

RAPPORT

Gebiedsontwikkeling Zuidelijk Westerkwartier

Beschoeiing duiker en kofferdam
Lettelberterbergboezem

Klant: Projectbureau Zuidelijk Westerkwartier (PbZWk)

Referentie: BF7928MARP1906271017

Status: Definitief/02.01

Datum: 2 maart 2020

HASKONINGDHV NEDERLAND B.V.

Laan 1914 no.35
3818 EX AMERSFOORT
Maritime & Aviation
Trade register number: 56515154

+31 88 348 20 00 **T**
+31 33 463 36 52 **F**
info@rhdhv.com **E**
royalhaskoningdhv.com **W**

Titel document: Gebiedsontwikkeling Zuidelijk Westerkwartier

Ondertitel:
Referentie: BF7928MARP1906271017
Status: 02.01/Definitief
Datum: 2 maart 2020
Projectnaam: Gebiedsontwikkeling Zuidelijk Westerkwartier
Projectnummer: BF7928
Auteur(s): D. Peters

Opgesteld door: D. Peters

Gecontroleerd door: H.A.W. van Gelder

Datum/paraaf: 2 maart 2020 AGE

Goedgekeurd door: R.L.T. Jeltjes

Datum/paraaf: 2 maart 2020 RJ

Classificatie

Projectgerelateerd



Disclaimer

Niets uit deze specificaties/drukwerk mag worden veeleenvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van HaskoningDHV Nederland B.V.; noch mogen zij zonder een dergelijke toestemming worden gebruikt voor andere doeleinden dan waarvoor zij zijn vervaardigd. HaskoningDHV Nederland B.V. aanvaardt geen enkele verantwoordelijkheid of aansprakelijkheid voor deze specificaties/drukwerk ten opzichte van anderen dan de personen door wie zij in opdracht is gegeven en zoals deze zijn vastgesteld in het kader van deze Opdracht. Het geïntegreerde QHSE-managementsysteem van HaskoningDHV Nederland B.V. is gecertificeerd volgens ISO 9001:2015, ISO 14001:2015 en ISO 45001:2018.

Inhoud

1	Inleiding	1
2	Referenties	2
3	Grondonderzoek	2
4	Algemene bodemopbouw en waterstanden	3
5	Uitgangspunten en randvoorwaarden	5
5.1	Huidige geometrie	5
5.2	Waterstanden	6
5.3	Grondparameters	6
5.4	Bovenbelasting	7
5.5	Vervormingen	7
5.6	Regionale kering	7
5.7	Veiligheidsfilosofie	9
5.8	Overig	9
5.9	Software	9
6	Ontwerp beschoeiing	10
6.1	Inleiding	10
6.2	Beschouwde doorsneden	10
6.3	Maximaal toelaatbaar moment en buigstijfheid	11
6.4	Berekeningsresultaten en toetsing	12
7	Ontwerp kofferdam	14
7.1	Inleiding	14
7.2	Te berekenen doorsneden	16
7.3	Eigenschappen damwand	16
7.4	Fasering, berekeningsresultaten en toetsing	17
7.5	Toe te passen damwandprofiel	18
7.6	Uitvoeringsaspecten	19
8	Duikers	20
9	Ontwerp en uitvoeringsaspecten	22

Bijlagen

- A. Geotechnisch lengteprofiel
- B. Koop en Romeijn Grondmechanica, 16 april 2019 - Geotechnisch onderzoek t.b.v. waterberging Lettelberterbergboezem nabij Enumatil, projectnummer 2019-0394
- C. D-sheet, Berekening kofferdam
- D. D-sheet, Berekening beschoeiing, doorsnede 9O III
- E. Koop en Romeijn Grondmechanica, 15 februari 2019 - Geotechnisch onderzoek t.b.v. waterberging Lettelberterbergboezem nabij Enumatil, projectnummer 2018-0788A

1 Inleiding

Royal HaskoningDHV maakt onderdeel uit van het Projectbureau Zuidelijk Westerkwartier (PbZWk). Vanuit dit projectbureau is de vraag gekomen om onder meer de beschoeiing langs het Lettelberterdiep in Groningen te ontwerpen. De beschoeiing is voorzien langs beide oevers, en dient slechts als bescherming tegen afkalven van de bestaande oever. Het gaat dus niet om een op zichzelf staande waterkering. Naast deze beschoeiing is ook gevraagd naar het ontwerp van een kofferdam en 2 duikers in dit waterbergingsgebied.

In dit rapport wordt het ontwerp van voorgenoemde constructies gepresenteerd.

In onderstaande figuur is de projectlocatie weergegeven. Het te beschouwen traject van de beschoeiing heeft een lengte van ca. 1,8 km:



Figuur 1-1: projectlocatie (Google Earth). Rood geeft het gebied aan voor de beschoeiing, geel voor de duikers en blauw voor de kofferdam. De groene ellips geeft een latere uitbreiding aan van het beschoeiingsontwerp, corresponderend met doorsnede D06.

2 Referenties

De navolgende normen zijn van toepassing

1. NEN-EN 338:2016 Hout voor constructieve toepassingen – Sterkteklassen
2. NEN-EN 1995-1-1+C1+A1:2011 nl
3. NEN-EN 9997-1;2017 NB 2019
4. CUR 166, 6^e druk
5. STOWA - Handreiking Ontwerpen & Verbeteren Boezemkaden – 2009

Verder wordt gerefereerd naar de volgende rapporten

6. RHDHV, 2016; Beoordeling Boezemwaterkeringen NZV Westerkwartier (WATBC9314R001D02)
7. Arcadis, 2016; optimalisatie Lettelberterbergboezem (079090270)
8. Witteveen+Bos, 2019; Interpretatie geotechnisch onderzoek Zuidelijk Westerkwartier (105629/19-007.428)

3 Grondonderzoek

De resultaten van de navolgende geotechnische veldonderzoeken zijn beschikbaar gesteld:

- A. Koop en Romeijn Grondmechanica, 19 oktober 2018 - Geotechnisch onderzoek t.b.v. Zuidelijk Westerkwartier realisatie NNN en waterberging in de drie polders, Lettelberterbergboezem en de Dijken Bakkerom, projectnummer 2018-0788
- B. Koop en Romeijn Grondmechanica, 15 februari 2019 - Geotechnisch onderzoek t.b.v. waterberging Lettelberterbergboezem nabij Enumatil, projectnummer 2018-0788A
- C. Koop en Romeijn Grondmechanica, 12 maart 2019 - Geotechnisch onderzoek t.b.v. waterberging Driepolder nabij Pasop, projectnummer 2018-0788A
- D. Koop en Romeijn Grondmechanica, 16 april 2019 - Geotechnisch onderzoek t.b.v. gebiedsontwikkeling Zuidelijk Westerkwartier Gebied: Lettelberterdiep en Vlietberg, projectnummer 2019-0394

In totaal betreft het beschikbare veldonderzoek:

- 16 sonderingen met kleefmeting met uitvoeringsdiepte van ca. MV -15 m.
- 27 boringen met uitvoeringsdiepte van ca. MV -5 m.

De hart op hart afstand tussen de onderzoekspunten langs de oever varieert van ca. 20 m tot 180 m. De gemiddelde hart op hart afstand tussen de uitvoeringspunten (boringen en sonderingen) bedraagt ca. 120 m.

Het grondonderzoek is uitgevoerd langs beide oevers, in het dijklichaam of er vlak achter.

Ter plaatse van de kofferdam zijn de sonderingen 203, 417 & 418 en boring HB203 beschikbaar. Ter plaatse van de noordelijk gelegen duiker is sondering 414 beschikbaar, en bij de zuidelijke duiker sonderingen 202 & 404 en boring HB202.

4 Algemene bodemopbouw en waterstanden

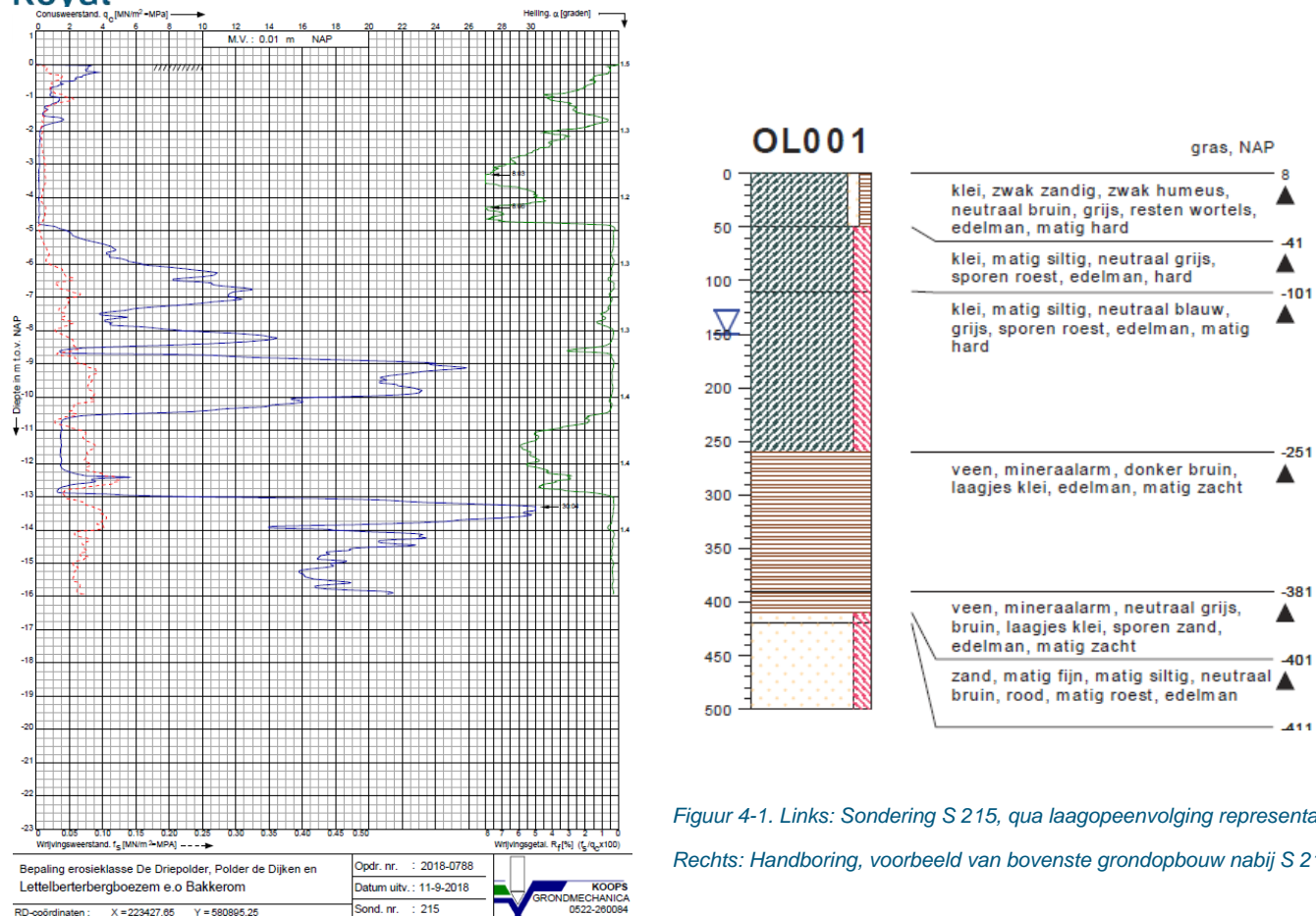
Het maaiveldniveau ten tijde van de uitvoering van de sonderingen varieerde van ca. NAP +0,33 m tot ca. NAP -0,75 m. De variatie wordt voornamelijk veroorzaakt door de locatie van het uitvoeringspunt; in het dijklichaam of in het achterland.

Op basis van de resultaten van het beschikbare grondonderzoek (Figuur 4-1) is de bodemopbouw langs de beschoeiing als volgt geschematiseerd. Hierbij is de schematisatie van de bovenste 5 meter gebaseerd op grondboringen en sonderingen, en de opbouw daaronder enkel op sonderingen:

- De toplaag is ca. 0,5 m dik en bestaat over het algemeen uit zandige klei. Onder de toplaag wordt tot een diepte van ca. NAP -2,5 m á NAP -5,0 m een pakket samendrukbare, slappe lagen aangetroffen bestaande uit klei- en veenlagen.
- Van ca. NAP-2,5 m á NAP-5,0 m tot ca. NAP-9,0 m wordt een matig gepakt zandpakket aangetroffen, gevolgd door een pakket bestaande uit een afwisseling van vast gepakte zandlagen doorsneden door kleilagen.
- Tussen ca. NAP-10,5 m á NAP-11,0 m wordt lokaal een basisveenpakket aangetroffen met een dikte van ca. 1,5 tot 2,5 m.
- Vanaf ca. NAP-12,0 m á NAP-13,0 m bevindt zich tot aan de verkende diepte (ca. NAP-15,0 m) een vast tot zeer vast gepakt zandpakket.

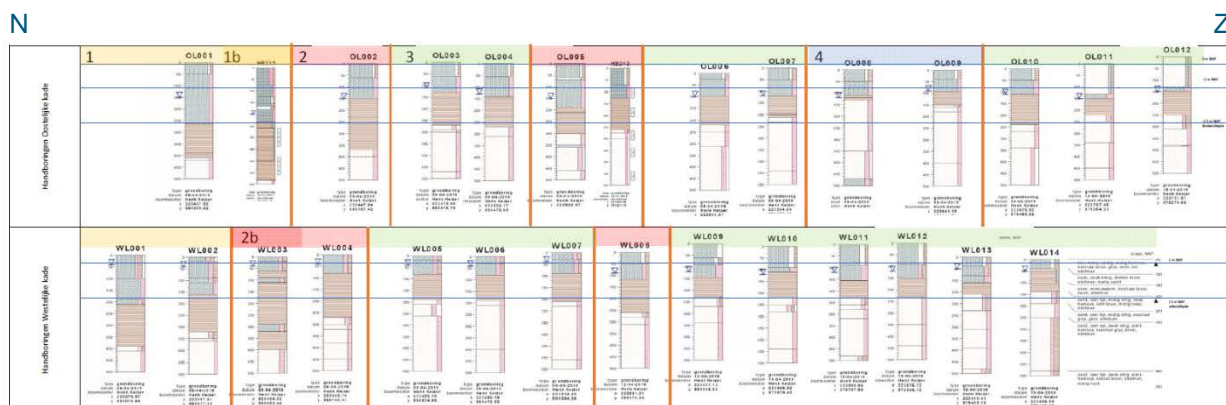
Zoals schematisch weergegeven in Figuur 4-2 (en bijlage A) is de dikte van de samendrukbare lagen relatief constant in het zuiden, maar wordt het pakket van klei- en veenlagen dikker in het noordelijk deel van de beschouwde sectie.

Ten tijde van de uitvoering is ter plaatse van de meeste boringen éénmalig de freatische grondwaterstand bepaald. Deze varieerde tussen NAP -1,5 m en NAP -0,9 m, één en ander afhankelijk van de locatie van de boring (dijk of achterland).



Figuur 4-1. Links: Sondering S 215, qua laagopenvolging representatief.

Rechts: Handboring, voorbeeld van bovenste grondopbouw nabij S 215.



Figuur 4-2. Schematische Noord-Zuid weergave van het grondprofiel langs het LBBB. Zie ook bijlage A.

5 Uitgangspunten en randvoorwaarden

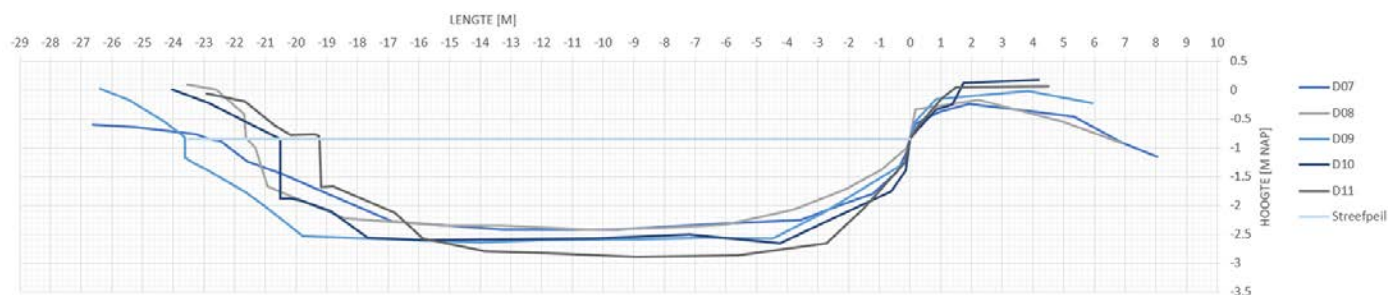
5.1 Huidige geometrie

Voor de geometrie van de oevers zijn aanvankelijk 5 representatieve dwarsprofielen beschouwd die de heersende geometrie weergeven (beide oevers en het belangrijkste deel van het dijklichaam).

In navolgende figuren zijn deze profielen en de locaties weergegeven. Hierin is D07 het Zuidelijkst genomen profiel en D11 het Noordelijkst. In een vervolgfase is hieraan een 6^e profiel toegevoegd ten Zuiden van D07 (D06, zie Figuur 1-1).



Figuur 5-1. Overzicht beschouwde doorsneden



Figuur 5-2: beschikbare profielen

Kofferdam

Ter plaatsen van de aan te leggen kofferdam ligt het bodemniveau van de geul op NAP -2,5 m. De totale lengte van de aan te leggen constructie komt neer op ca. 90 m.

5.2 Waterstanden

De aangehouden ontwerpwaterstanden, vastgesteld in overleg met Prolander en waterschap Noorderzijlvest, zijn als volgt:

Lettelberterdiep

- Streefpeil -0,93 m NAP
- LWS -1,05 m NAP
- HWS -0,33 m NAP

Lettelberterbergboezem

- Streefpeil -0,93 m NAP
- Zomerpeil -1,20 m NAP
- HWS -0,33 m NAP

5.3 Grondparameters

Op basis van de resultaten van het grondonderzoek is vastgesteld dat voor de damwandberekeningen één set van grondparameters gebruikt kan worden voor het gehele projectgebied.

De grondparameters zijn gebaseerd op ervaringsgegevens en tabel 2b uit [ref. 3]. Deze staan in tabel 5-1 weergegeven.

Nageleverde gebiedsinformatie uit de reportage van Witteveen+Bos [ref. 8] is beschouwd, maar geeft geen aanleiding tot herziening van de gehanteerde grondparameters. De in het rapport genoemde sterkte-eigenschappen, met name voor veen, zijn gebaseerd op proeven bij relatief hoge effectieve grondspanning, voor hoge rek en beslaan een groter gebied dan enkel het Lettelberterdiep. Bij het Lettelberterdiep komt veen echter alleen voor onder lagere grondspanningen, worden voor deze geotechnische analyse lage rekken beschouwd, en toont het veen bij het Lettelberterdiep relatief hoge conusweerstand.

Op basis van de relatief hoge conusweerstand voor veen in de sonderingen ter plaatse van het Lettelberterdiep is – op basis van tabel 2 b - voor de cohesie een representatieve waarde van 5 kPa

gehanteerd. Deze waarde, in combinatie met een relatief lage ϕ' , wordt representatief geacht voor veen onder lage rekken (2 tot 5 %).

tabel 5-1: representatieve grondparameters

grondlaag	$\gamma_{nat/sat}$ [kN/m ³]	c' [kPa]	ϕ' [°]	δ [°]	schelpfactor	$k_{hor,1}$ [kN/m ³]	$k_{hor,2}$ [kN/m ³]	$k_{hor,3}$ [kN/m ³]
klei, zwak zandig	18	5	22,5	15	1,5	4000	2000	800
veen	10,8	5	15	0	1,25	1000	500	250
zand, matig	18/20	0	30	21,6	2,5	16000	8000	4000

Waarin:

$\gamma_{nat} / \gamma_{sat}$ = veldvochtig / respectievelijk verzadigd volume gewicht
 c' = effectieve cohesie
 ϕ' = effectieve hoek van inwendige wrijving
 K_h = horizontale beddingsconstante

5.4 Bovenbelasting

Voor de damwandberekeningen van de beschoeiing en de kistdam wordt een maaibelasting in rekening gebracht, bestaande uit een gelijkmatig verdeelde terreinbelasting van 5 kN/m² (maaaimachine) op een halve meter afstand achter de damwand over een breedte van 3 m.

Het ontwerp is niet berekend op een eventueel tijdelijk aanwezige kraan of andere zware belasting en dient daarom ingezet te worden vanaf het water.

Voor het ontwerp van de duikers is ervan uitgegaan dat een tractor of vergelijkbaar voertuig over de duiker heen kan rijden.

5.5 Vervormingen

Er zijn geen specifieke eisen gesteld aan de maximaal toelaatbare horizontale vervorming van de beschoeiing en kistdam. Uitgegaan wordt van het volgende:

- Voor de beschoeiing wordt een maximale vervorming gehanteerd van $1/200 \cdot$ kerende hoogte in BGT, conform CUR 166.
- De kistdam wordt op minimale horizontale vervorming ontworpen doormiddel van verankering. Dit vanwege de naastgelegen stuw.

5.6 Regionale kering

De westelijke oever heeft over de volledige lengte van het projectgebied de functie van regionale waterkering. Langs de oostelijke oever hebben drie segmenten (dijkvakken) de functie van regionale waterkering. Het grootste deel van de oostelijke oever heeft echter niet de status van waterkering, en wordt gezien als *overige kering*. Hieronder valt ook de toekomstige kofferdam.

De regionale kering valt onder klasse IPO III (schadefactor =0,90).

In onderstaande figuur is dit weergegeven:



Figuur 5-1: Locatie waterkeringen. Rood geeft de beschouwde regionale waterkeringen aan, blauw de overige keringen. De groene ellips geeft de later bijgevoegde beschoeiingssectie weer.

De beschoeiing heeft geen waterkerende functie.

5.7 Veiligheidsfilosofie

Regionale kering

Het ontwerp voor dit deel van de kade is uitgevoerd conform [ref. 4] met de partiële factoren conform [ref. 5].

Voor IPO-klasse III wordt conform [ref. 5] een schadefactor gehanteerd van 0,9.

De benodigde stabiliteitsfactor = modelfactor * schematiseringsfactor * schadefactor

Hieruit volgt:

$$F_s = \gamma_{d,Bishop} \times \gamma_b \times \gamma_{n,1/100jr} = 1,0 * 1,2 * 0,9 = 1,08$$

Overige kering

Het ontwerp van dit deel van de kade is uitgevoerd conform de CUR 166 met de partiële factoren conform de EC 7.

De beschoeiing is ingedeeld in RC0 omdat de EC7 stelt dat beschoeiingen met een maximale kerende hoogte van 2 m, ingedeeld mogen zijn in een veiligheidsklasse lager dan RC1.

De maatgevende ontwerpfase is de gebruiksfase aan het einde van de levensduur (maximale aantasting van het hout), rekening houdend met maaiveldbelasting op het talud (maaivoertuig).

De benodigde stabiliteitsfactor bedraagt (EC7) $F_s = 1,0$.

5.8 Overig

De beschoeiing staat in een omgeving die geclassificeerd wordt als klimaatklasse 3 [ref. 2]. Dit wordt meegenomen in de rekenwaarden van de beschoeiing.

Bij deze classificatie is de hoogste duurzaamheidsklasse 1 vereist. De maximale levensduur komt hiermee op 25 jaar.

5.9 Software

De berekeningen voor de beschoeiing en ksdam zijn uitgevoerd met het softwarepakket D-Sheet Piling versie 18.2.1.

6 Ontwerp beschoeiing

6.1 Inleiding

Het ontwerp van de beschoeiing bestaat uit een houten paal-schot beschoeiing met een grondricht, maar waterdoorlatend geotextiel om uitspoeling van grond tegen te gaan.

In dit advies is uitgegaan van palen en scherm van Robinia (sterkteklasse D30) met een h.o.h. afstand van 500 mm. Op basis van deze uitgangspunten en de hieronder gepresenteerde resultaten is uitgekomen op de volgende materiaalafmetingen:

- Paaldiameter
 - 120 mm voor de gehele beschoeiing, op het later toegevoegde segment na.
 - 160 mm voor het later toegevoegde, zuidoostelijke segment (Figuur 5-1).
- Schot breedte en dikte
 - breedte 0,5 m en dikte 20 mm

De boven- en onderzijde van de paal-schotbeschoeiing is gemodelleerd als:

- een palenscherm (palen met houten schotten) met bovenkant van het scherm gelijk aan maaiveld op -1 m NAP en onderkant op -2,0 m NAP (ca. 0,2 - 0,5 m onder bodemniveau).
- Enkel palen vanaf onderkant scherm.

Praktisch gezien kan worden uitgegaan van schotten tot 0,3 m onder lokaal aanwezig (diepste) bodemniveau om voldoende bescherming tegen onderspoeling te bieden.

6.2 Beschouwde doorsneden

Op basis van de resultaten van het grondonderzoek is de bodemopbouw opgedeeld in vijf representatieve grondprofielen (I tot V).

Vervolgens zijn deze 5 grondprofielen gecombineerd met de beschikbare dwarsprofielen (zie Figuur 5-).

Het voorkomen van deze grondprofielen in combinatie met de oostelijke (#O) en westelijke oever (#W) van de 6 dwarsprofielen levert de beschouwde doorsneden op zoals weergegeven in **Error! Reference source not found.**

Tabel 6-1. Berekende doorsneden.

Som	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
DWP	11O	11O	10O	9O	8O	8O	7O	7O	6O	11W	11W	10W	9W	8W	7W
GP	I	I b	II b	III	III	IV	III	IV	V	I	II	III	III	III	III

6.3 Maximaal toelaatbaar moment en buigstijfheid

Palen

Het toelaatbare buigend moment is als volgt bepaald.

Toelaatbare buigend moment voor Robinia palen met diameter 120 mm:

Rekenwaarde buigsterkte:

$$f_{m,d} = K_{crit} \cdot K_{sys} \cdot K_{mod} \cdot K_h \cdot f_{m,k} / \gamma_m$$

met:

$$K_{crit} = 1,0$$

$$K_{sys} = 1,1$$

$$K_{mod} = 0,4$$

$$K_h = 1,0$$

$$f_{m,k} = 30 \text{ N/mm}^2$$

$$\gamma_m \text{ ULS} = 1,3$$

$$f_{m,d} = 10,2 \text{ N/mm}^2$$

$$M_{paal;toelaatbaar;d} = f_{m,d} \cdot W = 10,2 \cdot ((\pi \cdot \text{diam}^3)/32) = 1,7 \text{ kNm/paal}$$

Het traagheidsmoment voor Robinia palen met diameter 120 mm bedraagt:

$$I_{paal} = (\pi \cdot \text{diam}^4)/64 = 1,0179 \cdot 10^{-5} \text{ m}^4$$

$$E_{paal} = 11.000 \text{ N/mm}^2$$

$$EI_{paal;BGT} = 112 \text{ kN/m}^2$$

$$EI_{paal;UGT} = 112/1,3 = 86,3 \text{ kN/m}^2$$

Voor Robinia palen met een diameter van 160 mm zijn op eenzelfde wijze onderstaande parameters bepaald:

$$M_{paal;toelaatbaar;d} = 3,7 \text{ kNm/paal}$$

$$EI_{paal;BGT} = 353,9 \text{ kN/m}^2$$

$$EI_{paal;UGT} = 353,9 / 1,3 = 272,2 \text{ kN/m}^2$$

Paal en scherm

Het scherm heeft een breedte van 500 mm en een dikte van 20 mm.

$$I_{scherm} = (b \cdot h)^3 / 12 = 3,33 \cdot 10^{-7} \text{ m}^4$$

De gecombineerde buigstijfheid van het palenscherm met 120 mm diameter palen bedraagt:

$$EI_{palenscherm;BGT} = 228 \text{ kN/m}^2 \text{ per strekkende meter}$$

$$EI_{palenscherm;UGT} = 228/1,3 = 175 \text{ kN/m}^2 \text{ per strekkende meter}$$

6.4 Berekeningsresultaten en toetsing

De berekeningsresultaten zijn weergegeven in onderstaande tabel:

tabel 6-2: berekeningsresultaten

DWP	grondprofiel	Risicoklasse	Inheiveau palen NAP [m]	Maximaal buigend moment UGT [kNm/paal]	Stabiliteitsfactor UGT (Bishop)
11O	I	RC0	-5,5	0.5	1.36
11O	I	RC1	-5,5	0.7	1.41
11O	I b	RC0	-5,5	0.5	1.21
10O	II b	RC0	-5	0.4	1.55
9O	III	RC0	-4	0.7	1.68
9O	III	RC1	-4	1.4	1.75
8O	III	RC0	-4	0.5	1.92
8O	IV	RC0	-4	1.0	2.38
7O	III	RC0	-4	0.5	1.94
7O	IV	RC0	-4	0.8	2.21
6O	V	RC1	-4	3.6	1.83
11W	I	RC1	-5,5	0.4	1.49
11W	II	RC1	-5,5	0.6	1.67
10W	III	RC1	-4	1.3	1.81
9W	III	RC1	-4	0.7	1.74
8W	III	RC1	-4	0.6	2.06
7W	III	RC1	-3,5	0.2	2.24

De berekende vervormingen in de verschillende doorsneden liggen tussen de 5 en 13 mm. Doorgaans wordt een vervormingseis van $1/200^{\text{ste}}$ van de kerende hoogte gehanteerd, conform [ref. 4]. De berekende vervormingen vallen hier binnen en worden acceptabel geacht.

Bovenstaande resultaten beschouwend wordt voldaan aan de toetsing:

$$M_{\text{max;d}} < M_{\text{max;opneembaar}}$$

Waar

$$M_{\text{max;opneembaar}} = 1,7 \text{ kNm/paal (3,7 kNm/paal voor DWP 6O)}$$

De berekende stabiliteitsveiligheidsfactoren bedragen $F_s > 1,20$ en voldoen.

Bovengenoemde resulteert in de onderstaande praktische indeling. Voor een bovenaanzicht van de segmenten wordt verwezen naar de bestekstekeningen.

Oostelijke oever:

- Van *Het Mienscheer* tot het huis te *Het Mienscheer 8* dienen palen met een grotere diameter te worden toegepast (16 cm) met een lengte van 3 m.
- Van het huis te *Het Mienscheer 8* tot dwarsprofiel 9 volstaan 120 mm palen van 3 meter lengte. Dit geldt ook voor de regionale kering ter hoogte van het adres *Lettelberterdijk 5*.
- Tussen dwarsprofiel 9 en 10 dienen palen van 4 meter te worden toegepast.
- Ten noorden van dwarsprofiel 10 dienen palen van 4,5 meter lengte te worden toegepast.

Westelijke oever:

- Ten Zuiden van dwarsprofiel 7 dienen palen van 2,5 meter lengte te worden toegepast.
- Van dwarsprofiel 7 tot dwarsprofiel 10 dienen palen van 3 meter lengte te worden toegepast.
- Ten noorden van dwarsprofiel 10 dienen palen van 4,5 meter lengte te worden toegepast.

In het geval dat door onverwacht zwaar heiwerk de benodigde paallengte niet wordt bereikt, moet tijdens de werkzaamheden er voor worden zorggedragen dat om de stabiliteit te waarborgen de palen ten minste 0,5 m in het zand moeten worden geheid. Tevens dient door middel van een herberekening de stabiliteit te worden bevestigd.

Het niveau van de bovenkant van de nieuwe beschoeiing is deels lager dan de bestaande kade/beschoeiing. De gevolgen hiervan op de micro/macrostabiliteit van het maaiveld achter de beschoeiing zijn niet beschouwd. Om stabiliteit van het talud boven de beschoeiing te garanderen dient het maaiveld te worden afgewerkt met een talud van 1:2.

Ter plaatse van dwarsprofiel 8W dient voor de stabiliteit van de beschoeiing het talud ten minste te worden verflauwd tot 2:3 over de gehele sectie waar nu een overeenkomstig steil talud aanwezig is. Deze sectie beslaat circa 400 m, en loopt van dwarsprofiel 8W tot ca. 100 meter ten Zuiden van dwarsprofiel 9W. Dit verflauwde talud is ook in de berekening gehanteerd.

Opgemerkt wordt dat toepassen van dunnere palen niet beschouwd is en niet geadviseerd wordt met name in verband met het op diepte krijgen van de palen.

7 Ontwerp kofferdam

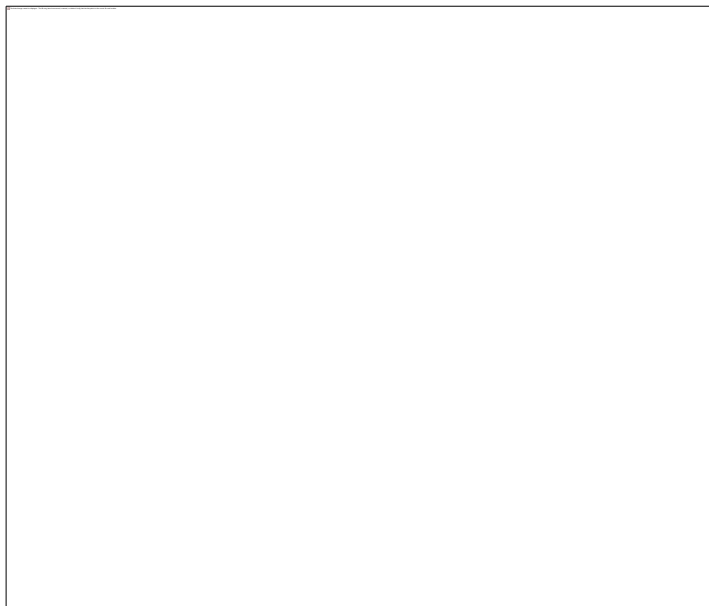
7.1 Inleiding

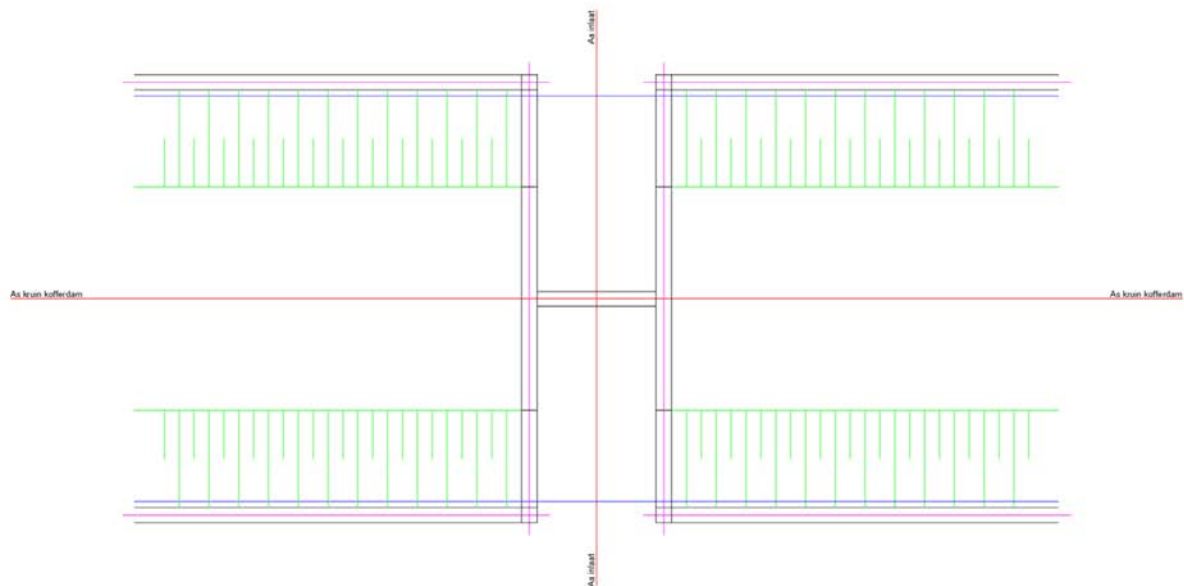
Het ontwerp van de kofferdam bestaat uit stalen damwanden (gekozen in overleg met de opdrachtgever) welke onderling worden gekoppeld met een ankerstang. Deze kofferdam zal aan weerszijden van een stuw komen te liggen, en zal circa 90 meter in lengte beslaan.

De damwanden van de kofferdam zullen aan weerszijden van de door derden ontworpen stuw bevestigd worden aan een U-profiel welke onderdeel is van de fundering van de stuw. Om een waterdichte aansluiting te bewerkstelligen dient de kofferdam aan beide uiteinden door te lopen tot in het talud van de aanwezige keringen.

Vanwege de aanwezigheid van een stuw wordt aangenomen dat de vervormingen op waterniveau zo beperkt mogelijk dienen te blijven, en is alleen een verankerd ontwerp beschouwd.

In Figuur 7-1 is de situatie schetsmatig weergegeven:





Figuur 7-1. Schets doorsnede (boven) en bovenaanzicht (onder) kistdam, aangeleverd door derden. In het bovenaanzicht is in het midden de stuw te zien, waaraan aan weerszijde de kofferdam verbonden wordt.

Bovenkant van de damwanden komt op -1,0 m NAP te liggen. Vanaf hier loopt het maaiveld aan beide zijden onder een talud van 2:3 op tot +0,20 m NAP. Het vlakke deel van het maaiveld beslaat 4,5 meter, waarmee de totale breedte van de kofferdam op circa 8,7 m uitkomt.

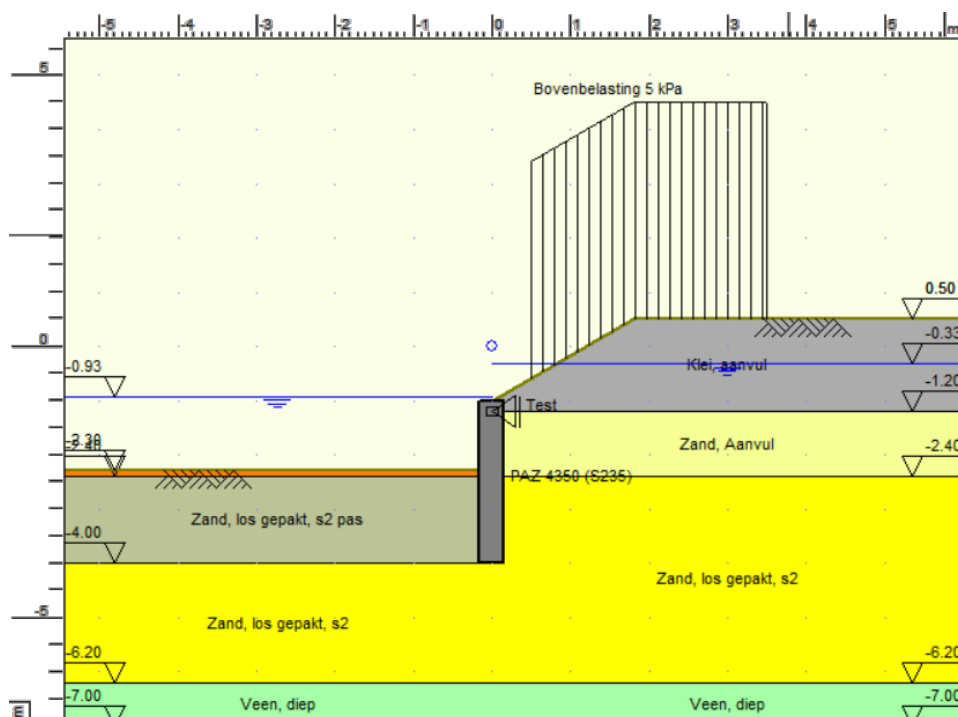
Deze breedte is dusdanig dat de kofferdam rekentechnisch conform de CUR 166 [ref. 4] als twee aparte damwanden kan worden beschouwd, onderling verbonden door een anker.

Voorgesteld wordt om de ruimte tussen de kofferdam onder de waterlijn met schoon zand op te vullen. Dit omdat klei onder water moeilijk te verdichten is en om de klink te beperken.

Boven de waterlijn kan klei worden aangebracht. Hierbij dient rekening te worden gehouden met circa 10% klink van de aangebrachte kleilaag, wat neerkomt neer op circa 15 cm en wat als overhoogte zal dienen te worden aangebracht (tot +0,35 m NAP).

7.2 Te berekenen doorsnedes

Voor de kofferdam is één doorsnede berekend, maatgevend voor beide zijden van de kofferdam. Voor een doorsnede zie Figuur 7-2. Doorsnede kofferdam, D-sheet.



Figuur 7-2. Doorsnede kofferdam, D-sheet.

7.3 Eigenschappen damwand

Vanwege de geringe te keren hoogte wordt een zeer lichte damwand beschouwd, een PAZ 4350 plank. De geometrie en rekenwaarden hiervan staan weergegeven in Tabel 7-1.

Voor de corrosie is uitgegaan van een ontwerplevensduur van 50 jaar. Hierbij is uitgegaan van:

Grondzijde: 1,75 mm, behorend bij een venige ondergrond.
Waterzijde: 0,9 mm, behorend bij zoetwater.

De corrosie aan de grondzijde kan hier als conservatief worden gezien omdat veen alleen aan de uiteinden van de kofferdam nabij de taluds aanwezig zal zijn.

Damwand	Staaldikte [mm]	EI [kNm ² /m ¹]	W [cm ³ /m ¹]	M _{max} [kNm/m ¹]
PAZ 4350	5	100,2	619	77
PAZ 4350 (Cor.)	2,35	56,7	350	43,5

Tabel 7-1. Eigenschappen damwand ontwerp kofferdam, PAZ 4350.

7.4 Fasering, berekeningsresultaten en toetsing

Voor het ontwerp van de damwand in D-sheet is uitgegaan van de volgende fasering:

1. Installatie damwand.
2. Opvullen binnenzijde kofferdam met zand tot -1,6 m NAP (tot 40 cm onder niveau ankerstang).
3. Aanbrengen ankerstang ('rigid support') op -1,2 m NAP.
4. Opvullen van zand tot waterniveau en verder met klei tot gewenste maaiveldniveau van +0,20 m NAP met 15 cm overhoogte (+0,35 m NAP).
5. Eindsituatie met maaiveldbelasting en de volgende waterstandsverschillen:
 - a. Waterzijde ZP; Grondzijde Streefpeil (Zijde Lettelberterbergboezem)
 - b. Waterzijde Streefpijl; Grondzijde HWS. (Zijde Lettelberterdiep)

De berekening is uitgevoerd voor zowel de gecorrodeerde als ongecorrodeerde toestand. Onderstaande tabel geeft hiervan de maatgevende resultaten.

Damwand	Inheinniveau damwand NAP [m]	Maximaal buigend moment UGT [kNm/m ¹]	Doorbuiging BGT [mm]	Stabiliteits factor	Ankerkracht [kN/m]
PAZ 4350	-4	9,8	2	1,41	18,5

Er wordt hiermee ruim voldaan aan alle toetsingscriteria (moment, stabiliteit en vervorming).

Bij de vervorming dient te worden opgemerkt dat de ankerstang als star punt is gemodelleerd. Rek van de ankerstang is hierbij niet meegenomen in de uitbuiging maar zal gezien de korte lengte resulteren in een extra verlenging van hooguit enkele millimeters.

Ontwerp ankerstang

Uit de damwandberekeningen volgt een maatgevende horizontale ankerkracht van 18,5 kN/m. De rekenwaarde van de belasting op het anker komt daarmee neer op:

$$F_{s;d} = 1,25 \cdot 18,5 = 23,1 \text{ kN/m}$$

Indien de stangen elke dubbele damwand worden aangebracht is een h.o.h. van 1,540 m van toepassing. Dit resulteert in onderstaande ankerkracht per stang:

$$F_{s;st;d} = 1,540 \cdot 23,1 = 35,6 \text{ kN.}$$

Uitgaande van staal met sterkteklasse S355 en dus een vloeigrens van 355 N/mm² (partiele factor 1,0) , bedraagt de minimaal benodigde staaldoorsnede:

$$A_{st} = 35,6 / 0,355 = 100,2 \text{ mm}^2$$

Ofwel een minimale stangdiameter van 11,3 mm. Rekening houdend met corrosie in grondaanvulling over 50 jaar dient hier conform CUR 166 2*1,2 mm bovenop geteld te worden. Hiermee komt de minimale stangdiameter, afgerond naar boven, neer op:

$$D_{st} = 11,3 + 2,4 = 14 \text{ mm}$$

In verband met mogelijke zetting/klink van de aanvulling tussen de kistdam wordt geadviseerd de ankerstang aan te leggen in een Ø 20 cm buis zodat de grondvervorming onder de ankerstang niet leidt tot extra belasting van de ankerstang.

Ontwerp gording

Uitgaande van een maatgevende horizontale ankerkracht van 18,5 kN/m en een h.o.h. afstand van 1,540 m bedraagt het optredende moment in de gording circa:

$$M_{\text{gor;d}} = 1,1 \cdot 18,5 \cdot 0,1 \cdot (1,540)^2 = 4,8 \text{ kNm}$$

Materiaalkeuze en dimensionering van de gording op basis van het optredend moment is aan de aannemer.

Onder- en achterloopsheid

Een eenvoudige verificatie som volgens de methodes van Lane & Bligh toont aan dat de kofferdam niet gevoelig is voor piping/heave onder het maximale waterstandsverschil. Gezien bij leegloop van het Lettelberterdiep de verbinding met het Lettelberterbergboezem open zal zijn, wordt een maximaal waterstandsverschil over de kofferdam van 0,20 m aangenomen.

Onderloopsheid, Lane:

$$\Delta h = (1/3 \cdot L_h + L_v) / C_{w,\text{creep}}$$

Met:

Δh_{cr}	=	het maximale verval over de stuw
C_{creep}	=	7 (Technisch Rapport Waterkerende Grondconstructies, TAW)
L_h	=	8,7 m (Breedte kofferdam)
L_v	=	3 m (inheidiepte damwand * 2)

Het kritieke waterstandsverschil behorend bij de dimensies van de kofferdam en de damwandlengtes komt hiermee neer op:

$$\Delta h_{\text{cr}} = (1/3 \cdot 8,7 + 3) / 7 = 0,84 \text{ m en is groter dan het maximale waterstandsverschil en voldoet}$$

Achterloopsheid, Bligh:

$\Delta h_{\text{cr}} = (L_h) / 18$, met:

Δh_{cr}	=	het maximale verval
L_h	=	8,7 m (Breedte kofferdam)

Het maximale waterstandsverval komt hiermee neer op 0,48 m voor achterloopsheid.

Piping is niet te verwachten door het ontbreken van een vrije waterspiegel aan de passieve zijde.

7.5 Toe te passen damwandprofiel

Vanwege de beperkte kerende hoogte voldoet de kofferdam rekenkundig bij een zeer lichte damwand.

Echter wordt er geadviseerd voor het damwandprofiel een restdikte te hanteren van 4 mm voor een periode van 50 jaar vanwege o.a. putcorrosie. Met een totale corrosie van ~3 mm komt dit neer op een damwandprofiel met een minimale staaldikte van 7 mm, ofwel een PAZ 43 70.

Een van de alternatieven is het beperken van corrosie middels katodische bescherming; deze heeft echter een beperkte levensduur.

7.6 Uitvoeringsaspecten

Installatie damwand

Voor de installatie van de damwand worden voor de gehanteerde damwandlengte en het bijbehorende weerstandsmoment geen problemen verwacht in de uitvoerbaarheid.

Opvulling kofferdam

Kleiachtig materiaal waarmee de kofferdam boven waterniveau zal worden opgevuld, dient tijdens de uitvoering zo goed mogelijk te worden verdicht teneinde de klink tot een minimum te beperken.

Bemaling

Teneinde de verankering in den droge te kunnen aanbrengen, is een tijdelijke beperkte bemaling voorzien. De bemaling dient door de aannemer ontworpen te worden.

Tijdelijke overhoogte

Er dient ca. 15 cm overhoogte (tot +0,35 m NAP) te worden aangebracht ter compensatie van klink.

Ankerstang in buis

Geadviseerd wordt om de ankerstang in een buis van ca. 20 cm aan te leggen teneinde krachten op de ankerstang te voorkomen door zetting/klink van het opvulmateriaal.

8 Duikers

De duikers (zie Figuur 1-1) worden geplaatst ter vervanging van een stalen duiker bij de Vlietberg (noordelijke) en van twee inlaten in de kade (zuidelijke). Deze huidige inlaten zullen worden verwijderd.

Voor de hydrologische situatie dient op beide locaties een duiker van 1500x1250 mm te worden aangelegd met binnenkant onderkant buis op -1,75 m NAP.

Beide duikers worden enkel belast (tijdelijk) door een tractor die over de duikers heen kan rijden.

Zuidelijke duiker in kade

Aangeraden wordt de zuidelijke duiker te plaatsen náást een van de locaties van de huidige inlaten. Omdat tussen de twee bestaande stuwen een brug ligt, zal er waarschijnlijk voor moeten worden gekozen de duiker ten zuiden van de huidige stuwen aan te leggen. Hierbij moet worden gelet op de aanwezigheid van bestaande waterleidingen waarvan de diepte onbekend is. Een proefsleuf wordt daarom aangeraden.

De zuidelijke duiker in de kade zal na aanleg een gronddekking hebben van ca. 0,5 meter.

Fundering

Ter plaatsen van de zuidelijke duiker is een veenlaag aanwezig tot ca. NAP-2,5 m. Hieronder bevindt zich het zand. Bij een aanlegniveau van NAP-1,75 m wordt geadviseerd het veen af te graven en aan te vullen met schoon zand (verdichten) om een stevige funderingsbasis te realiseren. Significante zettingen en zettingsverschillen zijn dan niet te verwachten.

Voor *beide* duikers geldt dat de aangebrachte zandlaag als voordeel heeft dat een goede oplegging wordt gerealiseerd en tevens een goede werkvloer wordt verkregen voor het aanleggen van de duikers. De zandlaag dient voldoende verdicht te worden met een conusweerstand van tenminste 4 MPa (te controleren middels een handsondering).

De breedte van de spreidingslaag van zand dient direct onder de duiker tenminste zo breed als de diameter van de duiker te zijn. Ter plaatse van de onderzijde van de grondverbetering dient de breedte tenminste tweemaal de dikte van de zandlaag plus de breedte van de grondverbetering direct onder de duiker (= 2x dikte spreidingslaag + diameter buis) te bedragen zodat de belasting onder een hoek van 45° kan spreiden in de zandlaag.

Voor een spreidingslaag van 0,3 meter komt dit neer op een breedte aan de onderzijde grondverbetering van: $2 \cdot 0,3 \text{ m} + 1,5 \text{ m} = 2,1 \text{ m}$

Aansluiting zuidelijke duiker met damwand Lettelberterdiep

Bij de installatie van de zuidelijke duiker zal voorafgaand een damwand worden geïnstalleerd langs het Lettelberterdiep. Om hier een grondichte aansluiting te realiseren met de duiker - ter preventie van uitspoeling - wordt het volgende voorgesteld.

Ten eerste, om een bouwput ter plaatse van de duiker te kunnen realiseren, dienen 2 sloten te worden bevestigd aan de binnenzijde van de in te brengen damwanden langs het LBBB. De exacte locatie en type van deze sloten dient te worden afgestemd met de uitvoerende partij.

Na aanleg van de spreidingslaag/werkvloer en het plaatsen van de duiker, dient de ruimte aan de onderzijde tussen de duiker en de damwand opgevuld te worden met kiezels, breuksteen of ander materiaal dat niet uitspoelt onder de te verwachte stroomsnelheden. Ook kan gekozen worden voor het storten van beton vanwege de minimale verwachte zetting. Aan de zijkanten van de duiker dient een

grond dicht geotextiel te worden geplaatst tegen uitspoeling van dijkmateriaal. Omdat het hier niet gaat om een regionale kering is een volledige waterdicht geotextiel niet van toepassing.

Na afronding van de installatie dient de damwand ter plaatsen van de duiker te worden weggebrand tot onderkant binnenzijde duiker.

Noordelijke duiker, Vlietberg

Ter plaatse van de noordelijke duiker bij de Vlietberg heeft in het verleden zakking plaatsgevonden. Dit zal naar alle waarschijnlijkheid een gevolg zijn geweest van de destijds aangebrachte heuvel en de hierop volgende periode van consolidatie in de ondergrond. Aangenomen wordt dat het grootste deel van de consolidatie inmiddels heeft plaatsgevonden en dat in de huidige situatie slechts zeer beperkte zetting plaatsvindt.

De noordelijke duiker zal na aanleg een gronddekking hebben van ca. 1,0 meter.

Fundering noordelijke duiker

Onder het aanlegniveau bevindt zich een pakket samendrukbare klei- en/of veenlagen van dusdanige dikte dat vervangen door zand geen realistische optie is. Om een fundering op staal mogelijk te maken moet de op het aanlegniveau aanwezige klei- of veenlaag worden vervangen door een goed te verdichten zandlaag van 0,3 m. Voordat de zandlaag wordt aangebracht wordt in geval van veenlagen geadviseerd om rieten matten toe te passen en daarop het zand aan te brengen.

Al het voorgaande in acht genomen, zal er op de locatie van beide duikers geen netto gewicht bij komen en wordt er marginale zetting verwacht. Om deze reden zijn er geen ontwerpberekeningen uitgevoerd en wordt geadviseerd op staal te funderen. Een fundering op palen lijkt gezien de marginale zetting en aard van de constructie geen economisch interessante oplossing.

Volgens informatie van een leverancier kan bij voorgenoemde belastingen en geen significante zettingen voor beide locaties een voorgestelde duiker (1500x1250 mm) worden geïnstalleerd.

9 Ontwerp en uitvoeringsaspecten

Ontwerp

Beschoeiing

- De beschoeiing bestaat uit palen (Ø 12 cm, lokaal Ø 16 cm) en schotten (500*20 mm) met een h.o.h. afstand van 0,5 m. De gekozen houtsoort is Robinia, met sterkteklasse D30.
- Een minimale paaldikte van 12 cm is gehanteerd om de palen voldoende diep in de dieper gelegen zandlaag te plaatsen. Bovenkant paal komt op -1,0 m NAP. Het schot is circa 1 m hoog, en dient zich minimaal 0,3 m in de grond te bevinden.

Oostelijke oever:

- Van *Het Mienscheer* tot het huis te *Het Mienscheer 8* dienen lokaal palen met een grotere diameter te worden toegepast (Ø 16 cm) met een lengte van 3 m.
- Van het huis te *Het Mienscheer 8* tot dwarsprofiel 9 volstaan palen (Ø 12 cm) van 3 meter lengte. Dit geldt ook voor de regionale kering ter hoogte van het adres *Lettelberterdijk 5*.
- Tussen dwarsprofiel 9 en 10 dienen palen (Ø 12 cm) van 4 meter te worden toegepast.
- Ten noorden van dwarsprofiel 10 dienen palen (Ø 12 cm) van 4,5 meter lengte te worden toegepast.

Westelijke oever:

- Ten Zuiden van dwarsprofiel 7 dienen palen (Ø 12 cm) van 2,5 meter lengte te worden toegepast.
- Van dwarsprofiel 7 tot 10 dienen palen (Ø 12 cm) van 3 meter lengte te worden toegepast.
- Ten noorden van dwarsprofiel 10 dienen palen (Ø 12 cm) van 4,5 meter lengte te worden toegepast.

Kofferdam

- De kofferdam heeft een dusdanig lage kerende hoogte dat een zeer licht damwandprofiel rekenkundig voldoet. Maatgevend is echter de minimale restdikte van 4 mm, in combinatie met corrosie van ca. 3 mm voor een ontwerplevensduur van 50 jaar. Hier volgt een damwandprofiel uit van ten minste 7 mm staaldikte (PAZ 43 70). Een alternatief is het hanteren van een geringere staaldikte met katodische bescherming.
- Voor de verankering wordt uitgegaan van een h.o.h. afstand van 1,540 m, overeenkomstig met de breedte van een dubbele plank. Een minimale ankerstang dikte van 14 mm wordt geadviseerd. Deze dient te worden aangelegd in een buis (Ø 20 cm) ter voorkoming van extra belasting op de ankerstang door zetting. Beide zijden van de ankerstang dienen te worden bevestigd met een scharnier.

Duikers

- De benodigde afmeting is 1500x1250 mm, waarbij binnenkant onderkant buis op -1.75 m NAP wordt aangelegd.
- Aangeraden wordt beide duikers te plaatsen in een huidige dijk. Dit betekend voor de zuidelijke duiker dat deze geplaatst dient te worden naast een van de huidige stuwen.

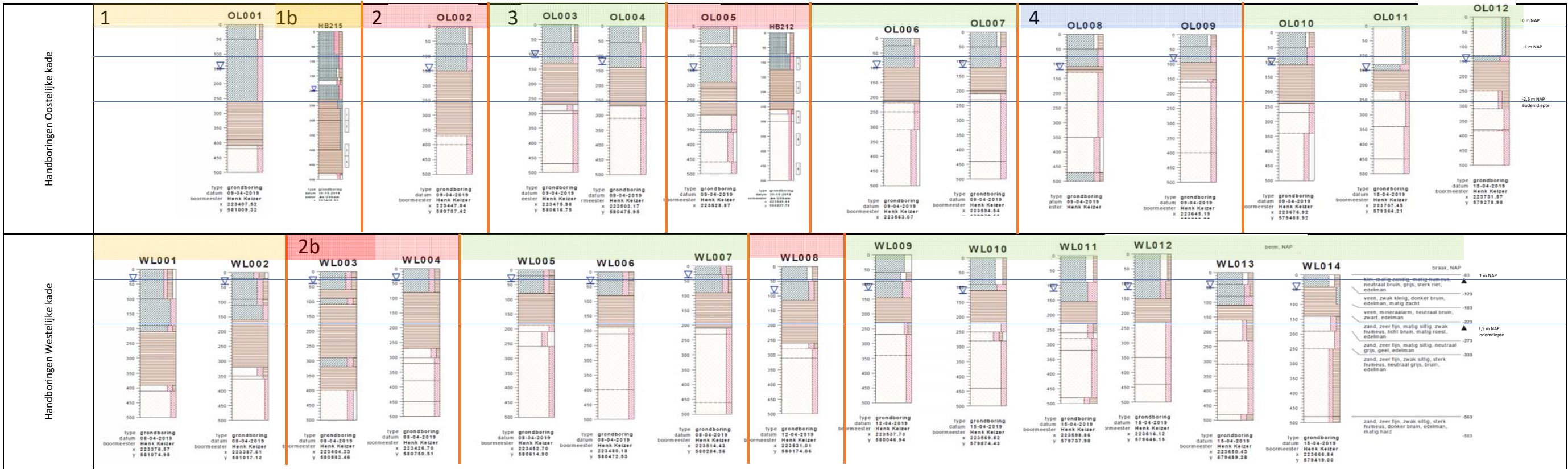
- Voor de zuidelijke duiker wordt geadviseerd de resterende samendrukbare laag onder het aanlegniveau (dikte ca. 0,75 m) te ontgraven en te vervangen door schoon, verdicht zand. Voor de noordelijke duiker is dit niet mogelijk en dient een funderingslaag van voldoende breedte (zie hoofdstuk) van 0,3 m schoon zand (te verdichten) te worden aangebracht, in het geval van veen te plaatsen op rieten matten.
- Voor de zuidelijke duiker dient een grondlicht aansluiting te worden gerealiseerd met de te installeren damwand langs het Lettelberterdiep. Een mogelijke aanpak hiervoor is het aanleggen van een bouwkuip en het toepassen van een combinatie van kiezels en grondlicht geotextiel.
- Er zijn geen significante zettingen van de duikers te verwachten.

Uitvoeringsaspecten

- Op de terreinbelasting van 5 kN/m² na is een eventueel tijdelijk aanwezige kraan of andere belasting (bijvoorbeeld gedurende realisatie van beschoeiing of kofferdam) aan de landzijde niet meegenomen in de ontwerpberoeeningen. Deze dienen daarom ingezet te worden van het water.
- Achter de houten paal-schot beschoeiing moet een grondlicht, maar waterdoorlatend geotextiel aangebracht worden om uitspoeling van grond tegen te gaan. Dit schot dient minimaal circa 30 cm in de grond te staan.
- Om bij de beschoeiing extra veiligheid in te bouwen kan, wanneer mogelijk, gekozen worden om de palen 10:1 schoor te zetten. Dit is rekenkundig niet meegenomen, maar zal resulteren in een gunstigere krachtswerking.
- De opvulling van de kistdam wordt uitgevoerd met zand tot aan de waterlijn. Hierboven kan klei worden aangebracht, welke dient te worden verdicht om klink te minimaliseren. Het materiaal dient te worden aangebracht met ca. 15 cm overhoogte (tot NAP + 0,35 m) ter compensatie van zetting/klink.
- Voor het aanbrengen van het anker bij de kofferdam in het droge, is mogelijk een tijdelijke bemaling nodig.

Bijlage A

Geotechnisch lengteprofiel



Bijlage B

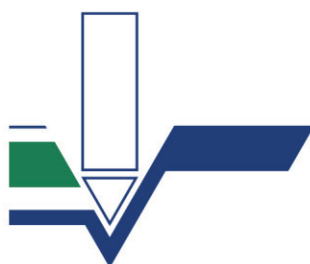
Geotechnisch onderzoek t.b.v. waterberging Lettelberterbergboezem nabij Enumatil

Koop en Romeijn Grondmechanica, 16 april 2019 -
projectnummer 2019-0394

Geotechnisch onderzoek t.b.v.

Gebiedsontwikkeling Zuidelijk Westerkwartier
Gebied: Lettelberterdiep en Vlietberg

Projectnummer:2019-0394



Koops & Romeijn grondmechanica

Samenwerkende, zelfstandige adviseurs voor grondonderzoek, geotechniek en geohydrologie



Geotechnisch onderzoek t.b.v.

Gebiedsontwikkeling Zuidelijk Westerkwartier
Gebied: Lettelberterdiep en Vlietberg

Projectnummer: 2019-0394

Opdrachtgever: Royal HaskoningDHV
t.a.v. de heer Ir. R.L.T. Jeltjes
Postbus 8064
9702 KB Groningen

Datum grondonderzoek: 8 t/m 15 april 2019

Datum rapportage: 16 april 2019

Bijlagen: Situatietekening
Tabel RD-coördinaten en NAP hoogtes
Handboorstaat WL001 t/m WL016, OL001 t/m OL013, DW001 en DO002



Royal HaskoningDHV
t.a.v. de heer Ir. R.L.T. Jeltjes
Postbus 8064
9702 KB Groningen

KG-2019-0394 HK/hk Leek, 16 april 2019

Betreft: Gebiedsontwikkeling Zuidelijk Westerkwartier. Gebied: Lettelberterdiep en Vlietberg
Uw projectnummer: BF7928

Geachte heer Jeltjes,

Op 1 april 2019 ontvingen wij van u de opdracht voor het uitvoeren van een geotechnisch onderzoek ten behoeve van bovengenoemd project. In de vorm van dit rapport, doen wij u de resultaten toekomen.

Veldwerkzaamheden.

Het grondonderzoek heeft bestaan uit 31 handboringen, waarvan de resultaten zijn gepresenteerd op de boorstaten WL001 t/m WL016, OL001 t/m OL013, DW001 en DO002 en als bijlage toegevoegd.

De hoogte en de coördinaten van de onderzoek locaties zijn bepaald in N.A.P. en RD. De maximale afwijking van de meting van de coördinaten bedraagt 10 cm, de maximale afwijking van de meting van de hoogte bedraagt 5 cm.

De ligging van de boorlocaties is weergegeven op de bijgaande situatietekening.

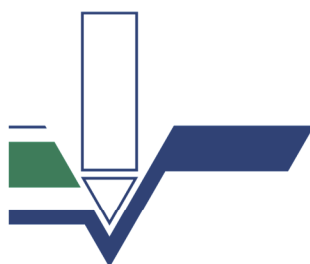
De hoogtebepaling van de onderzoek locaties is uitgevoerd met als doel de bodemopbouw te refereren aan een vaste referentiehoogte. Deze gegevens zijn niet geschikt voor andere doeleinden dan dit onderzoek.

Vertrouwende u hierbij van dienst te zijn geweest, verblijven wij.

met vriendelijke groet,

Henk Keizer

Bijlage:
Situatietekening



Koops & Romeijn grondmechanica


Samenwerkende, zelfstandige adviseurs voor grondonderzoek, geotechniek en geohydrologie



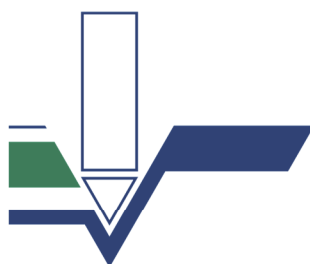
LEGENDA
● H2 Handtoeg

MBK	1:2000	A0	1	1	1
2018-0394	TEKENING	18.04.18			

Grondboringen Letteberterdiep en Vletberg te Ennum

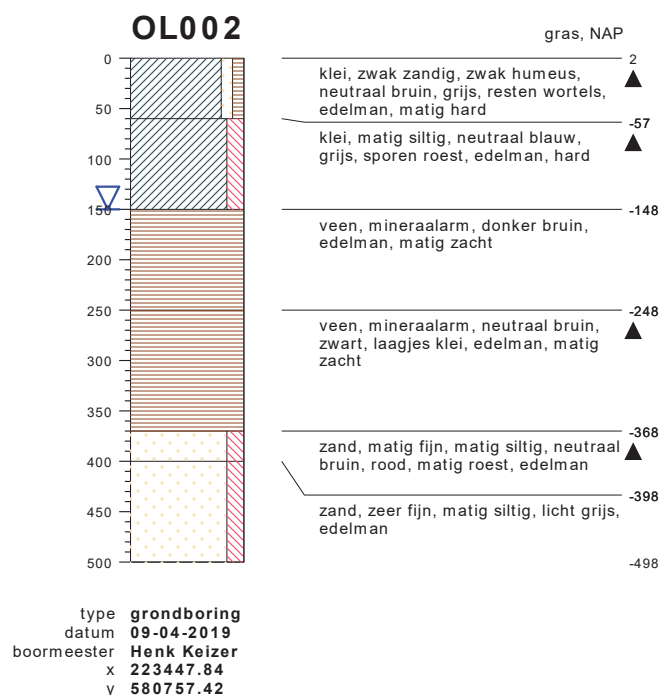
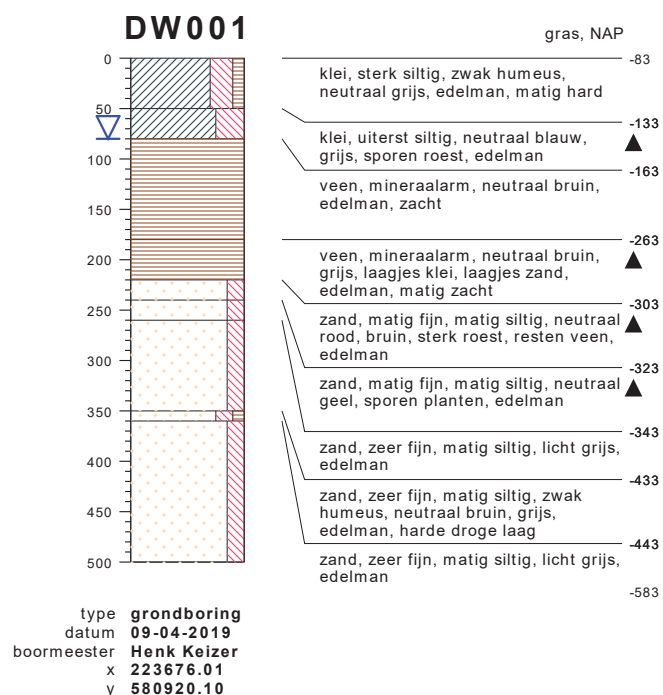
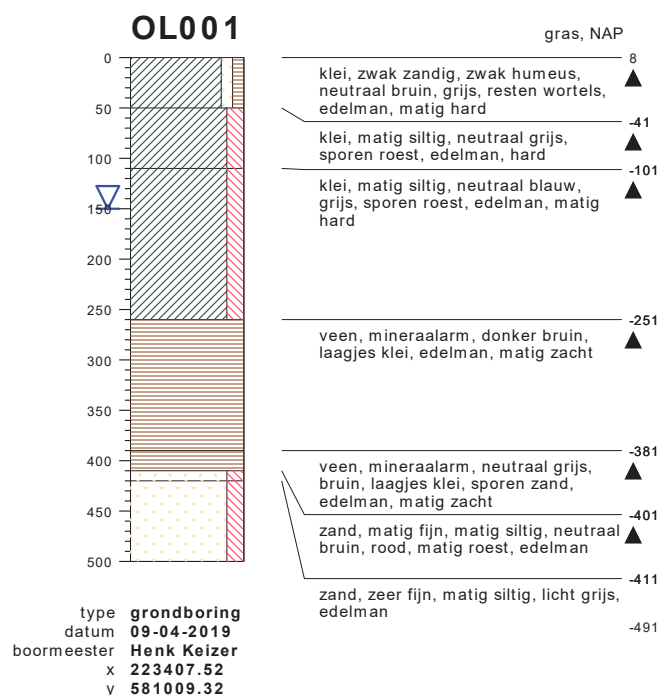
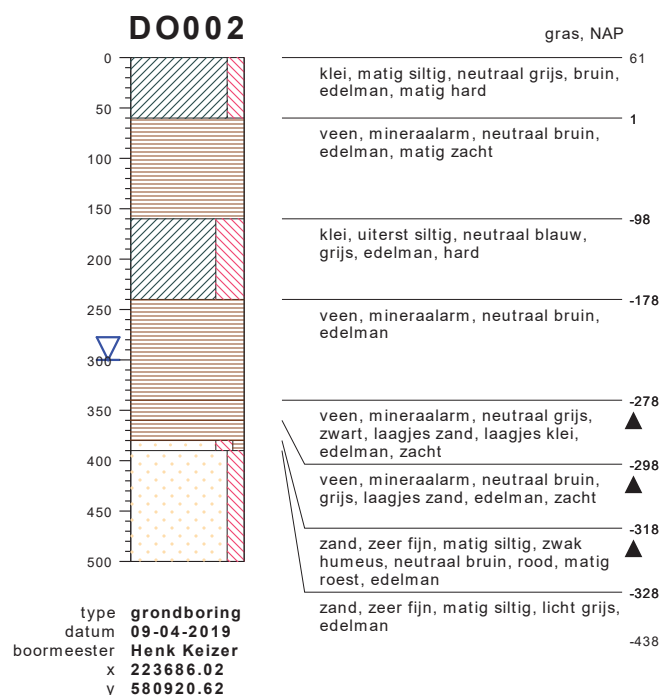


Bijlage:
Handboorstaten



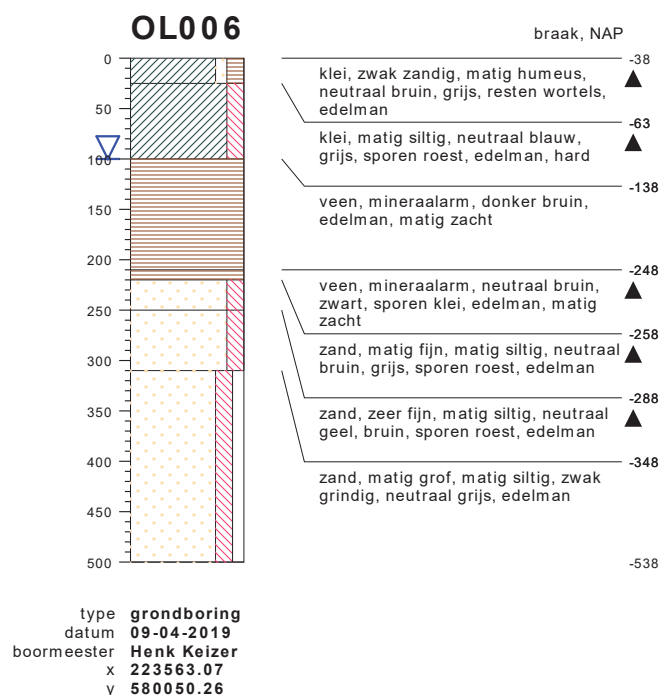
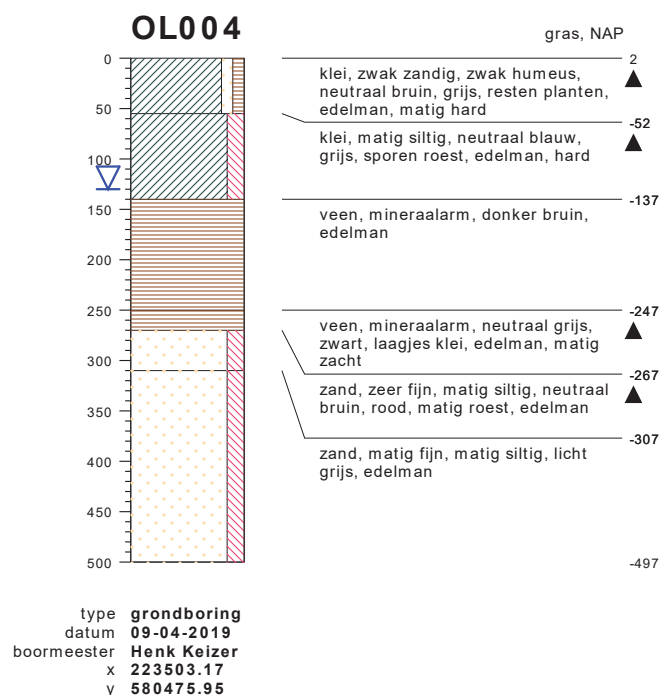
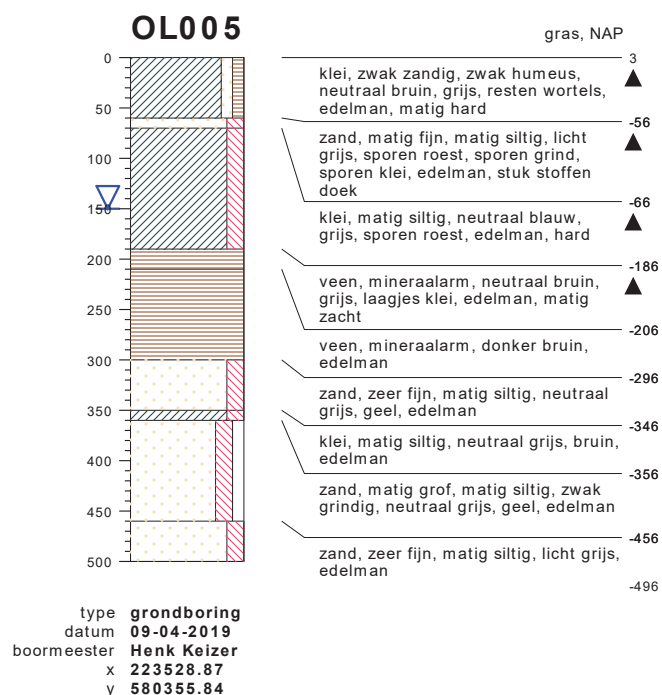
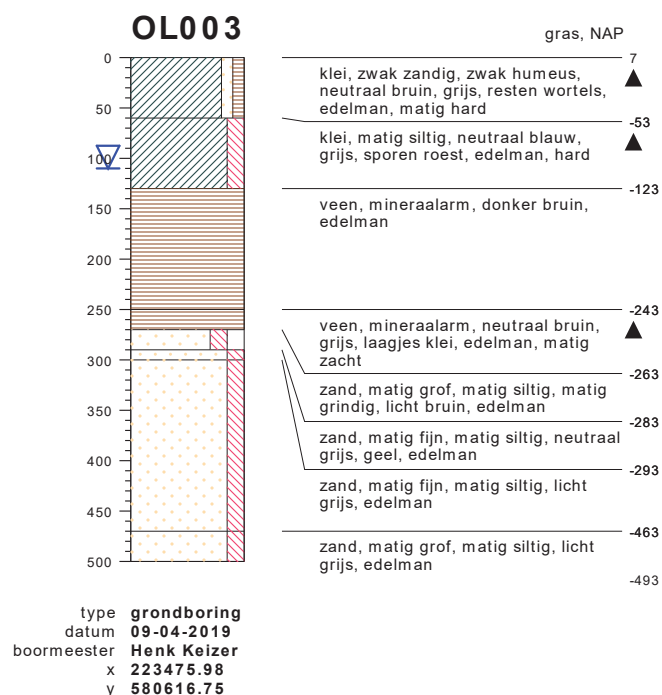
Koops & Romeijn grondmechanica

Samenwerkende, zelfstandige adviseurs voor grondonderzoek, geotechniek en geohydrologie



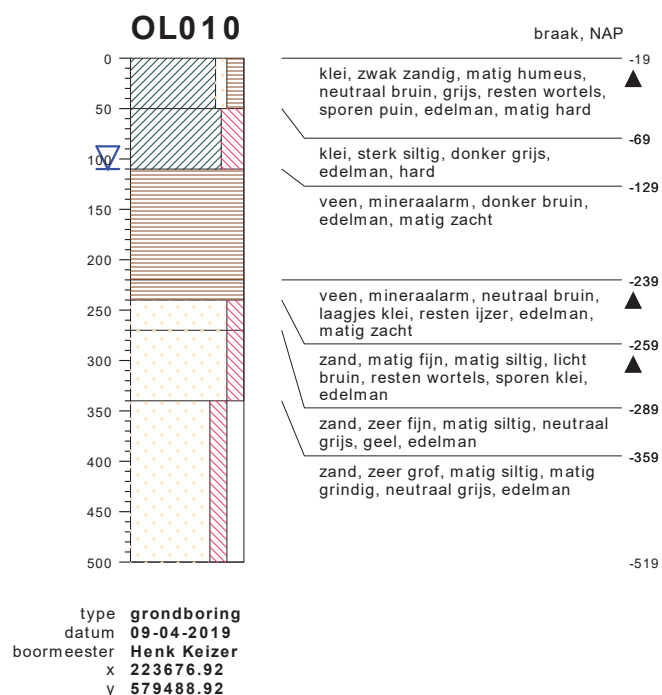
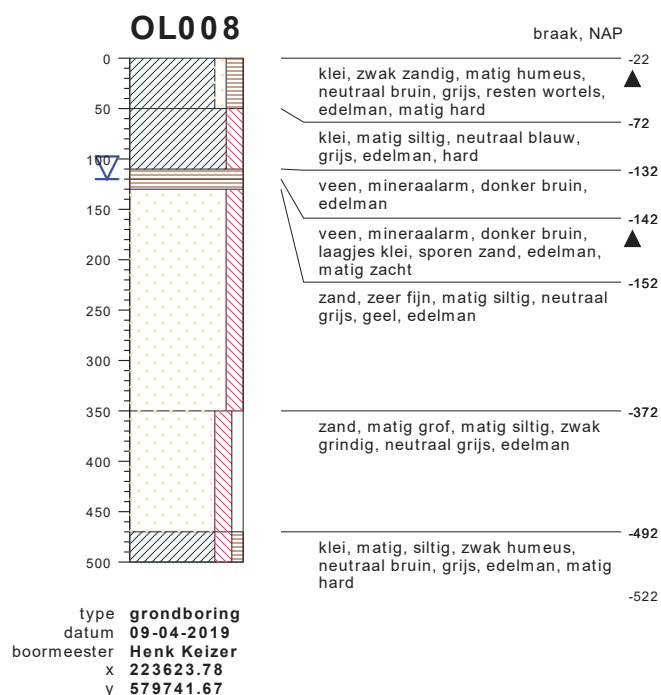
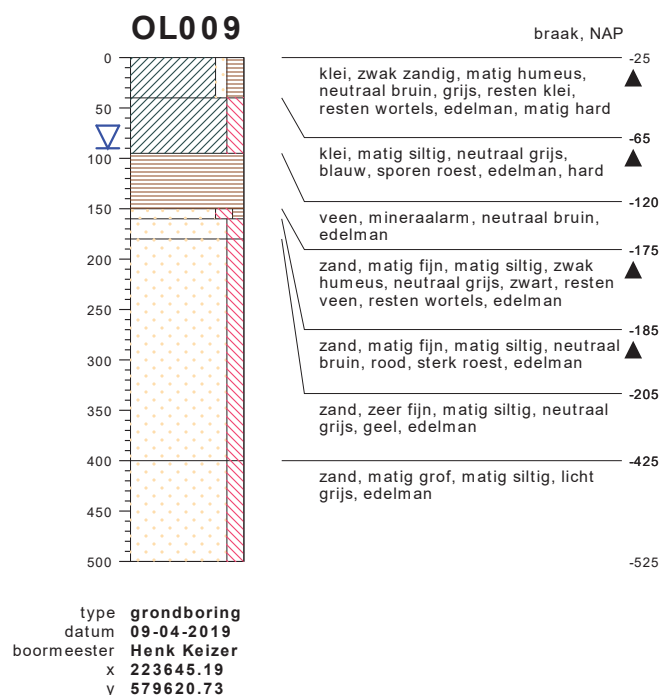
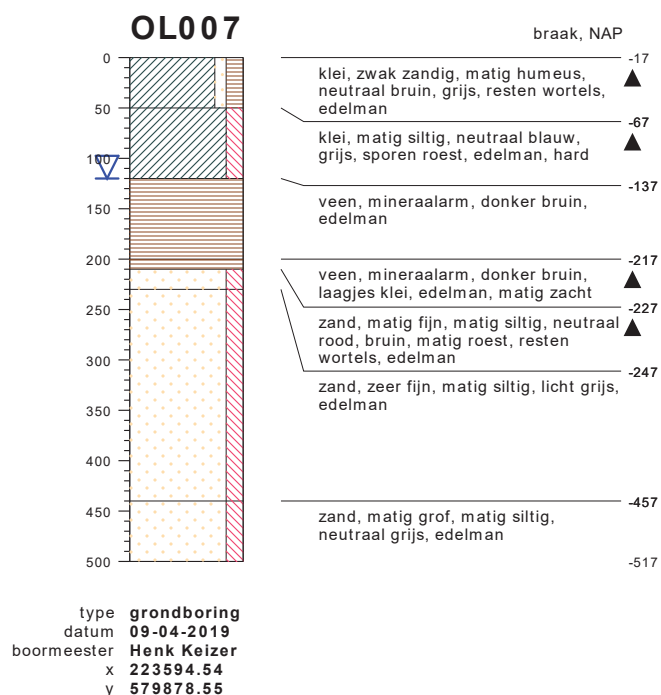
bodemprofielen schaal 1:75

onderzoek **Lettelberterdiep en Lettelberterbergboezem**
projectcode **2019-0394**
datum **16-04-2019**
getekend conform **NEN 5104**
pagina **1 van 9**



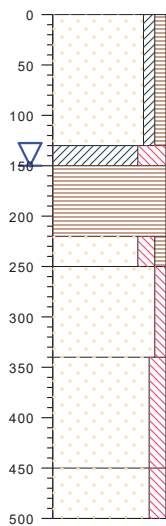
bodemprofielen schaal 1:75

onderzoek **Lettelberterdiep en Lettelberterbergboezem**
projectcode **2019-0394**
datum **16-04-2019**
getekend conform **NEN 5104**
pagina **2 van 9**



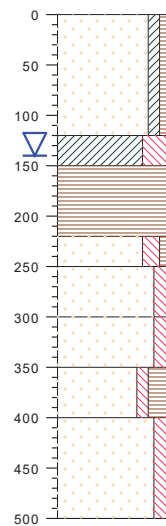
bodemprofielen schaal 1:75

onderzoek **Lettelberterdiep en Lettelberterbergboezem**
projectcode **2019-0394**
datum **16-04-2019**
getekend conform **NEN 5104**
pagina **3 van 9**

OL011

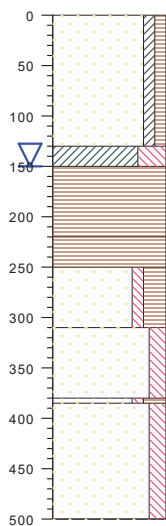
berm, NAP	
5	zand, matig fijn, kleiig, licht humeus, neutraal grijs, bruin, edelman, geroerd
-124	klei, uiterst siltig, neutraal blauw, grijs, edelman, hard
-144	veen, mineraalarm, neutraal bruin, zwart, laagjes klei, edelman
-214	zand, zeer fijn, matig siltig, zwak humeus, neutraal bruin, rood, matig roest, edelman
-244	zand, zeer fijn, zwak siltig, neutraal grijs, geel, edelman
-334	zand, matig grof, matig siltig, neutraal grijs, edelman
-444	zand, zeer fijn, matig siltig, licht grijs, edelman
-494	

type **grondboring**
 datum **15-04-2019**
 boormeester **Henk Keizer**
 x **223707.45**
 y **579364.21**

OL013

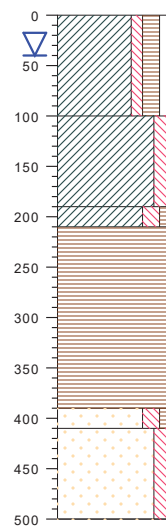
braak, NAP	
12	zand, matig fijn, kleiig, licht humeus, neutraal bruin, grijs, edelman
-107	klei, uiterst siltig, neutraal blauw, grijs, edelman, hard
-137	veen, mineraalarm, neutraal bruin, edelman
-207	zand, zeer fijn, matig siltig, zwak humeus, licht bruin, matig roest, edelman
-237	zand, zeer fijn, matig siltig, neutraal geel, sporen grind, edelman
-287	zand, matig grof, matig siltig, neutraal bruin, grijs, edelman
-337	zand, zeer fijn, zwak siltig, sterk humeus, licht bruin, edelman
-387	zand, zeer fijn, matig siltig, licht grijs, edelman
-487	

type **grondboring**
 datum **15-04-2019**
 boormeester **Henk Keizer**
 x **223735.91**
 y **579184.95**

OL012

berm, NAP	
33	zand, matig fijn, kleiig, licht humeus, neutraal grijs, bruin, edelman, geroerd
-96	klei, uiterst siltig, neutraal blauw, grijs, edelman, hard
-116	veen, mineraalarm, neutraal bruin, zwart, laagjes klei, edelman
-186	veen, mineraalarm, neutraal bruin, grijs, laagjes zand, edelman
-216	zand, zeer fijn, zwak siltig, sterk humeus, licht bruin, edelman
-276	zand, matig grof, matig siltig, neutraal grijs, edelman
-346	zand, zeer fijn, zwak siltig, sterk humeus, licht bruin, edelman
-351	zand, matig grof, matig siltig, licht grijs, edelman
-466	

type **grondboring**
 datum **15-04-2019**
 boormeester **Henk Keizer**
 x **223731.57**
 y **579278.98**

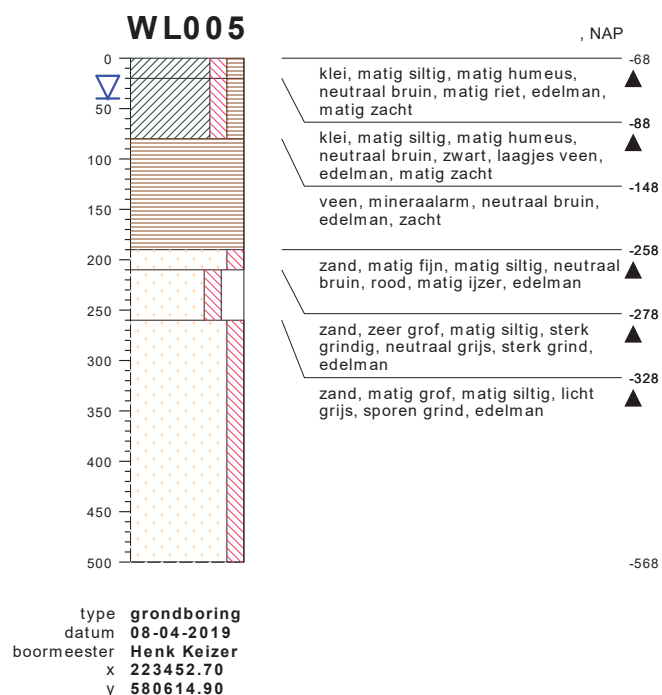
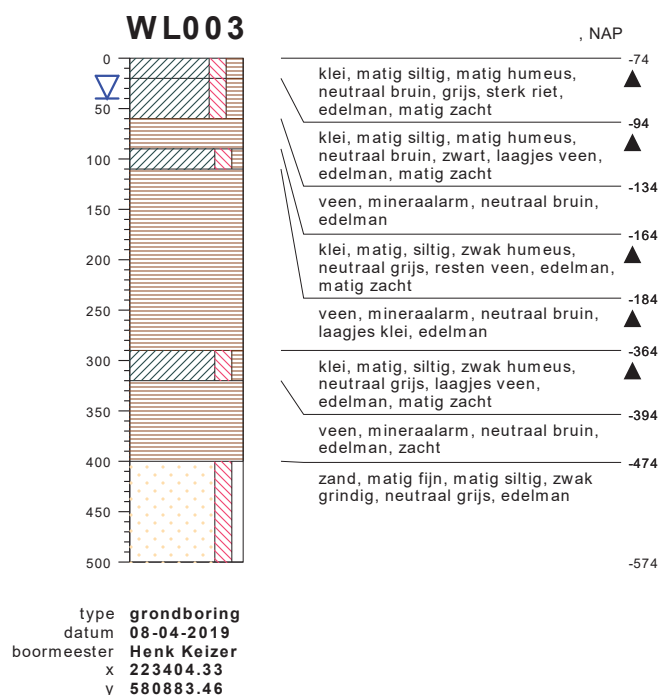
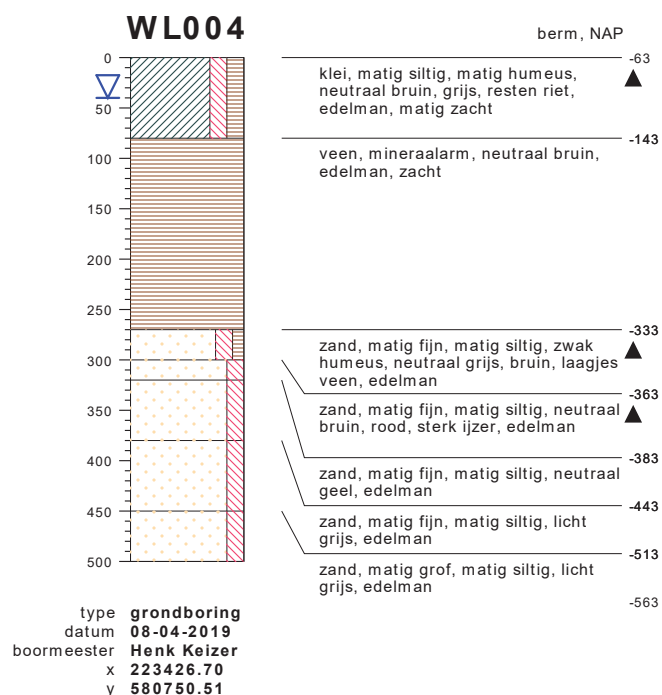
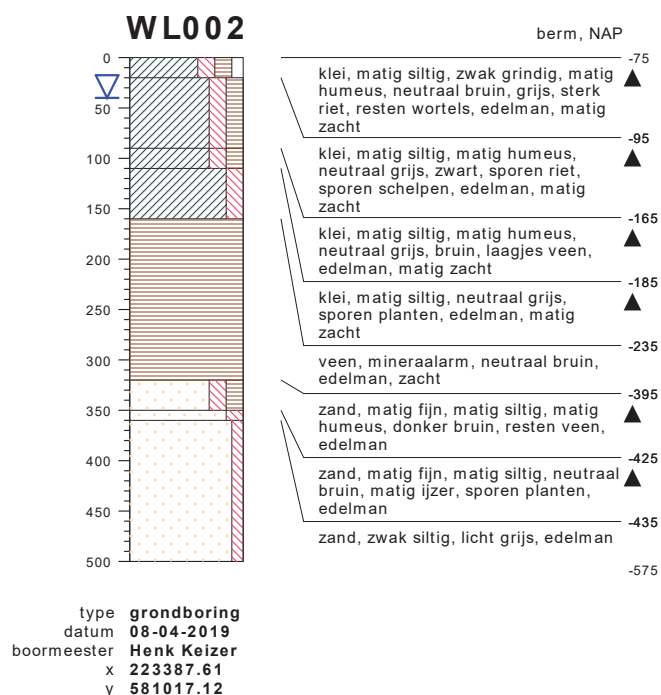
WL001

berm, NAP	
-65	klei, zwak siltig, zwak grindig, matig humeus, neutraal bruin, grijs, resten wortels, sporen schelpen, laagjes zand, edelman, zacht, geroerd
-165	klei, matig siltig, donker grijs, sporen planten, sporen wortels, edelman, matig zacht
-255	klei, matig, siltig, zwak humeus, neutraal grijs, bruin, laagjes veen, edelman, matig zacht
-275	veen, mineraalarm, neutraal bruin, edelman, zacht
-455	zand, matig fijn, matig siltig, zwak humeus, neutraal bruin, grijs, laagjes veen, edelman
-475	zand, matig fijn, matig siltig, neutraal grijs, sporen planten, edelman
-565	

type **grondboring**
 datum **08-04-2019**
 boormeester **Henk Keizer**
 x **223376.57**
 y **581074.95**

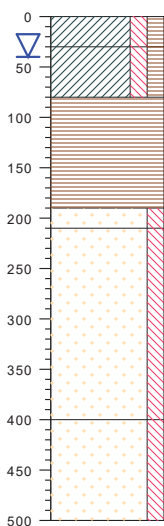
bodemprofielen schaal 1:75

onderzoek **Lettelberterdiep en Lettelberterbergboezem**
 projectcode **2019-0394**
 datum **16-04-2019**
 getekend conform **NEN 5104**
 pagina **4 van 9**



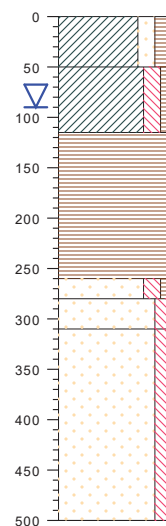
bodemprofielen schaal 1:75

onderzoek **Lettelberterdiep en Lettelberterbergboezem**
projectcode **2019-0394**
datum **16-04-2019**
getekend conform **NEN 5104**
pagina **5 van 9**

WL006

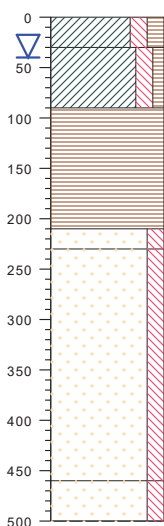
	, NAP
klei, matig siltig, matig humeus, neutraal bruin, grijs, matig riet, edelman, matig zacht	-73
klei, matig siltig, matig humeus, neutraal grijs, zwart, resten wortels, laagjes zand, edelman, matig zacht	-103
veen, mineraalarm, neutraal bruin, edelman, zacht	-153
zand, matig fijn, matig siltig, licht bruin, sporen ijzer, edelman	-263
zand, zeer fijn, matig siltig, neutraal grijs, geel, edelman	-283
zand, matig grof, matig siltig, licht grijs, edelman	-473
	-573

type **grondboring**
datum **08-04-2019**
boormeester **Henk Keizer**
x **223480.18**
y **580472.53**

WL008

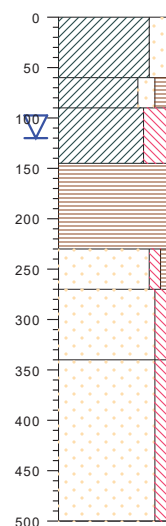
	berm, NAP
klei, matig zandig, matig humeus, neutraal grijs, bruin, resten riet, edelman, matig hard	-57
klei, matig, siltig, zwak humeus, neutraal grijs, resten planten, laagjes veen, edelman, matig zacht	-107
veen, mineraalarm, neutraal bruin, zwart, edelman, zacht	-172
zand, zeer fijn, matig siltig, zwak humeus, neutraal bruin, rood, matig roest, edelman	-317
zand, zeer fijn, matig siltig, neutraal geel, edelman	-337
zand, matig grof, matig siltig, licht grijs, edelman	-367
	-557

type **grondboring**
datum **12-04-2019**
boormeester **Henk Keizer**
x **223531.01**
y **580174.06**

WL007

	berm, NAP
klei, matig siltig, matig humeus, neutraal bruin, grijs, sterk riet, sporen puin, edelman, matig zacht	-54
klei, matig, siltig, zwak humeus, neutraal grijs, resten planten, edelman	-84
veen, mineraalarm, donker bruin, edelman	-144
zand, matig fijn, matig siltig, neutraal bruin, rood, matig roest, edelman	-264
zand, zeer fijn, matig siltig, licht grijs, edelman	-284
zand, matig grof, matig siltig, licht grijs, edelman	-514
	-554

type **grondboring**
datum **08-04-2019**
boormeester **Henk Keizer**
x **223514.43**
y **580284.36**

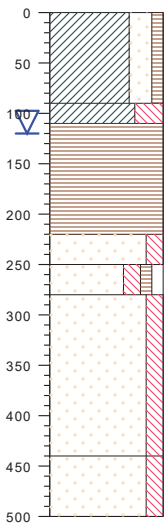
WL009

	berm, NAP
klei, sterk zandig, neutraal grijs, bruin, sterk puin, edelman, matig hard	-12
klei, matig zandig, matig humeus, neutraal bruin, grijs, resten wortels, edelman	-72
klei, uiterst siltig, donker blauw, grijs, edelman	-102
veen, mineraalarm, donker bruin, edelman	-157
zand, zeer fijn, zwak siltig, zwak humeus, neutraal bruin, grijs, matig roest, edelman	-242
zand, zeer fijn, matig siltig, neutraal geel, edelman	-282
zand, zeer fijn, matig siltig, licht grijs, edelman	-352
	-512

type **grondboring**
datum **12-04-2019**
boormeester **Henk Keizer**
x **223537.73**
y **580046.94**

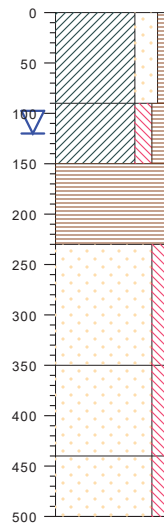
bodemprofielen schaal 1:75

onderzoek **Lettelberterdiep en Lettelberterbergboezem**
projectcode **2019-0394**
datum **16-04-2019**
getekend conform **NEN 5104**
pagina **6 van 9**

WL010

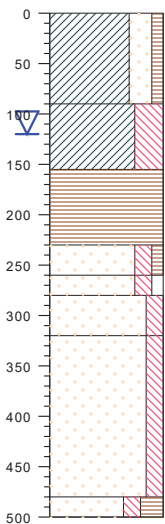
	berm, NAP
klei, sterk zandig, zwak humeus, neutraal bruin, grijs, matig riet, edelman, matig hard	-24
klei, uiterst siltig, neutraal blauw, grijs, resten riet, edelman, hard	-114
veen, mineraalarm, neutraal bruin, edelman, matig zacht	-134
zand, zeer fijn, matig siltig, neutraal rood, bruin, resten hout, edelman	-244
zand, zeer fijn, matig siltig, zwak grindig, zwak humeus, neutraal bruin, geel, edelman	-274
zand, zeer fijn, matig siltig, licht grijs, edelman	-304
zand, matig grof, matig siltig, licht grijs, edelman	-464
	-524

type **grondboring**
datum **15-04-2019**
boormeester **Henk Keizer**
x **223569.82**
y **579874.43**

WL012

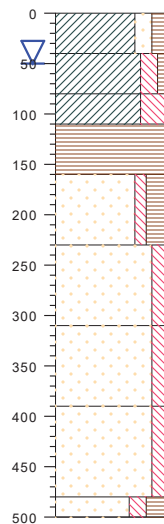
	berm, NAP
klei, sterk zandig, zwak humeus, neutraal bruin, grijs, sterk puin, matig riet, edelman, matig hard	-11
klei, matig siltig, matig humeus, donker grijs, resten riet, edelman, matig hard	-101
veen, mineraalarm, neutraal bruin, edelman, matig zacht	-161
zand, zeer fijn, matig siltig, licht grijs, resten hout, edelman	-241
zand, matig grof, matig siltig, neutraal grijs, edelman	-361
zand, zeer fijn, matig siltig, licht grijs, edelman	-451
	-511

type **grondboring**
datum **15-04-2019**
boormeester **Henk Keizer**
x **223616.12**
y **579646.15**

WL011

	berm, NAP
klei, sterk zandig, zwak humeus, neutraal bruin, grijs, matig riet, edelman, matig hard	-18
klei, uiterst siltig, neutraal blauw, grijs, resten riet, edelman, hard	-108
veen, mineraalarm, neutraal bruin, edelman, matig zacht	-173
zand, zeer fijn, matig siltig, zwak humeus, neutraal rood, bruin, resten hout, edelman	-248
zand, zeer fijn, matig siltig, zwak grindig, neutraal bruin, geel, edelman	-278
zand, zeer fijn, matig siltig, licht grijs, sporen grind, edelman	-298
zand, matig grof, matig siltig, licht grijs, edelman	-338
zand, zeer fijn, matig siltig, sterk humeus, licht bruin, edelman	-498
	-518

type **grondboring**
datum **15-04-2019**
boormeester **Henk Keizer**
x **223598.86**
y **579737.98**

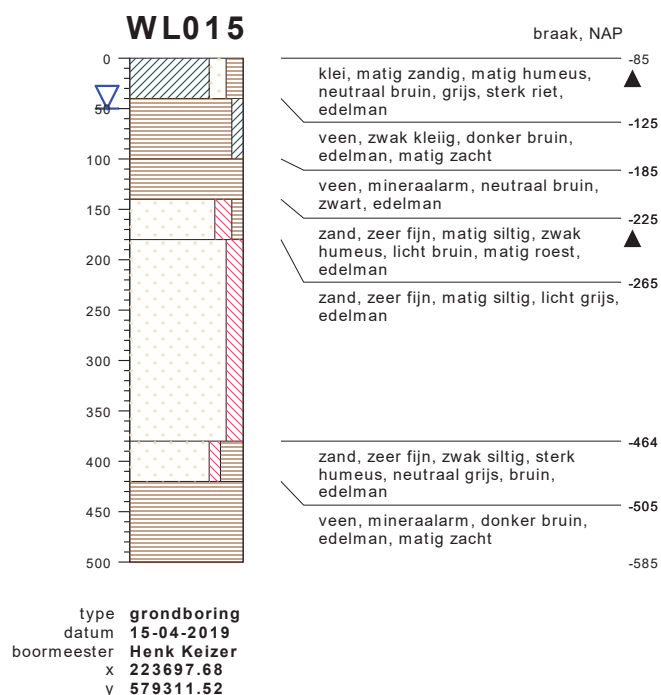
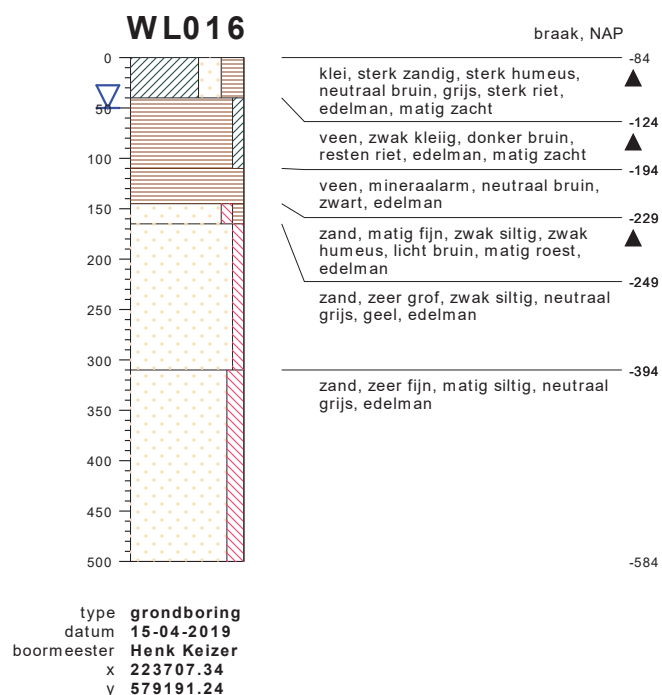
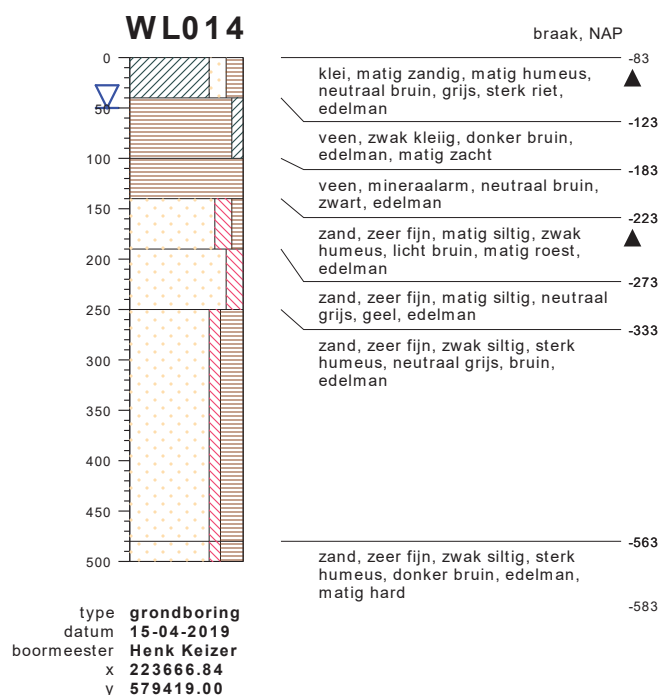
WL013

	braak, NAP
klei, matig zandig, matig humeus, neutraal bruin, grijs, edelman, matig hard	-75
klei, matig, siltig, zwak humeus, neutraal grijs, bruin, laagjes veen, edelman, matig hard	-115
klei, uiterst siltig, neutraal blauw, grijs, edelman, matig hard	-155
veen, mineraalarm, neutraal bruin, zwart, laagjes klei, edelman, matig zacht	-185
zand, zeer fijn, zwak siltig, sterk humeus, licht bruin, edelman	-235
zand, zeer fijn, matig siltig, licht grijs, edelman	-305
, licht grijs, edelman	-385
zand, zeer fijn, matig siltig, neutraal grijs, geel, edelman	-465
zand, zeer fijn, matig siltig, sterk humeus, licht bruin, edelman	-555
	-575

type **grondboring**
datum **15-04-2019**
boormeester **Henk Keizer**
x **223650.43**
y **579489.28**

bodemprofielen schaal 1:75

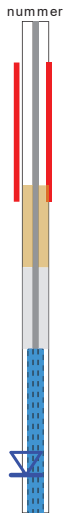
onderzoek **Lettelberterdiep en Lettelberterbergboezem**
projectcode **2019-0394**
datum **16-04-2019**
getekend conform **NEN 5104**
pagina **7 van 9**



bodemprofielen schaal 1:75

onderzoek **Lettelberterdiep en Lettelberterbergboezem**
projectcode **2019-0394**
datum **16-04-2019**
getekend conform **NEN 5104**
pagina **8 van 9**

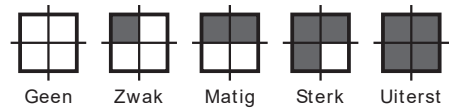
PEILBUIS



BORING



OLIE OP WATER REACTIE



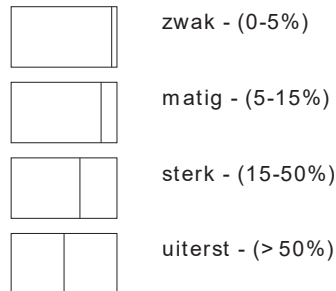
GEUR INTENISTEIT



GRONDSOORTEN



MATE VAN BIJMENGING



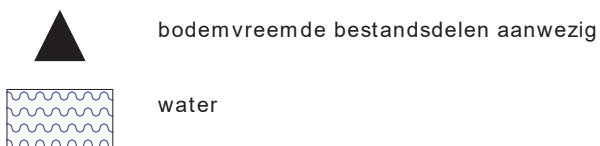
VERHARDINGEN



GRADATIE ZAND

uf = uiterst fijn (63-105 um)
zf = zeer fijn (105-150 um)
mf = matig fijn (150-210 um)
mg = matig grof (210-300 um)
zg = zeer grof (300-420 um)
ug = uiterst grof (420-2000 um)

OVERIG



GRADATIE GRIND

f = fijn (2-5.6 mm)
mg = matig grof (5.6-16 mm)
zg = zeer grof (16-63 mm)

BESCHRIJVING BODEMLAAG

pid = photo ionisatie detector
bv = bodemvocht
ow = olie op water

Bijlage:
**Tabel RD-coördinaten en
NAP hoogtes**

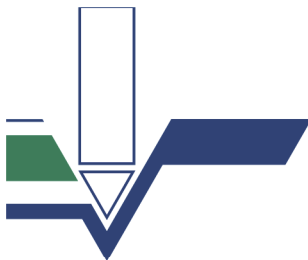


Koops & Romeijn grondmechanica

Samenwerkende, zelfstandige adviseurs voor grondonderzoek, geotechniek en geohydrologie

Project: grondboringen Lettelberterdiep en Vlietberg
Opdrachtnummer: 2019-0394

Boring nummer	x - coördinaat	y - coördinaat	hoogte m.v. t.o.v. NAP
WL001	223.376.568	581.074.950	-0.659
WL002	223.387.605	581.017.121	-0.752
WL003	223.404.326	580.883.464	-0.748
WL004	223.426.698	580.750.506	-0.634
WL005	223.452.696	580.614.895	-0.689
WL006	223.480.177	580.472.532	-0.738
WL007	223.514.433	580.284.362	-0.549
WL008	223.531.012	580.174.055	-0.574
WL009	223.537.728	580.046.938	-0.129
WL010	223.569.824	579.874.432	-0.247
WL011	223.598.861	579.737.982	-0.187
WL012	223.616.124	579.646.149	-0.115
WL013	223.650.425	579.489.280	-0.756
WL014	223.666.836	579.419.004	-0.831
WL015	223.697.677	579.311.518	-0.850
WL016	223.707.340	579.191.243	-0.843
OL001	223.407.516	581.009.318	0.088
OL002	223.447.844	580.757.422	0.020
OL003	223.475.979	580.616.753	0.070
OL004	223.503.167	580.475.948	0.028
OL005	223.528.869	580.355.837	0.034
OL006	223.563.072	580.050.259	-0.385
OL007	223.594.538	579.878.548	-0.178
OL008	223.623.777	579.741.669	-0.222
OL009	223.645.187	579.620.733	-0.257
OL010	223.676.924	579.488.919	-0.198
OL011	223.707.450	579.364.213	0.058
OL012	223.731.565	579.278.983	0.337
OL013	223.735.914	579.184.950	0.124
DW001	223.676.006	580.920.100	-0.830
DO002	223.686.024	580.920.619	0.611



Koops & Romeijn grondmechanica

Samenwerkende, zelfstandige adviseurs voor grondonderzoek, geotechniek en geohydrologie

Koops grondmechanica bv
Postbus 428
7940 AK Meppel
tel.: (0522) 260 084
fax: (0522) 245 479
a.palsma@koopsggrondmechanica.nl

Teeuw Grondmechanica
Lekdijk 134
2865 LG Ammerstol
tel.: (0182) 672 708
fax: (0182) 670 176
j.teeuw@koopss-romeijn.nl

Ros grondmechanica advies
Lange Voorst 249
2343 CE Oegstgeest
tel.: 06 - 51 06 74 20
ros@bit.nl

Meurs grondmechanica advies
De Plak 23
6681 DN Bommel
tel.: (0481) 451 179
fax: (0481) 450 880
j.meurs@koopss-romeijn.nl

Kranendonk Geohydrologie
Reinaldstraat 95
6883 HL Velp
tel.: (026) 369 00 30
fax: (026) 369 00 39
p.kranendonk@koopss-romeijn.nl

Fundatech
De Ververt 11-08
6605 AD Wijchen
tel.: (024) 645 44 01
fax: (024) 645 44 02
j.nicolasen@koopss-romeijn.nl

Koops Grondmechanica bv
De Schelp 8
9351 NV Leek
tel.: (0522) 260 084
a.palsma@koopsggrondmechanica.nl

Werkgebieden

Geotechnisch bodemonderzoek

- sonderingen
- grondboringen

Geotechnisch labonderzoek

Geotechnische adviezen

- funderingsadviezen
- zettinsanalyses
- schade en expertise
- damwandberekeningen
- bemalingsadviezen

Milieukundig Bodem- en grondwateronderzoek en advies

Bijlage C

D-sheet, Berekening kofferdam

Report for D-Sheet Piling 18.2

Design of Diaphragm and Sheet Pile Walls
Developed by Deltares



Company: Royal HaskoningDHV

Date of report: 4/10/2020
Time of report: 12:16:03 PM
Report with version: 18.2.1.20477

Date of calculation: 3/10/2020
Time of calculation: 2:42:04 PM
Calculated with version: 18.2.1.20477

File name: C:\..\Kofferdam\Final\Kofferdam, damwand, PAZ nieuw

Project identification: Profiel 10 Oost, bodemprofiel 2b. Paal 16cm.

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

1 Table of Contents

1 Table of Contents	2
2 Summary	5
2.1 Overview per Stage and Test	5
2.2 Supports	5
2.3 Overall Stability per Stage	5
2.4 CUR Verification Steps	6
3 Input Data for all Stages	7
3.1 General Input Data	7
3.2 Sheet Piling Properties	7
3.2.1 General properties	7
3.2.2 Stiffness EI (elastic behaviour)	7
3.2.3 Maximum allowable moments	7
3.2.4 Properties for vertical balance	7
3.3 Calculation Options	7
4 Outline Stage 5: Eindsituatie	9
5 Overall Stability Stage 5: Eindsituatie	10
5.1 Overall Stability	10
6 Step 6.3 Stage 5: Eindsituatie	11
6.1 General Input Data	11
6.1.1 Rigid Supports	11
6.2 Input Data Left	11
6.2.1 Calculation Method	11
6.2.2 Water Level	11
6.2.3 Surface	11
6.2.4 Soil Material Properties in Profile: CPT 213	11
6.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)	12
6.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left	12
6.4 Calculated force from a layer Left	12
6.5 Input Data Right	12
6.5.1 Calculation Method	12
6.5.2 Water Level	12
6.5.3 Surface	13
6.5.4 Soil Material Properties in Profile: CPT 213 Aanvulling	13
6.5.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)	13
6.5.6 Surcharge Loads	14
6.6 Calculated Earth Pressure Coefficients Right	14
6.7 Calculated force from a layer Right	14
6.8 Calculation Results	14
6.8.1 Charts of Moments, Forces and Displacements	15
6.8.2 Moments, Forces and Displacements	15
6.8.3 Charts of Stresses	16
6.8.4 Stresses	16
6.8.5 Percentage mobilized resistance	17
6.8.6 Vertical Force Balance	18
6.8.7 Vertical Force Balance - Contribution per Layer	18
6.8.8 Rigid and Spring Supports	18
7 Step 6.4 Stage 5: Eindsituatie	19
7.1 General Input Data	19
7.1.1 Rigid Supports	19
7.2 Input Data Left	19
7.2.1 Calculation Method	19
7.2.2 Water Level	19
7.2.3 Surface	19
7.2.4 Soil Material Properties in Profile: CPT 213	19
7.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)	20
7.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left	20
7.4 Calculated force from a layer Left	20
7.5 Input Data Right	20
7.5.1 Calculation Method	20
7.5.2 Water Level	20
7.5.3 Surface	21
7.5.4 Soil Material Properties in Profile: CPT 213 Aanvulling	21
7.5.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)	21
7.5.6 Surcharge Loads	22

7.6 Calculated Earth Pressure Coefficients Right	22
7.7 Calculated force from a layer Right	22
7.8 Calculation Results	22
7.8.1 Charts of Moments, Forces and Displacements	23
7.8.2 Moments, Forces and Displacements	23
7.8.3 Charts of Stresses	24
7.8.4 Stresses	24
7.8.5 Percentage mobilized resistance	25
7.8.6 Vertical Force Balance	26
7.8.7 Vertical Force Balance - Contribution per Layer	26
7.8.8 Rigid and Spring Supports	26
8 Step 6.5 Stage 5: Eindsituatie	27
8.1 General Input Data	27
8.1.1 Rigid Supports	27
8.2 Input Data Left	27
8.2.1 Calculation Method	27
8.2.2 Water Level	27
8.2.3 Surface	27
8.2.4 Soil Material Properties in Profile: CPT 213	27
8.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)	28
8.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left	28
8.4 Calculated force from a layer Left	28
8.5 Input Data Right	28
8.5.1 Calculation Method	28
8.5.2 Water Level	28
8.5.3 Surface	29
8.5.4 Soil Material Properties in Profile: CPT 213 Aanvulling	29
8.5.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)	29
8.5.6 Surcharge Loads	30
8.6 Calculated Earth Pressure Coefficients Right	30
8.7 Calculated force from a layer Right	30
8.8 Calculation Results	30
8.8.1 Charts of Moments, Forces and Displacements	31
8.8.2 Moments, Forces and Displacements	31
8.8.3 Charts of Stresses	32
8.8.4 Stresses	32
8.8.5 Percentage mobilized resistance	33
8.8.6 Vertical Force Balance	34
8.8.7 Vertical Force Balance - Contribution per Layer	34
8.8.8 Rigid and Spring Supports	34
9 Outline Stage 6: LWS	35
10 Overall Stability Stage 6: LWS	36
10.1 Overall Stability	36
11 Step 6.3 Stage 6: LWS	37
11.1 General Input Data	37
11.1.1 Rigid Supports	37
11.2 Input Data Left	37
11.2.1 Calculation Method	37
11.2.2 Water Level	37
11.2.3 Surface	37
11.2.4 Soil Material Properties in Profile: CPT 213	37
11.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)	38
11.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left	38
11.4 Calculated force from a layer Left	38
11.5 Input Data Right	38
11.5.1 Calculation Method	38
11.5.2 Water Level	38
11.5.3 Surface	39
11.5.4 Soil Material Properties in Profile: CPT 213 Aanvulling	39
11.5.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)	39
11.5.6 Surcharge Loads	40
11.6 Calculated Earth Pressure Coefficients Right	40
11.7 Calculated force from a layer Right	40
11.8 Calculation Results	40
11.8.1 Charts of Moments, Forces and Displacements	41
11.8.2 Moments, Forces and Displacements	41
11.8.3 Charts of Stresses	42

11.8.4 Stresses	42
11.8.5 Percentage mobilized resistance	43
11.8.6 Vertical Force Balance	44
11.8.7 Vertical Force Balance - Contribution per Layer	44
11.8.8 Rigid and Spring Supports	44
12 Step 6.4 Stage 6: LWS	45
12.1 General Input Data	45
12.1.1 Rigid Supports	45
12.2 Input Data Left	45
12.2.1 Calculation Method	45
12.2.2 Water Level	45
12.2.3 Surface	45
12.2.4 Soil Material Properties in Profile: CPT 213	45
12.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)	46
12.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left	46
12.4 Calculated force from a layer Left	46
12.5 Input Data Right	46
12.5.1 Calculation Method	46
12.5.2 Water Level	46
12.5.3 Surface	47
12.5.4 Soil Material Properties in Profile: CPT 213 Aanvulling	47
12.5.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)	47
12.5.6 Surcharge Loads	48
12.6 Calculated Earth Pressure Coefficients Right	48
12.7 Calculated force from a layer Right	48
12.8 Calculation Results	48
12.8.1 Charts of Moments, Forces and Displacements	49
12.8.2 Moments, Forces and Displacements	49
12.8.3 Charts of Stresses	50
12.8.4 Stresses	50
12.8.5 Percentage mobilized resistance	51
12.8.6 Vertical Force Balance	52
12.8.7 Vertical Force Balance - Contribution per Layer	52
12.8.8 Rigid and Spring Supports	52
13 Step 6.5 Stage 6: LWS	53
13.1 General Input Data	53
13.1.1 Rigid Supports	53
13.2 Input Data Left	53
13.2.1 Calculation Method	53
13.2.2 Water Level	53
13.2.3 Surface	53
13.2.4 Soil Material Properties in Profile: CPT 213	53
13.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)	54
13.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left	54
13.4 Calculated force from a layer Left	54
13.5 Input Data Right	54
13.5.1 Calculation Method	54
13.5.2 Water Level	54
13.5.3 Surface	55
13.5.4 Soil Material Properties in Profile: CPT 213 Aanvulling	55
13.5.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)	55
13.5.6 Surcharge Loads	56
13.6 Calculated Earth Pressure Coefficients Right	56
13.7 Calculated force from a layer Right	56
13.8 Calculation Results	56
13.8.1 Charts of Moments, Forces and Displacements	57
13.8.2 Moments, Forces and Displacements	57
13.8.3 Charts of Stresses	58
13.8.4 Stresses	58
13.8.5 Percentage mobilized resistance	59
13.8.6 Vertical Force Balance	60
13.8.7 Vertical Force Balance - Contribution per Layer	60
13.8.8 Rigid and Spring Supports	60

2 Summary

2.1 Overview per Stage and Test

Stage nr.	Verification	Displacement [mm]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Mob. perc. moment [%]	Mob. perc. resistance [%]	Vertical balance
5	Not verified						
5	Not verified						
5	Not verified						
5	Not verified						
5	EC7(NL)-Step 6.3		-9.00	-14.51	81.6	83.0	Sufficient
5	EC7(NL)-Step 6.4		-8.91	-14.16	81.5	83.1	Sufficient
5	EC7(NL)-Step 6.5	-1.8	-6.77	-12.92	54.1	55.6	Sufficient
5	EC7(NL)-Step 6.5 * 1.20		-8.13	-15.50			
6	EC7(NL)-Step 6.3		-9.77	-16.33	84.5	85.7	Sufficient
6	EC7(NL)-Step 6.4		-9.71	-16.05	84.4	85.7	Sufficient
6	EC7(NL)-Step 6.5	-1.8	-6.97	-13.24	53.7	55.3	Sufficient
6	EC7(NL)-Step 6.5 * 1.20		-8.36	-15.89			
Max		-1.8	-9.77	-16.33	84.5	85.7	Sufficient

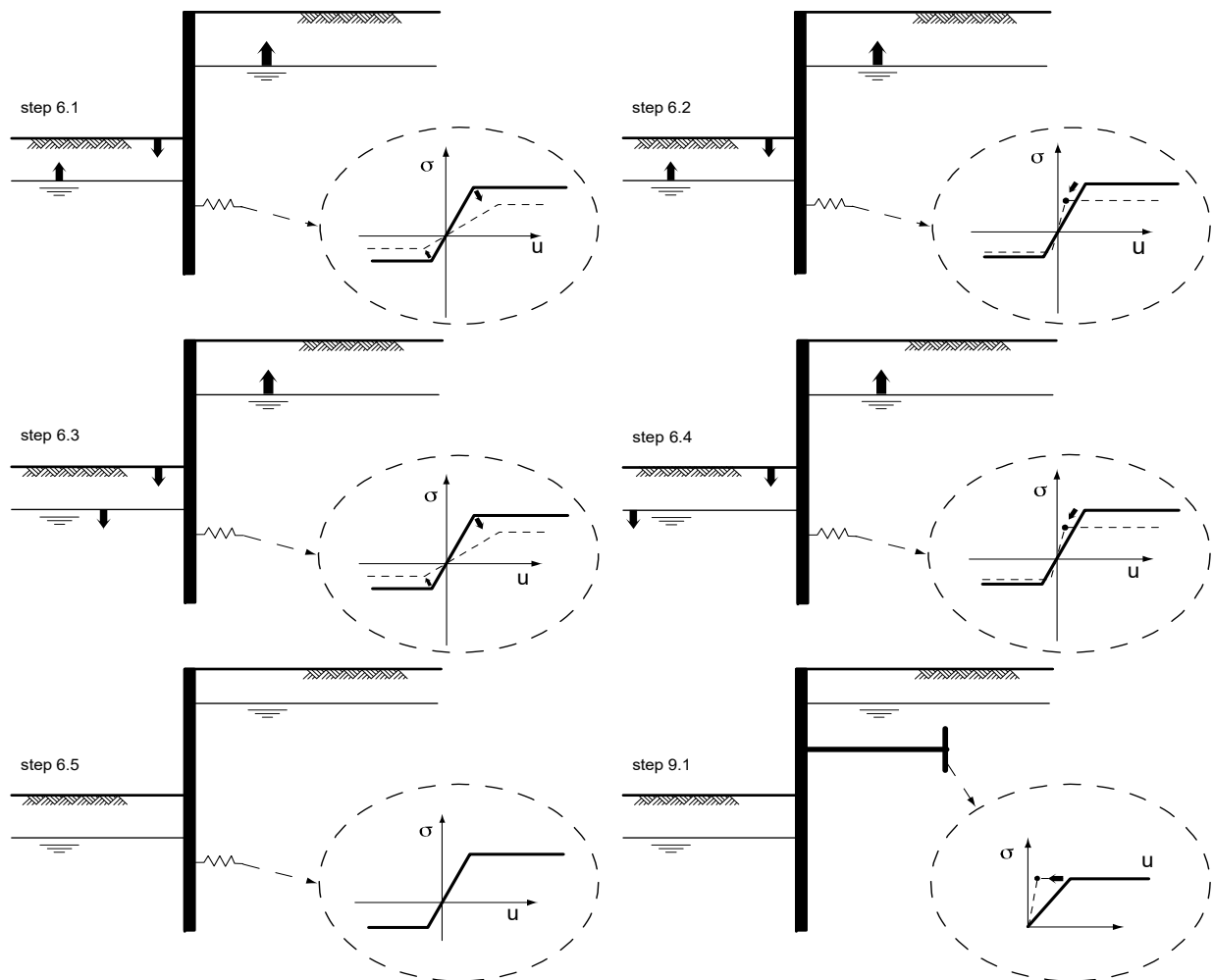
2.2 Supports

Stage nr.	Verification type	Support	
		Test Force [kN]	Moment [kNm]
5	EC7(NL)-Step 6.3	17.01	-
6	EC7(NL)-Step 6.3	18.28	-
5	EC7(NL)-Step 6.4	16.70	-
6	EC7(NL)-Step 6.4	18.03	-
5	EC7(NL)-Step 6.5 * 1.20	18.40	-
6	EC7(NL)-Step 6.5 * 1.20	18.14	-
Max		18.40	-

2.3 Overall Stability per Stage

Stage name	Stability factor [-]
Eindsituatie	1.41
LWS	1.46

2.4 CUR Verification Steps



3 Input Data for all Stages

3.1 General Input Data

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

Model	Sheet piling
Check vertical balance	Yes
Number of construction stages	6
Unit weight of water	10.00 kN/m ³
Number of curves for spring characteristics	3
Unloading curve on spring characteristic	No
Elastic calculation	Yes

3.2 Sheet Piling Properties

Length	3.00 m
Level top side	-1.00 m
Number of sections	1
q _b ;max	6.00 MPa
Xi factor	1.26

3.2.1 General properties

Section name	From [m]	To [m]	Material type	Acting width [m]
PAZ 4350 (S235)	-4.00	-1.00	Steel	1.00

3.2.2 Stiffness EI (elastic behaviour)

Section name	Elastic stiffness EI [kNm ² /m']	Red. factor on EI [-]	Corrected elas. stiffness EI [kNm ²]	Note to reduction factor
PAZ 4350 (S235)	1.0017E+04	1.00	1.0017E+04	

3.2.3 Maximum allowable moments

Section name	Mr;char;el [kNm/m']	Modification factor [-]	Material factor [-]	Red. factor allow. moment [-]	Mr;d;el [kNm]
PAZ 4350 (S235)	77.00	1.00	1.00	1.00	77.00

3.2.4 Properties for vertical balance

Section name	From [m]	To [m]	Height [mm]	Coating area [m ² /m ² wall]	Section area [cm ² /m']
PAZ 4350 (S235)	-4.00	-1.00	213.00	1.15	63.00

3.3 Calculation Options

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

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

Verification of stage

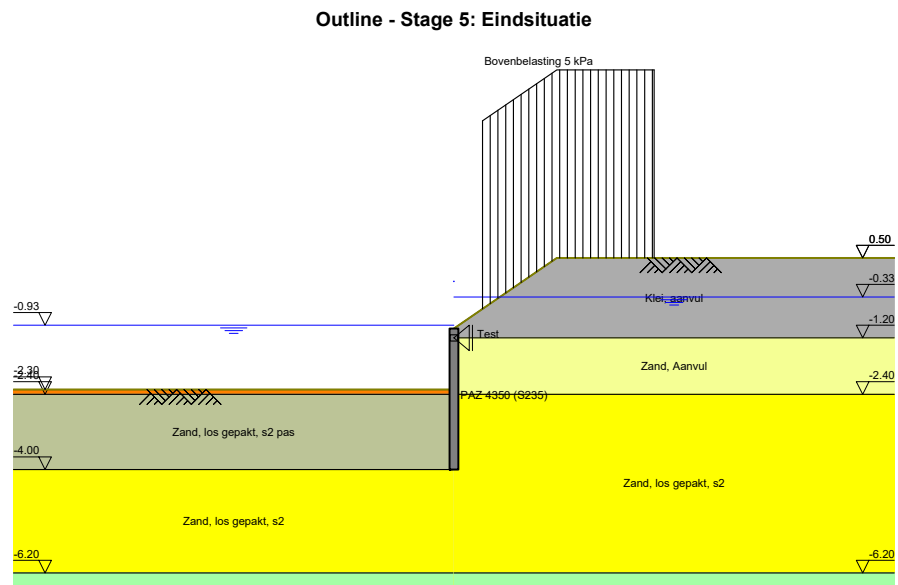
5: Eindsituatie

Used partial factor set

RC 1

Factors on loads	
- Permanent load, unfavourable	1.00
- Permanent load, favourable	1.00
- Variable load, unfavourable	1.00
- Variable load, favourable	0.00
Factors on representative values	
- Partial factor on M, D and Pmax	1.20
Material factors	
- Cohesion	1.00 User defined
- Tangent phi	1.15
- Delta (wall friction angle)	1.15
- Modulus of low representative subgrade reaction	1.30
Geometry modification	
- Increase retaining height	10.00 %
- Maximum increase retaining height	0.50 m
- Reduction in phreatic line on passive side	0.20 m
- Raise in phreatic line on passive side	0.20 m
- Raise in phreatic line on active side	0.05 m
Overall stability factors	
- Cohesion	1.00 User defined
- Tangent phi	1.15 User defined
- Factor on unit weight soil	1.00
Vertical balance factors	
- Partial factor base resistance (gamma_b)	1.20
Verification of stage	6: LWS
Used partial factor set	RC 1
Factors on loads	
- Permanent load, unfavourable	1.00
- Permanent load, favourable	1.00
- Variable load, unfavourable	1.00
- Variable load, favourable	0.00
Factors on representative values	
- Partial factor on M, D and Pmax	1.20
Material factors	
- Cohesion	1.00 User defined
- Tangent phi	1.15
- Delta (wall friction angle)	1.15
- Modulus of low representative subgrade reaction	1.30
Geometry modification	
- Increase retaining height	10.00 %
- Maximum increase retaining height	0.50 m
- Reduction in phreatic line on passive side	0.20 m
- Raise in phreatic line on passive side	0.20 m
- Raise in phreatic line on active side	0.05 m
Overall stability factors	
- Cohesion	1.00 User defined
- Tangent phi	1.15 User defined
- Factor on unit weight soil	1.00
Vertical balance factors	
- Partial factor base resistance (gamma_b)	1.20

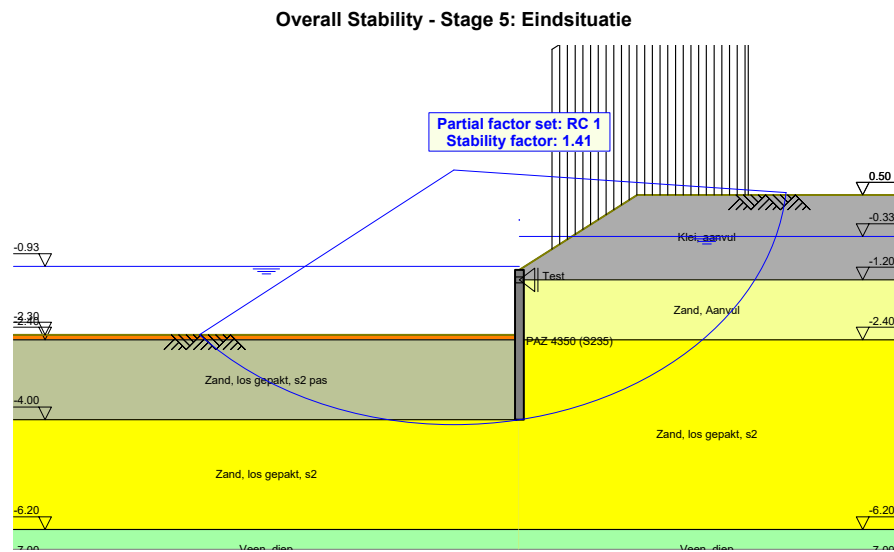
4 Outline Stage 5: Eindsituatie



5 Overall Stability Stage 5: Eindsituatie

Stability factor : 1.41

5.1 Overall Stability



6 Step 6.3 Stage 5: Eindsituatie

6.1 General Input Data

6.1.1 Rigid Supports

Name	Level [m]	Prevention of rotation	Prevention of translation
Test	-1.20	No	Yes

6.2 Input Data Left

6.2.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

6.2.2 Water Level

Water level: -0.93 [m]

6.2.3 Surface

X [m]	Y [m]
0.00	-2.43
2.00	-2.43

6.2.4 Soil Material Properties in Profile: CPT 213

Layer name	Level [m]	Unit weight		Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle [°]
		Unsat [kN/m³]	Sat. [kN/m³]			
Klei, s3h2	0.50	18.00	18.00	4.17	19.81	13.21
Zand, los gepa...	-2.40	18.00	20.00	0.00	26.66	8.89
Zand, los gepa...	-4.00	18.00	20.00	0.00	26.66	19.19
Veen, diep	-6.20	10.80	10.80	3.70	13.12	0.00
Zand, matig ge...	-7.00	18.00	20.00	0.00	26.66	19.19
Klei, vast, s2	-10.75	19.00	19.00	13.00	19.81	13.21

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
Klei, s3h2	0.50	1.00	1.00	Fine
Zand, los gepa...	-2.40	1.00	1.00	Fine
Zand, los gepa...	-4.00	1.00	1.00	Fine
Veen, diep	-6.20	1.00	1.00	Fine
Zand, matig ge...	-7.00	1.00	1.00	Fine
Klei, vast, s2	-10.75	1.00	1.00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m²]	Bottom [kN/m²]
Klei, s3h2	0.50	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Zand, los gepa...	-2.40	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Zand, los gepa...	-4.00	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Veen, diep	-6.20	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Zand, matig ge...	-7.00	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Klei, vast, s2	-10.75	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00

6.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]	Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
Klei, s3h2	0.50	3076.92	3076.92	1538.46	1538.46
Zand, los gepa...	-2.40	12307.69	12307.69	6153.85	6153.85
Zand, los gepa...	-4.00	12307.69	12307.69	6153.85	6153.85
Veen, diep	-6.20	769.23	769.23	384.62	384.62
Zand, matig ge...	-7.00	12307.69	12307.69	6153.85	6153.85
Klei, vast, s2	-10.75	3076.92	3076.92	1538.46	1538.46

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
Klei, s3h2	0.50	615.38	615.38
Zand, los gepa...	-2.40	3076.92	3076.92
Zand, los gepa...	-4.00	3076.92	3076.92
Veen, diep	-6.20	192.31	192.31
Zand, matig ge...	-7.00	3076.92	3076.92
Klei, vast, s2	-10.75	615.38	615.38

6.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m²]	Passive [kN/m²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
1	-2.50	0.2	2.4	0.35	0.55	3.38
2	-2.64	0.7	7.2	0.35	0.55	3.38
3	-2.79	1.2	12.1	0.35	0.55	3.38
4	-2.93	1.7	16.9	0.35	0.55	3.38
5	-3.07	2.2	21.7	0.35	0.55	3.38
6	-3.21	2.7	26.5	0.35	0.55	3.38
7	-3.36	3.2	31.3	0.35	0.55	3.38
8	-3.50	3.7	36.2	0.35	0.55	3.38
9	-3.64	4.2	41.0	0.35	0.55	3.38
10	-3.79	4.7	45.8	0.35	0.55	3.38
11	-3.93	5.2	50.6	0.35	0.55	3.38

6.4 Calculated force from a layer Left

Name	Force
Klei, s3h2	0.00
Zand, los gepakt, s2 pas	34.57
Zand, los gepakt, s2	0.00
Veen, diep	0.00
Zand, matig gepakt, s2	0.00
Klei, vast, s2	0.00

6.5 Input Data Right

6.5.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

6.5.2 Water Level

Water level: -0.33 [m]

6.5.3 Surface

X [m]	Y [m]
0.00	-1.00
1.80	0.50
6.00	0.50

6.5.4 Soil Material Properties in Profile: CPT 213 Aanvulling

Layer name	Level [m]	Unit weight		Cohesion [kN/m ²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle [°]
		Unsat [kN/m ³]	Sat. [kN/m ³]			
Klei, aanvul	0.50	18.00	18.00	4.17	19.81	13.21
Zand, Aanvul	-1.20	18.00	20.00	0.00	26.66	19.19
Zand, los gepa...	-2.40	18.00	20.00	0.00	26.66	19.19
Veen, diep	-6.20	10.80	10.80	3.70	13.12	0.00
Zand, matig ge...	-7.00	18.00	20.00	0.00	26.66	19.19
Klei, vast, s2	-10.75	19.00	19.00	13.00	19.81	13.21

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
Klei, aanvul	0.50	1.00	1.00	Fine
Zand, Aanvul	-1.20	1.00	1.00	Fine
Zand, los gepa...	-2.40	1.00	1.00	Fine
Veen, diep	-6.20	1.00	1.00	Fine
Zand, matig ge...	-7.00	1.00	1.00	Fine
Klei, vast, s2	-10.75	1.00	1.00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m ²]	Bottom [kN/m ²]
Klei, aanvul	0.50	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Zand, Aanvul	-1.20	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Zand, los gepa...	-2.40	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Veen, diep	-6.20	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Zand, matig ge...	-7.00	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Klei, vast, s2	-10.75	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00

6.5.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]	Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]
Klei, aanvul	0.50	3076.92	3076.92	1538.46	1538.46
Zand, Aanvul	-1.20	12307.69	12307.69	6153.85	6153.85
Zand, los gepa...	-2.40	12307.69	12307.69	6153.85	6153.85
Veen, diep	-6.20	769.23	769.23	384.62	384.62
Zand, matig ge...	-7.00	12307.69	12307.69	6153.85	6153.85
Klei, vast, s2	-10.75	3076.92	3076.92	1538.46	1538.46

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]
Klei, aanvul	0.50	615.38	615.38
Zand, Aanvul	-1.20	3076.92	3076.92
Zand, los gepa...	-2.40	3076.92	3076.92
Veen, diep	-6.20	192.31	192.31
Zand, matig ge...	-7.00	3076.92	3076.92
Klei, vast, s2	-10.75	615.38	615.38

6.5.6 Surcharge Loads

Name	Distance [m]	Load [kN/m ²]	Favourable / Unfavourable	Permanent / Variable
Bovenbelasting 5 kPa	0.50	5.00	Unfavourable (D-Sheet Piling)	Permanent
	3.50	5.00		

6.6 Calculated Earth Pressure Coefficients Right

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m ²]	Passive [kN/m ²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
1	-1.05	0.0	139.8	0.00	1.54	47.30
2	-1.15	0.0	183.9	0.00	1.52	41.00
3	-1.22	0.0	1384.8	0.00	1.41	252.25
4	-1.30	0.0	107.9	0.00	1.31	15.73
5	-1.43	0.0	111.7	0.00	1.18	12.33
6	-1.56	0.0	114.3	0.00	1.07	10.18
7	-1.70	2.0	119.3	0.15	0.99	8.92
8	-1.83	11.4	134.3	0.73	0.92	8.68
9	-1.97	11.7	149.4	0.67	0.86	8.51
10	-2.10	12.0	161.2	0.61	0.81	8.22
11	-2.23	12.3	165.0	0.57	0.77	7.63
12	-2.35	12.5	168.9	0.54	0.73	7.23
13	-2.42	12.7	171.2	0.52	0.72	7.05
14	-2.50	12.9	174.5	0.50	0.70	6.83
15	-2.64	13.2	175.1	0.48	0.67	6.36
16	-2.79	13.5	175.6	0.46	0.65	5.95
17	-2.93	13.8	182.0	0.44	0.63	5.79
18	-3.07	14.2	188.5	0.43	0.61	5.65
19	-3.21	14.6	194.9	0.41	0.60	5.54
20	-3.36	15.0	201.4	0.41	0.59	5.44
21	-3.50	15.3	207.9	0.40	0.58	5.36
22	-3.64	15.5	214.4	0.38	0.57	5.29
23	-3.79	15.7	220.9	0.37	0.56	5.23
24	-3.93	15.8	227.4	0.36	0.55	5.17

6.7 Calculated force from a layer Right

Name	Force
Klei, aanvul	0.00
Zand, Aanvul	9.15
Zand, los gepakt, s2	23.14
Veen, diep	0.00
Zand, matig gepakt, s2	0.00
Klei, vast, s2	0.00

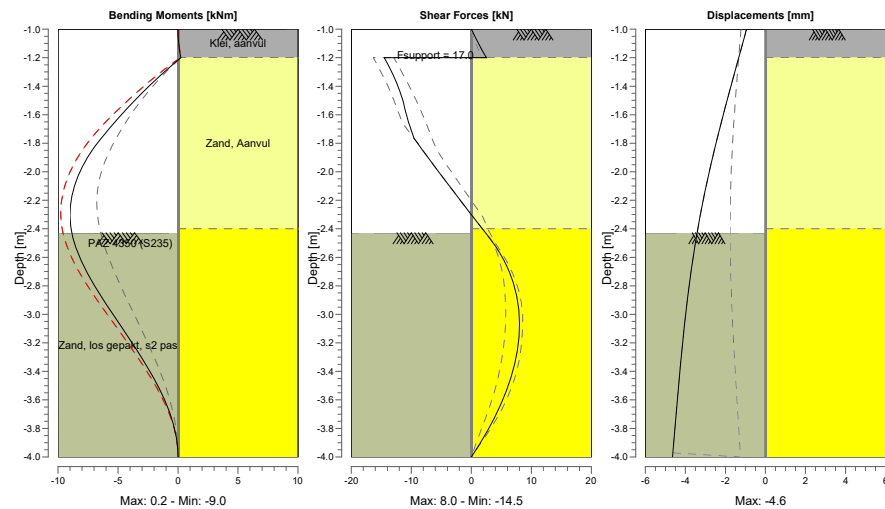
6.8 Calculation Results

Number of iterations: 5

6.8.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 5: Eindsituatie

Step 6.3 - Partial factor set: RC 1



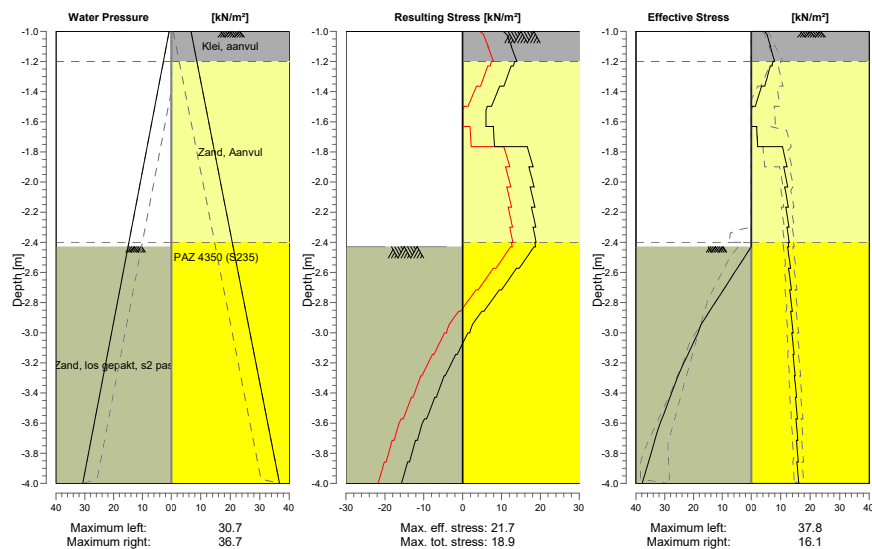
6.8.2 Moments, Forces and Displacements

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	-1.00	0.00	0.00	-0.9
1	-1.10	0.06	1.18	-1.1
2	-1.10	0.06	1.18	-1.1
2	-1.20	0.24	2.50	-1.3
3	-1.20	0.24	-14.51	-1.3
3	-1.23	-0.19	-14.12	-1.4
4	-1.23	-0.19	-14.12	-1.4
4	-1.36	-1.97	-12.57	-1.7
5	-1.36	-1.97	-12.57	-1.7
5	-1.50	-3.57	-11.44	-1.9
6	-1.50	-3.57	-11.44	-1.9
6	-1.63	-5.05	-10.63	-2.2
7	-1.63	-5.05	-10.63	-2.2
7	-1.76	-6.40	-9.56	-2.4
8	-1.76	-6.40	-9.56	-2.4
8	-1.90	-7.53	-7.23	-2.6
9	-1.90	-7.53	-7.23	-2.6
9	-2.03	-8.34	-4.86	-2.9
10	-2.03	-8.34	-4.86	-2.9
10	-2.17	-8.83	-2.46	-3.1
11	-2.17	-8.83	-2.46	-3.1
11	-2.30	-9.00	-0.02	-3.3
12	-2.30	-9.00	-0.02	-3.3
12	-2.40	-8.91	1.84	-3.4
13	-2.40	-8.91	1.84	-3.4
13	-2.43	-8.84	2.40	-3.4
14	-2.43	-8.84	2.40	-3.4
14	-2.57	-8.33	4.74	-3.6
15	-2.57	-8.33	4.74	-3.6
15	-2.72	-7.52	6.45	-3.7
16	-2.72	-7.52	6.45	-3.7

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
16	-2.86	-6.52	7.51	-3.9
17	-2.86	-6.52	7.51	-3.9
17	-3.00	-5.41	7.95	-4.0
18	-3.00	-5.41	7.95	-4.0
18	-3.14	-4.27	7.95	-4.1
19	-3.14	-4.27	7.95	-4.1
19	-3.29	-3.16	7.51	-4.2
20	-3.29	-3.16	7.51	-4.2
20	-3.43	-2.15	6.68	-4.3
21	-3.43	-2.15	6.68	-4.3
21	-3.57	-1.27	5.51	-4.4
22	-3.57	-1.27	5.51	-4.4
22	-3.71	-0.59	3.97	-4.5
23	-3.71	-0.59	3.97	-4.5
23	-3.86	-0.15	2.13	-4.6
24	-3.86	-0.15	2.13	-4.6
24	-4.00	0.00	0.00	-4.6
Max		-9.00	-14.51	-4.6
Max, minor nodes incl.		-9.00	-14.51	-4.6

6.8.3 Charts of Stresses

Stress States - Stage 5: Eindsituatie



6.8.4 Stresses

Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat* [%]	Mob* [%]	Effective stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat* [%]	Mob* [%]
1	-1.00	0.00	0.70	-		4.46	6.70	1	4
1	-1.10	0.00	1.70	-		6.58	7.70	1	4
2	-1.10	0.00	1.70	-		6.49	7.70	1	4
2	-1.20	0.00	2.70	-		7.95	8.70	1	4
3	-1.20	0.00	2.70	-		7.41	8.70	1	
3	-1.23	0.00	3.00	-		7.06	9.00	1	
4	-1.23	0.00	3.00	-		6.46	9.00	1	
4	-1.36	0.00	4.34	-		4.62	10.34	1	
5	-1.36	0.00	4.34	-		3.55	10.34	1	

Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob*	Effective stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob*
5	-1.50	0.00	5.67	-		1.41	11.68	1	
6	-1.50	0.00	5.67	-		0.34	11.68	1	
6	-1.63	0.00	7.01	-		0.00	13.01	A	
7	-1.63	0.00	7.01	-		1.88	13.01	A	
7	-1.76	0.00	8.35	-		2.21	14.35	A	
8	-1.76	0.00	8.35	-		10.60	14.35	A	
8	-1.90	0.00	9.69	-		12.14	15.69	A	
9	-1.90	0.00	9.69	-		11.03	15.69	A	
9	-2.03	0.00	11.03	-		12.41	17.02	A	
10	-2.03	0.00	11.03	-		11.37	17.02	A	
10	-2.17	0.00	12.36	-		12.61	18.36	A	
11	-2.17	0.00	12.36	-		11.70	18.36	A	
11	-2.30	0.00	13.70	-		12.83	19.70	A	
12	-2.30	0.00	13.70	-		12.12	19.70	A	
12	-2.40	0.00	14.70	-		12.91	20.70	A	
13	-2.40	0.00	14.70	-		12.55	20.70	A	
13	-2.43	0.00	15.00	-		12.77	21.00	A	
14	-2.43	0.00	15.00	P		12.34	21.00	A	
14	-2.57	4.82	16.43	P		13.36	22.43	A	
15	-2.57	4.82	16.43	P		12.70	22.43	A	
15	-2.72	9.65	17.85	P		13.65	23.85	A	
16	-2.72	9.65	17.85	P		13.06	23.85	A	
16	-2.86	14.47	19.28	P		13.95	25.28	A	
17	-2.86	14.47	19.28	P		13.42	25.28	A	
17	-3.00	18.43	20.71	3	96	14.26	26.71	A	
18	-3.00	18.43	20.71	3	96	13.77	26.71	A	
18	-3.14	21.93	22.14	3	91	14.57	28.14	A	
19	-3.14	21.93	22.14	3	91	14.17	28.14	A	
19	-3.29	25.42	23.56	3	88	14.93	29.56	A	
20	-3.29	25.42	23.56	3	88	14.66	29.56	A	
20	-3.43	28.17	24.99	3	83	15.40	30.99	A	
21	-3.43	28.17	24.99	3	83	14.99	30.99	A	
21	-3.57	30.99	26.42	3	80	15.69	32.42	A	
22	-3.57	30.99	26.42	3	80	15.17	32.42	A	
22	-3.71	33.45	27.85	2	77	15.84	33.85	A	
23	-3.71	33.45	27.85	2	77	15.34	33.85	A	
23	-3.86	35.64	29.27	2	74	15.98	35.27	A	
24	-3.86	35.64	29.27	2	74	15.51	35.27	A	
24	-4.00	37.83	30.70	2	71	16.12	36.70	A	

*

Stat Status (A=active, P=passive, Number is branche, 0 is unloading)
 Mob Percentage passive mobilized

6.8.5 Percentage mobilized resistance

Horizontal soil pressure	Left [kN]	Right [kN]
Effective	34.6	33.6
Water	47.1	65.1
Total	81.7	98.7

Considered as passive side

Left

Left side is assigned as passive side by user

Maximum passive effective resistance

41.64 kN

Mobilized passive effective resistance

34.57 kN

Percentage mobilized resistance

83.0 %

Position single support

-1.20 m

Maximum passive moment

94.80 kNm

Mobilized passive moment

77.34 kNm

Percentage mobilized moment

81.6 %

6.8.6 Vertical Force Balance

Xi factor	1.26
Partial factor base resistance	1.20
Maximum point resistance	6.00 [MPa]

Vertical force balance unplugged	Force [kN]
Vertical force active	-11.55
Vertical force passive	5.41
Resulting vertical force (no dead weight)	-6.14
Vertical toe capacity $R_{b;d}$	25.00
Vertical toe capacity is sufficient ($6 \leq 25$)	

Vertical force balance plugged	Force [kN]
Vertical force active	-11.55
Vertical force passive	5.41
Resulting vertical force (no dead weight)	-6.14
Vertical toe capacity $R_{b;d}$	845.24
Vertical toe capacity is sufficient ($6 \leq 845$)	

6.8.7 Vertical Force Balance - Contribution per Layer

Left			Right		
Level [m]	Layer name	Contribution [kN]	Level [m]	Layer name	Contribution [kN]
-2.43	Zand, los gepa...	5.41	-1.00	Klei, aanvul	-0.30
			-1.20	Zand, Aanvul	-3.19
			-2.40	Zand, los gepa...	-8.05

6.8.8 Rigid and Spring Supports

Node number	Level [m]	Force [kN]	Moment [kNm]
3	-1.20	17.01	0.00

7 Step 6.4 Stage 5: Eindsituatie

7.1 General Input Data

7.1.1 Rigid Supports

Name	Level [m]	Prevention of rotation	Prevention of translation
Test	-1.20	No	Yes

7.2 Input Data Left

7.2.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

7.2.2 Water Level

Water level: -0.93 [m]

7.2.3 Surface

X [m]	Y [m]
0.00	-2.43
2.00	-2.43

7.2.4 Soil Material Properties in Profile: CPT 213

Layer name	Level [m]	Unit weight		Cohesion [kN/m ²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle [°]
		Unsat [kN/m ³]	Sat. [kN/m ³]			
Klei, s3h2	0.50	18.00	18.00	4.17	19.81	13.21
Zand, los gepa...	-2.40	18.00	20.00	0.00	26.66	8.89
Zand, los gepa...	-4.00	18.00	20.00	0.00	26.66	19.19
Veen, diep	-6.20	10.80	10.80	3.70	13.12	0.00
Zand, matig ge...	-7.00	18.00	20.00	0.00	26.66	19.19
Klei, vast, s2	-10.75	19.00	19.00	13.00	19.81	13.21

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
Klei, s3h2	0.50	1.00	1.00	Fine
Zand, los gepa...	-2.40	1.00	1.00	Fine
Zand, los gepa...	-4.00	1.00	1.00	Fine
Veen, diep	-6.20	1.00	1.00	Fine
Zand, matig ge...	-7.00	1.00	1.00	Fine
Klei, vast, s2	-10.75	1.00	1.00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m ²]	Bottom [kN/m ²]
Klei, s3h2	0.50	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Zand, los gepa...	-2.40	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Zand, los gepa...	-4.00	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Veen, diep	-6.20	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Zand, matig ge...	-7.00	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Klei, vast, s2	-10.75	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00

7.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]	Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
Klei, s3h2	0.50	9000.00	9000.00	4500.00	4500.00
Zand, los gepa...	-2.40	36000.00	36000.00	18000.00	18000.00
Zand, los gepa...	-4.00	36000.00	36000.00	18000.00	18000.00
Veen, diep	-6.20	2250.00	2250.00	1125.00	1125.00
Zand, matig ge...	-7.00	36000.00	36000.00	18000.00	18000.00
Klei, vast, s2	-10.75	9000.00	9000.00	4500.00	4500.00

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
Klei, s3h2	0.50	1800.00	1800.00
Zand, los gepa...	-2.40	9000.00	9000.00
Zand, los gepa...	-4.00	9000.00	9000.00
Veen, diep	-6.20	562.50	562.50
Zand, matig ge...	-7.00	9000.00	9000.00
Klei, vast, s2	-10.75	1800.00	1800.00

7.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m²]	Passive [kN/m²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
1	-2.50	0.2	2.4	0.35	0.55	3.38
2	-2.64	0.7	7.2	0.35	0.55	3.38
3	-2.79	1.2	12.1	0.35	0.55	3.38
4	-2.93	1.7	16.9	0.35	0.55	3.38
5	-3.07	2.2	21.7	0.35	0.55	3.38
6	-3.21	2.7	26.5	0.35	0.55	3.38
7	-3.36	3.2	31.3	0.35	0.55	3.38
8	-3.50	3.7	36.2	0.35	0.55	3.38
9	-3.64	4.2	41.0	0.35	0.55	3.38
10	-3.79	4.7	45.8	0.35	0.55	3.38
11	-3.93	5.2	50.6	0.35	0.55	3.38

7.4 Calculated force from a layer Left

Name	Force
Klei, s3h2	0.00
Zand, los gepakt, s2 pas	34.59
Zand, los gepakt, s2	0.00
Veen, diep	0.00
Zand, matig gepakt, s2	0.00
Klei, vast, s2	0.00

7.5 Input Data Right

7.5.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

7.5.2 Water Level

Water level: -0.33 [m]

7.5.3 Surface

X [m]	Y [m]
0.00	-1.00
1.80	0.50
6.00	0.50

7.5.4 Soil Material Properties in Profile: CPT 213 Aanvulling

Layer name	Level [m]	Unit weight		Cohesion [kN/m ²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle [°]
		Unsat [kN/m ³]	Sat. [kN/m ³]			
Klei, aanvul	0.50	18.00	18.00	4.17	19.81	13.21
Zand, Aanvul	-1.20	18.00	20.00	0.00	26.66	19.19
Zand, los gepa...	-2.40	18.00	20.00	0.00	26.66	19.19
Veen, diep	-6.20	10.80	10.80	3.70	13.12	0.00
Zand, matig ge...	-7.00	18.00	20.00	0.00	26.66	19.19
Klei, vast, s2	-10.75	19.00	19.00	13.00	19.81	13.21

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
Klei, aanvul	0.50	1.00	1.00	Fine
Zand, Aanvul	-1.20	1.00	1.00	Fine
Zand, los gepa...	-2.40	1.00	1.00	Fine
Veen, diep	-6.20	1.00	1.00	Fine
Zand, matig ge...	-7.00	1.00	1.00	Fine
Klei, vast, s2	-10.75	1.00	1.00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m ²]	Bottom [kN/m ²]
Klei, aanvul	0.50	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Zand, Aanvul	-1.20	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Zand, los gepa...	-2.40	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Veen, diep	-6.20	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Zand, matig ge...	-7.00	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Klei, vast, s2	-10.75	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00

7.5.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]	Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]
Klei, aanvul	0.50	9000.00	9000.00	4500.00	4500.00
Zand, Aanvul	-1.20	36000.00	36000.00	18000.00	18000.00
Zand, los gepa...	-2.40	36000.00	36000.00	18000.00	18000.00
Veen, diep	-6.20	2250.00	2250.00	1125.00	1125.00
Zand, matig ge...	-7.00	36000.00	36000.00	18000.00	18000.00
Klei, vast, s2	-10.75	9000.00	9000.00	4500.00	4500.00

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]
Klei, aanvul	0.50	1800.00	1800.00
Zand, Aanvul	-1.20	9000.00	9000.00
Zand, los gepa...	-2.40	9000.00	9000.00
Veen, diep	-6.20	562.50	562.50
Zand, matig ge...	-7.00	9000.00	9000.00
Klei, vast, s2	-10.75	1800.00	1800.00

7.5.6 Surcharge Loads

Name	Distance [m]	Load [kN/m²]	Favourable / Unfavourable	Permanent / Variable
Bovenbelasting 5 kPa	0.50	5.00	Unfavourable (D-Sheet Piling)	Permanent
	3.50	5.00		

7.6 Calculated Earth Pressure Coefficients Right

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m²]	Passive [kN/m²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
1	-1.05	0.0	139.8	0.00	1.54	47.30
2	-1.15	0.0	183.9	0.00	1.52	41.00
3	-1.22	0.0	1384.8	0.00	1.41	252.25
4	-1.30	0.0	107.9	0.00	1.31	15.73
5	-1.43	0.0	111.7	0.00	1.18	12.33
6	-1.56	0.0	114.3	0.00	1.07	10.18
7	-1.70	2.0	119.3	0.15	0.99	8.92
8	-1.83	11.4	134.3	0.73	0.92	8.68
9	-1.97	11.7	149.4	0.67	0.86	8.51
10	-2.10	12.0	161.2	0.61	0.81	8.22
11	-2.23	12.3	165.0	0.57	0.77	7.63
12	-2.35	12.5	168.9	0.54	0.73	7.23
13	-2.42	12.7	171.2	0.52	0.72	7.05
14	-2.50	12.9	174.5	0.50	0.70	6.83
15	-2.64	13.2	175.1	0.48	0.67	6.36
16	-2.79	13.5	175.6	0.46	0.65	5.95
17	-2.93	13.8	182.0	0.44	0.63	5.79
18	-3.07	14.2	188.5	0.43	0.61	5.65
19	-3.21	14.6	194.9	0.41	0.60	5.54
20	-3.36	15.0	201.4	0.41	0.59	5.44
21	-3.50	15.3	207.9	0.40	0.58	5.36
22	-3.64	15.5	214.4	0.38	0.57	5.29
23	-3.79	15.7	220.9	0.37	0.56	5.23
24	-3.93	15.8	227.4	0.36	0.55	5.17

7.7 Calculated force from a layer Right

Name	Force
Klei, aanvul	0.00
Zand, Aanvul	8.82
Zand, los gepakt, s2	23.14
Veen, diep	0.00
Zand, matig gepakt, s2	0.00
Klei, vast, s2	0.00

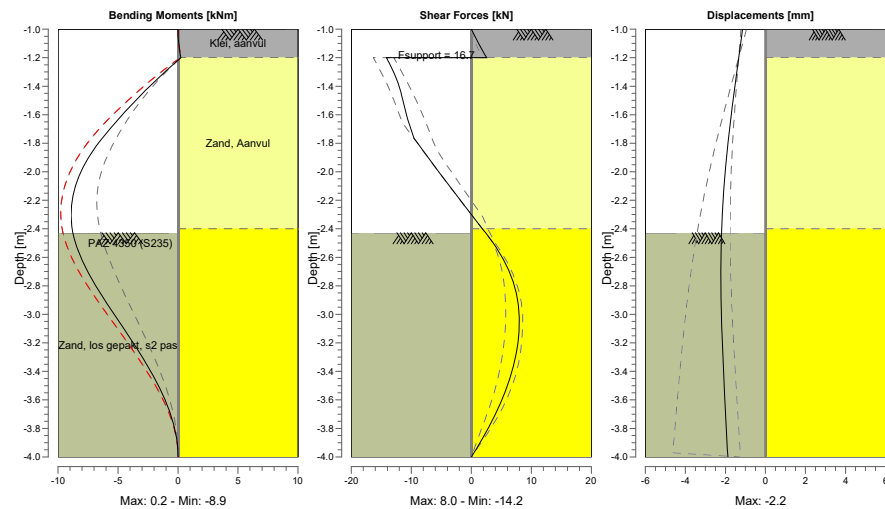
7.8 Calculation Results

Number of iterations: 5

7.8.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 5: Eindsituatie

Step 6.4 - Partial factor set: RC 1



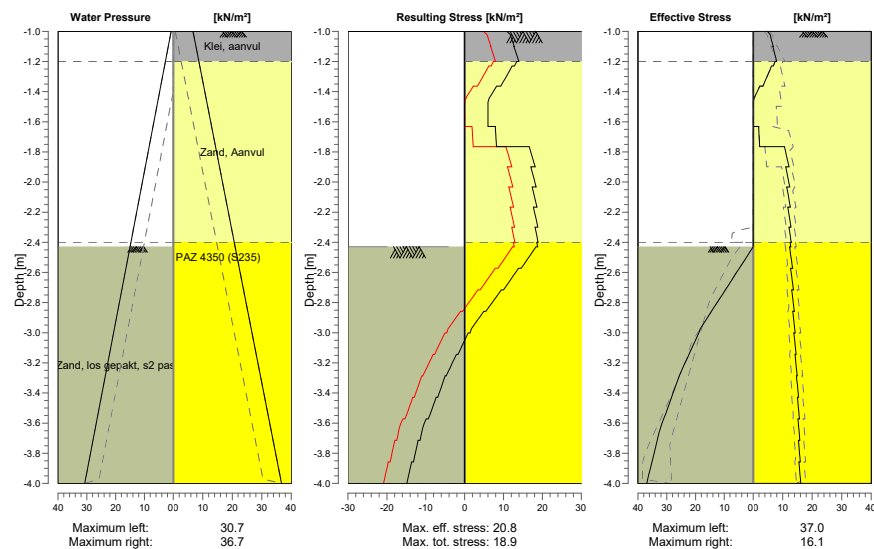
7.8.2 Moments, Forces and Displacements

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	-1.00	0.00	0.00	-1.1
1	-1.10	0.06	1.21	-1.2
2	-1.10	0.06	1.21	-1.2
2	-1.20	0.25	2.54	-1.3
3	-1.20	0.25	-14.16	-1.3
3	-1.23	-0.17	-13.77	-1.4
4	-1.23	-0.17	-13.77	-1.4
4	-1.36	-1.91	-12.33	-1.5
5	-1.36	-1.91	-12.33	-1.5
5	-1.50	-3.50	-11.42	-1.6
6	-1.50	-3.50	-11.42	-1.6
6	-1.63	-4.97	-10.62	-1.7
7	-1.63	-4.97	-10.62	-1.7
7	-1.76	-6.32	-9.54	-1.8
8	-1.76	-6.32	-9.54	-1.8
8	-1.90	-7.44	-7.22	-1.9
9	-1.90	-7.44	-7.22	-1.9
9	-2.03	-8.25	-4.85	-2.0
10	-2.03	-8.25	-4.85	-2.0
10	-2.17	-8.74	-2.44	-2.1
11	-2.17	-8.74	-2.44	-2.1
11	-2.30	-8.91	0.00	-2.2
12	-2.30	-8.91	0.00	-2.2
12	-2.40	-8.82	1.85	-2.2
13	-2.40	-8.82	1.85	-2.2
13	-2.43	-8.75	2.41	-2.2
14	-2.43	-8.75	2.41	-2.2
14	-2.57	-8.23	4.76	-2.2
15	-2.57	-8.23	4.76	-2.2
15	-2.72	-7.43	6.46	-2.2
16	-2.72	-7.43	6.46	-2.2

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
16	-2.86	-6.42	7.53	-2.2
17	-2.86	-6.42	7.52	-2.2
17	-3.00	-5.31	7.95	-2.2
18	-3.00	-5.31	7.95	-2.2
18	-3.14	-4.18	7.90	-2.2
19	-3.14	-4.18	7.90	-2.2
19	-3.29	-3.08	7.41	-2.1
20	-3.29	-3.08	7.41	-2.1
20	-3.43	-2.08	6.55	-2.1
21	-3.43	-2.08	6.55	-2.1
21	-3.57	-1.23	5.37	-2.0
22	-3.57	-1.23	5.37	-2.0
22	-3.71	-0.57	3.82	-2.0
23	-3.71	-0.57	3.82	-2.0
23	-3.86	-0.15	2.03	-1.9
24	-3.86	-0.15	2.03	-1.9
24	-4.00	0.00	0.00	-1.9
Max		-8.91	-14.16	-2.2
Max, minor nodes incl.		-8.91	-14.16	-2.2

7.8.3 Charts of Stresses

Stress States - Stage 5: Eindsituatie



7.8.4 Stresses

Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat* [%]	Mob* [%]	Effective stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat* [%]	Mob* [%]
1	-1.00	0.00	0.70	-		4.86	6.70	1	5
1	-1.10	0.00	1.70	-		6.78	7.70	1	4
2	-1.10	0.00	1.70	-		6.69	7.70	1	4
2	-1.20	0.00	2.70	-		7.95	8.70	1	4
3	-1.20	0.00	2.70	-		7.41	8.70	1	
3	-1.23	0.00	3.00	-		6.81	9.00	1	
4	-1.23	0.00	3.00	-		6.22	9.00	1	
4	-1.36	0.00	4.34	-		3.31	10.34	1	
5	-1.36	0.00	4.34	-		2.23	10.34	1	

Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob*	Effective stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob*
5	-1.50	0.00	5.67	-		0.00	11.68	A	
6	-1.50	0.00	5.67	-		0.00	11.68	A	
6	-1.63	0.00	7.01	-		0.00	13.01	A	
7	-1.63	0.00	7.01	-		1.88	13.01	A	
7	-1.76	0.00	8.35	-		2.21	14.35	A	
8	-1.76	0.00	8.35	-		10.60	14.35	A	
8	-1.90	0.00	9.69	-		12.14	15.69	A	
9	-1.90	0.00	9.69	-		11.03	15.69	A	
9	-2.03	0.00	11.03	-		12.41	17.02	A	
10	-2.03	0.00	11.03	-		11.37	17.02	A	
10	-2.17	0.00	12.36	-		12.61	18.36	A	
11	-2.17	0.00	12.36	-		11.70	18.36	A	
11	-2.30	0.00	13.70	-		12.83	19.70	A	
12	-2.30	0.00	13.70	-		12.12	19.70	A	
12	-2.40	0.00	14.70	-		12.91	20.70	A	
13	-2.40	0.00	14.70	-		12.55	20.70	A	
13	-2.43	0.00	15.00	-		12.77	21.00	A	
14	-2.43	0.00	15.00	P		12.34	21.00	A	
14	-2.57	4.82	16.43	P		13.36	22.43	A	
15	-2.57	4.82	16.43	P		12.70	22.43	A	
15	-2.72	9.65	17.85	P		13.65	23.85	A	
16	-2.72	9.65	17.85	P		13.06	23.85	A	
16	-2.86	14.47	19.28	P		13.95	25.28	A	
17	-2.86	14.47	19.28	P		13.42	25.28	A	
17	-3.00	18.85	20.71	3	98	14.26	26.71	A	
18	-3.00	18.85	20.71	3	98	13.77	26.71	A	
18	-3.14	22.28	22.14	3	92	14.57	28.14	A	
19	-3.14	22.28	22.14	3	92	14.17	28.14	A	
19	-3.29	25.68	23.56	3	89	14.93	29.56	A	
20	-3.29	25.68	23.56	3	89	14.66	29.56	A	
20	-3.43	28.33	24.99	3	84	15.40	30.99	A	
21	-3.43	28.33	24.99	3	84	14.99	30.99	A	
21	-3.57	31.05	26.42	3	80	15.69	32.42	A	
22	-3.57	31.05	26.42	3	80	15.17	32.42	A	
22	-3.71	33.30	27.85	2	77	15.84	33.85	A	
23	-3.71	33.30	27.85	2	77	15.34	33.85	A	
23	-3.86	35.14	29.27	2	73	15.98	35.27	A	
24	-3.86	35.14	29.27	2	73	15.51	35.27	A	
24	-4.00	36.96	30.70	2	70	16.12	36.70	A	

*

Stat Status (A=active, P=passive, Number is branche, 0 is unloading)
 Mob Percentage passive mobilized

7.8.5 Percentage mobilized resistance

Horizontal soil pressure	Left [kN]	Right [kN]
Effective	34.6	33.3
Water	47.1	65.1
Total	81.7	98.4

Considered as passive side

Left

Left side is assigned as passive side by user

Maximum passive effective resistance

41.64 kN

Mobilized passive effective resistance

34.59 kN

Percentage mobilized resistance

83.1 %

Position single support

-1.20 m

Maximum passive moment

94.80 kNm

Mobilized passive moment

77.27 kNm

Percentage mobilized moment

81.5 %

7.8.6 Vertical Force Balance

Xi factor	1.26
Partial factor base resistance	1.20
Maximum point resistance	6.00 [MPa]

Vertical force balance unplugged	Force [kN]
Vertical force active	-11.44
Vertical force passive	5.41
Resulting vertical force (no dead weight)	-6.03
Vertical toe capacity $R_{b;d}$	25.00
Vertical toe capacity is sufficient ($6 \leq 25$)	

Vertical force balance plugged	Force [kN]
Vertical force active	-11.44
Vertical force passive	5.41
Resulting vertical force (no dead weight)	-6.03
Vertical toe capacity $R_{b;d}$	845.24
Vertical toe capacity is sufficient ($6 \leq 845$)	

7.8.7 Vertical Force Balance - Contribution per Layer

Left			Right		
Level [m]	Layer name	Contribution [kN]	Level [m]	Layer name	Contribution [kN]
-2.43	Zand, los gepa...	5.41	-1.00	Klei, aanvul	-0.31
			-1.20	Zand, Aanvul	-3.07
			-2.40	Zand, los gepa...	-8.05

7.8.8 Rigid and Spring Supports

Node number	Level [m]	Force [kN]	Moment [kNm]
3	-1.20	16.70	0.00

8 Step 6.5 Stage 5: Eindsituatie

8.1 General Input Data

8.1.1 Rigid Supports

Name	Level [m]	Prevention of rotation	Prevention of translation
Test	-1.20	No	Yes

8.2 Input Data Left

8.2.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

8.2.2 Water Level

Water level: -0.93 [m]

8.2.3 Surface

X [m]	Y [m]
0.00	-2.30
2.00	-2.30

8.2.4 Soil Material Properties in Profile: CPT 213

Layer name	Level [m]	Unit weight		Cohesion [kN/m ²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle [°]
		Unsat [kN/m ³]	Sat. [kN/m ³]			
Klei, s3h2	0.50	18.00	18.00	4.17	22.50	15.00
Zand, los gepa...	-2.40	18.00	20.00	0.00	30.00	10.00
Zand, los gepa...	-4.00	18.00	20.00	0.00	30.00	21.60
Veen, diep	-6.20	10.80	10.80	3.70	15.00	0.00
Zand, matig ge...	-7.00	18.00	20.00	0.00	30.00	21.60
Klei, vast, s2	-10.75	19.00	19.00	13.00	22.50	15.00

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
Klei, s3h2	0.50	1.00	1.00	Fine
Zand, los gepa...	-2.40	1.00	1.00	Fine
Zand, los gepa...	-4.00	1.00	1.00	Fine
Veen, diep	-6.20	1.00	1.00	Fine
Zand, matig ge...	-7.00	1.00	1.00	Fine
Klei, vast, s2	-10.75	1.00	1.00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m ²]	Bottom [kN/m ²]
Klei, s3h2	0.50	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Zand, los gepa...	-2.40	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Zand, los gepa...	-4.00	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Veen, diep	-6.20	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Zand, matig ge...	-7.00	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Klei, vast, s2	-10.75	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00

8.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]	Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]
Klei, s3h2	0.50	4000.00	4000.00	2000.00	2000.00
Zand, los gepa...	-2.40	16000.00	16000.00	8000.00	8000.00
Zand, los gepa...	-4.00	16000.00	16000.00	8000.00	8000.00
Veen, diep	-6.20	1000.00	1000.00	500.00	500.00
Zand, matig ge...	-7.00	16000.00	16000.00	8000.00	8000.00
Klei, vast, s2	-10.75	4000.00	4000.00	2000.00	2000.00

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]
Klei, s3h2	0.50	800.00	800.00
Zand, los gepa...	-2.40	4000.00	4000.00
Zand, los gepa...	-4.00	4000.00	4000.00
Veen, diep	-6.20	250.00	250.00
Zand, matig ge...	-7.00	4000.00	4000.00
Klei, vast, s2	-10.75	800.00	800.00

8.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m ²]	Passive [kN/m ²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
1	-2.35	0.0	20.4	0.00	0.62	50.89
2	-2.47	0.0	6.3	0.00	0.50	4.11
3	-2.62	0.0	12.2	0.00	0.50	4.09
4	-2.76	0.0	18.1	0.00	0.50	4.09
5	-2.91	1.4	24.1	0.24	0.50	4.08
6	-3.05	2.2	30.0	0.30	0.50	4.08
7	-3.20	2.7	35.9	0.30	0.50	4.08
8	-3.35	3.1	41.8	0.30	0.50	4.08
9	-3.49	3.6	47.8	0.30	0.50	4.08
10	-3.64	4.0	53.7	0.30	0.50	4.08
11	-3.78	4.4	59.6	0.30	0.50	4.08
12	-3.93	4.9	65.6	0.30	0.50	4.08

8.4 Calculated force from a layer Left

Name	Force
Klei, s3h2	0.00
Zand, los gepakt, s2 pas	32.47
Zand, los gepakt, s2	0.00
Veen, diep	0.00
Zand, matig gepakt, s2	0.00
Klei, vast, s2	0.00

8.5 Input Data Right

8.5.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

8.5.2 Water Level

Water level: -0.33 [m]

8.5.3 Surface

X [m]	Y [m]
0.00	-1.00
1.80	0.50
6.00	0.50

8.5.4 Soil Material Properties in Profile: CPT 213 Aanvulling

Layer name	Level [m]	Unit weight		Cohesion [kN/m ²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle [°]
		Unsat [kN/m ³]	Sat. [kN/m ³]			
Klei, aanvul	0.50	18.00	18.00	4.17	22.50	15.00
Zand, Aanvul	-1.20	18.00	20.00	0.00	30.00	21.60
Zand, los gepa...	-2.40	18.00	20.00	0.00	30.00	21.60
Veen, diep	-6.20	10.80	10.80	3.70	15.00	0.00
Zand, matig ge...	-7.00	18.00	20.00	0.00	30.00	21.60
Klei, vast, s2	-10.75	19.00	19.00	13.00	22.50	15.00

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
Klei, aanvul	0.50	1.00	1.00	Fine
Zand, Aanvul	-1.20	1.00	1.00	Fine
Zand, los gepa...	-2.40	1.00	1.00	Fine
Veen, diep	-6.20	1.00	1.00	Fine
Zand, matig ge...	-7.00	1.00	1.00	Fine
Klei, vast, s2	-10.75	1.00	1.00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m ²]	Bottom [kN/m ²]
Klei, aanvul	0.50	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Zand, Aanvul	-1.20	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Zand, los gepa...	-2.40	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Veen, diep	-6.20	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Zand, matig ge...	-7.00	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Klei, vast, s2	-10.75	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00

8.5.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]	Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]
Klei, aanvul	0.50	4000.00	4000.00	2000.00	2000.00
Zand, Aanvul	-1.20	16000.00	16000.00	8000.00	8000.00
Zand, los gepa...	-2.40	16000.00	16000.00	8000.00	8000.00
Veen, diep	-6.20	1000.00	1000.00	500.00	500.00
Zand, matig ge...	-7.00	16000.00	16000.00	8000.00	8000.00
Klei, vast, s2	-10.75	4000.00	4000.00	2000.00	2000.00

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]
Klei, aanvul	0.50	800.00	800.00
Zand, Aanvul	-1.20	4000.00	4000.00
Zand, los gepa...	-2.40	4000.00	4000.00
Veen, diep	-6.20	250.00	250.00
Zand, matig ge...	-7.00	4000.00	4000.00
Klei, vast, s2	-10.75	800.00	800.00

8.5.6 Surcharge Loads

Name	Distance [m]	Load [kN/m²]	Favourable / Unfavourable	Permanent / Variable
Bovenbelasting 5 kPa	0.50	5.00	Unfavourable (D-Sheet Piling)	Permanent
	3.50	5.00		

8.6 Calculated Earth Pressure Coefficients Right

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m²]	Passive [kN/m²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
1	-1.05	0.0	249.6	0.00	1.54	84.45
2	-1.15	0.0	447.5	0.00	1.51	99.77
3	-1.22	0.0	799.1	0.00	1.40	145.57
4	-1.30	0.0	123.5	0.00	1.29	18.00
5	-1.43	0.0	116.3	0.00	1.16	12.84
6	-1.56	0.0	142.0	0.00	1.05	12.65
7	-1.70	0.0	164.2	0.00	0.96	12.28
8	-1.83	4.3	187.8	0.28	0.89	12.13
9	-1.97	10.2	208.5	0.58	0.83	11.87
10	-2.10	10.5	213.9	0.54	0.78	10.90
11	-2.23	10.7	218.8	0.50	0.74	10.12
12	-2.35	10.9	224.1	0.47	0.71	9.60
13	-2.47	11.2	221.8	0.45	0.68	8.83
14	-2.62	11.5	222.1	0.42	0.65	8.17
15	-2.76	11.8	230.6	0.40	0.62	7.90
16	-2.91	12.0	239.2	0.39	0.60	7.67
17	-3.05	12.3	247.9	0.37	0.58	7.49
18	-3.20	12.6	256.6	0.36	0.57	7.33
19	-3.35	12.9	265.3	0.35	0.56	7.20
20	-3.49	13.4	274.0	0.35	0.54	7.09
21	-3.64	13.8	282.8	0.34	0.53	6.99
22	-3.78	14.2	291.6	0.34	0.52	6.91
23	-3.93	14.4	300.3	0.33	0.52	6.83

8.7 Calculated force from a layer Right

Name	Force
Klei, aanvul	0.00
Zand, Aanvul	8.82
Zand, los gepakt, s2	20.38
Veen, diep	0.00
Zand, matig gepakt, s2	0.00
Klei, vast, s2	0.00

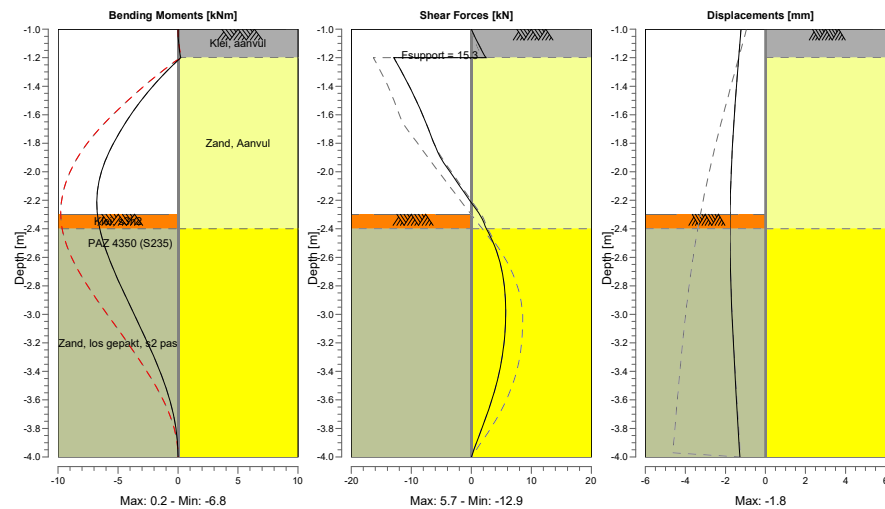
8.8 Calculation Results

Number of iterations: 4

8.8.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 5: Eindsituatie

Step 6.5 - Partial factor set: RC 1



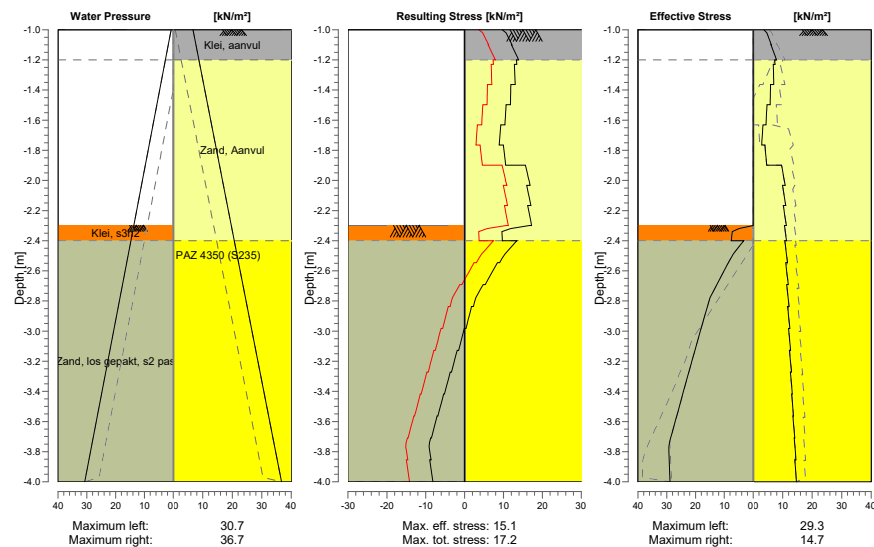
8.8.2 Moments, Forces and Displacements

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	-1.00	0.00	0.00	-1.2
1	-1.10	0.05	1.12	-1.3
2	-1.10	0.05	1.12	-1.3
2	-1.20	0.23	2.41	-1.3
3	-1.20	0.23	-12.92	-1.3
3	-1.23	-0.15	-12.52	-1.4
4	-1.23	-0.15	-12.52	-1.4
4	-1.36	-1.71	-10.79	-1.4
5	-1.36	-1.71	-10.79	-1.4
5	-1.50	-3.05	-9.21	-1.5
6	-1.50	-3.05	-9.21	-1.5
6	-1.63	-4.19	-7.80	-1.6
7	-1.63	-4.19	-7.80	-1.6
7	-1.76	-5.15	-6.58	-1.6
8	-1.76	-5.15	-6.58	-1.6
8	-1.90	-5.94	-5.21	-1.7
9	-1.90	-5.94	-5.21	-1.7
9	-2.03	-6.49	-3.04	-1.7
10	-2.03	-6.49	-3.04	-1.7
10	-2.17	-6.75	-0.83	-1.7
11	-2.17	-6.75	-0.83	-1.7
11	-2.30	-6.71	1.41	-1.8
12	-2.30	-6.71	1.41	-1.8
12	-2.40	-6.51	2.48	-1.8
13	-2.40	-6.51	2.48	-1.8
13	-2.55	-6.03	4.09	-1.8
14	-2.55	-6.03	4.09	-1.8
14	-2.69	-5.36	5.08	-1.7
15	-2.69	-5.36	5.08	-1.7
15	-2.84	-4.58	5.57	-1.7
16	-2.84	-4.58	5.57	-1.7

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
16	-2.98	-3.75	5.72	-1.7
17	-2.98	-3.75	5.72	-1.7
17	-3.13	-2.93	5.61	-1.6
18	-3.13	-2.93	5.60	-1.6
18	-3.27	-2.14	5.22	-1.6
19	-3.27	-2.14	5.22	-1.6
19	-3.42	-1.42	4.57	-1.5
20	-3.42	-1.42	4.57	-1.5
20	-3.56	-0.82	3.68	-1.5
21	-3.56	-0.82	3.68	-1.5
21	-3.71	-0.36	2.55	-1.4
22	-3.71	-0.36	2.55	-1.4
22	-3.85	-0.09	1.25	-1.3
23	-3.85	-0.09	1.25	-1.3
23	-4.00	0.00	0.00	-1.3
Max		-6.75	-12.92	-1.8
Max, minor nodes incl.		-6.77	-12.92	-1.8

8.8.3 Charts of Stresses

Stress States - Stage 5: Eindsituatie



8.8.4 Stresses

Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob* [%]	Effective stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob* [%]
1	-1.00	0.00	0.70	-		3.68	6.70	1	2
1	-1.10	0.00	1.70	-		6.17	7.70	1	2
2	-1.10	0.00	1.70	-		6.06	7.70	1	2
2	-1.20	0.00	2.70	-		7.89	8.70	1	2
3	-1.20	0.00	2.70	-		7.32	8.70	1	
3	-1.23	0.00	3.00	-		7.42	9.00	1	
4	-1.23	0.00	3.00	-		6.82	9.00	1	
4	-1.36	0.00	4.34	-		6.99	10.34	1	
5	-1.36	0.00	4.34	-		5.90	10.34	1	
5	-1.50	0.00	5.67	-		5.77	11.68	1	
6	-1.50	0.00	5.67	-		4.68	11.68	1	

Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob*	Effective stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob*
6	-1.63	0.00	7.01	-		4.37	13.01	1	
7	-1.63	0.00	7.01	-		3.31	13.01	1	
7	-1.76	0.00	8.35	-		2.91	14.35	1	
8	-1.76	0.00	8.35	-		3.98	14.35	A	
8	-1.90	0.00	9.69	-		4.56	15.69	A	
9	-1.90	0.00	9.69	-		9.64	15.69	A	
9	-2.03	0.00	11.03	-		10.84	17.02	A	
10	-2.03	0.00	11.03	-		9.95	17.02	A	
10	-2.17	0.00	12.36	-		11.04	18.36	A	
11	-2.17	0.00	12.36	-		10.24	18.36	A	
11	-2.30	0.00	13.70	-		11.22	19.70	A	
12	-2.30	0.00	13.70	P		10.61	19.70	A	
12	-2.40	7.58	14.70	1	19	11.29	20.70	A	
13	-2.40	3.29	14.70	P		10.72	20.70	A	
13	-2.55	8.62	16.15	3	93	11.64	22.15	A	
14	-2.55	8.60	16.15	3	93	11.03	22.15	A	
14	-2.69	12.61	17.61	3	83	11.89	23.61	A	
15	-2.69	12.59	17.61	3	83	11.35	23.61	A	
15	-2.84	15.88	19.06	2	75	12.15	25.06	A	
16	-2.84	15.87	19.06	2	75	11.67	25.06	A	
16	-2.98	18.07	20.52	2	67	12.42	26.52	A	
17	-2.98	18.06	20.52	2	67	11.98	26.52	A	
17	-3.13	20.22	21.97	2	61	12.70	27.97	A	
18	-3.13	20.22	21.97	2	61	12.30	27.97	A	
18	-3.27	22.34	23.43	2	57	12.98	29.43	A	
19	-3.27	22.34	23.43	2	57	12.62	29.43	A	
19	-3.42	24.45	24.88	2	55	13.27	30.88	A	
20	-3.42	24.45	24.88	2	55	13.05	30.88	A	
20	-3.56	26.54	26.34	2	52	13.67	32.34	A	
21	-3.56	26.54	26.34	2	52	13.48	32.34	A	
21	-3.71	28.63	27.79	2	51	14.09	33.79	A	
22	-3.71	28.63	27.79	2	51	13.91	33.79	A	
22	-3.85	29.13	29.25	1	47	14.50	35.25	A	
23	-3.85	29.13	29.25	1	47	14.13	35.25	A	
23	-4.00	28.85	30.70	1	42	14.70	36.70	A	

*

Stat Status (A=active, P=passive, Number is branche, 0 is unloading)
Mob Percentage passive mobilized

8.8.5 Percentage mobilized resistance

Horizontal soil pressure	Left [kN]	Right [kN]
Effective	33.1	30.4
Water	47.1	65.1
Total	80.2	95.5

Considered as passive side	Left
Left side is assigned as passive side by user	
Maximum passive effective resistance	59.51 kN
Mobilized passive effective resistance	33.08 kN
Percentage mobilized resistance	55.6 %
Position single support	-1.20 m
Maximum passive moment	131.23 kNm
Mobilized passive moment	70.96 kNm
Percentage mobilized moment	54.1 %

8.8.6 Vertical Force Balance

Xi factor	1.26
Partial factor base resistance	1.20
Maximum point resistance	6.00 [MPa]

Vertical force balance unplugged	Force [kN]
Vertical force active	-11.89
Vertical force passive	5.89
Resulting vertical force (no dead weight)	-6.00
Vertical toe capacity $R_{b;d}$	25.00
Vertical toe capacity is sufficient ($6 \leq 25$)	

Vertical force balance plugged	Force [kN]
Vertical force active	-11.89
Vertical force passive	5.89
Resulting vertical force (no dead weight)	-6.00
Vertical toe capacity $R_{b;d}$	845.24
Vertical toe capacity is sufficient ($6 \leq 845$)	

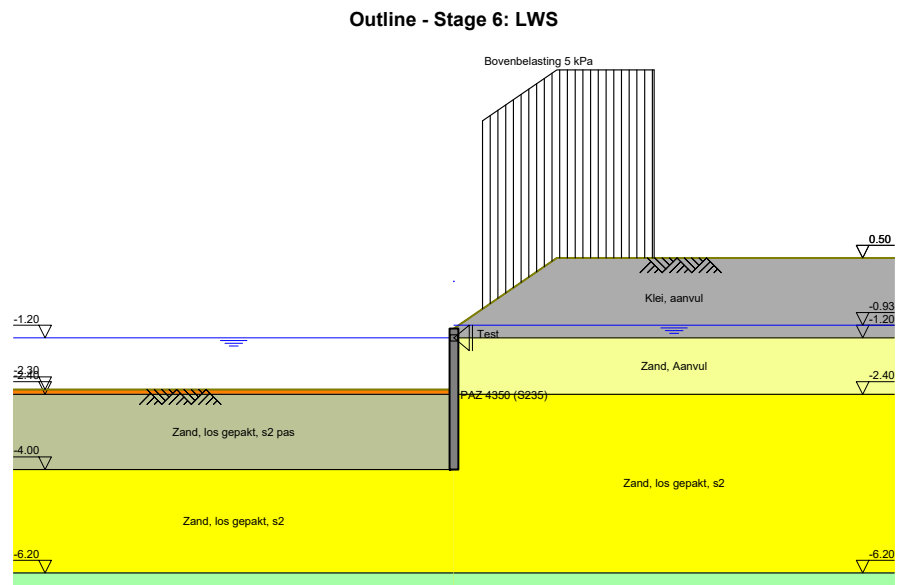
8.8.7 Vertical Force Balance - Contribution per Layer

Left			Right		
Level [m]	Layer name	Contribution [kN]	Level [m]	Layer name	Contribution [kN]
-2.30	Klei, s3h2	0.17	-1.00	Klei, aanvul	-0.33
-2.40	Zand, los gepa...	5.72	-1.20	Zand, Aanvul	-3.49
			-2.40	Zand, los gepa...	-8.07

8.8.8 Rigid and Spring Supports

Node number	Level [m]	Force [kN]	Moment [kNm]
3	-1.20	15.33	0.00

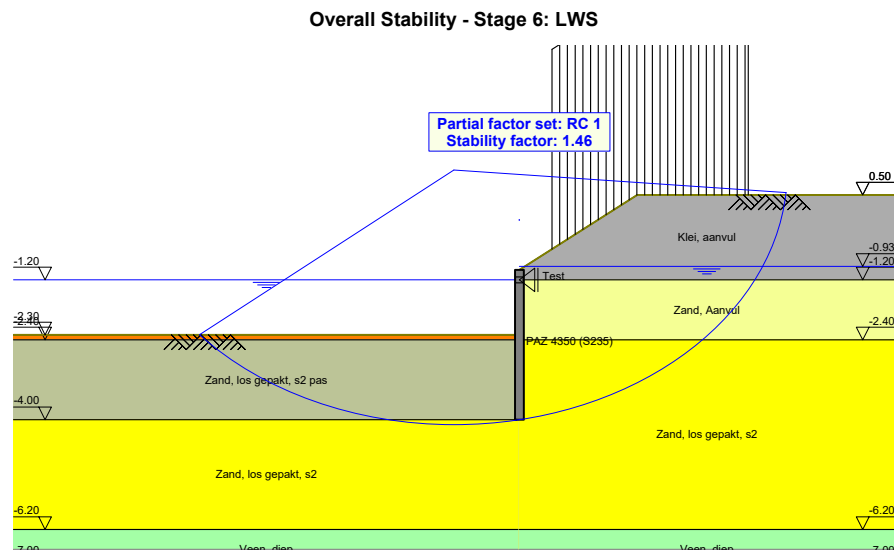
9 Outline Stage 6: LWS



10 Overall Stability Stage 6: LWS

Stability factor : 1.46

10.1 Overall Stability



11 Step 6.3 Stage 6: LWS

11.1 General Input Data

11.1.1 Rigid Supports

Name	Level [m]	Prevention of rotation	Prevention of translation
Test	-1.20	No	Yes

11.2 Input Data Left

11.2.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

11.2.2 Water Level

Water level: -1.40 [m]

11.2.3 Surface

X [m]	Y [m]
0.00	-2.43
2.00	-2.43

11.2.4 Soil Material Properties in Profile: CPT 213

Layer name	Level [m]	Unit weight		Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle [°]
		Unsat [kN/m³]	Sat. [kN/m³]			
Klei, s3h2	0.50	18.00	18.00	4.17	19.81	13.21
Zand, los gepa...	-2.40	18.00	20.00	0.00	26.66	8.89
Zand, los gepa...	-4.00	18.00	20.00	0.00	26.66	19.19
Veen, diep	-6.20	10.80	10.80	3.70	13.12	0.00
Zand, matig ge...	-7.00	18.00	20.00	0.00	26.66	19.19
Klei, vast, s2	-10.75	19.00	19.00	13.00	19.81	13.21

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
Klei, s3h2	0.50	1.00	1.00	Fine
Zand, los gepa...	-2.40	1.00	1.00	Fine
Zand, los gepa...	-4.00	1.00	1.00	Fine
Veen, diep	-6.20	1.00	1.00	Fine
Zand, matig ge...	-7.00	1.00	1.00	Fine
Klei, vast, s2	-10.75	1.00	1.00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m²]	Bottom [kN/m²]
Klei, s3h2	0.50	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Zand, los gepa...	-2.40	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Zand, los gepa...	-4.00	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Veen, diep	-6.20	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Zand, matig ge...	-7.00	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Klei, vast, s2	-10.75	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00

11.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]	Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
Klei, s3h2	0.50	3076.92	3076.92	1538.46	1538.46
Zand, los gepa...	-2.40	12307.69	12307.69	6153.85	6153.85
Zand, los gepa...	-4.00	12307.69	12307.69	6153.85	6153.85
Veen, diep	-6.20	769.23	769.23	384.62	384.62
Zand, matig ge...	-7.00	12307.69	12307.69	6153.85	6153.85
Klei, vast, s2	-10.75	3076.92	3076.92	1538.46	1538.46

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
Klei, s3h2	0.50	615.38	615.38
Zand, los gepa...	-2.40	3076.92	3076.92
Zand, los gepa...	-4.00	3076.92	3076.92
Veen, diep	-6.20	192.31	192.31
Zand, matig ge...	-7.00	3076.92	3076.92
Klei, vast, s2	-10.75	615.38	615.38

11.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m²]	Passive [kN/m²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
1	-2.50	0.2	2.4	0.35	0.55	3.38
2	-2.64	0.7	7.2	0.35	0.55	3.38
3	-2.79	1.2	12.1	0.35	0.55	3.38
4	-2.93	1.7	16.9	0.35	0.55	3.38
5	-3.07	2.2	21.7	0.35	0.55	3.38
6	-3.21	2.7	26.5	0.35	0.55	3.38
7	-3.36	3.2	31.3	0.35	0.55	3.38
8	-3.50	3.7	36.2	0.35	0.55	3.38
9	-3.64	4.2	41.0	0.35	0.55	3.38
10	-3.79	4.7	45.8	0.35	0.55	3.38
11	-3.93	5.2	50.6	0.35	0.55	3.38

11.4 Calculated force from a layer Left

Name	Force
Klei, s3h2	0.00
Zand, los gepakt, s2 pas	35.70
Zand, los gepakt, s2	0.00
Veen, diep	0.00
Zand, matig gepakt, s2	0.00
Klei, vast, s2	0.00

11.5 Input Data Right
11.5.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

11.5.2 Water Level

Water level: -0.93 [m]

11.5.3 Surface

X [m]	Y [m]
0.00	-1.00
1.80	0.50
6.00	0.50

11.5.4 Soil Material Properties in Profile: CPT 213 Aanvulling

Layer name	Level [m]	Unit weight		Cohesion [kN/m ²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle [°]
		Unsat [kN/m ³]	Sat. [kN/m ³]			
Klei, aanvul	0.50	18.00	18.00	4.17	19.81	13.21
Zand, Aanvul	-1.20	18.00	20.00	0.00	26.66	19.19
Zand, los gepa...	-2.40	18.00	20.00	0.00	26.66	19.19
Veen, diep	-6.20	10.80	10.80	3.70	13.12	0.00
Zand, matig ge...	-7.00	18.00	20.00	0.00	26.66	19.19
Klei, vast, s2	-10.75	19.00	19.00	13.00	19.81	13.21

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
Klei, aanvul	0.50	1.00	1.00	Fine
Zand, Aanvul	-1.20	1.00	1.00	Fine
Zand, los gepa...	-2.40	1.00	1.00	Fine
Veen, diep	-6.20	1.00	1.00	Fine
Zand, matig ge...	-7.00	1.00	1.00	Fine
Klei, vast, s2	-10.75	1.00	1.00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m ²]	Bottom [kN/m ²]
Klei, aanvul	0.50	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Zand, Aanvul	-1.20	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Zand, los gepa...	-2.40	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Veen, diep	-6.20	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Zand, matig ge...	-7.00	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Klei, vast, s2	-10.75	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00

11.5.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]	Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]
Klei, aanvul	0.50	3076.92	3076.92	1538.46	1538.46
Zand, Aanvul	-1.20	12307.69	12307.69	6153.85	6153.85
Zand, los gepa...	-2.40	12307.69	12307.69	6153.85	6153.85
Veen, diep	-6.20	769.23	769.23	384.62	384.62
Zand, matig ge...	-7.00	12307.69	12307.69	6153.85	6153.85
Klei, vast, s2	-10.75	3076.92	3076.92	1538.46	1538.46

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]
Klei, aanvul	0.50	615.38	615.38
Zand, Aanvul	-1.20	3076.92	3076.92
Zand, los gepa...	-2.40	3076.92	3076.92
Veen, diep	-6.20	192.31	192.31
Zand, matig ge...	-7.00	3076.92	3076.92
Klei, vast, s2	-10.75	615.38	615.38

11.5.6 Surcharge Loads

Name	Distance [m]	Load [kN/m ²]	Favourable / Unfavourable	Permanent / Variable
Bovenbelasting 5 kPa	0.50	5.00	Unfavourable (D-Sheet Piling)	Permanent
	3.50	5.00		

11.6 Calculated Earth Pressure Coefficients Right

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m ²]	Passive [kN/m ²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
1	-1.05	0.0	144.1	0.00	1.84	48.31
2	-1.15	0.0	200.1	0.00	1.88	41.67
3	-1.22	0.0	1475.4	0.00	1.73	242.95
4	-1.27	0.0	131.2	0.00	1.60	18.01
5	-1.36	0.0	134.0	0.00	1.45	14.80
6	-1.46	0.0	141.5	0.00	1.29	12.61
7	-1.59	4.3	144.8	0.31	1.15	10.52
8	-1.72	12.9	152.3	0.80	1.05	9.40
9	-1.85	13.2	166.1	0.71	0.96	8.94
10	-1.98	13.5	180.2	0.65	0.89	8.63
11	-2.11	13.8	189.9	0.60	0.83	8.23
12	-2.24	14.0	193.2	0.56	0.79	7.66
13	-2.35	14.3	196.9	0.53	0.75	7.27
14	-2.42	14.5	199.2	0.51	0.73	7.09
15	-2.50	14.7	202.5	0.50	0.71	6.87
16	-2.64	15.0	202.9	0.47	0.68	6.41
17	-2.79	15.3	203.6	0.45	0.66	6.04
18	-2.93	15.7	209.9	0.44	0.63	5.87
19	-3.07	16.0	216.3	0.42	0.62	5.73
20	-3.21	16.4	222.7	0.41	0.60	5.61
21	-3.36	16.9	229.2	0.41	0.59	5.51
22	-3.50	17.2	235.7	0.40	0.57	5.42
23	-3.64	17.3	242.2	0.38	0.56	5.35
24	-3.79	17.4	248.7	0.37	0.55	5.28
25	-3.93	17.5	255.2	0.36	0.55	5.23

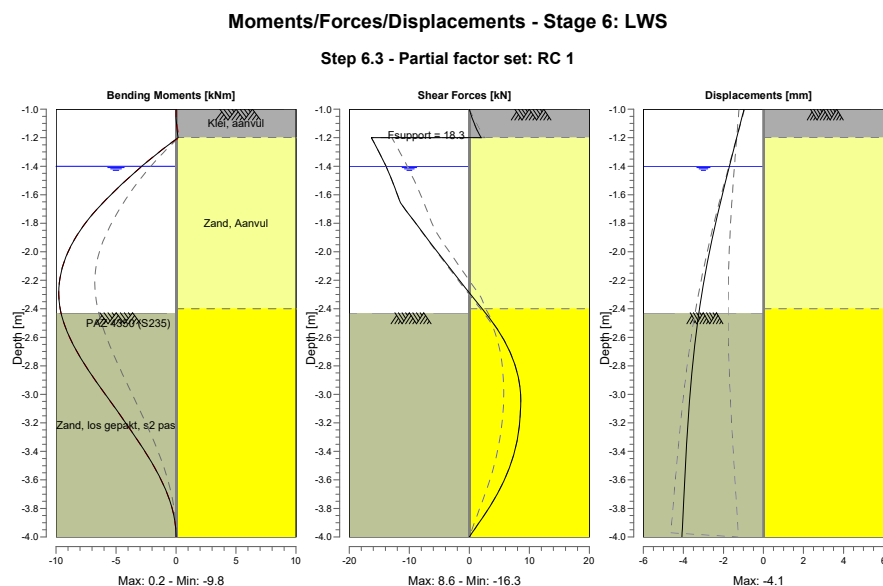
11.7 Calculated force from a layer Right

Name	Force
Klei, aanvul	0.00
Zand, Aanvul	13.01
Zand, los gepakt, s2	26.06
Veen, diep	0.00
Zand, matig gepakt, s2	0.00
Klei, vast, s2	0.00

11.8 Calculation Results

Number of iterations: 4

11.8.1 Charts of Moments, Forces and Displacements



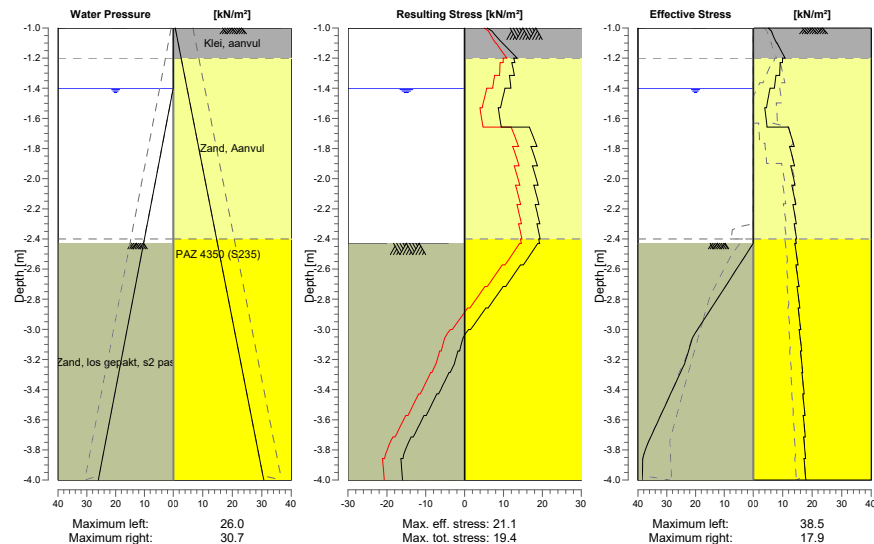
11.8.2 Moments, Forces and Displacements

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	-1.00	0.00	0.00	-1.0
1	-1.10	0.04	0.79	-1.2
2	-1.10	0.04	0.79	-1.2
2	-1.20	0.17	1.96	-1.3
3	-1.20	0.17	-16.33	-1.3
3	-1.23	-0.31	-15.94	-1.4
4	-1.23	-0.31	-15.94	-1.4
4	-1.31	-1.62	-14.88	-1.5
5	-1.31	-1.62	-14.88	-1.5
5	-1.40	-2.85	-13.88	-1.7
6	-1.40	-2.85	-13.88	-1.7
6	-1.53	-4.55	-12.62	-1.9
7	-1.53	-4.55	-12.62	-1.9
7	-1.66	-6.10	-11.46	-2.2
8	-1.66	-6.10	-11.46	-2.2
8	-1.79	-7.43	-9.20	-2.4
9	-1.79	-7.43	-9.20	-2.4
9	-1.91	-8.47	-6.90	-2.6
10	-1.91	-8.47	-6.90	-2.6
10	-2.04	-9.20	-4.56	-2.8
11	-2.04	-9.20	-4.56	-2.8
11	-2.17	-9.64	-2.19	-2.9
12	-2.17	-9.64	-2.19	-2.9
12	-2.30	-9.77	0.22	-3.1
13	-2.30	-9.77	0.22	-3.1
13	-2.40	-9.65	2.12	-3.2
14	-2.40	-9.65	2.12	-3.2
14	-2.43	-9.58	2.70	-3.2
15	-2.43	-9.58	2.70	-3.2
15	-2.57	-9.01	5.12	-3.4
16	-2.57	-9.01	5.12	-3.4

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
16	-2.72	-8.15	6.90	-3.5
17	-2.72	-8.15	6.90	-3.5
17	-2.86	-7.08	8.04	-3.6
18	-2.86	-7.08	8.04	-3.6
18	-3.00	-5.89	8.54	-3.7
19	-3.00	-5.89	8.54	-3.7
19	-3.14	-4.67	8.48	-3.7
20	-3.14	-4.67	8.48	-3.7
20	-3.29	-3.48	8.11	-3.8
21	-3.29	-3.48	8.11	-3.8
21	-3.43	-2.38	7.35	-3.9
22	-3.43	-2.38	7.35	-3.9
22	-3.57	-1.41	6.13	-3.9
23	-3.57	-1.41	6.13	-3.9
23	-3.71	-0.65	4.44	-4.0
24	-3.71	-0.65	4.44	-4.0
24	-3.86	-0.16	2.31	-4.0
25	-3.86	-0.16	2.31	-4.0
25	-4.00	0.00	0.00	-4.1
Max		-9.77	-16.33	-4.1
Max, minor nodes incl.		-9.77	-16.33	-4.1

11.8.3 Charts of Stresses

Stress States - Stage 6: LWS



11.8.4 Stresses

Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob*	Effective stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob*
1	-1.00	0.00	0.00	-		5.13	0.70	1	5
1	-1.10	0.00	0.00	-		7.97	1.70	1	4
2	-1.10	0.00	0.00	-		8.11	1.70	1	5
2	-1.20	0.00	0.00	-		10.82	2.70	1	5
3	-1.20	0.00	0.00	-		9.93	2.70	1	
3	-1.23	0.00	0.00	-		9.94	3.00	1	
4	-1.23	0.00	0.00	-		9.15	3.00	1	

Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob*	Effective stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob*
4	-1.31	0.00	0.00	-		8.96	3.85	1	
5	-1.31	0.00	0.00	-		7.70	3.85	1	
5	-1.40	0.00	0.00	-		7.21	4.70	1	
6	-1.40	0.00	0.00	-		5.69	4.70	1	
6	-1.53	0.00	1.29	-		4.51	5.99	1	
7	-1.53	0.00	1.29	-		3.93	5.99	A	
7	-1.66	0.00	2.57	-		4.71	7.27	A	
8	-1.66	0.00	2.57	-		11.97	7.27	A	
8	-1.79	0.00	3.86	-		13.89	8.56	A	
9	-1.79	0.00	3.86	-		12.36	8.56	A	
9	-1.91	0.00	5.14	-		14.02	9.84	A	
10	-1.91	0.00	5.14	-		12.74	9.84	A	
10	-2.04	0.00	6.43	-		14.19	11.13	A	
11	-2.04	0.00	6.43	-		13.10	11.13	A	
11	-2.17	0.00	7.71	-		14.40	12.41	A	
12	-2.17	0.00	7.71	-		13.46	12.41	A	
12	-2.30	0.00	9.00	-		14.63	13.70	A	
13	-2.30	0.00	9.00	-		13.89	13.70	A	
13	-2.40	0.00	10.00	-		14.73	14.70	A	
14	-2.40	0.00	10.00	-		14.34	14.70	A	
14	-2.43	0.00	10.30	-		14.59	15.00	A	
15	-2.43	0.00	10.30	P		14.12	15.00	A	
15	-2.57	4.82	11.73	P		15.21	16.43	A	
16	-2.57	4.82	11.73	P		14.50	16.43	A	
16	-2.72	9.65	13.15	P		15.51	17.85	A	
17	-2.72	9.65	13.15	P		14.87	17.85	A	
17	-2.86	14.47	14.58	P		15.81	19.28	A	
18	-2.86	14.47	14.58	P		15.24	19.28	A	
18	-3.00	19.29	16.01	P		16.13	20.71	A	
19	-3.00	19.29	16.01	P		15.61	20.71	A	
19	-3.14	22.45	17.44	3	93	16.44	22.14	A	
20	-3.14	22.45	17.44	3	93	16.01	22.14	A	
20	-3.29	25.22	18.86	3	87	16.80	23.56	A	
21	-3.29	25.22	18.86	3	87	16.51	23.56	A	
21	-3.43	28.67	20.29	3	85	17.27	24.99	A	
22	-3.43	28.67	20.29	3	85	16.83	24.99	A	
22	-3.57	32.12	21.72	3	83	17.56	26.42	A	
23	-3.57	32.12	21.72	3	83	16.97	26.42	A	
23	-3.71	35.56	23.15	3	82	17.66	27.85	A	
24	-3.71	35.56	23.15	3	82	17.10	27.85	A	
24	-3.86	38.34	24.57	2	79	17.76	29.27	A	
25	-3.86	38.34	24.57	2	79	17.23	29.27	A	
25	-4.00	38.51	26.00	2	73	17.85	30.70	A	

*

Stat Status (A=active, P=passive, Number is branche, 0 is unloading)
 Mob Percentage passive mobilized

11.8.5 Percentage mobilized resistance

Horizontal soil pressure	Left [kN]	Right [kN]
Effective	35.7	40.7
Water	33.8	47.1
Total	69.5	87.8

Considered as passive side	Left
Left side is assigned as passive side by user	
Maximum passive effective resistance	41.64 kN
Mobilized passive effective resistance	35.70 kN
Percentage mobilized resistance	85.7 %
Position single support	-1.20 m
Maximum passive moment	94.80 kNm
Mobilized passive moment	80.10 kNm

Percentage mobilized moment 84.5 %

11.8.6 Vertical Force Balance

Xi factor 1.26
 Partial factor base resistance 1.20
 Maximum point resistance 6.00 [MPa]

Vertical force balance unplugged	Force [kN]
Vertical force active	-13.98
Vertical force passive	5.58
Resulting vertical force (no dead weight)	-8.40
Vertical toe capacity R _{b;d}	25.00
Vertical toe capacity is sufficient (8 ≤ 25)	

Vertical force balance plugged	Force [kN]
Vertical force active	-13.98
Vertical force passive	5.58
Resulting vertical force (no dead weight)	-8.40
Vertical toe capacity R _{b;d}	845.24
Vertical toe capacity is sufficient (8 ≤ 845)	

11.8.7 Vertical Force Balance - Contribution per Layer

Left			Right		
Level [m]	Layer name	Contribution [kN]	Level [m]	Layer name	Contribution [kN]
-2.43	Zand, los gepa...	5.58	-1.00	Klei, aanvul	-0.38
			-1.20	Zand, Aanvul	-4.53
			-2.40	Zand, los gepa...	-9.07

11.8.8 Rigid and Spring Supports

Node number	Level [m]	Force [kN]	Moment [kNm]
3	-1.20	18.28	0.00

12 Step 6.4 Stage 6: LWS

12.1 General Input Data

12.1.1 Rigid Supports

Name	Level [m]	Prevention of rotation	Prevention of translation
Test	-1.20	No	Yes

12.2 Input Data Left

12.2.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

12.2.2 Water Level

Water level: -1.40 [m]

12.2.3 Surface

X [m]	Y [m]
0.00	-2.43
2.00	-2.43

12.2.4 Soil Material Properties in Profile: CPT 213

Layer name	Level [m]	Unit weight		Cohesion [kN/m ²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle [°]
		Unsat [kN/m ³]	Sat. [kN/m ³]			
Klei, s3h2	0.50	18.00	18.00	4.17	19.81	13.21
Zand, los gepa...	-2.40	18.00	20.00	0.00	26.66	8.89
Zand, los gepa...	-4.00	18.00	20.00	0.00	26.66	19.19
Veen, diep	-6.20	10.80	10.80	3.70	13.12	0.00
Zand, matig ge...	-7.00	18.00	20.00	0.00	26.66	19.19
Klei, vast, s2	-10.75	19.00	19.00	13.00	19.81	13.21

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
Klei, s3h2	0.50	1.00	1.00	Fine
Zand, los gepa...	-2.40	1.00	1.00	Fine
Zand, los gepa...	-4.00	1.00	1.00	Fine
Veen, diep	-6.20	1.00	1.00	Fine
Zand, matig ge...	-7.00	1.00	1.00	Fine
Klei, vast, s2	-10.75	1.00	1.00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m ²]	Bottom [kN/m ²]
Klei, s3h2	0.50	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Zand, los gepa...	-2.40	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Zand, los gepa...	-4.00	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Veen, diep	-6.20	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Zand, matig ge...	-7.00	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Klei, vast, s2	-10.75	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00

12.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]	Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]
Klei, s3h2	0.50	9000.00	9000.00	4500.00	4500.00
Zand, los gepa...	-2.40	36000.00	36000.00	18000.00	18000.00
Zand, los gepa...	-4.00	36000.00	36000.00	18000.00	18000.00
Veen, diep	-6.20	2250.00	2250.00	1125.00	1125.00
Zand, matig ge...	-7.00	36000.00	36000.00	18000.00	18000.00
Klei, vast, s2	-10.75	9000.00	9000.00	4500.00	4500.00

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]
Klei, s3h2	0.50	1800.00	1800.00
Zand, los gepa...	-2.40	9000.00	9000.00
Zand, los gepa...	-4.00	9000.00	9000.00
Veen, diep	-6.20	562.50	562.50
Zand, matig ge...	-7.00	9000.00	9000.00
Klei, vast, s2	-10.75	1800.00	1800.00

12.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m ²]	Passive [kN/m ²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
1	-2.50	0.2	2.4	0.35	0.55	3.38
2	-2.64	0.7	7.2	0.35	0.55	3.38
3	-2.79	1.2	12.1	0.35	0.55	3.38
4	-2.93	1.7	16.9	0.35	0.55	3.38
5	-3.07	2.2	21.7	0.35	0.55	3.38
6	-3.21	2.7	26.5	0.35	0.55	3.38
7	-3.36	3.2	31.3	0.35	0.55	3.38
8	-3.50	3.7	36.2	0.35	0.55	3.38
9	-3.64	4.2	41.0	0.35	0.55	3.38
10	-3.79	4.7	45.8	0.35	0.55	3.38
11	-3.93	5.2	50.6	0.35	0.55	3.38

12.4 Calculated force from a layer Left

Name	Force
Klei, s3h2	0.00
Zand, los gepakt, s2 pas	35.69
Zand, los gepakt, s2	0.00
Veen, diep	0.00
Zand, matig gepakt, s2	0.00
Klei, vast, s2	0.00

12.5 Input Data Right
12.5.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

12.5.2 Water Level

Water level: -0.93 [m]

12.5.3 Surface

X [m]	Y [m]
0.00	-1.00
1.80	0.50
6.00	0.50

12.5.4 Soil Material Properties in Profile: CPT 213 Aanvulling

Layer name	Level [m]	Unit weight		Cohesion [kN/m ²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle [°]
		Unsat [kN/m ³]	Sat. [kN/m ³]			
Klei, aanvul	0.50	18.00	18.00	4.17	19.81	13.21
Zand, Aanvul	-1.20	18.00	20.00	0.00	26.66	19.19
Zand, los gepa...	-2.40	18.00	20.00	0.00	26.66	19.19
Veen, diep	-6.20	10.80	10.80	3.70	13.12	0.00
Zand, matig ge...	-7.00	18.00	20.00	0.00	26.66	19.19
Klei, vast, s2	-10.75	19.00	19.00	13.00	19.81	13.21

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
Klei, aanvul	0.50	1.00	1.00	Fine
Zand, Aanvul	-1.20	1.00	1.00	Fine
Zand, los gepa...	-2.40	1.00	1.00	Fine
Veen, diep	-6.20	1.00	1.00	Fine
Zand, matig ge...	-7.00	1.00	1.00	Fine
Klei, vast, s2	-10.75	1.00	1.00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m ²]	Bottom [kN/m ²]
Klei, aanvul	0.50	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Zand, Aanvul	-1.20	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Zand, los gepa...	-2.40	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Veen, diep	-6.20	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Zand, matig ge...	-7.00	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Klei, vast, s2	-10.75	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00

12.5.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]	Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]
Klei, aanvul	0.50	9000.00	9000.00	4500.00	4500.00
Zand, Aanvul	-1.20	36000.00	36000.00	18000.00	18000.00
Zand, los gepa...	-2.40	36000.00	36000.00	18000.00	18000.00
Veen, diep	-6.20	2250.00	2250.00	1125.00	1125.00
Zand, matig ge...	-7.00	36000.00	36000.00	18000.00	18000.00
Klei, vast, s2	-10.75	9000.00	9000.00	4500.00	4500.00

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]
Klei, aanvul	0.50	1800.00	1800.00
Zand, Aanvul	-1.20	9000.00	9000.00
Zand, los gepa...	-2.40	9000.00	9000.00
Veen, diep	-6.20	562.50	562.50
Zand, matig ge...	-7.00	9000.00	9000.00
Klei, vast, s2	-10.75	1800.00	1800.00

12.5.6 Surcharge Loads

Name	Distance [m]	Load [kN/m ²]	Favourable / Unfavourable	Permanent / Variable
Bovenbelasting 5 kPa	0.50	5.00	Unfavourable (D-Sheet Piling)	Permanent
	3.50	5.00		

12.6 Calculated Earth Pressure Coefficients Right

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m ²]	Passive [kN/m ²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
1	-1.05	0.0	144.1	0.00	1.84	48.31
2	-1.15	0.0	200.1	0.00	1.88	41.67
3	-1.22	0.0	1475.4	0.00	1.73	242.95
4	-1.27	0.0	131.2	0.00	1.60	18.01
5	-1.36	0.0	134.0	0.00	1.45	14.80
6	-1.46	0.0	141.5	0.00	1.29	12.61
7	-1.59	4.3	144.8	0.31	1.15	10.52
8	-1.72	12.9	152.3	0.80	1.05	9.40
9	-1.85	13.2	166.1	0.71	0.96	8.94
10	-1.98	13.5	180.2	0.65	0.89	8.63
11	-2.11	13.8	189.9	0.60	0.83	8.23
12	-2.24	14.0	193.2	0.56	0.79	7.66
13	-2.35	14.3	196.9	0.53	0.75	7.27
14	-2.42	14.5	199.2	0.51	0.73	7.09
15	-2.50	14.7	202.5	0.50	0.71	6.87
16	-2.64	15.0	202.9	0.47	0.68	6.41
17	-2.79	15.3	203.6	0.45	0.66	6.04
18	-2.93	15.7	209.9	0.44	0.63	5.87
19	-3.07	16.0	216.3	0.42	0.62	5.73
20	-3.21	16.4	222.7	0.41	0.60	5.61
21	-3.36	16.9	229.2	0.41	0.59	5.51
22	-3.50	17.2	235.7	0.40	0.57	5.42
23	-3.64	17.3	242.2	0.38	0.56	5.35
24	-3.79	17.4	248.7	0.37	0.55	5.28
25	-3.93	17.5	255.2	0.36	0.55	5.23

12.7 Calculated force from a layer Right

Name	Force
Klei, aanvul	0.00
Zand, Aanvul	12.72
Zand, los gepakt, s2	26.06
Veen, diep	0.00
Zand, matig gepakt, s2	0.00
Klei, vast, s2	0.00

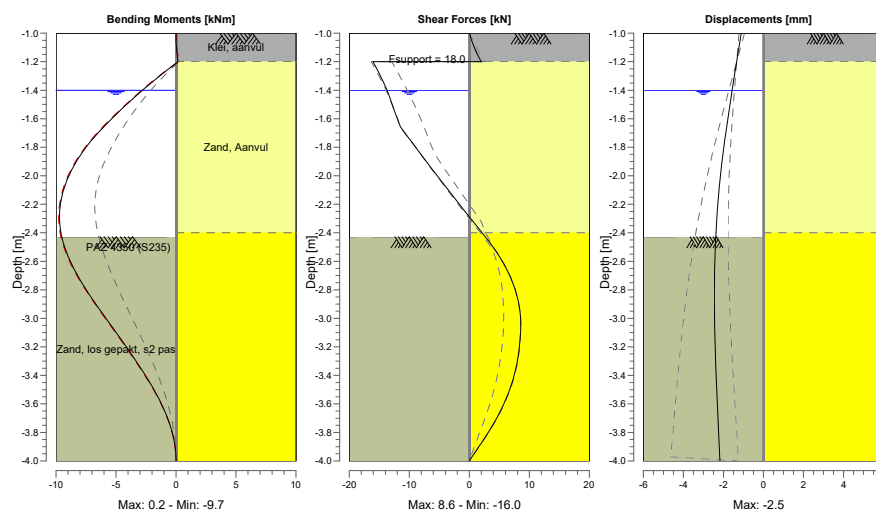
12.8 Calculation Results

Number of iterations: 4

12.8.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 6: LWS

Step 6.4 - Partial factor set: RC 1



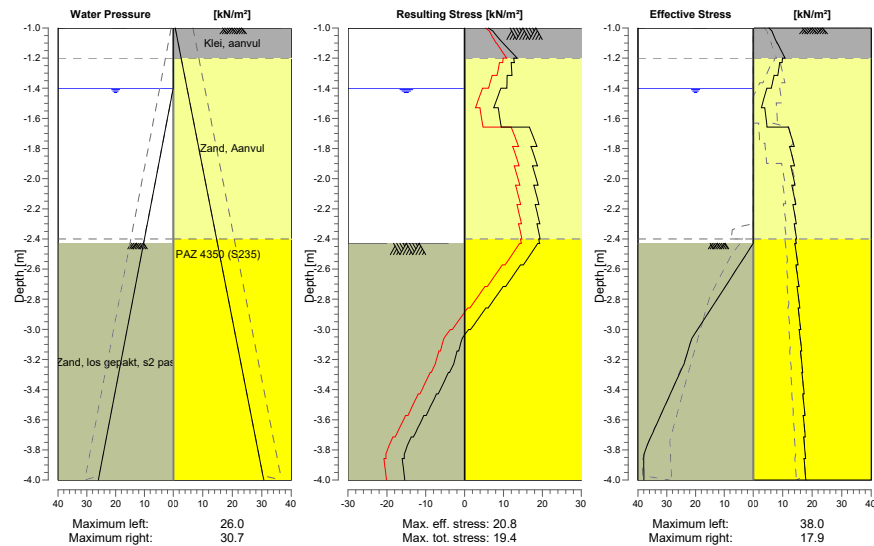
12.8.2 Moments, Forces and Displacements

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	-1.00	0.00	0.00	-1.1
1	-1.10	0.04	0.81	-1.2
2	-1.10	0.04	0.81	-1.2
2	-1.20	0.17	1.99	-1.3
3	-1.20	0.17	-16.05	-1.3
3	-1.23	-0.30	-15.66	-1.4
4	-1.23	-0.30	-15.66	-1.4
4	-1.31	-1.59	-14.64	-1.5
5	-1.31	-1.59	-14.64	-1.5
5	-1.40	-2.79	-13.71	-1.6
6	-1.40	-2.79	-13.71	-1.6
6	-1.53	-4.48	-12.63	-1.7
7	-1.53	-4.48	-12.63	-1.7
7	-1.66	-6.03	-11.47	-1.8
8	-1.66	-6.03	-11.47	-1.8
8	-1.79	-7.37	-9.20	-2.0
9	-1.79	-7.37	-9.20	-2.0
9	-1.91	-8.40	-6.90	-2.1
10	-1.91	-8.40	-6.90	-2.1
10	-2.04	-9.14	-4.57	-2.2
11	-2.04	-9.14	-4.57	-2.2
11	-2.17	-9.58	-2.19	-2.3
12	-2.17	-9.58	-2.19	-2.3
12	-2.30	-9.71	0.22	-2.3
13	-2.30	-9.71	0.22	-2.3
13	-2.40	-9.59	2.12	-2.4
14	-2.40	-9.59	2.12	-2.4
14	-2.43	-9.52	2.69	-2.4
15	-2.43	-9.52	2.69	-2.4
15	-2.57	-8.96	5.11	-2.4
16	-2.57	-8.96	5.11	-2.4

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
16	-2.72	-8.09	6.89	-2.4
17	-2.72	-8.09	6.89	-2.4
17	-2.86	-7.02	8.03	-2.5
18	-2.86	-7.02	8.03	-2.5
18	-3.00	-5.83	8.53	-2.4
19	-3.00	-5.83	8.53	-2.4
19	-3.14	-4.62	8.45	-2.4
20	-3.14	-4.62	8.45	-2.4
20	-3.29	-3.44	8.06	-2.4
21	-3.29	-3.44	8.06	-2.4
21	-3.43	-2.34	7.27	-2.4
22	-3.43	-2.34	7.27	-2.4
22	-3.57	-1.38	6.05	-2.3
23	-3.57	-1.38	6.05	-2.3
23	-3.71	-0.63	4.36	-2.3
24	-3.71	-0.63	4.37	-2.3
24	-3.86	-0.16	2.24	-2.2
25	-3.86	-0.16	2.24	-2.2
25	-4.00	0.00	0.00	-2.2
Max		-9.71	-16.05	-2.5
Max, minor nodes incl.		-9.71	-16.05	-2.5

12.8.3 Charts of Stresses

Stress States - Stage 6: LWS



12.8.4 Stresses

Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob*	Effective stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob*
1	-1.00	0.00	0.00	-		5.40	0.70	1	5
1	-1.10	0.00	0.00	-		8.10	1.70	1	4
2	-1.10	0.00	0.00	-		8.24	1.70	1	5
2	-1.20	0.00	0.00	-		10.82	2.70	1	5
3	-1.20	0.00	0.00	-		9.93	2.70	1	
3	-1.23	0.00	0.00	-		9.78	3.00	1	
4	-1.23	0.00	0.00	-		8.99	3.00	1	

Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob*	Effective stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob*
4	-1.31	0.00	0.00	-		8.34	3.85	1	
5	-1.31	0.00	0.00	-		7.08	3.85	1	
5	-1.40	0.00	0.00	-		6.14	4.70	1	
6	-1.40	0.00	0.00	-		4.62	4.70	1	
6	-1.53	0.00	1.29	-		2.78	5.99	1	
7	-1.53	0.00	1.29	-		3.93	5.99	A	
7	-1.66	0.00	2.57	-		4.71	7.27	A	
8	-1.66	0.00	2.57	-		11.97	7.27	A	
8	-1.79	0.00	3.86	-		13.89	8.56	A	
9	-1.79	0.00	3.86	-		12.36	8.56	A	
9	-1.91	0.00	5.14	-		14.02	9.84	A	
10	-1.91	0.00	5.14	-		12.74	9.84	A	
10	-2.04	0.00	6.43	-		14.19	11.13	A	
11	-2.04	0.00	6.43	-		13.10	11.13	A	
11	-2.17	0.00	7.71	-		14.40	12.41	A	
12	-2.17	0.00	7.71	-		13.46	12.41	A	
12	-2.30	0.00	9.00	-		14.63	13.70	A	
13	-2.30	0.00	9.00	-		13.89	13.70	A	
13	-2.40	0.00	10.00	-		14.73	14.70	A	
14	-2.40	0.00	10.00	-		14.34	14.70	A	
14	-2.43	0.00	10.30	-		14.59	15.00	A	
15	-2.43	0.00	10.30	P		14.12	15.00	A	
15	-2.57	4.82	11.73	P		15.21	16.43	A	
16	-2.57	4.82	11.73	P		14.50	16.43	A	
16	-2.72	9.65	13.15	P		15.51	17.85	A	
17	-2.72	9.65	13.15	P		14.87	17.85	A	
17	-2.86	14.47	14.58	P		15.81	19.28	A	
18	-2.86	14.47	14.58	P		15.24	19.28	A	
18	-3.00	19.29	16.01	P		16.13	20.71	A	
19	-3.00	19.29	16.01	P		15.61	20.71	A	
19	-3.14	22.66	17.44	3	94	16.44	22.14	A	
20	-3.14	22.66	17.44	3	94	16.01	22.14	A	
20	-3.29	25.38	18.86	3	88	16.80	23.56	A	
21	-3.29	25.38	18.86	3	88	16.51	23.56	A	
21	-3.43	28.77	20.29	3	85	17.27	24.99	A	
22	-3.43	28.77	20.29	3	85	16.83	24.99	A	
22	-3.57	32.15	21.72	3	83	17.56	26.42	A	
23	-3.57	32.15	21.72	3	83	16.97	26.42	A	
23	-3.71	35.52	23.15	3	82	17.66	27.85	A	
24	-3.71	35.52	23.15	3	82	17.10	27.85	A	
24	-3.86	37.99	24.57	2	79	17.76	29.27	A	
25	-3.86	37.99	24.57	2	79	17.23	29.27	A	
25	-4.00	37.94	26.00	2	72	17.85	30.70	A	

*

Stat Status (A=active, P=passive, Number is branche, 0 is unloading)
 Mob Percentage passive mobilized

12.8.5 Percentage mobilized resistance

Horizontal soil pressure	Left [kN]	Right [kN]
Effective	35.7	40.4
Water	33.8	47.1
Total	69.5	87.5

Considered as passive side	Left
Left side is assigned as passive side by user	
Maximum passive effective resistance	41.64 kN
Mobilized passive effective resistance	35.69 kN
Percentage mobilized resistance	85.7 %
Position single support	-1.20 m
Maximum passive moment	94.80 kNm
Mobilized passive moment	80.03 kNm

Percentage mobilized moment 84.4 %

12.8.6 Vertical Force Balance

Xi factor 1.26
 Partial factor base resistance 1.20
 Maximum point resistance 6.00 [MPa]

Vertical force balance unplugged	Force [kN]
Vertical force active	-13.89
Vertical force passive	5.58
Resulting vertical force (no dead weight)	-8.31
Vertical toe capacity R _{b;d}	25.00
Vertical toe capacity is sufficient (8 ≤ 25)	

Vertical force balance plugged	Force [kN]
Vertical force active	-13.89
Vertical force passive	5.58
Resulting vertical force (no dead weight)	-8.31
Vertical toe capacity R _{b;d}	845.24
Vertical toe capacity is sufficient (8 ≤ 845)	

12.8.7 Vertical Force Balance - Contribution per Layer

Left			Right		
Level [m]	Layer name	Contribution [kN]	Level [m]	Layer name	Contribution [kN]
-2.43	Zand, los gepa...	5.58	-1.00	Klei, aanvul	-0.39
			-1.20	Zand, Aanvul	-4.43
			-2.40	Zand, los gepa...	-9.07

12.8.8 Rigid and Spring Supports

Node number	Level [m]	Force [kN]	Moment [kNm]
3	-1.20	18.03	0.00

13 Step 6.5 Stage 6: LWS

13.1 General Input Data

13.1.1 Rigid Supports

Name	Level [m]	Prevention of rotation	Prevention of translation
Test	-1.20	No	Yes

13.2 Input Data Left

13.2.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

13.2.2 Water Level

Water level: -1.20 [m]

13.2.3 Surface

X [m]	Y [m]
0.00	-2.30
2.00	-2.30

13.2.4 Soil Material Properties in Profile: CPT 213

Layer name	Level [m]	Unit weight		Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle [°]
		Unsat [kN/m³]	Sat. [kN/m³]			
Klei, s3h2	0.50	18.00	18.00	4.17	22.50	15.00
Zand, los gepa...	-2.40	18.00	20.00	0.00	30.00	10.00
Zand, los gepa...	-4.00	18.00	20.00	0.00	30.00	21.60
Veen, diep	-6.20	10.80	10.80	3.70	15.00	0.00
Zand, matig ge...	-7.00	18.00	20.00	0.00	30.00	21.60
Klei, vast, s2	-10.75	19.00	19.00	13.00	22.50	15.00

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
Klei, s3h2	0.50	1.00	1.00	Fine
Zand, los gepa...	-2.40	1.00	1.00	Fine
Zand, los gepa...	-4.00	1.00	1.00	Fine
Veen, diep	-6.20	1.00	1.00	Fine
Zand, matig ge...	-7.00	1.00	1.00	Fine
Klei, vast, s2	-10.75	1.00	1.00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m²]	Bottom [kN/m²]
Klei, s3h2	0.50	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Zand, los gepa...	-2.40	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Zand, los gepa...	-4.00	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Veen, diep	-6.20	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Zand, matig ge...	-7.00	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Klei, vast, s2	-10.75	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00

13.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]	Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]
Klei, s3h2	0.50	4000.00	4000.00	2000.00	2000.00
Zand, los gepa...	-2.40	16000.00	16000.00	8000.00	8000.00
Zand, los gepa...	-4.00	16000.00	16000.00	8000.00	8000.00
Veen, diep	-6.20	1000.00	1000.00	500.00	500.00
Zand, matig ge...	-7.00	16000.00	16000.00	8000.00	8000.00
Klei, vast, s2	-10.75	4000.00	4000.00	2000.00	2000.00

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]
Klei, s3h2	0.50	800.00	800.00
Zand, los gepa...	-2.40	4000.00	4000.00
Zand, los gepa...	-4.00	4000.00	4000.00
Veen, diep	-6.20	250.00	250.00
Zand, matig ge...	-7.00	4000.00	4000.00
Klei, vast, s2	-10.75	800.00	800.00

13.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m ²]	Passive [kN/m ²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
1	-2.35	0.0	20.4	0.00	0.62	50.89
2	-2.47	0.0	6.3	0.00	0.50	4.11
3	-2.62	0.0	12.2	0.00	0.50	4.09
4	-2.76	0.0	18.1	0.00	0.50	4.09
5	-2.91	1.4	24.1	0.24	0.50	4.08
6	-3.05	2.2	30.0	0.30	0.50	4.08
7	-3.20	2.7	35.9	0.30	0.50	4.08
8	-3.35	3.1	41.8	0.30	0.50	4.08
9	-3.49	3.6	47.8	0.30	0.50	4.08
10	-3.64	4.0	53.7	0.30	0.50	4.08
11	-3.78	4.4	59.6	0.30	0.50	4.08
12	-3.93	4.9	65.6	0.30	0.50	4.08

13.4 Calculated force from a layer Left

Name	Force
Klei, s3h2	0.00
Zand, los gepakt, s2 pas	32.27
Zand, los gepakt, s2	0.00
Veen, diep	0.00
Zand, matig gepakt, s2	0.00
Klei, vast, s2	0.00

13.5 Input Data Right
13.5.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

13.5.2 Water Level

Water level: -0.93 [m]

13.5.3 Surface

X [m]	Y [m]
0.00	-1.00
1.80	0.50
6.00	0.50

13.5.4 Soil Material Properties in Profile: CPT 213 Aanvulling

Layer name	Level [m]	Unit weight		Cohesion [kN/m ²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle [°]
		Unsat [kN/m ³]	Sat. [kN/m ³]			
Klei, aanvul	0.50	18.00	18.00	4.17	22.50	15.00
Zand, Aanvul	-1.20	18.00	20.00	0.00	30.00	21.60
Zand, los gepa...	-2.40	18.00	20.00	0.00	30.00	21.60
Veen, diep	-6.20	10.80	10.80	3.70	15.00	0.00
Zand, matig ge...	-7.00	18.00	20.00	0.00	30.00	21.60
Klei, vast, s2	-10.75	19.00	19.00	13.00	22.50	15.00

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
Klei, aanvul	0.50	1.00	1.00	Fine
Zand, Aanvul	-1.20	1.00	1.00	Fine
Zand, los gepa...	-2.40	1.00	1.00	Fine
Veen, diep	-6.20	1.00	1.00	Fine
Zand, matig ge...	-7.00	1.00	1.00	Fine
Klei, vast, s2	-10.75	1.00	1.00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m ²]	Bottom [kN/m ²]
Klei, aanvul	0.50	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Zand, Aanvul	-1.20	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Zand, los gepa...	-2.40	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Veen, diep	-6.20	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Zand, matig ge...	-7.00	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Klei, vast, s2	-10.75	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00

13.5.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]	Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]
Klei, aanvul	0.50	4000.00	4000.00	2000.00	2000.00
Zand, Aanvul	-1.20	16000.00	16000.00	8000.00	8000.00
Zand, los gepa...	-2.40	16000.00	16000.00	8000.00	8000.00
Veen, diep	-6.20	1000.00	1000.00	500.00	500.00
Zand, matig ge...	-7.00	16000.00	16000.00	8000.00	8000.00
Klei, vast, s2	-10.75	4000.00	4000.00	2000.00	2000.00

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]
Klei, aanvul	0.50	800.00	800.00
Zand, Aanvul	-1.20	4000.00	4000.00
Zand, los gepa...	-2.40	4000.00	4000.00
Veen, diep	-6.20	250.00	250.00
Zand, matig ge...	-7.00	4000.00	4000.00
Klei, vast, s2	-10.75	800.00	800.00

13.5.6 Surcharge Loads

Name	Distance [m]	Load [kN/m ²]	Favourable / Unfavourable	Permanent / Variable
Bovenbelasting 5 kPa	0.50	5.00	Unfavourable (D-Sheet Piling)	Permanent
	3.50	5.00		

13.6 Calculated Earth Pressure Coefficients Right

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m ²]	Passive [kN/m ²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
1	-1.05	0.0	260.2	0.00	1.84	87.25
2	-1.15	0.0	486.1	0.00	1.87	101.22
3	-1.22	0.0	864.0	0.00	1.71	142.28
4	-1.30	0.0	152.6	0.00	1.54	19.59
5	-1.43	0.0	150.3	0.00	1.32	14.25
6	-1.56	0.0	183.1	0.00	1.16	13.86
7	-1.70	5.0	204.6	0.32	1.04	12.97
8	-1.83	11.5	227.1	0.63	0.95	12.44
9	-1.97	11.7	246.4	0.57	0.87	11.94
10	-2.10	12.0	250.9	0.52	0.81	10.93
11	-2.23	12.3	255.7	0.49	0.76	10.15
12	-2.35	12.5	261.0	0.46	0.73	9.64
13	-2.47	12.7	258.3	0.44	0.69	8.90
14	-2.62	13.0	259.0	0.42	0.66	8.29
15	-2.76	13.3	267.4	0.40	0.63	8.01
16	-2.91	13.6	276.0	0.38	0.61	7.78
17	-3.05	13.9	284.6	0.37	0.59	7.59
18	-3.20	14.2	293.3	0.36	0.57	7.42
19	-3.35	14.6	302.0	0.35	0.56	7.29
20	-3.49	15.0	310.7	0.35	0.55	7.17
21	-3.64	15.4	319.5	0.34	0.53	7.07
22	-3.78	15.8	328.2	0.34	0.52	6.98
23	-3.93	16.0	337.0	0.33	0.52	6.91

13.7 Calculated force from a layer Right

Name	Force
Klei, aanvul	0.00
Zand, Aanvul	13.34
Zand, los gepakt, s2	25.23
Veen, diep	0.00
Zand, matig gepakt, s2	0.00
Klei, vast, s2	0.00

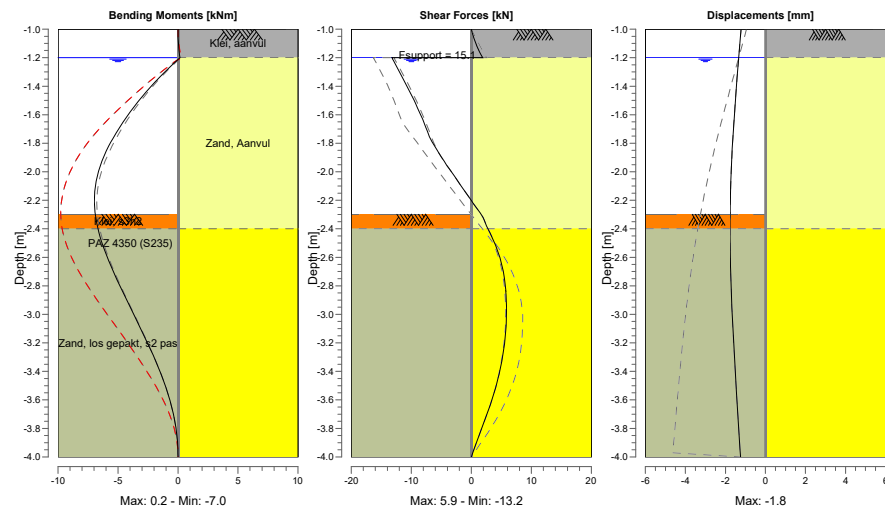
13.8 Calculation Results

Number of iterations: 3

13.8.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 6: LWS

Step 6.5 - Partial factor set: RC 1



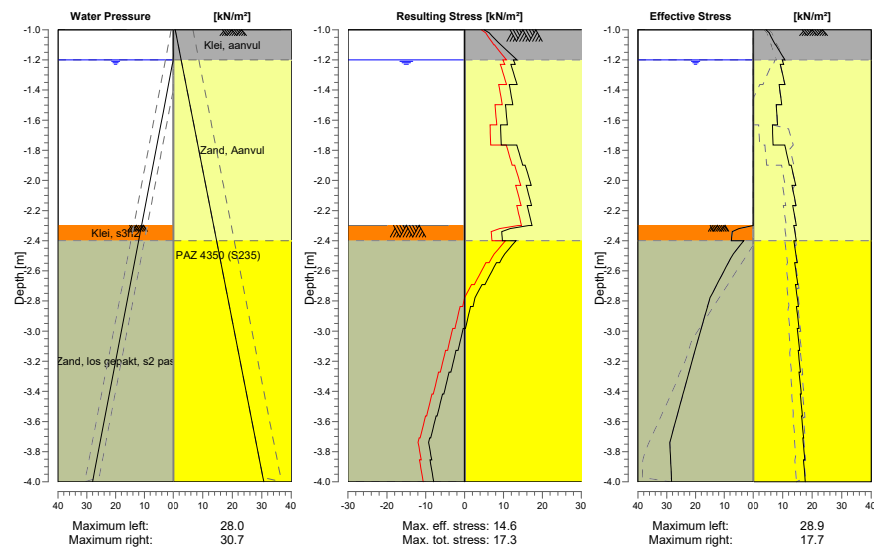
13.8.2 Moments, Forces and Displacements

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	-1.00	0.00	0.00	-1.2
1	-1.10	0.03	0.73	-1.3
2	-1.10	0.03	0.73	-1.3
2	-1.20	0.16	1.87	-1.3
3	-1.20	0.16	-13.24	-1.3
3	-1.23	-0.23	-12.86	-1.4
4	-1.23	-0.23	-12.86	-1.4
4	-1.36	-1.84	-11.16	-1.4
5	-1.36	-1.84	-11.16	-1.4
5	-1.50	-3.23	-9.56	-1.5
6	-1.50	-3.23	-9.56	-1.5
6	-1.63	-4.41	-8.13	-1.6
7	-1.63	-4.41	-8.13	-1.6
7	-1.76	-5.41	-6.88	-1.6
8	-1.76	-5.41	-6.88	-1.6
8	-1.90	-6.21	-4.98	-1.7
9	-1.90	-6.21	-4.98	-1.7
9	-2.03	-6.73	-2.79	-1.7
10	-2.03	-6.73	-2.79	-1.7
10	-2.17	-6.96	-0.58	-1.8
11	-2.17	-6.96	-0.58	-1.8
11	-2.30	-6.89	1.65	-1.8
12	-2.30	-6.89	1.65	-1.8
12	-2.40	-6.67	2.73	-1.8
13	-2.40	-6.67	2.73	-1.8
13	-2.55	-6.15	4.31	-1.8
14	-2.55	-6.15	4.31	-1.8
14	-2.69	-5.44	5.29	-1.7
15	-2.69	-5.44	5.29	-1.7
15	-2.84	-4.64	5.74	-1.7
16	-2.84	-4.64	5.74	-1.7

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
16	-2.98	-3.79	5.87	-1.7
17	-2.98	-3.79	5.87	-1.7
17	-3.13	-2.95	5.72	-1.6
18	-3.13	-2.95	5.72	-1.6
18	-3.27	-2.14	5.30	-1.6
19	-3.27	-2.14	5.30	-1.6
19	-3.42	-1.42	4.62	-1.5
20	-3.42	-1.42	4.62	-1.5
20	-3.56	-0.81	3.69	-1.4
21	-3.56	-0.81	3.69	-1.4
21	-3.71	-0.36	2.52	-1.4
22	-3.71	-0.36	2.52	-1.4
22	-3.85	-0.09	1.23	-1.3
23	-3.85	-0.09	1.23	-1.3
23	-4.00	0.00	0.00	-1.2
Max		-6.96	-13.24	-1.8
Max, minor nodes incl.		-6.97	-13.24	-1.8

13.8.3 Charts of Stresses

Stress States - Stage 6: LWS



13.8.4 Stresses

Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob* [%]	Effective stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob* [%]
1	-1.00	0.00	0.00	-		4.34	0.70	1	2
1	-1.10	0.00	0.00	-		7.56	1.70	1	2
2	-1.10	0.00	0.00	-		7.68	1.70	1	2
2	-1.20	0.00	0.00	-		10.75	2.70	1	2
3	-1.20	0.00	0.00	-		9.84	2.70	1	
3	-1.23	0.00	0.30	-		10.32	3.00	1	
4	-1.23	0.00	0.30	-		9.21	3.00	1	
4	-1.36	0.00	1.64	-		10.78	4.34	1	
5	-1.36	0.00	1.64	-		8.78	4.34	1	
5	-1.50	0.00	2.98	-		9.69	5.67	1	
6	-1.50	0.00	2.98	-		7.81	5.67	1	

Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob*	Effective stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob*
6	-1.63	0.00	4.31	-		8.27	7.01	1	
7	-1.63	0.00	4.31	-		6.54	7.01	1	
7	-1.76	0.00	5.65	-		6.72	8.35	1	
8	-1.76	0.00	5.65	-		10.71	8.35	A	
8	-1.90	0.00	6.99	-		12.24	9.69	A	
9	-1.90	0.00	6.99	-		12.87	9.69	1	
9	-2.03	0.00	8.32	-		14.43	11.03	1	
10	-2.03	0.00	8.32	-		13.15	11.03	1	
10	-2.17	0.00	9.66	-		14.52	12.36	1	
11	-2.17	0.00	9.66	-		13.40	12.36	1	
11	-2.30	0.00	11.00	-		14.62	13.70	1	
12	-2.30	0.00	11.00	A		13.76	13.70	1	
12	-2.40	7.57	12.00	1	19	14.60	14.70	1	
13	-2.40	3.28	12.00	3	99	13.80	14.70	1	
13	-2.55	8.62	13.45	3	93	14.92	16.15	1	
14	-2.55	8.60	13.45	3	93	14.08	16.15	1	
14	-2.69	12.60	14.91	3	83	15.11	17.61	1	
15	-2.69	12.58	14.91	3	83	14.37	17.61	1	
15	-2.84	15.84	16.36	2	75	15.31	19.06	1	
16	-2.84	15.83	16.36	2	75	14.66	19.06	1	
16	-2.98	18.01	17.82	2	67	15.54	20.52	1	
17	-2.98	18.01	17.82	2	67	14.95	20.52	1	
17	-3.13	20.15	19.27	2	61	15.78	21.97	1	
18	-3.13	20.15	19.27	2	61	15.25	21.97	1	
18	-3.27	22.26	20.73	2	57	16.03	23.43	1	
19	-3.27	22.26	20.73	2	57	15.56	23.43	1	
19	-3.42	24.36	22.18	2	54	16.30	24.88	1	
20	-3.42	24.36	22.18	2	54	15.97	24.88	1	
20	-3.56	26.44	23.64	2	52	16.68	26.34	1	
21	-3.56	26.44	23.64	2	52	16.40	26.34	1	
21	-3.71	28.51	25.09	2	50	17.09	27.79	1	
22	-3.71	28.51	25.09	2	50	16.82	27.79	1	
22	-3.85	28.65	26.55	1	46	17.49	29.25	1	
23	-3.85	28.65	26.55	1	46	17.04	29.25	1	
23	-4.00	28.33	28.00	1	41	17.68	30.70	1	

*

Stat Status (A=active, P=passive, Number is branche, 0 is unloading)
Mob Percentage passive mobilized

13.8.5 Percentage mobilized resistance

Horizontal soil pressure	Left [kN]	Right [kN]
Effective	32.9	40.1
Water	39.2	47.1
Total	72.1	87.2

Considered as passive side	Left
Left side is assigned as passive side by user	
Maximum passive effective resistance	59.51 kN
Mobilized passive effective resistance	32.88 kN
Percentage mobilized resistance	55.3 %
Position single support	-1.20 m
Maximum passive moment	131.23 kNm
Mobilized passive moment	70.47 kNm
Percentage mobilized moment	53.7 %

13.8.6 Vertical Force Balance

Xi factor	1.26
Partial factor base resistance	1.20
Maximum point resistance	6.00 [MPa]

Vertical force balance unplugged	Force [kN]
Vertical force active	-15.68
Vertical force passive	5.85
Resulting vertical force (no dead weight)	-9.83
Vertical toe capacity $R_{b;d}$	25.00
Vertical toe capacity is sufficient ($10 \leq 25$)	

Vertical force balance plugged	Force [kN]
Vertical force active	-15.68
Vertical force passive	5.85
Resulting vertical force (no dead weight)	-9.83
Vertical toe capacity $R_{b;d}$	845.24
Vertical toe capacity is sufficient ($10 \leq 845$)	

13.8.7 Vertical Force Balance - Contribution per Layer

Left			Right		
Level [m]	Layer name	Contribution [kN]	Level [m]	Layer name	Contribution [kN]
-2.30	Klei, s3h2	0.17	-1.00	Klei, aanvul	-0.41
-2.40	Zand, los gepa...	5.69	-1.20	Zand, Aanvul	-5.28
			-2.40	Zand, los gepa...	-9.99

13.8.8 Rigid and Spring Supports

Node number	Level [m]	Force [kN]	Moment [kNm]
3	-1.20	15.12	0.00

End of Report

Bijlage D

D-sheet, Berekening beschoeiing

Doorsnede 90 III

Report for D-Sheet Piling 18.2

Design of Diaphragm and Sheet Pile Walls
Developed by Deltares



Company: Royal HaskoningDHV

Date of report: 4/10/2020
Time of report: 12:11:36 PM
Report with version: 18.2.1.20477

Date of calculation: 4/10/2020
Time of calculation: 12:08:37 PM
Calculated with version: 18.2.1.20477

File name: C:\..\Final_DO_Revised\Regionale kering\LBBB, 09O, BP 3, UGT IPO III

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

1 Table of Contents

1 Table of Contents	2
2 Summary	4
2.1 Overview per Stage and Test	4
2.2 Overall Stability per Stage	4
2.3 Warnings	4
2.4 CUR Verification Steps	5
3 Input Data for all Stages	6
3.1 General Input Data	6
3.2 Sheet Piling Properties	6
3.2.1 General properties	6
3.2.2 Stiffness EI (elastic behaviour)	6
3.2.3 Maximum allowable moments	6
3.2.4 Properties for vertical balance	6
3.3 Calculation Options	6
4 Outline Stage 1: Eindsituatie	8
5 Overall Stability Stage 1: Eindsituatie	9
5.1 Overall Stability	9
6 Step 6.3 Stage 1: Eindsituatie	10
6.1 Input Data Left	10
6.1.1 Calculation Method	10
6.1.2 Water Level	10
6.1.3 Surface	10
6.1.4 Soil Material Properties in Profile: Bodemprofiel III , pas	10
6.1.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)	10
6.2 Calculated Earth Pressure Coefficients Left	11
6.3 Calculated force from a layer Left	11
6.4 Input Data Right	11
6.4.1 Calculation Method	11
6.4.2 Water Level	11
6.4.3 Surface	11
6.4.4 Soil Material Properties in Profile: Bodemprofiel III	12
6.4.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)	12
6.4.6 Surcharge Loads	12
6.5 Calculated Earth Pressure Coefficients Right	12
6.6 Calculated force from a layer Right	13
6.7 Calculation Results	13
6.7.1 Charts of Moments, Forces and Displacements	13
6.7.2 Moments, Forces and Displacements	14
6.7.3 Charts of Stresses	15
6.7.4 Stresses	15
6.7.5 Percentage mobilized resistance	16
6.7.6 Vertical Force Balance	16
6.7.7 Vertical Force Balance - Contribution per Layer	17
7 Step 6.4 Stage 1: Eindsituatie	18
7.1 Input Data Left	18
7.1.1 Calculation Method	18
7.1.2 Water Level	18
7.1.3 Surface	18
7.1.4 Soil Material Properties in Profile: Bodemprofiel III , pas	18
7.1.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)	18
7.2 Calculated Earth Pressure Coefficients Left	19
7.3 Calculated force from a layer Left	19
7.4 Input Data Right	19
7.4.1 Calculation Method	19
7.4.2 Water Level	19
7.4.3 Surface	19
7.4.4 Soil Material Properties in Profile: Bodemprofiel III	20
7.4.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)	20
7.4.6 Surcharge Loads	20
7.5 Calculated Earth Pressure Coefficients Right	20
7.6 Calculated force from a layer Right	21
7.7 Calculation Results	21
7.7.1 Charts of Moments, Forces and Displacements	21
7.7.2 Moments, Forces and Displacements	22

7.7.3 Charts of Stresses	23
7.7.4 Stresses	23
7.7.5 Percentage mobilized resistance	24
7.7.6 Vertical Force Balance	24
7.7.7 Vertical Force Balance - Contribution per Layer	25
8 Step 6.5 Stage 1: Eindsituatie	26
8.1 Input Data Left	26
8.1.1 Calculation Method	26
8.1.2 Water Level	26
8.1.3 Surface	26
8.1.4 Soil Material Properties in Profile: Bodemprofiel III , pas	26
8.1.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)	26
8.2 Calculated Earth Pressure Coefficients Left	27
8.3 Calculated force from a layer Left	27
8.4 Input Data Right	27
8.4.1 Calculation Method	27
8.4.2 Water Level	27
8.4.3 Surface	28
8.4.4 Soil Material Properties in Profile: Bodemprofiel III	28
8.4.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)	28
8.4.6 Surcharge Loads	28
8.5 Calculated Earth Pressure Coefficients Right	29
8.6 Calculated force from a layer Right	29
8.7 Calculation Results	29
8.7.1 Charts of Moments, Forces and Displacements	30
8.7.2 Moments, Forces and Displacements	30
8.7.3 Charts of Stresses	31
8.7.4 Stresses	31
8.7.5 Percentage mobilized resistance	32
8.7.6 Vertical Force Balance	33
8.7.7 Vertical Force Balance - Contribution per Layer	33

2 Summary

2.1 Overview per Stage and Test

Stage nr.	Verification	Displacement [mm]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Mob. perc. moment [%]	Mob. perc. resistance [%]	Vertical balance
1	EC7(NL)-Step 6.3		1.41	-3.04	0.0	67.1	Sufficient
1	EC7(NL)-Step 6.4		1.41	-3.05	0.0	67.1	Sufficient
1	EC7(NL)-Step 6.5	-11.2	0.42	-0.75	0.0	32.9	Sufficient
1	EC7(NL)-Step 6.5 * 1.20		0.50	-0.90			
Max		-11.2	1.41	-3.05	0.0	67.1	Sufficient

2.2 Overall Stability per Stage

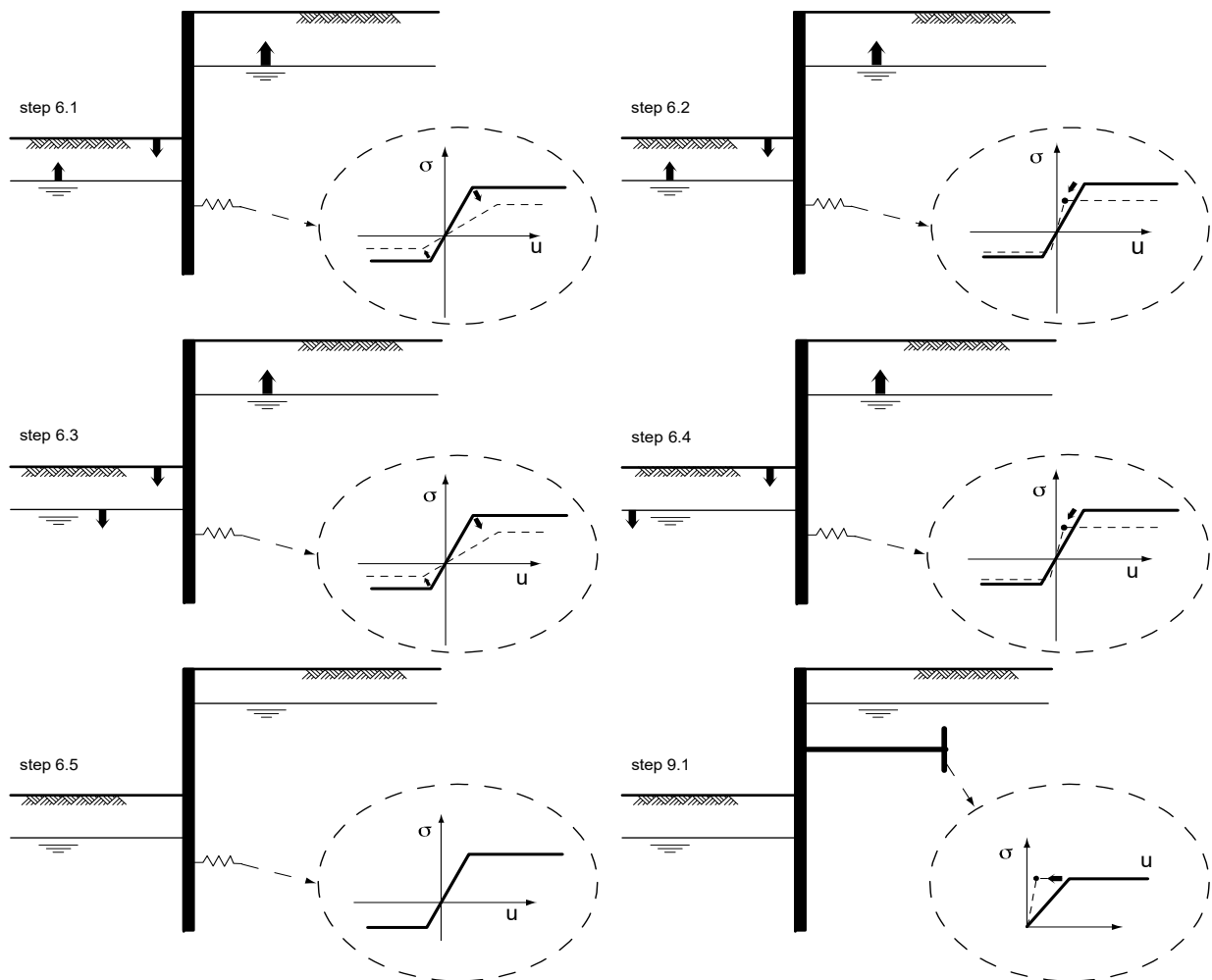
Stage name	Stability factor [-]
Eindsituatie	1.75

2.3 Warnings

* Vertical stability

The vertical balance cannot be calculated correctly under combined walls. It is not possible to indicate CPT resistances for both toe levels. The calculation only takes into account the lower toe resistance, the upper toe resistance is neglected.

2.4 CUR Verification Steps



3 Input Data for all Stages

3.1 General Input Data

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

Model	Sheet piling
Check vertical balance	Yes
Number of construction stages	1
Unit weight of water	10.00 kN/m ³
Number of curves for spring characteristics	3
Unloading curve on spring characteristic	No
Elastic calculation	Yes

3.2 Sheet Piling Properties

Length	3.00 m
Level top side	-1.00 m
Number of sections	2
q _b ;max	4.00 MPa
Xi factor	1.25

3.2.1 General properties

Section name	From [m]	To [m]	Material type	Acting width [m]
Paal 120 mm R...	-2.00	-1.00	Wood	0.50
Paal 120 mm R...	-4.00	-2.00	Wood	0.12

3.2.2 Stiffness EI (elastic behaviour)

Section name	Elastic stiffness EI [kNm ² /m']	Red. factor on EI [-]	Corrected elas. stiffness EI [kNm ²]	Note to reduction factor
Paal 120 mm R...	1.7646E+02	1.00	8.8228E+01	
Paal 120 mm R...	7.1750E+02	1.00	8.6100E+01	

3.2.3 Maximum allowable moments

Section name	Mr;char;el [kNm/m']	Modification factor [-]	Material factor [-]	Red. factor allow. moment [-]	Mr;d;el [kNm]
Paal 120 mm R...	3.81	1.00	1.00	1.00	1.91
Paal 120 mm R...	13.33	1.00	1.00	1.00	1.60

3.2.4 Properties for vertical balance

Section name	From [m]	To [m]	Height [mm]	Coating area [m ² /m ² wall]	Section area [cm ² /m']
Paal 120 mm R...	-2.00	-1.00	400.00	1.35	85.00
Paal 120 mm R...	-4.00	-2.00	400.00	1.35	20.40

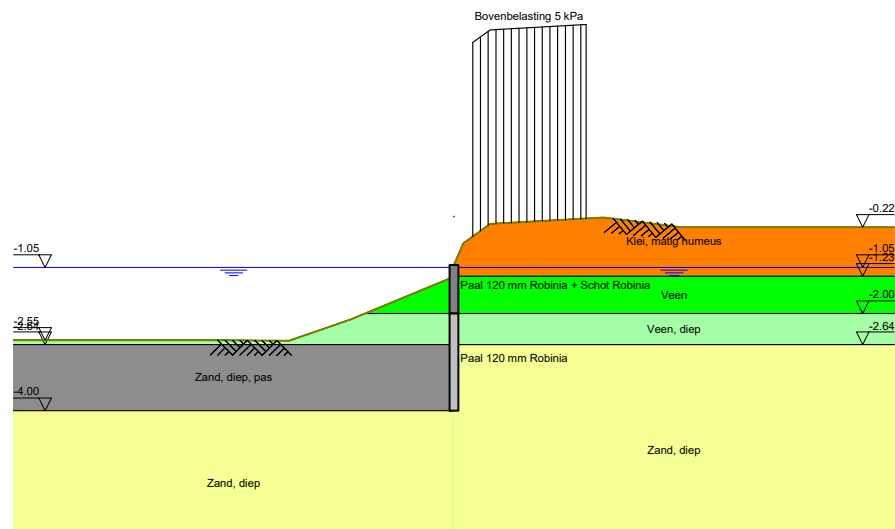
3.3 Calculation Options

First stage represents initial situation	No
Calculation refinement	Coarse
Reduce delta(s) according to CUR	Yes
Verification	EC7 NA NL - method A: Partial factors (design values) in all stages Eurocode 7 using the factors as described in the National Annex of the Netherlands. It is basically design approach III.

Used partial factor set	RC 1
Factors on loads	
- Permanent load, unfavourable	1.00
- Permanent load, favourable	1.00
- Variable load, unfavourable	1.00
- Variable load, favourable	0.00
Factors on representative values	
- Partial factor on M, D and Pmax	1.20
Material factors	
- Cohesion	1.00 User defined
- Tangent phi	1.15
- Delta (wall friction angle)	1.15
- Modulus of low representative subgrade reaction	1.30
Geometry modification	
- Increase retaining height	10.00 %
- Maximum increase retaining height	0.50 m
- Reduction in phreatic line on passive side	0.20 m
- Raise in phreatic line on passive side	0.20 m
- Raise in phreatic line on active side	0.05 m
Overall stability factors	
- Cohesion	1.00 User defined
- Tangent phi	1.15 User defined
- Factor on unit weight soil	1.00
Vertical balance factors	
- Partial factor base resistance (gamma_b)	1.20

4 Outline Stage 1: Eindsituatie

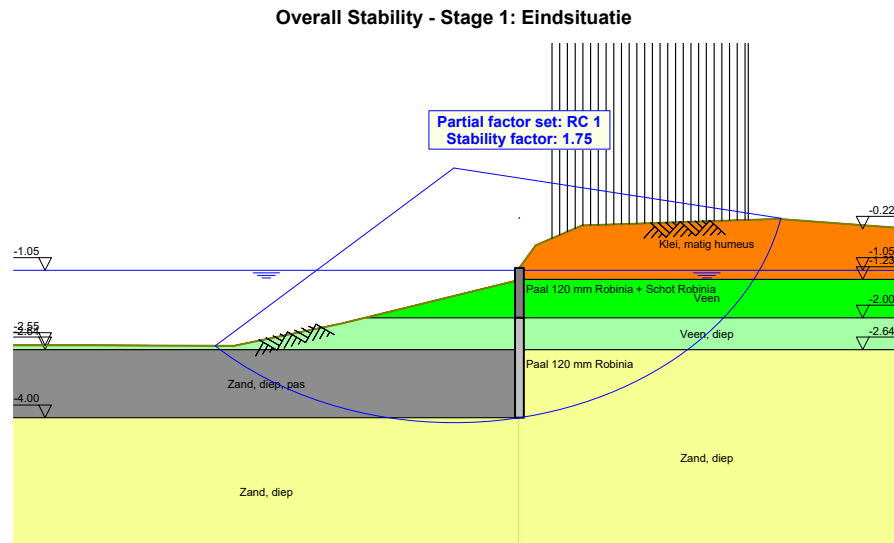
Outline - Stage 1: Eindsituatie



5 Overall Stability Stage 1: Eindsituatie

Stability factor : 1.75

5.1 Overall Stability



6 Step 6.3 Stage 1: Eindsituatie

6.1 Input Data Left

6.1.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

6.1.2 Water Level

Water level: -1.25 [m]

6.1.3 Surface

X [m]	Y [m]
0.00	-1.36
0.03	-1.41
2.73	-2.28
4.36	-2.72
6.58	-2.71

6.1.4 Soil Material Properties in Profile: Bodemprofiel III , pas

Layer name	Level [m]	Unit weight		Cohesion [kN/m ²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle [°]
		Unsat [kN/m ³]	Sat. [kN/m ³]			
Klei, matig hum...	0.20	18.00	18.00	4.17	19.81	13.21
Veen	-1.23	10.80	10.80	3.70	13.12	0.00
Veen, diep	-2.00	10.80	10.80	3.70	13.12	0.00
Zand, diep, pas	-2.64	18.00	20.00	0.00	26.66	4.44
Zand, diep	-4.00	18.00	20.00	0.00	26.66	19.19
Klei, matig hum...	-7.00	18.00	18.00	4.17	19.81	13.21

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
Klei, matig hum...	0.20	1.00	1.00	Fine
Veen	-1.23	1.00	1.00	Fine
Veen, diep	-2.00	1.25	1.00	Fine
Zand, diep, pas	-2.64	2.50	1.00	Fine
Zand, diep	-4.00	2.50	1.00	Fine
Klei, matig hum...	-7.00	1.00	1.00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m ²]	Bottom [kN/m ²]
Klei, matig hum...	0.20	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Veen	-1.23	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Veen, diep	-2.00	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Zand, diep, pas	-2.64	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Zand, diep	-4.00	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Klei, matig hum...	-7.00	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00

6.1.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]	Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]
Klei, matig hum...	0.20	3076.92	3076.92	1538.46	1538.46
Veen	-1.23	769.23	769.23	384.62	384.62
Veen, diep	-2.00	961.54	961.54	480.77	480.77
Zand, diep, pas	-2.64	30769.23	30769.23	15384.62	15384.62
Zand, diep	-4.00	30769.23	30769.23	15384.62	15384.62
Klei, matig hum...	-7.00	3076.92	3076.92	1538.46	1538.46

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
Klei, matig hum...	0.20	615.38	615.38
Veen	-1.23	192.31	192.31
Veen, diep	-2.00	240.38	240.38
Zand, diep, pas	-2.64	7692.31	7692.31
Zand, diep	-4.00	7692.31	7692.31
Klei, matig hum...	-7.00	615.38	615.38

6.2 Calculated Earth Pressure Coefficients Left

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m²]	Passive [kN/m²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
1	-1.42	0.0	4.4	0.00	0.00	262.21
2	-1.55	0.0	6.5	0.00	0.00	69.04
3	-1.68	0.0	6.6	0.00	0.00	37.68
4	-1.81	0.0	0.4	0.00	0.00	1.68
5	-1.94	0.0	0.4	0.00	0.11	1.27
6	-2.06	0.0	0.4	0.00	0.21	1.28
7	-2.19	0.0	0.4	0.00	0.29	1.07
8	-2.32	0.0	0.4	0.00	0.35	0.92
9	-2.45	0.0	0.4	0.00	0.40	0.81
10	-2.58	0.0	0.4	0.00	0.44	0.72
11	-2.71	0.0	0.4	0.00	0.30	0.74
12	-2.84	0.0	14.2	0.00	0.44	12.75
13	-2.98	0.0	16.4	0.00	0.48	9.90
14	-3.12	0.0	18.6	0.00	0.50	8.51
15	-3.25	0.0	21.0	0.00	0.51	7.72
16	-3.39	0.0	23.6	0.00	0.52	7.24
17	-3.52	0.0	26.3	0.00	0.52	6.94
18	-3.66	0.0	29.2	0.00	0.53	6.75
19	-3.80	0.0	32.0	0.00	0.53	6.59
20	-3.93	0.0	35.9	0.00	0.53	6.65

6.3 Calculated force from a layer Left

Name	Force
Klei, matig humeus	0.00
Veen	2.46
Veen, diep	0.34
Zand, diep, pas	46.17
Zand, diep	0.00
Klei, matig humeus	0.00

6.4 Input Data Right

6.4.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

6.4.2 Water Level

Water level: -1.00 [m]

6.4.3 Surface

X [m]	Y [m]
0.00	-1.00
0.25	-0.55
0.96	-0.15
3.96	-0.02
6.03	-0.22

6.4.4 Soil Material Properties in Profile: Bodemprofiel III

Layer name	Level [m]	Unit weight		Cohesion [kN/m ²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle [°]
		Unsat [kN/m ³]	Sat. [kN/m ³]			
Klei, matig hum...	0.20	18.00	18.00	4.17	19.81	13.21
Veen	-1.23	10.80	10.80	3.70	13.12	0.00
Veen, diep	-2.00	10.80	10.80	3.70	13.12	0.00
Zand, diep	-2.64	18.00	20.00	0.00	26.66	19.19
Klei, matig hum...	-7.00	18.00	18.00	4.17	19.81	13.21

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
Klei, matig hum...	0.20	1.00	1.00	Fine
Veen	-1.23	1.00	1.00	Fine
Veen, diep	-2.00	1.25	1.00	Fine
Zand, diep	-2.64	2.50	1.00	Fine
Klei, matig hum...	-7.00	1.00	1.00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m ²]	Bottom [kN/m ²]
Klei, matig hum...	0.20	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Veen	-1.23	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Veen, diep	-2.00	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Zand, diep	-2.64	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Klei, matig hum...	-7.00	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00

6.4.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]	Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]
Klei, matig hum...	0.20	3076.92	3076.92	1538.46	1538.46
Veen	-1.23	769.23	769.23	384.62	384.62
Veen, diep	-2.00	961.54	961.54	480.77	480.77
Zand, diep	-2.64	30769.23	30769.23	15384.62	15384.62
Klei, matig hum...	-7.00	3076.92	3076.92	1538.46	1538.46

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]
Klei, matig hum...	0.20	615.38	615.38
Veen	-1.23	192.31	192.31
Veen, diep	-2.00	240.38	240.38
Zand, diep	-2.64	7692.31	7692.31
Klei, matig hum...	-7.00	615.38	615.38

6.4.6 Surcharge Loads

Name	Distance [m]	Load [kN/m ²]	Favourable / Unfavourable	Permanent / Variable
Bovenbelasting 5 kPa	0.50	5.00	Unfavourable (D-Sheet Piling)	Permanent
	3.50	5.00		

6.5 Calculated Earth Pressure Coefficients Right

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m ²]	Passive [kN/m ²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
1	-1.02	0.0	711.8	0.00	2.10	261.88
2	-1.13	0.0	85.3	0.00	1.85	15.22
3	-1.22	0.0	86.4	0.00	1.52	10.86
4	-1.24	0.0	75.7	0.00	1.48	8.93
5	-1.30	0.0	71.6	0.00	1.37	7.59
6	-1.42	0.0	65.8	0.00	1.21	6.02

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m ²]	Passive [kN/m ²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
7	-1.55	0.0	59.9	0.00	1.07	4.89
8	-1.68	0.0	54.9	0.00	0.97	4.11
9	-1.81	7.3	53.0	0.51	0.89	3.71
10	-1.94	7.8	49.7	0.51	0.83	3.29
11	-2.06	8.1	35.8	0.41	0.78	2.84
12	-2.19	8.5	34.3	0.41	0.73	2.62
13	-2.32	8.7	32.7	0.41	0.69	2.41
14	-2.45	8.8	30.8	0.40	0.66	2.21
15	-2.58	8.9	30.5	0.40	0.63	2.14
16	-2.71	13.6	49.1	0.29	0.72	6.51
17	-2.84	12.7	79.2	0.25	0.62	9.67
18	-2.98	12.4	106.5	0.22	0.56	12.07
19	-3.12	12.5	119.7	0.21	0.53	12.67
20	-3.25	11.1	126.8	0.18	0.51	12.62
21	-3.39	11.2	134.1	0.17	0.50	12.59
22	-3.52	11.4	141.5	0.16	0.49	12.58
23	-3.66	11.5	149.0	0.16	0.49	12.59
24	-3.80	11.7	156.2	0.15	0.48	12.58
25	-3.93	12.2	162.9	0.15	0.48	12.54

6.6 Calculated force from a layer Right

Name	Force
Klei, matig humeus	0.00
Veen	1.93
Veen, diep	4.40
Zand, diep	30.25
Klei, matig humeus	0.00

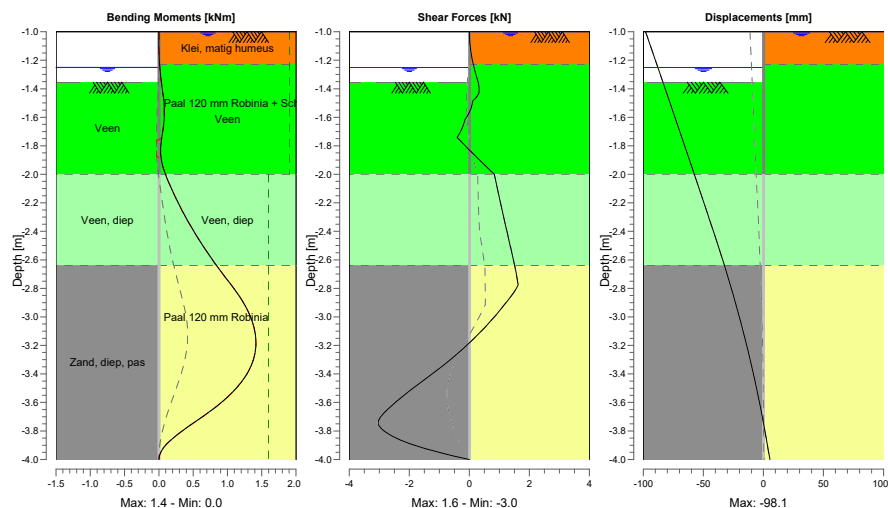
6.7 Calculation Results

Number of iterations: 8

6.7.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 1: Eindsituatie

Step 6.3 - Partial factor set: RC 1

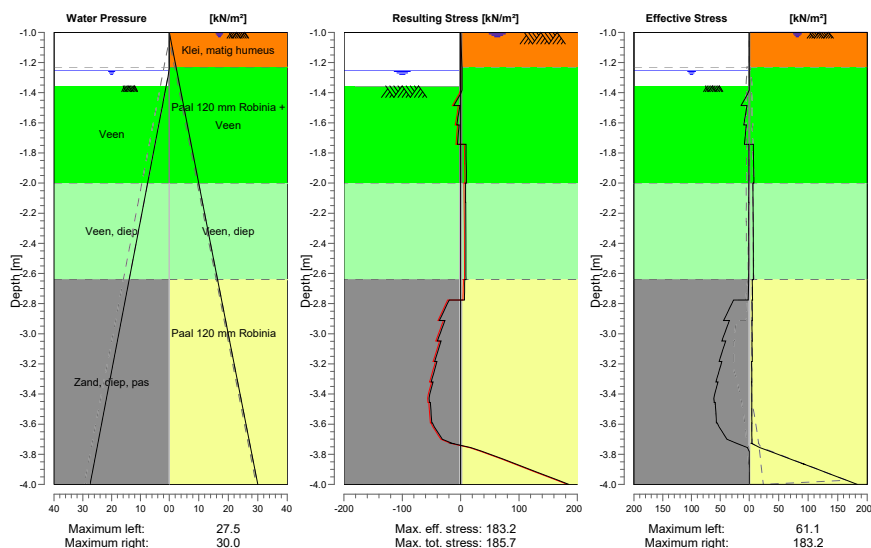


6.7.2 Moments, Forces and Displacements

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	-1.00	0.00	0.00	-98.1
1	-1.05	0.00	0.01	-96.1
2	-1.05	0.00	0.01	-96.1
2	-1.20	0.01	0.10	-90.0
3	-1.20	0.01	0.10	-90.0
3	-1.23	0.01	0.13	-88.8
4	-1.23	0.01	0.13	-88.8
4	-1.25	0.01	0.16	-88.0
5	-1.25	0.01	0.16	-88.0
5	-1.36	0.04	0.29	-83.7
6	-1.36	0.04	0.29	-83.7
6	-1.48	0.07	0.11	-78.4
7	-1.48	0.07	0.11	-78.4
7	-1.61	0.08	-0.14	-73.2
8	-1.61	0.08	-0.14	-73.2
8	-1.74	0.04	-0.40	-68.0
9	-1.74	0.04	-0.40	-68.0
9	-1.87	0.03	0.20	-62.8
10	-1.87	0.03	0.20	-62.8
10	-2.00	0.09	0.83	-57.6
11	-2.00	0.09	0.83	-57.6
11	-2.13	0.21	0.96	-52.5
12	-2.13	0.21	0.96	-52.5
12	-2.26	0.34	1.10	-47.4
13	-2.26	0.34	1.10	-47.4
13	-2.38	0.49	1.23	-42.3
14	-2.38	0.49	1.23	-42.3
14	-2.51	0.66	1.37	-37.4
15	-2.51	0.66	1.37	-37.4
15	-2.64	0.84	1.51	-32.6
16	-2.64	0.84	1.51	-32.6
16	-2.78	1.05	1.62	-27.6
17	-2.78	1.05	1.62	-27.6
17	-2.91	1.25	1.17	-22.9
18	-2.91	1.25	1.17	-22.9
18	-3.05	1.37	0.62	-18.5
19	-3.05	1.37	0.62	-18.5
19	-3.18	1.41	-0.02	-14.3
20	-3.18	1.41	-0.02	-14.3
20	-3.32	1.36	-0.76	-10.5
21	-3.32	1.36	-0.76	-10.5
21	-3.46	1.20	-1.60	-6.9
22	-3.46	1.20	-1.60	-6.9
22	-3.59	0.93	-2.43	-3.6
23	-3.59	0.93	-2.43	-3.6
23	-3.73	0.55	-3.03	-0.5
24	-3.73	0.55	-3.04	-0.5
24	-3.86	0.17	-2.29	2.5
25	-3.86	0.17	-2.29	2.5
25	-4.00	0.00	0.00	5.4
Max		1.41	-3.04	-98.1
Max, minor nodes incl.		1.41	-3.04	-98.1

6.7.3 Charts of Stresses

Stress States - Stage 1: Eindsituatie



6.7.4 Stresses

Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob* [%]	Effective stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob* [%]
1	-1.00	0.00	0.00	-		0.00	0.00	A	
1	-1.05	0.00	0.00	-		0.00	0.50	A	
2	-1.05	0.00	0.00	-		0.00	0.50	A	
2	-1.20	0.00	0.00	-		0.00	2.00	A	
3	-1.20	0.00	0.00	-		0.00	2.00	A	
3	-1.23	0.00	0.00	-		0.00	2.30	A	
4	-1.23	0.00	0.00	-		0.00	2.30	A	
4	-1.25	0.00	0.00	-		0.00	2.50	A	
5	-1.25	0.00	0.00	-		0.00	2.50	A	
5	-1.36	0.00	1.06	-		0.00	3.56	A	
6	-1.36	0.00	1.06	P		0.00	3.56	A	
6	-1.48	14.18	2.35	P		0.00	4.85	A	
7	-1.48	3.73	2.35	P		0.00	4.85	A	
7	-1.61	9.24	3.64	P		0.00	6.14	A	
8	-1.61	5.04	3.64	P		0.00	6.14	A	
8	-1.74	8.10	4.92	P		0.00	7.42	A	
9	-1.74	0.36	4.92	P		7.04	7.42	A	
9	-1.87	0.50	6.21	P		7.48	8.71	A	
10	-1.87	0.38	6.21	P		7.56	8.71	A	
10	-2.00	0.48	7.50	P		7.94	10.00	A	
11	-2.00	0.49	7.50	P		6.36	10.00	A	
11	-2.13	0.59	8.78	P		6.62	11.28	A	
12	-2.13	0.49	8.78	P		6.65	11.28	A	
12	-2.26	0.58	10.06	P		6.89	12.56	A	
13	-2.26	0.50	10.06	P		6.82	12.56	A	
13	-2.38	0.57	11.34	P		7.02	13.84	A	
14	-2.38	0.50	11.34	P		6.94	13.84	A	
14	-2.51	0.57	12.62	P		7.12	15.12	A	
15	-2.51	0.51	12.62	P		7.06	15.12	A	
15	-2.64	0.57	13.90	P		7.22	16.40	A	

Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob*	Effective stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob*
16	-2.64	0.58	13.90	P		5.19	16.40	A	
16	-2.78	1.57	15.26	P		5.66	17.76	A	
17	-2.78	27.08	15.26	P		4.89	17.76	A	
17	-2.91	44.14	16.62	P		5.29	19.12	A	
18	-2.91	34.27	16.62	P		4.78	19.12	A	
18	-3.05	47.52	17.98	P		5.13	20.48	A	
19	-3.05	40.83	17.98	P		4.83	20.48	A	
19	-3.18	52.22	19.34	P		5.16	21.84	A	
20	-3.18	47.38	19.34	P		4.32	21.84	A	
20	-3.32	57.71	20.70	P		4.59	23.20	A	
21	-3.32	54.13	20.70	P		4.36	23.20	A	
21	-3.46	60.64	22.06	3	95	4.61	24.56	A	
22	-3.46	58.90	22.06	3	96	4.42	24.56	A	
22	-3.59	56.68	23.42	3	80	4.66	25.92	A	
23	-3.59	55.40	23.42	3	81	4.49	25.92	A	
23	-3.73	21.36	24.78	1	28	4.71	27.28	A	
24	-3.73	21.40	24.78	1	28	4.59	27.28	A	
24	-3.86	0.00	26.14	A		91.92	28.64	1	23
25	-3.86	0.00	26.14	A		91.81	28.64	1	23
25	-4.00	0.00	27.50	A		183.17	30.00	1	44

*

Stat Status (A=active, P=passive, Number is branche, 0 is unloading)
 Mob Percentage passive mobilized

6.7.5 Percentage mobilized resistance

Horizontal soil pressure	Left [kN]	Right [kN]
Effective	6.8	5.1
Water	5.6	7.3
Total	12.4	12.4

Considered as passive side
 Left side is assigned as passive side by user
 Maximum passive effective resistance 10.16 kN
 Mobilized passive effective resistance 6.81 kN
 Percentage mobilized resistance 67.1 %

6.7.6 Vertical Force Balance

Xi factor 1.25
 Partial factor base resistance 1.20
 Maximum point resistance 4.00 [MPa]

Vertical force balance unplugged	Force [kN]
Vertical force active	-1.26
Vertical force passive	0.43
Resulting vertical force (no dead weight)	-0.83
Vertical toe capacity R _{b;d}	5.44
Vertical toe capacity is sufficient (1 <= 5)	

Vertical force balance plugged	Force [kN]
Vertical force active	-1.26
Vertical force passive	0.43
Resulting vertical force (no dead weight)	-0.83
Vertical toe capacity R _{b;d}	128.00
Vertical toe capacity is sufficient (1 <= 128)	

6.7.7 Vertical Force Balance - Contribution per Layer

Left			Right		
Level [m]	Layer name	Contribution [kN]	Level [m]	Layer name	Contribution [kN]
-1.36	Veen	0.00	-1.00	Klei, matig hum...	0.00
-2.00	Veen, diep	0.00	-1.23	Veen	0.00
-2.64	Zand, diep, pas	0.43	-2.00	Veen, diep	0.00
			-2.64	Zand, diep	-1.26

7 Step 6.4 Stage 1: Eindsituatie

7.1 Input Data Left

7.1.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

7.1.2 Water Level

Water level: -1.25 [m]

7.1.3 Surface

X [m]	Y [m]
0.00	-1.36
0.03	-1.41
2.73	-2.28
4.36	-2.72
6.58	-2.71

7.1.4 Soil Material Properties in Profile: Bodemprofiel III , pas

Layer name	Level [m]	Unit weight		Cohesion [kN/m ²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle [°]
		Unsat [kN/m ³]	Sat. [kN/m ³]			
Klei, matig hum...	0.20	18.00	18.00	4.17	19.81	13.21
Veen	-1.23	10.80	10.80	3.70	13.12	0.00
Veen, diep	-2.00	10.80	10.80	3.70	13.12	0.00
Zand, diep, pas	-2.64	18.00	20.00	0.00	26.66	4.44
Zand, diep	-4.00	18.00	20.00	0.00	26.66	19.19
Klei, matig hum...	-7.00	18.00	18.00	4.17	19.81	13.21

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
Klei, matig hum...	0.20	1.00	1.00	Fine
Veen	-1.23	1.00	1.00	Fine
Veen, diep	-2.00	1.25	1.00	Fine
Zand, diep, pas	-2.64	2.50	1.00	Fine
Zand, diep	-4.00	2.50	1.00	Fine
Klei, matig hum...	-7.00	1.00	1.00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m ²]	Bottom [kN/m ²]
Klei, matig hum...	0.20	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Veen	-1.23	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Veen, diep	-2.00	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Zand, diep, pas	-2.64	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Zand, diep	-4.00	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Klei, matig hum...	-7.00	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00

7.1.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]	Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]
Klei, matig hum...	0.20	9000.00	9000.00	4500.00	4500.00
Veen	-1.23	2250.00	2250.00	1125.00	1125.00
Veen, diep	-2.00	2812.50	2812.50	1406.25	1406.25
Zand, diep, pas	-2.64	90000.00	90000.00	45000.00	45000.00
Zand, diep	-4.00	90000.00	90000.00	45000.00	45000.00
Klei, matig hum...	-7.00	9000.00	9000.00	4500.00	4500.00

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
Klei, matig hum...	0.20	1800.00	1800.00
Veen	-1.23	562.50	562.50
Veen, diep	-2.00	703.12	703.12
Zand, diep, pas	-2.64	22500.00	22500.00
Zand, diep	-4.00	22500.00	22500.00
Klei, matig hum...	-7.00	1800.00	1800.00

7.2 Calculated Earth Pressure Coefficients Left

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m²]	Passive [kN/m²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
1	-1.42	0.0	4.4	0.00	0.00	262.21
2	-1.55	0.0	6.5	0.00	0.00	69.04
3	-1.68	0.0	6.6	0.00	0.00	37.68
4	-1.81	0.0	0.4	0.00	0.00	1.68
5	-1.94	0.0	0.4	0.00	0.11	1.27
6	-2.06	0.0	0.4	0.00	0.21	1.28
7	-2.19	0.0	0.4	0.00	0.29	1.07
8	-2.32	0.0	0.4	0.00	0.35	0.92
9	-2.45	0.0	0.4	0.00	0.40	0.81
10	-2.58	0.0	0.4	0.00	0.44	0.72
11	-2.71	0.0	0.4	0.00	0.30	0.74
12	-2.84	0.0	14.2	0.00	0.44	12.75
13	-2.98	0.0	16.4	0.00	0.48	9.90
14	-3.12	0.0	18.6	0.00	0.50	8.51
15	-3.25	0.0	21.0	0.00	0.51	7.72
16	-3.39	0.0	23.6	0.00	0.52	7.24
17	-3.52	0.0	26.3	0.00	0.52	6.94
18	-3.66	0.0	29.2	0.00	0.53	6.75
19	-3.80	0.0	32.0	0.00	0.53	6.59
20	-3.93	0.0	35.9	0.00	0.53	6.65

7.3 Calculated force from a layer Left

Name	Force
Klei, matig humeus	0.00
Veen	2.46
Veen, diep	0.34
Zand, diep, pas	46.15
Zand, diep	0.00
Klei, matig humeus	0.00

7.4 Input Data Right

7.4.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

7.4.2 Water Level

Water level: -1.00 [m]

7.4.3 Surface

X [m]	Y [m]
0.00	-1.00
0.25	-0.55
0.96	-0.15
3.96	-0.02
6.03	-0.22

7.4.4 Soil Material Properties in Profile: Bodemprofiel III

Layer name	Level [m]	Unit weight		Cohesion [kN/m ²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle [°]
		Unsat [kN/m ³]	Sat. [kN/m ³]			
Klei, matig hum...	0.20	18.00	18.00	4.17	19.81	13.21
Veen	-1.23	10.80	10.80	3.70	13.12	0.00
Veen, diep	-2.00	10.80	10.80	3.70	13.12	0.00
Zand, diep	-2.64	18.00	20.00	0.00	26.66	19.19
Klei, matig hum...	-7.00	18.00	18.00	4.17	19.81	13.21

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
Klei, matig hum...	0.20	1.00	1.00	Fine
Veen	-1.23	1.00	1.00	Fine
Veen, diep	-2.00	1.25	1.00	Fine
Zand, diep	-2.64	2.50	1.00	Fine
Klei, matig hum...	-7.00	1.00	1.00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m ²]	Bottom [kN/m ²]
Klei, matig hum...	0.20	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Veen	-1.23	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Veen, diep	-2.00	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Zand, diep	-2.64	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Klei, matig hum...	-7.00	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00

7.4.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]	Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]
Klei, matig hum...	0.20	9000.00	9000.00	4500.00	4500.00
Veen	-1.23	2250.00	2250.00	1125.00	1125.00
Veen, diep	-2.00	2812.50	2812.50	1406.25	1406.25
Zand, diep	-2.64	90000.00	90000.00	45000.00	45000.00
Klei, matig hum...	-7.00	9000.00	9000.00	4500.00	4500.00

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]
Klei, matig hum...	0.20	1800.00	1800.00
Veen	-1.23	562.50	562.50
Veen, diep	-2.00	703.12	703.12
Zand, diep	-2.64	22500.00	22500.00
Klei, matig hum...	-7.00	1800.00	1800.00

7.4.6 Surcharge Loads

Name	Distance [m]	Load [kN/m ²]	Favourable / Unfavourable	Permanent / Variable
Bovenbelasting 5 kPa	0.50	5.00	Unfavourable (D-Sheet Piling)	Permanent
	3.50	5.00		

7.5 Calculated Earth Pressure Coefficients Right

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m ²]	Passive [kN/m ²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
1	-1.02	0.0	711.8	0.00	2.10	261.88
2	-1.13	0.0	85.3	0.00	1.85	15.22
3	-1.22	0.0	86.4	0.00	1.52	10.86
4	-1.24	0.0	75.7	0.00	1.48	8.93
5	-1.30	0.0	71.6	0.00	1.37	7.59
6	-1.42	0.0	65.8	0.00	1.21	6.02

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m ²]	Passive [kN/m ²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
7	-1.55	0.0	59.9	0.00	1.07	4.89
8	-1.68	0.0	54.9	0.00	0.97	4.11
9	-1.81	7.3	53.0	0.51	0.89	3.71
10	-1.94	7.8	49.7	0.51	0.83	3.29
11	-2.06	8.1	35.8	0.41	0.78	2.84
12	-2.19	8.5	34.3	0.41	0.73	2.62
13	-2.32	8.7	32.7	0.41	0.69	2.41
14	-2.45	8.8	30.8	0.40	0.66	2.21
15	-2.58	8.9	30.5	0.40	0.63	2.14
16	-2.71	13.6	49.1	0.29	0.72	6.51
17	-2.84	12.7	79.2	0.25	0.62	9.67
18	-2.98	12.4	106.5	0.22	0.56	12.07
19	-3.12	12.5	119.7	0.21	0.53	12.67
20	-3.25	11.1	126.8	0.18	0.51	12.62
21	-3.39	11.2	134.1	0.17	0.50	12.59
22	-3.52	11.4	141.5	0.16	0.49	12.58
23	-3.66	11.5	149.0	0.16	0.49	12.59
24	-3.80	11.7	156.2	0.15	0.48	12.58
25	-3.93	12.2	162.9	0.15	0.48	12.54

7.6 Calculated force from a layer Right

Name	Force
Klei, matig humeus	0.00
Veen	1.93
Veen, diep	4.40
Zand, diep	30.23
Klei, matig humeus	0.00

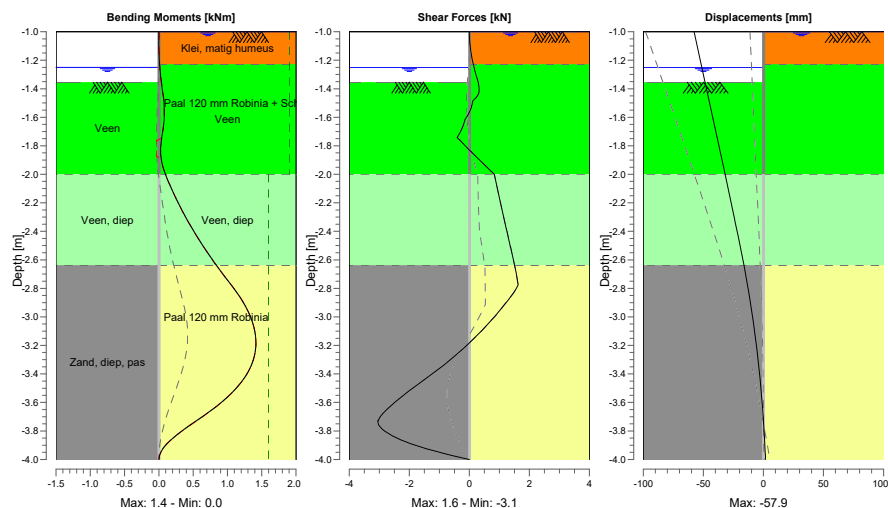
7.7 Calculation Results

Number of iterations: 10

7.7.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 1: Eindsituatie

Step 6.4 - Partial factor set: RC 1

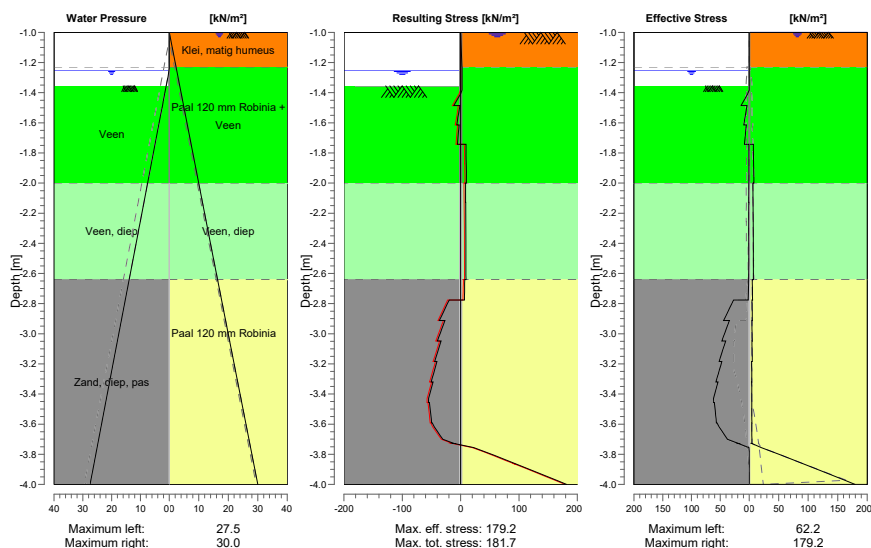


7.7.2 Moments, Forces and Displacements

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	-1.00	0.00	0.00	-57.9
1	-1.05	0.00	0.01	-56.6
2	-1.05	0.00	0.01	-56.6
2	-1.20	0.01	0.10	-52.7
3	-1.20	0.01	0.10	-52.7
3	-1.23	0.01	0.13	-51.9
4	-1.23	0.01	0.13	-51.9
4	-1.25	0.01	0.16	-51.3
5	-1.25	0.01	0.16	-51.3
5	-1.36	0.04	0.29	-48.6
6	-1.36	0.04	0.29	-48.6
6	-1.48	0.07	0.11	-45.2
7	-1.48	0.07	0.11	-45.2
7	-1.61	0.08	-0.14	-41.9
8	-1.61	0.08	-0.14	-41.9
8	-1.74	0.04	-0.40	-38.6
9	-1.74	0.04	-0.40	-38.6
9	-1.87	0.03	0.20	-35.3
10	-1.87	0.03	0.20	-35.3
10	-2.00	0.09	0.83	-32.0
11	-2.00	0.09	0.83	-32.0
11	-2.13	0.21	0.96	-28.7
12	-2.13	0.21	0.96	-28.7
12	-2.26	0.34	1.10	-25.5
13	-2.26	0.34	1.10	-25.5
13	-2.38	0.49	1.23	-22.3
14	-2.38	0.49	1.23	-22.3
14	-2.51	0.66	1.37	-19.2
15	-2.51	0.66	1.37	-19.2
15	-2.64	0.84	1.51	-16.3
16	-2.64	0.84	1.51	-16.3
16	-2.78	1.05	1.62	-13.4
17	-2.78	1.05	1.62	-13.4
17	-2.91	1.25	1.17	-10.6
18	-2.91	1.25	1.17	-10.6
18	-3.05	1.37	0.62	-8.2
19	-3.05	1.37	0.62	-8.2
19	-3.18	1.41	-0.02	-6.0
20	-3.18	1.41	-0.02	-6.0
20	-3.32	1.36	-0.76	-4.1
21	-3.32	1.36	-0.76	-4.1
21	-3.46	1.20	-1.61	-2.6
22	-3.46	1.20	-1.61	-2.6
22	-3.59	0.93	-2.45	-1.3
23	-3.59	0.93	-2.45	-1.3
23	-3.73	0.55	-3.04	-0.1
24	-3.73	0.55	-3.05	-0.1
24	-3.86	0.17	-2.26	0.9
25	-3.86	0.17	-2.26	0.9
25	-4.00	0.00	0.00	1.8
Max		1.41	-3.05	-57.9
Max, minor nodes incl.		1.41	-3.05	-57.9

7.7.3 Charts of Stresses

Stress States - Stage 1: Eindsituatie



7.7.4 Stresses

Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob* [%]	Effective stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob* [%]
1	-1.00	0.00	0.00	-		0.00	0.00	A	
1	-1.05	0.00	0.00	-		0.00	0.50	A	
2	-1.05	0.00	0.00	-		0.00	0.50	A	
2	-1.20	0.00	0.00	-		0.00	2.00	A	
3	-1.20	0.00	0.00	-		0.00	2.00	A	
3	-1.23	0.00	0.00	-		0.00	2.30	A	
4	-1.23	0.00	0.00	-		0.00	2.30	A	
4	-1.25	0.00	0.00	-		0.00	2.50	A	
5	-1.25	0.00	0.00	-		0.00	2.50	A	
5	-1.36	0.00	1.06	-		0.00	3.56	A	
6	-1.36	0.00	1.06	P		0.00	3.56	A	
6	-1.48	14.18	2.35	P		0.00	4.85	A	
7	-1.48	3.73	2.35	P		0.00	4.85	A	
7	-1.61	9.24	3.64	P		0.00	6.14	A	
8	-1.61	5.04	3.64	P		0.00	6.14	A	
8	-1.74	8.10	4.92	P		0.00	7.42	A	
9	-1.74	0.36	4.92	P		7.04	7.42	A	
9	-1.87	0.50	6.21	P		7.48	8.71	A	
10	-1.87	0.38	6.21	P		7.56	8.71	A	
10	-2.00	0.48	7.50	P		7.94	10.00	A	
11	-2.00	0.49	7.50	P		6.36	10.00	A	
11	-2.13	0.59	8.78	P		6.62	11.28	A	
12	-2.13	0.49	8.78	P		6.65	11.28	A	
12	-2.26	0.58	10.06	P		6.89	12.56	A	
13	-2.26	0.50	10.06	P		6.82	12.56	A	
13	-2.38	0.57	11.34	P		7.02	13.84	A	
14	-2.38	0.50	11.34	P		6.94	13.84	A	
14	-2.51	0.57	12.62	P		7.12	15.12	A	
15	-2.51	0.51	12.62	P		7.06	15.12	A	
15	-2.64	0.57	13.90	P		7.22	16.40	A	

Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob*	Effective stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob*
16	-2.64	0.58	13.90	P		5.19	16.40	A	
16	-2.78	1.57	15.26	P		5.66	17.76	A	
17	-2.78	27.08	15.26	P		4.89	17.76	A	
17	-2.91	44.14	16.62	P		5.29	19.12	A	
18	-2.91	34.27	16.62	P		4.78	19.12	A	
18	-3.05	47.52	17.98	P		5.13	20.48	A	
19	-3.05	40.83	17.98	P		4.83	20.48	A	
19	-3.18	52.22	19.34	P		5.16	21.84	A	
20	-3.18	47.38	19.34	P		4.32	21.84	A	
20	-3.32	57.71	20.70	P		4.59	23.20	A	
21	-3.32	54.13	20.70	P		4.36	23.20	A	
21	-3.46	62.22	22.06	3	97	4.61	24.56	A	
22	-3.46	60.48	22.06	3	99	4.42	24.56	A	
22	-3.59	56.88	23.42	3	81	4.66	25.92	A	
23	-3.59	55.60	23.42	3	81	4.49	25.92	A	
23	-3.73	18.86	24.78	1	24	4.71	27.28	A	
24	-3.73	18.90	24.78	1	25	4.59	27.28	A	
24	-3.86	0.00	26.14	A		92.38	28.64	1	23
25	-3.86	0.00	26.14	A		92.27	28.64	1	23
25	-4.00	0.00	27.50	A		179.23	30.00	1	43

*

Stat Status (A=active, P=passive, Number is branche, 0 is unloading)
 Mob Percentage passive mobilized

7.7.5 Percentage mobilized resistance

Horizontal soil pressure	Left [kN]	Right [kN]
Effective	6.8	5.1
Water	5.6	7.3
Total	12.4	12.4

Considered as passive side
 Left side is assigned as passive side by user
 Maximum passive effective resistance 10.16 kN
 Mobilized passive effective resistance 6.81 kN
 Percentage mobilized resistance 67.0 %

7.7.6 Vertical Force Balance

Xi factor 1.25
 Partial factor base resistance 1.20
 Maximum point resistance 4.00 [MPa]

Vertical force balance unplugged	Force [kN]
Vertical force active	-1.26
Vertical force passive	0.43
Resulting vertical force (no dead weight)	-0.83
Vertical toe capacity R _{b;d}	5.44
Vertical toe capacity is sufficient (1 <= 5)	

Vertical force balance plugged	Force [kN]
Vertical force active	-1.26
Vertical force passive	0.43
Resulting vertical force (no dead weight)	-0.83
Vertical toe capacity R _{b;d}	128.00
Vertical toe capacity is sufficient (1 <= 128)	

7.7.7 Vertical Force Balance - Contribution per Layer

Left			Right		
Level [m]	Layer name	Contribution [kN]	Level [m]	Layer name	Contribution [kN]
-1.36	Veen	0.00	-1.00	Klei, matig hum...	0.00
-2.00	Veen, diep	0.00	-1.23	Veen	0.00
-2.64	Zand, diep, pas	0.43	-2.00	Veen, diep	0.00
			-2.64	Zand, diep	-1.26

8 Step 6.5 Stage 1: Eindsituatie

8.1 Input Data Left

8.1.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

8.1.2 Water Level

Water level: -1.05 [m]

8.1.3 Surface

X [m]	Y [m]
0.00	-1.20
0.03	-1.25
2.73	-2.12
4.36	-2.56
6.58	-2.55

8.1.4 Soil Material Properties in Profile: Bodemprofiel III , pas

Layer name	Level [m]	Unit weight		Cohesion [kN/m ²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle [°]
		Unsat [kN/m ³]	Sat. [kN/m ³]			
Klei, matig hum...	0.20	18.00	18.00	4.17	22.50	15.00
Veen	-1.23	10.80	10.80	3.70	15.00	0.00
Veen, diep	-2.00	10.80	10.80	3.70	15.00	0.00
Zand, diep, pas	-2.64	18.00	20.00	0.00	30.00	5.00
Zand, diep	-4.00	18.00	20.00	0.00	30.00	21.60
Klei, matig hum...	-7.00	18.00	18.00	4.17	22.50	15.00

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
Klei, matig hum...	0.20	1.00	1.00	Fine
Veen	-1.23	1.00	1.00	Fine
Veen, diep	-2.00	1.25	1.00	Fine
Zand, diep, pas	-2.64	2.50	1.00	Fine
Zand, diep	-4.00	2.50	1.00	Fine
Klei, matig hum...	-7.00	1.00	1.00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m ²]	Bottom [kN/m ²]
Klei, matig hum...	0.20	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Veen	-1.23	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Veen, diep	-2.00	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Zand, diep, pas	-2.64	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Zand, diep	-4.00	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Klei, matig hum...	-7.00	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00

8.1.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]	Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]
Klei, matig hum...	0.20	4000.00	4000.00	2000.00	2000.00
Veen	-1.23	1000.00	1000.00	500.00	500.00
Veen, diep	-2.00	1250.00	1250.00	625.00	625.00
Zand, diep, pas	-2.64	40000.00	40000.00	20000.00	20000.00
Zand, diep	-4.00	40000.00	40000.00	20000.00	20000.00
Klei, matig hum...	-7.00	4000.00	4000.00	2000.00	2000.00

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
Klei, matig hum...	0.20	800.00	800.00
Veen	-1.23	250.00	250.00
Veen, diep	-2.00	312.50	312.50
Zand, diep, pas	-2.64	10000.00	10000.00
Zand, diep	-4.00	10000.00	10000.00
Klei, matig hum...	-7.00	800.00	800.00

8.2 Calculated Earth Pressure Coefficients Left

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m²]	Passive [kN/m²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
1	-1.22	0.0	2.3	0.00	0.00	0.00
2	-1.29	0.0	5.5	0.00	0.00	94.42
3	-1.42	0.0	6.6	0.00	0.00	54.04
4	-1.55	0.0	6.8	0.00	0.00	33.81
5	-1.68	0.0	6.9	0.00	0.07	24.58
6	-1.81	0.0	7.0	0.00	0.22	19.39
7	-1.94	0.0	7.1	0.00	0.33	16.07
8	-2.06	0.0	7.2	0.00	0.41	17.21
9	-2.19	0.0	7.3	0.00	0.47	15.11
10	-2.32	0.0	7.4	0.00	0.51	13.50
11	-2.45	0.0	1.7	0.00	0.55	2.78
12	-2.58	0.0	1.7	0.00	0.59	2.51
13	-2.71	0.0	1.7	0.00	0.35	2.74
14	-2.84	0.0	1.7	0.00	0.42	1.48
15	-2.98	0.0	12.0	0.00	0.45	7.09
16	-3.12	0.0	18.0	0.00	0.46	8.04
17	-3.25	0.0	22.3	0.00	0.47	8.05
18	-3.39	0.0	26.2	0.00	0.48	7.91
19	-3.52	0.0	28.4	0.00	0.48	7.39
20	-3.66	0.0	33.1	0.00	0.49	7.55
21	-3.80	0.0	37.8	0.00	0.49	7.67
22	-3.93	0.0	42.4	0.00	0.49	7.76

8.3 Calculated force from a layer Left

Name	Force
Klei, matig humeus	0.00
Veen	3.54
Veen, diep	2.42
Zand, diep, pas	16.31
Zand, diep	0.00
Klei, matig humeus	0.00

8.4 Input Data Right

8.4.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

8.4.2 Water Level

Water level: -1.05 [m]

8.4.3 Surface

X [m]	Y [m]
0.00	-1.00
0.25	-0.55
0.96	-0.15
3.96	-0.02
6.03	-0.22

8.4.4 Soil Material Properties in Profile: Bodemprofiel III

Layer name	Level [m]	Unit weight		Cohesion [kN/m ²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle [°]
		Unsat [kN/m ³]	Sat. [kN/m ³]			
Klei, matig hum...	0.20	18.00	18.00	4.17	22.50	15.00
Veen	-1.23	10.80	10.80	3.70	15.00	0.00
Veen, diep	-2.00	10.80	10.80	3.70	15.00	0.00
Zand, diep	-2.64	18.00	20.00	0.00	30.00	21.60
Klei, matig hum...	-7.00	18.00	18.00	4.17	22.50	15.00

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
Klei, matig hum...	0.20	1.00	1.00	Fine
Veen	-1.23	1.00	1.00	Fine
Veen, diep	-2.00	1.25	1.00	Fine
Zand, diep	-2.64	2.50	1.00	Fine
Klei, matig hum...	-7.00	1.00	1.00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m ²]	Bottom [kN/m ²]
Klei, matig hum...	0.20	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Veen	-1.23	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Veen, diep	-2.00	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Zand, diep	-2.64	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Klei, matig hum...	-7.00	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00

8.4.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]	Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]
Klei, matig hum...	0.20	4000.00	4000.00	2000.00	2000.00
Veen	-1.23	1000.00	1000.00	500.00	500.00
Veen, diep	-2.00	1250.00	1250.00	625.00	625.00
Zand, diep	-2.64	40000.00	40000.00	20000.00	20000.00
Klei, matig hum...	-7.00	4000.00	4000.00	2000.00	2000.00

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]
Klei, matig hum...	0.20	800.00	800.00
Veen	-1.23	250.00	250.00
Veen, diep	-2.00	312.50	312.50
Zand, diep	-2.64	10000.00	10000.00
Klei, matig hum...	-7.00	800.00	800.00

8.4.6 Surcharge Loads

Name	Distance [m]	Load [kN/m ²]	Favourable / Unfavourable	Permanent / Variable
Bovenbelasting 5 kPa	0.50	5.00	Unfavourable (D-Sheet Piling)	Permanent
	3.50	5.00		

8.5 Calculated Earth Pressure Coefficients Right

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m ²]	Passive [kN/m ²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
1	-1.02	0.0	876.2	0.00	1.97	295.20
2	-1.13	0.0	101.3	0.00	1.74	16.59
3	-1.22	0.0	103.2	0.00	1.46	12.20
4	-1.29	0.0	84.2	0.00	1.35	8.58
5	-1.42	0.0	75.8	0.00	1.18	6.62
6	-1.55	0.0	65.7	0.00	1.05	5.14
7	-1.68	0.0	61.2	0.00	0.96	4.41
8	-1.81	3.5	42.7	0.24	0.88	2.88
9	-1.94	7.2	37.8	0.46	0.82	2.42
10	-2.06	7.6	35.8	0.37	0.77	2.75
11	-2.19	7.9	33.6	0.37	0.73	2.49
12	-2.32	8.1	31.6	0.37	0.69	2.27
13	-2.45	8.3	32.2	0.37	0.66	2.25
14	-2.58	8.4	33.5	0.37	0.63	2.29
15	-2.71	12.6	70.3	0.26	0.65	9.09
16	-2.84	11.8	117.0	0.22	0.56	13.95
17	-2.98	11.3	153.9	0.20	0.52	17.06
18	-3.12	11.4	168.4	0.19	0.50	17.47
19	-3.25	10.3	177.3	0.16	0.49	17.29
20	-3.39	10.0	186.8	0.15	0.48	17.21
21	-3.52	10.1	196.3	0.14	0.47	17.15
22	-3.66	10.2	205.0	0.14	0.46	17.04
23	-3.80	10.3	213.1	0.13	0.46	16.89
24	-3.93	10.6	200.7	0.13	0.45	15.21

8.6 Calculated force from a layer Right

Name	Force
Klei, matig humeus	0.00
Veen	4.09
Veen, diep	4.38
Zand, diep	12.05
Klei, matig humeus	0.00

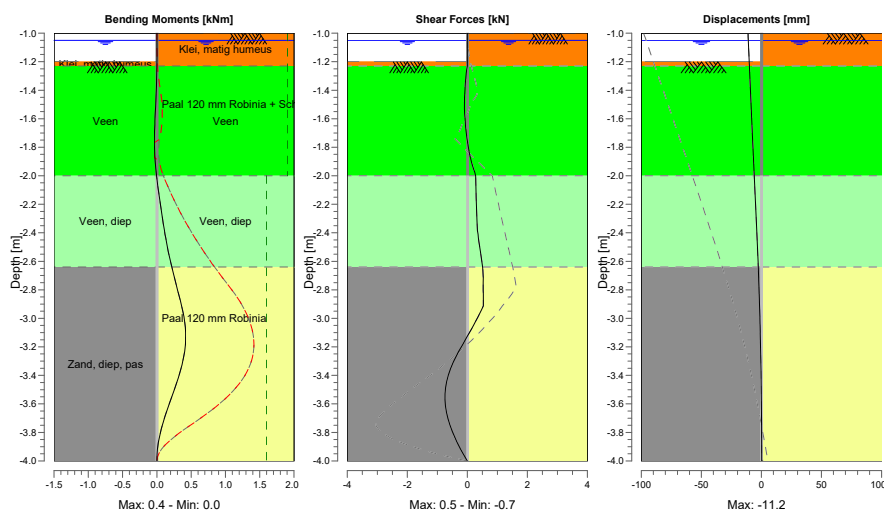
8.7 Calculation Results

Number of iterations: 5

8.7.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 1: Eindsituatie

Step 6.5 - Partial factor set: RC 1



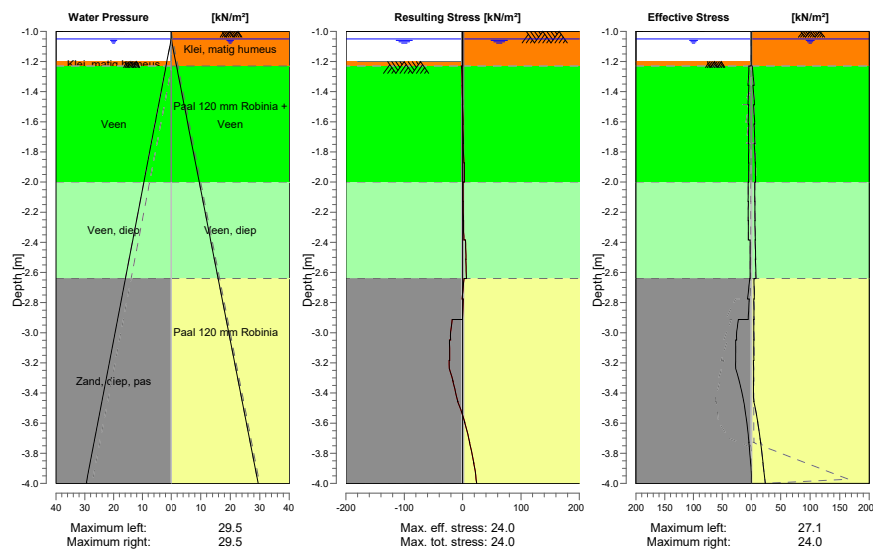
8.7.2 Moments, Forces and Displacements

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	-1.00	0.00	0.00	-11.2
1	-1.05	0.00	0.00	-11.0
2	-1.05	0.00	0.00	-11.0
2	-1.20	0.00	0.00	-10.2
3	-1.20	0.00	0.00	-10.2
3	-1.23	0.00	0.00	-10.0
4	-1.23	0.00	0.00	-10.0
4	-1.36	-0.01	-0.07	-9.4
5	-1.36	-0.01	-0.07	-9.4
5	-1.49	-0.02	-0.10	-8.7
6	-1.49	-0.02	-0.10	-8.7
6	-1.61	-0.03	-0.07	-8.0
7	-1.61	-0.03	-0.07	-8.0
7	-1.74	-0.03	-0.01	-7.4
8	-1.74	-0.03	-0.01	-7.4
8	-1.87	-0.03	0.09	-6.7
9	-1.87	-0.03	0.09	-6.7
9	-2.00	-0.01	0.28	-6.0
10	-2.00	-0.01	0.28	-6.0
10	-2.13	0.03	0.29	-5.3
11	-2.13	0.03	0.29	-5.3
11	-2.26	0.07	0.31	-4.6
12	-2.26	0.07	0.31	-4.6
12	-2.38	0.11	0.34	-4.0
13	-2.38	0.11	0.34	-4.0
13	-2.51	0.16	0.42	-3.3
14	-2.51	0.16	0.42	-3.3
14	-2.64	0.22	0.51	-2.7
15	-2.64	0.22	0.51	-2.7
15	-2.78	0.29	0.52	-2.1
16	-2.78	0.29	0.52	-2.1

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
16	-2.91	0.36	0.53	-1.6
17	-2.91	0.36	0.53	-1.6
17	-3.05	0.41	0.21	-1.1
18	-3.05	0.41	0.21	-1.1
18	-3.18	0.42	-0.16	-0.7
19	-3.18	0.42	-0.16	-0.7
19	-3.32	0.37	-0.50	-0.4
20	-3.32	0.37	-0.50	-0.4
20	-3.46	0.29	-0.70	-0.2
21	-3.46	0.29	-0.70	-0.2
21	-3.59	0.19	-0.74	-0.1
22	-3.59	0.19	-0.74	-0.1
22	-3.73	0.09	-0.61	0.0
23	-3.73	0.09	-0.61	0.0
23	-3.86	0.03	-0.36	0.1
24	-3.86	0.03	-0.36	0.1
24	-4.00	0.00	0.00	0.2
Max		0.42	-0.74	-11.2
Max, minor nodes incl.		0.42	-0.75	-11.2

8.7.3 Charts of Stresses

Stress States - Stage 1: Eindsituatie



8.7.4 Stresses

Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob* [%]	Effective stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob* [%]
1	-1.00	0.00	0.00	-		0.00	0.00	A	
1	-1.05	0.00	0.00	-		0.00	0.00	A	
2	-1.05	0.00	0.00	-		0.00	0.00	A	
2	-1.20	0.00	1.50	-		0.00	1.50	A	
3	-1.20	0.00	1.50	P		0.00	1.50	A	
3	-1.23	0.00	1.80	P		0.00	1.80	A	
4	-1.23	4.12	1.80	3	84	1.84	1.80	1	
4	-1.36	5.55	3.08	2	67	5.01	3.08	1	
5	-1.36	3.93	3.08	3	83	3.22	3.08	1	

Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob*	Effective stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob*
5	-1.49	5.53	4.37	2	64	5.61	4.37	1	
6	-1.49	4.35	4.37	2	80	4.11	4.37	1	
6	-1.61	5.13	5.65	2	63	6.05	5.65	1	
7	-1.61	4.33	5.65	2	74	4.78	5.65	1	
7	-1.74	4.87	6.93	2	62	6.41	6.93	1	
8	-1.74	4.28	6.93	2	69	5.32	6.93	1	
8	-1.87	4.67	8.22	2	60	6.76	8.22	1	
9	-1.87	4.20	8.22	2	65	7.04	8.22	A	
9	-2.00	4.49	9.50	2	58	7.38	9.50	A	
10	-2.00	5.11	9.50	2	62	5.92	9.50	A	
10	-2.13	5.40	10.78	2	56	6.16	10.78	A	
11	-2.13	4.98	10.78	2	58	6.21	10.78	A	
11	-2.26	5.21	12.06	2	53	6.69	12.06	1	
12	-2.26	4.84	12.06	2	56	6.42	12.06	A	
12	-2.38	5.03	13.34	2	51	7.24	13.34	1	
13	-2.38	1.80	13.34	3	89	6.69	13.34	1	
13	-2.51	1.89	14.62	3	84	7.79	14.62	1	
14	-2.51	1.75	14.62	3	86	7.30	14.62	1	
14	-2.64	1.83	15.90	3	81	8.32	15.90	1	
15	-2.64	2.45	15.90	P		4.84	15.90	A	
15	-2.78	6.13	17.26	P		5.26	17.26	A	
16	-2.78	3.30	17.26	P		4.53	17.26	A	
16	-2.91	5.28	18.62	P		4.89	18.62	A	
17	-2.91	22.25	18.62	3	88	4.37	18.62	A	
17	-3.05	25.25	19.98	2	72	4.69	19.98	A	
18	-3.05	26.98	19.98	2	68	4.40	19.98	A	
18	-3.18	26.94	21.34	2	53	4.69	21.34	A	
19	-3.18	26.96	21.34	2	54	4.01	21.34	A	
19	-3.32	20.73	22.70	1	34	4.25	22.70	A	
20	-3.32	20.77	22.70	1	35	3.89	22.70	A	
20	-3.46	12.96	24.06	1	18	4.68	24.06	1	
21	-3.46	12.99	24.06	1	20	4.45	24.06	1	
21	-3.59	7.63	25.42	1	10	11.15	25.42	1	
22	-3.59	7.66	25.42	1	10	10.95	25.42	1	
22	-3.73	3.90	26.78	1		16.04	26.78	1	3
23	-3.73	3.93	26.78	1		15.87	26.78	1	3
23	-3.86	0.99	28.14	1		20.13	28.14	1	4
24	-3.86	1.02	28.14	1		19.98	28.14	1	4
24	-4.00	0.00	29.50	A		23.98	29.50	1	5

*

Stat Status (A=active, P=passive, Number is branche, 0 is unloading)
 Mob Percentage passive mobilized

8.7.5 Percentage mobilized resistance

Horizontal soil pressure	Left [kN]	Right [kN]
Effective	4.0	4.0
Water	6.9	6.9
Total	11.0	11.0

Considered as passive side

Left

Left side is assigned as passive side by user

Maximum passive effective resistance

12.19 kN

Mobilized passive effective resistance

4.02 kN

Percentage mobilized resistance

32.9 %

8.7.6 Vertical Force Balance

Xi factor	1.25
Partial factor base resistance	1.20
Maximum point resistance	4.00 [MPa]

Vertical force balance unplugged	Force [kN]
Vertical force active	-0.57
Vertical force passive	0.17
Resulting vertical force (no dead weight)	-0.40
Vertical toe capacity $R_{b;d}$	5.44
Vertical toe capacity is sufficient ($0 \leq 5$)	

Vertical force balance plugged	Force [kN]
Vertical force active	-0.57
Vertical force passive	0.17
Resulting vertical force (no dead weight)	-0.40
Vertical toe capacity $R_{b;d}$	128.00
Vertical toe capacity is sufficient ($0 \leq 128$)	

8.7.7 Vertical Force Balance - Contribution per Layer

Left			Right		
Level [m]	Layer name	Contribution [kN]	Level [m]	Layer name	Contribution [kN]
-1.20	Klei, matig hum...	0.00	-1.00	Klei, matig hum...	0.00
-1.23	Veen	0.00	-1.23	Veen	0.00
-2.00	Veen, diep	0.00	-2.00	Veen, diep	0.00
-2.64	Zand, diep, pas	0.17	-2.64	Zand, diep	-0.57

End of Report

Bijlage E

Geotechnisch onderzoek t.b.v. waterberging Lettelberterbergboezem nabij Enumatil

Koop en Romeijn Grondmechanica, 15 februari 2019 -
projectnummer 2018-0788A

Natuurnetwerk Zuidelijk Westerkwartier

Eindrapportage grondonderzoek Lettelberterbergboezem



Project Zuidelijk Westerkwartier
Opdrachtgever Prolander

Document Eindrapportage grondonderzoek Lettelberterbergboezem
Status Definitief
Datum 18 februari 2019
Referentie 105629/19-002.680

Projectcode 105629
Projectleider ing. E.S. van der Weide
Projectdirecteur drs. M.J. Schilt

Auteur(s) E.P. Saathof BSc
Gecontroleerd door E.P. Saathof BSc
Goedgekeurd door ing. E.S. van der Weide

Paraaf



Adres Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs B.V. | Deventer
K.R. Poststraat 100-3
Postbus 186
8440 AD Heerenveen
+31 (0)513 64 18 00
www.witteveenbos.com
KvK 38020751

Het kwaliteitsmanagementsysteem van Witteveen+Bos is gecertificeerd op basis van ISO 9001.

© Witteveen+Bos

Niets uit dit document mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt in enige vorm zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Witteveen+Bos noch mag het zonder dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd, behoudens schriftelijk anders overeengekomen. Witteveen+Bos aanvaardt geen aansprakelijkheid voor enigerlei schade die voortvloeit uit of verband houdt met het wijzigen van de inhoud van het door Witteveen+Bos geleverde document.

Geotechnisch onderzoek t.b.v.

**Waterberging Lettelberterbergboezem nabij
Enumatil**

Projectnummer.:2018-0788A



Koops & Romeijn grondmechanica

Samenwerkende, zelfstandige adviseurs voor grondonderzoek, geotechniek en geohydrologie



Geotechnisch onderzoek t.b.v.

Waterberging Lettelberterbergboezem nabij Enumatil

Projectnummer: 2018-0788A

Opdrachtgever: Witteveen+Bos Ingenieurs B.V.
t.a.v. de heer Ing. E.S. van der Weide
Postbus 186
8440 AD Heerenveen

Datum grondonderzoek: 11, 14 en 15 januari en 5 februari 2019

Datum rapportage: 15 februari 2019

Bijlagen:	Situatietekening	
	Sondeergrafieken	DKM401 t/m DKM418
	Magnetometersonderingen	DKMM405, DKMM409, DKMM410 en DKMM412 t/m DKMM414
	Voorboorstaat	VB1 en VB2
	Kernboring	KB1 t/m KB4



Koops & Romeijn grondmechanica

Samenwerkende, zelfstandige adviseurs voor grondonderzoek, geotechniek en geohydrologie

A. Palsma

E-mail: a.palsma@koopsggrondmechanica.nl
Telefoon: 06 - 50 29 84 41

H.J.H. Westerhof

E-mail: h.westerhof@koopsggrondmechanica.nl
Telefoon: 06 - 13 14 22 42

Koops grondmechanica

Postbus 428, 7940 AK Meppel
Telefoon: (0522) 26 00 84
E-mail: info@koopsggrondmechanica.nl
IBAN nr. NL35 RABO 0300 4695 35
KvK Meppel nr. 61574031
BTW nr. NL 8543.96.664.B01
www.koops-grondmechanica.nl

Witteveen+Bos Ingenieurs B.V.
t.a.v. de heer Ing. E.S. van der Weide
Postbus 186
8440 AD Heerenveen



KG-2018-0788A HW/hw Meppel, 15 februari 2019

Betreft: **Waterberging Lettelberterbergboezem nabij Enumatil**

Uw projectnummer:

Geachte heer Van der Weide,

Op 14 december 2018 ontvingen wij van u de opdracht voor het uitvoeren van een geotechnisch onderzoek ten behoeve van bovengenoemd project. In de vorm van dit rapport, doen wij u de resultaten toekomen.

Veldwerkzaamheden.

Het grondonderzoek heeft bestaan uit 18 sonderingen, waarvan de resultaten zijn gepresenteerd op de sondeergrafieken DKM401 t/m DKM418.

De conus- en wrijvingsweerstand, uitgedrukt in mN/m^2 , is hierop uitgezet tegen de diepte in meters ten opzichte van N.A.P.

De sonderingen zijn uitgevoerd met onze standaard sondeerwagen.

De metingen zijn verricht met een gladde elektrische (kleef-)mantelconus met hellingmeter, een en ander conform norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3.

Bij de kleefmantelsondering is naast de conusweerstand eveneens de plaatselijke wrijvingsweerstand geregistreerd. Het op de betreffende sondeergrafieken weergegeven wrijvingsgetal, geeft de verhouding weer tussen de wrijvingsweerstand en de conusweerstand in procenten en is kenmerkend voor de verschillende grondsoorten.

De waterspanning is bij een 4-tal sonderingen gemeten (DKP402, DKP404, DKP406 en DKP408)

De sonderingen in het NGE-verdachte gebied zijn uitgevoerd met de magnetometerconus en onder begeleiding van een EOD'er van ECG. Het betreft DKMM405, DKMM409, DKMM410 en DKMM412 t/m DKMM414. Ter plaatse van DKMM406 heeft alleen een oppervlakedetectie plaatsgevonden.



Koops & Romeijn grondmechanica is de naam waaronder een groep onafhankelijke, zelfstandige en ervaren adviseurs voor grondonderzoek, geotechniek en geohydrologie sinds 1996 samenwerkt. Deze samenwerking beperkt zich uitsluitend tot wederzijdse ondersteuning en kennisuitwisseling binnen de vaktechnische disciplines, zoals voorgaand genoemd. Van onderlinge juridische banden is geen sprake. De adviseurs zijn gevestigd te: **Bemmel - Oegstgeest - Ammerstol - Leek - Meppel - Velp - Wijchen.**

Op al onze werkzaamheden zijn de algemene leveringsvoorwaarden (ALV 2018) van de Vereniging Ondernemers Technisch Bodemonderzoek (V.O.T.B.), zoals gedeponeerd bij de Kamer van Koophandel Midden-Nederland te Utrecht onder nr. 40476246 en de rechtsverhouding opdrachtgever-architect, ingenieurs en adviseur DNR2011 van toepassing.

Als indicatie kunnen voor normaal geconsolideerde grondlagen, onder de grondwaterstand de volgende percentages worden aangehouden;

<u>Wrijvingsgetal in %</u>	<u>Grondsoort</u>
0.3 - 1.2	Zand, grof tot fijn
1.5 - 2.0	Silt
2.5 - 5.0	Klei
> 5.0	Veen

Tussen de verschillende grondsoorten komen overgangsvormen voor waardoor de aangegeven grenzen niet als maatgevend zijn te beschouwen.

In verband met de mogelijke aanwezigheid van kabels en leidingen zijn de sonderingen DKM403 en DKM407 voorgeboord. Het opgeboorde materiaal is in het veld geclassificeerd, samengesteld tot de voorboorstaten VB1 en VB2 en als bijlage aan dit rapport toegevoegd.

Daarnaast zijn er als gevolg van een aanwezige asfaltverharding een 4-tal asfaltkernboringen uitgevoerd. Zie hiervoor de bijlagen van de kernboringen KB1 t/m KB4.

De hoogte en de coördinaten van de onderzoekslocaties zijn bepaald in N.A.P. en RD. De maximale afwijking van de meting van de coördinaten bedraagt 10 cm, de maximale afwijking van de meting van de hoogte bedraagt 5 cm.

Tijdens de uitvoering van het onderzoek zijn tevens de kruin van een nabijgelegen weg (2x) en een waterpeil (2x) ingemeten. De locaties met betreffende N.A.P.-hoogtes zijn aangegeven op de situatietekening.

De ligging van de sondeerlocaties is weergegeven op de bijgaande situatietekening.

De hoogtebepaling van de onderzoekslocaties is uitgevoerd met als doel de bodemopbouw te refereren aan een vaste referentiehoogte. Deze gegevens zijn niet geschikt voor andere doeleinden dan dit onderzoek.

Vertrouwende u hierbij van dienst te zijn geweest, verblijven wij.

met vriendelijke groet,



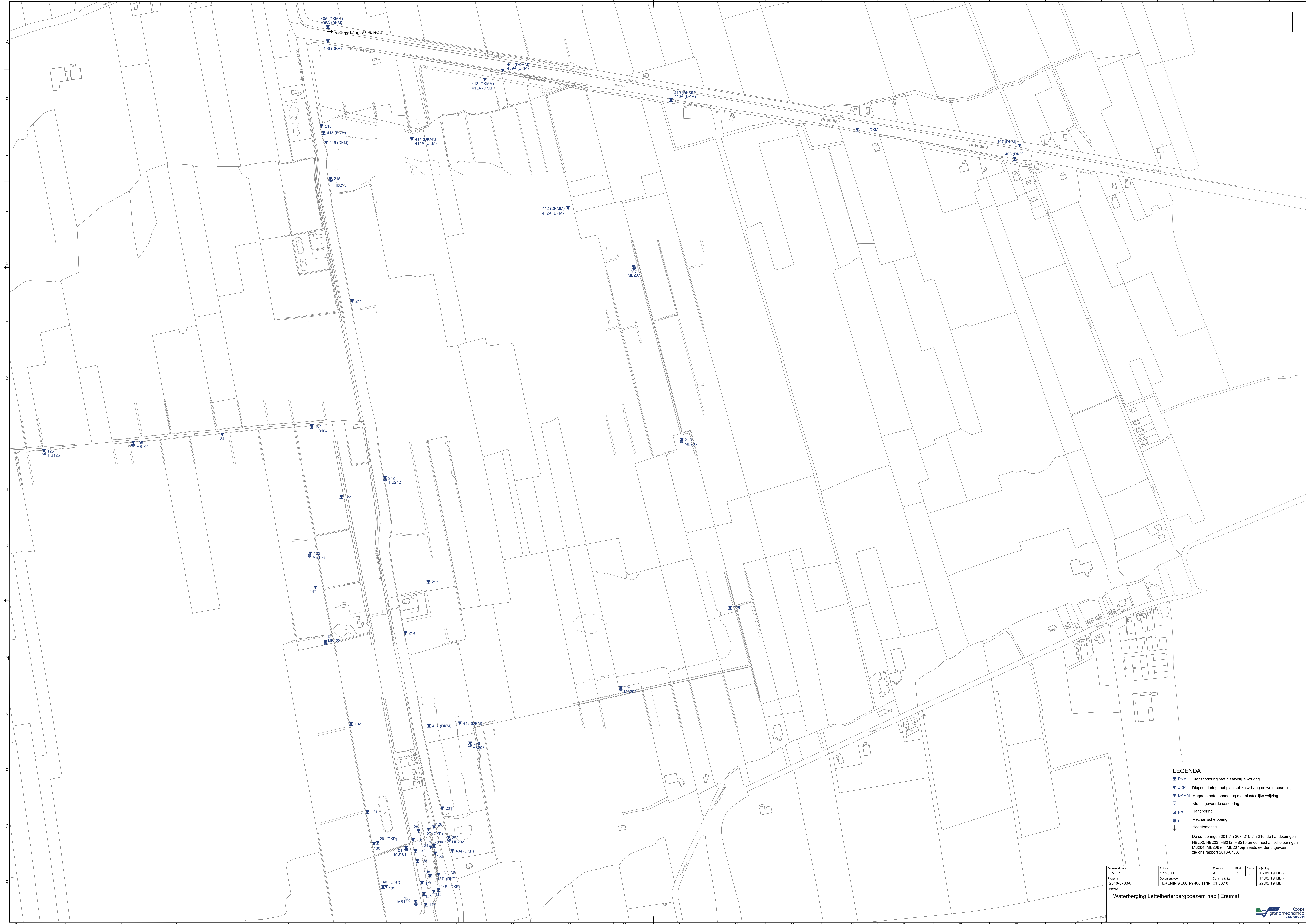
Harry Westerhof

Bijlage:
Situatietekening



Koops & Romeijn grondmechanica

Samenwerkende, zelfstandige adviseurs voor grondonderzoek, geotechniek en geohydrologie



LEGENDA

- ▼ DKM Diepsondering met plaatselijke wrijving
- ▼ DKP Diepsondering met plaatselijke wrijving en waterspanning
- ▼ DKMM Magnetometer sondering met plaatselijke wrijving
- ▽ Niet uitgevoerde sondering
- HB Handboring
- B Mechanische boring
- ⊕ Hoogtemeting

De sonderingen 201 t/m 207, 210 t/m 215, de handboringen HB202, HB203, HB212, HB215 en de mechanische boringen MB204, MB206 en MB207 zijn reeds eerder uitgevoerd, zie ons rapport 2018-0788.

Getekend door	Schaal	Formaat	Blad	Aantal	Wijziging
EVDV	1 : 2500	A1	2	3	16.01.19 MBK
Project	Documenttype	Datum uitgifte			11.02.19 MBK
2019-0788A	TEKENING 200 en 400 serie	01.08.18			27.02.19 MBK
Project					

Waterberging Lettelberterbergboezem nabij Enumatil



Bijlage:
Sondeergrafieken



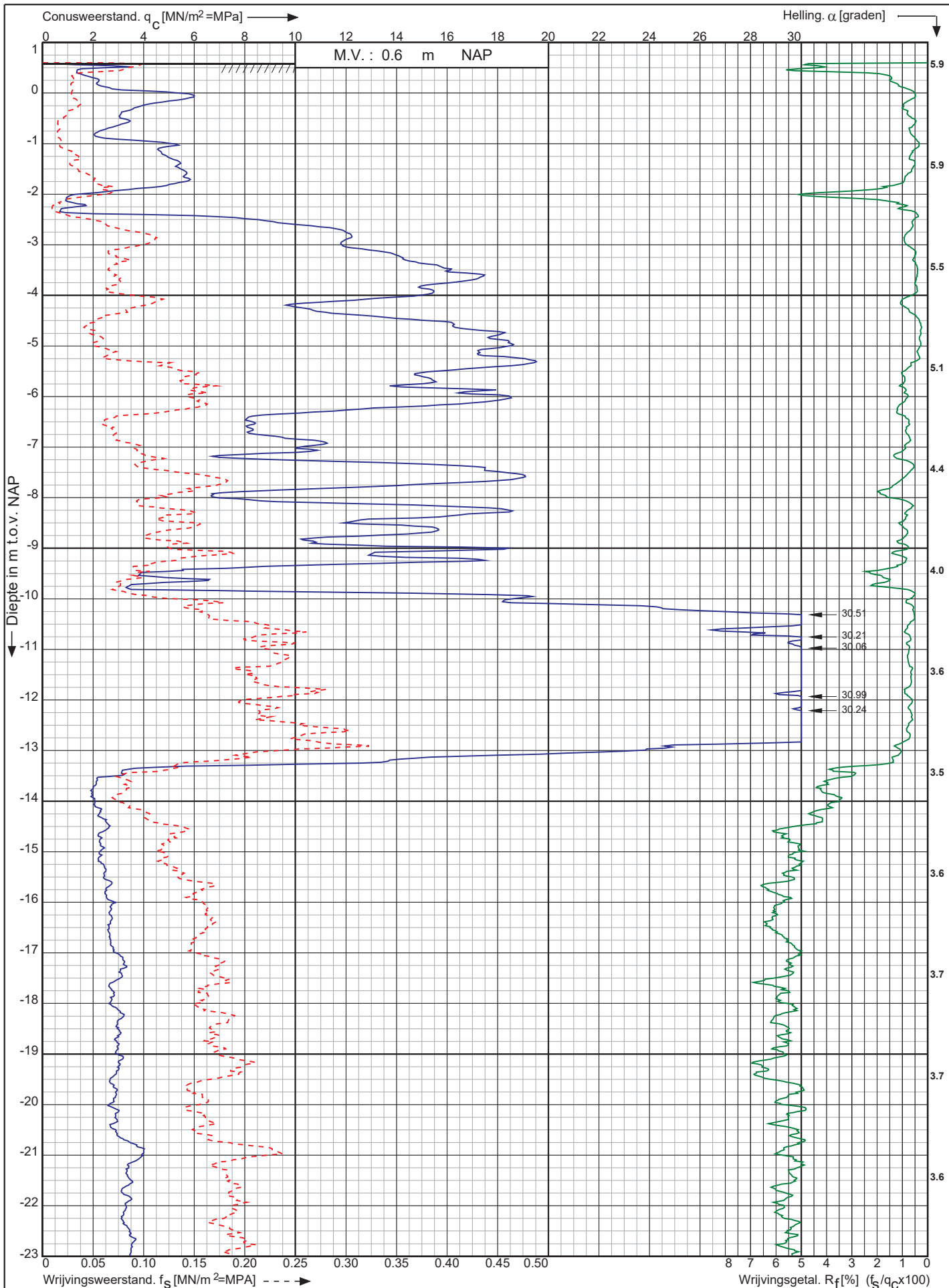
Koops & Romeijn grondmechanica

Samenwerkende, zelfstandige adviseurs voor grondonderzoek, geotechniek en geohydrologie

Conusserienummer: 070062

Conustype: cilindrisch elektrisch P15-CFII-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3



Waterberging Letterberterbergboezem
nabij Enumatil

RD-coördinaten : X = 223704.19 Y = 579158.63

Opdr. nr. : 2018-0788-A

Datum uitg. : 11-1-2019

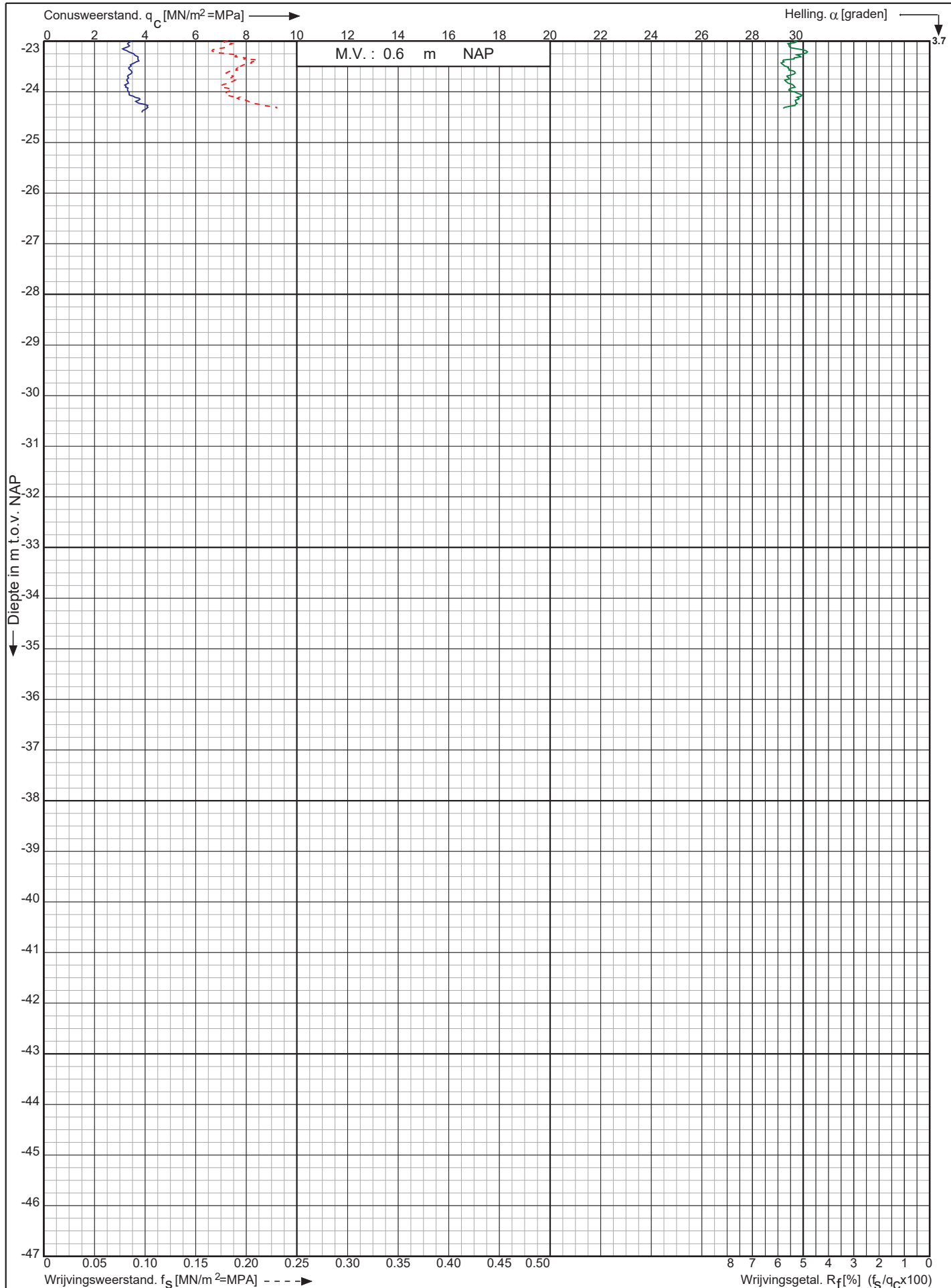
Sond. nr. : 401



Conusserienummer: 070062

Conustype: cilindrisch elektrisch P15-CFII-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3



Waterberging Letterberterbergboezem
nabij Enumatil

RD-coördinaten : X = 223704.19 Y = 579158.63

Opdr. nr. : 2018-0788-A

Datum uitg. : 11-1-2019

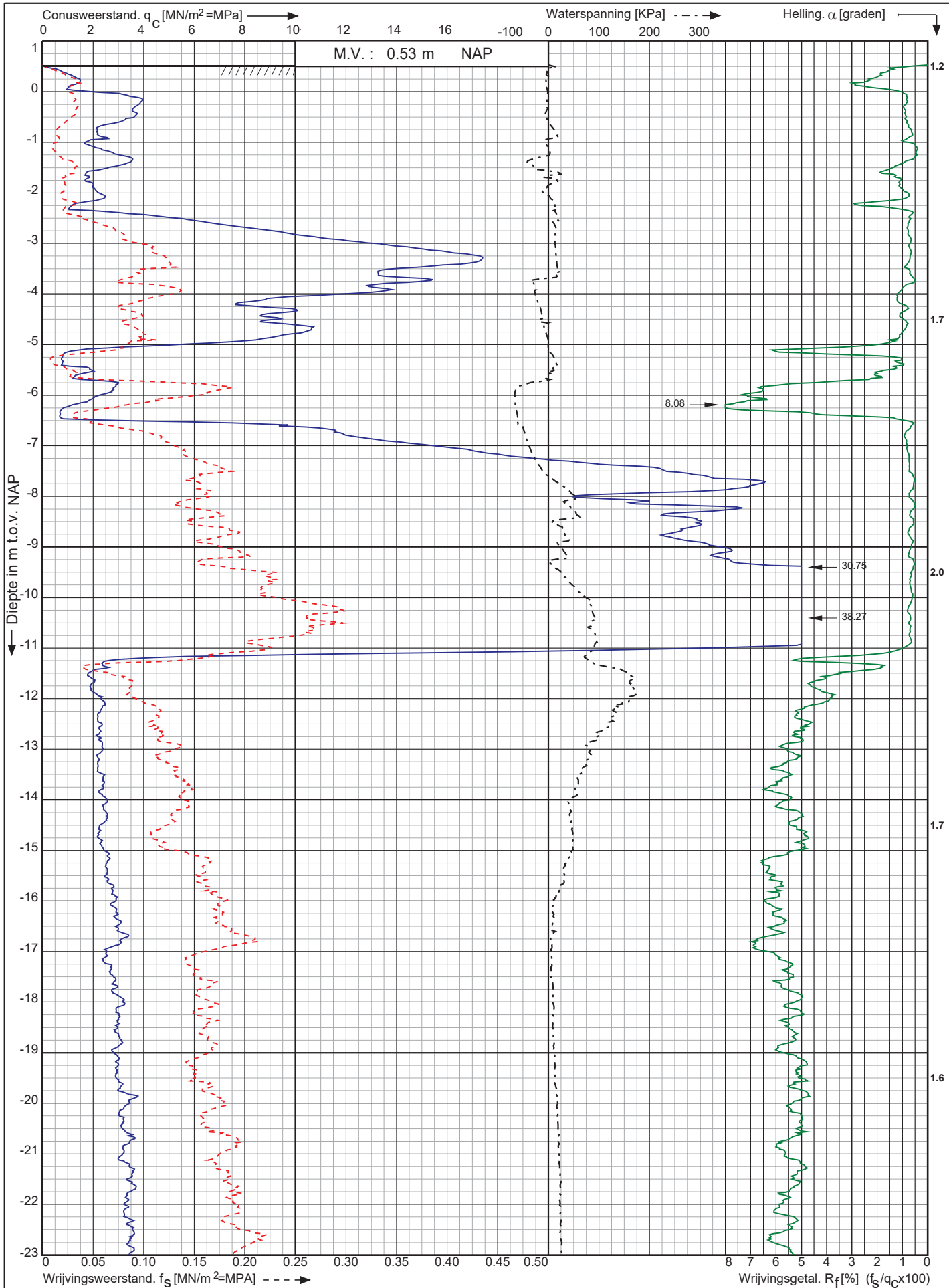
Sond. nr. : 401



Conusserienummer: 070129

Conustype: cilindrisch elektrisch P15-CFIP-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3



Waterberging Letterberterbergboezem
nabij Enumatil

RD-coördinaten : X = 223740.54 Y = 579162.80

Opdr. nr. : 2018-0788-A

Datum uitg. : 11-1-2019

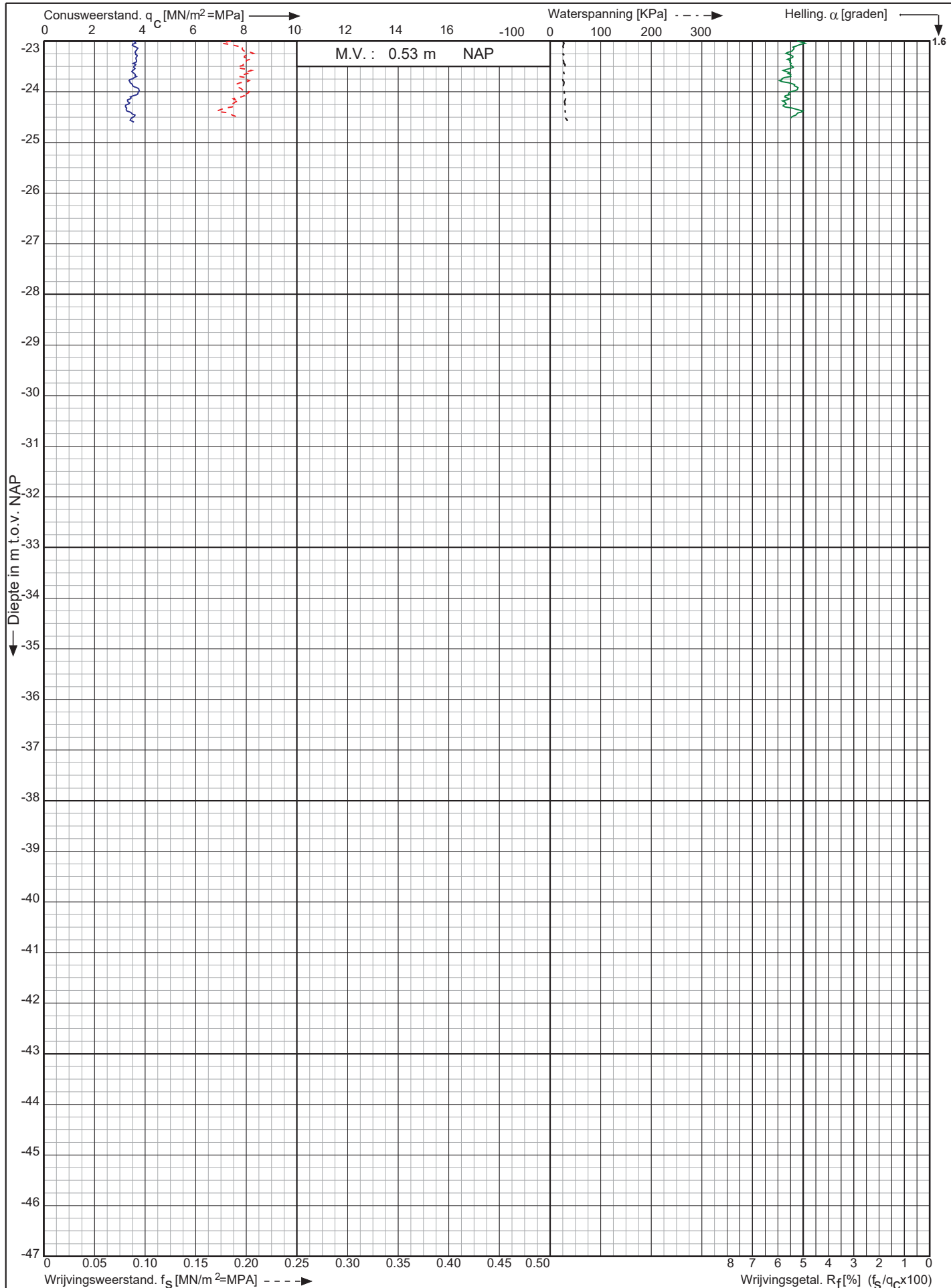
Sond. nr. : 402



Conusserienummer: 070129

Conustype: cilindrisch elektrisch P15-CFIP-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3



Waterberging Letterberterbergboezem
nabij Enumatil

RD-coördinaten : X = 223740.54 Y = 579162.80

Opdr. nr. : 2018-0788-A

Datum uitv. : 11-1-2019

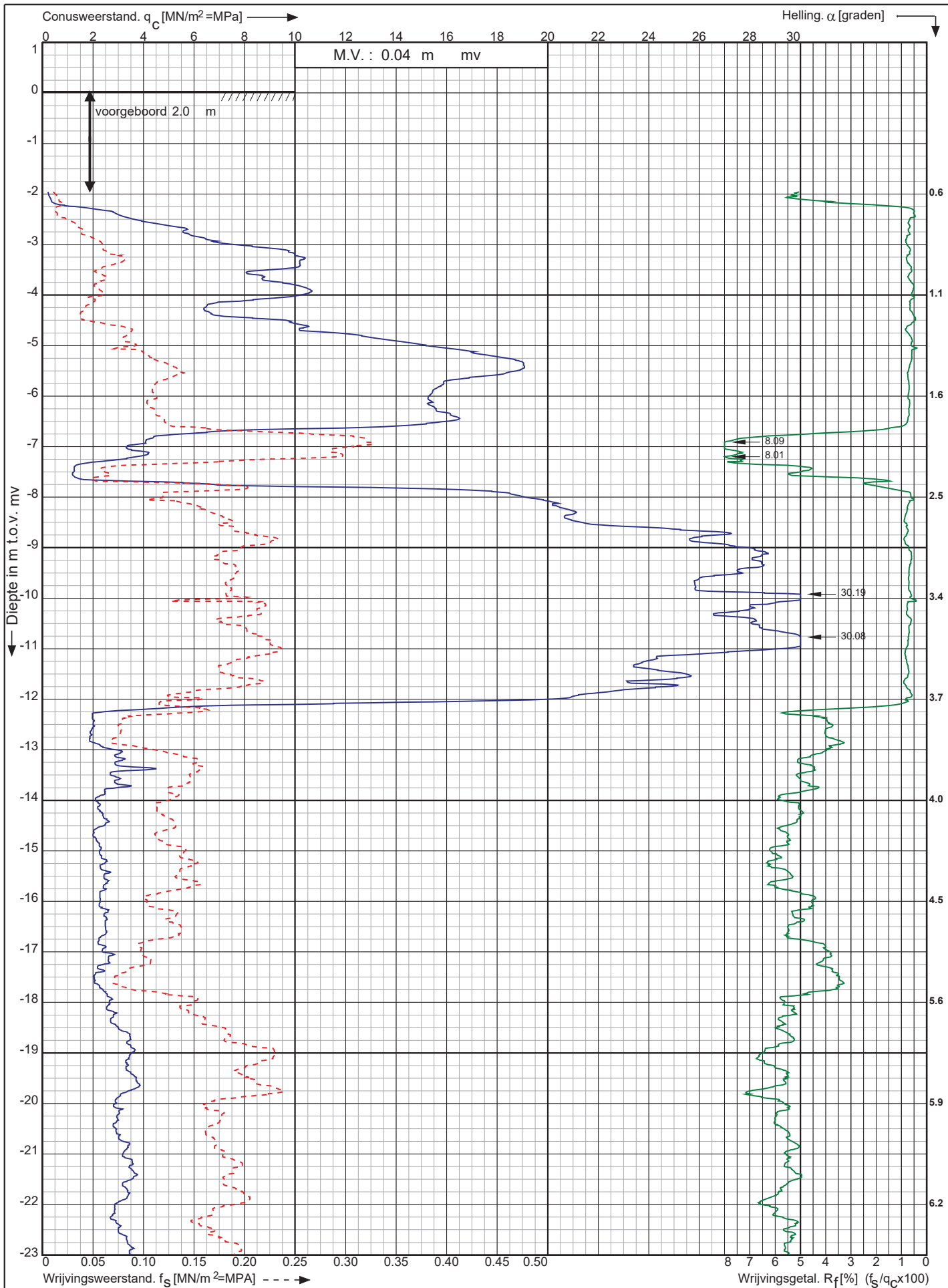
Sond. nr. : 402



Conusserienummer: S16295

Conustype: cilindrisch elektrisch S15CFII

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3



Waterberging Letterberterbergboezem
nabij Enumatil

RD-coördinaten : X = 223661.07 Y = 579390.39

Opdr. nr. : 2018-0788-A

Datum uitv. : 5-2-2019

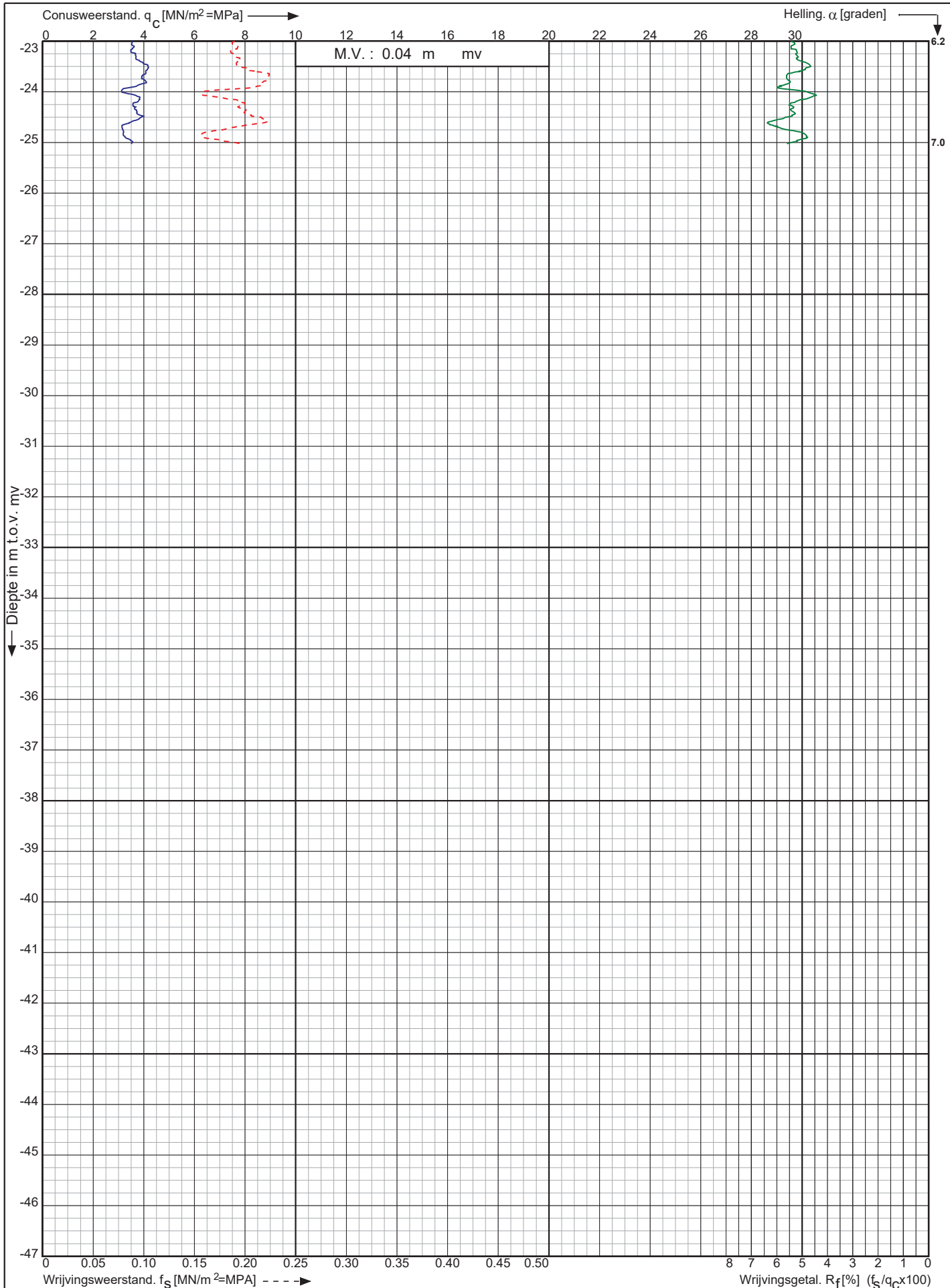
Sond. nr. : 403



Conusserienummer: S16295

Conustype: cilindrisch elektrisch S15CFII

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3



Waterberging Letterberterbergboezem
nabij Enumatil

RD-coördinaten : X = 223661.07 Y = 579390.39

Opdr. nr. : 2018-0788-A

Datum uitg. : 5-2-2019

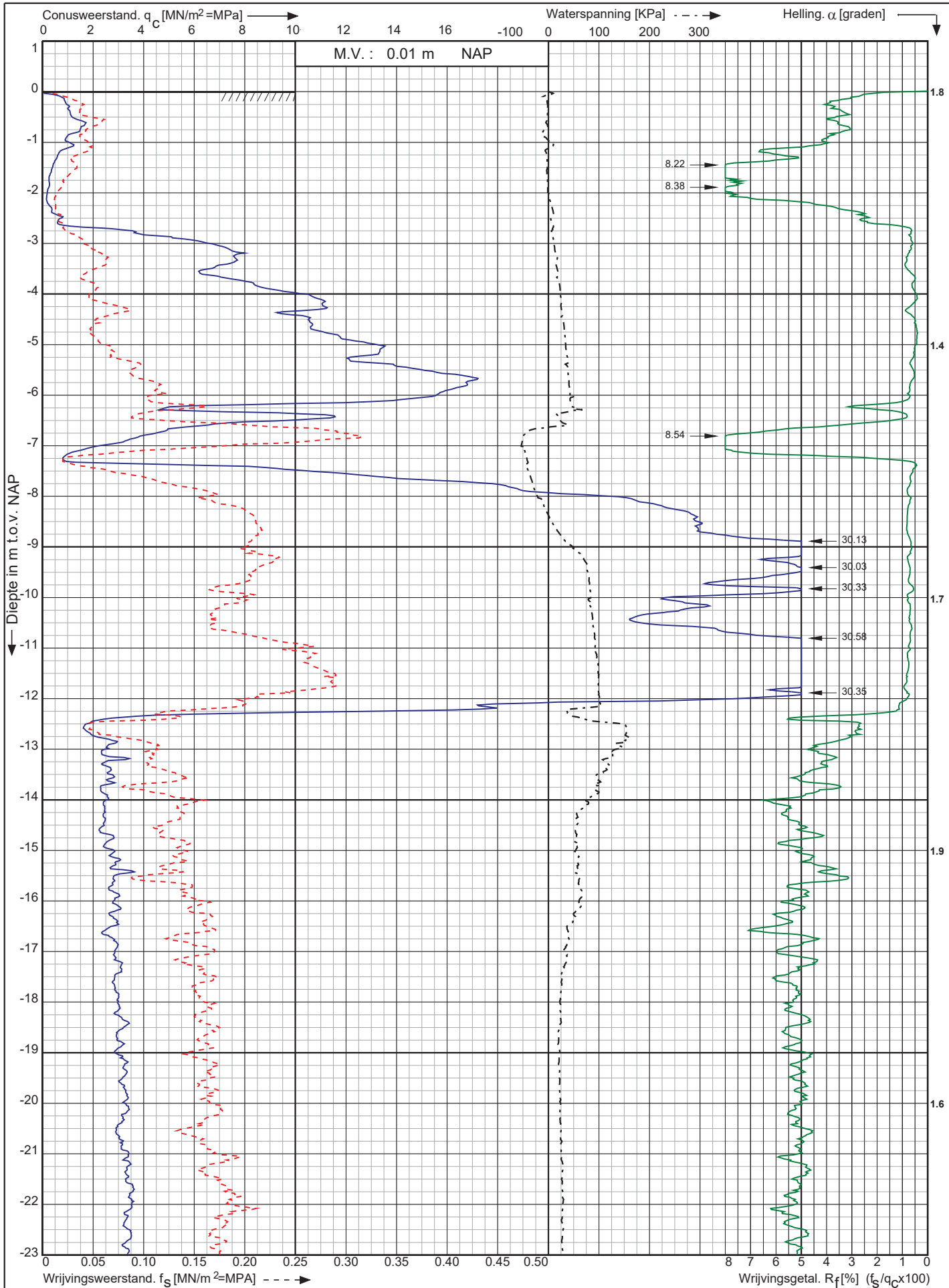
Sond. nr. : 403



Conusserienummer: 070129

Conustype: cilindrisch elektrisch P15-CFIP-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3



Waterberging Letterberterbergboezem
nabij Enumatil

RD-coördinaten : X = 223699.24 Y = 579395.70

Opdr. nr. : 2018-0788-A

Datum uitg. : 11-1-2019

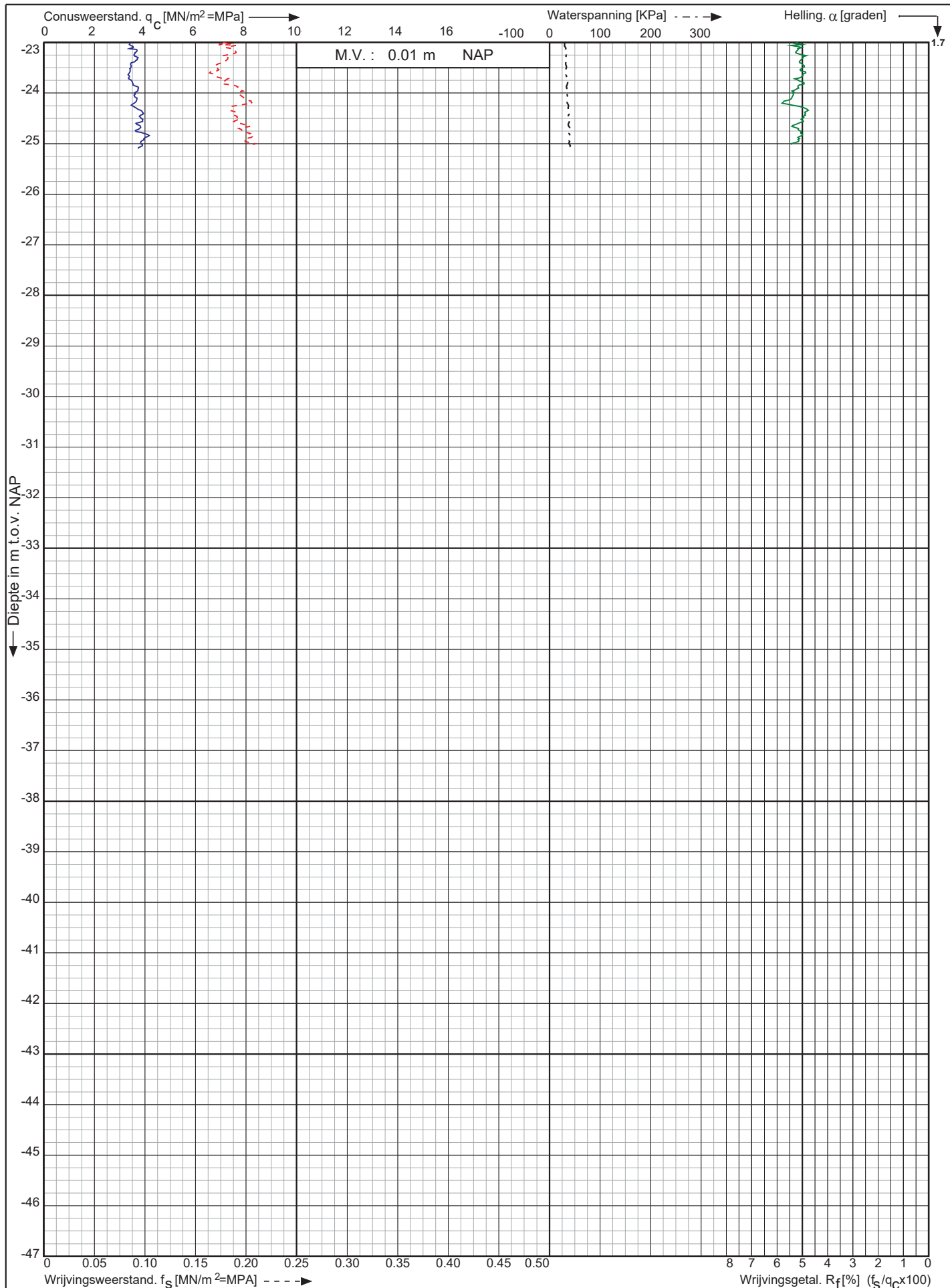
Sond. nr. : 404



Conusserienummer: 070129

Conustype: cilindrisch elektrisch P15-CFIP-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3



Waterberging Letterberterbergboezem
nabij Enumatil

RD-coördinaten : X = 223699.24 Y = 579395.70

Opdr. nr. : 2018-0788-A

Datum uitg. : 11-1-2019

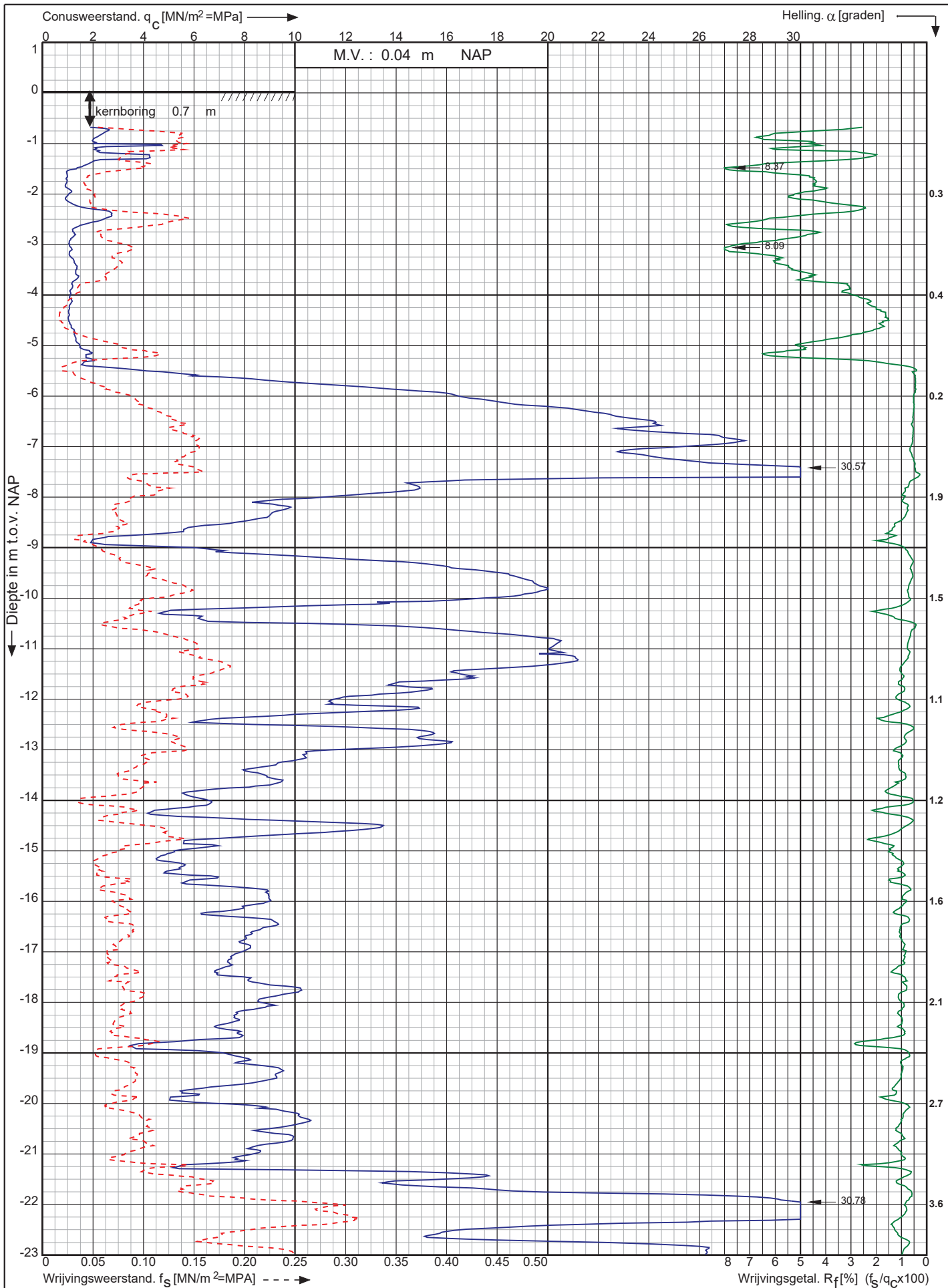
Sond. nr. : 404



Conusserienummer: 070129

Conustype: cilindrisch elektrisch P15-CFIP-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3



Waterberging Letterberterbergboezem
nabij Enumatil

RD-coördinaten : X = 223421.40 Y = 581233.91

Opdr. nr. : 2018-0788-A

Datum uitv. : 14-1-2019

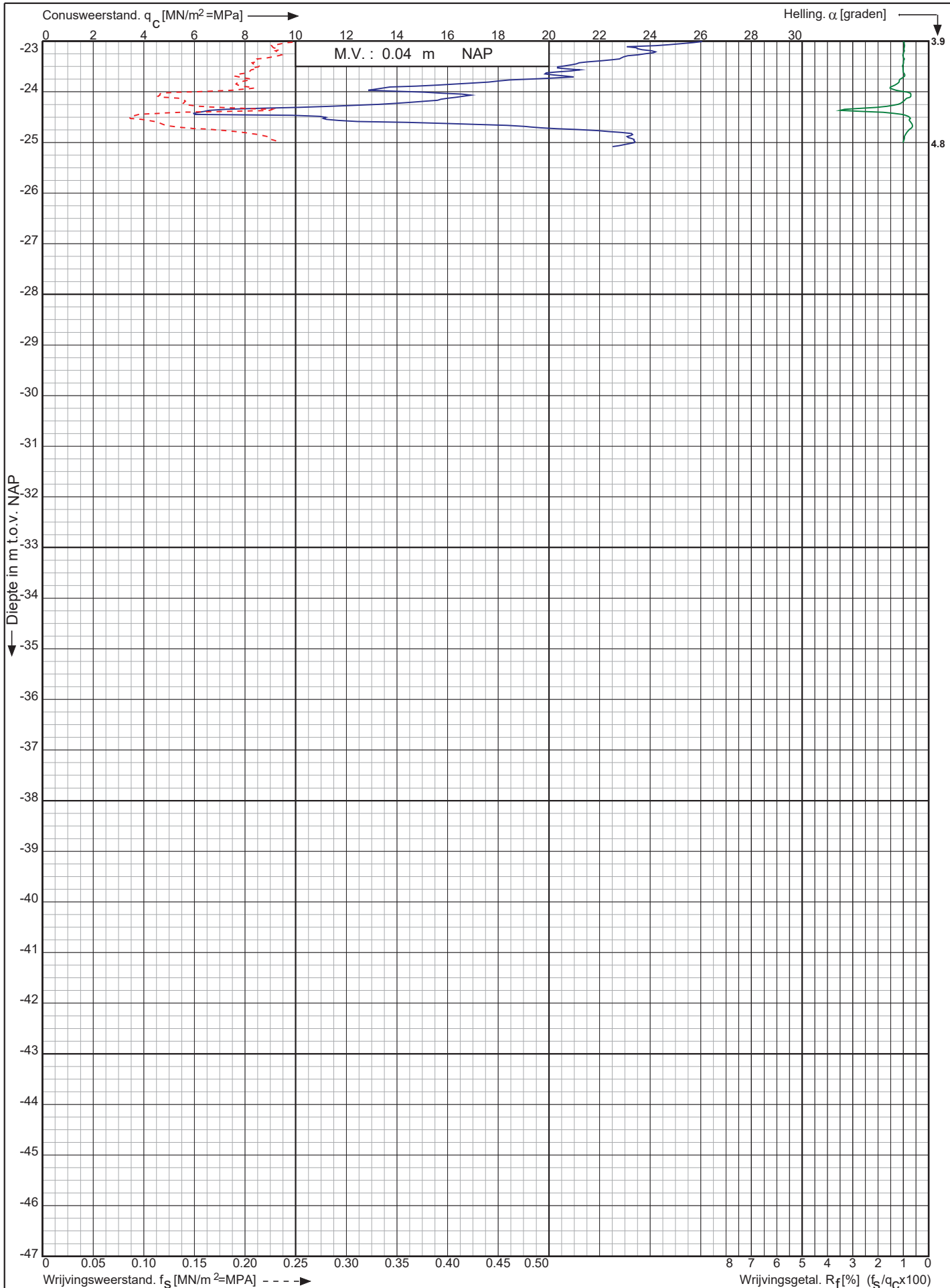
Sond. nr. : 405



Conusserienummer: 070129

Conustype: cilindrisch elektrisch P15-CFIP-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3



Waterberging Letterberterbergboezem
nabij Enumatil

RD-coördinaten : X = 223421.40 Y = 581233.91

Opdr. nr. : 2018-0788-A

Datum uitv. : 14-1-2019

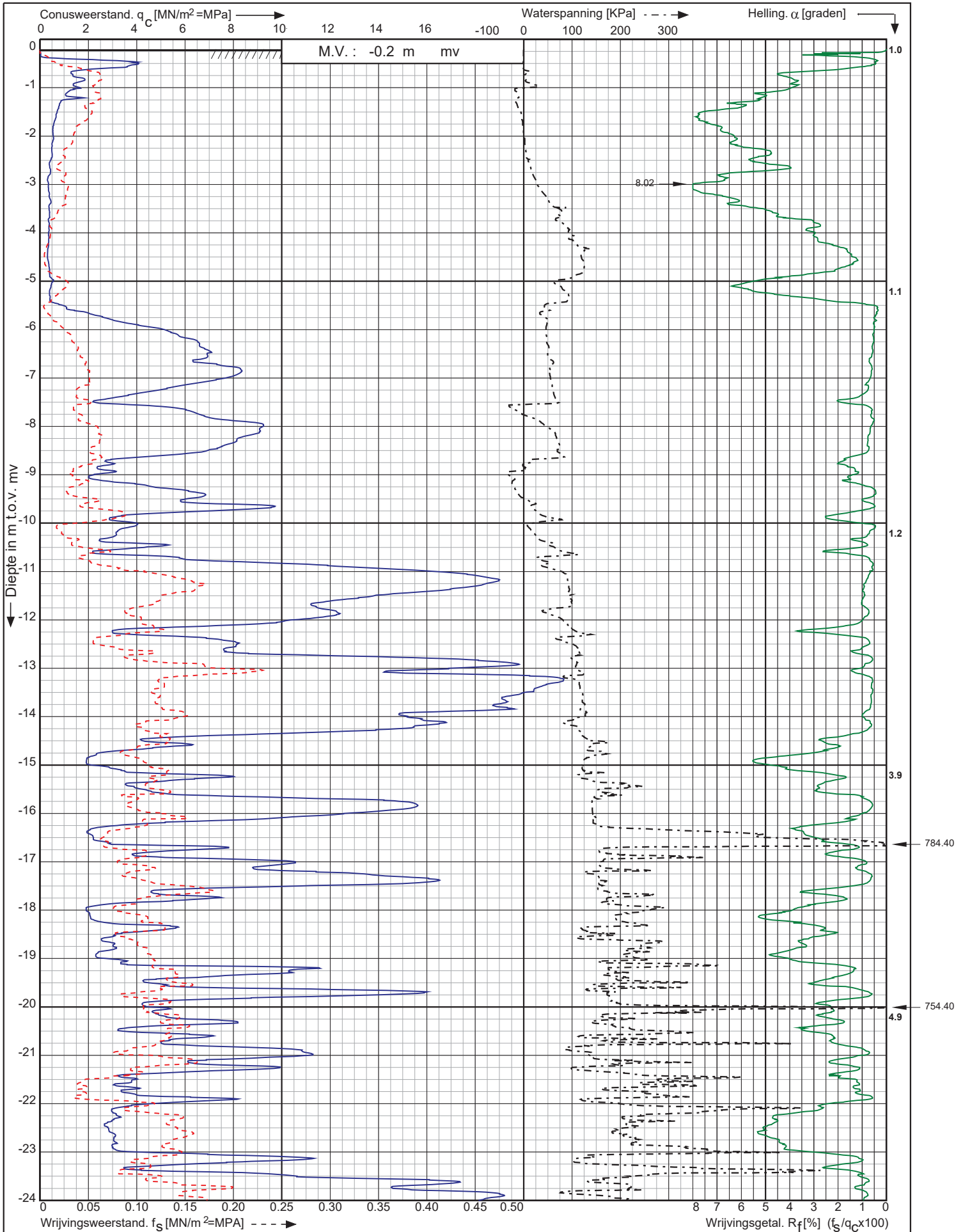
Sond. nr. : 405



Conusserienummer: 1519

Conustype: cilindrisch elektrisch S15CFIIP

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3



Waterberging Letterberterbergboezem
nabij Enumatil

RD-coördinaten : X = 223421.74 Y = 581201.68

Opdr. nr. : 2018-0788-A

Datum uitv. : 5-2-2019

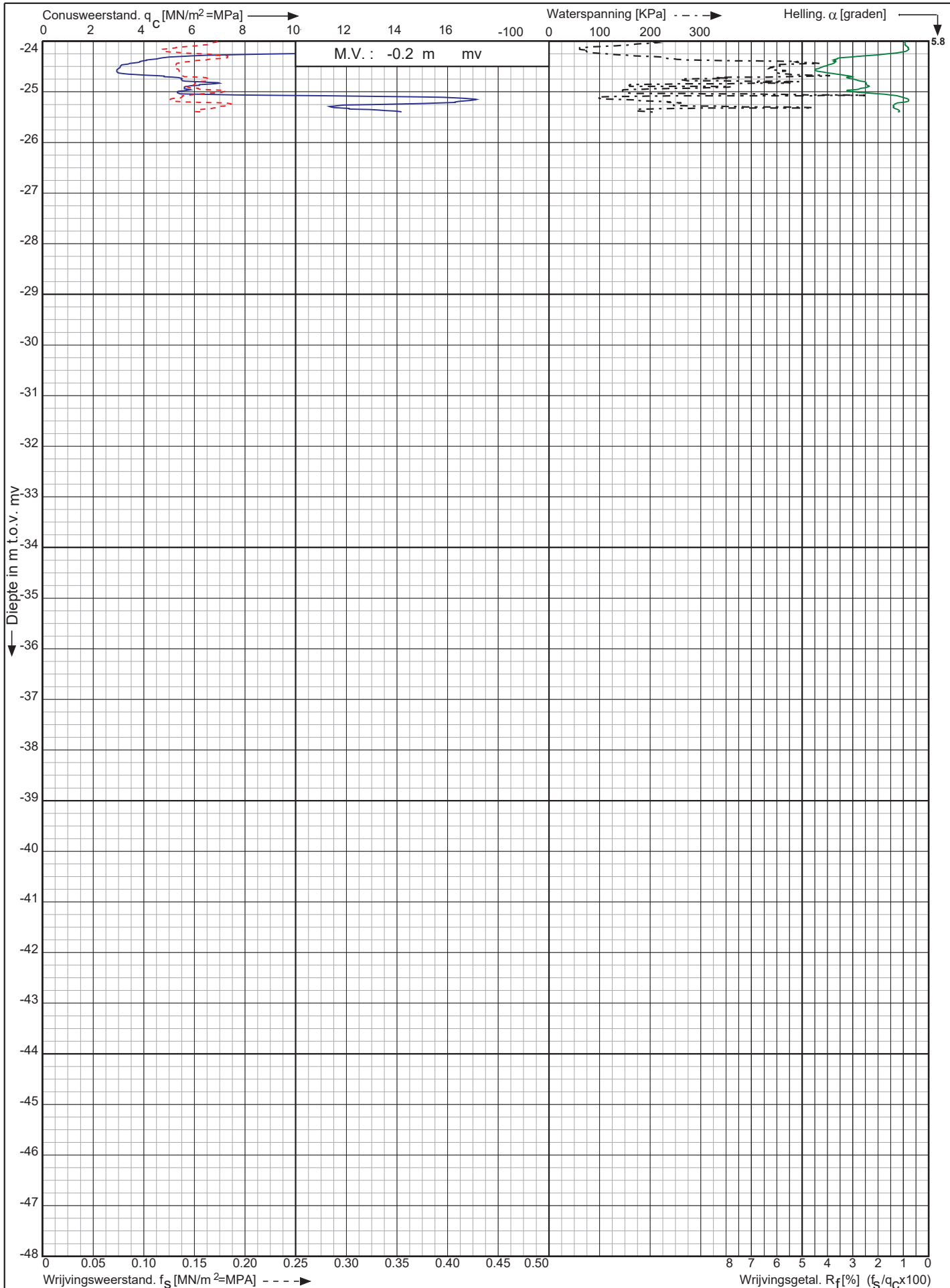
Sond. nr. : 406



Conusserienummer: 1519

Conustype: cilindrisch elektrisch S15CFIIP

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3



Waterberging Letterberterbergboezem
nabij Enumatil

RD-coördinaten : X = 223421.74 Y = 581201.68

Opdr. nr. : 2018-0788-A

Datum uitv. : 5-2-2019

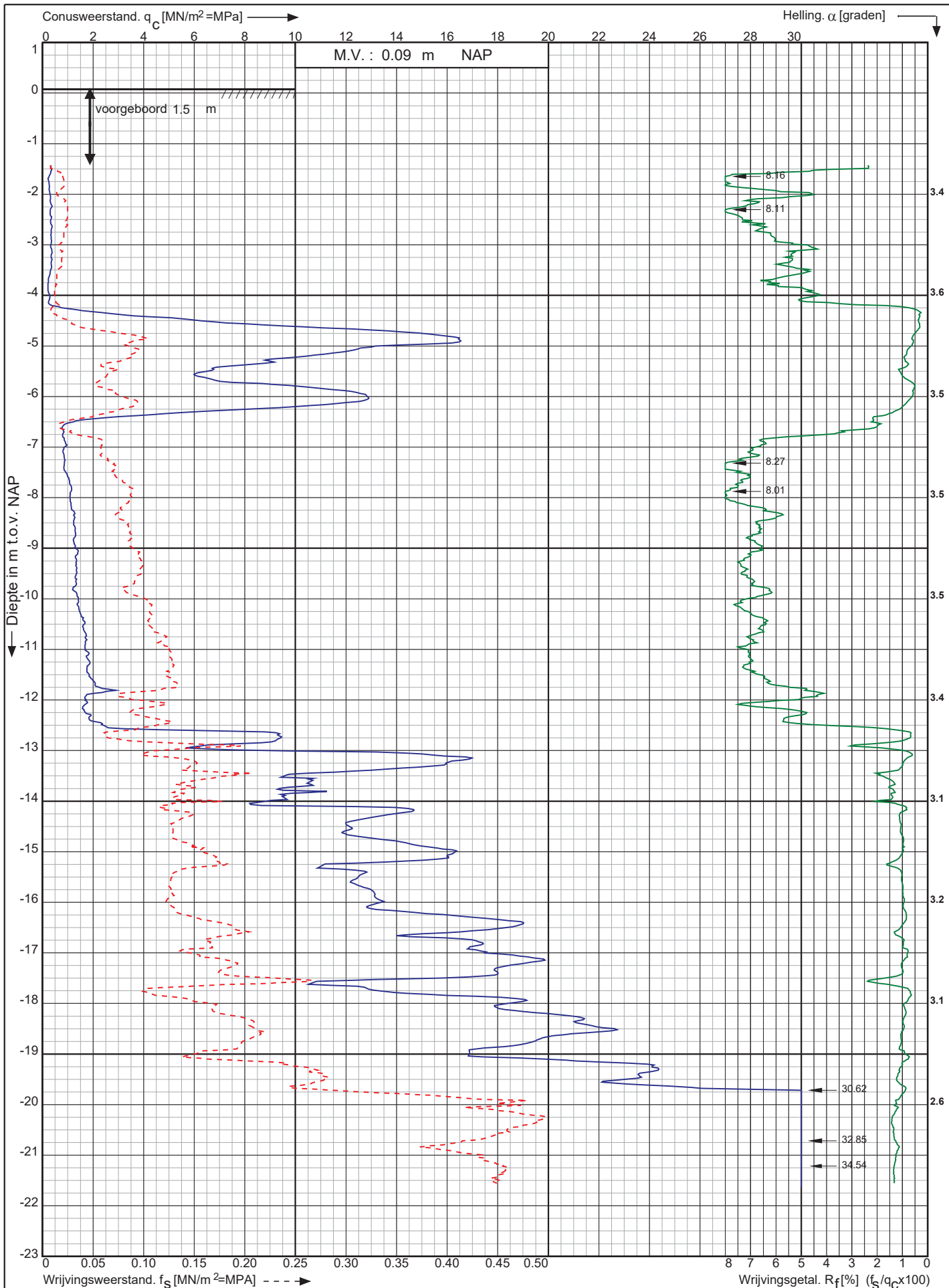
Sond. nr. : 406



Conusserienummer: 070062

Conustype: cilindrisch elektrisch P15-CFII-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3



Waterberging Letterberterbergboezem
nabij Enumatil

RD-coördinaten : X = 224964.90 Y = 580969.38

Opdr. nr. : 2018-0788-A

Datum uitv. : 14-1-2019

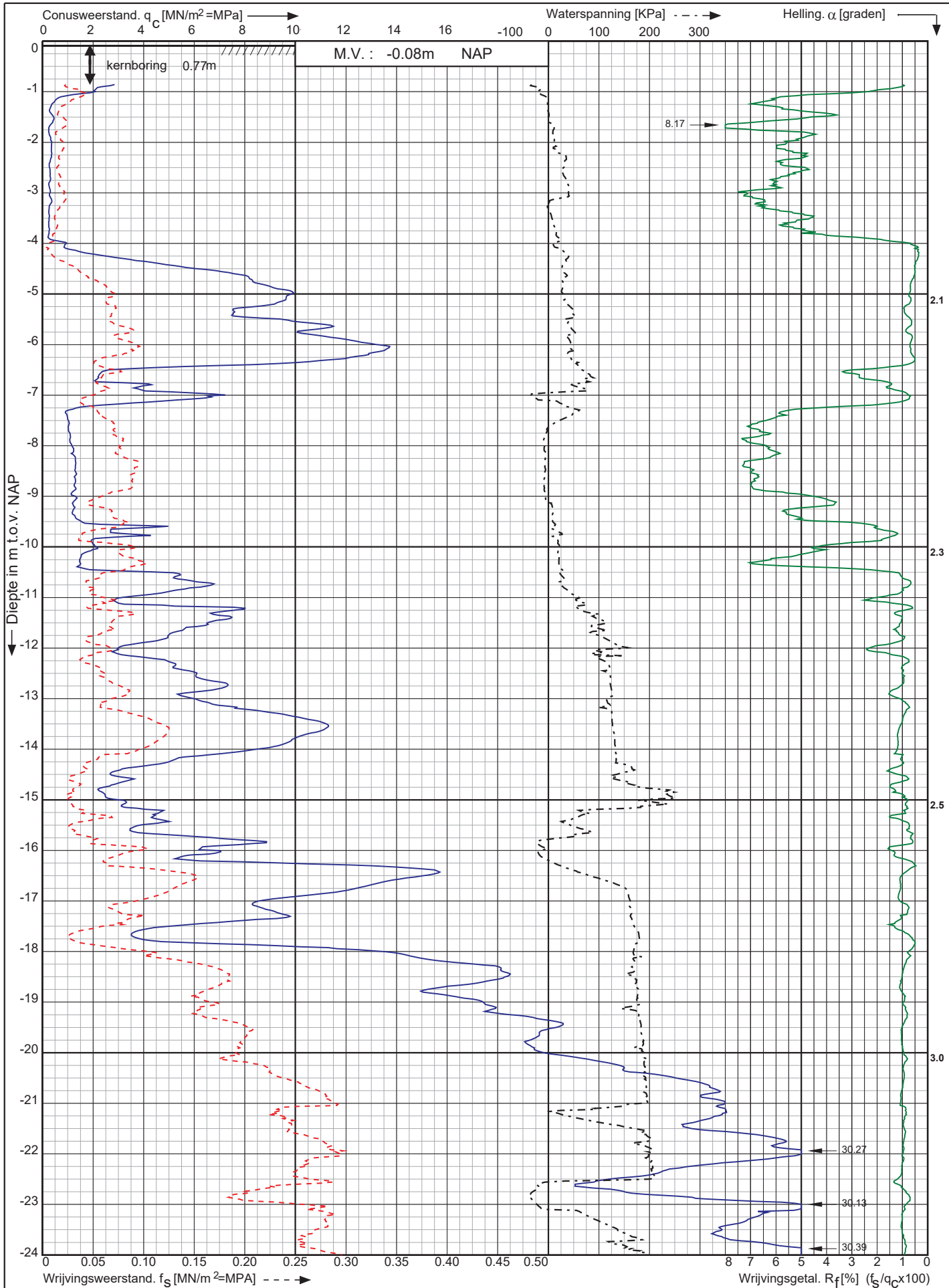
Sond. nr. : 407



Conusserienummer: 070129

Conustype: cilindrisch elektrisch P15-CFIP-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3



Waterberging Letterberterbergboezem
nabij Enumatil

RD-coördinaten : X = 224954.16 Y = 580939.71

Opdr. nr. : 2018-0788-A

Datum uitv. : 14-1-2019

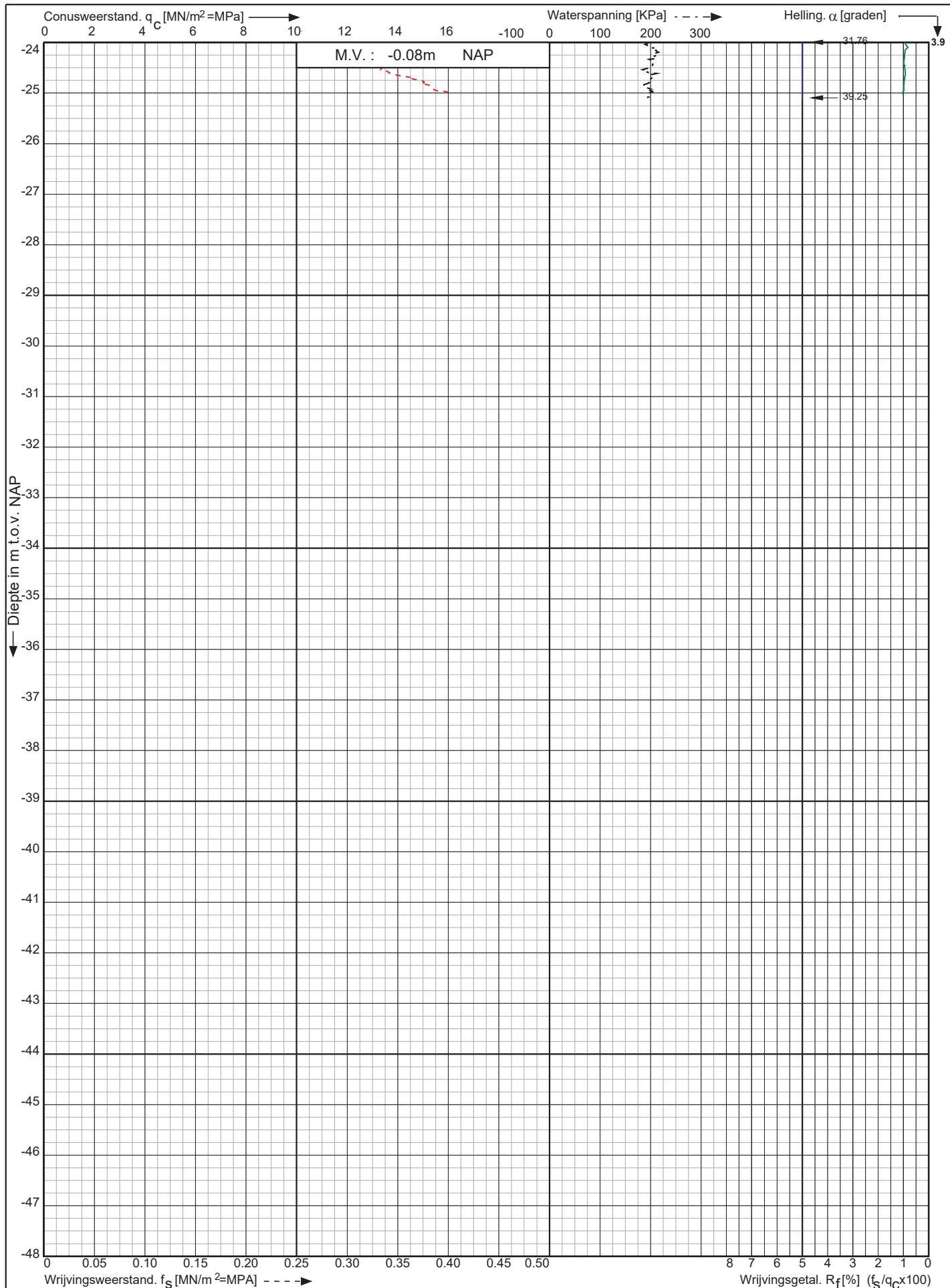
Sond. nr. : 408



Conusserienummer: 070129

Conustype: cilindrisch elektrisch P15-CFIP-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3



Waterberging Letterberterbergboezem
nabij Enumatil

RD-coördinaten : X = 224954.16 Y = 580939.71

Opdr. nr. : 2018-0788-A

Datum uitv. : 14-1-2019

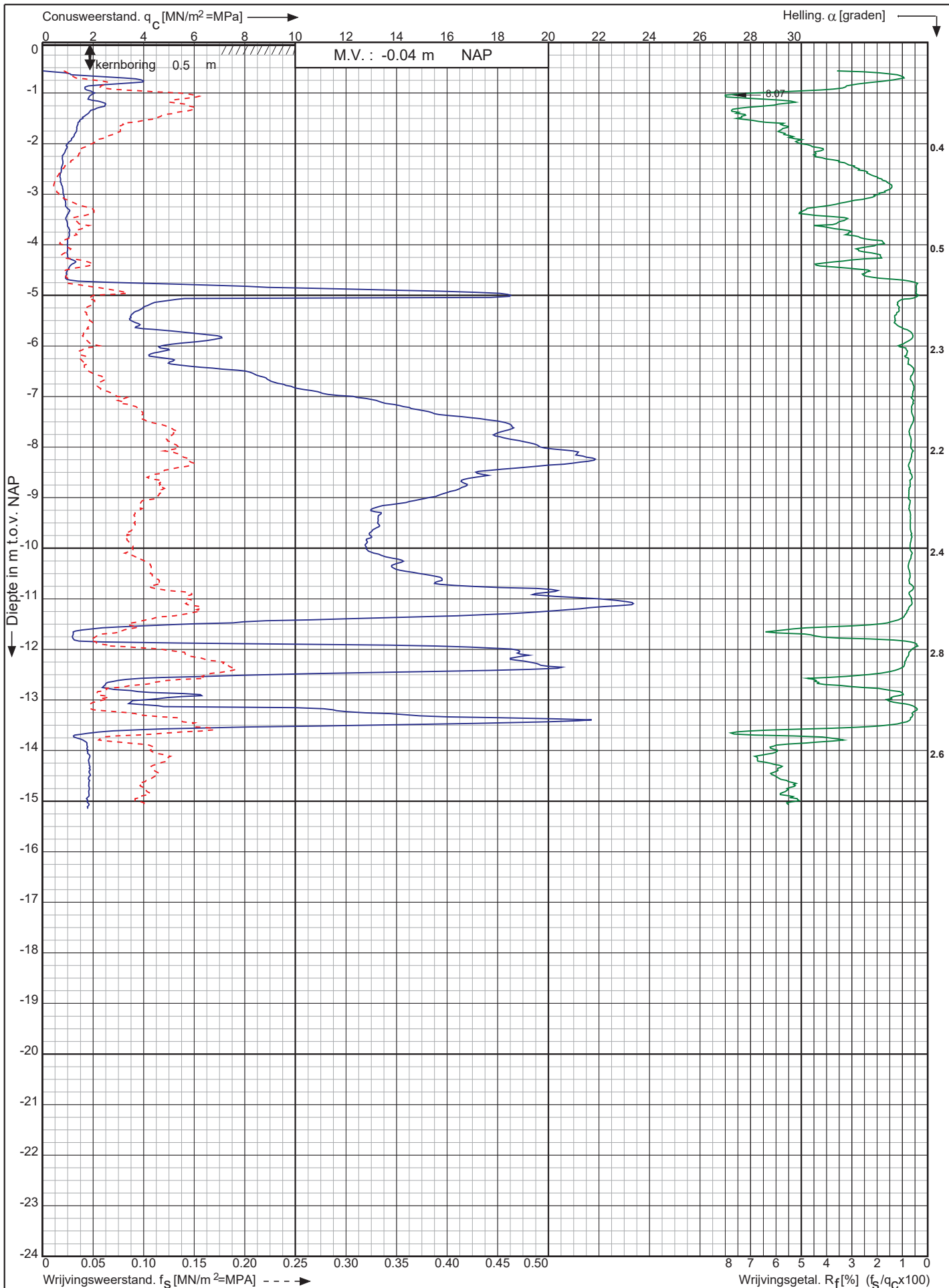
Sond. nr. : 408



Conusserienummer: 070062

Conustype: cilindrisch elektrisch P15-CFII-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3



Waterberging Letterberterbergboezem
nabij Enumatil

RD-coördinaten : X = 223812.1 Y = 581136.63

Opdr. nr. : 2018-0788-A

Datum uitg. : 14-1-2019

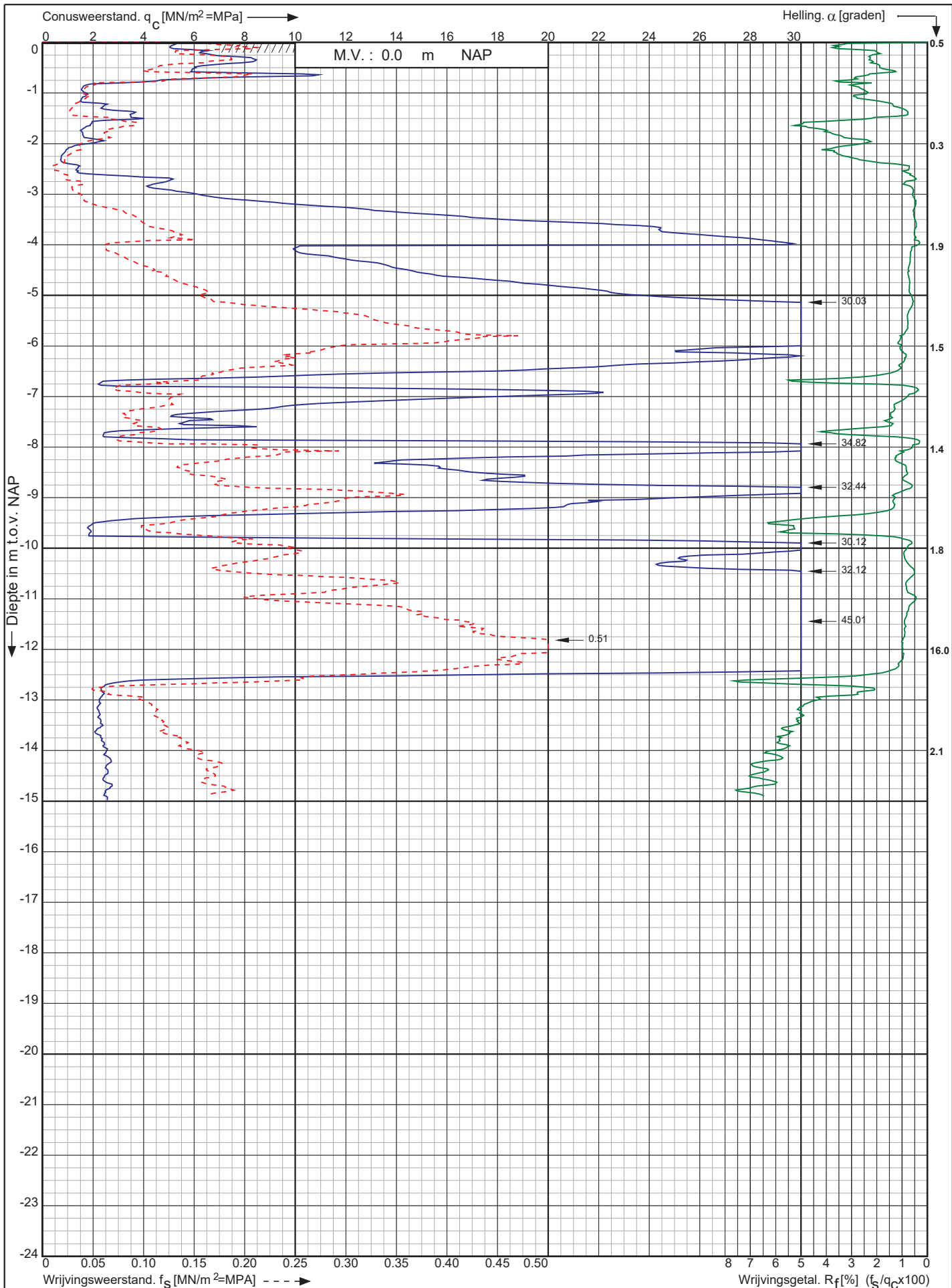
Sond. nr. : 409



Conusserienummer: 070062

Conustype: cilindrisch elektrisch P15-CFII-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3



Waterberging Letterberterbergboezem
nabij Enumatil

RD-coördinaten : X = 224187.48 Y = 581071.35

Opdr. nr. : 2018-0788-A

Datum uitv. : 14-1-2019

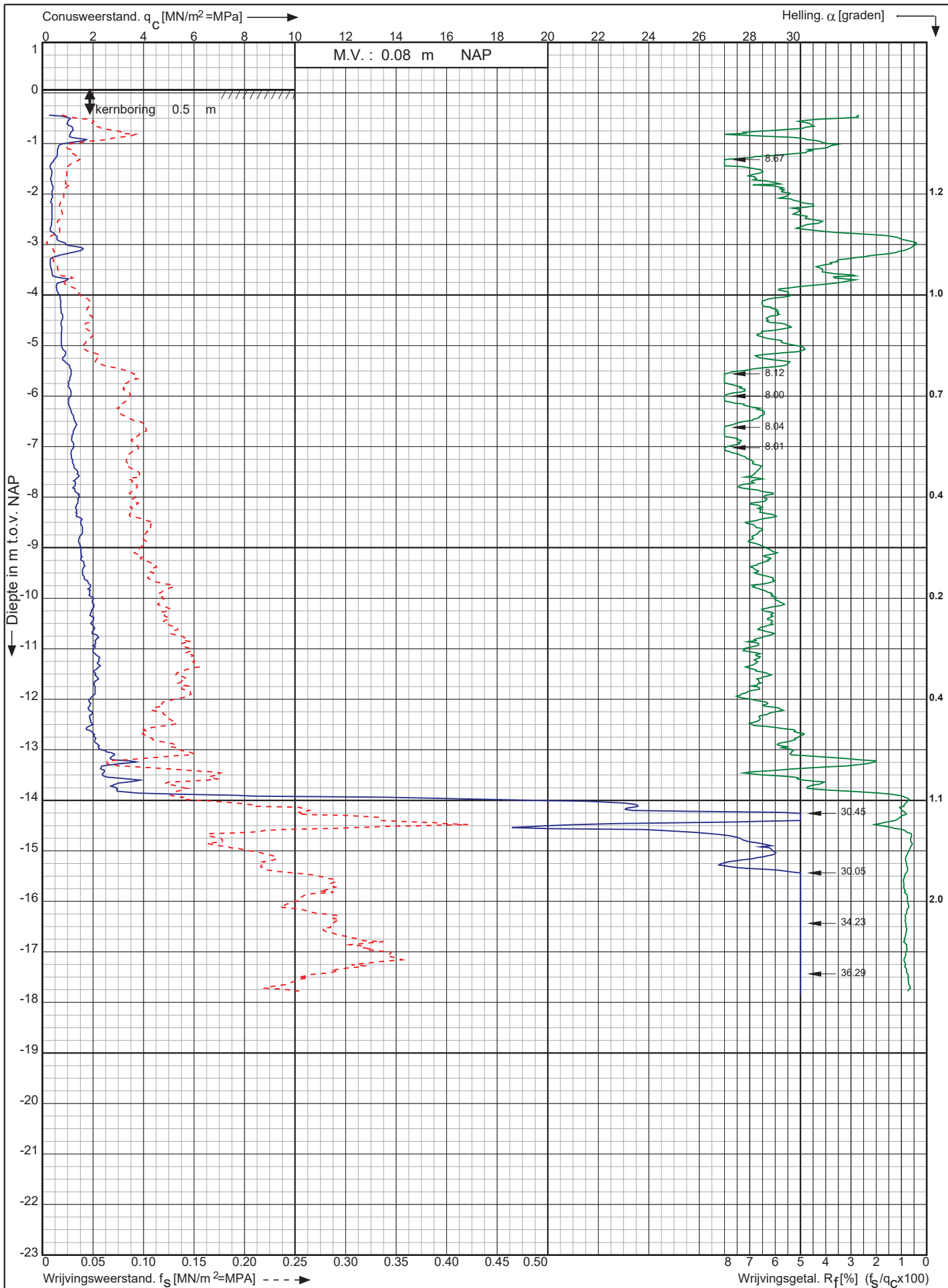
Sond. nr. : 410



Conusserienummer: 070139

Conustype: cilindrisch elektrisch P15-CFII-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3



Waterberging Letterberterbergboezem
nabij Enumatil

RD-coördinaten : X = 224602.8 Y = 581004.83

Opdr. nr. : 2018-0788-A

Datum uitv. : 14-1-2019

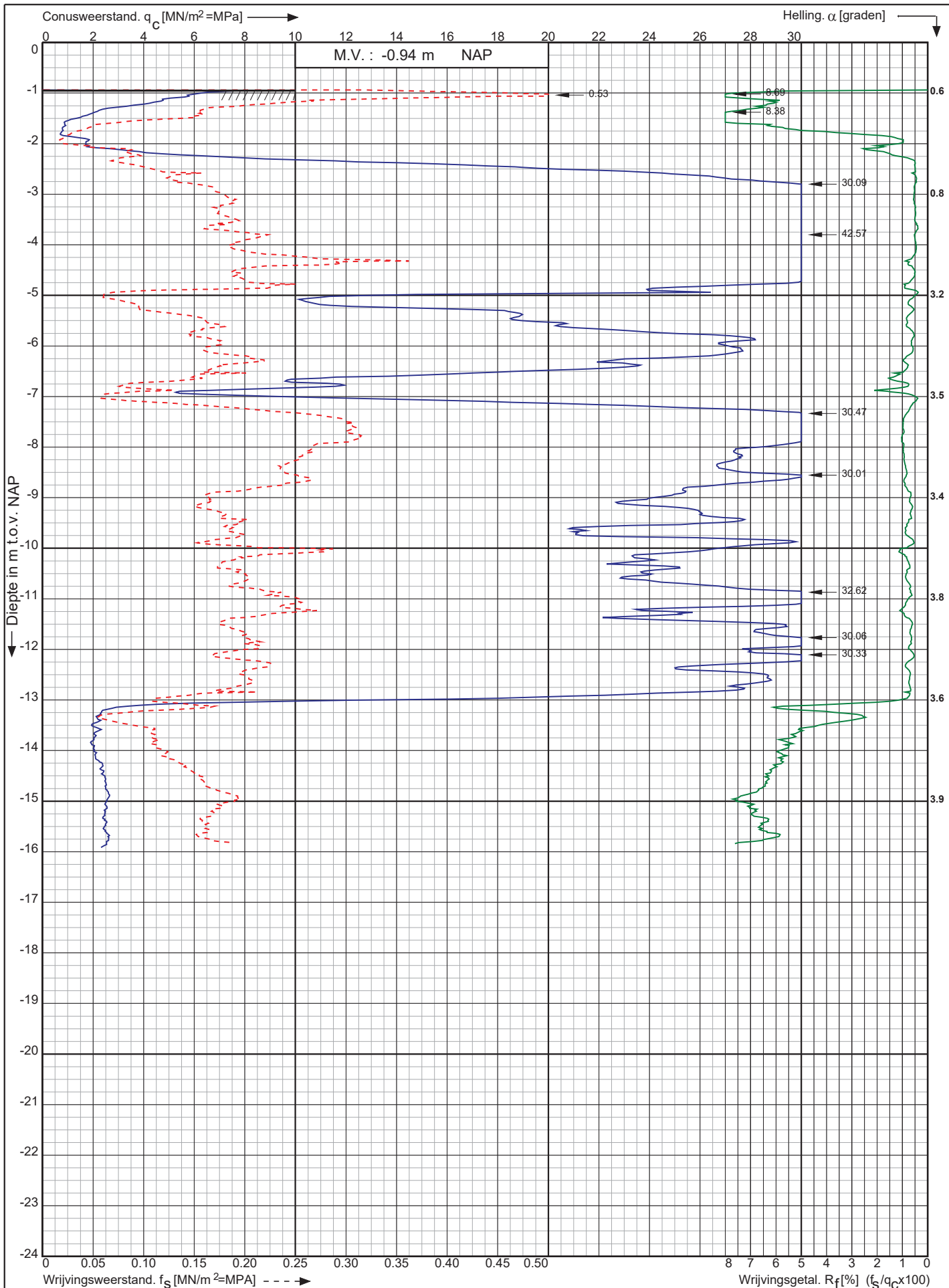
Sond. nr. : 411



Conusserienummer: 070062

Conustype: cilindrisch elektrisch P15-CFII-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3



Waterberging Letterberterbergboezem
nabij Enumatil

RD-coördinaten : X = 223957.54 Y = 580829.73

Opdr. nr. : 2018-0788-A

Datum uitv. : 15-1-2019

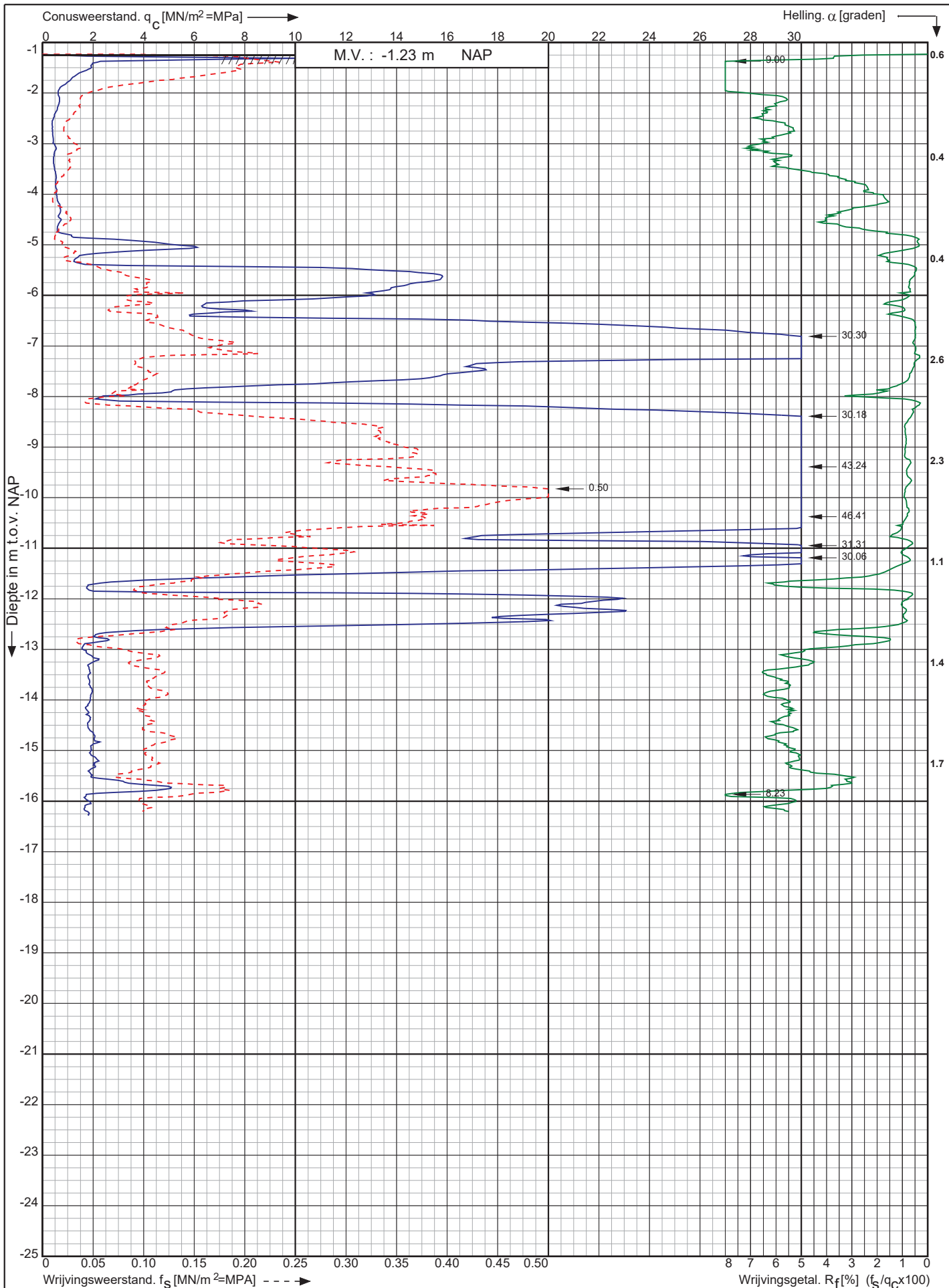
Sond. nr. : 412



Conusserienummer: 070062

Conustype: cilindrisch elektrisch P15-CFII-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3



Waterberging Letterberterbergboezem
nabij Enumatil

RD-coördinaten : X = 223771.82 Y = 581116.67

Opdr. nr. : 2018-0788-A

Datum uitv. : 15-1-2019

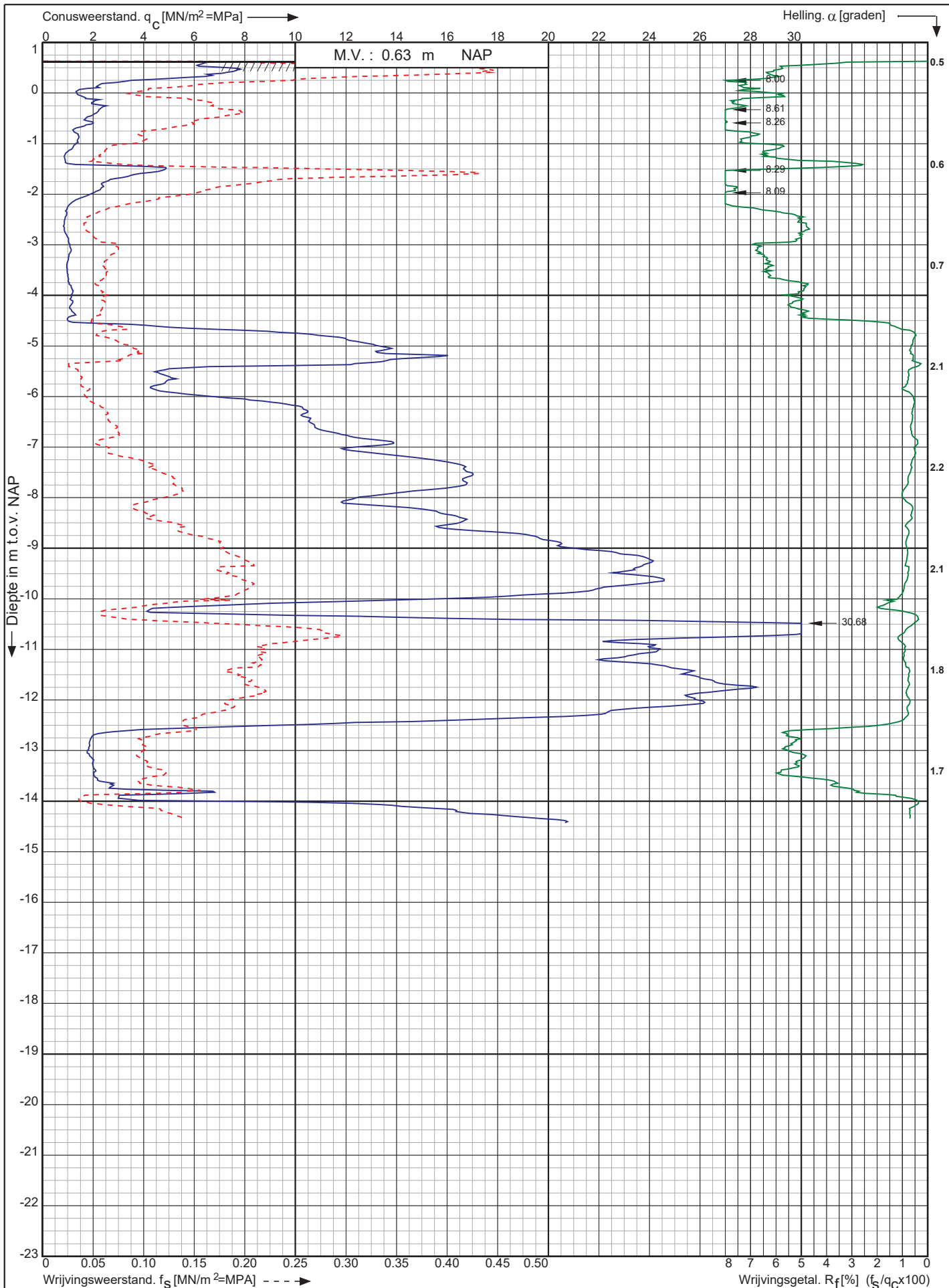
Sond. nr. : 413



Conusserienummer: 070062

Conustype: cilindrisch elektrisch P15-CFII-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3



Waterberging Letterberterbergboezem
nabij Enumatil

RD-coördinaten : X = 223608.97 Y = 580983.57

Opdr. nr. : 2018-0788-A

Datum uitv. : 15-1-2019

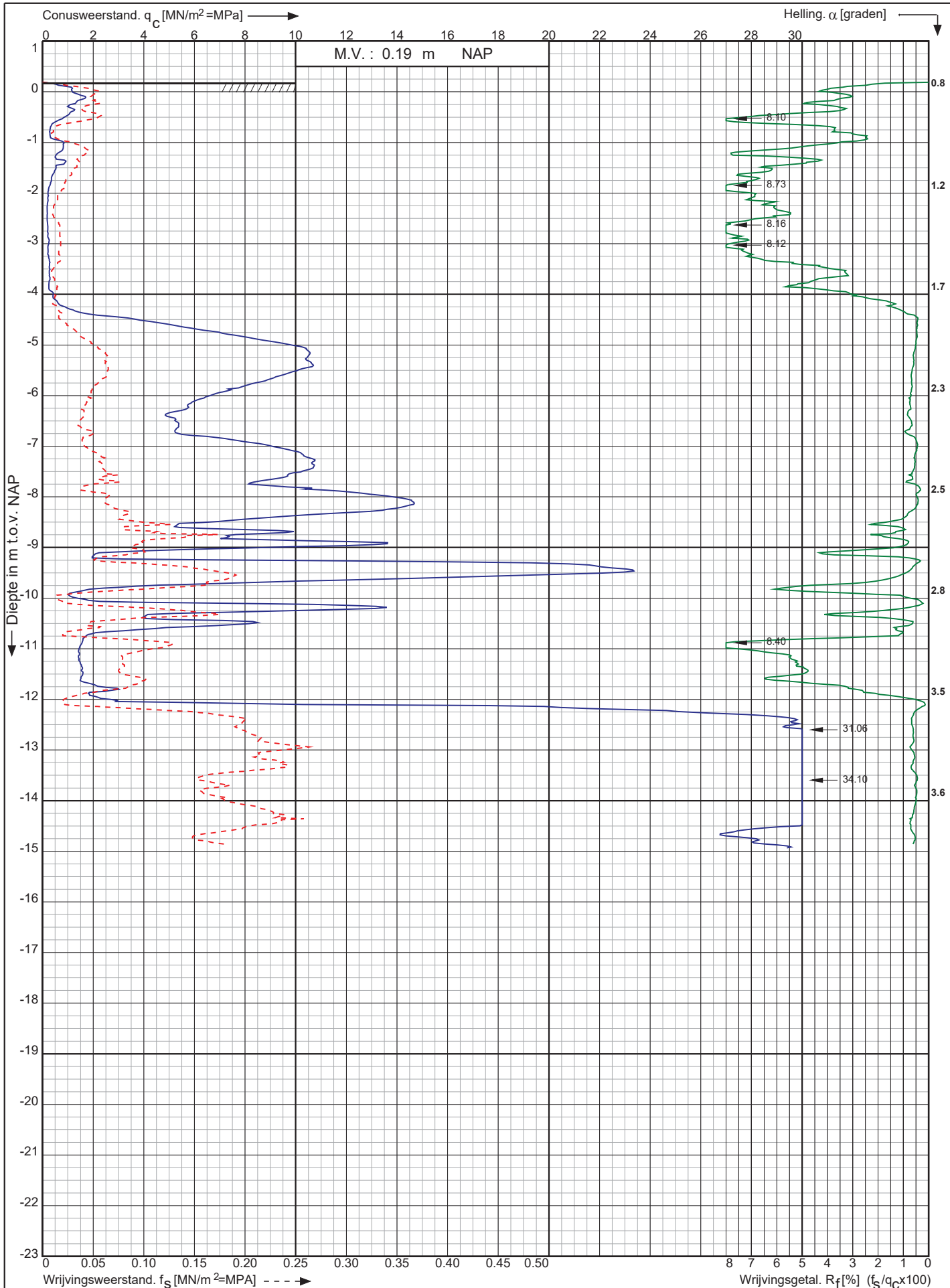
Sond. nr. : 414



Conusserienummer: 070139

Conustype: cilindrisch elektrisch P15-CFII-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3



Waterberging Letterberterbergboezem
nabij Enumatil

RD-coördinaten : X = 223412.29 Y = 580997.64

Opdr. nr. : 2018-0788-A

Datum uitg. : 14-1-2019

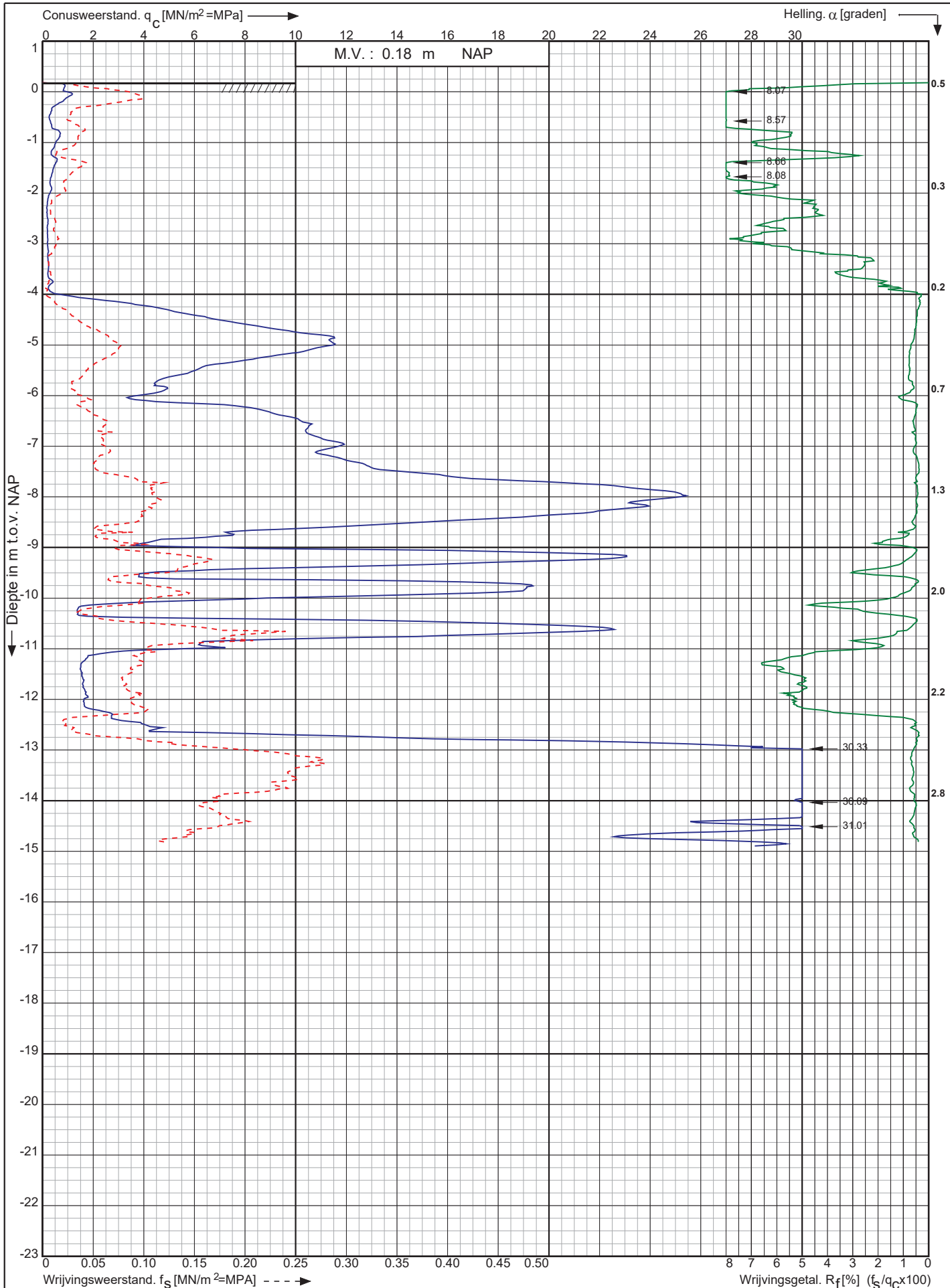
Sond. nr. : 415



Conusserienummer: 070139

Conustype: cilindrisch elektrisch P15-CFII-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3



Waterberging Letterberterbergboezem
nabij Enumatil

RD-coördinaten : X = 223417.77 Y = 580975.98

Opdr. nr. : 2018-0788-A

Datum uitg. : 14-1-2019

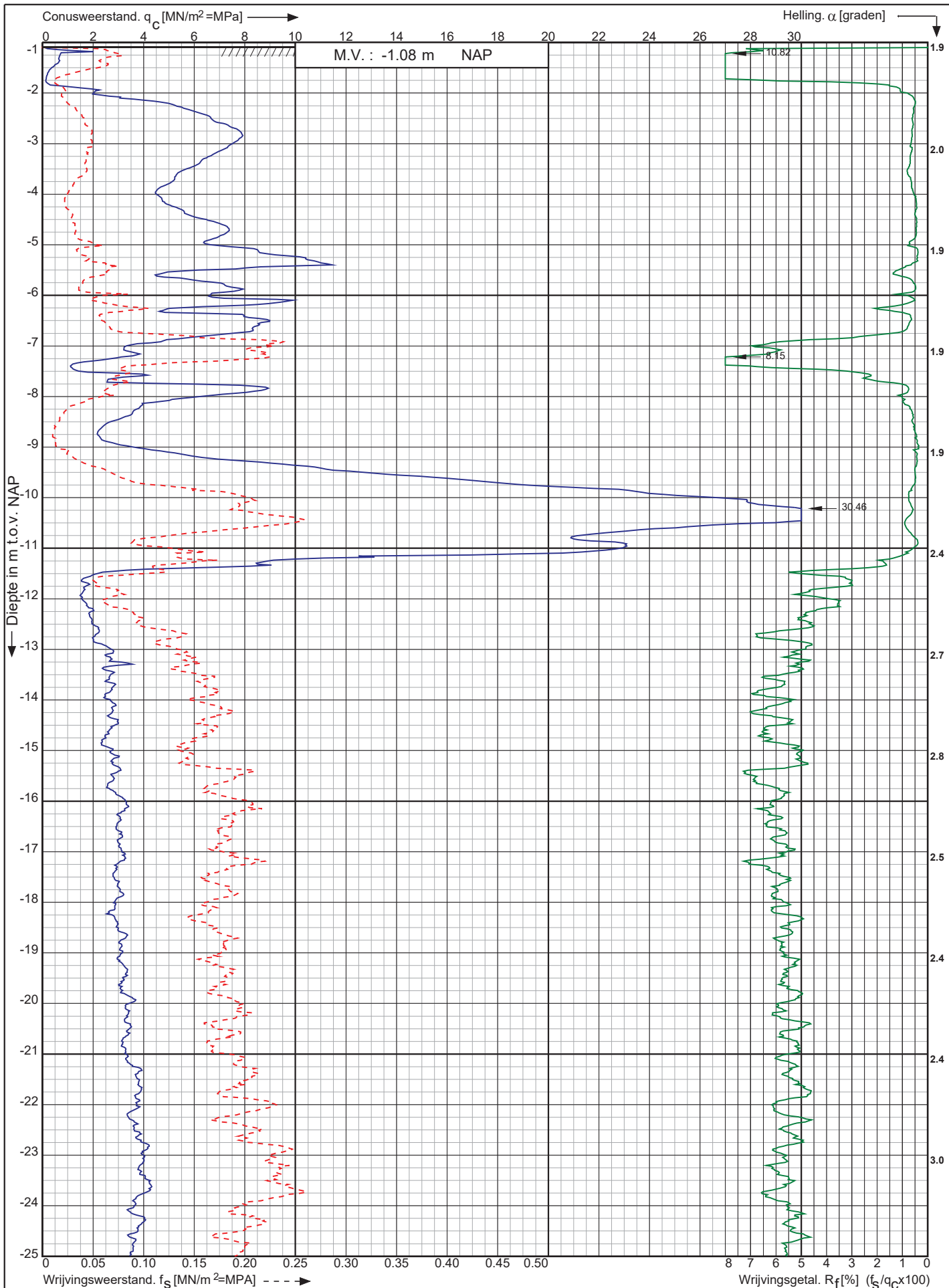
Sond. nr. : 416



Conusserienummer: 070062

Conustype: cilindrisch elektrisch P15-CFII-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3



Waterberging Letterberterbergboezem
nabij Enumatil

RD-coördinaten : X = 223647.15 Y = 579674.78

Opdr. nr. : 2018-0788-A

Datum uitg. : 15-1-2019

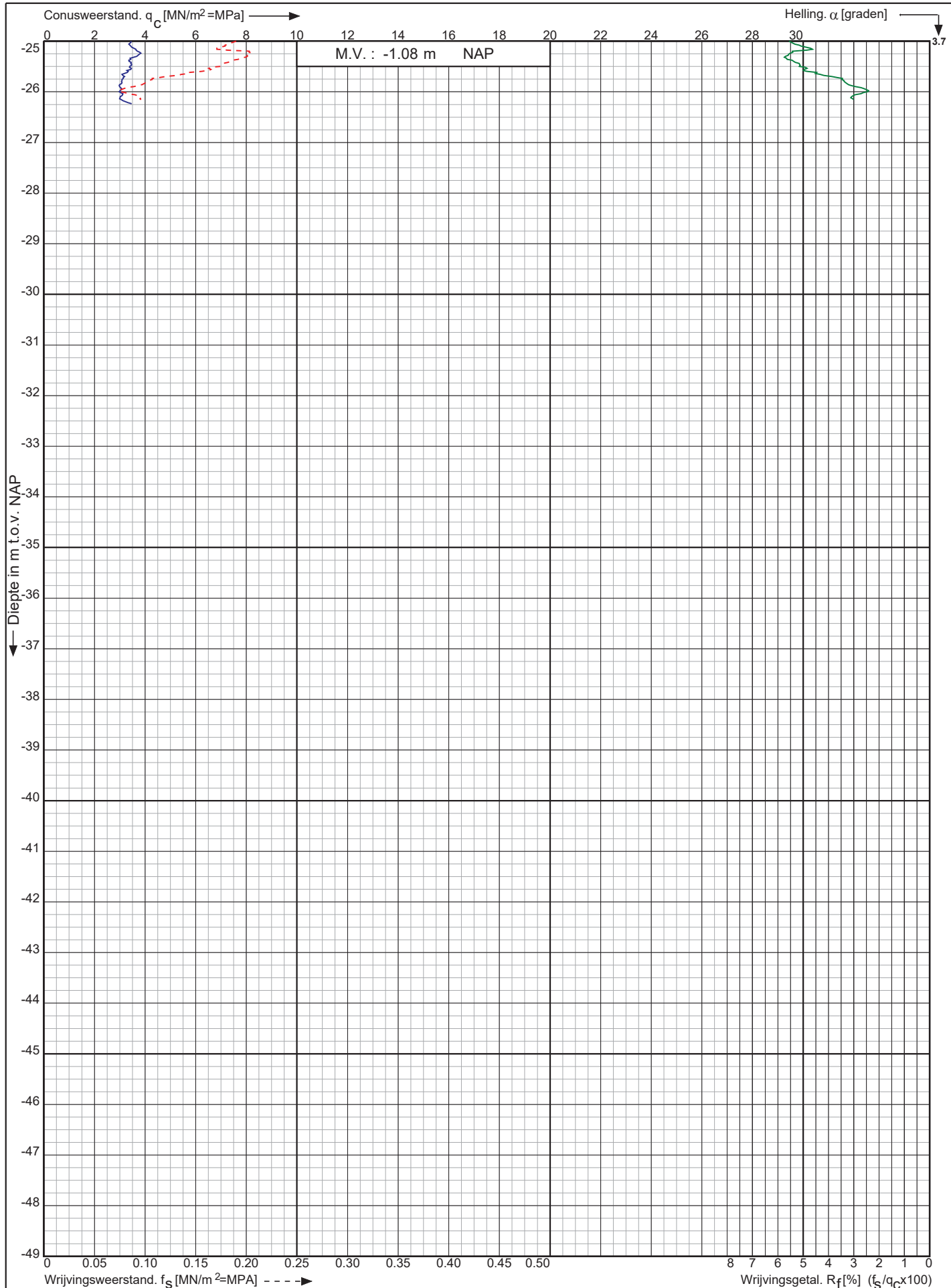
Sond. nr. : 417



Conusserienummer: 070062

Conustype: cilindrisch elektrisch P15-CFII-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3



Waterberging Letterberterbergboezem
nabij Enumatil

RD-coördinaten : X = 223647.15 Y = 579674.78

Opdr. nr. : 2018-0788-A

Datum uitv. : 15-1-2019

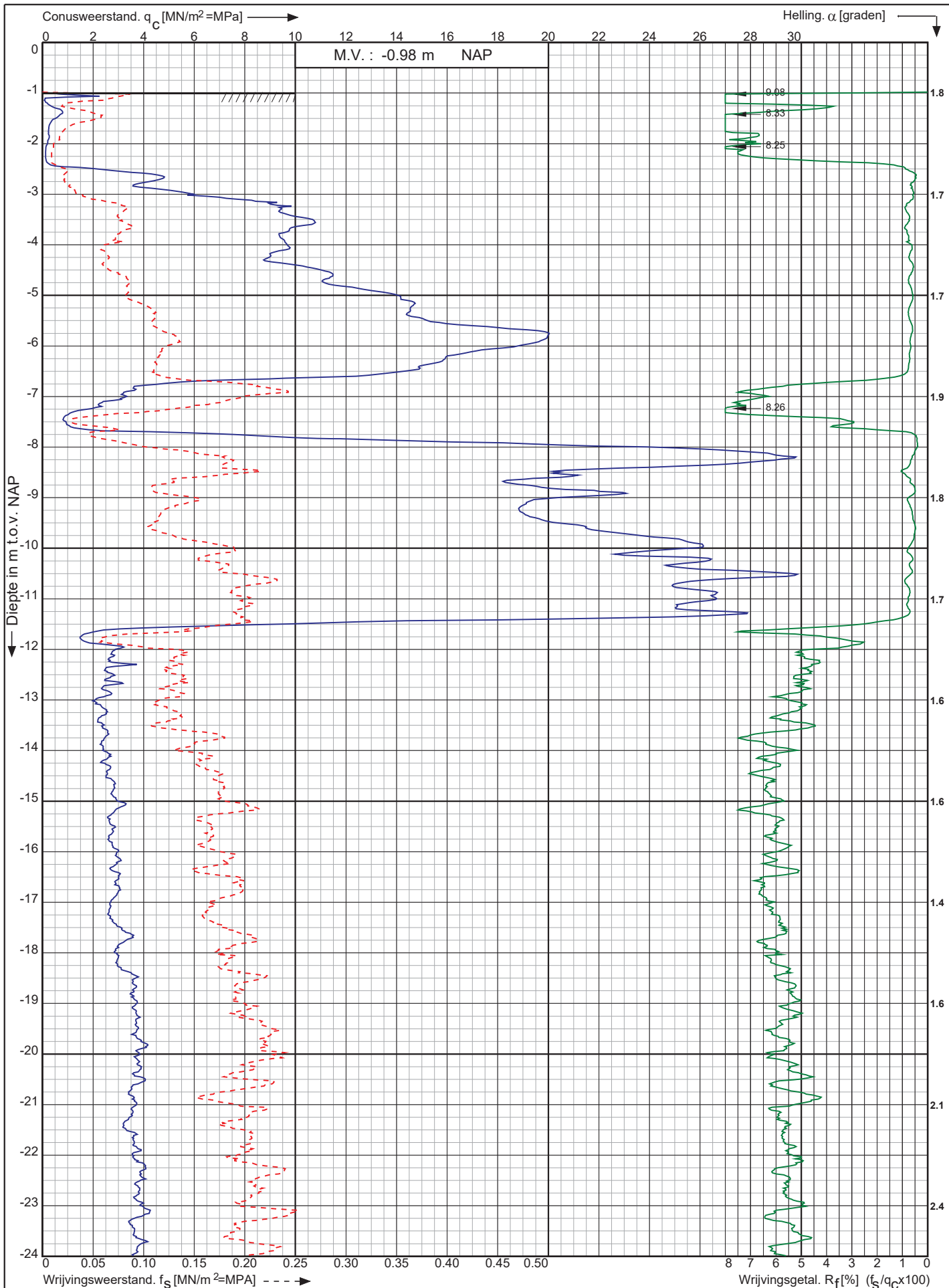
Sond. nr. : 417



Conusserienummer: 070062

Conustype: cilindrisch elektrisch P15-CFII-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3



Waterberging Letterberterbergboezem
nabij Enumatil

RD-coördinaten : X = 223716.21 Y = 579680.55

Opdr. nr. : 2018-0788-A

Datum uitv. : 11-1-2019

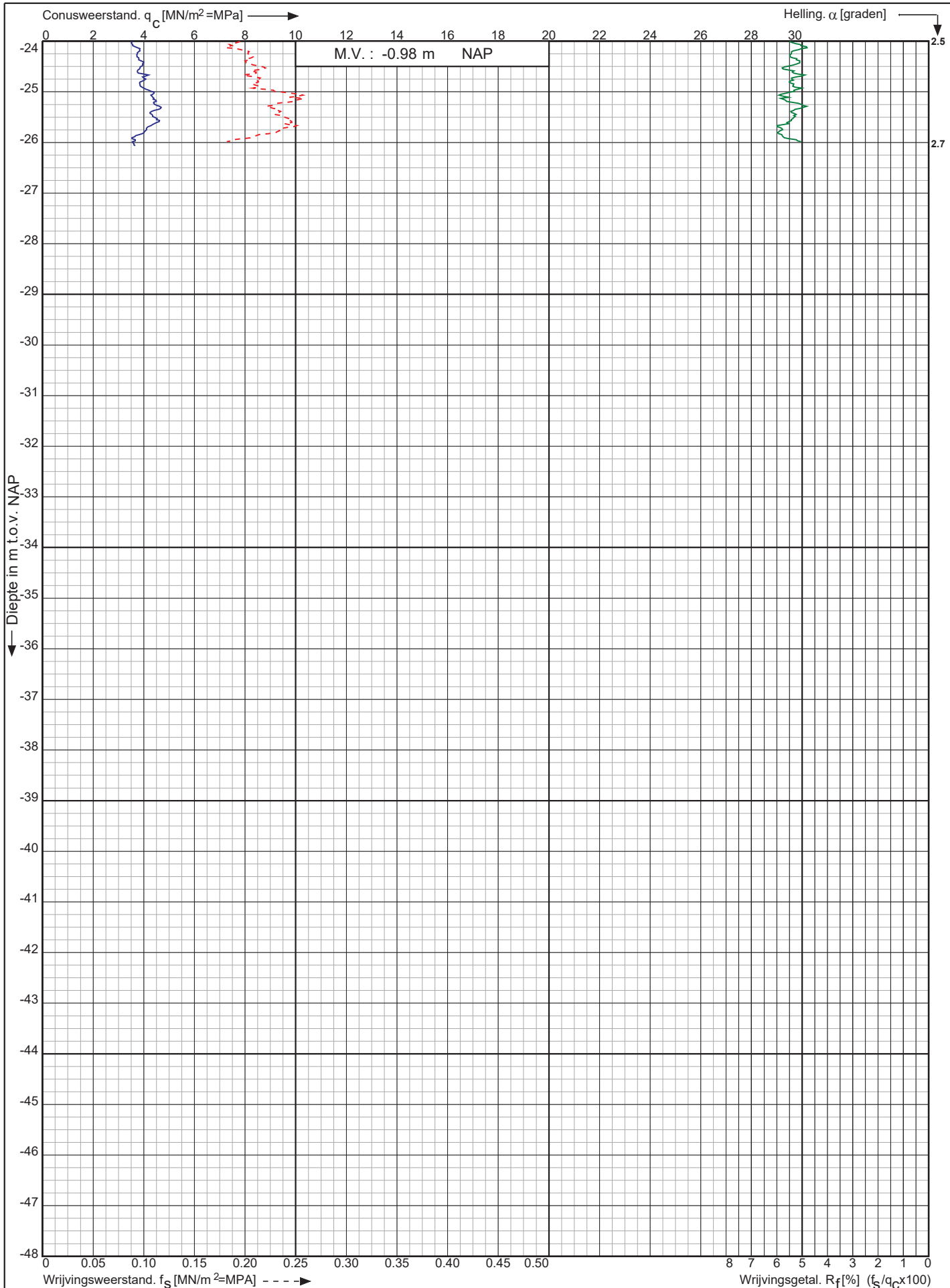
Sond. nr. : 418



Conusserienummer: 070062

Conustype: cilindrisch elektrisch P15-CFII-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3



Waterberging Letterberterbergboezem
nabij Enumatil

RD-coördinaten : X = 223716.21 Y = 579680.55

Opdr. nr. : 2018-0788-A

Datum uitv. : 11-1-2019

Sond. nr. : 418



Bijlage:
Magnetometer sondeergrafieken



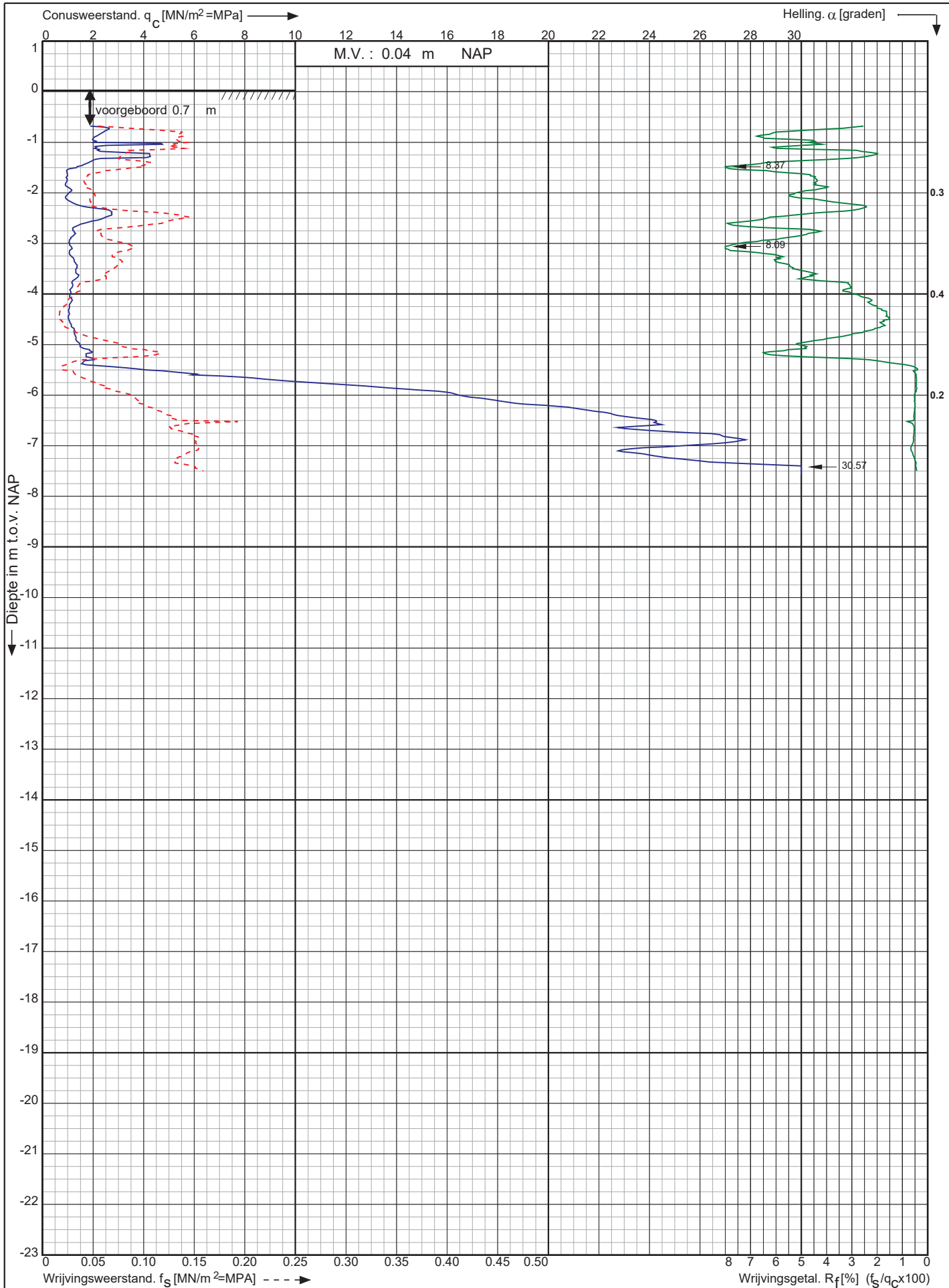
Koops & Romeijn grondmechanica

Samenwerkende, zelfstandige adviseurs voor grondonderzoek, geotechniek en geohydrologie

Conusserienummer: 001424

Conustype: cilindrisch elektrisch S15--15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3



Waterberging Letterberterbergboezem
nabij Enumatil

RD-coördinaten : X = 223421.40 Y = 581233.91

Opdr. nr. : 2018-0788-A

Datum uitg. : 14-1-2019

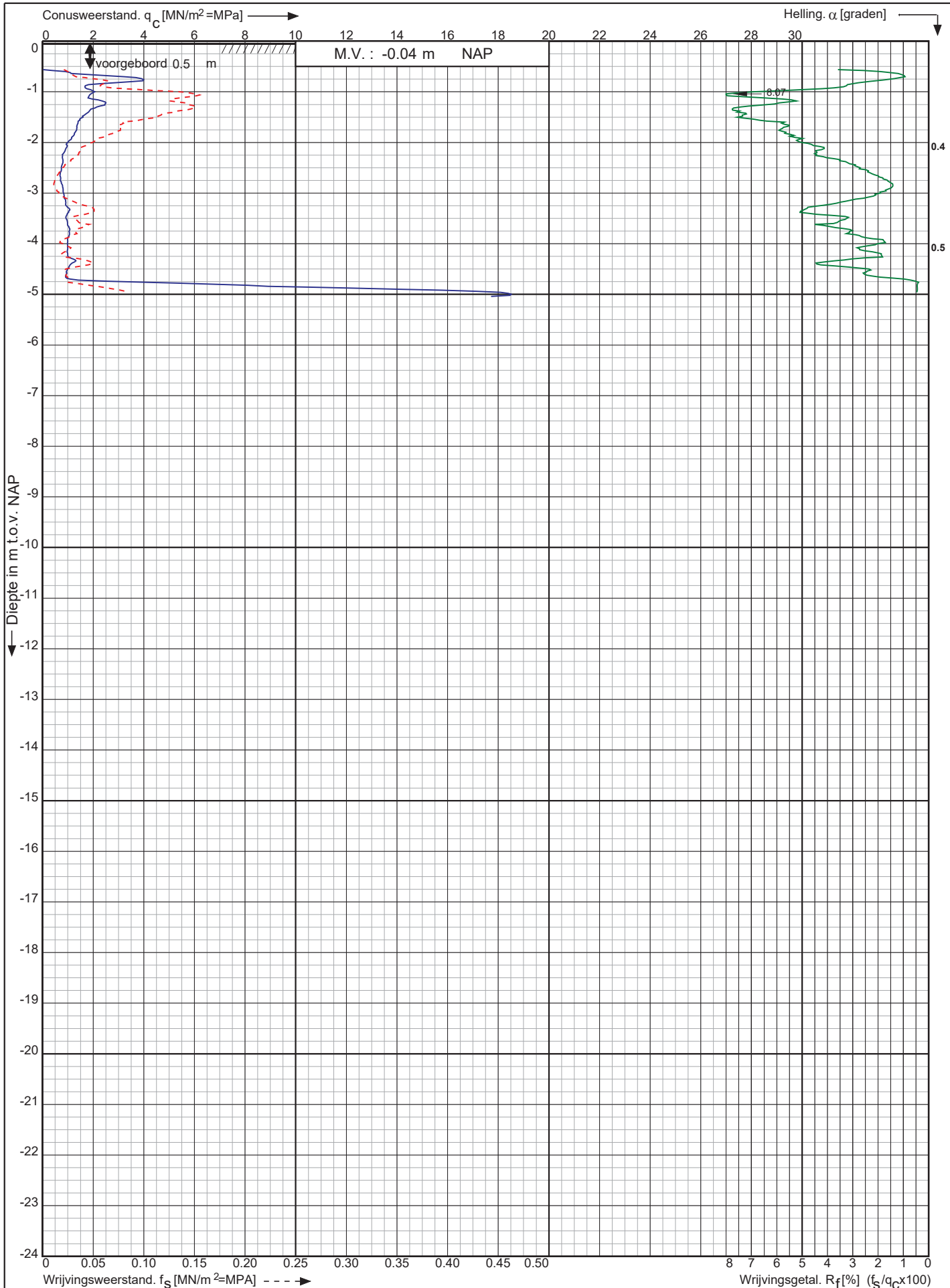
Sond. nr. : 405 magneto



Conusserienummer: 001424

Conustype: cilindrisch elektrisch S15--15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3



Waterberging Letterberterbergboezem
nabij Enumatil

RD-coördinaten : X = 223812.1 Y = 581136.63

Opdr. nr. : 2018-0788-A

Datum uitv. : 14-1-2019

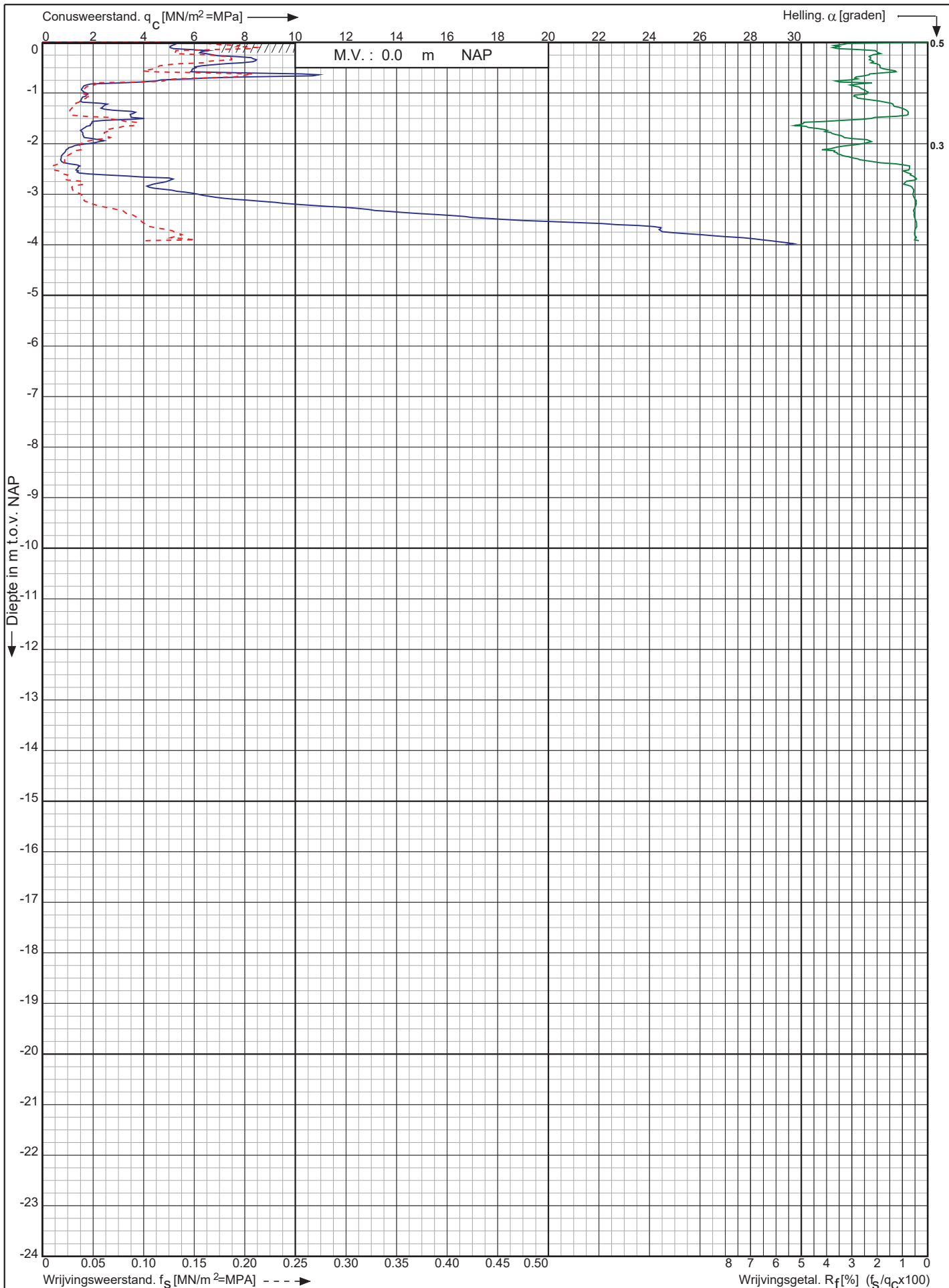
Sond. nr. : 409 magneto



Conusserienummer: 001424

Conustype: cilindrisch elektrisch S15--15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3



Waterberging Letterberterbergboezem
nabij Enumatil

RD-coördinaten : X = 224187.48 Y = 581071.35

Opdr. nr. : 2018-0788-A

Datum uitg. : 14-1-2019

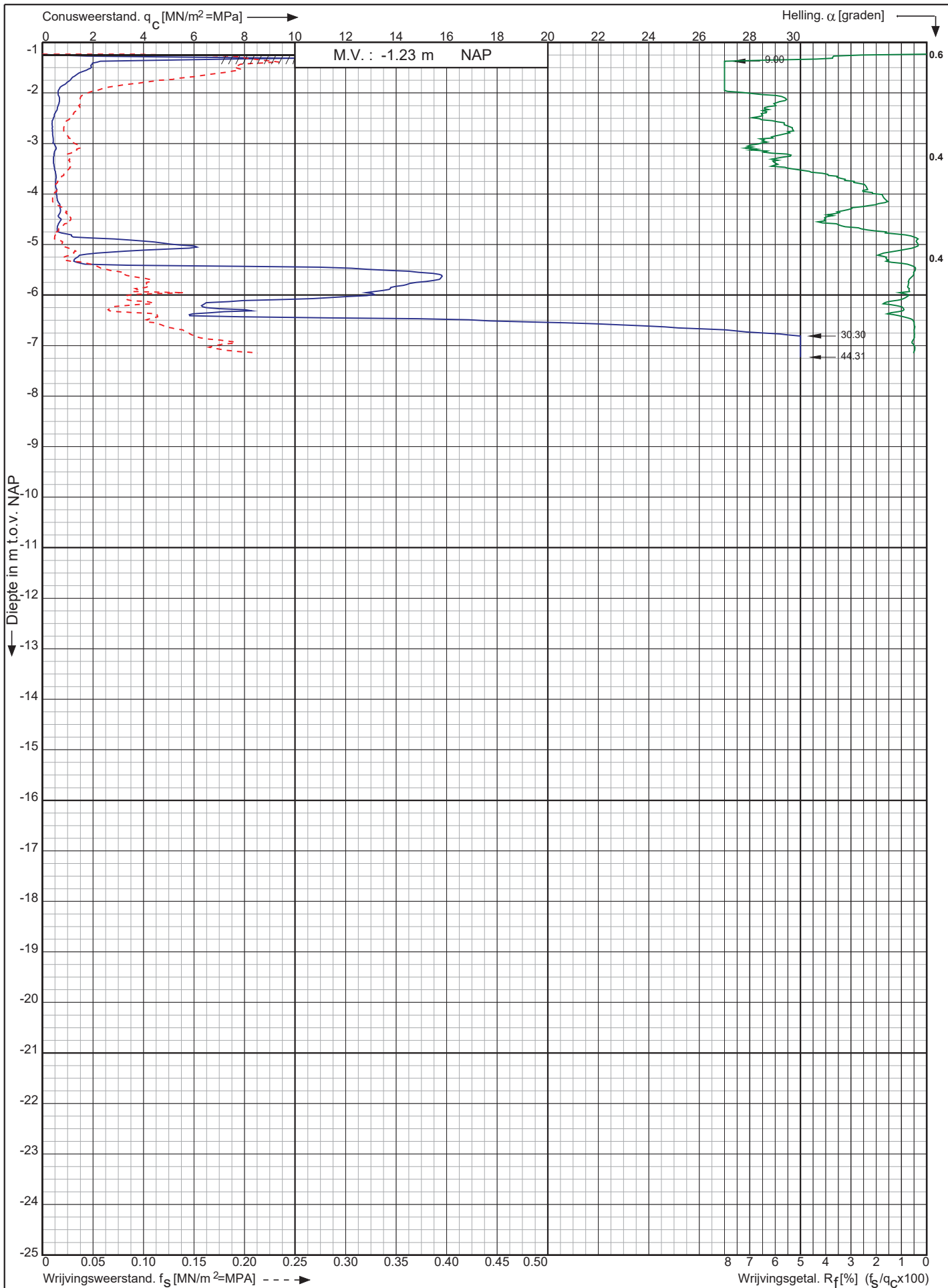
Sond. nr. : 410 magneto



Conusserienummer: 001424

Conustype: cilindrisch elektrisch S15--15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3



Waterberging Letterberterbergboezem
nabij Enumatil

RD-coördinaten : X = 223771.82 Y = 581116.67

Opdr. nr. : 2018-0788-A

Datum uitv. : 14-1-2019

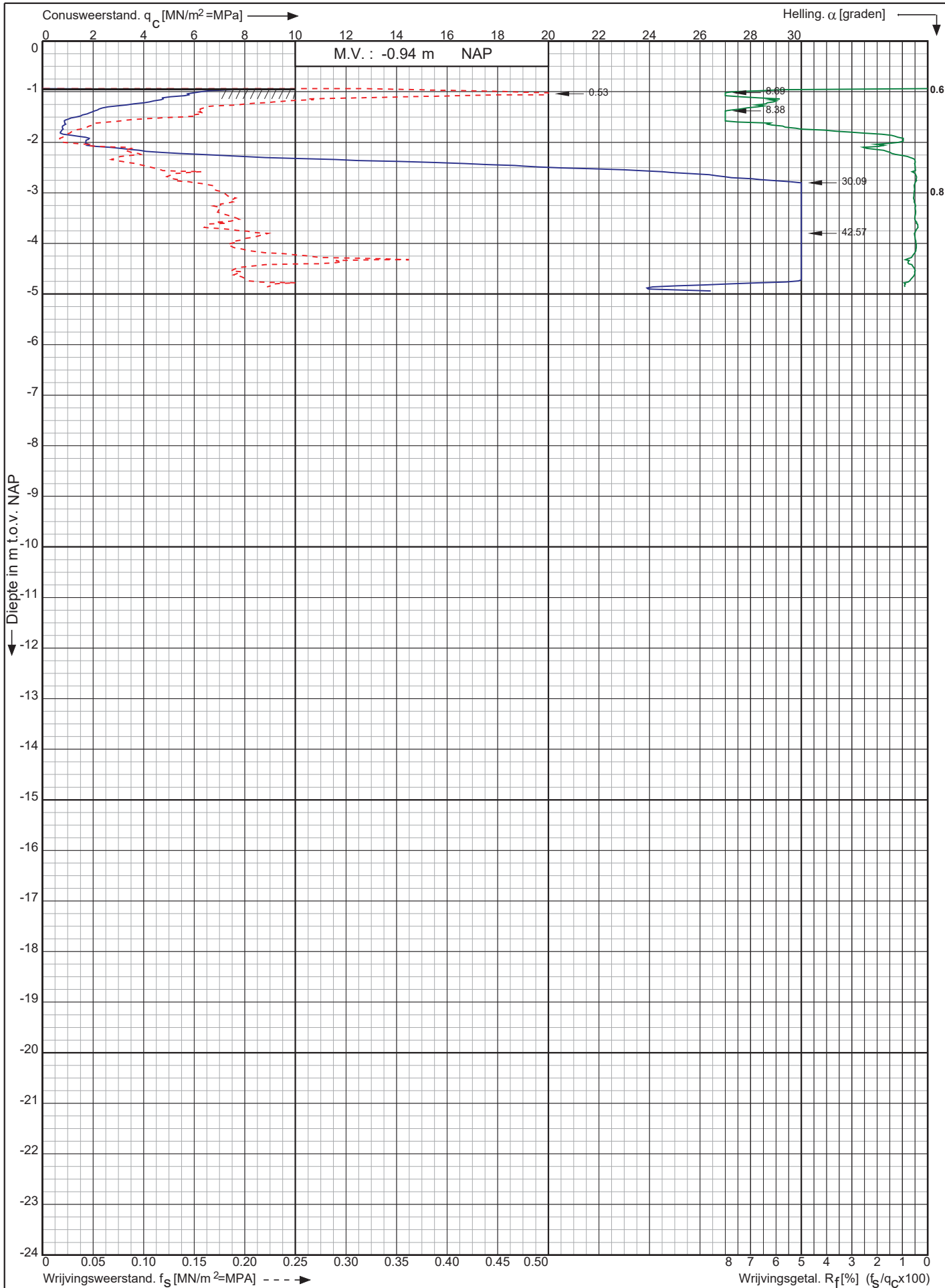
Sond. nr. : 413 magneto



Conusserienummer: 001424

Conustype: cilindrisch elektrisch S15--15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3



Waterberging Letterberterbergboezem
nabij Enumatil

RD-coördinaten : X = 223957.54 Y = 580829.73

Opdr. nr. : 2018-0788-A

Datum uitg. : 14-1-2019

Sond. nr. : 412 magneto

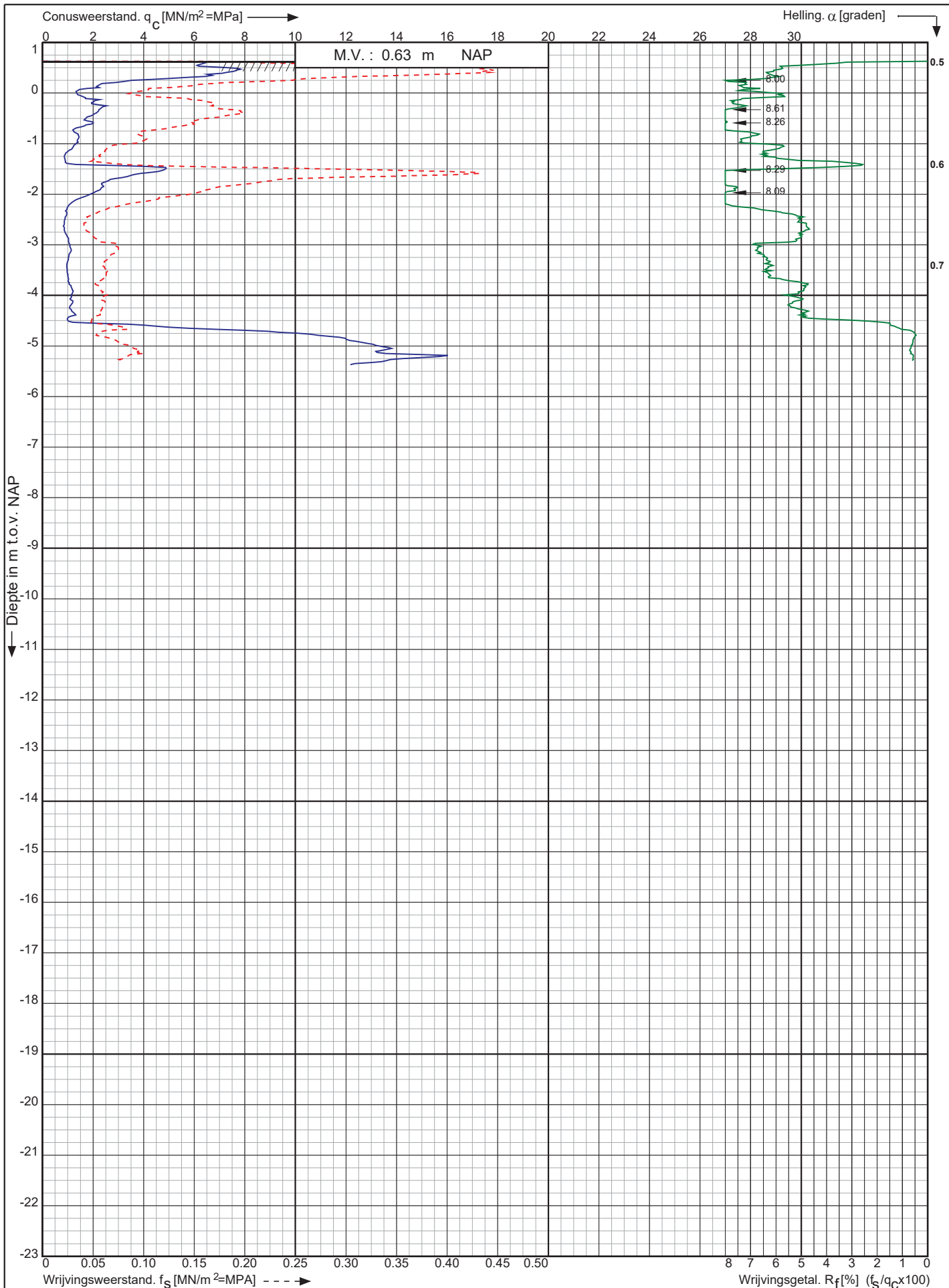


0522-260084

Conusserienummer: 001424

Conustype: cilindrisch elektrisch S15--15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3



Waterberging Letterberterbergboezem
nabij Enumatil

RD-coördinaten : X = 223608.97 Y = 580983.57

Opdr. nr. : 2018-0788-A

Datum uitv. : 14-1-2019

Sond. nr. : 414 magneto

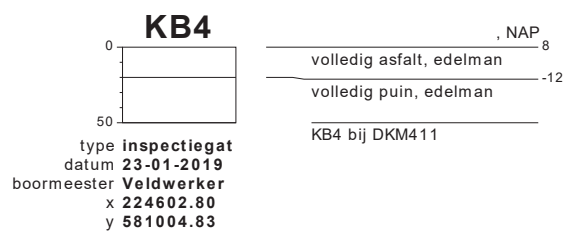
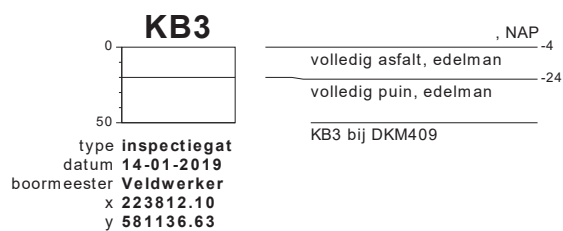
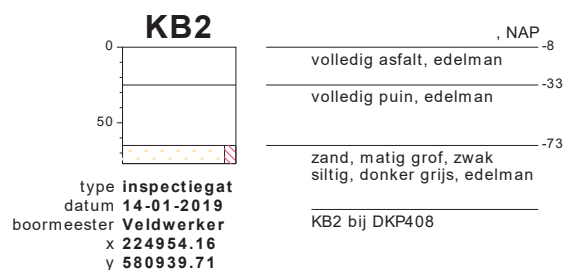
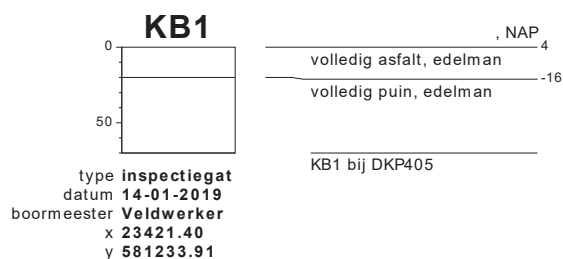


Bijlage:
Kernboorstaten



Koops & Romeijn grondmechanica

Samenwerkende, zelfstandige adviseurs voor grondonderzoek, geotechniek en geohydrologie

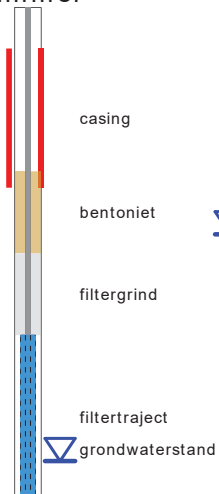


bodemprofielen schaal 1:50

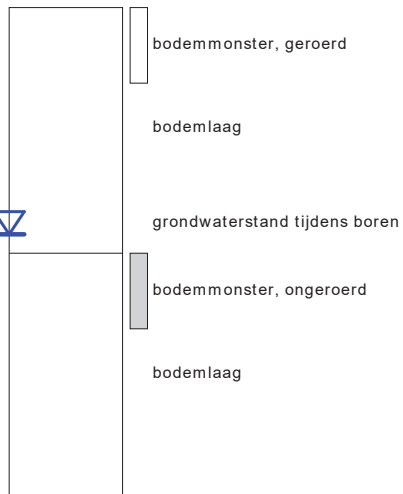
onderzoek **Waterberging Letterberterbergboezem nabij Enumatil**
projectcode **2018-0788A**
datum **23-01-2019**
getekend conform **NEN 5104**
pagina **1 van 2**

PEILBUIS

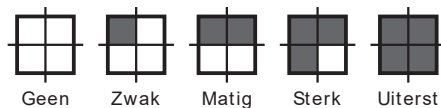
nummer



BORING



OLIE OP WATER REACTIE (OW)



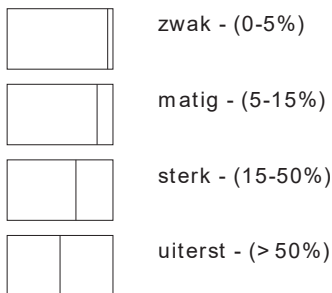
GEUR INTENSITEIT (GI)



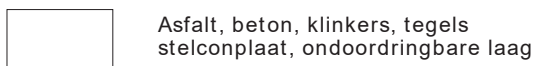
GRONDSOORTEN



MATE VAN BIJMENGING



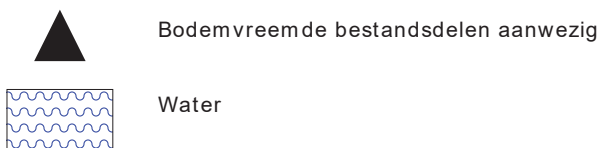
VERHARDINGEN



GRADATIE ZAND

uf = uiterst fijn (63-105 um)
zf = zeer fijn (105-150 um)
mf = matig fijn (150-210 um)
mg = matig grof (210-300 um)
zg = zeer grof (300-420 um)
ug = uiterst grof (420-2000 um)

OVERIG



GRADATIE GRIND

f = fijn (2-5.6 mm)
mg = matig grof (5.6-16 mm)
zg = zeer grof (16-63 mm)

BESCHRIJVING BODEMLAAG

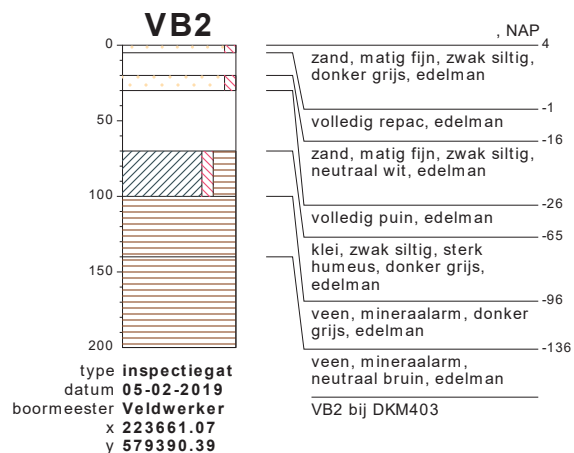
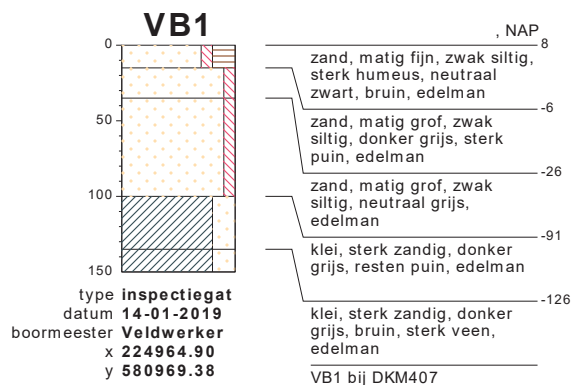
pid = Photo Ionisatie Detector
bv = bodemvocht
ow = olie op water

Bijlage:
Voorboorstaten



Koops & Romeijn grondmechanica

Samenwerkende, zelfstandige adviseurs voor grondonderzoek, geotechniek en geohydrologie

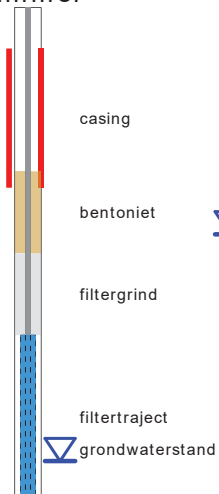


bodemprofielen schaal 1:50

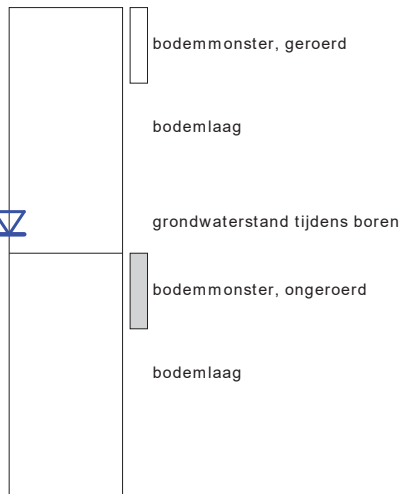
onderzoek **Waterberging Lettelberterbergboezem nabij Enumatil**
projectcode **2018-0788A**
datum **15-02-2019**
getekend conform **NEN 5104**
pagina **1 van 2**

PEILBUIS

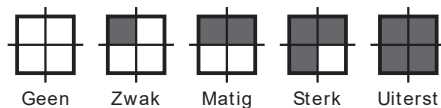
nummer



BORING



OLIE OP WATER REACTIE (OW)



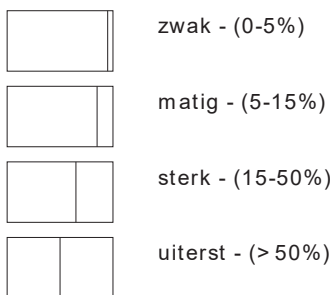
GEUR INTENSITEIT (GI)



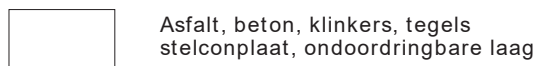
GRONDSOORTEN



MATE VAN BIJMENGING



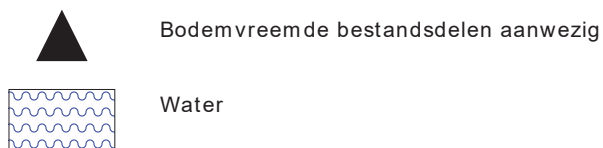
VERHARDINGEN



GRADATIE ZAND

uf = uiterst fijn (63-105 um)
zf = zeer fijn (105-150 um)
mf = matig fijn (150-210 um)
mg = matig grof (210-300 um)
zg = zeer grof (300-420 um)
ug = uiterst grof (420-2000 um)

OVERIG



GRADATIE GRIND

f = fijn (2-5.6 mm)
mg = matig grof (5.6-16 mm)
zg = zeer grof (16-63 mm)

BESCHRIJVING BODEMLAAG

pid = Photo Ionisatie Detector
bv = bodemvocht
ow = olie op water



Koops & Romeijn grondmechanica

Samenwerkende, zelfstandige adviseurs voor grondonderzoek, geotechniek en geohydrologie

Koops grondmechanica bv
Postbus 428
7940 AK Meppel
tel.: (0522) 260 084
fax: (0522) 245 479
a.palsma@koopsggrondmechanica.nl

Teeuw Grondmechanica
Lekdijk 134
2865 LG Ammerstol
tel.: (0182) 672 708
fax: (0182) 670 176
j.teeuw@koopso-romeijn.nl

Ros grondmechanica advies
Lange Voorst 249
2343 CE Oegstgeest
tel.: 06 - 51 06 74 20
ros@bit.nl

Meurs grondmechanica advies
De Plak 23
6681 DN Bommel
tel.: (0481) 451 179
fax: (0481) 450 880
j.meurs@koopso-romeijn.nl

Kranendonk Geohydrologie
Reinaldstraat 95
6883 HL Velp
tel.: (026) 369 00 30
fax: (026) 369 00 39
p.kranendonk@koopso-romeijn.nl

Fundatech
De Ververt 11-08
6605 AD Wijchen
tel.: (024) 645 44 01
fax: (024) 645 44 02
j.nicolasen@koopso-romeijn.nl

Koops Grondmechanica bv
De Schelp 8
9351 NV Leek
tel.: (0522) 260 084
a.palsma@koopsggrondmechanica.nl

Werkgebieden

Geotechnisch bodemonderzoek

- sonderingen
- grondboringen

Geotechnisch labonderzoek

Geotechnische adviezen

- funderingsadviezen
- zettinsanalyses
- schade en expertise
- damwandberekeningen
- bemalingsadviezen

Milieukundig Bodem- en grondwateronderzoek en advies