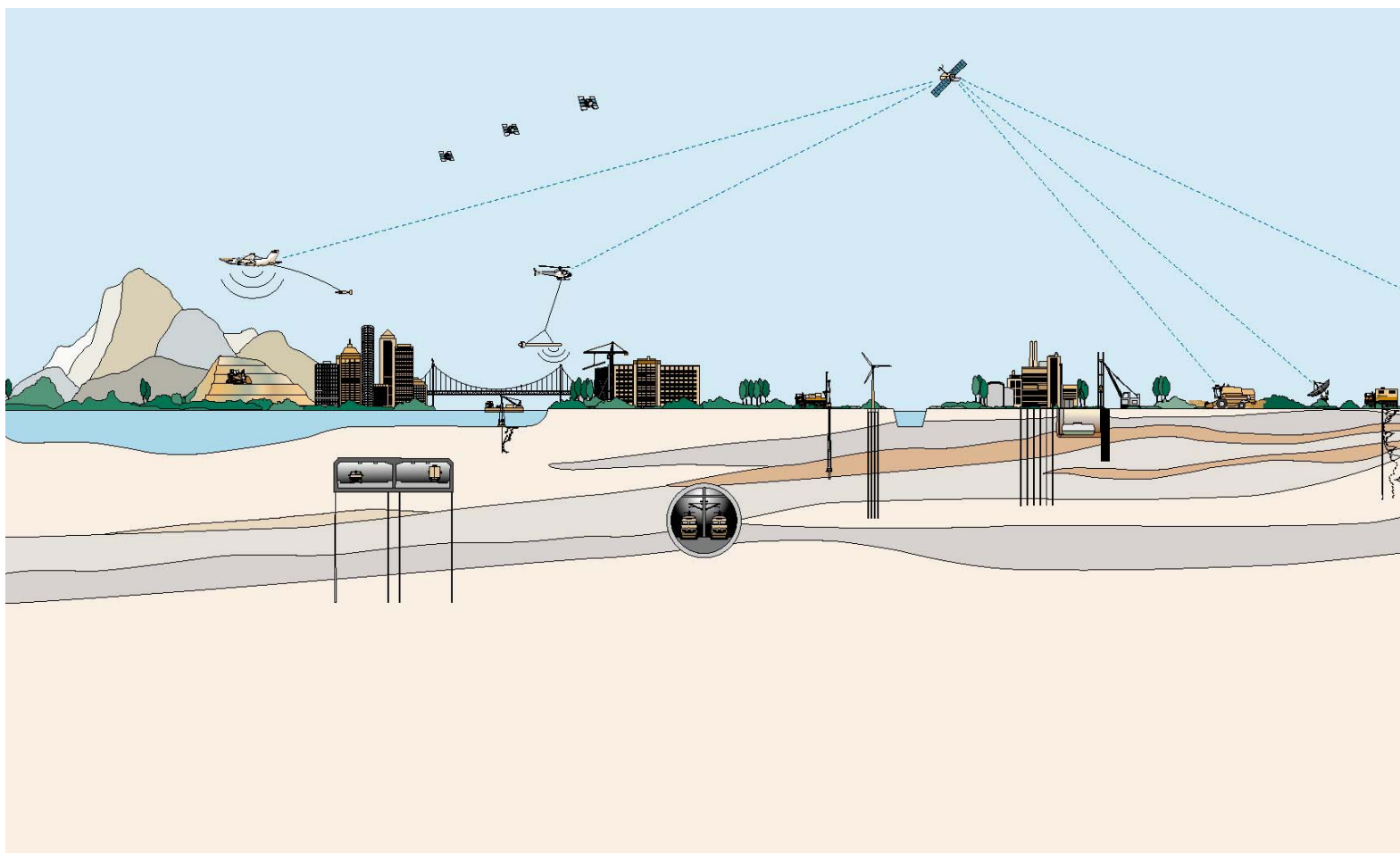


GROND- EN LABORATORIUMONDERZOEK
EN ADVIEZEN
betreffende

**VERLEGGING N-559-20 DE HOVEN,
RONDWEG N345**

Rapportnummer: 1316-0133-000_31.R02.v01



GROND- EN LABORATORIUMONDERZOEK
EN ADVIEZEN
betreffende

**VERLEGGING N-559-20 DE HOVEN,
RONDWEG N345**

Rapportnummer: 1316-0133-000_31.R02.v01

Opdrachtgever : N.V. Nederlandse Gasunie
Postbus 162
7400 AD DEVENTER

Projectleider : ing. R. Tjemmes
Projectleider Geo-Projecten

Opgesteld door : W.M. van Hutten
Adviseur Geo-Consultants

Gecontroleerd door : Drs. R. Mastebroek
Groepshoofd Geo-Consultants

: ing. R. Tjemmes
Projectleider Geo-Projecten



VERSIE	DATUM	OMSCHRIJVING WIJZIGING	PARAAF PROJECTLEIDER
1	15 juli 2016	Concept	RTJ

FILE: 1316-0133-000_31 R02_v1.docx

<u>INHOUDSOPGAVE</u>	<u>Blz.</u>
1. INLEIDING	1
2. PROJECTOMSCHRIJVING	3
3. GROND- en LABORATORIUM ONDERZOEK	5
3.1 Veldwerkonderzoek	5
3.1.1 Sonderen	5
3.1.1 Boren	6
3.2 Laboratoriumonderzoek	7
4. TERREIN EN BODEMGESTELDHEID	8
5. GEOTECHNISCHE EN GEOHYDROLOGISCHE ADVIEZEN	10
5.1 Algemeen	10
5.2 Diepteligging van de leiding (uitvoering)	10
5.3 Boorspoeldruk	10
5.4 Grondmechanische parameters	11
5.5 Zettingen	12
5.6 Controle kwelweg	12
5.7 Stabiliteit open ontgravingen	12
5.7.1 Methode Bishop	12
5.7.2 Berekende stabiliteitsfactor	14
 <u>BIJLAGEN</u>	
- Rapportage Grondonderzoek	
- Situatietekening	1316-0133-000-1
- Lengteprofiel	1316-0133-000-2
- Leidingparameters	1316-0133-000-3
- Muddrukken	1316-0133-000-4
- Rapportage Laboratoriumonderzoek	

1. INLEIDING

De combinatie Fugro GeoServices B.V./RPS advies- en ingenieursbureau b.v. ontving van N.V. Nederlandse Gasunie te Deventer de opdracht voor het uitvoeren van een geotechnisch grond- en laboratoriumonderzoek, alsmede het opstellen van geotechnische en geohydrologische adviezen ten behoeve van een uit te voeren horizontaal gestuurde boring voor de verlegging van gastransportleiding N-559-20. Het betreft een kruising van een DN200 stalen leiding met provinciale weg N345 en de spoorbaan Apeldoorn-Zutphen.

Bij het vervullen van de opdracht is gewerkt conform de in tabel 1-1 weergegeven normen en richtlijnen.

Tabel 1-1: Gehanteerde normen en richtlijnen

Nr.	Onderdeel	Gehanteerde normen en richtlijnen
1.	HDD	NEN 9997-1: 2011, NEN 3650: 2012, NEN 3651:2012, NPR 3659
2.	Stabiliteit	NEN 9997-1: 2011
3.	Algemeen	OSK-02-N, versie 6 d.d. 31 maart 2014 en CSA-38-N versie 12 d.d. 01-04-2014

Het doel van het ten behoeve van onderhavige horizontaal gestuurde boring uitgevoerde onderzoek is om:

- de toepasbaarheid van deze boormethode te toetsen;
- zo nodig randvoorwaarden te stellen, bijvoorbeeld aan de diepteligging, boorspoeldruk en voorzieningen ter voorkoming van kwel;
- grond- en grondwatergegevens te verschaffen aan de aannemer, bijvoorbeeld teneinde de juiste boorspoeling toe te passen en om de te verwachten druk- en trekkrachten te bepalen.

Voor het uitwerken van onderhavige rapportage is de door de opdrachtgever verstrekte informatie gebruikt zoals weergegeven in tabel 1-2.

Tabel 1-2: Gebruikte gegevens

Nr.	Titel	Auteur	Referentie	Datum	Verstrekt door
1.	Detailkaart	Gasunie	N-559-20-XS-043-1-A15; wijz. 1	19-04-2016	Gasunie
2.	Routekaart	Gasunie	N-559-20-KR-043-A15; wijz. 0	7-04-2016	Gasunie

Onder rapportnummer R01 is d.d. 1 juli 2016 de conceptversie van het bemalingsadvies uitgebracht ten behoeve van de aanleg van de HDD alsmede de aanleg van het deel van de nieuwe leiding in een sleuf. In dat betreffende rapport zijn de verlagingen berekend ten gevolge van de benodigde bemaling ter plaatse van het in- en uitredpunt van de beoogde HDD boring.

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

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 (grond)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 de resultaten van het uitgevoerde grond- en laboratoriumonderzoek (hoofdstuk 3 en 4) en de geotechnische en geohydrologische adviezen (hoofdstuk 5).

2. PROJECTOMSCHRIJVING

Het project betreft het verleggen van de gasleiding N-559-20 te Tonden (Gemeente Brummen) en Zutphen (Gemeente Zutphen). De verlegging betreft het aanleggen van een leiding in een open sleuf (ca. 450 m) en een HDD boring (ca. 275 m) alsmede het verwijderen van de oude leiding binnen een open ontgraving (ca. 820 m).

In voorliggend rapport wordt de aanleg van de HDD beschouwd. In één boorgat zal 1 stalen buis Ø 219 mm wordt getrokken. Binnen het rijkdriehoeknet heeft de projectlocatie globaal de coördinaten X = 208.237 m en Y = 462.205 m. Op onderstaande luchtfoto in figuur 1 is de projectlocatie omcirkeld.



Figuur 1: Projectlocatie te realiseren horizontaal gestuurde boring (bron Google Earth).

Het tracé van de horizontaal gestuurde boring is door de opdrachtgever bepaald en is weergegeven op de situatietekening in bijlage 1316-0133-000-1. De door de opdrachtgever voorgestelde diepteligging van de leiding is weergegeven in het lengteprofiel in bijlage 1316-0133-000-2.

Betreffende onderhavige horizontaal gestuurde boring zijn geotechnische en geohydrologische adviezen opgesteld. Volgens informatie van de opdrachtgever dient bij het opstellen van de adviezen uitgegaan te worden van de huidige situatie voor zowel de

bepaling van de minimaal benodigde en maximaal toelaatbare muddrukken, als voor de bepaling van de grondmechanische parameters ten behoeve van de door derden uit te voeren sterkteberekening van de leiding.

Op basis van de beschikbare informatie zijn onderstaande projectrelevante gegevens afgeleid:

- | | |
|---------------------------------------|---------------|
| - Lengte horizontaal gestuurde boring | : ca. 308 m |
| - Leidingdiameter | : Ø 219 mm |
| - Wanddikte leiding | : 6,3 mm |
| - Maximale diepteligging leiding | : NAP -6,74 m |
| - Kromtestraal leiding (R) | : 220 m |

3. GROND- EN LABORATORIUM ONDERZOEK

Het geotechnisch onderzoek voor dit project heeft bestaan uit een veldwerkonderzoek en een laboratoriumonderzoek.

3.1 Veldwerkonderzoek

Het grondonderzoek voor onderhavige horizontaal gestuurde boring heeft bestaan uit:

- 10 diepsonderingen met meting van de plaatselijke mantelwrijving (DKM), waarvan 4 met meting van de waterspanning (code DKMP);
- 3 mechanische boringen (code B);
- 3 handboringen (code HB);
- het plaatsen van een 6-tal peilbuizen.

3.1.1 Sonderen

De sonderingen zijn uitgevoerd met de elektrische Fugro-kleefmantelconus conform NEN-EN-ISO-22476-1, klasse 2. Een beschrijving van de gevolgde meet- en registratiemethode is gegeven in de bijlage "Continu Elektrisch Sonderen". De conus is voorzien van een hellingmeter. In de sondeergrafiek is de diepte gecorrigeerd voor de gemeten afwijking van de verticaal.

De sondeerlocaties zijn door Fugro GeoServices B.V. uitgezet en gewaterpast in het RD-stelsel (t.o.v. NAP) en zijn aangegeven op de situatietekening in bijlage 1316-0133-000-1. Hierbij heeft een door de opdrachtgever verstrekte tekening als basis gediend. De hoogtebepaling van de onderzoekslocaties in het terrein is uitgevoerd met als doel de bodemopbouw te refereren aan een vaste referentiehoogte. De gerapporteerde hoogtes zijn niet geschikt voor andere doeleinden dan dit onderzoek.

De resultaten van de sonderingen zijn getekend op de grafieken 1316-0133-000-DKMP1 t/m DKMP10, waarop de diepte is uitgezet in meters ten opzichte van NAP. De resultaten zijn opgenomen in de bijgevoegde bijlage "Rapportage Geotechnisch Veldwerk".

Op de grafieken van de sonderingen is het wrijvingsgetal weergegeven. Dit is de verhouding tussen de plaatselijke wrijvingsweerstand en de conusweerstand. Empirisch is vastgesteld dat het wrijvingsgetal een nauwe relatie heeft met de grondsoort, zodat een goede indicatie van de laagopbouw is verkregen.

De sonderingen zijn uitgewerkt met een interpretatie van het wrijvingsgetal voor identificatie van de bodemlagen. De identificatie van de bodemlagen is uitgevoerd volgens Robertson (1990), die door Fugro is aangepast aan de Nederlandse omstandigheden. Voor achtergronden en beperkingen wordt verwezen naar de bijlage "Continu Elektrisch Sonderen". De identificatie is indicatief en alleen geldig voor lagen onder de grondwaterstand. De resultaten dienen te worden geverifieerd met boringen of geologische informatie.

Op de sondeergrafieken waarop de resultaten van de metingen van de waterspanning is gepresenteerd, is ook de waterspanningsindex gegeven. Dit is de verhouding tussen de waterspanning en de conusweerstand. In het algemeen kan worden gesteld dat een hoge index een minder goed water doorlatende laag weergeeft.

3.1.1 Boren

Ter classificatie van de ondergrond en ten behoeve van het nemen van grondmonsters zijn 3 handboringen en 3 mechanische boringen uitgevoerd, waarbij het opgeboorde materiaal is geclassificeerd conform NEN 5140. Tevens zijn ter bepaling van de stijghoogte van het grondwater/freatisch grondwater 6 peilbuizen geplaatst (in ieder boorgat één peilbuis).

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

Het mechanisch boorwerk is verbuisd uitgevoerd, waarbij de grond uit de buis is verwijderd met behulp van een puls (niet cohesieve gronden, zand, grind) en/of een avegaarboor (cohesieve gronden, klei, veen).

Tijdens het boren is van elke laagwisseling een geroerd monster genomen en in het laboratorium geclassificeerd conform NEN 5140.

Tevens zijn tijdens het uitvoeren van de mechanische boringen totaal 22 ongeroerde monsters gestoken door met een slaghamer (Ackermann) een steekbus te slaan. De steekbussen zijn dunwandige metalen bussen met een diameter van 70 mm en een lengte van 400 mm. Ook tijdens de uitvoering van de handboringen zijn 6 ongeroerde monsters gestoken.

De resultaten van de uitgevoerde boringen zijn als veldclassificatie weergegeven in de bijlage "Rapportage Geotechnisch Veldwerk". Tevens zijn de resultaten na de classificatie in het laboratorium weergegeven in de bijlage "Laboratoriumrapportage", waarop de diepte van de boringen is uitgezet in meters ten opzichte van NAP. Tevens zijn op de boorstaten de actuele grondwaterstanden ten tijde van het grondonderzoek weergegeven.

De boorlocaties zijn door Fugro GeoServices B.V. uitgezet en gewaterpast in het RD-stelsel (t.o.v. NAP) en zijn aangegeven op de situatietekening in bijlage 1316-0133-000-1.

3.2 Laboratoriumonderzoek

Het geotechnisch laboratoriumonderzoek is uitgevoerd door ons Laboratorium voor Infra- en Geotechniek en is NEN-EN-ISO/IEC 17025 (2005) geaccrediteerd door de Raad voor Accreditatie (zie bijlage "Kwaliteitsborging Laboratorium voor Infra- en Geotechniek").

Het laboratoriumonderzoek voor dit project heeft bestaan uit:

- classificatie van alle geroerde en ongeroerde monsters;
- bepaling volumiek gewicht, watergehalte en ongedraineerde schuifsterkte;
- bepaling korrelverdeling van zandlagen (13x);
- bepaling Atterbergse Grenzen (2x).

De resultaten van de uitgevoerde proeven zijn opgenomen in de bijlage "Laboratoriumrapportage".

4. TERREIN EN BODEMGESTELDHEID

De maaiveldniveaus ter plaatse van de sondeer- en boorlocaties (zoals beschreven in hoofdstuk 3) zijn ten tijde van de onderzoeken aangetroffen van NAP +5,60 m tot NAP +7,31 m. Verdere gegevens met betrekking tot het huidige maaiveldniveau ter plaatse van de uit te voeren horizontaal gestuurde boring staan weergegeven in het door de opdrachtgever verstrekte dwarsprofiel in bijlage 1316-0133-000-2.

Op basis van het uitgevoerde grond- en laboratoriumonderzoek (zoals beschreven in hoofdstuk 3) kan de bodemgesteldheid globaal worden geschematiseerd zoals in tabel 4-1 is weergegeven.

tabel 4-1: Globale bodemgesteldheid

Diepte in m t.o.v. NAP			Bodembeschrijving	
+5,6 à +7,3	tot	+3,6 à +6,9	KLEI (niet overal aanwezig).	Siltig tot sterk siltig, matig humeus
+3,6 à +6,9	tot	-18,0 à -19,0	ZAND	Matig vast tot zeer vast, afwisselend zeer fijn tot uiterst grof, lokaal doorsneden door een kleilaagje(s) en lokaal zwak tot matig grindig.
-4,0 à -7,2	tot	-8,0 à -8,6	KLEI alleen ter plaatse van DKM3/B3 en DKM4	Vast, sterk siltig.
-18 à -19			Maximaal verkende diepte	

Het waterpeil in de sloot ten zuiden van de provinciale weg N435 is d.d.27 mei 2016 aangetroffen op NAP +4.81 m. Het waterpeil in de sloot ten zuiden van het spoor is d.d.27 mei 2016 aangetroffen op NAP +4.86 m. Deze waterstanden zijn eenmalige opnamen en bedoeld als een oriënterend gegeven.

Tijdens de uitvoering van het grondonderzoek zijn de in tabel 4-2 weergegeven freatische grondwaterstanden en stijghoogtes aangetroffen. Deze grondwaterstanden zijn eenmalige opnamen en zijn bedoeld als een oriënterend gegeven. De grondwaterstand kan in de tijd fluctueren onder invloed van de weersgesteldheid en de seizoenen.

Tabel 4-2: Raming grondwaterstand en stijghoogte op de projectlocatie

Locatie	Filterafstelling [m t.o.v. NAP]	Grondwaterstand / stijghoogte incl. datum waarneming [m t.o.v. NAP]	
B3	-5,8 / -6,8	+5,21 (d.d. 14-06-16)	+5,31 (d.d. 01-07-16)
B5	-5,5 / -6,5	+5,15 (d.d. 14-06-16)	+5,26 (d.d. 01-07-16)
B7	-5,2 / -6,2	+5,18 (d.d. 14-06-16)	+5,26 (d.d. 01-07-16)
HB1	+4,3 / +3,3	+5,13 (d.d. 14-06-16)	+5,25 (d.d. 01-07-16)
HB8	+2,9 / +1,9	+5,09 (d.d. 14-06-16)	+5,32 (d.d. 01-07-16)
HB10	+2,8 / +1,8	+5,22 (d.d. 14-06-16)	+5,25 (d.d. 01-07-16)

Daarnaast zijn in de omgeving van de locatie grondwaterstands-gegevens opgevraagd uit de DINO-database van TNO. Voor gedetailleerde informatie hierover wordt verwezen naar Fugro rapport 1316-0133-000_33.R01 d.d.1 juli 2016.

Op basis van de in tabel 4-2 weergegeven grondwaterstanden en de opgevraagde grondwaterstand-gegevens kan worden geconcludeerd dat de freatische grondwaterstand en stijghoogte van het grondwater gemiddeld NAP +4,9m bedraagt. Voor de berekeningen van de leidingparameters en muddrukken is deze gemiddelde grondwaterstand aangehouden.

5. GEOTECHNISCHE EN GEOHYDROLOGISCHE ADVIEZEN

5.1 Algemeen

De geotechnische en geohydrologische adviezen hebben betrekking op:

- de diepteligging van de leiding;
- de minimale en maximale boorspoeldruk (huidige situatie/maaiveldhoogtes);
- de grondmechanische parameters ten behoeve van de sterkteberekening van de leiding (huidige situatie/maaiveldhoogtes);
- de zetting van de leiding;
- de kwelweg;
- de stabiliteit van de taludhelling van de te realiseren ontgraving nabij het in- en uittredepunt.

In het navolgende wordt op deze onderwerpen nader ingegaan. Voor de gehanteerde normen en basisgegevens wordt verwezen naar de inleiding.

5.2 Diepteligging van de leiding (uitvoering)

In het lengteprofiel zoals weergegeven in bijlage 1316-0133-000-2 is de door de opdrachtgever voorgestelde diepteligging van de leiding weergegeven. Overigens zullen de grondmechanische parameters en minimum/maximum boorspoeldrukken wijzigen bij een veranderde diepteligging. Op basis van het uitgevoerde grond- en laboratoriumonderzoek is de horizontaal gestuurde boring op de voorgestelde diepte uitvoerbaar. Wel dient rekening gehouden te worden met het kruisen van lokaal grindhoudende zandlagen, zie resultaten van de uitgevoerde korrelverdelingen. Ook zal mogelijk op ca. 80m tot ca.140m uit het intredepunt van de boring de leiding door vaste klei geboord moeten worden, waardoor de uitvoering kan worden bemoeilijkt.

5.3 Boorspoeldruk

Tijdens de uitvoering van de horizontaal gestuurde boring wordt gebruik gemaakt van een boorspoeling voor het reduceren van de wrijving langs de buiswand en het afvoeren van de losgeboorde grond. In geval van toepassing van te lage of te hoge boorspoeldrukken zal de benodigde retourstroom stoppen. In geval van te hoge boorspoeldrukken kan sprake zijn van een uitbraak van boorspoeling, hetgeen risico's met zich mee kan brengen tijdens en na de uitvoering van de boring. Derhalve dient de boorspoeldruk te worden beperkt. Aangezien in het algemeen de boorspoeldruk niet op de juiste plaats wordt gemeten (namelijk direct achter de boorkop) en vaak ook niet digitaal wordt geregistreerd dient enige voorzichtigheid te worden betracht. Ter bepaling van de maximum boorspoeldrukken is het minimum genomen van de volgende waarden:

- de ruimte-expansietheorie uit NEN 3651 voor een boorgat-diameter van circa 1,5 à 1,75 x de leidingdiameter en voor een plastische zone van 2/3 respectievelijk 1/2 maal de dekking, respectievelijk voor zand en klei/veen/leem, vermeerderd met de hydrostatische waterdruk;
- 70% van de passieve grondbelasting uit NEN 3650 voor ondiep gelegen leidingen en voor een boorgat-diameter van circa 1,5 à 1,75 x de leidingdiameter vermeerderd met de hydrostatische waterdruk;
- 0,7 x het minimum van de conusweerstand binnen 2 meter onder en boven het hart van de leidingen.

Bij de berekeningen is uitgegaan van de bestaande situatie en een relatief groot boorgat (circa 1,5 à 1,75 x de leidingdiameter). De gegeven maximaal toelaatbare boorspoeldrukken

gelden voor kortdurende situaties. Vanwege de kans op doorbraak tot aan maaiveld mogen de genoemde drukken niet langdurig blijven gehandhaafd. Geadviseerd wordt om de boerspoeldruk in de boorgang direct buiten de boorkop te meten. De op deze plaats gemeten maximaal toelaatbare boerspoeldruk is voor de actuele gronddekking aangegeven in bijlage 1316-0133-000-4. Indien de boerspoeldruk aan het maaiveld wordt gemeten, dient de vermelde waarde te worden verminderd op basis van het volumegewicht van de boerspoeling (ca. 11,0 kN/m³) en het drukverlies tussen meetpunt en boorkop.

Tussen de doorsneden dient te worden uitgegaan van de maatgevende boerspoeldruk. Uitgezonderd nabij het in- en uittredepunt is voldoende gronddekking aanwezig om uitbraak van boerspoeling te voorkomen, mits de maximum boerspoeldrukken niet worden overschreden. Indien toch grondbreuk optreedt dan zal dat in de directe omgeving van het in- of uittredepunt zijn (met name t.p.v. het uittredepunt van de pilotboring), hetgeen in het algemeen geen problemen zal veroorzaken.

5.4 Grondmechanische parameters

Ter plaatse van 11 maatgevende doorsneden voor de in bijlage 1316-0133-000-2 weergegeven diepteligging van de leiding zijn de volgende grondmechanische parameters bepaald:

1. neutrale gronddruk in kN/m²;
2. passieve verticale gronddruk in kN/m²;
3. verticaal evenwichtsdraagvermogen in kN/m²;
4. verticale beddingsconstante omhoog $k_{v,top}$ in kN/m³;
5. verticale beddingsconstante sleufloos omlaag k_v in kN/m³;
6. horizontaal evenwichtsdraagvermogen in kN/m²;
7. horizontale beddingsconstante k_{h30} in kN/m³;
8. maximale wrijving per lengte-eenheid leidinglengte in kN/m¹;
9. verplaatsing bij maximale wrijving in mm.

De parameters zijn overigens sterk afhankelijk van de uitvoering (toegepaste boerspoeldrukken, verbruik en samenstelling boerspoeling, voortgang).

De berekening van de grondmechanische parameters is uitgevoerd conform NEN 3650 en NPR 3659. De grondmechanische parameters zijn gepresenteerd in de bijlage 1315-0222-000-3.

Bij de gepresenteerde waarden kunnen de volgende kanttekeningen worden gemaakt:

- de opgegeven waarden zijn exclusief de hydrostatische waterdruk en eventuele verkeersbelasting;
- alle parameters zijn berekend exclusief de onzekerheidsfactoren volgens NEN 3650;
- de minimum grondwrijving is aanzienlijk lager dan het gepresenteerde maximum;
- de parameters zijn opgegeven voor snelle belastingveranderingen (ongedraineerde parameters) en langzame belastingveranderingen (gedraineerde parameters).

Indien het ontwerp erg gevoelig is voor mogelijke variaties in de gebruikte parameters dan verzoeken wij u contact op te nemen met Fugro GeoServices B.V. / RPS advies- en ingenieursbureau b.v.

5.5 Zettingen

Op basis van de verstrekte tekening N-559-20-XS-043-1-A15; wijz. 1 worden geen significante ophogingen voorzien in geval de N345 wordt gereconstrueerd. Er worden dan ook geen significantie zettingen verwacht onder het geprojecteerde leidingniveau.

Wanneer de aanvulling onder de leiding, ter plaatse van het in- en uittredepunt van de horizontaal gestuurde boring, wordt uitgevoerd in goed verdicht zand, kan worden uitgegaan van een uitvoeringszakingsverschil f_v van maximaal 25 à 45 mm. De zakingsverschillen ontstaan voornamelijk ten gevolge van enige verdichting na uitvoering en elastische indrukking tijdens het aanvullen van de ontgravingen nabij start- en ontvangstuip. Deze zettingen mogen worden gerekend tot de uitvoeringsverschilzakkingen zoals deze conform NEN 3650-1:2012 Tabel C5 in rekening gebracht dienen te worden.

5.6 Controle kwelweg

Voor de op de projectlocatie heersende grondwaterstanden wordt verwezen naar hoofdstuk 4 van dit rapport.

Gezien de aangetroffen bodemopbouw, de aangetroffen (grond)waterstanden, de geometrie van de uit te voeren horizontaal gestuurde boring alsmede de maaiveldniveaus ter plaatse van het in- en uittredepunt van de horizontaal gestuurde boring behoeven geen bijzondere maatregelen (zoals bijv. kwelschermen) te worden toegepast.

5.7 Stabiliteit open ontgravingen

De horizontaal gestuurde boring zal volgens de opdrachtgever worden uitgevoerd in een pers- en ontvangstuip ter plaatse van het in- en uittredepunt. Daarnaast zal om de bestaande leiding aan te sluiten op de nieuwe leiding gebruik worden gemaakt van een open ontgraving.

5.7.1 Methode Bishop

De stabiliteit van de ontgravingen 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 diepte van de ontgraving;
- de wateroverspanning in de ondergrond als gevolg van een eventuele belasting op maaiveld en de doorlatendheid van de ondergrond;
- de taludhelling.

In doorsnede I (ontgravingen aan zijde intredepunt) is aangehouden:

- | | |
|--|------------|
| - oorspronkelijk maaiveld | NAP +7,3 m |
| - bodem put | NAP +4,3 m |
| - freatische grondwaterstand | NAP +4,9 m |
| - stijghoogte eerste watervoerend pakket | NAP +4,9 m |
| - drooglegging ter plaatse van put | NAP +4,0 m |

In doorsnede 2 (ontgravingen aan zijde uittredepunt) is aangehouden:

- oorspronkelijk maaiveld NAP +5,9 m
- bodem put NAP +2,9 m
- freatische grondwaterstand NAP +4,9 m
- stijghoogte eerste watervoerend pakket NAP +4,9 m
- drooglegging ter plaatse van put NAP +2,6 m

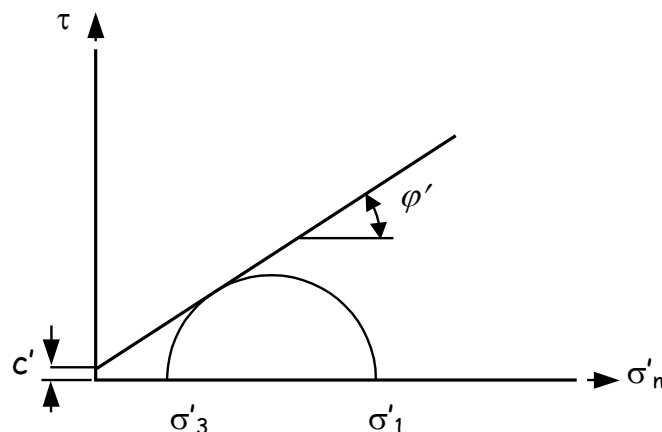
Naast de bovenstaande gegevens is voor beide situaties gerekend met een verkeersbelasting van 10 kN/m^2 nabij de insteek van het talud van de put. Deze belasting is toegevoegd teneinde het effect van een kraan mee te nemen in de berekeningen. Opslag van materiaal is niet meegenomen in de berekeningen en dient derhalve op voldoende afstand uit de insteek van het talud plaats te vinden.

De stabiliteitsberekeningen zijn gemaakt voor de uiterste grenstoestand (UGT). De partiële factoren hebben de volgende waarden voor RC2:

- 1,00 op het volumiek gewicht;
- 1,3 op de cohesie c' ;
- 1,5 ongedraineerde schuifweerstand c_u ;
- 1,2 op de tangens van de hoek van inwendige wrijving ϕ' .

In de berekeningen zijn de afmetingen van de bouwkuip aangenomen conform de door de opdrachtgever verstrekte tekeningen. De taludhelling is in de berekeningen aangenomen op 1: 2 (vert.: hor.).

De ondergrond is verdeeld in een aantal lagen waarbij voor iedere laag het volumegewicht en de wrijvingseigenschappen (hoek van inwendige wrijving ϕ' en de cohesie c') zijn bepaald, zie figuur 5-1. Deze parameters zijn onder andere bepaald aan de hand van interpretatie van het grond- en laboratoriumonderzoek alsmede ervaring. Bij de berekeningen zijn rekenwaarden van de grondparameters gebruikt.



Figuur 5-1: Schuifweerstand

Per grondlaag is ook het aanpassingspercentage opgegeven, dat wil zeggen, de mate waarin de korrelspanning is aangepast aan het gewicht van de bovenbelasting. 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

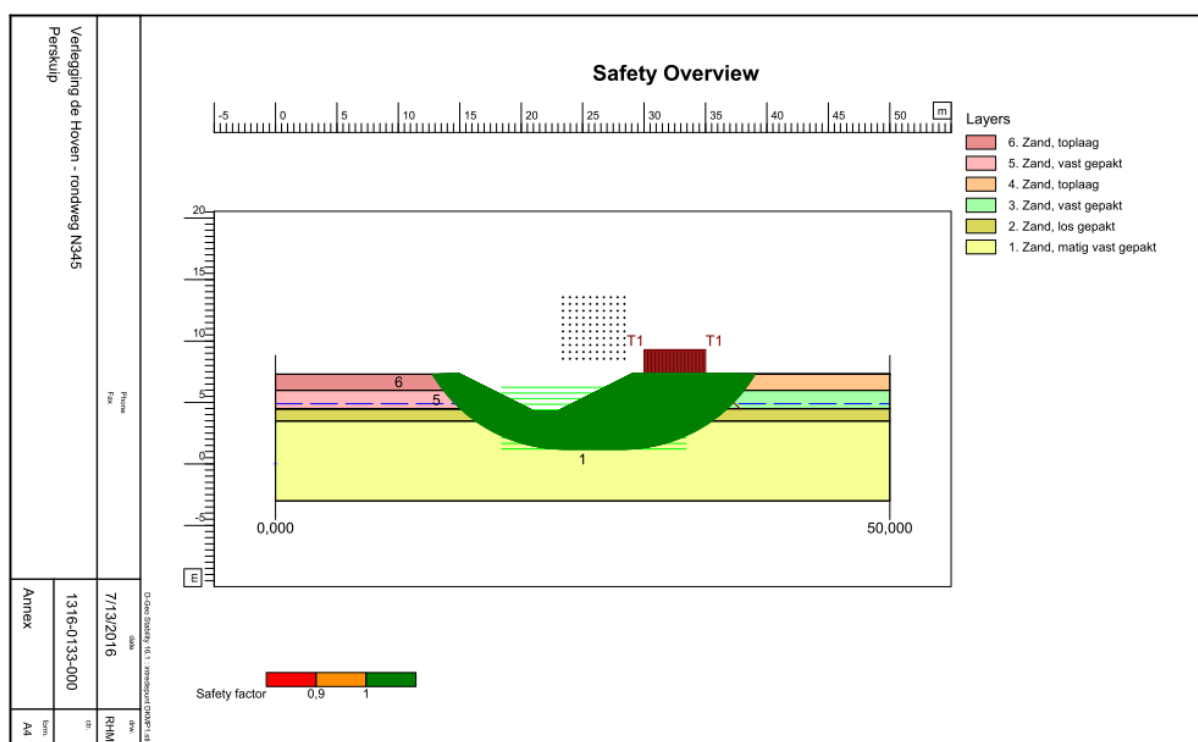
heeft gekregen om af te stromen, neemt het aanpassingspercentage toe waardoor ook de korrelspanningen en de weerstand tegen afschuiven toenemen. Na het verstrijken van de hydrodynamische periode, is sprake van 100% aanpassing. Opgemerkt wordt dat bij het uittredepunt op geringe diepte dunne kleilagen zijn aangetroffen van maximaal 0,2m dikte. Gezien deze beperkte dikte zullen deze lagen zeer snel draineren waardoor de opbouw van wateroverspanningen niet reëel wordt geacht. Ter plaatse van het intredepunt zijn geen ondoorlatende lagen aangetroffen en is het ongedraineerde gedrag ook niet van toepassing.

5.7.2 Berekenende stabiliteitsfactor

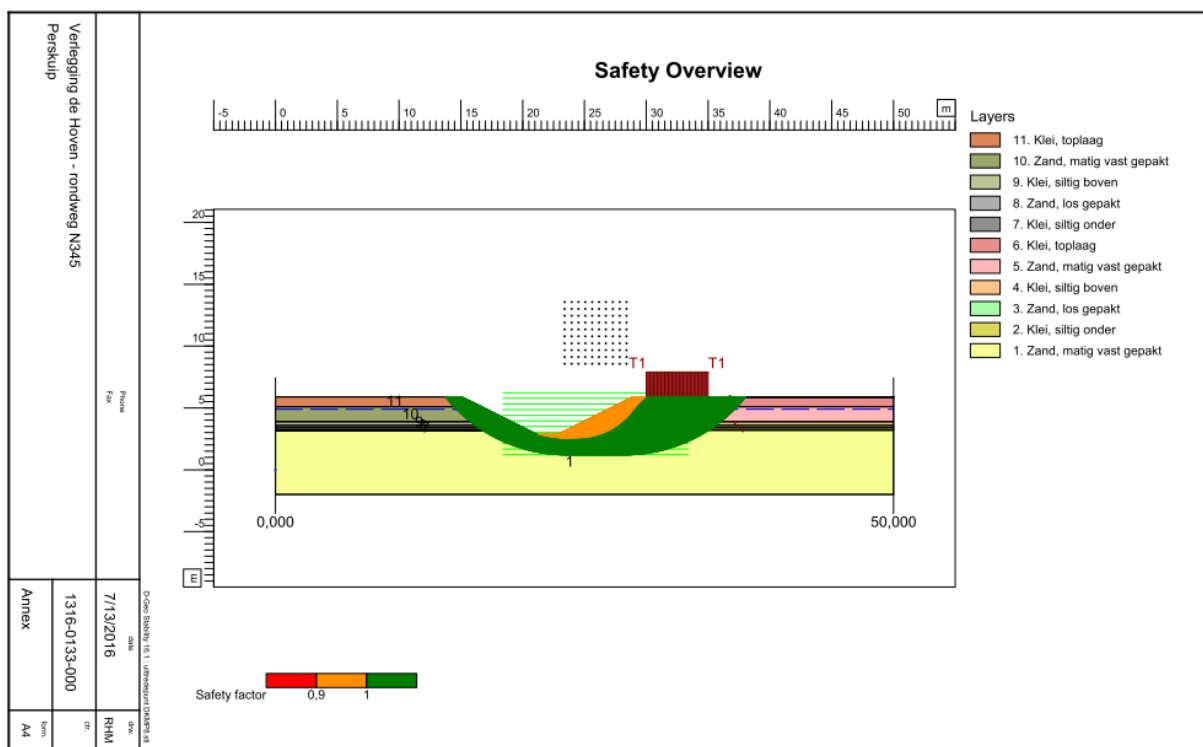
De berekeningsresultaten zijn weergegeven in figuur 5-2 en 5-3 en zijn tevens samengevat in tabel 5-1. Aangezien er sprake is van een tijdelijke ontgraving met een laag risicogehalte bedraagt de vereiste waarde van de stabiliteitsfactor 0,9.

tabel 5-1: Berekenende stabiliteitsfactoren met rekenwaarden van de grondparameters

Locatie	Taludhelling [v:h]	Minimale stabiliteitsfactor SF (eis $SF \geq 0,9$) gedraineerd / ongedraineerd
Intredepunt	1:2	1,17 (ongedraineerd niet van toepassing vanwege de afwezigheid van klei-/veen-/leemlagen)
Uittredepunt	1:2	0,91 (ongedraineerd niet van toepassing vanwege de zeer dunne kleilagen)



Figuur 5-2: safety overview talud 1:2 intredepunt



Figuur 5-3: safety overview talud 1:2 uittredepunt

Uit de stabiliteitsberekeningen volgt dat ter plaatse van zowel het in- als uittredepunt, een open ontgraving met een talud van 1:2 nog voldoet.

RAPPORTAGE

GEOTECHNISCH VELDWERK
betreffende

**HDD VERLEGGING DE HOVEN,
RONDWEG N345**

Opdrachtnummer: 1316-0133-000

VERSIE	DATUM	OMSCHRIJVING WIJZIGING	PARAAF PROJECTLEIDER
1	24 juni 2016		RTJ

FILE: 1316-0133-000_21.KRV01.doc

RAPPORTAGE GEOTECHNISCH VELDWERK

Project	HDD verlegging de Hoven, rondweg N345	Opdrachtnummer	1316-0133-000
Opdrachtgever	N.V. Nederlandse Gasunie Postbus 162 7400 AD DEVENTER	Datum rapportage	24 juni 2016
		Uitvoeringsperiode	26 mei t/m 3 juni 2016
Opgesteld door	J. Nikkels		
Gecontroleerd door	ing. R. Tjemmes		
Projectleider	ing. R. Tjemmes		
Documentnaam	1316-0133-000_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:

- Situatietekening
- Sonderingen
- Veldboorstaten
- Continu Elektrisch Sonderen
- Legenda Terreinproeven en Grondsoorten

1. GEOTECHNISCH VELDWERK

Het geotechnisch veldwerk voor dit project heeft bestaan uit:

- 10 sonderingen met meting van de plaatselijke wrijvingsweerstand waarvan 4 sonderingen met meting van de waterspanning tijdens het sonderen (DKMP);
- 3 mechanische boringen inclusief het plaatsen van een peilbuis in elk boorgat;
- 3 handboringen, inclusief het plaatsen van een peilbuis in elk 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.

De bijgevoegde situatietekening is 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 zowel mechanisch, als handmatig uitgevoerd. Het mechanisch boorwerk is verbuisd uitgevoerd, waarbij de grond uit de buis is verwijderd met behulp van een puls (niet cohesieve gronden, zand, grind) en/of een avegaarboor (cohesieve gronden, klei, veen).

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.

Tijdens het boren zijn geroerde monsters genomen en in het veld geclassificeerd. Als er laboratoriumonderzoek volgt na het veldwerk, worden in het laboratorium de monsters extra gedetailleerd geclassificeerd. Bij eventuele verschillen tussen de veld- en laboratoriumclassificatie, is de laboratoriumclassificatie bepalend. De classificatie van de grond is uitgevoerd conform NEN 5104.

Op basis van de sondeerresultaten is de diepte bepaald van de ongeroerde monsters. De ongeroerde monsternamen bij het mechanisch boren heeft plaatsgevonden door met een slaghamer (Ackermann) een steekbus te slaan. Bij het handboren is dit gebeurd met een Van der Horst steekapparaat. De steekbussen zijn dunwandige metalen bussen met een diameter van 70 mm en een lengte van 400 mm.

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 peilbuis zijn met bijbehorend symbool aangegeven op de situatietekening.

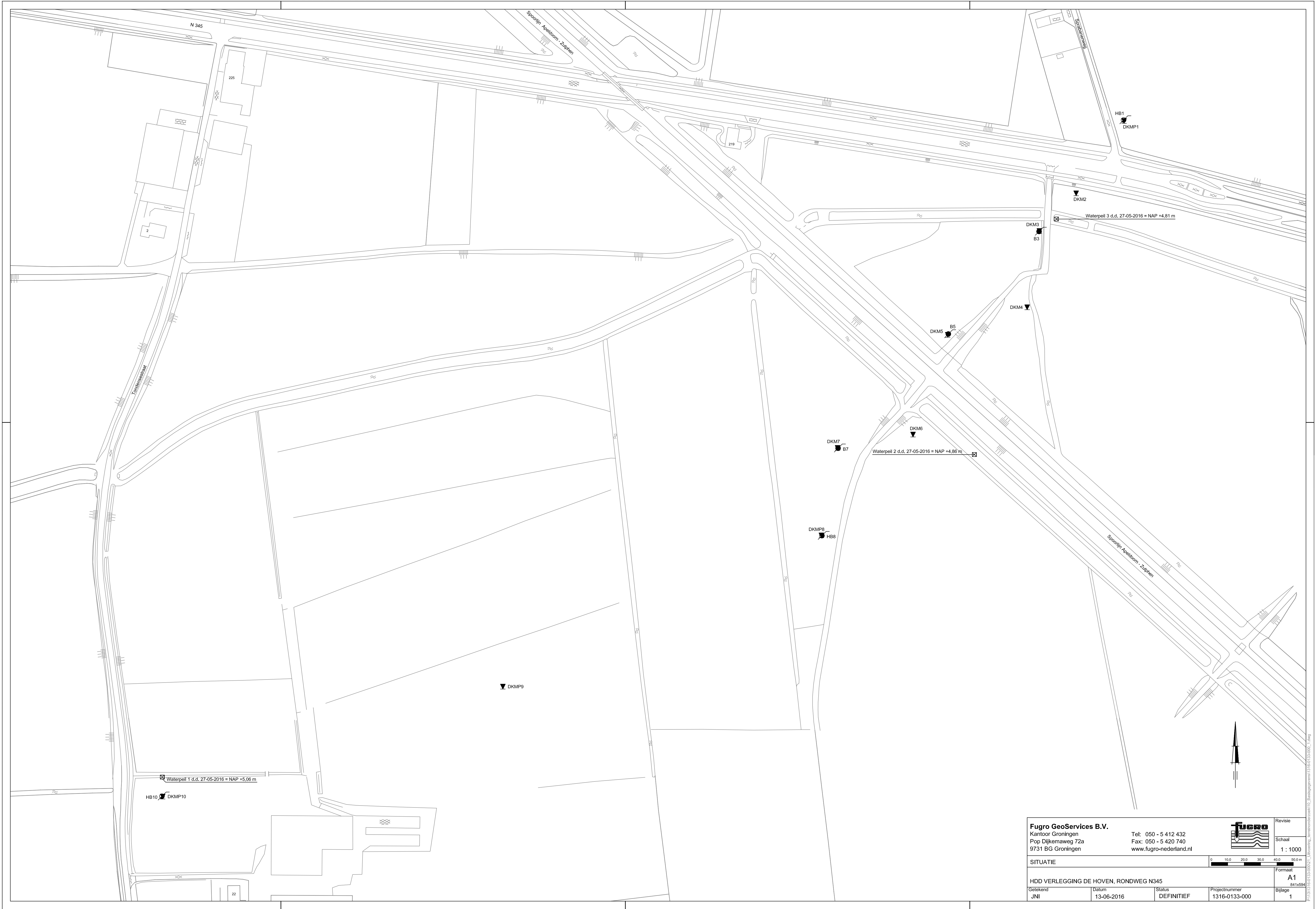
5. (GROND)WATERSTAND

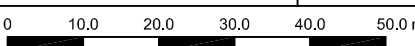
Het peil van nabijgelegen open water is gedurende het grondonderzoek op 3 locaties gemeten en is vermeld op de situatietekening. Deze waterstand is een eenmalige opname en bedoeld als een oriënterend gegeven.

Tijdens de uitvoering van het onderzoek is de grondwaterstand niet gepeild.

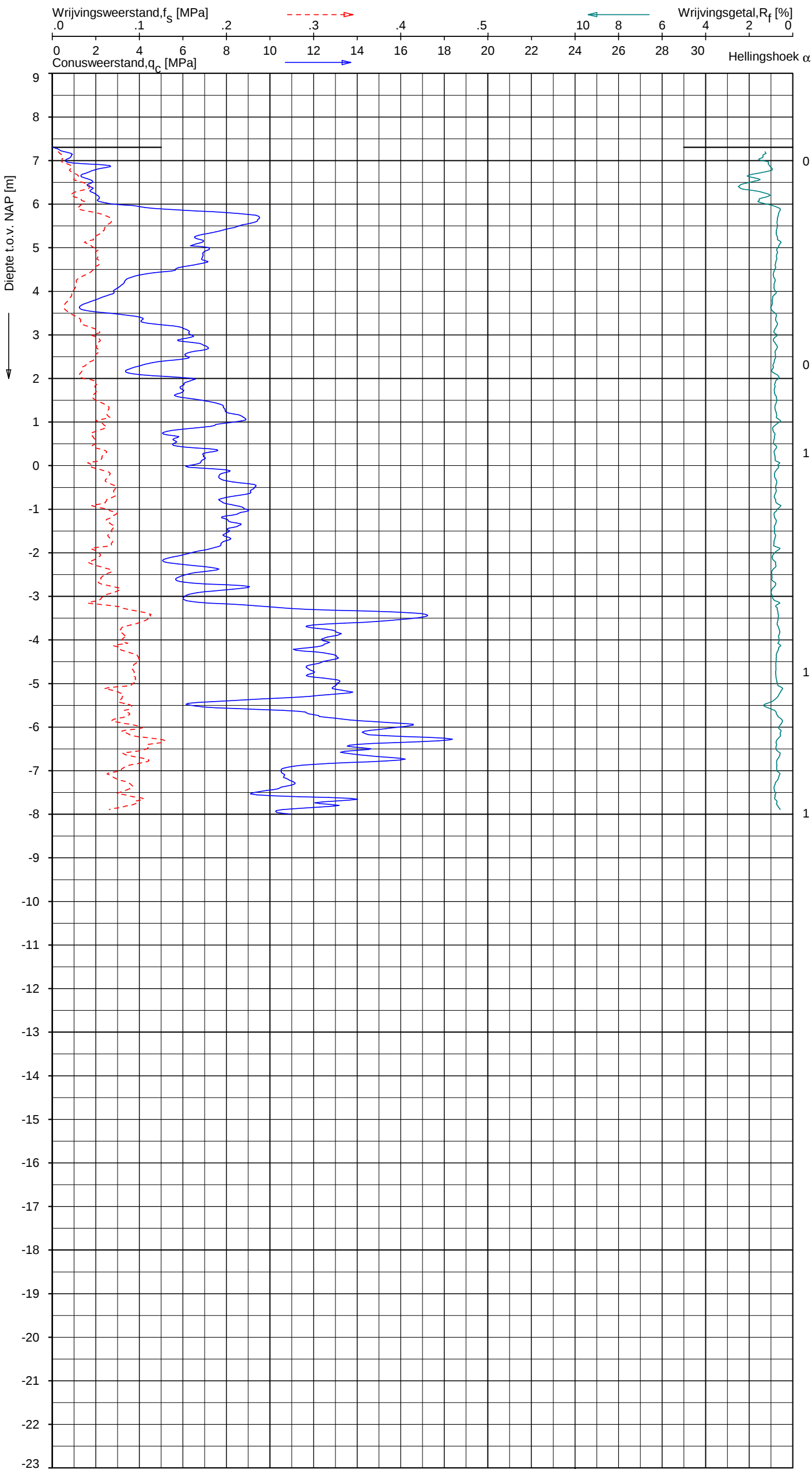
6. KWALITEITSBORGING

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.

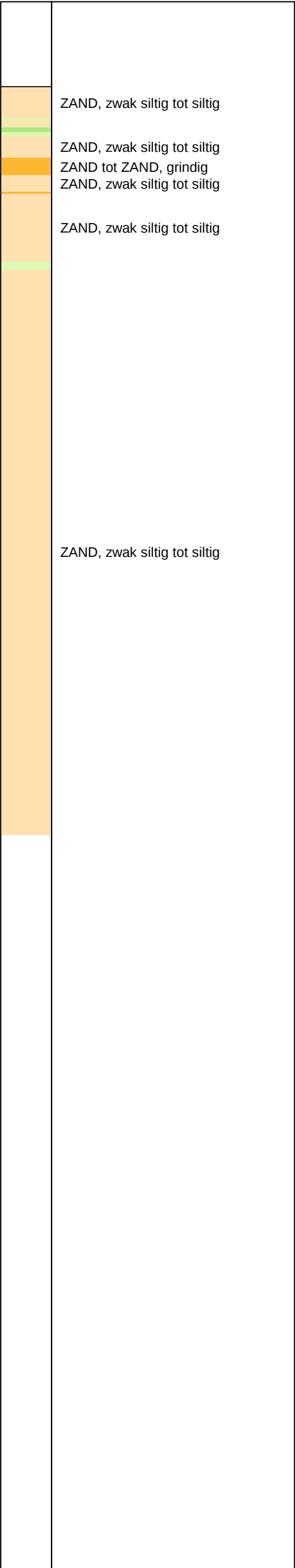


Fugro GeoServices B.V. Kantoor Groningen Pop Dijkemaweg 72a 9731 BG Groningen			Tel: 050 - 5 412 432 Fax: 050 - 5 420 740 www.fugro-nederland.nl		 Revisie Schaal 1 : 1000		
SITUATIE							
HDD VERLEGGING DE HOVEN, RONDWEG N345						Formaat A1 841x594	
Getekend JNI	Datum 13-06-2016	Status DEFINITIEF	Projectnummer 1316-0133-000	Bijlage 1			

P:\1316\1316-0133-000\21_Licentieplan_Rondweg_N345\10_Basisgegevens\1316-0133-000_Licentieplan.dwg



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



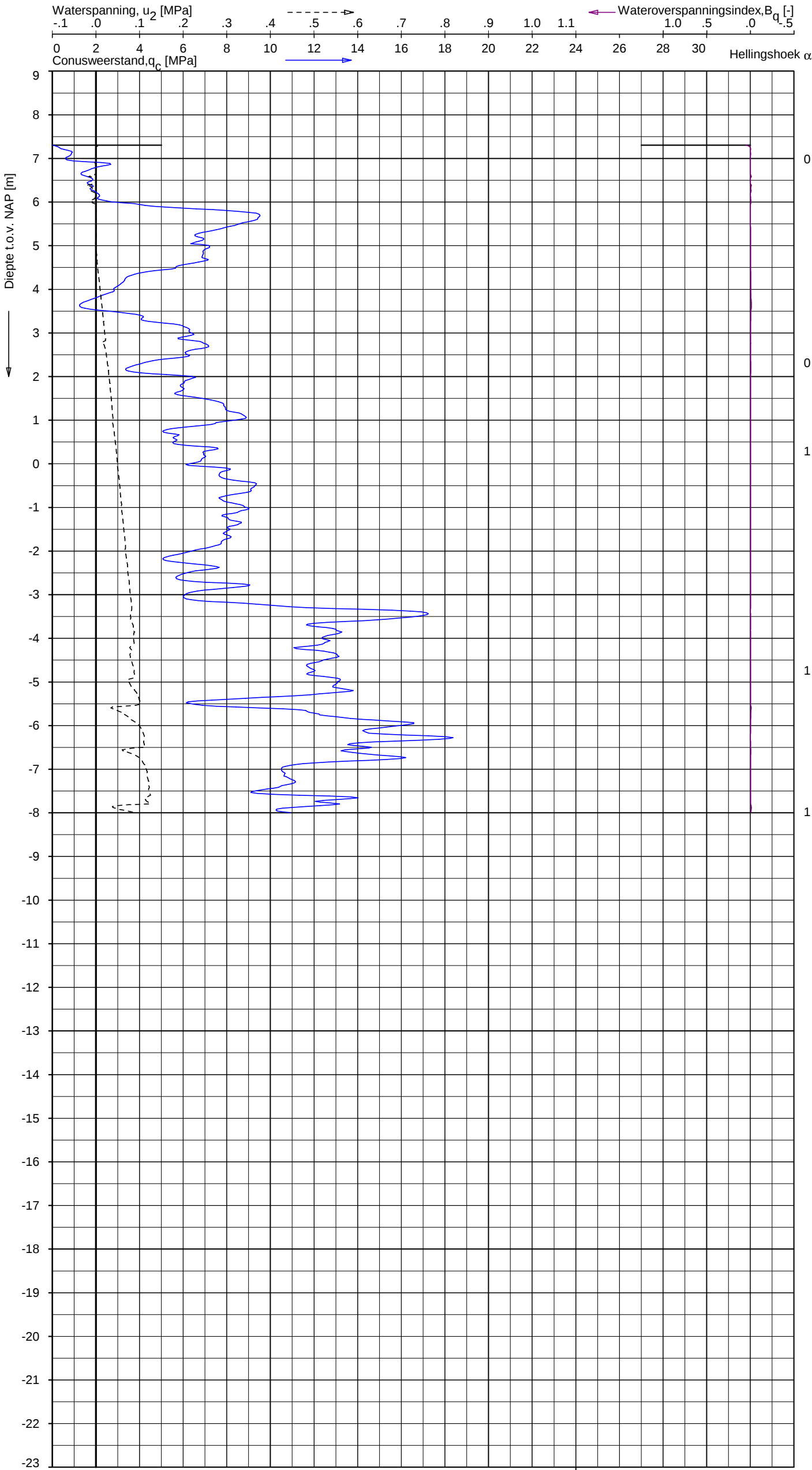
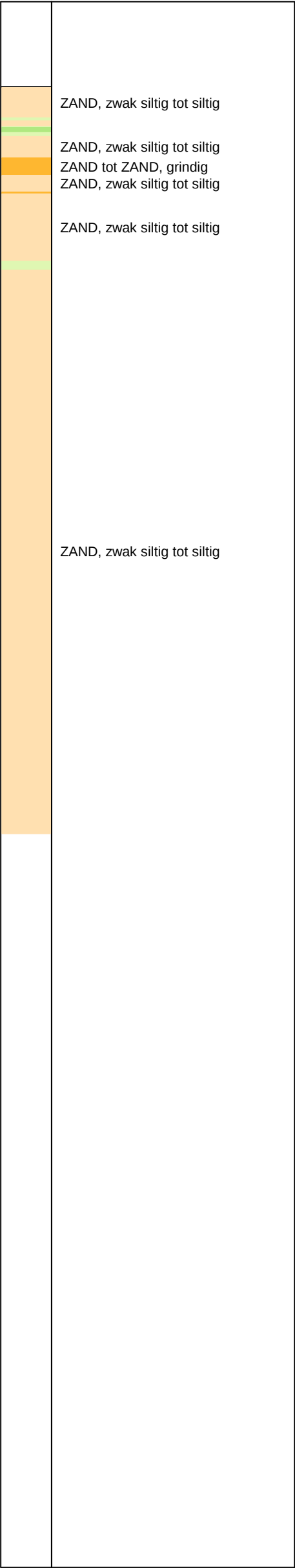
Opg.: RNB	d.d. 27-mei-2016	Coord.: X=208357.3m	Y= 462364.4m	Systeem: RD	Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Get.: NIKKELSJ	d.d. 06-jun-2016	MV = NAP +7.30 m	Conus: CP15-CF75PB1SN2	1701-2670	Toepassingsklasse 2. Test type TE2
					Conustype: $A_c = 1510 \text{ mm}^2$; $A_s = 19895 \text{ mm}^2$

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

HDD VERLEGGING DE HOVEN, RONDWEG N345

Opdr. 1316-0133-000
Sond. DKMP1

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

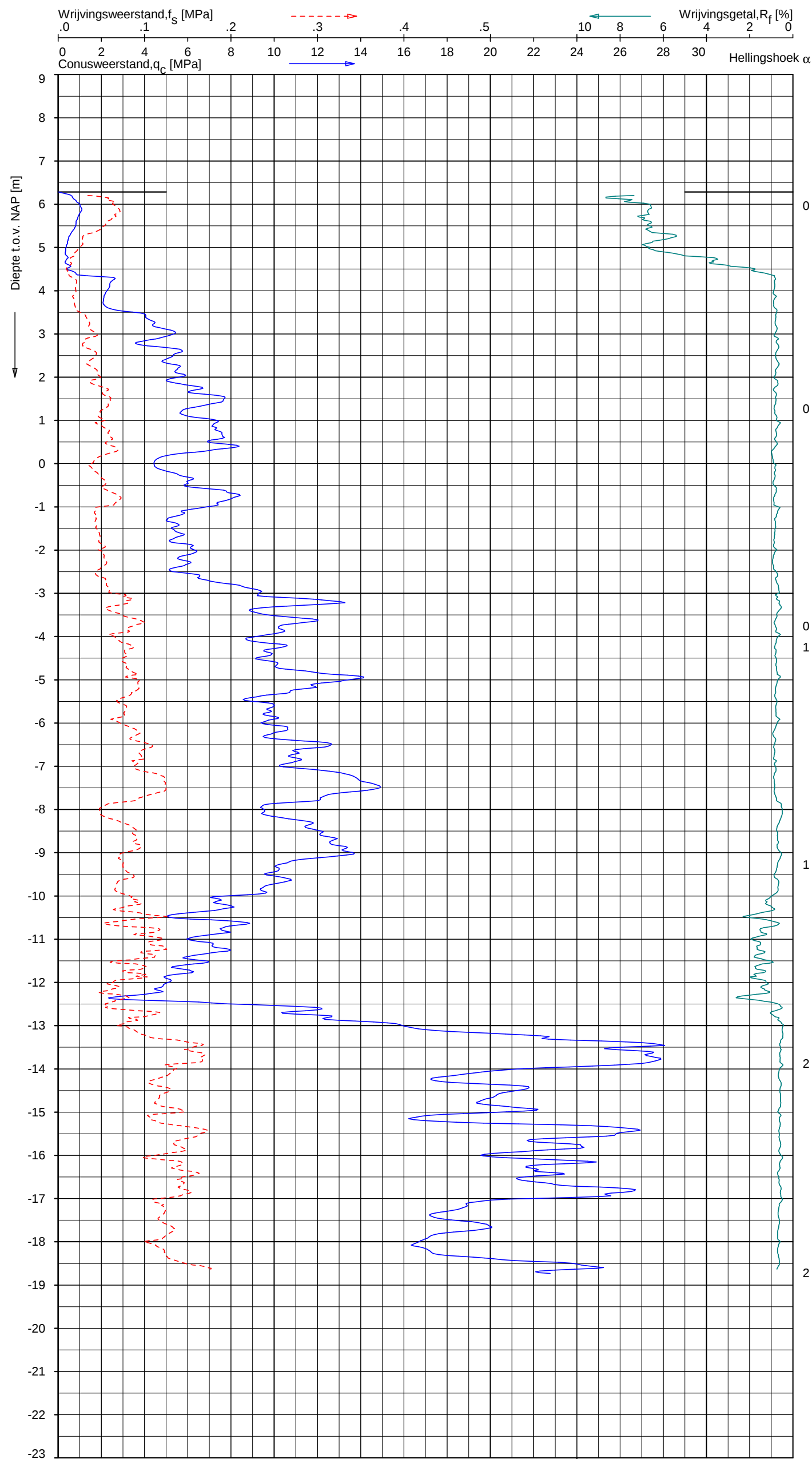


Opg.: RNB d.d. 27-mei-2016 Coord.: X=208357.3m Y= 462364.4m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Get.: NIKKELSJ d.d. 06-jun-2016 MV = NAP +7.30 m Conus: CP15-CF75PB1SN2 1701-2670 Toepassingsklasse 2. Test type TE2
Conustype: $A_c = 1510 \text{ mm}^2$; $A_s = 19895 \text{ mm}^2$

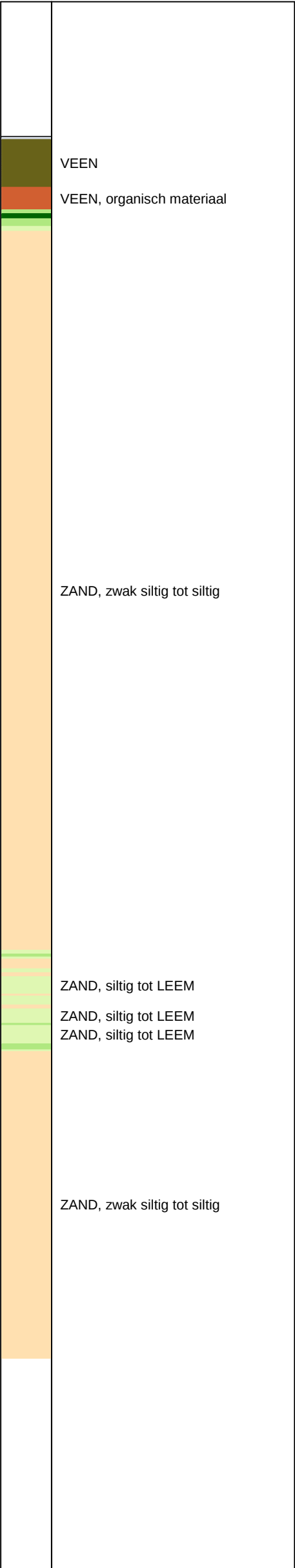
SONDERING MET WATERSPANNINGSMETING

HDD VERLEGGING DE HOVEN, RONDWEG N345

Opdr. 1316-0133-000
Sond. DKMP1



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

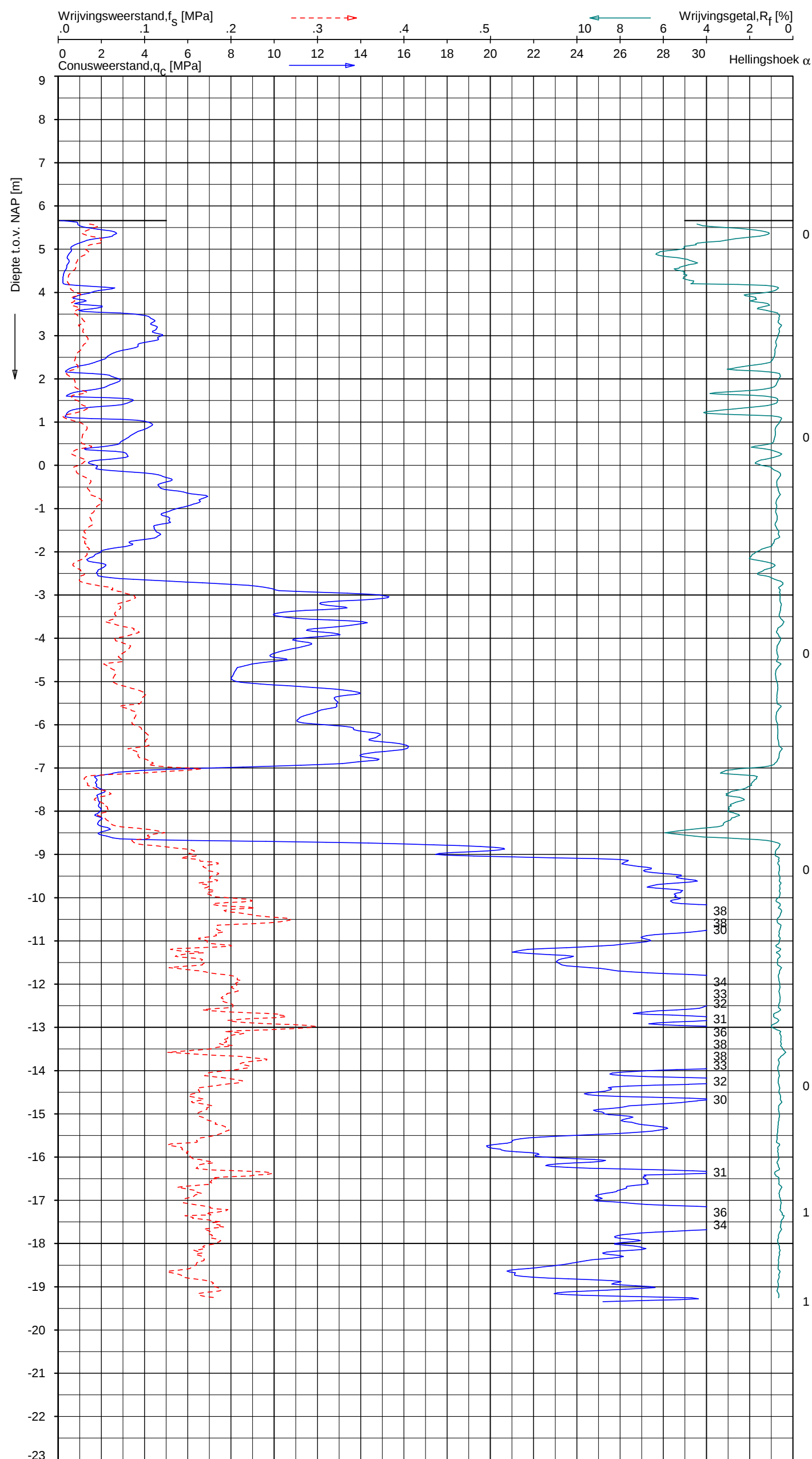


Opg.: RNB d.d. 27-mei-2016 Coord.: X=208328.0m Y= 462320.2m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Get.: NIKKELSJ d.d. 06-jun-2016 MV = NAP +6.28 m Conus: CP15-CF75PB1SN2 1701-2670 Toepassingsklasse 2. Test type TE2
Conustype: $A_c = 1510 \text{ mm}^2$; $A_s = 19895 \text{ mm}^2$

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

HDD VERLEGGING DE HOVEN, RONDWEG N345

Opdr. 1316-0133-000
Sond. DKM2



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

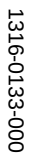


Opg.: RNB d.d. 27-mei-2016 Coord.: X=208305.6m Y= 462297.2m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Get.: NIKKELSJ d.d. 06-jun-2016 MV = NAP +5.66 m Conus: CP15-CF75PB1SN2 1701-2670 Toepassingsklasse 2. Test type TE2
Conustype: A_c = 1510 mm²; A_s = 19895 mm²

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

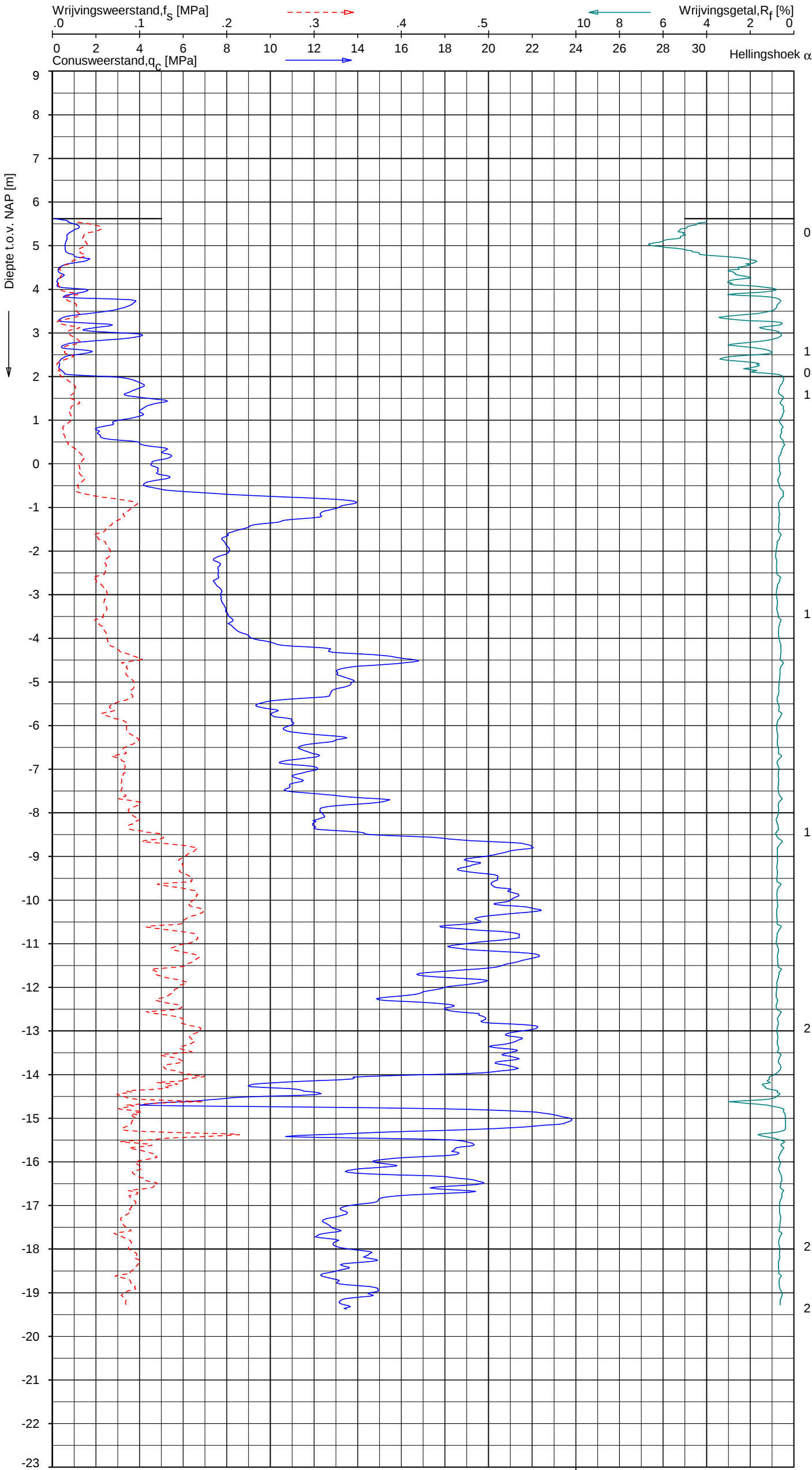
HDD VERLEGGING DE HOVEN, RONDWEG N345

Opdr. 1316-0133-000
Sond. DKM3



	ZAND, vast / ZAND, kleilig
	KLEI, siltig / LEEM
	KLEI, siltig / LEEM
	ZAND, zwak siltig tot siltig
	ZAND, zwak siltig tot siltig
	ZAND, zwak siltig tot siltig
	KLEI, siltig / LEEM
	ZAND, zwak siltig tot siltig
	ZAND, siltig tot LEEM
	ZAND, zwak siltig tot siltig
	KLEI, siltig / LEEM KLEI, zwak siltig tot siltig
	KLEI, siltig / LEEM
	ZAND, zwak siltig tot siltig ZAND, zwak siltig tot siltig
	KLEI, siltig / LEEM
	ZAND, zwak siltig tot siltig
	ZAND, zwak siltig tot siltig
	ZAND, zwak siltig tot siltig
	ZAND tot ZAND, grindig
	ZAND, zwak siltig tot siltig
	ZAND, zwak siltig tot siltig
	ZAND, zwak siltig tot siltig
	ZAND, zwak siltig tot siltig

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

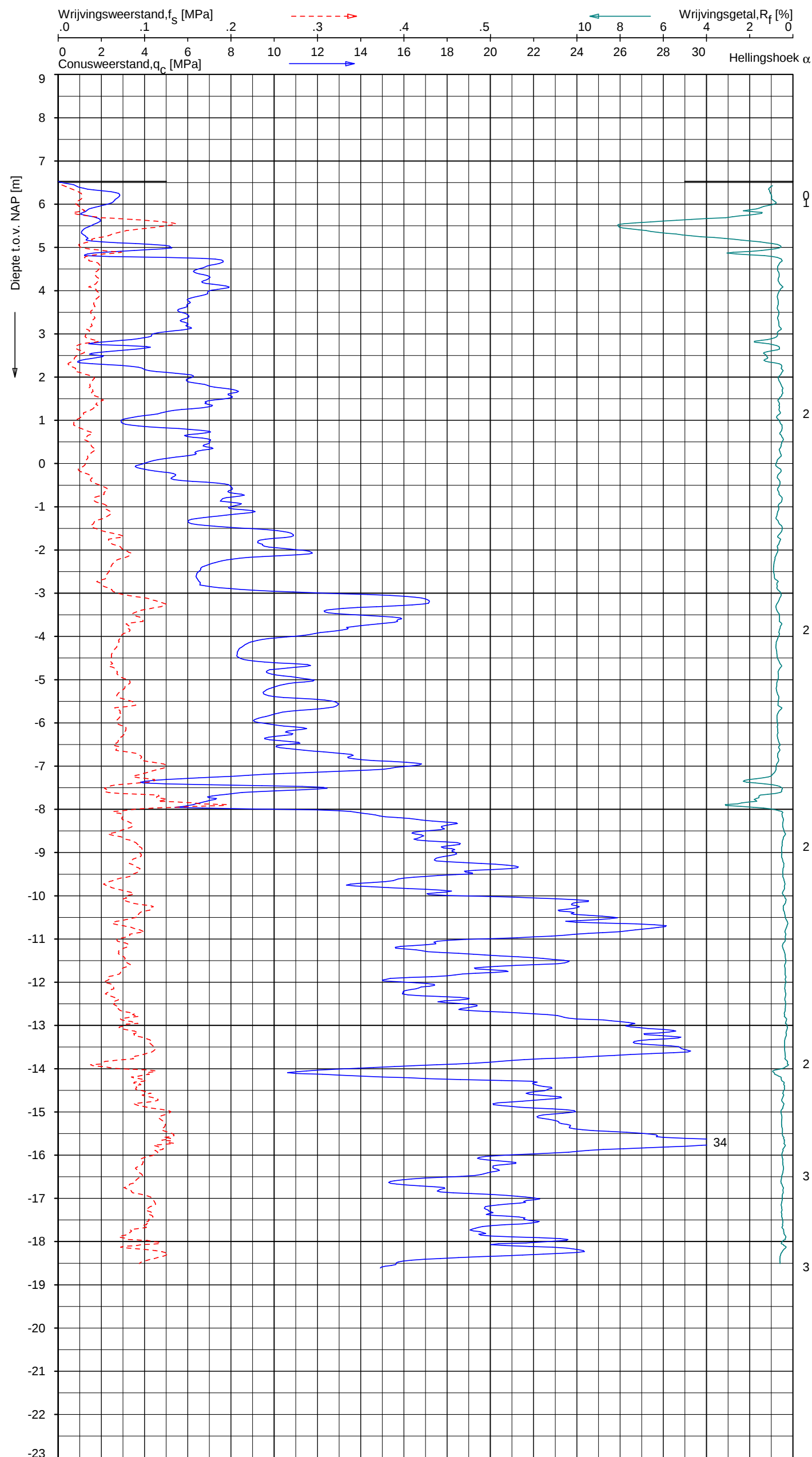


Opg.: RNB d.d. 27-mei-2016 Coord.: X=208249.7 m Y= 462233.9 m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Get.: NIKKELSJ d.d. 06-jun-2016 MV = NAP +5.62 m Conus: CP15-CF75PB1SN2 1701-2670 Toepassingsklasse 2. Test type TE2
Conustype: A_c = 1510 mm²; A_s = 19895 mm²

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

HDD VERLEGGING DE HOVEN, RONDWEG N345

Opdr. 1316-0133-000
Sond. DKM5



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



Opg.: RNB d.d. 26-mei-2016 Coord.: X=208228.6 m Y= 462173.1 m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Get.: NIKKELSJ d.d. 06-jun-2016 MV = NAP +6.53 m Conus: CP15-CF75PB1SN2 1701-2670 Toepassingsklasse 2. Test type TE2
Conustype: A_C = 1510 mm²; A_S = 19895 mm²

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

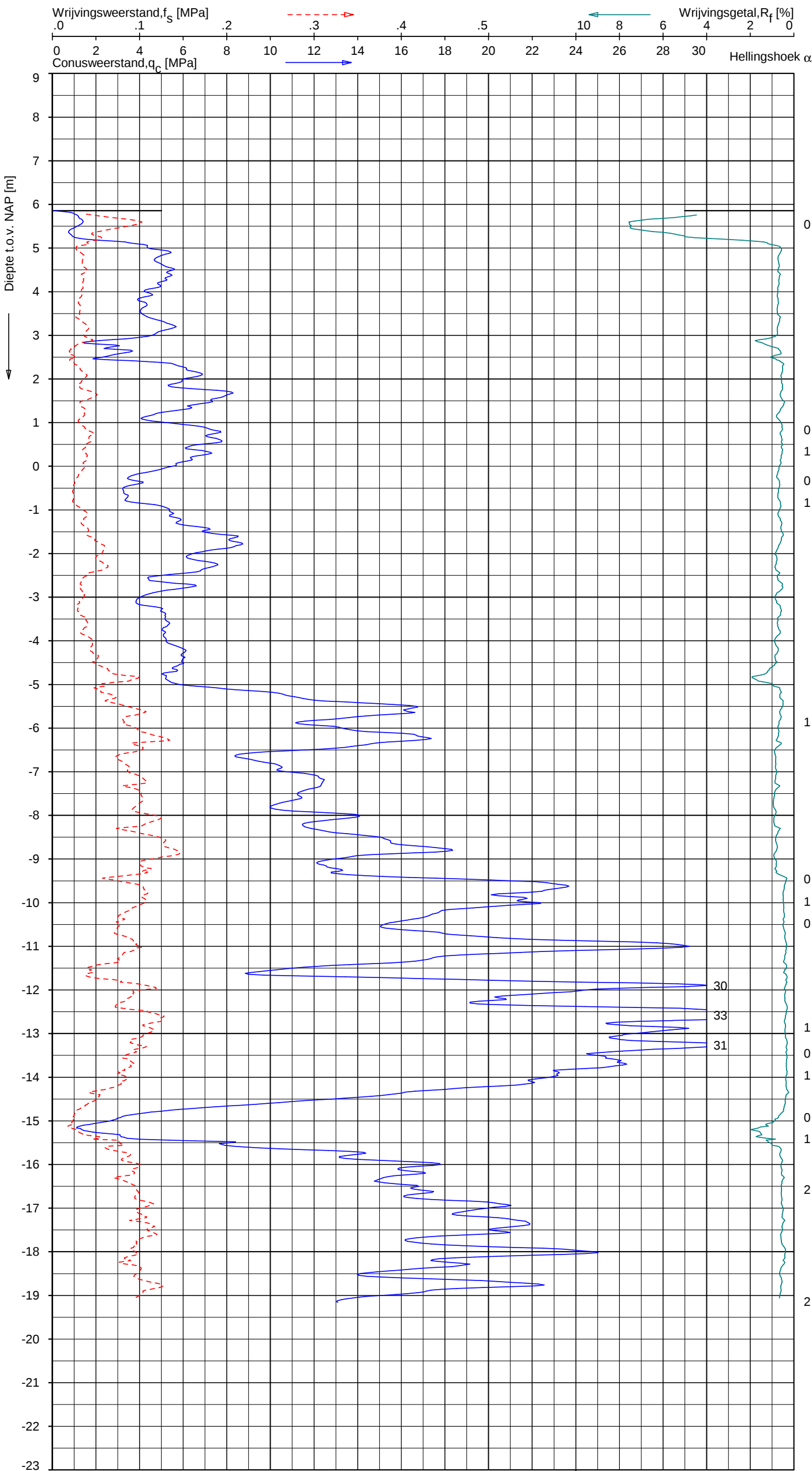
HDD VERLEGGING DE HOVEN, RONDWEG N345

Opdr. 1316-0133-000
Sond. DKM6

UNIPLOT 05.31.nl / QoFClass-R3.cmd / 2016-06-06 13:39:41

1316-0133-000

DKM7 - 1



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

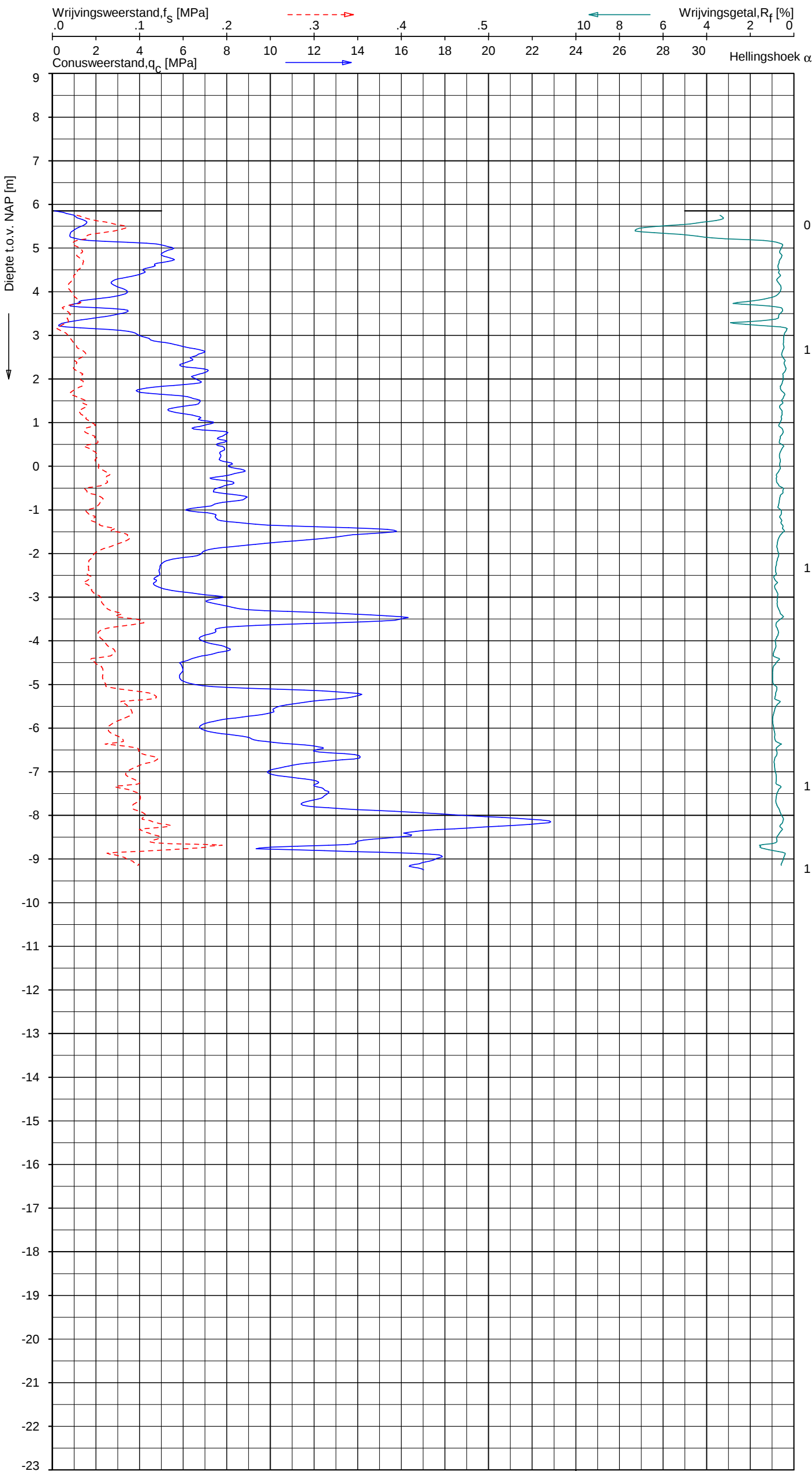


Opg.: RNB d.d. 26-mei-2016 Coord.: X=208182.6 m Y= 462165.0 m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Get.: NIKKELSJ d.d. 06-jun-2016 MV = NAP +5.86 m Conus: CP15-CF75PB1SN2 1701-2670 Toepassingsklasse 2. Test type TE2
Conustype: A_C = 1510 mm²; A_S = 19895 mm²

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

HDD VERLEGGING DE HOVEN, RONDWEG N345

Opdr. 1316-0133-000
Sond. DKM7



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

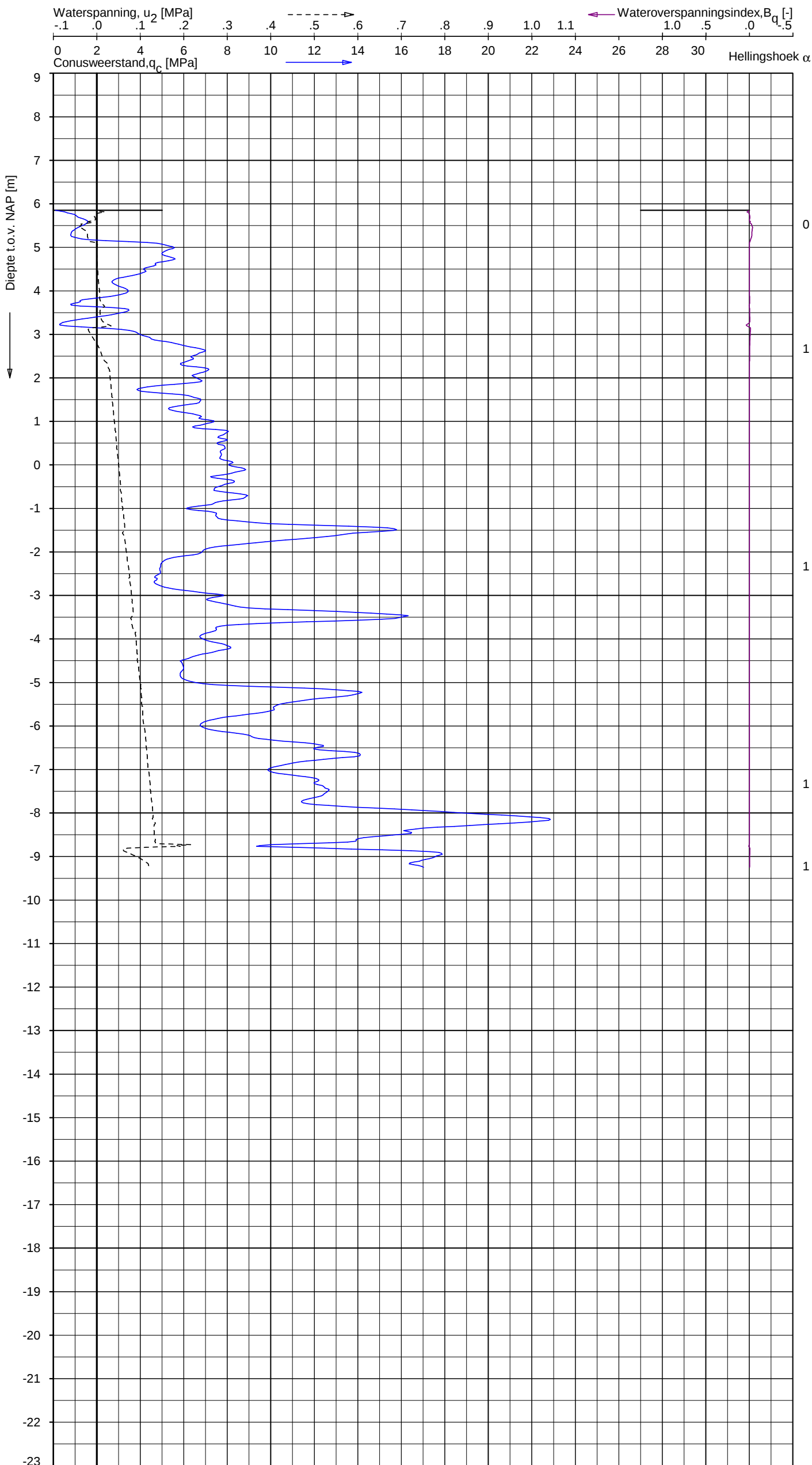


Opg.: RNB d.d. 26-mei-2016 Coord.: X=208172.7 m Y= 462111.6 m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Get.: NIKKELSJ d.d. 06-jun-2016 MV = NAP +5.85 m Conus: CP15-CF75PB1SN2 1701-2670 Toepassingsklasse 2. Test type TE2
Conustype: A_c = 1510 mm²; A_s = 19895 mm²

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

HDD VERLEGGING DE HOVEN, RONDWEG N345

Opdr. 1316-0133-000
Sond. DKMP8



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

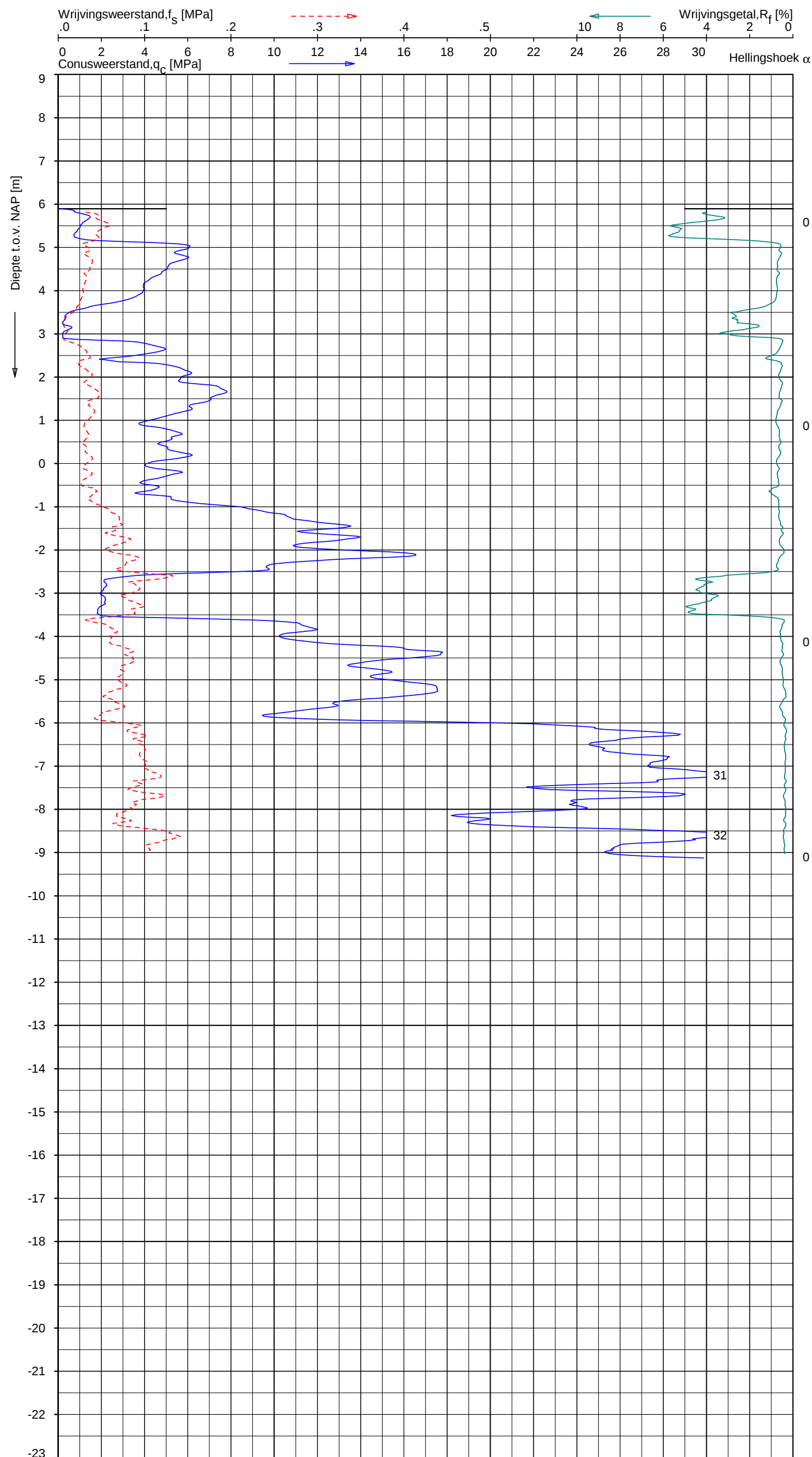


Opg.: RNB d.d. 26-mei-2016 Coord.: X=208172.7 m Y= 462111.6 m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Get.: NIKKELSJ d.d. 06-jun-2016 MV = NAP +5.85 m Conus: CP15-CF75PB1SN2 1701-2670 Toepassingsklasse 2. Test type TE2
Conustype: A_C = 1510 mm²; A_S = 19895 mm²

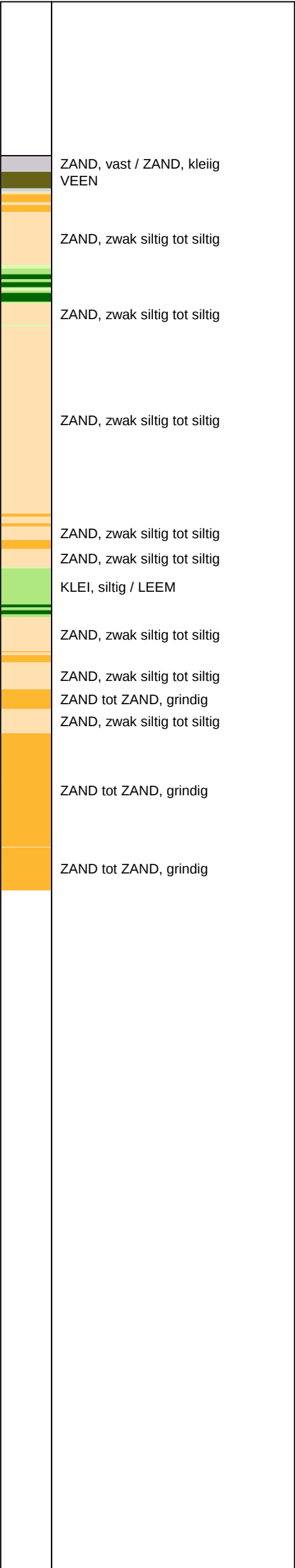
SONDERING MET WATERSPANNINGSMETING

HDD VERLEGGING DE HOVEN, RONDWEG N345

Opdr. 1316-0133-000
Sond. DKMP8



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

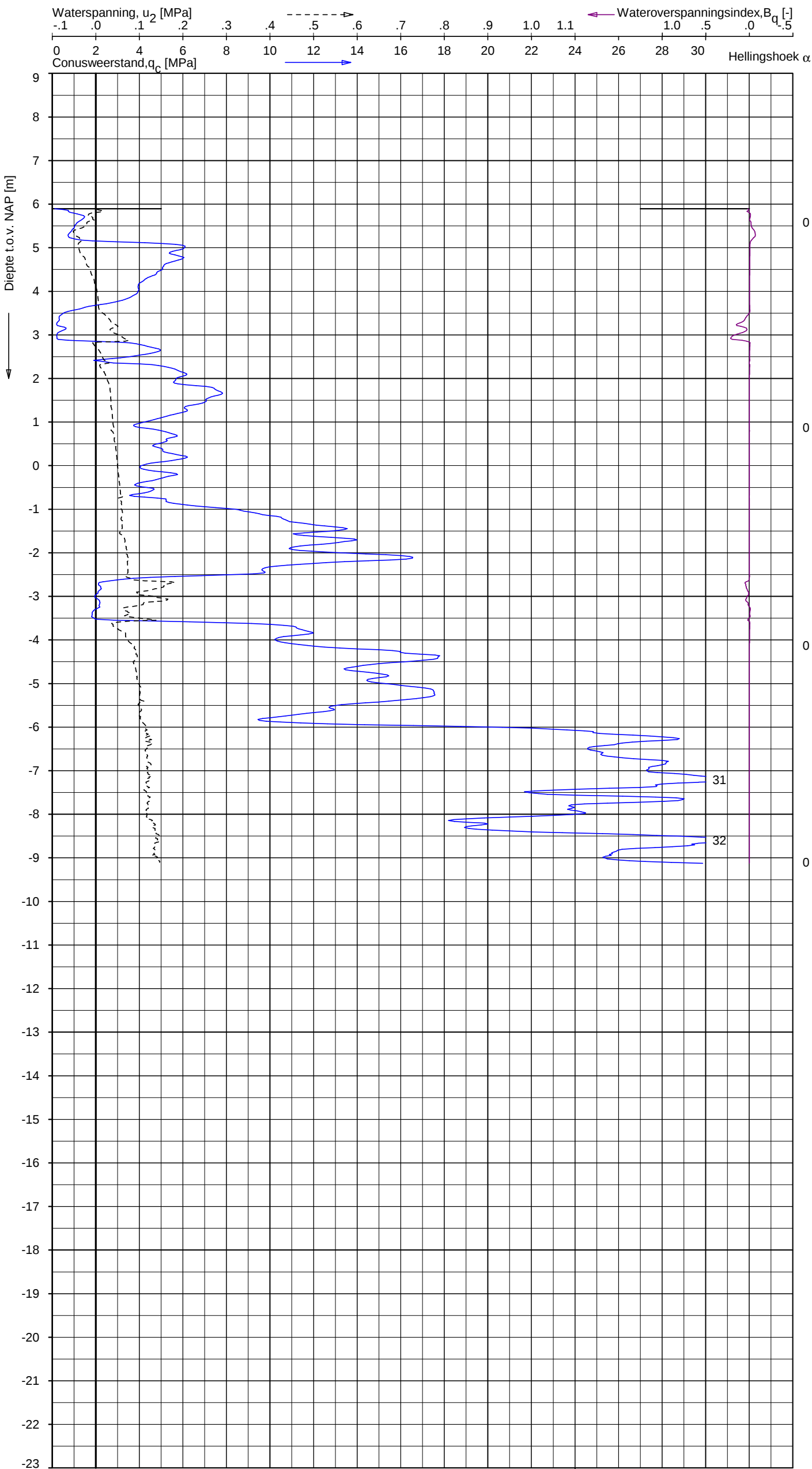


Opg.: RNB d.d. 26-mei-2016 Coord.: X=207978.5m Y= 462019.4m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Get.: NIKKELSJ d.d. 06-jun-2016 MV = NAP +5.89 m Conus: CP15-CF75PB1SN2 1701-2670 Toepassingsklasse 2. Test type TE2
Conustype: $A_c = 1510 \text{ mm}^2$; $A_s = 19895 \text{ mm}^2$

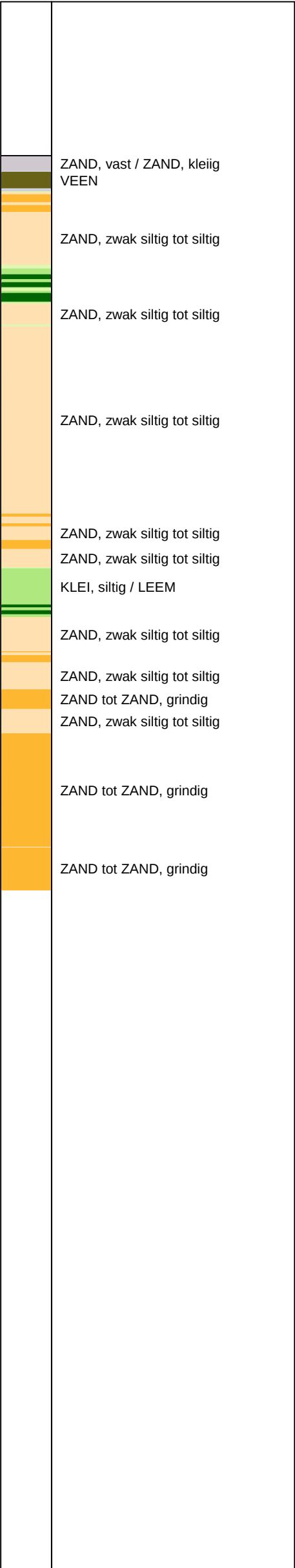
SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

HDD VERLEGGING DE HOVEN, RONDWEG N345

Opdr. 1316-0133-000
Sond. DKMP9



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

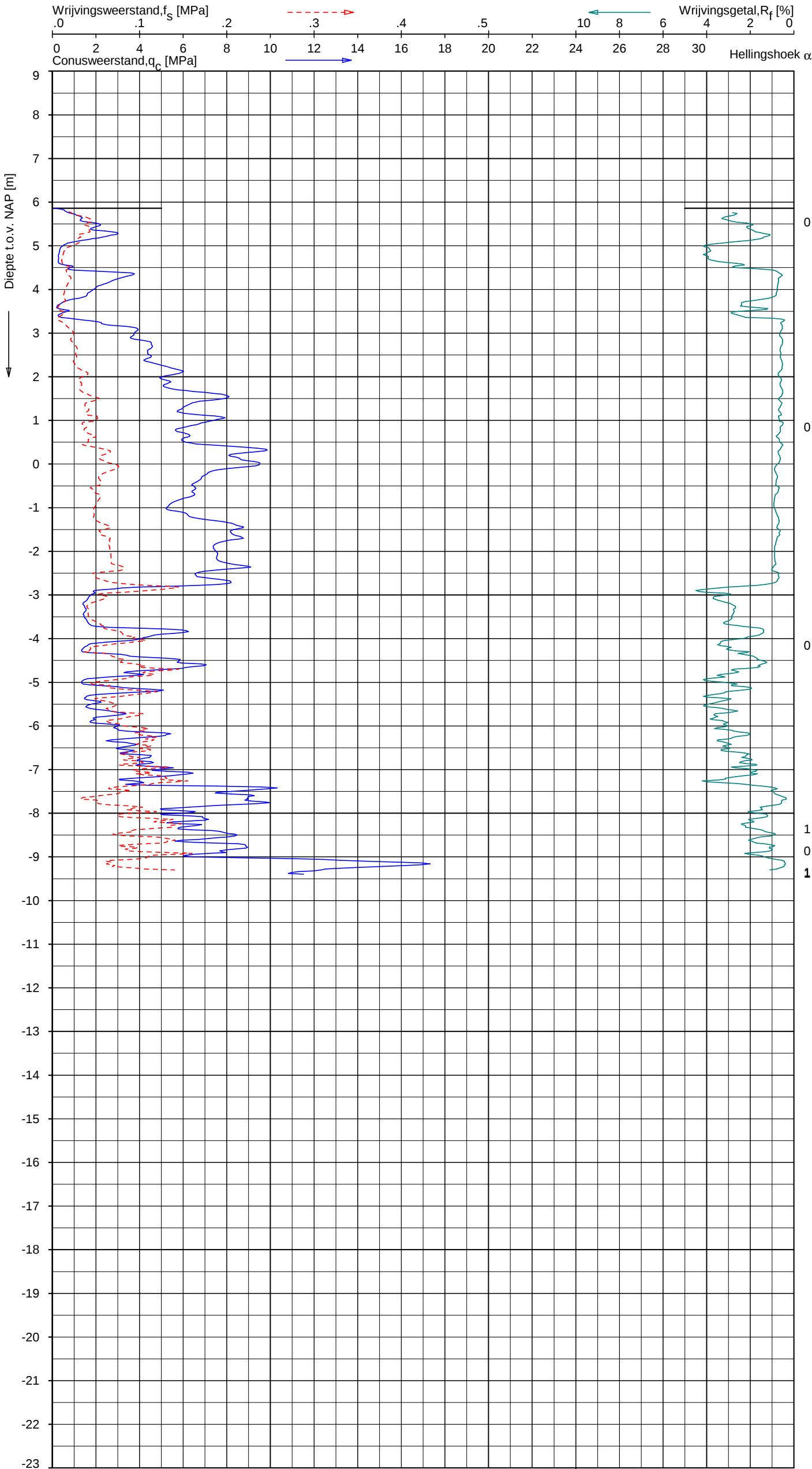


Opg.: RNB d.d. 26-mei-2016 Coord.: X=207978.5m Y= 462019.4m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Get.: NIKKELSJ d.d. 06-jun-2016 MV = NAP +5.89 m Conus: CP15-CF75PB1SN2 1701-2670 Toepassingsklasse 2. Test type TE2
Conustype: A_c = 1510 mm²; A_s = 19895 mm²

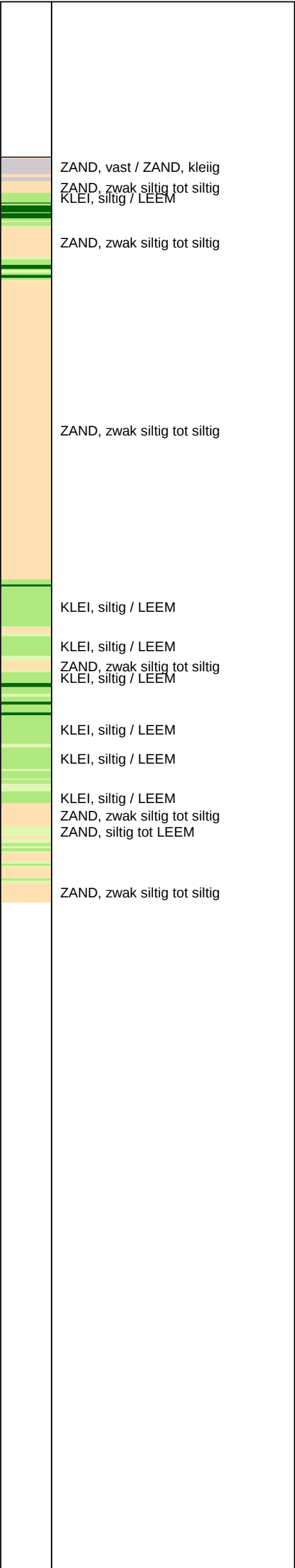
SONDERING MET WATERSPANNINGSMETING

HDD VERLEGGING DE HOVEN, RONDWEG N345

Opdr. 1316-0133-000
Sond. DKMP9



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

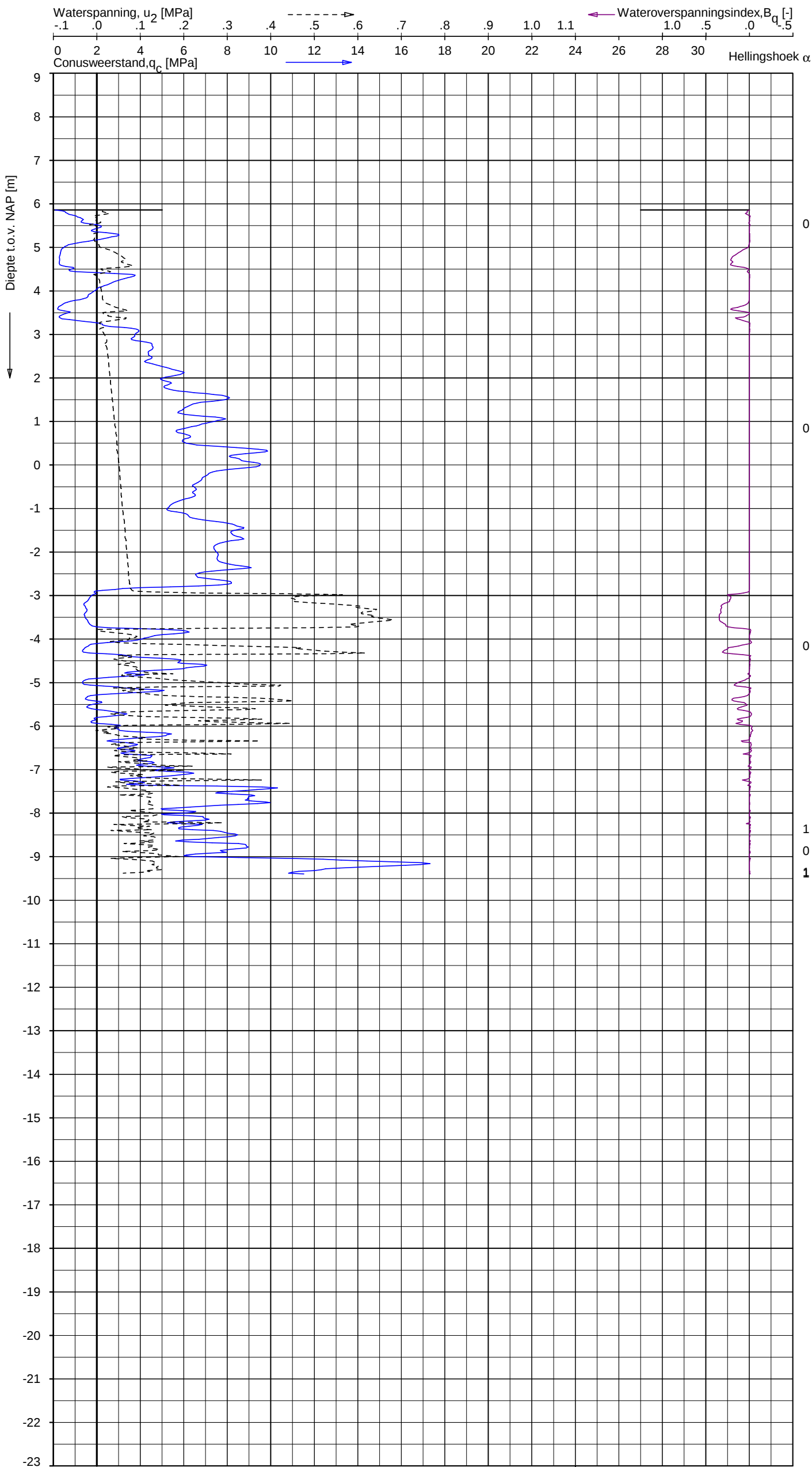


Opg.: RNB d.d. 26-mei-2016 Coord.: X=207771.1m Y= 461952.3m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Get.: NIKKELSJ d.d. 06-jun-2016 MV = NAP +5.86 m Conus: CP15-CF75PB1SN2 1701-2670 Toepassingsklasse 2. Test type TE2
Conustype: $A_c = 1510 \text{ mm}^2$; $A_s = 19895 \text{ mm}^2$

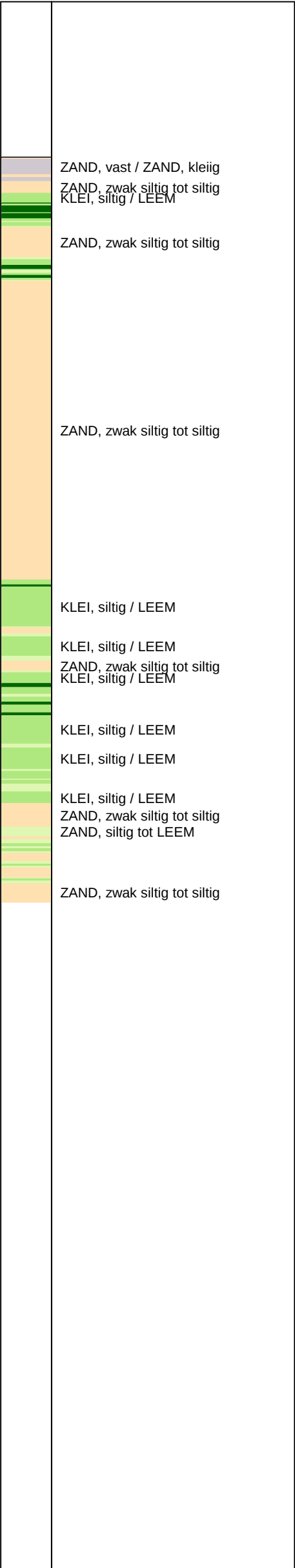
SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

HDD VERLEGGING DE HOVEN, RONDWEG N345

Opdr. 1316-0133-000
Sond. DKMP10



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



Opg.: RNB d.d. 26-mei-2016 Coord.: X=207771.1m Y= 461952.3m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Get.: NIKKELSJ d.d. 06-jun-2016 MV = NAP +5.86 m Conus: CP15-CF75PB1SN2 1701-2670 Toepassingsklasse 2. Test type TE2
Conustype: A_C = 1510 mm²; A_S = 19895 mm²

SONDERING MET WATERSPANNINGSMETING

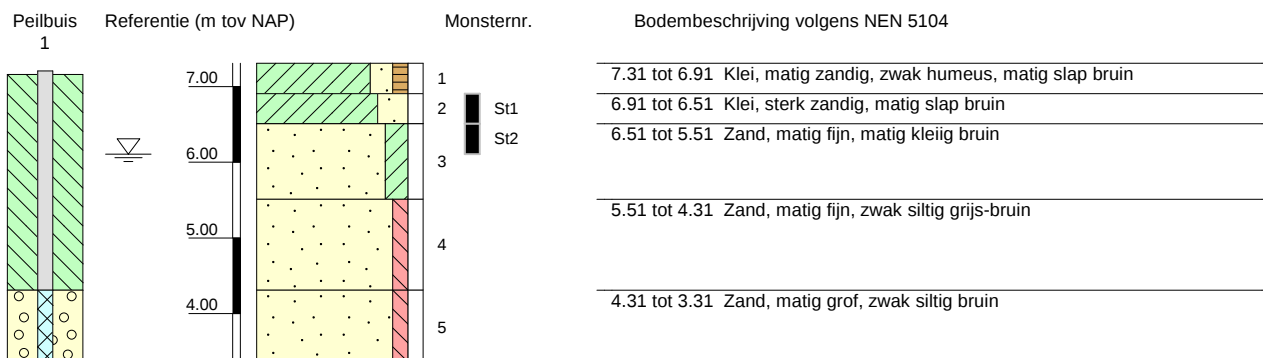
HDD VERLEGGING DE HOVEN, RONDWEG N345

Opdr. 1316-0133-000
Sond. DKMP10

Boring: HB1

Veldclassificatie

Pagina 1 van 1



Algemene opmerking:

X: 208357.3

Y: 462364.4

Coördinatenstelsel: RD

GWS (m tov NAP): 6.11

GHG (m tov NAP):

GLG (m tov NAP):

MV (m tov NAP): 7.31

bk PB1 (m tov NAP): 7.21

bk PB2 (m tov NAP):

bk PB3 (m tov NAP):

bk PB4 (m tov NAP):

Boorvloeistof:

WS PB1 (m tov NAP):

WS PB2 (m tov NAP):

WS PB3 (m tov NAP):

WS PB4 (m tov NAP):

Datum uitvoering: 03-06-2016

Boormeester: jvk

Geclassificeerd door: jvk

BORING VOLGENS NEN-EN-ISO 22475-1

HDD verlegging de Hoven, rondweg N345

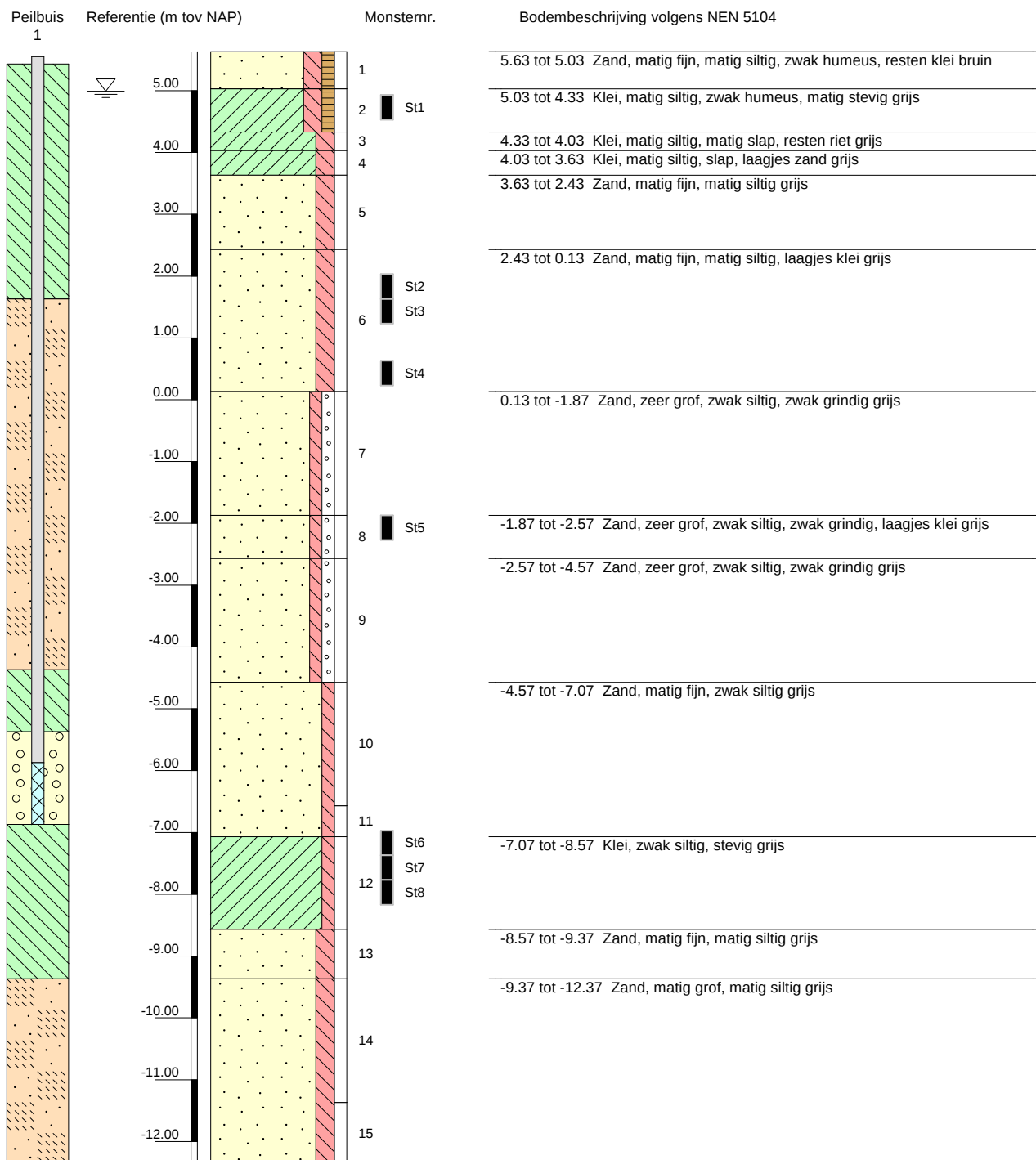
Fugro GeoServices B.V.

1316-0133-000

Boring: B3

Veldclassificatie

Pagina 1 van 1



Algemene opmerking:

X: 208305.6

Y: 462297.2

Coördinatenstelsel: RD

GWS (m tov NAP): 4.99

GHG (m tov NAP):

GLG (m tov NAP):

MV (m tov NAP): 5.63

bk PB1 (m tov NAP): 5.55

bk PB2 (m tov NAP):

bk PB3 (m tov NAP):

bk PB4 (m tov NAP):

Boorloeistof:

WS PB1 (m tov NAP):

WS PB2 (m tov NAP):

WS PB3 (m tov NAP):

WS PB4 (m tov NAP):

Datum uitvoering: 01-06-2016

Boormeester: jvk

Geclassificeerd door: jvk

BORING VOLGENS NEN-EN-ISO 22475-1

HDD verlegging de Hoven, rondweg N345

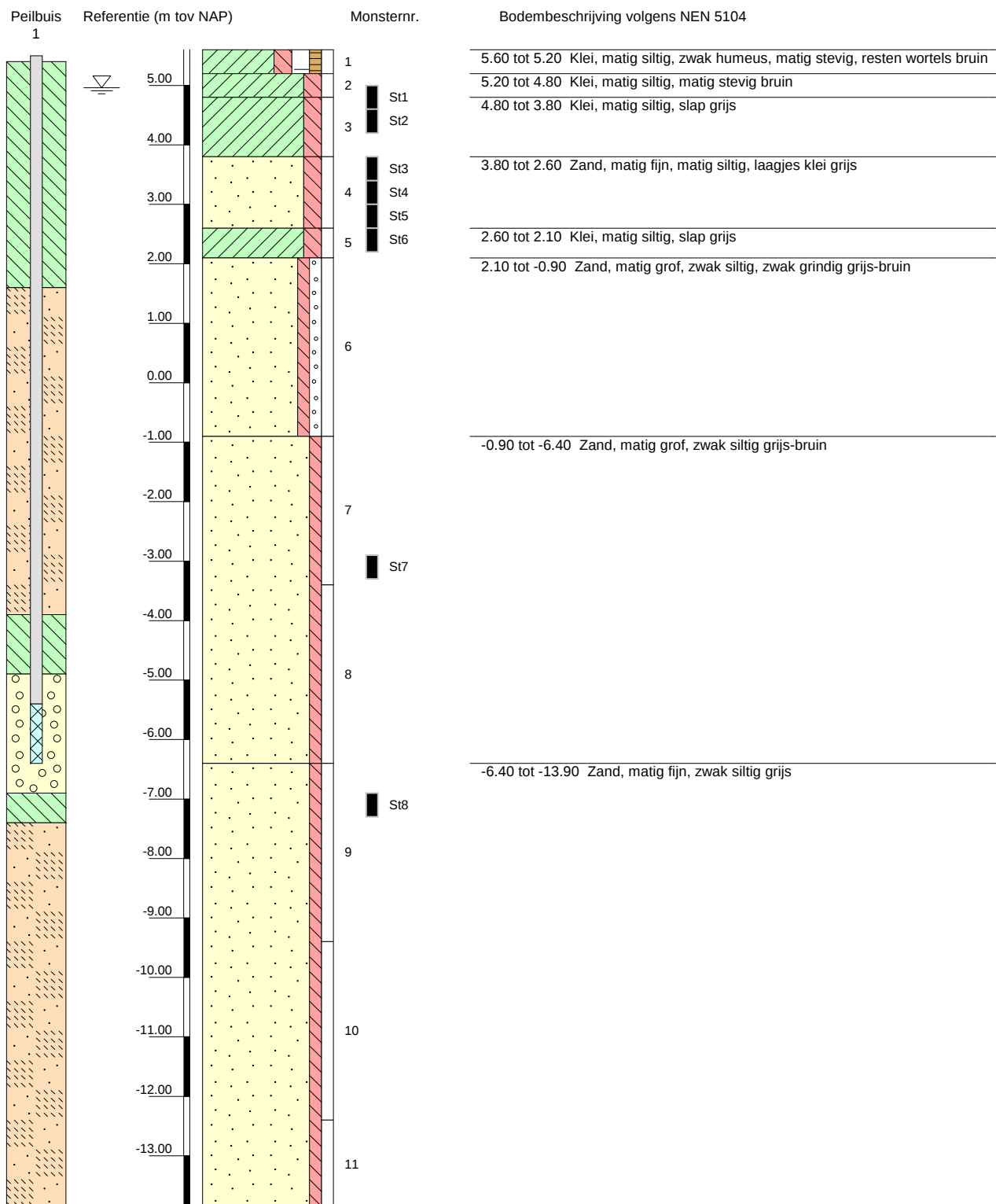
Fugro GeoServices B.V.

1316-0133-000

Boring: B5

Veldclassificatie

Pagina 1 van 2



Algemene opmerking:

X: 208249.8

Y: 462233.9

Coördinatenstelsel: RD

GWS (m tov NAP): 4.96

GHG (m tov NAP):

GLG (m tov NAP):

MV (m tov NAP): 5.60

bk PB1 (m tov NAP): 5.50

bk PB2 (m tov NAP):

bk PB3 (m tov NAP):

bk PB4 (m tov NAP):

Boorloeistof:

WS PB1 (m tov NAP):

WS PB2 (m tov NAP):

WS PB3 (m tov NAP):

WS PB4 (m tov NAP):

Datum uitvoering: 01-06-2016

Boormeester: jvk

Geclassificeerd door: jvk

Versie 2016-01-29

BORING VOLGENS NEN-EN-ISO 22475-1

HDD verlegging de Hoven, rondweg N345

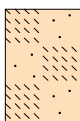
Fugro GeoServices B.V.

1316-0133-000

Boring: B5

Veldclassificatie

Pagina 2 van 2

Peilbuis	Referentie (m tov NAP)	Monsternr.	Bodembeschrijving volgens NEN 5104
1			
	-14.00 -15.00	12	-13.90 tot -15.40 Zand, matig fijn, zwak siltig, lenzen klei, resten grind grijs

Algemene opmerking:

X: 208249.8

Y: 462233.9

Coördinatenstelsel: RD

GWS (m tov NAP): 4.96

GHG (m tov NAP):

GLG (m tov NAP):

MV (m tov NAP): 5.60

bk PB1 (m tov NAP): 5.50

bk PB2 (m tov NAP):

bk PB3 (m tov NAP):

bk PB4 (m tov NAP):

Boorvloeistof:

WS PB1 (m tov NAP):

WS PB2 (m tov NAP):

WS PB3 (m tov NAP):

WS PB4 (m tov NAP):

Datum uitvoering: 01-06-2016

Boormeester: jvk

Geclassificeerd door: jvk

BORING VOLGENS NEN-EN-ISO 22475-1

HDD verlegging de Hoven, rondweg N345

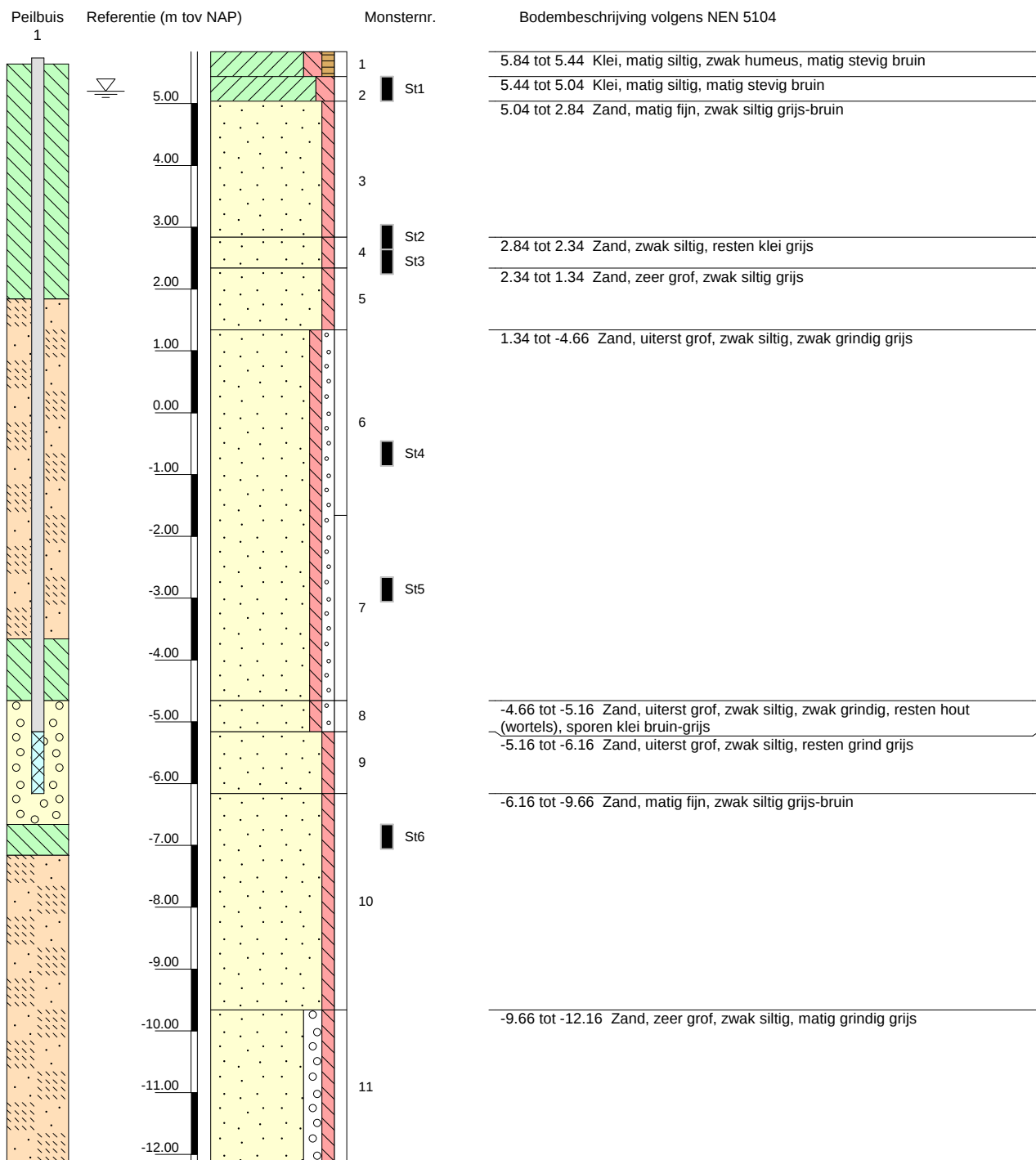
Fugro GeoServices B.V.

1316-0133-000

Boring: B7

Veldclassificatie

Pagina 1 van 1



Algemene opmerking:

X: 208182.6

Y: 462165.0

Coördinatenstelsel: RD

GWS (m tov NAP): 5.20

GHG (m tov NAP):

GLG (m tov NAP):

MV (m tov NAP): 5.84

bk PB1 (m tov NAP): 5.74

bk PB2 (m tov NAP):

bk PB3 (m tov NAP):

bk PB4 (m tov NAP):

Boorvloeistof:

WS PB1 (m tov NAP):

WS PB2 (m tov NAP):

WS PB3 (m tov NAP):

WS PB4 (m tov NAP):

Datum uitvoering: 02-06-2016

Boormeester: jvk

Geclassificeerd door: jvk

BORING VOLGENS NEN-EN-ISO 22475-1

HDD verlegging de Hoven, rondweg N345

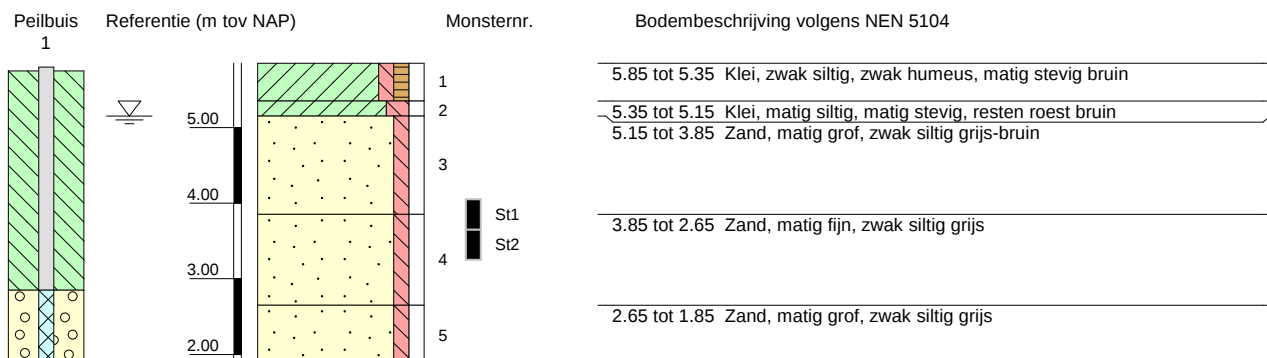
Fugro GeoServices B.V.

1316-0133-000

Boring: HB8

Veldclassificatie

Pagina 1 van 1



Algemene opmerking:

X: 208172.7

Y: 462111.6

Coördinatenstelsel: RD

GWS (m tov NAP): 5.15

GHG (m tov NAP):

GLG (m tov NAP):

MV (m tov NAP): 5.85

bk PB1 (m tov NAP): 5.80

bk PB2 (m tov NAP):

bk PB3 (m tov NAP):

bk PB4 (m tov NAP):

Boorvloeistof:

WS PB1 (m tov NAP):

WS PB2 (m tov NAP):

WS PB3 (m tov NAP):

WS PB4 (m tov NAP):

Datum uitvoering: 03-06-2016

Boormeester: jvk

Geclassificeerd door: jvk

BORING VOLGENS NEN-EN-ISO 22475-1

HDD verlegging de Hoven, rondweg N345

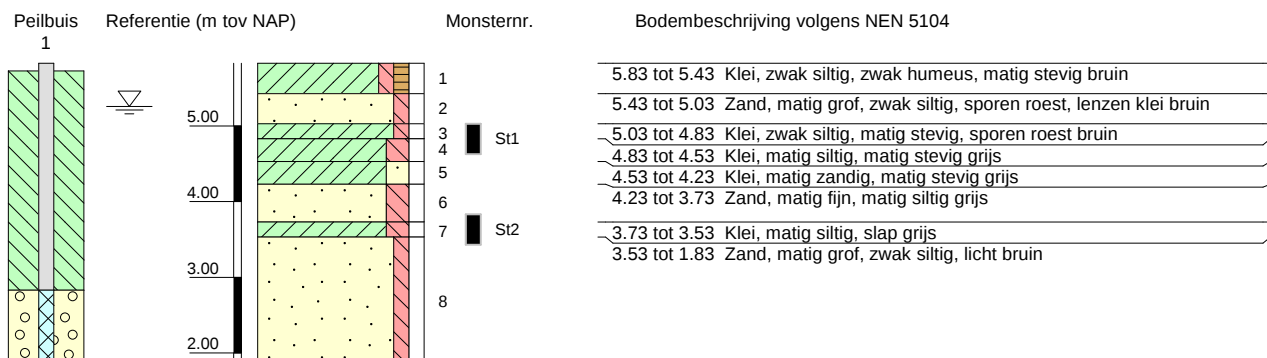
Fugro GeoServices B.V.

1316-0133-000

Boring: HB10

Veldclassificatie

Pagina 1 van 1



Algemene opmerking:

X: 207771.1

Y: 461952.3

Coördinatenstelsel: RD

GWS (m tov NAP): 5.26

GHG (m tov NAP):

GLG (m tov NAP):

MV (m tov NAP): 5.83

bk PB1 (m tov NAP): 5.83

bk PB2 (m tov NAP):

bk PB3 (m tov NAP):

bk PB4 (m tov NAP):

Boorvloeistof:

WS PB1 (m tov NAP):

WS PB2 (m tov NAP):

WS PB3 (m tov NAP):

WS PB4 (m tov NAP):

Datum uitvoering: 03-06-2016

Boormeester: jvk

Geclassificeerd door: jvk

BORING VOLGENS NEN-EN-ISO 22475-1

HDD verlegging de Hoven, rondweg N345

Fugro GeoServices B.V.

1316-0133-000

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 heeft een lengte van 230 mm in plaats van de genormeerde lengte. Onderzoek¹⁾ heeft aangetoond, dat de invloed van de lengte van deze conus op het sondeerresultaat verwaarloosbaar is, terwijl met een kortere conus met minder risico een grotere sondeerdiepte kan worden bereikt.

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

Afwijking van de conus met de verticaal worden continu geregistreerd, waarmee bij de uitwerking de diepte wordt gecorrigeerd en zo een onjuiste diepte-aanduiding 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.

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 ingangsparameters.

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.

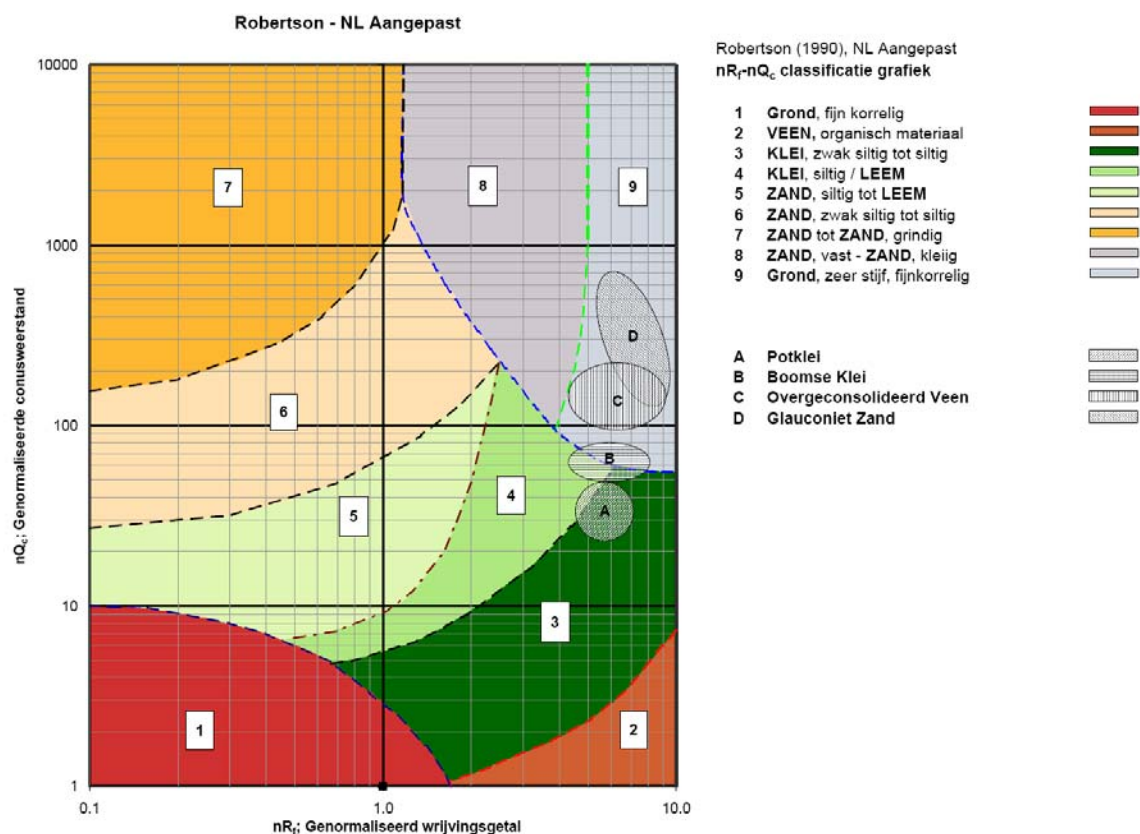
Genormaliseerde conusweerstand:
$$nQ_c = \frac{q_t - \sigma_{v0}}{\sigma'_{v0}}$$

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 glauconiethoudend zand is tevens het classificatie gebied aangegeven. Deze stemmen niet direct overeen met de benamingen van gebieden 1 tot en met 9.

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

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

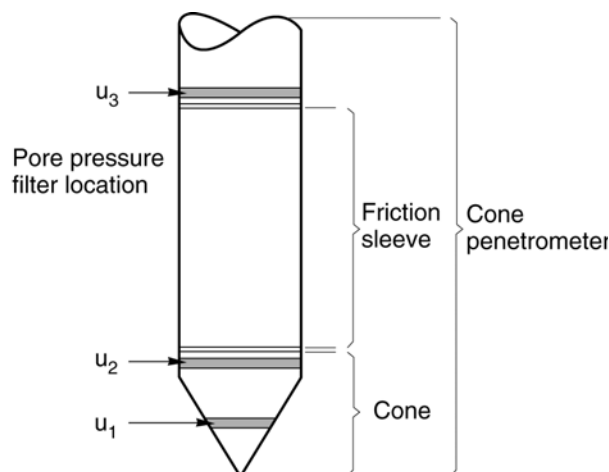
Andere conustypen

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

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

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 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 $5 \text{ MPa} \leq q_c < 10 \text{ MPa}$) C Gemengde bodemprofielen met stijve kleien (conusweerstand $1,5 \text{ MPa} \leq q_c < 3 \text{ MPa}$) en zeer dichte zanden ($q_c > 20 \text{ MPa}$) D Zeer stijve tot harde kleien ($q_c \geq 3 \text{ MPa}$) en zeer vaste grove gronden ($q_c \geq 20 \text{ MPa}$) ^c G vaststelling bodemprofiel en bepaling van grondsoort met een laag niveau van onzekerheid G* indicatieve vaststelling bodemprofiel en bepaling van grondsoort met een hoog niveau van onzekerheid H interpretatie met betrekking tot ontwerp met een laag niveau van onzekerheid H* interpretatie met betrekking tot ontwerp met een hoog niveau van onzekerheid ^d Waterspanning kan alleen worden gemeten als TE2 wordt toegepast.						

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

Toepassingklasse 1 sonderingen kunnen alleen met speciale gevoelige conussen met een beperkt meetbereik en een kleibodemprofiel met $q_c < 3$ MPa worden bereikt. In bodemprofielen waarin zowel zeer slappe lagen als zeer vaste lagen voorkomen kan de hoogste meetnauwkeurigheid van klasse 1 enigszins worden benaderd door aanvullende maatregelen en procedures. Toepassingklasse 2 sonderingen kunnen in bodemprofielen, waarin zowel zeer slappe lagen als zeer vaste lagen voorkomen, alleen worden verkregen door toepassing van digitale conussen met regelmatige calibraties, aanvullende uitvoeringsmaatregelen en kwaliteitscontroles. Toepassingsklasse 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) hoeft 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

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

Zand

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

Veen

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

Klei

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

Leem

	Leem, zwak zandig
	Leem, sterk zandig

Overige toevoegingen

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

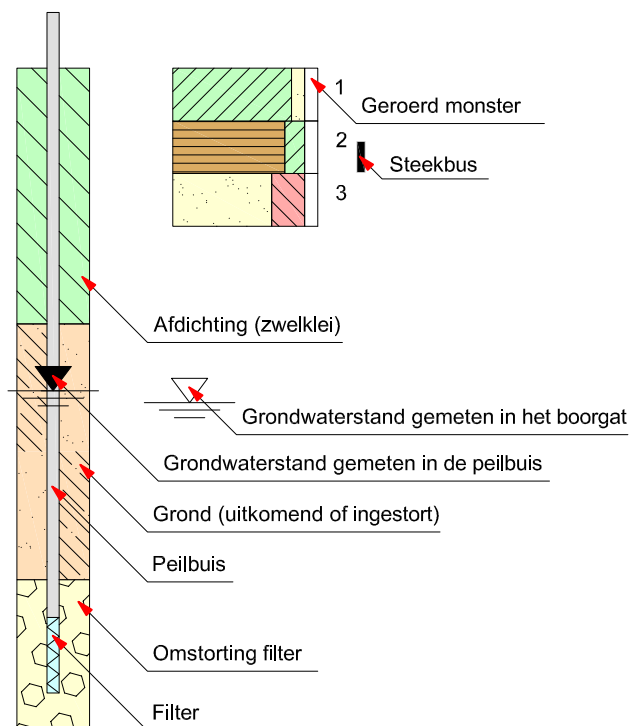
Sonderingen

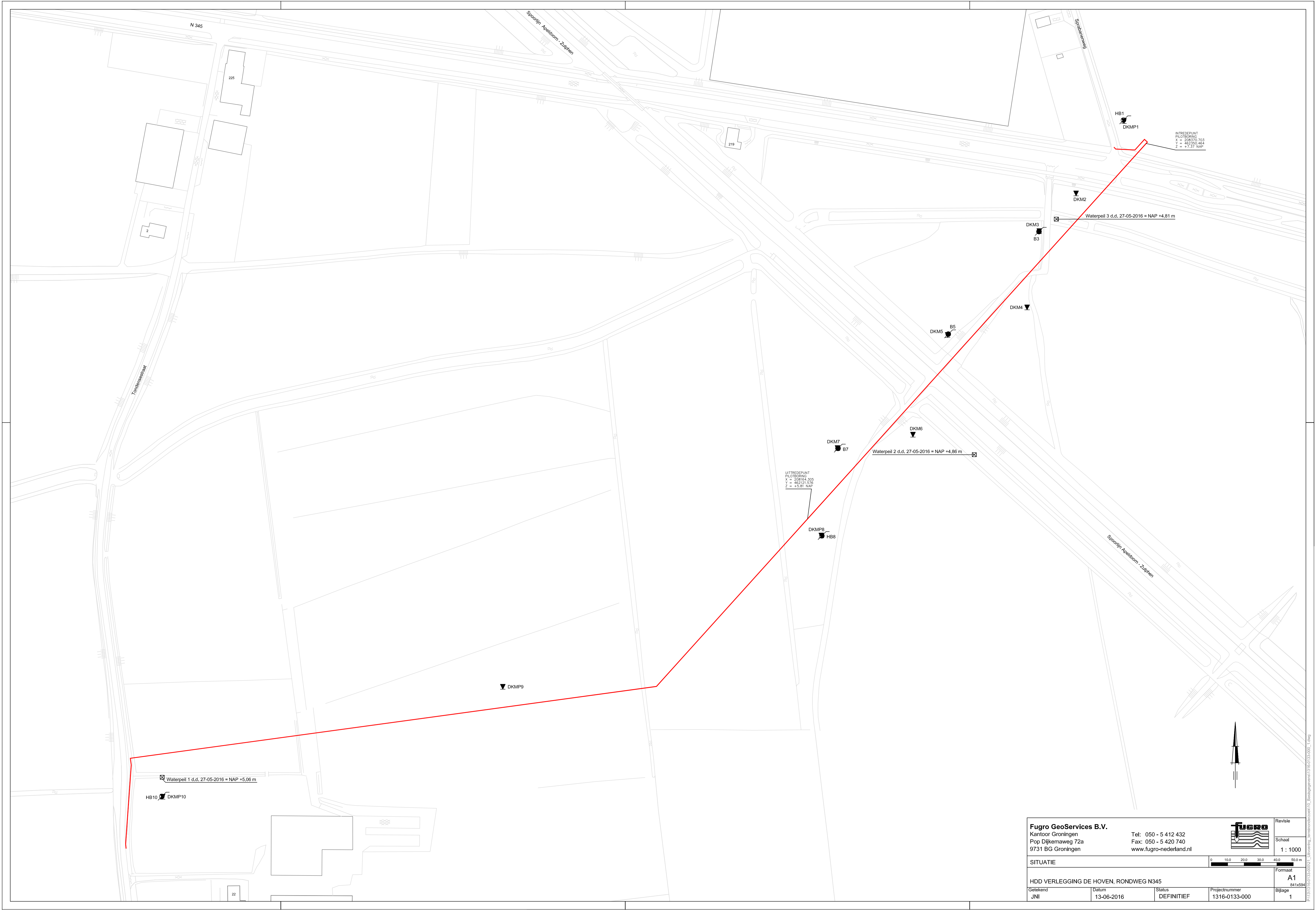
	Sondering met plaatselijke kleefmeting nog niet uitgevoerd
	Sondering met plaatselijke kleefmeting uitgevoerd
	Sondering zonder plaatselijke kleefmeting nog niet uitgevoerd
	Sondering zonder plaatselijke kleefmeting uitgevoerd
	Slagsondering uitgevoerd
	Handsondering uitgevoerd
	Multigrondwatersondering 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



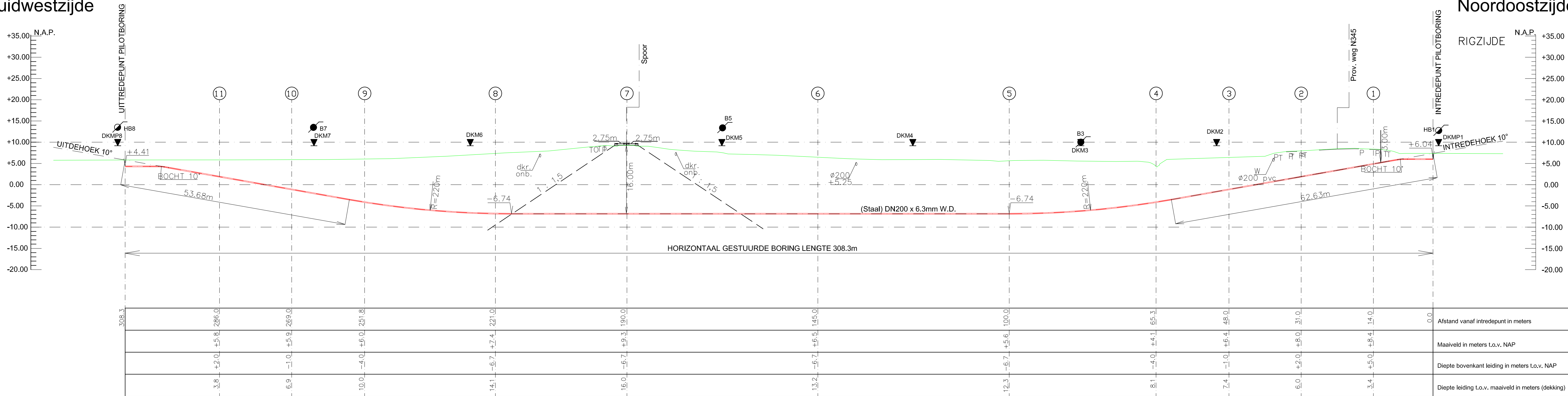


Fugro GeoServices B.V. Kantoor Groningen Pop Dijkemaweg 72a 9731 BG Groningen				Tel: 050 - 5 412 432 Fax: 050 - 5 420 740 www.fugro-nederland.nl		 Revisie Schaal 1 : 1000	
SITUATIE							
HDD VERLEGGING DE HOVEN, RONDWEG N345						Formaat A1 841x594	
Getekend JNI	Datum 13-06-2016	Status DEFINITIEF	Projectnummer 1316-0133-000	Bijlage 1			

P:\1316\1316-0133-000\1_Uitvoering_terminatie\02\02_1316-0133-000_1.dwg

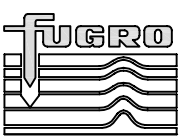
Zuidwestzijde

Noordoostzijde



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



LENTEPROFIEL MET LEIDINGLIGGING

HDD VERLEGGING DE HOVEN, RONDWEG N345

Getekend
WMH

Datum
29-06-2016

Status

Projectnummer
1316-0133-000

Revisie

Schaal
1 : 500

Formaat
A1
841x594

Bijlage
2

05.010.1316-0133-000-01_01

Revisie

05.010.1316-0133-000-01_01

Revisie

P:\1316-0133-000-01_01\05.010.1316-0133-000-01_01.dwg



KRUISING NEN 3650

versie: MS017.06

INVOER:											
Doorsnede	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Afstand tot intredepunt [m]	14,0	31,0	48,0	65,3	100,0	145,0	190,0	221,0	251,8	269,0	286,0
Aantekening	DKMP1	DKM2	DKM2	DKM2/DKM3/B3	DKM3/B3/DKM4	DKM4/DKM5/B5	DKM5/B5/DKM6	DKM6	DKM7/B7	DKM7/B7	DKM7/B7/DKMP8
Type	Boring	Boring	Boring	Boring	Boring	Boring	Boring	Boring	Boring	Boring	Boring
Grondsoort	Zand	Zand	Zand	Zand	Zand/Klei	Zand/Klei	Zand	Zand	Zand	Zand	Zand
Diameter van de buis Do [mm]	219	219	219	219	219	219	219	219	219	219	219
Wanddikte van de buis -w [mm] (default Do/40)	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3
Elasticiteitsmodulus van de buis -Eb [MPa]	210000	210000	210000	210000	210000	210000	210000	210000	210000	210000	210000
Bovenkant Leiding BKL [m tov NAP]	5,00	2,00	-1,00	-4,00	-6,74	-6,74	-6,74	-6,74	-4,00	-1,00	2,00
Maaiveld MV [m tov NAP]	8,4	8,0	6,4	4,1	5,6	6,5	9,3	7,4	6,0	5,9	5,8
Grondwaterstand GWS [m tov NAP]	4,90	4,90	4,90	4,90	4,90	4,90	4,90	4,90	4,90	4,90	4,90
Droog volumiek gewicht γ d [kN/m³]	18,0	15,0	15,0	0,0	17,0	17,0	18,0	18,0	15,0	15,0	18,0
Nat volumiek gewicht γ n [kN/m³]	20,0	20,0	20,0	20,0	19,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
Elasticiteitsmodulus vh materiaal in de sleuf E [MPa]	12,0	12,0	12,0	25,0	25,0 / 3,0	12,0 / 3,0	25,0	25,0	12,0	12,0	12,0
(bij sleufloos elasticiteitsmodulus vd ongeroerde grond)											
Hoek van inwendige wrijving φ [°]	32,5	32,5	32,5	32,5	32,5 / 22,5	32,5 / 22,5	32,5	32,5	32,5	32,5	32,5
(van de grondlaag waarin de buisleiding ligt)											
Effectieve cohesie c' [kN/m²]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-] / 2,0	[-] / 2,0	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]
Ongedraineerde schuifsterkte cu [kN/m²]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-] / 100,0	[-] / 100,0	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]
(van de sleufbodem tot 1 D daaronder)											
INVOER T.B.V. GEREDUCEERDE MAXIMALE PASSIEVE GRONDDRUK en MUDDRUKKEN:											
Hoek van inwendige wrijving φ [°]	32,5	25,0	30,0	32,5	30,0	27,5	30,0	32,5	32,5	32,5	32,5
(gemiddelde van de grondlagen boven de buisleiding)											
Glijdingsmodulus van grond G [kN/m²]	4615	4615	4615	9615	9615 / 1071	4615 / 1071	9615	9615	4615	4615	4615
RESULTATEN											
Grondsoort t.p.v leiding	Zand	Zand	Zand	Zand	Zand/Klei	Zand/Klei	Zand	Zand	Zand	Zand	Zand
Dekking [m]	3,4	6,0	7,4	8,1	12,3	13,2	16,0	14,1	10,0	6,9	3,8
GEDRAINEERDE GRONDPARAMETERS											
Neutrale gronddruk [kN/m2]	61	76	82	81	117	144	196	161	106	74	45
Passieve gronddruk [kN/m2]	407	392	483	658	788 / 387	669 / 428	1116	1046	613	482	333
Verticaal evenwichtsdraagvermogen [kN/m2]	2166	2664	2874	2856	4109 / 1469	5057 / 1796	6886	5683	3717	2610	1599
Verticale beddingsconstante, omhoog kv,top [kN/m3]	107696	130818	184541	400380	574602 / 192756	322761 / 210010	898290	811145	271078	181235	94601
Verticale beddingsconstante, omlaag kv,1 [kN/m3]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]
Verticale beddingsconstante, omlaag kv,2 [kN/m3]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]
Vert. beddingsconst., sleufloos omlaag kv [kN/m3]	26087	26087	26087	57353	57353 / 5891	26087 / 5891	57353	57353	26087	26087	26087
Horizontaal evenwichtsdraagvermogen [kN/m2]	1054	1462	1640	1655	2519 / 876	3125 / 1073	4336	3535	2220	1472	796
Horizontale beddingsconstante kh,30 [kN/m3]	45224	37941	35099	32574	33319 / 11588	38634 / 13265	44581	41038	35850	33617	31040
Wrijving [kN/m1]	13	15	17	16	24 / 18	29 / 22	39	32	21	15	9
Verplaatsing, waarbij wrijving maximaal [mm]	3 - 5	3 - 5	3 - 5	3 - 5	3 - 5 / 6 - 10	3 - 5 / 6 - 10	3 - 5	3 - 5	3 - 5	3 - 5	3 - 5
ONGEDRAINEERDE GRONDPARAMETERS											
Neutrale gronddruk [kN/m2]	NVT	NVT	NVT	NVT	NVT / 117	NVT / 144	NVT	NVT	NVT	NVT	NVT
Passieve gronddruk [kN/m2]					NVT / 387	NVT / 428					
Verticaal evenwichtsdraagvermogen [kN/m2]					NVT / 717	NVT / 718					
Verticale beddingsconstante, omhoog kv,top [kN/m3]					NVT / 192756	NVT / 210010					
Verticale beddingsconstante, omlaag kv,1 [kN/m3]					NVT / 81853	NVT / 81877					
Verticale beddingsconstante, omlaag kv,2 [kN/m3]					NVT / 13097	NVT / 13100					
Horizontaal evenwichtsdraagvermogen [kN/m2]					NVT / 557	NVT / 558					
Horizontale beddingsconstante kh,30 [kN/m3]					NVT / 10490	NVT / 9818					
Wrijving [kN/m1]					NVT / 41	NVT / 41					
Verplaatsing, waarbij wrijving maximaal [mm]					NVT / 6 - 10	NVT / 6 - 10					

* = Ter plaatse van doorsnede 5 en doorsnede 6 zijn de parameters berekend voor zowel zand als klei.
Er dient te worden uitgegaan van de maatgevende situatie, welke door de constructeur dient te worden bepaald.

Voor muddrukken zie bijlage 4

LEIDINGPARAMETERS NEN 3650Opdr.: 1316-0133-000

HDD VERLEGGING DE HOVEN, RONDWEG N345Bijlage: 3



KRUISING NEN 3650

versie: MS017.06

INVOER:											
Doorsnede	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Afstand tot intredepunt [m]	14,0	31,0	48,0	65,3	100,0	145,0	190,0	221,0	251,8	269,0	286,0
Aantekening	DKMP1	DKM2	DKM2	DKM2/DKM3/B3	DKM3/B3/DKM4	DKM4/DKM5/B5	DKM5/B5/DKM6	DKM6	DKM7/B7	DKM7/B7	DKM7/B7/DKMP8
Type	Boring	Boring	Boring	Boring	Boring	Boring	Boring	Boring	Boring	Boring	Boring
Grondsoort	Zand	Zand	Zand	Zand	Zand/Klei	Zand/Klei	Zand	Zand	Zand	Zand	Zand
Diameter van de buis Do [mm]	219	219	219	219	219	219	219	219	219	219	219
Wanddikte van de buis -w [mm] (default Do/40)	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3
Elasticiteitsmodulus van de buis -Eb [MPa]	210000	210000	210000	210000	210000	210000	210000	210000	210000	210000	210000
Bovenkant Leiding BKL [m tov NAP]	5,00	2,00	-1,00	-4,00	-6,74	-6,74	-6,74	-6,74	-4,00	-1,00	2,00
Maaiveld MV [m tov NAP]	8,4	8,0	6,4	4,1	5,6	6,5	9,3	7,4	6,0	5,9	5,8
Grondwaterstand GWS [m tov NAP]	4,90	4,90	4,90	4,90	4,90	4,90	4,90	4,90	4,90	4,90	4,90
Droog volumiek gewicht γ d [kN/m³]	18,0	15,0	15,0	0,0	17,0	17,0	18,0	18,0	15,0	15,0	18,0
Nat volumiek gewicht γ n [kN/m³]	20,0	20,0	20,0	20,0	19,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
Elasticiteitsmodulus vh materiaal in de sleuf E [MPa]	12,0	12,0	12,0	25,0	25,0 / 3,0	12,0 / 3,0	25,0	25,0	12,0	12,0	12,0
(bij sleufloos elasticiteitsmodulus vd ongeroerde grond)											
Hoek van inwendige wrijving φ [°]	32,5	32,5	32,5	32,5	32,5 / 22,5	32,5 / 22,5	32,5	32,5	32,5	32,5	32,5
(van de grondlaag waarin de buisleiding ligt)											
Effectieve cohesie c' [kN/m²]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-] / 2,0	[-] / 2,0	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]
Ongedraineerde schuifsterkte cu [kN/m²]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-] / 100,0	[-] / 100,0	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]
(van de sleufbodem tot 1 D daaronder)											
INVOER T.B.V. GEREDUCEERDE MAXIMALE PASSIEVE GRONDDRUK en MUDDRUKKEN:											
Hoek van inwendige wrijving φ [°]	32,5	25,0	30,0	32,5	30,0	27,5	30,0	32,5	32,5	32,5	32,5
(gemiddelde van de grondlagen boven de buisleiding)											
Glijdingsmodulus van grond G [kN/m²]	4615	4615	4615	9615	9615 / 1071	4615 / 1071	9615	9615	4615	4615	4615
RESULTATEN											
Grondsoort t.p.v leiding	Zand	Zand	Zand	Zand	Zand/Klei	Zand/Klei	Zand	Zand	Zand	Zand	Zand
Dekking [m]	3,4	6,0	7,4	8,1	12,3	13,2	16,0	14,1	10,0	6,9	3,8
GEDRAINEERDE GRONDPARAMETERS											
Neutrale gronddruk [kN/m2]	61	76	82	81	117	144	196	161	106	74	45
Passieve gronddruk [kN/m2]	407	392	483	658	788 / 387	669 / 428	1116	1046	613	482	333
Verticaal evenwichtsdraagvermogen [kN/m2]	2166	2664	2874	2856	4109 / 1469	5057 / 1796	6886	5683	3717	2610	1599
Verticale beddingsconstante, omhoog kv,top [kN/m3]	107696	130818	184541	400380	574602 / 192756	322761 / 210010	898290	811145	271078	181235	94601
Verticale beddingsconstante, omlaag kv,1 [kN/m3]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]
Verticale beddingsconstante, omlaag kv,2 [kN/m3]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]
Vert. beddingsconst., sleufloos omlaag kv [kN/m3]	26087	26087	26087	57353	57353 / 5891	26087 / 5891	57353	57353	26087	26087	26087
Horizontaal evenwichtsdraagvermogen [kN/m2]	1054	1462	1640	1655	2519 / 876	3125 / 1073	4336	3535	2220	1472	796
Horizontale beddingsconstante kh,30 [kN/m3]	45224	37941	35099	32574	33319 / 11588	38634 / 13265	44581	41038	35850	33617	31040
Wrijving [kN/m1]	13	15	17	16	24 / 18	29 / 22	39	32	21	15	9
Verplaatsing, waarbij wrijving maximaal [mm]	3 - 5	3 - 5	3 - 5	3 - 5	3 - 5 / 6 - 10	3 - 5 / 6 - 10	3 - 5	3 - 5	3 - 5	3 - 5	3 - 5
ONGEDRAINEERDE GRONDPARAMETERS											
Neutrale gronddruk [kN/m2]	NVT	NVT	NVT	NVT	NVT / 117	NVT / 144	NVT	NVT	NVT	NVT	NVT
Passieve gronddruk [kN/m2]					NVT / 387	NVT / 428					
Verticaal evenwichtsdraagvermogen [kN/m2]					NVT / 717	NVT / 718					
Verticale beddingsconstante, omhoog kv,top [kN/m3]					NVT / 192756	NVT / 210010					
Verticale beddingsconstante, omlaag kv,1 [kN/m3]					NVT / 81853	NVT / 81877					
Verticale beddingsconstante, omlaag kv,2 [kN/m3]					NVT / 13097	NVT / 13100					
Horizontaal evenwichtsdraagvermogen [kN/m2]					NVT / 557	NVT / 558					
Horizontale beddingsconstante kh,30 [kN/m3]					NVT / 10490	NVT / 9818					
Wrijving [kN/m1]					NVT / 41	NVT / 41					
Verplaatsing, waarbij wrijving maximaal [mm]					NVT / 6 - 10	NVT / 6 - 10					

* = Ter plaatse van doorsnede 5 en doorsnede 6 zijn de parameters berekend voor zowel zand als klei.
Er dient te worden uitgegaan van de maatgevende situatie, welke door de constructeur dient te worden bepaald.

Voor muddrukken zie bijlage 4

LEIDINGPARAMETERS NEN 3650Opdr.: 1316-0133-000

HDD VERLEGGING DE HOVEN, RONDWEG N345Bijlage: 3

RAPPORTAGE LABORATORIUMONDERZOEK

Project	HDD verlegging de Hoven, rondweg N345	Opdrachtnummer	1316-0133-000
Opdrachtgever	N.V. Nederlandse Gasunie	Datum rapport	23-06-2016
Contactpersoon	de heer J.H. Boels	Ontvangst monsters	09-06-2016
Monstername	Uitgevoerd door Afdeling Grondonderzoek		
Dit rapport bevat de resultaten van het in-situ- en/of laboratoriumonderzoek dat ten behoeve van bovengenoemd project is uitgevoerd. Het onderzoek is uitgevoerd door Fugro GeoServices B.V. Laboratorium voor Infra- en Geotechniek te Arnhem. Eventueel uitbesteed onderzoek is duidelijk als zodanig gekenmerkt.			

INHOUDSOPGAVE	Pagina
Voorblad onderzoeksrapport	1
Boorstaat	2 t/m 7
Laboratoriumstaat	8 t/m 9
Korrelverdelingsdiagram	10 t/m 13
Verklaring parameters uit korrelverdeling	14
Monsterverzicht	15

OPMERKINGEN:

Tenzij anders aangegeven hebben verwijzingen naar RAW proefnummers betrekking op de Standaard RAW Bepalingen 2015.

De met "Q" gemerkte verrichtingen zijn geaccrediteerd door RvA.

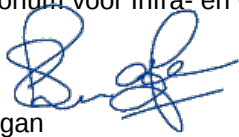
De reproduceerbaarheid van de metingen en / of proeven voldoet aan de gestelde waarde in de desbetreffende norm of in het proefvoorschrift. Gegevens over de meetonzekerheid zijn op aanvraag verkrijgbaar.

1316-0133-000.B01.doc

Wanneer u naar aanleiding van de resultaten van dit rapport nog vragen heeft verzoeken wij u contact op te nemen met de heer P.A. van de Velde.

Wij vertrouwen erop u hiermee van dienst te zijn geweest en uw opdracht naar wens te hebben uitgevoerd.

Fugro GeoServices B.V.
Laboratorium voor Infra- en Geotechniek

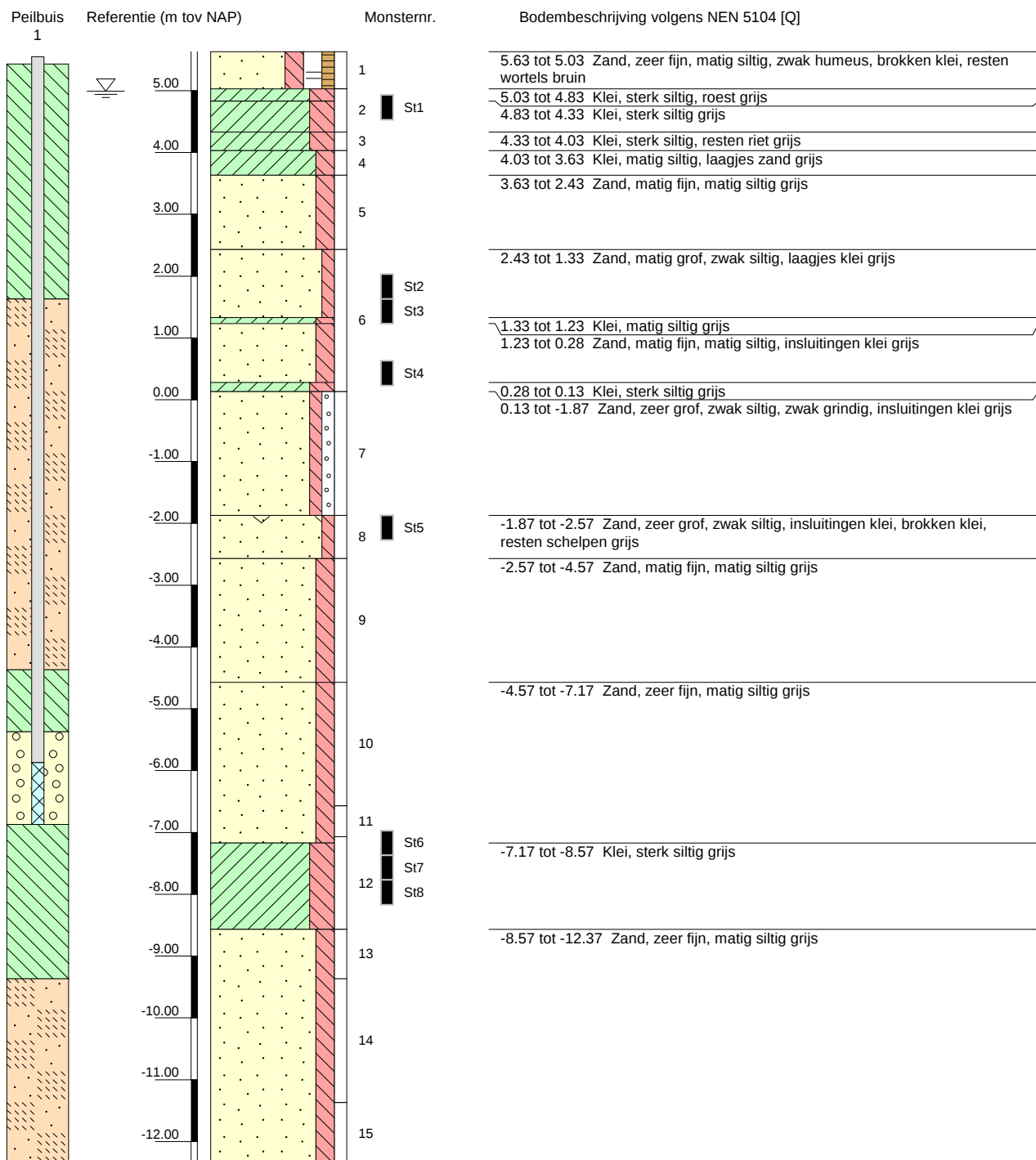


S. O'Hagan
Lab Manager

Boring: B3

Laboratorium classificatie

Pagina 1 van 1



Algemene opmerking:

X: 208305.6

GWS (m tov NAP): 4.99

MV (m tov NAP): 5.63

bk PB1 (m tov NAP): 5.55

Boorloeistof:

WS PB1 (m tov NAP):

Datum boring: 01-06-2016

Boormeester: jvk

Y: 462297.2

GHG (m tov NAP):

bk PB2 (m tov NAP):

WS PB2 (m tov NAP):

Datum laboratorium classificatie: 14-06-2016

Coördinatenstelsel: RD

GLG (m tov NAP):

bk PB3 (m tov NAP):

WS PB3 (m tov NAP):

Geclassificeerd door: nvv

BORING VOLGENS NEN-EN-ISO 22475-1

HDD verlegging de Hoven, rondweg N345

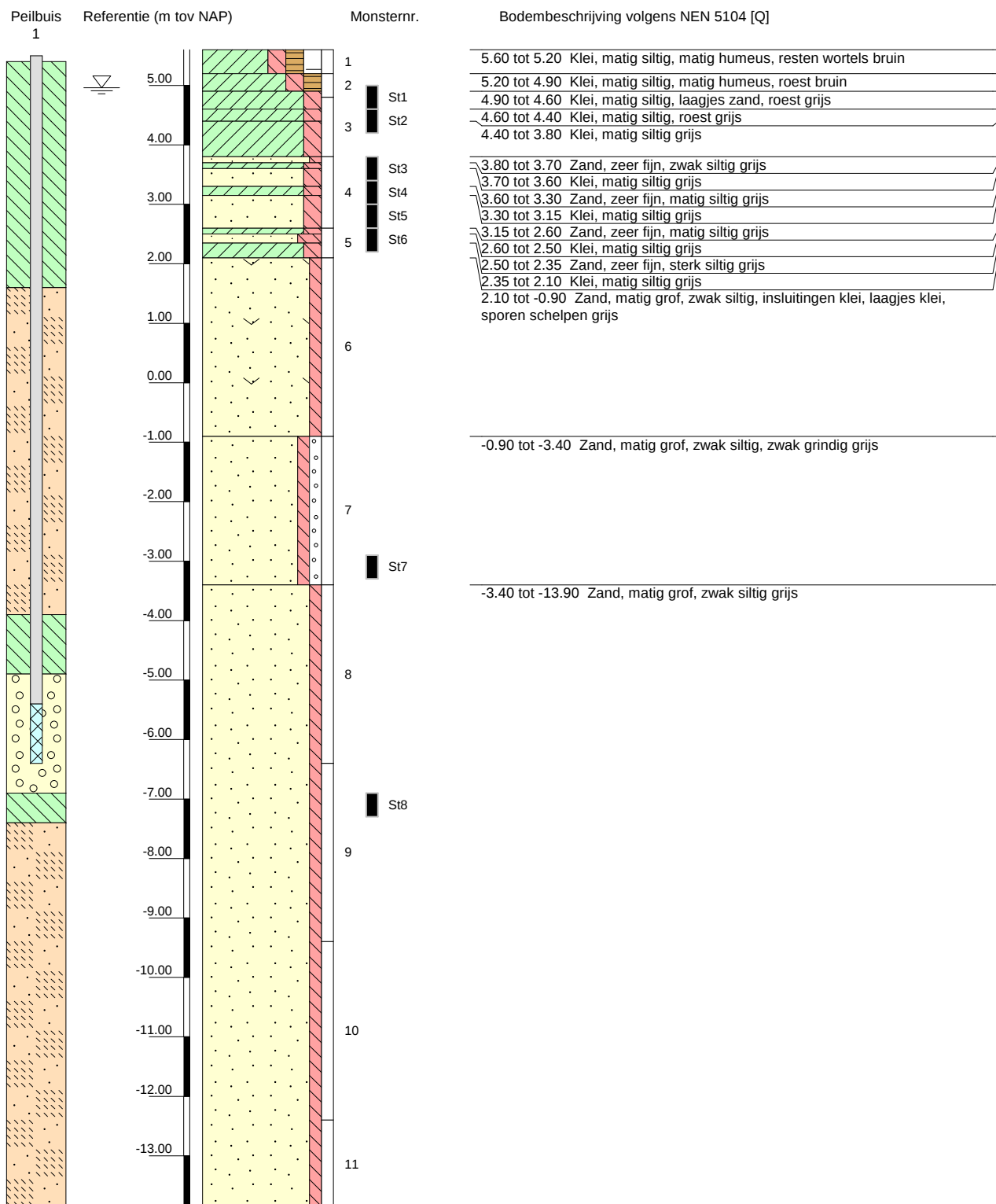
Fugro GeoServices B.V.

1316-0133-000

Boring: B5

Laboratorium classificatie

Pagina 1 van 2



Algemene opmerking:

X: 208249.8

GWS (m tov NAP): 4.96

MV (m tov NAP): 5.60

bk PB1 (m tov NAP): 5.50

Boorvloeistof:

WS PB1 (m tov NAP):

Datum boring: 01-06-2016

Boormeester: jvk

Y: 462233.9

GHG (m tov NAP):

bk PB2 (m tov NAP):

WS PB2 (m tov NAP):

Datum laboratorium classificatie:

Coördinatenstelsel: RD

GLG (m tov NAP):

bk PB3 (m tov NAP):

WS PB3 (m tov NAP):

Geclassificeerd door:

BORING VOLGENS NEN-EN-ISO 22475-1

Fugro GeoServices B.V.

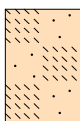
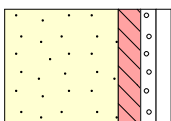
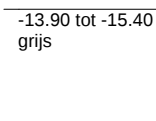
HDD verlegging de Hoven, rondweg N345

1316-0133-000

Boring: B5

Laboratorium classificatie

Pagina 2 van 2

Peilbuis	Referentie (m tov NAP)	Monsternr.	Bodembeschrijving volgens NEN 5104 [Q]
1			
			
	-14.00		
	-15.00		
		12	
			-13.90 tot -15.40 Zand, matig fijn, matig siltig, zwak grindig, insluitingen klei grijs

Algemene opmerking:

X: 208249.8

GWS (m tov NAP): 4.96

MV (m tov NAP): 5.60

Boorvloeistof:

Datum boring: 01-06-2016

Y: 462233.9

GHG (m tov NAP):

bk PB1 (m tov NAP): 5.50

WS PB1 (m tov NAP):

Boormeester: jvk

Coördinatenstelsel: RD

GLG (m tov NAP):

bk PB2 (m tov NAP):

WS PB2 (m tov NAP):

Datum laboratorium classificatie:

bk PB3 (m tov NAP):

WS PB3 (m tov NAP):

Geclassificeerd door:

BORING VOLGENS NEN-EN-ISO 22475-1

Fugro GeoServices B.V.

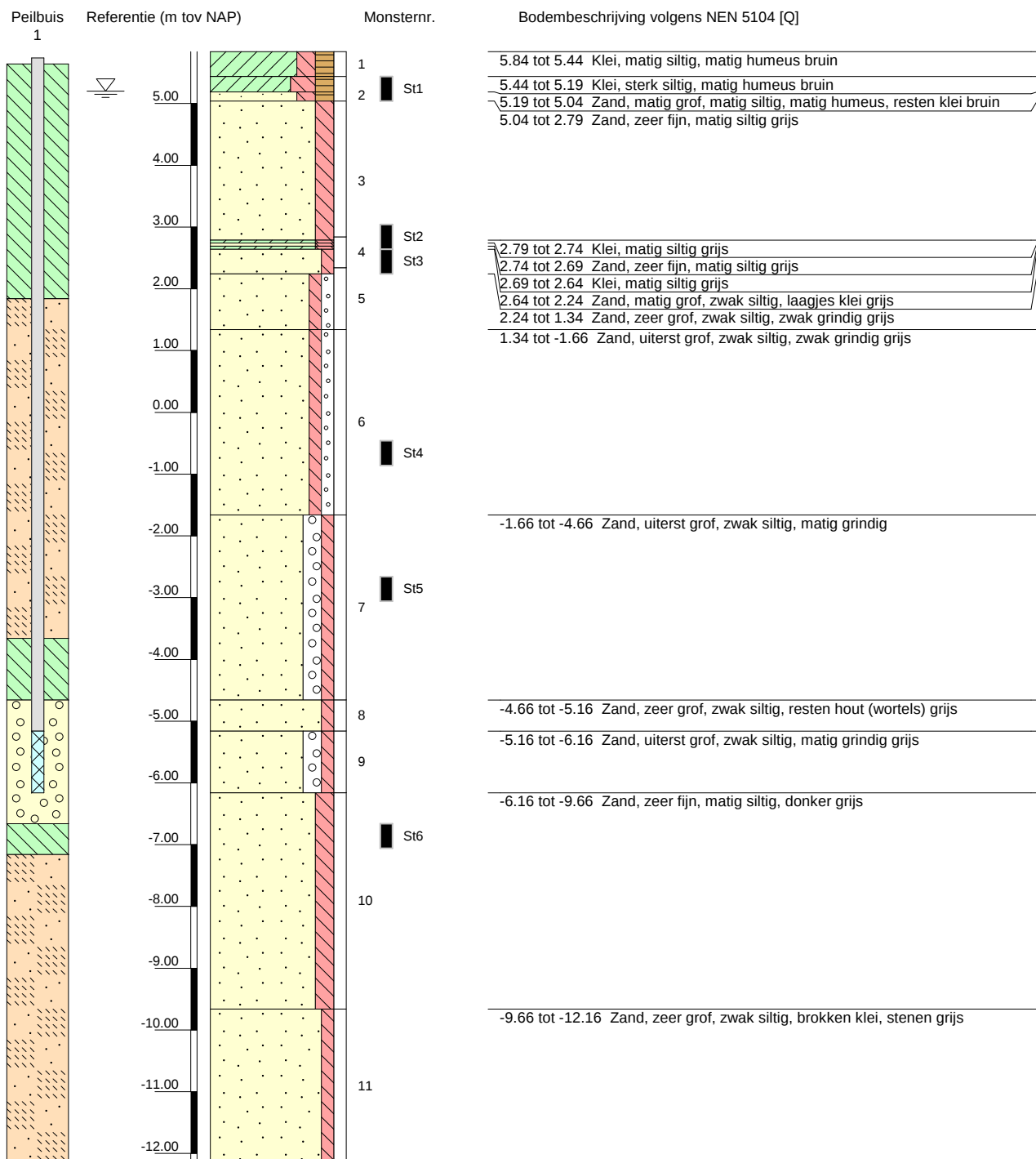
HDD verlegging de Hoven, rondweg N345

1316-0133-000

Boring: B7

Laboratorium classificatie

Pagina 1 van 1



Algemene opmerking:

X: 208182.6

GWS (m tov NAP): 5.20

MV (m tov NAP): 5.84

Boorvloeistof:

Datum boring: 02-06-2016

Y: 462165.0

GHG (m tov NAP):

bk PB1 (m tov NAP): 5.74

WS PB1 (m tov NAP):

Boormeester: jvk

Coördinatenstelsel: RD

GLG (m tov NAP):

bk PB2 (m tov NAP):

WS PB2 (m tov NAP):

Datum laboratorium classificatie: 14-06-2016

bk PB3 (m tov NAP):

WS PB3 (m tov NAP):

Geclassificeerd door: nvv

BORING VOLGENS NEN-EN-ISO 22475-1

Fugro GeoServices B.V.

HDD verlegging de Hoven, rondweg N345

1316-0133-000

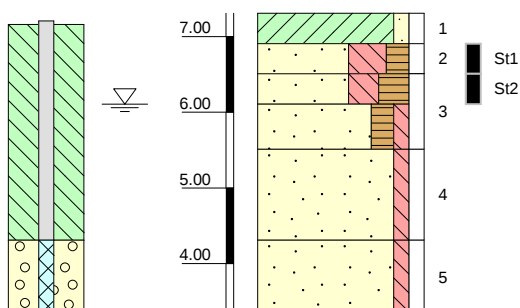
Boring: HB1

Peilbuis 1
Referentie (m tov NAP)

Laboratorium classificatie

Monsternr. Bodembeschrijving volgens NEN 5104 [Q]

Pagina 1 van 1



7.31 tot 6.91	Klei, zwak zandig grijs
6.91 tot 6.51	Zand, uiterst fijn, uiterst siltig, matig humeus bruin
6.51 tot 6.11	Zand, uiterst fijn, sterk siltig, sterk humeus, roest bruin
6.11 tot 5.51	Zand, zeer fijn, zwak siltig, matig humeus, insluitingen klei bruin
5.51 tot 4.31	Zand, matig fijn, zwak siltig, insluitingen klei bruin-grijs
4.31 tot 3.31	Zand, zeer grof, zwak siltig bruin-grijs

Algemene opmerking:

X: 208357.3

GWS (m tov NAP): 6.11

MV (m tov NAP): 7.31

Boorvloeistof:

Datum boring: 03-06-2016

Y: 462364.4

GHG (m tov NAP):

bk PB1 (m tov NAP): 7.21

WS PB1 (m tov NAP):

Boormeester: jvk

Coördinatenstelsel: RD

GLG (m tov NAP):

bk PB2 (m tov NAP):

WS PB2 (m tov NAP):

Datum laboratorium classificatie: 14-06-2016

bk PB3 (m tov NAP):

WS PB3 (m tov NAP):

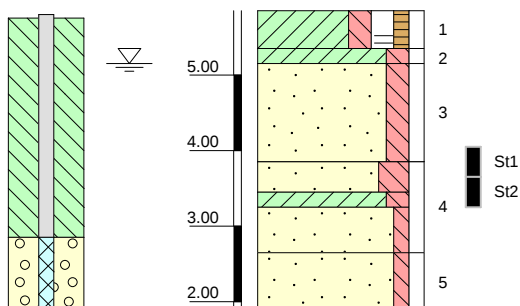
Geclassificeerd door: nvv

Boring: HB8

Peilbuis 1
Referentie (m tov NAP)

Monsternr.

Bodembeschrijving volgens NEN 5104 [Q]



5.85 tot 5.35	Klei, matig siltig, zwak humeus, resten wortels bruin
5.35 tot 5.15	Klei, matig siltig, roest grijs
5.15 tot 3.85	Zand, zeer fijn, matig siltig bruin-grijs
3.85 tot 3.45	Zand, zeer fijn, sterk siltig grijs
3.45 tot 3.25	Klei, matig siltig, laagjes zand grijs
3.25 tot 2.65	Zand, matig grof, zwak siltig, insluitingen klei, laagjes klei grijs
2.65 tot 1.85	Zand, zeer grof, zwak siltig, insluitingen klei grijs

Algemene opmerking:

X: 208172.7

GWS (m tov NAP): 5.15

MV (m tov NAP): 5.85

Boorvloeistof:

Datum boring: 03-06-2016

Y: 462111.6

GHG (m tov NAP):

bk PB1 (m tov NAP): 5.80

WS PB1 (m tov NAP):

Boormeester: jvk

Coördinatenstelsel: RD

GLG (m tov NAP):

bk PB2 (m tov NAP):

WS PB2 (m tov NAP):

Datum laboratorium classificatie: 14-06-2016

bk PB3 (m tov NAP):

WS PB3 (m tov NAP):

Geclassificeerd door: nvv

BORING VOLGENS NEN-EN-ISO 22475-1

Fugro GeoServices B.V.

HDD verlegging de Hoven, rondweg N345

1316-0133-000

Boring: HB10

Peilbuis
1

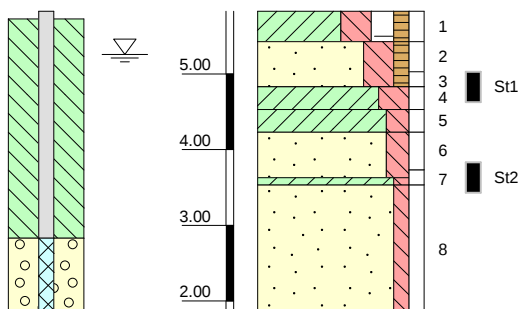
Referentie (m tov NAP)

Laboratorium classificatie

Monsternr.

Bodembeschrijving volgens NEN 5104 [Q]

Pagina 1 van 1



5.83 tot 5.43	Klei, sterk siltig, zwak humeus, resten wortels bruin
5.43 tot 4.83	Zand, uiterst fijn, sterk siltig, zwak humeus, laagjes klei bruin
4.83 tot 4.53	Klei, sterk siltig grijs
4.53 tot 4.23	Klei, matig siltig, lenzen zand grijs
4.23 tot 3.63	Zand, uiterst fijn, matig siltig grijs
3.63 tot 3.53	Klei, zwak siltig grijs
3.53 tot 1.83	Zand, matig grof, zwak siltig bruin

Algemene opmerking:

X: 207771.1

GWS (m tov NAP): 5.26

MV (m tov NAP): 5.83

Boorvloeistof:

Datum boring: 03-06-2016

Y: 461952.3

GHG (m tov NAP):

bk PB1 (m tov NAP): 5.83

WS PB1 (m tov NAP):

Boormeester: jvk

Coördinatenstelsel: RD

GLG (m tov NAP):

bk PB2 (m tov NAP):

WS PB2 (m tov NAP):

Datum laboratorium classificatie:

bk PB3 (m tov NAP):

WS PB3 (m tov NAP):

Geclassificeerd door:

ONDERZOEKSRAPPORT			
Project	HDD verlegging de Hoven, rondweg N345		
Opdrachtgever	N.V. Nederlandse Gasunie	Opdrachtnummer	1316-0133-000
Contact persoon	Dhr J.H. Boels	Datum rapport	23-06-2016
Monstername	By Fugro GeoServices B.V.	Datum ontvangst	09-06-2016

ONDERZOEK MONSTERS		
Monster	Omschrijving	Diepte in m t.o.v. NAP
1	B3:St7	-7.42 - -7.72
2	B3:St8	-7.82 - -8.17
3		-
4		-
5		-

RESULTATEN							
Parameter/verrichting	Monster					Eenheid	Methode van onderzoek
	1	2	3	4	5		
Gehalte < 2µm Q						%(m/m)	proef 29 Std RAW
Gehalte organische stof Q						%(m/m)	proef 36 Std RAW
Massa verlies bij HCl-beh Q						%(m/m)	proef 37 Std RAW
Zoutgehalte bodemvocht						NaCl g/l	¹⁾
gehalte < 63µm Q						%(m/m)	proef 2 Std RAW
Vloeigrens (W _f) Q	50	44				%(m/m)	proef 14 Std RAW
Uitrolgrens (W _p) Q	25	23				%(m/m)	proef 14 Std RAW
Plasticiteits-Index (I _p) Q	24	20				--	proef 14 Std RAW
A-Lijn	22	17				--	berekend als 0.73*(W _f -20)
Voldoet aan erosiebijecategorie							
Watergehalte Q	48	30				%(m/m)	NEN5112
W _{max} (bij I _c = 0.75)	32	28				%(m/m)	berekend als W _p + 0.25 I _p
W _{max} (bij I _c = 0.60)	35	31				%(m/m)	berekend als W _p + 0.40 I _p
Consistentie-index (I _c)	0.08	0.68				--	berekend als (W _f -A)/(W _f -W _p)
Vloeibaarheid-index (I _f)	0.92	0.32				--	berekend als 1-I _c

OPMERKINGEN	
De met 'Q' gemerkte verrichtingen zijn geaccrediteerd door RvA.	
1) Uitgevoerd door Alcontrol Laboratories B.V. te Hoogvliet, 2) Geldt voor deklaag, 3) Geldt voor kern	
Om aan de verwerkingseis te voldoen zal het watergehalte van de klei ≤ aan W _{max} .	
In §22.06.06 en §22.06.07 van de Standaard RAW Bepalingen is sprake van klei. Onder klei wordt volgens de classificatie norm NEN 5104 verstaan materiaal met een lutumgehalte van tenminste 8%. Alhoewel in de Standaard RAW Bepalingen niet expliciet vermeld, moeten dus alle klei categorieën aan deze eis voldoen.	

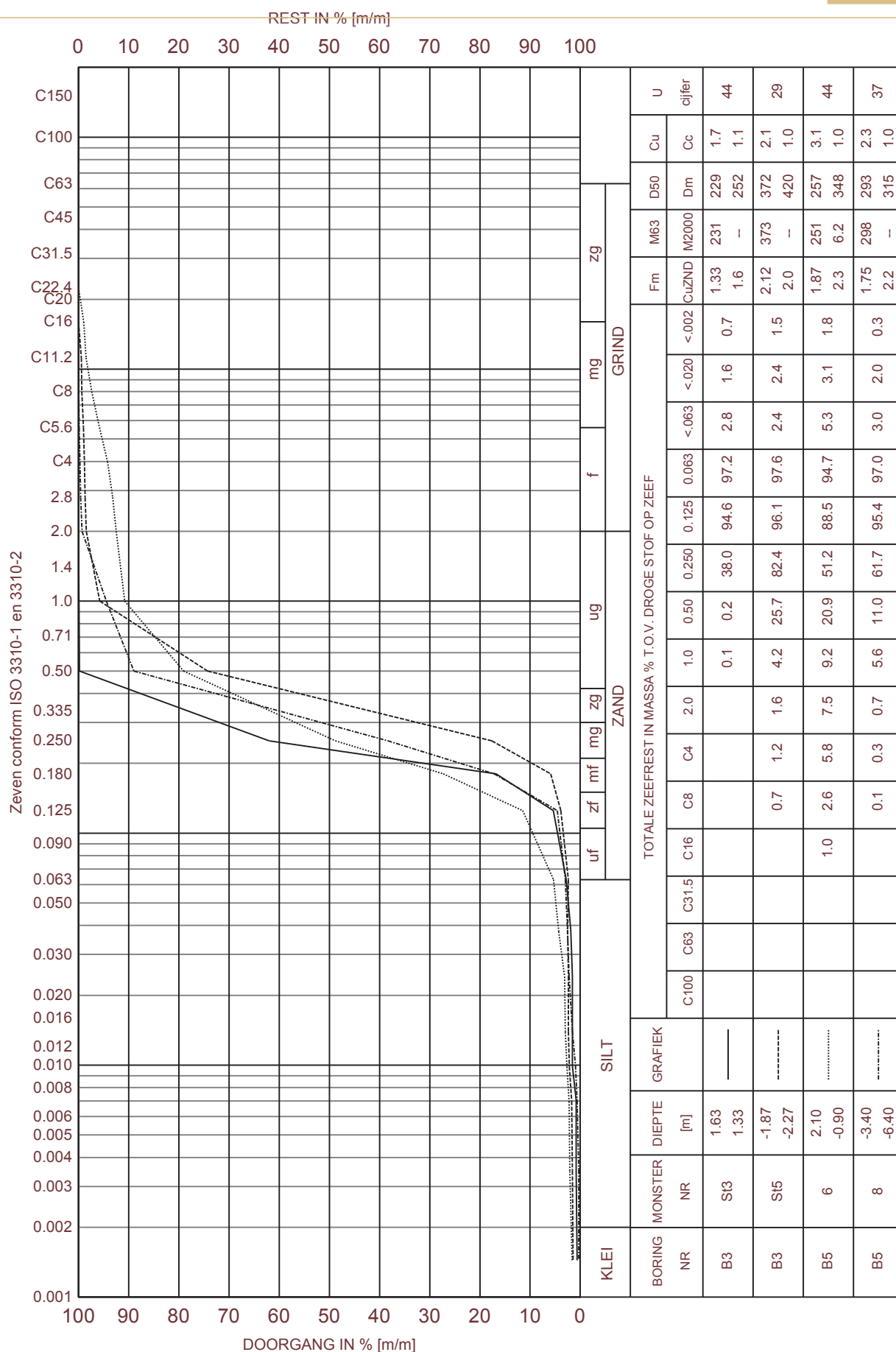
Opgesteld door:	AWG	Gecontroleerd:	PVV	Opdr nr.:	1316-0133-000
-----------------	-----	----------------	-----	-----------	---------------

ONDERZOEKSRAPPORT											
Project	HDD verlegging de Hoven, rondweg N345										
Opdrachtgever	N.V. Nederlandse Gasunie						Opdrachtnummer	1316-0133-000			
Contactpersoon	Dhr J.H. Boels						Datum rapport	23-06-16			
Monstername	Door Fugro GeoServices B.V.						Datum ontvangst	09-06-16			

VOLUME GEWICHT - WATERGEHALTE EN ONGEDRAINEERDE SCHUIFSTERKTE (Uitgevoerd conform eigen methode)											
Boring nummer	Monster nummer	Diepte t.o.v. NAP (m)	Volumieke massa vaste gronddelen (kg/m ³)	Volume gewicht nat (γ) (kN/m ³) [Q]	Volume gewicht verz (γ) (kN/m ³)	Volume gewicht droog (γ) (kN/m ³) [Q]	Water-gehalte w (%) [Q]	Poriën gehalte n (%)	Poriën getal e	Verzadigingsgraad S (%)	Ongedr. Schuifsterkte f _{undr} (kPa) T.V. [Q] P.P.
B3	St1	4.73	2650	15.3	15.6	9.3	65.5	64.4	1.8	96.0	-
B3	St2	1.68	2650	17.8	18.3	13.6	30.9	47.6	0.9	90.1	-
B3	St4	0.43	2650	17.8	19.0	14.7	21.1	43.5	0.8	72.7	-
B3	St5	-2.12	2650	18.2	19.3	15.2	19.8	41.5	0.7	74.0	-
B3	St6	-7.32	2650	17.5	18.3	13.6	28.7	47.8	0.9	82.9	-
B3	St7	-7.67	2650	15.7	16.4	10.6	48.0	59.3	1.5	87.4	-
B3	St8	-8.12	2650	18.3	18.6	14.1	29.7	45.7	0.8	93.5	-
B5	St1	4.85	2650	18.4	18.6	14.2	29.6	45.4	0.8	94.5	57.0 -
B5	St2	4.40	2650	17.5	17.5	12.3	42.5	52.8	1.1	100.0	26.0 -
B5	St3	3.50	2650	18.3	18.8	14.4	26.8	44.5	0.8	88.8	-
B5	St5	2.75	2650	18.0	18.8	14.5	24.4	44.3	0.8	81.4	-
B5	St6	2.30	2650	16.5	16.8	11.2	47.2	56.9	1.3	94.8	18.0 -
B5	St7	-3.20	2650	17.7	18.7	14.3	23.4	44.9	0.8	76.0	-
B7	St1	5.24	2650	19.0	19.2	15.0	26.4	42.3	0.7	95.4	75.0 -
B7	St2	2.89	2650	18.0	18.7	14.3	25.8	44.9	0.8	83.8	-
B7	St4	-0.66	2650	18.6	19.4	15.4	20.9	40.7	0.7	80.7	-
B7	St5	-2.96	2650	18.4	19.6	15.8	16.8	39.3	0.6	68.7	-
B7	St6	-6.81	2650	18.8	19.3	15.2	23.0	41.4	0.7	86.6	-
HB1	St1	6.56	2650	18.7	19.4	15.3	21.7	41.0	0.7	82.8	20.0 -
HB1	St2	6.21	2650	18.9	19.7	16.0	18.7	38.6	0.6	78.9	-
HB8	St1	3.80	2650	18.2	18.8	14.5	25.4	44.2	0.8	85.0	-
HB8	St2	3.45	2650	18.5	19.0	14.8	24.9	43.0	0.8	87.7	-
HB10	St1	4.93	2650	16.9	17.2	11.8	42.8	54.6	1.2	94.3	-
HB10	St2	3.53	2650	17.6	17.6	12.5	40.7	51.8	1.1	100.0	-
											-

OPMERKINGEN											
De met "Q" gemerkte verrichtingen zijn erkend door RvA.											
Voor de berekening van het poriëgehalte is een waarde voor de volumieke massa van vaste gronddelen aangehouden van 2650 kg/m ³ , tenzij anders bepaald middels een separate proef.											
T.V.: Bepaald d.m.v pocket torvane											
P.P.: Bepaald d.m.v pocket penetrometer											

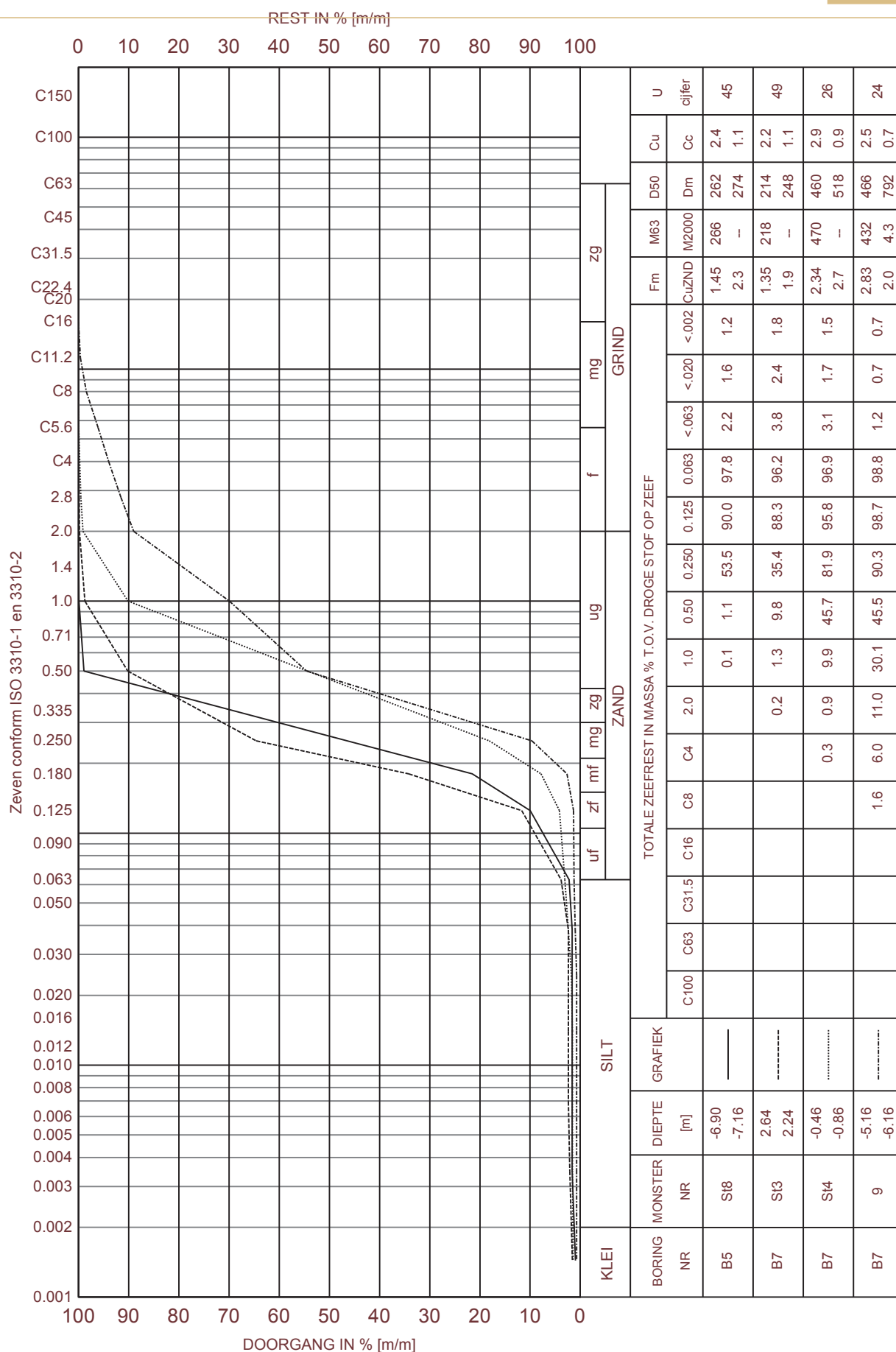
Opgesteld door: AWG	Gecontroleerd door: PVV	Opdracht nr.: 1316-0133-000
---------------------	-------------------------	-----------------------------



KORRELVERDELINGSDIAGRAM

HDD verlegging de Hoven, rondweg N345

Opdr. 1316-0133-000



Opm.: Diepte is in meters tov. N.A.P.

KORRELVERDELINGSDIAGRAM

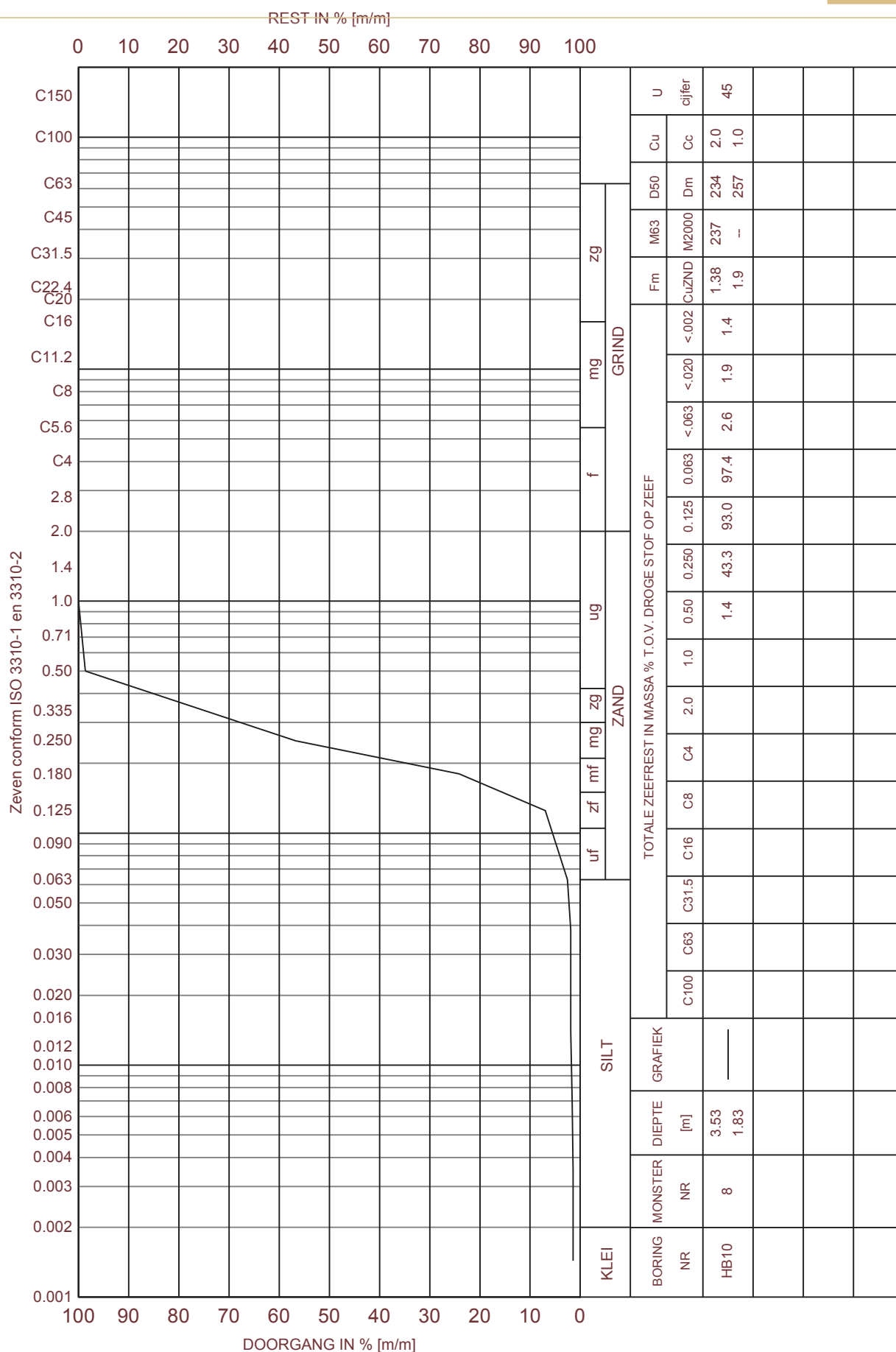
HDD verlegging de Hoven, rondweg N345

Opdr. 1316-0133-000



Opdr. 1316-0133-000

Pagina 12 van 15



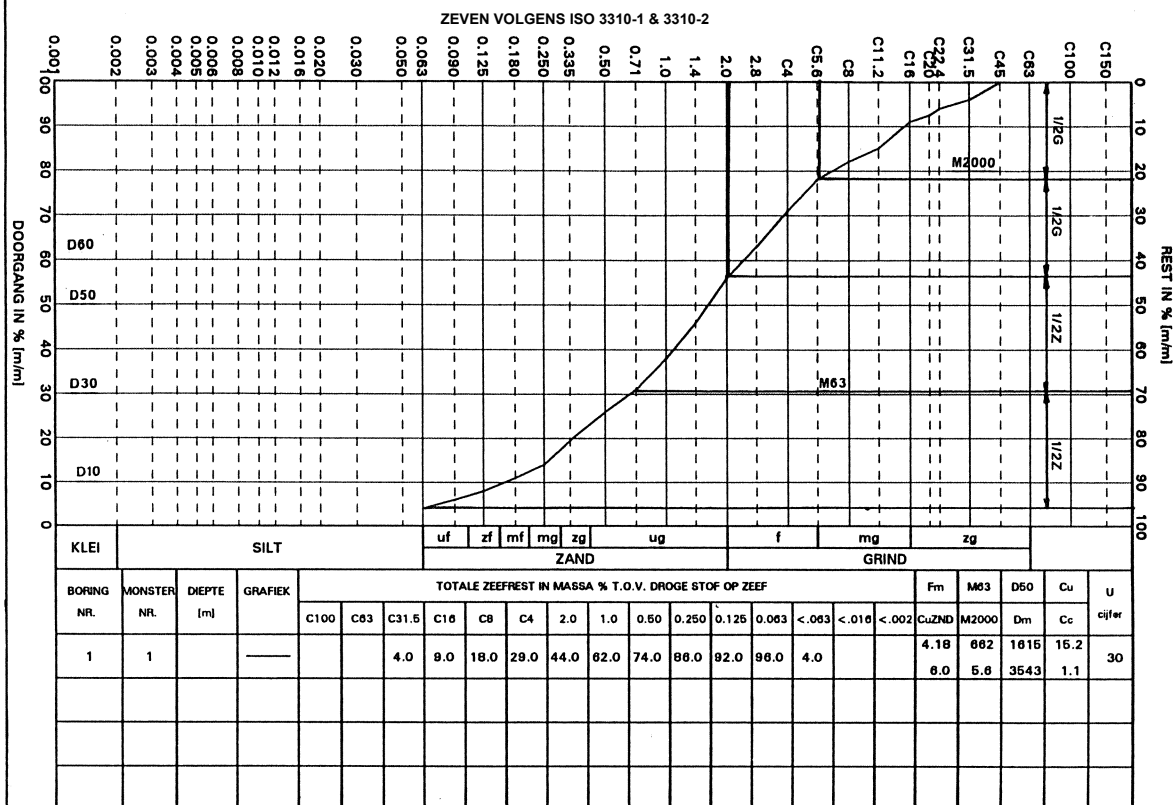
KORRELVERDELINGSDIAGRAM

HDD verlegging de Hoven, rondweg N345

Opdr. 1316-0133-000

VERKLARING PARAMETERS UIT KORRELVERDELING

KORRELVERDELINGSDIAGRAM



- Fm (fijnheidsgetal) : som van de massapercentages op de zeven: C63, C31.5, C16, C8, C4, 2mm, 1mm, 500 µm, 250 µm en 125 µm, gedeeld door 100.
- M63 (zandmediaan) : gemiddelde korrelgrootte van de zandfractie in µm, waarbij 63 µm staat voor de ondergrens en 2 mm voor de bovengrens.
- M2000 (grindmediaan) : gemiddelde korrelgrootte van de grindfractie in mm, waarbij 2mm staat voor de ondergrens en 63 mm voor de bovengrens.
- D50 : de gemiddelde korrelgrootte van al het materiaal in µm.
- Dm : de som van de zeefdoorgang in µm, per massapercentage in stappen van 10 (10 t/m 90%), gedeeld door 9.
- Cu (gelijkmatigheids coëfficiënt) : D60/D10 is het quotiënt van de afmetingen van de denkbeeldige zeefopeningen, waardoor 60% en 10% van al het materiaal doorgaat.
- CuZND (gelijkmatigheids coëfficiënt van materiaal >63 µm / < 2 mm) : D60/D10 is het quotiënt van de afmetingen van de denkbeeldige zeefopeningen, waardoor 60% en 10% van het materiaal tussen 63 µm en 2mm doorgaat.
- Cc (krommingscoëfficiënt) : $[D_{30}^2 / (D_{60} \times D_{10})]$ is het quotiënt van het kwadraat van de denkbeeldige zeefopeningen, waardoor 30% van al het materiaal doorgaat en het product van de denkbeeldige zeefopeningen, waardoor 60% en 10% van al het materiaal doorgaat.
- U-cijfer : specifiek oppervlak zandfractie, berekend als:
- $$\frac{\sum_{i=1}^n (m_i \times u_i) + (m_2 \times u_2) \dots (m_n \times u_n)}{\text{massa zandfractie}}$$
- waarin: m₁, m₂, etc. = massa subfractie
u₁, u₂, etc. = specifiek oppervlak subfractie

MONSTEROVERZICHT			S: S1V1P3 en K1 bak 25
ALGEMEEN			
Project	HDD verlegging de Hoven, rondweg N345	Opdrachtnummer	1316-0133-000
Opdrachtgever	N.V. Nederlandse Gasunie	Datum rapport	23-06-2016
te	DEVENTER	Vervaldatum	23-08-2016
Contactpersoon	de heer J.H. Boels	Datum ontvangst monsters	09-06-2016
MONSTEROVERZICHT			
Volgnummer	Type materiaal/omschrijving	Aantal/ Hoeveelheid	Monsternummer(s)
1	Geroerd monster	14x 12x 11x 5x 5x 8x	B3 : 1 t/m 14 B5 : 1 t/m 12 B7 : 1 t/m 11 HB1 : 1 t/m 5 HB2 : 1 t/m 5 HB3 : 1 t/m 8
2	Ongeroerd monster	9x	B3-St1 0.76-0.88 M-MV B3-St6 12.84-12.92 M-MV B3-St7 13.10-13.25 M-MV B3-St8 13.43-13.57 M-MV B3-St8 13.57-13.71 M-MV B5-St1 0.71-0.83 M-MV B3-St4 2.28-2.40 M-MV B7-St1 0.46-0.58 M-MV HB10-St1 0.99-1.10 M-MV

Bovenstaand is een overzicht gegeven van de monsters, die in het kader van onderhavig onderzoek zijn onderzocht en zich thans nog bevinden in het Laboratorium voor Infra- en Geotechniek. Met "vervaldatum" is de datum aangegeven waarna de monsters, bij geen tegenbericht uwerzijds, uit de monsteropslag zullen worden verwijderd en vernietigd. Wanneer u (een deel van) bovengenoemde monsters na de vervaldatum (eventueel onder geconditioneerde omstandigheden) tegen betaling wenst te laten bewaren, verzoeken wij u dit formulier uiterlijk 1 week vóór de vervaldatum aan ons te retourneren.

Ondergetekende verzoekt de monsters te bewaren tot:		
Datum	Naam	Handtekening

Opgesteld door: PVV	Gecontroleerd: PVV
---------------------	--------------------