



Uitvoeringsplan Voorbelasting
De Centrale As - Contract Noord 1
'It Slútstik'

provinsje fryslân
provincie fryslân



Opdrachtgever:
Provincie Fryslân

Projectnummer OG:
14-48-WN

Projectnummer ON:
21607144

Datum:
28 oktober 2015

Projectgegevens

Naam: De Centrale As - Contract Noord 1
Projectnummer OG: 14-48-WN
Nummer ON: 21607144
Documentnummer: W32.A11-D05-21607144-awr
Status: Definitief/05
Datum: 28 oktober 2015
Auteur: ██████████

Opdrachtgever

Provincie Fryslân
Postbus 20.120
8911 KZ Leeuwarden

Autorisatie

Naam: ██████████
██████████ ██████████
Datum: ██████████ 28 oktober 2015

Niets uit deze rapportage mag worden veelevoudigd of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook zonder voorafgaande toestemming van de opdrachtgever. Noch mag het zonder dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd.

Versiebeheer Uitvoeringsplan Voorbelasting

Onderstaande versies van het Uitvoeringsplan Voorbelasting zijn in omloop geweest:

- Versie D01: Ingediend bij de Provincie Fryslân (zie toetsformulier, volgnummer 0016);
- Versie D02: Ingediend bij het Wetterskip Fryslân (zie toetsing Wetterskip Fryslân);
- Versie D03: Vervallen versie;
- Versie D04: Wijziging: Lozing van hemelwater bij pH maximaal 7 (dit was in voorgaande versie pH<8,), voorgaande versies zijn hierbij vervallen;
- Versie D05: Onderhavige versie, voorgaande versies zijn hierbij vervallen.

In het onderhavige document zijn uitsluitend de punten uit onderstaande toetsingen gewijzigd.

Toetsformulier, Volgnummer 0016

Het door de combinatie Jansma – Roelofs – van Spijker ingediende Uitvoeringsplan Voorbelasting (W32.A11-D01-21607144-awr, d.d. 18-09-2015) is door de Provincie Fryslân beoordeeld. De bevindingen van de Provincie Fryslân zijn opgenomen in Toetsformulier Volgnummer 0016 (d.d. 06-10-2015) en overgenomen in onderstaande tabel. In de onderstaande tabel zijn ook de reacties van de combinatie Jansma – Roelofs – van Spijker opgenomen.

Algemene bevindingen

Staalslakken:

- 1.3, gehanteerde uitgangspunten

De aangehaalde Circulaire gaat in op de zorgplicht bij andere toepassingen dan die tijdens de werkingsperiode van het Bouwstoffenbesluit bekend waren. De zorgplicht is ook bij de invoering van het Besluit bodemkwaliteit nog van toepassing. Het document "Gebruik van LD-staalslak..." ken ik helaas niet en is ook niet voorhanden hier.

Reactie: Document 'Gebruik van LD-Staalslak als ophoogmateriaal in zandvervangingsprojecten' is ter informatie toegevoegd aan bijlage IV.

- 2.2.1, toepassen LD staalslak in onderbouw

In deze paragraaf wordt gesteld dat het materiaal geen IBC-bouwstof betreft. Een erkend bewijsmiddel ontbreekt hiervoor echter. Het productblad waar in bijlage IV naar wordt verwezen is een prestatieverklaring, dit is niet gelijkwaardig aan een erkend bewijsmiddel Bbk.

Reactie: Een kopie van het productcertificaat (conform besluit bodemkwaliteit) is toegevoegd aan bijlage IV. Dit productcertificaat betreft een erkend bewijsmiddel. Bij daadwerkelijke levering van LD-staalslak wordt een origineel productcertificaat verstrekt (geldig bewijsmiddel).

- 3.3, vergunningenmanagement

Geen opmerkingen.

Reactie: -

- 4.1, fasering werkzaamheden

Belangrijk hier is dat de bouwstof terugneembaar wordt verwerkt en niet wordt vermengd met de bodem.

Reactie: Tussen de lagen LD-staalslak worden zandlagen toegepast. Hierdoor wordt de bouwstof niet vermengd met de ondergrond en is de LD-staalslak terugneembaar.

- 4.2, LD-staalslak

Ook in deze paragraaf wordt gesteld dat het materiaal voldoet aan de eisen van een NV-bouwstof en derhalve geen IBC-bouwstof betreft. Er is echter nog geen milieuhygiënische verklaring voorhanden. Ingegaan wordt op hoe om te gaan met de zorgplicht. Ik mis echter een 'fall-back scenario'. Wat te doen indien de kwaliteit van het te lozen water niet voldoet aan de met het Wetterskip afgesproken eisen?

Reactie: Uitvoeringsaspecten m.b.t. het toepassen van LD-staalslak zijn afgestemd met het Wetterskip Fryslân. Hierbij zijn ook 'fall-back scenario's' besproken. In paragraaf 4.2 zijn de maatregelen om pH-effecten te voorkomen beschreven. Een kopie van het productcertificaat (conform besluit bodemkwaliteit) is toegevoegd aan bijlage IV. Dit productcertificaat betreft een erkend bewijsmiddel. Bij daadwerkelijke levering van LD-staalslak wordt een origineel productcertificaat verstrekt (geldig bewijsmiddel).

- Bijlage IV, productblad LD-staalslak

Zie ook opm. onder 2.2.1. Een erkend bewijsmiddel in dit geval is een NL-BSB-productcertificaat i.c.m.de afleverbon. Dan heb je richting bevoegd gezag Bbk een sluitende milieuhygiënische verklaring.

Reactie: Een kopie van het productcertificaat (conform besluit bodemkwaliteit) is toegevoegd aan bijlage IV. Dit productcertificaat betreft een erkend bewijsmiddel. Bij daadwerkelijke levering van LD-staalslak wordt een origineel productcertificaat verstrekt (geldig bewijsmiddel).

Overige opmerkingen:

- Monitoring van zakbaken is summier met 1 meting per week direct na ophogen. De eerste dagen zijn meer metingen aan te bevelen voor een goede zettingslijn, bijvoorbeeld 5 in de eerste week.

Reactie: Wij gaan de onderstaande meetfrequentie hanteren, waardoor een goede zettingslijn wordt gecreëerd:

- Week 1: 3 x (maandag / woensdag / vrijdag)
- Week 2-4: 2 x per week
- Week 5-8: 1 x per week
- Week 9 – einde voorbelasting: 2 x per week

- Daarna ophoging 2 x per week meten tot 1 maand. Daarna kan het 1 x per week en uiteindelijk 1 x per maand.

Reactie: Zie reactie voorgaande punt.

- Worden er ook voorspellingsberekeningen uitgevoerd voor de eindzetting d.m.v. fitberekeningen met D-Settlement? Ik zien nu alleen dat ze spreken overeen grafische presentatie van de berekende zettingslijn en de gemeten zettingslijn.

Reactie: De resultaten van de metingen van de zakbakens worden geanalyseerd en geïnterpreteerd. Indien er afwijkingen zijn t.o.v. de zettingslijn worden fitberekeningen uitgevoerd. Dit kan met D-Settlement, wanneer Fugro deze analyse uitvoert wordt gebruik gemaakt van door Fugro ontwikkelde software.

- Bodemprofielen in de berekeningen zijn akkoord o.b.v. de sonderingen op het tracé.

Reactie: -

- Sterkteparameters die gehanteerd zijn in de stabiliteitsberekeningen zijn niet vermeld in het document. Partiele factoren zijn akkoord.

Reactie: De gehanteerde sterkteparameters zijn toegevoegd aan de rapportage in bijlage II.

- Samendrukkingsparameters zijn niet helemaal te verklaren voor veen. Voor viaduct zuidzijde en km 3300 worden de bovengrenswaarden (10 - 40) gebruikt uit de NEN 9997-1 zonder enige toelichting. Voor viaduct noordzijde (maatgevend voor de zetting) en km 3900 worden nog hogere waarden toegepast die niet in NEN 9997-1 vermeld staan voorveen. Deze waarden behoren bij de bovengrenswaarden van klei, humeus (15-60) en zijn daarmee zeer positief ingeschat. Ik zou voor veen de samendrukkingsparameters consequent hanteren op de ondergrenswaarden (7,5 - 30), omdat er geen laboratoriumonderzoek aan ten grondslag ligt. Zeker omdat de zetting t.p.v. viaduct noord maatgevend is voor de controle op restzetting en bepaling voorbelasting. Herberekening is noodzakelijk wat mij betreft, omdat dit toch wel vrij essentieel is! Een andere mogelijkheid is zoals ik al aangeefom fitberekeningen uit te voeren met D-Settlement om zo de eindzetting te voorspellen waardoor eenvoudig bij te sturen is.

Verderop wordt bij klei, humeus wel de ondergrenswaarde weer gebruikt.

Reactie: De samendrukkingsparameters zijn ingeschat op basis van de voor dit deel van De Centrale As relevante sonderingen tabel 2b uit NEN 9997-1:2012 en ruime ervaringen van Fugro. De conusweerstand in het veen bedraagt ca. 0,3 MPa (noordzijde) en ca. 0,4 MPa (zuidzijde). Dit is hoger dan de genormaliseerde conusweerstand in tabel 2b (0,1 MPa en 0,2 MPa). Dit rechtvaardigt ons inziens het gebruik van de bovengrenswaarden bij een conusweerstand van 0,2MPa. Fugro hanteert een vuistregel voor de bepaling van de samendrukkingsconstante C' , deze is $15 \text{ \AA } 20 \times$ de conusweerstand. Uitgaande van een conusweerstand van 0,3 MPa komt dit neer op een C' -waarde van 4,5 \AA 6, waarbij in de berekening een waarde van 5 is gehanteerd. Voor de zuidzijde, conusweerstand ca. 0,4 MPa, komt dit neer op een waarde van 6 \AA 8 en is door ons een waarde van 7,5 gehanteerd. Veiligheidshalve hebben wij voor de humeuze klei gelijkwaardige parameters gehanteerd. Ons inziens leidt dit tot conservatieve waarden voor de samendrukkingsparameters en achter wij een herberekening niet noodzakelijk. Zoals in voorgaand punt aangegeven worden resultaten van metingen van de zakbakens geanalyseerd en geïnterpreteerd. Indien er afwijkingen zijn t.o.v. de zettingslijn worden fitberekeningen uitgevoerd.

- Doorlatendheidsparameters zijn reëel gekozen zonder laboratoriumonderzoek.

Reactie: -

- Overgang kunstwerk en weg wordt niet toegelicht hoe het zit met zettingsverschil en stootplaten.

Reactie: Ter plaatse van de overgang tussen de grondterp en het kunstwerk worden de 'slechte' lagen verwijderd en wordt grondverbetering toegepast. Hierdoor ontstaan er geen noemenswaardige zettingsverschillen. Bij de overgang naar het kunstwerk worden tevens stootplaten toegepast. Betreffende overgangen worden nader gedetailleerd in het (separaat op te stellen) ontwerp van de kunstwerken.

-
- Figuur 4-1 uit Bijlage II is verwarrend omdat viaduct noord en zuid verkeerd zijn aangeduid. Dat geldt daarmee ook voor figuur 4-8 en 4-9.

Reactie: De betreffende figuren zijn aangepast.

- Langsvlakheid en dwarsvlakheid is niet gecontroleerd, eis 1892, WEG-VE-019 is ook niet vermeld onder de verificatie eisen.

Reactie: De controle op langs- en dwarsvlakheid (eis 1892, WEG-VE-019) wordt opgenomen in het (separaat op te stellen) keuringsplan voor de uitvoering. Voorafgaand aan het aanbrengen van de verhardingsconstructie wordt het zandbed afgewerkt (afschuiven overhoogte) en gecontroleerd op langs- en dwarsvlakheid.

Zakbakens worden geplaatst h.o.h. 50meter, waardoor afwijkingen in het zettingsproces in langsrichting zichtbaar worden (en worden opgelost), door de relatief smalle breedte worden afwijkingen in dwarsvlakheid niet maatgevend geacht. Bestaande watergangen (onder toekomstige grondterpen) welke gedempt worden uitgekast en gedempt met zand, grotere zettingen t.p.v. te dempen watergangen worden hierdoor niet reëel geacht.

T.a.v. het risicodossier, de controle van zettingen vindt plaats d.m.v. monitoring, dus daarbij is bijsturen goed mogelijk zoals beschreven in Uitvoeringsplan.

Controle dwars- en langsvlakheid mis ik nog in het rapport. Eventueel zou men kunnen overwegen om aan beide kanten van de weg zakbaken te plaatsen. Nu wordt op1 plek een zakbaken geplaatst en daarmee valt over dwarsvlakheid niets te zeggen.

Reactie: Zettingen in de ondergrond zijn als risico opgenomen in het risicodossier (separaat document). Voor controle op langs- en dwarsvlakheid wordt verwezen naar bovenstaande reactie.

Toetsing Wetterskip Fryslân

Het Uitvoeringsplan Voorbelasting is afgestemd met het Wetterskip Fryslân, waarbij input vanuit het afstemmingsoverleg is opgenomen in het Uitvoeringsplan (W32.A11-D02-21607144-awr, d.d. 14-10-2015). De bevindingen van het Wetterskip Fryslân zijn:

Email ██████████ (Wetterskip Fryslân), d.d. 14-10-2015

Beste ██████████ plan doorgekeken. Had graag gezien dat bv. het hoogste materiaal altijd glad afgewerkt dient te zijn tijdens neerslag. (geen kuilen met water!)Tevens vond ik niets over fijn asfaltgranulaat. bv. Tijdens lang bloot liggen van de ophoging. Plastic wil in Dokkum wel stuk waaien. Zand laat vaak veel water door. Andere overheden willen wel een opmerkingen maken dat de slakken bloot moeten liggen voor het ontstaan van een afdichtende laag. Dat is voor ons een overtreding van de zorgplicht om lozing van PH 7 of hoger te voorkomen. Dat doen we dus niet. We gaan dus uit van de lozing van ph 7. Vanuit de KRW zijn we gehouden aan het niet verslechteren van de waterkwaliteit ter plaatse. Drainage zag ik niet dus we doen zonder met opvang in de greppel sloot. Denk om 0582122422 milieu-alarmsnummer.

Reactie (email ██████████ d.d. 16-10-2015): *Hallo ██████████ Bedankt voor de snelle reactie. Het materiaal in de terp wordt voldoende rond afgewerkt zodat er geen water op kan blijven staan, zie ook de dwarsprofielen op de tekeningen. Om te zorgen dat hemelwater niet in contact komt met de slakken dekken we het materiaal af met landbouwfolie. Dit folie leggen we vast met voldoende grondruggen zodat het niet weg kan waaien. Het materiaal wordt gefaseerd per schip aangevoerd. Een schiplading bevat max. ca. 3.000ton (ca. 1.400m3). Met deze hoeveelheid kan ca. 2.350m2 materiaal aanbrengen (laagdikte 0,60m). We zorgen ervoor dat we minimaal deze oppervlakte aan folie op het werk aanwezig is om (bij neerslag) alles af te kunnen dekken. Onze werkwijze is er verder op gericht slakken zo snel mogelijk (aansluitend) af te werken met een laag grond en deze ook te verdichten zodat hemelwater slecht kan indringen. Ik zal dit verduidelijken in ons plan en vervolgens tezamen met het meldingsformulier indienen bij ██████████ akkoord?*

Email ██████████ (Wetterskip Fryslân), d.d. 20-10-2015

Goedemiddag, Helaas heeft ██████ al een reactie gegeven op het plan dit had beter gecombineerd kunnen worden!!
Hierbij mijn reactie: Duidelijk weergeven in de tekst dat de nieuw te graven watergangen **niet in verbinding** staan met de omliggende watergangen!! ██████ gaf aan dat de staalslakken per boot worden aangeleverd. Indien de staalslakken per boot komen dient er aandacht besteed te worden aan de overslag voorziening tussen wal en schip. Er mag niet gemorst worden!!

Reactie: In het plan (§4.2.1) is toegevoegd dat de nieuwe tijdelijke watergangen niet in verbinding staat met omliggende watergangen. Het aandachtspunt bij de overslag van schip op vrachtwagen is opgenomen in §4.1.1.

Blz 11

Waarom wordt er tot 2 meter hoog een schone schouder gerealiseerd terwijl de staalslakken ook boven de twee meter nog worden toegepast

Er wordt wel zand toegepast maar zand laat water door. Het realiseren van schone schouders zorgt ervoor dat het hemelwater niet in contact kan komen met de staalslakken en zo kan er dus ook voorkomen worden dat er pH effecten zullen gaan optreden.

Reactie: Betreffende passage beschrijft de (minimale) werkmethode om de stabiliteit te garanderen. In de praktijk worden de schone schouders gelijktijdig (aansluitend aan) de realisatie van de kern aangebracht. Dit punt is toegevoegd aan het plan.

Blz 11 onderaan.

Ten tijde van de verdichting..... dient het grondwater dieper dan 0,5 meter beneden werkniveau te staan. De staalslakken dienen op voldoende afstand van grondwaterstand te worden gelegd, zodat de staalslakken niet in aanraking kunnen komen met het grondwater. Bij voorkeur **meer dan** 0,5 meter!!!!!!! . Indien er voldoende afstand is tussen het de gemiddelde hoogste grondwaterstand en de staalslakken hoeft er niet gepompt te worden. Dit moet het uitgangspunt zijn. Er mag geen grondwater verpompt worden tijdens de toepassing. Afhankelijk van de heersende grondwaterstanden wordt het aanwezige grondwater weggepompt. Hoe gaan jullie dit in de gaten houden

Reactie: Betreffende passage heeft betrekking op de grondverbetering, dit betreft een locatie waar geen LD-staalslak wordt toegepast. Aan deze paragraaf is nogmaals toegevoegd dat LD-staalslak ver boven de grondwaterstand komt te liggen (conform tabel 2.3).

Blz 12 Maatregelen om pH effecten te voorkomen

Eerste zin graag aanvullen met dat het grondwater niet in contact komt met de staalslakken.

Om in de bouwfase te voorkomen dat **hemelwater** van LD s taalslak direct afstroomt naar het oppervlaktewater (graag hemelwater toe voegen)

Maatregelen:

- Niet met zand afdekken (weg laten)
- Rondom de grondterpen worden tijdelijke watergangen gegraven. Afstromend **hemelwater (graag aanvullen)**

Bij een pH waarde van maximaal 7 zijn geen aanvullende maatregelen noodzakelijk.

Er mogen geen visuele verontreinigingen veroorzaakt worden door de lozing, Door staalslakken kan er ook een verkleuring gaan optreden bij een rode kleur is het ijzer gehalte vaak te hoog, graag hier rekening mee houden;

Reactie: Opmerking m.b.t. hemelwater en aanvulling dat grondwater niet in contact komt met LD-staalslak zijn opgenomen in het plan. Wij lozen alleen water bij pH van 7 en visueel niet verontreinigd.

Fig 4.3 De lozingspunten. Dit fig komt niet overeen met wat wij besproken hebben. Tijdens ons overleg hebben wij besproken dat de lozing zal plaatsvinden op de strobosser trekvaart. Ten tijde van de lozing op oppervlaktewater wordt er een gronddam tussen de tijdelijke watergangen verwijderd en na het lozen weer aangebracht. Wel erg bewerkelijk!!
Onze handhaver dient wel bij het lozingspunt een monster te kunnen nemen.

Reactie: Lozing op Strobosser Trekfeart is niet mogelijk vanwege de aanwezigheid van wegen en toegangspaden tussen de watergangen en Strobosser Trekfeart, zoals aansluitend op deze email telefonisch besproken wordt er alleen water met Ph=7 en visueel niet verontreinigd geloosd, waardoor lozing op de in figuur 4.3 aangegeven locaties plaatsvindt.

Blz 14 Monitoringsplan. Is er een nulmeting gedaan van de pH. Ik mis bij in het monitoringsplan de monitoring van de pH;Wanneer en Hoe vaak wordt er gemeten.

Reactie: Nulmeting en monitoring van pH-waarden zijn toegevoegd aan het monitoringsplan.

Verificatiematrix

Nr.	Omschrijving eis		Datum	Verificator	Bewijsvoering
3.2	In het uitvoeringsplan dient minimaal het volgende te worden beschreven:				
	• Een eenduidige beschrijving te zijn van de wijze waarop het Werk uitgevoerd gaat worden, per te realiseren object;	✓	28-10-2015	██████	§ 4.1
	• De fasering van het Werk;	✓	28-10-2015	██████	§ 4.1
	• Het in te zetten materieel;	✓	28-10-2015	██████	§ 4.1.1
	• Een indeling van het werkterrein met daarop aangegeven werkwegen, werkgrenzen, voorzieningen ten behoeve van Opdrachtgever en eventuele locaties van depots.	✓	28-10-2015	██████	§ 4.3

Inhoudsopgave

Inleiding.....	VIII
1	Uitgangspunten voorbelasting 1
1.1	Uitvoeringsplan voorbelasting 1
1.2	Relevante eisen uit de Vraagspecificatie 1
1.3	Gehanteerde uitgangspunten 3
2	Ontwerp 4
2.1	Zettingsanalyse..... 4
2.2	Ontwerp onderbouw De Centrale As..... 5
2.3	Uitvoeringsontwerp..... 7
2.4	Verificatie eisen..... 7
3	Raakvlakmanagement.....10
3.1	Interne raakvlakken.....10
3.2	Externe Raakvlakken11
3.3	Vergunningenmanagement11
4	Uitvoeringsplan12
4.1	Fasering werkzaamheden12
4.2	LD-staalslak.....13
4.3	Werkterrein15
5	Monitoringsplan.....16
5.1	Zettingen in de ondergrond16
5.2	Risicobeheersing zettingsproces17
5.3	Monitoring stabiliteit onderbouw.....18
5.4	Monitoring pH-waarden18

Bijlagen

- I. Rapportage geotechnisch veldwerk
- II. Geotechnisch advies zetting en stabiliteit
- III. Uitvoeringsontwerp voorbelasting
- IV. Productbladen LD-staalslak
- V. Schets locatie zakbakens
- VI. Grafische presentatie zettingsberekeningen
- VII. Verkeersplan

Inleiding

Doelstelling

De provincie Fryslân heeft de combinatie Jansma – Roelofs – van Spijker geselecteerd om een aanbidding uit te brengen voor het project 'De Centrale As – Contract Noord 1'. Door middel van de Economisch Meest Voordelige Inschrijving (EMVI) is de combinatie het Werk gegund. Voor de aanpak van dit project is gekozen om te werken op basis van de UAV-gc 2005.

Het onderhavige Uitvoeringsplan Voorbelasting geeft inzicht in de wijze waarop de voorbelasting voor de toeritten (grondterpen) van De Centrale As richting het viaduct Strobosser Trekfeart wordt gerealiseerd en wordt voldaan aan de contractuele restzettingseisen voor De Centrale As.

Scope

De werkzaamheden welke betrekking hebben op deze Uitvoeringsplan Voorbelasting betreffen:

- Ontwerp- en uitvoeringswerkzaamheden voor de toeritten (grondterpen) van De Centrale As richting het viaduct Strobosser Trekfeart (km 3.170 t/m km 4.100).

Leeswijzer

In hoofdstuk 1 worden de te hanteren uitgangspunten en relevante eisen vanuit de Vraagspecificatie voor dit uitvoeringsplan voorbelasting toegelicht. Hoofdstuk 2 betreft een ontwerpnotitie voor het ontwerp van de voorbelasting, waarin ontwerpkeuzen worden toegelicht/onderbouwd. Hoofdstuk 3 geeft inzage in de geïnventariseerde interne en externe raakvlakken en de omgang hiervan gedurende de realisatie van de voorbelasting. Tenslotte worden in hoofdstuk 4 specifieke uitvoeringsaspecten beschreven en is in hoofdstuk 5 het monitoringsplan opgenomen.

1 Uitgangspunten voorbelasting

1.1 Uitvoeringsplan voorbelasting

Het systeem DCA, specifiek voor dit uitvoeringsplan de toeritten (grondterpen) van De Centrale As richting Viaduct Strobosser Trekfeart, dienen betrouwbaar te zijn. Zo dient de restzetting van de wegconstructie na 7 jaar (na oplevering) maximaal 50mm te bedragen en dienen taluds stabiel te zijn. Door aanwezigheid van 'slappe' veen- en kleilagen is zonder aanvullende maatregelen een lange tijd nodig om te voldoen aan de restzettingseis. Om binnen de beschikbare uitvoeringsperiode te voldoen aan de restzettingseis zijn zettingsversnellende en/of zettingsbeperkende maatregelen nodig. Dit Uitvoeringsplan voorbelasting is opgesteld om inzicht te geven in de maatregelen welke getroffen worden in het kader van de voorbelasting.

1.2 Relevante eisen uit de Vraagspecificatie

Vanuit de Vraagspecificatie zijn de onderstaande eisen specifiek van toepassing op de toeritten richting Viaduct Strobosser Trekfeart. In dit uitvoeringsplan wordt geverifieerd of voldaan wordt aan deze eisen. Bij het opstellen van het integrale Definitief Ontwerp en Uitvoeringsontwerp (Infra) worden onderstaande eisen, gezamenlijk met alle overige eisen, vastgelegd in het verificatierapport. Hiermee is geborgd dat het Definitief Ontwerp en Uitvoeringontwerp aantoonbaar voldoet aan alle contractuele eisen (ondanks dat m.b.t. de voorbelasting een afzonderlijk uitvoeringsplan is opgesteld).

Systemeem DCA, betrouwbaarheid

ID	Eisomschrijving	Bovenliggende eis
SYS-BT-001 Eis-1306	Het Systeem DCA dient betrouwbaar te zijn.	

Verificatiemethode OG: Onderliggende eisen

Verificatie t.b.v. uitvoeringsplan voorbelasting: Wordt voldaan aan de onderliggende eisen SYS-BT-003, SYS-BT-040, WEG-BT-001?

Systemeem DCA, betrouwbaarheid, stabiliteit grondlichamen

ID	Eisomschrijving	Bovenliggende eis
SYS-BT-003 Eis-1056	De stabiliteit van grondlichamen en taluds dient te allen tijde gewaarborgd te zijn.	SYS-BT-001

Verificatie t.b.v. uitvoeringsplan voorbelasting:

- Is de stabiliteitsfactor van het grondlichaam tijdens de gebruiksfase minimaal 1,00, uitgaande van rekenwaarden voor grondparameters conform NEN 9997-1:2012?
- Is de stabiliteitsfactor van het grondlichaam tijdens de realisatiefase minimaal 0,90? De NEN 9997-1:2012 gaat uit van een referentieperiode van 50 jaar. Vanwege de korte duur van de bouwfase kunnen lagere partiële factoren van toepassing zijn. Deze lagere factoren zijn verdisconteerd door in de bouwfase een lagere veiligheidsfactor te hanteren, 0,90 i.p.v. 1,0.

Systemeem DCA, betrouwbaarheid, uitspoeling taluds

ID	Eisomschrijving	Bovenliggende eis
SYS-BT-007 Eis-1057	Taluds dienen zodanig te zijn uitgevoerd dat uitspoeling van de taluds wordt voorkomen.	SYS-BT-003

Toelichting: Eventuele verzadiging van het laagste punt bij steile taluds dient te worden voorkomen.

Verificatie t.b.v. uitvoeringsplan voorbelasting:

- Worden taluds voorzien van bovengrond en ingezaaid met gras?
- Worden langs taluds watergangen gegraven (maaiveld afwaterend naar watergang), waardoor een verzadiging bij steile taluds wordt voorkomen?

Systeem DCA, betrouwbaarheid, bodemdaling

ID	Eisomschrijving	Bovenliggende eis
SYS-BT-040 Eis-2238	Bij de realisatie van het Systeem DCA dient rekening te zijn gehouden met de verwachte autonome bodemdaling die plaatsvindt gedurende de levensduur van het systeem DCA.	SYS-BT-001

Toelichting: Het Friese boezempeil blijft in de toekomst gehandhaafd op NAP -0,52m. De polderpeilen worden in de toekomst gecorrigeerd aan de hand van de opgetreden bodemdaling.

Verificatie t.b.v. uitvoeringsplan voorbelasting: Worden de toeritten (grondterpen) aangelegd in peilgebieden (niet zijnde Friese Boezempeil) welke worden gecorrigeerd aan de hand van de opgetreden bodemdaling? Hierdoor is bodemdaling niet relevant voor droogleggingseisen van wegen, aangezien het waterpeil wordt aangepast op toekomstige situaties.

Wegen, betrouwbaarheid

ID	Eisomschrijving	Bovenliggende eis
WEG-BT-001 Eis-1208	Wegen dienen betrouwbaar te zijn.	SYS-BT-001

Verificatiemethode OG: Onderliggende eisen

Verificatie t.b.v. uitvoeringsplan voorbelasting: Wordt voldaan aan de onderliggende eisen WEG-BT-010 en WEG-BT-011?

Wegen, betrouwbaarheid, restzetting

ID	Eisomschrijving	Bovenliggende eis
WEG-BT-010 Eis-123 4	De restzetting van de wegconstructie (exclusief autonome bodemdaling) dient na 7 jaar (na oplevering) maximaal 50mm te bedragen.	WEG-BT-001

Verificatie t.b.v. uitvoeringsplan voorbelasting: Wordt middels een berekening (D-Settlement) aangetoond dat de restzetting 7 jaar na oplevering (01-11-2023) maximaal 50mm bedraagt?

Wegen, betrouwbaarheid, stabiliteitsfactor onderbouw

ID	Eisomschrijving	Bovenliggende eis
WEG-BT-011 Eis-1238	De stabiliteitsfactor van de onderbouw dient conform NEN 9997-1 minimaal 1,0 te zijn.	WEG-BT-001

Verificatie t.b.v. uitvoeringsplan voorbelasting: Wordt middels een berekening (D-GeoStability) aangetoond dat de stabiliteitsfactor van de onderbouw conform de NEN 9997-1 minimaal 1,0 is in de gebruiksfase?

Systeem DCA, sloop, dempen sloten

ID	Eisomschrijving	Bovenliggende eis
SYS-SL-002 Eis-1700	Te dempen sloten dienen te worden schoongemaakt van de aanwezige sliblaag en vervolgens te worden gedempt met gebiedseigen grond, zodanig dat de aanvullingen zettingsvrij zijn.	SYS-SL-001

Verificatie t.b.v. uitvoeringsplan voorbelasting: Is op de uitvoeringstekening opgenomen dat watergangen worden uitgekast om aanwezige sliblagen te verwijderen en aansluitend worden gedempt met gebiedseigen grond?

De controle op langs- en dwarsvlakheid (eis 1892, WEG-VE-019) is niet opgenomen als relevante eis voor de voorbelasting. Betreffende controle wordt opgenomen in het (separaat op te stellen) keuringsplan voor de uitvoering. Voorafgaand aan het aanbrengen van de verhardingsconstructie wordt het zandbed afgewerkt (afschuiven overhoogte) en gecontroleerd op langs- en dwarsvlakheid.

1.3 Gehanteerde uitgangspunten

Aanvullend op de Vraagspecificatie zijn (delen van) onderstaande gegevens gehanteerd:

- Specificaties Ontwerp Onderbouw, Rijkswaterstaat, versie 4, d.d. Oktober 2013;
- Circulaire Toepassing van staalslak en hoogovenslak(zand) in aanvullingen en ophogingen;
- Gebruik van LD-staalslak als ophoogmateriaal in zandvervangingsprojecten, Pelt & Hooykaas (N13.01c, d.d. 17-07-2013), tevens opgenomen in bijlage IV;
- Omgevingsvergunning aanlegactiviteiten bij bestemming Waarde – Archeologie (12005351);
- Geotechnisch veldwerk betreffende Toeritten brug over Strobosser Trekfeart (1015-0338-000_21.KR01, d.d. 02-07-2015), veldonderzoek uitgevoerd op 29 juni 2015 (bijlage I).

2 Ontwerp

2.1 Zettingsanalyse

Om inzicht te krijgen in het zettingsproces van de toeritten zijn met D-Settlement zettingsberekeningen uitgevoerd voor vier maatgevende dwarsprofielen. De zettingsberekeningen zijn opgenomen in bijlage II en samengevat in onderstaande tabel 2.1. De berekende zetting (incl. zettingscompensatie) na een effectieve voorbelastingsperiode van 9 maanden (=270 dagen) en de restzetting 7 jaar na oplevering (=3000 dagen) zijn weergegeven. De zettingsanalyse is gebaseerd op het toepassen van ophoogzand en LD-staalslak in de onderbouw van De Centrale As (zie §2.2).

Dwarsdoorsnede	Zetting na 270 dagen [m]	Zetting na 3000 dagen [m]	Restzetting [m]	Voldoet aan eis
MW10, km. 3300	0,48	0,56	0,08	Voldoet niet
MW10, km. 3600 (viaduct noordzijde)	0,44	0,51	0,07	Voldoet niet
MW10, km. 3700 (viaduct zuidzijde)	0,36	0,42	0,06	Voldoet niet
MW10, km. 3900	0,19	0,23	0,04	Voldoet

Tabel 2.1: Samenvatting zettingsberekeningen toeritten (grondterpen) Strobosser Trekfeart

Uit de analyse volgt dat zonder aanvullende maatregelen niet te allen tijde wordt voldaan aan de restzettingseis van 50mm. Om binnen de beschikbare uitvoeringsperiode aan de restzettingseis te voldoen, worden de onderstaande zettingsversnellende en -beperkende maatregelen toegepast:

Zettingsversnellende maatregelen

Door het aanbrengen van extra overhoogte van ophoogzand wordt het zettingsproces versneld. De functie van extra overhoogte is vooral om de seculaire zetting (kruip) te versnellen. Extra overhoogte wordt toegepast op de locaties waarbij niet voldaan wordt aan de restzettingseis inclusief zettingscompensatie.

Zettingsbeperkende maatregelen

Gezien de relatief ondiepe ligging van de 'slappe' lagen, kan overwogen worden de 'slappe' lagen volledig te vervangen door zand, waarmee er nagenoeg geen zetting is te verwachten. Het vervangen van 'slappe' lagen door zand wordt (mede vanuit raakvlakmanagement, §3.1) toegepast ter plaatse van de funderingsconstructie van viaduct Strobosser Trekfeart.

Op basis van bovenstaande gegevens zijn de volgende ophogingen van toepassingen, welke berekend zijn met D-settlement. De zettingsberekeningen zijn opgenomen in bijlage II en samengevat in onderstaande tabel 2.2. Tevens is in onderstaande tabel de zettingscompensatie aangegeven welke toegepast dient te worden, dit betreft de zetting na 270 dagen.

Dwarsdoorsnede	Zetting na 270 dagen [m]	Zetting na 3000 dagen [m]	Restzetting [m]	Voldoet aan eis
MW10 km. 3300 Overhoogte 1,00m	0,70	0,73	0,03	Voldoet
MW10 km. 3600 (viaduct noordzijde) Overhoogte 1,50m	0,47	0,52	0,05	Voldoet
MW10 km. 3700 (viaduct zuidzijde) Overhoogte 1,50m	0,38	0,43	0,05	Voldoet
MW10 km. 3900	0,19	0,23	0,04	Voldoet

Tabel 2.2: Samenvatting zettingsberekeningen toeritten (grondterpen) Strobosser Trekfeart met voorbelasting

De beschreven maatregelen uit tabel 2.2 (zettingscompensatie en overhoogte voorbelasting) zijn integraal verwerkt in het ontwerp van de onderbouw van De Centrale As ter plaatse van de toeritten (grondterpen) van viaduct Strobosser Trekfeart. Ter plaatse van de fundering van viaduct Strobosser Trekfeart worden tot 15,0 meter achter (de fundering van) het landhoofd de 'slappe' lagen vervangen door zand. Hierdoor zijn er ter plaatse van dit kunstwerk geen zettingen te verwachten.

Invloedsgebied voorbelasting en zettingen

Het invloedsgebied van de voorbelasting en zettingen is zeer minimaal. Op een afstand van 1,50m buiten de ophoging zijn de zettingen in de ondergrond gereduceerd tot kleiner dan 10mm (nihil). Naast zettingen dient er ook rekening gehouden te worden met horizontale grondverplaatsingen. Hiervoor dient als vuistregel aangehouden te worden dat de horizontale grondverplaatsing 1/10 tot 1/15 van de verticale grondverplaatsing (=zetting). Voor de toeritten naar viaduct Strobosser Trekfeart levert dit in de teen van de kern van de ophoging een horizontale verplaatsing op van ca. 5mm, welke binnen enkele meters afneemt naar 0mm.

2.2 Ontwerp onderbouw De Centrale As

Het uitgangspunt voor het ontwerp van de onderbouw van De Centrale As is het lengteprofiel van de hoofdas uit de bindende documenten [BD1016]. De bovenzijde van de onderbouw ligt 0,50 meter beneden de toekomstige hoogte van de as van De Centrale As. Hierbij is het uitgangspunt gehanteerd van verhardingsconstructie bestaande uit 0,20m asfalt en 0,30m funderingsmateriaal. Onder de toekomstige wegfundering komt een minimale laag van 0,50m zand voor zandbed, conform Standaard RAW-Bepalingen 2010.

2.2.1 Toepassen LD-staalslak in onderbouw

In de onderbouw van De Centrale As wordt ter plaatse van de toeritten naar viaduct Strobosser Trekfeart LD-staalslak (lees: staalslakken) toegepast. LD-staalslak ontstaat in de 2^e stap van de staalbereiding en zijn de aan de lucht afgekoelde steenachtige resten uit het proces. LD-staalslak kan worden toegepast als ophoogmateriaal in GWW-weken en betreft geen IBC-bouwstof. Het NL-BSB productcertificaat (conform besluit bodemkwaliteit) en productinformatieblad van LD-staalslak zijn opgenomen in bijlage IV. De onderstaande voorwaarden zijn gehanteerd bij het toepassen van LD-staalslak:

- LD-staalslak wordt toegepast in een sandwichconstructie middels lagen van ca. 0,60 meter, waarbij bij toepassing van meerdere lagen boven elkaar ca. 0,40 meter ophoogzand, conform Standaard RAW-Bepalingen 2010, tussen de lagen wordt toegepast;
- LD-staalslak wordt toegepast boven de natuurlijke grondwaterspiegel en capillaire werking, waarbij rekening is gehouden met de optredende zettingen;
- LD-staalslak wordt toegepast over de gehele breedte van de kern van de onderbouw;
- LD-staalslak wordt aangelegd met een dwarsafschot van 2,5% en evenwijdig aan het lengteprofiel van de as;
- De verdichting van LD-staalslak wordt gekeurd volgens eisen gesteld aan verhardingslagen van steenmengsels (Art. 28.12.02 lid 02, RAW Standaard 2010).

Minimale hoogte ligging LD-staalslak

LD-staalslak wordt toegepast boven de natuurlijke grondwaterspiegel en capillaire werking, waarbij rekening is gehouden met de optredende zettingen. Tabel 2.3 geeft inzicht in de minimale hoogteligging van LD-staalslak in de onderbouw van De Centrale As.

	Noordelijke grondterp Km3100 - 3600	Zuidelijke grondterp Km 3700 - 4100
Maatgevend zomerpeil	- 0,20 m NAP (peilgebied 8)	- 0,70 m NAP (peilgebied 5)
Maximale opbolling onder rijbaan	0,40 meter	0,40 meter
Capillaire werking ¹	0,55 meter	0,55 meter
Zettingen	0,52 meter	0,43 meter
Minimale hoogte LD-staalslak	+ 1,27 m NAP	+ 0,68 m NAP

¹ Conform opgave Rijkswaterstaat uit 'Specificatie Ontwerp onderbouw, versie 4'

Tabel 2.3: Minimale hoogteligging LD-staalslak in onderbouw De Centrale As t.p.v. toeritten Strobosser Trekfeart

2.2.2 Stabiliteitsfactor onderbouw

De stabiliteit van de ophogingen is geanalyseerd door het uitvoeren van glijvlakberekeningen volgens de vereenvoudigde methode van Bishop met het computerprogramma D-GeoStability. De stabiliteitsberekeningen zijn gemaakt voor de uiterste grenstoestand (UGT). De partiële factoren hebben de onderstaande waarden voor RC1:

- 1,0 op het volumieke gewicht;
- 1,3 op de cohesie c' ;
- 1,2 op de tangens van de hoek van inwendige wrijving ϕ' .

Conform de contractuele eisen en NEN 9997-1:2012 is voor de gebruiksfase een stabiliteitsfactor aangehouden van minimaal 1,0. Voor de uitvoeringsfase is een stabiliteitsfactor van 0,9 gehanteerd. De NEN 9997-1:2012 gaat uit van een referentieperiode van 50 jaar. Vanwege de korte duur van de bouwfase kunnen lagere partiële factoren van toepassing zijn. Deze lagere factoren zijn verdisconteerd door in de bouwfase een lagere veiligheidsfactor te hanteren, 0,90 i.p.v. 1,0. De stabiliteitsberekeningen zijn opgenomen in bijlage II. De berekende stabiliteitsfactoren voor twee maatgevende situaties zijn opgenomen in de onderstaande tabel 2.4.

	Stabiliteitsfactor realisatiefase	Stabiliteitsfactor gebruiksfase
MW 10, km 3300	1,13	1,31
MW 10, km 3600 (viaduct noordzijde)	0,90	1,06

Tabel 2.4: Samenvatting stabiliteitsberekeningen toeritten (grondterpen) Strobosser Trekfeart

Geconcludeerd kan worden dat de taluds stabiel zijn. Mede gezien de flauwe taluds en de beperkte dikte van de samendrukbare veen- en kleilagen zijn aanvullende maatregelen voor de stabiliteit van de toeritten (grondterpen) niet noodzakelijk.

2.2.3 Watergangen

De toeritten richting viaduct Strobosser Trekfeart doorsnijden bestaande watergangen. Om de waterhuishouding door aanleg van de grondterpen niet negatief te laten beïnvloeden worden de onderstaande watergangen voorafgaand aan de realisatie van de grondterpen aangelegd. De tijdige aanleg van onderstaande watergangen draagt tevens bij aan een goede ontwatering van de onderbouw van De Centrale As. Watergang 8.A.01 inclusief bijbehorende duikers en gemaal zijn reeds gerealiseerd in contract Noord 2.

Watergang	Waterpeil	Bodemhoogte	Bodembreedte	Talud
7.A.01	-1,00 / -1,20	- 1,90	0,70	2:3
5.D.01	-0,70 / -0,90	-1,40	2,80	2:3
5.C.01	-0,70 / -0,90	-1,40	0,50	2:3

Tabel 2.5: Te realiseren watergangen ten tijde van de voorbelasting van toeritten Strobosser Trekfeart

In watergang 5.D.01 dient een compensatie van 485m² aan waterberging verwerkt te worden door een grotere bodembreedte aan te houden. Dit betreft de compensatie voor peilgebied 5. Watergang 5.D.01 heeft een effectieve lengte van 550 meter (inclusief deel buiten werkgebied voorbelasting), waardoor de bodembreedte verruimd worden van 0,50 meter naar 1,40 meter. (485m² / 550m¹ = 0,88m¹).

In watergang 7.A.01 worden in verband met bereikbaarheid van aangrenzende percelen twee gronddammen met duikers gerealiseerd. De duikers (bt Ø400mm) worden voorzien van verklikkers. De houten hekwerken worden beschouwd in het later op te stellen DO/UO Infra. Ter plaatse van de aansluiting van watergang 7.A.01 op de Strobosser Trekfeart wordt een bypass gerealiseerd op de bestaande inlaatconstructie en duiker. Een nieuwe inlaatconstructie wordt beschouwd in het later op te stellen DO/UO Infra.

2.3 Uitvoeringsontwerp

De ontwerptekeningen behorende bij dit Uitvoeringsplan Voorbelasting zijn opgenomen in bijlage III. Dit betreffen situatietekeningen, dwars- en lengteprofielen. De ontwerpkeuzen vanuit §2.1 en §2.2 zijn geïntegreerd in de ontwerptekeningen.

2.4 Verificatie eisen

Voor het Uitvoeringsplan Voorbelasting zijn een aantal relevante eisen uit de Vraagspecificatie van toepassing verklaard (§ 2.1). Middels onderstaande verificatiematrix wordt aangetoond dat aan de betreffende eisen wordt voldaan. Controle van de verificaties vindt plaats middels autorisatie van dit Uitvoeringsplan Voorbelasting.

Systemeem DCA, betrouwbaarheid

ID	Eisomschrijving	Verificatie
SYS-BT-001 Eis-1306	Het Systeem DCA dient betrouwbaar te zijn.	Akkoord [Redacted] 18-09-2015

Verificatie t.b.v. uitvoeringsplan voorbelasting: Wordt voldaan aan de onderliggende eisen SYS-BT-003, SYS-BT-040, WEG-BT-001? **JA**

Bewijsdocument: Onderliggende eisen SYS-BT-003, SYS-BT-040, WEG-BT-001

Systemeem DCA, betrouwbaarheid, stabiliteit grondlichamen

ID	Eisomschrijving	Verificatie
SYS-BT-003 Eis-1056	De stabiliteit van grondlichamen en taluds dient te allen tijde gewaarborgd te zijn.	Akkoord [Redacted] 18-09-2015

Verificatie t.b.v. uitvoeringsplan voorbelasting:

- Is de stabiliteitsfactor van het grondlichaam tijdens de gebruiksfase minimaal 1,00, uitgaande van rekenwaarden voor grondparameters conform NEN 9997-1:2012? **JA**
- Is de stabiliteitsfactor van het grondlichaam tijdens de realisatiefase minimaal 0,90? **JA**
De NEN 9997-1:2012 gaat uit van een referentieperiode van 50 jaar. Vanwege de korte duur van de bouwfase kunnen lagere partiële factoren van toepassing zijn. Deze lagere factoren zijn verdisconteerd door in de bouwfase een lagere veiligheidsfactor te hanteren, 0,90 i.p.v. 1,0.

Bewijsdocument: Stabiliteitsberekeningen uit bijlage II en §2.2.2

Systeem DCA, betrouwbaarheid, uitspoeling taluds

ID	Eisomschrijving	Verificatie
SYS-BT-007 Eis-1057	Taluds dienen zodanig te zijn uitgevoerd dat uitspoeling van de taluds wordt voorkomen.	Akkoord [REDACTED] 18-09-2015

Toelichting: Eventuele verzadiging van het laagste punt bij steile taluds dient te worden voorkomen.

Verificatie t.b.v. uitvoeringsplan voorbelasting:

- Worden taluds voorzien van bovengrond en ingezaaid met gras? **JA**
- Worden langs taluds watergangen gegraven (maaiveld afwaterend naar watergang), waardoor een verzadiging bij steile taluds wordt voorkomen? **JA**

Bewijsdocument: Ontwerptekeningen bijlage III, § 2.2.3 en §4.1

Systeem DCA, betrouwbaarheid, bodemdaling

ID	Eisomschrijving	Verificatie
SYS-BT-040 Eis-2238	Bij de realisatie van het Systeem DCA dient rekening te zijn gehouden met de verwachte autonome bodemdaling die plaatsvindt gedurende de levensduur van het systeem DCA.	Akkoord [REDACTED] 18-09-2015

Toelichting: Het Friese boezempeil blijft in de toekomst gehandhaafd op NAP -0,52m. De polderpeilen worden in de toekomst gecorrigeerd aan de hand van de opgetreden bodemdaling.

Verificatie t.b.v. uitvoeringsplan voorbelasting: Worden de toeritten (grondterpen) aangelegd in peilgebieden (niet zijnde Friese Boezempeil) welke worden gecorrigeerd aan de hand van de opgetreden bodemdaling? **JA** Hierdoor is bodemdaling niet relevant voor droogleggingseisen van wegen, aangezien het waterpeil wordt aangepast op toekomstige situaties.

Bewijsdocument: Betreffende eis is niet relevant voor dit Uitvoeringsplan Voorbelasting.

Wegen, betrouwbaarheid

ID	Eisomschrijving	Verificatie
WEG-BT-001 Eis-1208	Wegen dienen betrouwbaar te zijn.	Akkoord [REDACTED] 18-09-2015

Verificatie t.b.v. uitvoeringsplan voorbelasting: Wordt voldaan aan de onderliggende eisen WEG-BT-010 en WEG-BT-011? **JA**

Bewijsdocument: Onderliggende eisen WEG-BT-010 en WEG-BT-011

Wegen, betrouwbaarheid, restzetting

ID	Eisomschrijving	Verificatie
WEG-BT-010 Eis-1234	De restzetting van de wegconstructie (exclusief autonome bodemdaling) dient na 7 jaar (na oplevering) maximaal 50mm te bedragen.	Akkoord [REDACTED] 18-09-2015

Verificatie t.b.v. uitvoeringsplan voorbelasting: Wordt middels een berekening (D-Settlement) aangetoond dat de restzetting 7 jaar na oplevering maximaal 50mm bedraagt? **JA**

Bewijsdocument: Zettingsberekeningen uit bijlage II en § 2.1

Wegen, betrouwbaarheid, stabiliteitsfactor onderbouw

ID	Eisomschrijving	Verificatie
WEG-BT-011 Eis-1238	De stabiliteitsfactor van de onderbouw dient conform NEN 9997-1 minimaal 1,0 te zijn.	Akkoord [REDACTED] 18-09-2015

*Verificatie t.b.v. uitvoeringsplan voorbelasting: Wordt middels een berekening (D-GeoStability) aangetoond dat de stabiliteitsfactor van de onderbouw conform de NEN 9997-1 minimaal 1,0 is in de gebruiksfase? **JA***

Bewijsdocument: Stabiliteitsberekeningen uit bijlage II en §2.2.2

Systeem DCA, sloop, dempen sloten

ID	Eisomschrijving	Verificatie
SYS-SL-002 Eis-1700	Te dempen sloten dienen te worden schoongemaakt van de aanwezige sliblaag en vervolgens te worden gedempt met gebiedseigen grond, zodanig dat de aanvullingen zettingsvrij zijn.	Akkoord [REDACTED] 18-09-2015

*Verificatie t.b.v. uitvoeringsplan voorbelasting: Is op de uitvoeringstekening opgenomen dat watergangen worden uitgekast om aanwezige sliblagen te verwijderen en aansluitend worden gedempt met gebiedseigen grond? **JA***

Bewijsdocumenten: Ontwerptekeningen bijlage III.

3 Raakvlakmanagement

3.1 Interne raakvlakken

In het kader van de werkzaamheden vanuit dit Uitvoeringsplan Voorbelasting zijn de onderstaande interne raakvlakken geïnventariseerd. In de onderstaande opsomming is tevens aangegeven op welke wijze de interne raakvlakken geborgd zijn.

- **Waterhuishouding:** Bestaande watergangen binnen de invloedssfeer van de toeritten worden gedempt met gebiedseigen grond (voortijdig sliblagen uitkassen). Nieuwe watergangen (§ 2.2.3) worden gegraven, waardoor de waterhuishouding niet negatief beïnvloed wordt. Door het dempen van watergangen met gebiedseigen grond (zand) worden grotere zettingen ten opzicht van berekende waarden niet reëel geacht;
- **Landschapsplan:** Conform het landschapsplan wordt bestaande beplanting binnen de invloedssfeer van de toeritten (Noordelijke grondterp) verwijderd [BD1056];
- **Viaduct Strobosser Trekfeart:** Ter plaatse van (de fundering van) de landhoofden van viaduct Strobosser Trekfeart wordt grondverbetering toegepast. Bestaande 'slappe' lagen worden verwijderd en zandlagen aangebracht, waardoor geen zettingen in de ondergrond zijn te verwachten. De werkzaamheden aan viaduct Strobosser Trekfeart kunnen hierdoor onafhankelijk aan de voorbelasting gerealiseerd worden. Grondverbetering wordt toegepast tot 15,0 meter buiten de fundering van het viaduct, waardoor er ook geen horizontale krachten vanuit de voorbelasting op de funderingspalen van het viaduct te verwachten zijn. Ter plaatse van de overgang naar viaduct Strobosser Trekfeart worden stootplaten toegepast. Betreffende aansluitingen worden nader gedetailleerd in het ontwerp van viaduct Strobosser Trekfeart;
- **Wegontwerp De Centrale As:** Als uitgangspunt voor dit Uitvoeringsplan is het lengteprofiel van het wegontwerp van De Centrale As [BD1016]. De bovenzijde van de onderbouw ligt 0,50 meter beneden de toekomstige hoogte van de as van De Centrale As. Hierbij is het uitgangspunt gehanteerd van verhardingsconstructie bestaande uit 0,20m asfalt en 0,30m funderingsmateriaal. Onder de toekomstige wegfundering komt een minimale laag van 0,50m zand voor zandbed, conform Standaard RAW-Bepalingen 2010.
- **Kabels en Leidingen:** Binnen de invloedssfeer van de werkzaamheden vanuit dit uitvoeringsplan bevindt zich K&L knelpunt 9 [BD1116]. Op deze locatie kunnen zich nog huisaansluitingen bevinden richting de voormalige woning Trekwei 2. Nog aanwezige K&L worden geroid en afgevoerd. Vanuit een recente Klic-melding zijn geen nieuwe knelpunten (cat. 3) gesignaleerd. Werkzaamheden worden uitgevoerd conform CROW-publicatie 250 Graafschade voorkomen bij kabels en leidingen – Richtlijnen voor een zorgvuldig graafproces;
- **Archeologie:** Ter plaatse van de zuidelijke grondterp bevindt zich archeologische vindplaats 36C (locatie gespecificeerd op de ontwerptekeningen (bijlage III)). De werkzaamheden op deze locaties, welke van invloed zijn op de ondergrond, worden uitgevoerd onder archeologische begeleiding. Specifiek door een archeologisch bedrijf met een opgravingsvergunning voor het uitvoeren van archeologische opgravingen. Het archeologisch personeel voldoet aantoonbaar aan de KNA 3.3 (senior) KNA-archeoloog. Verwezen wordt naar de voorwaarden uit de omgevingsvergunning voor aanlegactiviteiten bij bestemming Waarde – Archeologie (§ 3.3) en het Programma van Eisen Archeologie voor vindplaats 36 deelgebied C [BD1166];

3.2 Externe Raakvlakken

In het kader van de werkzaamheden vanuit dit Uitvoeringsplan Voorbelasting zijn de onderstaande externe raakvlakken geïnventariseerd. In de onderstaande opsomming is tevens aangegeven op welke wijze de externe raakvlakken geborgd zijn.

- **Doorgaande verkeersstromen Trekwei:** Verkeersstromen op de Trekwei kunnen te allen tijde plaatsvinden en ondervinden geen hinder van de voorbelasting;
- **Doorgaande verkeersstromen Lauwersseewei:** Verkeersstromen op de Lauwersseewei kunnen te allen tijde plaatsvinden en ondervinden geen hinder van de voorbelasting;
- **Toegankelijkheid landbouwpercelen:** De toegang tot aanliggende landbouwpercelen is geborgd door de aanleg van twee gronddammen met duikers (§ 2.2.3);
- **Flora en fauna:** Bij de werkzaamheden vanuit dit uitvoeringsplan wordt gewerkt conform de ontheffing F&F Noord (§ 3.3) en de gedragscode provinciale infrastructuur. De geplande uitvoeringsperiode voor de werkzaamheden betreft oktober 2015 en bevinden zich hierdoor in de voorkeursperiode voor het uitvoeren van werkzaamheden. Voor het verwijderen van bomen/beplanting, dempen watergangen en graafwerkzaamheden wordt gewerkt conform de werkprotocollen uit de gedragscode provinciale infrastructuur [BD2031]
- **Omwonenden:** De gehele omgeving wordt geïnformeerd over de uitvoeringswerkzaamheden. Hiervoor wordt verwezen naar de separate communicatieplanning. Aanliggende perceelseigenaren wordt afzonderlijk ingelicht over de uitvoeringswerkzaamheden m.b.t. de voorbelasting. Om mogelijke overlast als gevolg van stofvorming in droge perioden te voorkomen worden taluds van bekleed met teelaarde en/of wordt de voorbelasting besproeid met water.

3.3 Vergunningenmanagement

Voor realisatie van het Uitvoeringsplan Voorbelasting zijn de onderstaande vergunningen verkregen:

- **Omgevingsvergunning voor aanlegactiviteiten Waarde – Archeologie (OV-2012185):** Vanuit de vergunning zijn de volgende voorwaarden verbonden:
 - De verplichting om de werkzaamheden die leiden tot de bodemverstoring te laten begeleiden door een (senior) KNA archeoloog (KNA 3.3) op het gebied van archeologische monumentenzorg;
- **Ontheffing Flora & Fauna (FF/75C/2012/0132):**
 - De verplichting om de werkzaamheden uit te voeren conform het ecologische werkprotocol. Van toepassing zijnde passages voor werkzaamheden omtrent de voorbelasting zijn opgenomen in de externe raakvlakken (§ 3.2).

Aanvullend op de reeds verkregen vergunningen dient een **Watervergunning** te worden aangevraagd voor het realiseren en aanpassen van watergangen (§ 2.2.3). Daarnaast dient tevens een Watervergunning aangevraagd te worden voor de tijdelijke werkzaamheden m.b.t. het opvangen en lozen van hemelwater vanuit de LD-staalslak. Op basis het onderhavige Uitvoeringsplan Voorbelasting vindt afstemming plaats met het Wetterskip Fryslân over het verkrijgen van de noodzakelijke Watervergunning en de daarbij behorende vergunningsvoorwaarden.

Voor het verrichten van grondtransporten worden de noodzakelijke meldingen verricht in het kader van het besluit bodemkwaliteit.

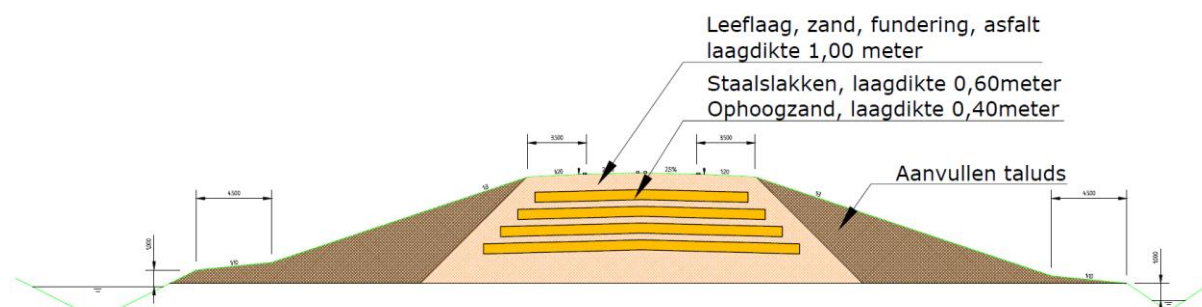
4 Uitvoeringsplan

4.1 Fasering werkzaamheden

De werkzaamheden met betrekking tot het aanbrengen van de voorbelasting worden in één fase gerealiseerd, waarbij meerdere werkstappen worden doorlopen. Alvorens wordt begonnen met het daadwerkelijk aanbrengen van de voorbelasting, worden belemmerende terreininrichting en beplanting verwijderd, nieuwe watergangen gegraven en vervallen watergangen gedempt.

Realiseren toeritten (grondterpen) richting viaduct Strobosser Trekfeart

Alvorens wordt begonnen met ophogen wordt de bestaande ondergrond gefreesd en wordt de bovenste leeflaag afgegraven. De grondterpen worden gerealiseerd door het aanbrengen van ophoogzand in lagen van maximaal 0,50 meter. Alvorens een nieuwe laag wordt aangebracht, worden het ophoogzand verdicht conform de geldende richtlijnen vanuit de Standaard RAW-Bepalingen 2010. In gedeelten van de grondterpen (zie ontwerptekeningen bijlage III) wordt LD-staalslak toegepast (§ 4.2). Deze LD-staalslak wordt aangebracht in lagen van maximaal 0,60 meter en rond afgewerkt met een afschot van 2,5% (waardoor hemelwater kan afstromen en geen plasvorming ontstaat). De verdichting wordt gekeurd volgens eisen gesteld aan verhardingslagen van steenmengsels (Art. 28.12.02, lid 2, Standaard RAW-Bepalingen 2010). Door het aanbrengen van ophoogzand tussen de lagen LD-staalslak vermengd de bouwstof niet met de ondergrond en is LD-staalslak (in een later stadium) terugneembaar. Voor een principe profiel van de grondterpen wordt verwezen naar figuur 4.1.

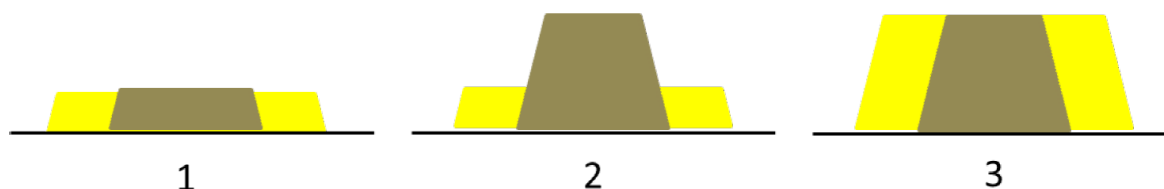


Figuur 4.1: Principe profiel opbouw toeritten (grondterpen) richting viaduct Strobosser Trekfeart

Om de stabiliteit van de ophoging gedurende de uitvoeringsfase te garanderen, wordt minimaal de onderstaande werkvolgorde gehanteerd voor het ophogen van de grondterpen (zie figuur 4.2):

1. De kern en 'schone schouder' van de grondterp worden gerealiseerd tot een hoogte van 2,0 meter boven maaiveld;
2. De kern van de grondterp (talud 1:1) wordt opgehoogd tot het gewenste niveau;
3. De 'schone schouder' van de grondterp wordt aangebracht.

In de praktijk zullen de 'schone schouders' gelijktijdig (direct aansluitend aan) de realisatie van de kern aangebracht worden. In een later stadium worden de taluds (1:3) aangebracht.



Figuur 4.2: Werkvolgorde opbouw toeritten (grondterpen) richting viaduct Strobosser Trekfeart

Ter plaatse van (de fundering van) de landhoofden van viaduct Strobosser Trekfeart wordt tot 15,0 meter achter de fundering grondverbetering toegepast. Bestaande 'slappe' lagen worden verwijderd en zandlagen aangebracht (op deze locatie wordt geen LD-staalslak toegepast). Ten tijde van verdichting van de zandlagen dient het grondwater dieper dan 0,5 meter beneden het werkniveau te staan. Afhankelijk van de op dat moment heersende grondwaterstanden wordt aanwezig grondwater weggepompt. Op locaties waar LD-staalslak wordt toegepast (op locaties bij grondverbetering wordt dit niet toegepast), ligt het LD-staalslak ver boven de grondwaterstand, conform tabel 2.3 (§2.2.1).

4.1.1 Inzet materieel

Voor realisatie van de grondterpen wordt op hoofdlijnen het onderstaande materieel ingezet:

- Schovels, t.b.v. het aanbrengen en afwerken van de grondterpen;
- Rupskranen, t.b.v. het aanbrengen en afwerken van de grondterpen;
- Zelfrijdende (tril)wals, t.b.v. het verdichten van zandlagen en LD-staalslak;
- Trekker-dumper combinatie, t.b.v. grondtransport binnen het werkgebied (vanuit depot);
- Vrachtwagen, t.b.v. aanvoer zand en LD-staalslak over openbare wegen.

Voor afwerking van de grondterpen worden grondverzetmachines ingezet welke voorzien zijn van 3D-GPS besturing. Hierbij kan in combinatie met een GPS-basisstation zeer nauwkeuring worden gewerkt op basis van actuele 3D-ontwerpen. Monitoring van het grondverzet vindt tevens plaats middels de 3D-GPS besturing en de webapplicatie Infrakit. Voor nadere maatvoeringsaspecten wordt verwezen naar het nader (separaat) in te dienen maatvoeringsplan.

LD-staalslak wordt aangevoerd per schip en overgeslagen op vrachtwagens voor het laatste deel van het transport richting de verwerkingslocatie. De overslag van schip op vrachtwagen wordt zorgvuldig uitgevoerd, zodat het 'morsen' van LD-staalslak voorkomen wordt.

4.2 LD-staalslak

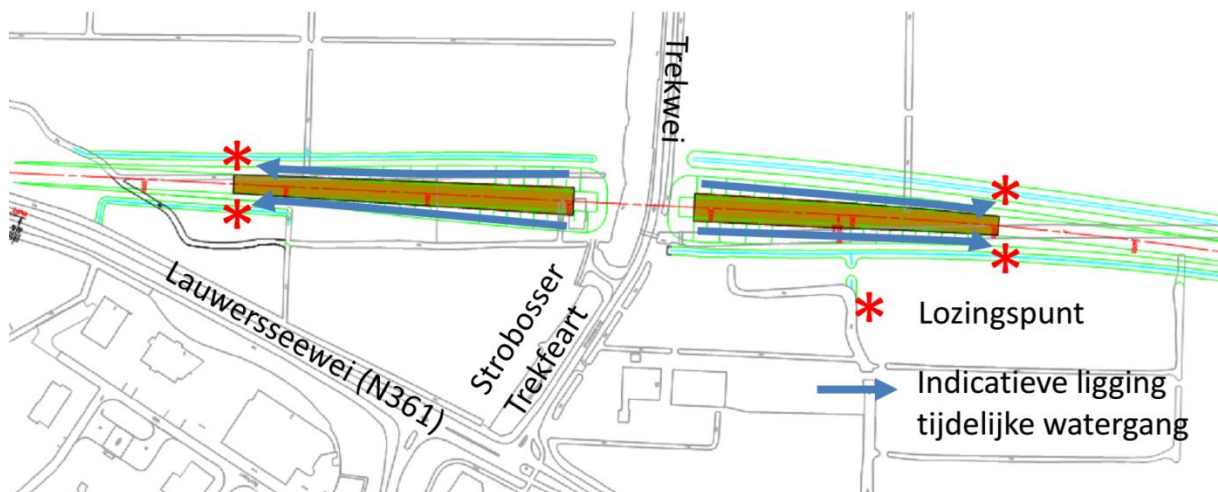
In de onderbouw van De Centrale As wordt ter plaatse van de toeritten naar viaduct Strobosser Trekfeart LD-staalslak toegepast in een sandwich constructie van 0,60m LD-staalslak en 0,40m ophoogzand. LD-staalslak ontstaat in de 2^e stap van de staalbereiding en zijn de aan de lucht afgekoelde steenachtige resten uit het proces. LD-staalslak kan worden toegepast als ophoogmateriaal in GWW-weken en betreft geen IBC-bouwstof. Het NL-BSB productcertificaat (conform besluit bodemkwaliteit) en productinformatieblad van LD-staalslak zijn opgenomen in bijlage IV.

Zoals bekend logen alle bouwstoffen in iets meer of mindere mate uit, zo ook LD-staalslak. LD-staalslak bevat een zekere mate van vrije kalk (CaO). Door de eigenschappen van LD-staalslak kan een tijdelijke, lokale verhoging van de pH (> 12) van de bodem en het grond- en nabijgelegen oppervlaktewater optreden als gevolg van het uitspoelen van vrije kalk. Er worden adequate maatregelen getroffen om dit effect tegen te gaan. Na verloop van tijd (na aanbrengen bovenliggende zandlagen) zal de pH-verhoging geleidelijk verdwijnen door uitputting en carbonatie. LD-staalslak voldoet aan de eisen voor een niet-vormgegeven bouwstof en is geen IBC-bouwstof. Er hoeft dus niet te worden voldaan aan het wettelijk regime en alle bijbehorende eisen voor IBC-bouwstoffen. Maatregelen om pH-effecten te voorkomen vallen onder de zorgplicht.

4.2.1 Maatregelen om pH-effecten te voorkomen

In het ontwerp van de grondterpen is reeds rekening gehouden dat LD-staalslak niet in direct contact komt met grondwater en capillaire laag (§ 2.2.1). Om in de bouwfase (voordat alle bovenliggende zandlagen uit het ontwerp zijn aangebracht) te voorkomen dat hemelwater van LD-staalslak direct afstroomt naar oppervlaktewater, worden de onderstaande tijdelijke maatregelen getroffen als fall-back scenario (betreffende maatregelen zijn in samenspraak met het Wetterkip Fryslân bepaald):

- Niet met zand afgedekte lagen LD-staalslak worden bij natte weersvoorspellingen (o.a. regen) afgedekt met landbouwfolie, hemelwater komt hierdoor minimaal in contact met LD-staalslak. Landbouwfolie wordt afgedekt met grond, waardoor opwaaien van het folie wordt voorkomen. Op de bouwlocatie is minimaal 2.350m² landbouwfolie aanwezig (o.b.v. verwerkingsproductie) voor het afdekken van LD-staalslak;
- LD-staalslak wordt rond afgewerkt met een afschot van 2,5%, waardoor er geen hemelwater blijft staan op het LD-staalslak (geen plasvorming);
- Rondom de grondterpen worden tijdelijke watergangen gegraven. Afstromend water van (het folie op) de LD-staalslak wordt hierin opgevangen en gemonitord op pH-waarde. Bij een pH-waarde van 7,0 en visueel niet verontreinigd zijn geen aanvullende maatregelen noodzakelijk, bij hogere pH-waarden of visuele verontreiniging worden maatregelen getroffen. Monitoring vindt plaats middels lakmoesproeven (lakmoespapier) (zie §5.4);
- Bij pH-waarden groter dan 7,0 of visuele verontreiniging wordt het opgevangen water in de tijdelijke watergangen belucht met CO₂, waardoor de pH-waarden zullen dalen tot 7,0, Bij eventuele visuele verontreinigingen is nadere afstemming noodzakelijk;
- Bij pH-waarden van 7,0 wordt het water geloosd op oppervlaktewater. De lozingspunten op het oppervlaktewater zijn weergegeven in figuur 4.3. Dit betreffen nieuwe watergangen welke voorafgaand aan het aanbrengen van de voorbelasting worden gegraven. Ten tijde van lozing op het oppervlaktewater worden een gronddam tussen de (tijdelijke) watergangen verwijderd en na het lozen van het water weer aangebracht.



Figuur 4.3: Lozingspunten tijdelijke watergangen

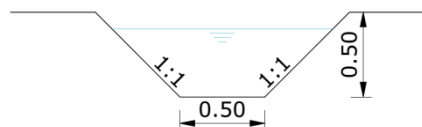
Tijdelijke watergangen voor vrijkomend water uit LD-staalslak

De tijdelijke watergangen welke worden gebruikt voor het opvangen van afstromend hemelwater, zijn gedimensioneerd op een bui 9 (leidraad riolering) met een maximaal debiet van 210 l/s/ha en een berging van 35,7mm.

Locatie	Oppervlak staalslak [m ²]	Berging [m ³]	Lengte watergang [m]	Doorsnede Watergang [m ²]
Grondterp Noordzijde	4470	159,58	490	0,326
Grondterp Zuidzijde	3845	137,27	430	0,319

Tabel 4.1: Te realiseren watergangen ten tijde van de voorbelasting van toeritten Strobosser Trekfeart

Tijdelijke watergangen worden gerealiseerd conform het profiel uit figuur 4.4. Middels dit profiel, met een oppervlak van 0,50m², wordt voldaan aan de minimaal noodzakelijk doorsnede uit tabel 4.1. De tijdelijke watergangen staan niet in verbinding met omliggende bestaande watergangen. De tijdelijke watergangen worden na aanleg van de LD-staalslak (minimale afdekking met 0,50m zand) weer gedempt.



Figuur 4.4: Profiel tijdelijke watergang

4.3 Werkterrein

Ten tijde van aanleg van de grondterpen wordt er slechts een summier werkterrein ingericht bestaande uit een 'schafteek' en parkeervoorzieningen voor het personeel. In eerste instantie worden er nog geen voorzieningen voor de Opdrachtgever ingericht. De werklocatie bestaat voornamelijk uit de toekomstige grondterpen. Een schets van het werkterrein (inclusief het bestaande zanddepot) is opgenomen in het verkeersplan in bijlage VII.

Verkeersmaatregelen

Ten tijde van aanleg van de grondterpen worden er geen werkzaamheden uitgevoerd op openbare wegen. Alle verkeersstromen kunnen op reguliere wijze doorgang vinden. De aanvoer van zand en LD-staalslak vindt plaats via de Lauwersseewei en Trekwei. Hierbij wordt de Trekwei conform de contractuele niet door bouwverkeer gebruikt buiten de werkgrenzen, met uitzondering van het gedeelte tussen de werkgrens en de Lauwersseewei/N361. Een schets van de verkeersmaatregelen is opgenomen in bijlage VII.

5 Monitoringsplan

5.1 Zettingen in de ondergrond

De zettingen in de ondergrond worden met behulp van zakbakens gemonitord. Voordat begonnen wordt met het ophogen van de toeritten, wordt de bestaande ondergrond gefreesd en uitgevlakt. Op de vlakke ondergrond worden zakbakens geplaatst. De zakbakens hebben een voetplaat van 500x500x5mm voorzien van een aangelaste gasbuis. De zakbakens hebben verschillende lengtes. De zakbakens hebben minimal 0,50 meter buis onder de voetplaat. De minimale lengtes van de zakbakens zijn weergegeven in tabel 5.1.

Nr.	Locatie	Max. Ophoging [m1]	Lengte zakbakens [m1]
1	De Centrale As – MW10, km 3.150	2,33	3,50
2	De Centrale As – MW10, km 3.200	2,08	3,50
3	De Centrale As – MW10, km 3.250	2,34	3,50
4	De Centrale As – MW10, km 3.300	3,31	4,50
5	De Centrale As – MW10, km 3.350	3,45	4,50
6	De Centrale As – MW10, km 3.400	4,08	5,50
7	De Centrale As – MW10, km 3.450	5,49	6,50
8	De Centrale As – MW10, km 3.500	6,56	8,00
9	De Centrale As – MW10, km 3.550	7,34	8,50
10	De Centrale As – MW10, km 3.600	7,81	9,00
11	De Centrale As – MW10, km 3.700	7,93	9,00
12	De Centrale As – MW10, km 3.750	7,30	8,50
13	De Centrale As – MW10, km 3.800	6,36	7,50
14	De Centrale As – MW10, km 3.850	3,39	4,50
15	De Centrale As – MW10, km 3.900	3,03	4,50
16	De Centrale As – MW10, km 3.950	3,77	5,00
17	De Centrale As – MW10, km 4.000	1,46	2,50
18	De Centrale As – MW10, km 4.050	1,69	3,00

Tabel 5.1: Minimale lengte zakbakens

Zakbakens worden aangebracht in de toekomstige as van De Centrale As met een gemiddelde h.o.h. afstand van 50 meter. De locaties van de zakbakens zijn opgenomen in de schets in bijlage V. Zakbakens worden periodiek ingemeten, om inzicht te krijgen in het verloop van de zettingen. De eerste hoogtemeting vindt plaats voor het aanbrengen van de eerste belasting (nulmeting). Aansluitend wordt de onderstaande meetfrequentie gehanteerd:

- Week 1: 3 metingen (maandag / woensdag / vrijdag);
- Week 2-4: 2 metingen per week;
- Week 5-8: 1 meting per week;
- Week 9 tot einde voorbelasting: 2 metingen per maand.

De gemeten waarden worden, per locatie, opgenomen in een spreadsheet. Een voorbeeld hiervan is opgenomen in bijlage 5.2.

Zakbaaknummer: 1			De Centrale As – MW10, km 3.150			
Meting	Datum	Bovenkant zakbaak	Baaklengte	Maaiveld	Zetting	Bijzonderheid
Nul						
1						
2						

Tabel 5.2: Voorbeeld spreadsheet monitoring zakbakens

5.2 Risicobeheersing zettingsproces

Vanuit de spreadsheet (§ 5.1) wordt een grafische presentatie van het zettingsverloop opgesteld. Het daadwerkelijke zettingsverloop wordt vergeleken met de grafische presentatie van de (theoretische) zettingsberekeningen opgenomen in bijlage VI. Na een periode van ca. 3 maanden wordt een eerste beoordeling van het zettingsproces uitgevoerd. Indien uit deze analyse en interpretatie afwijkingen zichtbaar worden ten opzicht van de theoretische zettingslijnen (bijlage VI), worden fitberekening uitgevoerd. Met deze beoordeling kunnen eventuele afwijkingen worden gesignaleerd en kunnen indien noodzakelijk gedurende de resterende voorbelastingsperiode aanvullende maatregelen worden getroffen om het zettingsproces te optimaliseren.

Voor de grondterpen van de toeritten richting viaduct Strobosser Trekfeart zijn twee risico's aanwezig met betrekking tot de hoogte van het grondwerk:

- Hoogte grondterp toeritten is hoger dan toekomstige hoogte grondwerk van De Centrale As. De bestaande ondergrond zet minder dan de theoretische zettingsberekeningen;
- Hoogte grondterp toeritten is lager dan toekomstige hoogte grondwerk van De Centrale As. De bestaande ondergrond zet meer dan de theoretische zettingsberekeningen.

Beheersmaatregel bij minder zettingen t.o.v. theoretische berekeningen

Indien in de periode na het aanbrengen van de grondterpen blijkt dat er minder zettingen optreden dan vooraf berekend, wordt de aanwezige overhoogte verwijderd (afgeschoven) en verwerkt in de taluds van de grondterpen. Eventueel kan overwogen worden om de voorbelastingsperiode te verkorten, indien de eindsituatie van het zettingsproces vroegtijdig wordt behaald (o.b.v. analyse zettingsproces).

In het ontwerp van de onderbouw ligt LD-staalslak op een dusdanig hoogte, dat bij het uitblijven van zettingen nog te allen tijde een verhardingsconstructie van minimaal 1,0 meter aangebracht kan worden.

Op locaties zonder overhoogte wordt direct een laag van minimaal 0,50m zand voor zandbed aangebracht, aangevuld met een laag zand voor zandbed van minimaal de laagdikte van de zettingscompensatie. Bij het uitblijven van zettingen blijft er te allen tijde minimaal een laag van 0,50m zand voor zandbed aanwezig. Op locatie met overhoogte wordt het zand voor zandbed na de voorbelastingsperiode aangebracht.

Beheersmaatregel bij meer zettingen t.o.v. theoretische berekeningen

Indien in de periode na het aanbrengen van de grondterpen blijkt dat er meer zettingen optreden dan vooraf berekend, wordt het zettingsproces op basis van de daadwerkelijke zettingen opnieuw beschouwd. Middels monitoring is extra zetting in de ondergrond vroegtijdig inzichtelijk en kunnen binnen de voorbelastingsperiode aanvullende maatregelen getroffen worden om het zettingsproces te versnellen. Dit kan bijvoorbeeld bestaan uit het aanbrengen van extra overhoogte. Daadwerkelijke maatregelen worden bepaald op basis van een analyse van het daadwerkelijke zettingsproces.

5.3 Monitoring stabiliteit onderbouw

De stabiliteit van de onderbouw voldoet zowel in de uitvoerings- als gebruiksfase aan de minimale stabiliteitsfactoren conform de NEN 9997-1. Gedurende de uitvoeringsfase wordt de stabiliteit op potentieel kritische locaties gemonitord.

Monitoring vindt plaats uitsluitend plaats bij ophogingen nabij het toekomstige viaduct Strobosser Trekfeart, aangezien hier de grootste ophogingen worden verricht. Specifiek wordt ten noorden van het toekomstige viaduct gemonitord over een traject van ca. 200 meter, ten zuiden van het viaduct over een traject van ca. 100 meter. Monitoring geschiedt door op ca. 1,0 meter uit de teen van het talud in een rechte lijn perkoenpalen te plaatsen met een h.o.h. afstand van ca. 10,0 meter. De perkoenpalen worden aangebracht tot een diepte van ca. 2,5 meter. Door dagelijks toezicht wordt gecontroleerd of de palen nog verticaal en in een rechte lijn staan, waarmee aangetoond wordt dat de onderbouw stabiel is.

5.4 Monitoring pH-waarden

Zoals bekend logen alle bouwstoffen in iets meer of mindere mate uit, zo ook LD-staalslak. LD-staalslak bevat een zekere mate van vrije kalk (CaO). Door de eigenschappen van LD-staalslak kan een tijdelijke, lokale verhoging van de pH (> 12) van de bodem en het grond- en nabijgelegen oppervlaktewater optreden als gevolg van het uitspoelen van vrije kalk. Na verloop van tijd (na aanbrengen bovenliggende zandlagen) zal de pH-verhoging geleidelijk verdwijnen door uitputting en carbonatie. De pH-waarden in de omliggende watergangen en tijdelijk te realiseren watergang (§4.2.1) worden gemonitord middels lakmoesproeven. Maatregelen om verhoging van pH-waarden te voorkomen zijn beschreven in §4.2.1. Voor monitoring wordt de onderstaande frequentie gehanteerd:

- Voorafgaand aan het aanbrengen van de eerste lagen LD-staalslak wordt een nulmeting uitgevoerd op de vier potentiële lozingslocaties (figuur 4.3). De gemeten pH-waarden worden als referentie gehanteerd;
- Gedurende de uitvoeringswerkzaamheden worden wekelijks lakmoesproeven uitgevoerd op de vier potentiële lozingslocaties en in de tijdelijke watergangen;
- Kort voorafgaand aan het lozen van water vanuit de tijdelijke watergangen worden lakmoesproeven uitgevoerd op de vier potentiële lozingslocaties en in de tijdelijke watergangen. Bij pH groter dan 7,0 vindt geen lozing plaats;
- Wekelijkse monitoring vindt plaats tot het moment dat alle definitieve verhardingslagen zijn gerealiseerd.

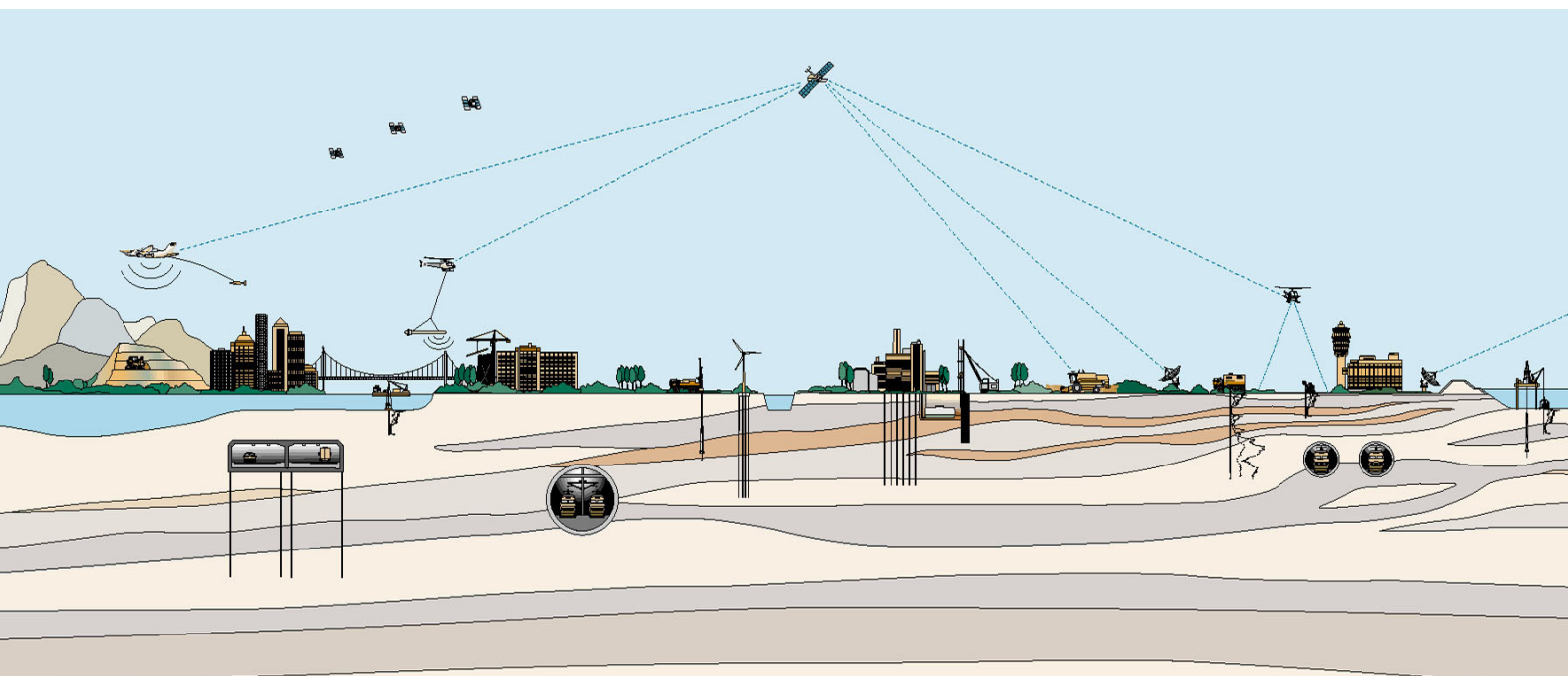
I. Rapportage geotechnisch veldwerk

RAPPORTAGE

GEOTECHNISCH VELDWERK
betreffende

**TOERITTEN BRUG OVER
STROBOSSER TREKFAERT**

Opdrachtnummer: 1015-0338-000




RAPPORTAGE

GEOTECHNISCH VELDWERK
betreffende

**TOERITTEN BRUG OVER
STROBOSSER TREKFAERT**

Opdrachtnummer: 1015-0338-000

VERSIE	DATUM	OMSCHRIJVING WIJZIGING	PARAAF PROJECTLEIDER
1	2 juli 2015		

FILE: 1015-0338-000_21.KRV01.doc

RAPPORTAGE GEOTECHNISCH VELDWERK

Project	Toeritten brug over Strobosser Trekfaert	Opdrachtnummer	1015-0338-000
Opdrachtgever	[REDACTED] Postbus 12 7683 ZG DEN HAM	Datum rapportage	2 juli 2015
		Uitvoeringsperiode	29 juni 2015
Opgesteld door	[REDACTED]		
Gecontroleerd door	[REDACTED]		
Projectleider	[REDACTED]		
Documentnaam	1015-0338-000_21.KR01.doc		

Deze rapportage bevat de resultaten van het geotechnisch veldwerk dat ten behoeve van bovengenoemd project door Fugro GeoServices B.V. is uitgevoerd. De gerapporteerde resultaten van dit onderzoek mogen slechts worden gehanteerd voor het doel zoals in de opdracht is beschreven.

Tot deze rapportage behoren de volgende bijlagen:

- Situatietekeningen (Bijlage 1.1 en 1.2)
- Sonderingen
- Veldboorstaten
- Continu Elektrisch Sonderen
- Legenda Terreinproeven en Grondsoorten

1. GEOTECHNISCH VELDWERK

Het geotechnisch veldwerk voor dit project heeft bestaan uit:

- 9 sonderingen met meting van de plaatselijke wrijvingsweerstand;
- 4 handboringen, bij HB1 en HB5 inclusief het plaatsen van 2 peilbuizen per boorgat.

Voor een verklaring van de op de situatietekening gebruikte tekens en symbolen wordt verwezen naar de bijlage "Legenda Terreinproeven en Grondsoorten".

2. COORDINATEN EN HOOGTE VAN ONDERZOEKSPUNTEN

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

Tijdens de uitvoering van het onderzoek is de kruin weg, aan de Strobosserweg, ingemeten. De locatie met betreffende (NAP)hoogte is aangegeven op de situatietekening (Bijlage 1.2).

De bijgevoegde situatietekeningen zijn gebruikt voor het aangeven van de onderzoekslocaties.

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.

3. SONDEREN

Het sonderen is uitgevoerd conform de vigerende richtlijnen en de NEN-EN-ISO 22476-1. Een beschrijving van de gevolgde meet- en registratiemethode is gegeven in de bijlage "Continu Elektrisch Sonderen".

Wanneer de sonderingen gebruikt worden voor de toetsing van geotechnische constructies dient de aard en omvang van het grondonderzoek te voldoen aan 3.2.3 van NEN 9997-1.

4. BOREN

Het boorwerk is handmatig uitgevoerd. Bij het handboren wordt doorgaans gebruik gemaakt van een edelmannboor (cohesieve gronden, klei, veen) en een handpuls (niet cohesieve grond, zand).

De werkzaamheden zijn uitgevoerd conform de NEN-EN-ISO 22475-1. De classificatie van de grond is uitgevoerd conform NEN 5104.

De in de boorgaten geïnstalleerde peilbuizen zijn geplaatst conform NEN-EN-ISO 22475-1. De filterdiepte, omstorting en afdichting zijn aangegeven op de betreffende boorstaten. De boringen met peilbuizen zijn met bijbehorend symbool aangegeven op de situatietekening.

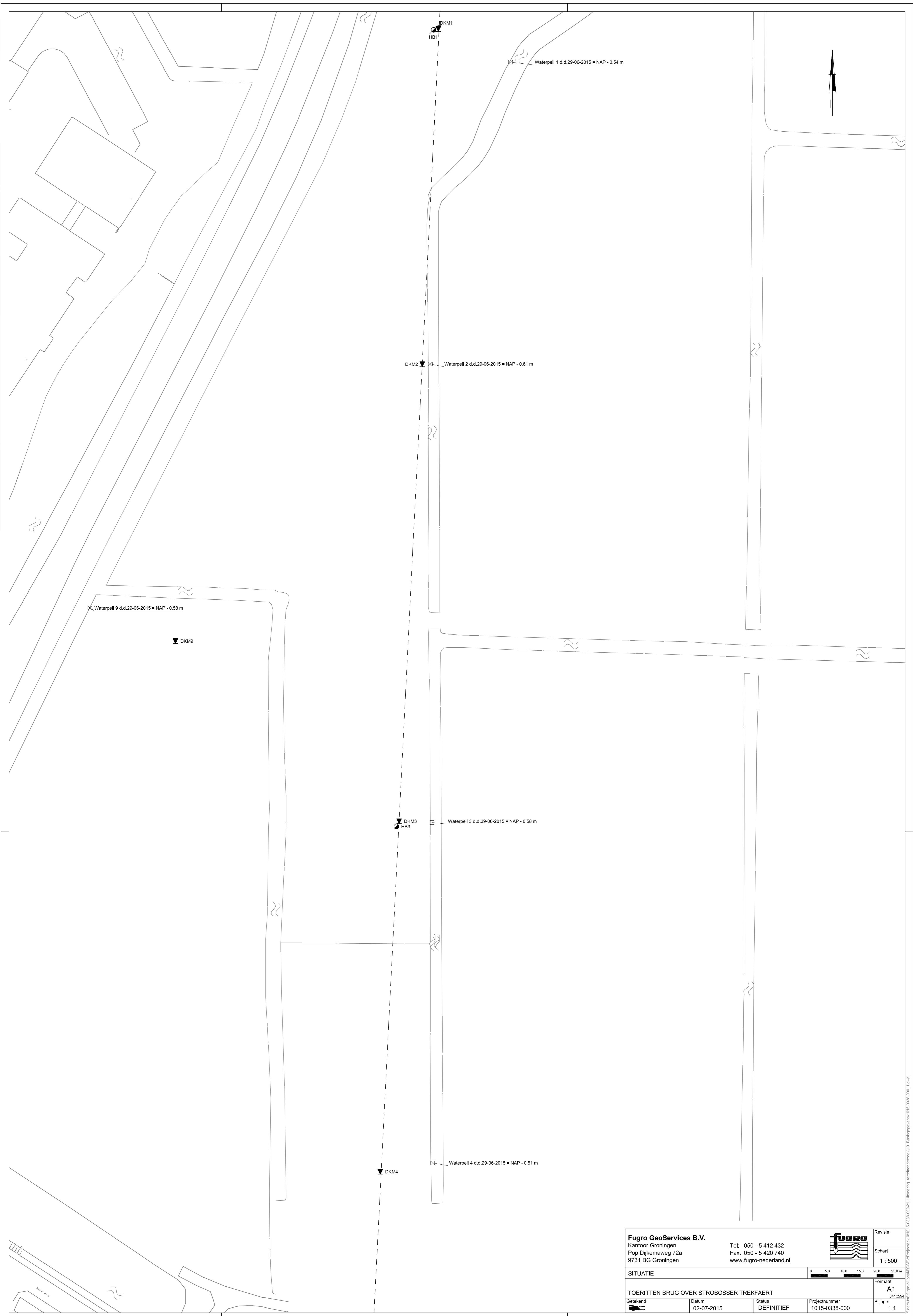
5. (GROND)WATERSTAND

De nabijgelegen openwaterpeilen zijn gedurende het grondonderzoek bepaald en vermeld op de situatietekeningen. Deze waterstanden zijn eenmalige opnames en bedoeld als een oriënterend gegeven.

Tijdens de uitvoering van het grondonderzoek zijn de grondwaterstanden in de peilbuizen aangetroffen op 1,2 m tot 1,5 m beneden maaiveld, hetgeen overeenkomt met circa NAP -0,5 m tot NAP -1,3 m. Deze grondwaterstanden zijn eenmalige opnames en bedoeld als een oriënterend gegeven. De grondwaterstand kan in de tijd fluctueren onder invloed van de weersgesteldheid en de seizoenen.

6. KWALITEITSBORGING


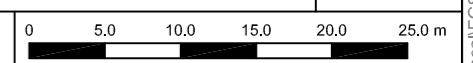
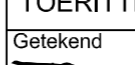
Alle werkzaamheden zijn verricht in overeenstemming met het managementsysteem van Fugro GeoServices B.V. dat voldoet aan de NEN-ISO 9001:2008 en VCA ** 2008/05.



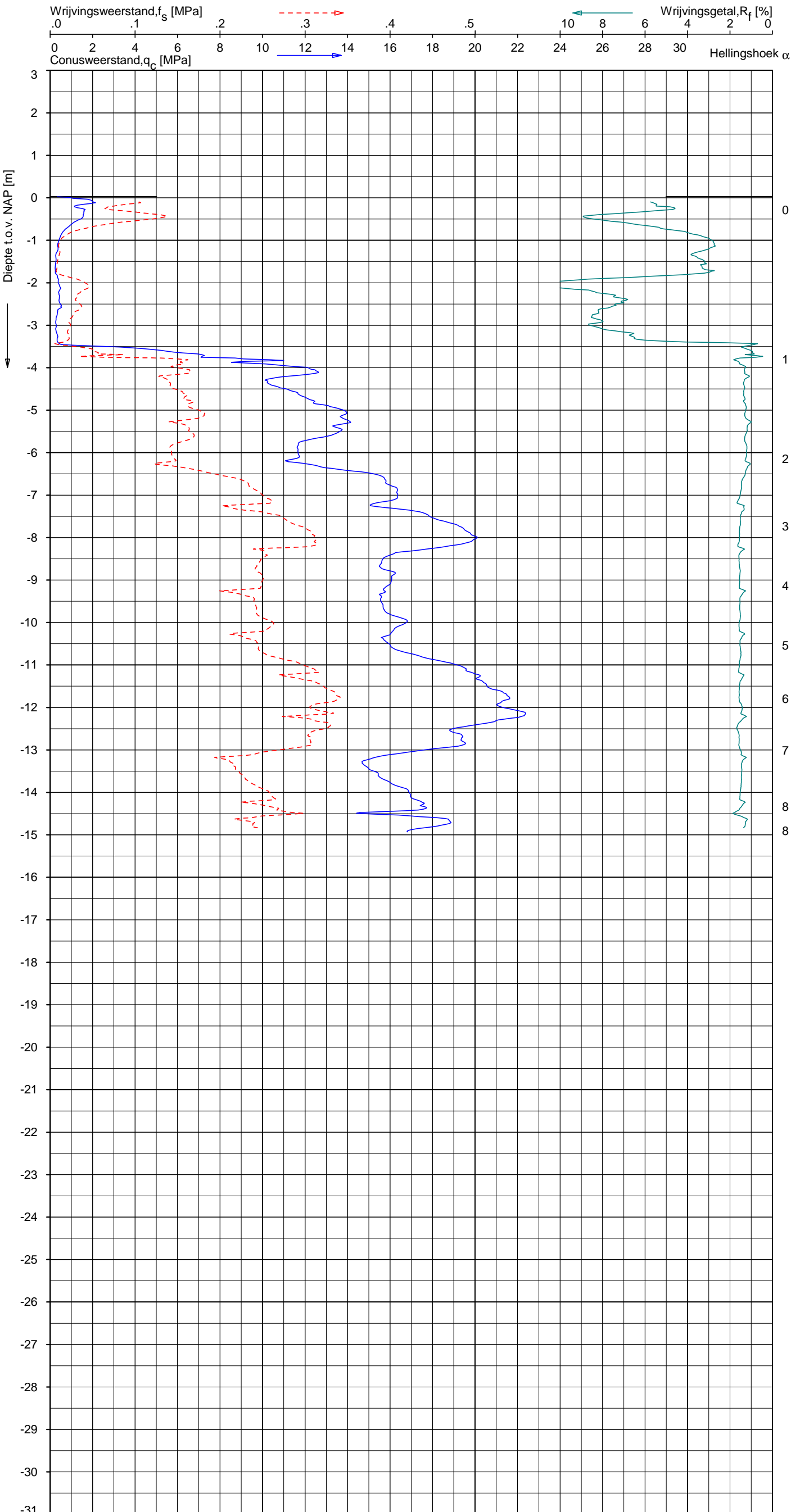
Fugro GeoServices B.V. Kantoor Groningen Pop Dijkemaweg 72a 9731 BG Groningen		Tel: 050 - 5 412 432 Fax: 050 - 5 420 740 www.fugro-nederland.nl		 Revisie Schaal 1 : 500	
SITUATIE					
TOERITTEN BRUG OVER STROBOSSEER TREKFAERT					
Getekend	Datum	Status	Projectnummer	Formaat	Bijlage
	02-07-2015	DEFINITIEF	1015-0338-000	A1 841x598	1.1

\\naam2.fugro.com\backoffice\FCSB\Projecten\1015-0338-000\21_Libcentro_1015-0338-000_1.dwg

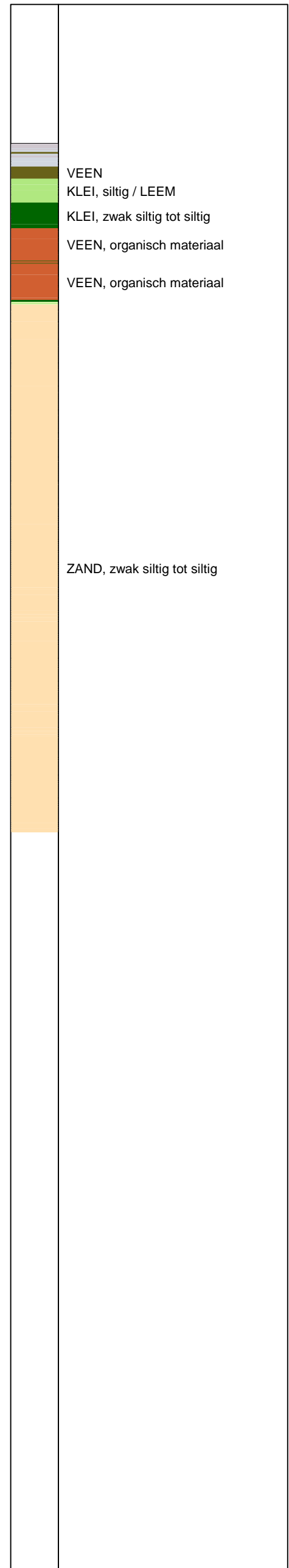


Fugro GeoServices B.V. Kantoor Groningen Pop Dijkemaweg 72a 9731 BG Groningen		Tel: 050 - 5 412 432 Fax: 050 - 5 420 740 www.fugro-nederland.nl		 Revisie Schaal 1 : 500	
SITUATIE					
TOERITTEN BRUG OVER STROBOSSEER TREKFAERT			Formaat A1 841x598		
Getekend 	Datum 02-07-2015	Status DEFINITIEF	Projectnummer 1015-0338-000	Bijlage 1.2	

\\nam02.fugro-eu\proj\1015-0338-000\21_Lib\ortho\1015-0338-000_1.dwg



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



Opg.: [redacted] d.d. 29-jun-2015 Coord.: X=197299.3m Y=592941.8m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
 Get.: [redacted] d.d. 02-jul-2015 MV = NAP +0.03m Conus: CP15-CF75SN2 1701-2499 Toepassingsklasse 2. Test type TE1
 Conustype: $A_c = 1510 \text{ mm}^2$; $A_s = 19895 \text{ mm}^2$



SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

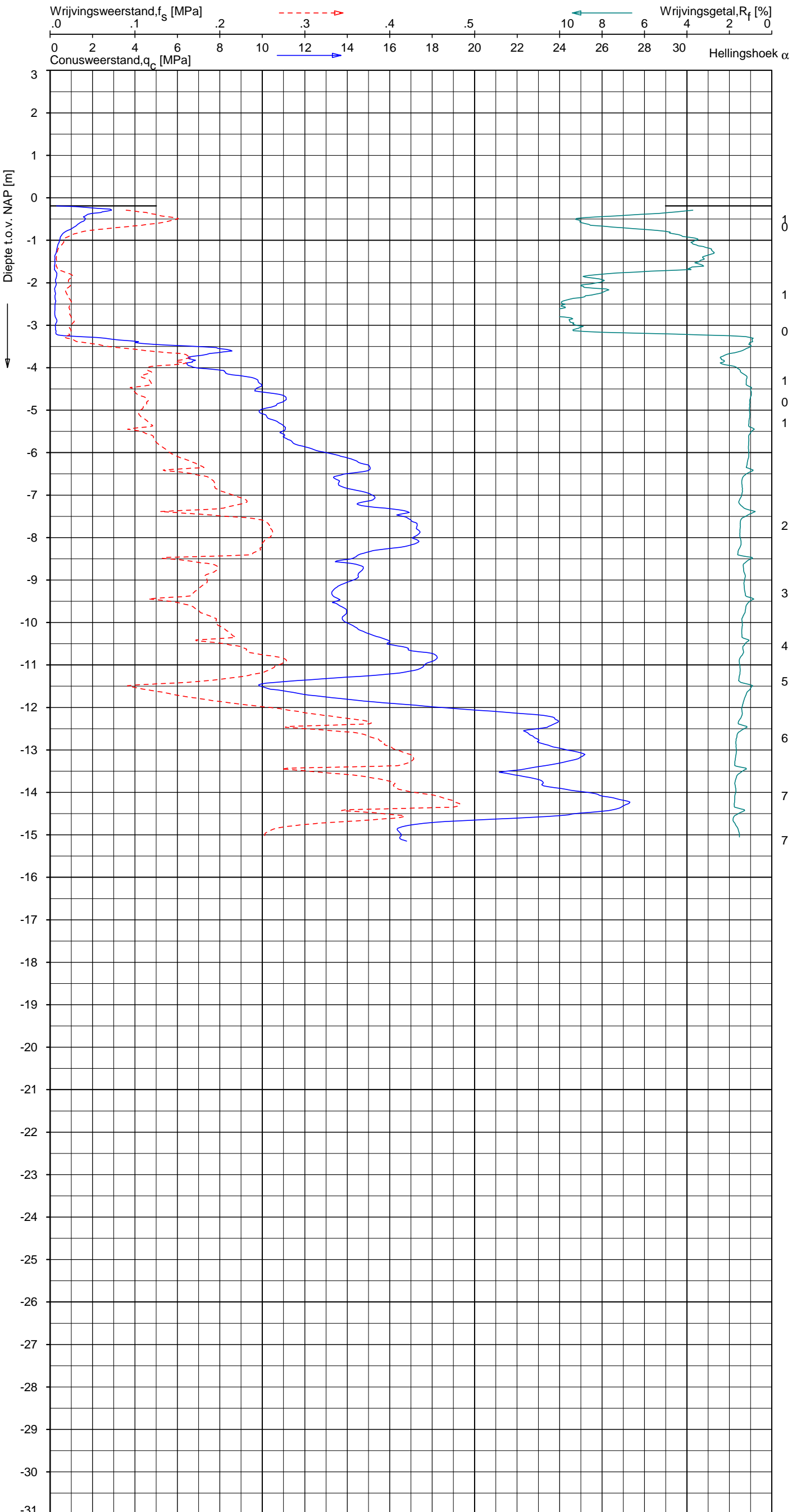
TOERITTEN BRUG OVER STROBOSSEER TREKFAERT

Opdr. 1015-0338-000
 Sond. DKM1

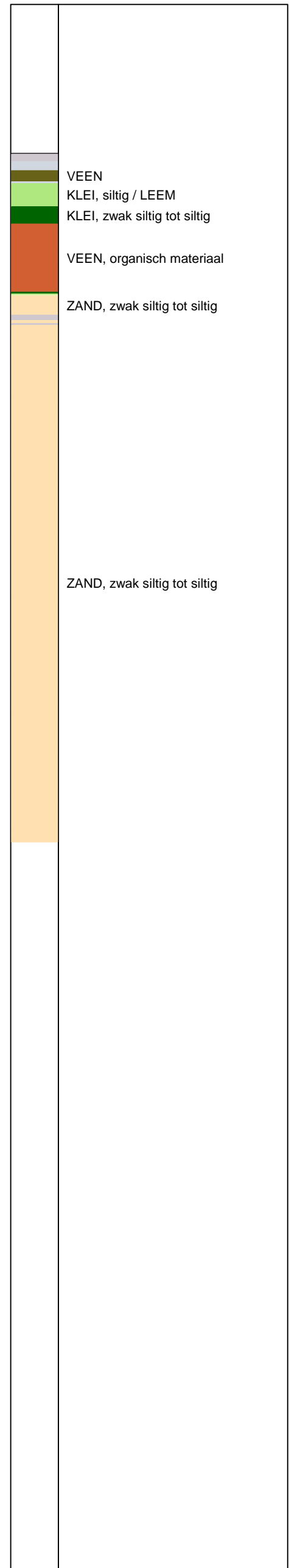
UNIPLOT 05.28.nl / QcfClass-R3.cmd / 2015-07-02 14:28:38

1015-0338-000

DKM2 - 1



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

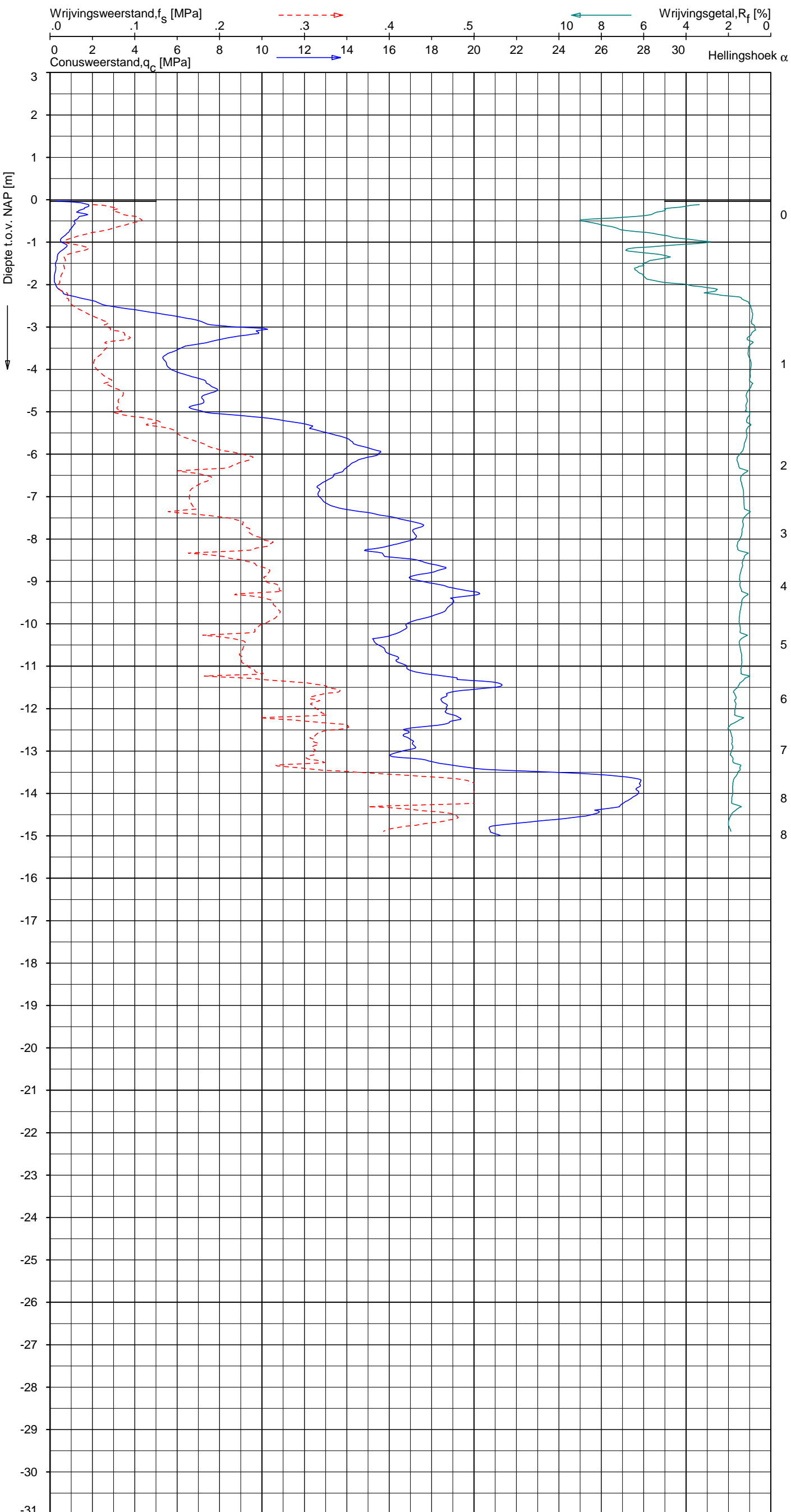


Opg. : [redacted] d.d. 29-jun-2015 Coord.: X=197294.4 m Y= 592840.0 m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
 Get. : [redacted] d.d. 02-jul-2015 MV = NAP -0.19 m Conus: CP15-CF75SN2 1701-2499 Toepassingsklasse 2. Test type TE1
 Conustype: A_c = 1510 mm²; A_s = 19895mm²

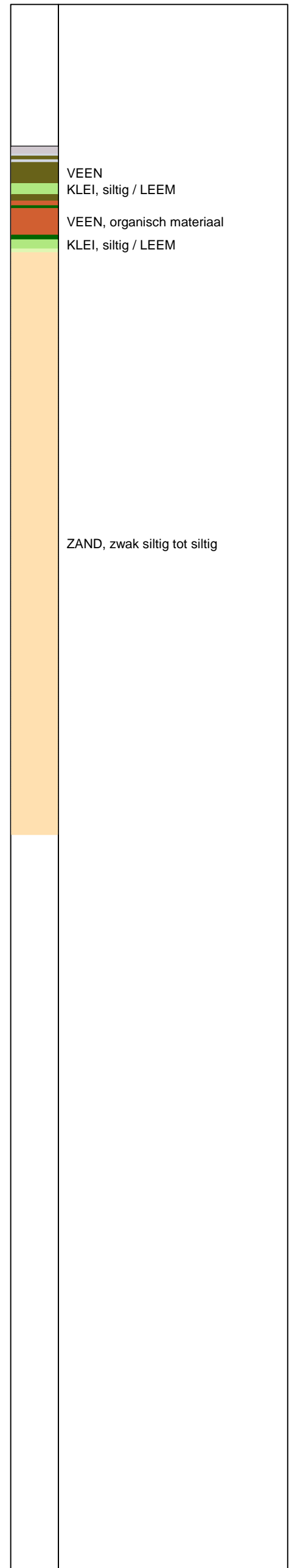


SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING
 TOERITTEN BRUG OVER STROBOSSEER TREKFAERT

Opdr. 1015-0338-000
 Sond. DKM2



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

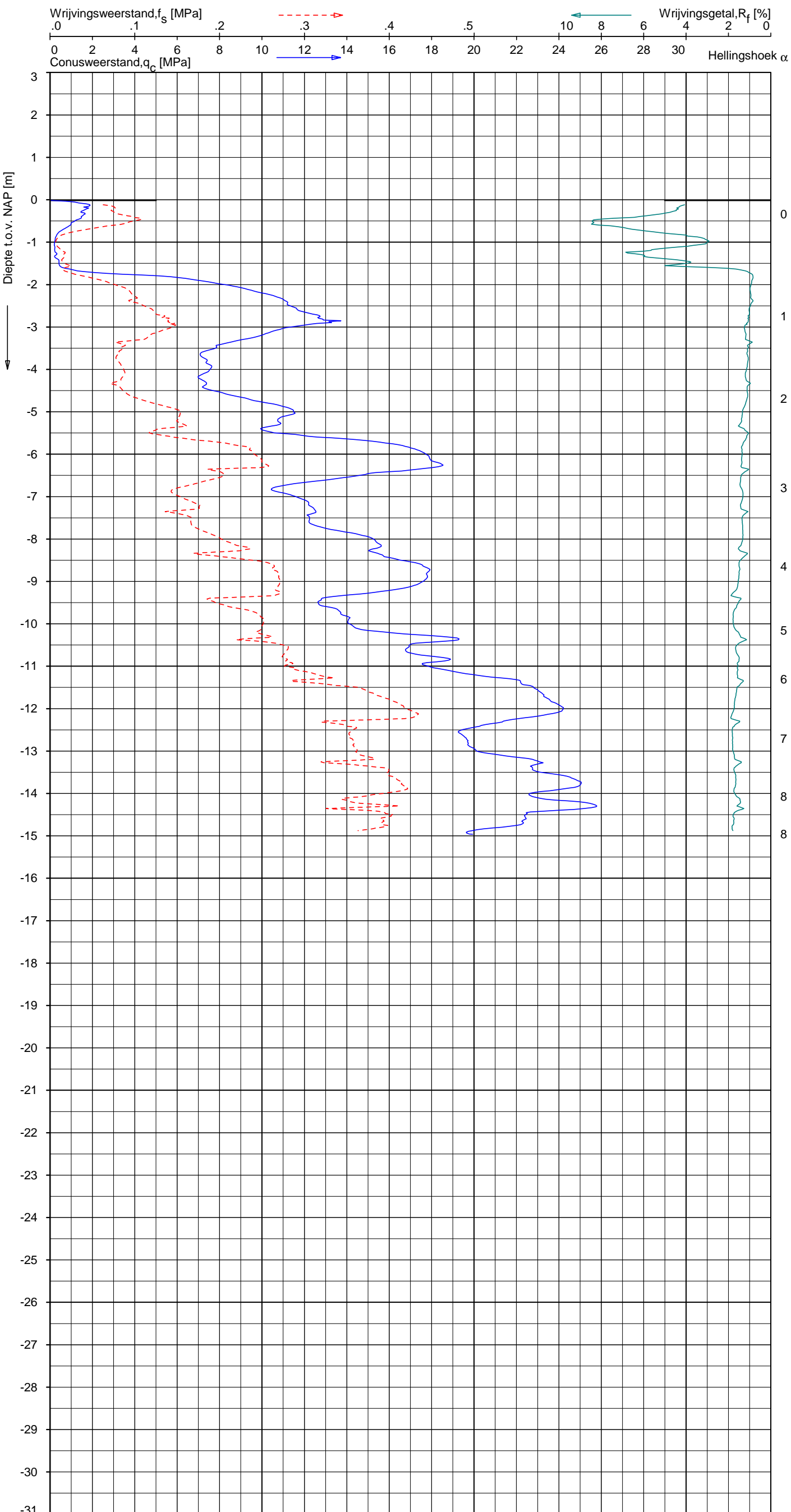


Opg. : [redacted] d.d. 29-jun-2015 Coord.: X=197287.4 m Y=592701.3 m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
 Get. : [redacted] d.d. 02-jul-2015 MV = NAP -0.03 m Conus: CP15-CF75SN2 1701-2499 Toepassingsklasse 2. Test type TE1
 Conustype: $A_c = 1510 \text{ mm}^2$; $A_s = 19895 \text{ mm}^2$

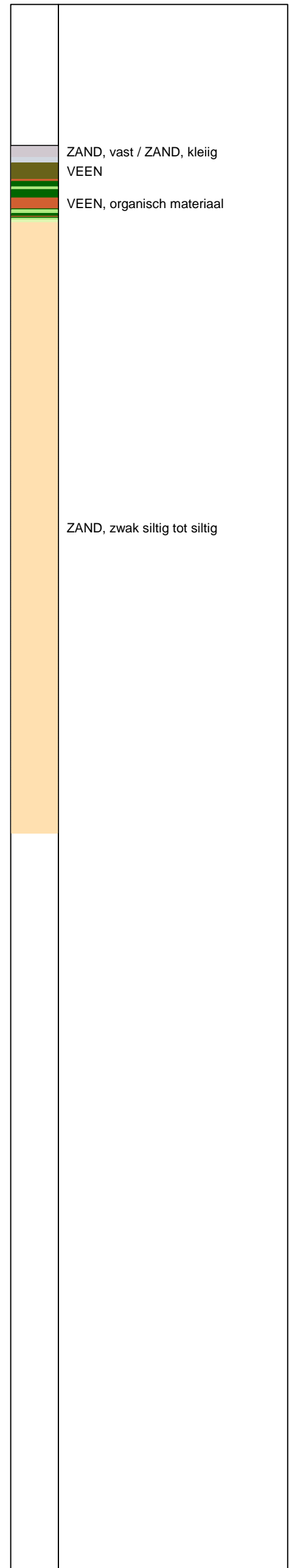


SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING
 TOERITTEN BRUG OVER STROBOSSER TREKFAERT

Opdr. 1015-0338-000
 Sond. DKM3



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



Opg. : [redacted] d.d. 29-jun-2015 Coord.: X=197281.7 m Y= 592594.9 m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
 Get. : [redacted] d.d. 02-jul-2015 MV = NAP -0.02 m Conus: CP15-CF75SN2 1701-2499 Toepassingsklasse 2. Test type TE1
 Conustype: $A_c = 1510 \text{ mm}^2$; $A_s = 19895 \text{ mm}^2$



SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

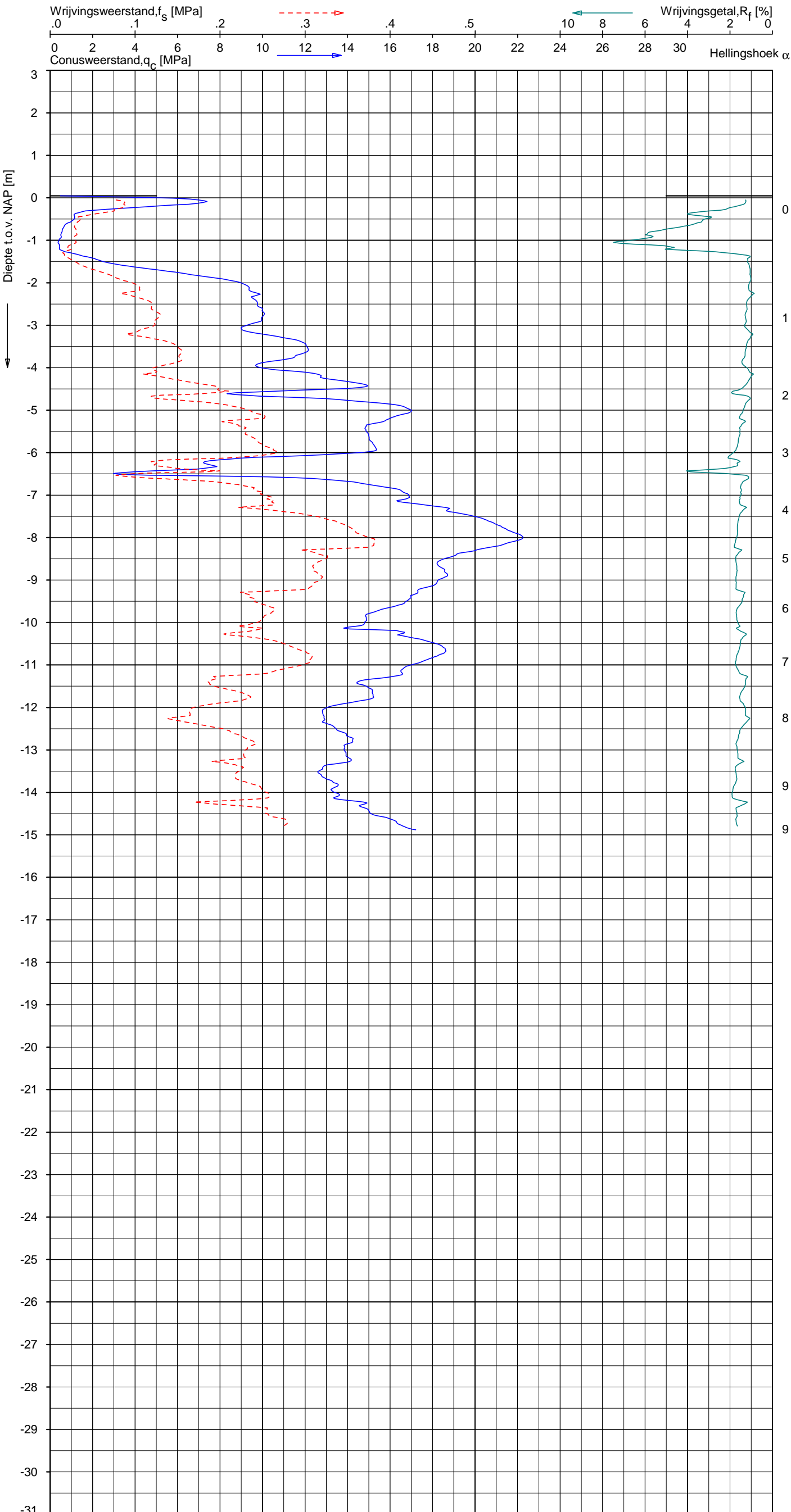
TOERITTEN BRUG OVER STROBOSSEER TREKFAERT

Opdr. 1015-0338-000
 Sond. DKM4

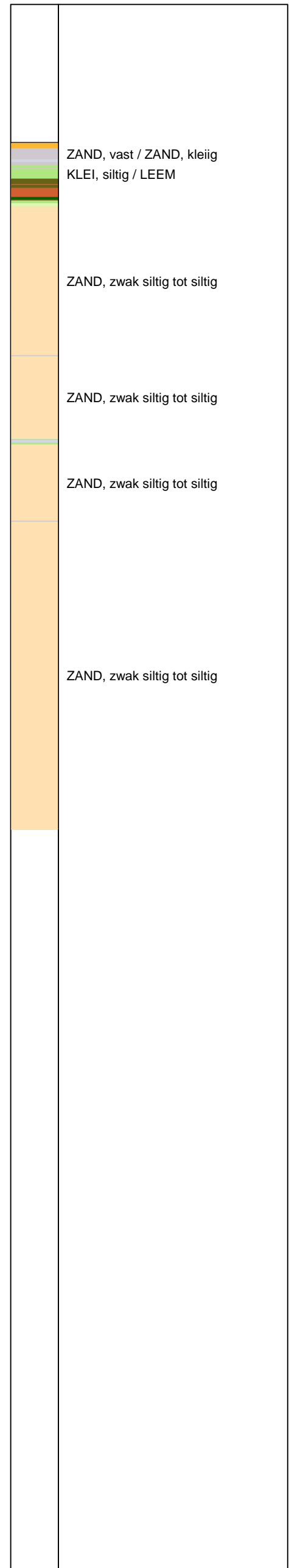
UNIPLOT 05.28.nl / QcfClass-R3.cmd / 2015-07-02 14:28:44

1015-0338-000

DKM5 - 1



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



Opg.: [redacted] d.d. 29-jun-2015 Coord.: X=197265.5 m Y=592428.7 m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
 Get.: [redacted] d.d. 02-jul-2015 MV = NAP +0.05 m Conus: CP15-CF75SN2 1701-2499 Toepassingsklasse 2. Test type TE1
 Conustype: A_c = 1510 mm²; A_s = 19895mm²



SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

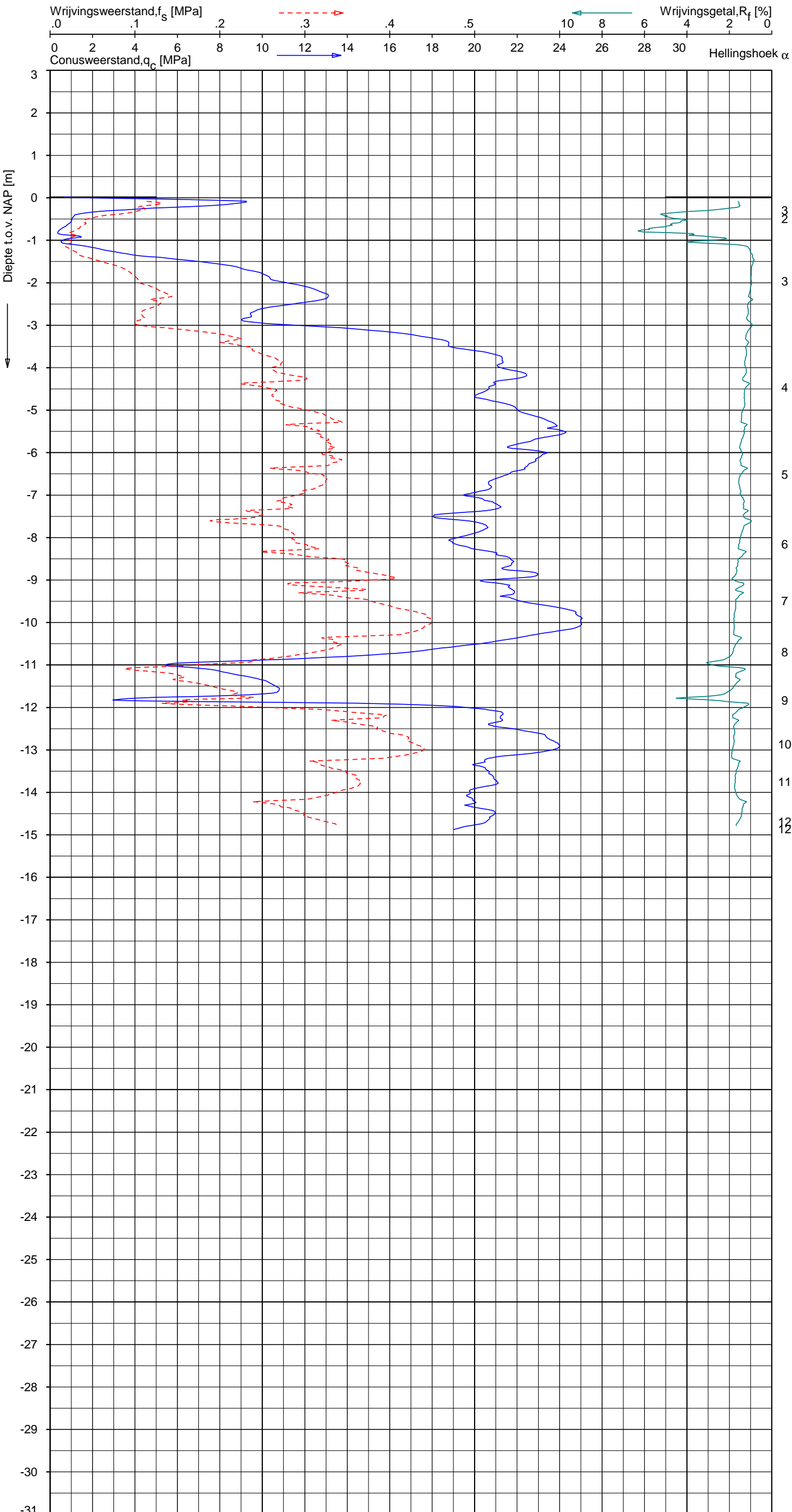
TOERITTEN BRUG OVER STROBOSSER TREKFAERT

Opdr. 1015-0338-000
 Sond. DKM5

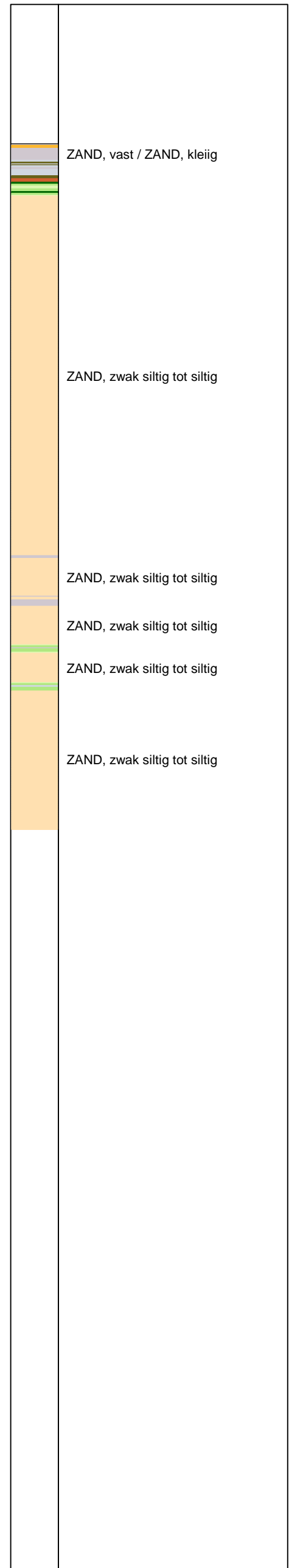
UNIPLOT 05.28.nl / QcfClass-R3.cmd / 2015-07-02 14:28:46

1015-0338-000

DKM6 - 1



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



Opg. : [redacted] d.d. 29-jun-2015 Coord.: X=197267.1 m Y= 592357.1 m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
 Get. : [redacted] d.d. 02-jul-2015 MV = NAP +0.02m Conus: CP15-CF75SN2 1701-2499 Toepassingsklasse 2. Test type TE1
 Conustype: A_c = 1510 mm²; A_s = 19895mm²



SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

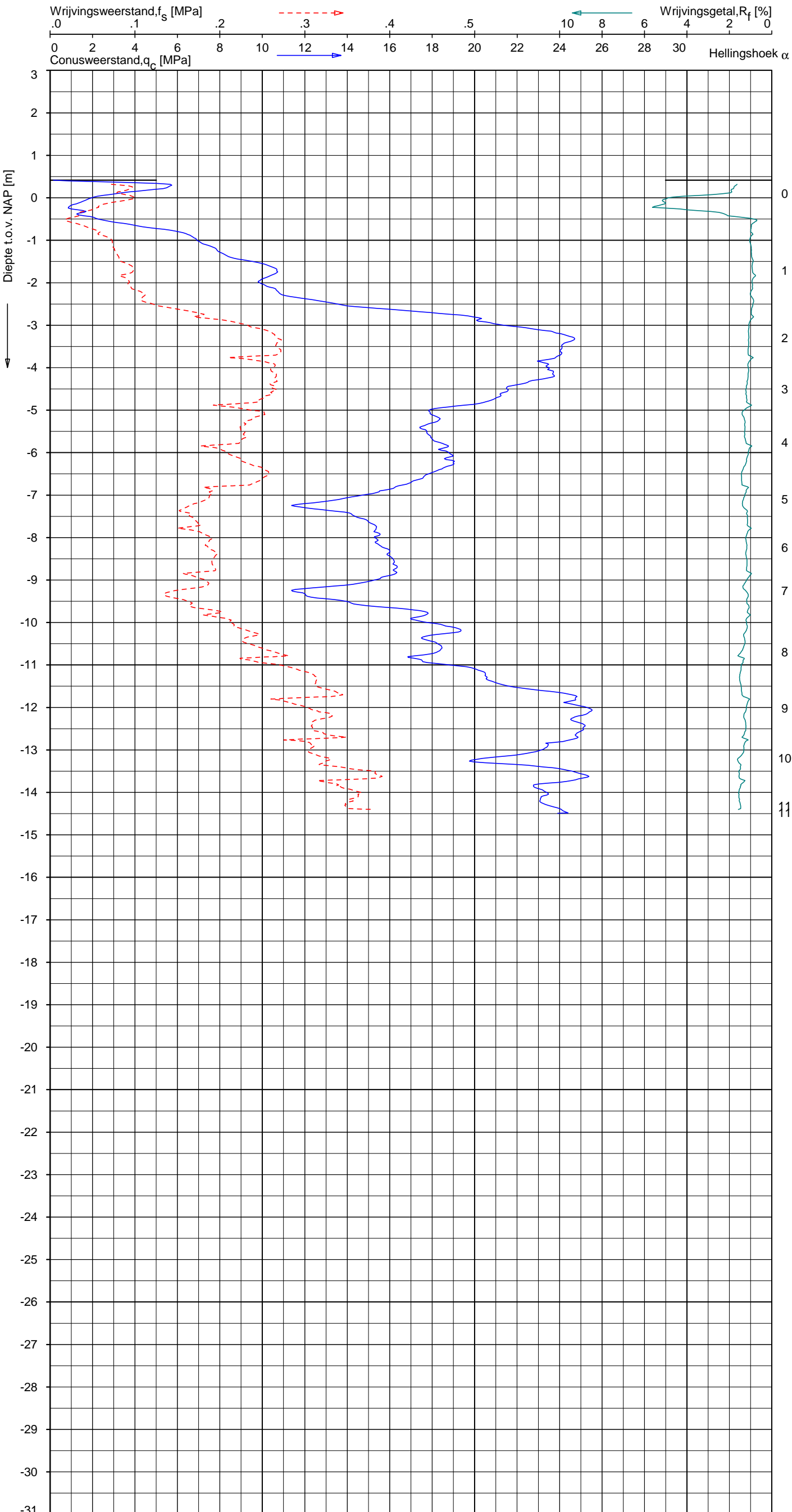
TOERITTEN BRUG OVER STROBOSSEER TREKFAERT

Opdr. 1015-0338-000
 Sond. DKM6

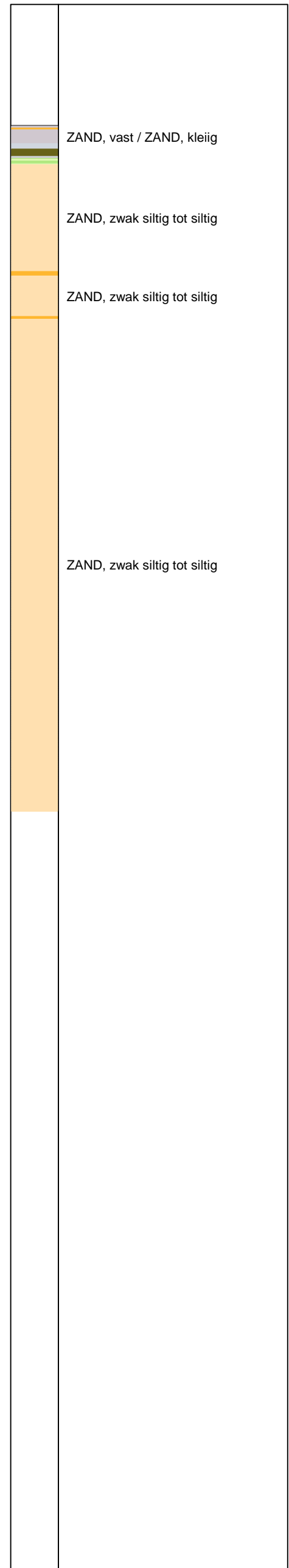
UNIPLOT 05.28.nl / QcfClass-R3.cmd / 2015-07-02 14:28:48

1015-0338-000

DKM7 - 1



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



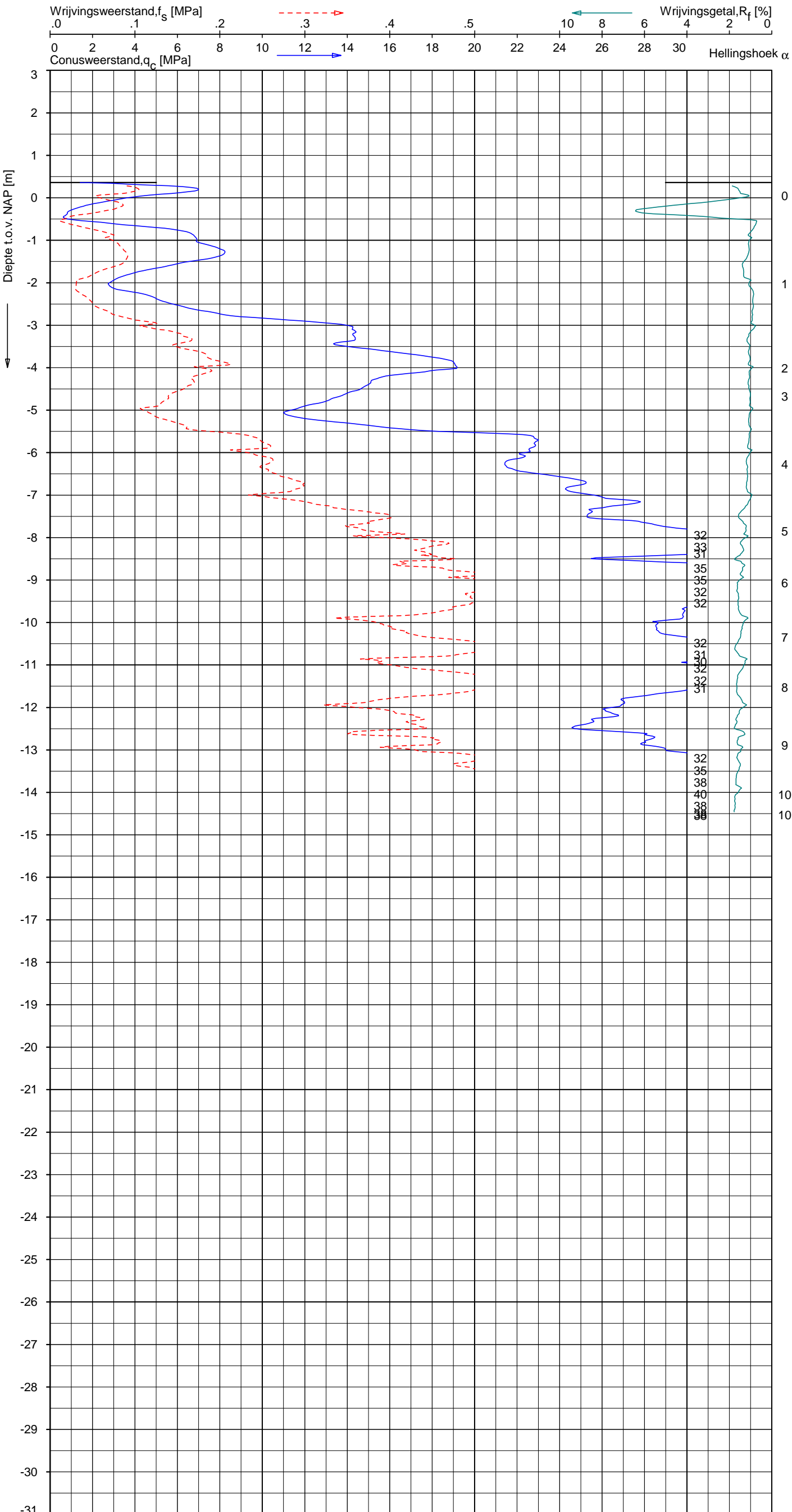
Opg. : [redacted] d.d. 29-jun-2015 Coord.: X=197266.3 m Y= 592265.1 m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
 Get. : [redacted] d.d. 02-jul-2015 MV = NAP +0.42 m Conus: CP15-CF75SN2 1701-2499 Toepassingsklasse 2. Test type TE1
 Conustype: $A_c = 1510 \text{ mm}^2$; $A_s = 19895 \text{ mm}^2$



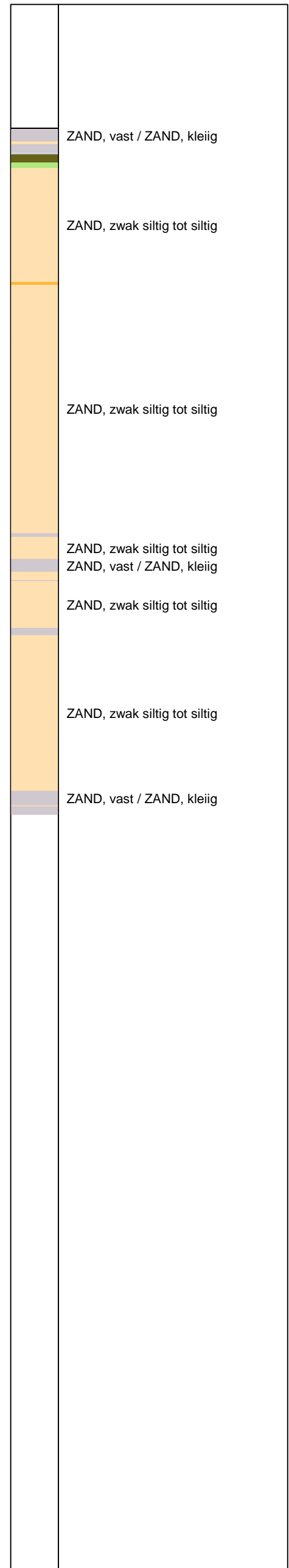
SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

TOERITTEN BRUG OVER STROBOSSER TREKFAERT

Opdr. 1015-0338-000
 Sond. DKM7



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



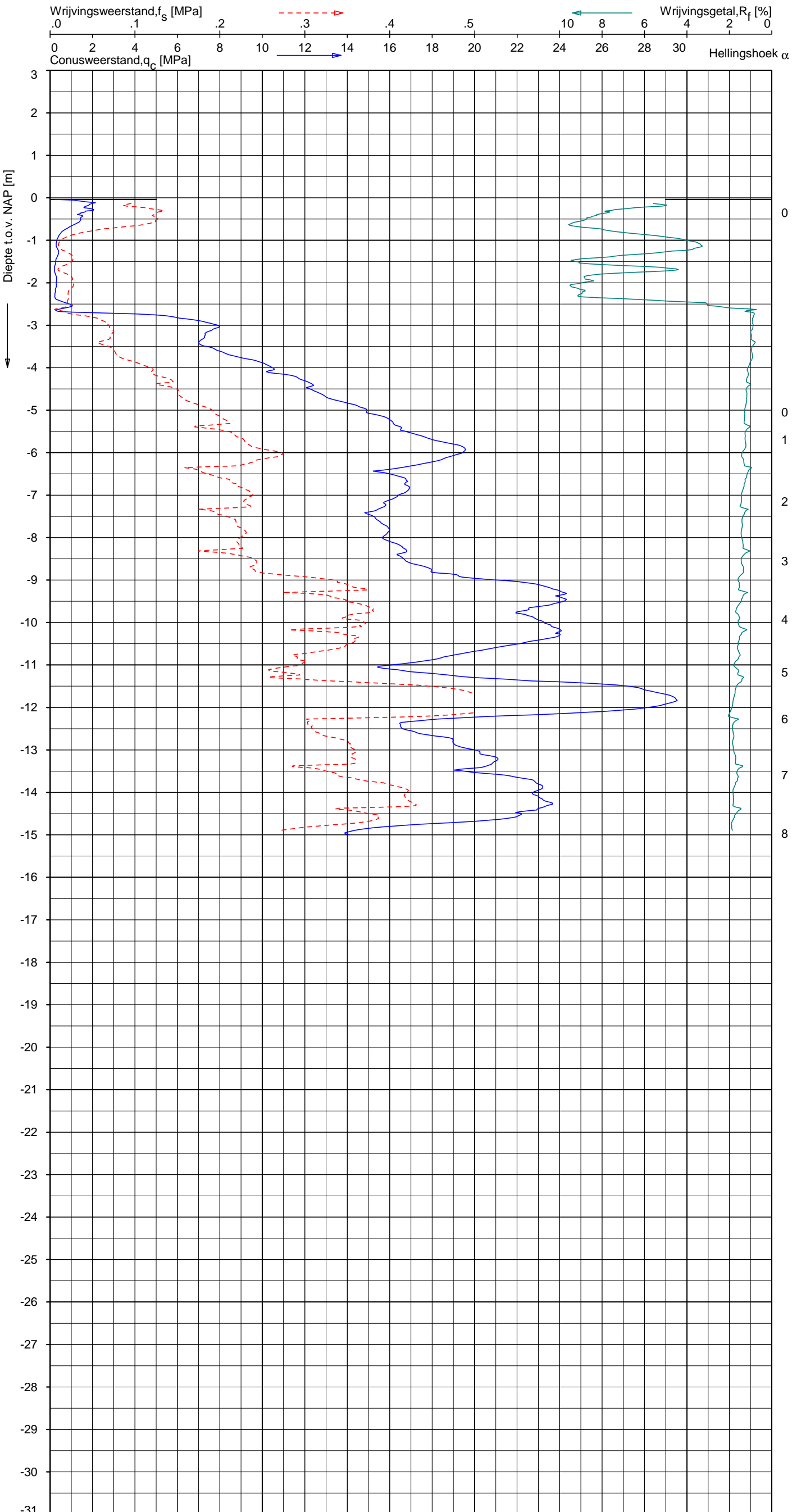
Opg. : [redacted] d.d. 29-jun-2015 Coord.: X=197252.2 m Y= 592170.6 m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
 Get. : [redacted] d.d. 02-jul-2015 MV = NAP +0.36 m Conus: CP15-CF75SN2 1701-2499 Toepassingsklasse 2. Test type TE1
 Conustype: A_c = 1510 mm²; A_s = 19895mm²



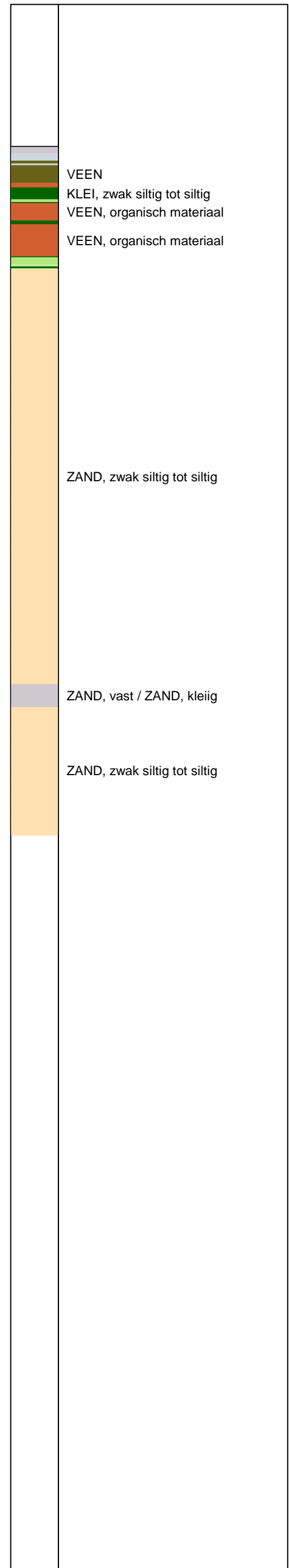
SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

TOERITTEN BRUG OVER STROBOSSEK TREKFAERT

Opdr. 1015-0338-000
 Sond. DKM8



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



Opg. : [redacted] d.d. 29-jun-2015 Coord.: X=197219.5m Y=592756.0m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
 Get. : [redacted] d.d. 02-jul-2015 MV = NAP -0.04m Conus: CP15-CF75SN2 1701-2499 Toepassingsklasse 2. Test type TE1
 Conustype: $A_c = 1510 \text{ mm}^2$; $A_s = 19895 \text{ mm}^2$



SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

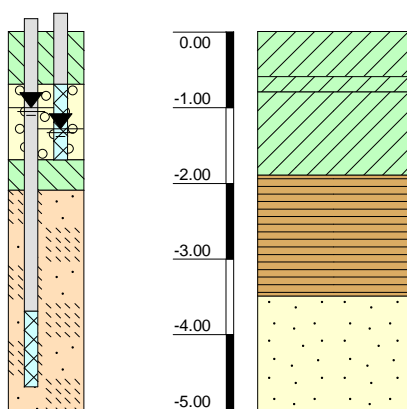
TOERITTEN BRUG OVER STROBOSSEER TREKFAERT

Opdr. 1015-0338-000
 Sond. DKM9

Boring: HB1
Veldclassificatie

 Peilbuis
1 2
Referentie (m tov NAP)

Monsternr. Bodembeschrijving volgens NEN 5104



0.01 tot -0.59 Klei, stevig bruin

-0.59 tot -0.79 Klei, stevig grijs

-0.79 tot -1.89 Klei, matig stevig grijs

-1.89 tot -3.49 Veen bruin

-3.49 tot -4.99 Zand, zeer fijn grijs

Algemene opmerking:

X: 197297.8

GWS (m tov NAP):

MV (m tov NAP): 0.01

Boorvloeistof:

Datum uitvoering: 29-06-2015

Y: 592941.4

GHG (m tov NAP):

bk PB1 (m tov NAP): 0.18

WS PB1 (m tov NAP): -1.00

Boormeester:

Coördinatenstelsel: RD

GLG (m tov NAP):

bk PB2 (m tov NAP): 0.25

WS PB2 (m tov NAP): -1.28

Geclassificeerd door:

bk PB3 (m tov NAP):

WS PB3 (m tov NAP):

bk PB4 (m tov NAP):

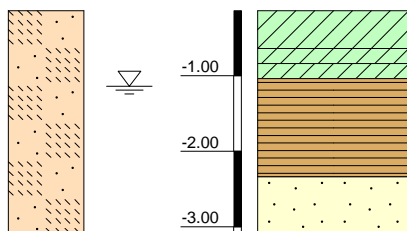
WS PB4 (m tov NAP):

Boring: HB3

Referentie (m tov NAP)

Monsternr.

Bodembeschrijving volgens NEN 5104



-0.14 tot -0.64 Klei, stevig bruin

-0.64 tot -0.84 Klei, stevig, roest grijs

-0.84 tot -1.04 Klei, matig stevig, roest grijs

-1.04 tot -2.34 Veen bruin

-2.34 tot -3.14 Zand, matig fijn grijs

Algemene opmerking:

X: 197286.5

GWS (m tov NAP): -1.14

MV (m tov NAP): -0.14

Boorvloeistof:

Datum uitvoering: 29-06-2015

Y: 592699.6

GHG (m tov NAP):

bk PB1 (m tov NAP):

WS PB1 (m tov NAP):

Boormeester:

Coördinatenstelsel: RD

GLG (m tov NAP):

bk PB2 (m tov NAP):

WS PB2 (m tov NAP):

Geclassificeerd door:

bk PB3 (m tov NAP):

WS PB3 (m tov NAP):

bk PB4 (m tov NAP):

WS PB4 (m tov NAP):

BORING VOLGENS NEN-EN-ISO 22475-1

Fugro GeoServices B.V.

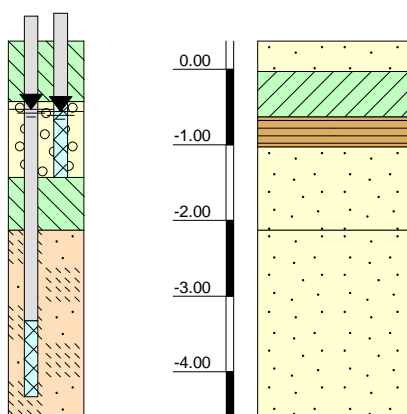
Toeritten brug over Strobosser Trekfaert

1015-0338-000

Boring: HB5
Veldclassificatie

 Peilbuis
1 2
Referentie (m tov NAP)

Monsternr. Bodembeschrijving volgens NEN 5104



0.37 tot -0.03 Zand, matig fijn bruin

-0.03 tot -0.63 Klei, stevig grijs

-0.63 tot -1.03 Veen zwart

-1.03 tot -2.13 Zand, matig fijn grijs

-2.13 tot -4.63 Zand, zeer fijn grijs

Algemene opmerking:

X: 197262.8

GWS (m tov NAP):

MV (m tov NAP): 0.37

Boorvloeistof:

Datum uitvoering: 29-06-2015

Y: 592428.5

GHG (m tov NAP):

bk PB1 (m tov NAP): 0.70

WS PB1 (m tov NAP): -0.53

Boormeester:

Coördinatenstelsel: RD

GLG (m tov NAP):

bk PB2 (m tov NAP): 0.74

WS PB2 (m tov NAP): -0.56

Geclassificeerd door:

bk PB3 (m tov NAP):

WS PB3 (m tov NAP):

bk PB4 (m tov NAP):

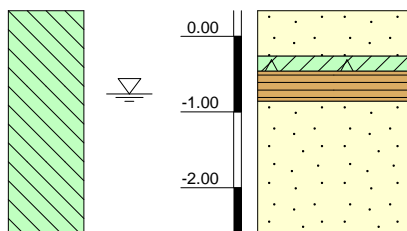
WS PB4 (m tov NAP):

Boring: HB8

Afdichting Referentie (m tov NAP)

Monsternr.

Bodembeschrijving volgens NEN 5104



0.34 tot -0.26 Zand, matig fijn bruin

-0.26 tot -0.46 Klei, stevig, puin grijs

-0.46 tot -0.86 Veen zwart

-0.86 tot -2.66 Zand, matig fijn grijs

Algemene opmerking:

X: 197252.2

GWS (m tov NAP): -0.76

MV (m tov NAP): 0.34

Boorvloeistof:

Datum uitvoering: 29-06-2015

Y: 592169.0

GHG (m tov NAP):

bk PB1 (m tov NAP):

WS PB1 (m tov NAP):

Boormeester:

Coördinatenstelsel: RD

GLG (m tov NAP):

bk PB2 (m tov NAP):

WS PB2 (m tov NAP):

Geclassificeerd door:

bk PB3 (m tov NAP):

WS PB3 (m tov NAP):

bk PB4 (m tov NAP):

WS PB4 (m tov NAP):

BORING VOLGENS NEN-EN-ISO 22475-1

Fugro GeoServices B.V.

Toeritten brug over Strobosser Trekfaert

1015-0338-000

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 een lengte heeft 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.

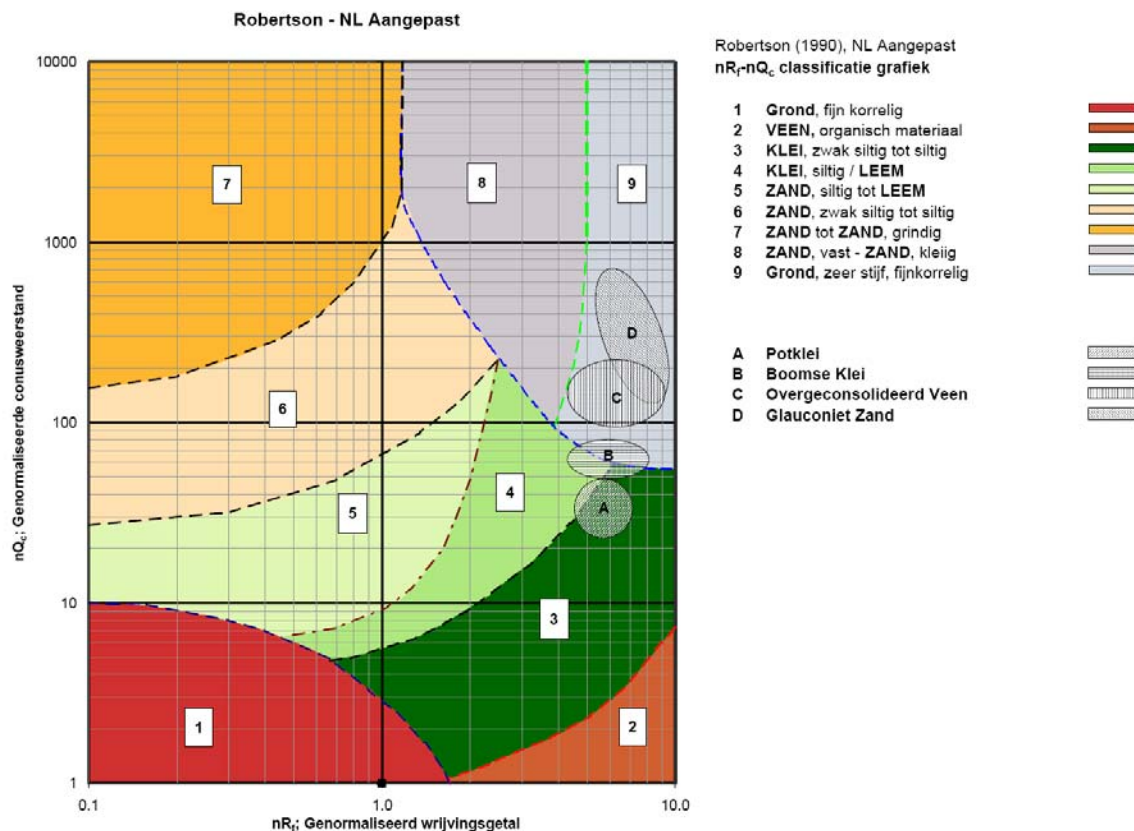
Genormaliseerde conusweerstand:
$$nQ_c = \frac{q_t - \sigma_{v0}}{\sigma'_{v0}}$$

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 geclassificeerd.



Voor een aantal specifieke grondtypen, zoals bijvoorbeeld Potklei, Boomse klei, overgeconsolideerd veen en glauconiëthoudend 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.

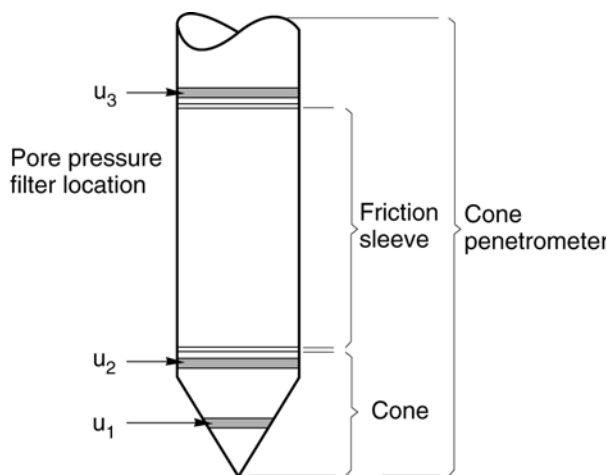
Andere conustypen

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	machinefunderingen, 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.

CONTINU ELEKTRISCH SONDEREN

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;
- = $q_c + (1-a) \cdot u_2$ 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 dilatant 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.

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 $5 \text{ MPa} \leq q_c < 10$ MPa)
- C Gemengde bodemprofielen met stijve kleien (conusweerstand $1,5 \text{ MPa} \leq q_c < 3$ MPa) en zeer dichte zanden ($q_c > 20$ MPa)
- D Zeer stijve tot harde kleien ($q_c \geq 3$ MPa) en zeer vaste grove gronden ($q_c \geq 20$ 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

Overige symbolen

- Meetpunt
- Hoogtemaat

Type sonderingen

- D Diepsondering
- HS Handsondering
- S Slagsondering

Legenda / Terminologie

- | | |
|-----------------------|-----------------------------|
| Grind | Klei |
| Grind, siltig | Klei, zwak siltig |
| Grind, zwak zandig | Klei, matig siltig |
| Grind, matig zandig | Klei, sterk siltig |
| Grind, sterk zandig | Klei, uiterst siltig |
| Grind, uiterst zandig | Klei, zwak zandig |
| Zand | Klei, matig zandig |
| Zand, kleilig | Klei, sterk zandig |
| Zand, zwak siltig | Leem |
| Zand, matig siltig | Leem, zwak zandig |
| Zand, sterk siltig | Leem, sterk zandig |
| Zand, uiterst siltig | Overige toevoegingen |
| Veen | Zwak humeus |
| Veen, mineraalarm | Matig humeus |
| Veen, zwak kleilig | Sterk humeus |
| Veen, sterk kleilig | Zwak grindig |
| Veen, zwak zandig | Matig grindig |
| Veen, sterk zandig | Sterk grindig |
| | Puin |

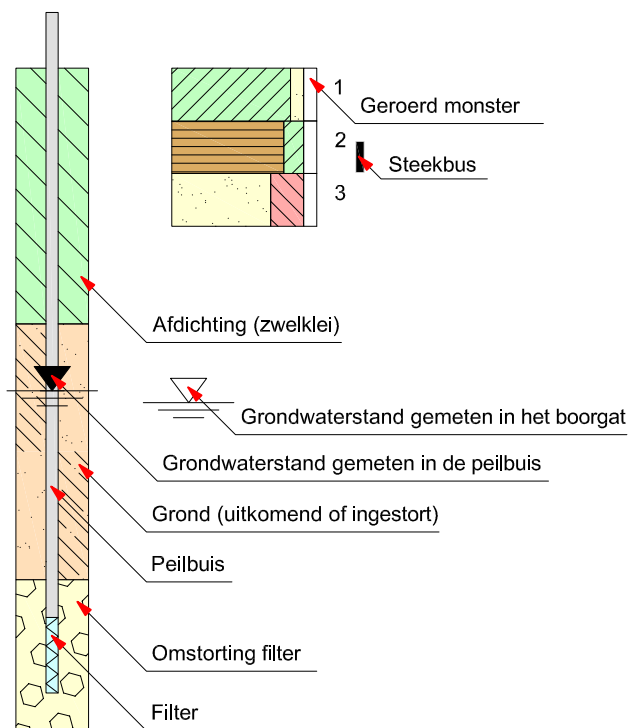
Sonderingen

- 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

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

Peilbuis

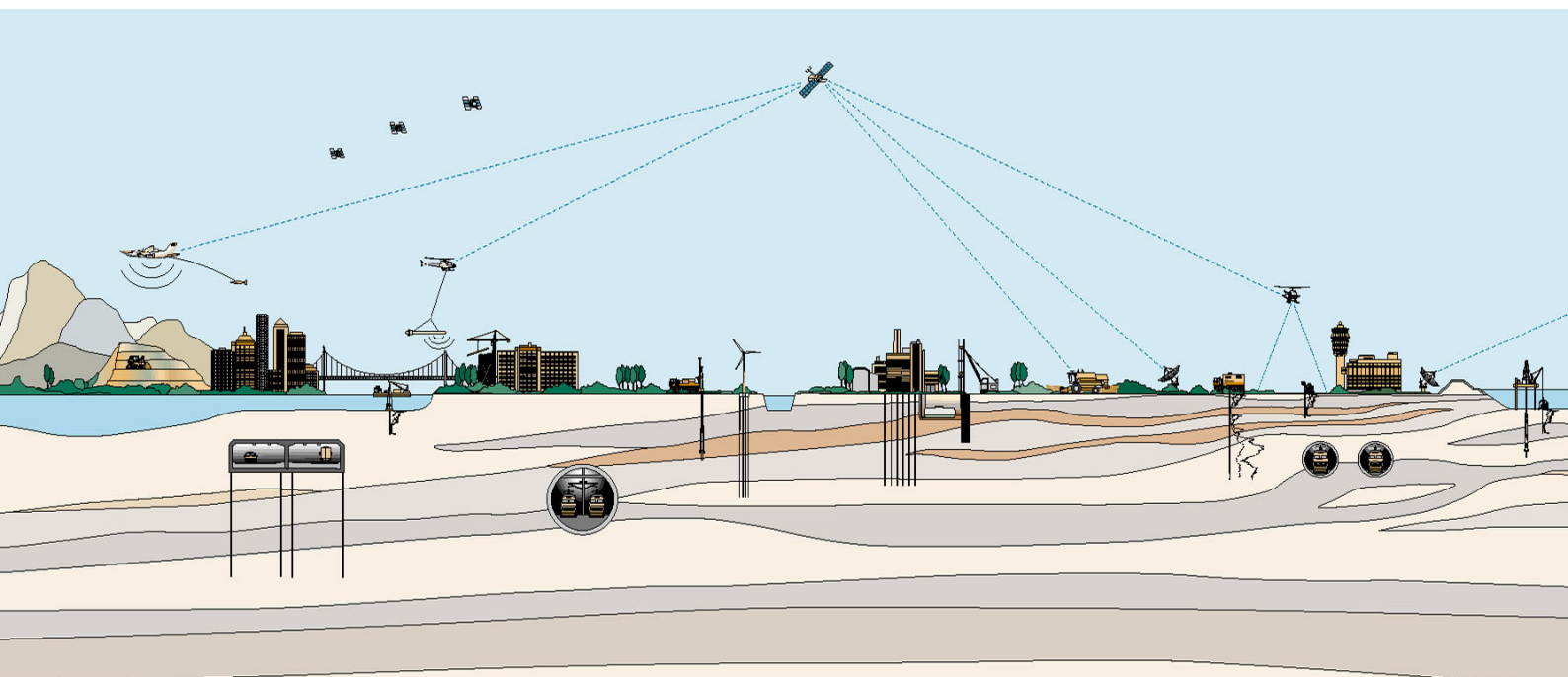


II. Geotechnisch advies zetting en stabiliteit

GEOTECHNISCH ONDERZOEK EN ADVIES
ZETTING EN STABILITEIT
betreffende

**TOERITTEN BRUG OVER STROBOSSER
TREKFAERT**

Opdrachtnummer: 1015-0338-000



<u>INHOUDSOPGAVE</u>	<u>Blz.</u>
1. INLEIDING	1
2. PROJECTOMSCHRIJVING	2
3. GEOTECHNISCH ONDERZOEK EN BODEMGESTELDHEID	4
3.1 Algemeen	4
3.2 Globale bodemgesteldheid	4
3.3 Grondwaterstanden en stijghoogten	4
3.4 Grondparameters	4
4. GEOTECHNISCHE ANALYSES	7
4.1 Algemeen	7
4.2 Beschouwde doorsneden	7
4.3 Zettingsberekeningen	10
4.3.1 Zetting	10
4.3.2 Tijd-zettingsverloop	12
4.3.3 Berekende zetting	12
4.4 Stabiliteitsberekeningen	14
4.4.1 Methode Bishop	14
4.4.2 Berekende stabiliteitsfactor	17
5. UITVOERING	20
5.1 Algemeen	20
5.2 Ophoging en monitoring	20
5.3 Bemaling	21
6. Literatuuroverzicht en lijst van begrippen en definities	22
6.1 Literatuuroverzicht	22
6.2 Lijst van begrippen en definities	22
 <u>BIJLAGEN</u>	 Nr.
<u>Geotechnisch onderzoek</u>	
- Rapportage Geotechnisch Veldwerk	
 <u>Advies</u>	
- Extra overhoogte in lengteprofiel	A1
- Grafisch verloop zettingen	A2
 <u>Uitvoering</u>	
- "Richtlijnen Grondverbetering"	

1. INLEIDING

Op 23 juni 2015 ontving Fugro GeoServices B.V. te Groningen van Roelofs Advies en Ontwerp te Den Ham, hierna te noemen de opdrachtgever, de opdracht voor het uitvoeren van een geotechnisch onderzoek en zettings- en stabiliteitsberekeningen voor het project "Toeritten brug over Strobosser Trekfaert" nabij Dokkum.

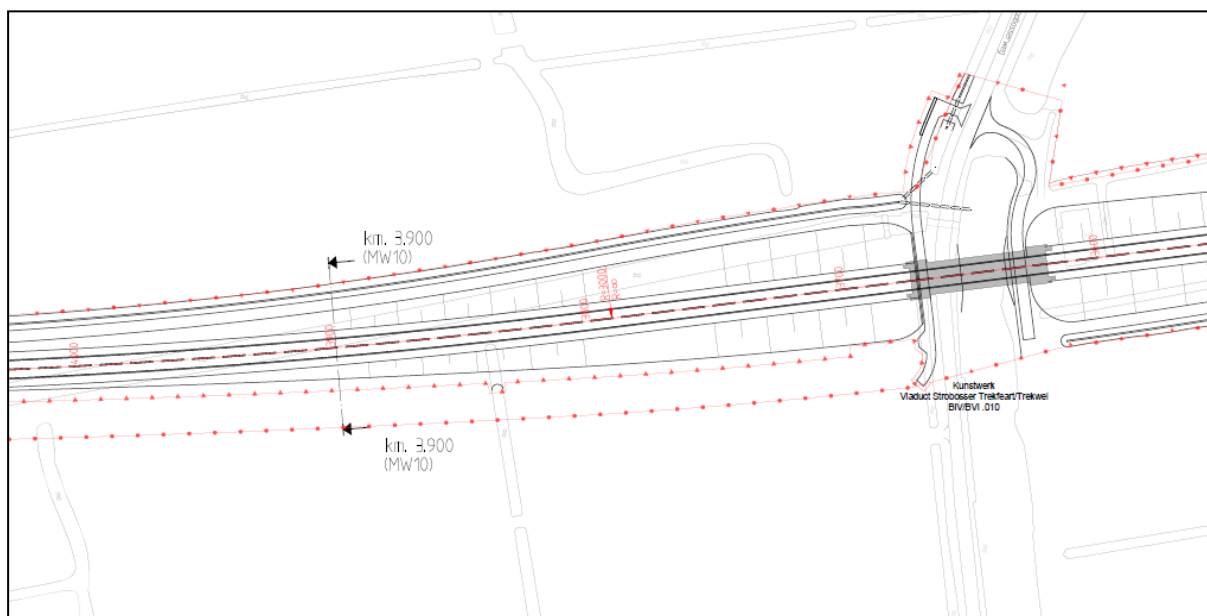
De resultaten van dit onderzoek zijn gebaseerd op de opdracht en de in het rapport beschreven uitgangspunten. Fugro neemt geen verantwoordelijkheid voor de juistheid van andere dan door ons gerapporteerde conclusies en interpretaties. De gerapporteerde resultaten van het geotechnisch onderzoek mogen slechts worden gehanteerd voor het doel zoals in de opdracht is beschreven.

Dit rapport bevat:

- een korte projectomschrijving (hoofdstuk 2);
- een beschrijving van het uitgevoerde geotechnisch onderzoek en de bodemgesteldheid (hoofdstuk 3);
- een geotechnische analyse van de zetting en stabiliteit (hoofdstuk 4);
- aanbevelingen voor de uitvoering (hoofdstuk 5);
- een literatuuroverzicht en een lijst van begrippen en definities (hoofdstuk 6).

2. PROJECTOMSCHRIJVING

Het project betreft de realisatie van de toeritten voor de te bouwen brug over de Strobosser Trekfaert nabij Dokkum. Dit project maakt deel uit van het project De Centrale As en betreft Deelgebied Noord 1.



Figuur 2-1: Ligging brug

Door de opdrachtgever zijn ons de volgende documenten en tekeningen verstrekt:

- Situatie met ontwerp - blad 1 t/m 4, tekening nr. 3.5.356.986 t/m 3.5.356.989 d.d. 31 oktober 2014;
- Lengteprofiel Hoofdas (MW10) 1851.406 - 3280.000 - blad 1, tekening nr. 3.5.356.990 d.d. 31 oktober 2014;
- Lengteprofiel Hoofdas (MW10) 3280.000 - 4370.000 - blad 2, tekening nr. 3.5.356.991 d.d. 31 oktober 2014;
- Lengteprofielen (MWL0, MWN0, MWP1, MWP3), tekening nr. 3.5.356.992 d.d. 31 oktober 2014;
- Dwarsprofielen (MW10; 2000, 2200, 3000, 3300, 3900, MWN0; 165, MWP1; 70), tekening nr. 3.5.356.993 d.d. 31 oktober 2014;
- Geotechnisch onderzoek De Centrale As deelgebied Noord, projectnummer 303431, referentienummer GM-0057278b, revisie D2, d.d. 12 juli 2012.

Op basis van bovenstaande documenten en tekeningen en de ons mondeling verstrekte informatie zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Start aanbrengen voorbelasting circa 12 oktober 2015;
- Einde voorbelasting medio augustus 2016;
- Duur aanbrengen voorbelasting ca. 5 weken;
- Beschikbare effectieve liggingstijd van de voorbelasting is maximaal 9 maanden;
- Voor de analyse is tevens gebruikt gemaakt van de sonderingen 204 t/m 206 en 728 t/m 730, uit het verstrekte geotechnisch onderzoek, waarvan sondering 204 als maatgevend is aangehouden;
- In de berekening is uitgegaan van een freatische grondwaterstand van NAP -0,5 m;

Conform Eis-1234 geldt dat de restzetting na 7 jaar (na oplevering) maximaal 50 mm mag bedragen.

Wegen, betrouwbaarheid, restzetting		
ID	Eisomschrijving	Bovenliggende eis
WEG-BT-010 Eis-1234	De restzetting van de wegconstructie (exclusief autonome bodemdaling) dient na 7 jaar (na oplevering) maximaal 50 mm te bedragen.	WEG-BT-001

De stabiliteitsfactor van de te realiseren ophoging dient conform Eis-1238 tijdens de gebruiksfase minimaal 1,0 te bedragen.

Wegen, betrouwbaarheid, stabiliteitsfactor onderbouw		
ID	Eisomschrijving	Bovenliggende eis
WEG-BT-011 Eis-1238	De stabiliteitsfactor van de onderbouw dient conform NEN 9997-1 minimaal 1,0 te zijn.	WEG-BT-001

Fugro staat niet in voor de juistheid en/of volledigheid van de door derden verstrekte informatie en gegevens.

In aanvulling op het verstrekte grondonderzoek is door Fugro GeoServices B.V. een grondonderzoek uitgevoerd ter plaatse van de toeritten.

3. GEOTECHNISCH ONDERZOEK EN BODEMGESTELDHEID

3.1 Algemeen

De resultaten van het uitgevoerde grondonderzoek, eventuele afwijkingen van de opdracht en opmerkingen zijn gepresenteerd in de bijlage "Rapportage Geotechnisch Veldwerk"

3.2 Globale bodemgesteldheid

De maaiveldniveaus ter plaatse van de onderzoekslocaties varieerden ten tijde van het onderzoek van NAP + 0,42 m tot NAP - 0,19 m.

Op basis van het geotechnisch onderzoek kan de bodemgesteldheid globaal worden geschematiseerd zoals in tabel 3-1 is weergegeven.

tabel 3-1: Globale bodemgesteldheid

Diepte in m t.o.v. NAP			Bodembeschrijving	
Maaiveld	tot	-0,5 à -1,0	KLEI,	uitgedroogd, lokaal zand
-0,5 à -1,0	tot	-0,5 à -3,5	KLEI, humeus en VEEN	
-0,5 à -3,5	tot	-15,0	ZAND,	vast tot zeer vast gepakt
-15,0			Maximaal verkende diepte	

Opmerkingen:

Het zand is beneden een niveau van ca. NAP - 7,0 m à NAP - 10,0 m horizontaal opgespannen. Dit kan van invloed zijn op het draagvermogen van een geheide paalfundering.

3.3 Grondwaterstanden en stijghoogten

Het peil van een nabijgelegen open water is gedurende het grondonderzoek van juni 2015 aangetroffen op NAP - 0,51 m tot NAP - 0,61 m aan de noordzijde van de Strobosser Trekfaert en op NAP - 0,06 m tot NAP - 0,09 m aan de zuidzijde van de Strobosser Trekfaert. Deze waterstand is een éénmalige opname en bedoeld als een oriënterend gegeven.

Tijdens de uitvoering van het grondonderzoek is de grondwaterstand aangetroffen op 1,2 m tot 1,5 m beneden maaiveld, hetgeen overeenkomt met circa NAP - 0,5 m tot NAP - 1,3 m. Deze grondwaterstand is een éénmalige opname en bedoeld als een oriënterend gegeven. De grondwaterstand kan in de tijd fluctueren onder invloed van weersgesteldheid en de seizoenen.

3.4 Grondparameters

Op basis van de resultaten van het grondonderzoek zijn stijfheids- en sterkteparameters voor de verschillende grondlagen afgeleid, zie tabel 3-2 t/m 3-6.

De samendrukkingsparameters zijn ingeschat op basis van de voor dit deel van de Centrale As relevante sonderingen, tabel 2b uit NEN 9997-1:2012 en ervaring. De conusweerstand in het veen bedraagt ca. 0,3 MPa (noordzijde) en ca. 0,4 MPa (zuidzijde). Dit is hoger dan de genormaliseerde conusweerstand in tabel 2b van 0,1 MPa en 0,2 MPa. Dit rechtvaardigt ons inziens het gebruik van de bovengrenswaarden bij een conusweerstand van 0,2 MPa.

Veelal wordt voor de bepaling van de samendrukkingsconstante C' op basis van sonderingen een vuistregel gehanteerd van 15 à 20 x de conusweerstand, hetgeen globaal overeenkomt met tabel 2b. Uitgaande van een conusweerstand van 0,3 MPa komt dit neer

op een C' -waarde van 4,5 à 6, waarbij in de berekeningen een waarde van 5 is gehanteerd. Voor de zuidzijde, bij een conusweerstand van ca. 0,4 MPa, komt dit neer op een waarde van 6 à 8 en is een waarde van 7,5 gehanteerd voor het veen. Veiligheidshalve zijn voor de humeuze klei gelijkwaardige parameters gehanteerd.

Bij doorsnede MW10 km 3300 is ter plaatse van de sloot een voorbelasting in rekening gebracht middels een verhoging van de POP. Met de POP (Pre Overburden Pressure) wordt een zekere mate van voorbelasting in de berekeningen verdisconteerd.

tabel 3-2: Karakteristieke waarden stijfheidsparameters viaduct noordzijde

Grondlaag	Stijfheidsparameters		
	$C_p'^{1)}$ [-]	$C_s'^{1)}$ [-]	C_v [m ² /s]
Uitgedroogde klei	27	320	5×10^{-8}
Veen	15	60	2×10^{-7}

¹⁾ voor spanningen beneden de grensspanning p_g zijn 4x zo hoge waarden genomen. In de berekeningen wordt hierbij een lichte overconsolidatie aangehouden gelijk aan een POP van 5 kPa.

tabel 3-3: Karakteristieke waarden stijfheidsparameters viaduct zuidzijde

Grondlaag	Stijfheidsparameters		
	$C_p'^{1)}$ [-]	$C_s'^{1)}$ [-]	C_v [m ² /s]
Uitgedroogde klei	27	320	5×10^{-8}
Veen	10	40	2×10^{-7}

¹⁾ voor spanningen beneden de grensspanning p_g zijn 4x zo hoge waarden genomen. In de berekeningen wordt hierbij een lichte overconsolidatie aangehouden gelijk aan een POP van 5 kPa.

tabel 3-4: Karakteristieke waarden stijfheidsparameters MW10 km 3900

Grondlaag	Stijfheidsparameters		
	$C_p'^{1)}$ [-]	$C_s'^{1)}$ [-]	C_v [m ² /s]
Uitgedroogde klei	27	320	5×10^{-8}
Veen	15	60	2×10^{-7}

¹⁾ voor spanningen beneden de grensspanning p_g zijn 4x zo hoge waarden genomen. In de berekeningen wordt hierbij een lichte overconsolidatie aangehouden gelijk aan een POP van 5 kPa.

tabel 3-5: Karakteristieke waarden stijfheidsparameters MW10 km 3300

Grondlaag	Stijfheidsparameters		
	$C_p^{1)}$ [-]	$C_s^{1)}$ [-]	C_v [m ² /s]
Uitgedroogde klei	27	320	5×10^{-8}
Klei, humeus	10	40	1×10^{-7}
Veen	10	40	2×10^{-7}

1) voor spanningen beneden de grensspanning p_g zijn 4x zo hoge waarden genomen. In de berekeningen wordt hierbij een lichte overconsolidatie aangehouden gelijk aan een POP van 5 kPa.

tabel 3-6: Karakteristieke waarden sterkteparameters

Grondlaag	$\gamma / \gamma_{\text{sat}}$ [kN/m ³]	c' [kPa]	ϕ' [°]
Ophoogzand	18 / 20	0,0	32,5
Klei, uitgedroogd	17 / 17	5,0	20,0
Klei (humeus)	15 / 15	2,5	17,5
Veen	11 / 11	2,0	15,0
Zand	18 / 20	0,0	32,5

4. GEOTECHNISCHE ANALYSES

4.1 Algemeen

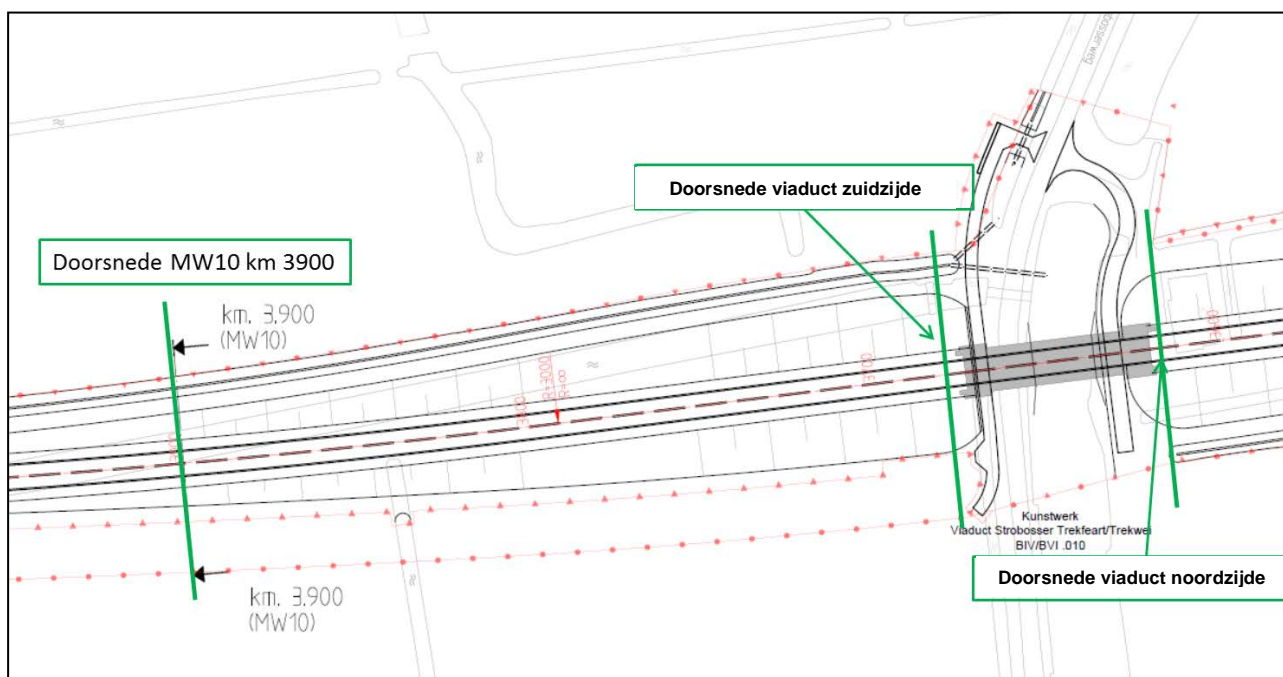
Voor dit project zijn de volgende geotechnische analyses gemaakt:

- zettingsberekeningen
- stabiliteitsberekeningen

In de hierna volgende paragrafen zijn de verschillende berekeningen nader beschreven.

4.2 Beschouwde doorsneden

Er zijn berekeningen gemaakt voor in totaal 4 doorsneden te weten MW10 km 3300, viaduct noordzijde, viaduct zuidzijde en MW10 km 3900. De algemene bodemopbouw is gegeven in hoofdstuk 3.

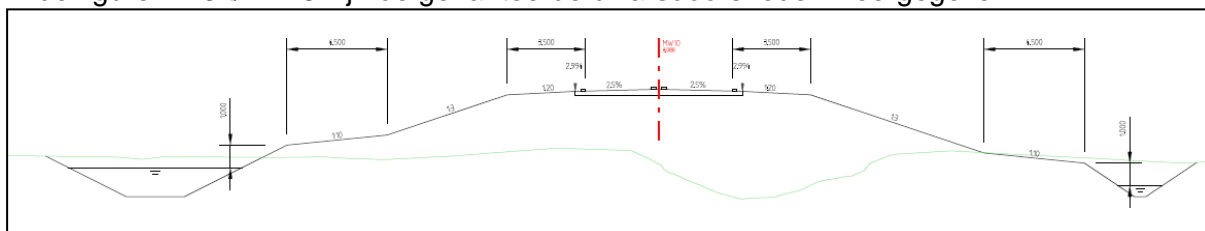


Figuur 4-1: ligging beschouwde doorsneden

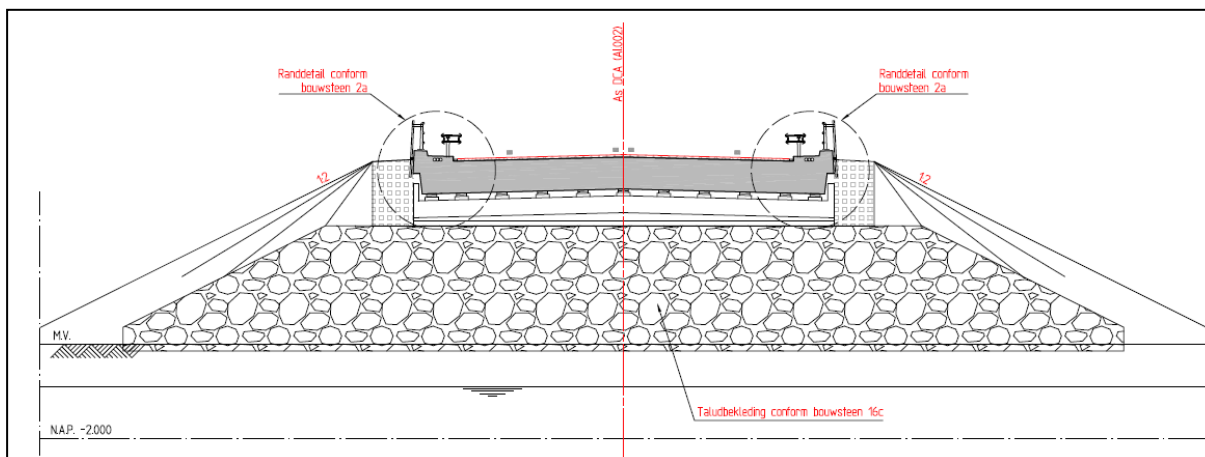


Figuur 4-2: ligging beschouwde doorsneden

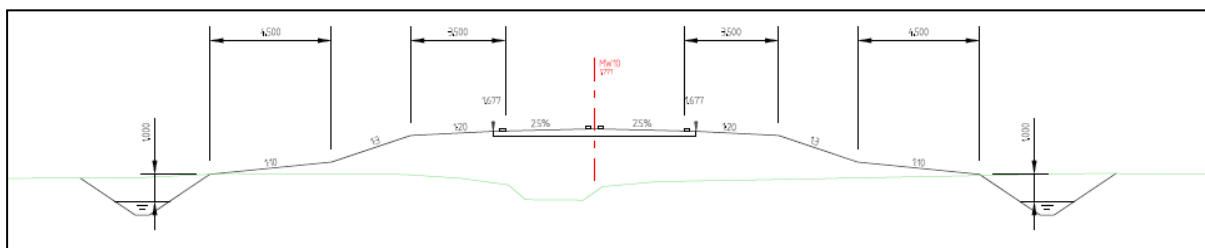
In de figuren 4-3 t/m 4-5 zijn de gehanteerde dwarsdoorsneden weergegeven.



Figuur 4-3: doorsnede MW10 km 3900

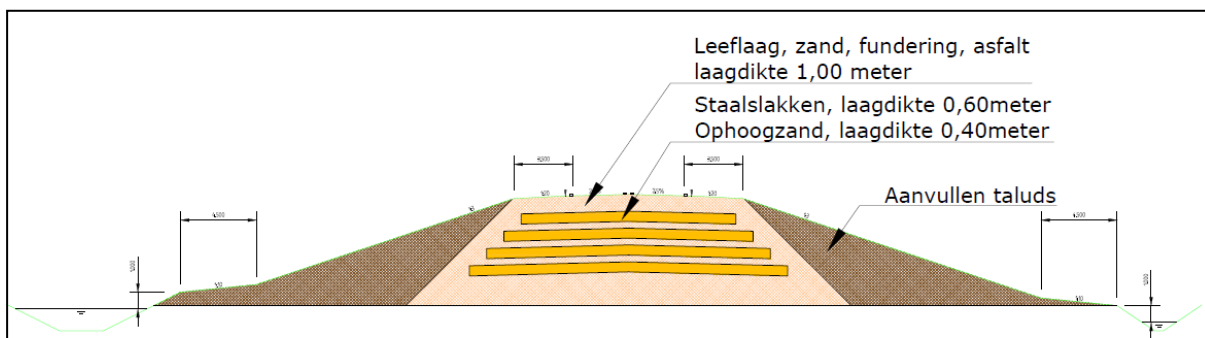


Figuur 4-4: doorsnede viaduct (zowel noord- als zuidzijde)



Figuur 4-5: doorsnede MW10 km 3300

De opdrachtgever heeft aangegeven dat met voornemens is om in de grondterpen voor De Centrale As - Contract Noord 1, staalslakken toe te passen. Een principeschets van deze toepassing is gegeven in figuur 4-6.



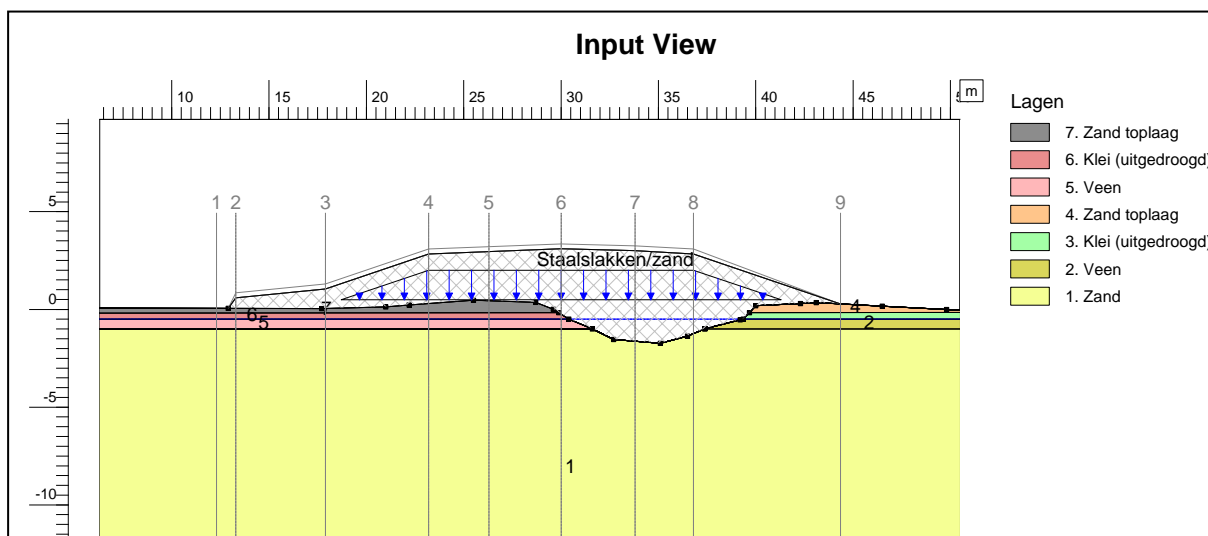
Figuur 4-6: principeoplossing staalslakken (bron: Roelofs)

De staalslakken worden verwerkt in lagen van 0,60 m. Afgewisseld met ophoogzand met een laagdikte van 0,40 m.

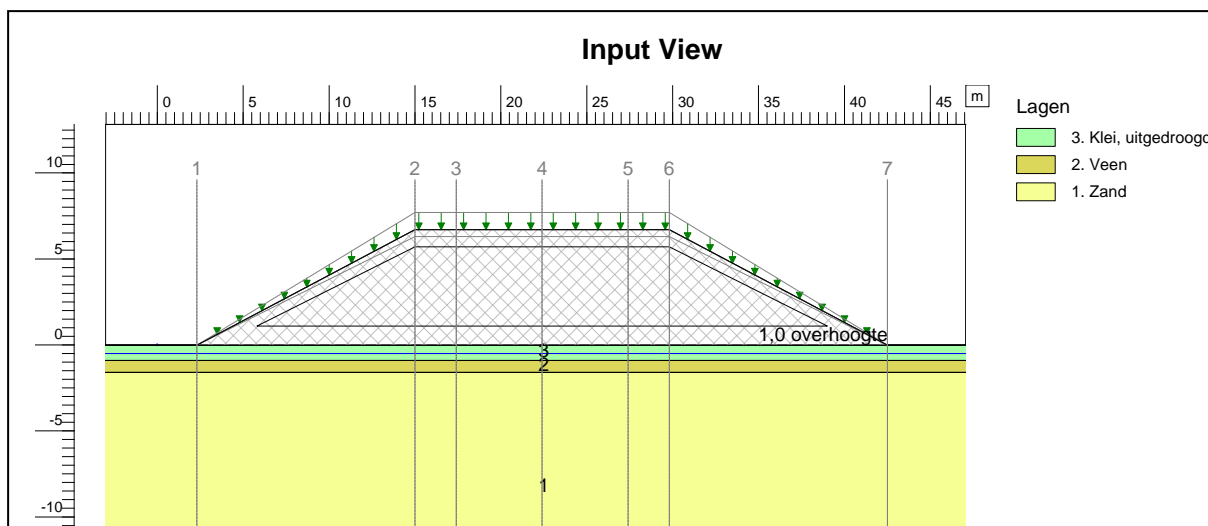
De staalslakken worden uitsluitend boven het grondwater en capillaire werking toegepast, rekening houdend met toekomstige zettingen. Volgens de eisen van Rijkswaterstaat dient derhalve rekening te worden gehouden met ca. 0,55 m boven de te verwachten opbolling. Aan de buitenzijde van het talud wordt een laag van ca. 1,0 m zand/grond toegepast de zogenaamde "schone schouder". Aan de bovenzijde de verhardingsconstructie bestaande uit asfalt, betongranulaat en zand voor zandbed.

Voor staalslakken kan gerekend worden met gewicht van 2.100kg/m^3 à 2.700 kg/m^3 .

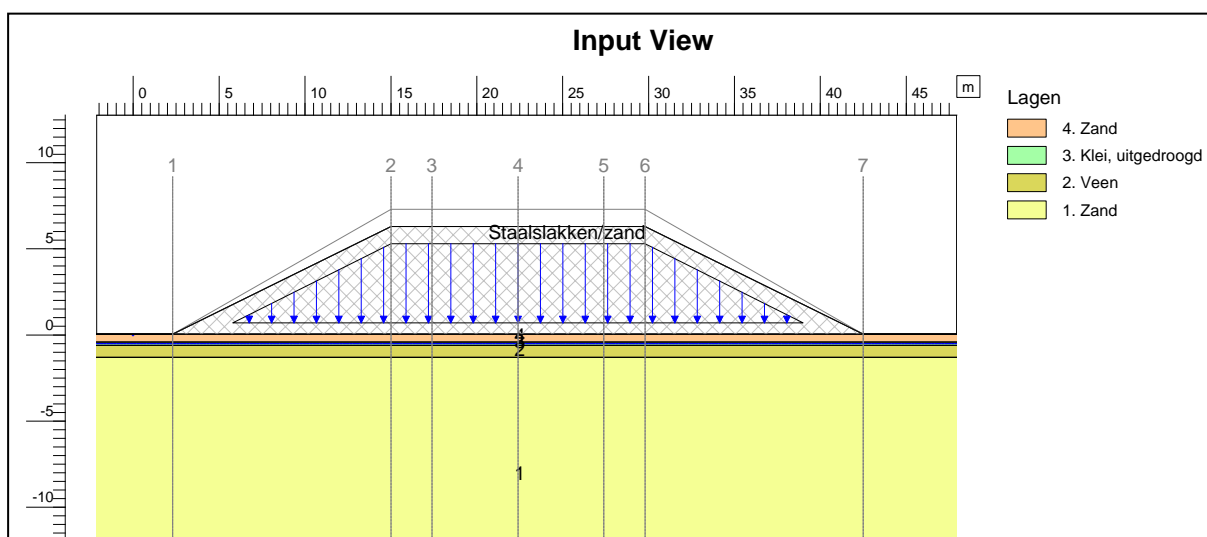
In de figuren 4-7 t/m 4-10 is de gehanteerde geometrie voor de verschillende doorsneden gepresenteerd.



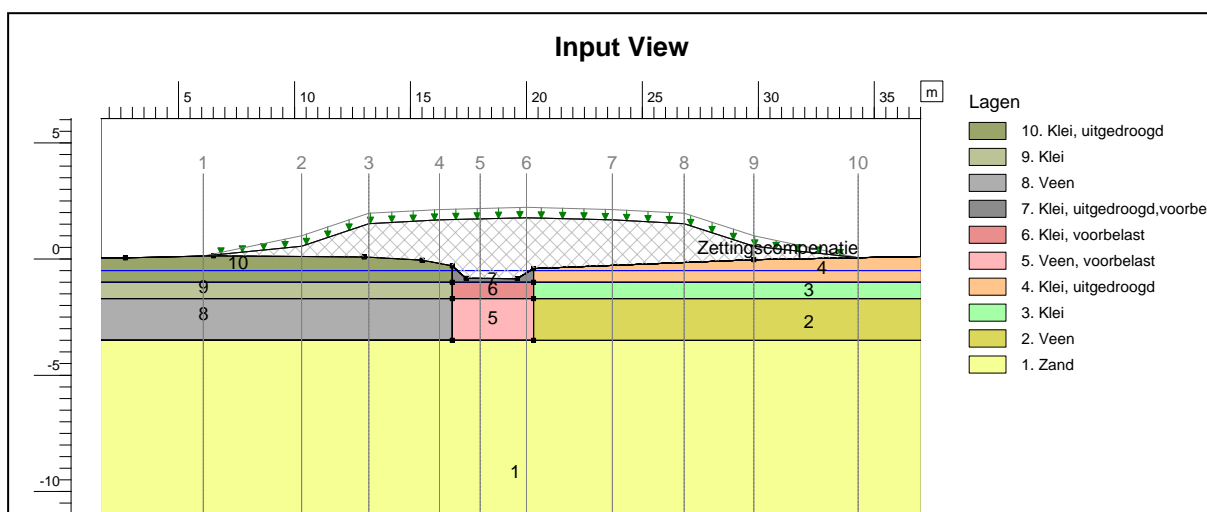
Figuur 4-7: Geometrie doorsnede MW10 km 3900 met staalslakken



Figuur 4-8: Geometrie doorsnede viaduct zuidzijde met staalslakken



Figuur 4-9: Geometrie doorsnede viaduct noordzijde met staalslakken



Figuur 4-10: Geometrie doorsnede MW10 km 3300

Ter plaatse van doorsnede MW10 km 3300 worden geen staalslakken toegepast vanwege de beperkte ophoging waardoor er niet aan de droogleggingseis van de staalslakken kan worden voldaan.

4.3 Zettingsberekeningen

4.3.1 Zetting

Door het aanbrengen van ophogingen zal een zettingsproces op gang worden gebracht. De zettingen worden veroorzaakt door verhogingen van de korrelspanningen. Deze korrelspanningen worden beïnvloed door het aanbrengen of weghalen van ophogingen en veranderingen in de grondwaterstanden. De zettingen treden tijdsafhankelijk op. Enerzijds is sprake van het uitdrijven van water (consolidatie gedurende de hydrodynamische periode), anderzijds treedt kruip op (ook wel secundaire zakking genoemd).

De berekende zettingen betreffen theoretische eindzettingen en zullen pas na geruime tijd worden bereikt. Hiervoor is een periode van 30 jaar in acht genomen. Het zettingsproces gedurende de consolidatiefase kan in het algemeen worden versneld door het aanbrengen van drains in de samendrukbare lagen en het eventueel aanbrengen van een tijdelijke overhoogte.

De zettingen zijn berekend met de formule van Koppejan (gecombineerde formule Terzaghi-Buisman), die in grote lijnen als volgt kan worden geschreven:

$$s = d \cdot \left(\frac{1}{C_p} + \frac{\log t}{C_s} \right) \cdot \ln \left(\frac{\sigma'_{v;z} + \Delta\sigma'_{v;z}}{\sigma'_{v;z}} \right) \quad \text{vgl. 4-1}$$

waarin:

- s = zetting, samendrukking in m
- d = laagdikte in m
- C_p = primaire samendrukkingscoëfficiënt
- C_s = secundaire samendrukkingscoëfficiënt
- t = tijd in dagen; voor 30 jaar, $\log t = \text{circa } 4$
- $\sigma'_{v;z}$ = oorspronkelijke verticale korrelspanning in kN/m²
- $\Delta\sigma'_{v;z}$ = verticale korrelspanningsverhoging in kN/m²

De berekeningen zijn onder andere uitgevoerd met het computerprogramma DSettlement. Dit programma voor de berekening van zettingen in een semi-driedimensionale ruimte houdt rekening met spreiding van de belasting(en) in de ondergrond, van zowel bestaande als nieuwe ophogingen.

De stijfheidseigenschappen van de bodem zijn bepaald aan de hand van een interpretatie van het uitgevoerde grond- en laboratoriumonderzoek alsmede op basis van ervaring. Bij de analyses is rekening gehouden met het onder water zakken van de grondlagen, waardoor het effectief gewicht van de ophoging vermindert. De berekeningen geven het verloop van de zetting in de tijd en de zogenaamde eindzettingen, dat wil zeggen de zettingen die over een periode van ca. 30 jaar optreden. De onnauwkeurigheid in de berekende zetting bedraagt circa 50%. Met het uitvoeren van een laboratoriumonderzoek (o.a. samen-drukkingsproeven) kan de onnauwkeurigheid worden teruggebracht tot circa 30%. Gezien voornoemde onnauwkeurigheid van de berekeningen is het van belang om tijdens de uitvoering een goede monitoring middels zakbaken uit te voeren.

De ervaring is dat normaliter de geprognosticeerde zettingen enigszins achterblijven bij de daadwerkelijk zettingen in de praktijk. Een van de oorzaken hiervan is dat de zettingen zijn berekend bij lage 5% representatieve waarden voor de samendrukkingsparameters, zoals ook voorgeschreven in de geldende norm. Dit zijn waarden waar de kans op overschrijding 5% is. In de normgeving van de Waterbouw wordt echter uitgegaan van het rekenen met gemiddelde en dus verwachtingswaarden voor deze parameters.

Dit onder voorbehoud dat tijdens de uitvoering natuurlijk wordt gemonitord en indien nodig wordt bijgestuurd. Verwacht mag dan ook worden dat de berekende zettingen lager zullen zijn. In het werk zal dit ook worden gecontroleerd middels een monitoring met zakbaken of zettingsslang.

4.3.2 Tijd-zettingsverloop

Het optreden van zettingen is een tijdsafhankelijk proces. In eerste instantie zal een ophoging een wateroverspanning veroorzaken in de samendrukbare lagen. Het hierdoor ontstane potentiaalverschil geeft een grondwaterstroming, waardoor de wateroverspanning geleidelijk afneemt en de korrelspanning toeneemt, hetgeen zetting veroorzaakt. De tijdsduur van dit proces wordt de hydrodynamische periode genoemd. De lengte van deze periode (t_e) is afhankelijk van de laagdikte, de doorlatendheid van de samendrukbare lagen en de afstromingsmogelijkheden van het uit te persen water. De hydrodynamische periode is met de volgende formule berekend:

$$t_e = \frac{T \cdot (a \cdot d)^2}{c_v} \quad \text{vgl. 4-2}$$

waarin: t_e = hydrodynamische periode in seconden
 d = laagdikte samendrukbaar pakket in m
 c_v = consolidatiecoëfficiënt in m^2/s
 T = tijdfactor; praktisch einde van de consolidatie bij $T=2$
 a = constante; bij tweezijdige afstroming $a = 0,5$; bij eenzijdige afstroming $a = 1$

Het verband tussen de consolidatiegraad U en de tijdfactor T is benaderd volgens:

$$U_v(\Delta t) = \left(\frac{T^3}{0,5 + T^3} \right)^{1/6} \quad \text{vgl. 4-3}$$

waarin: $U_v(\Delta t)$ = consolidatiegraad na tijdsduur Δt bij alleen verticale afstroming (-)

De zetting die in de hydrodynamische periode optreedt bestaat deels uit primaire en deels uit secundaire zetting. Na het verstrijken van de hydrodynamische periode treden alleen nog secundaire zettingen op. In geval van een dik pakket slappe lagen bepaalt de lengte van de hydrodynamische periode in belangrijke mate de grootte van de restzettingen na ingebruikname.

4.3.3 Berekende zetting

De zetting is berekend voor de bruikbaarheidsgrenstoestand (BGT) zodat alle partiële factoren de waarde 1,0 hebben. De berekeningsresultaten zijn gepresenteerd in onderstaande tabellen. In bijlage A1 is in het lengteprofiel de benodigde extra overhoogte aangegeven.

In tabel 4-1 zijn de berekende zettingen samengevat uitgaande van een ophoging bestaande alleen uit zand.

Tabel 4-1: Resultaten berekening bij toepassing zand

Dwarsdoorsnede	Zetting na 270 dagen (incl. zettings- compensatie) [m]	Zetting na 3000 dagen (incl. zettings- compensatie) [m]	Restzetting [m]	Voldoet aan eis?
MW10 km. 3300	0,48	0,56	0,08	Voldoet niet
MW10 km. 3300 1 m extra overhoogte	0,70	0,73	0,05	Voldoet
Viaduct noordzijde	0,42	0,47	0,05	Voldoet
Viaduct zuidzijde	0,34	0,39	0,05	Voldoet
MW10 km. 3900	0,19	0,24	0,05	Voldoet

Bij de bovenstaande doorsneden zijn de volgende ophogingen van toepassing. Tevens is in deze tabel de benodigde zettingscompensatie aangegeven.

Tabel 4-2: Totale ophoging bij toepassing zand

Dwarsdoorsnede	Maximale ophoging conform ontwerp in m	Zettingscompensatie in m	Totale ophoging in m
MW10 km. 3300	2,5	0,45	2,95
MW10 km. 3300 1 m extra overhoogte	2,5	0,45 + extra overhoogte	3,95
Viaduct noordzijde	6,5	0,40	6,9
Viaduct zuidzijde	6,25	0,40	6,65
MW10 km. 3900	2,5 - 4,75	0,25	2,75 - 5,0

In tabel 4-3 zijn de berekende zettingen bij de toepassing van staalslakken samengevat. Uit deze tabel blijkt ter plaatse van het viaduct niet voldaan wordt aan de restzettingseis. Om aan de eis te voldoen dient bij de doorsnede viaduct noordzijde een extra overhoogte van 1,5 m te worden toegepast.

Bij de doorsnede viaduct zuidzijde dient eveneens een extra overhoogte van 1,5 m te worden toegepast.

Tabel 4-3: Resultaten berekening bij toepassing staalslakken

Dwarsdoorsnede	Zetting na 270 dagen (incl. zettings- compensatie) [m]	Zetting na 3000 dagen (incl. zettings- compensatie) [m]	Restzetting [m]	Voldoet aan eis?
MW10 km. 3300	n.v.t.			
Viaduct noordzijde	0,44	0,51	0,07	Voldoet niet
Viaduct noordzijde 1,5 m extra overhoogte	0,47	0,52	0,05	Voldoet
Viaduct zuidzijde	0,36	0,42	0,06	Voldoet niet
Viaduct zuidzijde 1,5 m extra overhoogte	0,38	0,43	0,05	Voldoet
MW10 km. 3900	0,19	0,23	0,04	Voldoet

Bij de bovenstaande doorsneden zijn de volgende ophogingen van toepassing. Tevens is in deze tabel de benodigde zettingscompensatie aangegeven.

Tabel 4-4: Totale ophoging bij toepassing staalslakken

Dwarsdoorsnede	Maximale ophoging conform ontwerp in m	Zettingscompensatie in m	Totale ophoging in m
MW10 km. 3300	n.v.t. zie tabel 4-2		
Viaduct noordzijde	6,5	0,40	6,9
Viaduct noordzijde 1,5 m extra overhoogte	6,5	0,40 + extra overhoogte	8,4
Viaduct zuidzijde	6,25	0,40	6,65
Viaduct zuidzijde 1,5 m extra overhoogte	6,25	0,40 + extra overhoogte	8,15
MW10 km. 3900	2,5 - 4,75	0,25	2,75 - 5,0

Het verloop van de zettingen is grafisch gepresenteerd in bijlage A2.

Ter plaatse van het viaduct zal met de bouw worden gestart op het moment dat de ophoging effectief ca. 3 maanden aanwezig is. Om het effect van het ophogen op de te realiseren paalfundering (horizontale belasting op de paalfundering) tot een minimum te beperken is het wenselijk om binnen deze 3 maanden aan de restzettingseis te voldoen.

Dit kan worden gerealiseerd door extra overhoogte aan te brengen. Uit oriënterende berekeningen blijkt echter dat aan de noordzijde dan een extra overhoogte van ca. 6 m nodig is en aan de zuidzijde een extra overhoogte van ca. 5 m.

Wij achten een dergelijke extra overhoogte als niet realistisch.

Om binnen een periode van 3 maanden tot de restzettingseis te komen kan worden overwogen om:

- het pakket samendrukbare lagen te stabiliseren middels massastabilisatie;
- het pakket samendrukbare lagen in zijn geheel te verwijderen.

Voor de toepassing van massastabilisatie is een uitgebreid onderzoek nodig om het type bindmiddel te bepalen. Voor een dergelijk onderzoek dient ca. 6 maanden te worden uitgetrokken en is daarmee gezien de planning geen optie.

Geadviseerd wordt derhalve om of het pakket samendrukbare lagen hier te verwijderen (ca. 1,3 m à 1,6 m ontgraving) of om de palen te dimensioneren op de te verwachte horizontale grondverplaatsing.

4.4 Stabiliteitsberekeningen

4.4.1 Methode Bishop

De stabiliteit van de ophogingen is geanalyseerd door het uitvoeren van glijvlakberekeningen volgens de vereenvoudigde methode Bishop met het computerprogramma DGeoStability.

Hierbij wordt de veiligheidsfactor van een grondmoot langs een cirkelvormig glijvlak berekend. De stabiliteit van het talud is afhankelijk van:

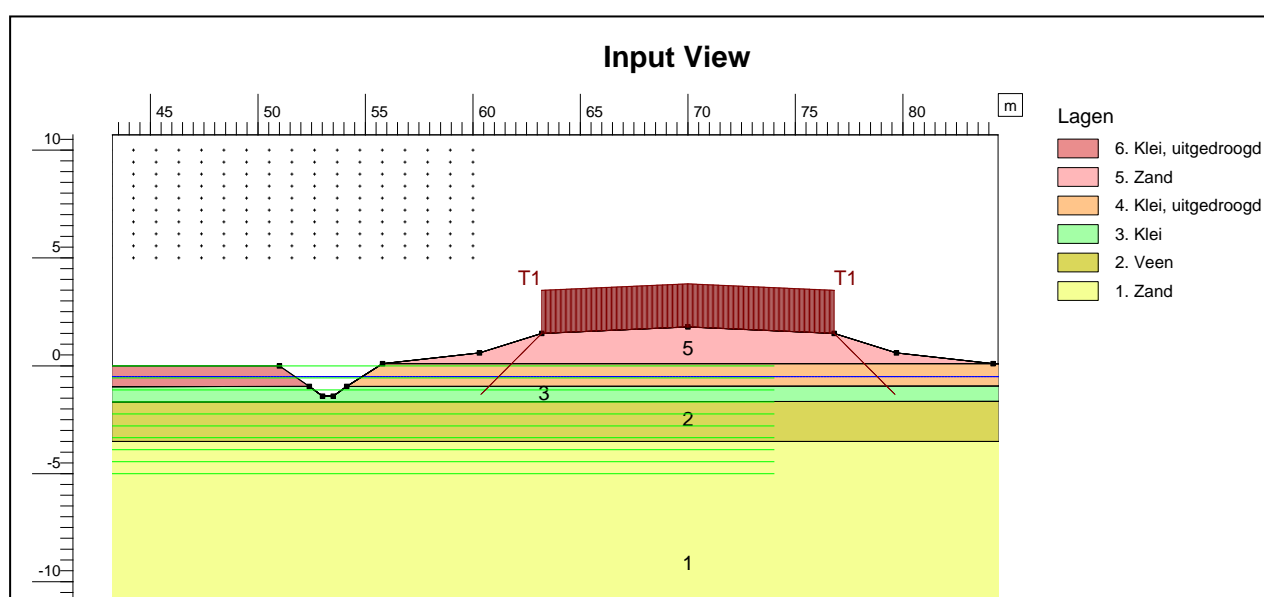
- de sterkte van de grond;
- de grootte van de ophoging;
- de wateroverspanning in de ondergrond en dus de snelheid van ophogen, de hoogte van de ophoging en de doorlatendheid van de ondergrond;
- de taludhelling inclusief de aanwezigheid van een steunberm;
- de aanwezigheid van een sloot of watergang bij de teen van een talud.

De stabiliteitsberekeningen zijn gemaakt voor de uiterste grenstoestand (UGT). De partiële factoren hebben de volgende waarden voor RC1:

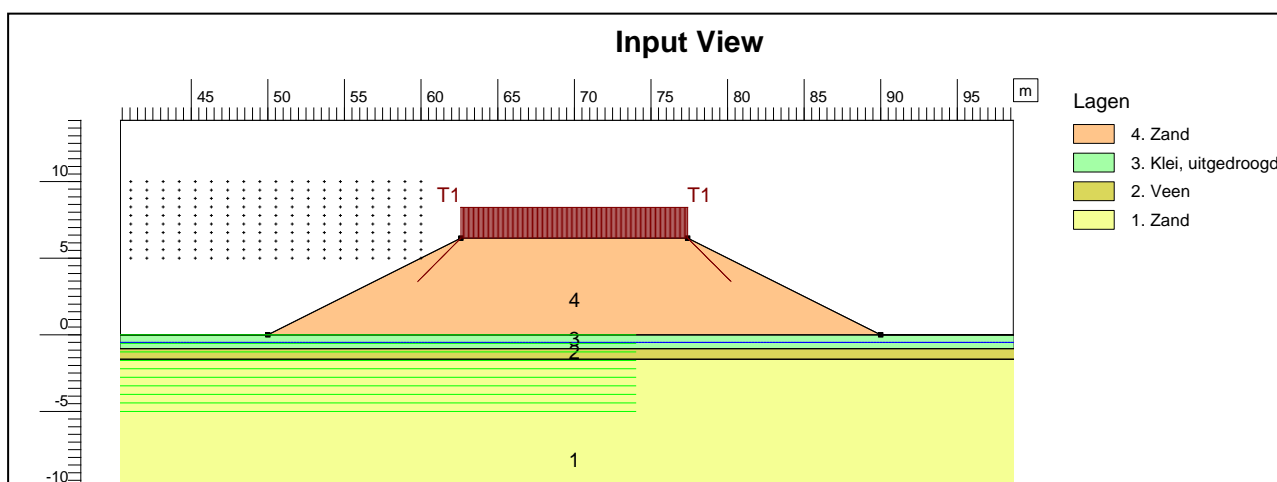
- 1,0 op het volumiek gewicht;
- 1,3 op de cohesie c' ;
- 1,2 op de tangens van de hoek van inwendige wrijving φ' .

De minimale benodigde veiligheidsfactor (SF) is aangehouden op 0,9 in de uitvoeringsfase en 1,0 in de gebruiksfase (Eis -1238 zie hoofdstuk 2), uitgaande van berekeningen met rekenwaarden voor de grondparameters. De NEN 9997-1:2012 gaat uit van een referentieperiode van 50 jaar. Vanwege de relatief korte duur van de bouwfase (veel minder dan 50 jaar) kunnen lagere partiële factoren van toepassing zijn. Deze lagere factoren zijn verdisconteerd door in de bouwfase een lagere veiligheidsfactor te hanteren, 0,9 i.p.v. 1,0.

In de berekeningen zijn de afmetingen van de dwarsprofielen aangenomen conform de door de opdrachtgever verstrekte tekeningen, zie figuren 4-11 en 4-12.

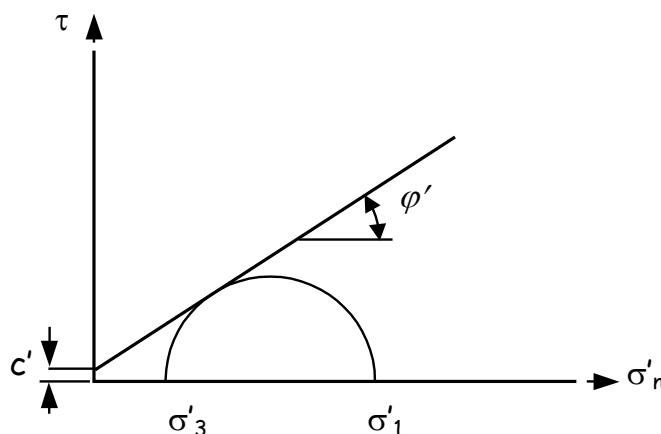


Figuur4-11: Geometrie MW10 km 3300



Figuur4-12: Geometrie viaduct noordzijde

De ondergrond is verdeeld in een aantal lagen waarbij voor iedere laag het volumegewicht en de wrijvings eigenschappen (hoek van inwendige wrijving ϕ' en de cohesie c') zijn bepaald, zie figuur 4-13. Deze parameters zijn onder andere bepaald aan de hand van interpretatie van het grondonderzoek, tabel 2.b van NEN 9997-1:2012 alsmede onze ervaring. Bij de berekeningen zijn rekenwaarden van de grondparameters gebruikt.



Figuur4-13: Schuifweerstand

Per grondlaag is ook het aanpassingspercentage opgegeven, dat wil zeggen, de mate waarin de korrelspanning is aangepast aan het gewicht van de aangebrachte ophogingen. Bij slecht doorlatende grond als klei- en veen resulteert het aanbrengen van een ophoging in eerste instantie in het optreden van wateroverspanningen. Het aanpassingspercentage is dan laag, bijvoorbeeld 20% à 30%. Na verloop van tijd, als het overspannen water de gelegenheid heeft gekregen om af te stromen, neemt het aanpassingspercentage toe waardoor ook de korrelspanningen en de weerstand tegen afschuiven toenemen. Na het verstrijken van de hydrodynamische periode, is sprake van 100% aanpassing.

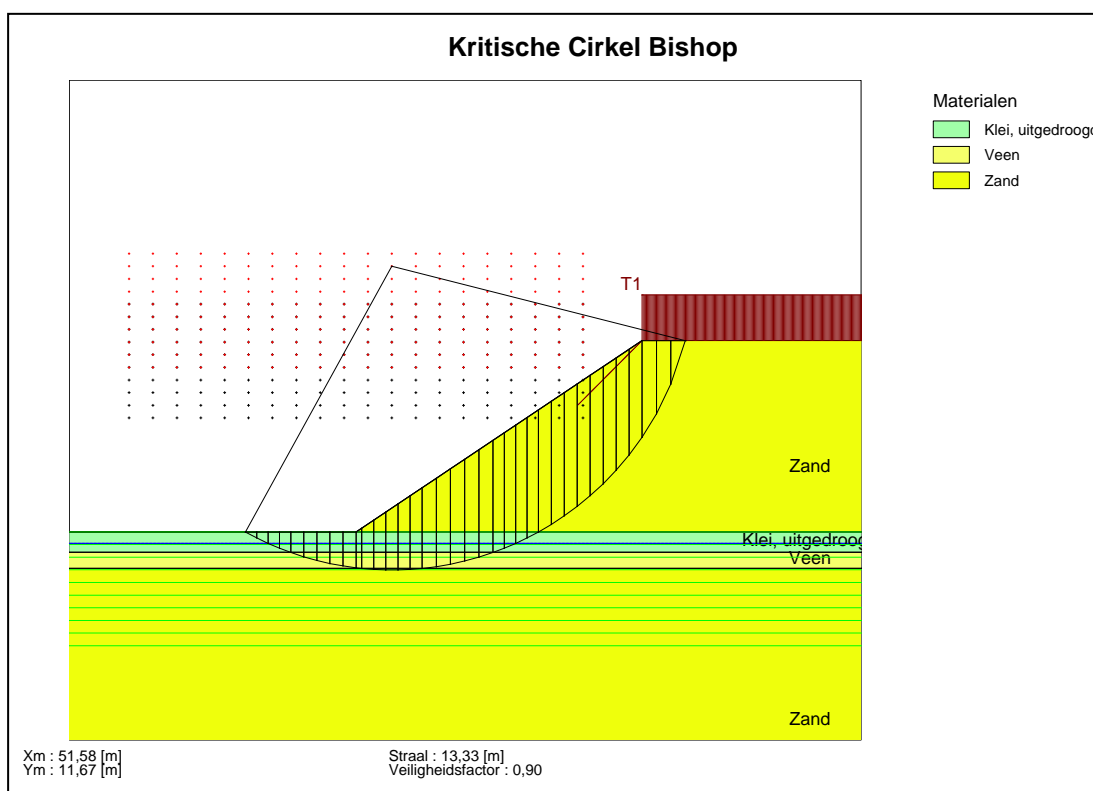
In de berekeningen is een aanpassingspercentage van 20 % gehanteerd.

4.4.2 Berekende stabiliteitsfactor

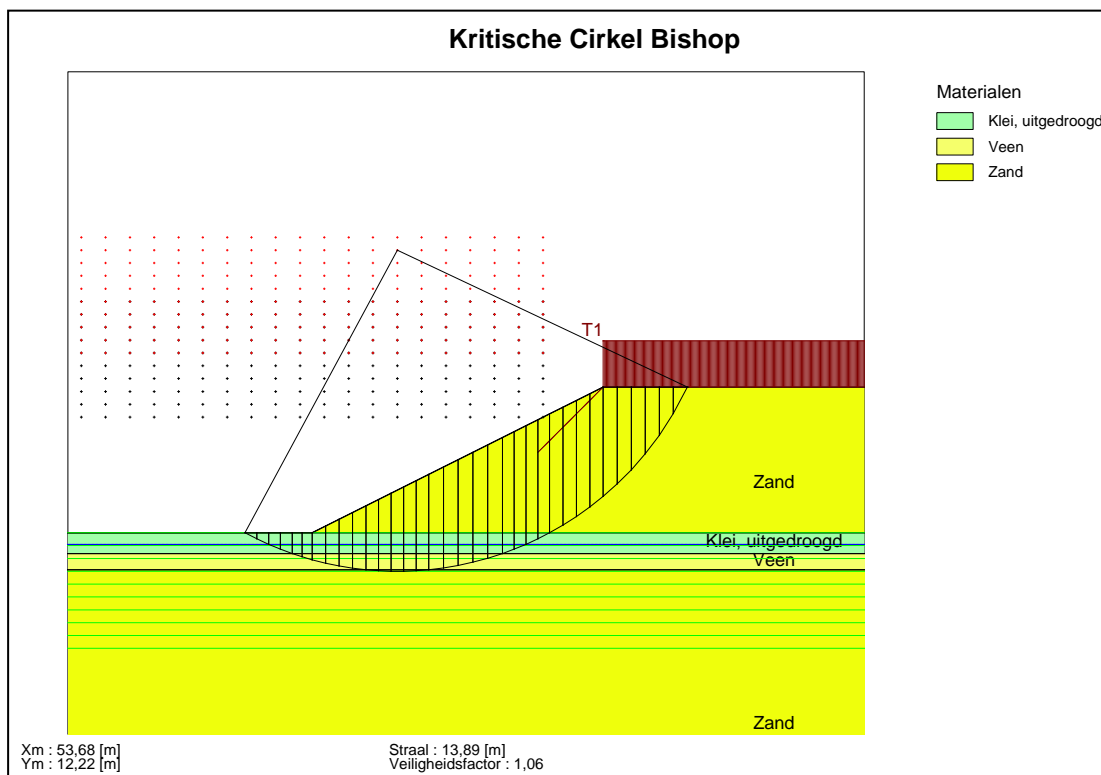
De berekeningsresultaten zijn weergegeven in de figuren 4-14 t/m 4-17 en zijn tevens samengevat in tabel 4-5. De vereiste waarde van de stabiliteitsfactor bedraagt 0,9 tijdens de realisatiefase en 1,0 tijdens de gebruiksfase, uitgaande van een berekening met rekenwaarden.

tabel 4-5: Berekende stabiliteitsfactoren met rekenwaarden van de grondparameters

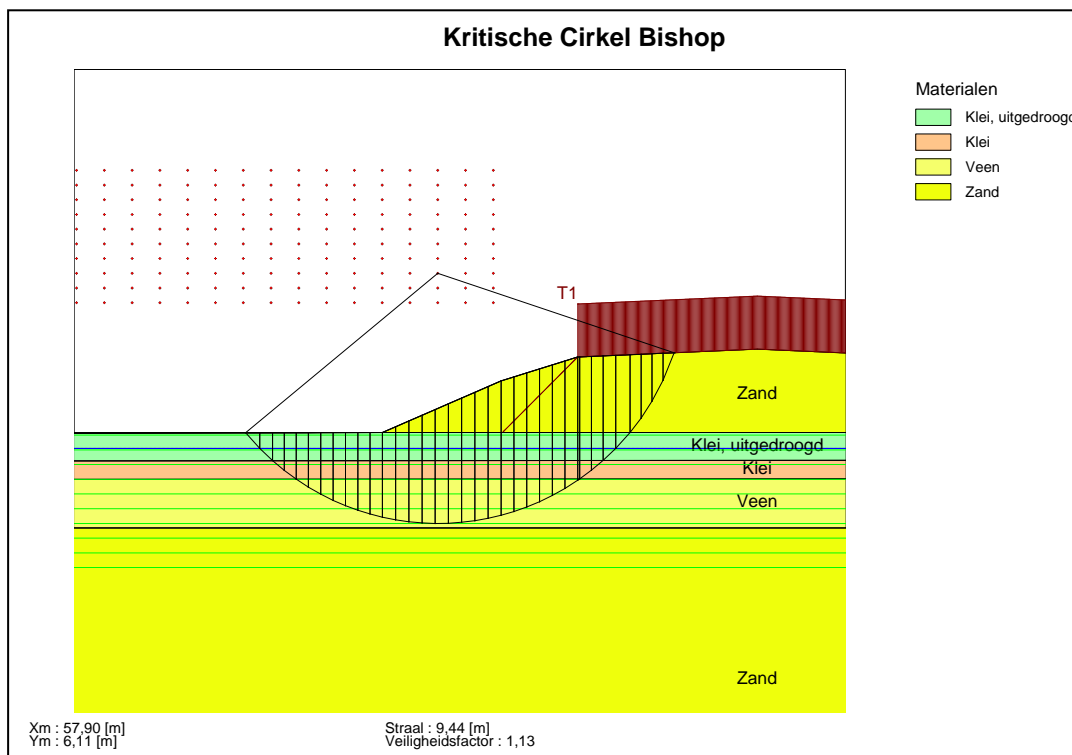
Doorsnede	Minimale stabiliteitsfactor SF	
	realisatiefase	gebruiksfase
Viaduct noordzijde	0,90	1,06
MW10 km 3300	1,13	1,31



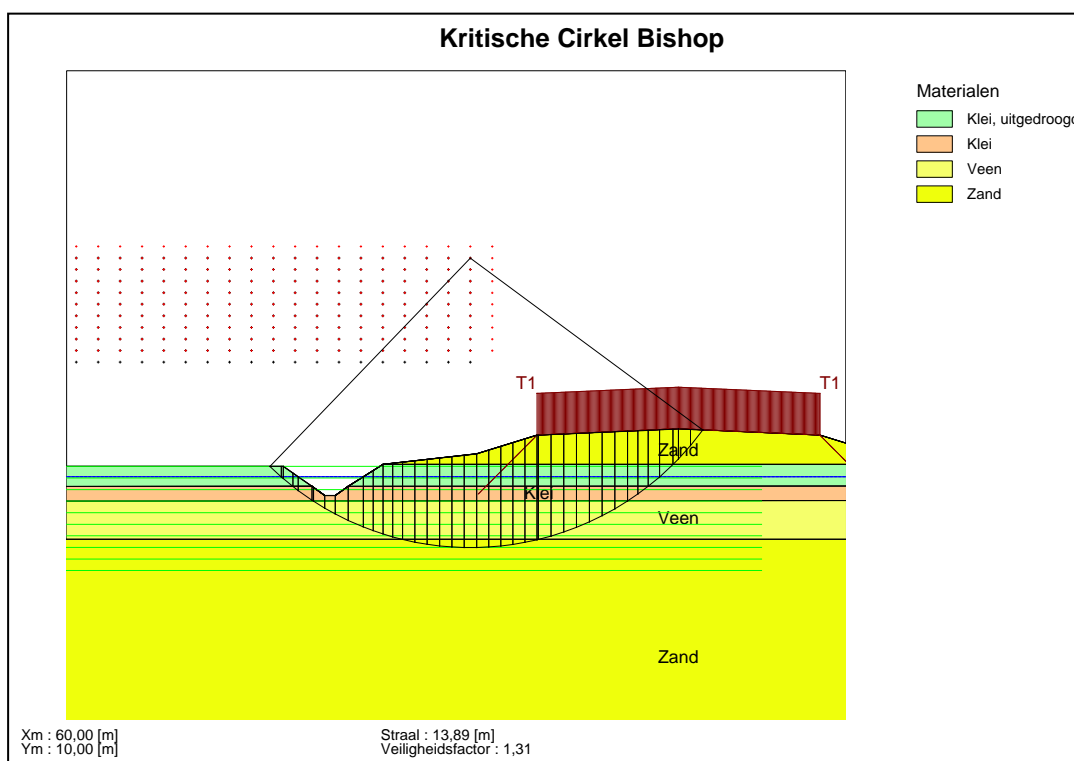
Figuur 4-14: Berekende stabiliteitsfactor viaduct noordzijde realisatiefase



Figuur 4-15: Berekende stabiliteitsfactor viaduct noordzijde gebruiksfase



Figuur 4-16: Berekende stabiliteitsfactor MW10 km 3300 realisatiefase

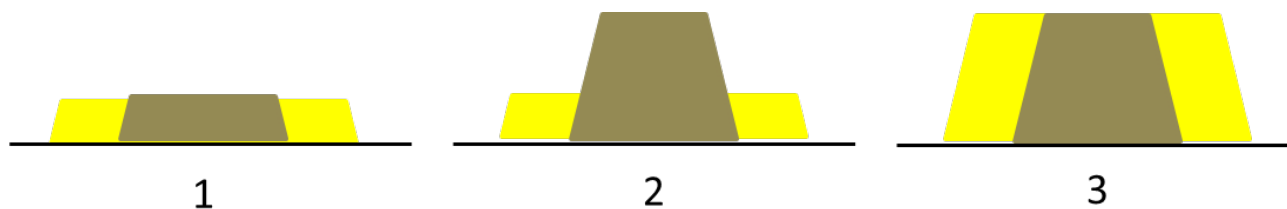


Figuur 4-17: Berekende stabiliteitsfactor MW10 km 3300 gebruiksfase

Met betrekking tot de ophoging met staalslakken bij de landhoofden wordt het volgende opgemerkt.

Men is voornemens om de kern van de ophoging op te bouwen uit de combinatie van staalslakken en zand, zie figuur 4-6. Deze kern zal onder een talud van 1:1 worden gerealiseerd. Nadat deze kern is gerealiseerd zal de buitenzijde ("schone schouder") worden opgehoogd. Uit oriënterende berekeningen is gebleken dat de stabiliteitsfactor (SF) dan kleiner is dan 0,9. Voor het op deze wijze realiseren dienen derhalve maatregelen te worden getroffen. Deze maatregel kan bestaan uit de volgende werkwijze:

1. aanbrengen kern + "schone schouder" tot 2 m boven maaiveld;
2. verder ophogen kern (talud 1:1) tot gewenst niveau;
3. aanbrengen "schone schouder" tot het gewenste niveau.



Figuur 4-18: Voorstel fasering opbouw kern

5. UITVOERING

5.1 Algemeen

De grondverbetering ter plaatse van de landhoofden van het viaduct dient te bestaan uit goed gegradeerd zand (zand voor ophoging) dat laagsgewijs wordt verdicht. Voor materiaalkeuze en aanbevelingen ten behoeve van de uitvoering van de grondverbetering wordt verwezen naar de bijlage "Richtlijnen Grondverbetering".

Bij de uitvoering van een grondverbetering dient de grondwaterstand tot 0,5 m beneden het aftriniveau te worden verlaagd.

5.2 Ophoging en monitoring

De aardebaan, inclusief voorbelasting en extra overhoogte, dient over de volle lengte aaneensluitend te worden aangelegd om te voorkomen dat grote zettingsverschillen ontstaan door een verschil in voorbelastingsduur.

Nieuwe sloten mogen pas worden gegraven nadat de extra overhoogte is verwijderd en de wateroverspanningen grotendeels zijn gedissipeerd.

Dempen sloten onder de ophoging

Sloten die zich onder de ophoging bevinden dienen bij voorkeur zodanig te worden gedempt dat de homogene situatie van vóór het graven van de sloot zoveel mogelijk wordt hersteld. Afhankelijk van de bodemgesteldheid ter plaatse kan het dempen worden uitgevoerd met zand of droge grond. Door de sloot met droge grond te dempen wordt bereikt dat de bodemgesteldheid ter plaatse van de sloot zo min mogelijk afwijkt van de rest van het terrein.

Metingen

Om het zakkingsproces te kunnen volgen wordt aangeraden in het hart van de aardebaan één rij zakkbakken te plaatsen met een h.o.h.-afstand van ca. 50 m. Voorgesteld wordt om de volgende meetfrequentie aan te houden:

week 1:	3 x (maandag / woensdag / vrijdag)
week 2 - 4:	2 x per week
week 5 - 8:	1 x per week
week 9 - oplevering:	2 x per maand

De resultaten van de metingen van de zakkbakken dienen te worden geanalyseerd en geïnterpreteerd. Dit kan met DSettlement, wanneer Fugro deze analyse en interpretatie uitvoert, wordt gebruik gemaakt van zelf ontwikkelde programmatuur.

Geadviseerd wordt om na een periode van ca. 3 maanden een eerste beoordeling van de metingen uit te voeren. Met deze beoordeling kunnen eventuele afwijkingen worden gesignaleerd en kunnen indien nodig maatregelen worden getroffen.

In plaats van het aangeven van signalerings- en interventiewaarden adviseren wij om regelmatig een beoordeling van de metingen uit te voeren waarbij dan telkens kan worden beoordeeld of de metingen aan de verwachting voldoen.

In aanvulling hierop kan de stabiliteit van de ophoging worden beoordeeld door op circa 1 m uit de teen in een rechte lijn perkoenpalen te plaatsen, h.o.h.-afstand 10 m en 1,5 à 2 m diep, en dagelijks te controleren of de palen nog verticaal en in een rechte lijn staan. Een dergelijke controle kan goed door het dagelijks toezicht worden uitgevoerd. Geadviseerd wordt om de perkoenpalen alleen te plaatsen bij de ophogingen voor het viaduct, over een

traject van ca. 100 (zuid) à 200 m (noord) gerekend vanaf de grondverbetering ter plaatse van het landhoofd.

5.3 Bemaling

Gezien de tijdens het grondonderzoek waargenomen grondwaterstanden zal het, afhankelijk van de op dat moment heersende grondwaterstanden, noodzakelijk zijn dat tijdens het aanbrengen van de grondverbetering ter plaatse van de landhoofden er een bemaling wordt geïnstalleerd. Aanbevolen wordt om voor aanvang van het grondwerk de actuele grondwaterstand te controleren. Omtrent de inrichting van deze bemaling kunnen wij u desgewenst nader adviseren.

6. LITERATUUROVERZICHT EN LIJST VAN BEGRIPPEN EN DEFINITIES

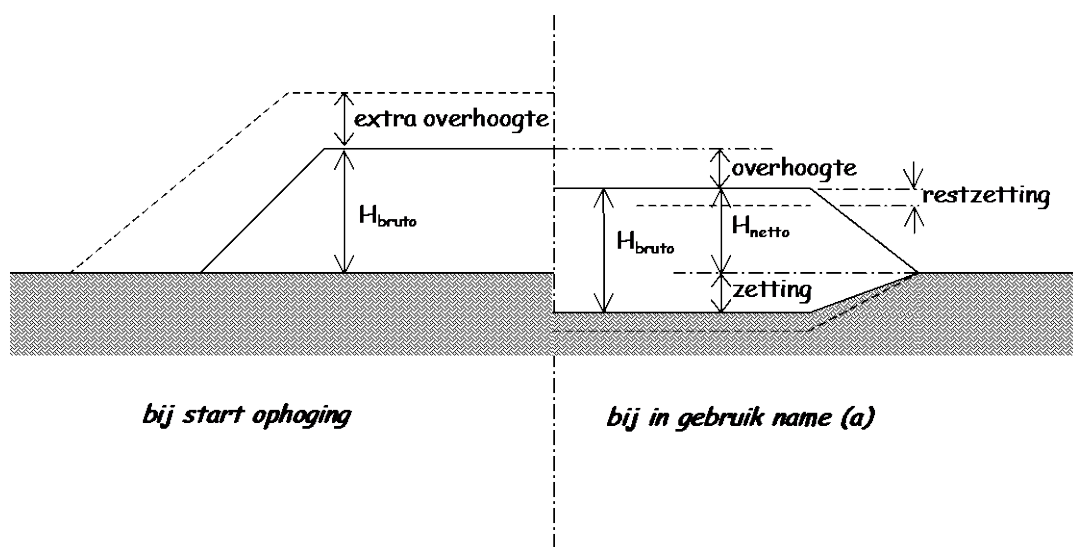
6.1 Literatuuroverzicht

1. *Construeren met grond*, CUR rapport 162, CUR Gouda, 1992, ISBN 90-376-0024-7
2. *Verticale drainage*, CROW rapport 77, CROW Ede, 1993, ISBN 90-6628-163-4
3. *Betrouwbaarheid van zettingsprognoses*, CROW publicatie 204, CROW Ede, 2004, ISBN 90-6628-430-7

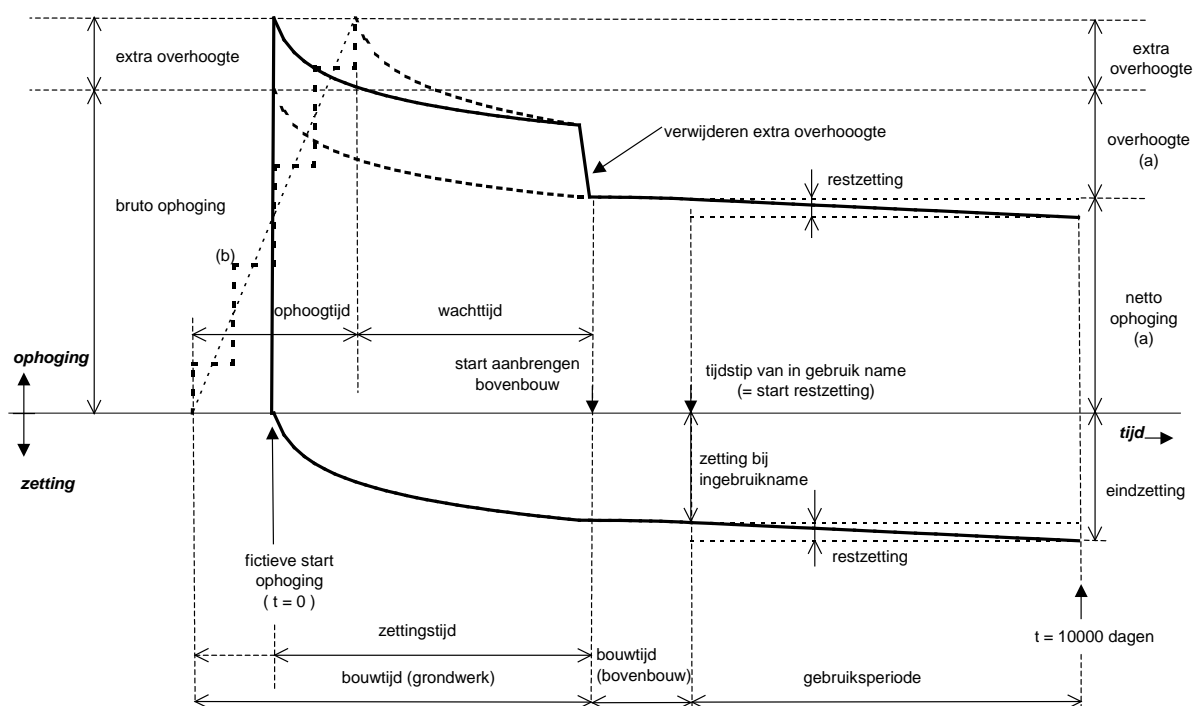
6.2 Lijst van begrippen en definities

Begrip	Omschrijving
ophoging	Gedeelte van de grondconstructie dat boven het oorspronkelijk maaiveld uitsteekt.
netto ophoging	Gedeelte van de grondconstructie dat na een arbitrair gekozen periode van 10000 dagen boven het oorspronkelijk maaiveld uitsteekt.
bruto ophoging	Totale hoogte van de aangebrachte grondconstructie. bruto ophoging = netto ophoging + overhoogte
overhoogte	Zandlaagdikte (hoeveelheid grond) die wordt aangebracht met het doel na zetting van de ondergrond de gewenste hoogte van de constructie te bereiken.
extra overhoogte	Extra zandlaagdikte (hoeveelheid grond) die tijdelijk wordt aangebracht om zetting van het grondlichaam te bespoedigen.
fictieve start ophoging	Tijdstip waarop een gefaseerde ophoging geacht wordt in zijn geheel aanwezig te zijn. Dit begrip wordt gebruikt indien in de berekening een gefaseerde ophoging wordt geschematiseerd tot een eenmalige ophoging van dezelfde grootte. Dit tijdstip wordt aangeduid met $t = 0$ en wordt, bij een gelijkmatige ophoogsnelheid, doorgaans halverwege de ophooftijd genomen; soms wordt $2/3$ aangehouden.
zetting	Geleidelijk en min of meer gelijkmatig afnemen van de hoogteligging van het maaiveld of de cunetbodem waarop de constructie is aangelegd.
eindzetting	Zetting na een arbitrair gekozen periode van 10000 dagen (= circa 27 jaar) vanaf start ophoging. Soms wordt aangehouden: 10, 50 of 100 jaar.
restzetting	Zetting die zich voordoet in een bepaalde periode vanaf de oplevering van de bovenbouw (verharding / spoorstaven).
zettingsverschil	Verschil in zetting van twee locaties.
achtergrondzetting of autonome zetting	Zetting ten gevolge van inklinking in polders door polderpeilverlaging, voortgaande zetting door vroegere ophogingen, gas- en zoutwinning en dergelijke.
bouwtijd (grondwerk)	Tijdsduur vanaf begin ophoging tot begin aanbrengen verharding of spoorstaven.
bouwtijd (bovenbouw)	Tijdsduur benodigd voor het aanbrengen van de verharding of de spoorstaven.
ophooftijd	Tijdsduur vanaf begin ophoging tot tijdstip waarop bruto ophoging geheel aanwezig is.
Zettingstijd/ wachttijd	Tijdsduur die voor de slappe lagen beschikbaar is om te zetten (consolideren) onder het gewicht van de ophoging, voordat de verharding of bovenbouw wordt aangebracht (einde bouwtijd grondwerk).

Zie ook figuur 6-1 en figuur 6-2, overgenomen uit CROW publicatie 204.



Figuur 6-1: Toelichting terminologie in schematisch dwarsprofiel



Figuur 6-2: Toelichting terminologie in ophoging - zetting - tijd - diagram


- (a) hier aangegeven: overhoogte is zetting bij ingebruikname; andere definitie is: overhoogte is eindzetting
- (b) de stippelijijn geeft het theoretisch verloop van de ophoging weer; in werkelijkheid treedt tijdens de ophoogfasen ook al zetting op

RAPPORTAGE

GEOTECHNISCH VELDWERK
betreffende

**TOERITTEN BRUG OVER
STROBOSSER TREKFAERT**

Opdrachtnummer: 1015-0338-000

VERSIE	DATUM	OMSCHRIJVING WIJZIGING	PARAAF PROJECTLEIDER
1	2 juli 2015		

FILE: 1015-0338-000_21.KRV01.doc

RAPPORTAGE GEOTECHNISCH VELDWERK

Project	Toeritten brug over Strobosser Trekfaert	Opdrachtnummer	1015-0338-000
Opdrachtgever	Roelofs Advies en Ontwerp Postbus 12 7683 ZG DEN HAM	Datum rapportage	2 juli 2015
		Uitvoeringsperiode	29 juni 2015
Opgesteld door	[REDACTED]		
Gecontroleerd door	[REDACTED]		
Projectleider	[REDACTED]		
Documentnaam	1015-0338-000_21.KR01.doc		

Deze rapportage bevat de resultaten van het geotechnisch veldwerk dat ten behoeve van bovengenoemd project door Fugro GeoServices B.V. is uitgevoerd. De gerapporteerde resultaten van dit onderzoek mogen slechts worden gehanteerd voor het doel zoals in de opdracht is beschreven.

Tot deze rapportage behoren de volgende bijlagen:

- Situatietekeningen (Bijlage 1.1 en 1.2)
- Sonderingen
- Veldboorstaten
- Continu Elektrisch Sonderen
- Legenda Terreinproeven en Grondsoorten

1. GEOTECHNISCH VELDWERK

Het geotechnisch veldwerk voor dit project heeft bestaan uit:

- 9 sonderingen met meting van de plaatselijke wrijvingsweerstand;
- 4 handboringen, bij HB1 en HB5 inclusief het plaatsen van 2 peilbuizen per boorgat.

Voor een verklaring van de op de situatietekening gebruikte tekens en symbolen wordt verwezen naar de bijlage "Legenda Terreinproeven en Grondsoorten".

2. COORDINATEN EN HOOGTE VAN ONDERZOEKSPUNTEN

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

Tijdens de uitvoering van het onderzoek is de kruin weg, aan de Strobosserweg, ingemeten. De locatie met betreffende (NAP)hoogte is aangegeven op de situatietekening (Bijlage 1.2).

De bijgevoegde situatietekeningen zijn gebruikt voor het aangeven van de onderzoekslocaties.

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.

3. SONDEREN

Het sonderen is uitgevoerd conform de vigerende richtlijnen en de NEN-EN-ISO 22476-1. Een beschrijving van de gevolgde meet- en registratiemethode is gegeven in de bijlage "Continu Elektrisch Sonderen".

Wanneer de sonderingen gebruikt worden voor de toetsing van geotechnische constructies dient de aard en omvang van het grondonderzoek te voldoen aan 3.2.3 van NEN 9997-1.

4. BOREN

Het boorwerk is handmatig uitgevoerd. Bij het handboren wordt doorgaans gebruik gemaakt van een edelmannboor (cohesieve gronden, klei, veen) en een handpuls (niet cohesieve grond, zand).

De werkzaamheden zijn uitgevoerd conform de NEN-EN-ISO 22475-1. De classificatie van de grond is uitgevoerd conform NEN 5104.

De in de boorgaten geïnstalleerde peilbuizen zijn geplaatst conform NEN-EN-ISO 22475-1. De filterdiepte, omstorting en afdichting zijn aangegeven op de betreffende boorstaten. De boringen met peilbuizen zijn met bijbehorend symbool aangegeven op de situatietekening.

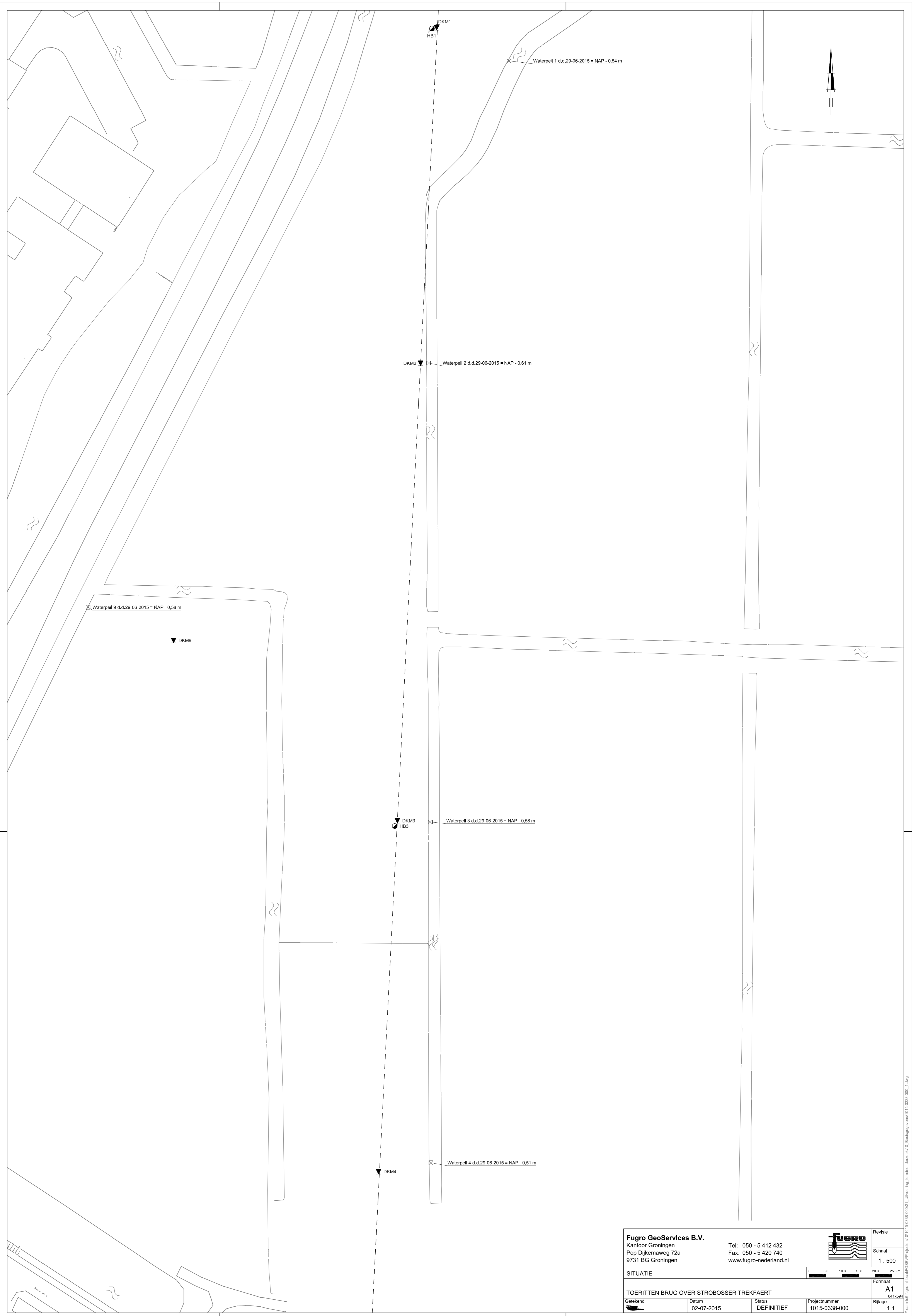
5. (GROND)WATERSTAND

De nabijgelegen openwaterpeilen zijn gedurende het grondonderzoek bepaald en vermeld op de situatietekeningen. Deze waterstanden zijn eenmalige opnames en bedoeld als een oriënterend gegeven.

Tijdens de uitvoering van het grondonderzoek zijn de grondwaterstanden in de peilbuizen aangetroffen op 1,2 m tot 1,5 m beneden maaiveld, hetgeen overeenkomt met circa NAP -0,5 m tot NAP -1,3 m. Deze grondwaterstanden zijn eenmalige opnames en bedoeld als een oriënterend gegeven. De grondwaterstand kan in de tijd fluctueren onder invloed van de weersgesteldheid en de seizoenen.

6. 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.



DKM1
HB1

Waterpeil 1 d.d.29-06-2015 = NAP - 0.54 m

DKM2
Waterpeil 2 d.d.29-06-2015 = NAP - 0.61 m

Waterpeil 9 d.d.29-06-2015 = NAP - 0.58 m

DKM9

DKM3
HB3
Waterpeil 3 d.d.29-06-2015 = NAP - 0.58 m

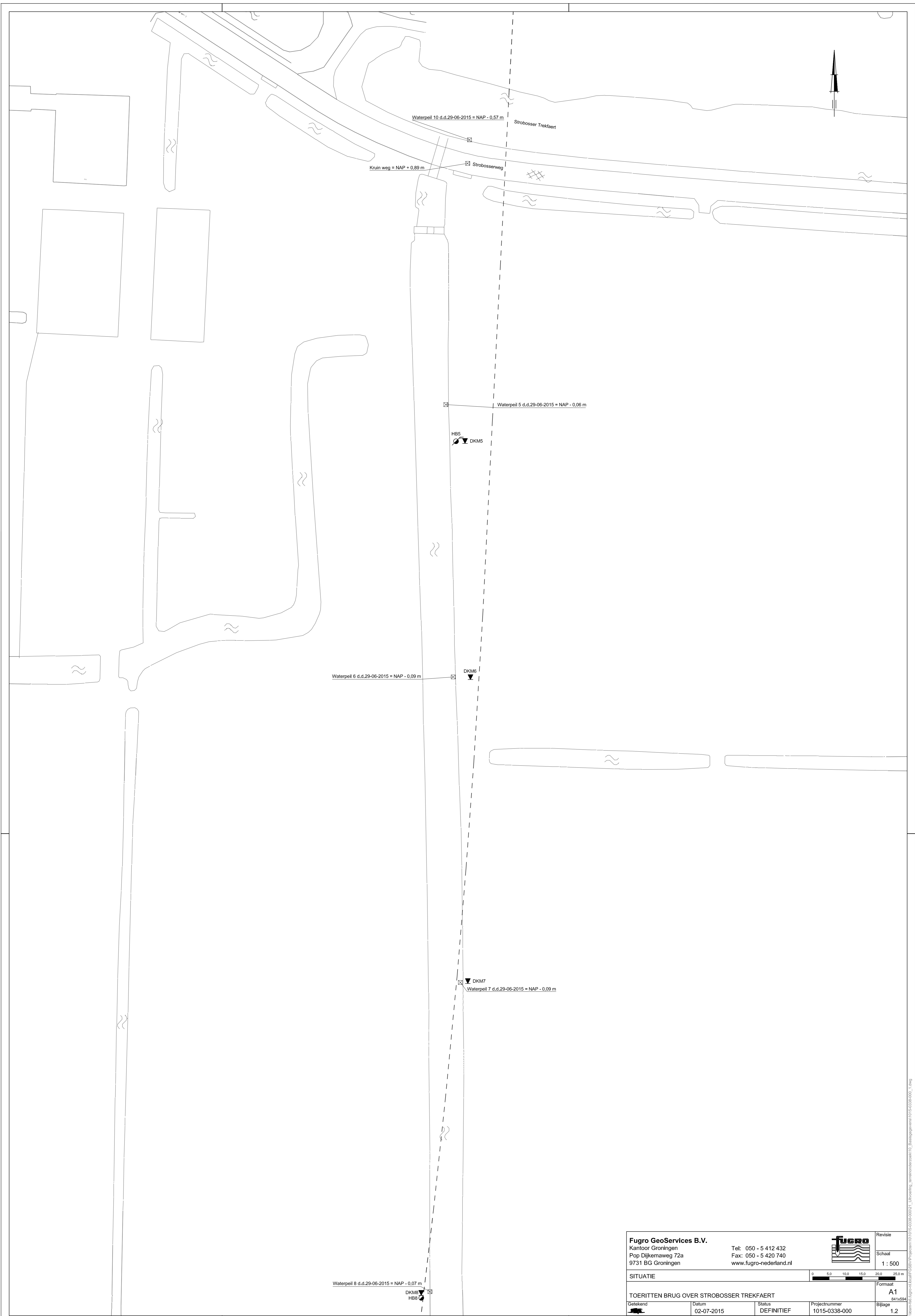
Waterpeil 4 d.d.29-06-2015 = NAP - 0.51 m

DKM4



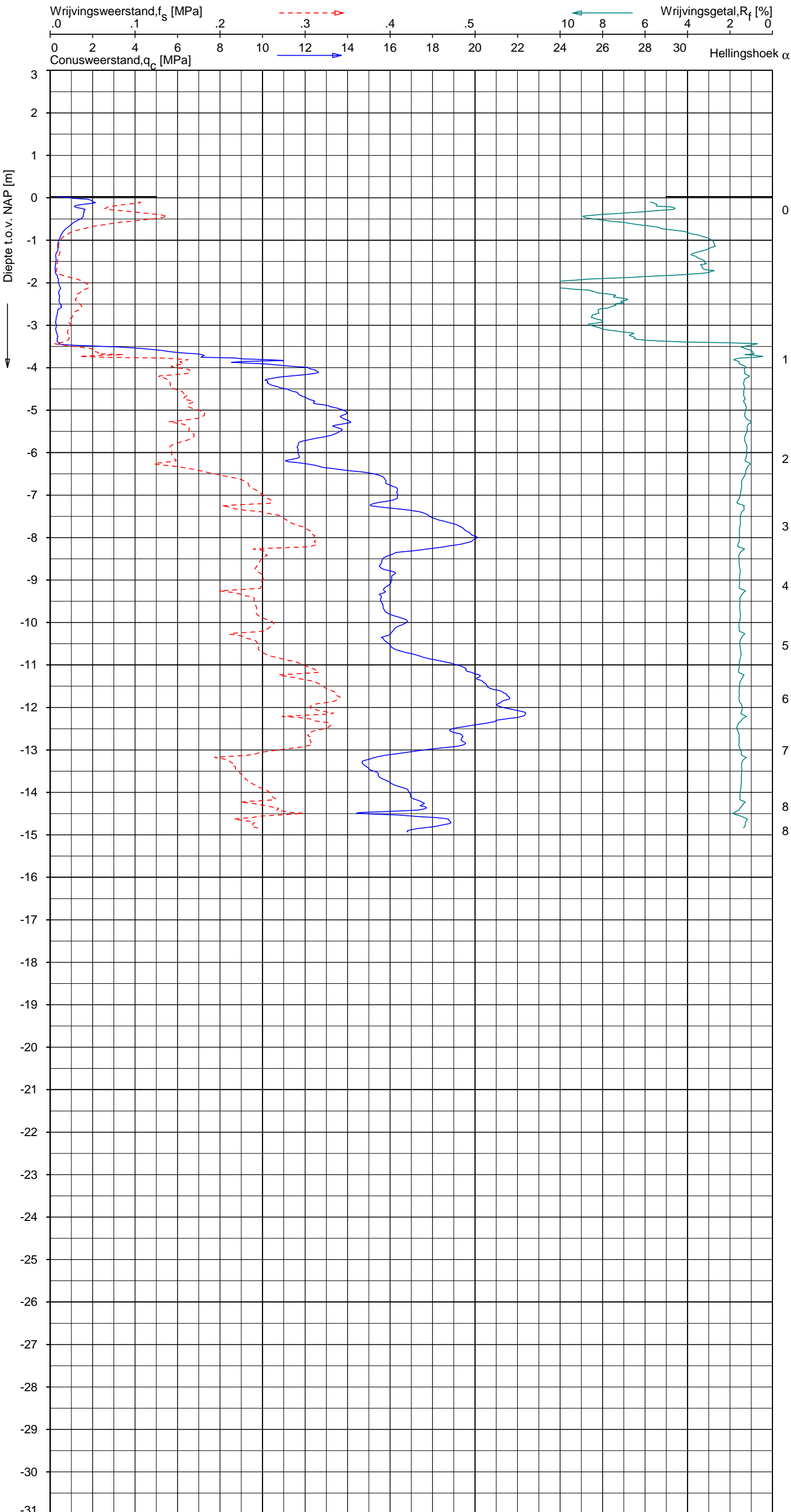
Fugro GeoServices B.V. Kantoor Groningen Pop Dijkemaweg 72a 9731 BG Groningen		Tel: 050 - 5 412 432 Fax: 050 - 5 420 740 www.fugro-nederland.nl		 Revisie Schaal 1 : 500	
SITUATIE					
TOERITTEN BRUG OVER STROBOSSEK TREKFAERT					
Getekend	Datum	Status	Projectnummer	Formaat	Bijlage
	02-07-2015	DEFINITIEF	1015-0338-000	A1 841x598	1.1

\\nam02.fugro.com\back\FCSB\Projecten\1015-0338-000\21_Libcentro\Binnenbouw\1015-0338-000_1.dwg

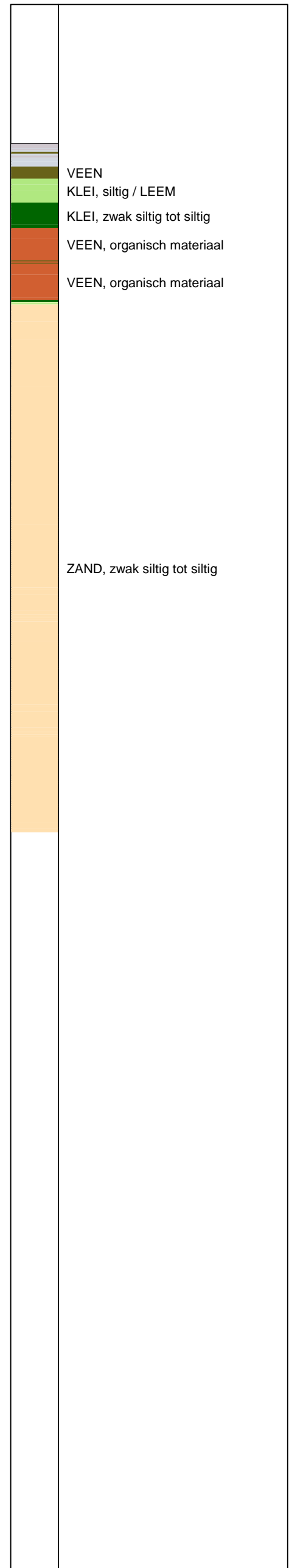


Fugro GeoServices B.V. Kantoor Groningen Pop Dijkemaweg 72a 9731 BG Groningen		Tel: 050 - 5 412 432 Fax: 050 - 5 420 740 www.fugro-nederland.nl		 Revisie Schaal 1 : 500	
SITUATIE					
TOERITTEN BRUG OVER STROBOSSEER TREKFAERT			Formaat A1 841x598		
Getekend 	Datum 02-07-2015	Status DEFINITIEF	Projectnummer 1015-0338-000	Bijlage 1.2	

\\nam02.fugro.com\back\FCSB\Projecten\1015-0338-000\21_Libcentro\Bemiddelen\1015-0338-000_1.dwg



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



Opg.: [redacted] d.d. 29-jun-2015 Coord.: X=197299.3 m Y=592941.8 m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
 Get.: [redacted] d.d. 02-jul-2015 MV = NAP +0.03 m Conus: CP15-CF75SN2 1701-2499 Toepassingsklasse 2. Test type TE1
 Conustype: $A_c = 1510 \text{ mm}^2$; $A_s = 19895 \text{ mm}^2$



SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

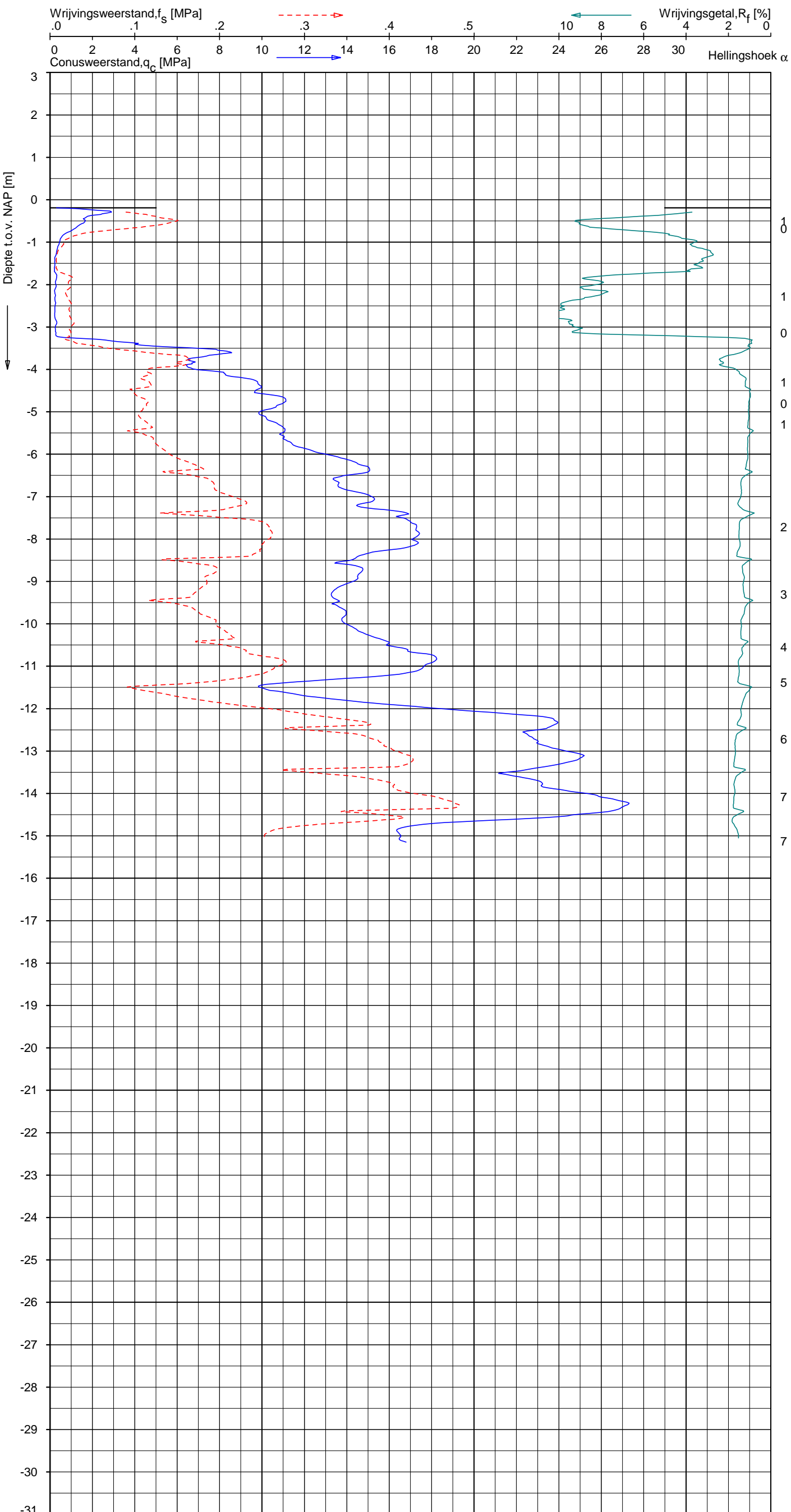
TOERITTEN BRUG OVER STROBOSSEER TREKFAERT

Opdr. 1015-0338-000
 Sond. DKM1

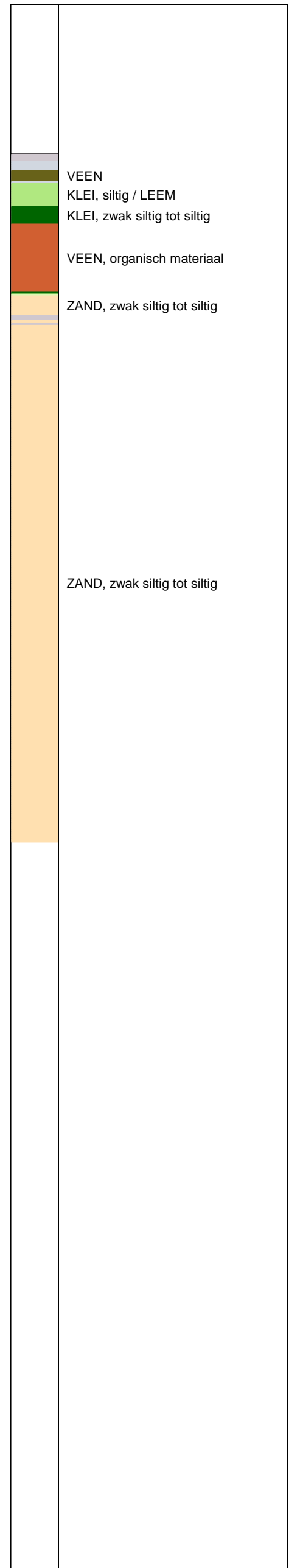
UNIPLOT 05.28.nl / QcfClass-R3.cmd / 2015-07-02 14:28:38

1015-0338-000

DKM2 - 1



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



Opg. : [redacted] d.d. 29-jun-2015 Coord.: X=197294.4 m Y= 592840.0 m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
 Get. : [redacted] d.d. 02-jul-2015 MV = NAP -0.19 m Conus: CP15-CF75SN2 1701-2499 Toepassingsklasse 2. Test type TE1
 Conustype: $A_c = 1510 \text{ mm}^2$; $A_s = 19895 \text{ mm}^2$



SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

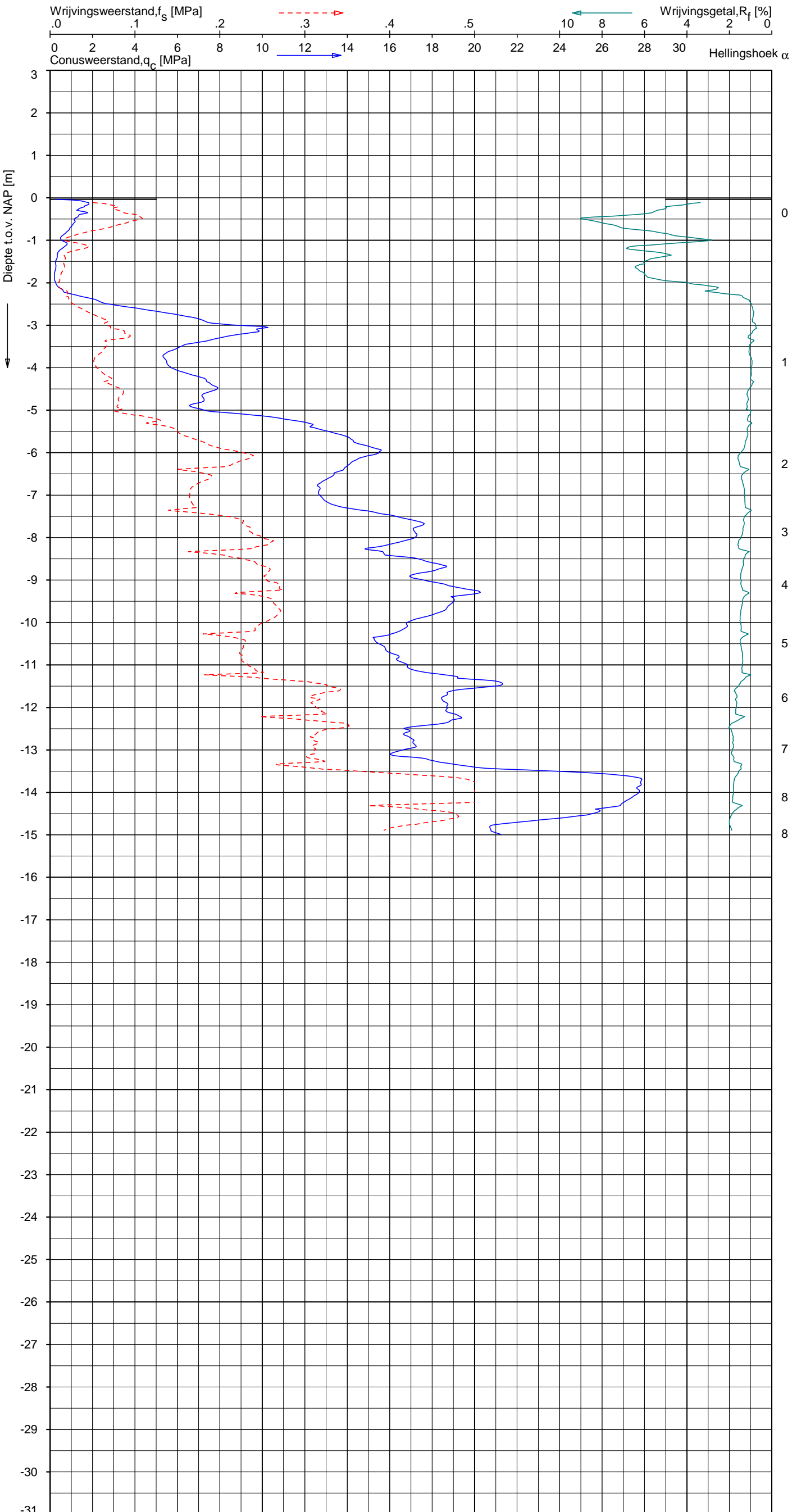
TOERITTEN BRUG OVER STROBOSSEK TREKFAERT

Opdr. 1015-0338-000
 Sond. DKM2

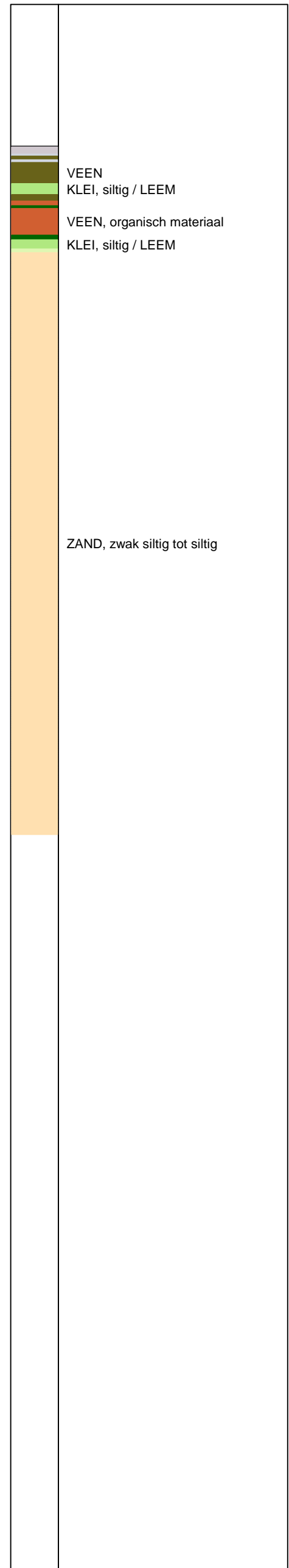
UNIPLOT 05.28.nl / QcfClass-R3.cmd / 2015-07-02 14:28:40

1015-0338-000

DKM3 - 1



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



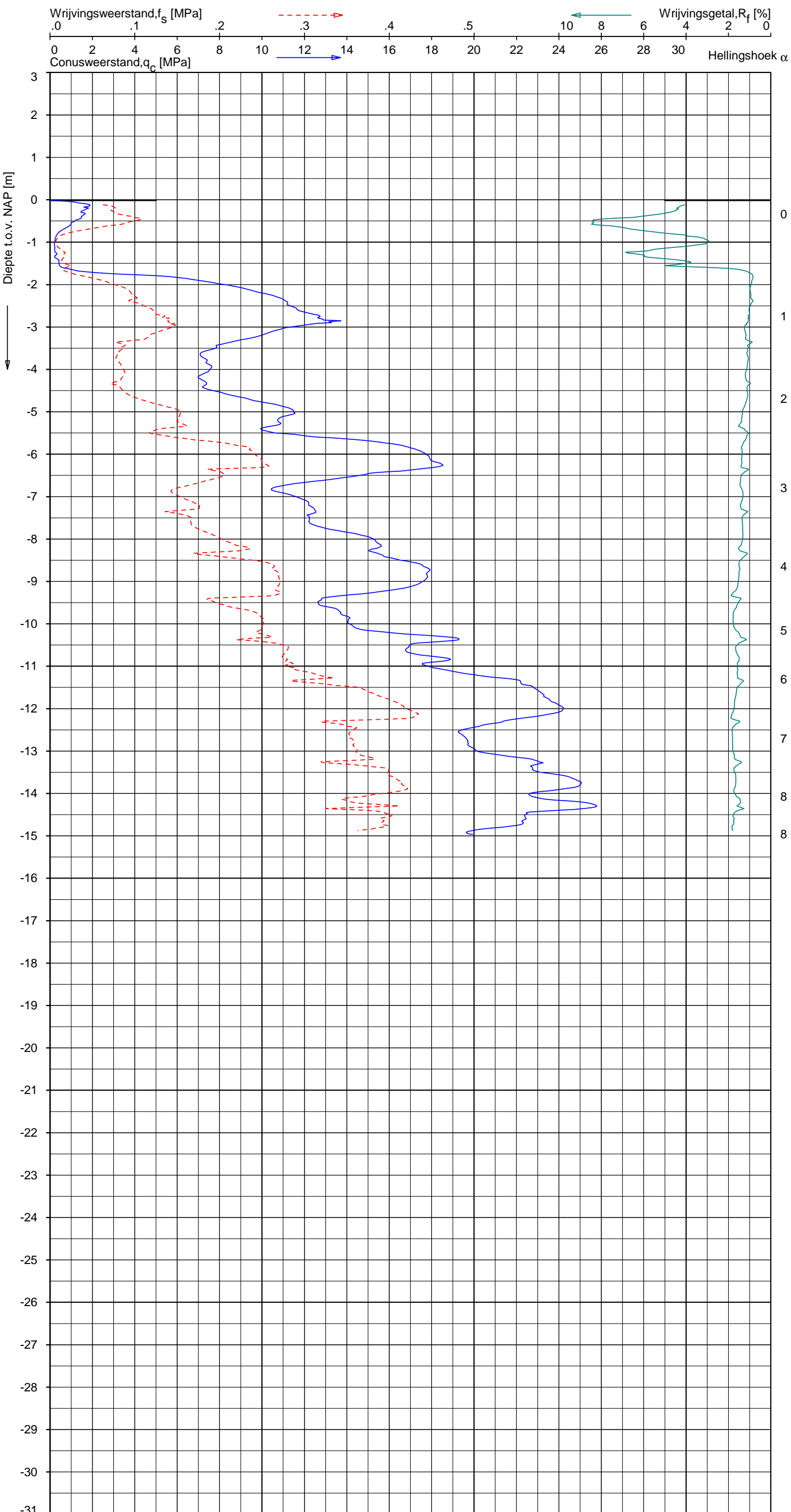
Opg. : [redacted] d.d. 29-jun-2015 Coord.: X=197287.4 m Y=592701.3 m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
 Get. : [redacted] d.d. 02-jul-2015 MV = NAP -0.03 m Conus: CP15-CF75SN2 1701-2499 Toepassingsklasse 2. Test type TE1
 Conustype: $A_c = 1510 \text{ mm}^2$; $A_s = 19895 \text{ mm}^2$



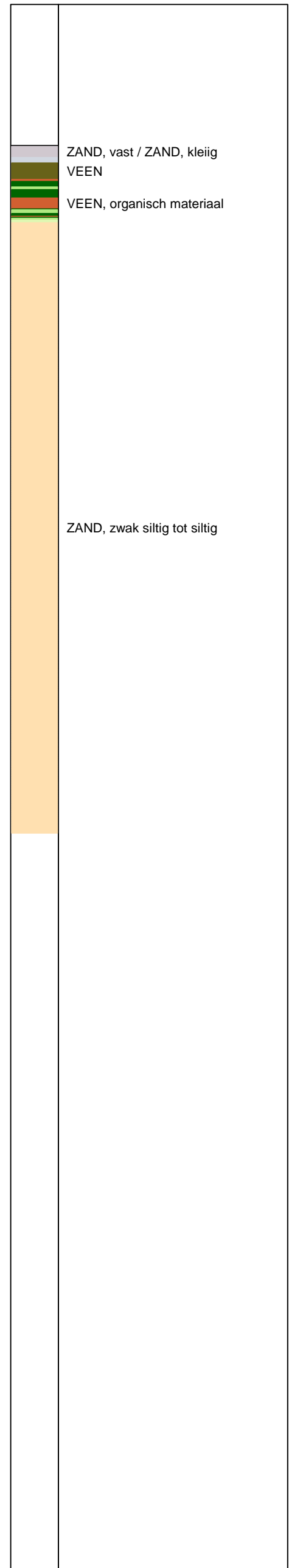
SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

TOERITTEN BRUG OVER STROBOSSER TREKFAERT

Opdr. 1015-0338-000
 Sond. DKM3



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



Opg. : [redacted] d.d. 29-jun-2015 Coord.: X=197281.7 m Y= 592594.9 m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
 Get. : [redacted] d.d. 02-jul-2015 MV = NAP -0.02 m Conus: CP15-CF75SN2 1701-2499 Toepassingsklasse 2. Test type TE1
 Conustype: $A_c = 1510 \text{ mm}^2$; $A_s = 19895 \text{ mm}^2$



SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

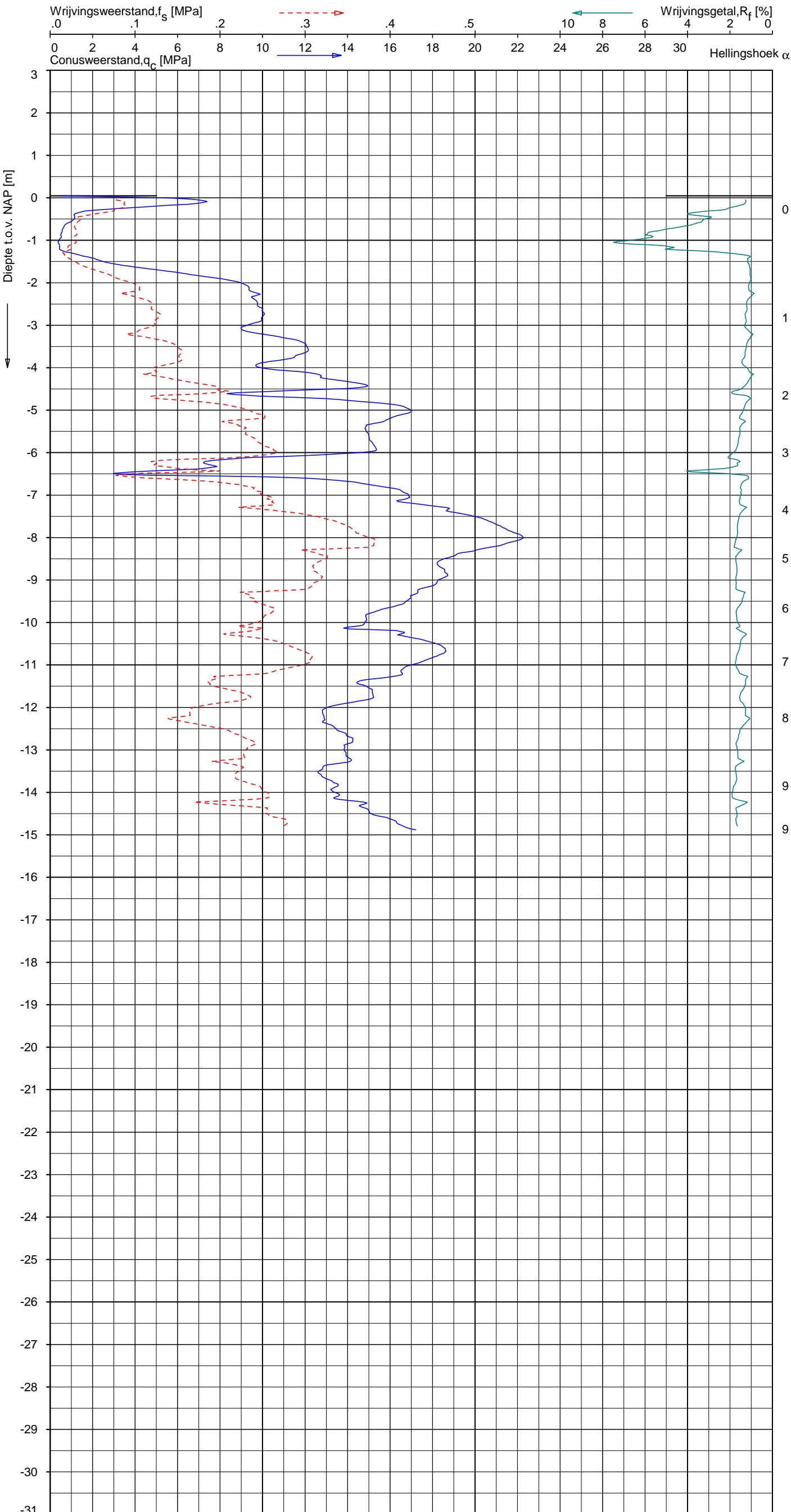
TOERITTEN BRUG OVER STROBOSSEER TREKFAERT

Opdr. 1015-0338-000
 Sond. DKM4

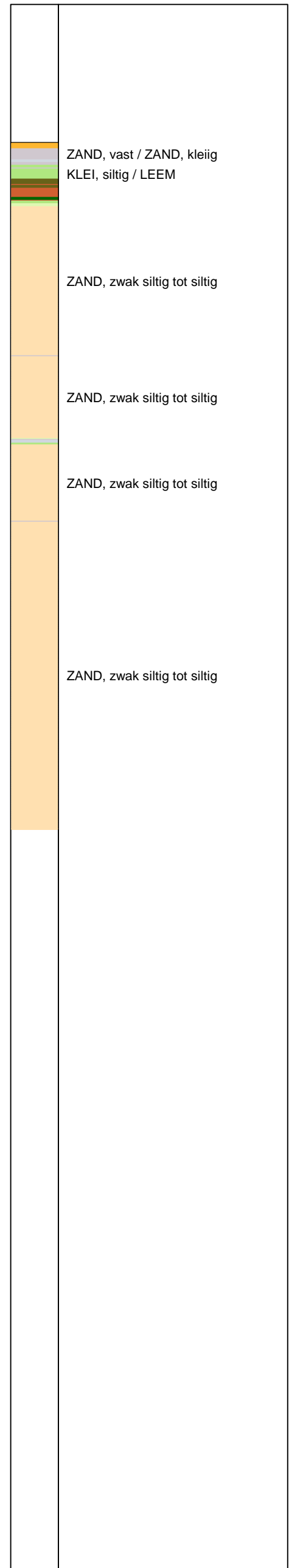
UNIPLOT 05.28.nl / QcfClass-R3.cmd / 2015-07-02 14:28:44

1015-0338-000

DKM5 - 1



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



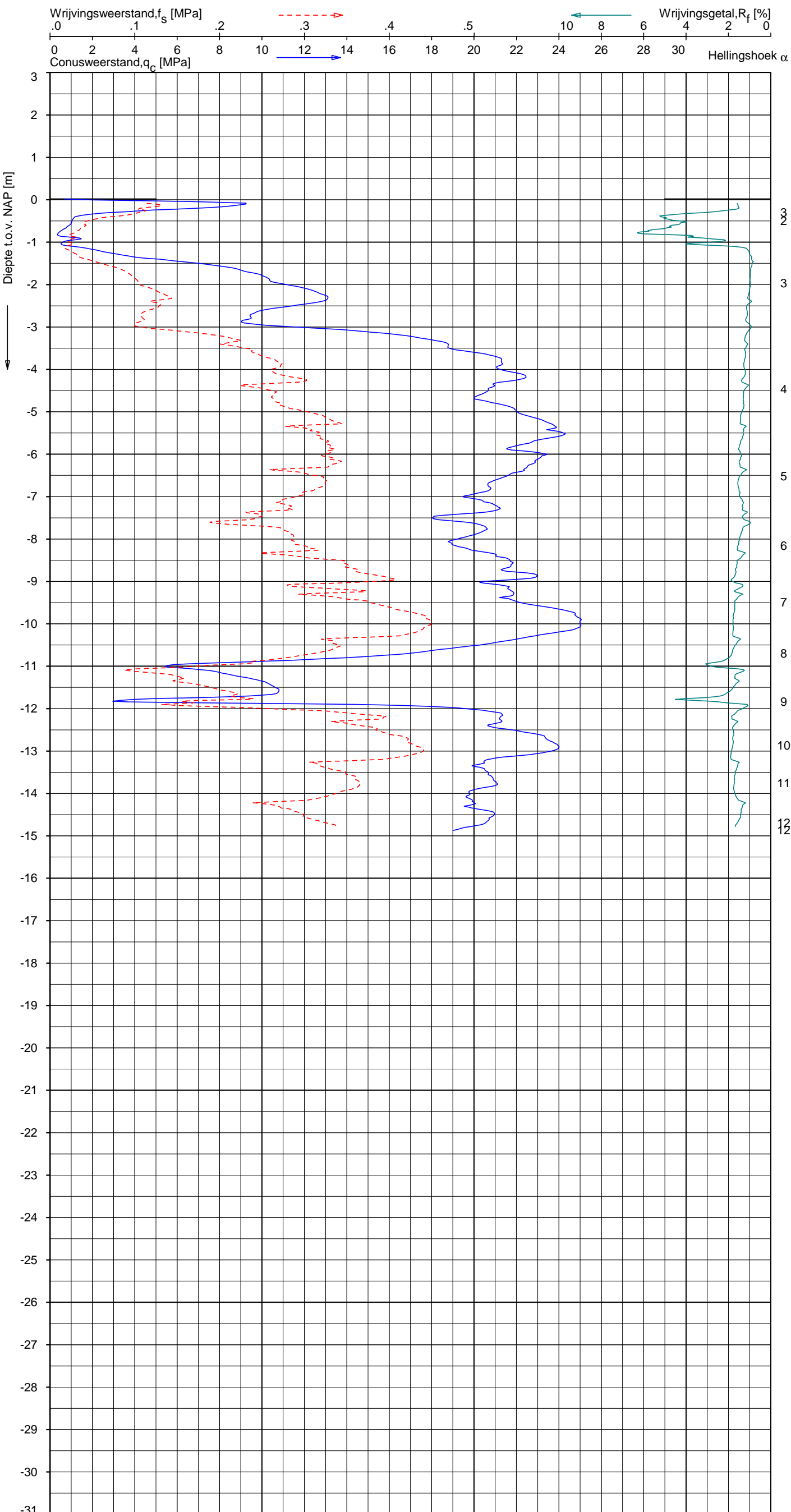
Opg. : [redacted] d.d. 29-jun-2015 Coord.: X=197265.5 m Y=592428.7 m System: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
 Get. : [redacted] d.d. 02-jul-2015 MV = NAP +0.05 m Conus: CP15-CF75SN2 1701-2499 Toepassingsklasse 2. Test type TE1
 Conustype: A_c = 1510 mm²; A_s = 19895mm²



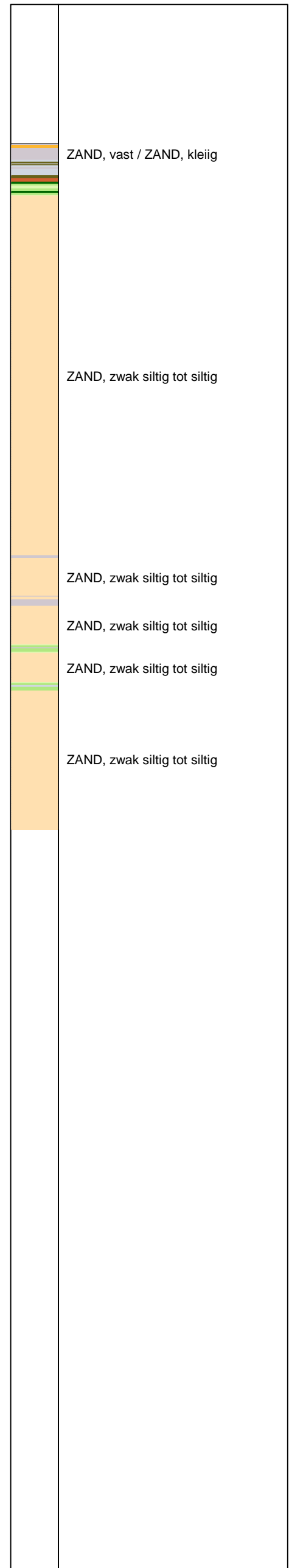
SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

TOERITTEN BRUG OVER STROBOSSEER TREKFAERT

Opdr. 1015-0338-000
 Sond. DKM5



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



Opg. : [redacted] d.d. 29-jun-2015 Coord.: X=197267.1 m Y= 592357.1 m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
 Get. : [redacted] d.d. 02-jul-2015 MV = NAP +0.02m Conus: CP15-CF75SN2 1701-2499 Toepassingsklasse 2. Test type TE1
 Conustype: A_c = 1510 mm²; A_s = 19895mm²



SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

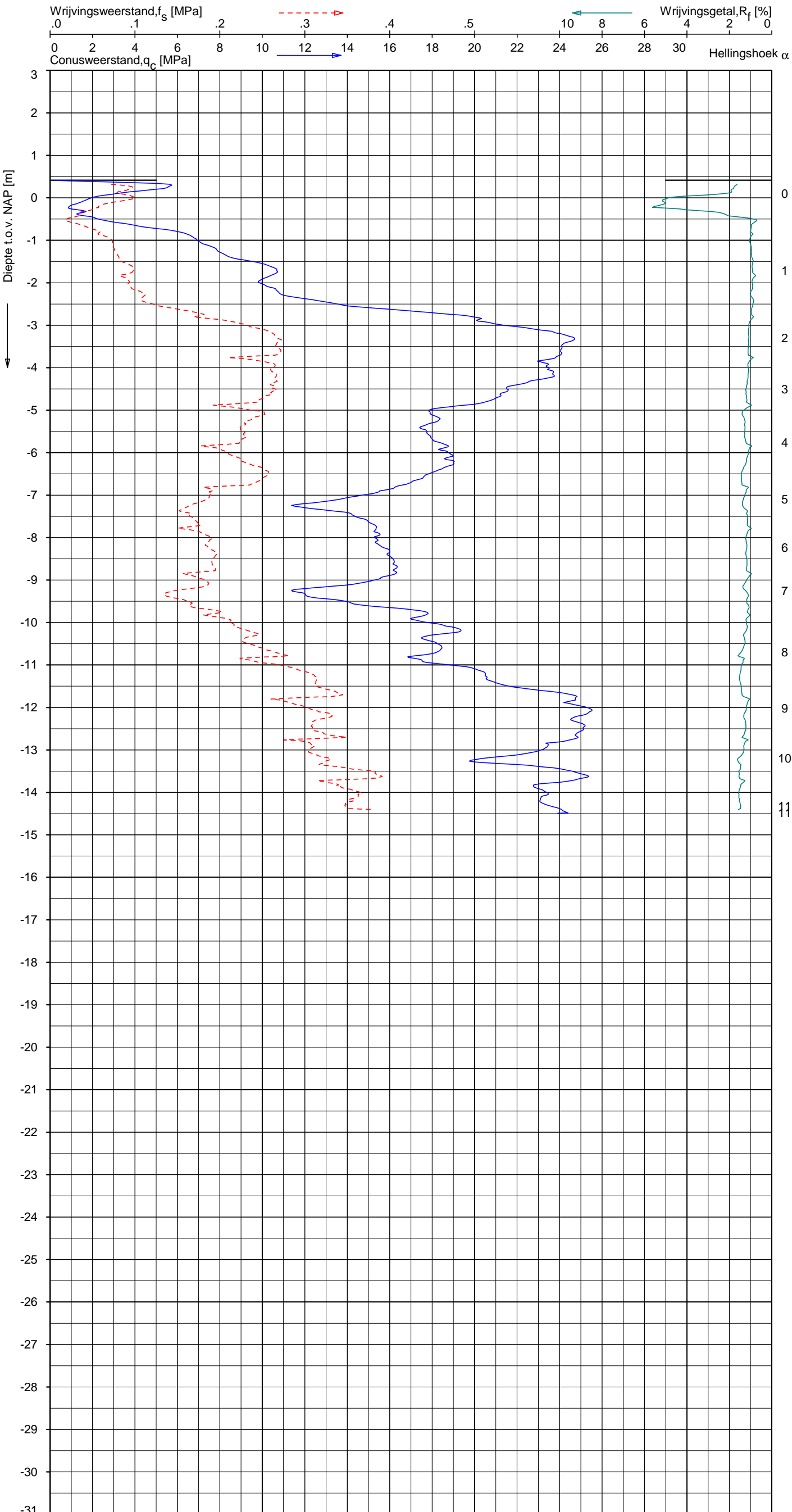
TOERITTEN BRUG OVER STROBOSSEER TREKFAERT

Opdr. 1015-0338-000
 Sond. DKM6

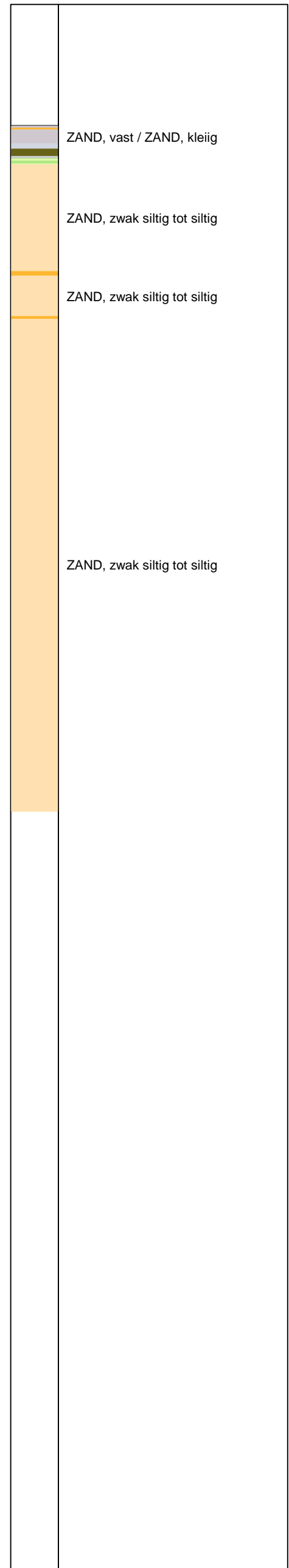
UNIPLOT 05.28.nl / QcfClass-R3.cmd / 2015-07-02 14:28:48

1015-0338-000

DKM7 - 1



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



Opg. : [redacted] d.d. 29-jun-2015 Coord.: X=197266.3 m Y= 592265.1 m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
 Get. : [redacted] d.d. 02-jul-2015 MV = NAP +0.42 m Conus: CP15-CF75SN2 1701-2499 Toepassingsklasse 2. Test type TE1
 Conustype: $A_c = 1510 \text{ mm}^2$; $A_s = 19895 \text{ mm}^2$



SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

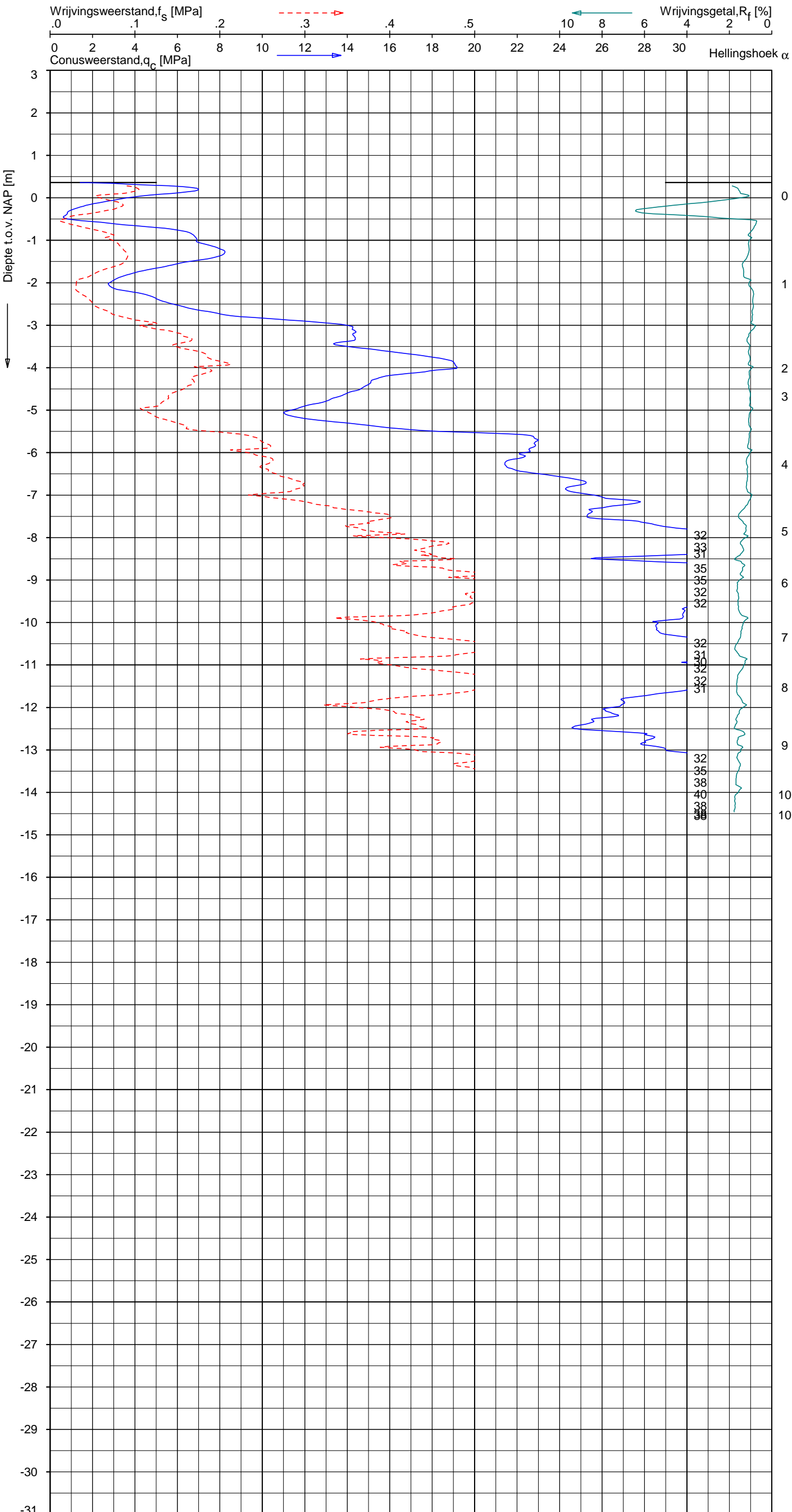
TOERITTEN BRUG OVER STROBOSSEER TREKFAERT

Opdr. 1015-0338-000
 Sond. DKM7

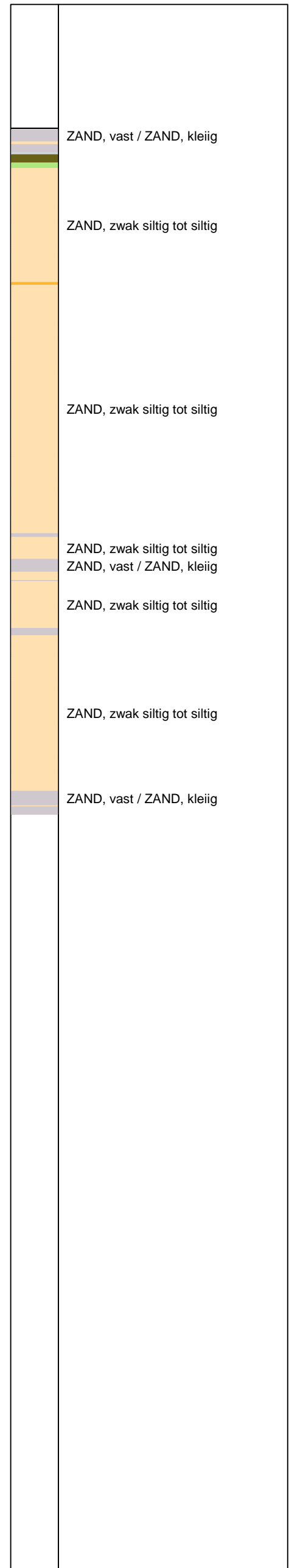
UNIPLOT 05.28.nl / QcfClass-R3.cmd / 2015-07-02 14:28:50

1015-0338-000

DKM8 - 1



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



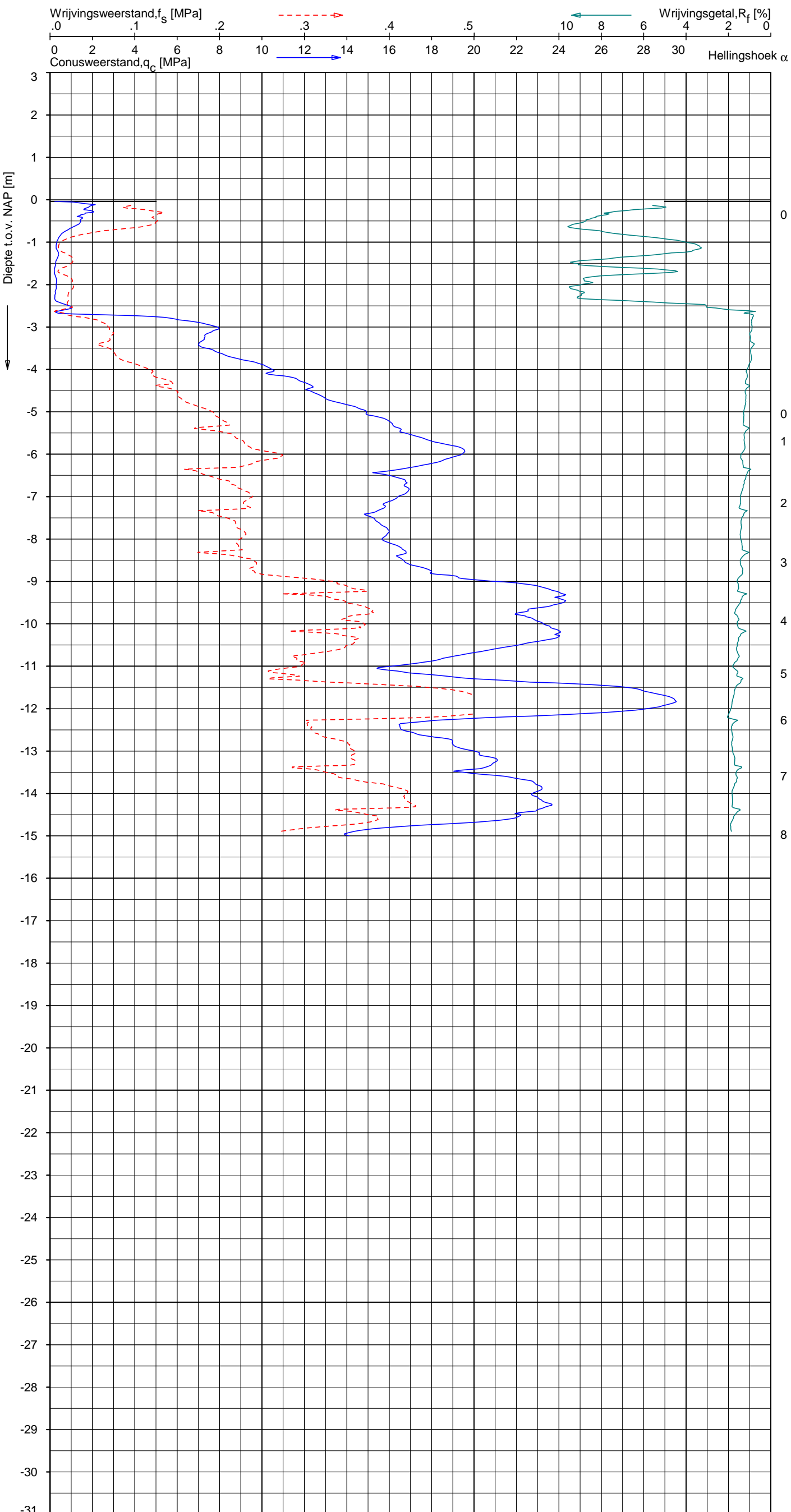
Opg. : [redacted] d.d. 29-jun-2015 Coord.: X=197252.2 m Y= 592170.6 m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
 Get. : [redacted] d.d. 02-jul-2015 MV = NAP +0.36 m Conus: CP15-CF75SN2 1701-2499 Toepassingsklasse 2. Test type TE1
 Conustype: A_c = 1510 mm²; A_s = 19895mm²



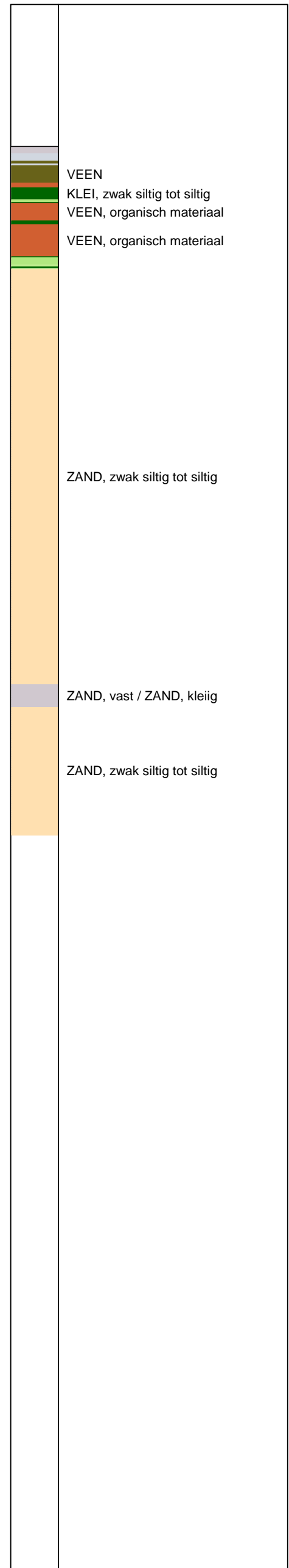
SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

TOERITTEN BRUG OVER STROBOSSEK TREKFAERT

Opdr. 1015-0338-000
 Sond. DKM8



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



Opg.: [redacted] d.d. 29-jun-2015 Coord.: X=197219.5m Y=592756.0m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
 Get.: [redacted] d.d. 02-jul-2015 MV = NAP -0.04m Conus: CP15-CF75SN2 1701-2499 Toepassingsklasse 2. Test type TE1
 Conustype: $A_c = 1510 \text{ mm}^2$; $A_s = 19895 \text{ mm}^2$



SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

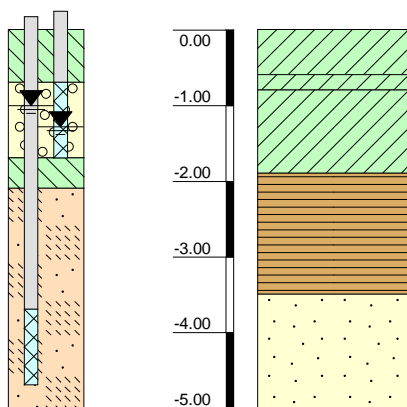
TOERITTEN BRUG OVER STROBOSSEK TREKFAERT

Opdr. 1015-0338-000
 Sond. DKM9

Boring: HB1
Veldclassificatie

 Peilbuis
1 2
Referentie (m tov NAP)

Monsternr. Bodembeschrijving volgens NEN 5104



0.01 tot -0.59 Klei, stevig bruin

-0.59 tot -0.79 Klei, stevig grijs

-0.79 tot -1.89 Klei, matig stevig grijs

-1.89 tot -3.49 Veen bruin

-3.49 tot -4.99 Zand, zeer fijn grijs

Algemene opmerking:

X: 197297.8

GWS (m tov NAP):

MV (m tov NAP): 0.01

Boorvloeistof:

Datum uitvoering: 29-06-2015

Y: 592941.4

GHG (m tov NAP):

bk PB1 (m tov NAP): 0.18

WS PB1 (m tov NAP): -1.00

Boormeester: jip

Coördinatenstelsel: RD

GLG (m tov NAP):

bk PB2 (m tov NAP): 0.25

WS PB2 (m tov NAP): -1.28

Geclassificeerd door: jip

bk PB3 (m tov NAP):

WS PB3 (m tov NAP):

bk PB4 (m tov NAP):

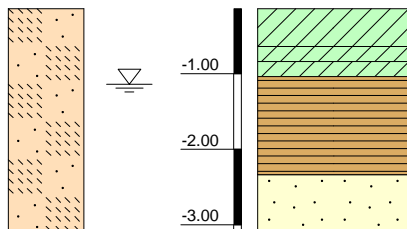
WS PB4 (m tov NAP):

Boring: HB3

Referentie (m tov NAP)

Monsternr.

Bodembeschrijving volgens NEN 5104



-0.14 tot -0.64 Klei, stevig bruin

-0.64 tot -0.84 Klei, stevig, roest grijs

-0.84 tot -1.04 Klei, matig stevig, roest grijs

-1.04 tot -2.34 Veen bruin

-2.34 tot -3.14 Zand, matig fijn grijs

Algemene opmerking:

X: 197286.5

GWS (m tov NAP): -1.14

MV (m tov NAP): -0.14

Boorvloeistof:

Datum uitvoering: 29-06-2015

Y: 592699.6

GHG (m tov NAP):

bk PB1 (m tov NAP):

WS PB1 (m tov NAP):

Boormeester:

Coördinatenstelsel: RD

GLG (m tov NAP):

bk PB2 (m tov NAP):

WS PB2 (m tov NAP):

Geclassificeerd door:

bk PB3 (m tov NAP):

WS PB3 (m tov NAP):

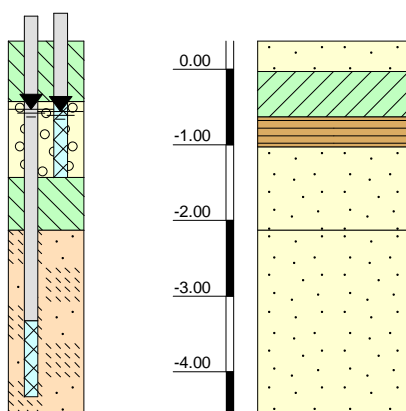
bk PB4 (m tov NAP):

WS PB4 (m tov NAP):

Boring: HB5
Veldclassificatie

 Peilbuis
1 2
Referentie (m tov NAP)

Monsternr. Bodembeschrijving volgens NEN 5104



0.37 tot -0.03 Zand, matig fijn bruin

-0.03 tot -0.63 Klei, stevig grijs

-0.63 tot -1.03 Veen zwart

-1.03 tot -2.13 Zand, matig fijn grijs

-2.13 tot -4.63 Zand, zeer fijn grijs

Algemene opmerking:

X: 197262.8

GWS (m tov NAP):

MV (m tov NAP): 0.37

Boorloeistof:

Datum uitvoering: 29-06-2015

Y: 592428.5

GHG (m tov NAP):

bk PB1 (m tov NAP): 0.70

WS PB1 (m tov NAP): -0.53

Boormeester:

Coördinatenstelsel: RD

GLG (m tov NAP):

bk PB2 (m tov NAP): 0.74

WS PB2 (m tov NAP): -0.56

Geclassificeerd door:

bk PB3 (m tov NAP):

WS PB3 (m tov NAP):

bk PB4 (m tov NAP):

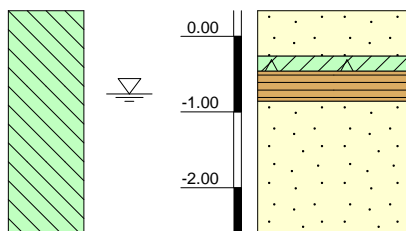
WS PB4 (m tov NAP):

Boring: HB8

Afdichting Referentie (m tov NAP)

Monsternr.

Bodembeschrijving volgens NEN 5104



0.34 tot -0.26 Zand, matig fijn bruin

-0.26 tot -0.46 Klei, stevig, puin grijs

-0.46 tot -0.86 Veen zwart

-0.86 tot -2.66 Zand, matig fijn grijs

Algemene opmerking:

X: 197252.2

GWS (m tov NAP): -0.76

MV (m tov NAP): 0.34

Boorloeistof:

Datum uitvoering: 29-06-2015

Y: 592169.0

GHG (m tov NAP):

bk PB1 (m tov NAP):

WS PB1 (m tov NAP):

Boormeester:

Coördinatenstelsel: RD

GLG (m tov NAP):

bk PB2 (m tov NAP):

WS PB2 (m tov NAP):

Geclassificeerd door:

bk PB3 (m tov NAP):

WS PB3 (m tov NAP):

bk PB4 (m tov NAP):

WS PB4 (m tov NAP):

BORING VOLGENS NEN-EN-ISO 22475-1

Fugro GeoServices B.V.

Toeritten brug over Strobosser Trekfaert

1015-0338-000

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 een lengte heeft 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.

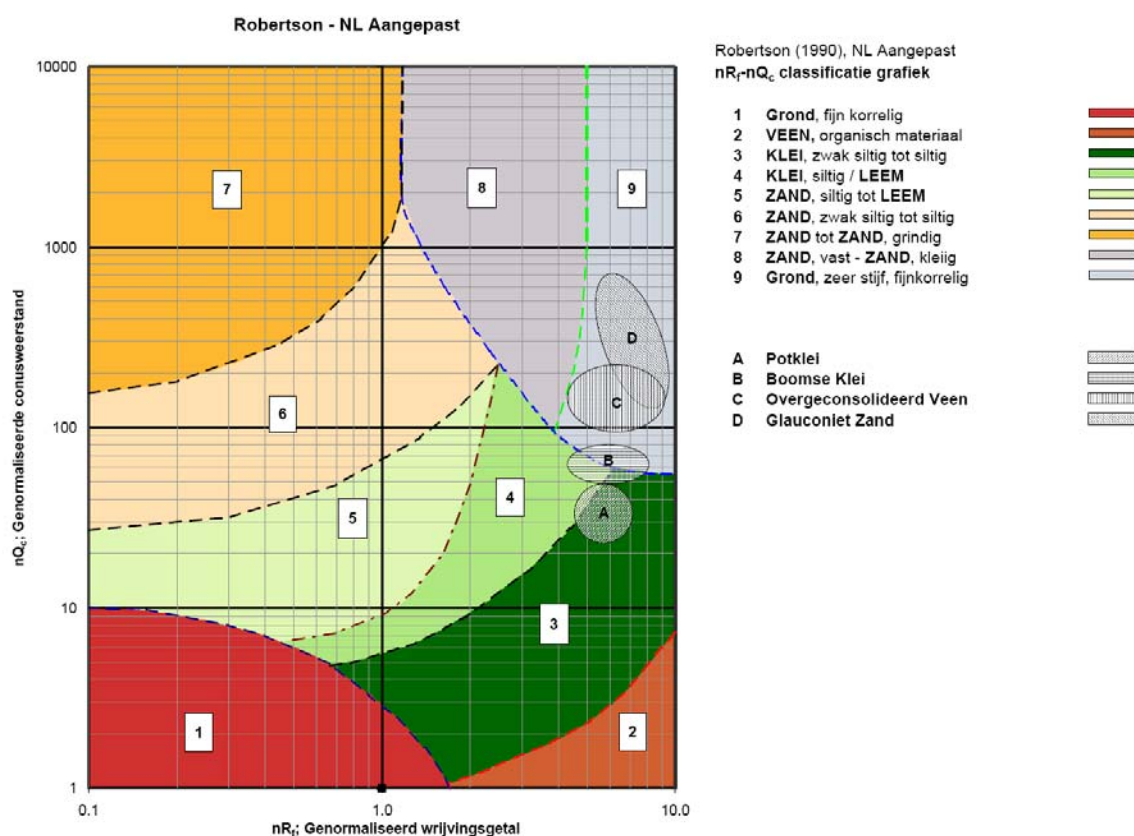
Genormaliseerde conusweerstand:
$$nQ_c = \frac{q_t - \sigma_{v0}}{\sigma'_{v0}}$$

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 geclassificeerd.



Voor een aantal specifieke grondtypen, zoals bijvoorbeeld Potklei, Boomse klei, overgeconsolideerd veen en glauconiëthoudend 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.

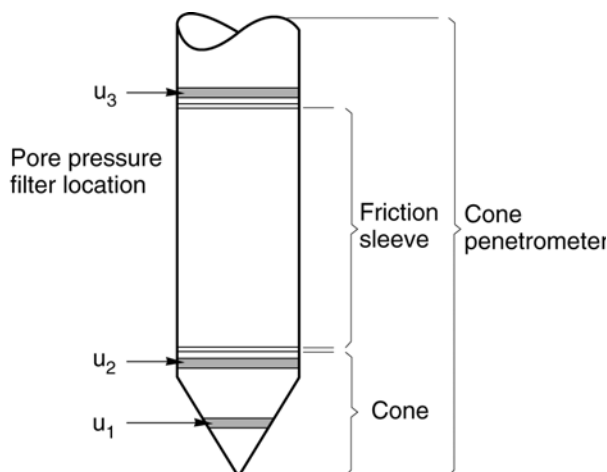
Andere conustypen

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	machinefunderingen, 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 ontluicht 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.

CONTINU ELEKTRISCH SONDEREN

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 dilatant 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 sondeerclassen worden de sondeerclassen ingedeeld naar de toepassing van de sondering, zie onderstaande tabel.

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 $5 \text{ MPa} \leq q_c < 10$ MPa) C Gemengde bodemprofielen met stijve kleien (conusweerstand $1,5 \text{ MPa} \leq q_c < 3$ MPa) en zeer dichte zanden ($q_c > 20$ MPa) D Zeer stijve tot harde kleien ($q_c \geq 3$ MPa) en zeer vaste grove gronden ($q_c \geq 20$ 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 meetstelsel 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, kleiig
- Zand, zwak siltig
- Zand, matig siltig
- Zand, sterk siltig
- Zand, uiterst siltig

Veen

- Veen, mineraalarm
- Veen, zwak kleiig
- Veen, sterk kleiig
- 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

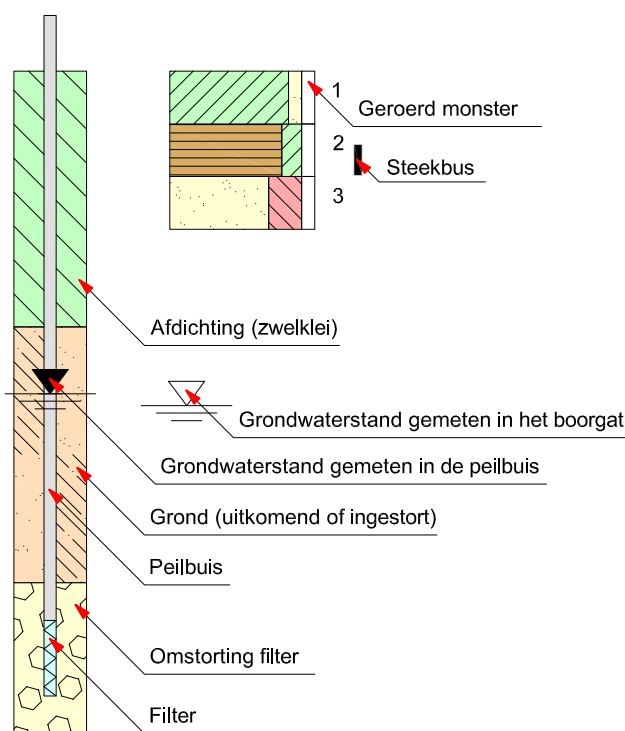
Leem

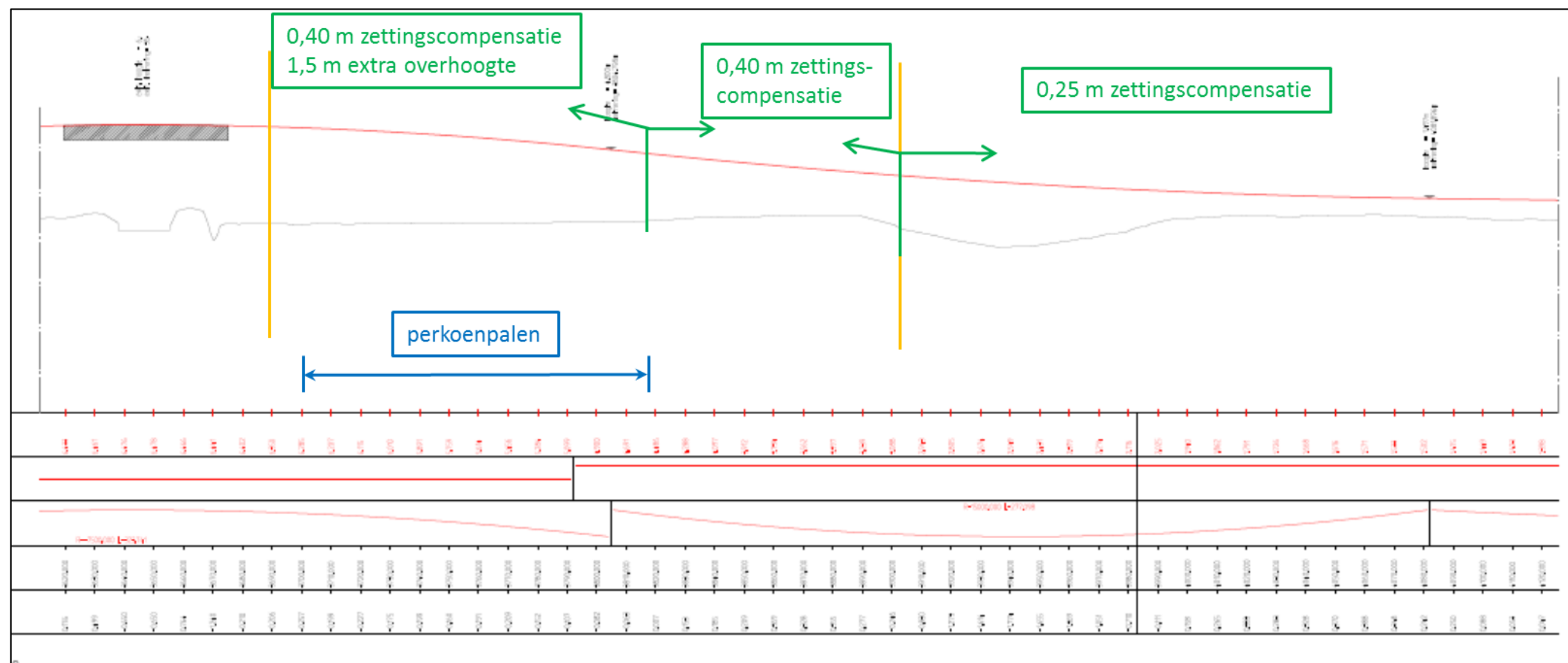
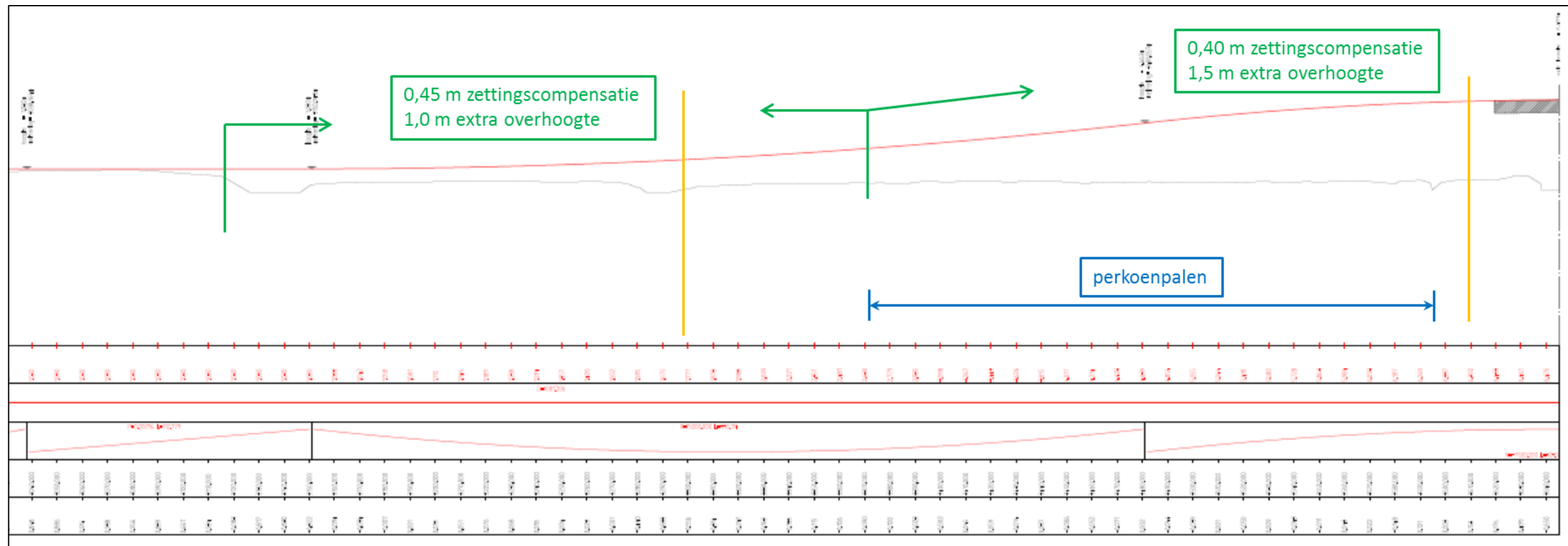
- Leem, zwak zandig
- Leem, sterk zandig

Overige toevoegingen

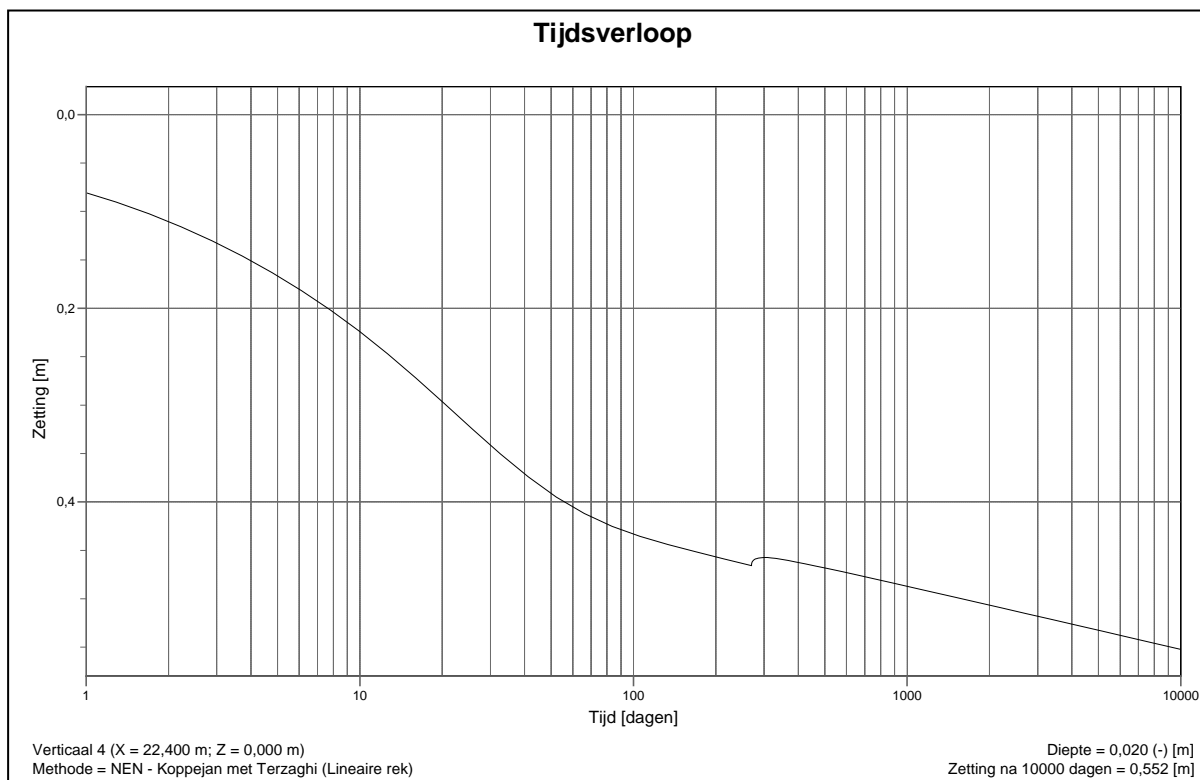
- Zwak humeus
- Matig humeus
- Sterk humeus
- Zwak grindig
- Matig grindig
- Sterk grindig
- Puin

Peilbuis

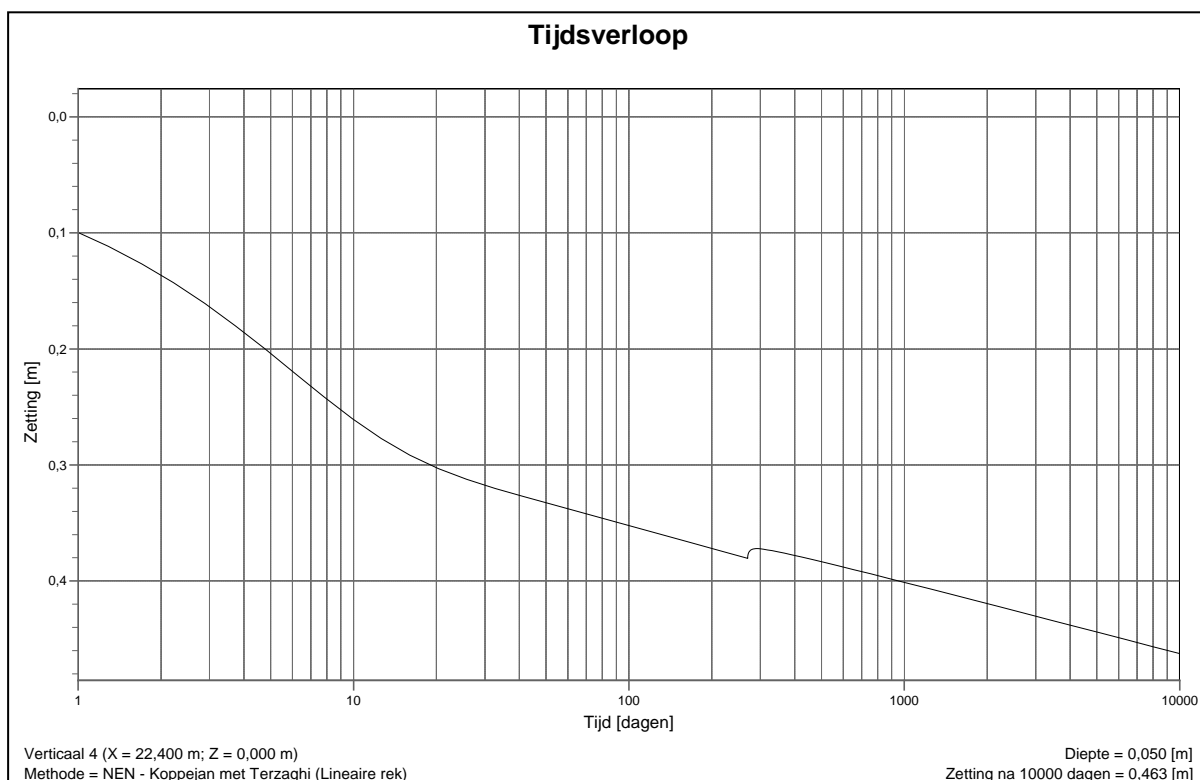




EXTRA OVERHOOGTE IN LENGTEPROFIEL

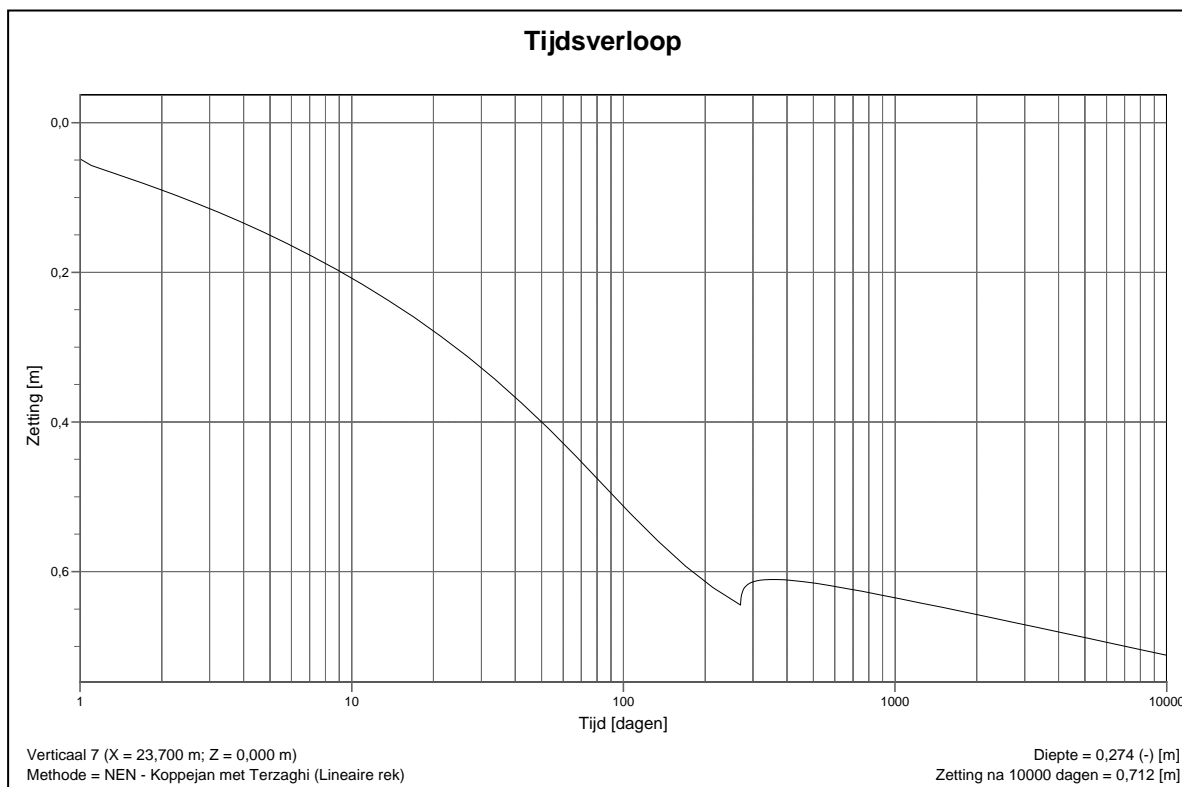


Viaduct noordzijde met staalslakken en 1,5 m extra overhoogte

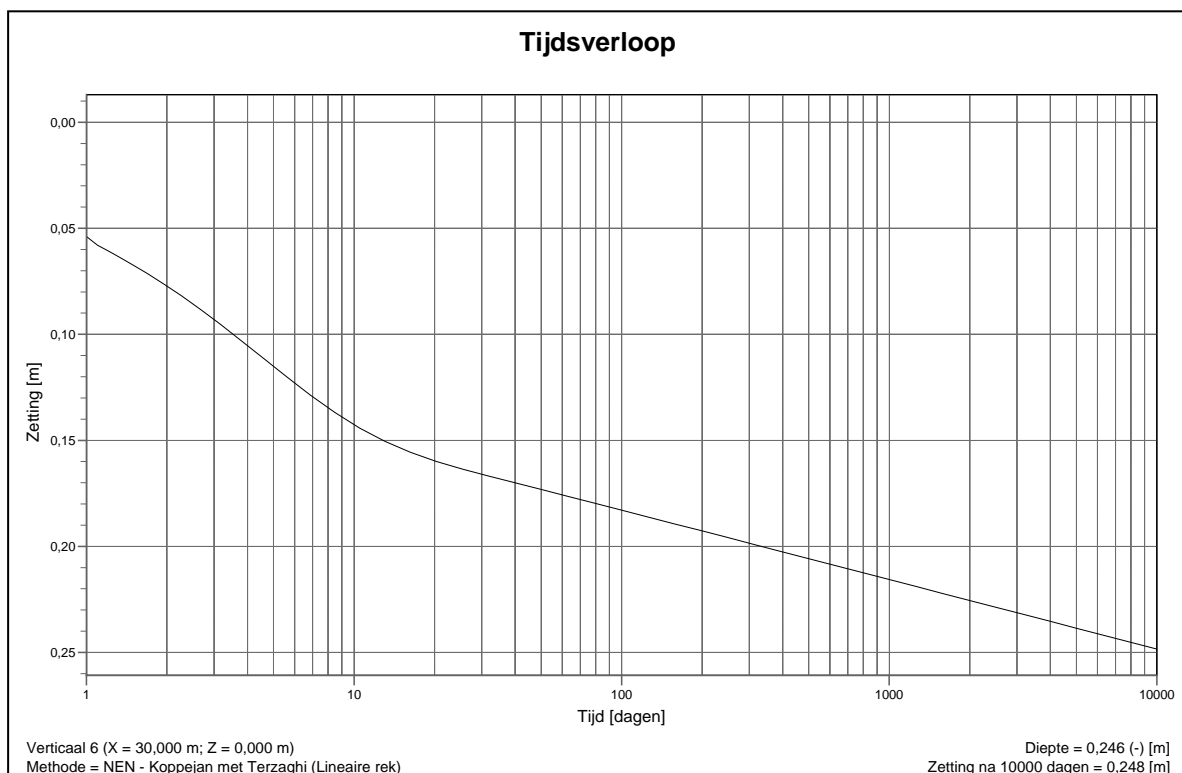


Viaduct zuidzijde met staalslakken en 1,5 m extra overhoogte

GRAFISCHE PRESENTATIE ZETTINGSBEREKENINGEN



MW10 km 3300 met 1,0 m extra overhoogte



MW10 km 3900 met staalslakken

GRAFISCHE PRESENTATIE ZETTINGSBEREKENINGEN

Aan het zand te stellen eisen

De grondverbetering dient uitgevoerd te worden met geschikt zand, dat goed verdichtbaar is. Het zand moet worden onderzocht op korrelverdeling, korrelvorm, humusgehalte en verdichtbaarheid. Dit geldt zowel voor het van nature aanwezige zand als voor eventueel aan te voeren zand. De vereiste eigenschappen zijn:

- De korrelfractie kleiner dan 0,063 mm dient bij voorkeur niet meer te bedragen dan 5%; indien minder strenge eisen worden gesteld aan de grondverbetering is 10% [m/m] toelaatbaar (6.9(c) van NEN 9997-1).
- De korrelfractie < 0,016 mm dient niet meer te bedragen dan 5% (6.9(c) van NEN 9997-1).
- De gelijkmatigheidscoëfficiënt D_{60}/D_{10} van de zandfractie dient bij voorkeur ten minste 2,0 te bedragen, waarbij:
 D_{10} = korreldiameter met een zeefdoorval van 10 % [m/m]
 D_{60} = korreldiameter met een zeefdoorval van 60 %.
- De korrelvorm dient bij voorkeur hoekig te zijn.
- Het organisch stofgehalte mag maximaal 3% [m/m] bedragen.
- De "Proctor"-curve, waarmee de verdichtbaarheid wordt aangegeven en waarin het watergehalte is uitgezet tegen de droge dichtheid, dient rond de maximum dichtheid een flauw verloop te hebben.

Zand dat minder goede eigenschappen heeft, is vaak nog wel verdichtbaar. De benodigde verdichtingsenergie kan dan echter aanzienlijk toenemen.

Verdichtingswijze

Voor een optimale verdichting van zand met bovengenoemde eigenschappen wordt de volgende werkwijze geadviseerd:

- Het ontgravingsniveau afrillen in minimaal 4 gangen, kruiselings en overlappend alvorens de eerste laag wordt aangebracht.
- De grondverbetering in lagen aanbrengen en verdichten met een trilplaat of trilwals in minimaal 4 gangen, kruiselings en overlappend.
- De laagdikte afstemmen op de aan te wenden verdichtingsapparatuur en de eigenschappen van het zand. In de onderstaande tabel is hiervoor een indicatie gegeven.

Apparaat	Gewicht	Laagdikte
trilplaat	1 à 2 kN	0,2 m
trilplaat	3 à 5 kN	0,3 m
hand-trilwals	6 à 8 kN	0,2 m
tandem trilwals	12 à 15 kN	0,2 m
tandem trilwals	ca 20 kN	0,3 m
zelfrijdende (tril)wals	80 à 120 kN	0,3 à 0,5 m
zelfrijdende (tril)wals	≥ 120 kN	0,5 m

Opgemerkt wordt, dat voor een grote dieptewerking in het algemeen een groot aantal gangen (10 à 15) vereist is doordat de effectiviteit met de diepte snel afneemt. Daarnaast is de staat van onderhoud van de apparatuur ook een belangrijk aspect.

- Het funderingsniveau verdichten met een lichte trilplaat indien de bovenlaag los is geschud door het gebruik van zware trilapparatuur.
- De aanlegbreedte van de grondverbetering zodanig kiezen, dat spreiding van de funderingsdruk mogelijk is onder een hoek van 45° met de verticaal gerekend vanaf de rand van de fundering.

Grondwaterstand en watergehalte

Tijdens de verdichting dient het grondwater dieper dan 0,5 m beneden het werkniveau te staan. Bij te hoge grondwaterstand zal, afhankelijk van de doorlatendheid van het zand en de eigenschappen van de trilapparatuur, drijfzand kunnen ontstaan, waardoor verdichting onmogelijk wordt. Voor uitvoering van grondverbeteringen onder de grondwaterstand dient een bemaling te worden geïnstalleerd om de grondwaterstand tot tenminste 0,5 m beneden het werkniveau te verlagen.

Het watergehalte van het te verdichten zand dient bij voorkeur 8 tot 15 % (m/m) te bedragen. Eén en ander is af te leiden uit de Proctor-proef, waarbij het optimale watergehalte wordt bepaald in relatie tot de hoogst verkregen droge dichtheid.

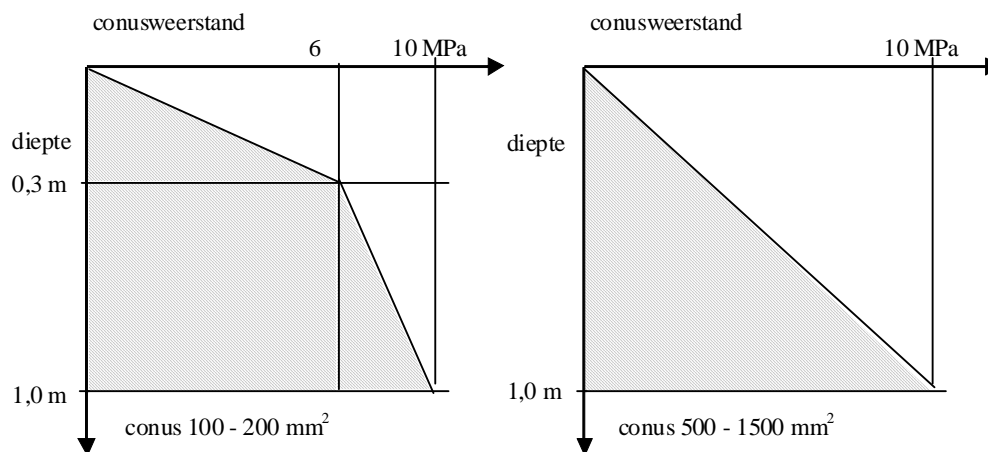
Controle grondverbetering

De kwaliteit van de grondverbetering dient zodanig te zijn, dat minstens de hoek van inwendige wrijving wordt bereikt die in de berekening van de draagkracht is gehanteerd. De controle op de kwaliteit van de uitgevoerde grondverbetering kan geschieden op de navolgende wijze:

- Sonderingen met conus met een conusoppervlak van 100 à 200 mm². Met een minisondeerrups (*Landscout*) zijn nauwkeurige sonderingen met automatische registratie tot een diepte van maximaal 5 m mogelijk. Met handsonderingen zijn de mogelijkheden beperkt, zowel voor wat betreft de nauwkeurigheid als de diepte; een verdichte zandlaag van 0,4 à 0,5 m is hiermee te controleren, eventueel in combinatie met een handboor.
- Sonderingen conform NEN 5140 of NEN-EN-ISO 22476-12 met conus met een conusoppervlak van 500 à 2000 mm². Hierbij kan de grondverbetering over grote laagdikten nauwkeurig worden gecontroleerd.
- Dichtheidsbepalingen met behulp van volumesteekringen, nucleaire meetapparatuur, de CMC-methode, de kunststoffoliemethode of de zand-vervangingsmethode. De onderzoeksdiepte is beperkt, zodat iedere laag afzonderlijk moet worden gecontroleerd alvorens de volgende laag wordt aangebracht.

In een goed uitgevoerde grondverbetering voor een fundering op staal loopt de conusweerstand gelijmatig op tot:

- sonderingen met A_c 100 à 200 mm² 6 MPa op 0,3 m diepte en 10 MPa op 1,0 m diepte
- sonderingen met A_c 500 à 2000 mm² 10 MPa op 1,0 m diepte

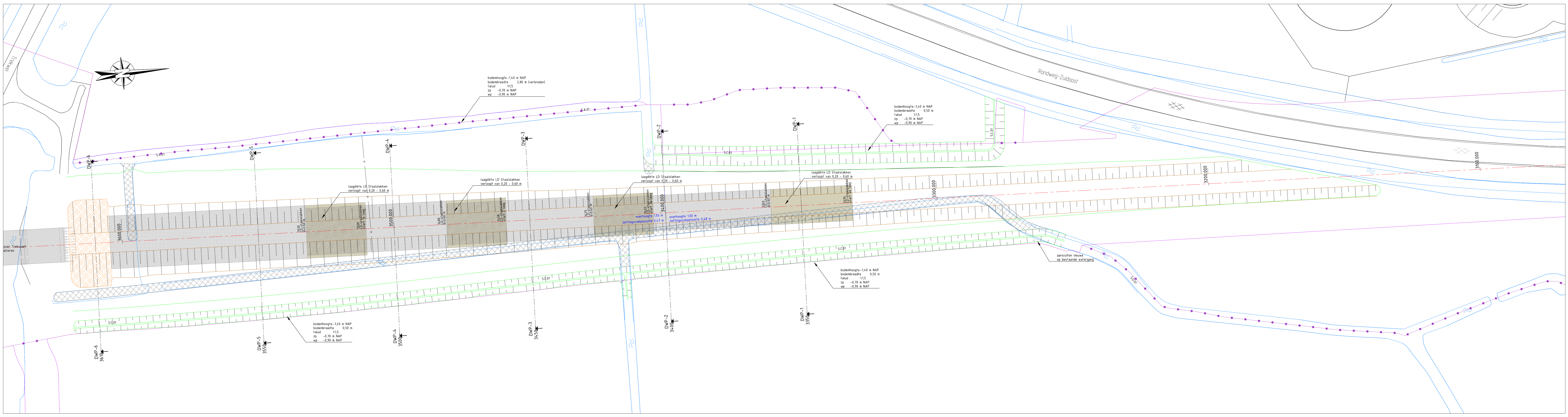
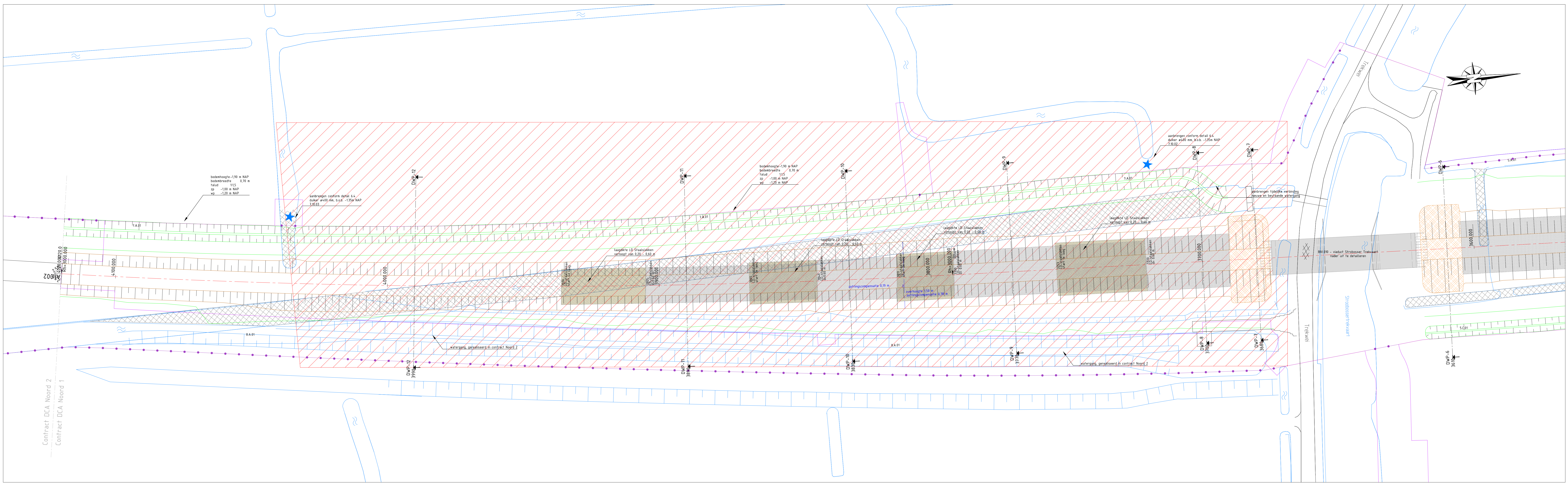


De gemeten conusweerstand moet buiten het gearceerde gebied liggen.

Bovengenoemde waarden komen overeen met een Proctordichtheid van gemiddeld 95% waarbij in zand een φ' -waarde aanwezig is van circa 35° hetgeen voor een fundering op staal een gebruikelijke eis is. Als de grondverbetering primair ten doel heeft de zetting te verminderen en minder strenge eisen aan de draagkracht worden gesteld, zijn in specifieke gevallen en in overleg met de geotechnisch adviseur lagere waarden acceptabel.

Voor de wegenbouw zijn verdichtingseisen onder andere gegeven in het door CROW uitgegeven Infoblad Infrastructuur - *Verdichtingscontrole via handsonderingen*.

III. Uitvoeringsontwerp voorbelasting



LEGENDA

- dempen watergang
- aanwezige siltbagg uitwassen
- dempen met gebiedseigen grond
- grondverbetering
- aanbrengen LD-staalslakken (sandwichconstructie)
- aanbrengen LD-staalslakken (sandwichconstructie)
- verlopen van 0,60 - 0,20 m
- archeologische vindplaats 36 c
- schouwdam + duiker ø400, conform detail 6.4
- aanbrengen verkleiner duiker excl. aanbrengen (houten) hekwerk
- overgangslijn voorbelasting
- ind. metrening en hoogtes
- PIP-grens
- combi-grens
- systeem-grens

02 AI.002 - Voorbelasting, Situatietekening		22-10-2015				
01 AI.002 - Voorbelasting, Situatietekening		18-09-2015				
Rev	Omschrijving	Datum	Oudeversie	Gecontroleerd	Goedgekeurd	Uitgevoerd

provincie Fryslân
 provincie Fryslân

De Centrale As
Contract Noord 1
AI.002 - Voorbelasting

Blad	Aantal	Schaal	Roetfels	Projectbureau De Centrale As	Programma
1	3	1:500	Ontwerper	Projectleider	Projectmanager
			combi-grens	CONTRACT	
			overgangslijn voorbelasting	Status	
			ind. metrening en hoogtes	Tekeningnummer: opvragen OG	
			PIP-grens	UO	
			combi-grens		
			systeem-grens		

Formaat: A0 Contractnummer: 14-48-WN Datum: 18-09-2015 Tekeningnummer: opvragen OG UO

IV. Productbladen LD-staalslak

- Productcertificaat LD-staalslak Pelt & Hooykaas IJmuiden B.V. (Betreft kopie, originele versie wordt verstrekt bij daadwerkelijke levering);
- Productinformatieblad LD-staalslak 0-90 mm (Pelt & Hooykaas)
- Gebruik van LD-staalslak als ophoogmateriaal in zandvervangingsprojecten (Pelt & Hooykaas).

Nummer	K42785/05	Vervangt	K42785/04
Uitgegeven	2015-01-01	d.d.	2014-07-01
Geldig tot	onbepaald	Pagina	1 van 3

LD-staalslak

Pelt & Hooykaas IJmuiden B.V.

VERKLARING VAN KIWA

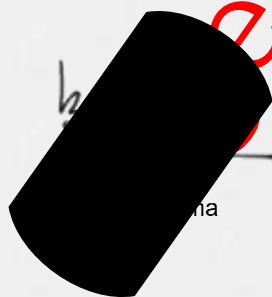
Dit productcertificaat is op basis van BRL 9310 "LD-staalslak" nengsel voor toepassing in de wegenbouw en LD-staalslak voor toepassing in GWW-werken" d.d. 13-11-2012, inclusief wijzigingsblad d.d. 31-12-2014, afgegeven conform het Kiwa-Reglement voor Productcertificatie.

Kiwa verklaart dat:

- het gerechtvaardigd vertrouwen bestaat dat de door de certificaathouder geleverde producten bij aflevering aan de in dit certificaat vastgelegde milieuhygiënische specificaties voldoen, mits zij zijn voorzien van het NL BSB[®]-merk op de wijze als aangegeven in dit certificaat.
- met in achtneming van het bovengenoemde, de LD-staalslak in zijn toepassingen voldoet aan de relevante eisen van het Besluit bodemkwaliteit.

Kiwa verklaart dat voor dit productcertificaat geen controle plaatsvindt op het gebruik in werken en op de melding- en/of informatieplicht van de gebruiker aan het bevoegd gezag.

Voor het Besluit bodemkwaliteit is er een door de minister van Infrastructuur en Milieu erkend certificaat, indien het certificaat is opgenomen in het "Overzicht van erkende kwaliteitsverklaringen in de bouw" op de website van SBK: www.bouwkwaliteit.nl en de website van Bodem+: www.bodemplus.nl



Advies: raadpleeg www.kiwa.nl om na te gaan of dit certificaat geldig is.

Kiwa Nederland B.V.
Sir Winston Churchillplein 27
Postbus 70
2280 AB RIJSWIJK

Tel. 070 414 4100
Fax 070 414 4120
info@kiwa.nl
www.kiwa.nl

Certificaathouder
Pelt & Hooykaas IJmuiden B.V.
Wenkebachstraat 1
1951 JZ VELSEN-NOORD
Postbus 59011
3008 PA ROTTERDAM
T 0251-229228
F 0251-212575
I www.pelt-hooykaas.nl

Hoofdvestiging
Pelt & Hooykaas B.V.
Bijlstraat 5
3087 AA ROTTERDAM
Postbus 59011
3008 PA ROTTERDAM
T 010 - 428 51 11
F 010 - 429 88 36

Afbeelding van het NL BSB[®]-merk



© is een collectief merk van
Stichting Bouwkwaliteit.

Besluit bodemkwaliteit

LD-staalslak

1 MILIEUHYGIËNISCHE SPECIFICATIES**1.1 Onderwerp**

Dit productcertificaat heeft betrekking op de milieuhygiënische eigenschappen van de door Pelt & Hooykaas-IJmuiden B.V. geproduceerde LD-staalslak voor toepassing in GWW-werken. LD-staalslak ontstaat als vloeibaar gesteente bij de bereiding van staal uit ruwijzer volgens de methode van Linz-Donawitz.

Dit certificaat heeft betrekking op: sorteringen vallende in de LD-staalslakgroep 0/8, LD-staalslakgroep 0/90 en LD-staalslakgroep 32/180.

1.2 Merken en aanduidingen op de afleveringsdocumenten

Elke levering van LD-staalslak wordt voorzien van een afleveringsbon. Alleen in combinatie met deze bon vormt (een kopie van) het productcertificaat het bewijs dat het geleverde voldoet aan de eisen gesteld in dit certificaat.

De afleveringsbon van LD-staalslak wordt gemerkt met het NL BSB[®]-merk (zie voorzijde van dit certificaat). De afleveringsbon bevat tevens de volgende verplichte aanduidingen:

- het certificaatnummer: K42785;
- leverancier: Pelt & Hooykaas-IJmuiden B.V.
- producent: Pelt & Hooykaas-IJmuiden B.V., Wenckebachstraat 1, VELSEN-NOORD
- product en sortering: sorteringen vallende in de LD-staalslakgroep 0/8, LD-staalslakgroep 0/90 en LD-staalslakgroep 32/180;
- geleverde hoeveelheid: ton;
- toepassing: GWW-werken [op landbodems/in grote oppervlaktewateren];
- bouwstof: niet vormgegeven.

1.3 Milieuhygiënische eigenschappen

De gemiddelde samenstellingswaarden bepaald overeenkomstig AP04-SB en de gemiddelde emissie bepaald overeenkomstig AP04-U, voldoen voor het beoogde toepassingsgebied aan bijlage A van de Regeling bodemkwaliteit.

2 TOEPASSINGSVOORWAARDEN**2.1 Algemeen**

LD-staalslak dient te worden toegepast conform de markering op de afleveringsbonnen.

Bij het toepassen van LD-staalslak in ophogingen en aanvullingen kan een tijdelijke verhoging van de pH van het grond- en oppervlaktewater optreden als gevolg van het uitspoelen van vrije kalk. Zonder adequate voorzieningen wordt toepassing van LD-staalslak in ophogingen en aanvullingen derhalve afgeraden. Het wordt aanbevolen om in overleg met het bevoegd gezag na te gaan onder welke voorwaarden toepassing van LD-staalslak in ophogingen en aanvullingen mogelijk is. Bij het gebruik van LD-staalslak in ophogingen en aanvullingen dient men met het volgende rekening te houden:

- alleen toepassen op landbodem,
- niet toepassen in direct contact met grondwater,
- voldoende afstand tot (stagnant) oppervlaktewater,
- geen afstroming of uittrekking van drainagewater op het oppervlaktewater,
- geen lozing van onbehandeld drainagewater op het riool of oppervlaktewater (de pH kan bijvoorbeeld worden verlaagd door inblazen van koolzuur).

Sorteringen fijner dan 31,5/63 mm mogen niet in oppervlaktewater worden toegepast. Geadviseerd wordt de LD-staalslak in sorteringen grover dan 31,5/63 mm bij voorkeur niet in stagnerend (stilstaand) oppervlaktewater of oppervlaktewater met een drinkwaterfunctie toe te passen.

Opmerking:

Doordat LD-staalslak in het algemeen een geringe hoeveelheid vrije kalk bevat, kan de pH in de nabijheid van de toepassing door uitspoeling van vrije kalk toenemen. Na verloop van tijd zal het effect verdwijnen door uitputting en carbonatatie. Of een pH-verhoging optreedt en de duur van een eventuele pH-verhoging hangen af van de lokale situatie, wijze van toepassen en bufferende capaciteit van het oppervlaktewater, waarin het toepassingsgebied staat aangegeven waarvoor het product is goedgekeurd. LD-staalslak dient te worden toegepast in overeenstemming met artikel 5, 6, 7 en 33 van het Besluit bodemkwaliteit.

2.2 Niet-vormgegeven en vormgegeven bouwstof

Voor het toepassen van niet-vormgegeven en vormgegeven LD-staalslak zijn van toepassing artikel 5, 6, 7 en 33 van het Besluit bodemkwaliteit.

3 VERWERKING

De vervaardiging van het GWW-werk moet voldoen aan de van toepassing zijnde normen, richtlijnen en/of paragrafen van de Standaard RAW Benamingen.

4 MERKEN VOOR DE TOEPASSER

Bij aflevering inspecteren of:

- geleverd is wat is overeengekomen;
- het merk en de wijze van merken juist zijn;
- de afleveringsbon alle gegevens bevat;
- het afgegeven certificaat betrekking heeft op de geleverde partij, indien de partij niet direct van de producent is afgenomen;
- de producten geen zichtbare tekortkomingen vertonen.

2. Indien op grond van het onder 1 gestelde tot afkeuring wordt overgegaan, dient contact te worden opgenomen met:

LD-staalslak

- Pelt & Hooykaas B.V.
en zo nodig met:
 - Kiwa Nederland B.V.
3. Controleren of voldaan wordt aan de voorwaarden voor toepassing en paragraaf 3.7 van de Regeling bodemkwaliteit.
 4. Nagaan of en door wie melding moet worden gedaan aan het bevoegd gezag.
 5. Het bewijsmiddel (certificaat en afleveringsbonnen) dient aan de opdrachtgever ter beschikking te worden gesteld. De opdrachtgever moet het bewijsmiddel (certificaat en afleveringsbonnen) ten minste 5 jaar ter beschikking houden voor inzage door het bevoegd gezag. Dat geldt niet bij levering aan natuurlijke personen anders dan in de uitoefening van beroep of bedrijf.

5. LIJST VAN VERMELDE DOCUMENTEN

Besluit bodemkwaliteit	<i>Besluit van 22 november 2007, houdende regels inzake de kwaliteit van de bodem (Besluit bodemkwaliteit). Staatsblad van het Koninkrijk der Nederlanden 469, jaargang 2007 met alle bijbehorende nadien gepubliceerde wijzigingen.</i>
Regeling bodemkwaliteit	<i>Regeling van 13 december 2007, houdende regels voor de uitvoering van de kwaliteit van de bodem (Regeling bodemkwaliteit), Nederlandse Staatscourant 247, 2007 met alle bijbehorende nadien gepubliceerde wijzigingen.</i>
AP04	Accreditatieprogramma voor keuring van partijen grond, bouwstoffen en korrelvormige afvalstoffen - Onderdelen: AP04-SB en AP04-U; vigerende versie beschikbaar via www.sikb.nl .

KOPIE - ongeldig als bewijsmiddel

Pelt & Hooykaas-IJmuiden B.V.
Wenkebachstraat 1
1951 JZ Velsen-Noord



LD-staalslak 0-90 mm

**EN 13242: Toeslagmateriaal voor ongebonden en hydraulisch gebonden materialen
voor civieltechnische - en wegenbouw**



15
0620-CPR-42658

DoP nr. LD63Z-150101

Prestaties

Korrelmaat	0/90 mm
Gradering *	G_{A75}
Karakteristieke korrelverdeling:	
Percentage door zeef 125 mm	100 % (m/m)
Percentage door zeef 90 mm	99 % (m/m)
Percentage door zeef 63 mm	96 % (m/m)
Percentage door zeef 45 mm	92 % (m/m)
Percentage door zeef 31,5 mm	90 % (m/m)
Percentage door zeef 22,4 mm	86 % (m/m)
Percentage door zeef 16 mm	74 % (m/m)
Percentage door zeef 11,2 mm	59 % (m/m)
Percentage door zeef 8 mm	46 % (m/m)
Percentage door zeef 5,6 mm	36 % (m/m)
Percentage door zeef 4 mm	29 % (m/m)
Percentage door zeef 2 mm	18 % (m/m)
Percentage door zeef 1 mm	11 % (m/m)
Vlakheidsindex	F_{I20}
Gebroken en ronde korrels	$C_{90/3}$
Gehalte aan fijne bestanddelen	f_{12}
Los Angelescoëfficiënt	LA_{35}
Korrel dichtheid (ρ_{rd}) **	
0,063 – 4 mm	$3,04 \pm 0,54 \text{ Mg/m}^3$
4 – 31,5 mm	$3,19 \pm 0,34 \text{ Mg/m}^3$
Waterabsorptie **	
0,063 – 4 mm	$3,0 \pm 3,0 \text{ \% (m/m)}$
4 – 31,5 mm	$2,2 \pm 1,0 \text{ \% (m/m)}$
Uitloging, o.a. zware metalen	Voldoet aan Besluit bodemkwaliteit
Samenstelling organische stoffen	Voldoet aan Besluit bodemkwaliteit
Gehalte aan asbest	Voldoet aan Besluit bodemkwaliteit

* Zeefdoorval zeef 90 mm: 75 – 100 % (m/m)

** Gedeclareerde waarde: gemiddelde $\pm 2\sigma$

PRESTATIEVERKLARING

Nummer: LD63Z-150101

LD-staalslak 0-90 mm

Unieke identificatiecode van het producttype: LD63Z

Beoogd(e) gebruik(en): All-in toeslagmateriaal voor zandvervangingsprojecten in civieltechnische werken op landbodems

Fabrikant: Pelt & Hooykaas-IJmuiden B.V.
 Wenkebachstraat 1
 1951 JZ Velsen-Noord

Het systeem of de systemen voor de beoordeling en verificatie van de prestatiebestendigheid: Systeem 2+

Geharmoniseerde norm: EN 13242:2002+A1:2007

Aangemelde instantie(s): Kiwa Nederland B.V. (identificatienummer 0620)

Aangegeven prestatie(s):

Essentiële kenmerken	Prestaties	
Korrelvorm, -grootte en -dichtheid	Korrelmaat	0/90 mm
	Gradering *	G _A 75
	Karakteristieke korrelverdeling:	
	Percentage door zeef 125 mm	100 % (m/m)
	Percentage door zeef 90 mm	99 % (m/m)
	Percentage door zeef 63 mm	96 % (m/m)
	Percentage door zeef 45 mm	92 % (m/m)
	Percentage door zeef 31,5 mm	90 % (m/m)
	Percentage door zeef 22,4 mm	86 % (m/m)
	Percentage door zeef 16 mm	74 % (m/m)
	Percentage door zeef 11,2 mm	59 % (m/m)
	Percentage door zeef 8 mm	46 % (m/m)
	Percentage door zeef 5,6 mm	36 % (m/m)
Percentage door zeef 4 mm	29 % (m/m)	
Percentage door zeef 2 mm	18 % (m/m)	
Percentage door zeef 1 mm	11 % (m/m)	
Toleranties t.o.v. de karakteristieke korrelverdeling	NPD	
Vlakheidsindex	F _{I20}	
Vormindex	NPD	
Gebroken en ronde korrels	C _{90/3}	
Korrel dichtheid (ρ_{rd}) **		
0,063 – 4 mm	3,04 ± 0,54 Mg/m ³	
4 – 31,5 mm	3,19 ± 0,34 Mg/m ³	
Waterabsorptie/opzuiging	Waterabsorptie **	
	0,063 – 4 mm	3,0 ± 3,0 % (m/m)
	4 – 31,5 mm	2,2 ± 1,0 % (m/m)

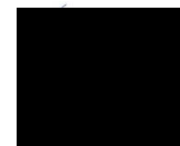
Essentiële kenmerken	Prestaties	
Zuiverheid	Gehalte aan fijne bestanddelen	f_{12}
	Kwaliteit fijne bestanddelen:	NPD
Weerstand tegen verbrijzeling	Los Angelescoëfficiënt	LA_{35}
	Slagweerstand	NPD
Weerstand tegen afslijting	Micro-Devalcoëfficiënt	NPD
Volumevastheid	Volume-expansie van staalslak	NPD
Samenstelling/gehalte	In zuur oplosbaar sulfaat	NPD
	Totaal zwavelgehalte	NPD
	Bestanddelen die van invloed zijn op de bindtijd en verharding van hydraulisch gebonden mengsels	NPD
Duurzaamheid	Weerstand tegen vorst-dooi:	
	Waterabsorptie	NPD
	Massaverlies vorst-dooi	NPD
	Magnesiumsulfaatwaarde	NPD
Vrijkomen van gevaarlijke stoffen	Emissie van radioactiviteit	NPD
	Uitloging, o.a. zware metalen	Voldoet aan Besluit bodemkwaliteit
	Samenstelling organische stoffen	Voldoet aan Besluit bodemkwaliteit
	Gehalte aan asbest	Voldoet aan Besluit bodemkwaliteit

* Zeefdoorval zeef 90 mm: 75 – 100 % (m/m)

** Gedeclareerde waarde: gemiddelde $\pm 2\sigma$

De prestaties van het hierboven omschreven product zijn conform de aangegeven prestaties. Deze prestatieverklaring wordt in overeenstemming met Verordening (EU) nr. 305/2011 onder de exclusieve verantwoordelijkheid van de hierboven vermelde fabrikant verstrekt.

Ondertekend voor en namens de fabrikant door:



Te Rotterdam op 01 januari 2015

Pelt & Hooykaas-IJmuiden B.V.
Wenckebachstraat 1
1951 JZ Velsen-Noord



LD-staalslak 0-90 mm

**EN 13242: Toeslagmateriaal voor ongebonden en hydraulisch gebonden materialen
voor civieltechnische - en wegenbouw**

Korrelverdeling – periode 01-05-2014 tot 01-01-2015 (n = 10)

Zeefmaat (mm)	Gemiddelde zeefdoorval	90 %-Interval		Generieke eisen	
		5 Percentiel	95 Percentiel	Minimum	Maximum
125	100	100	100	100	
90	99	96	100	75	100
63	96	90	100		
45	92	85	100		
31,5	90	82	100		
22,4	86	76	100		
16	74	63	95		
11,2	59	48	84		
8	46	35	69		
5,6	36	26	55		
4	29	21	42		
2	18	13	24		
1	11	9	14		
0,500	7	5	10		
0,063	2	2	3	0	12

DISCLAIMER

Bovengenoemde specificaties zijn alleen ter informatie. Aan deze specificaties kunnen geen rechten worden ontleend.

Pelt & Hooykaas-IJmuiden B.V.
Wenckebachstraat 1
1951 JZ Velsen-Noord



LD-staalslak 0-90 mm



Overige eigenschappen

Losgestorte dichtheid bij natuurlijk vochtgehalte *	1,94 ± 0,10 Mg/m ³
Aanwezigheid vreemde bestanddelen	Voldoet; incidenteel grotere steenstukken (> 180 mm) of stukken staal

* Gedeclareerde waarde: gemiddelde ± 2σ

DISCLAIMER

Bovengenoemde specificaties zijn alleen ter informatie. Aan deze specificaties kunnen geen rechten worden ontleend.

Pelt & Hooykaas-IJmuiden B.V.
Wenckebachstraat 1
1951 JZ Velsen-Noord



LD-staalslak 0-90 mm

LD-staalslak bevat in het algemeen een geringe hoeveelheid vrije kalk. Hierdoor kan een tijdelijke, lokale verhoging van de pH van de bodem en het grond- en nabijgelegen oppervlaktewater optreden als gevolg van het uitspoelen van de vrije kalk. Er wordt daarom geadviseerd bij de toepassing van LD-staalslak in ophogingen en aanvullingen adequate voorzieningen te treffen om dit effect tegen te gaan. Na verloop van tijd zal het effect verdwijnen door uitputting en carbonatatie. Of een pH-verhoging optreedt en de duur van een eventuele pH-verhoging hangen af van de lokale situatie, wijze van toepassen en bufferende capaciteit van bodem, grond- en nabijgelegen oppervlaktewater. Het wordt aanbevolen om in overleg met het bevoegd gezag na te gaan onder welke voorwaarden grootschalige toepassing van LD-staalslak als zandvervanging in ophogingen en aanvullingen mogelijk is.

Bij het gebruik van LD-staalslak in ophogingen en aanvullingen dient men met het volgende rekening te houden:

- alleen toepassen op landbodems (LD-staalslak 0-90 mm kan niet in oppervlaktewateren worden toegepast),
- niet toepassen in direct contact met grondwater: voldoende afstand tot het grondwater en een capillair onderbrekende laag aan de onderzijde van de constructie aanbrengen (bijvoorbeeld een zandbed),
- voldoende (horizontale) afstand tot nabijgelegen oppervlaktewateren,
- geen directe afstroming of uittreding van drainagewater op het oppervlaktewater,
- geen lozing van onbehandeld drainagewater op het riool of oppervlaktewater (de pH kan bijvoorbeeld worden verlaagd door inblazen van koolzuur of behandeling met zuur).

PRODUCTOMSCHRIJVING Kenmerken: kristallijne, vaste stof. Reukloos. Donker grijs tot zwart; soms grijs tot bruin. Toepassing: secundaire bouwstof.	RISICO'S Bij stofvorming en toepassing: stof kan in mechanische zin irriterend zijn voor de ogen, huid en ademhalingsorganen (scherpe delen); bij herhaalde en langdurige blootstelling kans op schade aan de ademhalingswegen.
PERSOONLIJKE BESCHERMING Ogen: veiligheidsbril met zijschermen. Bij stofontwikkeling: nauw aansluitende bril. Huid: standaard werkkleding. Vervuilde kleding voor gebruik wassen. Inhalatie: niet vereist onder normale gebruiksomstandigheden. Bij matige stofvorming: masker met filtertype FFP2. Bij veel stofvorming: perslucht-/zuurstofstoestel. Handen: katoenen handschoenen met nitril rubber coating. 	EHBO Oraal: mond spoelen met water en veel water drinken. Ogen: onmiddellijk met veel water spoelen met de geopende oogleden.  Huid: met water en zeep spoelen; zo nodig douchen.  Inhalatie: breng het slachtoffer in de frisse lucht. In alle gevallen geldt: arts raadplegen bij aanhoudende irritatie.
VOORZORGEN Voorkom stof, zo nodig bevochtigen. Zorg in gesloten ruimten voor voldoende ventilatie en in situaties met veel stof voor bijvoorbeeld een afzuiging met filter of gesloten systeem. Stof niet inademen. Aanraking met de ogen en de huid vermijden. Hierbij geldt de gangbare GWW-praktijk. Niet eten, drinken of roken tijdens gebruik. Handen wassen na afloop van het werk of bij pauzes.	OPSLAG Geen speciale eisen. Stofvorming voorkomen. Zo nodig water vernevelen. Te vermijden omstandigheden en stoffen: extreme stofvorming vermijden. De maximale stofconcentratie in lucht mag niet hoger zijn dan wettelijk toegestaan.
BLUSMIDDELEN – BRANDBESTRIJDING Niet brandbaar. Blusmiddelen afstemmen op de omgeving.	LEKMAATREGELEN – OPRUIJEN Opwervelen van stof en stofvorming voorkomen. Stofreducerende opruimmethoden gebruiken.

Deze werkinstructie is gebaseerd op het veiligheidsinformatieblad voor LD-staalslak dat op aanvraag verkrijgbaar is.

DISCLAIMER

Naar ons beste weten is de hierin ingesloten veiligheidsinformatie juist. Noch Pelt & Hooykaas-IJmuiden B.V., noch Pelt & Hooykaas B.V. aanvaarden echter ook maar enige aansprakelijkheid voor de juistheid en volledigheid ervan. De gebruiker is als enige verantwoordelijk voor de uiteindelijke beslissing of LD-staalslak al dan niet geschikt is voor het beoogde gebruik. Wanneer gebruik wordt gemaakt van deze informatie is het de verantwoordelijkheid van de gebruiker zich ervan te vergewissen dat deze informatie betrouwbaar is. Elk materiaal kan onbekende risico's met zich meebrengen. In het gebruik ervan moet daarom grote zorgvuldigheid betracht worden. Ofschoon sommige risico's in dit informatieblad worden beschreven, kunnen wij niet garanderen dat dit de enige bestaande risico's zijn.

GEBRUIK VAN LD-STAAKSLAK ALS OPHOOGMATERIAAL IN ZANDVERVANGINGSPROJECTEN

1. WETTELIJK KADER GROOTSCHALIGE TOEPASSING VAN BOUWSTOFFEN

Ten opzichte van het voormalige Bouwstoffenbesluit is de regelgeving in het kader van het Besluit bodemkwaliteit ten aanzien van het grootschalig toepassen van bouwstoffen aangescherpt. In artikel 1, artikel 5 en artikel 28 van het Besluit Bodemkwaliteit is geregeld dat bouwstoffen altijd in een werk moeten worden toegepast en dat het ophogen van de bodem ten behoeve van woonwijken en industriegebieden niet onder het toepassen van bouwstoffen valt. Dit houdt in dat het ophogen van de bodem in woonwijken en industriegebieden met bouwstoffen niet onder het Besluit bodemkwaliteit valt en vergunningsplichtig is:

Deel van artikel 1 van het Besluit bodemkwaliteit:

Toepassen van bouwstoffen: **in een werk aanbrengen** of houden van bouwstoffen, alsmede het laten verrichten daarvan. Voor de toepassing van de bij of krachtens dit besluit gestelde regels wordt onder "het toepassen van bouwstoffen in oppervlaktewater" mede verstaan het toepassen van bouwstoffen op of in de bodem onder oppervlaktewater.

Werk: bouwwerk, weg- of waterbouwkundig werk of anderszins functionele toepassing van een bouwstof, **uitgezonderd** het verondiepen of het dempen van oppervlaktewater en **het ophogen van de bodem ten behoeve van woonwijken en industrieterreinen**.

Deel van artikel 5 van het Besluit bodemkwaliteit:

1. Dit besluit is van toepassing op het toepassen van bouwstoffen, grond of baggerspecie, voor zover:
 - a. **geen grotere hoeveelheid** van die bouwstoffen, grond of baggerspecie wordt toegepast **dan** volgens gangbare maatstaven **nodig is voor het functioneren van de toepassing**;
 - b. **de toepassing** volgens gangbare maatstaven **nodig is op de plaats** waar deze plaatsvindt, **of onder de omstandigheden waarin deze plaatsvindt**; en
 - c. ingeval van het toepassen van afvalstoffen **sprake is van nuttige toepassing** in de zin van artikel 1.1, eerste lid, van de Wet milieubeheer.
3. Een toepassing in de zin van hoofdstuk 3 en 4 van dit besluit waarbij wordt afgeweken van de bepalingen van dit besluit is vergunningplichtig als bedoeld in artikel 8.1 van de Wet milieubeheer. In afwijking van de artikelen twee en drie zijn Onze Minister respectievelijk de Minister van Verkeer en Waterstaat het bevoegd gezag.

Deel van artikel 28 van het Besluit bodemkwaliteit:

5. **Het is verboden om bouwstoffen toe te passen in strijd met de artikelen 5, eerste lid** en 7 van dit besluit.

Paragraaf 3.2.2 *Toepassing van bouwstoffen in een werk* (Nota van toelichting bij het Besluit bodemkwaliteit):

Op grond van het onderhavige besluit **moeten bouwstoffen per definitie altijd worden toegepast in een werk**. Dat kan een bouwwerk zijn, zoals een flatgebouw of een fabriek (en daarvan alleen de buitenkant die in aanraking kan komen van grond-, oppervlakte- of regenwater), of een weg- en waterbouwkundig werk, zoals een dijk, een viaduct, een spoorlijn, een geluidswal of een snelweg. Daarnaast kan ook sprake zijn van een **anderszins functionele toepassingen** van bouwstoffen op of in de bodem of in oppervlaktewater. Dit geeft ruimte om ook minder gebruikelijke werken uit te voeren met bouwstoffen, zoals kunstwerken. Uitgangspunt daarbij is dat een werk altijd een functioneel karakter moet hebben. Anders zou geen sprake zijn van een nuttige toepassing van bouwstoffen als bedoeld in de Kaderrichtlijn Afvalstoffen (zie 5.3.3 en de toelichting bij artikel 5). Het bevoegd gezag kan hierover zelf een knoop doorhakken bij twijfelgevallen.

Indien niet aan de criteria voor functionaliteit wordt voldaan, is geen sprake van nuttige toepassing, maar van het verwijderen van afvalstoffen. Hiervoor geldt het stortregime van de Wet milieubeheer.

Deze bepalingen zijn echter niet van toepassing op bouwstoffen die binnen een gebouw als bedoeld in artikel 1, eerste lid, onder c. van de Woningwet worden toegepast (artikel 27, lid 1, onderdeel a).

Ook is het van belang vast te stellen dat toepassing als ophoogmateriaal in GWW-werken, niet zijnde ophoging van woonwijken of industrieterreinen, wel als werk wordt beschouwd. Grootschalige toepassing van bouwstoffen als ophoogmateriaal in wegen, dijken, geluidswallen e.d. (zogenoemde 1-dimensionale toepassingen) is ook binnen het Besluit bodemkwaliteit dan ook zonder meer mogelijk.

Om duidelijkheid te scheppen over hoe met het gebruik van staalslakken in zandvervangingsprojecten moet worden omgegaan, is in deze notitie een kader gegeven waarbinnen LD-staalslak op verantwoorde wijze als zandvervangingsmateriaal kan worden aangeboden en toegepast.

2. KADER VOOR ZANDVERVANGINGSPROJECTEN

2.1. Algemene uitgangspunten

Op de Website van Bodem+ wordt aangegeven dat het oogmerk van toepassingen - als het ophogen van het maaiveld t.b.v. woonwijken en industrieterreinen - is, dat ze blijvend onderdeel gaan uitmaken van de bodem. Dergelijke toepassingen behoren te worden aangelegd met grond of baggerspecie en niet met bouwstoffen. Dit zou passen bij het onderscheid in uitgangspunten tussen de toepassing van bouwstoffen en de toepassing van grond en baggerspecie, waarbij geldt dat bouwstoffen (in principe) tijdelijk worden toegepast en na het wegvallen van de functie van een werk weer moeten worden verwijderd, tenzij het verwijderen leidt tot een grotere aantasting van de bodem of het oppervlaktewater dan het niet verwijderen. Grond en baggerspecie worden blijvend onderdeel van de bodem. Een fundering onder een gebouw, weg of parkeerterrein (als werk binnen een bedrijfsterrein of woningbouwlocatie) blijft wel mogelijk als een werk waarin bouwstoffen worden toegepast. Hier is het oogmerk in principe niet het blijvend onderdeel uitmaken van de bodem, maar om een civieltechnisch goede constructie te maken. Ook een werk op een verondieping, zoals een laag breuksteen om wegspoeling van de toegepaste grond of bagger te voorkomen, blijft een civieltechnisch noodzakelijk werk uitgevoerd met bouwstoffen.

Omdat functionaliteit een belangrijke rol speelt bij het gebruik van bouwstoffen in woonwijken en industrieterreinen wordt bij de vaststelling van het toepassingskader van LD-staalslak in zandvervan-

gingsprojecten een aantal situaties onderscheiden. Hierbij blijft het principe van de **zorgplicht** te allen tijde van toepassing:

Artikel 7 van het Besluit bodemkwaliteit (zorgplicht):

Degene die bouwstoffen, grond of baggerspecie toepast en die weet of redelijkerwijs had kunnen weten dat door zijn handelen of nalaten nadelige gevolgen voor het oppervlaktewater ontstaan of kunnen ontstaan, die niet of onvoldoende worden voorkomen of beperkt door naleving van de bij of krachtens dit besluit gestelde regels, voorkomt die gevolgen of beperkt die zoveel mogelijk voor zover voorkomen niet mogelijk is en voor zover dit redelijkerwijs van hem kan worden gevergd.

Overtreding van de zorgplicht is een economisch delict dat strafbaar is gesteld op grond van de Wet op de economische delicten.

2.2. Specifieke situaties voor de beoordeling van zandvervangingsprojecten

Toepassing in GWW-werken

Ten aanzien van GWW-werken gelden **geen toepassingsbeperkingen**, zolang het niet het ophogen van een woonwijk of industrieterrein betreft. LD-staalslak kan zonder meer als ophoogmateriaal in wegen, dijken, geluidswallen e.d. grootschalig worden toegepast, de zogenoemde "zandvervangingsprojecten".

Functionele toepassing in woonwijken of industriegebieden

Zolang de toepassing als functioneel kan worden aangemerkt, is toepassing van een bouwstof in woonwijken of industriegebieden mogelijk en gelden er **geen toepassingsbeperkingen**. Het zullen in het algemeen toepassingen zijn waarin het materiaal als funderingslaag wordt gebruikt onder wegen of gebouwen. De toepassing kan in dat geval als werk worden aangeduid. Het betreft lagen zijn met een dikte van maximaal 0,40 m die op een zandbed (of vergelijkbare laag) worden aangebracht. Voor de toepassing in funderingslagen geldt een maximale volumezwel na 168 uur van 5 % (Standaard RAW Bepalingen 2010 artikel 28.16.10 lid 02). De LD-staalslak die voor zandvervangingsprojecten wordt ingezet kan een hogere volumezwel geven. Daarmee bestaat een verhoogd risico op schade aan de constructie wanneer de LD-staalslak onderdeel uitmaakt van de constructie. LD-staalslak die voor zandvervangingsprojecten wordt ingezet is daarom niet geschikt voor constructieve, en dus functionele, toepassingen.

Niet-functionele toepassing in woonwijken of industriegebieden

Niet-functionele toepassing in woonwijken of industriegebieden (terreinophoging) is **niet toegestaan, tenzij voor de toepassing door het bevoegd gezag een ontheffing is afgegeven** (zie de tekst in het kader op de volgende pagina) Het betreft lagen met een grotere dikte dan uit het oogpunt van verbetering van de grondslag nodig is (groter dan 0,40 m). Ook dunnere lagen die niet worden bebouwd of waar geen verharding op wordt aangelegd vallen onder de categorie niet-functioneel.

Deel van paragraaf 5.3.3. *Afvalstoffenregelgeving* (Nota van toelichting bij het Besluit bodemkwaliteit):

Belangrijk is dat de uitzonderingen op de afvalstoffenregelgeving voor afvalstoffen die als bouwstof in een werk worden toegepast alleen gelden, indien deze worden toegepast in werken met een functioneel karakter (verwezen zij hiervoor naar paragraaf 3.2.3. van deze toelichting). **Heeft een werk geen functioneel karakter, dan herleven voor toegepaste afvalstoffen op dat moment de afvalstoffenregels.** Voor werken die tevens kunnen worden beschouwd als een inrichting betekent dit dat alsnog dient te worden voldaan aan de vergunningplicht van de Wm. **Voor het toepassen van bouwstoffen buiten een inrichting geldt in dat geval dat toepassing verboden is op grond van artikel 10.2 Wm, behoudens onthefing.** Deze moet worden aangevraagd bij gedeputeerde staten op grond van artikel 10.63 van de Wm.

Disclaimer

Voorwaarde voor het gebruik van LD-staalslak in zandvervangingsprojecten is dat de toepasser volledig bekend is met de effecten die een verkeerd gebruik van LD-staalslak kan hebben en dat de toepasser Pelt & Hooykaas volledig vrijwaart van mogelijke claims door het gebruik van de LD-staalslak in zandvervangingsprojecten. Hiertoe is in de offerte en de opdrachtbevestiging de volgende tekst opgenomen:

“Met het verlenen van de opdracht tot levering van LD-staalslak voor het werk [*naam werk*] verklaart de opdrachtgever door Pelt & Hooykaas volledig te zijn geïnformeerd over de wettelijke beperkingen en mogelijke gevolgen van het gebruik van LD-staalslak in zandvervangingsprojecten en dat Pelt & Hooykaas aan haar informatieplicht voortvloeiende uit artikel 7 van het Besluit bodemkwaliteit (zorgplicht) heeft voldaan.

Hiermee vrijwaart de opdrachtgever Pelt & Hooykaas van mogelijke claims die voortvloeien uit het gebruik van de door Pelt & Hooykaas geleverde en door de opdrachtgever toegepaste LD-staalslak in het genoemde project.”

3. AANDACHTSPUNTEN BIJ DE UITVOERING VAN ZANDVERVANGINGS-PROJECTEN

Uitloging

Zoals bekend logen alle bouwstoffen in iets meer of mindere mate uit. Zo ook LD-staalslak, waarbij Ba en V maatgevend zijn. In Nederland kennen we het Besluit bodemkwaliteit waarin de toegestane uitloging van bouwstoffen is geregeld. LD-staalslak voor gebruik in zandvervangingsprojecten wordt met NL BSB-certificaat geleverd, wat betekent dat de staalslak aan de criteria van het Besluit bodemkwaliteit voldoet. Deze criteria zijn zodanig dat de risico's van het gebruik van een bouwstof voor bodem, grondwater en organismen gering zijn. De staalslak is in dit kader toepasbaar op landbodems als niet-vormgegeven bouwstof.

Voor de duidelijkheid zij vermeld dat pH geen eigenschap is die door het Besluit bodemkwaliteit wordt afgedekt, maar dat het omgaan met de gevolgen van een pH-verandering door het toepassen van een bouwstof onderdeel uitmaakt van de zorgplicht. In dat kader worden door Pelt & Hooykaas in de meegeleverde productinformatie aanvullende maatregelen geadviseerd bij het gebruik van LD-staalslak in grootschalige, niet-constructieve ophogingen, de zogenoemde “zandvervangingsprojecten”, waarbij LD-staalslak als vervanging van ophoogzand/grond wordt ingezet. Hierbij moet rekening worden gehouden met de specifieke aard van LD-staalslak. Pelt & Hooykaas heeft hiertoe gebruiksin-

structies opgesteld die bij offertes en opdrachtbevestigingen worden meegestuurd (zie *Toepassingswenken* in het onderstaande kader).

Toepassingswenken

Door de eigenschappen van LD-granulaat kan een tijdelijke, lokale verhoging van de pH van de bodem en het grond- en nabijgelegen oppervlaktewater optreden als gevolg van het uitspoelen van vrije kalk. Er wordt daarom geadviseerd bij de toepassing van LD-granulaat in ophogingen en aanvullingen adequate voorzieningen te treffen om dit effect tegen te gaan. Het wordt aanbevolen om in overleg met het bevoegd gezag na te gaan onder welke voorwaarden toepassing van LD-granulaat in ophogingen en aanvullingen mogelijk is.

Bij het gebruik van LD-granulaat in ophogingen en aanvullingen dient men met het volgende rekening te houden:

- alleen toepassen op landbodem,
- niet toepassen in direct contact met grondwater: voldoende afstand tot het grondwater en een capillair onderbrekende laag aan de onderzijde van de laag LD-granulaat aanbrengen (bijvoorbeeld een zandbed),
- voldoende afstand tot (stagnant) oppervlaktewater,
- geen directe afstroming of uittrekking van drainagewater op het oppervlaktewater,
- geen lozing van onbehandeld drainagewater op het riool of oppervlaktewater (de pH kan bijvoorbeeld worden verlaagd door inblazen van koolzuur).

Opmerkingen:

1. Doordat LD-granulaat in het algemeen een geringe hoeveelheid vrije kalk bevat, kan de pH in de nabijheid van de toepassing door uitspoeling van vrije kalk toenemen. Na verloop van tijd zal het effect verdwijnen door uitputting en carbonatatie. Of een pH-verhoging optreedt en de duur van een eventuele pH-verhoging hangen af van de lokale situatie, wijze van toepassen en bufferende capaciteit van bodem, grond- en nabijgelegen oppervlaktewater.
2. De voor de wegebouw bedoelde sorteringen kunnen niet in oppervlaktewateren worden toegepast.

pH-effecten

LD-staalslak bevat een zekere hoeveelheid vrije kalk (CaO). Deze kan in contact met water hydrateren en uitspoelen, waardoor de pH van drainagewater kan toenemen tot waarden > 12 . Carbonatatie (reactie van kalkhydraat met koolzuur) heeft een neutraliserend effect.

Bij het toepassen van LD-staalslak in aanvullingen of ophogingen moet dan ook rekening worden gehouden met een eventuele verhoging van de zuurgraad (pH) van het drainagewater als gevolg van de uitspoeling van de vrije kalk. Er dienen passende maatregelen te worden genomen om pH-effecten in het grondwater en aangrenzende oppervlaktewater te voorkomen, zoals voldoende afstand tot het hoogste grondwaterniveau en een capillair onderbrekende zandlaag aan de onderzijde. De uitgangspunten en richtlijnen in de Regeling bodemkwaliteit voor de uitvoering van IBC-constructies kunnen hierbij als basis worden aangehouden.

Opmerking:

De door Pelt & Hooykaas geleverde LD-staalslak voldoet aan de eisen voor een niet-vormgegeven bouwstof en is geen IBC-bouwstof. Er hoeft dus niet te worden voldaan aan het wettelijk regime en alle bijbehorende eisen voor IBC-bouwstoffen. Maatregelen om pH-effecten te voorkomen vallen onder de zorgplicht.

Het vrijkomende drainage water dient (tijdens en na aanleg) te worden opgevangen en behandeld alvorens dit kan worden geloosd. De behandeling van het water heeft als doel het terug brengen van de pH waarde naar een, door het bevoegd gezag, nader te bepalen waarde. Deze waarde is tevens afhankelijk van de watergang waarop kan worden geloosd.

De behandeling van drainagewater kan bestaan uit het inblazen van lucht of koolzuur. Het laatste is mogelijk wat effectiever. De opgeloste kalk reageert met het koolzuur waardoor calciumcarbonaat (CaCO_3) ontstaat in de vorm van een wit neerslag. CaCO_3 is een bodemeigen stof die ook de bouwsteen is van schelpen, botten, etc. Hoewel ons niets bekend is over een eventuele toename van het zwevend stof of vertroebeling van het oppervlaktewater bij het ontstaan van het CaCO_3 -neerslag willen we dat ook niet uitsluiten aangezien het neerslag in principe zeer fijnkorrelig is.

Na verloop van tijd zal de pH-verhoging geleidelijk verdwijnen door uitputting en carbonatatie. Of een (merkbare) pH-verhoging optreedt en de duur van een eventuele pH-verhoging hangen af van de lokale situatie, wijze van toepassen, de aard van de genomen maatregelen en bufferende capaciteit van bodem, grond- en oppervlaktewater.

Civieltechnische aspecten

Korrelgrootte De korrelgrootte van LD-staalslak voor zandvervangingsprojecten is variabel. Het product bevat grotere stenen en incidenteel ook zeer grote stenen (> 180 mm). Hoewel wordt gesproken van een korrelgrootte van 0 tot 63 mm wordt de gradering van LD-staalslak voor zandvervangingsprojecten door de variabele bovenmaat eerder gekarakteriseerd als een 0/90 mm.

Bindingsneiging Ten aanzien van eventuele binding, c.q. plaatwerking, is de ervaring dat LD-staalslak, anders dan bijvoorbeeld hoogovenstukslak, weinig reactief is in een grootschalige opslag of toepassing. Hoogovenstukslak kan door en door verharden en een plaat vormen. Bij LD-staalslak gebeurt dat niet. Ervaringen bij het project Averijhaven te IJmuiden en onze eigen ervaringen in het depot laten zien dat bij LD-staalslak aan de buitenzijde een korst ontstaat door carbonatatie, maar dat dieper in het depot het materiaal nagenoeg niet verhardt. Wel valt bij het uitgraven enige klontvorming te zien wat duidt op een zekere mate van binding, maar deze klonten zijn bij uitgraven echter ook weer gemakkelijk te verkleinen (zie foto 1 van een proefsleuf in de slakkendijk van de Averijhaven).



Foto 1. Proefsleuf in de dijk rondom de Averijhaven, 14 jaar na aanleg.

Volume-onbestendigheid Door de aanwezigheid van vrije kalk in de vorm van kalkpitten is LD-staalslak in mindere of meerdere mate volume-onbestendig. Hydratatie van vrije kalk gaat gepaard met een volumevergroting. Gelet op de ervaringen bij bijvoorbeeld de Averijhaven zal bij voldoende drooglegging het volume-effect gering zijn of mogelijk zelfs niet optreden. Omdat de mate van volu-

me-onbestendigheid van de LD-staalslak voor zandvervangingsprojecten niet bekend is, kan een sandwichconstructie worden toegepast om eventuele risico's voor de bovenliggende constructie te minimaliseren. Hierbij wordt de ophoging opgebouwd uit afwisselend 0,50 m LD-staalslak en 0,50 m ophoogzand (zie foto 2, RW31).



Foto 2. Aanleg van een sandwichconstructie afwisselend 0,5 m LD-staalslak en 0,5 m ophoogzand.

Het idee daarachter is dat een eventuele plaatselijke volumevergroting wordt opgevangen in de zandlaag die als buffer fungeert. Het op deze wijze toepassen van LD-staalslak is relatief nieuw en voldoende praktijkervaring ontbreekt nog. Bij de keuze van de laagdikte en opbouw van de ophoging moet worden gelet op de aard en functie van de constructie en de gevolgen van een (plaatselijk) volume-effect. Wanneer men de risico's onvoldoende kan inschatten wordt geadviseerd zekerheidshalve uit te gaan van 0,50 m. Verwacht wordt dat 0,50 m een veilige laagdikte is.

Bij een sandwichconstructie moet men voorkomen dat door zetting en inklinken in het midden een verlaging kan ontstaan ("badkuip") waarin het via de taluds ingestroomde hemelwater zich permanent kan verzamelen. De lagen moeten daarom onder afschot worden aangelegd en op de taluds kan een dikkere afdeklaag worden toegepast.

Bij toepassing onder gebouwen als funderingslaag of ter verhoging van de draagkracht van de bodem bestaat bij verkeerd gebruik, bijvoorbeeld wanneer er kans is op bevochtiging van de staalslak, het risico dat de vloer na verloop van tijd wordt opgedrukt of dat funderingsbalken uit elkaar worden gedrukt. Daarom wordt geadviseerd om LD-staalslak niet zonder passende maatregelen onder gebouwen toe te passen.

Dichtheid

Uit de ervaringen tot nu toe blijkt de in het werk gerealiseerde dichtheid hoger uit te vallen dan de droge proctordichtheid bepaald op basis EN 13286-2. Dit hangt onder andere af van de korrelopbouw van het materiaal, de klankbodem en wijze van uitvoeren. Er zijn dichtheden in het werk van 2,8 à 2,9 Mg/m³ gemeten. Bij het ontwerp dient men hiermee rekening te houden (zetting).

Om een betrouwbaardere indicatie te krijgen van de dichtheid in het werk wordt een volumetrische in situ dichtheidsbepaling geadviseerd, eventueel in combinatie met een walsprocedure en nucleaire meting.

Opmerking:

Hoogovenslak en LD-staalslak zijn verschillende soorten slak die bij twee verschillende processen vrijkomen. Omdat staalslak nogal eens wordt verward met hoogovenslak wordt, om spraakverwarring te voorkomen, een korte toelichting gegeven op de verschillen.

Hoogovenslak komt vrij bij de bereiding van ruwijzer uit ijzererts in een hoogoven (1^{ste} stap in het staalbereidingsproces). Hoogovenstukslak is de steenachtige rest uit het hoogovenproces die ontstaat na afkoeling aan de lucht van de vloeibare slak.

LD-staalslak ontstaat in de 2^{de} stap van de staalbereiding volgens het Linz-Donawitzproces, waarbij het vloeibare ruwijzer in staal in een convertor wordt omgezet onder toevoeging van een flux (zoals kalksteen en/of dolomiet). Staalslakken zijn de aan de lucht afgekoelde steenachtige resten uit het staalbereidingsproces.

De belangrijkste fysische verschillen zijn de korrelsterkte, korreldichtheid, waterabsorptie en de chemische bestendigheid, c.q. volumebestendigheid.

Los Angelescoëfficiënt (korrelsterkte; hoe lager het getal des te harder de korrels)

hoogovenstukslak: 39 – 44

LD-staalslak: 19 – 32

Korreldichtheid

hoogovenstukslak: 2,7 – 3,0 Mg/m³

LD-staalslak: 3,3 – 3,6 Mg/m³

Waterabsorptie

hoogovenstukslak: 3 – 5 % (m/m)

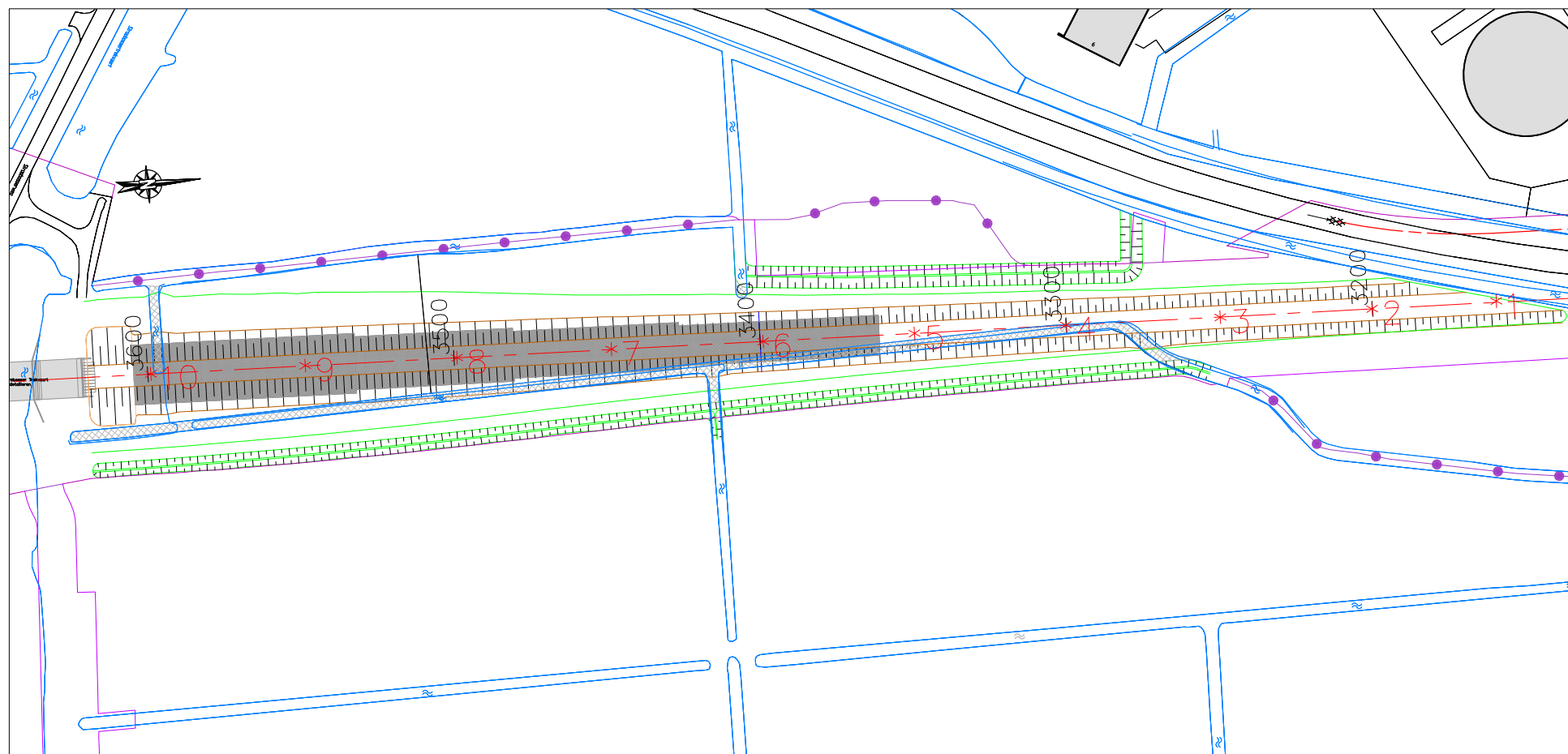
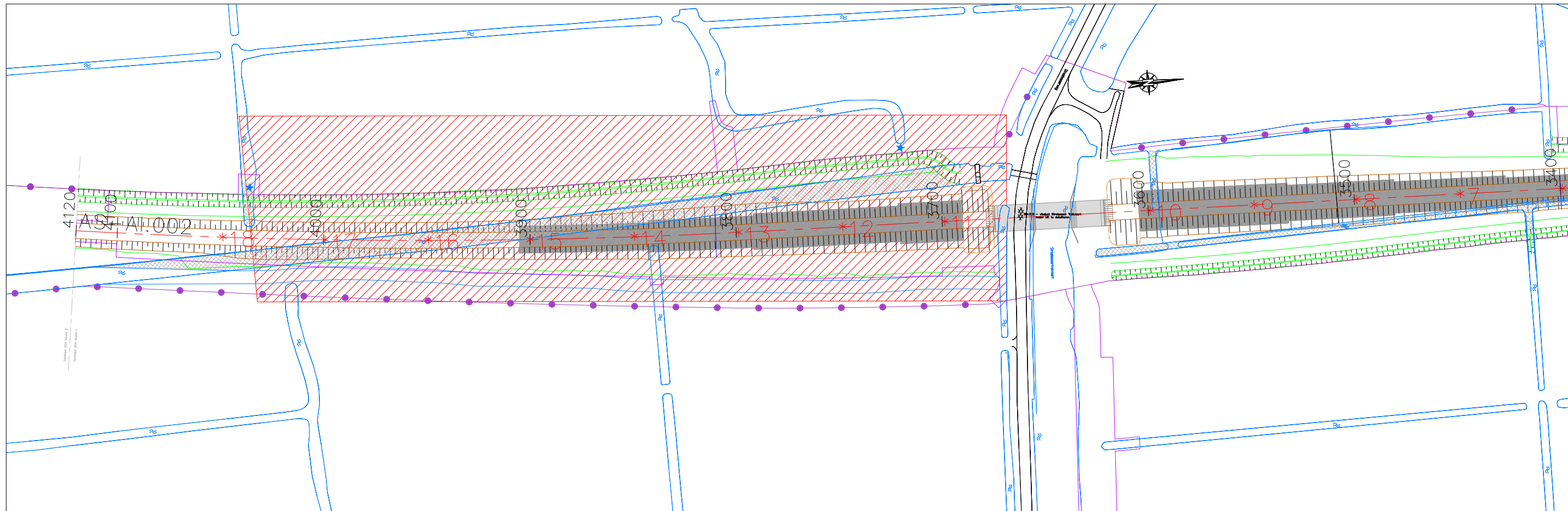
LD-staalslak: 2 – 3 % (m/m)

Bestendigheid

Voorheen kende hoogovenstukslak twee vormen van onbestendig gedrag als gevolg van de aanwezigheid van bepaalde ijzerverbindingen en onstabiel calciumsilicaat. De huidige hoogovenstukslak is ijzer- en calciumsilicaatbestendig door een gewijzigde procesvoering. Hoogovenstukslak bevat geen vrije kalk.

LD-staalslak is in mindere of meerdere mate volume-onbestendig door de aanwezigheid van vrije kalk in de vorm van kalkpitten.

V. Schets locatie zakbakens



01	AI.002 - Voorbelasting, locatie bakbakens	18-09-2015			
Rev	Omschrijving	Datum	Getekend	Gecontroleerd	Akkoord



Tekening: SI01-D01-21607144
 Status: DEFINITIEF

Correspondentieadres Hoofdkantoor
 Postbus 12 7683 ZG Den Ham
 Bezoekadres Hoofdkantoor
 Dorpsstraat 20 7683 BJ Den Ham
 T (0546) 67 88 88
 E info@roelofsgroep.nl
 Tevens vestigingen in
 Steenkanal, Steenwijk, Voerendaal

Meer waarde aan ruimte



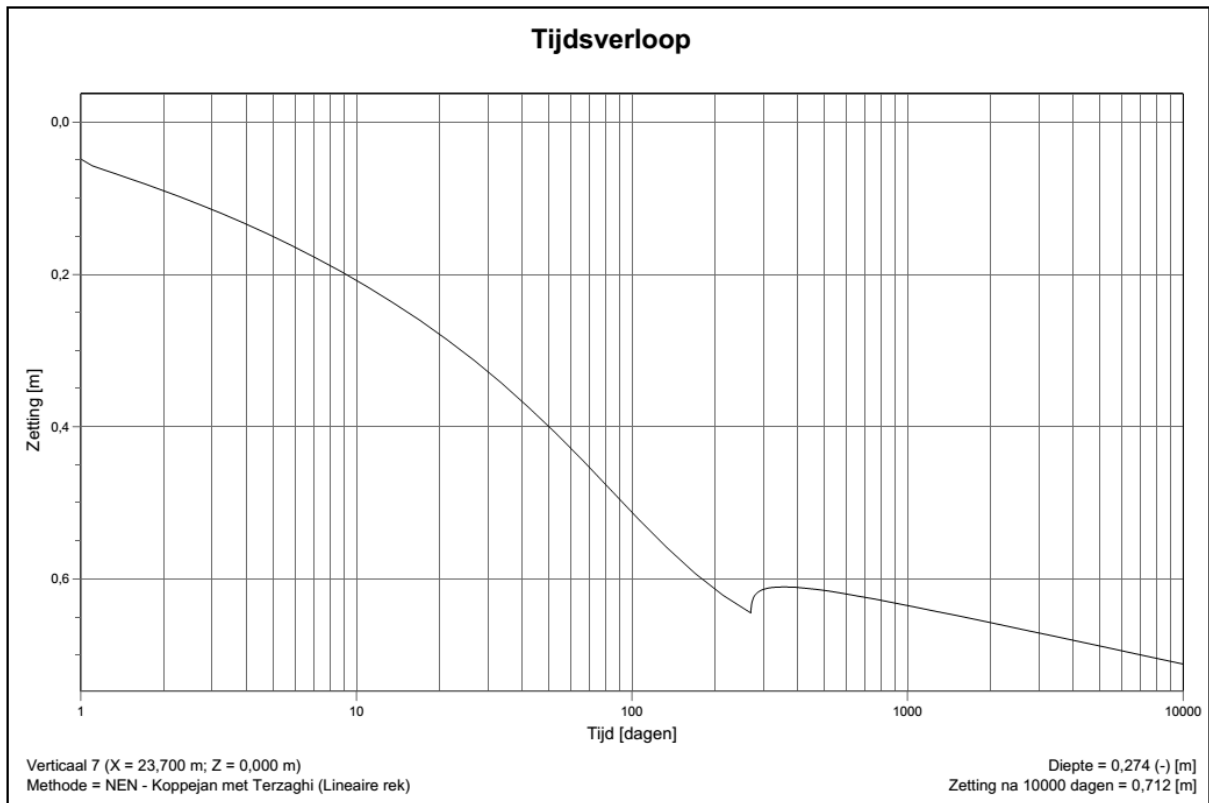
provincje fryslân
 provincie fryslân

De Centrale As
 Contract Noord 1
 AI.002 - Voorbelasting

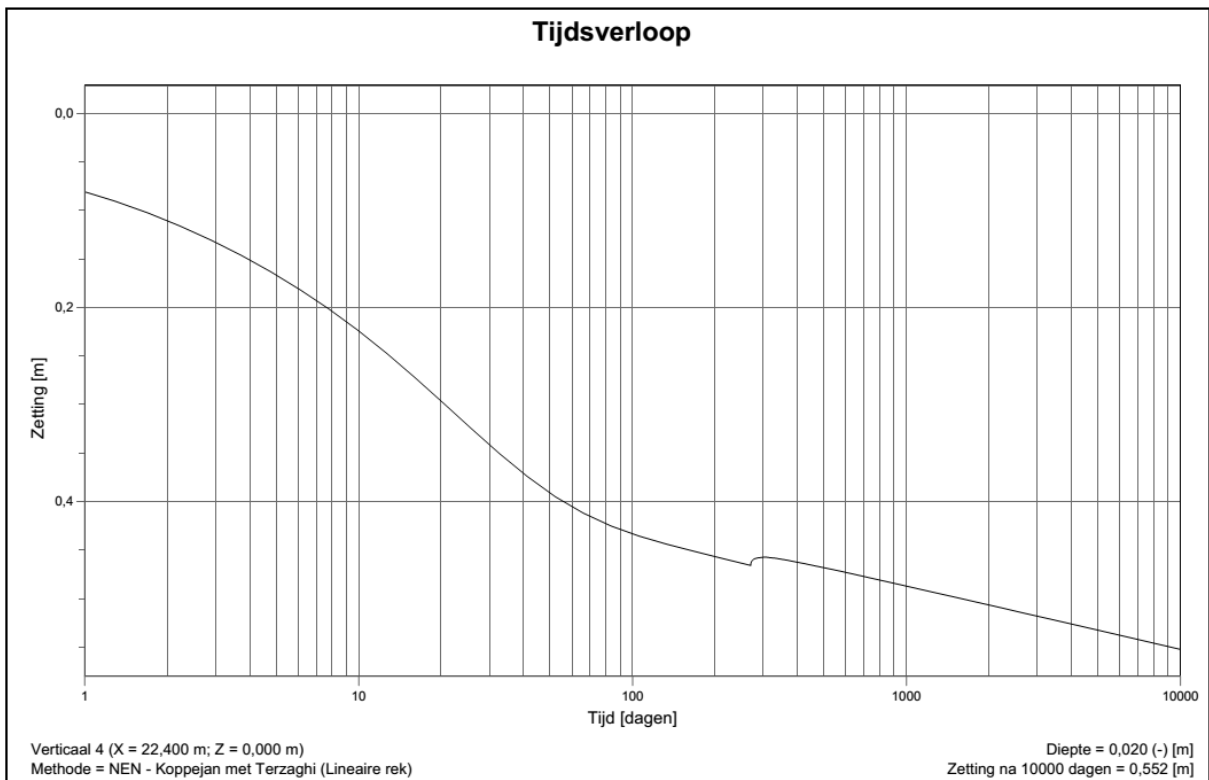
Blad	Aantal	Schaal	Roelofs Ontwerper	Projectbureau De Centrale As Projectleider	Projectmanager	Programma- Fase CONTRACT
1	3	1:500				Status
Formaat: A3	Contractnummer: 14-48-WN	Datum: 18-09-2015	Tekeningnummer: opvragen OG	UO		

VI. Grafische presentatie zettingsberekeningen

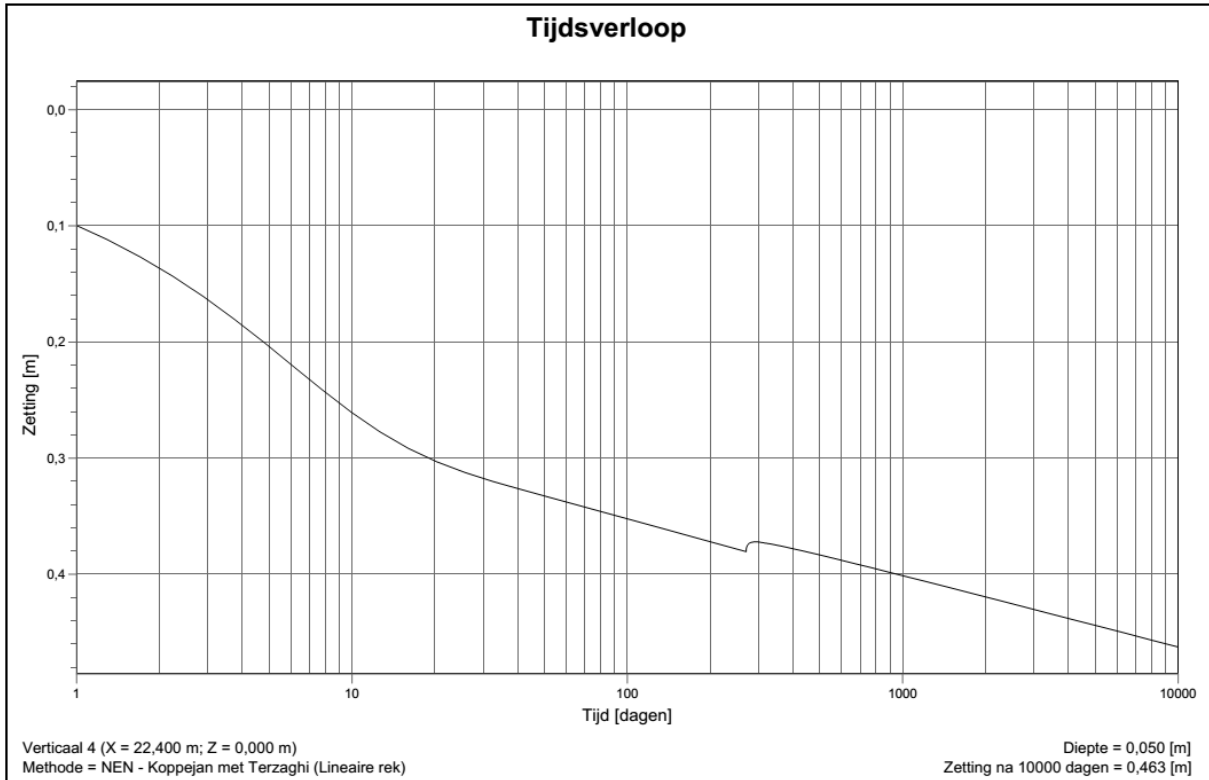
Grafische presentatie MW10 km. 3300 met 1,0 m extra overhoogte, zonder LD-staalslak



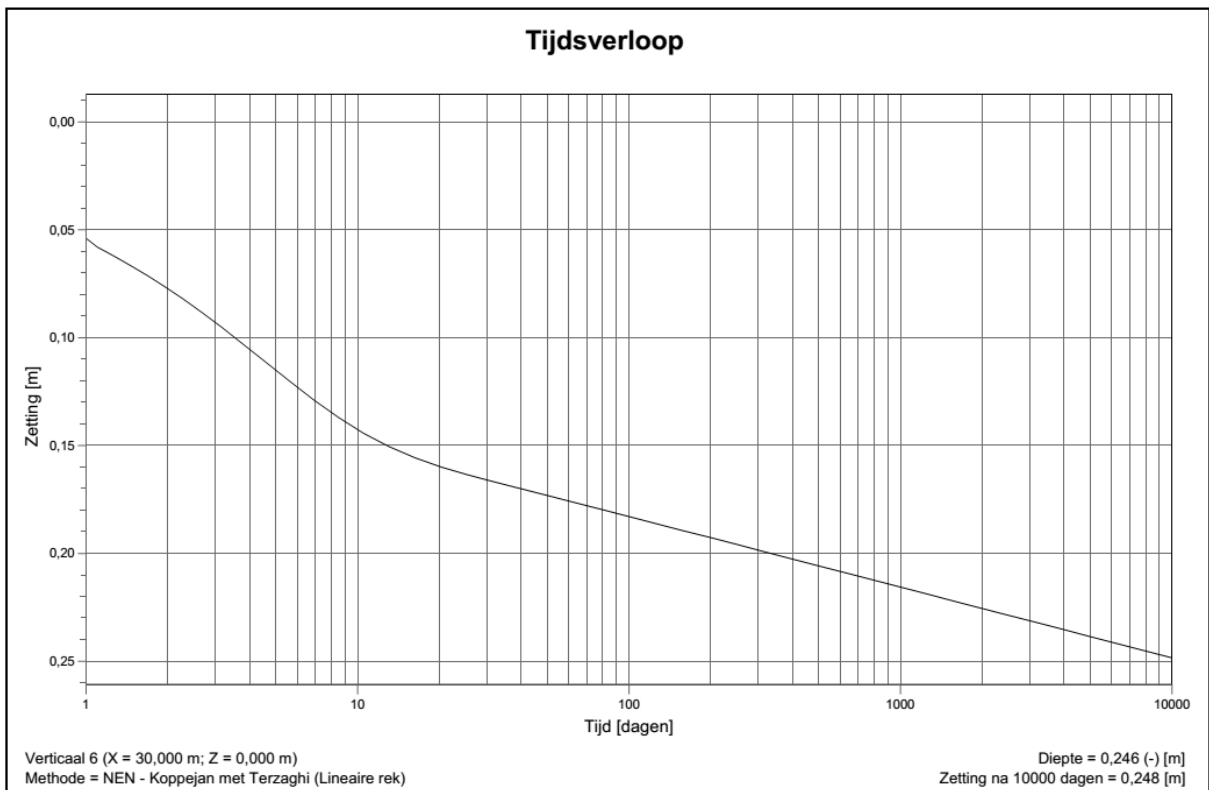
Grafische presentatie MW10 km. 3600 (viaduct noordzijde) met 1,5 m overhoogte en LD-staalslak



Grafische presentatie MW10 km. 3700 (viaduct zuidzijde) met 1,5 m overhoogte en LD-staalslak

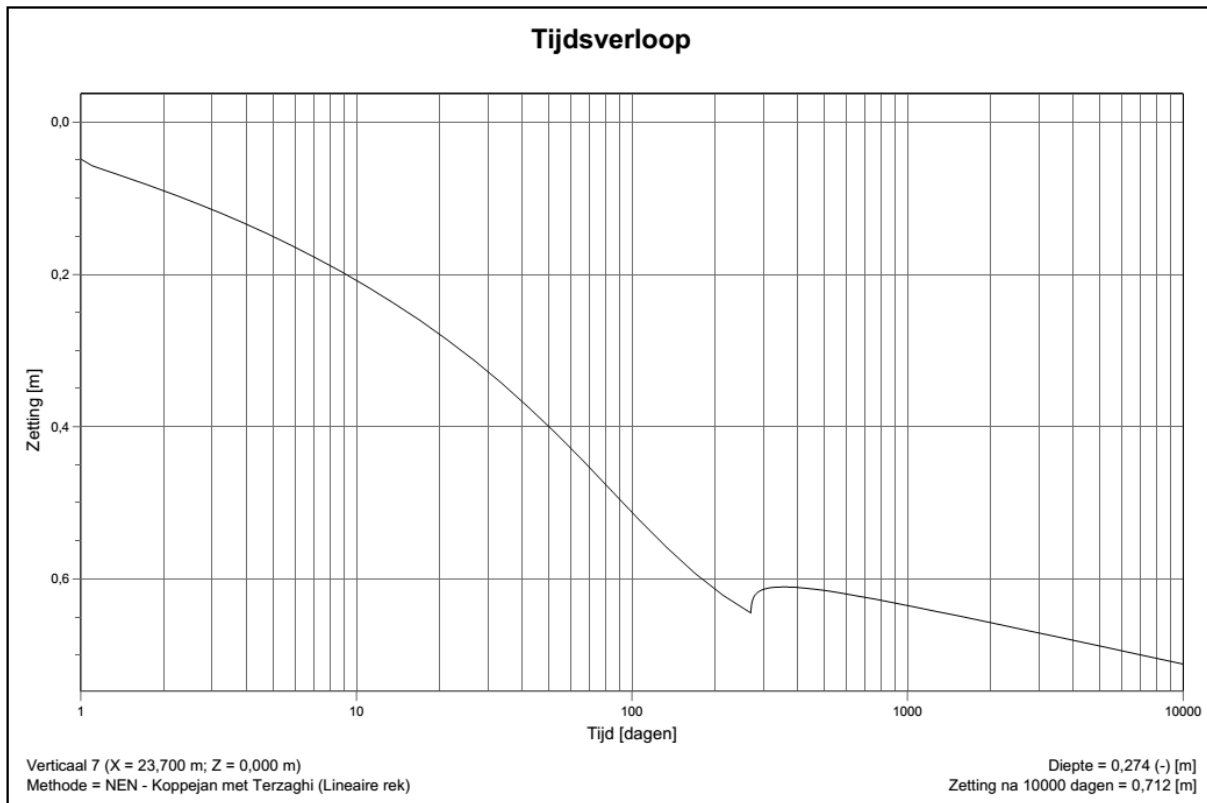


Grafische presentatie MW10 km 3900 met LD-staalslak

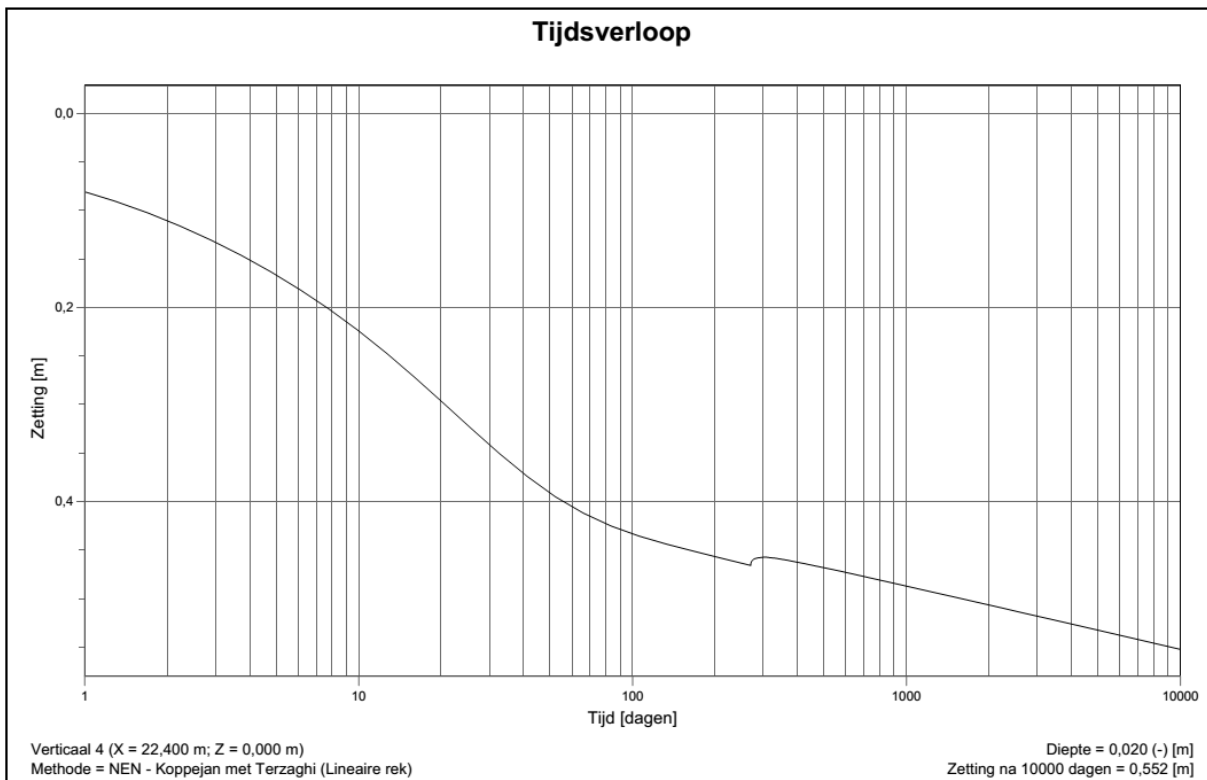


VI. Grafische presentatie zettingsberekeningen

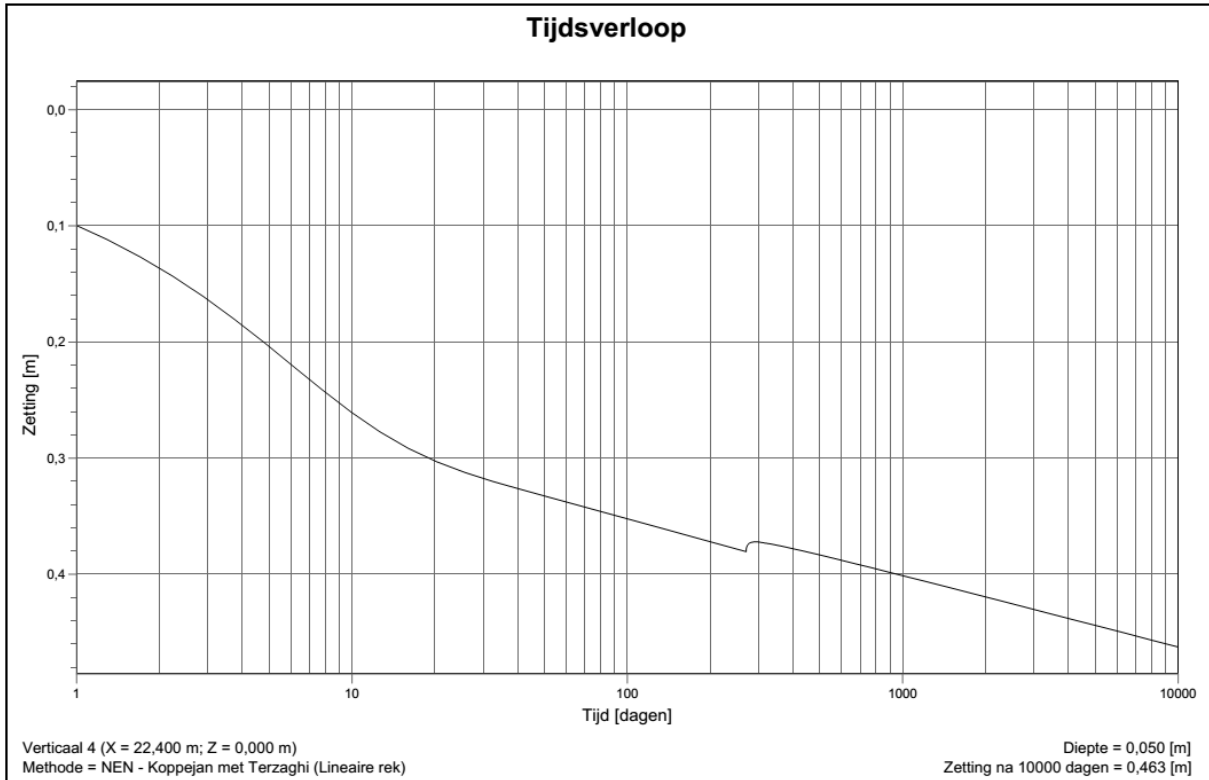
Grafische presentatie MW10 km. 3300 met 1,0 m extra overhoogte, zonder LD-staalslak



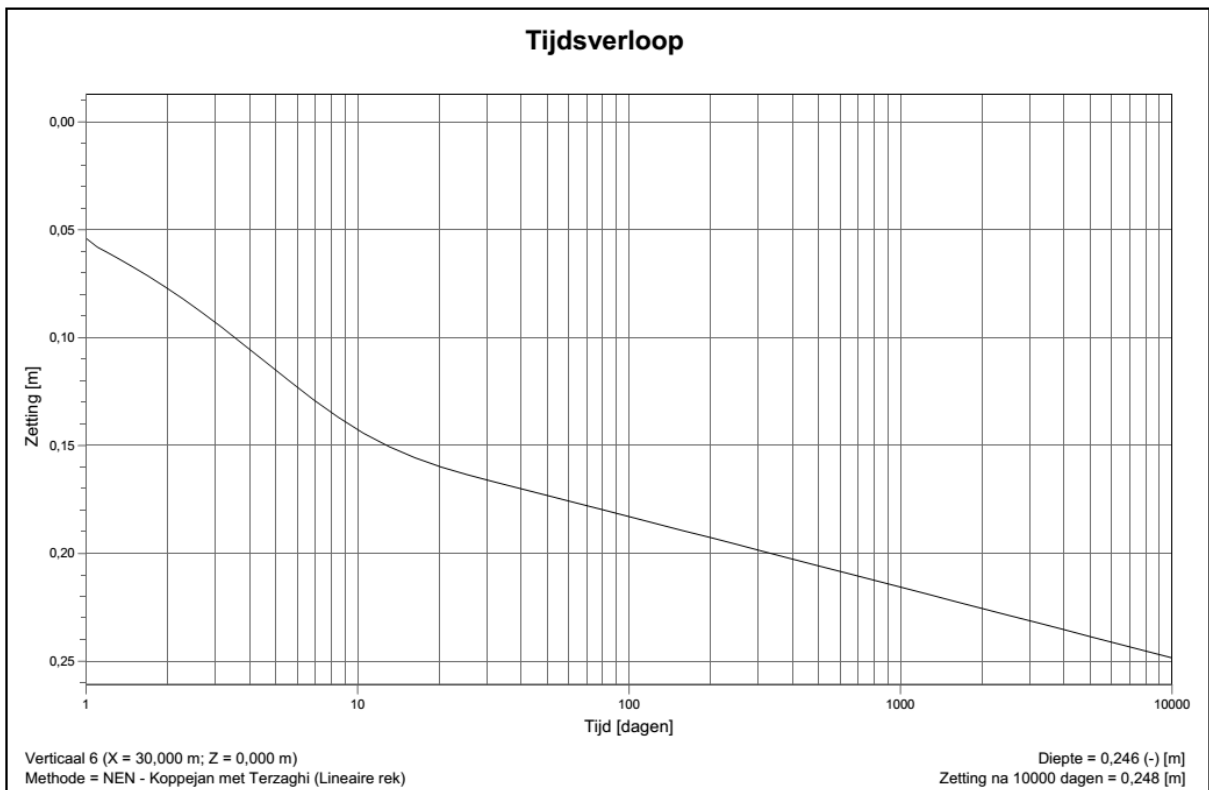
Grafische presentatie MW10 km. 3600 (viaduct noordzijde) met 1,5 m overhoogte en LD-staalslak



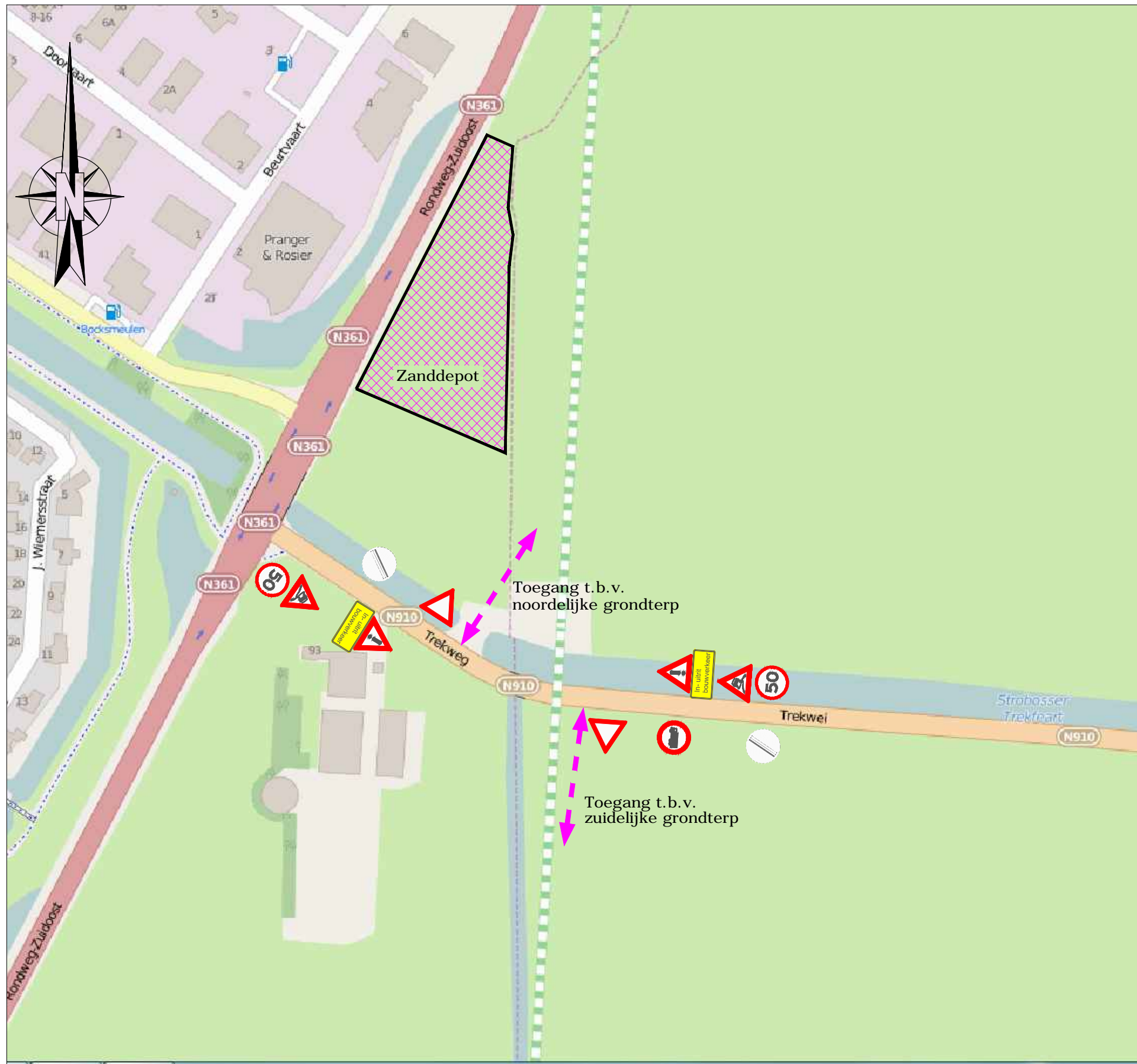
Grafische presentatie MW10 km. 3700 (viaduct zuidzijde) met 1,5 m overhoogte en LD-staalslak



Grafische presentatie MW10 km 3900 met LD-staalslak



VII. Verkeersplan



- Opmerkingen:**
- Werkvakverlichting: n.v.t.
 - Tijdelijke markering: n.v.t.

01	Verkeersplan t.b.v. voorbelasting	18-09-2015			
Rev	Omschrijving	Datum	Getekend	Gecontroleerd	Akkoord

Roelofs ^R

Tekening: VP01-D01-21607144
 Status: DEFINITIEF

Correspondentieadres Hoofdkantoor
 Postbus 12, 7883 ZG Den Ham
 Bezoekadres Hoofdkantoor
 Dorpsstraat 20, 7883 BJ Den Ham
 T (0546) 67 88 88
 E info@roelofsgroep.nl
 Tevens vestigingen in
 Steenkanal, Steenwijk, Veenendaal

Meer waarde aan ruimte ^R

de centrale as
 foarút sjen, foarút komme

provincje fryslân
 provincie fryslân

**De Centrale As
 Contract Noord 1
 Verkeersplan t.b.v. voorbelasting**

Blad	Aantal	Schaal	Roelofs			Projectbureau De Centrale As		Programma- Fase	
			Ontwerper			Projectleider	Projectmanager		
1	1	n.v.t.						CONTRACT	
Formaat: A3			Contractnummer: 14-48-WN		Datum: 18-09-2015		Tekeningsnummer: Oproepen OG		UO