

De Poelen Kaag en Braassem

Geotechnische toetsing definitieve grondkeringen



Titel : Geotechnische toetsing definitieve grondkeringen

Project : De Poelen Kaag en Braassem
Projectnummer : GR0267

Documentnummer : GR067-RAP-007
Versie : 1.0
Status : Definitief
Datum : 12-05-2025

Opdrachtgever : Aveco de Bondt
T.a.v. de heer D. Oltmans
Ravenswade 2
3439LD Nieuwegein

	Naam	Paraaf	Datum
Opgesteld	Ing. B. Wehrmann		12-5-2025
Gecontroleerd	ing. C.J.G. Lodewijkx		12-5-2025



Document Historie

Versie	Omschrijving/ Belangrijkste wijzigingen	Datum
1.0	Eerste definitieve uitgave	12-05-2024



INHOUDSOPGAVE

1	INLEIDING	6
1.1	Algemeen	6
1.2	Referentiedocumenten	7
1.3	Doel geotechnisch advies	7
2	UITGANGSPUNTEN	8
2.1	Algemeen	8
2.2	(Contract)eisen	8
2.3	Veiligheidsfilosofie	8
2.3.1	Normen en richtlijnen	8
2.3.2	Ontwerpbenaderingen	8
2.3.3	Veiligheidsklasse	9
2.3.4	Geotechnische categorie	9
2.4	Ontwerplevensduur	9
2.5	Eigenschappen hardhouten beschoeiing/damwanden	9
2.6	Verankering hardhouten beschoeiing	10
2.7	Eigenschappen stalen damwanden	10
2.8	Belastingen	11
2.9	Kabels en leidingen	11
3	GEOMETRIE EN TYPEN GRONDKERINGEN	12
3.1	Locaties en typen grondkeringen	12
3.2	Waterprofielen	12
3.3	Waterprofiel 1	13
3.4	Waterprofiel 2	14
3.5	Waterprofiel 3	15
3.6	Waterprofiel 4	16
3.7	Waterprofiel 5	17
3.8	Waterprofiel 6	18
3.9	Waterprofiel 7	19
3.10	Waterprofiel 8	20
3.11	Waterprofiel 9	21
3.12	Waterprofiel 10	22
3.13	Waterprofiel 11	23
3.14	Waterprofiel 12	24
3.15	Waterprofiel 13	25
3.16	Waterprofiel 14	26
3.17	Waterprofiel 15	27
4	GRONDMODELLERING EN BODEMSCHEMATISATIE	28
4.1	Beschikbaar grondonderzoek	28
4.2	Bodemschematisatie en karakteristieke grondparameters	29
4.3	(Grond)waterstanden	30
5	BEREKENINGSRESULTATEN	31
5.1	Waterprofiel 1	31
5.2	Waterprofiel 2	33
5.3	Waterprofiel 3	35
5.3.1	Waterprofiel 3.1	35
5.3.2	Waterprofiel 3.2	37
5.4	Waterprofiel 4	38
5.5	Waterprofiel 6	40
6	CONCLUSIES EN AANDACHTSPUNTEN	41



6.1	Conclusies	41
6.1.1	Algemeen	41
6.1.2	Dimensionering grondkeringen	41
6.2	Aandachtspunten	42

BIJLAGEN:

Bijlage 1:	Globale projectlocatie
Bijlage 2:	Tekeningen + dwarsprofielen
Bijlage 3:	Beschikbaar geotechnisch grondonderzoek [2]
Bijlage 4:	Resultaten Waterprofiel 1
Bijlage 5:	Resultaten Waterprofiel 2
Bijlage 6:	Resultaten Waterprofiel 3.1
Bijlage 7:	Resultaten Waterprofiel 3.2
Bijlage 8:	Resultaten Waterprofiel 4
Bijlage 9:	Resultaten Waterprofiel 6

1 INLEIDING

1.1 Algemeen

In de gemeente Kaag en Braassem wordt aan het Braassemmeer het project 'De Poelen' gerealiseerd. Dit woningbouwproject wordt gefaseerd bouw- en woonrijp gemaakt voor de te bouwen woningen met de bijbehoren boven- en ondergrondse infrastructuur. Een overzicht van de globale locatie van Fase 4A+4B is weergegeven in onderstaande Figuur 1-1.



Figuur 1-1: Globale projectlocatie Fase 4A+4B 'De Poelen' te Kaag en Braassem

Door GeoRisQ B.V. is in opdracht van Aveco de Bondt B.V. een zettings- en stabiliteitsadvies [3] uitgebracht voor het bouwrijp maken van de nieuwe gebiedsontwikkeling 'De Poelen' te Kaag en Braassem.

Onderdeel van het project is de stabiliteit van de bestaande en nieuw te graven watergangen. Ter plaatse van de oevers van de toekomstige watergangen worden stalen en houten grondkeringen aangebracht. In voorliggende rapportage vindt de geotechnische toetsing van de definitieve grondkeringen in Fase 4A+4B plaats, zodanig dat de stabiliteit, sterkte en vervorming van de oevers gewaarborgd is.

De definitieve grondkeringen kunnen vanuit geotechnisch oogpunt pas in de bedrijfsfase (na verwijderen voorbelasting) worden aangebracht. Voordat de grondkeringen worden aangebracht zal het terrein bouwrijp moeten zijn gemaakt.



1.2 Referentiedocumenten

De onderstaande beschikbare documenten zijn geraadpleegd voor het opstellen van voorliggende rapportage:

- [1] Rapportage: 'Leidraad Inrichting Openbare Ruimte (LIOR 6.0)', opgesteld door de gemeente Kaag en Braassem versie 6.0 juni 2016 (vastgesteld op 19 juli 2016) met addendum 13 december 2018;
- [2] Rapportage: 'Geotechnisch onderzoek Bouwrijp maken 8 percelen te Roelofarendsveen', opgesteld door Fugro onder kenmerk 9017-0704-000 versie 1.0 d.d. 24 juli 2017;
- [3] Rapportage: 'De Poelen Kaag en Braassem, Geotechnisch zettings- en stabiliteitsadvies Fase 4A+4B', opgesteld door GeoRisQ bv onder kenmerk GR0267-RAP-002 versie 2.0 d.d. 18-01-2024;
- [4] Rapportage: 'De Poelen Kaag en Braassem, Geotechnische controle macro-stabiliteit Noordkade', opgesteld door GeoRisQ bv onder kenmerk GR0267-RAP-003 versie 4.0 d.d. 09-07-2024;
- [5] Rapportage: 'De Poelen Kaag en Braassem, Geotechnisch zettings- en stabiliteitsadvies Fase 5, opgesteld door GeoRisQ bv onder kenmerk GR0267-RAP-005 versie 2.0 d.d. 17-05-2024;
- [6] Rapportage: 'De Poelen Kaag en Braassem, Tussenevaluatie zakbaken Fase 4A+4B', opgesteld door GeoRisQ bv onder kenmerk GR0267-RAP-006 versie 1.0 d.d. 13-03-2024;
- [7] Rapportage: 'Roelofarendsveen, Aan de Braassem Inrichtingsplan fase 4 en 5', opgesteld door Kuiper Compagnons d.d. 29-01-2025;
- [8] Tekening: 'Oevers fase 4 en 5', opgesteld door Kuiper Compagnons;
- [9] Tekening: 'Braassemerland Fase 4+5, Locatie damwanden / beschoeiing', opgesteld door Aveco de Bondt onder kenmerk 222936_AdB_TEK_9000 d.d. 02-05-2025.

1.3 Doel geotechnisch advies

De doestellingen van voorliggend geotechnisch advies zijn:

Het toetsen van hardhouten beschoeiingen/damwanden en stalen damwandconstructies op sterkte, stabiliteit en vervorming. Waarbij het volgende wordt bepaald:

- Damwand/ beschoeiing type;
- Damwand/ beschoeiing lengte;
- Lengte en type verankering (indien van toepassing).



2 UITGANGSPUNTEN

2.1 Algemeen

Op basis van de beschikbare referentiedocumenten is in voorliggende rapportage van de in dit hoofdstuk beschreven uitgangspunten uitgegaan. Voorliggend geotechnisch advies is dan ook alleen van toepassing bij de in dit rapport genoemde uitgangspunten. Geadviseerd wordt bij verdere verwerking van voorliggende resultaten en advies de uitgangspunten in dit rapport te verifiëren. Indien de uitgangspunten ten opzichte van voorliggende rapportage zijn gewijzigd wordt geadviseerd het geotechnisch advies te laten herzien.

2.2 (Contract)eisen

Door de opdrachtgever zijn geen eisen ten aanzien van de maximaal toelaatbare vervormingen van de grondkeringen opgegeven. Conform CUR 166 wordt in de regel de volgende richtlijn ten aanzien van de vervorming van de damwanden opgegeven:

- De toelaatbare horizontale vervorming van definitieve damwanden (in het zicht) is 1/200 van de maximaal te keren hoogte in alle bouwfasen met een maximum van 50 mm.
- Voor relatief eenvoudige constructies zoals beschoeiingen kunnen volgens CUR 166 lagere eisen gelden.

Voor de grondkeringen in voorliggend ontwerp wordt uitgegaan van een maximale zichtbare vervorming van 50 mm in de gebruiksfase en een totale vervorming (bouw- en gebruiksfase van maximaal 100 mm).

2.3 Veiligheidsfilosofie

2.3.1 Normen en richtlijnen

Voor het opstellen van voorliggend geotechnisch advies is uitgegaan van onderstaande normen en richtlijnen.

Tabel 2-1 Normen en richtlijnen

Kenmerk	Titel	Datum
NEN 9997-1+C2	Geotechnisch ontwerp van constructies – Deel 1	2017
NEN-EN 1997-2	Geotechnisch ontwerp deel 2: Grondonderzoek en beproeving (Eurocode 7-2)	2007
CROW 204	Betrouwbaarheid van zettingsprognoses	2004
NEN-EN 1990	Grondslagen voor het constructief ontwerp (Eurocode 0)	2002
NEN-EN 1995-1-1+C1+A1	Eurocode 5: Ontwerp en berekening van houtconstructies – Deel 1-1: Algemeen – Gemeenschappelijke regels en regels voor gebouwen	2011
CUR 166	Damwandconstructies, 6e druk	2012

2.3.2 Ontwerpbenaderingen

Conform NEN 9997-1 dient voor alle geotechnische berekeningen in Nederland Ontwerpbenadering 3 (OB3) te zijn toegepast. De berekeningen zijn derhalve uitgevoerd op basis van Ontwerpbenadering OB3.



2.3.3 Veiligheidsklasse

Conform NEN-EN 1990 wordt onderscheid gemaakt in veiligheidsklassen (NEN-EN: reliability classes). Voor het ontwerp van de grondkeringen wordt uitgegaan van veiligheidsklasse RC1.

2.3.4 Geotechnische categorie

Gezien de aard van de constructie, de onderhavige bodemopbouw en de omgevingsbeïnvloeding dient de constructie te worden ingedeeld in geotechnische categorie 2 (GC2) conform NEN 9997-1+C2. In geotechnische categorie 2 behoren te zijn begrepen conventionele typen constructies en funderingen zonder buitengewone risico's of complexe grond- of belastingsgesteldheid.

2.4 Ontwerplevensduur

Voor de ontwerplevensduur van de hardhouten grondkeringen in Duurzaamheidsklasse 1 is uitgegaan van 25+ jaar. Voor de stalen damwanden is conform CUR 166 uitgegaan van een ontwerplevensduur van 50 jaar.

2.5 Eigenschappen hardhouten beschoeiing/damwanden

- Voor de houten beschoeiingen wordt uitgegaan van een hardhouten palen en schotten, De beschoeiing zal conform het standaarddetail uit de LIOR 6.0 [1] worden opgebouwd uit hardhouten palen in combinatie met hardhouten schotten fsc gecertificeerd. De schotten worden verbonden met de palen. Voor de schotten wordt uitgegaan van planken, 20x200x1000 mm. Hierbij wordt uitgegaan van vijf (5) planken per schot. Hierdoor is de aangehouden hoogte 1,0 m van de schotten;
- De houten beschoeiingen/damwanden bevinden zich in klimaatklasse 3 (art. 2.3.1.3. NEN-EN 1995-1-1+C1+A1);
- k_{def} : Conform de NEN-EN 1995-1 dient voor hout te worden gerekend met kruip. De vervorming door kruip wordt veroorzaakt door langdurig aanwezig permanente belasting (grond) en resulteert in een doorbuiging welke tot drie keer hoger is dan de initiële situatie. Dit heeft te maken met het geleidelijk aan veranderen van de structuuropbouw van het materiaal zelf. Door de belasting verandert/ verslechtert het materiaal, waardoor de planken na verloop van tijd steeds meer gaan doorbuigen. Verondersteld wordt dat kruip pas volledig is opgetreden aan het einde van de levensduur van het hout. Gezien de levensduur van houten damwand voornamelijk door de sterkte wordt bepaald, en niet door toenemende vervorming, wordt geadviseerd om op de vervorming door kruip enkel te toetsen i.c.m. de permanente belasting (grond). Eventueel kan uit esthetisch oogpunt worden overwogen om de grondkering met een helling van 1:10 achterover aan te brengen om de zichtbare vervorming door kruip te beperken.
- De volgende partiële factoren zijn gehanteerd t.a.v. de sterkte conform NEN-EN 1995-1-1;
 - Modificatie factor:

CUR 166 Stap 6.1 t/m 6.5 k_{mod} met verkeer	:0,65 (Tabel 3.1 NB, middellang)
CUR 166 Stap 6.1 t/m 6.5 k_{mod} zonder verkeer	:0,50 (Tabel 3.1 NB, blijvend)
 - Partiele factor materiaaleigenschappen :1,30 (Tabel 2.3)
 - k_h hardhout :1,08 (art 3.2)
- De volgende partiële factoren zijn gehanteerd t.a.v. vervorming;
 - k_{def} :2,00

De gehanteerde buigsterkte en stijfheid van de hardhouten beschoeiingen aan de hand van de bovengenoemde uitgangspunten en factoren is weergegeven in Tabel 2-2.



Tabel 2-2: Eigenschappen hardhouten beschoeiing per meter

Sterkte-klasse [-]	Dikte palen [mm]	h.o.h. afstand [m]	$f_{m,k}^{*1}$ [N/mm ²]	$E_{0,mean}$ [kN/mm ²]	$EI_{0,SLS}$ [kNm ² /m ¹]	$EI_{0,ULS}^{*2}$ [kNm ² /m ¹]	$M_{r,d}^{*3}$ [kNm/m ¹]	$M_{r,d}^{*4}$ [kNm/m ¹]
D50	Vk140	0,50	50	14	1,28 * 10 ³	2,56 * 10 ³	26	20
D60	Vk140	0,50	60	14	1,28 * 10 ³	2,56 * 10 ³	32	24

*1: $k_h = 1,08$ *2: $k_{def} = 2,00 + 1$; *3: $k_{mod} = 0,65$ *4: $k_{mod} = 0,50$

2.6 Verankering hardhouten beschoeiing

Indien benodigd zal een verankering worden toegepast. In voorliggend advies wordt uitgegaan van klpankers van het type JLD (of gelijkwaardig). In de berekening zal getoetst worden welke afmetingen benodigd zijn bij een h.o.h. afstand van 2,0 m. Voor de verankering zal een corrosie bij een levensduur van 25 inrekening gebracht worden, hierdoor zal de toelaatbare ankerkracht in de ankerstaaf afnemen. Uitgangspunt is dat op alle ankers in de realisatie controleproeven worden uitgevoerd.

Tabel 2-3: Eigenschappen klpankers (JDL)

Ankertype [-]	H.o.h. afstand [m]	Oppervlakte klpanker [mm ² /m ¹]	Doorsnede GEWI T16 [mm ² /m ¹]	$E_{0,mean}$ [kN/mm ²]	Lengte [m ¹]	Breuksterkte [kN/m ¹]	Vloeisterkte [kN/m ¹]
JLD 2.4	2,0	46910	100	2,1*10 ⁸	10	110	82

2.7 Eigenschappen stalen damwanden

Voor het ontwerp van de stalen damwanden zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Ontwerplevensduur damwand is 50 jaar;
- Type damwand: AZ (warmgewalst, met sloten van het AZ-type);
- Staalkwaliteit damwand: S270;
- Corrosie damwand: 3,5 mm (1,75 mm per zijde);
- De aangehouden corrosiereductie bedraagt 32% voor het traagheids- en weerstandsmoment;
- Damwand voorzien van een doorgaande gording die trek- en drukvast verbonden is met de damwandplanken;
- Damplanken worden ingebracht als dubbele planken met schuifvaste verbinding op het tussenslot.

Tabel 2-4: Eigenschappen stalen damwanden

Damwandtype [-]	Sterkteklasse [-]	Dikte planken [mm]	E [kN/m ²]	I_y [cm ⁴ /m ¹]	W_y [cm ³ /m ¹]	$M_{r,d}$ [kNm/m ¹]	$M_{r,d,corrosie}$ [kNm/m ¹]
AZ14-700	S270	10,5	2,1*10 ⁸	22190	1405	337	229
AZ18-700	S270	9,0	2,1*10 ⁸	37800	1800	486	330



2.8 Belastingen

Ter plaatse van de rijbanen/parkeervakken achter de beschoeiingen/damwanden is rekening gehouden met een gelijkmatig verdeelde belasting van 10 kPa over een afstand van 5,0 m vanaf 0,5 m uit de grondkering.

Voor incidentele belasting bestaande uit voetgangers/grasmaaier is rekening gehouden met een gelijkmatig verdeelde belasting van 5 kPa over 2,5 m á 5,0 m (afhankelijk van de situatie) vanaf de kruin van het talud.

2.9 Kabels en leidingen

Volgens de opdrachtgever bevinden zich in de ondergrond van het bouwplan geen zettingsgevoelige kabels en leidingen. Voor dit advies is geen aparte Klic-melding uitgevoerd. Gezien de te verwachten zettingen is het mogelijk dat aanwezige kabels en leidingen niet behouden kunnen blijven.

Geadviseerd wordt om vóór aanvang van de werkzaamheden een Klic-melding uit te voeren en eventuele raakvlakken met de geplande ophogingen te onderzoeken.

3 GEOMETRIE EN TYPEN GRONDKERINGEN

3.1 Locaties en typen grondkeringen

In onderstaande Figuur 3-1 zijn de locaties van de toekomstige en bestaande watergangen weergegeven met de verschillende typen grondkeringen.



Figuur 3-1: Bovenanzicht toekomstige en bestaande watergangen met type grondkering [8]

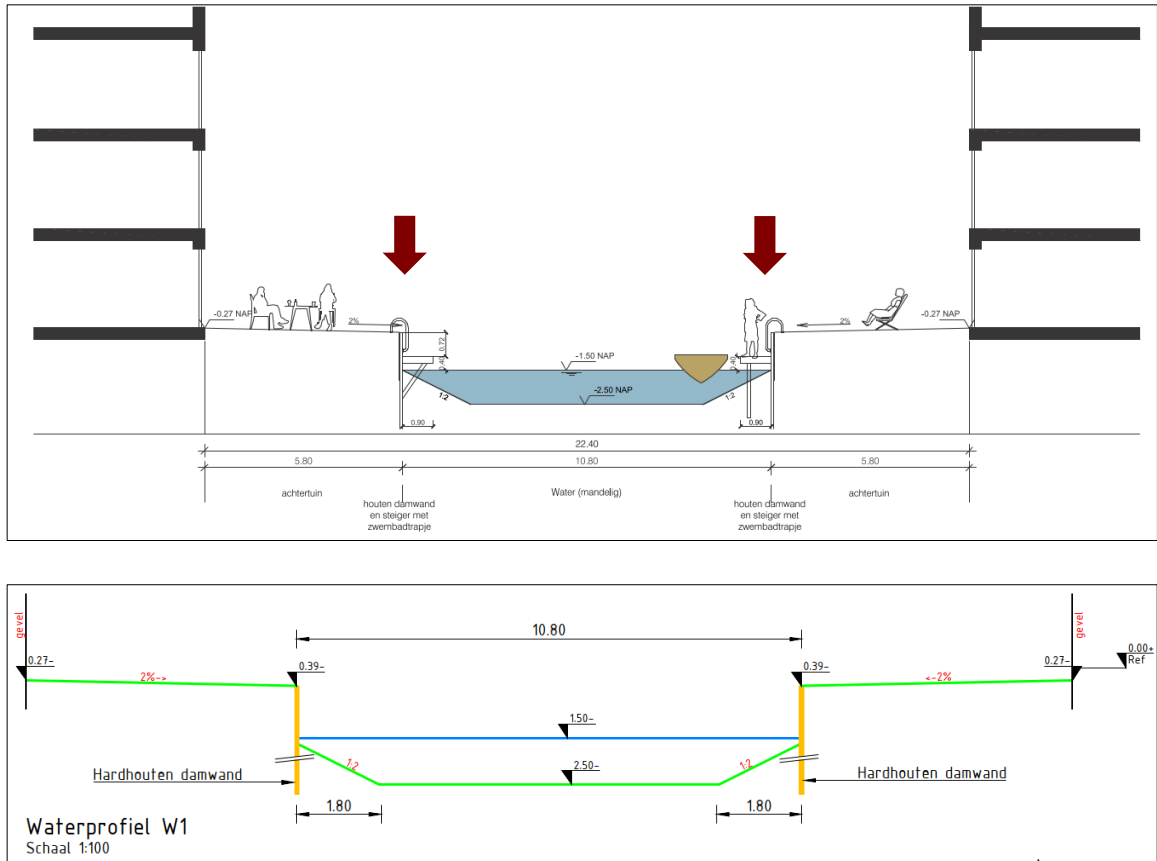
Op basis van de dwarsprofielen uit referentie [7] zijn vijftien typen oeverconstructies gedefinieerd op basis van de kerende hoogte, geometrie (taludsteilheid) en infrastructuur (rijbaan of perceel) achter de beschoeiing/damwand. Voor elke type oeverconstructie is in voorliggende rapportage een grondkering gedimensioneerd. Een aantal oevers hebben een toekomstig talud met een minimale steilheid van 1:3 á 1:4 (verticaal : horizontaal), dit betreffen de donkergroene arceringen in Figuur 3-1. Hier wordt geen beschoeiing aangebracht en komt een natuurlijke oeverconstructie.

3.2 Waterprofielen

In referentie [9] zijn voor de verschillende watergangen 15 Waterprofielen opgesteld. Het betreft de waterprofielen W1 t/m W15. Per Waterprofiel is de geometrie van de watergang vastgelegd met daarbij de locaties van de grondkeringen.

3.3 Waterprofiel 1

In Figuur 3-2 is de geometrie van Waterprofiel 1 weergegeven.

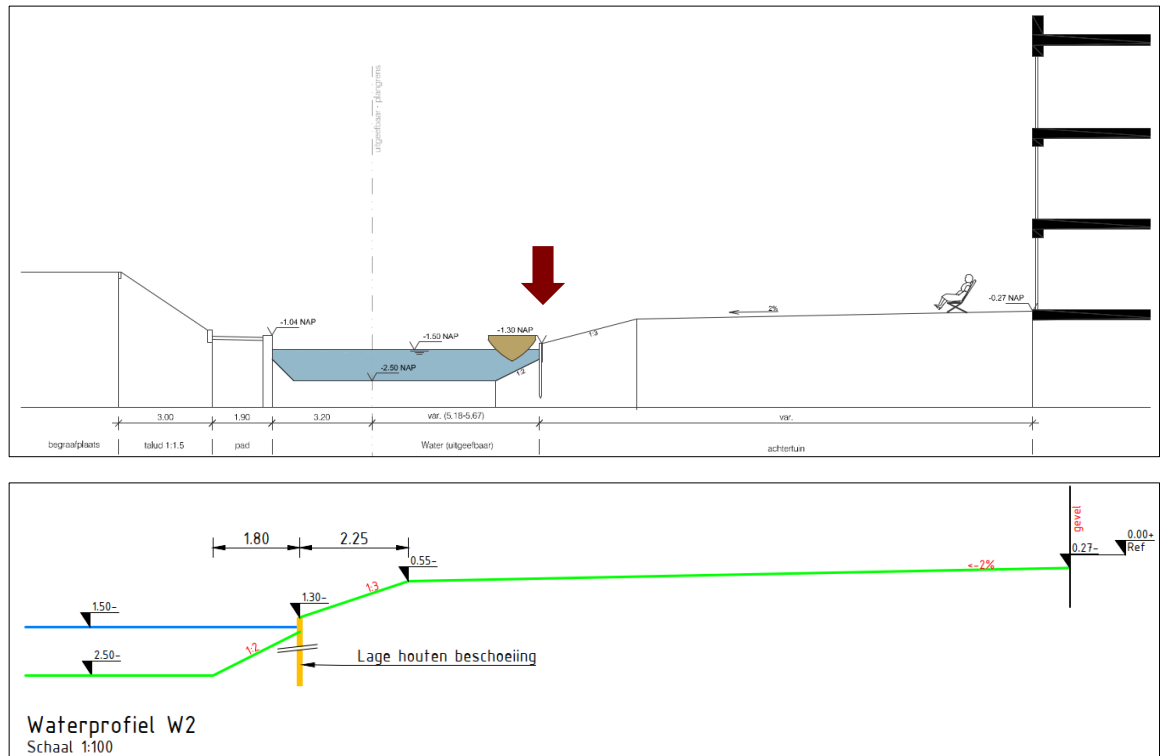


Figuur 3-2 Waterprofiel 1

- Zowel aan de linker- als de rechterzijde dient een grondkering te worden aangebracht;
- De bodem van de toekomstige watergang bevindt zich op een diepte van circa NAP -2,50 m;
- Het toekomstige waterpeil in de watergang bedraagt NAP -1,50 m;
- De grondkering wordt afgewerkt op een hoogte van circa NAP -0,39 m;
- Het maaiveldniveau aan de actieve zijde van de hardhouten damwanden bedraagt circa NAP -0,27 m;
- Aan de voorzijde van de grondkering wordt een watertalud met een helling 1:2 aangebracht. Voor de dimensionering van het talud in D-Sheetpiling is hieraan geen stijfheid toegekend.

3.4 Waterprofiel 2

In Figuur 3-3 is de geometrie van Waterprofiel 2 weergegeven.

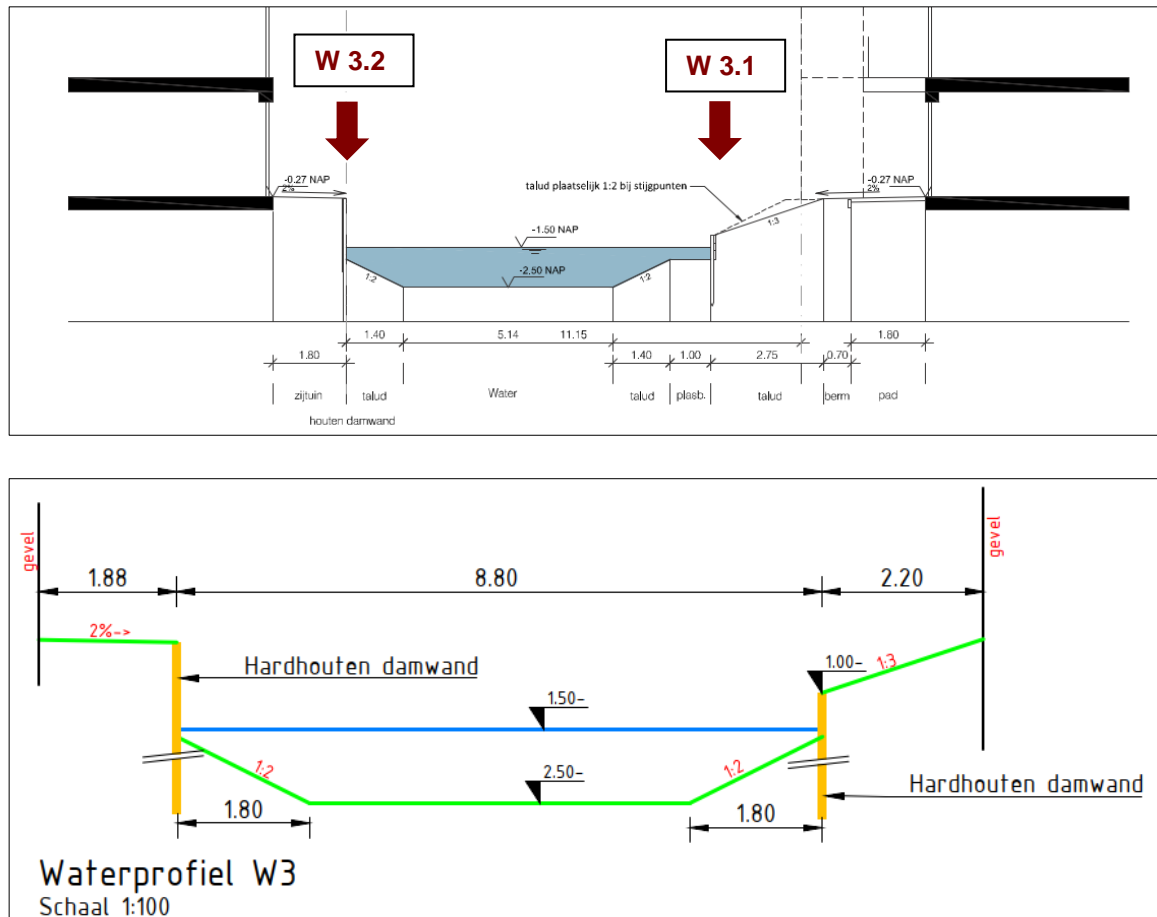


Figuur 3-3 Waterprofiel 2

- De aan te brengen grondkering betreft de rechterzijde;
- De bodem van de toekomstige watergang bevindt zich op een diepte van circa NAP -2,50 m;
- Het toekomstige waterpeil in de watergang bedraagt NAP -1,50 m;
- De grondkering wordt afgewerkt op een hoogte van circa NAP -1,30 m;
- Achter de grondkering wordt een talud 1:3 aangebracht;
- Het maaiveldniveau aan de actieve zijde bedraagt circa NAP -0,27 m;
- Aan de voorzijde van de grondkering wordt een watertalud met een helling 1:2 aangebracht. Voor de dimensionering van het talud in D-Sheetpiling is hieraan geen stijfheid toegekend.

3.5 Waterprofiel 3

In Figuur 3-4 is de geometrie van Waterprofiel 3 weergegeven.

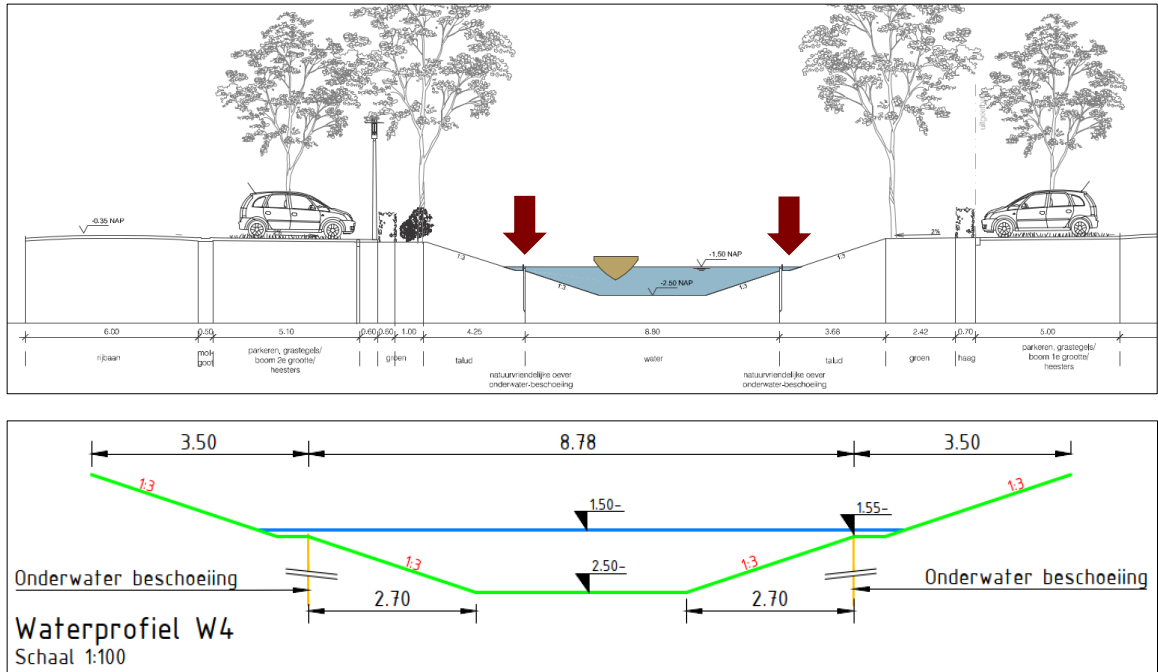


Figuur 3-4 Waterprofiel 3

- De aan te brengen grondkering betreft zowel de linker- als de rechterzijde;
- De bodem van de toekomstige watergang bevindt zich op een diepte van circa NAP -2,50 m;
- Het toekomstige waterpeil in de watergang bedraagt NAP -1,50 m;
- De grondkering aan de linkerzijde wordt afgewerkt op een hoogte van circa NAP -0,31 m;
- De grondkering aan de rechterzijde wordt afgewerkt op een hoogte van circa NAP -1,00 m;
- Achter de grondkering aan de rechterzijde wordt een talud 1:3 aangebracht;
- Het maaiveldniveau aan de actieve zijde bedraagt circa NAP -0,27 m;
- Aan de voorzijde van de grondkering wordt een watertalud met een helling 1:2 aangebracht. Voor de dimensionering van het talud in D-Sheetpiling is hieraan geen stijfheid toegekend.

3.6 Waterprofiel 4

In Figuur 3-4 is de geometrie van Waterprofiel 4 weergegeven.

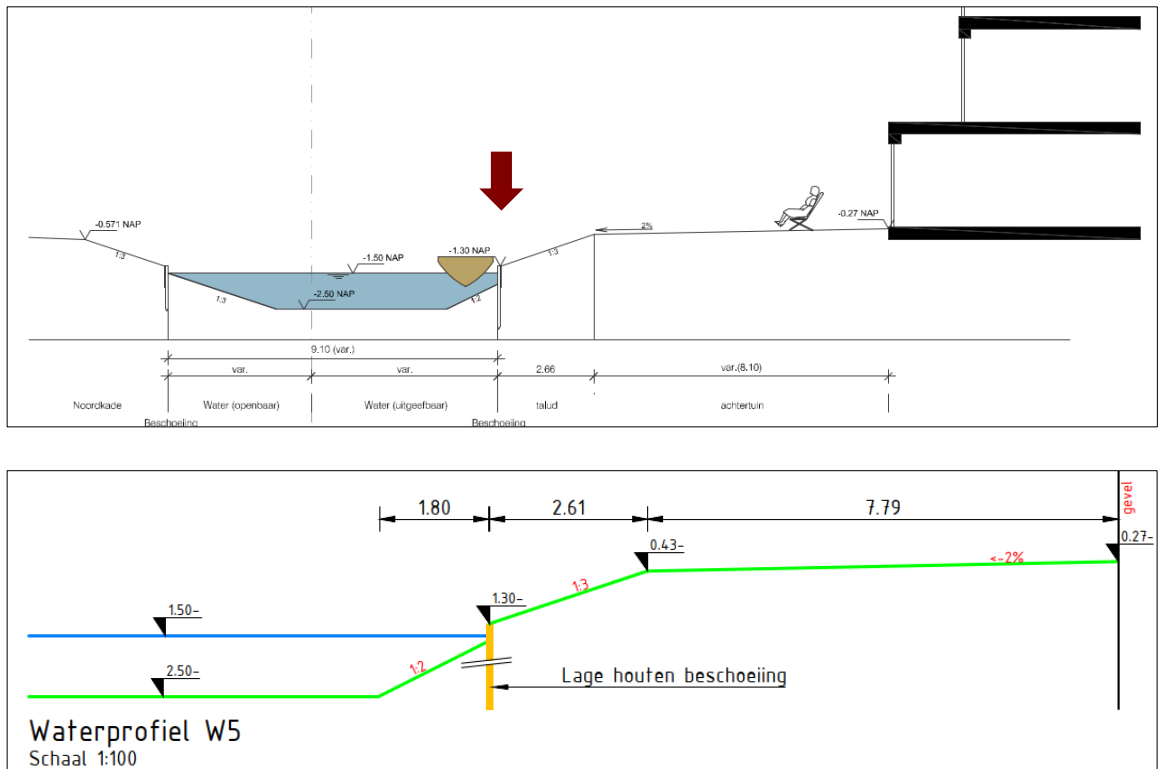


Figuur 3-5 Waterprofiel 4

- De aan te brengen grondkering betreft zowel de linker- als de rechterzijde;
- De bodem van de toekomstige watergang bevindt zich op een diepte van circa NAP -2,50 m;
- Het toekomstige waterpeil in de watergang bedraagt NAP -1,50 m;
- De grondkering aan de linkerzijde wordt afgewerkt op een hoogte van circa NAP -1,55 m;
- De grondkering aan de rechterzijde wordt afgewerkt op een hoogte van circa NAP -1,55 m;
- Achter de grondkering wordt een talud 1:3 aangebracht;
- Het maaiveldniveau aan de actieve zijde bedraagt circa NAP -0,30 m;
- Op een afstand van circa 6,8 m bevindt zich de bovenbelasting uit geparkeerde auto's;
- Aan de voorzijde van de grondkering wordt een watertalud met een helling 1:3 aangebracht. Voor de dimensionering van het talud in D-Sheetpiling is hieraan geen stijfheid toegekend.

3.7 Waterprofiel 5

In Figuur 3-6 is de geometrie van Waterprofiel 5 weergegeven.

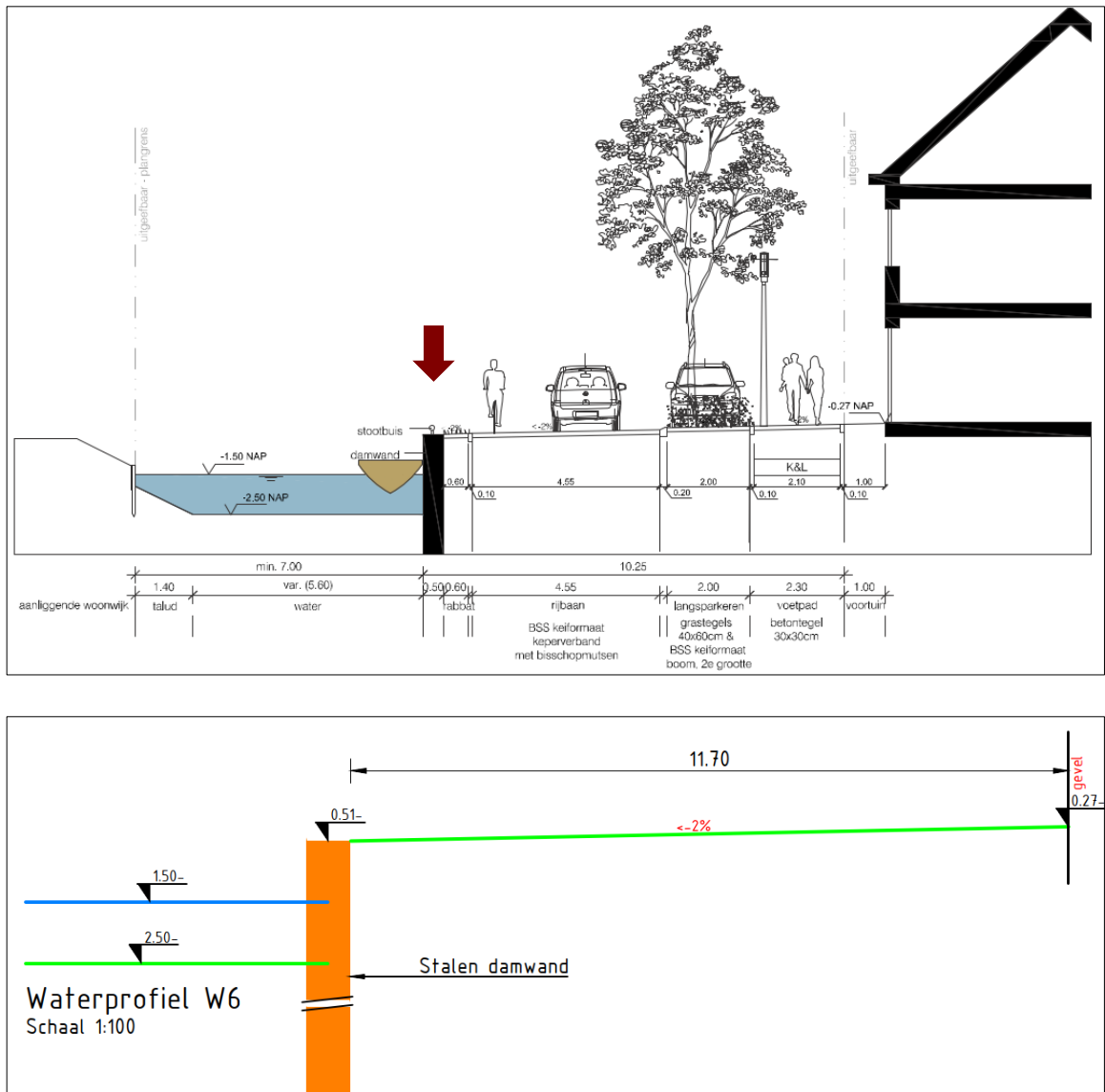


Figuur 3-6 Waterprofiel 5

- De aan te brengen grondkering betreft de rechterzijde;
- De bodem van de toekomstige watergang bevindt zich op een diepte van circa NAP -2,50 m;
- Het toekomstige waterpeil in de watergang bedraagt NAP -1,50 m;
- De grondkering wordt afgewerkt op een hoogte van circa NAP -1,30 m;
- Achter de grondkering wordt een talud 1:3 aangebracht;
- Het maaiveldniveau aan de actieve zijde bedraagt circa NAP -0,27 m;
- Aan de voorzijde van de grondkering wordt een watertalud met een helling 1:2 aangebracht. Voor de dimensionering van het talud in D-Sheetpiling is hieraan geen stijfheid toegekend.

3.8 Waterprofiel 6

In Figuur 3-7 is de geometrie van Waterprofiel 6 weergegeven.

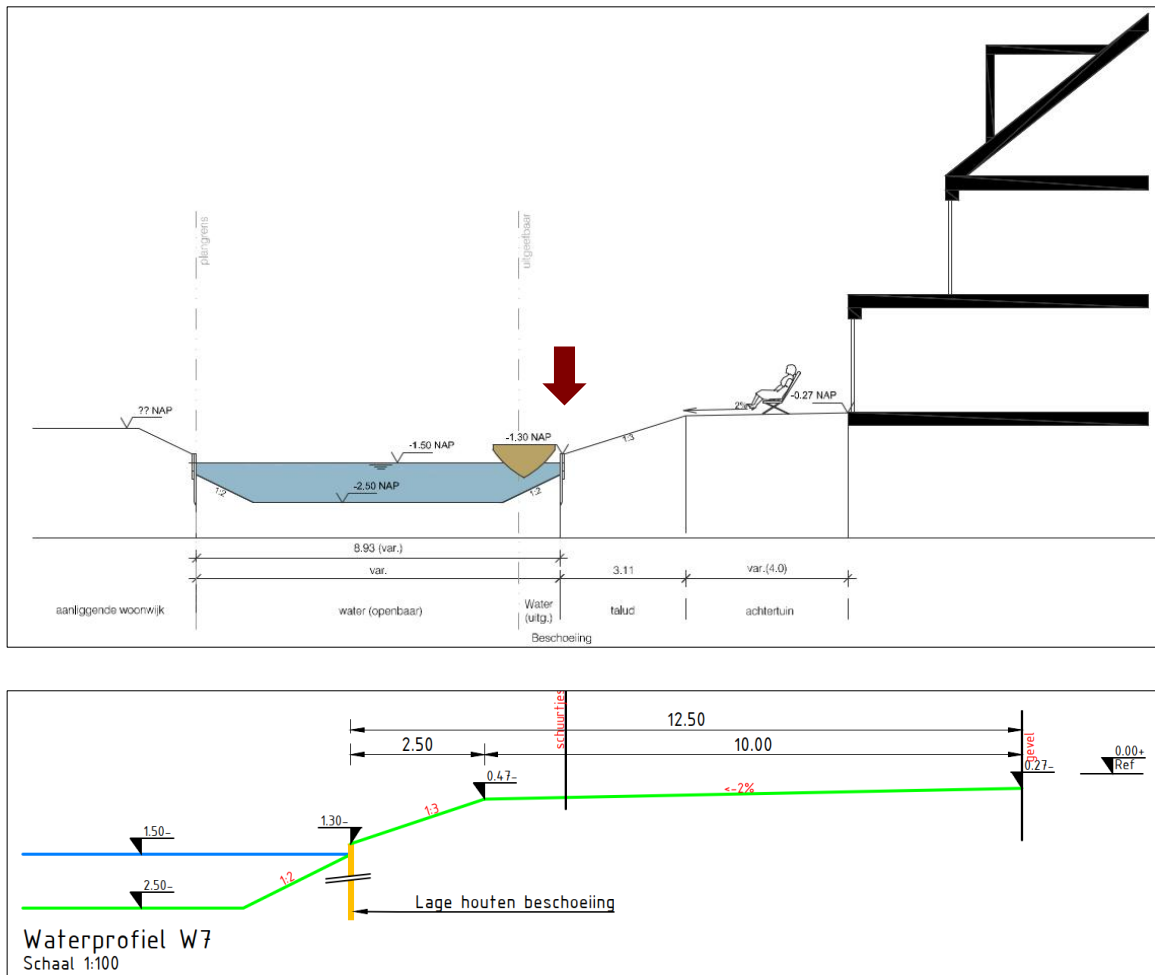


Figuur 3-7 Waterprofiel 6

- De aan te brengen grondkering betreft de rechterzijde;
- De bodem van de toekomstige watergang bevindt zich op een diepte van circa NAP -2,50 m;
- Het toekomstige waterpeil in de watergang bedraagt NAP -1,50 m;
- De grondkering wordt afgewerkt op een hoogte van circa NAP -0,51 m;
- Het maaiveldniveau aan de actieve zijde bedraagt circa NAP -0,51 m oplopend over 11,70 m naar NAP -0,27 m;
- Aan de voorzijde van de grondkering wordt geen watertalud aangebracht.

3.9 Waterprofiel 7

In Figuur 3-8 is de geometrie van Waterprofiel 7 weergegeven.

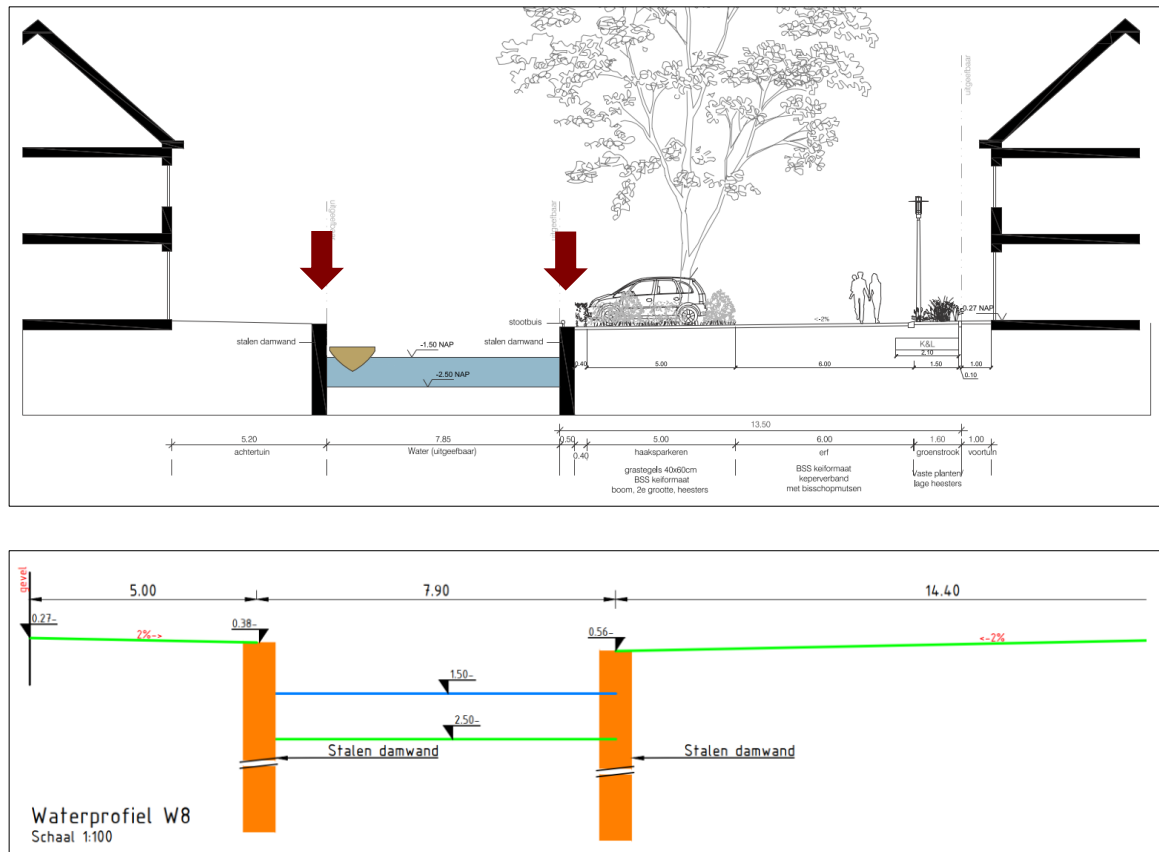


Figuur 3-8 Waterprofiel 7

- De aan te brengen grondkering betreft de rechterzijde;
- De bodem van de toekomstige watergang bevindt zich op een diepte van circa NAP -2,50 m;
- Het toekomstige waterpeil in de watergang bedraagt NAP -1,50 m;
- De grondkering wordt afgewerkt op een hoogte van circa NAP -1,30 m;
- Achter de grondkering wordt een talud 1:3 aangebracht;
- Het maaiveldniveau aan de actieve zijde bedraagt circa NAP -0,27 m;
- Aan de voorzijde van de grondkering wordt een watertalud met een helling 1:2 aangebracht. Voor de dimensionering van het talud in D-Sheetpiling is hieraan geen stijfheid toegekend.

3.10 Waterprofiel 8

In Figuur 3-9 is de geometrie van Waterprofiel 8 weergegeven.

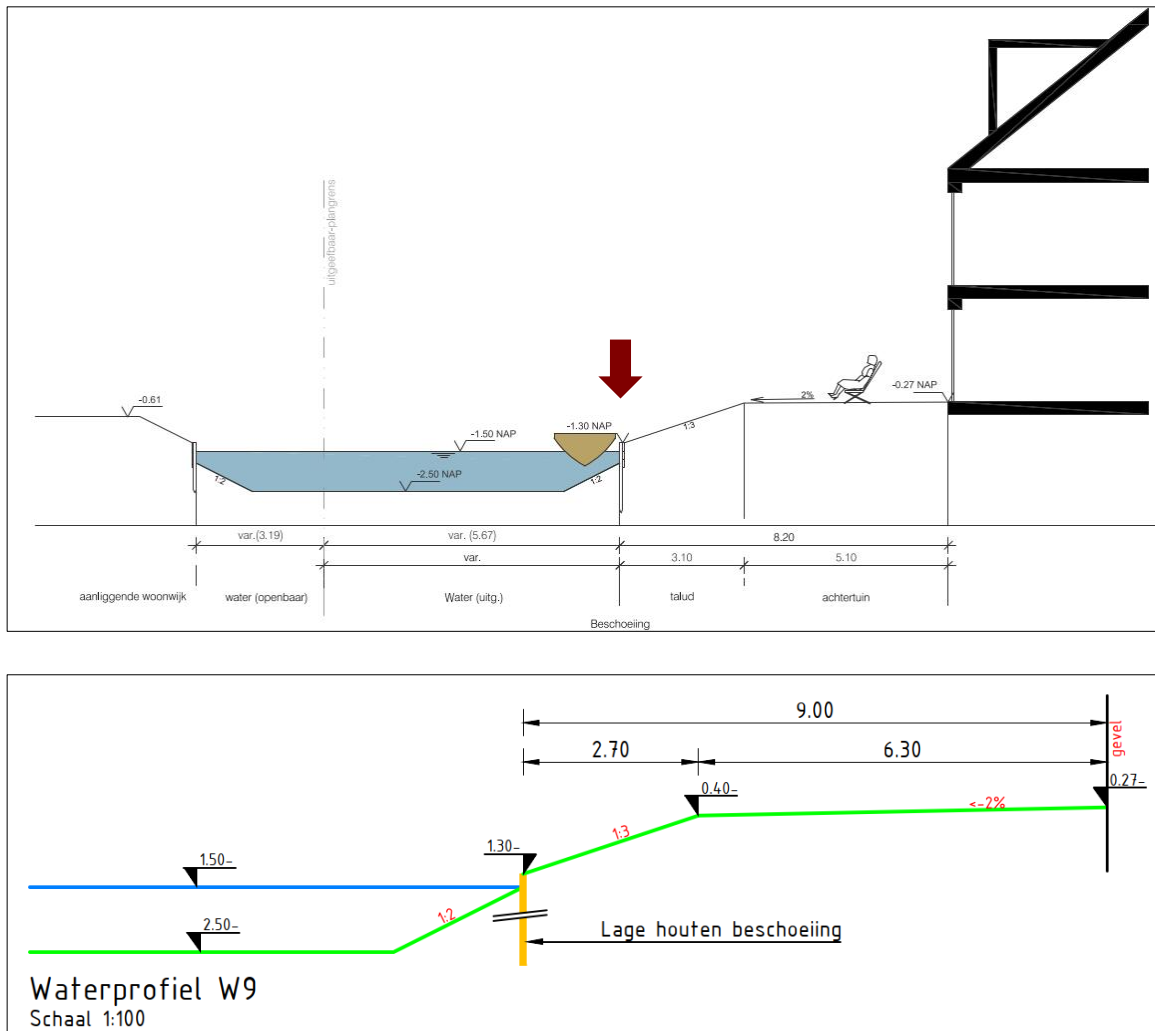


Figuur 3-9 Waterprofiel 8

- De aan te brengen grondkering betreft zowel de linker- als rechterzijde;
- De bodem van de toekomstige watergang bevindt zich op een diepte van circa NAP -2,50 m;
- Het toekomstige waterpeil in de watergang bedraagt NAP -1,50 m;
- De grondkering aan de linkerkzijde wordt afgewerkt op een hoogte van circa NAP -0,38 m;
- De grondkering aan de rechterzijde wordt afgewerkt op een hoogte van circa NAP -0,56 m;
- Het maaiveldniveau aan de actieve zijde bedraagt circa NAP -0,56 m oplopend over 14,4 m naar NAP -0,27 m;
- Aan de voorzijde van de grondkering wordt geen watertalud aangebracht.

3.11 Waterprofiel 9

In Figuur 3-10 is de geometrie van Waterprofiel 9 weergegeven.

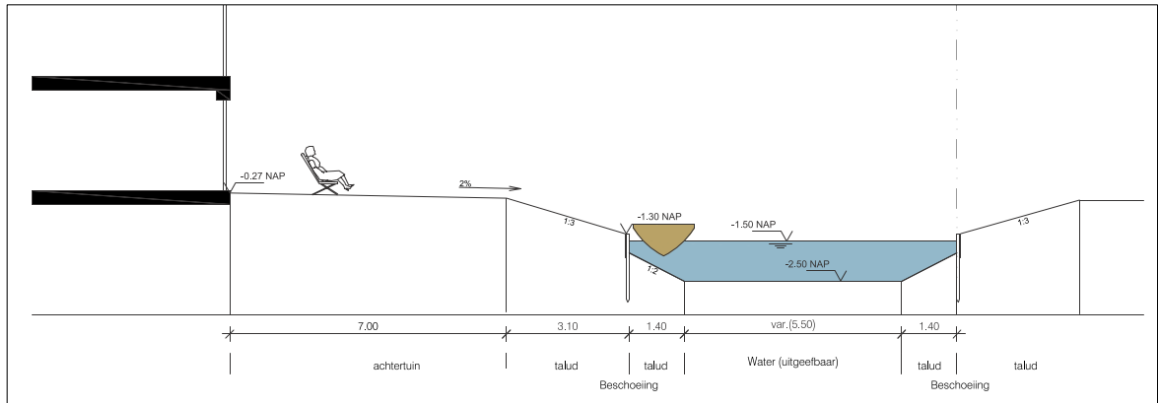


Figuur 3-10 Waterprofiel 9

- De aan te brengen grondkering betreft de rechterzijde;
- De bodem van de toekomstige watergang bevindt zich op een diepte van circa NAP -2,50 m;
- Het toekomstige waterpeil in de watergang bedraagt NAP -1,50 m;
- De grondkering wordt afgewerkt op een hoogte van circa NAP -1,30 m;
- Achter de grondkering wordt een talud 1:3 aangebracht;
- Het maaiveldniveau aan de actieve zijde bedraagt circa NAP -0,27 m;
- Aan de voorzijde van de grondkering wordt een watertalud met een helling 1:2 aangebracht. Voor de dimensionering van het talud in D-Sheetpiling is hieraan geen stijfheid toegekend.

3.12 Waterprofiel 10

In Figuur 3-11 is de geometrie van Waterprofiel 10 weergegeven.



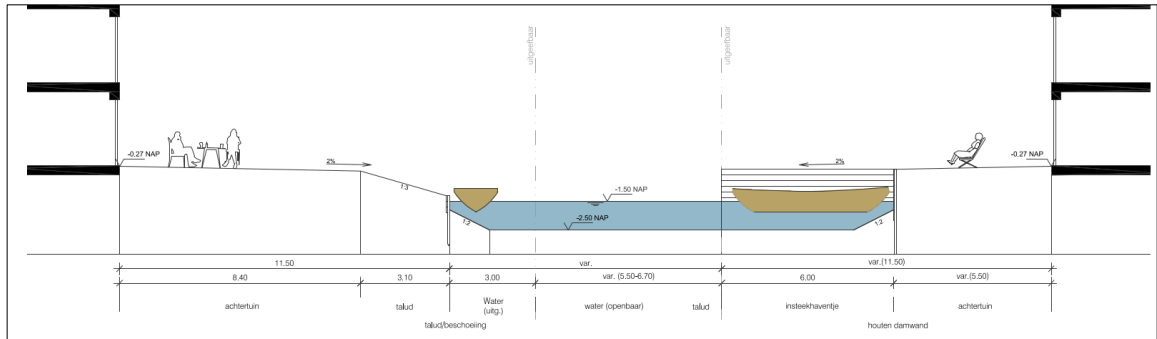
Figuur 3-11 Waterprofiel 10

Waterprofiel 10 is 'On Hold' omdat de ontwikkeling in Fase 5 nog niet definitief bekend is.



3.14 Waterprofiel 12

In Figuur 3-13 is de geometrie van Waterprofiel 12 weergegeven.

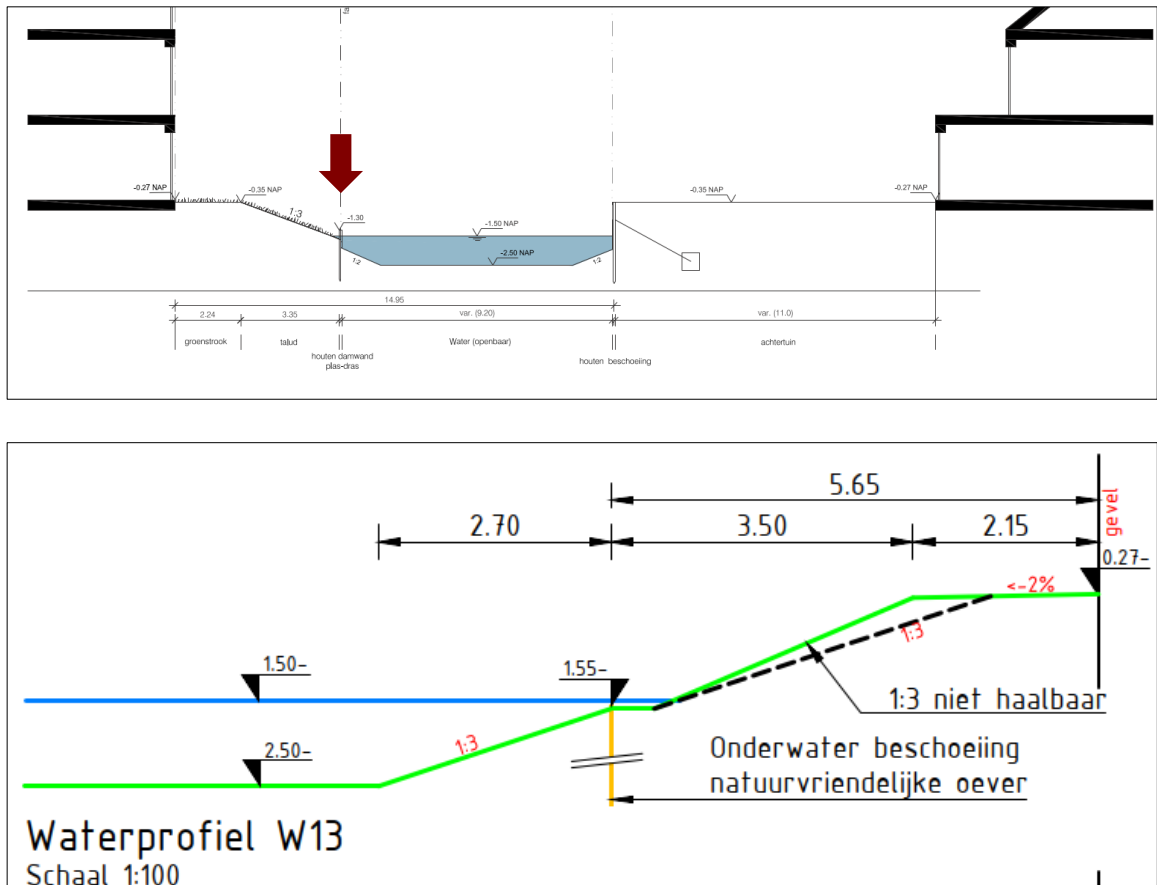


Figuur 3-13 Waterprofiel 12

Waterprofiel 10 is 'On Hold' omdat de ontwikkeling in Fase 5 nog niet definitief bekend is.

3.15 Waterprofiel 13

In Figuur 3-14 is de geometrie van Waterprofiel 13 weergegeven.

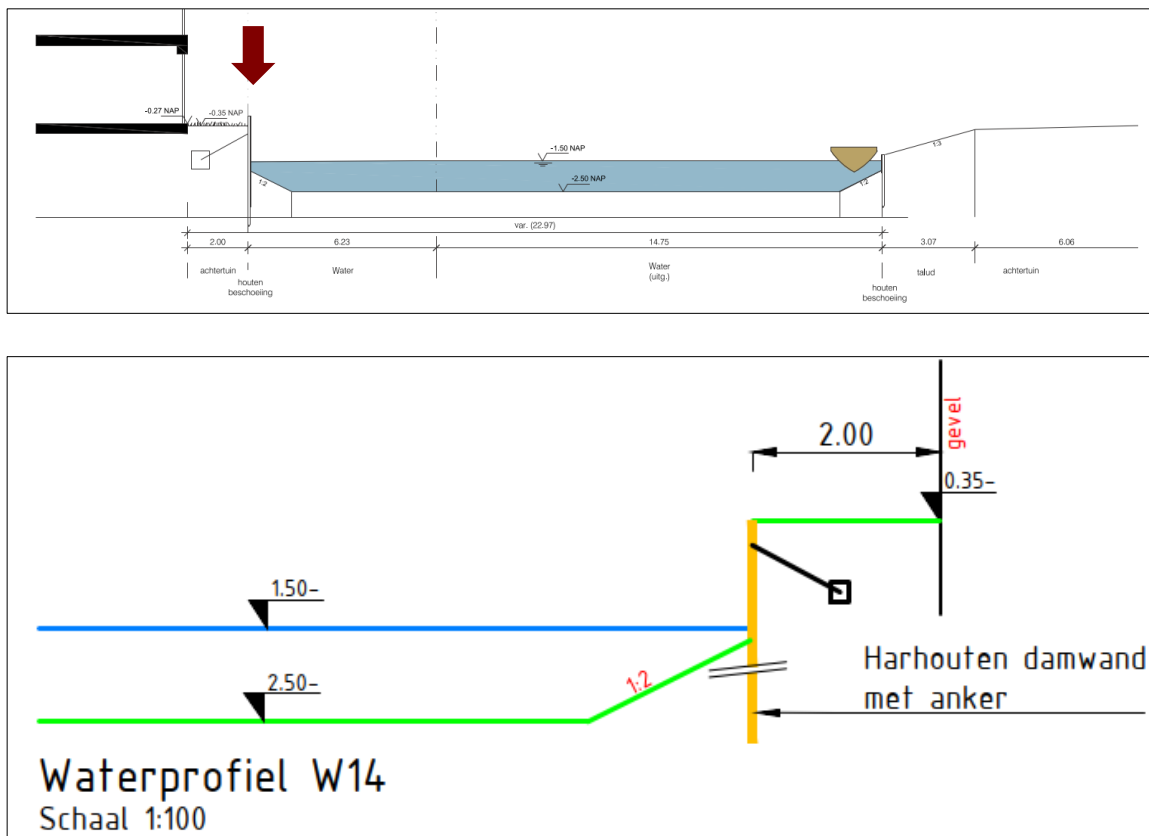


Figuur 3-14 Waterprofiel 13 (**let op:** figuren zijn gespiegeld)

- De aan te brengen grondkering betreft de linkerzijde;
- De bodem van de toekomstige watergang bevindt zich op een diepte van circa NAP -2,50 m;
- Het toekomstige waterpeil in de watergang bedraagt NAP -1,50 m;
- De grondkering wordt afgewerkt op een hoogte van circa NAP -1,55 m;
- Achter de grondkering wordt een talud 1:3 aangebracht;
- Het maaiveldniveau aan de actieve zijde bedraagt circa NAP -0,27 m;
- Aan de voorzijde van de grondkering wordt een watertalud met een helling 1:3 aangebracht. Voor de dimensionering van het talud in D-Sheetpiling is hieraan geen stijfheid toegekend.

3.16 Waterprofiel 14

In Figuur 3-15 is de geometrie van Waterprofiel 14 weergegeven.

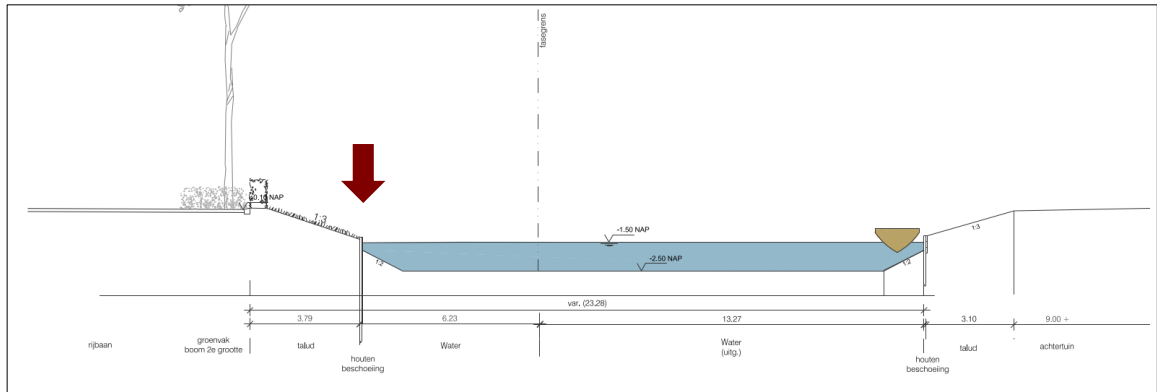


Figuur 3-15 Waterprofiel 14 (**let op:** figuren zijn gespiegeld)

- De aan te brengen grondkering betreft de linkzijdige;
- De bodem van de toekomstige watergang bevindt zich op een diepte van circa NAP -2,50 m;
- Het toekomstige waterpeil in de watergang bedraagt NAP -1,50 m;
- De grondkering wordt afgewerkt op een hoogte van circa NAP -0,35 m;
- Het maaiveldniveau aan de actieve zijde bedraagt circa NAP -0,35 m;
- Aan de voorzijde van de grondkering wordt een watertalud met een helling 1:2 aangebracht. Voor de dimensionering van het talud in D-Sheetpiling is hieraan geen stijfheid toegekend.

3.17 Waterprofiel 15

In Figuur 3-16 is de geometrie van Waterprofiel 15 weergegeven.



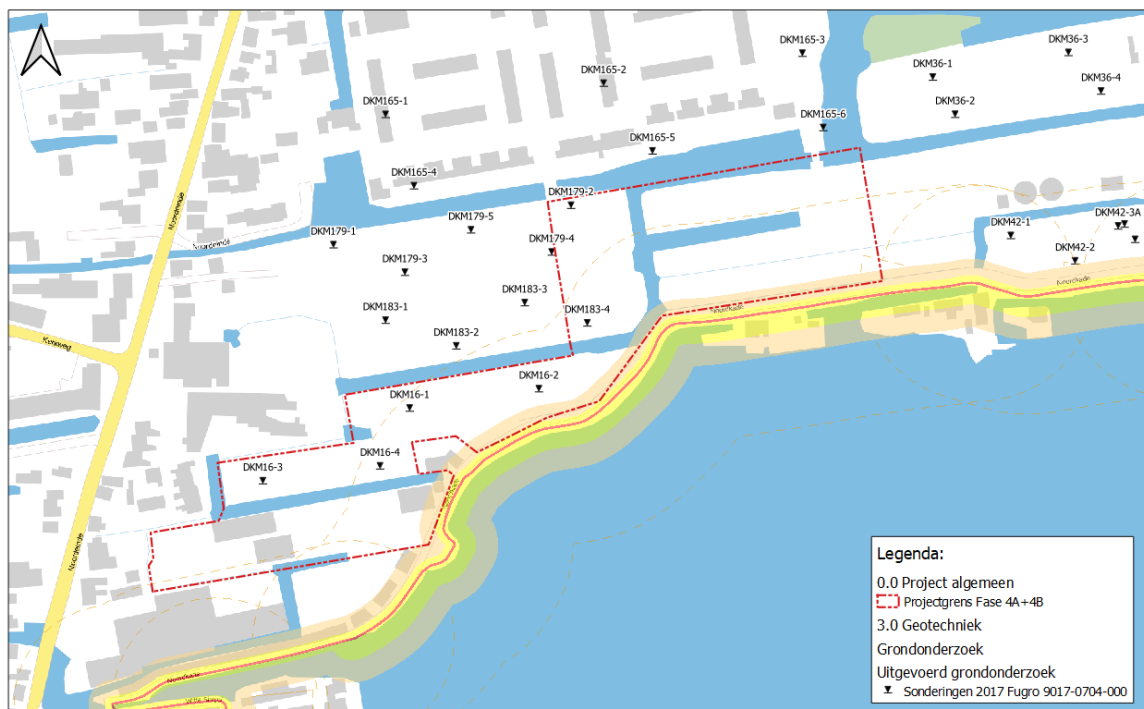
Figuur 3-16 Waterprofiel 15

Waterprofiel 15 is 'On Hold' omdat de ontwikkeling in Fase 5 nog niet definitief bekend is.

4 GRONDMODELLERING EN BODEMSCHEMATISATIE

4.1 Beschikbaar grondonderzoek

Voor het opstellen van het geotechnisch advies is gebruik gemaakt van het door de opdrachtgever beschikbaar gestelde grondonderzoek zoals verstrekt onder referentie [2]. Zoals door Fugro in 2017 is uitgevoerd. Dit grondonderzoek heeft bestaan uit 39 sonderingen. De sonderingen zijn uitgevoerd conform NEN-EN-ISO 22476-1, met een sondeertruck met een elektrische kleefmantelconus klasse 2. Het sondeer rapport [2] met de sondeergrafieken, evenals een kaart met daarop de locatie van de uitgevoerde sonderingen is toegevoegd aan Bijlage 3.



Figuur 4-1: Beschikbaar geotechnisch grondonderzoek [2]

Ter plaatse van de Fase 4A+4B zijn de sonderingen DKM16-1 t/m DKM16-4; DKM179-2; DKM179-4; DKM183-4 en DKM165-6 beschikbaar.

De ondergrond ter plaatse van het plangebied wordt gekenmerkt door een slappe Holocene laag bestaande uit een toplaag van klei van circa 0,5 á 1,0 m dik met daaronder een veenlaag van circa 3,0 m dik. Daaronder wordt een kleilaag tot een diepte van circa NAP -10,5 m waargenomen met daaronder de basisveenlaag. De vaste zandlaag wordt in de sonderingen aangetroffen op een diepte van circa NAP -11,0 á NAP-11,7 m. Op basis van het sondeerbeeld wordt een relatief homogene grondopbouw over de projectlocatie waargenomen.

Opgemerkt wordt dat het grondonderzoek is uitgevoerd voordat de voorbelasting met zand is aangebracht en er zettingen zijn opgetreden. Zoals uit referentie [6] kan worden opgemaakt zijn reeds zettingen van circa 0,5 m á 2,1 m opgetreden. Geadviseerd wordt na het verwijderen van de overhoogte van de voorbelasting aanvullend grondonderzoek (sonderingen) ter plaatse van de definitieve grondkeringen uit te laten voeren teneinde de actuele grondopbouw te controleren.



4.2 Bodemschematisatie en karakteristieke grondparameters

Op basis van het beschikbare grondonderzoek [2] en de inmetingen van de zakbaken van de voorbelasting [6] is de representatieve bodemopbouw geschematiseerd. De maatgevende karakteristieke grondparameters zijn bepaald met behulp van tabel 2b uit de NEN9997-1+C2 en ervaring in de omgeving. De maatgevende bodemopbouw per sondering is weergegeven in Tabel 4-1 en de aangehouden karakteristieke grondparameters voor de definitieve grondkeringen zijn in Tabel 4-2 weergegeven.

Tabel 4-1: Representatieve bodemopbouw per sondering

Grondlaag [-]	Bovenkant grondlaag [m tov NAP]					
	DKM16-3	DKM16-4	DKM179-1	DKM179-2	DKM179-5	DKM183-2
Antropogene zandlaag	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20
Toplaag, klei slap	-1,0 à -1,3	-1,2	-1,2	-1,1	-1,1	-1,1
Veen, slap	-1,9	-1,9	-1,9	-1,6	-1,8	-2,0
Klei, zwak siltig slap	-4,50	-5,0	-4,9	-4,7	-4,5	-4,5
Basisveen	-10,7	-10,5	-10,5	-11,0	-10,5	-10,3
Zand, matig	-11,2	-11,5	-11,0	-11,8	-11,0	-11,2
Verkende diepte	-18,5	-21,0	-21,0	-21,0	-21,0	-21,0

Tabel 4-2: Karakteristieke grondparameters grondkeringen

Grondlaag [-]	γ_{droog} [kN/m ³]	γ_{nat} [kN/m ³]	ϕ'_{kar} [°]	δ [°]	c'_{kar} [kN/m ²]	K_{h1} [kN/m ³]	K_{h2} [kN/m ³]	K_{h3} [kN/m ³]
Antropogene zandlaag	17,0	19,0	30,0	20,0	0,0	12.000	6.000	3.000
Toplaag, klei slap	14,0	14,0	17,5	11,67	2,0	2.000	800	500
Veen, slap	10,5	10,5	15,0	0,0	2,5	1.000	500	250
Klei, zwak siltig slap	15,0	15,0	22,5	15,0	2,0	3.000	1500	500
Basisveen	12,0	12,0	17,5	0,0	2,5	1.000	500	250
Zand, matig	18,0	20,0	32,5	21,67	0,0	20.000	10.000	5.000
Verkende diepte	-	-	-	-	-	-	-	-

Opmerkingen bij tabel

- γ_{droog} = droog volumiek gewicht
- γ_{nat} = nat volumiek gewicht
- ϕ'_{kar} = karakteristieke effectieve hoek van inwendige wrijving;
- δ = Delta
- c'_{kar} = karakteristieke effectieve cohesie;
- $K_{h1}/K_{h2}/K_{h3}$ = lage horizontale beddingsconstanten voor multi-lineaire veertak.

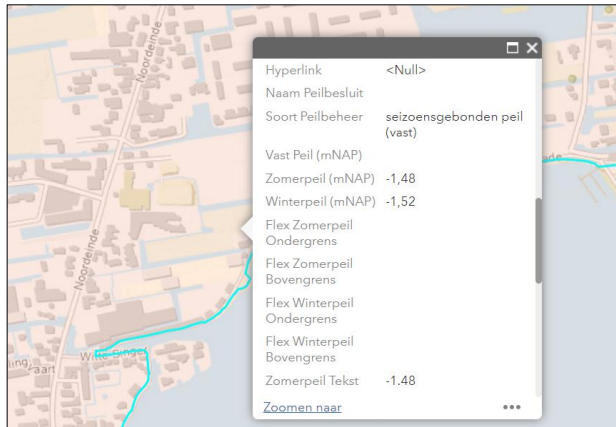
Voor de berekeningen van de beschoeiing is rekening gehouden met een schelp-factor (s) van 1,5. Deze factor wordt toegepast omdat de passieve zone achter een paal groter is dan slechts de breedte van de paal.

Op basis van ingemeten zakbaken heeft er tenminste 1,0 m zetting opgetreden door de toepassing van zand. Deze zetting is opgetreden in de veenlaag aanwezig op ca. NAP-1,6 m t/m NAP-5,0 m. De opgetreden zetting nadat de sonderingen zijn gemaakt is verwerkt in de berekeningen.

4.3 (Grond)waterstanden

Conform het peilbesluit van het Hoogheemraadschap van Rijnland bevindt de projectlocatie zich in het vigerende peilgebied PBS_OR-3.44.1.1. In dit peilgebied wordt een vast winter en zomerpeil gehanteerd van:

- Zomerpeil NAP -1,48 m;
- Winterpeil NAP -1,52 m.



Figuur 4-2: Peilbesluit Hoogheemraadschap van Rijnland peilgebied PBS_OR-3.44.1.1.

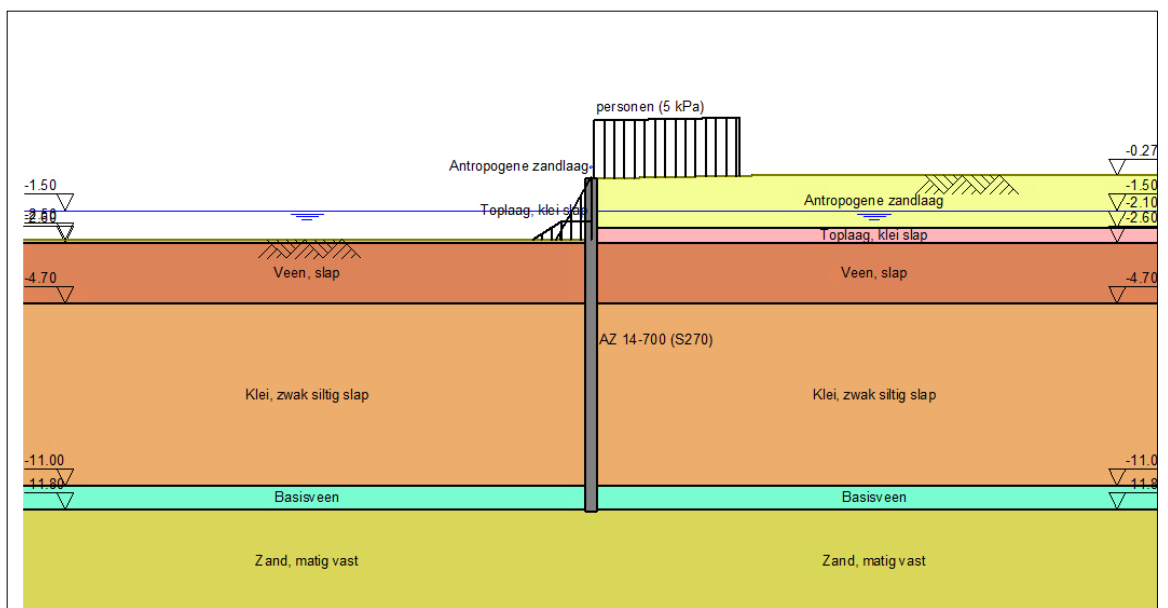
In het geotechnisch ontwerp van de grondkeringen voor Fase 4A+4B is uitgegaan van een maatgevende grondwaterstand van NAP -1,52 m.

5 BEREKENINGSRESULTATEN

5.1 Waterprofiel 1

Uit oriënterende berekeningen is gebleken dat het niet mogelijk is om met een houten damwand, zoals in §3.3 is gedimensioneerd, de grondkering te realiseren. De houten damwand heeft onvoldoende horizontale stabiliteit, en de combinatie met een anker is niet mogelijk door te weinig verticaal draagvermogen.

De berekeningsresultaten van de vrijstaande stalen damwand zijn in Tabel 5-1 weergegeven. De in- en uitvoer van de berekening is weergegeven in Bijlage 4.



Figuur 5-1 Modelling Waterprofiel 1



Tabel 5-1 Resultaten stalen damwanden Waterprofiel 1

Omschrijving [-]	Eenheden [-]	Stalen Damwand [-]
Uitgangspunten		
Materiaal	-	Staal
Profiel	-	AZ14-700
Sterkte klasse	-	S270
Lengte	m	11,5
Bovenkant damwand	m t.o.v. NAP	-0,39
Onderkant damwand	m t.o.v. NAP	-11,89
Maximaal opneembaar moment $M_{r,max}$	kNm/m	258
Resultaten		
Maximaal optredend moment $M_{s;d,max}$	kNm/m	159
U.C. $M_{s;d,max} / M_{r,max} (<1,0)$	-	0,62
$U_{inst,grond}$	mm	43
$U_{inst,bijkomend}$	mm	28
$U_{inst,max}$	mm	71
Stabiliteit	-	2,57

$U_{inst,grond}$ ogenblikkelijke vervorming als gevolg van de grondbelasting

$U_{inst,bijkomend}$ bijkomende ogenblikkelijke vervorming als gevolg van de bovenbelasting

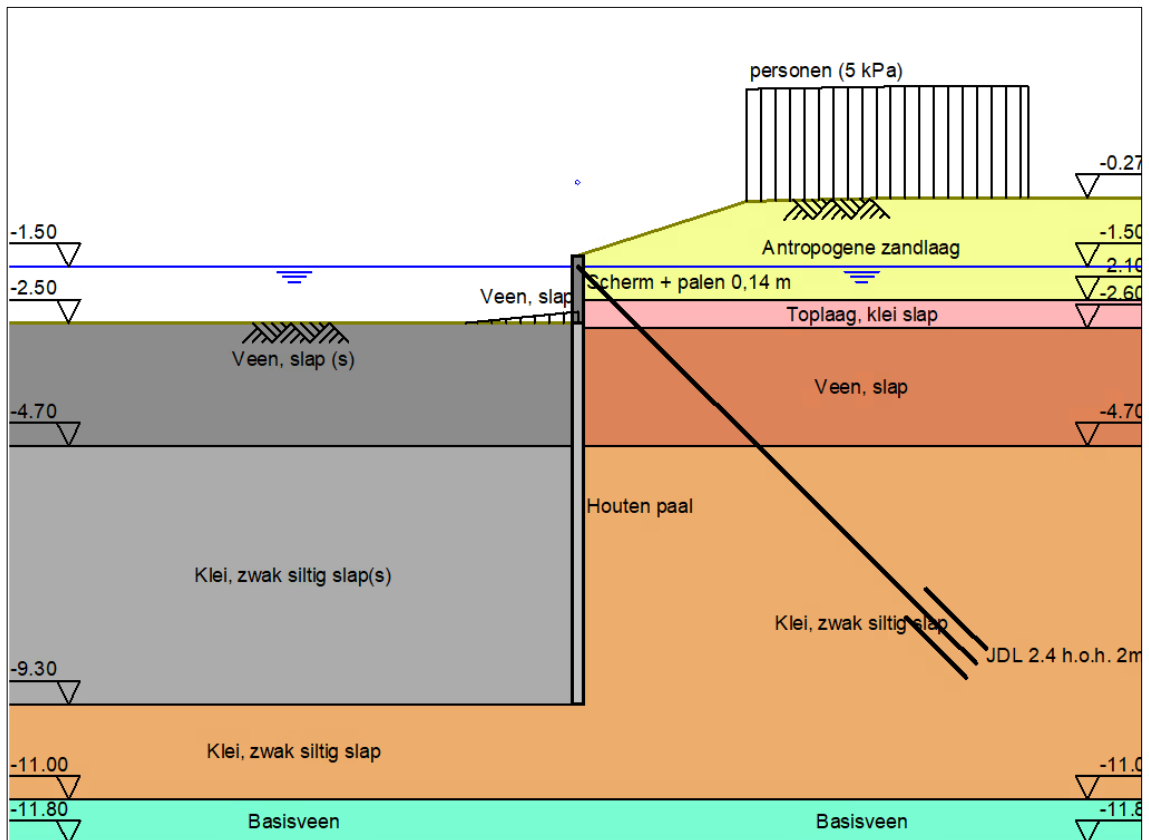
$U_{inst,max}$ totale ogenblikkelijke vervorming

Uit Tabel 5-1 kan worden geconcludeerd dat voor Waterprofiel 1 de maximaal berekende vervorming 71 mm bedraagt en voldoet aan de eis van maximaal 100 mm. Het maximaal berekend moment (UGT) bedraagt 159 kNm/m en is kleiner dan het maximaal opneembaar moment. Hiermee wordt voldaan aan de sterkte eis.

Waterprofiel 14 heeft eenzelfde geometrie en eenzelfde grondopbouw. Derhalve kan bij deze doorsnede dezelfde damwand AZ14-700 (S270) tot NAP-11,89 m worden toegepast.

5.2 Waterprofiel 2

De berekeningsresultaten van de verankerde hardhouten beschoeiing zijn in Tabel 5-2 weergegeven. De in- en uitvoer van de berekening is weergegeven in Bijlage 5.



Figuur 5-2 Modelling Waterprofiel 2



Tabel 5-2 Resultaten Waterprofiel 2

Omschrijving [-]	Eenheden [-]	Hardhouten beschoeiing [-]
Uitgangspunten		
<u>Palen</u>		
Materiaal	-	Hardhout
Sterkte klasse	-	D50
H.o.h. afstand palen	m	0,50
Afmetingen palen (b x h)	m	0,14 * 0,14
Lengte palen	m	8,0
Bovenkant palen	m t.o.v. NAP	-1,30
Onderkant palen	m t.o.v. NAP	-9,30
<u>Schotten</u>		
Sterkte klasse	-	D50
Bovenkant schot	m t.o.v. NAP	-1,30
Hoogte schotten	m	1,0
o.k. schot	m t.o.v. NAP	-2,30
Dikte schotten	m	0,02
Verankering	-	Ja
Anker	-	JDL2.4
Anker h.o.h. afstand	m	2,0
Ankerlengte	m	10
Maximale ankerkracht opneembaar	kN/m ¹	15,8
Maximaal opneembaar moment $M_{r,max}$	kNm/m	10,2
Resultaten		
Maximaal optredend moment $M_{s,d,max}$	kNm/m	4,0
U.C. $M_{s,d,max} / M_{r,max} (<1,0)$	-	0,39
$U_{inst,grond}$	mm	22
$U_{inst,bijkomend}$	mm	1
$U_{inst,max}$	mm	23
Stabiliteit	-	1,81
Maximale ankerkracht optredend	kN/m ¹	8,5
U.C. Ankerkracht (<1,0)	-	0,54

$U_{inst,grond}$ ogenblikkelijke vervorming als gevolg van de grondbelasting

$U_{inst,bijkomend}$ bijkomende ogenblikkelijke vervorming als gevolg van de bovenbelasting

$U_{inst,max}$ totale ogenblikkelijke vervorming

Uit Tabel 5-2 kan worden geconcludeerd dat voor Waterprofiel 2 de berekende vervorming 23 mm bedraagt en voldoet aan de eis van maximaal 100 mm. Het maximaal berekend moment (UGT) bedraagt 4,0 kNm/m en is kleiner dan het maximaal opneembaar moment. Hiermee wordt voldaan aan de sterkte eis.

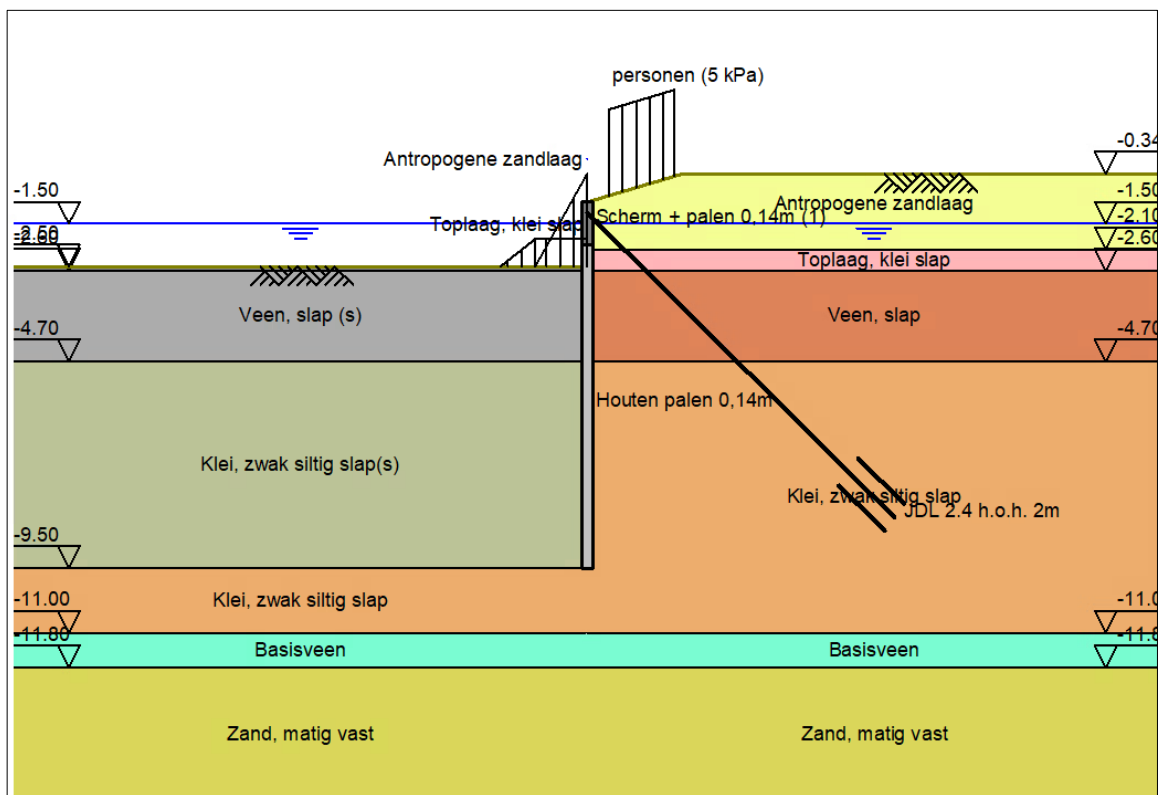
WP5, WP7 en WP9 hebben een gelijkwaardige geometrie en eenzelfde grondopbouw. Derhalve kan bij deze doorsneden dezelfde verankerde hardhouten beschoeiing tot NAP-9,30 m worden toegepast.

5.3 Waterprofiel 3

Uit oriënterende berekeningen is gebleken dat het niet mogelijk is om met een houten damwand, zoals in §3.5 is gedimensioneerd, de grondkering te realiseren. De houten damwand heeft onvoldoende horizontale stabiliteit, en de combinatie met een anker is niet mogelijk door te weinig verticaal draagvermogen. Tenslotte heeft een houten damwand een limiet tot 6 m, wat niet mogelijk is, derhalve is voor 3.1 gekozen voor een houten beschoeiing met anker en voor 3.2 een stalen damwand zonder verankering.

5.3.1 Waterprofiel 3.1

De berekeningsresultaten van de verankerde hardhouten beschoeiing zijn in Tabel 5-3 weergegeven. De in- en uitvoer van de berekeningen zijn weergegeven in Bijlage 6.



Figuur 5-3 Modelling Waterprofiel 3.1



Tabel 5-3 Resultaten Waterprofiel 3.1

Omschrijving [-]	Eenheden [-]	Hardhouten beschoeiing [-]
Uitgangspunten		
<u>Palen</u>		
Materiaal	-	Hardhout
Sterkte klasse	-	D50
H.o.h. afstand palen	m	0,50
Afmetingen palen (b x h)	m	0,14 * 0,14
Lengte palen	m	8,50
Bovenkant palen	m t.o.v. NAP	-1,00
Onderkant palen	m t.o.v. NAP	-9,50
<u>Schotten</u>		
Sterkte klasse	-	D50
Bovenkant schot	m t.o.v. NAP	-1,00
Hoogte schotten	m	1,0
o.k. schot	m t.o.v. NAP	-2,00
Dikte schotten	m	0,02
Verankering	-	Ja
Anker	-	JDL2.4
Anker h.o.h. afstand	m	2,0
Ankerlengte	m	10
Maximale ankerkracht opneembaar	kN/m ¹	15,8
Maximaal opneembaar moment $M_{r,max}$	kNm/m	10,2
Resultaten		
Maximaal optredend moment $M_{s,d,max}$	kNm/m	4,2
U.C. $M_{s,d,max} / M_{r,max} (<1,0)$	-	0,41
$U_{inst,grond}$	mm	23
$U_{inst,bijkomend}$	mm	9
$U_{inst,max}$	mm	32
Stabiliteit	-	2,07
Maximale ankerkracht optredend	kN/m1	8,70
U.C. Ankerkracht (<1,0)	-	0,55

$U_{inst,grond}$ ogenblikkelijke vervorming als gevolg van de grondbelasting

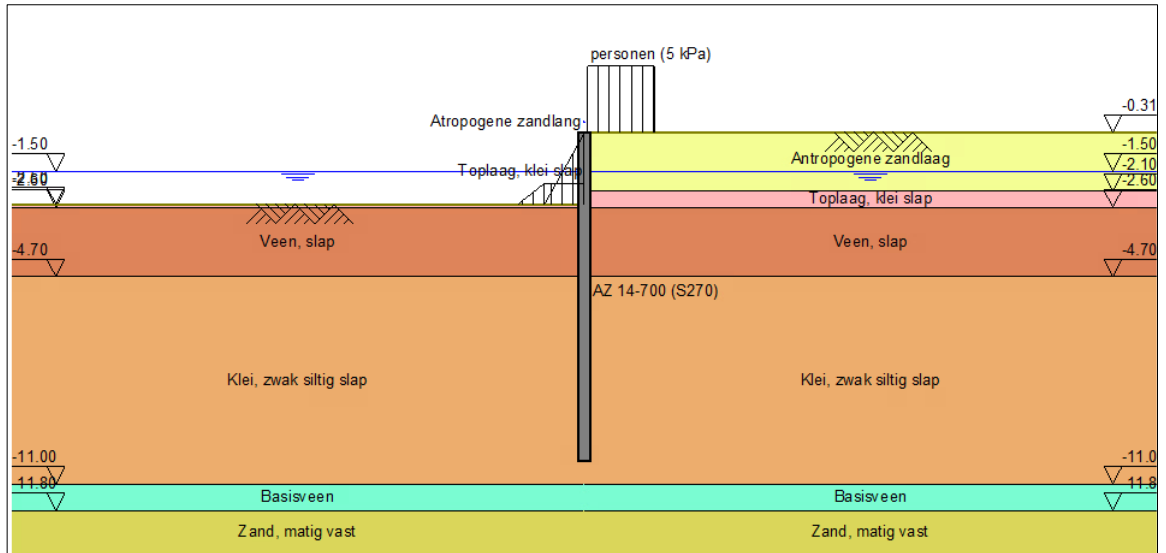
$U_{inst,bijkomend}$ bijkomende ogenblikkelijke vervorming als gevolg van de bovenbelasting

$U_{inst,max}$ totale ogenblikkelijke vervorming

Uit Tabel 5-3 Tabel 5-1 kan worden geconcludeerd dat voor Waterprofiel 3. 1 de berekende vervorming circa 32 mm bedraagt en voldoet aan de eis van maximaal 100 mm. Het maximaal berekend moment (UGT) bedraagt 4,2 en is kleiner dan het maximaal opneembaar moment. Hiermee wordt voldaan aan de sterkte eis.

5.3.2 Waterprofiel 3.2

De berekeningsresultaten van de vrijstaande stalen damwand zijn in Tabel 5-4 weergegeven. De in- en uitvoer van de berekeningen zijn weergegeven in Bijlage 7.



Figuur 5-4 Modellering Waterprofiel 3.2

Tabel 5-4 Resultaten Waterprofiel 3.2

Omschrijving [-]	Eenheden [-]	Stalen damwand [-]
Uitgangspunten		
Materiaal	-	Staal
Profiel	-	AZ14-700
Sterkte klasse	-	S270
Lengte	m	10,00
Bovenkant damwand	m t.o.v. NAP	-0,31
Onderkant damwand	m t.o.v. NAP	-10,31
Maximaal opneembaar moment $M_{r,max}$	kNm/m	258
Resultaten		
Maximaal optredend moment $M_{s;d,max}$	kNm/m	148
U.C. $M_{s;d,max} / M_{r,max} (<1,0)$	-	0,57
$U_{inst,grond}$	mm	51
$U_{inst,bijkomend}$	mm	23
$U_{inst,max}$	mm	74
Stabiliteit	-	2,24

$U_{inst,grond}$ ogenblikkelijke vervorming als gevolg van de grondbelasting

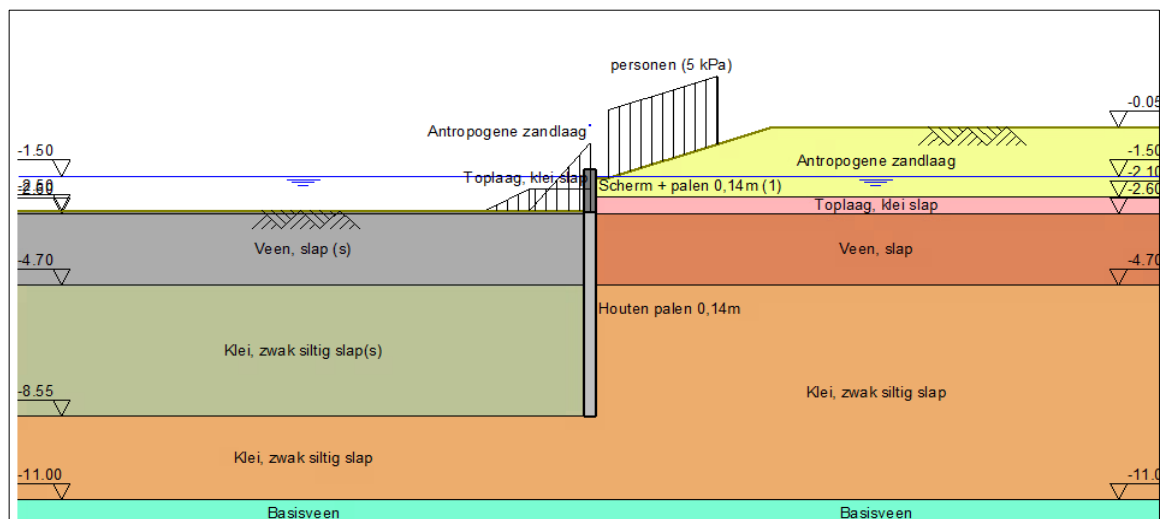
$U_{inst,bijkomend}$ bijkomende ogenblikkelijke vervorming als gevolg van de bovenbelasting

$U_{inst,max}$ totale ogenblikkelijke vervorming

Uit Tabel 5-3 en Tabel 5-4 Tabel 5-1 kan worden geconcludeerd dat voor Waterprofiel 3.2 de berekende vervorming circa 74 mm bedraagt en voldoet aan de eis van maximaal 100 mm. Het maximaal berekend moment (UGT) bedraagt 148 kNm/m en is kleiner dan het maximaal opneembaar moment. Hiermee wordt voldaan aan de sterkte eis.

5.4 Waterprofiel 4

De berekeningsresultaten van de lage vrijstaande hardhouten beschoeiingen zijn in Tabel 5-5 Tabel 5-5 weergegeven. De in- en uitvoer van de berekening is weergegeven in Bijlage 8. In Figuur 5-5 lijkt de beschoeiing hoger te liggen dan ontworpen, dit is gedaan omdat de berekeningssoftware de kop van de beschoeiing niet lager mag zijn dan de grondwaterstand. In werkelijkheid dient de bovenkant op NAP-1,55 m te liggen.



Figuur 5-5 Modelleren Waterprofiel 4

Tabel 5-5 Resultaten Waterprofiel 4

Omschrijving [-]	Eenheden [-]	Hardhouten beschoeiing [-]
Uitgangspunten		
<u>Palen</u>		
Materiaal	-	Hardhout
Sterkte klasse	-	D60
H.o.h. afstand palen	m	0,50
Afmetingen palen (b x h)	m	0,14 * 0,14
Lengte palen	m	7,0
Bovenkant palen	m t.o.v. NAP	-1,55
Onderkant palen	m t.o.v. NAP	-8,55
<u>Schotten</u>		
Sterkte klasse	-	D50
Bovenkant schot	m t.o.v. NAP	-1,55
Hoogte schotten	m	1,0
o.k. schot	m t.o.v. NAP	-2,55
Dikte schotten	m	0,02
Verankering	-	Nee
Maximaal opneembaar moment $M_{r,max}$	kNm/m	12,3
Resultaten		
Maximaal optredend moment $M_{s,d,max}$	kNm/m	10,4
U.C. $M_{s,d,max} / M_{r,max}$ (<1,0)	-	0,85
$U_{inst,grond}$	mm	5,7
$U_{inst,bijkomend}$	mm	8,7
$U_{inst,max}$	mm	14,4
Stabiliteit	-	1,68

$U_{inst,grond}$ ogenblikkelijke vervorming als gevolg van de grondbelasting

$U_{inst,bijkomend}$ bijkomende ogenblikkelijke vervorming als gevolg van de bovenbelasting

$U_{inst,max}$ totale ogenblikkelijke vervorming

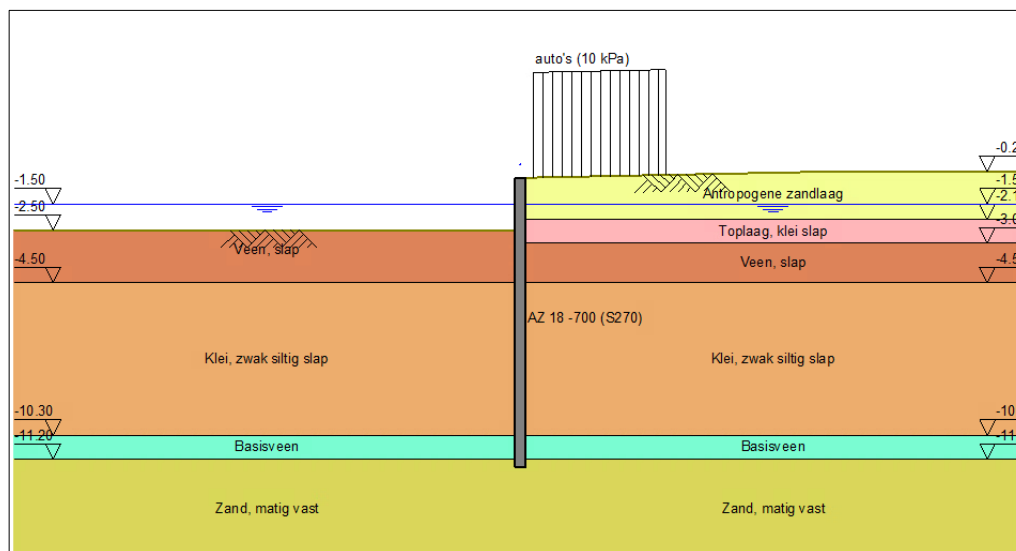


Uit Tabel 5-5 kan worden geconcludeerd dat voor Waterprofiel 4 de berekende vervorming 14 mm bedraagt en voldoet aan de eis van maximaal 50 mm. Het maximaal berekend moment (UGT) bedraagt 10,4 kNm/m en is kleiner dan het maximaal opneembaar moment. Hiermee wordt voldaan aan de sterkte eis.

WP13 heeft gelijkwaardige geometrie en eenzelfde grondopbouw. Derhalve kan bij deze doorsnede dezelfde hardhouten beschoeiing met palen tot NAP-8,55 m worden toegepast.

5.5 Waterprofiel 6

De berekeningsresultaten van de stalen damwand zijn in Tabel 5-6 weergegeven. De in- en uitvoer van de berekening is weergegeven in Bijlage 9.



Figuur 5-6 Modelling Waterprofiel 6

Tabel 5-6 Resultaten Waterprofiel 6

Omschrijving [-]	Eenheden [-]	Stalen damwand [-]
Materiaal	-	Staal
Profiel	-	AZ18-700
Sterkte klasse	-	S270
Lengte	m	11,0
Bovenkant damwand	m t.o.v. NAP	-0,51
Onderkant damwand	m t.o.v. NAP	-11,51
Maximaal opneembaar moment $M_{r,max}$	kNm/m	330
Resultaten		
Maximaal optredend moment $M_{s,d,max}$	kNm/m	192
U.C. $M_{s,d,max} / M_{r,max} (<1,0)$	-	0,62
$U_{inst,grond}$	mm	35
$U_{inst,bijkomend}$	mm	44
$U_{inst,max}$	mm	79
Stabiliteit	-	2,51

Uit Tabel 5-6 kan worden geconcludeerd dat voor Waterprofiel 6 de berekende vervorming 79 mm bedraagt en voldoet aan de eis van maximaal 100 mm. Het maximaal berekend moment (UGT) bedraagt 192 kNm/m en is kleiner dan het maximaal opneembaar moment. Hiermee wordt voldaan aan de sterkte eis.

WP8 heeft een gelijkwaardige geometrie en eenzelfde grondopbouw. Derhalve kan bij deze doorsnede dezelfde damwand AZ18-700 (S270) tot NAP-11,51 m worden toegepast.



6 CONCLUSIES EN AANDACHTSPUNTEN

6.1 Conclusies

6.1.1 Algemeen

Onderdeel van het project 'De Poelen' te Roelofarendsveen is de stabiliteit van de nieuw te graven watergangen. Ter plaatse van de oevers van de toekomstige watergangen worden hardhouten beschoeiingen/damwanden en stalen damwanden aangebracht. Voorliggend rapport betreft de toetsing van deze constructies en de controle van de stabiliteit zodanig dat de stabiliteit, sterkte en vervorming van de oevers gewaarborgd is.

De hardhouten beschoeiingen/damwanden en definitieve stalen damwanden mogen vanuit geotechnisch oogpunt pas in de bedrijfsfase (na verwijderen voorbelasting en aanbrengen K&L achter de beschoeiingen/ damwanden) worden aangebracht. Voordat de beschoeiingen/damwanden worden aangebracht zal het terrein bouwrijp moeten zijn gemaakt.

6.1.2 Dimensionering grondkeringen

Op basis van de resultaten van de berekeningen zijn er vier verschillende type grondkeringen gedefinieerd. Hieronder volgt een samenvatting van de berekende dimensionering van de verschillende typen grondkeringen zodanig dat aan de gestelde stabiliteit, sterke en vervormingseisen wordt voldaan.

Tabel 6-1 Resultaten berekeningen grondkeringen

Water-profielen	Berekening	Type grondkering	Profiel Grondkering	Lengte Grondkering/ palen	Verankering
[-]	[-]	[-]	[-]	[m]	[-]
W1	W1	Vrijstaande stalen damwand	AZ14-700 (S270)	11,5	nee
W2	W2	Verankerde hardhouten beschoeiing	D50, vk 140	8,0	ja
W3.1	W3.1	Verankerde hardhouten beschoeiing	D50, vk 140	8,5	ja
W3.2	W3.2	Vrijstaande stalen damwand	AZ14-700 (S270)	10,0	nee
W4	W4	Vrijstaande hardhouten beschoeiing	D60, vk 140	7,0	nee
W5	W2	Verankerde hardhouten beschoeiing	D50, vk 140	8,0	ja
W6	W6	Vrijstaande stalen damwand	AZ18-700 (S270)	11,0	nee
W7	W2	Verankerde hardhouten beschoeiing	D50, vk 140	8,0	ja
W8	W6	Vrijstaande stalen damwand	AZ18-700 (S270)	11,0	nee
W9	W2	Verankerde hardhouten beschoeiing	D50, vk 140	8,0	ja
W10	-	-			
W11	-	-			
W12	-	-			
W13	W4	Vrijstaande hardhouten beschoeiing	D60, vk 140	7,0	nee
W14	W1	Vrijstaande stalen damwand	AZ14-700 (S270)	11,5	nee
W15	-	-			

Hieronder zijn de verschillende typen samengevat:

Waterprofielen: W1 en W14

Vrijstaande stalen damwand:

- AZ14-700 (S270)
- Lengte is 11,5 m van NAP-0,39 m t/m NAP-11,89 m



Waterprofielen: 2, 5, 7 en 9

Verankerde hardhouten beschoeiing:

- Sterkteklasse: D50;
- Azobé palen 140x140 mm, lang 8,0 m van NAP -1,30 m tot NAP -9,30 m, h.o.h. 0,50 m;
- Opgeklampte schotten 20x200x1000 mm;
- Gording 150 mm x 180 mm (b * h).
- Verankering

Waterprofiel 3.1

Vrijstaande stalen damwand:

- AZ14-700 (S270)
- Lengte is 9,0 m van NAP-1,00 m t/m NAP-10,00 m

Waterprofiel 3.2

Vrijstaande stalen damwand:

- AZ14-700 (S270)
- Lengte is 10,0 m van NAP-0,31 m t/m NAP-10,31 m

Waterprofielen: 4, 13, 14 en 16

Onderwater vrijstaande hardhouten beschoeiing:

- Sterkteklasse: D60;
- Azobé palen 140x140 mm, lang 7,0 m van NAP -1,55 m tot NAP -8,55 m, h.o.h. 0,50 m;
- Opgeklampte schotten 1000x20 mm;
- Gording 150 mm x 180 mm (b * h).

Waterprofielen: 6 en 8

Vrijstaande stalen damwand:

- AZ18-700 (S270)
- Lengte is 11,0 m van NAP-0,51 m t/m NAP-11,51 m

6.2 Aandachtspunten

Met betrekking tot voorliggende geotechnische advisering voor de oeverconstructies ter plaatse van de projectlocatie 'De Poelen' te Roelofarendsveen worden de volgende aandachtspunten benoemd:

- De hardhouten beschoeiingen/damwanden kunnen vanuit geotechnisch oogpunt pas in de bedrijfsfase (na verwijderen voorbelasting) worden aangebracht. Voordat de beschoeiingen/damwanden worden aangebracht zal het terrein bouwrijp moeten zijn gemaakt;
- Ter plaatse van de hardhouten beschoeiingen/damwanden wordt geadviseerd een gording toe te passen om onderlinge verplaatsingen grotendeels te voorkomen. Geadviseerd wordt een gording toe te passen die breder is dan de palen wat het voordeel geeft dat deze op de palen kan worden bevestigd. Voorgesteld wordt een gording van 150 mm x 180 mm (b * h);
- Uitgangspunt is dat op alle ankers in de realisatie controleproeven worden uitgevoerd;
- Ter plaatse van de verankerde beschoeiingen/damwanden dient een gording te worden toegepast om ankerkrachten te kunnen verdelen over de gehele beschoeiing/damwand. Geadviseerd wordt minimaal een gording 150 mm x 180 mm (b * h) toe te passen.
- Aandachtspunt bij de vrijstaande hardhouten beschoeiingen/damwanden is de belasting achter de beschoeiing. Indien de hardhouten beschoeiing/damwand is aangebracht mogen er geen zware belastingen direct achter de beschoeiing worden aangebracht. Dit kan ernstige vervormingen veroorzaken waardoor de beschoeiing kan vervormen of zelfs bezwijken. Hierbij



dient aandacht te worden besteed bij de fasering van de werkzaamheden zoals bijvoorbeeld de aanleg van K&L binnen het invloedsgebied van de hardhouten beschoeiingen/damwanden.



Bijlage 1: Globale projectlocatie



Opsteller: Kees Lodewijkx

Schaal: Formaat: A3

Printdatum: 29-11-2023

Project: GR0267 - De Poelen Kaag en Braassem

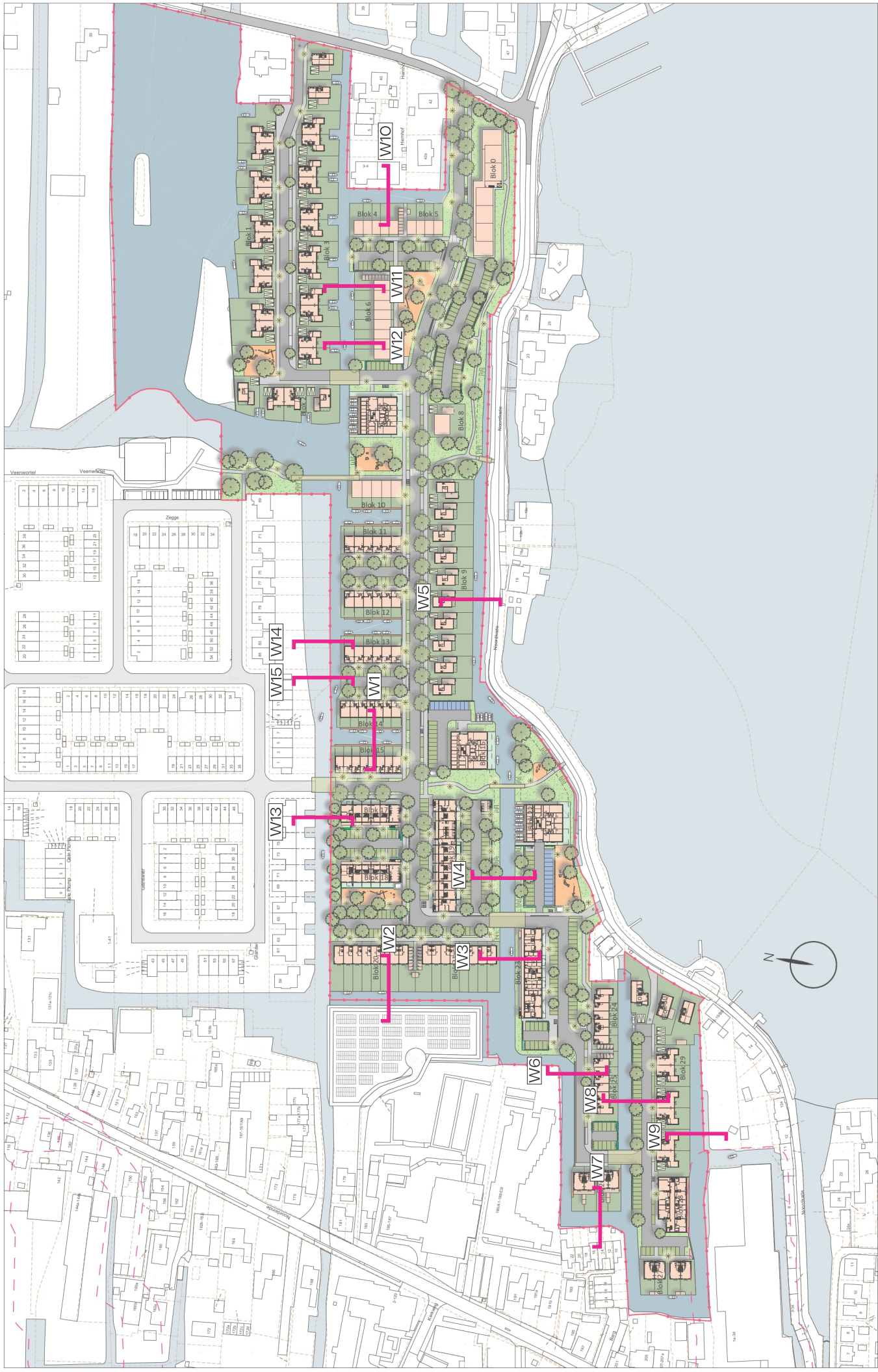
Onderwerp: Globale projectlocatie Fase 4A+4B

CRS: Amersfoort / RD New (EPSG:28992)



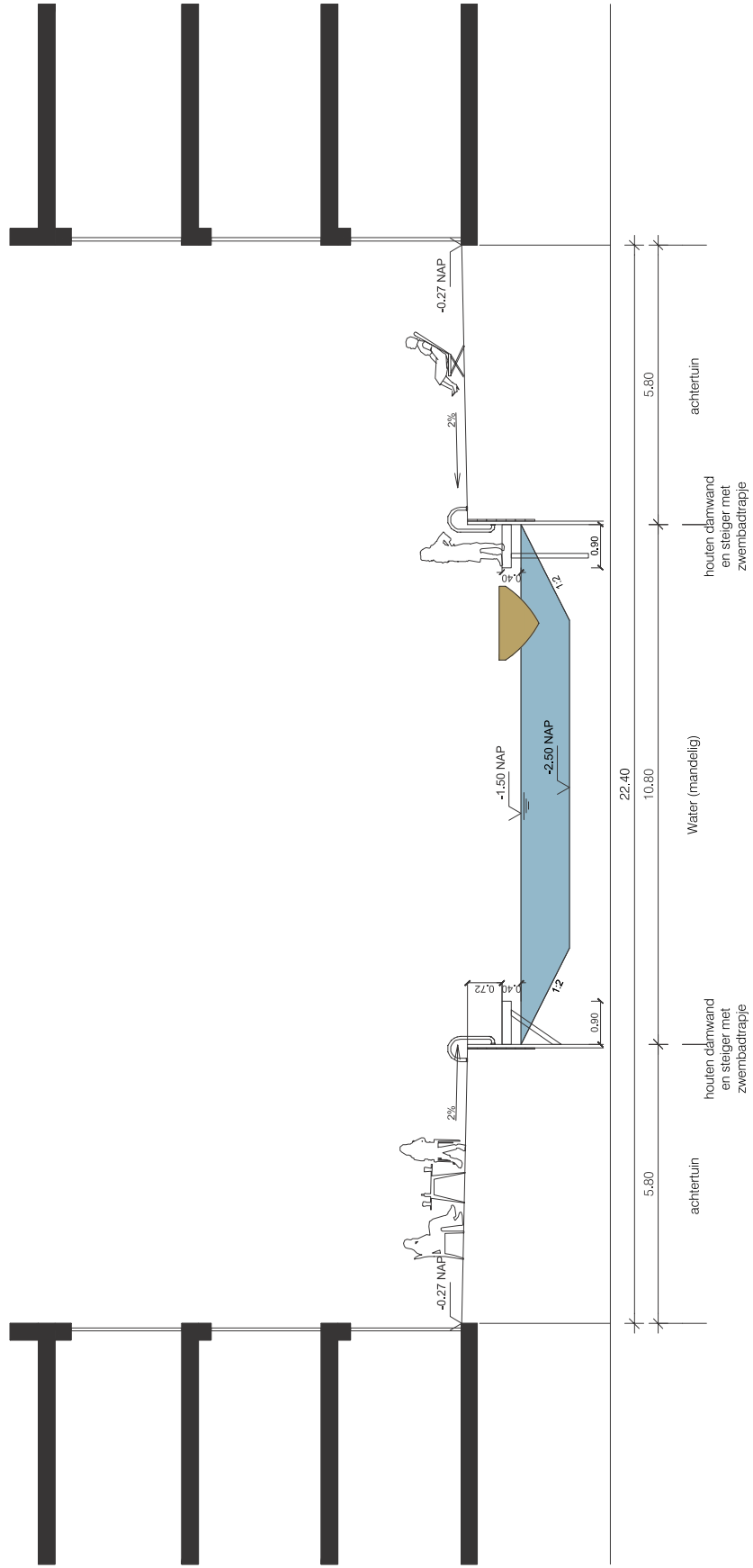


Bijlage 2: Tekeningen+ dwarsprofielen



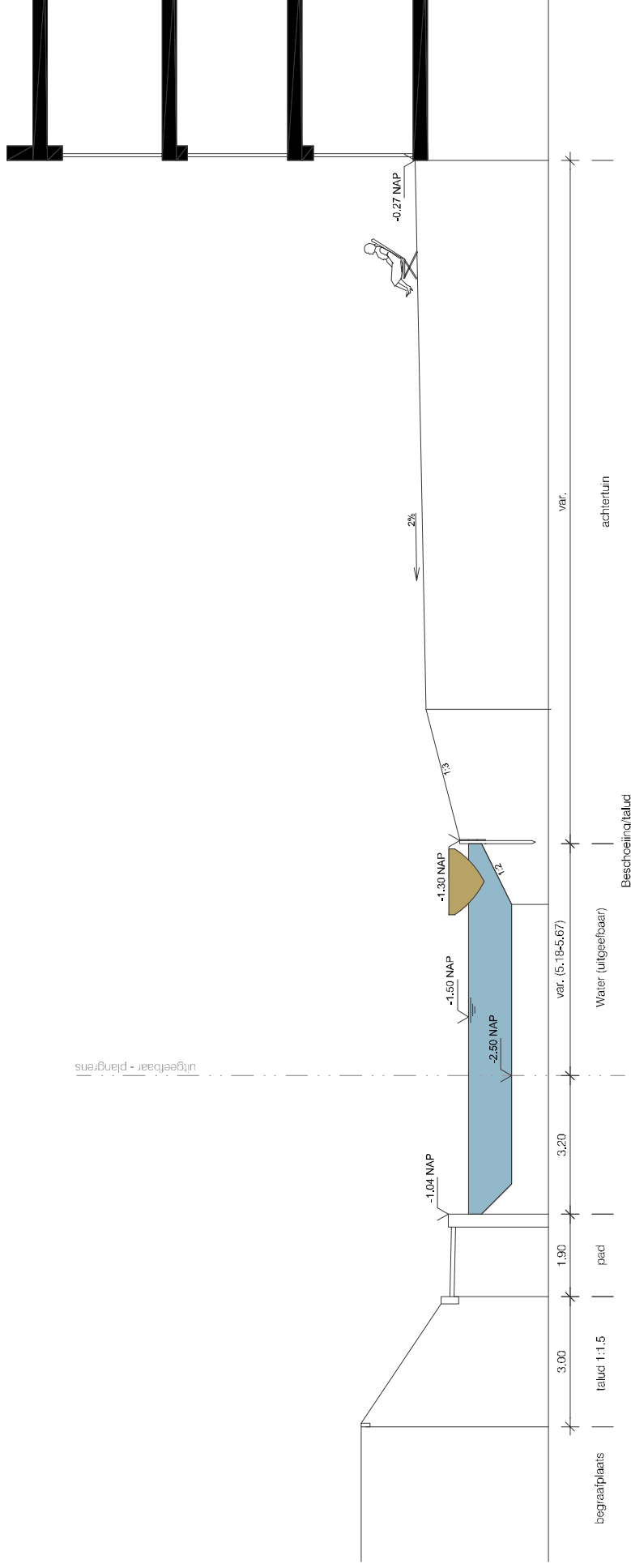
Waterprofielen overzicht

fase 4 en 5

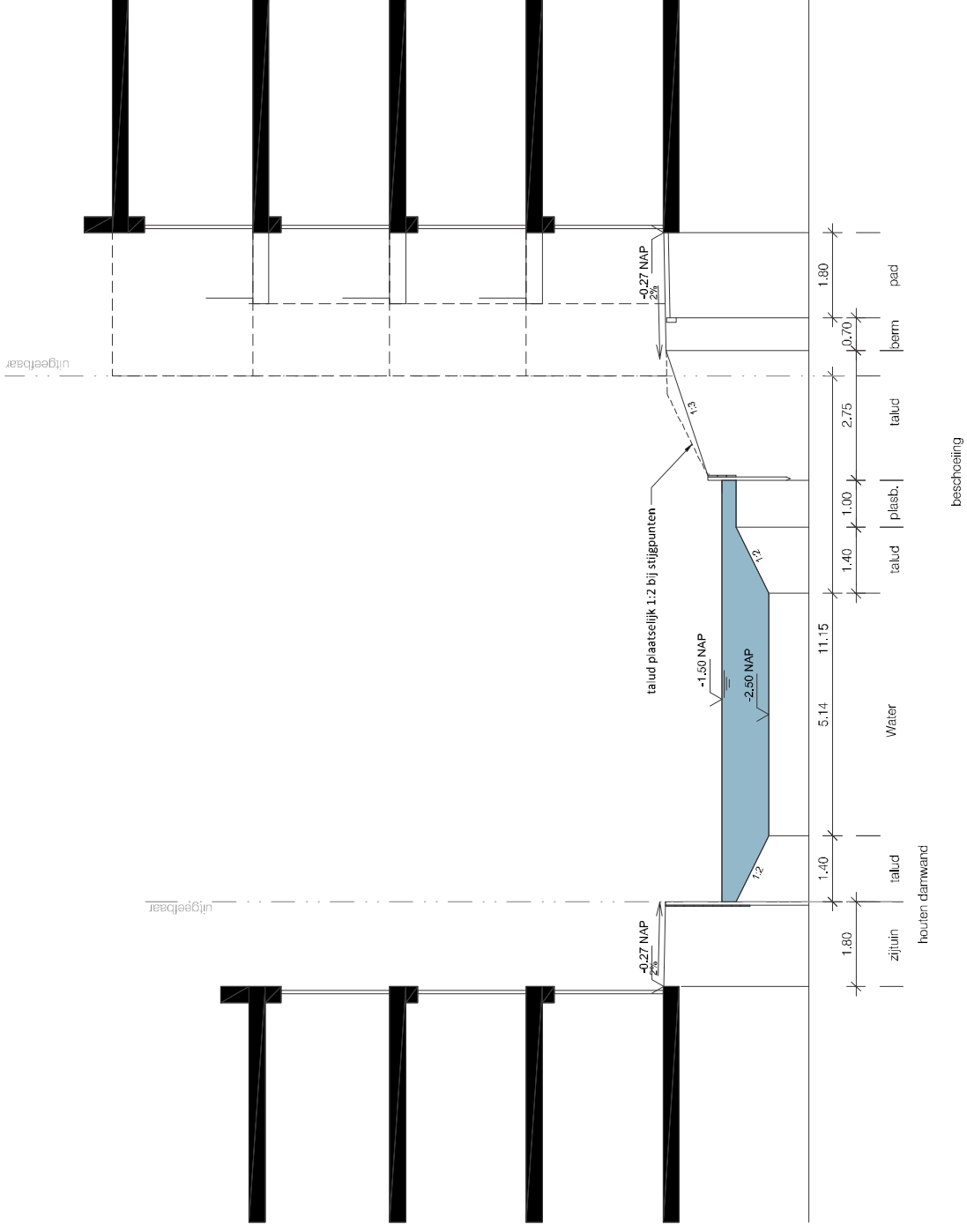


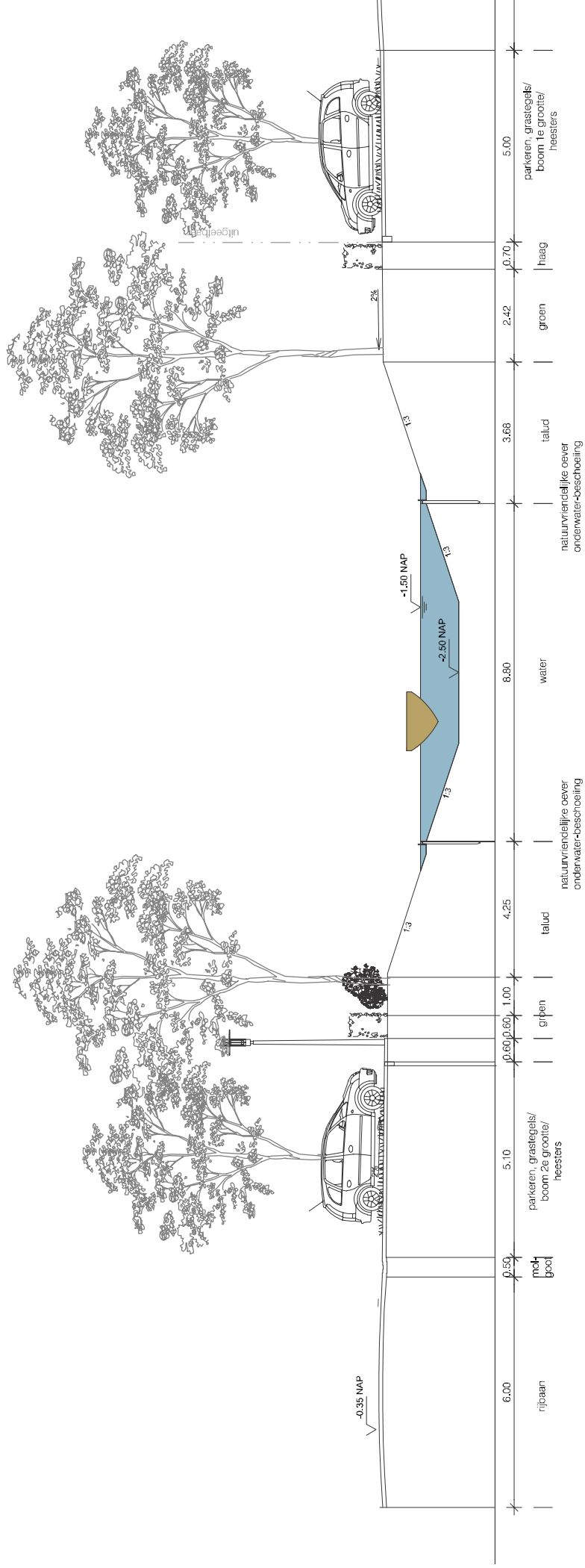
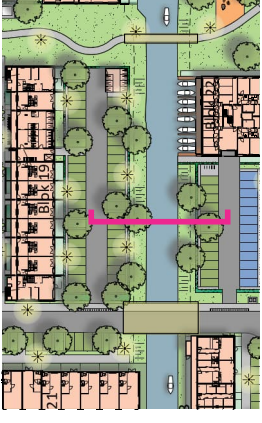
Waterprofiel 1

fase 4 en 5



uitgeelbaar + plangrens

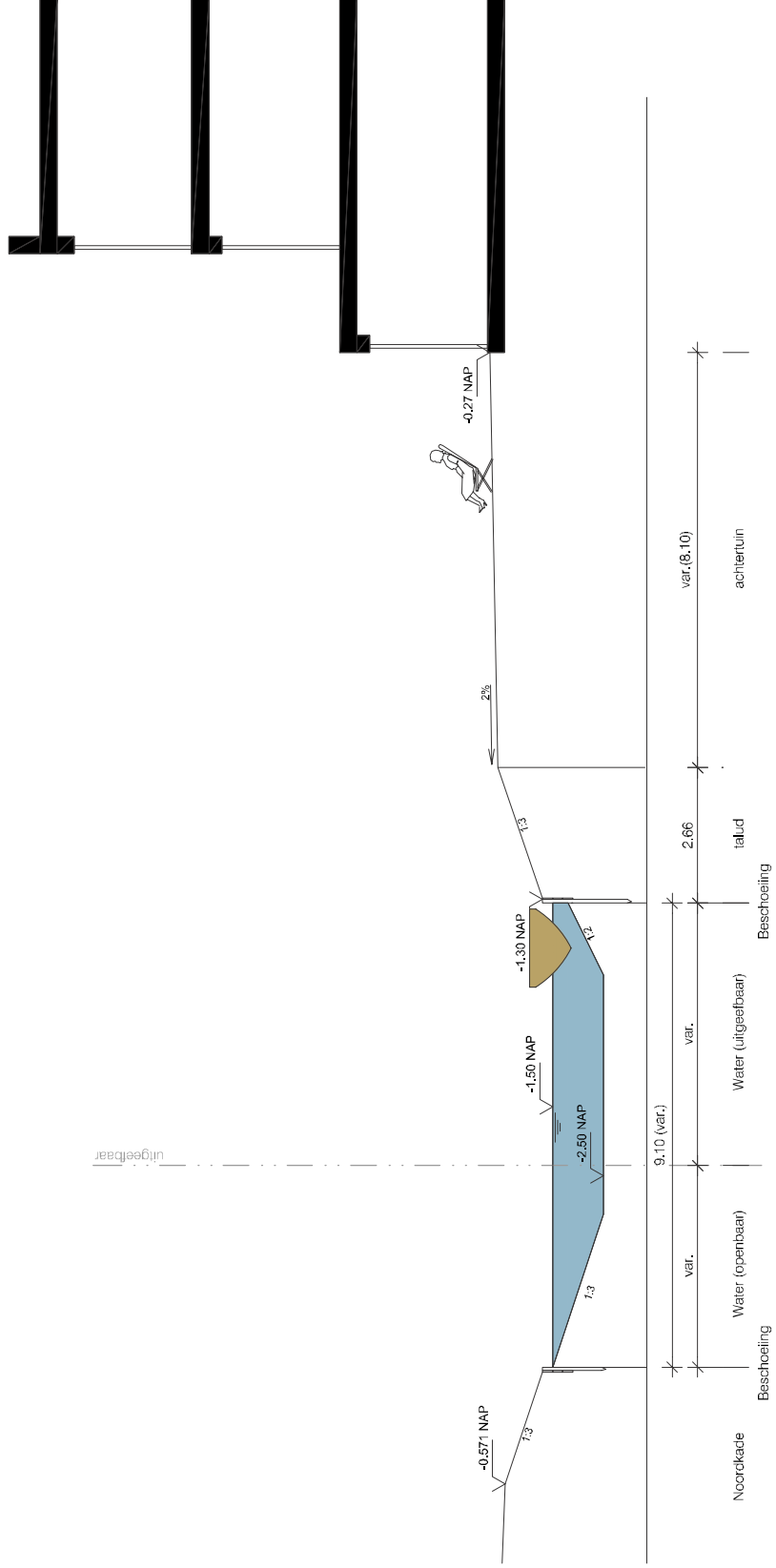
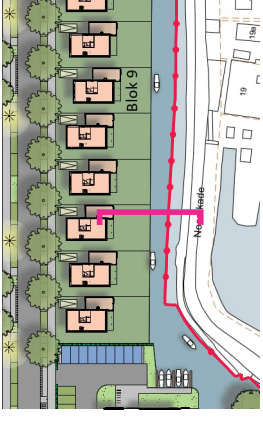




Waterprofiel 4

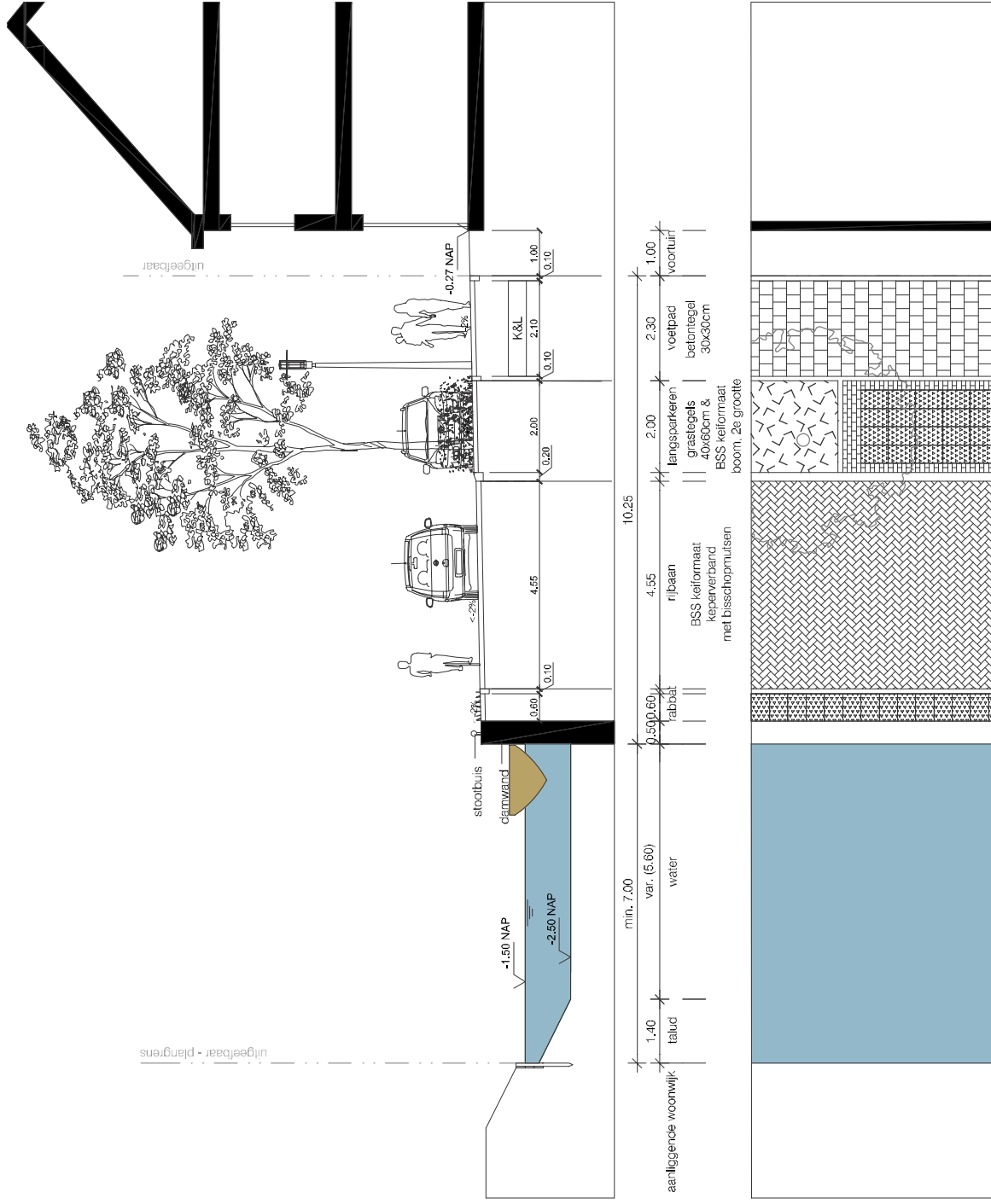
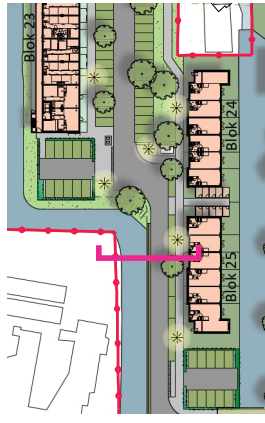
fase 4 en 5





Waterprofiel 5

fase 4 en 5

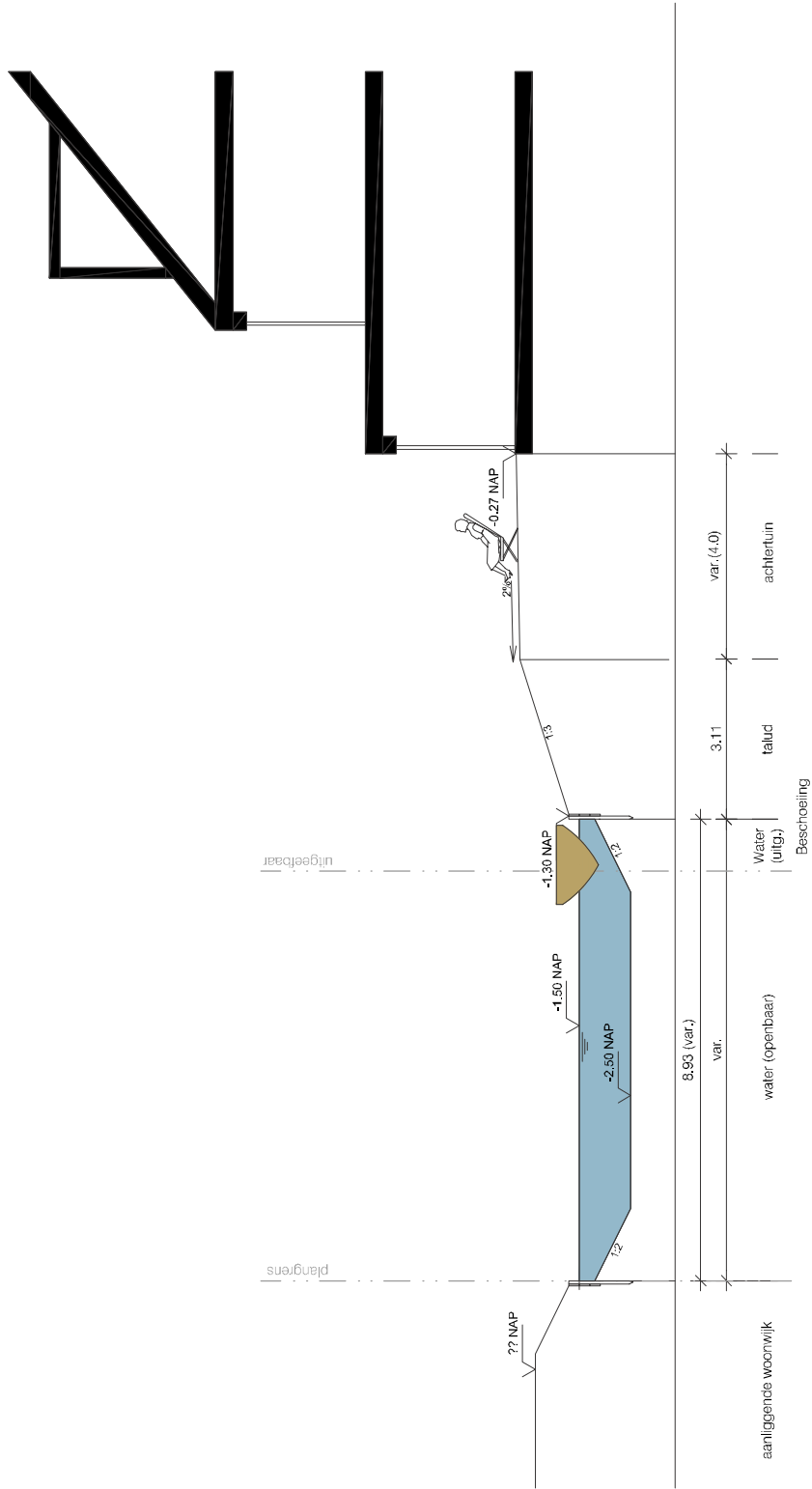


Waterprofiel 6

fase 4 en 5

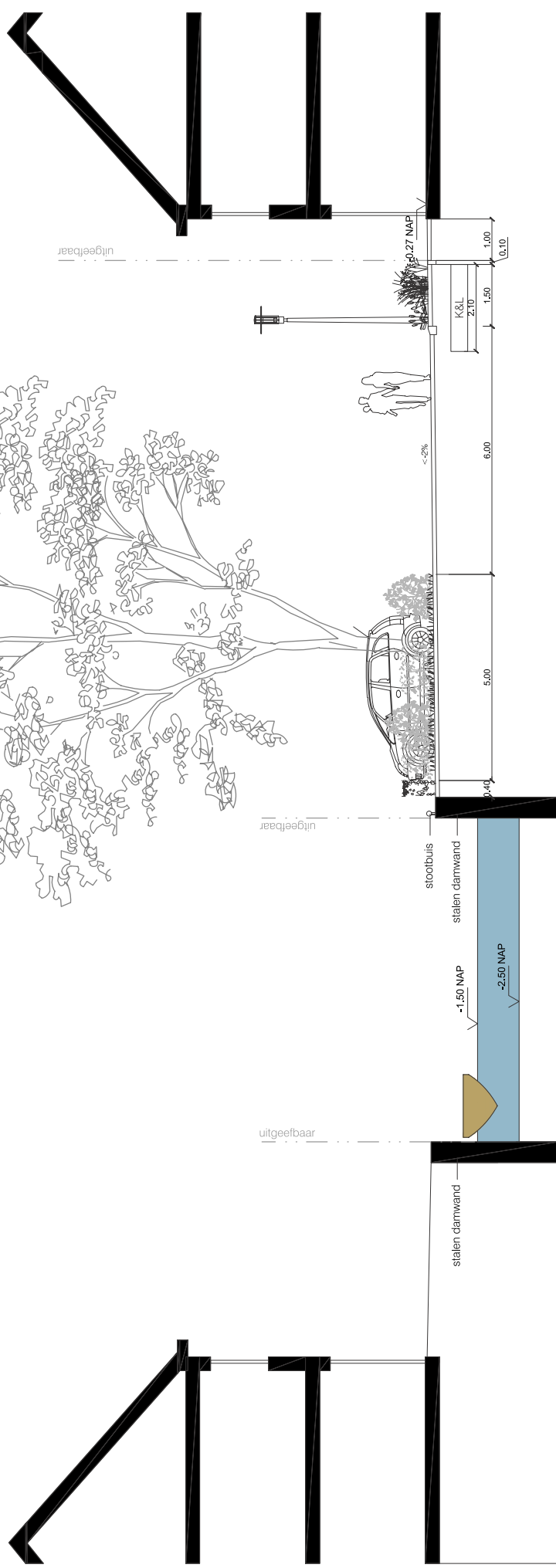


KUIPER
COMPAGNONS



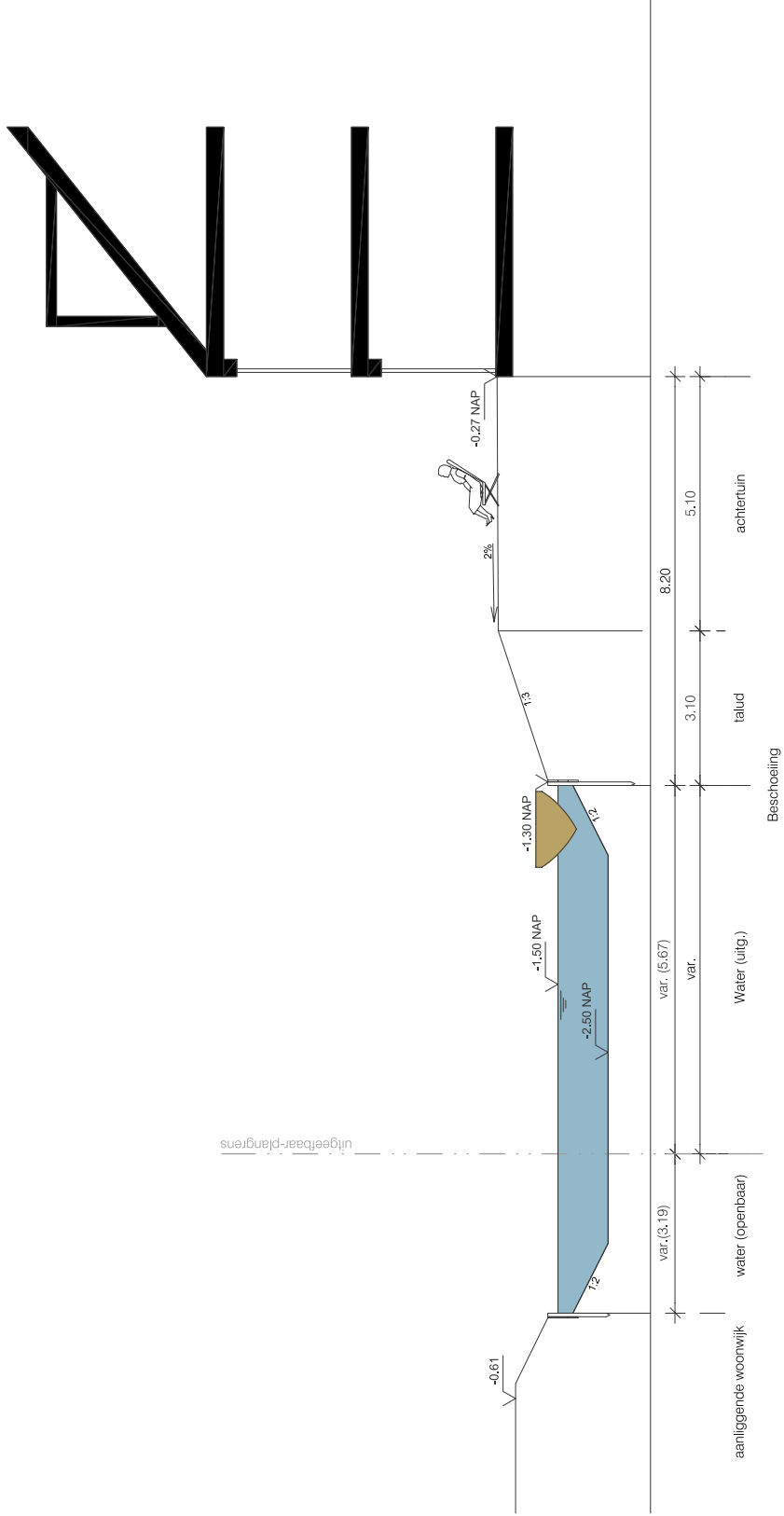
Waterprofiel 7

fase 4 en 5



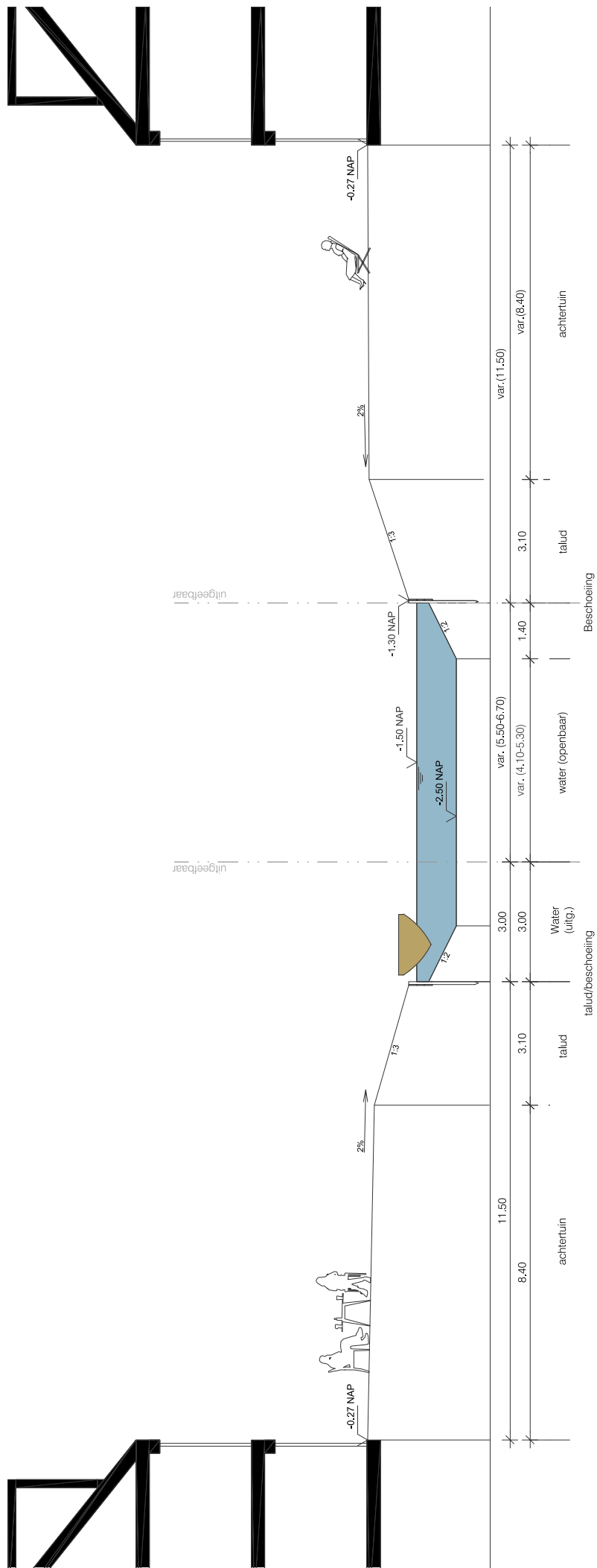
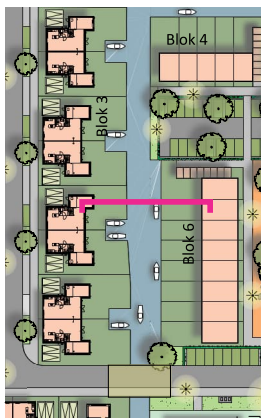
Waterprofiel 8

fase 4 en 5



Waterprofiel 9

fase 4 en 5

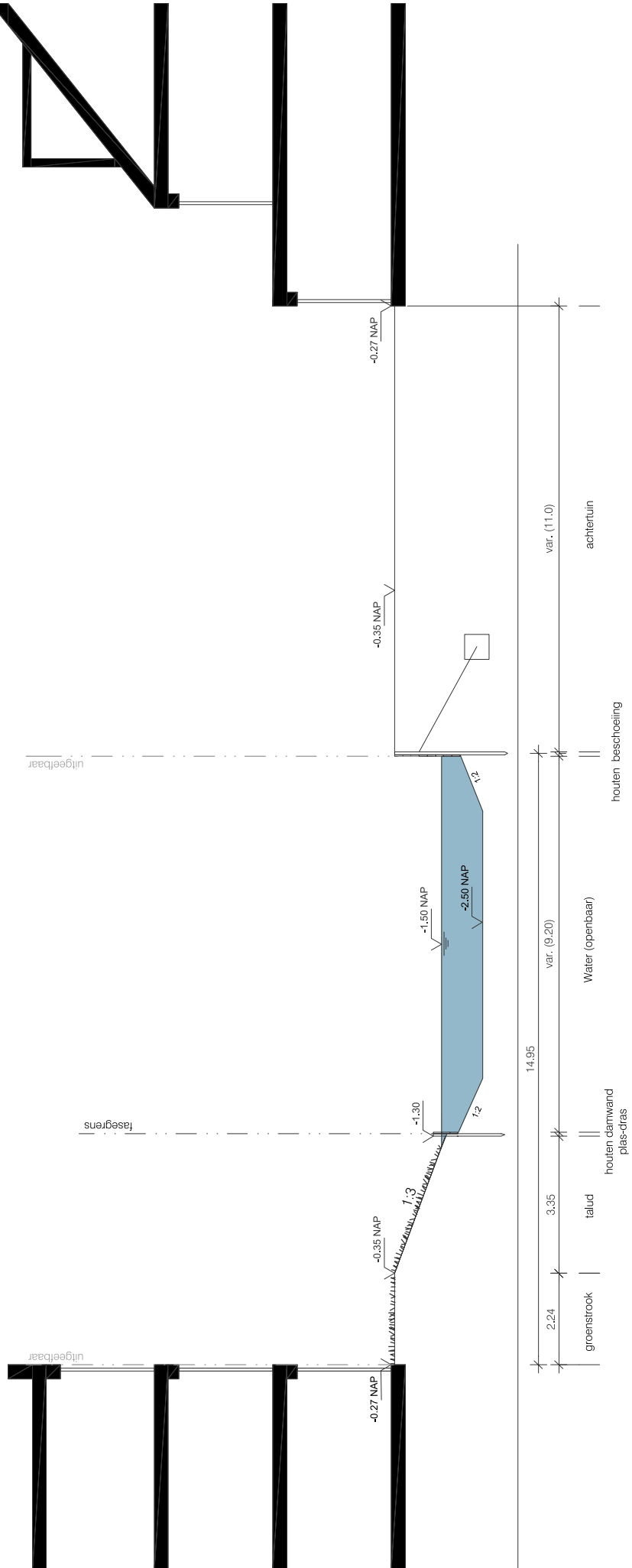
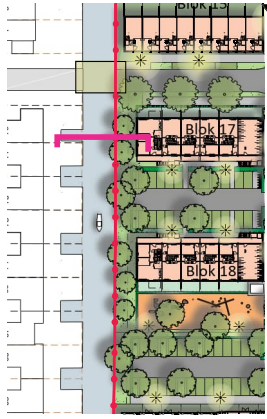


Waterprofiel 11

fase 4 en 5

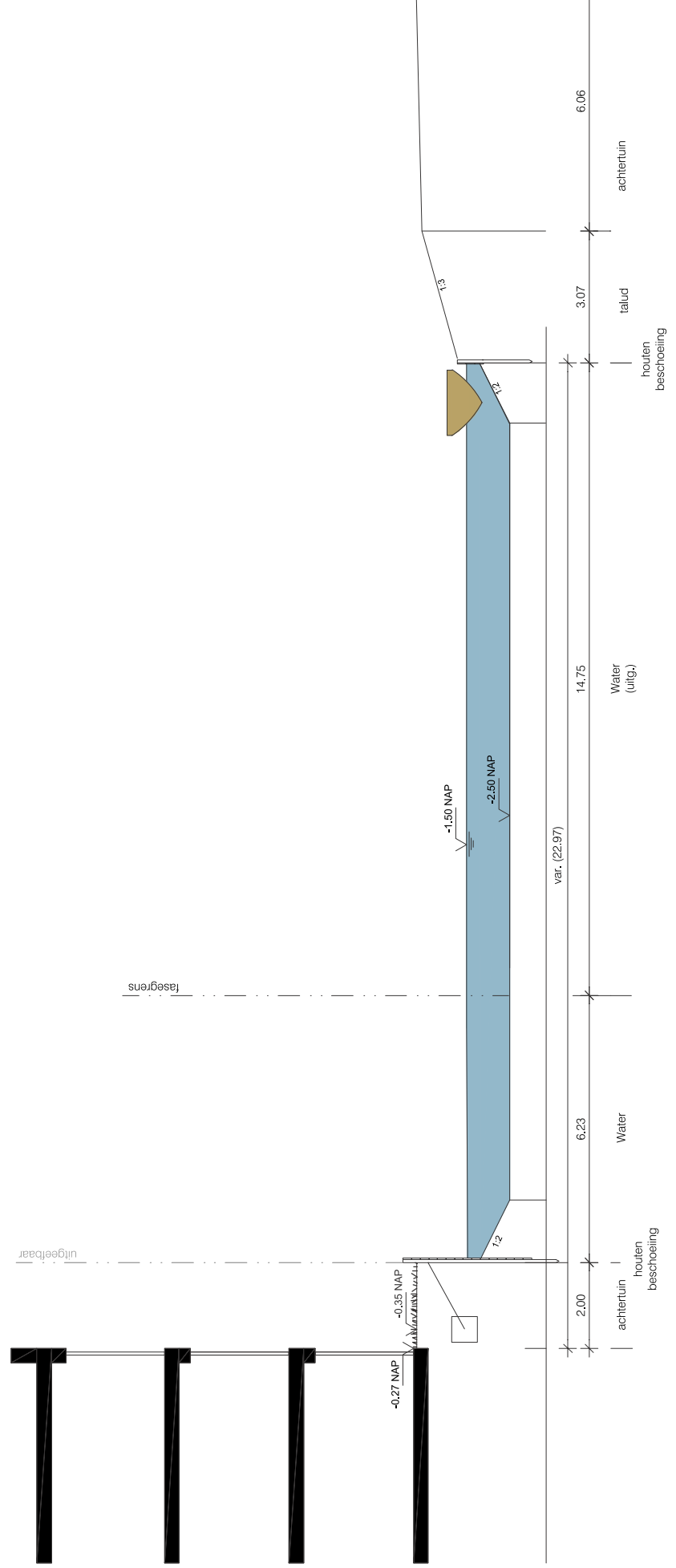
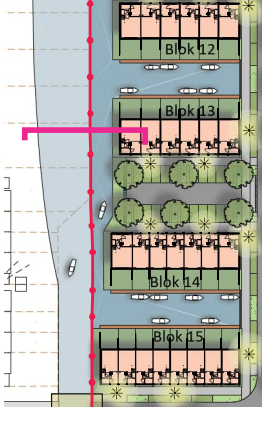


KUIPER
COMPAGNONS



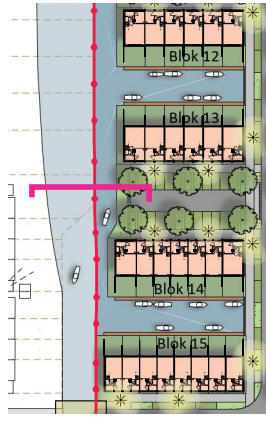
Waterprofiel 13

fase 4 en 5

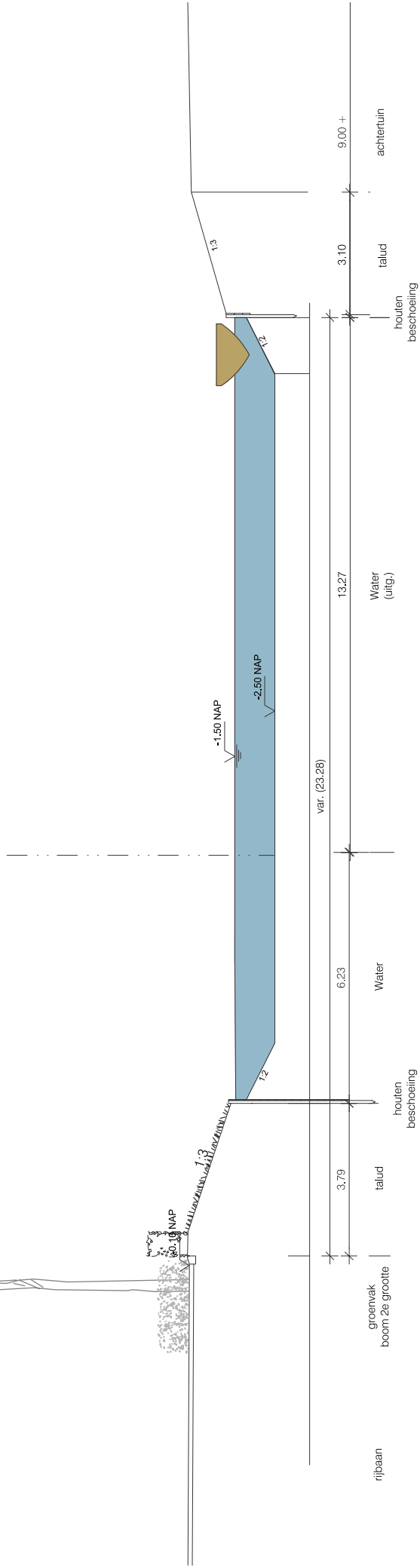


Waterprofiel 14

fase 4 en 5



fasegrens



Waterprofiel 15

fase 4 en 5



KUIPER
COMPAGNONS



Bijlage 3: Beschikbaar geotechnisch grondonderzoek [2]

Geotechnisch onderzoek
Bouwrijp maken 8 percelen te Roelofarendsveen

Document Nr.: 9017-0704-000

Versie: 1.0

Datum: 24 juli 2017



Opdrachtgever Waterpas Civiel Adviesbureau
Rotterdam/Hoofddorp
Zandsteen 24
2132 MR Hoofddorp

Opdrachtnemer Fugro NL Land B.V.
Zekeringstraat 41a
1014 BV Amsterdam
T.: 020 65 10800

Projectleider ing. A.O. Aparicio Sáez

Versiebeheer

1.0	Initiële versie	LMU	PVW	AAO	24-07-2017
Rev	Omschrijving	Opgesteld	Gecontroleerd	Goedgekeurd	Datum

INHOUDSOPGAVE

- 1. RAPPORTAGE OVERZICHT**
- 2. SITUATIETEKENING**
- 3. ONDERZOEKSDATA**
- 4. TOELICHTING GEOTECHNISCH ONDERZOEK**
- 5. CONTINUE ELEKTRISCH SONDEREN**
- 6. LEGENDA TERREINPROEVEN EN GRONDSOORTEN**

RAPPORTAGE OVERZICHT

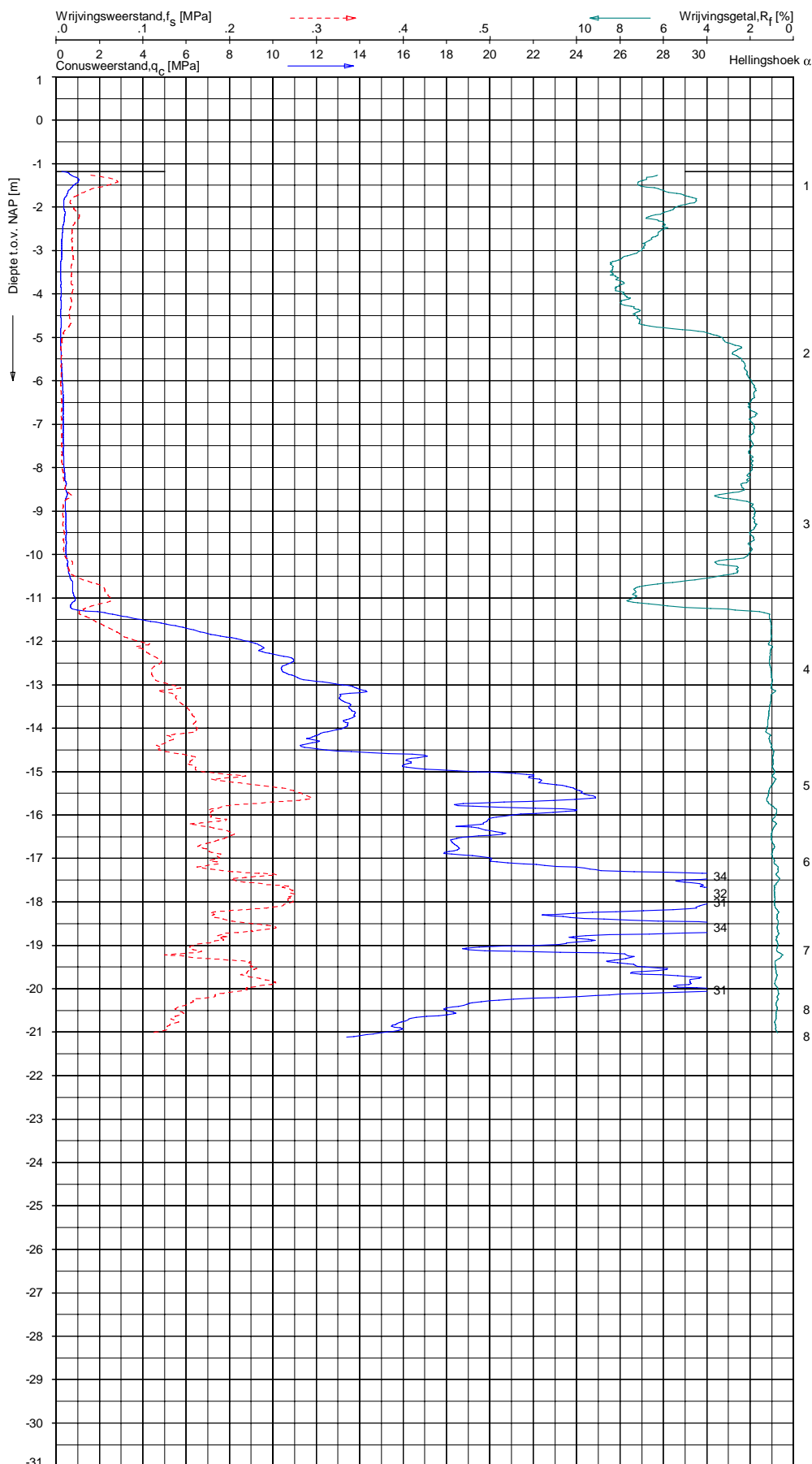
Projectomschrijving: Bouwrijp maken 8 percelen te Roelofarendsveen
Projectnummer: 9017-0704-000

Naam	RD Coördinaten (m)		Hoogte m tov	Grondwater- stand m tov	Opmerking
	X	Y	NAP	NAP	
DKM16-1	103304.7	467698.2	-1.18		
DKM16-2	103391.5	467711.2	-1.29		
DKM16-3	103206.1	467649.4	-1.26	-1.86	Gestaakt, max. totaaldruk
DKM16-4	103284.8	467659.4	-1.20		
DKM36-1	103656.1	467920.5	-1.29		
DKM36-2	103671.1	467895.5	-1.21	-1.86	
DKM36-3	103747.2	467937.0	-1.24		Gestaakt, max. totaaldruk
DKM36-4	103769.1	467911.1	-1.22	-1.92	
DKM42-1	103708.5	467814.1	-1.10		
DKM42-2	103751.7	467797.1	-1.04		Gestaakt, max. toelaatbare helling
DKM42-3	103784.9	467821.8	-1.19		Gestaakt, max. toelaatbare helling
DKM42-3A	103780.6	467820.5	-1.16		Gestaakt, obstakel(s)
DKM42-3B	103792.0	467811.5	-1.15		Gestaakt, max. toelaatbare helling
DKM47-1	103868.3	467854.4	-1.13	-1.78	
DKM47-2	103975.7	467868.2	-1.19		
DKM47-3	103893.5	467822.9	-1.21		
DKM47-4	103975.6	467831.4	-1.19	-1.79	
DKM111-1	103309.6	468109.8	-0.93		
DKM111-2	103433.9	468131.1	-1.24	-2.04	
DKM111-3	103575.0	468154.6	-1.33	-2.03	Gestaakt, obstakel(s)
DKM111-3A	103574.4	468158.3	-1.34		
DKM111-4	103331.9	468082.1	-1.14		
DKM111-5	103425.0	468101.5	-1.22		
DKM111-6	103544.0	468115.4	-1.19		
DKM165-1	103288.5	467895.4	-1.23		
DKM165-2	103435.0	467916.4	-1.32		
DKM165-3	103568.5	467936.5	-1.13	-1.88	
DKM165-4	103307.6	467847.5	-1.24	-1.94	
DKM165-5	103467.8	467870.9	-1.23		
DKM165-6	103582.5	467886.6	-1.19	-1.99	
DKM179-1	103253.5	467807.9	-1.22		
DKM179-2	103413.1	467834.4	-1.14	-1.84	
DKM179-3	103301.5	467789.4	-1.19	-1.99	
DKM179-4	103400.1	467803.0	-1.16	-1.86	
DKM179-5	103345.9	467817.9	-1.10	-1.80	
DKM183-1	103288.5	467757.2	-1.13	-1.83	
DKM183-2	103336.0	467740.0	-1.07	-1.77	
DKM183-3	103382.0	467769.0	-1.05		
DKM183-4	103424.0	467755.4	-1.01		
Waterpeil1 d.d. 04-07-2017	103334.4	468074.0	-1.50		
Waterpeil2 d.d. 14-07-2017	103835.8	467899.2	-1.50		



Flugro GeoServices B.V. Kantoor Amstelveen Zakeringsstraat 41a 1044 BV Amstelveen Tel: 020 - 5 510 800 e-mail: info@flugro.nl www.flugro.nl	
Formaat A3	Schaal 1:1000
Datum 20-07-2017	Projectnummer 2017-07-000
Situatie BOUWRIJPLAAN PERCELEN TE ROELOFF-ARENDSVEEN LIGGING 100	

Indicatieve bodembeschrijving
 Automatisch gegenereerd uit data van de sondering, geldig onder grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)

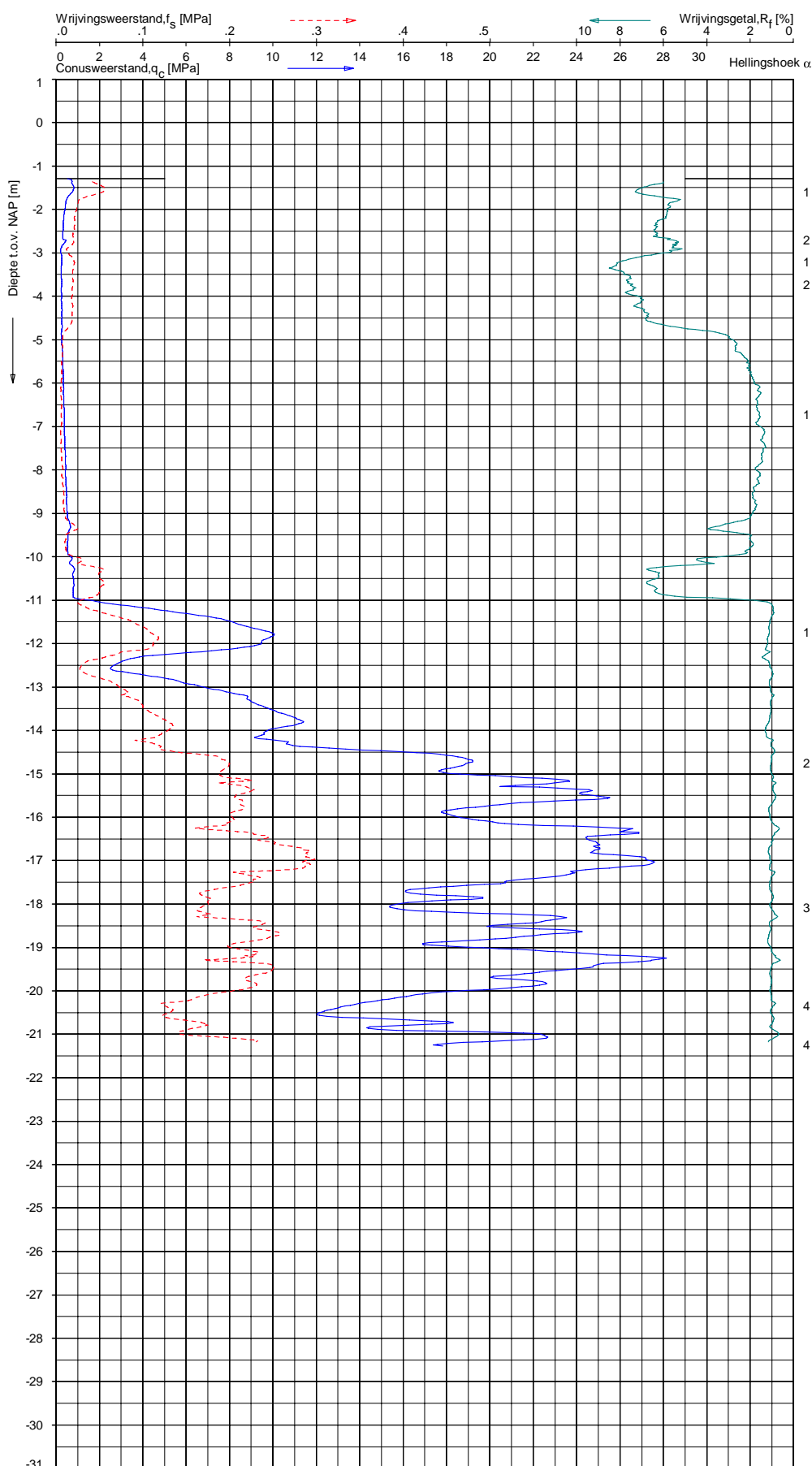


Opg. : PJW d.d. 14-jul-2017 Coord.: X= 103304.7m Y= 467698.2m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
 Get.: LMURENAITE d.d. 24-jul-2017 MV = NAP -1.18 m Conus: CP15-CF75SN2 1701-1542 Toepassingsklasse 2. Test type TE1
 Conustype: A_s = 1510mm²; A_g = 19895mm²

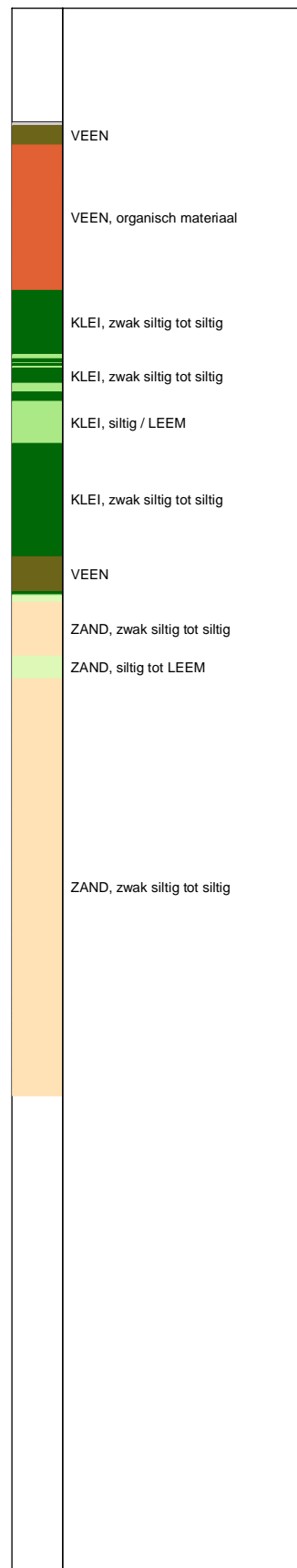
SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

BOUWRIJP MAKEN 8 PERCELEN TE ROELOFARENDVEEN

Opdr. 9017-0704-000
 Sond. DKM16-1



Indicatieve bodembeschrijving
 Automatisch gegenereerd uit data van de sondering, geldig onder grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)

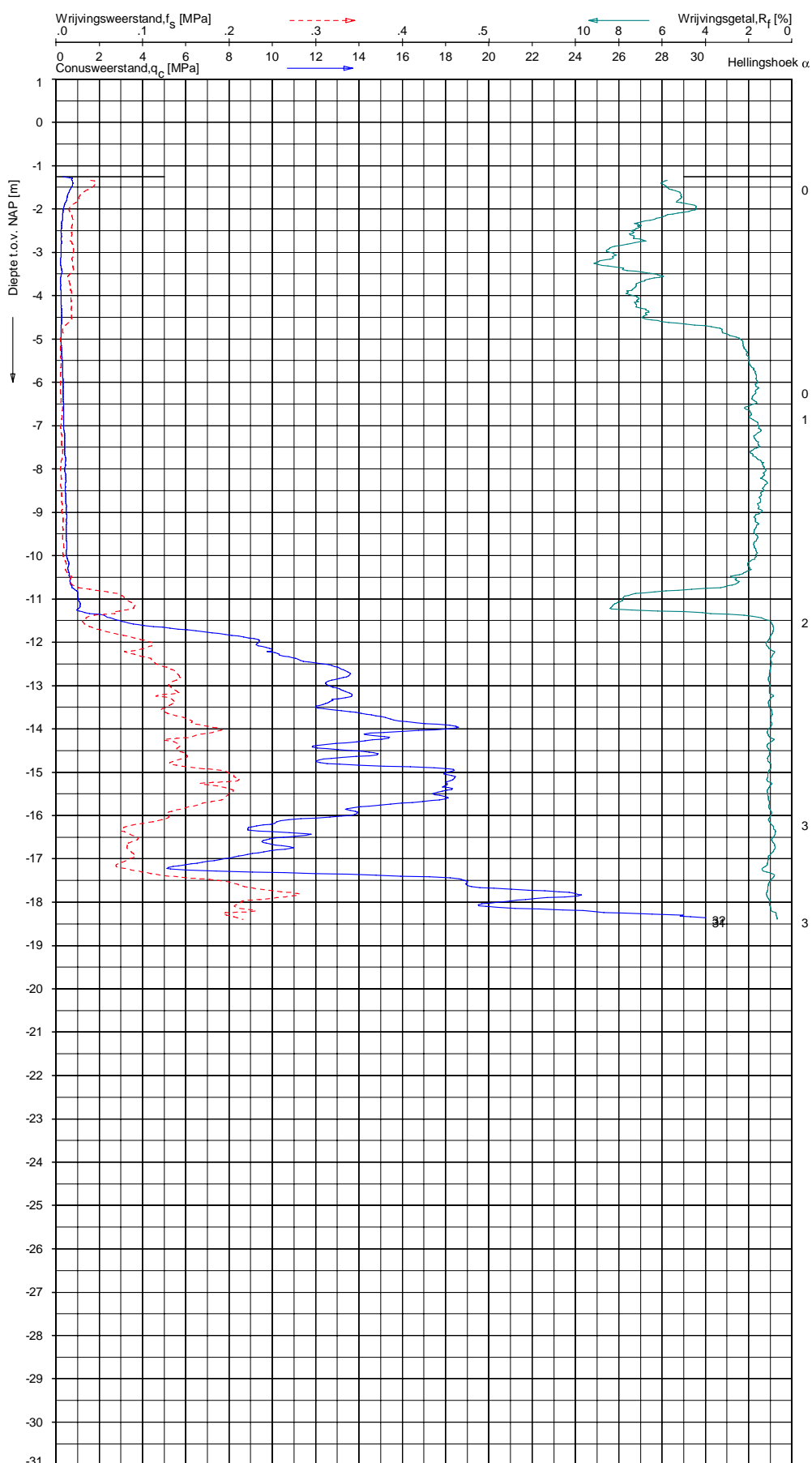


Opg. : PJW d.d. 14-jul-2017 Coord.: X= 103391.5m Y= 467711.2m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
 Get. : LMURENAITE d.d. 24-jul-2017 MV = NAP -1.29m Conus: CP15-CF75SN2 1701-1542 Toepassingsklasse 2. Test type TE1
 Conustype: A_s = 1510mm²; A_g = 19895mm²

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

BOUWRIJP MAKEN 8 PERCELEN TE ROELOFARENDVEEN

Opdr. 9017-0704-000
 Sond. DKM16-2



Indicatieve bodembeschrijving
 Automatisch gegenereerd uit data van de sondering, geldig onder grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)



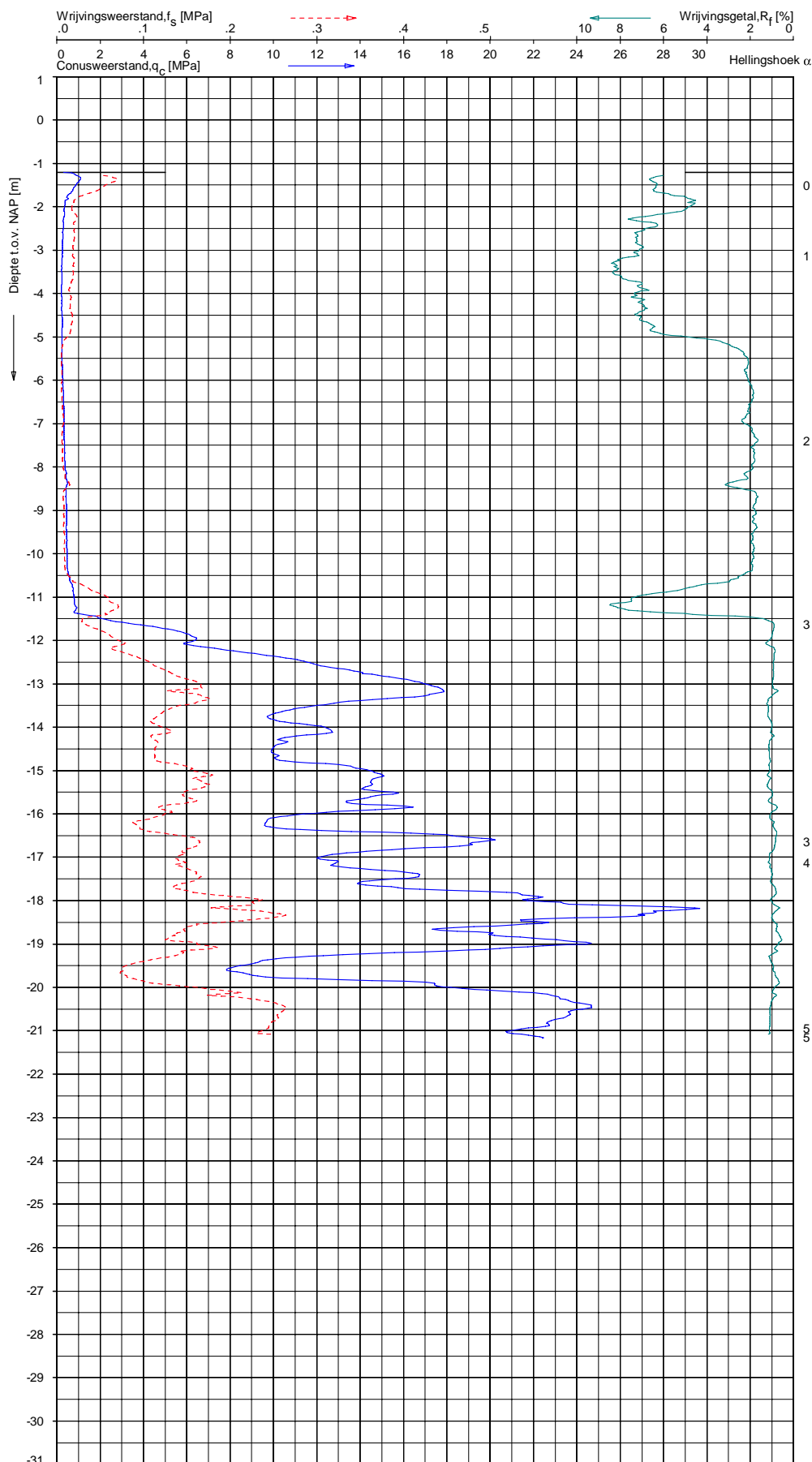
Opg.: PJW d.d. 21-jul-2017 Coord.: X= 103206.1 m Y= 467649.4 m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
 Get.: LMURENAITE d.d. 24-jul-2017 MV = NAP -1.26 m Conus: CP15-CF75SN2 1701-1215 Toepassingsklasse 2. Test type TE1
 Conustype: $A_n = 1510 \text{ mm}^2$; $A_s = 19895 \text{ mm}^2$

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

BOUWRIJP MAKEN 8 PERCELEN TE ROELOFARENDVEEN

Opdr. 9017-0704-000
 Sond. DKM16-3

Indicatieve bodembeschrijving
 Automatisch gegenereerd uit data van de sondering, geldig onder grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)

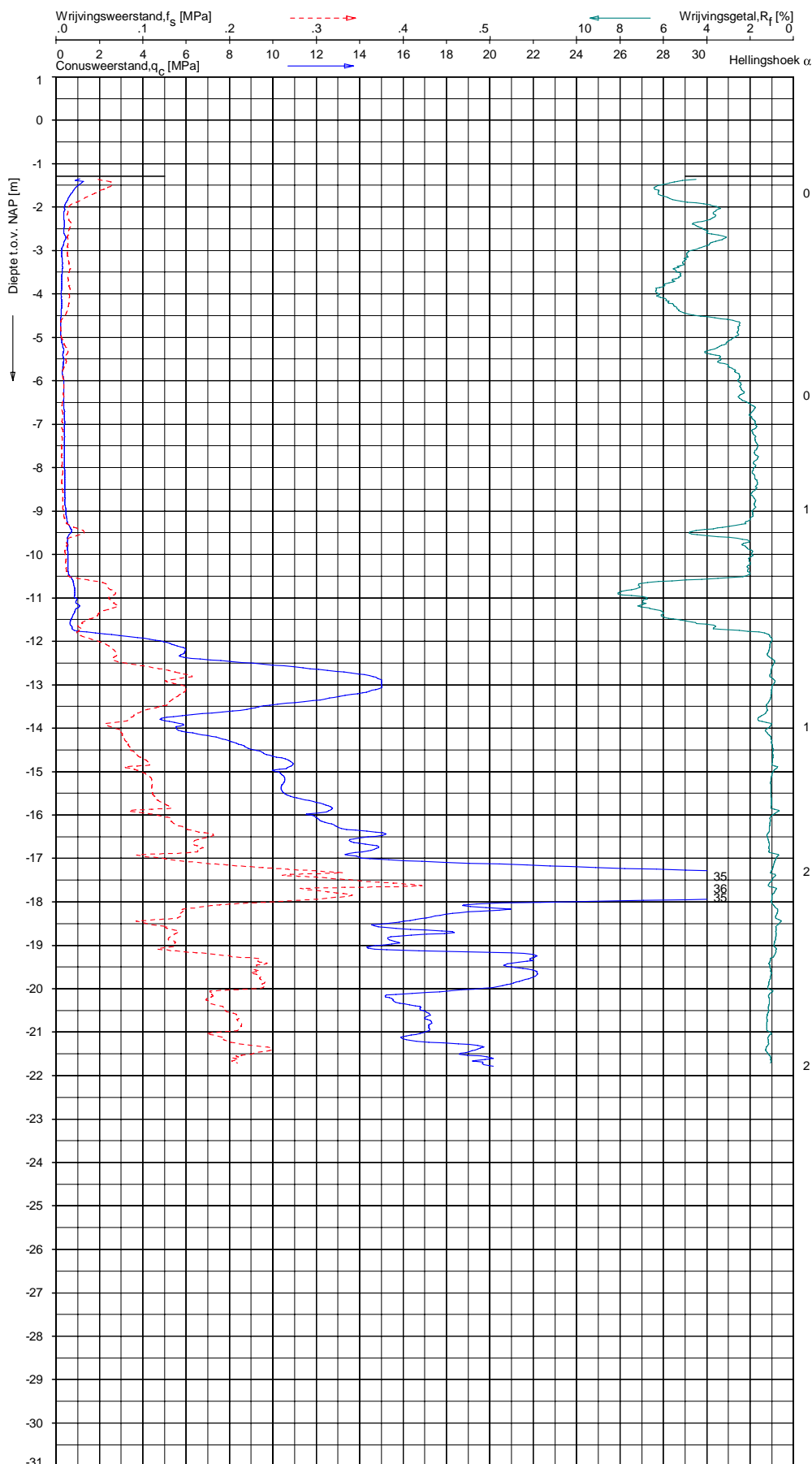


Opg. : PJW d.d. 21-jul-2017 Coord.: X= 103284.8m Y= 467659.4m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
 Get. : LMURENAITE d.d. 24-jul-2017 MV = NAP -1.20m Conus: CP15-CF75SN2 1701-1215 Toepassingsklasse 2. Test type TE1
 Conustype: A_s = 1510mm²; A_g = 19895mm²

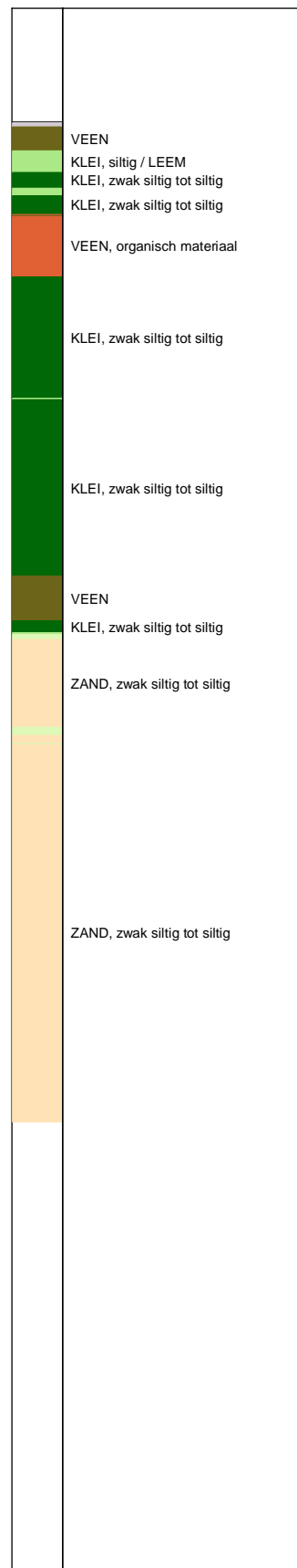
SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

BOUWRIJP MAKEN 8 PERCELEN TE ROELOFARENDVEEN

Opdr. 9017-0704-000
 Sond. DKM16-4



Indicatieve bodembeschrijving
 Automatisch gegenereerd uit data van de sondering, geldig onder grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)

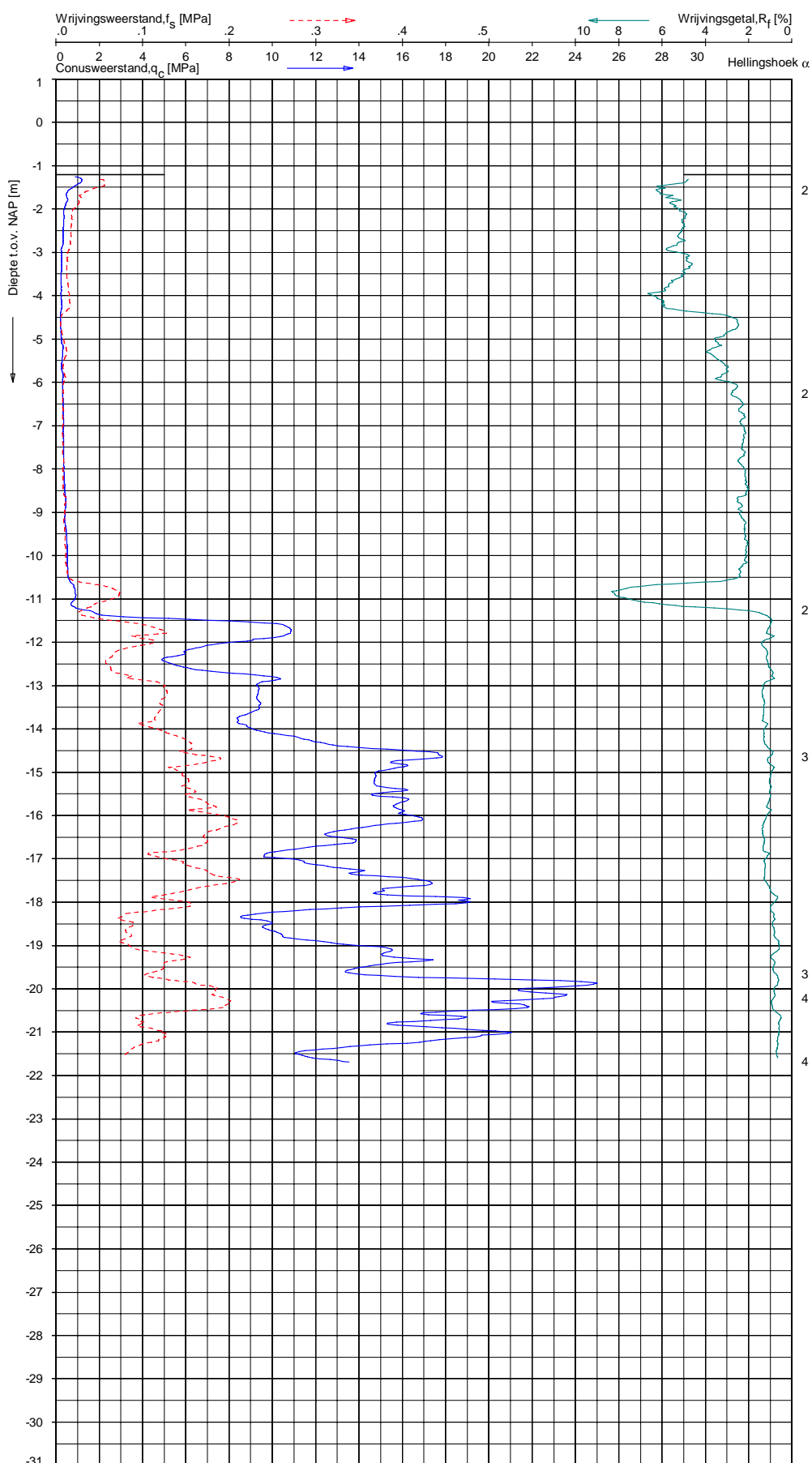


Opg.: JBL d.d. 14-jul-2017 Coord.: X= 103656.1m Y= 467920.5m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
 Get.: L.MURENAITE d.d. 24-jul-2017 MV = NAP -1.29m Conus: CP15-CF75SN2 1701-2811 Toepassingsklasse 2. Test type TE1
 Conustype: A_s = 1510mm²; A_g = 19895mm²

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

BOUWRIJP MAKEN 8 PERCELEN TE ROELOFARENSVEEN

Opdr. 9017-0704-000
 Sond. DKM36-1



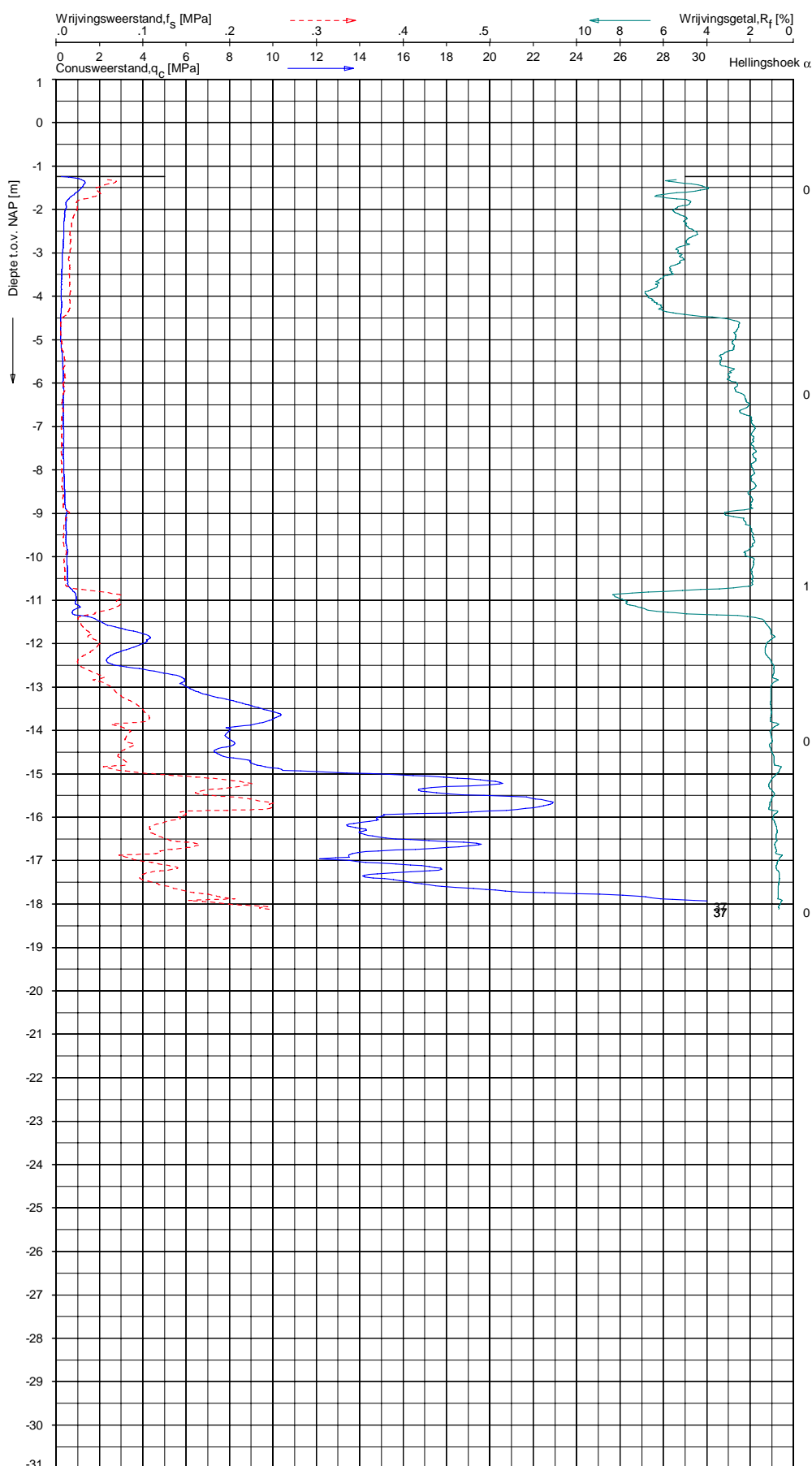
Indicatieve bodembeschrijving
 Automatisch gegenereerd uit data van de sondering, geldig onder grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)



Opg.: JBL d.d. 14-jul-2017 Coord.: X= 103671.1 m Y= 467895.5 m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
 Get.: LMURENAITE d.d. 24-jul-2017 MV = NAP -1.21 m Conus: CP15-CF75SN2 1701-2811 Toepassingsklasse 2. Test type TE1
 Conustype: $A_s = 1510 \text{ mm}^2$; $A_n = 19895 \text{ mm}^2$

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING
 BOUWRIJP MAKEN 8 PERCELEN TE ROELOFARENSVEEN

Opdr. 9017-0704-000
 Sond. DKM36-2



Indicatieve bodembeschrijving
 Automatisch gegenereerd uit data van de sondering, geldig onder grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)

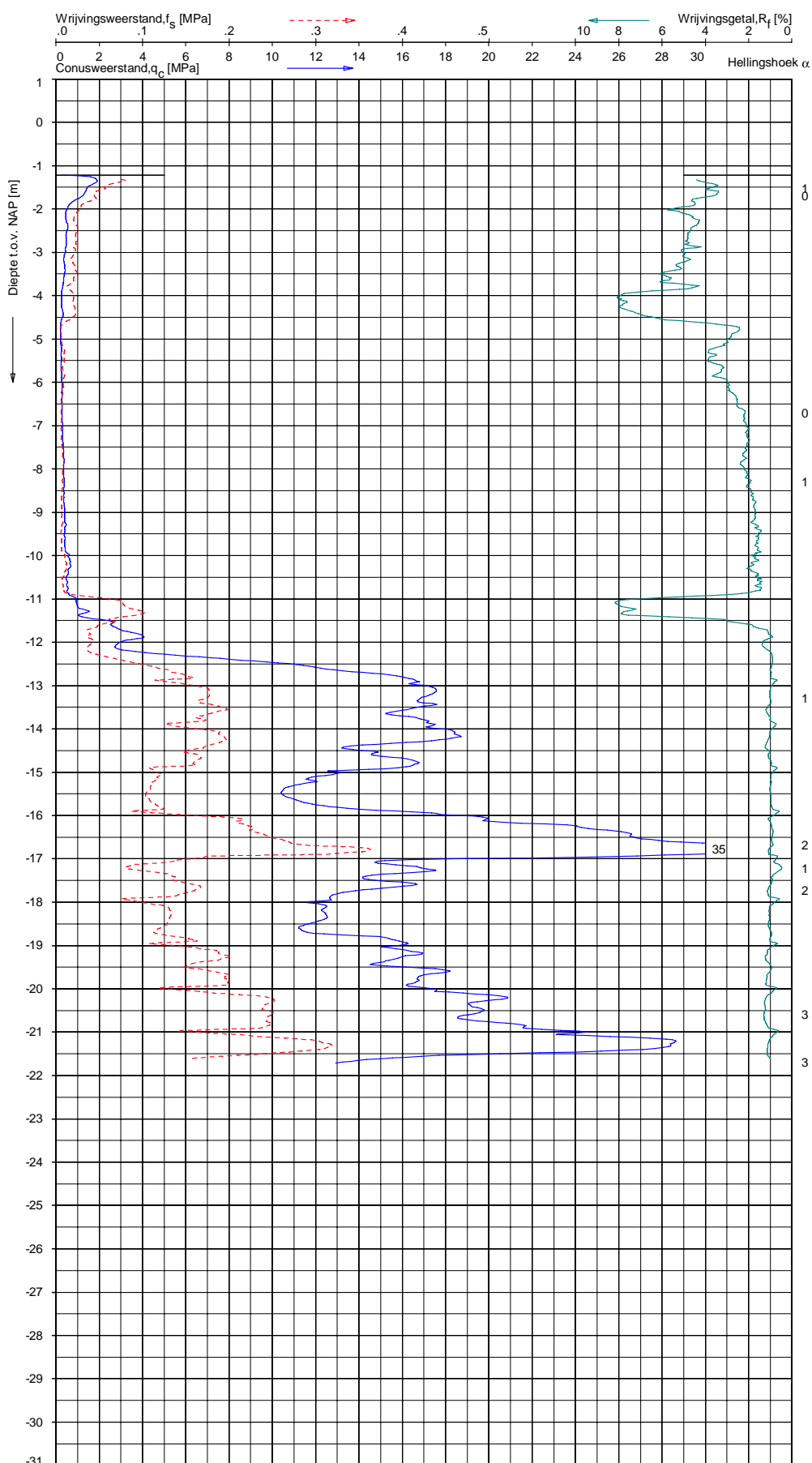


Opg.: JBL d.d. 14-jul-2017 Coord.: X= 103747.2m Y= 467937.0m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
 Get.: L.MURENAITE d.d. 24-jul-2017 MV = NAP -1.24m Conus: CP15-CF75SN2 1701-2811 Toepassingsklasse 2. Test type TE1
 Conustype: A_n = 1510mm²; A_s = 19895mm²

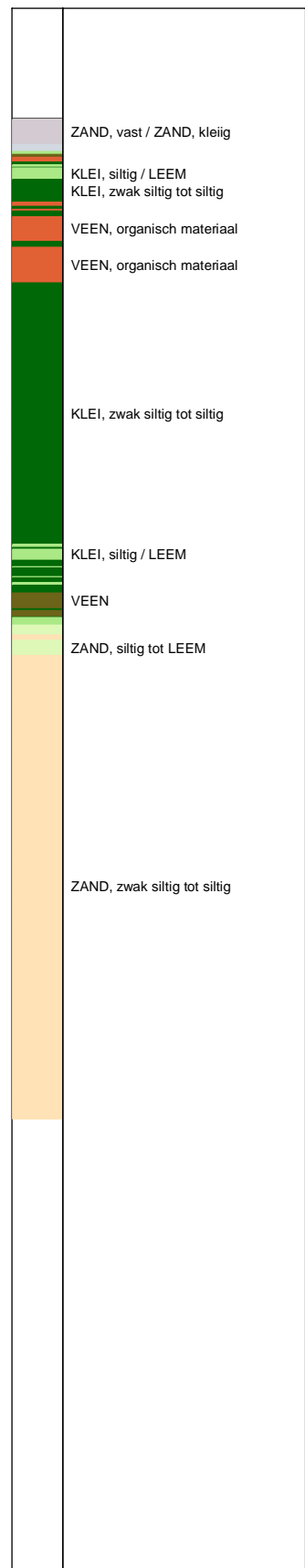
SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

BOUWRIJP MAKEN 8 PERCELEN TE ROELOFARENDVEEN

Opdr. 9017-0704-000
 Sond. DKM36-3



Indicatieve bodembeschrijving
 Automatisch gegenereerd uit data van de sondering, geldig onder grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)

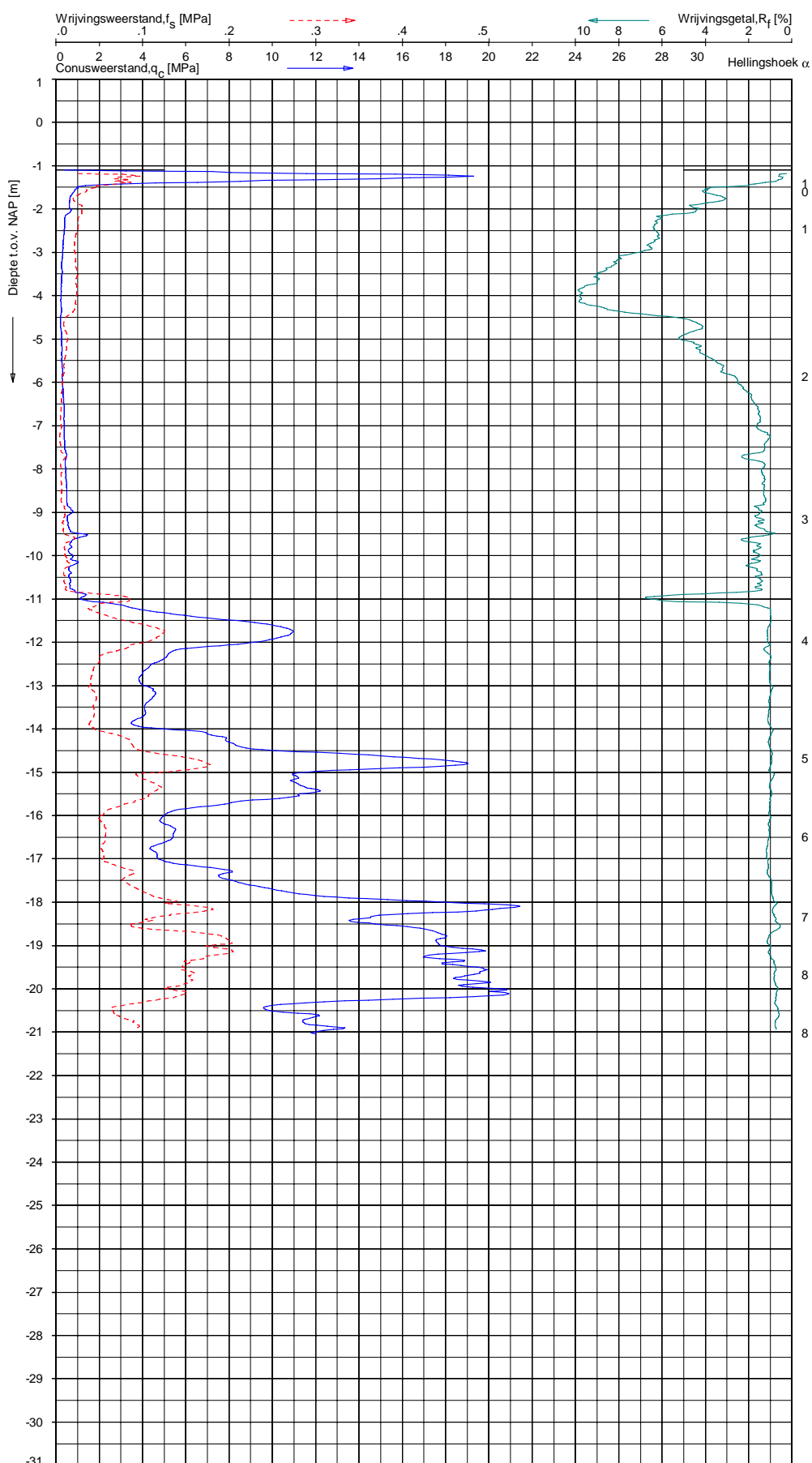


Opg.: JBL d.d. 14-jul-2017 Coord.: X= 103769.1 m Y= 467911.1 m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
 Get.: LMURENAITE d.d. 24-jul-2017 MV = NAP -1.22 m Conus: CP15-CF75SN2 1701-2811 Toepassingsklasse 2. Test type TE1
 Conustype: $A_s = 1510 \text{ mm}^2$; $A_n = 19895 \text{ mm}^2$

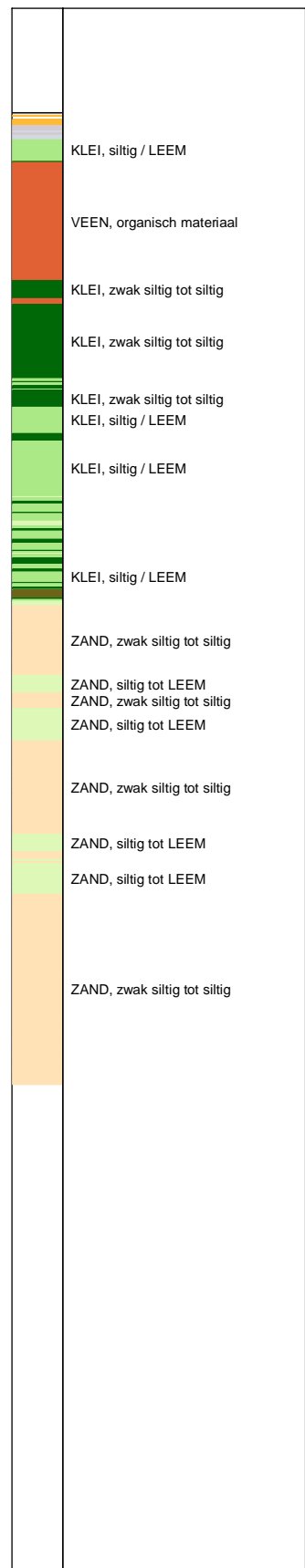
SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

BOUWRIJP MAKEN 8 PERCELEN TE ROELOFARENSVEEN

Opdr. 9017-0704-000
 Sond. DKM36-4



Indicatieve bodembeschrijving
 Automatisch gegenereerd uit data van de sondering, geldig onder grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)

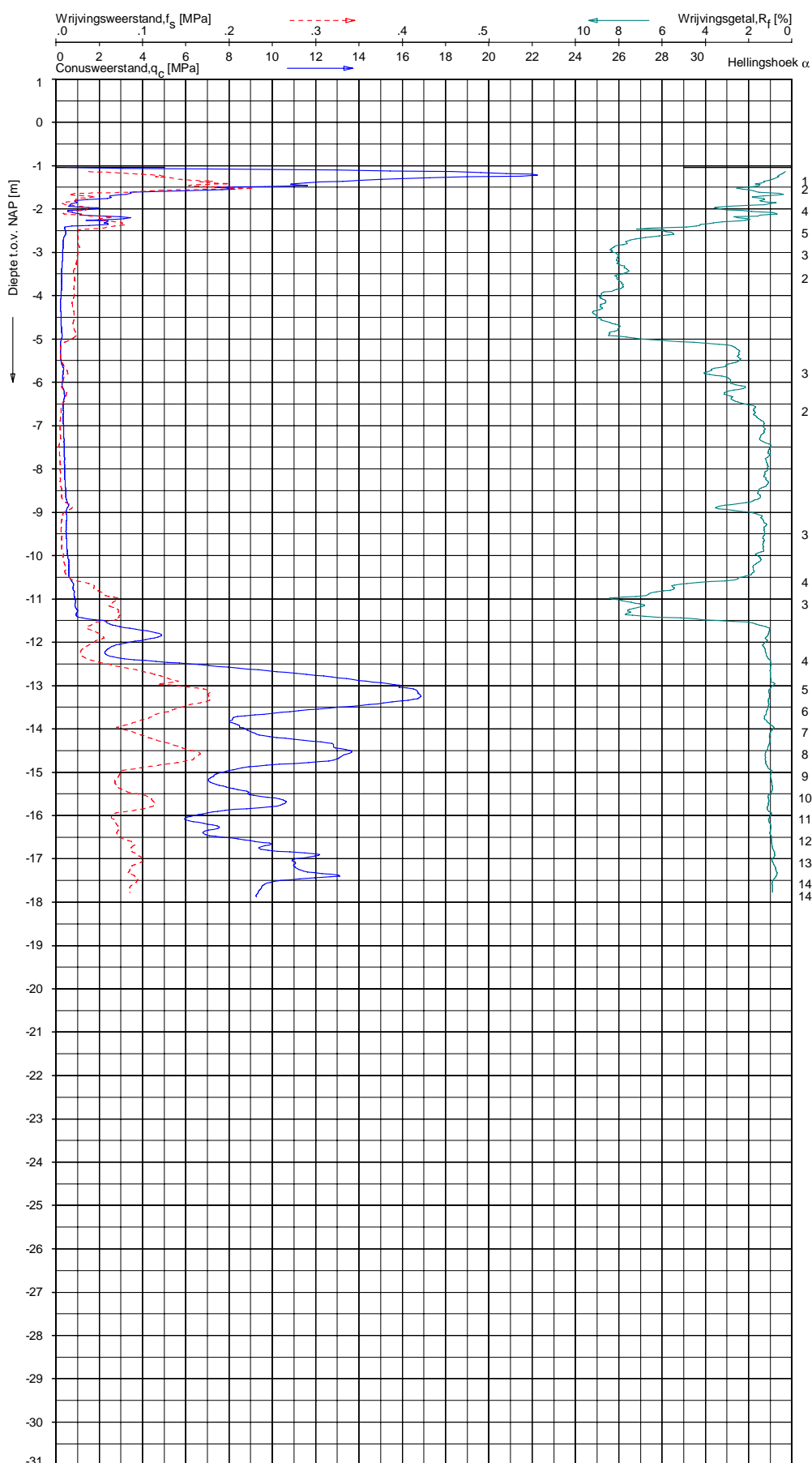


Opg.: PJW d.d. 20-jul-2017 Coord.: X=103708.5m Y= 467814.1m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
 Get.: LMURENAITE d.d. 25-jul-2017 MV = NAP -1.10 m Conus:CP15-CF75SN2 1701-1542 Toepassingsklasse 2. Test type TE1
 Conustype: A_s = 1510mm²; A_c = 19895mm²

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

BOUWRIJP MAKEN 8 PERCELEN TE ROELOFARENSVEEN

Opdr. 9017-0704-000
 Sond. DKM42-1



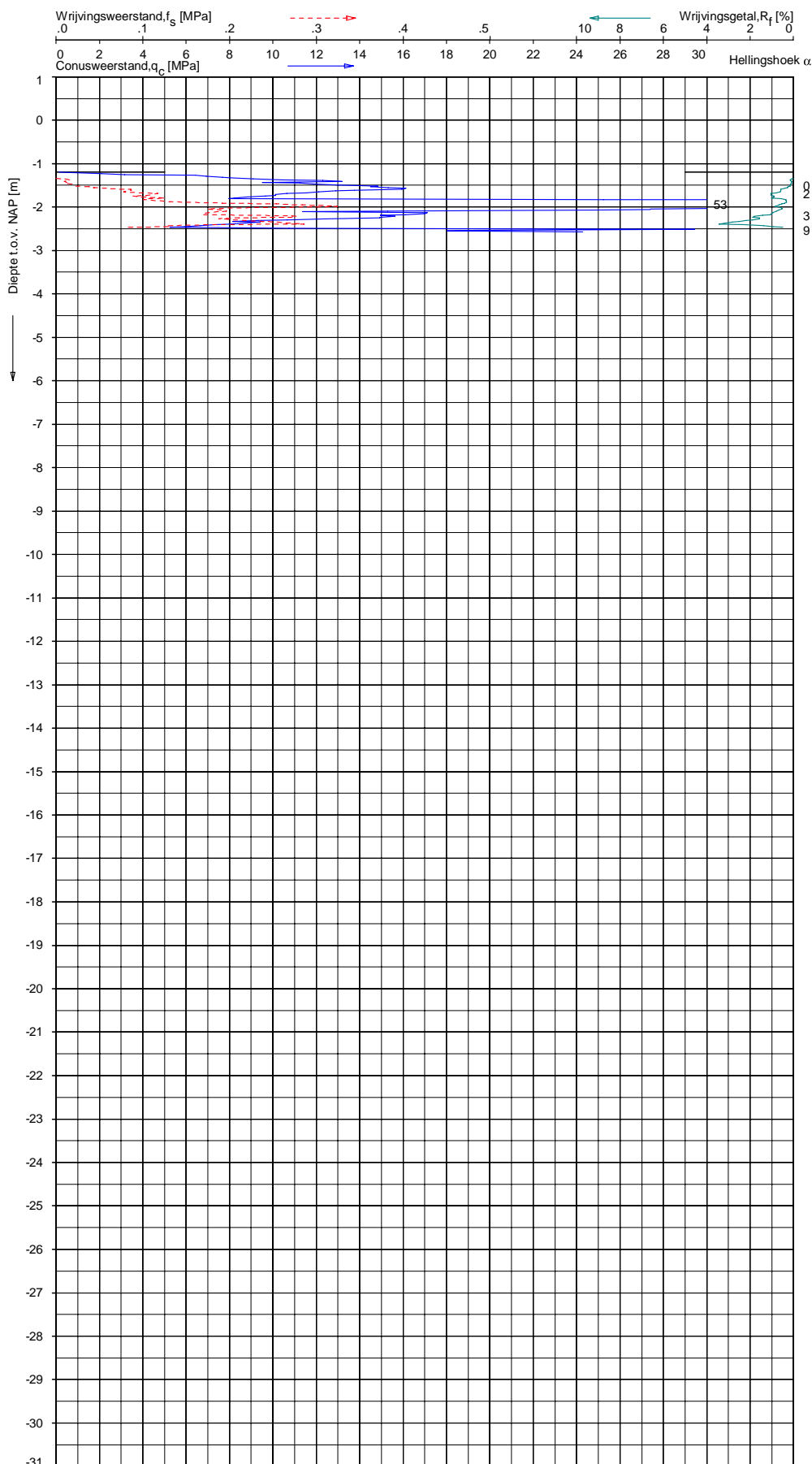
Indicatieve bodembeschrijving
 Automatisch gegenereerd uit data van de sondering, geldig onder grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)



Opg.: PJW d.d. 20-jul-2017 Coord.: X=103751.7m Y= 467797.1m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
 Get.: LMURENAITE d.d. 24-jul-2017 MV = NAP -1.04m Conus:CP15-CF75SN2 1701-1542 Toepassingsklasse 2. Test type TE1
 Conustype: $A_s = 1510\text{mm}^2$; $A_p = 19895\text{mm}^2$

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING
 BOUWRIJP MAKEN 8 PERCELEN TE ROELOFARENSVEEN

Opdr. 9017-0704-000
 Sond. DKM42-2



Indicatieve bodembeschrijving
 Automatisch gegenereerd uit data van de sondering, geldig onder grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)

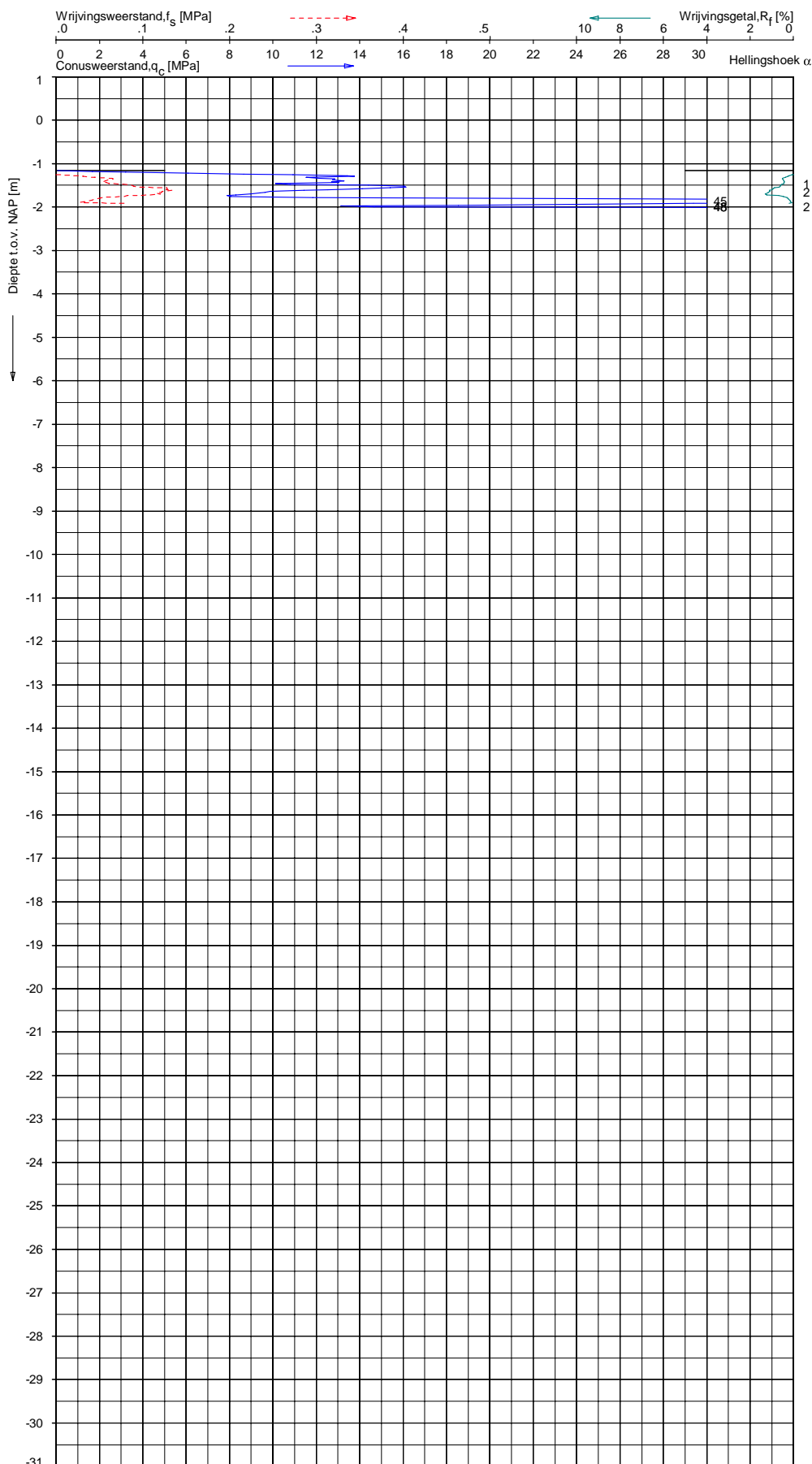
	ZAND tot ZAND, grindig
	ZAND tot ZAND, grindig
	ZAND, vast / ZAND, kleilig

Opg. : PJW d.d. 20-jul-2017 Coord.: X= 103784.9m Y= 467821.8m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
 Get.: LMURENAITE d.d. 24-jul-2017 MV = NAP -1.19 m Conus: CP15-CF75SN2 1701-1542 Toepassingsklasse 2. Test type TE1
 Conustype: A_c = 1510mm²; A_s = 19895mm²

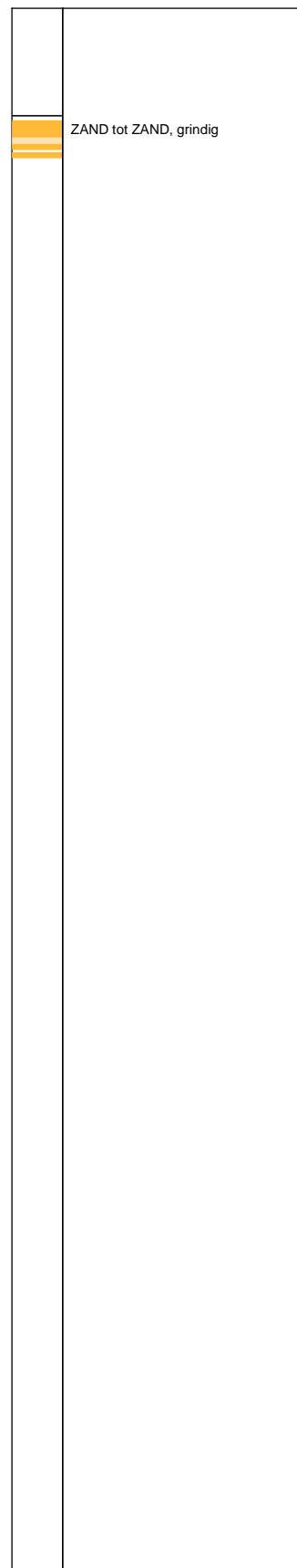
SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

BOUWRIJP MAKEN 8 PERCELEN TE ROELOFARENDVEEN

Opdr. 9017-0704-000
 Sond. DKM42-3



Indicatieve bodembeschrijving
 Automatisch gegenereerd uit data van de sondering, geldig onder grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)

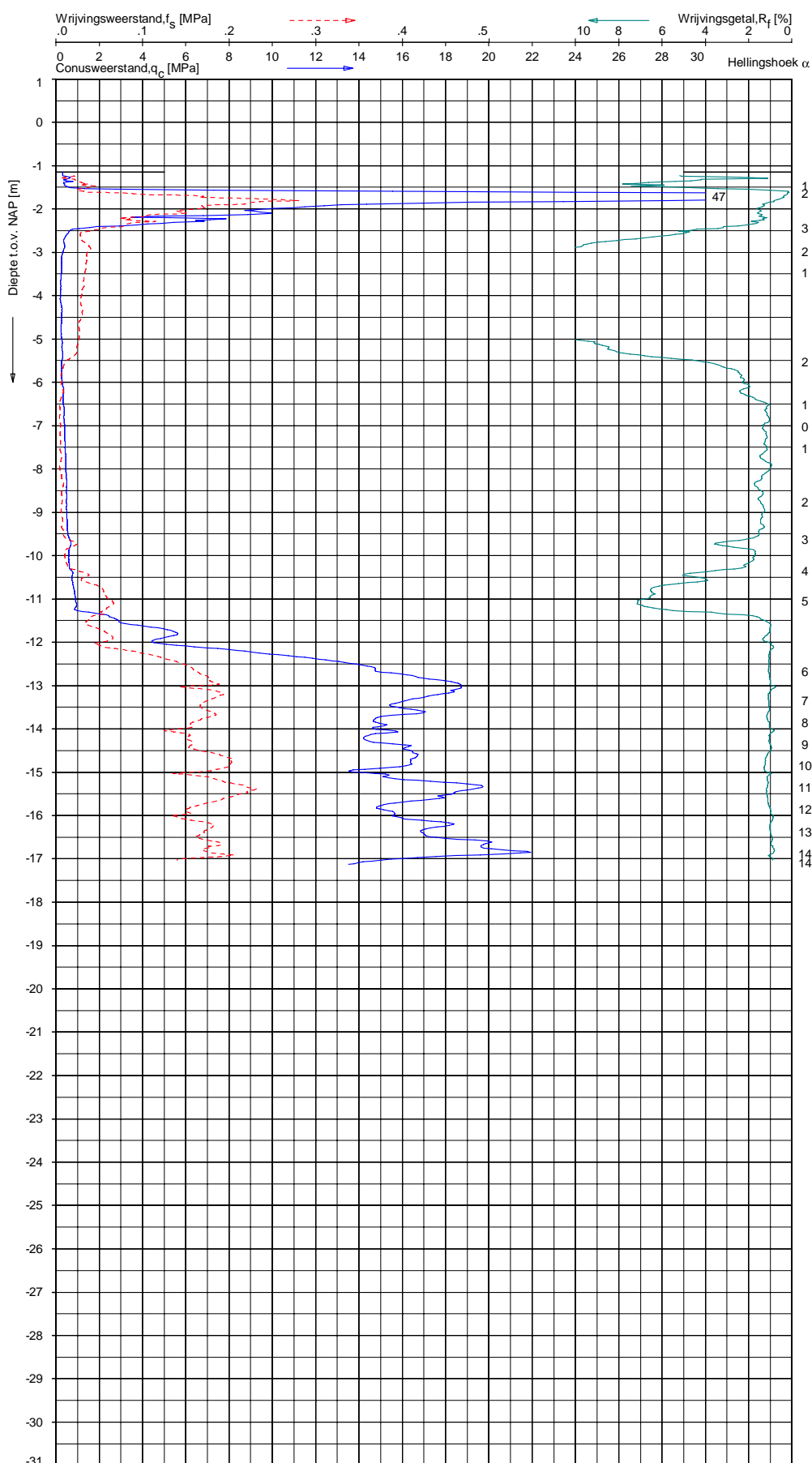


Opg.: PJW d.d. 20-jul-2017 Coord.: X= 103780.6m Y= 467820.5m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
 Get.: LMURENAITE d.d. 24-jul-2017 MV = NAP -1.16 m Conus: CP15-CF75SN2 1701-1542 Toepassingsklasse 2. Test type TE1
 Conus type: A_c = 1510 mm²; A_s = 19895 mm²

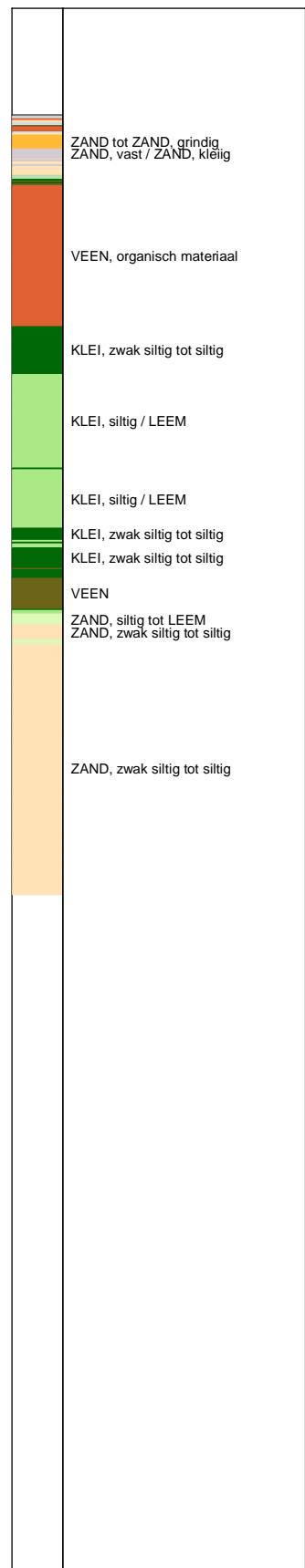
SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

BOUWRIJP MAKEN 8 PERCELEN TE ROELOFARENDVVEEN

Opdr. 9017-0704-000
 Sond. DKM42-3A



Indicatieve bodembeschrijving
 Automatisch gegenereerd uit data van de sondering, geldig onder grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)

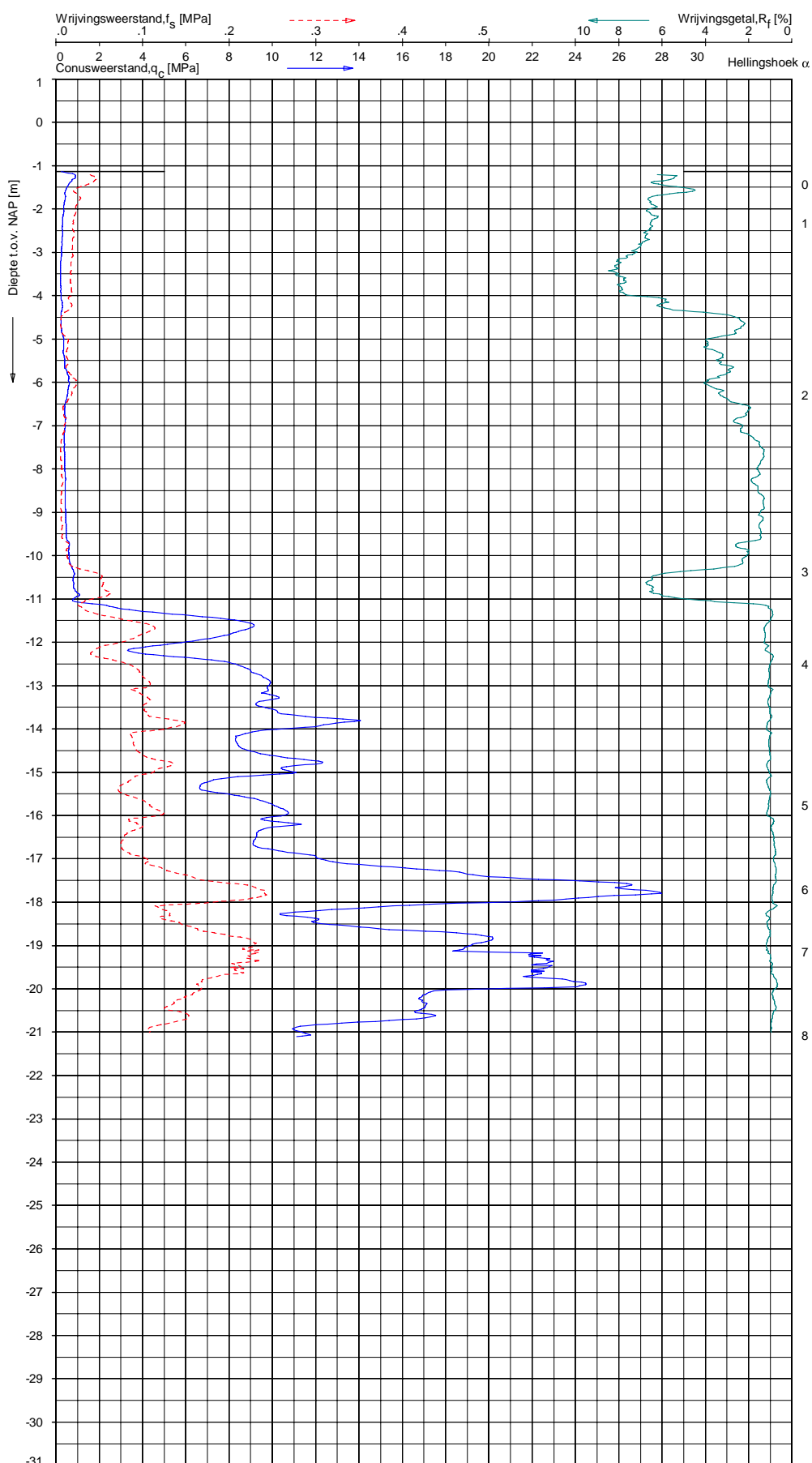


Opg. : PJW d.d. 20-jul-2017 Coord.: X= 103792.0m Y= 467811.5m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
 Get. : LMURENAITE d.d. 25-jul-2017 MV = NAP -1.15 m Conus: CP15-CF75SN2 1701-1542 Toepassingsklasse 2. Test type TE1
 Conustype: A₀ = 1510mm²; A₉₀ = 19895mm²

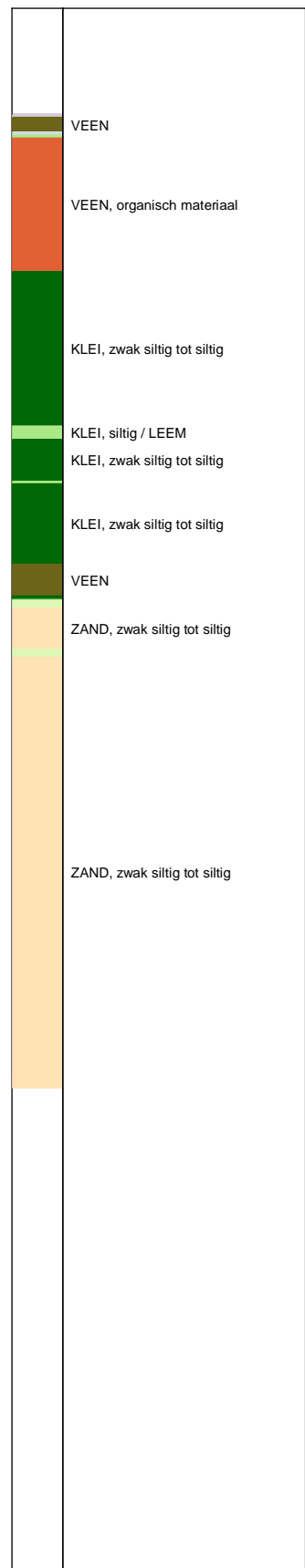
SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

BOUWRIJP MAKEN 8 PERCELEN TE ROELOFARENDVEEN

Opdr. 9017-0704-000
 Sond. DKM42-3B



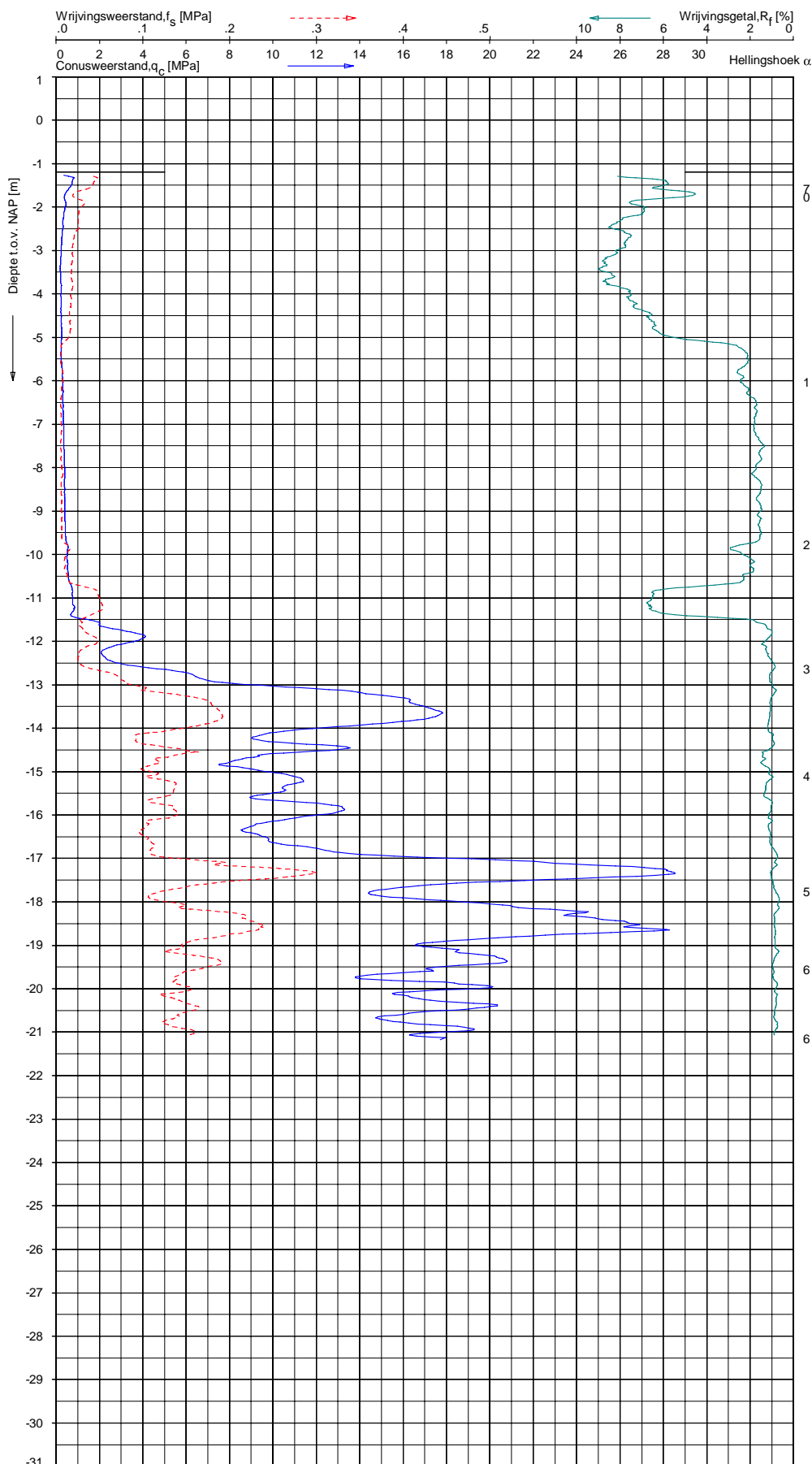
Indicatieve bodembeschrijving
 Automatisch gegenereerd uit data van de sondering, geldig onder grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)



Opg.: jbl d.d. 17-jul-2017 Coord.: X= 103868.3m Y= 467854.4m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
 Get.: L.MURENAITE d.d. 24-jul-2017 MV = NAP -1.13m Conus: CP15-CF75SN2 1701-1542 Toepassingsklasse 2. Test type TE1
 Conustype: $A_n = 1510 \text{ mm}^2$; $A_s = 19895 \text{ mm}^2$

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING
 BOUWRIJP MAKEN 8 PERCELEN TE ROELOFARENDVEEN

Opdr. 9017-0704-000
 Sond. DKM47-1



Indicatieve bodembeschrijving
 Automatisch gegenereerd uit data van de sondering, geldig onder grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)



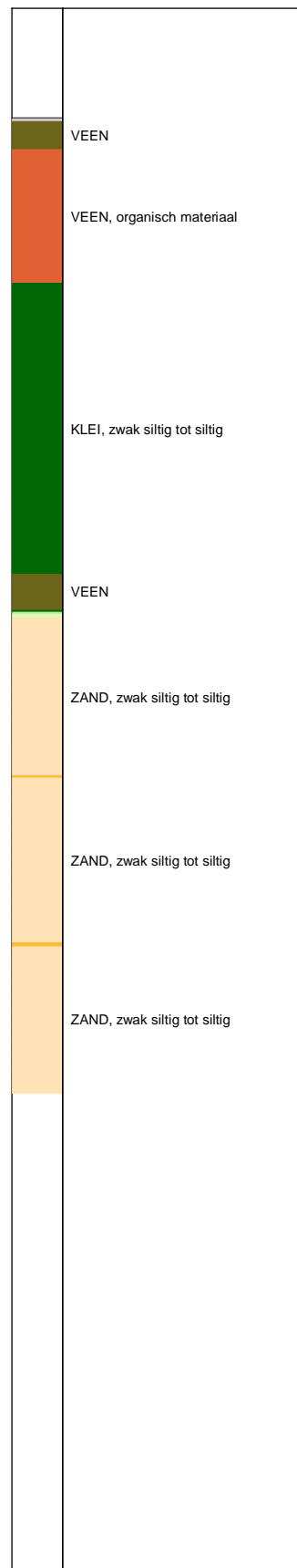
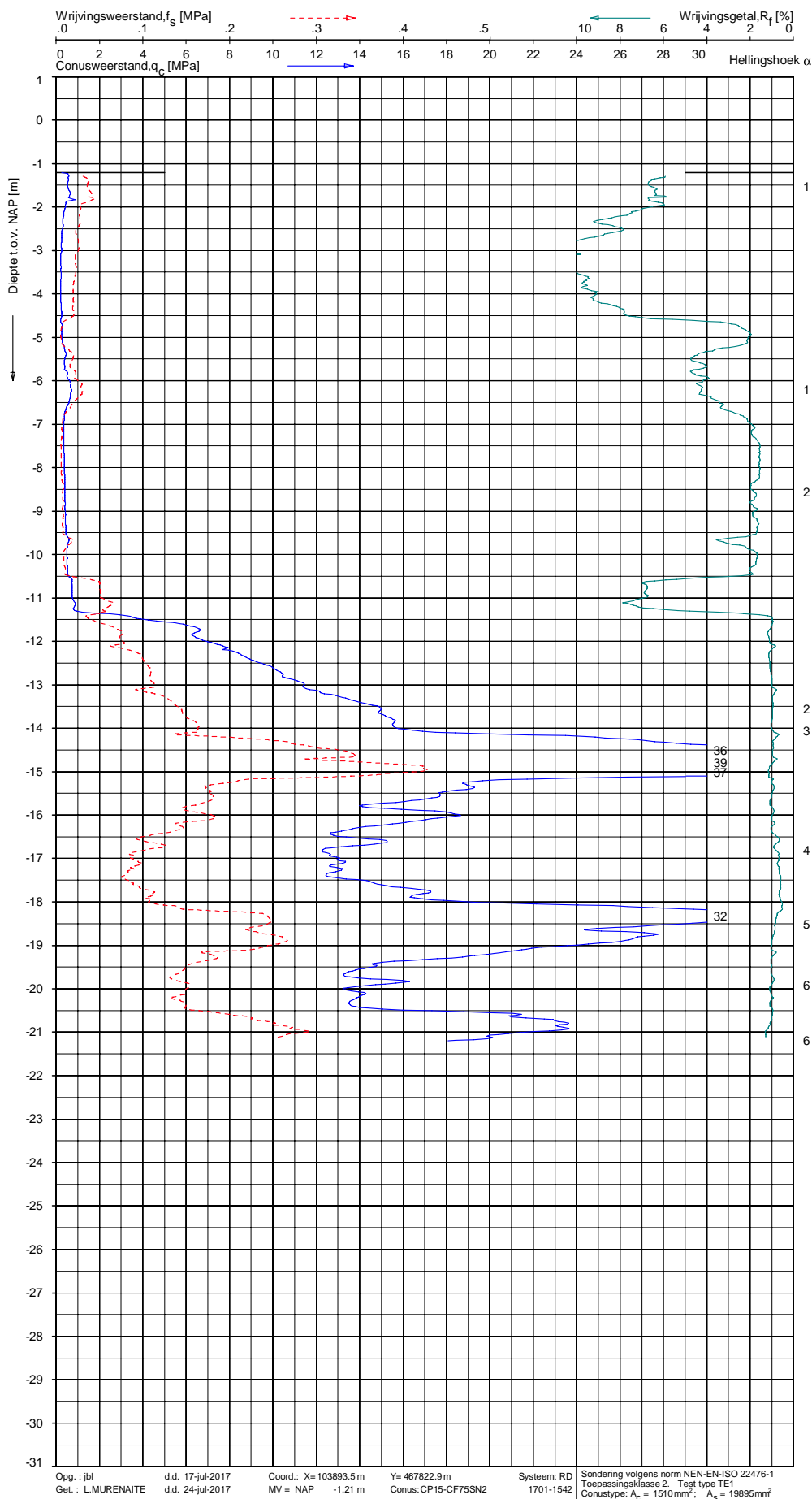
Opg.: jbl d.d. 17-jul-2017 Coord.: X= 103975.7m Y= 467868.2m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
 Get.: L.MURENAITE d.d. 24-jul-2017 MV = NAP -1.19m Conus: CP15-CF75SN2 1701-1542 Toepassingsklasse 2. Test type TE1
 Conustype: A_s = 1510mm²; A_c = 19895mm²

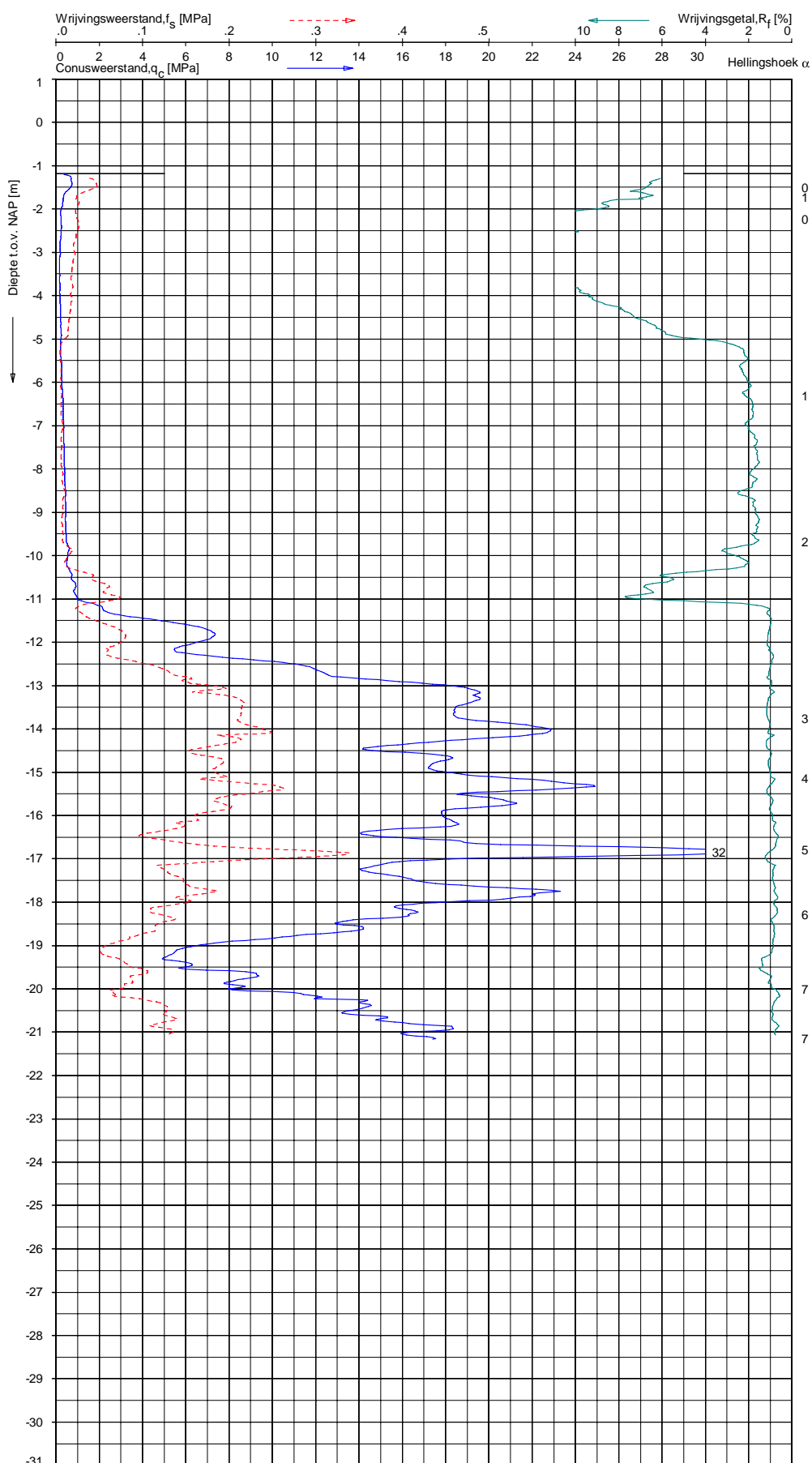
SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

BOUWRIJP MAKEN 8 PERCELEN TE ROELOFARENSVEEN

Opdr. 9017-0704-000
 Sond. DKM47-2

Indicatieve bodembeschrijving
 Automatisch gegenereerd uit data van de sondering, geldig onder grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)





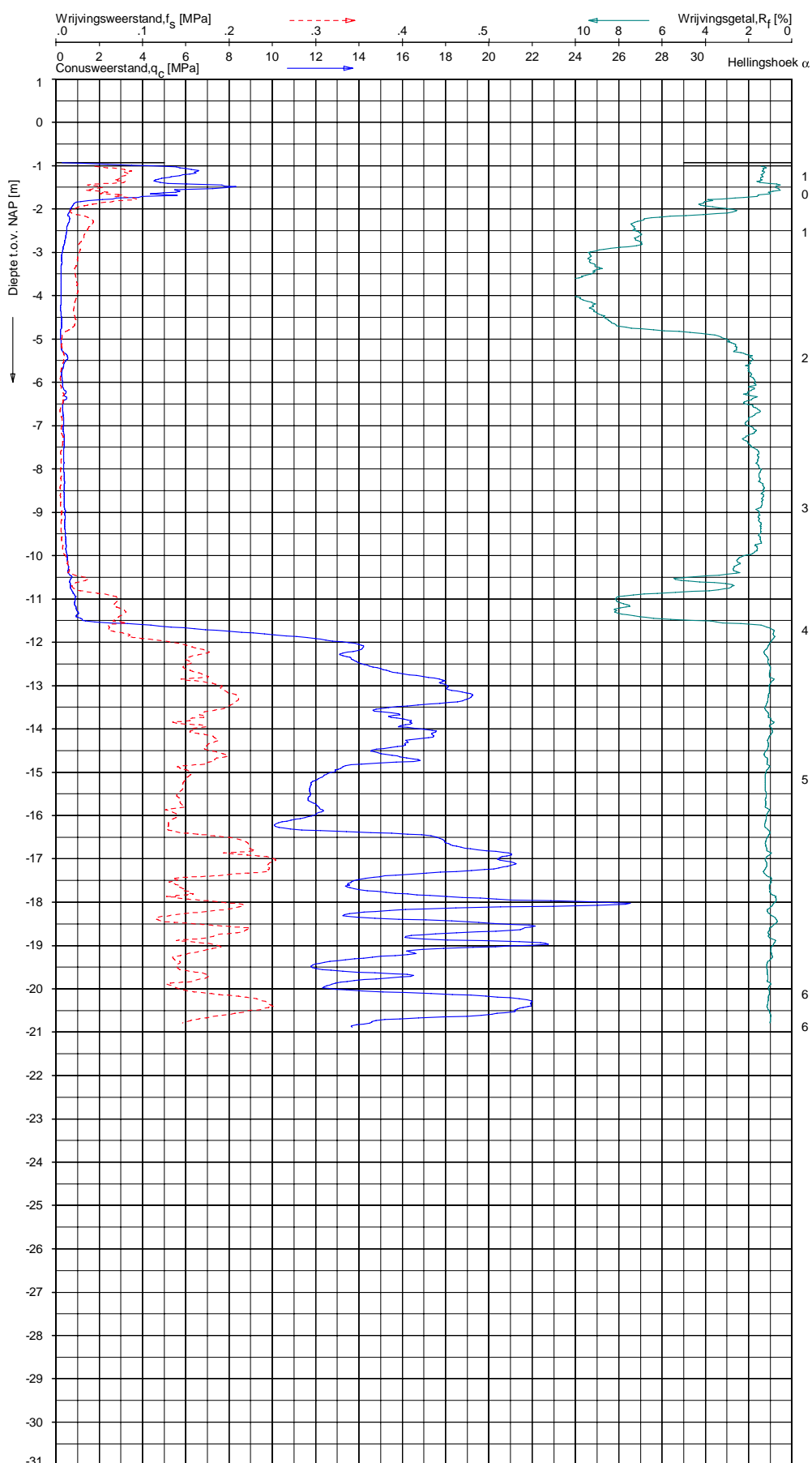
Indicatieve bodembeschrijving
 Automatisch gegenereerd uit data van de sondering, geldig onder grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)



Opg.: jbl d.d. 17-jul-2017 Coord.: X=103975.6m Y= 467831.4m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
 Get.: L.MURENAITE d.d. 24-jul-2017 MV = NAP -1.19 m Conus:CP15-CF75SN2 1701-1542 Toepassingsklasse 2. Test type TE1
 Conustype: A_s = 1510mm²; A_g = 19895mm²

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING
 BOUWRIJP MAKEN 8 PERCELEN TE ROELOFARENDVEEN

Opdr. 9017-0704-000
 Sond. DKM47-4



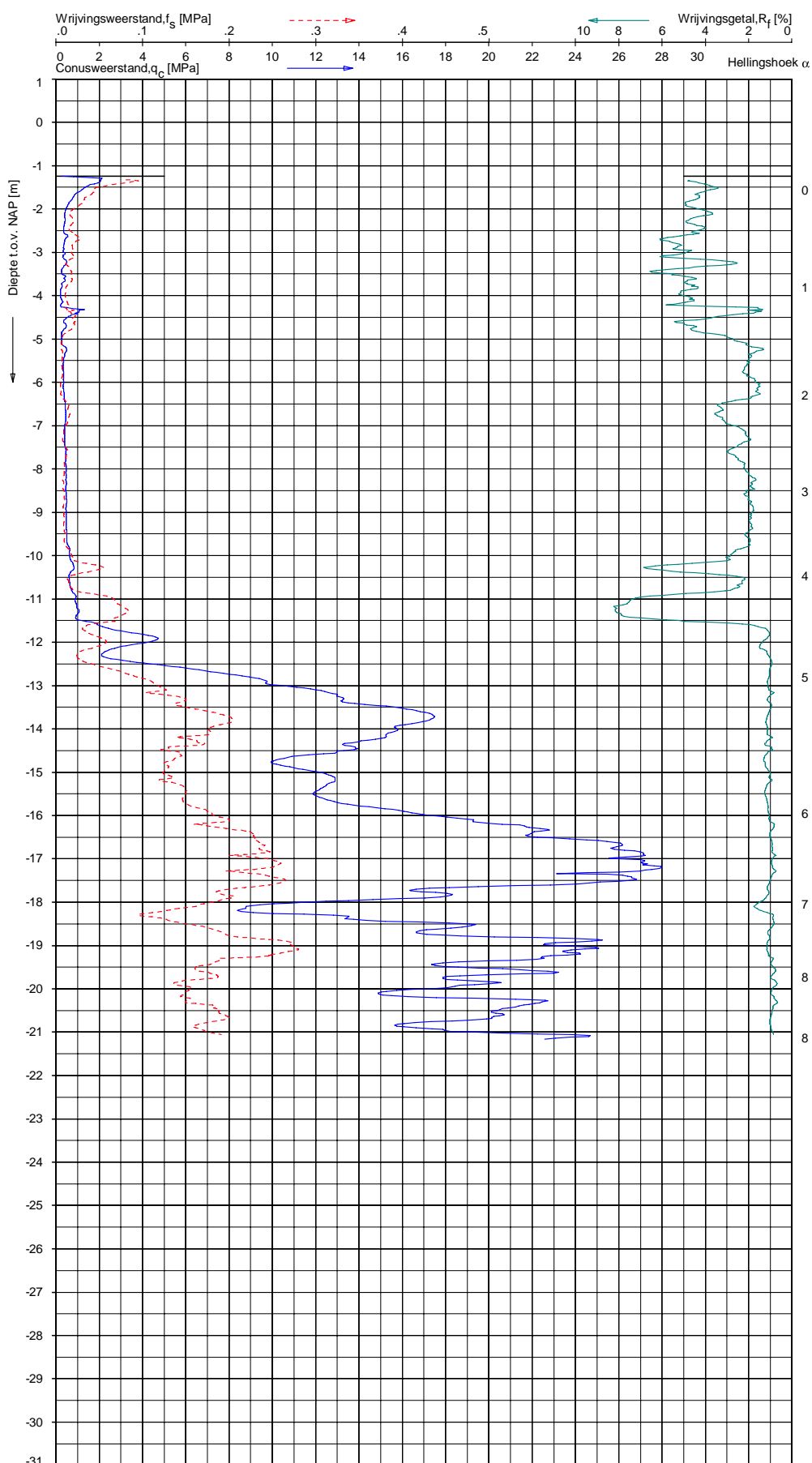
Indicatieve bodembeschrijving
 Automatisch gegenereerd uit data van de sondering, geldig onder grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)



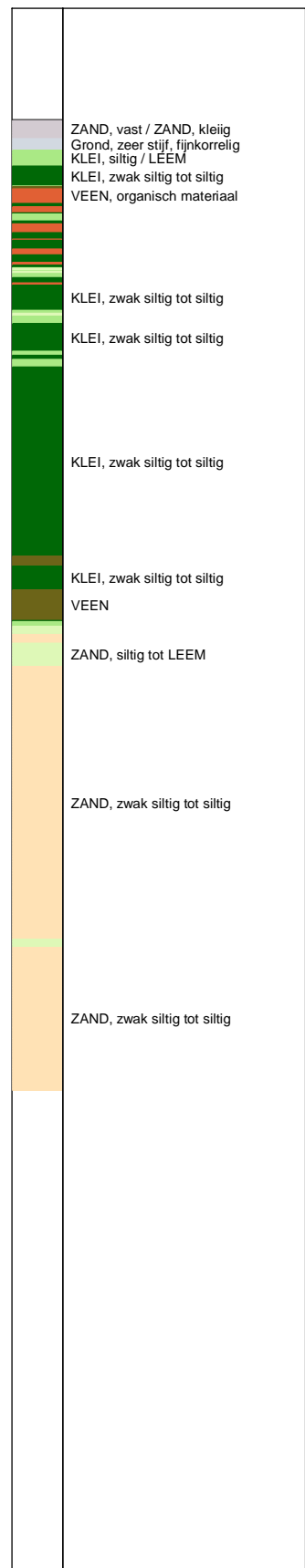
Opg.: PJW d.d. 30-jun-2017 Coord.: X=103309.6m Y= 468109.8m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
 Get.: LMURENAITE d.d. 24-jul-2017 MV = NAP -0.93 m Conus: CP15-CF75SN2 1701-1215 Toepassingsklasse 2. Test type TE1
 Conustype: A₀ = 1510mm²; A₉₀ = 19895mm²

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING
 BOUWRIJP MAKEN 8 PERCELEN TE ROELOFARENSVEEN

Opdr. 9017-0704-000
 Sond. DKM11-1



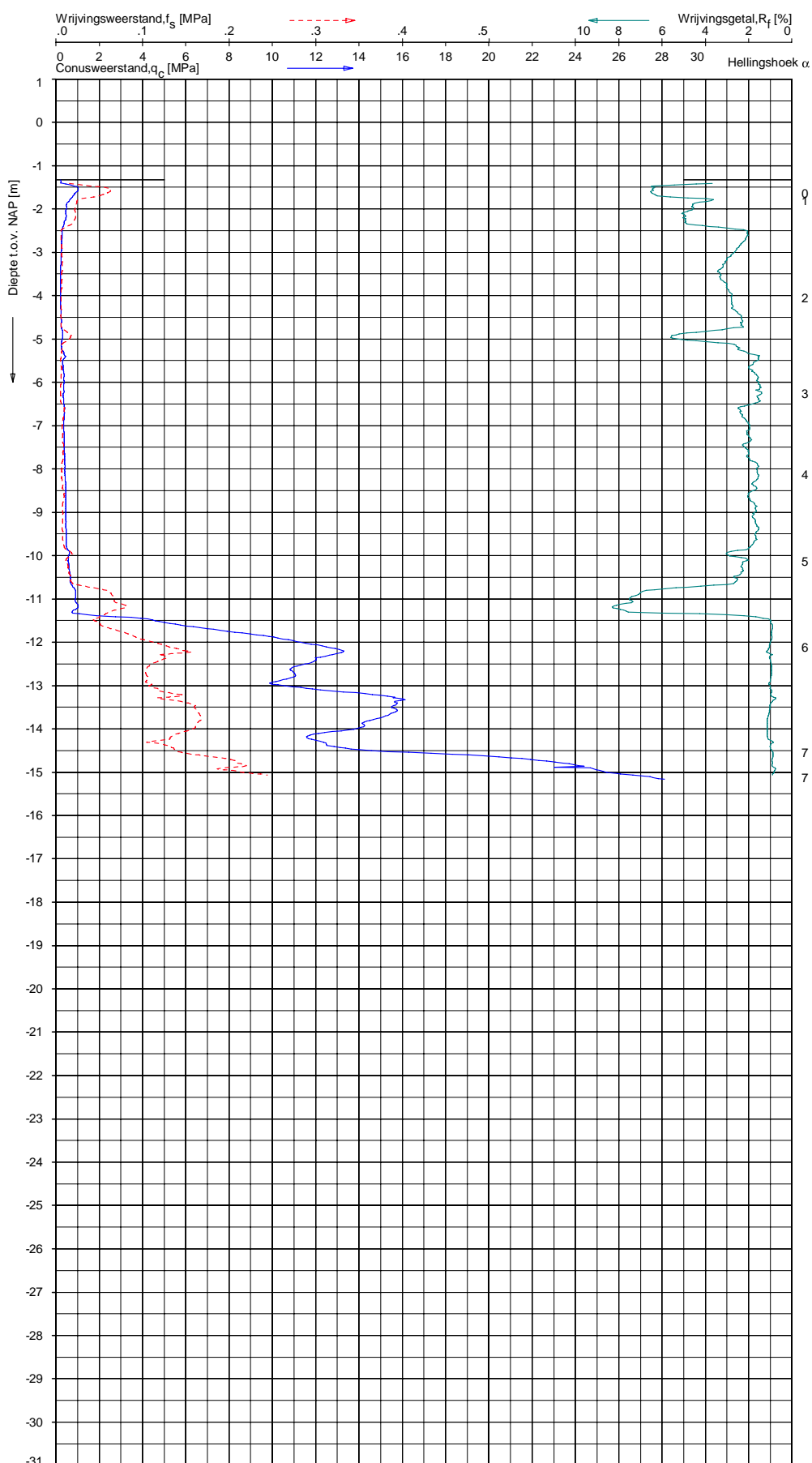
Indicatieve bodembeschrijving
 Automatisch gegenereerd uit data van de sondering, geldig onder grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)



Opg. : PJW d.d. 30-jun-2017 Coord.: X= 103433.9m Y= 468131.1m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
 Get. : LMURENAITE d.d. 24-jul-2017 MV = NAP -1.24m Conus: CP15-CF75SN2 1701-1215 Toepassingsklasse 2. Test type TE1
 Conus type: A₀ = 1510mm²; A₉₀ = 19895mm²

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING
 BOUWRIJP MAKEN 8 PERCELEN TE ROELOFARENDVEEN

Opdr. 9017-0704-000
 Sond. DKM111-2



Indicatieve bodembeschrijving
 Automatisch gegenereerd uit data van de sondering, geldig onder grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)

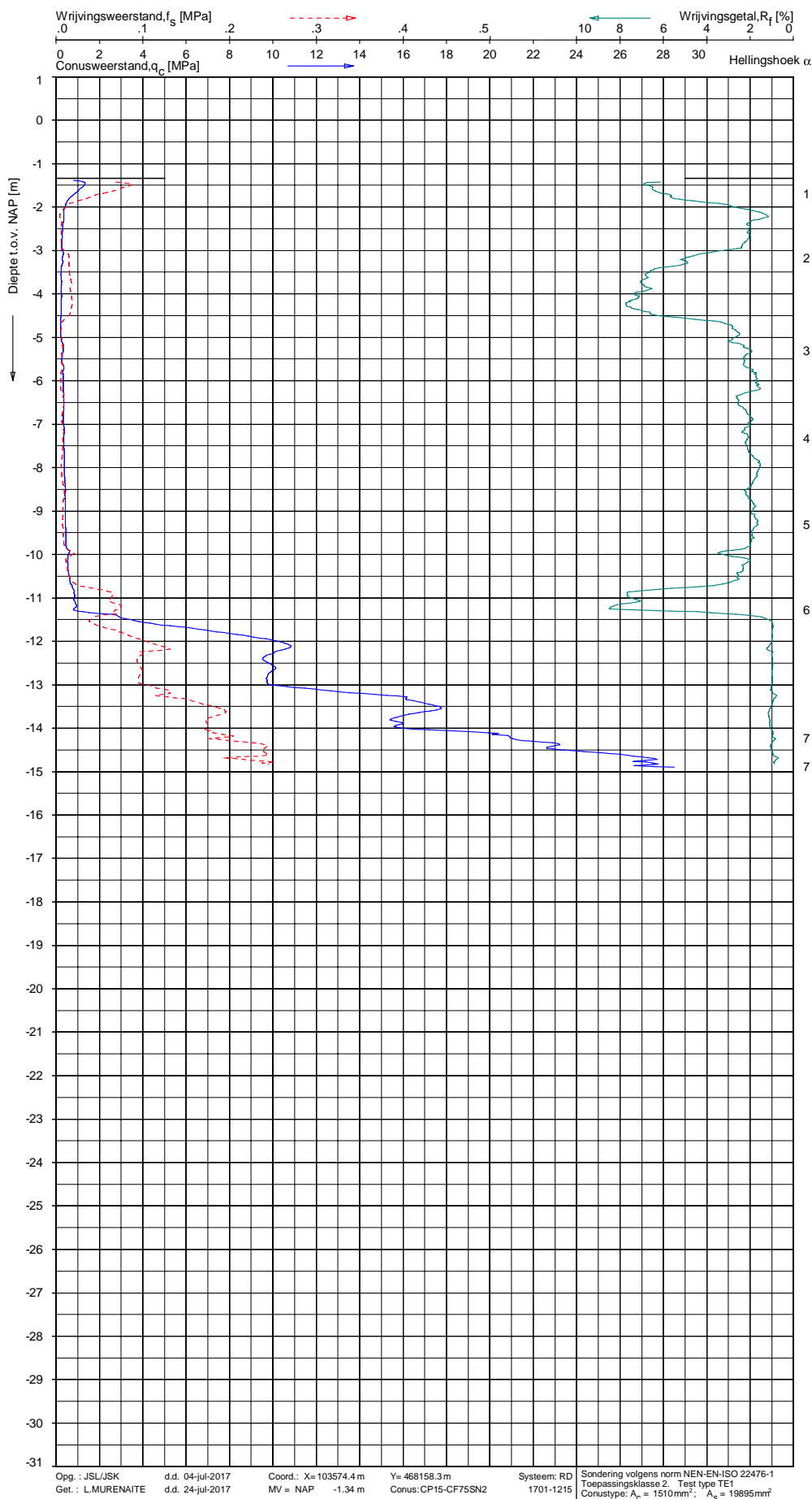


Opg.: JSLJJK d.d. 04-jul-2017 Coord.: X= 103575.0m Y= 468154.6m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
 Get.: LMURENAITE d.d. 24-jul-2017 MV = NAP -1.33m Conus: CP15-CF75SN2 1701-1215 Toepassingsklasse 2. Test type TE1
 Conustype: A₁ = 1510mm²; A₂ = 19895mm²

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

BOUWRIJP MAKEN 8 PERCELEN TE ROELOFARENSVEEN

Opdr. 9017-0704-000
 Sond. DKM11-3



Indicatieve bodembeschrijving
 Automatisch gegenereerd uit data van de sondering, geldig onder grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)

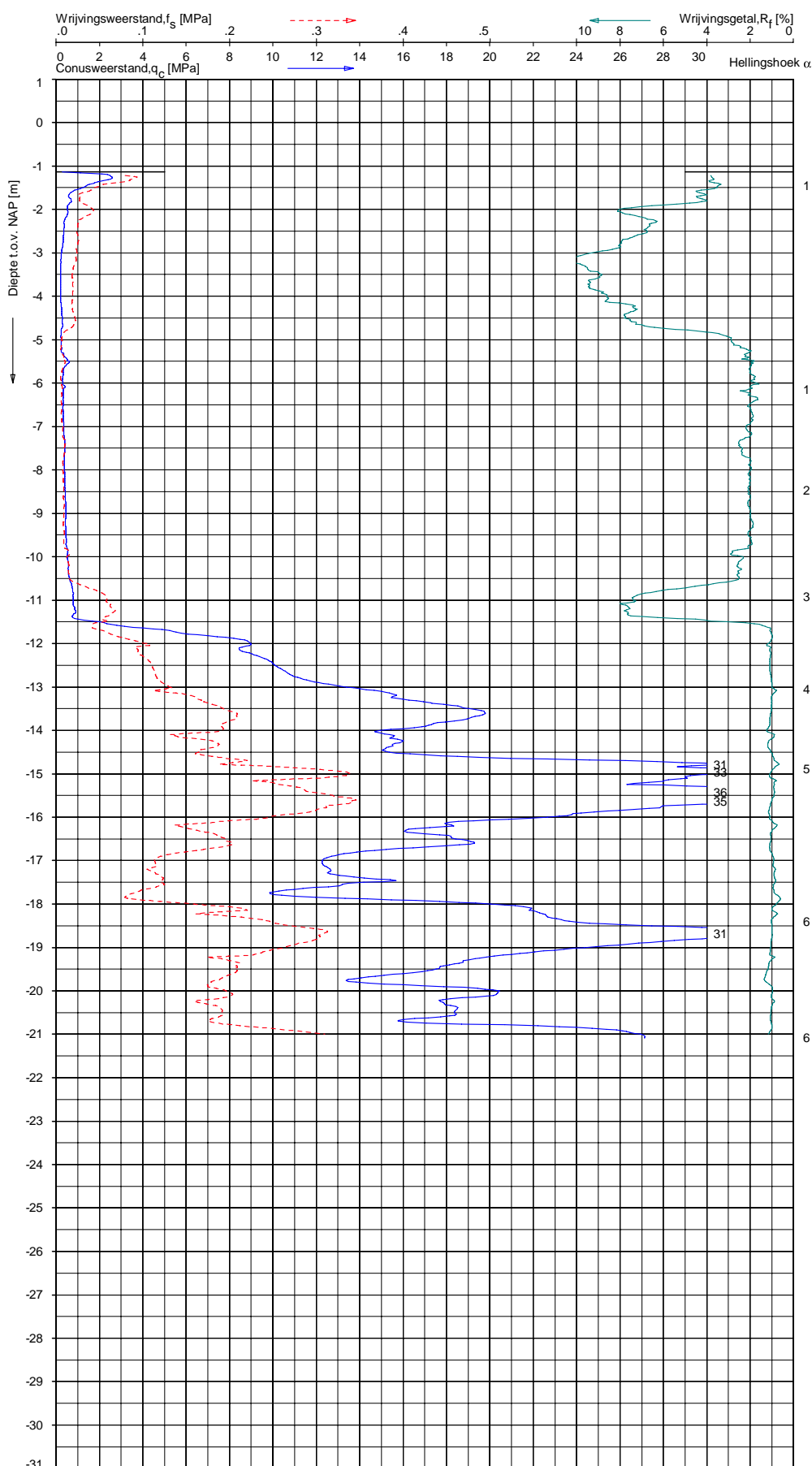


Opg.: JSLJJK d.d. 04-jul-2017 Coord.: X= 103574.4m Y= 468158.3m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
 Get.: LMURENAITE d.d. 24-jul-2017 MV = NAP -1.34m Conus: CP15-CF75SN2 1701-1215 Toepassingsklasse 2. Test type TE1
 Conustype: $A_n = 1510 \text{ mm}^2$; $A_s = 19895 \text{ mm}^2$

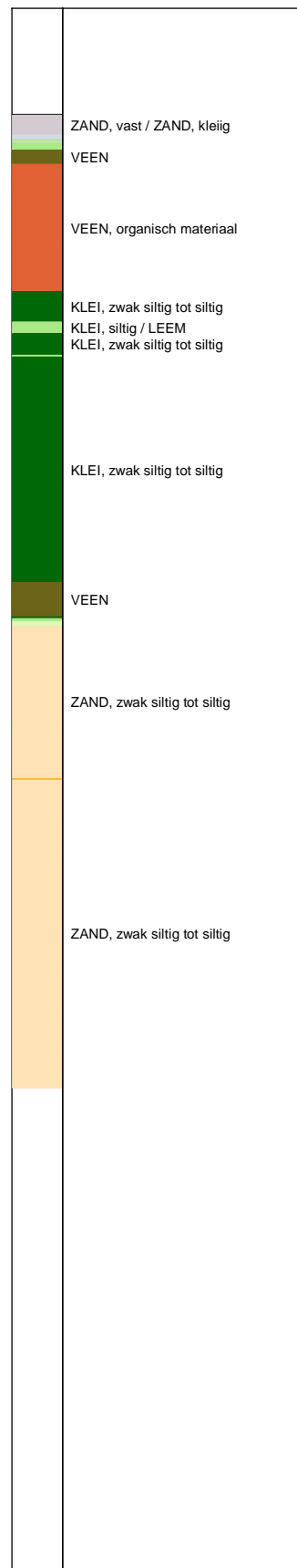
SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

BOUWRIJP MAKEN 8 PERCELEN TE ROELOFARENSVEEN

Opdr. 9017-0704-000
 Sond. DKM111-3A



Indicatieve bodembeschrijving
 Automatisch gegenereerd uit data van de sondering, geldig onder grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)

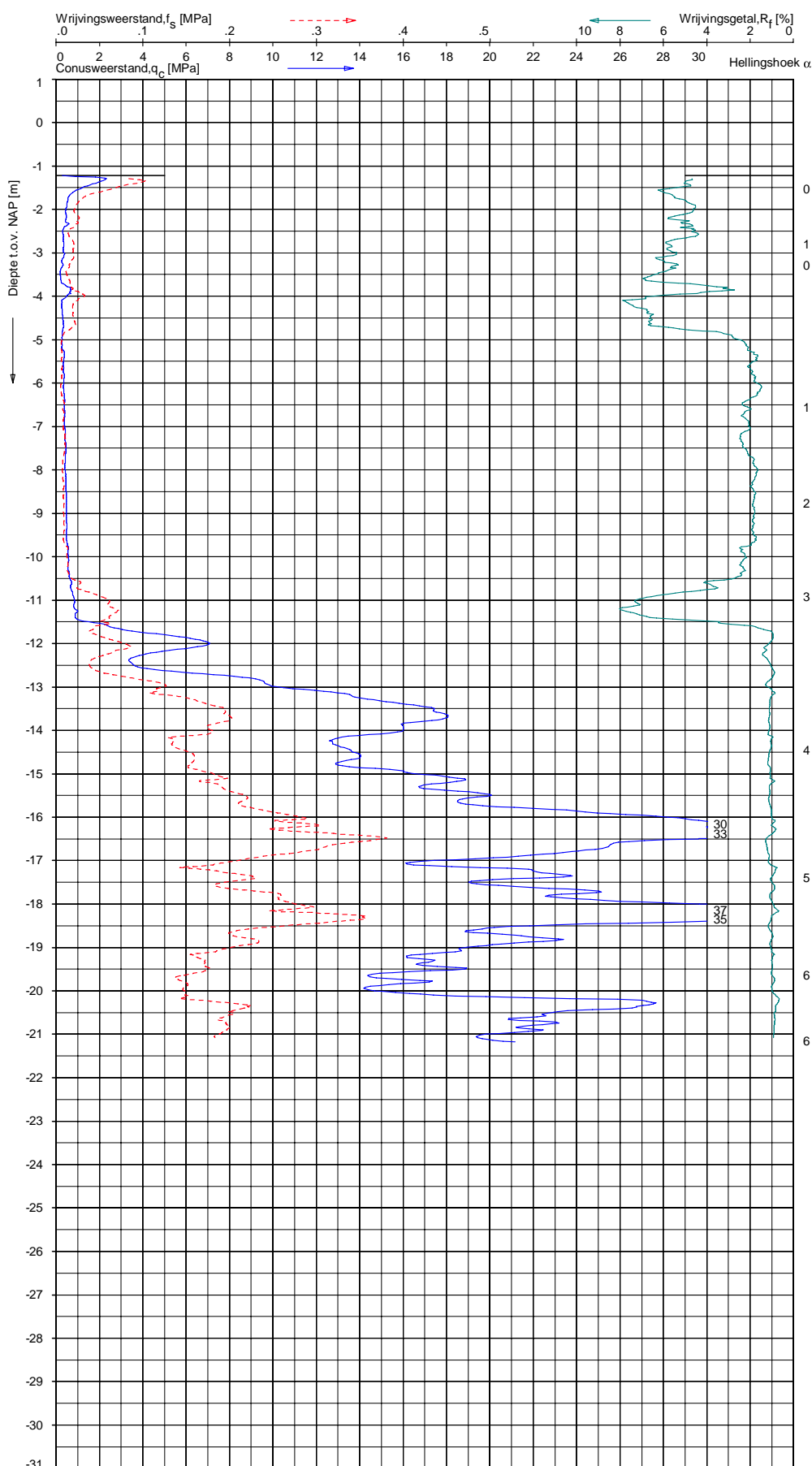


Opg.: PJW d.d. 30-jun-2017 Coord.: X= 103331.9m Y= 468082.1m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
 Get.: LMURENAITE d.d. 24-jul-2017 MV = NAP -1.14m Conus: CP15-CF75SN2 1701-1215 Toepassingsklasse 2. Test type TE1
 Conustype: A_s = 1510mm²; A_g = 19895mm²

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

BOUWRIJP MAKEN 8 PERCELEN TE ROELOFARENSVEEN

Opdr. 9017-0704-000
 Sond. DKM11-4



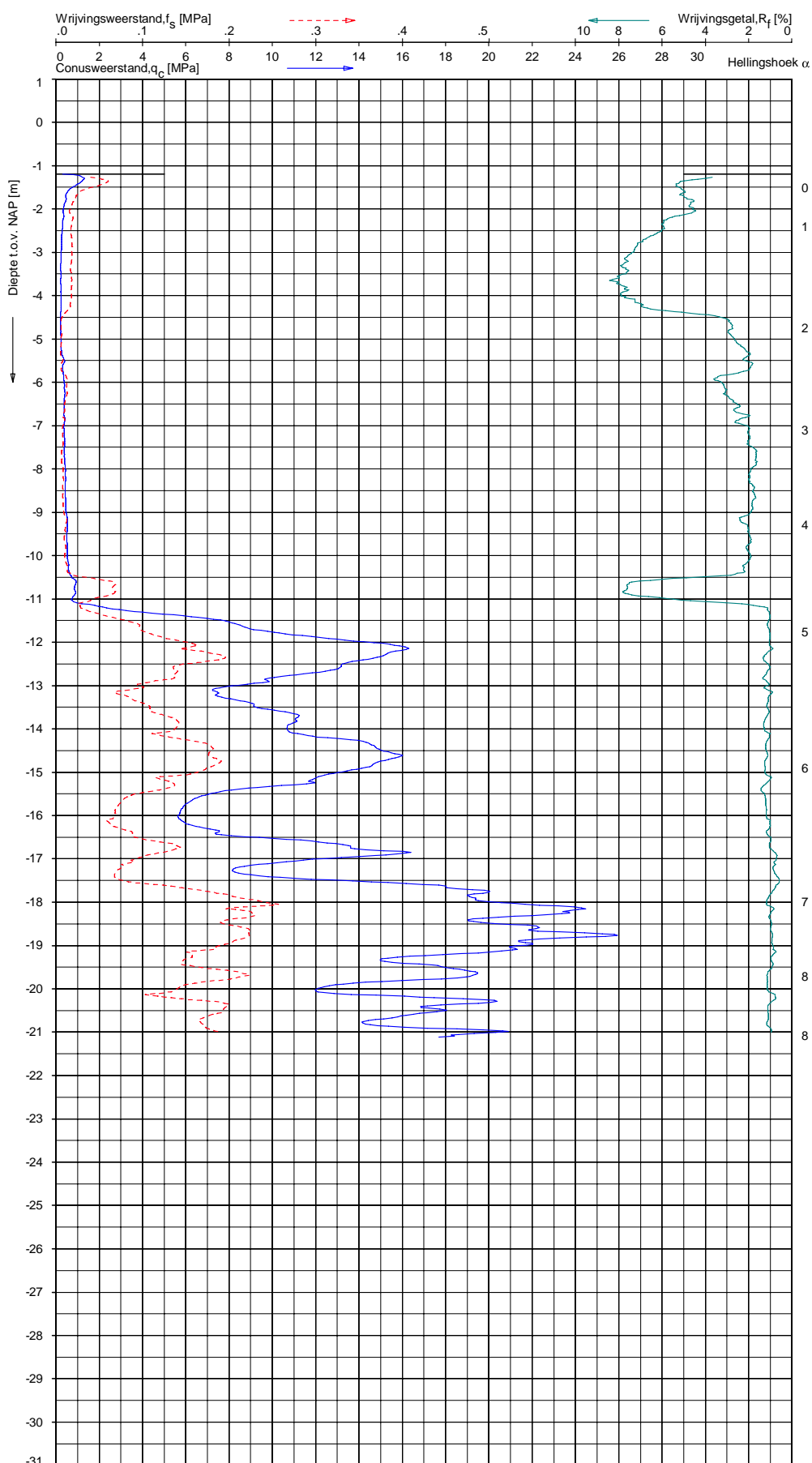
Indicatieve bodembeschrijving
 Automatisch gegenereerd uit data van de sondering, geldig onder grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)



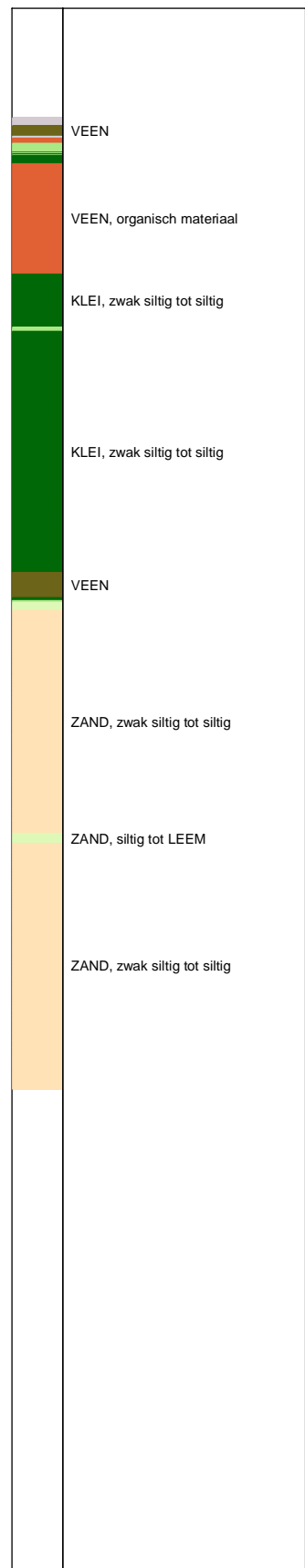
Opg. : PJW d.d. 30-jun-2017 Coord.: X= 103425.0m Y= 468101.5m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
 Get. : LMURENAITE d.d. 24-jul-2017 MV = NAP -1.22 m Conus: CP15-CF75SN2 1701-1215 Toepassingsklasse 2. Test type TE1
 Conus type: A₀ = 1510mm²; A₉₀ = 19895mm²

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING
 BOUWRIJP MAKEN 8 PERCELEN TE ROELOFARENDVEEN

Opdr. 9017-0704-000
 Sond. DKM11-5



Indicatieve bodembeschrijving
 Automatisch gegenereerd uit data van de sondering, geldig onder grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)

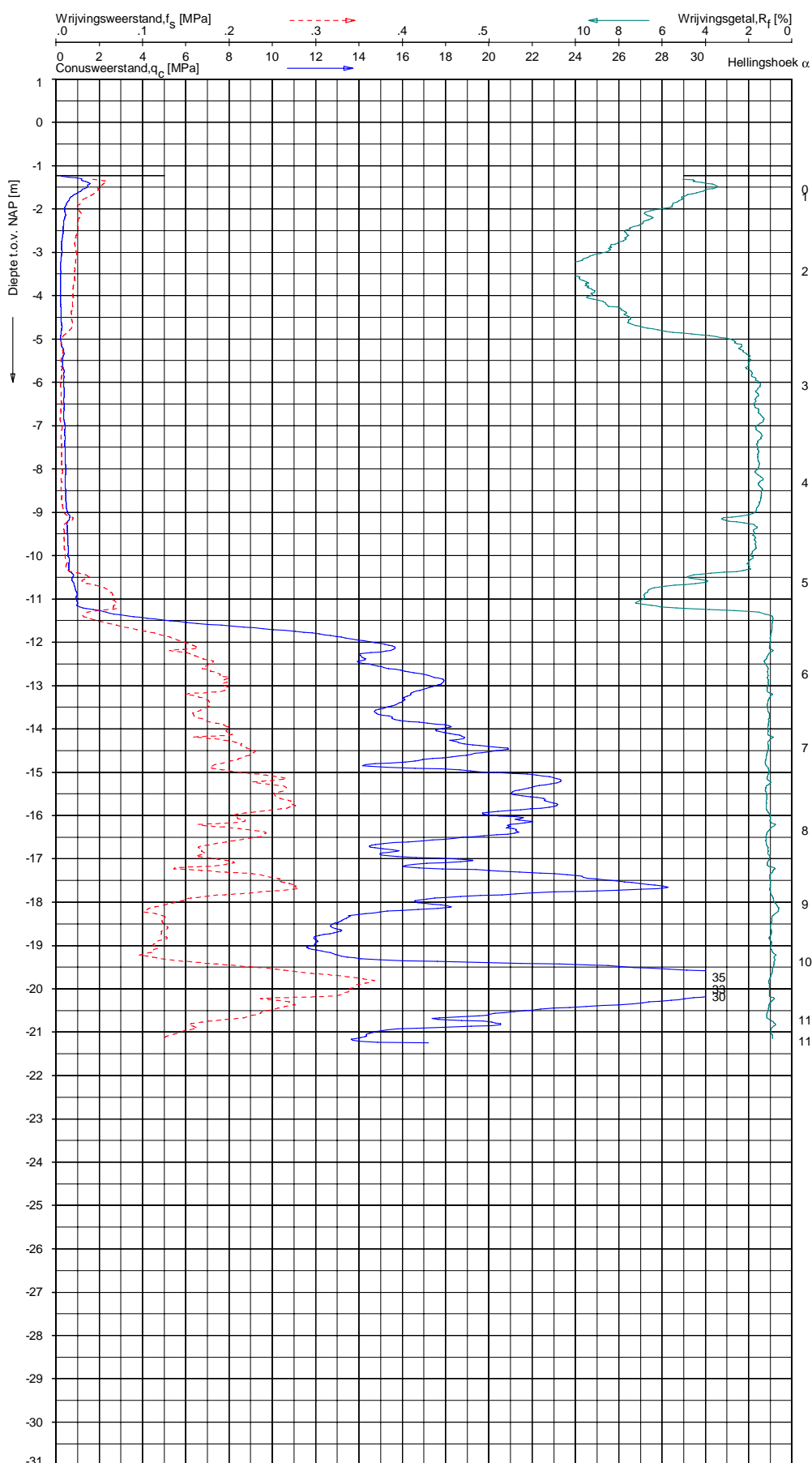


Opg.: JSLJJK d.d. 04-jul-2017 Coord.: X= 103544.0m Y= 468115.4m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
 Get.: LMURENAITE d.d. 24-jul-2017 MV = NAP -1.19 m Conus: CP15-CF75SN2 1701-1215 Toepassingsklasse 2. Test type TE1
 Conustype: A_s = 1510mm²; A_g = 19895mm²

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

BOUWRIJP MAKEN 8 PERCELEN TE ROELOFARENSVEEN

Opdr. 9017-0704-000
 Sond. DKM11-6



Indicatieve bodembeschrijving
 Automatisch gegenereerd uit data van de sondering, geldig onder grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)

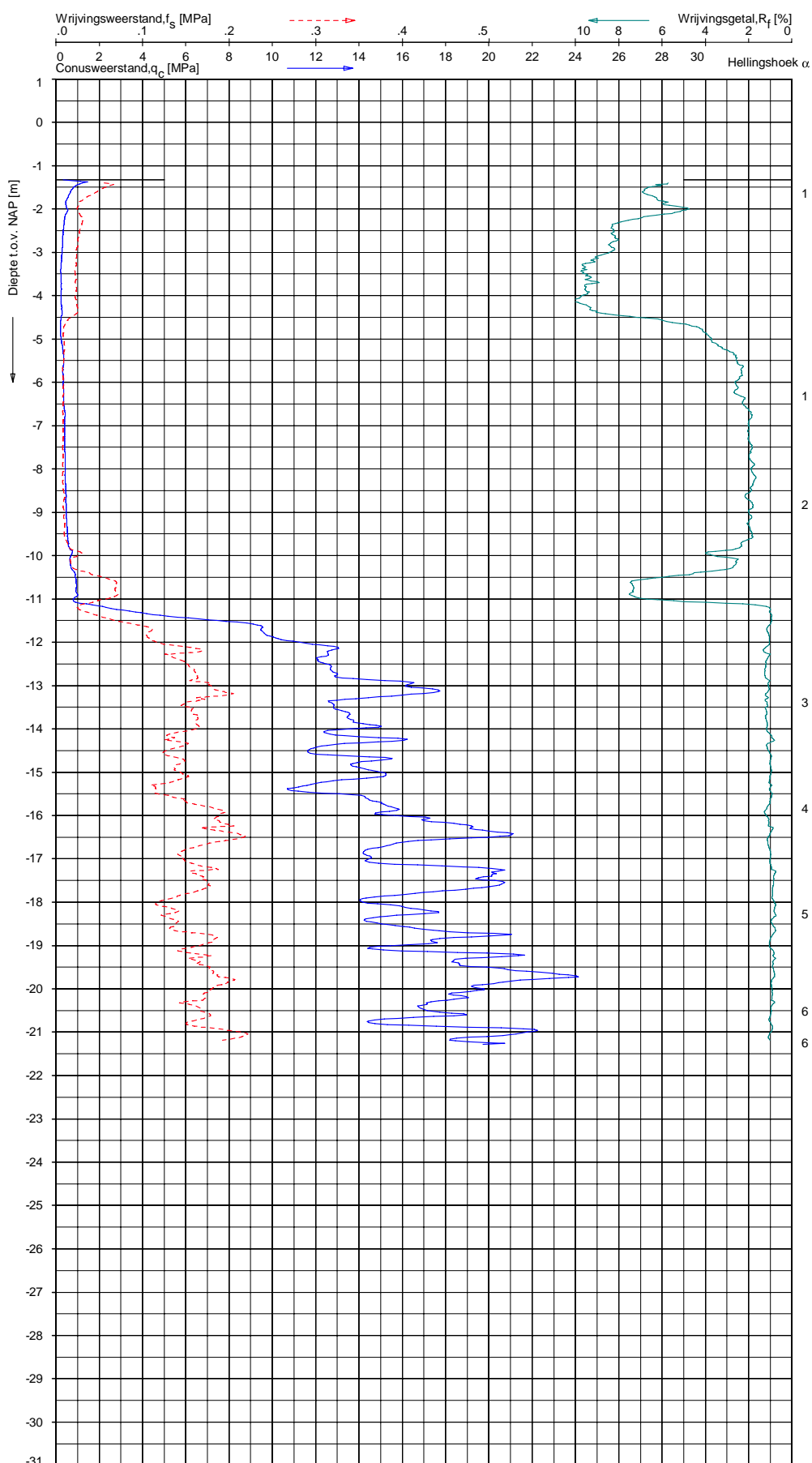


Opg.: JSLJSK d.d. 04-jul-2017 Coord.: X= 103288.5m Y= 467895.4m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
 Get.: LMURENAITE d.d. 24-jul-2017 MV = NAP -1.23 m Conus: CP15-CF75SN2 1701-1542 Toepassingsklasse 2. Test type TE1
 Conustype: $A_p = 1510 \text{ mm}^2$; $A_s = 19895 \text{ mm}^2$

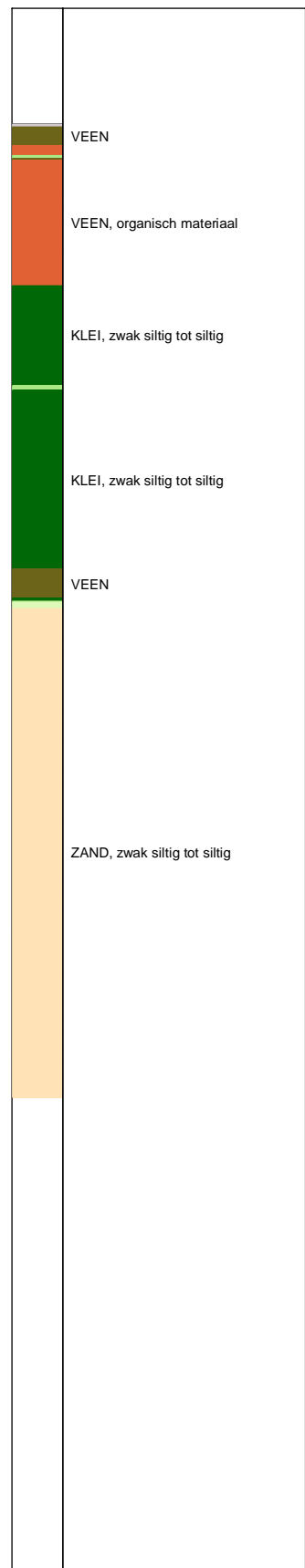
SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

BOUWRIJP MAKEN 8 PERCELEN TE ROELOFARENSVEEN

Opdr. 9017-0704-000
 Sond. DKM165-1



Indicatieve bodembeschrijving
 Automatisch gegenereerd uit data van de sondering, geldig onder grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)

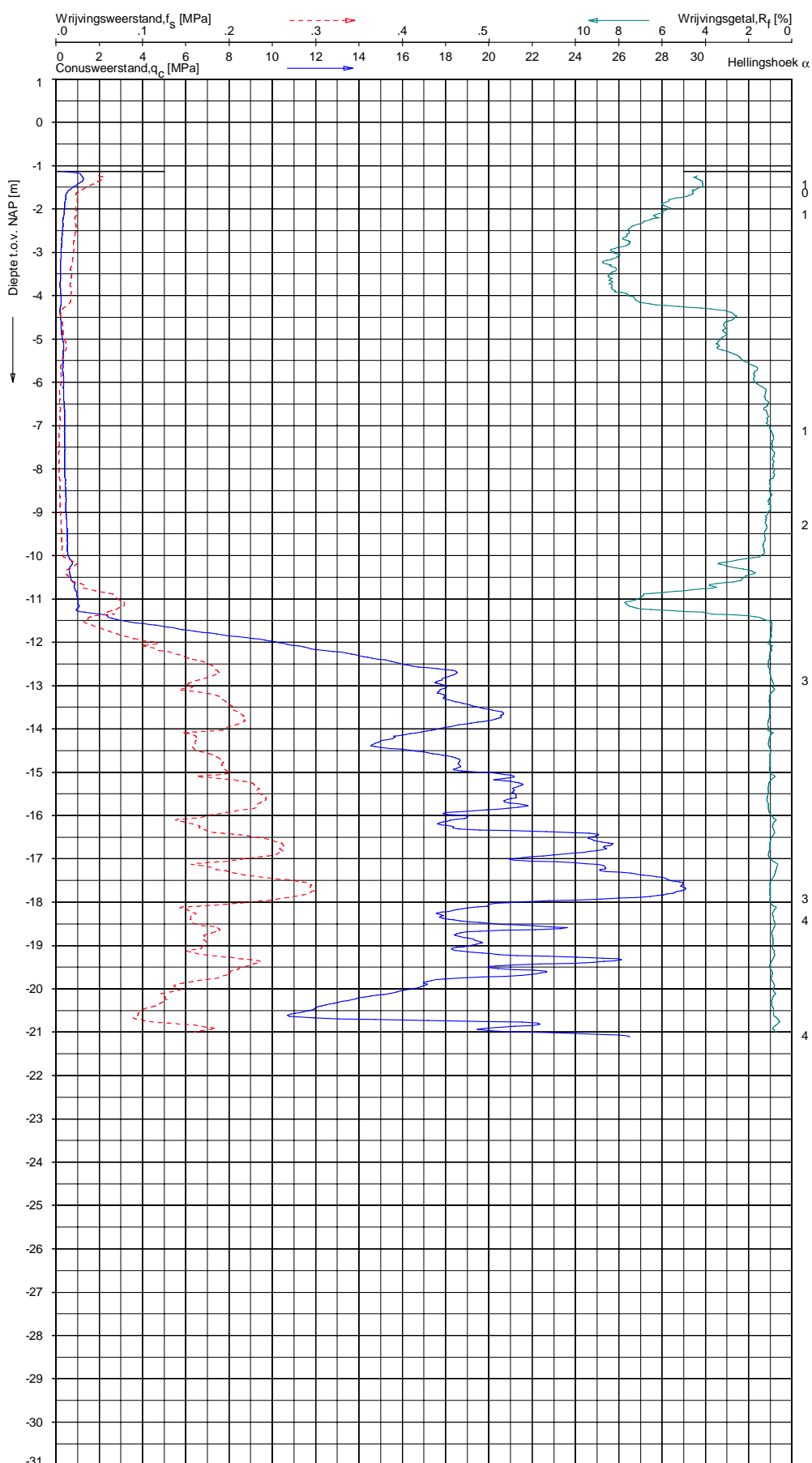


Opg. : PJW/JSK d.d. 05-jul-2017 Coord.: X= 103435.0m Y= 467916.4m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
 Get. : L.MURENAITE d.d. 24-jul-2017 MV = NAP -1.32 m Conus: CP15-CF75SN2 1701-1542 Toepassingsklasse 2. Test type TE1
 Conustype: $A_s = 1510 \text{ mm}^2$; $A_n = 19895 \text{ mm}^2$

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

BOUWRIJP MAKEN 8 PERCELEN TE ROELOFARENDVVEEN

Opdr. 9017-0704-000
 Sond. DKM165-2



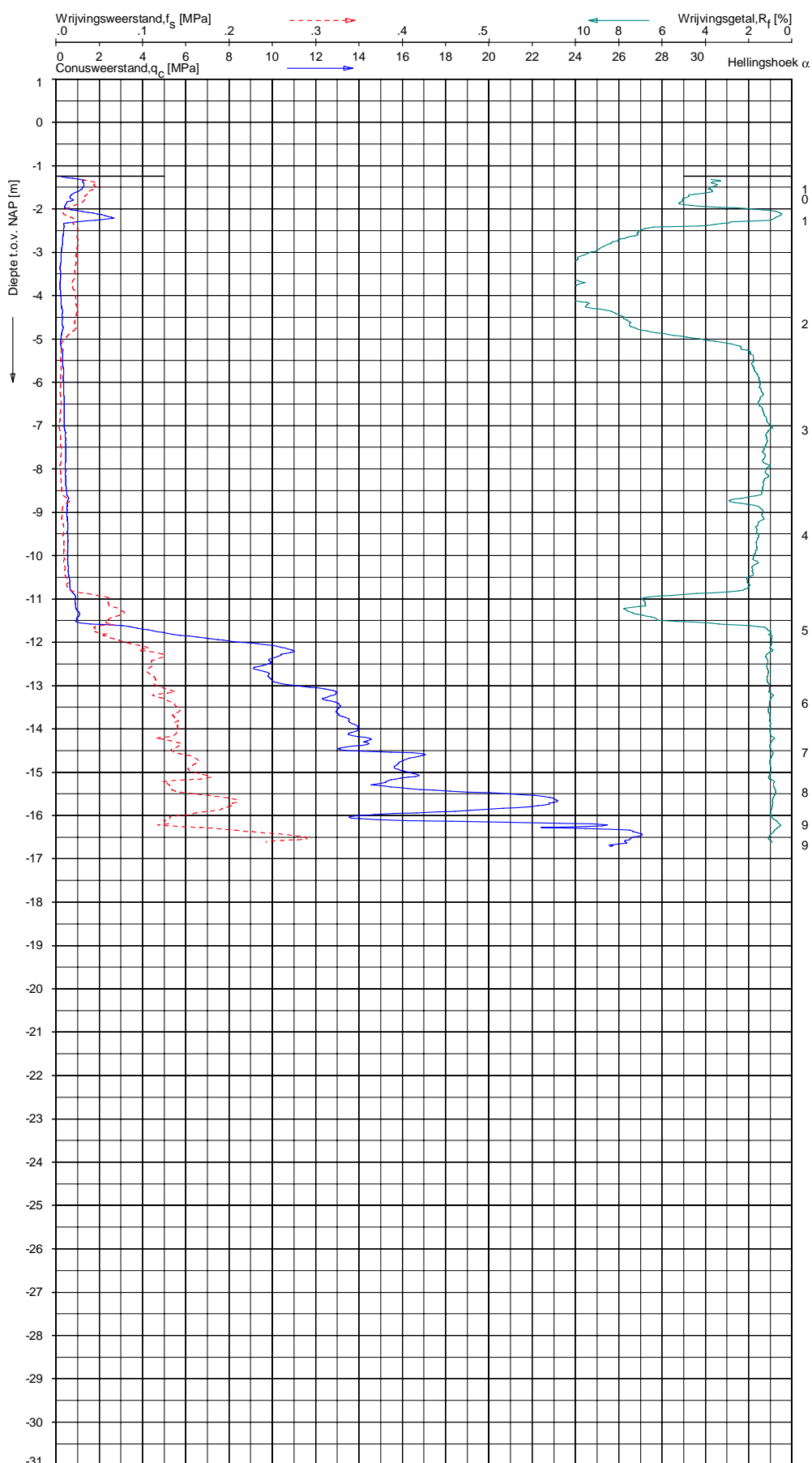
Indicatieve bodembeschrijving
 Automatisch gegenereerd uit data van de sondering, geldig onder grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)



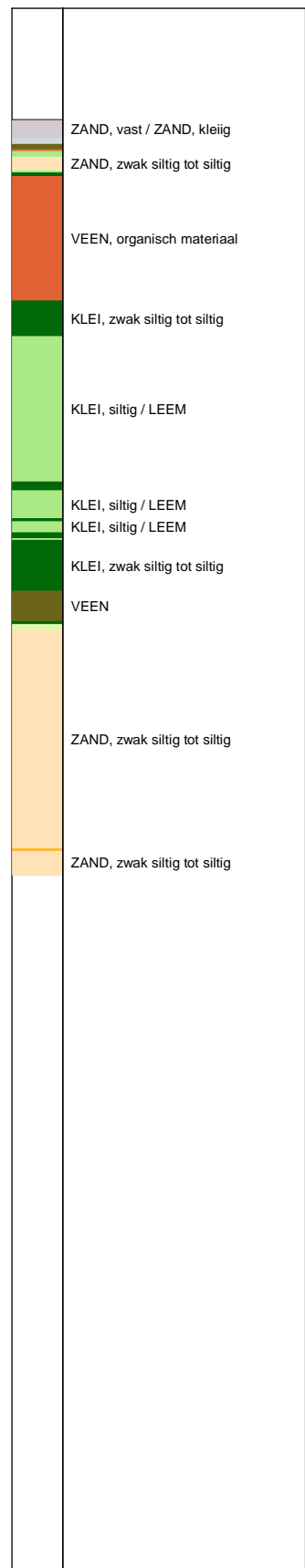
Opg. : PJW/JSK d.d. 05-jul-2017 Coord.: X= 103568.5m Y= 467936.5m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
 Get. : LMURENAITE d.d. 24-jul-2017 MV = NAP -1.13 m Conus: CP15-CF75SN2 1701-1542 Toepassingsklasse 2. Test type TE1
 Conustype: $A_s = 1510 \text{ mm}^2$; $A_p = 19895 \text{ mm}^2$

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING
 BOUWRIJP MAKEN 8 PERCELEN TE ROELOFARENDVEEN

Opdr. 9017-0704-000
 Sond. DKM165-3



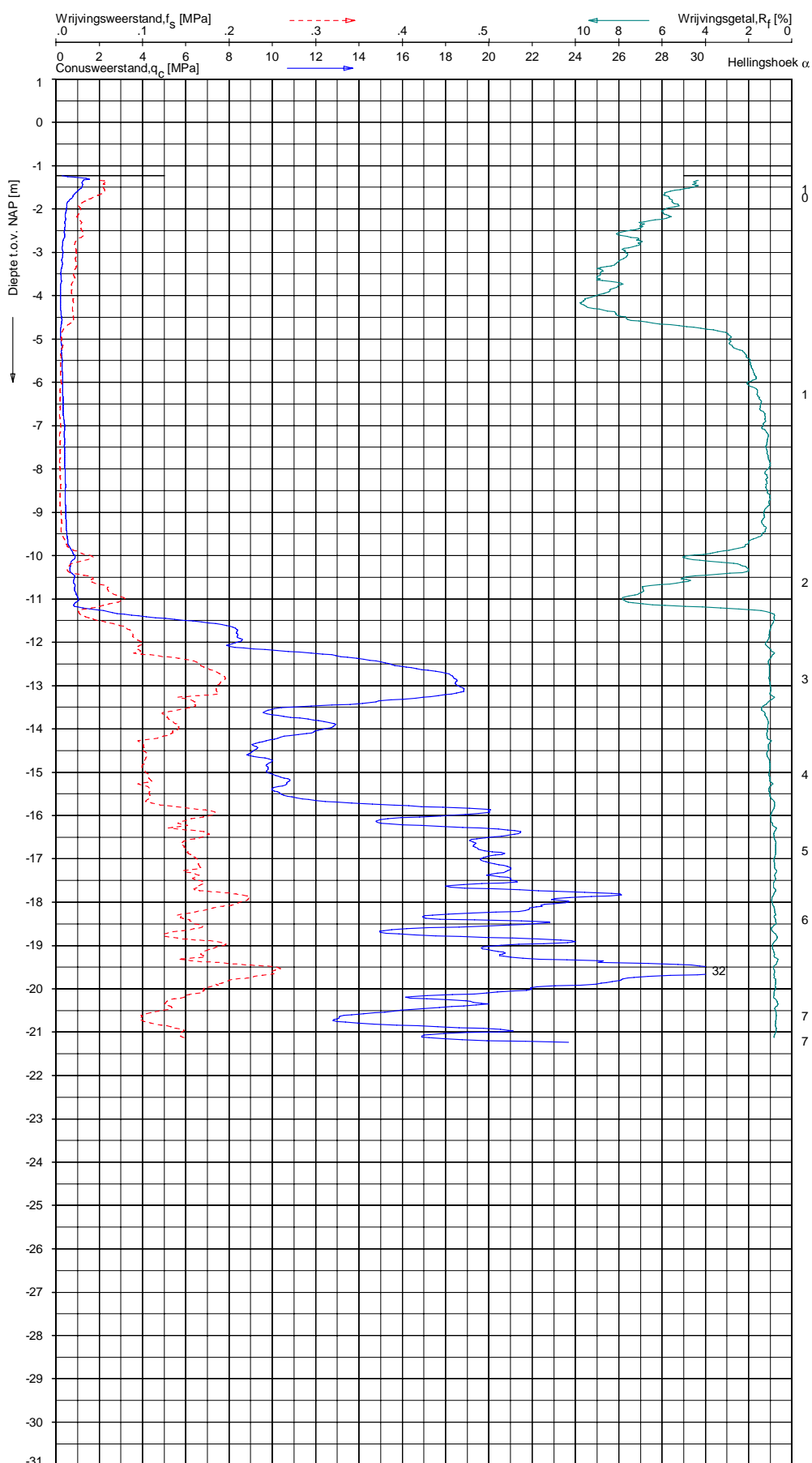
Indicatieve bodembeschrijving
 Automatisch gegenereerd uit data van de sondering, geldig onder grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)



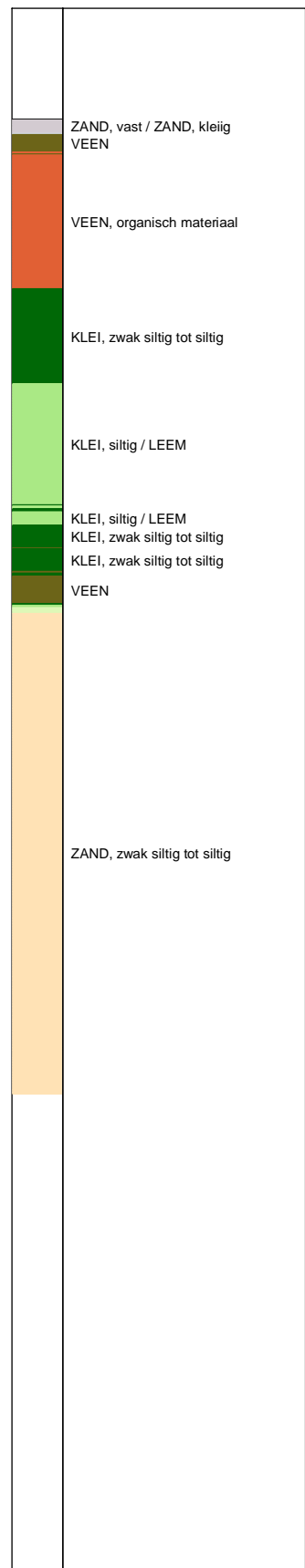
Opg.: JSLJJK d.d. 04-jul-2017 Coord.: X= 103307.6m Y= 467847.5m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
 Get.: LMURENAITE d.d. 24-jul-2017 MV = NAP -1.24m Conus: CP15-CF75SN2 1701-1542 Toepassingsklasse 2. Test type TE1
 Conustype: A_s = 1510mm²; A_g = 19895mm²

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING
 BOUWRIJP MAKEN 8 PERCELEN TE ROELOFARENDVEEN

Opdr. 9017-0704-000
 Sond. DKM165-4



Indicatieve bodembeschrijving
 Automatisch gegenereerd uit data van de sondering, geldig onder grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)

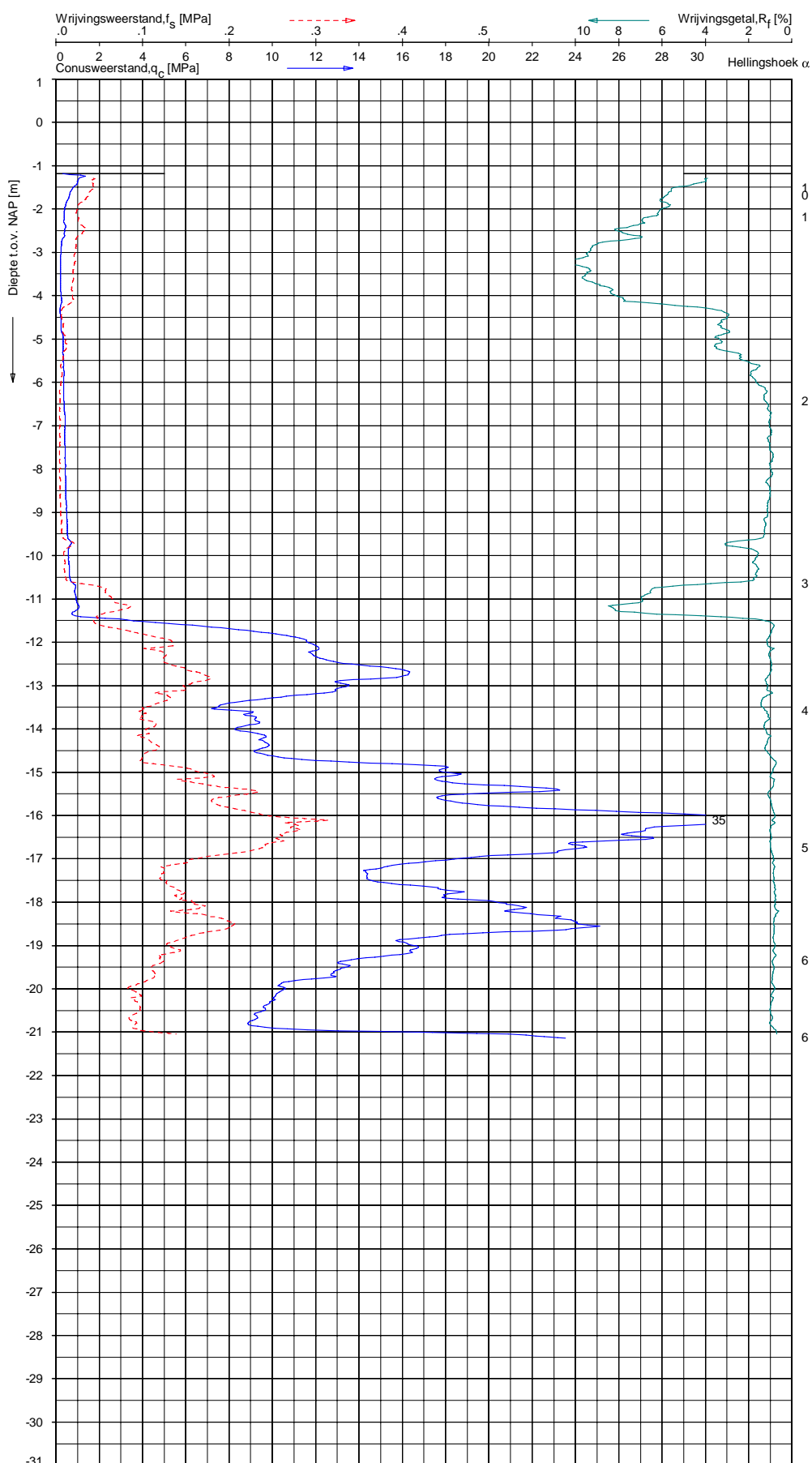


Opg.: PJW/JSK d.d. 05-jul-2017 Coord.: X= 103467.8m Y= 467870.9m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
 Get.: LMURENAITE d.d. 24-jul-2017 MV = NAP -1.23m Conus: CP15-CF75SN2 1701-1542 Toepassingsklasse 2. Test type TE1
 Conustype: A_s = 1510mm²; A_g = 19895mm²

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

BOUWRIJP MAKEN 8 PERCELEN TE ROELOFARENDVEEN

Opdr. 9017-0704-000
 Sond. DKM165-5



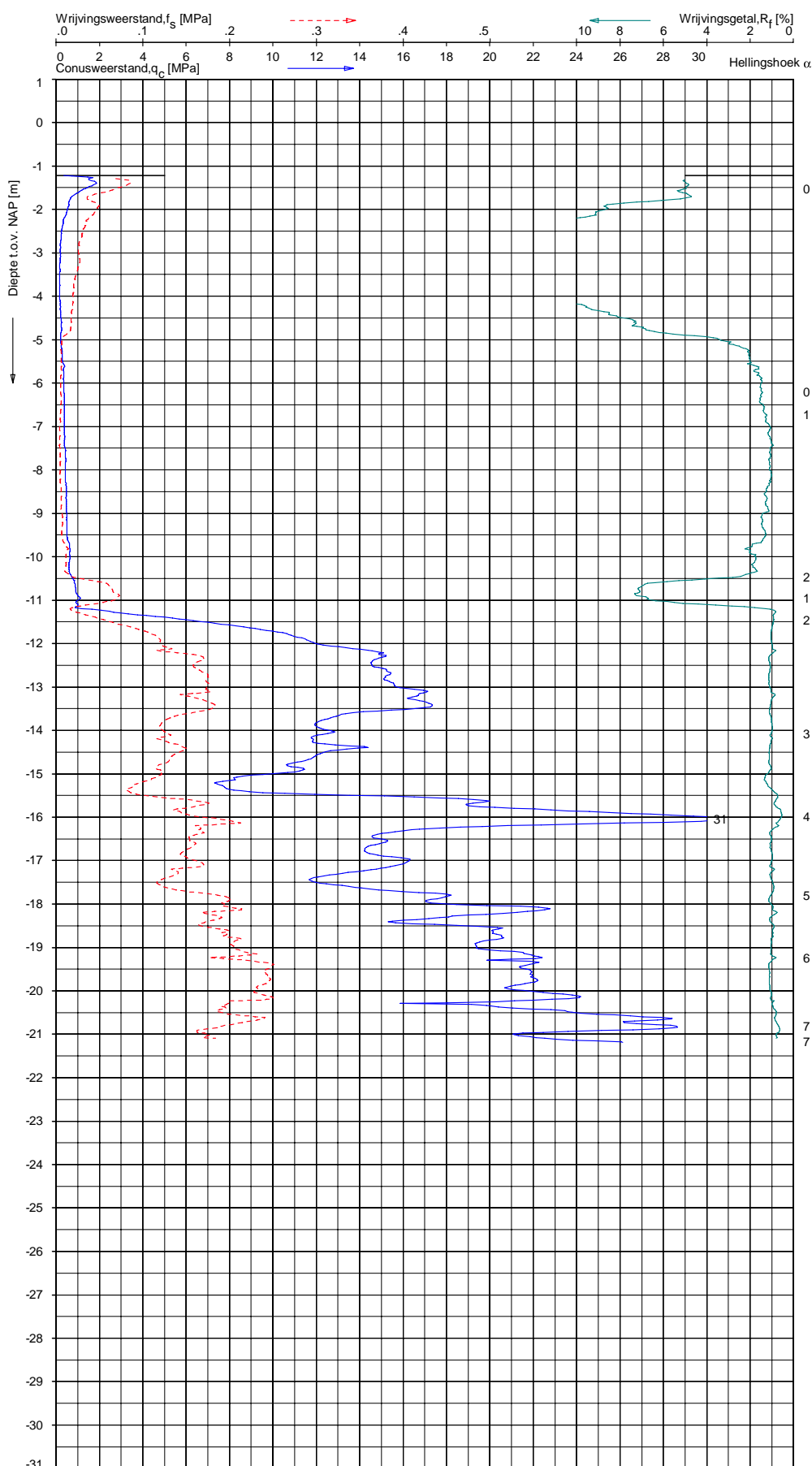
Indicatieve bodembeschrijving
 Automatisch gegenereerd uit data van de sondering, geldig onder grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)



Opg.: PJW/JSK d.d. 05-jul-2017 Coord.: X= 103582.5m Y= 467886.6m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
 Get.: LMURENAITE d.d. 24-jul-2017 MV = NAP -1.19 m Conus: CP15-CF75SN2 1701-1542 Toepassingsklasse 2. Test type TE1
 Conustype: A₀ = 1510mm²; A₉₀ = 19895mm²

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING
 BOUWRIJP MAKEN 8 PERCELEN TE ROELOFARENSVEEN

Opdr. 9017-0704-000
 Sond. DKM165-6



Indicatieve bodembeschrijving
 Automatisch gegenereerd uit data van de sondering, geldig onder grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)

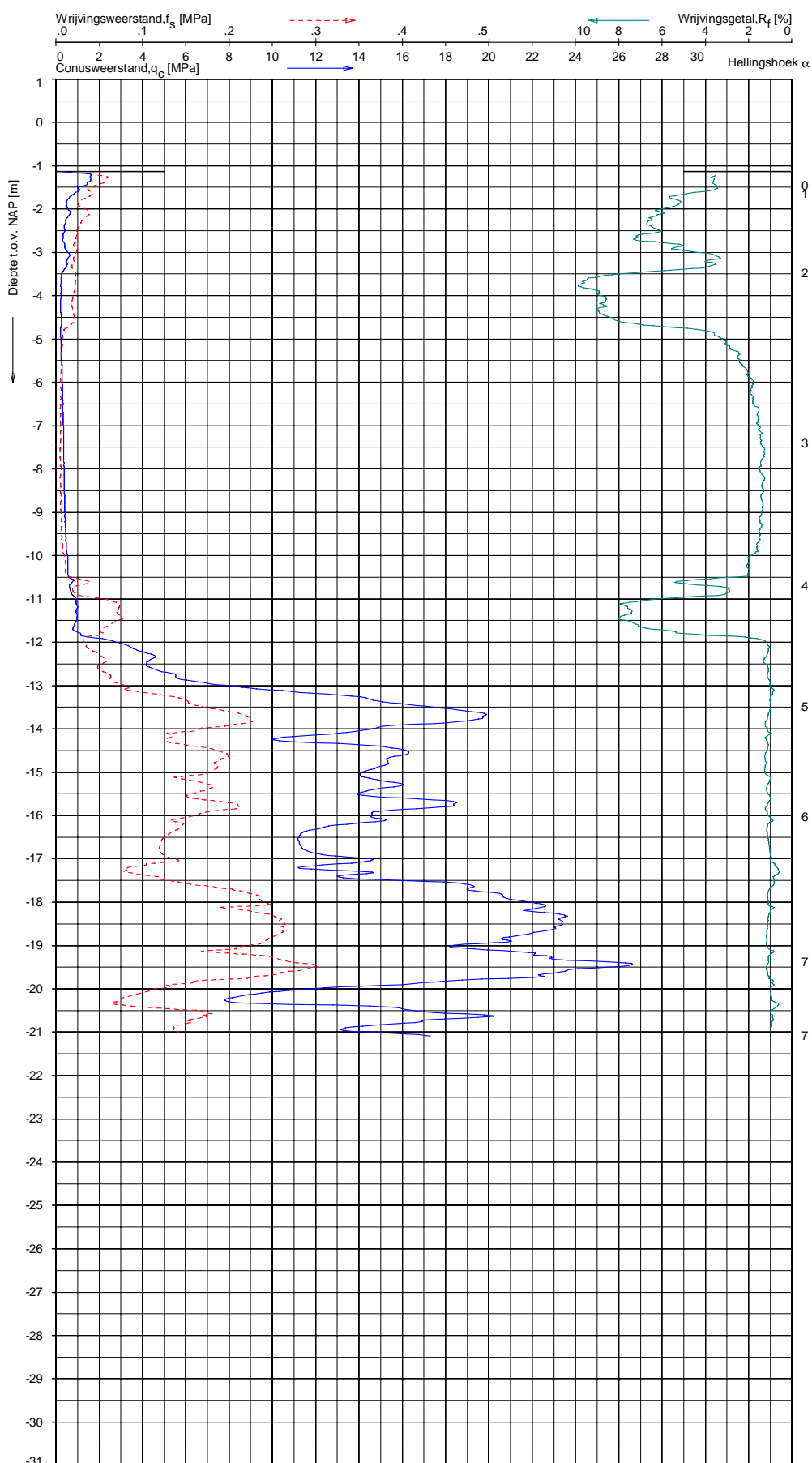


Opg.: PJW/JSK d.d. 05-jul-2017 Coord.: X= 103253.5m Y= 467807.9m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
 Get.: L.MURENAITE d.d. 24-jul-2017 MV = NAP -1.22 m Conus: CP15-CF75SN2 1701-1542 Toepassingsklasse 2. Test type TE1
 Conustype: $A_s = 1510 \text{ mm}^2$; $A_c = 19895 \text{ mm}^2$

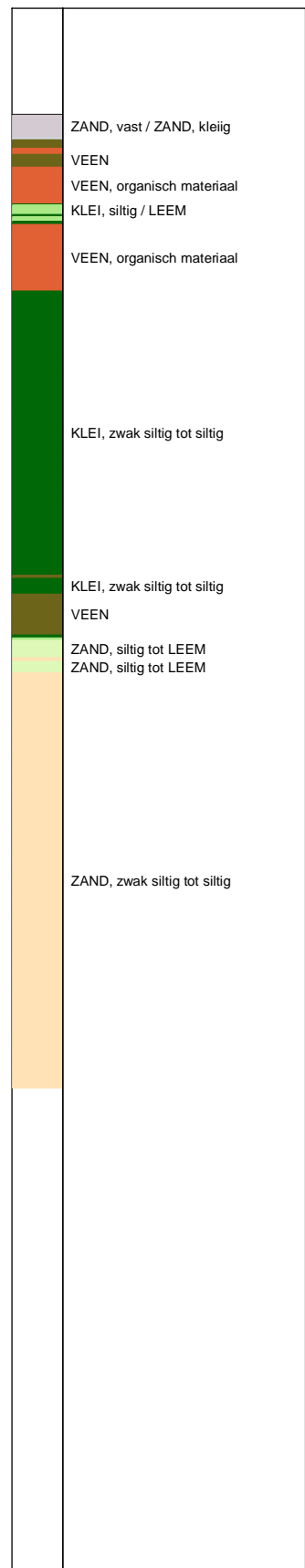
SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

BOUWRIJP MAKEN 8 PERCELEN TE ROELOFARENDVEEN

Opdr. 9017-0704-000
 Sond. DKM179-1



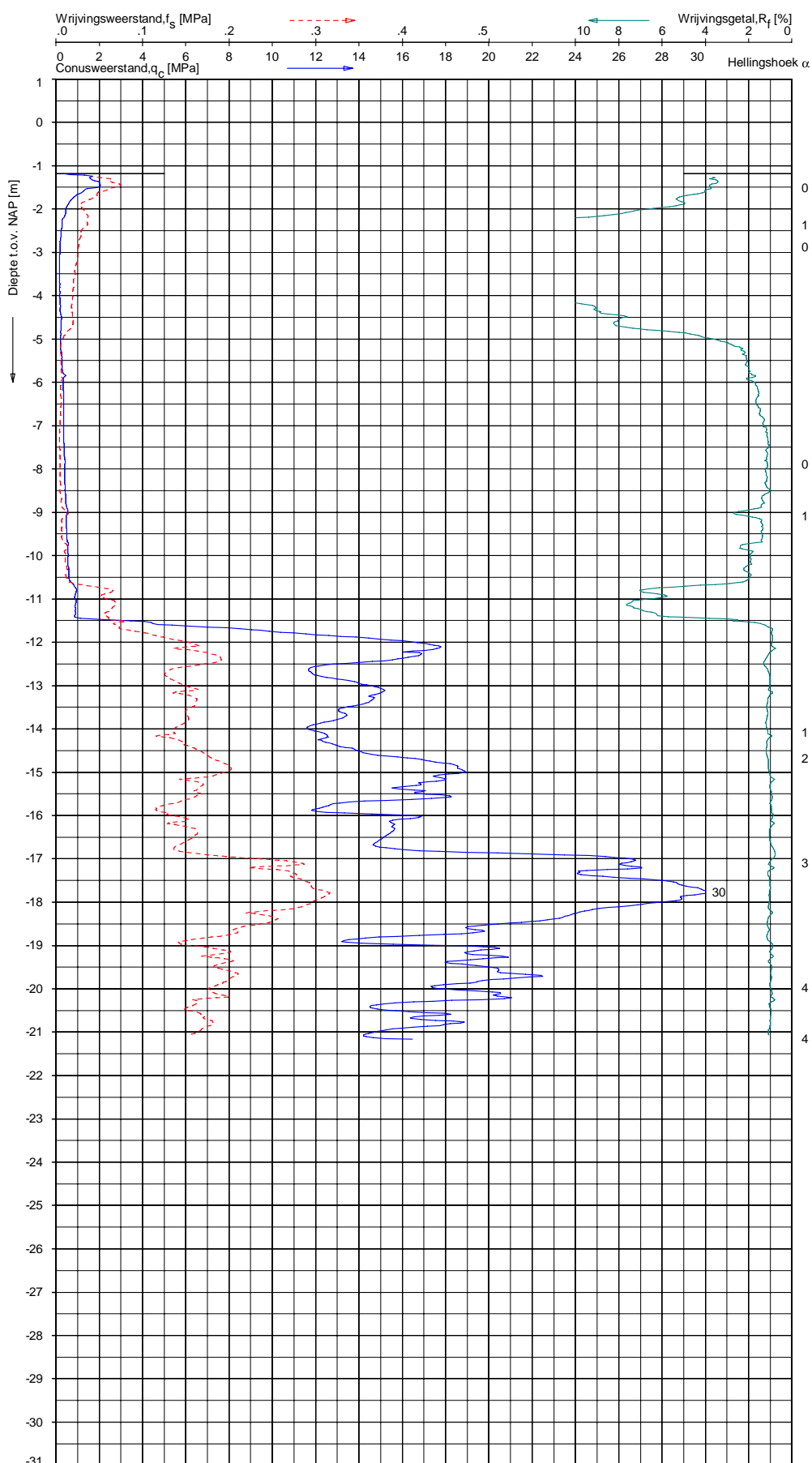
Indicatieve bodembeschrijving
 Automatisch gegenereerd uit data van de sondering, geldig onder grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)



Opg.: JSK/JBL d.d. 11-jul-2017 Coord.: X= 103413.1m Y= 467834.4m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
 Get.: LMURENAITE d.d. 24-jul-2017 MV = NAP -1.14m Conus: CP15-CF75SN2 1701-1542 Toepassingsklasse 2. Test type TE1
 Conustype: A₀ = 1510mm²; A₉₀ = 19895mm²

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING
 BOUWRIJP MAKEN 8 PERCELEN TE ROELOFARENDVEEN

Opdr. 9017-0704-000
 Sond. DKM179-2



Indicatieve bodembeschrijving
 Automatisch gegenereerd uit data van de sondering, geldig onder grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)

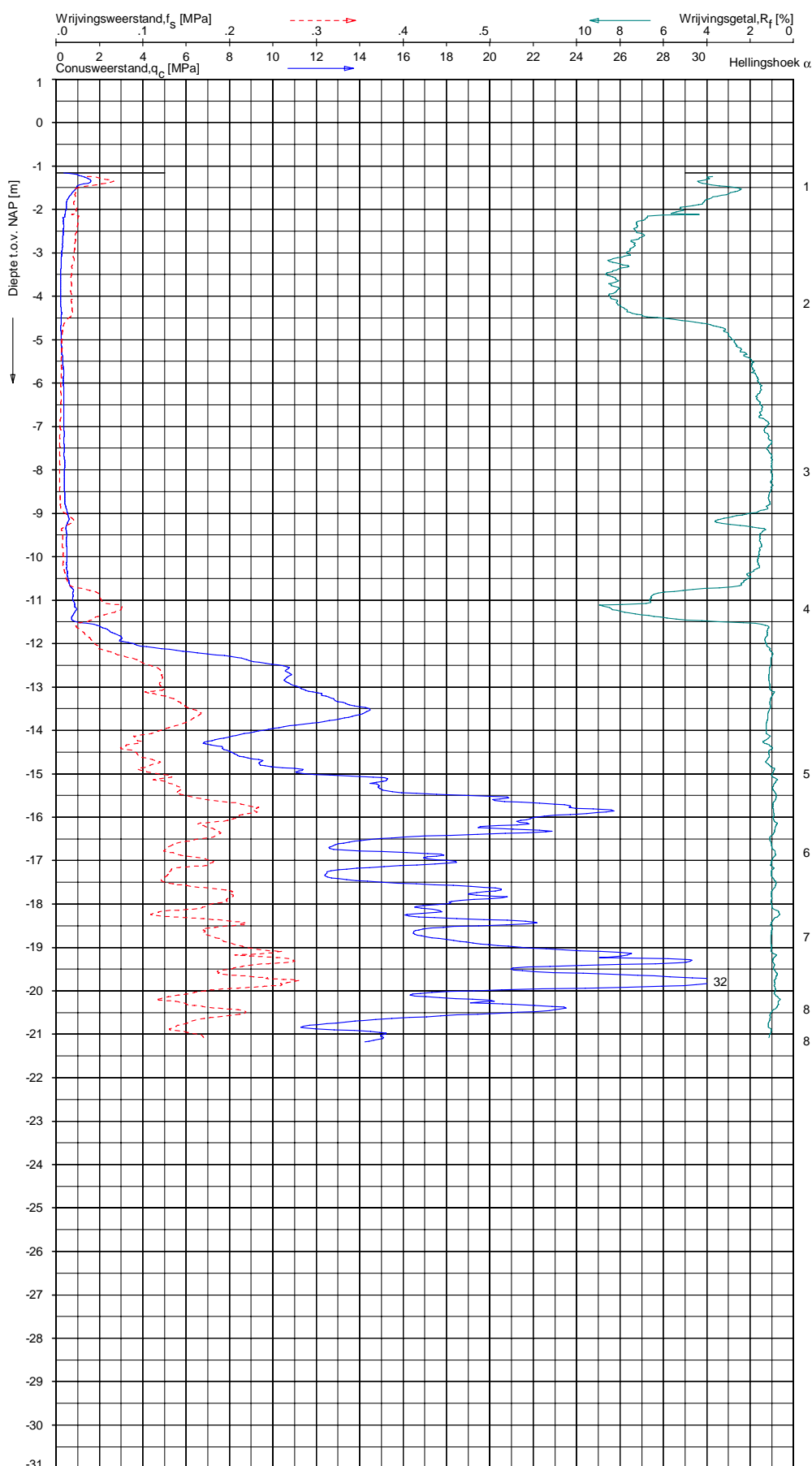


Opg.: PJW/JSK d.d. 05-jul-2017 Coord.: X= 103301.5m Y= 467789.4m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
 Get.: LMURENAITE d.d. 24-jul-2017 MV = NAP -1.19m Conus: CP15-CF75SN2 1701-1542 Toepassingsklasse 2. Test type TE1
 Conustype: A₀ = 1510mm²; A₉₀ = 19895mm²

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

BOUWRIJP MAKEN 8 PERCELEN TE ROELOFARENDVEEN

Opdr. 9017-0704-000
 Sond. DKM179-3



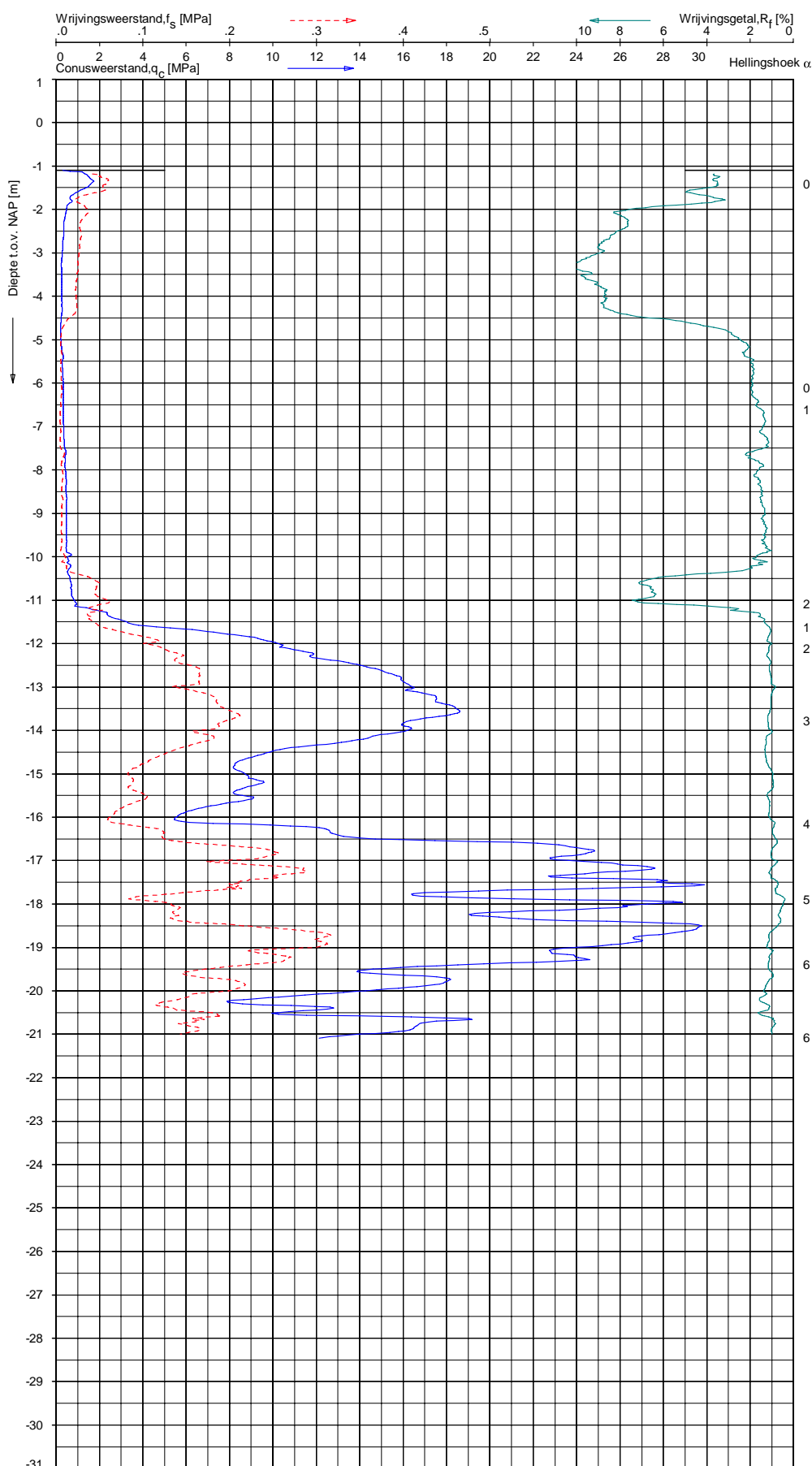
Indicatieve bodembeschrijving
 Automatisch gegenereerd uit data van de sondering, geldig onder grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)



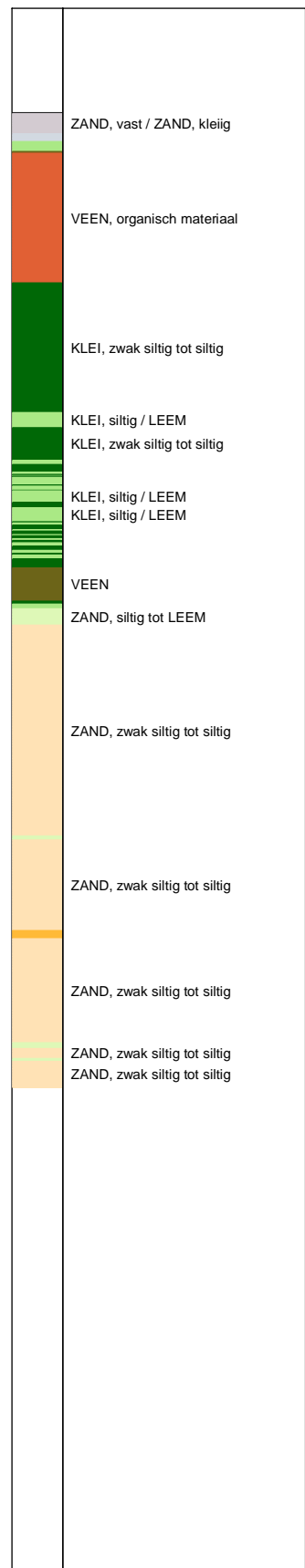
Opg.: JSK/JBL d.d. 11-jul-2017 Coord.: X= 103400.1m Y= 467803.0m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
 Get.: LMURENAITE d.d. 24-jul-2017 MV = NAP -1.16 m Conus: CP15-CF75SN2 1701-1542 Toepassingsklasse 2. Test type TE1
 Conustype: A_s = 1510mm²; A_g = 19895mm²

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING
 BOUWRIJP MAKEN 8 PERCELEN TE ROELOFARENSVEEN

Opdr. 9017-0704-000
 Sond. DKM179-4



Indicatieve bodembeschrijving
 Automatisch gegenereerd uit data van de sondering, geldig onder grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)

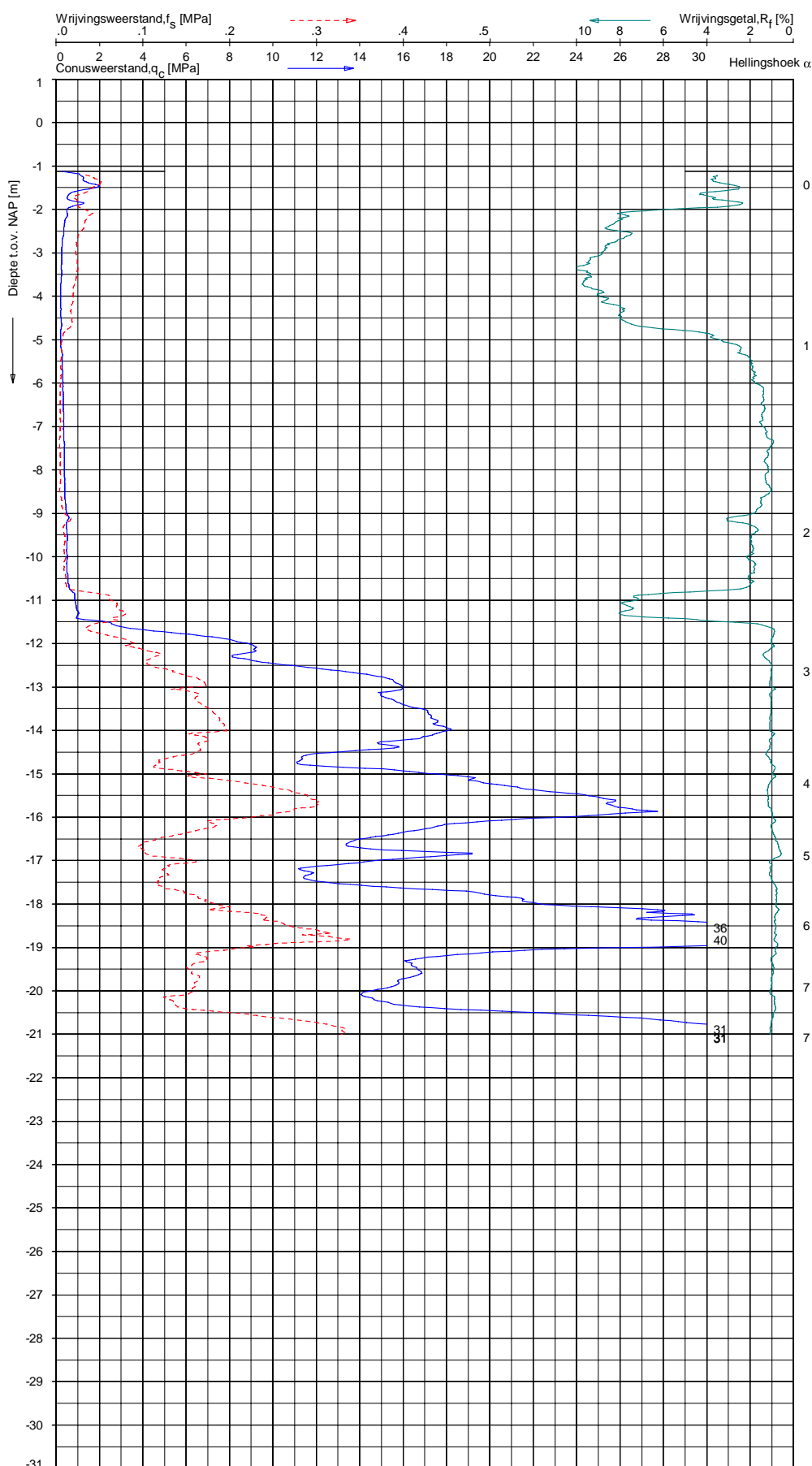


Opg.: JSK/JBL d.d. 11-jul-2017 Coord.: X=103345.9m Y= 467817.9m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
 Get.: L.MURENAITE d.d. 24-jul-2017 MV = NAP -1.10 m Conus:CP15-CF75SN2 1701-1542 Toepassingsklasse 2. Test type TE1
 Conustype: A₁ = 1510mm²; A₂ = 19895mm²

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

BOUWRIJP MAKEN 8 PERCELEN TE ROELOFARENSVEEN

Opdr. 9017-0704-000
 Sond. DKM179-5



Indicatieve bodembeschrijving
 Automatisch gegenereerd uit data van de sondering, geldig onder grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)

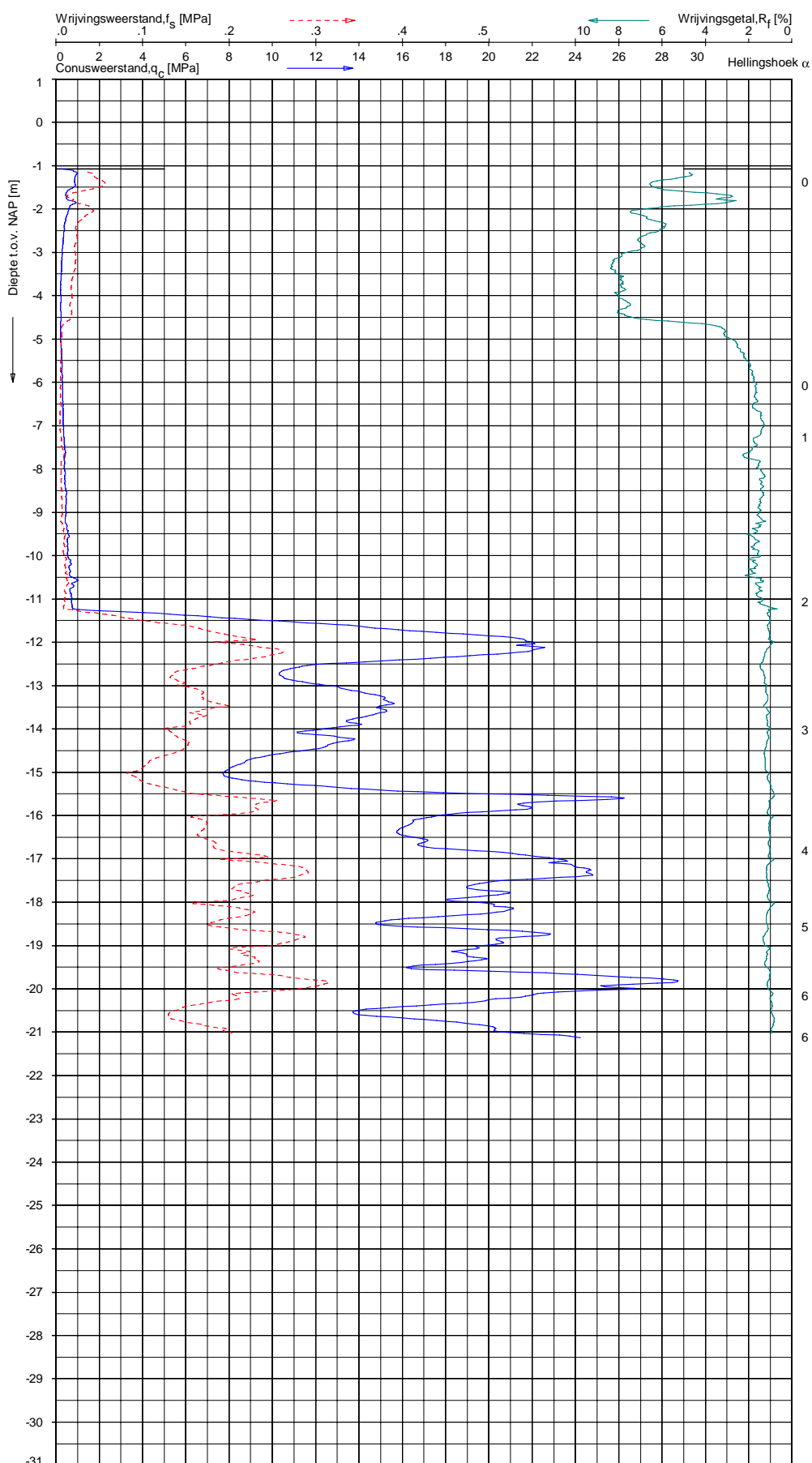


Opg.: JSK/JBL d.d. 11-jul-2017 Coord.: X= 103288.5m Y= 467757.2m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
 Get.: L.MURENAITE d.d. 24-jul-2017 MV = NAP -1.13 m Conus: CP15-CF75SN2 1701-1542 Toepassingsklasse 2. Test type TE1
 Conustype: $A_s = 1510 \text{ mm}^2$; $A_g = 19895 \text{ mm}^2$

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

BOUWRIJP MAKEN 8 PERCELEN TE ROELOFARENDVEEN

Opdr. 9017-0704-000
 Sond. DKM183-1



Indicatieve bodembeschrijving
 Automatisch gegenereerd uit data van de sondering, geldig onder grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)

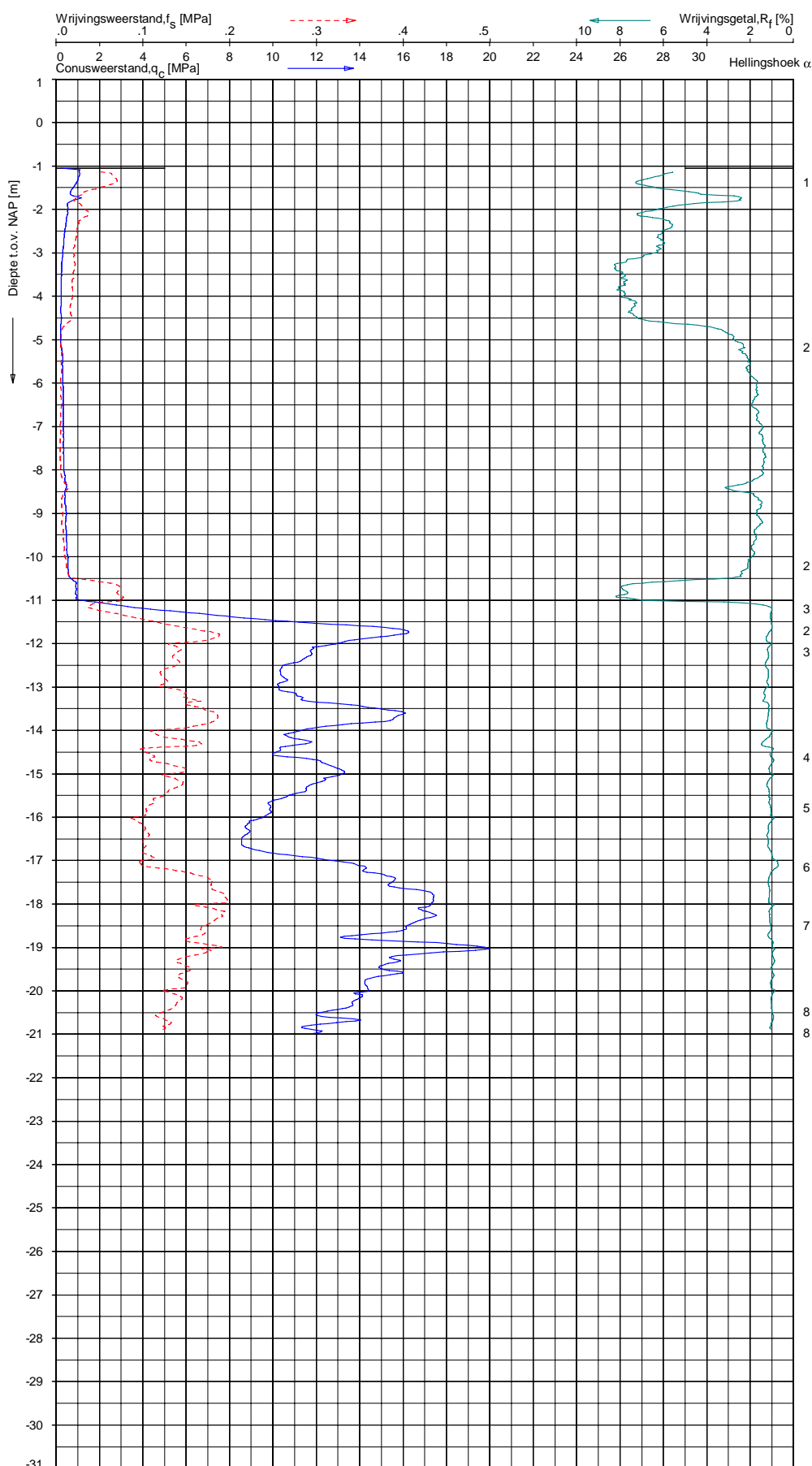


Opg.: JSK/JBL d.d. 11-jul-2017 Coord.: X= 103336.0m Y= 467740.0m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
 Get.: L.MURENAITE d.d. 24-jul-2017 MV = NAP -1.07 m Conus: CP15-CF75SN2 1701-1542 Toepassingsklasse 2. Test type TE1
 Conustype: A_s = 1510 mm²; A_g = 19895 mm²

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

BOUWRIJP MAKEN 8 PERCELEN TE ROELOFARENDVVEEN

Opdr. 9017-0704-000
 Sond. DKM183-2



Indicatieve bodembeschrijving
 Automatisch gegenereerd uit data van de sondering, geldig onder grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)

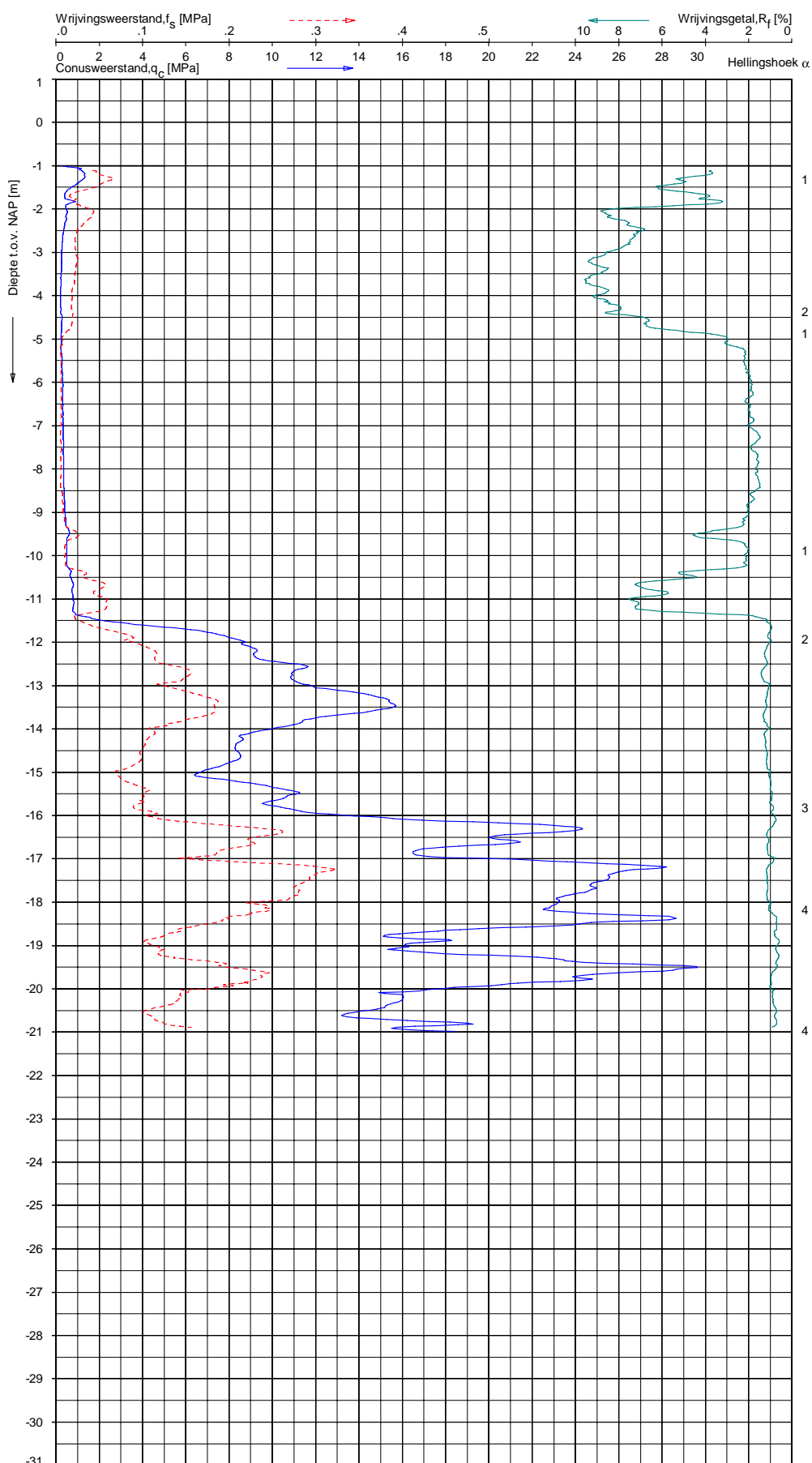


Opg.: PJW d.d. 14-jul-2017 Coord.: X= 103382.0m Y= 467769.0m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
 Get.: LMURENAITE d.d. 24-jul-2017 MV = NAP -1.05 m Conus: CP15-CF75SN2 1701-1542 Toepassingsklasse 2. Test type TE1
 Conustype: $A_c = 1510 \text{ mm}^2$; $A_s = 19895 \text{ mm}^2$

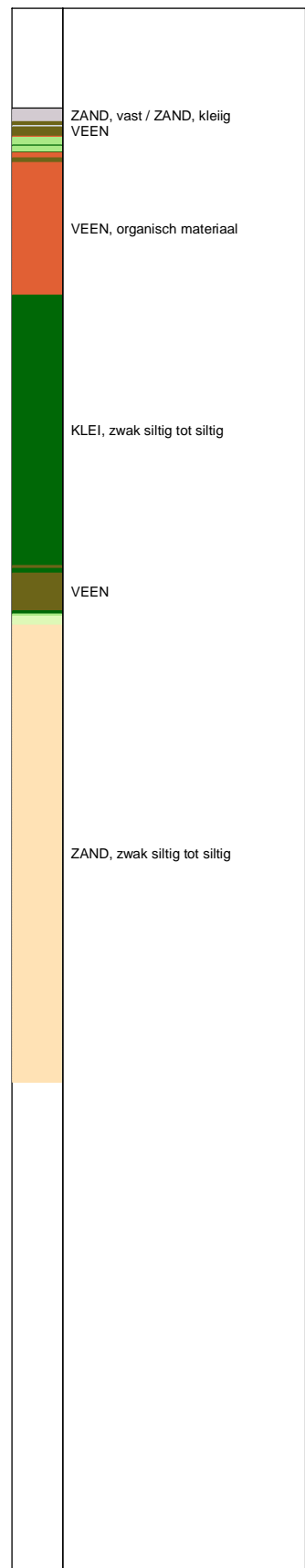
SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

BOUWRIJP MAKEN 8 PERCELEN TE ROELOFARENSVEEN

Opdr. 9017-0704-000
 Sond. DKM183-3



Indicatieve bodembeschrijving
 Automatisch gegenereerd uit data van de sondering, geldig onder grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)



Opg.: PJW d.d. 14-jul-2017 Coord.: X= 103424.0 m Y= 467755.4 m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
 Get.: LMURENAITE d.d. 24-jul-2017 MV = NAP -1.01 m Conus: CP15-CF75SN2 1701-1542 Toepassingsklasse 2. Test type TE1
 Conustype: $A_s = 1510 \text{ mm}^2$; $A_n = 19895 \text{ mm}^2$

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

BOUWRIJP MAKEN 8 PERCELEN TE ROELOFARENSVEEN

Opdr. 9017-0704-000
 Sond. DKM183-4

Coördinaten en hoogte van de onderzoekspunten

Indien de hoogte en coördinaten van de onderzoekslocaties zijn bepaald in NAP en RD bedragen de maximale afwijking van de meting van de coördinaten ca. 10 cm en de maximale afwijking van de meting van de hoogte ca. 5 cm. Bij projecten waarbij de sonderingen zijn gerefereerd aan een lokaal vast punt bedraagt de maximale afwijking in de hoogte ca 5 cm. De maximale afwijking in de maatvoering doormiddel van traditioneel uitzetten met een meetband bedraagt ca. 25 cm.

Indien de onderzoekslocaties niet zijn gerefereerd aan een vaste referentiehoogte wijkt het onderzoek af van de gestelde eisen in de NEN-EN-ISO 22476-1.

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.

Sonderen

Een beschrijving van de gevolgde meet- en registratiemethode is gegeven in de bijlage "Continu Elektrisch Sonderen".

Boren

Mechanisch boorwerk wordt verbuisd uitgevoerd, waarbij de grond uit de buis wordt verwijderd met behulp van een puls (niet-cohesieve gronden) en/of een avegaarboor (cohesieve gronden).

Bij handboren wordt gebruik gemaakt van een edelmanboor (cohesieve gronden) en een handpuls (niet-cohesieve gronden).

De werkzaamheden worden uitgevoerd conform de NEN-EN-ISO 22475-1.

Peilbuizen worden gepresenteerd op de betreffende boorstaten. De boringen met peilbuis zijn met bijbehorend symbool aangegeven op de situatietekening.

Ongeroerde monsternamen bij het mechanisch boren kan plaatsvinden door:

- een Ackermann steekbus te slaan of te drukken
- een Pistonbus te drukken
- een Gelpush monster te drukken

Bij handboren worden ongeroerde monsters genomen met een Van der Horst steekapparaat.

De tijdens het boren genomen geroerde monsters worden in het veld globaal geclassificeerd. Als er laboratoriumonderzoek volgt na het veldwerk, worden in het laboratorium de monsters gedetailleerd geclassificeerd. Bij eventuele verschillen tussen de veld- en laboratorium-classificatie, is de laboratoriumclassificatie bepalend.

Op de classificatie van grond is de NEN 5104 van toepassing.

(Grond)waterstand

De gemeten (grond)waterstand(en) betreffen een eenmalige opname en zijn bedoeld als een oriënterend gegeven. De grondwaterstand kan in de tijd fluctueren onder invloed van de weersgesteldheid en de seizoenen.

Kwaliteitsborging

Alle werkzaamheden zijn verricht in overeenstemming met het managementsysteem van Fugro GeoServices B.V. dat voldoet aan de NEN-ISO 9001:2008 en VCA ** 2008/05.

De kalibratiesheet(s) van de gebruikte conus(sen) kunnen op verzoek worden toegestuurd.

Meettechniek

De standaard bij Fugro toegepaste conus is de “elektrische kleefmantelconus”, waarmee de conusweerstand, de plaatselijke wrijvingsweerstand en de helling gelijktijdig worden gemeten. Sinds februari 2013 is de nieuwe norm *NEN-EN-ISO 22476-1:2012/C1:2013 Geotechnisch onderzoek en beproeving - Veldproeven - Deel 1: Elektrische sondering met en zonder waterspanningsmeting* van toepassing als vervanging van NEN 5140, die is terug getrokken. In NEN 9997-1 wordt echter nog wel verwezen naar NEN 5140.

Bij het uitvoeren van een sondering conform *NEN-EN-ISO 22476-1:2012/C1:2013* wordt de puntweerstand gemeten, die moet worden overwonnen om een conus met een tophoek van 60° en een basisoppervlak van 1000 mm^2 met een constante snelheid van ca 20 mm/s in de bodem te drukken. Voor de meting van de wrijvingsweerstand is een mantel met een oppervlak van 15000 mm^2 boven de punt aangebracht. De druk op de conuspunt (conusweerstand in MPa) en de wrijving langs de kleefmantel (plaatselijke wrijvingsweerstand in MPa) worden door rekstroken in de conus continu digitaal gemeten. Volgens *NEN-EN-ISO 22476-1* mag het basisoppervlak van de conus tussen 500 en 2000 mm^2 variëren zonder dat correctiefactoren op de meetresultaten moeten worden toegepast. Fugro sonderingen worden standaard uitgevoerd met een sondeerconus met een basisoppervlak van 1500 mm^2 en een manteloppervlak van 20000 mm^2 .

Veelal wordt gebruik gemaakt van een conus met een korter cilindrisch deel boven de conuspunt dan in *NEN-EN-ISO 22476-1* vermelde 400 mm voor een standaard conus. Het cilindrische deel vanaf de conuspunt van de standaard door Fugro gebruikte conussen heeft een lengte van 230 mm in plaats van de genormeerde lengte. Onderzoek¹⁾ heeft aangetoond, dat de invloed van de lengte van deze conus op het sondeerresultaat verwaarloosbaar is, terwijl met een kortere conus met minder risico een grotere sondeerdiepte kan worden bereikt.

De meetsignalen worden digitaal naar een elektrische meeteenheid gestuurd en samen met de diepte en de tijd opgeslagen. Definitieve verwerking vindt daarna op kantoor plaats, waarbij de gemeten parameters tegen de diepte in grafiekvorm worden uitgewerkt. Door continue registratie van de gemeten conus- en wrijvingsweerstand wordt een nauwkeurig beeld van de gelaagdheid en de vastheid van de bodem verkregen.

Afwijking van de conus met de verticaal worden continu geregistreerd, waarmee bij de uitwerking de diepte wordt gecorrigeerd en zo een onjuiste diepteaanduiding als gevolg van “scheef sonderen” wordt voorkomen.

Interpretatie van de sonderingen met plaatselijke wrijvingsweerstand

Meting van zowel de conusweerstand q_c als de plaatselijke wrijvingsweerstand f_s maakt het mogelijk het wrijvingsgetal R_f te berekenen. Het wrijvingsgetal wordt gedefinieerd als het quotiënt van de plaatselijke wrijving en de op gelijke diepte gemeten conusweerstand in procenten. Hierbij wordt rekening gehouden met laagscheidingen ter hoogte van de mantel.

Het wrijvingsgetal R_f geeft samen met de conusweerstand q_c een goed beeld van de bodemopbouw *beneden* de grondwaterspiegel. In de onderstaande tabel zijn enige kenmerkende waarden van het wrijvingsgetal aangegeven. *Met nadruk dient te worden gesteld dat deze waarden slechts indicatief zijn en getoetst dienen te worden aan boringen of lokale ervaring en uitsluitend gelden voor de cilindrische elektrische conus.*

grondsoort	wrijvingsgetal in %	grondsoort	Wrijvingsgetal in %
Grind, grof zand	0,2 – 0,6	Klei	3,0 – 5,0
Zand	0,6 – 1,2	Potklei	5,0 – 7,0
Silt, leem, löss	1,2 – 4,0	Veen	5,0 – 10,0

In geroerde grond en in grond boven de grondwaterspiegel kunnen grote afwijkingen ten opzichte van de genoemde waarden voorkomen en gelden deze waarden niet.

¹⁾ Lunne en Powell, A comparison of different sized piezocones in UK clays.

CONTINU ELEKTRISCH SONDEREN

Presentatie sondeergegevens

Sonderingen kunnen worden uitgewerkt met interpretatie van het wrijvingsgetal voor identificatie van de bodemlagen. De identificatie van de bodemlagen is dan uitgevoerd volgens Robertson [1990]², die door Fugro is aangepast aan de Nederlandse omstandigheden. Bij deze interpretatie wordt uitgegaan van de genormaliseerde waarden van de conusweerstand nQ_c en wrijvingsgetal nR_f als ingangparameters.

De genormaliseerde waarden van de conusweerstand nQ_c en wrijvingsgetal nR_f worden berekend, uit de gemeten wrijvingsweerstand f_s en conusweerstand q_c , indien mogelijk gecorrigeerd voor de waterspanning en de verticale effectieve - en totale grondspanning volgens de onderstaande formules.

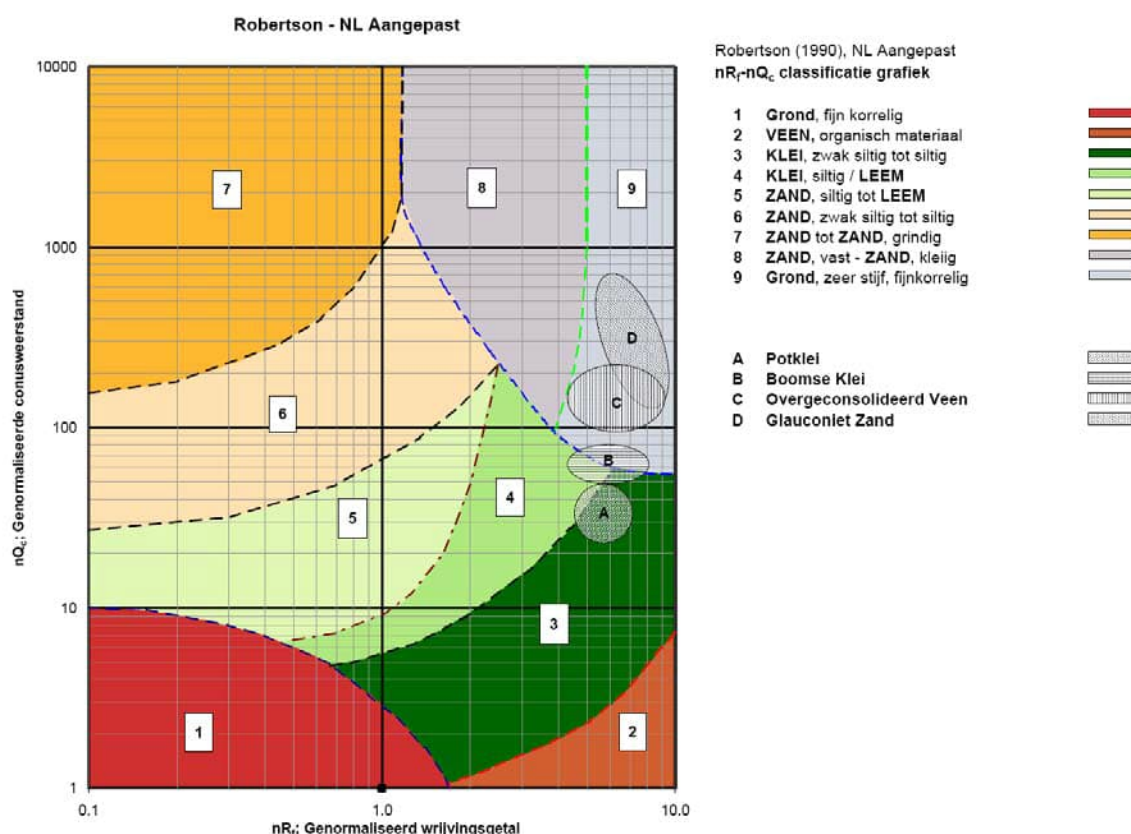
Genormaliseerde conusweerstand:
$$nQ_c = \frac{q_t - \sigma_{v0}}{\sigma'_{v0}}$$

Genormaliseerd wrijvingsgetal:
$$nR_f = \frac{100 \cdot f_s}{q_t - \sigma_{v0}}$$

In geval er geen waterspanning is gemeten, wordt voor q_t de waarde van q_c gebruikt.

Voor de grondsoorten, die specifiek zijn voor de Nederlandse ondergrond condities, zijn in de Bodem Classificatiegrafiek van Robertson [1990] twee aanpassingen gedaan om de Nederlandse situatie beter te beschrijven:

- Gebieden 4 en 5 zijn anders ingedeeld, zodat losgepakte zanden en ondiepe kleilagen beter worden geïnterpreteerd. Deze aanpassingen zijn in onderstaande figuur weergegeven.
- Bovendien is een extra voorwaarde ingebracht om Holocene veenlagen goed te kunnen classificeren. Voor $q_c < 1,5$ MPa en $R_f > 5$ % wordt de grond als veen geïnterpreteerd.



Voor een aantal specifieke grondtypen, zoals bijvoorbeeld Potklei, Boomse klei, overgeconsolideerd veen en glauconiethoudend zand is tevens het classificatie gebied aangegeven. Deze stemmen niet direct overeen met de benamingen van gebieden 1 tot en met 9.

² Robertson, P.K. [1990] "Soil Classification using the cone penetration test". Canadian Geotechnical Journal, 27(1), 151-8²

De identificatie is indicatief en alleen geldig voor lagen onder de grondwaterstand. De resultaten dienen te worden geverifieerd met boringen of geologische informatie. Uitgedroogde cohesieve toplagen geven een te hoge waarde worden voor het wrijvingsgetal, waardoor bijvoorbeeld uitgedroogde kleilagen mogelijk onterecht worden geïnterpreteerd als veenlagen. Ook is de correlatie voor de toplagen minder betrouwbaar vanwege het lage effectieve spanningsniveau in deze lagen.

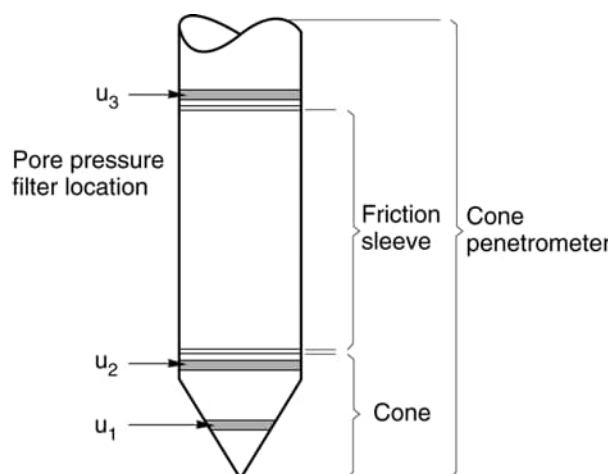
Andere conustypen

Naast de meting van conusweerstand en plaatselijke wrijving is het mogelijk extra (combinaties van) metingen uit te voeren. In onderstaand schema zijn enkele mogelijkheden aangegeven. Indien gewenst kan nadere informatie over metingen en toepassingsmogelijkheden worden verschaft.

type meting	Meetresultaten	toepassingsmogelijkheden
waterspanning	waterspanning ter plaatse van de punt	registreren waterremmende lagen indicatie stijghoogte grondwater classificatie / gelaagdheid bodem
magnetometer	Magnetische veldsterkte in 3 orthogonale richtingen (X,Y,Z)	Blindganger onderzoek, onderzoek ligging obstakels (stalen leidingen, grondankers), onderzoek paalpunt niveau / schoorstand funderingspalen, onderzoek ligging onderzijde stalen damwanden
geleidbaarheid	elektrische geleiding grond en grondwater	indicatie waterkwaliteit / zoet - zout water grens onderzoek verspreiding verontreiniging
temperatuur	temperatuurmeting op verschillende diepten	warmteoverdracht in de bodem bepaling temperatuurgradiënt
schuifgolfsnelheid (seismisch)	dynamische bodemparameters op verschillende diepten	machiefunderingen, windturbinefunderingen
versnelling	versnellingen op verschillende diepten	heitrillingen / verkeerstrillingen
MIP (membrane interface probe)	verticale verspreiding van vluchtige (gechloreerde) koolwaterstoffen	bestudering zak/drijfslagen en/of verontreinigingen met vluchtige (gechloreerde) koolwaterstoffen
ROST (rapid optical screening tool)	verticale verspreiding van (aromatische) koolwaterstoffen	bestudering zak/drijfslagen en/of verontreinigingen met (aromatische) koolwaterstoffen

Waterspanningssonderingen

Naast registratie van conusweerstand en plaatselijke wrijvingsweerstand wordt bij een groot deel van de sonderingen waterspanning geregistreerd. Een waterspanningsconus (*piëzoconus*) is voorzien van een ingebouwde druksensor, waarmee de waterdruk tijdens het sonderen wordt gemeten. Een filter voorkomt het contact van grond met de druksensor. De waterdruk kan op drie locaties in de conus worden gemeten waarbij de posities u_1 en u_2 veelvuldig voorkomen (zie figuur 1). Positie u_3 wordt zelden toegepast. Slechts een kleine hoeveelheid water ($0,2 \text{ mm}^3$) is nodig om een nauwkeurige waterdruk te meten. Het meetbereik kan worden gekozen afhankelijk van de te verwachten wateroverspanning. In stijve kleien kan deze oplopen tot meer dan 3 MPa.



Figuur 1 Principe piëzo-conus

Uitvoeringswijze

Om een juiste meting van de waterspanning te verkrijgen, dient het gehele meetsysteem volledig ontvlucht en gevuld te zijn met een weinig samendrukbare vloeistof. Om te voorkomen dat de vloeistof tijdens het sonderen in de onverzadigde lagen boven de grondwaterstand wegvloeit zijn een juiste keuze van vloeistof, het gebruik van een rubber membraam, een goede uitvoering en de poriëngrootte van het filter belangrijk.

Indien het grondwater relatief ondiep aanwezig is, wordt bij voorkeur voorgeboord tot het niveau van de grondwaterspiegel teneinde luchttoetreding te voorkomen. Hiermee wordt ook de kans op beschadiging en in de grond achterblijven van het rubber membraan verkleind.

Interpretatie

De resultaten van de piëzo-sonderingen bestaan uit de gemeten conusweerstand (q_c), de plaatselijke wrijvingsweerstand (f_s), het wrijvingsgetal (R_f), de gemeten waterspanning (u_1 of u_2 respectievelijk in de punt en achter de punt) en de wateroverspanningindex B_q .

De resultaten van de waterspanningsmeting tijdens het sonderen vormen uit grondmechanisch en geohydrologisch oogpunt een belangrijke extra informatiebron voor de interpretatie van de bodemopbouw. Door combinatie van de meting van de conusweerstand en de waterspanning, bij voorkeur samen met de plaatselijke wrijvingsweerstand, wordt optimaal gebruik gemaakt van de sondeertechniek en kan het benodigde aanvullend grondonderzoek efficiënter worden gepland.

Bij de interpretatie speelt met name de wateroverspanning een rol, dat wil zeggen de verhoging van de waterspanning die door het indrukken van de conus ontstaan is. Dunne cohesieve laagjes in een zandpakket en dunne zandlaagjes in een kleipakket, die in de conusweerstand en de plaatselijke wrijvingsweerstand door uitmiddeling niet of slecht zichtbaar zijn, kunnen goed worden gedetecteerd aan de hand van de water(over)spanningen, die door het sonderen ontstaan. Deze laagjes kunnen van groot belang zijn voor het zettingsgedrag van funderingen en voor de verticale (on)doorlatendheid van de grond.

Verder kunnen met de piëzo-conus, met name via de u_1 -meting, sterk gelaagde structuren van zand en klei onderscheiden worden van homogene lagen hetgeen op basis van conusweerstand en plaatselijke wrijving in de meeste gevallen niet lukt. Aangetoond is dat het detectievermogen van de u_1 -meting veel hoger is dan van de u_2 -meting.

Wateroverspanningindex B_q

Met de wateroverspanningindex B_q kan een meer nauwkeurige classificatie van de grondsoort worden verkregen. Deze index is de verhouding van de wateroverspanning en de netto conusweerstand q_{net} , zijnde de gemeten conusweerstand q_c gecorrigeerd voor de waterspanning op het netto oppervlak van de sondeerconus, rekeninghoudend met de heersende effectieve verticale spanning op het betreffende niveau. De wateroverspanningindex B_q wordt als volgt berekend:

$$B_q = \beta \cdot (u_1 - u_0) / q_{net} \quad \text{of} \quad B_q = (u_2 - u_0) / q_{net}$$

waarin:

- β = factor voor de verschillende grondsoorten voor omrekening van u_1 naar u_2 ; standaard wordt hiervoor aangehouden 0,8, zijnde normaal geconsolideerde kleien (zie hierna volgende tabel);
- q_{net} = $q_t - \sigma_{v0}$ = netto conusweerstand;
- q_t = $q_c + (1-a) \cdot \{\beta \cdot (u_1 - u_0) + u_0\}$ voor een filter in de conuspunt;
- q_t = $q_c + (1-a) \cdot u_2$ voor een filter direct achter de conuspunt;
- σ_{v0} = de verticale grondspanning; standaard wordt hierbij uitgegaan van een gemiddeld volumiek gewicht van de bodemlagen van 14 kN/m^3 en een grondwaterstand op 1 m beneden maaiveld;
- a = netto oppervlakteverhoudingscoëfficiënt van de conus i.v.m. de spleet achter de conuspunt;
- u_1 = de gemeten waterdruk bij een filterplaatsing *in* de punt;
- u_2 = de gemeten waterdruk bij een filterplaatsing *achter* de punt;
- u_0 = de hydrostatische stijghoogte; standaard wordt hiervoor in de berekening een niveau uitgegaan van 1 m beneden maaiveld.

Voor andere grondsoorten zijn de β -factoren in onderstaande tabel gegeven.

Grond gedrag	β -factor
Normaal geconsolideerde klei	0,6 - 0,8
Licht overgeconsolideerde klei	0,5 - 0,7
Sterk overgeconsolideerde klei	0 ¹⁾ - 0,3
Leem samendrukbaar	0,5 - 0,6
Leem, vast en dillatant gedrag	0 ¹⁾ - 0,2
Zand siltig, los gepakt	0,2 - 0,4

¹⁾ Bij meting van de waterspanning achter de conuspunt worden in bepaalde gevallen negatieve waterspanningen gemeten. Deze waarden geven nauwelijks een indicatie van de doorlatendheid, doch alleen over het materiaalgedrag.

Dissipatietest

Het is ook mogelijk het sondeerproces op een bepaalde diepte tijdelijk te stoppen en de afname van de wateroverspanning (dissipatie) als functie van de tijd te registreren. Daarna kan het sondeerproces worden voortgezet.

In doorlatende gronden geeft de dissipatietest een goed beeld van de heersende hydrostatische waterspanning en daarmee van de stijghoogte. Het betreft slechts een indicatie aangezien de meetnauwkeurigheid beperkt is. Door het uitvoeren van meerdere metingen in een grondlaag en de gemiddelde waarde van de stijghoogte te bepalen kan een beduidend hogere nauwkeurigheid worden behaald. Ervaring leert dat de onnauwkeurigheid circa 0,5 m bedraagt. Voor een meer nauwkeurige bepaling en de optredende fluctuaties zijn peilbuismetingen over een langere waarnemingsperiode nodig, afhankelijk van het doel.

In slecht doorlatende, cohesieve lagen kan met behulp van de dissipatietest een indicatie van de consolidatiecoëfficiënt en daarmee van de verticale (on)doorlatendheid worden verkregen. Hierbij dient de dissipatietest te worden voortgezet totdat de wateroverspanning tenminste met 50 % is afgenomen. In de praktijk komt dat in zand overeen met circa 1/2 uur à 3/4 uur. Uit berekeningen en kwalitatieve vergelijking van de metingen wordt inzicht verkregen in het consolidatiegedrag van de grond. Voor het vaststellen van de heersende hydrostatische waterspanning in kleilagen is de dissipatietest in de meeste gevallen weinig geschikt, vanwege de benodigde lange aanpassingstijd en de onnauwkeurigheid.

Klassenindeling EN-ISO 22476-1

Voorafgaand aan de uitvoering diende een keuze te worden gemaakt binnen welke kwaliteitsklasse met bijbehorende toelaatbare meetonzekerheid het werk minimaal uitgevoerd moet worden. De klassenindeling heeft voornamelijk betrekking op de nauwkeurigheid van de gemeten parameters.

Door invoering van de Eurocode is op Europees niveau de internationale sondeernorm EN-ISO 22476-1 "Electrical cone and piezocone testing" ontwikkeld, welke de oorspronkelijke NEN 5140 heeft vervangen. De nieuwe elektrische sondeernorm **EN-ISO 22476-1** is in opzet vergelijkbaar met de oude Nederlandse norm NEN 5140 voor elektrische sonderingen. Een verschil tussen norm **EN-ISO 22476-1** met NEN 5140 is dat in de nieuwe norm de nauwkeurigheid van de meetresultaten wordt gekoppeld aan het toepassingsgebied met bijbehorend bodemkenmerken / geschiktheid voor interpretatie en afleiding van bodemparameters. Verder is de meting van de waterspanning genormeerd.

In de Europese tabel van sondeerklassen worden de sondeerklassen ingedeeld naar de toepassing van de sondering, zie onderstaande tabel.

CONTINU ELEKTRISCH SONDEREN

Toepassing Klasse	Test type	Gemeten parameter	Toegestane minimum nauwkeurigheid ^a	Maximum lengte tussen metingen	Gebruik	
					Grondsoort ^b	Interpretatie ^c
1	TE 2	Conus weerstand Mantel wrijving Waterspanning Helling Sondeerlengte	35 kPa of 5 % 5 kPa of 10 % 10kPa of 2 % 2° 0,1 m of 1%	20 mm	A	G, H
2	TE1 TE2	Conus weerstand Mantel wrijving Waterspanning Helling Sondeerlengte	100 kPa of 5 % 15 kPa of 15 % 25 kPa of 3 % 2° 0,1 m of 1 %	20 mm	A B C D	G, H* G, H G, H G, H
3	TE1 TE2	Conus weerstand Mantel wrijving Waterspanning ^d Helling Sondeerlengte	200 kPa of 5 % 25 kPa of 15 % 50 kPa of 5 % 5° 0,2 m of 2 %	50 mm	A B C D	G G, H* G, H G, H
4	TE1	Conus weerstand Mantel wrijving Sondeerlengte	500 kPa of 5 % 50 kPa of 20 % 0,2 m of 1 %	50 mm	A B C D	G* G* G* G*
NOOT 1 Richtlijnen voor gebruik van Tabel 2 zijn gegeven in bijlage F. NOOT 2 Voor uiterst slappe gronden maken soms nog hogere nauwkeurigheden noodzakelijk.						
^a De toegestane minimum nauwkeurigheid van de gemeten parameters is de grootste van de twee genoemde. De relatieve nauwkeurigheid geldt voor de gemeten waarde en niet voor het meetbereik. ^b Volgens ISO 14688-2: A Homogene gronden bestaande uit zeer slappe tot stijve kleien (en silt) ($q_c < 3$ MPa) B Gemengde bodemprofielen met slappe tot stijve kleien ($q_c \leq 3$ MPa) en matig vaste tot vaste zanden (conusweerstand $5 \text{ MPa} \leq q_c < 10 \text{ MPa}$) C Gemengde bodemprofielen met stijve kleien (conusweerstand $1,5 \text{ MPa} \leq q_c < 3 \text{ MPa}$) en zeer dichte zanden ($q_c > 20 \text{ MPa}$) D Zeer stijve tot harde kleien ($q_c \geq 3 \text{ MPa}$) en zeer vaste grove gronden ($q_c \geq 20 \text{ MPa}$) ^c G vaststelling bodemprofiel en bepaling van grondsoort met een laag niveau van onzekerheid G* indicatieve vaststelling bodemprofiel en bepaling van grondsoort met een hoog niveau van onzekerheid H interpretatie met betrekking tot ontwerp met een laag niveau van onzekerheid H* interpretatie met betrekking tot ontwerp met een hoog niveau van onzekerheid ^d Waterspanning kan alleen worden gemeten als TE2 wordt toegepast.						

Voor projecten, waarbij parameters op basis van Tabel 2.b NEN 9997-1 worden afgeleid, is een hoge nauwkeurigheidsklasse gewenst. Het is echter in een bodemgesteldheid met zowel zeer slappe grondlagen als zeer vaste zandlagen met hoge conusweerstand onmogelijk om aan de eisen van toepassing klasse 1 voldoen zoals ook blijkt uit de bovenstaande tabel. Het bij Fugro gehanteerde meetsysteem voor sonderen is bijzonder nauwkeurig door toepassing van digitale conussen, strikte kwaliteitscontroles en calibraties. In de praktijk is gebleken dat standaard Fugro sonderingen in de nieuwe norm voor het overgrote deel (>95%) in toepassingsklasse 2 vallen. Sonderingen volgens toepassingsklasse 3 in de nieuwe norm zijn vergelijkbaar met sonderingen volgens klasse 2 van de oude NEN 5140.

Toepassingklasse 1 sonderingen kunnen alleen met speciale gevoelige conussen met een beperkt meetbereik en een kleibodemprofiel met $q_c < 3$ MPa worden bereikt. In bodemprofielen waarin zowel zeer slappe lagen als zeer vaste lagen voorkomen kan de hoogste meetnauwkeurigheid van klasse 1 enigszins worden benaderd door aanvullende maatregelen en procedures. Toepassingklasse 2 sonderingen kunnen in bodemprofielen, waarin zowel zeer slappe lagen als zeer vaste lagen voorkomen, alleen worden verkregen door toepassing van digitale conussen met regelmatige calibraties, aanvullende uitvoeringsmaatregelen en kwaliteitscontroles. Toepassingklasse 1 is in deze bodem niet haalbaar. De enige praktische indicatie over de bereikte sondeerklasse is controle van calibraties en 0-puntsverlopen tussen het begin en eind van de sondering.

In de praktijk komt het af en toe voor dat sonderingen worden uitgevoerd, waarbij door de opdrachtgever is aangegeven dat de maaiveldhoogte niet ten opzichte van een vast referentiepeil (NAP) behoeft te worden vastgelegd. Deze sonderingen voldoen derhalve op dit punt niet aan **EN-ISO 22476-1**.

Klassenindeling NEN 5140

De norm NEN 5140 ging uit van vier kwaliteitsklassen. Voorafgaand aan de uitvoering diende een keuze te worden gemaakt binnen welke kwaliteitsklasse met bijbehorende toelaatbare meetonzekerheid het werk minimaal uitgevoerd moet worden. De klassenindeling heeft voornamelijk betrekking op de nauwkeurigheid van de gemeten conusweerstand, plaatselijke wrijvingsweerstand en diepte, zoals blijkt uit de onderstaande tabel.

klasse	Meetgrootheid	toelaatbare meetonzekerheid	meetinterval
1	Conusweerstand	0,05 MPa of 3%	20 mm
	Plaatselijke wrijvingsweerstand	0,01 MPa of 10%	
	Helling	2°	
	Sondeerdiepte	0,2 m of 1 %	
2	Conusweerstand	0,25 MPa of 5%	50 mm
	Plaatselijke wrijvingsweerstand	0,05 MPa of 15%	
	Helling	2°	
	Sondeerdiepte	0,2 m of 2 %	
3	Conusweerstand	0,5 MPa of 5%	100 mm
	Plaatselijke wrijvingsweerstand	0,05 MPa of 20%	
	Helling	5°	
	Sondeerdiepte	0,2 m of 2 %	
4	Conusweerstand	0,5 MPa of 5%	100 mm
	Plaatselijke wrijvingsweerstand	0,05 MPa of 20%	
	Sondeerlengte	0,1 m of 1%	

Opmerking: De toelaatbare meetonzekerheid is de grotere waarde van de absolute meetonzekerheid en de relatieve meetonzekerheid. De relatieve meetonzekerheid geldt voor de meetwaarde en niet voor het meetbereik.

Vergelijking van de gespecificeerde nauwkeurigheden van de NEN 5140 en NEN-EN-ISO 22476-1 laat zien dat de nauwkeurigheid van de meest in NL gehanteerde sondeerklasse 2 volgens NEN 5140 iets hoger ligt dan die van de toepassingklasse 3 volgens de ISO norm.

LEGENDA TERREINPROEVEN EN GRONDSOORTEN

Boringen / Peilbuizen

- Handboring nog niet uitgevoerd
- Handboring uitgevoerd
- Handboring uitgevoerd met 1 peilbuis
- Handboring uitgevoerd met 2 peilbuizen
- Mechanische boring nog niet uitgevoerd
- Mechanische boring uitgevoerd
- Mechanische boring uitgevoerd met 1 peilbuis
- Mechanische boring uitgevoerd met 2 peilbuizen
- Mechanische boring uitgevoerd met 3 peilbuizen
- Boring uitgevoerd door derden
- Boring uitgevoerd met peilbuis door derden
- Gedrukte peilbuis (PB) / minifilter (MF) nog niet uitgevoerd
- Gedrukte peilbuis (PB) / minifilter (MF) uitgevoerd

Sonderingen

- Sondering met plaatselijke kleefmeting nog niet uitgevoerd
- Sondering met plaatselijke kleefmeting uitgevoerd
- Sondering zonder plaatselijke kleefmeting nog niet uitgevoerd
- Sondering zonder plaatselijke kleefmeting uitgevoerd
- Slagsondering uitgevoerd
- Handsondering uitgevoerd
- Multigrondwatersondering nog niet uitgevoerd
- Multigrondwatersondering uitgevoerd
- Sondering met bolconus nog niet uitgevoerd
- Sondering met bolconus uitgevoerd
- Waterspanningsmeter nog niet uitgevoerd
- Waterspanningsmeter uitgevoerd
- Sondering uitgevoerd door derden
- Sondering met plaatselijke kleefmeting uitgevoerd door derden
- Hellingmeterbuis nog niet uitgevoerd
- Hellingmeterbuis uitgevoerd

Overige symbolen

- Meetpunt
- Hoogtemaat

Type sonderingen

- D Diepsondering
- HS Handsondering
- S Slagsondering

Toegevoegde metingen

- KM Meting van de plaatselijke kleef
- P Meting van de waterspanning
- M Meting van de magnetische veldsterkte
- G Meting van de geleidbaarheid
- S Meting van de schuifgolfsnelheid (seismische meting)
- T Meting van de temperatuur

Legenda / Terminologie

Grind

- Grind, siltig
- Grind, zwak zandig
- Grind, matig zandig
- Grind, sterk zandig
- Grind, uiterst zandig

Zand

- Zand, kleilig
- Zand, zwak siltig
- Zand, matig siltig
- Zand, sterk siltig
- Zand, uiterst siltig

Veen

- Veen, mineraalarm
- Veen, zwak kleilig
- Veen, sterk kleilig
- Veen, zwak zandig
- Veen, sterk zandig

Klei

- Klei, zwak siltig
- Klei, matig siltig
- Klei, sterk siltig
- Klei, uiterst siltig
- Klei, zwak zandig
- Klei, matig zandig
- Klei, sterk zandig

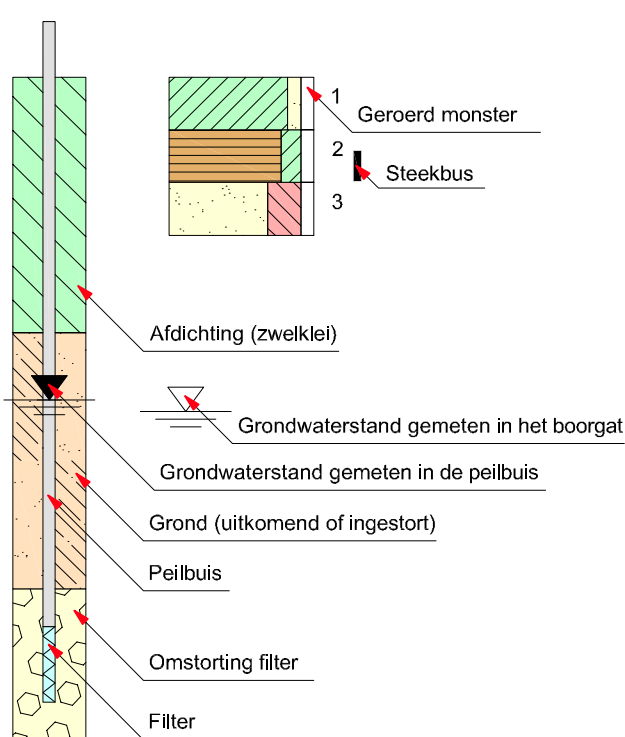
Leem

- Leem, zwak zandig
- Leem, sterk zandig

Overige toevoegingen

- Zwak humeus
- Matig humeus
- Sterk humeus
- Zwak grindig
- Matig grindig
- Sterk grindig
- Puin

Peilbuis





Bijlage 4: Resultaten Waterprofiel 1

Report for D-Sheet Piling 24.1

Design of Diaphragm and Sheet Pile Walls
Developed by Deltares

Date of report: 5/6/2025
Time of report: 9:36:10 AM
Report with version: 24.1.1.1735

Date of calculation: 5/6/2025
Time of calculation: 9:34:54 AM
Calculated with version: 24.1.1.1735

File name: Doorsnede W1 - Stalen damwand

Verification according to National Annex of Eurocode 7 in the Netherlands (NEN 9997-1+C2:2017).

1 Table of Contents

1 Table of Contents	2
2 Summary	3
2.1 Overview per Stage and Test	3
2.2 Overall Stability per Stage	3
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
4 Overall Stability Stage 3: Belasting	7
4.1 Overall Stability	7

2 Summary

2.1 Overview per Stage and Test

Stage nr.	Verification type	Displacement [mm]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Mob. perc. moment [%]	Mob. perc. resistance [%]	Status
1	EC7(NL)-Step 6.1		0.12	-0.12	0.0	23.8	
1	EC7(NL)-Step 6.2		0.10	-0.11	0.0	23.8	
1	EC7(NL)-Step 6.3		2.06	1.78	0.0	25.5	
1	EC7(NL)-Step 6.4		1.56	1.48	0.0	25.5	
1	EC7(NL)-Step 6.5	0.0	0.00	0.00	0.0	18.9	
1	EC7(NL)-Step 6.5 x 1.200		0.00	0.00			
2	EC7(NL)-Step 6.1		83.83	-27.92	0.0	47.0	
2	EC7(NL)-Step 6.2		79.99	-27.02	0.0	47.5	
2	EC7(NL)-Step 6.3		108.91	-38.66	0.0	52.2	
2	EC7(NL)-Step 6.4		106.27	-36.74	0.0	51.8	
2	EC7(NL)-Step 6.5	-43.0	46.70	16.81	0.0	35.2	
2	EC7(NL)-Step 6.5 x 1.200		56.04	20.17			
3	EC7(NL)-Step 6.1		128.48	-46.64	0.0	52.9	
3	EC7(NL)-Step 6.2		125.98	-44.51	0.0	52.6	
3	EC7(NL)-Step 6.3		159.01	-62.52	0.0	59.0	
3	EC7(NL)-Step 6.4		157.77	-60.14	0.0	58.7	
3	EC7(NL)-Step 6.5	-71.1	69.73	23.47	0.0	38.1	
3	EC7(NL)-Step 6.5 x 1.200		83.67	28.17			

Max		-71.1	159.01	-62.52	0.0	59.0	
-----	--	--------------	---------------	---------------	------------	-------------	--

Stage nr.	Verification type	Vertical balance
1	EC7(NL)-Step 6.1	Upwards
1	EC7(NL)-Step 6.2	Upwards
1	EC7(NL)-Step 6.3	Upwards
1	EC7(NL)-Step 6.4	Upwards
1	EC7(NL)-Step 6.5	Sufficient
1	EC7(NL)-Step 6.5 x 1.200	
2	EC7(NL)-Step 6.1	Upwards
2	EC7(NL)-Step 6.2	Upwards
2	EC7(NL)-Step 6.3	Upwards
2	EC7(NL)-Step 6.4	Upwards
2	EC7(NL)-Step 6.5	Upwards
2	EC7(NL)-Step 6.5 x 1.200	
3	EC7(NL)-Step 6.1	Upwards
3	EC7(NL)-Step 6.2	Upwards
3	EC7(NL)-Step 6.3	Upwards
3	EC7(NL)-Step 6.4	Upwards
3	EC7(NL)-Step 6.5	Upwards
3	EC7(NL)-Step 6.5 x 1.200	

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

2.2 Overall Stability per Stage

Stage name	Stability factor [-]
Initieel	10000.00
WP1	2.60
Belasting	2.57

2.3 Warnings

Phi values:

In the profile(s) below, the difference between the highest and lowest phi in the materials is more than 15 degrees. According to Cur-166 article 4.5.8 a Culmann calculation with straight slip surfaces is not allowed. Either reduce your phi's or try a K_a , K_o , K_p calculation.

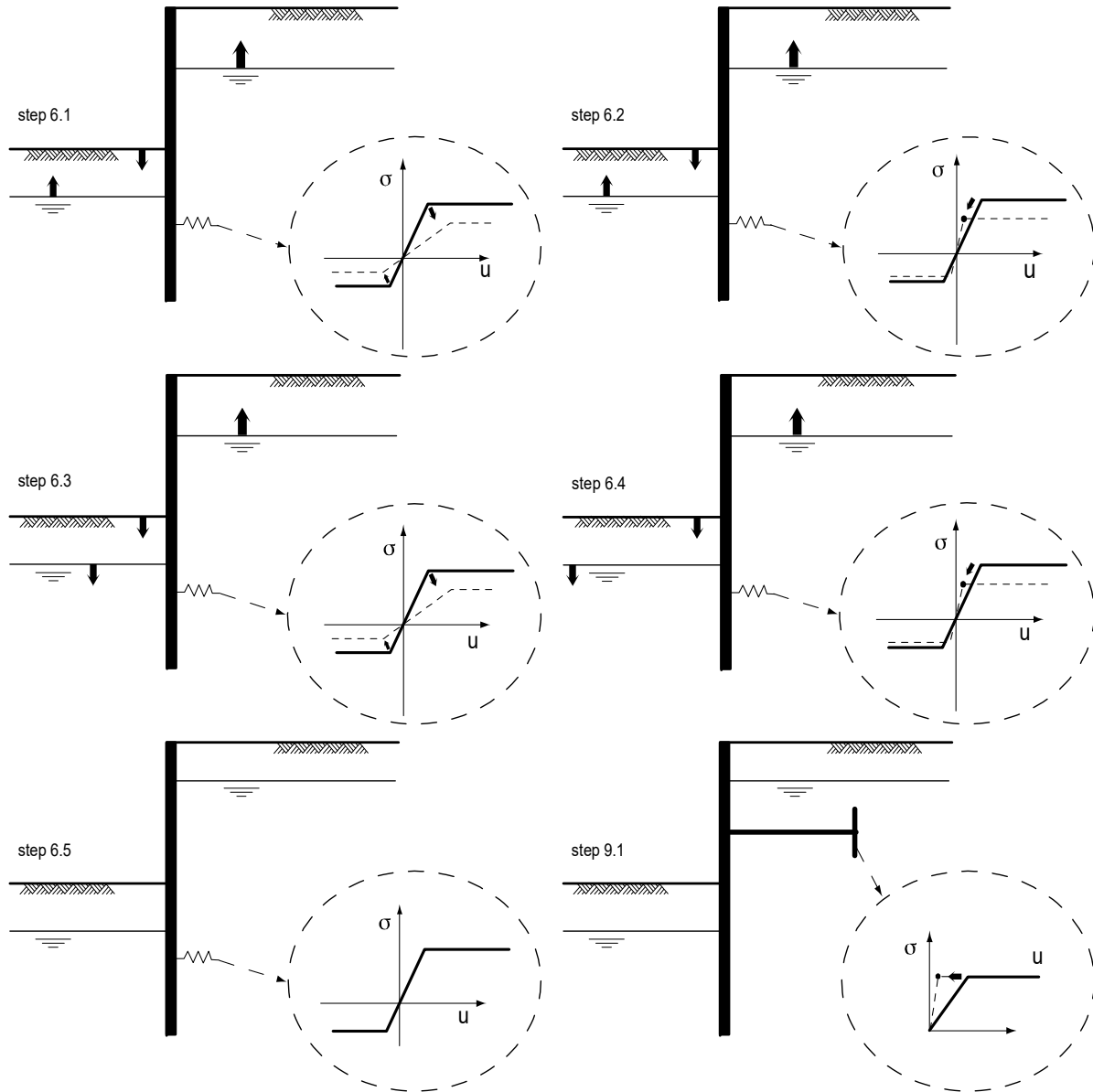
Profile(s):

Gezet profiel

Vertical balance:

The resultant vertical friction force is directed upward in stage 1,2,3 because the friction force on the passive side exceeds that on the active side. This might be prevented by reducing the friction angle Δ on the passive side.

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+C2:2017).

Model	Sheet piling
Check vertical balance	Yes
Number of construction stages	3
Unit weight of water	9.81 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	11.50 m
Level top side	-0.39 m
Number of sections	1
q _b ;max	0.50 MPa
Xi factor	1.39

3.2.1 General Properties

Section name	From [m]	To [m]	Material type	Acting width [m]
AZ 14-700 (S270)	-11.89	-0.39	Steel	1.00

3.2.2 Stiffness EI (elastic behaviour)

Section name	Elastic stiffness EI [kNm ² /m']	Red. factor on EI [-]	Corrected elastic stiffness EI [kNm ²]	Note to reduction factor
AZ 14-700 (S270)	4.6599E+04	0.68	3.1687E+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]
AZ 14-700 (S270)	379.00	1.00	1.00	0.68	257.72

3.2.4 Properties for Vertical Balance

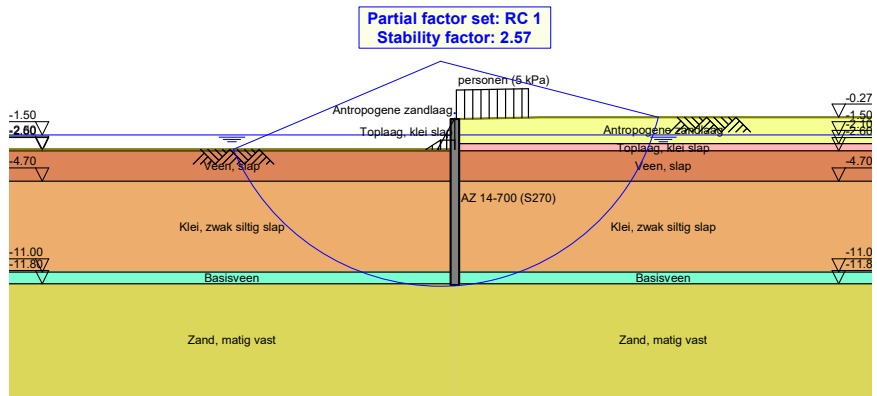
Section name	From [m]	To [m]	Height [mm]	Section area [cm ² /m']
AZ 14-700 (S270)	-11.89	-0.39	316.00	146.00

4 Overall Stability Stage 3: Belasting

Stability factor : 2.57

4.1 Overall Stability

Overall Stability - Stage 3: Belasting



End of Report



Bijlage 5: Resultaten Waterprofiel 2

Report for D-Sheet Piling 24.1

Design of Diaphragm and Sheet Pile Walls
Developed by Deltares

Date of report: 5/9/2025
Time of report: 11:04:47 AM
Report with version: 24.1.1.1735

Date of calculation: 5/9/2025
Time of calculation: 11:04:28 AM
Calculated with version: 24.1.1.1735

File name: Doorsnede W2 - Beschoeiing

Verification according to National Annex of Eurocode 7 in the Netherlands (NEN 9997-1+C2:2017).

1 Table of Contents

1 Table of Contents	2
2 Summary	3
2.1 Overview per Stage and Test	3
2.2 Anchors and Struts	4
2.3 Overall Stability per Stage	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 at Short and Long Terms	6
3.2.4 Properties for Vertical Balance	6
4 Overall Stability Stage 3: loads	7
4.1 Overall Stability	7

2 Summary

2.1 Overview per Stage and Test

Stage nr.	Verification type	Displacement [mm]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Mob. perc. moment [%]	Mob. perc. resistance [%]	Status
1	EC7(NL)-Step 6.1		-0.03	-0.05	0.0	21.6	
1	EC7(NL)-Step 6.2		-0.02	-0.04	0.0	21.6	
1	EC7(NL)-Step 6.3		0.08	0.14	0.0	23.6	
1	EC7(NL)-Step 6.4		0.05	0.11	0.0	23.6	
1	EC7(NL)-Step 6.5	0.0	0.00	0.00	0.0	16.9	
1	EC7(NL)-Step 6.5 x 1.200		0.00	0.00			
2	EC7(NL)-Step 6.1		2.55	-3.70	29.6	34.5	
2	EC7(NL)-Step 6.2		2.78	-3.35	29.8	35.2	
2	EC7(NL)-Step 6.3		3.54	-5.48	32.5	38.2	
2	EC7(NL)-Step 6.4		4.02	-5.16	32.8	39.0	
2	EC7(NL)-Step 6.5	-22.2	1.09	-2.13	22.3	25.9	
2	EC7(NL)-Step 6.5 x 1.200		1.31	-2.56			
3	EC7(NL)-Step 6.1		2.57	-3.96	31.6	36.9	
3	EC7(NL)-Step 6.2		2.80	-3.53	31.6	37.5	
3	EC7(NL)-Step 6.3		3.53	-5.76	34.7	40.9	
3	EC7(NL)-Step 6.4		4.06	-5.39	34.8	41.4	
3	EC7(NL)-Step 6.5	-22.8	1.07	-2.20	23.3	27.3	
3	EC7(NL)-Step 6.5 x 1.200		1.28	-2.64			

Max		-22.8	4.06	-5.76	34.8	41.4	
-----	--	--------------	-------------	--------------	-------------	-------------	--

Stage nr.	Verification type	Vertical balance
1	EC7(NL)-Step 6.1	Upwards
1	EC7(NL)-Step 6.2	Upwards
1	EC7(NL)-Step 6.3	Upwards
1	EC7(NL)-Step 6.4	Upwards
1	EC7(NL)-Step 6.5	Sufficient
1	EC7(NL)-Step 6.5 x 1.200	
2	EC7(NL)-Step 6.1	Sufficient
2	EC7(NL)-Step 6.2	Sufficient
2	EC7(NL)-Step 6.3	Sufficient
2	EC7(NL)-Step 6.4	Sufficient
2	EC7(NL)-Step 6.5	Sufficient
2	EC7(NL)-Step 6.5 x 1.200	
3	EC7(NL)-Step 6.1	Sufficient
3	EC7(NL)-Step 6.2	Sufficient
3	EC7(NL)-Step 6.3	Sufficient
3	EC7(NL)-Step 6.4	Sufficient
3	EC7(NL)-Step 6.5	Sufficient
3	EC7(NL)-Step 6.5 x 1.200	

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

For element 1 (-1.30 m to -2.50 m), the maximum allowable moment is 95.23 kNm at short term and 73.25 kNm at long term.

For element 2 (-2.50 m to -9.30 m), the maximum allowable moment is 26.66 kNm at short term and 20.51 kNm at long term.

2.2 Anchors and Struts

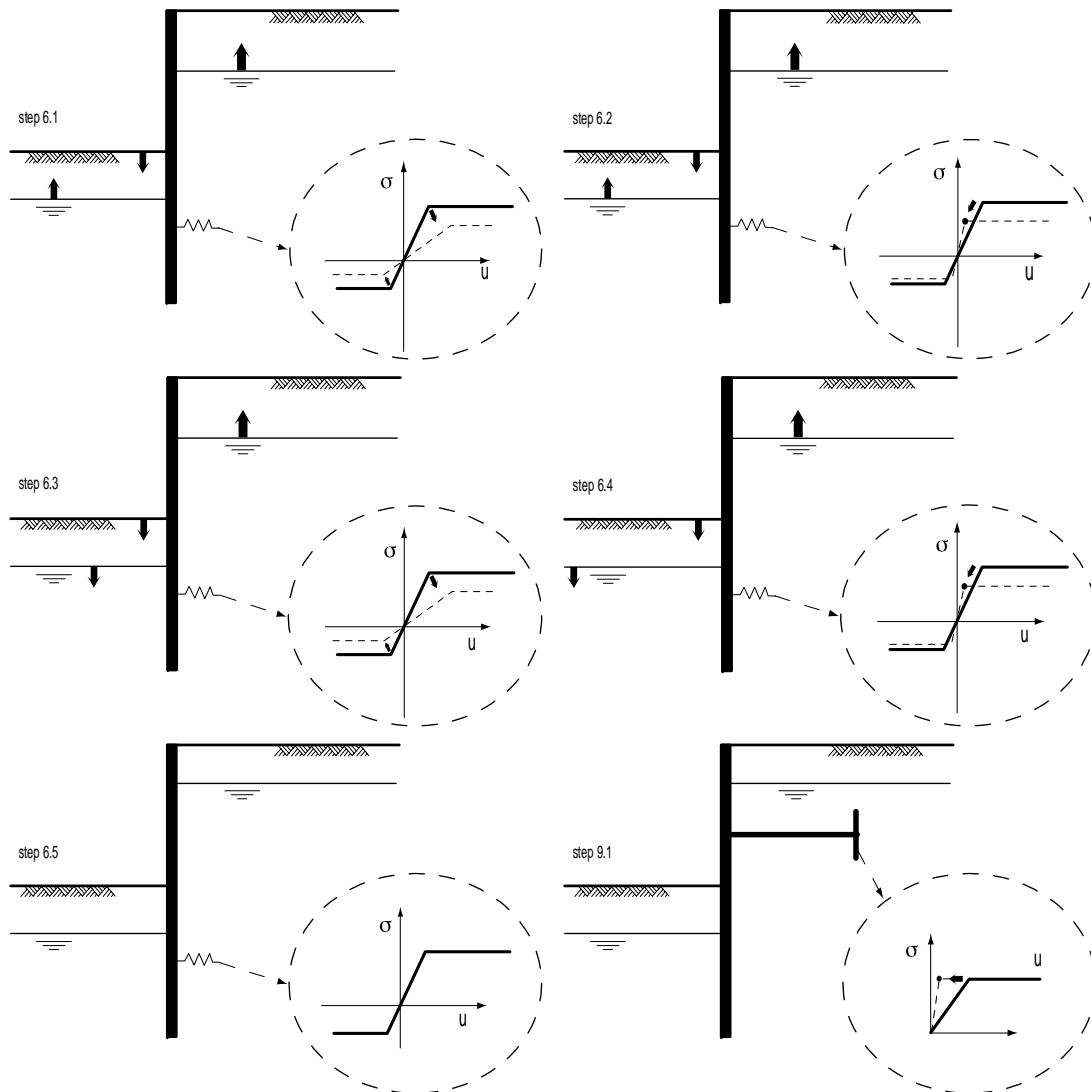
Stage nr.	Verification type	Anchor/strut JDL 2.4 h.o.h. 2m		
		Force [kN]	State	Status
2	EC7(NL)-Step 6.1	5.47	Elastic	
2	EC7(NL)-Step 6.2	4.96	Elastic	
2	EC7(NL)-Step 6.3	7.97	Elastic	
2	EC7(NL)-Step 6.4	7.52	Elastic	
2	EC7(NL)-Step 6.5	3.19	Elastic	
2	EC7(NL)-Step 6.5 x 1.200	3.83	Elastic	
3	EC7(NL)-Step 6.1	5.82	Elastic	
3	EC7(NL)-Step 6.2	5.22	Elastic	
3	EC7(NL)-Step 6.3	8.37	Elastic	
3	EC7(NL)-Step 6.4	7.85	Elastic	
3	EC7(NL)-Step 6.5	3.29	Elastic	
3	EC7(NL)-Step 6.5 x 1.200	3.95	Elastic	
Max		8.37		

The force is in the direction of the anchor/strut.

2.3 Overall Stability per Stage

Stage name	Stability factor [-]
Initieel (1)	1305.20
Initieel	1.92
loads	1.81

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+C2:2017).

Model	Wooden sheet piling
Check vertical balance	Yes
Number of construction stages	3
Unit weight of water	9.81 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	8.00 m
Level top side	-1.30 m
Number of sections	2
q _b ;max	1.00 MPa
Xi factor	1.28

3.2.1 General Properties

Section name	From [m]	To [m]	Material type	Acting width [m]	Height [mm]	Material factor [-]
Scher + palen 0,14 m	-2.50	-1.30	Wood	1.00	140	1.30
Houten paal	-9.30	-2.50	Wood	0.28	140	1.30

3.2.2 Stiffness EI (elastic behaviour)

Section name	E-Modulus [kN/m ²]	Deform. factor k _{def} [-]	Modif. factor k _{mod} ;E [-]	Creep factor Psi ₂ ;eff [-]	Stiffness at SLS EI _{SLS} [kNm ²]	Stiffness at ULS EI _{ULS} [kNm ²]
Scher + palen 0,14 m	1.400000E+07	1.00	0.80	1.00	1.280533E+03	2.561067E+03
Houten paal	1.400000E+07	1.00	0.80	1.00	1.280533E+03	2.561067E+03

3.2.3 Maximum Allowable Moments at Short and Long Terms

Section name	Modification factor (short term) k _{mod} ;f;short [-]	Modification factor (long term) k _{mod} ;f;long [-]	System factor k _{sys} [-]	Height factor k _h [-]
Scher + palen 0,14 m	0.65	0.50	1.15	1.01
Houten paal	0.65	0.50	1.15	1.01

Section name	Characteristic flexural strength f _m ;0;char [kN/m ²]	Section modulus W [cm ³ /m']	Admissible moment (short term) M _r ;d;short [kNm/m']	Admissible moment (long term) M _r ;d;long [kNm/m']
Scher + palen 0,14 m	50000.00	3267	95.23	73.25
Houten paal	50000.00	3267	95.23	73.25

3.2.5 Properties for Vertical Balance

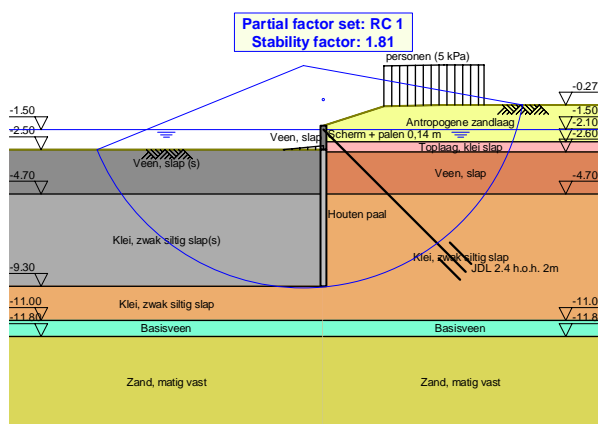
Section name	Section area [cm ² /m']
Scher + palen 0,14 m	392
Houten paal	110

4 Overall Stability Stage 3: loads

Stability factor : 1.81

4.1 Overall Stability

Overall Stability - Stage 3: loads



End of Report



Bijlage 6: Resultaten Waterprofiel 3.1

Report for D-Sheet Piling 24.1

Design of Diaphragm and Sheet Pile Walls
Developed by Deltares

Date of report: 5/9/2025
Time of report: 11:08:21 AM
Report with version: 24.1.1.1735

Date of calculation: 5/9/2025
Time of calculation: 11:07:15 AM
Calculated with version: 24.1.1.1735

File name: Doorsnede W3.1 - Beschoeiing

Verification according to National Annex of Eurocode 7 in the Netherlands (NEN 9997-1+C2:2017).

1 Table of Contents

1 Table of Contents	2
2 Summary	3
2.1 Overview per Stage and Test	3
2.2 Anchors and Struts	4
2.3 Overall Stability per Stage	4
2.4 CUR Verification Steps	5
3 Input Data for all Stages	6
3.1 Sheet Piling Properties	6
3.1.1 General Properties	6
3.1.2 Stiffness EI (elastic behaviour)	6
3.1.3 Maximum Allowable Moments at Short and Long Terms	6
3.1.4 Properties for Vertical Balance	6
4 Overall Stability Stage 3: Belasting	7
4.1 Overall Stability	7

2 Summary

2.1 Overview per Stage and Test

Stage nr.	Verification type	Displacement [mm]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Mob. perc. moment [%]	Mob. perc. resistance [%]	Status
1	EC7(NL)-Step 6.1		-0.04	-0.06	0.0	22.7	
1	EC7(NL)-Step 6.2		-0.02	-0.05	0.0	22.7	
1	EC7(NL)-Step 6.3		0.16	0.23	0.0	23.7	
1	EC7(NL)-Step 6.4		0.09	0.18	0.0	23.7	
1	EC7(NL)-Step 6.5	0.0	0.00	0.00	0.0	17.3	
1	EC7(NL)-Step 6.5 x 1.200		0.00	0.00			
2	EC7(NL)-Step 6.1		2.40	-3.51	29.3	34.1	
2	EC7(NL)-Step 6.2		2.38	-2.96	29.5	34.9	
2	EC7(NL)-Step 6.3		3.05	-4.59	32.0	37.4	
2	EC7(NL)-Step 6.4		3.12	-4.01	32.2	38.2	
2	EC7(NL)-Step 6.5	-23.1	1.05	-2.12	22.0	25.5	
2	EC7(NL)-Step 6.5 x 1.200		1.26	-2.55			
3	EC7(NL)-Step 6.1		3.30	-4.86	29.8	35.1	
3	EC7(NL)-Step 6.2		3.40	-4.28	30.1	36.0	
3	EC7(NL)-Step 6.3		3.94	-5.99	32.4	38.3	
3	EC7(NL)-Step 6.4		4.23	-5.50	32.7	39.2	
3	EC7(NL)-Step 6.5	-32.4	1.48	-3.06	22.4	26.6	
3	EC7(NL)-Step 6.5 x 1.200		1.78	-3.67			

Max		-32.4	4.23	-5.99	32.7	39.2	
-----	--	--------------	-------------	--------------	-------------	-------------	--

Stage nr.	Verification type	Vertical balance
1	EC7(NL)-Step 6.1	Upwards
1	EC7(NL)-Step 6.2	Upwards
1	EC7(NL)-Step 6.3	Upwards
1	EC7(NL)-Step 6.4	Upwards
1	EC7(NL)-Step 6.5	Sufficient
1	EC7(NL)-Step 6.5 x 1.200	
2	EC7(NL)-Step 6.1	Sufficient
2	EC7(NL)-Step 6.2	Sufficient
2	EC7(NL)-Step 6.3	Sufficient
2	EC7(NL)-Step 6.4	Sufficient
2	EC7(NL)-Step 6.5	Sufficient
2	EC7(NL)-Step 6.5 x 1.200	
3	EC7(NL)-Step 6.1	Sufficient
3	EC7(NL)-Step 6.2	Sufficient
3	EC7(NL)-Step 6.3	Sufficient
3	EC7(NL)-Step 6.4	Sufficient
3	EC7(NL)-Step 6.5	Sufficient
3	EC7(NL)-Step 6.5 x 1.200	

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

For element 1 (-1.00 m to -2.00 m), the maximum allowable moment is 95.23 kNm at short term and 73.25 kNm at long term.

For element 2 (-2.00 m to -9.50 m), the maximum allowable moment is 26.66 kNm at short term and 20.51 kNm at long term.

2.2 Anchors and Struts

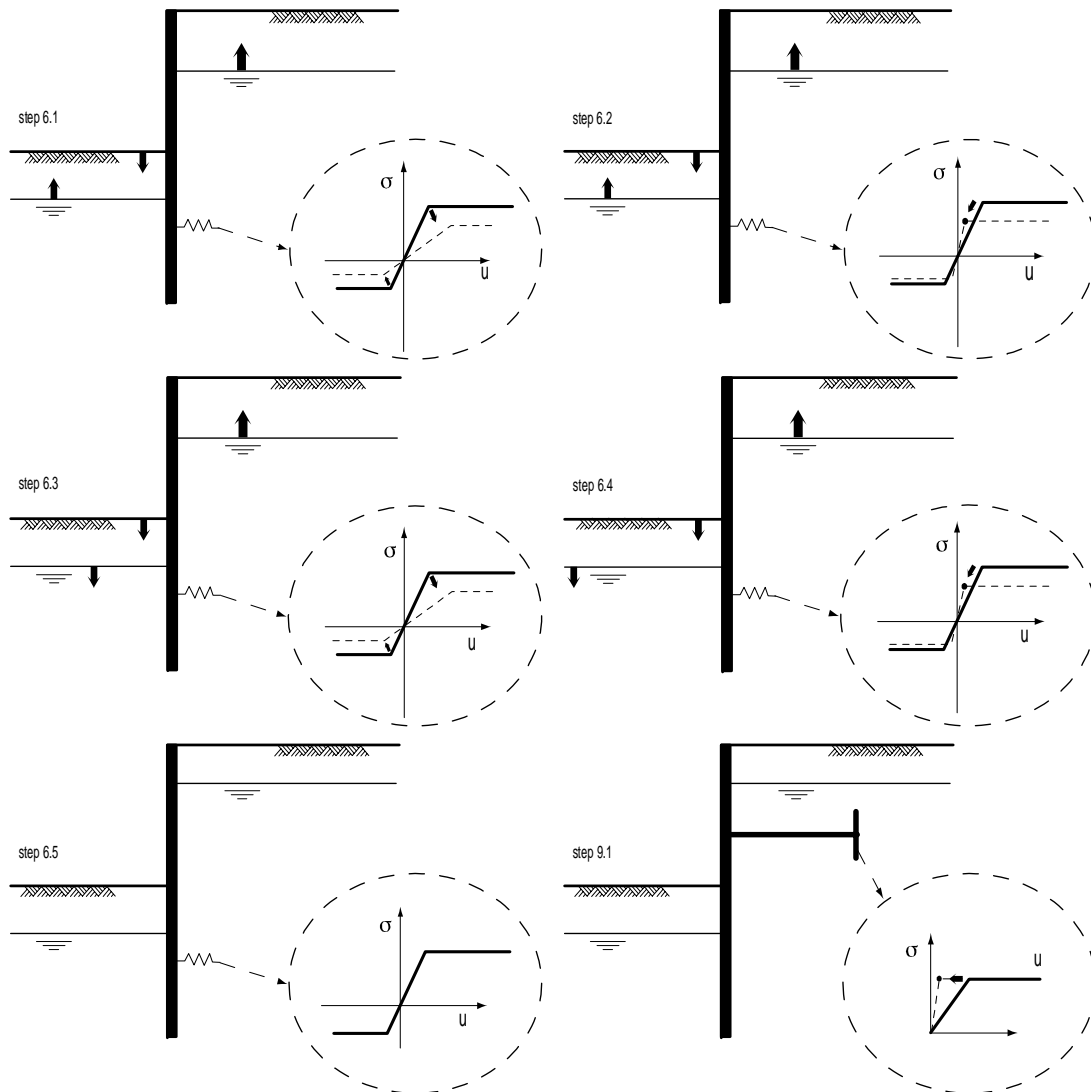
Stage nr.	Verification type	Anchor/strut JDL 2.4 h.o.h. 2m		
		Force [kN]	State	Status
2	EC7(NL)-Step 6.1	5.28	Elastic	
2	EC7(NL)-Step 6.2	4.50	Elastic	
2	EC7(NL)-Step 6.3	6.81	Elastic	
2	EC7(NL)-Step 6.4	5.99	Elastic	
2	EC7(NL)-Step 6.5	3.27	Elastic	
2	EC7(NL)-Step 6.5 x 1.200	3.92	Elastic	
3	EC7(NL)-Step 6.1	7.26	Elastic	
3	EC7(NL)-Step 6.2	6.44	Elastic	
3	EC7(NL)-Step 6.3	8.86	Elastic	
3	EC7(NL)-Step 6.4	8.17	Elastic	
3	EC7(NL)-Step 6.5	4.59	Elastic	
3	EC7(NL)-Step 6.5 x 1.200	5.51	Elastic	
Max		8.86		

The force is in the direction of the anchor/strut.

2.3 Overall Stability per Stage

Stage name	Stability factor [-]
Initieel	1889.61
WP1	2.07
Belasting	2.07

2.4 CUR Verification Steps



3 Input Data for all Stages

3.1 Sheet Piling Properties

Length	8.50 m
Level top side	-1.00 m
Number of sections	2
q _b ;max	1.00 MPa
Xi factor	1.28

3.1.1 General Properties

Section name	From [m]	To [m]	Material type	Acting width [m]	Height [mm]	Material factor [-]
Scherm + palen 0,14m (1)	-2.00	-1.00	Wood	1.00	140	1.30
Houten palen 0,14m	-9.50	-2.00	Wood	0.28	140	1.30

3.1.2 Stiffness EI (elastic behaviour)

Section name	E-Modulus [kN/m ²]	Deform. factor k _{def} [-]	Modif. factor k _{mod} ;E [-]	Creep factor Psi ₂ ;eff [-]	Stiffness at SLS EI _{SLS} [kNm ²]	Stiffness at ULS EI _{ULS} [kNm ²]
Scherm + palen 0,14m (1)	1.400000E+07	1.00	0.80	1.00	1.280533E+03	2.561067E+03
Houten palen 0,14m	1.400000E+07	1.00	0.80	1.00	1.280533E+03	2.561067E+03

3.1.3 Maximum Allowable Moments at Short and Long Terms

Section name	Modification factor (short term) k _{mod} ;f;short [-]	Modification factor (long term) k _{mod} ;f;long [-]	System factor k _{sys} [-]	Height factor k _h [-]
Scherm + palen 0,14m (1)	0.65	0.50	1.15	1.01
Houten palen 0,14m	0.65	0.50	1.15	1.01

Section name	Characteristic flexural strength f _m ;0;char [kN/m ²]	Section modulus W [cm ³ /m']	Admissible moment (short term) M _r ;d;short [kNm/m']	Admissible moment (long term) M _r ;d;long [kNm/m']
Scherm + palen 0,14m (1)	50000.00	3267	95.23	73.25
Houten palen 0,14m	50000.00	3267	95.23	73.25

3.1.5 Properties for Vertical Balance

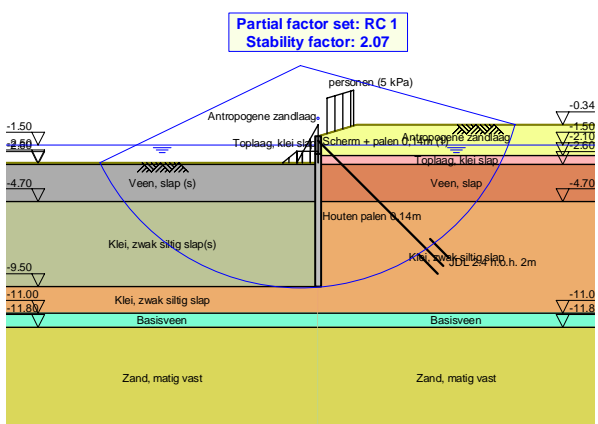
Section name	Section area [cm ² /m']
Scherm + palen 0,14m (1)	392
Houten palen 0,14m	110

4 Overall Stability Stage 3: Belasting

Stability factor : 2.07

4.1 Overall Stability

Overall Stability - Stage 3: Belasting



End of Report

BEREKENING JLD KLAPANKERS

versie: V1 MRT 2019

Conform: NEN 9997-1 (nov. 2011) / NEN-EN 1993-1-1 (jan.06) / CUR 166 - 6e druk

JLD International BV

Printdatum: 9-5-2025

Bijlage:

Van document:

Project: De Poelen
Onderdeel: WP3.1 Beschoeiing
Opdrachtgever:
Contactpersoon:

Referentie-documenten

Constructeur:
Collegiale toets:

Revisie-beheer:

Geometrie JLD Klapanker en materiaalspecificatiewww.JLDinternational.comGeometrie JLD klapanker

Type anker	JLD 2.4 [-]
Breuksterkte ankervoet	220 [kN]
Vloeisterkte ankervoet	165 [kN]
Oppervlakte ankervoet	93820 [mm ²]
Breedte ankervoet	317.5 [mm]
Hoogte ankervoet	436.8 [mm]
D _{equivalent}	346 [mm]
h.o.h. afstand ankers (= hoh afstand raai 1 tot 2)	2.000 [m]

Geometrie omgeving

Niveau maaiveld -1.30 [m NAP]

Positionering JLD klapankers

Aangrijpniveau verankering raai 1	-1.50 [m NAP]
Hoek anker met maaiveld raai 1	45 [graden]
Werkende ankerlengte raai 1	10.00 [m]

Aangrijpniveau verankering raai 2	-1.50 [m NAP]
Hoek anker met maaiveld raai 2	45 [graden]
Werkende ankerlengte raai 2	10.00 [m]

Niveau hart ankervoet raai 1	-8.57 [m NAP]
Niveau hart ankervoet raai 2	-8.57 [m NAP]

Toelichting

De JLD klapankers dienen een bepaalde afstand t.o.v. elkaar te bezitten opdat de geotechnische houdkracht niet nadelig wordt beïnvloed. Een gebruikelijke methode is om opeenvolgende ankers te variëren in aangrijpniveau, ankerhoek en -lengte. De afwisselende ankers bevinden zich aldus in raai 1 of raai 2. Wanneer alle ankers dezelfde hoek en lengte hebben dan hebben beide raaien dezelfde invoer.

Beschouwing belastingwww.JLDinternational.comBelastingen

Invoer belasting per anker of per meter:	per anker [-]
Status opgegeven belasting:	rekenwaarde [-]
Richting opgegeven belasting:	axiaal [-]
Invoer ankerkracht	17.8 [kN]
Resulterende P _{max,axiaal} =	18 [kN]
P _{d,geo} =	20 [kN]
P _{d,staal} =	22 [kN]

Opmerkingen:

geen

Er is een sluitfactor ($\gamma_{F,a}$) van 1,10 in rekening gebrachtEr is een sluitfactor ($\gamma_{F,a}$) van 1,25 in rekening gebrachtOpmerking:**De maatgevende ankerhoek van 45 graden is gehanteerd.****Toets JLD klapankervoet**www.JLDinternational.com

Type JLD klapanker:	JLD 2.4 [-]
R _{t,d,1} = Breuksterkte cf. specificatie / 1,40 =	157 [kN]
R _{t,d,2} = Vloeisterkte cf. specificatie =	165 [kN]
R _{t,d} =	157 [kN]
P _{d,staal} =	22 [kN]
unity check =	0.14 [-]

De ankervoet voldoetOpmerking:

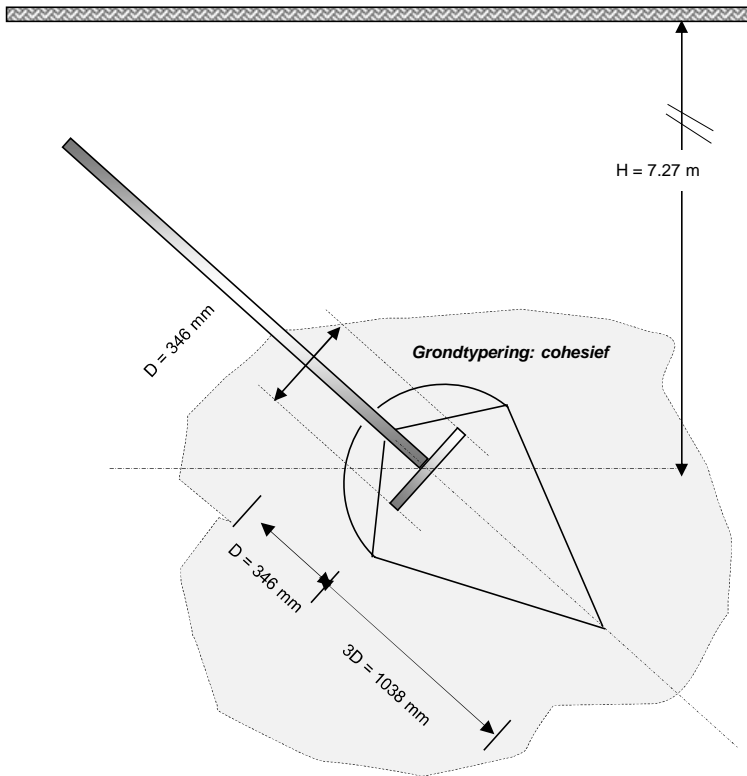
Corrosie van de JLD klapankervoet wordt geacht verwaarloosbaar te zijn, daar deze thermisch verzinkt wordt uitgevoerd.

De geotechnische draagkracht wordt analoog bepaald aan de rekenwijze van een schroefanker.

Er wordt uitgegaan van een zogenoemd 'diep schroefblad' omdat een uitgangspunt is dat de volgende verhouding geldt: $H/D > 5$

Schets / diepteligging

$D_{\text{equivalent}}$	346 [mm]	
H_{eis}	1.73 [m]	
H_{aanwezig}	7.27 [m]	⇒ Accoord



Onderlinge beïnvloeding / h.o.h. afstand

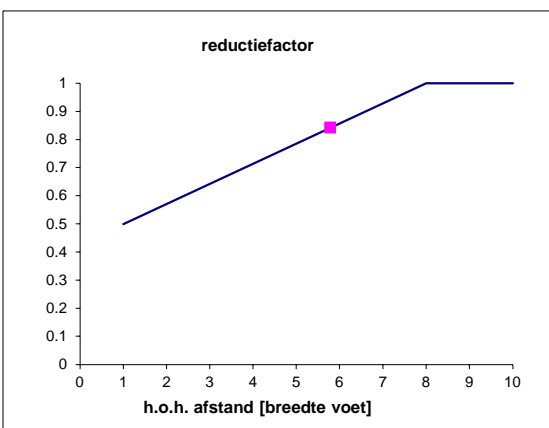
De onderlinge h.o.h. afstand van de ankers op niveau aangrijppunt bedraagt:	5.787 D_{eq}	2.00 [m]
De afstand van raai 1 van het voetje tot de grondkering in bovenaanzicht:		7.07 [m]
De afstand van raai 2 van het voetje tot de grondkering in bovenaanzicht:		7.07 [m]
Resulterende onderlinge hoh afstand in bovenaanzicht:		2.00 [m]

De JLD klapankers hebben mogelijk een afwisselende ankerhoek en -lengte, dit noemt men staffelen en is een methode om de onderlinge afstand op niveau ankervoet te vergroten.

Niveau hart ankervoet raai 1:	-8.57 [m NAP]	
Niveau hart ankervoet raai 2:	-8.57 [m NAP]	
Verticale afstand:	0.00 [m]	0.000 D_{eq}

Middels kwadratisch optellen wordt de fysieke h.o.h. afstand berekend: 2.00 [m] 5.787 D_{eq}

Bij een h.o.h. afstand kleiner dan $8D$ dient er een reductie op de geotechnische houdkracht te worden uitgevoerd, conform onderstaande figuur:



De heersende reductiefactor bedraagt: **0.84 [-]**

Geotechnische draagkracht conform CUR 166

In cohesieve gronden wordt de geotechnische draagkracht als volgt bepaald:

$$F_{A,d} = 10 * c_{u,d} * A$$

In niet-cohesieve gronden wordt de geotechnische draagkracht als volgt bepaald:

$$R_{A,min} = 0,4 * q_c * A$$

Type grondslag waarin het verankeringselement zich bevindt:

cohesief [-]

Oppervlakte verankeringselement A	0.094 [m ²]		
Ongedraineerde schuifsterkte	40 [kPa]		
Aantal samenwerkende ankers	3 of meer [-]		NEN 9997-1
Aantal sonderingen uit dezelfde verdeling	1 [-]		CUR 166 6e druk, deel 1, p.77 / 78
Waarde voor ξ	1 [-]		Daar er controleproeven worden uitgevoerd is deze waarde gelijk aan 1,0.
Worden op alle ankers controleproeven uitgevoerd ?	ja [-]		
Partiele materiaalfactor γ_a	1.20 [-]		CUR 166 6e druk, deel 1, p.77
$R_{A,min}$	37.5 [kN]	indicatie minimale houdkracht	CUR 166 6e druk, deel 2, p.291
$R_{A,k}$	37.5 [kN]		CUR 166 6e druk, deel 1, p.77
$R_{A,d} = R_{A,min}$	37.5 [-]		Daar het anker zich in cohesieve grond bevindt is de berekende houdkracht gelijk aan de rekenwaarde, conform CUR 166
$R_{A,d}$, incl. evt. reductie hoh afstand	31.6 [kN]		

Toetsing

$R_{a,d} =$	31.6 [kN]	CUR 166 6e druk, deel 1, p.77
$P_{d,geo} =$	20.0 [kN]	
u.c.	0.63	

Het geotechnisch draagvermogen voldoet

Toets ankerstaaf

www.JLDinternational.com

Keuze massieve ankerstaaf	
Type + kwaliteit	GEWI 16T [mm]
Diameter	16 [mm]
A	201 [mm ²]
f_y	500 [N/mm ²]
f_u	550 [N/mm ²]

De afroesting die op de straal van de GEWI staaf in rekening wordt gebracht betreft:

Getalswaarde afroesting: 0.6 mm

De doorsnede waarmee gerekend wordt is: 172 [mm²]

$$N_{pl,Rd,1} = f_y * A = 86 \text{ [kN]}$$

$$N_{pl,Rd,2} = f_u * A / 1,40 = 68 \text{ [kN]}$$

$$R_{t,d} = 68 \text{ [kN]}$$

$$P_{d,staal} = 22 \text{ [kN]}$$

$$u.c. = \mathbf{0.33} \text{ [-]}$$

De ankerstaaf voldoet



Bijlage 7: Resultaten Waterprofiel 3.2

Report for D-Sheet Piling 24.1

Design of Diaphragm and Sheet Pile Walls
Developed by Deltares

Date of report: 5/6/2025
Time of report: 9:44:07 AM
Report with version: 24.1.1.1735

Date of calculation: 5/6/2025
Time of calculation: 9:43:09 AM
Calculated with version: 24.1.1.1735

File name: Doorsnede W3.2 - Stalen damwand

Verification according to National Annex of Eurocode 7 in the Netherlands (NEN 9997-1+C2:2017).

1 Table of Contents

1 Table of Contents	2
2 Summary	3
2.1 Overview per Stage and Test	3
2.2 Overall Stability per Stage	3
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
4 Overall Stability Stage 3: belastingen	7
4.1 Overall Stability	7

2 Summary

2.1 Overview per Stage and Test

Stage nr.	Verification type	Displacement [mm]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Mob. perc. moment [%]	Mob. perc. resistance [%]	Status
1	EC7(NL)-Step 6.1		-0.07	-0.05	0.0	21.4	
1	EC7(NL)-Step 6.2		-0.04	-0.04	0.0	21.4	
1	EC7(NL)-Step 6.3		-1.00	-0.96	0.0	23.5	
1	EC7(NL)-Step 6.4		-0.59	-0.81	0.0	23.5	
1	EC7(NL)-Step 6.5	0.0	0.00	0.00	0.0	16.8	
1	EC7(NL)-Step 6.5 x 1.200		0.00	0.00			
2	EC7(NL)-Step 6.1		86.55	-42.14	0.0	55.8	
2	EC7(NL)-Step 6.2		86.12	-41.07	0.0	55.4	
2	EC7(NL)-Step 6.3		112.91	-62.64	0.0	67.3	
2	EC7(NL)-Step 6.4		112.91	-62.44	0.0	67.2	
2	EC7(NL)-Step 6.5	-50.8	48.91	-18.68	0.0	37.6	
2	EC7(NL)-Step 6.5 x 1.200		58.70	-22.41			
3	EC7(NL)-Step 6.1		118.23	-61.88	0.0	63.6	
3	EC7(NL)-Step 6.2		118.23	-61.53	0.0	63.4	
3	EC7(NL)-Step 6.3		147.96	-108.57	0.0	82.6	
3	EC7(NL)-Step 6.4		147.96	-108.56	0.0	82.6	
3	EC7(NL)-Step 6.5	-74.3	67.68	-26.70	0.0	39.7	
3	EC7(NL)-Step 6.5 x 1.200		81.22	-32.05			

Max		-74.3	147.96	-108.57	0.0	82.6	
-----	--	--------------	---------------	----------------	------------	-------------	--

Stage nr.	Verification type	Vertical balance
1	EC7(NL)-Step 6.1	Upwards
1	EC7(NL)-Step 6.2	Upwards
1	EC7(NL)-Step 6.3	Upwards
1	EC7(NL)-Step 6.4	Upwards
1	EC7(NL)-Step 6.5	Sufficient
1	EC7(NL)-Step 6.5 x 1.200	
2	EC7(NL)-Step 6.1	Upwards
2	EC7(NL)-Step 6.2	Upwards
2	EC7(NL)-Step 6.3	Upwards
2	EC7(NL)-Step 6.4	Upwards
2	EC7(NL)-Step 6.5	Upwards
2	EC7(NL)-Step 6.5 x 1.200	
3	EC7(NL)-Step 6.1	Upwards
3	EC7(NL)-Step 6.2	Upwards
3	EC7(NL)-Step 6.3	Upwards
3	EC7(NL)-Step 6.4	Upwards
3	EC7(NL)-Step 6.5	Upwards
3	EC7(NL)-Step 6.5 x 1.200	

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

2.2 Overall Stability per Stage

Stage name	Stability factor [-]
Initieel	4003.24
WP3	2.24
belastingen	2.24

2.3 Warnings

Phi values:

In the profile(s) below, the difference between the highest and lowest phi in the materials is more than 15 degrees. According to Cur-166 article 4.5.8 a Culmann calculation with straight slip surfaces is not allowed. Either reduce your phi's or try a K_a , K_o , K_p calculation.

Profile(s):

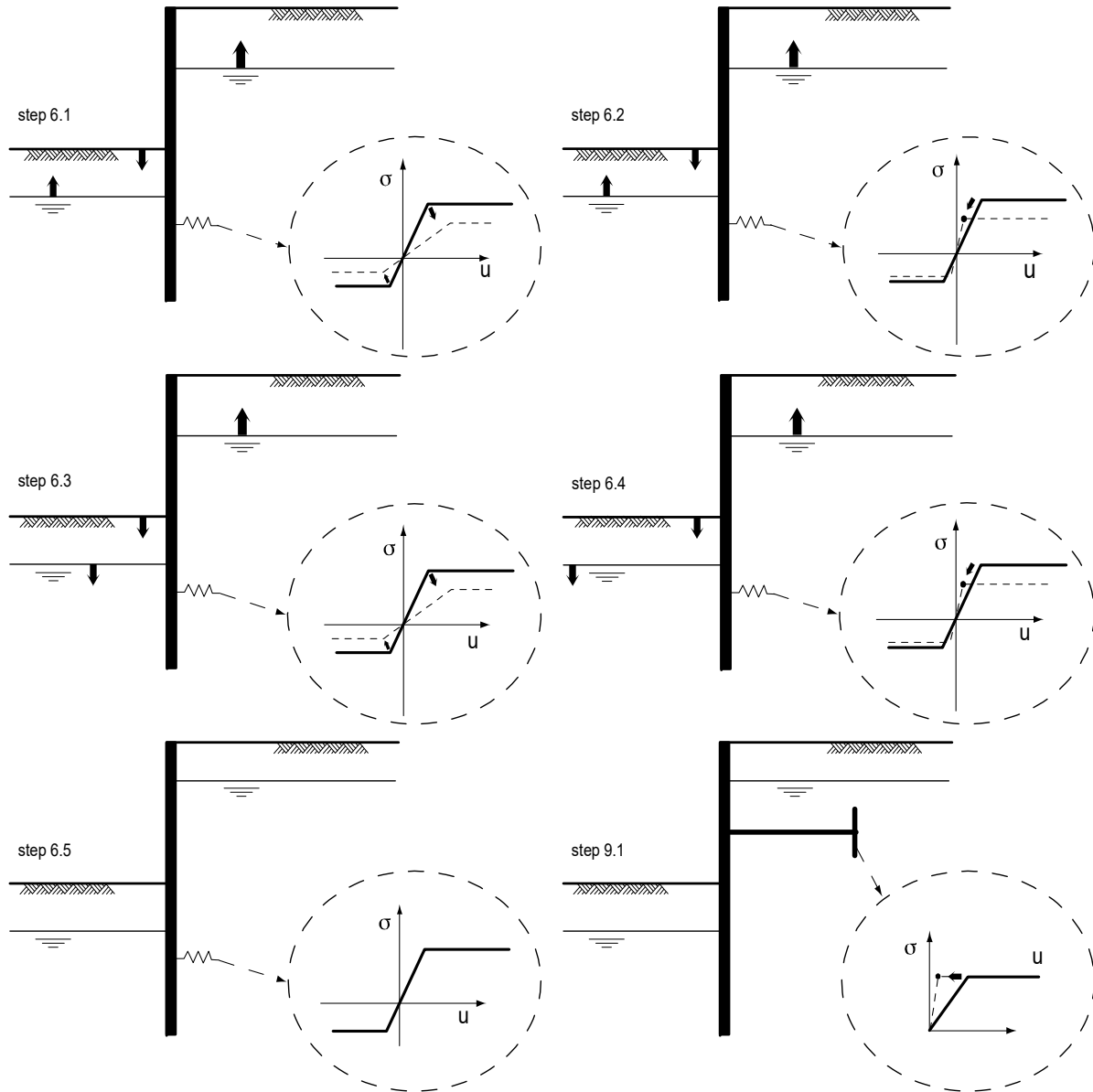
Initieel

Gezet profiel

Vertical balance:

The resultant vertical friction force is directed upward in stage 1,2,3 because the friction force on the passive side exceeds that on the active side. This might be prevented by reducing the friction angle Δ on the passive side.

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+C2:2017).

Model	Sheet piling
Check vertical balance	Yes
Number of construction stages	3
Unit weight of water	9.81 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	10.00 m
Level top side	-0.31 m
Number of sections	1
q _b ;max	0.50 MPa
Xi factor	1.39

3.2.1 General Properties

Section name	From [m]	To [m]	Material type	Acting width [m]
AZ 14-700 (S270)	-10.31	-0.31	Steel	1.00

3.2.2 Stiffness EI (elastic behaviour)

Section name	Elastic stiffness EI [kNm ² /m']	Red. factor on EI [-]	Corrected elastic stiffness EI [kNm ²]	Note to reduction factor
AZ 14-700 (S270)	4.6599E+04	0.68	3.1687E+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]
AZ 14-700 (S270)	379.00	1.00	1.00	0.68	257.72

3.2.4 Properties for Vertical Balance

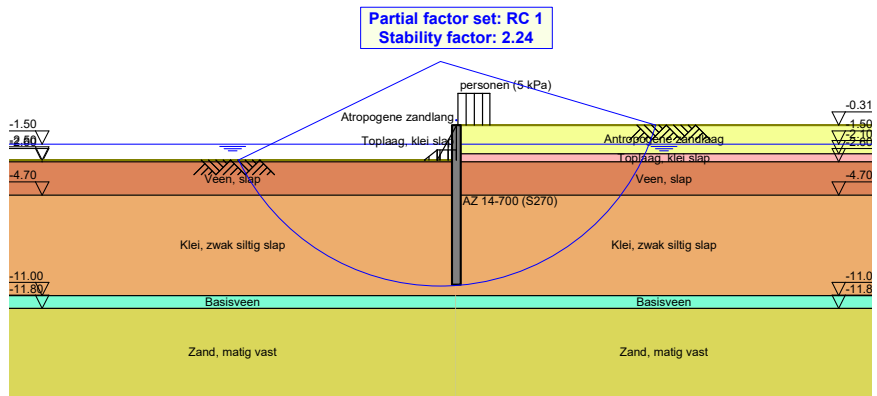
Section name	From [m]	To [m]	Height [mm]	Section area [cm ² /m']
AZ 14-700 (S270)	-10.31	-0.31	316.00	146.00

4 Overall Stability Stage 3: belastingen

Stability factor : 2.24

4.1 Overall Stability

Overall Stability - Stage 3: belastingen



End of Report



Bijlage 8: Resultaten Waterprofiel 4

Report for D-Sheet Piling 24.1

Design of Diaphragm and Sheet Pile Walls
Developed by Deltares

Date of report: 5/6/2025
Time of report: 10:02:09 AM
Report with version: 24.1.1.1735

Date of calculation: 5/6/2025
Time of calculation: 10:00:14 AM
Calculated with version: 24.1.1.1735

File name: Doorsnede W4 - Beschoeiing

Verification according to National Annex of Eurocode 7 in the Netherlands (NEN 9997-1+C2:2017).

1 Table of Contents

1 Table of Contents	2
2 Summary	3
2.1 Overview per Stage and Test	3
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 at Short and Long Terms	6
3.2.4 Properties for Vertical Balance	6
4 Overall Stability Stage 3: Belasting	8
4.1 Overall Stability	8

2 Summary

2.1 Overview per Stage and Test

Stage nr.	Verification type	Displacement [mm]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Mob. perc. moment [%]	Mob. perc. resistance [%]	Status
1	EC7(NL)-Step 6.1		-0.07	-0.16	0.0	23.0	
1	EC7(NL)-Step 6.2		0.04	-0.14	0.0	23.0	
1	EC7(NL)-Step 6.3		0.12	0.25	0.0	23.6	
1	EC7(NL)-Step 6.4		0.06	0.21	0.0	23.6	
1	EC7(NL)-Step 6.5	0.0	0.00	0.00	0.0	17.3	
1	EC7(NL)-Step 6.5 x 1.200		0.00	0.00			
2	EC7(NL)-Step 6.1		1.33	1.52	0.0	35.6	
2	EC7(NL)-Step 6.2		1.13	1.52	0.0	35.4	
2	EC7(NL)-Step 6.3		4.82	3.42	0.0	43.2	
2	EC7(NL)-Step 6.4		3.93	3.42	0.0	42.8	
2	EC7(NL)-Step 6.5	-5.7	-0.40	1.07	0.0	26.8	
2	EC7(NL)-Step 6.5 x 1.200		-0.47	1.29			
3	EC7(NL)-Step 6.1		4.20	2.92	0.0	40.2	
3	EC7(NL)-Step 6.2		2.99	2.92	0.0	40.1	
3	EC7(NL)-Step 6.3		10.37	-5.60	0.0	48.8	
3	EC7(NL)-Step 6.4		10.26	-5.88	0.0	48.8	
3	EC7(NL)-Step 6.5	-14.4	0.52	1.36	0.0	27.9	
3	EC7(NL)-Step 6.5 x 1.200		0.63	1.63			

Max		-14.4	10.37	-5.88	0.0	48.8	
-----	--	--------------	--------------	--------------	------------	-------------	--

Stage nr.	Verification type	Vertical balance
1	EC7(NL)-Step 6.1	Upwards
1	EC7(NL)-Step 6.2	Upwards
1	EC7(NL)-Step 6.3	Upwards
1	EC7(NL)-Step 6.4	Upwards
1	EC7(NL)-Step 6.5	Sufficient
1	EC7(NL)-Step 6.5 x 1.200	
2	EC7(NL)-Step 6.1	Upwards
2	EC7(NL)-Step 6.2	Sufficient
2	EC7(NL)-Step 6.3	Upwards
2	EC7(NL)-Step 6.4	Upwards
2	EC7(NL)-Step 6.5	Upwards
2	EC7(NL)-Step 6.5 x 1.200	
3	EC7(NL)-Step 6.1	Sufficient
3	EC7(NL)-Step 6.2	Sufficient
3	EC7(NL)-Step 6.3	Upwards
3	EC7(NL)-Step 6.4	Upwards
3	EC7(NL)-Step 6.5	Upwards
3	EC7(NL)-Step 6.5 x 1.200	

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

For element 1 (-1.30 m to -2.55 m), the maximum allowable moment is 114.28 kNm at short term and 87.91 kNm at long term.

For element 2 (-2.55 m to -8.55 m), the maximum allowable moment is 32.00 kNm at short term and 24.61 kNm at long term.

2.2 Overall Stability per Stage

Stage name	Stability factor [-]
Initieel	1388.76
WP1	1.68
Belasting	1.68

2.3 Warnings

Phi values:

In the profile(s) below, the difference between the highest and lowest phi in the materials is more than 15 degrees. According to Cur-166 article 4.5.8 a Culmann calculation with straight slip surfaces is not allowed. Either reduce your phi's or try a Ka, Ko, Kp calculation.

Profile(s):

Gezet profiel
Gezet profiel (s)

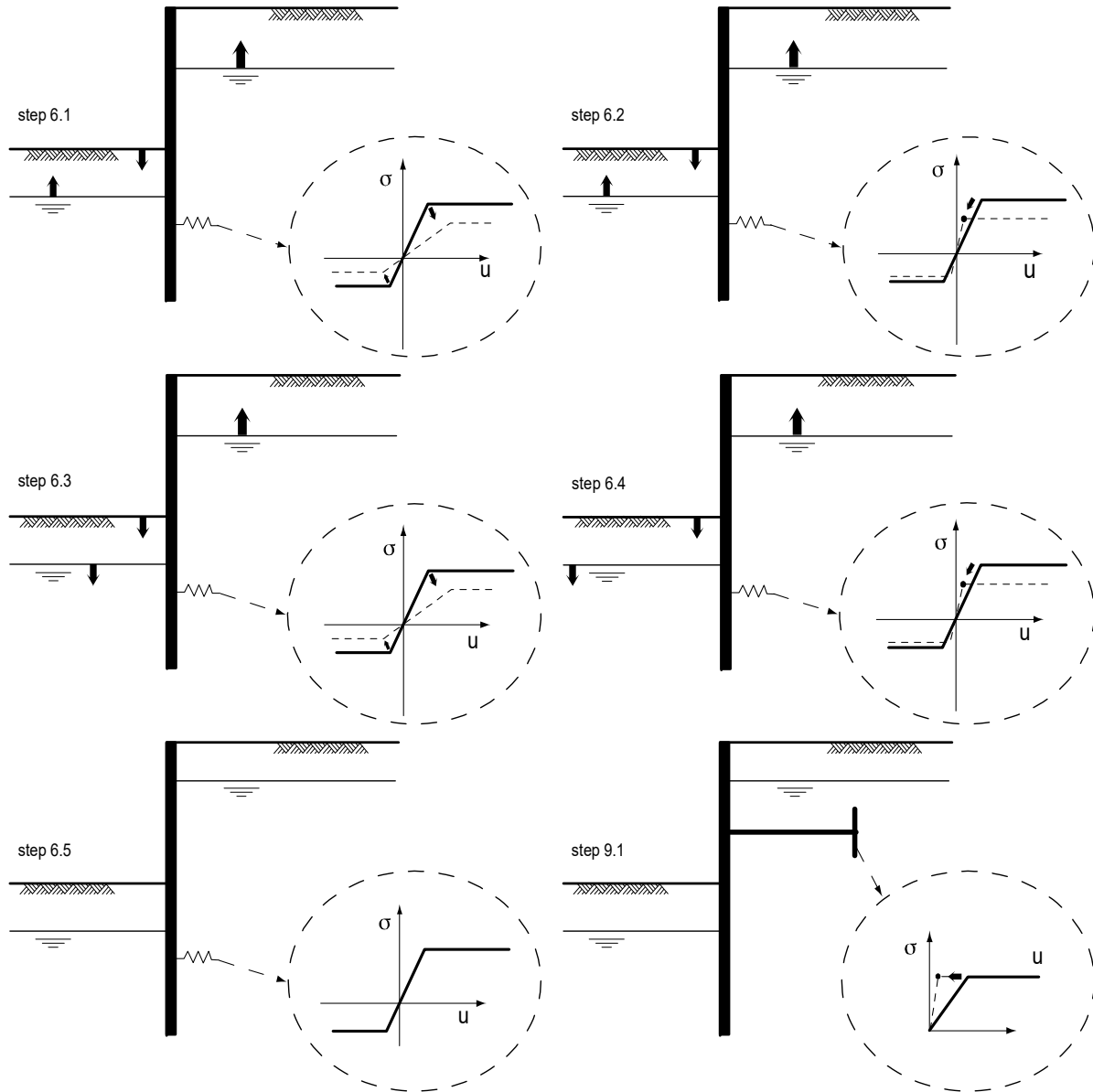
Vertical stability:

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.

Vertical balance:

The resultant vertical friction force is directed upward in stage 1,2,3 because the friction force on the passive side exceeds that on the active side. This might be prevented by reducing the friction angle Delta on the passive side.

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+C2:2017).

Model	Wooden sheet piling
Check vertical balance	Yes
Number of construction stages	3
Unit weight of water	9.81 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	7.25 m
Level top side	-1.30 m
Number of sections	2
q _b ;max	0.50 MPa
Xi factor	1.39

3.2.1 General Properties

Section name	From [m]	To [m]	Material type	Acting width [m]	Height [mm]	Material factor [-]
Schermer + palen 0,14m (1)	-2.55	-1.30	Wood	1.00	140	1.30
Houten palen 0,14m	-8.55	-2.55	Wood	0.28	140	1.30

3.2.2 Stiffness EI (elastic behaviour)

Section name	E-Modulus [kN/m ²]	Deform. factor k _{def} [-]	Modif. factor k _{mod} ;E [-]	Creep factor Psi ₂ ;eff [-]	Stiffness at SLS EI _{SLS} [kNm ²]	Stiffness at ULS EI _{ULS} [kNm ²]
Schermer + palen 0,14m (1)	1.400000E+07	1.00	0.80	1.00	1.280533E+03	2.561067E+03
Houten palen 0,14m	1.400000E+07	1.00	0.80	1.00	1.280533E+03	2.561067E+03

3.2.3 Maximum Allowable Moments at Short and Long Terms

Section name	Modification factor (short term) k _{mod} ;f;short [-]	Modification factor (long term) k _{mod} ;f;long [-]	System factor k _{sys} [-]	Height factor k _h [-]
Schermer + palen 0,14m (1)	0.65	0.50	1.15	1.01
Houten palen 0,14m	0.65	0.50	1.15	1.01

Section name	Characteristic flexural strength f _m ;0;char [kN/m ²]	Section modulus W [cm ³ /m']	Admissible moment (short term) M _r ;d;short [kNm/m']	Admissible moment (long term) M _r ;d;long [kNm/m']
Schermer + palen 0,14m (1)	60000.00	3267	114.28	87.91
Houten palen 0,14m	60000.00	3267	114.28	87.91

3.2.5 Properties for Vertical Balance

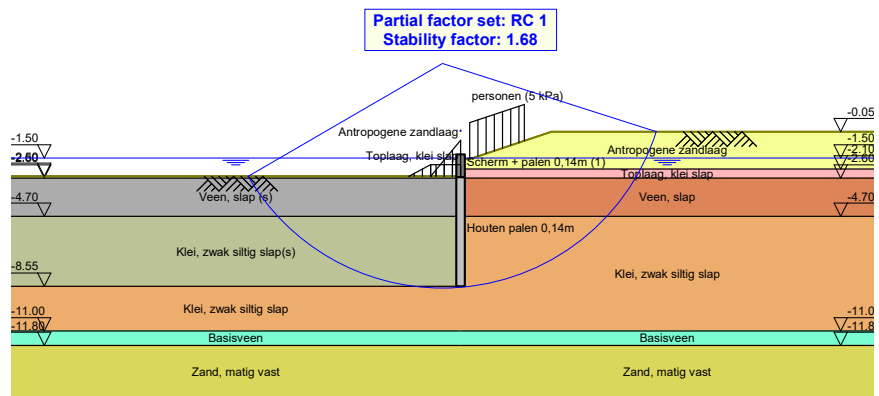
Section name	Section area [cm ² /m']
Scheren + palen 0,14m (1)	392
Houten palen 0,14m	110

4 Overall Stability Stage 3: Belasting

Stability factor : 1.68

4.1 Overall Stability

Overall Stability - Stage 3: Belasting



End of Report



Bijlage 9: Resultaten Waterprofiel 6

Report for D-Sheet Piling 24.1

Design of Diaphragm and Sheet Pile Walls
Developed by Deltares

Date of report: 5/6/2025
Time of report: 3:57:30 PM
Report with version: 24.1.1.1735

Date of calculation: 5/6/2025
Time of calculation: 10:03:24 AM
Calculated with version: 24.1.1.1735

File name: Doorsnede W6 - Stalen damwand

Verification according to National Annex of Eurocode 7 in the Netherlands (NEN 9997-1+C2:2017).

1 Table of Contents

1 Table of Contents	2
2 Summary	3
2.1 Overview per Stage and Test	3
2.2 Overall Stability per Stage	3
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
4 Overall Stability Stage 3: belastingen	7
4.1 Overall Stability	7

2 Summary

2.1 Overview per Stage and Test

Stage nr.	Verification type	Displacement [mm]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Mob. perc. moment [%]	Mob. perc. resistance [%]	Status
1	EC7(NL)-Step 6.1		-3.34	3.78	0.0	25.5	
1	EC7(NL)-Step 6.2		-2.99	3.48	0.0	25.5	
1	EC7(NL)-Step 6.3		-3.14	4.96	0.0	27.3	
1	EC7(NL)-Step 6.4		-2.97	4.61	0.0	27.3	
1	EC7(NL)-Step 6.5	-1.1	-3.41	3.60	0.0	20.8	
1	EC7(NL)-Step 6.5 x 1.200		-4.09	4.32			
2	EC7(NL)-Step 6.1		84.84	-30.79	0.0	45.0	
2	EC7(NL)-Step 6.2		81.79	-28.71	0.0	45.1	
2	EC7(NL)-Step 6.3		109.39	-42.23	0.0	50.9	
2	EC7(NL)-Step 6.4		106.86	-39.18	0.0	50.3	
2	EC7(NL)-Step 6.5	-34.7	52.95	18.79	0.0	34.1	
2	EC7(NL)-Step 6.5 x 1.200		63.54	22.55			
3	EC7(NL)-Step 6.1		159.32	-68.27	0.0	59.8	
3	EC7(NL)-Step 6.2		157.84	-65.41	0.0	59.1	
3	EC7(NL)-Step 6.3		192.32	-86.80	0.0	68.0	
3	EC7(NL)-Step 6.4		192.21	-86.28	0.0	67.8	
3	EC7(NL)-Step 6.5	-79.0	98.61	-34.27	0.0	40.6	
3	EC7(NL)-Step 6.5 x 1.200		118.33	-41.12			

Max		-79.0	192.32	-86.80	0.0	68.0	
-----	--	--------------	---------------	---------------	------------	-------------	--

Stage nr.	Verification type	Vertical balance
1	EC7(NL)-Step 6.1	Sufficient
1	EC7(NL)-Step 6.2	Sufficient
1	EC7(NL)-Step 6.3	Upwards
1	EC7(NL)-Step 6.4	Upwards
1	EC7(NL)-Step 6.5	Upwards
1	EC7(NL)-Step 6.5 x 1.200	
2	EC7(NL)-Step 6.1	Upwards
2	EC7(NL)-Step 6.2	Upwards
2	EC7(NL)-Step 6.3	Upwards
2	EC7(NL)-Step 6.4	Upwards
2	EC7(NL)-Step 6.5	Upwards
2	EC7(NL)-Step 6.5 x 1.200	
3	EC7(NL)-Step 6.1	Upwards
3	EC7(NL)-Step 6.2	Upwards
3	EC7(NL)-Step 6.3	Upwards
3	EC7(NL)-Step 6.4	Upwards
3	EC7(NL)-Step 6.5	Upwards
3	EC7(NL)-Step 6.5 x 1.200	

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

2.2 Overall Stability per Stage

Stage name	Stability factor [-]
Initieel	9.80
WP6	2.58
belastingen	2.51

2.3 Warnings

Phi values:

In the profile(s) below, the difference between the highest and lowest phi in the materials is more than 15 degrees. According to Cur-166 article 4.5.8 a Culmann calculation with straight slip surfaces is not allowed. Either reduce your phi's or try a K_a , K_o , K_p calculation.

Profile(s):

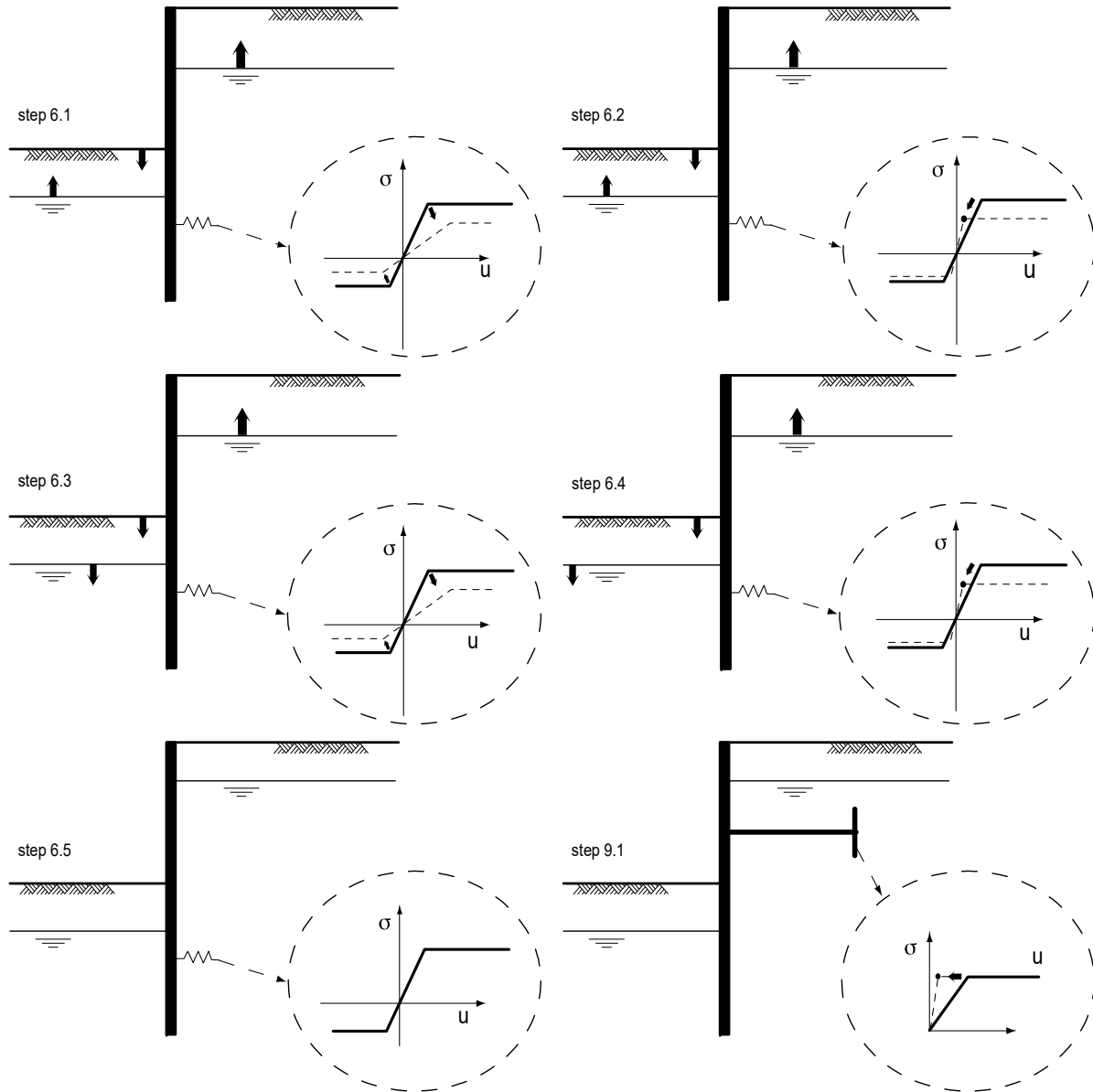
Initieel

Gezet profiel

Vertical balance:

The resultant vertical friction force is directed upward in stage 1,2,3 because the friction force on the passive side exceeds that on the active side. This might be prevented by reducing the friction angle Δ on the passive side.

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+C2:2017).

Model	Sheet piling
Check vertical balance	Yes
Number of construction stages	3
Unit weight of water	9.81 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	11.00 m
Level top side	-0.51 m
Number of sections	1
q _b ;max	0.50 MPa
Xi factor	1.39

3.2.1 General Properties

Section name	From [m]	To [m]	Material type	Acting width [m]
AZ 18 -700 (S2...	-11.51	-0.51	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
AZ 18 -700 (S2...	7.9380E+04	0.68	5.3978E+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]
AZ 18 -700 (S2...	486.00	1.00	1.00	0.68	330.48

3.2.4 Properties for Vertical Balance

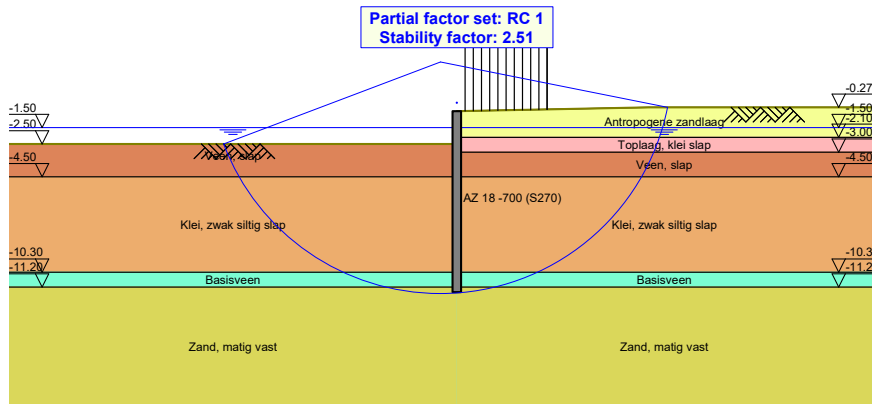
Section name	From [m]	To [m]	Height [mm]	Section area [cm ² /m']
AZ 18 -700 (S2...	-11.51	-0.51	420.00	139.00

4 Overall Stability Stage 3: belastingen

Stability factor : 2.51

4.1 Overall Stability

Overall Stability - Stage 3: belastingen



End of Report