakking van de paalpunt als gevolg van de belasting op de paal en de samendrukking van de grondlagen onder het paalpuntniveau. Er geldt:

$$S_k = S_{1;k} + S_{2;k}$$

waarin: $S_{1;k}$ = de zakking van de paalkop van een alleenstaande paal;

$S_{2;k}$ = de zakking door samendrukking van de beneden $4D_{eq;punt}$ onder het paalpuntniveau aanwezige samendrukbare lagen in geval van een groep palen met h.o.h. afstanden kleiner dan $10 \times \varnothing_{punt}$.

$$S_{1;k} = S_{punt;k} + S_{el;k}$$

waarin: $S_{punt;k}$ = zakking van de paalpunt als gevolg van de belasting op de paal;

$S_{el;k}$ = zakking door elastische verkorting van de paal.

4.5.2 Paalkopzakkingen (s_1) in de bruikbaarheidsgrenstoestand

Voor Tubex groutinjectiepalen, $\varnothing_{buis} \times t / \varnothing_{punt} = 720 \times 8,0 / 940$ mm bedragen de maximale paalkopzakkingen $s_{1;k}$ in de bruikbaarheidsgrenstoestand (bij de maximale karakteristieke paalbelasting) circa 20 mm. De berekening is opgenomen onder bijlage A. De paalkopzakking betreft naar verwachting eerder een ondergrens en de elastische verkorting een bovengrens. De paalkopzakking bestaat naar verwachting uit een puntzakking van ca. 5 à 10 mm en een elastische verkorting van 10 à 15 mm. Afhankelijk van de opbouw van de ondergrond en de gekozen paalafmetingen bedragen de maximale zettingsverschillen, uitgaande van praktisch gelijke paalbelastingen, circa 10 mm.

Omdat een dichte paalgroep met hoge belastingen wordt toegepast met tevens rekening worden gehouden met een geleidelijk vertraagd tot stand komende additionele zetting $s_{2;k}$ (zie 4.5.5).

De werkelijk optredende zettingen en zettingsverschillen zijn onder meer afhankelijk van de beschouwde locatie, de toegepaste paalafmetingen en de werkelijk optredende paalbelastingen.

4.5.3 Axiale paalveerstijfheid voor langdurig aanwezige belastingen

Voor langdurig aanwezige (permanente) belastingen kan een karakteristieke verticale veerstijfheid worden aangehouden ter grootte van:

$$- \quad k_{v;langd;k} = 280 \text{ [MN/m]} \text{ voor Tubex groutinjectiepalen, } \varnothing_{buis} \times t / \varnothing_{punt} = 720 \times 8,0 / 940 \text{ mm.}$$

Deze waarde is bepaald voor een "gemiddeld" draagkrachtige funderingsgrondslag.

In verband met onzekerheden, waaronder variaties in de funderingsgrondslag adviseren wij rekening te houden met hoge respectievelijk lage waarden van de veerstijfheden welke uit voornoemde veerstijfheid kunnen worden bepaald door vermenigvuldiging, respectievelijk door deling van voornoemde veerstijfheid door een onzekerheidsfactor ter grootte van $\sqrt{2}$.

De veerstijfheden in de uiterste grenstoestand worden verkregen door voornoemde veerstijfheden te delen door een factor ter grootte van 1,3.

Let wel: Voornoemde zettingen zijn exclusief de zettingen s_2 (door samendrukking van de beneden het paalpuntniveau aanwezige samendrukbare grondlagen); zie ook 4.5.5.

Een berekeningsvoorbeeld van het karakteristieke last-zakkingsgedrag met het bijbehorende last-zakkingsdiagram (voor de bruikbaarheidsgrenstoestand) is opgenomen onder bijlage A.

4.5.4 Axiale paalveerstijfheid voor kort durende belastingen (wind)

De veerstijfheid is tevens voor kortdurende (wind)belastingen bepaald voor Tubex groutinjectiepalen, $\varnothing_{\text{buis}} \times t / \varnothing_{\text{punt}} = 720 \times 8,0 / 940$ mm, met een paalpuntniveau van NAP -60,5 m. Het aandeel van de wind in de totale karakteristieke belasting is, op basis van eerdere soortgelijke door Mos Grondmechanica geadviseerde hoogbouwtorens in Rotterdam, vooralsnog aangehouden op 20%. Ordegrootte komt de windbelasting hiermee tevens overeen met de paalbelasting door wind bij de Cooltower. Afhankelijk van de slankheid, vloerdiktes en de verdeling van de gewichten kan dit percentage in een later stadium nog worden aangepast door de constructeur en kan met behulp van de opgave van de paalbelasting op basis van de daadwerkelijke windbelasting een aanvullende berekening worden gemaakt.

De axiale veerstijfheden voor palen met kortdurende belastingen zullen vermoedelijk met name de palen betreffen langs de buitenzijde van de toren (buiten de kern); de volgende hogere waarden voor de karakteristieke veerstijfheden gelden in dat geval:

- Voor de statische veerstijfheid voor de maximale statische paaldrukbelasting (dus exclusief windbelasting) is een representatieve veerstijfheid van $295 \text{ MN/m}^{1) 2) 3)}$ berekend. Deze iets hogere waarde (hoger dan vermeld in 4.5.3) is het gevolg van de lagere maximale statische belasting (geen 100% maar slechts circa 80% van de karakteristieke paalkopbelasting).
- Voor de dynamische veerstijfheid voor de kort durende additionele paaldrukbelasting door wind is een representatieve veerstijfheid van $440 \text{ MN/m}^{1) 2) 3)}$ berekend (dit is ongeveer 1,49 keer stijver dan de hiervoor genoemde statische veerstijfheid voor de statische paaldrukbelasting exclusief windbelasting).

¹⁾ Deze waarde is bepaald voor een "relatief ongunstige" draagkrachtige funderingsgrondslag op basis van de tot heden beschikbare 6 sonderingen tot voldoende diepte.

In verband met onzekerheden, waaronder variaties in de funderingsgrondslag adviseren wij rekening te houden met hoge respectievelijk lage waarden van de veerstijfheden welke uit voornoemde veerstijfheid kunnen worden bepaald door vermenigvuldiging, respectievelijk door deling van voornoemde veerstijfheid door een onzekerheidsfactor ter grootte van $\sqrt{2}$.

²⁾ De veerstijfheden in de uiterste grenstoestand worden verkregen door voornoemde veerstijfheden te delen door een factor ter grootte van 1,3.

³⁾ Let wel: Voornoemde zettingen zijn exclusief de zettingen s_2 (door samendrukking van de beneden het paalpuntniveau aanwezige samendrukbare grondlagen); zie ook 4.5.5.

2. Een laagbouwdeel bestaande uit een parkeergarage aan de oostzijde grenzend aan de hoogbouw waarop een belasting werkt van 8,2 MN, met een oppervlak van 9,0 m (O-W) x 27,0 m (N-Z).

Het belastingaandeel van de laagbouw is 1,2%, dit heeft geen significante invloed op de zetting van de hoogbouwtoeren. Uiteraard heeft de hoogbouw wel invloed op de laagbouwgarage, deze invloed kan uit het zettingsmodel worden bepaald.

De opgegeven belasting van de hoogbouw is een karakteristieke belasting waarbij nog geen rekening is gehouden met het effect van de voorgenomen ontgraving en de opwaartse waterdruk. In onderstaande tabel zijn de gehanteerde karakteristieke waarden weergegeven.

Tabel 4-3: Bepaling resulterende funderingsdruk

Belasting hoogbouw in kN	Oppervlak in m ²	Funderingsdruk in kN/m ²	Onderdeel	Opwaartse waterdruk in kN/m ²	Ontgraving in kN/m ²	Resulterende funderingsdruk in kN/m ²
639000	1066,35	599	H1	0	45	554
			H2	25	70	504
			L1			34

Het niveau van de belasting vanuit de laagbouw is vooralsnog aangenomen op NAP -25 m met een uniforme grootte van 34 kPa. Aan het gekozen aangrijpniveau ligt geen funderingsadvies voor de parkeergarage ten grondslag, wel de aanname dat de garage evenals het gedeelte naast de Cooltower op Fundeerpalen in de Pleistocene zandlaag zal worden gefundeerd.

De hoogbouw zal worden gefundeerd op Tubex-groutinjectiepalen met een paalpuntniveau in de diepe zandlaag. In deze zettingsberekening is uitgegaan van een paalpuntniveau op NAP -60,5 m. Voor de bepaling van het aandeel in belastingafdracht van de paalschacht en de paalpunt is de last-zakkingscurve volgens NEN9997-1:2017 in acht genomen. Aangezien de palen bij een kleinere uitnutting verhoudingsgewijs meer langs de schacht afdragen en het aantal van 216 ingetekende palen in deze fase naar verwachting een bovengrens is (mede in verband met het haalbare verdringingspercentage), is uitgegaan van een grotere uitnutting dan bij een uniforme belastingverdeling uit het palenplan volgt. Dit mede vanwege het feit dat de palen naar het midden van het palenveld naar verwachting meer belasting zullen afdragen. In overleg met de constructeur is uitgegaan van een langdurig karakteristieke belasting ter grootte van 67% van de rekenwaarde van de drukweerstand. Aangegeven is dat het aandeel windbelasting verhoudingsgewijs gering is, de belastingfactor volgens RC3 bedraagt tenminste 1,5; op deze wijze is een bovengrens van de uitnutting door langdurig karakteristieke belasting bepaald. De schachtwrijving die in de kenmerkende grondlagen, namelijk de Pleistocene zandlaag, het (grotendeels) cohesieve pakket in de formatie van Waalre en de diepe zandlaag, worden afgedragen, is bepaald naar rato van de volgens NEN9997-1:2017 maximaal te mobiliseren schachtwrijving per laag waarbij de factoren voor de schachtwrijving zijn aangehouden conform de eerder in dit rapport genoemde uitgangspunten. Het aangrijpingspunt van de schachtwrijving is gekozen op de gemiddelde diepte per laag.

De karakteristieke langeduur-belastingen ter plaatse van de belendingen zijn verstrekt door de constructeur en weergegeven in figuur 4-2. Deze belastingen verminderen de relatieve korrelspanningstoename ter plaatse van de belendingen en aldus de zetting als omgevingsinvloed. Deze belastingen zijn verwerkt in het zettingsmodel. De te verwijderen belastingen van de te slopen

bebouwing maken onderdeel uit van het overgeconsolideerde gedrag van de Formatie van Waalre en zijn niet separaat gemodelleerd.



Figuur 4-2: Overzicht langeduur belastingen belendingen

De zettingsberekeningen (ter bepaling van $s_{2,rep}$) zijn uitgevoerd met het programma DSettlement, versie 19.1. Als berekeningsmethode is methode NEN-Koppejan, met natural strain aangehouden waarbij rekening wordt gehouden met consolidatie en seculaire effecten alsmede met belasting-spreiding in de ondergrond.

De grondparameters zijn bepaald aan de hand van de resultaten van het uitgevoerde grondonderzoek, tabel 2.b van NEN 9997-1:2017 en onze eigen ervaring. Het geschematiseerde grondprofiel met de bijbehorende grondparameters is weergegeven in Tabel 4-4. Opgemerkt wordt dat het beschikbare grondonderzoek niet voldoende diep is uitgevoerd om de diepe grondlagen (beneden NAP - 69 m) te modelleren. Derhalve is gebruik gemaakt van onze ervaringen bij de naastgelegen Cooltoren om de diepere lagen in te schatten. Deze lagen dienen middels het uitvoeren van voldoende diep grondonderzoek te worden geverifieerd.

Tabel 4-4 Geschematiseerd grondprofiel voor zettingsberekening s_2

Laag Nr.	ok. Laag [NAP + m]	Grondsoort	$\gamma / \gamma_{\text{sat}}$ [kN/m ³]	C_p [-]	C'_p [-]	C_s [-]	C'_s [-]	(C/C')	c_v [m ² /s]
0	+1,0	(≈ maaiveldniveau)							
1	-3,0	Zand	17/19	-	-	-	-	-	-
2	-6,0	Klei, humeus	12/12	-	-	-	-	-	-
3	-9,0	Veen	15/15	-	-	-	-	-	-
4	-18,0	Klei, zwak, zandig	17/17	-	-	-	-	-	-
5	-35,0	Zand, vast	19/21	1875	625	∞	∞	1875/625	gedraineerd
6	-36,0	Klei, C/C'=70/50 (Formatie van Waalre)	19/19	105	75	840	600	70/50	5×10^{-8}
7	-37,5	Zand, vast	19/21	1875	625	∞	∞	1875/625	gedraineerd
8	-49,0	Klei, C/C'=80/60 (Formatie van Waalre)	19/19	120	90	960	720	80/60	5×10^{-8}
9	-53,0	Zand, vast	19/21	900	300	∞	∞	900/300	gedraineerd
10	-55,5	Klei, C/C'=90/70 (Formatie van Waalre)	20/20	135	105	1080	840	90/70	5×10^{-8}
11	-69,0	Zand, vast	19/21	1875	625	∞	∞	1875/625	gedraineerd
12	-73,0	Zand, sterk siltig	18/20	390	130	∞	∞	390/130	gedraineerd
13	-74,5	Klei, C/C'=90/70 (Formatie van Waalre)	20/20	135	105	1080	840	90/70	5×10^{-8}
14	-89,0	Zand, zwak siltig	18/20	750	250	∞	∞	750/250	gedraineerd

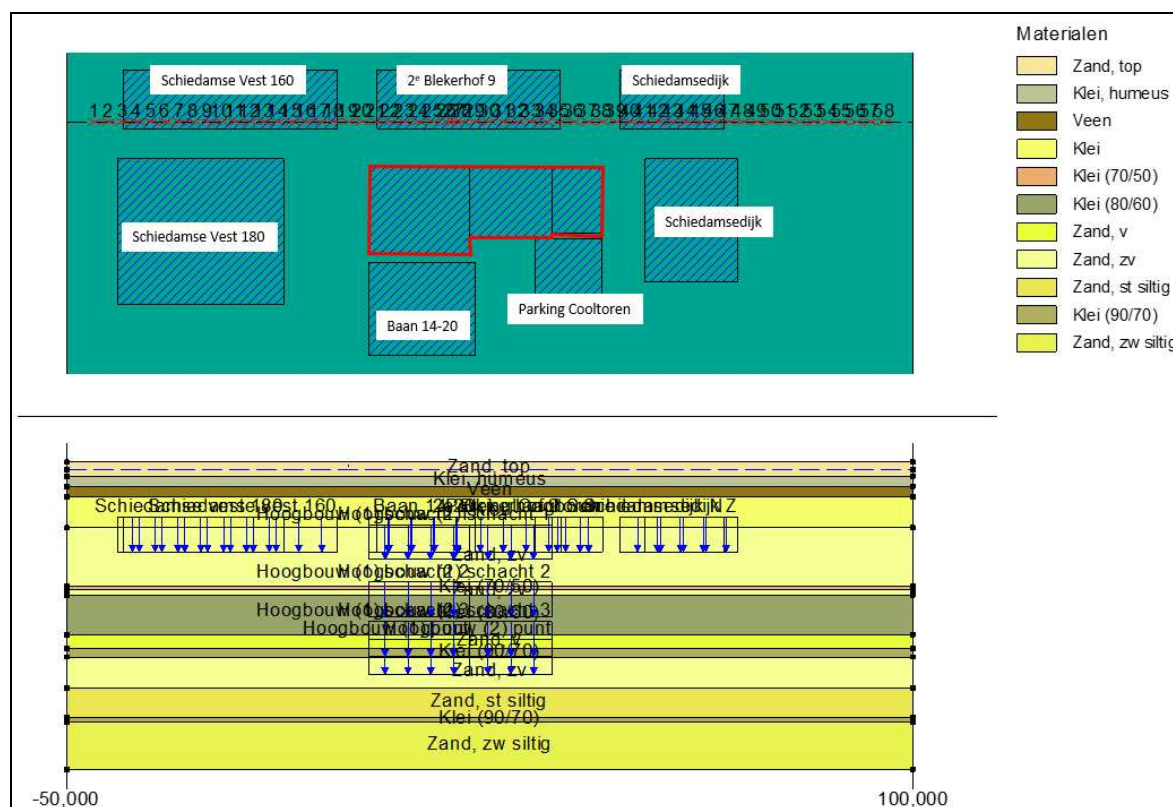
Hierin is:

- $\gamma/\gamma_{\text{sat}}$: Volumiek gewicht van de veldvochtige grond / volumiek gewicht van de verzadigde grond;
- C_p/C'_p : Primaire samendrukkingscoëfficiënt onder / boven de grensspanning;
- C_s/C'_s : Secundaire samendrukkingscoëfficiënt onder / boven de grensspanning;
- C/ C': Samendrukkingscoëfficiënt onder / boven de grensspanning;
- c_v : Consolidatiecoëfficiënt.

De freatische grondwaterstand is aangehouden op NAP - 1,5 m. De stijghoogte in de Pleistocene zandlaag en diepere lagen is eveneens aangehouden op NAP - 1,5 m.

De Formatie van Waalre is voor de nieuwbouw overgeconsolideerd aangenomen. De korrelspanningen zijn aangehouden gelijk aan de terreinspanning + 50 kPa (POP = 50 kPa).

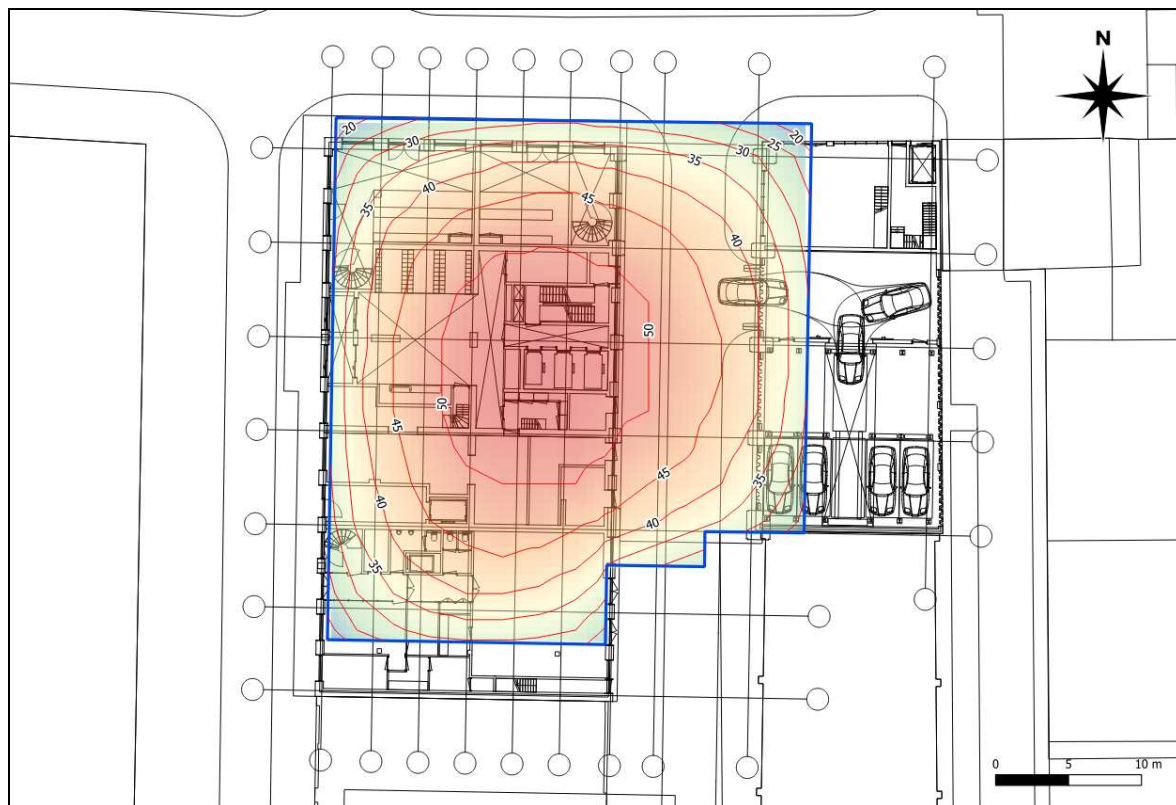
In figuur 4-3 is de gehanteerde geometrie weergegeven. Hierbij wordt opgemerkt dat bij het bovenaanzicht de x- en y-as een verschillende schaal hebben.



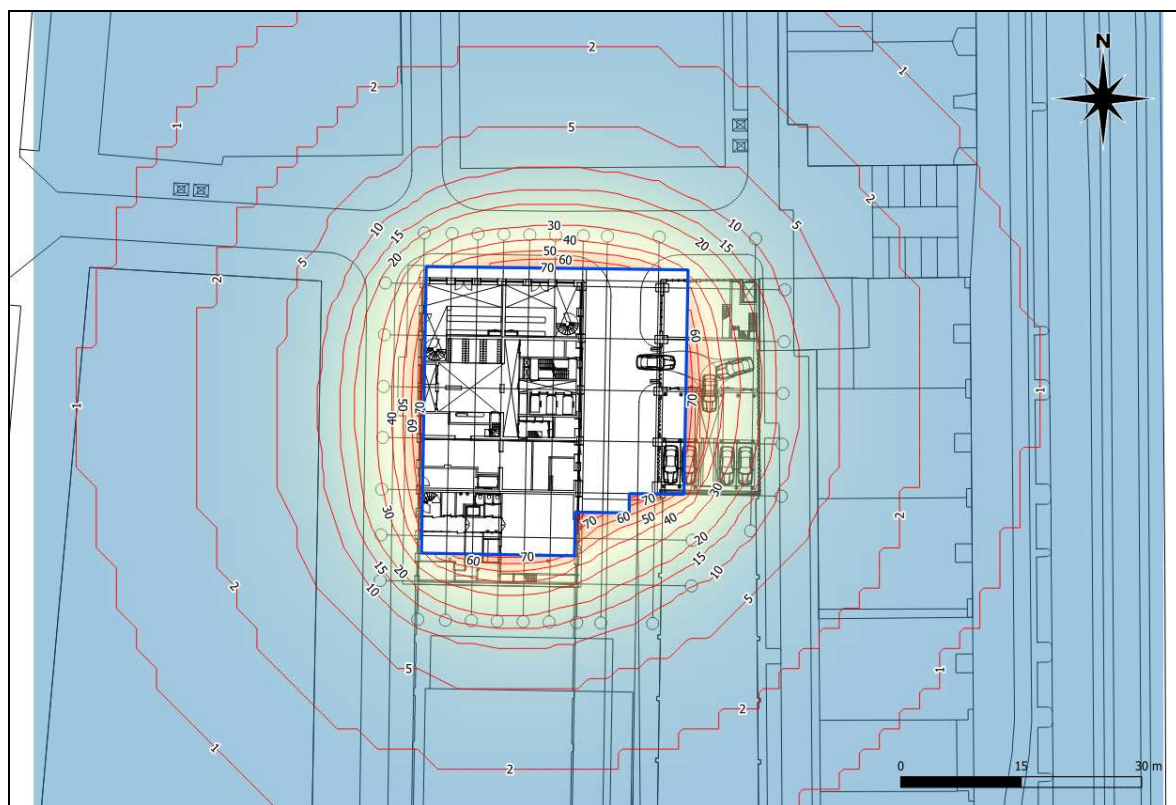
Figuur 4-3: Ingevoerd grondprofiel en bovenaanzicht ingevoerde belastingen

De zettingen ($s_{2,rep}$) van de Baantoren zijn berekend voor een raster van verticalen op 2,5 m afstand in zowel de x-richting als de z-richting. De maximaal berekende zetting ($s_{2,rep}$) van de toren treedt praktisch midden onder de toren op nabij de overgang naar het diepere ontgravingsniveau en bedraagt ca. 55 mm. Op basis van de berekende waarden voor de zetting is voor de toren een contourenplot van de zettingen gemaakt (interpolatie methode Kriging). De contourenplot is weergegeven in Figuur 4-4. In de contourenplot wordt zowel de eigen zetting van de toren alsook de te verwachten zetting bij de belendingen inzichtelijk.

In figuur 4-5 is een contourplot weergegeven voor de te verwachten zetting in de omgeving van de toren.



Figuur 4-4: Contourplot voor de zetting $s_{2,rep}$ van de toren



Figuur 4-5: Contourplot voor de zetting $s_{2,rep}$ van de omgeving

Opgemerkt wordt dat bij de berekeningen de gehele belasting in een keer wordt aangebracht en vervolgens gedurende 10.000 dagen (25 à 30 jaar) constant aanwezig zou zijn. In werkelijkheid zal de belasting geleidelijker worden aangebracht terwijl het zwaartepunt van de belastingafdracht zich in de loop van de tijd naar een dieper niveau zal verplaatsen.

De additionele zettingen (s_2) zijn niet inbegrepen in de in paragraaf 4.5.2 opgegeven zettingen noch in de in paragraaf 4.5.3 en de in paragraaf 4.5.4 opgegeven veerstijfheden.

4.6 Uitvoering

Voor het installeren van Tubex groutinjectiepalen dient een boorinstallatie te worden toegepast met een voldoende grote capaciteit opdat de palen met de op de penetratiesnelheid afgestemde boormoment en "pull-down" kracht grondverdringend naar het beoogde paalpuntniveau kunnen worden geschroefd. Wij adviseren daarom om dit vooraf met de beoogde paalleverancier te bespreken, evenals de mogelijkheden voor een probleemloze installatie waarbij rekening dient te worden gehouden met de lokale omstandigheden (o.a. toegang en werkruimte).

Uitgangspunt voor dit advies is dat bij alle Tubex groutinjectiepalen initieel over het traject vanaf de bovenzijde van de Pleistocene zandlaag (op NAP -16,6 m à NAP -17,9 m) tot tot maximaal NAP -31,0 m bentonietinjectie wordt toegepast die later wanneer groutinjectie wordt toegepast door de zwaardere grout wordt verdrongen; de groutinjectie wordt vervolgens toegepast tot het paalpuntniveau. Deze groutinjectie dient zodanig te zijn, dat de paalschachtdiameter over het gehele traject vanaf de bovenzijde van de Pleistocene zandlaag tot het paalpuntniveau ten minste gelijk wordt aan de paalpunt diameter.

Voor algemene richtlijnen voor de uitvoering van trillingvrij en grondverdringend ingeschroefde palen wordt verwezen naar bijlage D (verdringingsschroefpalen).

Opgesteld door:

ir. [REDACTED] (088-5130241)

Rotterdam, 13 oktober 2020

Mos Grondmechanica B.V.

Contr. : J.V. [REDACTED]

Bijlage A

Voorbeeldberekeningen

Berekening paaldrukweerstand Sond. 01

Conform NEN 9997-1 (α_p -factoren per 1-1-2017)

Tubex-groutinjectiepaal

Opdracht:	2001370	Printdatum: 20-7-2020
Project:	Baantoren te ROTTERDAM	Versie 6.0.1.0
Maaiveld hoogte:	NAP + 1,04 m	Omschrijving: Baantoren, voorlopig resultaat diepe zandlaag
Grondwaterstand:	NAP - 1,50 m	
Putbodem:	NAP - 4,00 m	
Afmetingen ontgraving:	Rechthoekige ontgr. tot: NAP - 4,00 m (B = 35,00 m; L = 35,00 m) (reductie q_c via de wortel); Ontlasting putbodem = 56,12 kN/m ² .	
Terreinbelasting:	0 kN/m ²	
Percentages schachtwrijving:	33,0 % vanaf NAP -16,90 m; 50,0 % vanaf NAP -31,00 m; 100,0 % vanaf NAP -48,34 m;	

Geotechnisch profiel						Terreinspanningen		F _{pos}	F _{neg}
laag nr.	ok. laag [NAP +m]	γ [kN/m ³]	$q_{c,gem}$ [MPa]	$K_o \tan \delta$	grondsoort	$\sigma_{v,z,i;gem}$ [kN/m ²]	$\sigma_{v,z,i;ontgr}$ [kN/m ²]	$q_{s,cal;max;i}$ [kN/m]	$F_{nk;rep}$ [kN/m]
1	0,82	15,2			Klei	1,67	0,00	0	0
2	0,66	14,6			Klei	4,51	0,00	0	0
3	0,51	11,6			Veen	6,55	0,00	0	0
4	0,29	13,0			Klei/Veen	8,85	0,00	0	0
5	0,18	15,9			Klei	11,15	0,00	0	0
6	-0,74	10,2			Veen	16,70	0,00	0	0
7	-0,94	12,7			Klei/Veen	22,63	0,00	0	0
8	-1,18	17,5			Leem	26,01	0,00	0	0
9	-1,24	18,5			Zand	28,67	0,00	0	0
10	-1,50	19,0			Zand	31,69	0,00	0	0
11	-1,79	19,0			Zand	35,47	0,00	0	0
12	-2,00	17,8			Leem	37,59	0,00	0	0
13	-3,88	19,0			Zand	46,85	0,00	0	0
14	-4,00	17,0			Klei	55,70	0,00	0	0
15	-4,28	17,0	1,5	0,25	Klei	57,09	0,98	0	0
16	-4,42	18,8	2,5	0,25	Zand	58,69	2,57	0	0
17	-6,44	15,9	0,7	0,25	Klei	65,27	9,27	0	5
18	-6,64	17,0	0,6	0,25	Leem	71,93	15,96	0	6
19	-6,76	16,0	0,8	0,25	Klei	72,99	17,03	0	6
20	-6,91	14,9	1,0	0,25	Klei/Veen	73,71	17,79	0	7
21	-7,64	11,9	0,8	0,25	Veen	74,78	19,02	0	10
22	-8,03	14,0	0,7	0,25	Klei/Veen	76,26	20,63	0	12
23	-8,90	11,0	0,8	0,25	Veen	77,49	22,21	0	17
24	-9,78	14,0	0,6	0,25	Klei/Veen	79,70	24,91	0	22
25	-10,74	15,9	0,5	0,25	Klei	84,30	30,19	0	29
26	-10,83	14,9	0,6	0,25	Klei/Veen	87,36	33,33	0	29
27	-11,13	14,0	0,5	0,25	Klei/Veen	88,18	34,40	0	32
28	-12,83	15,3	0,5	0,25	Klei	93,29	41,20	0	48
29	-13,04	14,1	0,7	0,25	Klei/Veen	98,23	46,38	0	50
30	-13,76	15,9	0,5	0,25	Klei	100,77	49,78	0	58
31	-13,95	16,7	0,5	0,25	Leem	103,51	52,76	0	60
32	-14,92	15,4	0,5	0,25	Klei	106,75	57,29	0	72
33	-15,03	16,6	0,6	0,25	Leem	109,72	60,41	0	74
34	-15,52	16,0	0,7	0,25	Klei	111,56	62,94	0	81
35	-15,62	15,0	0,8	0,25	Klei/Veen	113,28	64,80	0	82
36	-15,73	14,0	0,7	0,25	Klei/Veen	113,75	65,43	0	84
37	-16,90	16,0	0,7	0,25	Klei	117,50	70,92	0	102
38	-32,33	20,6	23,1		Zand	202,57	177,71	665	
39	-32,49	17,4	3,7		Klei	284,71	260,02	668	
40	-32,66	19,0	5,2		Leem	286,07	261,55	672	
41	-32,91	20,0	8,2		Zand	288,08	263,82	681	
42	-33,09	19,0	5,6		Leem	290,13	266,06	685	

Berekening paaldrukweerstand Sond. 01

Conform NEN 9997-1 (α_p -factoren per 1-1-2017)

Tubex-groutinjectiepaal

Opdracht:	2001370	Printdatum: 20-7-2020
Project:	Baantoren te ROTTERDAM	Versie 6.0.1.0
Maaiveld hoogte:	NAP + 1,04 m	Omschrijving: Baantoren, voorlopig resultaat diepe zandlaag
Grondwaterstand:	NAP - 1,50 m	
Putbodem:	NAP - 4,00 m	
Afmetingen ontgraving:	Rechthoekige ontgr. tot: NAP - 4,00 m (B = 35,00 m; L = 35,00 m) (reductie q_c via de wortel); Ontlasting putbodem = 56,12 kN/m ² .	
Terreinbelasting:	0 kN/m ²	
Percentages schachtwrijving:	33,0 % vanaf NAP -16,90 m; 50,0 % vanaf NAP -31,00 m; 100,0 % vanaf NAP -48,34 m;	

Geotechnisch profiel						Terreinspanningen		F _{pos}	F _{neg}
laag nr.	ok. laag [NAP +m]	γ [kN/m ³]	$q_{c,gem}$ [MPa]	$K_o \tan \delta$	grondsoort	$\sigma_{v,z,i;gem}$ [kN/m ²]	$\sigma_{v,z,i;ontgr}$ [kN/m ²]	$q_{s,cal;max,i}$ [kN/m]	$F_{nk;rep}$ [kN/m]
43	-37,21	20,8	27,8		Zand	313,25	292,97	957	
44	-37,45	19,0	13,1		Leem	336,64	316,56	971	
45	-37,58	18,1	8,6		Klei	338,25	318,27	976	
46	-37,71	19,6	12,1		Zand	339,40	319,53	982	
47	-37,86	19,0	9,3		Leem	340,70	320,95	989	
48	-38,41	17,3	3,5		Klei	343,39	324,08	997	
49	-39,02	12,0	7,7		Veen	346,01	327,16	1017	
50	-39,52	16,9	2,9		Klei	348,34	329,87	1024	
51	-39,68	19,0	4,5		Leem	350,79	332,44	1027	
52	-39,82	17,1	3,4		Klei	352,01	333,76	1029	
53	-40,62	18,6	3,5		Leem	355,96	338,27	1041	
54	-41,17	17,0	2,9		Klei	361,33	344,02	1048	
55	-41,29	18,8	3,4		Leem	363,79	346,56	1050	
56	-41,43	16,3	3,9		Klei	364,76	347,62	1053	
57	-41,62	12,0	3,6		Veen	365,39	348,38	1056	
58	-42,45	15,0	3,3		Klei/Veen	367,65	351,18	1068	
59	-42,76	16,9	3,1		Klei	370,79	354,52	1072	
60	-42,88	18,6	3,1		Leem	372,37	356,17	1074	
61	-43,06	17,0	3,3		Klei	373,52	357,43	1076	
62	-45,72	19,0	3,5		Leem	386,12	371,56	1117	
63	-45,82	17,6	3,5		Klei	398,47	383,96	1119	
64	-46,43	18,7	3,1		Leem	401,51	387,33	1127	
65	-46,83	19,0	3,0		Zand	405,98	392,00	1132	
66	-46,94	19,0	4,3		Leem	408,27	394,35	1134	
67	-47,20	17,0	3,8		Klei	409,68	395,89	1139	
68	-47,89	19,0	3,4		Leem	413,68	400,23	1149	
69	-48,51	19,2	4,3		Zand	419,62	406,46	1165	
70	-48,63	19,0	8,2		Leem	423,00	409,90	1174	
71	-49,01	17,0	10,4		Klei	424,87	411,94	1208	
72	-49,51	18,8	14,8		Leem	428,41	415,71	1261	
73	-49,69	17,4	10,3		Klei	431,29	418,67	1277	
74	-49,92	19,8	17,7		Zand	433,09	420,57	1302	
75	-50,18	17,3	10,1		Klei	435,17	422,76	1325	
76	-51,22	20,9	28,1		Zand	441,80	429,83	1465	
77	-51,33	19,0	15,6		Leem	447,97	436,05	1479	
78	-51,54	20,8	24,3		Zand	449,60	437,76	1508	
79	-51,68	19,1	17,5		Leem	451,36	439,58	1527	
80	-52,52	20,8	23,4		Zand	456,54	445,09	1640	
81	-52,88	17,7	11,1		Klei	462,46	451,15	1675	
82	-53,17	20,2	19,0		Zand	465,32	454,12	1706	
83	-53,35	17,3	10,2		Klei	467,46	456,33	1722	
84	-53,95	18,9	4,7		Leem	470,79	459,88	1747	

Berekening paaldrukweerstand Sond. 01

Conform NEN 9997-1 (α_p -factoren per 1-1-2017)

Tubex-groutinjectiepaal

Opdracht:	2001370	Printdatum:	20-7-2020
Project:	Baantoren te ROTTERDAM	Versie	6.0.1.0
Maaiveld hoogte:	NAP + 1,04 m	Omschrijving: Baantoren, voorlopig resultaat diepe zandlaag	
Grondwaterstand:	NAP - 1,50 m		
Putbodern:	NAP - 4,00 m		
Afmetingen ontgraving:	Rechthoekige ontgr. tot: NAP - 4,00 m (B = 35,00 m; L = 35,00 m) (reductie q _c via de wortel); Ontlasting putbodern = 56,12 kN/m ² .		
Terreinbelasting:	0 kN/m ²		
Percentages schachtwrijving:	33,0 % vanaf NAP -16,90 m; 50,0 % vanaf NAP -31,00 m; 100,0 % vanaf NAP -48,34 m;		

Geotechnisch profiel						Terreinspanningen		F _{pos}	F _{neg}
laag nr.	ok. laag [NAP +m]	γ [kN/m ³]	$q_{c,gem}$ [MPa]	$K_o \tan \delta$	grondsoort	$\sigma_{v,z,i,gem}$ [kN/m ²]	$\sigma_{v,z,i,ontgr}$ [kN/m ²]	$q_{s,cal,max,i}$ [kN/m]	$F_{nk,rep}$ [kN/m]
85	-55,58	19,8	11,3		Zand	481,42	471,07	1856	
86	-55,60	19,5	13,0		Leem	489,47	479,13	1858	
87	-55,88	17,3	5,7		Klei	490,59	480,35	1872	
88	-56,14	18,9	4,1		Leem	492,77	482,61	1881	
89	-58,63	20,3	17,4		Zand	506,74	497,35	2180	
90	-58,84	17,4	6,7		Klei	520,34	511,02	2192	
91	-59,07	18,9	5,7		Leem	522,15	512,89	2204	
92	-59,23	17,1	8,2		Klei	523,74	514,53	2216	
93	-59,45	18,9	8,2		Leem	525,29	516,14	2232	
94	-59,77	20,6	19,0		Zand	527,97	518,91	2267	
95	-60,02	17,6	7,6		Klei	530,61	521,62	2284	
96	-60,50	20,8	19,7		Zand	534,16	525,68	2347	

Parameters	
α_s (in zand)	0,009
α_p	0,63
ξ_3	1,26
γ_t	1,20
$\gamma_{f,nk}$	1,00
OCR	1,0

$F_{nk,rep}$	102 kN/m
$q_{s,cal,max}$	2347 kN/m

Rekenwaarde drukweerstand op een diepte van NAP - 60,50 m									
Buisdiam. [mm]	Punt diam. [mm]	A_{punt} [mm ²]	O_s [mm]	β	$q_{b,max}$ [MPa]	$R_{b,cal,max}$ [kN]	$R_{s,cal,max}$ [kN]	$F_{nk,rep}$ [kN]	$R_{c,net;d}$ [kN]
720	940	693978	2953	1,00	6,00	4164	6931	230	7108

Rekenvoorbeeld :

$$\begin{aligned}
 q_{c,i,gem} &= 24,95 \text{ MPa} & q_{c,ii,gem} &= 5,71 \text{ MPa} & q_{c,iii,gem} &= 3,71 \text{ MPa} & q_{b,max} &= 6,00 \text{ MPa} \\
 R_{c,cal,max} &= A_{punt} q_{b,max} + O_s q_{s,cal,max} & & & & & & = 4164 + 6931 = 11094 \text{ kN} \\
 R_{c,d,net} &= R_{c,cal,max} / (\xi_3 \cdot \gamma_t) - F_{nk,rep} \gamma_{f,nk} & & & & & & = 7337 - 230 = 7108 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

BEREKENING DRUKWEERSTAND VIERKANTE PALEN

Terreinbelasting kN/m²

Referentievlak NAP

Gw.stand NAP -1,50 m

Mv.hoogte NAP + 1,10 m

Putbodem NAP -4,00 m

(Oneindig uitgestrekte ontgraving)

Betreft: Baantoren

Negatieve kleef langs de buitenomtrek van de poer van de toren.

Fs;nk;rep = 52 kN/m omtrek en Fs;nk;d = 1,00 x 52 = 52 kN/m omtrek

GEGEVENS GRONDLAGEN					KORRELSPANNINGEN				$\Sigma q_{s;cal;max;i}$	$\Sigma F_{nk;k}$
Laag nr.	o.k. laag [NAP + m]	$\gamma_{i;k}$ [kN/m ³]	$q_{c;i;gem}$ [MPa]	$K_{0;i} \tan \delta_i$	h_i [m]	$\sigma_{v;z;i;gem}$ [kN/m ²]	$\sigma_{v;z;i;ontgr.}$ [kN/m ²]	red. σ_n/σ_o o.k. laag i	$q_{s;cal;max;i}$ [kN/m]	$F_{nk;k}$ [kN/m]
1	-1,50	18,0	1,0	0,250	2,60	23,40	0,00			
2	-4,00	19,5	3,0	0,250	2,50	58,68	0,00	1,00		
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										
21										

Geheide geprefabriceerde betonpaal

Paaldoorsnede V (vierkant)

 α_s (in zand:) 0,010 $q_{b;max}$ MPareduct. $q_{b;max}$ 1,00reduct. $\sigma_{i;k}$ % ξ 1,26 $\gamma_t (= \gamma_b = \gamma_s)$ 1,20 $\gamma_{f;nk}$ (enkele paal) 1,00

Paalgroep (J / N) N

Gekozen : $F_{nk;k}$ = 0 [kN/m]Gekozen : $q_{s;cal;max}$ = 0 [kN/m]N.B. Langs buitenwand: $F_{nk;k}$ 52 [kN/m]

REKENWAARDE PAALDRUKWEERSTAND

Paal zijde 1 [mm]	Paal zijde 2 [mm]	Paalpuntniveau = NAP -4 m					
		Apunt [mm ²]	O_s [mm]	$R_{b;cal;max}$ [kN]	$R_{s;cal;max}$ [kN]	$F_{nk;k}$ [kN]	$R_{c;net;d}$ [kN]

Rekenvoorbeeld:

$$R_{c;cal;max} = R_{b;cal;max} + R_{s;cal;max} = \quad \text{kN}$$

$$R_{c;net;d} = R_{c;cal;max} / (\xi \times \gamma_t) - F_{nk;k} \times \gamma_{f;nk} = \quad \text{kN}$$

Mos Grondmechanica

Albert Plesmanweg 47

3088 GB Rotterdam

Tel. +31 (0)88 5130200

Opdrachtnummer 2001370

Datum 13-10-2020

ver 20170515

LAST - ZAKKINGSGEDRAG VAN FUNDERINGSPALEN

Project: Baantoren

PAALGEGEVENS		LET OP: Verzwaaarde puntpaal, met hoogte verzwaring = 43,6 m			
Paaltype (G / A / B)	G	(grondverdringende paal)	ξ	=	1,26
Drasn.(R / V / Re / W / O)	R	(ronde paal)	$\gamma_{f,nk}$	=	1,0 (grens.1B)
Paalschacht diam.	=	720 [mm]	Paallengte L	=	59,50 [m]
Verzw. punt diam.	=	940 [mm]	Lengte negatieve kleef	=	15,90 [m]
			Lengte positieve kleef	=	43,60 [m]
Qb;max	=	6,00 [N/mm ²]	Elast.modulus: Epaal	=	2,00E+07 [kN/m ²]
Qs;cal;max	=	2347 [kN/m]	Deq	=	940 [mm]
Fnk;k	=	102 [kN/m]	Oschacht	=	2262 [mm]
			Oschacht;punt	=	2953 [mm]
Soort paalbelasting	D	(statische paaldrukbelasting)	Aschacht	=	407150 [mm ²]
			Apunt	=	693978 [mm ²]
Een paaldeel is: een stalen buis, diameter	=	720 [mm]	Wanddikte	=	8,00 [mm]
	Astaal =	17895 [mm ²]	Estaal	=	2,00E+08 [kN/m ²]

BRUIKBAARHEIDSGRENSTOESTAND (2)

γ_t	=	1,00	Belastingen:		
			Fc;k	=	4738 [kN]
Rb;max;k	=	3305 [kN]	Fnk;k	=	231 [kN]
Rs;max;k	=	5501 [kN]	Fc;totaal;k	=	4969 [kN]
Rc;k	=	8805 [kN]			
Rc;net;k	=	8575 [kN]	Sb;k	=	3,56 [mm]
			Sel;k	=	14,19 [mm]
Rb;k	=	837 [kN]	S1;k	=	17,8 [mm]
Rs;k	=	4131 [kN]	S2;k	=	[mm]
Rc;totaal;k	=	4969 [kN]	Sk	=	[mm]

Verticale veerstijfheid voor langdurig aanwezige belasting K1;k = 280 MN/m.

UITERSTE GRENSTOESTAND (1B)

γ_t	=	1,20	Belastingen:		
			Fc;d	=	7107 [kN]
Rb;max;d	=	2754 [kN]	Fnk;d	=	231 [kN]
Rs;max;d	=	4584 [kN]	Fc;totaal;d	=	7338 [kN]
Rc;d	=	7338 [kN]			
Rc;net;d	=	7107 [kN]	Sb;d	=	98,70 [mm]
			Sel;d	=	21,86 [mm]
Rb;d	=	2754 [kN]	S1;d	=	120,6 [mm]
Rs;d	=	4584 [kN]	S2;d	=	[mm]
Rc;totaal;d	=	7338 [kN]	Sd	=	[mm]

Opdrachtnummer : 2001370

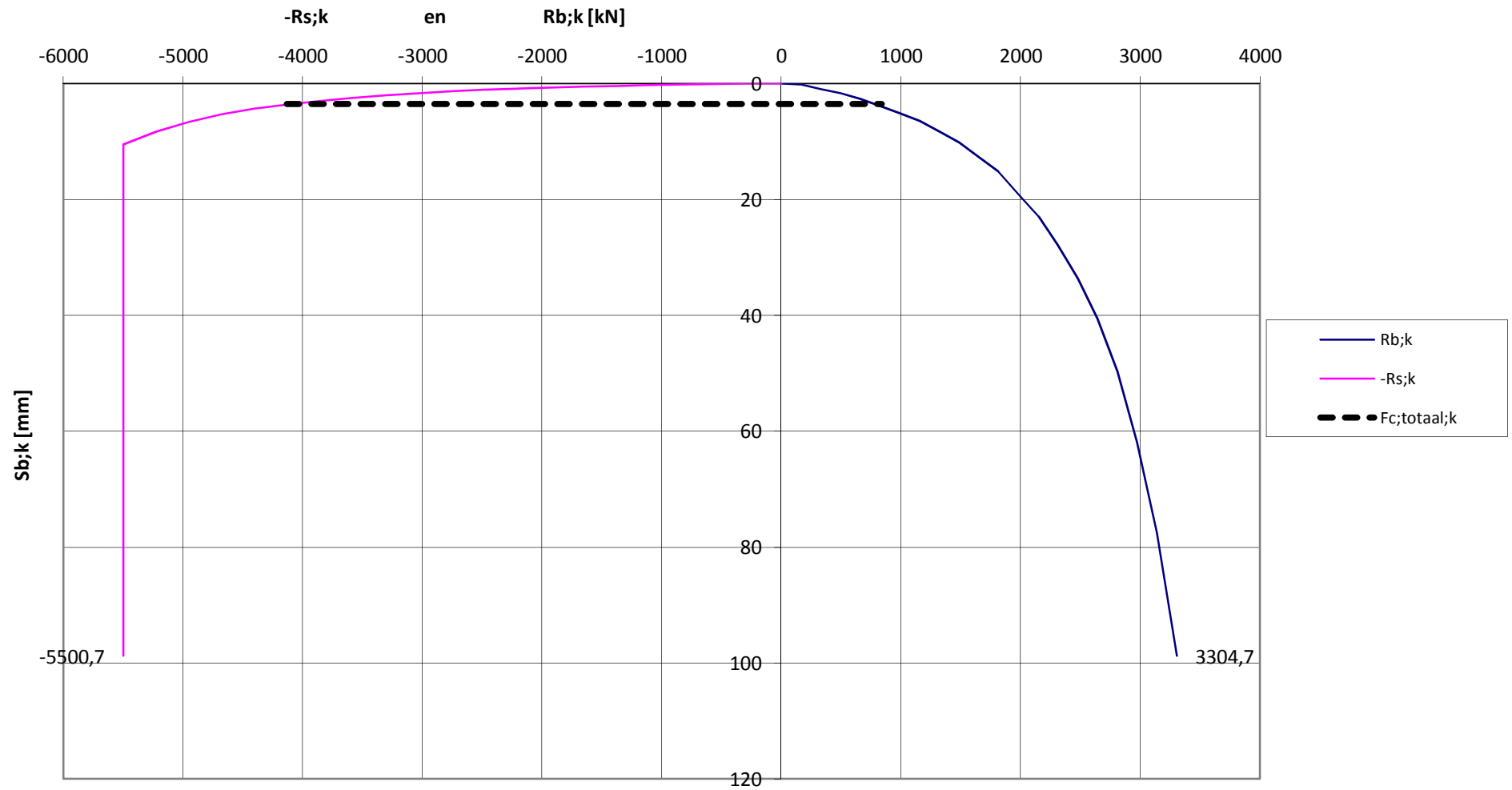
Last - zakkingsgedrag van funderingspalen in de bruikbaarheidsgrenstoestand (2)

Baantoren

$F_{c;totaal;k}$ 4969 [kN]

$S_{b;k}$ 3,56 [mm]

(statische paaldrukbelasting)



Bijlage B

Range netto paaldrukweerstand diepe zandlaag (uitvoer Mos Palenprogramma)

Tubex-groutinjectiepaal (db = 720, dp = 940)

Paalpuntniveaus met een drukweerstand ≥ 1 kN

Opdracht: 2001370

Plaats : ROTTERDAM

Project : Baantoren

 $\xi_3 = 1,26$ $\gamma_t = 1,20$ $\gamma_{f,nk} = 1,00$

gws = NAP - 1,50 m

 $\alpha_p = 0,63$ $\alpha_s = 0,009$ $\beta = 1,00$ $s = 1,0$

[-] = niet voldoende draagkracht

[] = geen draagkracht berekend

Rechthoekige ontgr. tot: NAP - 4,00 m (B = 35,00 m; L = 35,00 m) (reductie q_c via de wortel)

NAP + m	01	02	03	04	05	06A															NAP + m.
-50,00	4423	4363	4453	4109	4324	4820															-50,00
-50,25	4379	4351	4468	4033	4277	4516															-50,25
-50,50	4316	4336	4441	3973	4296	4496															-50,50
-50,75	4272	4327	4458	3978	4313	4502															-50,75
-51,00	4189	4331	4485	3779	4315	4501															-51,00
-51,25	4170	4339	4462	3965	4223	4532															-51,25
-51,50	4190	4335	4325	4095	4214	4560															-51,50
-51,75	4218	4320	4317	4173	4246	4606															-51,75
-52,00	4210	4282	4363	4224	4273	4637															-52,00
-52,25	4188	4236	4391	4240	4288	4682															-52,25
-52,50	4140	4175	4409	4226	4291	4704															-52,50
-52,75	4161	4048	4418	4204	4296	4678															-52,75
-53,00	4130	3997	4424	4139	4288	4687															-53,00
-53,25	4055	3996	4417	4012	4315	4700															-53,25
-53,50	4053	3991	4446	3995	4353	4561															-53,50
-53,75	4051	4325	4502	4027	4374	4568															-53,75
-54,00	4059	4685	4525	4661	4405	5294															-54,00
-54,25	4421	4786	4573	4997	4424	6005															-54,25
-54,50	4631	4813	4529	5121	4356	6555															-54,50
-54,75	4725	4743	4399	5194	4425	6813															-54,75
-55,00	4722	4668	5193	5244	5138	6972															-55,00
-55,25	4613	4494	6127	5273	5999	7110															-55,25
-55,50	4473	4394	6609	5247	6706	7228															-55,50
-55,75	4369	4758	6603	5223	7225	7310															-55,75
-56,00	4861	5406	6715	5394	7395	7451															-56,00

Tubex-groutinjectiepaal (db = 720, dp = 940)

Paalpuntniveaus met een drukweerstand ≥ 1 kN

Opdracht: 2001370

Plaats : ROTTERDAM

Project : Baantoren

 $\xi_3 = 1,26$ $\gamma_t = 1,20$ $\gamma_{f,nk} = 1,00$

gws = NAP - 1,50 m

 $\alpha_p = 0,63$ $\alpha_s = 0,009$ $\beta = 1,00$ $s = 1,0$

[-] = niet voldoende draagkracht

[] = geen draagkracht berekend

Rechthoekige ontgr. tot: NAP - 4,00 m (B = 35,00 m; L = 35,00 m) (reductie q_c via de wortel)

NAP + m	01	02	03	04	05	06A																NAP + m.
-56,25	5251	5502	6855	6583	7557	7614																-56,25
-56,50	5337	5591	6986	7935	7684	7712																-56,50
-56,75	5404	5656	7107	7860	7834	8128																-56,75
-57,00	5457	5713	7192	8007	7991	8404																-57,00
-57,25	5500	5752	7302	8143	8159	8686																-57,25
-57,50	5523	5772	7419	8288	8296	8879																-57,50
-57,75	5541	5784	7541	8438	8436	9051																-57,75
-58,00	5524	5754	7667	8586	8549	9392																-58,00
-58,25	5469	5707	7785	8720	8634	9374																-58,25
-58,50	5435	5581	7846	8846	8714	7973																-58,50
-58,75	5316	5653	7809	8966	7770	8008																-58,75
-59,00	5719	5966	8151	9086	7717	8091																-59,00
-59,25	5857	6936	8880	9250	7829	8134																-59,25
-59,50	6277	7195	9446	9360	7942	8183																-59,50
-59,75	6612	7434	9644	9391	8021	8215																-59,75
-60,00	7658	7463	9810	9630	8113	8214																-60,00
-60,25	7427	7453	9946	9885	8210	8259																-60,25
-60,50	7108	7523	9873	8199	8306	8345																-60,50
-60,75	6883	8014	9608	7869	8218	8401																-60,75
-61,00	6859	7544	8187	7836	8162	8330																-61,00
-61,25	6878	7466	7982	7814	8159	8077																-61,25
-61,50	6885	7474	7925	7766	7988	8099																-61,50
-61,75	6858	7522	7925	7741	7726	8055																-61,75
-62,00	6857	7501	7965	7740	7707	7798																-62,00
-62,25	6848	7507	7942	7711	7641	7856																-62,25

Tubex-groutinjectiepaal (db = 720, dp = 940)

Paalpuntniveaus met een drukweerstand ≥ 1 kN

Printdatum: 20-7-2020

Versie 6.0.1.0

Opdracht: 2001370

Plaats : ROTTERDAM

Project : Baantoren

 $\xi_3 = 1,26$ $\gamma_t = 1,20$ $\gamma_{f,nk} = 1,00$

gws = NAP - 1,50 m

 $\alpha_p = 0,63$ $\alpha_s = 0,009$ $\beta = 1,00$ $s = 1,0$

[-] = niet voldoende draagkracht

[] = geen draagkracht berekend

Rechthoekige ontgr. tot: NAP - 4,00 m (B = 35,00 m; L = 35,00 m) (reductie q_c via de wortel)

NAP + m	01	02	03	04	05	06A																NAP + m.
-62,50	6850	7400	7945	7713	7658	7851																-62,50
-62,75	6804	7401	7907	7697	7717	7837																-62,75
-63,00	6809	7396	7856	7708	7713	7878																-63,00
-63,25	6827	7368	7841	7699	7729	7921																-63,25
-63,50	6847	7355	7817	7687	7769	7960																-63,50
-63,75	6868	7338	7803	7690	7799	8001																-63,75
-64,00	6906		7756	7665	7834																	-64,00
-64,25	6908		7729	7644	7849																	-64,25
-64,50	6967			7700	7862																	-64,50
-64,75	7002			7749	7866																	-64,75
-65,00	7047			7772	7865																	-65,00

Bijlage C

Overzicht bruto paaldrukweerstand en variatie diepe zandlaag (uitvoer Mos Palenprogramma)

Tubex-groutinjectiepaal (db = 720, dp = 940)

Paalpuntniveaus met een drukweerstand ≥ 1 kN

Opdracht: 2001370

Plaats : ROTTERDAM

Project : Baantoren

 $\xi_3 = 1,26$ $\gamma_t = 1,20$ $\gamma_{f,nk} = 0,00$

gws = NAP - 1,50 m

 $\alpha_p = 0,63$ $\alpha_s = 0,009$ $\beta = 1,00$ $s = 1,0$

[-] = niet voldoende draagkracht

[] = geen draagkracht berekend

Rechthoekige ontgr. tot: NAP - 4,00 m (B = 35,00 m; L = 35,00 m) (reductie q_c via de wortel)

NAP + m	01	02	03	04	05	06A	Variatie-coëfficiënt														NAP + m.
-50,00	4653	4625	4670	4322	4564	5066	5,17%														-50,00
-50,25	4609	4614	4686	4246	4517	4762	3,93%														-50,25
-50,50	4546	4599	4658	4186	4536	4742	4,21%														-50,50
-50,75	4502	4590	4676	4191	4552	4748	4,26%														-50,75
-51,00	4419	4594	4703	3992	4555	4747	6,11%														-51,00
-51,25	4400	4601	4679	4178	4462	4778	4,78%														-51,25
-51,50	4420	4598	4543	4308	4454	4806	3,80%														-51,50
-51,75	4448	4582	4535	4386	4485	4852	3,60%														-51,75
-52,00	4440	4544	4581	4437	4513	4883	3,62%														-52,00
-52,25	4418	4499	4609	4453	4528	4928	4,07%														-52,25
-52,50	4370	4437	4627	4439	4531	4950	4,64%														-52,50
-52,75	4390	4311	4635	4417	4535	4924	4,90%														-52,75
-53,00	4359	4260	4642	4352	4527	4933	5,49%														-53,00
-53,25	4285	4259	4635	4225	4555	4946	6,30%														-53,25
-53,50	4283	4254	4664	4208	4593	4807	5,63%														-53,50
-53,75	4281	4588	4719	4240	4614	4814	5,13%														-53,75
-54,00	4289	4948	4743	4874	4645	5540	8,54%														-54,00
-54,25	4651	5049	4791	5210	4664	6252	11,85%														-54,25
-54,50	4861	5076	4747	5334	4596	6801	15,45%														-54,50
-54,75	4955	5005	4617	5407	4665	7059	17,30%														-54,75
-55,00	4952	4931	5411	5457	5377	7218	15,23%														-55,00
-55,25	4843	4756	6345	5486	6238	7356	17,14%														-55,25
-55,50	4702	4657	6827	5460	6946	7474	20,42%														-55,50
-55,75	4599	5021	6821	5436	7465	7556	21,01%														-55,75
-56,00	5091	5669	6933	5607	7635	7697	17,52%														-56,00

Tubex-groutinjectiepaal (db = 720, dp = 940)

Paalpuntniveaus met een drukweerstand ≥ 1 kN

Opdracht: 2001370

Plaats : ROTTERDAM

Project : Baantoren

 $\xi_3 = 1,26$ $\gamma_t = 1,20$ $\gamma_{f,nk} = 0,00$

gws = NAP - 1,50 m

 $\alpha_p = 0,63$ $\alpha_s = 0,009$ $\beta = 1,00$ $s = 1,0$

[-] = niet voldoende draagkracht

[] = geen draagkracht berekend

Rechthoekige ontgr. tot: NAP - 4,00 m (B = 35,00 m; L = 35,00 m) (reductie q_c via de wortel)

NAP + m	01	02	03	04	05	06A	Variatie-coëfficiënt														NAP + m.
-56,25	5481	5765	7073	6796	7796	7860	14,72%														-56,25
-56,50	5567	5853	7203	8148	7923	7958	15,95%														-56,50
-56,75	5634	5919	7324	8073	8074	8374	16,37%														-56,75
-57,00	5687	5975	7410	8220	8231	8650	17,05%														-57,00
-57,25	5730	6015	7520	8356	8399	8932	17,84%														-57,25
-57,50	5753	6035	7637	8501	8536	9125	18,50%														-57,50
-57,75	5771	6047	7759	8651	8676	9297	19,14%														-57,75
-58,00	5754	6016	7885	8799	8789	9638	20,42%														-58,00
-58,25	5699	5969	8003	8933	8873	9620	20,96%														-58,25
-58,50	5665	5843	8064	9059	8954	8219	19,77%														-58,50
-58,75	5546	5915	8026	9179	8010	8255	19,12%														-58,75
-59,00	5949	6228	8369	9299	7957	8337	17,16%														-59,00
-59,25	6087	7199	9097	9463	8069	8380	15,50%														-59,25
-59,50	6507	7457	9664	9573	8182	8429	14,69%														-59,50
-59,75	6842	7697	9862	9604	8261	8461	13,50%														-59,75
-60,00	7887	7726	10027	9843	8353	8460	11,30%														-60,00
-60,25	7657	7716	10164	10098	8449	8505	12,74%														-60,25
-60,50	7337	7786	10091	8412	8546	8591	11,09%														-60,50
-60,75	7113	8276	9825	8082	8458	8647	10,47%														-60,75
-61,00	7089	7807	8405	8049	8402	8576	6,82%														-61,00
-61,25	7108	7729	8200	8027	8399	8323	6,06%														-61,25
-61,50	7115	7736	8143	7979	8227	8345	5,67%														-61,50

Tubex-groutinjectiepaal (db = 720, dp = 940)

Paalpuntniveaus met een drukweerstand ≥ 1 kN

Opdracht: 2001370

Plaats : ROTTERDAM

Project : Baantoren

 $\xi_3 = 1,26$ $\gamma_t = 1,20$ $\gamma_{f,nk} = 0,00$

gws = NAP - 1,50 m

 $\alpha_p = 0,63$ $\alpha_s = 0,009$ $\beta = 1,00$ $s = 1,0$

[-] = niet voldoende draagkracht

[] = geen draagkracht berekend

Rechthoekige ontgr. tot: NAP - 4,00 m (B = 35,00 m; L = 35,00 m) (reductie q_c via de wortel)

NAP + m	01	02	03	04	05	06A	Variatie-coëfficiënt															NAP + m.
-61,75	7088	7785	8143	7954	7966	8301	5,37%															-61,75
-62,00	7087	7763	8183	7953	7947	8044	4,97%															-62,00
-62,25	7078	7770	8160	7925	7880	8102	5,00%															-62,25
-62,50	7080	7663	8163	7926	7898	8097	5,07%															-62,50
-62,75	7034	7664	8125	7910	7957	8083	5,22%															-62,75
-63,00	7039	7659	8074	7921	7953	8124	5,19%															-63,00
-63,25	7057	7631	8059	7912	7968	8168	5,20%															-63,25
-63,50	7077	7618	8035	7900	8008	8206	5,21%															-63,50
-63,75	7098	7600	8021	7903	8038	8247	5,26%															-63,75
-64,00	7136		7974	7878	8073		5,50%															-64,00
-64,25	7138		7947	7857	8088		5,46%															-64,25
-64,50	7197			7913	8101		6,17%															-64,50
-64,75	7232			7962	8106		6,03%															-64,75
-65,00	7276			7985	8105		5,75%															-65,00

Bijlage D

Algemene uitvoeringsrichtlijnen verdringingsschroefpalen

ALGEMENE RICHTLIJNEN VOOR DE UITVOERING VAN TRILLINGVRIJ EN GRONDVERDRINGEND IN DE GROND GESCHROEFDE PALEN

Trillingvrij en grondverdringend ingeschroefde palen zijn te verdelen in:

- In de grond gevormde geschroefde palen (zoals de Fundexpaal of de schroefinjectiepaal).
- Geprefabriceerde ingeschroefde palen (zoals de Tubexpaal).

Voor de aanvang van het inschroeven van de palen moeten de volgende zaken bekend zijn:

- Het palenplan met de paalafmetingen en de paalpuntniveaus. Hierop dienen de sondeerlocaties en de gedachte installatievolgorde tevens te zijn aangegeven.
- De maaiveldhoogten ter plaatse van de in te schroeven palen.
- De maaiveldhoogten ter plaatse van de sondeerlocaties.
- Het grondonderzoek en het bijbehorende funderingsadvies.

Bij de uitvoering van trillingvrij en grondverdringend ingeschroefde palen moeten de volgende punten in acht worden genomen:

- De "verloren" of terug te winnen casingbuis moet recht zijn.
- De diameter van de casingbuis moet over de volle lengte gelijk zijn.
- Bij het nabij belendingen inschroeven van palen verdient het (veelal) de voorkeur het inschroeven te starten op de kleinste afstand van de belendingen en vervolgens een inschroefvolgorde te hanteren met een ten opzichte van de belendingen toenemende afstand.
- Indien een verschil in paalpuntniveau is voorgeschreven, dan verdient het (veelal) aanbeveling het inschroeven van de palen te starten ter plaatse van het diepste paalpuntniveau en vervolgens van het diepste naar het hoogste niveau te werken.
- Omdat de funderingsgrondslag tussen sondeerlocaties kan variëren is een controle hierop gewenst. Dit kan door de oliedruk tijdens het inschroeven van de palen te registreren en de waarden van de maximale oliedruk per 0,25 m indringing vervolgens uit te zetten tegen de inschroefdiepte; het zo verkregen diagram wordt een oliedrukdiagram ¹⁾ genoemd. Bij een goede keuze van de boormotor (met een voldoende groot boormoment) zal onder gelijke omstandigheden meestal een duidelijke correlatie te zien zijn tussen het oliedrukdiagram en het sondeerdiagram.
- Om de verkregen oliedrukdiagrammen goed te kunnen vergelijken verdient het aanbeveling de eerste paal op of nabij een sondeerlocatie in te schroeven ("ijken"). Bij de eerste paal en alle overige dichtst nabij een sondeerlocatie gesitueerde palen, dient een volledig oliedrukdiagram te worden gemaakt.
- Bij de overige palen kan worden volstaan met een diagram waaruit de overgang naar de draagkrachtige zandformatie blijkt en dat wordt doorgezet tot paalpuntniveau. De oliedrukdiagrammen dienen te worden vergeleken met de diagrammen van de bijbehorende sondering(en), waarbij een maximale afwijking in ongunstige zin van $\frac{1}{3}$ is toegestaan.
- Na het bereiken van het geadviseerde paalpuntniveau dient controle op aanwezigheid van water of grond in de buis plaats te vinden. Bij afkeuring dient de buis voor het trekken te worden gevuld met beton, grout of - wanneer daar geen geohydrologische bezwaren tegen bestaan - een mengsel van zand en grind. Het paalpuntniveau van een nieuwe (vervangende) paal dient ten minste zo diep te zijn als het bereikte inschroefniveau van de afgekeurde paal.

- De wapening moet gecentreerd worden geplaatst.
- In geval van een terug te winnen casingbuis mag pas met het trekken worden begonnen als de specie het paalpuntniveau heeft bereikt en onder druk staat; de casingbuis moet geleidelijk worden getrokken.
- De hoeveelheid verbruikte specie moet ten minste overeenkomen met de theoretische inhoud van de paal.
- De palen kunnen onmiddellijk na elkaar worden vervaardigd, indien de onderlinge hart op hart afstand ten minste 4 maal de paalpuntdiameter bedraagt. Een kleinere afstand is toegestaan, als de tijd tussen het maken van de eerste en de tweede paal zodanig lang is dat de specie in de eerst gemaakte paal voldoende is opgestijfd. Voor genoemde tijd moet minimaal 20 uur worden aangehouden. Indien een vertragende hulpstof wordt toegepast, moet de tijdsduur zonodig worden verlengd.

Verder wordt verwezen naar:

- NEN-EN 12699 "Uitvoering van bijzonder geotechnische werken - Verdringingspalen".
- BRL 2356 (1992-06-01) "In de grond gevormde palen", bijlage E (1992-08-01) "Werkwijze bij het vervaardigen van trillingvrij, grondverdringend ingebrachte palen".

In twijfelgevallen is het raadzaam de geotechnische adviseur te raadplegen. Deze kan aangeven of het zinvol is om controlesonderingen te laten maken.

Tot slot maken wij u erop attent dat Mos Grondmechanica beschikt over:

- Deskundige opzichters voor de begeleiding van alle grond- en funderingswerken.
- Goede apparatuur en medewerkers voor:
- Het uitzetten en of het inmeten van palenvelden.
- Het sonisch doormeten van palen (controle op eventueel aanwezige ernstige gebreken).

Noot:

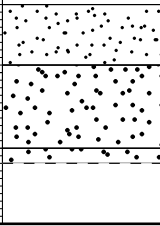
- ¹⁾ Een oliedrukdiagram wordt verkregen door de per 0,25 m diepte gemeten maximale oliedruk grafisch uit te zetten tegen de corresponderende inschroefdiepte. De maximale oliedruk dient daartoe tijdens het (steeds weer) over een vaste afstand van 0,25 m inschroeven van de paal te worden gemeten en geregistreerd. Het zo verkregen oliedrukdiagram wordt bij voorkeur getekend in het sondeerdiagram van de sondering die zo dicht mogelijk bij de paal werd uitgevoerd.

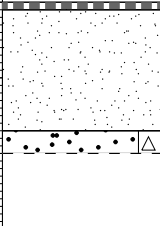
(12 september 2016)

Bijlage E

Beschikbaar grondonderzoek

PB01 19-05-2016 Handboring		Maaiveldhoogte: 1.05 t.o.v. NAP Grondwaterniveau: -1.15 t.o.v. NAP				Coordinaten:
NAP +1.0	MV	Profiel	M	G	P	Omschrijving bodemprofiel
+0.0	-1.0					0.00m Verharding, (tegel). 0.05m Zand, matig grof, bruin, matig puinhoudend.
-1.0	-2.0					1.40m Zand, matig grof, donkergrijs.
-2.0	-3.0					3.00m Einde boring.
-4.0						
PB02 19-05-2016 Handboring		Maaiveldhoogte: 1.09 t.o.v. NAP Grondwaterniveau: -0.85 t.o.v. NAP				Coordinaten:
NAP +1.0	MV	Profiel	M	G	P	Omschrijving bodemprofiel
+0.0	-1.0					0.00m Zand, matig fijn, lichtbruin. 0.20m Zand, grof, donkerbruin.
-1.0	-2.0					1.20m Zand, matig fijn, lichtbruin.
-2.0	-3.0					1.90m Zand, matig fijn, lichtgrijs.
-4.0						3.00m Einde boring.
S01 19-05-2016 Handboring		Maaiveldhoogte: 1.04 t.o.v. NAP Grondwaterniveau: -0.71 t.o.v. NAP				Coordinaten:
NAP +1.0	MV	Profiel	M	G	P	Omschrijving bodemprofiel
+0.0	-1.0					0.00m Verharding, (tegel). 0.05m Zand, matig grof, bruin, matig puinhoudend.
-1.0	-2.0					1.40m Zand, matig grof, donkergrijs.
-3.0						2.00m Einde boring.
S02 19-05-2016 Handboring		Maaiveldhoogte: 0.96 t.o.v. NAP Grondwaterniveau: - t.o.v.				Coordinaten:
NAP	MV	Profiel	M	G	P	Omschrijving bodemprofiel
+0.0	-1.0					0.00m Verharding, (straatstenen). 0.10m Zand, matig grof, bruin, matig puinhoudend.
-1.0	-2.0					1.20m Zand, grof, donkergrijs.
-2.0	-3.0					2.00m Einde boring.
		GEOMET B.V. Alphen a/d Rijn 0172-449822		Project: HOOGBOUWTOREN A/D BLEKERSTRAAT-BAAN Locatie: ROTTERDAM		Rapportnr: AA15315 Proj. datum:

S03 19-05-2016 Handboring			Maaiveldhoogte: 1.14 t.o.v. NAP Grondwaterniveau: -.-- t.o.v.				Coordinaten:
NAP	MV	Profiel	M	G	P	Omschrijving bodemprofiel	Opmerkingen
+1.0						0.00m Verharding, (tegel). 0.10m Zand, matig grof, bruin. 0.90m Zand, grof, lichtbruin.	
+0.0						2.00m Zand, grof, donkergrijs. 2.20m Einde boring.	
-1.0							
-2.0							
-3.0							

S04 19-05-2016 Handboring			Maaiveldhoogte: 1.03 t.o.v. NAP Grondwaterniveau: -.-- t.o.v.				Coordinaten:
NAP	MV	Profiel	M	G	P	Omschrijving bodemprofiel	Opmerkingen
+1.0						0.00m Verharding, (straatstenen). 0.10m Zand, matig fijn, lichtbruin.	
+0.0						1.70m Zand, grof, lichtgrijs, matig puinhoudend. 2.00m Einde boring.	
-1.0							
-2.0							
-3.0							

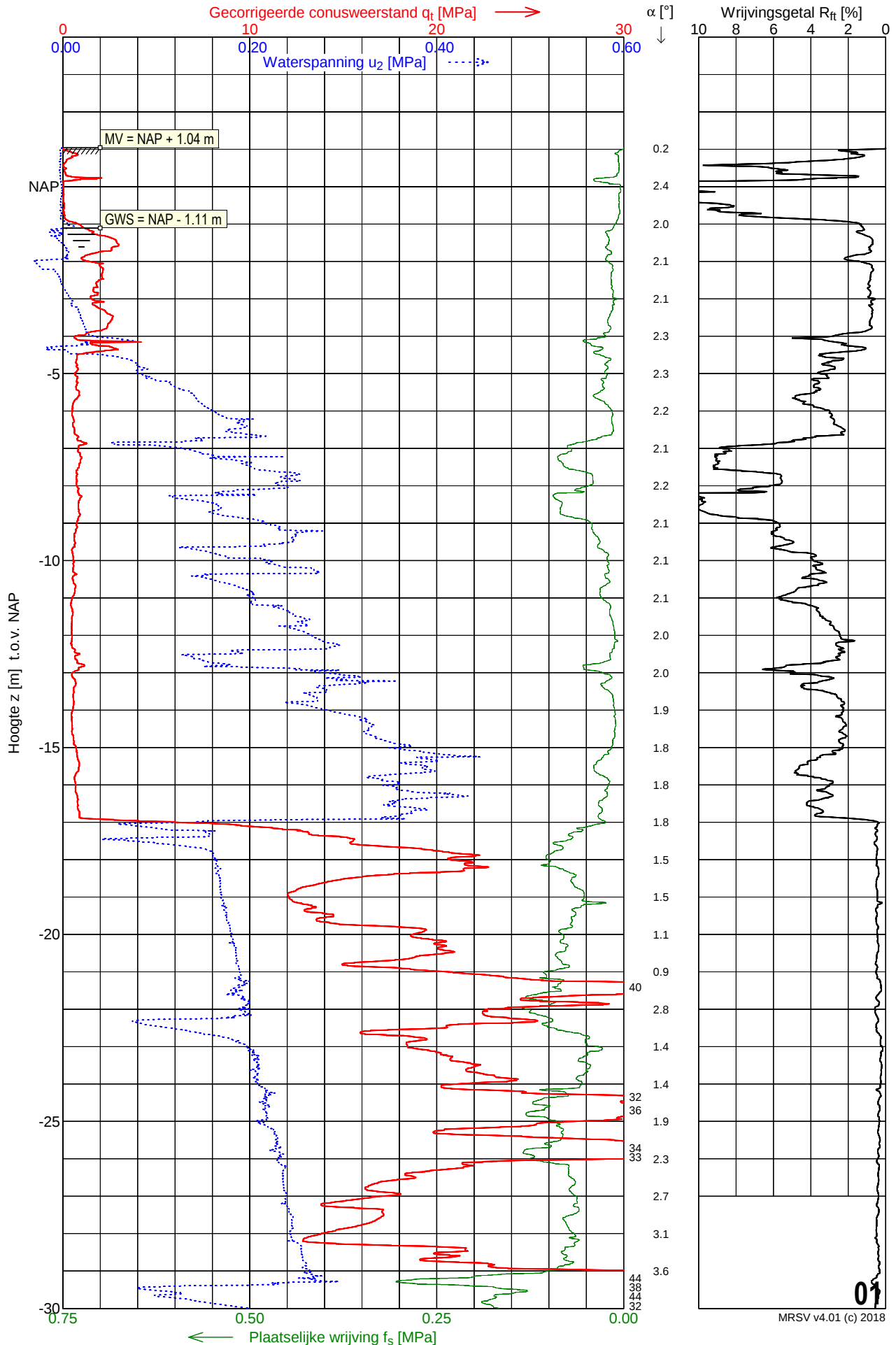
 GEOMET B.V. Alphen a/d Rijn 0172-449822	Project: HOOGBOUWTOREN A/D BLEKERSTRAAT-BAAN Locatie: ROTTERDAM	Rapportnr: AA15315 Proj. datum:
--	--	---

Sondering 01

Opdracht : 2001370
Plaats : Rotterdam
Datum : 20-05-2016
Project : Baantoren

Conus nummer : S15CFI.1105
Soort conus : Elektrisch
Opp. conuspunt : 1500 mm²

NEN-EN-ISO-22476-1
Klasse 3, type TE2
Sondeerunit : 200
Blad : 1 van 3

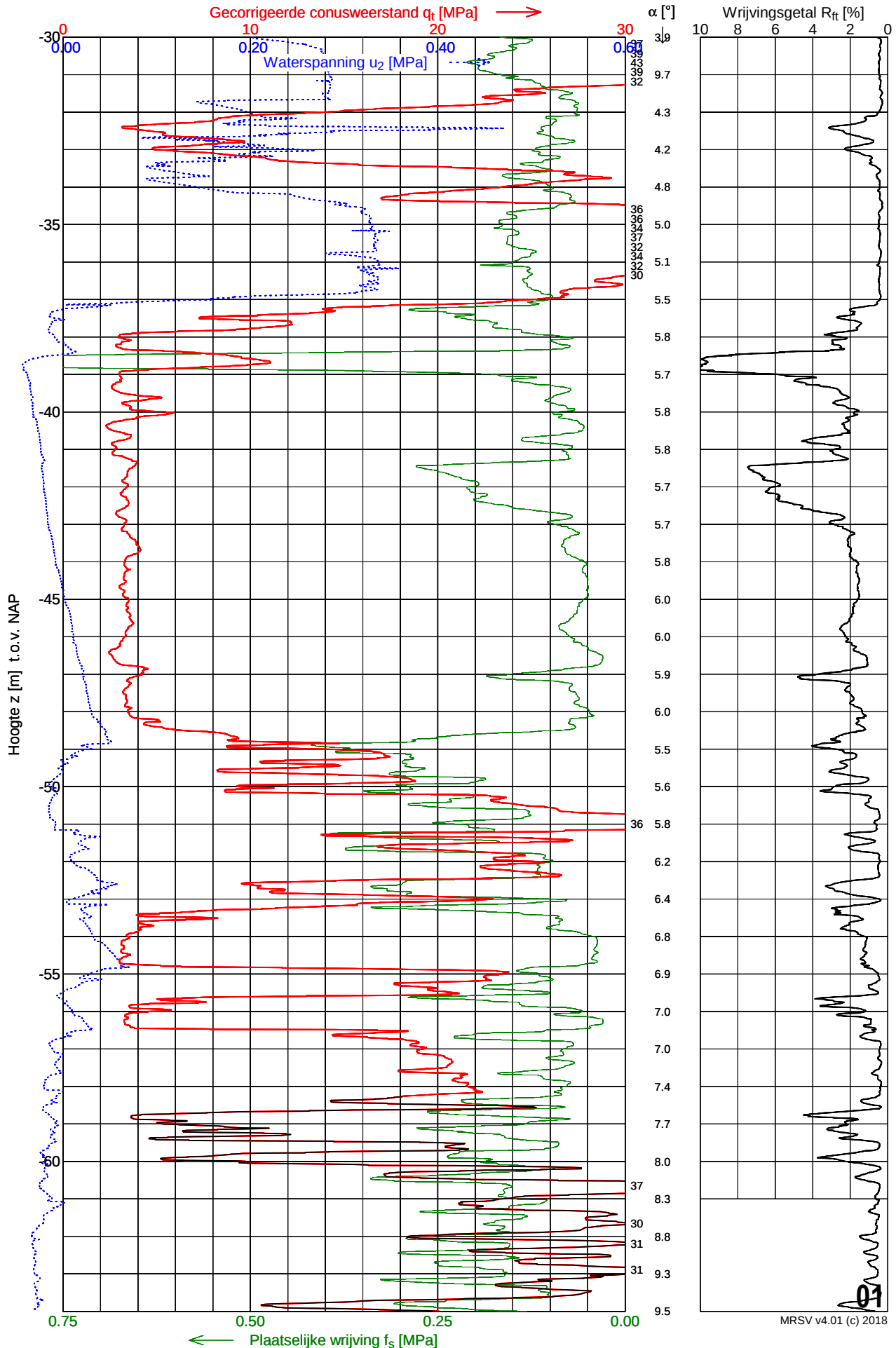


Sondering 01

Opdracht : 2001370
Plaats : Rotterdam
Datum : 20-05-2016
Project : Baantoren

Conus nummer : S15CFI.1105
Soort conus : Elektrisch
Opp. conuspunt : 1500 mm²

NEN-EN-ISO-22476-1
Klasse 3, type TE2
Sondeerunit : 200
Blad : 2 van 3

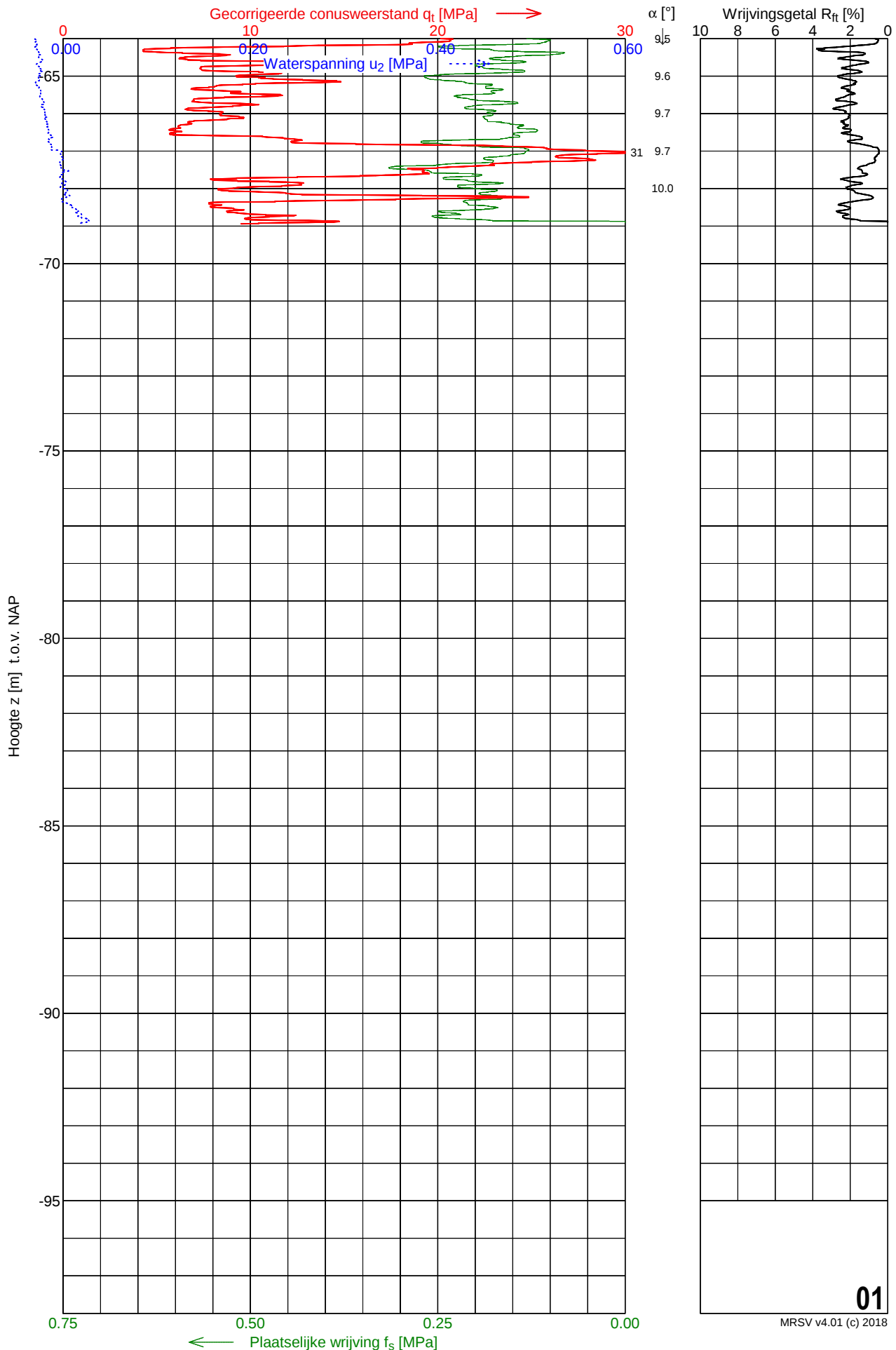


Sondering 01

Opdracht : 2001370
Plaats : Rotterdam
Datum : 20-05-2016
Project : Baantoren

Conus nummer : S15CFI.1105
Soort conus : Elektrisch
Opp. conuspunt : 1500 mm²

NEN-EN-ISO-22476-1
Klasse 3, type TE2
Sondeerunit : 200
Blad : 3 van 3

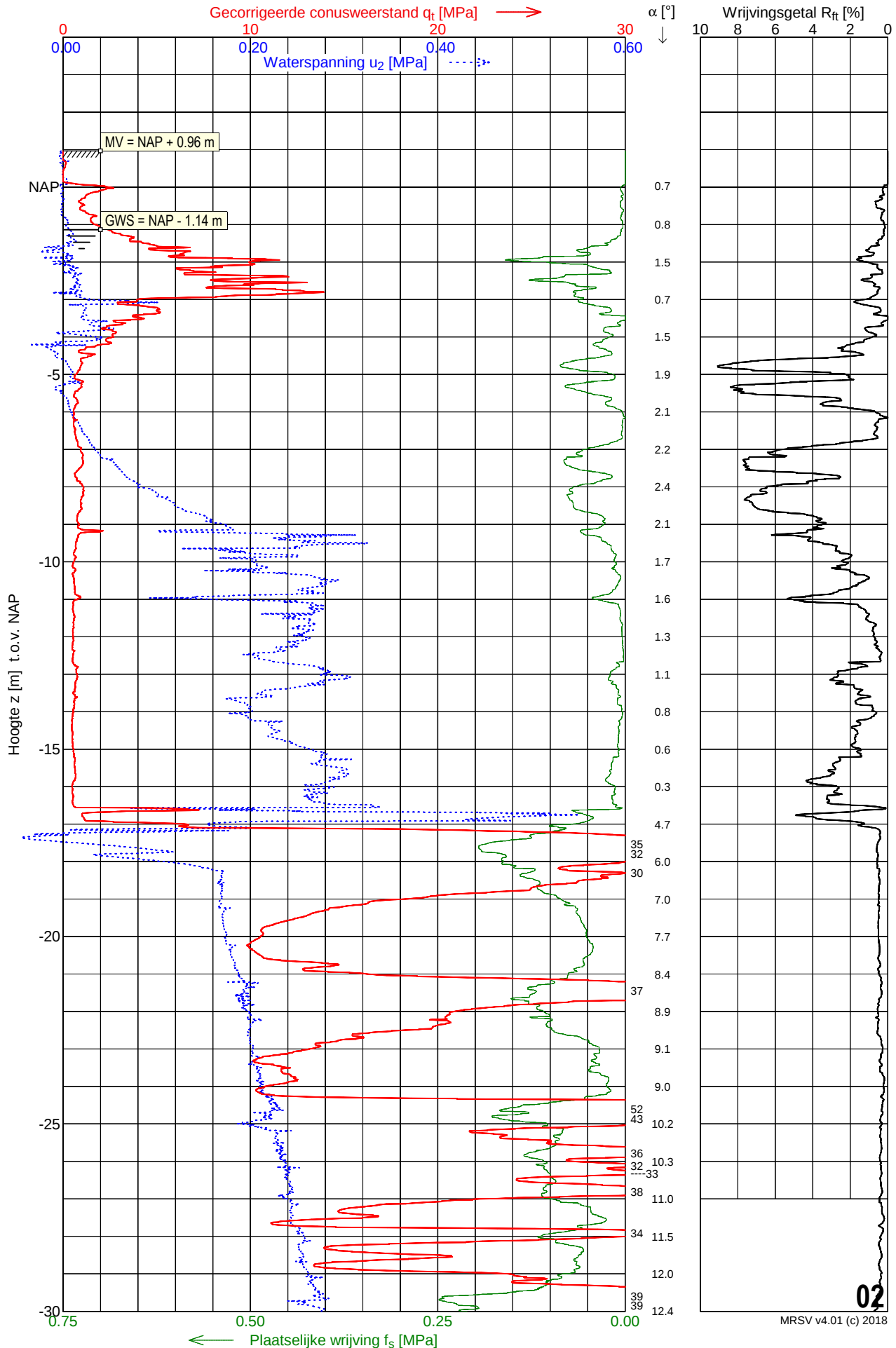


Sondering 02

Opdracht : 2001370
Plaats : Rotterdam
Datum : 19-05-2016
Project : Baantoren

Conus nummer : S15CFI.1105
Soort conus : Elektrisch
Opp. conuspunt : 1500 mm²

NEN-EN-ISO-22476-1
Klasse 3, type TE2
Sondeerunit : 200
Blad : 1 van 3

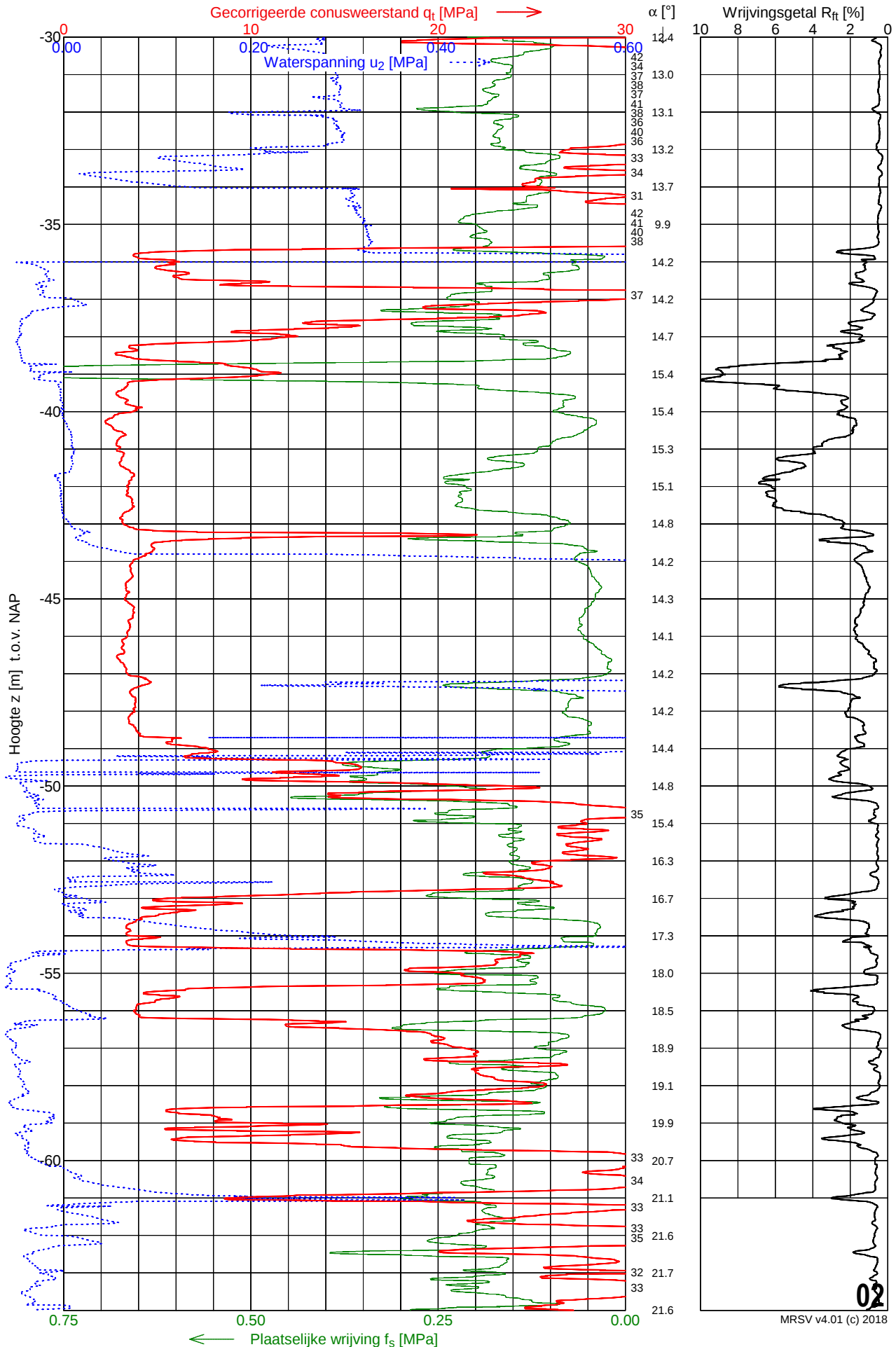


Sondering 02

Opdracht : 2001370
Plaats : Rotterdam
Datum : 19-05-2016
Project : Baantoren

Conus nummer : S15CFI.1105
Soort conus : Elektrisch
Opp. conuspunt : 1500 mm²

NEN-EN-ISO-22476-1
Klasse 3, type TE2
Sondeerunit : 200
Blad : 2 van 3



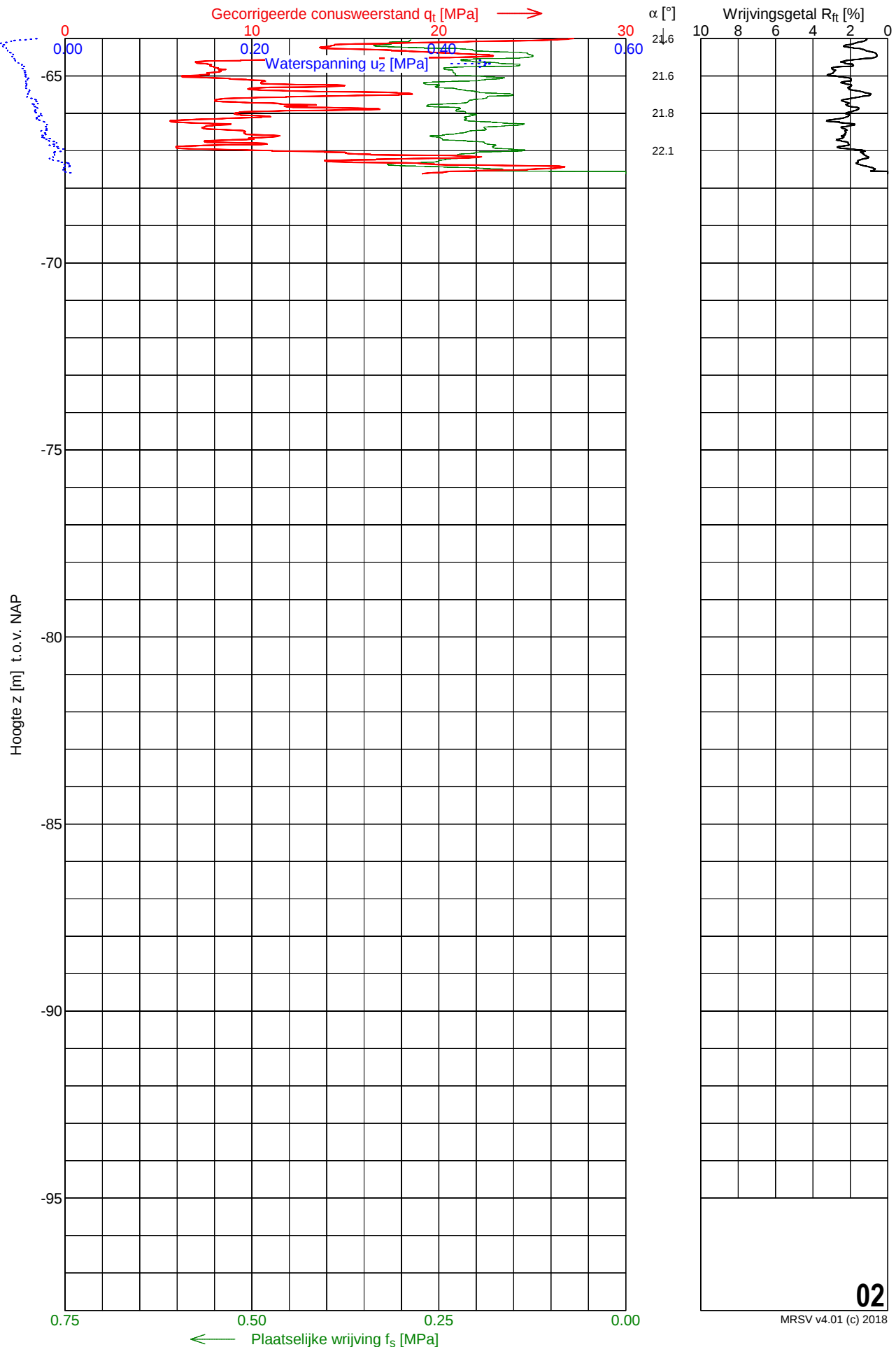
MRSV v4.01 (c) 2018

Sondering 02

Opdracht : 2001370
Plaats : Rotterdam
Datum : 19-05-2016
Project : Baantoren

Conus nummer : S15CFI.1105
Soort conus : Elektrisch
Opp. conuspunt : 1500 mm²

NEN-EN-ISO-22476-1
Klasse 3, type TE2
Sondeerunit : 200
Blad : 3 van 3



02

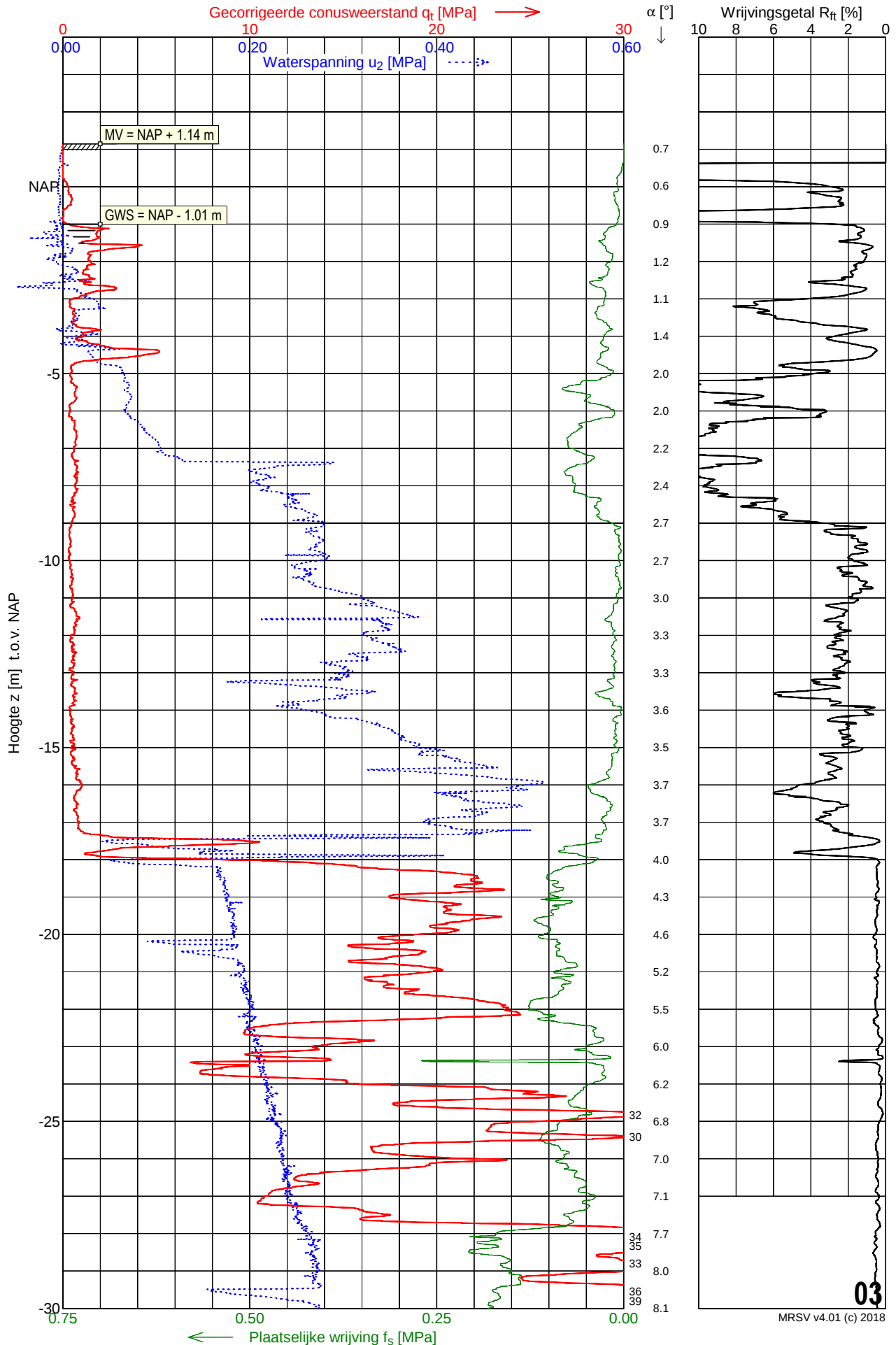
MRSV v4.01 (c) 2018

Sondering 03

Opdracht : 2001370
Plaats : Rotterdam
Datum : 19-05-2016
Project : Baantoren

Conus nummer : S15CFI.1105
Soort conus : Elektrisch
Opp. conuspunt : 1500 mm²

NEN-EN-ISO-22476-1
Klasse 3, type TE2
Sondeerunit : 200
Blad : 1 van 3

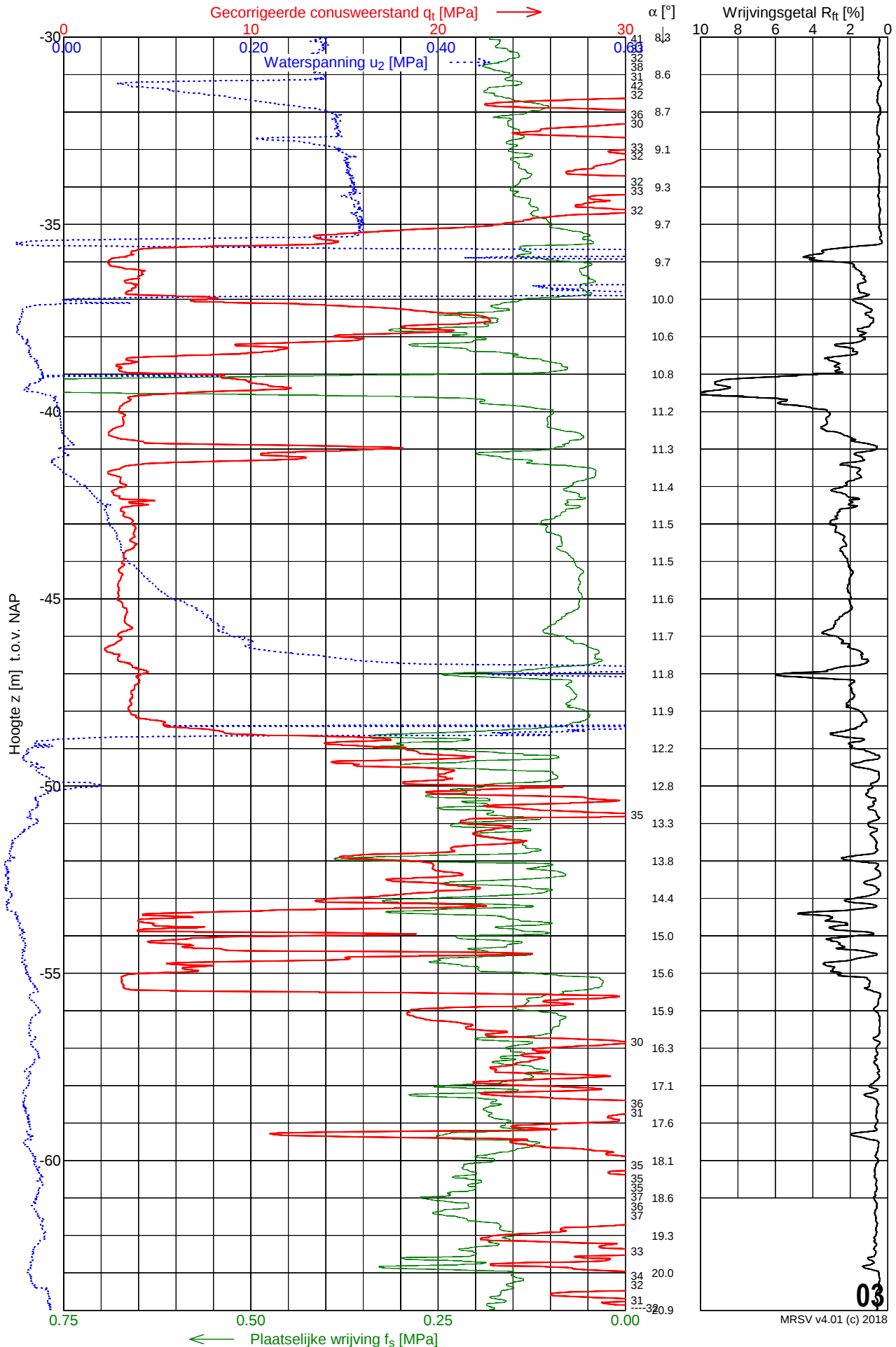


Sondering 03

Opdracht : 2001370
Plaats : Rotterdam
Datum : 19-05-2016
Project : Baantoren

Conus nummer : S15CFI.1105
Soort conus : Elektrisch
Opp. conuspunt : 1500 mm²

NEN-EN-ISO-22476-1
Klasse 3, type TE2
Sondeerunit : 200
Blad : 2 van 3

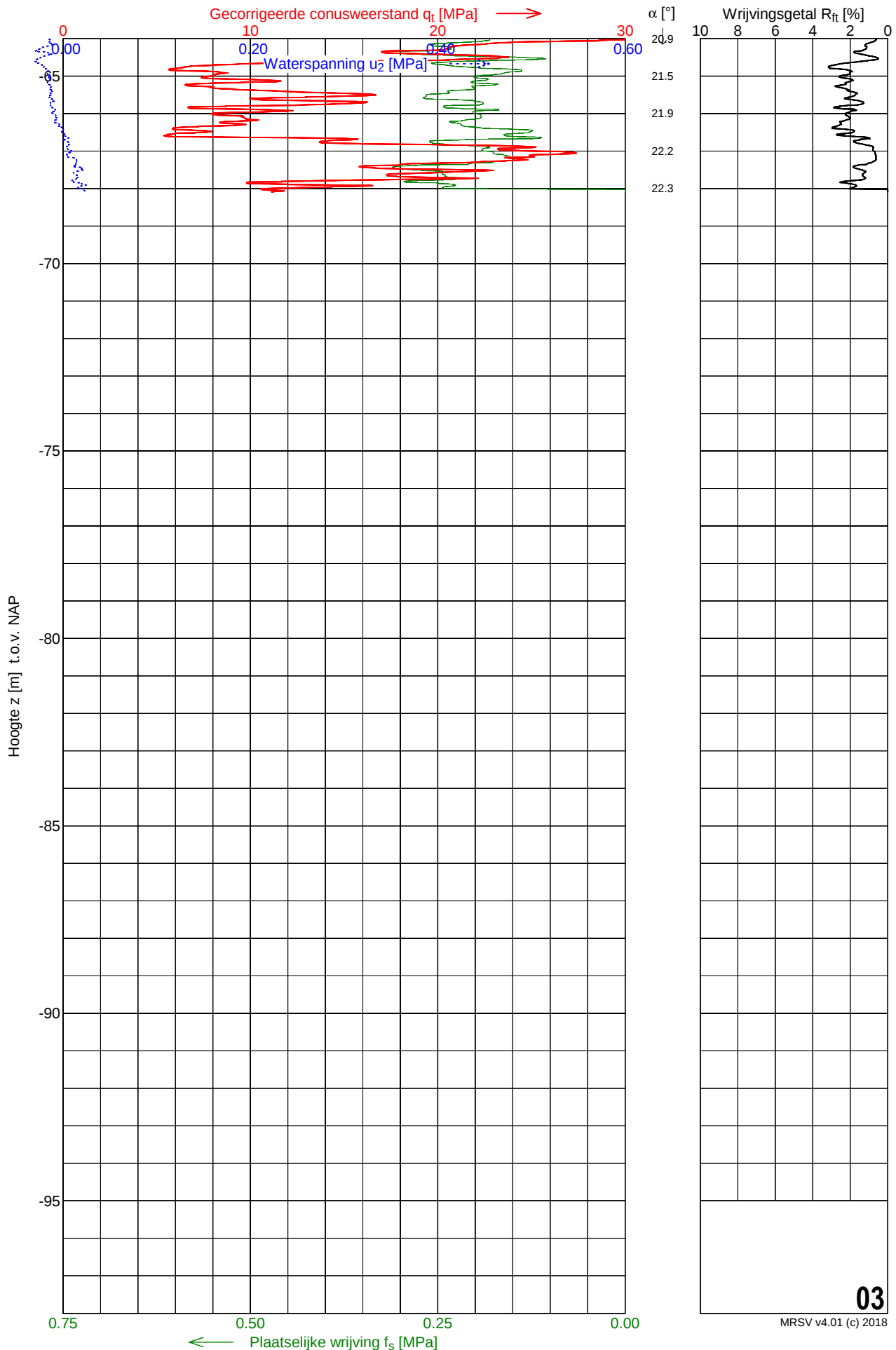


Sondering 03

Opdracht : 2001370
Plaats : Rotterdam
Datum : 19-05-2016
Project : Baantoren

Conus nummer : S15CFI.1105
Soort conus : Elektrisch
Opp. conuspunt : 1500 mm²

NEN-EN-ISO-22476-1
Klasse 3, type TE2
Sondeerunit : 200
Blad : 3 van 3

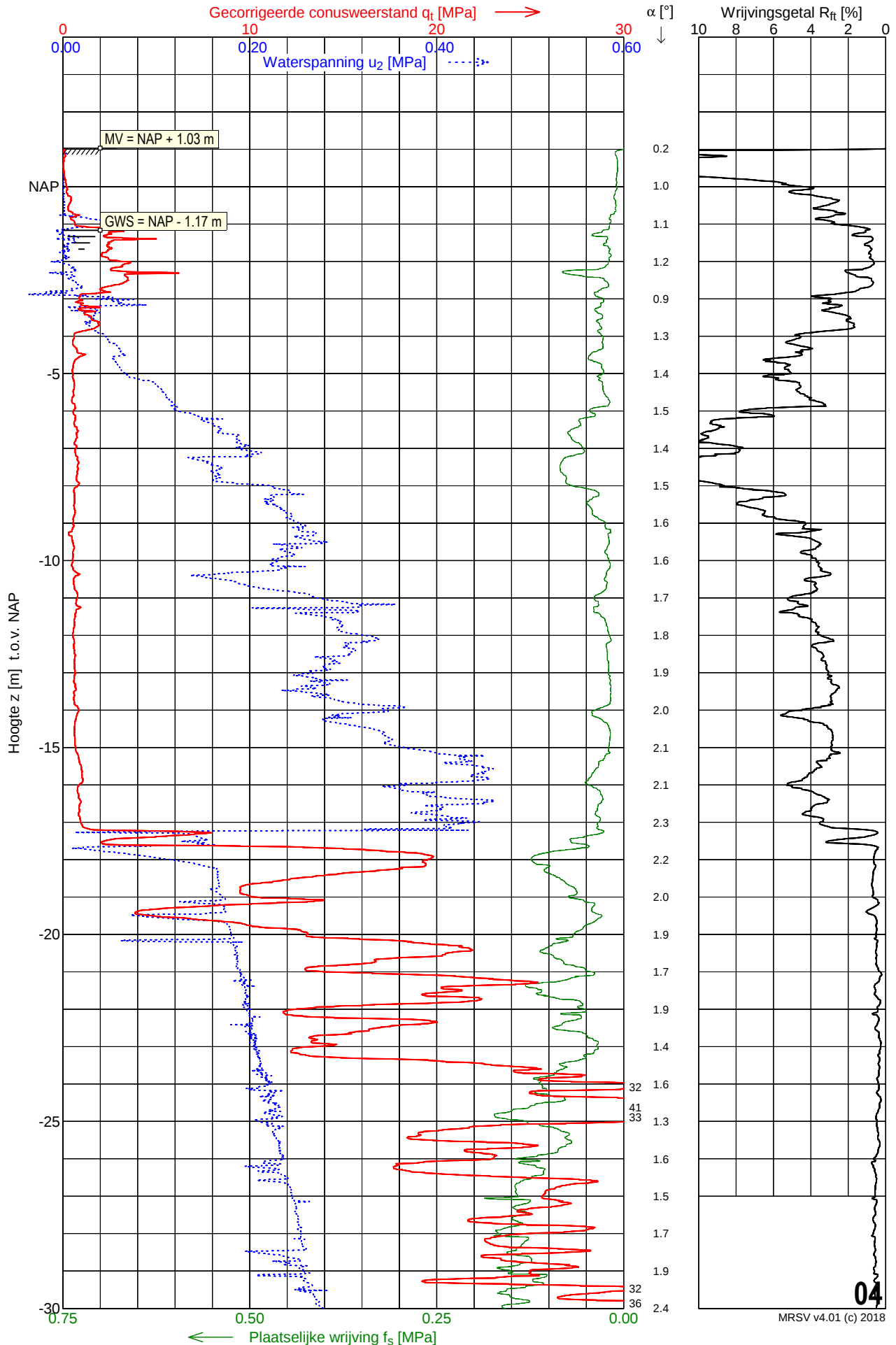


Sondering 04

Opdracht : 2001370
Plaats : Rotterdam
Datum : 20-05-2016
Project : Baantoren

Conus nummer : S15CFI.1105
Soort conus : Elektrisch
Opp. conuspunt : 1500 mm²

NEN-EN-ISO-22476-1
Klasse 3, type TE2
Sondeerunit : 200
Blad : 1 van 3

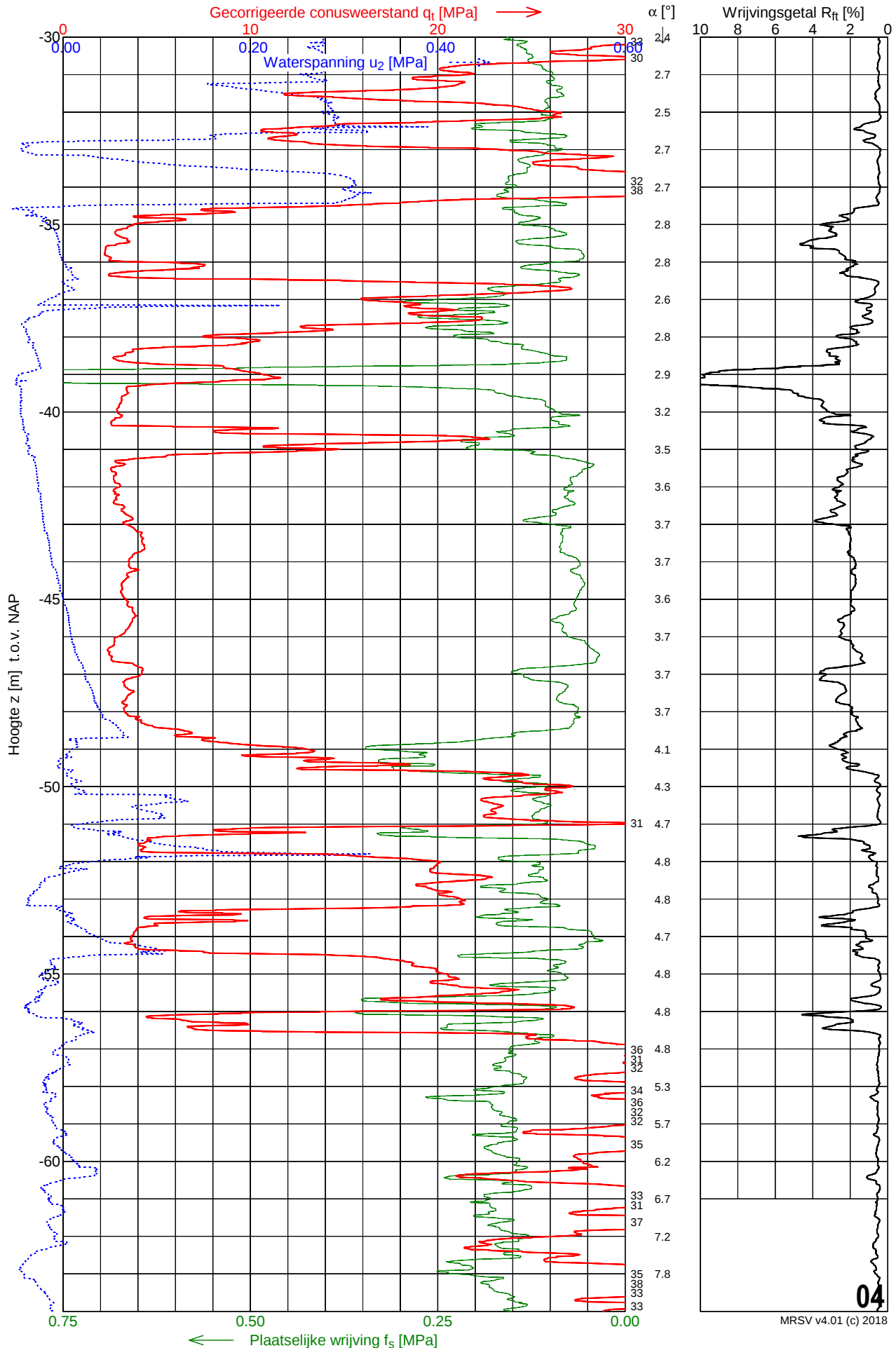


Sondering 04

Opdracht : 2001370
Plaats : Rotterdam
Datum : 20-05-2016
Project : Baantoren

Conus nummer : S15CFI.1105
Soort conus : Elektrisch
Opp. conuspunt : 1500 mm²

NEN-EN-ISO-22476-1
Klasse 3, type TE2
Sondeerunit : 200
Blad : 2 van 3

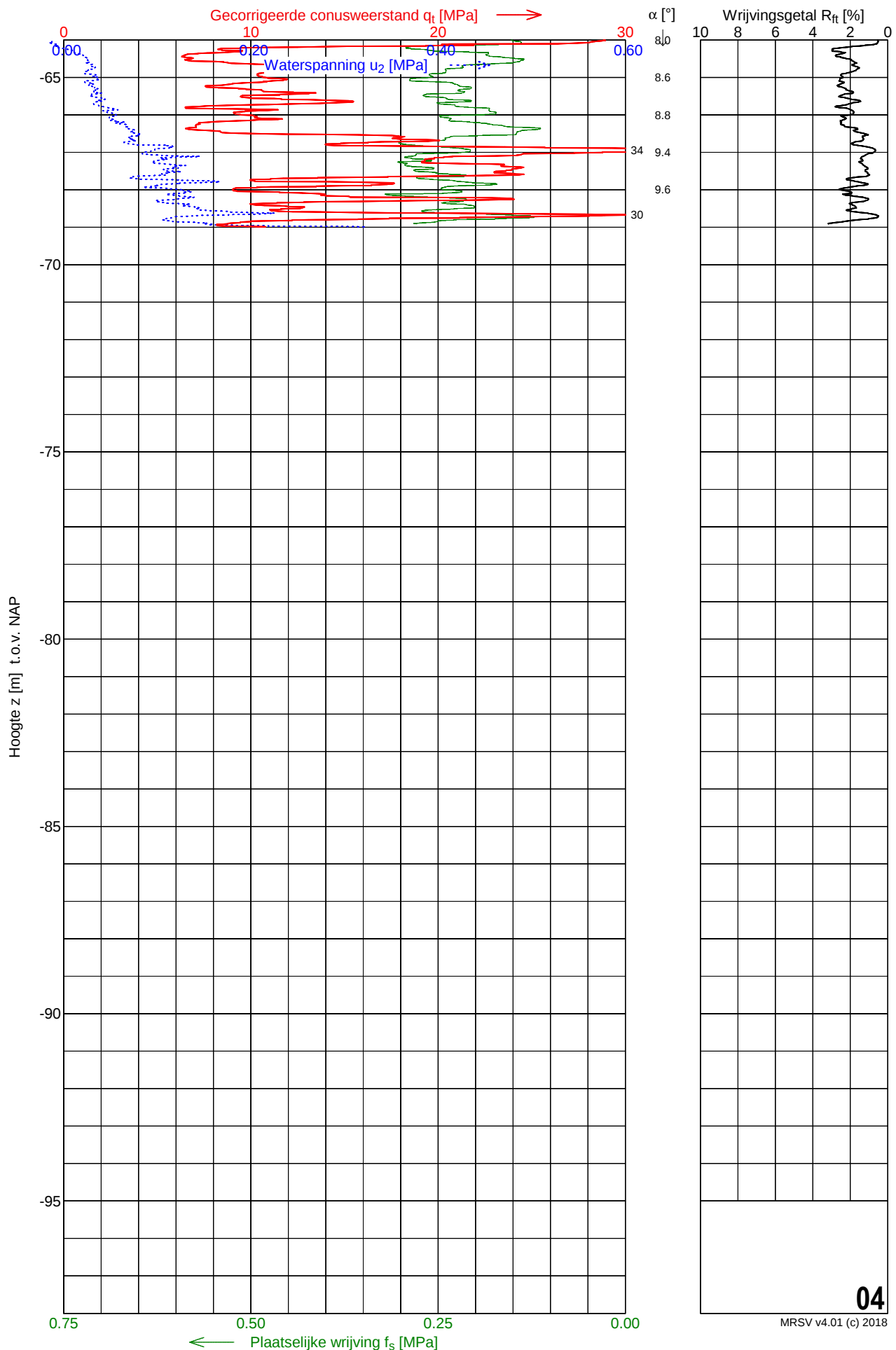


Sondering 04

Opdracht : 2001370
Plaats : Rotterdam
Datum : 20-05-2016
Project : Baantoren

Conus nummer : S15CFI.1105
Soort conus : Elektrisch
Opp. conuspunt : 1500 mm²

NEN-EN-ISO-22476-1
Klasse 3, type TE2
Sondeerunit : 200
Blad : 3 van 3



04

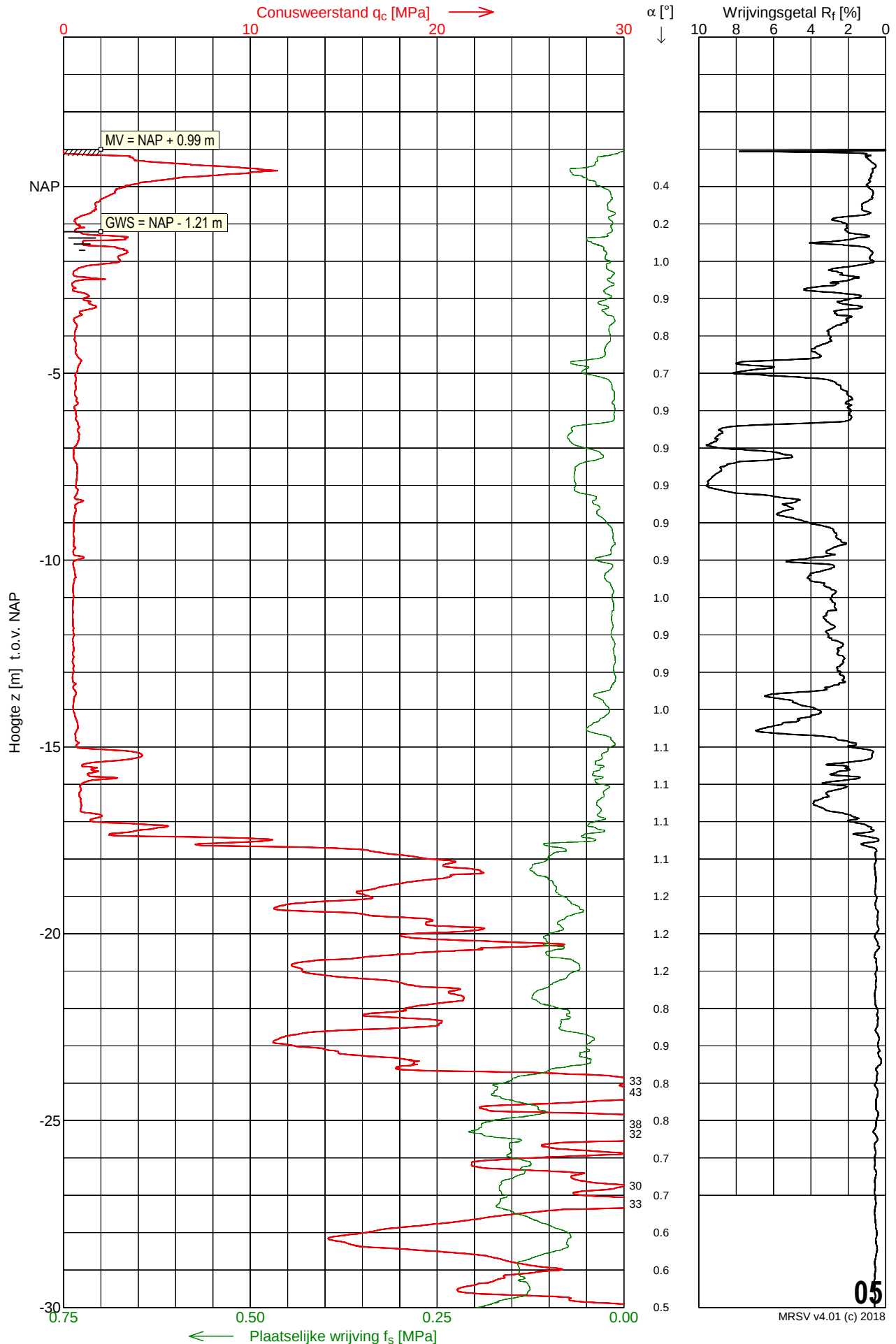
MRSV v4.01 (c) 2018

Sondering 05

Opdracht : 2001370
Plaats : Rotterdam
Datum : 25-10-2018
Project : Baantoren

Conus nummer : S15C.S18493
Soort conus : Elektrisch
Opp. conuspunt : 1500 mm²

NEN-EN-ISO-22476-1
Klasse 3, type TE1
Sondeerunit : 200
Blad : 1 van 3

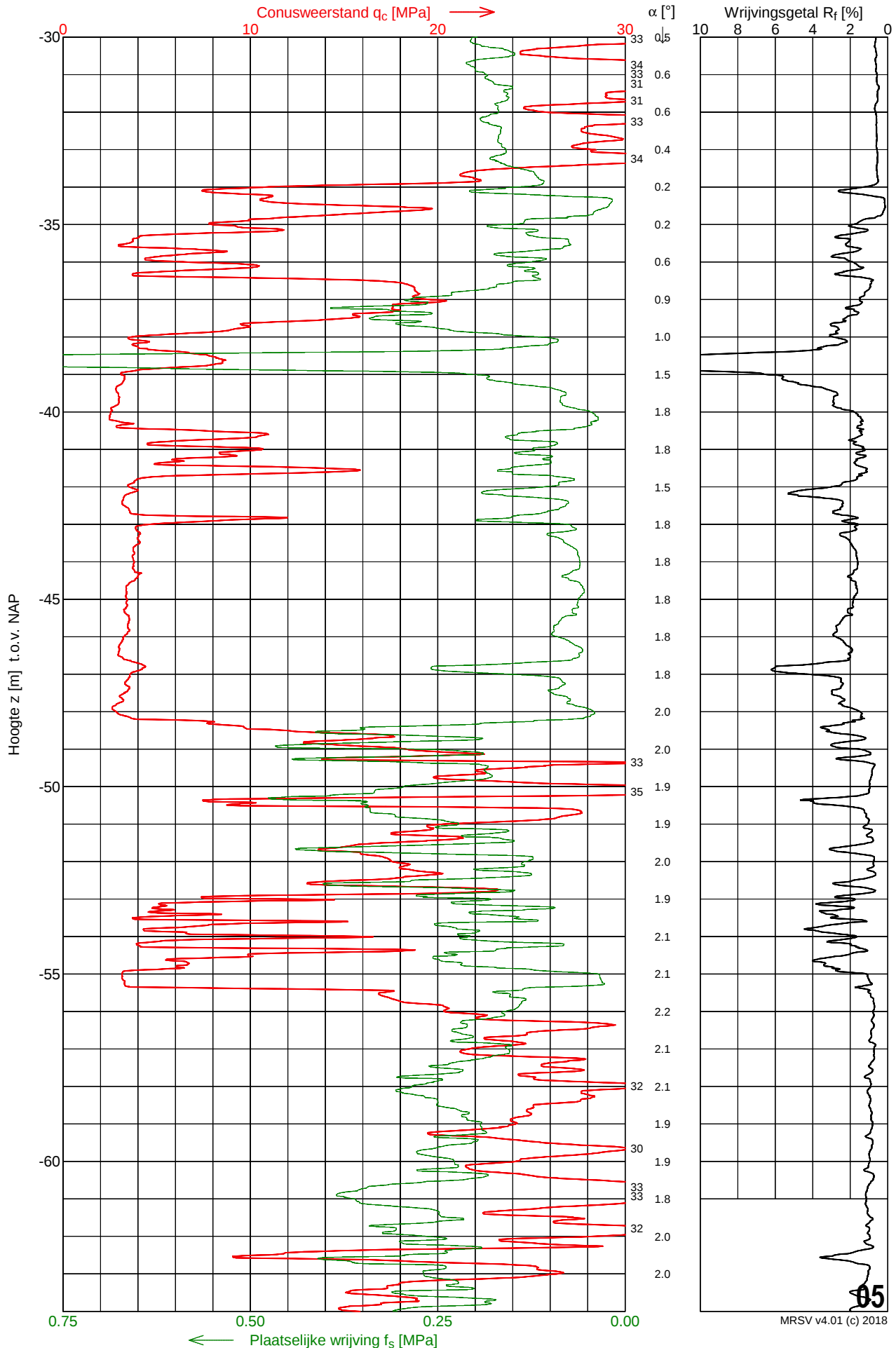


Sondering 05

Opdracht : 2001370
Plaats : Rotterdam
Datum : 25-10-2018
Project : Baantoren

Conus nummer : S15C.S18493
Soort conus : Elektrisch
Opp. conuspunt : 1500 mm²

NEN-EN-ISO-22476-1
Klasse 3, type TE1
Sondeerunit : 200
Blad : 2 van 3

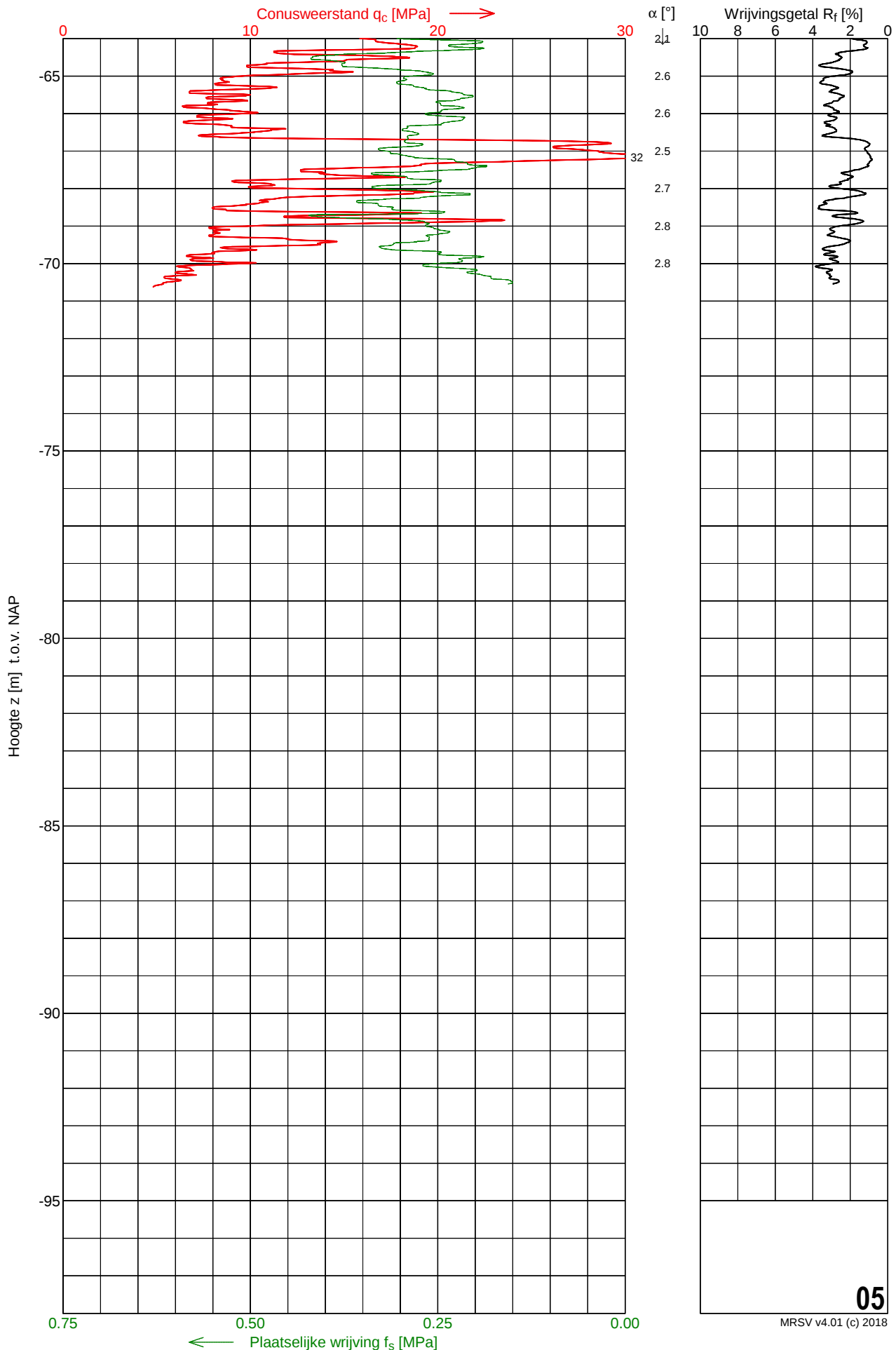


Sondering 05

Opdracht : 2001370
Plaats : Rotterdam
Datum : 25-10-2018
Project : Baantoren

Conus nummer : S15C.S18493
Soort conus : Elektrisch
Opp. conuspunt : 1500 mm²

NEN-EN-ISO-22476-1
Klasse 3, type TE1
Sondeerunit : 200
Blad : 3 van 3

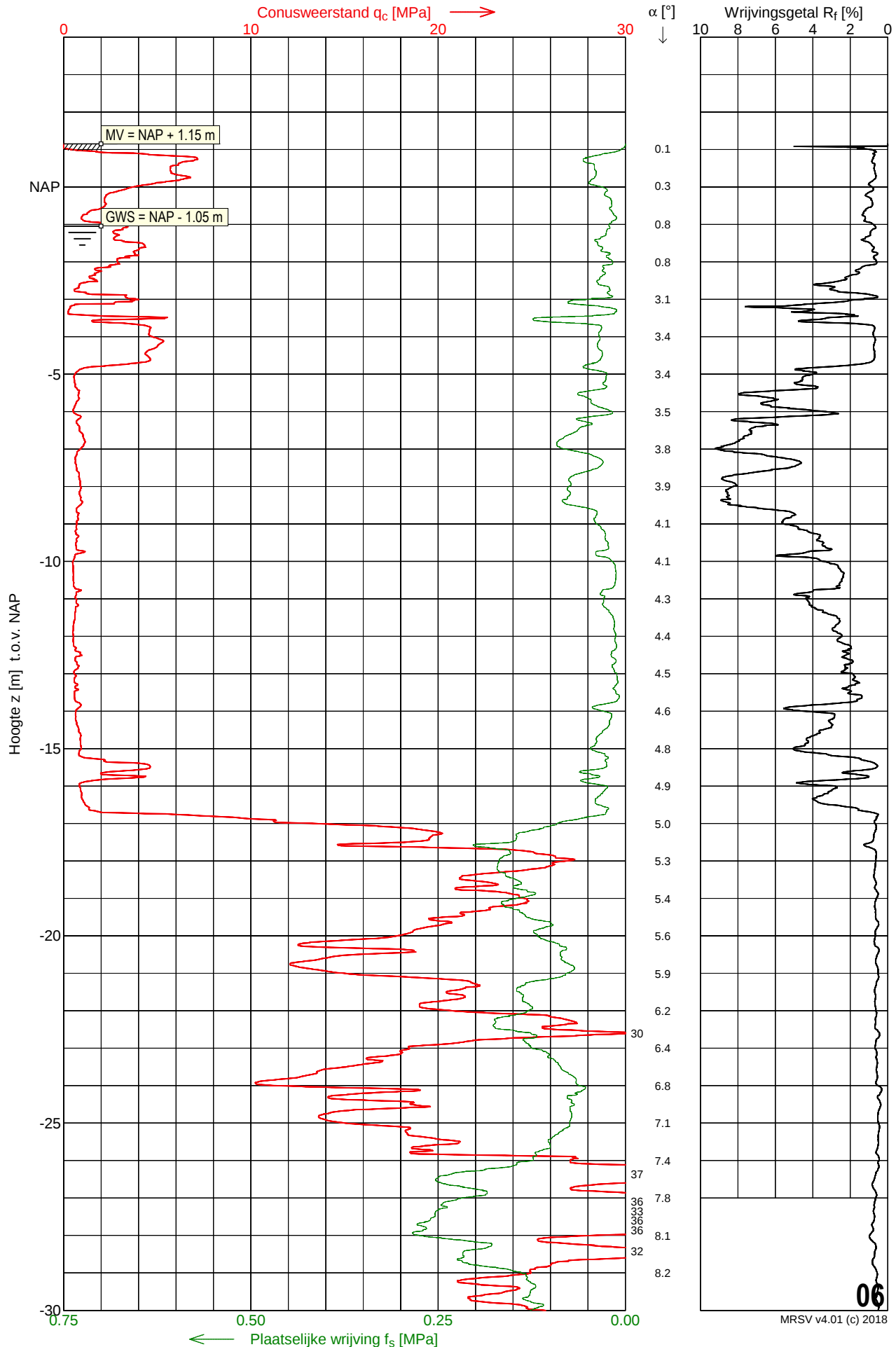


Sondering 06

Opdracht : 2001370
Plaats : Rotterdam
Datum : 26-10-2018
Project : Baantoren

Conus nummer : S15C.S16293
Soort conus : Elektrisch
Opp. conuspunt : 1500 mm²

NEN-EN-ISO-22476-1
Klasse 3, type TE1
Sondeerunit : 200
Blad : 1 van 2

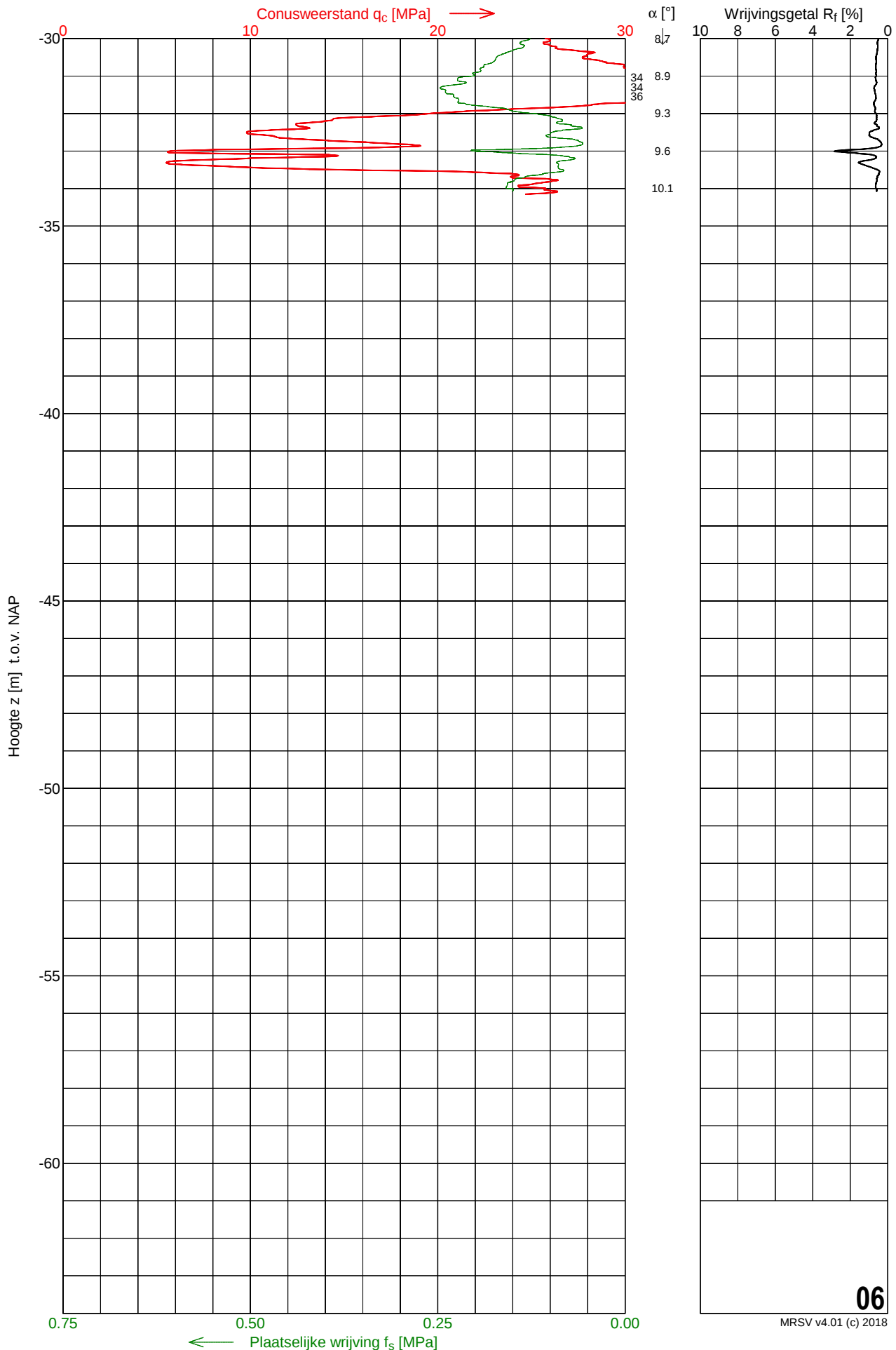


Sondering 06

Opdracht : 2001370
Plaats : Rotterdam
Datum : 26-10-2018
Project : Baantoren

Conus nummer : S15C.S16293
Soort conus : Elektrisch
Opp. conuspunt : 1500 mm²

NEN-EN-ISO-22476-1
Klasse 3, type TE1
Sondeerunit : 200
Blad : 2 van 2

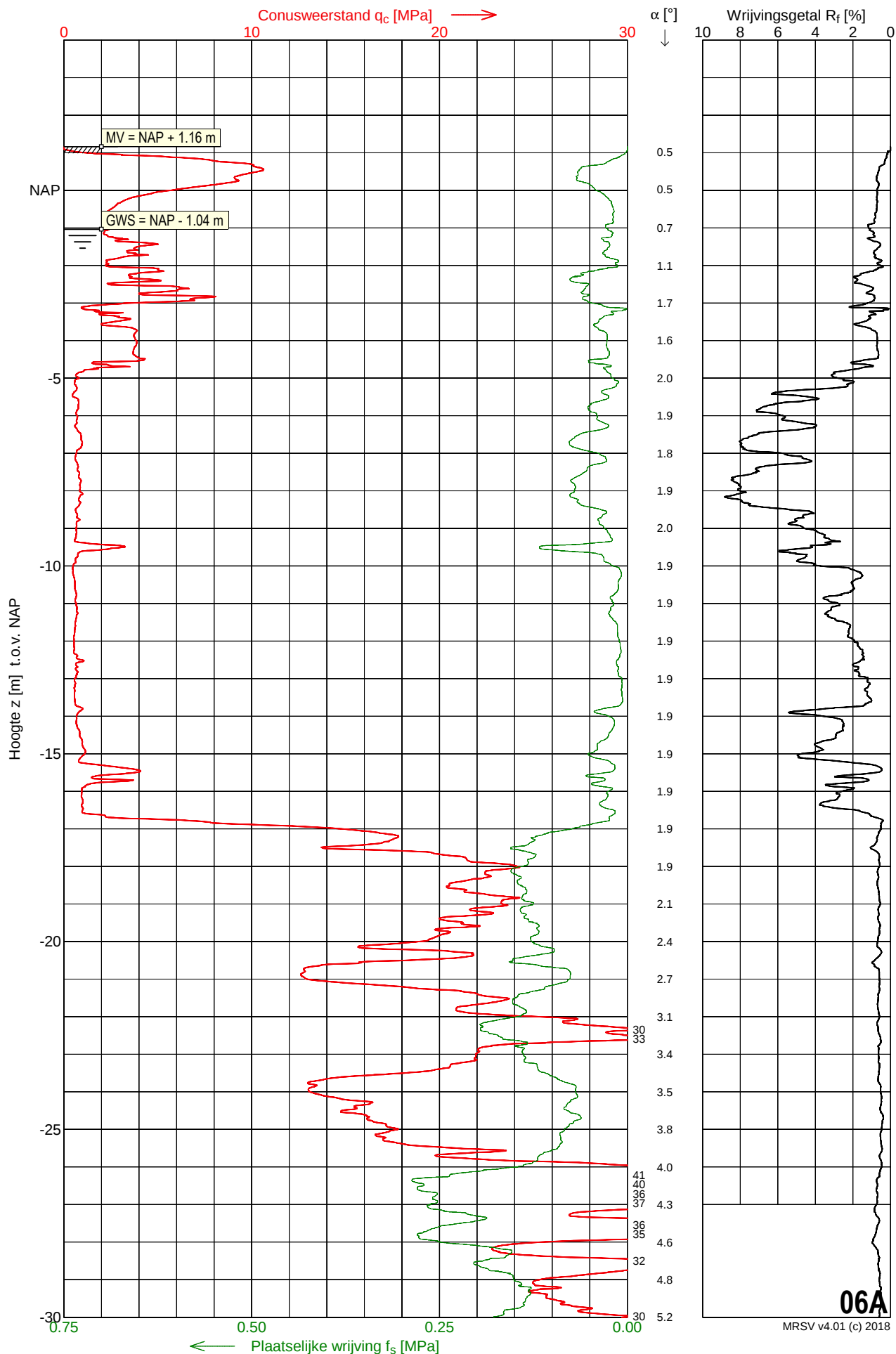


Sondering 06A

Opdracht : 2001370
Plaats : Rotterdam
Datum : 26-10-2018
Project : Baantoren

Conus nummer : S15C.S16293
Soort conus : Elektrisch
Opp. conuspunt : 1500 mm²

NEN-EN-ISO-22476-1
Klasse 3, type TE1
Sondeerunit : 200
Blad : 1 van 3

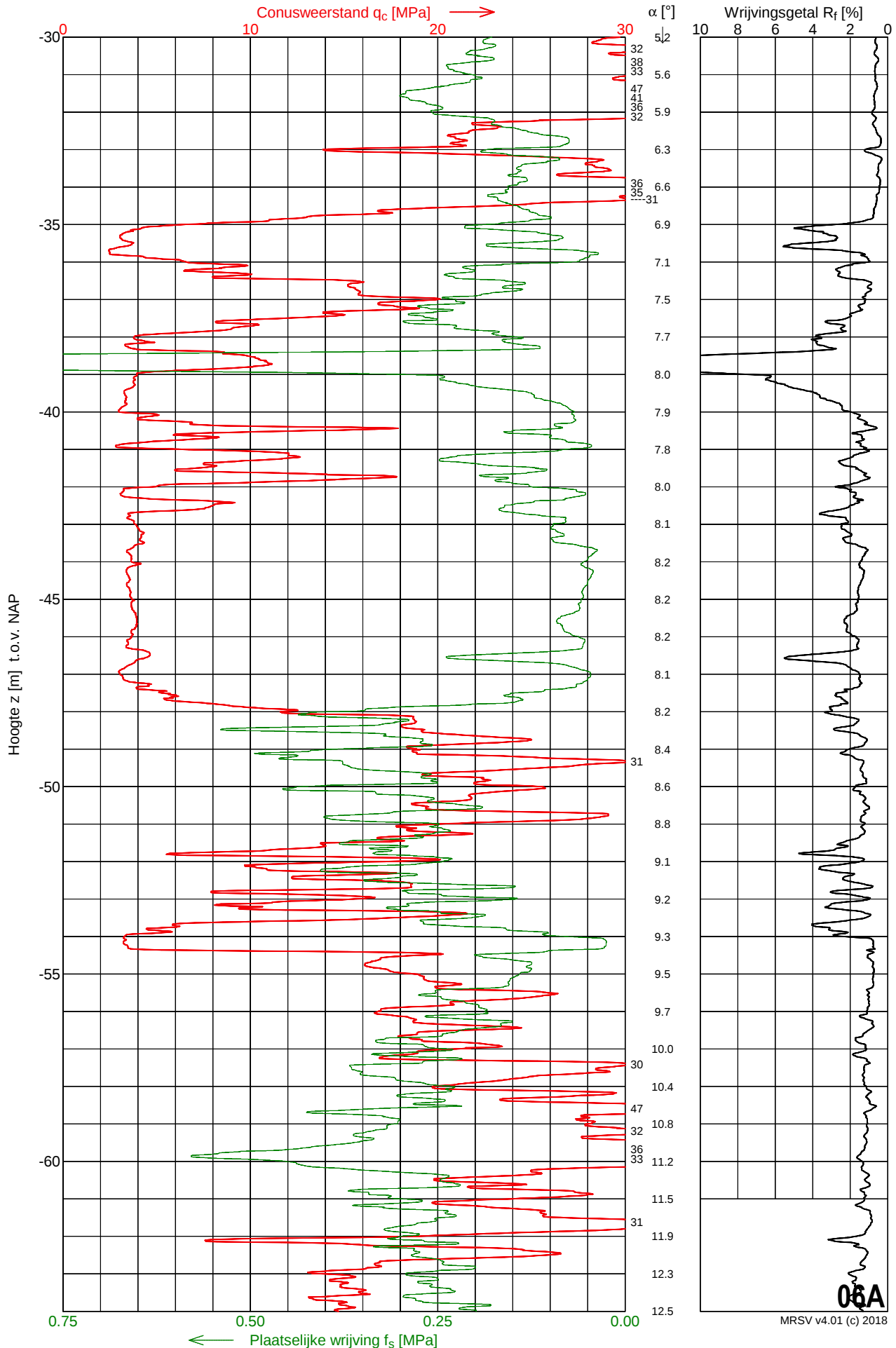


Sondering 06A

Opdracht : 2001370
Plaats : Rotterdam
Datum : 26-10-2018
Project : Baantoren

Conus nummer : S15C.S16293
Soort conus : Elektrisch
Opp. conuspunt : 1500 mm²

NEN-EN-ISO-22476-1
Klasse 3, type TE1
Sondeerunit : 200
Blad : 2 van 3

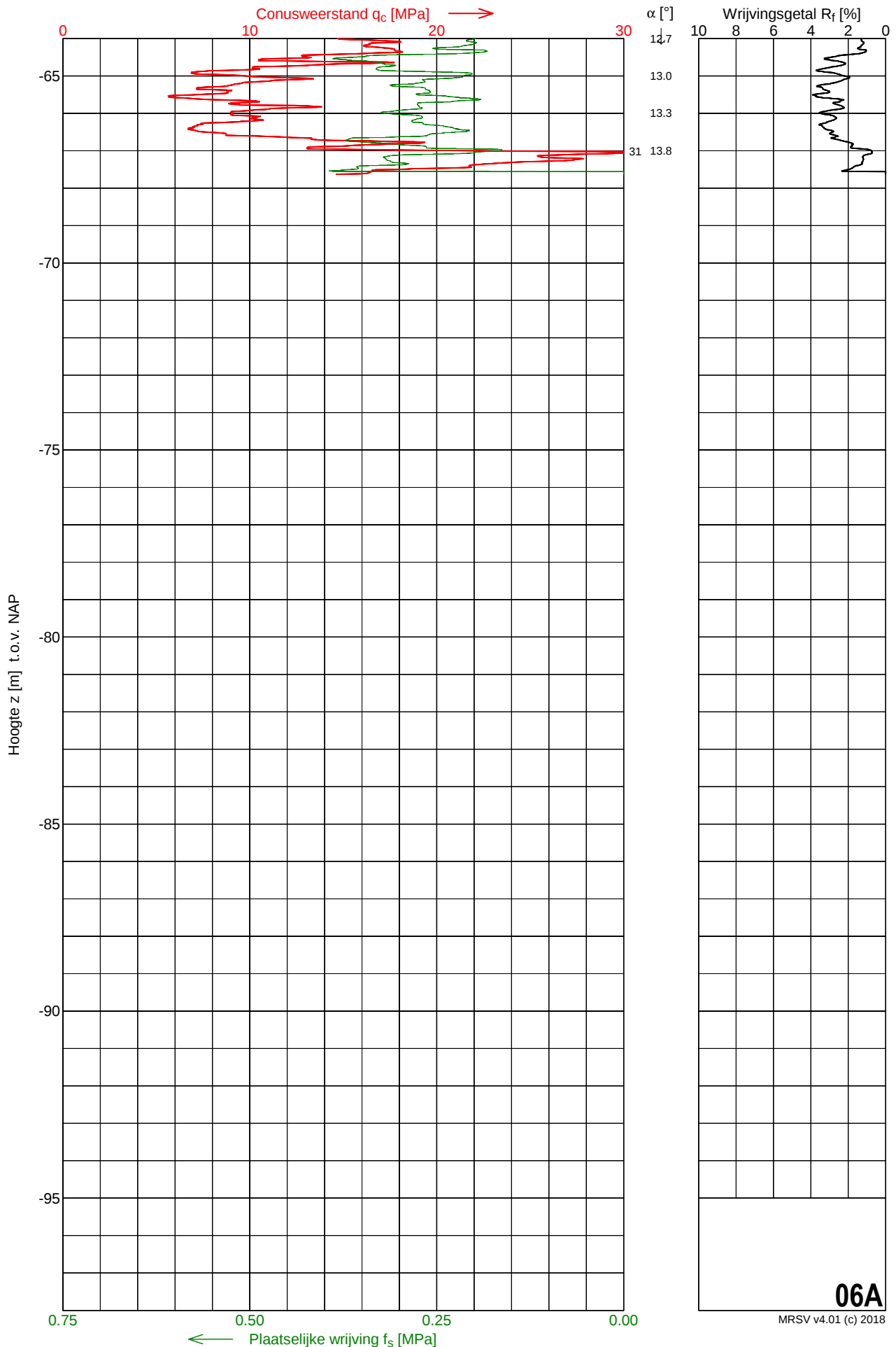


Sondering 06A

Opdracht : 2001370
Plaats : Rotterdam
Datum : 26-10-2018
Project : Baantoren

Conus nummer : S15C.S16293
Soort conus : Elektrisch
Opp. conuspunt : 1500 mm²

NEN-EN-ISO-22476-1
Klasse 3, type TE1
Sondeerunit : 200
Blad : 3 van 3

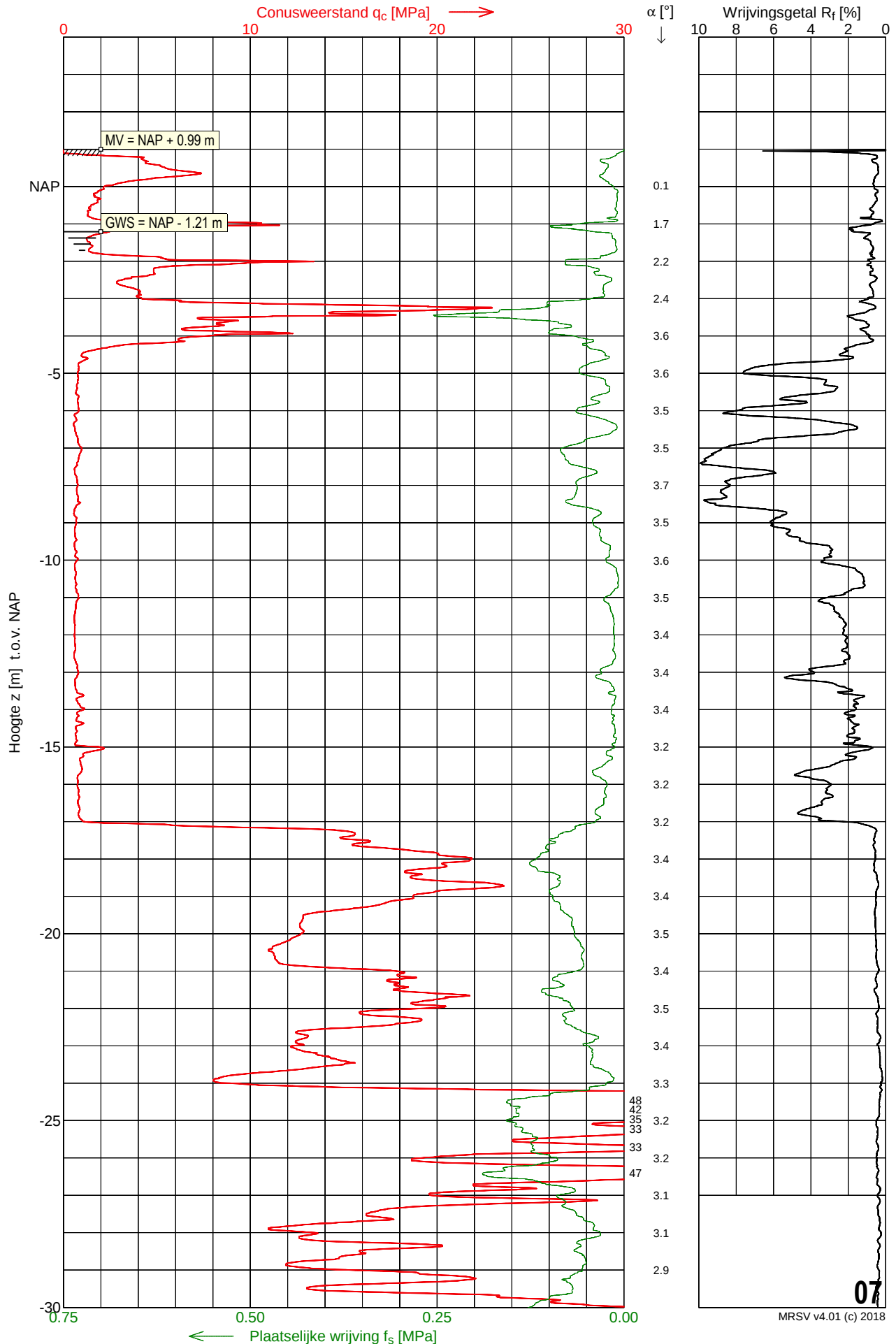


Sondering 07

Opdracht : 2001370
Plaats : Rotterdam
Datum : 25-10-2018
Project : Baantoren

Conus nummer : S15C.S18493
Soort conus : Elektrisch
Opp. conuspunt : 1500 mm²

NEN-EN-ISO-22476-1
Klasse 3, type TE1
Sondeerunit : 200
Blad : 1 van 2

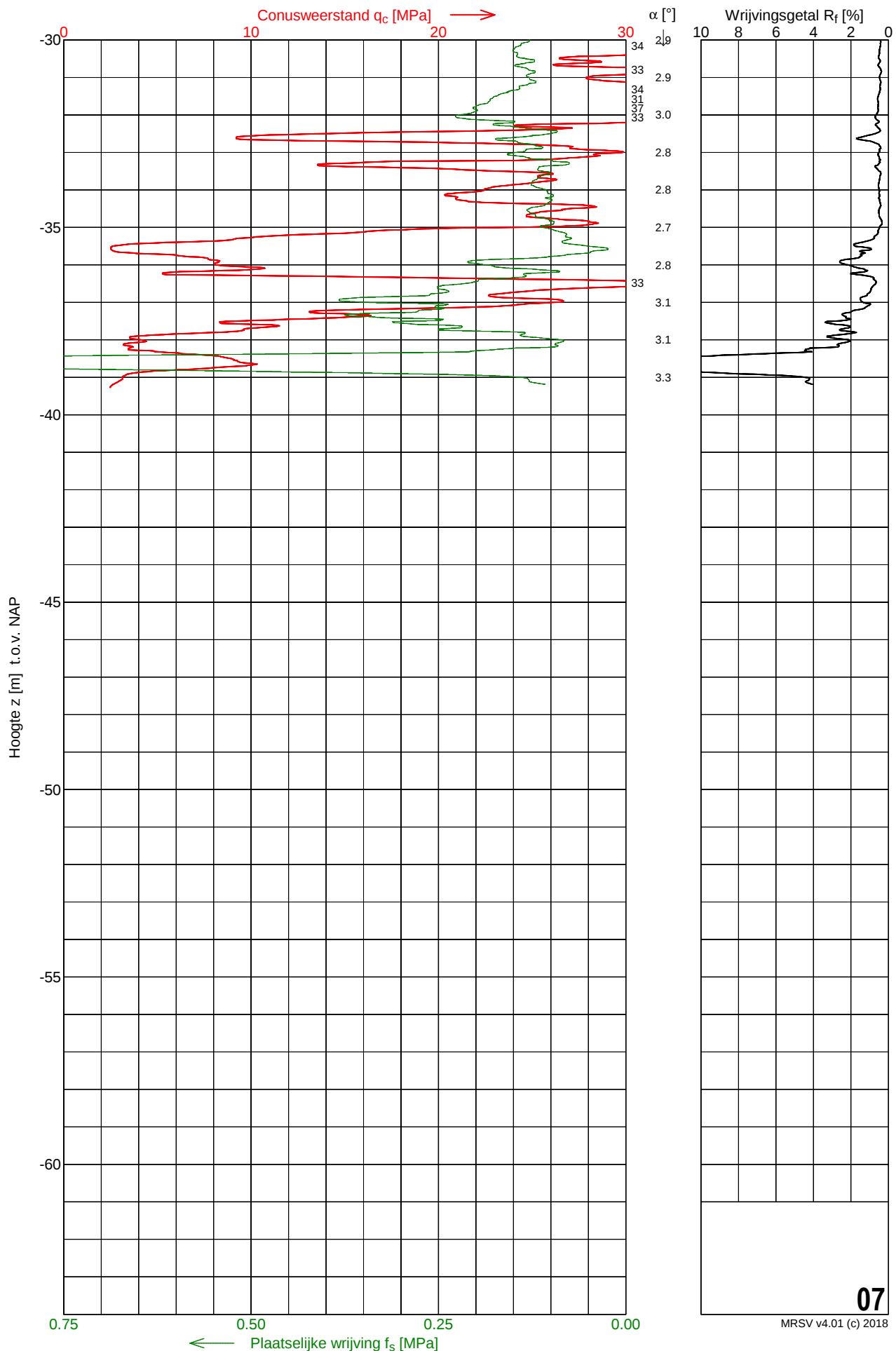


Sondering 07

Opdracht : 2001370
Plaats : Rotterdam
Datum : 25-10-2018
Project : Baantoren

Conus nummer : S15C.S18493
Soort conus : Elektrisch
Opp. conuspunt : 1500 mm²

NEN-EN-ISO-22476-1
Klasse 3, type TE1
Sondeerunit : 200
Blad : 2 van 2

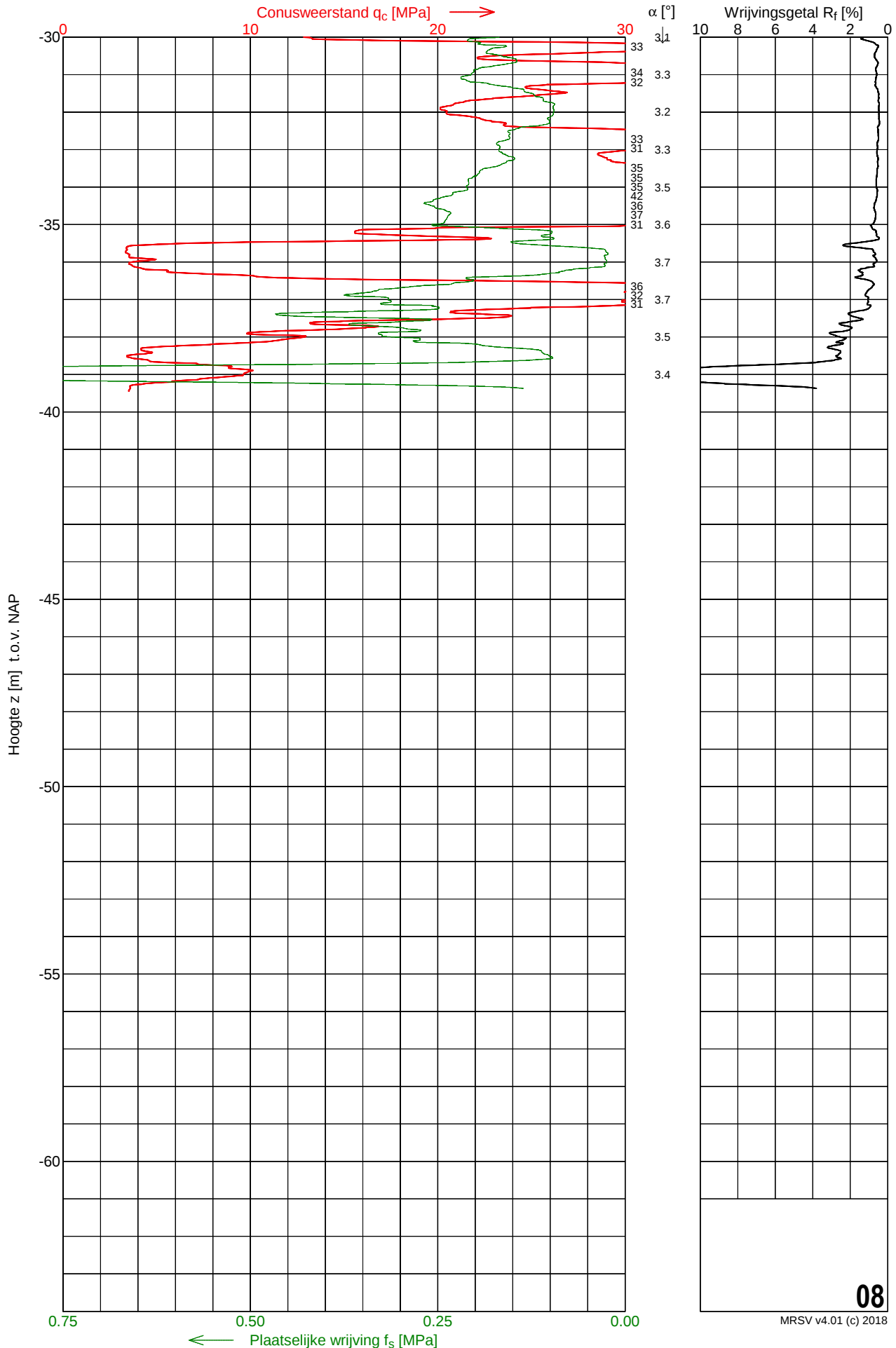


Sondering 08

Opdracht : 2001370
Plaats : Rotterdam
Datum : 25-10-2018
Project : Baantoren

Conus nummer : S15C.S18493
Soort conus : Elektrisch
Opp. conuspunt : 1500 mm²

NEN-EN-ISO-22476-1
Klasse 3, type TE1
Sondeerunit : 200
Blad : 2 van 2

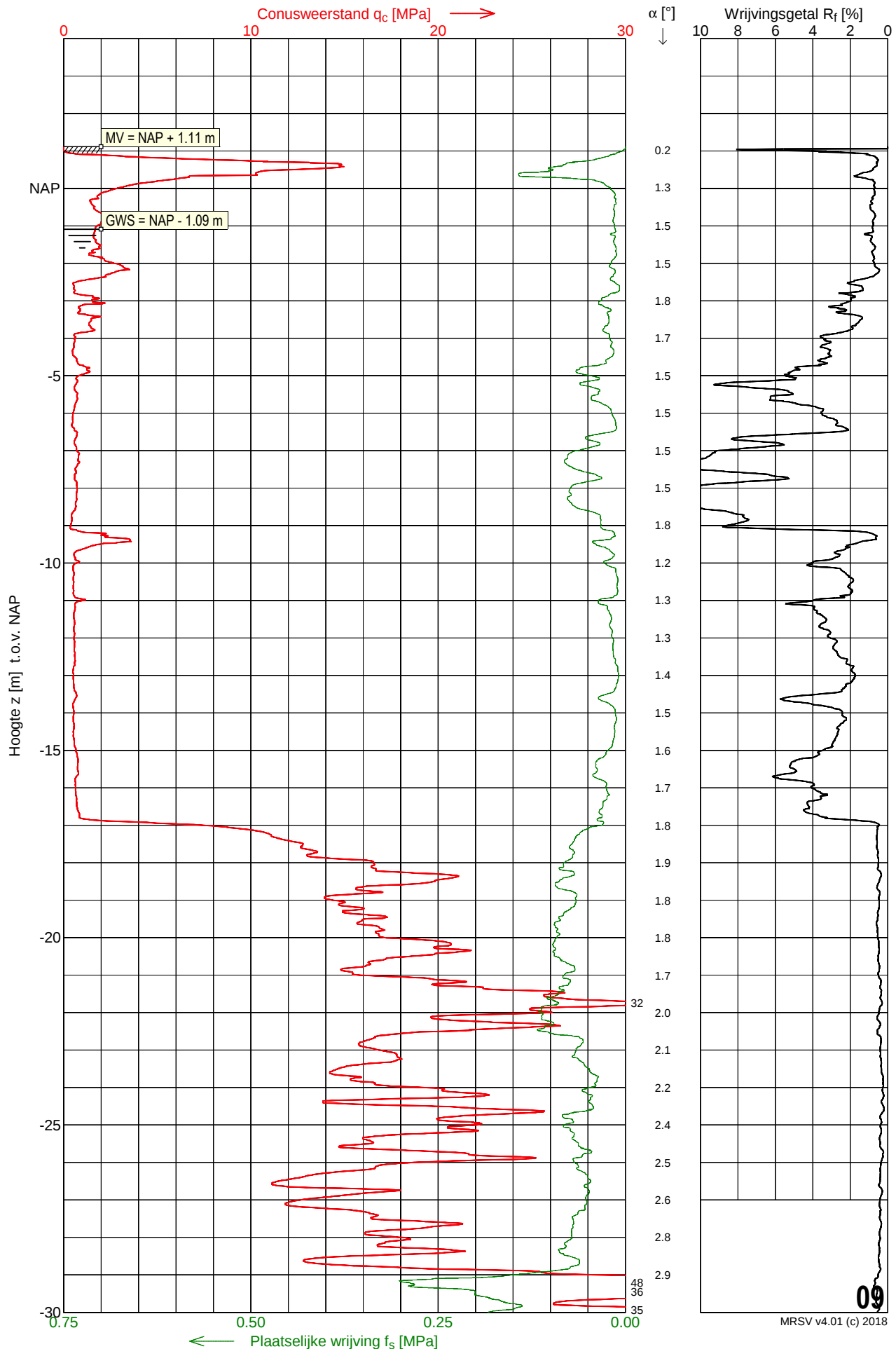


Sondering 09

Opdracht : 2001370
Plaats : Rotterdam
Datum : 25-10-2018
Project : Baantoren

Conus nummer : S15C.S18493
Soort conus : Elektrisch
Opp. conuspunt : 1500 mm²

NEN-EN-ISO-22476-1
Klasse 3, type TE1
Sondeerunit : 200
Blad : 1 van 2

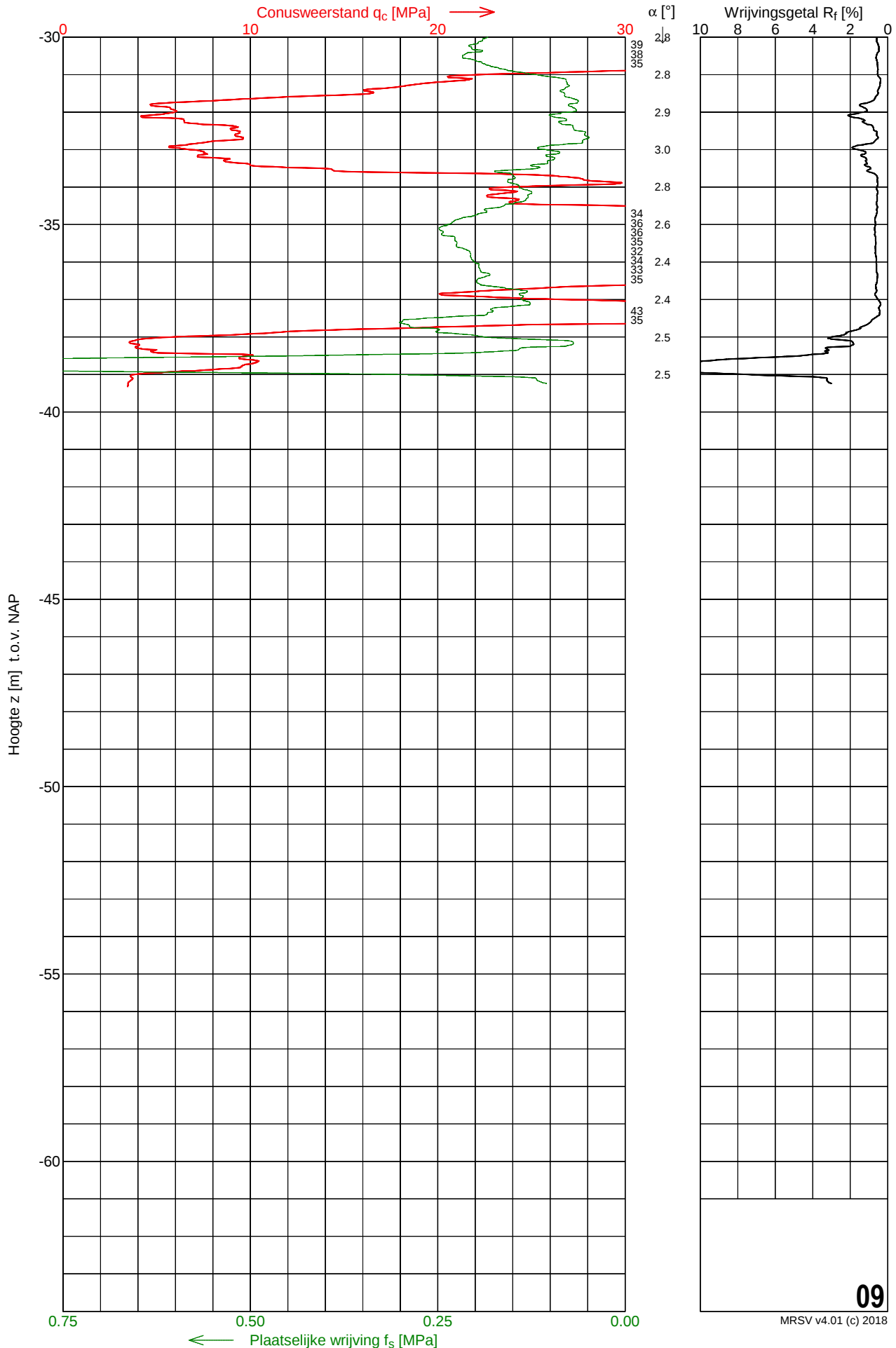


Sondering 09

Opdracht : 2001370
Plaats : Rotterdam
Datum : 25-10-2018
Project : Baantoren

Conus nummer : S15C.S18493
Soort conus : Elektrisch
Opp. conuspunt : 1500 mm²

NEN-EN-ISO-22476-1
Klasse 3, type TE1
Sondeerunit : 200
Blad : 2 van 2



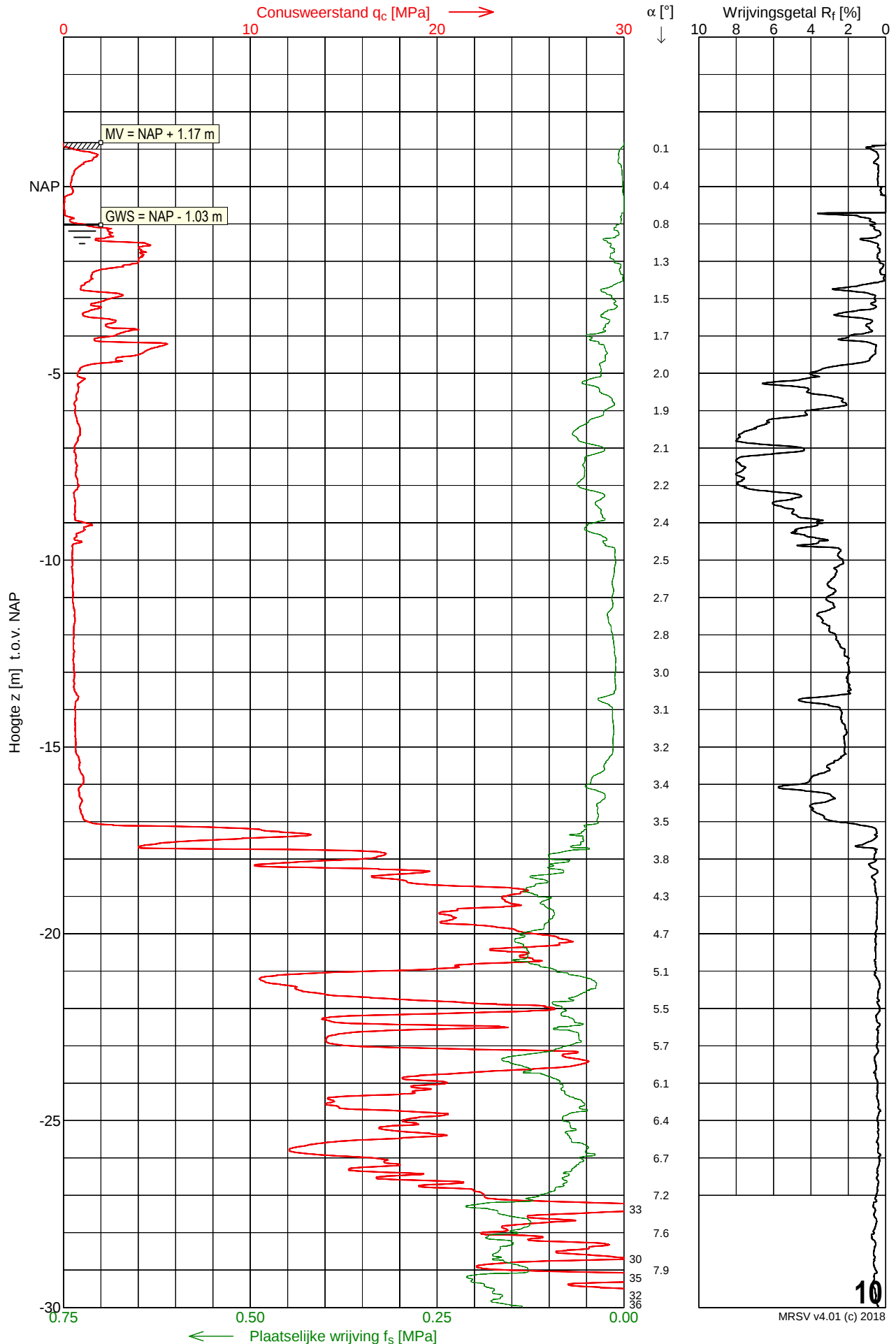
MRSV v4.01 (c) 2018

Sondering 10

Opdracht : 2001370
Plaats : Rotterdam
Datum : 13-11-2018
Project : Baantoren

Conus nummer : S15CFI.1633
Soort conus : Elektrisch
Opp. conuspunt : 1500 mm²

NEN-EN-ISO-22476-1
Klasse 3, type TE1
Sondeerunit : 200
Blad : 1 van 2

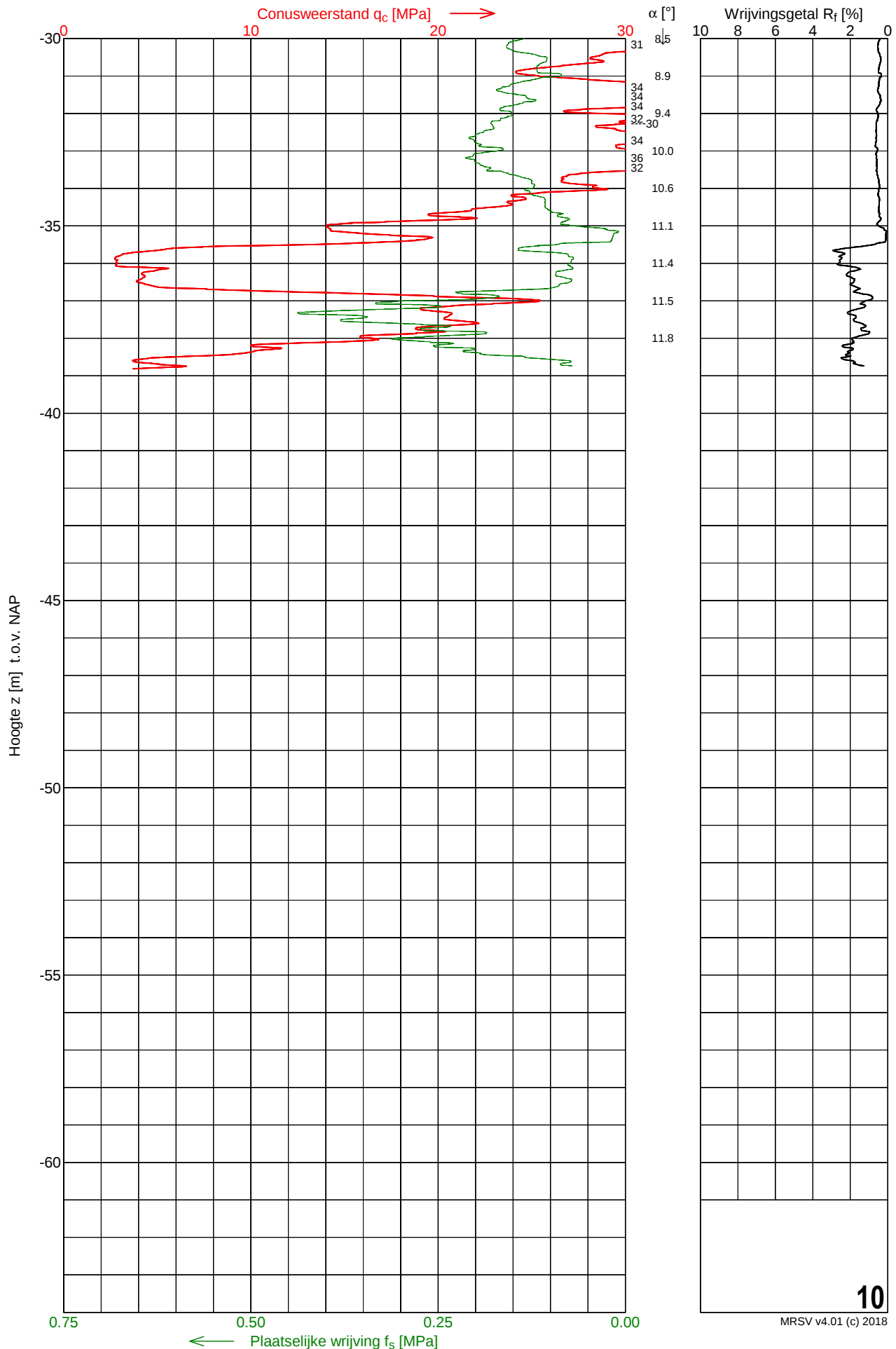


Sondering 10

Opdracht : 2001370
Plaats : Rotterdam
Datum : 13-11-2018
Project : Baantoren

Conus nummer : S15CFI.1633
Soort conus : Elektrisch
Opp. conuspunt : 1500 mm²

NEN-EN-ISO-22476-1
Klasse 3, type TE1
Sondeerunit : 200
Blad : 2 van 2

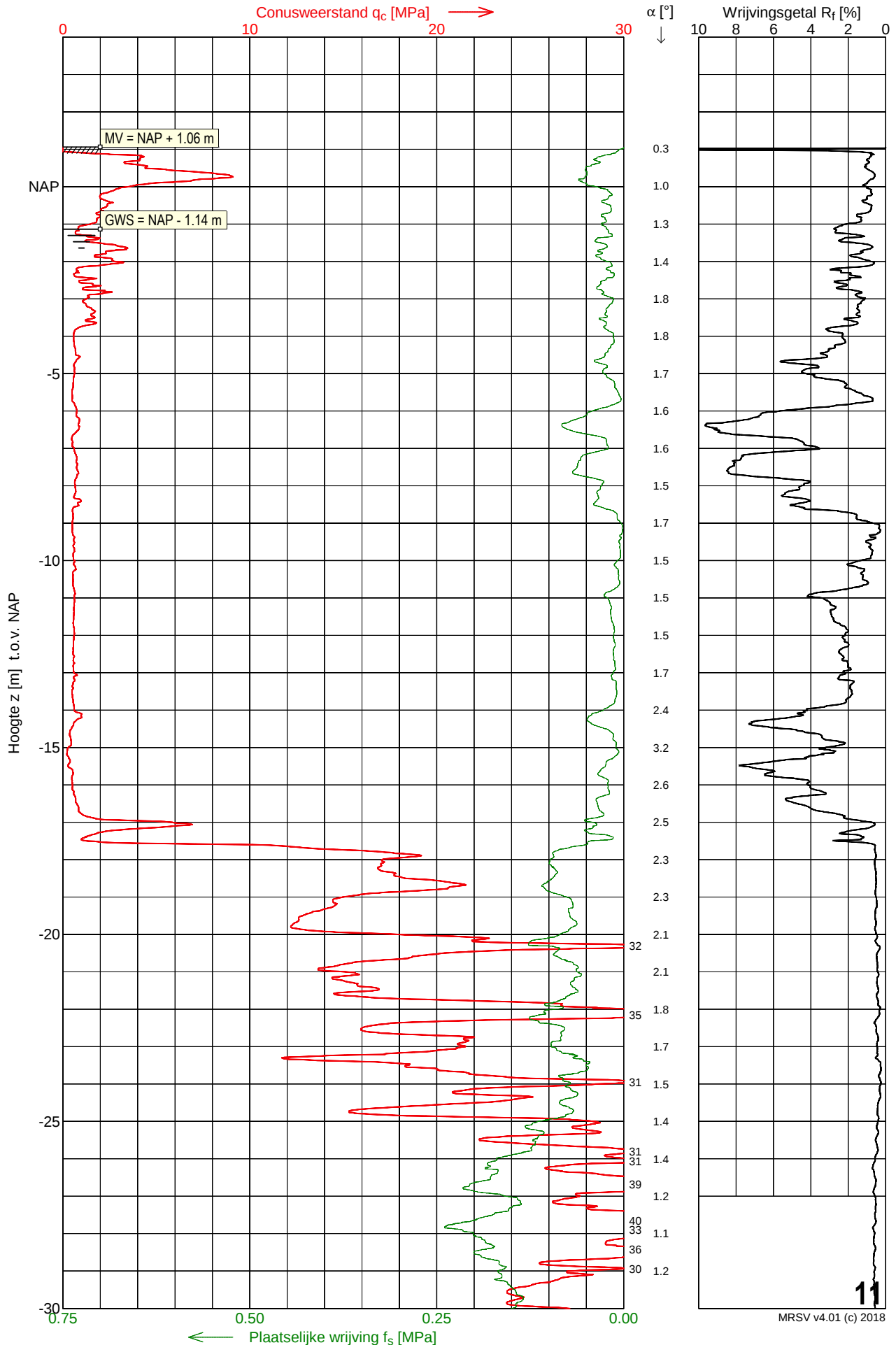


Sondering 11

Opdracht : 2001370
Plaats : Rotterdam
Datum : 25-10-2018
Project : Baantoren

Conus nummer : S15C.S18493
Soort conus : Elektrisch
Opp. conuspunt : 1500 mm²

NEN-EN-ISO-22476-1
Klasse 3, type TE1
Sondeerunit : 200
Blad : 1 van 2

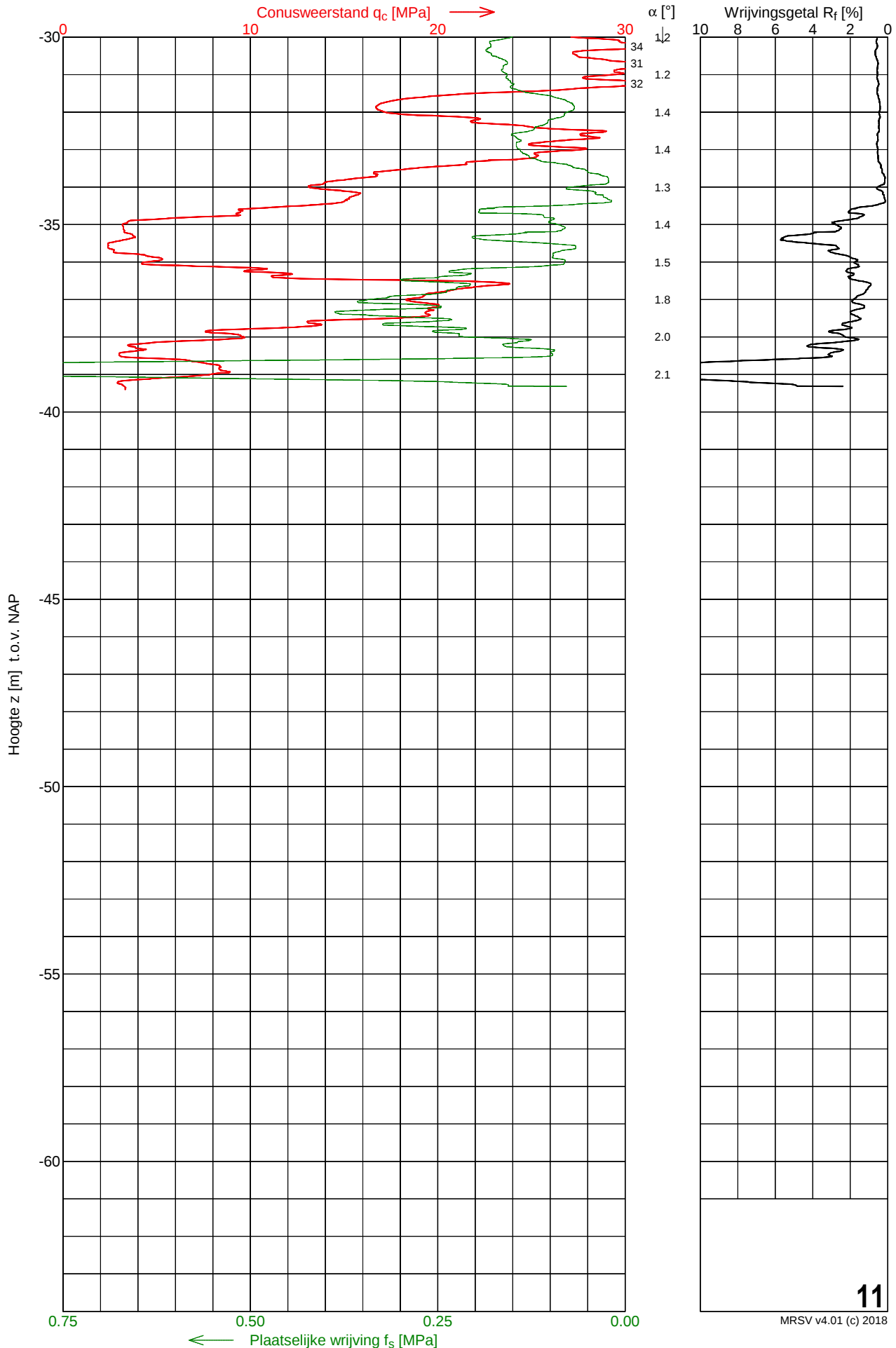


Sondering 11

Opdracht : 2001370
Plaats : Rotterdam
Datum : 25-10-2018
Project : Baantoren

Conus nummer : S15C.S18493
Soort conus : Elektrisch
Opp. conuspunt : 1500 mm²

NEN-EN-ISO-22476-1
Klasse 3, type TE1
Sondeerunit : 200
Blad : 2 van 2

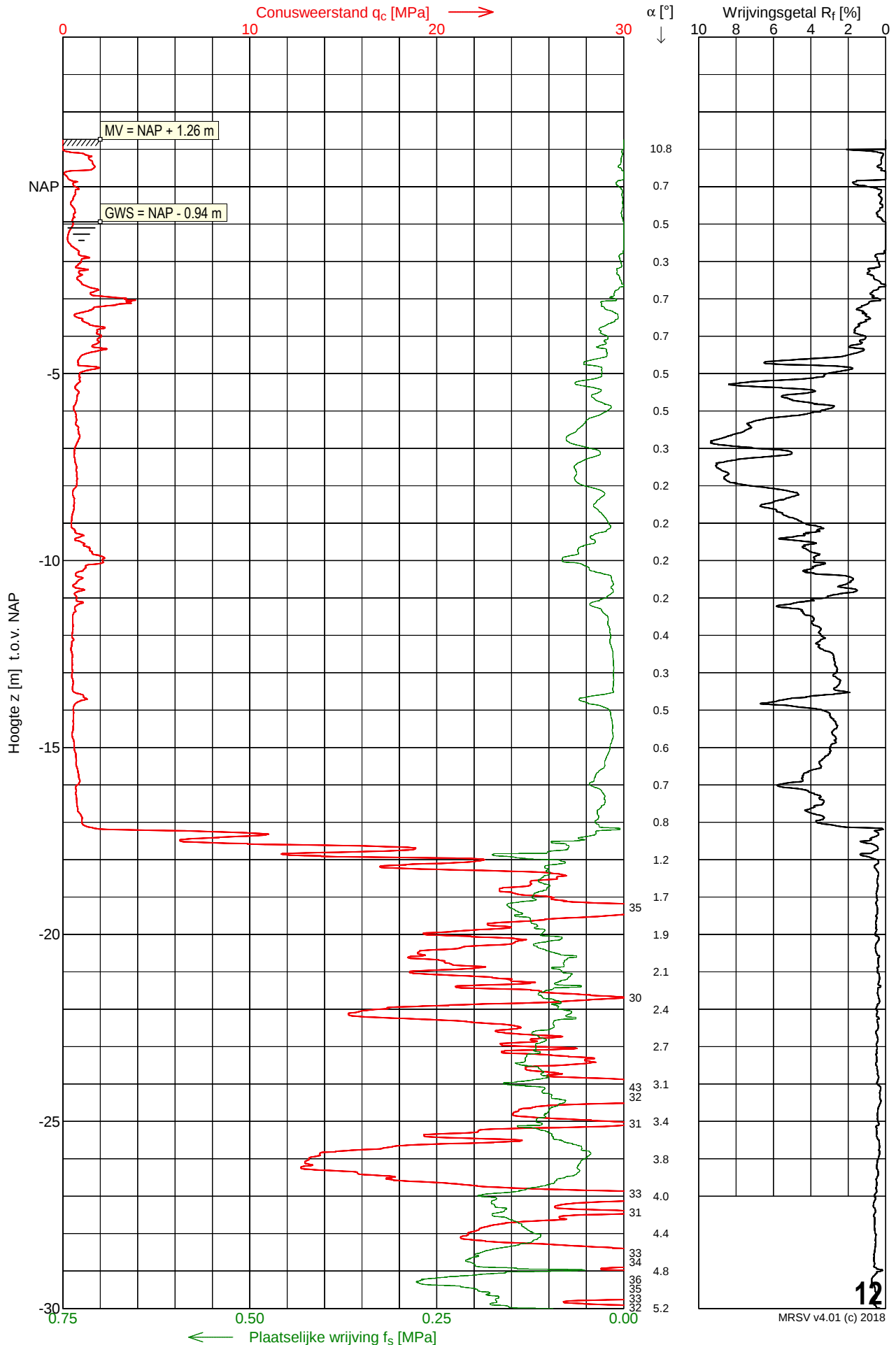


Sondering 12

Opdracht : 2001370
Plaats : Rotterdam
Datum : 13-11-2018
Project : Baantoren

Conus nummer : S15CFI.1633
Soort conus : Elektrisch
Opp. conuspunt : 1500 mm²

NEN-EN-ISO-22476-1
Klasse 3, type TE1
Sondeerunit : 200
Blad : 1 van 2

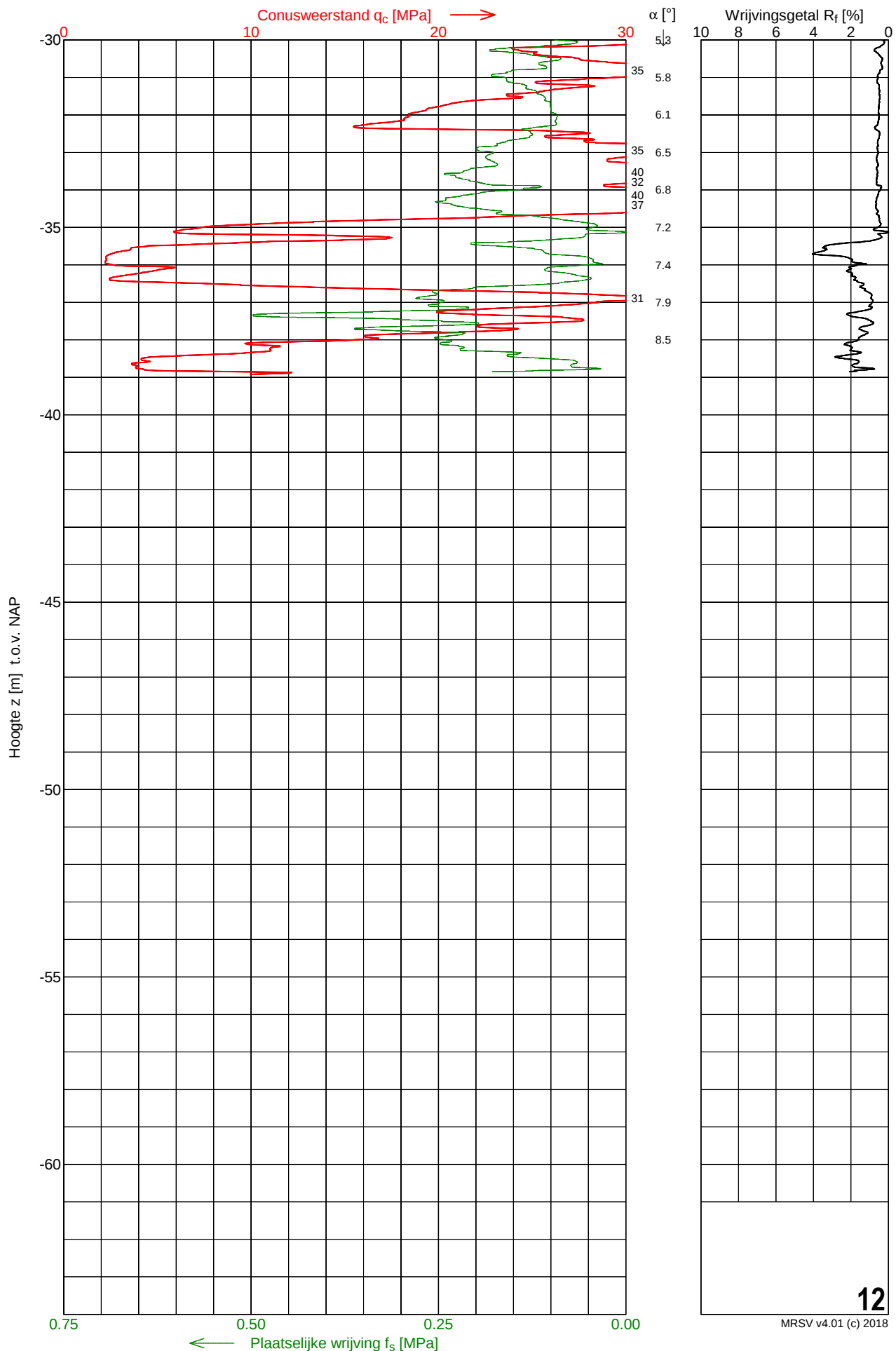


Sondering 12

Opdracht : 2001370
Plaats : Rotterdam
Datum : 13-11-2018
Project : Baantoren

Conus nummer : S15CFI.1633
Soort conus : Elektrisch
Opp. conuspunt : 1500 mm²

NEN-EN-ISO-22476-1
Klasse 3, type TE1
Sondeerunit : 200
Blad : 2 van 2

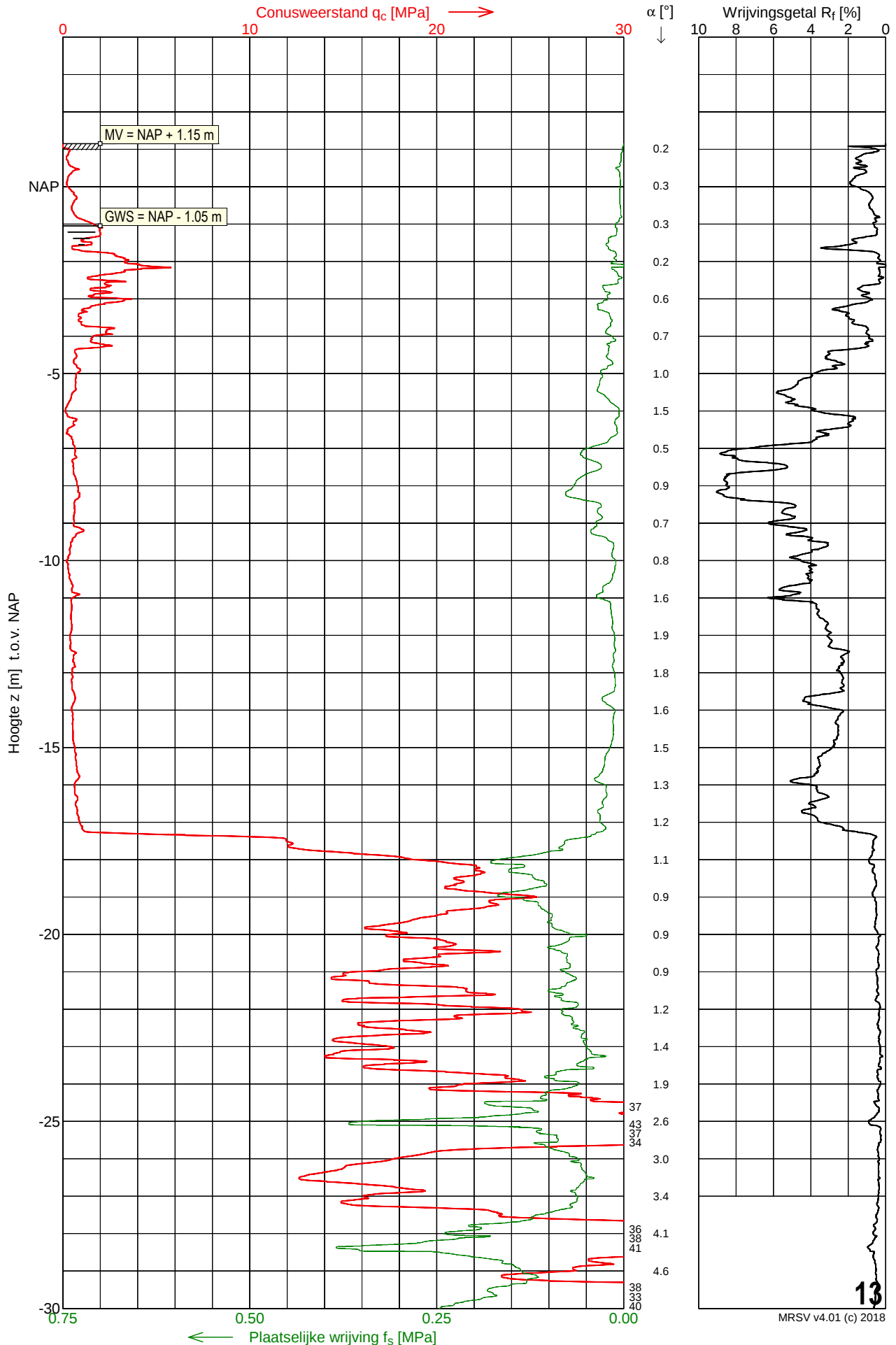


Sondering 13

Opdracht : 2001370
Plaats : Rotterdam
Datum : 13-11-2018
Project : Baantoren

Conus nummer : S15CFI.1633
Soort conus : Elektrisch
Opp. conuspunt : 1500 mm²

NEN-EN-ISO-22476-1
Klasse 3, type TE1
Sondeerunit : 200
Blad : 1 van 2

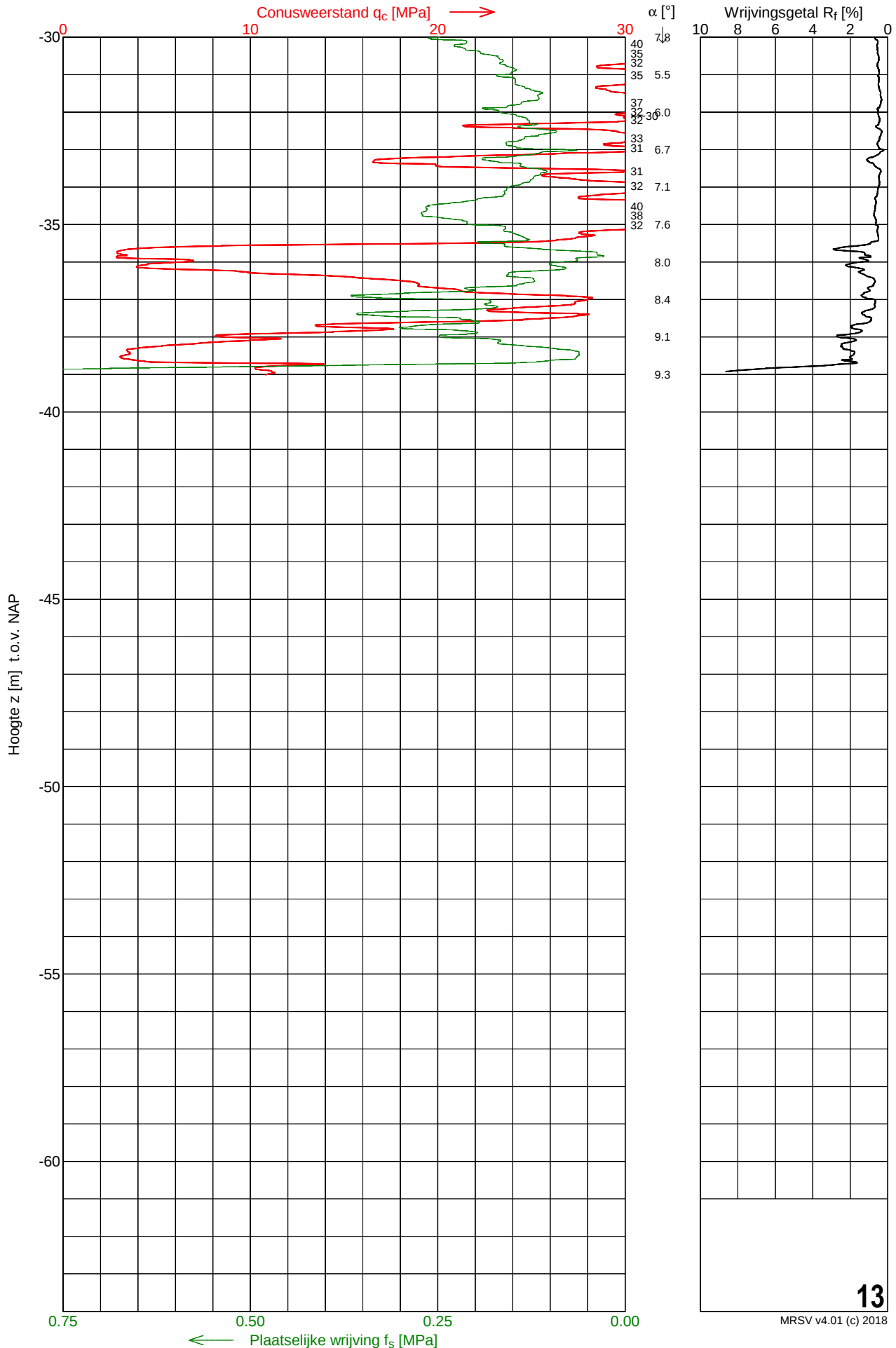


Sondering 13

Opdracht : 2001370
Plaats : Rotterdam
Datum : 13-11-2018
Project : Baantoren

Conus nummer : S15CFI.1633
Soort conus : Elektrisch
Opp. conuspunt : 1500 mm²

NEN-EN-ISO-22476-1
Klasse 3, type TE1
Sondeerunit : 200
Blad : 2 van 2

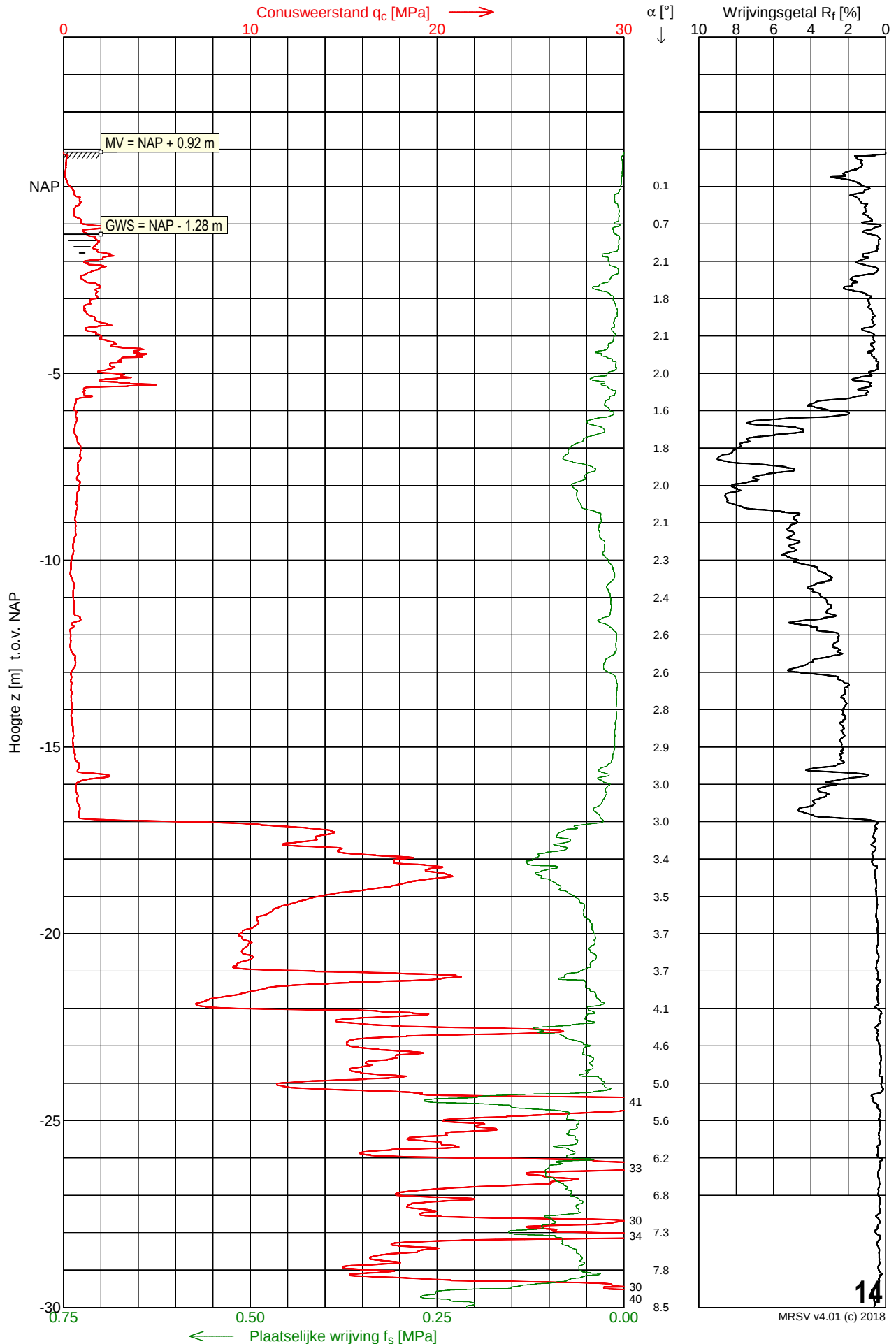


Sondering 14

Opdracht : 2001370
Plaats : Rotterdam
Datum : 13-11-2018
Project : Baantoren

Conus nummer : S15CFI.1633
Soort conus : Elektrisch
Opp. conuspunt : 1500 mm²

NEN-EN-ISO-22476-1
Klasse 3, type TE1
Sondeerunit : 200
Blad : 1 van 2

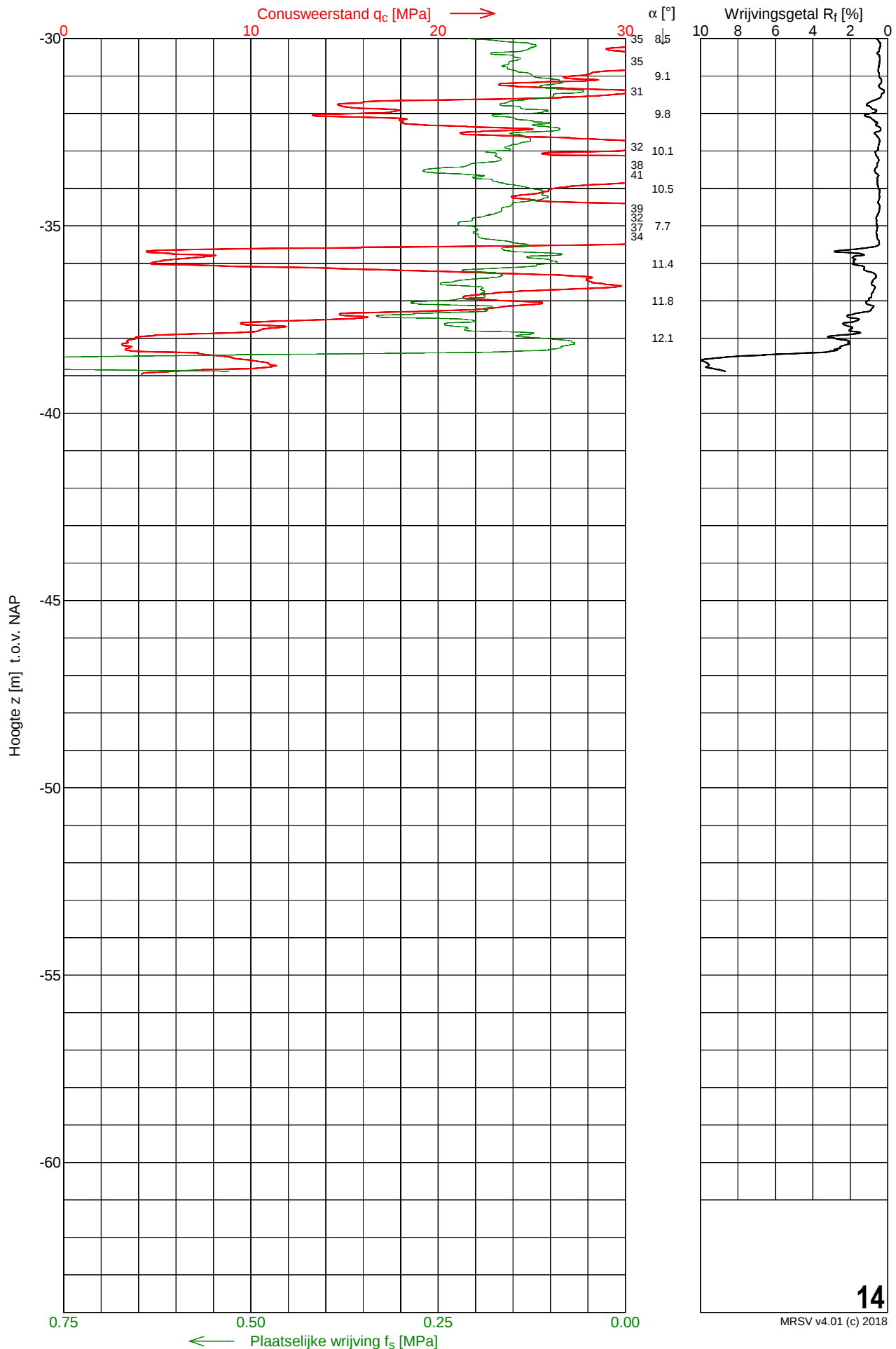


Sondering 14

Opdracht : 2001370
Plaats : Rotterdam
Datum : 13-11-2018
Project : Baantoren

Conus nummer : S15CFI.1633
Soort conus : Elektrisch
Opp. conuspunt : 1500 mm²

NEN-EN-ISO-22476-1
Klasse 3, type TE1
Sondeerunit : 200
Blad : 2 van 2

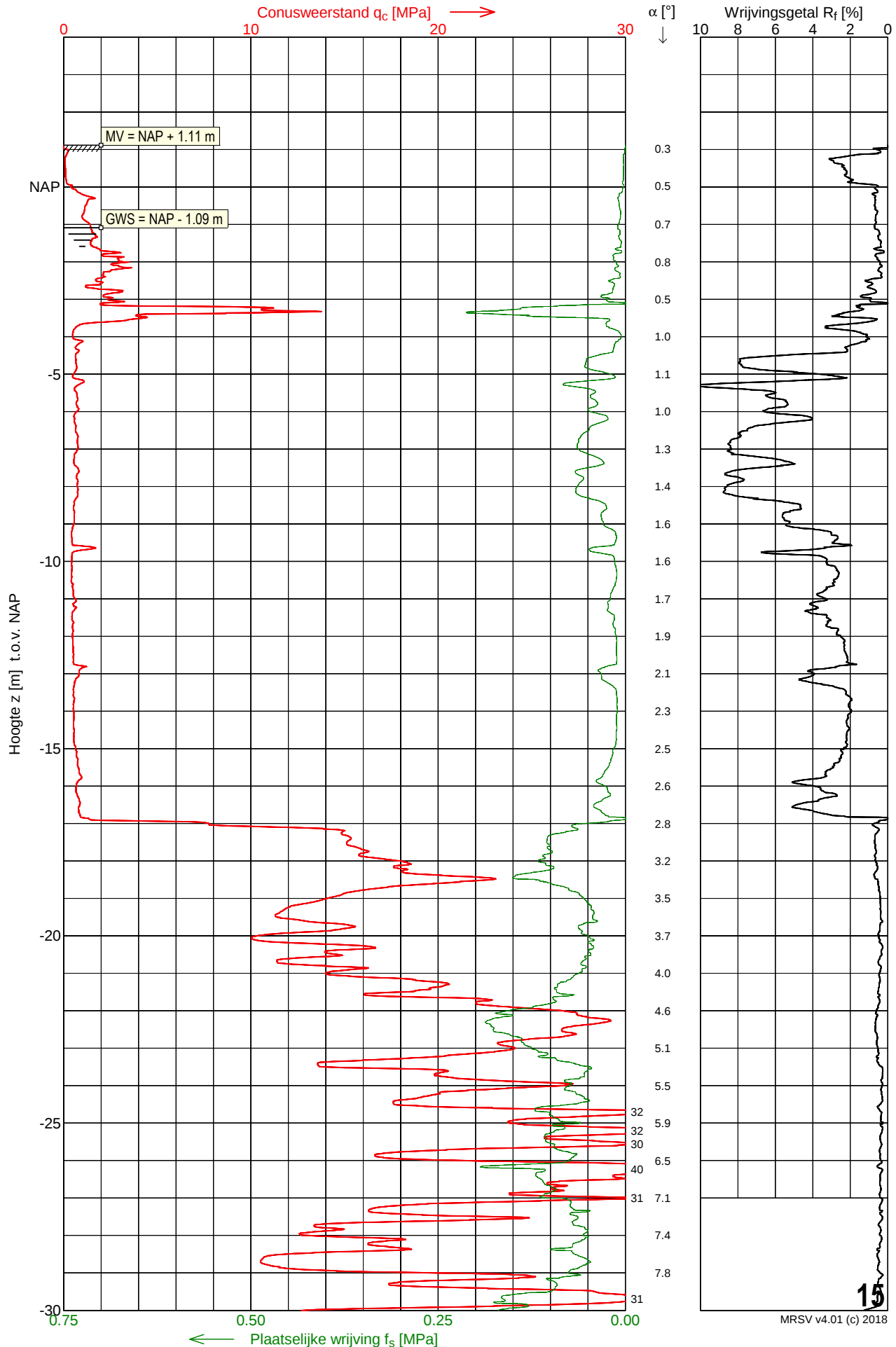


Sondering 15

Opdracht : 2001370
Plaats : Rotterdam
Datum : 13-11-2018
Project : Baantoren

Conus nummer : S15CFI.1633
Soort conus : Elektrisch
Opp. conuspunt : 1500 mm²

NEN-EN-ISO-22476-1
Klasse 3, type TE1
Sondeerunit : 200
Blad : 1 van 2

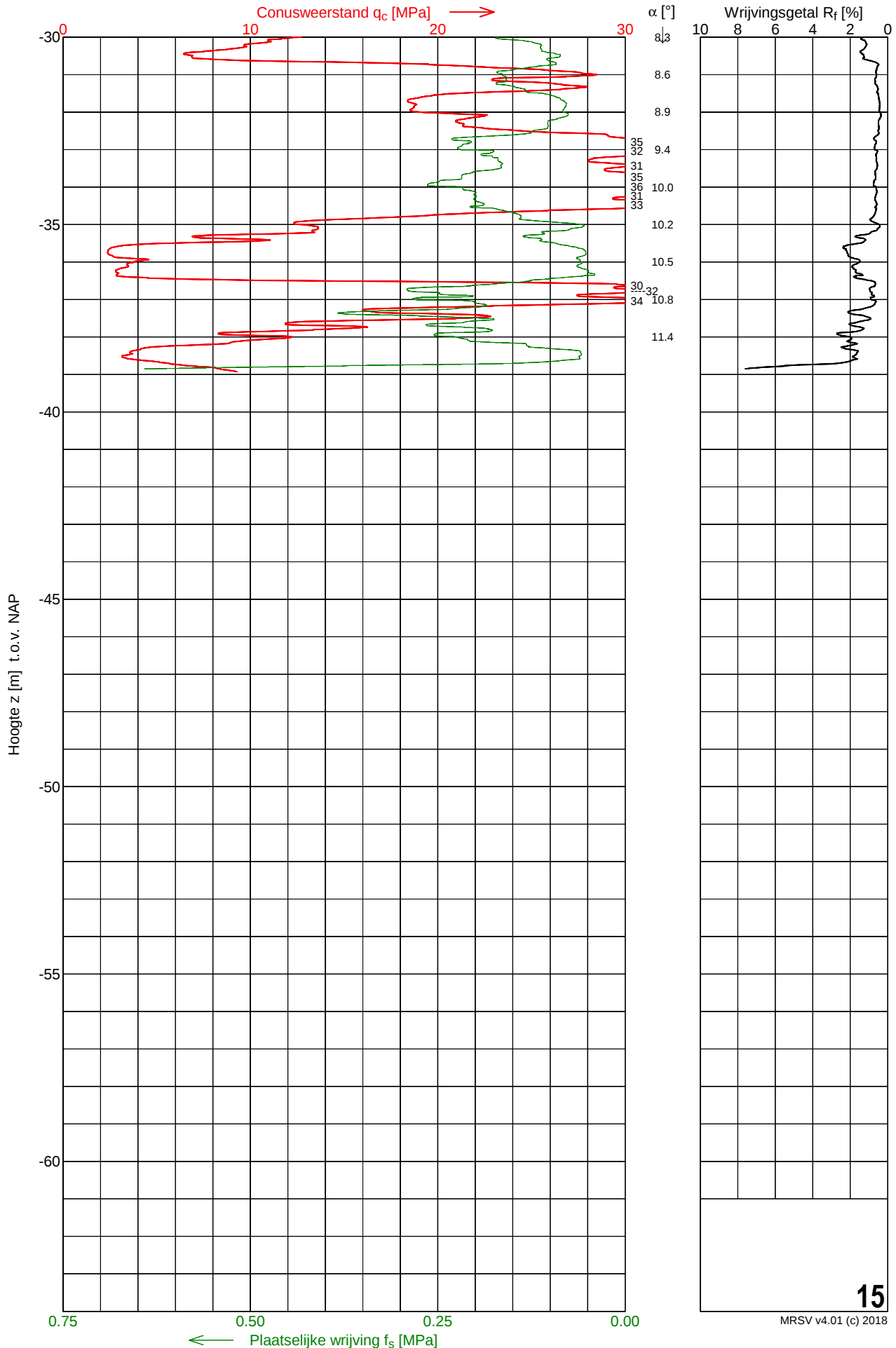


Sondering 15

Opdracht : 2001370
Plaats : Rotterdam
Datum : 13-11-2018
Project : Baantoren

Conus nummer : S15CFI.1633
Soort conus : Elektrisch
Opp. conuspunt : 1500 mm²

NEN-EN-ISO-22476-1
Klasse 3, type TE1
Sondeerunit : 200
Blad : 2 van 2

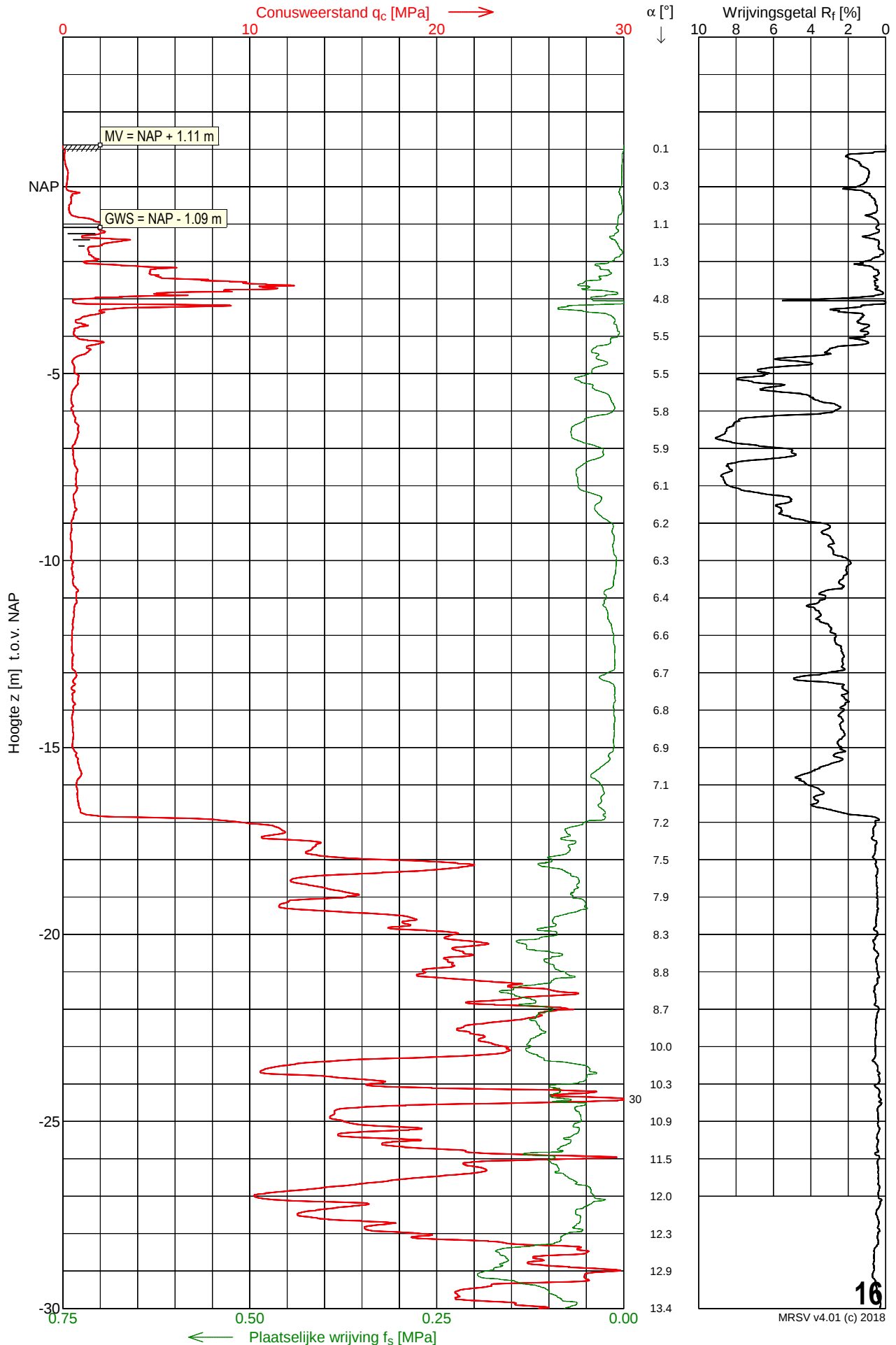


Sondering 16

Opdracht : 2001370
Plaats : Rotterdam
Datum : 13-11-2018
Project : Baantoren

Conus nummer : S15CFI.1633
Soort conus : Elektrisch
Opp. conuspunt : 1500 mm²

NEN-EN-ISO-22476-1
Klasse 3, type TE1
Sondeerunit : 200
Blad : 1 van 2

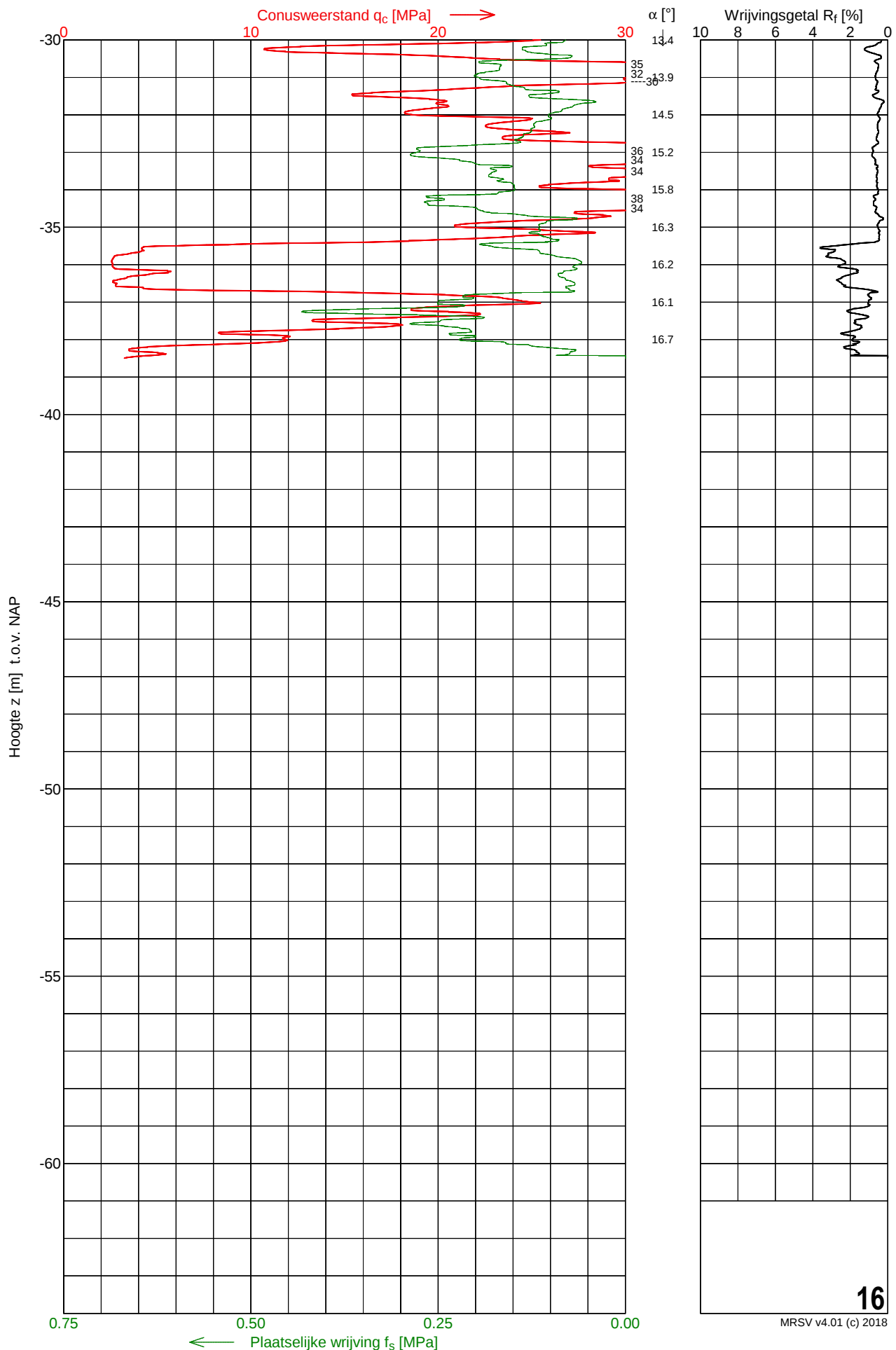


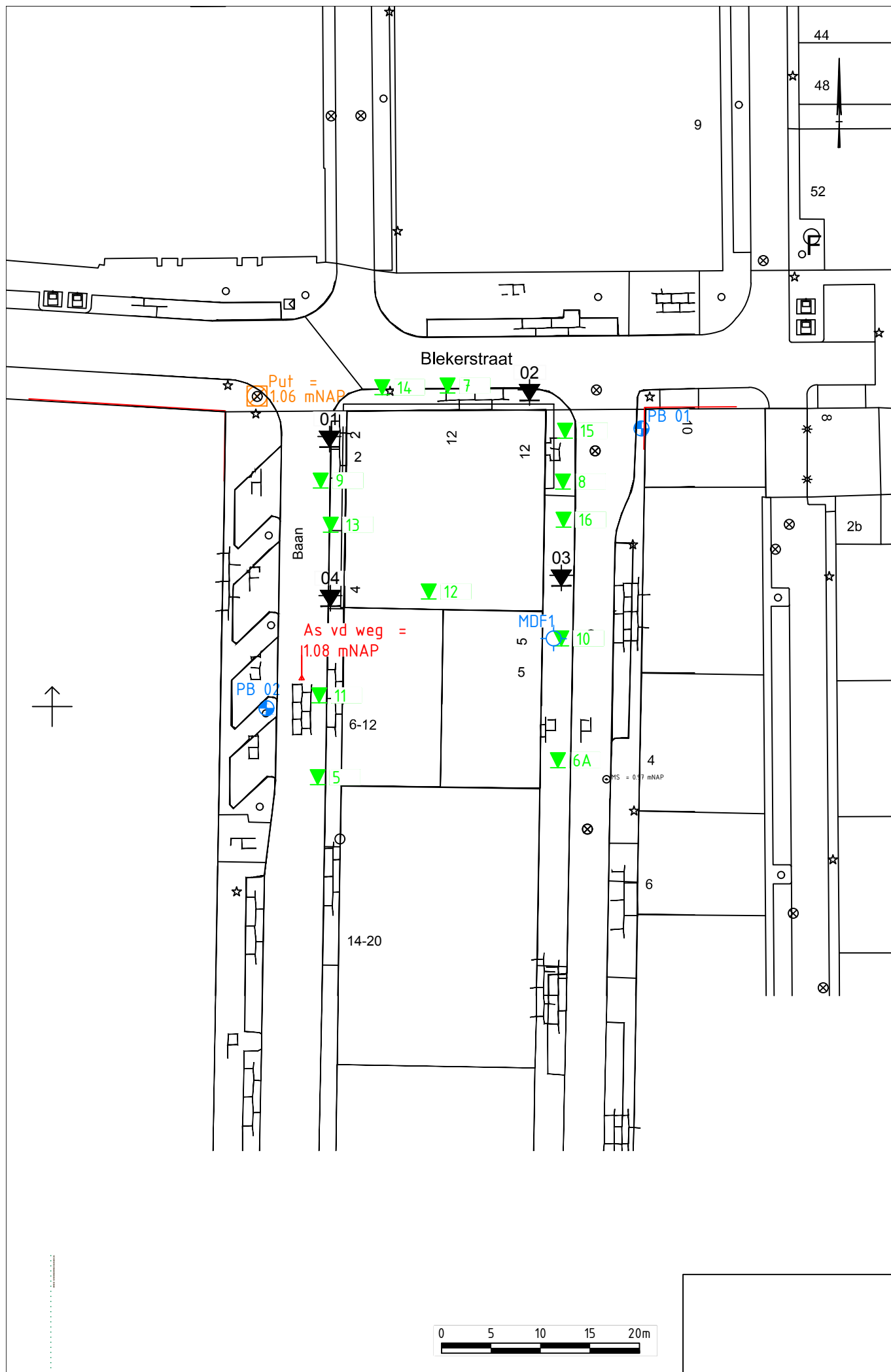
Sondering 16

Opdracht : 2001370
Plaats : Rotterdam
Datum : 13-11-2018
Project : Baantoren

Conus nummer : S15CFI.1633
Soort conus : Elektrisch
Opp. conuspunt : 1500 mm²

NEN-EN-ISO-22476-1
Klasse 3, type TE1
Sondeerunit : 200
Blad : 2 van 2





MOS GRONDMECHANICA B.V.

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



VELDWERK

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

Geotechnisch boren en (on)geroerde monsternamen
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)
Akoestisch doormeten van palen (CUR 109)
Online meetgegevens via portal

MILIEU (MOS MILIEU B.V.)

Verkennd-, nader- en saneringsonderzoek
Partijkeuringen besluit bodemkwaliteit (Bbk)
Saneringsbegeleiding. Waterbodemonderzoek.
Vergunning aanvragen.
2nd Opinion / Contra-Expertise Bodemonderzoeken.

Meer weten? Bezoek onze website www.mosgeo.com
Vragen? Mail ons op info@mosgeo.com
Offerte aanvragen? Mail ons op offerte@mosgeo.com

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
Omgekeerde Osmose
Barrièrewerking
Drainage
Infiltratie hemelwater

BEMALINGEN (MOS GRONDWATERTECHNIEK)

Bronbemaling
Ondergrondse energie-opslag
Pomp- en leidingsystemen
Brandputten

OVERIG

Uitvoeringsbegeleiding

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.

MOS GRONDMECHANICA B.V.

Correspondentieadres :	Albert Plesmanweg 47, 3088 GB, Rotterdam	Centraal telefoonnummer :	+31(0)88-5130200
Hoofdkantoor	Albert Plesmanweg 47	3088 GB	Rotterdam
Vestiging Helmond	Vossenbeemd 90B	5705 CL	Helmond
Vestiging Enter	De Bleek 40	7468 DL	Enter
Vestiging Amsterdam	Pleimuiden 8B	1046 AG	Amsterdam
Mosgeo B.V.	Albert Plesmanweg 47	3088 GB	Rotterdam

