



Verdieping zandwinning Randwijkse Waarden

Geohydrologische effecten | Heteren

1219-0039-000 2.0 | 09-07-2021

Definitief

Dekker Groep

Documentbeheer

Documentgegevens

Projectnaam	Verdieping zandwinning Randwijkse Waarden
Documentnaam	Geohydrologische effecten
Fugro-projectnr.	1219-0039-000
Fugro-documentnr.	1219-0039-000-33-R02
Versienummer	2.0
Versiestatus	Definitief
Fugro entiteit	Fugro NL Land B.V.
Adres Fugro-kantoor	Blaeulaan 60A 3528 AD Utrecht T 030 60 28175

Klantgegevens

Klant	Dekker Groep
Adres klant	Postbus 6073, 4000 HB Tiel
Contactpersoon klant	AJ. Schouten
Documentnr. klant	-

Versiebeheer

Versie	Datum	Status	Omschrijving	Opgesteld door	Gecontroleerd door	Goedgekeurd door
0.1	10-11-2020	Concept	Initiële versie	HBR	MMR	RMA
1.0	16-11-2020	Definitief	Verwerken tekstuele opmerkingen	HBR	MMR	RMA
1.1	22-01-2021	Definitief	Verwerken tekstuele opmerking WSRL	HBR	MMR	RMA
2.0	09-07-2021	Definitief	Verwerken opmerkingen Provincie Gelderland	BYS	HBR	RMA

Projectteam

Initialen	Naam	Rol
HBR	H.E. Brink	Adviseur Hydrologie
MMR	M. Muller	Adviseur Hydrologie
RMA	R. Meinsma	Senior Consultant Waterbouw
BYS	B. Snacken	Senior Consultant Hydrologie

Inhoudsopgave

1. Inleiding	1
1.1 Algemeen	1
1.2 Gebruikte gegevens	1
2. Projectomschrijving	3
3. Geohydrologische uitgangspunten	5
3.1 Geohydrologische bodemopbouw	5
3.1.1 Grondwaterkaart van Nederland	5
3.1.2 REGIS II	7
3.1.3 Grondonderzoek op locatie	8
3.1.4 Geohydrologische bodemopbouw en schematisering Fugro	10
3.1.5 Geohydrologische bodemopbouw en schematisering Grontmij	11
3.2 Grondwaterstanden en stijghoogte	12
3.3 Oppervlaktewater	14
3.3.1 Polderpeil	14
3.3.2 Rivier waterstanden	15
3.4 Neerslag en verdamping	16
3.5 Grondwatermodel Grontmij	16
4. Geohydrologische effecten	20
4.1 Kwalitatieve beschrijving effecten verdiepen	20
4.2 Verificatie effectenstudie geohydrologie Grontmij voor verdieping	21
4.2.1 Bodemopbouw	22
4.2.2 Oppervlaktewaterstanden	23
4.2.3 Het model	24
4.3 Kwantitatieve analyse	24
5. Conclusie	27

BIJLAGE A - Grondwaterkaart van Nederland

BIJLAGE B - DINO-loket boringen

BIJLAGE C - Overzicht Fugro grondonderzoek projectgebied

BIJLAGE D - Resultaten Menyanthes

BIJLAGE E - Effectenstudie Grontmij 2011

1. Inleiding

1.1 Algemeen

Voor de exploitatie van de bestaande zandwinning Randwijkse Waarde te Heteren heeft Dekker Groep geotechnisch grondonderzoek laten uitvoeren in verband met de aanwezigheid van een gastransportleiding onder de zandwinput. De resultaten van het uitgevoerde grondonderzoek geven aanleiding om de ontgravingsdiepte in de toegekende vergunning (met kenmerk 2011-005385 d.d. 16 januari 2014) te verruimen naar een dieper niveau.

Fugro ontving van Dekker Groep de opdracht voor het uitvoeren van geotechnisch grondonderzoek en het uitbrengen van diverse adviezen betreffende de voorgenomen verdieping van de zandwinning Randwijkse Waarden te Heteren. In voorliggend rapport wordt de geohydrologische invloed van de verdieping beschouwd waarin een kwalitatieve analyse is uitgevoerd van de getrokken conclusies in het oorspronkelijke vergunning onderbouwend Grontmij rapport GM-0020644, d.d. 12-09-2011. De resultaten van het geotechnisch onderzoek en het advies betreffende de stabiliteit van de onderwatertaluds worden separaat gerapporteerd.

Het doel van deze rapportage is inzicht verkrijgen in de mogelijke geohydrologische effecten van de verdieping.

Het rapport bevat de volgende onderdelen:

- projectbeschrijving;
- beschrijving huidige geohydrologische situatie;
- beschrijving mogelijke geohydrologische effecten;
- conclusie

1.2 Gebruikte gegevens

Voor het opstellen van onderhavige rapportage is gebruik gemaakt van de volgende door de opdrachtgever verstrekte gegevens, door Fugro reeds uitgebrachte rapporten en gebruik gemaakt van diverse andere bronnen zoals weergegeven in tabel 1.1. Tevens is aangegeven welke bronnen door Grontmij zijn geraadpleegd (bron Grontmij) ten tijden van het opstellen van rapport GM-0020644, d.d. 12-09-2011.

Tabel 1.1: Gebruikte gegevens/bronnen

Nr.	Titel	Auteur	Referentie	Datum	Bron Grontmij
1.	Controle boringen te Heteren	Fugro	6004-0199-000.R01	13-06-2006	-
2.	Sondeer- en boordata Uitbreiding Zandwinning Heteren	Fugro	6004-0199-001.R01	25-07-2008	X d.d. 20-5-2008
3.	Beoordeling taludstabiliteit zandwinning Heteren incl. controle boringen	Fugro	6004-0199-003.R01	18-02-2011	-
4.	Toetsing effecten-rapportage Plas van Wijck	Fugro	1110-0040-000.B01/HWG	29-04-2011	-
5.	Inrichtingsplan Randwijkse Waarden, Effectenstudie geohydrologie	Grontmij Nederland B.V.	GM-0020644	12-09-2011	X
6.	Booronderzoek HDD traject Heteren	Fugro	1318-0124-000	20-04-2018	-
7.	Bodemligging in m NAP eind dec 2019	Bureau Meet	19171100-mv- anno-dec2019	30-12-2019	-
8.	Verdieping zandwinning Heteren (grondonderzoek)	Fugro	1219-0039-130- 21-R01-v3.0	21-10-2020	-
9.	Tekening ontgrondingsvergunning Randwijks Uiterwaard	Meet BV	Tek, nr, 0343- OGV-001rev 02	06-11-2020	-
10.	Verdieping zandwinning Randwijkse Waarden – geohydrologische effecten	Fugro	1219-0039-000- 33-R02-v1.1.	22-01-2021	-
11.	Verdieping zandwinning Heteren - Stabiliteitsanalyse	Fugro	1219-0039-000- R01v05	22-03-2021	-
12.	Dino-loket	TNO	www.dinoloket.nl	21-05-2020*	12-9-2011
13.	REGIS II	TNO		21-05-2020*	12-9-2011
14.	Grondwaterkaart van Nederland	TNO	Grondwaterkaart van Nederland 16, 39O Rhenen	1978-1989	X
15.	Actueel Hoogtebestand Nederland	AHN	www.ahn.nl	21-05-2020*	12-9-2011
16.	Bodemkaart van Nederland		kaartblad 39 Oost en 40 West	-	X
17.	Waterinfo.rws.nl	Rijkswaterstaat	Grenswaarden	21-5-2020*	Water- normalen
*Datum van raadplegen					

2. Projectomschrijving

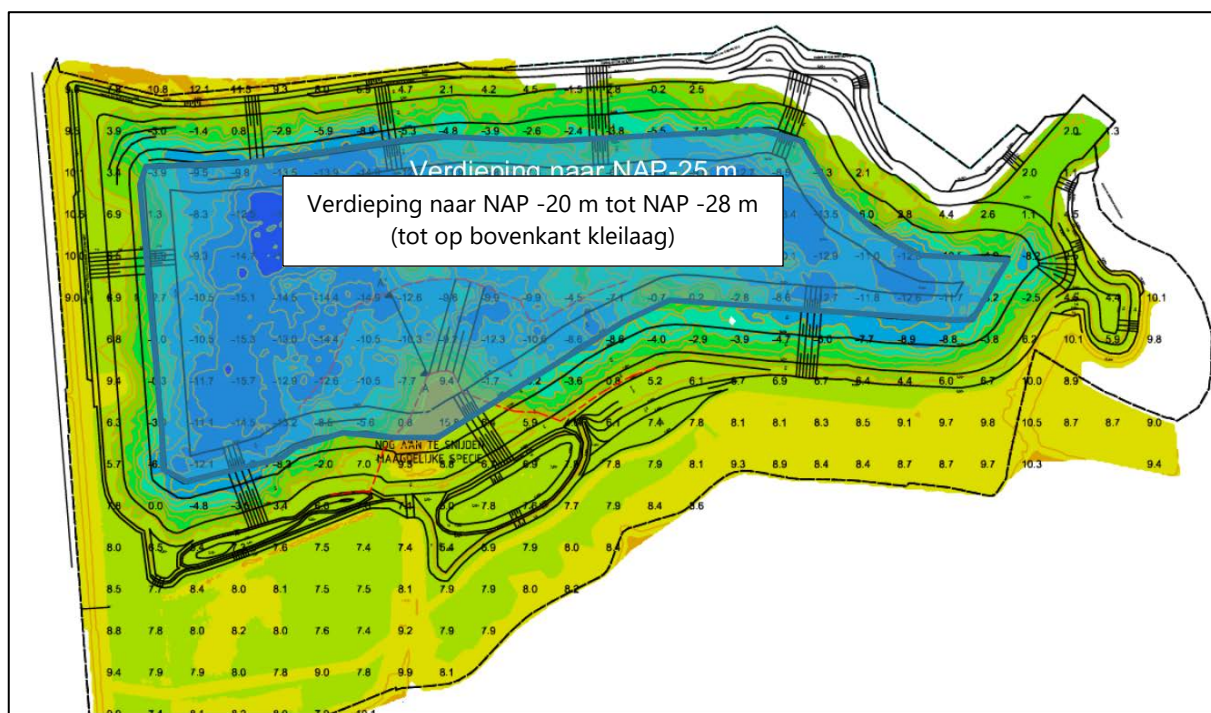
Het project bestaat uit het verdiepen van de huidige zandwinning in de Randwijkse Waarden te Heteren. De huidige zandwinplas heeft een oppervlak van circa 60 ha (1.200 m * 500 m) met een vergund ontgravingsdiepte van circa NAP -18 m. Het oorspronkelijk maaiveld ligt op circa NAP +8,0 m. De zandwinplas in de Randwijkse Waarden bestaat sinds de jaren '70 van de vorige eeuw. Vanaf 2017 is de zandwinplas naar het westen uitgebreid tot de huidige oppervlakte.

Binnen het Rijksdriehoeksnet heeft de projectlocatie globaal de coördinaten X = 179.500 m en Y = 441.800 m. De projectlocatie is in figuur 2.1 op een topografische kaart weergegeven.



Figuur 2.1: Projectlocatie zandwinplas Randwijkse Waarden (blauw vlak) (bron ondergrond: ESRI)

In figuur 2.2 is aangegeven welk deel van de huidige zandwinplas tot maximaal NAP -28 m wordt verdiept. Het betreft een verdieping waarbij het niveau van de bovenkant van de aanwezige kleilaag wordt gevolgd. Het niveau van de bovenkant van de kleilaag varieert tussen ca. NAP -21 m (oostkant) en NAP -28 m (westkant) en zal in het werk worden gevolgd. Deze methode waarbij de bovenkant van de kleilaag als einddiepte wordt aangehouden staat bekend als reliëfvolgend ontzanden.



Figuur 2.2: Verdieping zandwinning Randwijkse Waarden (bron Bureau Meet [7])

Voor de exploitatie van de bestaande zandwinning is een ontgrondingsniveau tot maximaal NAP -18 m vergund (kenmerk 2011-005385 d.d. 16 januari 2014). Ten behoeve van de aanvraag van de huidige vergunning is door Grontmij in het verleden een geohydrologische effectenstudie uitgebracht (Grontmij rapport GM-0020644, d.d. 12-09-2011). Dit rapport dient eveneens als basis voor de vergunningswijziging.

Op basis van (aanvullend) uitgevoerd grondonderzoek, peilgegevens en voorgenomen ontgravingsdiepte zijn de aangehouden uitgangspunten en conclusies uit de geohydrologische effectenrapportage (kenmerk GM-0020644) nader beschouwd.

Op 17 november 2020 is door Dekker Groep bij de Provincie Gelderland een aanvraag ingediend voor de vergunningswijziging. Het wijzigingsverzoek staat ingeboekt onder zaaknummer 2020-01538. Met de aanvraag is als aanvullende onderbouwing de door Fugro opgestelde geohydrologische rapportage 'Verdieping zandwinning Randwijkse Waarden' met kenmerk 1219-0039-000-33-R02 v1.0 d.d. 16-11-2020 ingediend. In de rapportage worden mogelijke geohydrologische effecten van het ontgraven tot de bovenkant scheidende laag op basis van de nieuwe (grond) onderzoeksgegevens geanalyseerd en conclusies van het Grontmij rapport getoetst.

Op 22 januari 2021 is door Fugro een aangepaste versie van het rapport met kenmerk 1219-0039-000-33-R02 v1.1 in concept voorgelegd bij het Waterschap Rivierenland en Provincie Gelderland. Hierop zijn vanuit het Waterschap geen opmerkingen voortgekomen. Provincie Gelderland heeft aangegeven dat de wijziging in geohydrologische uitgangspunten tussen de huidige vergunning en de vergunningswijziging inzichtelijk moeten worden gemaakt. Deze zijn in concept voorgelegd en met verwerkte opmerkingen in de deze versie van het rapport opgenomen.

3. Geohydrologische uitgangspunten

In voorliggend hoofdstuk worden de geohydrologische uitgangspunten en de verschillen ten opzichte van de aangehouden uitgangspunten van het Grontmij rapport [5] nader toegelicht en beschreven.

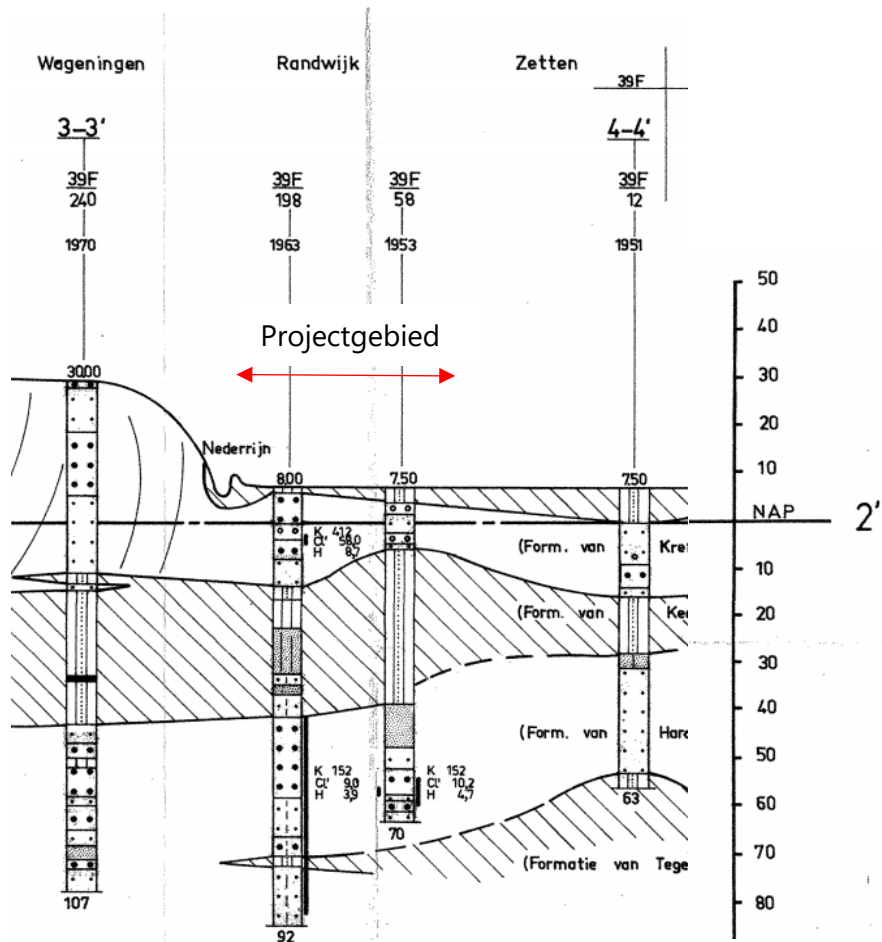
3.1 Geohydrologische bodemopbouw

Voor het opstellen van een beschrijving van de geohydrologische bodemopbouw zijn diverse bronnen geraadpleegd. Een overzicht van de door Fugro en/of Grontmij gebruikte bronnen is weergegeven in tabel 1.1. In de eerstvolgende paragrafen is de bodem geohydrologische beschreven op basis van de interpretatie van Fugro van de desbetreffende bronnen. Vervolgens is de voor dit project aan te houden geohydrologische bodemschematisatie bepaald en opgenomen in paragraaf 3.1.4.

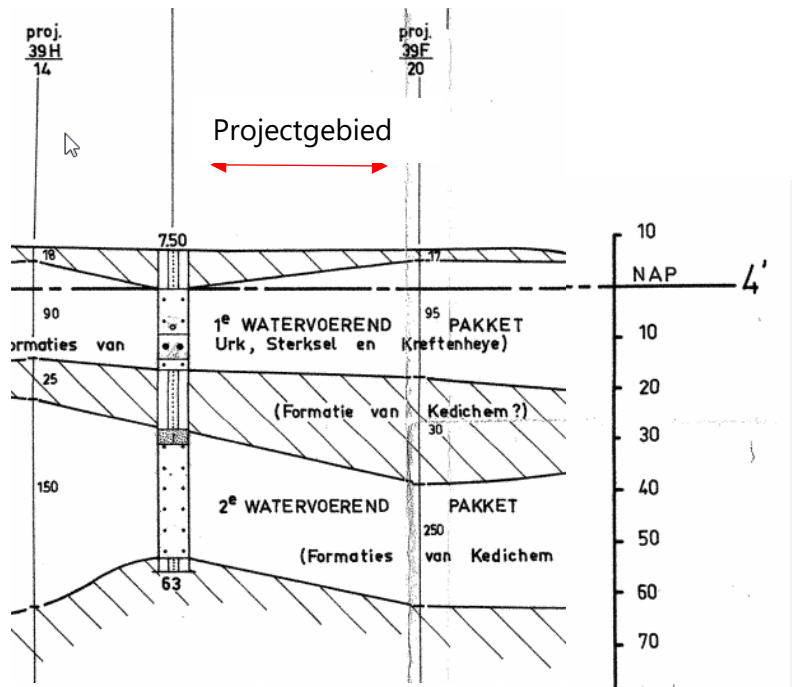
3.1.1 Grondwaterkaart van Nederland

Op basis van de Grondwaterkaart van Nederland [14] bestaat de bodemopbouw ter plaatse van de projectlocatie uit een (deels afwezige) deklaag (klei) van ca. 5 m gevolgd door een ca. 20 m dik 1^{ste} watervoerend pakket (zand), een ca. 20 à 30 m dikke 1^{ste} scheidende laag (klei) en een ca. 30 m dik 2^{de} watervoerend pakket (zand). Uitgaande van een maaiveldniveau van ca. NAP +7,0 m à +8,0 m bevindt de 1^{ste} scheidende laag zich op ca. NAP -17 à 18 m tot ca. NAP -37 à -47 m. Het 2^{de} watervoerend pakket reikt op basis hiervan tot ca. NAP -70 à -80 m. In de omgeving zijn geen putproeven of pompproeven uitgevoerd waarbij de geohydrologische parameterwaarden zijn bepaald.

Een uitsnede van de Grondwaterkaart profielen 2-2' en 4-4' zijn weergegeven in figuur 3.1 en 3.2. Zie ook Appendix A voor een volledig beeld van de profielen.



Figuur 3.1: Profiel 2-2' van de Grondwaterkaart van Nederland 16, 390 Rhenen [14]

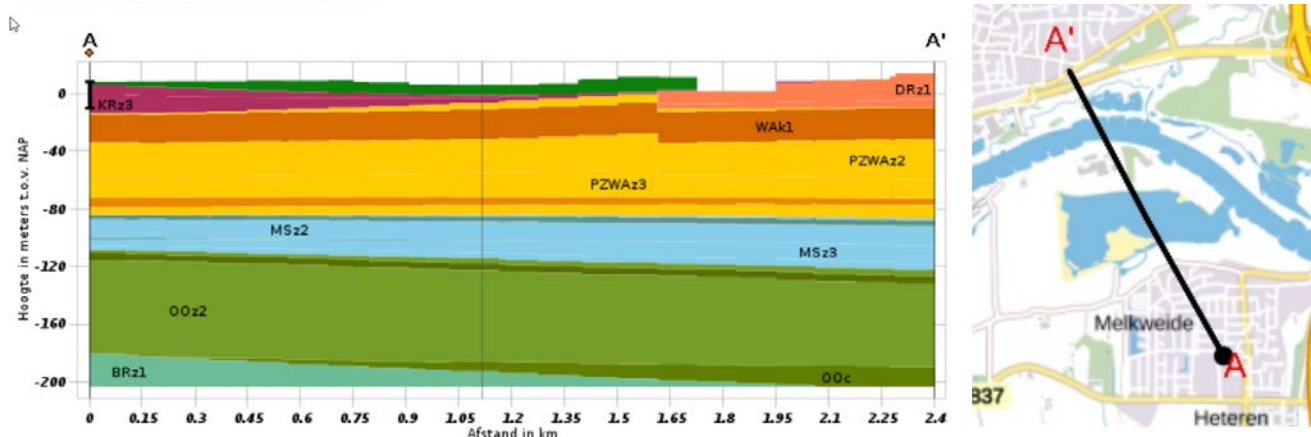


Figuur 3.2: Profiel 4-4' van de Grondwaterkaart van Nederland 16, 390 Rhenen [14]

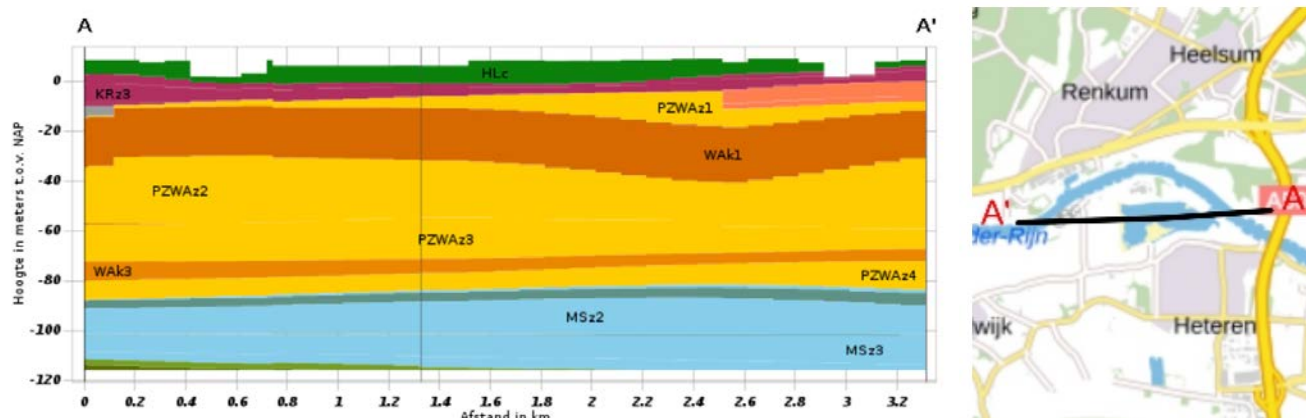
3.1.2 REGIS II

Vanuit het DINO-loket [12] zijn met REGISII v2.2 [13] twee dwarsdoorsneden gegenereerd over het projectgebied om inzicht te krijgen in het verloop van de geohydrologische eenheden. Deze dwarsdoorsneden zijn weergegeven in figuur 3.3. De bodemopbouw komt in grote lijnen overeen met de beschrijving uit de Grondwaterkaart van Nederland. De bovenkant van de 1^{ste} scheidende laag bevindt zich echter een aantal meters hoger (ca. NAP -10 m aan de oostelijke zijde van de zandwinplas en ca. NAP -15 m aan de westelijke zijde.) Aan deze laag wordt een dikte van ca. 20 m toegekend. Ook hier bevindt zich op ca. NAP -70 à -80 m een 2^{de} scheidende laag (Wak3).

Verticale Doorsnede BRO REGIS II v2.2



Verticale Doorsnede BRO REGIS II v2.2



Figuur 3.3: REGIS II v2.2. Dwarsdoorsneden ter hoogte van het projectgebied. De projectlocatie ligt ter hoogte van de zwarte lijn in de getekende profielen.

Opgemerkt wordt dat REGISII een regionaal model is en gebaseerd is op beperkte BRO grondonderzoeksm Meetpunten. Boring B39F0315 (uitgevoerd in 1977) is de dichtstbijzijnde BRO REGISII boring en bevindt zich ca. 900 m ten westen van het midden van het projectgebied. De eerste scheidende laag is ter plaatse van B39F0315 aangetroffen van NAP -19,6 m tot NAP -42 m. Daarnaast bevindt zich ca. 390 m ten noorden de projectlocatie één boring dieper dan NAP

-30 m, boring B39F0333 (uitgevoerd in 1977, geen BRO-classificatie). De eerste scheidende laag is ter plaatse aangetroffen van NAP -21,5 m tot NAP -34,5 m.

Ter volledigheid zijn de boorstaten van boring B39F0315 en B39F0333 toegevoegd in Bijlage B.

In tabel 3.1 zijn de geohydrologische bodemopbouw en de bijbehorende parameterwaarden uit REGISII v2.2 ter plaatse van de projectlocatie (appelboor X=178.607 m, Y = 442.013 m, zie appendix B) weergegeven. Hierbij is de weerstand tegen verticale grondwaterstroming door een waterremmende laag weergegeven met een c-waarde en is het horizontaal doorlaatvermogen van een watervoerende laag weergegeven met een kD-waarde.

Tabel 3.1: Schematisatie geohydrologische bodemopbouw volgens REGISII v2.2 ter plaatse van de projectlocatie (o.b.v. appelboor X=178607 m, Y = 442013 m).

Diepte laag [ca. m t.o.v. NAP]	Bodembeschrijving	Geohydrologische typering	Doorlaatvermogen Kh en kv [m/d]	Geohydrologische Parameterwaarden c [dagen] / kD [m ² /dag]
+8,2 tot +3,5	KLEI, zwak zandig tot ZAND, met brokken klei, toplaag humeus	Waterremmend Deklaag Holoceen	Kv	n.v.t.
+3,5 tot -18,5	ZAND, matig fijn tot uiterst grof, zwak tot sterk siltig, zwak tot matig grindig,	Watervoerend 1e watervoerend packet Form. Van Kreftenheye, van Drente en van Peize	Kh 10 à 100	600 à 1.850 m ² /dag
-18,5 tot -41,6	<u>KLEI</u> , zwak zandig, lokaal zandlaagjes	Waterremmend 1e scheidende laag Form. Van Waalre	Kv 0,01 à 0,05	400 à 2.000 dagen
-41,6 tot -70*	<u>ZAND</u> matig tot grof, zwak siltig, zwak grindig,	Watervoerend 2de watervoerend pakket Form. Van Peize, van Waalre	Kh 25 à 50	750 à 1.500 m ² /dag
* Vanaf ca. NAP -70 m wordt op basis van REGIS II v2.2 een ca. 5 m dik slecht doorlatende kleilaag verwacht (Wak3, 2 ^{de} scheidende laag)				

3.1.3 Grondonderzoek op locatie

Door Fugro is op de projectlocatie grondonderzoek uitgevoerd en gepresenteerd in de bronnen 1, 2, 6, 8 uit tabel 1.1. Voor het verdiepen van de huidige zandwinning is het volgende grondonderzoek beschikbaar:

- 9 diepsonderingen met meting van de plaatselijke wrijvingsweerstand (code DKM) tot circa 40 m diepte beneden maaiveld (NAP -30 à -34 m);

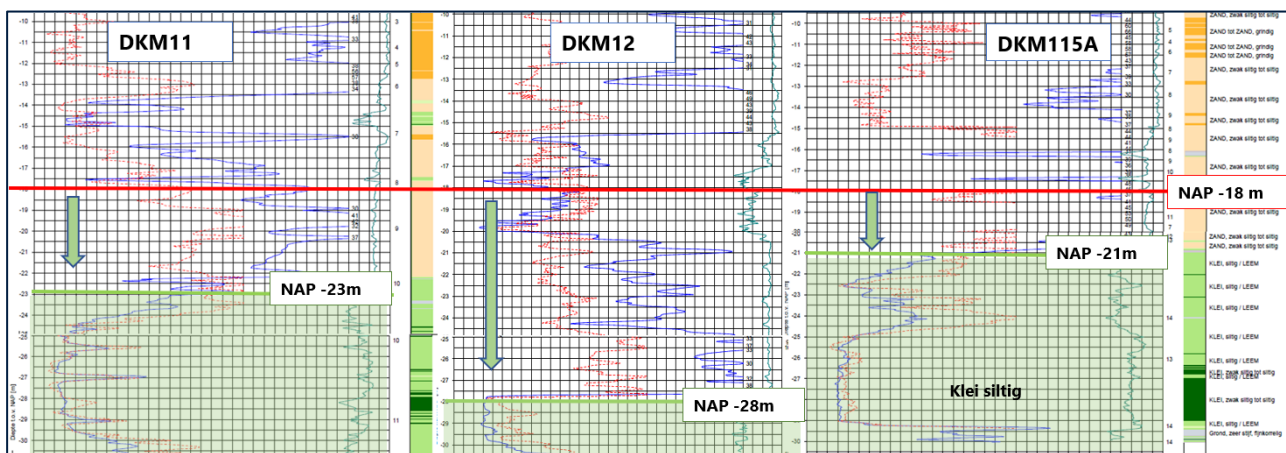
- 8 diepsonderingen met meting van de plaatselijke wrijvingsweerstand (code DKM) tot 25 à 30 m diepte beneden maaiveld (NAP -16 à -21 m);
- 3 mechanische boringen tot circa 10 m diepte (circa NAP -2 m);
- 7 mechanische boringen tot circa 30 m diepte (NAP -22 m);
- 3 mechanische boringen tot circa 38 m diepte (NAP -28 m).

De locaties van de binnen de projectlocatie (huidige zandwinning + voorgenomen verdieping) uitgevoerde sonderingen en boringen zijn weergegeven in figuur 3.4. In figuur 3.4 is eveneens de diepteligging van de bovenkant van de kleilagen en kleilenzen aangegeven.

Uit op de projectlocatie uitgevoerd grondonderzoek blijkt dat in dit gebied een kleilaag aanwezig is met de bovenkant op gelegen op een diepte van NAP -21 m aan de oostzijde (ter plaatse van de invaart). Richting het westen varieert het niveau van de bovenkant van de kleilaag tot een maximale diepte van NAP -28 m (6004-0199-001-DKM12, noordwestzijde). De bovenkant van de kleilaag is geschematiseerd op NAP -21 m aan de oostzijde van de zandwinning tot NAP -28 m aan de westzijde van de zandwinning (figuur 3.4).



Figuur 3.4: Samenvatting historisch en uitgevoerd grondonderzoek [bron 1, 2, 6 en 8 uit tabel 1.1]. Weergegeven zijn de locaties van het grondonderzoek, de codering (DKM = sondering, B = boring), einddiepte van het grondonderzoek () met daar onder het niveau van een eventuele klei/leemlenzen en als onderste het niveau van de aangetroffen kleilaag. Alle niveaus zijn hierbij aangegeven in m t.o.v. NAP. De rode lijn geeft grof het verloop van de bovenkant van de waterremmende siltige kleilaag aan (niet het niveau van het aantreffen van de klei/leem lenzen).



Figuur 3.5: Schematisering ligging bovenkant kleilaag sonderingen DKM11, DKM12 en DKM15A zoals weergegeven in figuur 3.4 en het huidige vergunde ontginningsniveau van NAP -18 m

In appendix C is een lijst toegevoegd met alle op de projectlocatie aanwezige sonderingen en boringen. Hierin is tevens de bovenkant van de eerste scheidende laag opgenomen. De dikte van de aangetroffen kleilaag tot de einddiepte van het uitgevoerde grondonderzoek bedraagt bij de diepe sonderingen (eind diepte > NAP -30 m) 2,5 m tot 9 m. De bovenkant van het 2^{de} watervoerend pakket (onderkant 1^{ste} scheidende laag) is tijdens het uitgevoerde grondonderzoek niet aangetroffen, ook niet tijdens de maximale verkennende diepte van ca. NAP -34 m (6004-0199-001 - DKM1).

3.1.4 Geohydrologische bodemopbouw en schematisering Fugro

Op basis van het uitgevoerde grondonderzoek op de projectlocatie [bron 1, 2, 6 en 8 uit tabel 1.1.] en gegevens afkomstig van overige bronnen [12 t/m 15, tabel 1.1.] kan de bodemopbouw globaal worden geschematiseerd zoals weergegeven in tabel 3.3.

De parameterwaarden die behoren bij de geohydrologische schematisering zijn eveneens in de tabel opgenomen. In de tabel is een bandbreedte van de verwachtingswaarde van de betreffende parameterwaarden aangegeven. Deze waarden zijn geraamd op basis van ervaring aan de hand van de beschikbare bodemgegevens, er zijn geen praktijkgegevens beschikbaar.

Gezien de grote afstand tot het eerste (BRO) meetpunt is het op de projectlocatie aanwezige grondonderzoek leidend in de aannames voor de heersende ondiepe bodemopbouw en daaruit voortvloeiende parameterwaarden. De maximale verkende diepte op de projectlocatie bedraagt ca. NAP -34 m [2]. Voor de bodemopbouw dieper dan het uitgevoerde grondonderzoek wordt gebruik gemaakt van REGISII.

De deklaag is ter plaatse van de huidige zandwinput niet aanwezig. Tijdens het op locatie uitgevoerde grondonderzoek is lokaal tussen ca. NAP -18 m en NAP -20 m leem en/of klei aangetroffen. Aangezien de klei/leem niet in alle sonderingen is aangetroffen en sterk in niveau en dikte varieert wordt aangenomen dat het klei/leemlenzen betreft. Vanaf NAP -21,0 m à NAP -28,0 m wordt overal in het gebied een siltige kleilaag aangetroffen.

Op basis van het op de projectlocatie uitgevoerd grondonderzoek is er minimaal een kleilaag met een dikte van 2,5 m à 9 m aanwezig. De bovenkant van het 2^{de} watervoerend pakket (onderkant 1^{ste} scheidende laag) is niet aangetroffen in het uitgevoerde grondonderzoek. Op basis van REGIS II v2.2 en de Grondwaterkaart van Nederland wordt een ca. 15 à 20 m dikke 1^{ste} scheidende laag verwacht, daaronder begint het 2^{de} watervoerend pakket.

Tabel 3.2: Schematisatie geohydrologische bodemopbouw op de projectlocatie volgens Fugro

Diepte laag [ca. m t.o.v. NAP]	Bodembeschrijving	Geohydrologische typering	Geohydrologische Parameterwaarden c [dagen] / kD [m ² /dag]
+10,0 à +6,9	<u>KLEI</u> , zwak zandig tot <u>ZAND</u> , met brokken klei, toplaag humeus	Waterremmend (Deklaag)*	10 à 250 dagen
tot			
+7,0 à +5,0			
+7,0 à +5,0	<u>ZAND</u> , matig fijn tot uiterst grof, zwak tot sterk siltig, zwak tot matig grindig, lokaal aanwezige <u>leemlenzen</u> tussen NAP -18 tot -20 m.	Watervoerend (1 ^e watervoerend pakket)	600 à 1.500 m ² /dag
tot			
-21,0 à -28,0			
-21,0 à -28,0	<u>KLEI</u> , zwak zandig, lokaal zandlaagjes	Waterremmend (1 ^{ste} scheidende laag / geohydrologische basis)	400 à 2.000 dagen
tot			
-36,0 à -48,0**			
-36,0 à -48,0 tot -70***	<u>ZAND</u> matig tot grof, zwak siltig, zwak grindig,	Watervoerend (2 ^{de} watervoerend pakket)	550 à 1.700 m ² /dag

* Ter plaatse van de zandwinput niet aanwezig;
 ** Maximaal verkende diepte in het Fugro-archief NAP -34 m [2], 6004-0199-001-DKM1. Niveau op basis van REGIS II v2.2;
 *** Vanaf ca. NAP -70 m wordt op basis van REGIS II v2.2 en de Grondwaterkaart van Nederland een slecht doorlatende kleilaag verwacht (2^{de} scheidende laag).

3.1.5 Geohydrologische bodemopbouw en schematisering Grontmij

De geohydrologische bodemopbouw in het Grontmij rapport [5] is afgeleid op basis van bronnen 2 (d.d. 20-5-2008) en 12 t/m 16 uit tabel 1.1. Hieruit volgt dat slechts een deel van het op de projectlocatie uitgevoerde grondonderzoek beschikbaar was [2] als onderbouwing voor de oorspronkelijke vergunning aanvraag. Zie appendix C voor een overzicht van de uitvoeringsdatum van de grondonderzoeken.

Het overgrote deel van de gerapporteerde bodembeschrijving is daarom op basis van de Grondwaterkaart van Nederland en REGIS gebaseerd. De geohydrologische berekeningen zijn uitgevoerd met modelinvoerlagen van het regionale model REGISII.

De bodembeschrijving (tabel 2.1 [5]) zoals opgenomen in het vergunningonderbouwende Grontmij rapport [5] is weergegeven in tabel 3.4 en is als volgt beschreven:

“De dikte van de deklaag varieert binnendijs van ca. 1 tot 2 m, 3 tot 5 m dik ten zuiden van de zandwinplas en afwezig in de uiterwaarden met plaatselijk een meter dunne deklaag. De bodem onder de deklaag bestaat uit een ca. 25 m dikke zwak tot matig siltig, matig fijn tot zeer grof (grindhoudend) zandlaag. Op ca. NAP -18 m à NAP -19 m is een leemlaag aangetroffen. De dikte van de leemlaag varieert van 0,5 m tot meer dan 4 m (>NAP -22 m). De bovenkant van de slecht doorlatende leemlaag bevindt zich nabij de dijk (zuidzijde) op NAP -18 m tot NAP -21,5 m nabij de Neder-Rijn. De aangetroffen leemlaag komt overeen met de aanwezigheid van een scheidende laag tussen het 1^{ste} en 2^{de} watervoerend pakket.”

In het Grontmij rapport [5] wordt verder aangegeven dat op basis van de Grondwaterkaart van Nederland de 1^{ste} scheidende laag tot NAP -28 m reikt en het 2^{de} watervoerend pakket tot NAP -160 m.

Tabel 3.3: Schematisatie bodemopbouw volgens Grontmij tabel 2.1. [5]

Diepte laag [ca. m t.o.v. NAP]	Bodembeschrijving	Geohydrologische typering & Formatie	Geohydrologische Parameterwaarden
+10,8 à +8,0	<u>KLEI</u>	Waterremmend (Deklaag)* Holoceen	10 tot 200 dagen
tot			
+10,8 à +7,0			
+10,8 à +7,0	<u>ZAND</u> , matig grof tot uiterst grof	Watervoerend (1 ^e watervoerend pakket) Kreftenheye	1.100 tot 1.700 m²/dag
tot			
-18,0 à -19,0			
-18,0 à -19,0	<u>KLEI</u>	Waterremmend (geohydrologische basis) Kedichem	500 tot 4.500 dagen
tot			
-19,3 à -28,0			
-19,3 à -28,0	<u>ZAND</u> , grof tot uiterst fijn, slibhoudend zand	Harderwijk, Tegelen, Maassluis en Oosterhout	2.000 m²/dag
tot			
-160			

* Ter plaatse van de zandwininput niet aanwezig

** 6004-0199-001 - DKM1, mogelijk niet beschikbaar ten tijden van opstellen Grontmij rapport

3.2 Grondwaterstanden en stijghoogte

Om inzicht te krijgen in de grondwaterstanden en stijghoogten zijn peilbuisgegevens opgevraagd bij DINO-database van TNO. Deze informatie is aangevuld met beschikbare monitorings gegevens van peilbuizen in de omgeving van de projectlocatie. Peilbuizen met meetgegevens tot minimaal het jaar 2000 zijn weergegeven in tabel 3.6 en figuur 3.9. Peilbuizen met oudere meetreeksen zijn niet beschouwd.

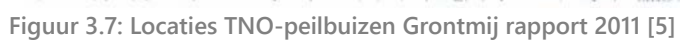
In de omgeving van de projectlocatie zijn van 3 aanvullende peilbuizen gegevens beschikbaar gekomen sinds het ontgraven van de zandwinplas, te weten B39F2951, B39F2953 en B39F2954. Het betreffen ondiepe peilbuizen met een filter afgesteld in het 1^{ste} watervoerend pakket. De locaties van deze peilbuizen komen overeen met de voorgestelde locaties van

monitoringspeilbuizen uit het Grontmij rapport. De meetperiode loopt van vóór aanvang van de ontginning van de zandwinplas in 2017 tot 2 jaar erna (2012 t/m 2019).

De grondwaterstandswaarden passen in het beeld van de door Grontmij berekende stijghoogten. Er is sprake van een lichte kwel zichtbaar in het eerste watervoerend pakket.

Tabel 3.4: Samenvatting grondwaterstandsmetingen TNO-peilbuizen Menyanthes analyse

DINO peilbuis	Meet perio- de	Maaiveld niveau [m NAP]	Filter afstelling [m NAP]	Grondwaterstanden [m NAP]				
				Laagste	10% laag	Ge- middelde	10% hoog	Hoogste
B39F0315_1*	1977- 2002	+10,4	-7,6 tot - 9,6	+5,4	+6,1	+6,8	+7,8	+11,1
B39F0315_2*	1977- 2002	+10,4	-54,6 tot -56,6	+4,9	+6,4	+7,0	+7,5	+11,1
B39F2951_1	2012- 2019	+8,0	+6,8 tot +5,8	+5,6	+6,2	+6,6	+7,0	+7,4
B39F2951_2	2012- 2019	+8,0	+4,1 tot +3,1	+5,6	+6,1	+6,5	+7,1	+8,3
B39F2953_1	2012- 2019	+8,2	+6,7 à +5,7	+5,6	+6,3	+6,9	+7,6	+8,2
B39F2953_2	2012- 2019	+8,2	+5,2 à +4,2	+5,8	+6,1	+6,7	+7,4	+7,8
B39F2954_1	2012- 2019	+8,2	+6,7 tot +5,7	+5,8	+6,2	+6,6	+7,0	+7,8
B39F2954_2	2012- 2019	+8,2	+5,0 tot +4,0	+5,5	+6,1	+6,5	+6,9	+8,4
B40A0689**	2004- 2017	+8,0	+3,4 à +1,4	+5,9	+6,3	+6,5	+6,8	+7,4
*opgenomen in Grontmij rapport.								
**Peilbuis B39F0060 is niet nader beschouwd in de Menyanthes analyse gezien dit een verouderde meetreeks is (1950 – 1979)								



3.3.1 Polderpeil

1219-0039-000-33-R02 | 09-07-2021 | Verdieping zandwinning Randwijkse Waarden
Pagina 14 van 27

NAP +6,4 m. In juni 2012 is het streefpeil voor het laatst door het Waterschap herzien. Het polder peil is toen ongewijzigd gebleven.

3.3.2 Rivier waterstanden

De zandwininput ligt in een inham langs de Neder-Rijn. De verbinding met de rivier is open. Hierdoor is het waterpeil in de zandwininput gelijk aan het rivierpeil. Het waterpeil in de put kan net als het rivierpeil fluctueren.

De meest nabijgelegen meetpunten zijn Driel-beneden (3,5 km bovenstrooms) en Grebbe (12 km stroomafwaarts). Het Lexkesveer meetpunt (3,7 km benedenstrooms) is niet meer aanwezig. In 2009 is ter plaatse van Lexkesveer een rivierverruimingsmaatregel toegepast. Deze rivierverruiming zorgt voor lagere waterstanden (11 centimeter ter hoogte van Lexkesveer) tijdens hoogwaterperioden.

Door Rijkswaterstaat zijn nieuwe grenswaarden bepaald voor de waterstandsm Meetpunten langs de Neder-Rijn die een normaal of afwijkend stroomregime bepalen (zie tabel 3.8). De grenswaarden vallen lager uit dan de in het verleden gebruikelijke overschrijdingskanswaarden. Voor de Menyanthes analyse (zie paragraaf 4.3) is gebruik gemaakt van waterstandsgegevens van het meetpunt Driel-beneden.

Tabel 3.5: Waterstand overschrijdingskansen voor een aantal meetpunten langs de Neder-Rijn ten tijde van opstellen Grontmij rapport [5]

	Pannerden (m +NAP)	Arnhem (m +NAP)	Driel boven (m +NAP)	Driel beneden (m +NAP)	Lexkesveer (m +NAP)
1x per 1.250 jaar	15,35	13,90	12,50	12,45	11,60
1 x per 100 jaar	14,90	13,50	12,20	12,10	11,25
1 x per 10 jaar	14,25	12,85	11,60	11,55	10,65
1 x per 2 jaar grensafvoer (-peil)	13,20	11,85	10,60	10,50	9,60
1 x per jaar	12,70	11,35	10,10	10,00	9,00
Gemiddelde afvoer*	9,58	8,51	8,14	6,98	6,64

* berekend op basis van meerjarige meetreeks

Tabel 3.6: Grenswaarden meetpunt Grebbe, Driel beneden en de geïnterpoleerde grenswaarden voor de projectlocatie (waterinfo)

Waterstand	Grebbe [m NAP]	Randwijkse Waarden [m NAP] (geïnterpoleerd)	Driel beneden [m NAP]
Verlaagd	< +5,85	< +5,7	< +5,7
Normaal	+5,85 à +6,85	+5,7 à +7,3	+5,7 à +7,4
Licht verhoogd (geel)	> +6,85	> +7,3	> +7,4
Verhoogd (oranje, 1x/5jr)	> +7,5	> +9,05	> +9,5
Hoog (rood-oranje – 1x/100jr)	> +9,05	> 10,55	> 11,0
Extreem hoog (rood – 1x/1.250jr)	> 10,25	> 11,5	> 11,9

3.4 Neerslag en verdamping

Door Grontmij worden de volgende neerslag en verdampingsgegevens aangehouden als randvoorwaarden van de modellering voor het gehele grondwatermodel. Deze blijven ongewijzigd voor de nieuwe situatie.

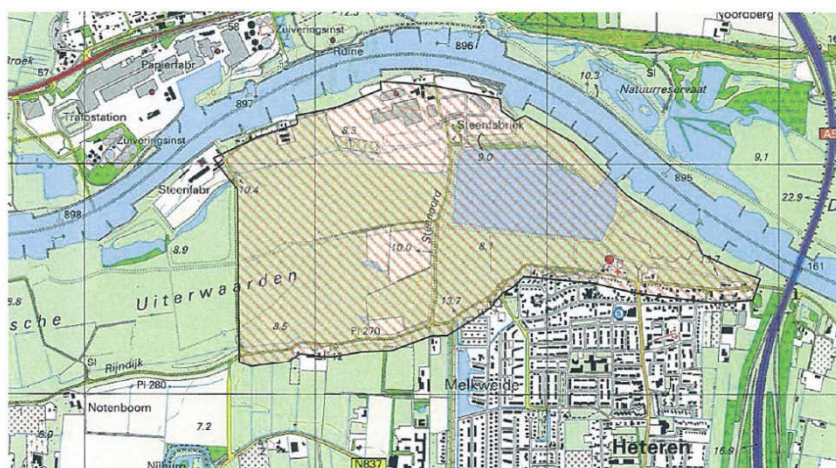
- meerjarige neerslag gemiddelde 797 mm/jaar (2 mm/dag);
- Potentiële verdamping 540 mm/jaar;
- Grondwateraanvulling 0,8 mm/dag.

Voor de Menyanthes analyse van de grondwaterstanden afkomstig uit de monitoringsmeetreeksen is gebruik gemaakt van neerslag- en verdampingsmeetreeksen in de nabijheid van de projectlocatie:

- Neerslag station Zetten – neerslagreeks (1963-nu, 3 km ten zuidwesten van de projectlocatie);
- Hoofdstation Deelen – verdampingmeetreeks (15 km ten noordoosten van de projectlocatie).

3.5 Grondwatermodel Grontmij

Voor het uitvoeren van de effectenstudie is door Grontmij een geohydrologisch model opgezet in MicroFEM. Het model bestaat uit 3 modellen: de deklaag, het 1^{ste} watervoerend pakket en 2^{de} watervoerend pakket. De scheidende lagen worden in MicroFEM als weerstand van een modellaag meegenomen (1^e scheidende laag is weerstand aan de bovenkant van het 2^e watervoerend pakket). Aan de deklaag is een gering doorlaatvermogen en een drainage weerstand toegekend. De geohydrologische parameterwaarden van de lagen zijn op basis van REGISII modellen ingevoerd. In de Grontmij rapportage wordt onderscheid gemaakt tussen het plangebied en modelgebied. Onderstaand figuur geeft het plangebied weer zoals opgenomen in het Grontmij rapport. Dit komt overeen met de projectlocatie in voorliggend rapport.



Figuur 3.8: Ligging plangebied (rood gearceerd) Grontmij rapport [5]

Tabel 3.5 geeft de bodemopbouw en geohydrologische schematisering weer zoals opgenomen in tabel B2.1 uit het Grontmij rapport [5].

Tabel 3.7: Bodemopbouw en geohydrologische schematisering over het gehele modelgebied tabel B2.1 Grontmij [5]

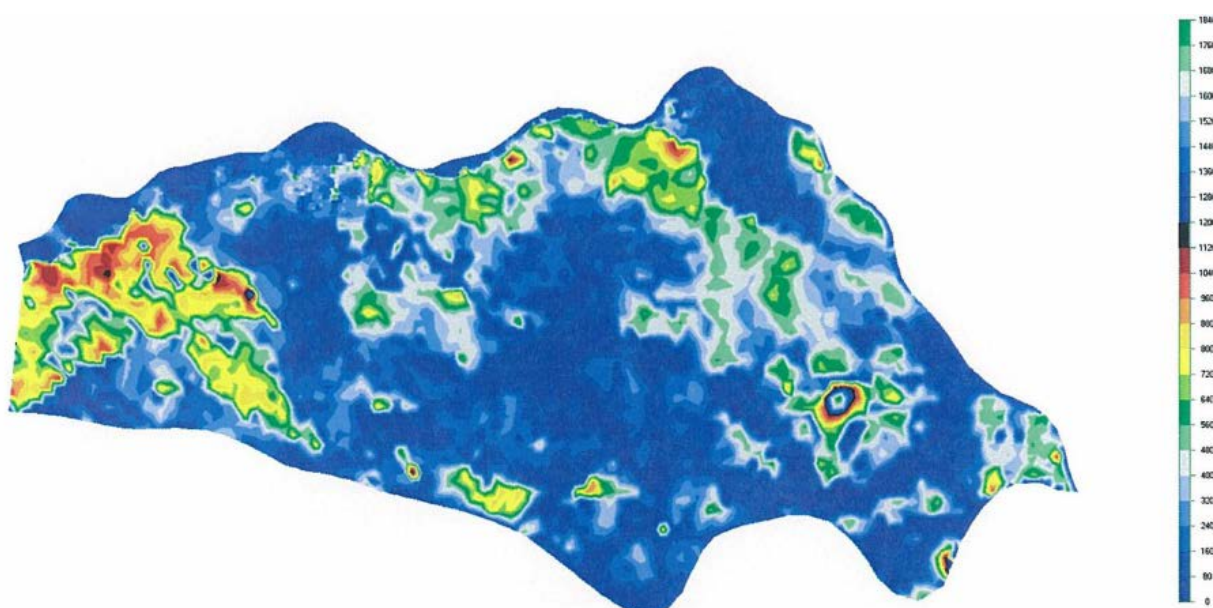
Laag	Diepte [ca. m NAP]	Bodem-beschrijving	Typering	Parameterwaarden c [dagen] / kD [m ² /dag]
0	+10,8 à +8,0	Maaiveld	Infiltratieoppervlak – drainage weerstand	75 dagen
1a	+10,8 à +8,0 tot +10,8 à +7,0	KLEI	Watervoerend deel deklaag	1 m ² /dag
1b			Waterremmend deel deklaag	10 tot 970 dagen projectgebied 10 tot 1.835* dagen modelgebied
2	+10,8 à +7,0 tot -18,0 à -19,0	ZAND	1ste watervoerend pakket	1.100 tot 1.700 m ² /dag projectgebied 470 tot 2.690 m ² /dag modelgebied
3a	-18,0 à -19,0 tot -19,3 à -28,0	KLEI	Waterremmend (1ste scheidende laag)	1.440 tot 3.835 dagen
3b	-19,3 à -28,0 tot -160	ZAND	2 ^{de} watervoerend pakket	2.000 m ² /dag

Opmerkingen Fugro:

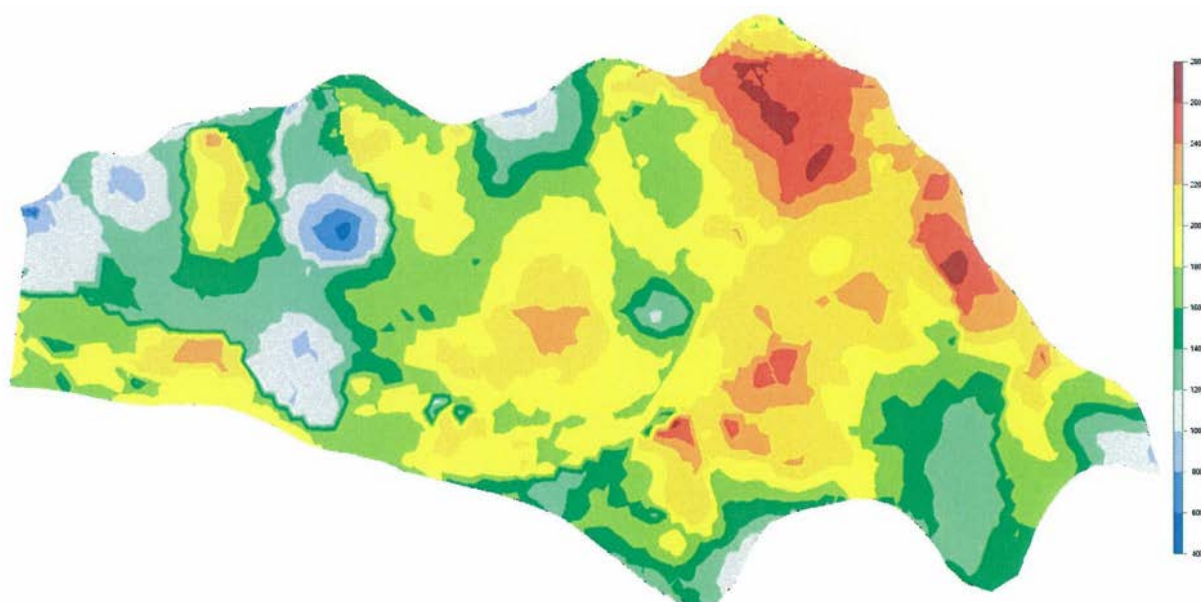
*onduidelijk welke waarde is aangehouden. In de tekstuele toelichting wordt 10 tot 1.835 dagen aangehouden voor het gehele modelgebied. In tabel B2.1 is 10 tot 970 dagen weergegeven, mogelijk heeft dit betrekking tot het projectgebied.

** Dit wijkt af van REGISII. Volgens REGISII heeft de waterremmende laag een dikte van 20 m en wordt vanaf ca. NAP -70 m een ca. 5 m dik slecht doorlatende kleilaag verwacht (Wak3, 2^{de} scheidende laag)

De modelinvoerlagen van de deklaag weerstand en het doorlaatvermogen van het eerste watervoerend pakket met waarden afkomstig uit REGISII zijn weergegeven in respectievelijk figuur 3.7 en 3.8.



Figuur 3.9: Modelinvoerlaag weerstand (dagen) deklaag modelgebied Grontmij rapport [5]



Figuur 3.10: Modelinvoerlaag doorlaatvermogen (m²/dag) 1ste watervoerende laag modelgebied Grontmij rapport [5]

De bodembouw en geohydrologische parameterwaarden zijn door Grontmij [5] gekalibreerd aan de hand van stijghoogtemetingen. Doordat een beperkt aantal peilbuizen in de directe omgeving van het projectgebied lag ten tijde van het opstellen van het model, was kalibratie binnen het projectgebied niet mogelijk. Het model is voor het projectgebied aanvullend gekalibreerd met behulp van de relatie tussen de waterstanden in de Neder-Rijn en de stijghoogte in het 1^{ste} watervoerend pakket ter plaatse van de projectlocatie.

Uit de door Grontmij uitgevoerde gevoeligheidsanalyse volgt dat het halveren of verdubbelen van de parameterwaarden van de deklaag en het 1^{ste} watervoerend pakket een verwaarloosbaar effect heeft op de grondwaterstand en stijghoogte in de omgeving.

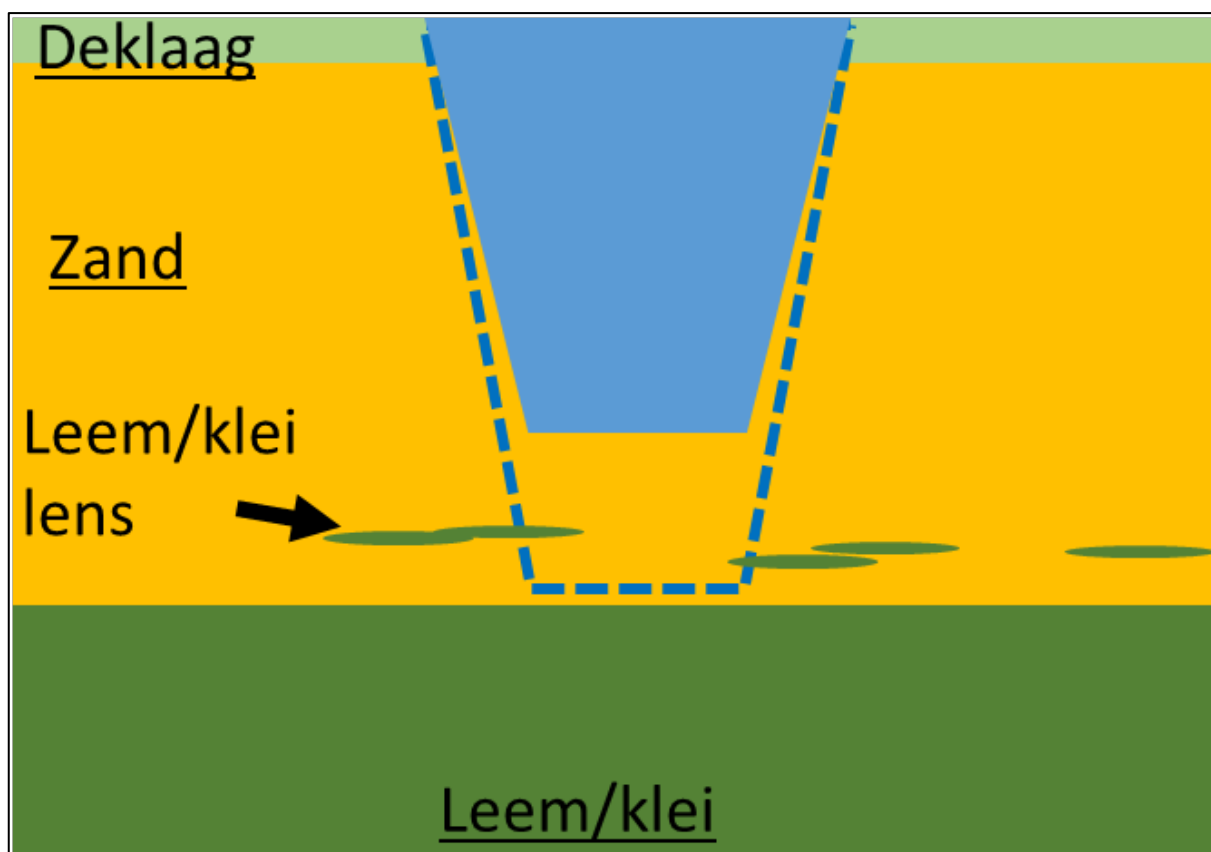
De ingreep in de Randwijkse Waarden (uitbreiding tot de huidige contouren) is door Grontmij gemodelleerd als een doorsnijding van het gehele 1^{ste} watervoerend pakket (ontzanding tot op de kleilaag). Dit komt overeen met de in dit rapport beschouwde wens om te ontzanden tot op de kleilaag, de 1^{ste} scheidende laag wordt niet doorsneden, waarvoor in dit rapport een onderbouwing van omgevingseffecten wordt gegeven.

4. Geohydrologische effecten

In dit hoofdstuk worden de geohydrologische effecten van de verdieping van de zandwinput beschreven. Er wordt begonnen met een kwalitatieve beschrijving van de te verwachten effecten. Vervolgens wordt gekeken in hoeverre de door Grontmij uitgevoerde geohydrologische effectenstudie [5] representatief is voor de toekomstige verdieping. Als laatste volgt een analyse van de gemeten grondwaterstanden voor en na de uitbreiding van de zandwinput in 2017 om de resultaten uit het eerder uitgevoerde onderzoek te verifiëren.

4.1 Kwalitatieve beschrijving effecten verdiepen

De verdieping van de zandwinput is schematisch weergegeven in figuur 4.1. In de bodem zijn lokaal waterscheidende lenzen aanwezig tussen ca. NAP -18 à -20 m. Wanneer de zandwinput wordt uitgediept worden deze lokaal voorkomende lenzen verwijderd.



Figuur 4.1: Schematisatie verdieping zandwinput Randwijkse Waarden

Het waterpeil in de zandwinput wordt gedomineerd door het oppervlaktewaterpeil in de Neder-Rijn. Het verdiepen van de zandwinput met ca. 7 à 10 meter brengt met zich mee dat er een groter contactoppervlak (blauwe stippellijn) ontstaat tussen het oppervlaktewater in de zandwinput en het grondwater ernaast. In zowel de huidige als de toekomstige situatie wordt de stijghoogte in de omgeving beïnvloed door de oppervlaktewaterstand in de zandwinput en Neder-Rijn. Dit is zichtbaar in de fluctuatie van de stijghoogte, welke toeneemt naarmate de peilbuizen dichterbij de Neder-Rijn staan (tabel 4.1).

Tabel 4.1: Vergelijking van oppervlaktewaterpeil en stijghoogte

	Oppervlaktewaterpeil zandwininput [m NAP](geïnterpoleerd)	Raming stijghoogte 1 ^e watervoerende pakket [m NAP]
Laag	< +5,7	+6,1 à +6,3
Normaal	+5,7 à +7,3	+6,5 à +6,8
Hoog	> +9,0	+6,8 à +7,8

Door het verdiepen van de zandwininput worden de lokaal aanwezige klei/leemlenzen verwijderd. Deze lenzen liggen op een niveau van ca. NAP -18 m en -20 m in het 1^e watervoerende pakket en zijn ca. 0,5 m tot 2,0 m dik (figuur 3.4). Gezien de lenzen niet overal zijn aangetroffen vormen ze geen gesloten waterremmende laag. Het grondwater kan vrij om de lenzen heen stromen. Er is zodoende sprake van een gelijke grondwaterstand boven en onder deze lenzen. Derhalve is geen sprake van een verandering in kwel/wegzijging bij het doorgraven/verwijderen van de lokaal voorkomende lenzen.

De zandwininput wordt verdiept conform het principe reliëfvolgend ontzanden waarbij de maximale ontgrondingsdiepte gelijk is met de bovenkant van de siltige kleilaag. Bij het aantreffen van de kleilaag wordt er niet dieper ontzand. Gedurende het zandwinproces wordt de kleilaag hierbij maximaal ca. 1 m beïnvloed (gewoeld). De aanwezige kleilaag is dermate dik (ca. 15 à 20 m) dat deze beïnvloeding minimaal is en een verwaarloosbare invloed zal hebben op de waterremmendheid van de kleilaag. Een verandering in de uitwisseling van grondwater tussen het 1^e watervoerend pakket boven de kleilaag en het 2^e watervoerend pakket er onder als gevolg van de ontzanding is derhalve niet aan de orde.

Gezien er geen verandering is in de stijghoogte in het 1^e watervoerend pakket en er geen verandering optreedt in de kwel/wegzijging situatie tussen het 1^e en 2^e watervoerend pakket (waterremmende kleilaag blijft intact) zijn er als het gevolg van het verdiepen van de zandwininput tot op de kleilaag op ca. NAP -18 m à NAP -28 m geen geohydrologische effecten in de omgeving.

4.2 Verificatie effectenstudie geohydrologie Grontmij voor verdieping

In 2011 heeft Grontmij Nederland B.V. een effectenstudie uitgevoerd naar de verandering in kwel binnendijs als gevolg van de ontwikkeling van de zandwinplas Randwijkse Waarden ([5], bijlage E). Dit rapport is tot stand gekomen nadat Fugro eerdere versies voor de gemeente Overbetuwe heeft getoetst. Het verloop van de uitgebrachte rapportages en toetsverslagen is opgenomen in tabel 4.2. In de laatste toetsing (1110-0040-000.B01/HWG) wordt door Fugro bevestigd dat de berekende veranderingen van de grondwaterstand vlak achter de dijk (gemiddeld geen verandering, bij een hoogwatersituatie een stijging van 10 tot 20 cm) in lijn der verwachting is.

Tabel 4.2: Chronologie uitgebrachte rapporten Grontmij en beoordeling Fugro

Datum	Kenmerk	Omschrijving
21-04-2010	99053492	Hydrologisch en geotechnisch onderzoek Plas van Wijck
31-01-2011	1110-0040-000.R01/WKM/ASH	Toetsing van rapport met kenmerk 99053492
24-03-2011	GM-0006423	Aanpassing van het rapport 99053492 n.a.v. opmerkingen Fugro
29-04-2011	1110-0040-000.B01/HWG	Toetsing van het rapport met kenmerk GM-0006423
12-09-2011	GM-0020644	Definitieve versie

Op basis van (aanvullend) uitgevoerd grondonderzoek, peilgegevens en voorgenomen ontgravingsdiepte zijn de aangehouden uitgangspunten uit de geohydrologische effectenrapportage (kenmerk GM-0020644 [5]) nader beschouwd.

4.2.1 Bodemopbouw

De interpretatie van de bodemopbouw op basis van de Grondwaterkaart van Nederland door Grontmij wijkt af van de interpretatie van Fugro op basis van de zelfde bron. Voor de geohydrologische modellering en berekeningen wordt geen gebruik gemaakt van de Grondwaterkaart van Nederland, hiervoor heeft Grontmij gebruik gemaakt van modelinvoerlagen van REGISII en daarbij behorende bodemopbouw. Hierdoor zijn voor de geohydrologische effectenberekeningen de REGISII uitgangspunten (paragraaf 3.1.2) leidend.

De bodemopbouw in het Grontmij rapport [5] verschilt met de Fugro interpretatie met name in de diepte ligging van de 1^{ste} scheidende laag. De klei/leem lenzen op ca. NAP -18 à -19 m worden in het Grontmij rapport als onderdeel van de eerste scheidende laag beschouwd. Op basis van het aanvullend grondonderzoek blijkt dat de bovenkant van de eerste scheidende laag op ca. NAP -21 m à NAP -28 m ligt. Als gevolg van het dieper ontgraven tot ca. NAP -21 m à NAP -28 m wordt op basis van de beschreven bodemopbouw in de Grontmij rapportage [5] de kleilaag deels volledig ontgraven en komt het eerste watervoerend pakket in contact met het 2^{de} watervoerend pakket. Echter, op basis van het aanvullend op de projectlocatie uitgevoerd grondonderzoek worden er enkel klei/leemlenzen doorgraven en blijft de scheidende laag intact.

Op basis van de beschikbare gegevens ten tijde van het opstellen van de Grontmij rapportage en de aanvullende gegevens wordt effectief uitgegaan van een diepere ligging van de eerste scheidende laag met gelijkblijvende weerstand en dikte.

Voor het uitvoeren van de effectenstudie is door Grontmij een geohydrologisch 3D model opgezet in MicroFEM (zie paragraaf 3.5). Hierbij is gebruik gemaakt van de geohydrologische modelinvoerlagen uit REGISII. Hoewel de bovenkant en onderkant van de eerste scheidende laag in de REGIS bestanden een aantal meter hoger ligt dan aangetroffen tijdens het op de projectlocatie uitgevoerde grondonderzoek, komen de dikte en verwachte parameterwaarden van deze laag nagenoeg overeen met beide interpretaties. De ingreep in de Randwijkse Waarden (uitbreiding tot de huidige contouren) is in 2011 door Grontmij gemodelleerd als een doorsnijding van het gehele 1^e watervoerend pakket, hetgeen gelijk is aan ontzanding tot op

de kleilaag. De door Grontmij gebruikte bodemparameterwaarden zijn derhalve representatief voor de voorgenomen verdieping tot op de kleilaag.

4.2.2 Oppervlaktewaterstanden

De waterstanden in de Neder-Rijn en Waal zijn opgegeven als randvoorwaarden aan het Grontmij model. Hiervoor zijn meerdere meetpunten gebruikt waarvan de meest nabijgelegen meetpunten bovenstrooms Driel-beneden (3,5 km) is en benedenstrooms Lexkesveer (3,7 km). De destijds door Rijkswaterstaat afgeleide waternormalen (zie tabel 3.7) zijn door Grontmij geïnterpoleerd over de rand (rivier) van het model en als vaste stijghoogte opgegeven.

Het Lexkesveer meetpunt is niet meer aanwezig. Het eerstvolgende benedenstroomse meetpunt is Grebbe (12 km stroomafwaarts). In 2009 is ter plaatse van Lexkesveer een rivierverruimingsmaatregel toegepast. Deze rivierverruiming zorgt voor lagere waterstanden (11 centimeter ter hoogte van Lexkesveer) tijdens hoogwaterperioden.

Daarnaast zijn door Rijkswaterstaat tevens nieuwe grenswaarden bepaald voor de waterstandsmeetpunten langs de Neder-Rijn die een normaal of afwijkend stroomregime bepalen (zie tabel 3.8). De grenswaarden vallen lager uit dan de door Grontmij gebruikte overschrijdingskanswaarden.

In verband met een vertraging tussen het oppervlaktewaterpeil en de grondwaterstand/stijghoogte zijn er stationaire berekeningen gemaakt voor een gemiddelde situatie, T=10 hoogwatersituatie en een laagwatersituatie (1991). In de huidige richtlijn toetsing kwel en wegzijging van Waterschap Rivierenland (d.d. 23-10-2020) wordt het gebruik van het regionaal grondwatermodel MORIA aanbevolen. De T=10 hoogwatersituatie op de rivier dient te worden beschouwd voor de hoogwatersituatie. Omdat een stationair model de resultaten vaak overschat wordt in de richtlijn geadviseerd een instationair model te gebruiken. Het jaar 2003 wordt hier vaak voor gebruikt omdat dit jaar zowel een periode met extreem hoogwater (begin januari) als een periode met extreem laagwater (begin oktober) kent.

Door Grontmij is gerekend met een stationaire hoogwatergolf T=10 van NAP +11,55 m (Overschrijdingskans waterstand waarde bij T=10, Driel beneden, tabel 3.7). In het door Waterschap Rivierenland in de huidige richtlijn geadviseerde jaar voor het in-stationair doorrekenen van effecten (2003) betrof de hoogste rivierwaterstand in meetpunt Driel-beneden ca. NAP +11,5 m. De door Grontmij aangehouden rivierwaterstand is hoger. Voor de laagwatersituatie is in de berekeningen een rivierpeil van NAP +5,8 m aangehouden, in het jaar 2003 was het laagste rivierpeil NAP +5,9 m. In beide situaties is het in de berekeningen aangehouden waterpeil maatgevender dan in het jaar 2003. Gezamenlijk met het stationair doorrekenen van de ingreep maakt dit dat er sprake is van een overschatting van de berekende effecten. De modellering van de rivierwaterstanden in de effectenanalyse is worst-case.

Bovenstaande betekent dat de door Grontmij aangehouden rivierwaterstanden maatgevender zijn dan de huidige rivierwaterstanden waarmee moet worden gerekend. Dit betekent dat de geohydrologische effecten van een hoogwatergolf op de stijghoogte buitendijks in

werkelijkheid kleiner zijn dan in de effectenstudie is berekend. De stijghoogte veranderingen in de omgeving, als gevolg van het verdiepen van de zandwinplas ten opzichte van de periode voor 2017, zijn dan ook kleiner tot maximaal gelijk aan de veranderingen die door Grontmij zijn berekend voor de uitbreiding van de zandwinning ten opzichte van de periode voor 2017. Er zijn geen veranderingen van de invloed van de rivier ten opzichte van de huidige situatie.

Het binnendijkse oppervlaktewatersysteem is bij de vergunningaanvraag in 2011 gemodelleerd door een polderpeil op te leggen in het modelgebied. De projectlocatie wordt aan de zuidzijde begrenst door het streefpeilbesluit OVB200, het polderpeil is niet gewijzigd. De geohydrologische modellering volstaat.

4.2.3 Het model

In de huidige richtlijn toetsing kwel en wegzijging van Waterschap Rivierenland (d.d. 23-10-2020) wordt het gebruik van het regionaal grondwatermodel MORIA aanbevolen. In MORIA is de bodemopbouw geschematiseerd op basis van REGIS en GeoTOP. De waterremmende kleilaag tussen het 1^e en 2^e watervoerend pakket is in dit model gelegen tussen ca. NAP -10 en NAP -15 m, hetgeen significant hoger is dan aangetroffen tijdens het uitgevoerd grondonderzoek. Bij het doorrekenen van de effecten van het verdiepen van de zandwininput in MORIA zal eerst het niveau van de kleilaag aangepast moeten worden naar het juiste, lager gelegen, niveau. Daarna wordt er tot op deze laag ontzand, dit houdt in dat de weerstand van de kleilaag in het model niet veranderd. Het verlagen van de kleilaag in het model heeft geen invloed op de berekende resultaten in de bovenliggende zandlaag. In het door Grontmij opgestelde MicroFEM model is de bodemopbouw ook geschematiseerd op basis van REGIS. In beide modellen dient de ingreep zo te worden gemodelleerd dat de waterremmende laag na het volledig ontzanden van het 1^e watervoerend pakket nog aanwezig is. Hierin is geen verschil tussen beide modellen. De door Grontmij gerapporteerde effecten als gevolg van de uitbreiding van de zandwininput zijn geldend voor een uitbreiding van de zandwinplas naar de huidige contouren waarbij de zandwinplas wordt verdiept tot op de siltige kleilaag. In beide beschouwde situaties is immers sprake van een situatie waarbij de kleilaag intact blijft en ontgroning plaatsvindt tot op de kleilaag (volledige doorsnijding 1^e watervoerend pakket).

4.3 Kwantitatieve analyse

Om de door Grontmij berekende invloed van de ontwikkeling van de zandwininput te valideren is er met behulp van het softwareprogramma Menyanthes gekeken naar de invloed van de rivier op de variatie in grondwaterstand/stijghoogte in de dichtstbij gelegen peilbuizen (figuur 3.2). Het programma rekent op basis van de gemeten grondwaterstanden/stijghoogten, het rivierpeil (locatie Driel-beneden), neerslag (station Zetten, 4,5 km afstand) en verdamping (station Deelen, 15 km afstand) uit in hoeverre variatie in grondwaterstand/stijghoogte kan worden verklaard. Door dit te doen voor verschillende combinaties voor en na 2017 (start uitbreiding zandwininput) wordt inzicht verkregen in de invloed van de uitbreiding op de grondwaterstand/stijghoogte. De combinaties van de uitgevoerde analyses zijn weergegeven in tabel 4.3, de resultaten zijn opgenomen in tabel 4.4.

Tabel 4.3: Combinatie analyses Menyanthes

Combinatie	Verklarende reeks		
	Neerslag (Zetten)	Verdamping (Deelen)	Neder-Rijn (Driel-beneden)
Totaal	X	X	X
Meteorologie	X	X	
Rivier			X

Tabel 4.4: Resultaten analyse verklarende reeksen Menyanthes. Weergegeven zijn de percentages van de variantie in gemeten grondwaterstanden/stijghoogten die verklaard kunnen worden door metrologische oorzaken en/of het rivierpeil

Peilbuis	Periode 2012-2019			Periode 2012-2016			Periode 2018-2019		
	Totaal	Meteo	Rivier	Totaal	Meteo	Rivier	Totaal	Meteo	Rivier
B39F2951001	84,9%	66,3%	57,8%	87,2%	29,2%	67,0%	86,4%	80,5%	56,8%
B39F2951002	92,3%	32,7%	87,9%	94,2%	16,0%	93,6%	91,3%	64,5%	85,5%
B39F2953001	88,0%	85,6%	32,6%	84,0%	23,4%	21,8%	90,6%	89,5%	53,3%
B39F2953002	90,7%	88,1%	38,1%	90,8%	31,0%	31,7%	91,4%	89,3%	53,6%
B39F2954001	77,5%	60,6%	50,7%	84,1%	32,9%	53,4%	83,9%	68,6%	60,5%
B39F2954002	85,7%	40,2%	77,4%	92,8%	16,5%	84,9%	82,2%	27,3%	75,9%

Over de gehele periode genomen wordt de variatie in de ondiepe peilbuizen grotendeels verklaard door weersinvloeden en de variatie in de diepere peilbuizen, met uitzondering van B39F2953001 welke wordt verklaard door het rivierpeil. Als de verklarende reeksen voor en na 2017 worden vergeleken, neemt de verklaring van de grondwaterstanden en stijghoogten door het weer voor alle peilbuizen toe (+11% tot +66%). Beide peilbuizen op locatie (B39F2953) en de ondiepe peilbuis op locatie (B39F2954) laten eveneens een toename in verklaring door de rivierwaterstand zien. Deze toename is significant kleiner dan de toename in verklaring door het weer gedurende dezelfde periode (zie tabel 4.4). Voor de stijghoogte in de diepe peilbuizen op de locaties B39F2951 en B39F2954 neemt de invloed van de rivier af. Opgemerkt wordt dat de periode 2018-2019 te kort is om harde uitspraken over de invloed te doen. Daarnaast waren de zomers van 2018 en 2019 (extreem) droog.

Op basis van de kalibratie op de metingen uit 2012-2016 is een voorspelling van het grondwaterstands-/stijghoogteverloop gedaan voor de periode tot 2020. De resultaten hiervan zijn opgenomen in bijlage D. In de bijlagen zijn de gemeten grondwaterstand/stijghoogte, de berekende grondwaterstand/stijghoogte en het 95% betrouwbaarheidsinterval gegeven. De berekende grondwaterstanden voor de periode 2018-2019 hebben een gemiddeld verschil van <0,1 m met de gemeten waarden. De gemeten waarden zijn over de periode 2018-2019 gemiddeld 0,3 m lager dan in de voorgaande periode 2012-2016. Tijdens de droogte in 2018 met extreem lage rivierwaterstanden wordt een duidelijke overschatting van maximaal 0,7 m van de grondwaterstand/stijghoogte berekend. Dat deze uitzonderlijke situatie niet in de kalibratiereeks (2012-2016) voorkomt ligt hier mogelijk aan ten oorzaak.

Uit de grondwaterstandsmetingen en analyses in Menyanthes kan niet worden geconcludeerd of, en hoeveel, de invloed van de rivier op de grondwaterstand/stijghoogte in de omgeving is

toegenomen. In de meetperiode van na de uitbreiding 2018-2019 kan de grondwaterstand/stijghoogte meer door meteo worden verklaard dan de periode er voor. Een verklaring hiervoor zijn de (extreem) droge zomers gedurende deze periode.

5. Conclusie

Door het reliëfvolgend ontzanden wordt de waterremmende werking van de aanwezige siltige kleilaag niet beïnvloed. Hierdoor verandert de geohydrologische situatie tussen het 1^e en 2^e watervoerend pakket niet. Omdat er enkel een lokale klei/leemlens in de zandwinput wordt verwijderd is er geen geohydrologische invloed op de omgeving.

Door Grontmij is in 2010-2011 een geohydrologische effectenanalyse uitgevoerd voor de uitbreiding van de zandwinput. In de modelberekeningen is hierbij binnen de beoogde contour het volledige 1^e watervoerend pakket modelmatig vervangen door oppervlaktewater (de zandwinput). Dit komt overeen met de voorgenomen verdieping tot op de kleilaag. Effectief gezien wijzigt op basis van het aanvullende onderzoek enkel de bovenkant van het niveau van de waterremmende kleilaag. Omdat bij het reliëfvolgend ontgronden de aanwezige kleilaag niet wordt doorgraven zijn de resultaten van de effectenanalyse derhalve representatief voor de voorgenomen verdieping.

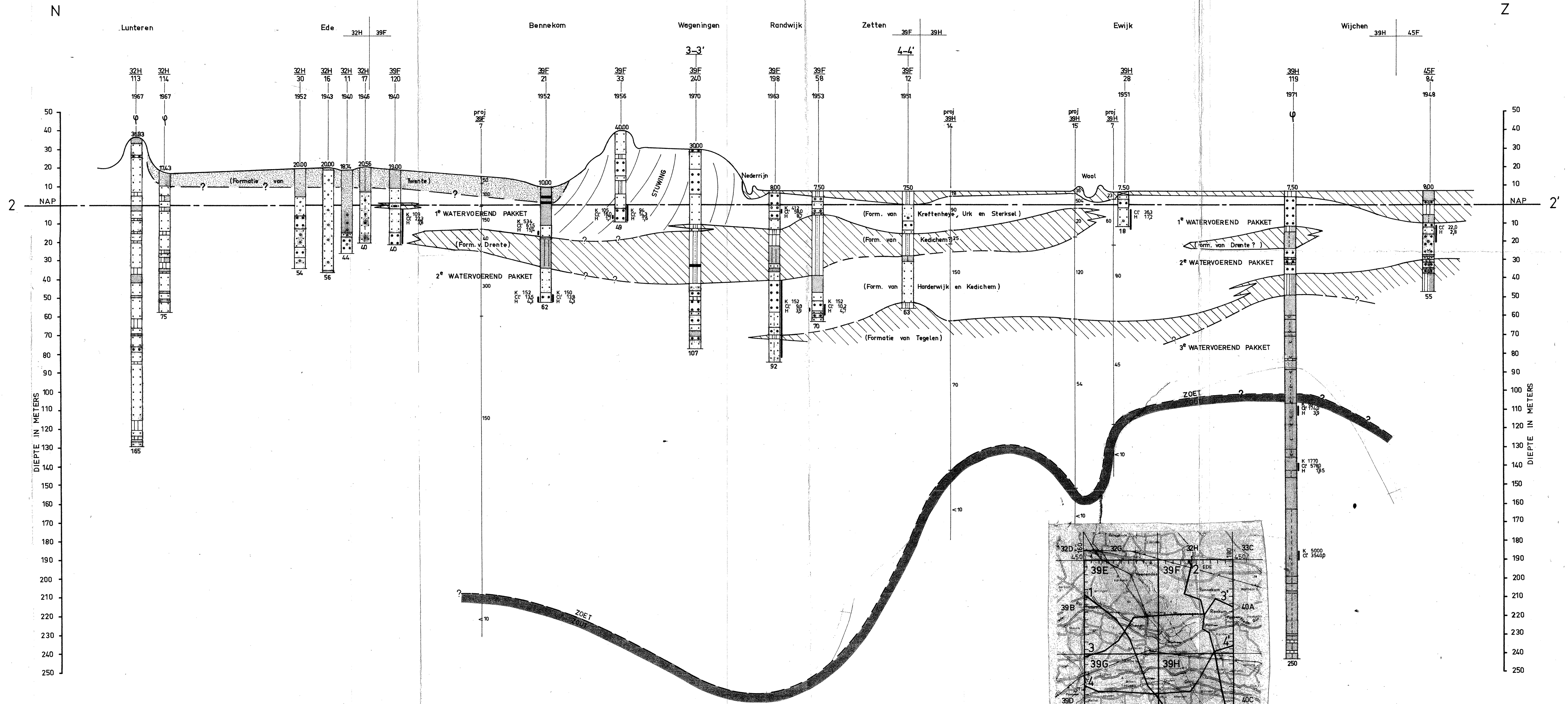
Uit de effectenanalyse voor de uitbreiding volgt dat er in de worst-case situatie (T=10 hoogwater en laagwatersituatie) een minimaal effect in grondwaterstanden/stijghoogten in de omgeving is (verandering maximaal 0,1 m). Dit wordt onderschreven door de grondwaterstandsmetingen gedurende de periode 2012-2019 waarin niet duidelijk naar voren komt dat de rivier meer invloed krijg na de uitbreiding van de zandwinput in 2017. De resultaten gepresenteerd in het rapport GM-0020644 zijn ons inziens representatief en geldend voor de geplande verdieping tot op de kleilaag.

Op basis van de resultaten in GM-0020644 wordt geconcludeerd dat het verdiepen van de zandwinning Randwijkse Waarden te Heteren geen noemenswaardige geohydrologische effecten heeft. Deze conclusie is bevestigd door Waterschap Rivierenland tijdens het overleg d.d. 26 oktober 2020 betreffende de geohydrologische invloed van de verdieping.

Bijlage A

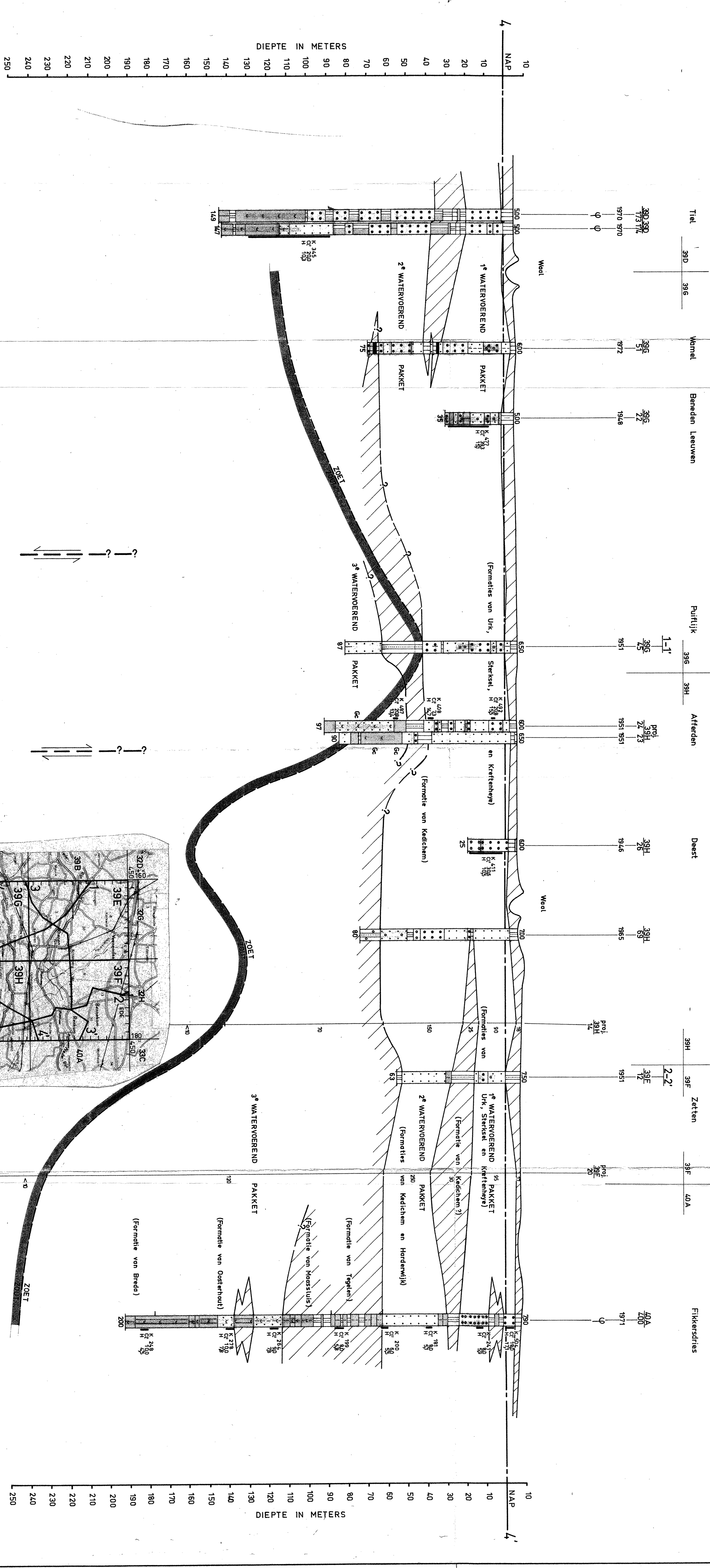
Grondwaterkaart van Nederland

Kaart 16, 390 Rhenen, Profiel 2-2' & Profiel 4-4'



LEGENDA: zie bijlage 5
LIGGING: zie bijgaande schets of, voor meer details, één der bijlagen 6, 7, 8 of 9

DIENST GRONDWATERVERKENNING TIO			
GEOHYDROLOGISCH PROFIEL 2-2'			
1977	SCHAAL H.1:50 000 V.1:1000	KAARTBLAD 39 OOST	BULAGE 2



LEGENDA: zie bijlage 5

LIGGING: zie bijgaande schets of, voor meer details, één der bijlagen 6,7,8 of 9

uitgave onder verantwoordelijkheid van de Rijkswaterstaat

DIENT ST GRONDWATERVERKENNING

GEOHYDROLOGISCH PROFIEL 4-4'

1977

SCHAAAL: 1:50000

KAARTBLAD: V.11000

39 00ST

BULAGE: 4

500

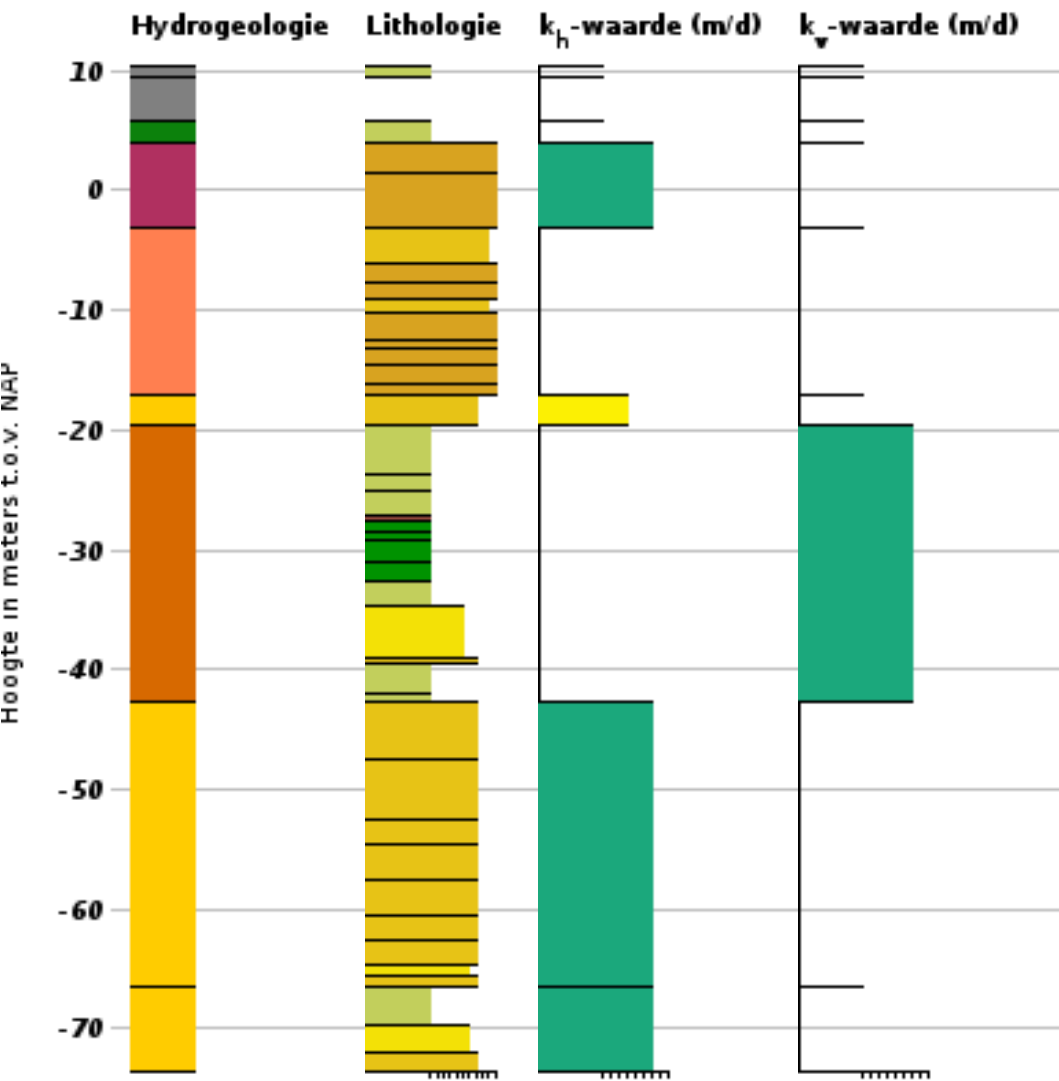
Bijlage B

DINO-loket boringen

B39F0315, B39F0333 en appelboor X=178.607 en Y=442.013

Boormonsterprofiel en interpretatie BRO REGIS II v2.2

Identificatie: B39F0315
Coördinaten: 178610, 442015 (RD)
Maaiveld: 10.41 m t.o.v. NAP
Hoogte t.o.v NAP: -73.59 m - 10.41 m



Hydrogeologie

- AA
- HLc
- KRz
- DRz
- PZWAz
- WAK1

Lithologie

- Leem
- Klei
- Zand midden categorie
- Zand grove categorie
- Grind
- Gyttja
- Niet benoemd

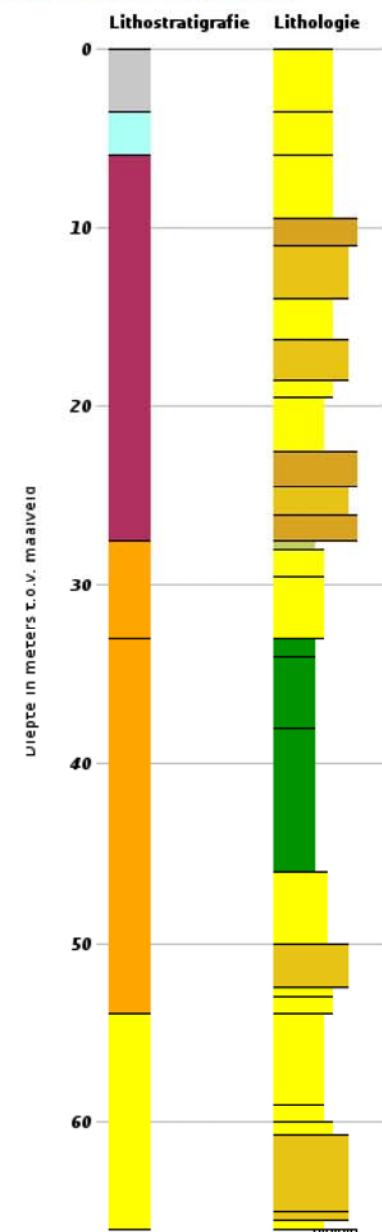
kh-waarde

- $0.0E0 \leq kh < 1.0E0$
- $1.0E0 \leq kh < 2.5E0$
- $2.5E0 \leq kh < 5.0E0$
- $5.0E0 \leq kh < 1.0E1$
- $1.0E1 \leq kh < 2.5E1$
- $2.5E1 \leq kh < 5.0E1$
- $5.0E1 \leq kh < 1.0E2$
- $1.0E2 \leq kh < 2.0E2$
- $2.0E2 \leq kh < 1.0E9$

kv-waarde

- $0.0E0 \leq kv < 5.0E-5$
- $5.0E-5 \leq kv < 1.0E-4$
- $1.0E-4 \leq kv < 5.0E-4$
- $5.0E-4 \leq kv < 1.0E-3$
- $1.0E-3 \leq kv < 5.0E-3$
- $5.0E-3 \leq kv < 1.0E-2$
- $1.0E-2 \leq kv < 5.0E-2$
- $5.0E-2 \leq kv < 1.0E-1$
- $1.0E-1 \leq kv < 1.0E9$

Boormonsterprofiel



Identificatie : B39F0333
Coördinaten : 179420 , 442280 (RD)
Maaiveld: 11.50 m t.o.v. NAP
Beschikbare informatie: Digitale opnamegegevens
Beschrijfmethode: Onbekend
Kwaliteit interpretatie: Niet gevalideerd in ondergrondmodel

Lithostratigrafie

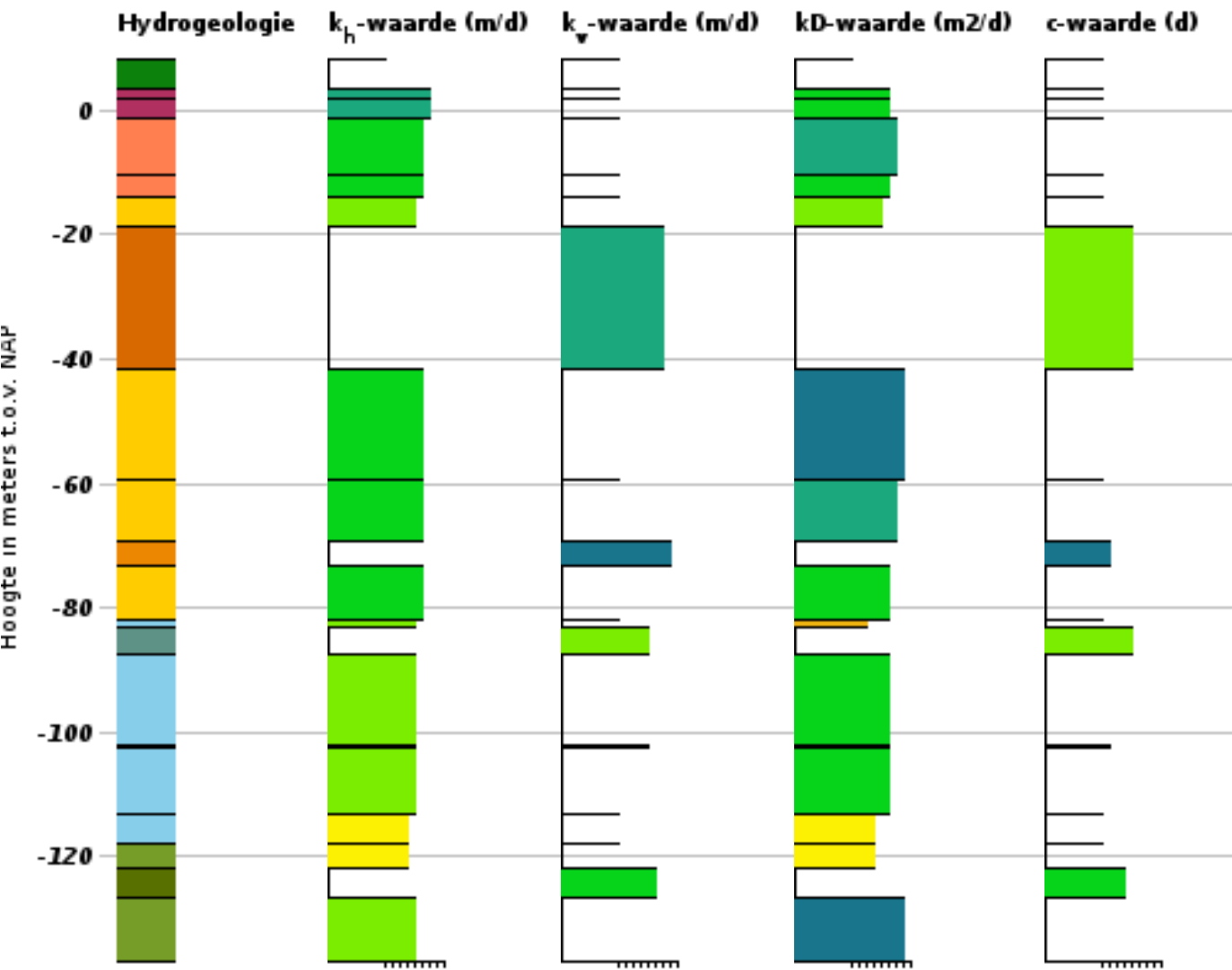
AAOP
EC
KR
WATE
WA
PZ

Lithologie

Leem
Klei
Zand fijne categorie
Zand grove categorie
Grind

Appelboor BRO REGIS II v2.2

Coördinaten: 178607, 442013 (RD)
Maaiveld: 8.22 m t.o.v. NAP
Hoogte t.o.v NAP: -518.25 m - 8.22 m
Geselecteerde hoogte: -136.82 m - 8.22 m



Hydrogeologie

HLC
 KRz2
 KRz3
 KRz4
 KRz5
 DRz1
 DRz3
 PZWAz1
 WAK1
 PZWAz2
 PZWAz3
 WAK3
 PZWAz4
 MSz1
 MSk1
 MSz2
 MSk2
 MSz3
 MSz4
 O0z1
 O0k1
 O0z2

kh-waarde

0.0E0 ≤ kh < 1.0E0
 1.0E0 ≤ kh < 2.5E0
 2.5E0 ≤ kh < 5.0E0
 5.0E0 ≤ kh < 1.0E1
 1.0E1 ≤ kh < 2.5E1
 2.5E1 ≤ kh < 5.0E1
 5.0E1 ≤ kh < 1.0E2
 1.0E2 ≤ kh < 2.0E2
 2.0E2 ≤ kh < 1.0E9

kv-waarde

0.0E0 ≤ kv < 5.0E-5
 5.0E-5 ≤ kv < 1.0E-4
 1.0E-4 ≤ kv < 5.0E-4
 5.0E-4 ≤ kv < 1.0E-3
 1.0E-3 ≤ kv < 5.0E-3
 5.0E-3 ≤ kv < 1.0E-2
 1.0E-2 ≤ kv < 5.0E-2
 5.0E-2 ≤ kv < 1.0E-1
 1.0E-1 ≤ kv < 1.0E9

kD-waarde

0.0E0 ≤ kD < 1.0E0
 1.0E0 ≤ kD < 5.0E0
 5.0E0 ≤ kD < 2.5E1
 2.5E1 ≤ kD < 5.0E1
 5.0E1 ≤ kD < 1.0E2
 1.0E2 ≤ kD < 2.5E2
 2.5E2 ≤ kD < 5.0E2
 5.0E2 ≤ kD < 1.0E3
 1.0E3 ≤ kD < 1.0E9

c-waarde

0.0E0 ≤ c < 5.0E1
 5.0E1 ≤ c < 1.0E2
 1.0E2 ≤ c < 5.0E2
 5.0E2 ≤ c < 1.0E3
 1.0E3 ≤ c < 5.0E3
 5.0E3 ≤ c < 1.0E4
 1.0E4 ≤ c < 1.0E5
 1.0E5 ≤ c < 1.0E6
 1.0E6 ≤ c < 1.0E9

Bijlage C

Overzicht Fugro
grondonderzoek
projectgebied

Bijlage C: Overzicht uitgevoerd Fugro grondonderzoek ter plaatse van het projectgebied [bron 1,2,6,8 Tabel 3.1]

Onderzoeks-punt	Maaiveldniveau [m NAP]	Leem/klei lens [ca. m t.o.v. NAP]	Bovenkant 1 ^{ste} scheidende laag tot verkende diepte [m NAP]	Dikte klei laag tot verkende diepte [m]	Maximaal verkende diepte [m NAP]
1219-0039-130 DKM13	+6,86	n.v.t.	van -24 tot -33	9	-33
1219-0039-130 DKM14	+6,95	n.v.t.	van -24 tot -31	7	-31
1219-0039-130 DKM15	Zie DKM15A				
1219-0039-130 DKM15A	+9,99	n.v.t.	van -21 tot -30	9	-30
1219-0039-130 DKM16	+8,97	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	-18,5
1219-0039-130 DKM17	+9,22	n.v.t.	van -24 tot -30,5	6,5	-30,5
2320-172006 B11	+7,42	n.v.t.	van -21,6 tot -27,6	6	-27,6
2320-172006 B12	+7,13	n.v.t.	van -17,9 tot -27,9	10	-27,9
2320-172006 B13	+8,87	n.v.t.	van -22,6 tot -27,1	4,5	-27,1
6004-0199-001 B4	+7,86	n.v.t.	van -19,1 tot -22,1	3	-22,1
6004-0199-001 B5	+7,82	n.v.t.	van -18,2 tot -22,2	4	-22,2
6004-0199-001 B6	+8,03	-18.5 tot -19.0	n.v.t.	n.v.t.	-22
6004-0199-001 B7	+8,2	-18.3 tot -19.3	n.v.t.	n.v.t.	-21,8
6004-0199-001 B8	+8,47	n.v.t.	van -21,5 tot -22	0,5	-22
6004-0199-001 B9	+8,23	n.v.t.	van -21,3 tot -21,8	0,5	-21,8
6004-0199-001 B10	+8,43	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	-21,6
6004-0199-001 DKM1*	+7,86	n.v.t.	van -26 tot -34	8	-34
6004-0199-001 DKM2*	+7,74	n.v.t.	van -27 tot -32,5	5,5	-32,5
6004-0199-001 DKM4	+7,92	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	-16
6004-0199-001 DKM3	+7,93	-17.5 tot -19.0	n.v.t.	n.v.t.	-19
6004-0199-001 DKM5	+7,84	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	-16

Onderzoeks- punt	Maaiveldniveau [m NAP]	Leem/klei lens [ca. m t.o.v. NAP]	Bovenkant 1 ^{ste} scheidende laag tot verkende diepte [m NAP]	Dikte klei laag tot verkende diepte [m]	Maximaal verkende diepte [m NAP]
6004-0199-001 DKM6	+7,82	-18.0 tot -20.0	n.v.t.	n.v.t.	-21
6004-0199-001 DKM7	+8,03	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	-16
6004-0199-001 DKM8*	+8,2	n.v.t.	van -18,5 tot -19	0,5	-19
6004-0199-001 DKM9	+8,47	n.v.t.	van -20,5 tot -21	0,5	-21
6004-0199-001 DKM10*	Zie DKM10A				
6004-0199-001 DKM11	+8,23	n.v.t.	van -25 tot -32	7	-32
6004-0199-001 DKM12	+8,43	-17.0 tot -20.0	van -28 tot -30,5	2,5	-30,5
6004-0199-001 DKM10A*	+8,17	n.v.t.	van -24 tot -30,5	6,5	-30,5
6004-0199-000 B1	-	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	MV -10 m
6004-0199-000 B2	-	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	MV -10 m
6004-0199-000 B3	-	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	MV -10 m
*Uitgevoerd op 20-05-2008.					

GRONDONDERZOEK
betreffende

CONTROLE BORINGEN TE HETEREN

Opdrachtnummer: 6004-0199-000

GRONDONDERZOEK
betreffende

CONTROLE BORINGEN TE HETEREN

Opdrachtnummer: 6004-0199-000

Opdrachtgever : K3 Industriezand B.V.
Postbus 200
6660 AE ELST

Grondonderzoek : April 2004

Projectleider : Drs. B.B. Evertsen-Swaak
Geotechnisch Adviseur

Bijlagen : Boorstaten 6004-0199-000-B1 t/m B3
Korrelverdelingsdiagram 6004-0199-000-1.0 t/m 1.13
Legenda Terreinproeven en Grondsoorten
Verklaring Parameters uit Korrelverdeling

VERSIE	DATUM	OMSCHRIJVING WIJZIGING	PARAAF PROJECTLEIDER
1	13 juni 2006		
2			
3			

FILE: 6004-0199-000.R01.

Kermisland 110
Postbus 5251
6802 EG Arnhem
tel.: 026-3698444
fax: 026-3629961

K3 Industriezand B.V.
Postbus 200
6660 AE ELST

T.a.v. de heer J.W van de Kamp

Onze ref. : 6004-0199-000.R01/SJK/GKB Arnhem, 3 mei 2004

Betreft : Controle boringen te Heteren.

Geachte heer Van de Kamp,

Hierbij doen wij u in 3-voud de resultaten toekomen van het uitgevoerde grondonderzoek ten behoeve van bovengenoemd project.

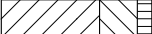
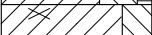
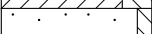
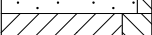
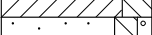
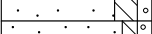

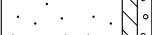

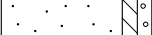
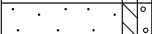
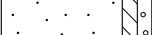
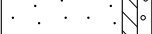
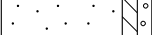
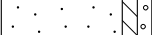
Uitgevoerd zijn 3 boringen en korrelverdelingen. De resultaten zijn getekend op bijgevoegde grafieken, gecodeerd B1 t/m B3, waarop de diepte is uitgezet in meters ten opzichte van maaiveld (MV).

Voor nadere inlichtingen met betrekking tot de resultaten van dit onderzoek kunt u contact opnemen met ondergetekende.

In het vertrouwen u hiermee voldoende te hebben geïnformeerd, verblijven wij.

Met vriendelijke groeten,
Fugro Ingenieursbureau B.V.

Drs. B.B. Evertsen-Swaak
Geotechnisch Adviseur

MONSTER NR	DIEPTE t.o.v. MV [m]	BODEM PROFIEL	BESCHRIJVING BODEM PROFIEL
	0.0		0.00 Klei, uiterst siltig, zwak humeus, bruin
	1.0		0.50 Klei, sterk siltig, roest, grijs, bruin
	1.5		1.00 Zand (matig grof), zwak siltig, bruin
	2.0		1.50 Klei, sterk siltig, bruin, grijs, met zandlaagjes
	2.5		2.00 Zand (zeer grof), matig siltig, zwak grindig, bruin, grijs, met kleisporen
	3.0		2.50 Zand (zeer grof), zwak siltig, zwak grindig, bruin
	4.0		
	5.0		4.50 Zand (matig grof), zwak siltig, zwak grindig, bruin, grijs
	6.0		
	7.0		
	8.0		7.00 Zand (matig grof), zwak siltig, matig grindig, grijs
	9.0		8.00 Zand (matig grof), zwak siltig, zwak grindig, grijs
	9.5		
	10.0		9.00 Grind (matig grof), uiterst zandig, zwak siltig, grijs
	10.5		10.00 Grind (matig grof), sterk zandig, grijs

Uitvoering : 04-04-2004

Boring bij :

MV : NAP m.

GHG : MV - m. X :

Peiling PB :

Boormeester : JPJ

Gemeten GWS : MV - 1.55 m.

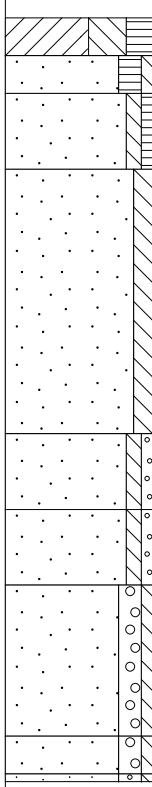
GLG : MV - m. Y :

BORING VOLGENS NEN 5119

Controleboringen te Heteren

Opdr. : 6004-0199-000

Boring : B1

MONSTER NR	DIEPTE t.o.v. MV [m]	BODEM PROFIEL	BESCHRIJVING BODEM PROFIEL
	0.0		0.00 Klei, uiterst siltig, sterk humeus, bruin
	1.0		0.50 Zand (matig grof), zwak siltig, matig humeus, bruin
	2.0		1.00 Zand (matig grof), zwak siltig, zwak humeus, bruin, met kleisporen
	3.0		2.00 Zand (matig grof), matig siltig, bruin, grijs
	4.0		
	5.0		
	6.0		5.50 Zand (zeer grof), zwak siltig, zwak grindig, grijs, met kleisporen
	7.0		6.50 Zand (zeer grof), zwak siltig, zwak grindig, grijs
	8.0		7.50 Zand (zeer grof), zwak siltig, matig grindig, grijs
	9.0		
	10.0		9.50 Zand (zeer grof), zwak siltig, matig grindig, grijs
			10.00 Zand (zeer grof), zwak siltig, matig grindig, grijs

Uitvoering : 04-02-2004

Boring bij :

MV : NAP m.

GHG : MV - m. X :

Peiling PB :

Boormeester : JPJ

Gemeten GWS : MV - 1.60 m.



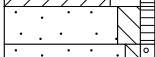

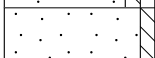

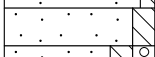
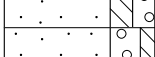

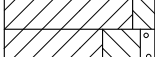

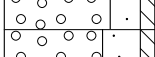
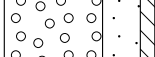
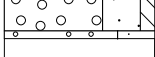




GLG : MV - m. Y :

BORING VOLGENS NEN 5119

Controleboringen te Heteren

Opdr. : 6004-0199-000

Boring : B2

MONSTER NR	DIEPTE t.o.v. MV [m]	BODEM PROFIEL	BESCHRIJVING BODEM PROFIEL
	0.0		0.00 Klei, uiterst siltig, matig humeus, bruin
	1.0		1.00 Klei, sterk zandig, zwak humeus, bruin, met zandlaagjes
	2.0		1.50 Zand (matig grof), matig siltig, zwak humeus, bruin, met kleisporen
			2.00 Zand (uiterst grof), zwak siltig, zwak grindig, grijs, met kleisporen
	3.0		
			3.00 Zand (zeer grof), zwak siltig, grijs
	4.0		
			4.50 Zand (matig grof), matig siltig, grijs, met kleilagen
	5.0		5.00 Zand (matig fijn), matig siltig, matig grindig, grijs, met kleisporen
			5.50 Zand (zeer grof), zwak siltig, sterk grindig, grijs
	6.0		6.00 Klei, matig siltig, grijs, met zandlaagjes
	7.0		
			7.00 Klei, uiterst siltig, zwak grindig, grijs, met zandlaagjes
	8.0		7.50 Zand (matig fijn), uiterst siltig, zwak grindig, grijs
			8.00 Grind (matig grof), sterk zandig, zwak siltig, grijs
	9.0		8.50 Grind (matig grof), uiterst zandig, zwak siltig, grijs
	10.0		
			10.00 Grind (fijn), uiterst zandig, grijs

Uitvoering : 03-04-2004

Boring bij :

MV : NAP m.

GHG : MV - m. X :

Peiling PB :

Boormeester : JPJ

Gemeten GWS : MV - 1.10 m.

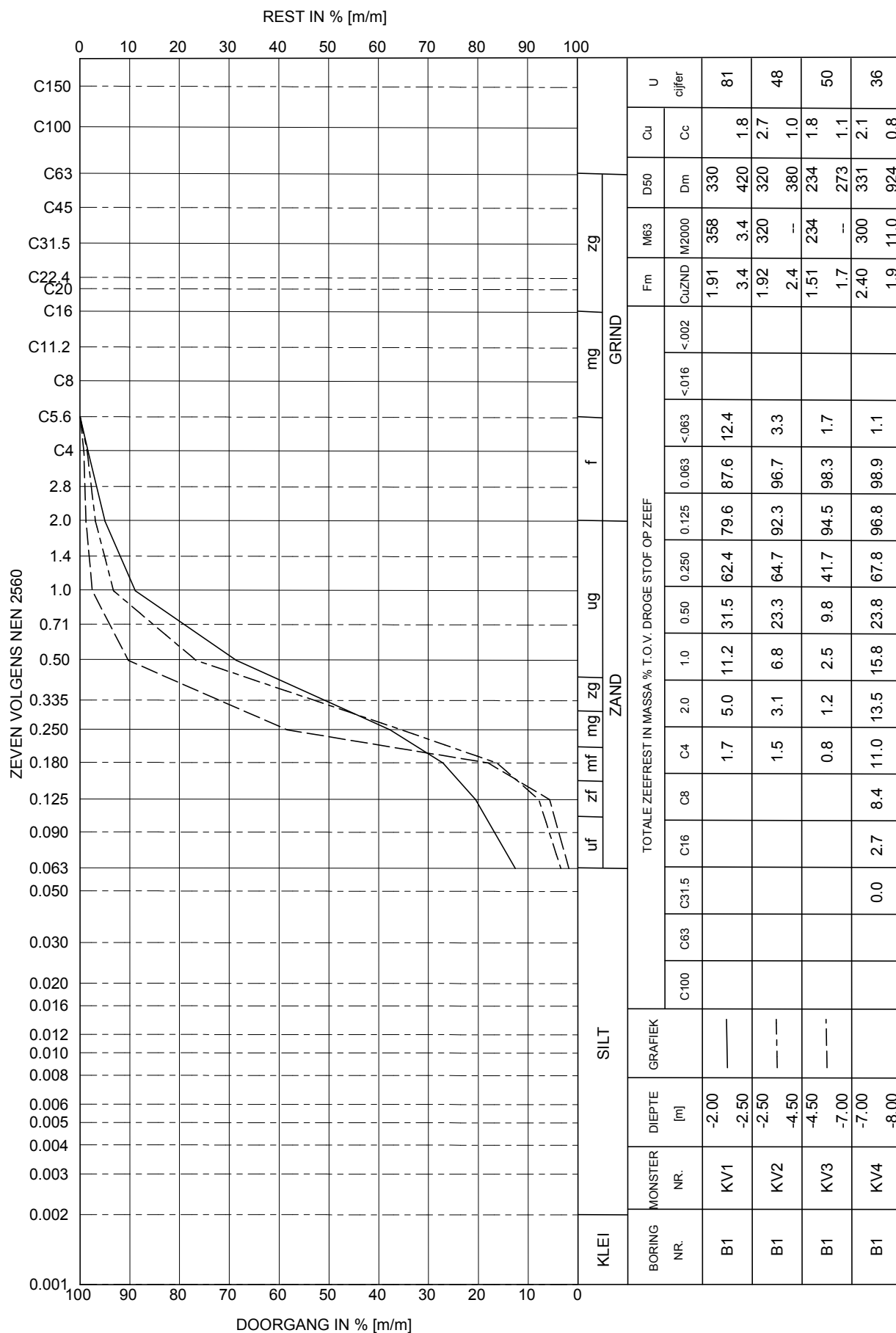
GLG : MV - m. Y :

BORING VOLGENS NEN 5119

Controleboringen te Heteren

Opdr. : 6004-0199-000

Boring : B3

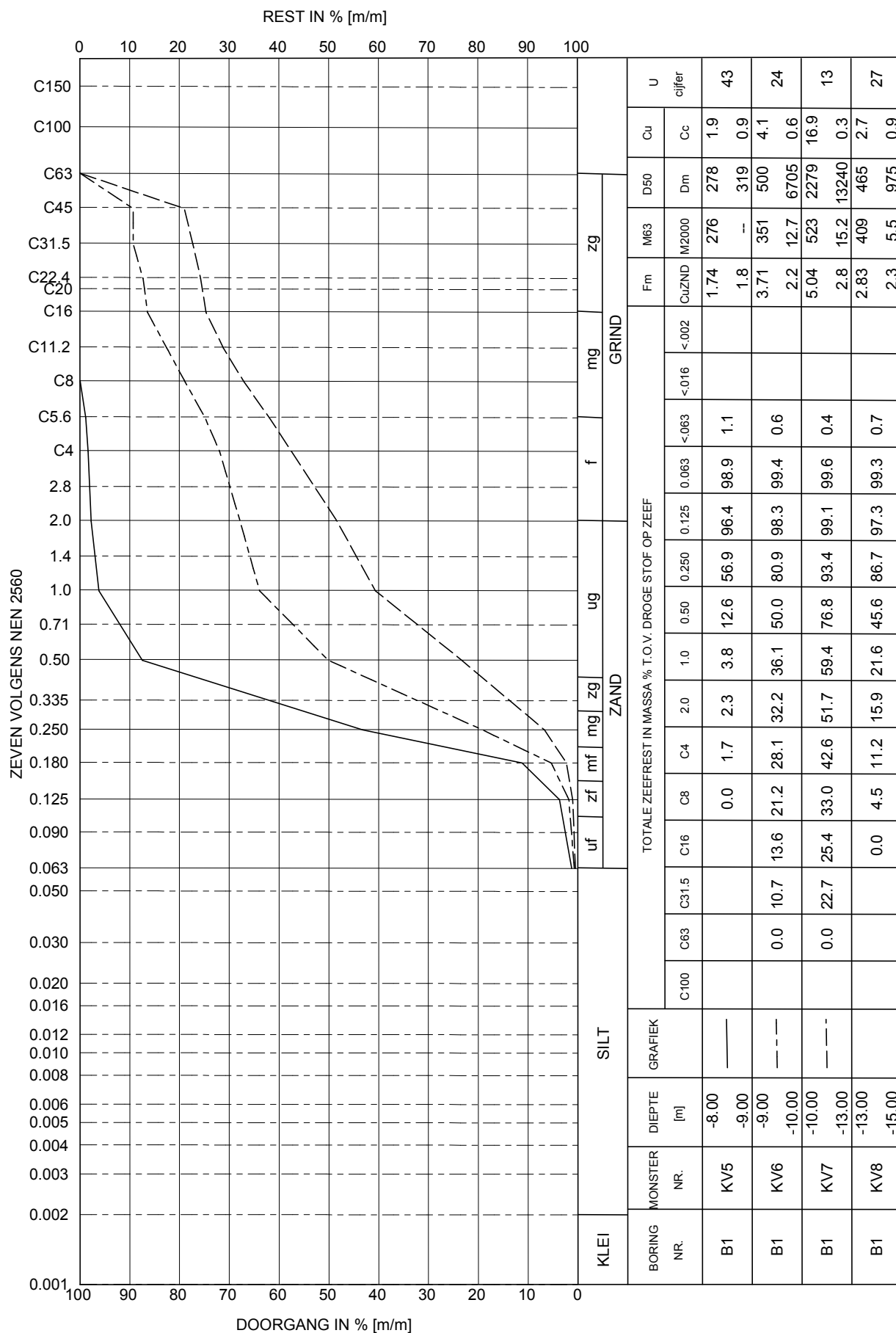


Opm.: Diepte is in meters tov. maaiveld

KORRELVERDELINGSDIAGRAM

Controleboringen te Heteren

Opdr. 6004-0199-000
Bijl.

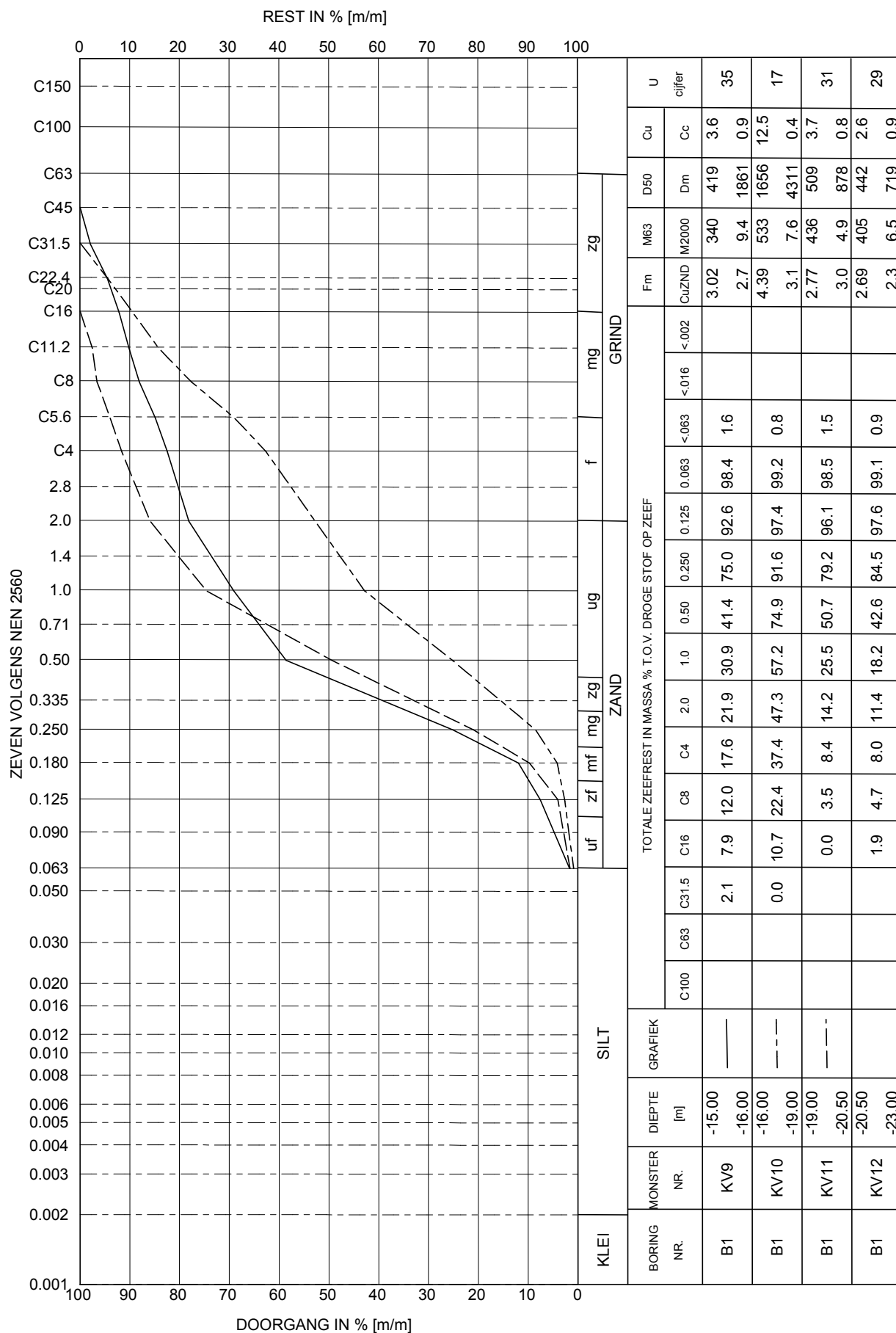


Opm.: Diepte is in meters tov. maaiveld

KORRELVERDELINGSDIAGRAM

Controleboringen te Heteren

Opdr. 6004-0199-000
Bijl.

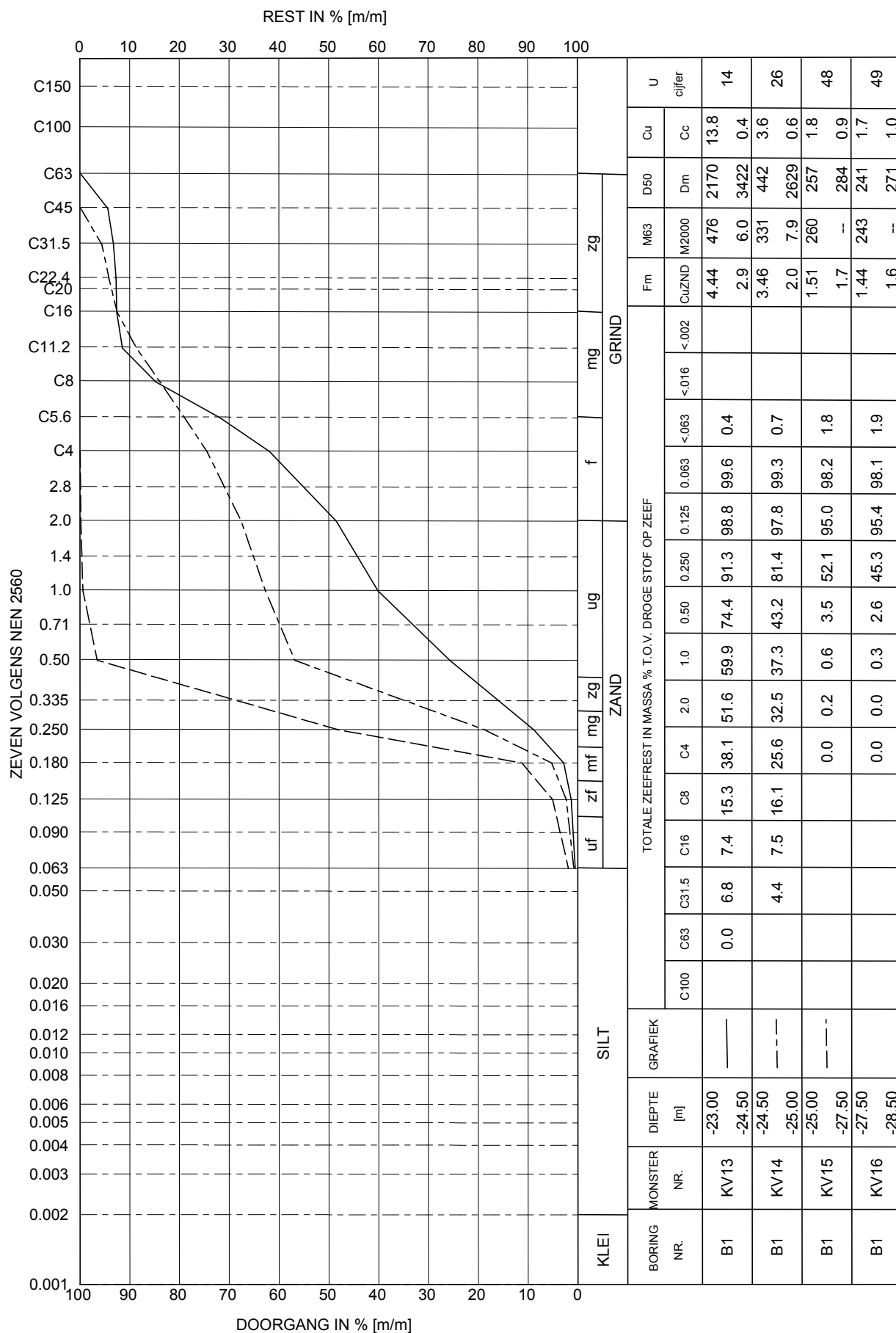


Opm.: Diepte is in meters tov. maaiveld

KORRELVERDELINGSDIAGRAM

Controleboringen te Heteren

Opdr. 6004-0199-000
Bijl.

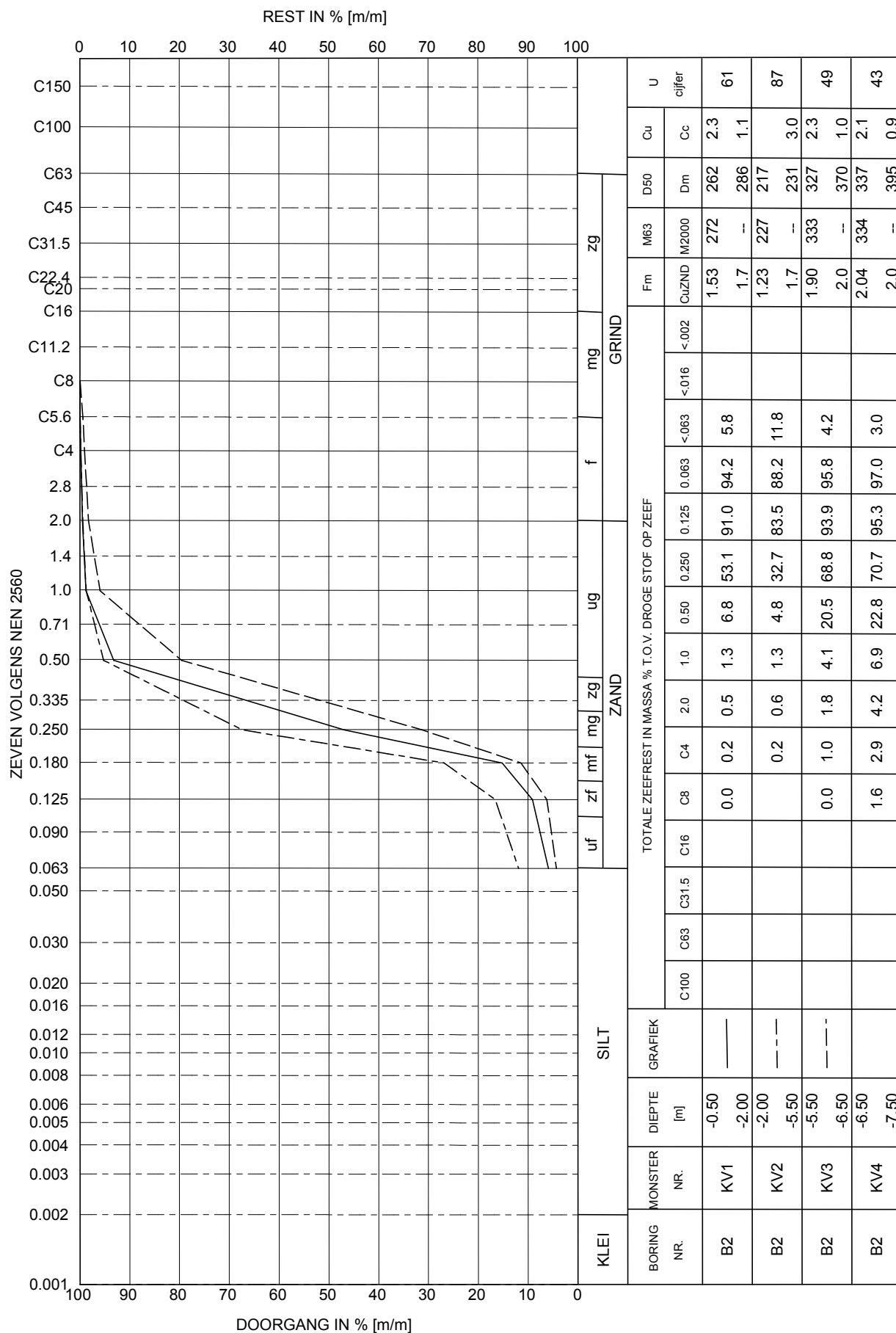


Opm.: Diepte is in meters tov. maaiveld

KORRELVERDELINGSDIAGRAM

Controleboringen te Heteren

Opdr. 6004-0199-000
Bijl.

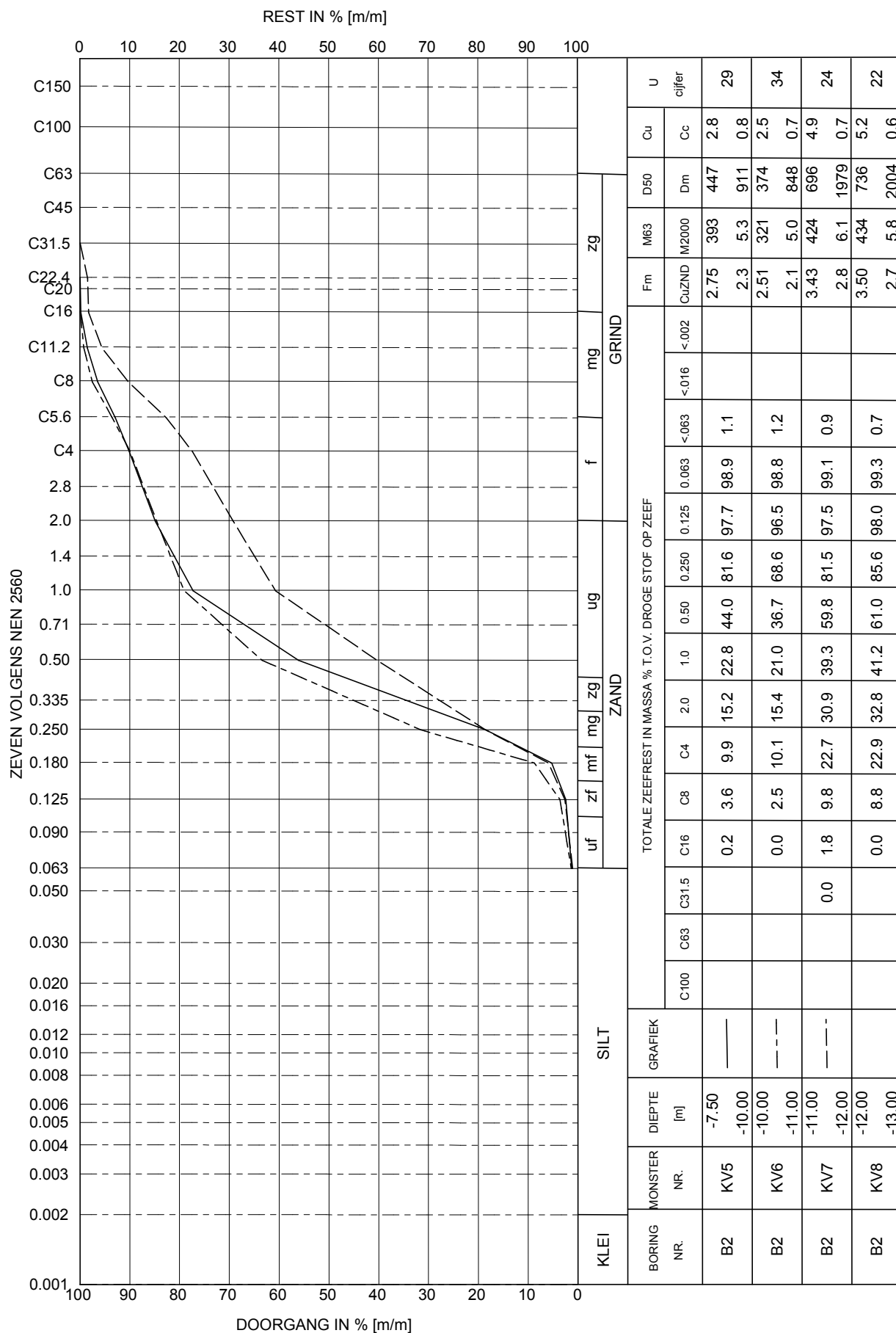


Opm.: Diepte is in meters tov. maaiveld

KORRELVERDELINGSDIAGRAM

Controleboringen te Heteren

Opdr. 6004-0199-000
Bijl.

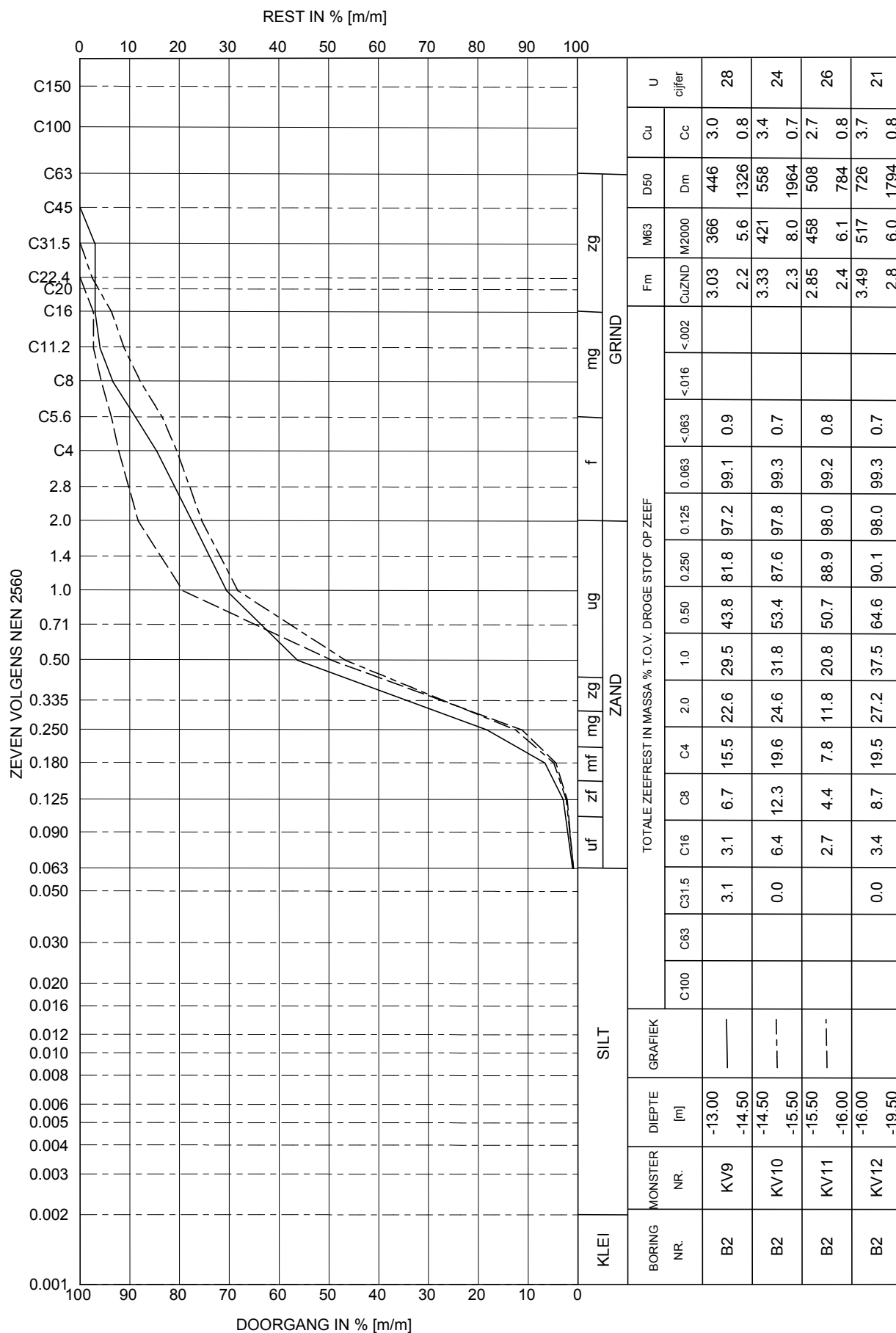


Opm.: Diepte is in meters tov. maaiveld

KORRELVERDELINGSDIAGRAM

Controleboringen te Heteren

Opdr. 6004-0199-000
Bijl.

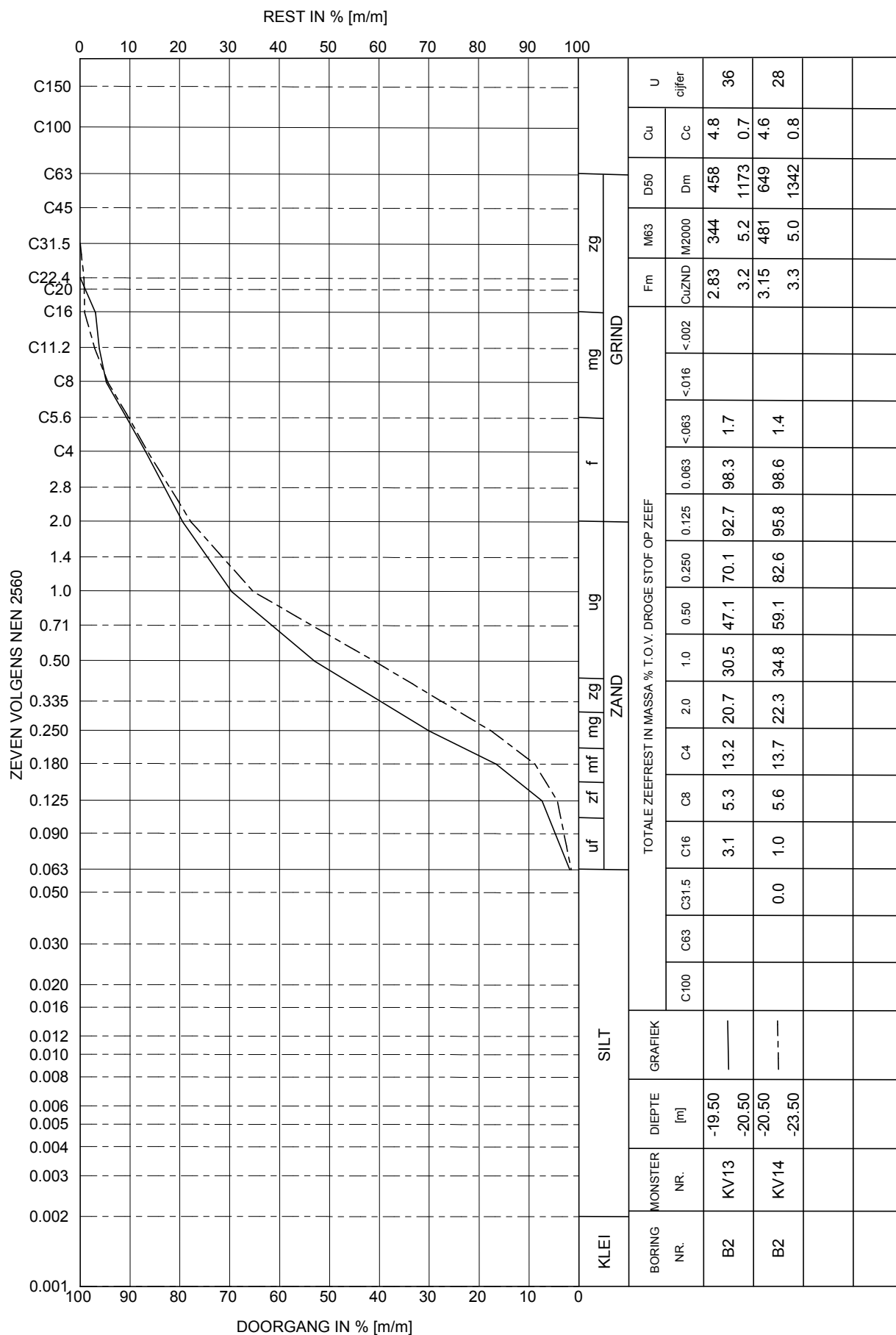


Opm.: Diepte is in meters tov. maaiveld

KORRELVERDELINGSDIAGRAM

Controleboringen te Heteren

Opdr. 6004-0199-000
Bijl.

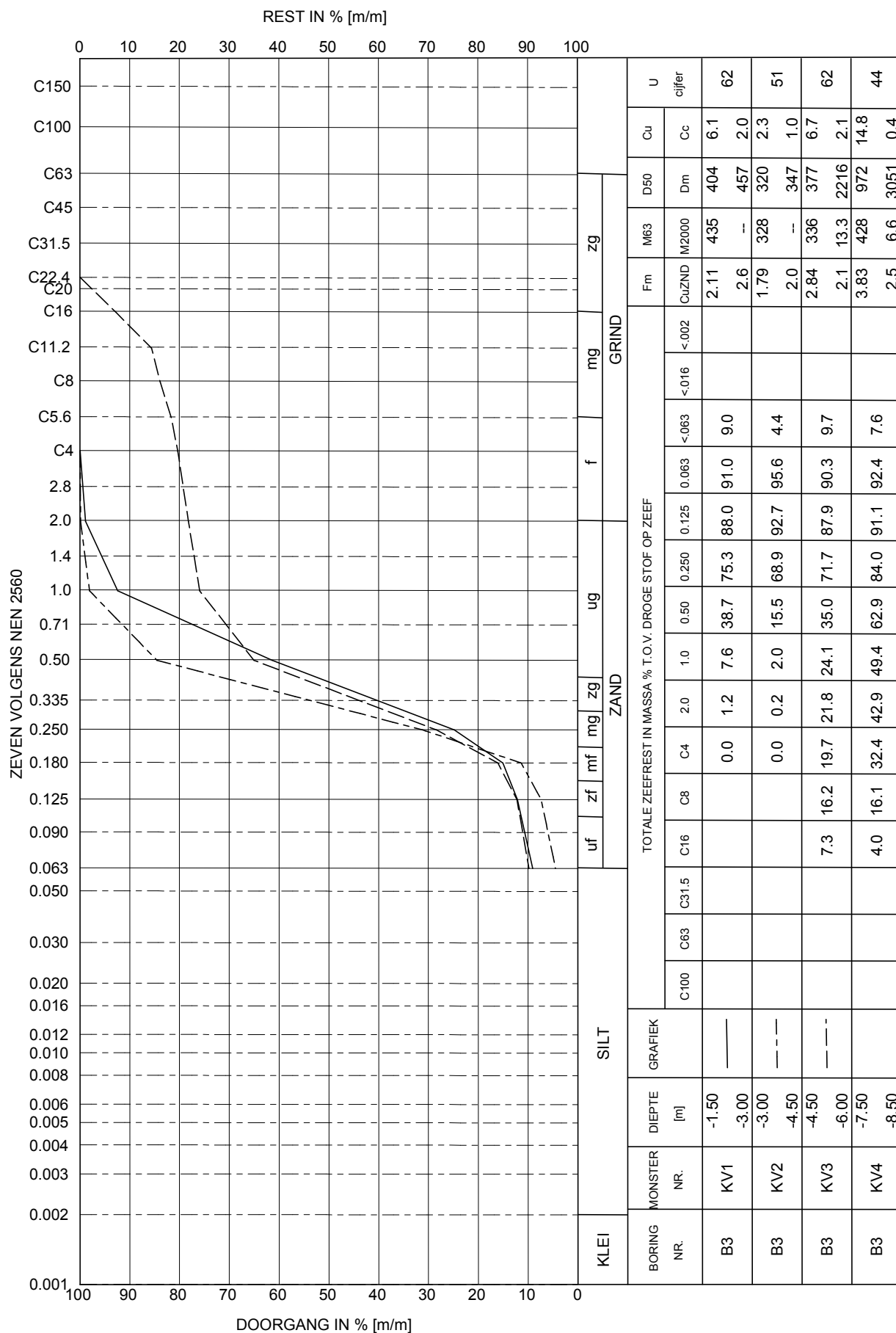


Opm.: Diepte is in meters tov. maaiveld

KORRELVERDELINGSDIAGRAM

Controleboringen te Heteren

Opdr. 6004-0199-000
Bijl.

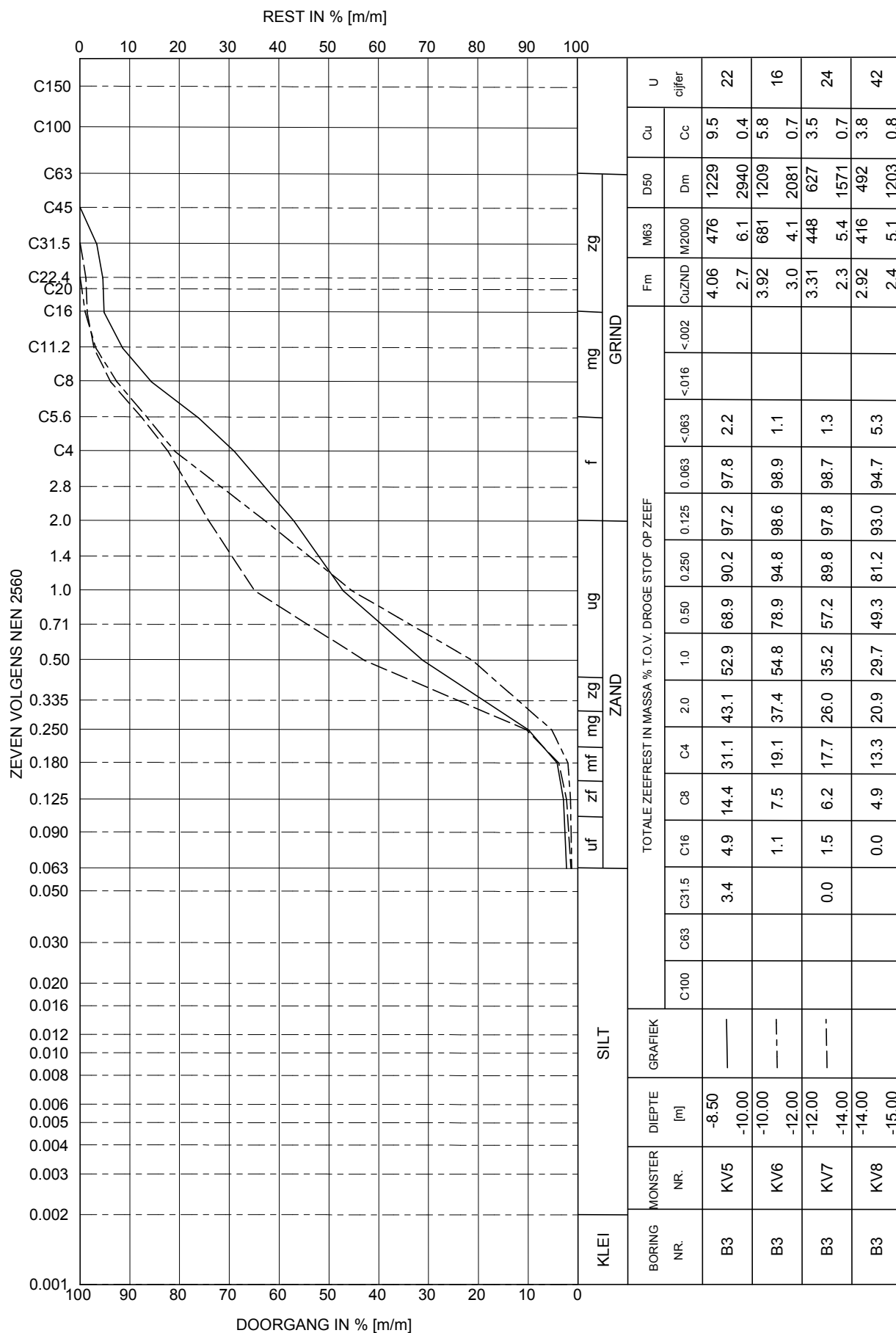


Opm.: Diepte is in meters tov. maaiveld

KORRELVERDELINGSDIAGRAM

Controleboringen te Heteren

Opdr. 6004-0199-000
Bijl.

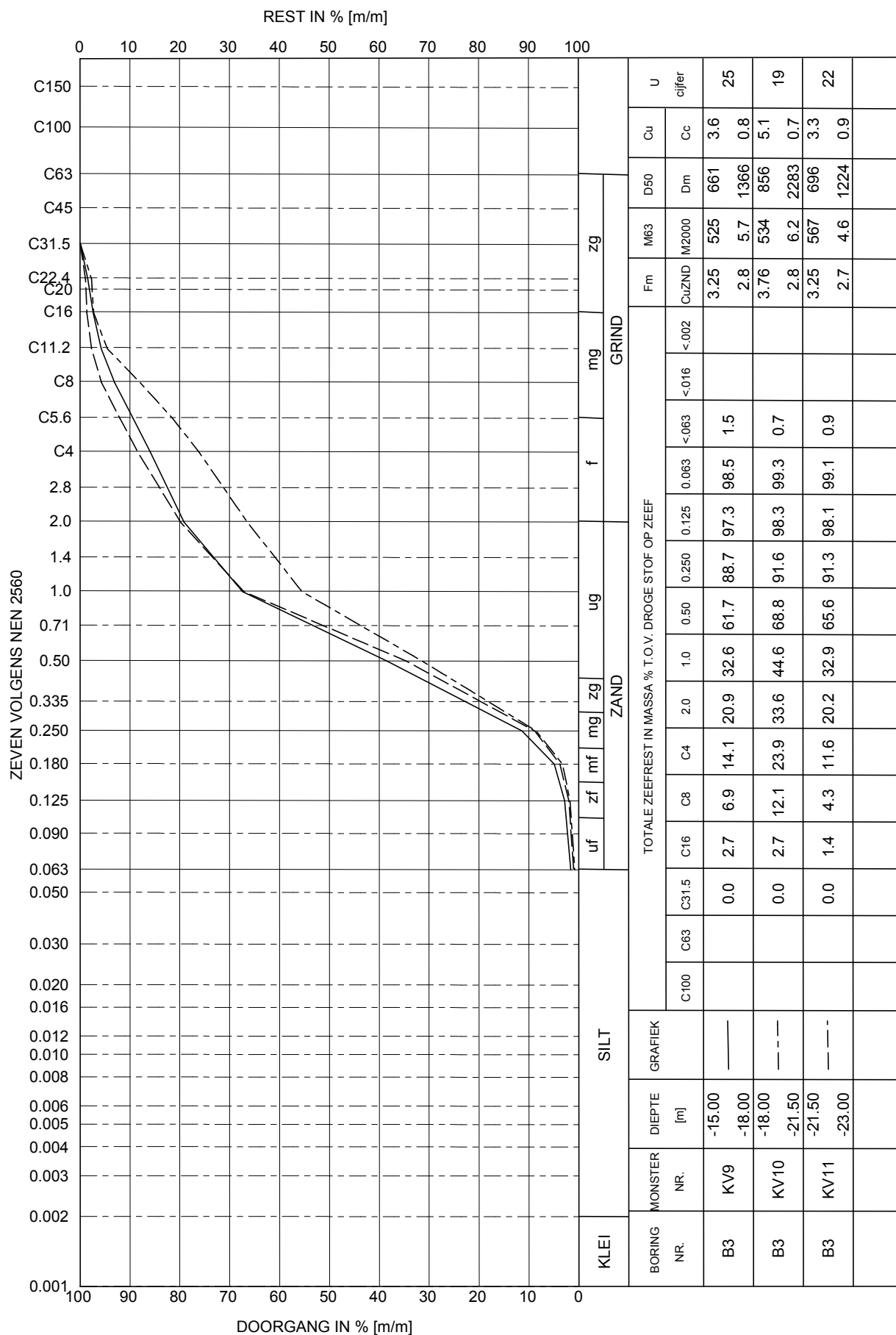


Opm.: Diepte is in meters tov. maaiveld

KORRELVERDELINGSDIAGRAM

Controleboringen te Heteren

Opdr. 6004-0199-000
Bijl.

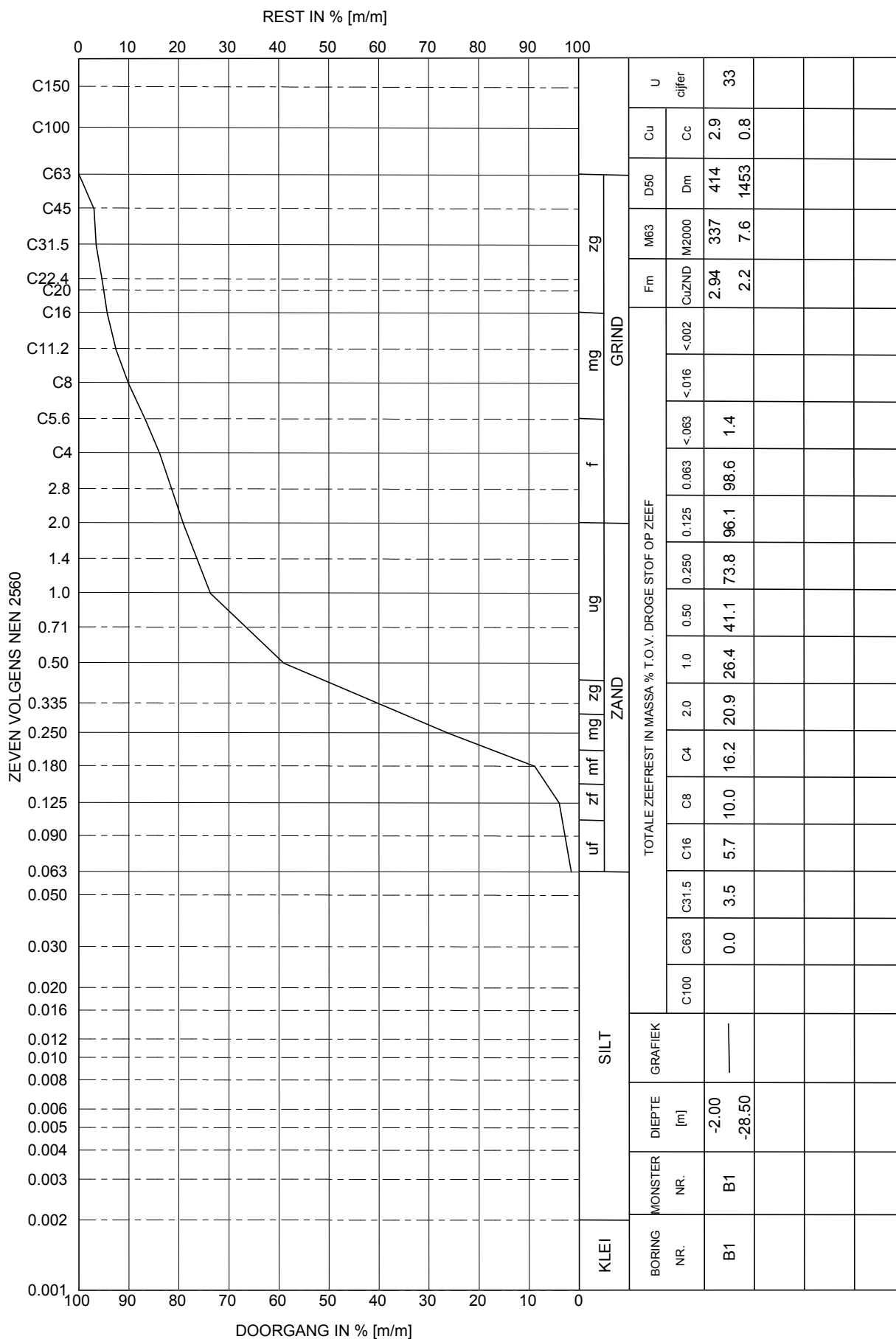


Opm.: Diepte is in meters tov. maaiveld

KORRELVERDELINGSDIAGRAM

Controleboringen te Heteren

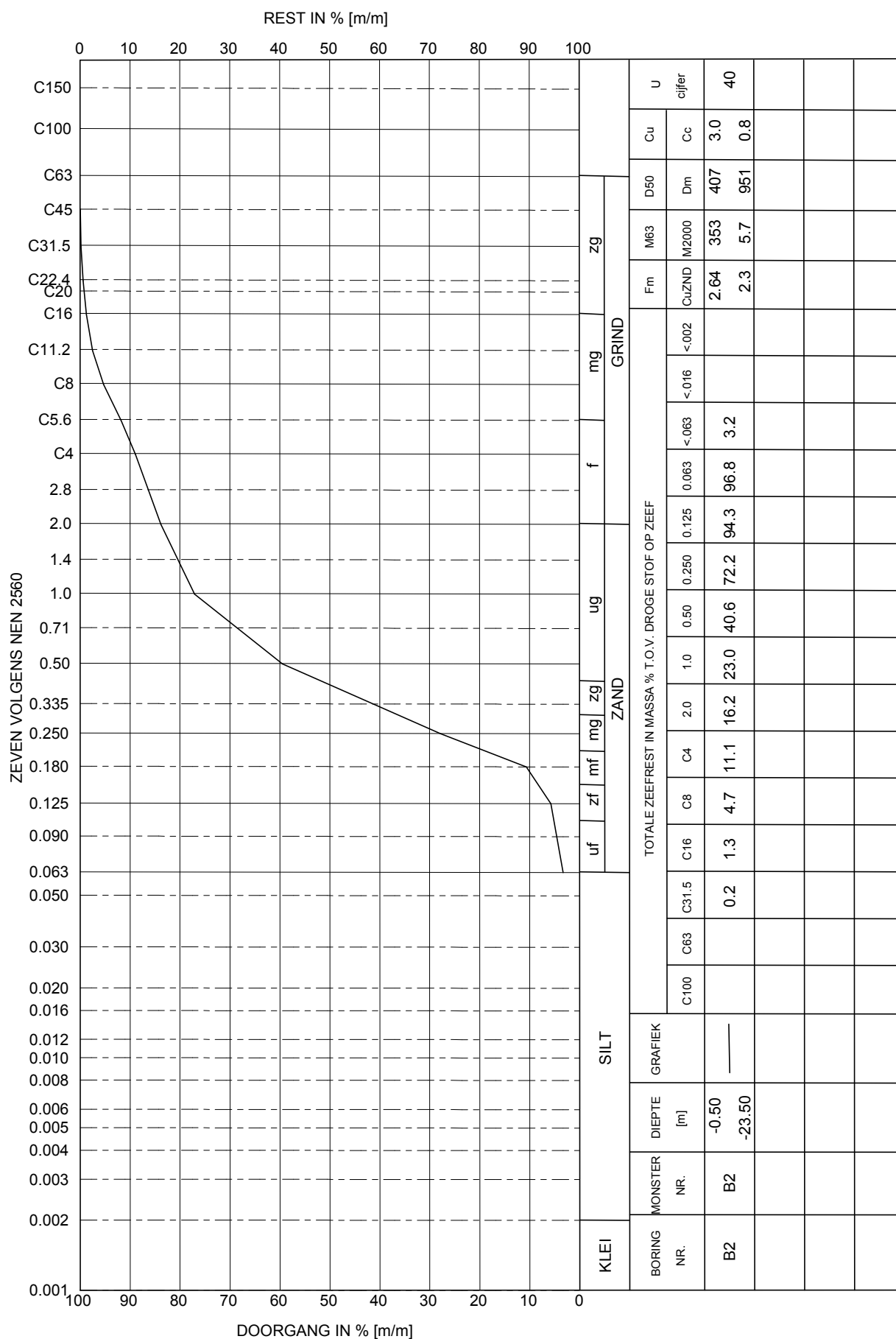
Opdr. 6004-0199-000
Bijl.



KORRELVERDELINGSDIAGRAM

Controleboringen te Heteren

Opdr. 6004-0199-000
Bijl.

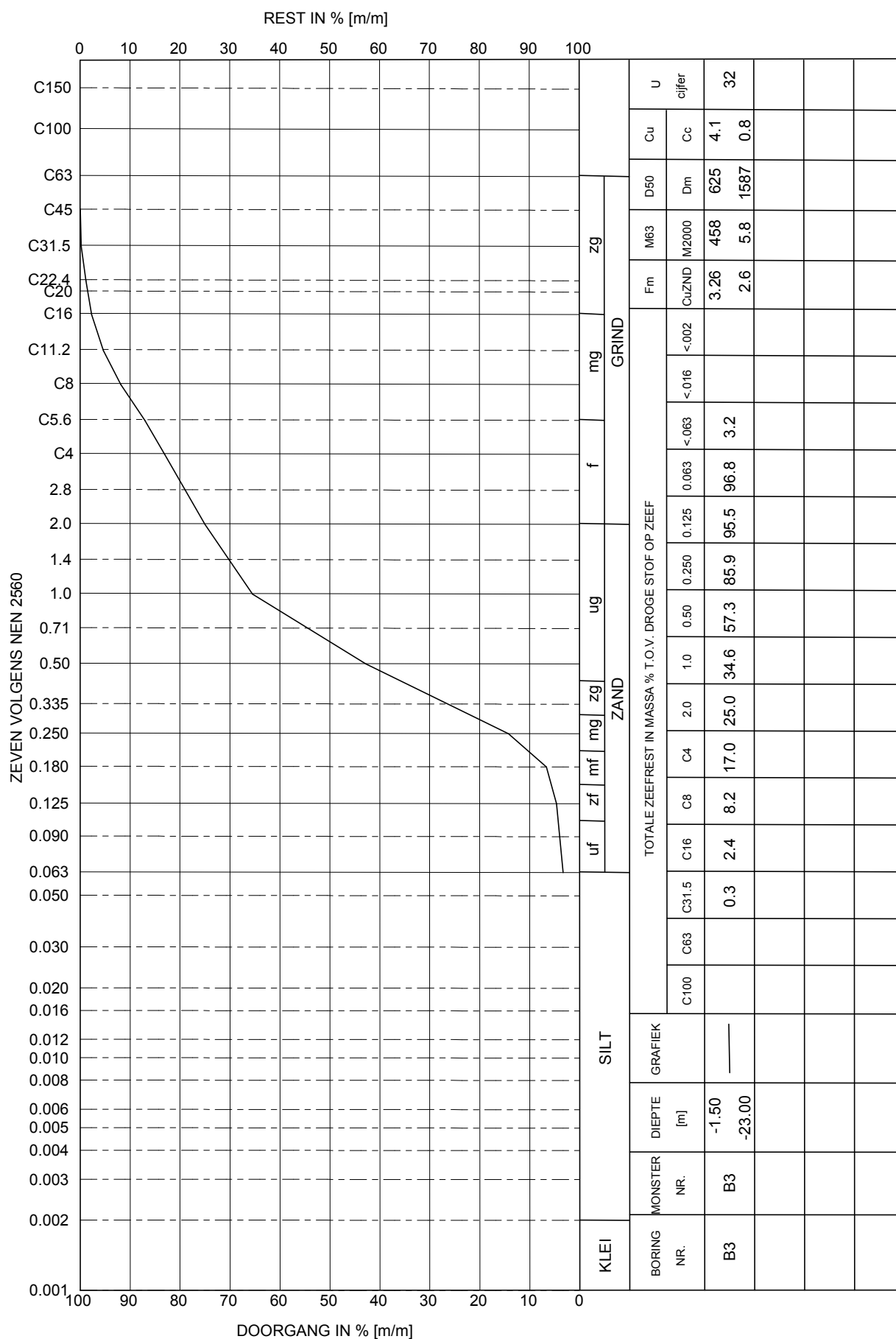


Opm.: Diepte is in meters tov. maaiveld

KORRELVERDELINGSDIAGRAM

Controleboringen te Heteren

Opdr. 6004-0199-000
Bijl.

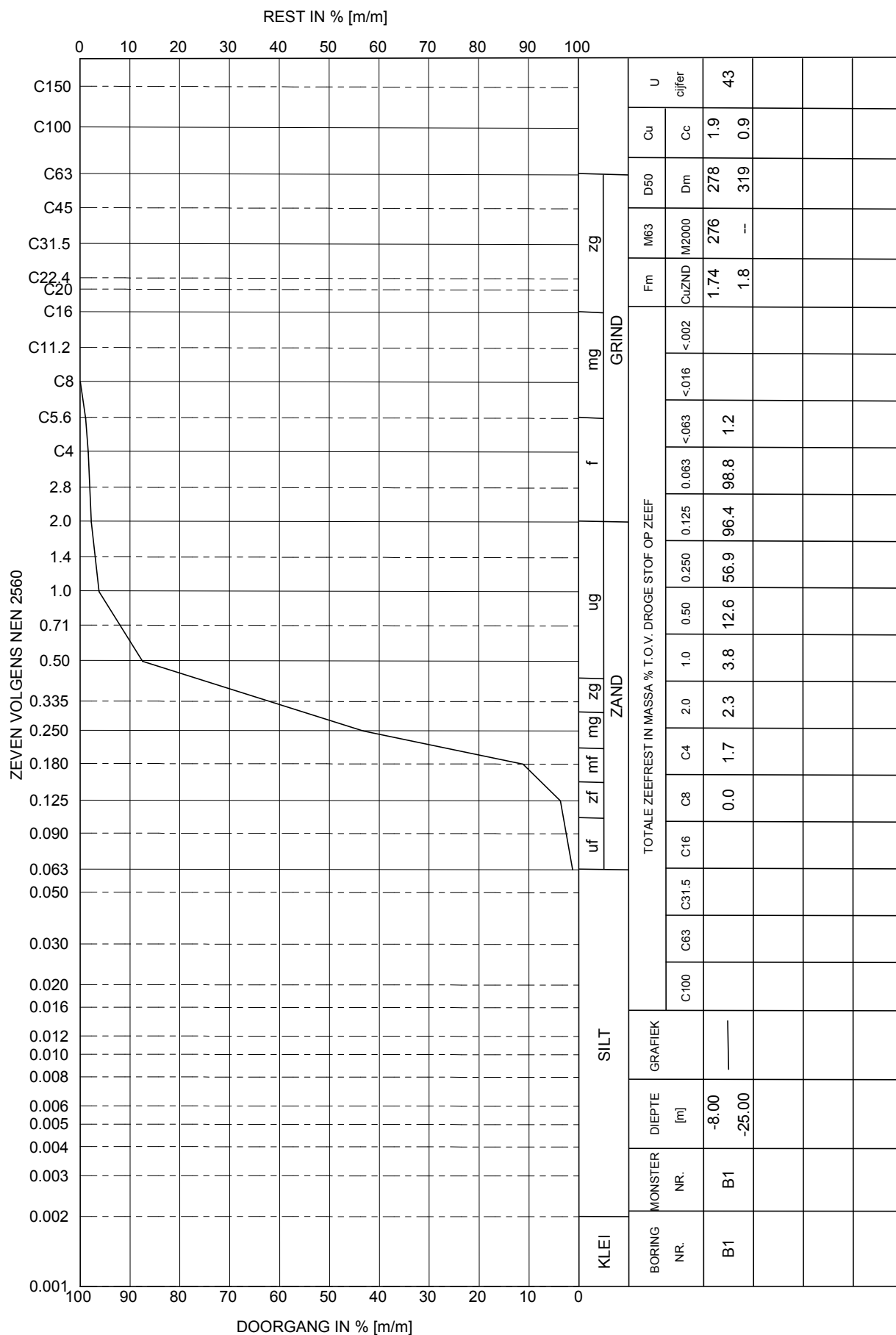


Opm.: Diepte is in meters tov. maaiveld

KORRELVERDELINGSDIAGRAM

Controleboringen te Heteren

Opdr. 6004-0199-000
Bijl.

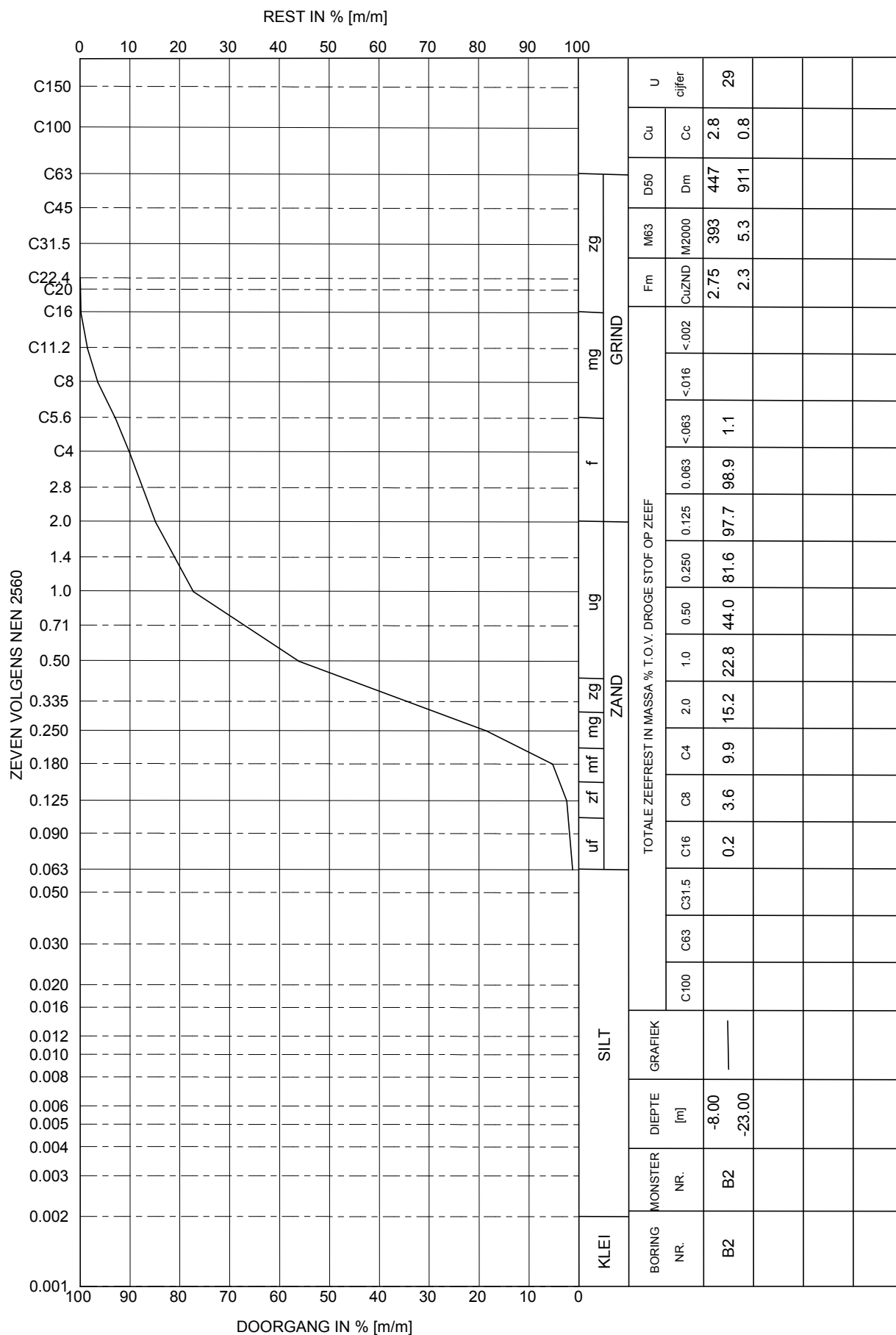


Opm.: Diepte is in meters tov. maaiveld

KORRELVERDELINGSDIAGRAM

Controleboringen te Heteren

Opdr. 6004-0199-000
Bijl.

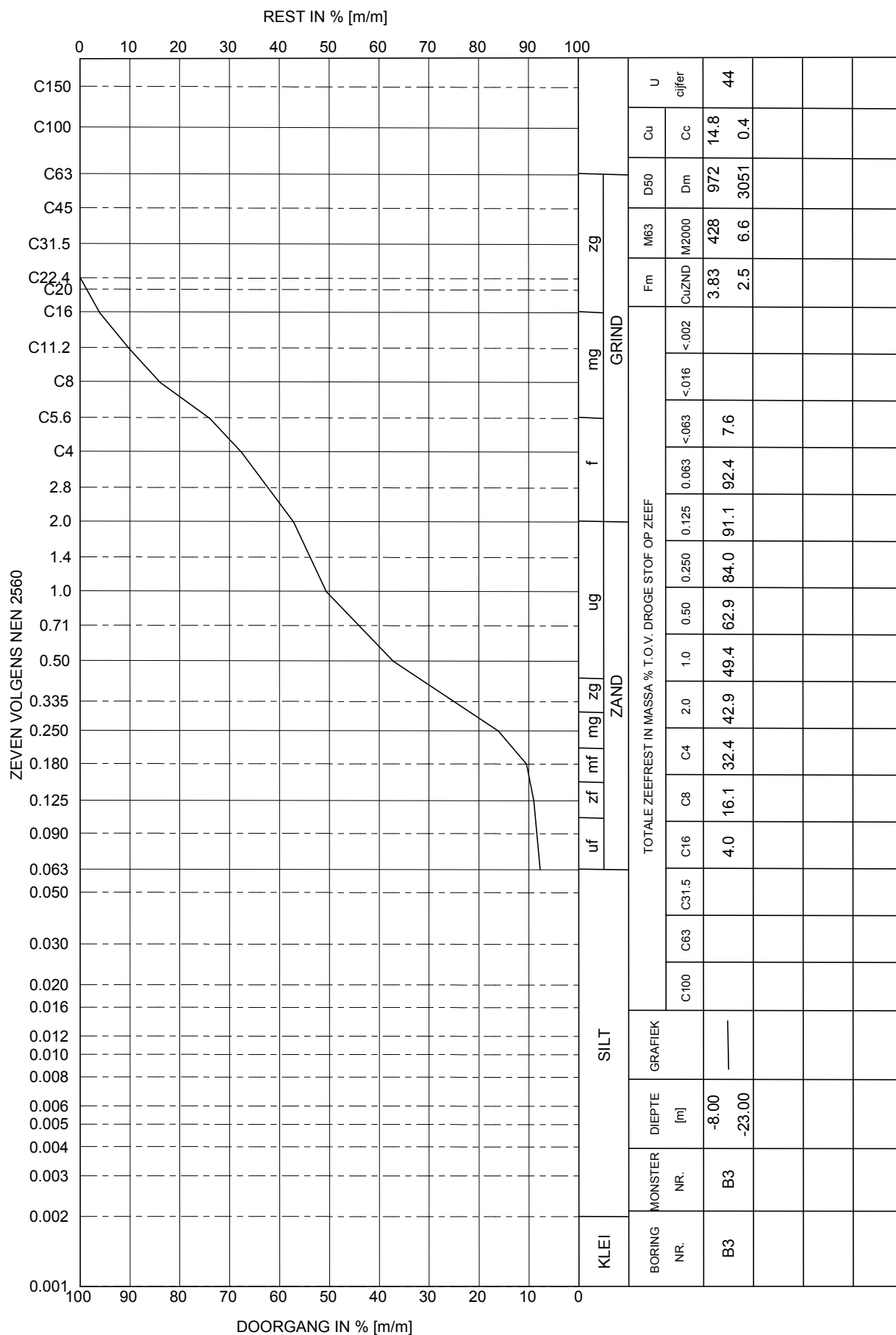


Opm.: Diepte is in meters tov. maaiveld

KORRELVERDELINGSDIAGRAM

Controleboringen te Heteren

Opdr. 6004-0199-000
Bijl.



Opm.: Diepte is in meters tov. maaiveld










KORRELVERDELINGSDIAGRAM

Controleboringen te Heteren

Opdr. 6004-0199-000
Bijl.

BORINGEN/PEILBUIZEN

Aanduidingen









-  mechanische boring
-  handboring
-  niet uitgevoerde boring
-  boring met peilbuis
-  boring met peilbuis ondiep filter en diep filter
-  boring met peilbuis ondiep filter, middeldiep filter en diep filter
-  handboring met peilbuis
-  hellingmeterbuis
-  gedrukte peilbuis/minifilter

Type boringen

- B mechanische boring
- HB handboring

SONDERINGEN

Aanduidingen

-  diep-/diepzware sondering
-  middelzware-/lichte sondering
-  diep-/diepzware sondering met plaatselijke kleefmeting
-  middelzware-/lichte sondering met plaatselijke kleefmeting
-  slagsondering
-  niet uitgevoerde sondering
-  waterspanningsmeter
-  bodemluchtmonstername

Type sonderingen

- L lichte sondering
- M middelzware sondering
- D diepsondering
- DZ diepzware sondering
- S slagsondering

Toegevoegde metingen

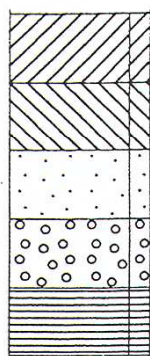
- KM meting van de plaatselijke kleef
- P meting van de waterspanning
- G meting van de geleidbaarheid
- S seismische meting

GRONDSOORTEN (conform NEN 5104)

Grondsoort/toevoeging

Hoofdbestanddeel/soms
toevoeging

Bijmengsel



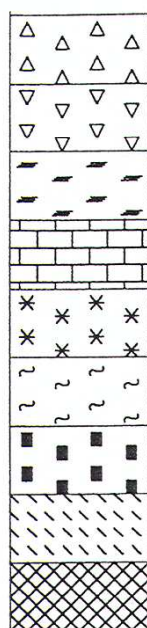
Klei, kleig

Leem, siltig

Zand, zandig

Grind, grindig

Veen, humeus



Puin

Slakken

Mijnssteen

Mergel

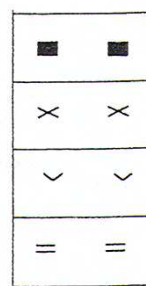
Bruinkool

Huisvuil

Kooltjes

Slib

Teelaarde

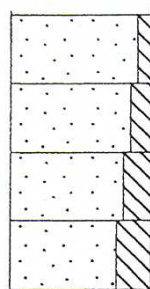


houtresten

roest

schelpen

veenresten



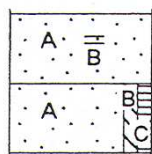
zwak

matig

sterk

uiterst

Toevoeging siltig in
grondsoort zand



Toevoeging B in
grondsoort A

Grondsoort A met 2
toevoegingen B en C

Peilbuis



Grondwaterstand
in peilbuis

Afdichting

Omstorting

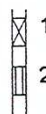
Filter

Niet geperforeerd

Geperforeerd



Grondwaterstand
tijdens boren

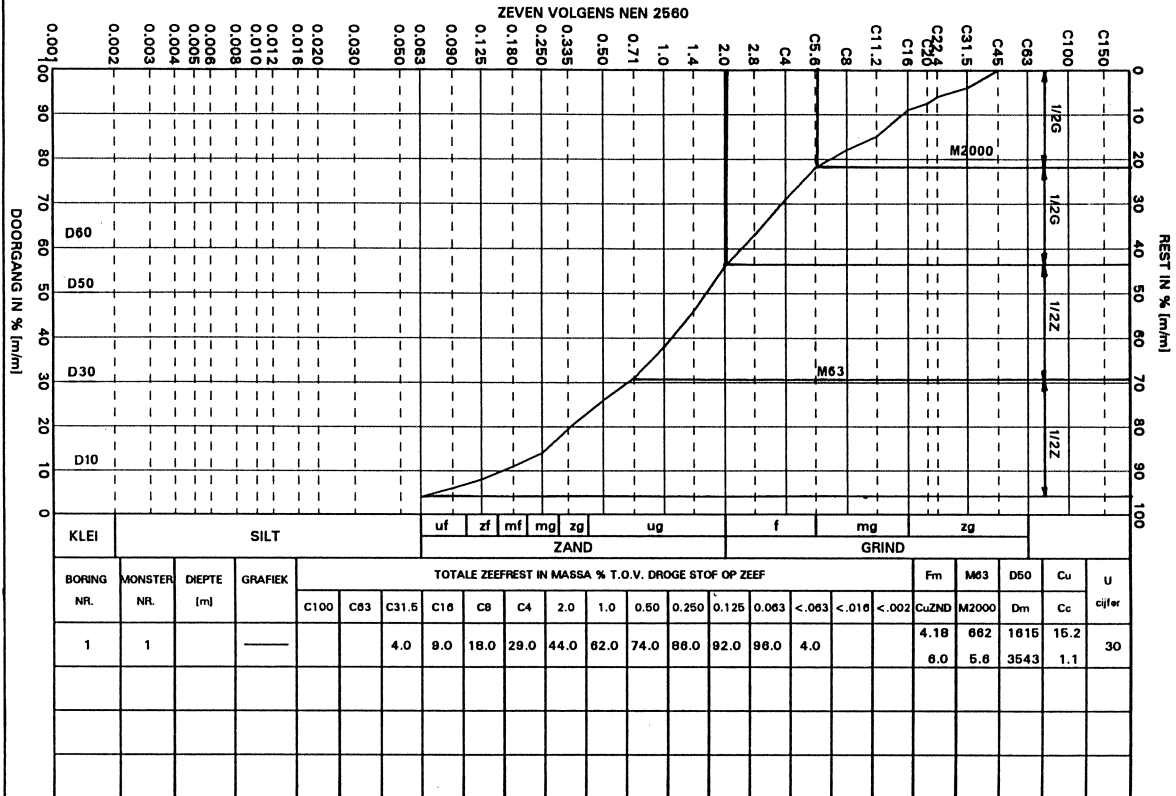


1 Geroerd monster

2 Ongeroerd monster

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

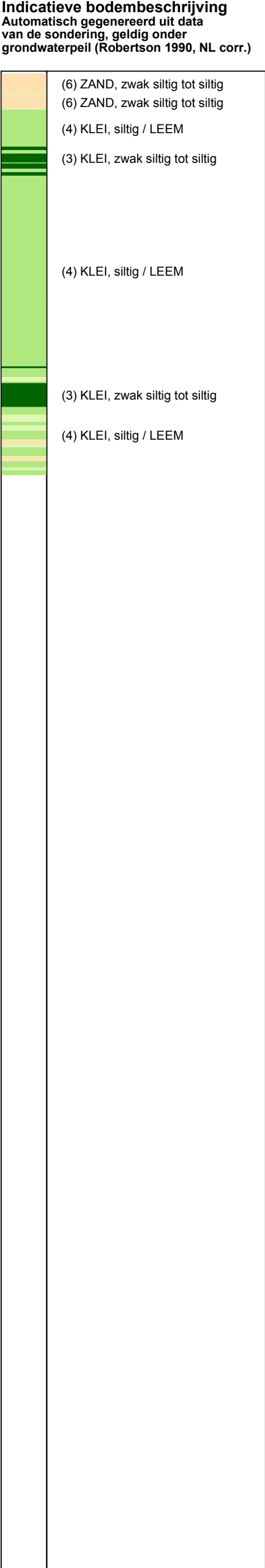
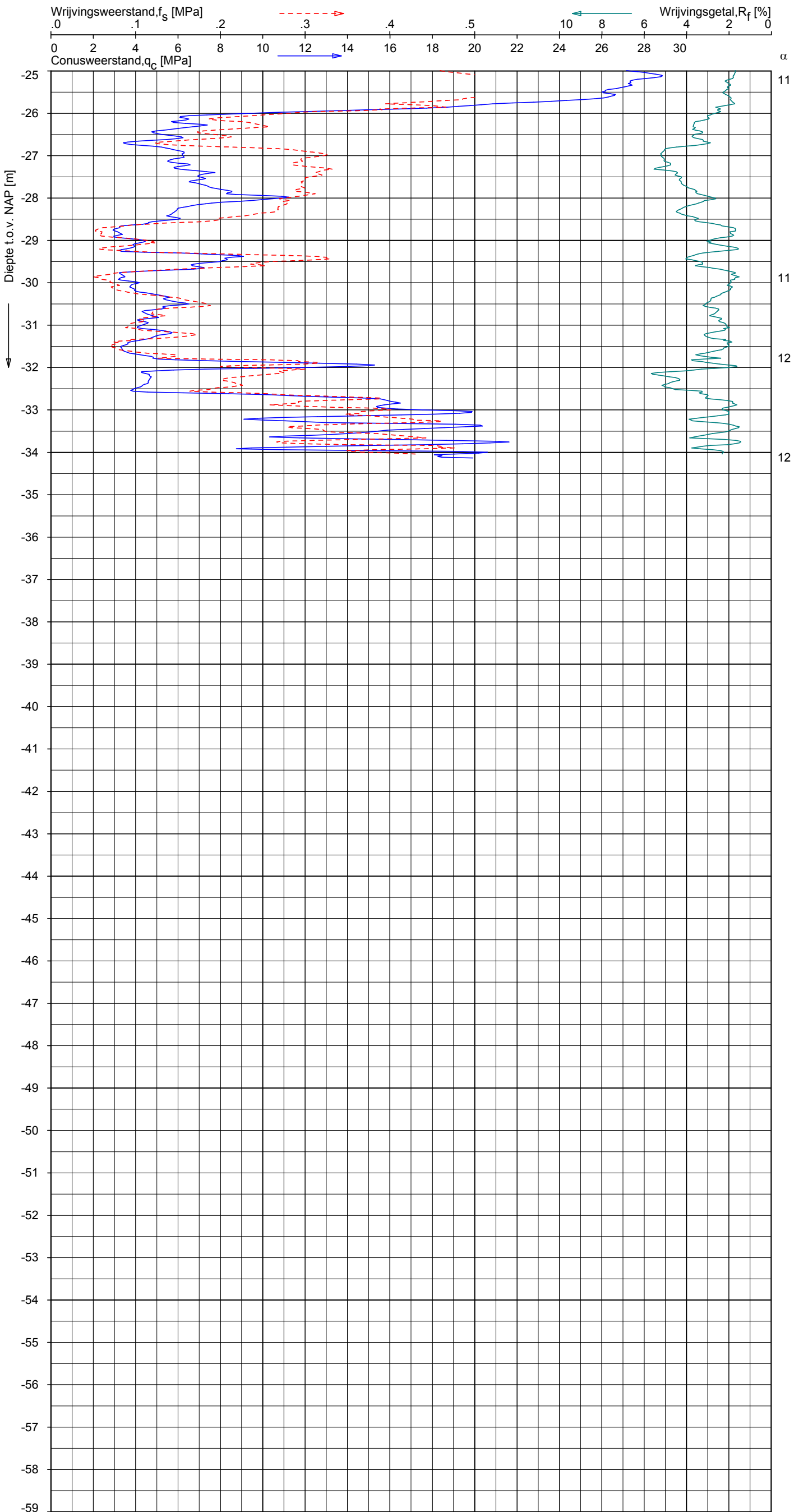


	(10) VEEN
	(8) ZAND, vast / ZAND, kleiig
	(4) KLEI, siltig / LEEM
	(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
	(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
	(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
	(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
	(7) ZAND tot ZAND, grindig
	(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
	(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
	(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
	(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
	(7) ZAND tot ZAND, grindig
	(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
	(7) ZAND tot ZAND, grindig
	(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
	(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
	(7) ZAND tot ZAND, grindig
	(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
	(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
	(7) ZAND tot ZAND, grindig
	(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
	(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
	(5) ZAND, siltig tot LEEM
	(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
	(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
	(4) KLEI, siltig / LEEM
	(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
	(6) ZAND, zwak siltig tot siltig

UNIPLOT 05.10.nl / QcfSClass-N3.cmd / 2010-11-08 12:17:53

6004-0199-001

DKM1 - 2



Opg. : MF d.d. 20-May-2008 conus : F7.5CKE2HA/B X = 179674.9
Get. : ZONVELD d.d. 2008-06-12 MV = NAP +7.86 m Y = 441684.2
Sondering volgens norm NEN 5140, klasse 2
conustype cilindrisch elektrisch, 1500 mm
 α afwijking van de vertikaal



SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

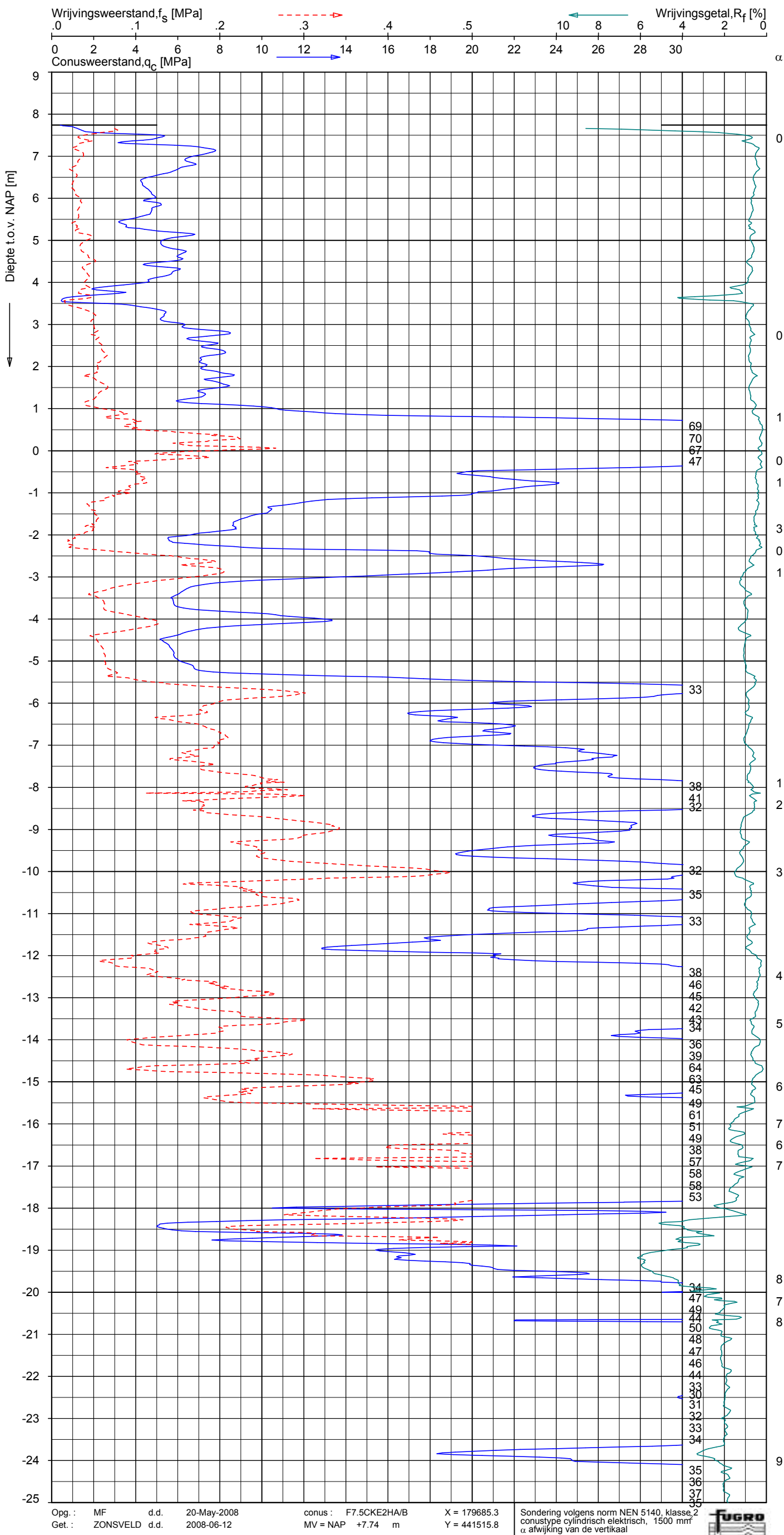
UITBREIDING ZANDWINNINGSPUT TE HETEREN

Opdr. 6004-0199-001
Sond. DKM1

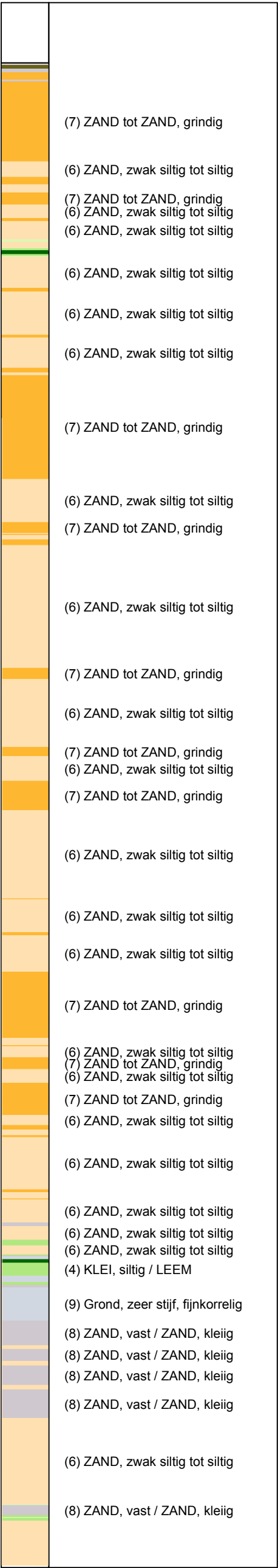
UNIPLOT 05.10.nl / QcfClass-N3.cmd / 2010-11-08 12:17:56

6004-0199-001

DKM2 - 1



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



SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

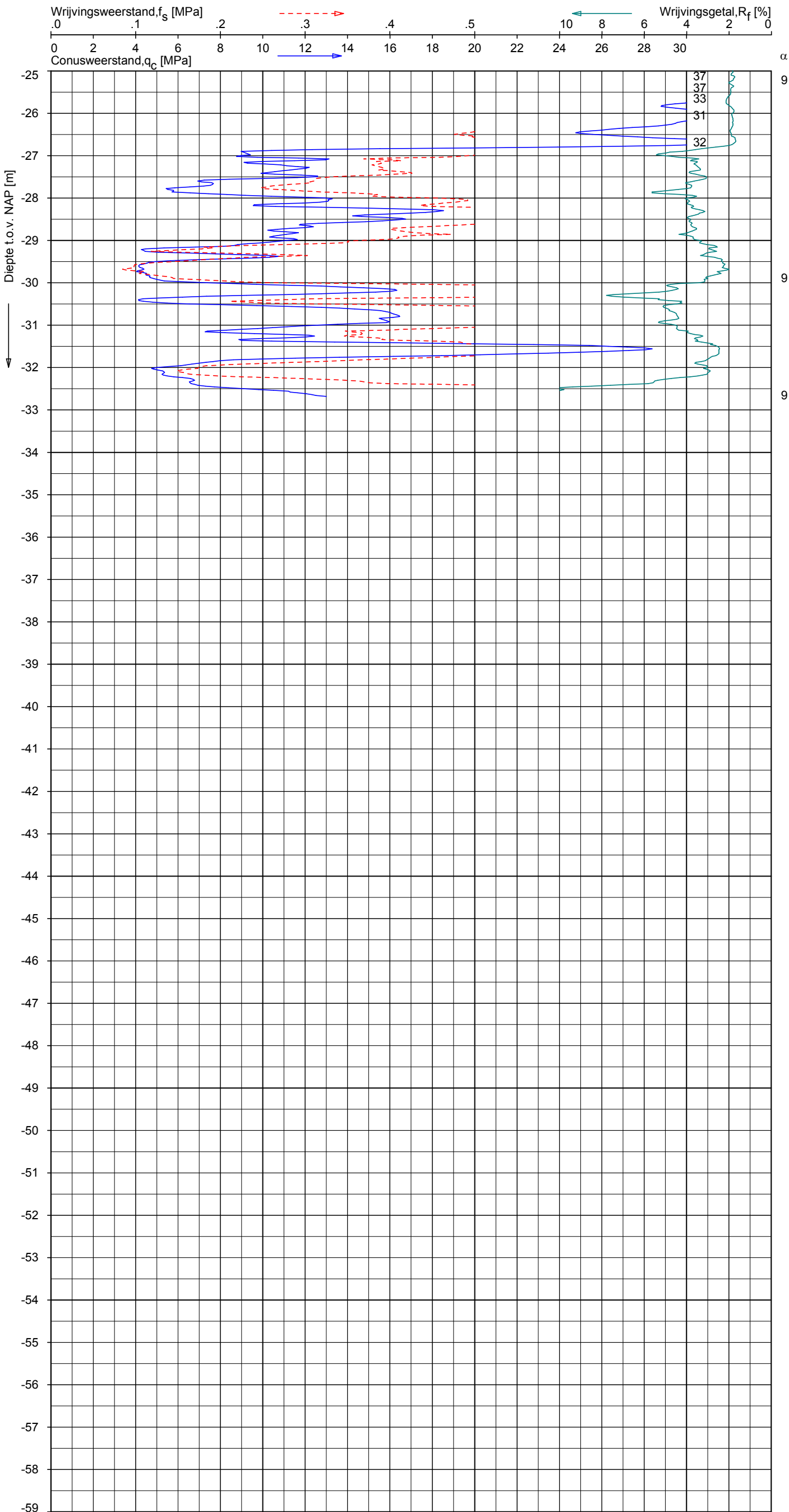
UITBREIDING ZANDWINNINGSPUT TE HETEREN

Opdr. 6004-0199-001
Sond. DKM2

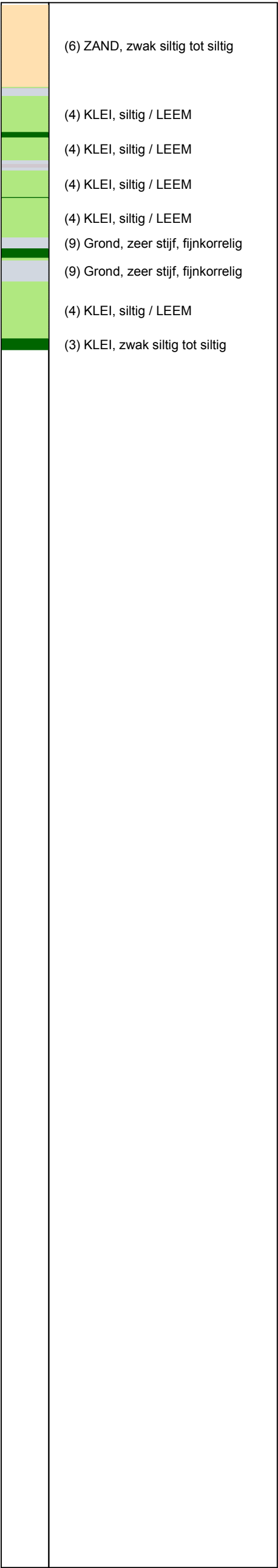
UNIPLOT 05.10.nl / QcfClass-N3.cmd / 2010-11-08 12:17:56

6004-0199-001

DKM2 - 2



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



Opg. : MF d.d. 20-May-2008 conus : F7.5CKE2HA/B X = 179685.3
Get. : ZONSVELD d.d. 2008-06-12 MV = NAP +7.74 m Y = 441515.8
Sondering volgens norm NEN 5140, klasse 2
conustype cilindrisch elektrisch, 1500 mm
α afwijking van de vertikaal



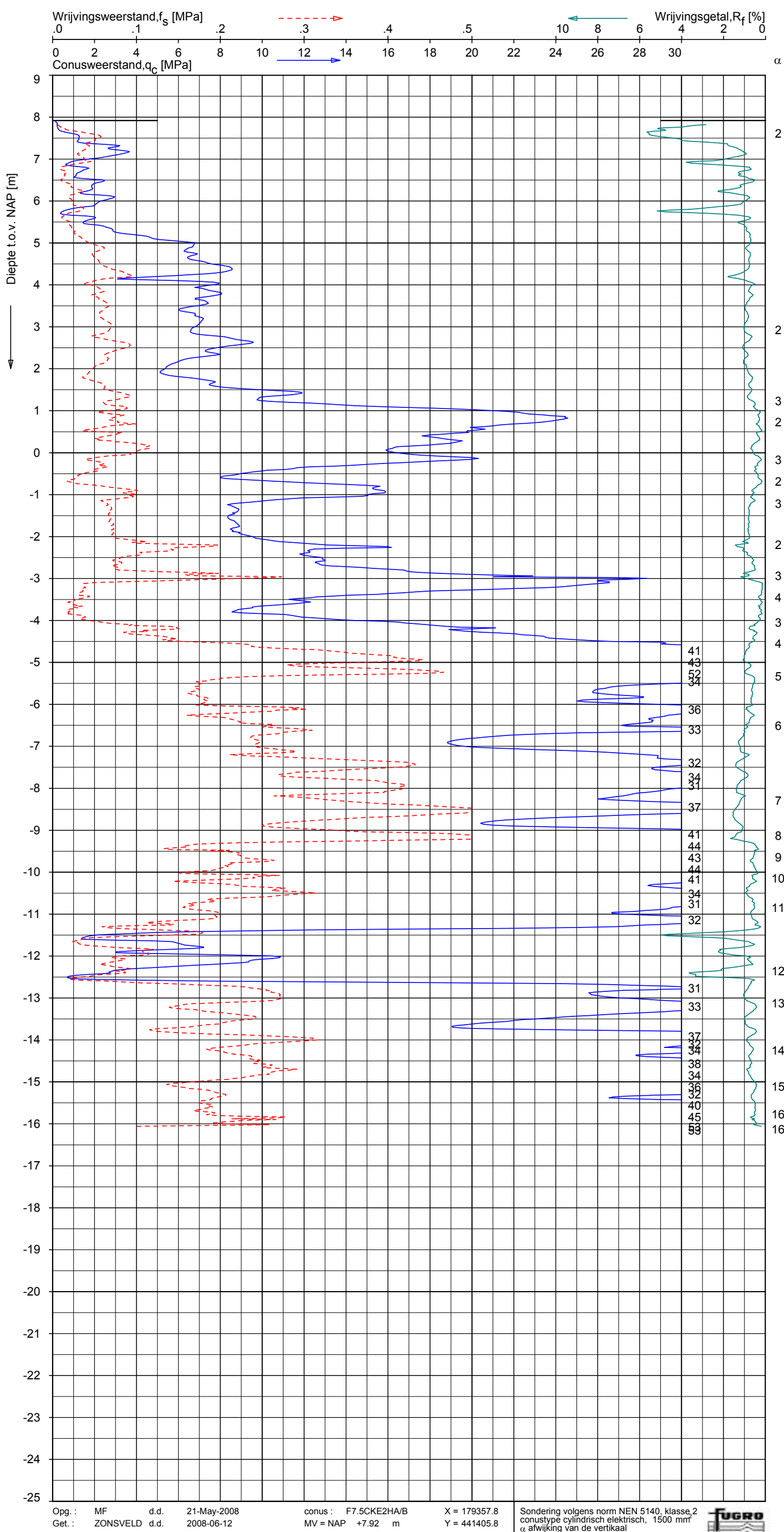
SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

UITBREIDING ZANDWINNINGSPUT TE HETEREN

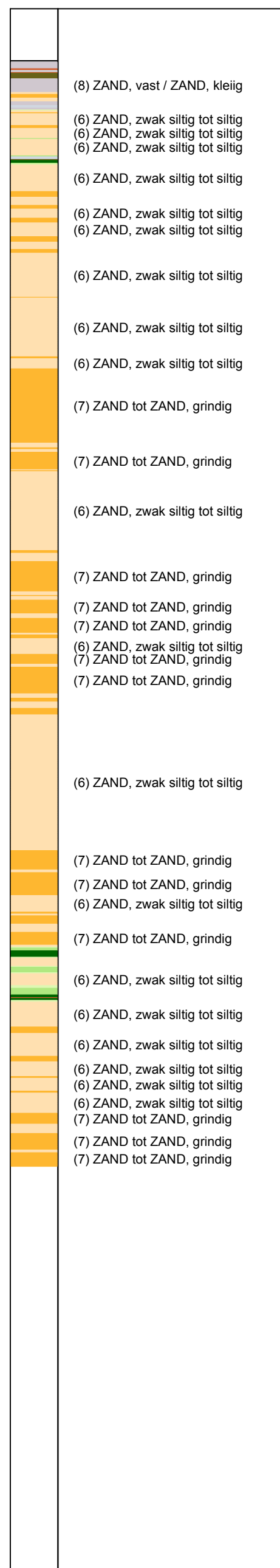
Opdr. 6004-0199-001
Sond. DKM2



	(8) ZAND, vast / ZAND, kleiig
	(9) Grond, zeer stijf, fijnkorrelig
	(10) VEEN
	(7) ZAND tot ZAND, grindig
	(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
	(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
	(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
	(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
	(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
	(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
	(7) ZAND tot ZAND, grindig
	(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
	(7) ZAND tot ZAND, grindig
	(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
	(7) ZAND tot ZAND, grindig
	(7) ZAND tot ZAND, grindig
	(7) ZAND tot ZAND, grindig
	(7) ZAND tot ZAND, grindig
	(7) ZAND tot ZAND, grindig
	(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
	(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
	(7) ZAND tot ZAND, grindig
	(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
	(7) ZAND tot ZAND, grindig
	(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
	(7) ZAND tot ZAND, grindig
	(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
	(7) ZAND tot ZAND, grindig
	(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
	(3) KLEI, zwak siltig tot siltig
	(4) KLEI, siltig / LEEM
	(9) Grond, zeer stijf, fijnkorrelig
	(9) Grond, zeer stijf, fijnkorrelig



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



SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

UITBREIDING ZANDWINNINGSPUT TE HETEREN

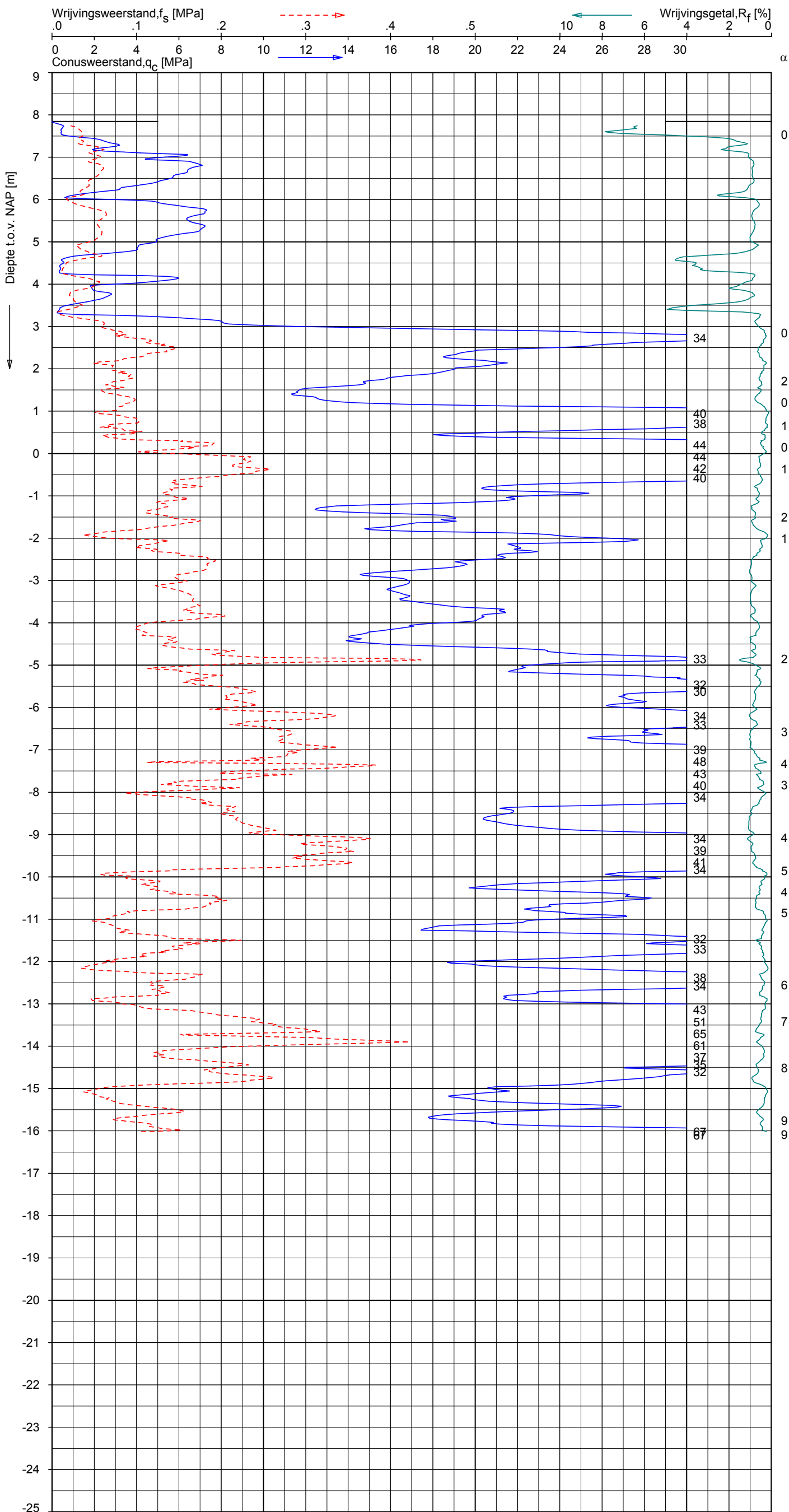
Opdr. 6004-0199-001
Sond. DKM4



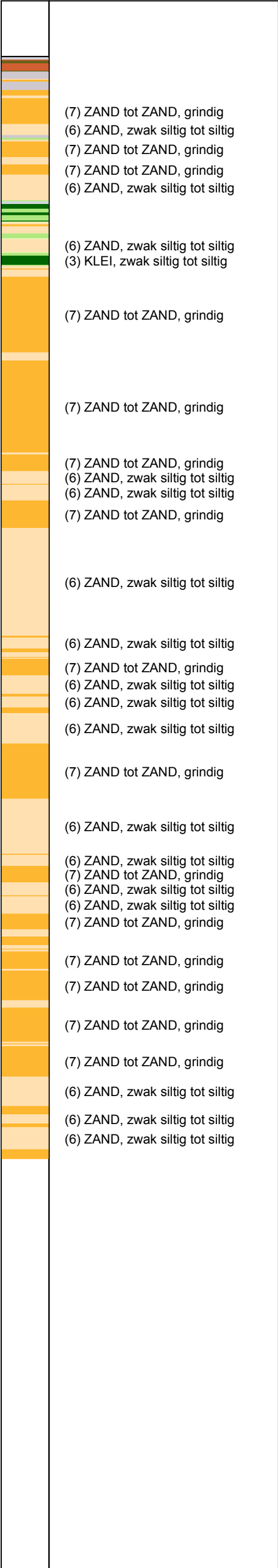
UNIPLOT 05.10.nl / QcfClass-N3.cmd / 2010-11-08 12:17:57

6004-0199-001

DKM5 - 1



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



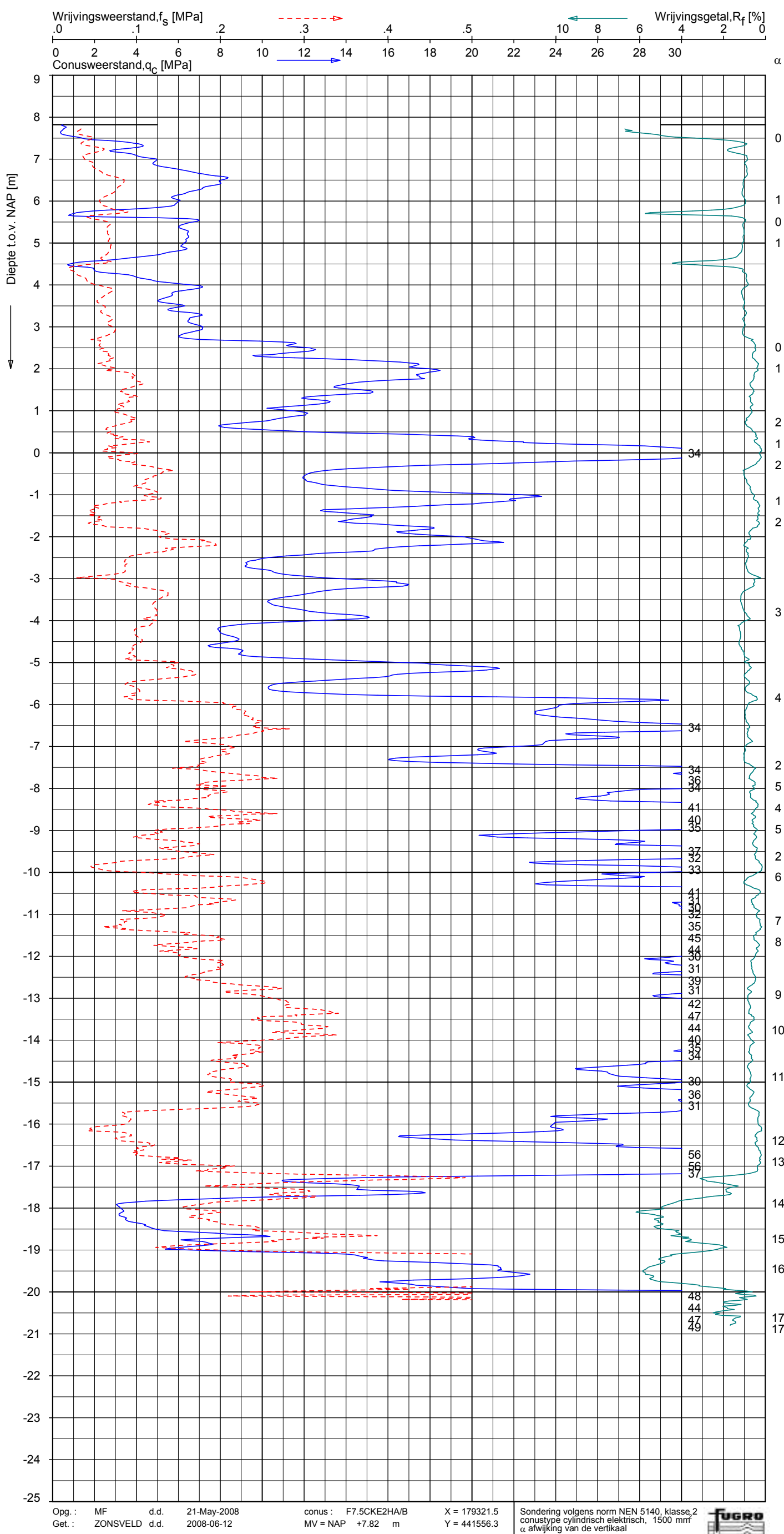
Opg. : MF d.d. 22-May-2008 conus : F7.5CKE2HA/B X = 179439.8 Y = 441561.1 Sondering volgens norm NEN 5140, klasse 2
Get. : ZONVELD d.d. 2008-06-12 MV = NAP +7.84 m conustype cilindrisch elektrisch, 1500 mm α afwijking van de vertikaal



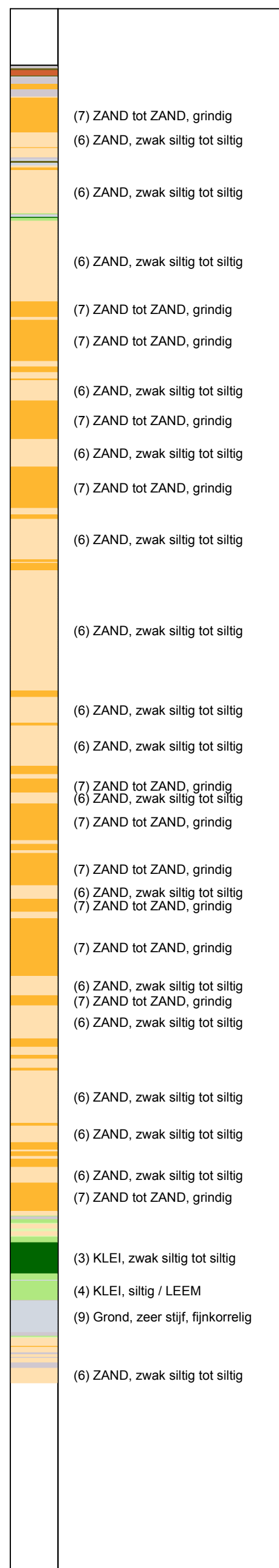
SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

UITBREIDING ZANDWINNINGSPUT TE HETEREN

Opdr. 6004-0199-001
Sond. DKM5



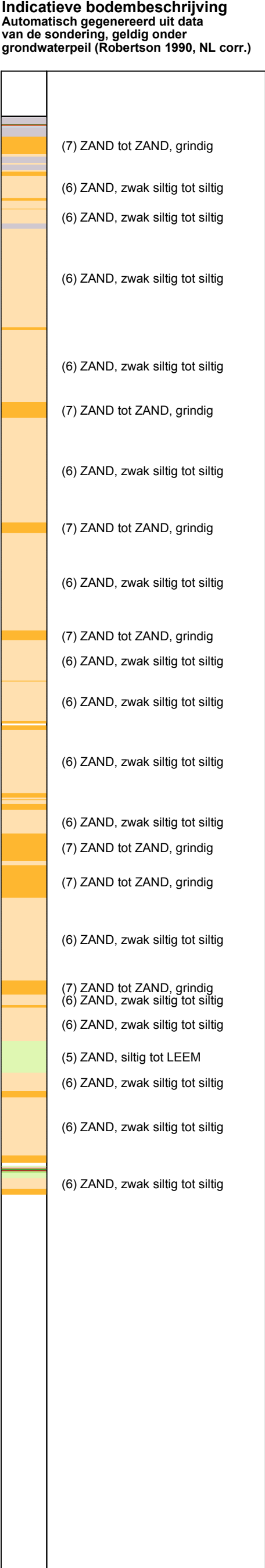
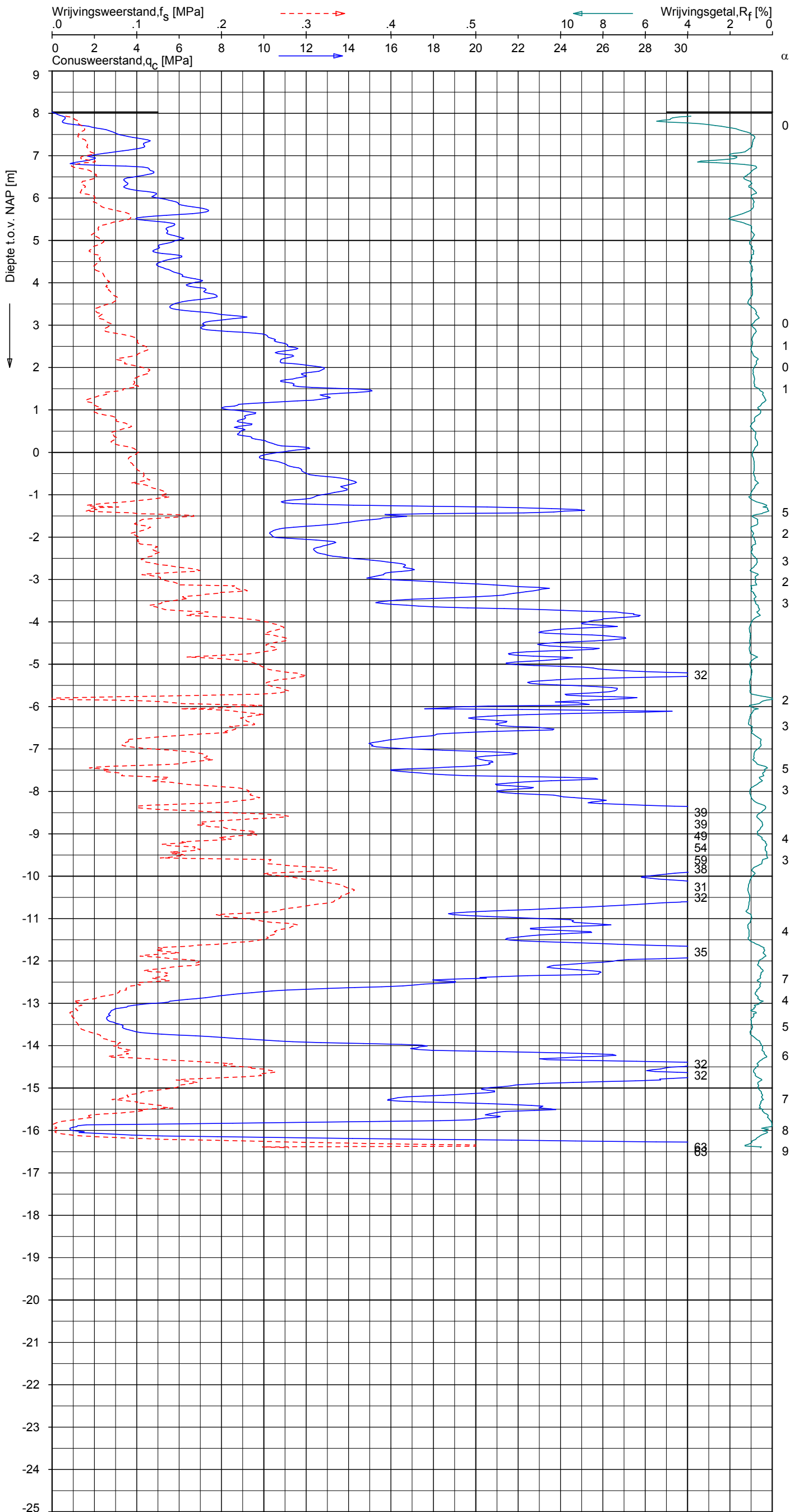
Indicatieve bodembeschrijving
Automatisch gegenereerd uit data
van de sondering, geldig onder
grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)



UNIPLOT 05.10.nl / QcfClass-N3.cmd / 2010-11-08 12:17:59

6004-0199-001

DKM7 - 1



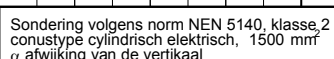
Opg. : MF d.d. 22-May-2008 conus : F7.5CKE2HA/B X = 179437.4 Y = 441664.4 Sondering volgens norm NEN 5140, klasse 2
Get. : ZONVELD d.d. 2008-06-12 MV = NAP +8.03 m conustype cilindrisch elektrisch, 1500 mmf
α afwijking van de vertikaal



SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

UITBREIDING ZANDWINNINGSPUT TE HETEREN

Opdr. 6004-0199-001
Sond. DKM7

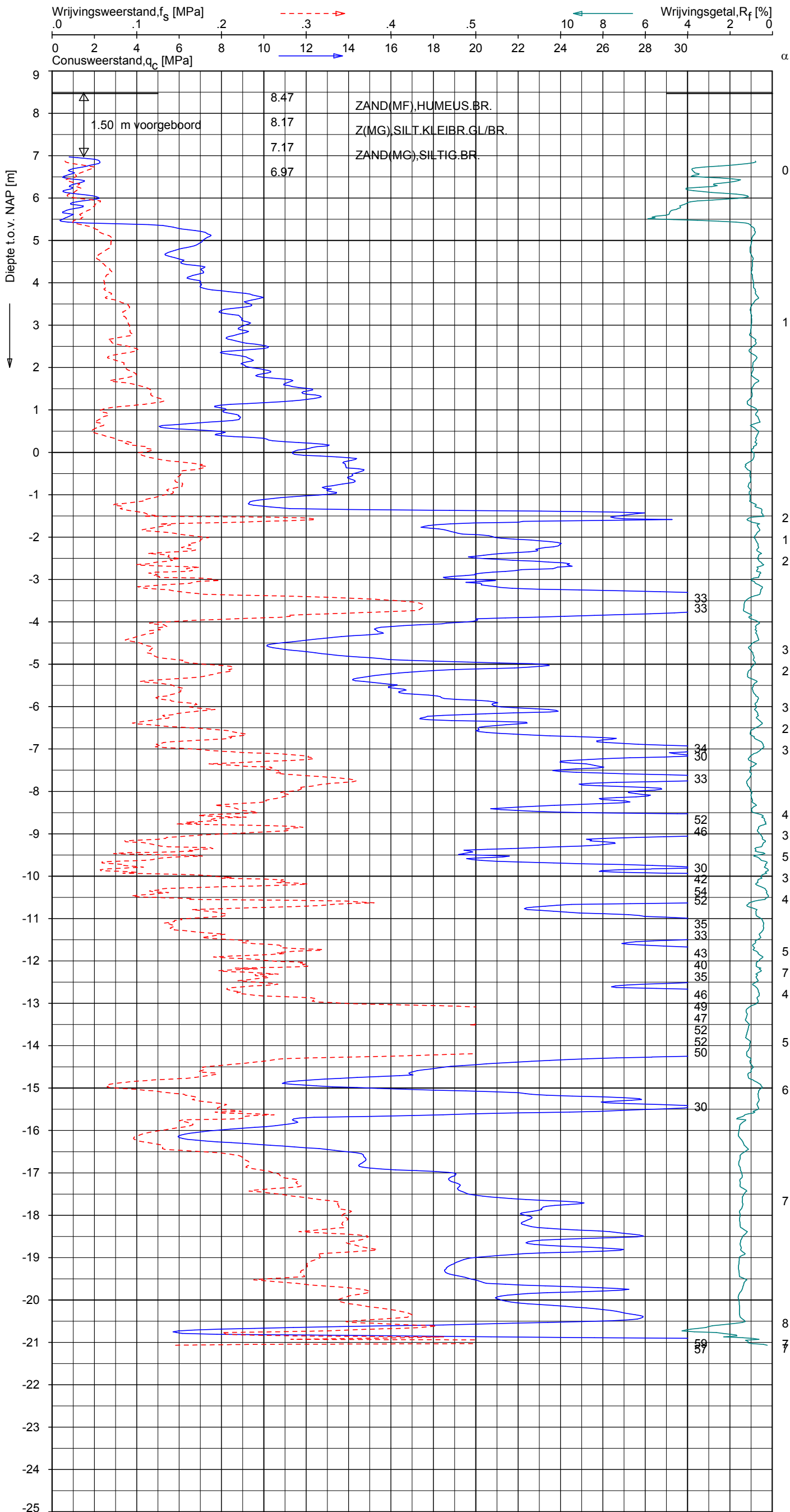


	(8) ZAND, vast / ZAND, kleilig
	(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
	(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
	(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
	(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
	(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
	(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
	(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
	(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
	(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
	(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
	(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
	(7) ZAND tot ZAND, grindig
	(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
	(7) ZAND tot ZAND, grindig
	(7) ZAND tot ZAND, grindig
	(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
	(7) ZAND tot ZAND, grindig
	(7) ZAND tot ZAND, grindig
	(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
	(7) ZAND tot ZAND, grindig
	(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
	(7) ZAND tot ZAND, grindig
	(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
	(7) ZAND tot ZAND, grindig
	(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
	(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
	(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
	(4) KLEI, siltig / LEEM
	(4) KLEI, siltig / LEEM
	(4) KLEI, siltig / LEEM
	(4) KLEI, siltig / LEEM

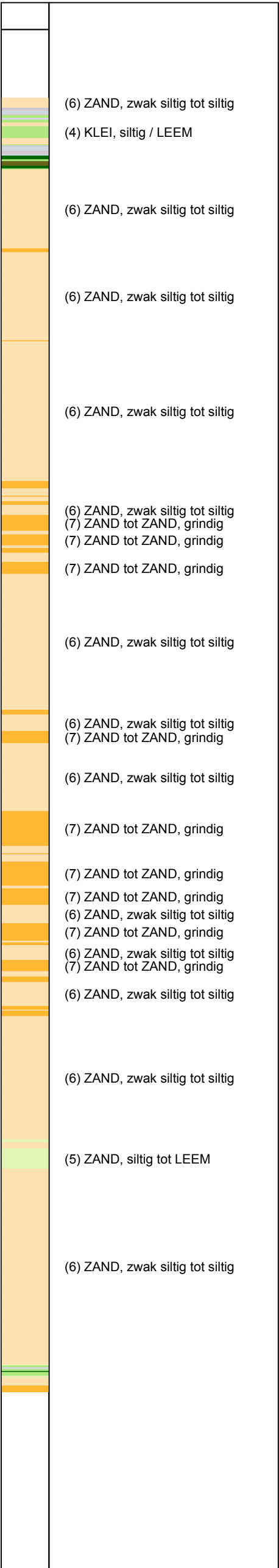
UNIPL0T 05.10.n / QcfClass-N3.cmd / 2010-11-08 12:18:00

6004-0199-001

DKM9 - 1



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



Opg. : MF d.d. 21-May-2008 conus : F7.5CKE2HA/B X = 179477.3
Get. : ZONVELD d.d. 2008-06-12 MV = NAP +8.47 m Y = 441840.9
Sondering volgens norm NEN 5140, klasse 2
conustype cilindrisch elektrisch, 1500 mm
 α afwijking van de vertikaal



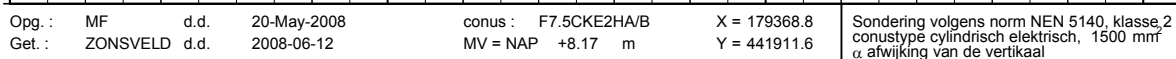
SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

UITBREIDING ZANDWINNINGSPUT TE HETEREN


Opdr. 6004-0199-001
Sond. DKM9

[illegible]

DKM10A - 2



	(4) KLEI, siltig / LEEM
	(4) KLEI, siltig / LEEM
	(4) KLEI, siltig / LEEM
	(4) KLEI, siltig / LEEM
	(3) KLEI, zwak siltig tot siltig
	(4) KLEI, siltig / LEEM

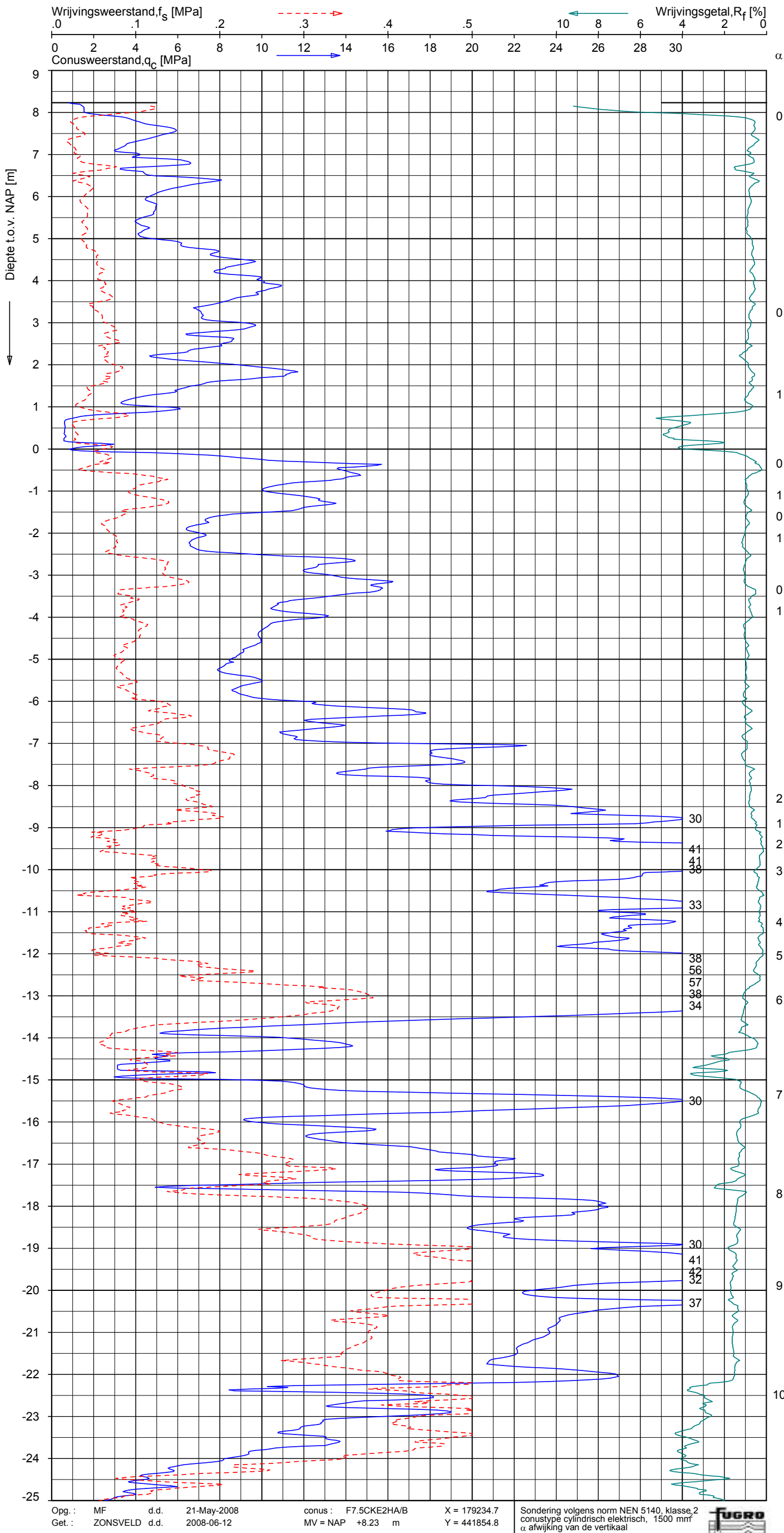


Opdr. 6004-0199-001
Sond. DKM10A

UNIPLOT 05.10.nl / QcfClass-N3.cmd / 2010-11-08 12:17:54

6004-0199-001

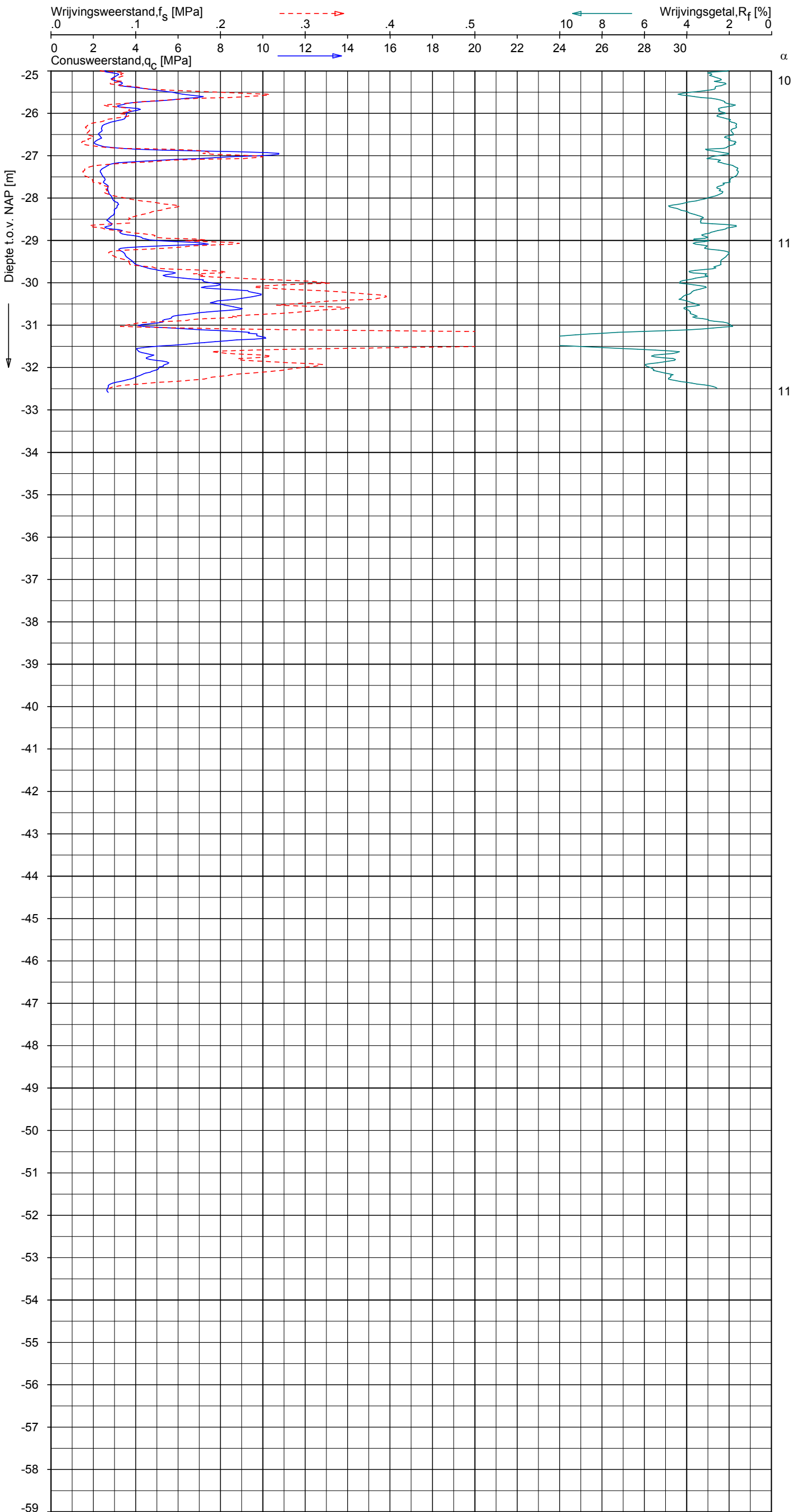
DKM11 - 1



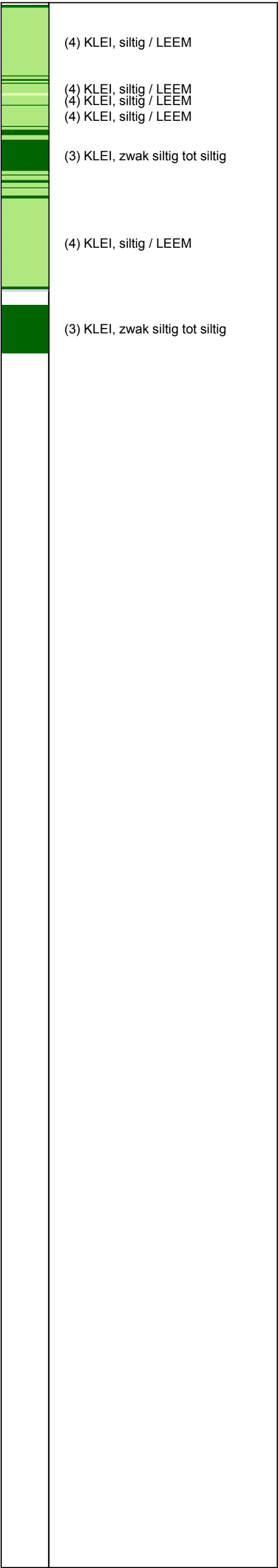
UNIPLOT 05.10.nl / Qcf-ScClass-N3.cmd / 2010-11-08 12:17:55

6004-0199-001

DKM11 - 2



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



Opg. : MF d.d. 21-May-2008 conus : F7.5CKE2HA/B X = 179234.7
Get. : ZONSVELD d.d. 2008-06-12 MV = NAP +8.23 m Y = 441854.8
Sondering volgens norm NEN 5140, klasse 2
conustype cilindrisch elektrisch, 1500 mm
 α afwijking van de vertikaal



SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

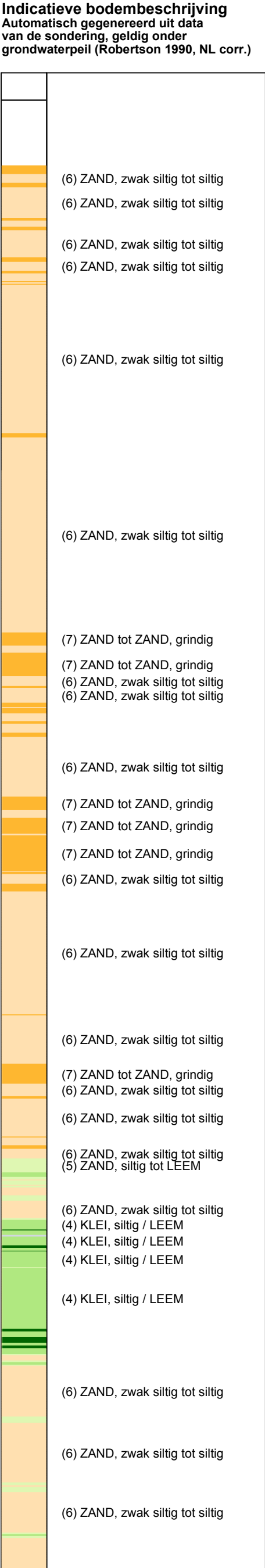
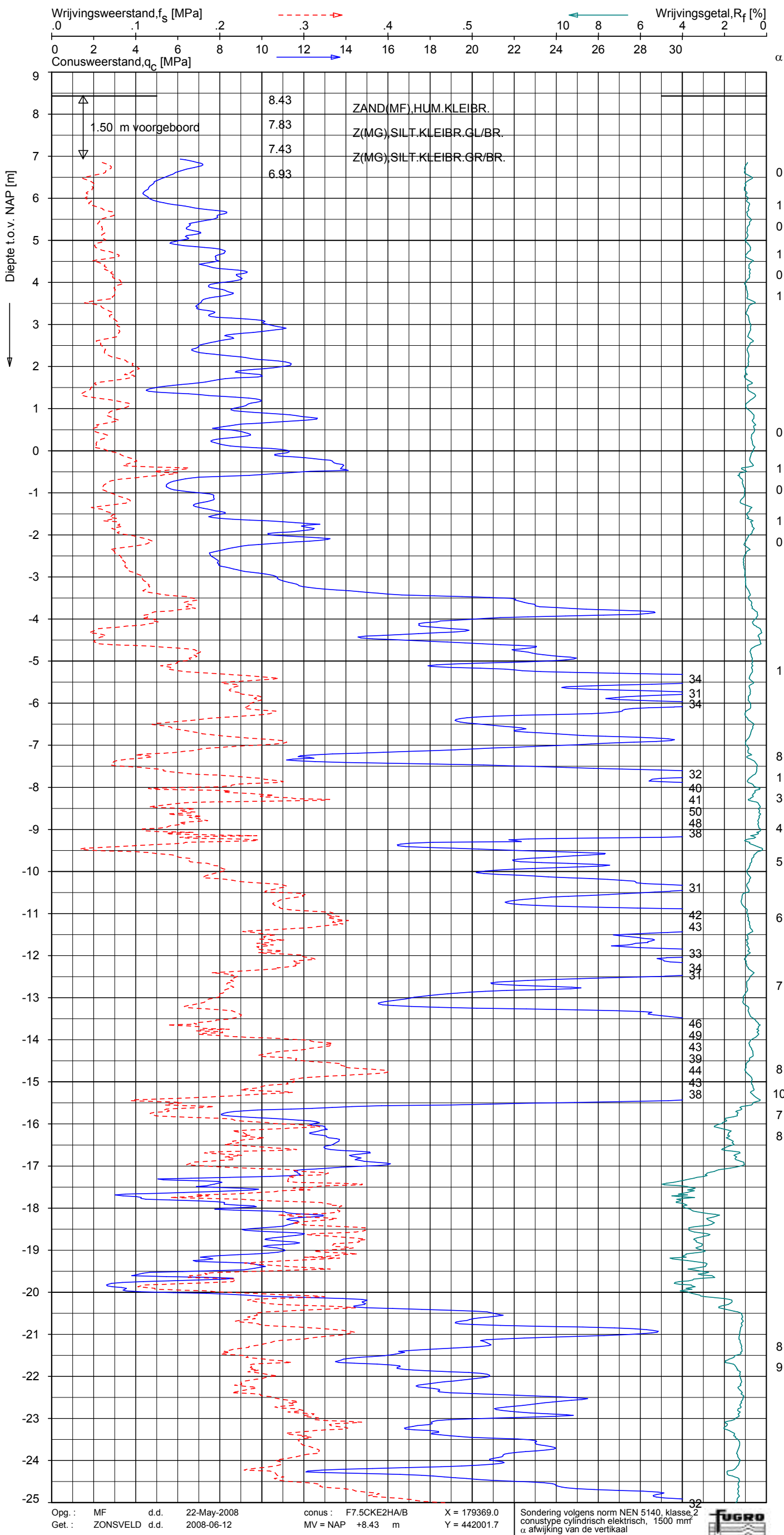
UITBREIDING ZANDWINNINGSPUT TE HETEREN

Opdr. 6004-0199-001
Sond. DKM11

UNIPLOT 05.10.10 / QcfClass-N3.cmd / 2010-11-08 12:17:55

6004-0199-001

DKM12 - 1



SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

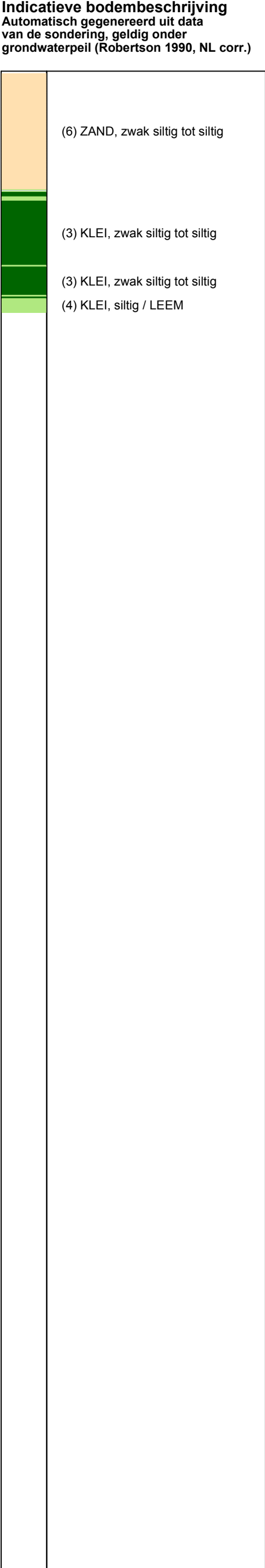
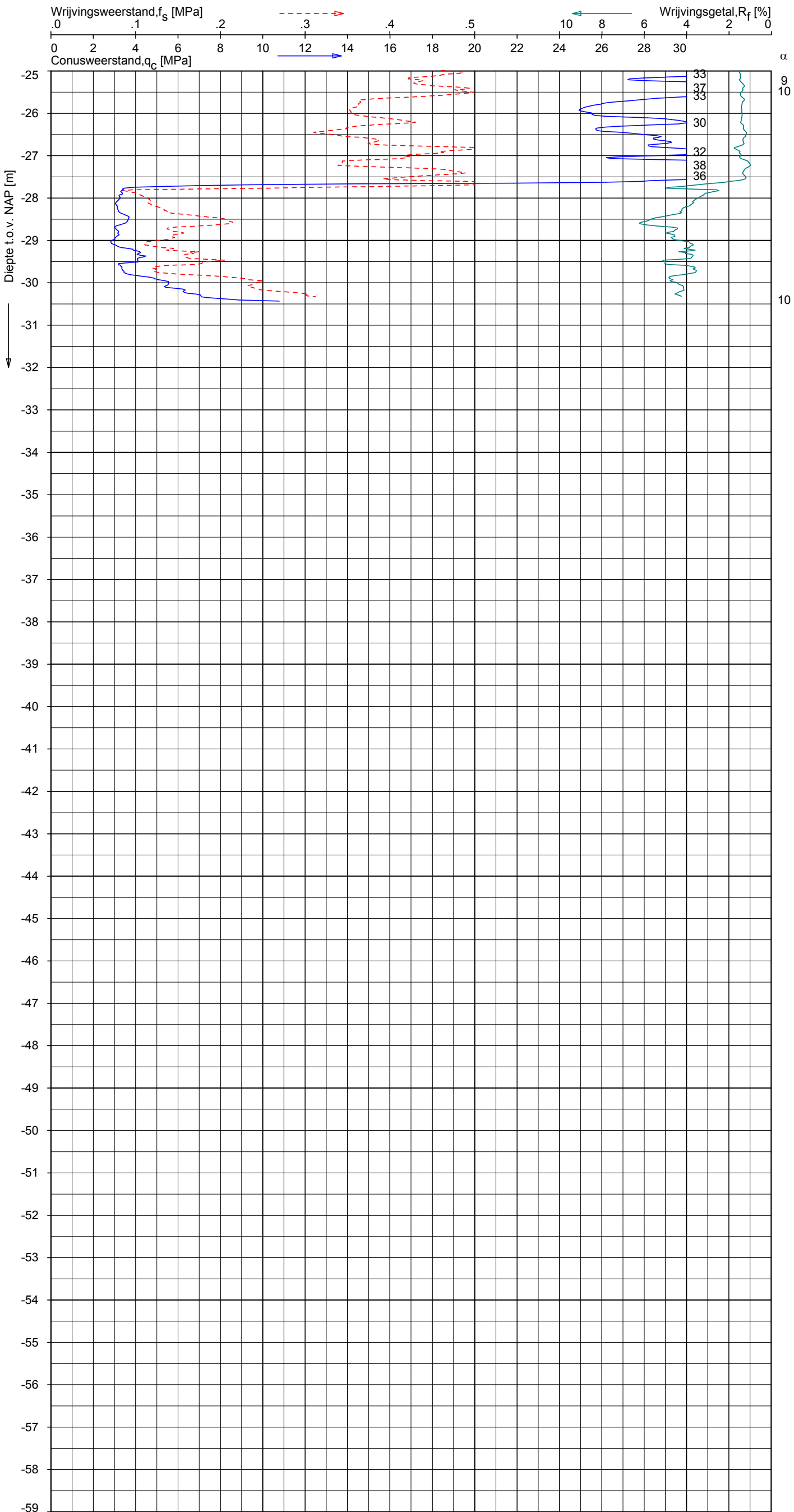
UITBREIDING ZANDWINNINGSPUT TE HETEREN

Opdr. 6004-0199-001
Sond. DKM12

UNIPLOT 05.10.nl / QcfClass-N3.cmd / 2010-11-08 12:17:55

6004-0199-001

DKM12 - 2



Opg. : MF d.d. 22-May-2008 conus : F7.5CKE2HA/B X = 179369.0 Y = 442001.7 Sondering volgens norm NEN 5140, klasse 2
Get. : ZONSVELD d.d. 2008-06-12 MV = NAP +8.43 m conustype cilindrisch elektrisch, 1500 mm
 α afwijking van de vertikaal



SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

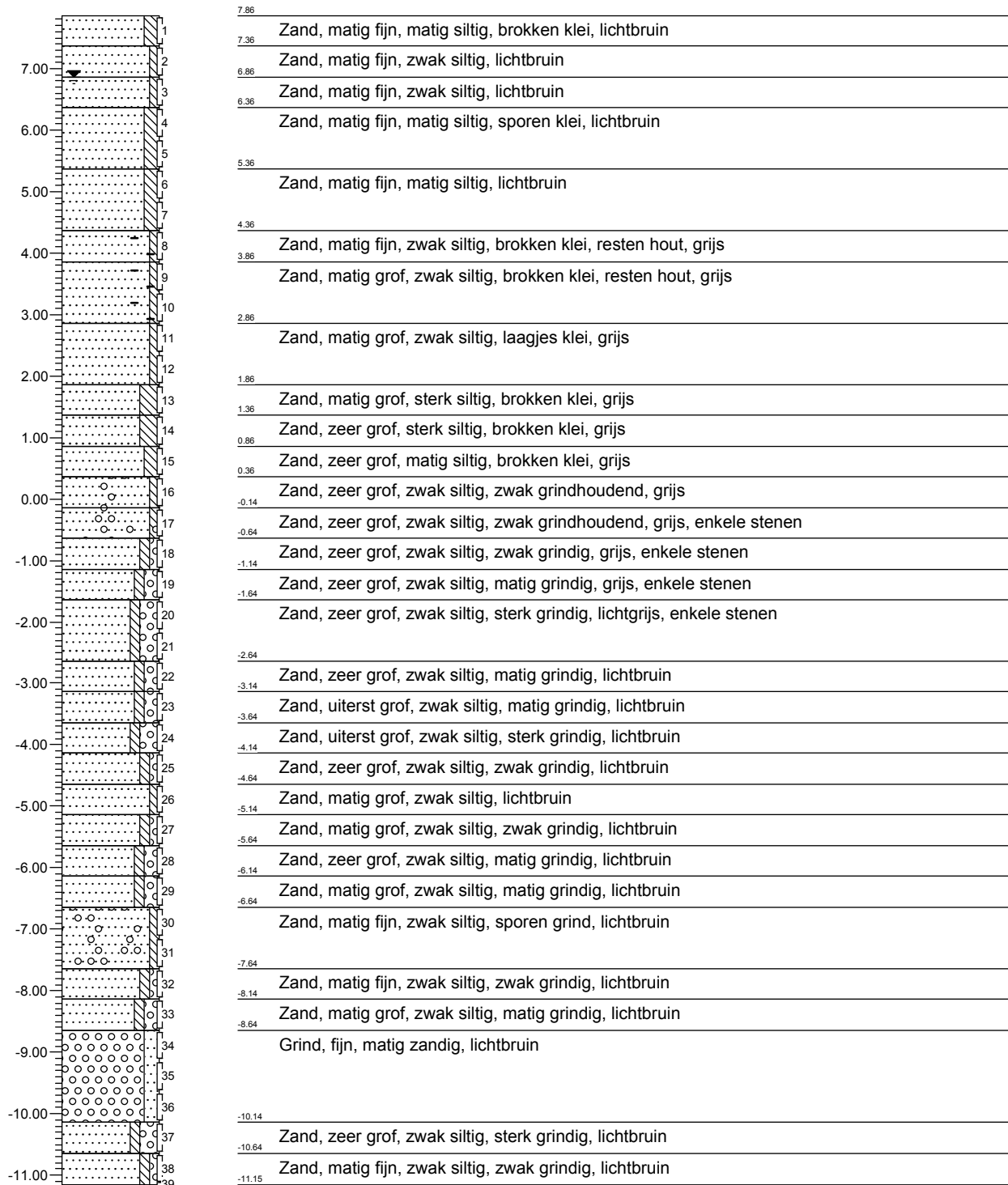
UITBREIDING ZANDWINNINGSPUT TE HETEREN

Opdr. 6004-0199-001
Sond. DKM12

Boring: B4 - 1

Diepte (m tov NAP) Monsternr.

Bodembeschrijving volgens NEN 5104



Uitvoering: 11-06-2008

X: 179681.12
Y: 441608.45

MV (m tov NAP): 7.86
GWS (cm tov MV): 100

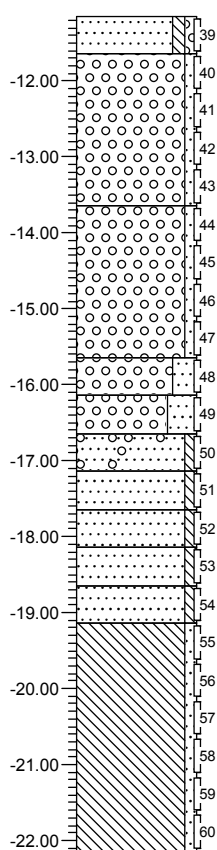
GHG (cm tov MV):
GLG (cm tov MV):

Bk PB (m tov NAP):

Boring: B4 - 2

Diepte (m tov NAP) Monsternr.

Bodembeschrijving volgens NEN 5104



-11.15	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak grindig, lichtbruin
-11.64	Grind, fijn, zwak zandig, lichtbruin
-13.64	Grind, fijn, zwak zandig, brokken klei, lichtbruin
-15.64	Grind, fijn, sterk zandig, lichtbruin
-16.14	Grind, fijn, uiterst zandig, lichtbruin
-16.64	Zand, matig fijn, zwak siltig, sporen grind, lichtbruin
-17.14	Zand, matig fijn, zwak siltig, lichtbruin
-17.64	Zand, matig grof, zwak siltig, lichtbruin, enkele leembrokjes
-18.14	Zand, matig grof, zwak siltig, brokken leem, bruingrijs, enkele leembrokjes
-18.64	Zand, matig grof, zwak siltig, brokken leem, bruingrijs, enkele leembrokjes
-19.14	Leem, vast, zwak zandig, laagjes zand, grijs, enkele leembrokjes
-22.14	

Uitvoering: 11-06-2008

X: 179681.12
Y: 441608.45

MV (m tov NAP): 7.86
GWS (cm tov MV): 100

GHG (cm tov MV):
GLG (cm tov MV):

Bk PB (m tov NAP):

Diepte (m tov NAP)	Monsternr.	Bodembeschrijving volgens NEN 5104
--------------------	------------	------------------------------------

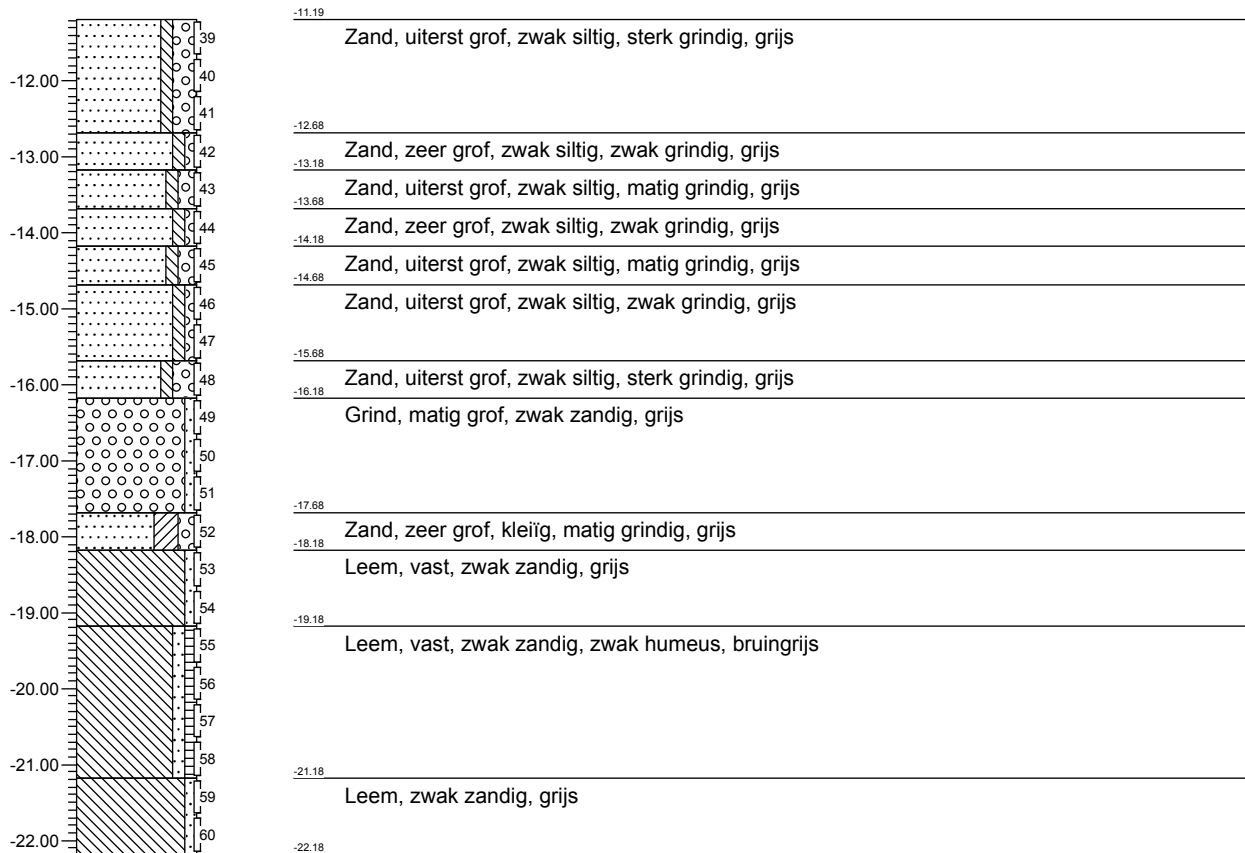


Bk PB (m tov NAP):

Boring: B5 - 2

Diepte (m tov NAP) Monsternr.

Bodembeschrijving volgens NEN 5104



Uitvoering: 17-06-2008

X: 179327.58
Y: 441556.28

MV (m tov NAP): 7.82
GWS (cm tov MV): 109

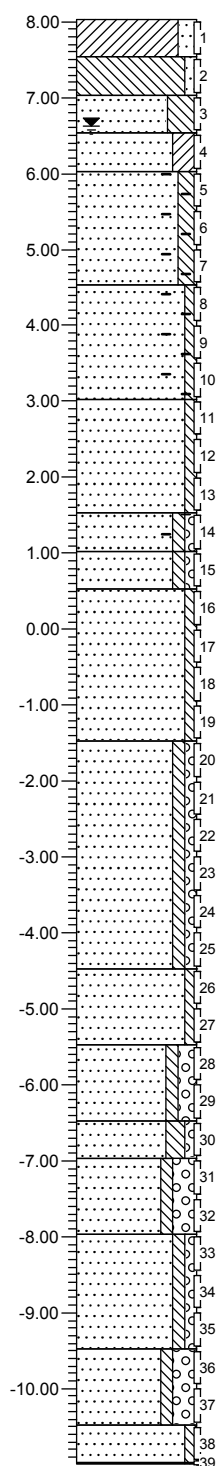
GHG (cm tov MV):
GLG (cm tov MV):

Bk PB (m tov NAP):

Boring: B6 - 1

Diepte (m tov NAP) Monsternr.

Bodembeschrijving volgens NEN 5104



8.03	Klei, matig zandig, bruin
7.53	Leem, zwak zandig, bruin
7.03	Zand, matig fijn, uiterst siltig
6.53	Zand, zeer fijn, kleiig, bruin
6.03	Zand, zeer fijn, matig siltig, resten hout, bruin
4.53	Zand, matig fijn, zwak siltig, resten hout, bruin
3.03	Zand, matig grof, zwak siltig, bruin
1.53	Zand, matig grof, zwak siltig, zwak grindig, resten hout, grijs
1.03	Zand, zeer grof, zwak siltig, zwak grindig, grijs
0.53	Zand, zeer grof, zwak siltig, grijs
-1.47	Zand, zeer grof, zwak siltig, zwak grindig, grijs
-4.47	Zand, matig grof, zwak siltig, grijs
-5.47	Zand, zeer grof, zwak siltig, matig grindig, grijs
-6.47	Zand, matig fijn, matig siltig, zwak grindig, grijs
-6.97	Zand, zeer grof, zwak siltig, sterk grindig, grijs
-7.97	Zand, zeer grof, zwak siltig, zwak grindig, grijs
-9.47	Zand, zeer grof, zwak siltig, sterk grindig, grijs
-10.47	Zand, zeer grof, zwak siltig, grijs
-10.98	Zand, matig grof, zwak siltig, grijs

Uitvoering: 20-06-2008

X: 179437.38
Y: 441664.42

MV (m tov NAP): 8.03
GWS (cm tov MV): 140

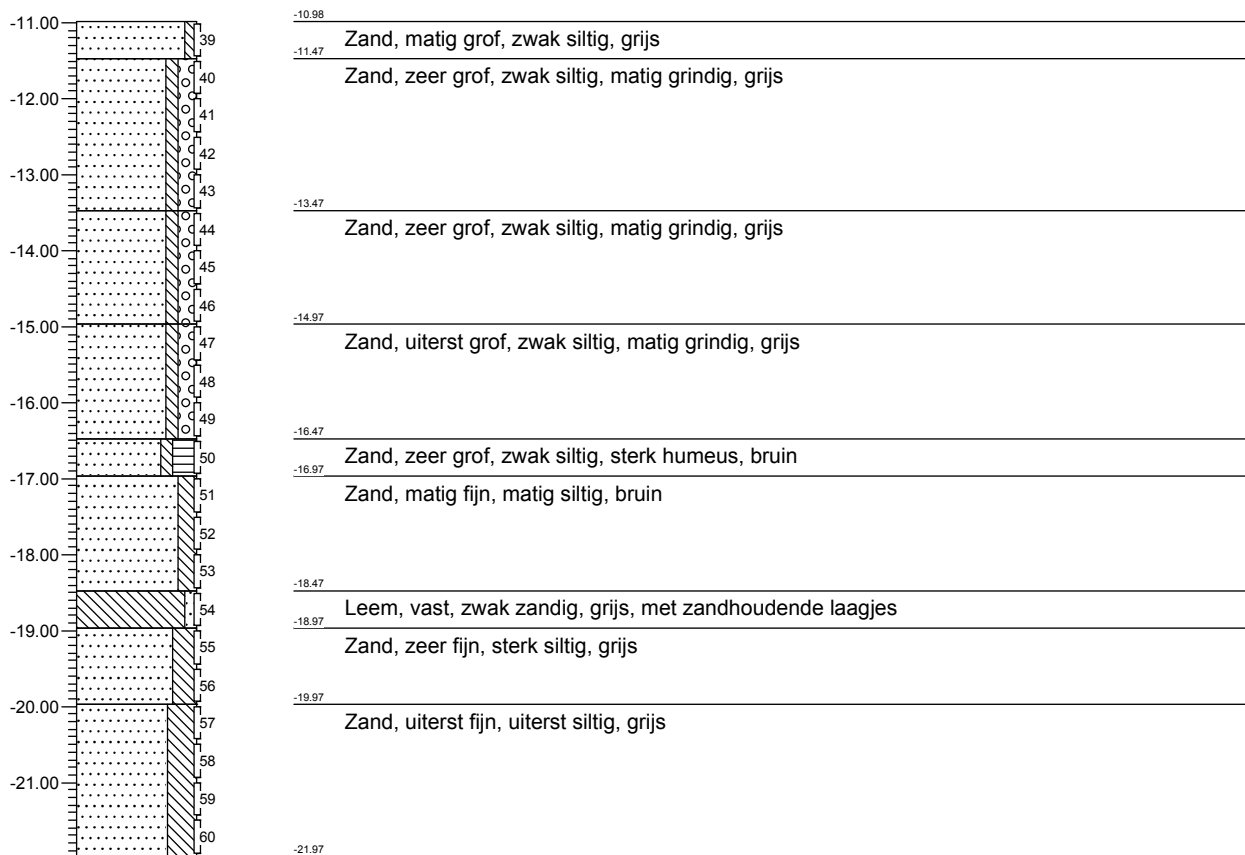
GHG (cm tov MV):
GLG (cm tov MV):

Bk PB (m tov NAP):

Boring: B6 - 2

Diepte (m tov NAP) Monsternr.

Bodembeschrijving volgens NEN 5104



Uitvoering: 20-06-2008

X: 179437.38
Y: 441664.42

MV (m tov NAP): 8.03
GWS (cm tov MV): 140

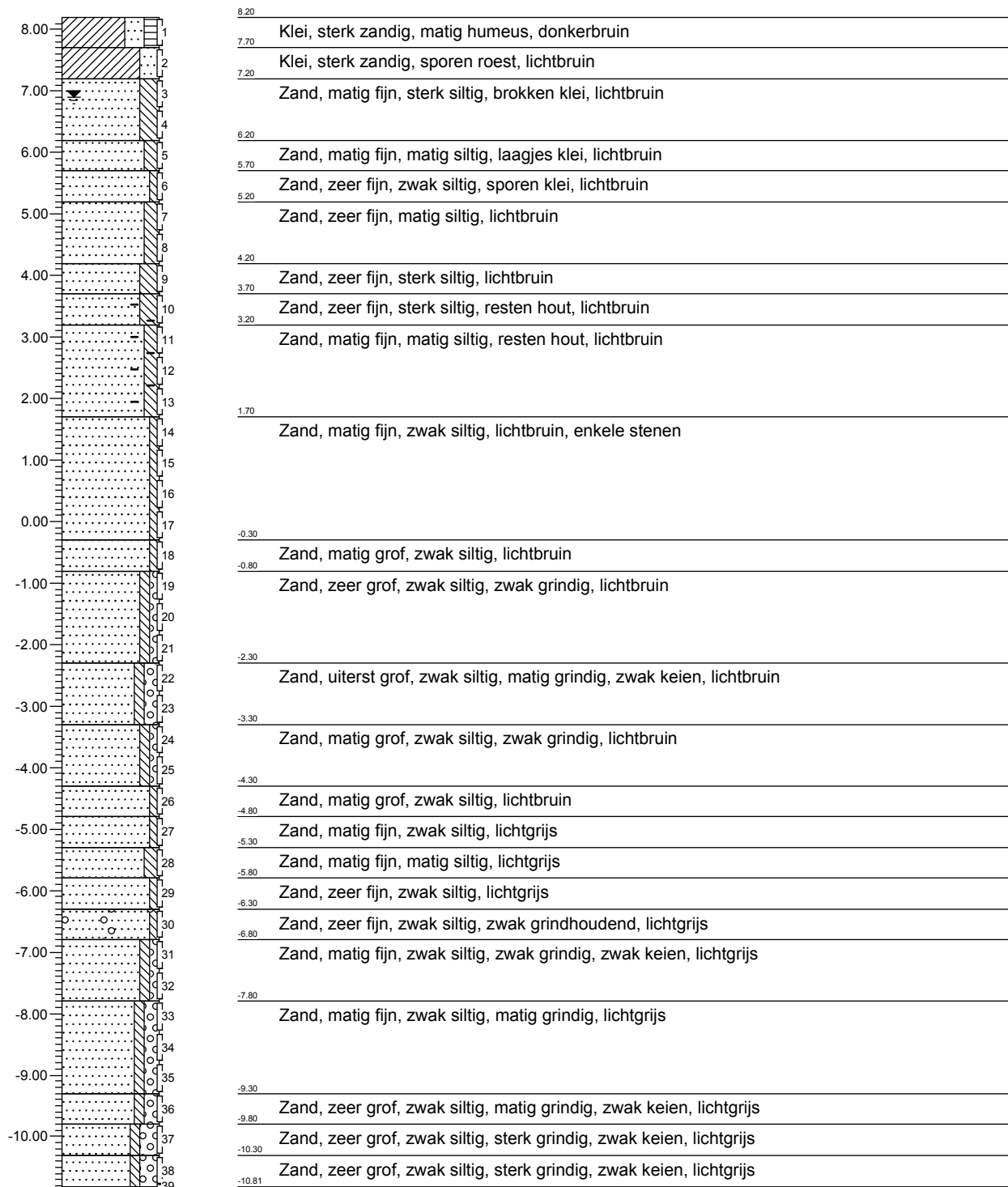
GHG (cm tov MV):
GLG (cm tov MV):

Bk PB (m tov NAP):

Boring: B7 - 1

Diepte (m tov NAP) Monsternr.

Bodembeschrijving volgens NEN 5104



Uitvoering: 12-06-2008

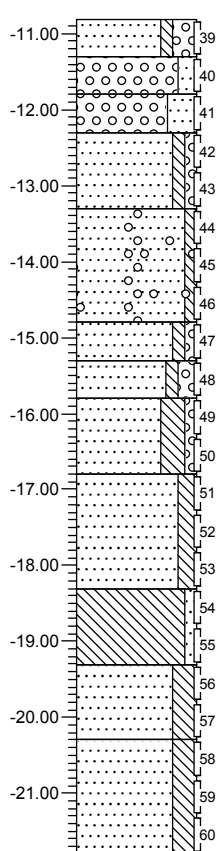
X: 179346.15
Y: 441752.58MV (m tov NAP): 8.2
GWS (cm tov MV): 130GHG (cm tov MV):
GLG (cm tov MV):

Bk PB (m tov NAP):

Boring: B7 - 2

Diepte (m tov NAP) Monsternr.

Bodembeschrijving volgens NEN 5104



-10.81	
-11.30	Zand, zeer grof, zwak siltig, sterk grindig, zwak keien, lichtgrijs
-11.80	Grind, matig grof, matig zandig, zwak keien, lichtgrijs
-12.30	Grind, matig grof, uiterst zandig, zwak keien, lichtgrijs
	Zand, uiterst grof, zwak siltig, zwak grindig, lichtgrijs
-13.30	
	Zand, uiterst grof, zwak siltig, zwak grindhoudend, lichtgrijs
-14.80	
-15.30	Zand, uiterst grof, zwak siltig, zwak grindig, brokken leem, lichtgrijs
-15.80	Zand, uiterst grof, zwak siltig, matig grindig, zwak keien, lichtgrijs
	Zand, zeer fijn, sterk siltig, zwak grindig, laagjes leem, grijs
-16.80	
	Zand, uiterst fijn, matig siltig, laagjes leem, grijs
-18.30	
	Leem, vast, zwak zandig, grijs
-19.30	
	Zand, uiterst fijn, sterk siltig, brokken leem, lichtgrijs
-20.30	
	Zand, uiterst fijn, sterk siltig, lichtgrijs
-21.80	

Uitvoering: 12-06-2008

X: 179346.15
Y: 441752.58

MV (m tov NAP): 8.2
GWS (cm tov MV): 130

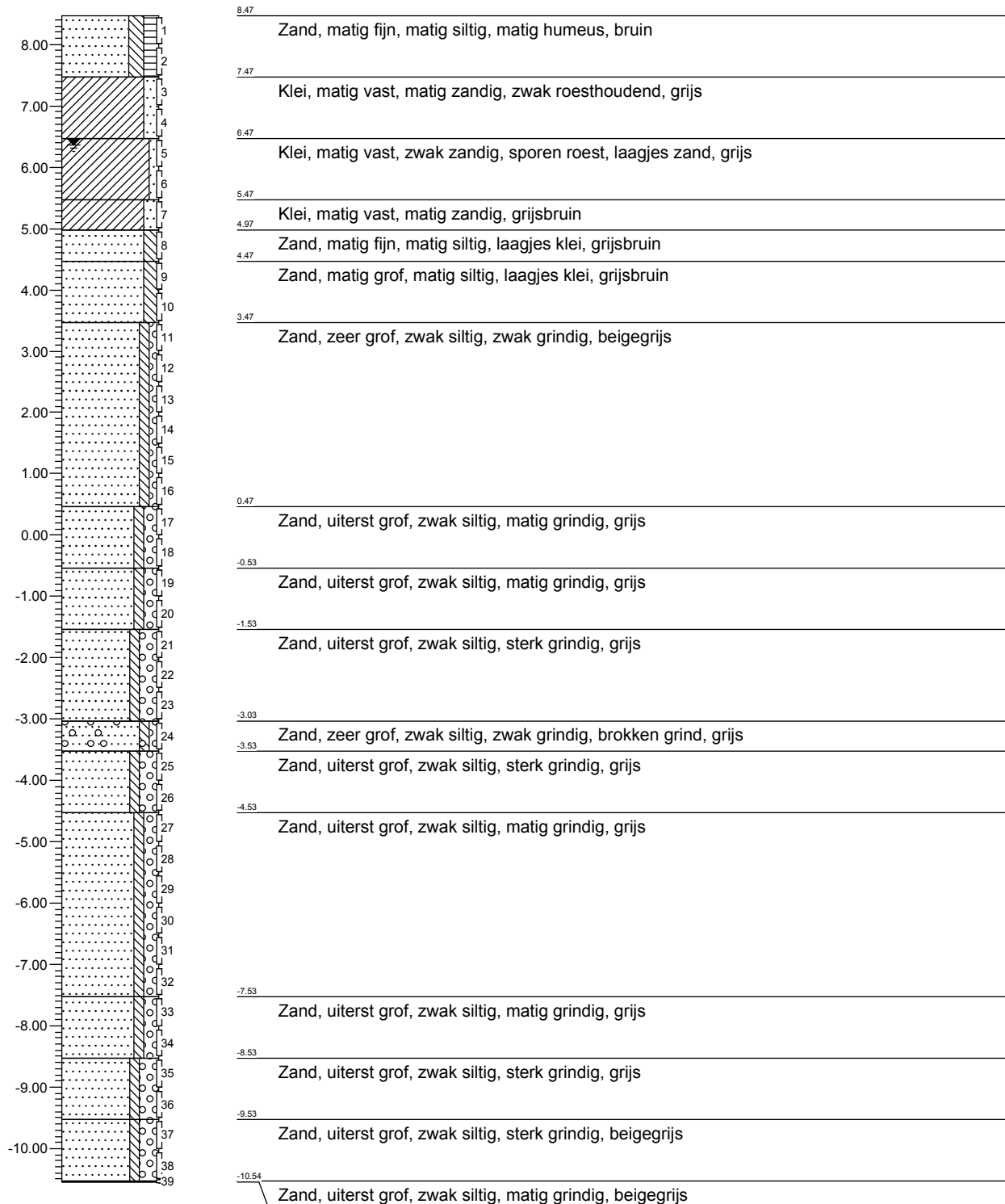
GHG (cm tov MV):
GLG (cm tov MV):

Bk PB (m tov NAP):

Boring: B8 - 1

Diepte (m tov NAP) Monsternr.

Bodembeschrijving volgens NEN 5104



Uitvoering: 24-06-2008

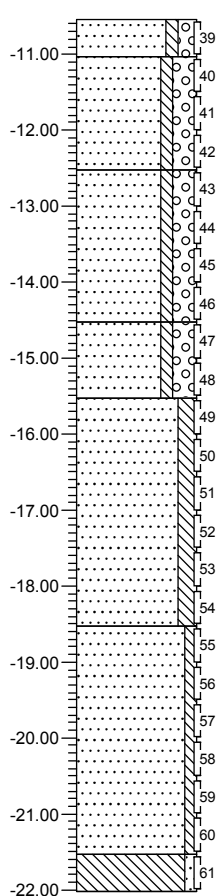
X: 179462.39
Y: 441841.43MV (m tov NAP): 8.47
GWS (cm tov MV): 210GHG (cm tov MV):
GLG (cm tov MV):

Bk PB (m tov NAP):

Boring: B8 - 2

Diepte (m tov NAP) Monsternr.

Bodembeschrijving volgens NEN 5104



-10.54	Zand, uiterst grof, zwak siltig, matig grindig, beigegrijs
-11.03	Zand, uiterst grof, zwak siltig, sterk grindig, beigebruin
-12.53	Zand, uiterst grof, zwak siltig, sterk grindig, beigebruin
-14.53	Zand, uiterst grof, zwak siltig, sterk grindig, beigebruin
-15.53	Zand, matig fijn, matig siltig, beigebruin
-18.53	Zand, matig grof, zwak siltig, beigegrijs
-21.53	Leem, vast, zwak zandig, grijs
-22.03	

Uitvoering: 24-06-2008

X: 179462.39
Y: 441841.43

MV (m tov NAP): 8.47
GWS (cm tov MV): 210

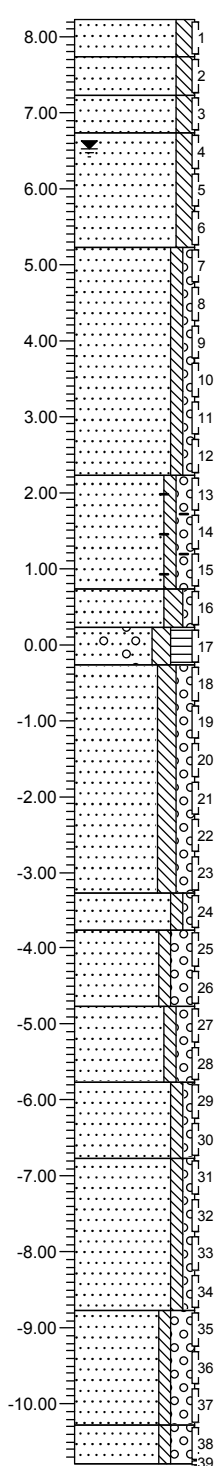
GHG (cm tov MV):
GLG (cm tov MV):

Bk PB (m tov NAP):

Boring: B9 - 1

Diepte (m tov NAP) Monsternr.

Bodembeschrijving volgens NEN 5104



8.23	Zand, matig fijn, matig siltig, beige
7.73	Zand, matig fijn, matig siltig, sporen klei, beige
7.23	Zand, matig fijn, matig siltig, zwak kleihoudend, beige
6.73	Zand, matig grof, matig siltig, beige
5.23	Zand, uiterst grof, zwak siltig, zwak grindig, beigebruin
2.23	Zand, uiterst grof, zwak siltig, matig grindig, resten hout, beige grijs
0.73	Zand, zeer grof, matig siltig, zwak grindig, laagjes slib, donkergrijs-zwart
0.23	Zand, zeer fijn, matig siltig, sterk humeus, resten slib, zwak grindhoudend, zwart
-0.27	Zand, uiterst grof, matig siltig, matig grindig, grijs
-3.27	Zand, uiterst grof, zwak siltig, zwak grindig, grijs
-3.77	Zand, uiterst grof, zwak siltig, sterk grindig, grijs
-4.77	Zand, uiterst grof, zwak siltig, matig grindig, grijs
-5.77	Zand, uiterst grof, zwak siltig, zwak grindig, grijs
-6.77	Zand, uiterst grof, zwak siltig, zwak grindig, grijs
-8.77	Zand, uiterst grof, zwak siltig, sterk grindig, grijs
-10.27	Zand, uiterst grof, zwak siltig, sterk grindig, grijs
-10.78	Zand, uiterst grof, zwak siltig, sterk grindig, grijs

Uitvoering: 26-06-2008

X: 179234.7
Y: 441854.79

MV (m tov NAP): 8.23
GWS (cm tov MV): 170

GHG (cm tov MV):
GLG (cm tov MV):

Bk PB (m tov NAP):

Boring: B9 - 2

Diepte (m tov NAP) Monsternr.

Bodembeschrijving volgens NEN 5104



Uitvoering: 26-06-2008

X: 179234.7
Y: 441854.79

MV (m tov NAP): 8.23
GWS (cm tov MV): 170

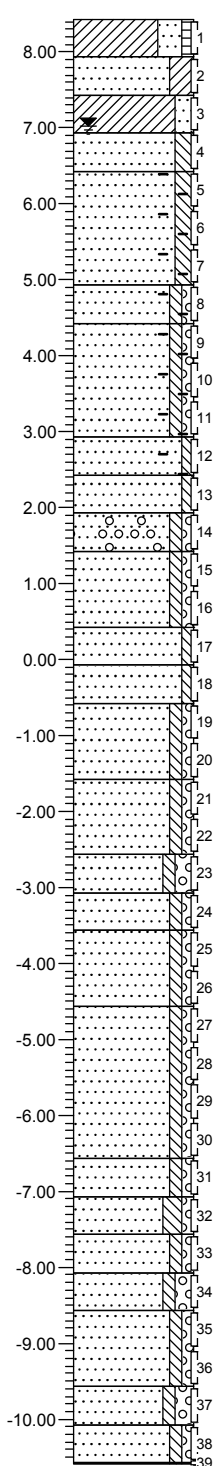
GHG (cm tov MV):
GLG (cm tov MV):

Bk PB (m tov NAP):

Boring: B10 - 1

Diepte (m tov NAP) Monsternr.

Bodembeschrijving volgens NEN 5104



8.43	Klei, sterk zandig, zwak humeus, lichtbruin
7.93	Zand, zeer fijn, kleiig, lichtbruin
7.43	Klei, matig zandig, donkerbruin
6.93	Zand, matig fijn, matig siltig, brokken klei, lichtbruin
6.43	Zand, matig fijn, matig siltig, brokken klei, resten hout, lichtbruin
4.93	Zand, matig grof, zwak siltig, zwak grindig, resten hout, lichtbruin
4.43	Zand, zeer grof, zwak siltig, zwak grindig, resten hout, lichtbruin
2.93	Zand, matig fijn, zwak siltig, resten hout, lichtbruin
2.43	Zand, matig fijn, zwak siltig, lichtbruin
1.93	Zand, matig grof, zwak siltig, zwak grindig, laagjes grind, lichtbruin
1.43	Zand, matig grof, zwak siltig, zwak grindig, lichtbruin
0.43	Zand, matig grof, zwak siltig, lichtbruin
-0.07	Zand, matig grof, zwak siltig, lichtgrijs
-0.57	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak grindig, grijs
-1.57	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak grindig, grijs
-2.57	Zand, matig fijn, zwak siltig, matig grindig, grijs
-3.07	Zand, zeer grof, zwak siltig, zwak grindig, grijs
-3.57	Zand, matig grof, zwak siltig, zwak grindig, grijs
-4.57	Zand, zeer grof, zwak siltig, zwak grindig, grijs
-6.57	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak grindig, grijs
-7.07	Zand, matig fijn, matig siltig, zwak grindig, grijs
-7.57	Zand, zeer grof, zwak siltig, zwak grindig, grijs
-8.07	Zand, matig grof, zwak siltig, matig grindig, grijs
-8.57	Zand, zeer grof, zwak siltig, zwak grindig, grijs
-9.57	Zand, uiterst grof, zwak siltig, matig grindig, grijs
-10.07	Zand, matig grof, zwak siltig, zwak grindig, grijs
-10.58	Zand, zeer grof, zwak siltig, zwak grindig, grijs

Uitvoering: 16-06-2008

X: 179368.95
Y: 442001.65

MV (m tov NAP): 8.43
GWS (cm tov MV): 140

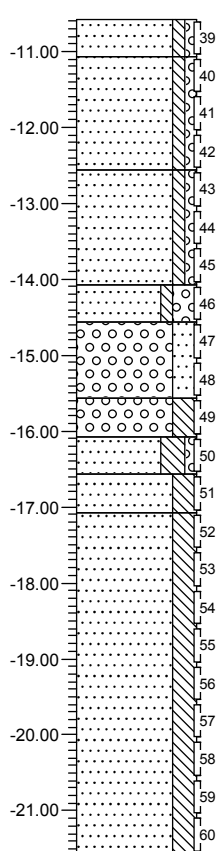
GHG (cm tov MV):
GLG (cm tov MV):

Bk PB (m tov NAP):

Boring: B10 - 2

Diepte (m tov NAP) Monsternr.

Bodembeschrijving volgens NEN 5104



-10.58	Zand, zeer grof, zwak siltig, zwak grindig, grijs
-11.07	Zand, zeer grof, zwak siltig, zwak grindig, grijsbruin
-12.57	Zand, matig grof, zwak siltig, zwak grindig, grijs
-14.07	Zand, zeer grof, zwak siltig, sterk grindig, zwak keien, grijs
-14.57	Grind, fijn, sterk zandig, zwak keien, grijs
-15.57	Grind, fijn, siltig, sterk keien, grijs
-16.07	Zand, zeer fijn, sterk siltig, zwak grindig, grijs
-16.57	Zand, zeer fijn, sterk siltig, grijs
-17.07	Zand, uiterst fijn, sterk siltig, grijs
-21.57	

Uitvoering: 16-06-2008

X: 179368.95
Y: 442001.65

MV (m tov NAP): 8.43
GWS (cm tov MV): 140

GHG (cm tov MV):
GLG (cm tov MV):

Bk PB (m tov NAP):

GRONDONDERZOEK
betreffende

CONTROLE BORINGEN TE HETEREN

Opdrachtnummer: 6004-0199-000

GRONDONDERZOEK
betreffende

CONTROLE BORINGEN TE HETEREN

Opdrachtnummer: 6004-0199-000

Opdrachtgever : K3 Industriezand B.V.
Postbus 200
6660 AE ELST

Grondonderzoek : April 2004

Projectleider : Drs. B.B. Evertsen-Swaak
Geotechnisch Adviseur

Bijlagen : Boorstaten 6004-0199-000-B1 t/m B3
Korrelverdelingsdiagram 6004-0199-000-1.0 t/m 1.13
Legenda Terreinproeven en Grondsoorten
Verklaring Parameters uit Korrelverdeling

VERSIE	DATUM	OMSCHRIJVING WIJZIGING	PARAAF PROJECTLEIDER
1	13 juni 2006		
2			
3			

FILE: 6004-0199-000.R01.

Kermisland 110
Postbus 5251
6802 EG Arnhem
tel.: 026-3698444
fax: 026-3629961

K3 Industriezand B.V.
Postbus 200
6660 AE ELST

T.a.v. de heer J.W van de Kamp

Onze ref. : 6004-0199-000.R01/SJK/GKB Arnhem, 3 mei 2004

Betreft : Controle boringen te Heteren.

Geachte heer Van de Kamp,

Hierbij doen wij u in 3-voud de resultaten toekomen van het uitgevoerde grondonderzoek ten behoeve van bovengenoemd project.

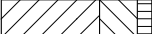
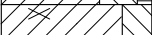
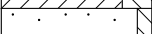
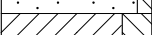
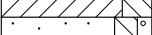
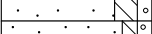

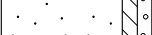

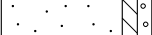
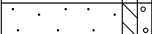
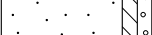
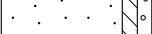
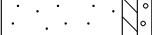
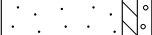
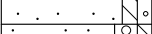

Uitgevoerd zijn 3 boringen en korrelverdelingen. De resultaten zijn getekend op bijgevoegde grafieken, gecodeerd B1 t/m B3, waarop de diepte is uitgezet in meters ten opzichte van maaiveld (MV).

Voor nadere inlichtingen met betrekking tot de resultaten van dit onderzoek kunt u contact opnemen met ondergetekende.

In het vertrouwen u hiermee voldoende te hebben geïnformeerd, verblijven wij.

Met vriendelijke groeten,
Fugro Ingenieursbureau B.V.

Drs. B.B. Evertsen-Swaak
Geotechnisch Adviseur

MONSTER NR	DIEPTE t.o.v. MV [m]	BODEM PROFIEL	BESCHRIJVING BODEM PROFIEL
	0.0		0.00 Klei, uiterst siltig, zwak humeus, bruin
	1.0		0.50 Klei, sterk siltig, roest, grijs, bruin
	1.5		1.00 Zand (matig grof), zwak siltig, bruin
	2.0		1.50 Klei, sterk siltig, bruin, grijs, met zandlaagjes
	2.5		2.00 Zand (zeer grof), matig siltig, zwak grindig, bruin, grijs, met kleisporen
	3.0		2.50 Zand (zeer grof), zwak siltig, zwak grindig, bruin
	4.0		
	4.5		4.50 Zand (matig grof), zwak siltig, zwak grindig, bruin, grijs
	5.0		
	6.0		
	7.0		
	7.5		7.00 Zand (matig grof), zwak siltig, matig grindig, grijs
	8.0		8.00 Zand (matig grof), zwak siltig, zwak grindig, grijs
	8.5		
	9.0		9.00 Grind (matig grof), uiterst zandig, zwak siltig, grijs
	9.5		
	10.0		10.00 Grind (matig grof), sterk zandig, grijs

Uitvoering : 04-04-2004

Boring bij :

MV : NAP m.

GHG : MV - m. X :

Peiling PB :

Boormeester : JPJ

Gemeten GWS : MV - 1.55 m.

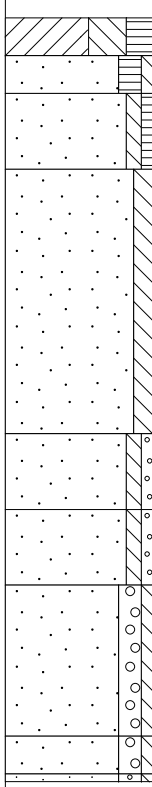
GLG : MV - m. Y :

BORING VOLGENS NEN 5119

Controleboringen te Heteren

Opdr. : 6004-0199-000

Boring : B1

MONSTER NR	DIEPTE t.o.v. MV [m]	BODEM PROFIEL	BESCHRIJVING BODEM PROFIEL
	0.0		0.00 Klei, uiterst siltig, sterk humeus, bruin
	1.0		0.50 Zand (matig grof), zwak siltig, matig humeus, bruin
	2.0		1.00 Zand (matig grof), zwak siltig, zwak humeus, bruin, met kleisporen
	3.0		2.00 Zand (matig grof), matig siltig, bruin, grijs
	4.0		
	5.0		
	6.0		5.50 Zand (zeer grof), zwak siltig, zwak grindig, grijs, met kleisporen
	7.0		6.50 Zand (zeer grof), zwak siltig, zwak grindig, grijs
	8.0		7.50 Zand (zeer grof), zwak siltig, matig grindig, grijs
	9.0		
	10.0		9.50 Zand (zeer grof), zwak siltig, matig grindig, grijs
			10.00 Zand (zeer grof), zwak siltig, matig grindig, grijs

Uitvoering : 04-02-2004

Boring bij :

MV : NAP m.

GHG : MV - m. X :

Peiling PB :

Boormeester : JPJ

Gemeten GWS : MV - 1.60 m.



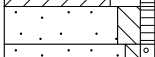

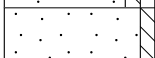

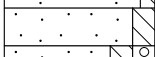
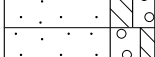

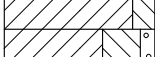

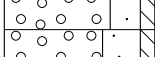
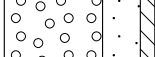
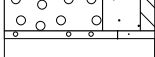




GLG : MV - m. Y :

BORING VOLGENS NEN 5119

Controleboringen te Heteren

Opdr. : 6004-0199-000

Boring : B2

MONSTER NR	DIEPTE t.o.v. MV [m]	BODEM PROFIEL	BESCHRIJVING BODEM PROFIEL
	0.0		0.00 Klei, uiterst siltig, matig humeus, bruin
	1.0		1.00 Klei, sterk zandig, zwak humeus, bruin, met zandlaagjes
	2.0		1.50 Zand (matig grof), matig siltig, zwak humeus, bruin, met kleisporen
			2.00 Zand (uiterst grof), zwak siltig, zwak grindig, grijs, met kleisporen
	3.0		
			3.00 Zand (zeer grof), zwak siltig, grijs
	4.0		
			4.50 Zand (matig grof), matig siltig, grijs, met kleilagen
	5.0		5.00 Zand (matig fijn), matig siltig, matig grindig, grijs, met kleisporen
			5.50 Zand (zeer grof), zwak siltig, sterk grindig, grijs
	6.0		6.00 Klei, matig siltig, grijs, met zandlaagjes
	7.0		
			7.00 Klei, uiterst siltig, zwak grindig, grijs, met zandlaagjes
	8.0		7.50 Zand (matig fijn), uiterst siltig, zwak grindig, grijs
			8.00 Grind (matig grof), sterk zandig, zwak siltig, grijs
	9.0		8.50 Grind (matig grof), uiterst zandig, zwak siltig, grijs
	10.0		
			10.00 Grind (fijn), uiterst zandig, grijs

Uitvoering : 03-04-2004

Boring bij :

MV : NAP m.

GHG : MV - m. X :

Peiling PB :

Boormeester : JPJ

Gemeten GWS : MV - 1.10 m.

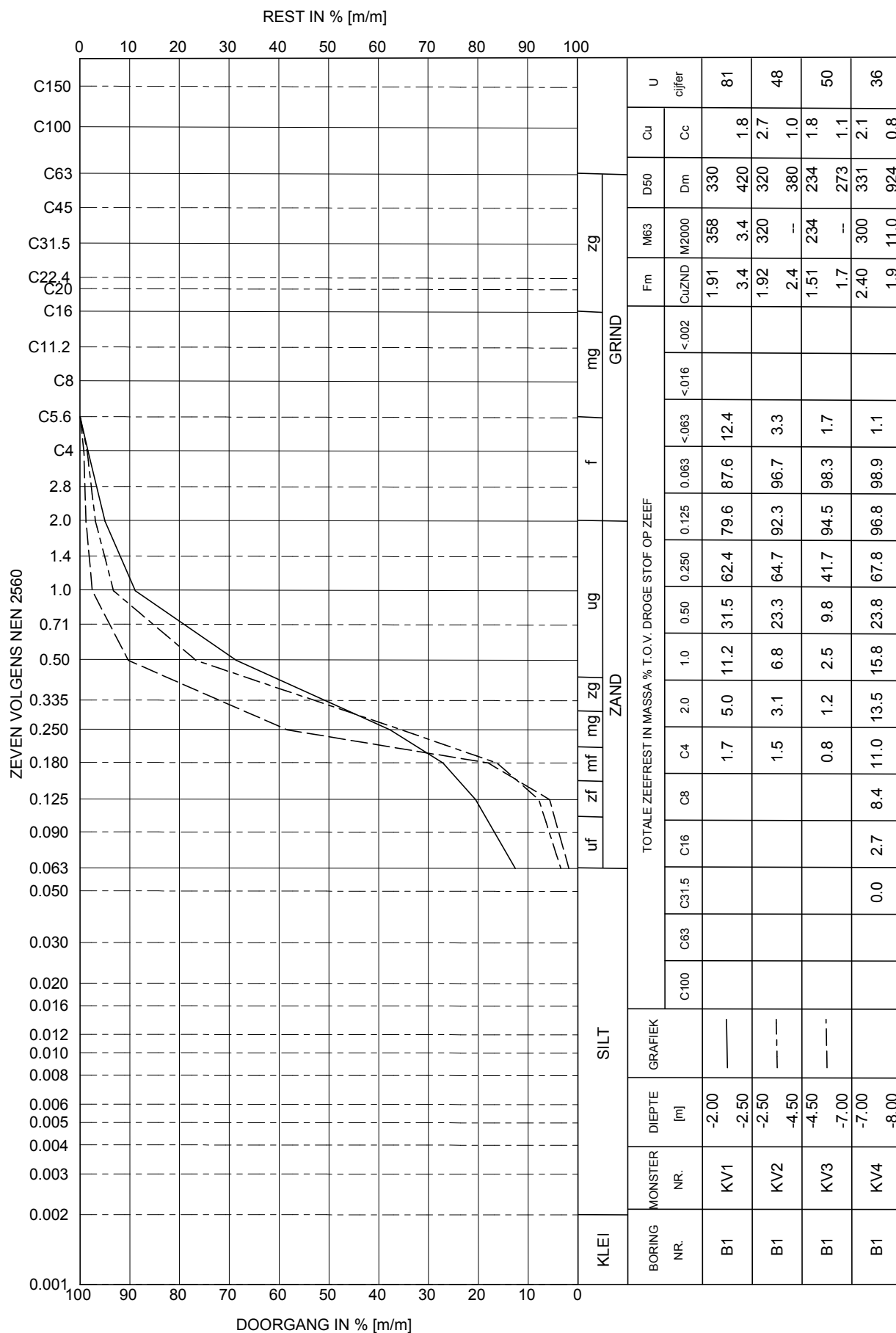
GLG : MV - m. Y :

BORING VOLGENS NEN 5119

Controleboringen te Heteren

Opdr. : 6004-0199-000

Boring : B3

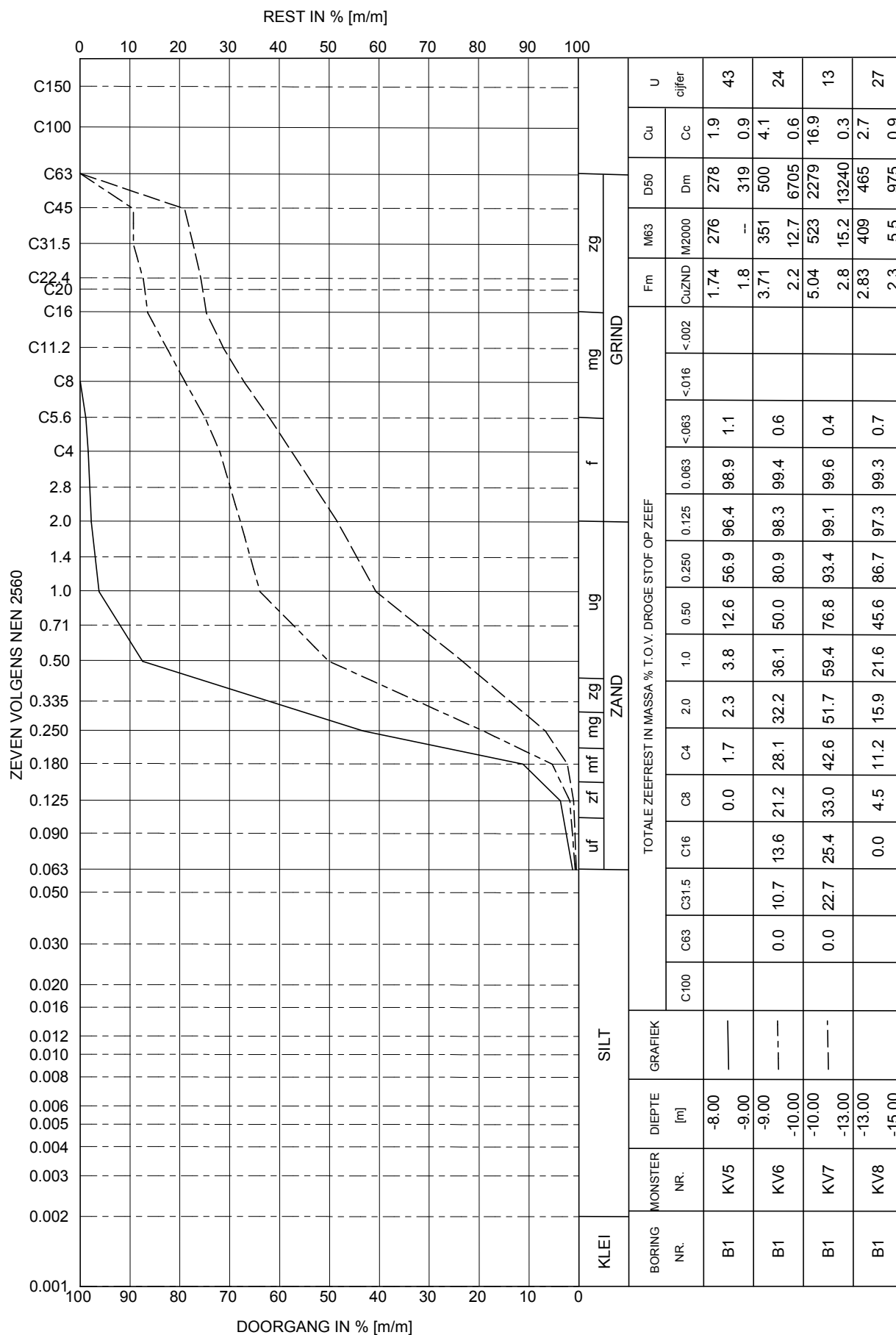


Opm.: Diepte is in meters tov. maaiveld

KORRELVERDELINGSDIAGRAM

Controleboringen te Heteren

Opdr. 6004-0199-000
Bijl.

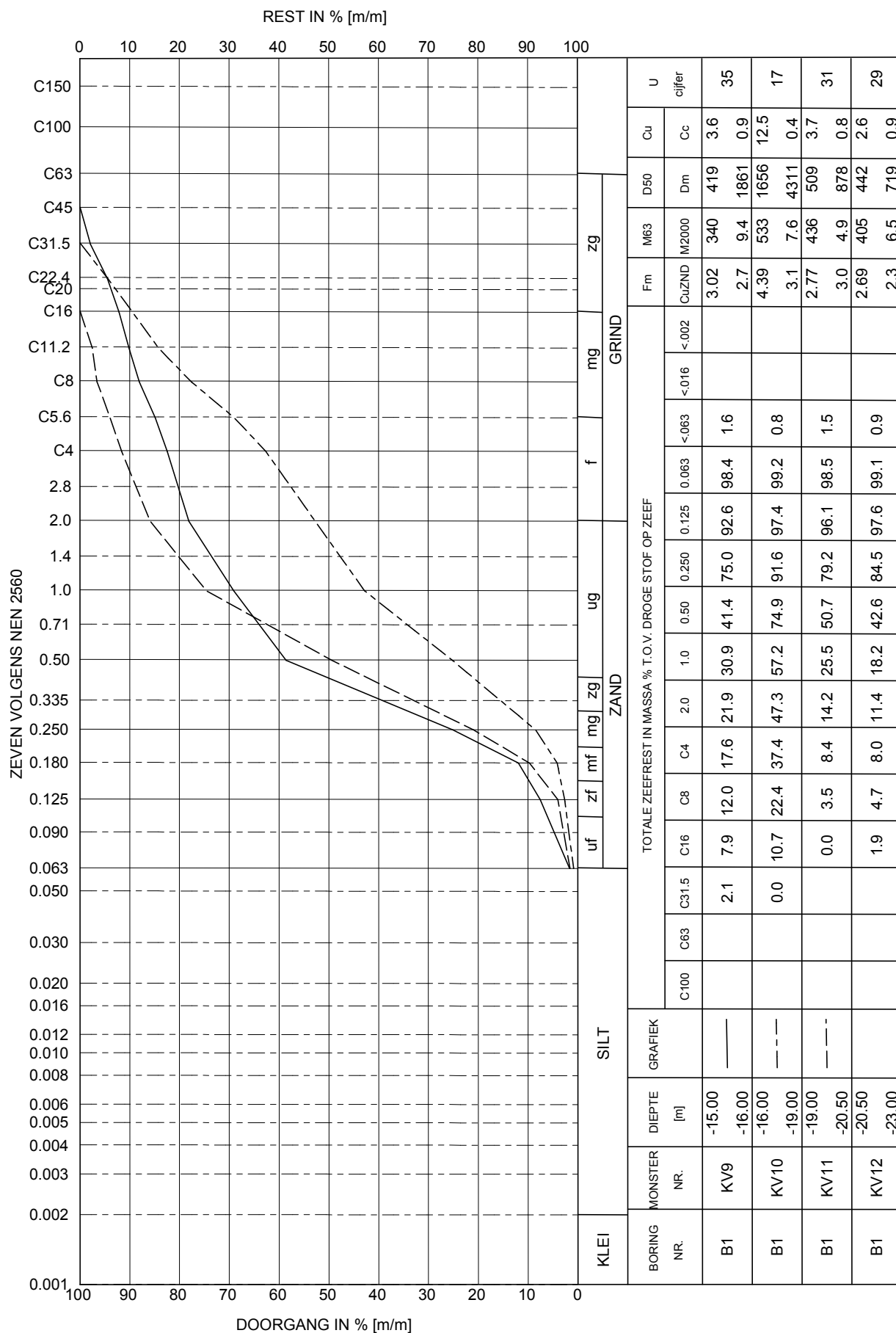


Opm.: Diepte is in meters tov. maaiveld

KORRELVERDELINGSDIAGRAM

Controleboringen te Heteren

Opdr. 6004-0199-000
Bijl.

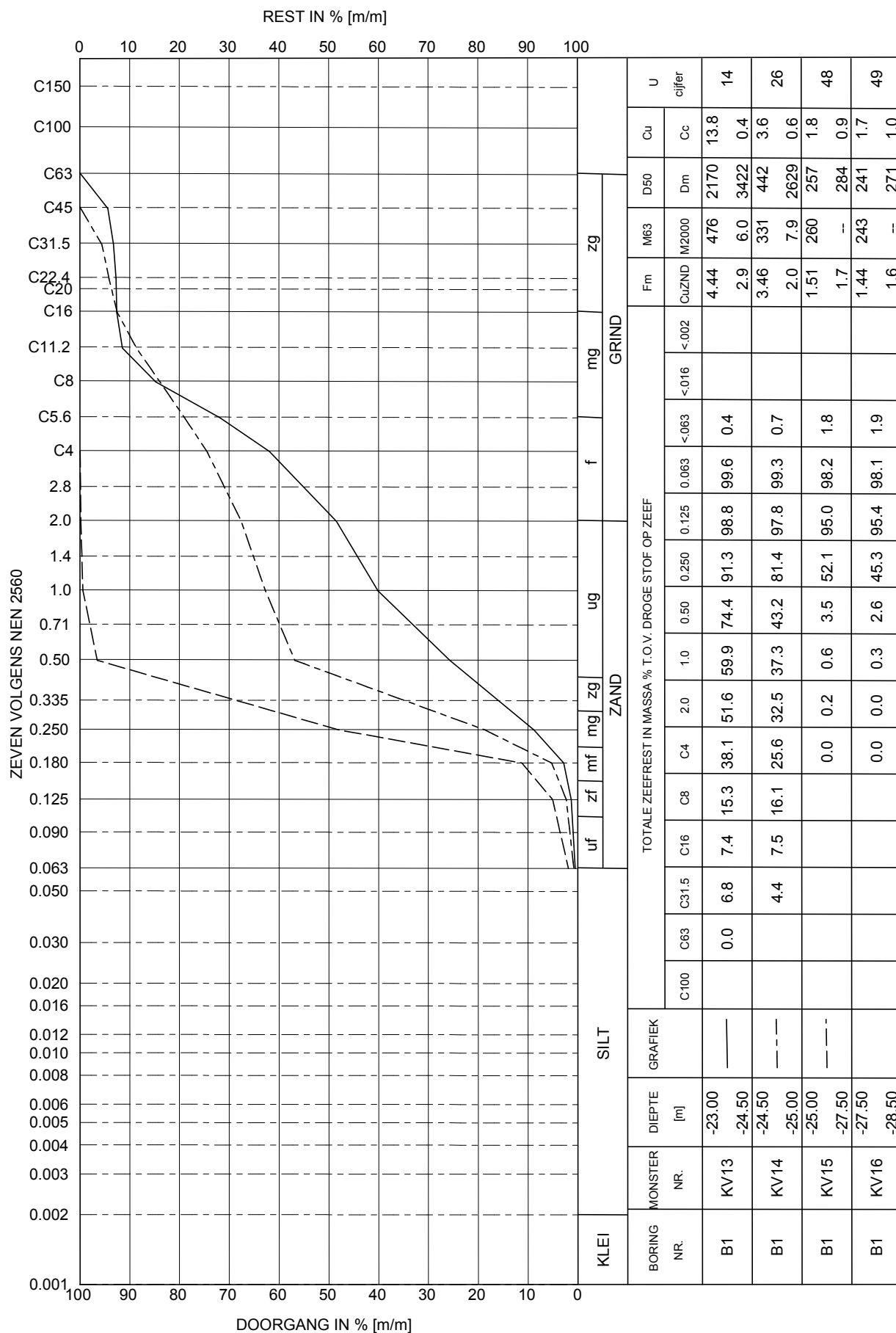


Opm.: Diepte is in meters tov. maaiveld

KORRELVERDELINGSDIAGRAM

Controleboringen te Heteren

Opdr. 6004-0199-000
Bijl.

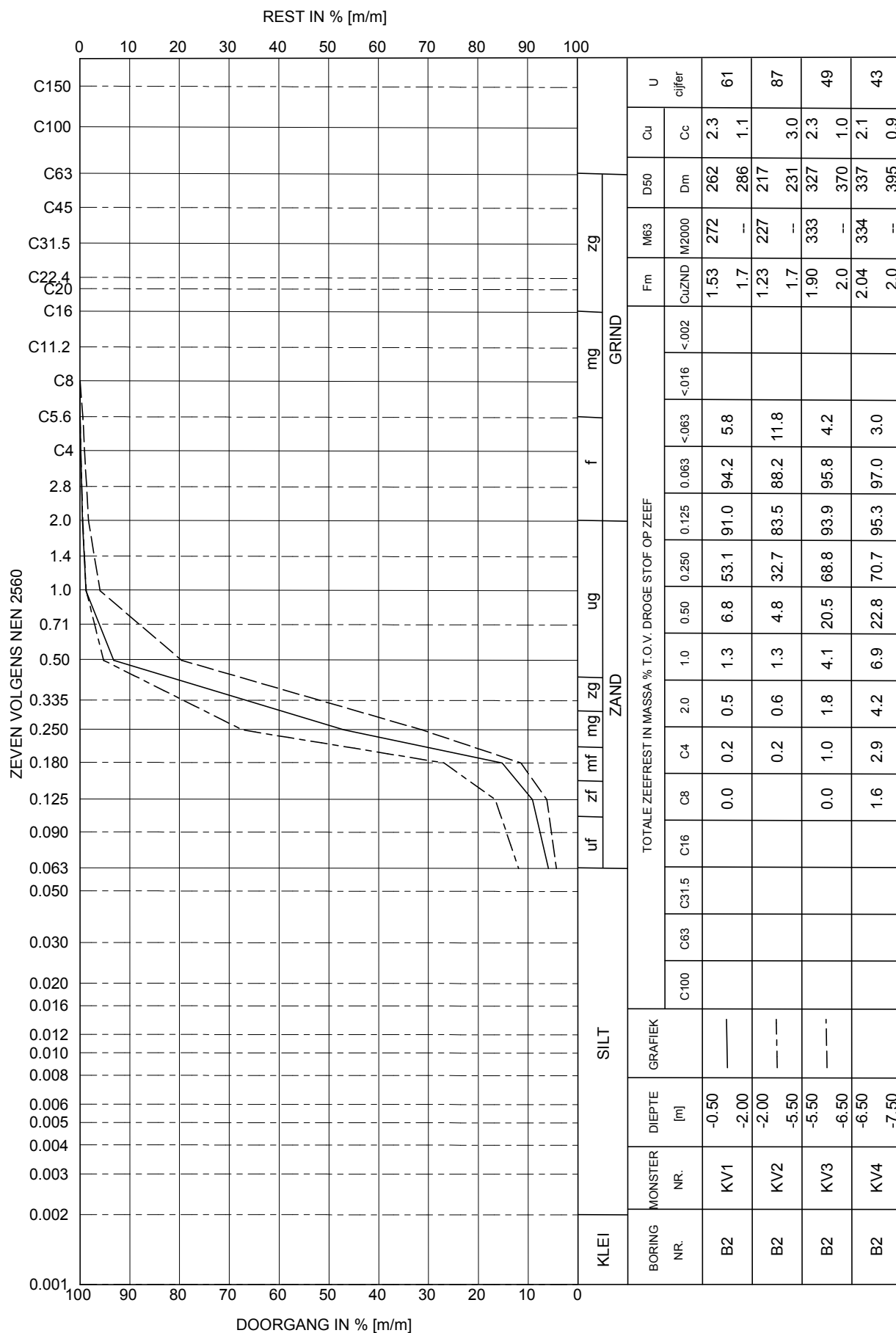


Opm.: Diepte is in meters tov. maaiveld

KORRELVERDELINGSDIAGRAM

Controleboringen te Heteren

Opdr. 6004-0199-000
Bijl.

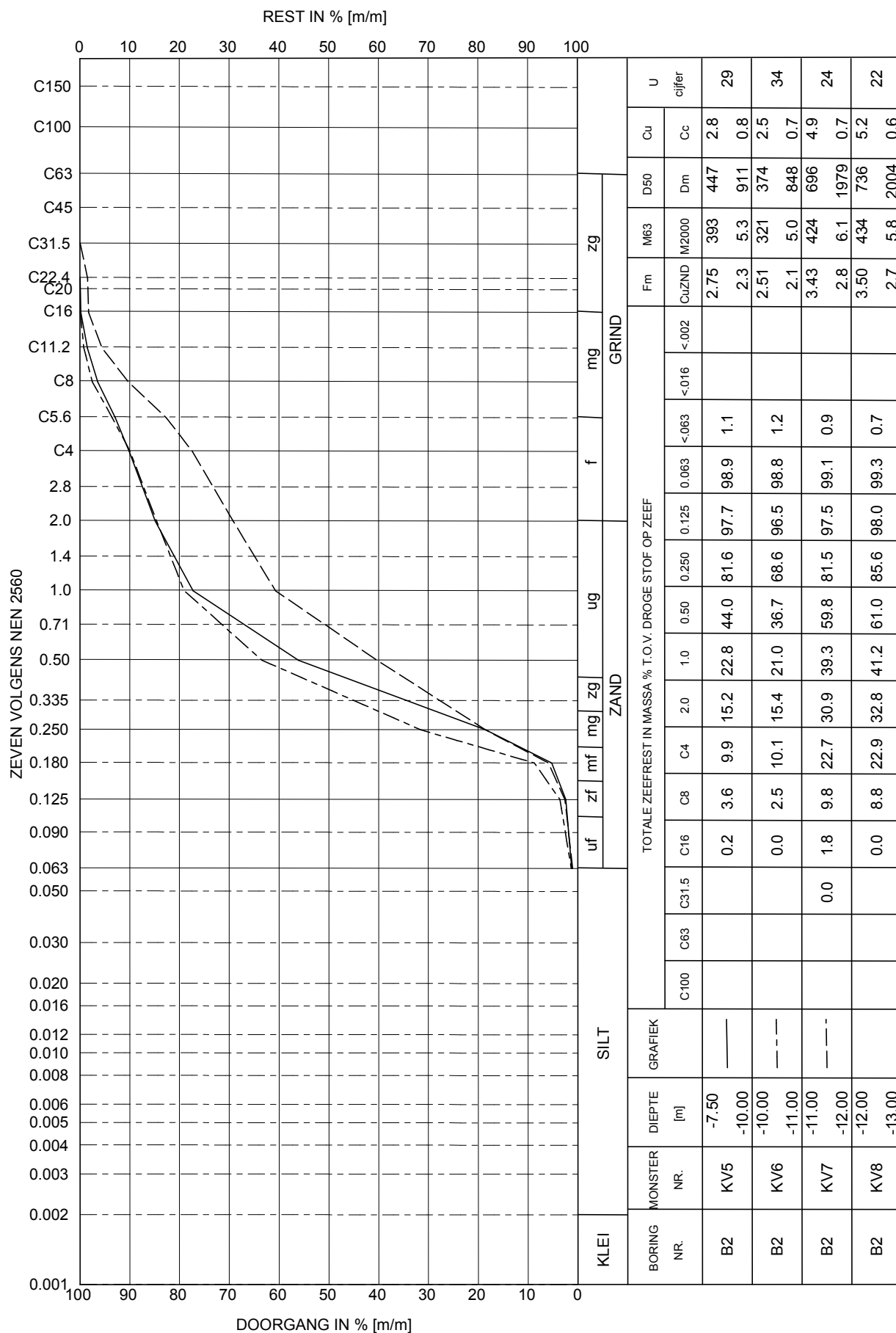


Opm.: Diepte is in meters tov. maaiveld

KORRELVERDELINGSDIAGRAM

Controleboringen te Heteren

Opdr. 6004-0199-000
Bijl.

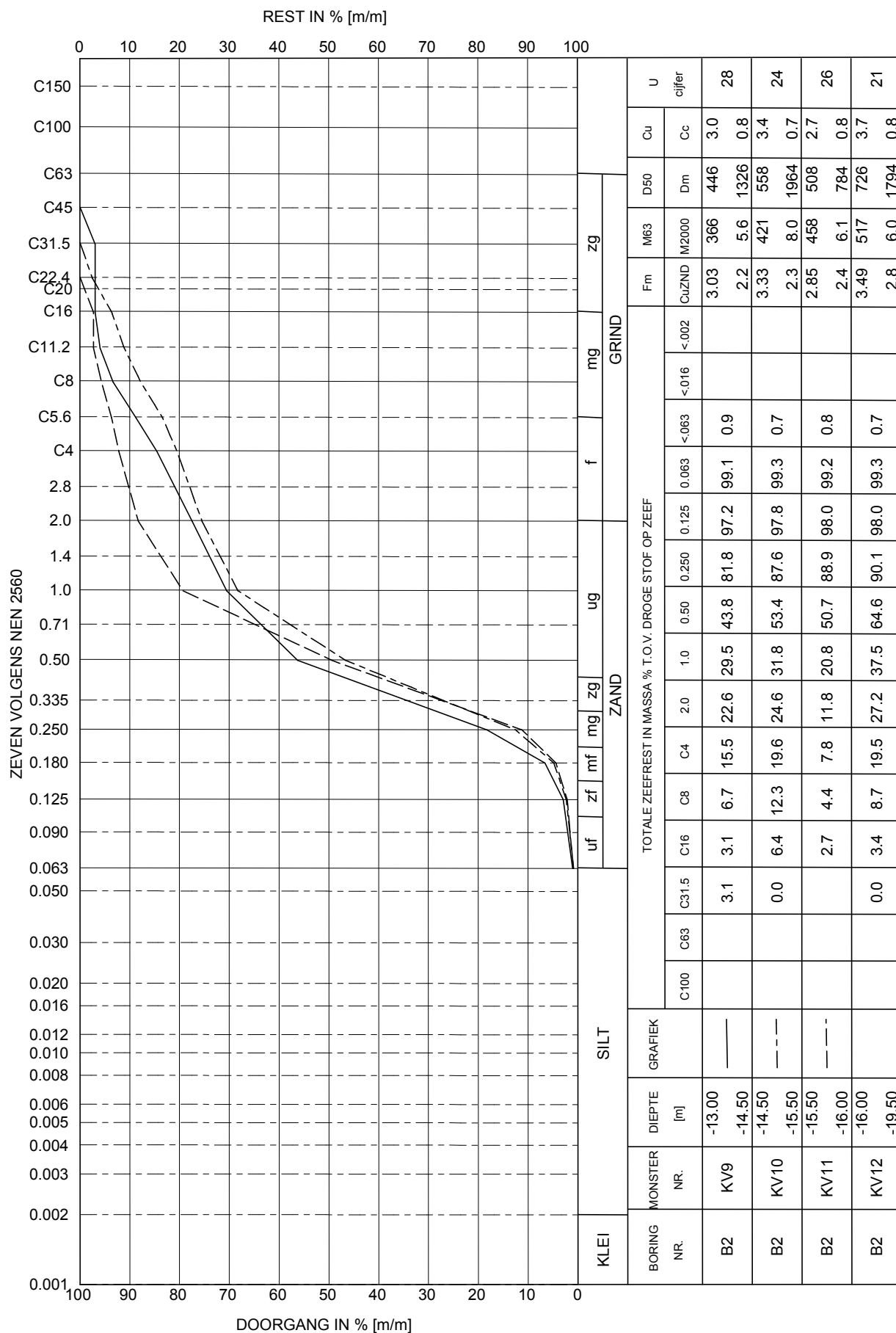


Opm.: Diepte is in meters tov. maaiveld

KORRELVERDELINGSDIAGRAM

Controleboringen te Heteren

Opdr. 6004-0199-000
Bijl.

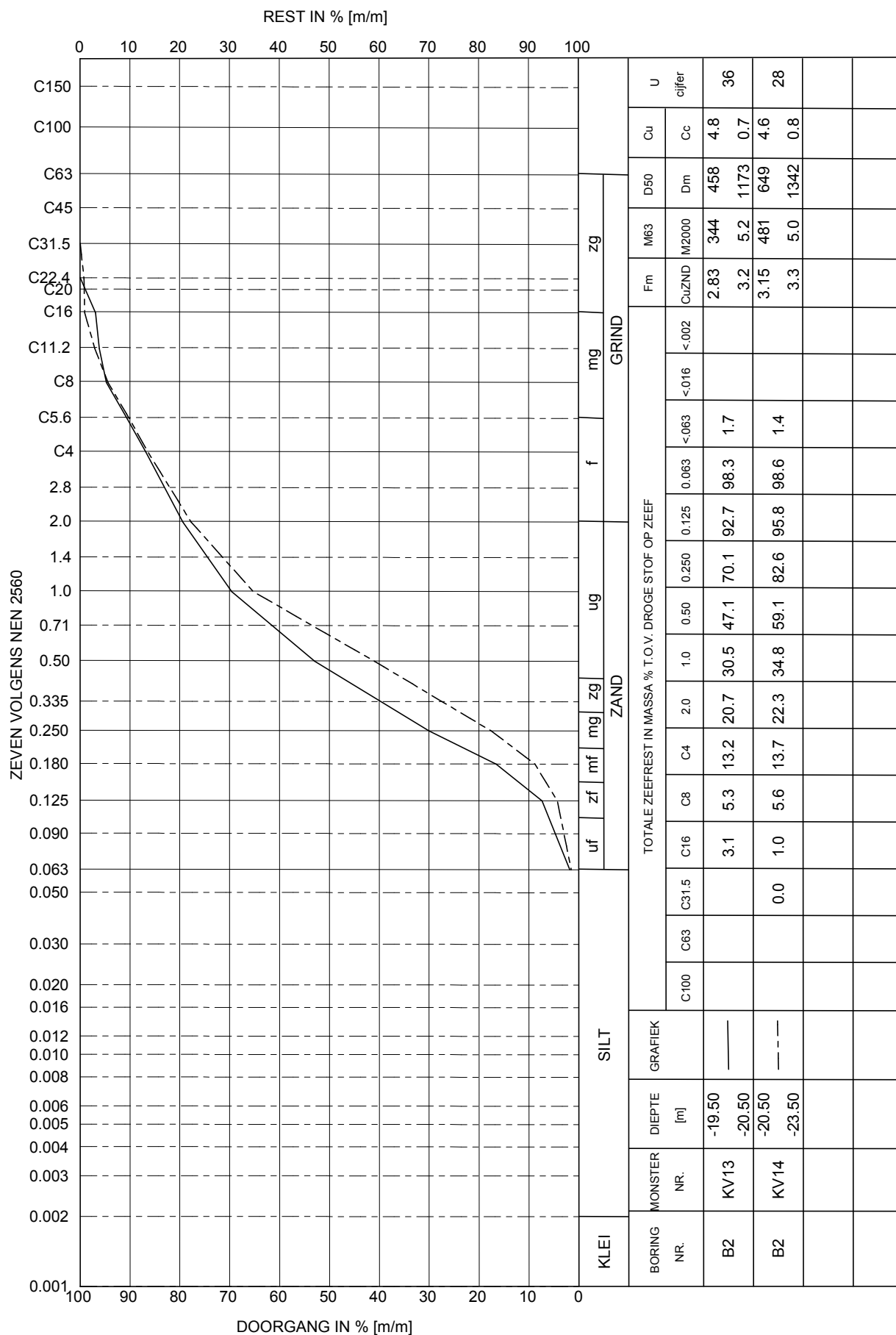


Opm.: Diepte is in meters tov. maaiveld

KORRELVERDELINGSDIAGRAM

Controleboringen te Heteren

Opdr. 6004-0199-000
Bijl.

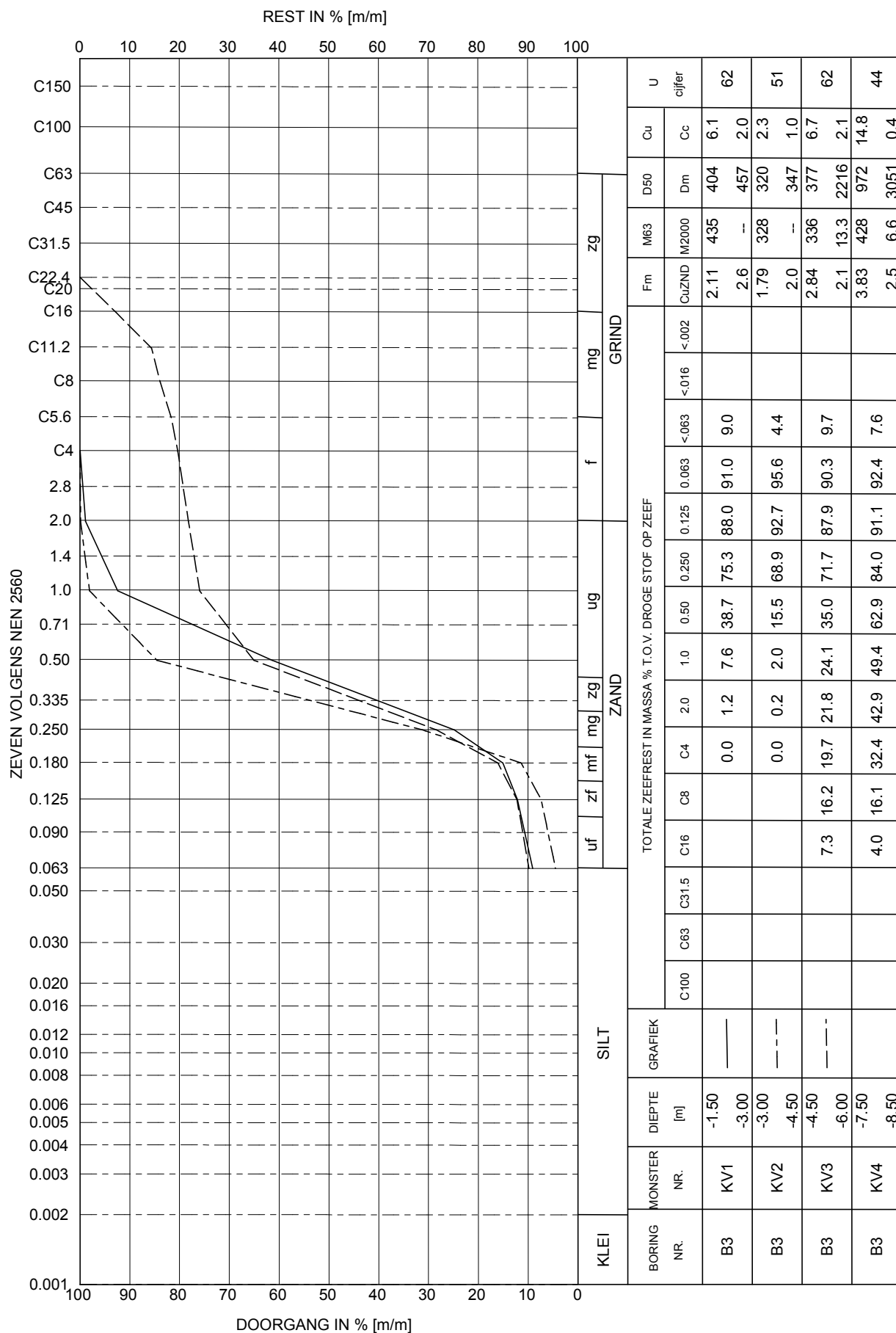


Opm.: Diepte is in meters tov. maaiveld

KORRELVERDELINGSDIAGRAM

Controleboringen te Heteren

Opdr. 6004-0199-000
Bijl.

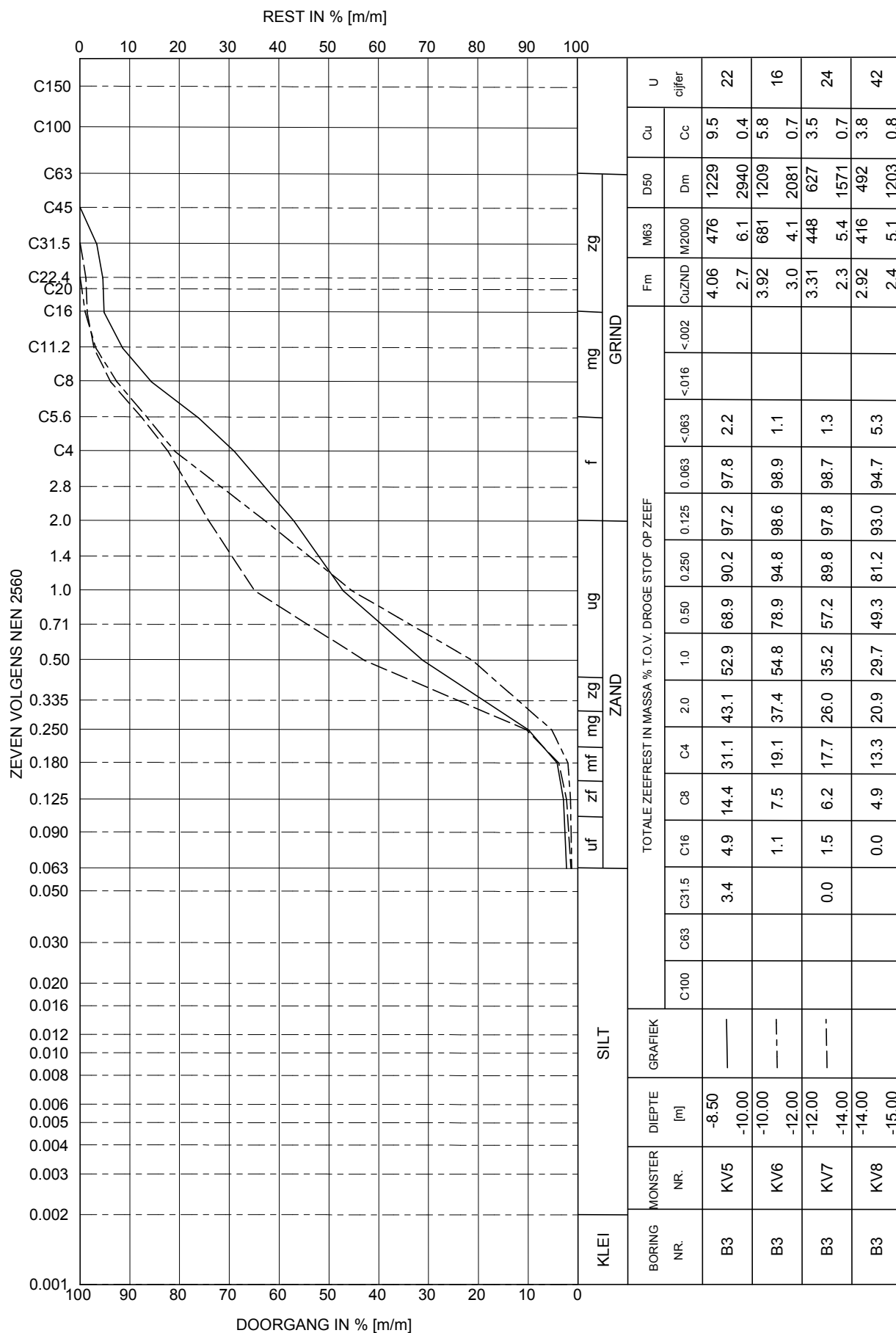


Opm.: Diepte is in meters tov. maaiveld

KORRELVERDELINGSDIAGRAM

Controleboringen te Heteren

Opdr. 6004-0199-000
Bijl.

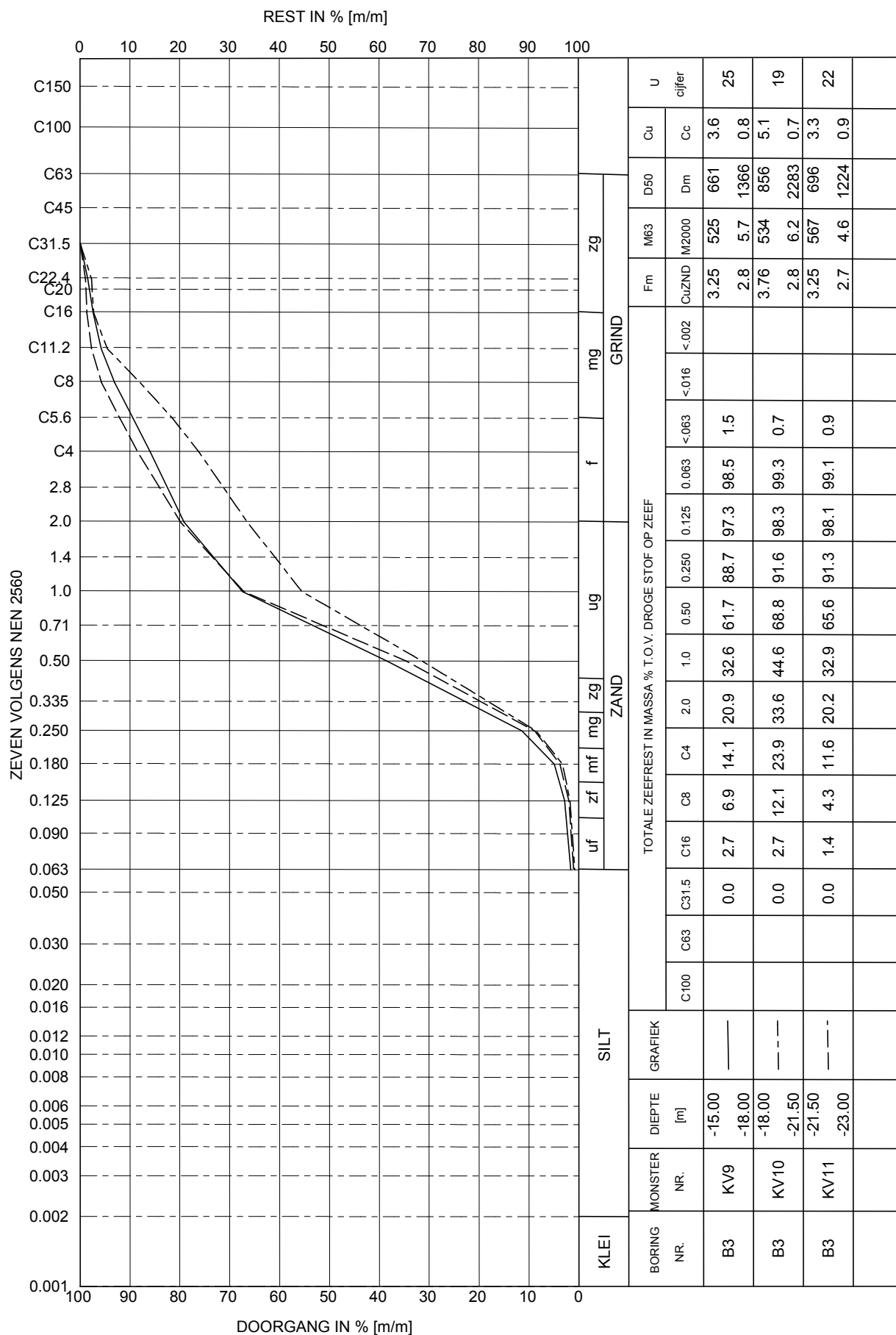


Opm.: Diepte is in meters tov. maaiveld

KORRELVERDELINGSDIAGRAM

Controleboringen te Heteren

Opdr. 6004-0199-000
Bijl.

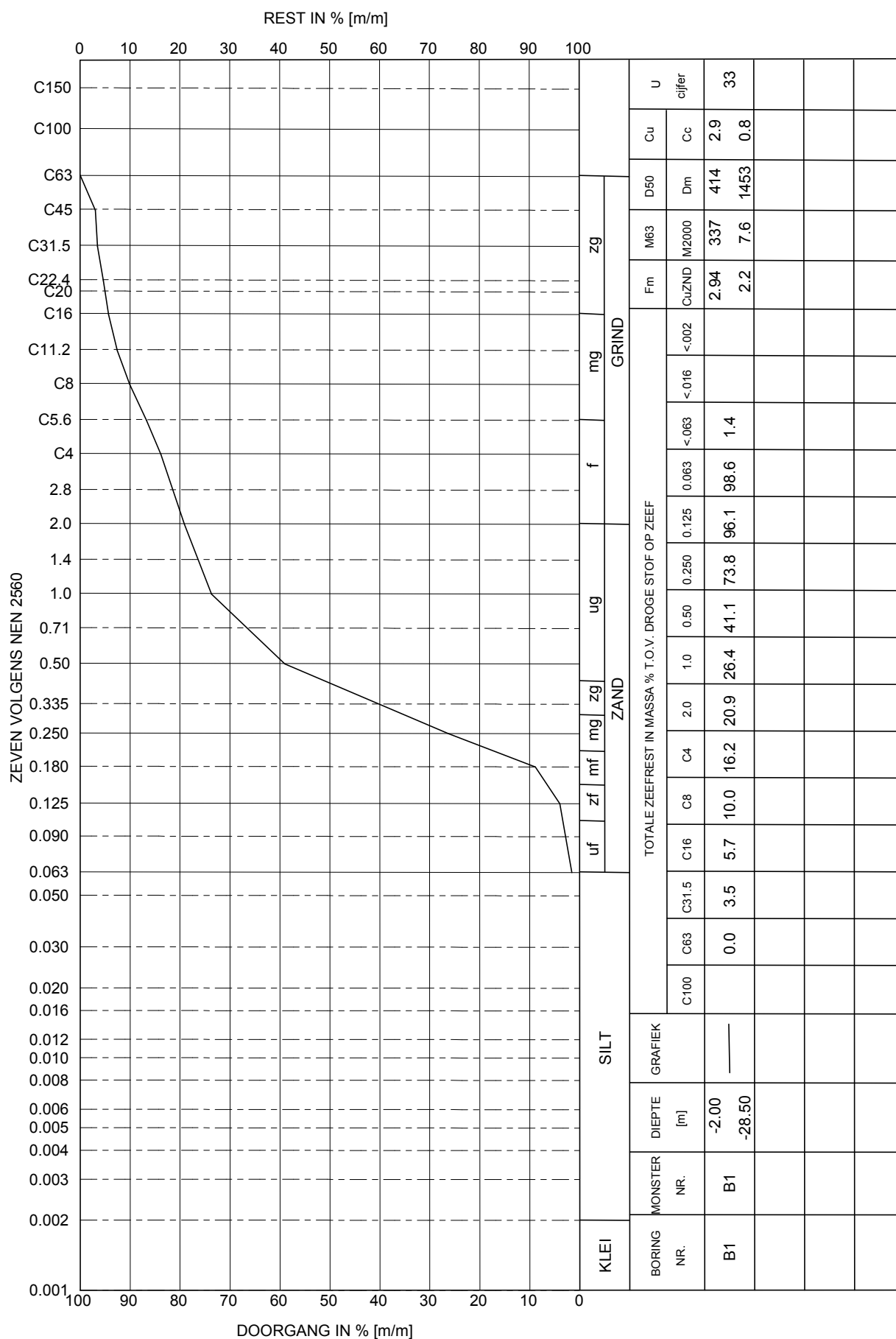


Opm.: Diepte is in meters tov. maaiveld

KORRELVERDELINGSDIAGRAM

Controleboringen te Heteren

Opdr. 6004-0199-000
Bijl.

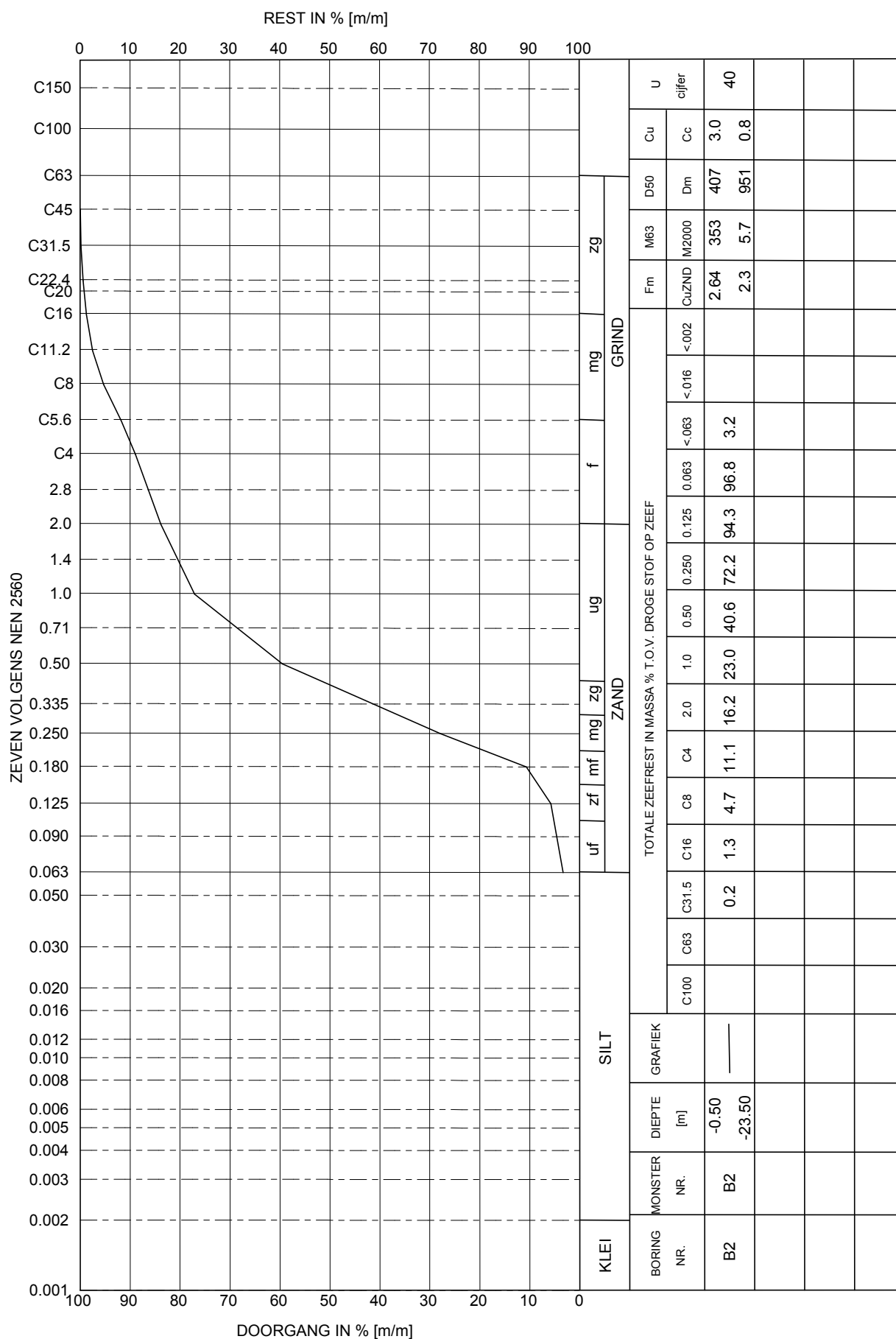


Opm.: Diepte is in meters tov. maaiveld

KORRELVERDELINGSDIAGRAM

Controleboringen te Heteren

Opdr. 6004-0199-000
Bijl.

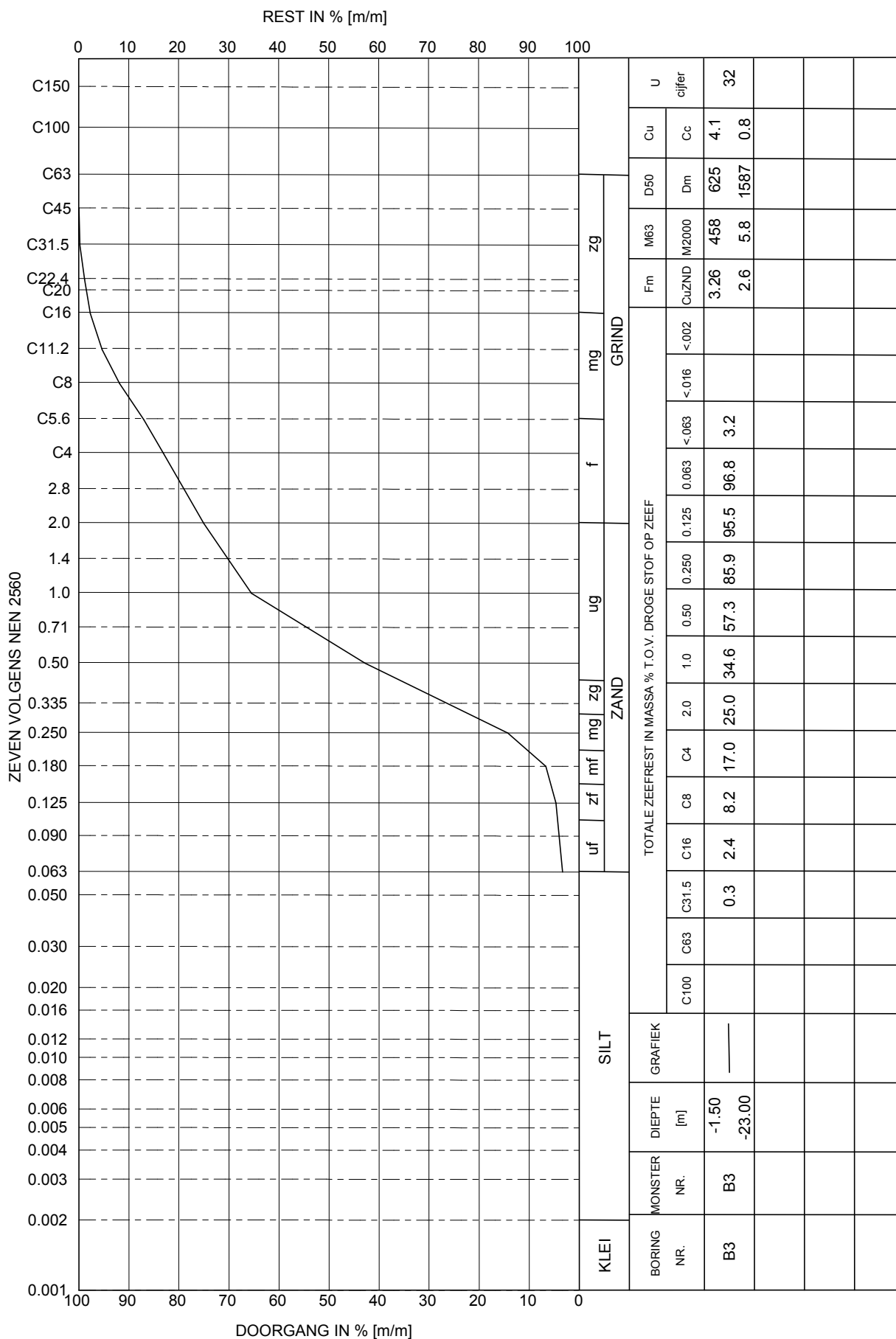


Opm.: Diepte is in meters tov. maaiveld

KORRELVERDELINGSDIAGRAM

Controleboringen te Heteren

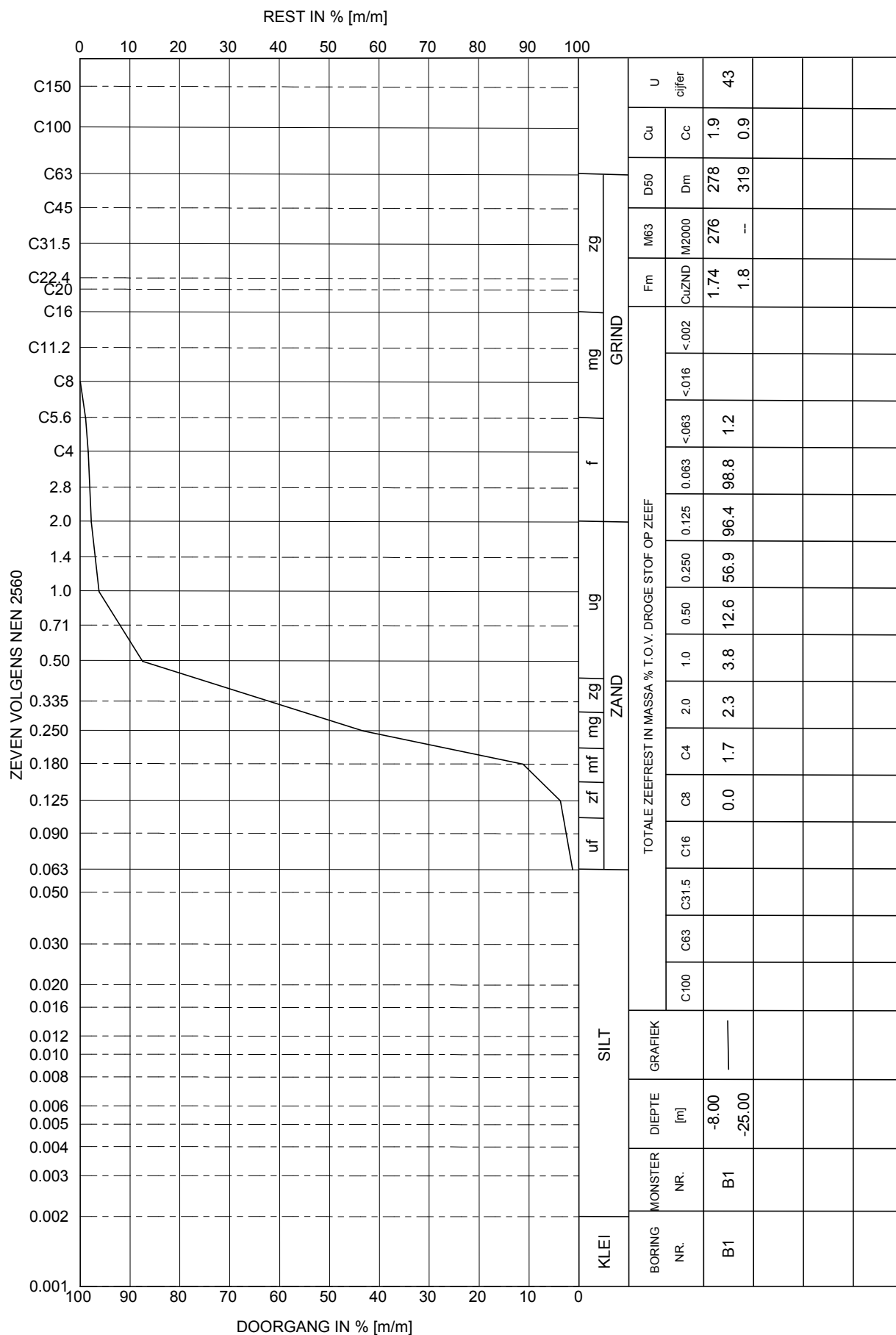
Opdr. 6004-0199-000
Bijl.



KORRELVERDELINGSDIAGRAM

Controleboringen te Heteren

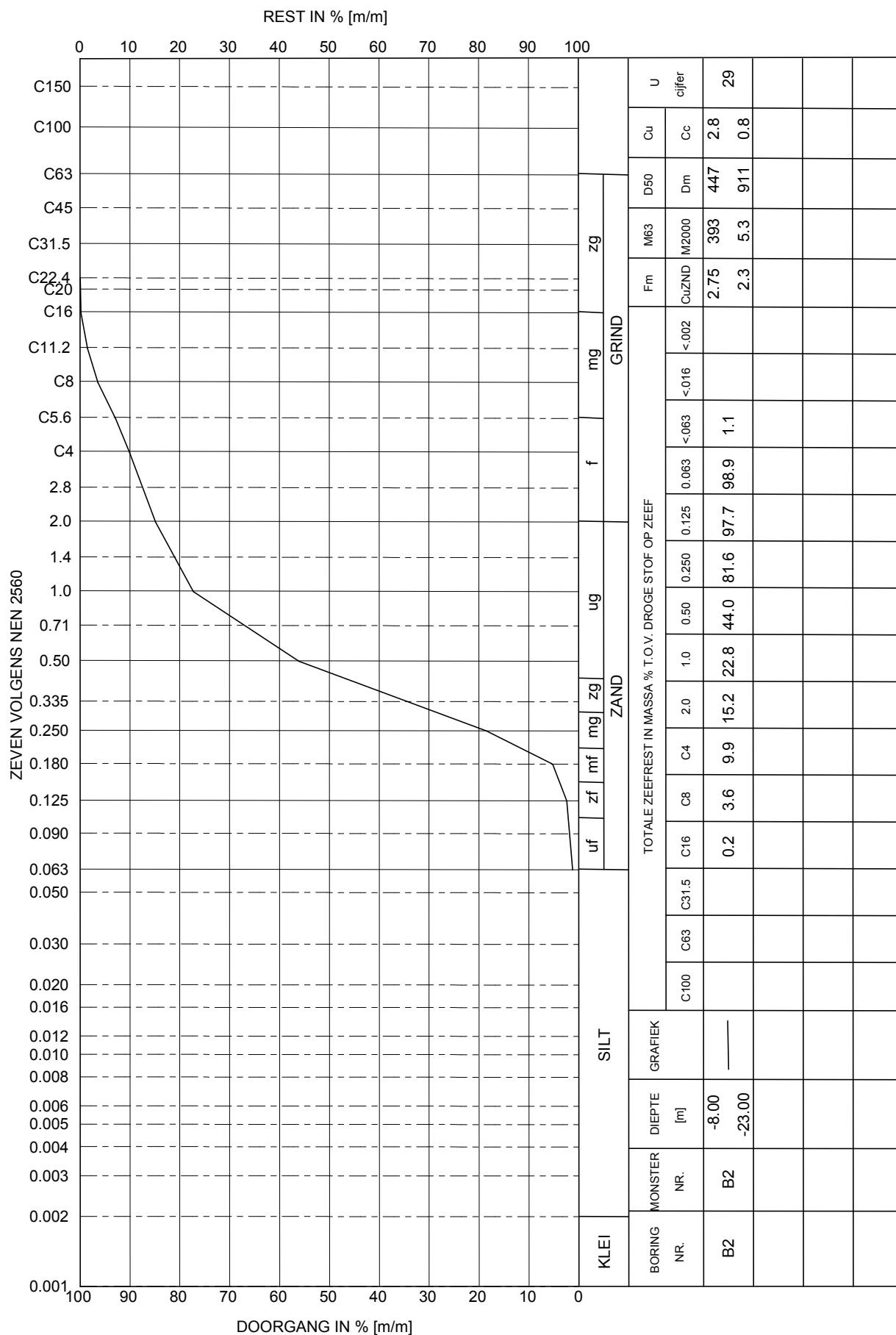
Opdr. 6004-0199-000
Bijl.



KORRELVERDELINGSDIAGRAM

Controleboringen te Heteren

Opdr. 6004-0199-000
Bijl.

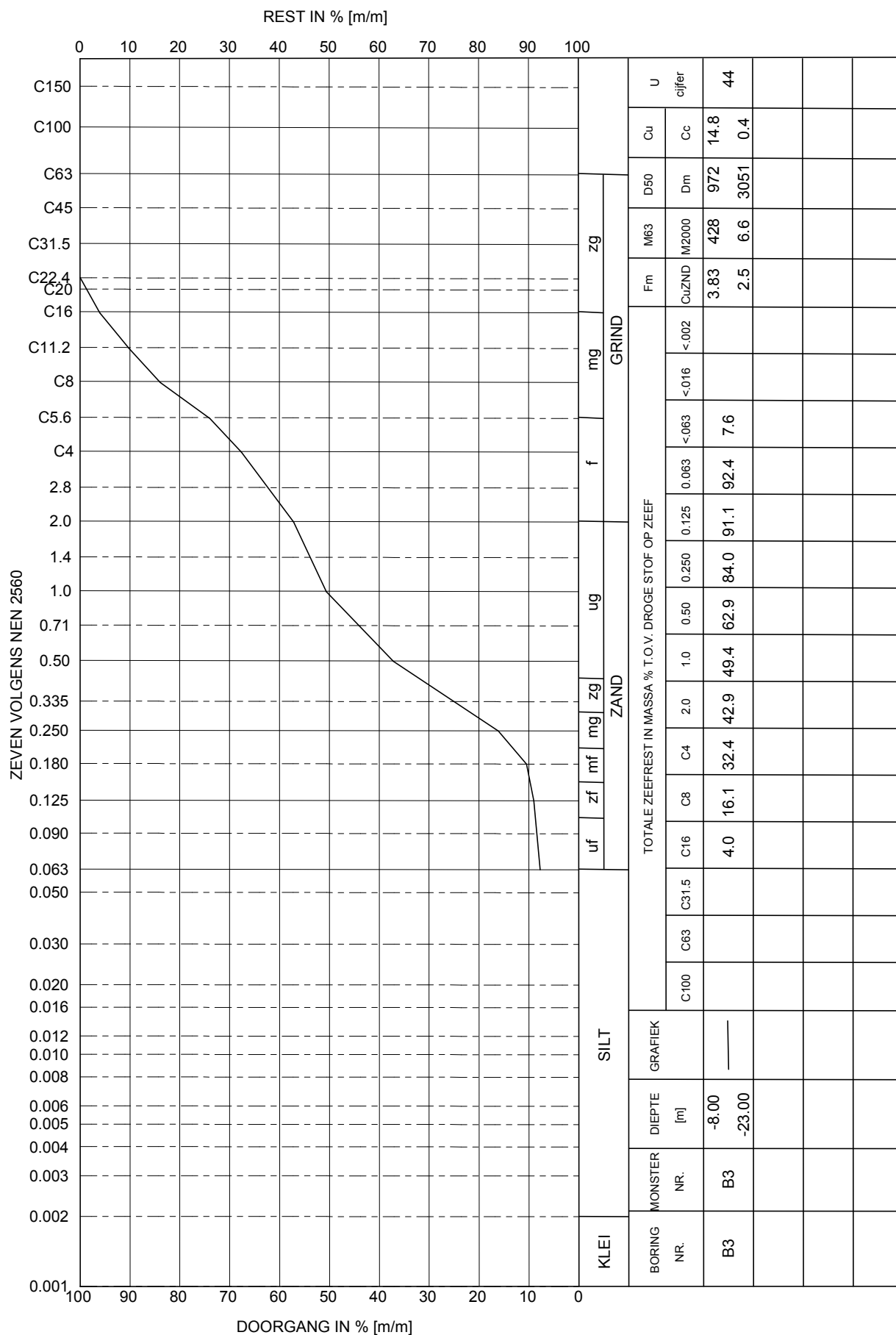


Opm.: Diepte is in meters tov. maaiveld

KORRELVERDELINGSDIAGRAM

Controleboringen te Heteren

Opdr. 6004-0199-000
Bijl.



Opm.: Diepte is in meters tov. maaiveld










KORRELVERDELINGSDIAGRAM

Controleboringen te Heteren

Opdr. 6004-0199-000
Bijl.

BORINGEN/PEILBUIZEN

Aanduidingen









-  mechanische boring
-  handboring
-  niet uitgevoerde boring
-  boring met peilbuis
-  boring met peilbuis ondiep filter en diep filter
-  boring met peilbuis ondiep filter, middeldiep filter en diep filter
-  handboring met peilbuis
-  hellingmeterbuis
-  gedrukte peilbuis/minifilter

Type boringen

- B mechanische boring
- HB handboring

SONDERINGEN

Aanduidingen

-  diep-/diepzware sondering
-  middelzware-/lichte sondering
-  diep-/diepzware sondering met plaatselijke kleefmeting
-  middelzware-/lichte sondering met plaatselijke kleefmeting
-  slagsondering
-  niet uitgevoerde sondering
-  waterspanningsmeter
-  bodemluchtmonstername

Type sonderingen

- L lichte sondering
- M middelzware sondering
- D diepsondering
- DZ diepzware sondering
- S slagsondering

Toegevoegde metingen

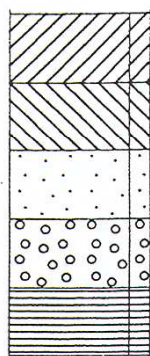
- KM meting van de plaatselijke kleef
- P meting van de waterspanning
- G meting van de geleidbaarheid
- S seismische meting

GRONDSOORTEN (conform NEN 5104)

Grondsoort/toevoeging

Hoofdbestanddeel/soms
toevoeging

Bijmengsel



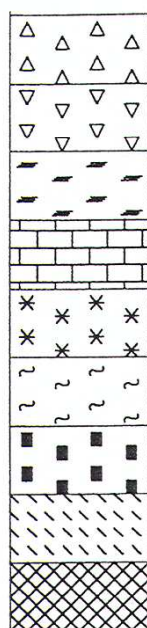
Klei, kleig

Leem, siltig

Zand, zandig

Grind, grindig

Veen, humeus



Puin

Slakken

Mijnssteen

Mergel

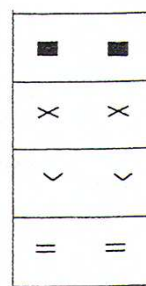
Bruinkool

Huisvuil

Kooltjes

Slib

Teelaarde

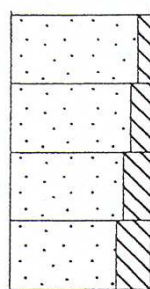


houtresten

roest

schelpen

veenresten



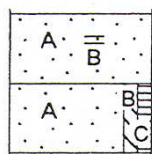
zwak

matig

sterk

uiterst

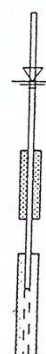
Toevoeging siltig in
grondsoort zand



Toevoeging B in
grondsoort A

Grondsoort A met 2
toevoegingen B en C

Peilbuis



Grondwaterstand
in peilbuis

Afdichting

Omstorting

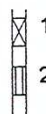
Filter

Niet geperforeerd

Geperforeerd



Grondwaterstand
tijdens boren

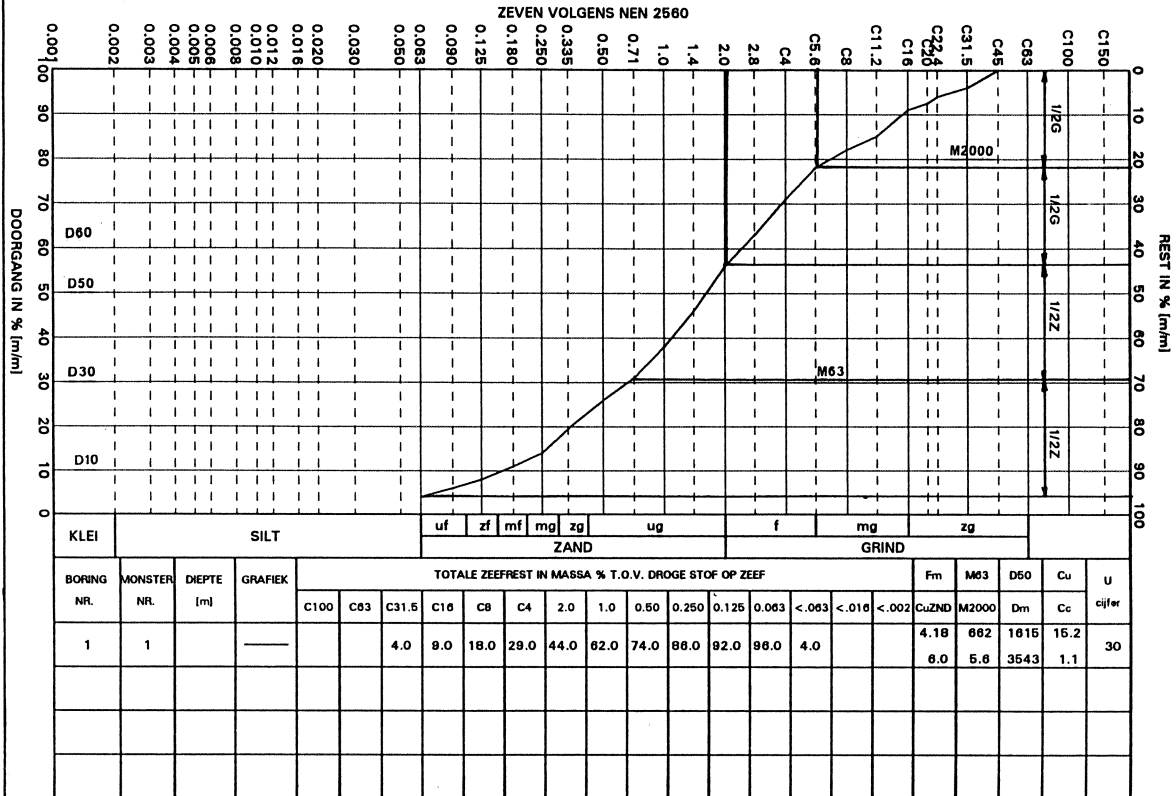


1 Geroerd monster

2 Ongeroerd monster

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

FUGRO NL LAND B.V.

Vlamoven 41
Postbus 5009
6802 EA Arnhem
T 026 36 43643

RAPPORTAGE LABORATORIUMONDERZOEK

RAPPORTAGE LABORATORIUMONDERZOEK			
Project	Booronderzoek HDD traject te Heteren	Opdrachtnummer	1318-0124-000
Opdrachtgever	Dekker Groep	Datum rapport	03-05-2018
Contactpersoon	de heer R. van den Berg	Ontvangst monsters	23-04-2018
Monstername	Uitgevoerd door derden (i.o.v. Fugro NL Land B.V.)		
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 het laboratorium van Fugro NL Land B.V. Arnhem. Eventueel uitbesteed onderzoek is duidelijk als zodanig gekenmerkt.			

Inhoudsopgave	Pagina
Voorblad onderzoeksrapport	1
Boorstaat	2 t/m 5
Laboratoriumstaat	6
Korrelverdelingsdiagram	7 t/m 12
Monsteroverzicht	13

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 (L034).

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.

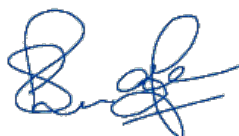
1318-0124-000.B01

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 (026 364 3643).

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

Met vriendelijke groet,

Fugro NL Land B.V.



S. O'Hagan

Manager Lab Testing Europe & Caspian

Boring: B11

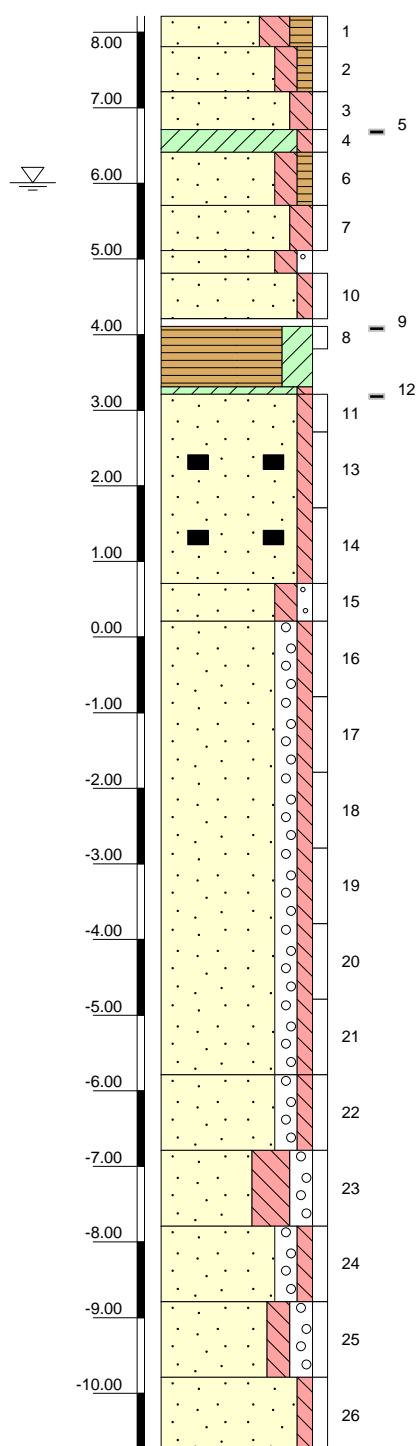
Laboratorium classificatie

Pagina 1 van 2

Referentie (m tov VP)

Monsternr.

Bodembeschrijving volgens NEN 5104 [Q]



8.21 tot 7.81	Zand, uiterst fijn, sterk siltig, matig humeus, resten wortels bruin
7.81 tot 7.21	Zand, zeer fijn, matig siltig, zwak humeus, resten klei grijs-bruin
7.21 tot 6.71	Zand, matig fijn, matig siltig, brokken klei grijs
6.71 tot 6.41	Klei, zwak siltig, insluitingen zand, roest grijs
6.41 tot 5.71	Zand, matig fijn, matig siltig, zwak humeus, brokken klei bruin-grijs
5.71 tot 5.11	Zand, matig fijn, matig siltig, brokken klei grijs
5.11 tot 4.81	Zand, matig grof, siltig, zwak grindig grijs
4.81 tot 4.21	Zand, matig grof, zwak siltig, resten klei grijs
4.21 tot 4.11	Geen monster
4.11 tot 3.31	Veen, sterk kleilig, donker bruin
3.31 tot 3.21	Klei, zwak siltig, insluitingen zand grijs
3.21 tot 0.71	Zand, matig grof, zwak siltig, resten hout, resten riet, donker grijs
0.71 tot 0.21	Zand, matig fijn, matig siltig, zwak grindig, donker grijs
0.21 tot -5.79	Zand, uiterst grof, zwak siltig, matig grindig grijs
-5.79 tot -6.79	Zand, matig grof, zwak siltig, matig grindig grijs
-6.79 tot -7.79	Zand, matig grof, uiterst siltig, matig grindig, resten klei grijs
-7.79 tot -8.79	Zand, uiterst grof, zwak siltig, matig grindig grijs
-8.79 tot -9.79	Zand, zeer grof, matig siltig, matig grindig grijs
-9.79 tot -10.79	Zand, matig fijn, zwak siltig grijs

Algemene opmerking:

X: 179491.8

Y: 441622.2

Coördinatenstelsel: RD

GWS (m tov VP): 6.01

MV (m tov VP): 8.21

GHG (m tov VP):

GLG (m tov VP):

Boorvloeistof:

Datum boring: 20-04-2018

Boormeester:

Datum laboratorium classificatie: 24-04-2018

Geclassificeerd door: dam

BORING VOLGENS NEN-EN-ISO 22475-1

Booronderzoek HDD traject te Heteren

1318-0124-000

Boring: B11

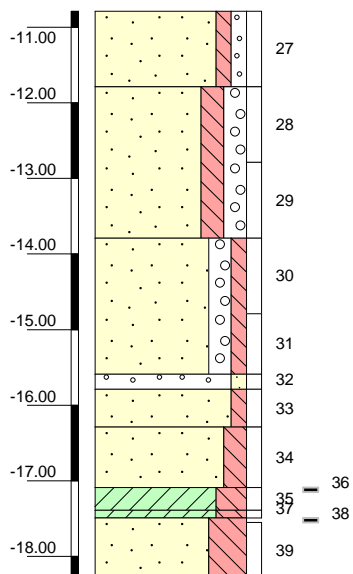
Laboratorium classificatie

Pagina 2 van 2

Referentie (m tov VP)

Monsternr.

Bodembeschrijving volgens NEN 5104 [Q]



-10.79 tot -11.79 Zand, zeer grof, zwak siltig, zwak grindig grijs

-11.79 tot -13.79 Zand, matig grof, matig siltig, matig grindig grijs

-13.79 tot -15.59 Zand, zeer grof, zwak siltig, matig grindig grijs

-15.59 tot -15.79 Grind, zeer grof, zwak zandig grijs

-15.79 tot -16.29 Zand, matig fijn, zwak siltig grijs

-16.29 tot -17.09 Zand, matig fijn, matig siltig grijs

-17.09 tot -17.39 Klei, sterk siltig, insluitingen zand grijs

-17.39 tot -17.49 Klei, sterk siltig, lenzen zand, stenen grijs

-17.49 tot -18.29 Zand, uiterst fijn, uiterst siltig, sporen klei grijs

Algemene opmerking:

X: 179491.8

Y: 441622.2

Coördinatenstelsel: RD

GWS (m tov VP): 6.01

MV (m tov VP): 8.21

GHG (m tov VP):

GLG (m tov VP):

Boorvloestof:

Datum boring: 20-04-2018

Boormeester:

Datum laboratorium classificatie: 24-04-2018

Geclassificeerd door: dam

BORING VOLGENS NEN-EN-ISO 22475-1

Booronderzoek HDD traject te Heteren

1318-0124-000

Boring: B12

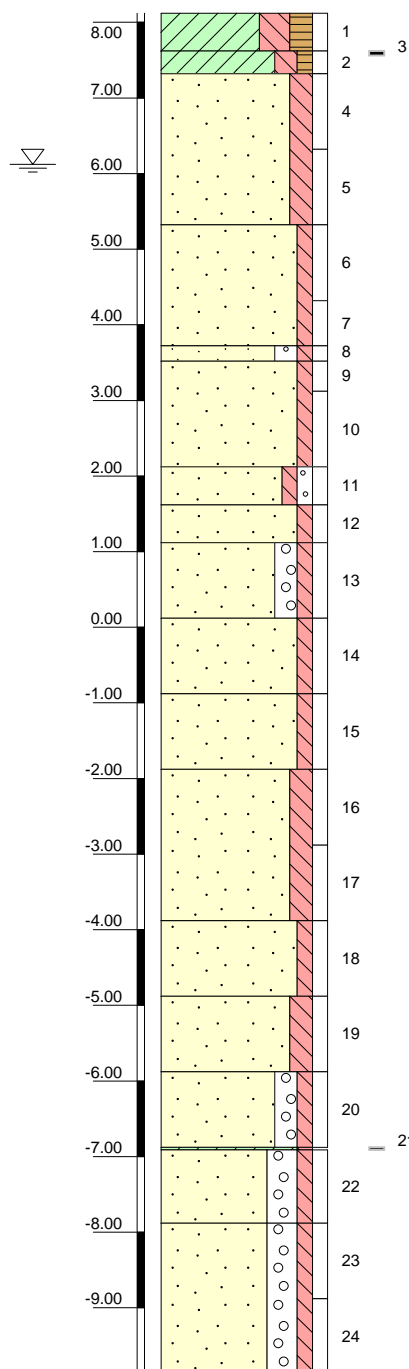
Laboratorium classificatie

Pagina 1 van 2

Referentie (m tov VP)

Monsternr.

Bodembeschrijving volgens NEN 5104 [Q]



8.12 tot 7.62 Klei, sterk siltig, matig humeus, resten wortels, donker grijs-bruin

7.62 tot 7.32 Klei, matig siltig, zwak humeus, insluitingen zand bruin-grijs

7.32 tot 5.32 Zand, matig fijn, matig siltig, resten klei grijs

5.32 tot 3.72 Zand, zeer grof, zwak siltig grijs

3.72 tot 3.52 Zand, zeer grof, zwak siltig, matig grindig grijs

3.52 tot 2.12 Zand, zeer grof, zwak siltig grijs

2.12 tot 1.62 Zand, zeer grof, zwak siltig, zwak grindig grijs

1.62 tot 1.12 Zand, matig grof, zwak siltig grijs

1.12 tot 0.12 Zand, zeer grof, zwak siltig, matig grindig grijs

0.12 tot -0.88 Zand, matig grof, zwak siltig grijs

-0.88 tot -1.88 Zand, matig grof, zwak siltig, stenen grijs

-1.88 tot -3.88 Zand, matig grof, matig siltig grijs

-3.88 tot -4.88 Zand, zeer grof, zwak siltig grijs

-4.88 tot -5.88 Zand, matig fijn, matig siltig grijs

-5.88 tot -6.88 Zand, zeer grof, zwak siltig, matig grindig, resten klei, stenen grijs

-6.88 tot -6.91 Klei, zwak siltig, lenzen zand grijs

-6.91 tot -7.88 Zand, zeer grof, zwak siltig, sterk grindig grijs

-7.88 tot -9.88 Zand, matig grof, zwak siltig, sterk grindig grijs

Algemene opmerking:

X: 179446.3

Y: 441930.5

Coördinatenstelsel: RD

GWS (m tov VP): 6.12

MV (m tov VP): 8.12

GHG (m tov VP):

GLG (m tov VP):

Boorvloeistof:

Datum boring: 23-04-2018

Boormeester:

Datum laboratorium classificatie: 24-04-2018

Geclassificeerd door: dam

BORING VOLGENS NEN-EN-ISO 22475-1

Booronderzoek HDD traject te Heteren

1318-0124-000

Boring: B12

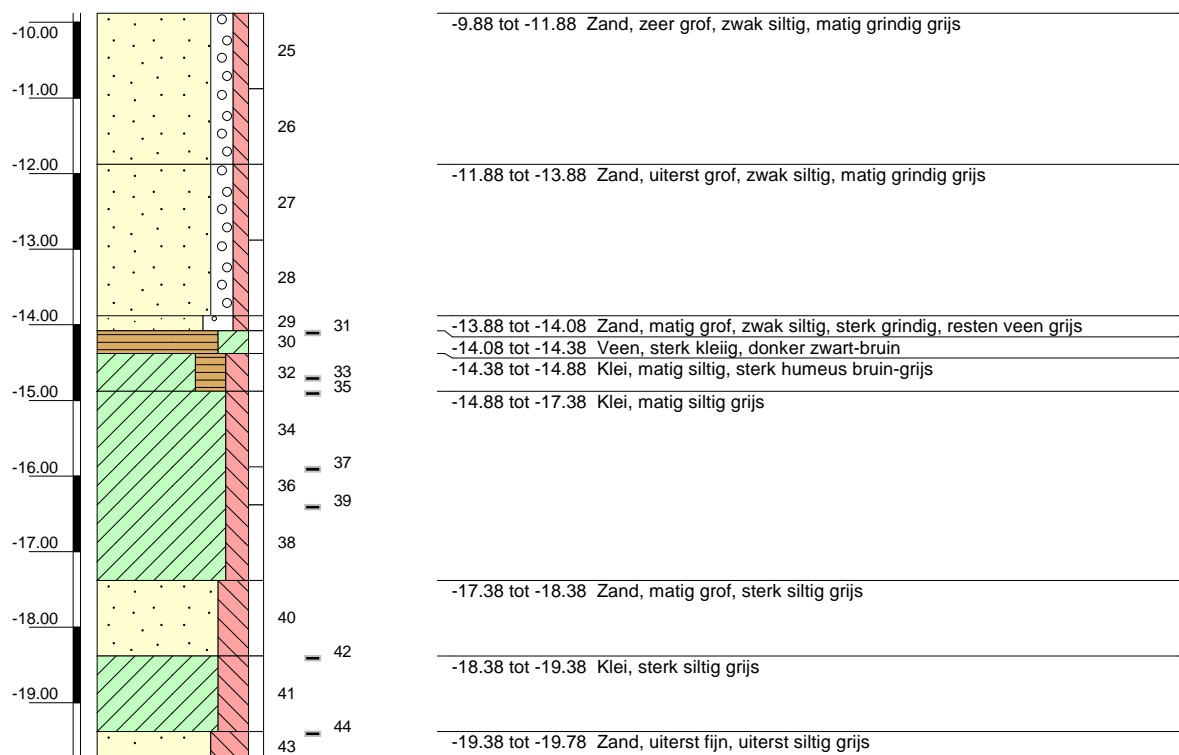
Laboratorium classificatie

Pagina 2 van 2

Referentie (m tov VP)

Monsternr.

Bodembeschrijving volgens NEN 5104 [Q]



Algemene opmerking:

X: 179446.3

Y: 441930.5

Coördinatenstelsel: RD

GWS (m tov VP): 6.12

MV (m tov VP): 8.12

GHG (m tov VP):

GLG (m tov VP):

Boorvloeistof:

Datum boring: 23-04-2018

Boormeester:

Datum laboratorium classificatie: 24-04-2018

Geclassificeerd door: dam

BORING VOLGENS NEN-EN-ISO 22475-1

Booronderzoek HDD traject te Heteren

1318-0124-000



Opdr. 1318-0124-000

Pagina 7 van 13



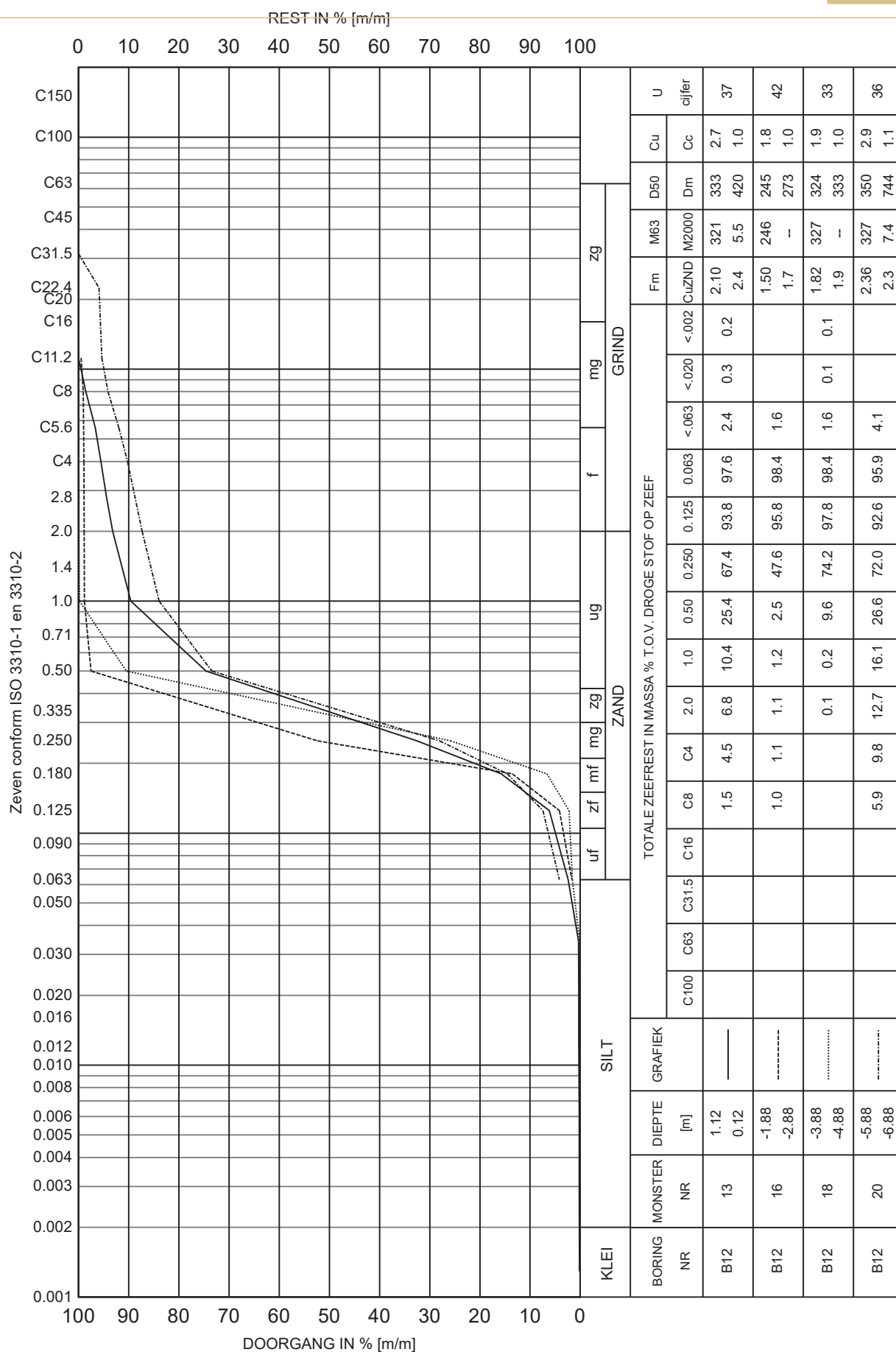
Opdr. 1318-0124-000

Pagina 8 van 13



Opdr. 1318-0124-000

Pagina 9 van 13

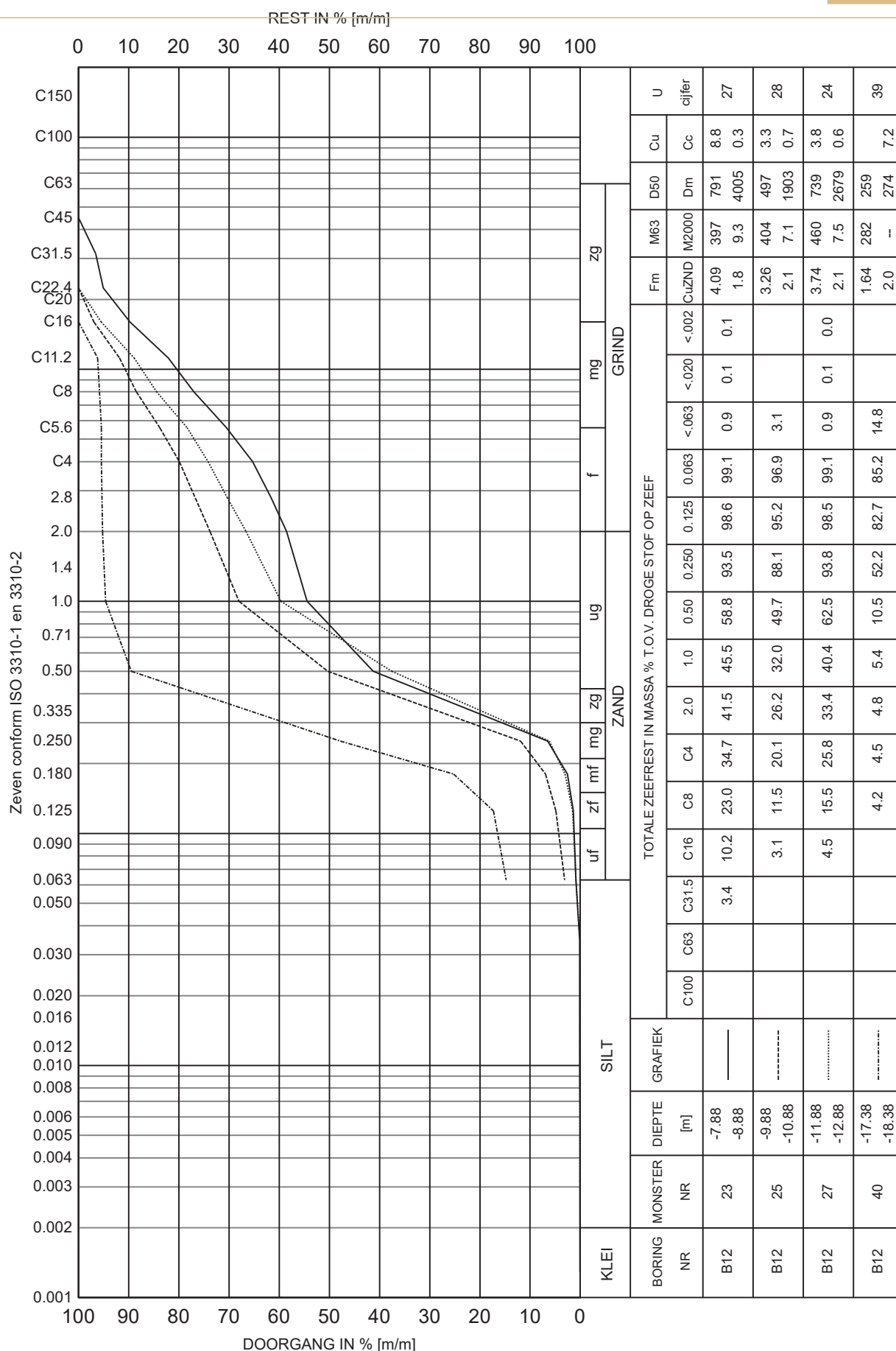


Opm.: Diepte is in meters tov. N.A.P.

KORRELVERDELINGSDIAGRAM

Booronderzoek HDD traject te Heteren

Opdr. 1318-0124-000



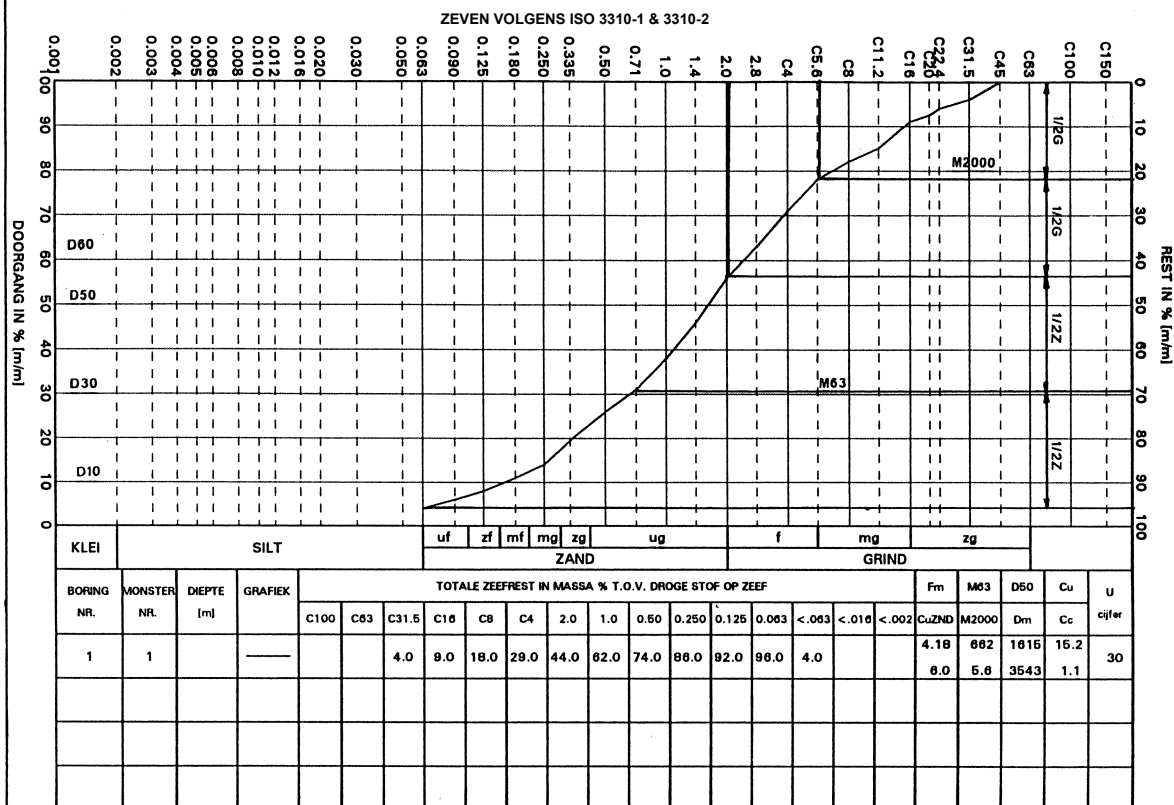
KORRELVERDELINGSDIAGRAM

Booronderzoek HDD traject te Heteren

Opdr. 1318-0124-000

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

ALGEMEEN			S: M21
Project	Booronderzoek HDD traject te Heteren	Opdrachtnummer	1318-0124-000
Opdrachtgever	Dekker Groep	Datum rapport	03-05-2018
te	Tiel	Vervaldatum	03-07-2018
Contactpersoon	de heer R. van den Berg	Datum ontvangst monsters	23-04-2018
MONSTEROVERZICHT			
Volgnummer	Type materiaal/omschrijving	Aantal/ Hoeveelheid	Monsternummer(s)
1	Geroerd monster	31 32	Boring B11 Boring B12

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



Verdieping zandwinning Heteren

Rapportage geotechnisch onderzoek | HETEREN

1219-0039-130 | 21-10-2020

Definitief

Dekker Groep

Documentbeheer

Documentgegevens

Projectnaam	Verdieping zandwinning Heteren
Documentnaam	Rapportage geotechnisch onderzoek
Fugro-projectnr.	1219-0039-130
Fugro-documentnr.	1219-0039-130-21-R01-v3.0
Versienummer	3.0
Versiestatus	Definitief
Fugro Entiteit	Fugro NL Land B.V.
Adres Fugro-kantoor	Pop Dijkemaweg 72a Postbus 9440 9703 LP Groningen T 050 54 12432

Klantgegevens

Klant	Dekker Groep
Adres klant	Projecten, Postbus 6073, 4000 HB Tiel
Contactpersoon klant	R. van den Berg

Versiebeheer

Versie	Datum	Status	Omschrijving	Opgesteld door	Gecontroleerd door	Goedgekeurd door
1.0	07-09-2020	Definitief	Initiële versie	LM	AB	JBH
2.0	07-09-2020	Definitief	Toevoeging B11 t/m B13	UGU	KKN	JBH
3.0	21-10-2020	Definitief	Toevoeging korrel-verdelingen	JBH	JBH	JBH

Projectteam

Initialen	Naam	Rol
JBH	ing. J.B. Heikes	Senior Projectmanager

Inhoudsopgave

1. Rapportageoverzicht
2. Situatiekening(en)
3. Onderzoeksdata
4. Toelichting geotechnisch onderzoek
5. Continu elektrisch sonderen
6. Legenda terreinproeven
7. Resultaten korrelverdelingen

Rapportageoverzicht

Projectnaam: Verdieping zandwinning Heteren
Fugro-projectnr.: 1219-0039-130

Naam	RD Coördinaten (m)		Hoogte (m) t.o.v. NAP	Grondwater- stand (m) t.o.v. NAP	Opmerking
	X	Y			
DKM13	179834.1	441681.4	+6.86	+6.06	
DKM14	180043.8	441693.6	+6.95	+6.12	Gestaakt, max. toelaatbare helling
DKM15	180266.5	441738.2	+9.99		Gestaakt, obstakel(s)
DKM15A	180261.5	441738.2	+9.99		
DKM16	180092.1	442030.0	+8.97		Breuk
DKM17	179978.8	442101.5	+9.22		Onderzoekslocatie verplaatst i.v.m. bereikbaarheid
B11	179928.2	441689.9	+7.42	+5.72	
B12	180165.1	441690.7	+7.13	+6.23	
B13	180043.0	442077.2	+8.87	+5.87	
Kruin weg	180234.7	441661.2	+10.07		
Waterpeil d.d. 30-07-20	180044.0	441701.1	+6.08		



● Uitgevoerd onder 6004-0199-001

Fugro
Kantoor Groningen
Pop Dijkemaweg 72a
9731 BG Groningen

Tel: 050 - 5 412 432
Fax: 050 - 5 420 740
www.fugro.nl

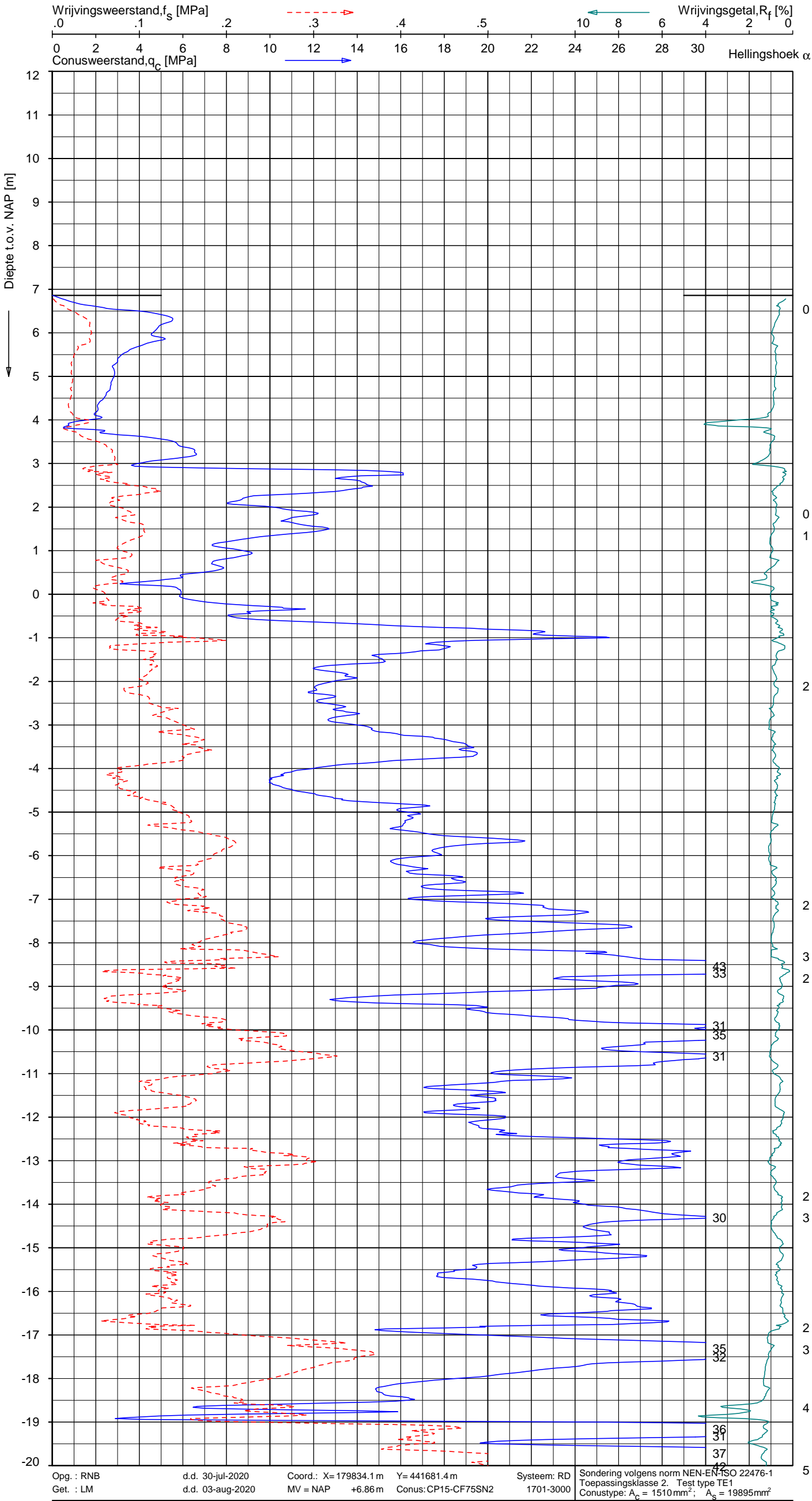


Revisie

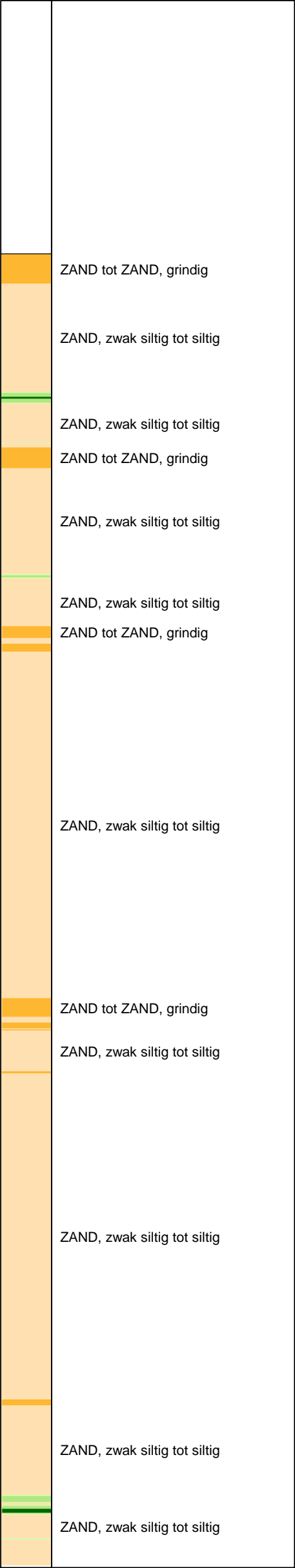
Schaal

1 : 1000

SITUATIE				Formaat
VERDIEPING ZANDWINNING HETEREN				A1
Getekend	Datum	Status	Projectnummer	Bijlage
KKK	07-09-2020	DEFINITIEF	1219-0039-130	1



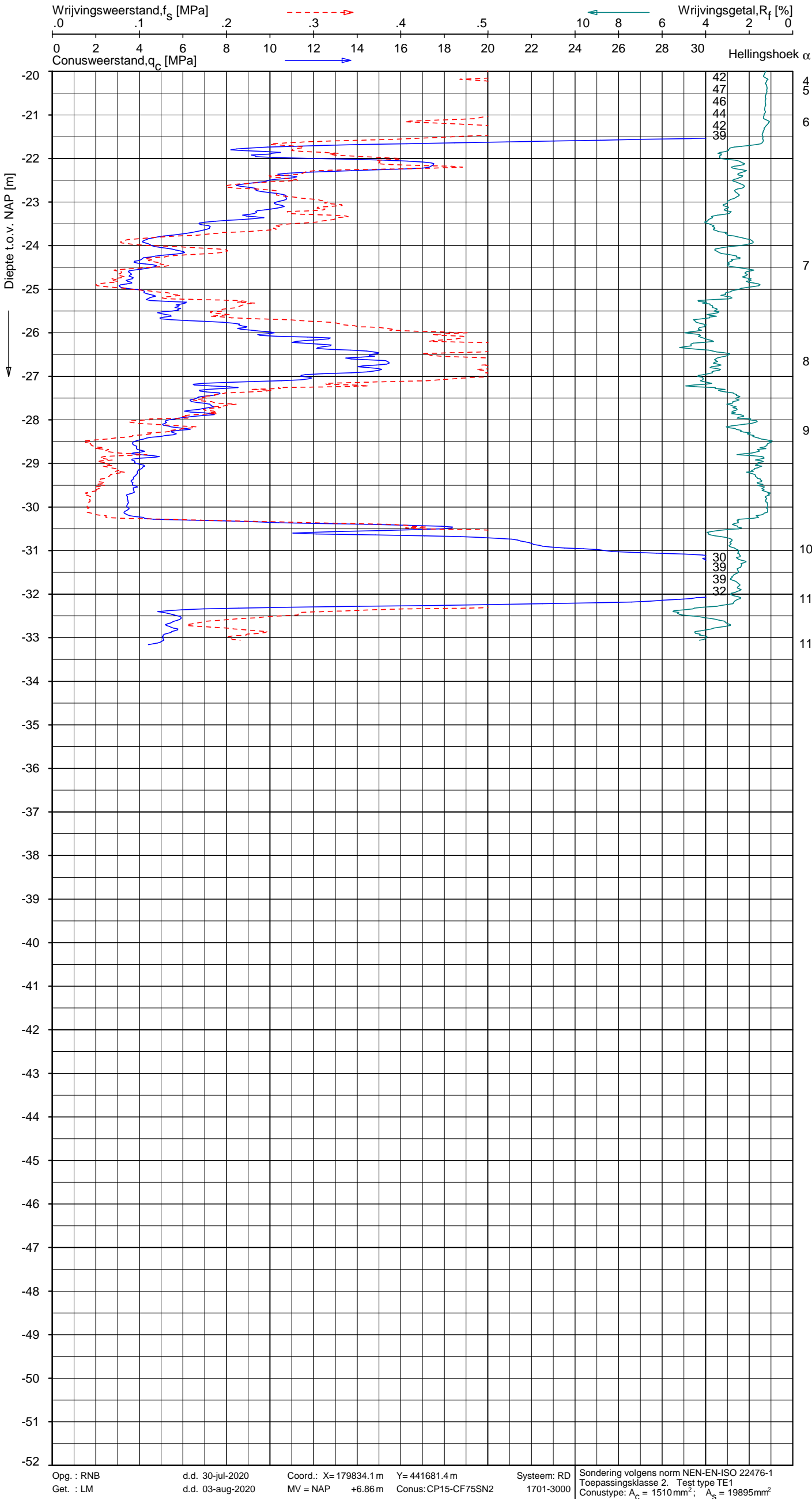
Indicatieve bodembeschrijving
Automatisch gegenereerd uit data van de sondering, geldig onder grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)



SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

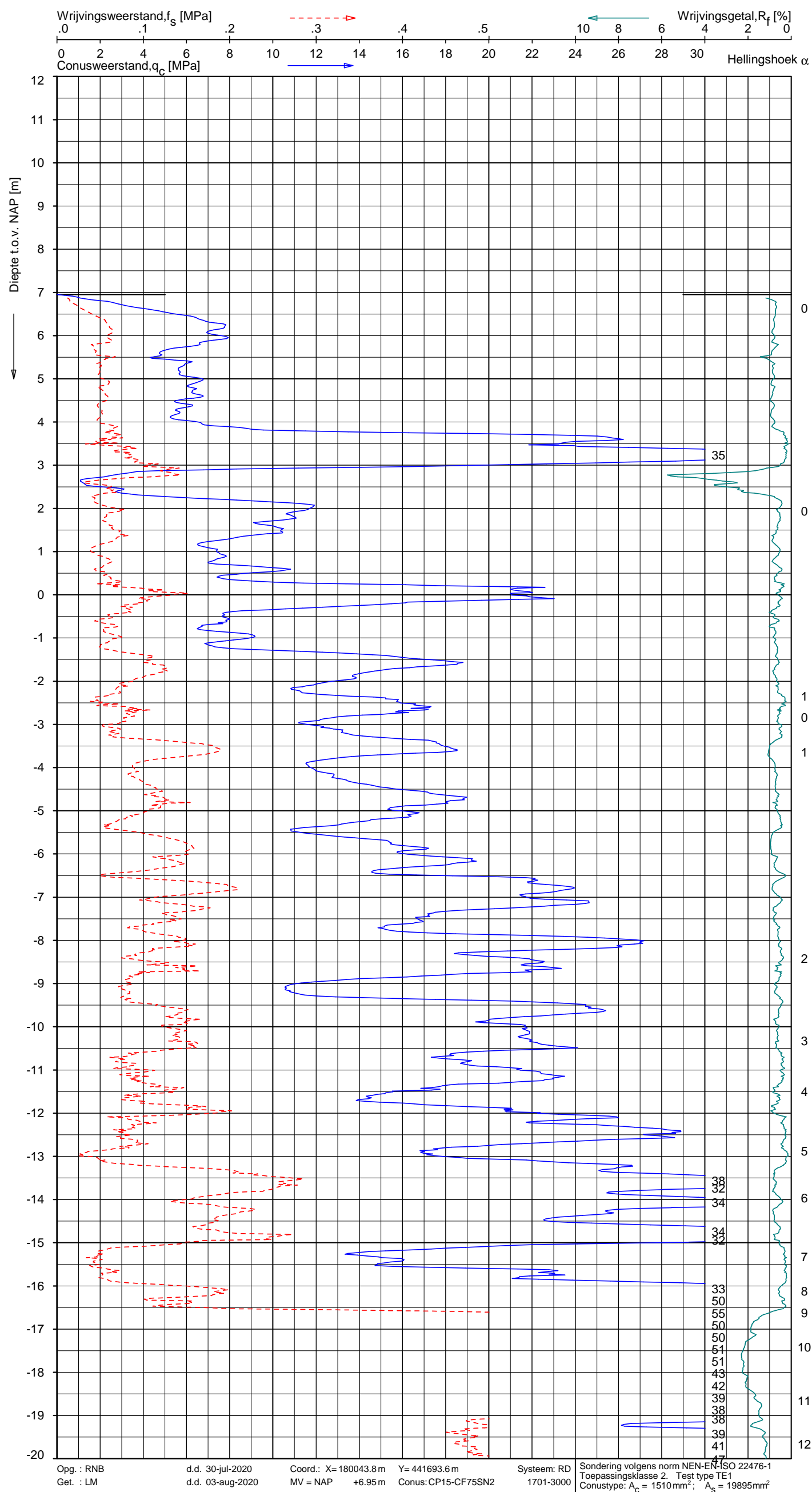
VERDIEPING ZANDWINNING HETEREN

Opdr. 1219-0039-130
Sond. DKM13



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

	ZAND, zwak siltig tot siltig
	KLEI, siltig / LEEM
	KLEI, siltig / LEEM
	KLEI, siltig / LEEM
	KLEI, siltig / LEEM
	KLEI, siltig / LEEM
	KLEI, siltig / LEEM
	ZAND, siltig tot LEEM
	KLEI, siltig / LEEM
	ZAND, siltig tot LEEM
	KLEI, siltig / LEEM
	ZAND, vast / ZAND, kleiig
	KLEI, siltig / LEEM
	KLEI, siltig / LEEM
	KLEI, zwak siltig tot siltig
	KLEI, siltig / LEEM
	KLEI, zwak siltig tot siltig



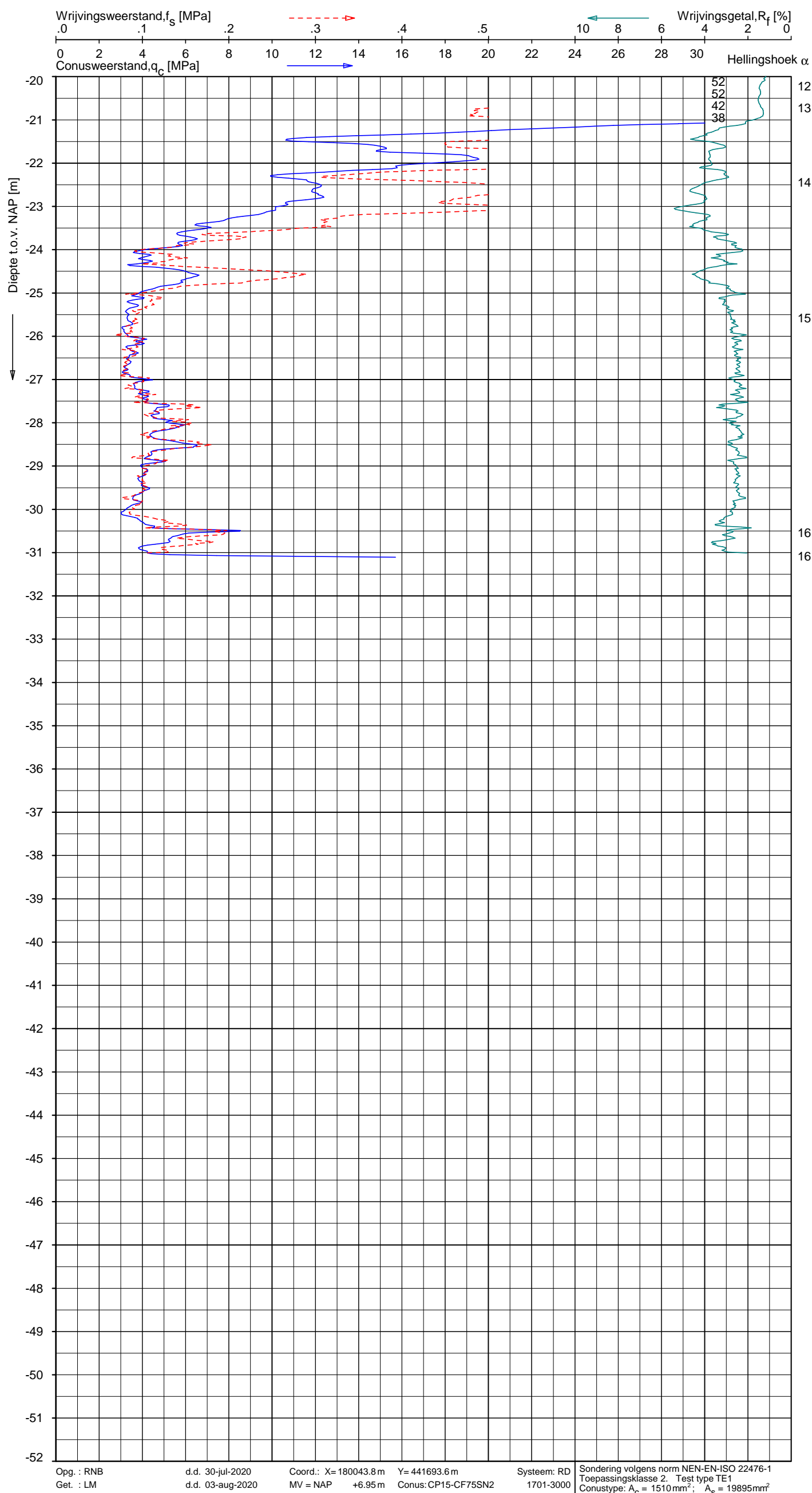
Indicatieve bodembeschrijving
 Automatisch gegenereerd uit data
 van de sondering, geldig onder
 grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)



SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

VERDIEPING ZANDWINNING HETEREN

Opdr. 1219-0039-130
Sond. DKM14



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

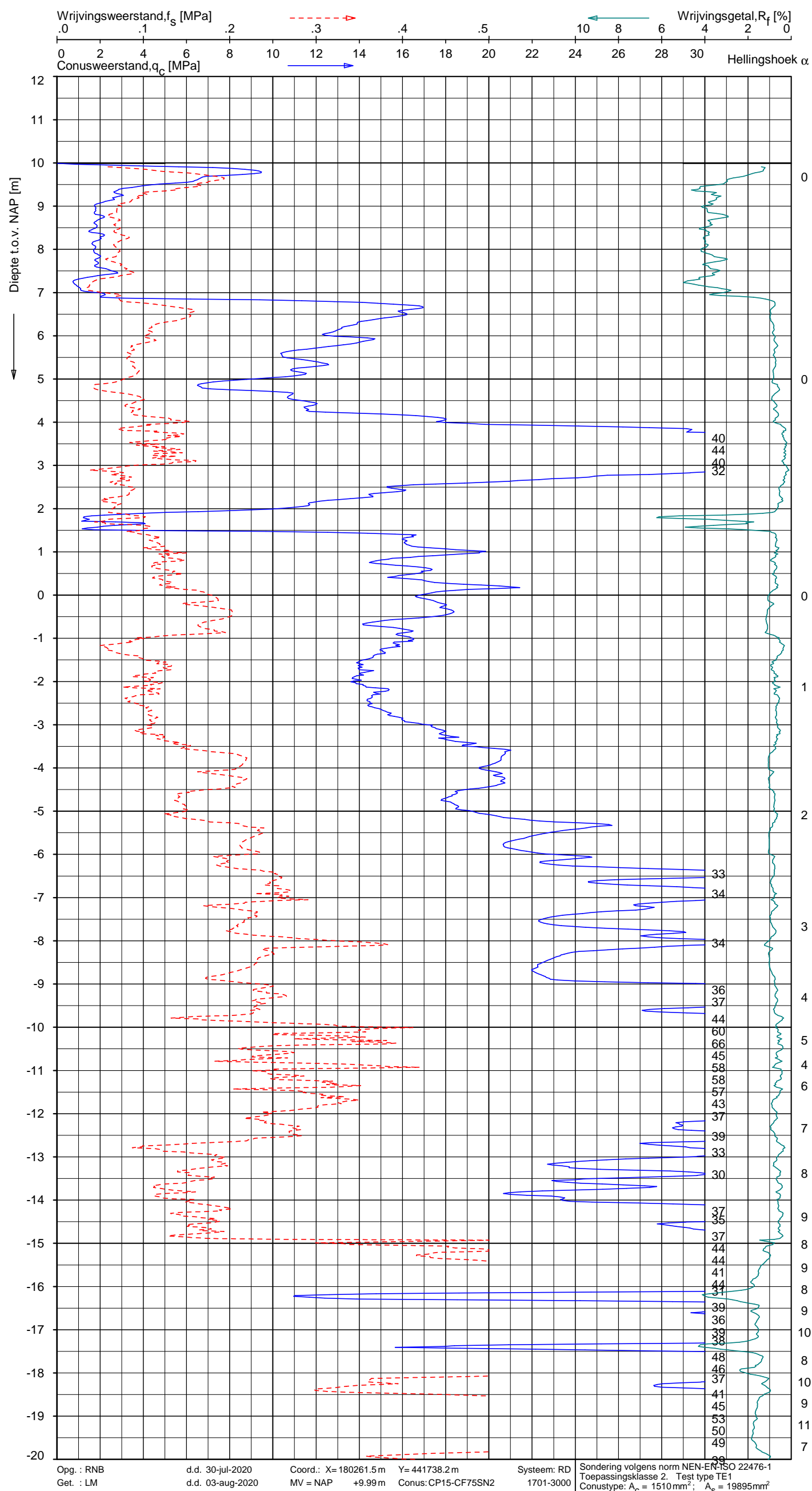
[illegible]

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

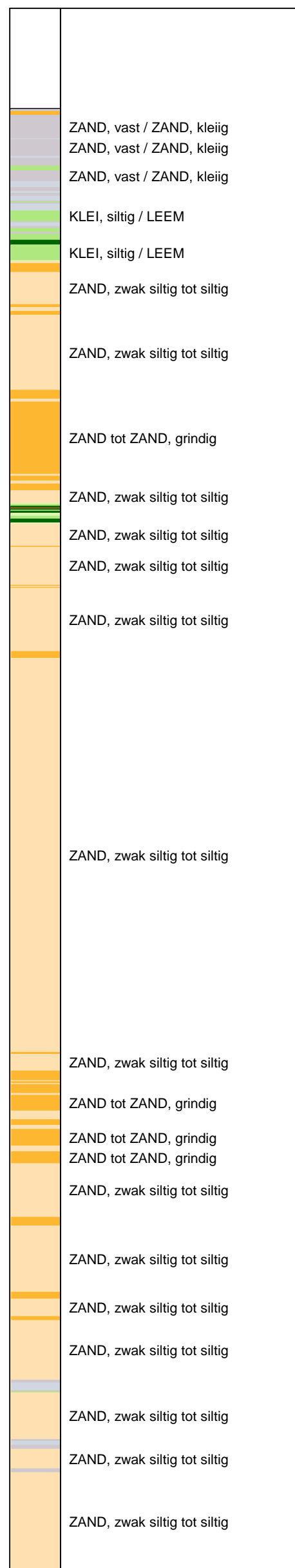
VERDIEPING ZANDWINNING HETEREN

Opdr. 1219-0039-130
Sond. DKM14





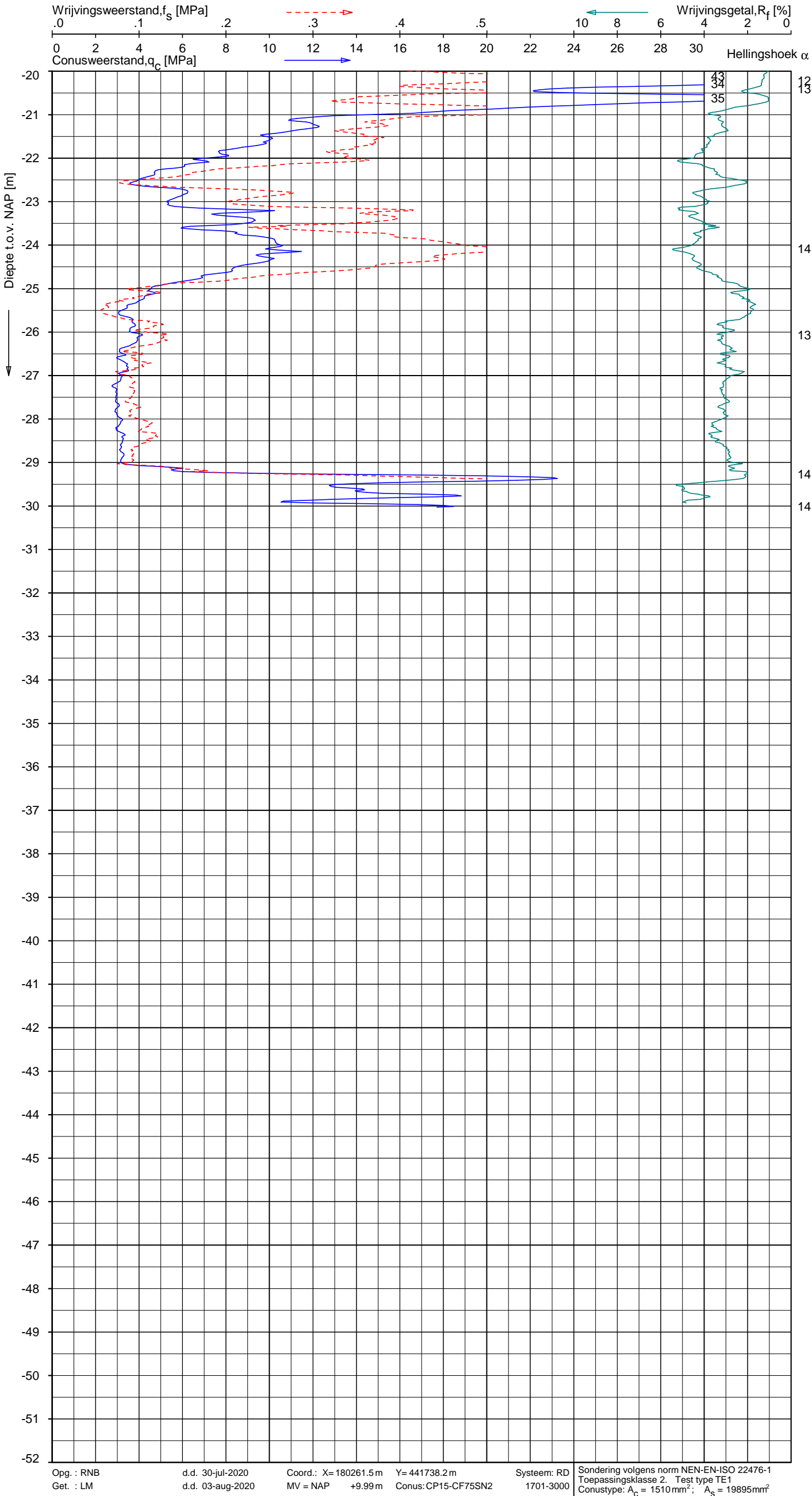
Indicatieve bodembeschrijving
 Automatisch gegenereerd uit data
 van de sondering, geldig onder
 grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)



SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

VERDIEPING ZANDWINNING HETEREN

Opdr. 1219-0039-130
Sond. DKM15A



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

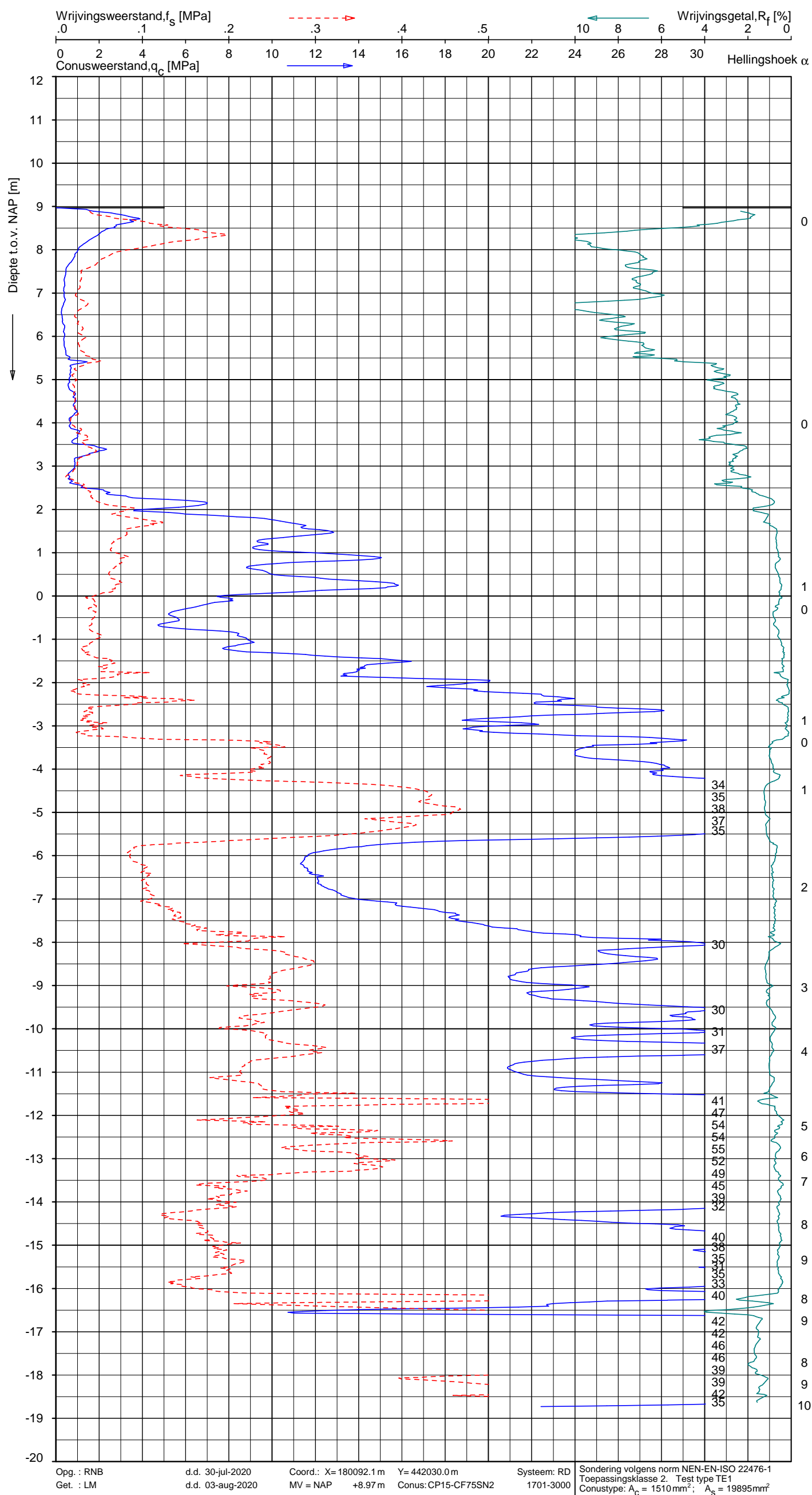
	ZAND, zwak siltig tot siltig
	ZAND, zwak siltig tot siltig
	KLEI, siltig / LEEM
	KLEI, siltig / LEEM
	KLEI, siltig / LEEM
	KLEI, siltig / LEEM
	KLEI, siltig / LEEM
	KLEI, siltig / LEEM
	KLEI, zwak siltig tot siltig
	KLEI, siltig / LEEM
	KLEI, zwak siltig tot siltig
	KLEI, siltig / LEEM
	Grond, zeer stijf, fijnkorrelig

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

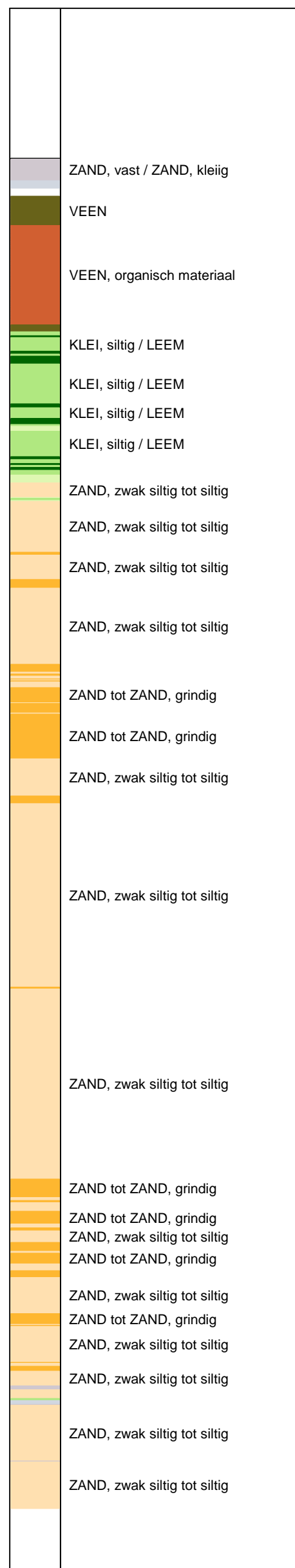
VERDIEPING ZANDWINNING HETEREN

Opdr. 1219-0039-130
Sond. DKM15A





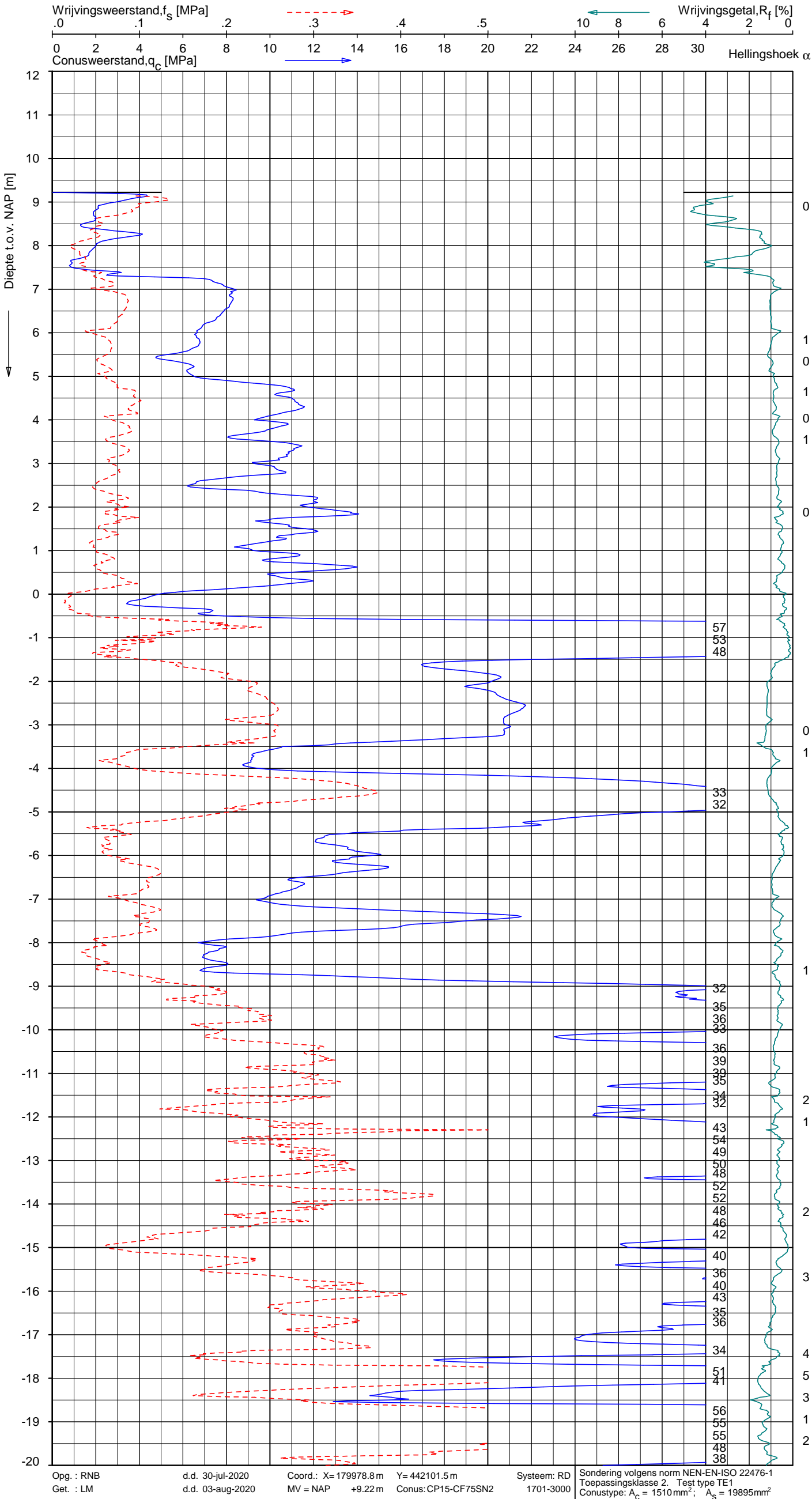
Indicatieve bodembeschrijving
 Automatisch gegenereerd uit data
 van de sondering, geldig onder
 grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)



SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

VERDIEPING ZANDWINNING HETEREN

Opdr. 1219-0039-130
Sond. DKM16



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

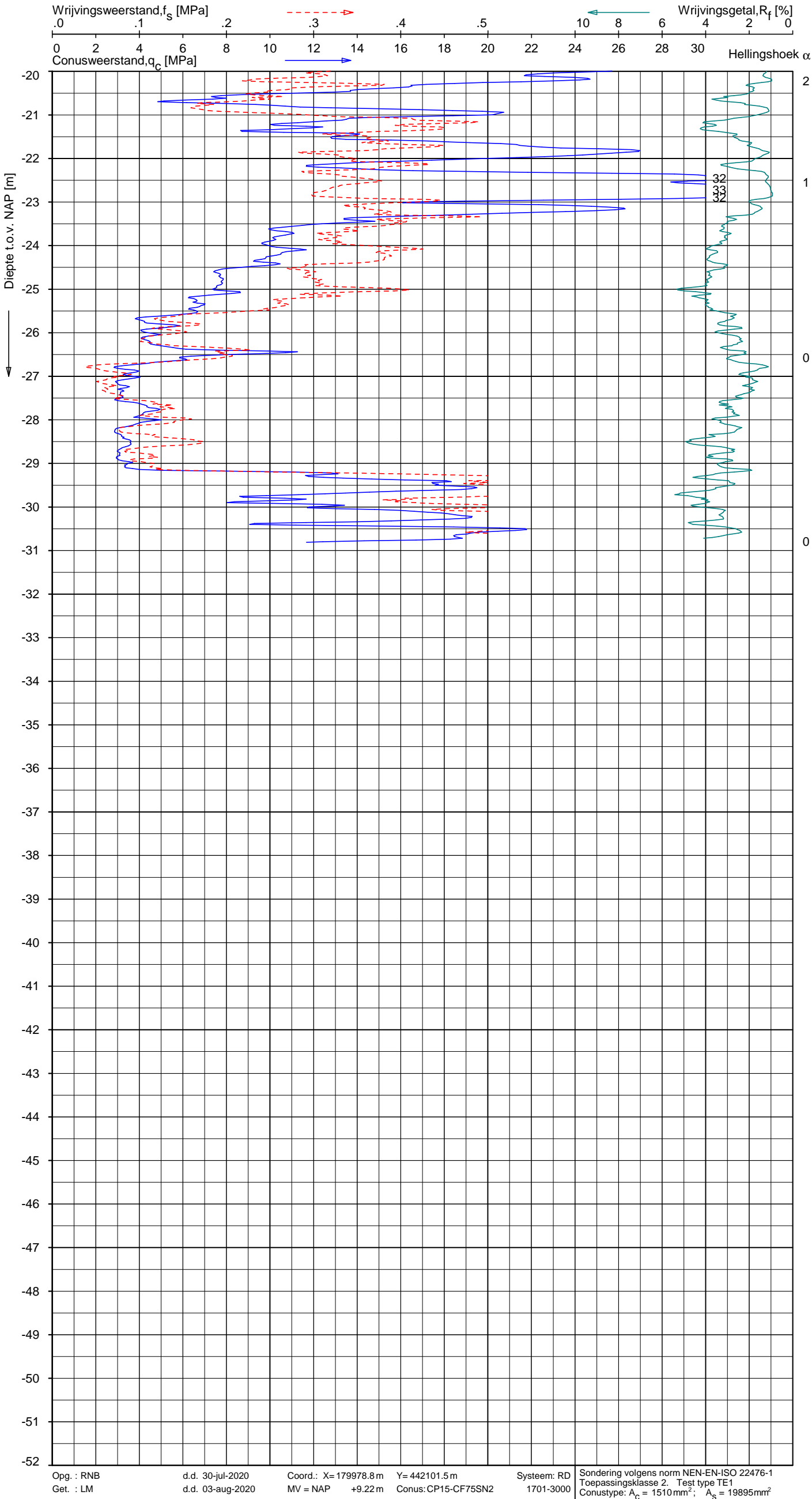


SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

VERDIEPING ZANDWINNING HETEREN

Opdr. 1219-0039-130
Sond. DKM17





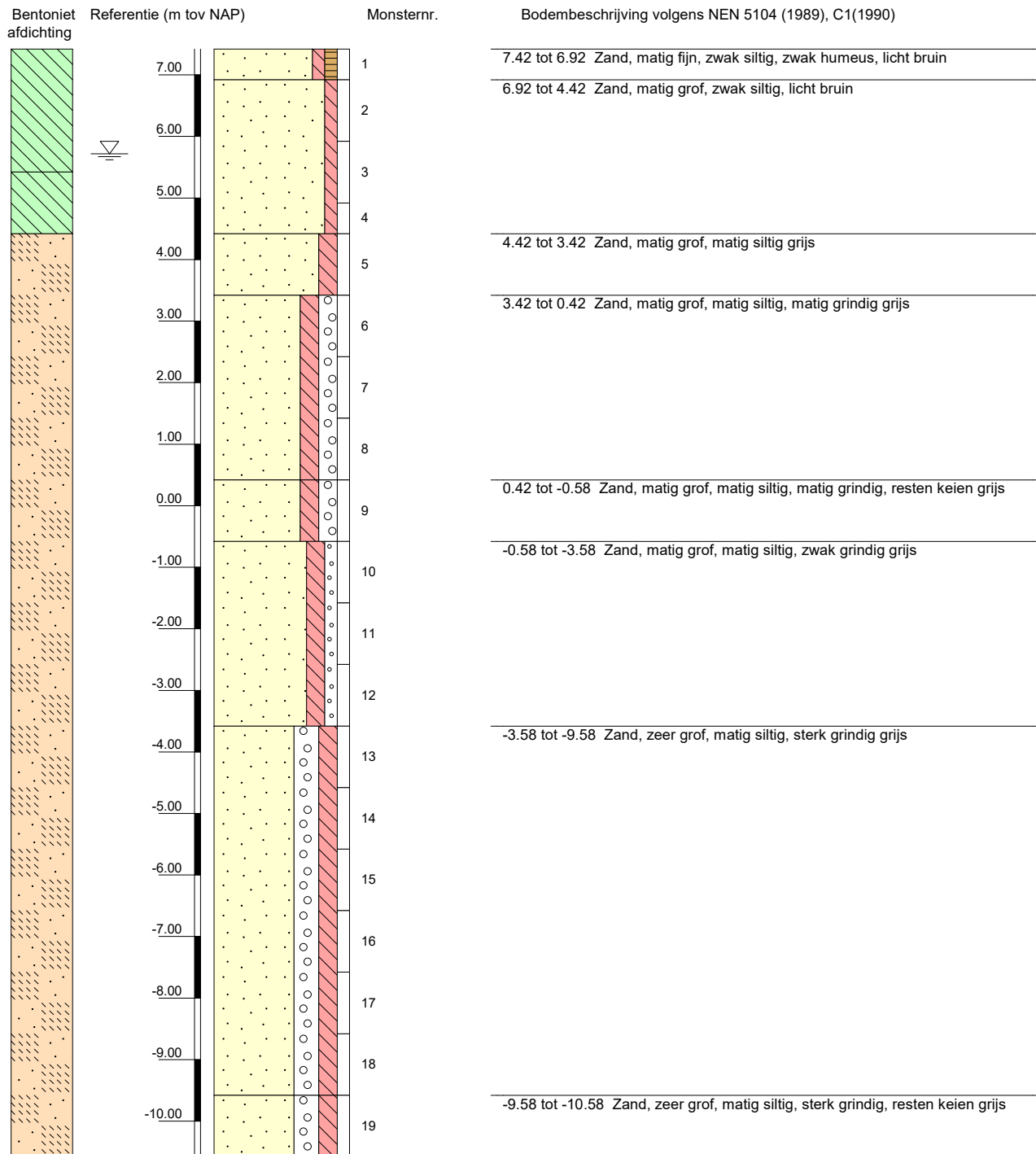
SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

VERDIEPING ZANDWINNING HETEREN

Opdr. 1219-0039-130
Sond. DKM17

Boring: B11

Veldidentificatie



Versie 2020-01-30

Algemene opmerking:

X: 179928.2

Y: 441689.9

Coördinatenstelsel: RD

GWS (m tov NAP): 5.72

GHG (m tov NAP):

GLG (m tov NAP):

MV (m tov NAP): 7.42

bk PB1 (m tov NAP):

bk PB2 (m tov NAP):

bk PB3 (m tov NAP):

bk PB4 (m tov NAP):

Boorvloestof:

WS PB1 (m tov NAP):

WS PB2 (m tov NAP):

WS PB3 (m tov NAP):

WS PB4 (m tov NAP):

Datum uitvoering: 20-08-2020

Boormeester: RH

Geïdentificeerd door: RH

BORING VOLGENS NEN-EN-ISO 22475-1

2320-172006

Verdieping zandwinning Heteren

Boring: B11

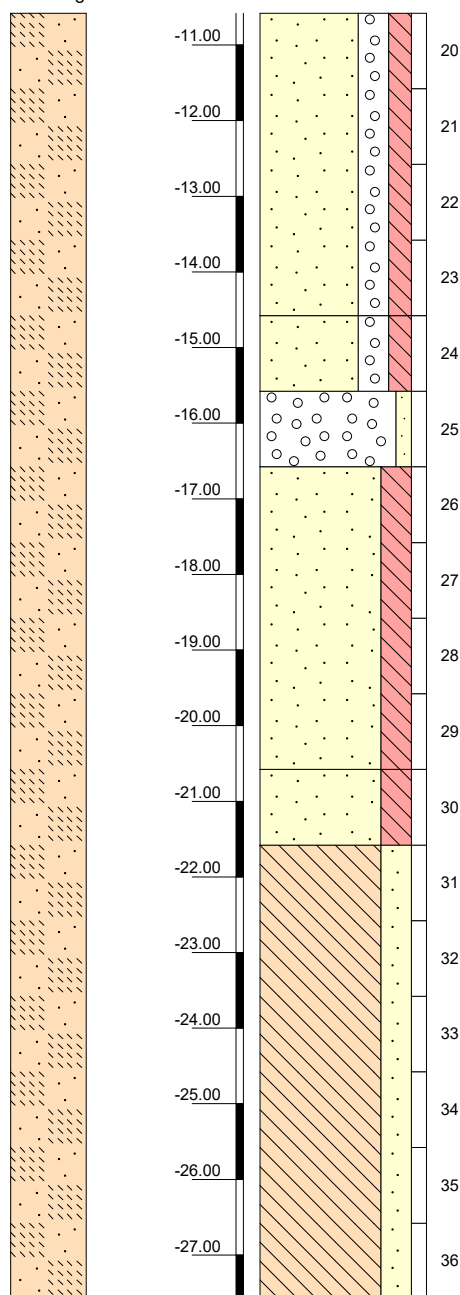
Veldidentificatie

Bentoniet
afdichting

Referentie (m tov NAP)

Monsternr.

Bodembeschrijving volgens NEN 5104 (1989), C1(1990)



-10.58 tot -14.58 Zand, zeer grof, matig siltig, sterk grindig grijs

-14.58 tot -15.58 Zand, uiterst grof, matig siltig, sterk grindig grijs

-15.58 tot -16.58 Grind, matig grof, zwak zandig, licht bruin

-16.58 tot -20.58 Zand, matig grof, sterk siltig, licht grijs-bruin

-20.58 tot -21.58 Zand, matig grof, sterk siltig, brokken klei, licht grijs-bruin

-21.58 tot -27.58 Leem, sterk zandig, slap, licht grijs

Versie 2020-01-30

Algemene opmerking:

X: 179928.2

GWS (m tov NAP): 5.72

MV (m tov NAP): 7.42

bk PB1 (m tov NAP):

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: 20-08-2020

Boormeester: RH

Geïdentificeerd door: RH

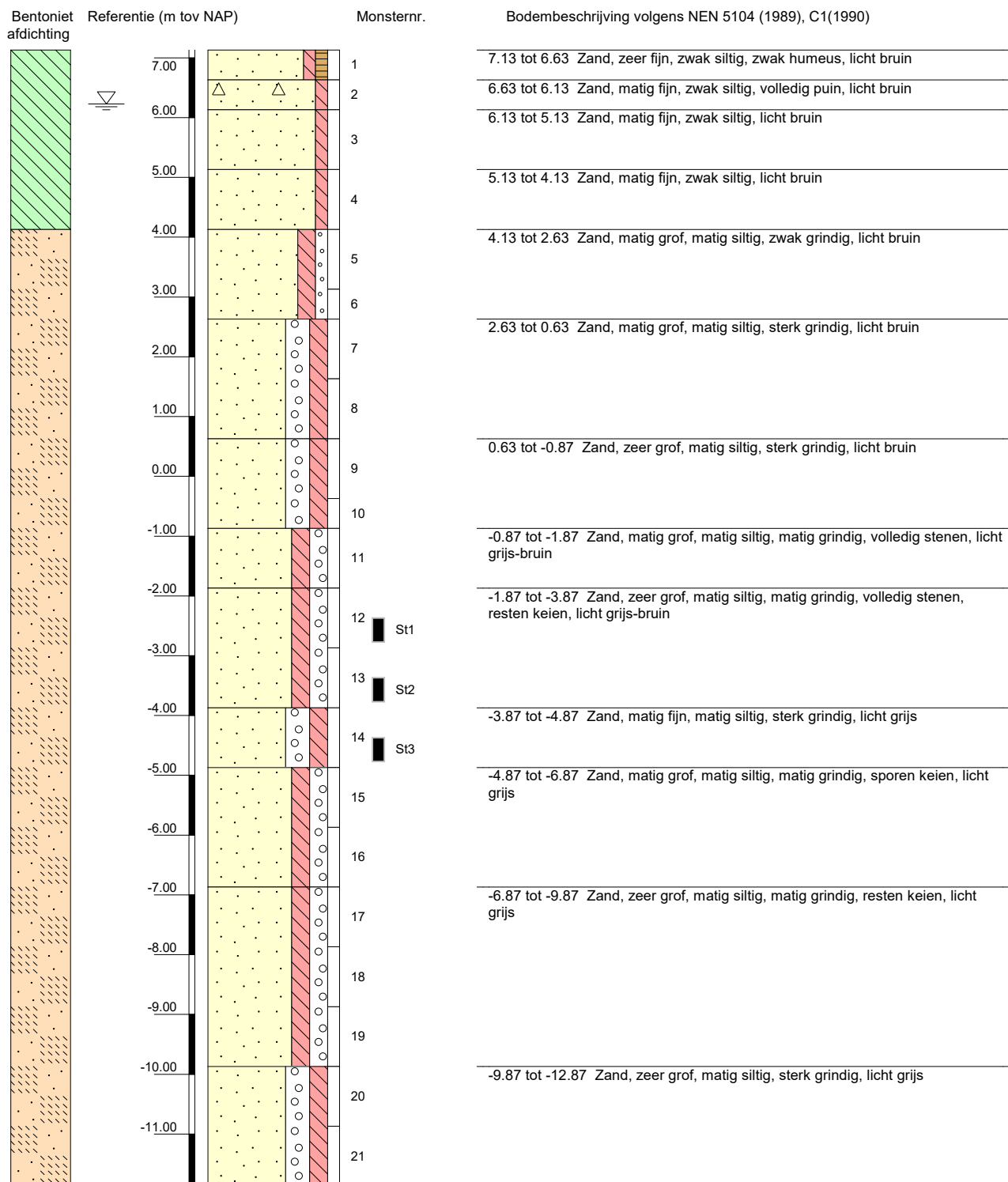
BORING VOLGENS NEN-EN-ISO 22475-1

2320-172006

Verdieping zandwinning Heteren

Boring: B12

Veldidentificatie



Versie 2020-01-30

Algemene opmerking:

X: 180165.1

Y: 441690.7

Coördinatenstelsel: RD

GWS (m tov NAP): 6.23

GHG (m tov NAP):

GLG (m tov NAP):

MV (m tov NAP): 7.13

bk PB1 (m tov NAP):

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: 18-08-2020

Boormeester: RH

Geïdentificeerd door: RH

BORING VOLGENS NEN-EN-ISO 22475-1

2320-172006

Verdieping zandwinning Heteren

FUGRO

Boring: B12

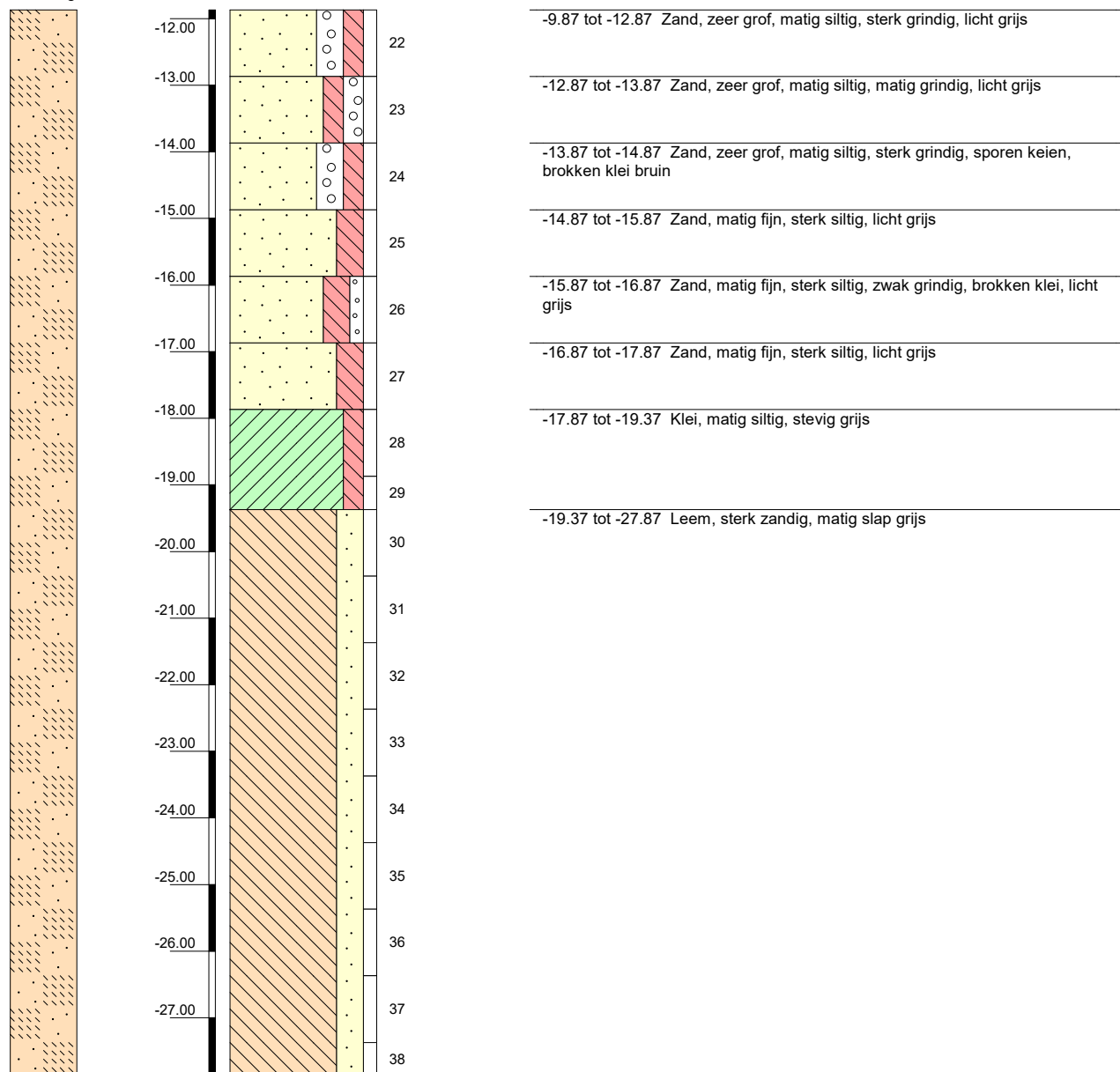
Bentoniet
afdichting

Referentie (m tov NAP)

Monsternr.

Veldidentificatie

Bodembeschrijving volgens NEN 5104 (1989), C1(1990)



Versie 2020-01-30

Algemene opmerking:

X: 180165.1

GWS (m tov NAP): 6.23

Y: 441690.7

GHG (m tov NAP):

Coördinatenstelsel: RD

GLG (m tov NAP):

MV (m tov NAP): 7.13

bk PB1 (m tov NAP):

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: 18-08-2020

Boormeester: RH

Geïdentificeerd door: RH

BORING VOLGENS NEN-EN-ISO 22475-1

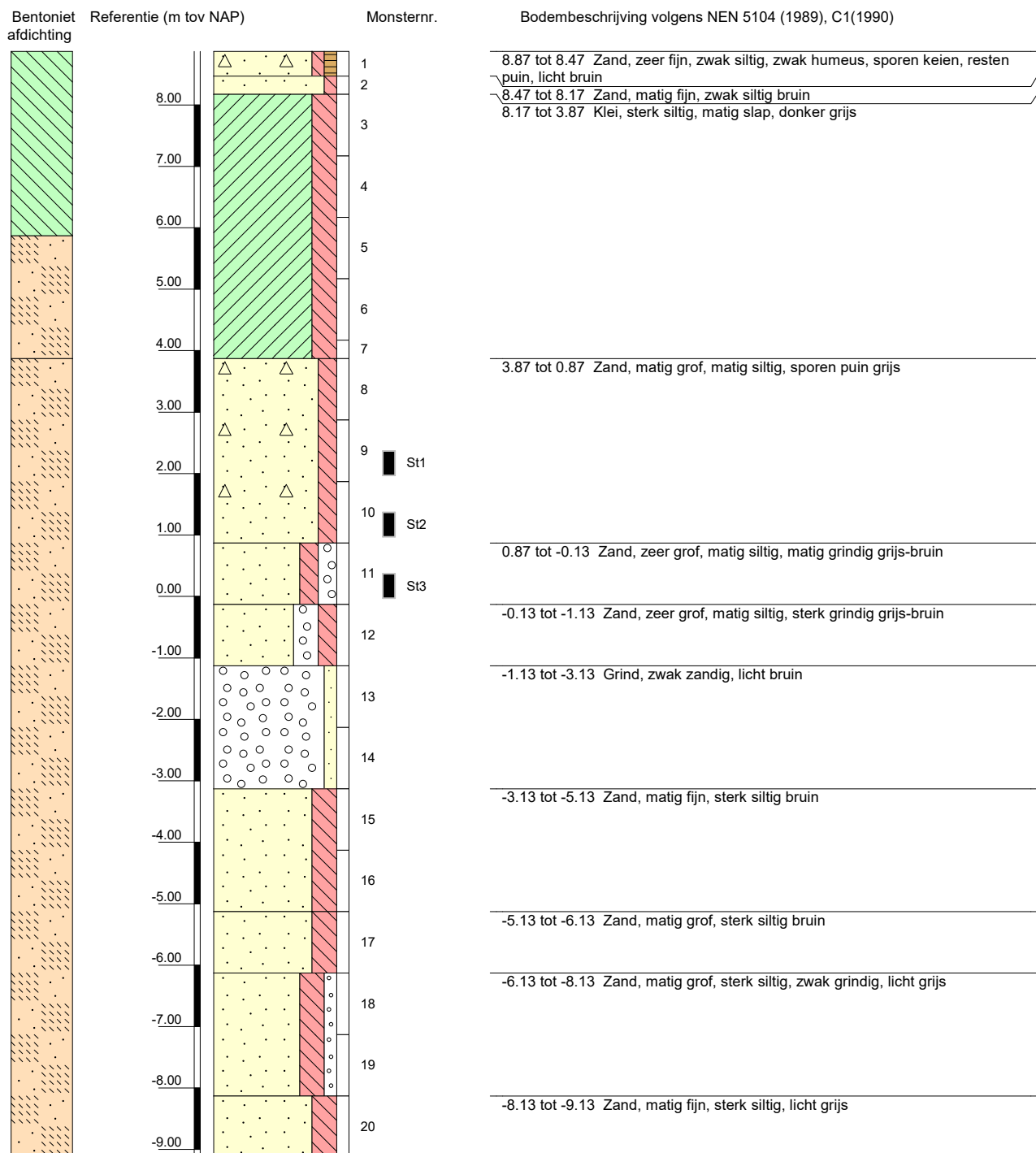
2320-172006

Verdieping zandwinning Heteren



Boring: B13

Veldidentificatie



Versie 2020-01-30

Algemene opmerking:

X: 180043.0

Y: 442077.2

Coördinatenstelsel: RD

GWS (m tov NAP):

GHG (m tov NAP):

GLG (m tov NAP):

MV (m tov NAP): 8.87

bk PB1 (m tov NAP):

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: 25-08-2020

Boormeester: RH

Geïdentificeerd door: RH

BORING VOLGENS NEN-EN-ISO 22475-1

2320-172006

Verdieping zandwinning Heteren

FUGRO

Boring: B13

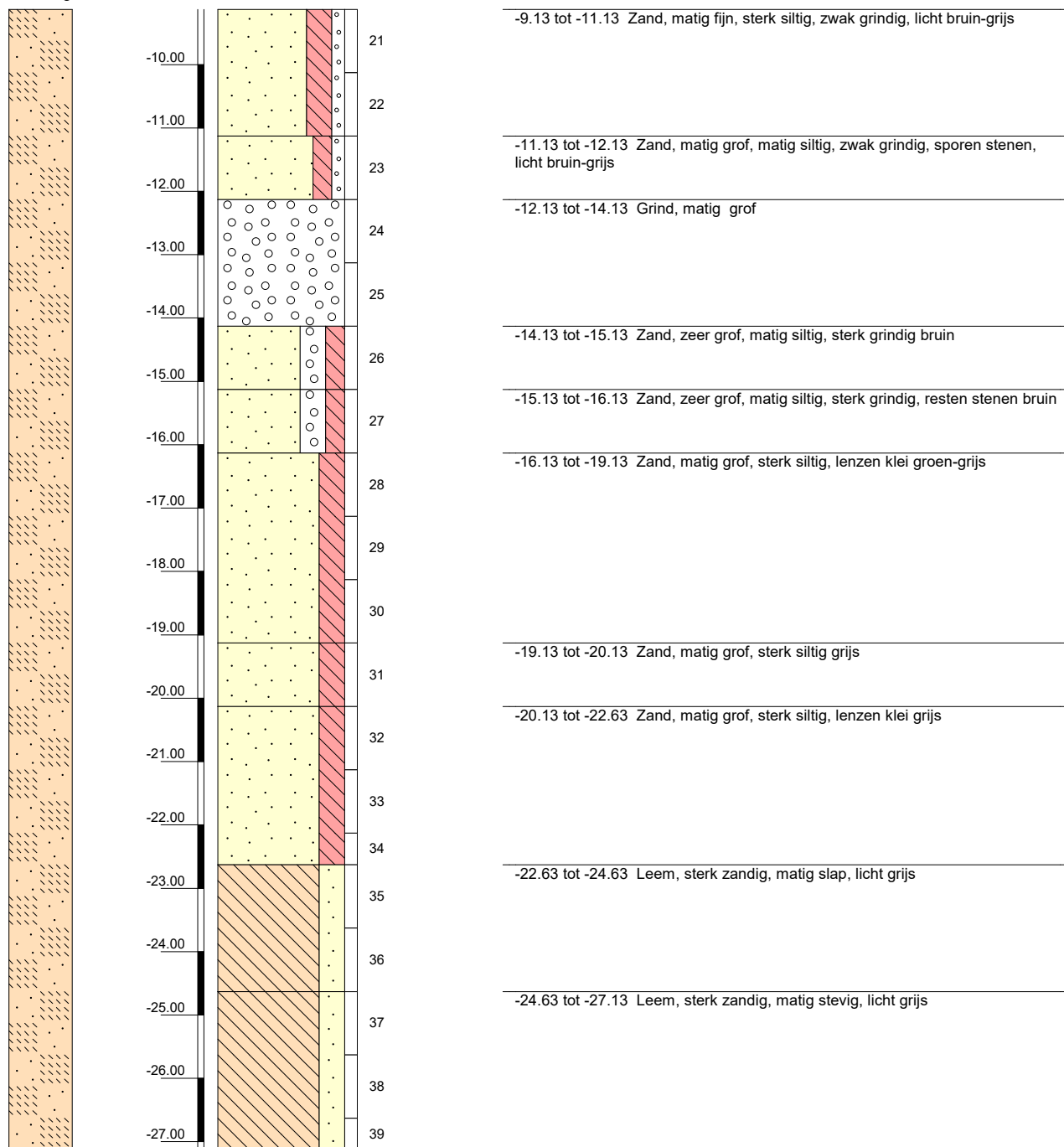
Veldidentificatie

Bentoniet
afdichting

Referentie (m tov NAP)

Monsternr.

Bodembeschrijving volgens NEN 5104 (1989), C1(1990)



Versie 2020-01-30

Algemene opmerking:

X: 180043.0

GWS (m tov NAP):

MV (m tov NAP): 8.87

bk PB1 (m tov NAP):

Boorvloeistof:

WS PB1 (m tov NAP):

Datum uitvoering: 25-08-2020

Y: 442077.2

GHG (m tov NAP):

bk PB2 (m tov NAP):

WS PB2 (m tov NAP):

Boormeester: RH

Coördinatenstelsel: RD

GLG (m tov NAP):

bk PB3 (m tov NAP):

WS PB3 (m tov NAP):

Geïdentificeerd door: RH

bk PB4 (m tov NAP):

WS PB4 (m tov NAP):

BORING VOLGENS NEN-EN-ISO 22475-1

2320-172006

Verdieping zandwinning Heteren



Toelichting geotechnisch onderzoek

Coördinaten en hoogte van de onderzoekspunten

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

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

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

Sonderen

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

Boren

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

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

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

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

Ongeroerde monsternamen bij het mechanisch boren kan plaatsvinden door:

- Een Ackermann steekbus te slaan of te drukken;
- Een Pistonbus te drukken;
- Een Gelpush monster te drukken.

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

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

Op het beschrijven van grond is de NEN-EN-ISO 14688-1 of NEN 5104 van toepassing. Op de boorstaat staat aangegeven welke NEN Norm gehanteerd is.

(Grond)waterstand

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

Kwaliteitsborging

Alle werkzaamheden zijn verricht in overeenstemming met het managementsysteem van Fugro NL Land B.V. dat voldoet aan de NEN-ISO 9001:2015 en VCA ** 2008/5.1.

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

Continu elektrisch sonderen

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 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 mm² 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 mm² 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. Het basisoppervlak van de conus mag tussen 500 en 2000 mm² variëren zonder dat correctiefactoren op de meetresultaten moeten worden toegepast. Fugro sonderingen worden standaard uitgevoerd met een sondeerconus met een basisoppervlak van 1500 mm² en een manteloppervlak van 20000 mm².

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. Onderzoek* 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

* Lunne and Powell, A comparison of different sized piezocones in UK clays.

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 *benen* 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.*

Tabel 1: Wrijvingsgetal per grondsoort

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.

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][†], 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:

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

Vergelijking 1

Genormaliseerd wrijvingsgetal

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

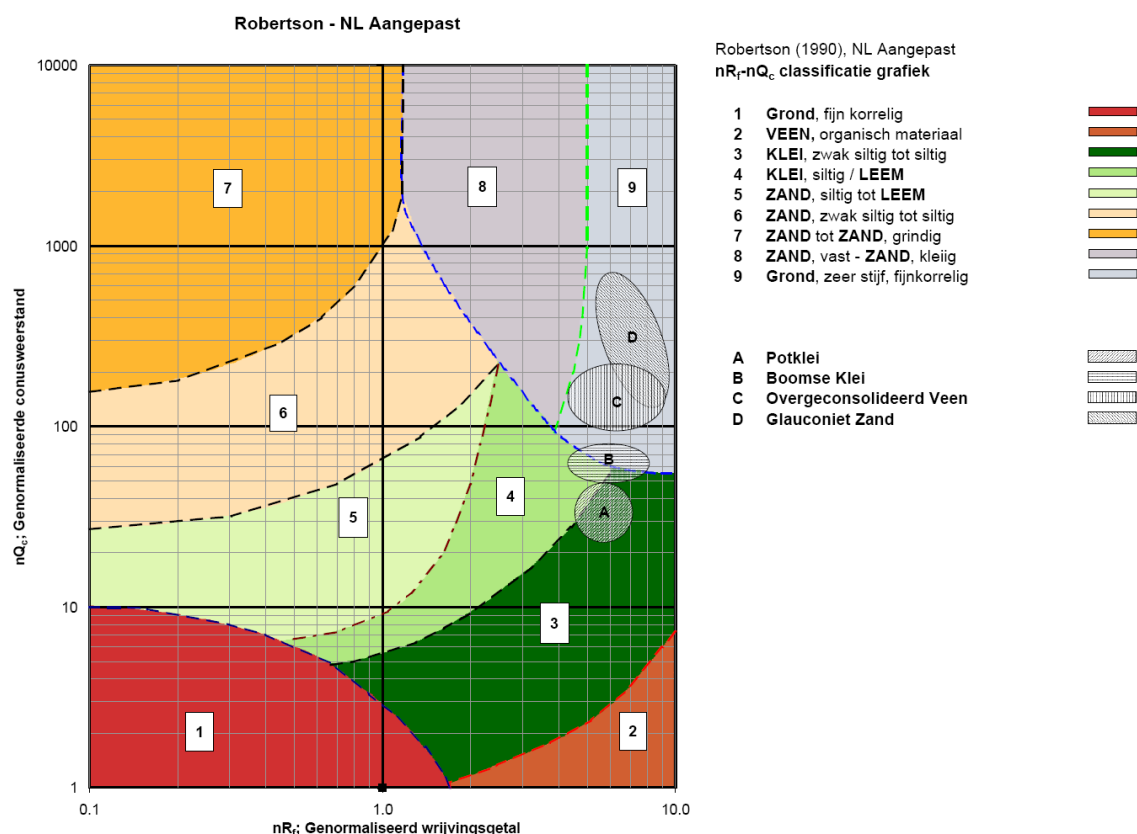
Vergelijking 2

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

[†] Robertson, P.K. [1990] "Soil Classification using the cone penetration test". Canadian Geotechnical Journal, 27(1), 151-158

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;
- er is een extra voorwaarde ingebracht om Holocene veenlagen goed te kunnen classificeren. Voor $q_c < 1,5 \text{ MPa}$ en $R_f > 5 \%$ wordt de grond als veen geïnterpreteerd.



Figuur 1: Classificatiegrafiek Robertson (1990), aangepast voor Nederlandse grondsoorten

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.

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.

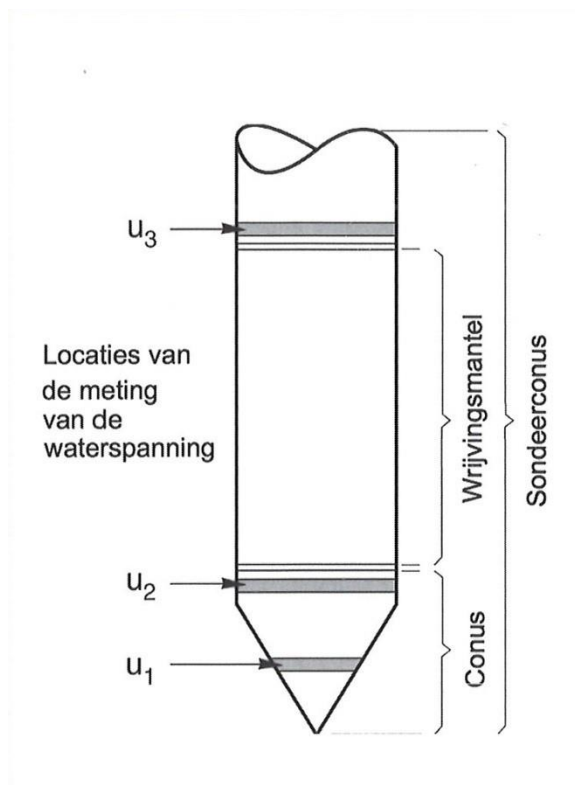
Tabel 2: Overzicht andere conustypen met toepassingsmogelijkheden

Type meting	Meetresultaten	Toepassingsmogelijkheden
Waterspanning	Waterspanning ter plaatse van de punt	<ul style="list-style-type: none"> ■ registreren waterremmende lagen; ■ indicatie stijghoogte grondwater; ■ classificatie / gelaagdheid bodem.
Magnetometer	Magnetische veldsterkte in 3 orthogonale richtingen (X,Y,Z)	<ul style="list-style-type: none"> ■ blindgangeronderzoek; ■ onderzoek ligging obstakels (stalen leidingen, grondankers); ■ onderzoek paalpuntniveau / schoorstand funderingspalen; ■ onderzoek ligging onderzijde stalen damwanden.
Geleidbaarheid	Elektrische geleiding grond en grondwater	<ul style="list-style-type: none"> ■ indicatie waterkwaliteit / zoet - zout water grens; ■ onderzoek verspreiding verontreiniging.
Temperatuur	Temperatuurmeting op verschillende diepten	<ul style="list-style-type: none"> ■ warmteoverdracht in de bodem; ■ bepaling temperatuurgradiënt.
Schuifgolfsnelheid (seismisch)	Dynamische bodemparameters op verschillende diepten	<ul style="list-style-type: none"> ■ machinefunderingen; ■ windturbinefunderingen.
Versnelling	Versnellingen op verschillende diepten	<ul style="list-style-type: none"> ■ heittrillingen; ■ verkeerstrillingen
MIP (Membrane Interface Probe)	Verticale verspreiding van vluchtige (gechloreerde) koolwaterstoffen	<ul style="list-style-type: none"> ■ bestudering zak/drijfslagen en/of verontreinigingen met (gechloreerde) koolwaterstoffen
ROST (Rapid Optical Screening Tool)	Verticale verspreiding van (aromatische) koolwaterstoffen	<ul style="list-style-type: none"> ■ bestudering zak/drijfslagen en/of verontreinigingen met (aromatische) koolwaterstoffen
HPT (Hydraulic Profiling Tool)	Doorlatendheid	<ul style="list-style-type: none"> ■ niet-stationaire grondwatermodellen ■ ontwerp bemalingen; ■ onderzoek infiltratiecapaciteit (DSI); ■ beoordeling pipinggevoeligheid dijken.

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 2). 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 2: Schematische weergave sondeerconus met meting van waterspanning

Uitvoeringswijze

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

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

Interpretatie

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

Wateroverspanningsindex B_q

Met de wateroverspanningsindex 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, rekening houdend met de heersende effectieve verticale spanning op het betreffende niveau. De wateroverspanningsindex B_q wordt als volgt berekend:

$$B_q = \frac{\beta \cdot (u_1 - u_o)}{q_{net}}$$

Vergelijking 3

$$Bq = \frac{(u_2 - u_o)}{q_{net}}$$

Vergelijking 4

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 = $q_c + (1 - a) \cdot \{\beta(u_1 - u_o) + u_o\}$ voor een filter in de conuspunt
- = $q_c + (1 - a) \cdot u_2$ voor een filter direct achter de conuspunt
- σ_{v0} = de verticale grondspanning; standaard wordt hierbij uitgegaan van een gemiddeld volumiek gewicht van de bodemlagen van 14 kN/m³ 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_o = 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 tabel 3 gegeven.

Tabel 3: β -factor per grondsoort

Grondgedrag	β -factor
Normaal geconsolideerde klei	0,6 – 0,8
Licht overgeconsolideerde klei	0,5 – 0,7
Sterk overgeconsolideerde klei	0,0* – 0,3
Leem, samendrukbaar	0,5 – 0,6
Leem, vast en dilatant gedrag	0,0* – 0,2
Zand, siltig, los gepakt	0,2 – 0,4
Opmerking: * = 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 klei overeen met circa 1/2 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. In de norm *EN-ISO 22476-1* is de nauwkeurigheid van de meetresultaten gekoppeld aan het toepassingsgebied met bijbehorend bodemkenmerken / geschiktheid voor interpretatie en afleiding van bodemparameters. Verder is de meting van de waterspanning genormeerd. In de Europese tabel van sondeerclassen worden de sondeerclassen ingedeeld naar de toepassing van de sondering, zie tabel 4.

Tabel 4: Overzicht toepassingsklassen *EN-ISO 22476-1*

Toepassing-klasse	Test type	Gemeten parameter	Toegestane minimum nauwkeurigheid ^a	Maximum lengte tussen metingen	Gebruik	
					Grondsoort	Interpretatie
1	TE2	<ul style="list-style-type: none"> ■ Conusweerstand ■ Mantelwrijving ■ 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	<ul style="list-style-type: none"> ■ Conusweerstand ■ Mantelwrijving ■ 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	<ul style="list-style-type: none"> ■ Conusweerstand ■ Mantelwrijving ■ 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	<ul style="list-style-type: none"> ■ Conusweerstand ■ Mantelwrijving ■ Sondeerlengte 	500 kPa of 5 % 50 kPa of 20 % 0,2 m of 1 %	50 mm	A B C D	G* G* G* G*

Opmerking:

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) (typische gronden met $q_c < 3$ MPa);
 - B gemengde bodemprofielen met slappe tot stijve kleien ($q_c \leq 3$ MPa) en matig vaste tot vaste zanden (conusweerstand 5 MPa • $q_c < 10$ MPa);
 - C gemengde bodemprofielen met stijve kleien (conusweerstand 1,5 MPa • $q_c < 3$ MPa) en zeer dichte zanden ($q_c > 20$ MPa);
 - D zeer stijve tot harde kleien ($q_c \geq 3$ MPa) en zeer vaste grove gronden ($q_c \geq 20$ MPa).
- c G Vaststelling bodemprofiel en bepaling van grondsoort met een laag niveau van onzekerheid.
 G* Indicatieve vaststelling bodemprofiel en bepaling van grondsoort met een hoog niveau van onzekerheid.
 H Interpretatie met betrekking tot ontwerp met een laag niveau van onzekerheid.
 H* Interpretatie met betrekking tot ontwerp met een hoog niveau van onzekerheid.
- d Waterspanning kan alleen worden gemeten als TE2 wordt toegepast.

Voor projecten, waarbij parameters op basis van Tabel 2.b uit *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 niet realistisch 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.

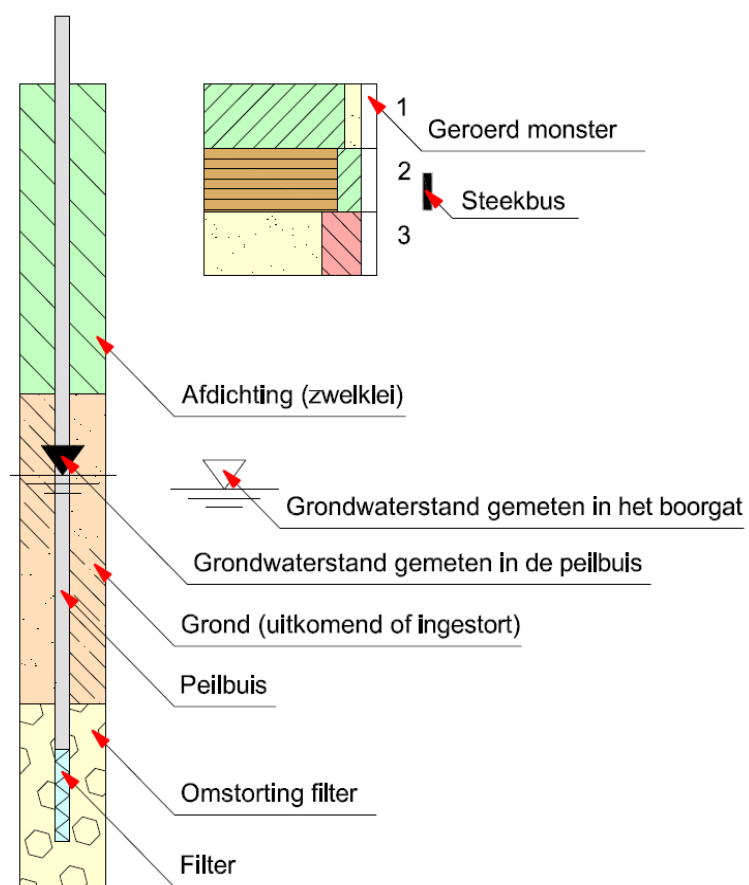
Voor sondering in toepassingklasse 1 worden speciale gevoelige conussen met een beperkt meetbereik toegepast. De enige praktische indicatie over de bereikte sondeerklasse is controle van recente kalibraties en 0-puntsverlopen tussen het begin en eind van de sondering.

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*.

Legenda terreinproeven

Boringen / Peilbuizen		Sonderingen	
	Handboring nog niet uitgevoerd		Sondering met plaatselijke kleefmeting nog niet uitgevoerd
	Handboring uitgevoerd		Sondering met plaatselijke kleefmeting uitgevoerd
	Handboring uitgevoerd met 1 peilbuis		Sondering zonder plaatselijke kleefmeting nog niet uitgevoerd
	Handboring uitgevoerd met 2 peilbuizen		Sondering zonder plaatselijke kleefmeting uitgevoerd
	Mechanische boring nog niet uitgevoerd		Slagsondering uitgevoerd
	Mechanische boring uitgevoerd		Handsondering uitgevoerd
	Mechanische boring uitgevoerd met 1 peilbuis		Multigrondwatersondering nog niet uitgevoerd
	Mechanische boring uitgevoerd met 2 peilbuizen		Multigrondwatersondering uitgevoerd
	Mechanische boring uitgevoerd met 3 peilbuizen		Sondering met bolconus nog niet uitgevoerd
	Boring uitgevoerd door derden		Sondering met bolconus uitgevoerd
	Boring uitgevoerd met peilbuis door derden		Waterspanningsmeter nog niet uitgevoerd
	Gedrukte peilbuis (PB) / minifilter (MF) nog niet uitgevoerd		Waterspanningsmeter uitgevoerd
	Gedrukte peilbuis (PB) / minifilter (MF) uitgevoerd		Sondering uitgevoerd door derden
Overige symbolen			Sondering met plaatselijke kleefmeting uitgevoerd door derden
	Meetpunt		Hellingmeterbuis nog niet uitgevoerd
	Hoogtemaat		Hellingmeterbuis uitgevoerd
Type sonderingen		Toegevoegde metingen	
D	Diepsondering	KM	Meting van de plaatselijke kleef
HS	Handsondering	P	Meting van de waterspanning
S	Slagsondering	M	Meting van de magnetische veldsterkte
		G	Meting van de geleidbaarheid
		S	Meting van de schuifgolfsnelheid (seismische meting)
		T	Meting van de temperatuur

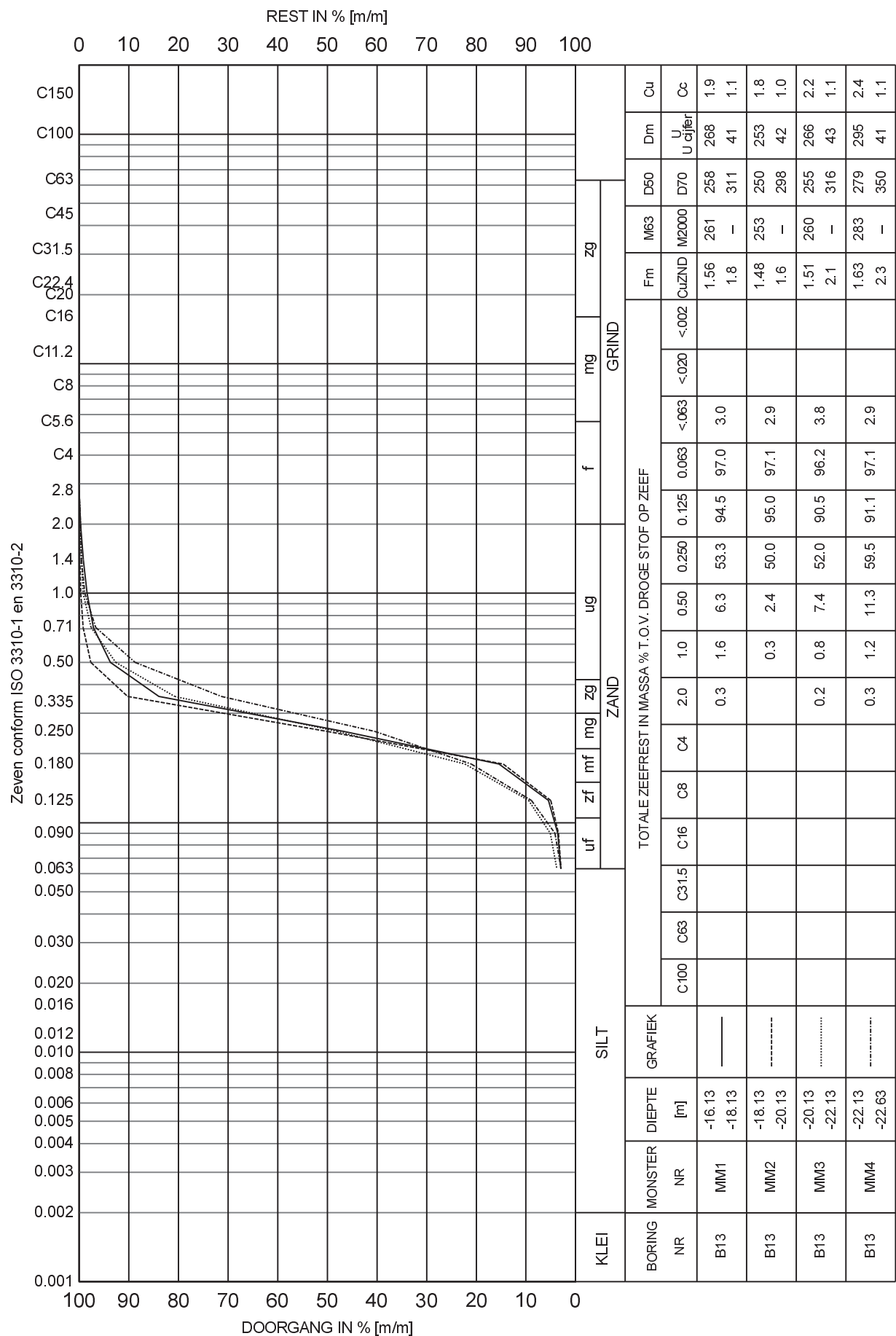
Peilbuis





Opdr. 2320-172006

Verdieping zandwinning Heteren



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

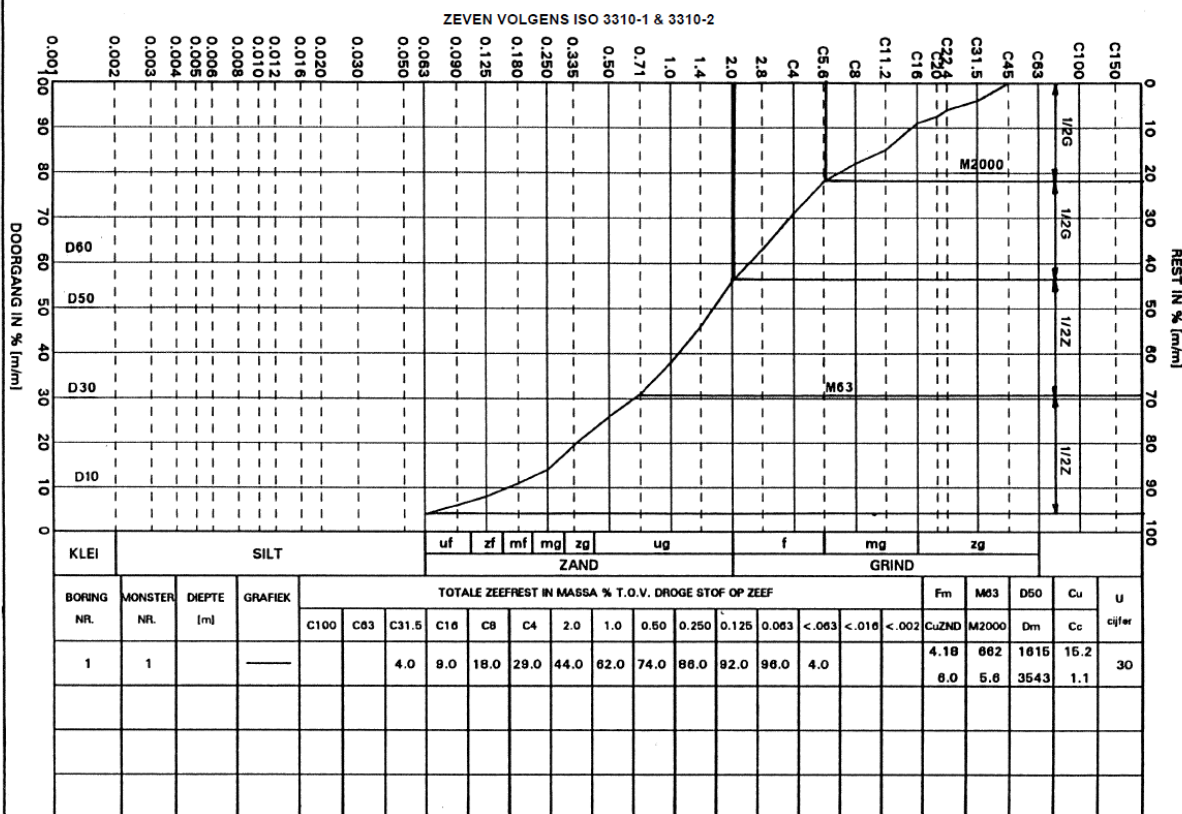
KORRELVERDELINGSDIAGRAM

Verdieping zandwinning Heteren

Opdr. 2320-172006

VERKLARING PARAMETERS UIT KORRELVERDELING

KORRELVERDELINGSDIAGRAM



- Fm (fijnheidsgetal) : som van de massapercentages op de zeven:
C63, C31.5, C16, C8, C4, 2 mm, 1 mm, 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 2 mm 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 2 mm doorgaat
- Cc (krommings
coëfficiënt) : $[D_{30}^2 / (D_{60} \times D_{10})]$ 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 : specifieke oppervlak zandfractie, berekend als:

$$\frac{\sum_n (m_1 \times u_1) + (m_2 \times u_2) \dots (m_n \times u_n)}{\text{massa zandfractie}}$$

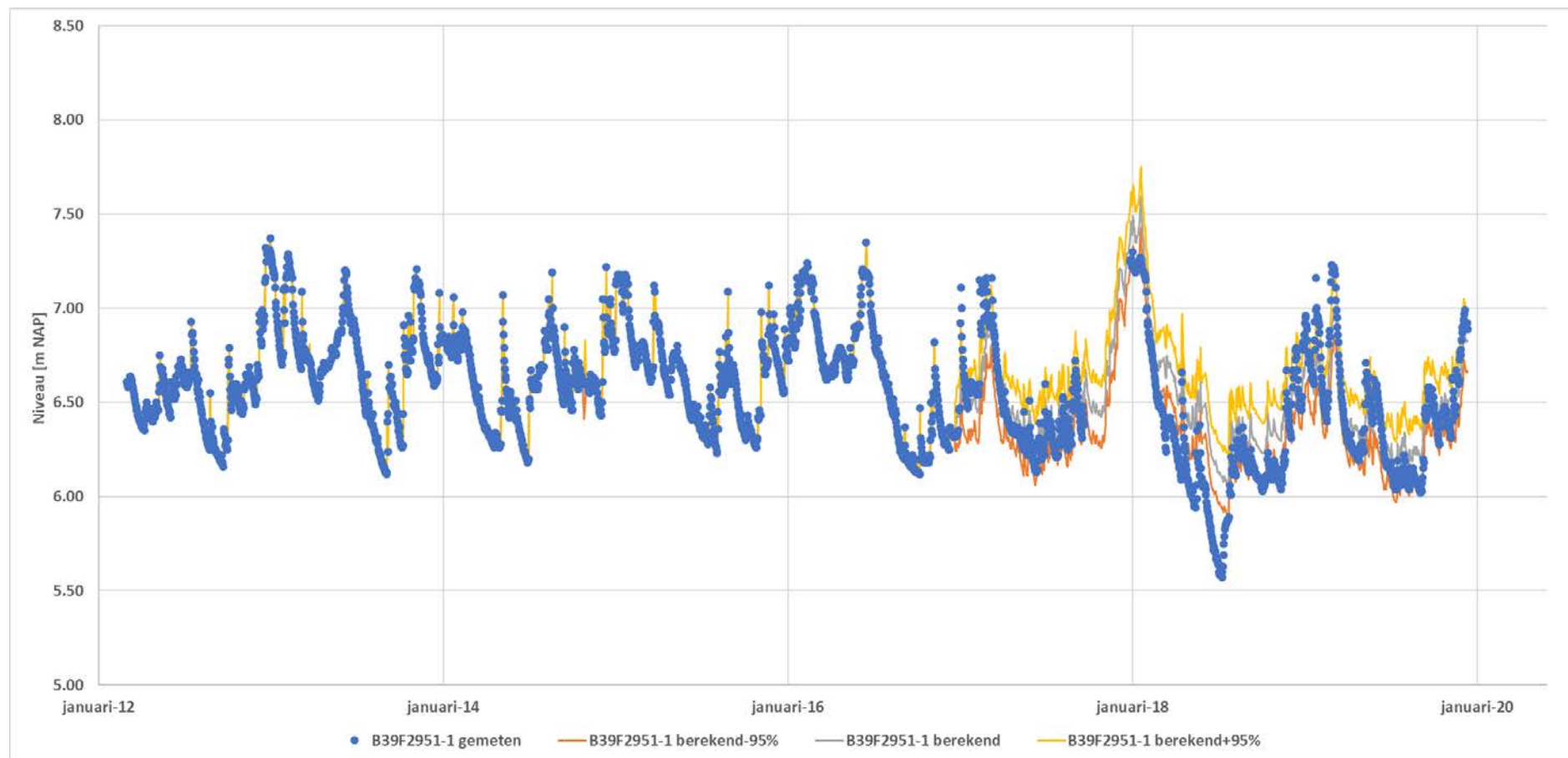
waarin:

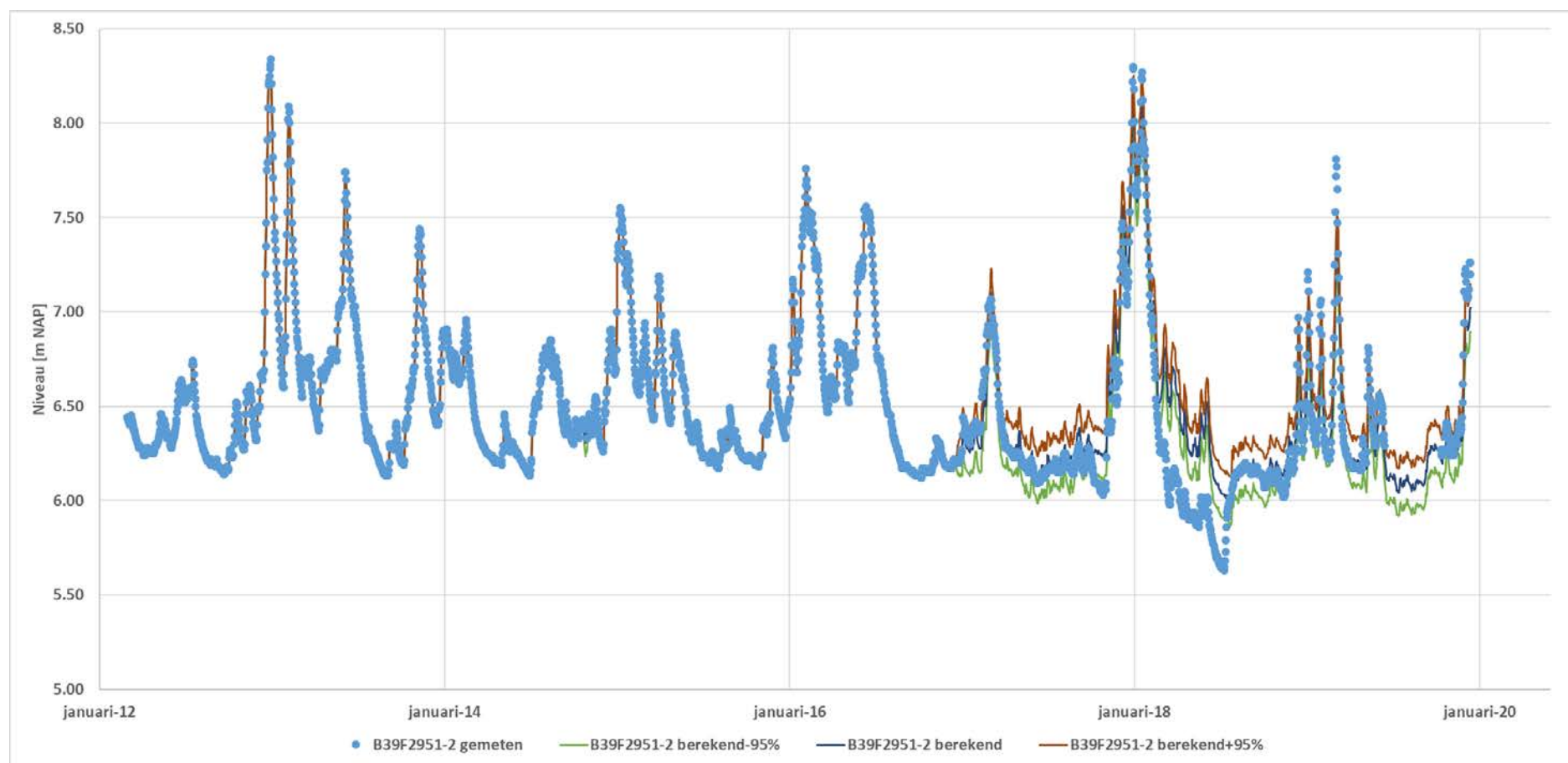
- $m^1, m^2, \text{etc.}$ = massa subfractie
- $u^1, u^2, \text{etc.}$ = specifiek oppervlak subfractie

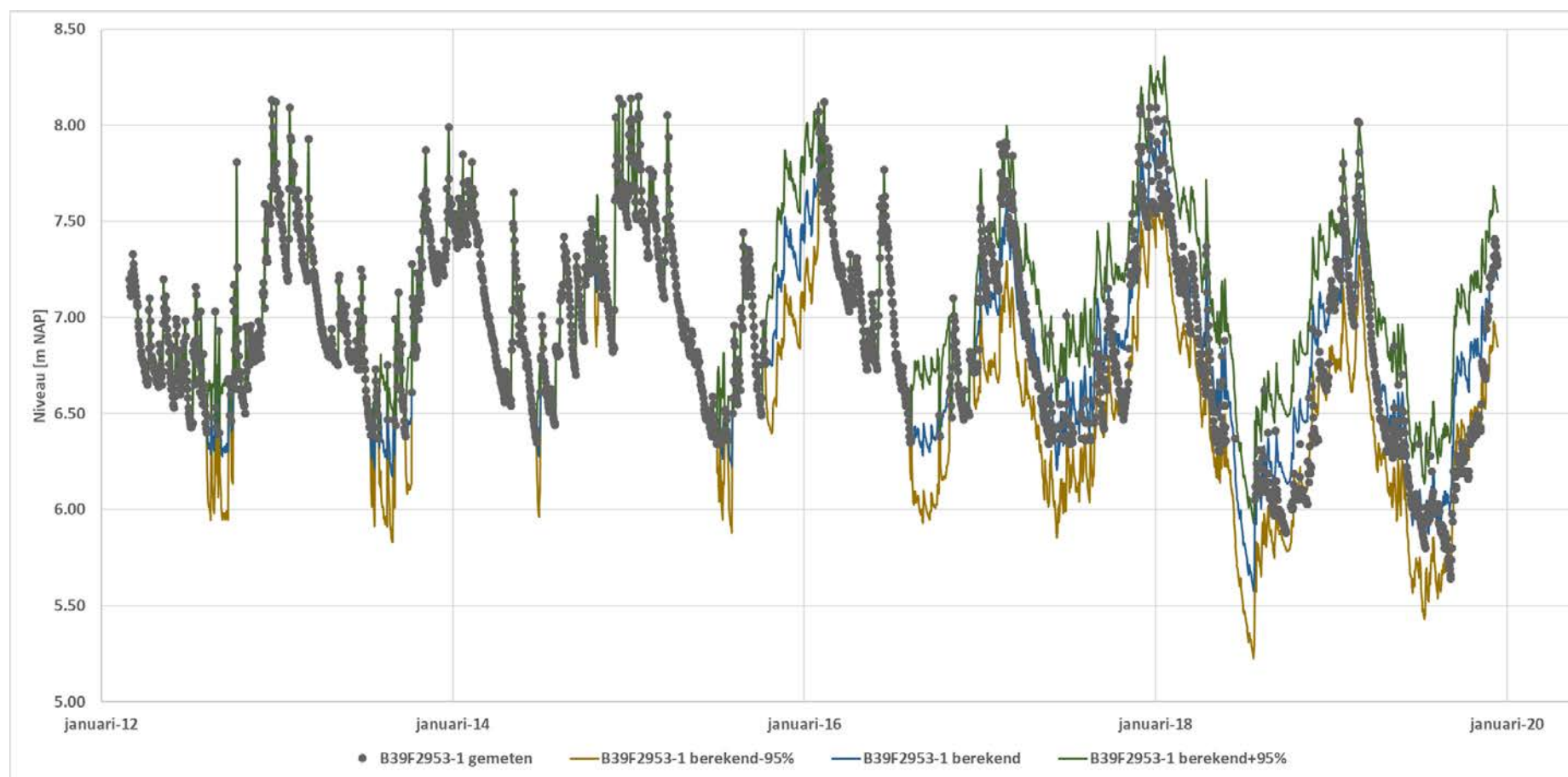
Bijlage D

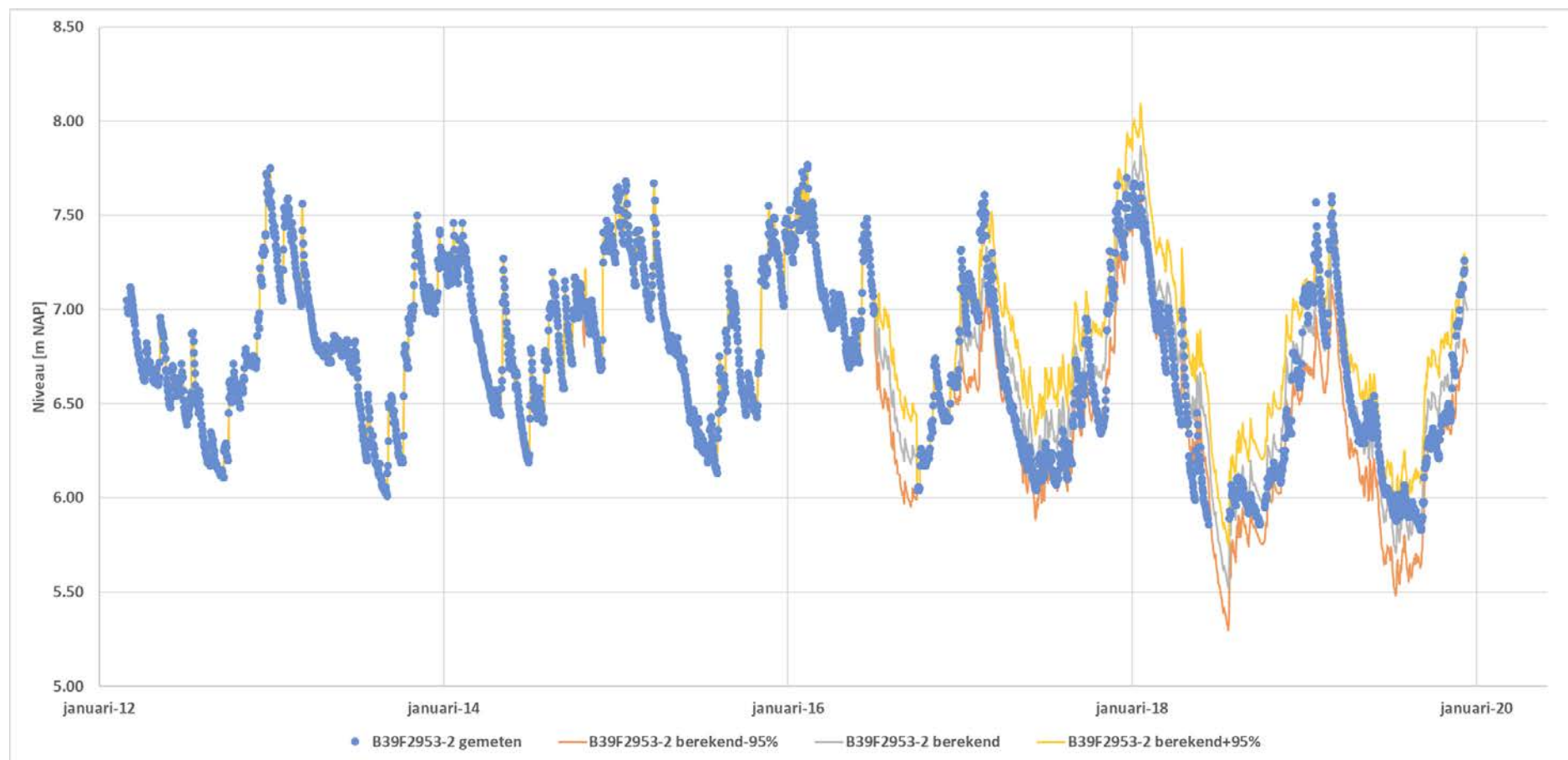
Resultaten Menyanthes

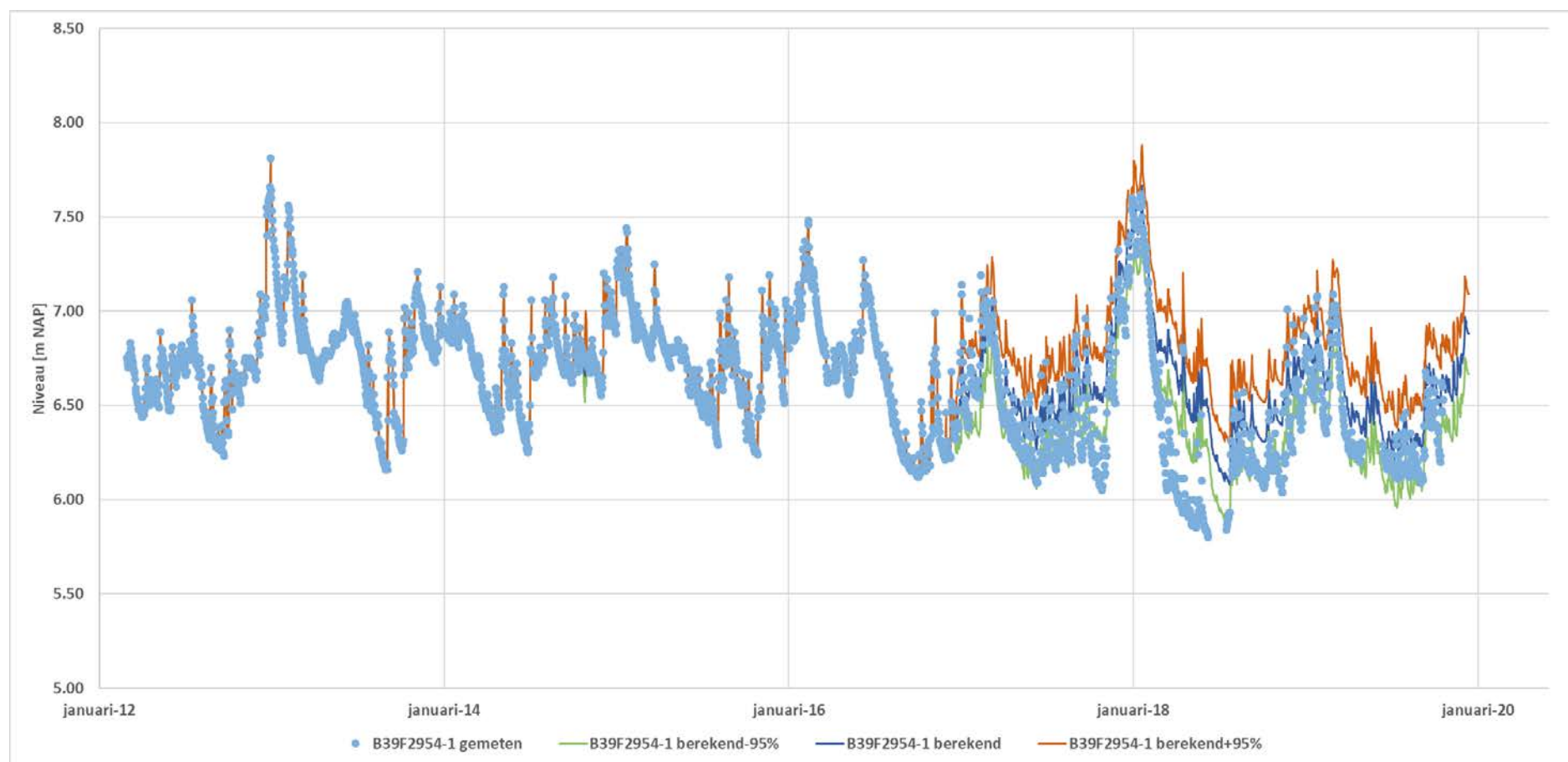
Geprognostiseerde grondwaterstanden en stijghoogten en gemeten waarden voor de periode 2012-2019

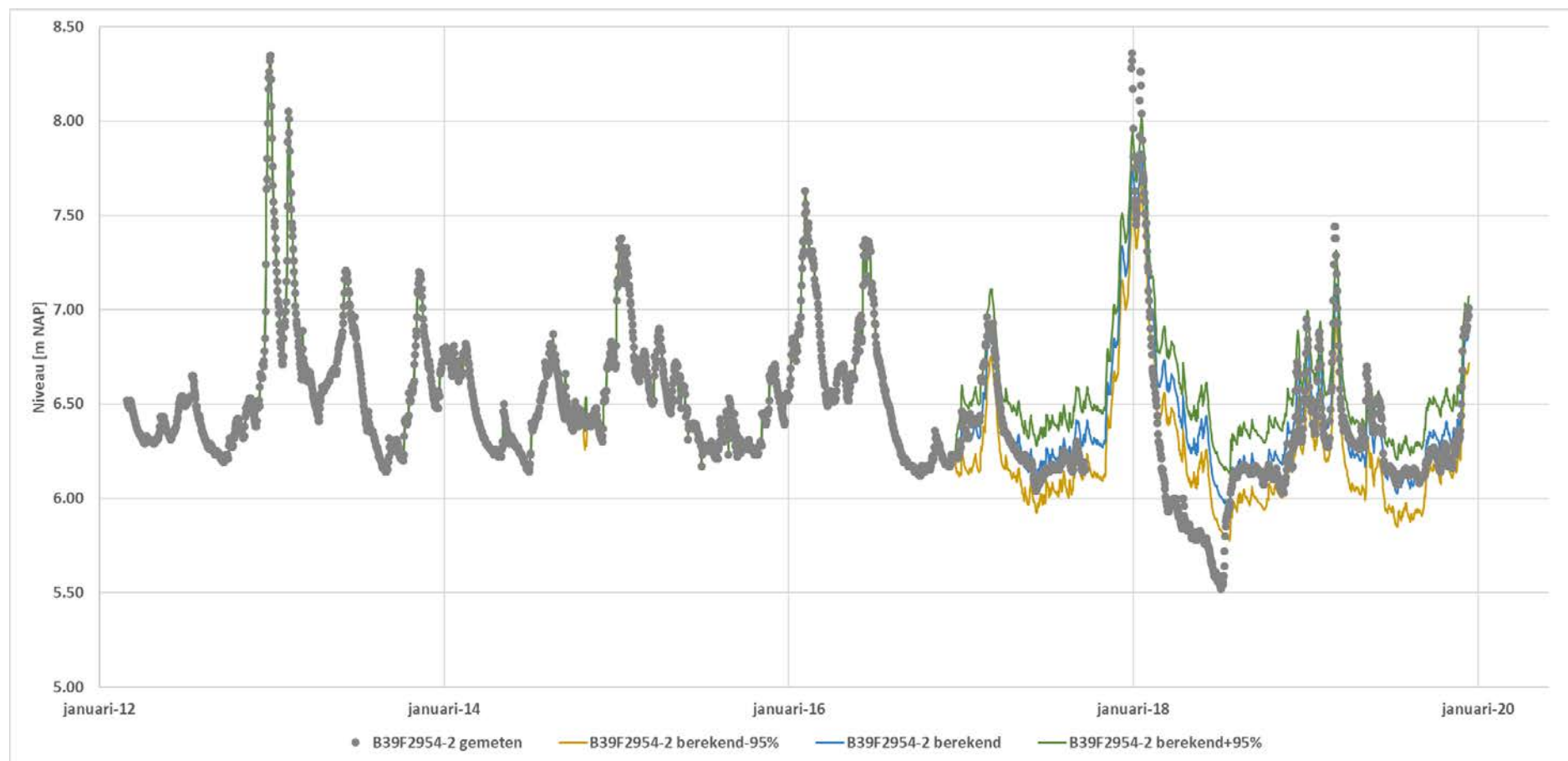
D.1 PEILBUIJS B39F2951-1

D.2 PEILBUIS B39F2951-2

D.3 PEILBUIS B39F2953-1

D.4 PEILBUIJS B39F2953-2

D.5 PEILBUIS B39F2954-1

D.6 PEILBUIS B39F2954-2

Bijlage E

Effectenstudie Grontmij 2011

Inrichtingsplan Randwijkse Waarden, effectenstudie geohydrologie,
Grontmij, 12 september 2011, GM-0020644



Inrichtingsplan Randwijkse Waarden

Effectenstudie geohydrologie

Definitief

Dekker van de Kamp Landschapsontwikkeling
Postbus 200
6660 EA ELST

Grontmij Nederland B.V.
Arnhem, 12 september 2011

Verantwoording

Titel : Inrichtingsplan Randwijkse Waarden
Subtitel : Effectenstudie geohydrologie
Projectnummer : 293104
Referentienummer : GM-0020644
Revisie : D1
Datum : 12 september 2011

Auteur(s) : drs. ing. J.G. van Uden
E-mail adres : jeroen.vanuden@grontmij.nl

Gecontroleerd door : ing. P. Hagemeijer

Paraaf gecontroleerd :

Goedgekeurd door : ing. D.J. Bolder

Paraaf goedgekeurd :

Contact : Grontmij Nederland B.V.
Velperweg 26
6824 BJ Arnhem
Postbus 485
6800 AL Arnhem
T +31 26 355 83 55
F +31 26 445 92 81
www.grontmij.nl

Inhoudsopgave

1	Inleiding.....	4
1.1	Aanleiding	4
1.2	Doel.....	4
1.3	Leeswijzer	4
2	Gebiedsbeschrijving.....	5
2.1	Inleiding.....	5
2.2	Situering plangebied	5
2.3	Maaiveldhoogte.....	6
2.4	Bodemopbouw	6
2.5	Grondwater	8
2.6	Oppervlaktewater	9
3	Voorgenomen ontwikkeling.....	12
3.1	Algemeen	12
3.2	Inrichtingsplan	12
3.3	Uiterwaarden.....	13
3.4	Bereikbaarheid bij hoogwater	13
4	Effecten	15
4.1	Algemeen	15
4.2	Effecten bij een gemiddelde situatie in de Neder-Rijn.....	15
4.3	Effecten bij een T=10-situatie in de Neder-Rijn	17
4.4	Effecten bij een droogweer periode	20
4.5	Invloed oppervlaktewatersysteem Heteren.....	21
5	Conclusies.....	22
5.1	Conclusies.....	22
5.2	Aanbevelingen	23

Bijlage 1: Situering peilbuizen omgeving plangebied

Bijlage 2: Grondwatermodellering

Bijlage 3: Berekende stijghoogten deklaag gemiddelde situatie

Bijlage 4: Berekende stijghoogten deklaag T10-situatie

Bijlage 5: Ontwateringskaart bij T10-situatie

Bijlage 6: Verschildkaart van de kwel bij T10-situatie

Bijlage 7: Berekende stijghoogten deklaag droogweersituatie

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Een deel van de Randwijkse uiterwaarden, waar door de jaren heen over grote oppervlakten kleiwinning heeft plaatsgevonden, is in het recente verleden ook benut voor de winning van zand en grind. Deze ontgrondingsactiviteiten, en vooral van de laatstgenoemde, hebben de landschappelijke waarde van het gebied geen goed gedaan. De plas biedt minimale recreatieve mogelijkheden en de plasoevers zijn niet ingericht. Door de steile oevers is de plas ook qua natuurwaarde weinig interessant.

Dekker Van de Kamp Landschapsontwikkeling en de gemeente Overbetuwe werken samen om, op basis van een op ruimtelijke kwaliteit gestuurde zandwinning, tot een maatschappelijk gewenste eindafwerking te komen. Hiertoe is een landschapsvisie opgesteld waarmee het gebied een ruimtelijke kwaliteitsslag maakt.

Het plan geeft de huidige uiterwaard een landschappelijke, ecologische en recreatieve meerwaarde. Ook in rivierkundig opzicht wint het plangebied aan kwaliteit, doordat er bij piekafvoeren een waterstandverlagend effect optreedt.

1.2 Doel

Doel van het onderzoek is het inzichtelijk maken van de ontwikkeling van het plangebied op:

- de kwelsituatie binnendijs;
- de afwateringsmogelijkheden buitendijs.

Daarnaast is er vanuit provincie Gelderland de vraag gekomen of de ontwikkeling van het plangebied invloed heeft op de kwel uit de Heelsumse beek (gemeente Renkum).

1.3 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 een gebiedsbeschrijving gegeven van de huidige situatie, waarbij de bodemopbouw, grondwaterstanden en oppervlaktewatersysteem zijn beschreven. In hoofdstuk 3 is de voorgenomen ontwikkeling beschreven. De effecten van de ontwikkeling op het binnendijsgebied is in hoofdstuk 4 weergegeven. Tot slot zijn in hoofdstuk 5 de conclusies en aanbevelingen beschreven.

2 Gebiedsbeschrijving

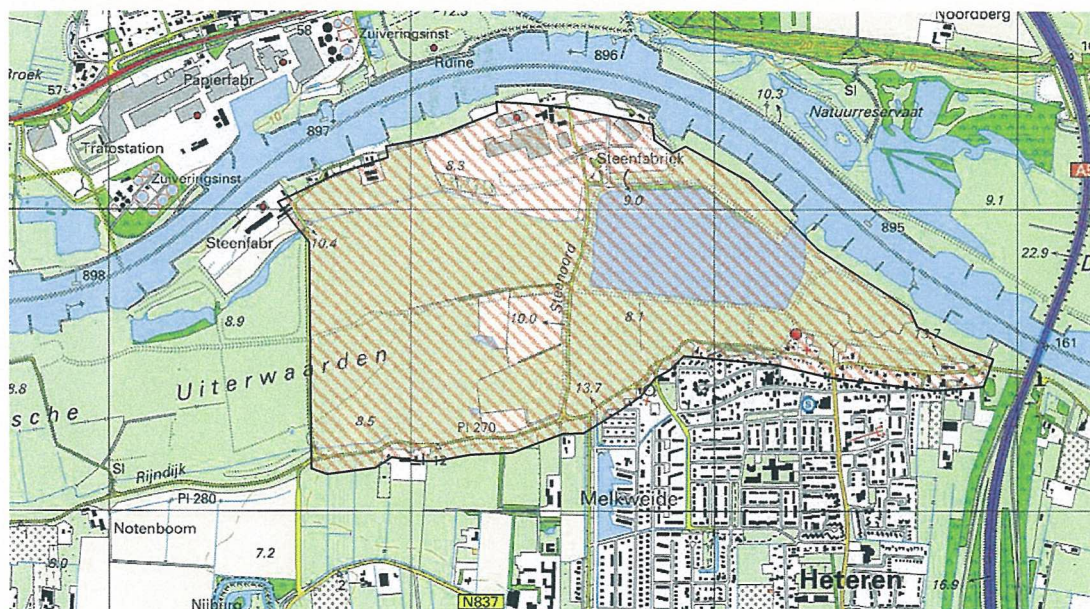
2.1 Inleiding

De gebiedsbeschrijving richt zich voornamelijk op de kenmerken binnen en direct rondom het plangebied. Dit betreft de beschrijving van de maaiveldhoogten, bodemopbouw, geohydrologische situatie, grondwaterstanden en oppervlaktewater. De geïnventariseerde gegevens zijn afkomstig van de volgende bronnen:

- Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN);
- Bodemkaart van Nederland kaartblad (kaartblad 39 Oost en 40 West);
- Grondwaterkaart van Nederland, DGV-TNO (kaartblad 39 Oost en 40 West);
- Bodemgegevens uit het REGIS (Regionaal Geografisch Informatie Systeem) van TNO;
- Grondwatergegevens uit DINO (Data en Informatie Nederlandse Ondergrond) van TNO-NITG;
- Boor- en sondeergegevens uit "Grondonderzoek betreffende uitbreiding zandwinningsput te Heteren" (Fugro, opdrachtnummer 6004-0199-001, d.d. 20 mei 2008);
- Hoogtemetingen in het plangebied uitgevoerd door bureau Meet.

2.2 Situering plangebied

Het plangebied ligt in de Randwijkse Waarden. Dit is een uiterwaard ten westen van de brug A50 en ten noorden van het dorp Heteren (gemeente Overbetuwe). In het gebied ligt de Plas Van Wijck. In onderstaand figuur 2.1 is het plangebied gearceerd.



Figuur 2.1: Ligging plangebied

2.3 Maaiveldhoogte

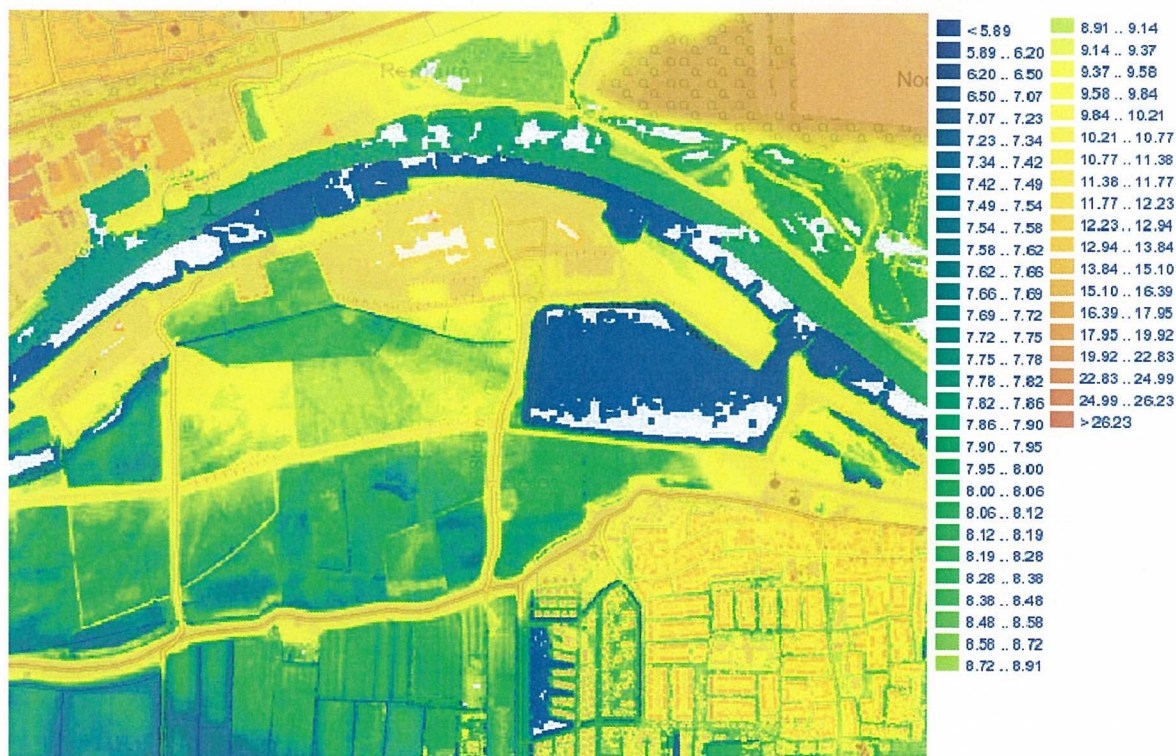
De Randwijkse Rijndijk heeft een hoogte van circa NAP +13,2 m nabij de Renkumse Veerweg. Bij Randwijkse Rijndijk nummer 6 is de dijk wat lager (circa NAP +12,9 m), waarna de hoogte weer toeneemt tot circa NAP +13,5 m bij de kern van Heteren.

Het gebied tussen de Plas van Wijck en de Renkumse Veerweg ligt, ten zuiden van de zomerdijk, op een hoogte van NAP +7,25 m à NAP +8,0 m. Het gebied ten noorden van de zomerdijk ligt hoger. De hoogte van het maaiveld varieert hier van NAP +8,0 m tot NAP +8,5 m.

De Renkumse Veerweg ligt op een hoogte van NAP +9,40 m (tussen Randwijkse Rijndijk en de zomerdijk) à NAP +10,10 m (tussen de zomerdijk en de steenfabriek).

Het gebied rondom de steenfabriek en aanwezige woningen liggen aanzienlijk hoger dan de omgeving en varieert van NAP +11,0 m tot NAP +13,5 m. Hierdoor is bij een hoogwatersituatie de overlast ter plaatse minimaal.

In figuur 2.1 is de maaiveldhoogte grafisch weergegeven.



Figuur 2.1: Hoogtekaart (bron: www.AHN.nl).

2.4 Bodemopbouw

Ondiepe bodemopbouw

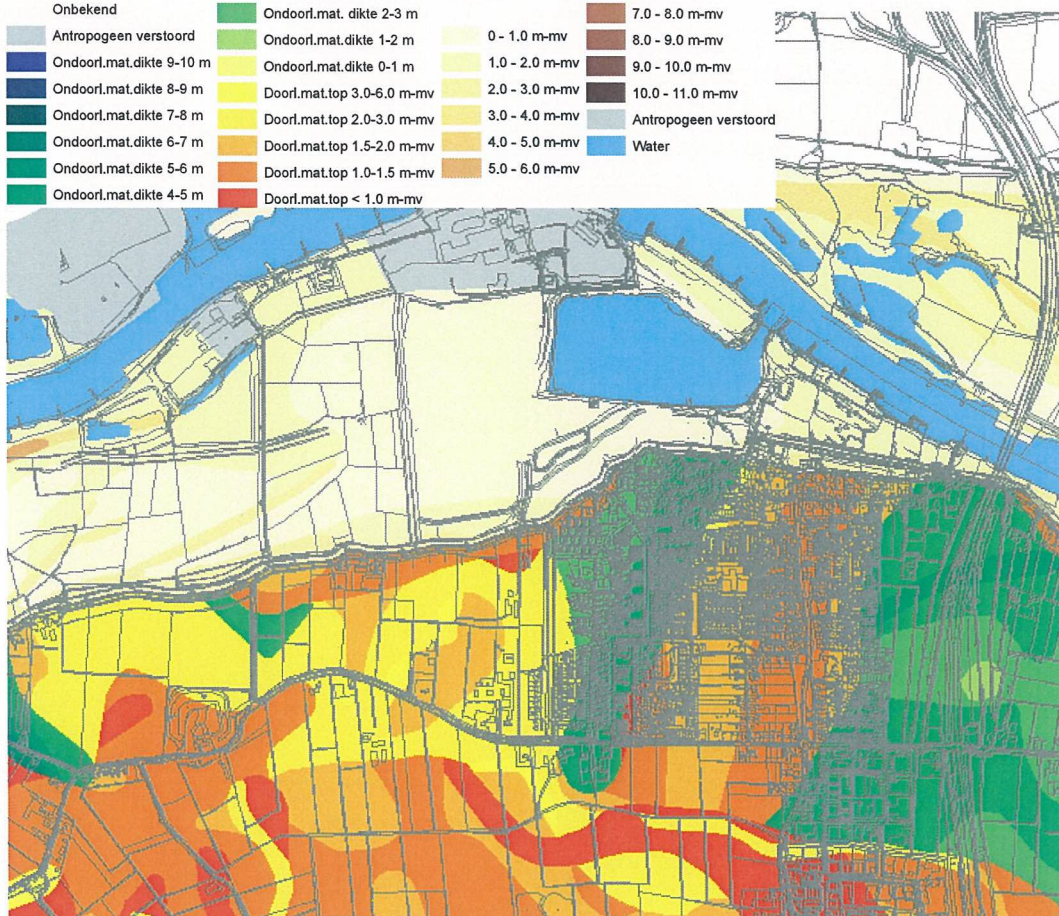
Van de Bodemkaart van Nederland is afgeleid dat in het plangebied (uiterwaarden) sprake is van kalkhoudende poldervaaggronden (bodemcode RN52A). Binnendijs is sprake van kalkhoudende poldervaaggronden (bodemcode Rd90A) en kalkhoudende ooivaaggronden (Rn95C en RN67C). Deze ooivaaggronden zijn goed ontwaterde, diep gehomogeniseerde zavel- en kleigronden. De dikte van deze zavel- en kleigronden is 1 à 2 m.

Diepe bodemopbouw

Het rivierengebied wordt gekenmerkt door de aanwezigheid van zandbanen. In figuur 2.2 is een uitsnede van de zandbanenattentiekaart weergegeven.

Legenda

zandbaan		zandduiter	
Onbekend	Ondoorl.mat.dikte 3-4 m	6.0 - 7.0 m-mv	
Antropogeen verstoord	Ondoorl.mat.dikte 2-3 m	7.0 - 8.0 m-mv	
Ondoorl.mat.dikte 9-10 m	Ondoorl.mat.dikte 1-2 m	8.0 - 9.0 m-mv	
Ondoorl.mat.dikte 8-9 m	Ondoorl.mat.dikte 0-1 m	9.0 - 10.0 m-mv	
Ondoorl.mat.dikte 7-8 m	Doorl.mat.top 3.0-6.0 m-mv	10.0 - 11.0 m-mv	
Ondoorl.mat.dikte 6-7 m	Doorl.mat.top 2.0-3.0 m-mv	Antropogeen verstoord	
Ondoorl.mat.dikte 5-6 m	Doorl.mat.top 1.5-2.0 m-mv	Water	
Ondoorl.mat.dikte 4-5 m	Doorl.mat.top 1.0-1.5 m-mv		
	Doorl.mat.top < 1.0 m-mv		



Figuur 2.2: uitsnede zandbanenkaart

Uit de zandbanenattentiekaart blijkt, dat de dikte van de deklaag binnendijs circa 1 tot 2 m is. Ten zuiden van de bestaande zandwinplas is een dikkere deklaag aanwezig (3 tot 5 m). In de uiterwaarden is in het algemeen geen deklaag aangetroffen. Plaatselijk is een dunne deklaag van 1 m aangetroffen.

Uit het grondonderzoek (Fugro mei 2008) en gegevens uit REGIS¹ blijkt dat de bodem onder de deklaag bestaat uit zwak tot matig siltig, matig fijn tot zeer grof (grindhoudend) zand (dikte circa 25 m). Deze laag behoort tot de Formatie van Kreftenheije, Urk, en Sterksel. De gegevens van Fugro en REGIS sluiten op elkaar aan.

Uit de uitgevoerde boringen en sonderingen blijkt op circa NAP -18 m à NAP -19 m een leemlaag aangetroffen. De dikte van de leemlaag varieert van 0,5 m tot meer dan 4 m (>NAP -22,0 m). De bovenkant van de slecht doorlatende leemlaag bevindt zich nabij de dijk (zuidzijde) op NAP -18 m tot NAP -21,5 m nabij de Neder-Rijn. De aangetroffen leemlaag komt overeen met de aanwezigheid van een scheidende laag tussen het eerste en het tweede watervoerend pakket. Op basis van de Grondwaterkaart van Nederland bevindt de onderkant van de kleilaag op NAP -28 m. Hieronder bevindt zich het tweede watervoerend pakket tot circa NAP -160 m.

¹ REGIS: REgionaal Geografisch Informatie Systeem

Bodemschematisatie

In de beschrijving van de bodemopbouw is ingegaan op de samenstelling van de bodem. Door middel van een geohydrologische schematisatie wordt een indruk verkregen van de opbouw van de diepere ondergrond en de bijbehorende geohydrologische variabelen.

De opbouw van de bodem wordt geschematiseerd in goed doorlatende watervoerende pakketten en slecht doorlatende, scheidende lagen. In een watervoerend pakket treedt een overwegend horizontale grondwaterstroming op en in een scheidende laag een hoofdzakelijk verticale grondwaterbeweging.

Watervoerende pakketten worden beschreven aan de hand van het doorlaatvermogen (kD). Dit is het product van de horizontale doorlatendheid (k_h) en de verzadigde dikte van het pakket (D). Waterscheidende of slecht doorlatende lagen worden beschreven door middel van de hydraulische weerstand en uitgedrukt in dagen. Deze weerstand is het quotiënt van de dikte van de scheidende laag (D) en de verticale doorlatendheid (k_v).

In tabel 2.1 zijn voor de geologische formaties en geohydrologische variabelen gegeven. Deze zijn vooral gebaseerd op de gegevens uit REGIS II en Grondwaterkaart van Nederland.

Tabel 2.1 Overzicht van de geohydrologische formaties en parameters

diepte (m +NAP)	Samenstelling	formatie	geohydrologische eenheid	Parameter binnen plangebied
10,8 à 8,0 tot 10,8 à 7,0	klei	holoceen	deklaag	10 tot 200 dagen
10,8 à 7,0 tot -18 à -19	matig grof tot uiterst grof zand	Kreftenheye	1 ^{ste} watervoerend pakket	1.100 tot 1.700 m ² /dag
-18 à -19 tot -19,3 à -28	klei	Kedichem	scheidende laag	500 tot 4.500 dagen
-19,3 à -28 tot -160	grof tot uiterst fijn, slibhoudend zand	Harderwijk, Tegelen, Maassluis en Oos- terhout	2 ^{de} watervoerend pakket	2.000 m ² /dag

2.5 Grondwater

Grondwatertrap

De grondwatertrap in het plangebied geeft informatie over de diepte en fluctuatie van het grondwater. De grondwatertrappen zijn ter plaatse van de uiterwaarden niet inzichtelijk gemaakt.

Binnendijks is sprake van VI en verder in zuidelijke richting grondwatertrappen III. In tabel 2.2 staan de gemiddeld hoogste grondwaterstand en gemiddelde laagste grondwaterstand, waarmee deze grondwatertrappen corresponderen.

Tabel 2.2 Grondwatertrappen projectgebied Lingemeer

Grondwatertrap	Gemiddelde hoogste grondwaterstand (GHG) (m -mv)	Gemiddelde laagste grondwaterstand (GLG) (m -mv)
III	< 0,25	0,25 – 0,40
VI	0,40 - 0,80	> 1,20

Grondwaterstanden

De wisseling in grondwaterstanden wordt uitgedrukt door middel van de gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG²) en de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG). Het gebied is gelegen in het uiterwaardengebied van de Neder-Rijn. Hierdoor staat het grondwater onder (sterke) invloed van de Neder-Rijn.

² De GLG is gedefinieerd als het gemiddelde van de drie laagst gemeten grondwaterstanden, gemeten op of nabij de 14^{de} en 28^{ste} van een maand, in een hydrologisch jaar, gemiddeld over minimaal 8 jaar (Cultuurtechnisch vademecum).

In de directe omgeving van het plangebied bevinden zich enkele peilbuizen, waarin de grondwaterstand over een langere periode geregistreerd is. Voor de locatie van de peilbuizen wordt verwezen naar bijlage 1.

In tabel 2.3 zijn de peilbuis karakteristieken van de dichtstbijzijnde peilbuizen weergegeven. Hieruit kan worden afgeleid wat de grondwaterstandfluctuatie binnen het plangebied is en of er sprake is van kwel vanuit de diepere ondergrond.

Tabel 2.3 Peilbuis karakteristieken

Peilbuis	Filter	x-coördinaat (m)	y-coördinaat (m)	bkf* (m +NAP)	okf** (m +NAP)	GLG (m +NAP)	gemiddelde (m +NAP)	GHG ³ (m +NAP)
B39F0314	1	179.700	440.470	-8,15	-10,15	6,31	6,46	6,70
B39F0314	2	179.700	440.470	-56,15	-58,15	6,83	7,08	7,39
B39F0315	1	178.610	442.015	-7,59	-9,59	6,13	6,77	8,34
B39F0315	2	178.610	442.015	-54,59	-56,59	6,73	7,01	7,74
B39F0744	1	178.540	440.560	5,56	4,56	6,20	6,41	6,63
B39F0744	2	178.540	440.560	-2,27	-4,27	6,16	6,40	6,75
B39F0744	3	178.540	440.560	-37,39	-39,39	6,76	7,05	7,33
B39F0060	1	179.770	441.410	0,00	-0,5	5,75	6,76	8,02

* bkf: bovenkant filter

** okf: onderkant filter

Uit tabel 2.3 blijkt dat de stijghoogte in de diepere ondergrond (tweede watervoerend pakket) hoger is dan in het eerste watervoerend pakket. Hierdoor zal er sprake zijn van een kwelstroom door de scheidende laag.

Tijdens de veldwerkzaamheden is de grondwaterstand eenmalig bepaald op circa 1,00 tot 2,10 m -mv. Dit komt overeen met een stijghoogte van circa NAP +6,9 m tot circa NAP +5,8 m. Deze stijghoogten passen in het beeld van de gemeten stijghoogten en zijn niet uitzonderlijk.

Grondwaterstroming

De grondwaterstromingsrichting is afhankelijk van de waterstand in de Neder-Rijn. In periode met lage waterstanden gaat een drainerende werking uit van de Neder-Rijn en is de grondwaterstromingsrichting richting Neder-Rijn. In periode met gemiddelde en hoge waterstanden is de stromingsrichting meer zuidelijk gericht en treedt er kwel op in het achterliggende gebied.

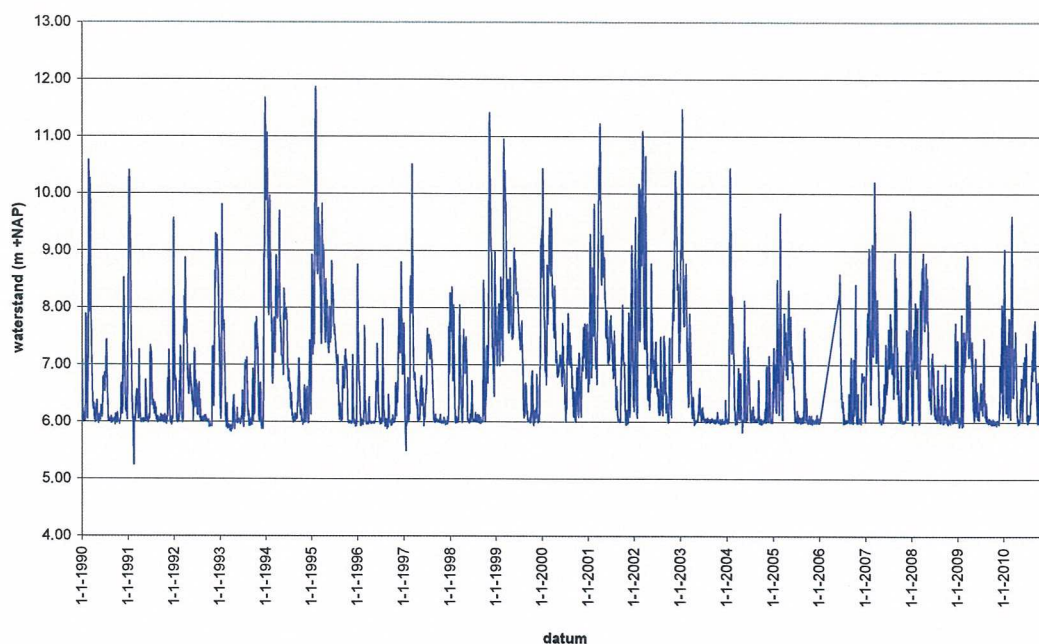
Gemiddeld is er sprake van een infiltrerende werking waardoor de grondwaterstroming zuidelijk gericht is.

2.6 Oppervlaktewater

De huidige Plas van Wijck reikt tot een diepte van maximaal NAP -18 m en doorsnijdt de scheidende laag tussen het eerste en tweede watervoerend pakket niet. Het oppervlak van de zandwinplas bedraagt circa 19 hectare.

Langs de noordzijde van het plangebied is de Neder-Rijn gelegen, deze heeft een openverbinding met de Plas van Wijck. Het waterpeil in de Neder-Rijn, fluctueert. In figuur 2.4 is het verloop van het waterpeil in de Neder-Rijn grafisch weergegeven voor meetstation Driel-beneden.

³ De GHG is gedefinieerd als het gemiddelde van de drie hoogst gemeten grondwaterstanden, gemeten op of nabij de 14^{de} en 28^{ste} van een maand, in een hydrologisch jaar, gemiddeld over minimaal 8 jaar (Cultuurtechnisch vademecum).



Figuur 2.4: Peilgegevens Neder-Rijn

Uit figuur 2.4 blijkt dat het waterpeil in de Neder-Rijn sterk fluctueert. De waterstand bij een overschrijdingswaarde voor een aantal meetpunten langs de Neder-Rijn zijn weergegeven in tabel 2.4. Deze overschrijdingskansen zijn door Rijkswaterstaat afgeleid (www.waternormalen.nl).

Tabel 2.4 Overschrijdingskansen

	Pannerden (m +NAP)	Arnhem (m +NAP)	Driel boven (m +NAP)	Driel beneden (m +NAP)	Lexkesveer (m +NAP)
1x per 1.250 jaar	15,35	13,90	12,50	12,45	11,60
1 x per 100 jaar	14,90	13,50	12,20	12,10	11,25
1 x per 10 jaar	14,25	12,85	11,60	11,55	10,65
1 x per 2 jaar grensafvoer (-peil)	13,20	11,85	10,60	10,50	9,60
1 x per jaar	12,70	11,35	10,10	10,00	9,00
Gemiddelde afvoer*	9,58	8,51	8,14	6,98	6,64

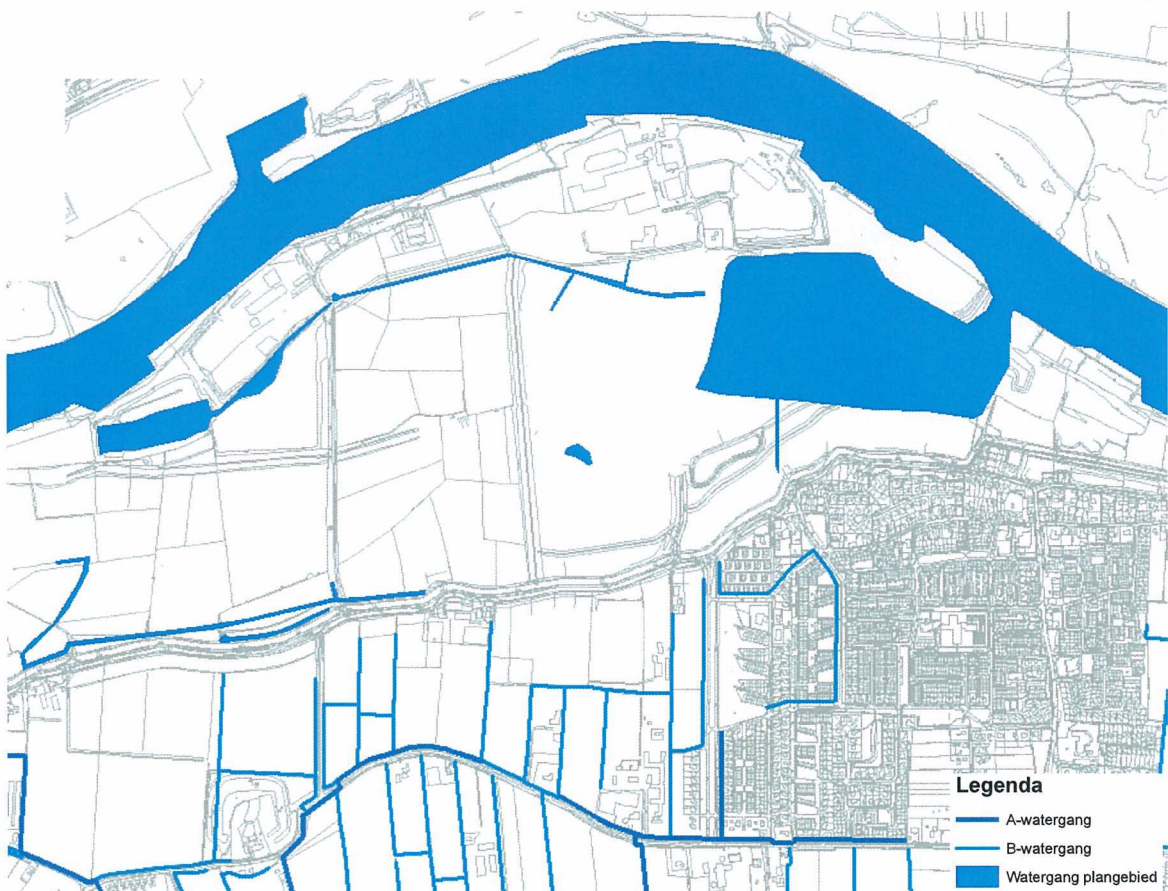
* berekend op basis van meerjarige meetreeks

De hoogste waterstand die gemeten is tussen 1990 en 2011 bedraagt NAP +11,87 m. De laagste waterstand is NAP +5,25 m. Het verschil tussen de hoogste en laagste waterstand is 6,6 m. Gemiddeld was het peil in de Neder-Rijn NAP +6,84 m in de betreffende periode.

In de uiterwaarden bevinden zich enkele watergangen. Deze watergangen zorgen voor de ontwatering en afwatering van de uiterwaarden. De watergangen bevinden vooral zich aan de noordzijde (nabij de bestaande bebouwing) en tegen de Randwijkse Rijndijk (vanaf de Renkumse Veerweg richting westen).

Binnendijs wordt het oppervlaktewaterpeil gereguleerd. Het polderpeil bedraagt hier NAP +6,40 m. Er zijn diverse A en B-watergangen binnendijs aanwezig waarin het polderpeil wordt beheerst. Aan de Steenovenstraat is vijverpartij/plas aanwezig (oppervlakte circa 2,13 ha). Het peil in dit oppervlaktewater is gelijk aan het omliggende polderpeil (NAP +6,40 m).

In figuur 2.3 is het totale oppervlaktewatersysteem weergegeven.



Figuur 2.3: Oppervlaktewatersysteem

3 Voorgenomen ontwikkeling

3.1 Algemeen

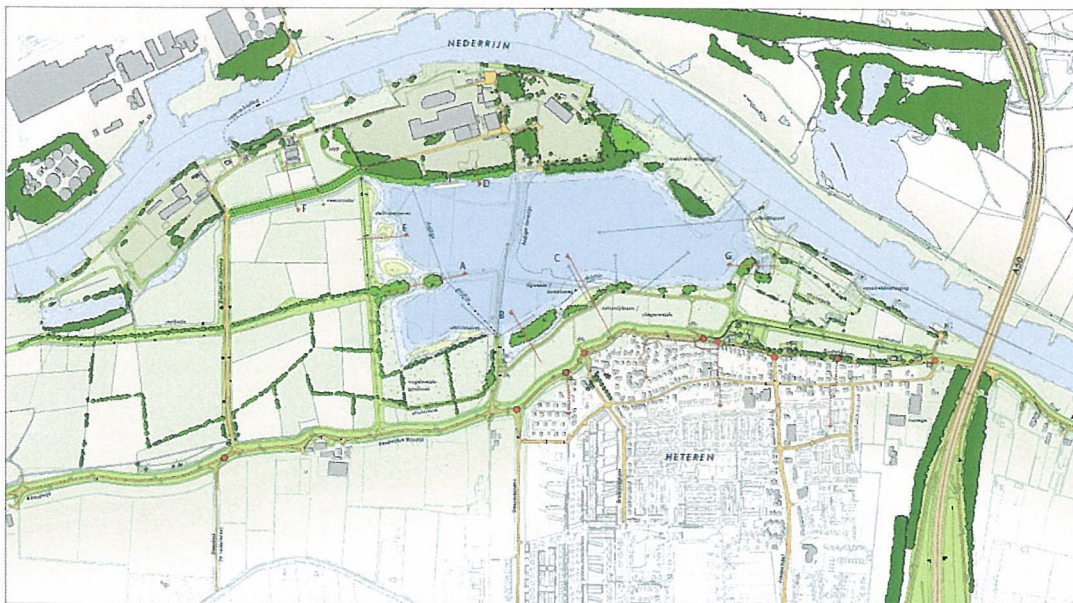
De bestaande zandwinplas Plas van Wijck zal worden uitgebreid door middel van zandwinning, waardoor de ruimtelijke kwaliteit van het plangebied verbeterd wordt en de volgende maatschappelijke doelen worden gerealiseerd:

- versterken van de landschappelijke kwaliteit;
- vergroten van de natuurwaarden;
- verbeteren van de recreatieve mogelijkheden;
- verruimen van het rivierbed voor piekafvoeren;
- realiseren van een hoogwaardige afwerking van de Plas van Wijck;
- borging van belangen van bedrijven en bewoners.

3.2 Inrichtingsplan

Het inrichtingsplan richt zich op het herstel van het landschap. De elementen die samen het landschapsbeeld bepalen zijn zo ingezet dat de lengterichting van het rivierlandschap wordt versterkt.

De huidige kale plas wordt in zijn geheel veranderd in een vriendelijk ogende waterpartij. De plas wordt in westelijke richting uitgebreid, zodanig dat er zich twee "stromen" lijken te gaan vormen. De hoger gelegen zomerkade vormt de scheiding tussen beide. In figuur 3.1 is de toekomstige vormgeving van het plangebied weergegeven.



Figuur 3.1: Ontwerp Randwijkse Waarden

De ontzanding van de plas zal plaatsvinden in het eerste watervoerend pakket tot een diepte van maximaal NAP -18 m. De scheidende laag tussen het eerste en tweede watervoerend pakket zal ook in de uitbreiding niet worden doorsneden. Voor meer informatie over het inrichtingsplan verwijzen wij naar het Ontwikkelingsplan Randwijkse Waarden van Pouderoyen Compagnons van augustus 2011, te verkrijgen bij de gemeente Overbetuwe.

3.3 Uiterwaarden

Onderstaand zijn de relevante ingrepen beschreven die in de uiterwaard zullen worden uitgevoerd en effect hebben op de waterhuishouding in de uiterwaard. Deze ingrepen hebben geen invloed op de grondwaterstanden binnendijs. Deze effecten zullen dan ook niet worden beschreven.

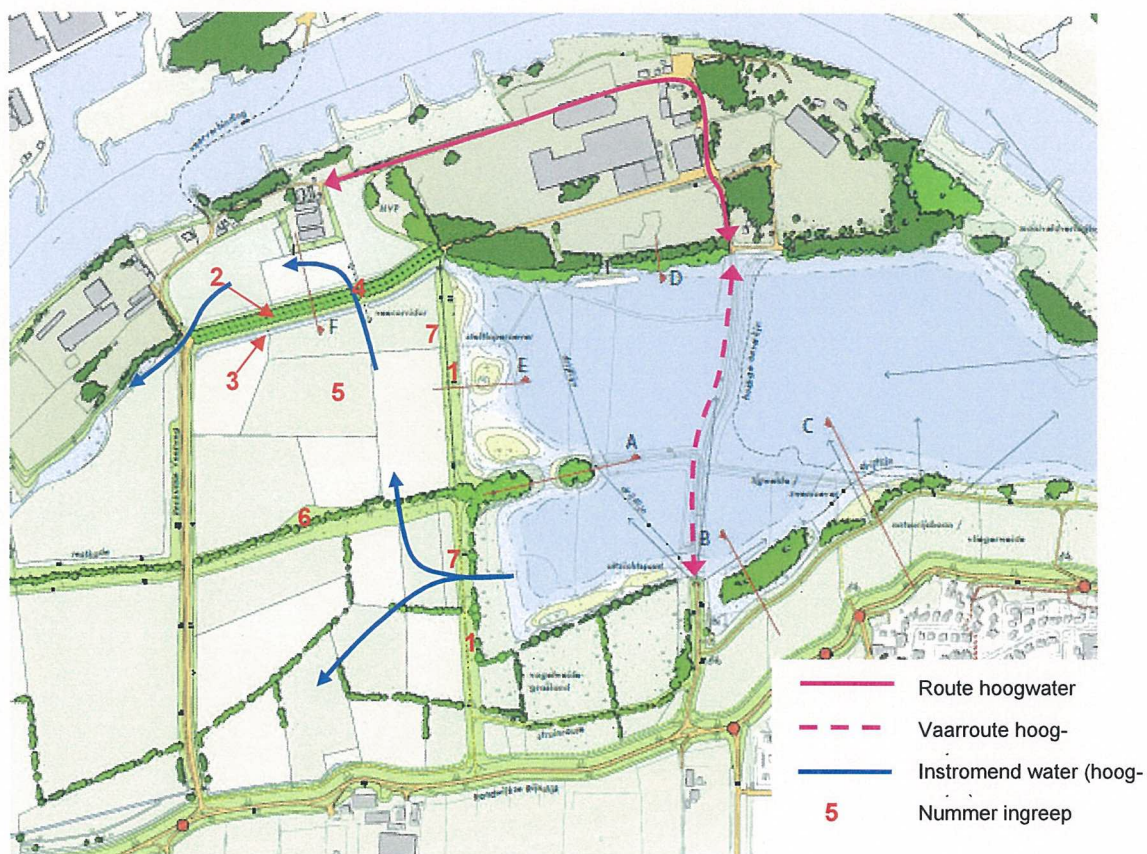
1. Er wordt een nieuwe dwarskade aangelegd op dezelfde hoogte als de bestaande dwarskade die wordt verwijderd (NAP +10,40 m). In het zuidelijk deel (benedenstrooms van de zomerdijk) wordt een vierkante inlaatduiker, van 1 m doorsnee, aangelegd die bij hoog water opgezet kan worden. Het inlopen van de zomerpolder bij hoog water verloopt daardoor sneller en gelijkmatiger. De nieuwe duiker komt in beheer bij het Waterschap Rivierenland. Omdat het waterschap in dit deel de beheerder is.
2. Er wordt een nieuw wegdeel aangelegd op een kade tussen de Renkumse Veerweg en het fabrieksterrein van Wienerberger BV. De hoogte van het wegdeel zal NAP +11,0 m bedragen. Het wegdeel komt te liggen ten zuiden van de bestaande sloot en het aanwezige transformatiehuisje en sluis. Dat betekent dat de percelen ten noorden van het nieuwe wegdeel nog gewoon af kunnen wateren op de bestaande sloot. Deze staat in verbinding met een sluis die bij hoogwater open kan worden gezet om te voorkomen dat er bij hoogwater teveel druk op de Renkumse Veerweg komt te staan. De bestaande sluis is en blijft in beheer bij de huidige eigenaar op wiens grondgebied de sluis ligt. Dit deel valt niet onder het regiem van het waterschap.
3. Aan de zuidkant van het nieuwe wegdeel wordt ook een watergang aangelegd voor afwatering, deze wordt met een kleine duiker aan het einde verbonden met de aanwezige sluis.
4. Onder het nieuwe wegdeel wordt een veetunnel aangelegd. Door de openverbinding kan het water, bij het onderstromen van het gebied, ook in het noordelijk deel stromen (ten noorden van het nieuwe wegdeel). Door de veetunnel voldoende ruim te dimensioneren (breedte meer dan 2 m), wordt voorkomen dat grote stroomsnelheden door de tunnel optreden.
5. Bij het volstromen van het gebied, ten zuiden van het nieuwe wegdeel, zal het water via de veetunnel in noordelijke richting kunnen stromen (richting huizen). Er hoeft niet gewacht te worden totdat de aanwezige sluis opgezet wordt.
6. Daar waar de bestaande zomerkade over een akker loopt, is de kade te laag en niet zichtbaar. De zomerkade zal worden hersteld tot een peil van NAP +9,8 m.
7. Aan de westkant van de nieuwe dwarskade wordt een afwateringssloot aangelegd die aan beide kanten verbonden is met de aanwezige afwateringssloten.

Bovenstaande ingrepen zijn in figuur 3.2 op kaart weergegeven.

3.4 Bereikbaarheid bij hoogwater

Bij een hoogwater situatie zal de Renkumse Veerweg uiteindelijk ook onder water komen te staan. De bewoners en de medewerkers van de steenfabriek moeten in dit geval met een boot richting de winterdijk. Hiervoor gaat er vanaf het fabrieksterrein van Wienerberger BV een boot naar het restant van de Steenoord. Aan beide zijden van de oversteek zal een lichtpaal aangebracht worden om ook in het donker een herkenningspunt te hebben. De route van de woningen naar het fabrieksterrein wordt voor start van de uitvoering gecontroleerd en indien nodig verhoogd om een veilige doorgang naar het fabrieksterrein en de boot te garanderen.

De bereikbaarheid bij hoogwater is op onderstaande kaart weergegeven



Figuur 3.2: Ingrepen uiterwaarden en bereikbaarheid hoogwater

4 Effecten

4.1 Algemeen

Om de effecten van het realiseren van het ontwerp inzichtelijk te maken, is gebruik gemaakt van een 3D-grondwatermodel, opgesteld in MicroFEM. MicroFEM is een 'eindige elementen Programma' voor het berekenen van de grondwaterstroming in een meervoudige lagen model.

Met het programma kunnen stationaire en niet stationaire vraagstukken opgelost worden. In het kader van dit project is gekozen om de effecten te berekenen voor een stationaire situatie. Dit is gedaan omdat bij een niet-stationaire situatie een hoogwatergolf zich over de Neder-Rijn verplaatst, waardoor de effecten vertraagd optreden. Bij de gekozen stationaire situatie wordt een bepaalde randvoorwaarde opgelegd, waardoor voor alle zekerheid de worst case situatie wordt berekend. De keuze voor dit model is gemaakt in overleg met Waterschap Rivierenland en provincie Gelderland. Het model is nader beschreven in bijlage 2.

De effecten zijn met het opgestelde grondwatermodel berekend door, ter plaatse van de uitbreiding van de zandwinning, een extreem hoog doorlaatvermogen op te geven (10.000 m²/dag). Hierdoor wordt een vrije oppervlaktewaterspiegel gemodelleerd (overeenkomstig het peil in de Neder-Rijn). Omdat de scheidende laag niet doorsneden wordt, wordt dit alleen in het eerste watervoerend pakket aangepast. Als bodemweerstand is 20 dagen aangehouden. Het effect van de uitbreiding van de zandwinning op de omgeving is berekend voor de volgende situaties:

- een stationaire gemiddelde situatie;
- een stationaire T=10 hoogwatersituatie;
- een droogweersituatie met een laagwatersituatie (1991).

Onderstaand zijn de effecten nader beschreven.

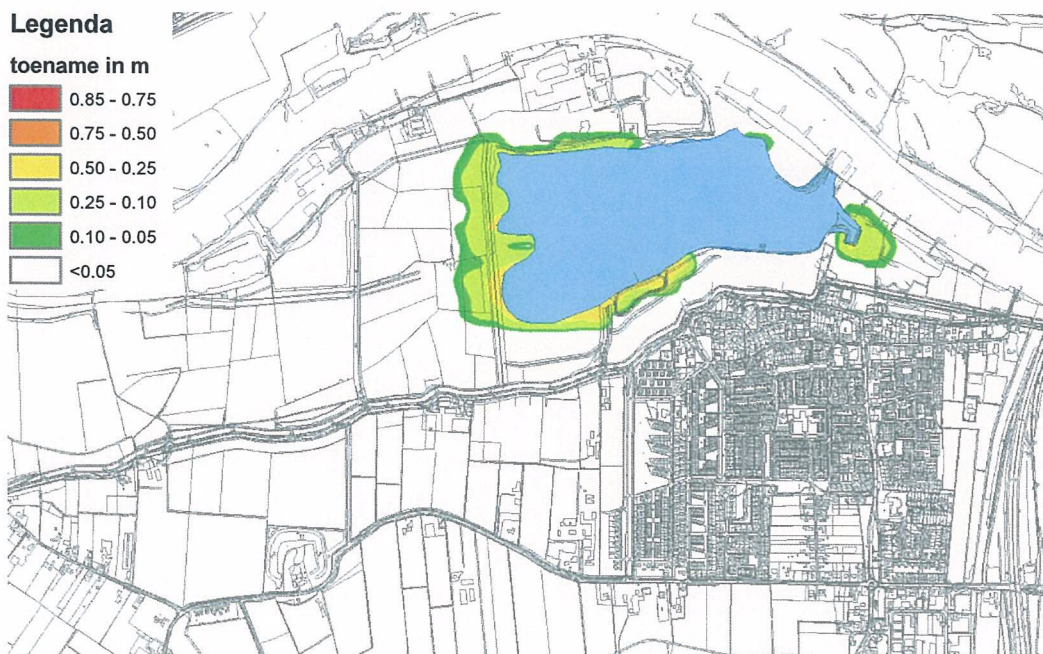
4.2 Effecten bij een gemiddelde situatie in de Neder-Rijn

Verandering stijghoogte deklaag

De stijghoogte⁴ in de huidige situatie (zonder uitbreiding Plas van Wijck) en toekomstige situatie is met het opgestelde grondwatermodel berekend. Door de berekende stijghoogte in het eerste watervoerend pakket af te trekken van de berekende huidige situatie, wordt het verschil in stijghoogten inzichtelijk gemaakt.

Ditzelfde is gedaan voor de berekende stijghoogte in de deklaag, waardoor de effecten in de deklaag inzichtelijk worden gemaakt. In figuur 4.1 is de invloed op de grondwaterstand in de deklaag (verhoging) weergegeven bij een gemiddelde situatie. In bijlage 3 zijn de afzonderlijk berekende stijghoogten in de deklaag en eerste watervoerend pakket weergegeven bij de gemiddelde situatie.

⁴ Stijghoogte: grondwaterstand ten opzichte van een referentievlak (bijvoorbeeld NAP).

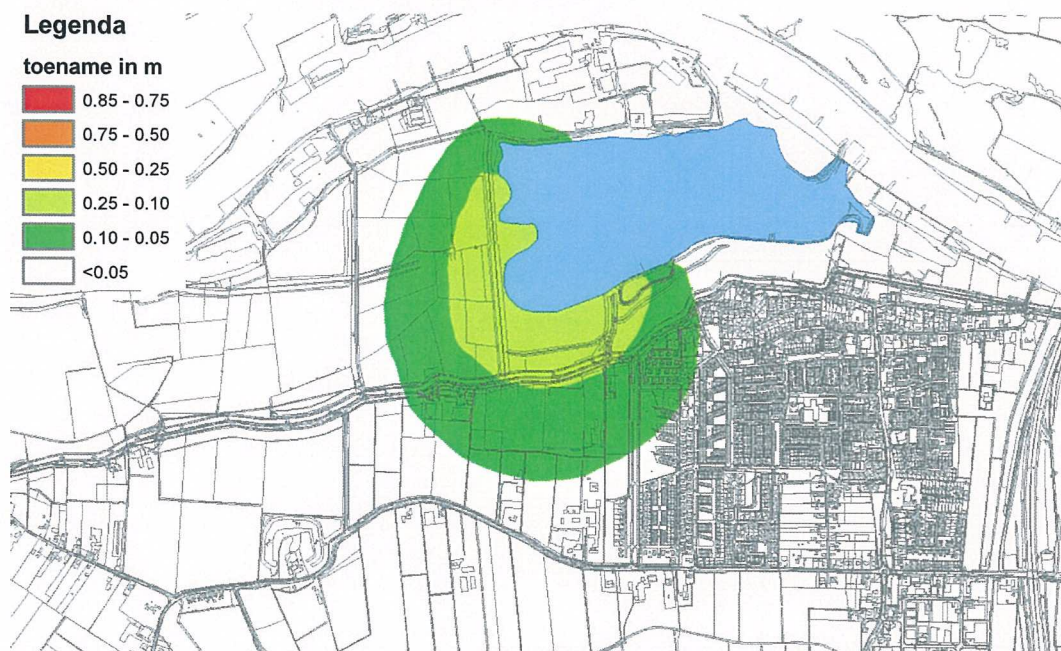


Figuur 4.1: Verandering grondwaterstand in de deklaag bij een gemiddelde situatie in de Neder-Rijn

Uit figuur 4.1 blijkt dat de invloed in de deklaag nauwelijks buiten het uitbreidings-/plangebied merkbaar is. Binnendijs is geen invloed merkbaar. Hierdoor zijn er geen negatieve effecten ten aanzien van zettingen, natuur en/of landbouw.

Verandering van de kwel

Met het model is de stijghoogte in het eerste watervoerend pakket berekend in zowel de huidige situatie als toekomstige situatie. De doorlaatafactor in het eerste watervoerend pakket is hoger dan in de deklaag. Hierdoor is het invloedsgebied in het eerste watervoerend pakket groter (zie figuur 4.2) en reikt tot binnendijs gebied. Door de weerstand van de deklaag is deze invloed echter niet aan het maaiveld (in de deklaag) merkbaar.



Figuur 4.2: Verandering stijghoogte in het eerste watervoerend pakket bij een gemiddelde situatie in de Neder-Rijn

Op basis van de berekende stijghoogten in het eerste watervoerend pakket is de verandering van de kwel berekend. Het grotere invloedsgebied draagt bij een stationaire situatie bij aan een kweltoename. De kwel is berekend door:

$$kwel = \frac{polderpeil - stijghoogte(wvp)}{weers \tan d_{deklaag}} * 1000$$

Hierin is:

- Kwel in mm/dag
- Polderpeil in m +NAP
- Stijghoogte in m +NAP

De weerstand van de deklaag is afgeleid van onder andere de zandbanenkaart en informatie van het Waterschap Rivierenland en zo ook opgenomen in het grondwatermodel.

In tabel 4.1 is de berekende kwel binnendijs weergegeven. De kwel is berekend voor het gehele polderpeil gebied Heteren met een totaal oppervlak van 1.463 hectare en een polderpeil van NAP +6,40 m. De kwel toename zal dus vooral optreden ter plaatse van het (stationaire) invloedsgebied van het eerste watervoerend pakket en wordt door de aanwezige watergangen afgevangen.

Tabel 4.1 Kwel huidige en toekomstige situatie

	Oppervlakte (hectare)	Huidige situatie (m ³)	Toekomstige situatie (m ³)	Toename (m ³ /dag)
gemiddeld	1.463	1.880	2.140	260

In werkelijkheid zal sprake zijn van een niet-stationaire situatie (hoogwatergolf) waardoor het invloedsgebied in het eerste watervoerend pakket kleiner is. De kwelstroom naar de watergangen is echter beperkt door de weerstand van de deklaag. Bij een weerstand van 100 dagen en een 1 m dikke deklaag, duurt het circa 100 dagen voordat de kwel in de watergang uitstroomt.

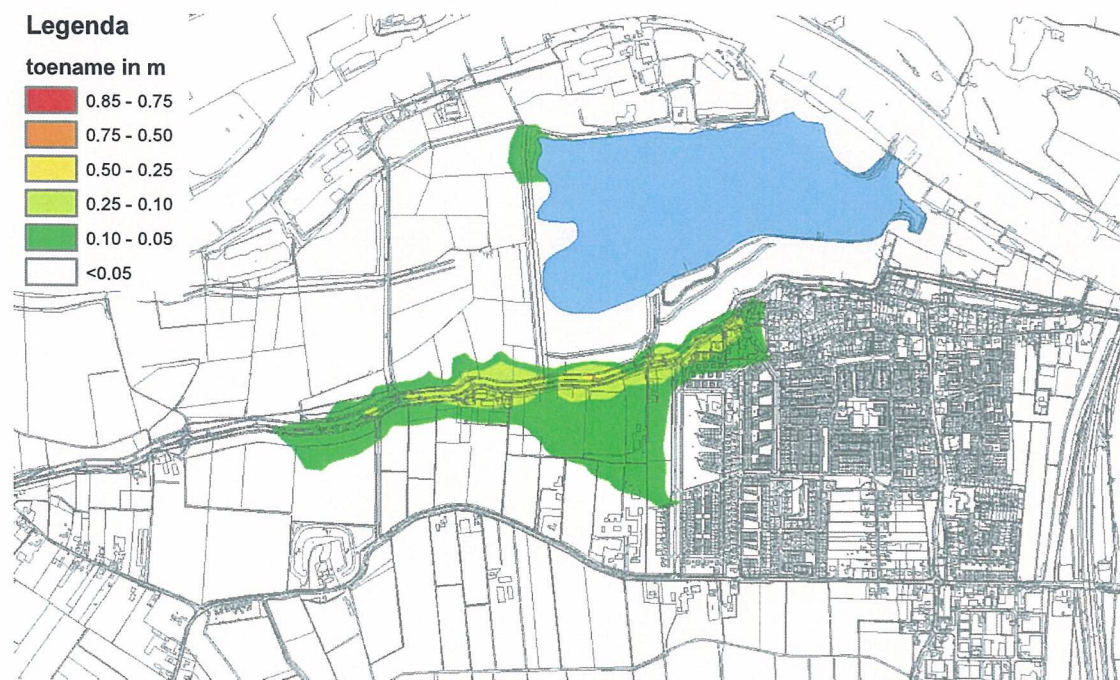
4.3 Effecten bij een T=10-situatie in de Neder-Rijn

Verandering stijghoogte deklaag

De berekeningen zijn uitgevoerd bij een T=10⁵ hoogwatersituatie in de Neder-Rijn (waterstand: NAP +11,55 m). Deze waterstand komt (theoretisch) eens in 10 jaar voor en duurt dan gemiddeld 10 dagen. Als gevolg van deze zeer hoge waterstand is de invloed groter dan bij de gemiddelde situatie.

In bijlage 4 zijn de berekende stijghoogte in de deklaag weergegeven bij een T=10 hoogwater-situatie van de huidige en toekomstige situatie. In figuur 4.3 is het verschil in stijghoogte in de deklaag weergegeven (grondwaterstandtoename).

⁵ T=10 hoogwatersituatie komt theoretisch 1x per 10 jaar voor en duurt gemiddeld circa 10 dagen



Figuur 4.3: Verandering grondwaterstand in de deklaag bij een T=10 hoogwatersituatie in de Neder-Rijn als gevolg van uitbreiding zandwinplas.

De invloed bij een hoogwatergolf is vooral direct achter de dijk merkbaar in het freatisch grondwater⁶. De freatische grondwaterstand stijgt plaatselijk met 10 tot 15 cm, waardoor hier meer kwelwater afgevoerd zal worden door de sloten. In het overgrote deel van het invloedgebied is sprake van een toename van de grondwaterstand van 5 tot 10 cm.

Door een toename van de grondwaterstand in de deklaag kan er gewasschade ontstaan. Door dat hoogwatersituaties echter slechts in de winterperiode voorkomen (buiten het groeiseizoen) en slechts kortdurend zijn (gemiddeld 10 dagen), ontstaan er geen nadelige gevolgen voor de landbouw.

In het invloedsgebied bevindt zich een aantal woningen in het noordwestelijk deel van de bebouwde kom van Heteren en direct achter de Randwijkse Rijndijk, ter hoogte van de uitbreiding.

Door de stijging van de grondwaterstand bij een hoogwatersituatie neemt de ontwateringsdiepte hier af. De ontwatering is gedefinieerd als de afstand vanaf maaiveld tot de grondwaterstand. Onder normale omstandigheden worden de volgende ontwateringsdiepten aangehouden:

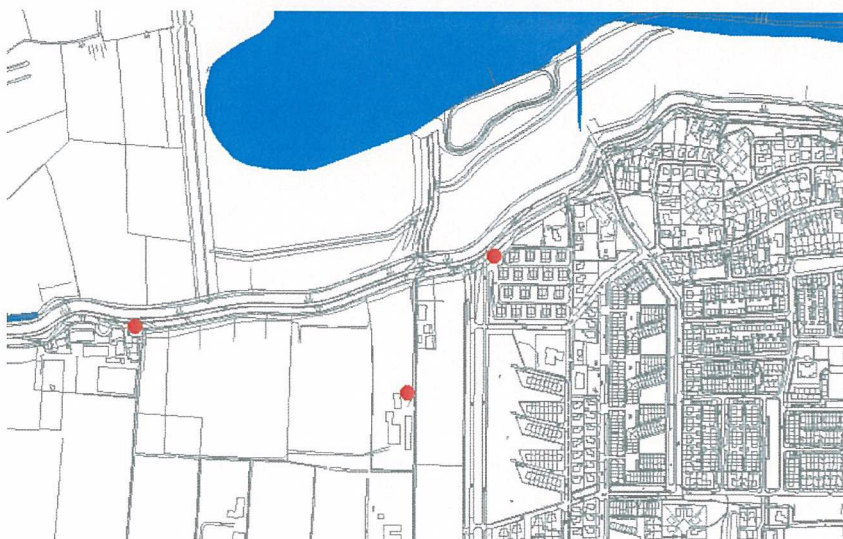
- primaire wegen 1,0 m;
- secundaire wegen 0,7 m;
- groenvoorzieningen 0,5 m;
- woningen 1,0 m beneden het vloerpeil (circa 0,7 m –mv).
Het vloerpeil bedraagt 0,3 m boven het wegpeil.

In bijlage 5 is de ontwatering weergegeven bij een T=10 hoogwatersituatie voor de toekomstige situatie. Hieruit blijkt dat de ontwatering ter plaatse van de bebouwde kom 0,7 m of meer bedraagt bij een toekomstige T=10 hoogwatersituatie. De woningen zijn tenminste 0,3 m boven het wegpeil gesitueerd, daarmee is een ontwateringsdiepte van 0,7 m –mv voldoende. In het invloedsgebied is de ontwateringsgebied groter: circa 0,8 m. Geconcludeerd kan worden dat er geen problemen zullen ontstaan met vocht in kruipruimten', omdat de ontwateringsdiepte voldoende groot is en blijft.

⁶ Freatisch grondwater: grondwaterstand in de deklaag of bovenste deel van het watervoerend pakket bij afwezigheid van een deklaag

Ter extra controle zijn de gehanteerde maaiveldhoogten (hoogtebestand) geverifieerd aan de putdekselhoogten. Hieruit blijkt dat de maaiveldhoogten iets afwijken van de putdekselhoogte. Dit betreft echter zowel afwijkingen naar boven als naar beneden. Binnen het invloedsgebied is de afwijking bij de Bretagnesingel zeer beperkt (slechts enkele centimeters) en kan de conclusie, dat er geen problemen bij een hoogwaterperiode zullen ontstaan, gehandhaafd blijven.

Binnen het invloedsgebied komen er in de deklaag en watervoerend pakket extra monitoringspeilbuizen om de grondwaterstanden, voorafgaand aan, tijdens en na de ingreep, te kunnen monitoren. In totaal zullen 3 monitoringspunten (elk 2 filters) ingericht worden en voorzien van druksensoren die de waterstand registreren. Op basis van de meetdata worden de effecten gemonitord ten opzichte van deze rapportage. De monitoring wordt uitgevoerd door de gemeente Overbetuwe. In figuur 4.4 is de locatie van de monitoringspeilbuizen indicatief weergegeven.



Figuur 4.4: Indicatieve locatie monitoringspeilbuis

Op basis van de meetdata kan gekeken worden, in hoeverre de effecten overeenkomen met deze studie en of aanvullende maatregelen noodzakelijk zijn. Dit zal worden beoordeeld door de gemeente Overbetuwe en Waterschap Rivierenland.

Verandering van de kwel

Met het model is de stijghoogte in het eerste watervoerend pakket berekend in zowel de huidige situatie als toekomstige situatie. Uit de berekening volgt dat het invloedsgebied in het eerste watervoerend pakket groter is dan in de deklaag. Deze grotere invloed is in de deklaag verwaarloosbaar door de weerstand van de deklaag. Alleen binnen het gebied, weergegeven in figuur 4.3, is de beïnvloeding vanuit het eerste watervoerend pakket merkbaar.

Ondanks dat het invloedsgebied in het eerste watervoerend pakket groter is dan in de deklaag, treedt slechts in het invloedsgebied van de deklaag daadwerkelijk kwel op (zie figuur 4.3). Dit kan verklaard worden door de weerstand van de deklaag.

De toename van de kwel is berekend voor zowel het gehele polderpeilgebied (lees invloedsgebied watervoerend pakket) als in het invloedsgebied van de deklaag, waar de kwel daadwerkelijk optreedt tot aan maaiveld.

Tabel 4.2 Kwel huidige en toekomstige situatie (waterbalans op basis van MicroFem)

T=10	Oppervlakte (hectare)	Huidige situatie (m³/dag)	Toekomstige situatie (m³/dag)	Toename (m³/dag)	Duur (d)	Totale rivierkwel (m³)
Polderpeilgebied	1.463	44.300	45.470	1.170	6	7.020
Invloedsgebied*	29	1.800	1.996	196	6	1.180

* Invloedsgebied is gebied waar toename stijghoogte in de deklaag groter is dan 0,05 m

De toename aan kwel in het polderpeilgebied bedraagt circa 1.170 m³/dag. Dit is circa 2% van de totale kwel in het polderpeilgebied. Daarmee is de kweltoename over het gehele polderpeilgebied gezien verwaarloosbaar.

Bij een stationaire situatie zal de kweltoename verspreid in het polderpeilgebied plaatsvinden. Voor de situering wordt verwezen naar bijlage 6. Hier is een verschilkaart opgenomen van de kwel.

In praktijk is er geen sprake van een stationaire situatie (hoogwatergolf), waardoor de hoeveelheid kwel in het invloedsgebied van de deklaag en overig gebied geringer is.

4.4 Effecten bij een droogweer periode

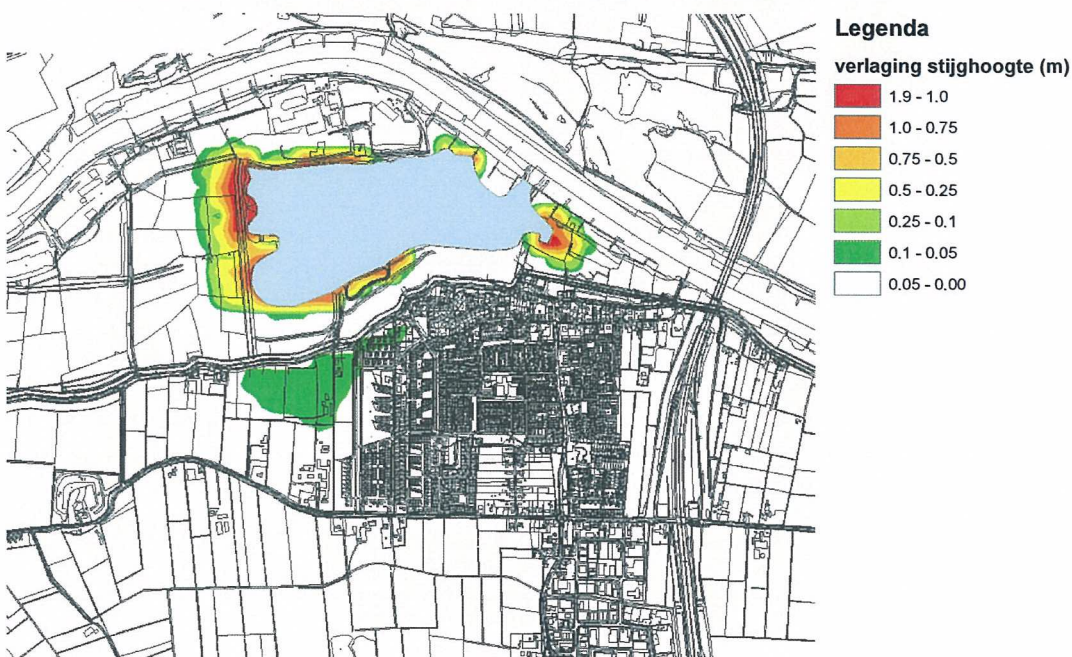
Verandering stijghoogten

Om inzicht te krijgen in het effect van de uitbreiding bij een droogweer situatie zijn aanvullende berekeningen uitgevoerd bij een laagwatersituatie (1991). Het peil bij een laagwatersituatie bedraagt NAP +5,8 m. In het model zijn de randvoorwaarden hierop aangepast.

De invloed van het laagwater is in het freatisch pakket vooral in buitendijks merkbaar en direct achter de dijk. De freatische grondwaterstand daalt binnendijks plaatselijk met 0,05 tot 0,10 m direct achter de dijk.

Zettingen zijn te verwachten indien de grondwaterstand daalt tot beneden GLG. In het verleden zijn lagere grondwaterstanden opgetreden waardoor er naar verwachting geen (meer) zettingen zullen optreden.

In het model zijn de randvoorwaarden hierop aangepast. In figuur 4.5 is het invloedsgebied weergegeven in de deklaag bij een stationaire verlaging van het peil in de Neder-Rijn. In bijlage 7 zijn de berekende stijghoogte in de deklaag weergegeven bij laagwatersituatie.



Figuur 4.5: Verandering grondwaterstand in de deklaag bij een laagwatersituatie in de Neder-Rijn

De invloed van het laagwater is in het freatisch pakket vooral buitendijks merkbaar en direct achter de dijk. De freatische grondwaterstand daalt binnendijks plaatselijk met 5 tot 10 cm direct achter de dijk.

Door de verandering in korrelspanning, ten gevolge van de grondwaterstandverlaging tot beneden de *laagst gemeten waarde ooit*, kunnen zettingen optreden tijdens extreem droge perioden. De kans op het optreden van schade ten gevolge van de zettingen is afhankelijk van de bodemopbouw (mate van voorkomen van zettingsgevoelige lagen), de grondwaterstandsverlaging, de duur van de droge periode, de afstand vanaf de Neder-Rijn/zandwinplas tot zettingsgevoelige objecten en de staat van de zettings-gevoelige objecten. De verandering van 5 tot 10 cm is berekend bij een laagwatersituatie (1991). Dit is niet de laagst gemeten waterstand (en daarmee de laagste grondwaterstand) ooit. Er ontstaan dus geen zettingen

4.5 Invloed oppervlaktewatersysteem Heteren

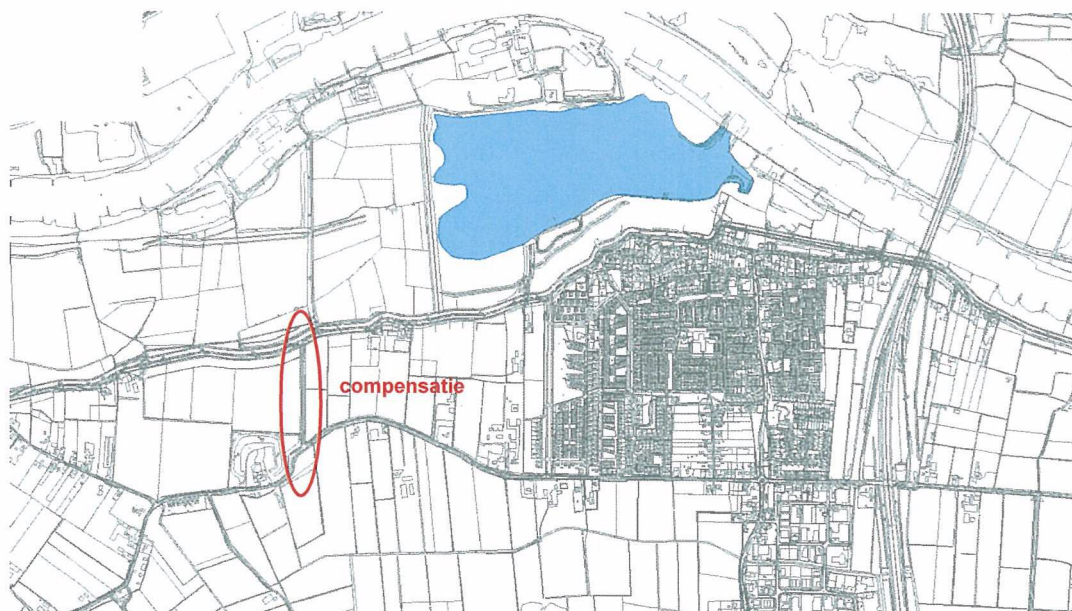
Als gevolg van de uitbreiding zal de hoeveelheid kwel, die afgevoerd moet worden door het oppervlaktewatersysteem, beïnvloed worden. In tabel 4.3 zijn de wijzigingen in afvoeren weergegeven.

Tabel 4.3 **Verskil afvoerdebieten oppervlaktewatersysteem Steenovenstraat**

Situatie	Huidige situatie (m³/dag)	Na uitbreiding (m³/dag)	Verskil (%)
Gemiddeld	26,5	33,1	25
T=10	303,0	332,0	10
Laagwater	-39,9	-65,0	63

De kweltoename bij een T=10 hoogwatersituatie in het oppervlaktewater bedraagt circa 30 m³ per dag. Conform de regels van het waterschap dient een de kweltoename gedurende een hoogwatersituatie (duur 10 dagen) geborgen te worden in een bergingsvoorziening (compensatie). De toename aan kwel voor de gehele T=10 hoogwatersituatie bedraagt 180 m³ (6 dagen * 30 m³). Bij een toegestane peilstijging van 30 cm is het benodigde oppervlak voor compensatie 600 m².

Deze compensatie is in overleg met Waterschap Rivierenland gevonden door aan weerszijde van de Steenkuil, nabij de Boterhoeksestraat, de bestaande sloten te verbreden. De locatie van de compensatie is globaal weergegeven in figuur 4.6.



Figuur 4.6: **Situering compensatiegebied**

5 Conclusies

5.1 Conclusies

Voor de voorgenomen uitbreiding van de zandwinplas Randwijkse waarden is een modelstudie uitgevoerd. Het model is gemaakt met het programma MicroFEM. Hierbij is gebruik gemaakt van gegevens uit REGIS en informatie van de uitgevoerde boringen en sonderingen. De boorprofielen en sondeergrafieken kwamen over een met het beeld uit REGIS. REGIS is daarom gekozen voor de opbouw van het grondwatermodel.

Met het opgestelde grondwatermodel zijn voor een drietal situatie de effecten bepaald.

- gemiddelde situatie op de Neder-Rijn;
- een T=10 hoogwatersituatie;
- een laagwatersituatie.

De invloed van de uitbreiding is berekend door in beide gevallen het verschil in stijghoogte te berekenen en deze met elkaar te vergelijken (voor huidige en toekomstige situatie).

Gemiddelde situatie

Op basis van het uitgevoerde modelonderzoek kan worden geconcludeerd dat bij een gemiddelde situatie de invloed in het freatisch pakket zeer beperkt is en niet binnendijs reikt. Er treedt binnendijs geen toename aan kwel op.

Bij een hoogwatersituatie is wel een toename van de freatische grondwaterstand zichtbaar direct achter de dijk (ten opzichte van huidige situatie). Een hoogwatersituatie komt eens in de 10 jaar voor en duurt gemiddeld 10 dagen.

T=10 hoogwatersituatie

In het noordwestelijke deel van de bebouwde kom van Heteren is bij een stationaire situatie een verhoging van de grondwaterstand berekend van circa 5 tot 10 cm (t.o.v. de berekende huidige situatie). Op basis van de berekeningen is het volgende geconcludeerd:

- een hoogwatersituatie treedt vooral in de winter op, buiten het groeiseizoen. Daarnaast treedt een hoog-watergolf op gedurende een kortdurende perioden (10 dagen). Landbouwschade wordt daarom niet verwacht;
- de ontwateringsdiepte blijft ook bij een hoogwater situatie voldoende waardoor eventuele vocht problemen zullen niet toenemen of ontstaan.
- de kwel neemt als gevolg van de toename in het eerste watervoerend pakket iets toe. Het invloedsgebied aan maaiveld (deklaag) is beperkt en zorgt niet voor problemen. De kwel zal door de aanwezige watergangen worden afgevoerd.

Droogweersituatie

Bij een laagwatersituatie treedt er binnendijs een verlaging op van de stijghoogte in de deklaag. Zettingen treden op als de grondwaterstand in de deklaag uitzakt tot de laagst gemeten grondwaterstand ooit. Door lagere oppervlaktewaterpeilen in het verleden (tot beneden de gehanteerde NAP +5,8 m) is de grondwaterstand al lager geweest. Eventuele zettingen zijn dan al opgetreden. Er ontstaat geen zetting(schade).

Invloed oppervlaktewatersysteem Heteren

De kweltoename bij een T=10 hoogwatersituatie in het oppervlaktewater bedraagt circa 30 m³ per dag. Conform de regels van het waterschap dient een de kweltoename gedurende een hoogwatersituatie (duur 10 dagen) geborgen te worden in een bergingsvoorziening (compensatie). Hiervoor is circa 600 m³ aan compensatiewater nodig. Deze compensatie is, in overleg met Waterschap Rivierenland, gevonden door aan weerszijde van de Steenkuil nabij de Boterhoeksestraat de bestaande sloten te verbreden.

5.2 Aanbevelingen

Aanbevolen wordt om in het invloedsgebied van de T=10 hoogwatersituatie peilbuizen te plaatsen om de grondwaterstand te kunnen monitoren. Deze monitoringspeilbuizen dienen bij voorkeur minimaal één jaar voor aanvang van de werkzaamheden geplaatst te worden om inzicht te krijgen in de effecten.

Bijlage 1

Situering peilbuizen omgeving plangebied

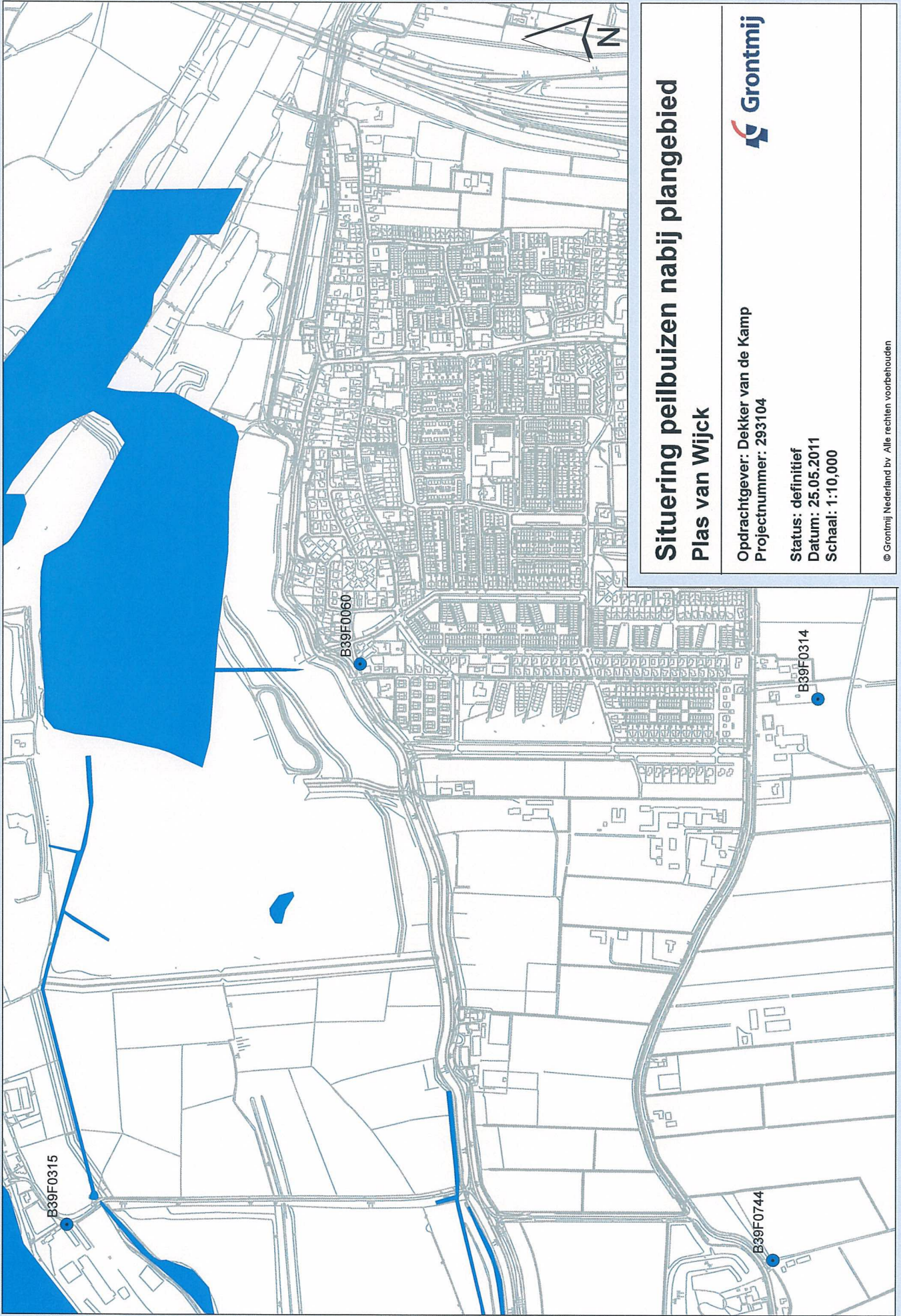
Situering peilbuizen nabij plangebied Plas van Wijck



Opdrachtgever: Dekker van de Kamp
Projectnummer: 293104

Status: definitief
Datum: 25.05.2011
Schaal: 1:10,000

© Grontmij Nederland bv Alle rechten voorbehouden

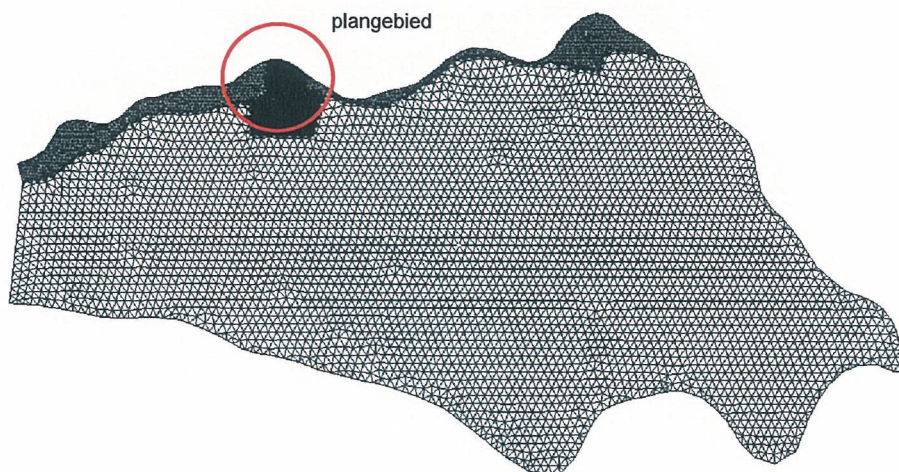


Bijlage 2

Grondwatermodellering

Inleiding

Om de effecten van de uitbreiding van de zandwinplas inzichtelijk te maken, is stationair grondwatermodel opgesteld met het programma MicroFem. Het model bestrijkt een veel groter oppervlak dan het plangebied en heeft een totaal oppervlak van circa 235 km². In figuur B.2.1 is het modelgrid weergegeven.



Figuur B2.1: Modelgrid

Aangezien het vooral om de effecten gaat (verschil huidige kwelsituatie en toekomstige kwelsituatie), is er niet gestreefd om de huidige kwelsituatie met zeer grote nauwkeurigheid te modelleren.

Beschrijving model

Voor deze studie is een stationair grondwatermodel MicroFem gebouwd. Het modelgrid is ter plaatse van het aandachtsgebied verfijnd. Het model heeft een totaal oppervlak van circa 235 km².

Het model wordt aan de zuidzijde begrensd door de Waal, aan de oost- en noordzijde door de Neder-Rijn. De modelranden zijn opgegeven als vaste randen.

Het model bestaat uit drie modellagen met een bovenrand (polderpeilen):

- Modellaag 1: deklaag met een gering doorlaatvermogen en drainageweerstand;
- Modellaag 2: eerste watervoerend pakket met daarboven een deklaag;
- Modellaag 3: tweede watervoerend pakket met daarboven een scheidende laag.

De grondwaterstand in de deklaag is berekend, door een gering doorlaatvermogen in de eerste modellaag op te geven met een drainageweerstand.

De hydraulische weerstand (modellaag 2) van de deklaag varieert in het modelgebied van circa 10 tot 1.835 dagen. Hierbij is rekening gehouden met de aanwezigheid zandbanen aan de hand van informatie verkregen van Waterschap Rivierenland.

Het doorlaatvermogen van het eerste watervoerend pakket in het gehele modelgebied varieert van 470 m²/dag tot 2.690 m²/dag. Binnen het plangebied varieert het doorlaatvermogen van 1.100 m²/dag tot 1.700 m²/dag.

De weerstand van de scheidende laag varieert op basis van REGIS-gegevens van 1.440 tot 3.835 dagen. Het doorlaatvermogen van het tweede watervoerend pakket bedraagt circa 2.000 m²/dag.

In tabel B2.1 is bovenstaande modelopbouw schematisch weergegeven.

Tabel B2.1 **Modelschematisatie**

Modellaag	Geohydrologische eenheid	Weerstand (dagen)	Doorlaatvermogen binnen modelgebied ^{****} (m ² /dag)
0			
1	Deklaag	75*	1
2	1 ^{ste} watervoerend pakket	10 tot 970**	470 tot 2.690
3	2 ^{de} watervoerend pakket	1.440 tot 3.835**	2.000

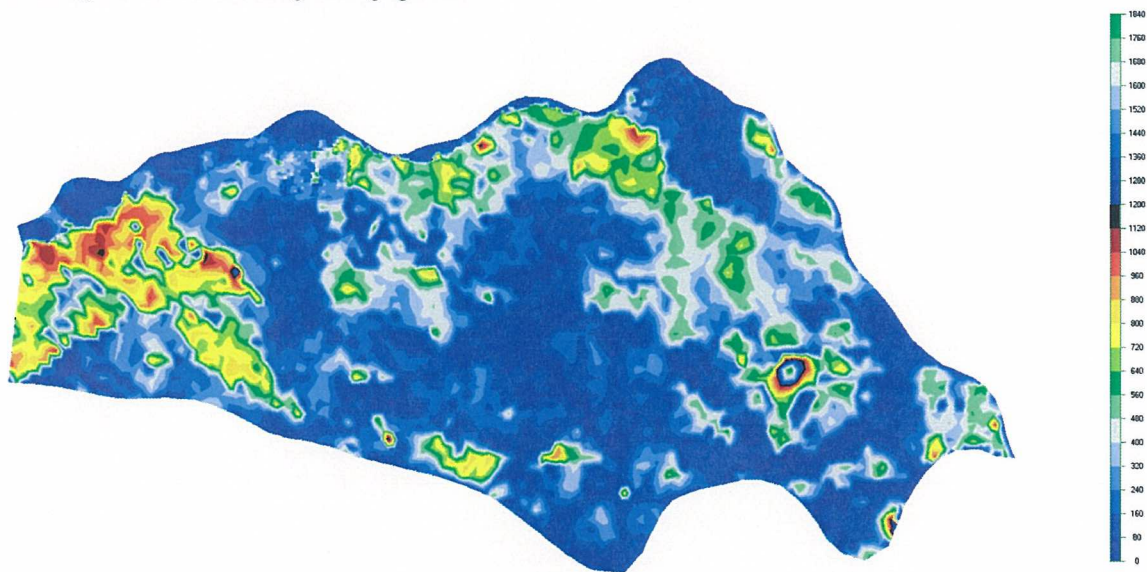
* drainage weerstand

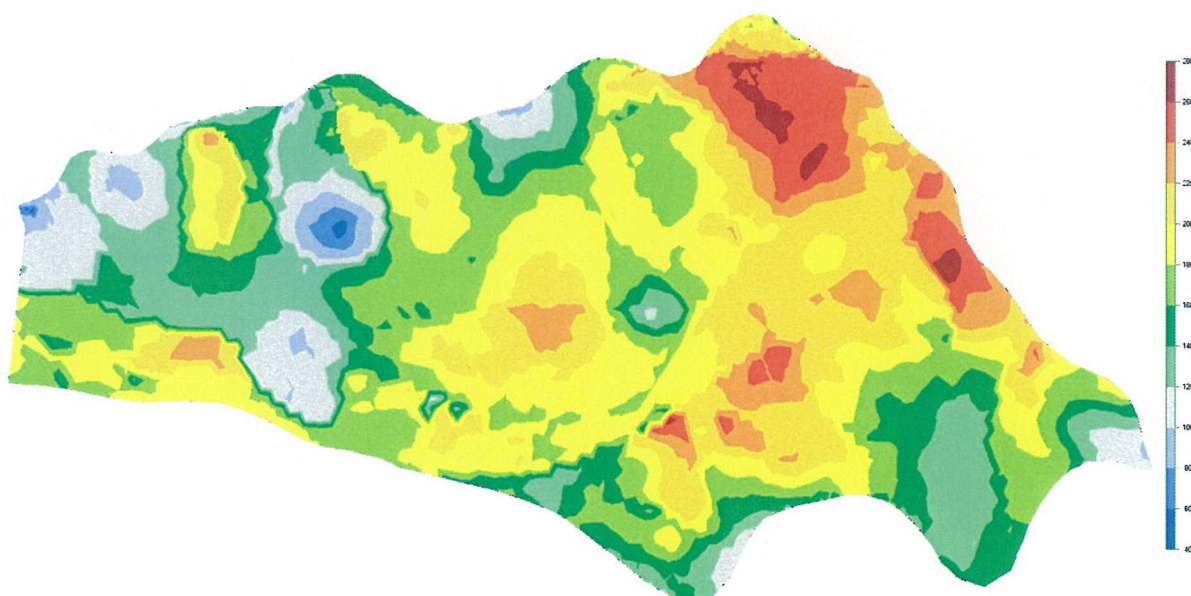
** weerstand deklaag op basis van REGIS

*** weerstand scheidende laag tussen 1^{ste} en 2^{de} watervoerend pakket op basis van REGIS

**** op basis van REGIS

In figuur B2.2 en figuur B2.3 zijn respectievelijk de weerstanden van de deklaag en doorlaatvermogen van de deklaag weergegeven.

**Figuur B2.2** **Weerstand deklaag (dagen)**



Figuur B2.3 Doorlaatvermogen eerste watervoerend pakket (m^2/dag)

Randvoorwaarden

Bovenrandvoorwaarden

Het meerjarig neerslag gemiddelde bedraagt 797 mm (circa 2 mm/dag). Als gevolg van verdamping en evaporatie zal een groot deel van de neerslag niet ten goede komen aan de grondwateraanvulling. Voor hydrologische berekeningen wordt de jaarsom van de potentiële verdamping van gras geschat op 540 mm/jaar. Dit komt overeen met de gemiddelde referentie-verdamping van gras volgens Makkink, gemeten in De Bilt.

Dit betekent dat circa 0,7 mm/dag in de bodem infiltreert. In het model is uitgegaan van 0,8 mm/dag voor de grondwateraanvulling (circa 10% extra). Ter plaatse van bebouwd gebied is deze neerslag gehalveerd, doordat hier meer verhard oppervlak aanwezig is (0,4 mm/dag).

De polderpeilen zijn opgegeven als bovenrandvoorwaarden. De polderpeilen zijn van Waterschap Rivierenland ontvangen. Het oppervlaktewatersysteem is gemodelleerd door een polderpeil op te leggen in het modelgebied. Alleen het oppervlaktewater aan de Steenovenstraat is gemodelleerd als een topsysteem met een intrede weerstand van 2 dagen, een uittrede weerstand van 5 dagen en een peil van NAP +6,40 m (polderpeil ter plaatse).

Randvoorwaarden

De waterstanden in de grote rivieren is opgegeven als randvoorwaarden. De waterstanden van de meetpunten op de rand van het model zijn opgevraagd bij Rijkswaterstaat:

www.waternormalen.nl.

Meetpunt Driel-beneden bevindt zich het dichtst bij het plangebied, op circa 3,5 km ten oosten van de locatie. Lexkesveer bevindt zich op circa 3,7 km ten westen van het plangebied. In tabel B2.2 zijn de waterstanden en gebruikte stations weergegeven.

Tabel B2.2 Waterstanden uit Waternormalen (in m +NAP)

Meetpunt	1 x per 10 jaar	1 x per jaar	gemiddelde afvoer	Laagwater
Pannerden	14,25	12,70	9,58	7,92
Arnhem	12,85	11,35	8,51	
Driel boven	11,60	10,10	8,14	
Driel	11,55	10,00	6,98	5,30
Lexkesveer	10,65	9,00	6,64	4,97
Nijmegen	12,90	11,40	7,70	7,20
Dodewaard	11,66	10,15	6,52	
Tiel	9,55	8,00	4,50	

De gekregen waarden zijn geïnterpoleerd over de rand (rivier) en als vaste stijghoogte opgegeven.

Er is rekening gehouden met kweldruk vanuit de Veluwe door een hogere stijghoogte in het tweede watervoerend pakket op te geven van circa 0,50 m (gemiddelde verschil in de beschikbare filters).

Onttrekkingen

Binnen het modelgebied bevinden zich een viertal drinkwaterwinningen. De kenmerken zijn in tabel B2.3 samengevat.

Tabel B2.3 Drinkwaterwinningen binnen modelgebied

Naam	X coördinaat (m)	Y coördinaat (m)	diepte winning	onttrokken 2007* (m³/jaar)
PS Fikkersdries	183.180	439.550	2 ^{de} watervoerend pakket	12.196.677
PS Hemmen	176.080	439.080	2 ^{de} watervoerend pakket	1.374.975
PS Zetten	179.240	438.040	2 ^{de} watervoerend pakket	3.993.806
PS Sijmons	190.853	440.760	2 ^{de} watervoerend pakket	3.280.526

* actuele data zijn niet gevonden.

Doordat de winningen ver van het plangebied gelegen zijn en in het tweede watervoerend pakket worden uitgevoerd, wordt geen invloed van de onttrekkingen verwacht. M.a.w. onttrekkings-debieten zullen in het plangebied geen ander resultaat opleveren.

Ingrepen

De ontzanding zal plaatsvinden tot op de scheidende laag (onderkant modellaag 2). Indien de zandwinplas minder diep wordt, heeft dit geen invloed op de berekeningsresultaten van het grondwatermodel. Ter plaatse de bestaande zandwinplas is het doorlaatvermogen in het eerste watervoerend pakket (modellaag 2) extreem hoog en de bodemweerstand laag opgegeven om zo het oppervlaktewaterpeil te kunnen berekenen.

Er zijn geen gegevens bekend met betrekking tot de aanwezigheid van drainage. Dit zal in een vervolgtraject nog uitgezocht moeten worden. Door de drainage zullen eventuele invloeden worden gemitigeerd maar zal wel zorgen voor een hogere afvoer.

Het ontwateringsniveau in het bebouwd gebied is gelijkgesteld aan het polderpeil (NAP +6,40 m). Doordat de deklaag als aparte laag is gemodelleerd kan in het bebouwd gebied toch de freatische grondwaterstand berekend en de effecten bepaald worden.

Modelanalyse

Tijdens de modelanalyse is gespeurd naar afwijkingen tussen model en meting (residuen) ten gevolge van 'fouten' in de modelinvoer: het verkeerd inschatten van waterpeilen, het ontbreken van onttrekkingen, etc. Dit type 'fouten' heeft veel invloed op de modelresultaten en heeft bij verbetering een groter effect dan het 'fine-tunen' van het model.

Tijdens de modelanalyse zijn, daar waar mogelijk, vergelijkingen gemaakt tussen gemeten en berekende stijghoogten en grondwaterstanden. De residuen worden bepaald tussen de stationaire modelresultaten en de mediaan van de gemeten grondwaterstanden.

Het model is gekalibreerd voor een gemiddelde situatie (gemiddelde stijghoogte over een periode van 20 jaar). De berekende grondwaterstanden zijn vergeleken met de gemiddelde grondwaterstanden in de TNO-peilbuizen. Doordat er een beperkt aantal peilbuizen in de directe omgeving van het plangebied aanwezig is, is calibratie binnen het plangebied niet mogelijk.

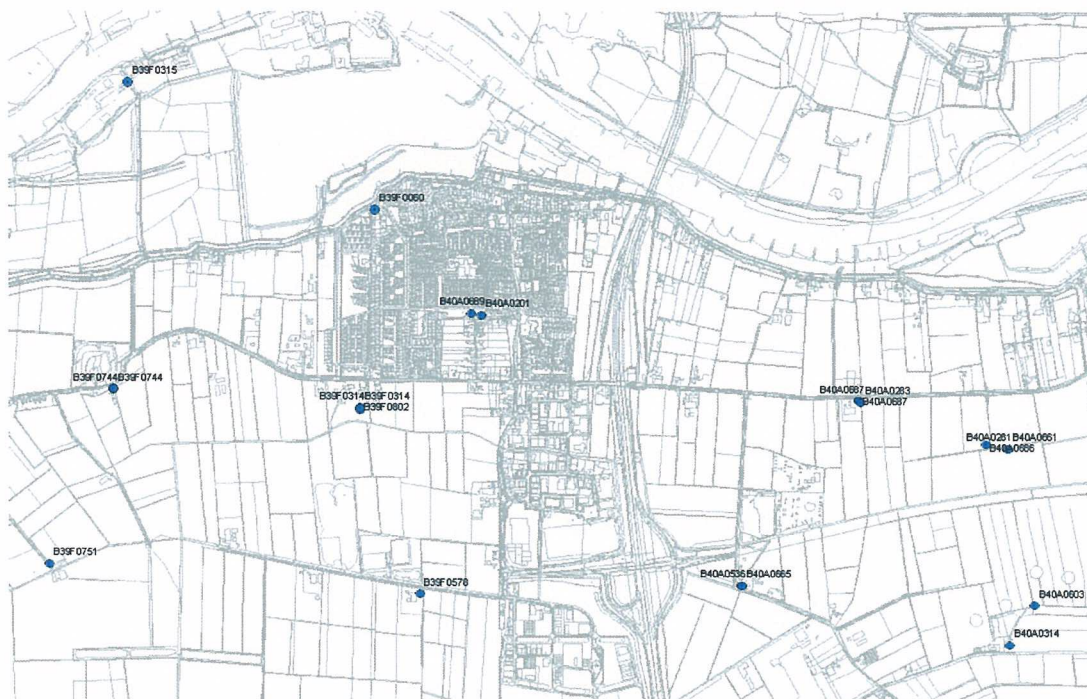
Het model is voor het plangebied aanvullend 'gekalibreerd' met behulp van de relatie tussen de waterstanden in de Neder-Rijn en de stijghoogten in het eerste watervoerend pakket ter plaatse van de locatie. Moeilijkheid hierbij is, dat een hoogwatergolf zich door de rivier verplaatst waardoor de (stationair berekende) waarden moeilijk te vergelijken zijn met de dynamische grondwaterstanden op afstand van de rivier. Alleen direct bij de rivier zit er nagenoeg geen vertraging tussen de hoogwatergolf en de stijghoogte in het eerste watervoerend pakket.

Om een gevoel van de optredende stijghoogten te krijgen zijn de berekende grondwaterstanden bij een T=10 hoogwatersituatie en een laagwatersituatie vergeleken met de GLG en GHG. De berekende stijghoogten zijn vergeleken met de maaiveldhoogten en beschikbare informatie. In tabel B2.4 zijn de berekende en gemeten stijghoogten weergegeven voor de peilbuizen binnen het modelgebied. Dit aantal peilbuizen is groter dan in tabel 2.2 omdat het modelgebied groter is dan het plangebied.

Tabel B2.4 Berekeningsresultaten GHG/GLG

Filter	X coord (m)	Y coord (m)	Diepte (m +NAP)	GHG (m +NAP)			GLG (m +NAP)		
				gemeten	berekend	verschil	gemeten	berekend	verschil
B39F0751	178.240	439.730	4,73	6,13	6,37	-0,24	6,53	6,62	-0,10
B39F0751	178.240	439.730	-1,78	5,98	6,37	-0,39	5,98	6,64	-0,66
B39F0744	178.540	440.560	5,06	6,20	6,29	-0,09	6,63	6,61	0,02
B39F0744	178.540	440.560	-3,27	6,76	6,39	0,37	6,76	6,61	0,15
B39F0802	179.700	440.460	6,18	6,27	6,23	0,04	6,27	6,52	-0,26
B39F0314	179.700	440.470	-9,15	6,31	6,59	-0,28	6,70	6,84	-0,14
B39F0578	179.980	439.590	0,57	6,11	6,25	-0,14	6,51	6,44	0,07
B39F0578	179.980	439.590	-17,45	6,13	6,39	-0,26	6,13	6,68	-0,55
B40A0689	180.220	440.920	2,43	6,28	6,31	-0,03	6,28	6,94	-0,66
B40A0201	180.270	440.910	-4,20	6,36	6,31	0,05	6,36	6,94	-0,59
B40A0536	181.490	439.630	-5,78	6,28	6,39	-0,11	6,64	6,66	-0,02
B40A0665	181.490	439.630	5,50	6,30	6,39	-0,09	6,30	6,66	-0,36
B40A0687	182.040	440.507	6,31	6,45	6,38	0,07	6,98	6,64	0,34
B40A0687	182.040	440.507	2,47	6,34	6,18	0,16	6,34	6,64	-0,30
B40A0283	182.050	440.500	5,58	6,65	6,38	0,27	7,16	8,26	-1,10
B40A0283	182.050	440.500	-2,05	6,53	6,18	0,35	6,53	6,64	-0,11
B40A0686	182.635	440.300	6,19	6,44	6,33	0,11	6,93	7,01	-0,08
B40A0686	182.635	440.300	2,44	6,43	6,33	0,10	6,43	7,01	-0,58
B40A0281	182.740	440.280	1,37	6,58	6,41	0,17	6,58	6,55	0,03
B40A0661	182.740	440.280	5,13	6,57	6,51	0,05	6,57	6,55	0,01
B40A0314	182.750	439.350	3,51	6,20	6,23	-0,02	7,38	7,54	-0,17
B40A0314	182.750	439.350	-2,49	6,26	6,39	-0,13	6,26	6,52	-0,26
B40A0603	182.866	439.537	5,89	6,39	6,51	-0,12	7,49	6,60	0,89
B40A0603	182.866	439.537	2,89	6,40	6,56	-0,16	6,40	7,18	-0,78

De situering van de peilbuizen is in figuur B2.4 weergegeven.



Figuur B2.4 Situering peilbuizen ten behoeve van calibratie

Het model is lastig te kalibreren voor het plangebied. De afwijkingen ten opzichte van GHG zijn wat groter dan bij de GLG. Dit wordt veroorzaakt door het niet stationaire effect. Een hoogwatergolf treedt op gedurende een korte periode (circa 10 dagen). Een laagwatersituatie duurt in het algemeen langer, waardoor er meer een stationaire situatie ontstaat.

Het modelleren van extreme, kortdurende gebeurtenissen zoals een T=10 hoogwatersituatie of op maximale grondwaterstanden is door het vertragende effect in de ondergrond niet effectief voor een stationaire situatie, mede gezien het feit dat de meetfrequentie in de peilbuizen te laag om pieken goed te kunnen monitoren.

Ondanks het feit dat er beperkte gegevens zijn, kan het model redelijk tot goed gekalibreerd worden op basis van de beschikbare gegevens.

Gevoeligheid

Om enig inzicht te krijgen in de betrouwbaarheid van het model is een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd. Hierbij zijn de waarden van weerstand, doorlaatvermogen eerste watervoerend pakket en neerslag gevarieerd. In tabel B2.5 zijn de resultaten beschreven.

Tabel B2.5 gevoeligheidsanalyse

Parameter		stijghoogte	minimaal	gemiddeld	maximaal	effect
Gekalibreerd			5,22	7,08	9,58	
			5,85	7,16	9,58	
Neerslag	x 2	Deklaag	5,22	7,08	9,58	verwaarloosbaar effect stijghoogte
		WVP1	5,85	7,16	9,58	verwaarloosbaar effect stijghoogte
	x 0,5	Deklaag	5,22	7,07	9,58	verwaarloosbaar effect stijghoogte
		WVP1	5,85	7,16	9,58	verwaarloosbaar effect stijghoogte
weerstand deklaag	x 2	Deklaag	5,20	7,08	9,58	verwaarloosbaar effect stijghoogte
		WVP1	6,03	7,18	9,58	geringe toename (gemiddeld 2 cm)
	x 0,5	Deklaag	5,25	7,08	9,58	verwaarloosbaar effect stijghoogte
		WVP1	5,70	7,14	9,58	geringe afname (gemiddeld 2 cm)
doorlaatvermogen	x 2	Deklaag	5,23	7,08	9,58	verwaarloosbaar effect stijghoogte
		WVP1	6,02	7,19	9,58	geringe toename (gemiddeld 3 cm)
	x 0,5	Deklaag	5,21	7,07	9,58	verwaarloosbaar effect stijghoogte
		WVP1	5,69	7,13	9,58	geringe afname (gemiddeld 3 cm)

Uit de gevoeligheidsanalyse kan het volgende geconcludeerd worden:

- verhoging/verlaging parameters hebben een verwaarloosbaar effect op de stijghoogte in de deklaag;
- verlaging van de weerstand en het doorlaatvermogen in het eerste watervoerend pakket leiden tot een geringe afname van de stijghoogte in het eerste watervoerend pakket;
- vooral de minimale stijghoogte stijgt in het eerste watervoerend pakket;
- de veranderingen van de stijghoogte in het eerste watervoerend pakket zijn gemiddeld enkele centimeters

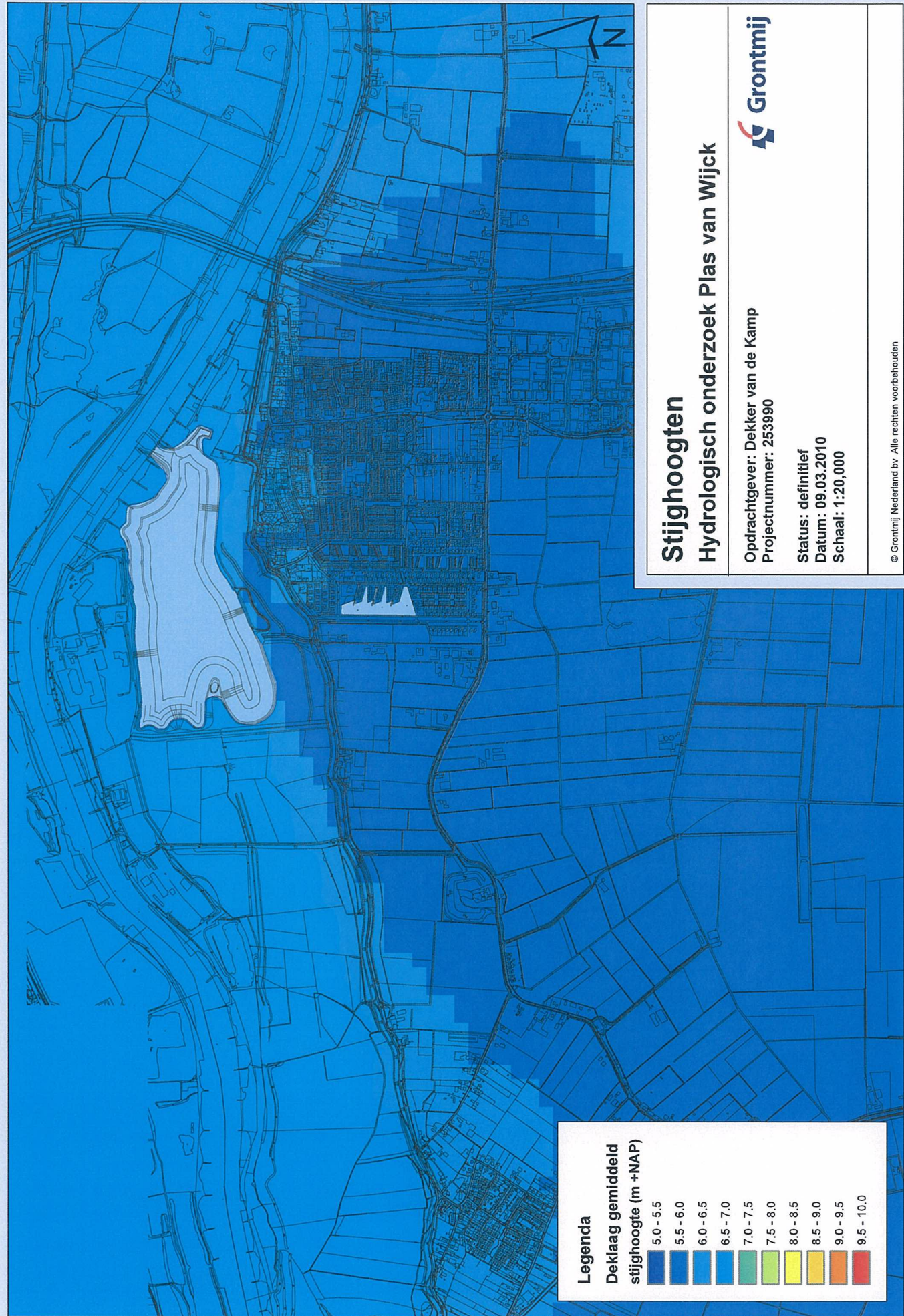
Uit de gevoeligheidsanalyse blijkt dat de stijghoogte vooral beïnvloed wordt door het doorlaatvermogen en de weerstand van de deklaag. De gevoeligheid kan niet worden getoetst aan de praktijkgegevens.

Conclusie

Geconcludeerd kan worden dat, gelet op de gestelde doelstelling en rekening houdend met de onzekerheden ten aanzien van het ontbreken van gegevens van lokale grondwaterstanden, de effecten in voldoende mate van nauwkeurigheid inzichtelijk gemaakt kunnen worden.

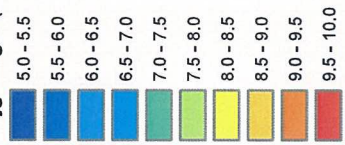
Bijlage 3

Berekende stijghoogten deklaag gemiddelde situatie



Legenda

Deklaag gemiddeld uitbreiding
stijghoogte (m +NAP)



Stijghoogten

Hydrologisch onderzoek Plas van Wijck



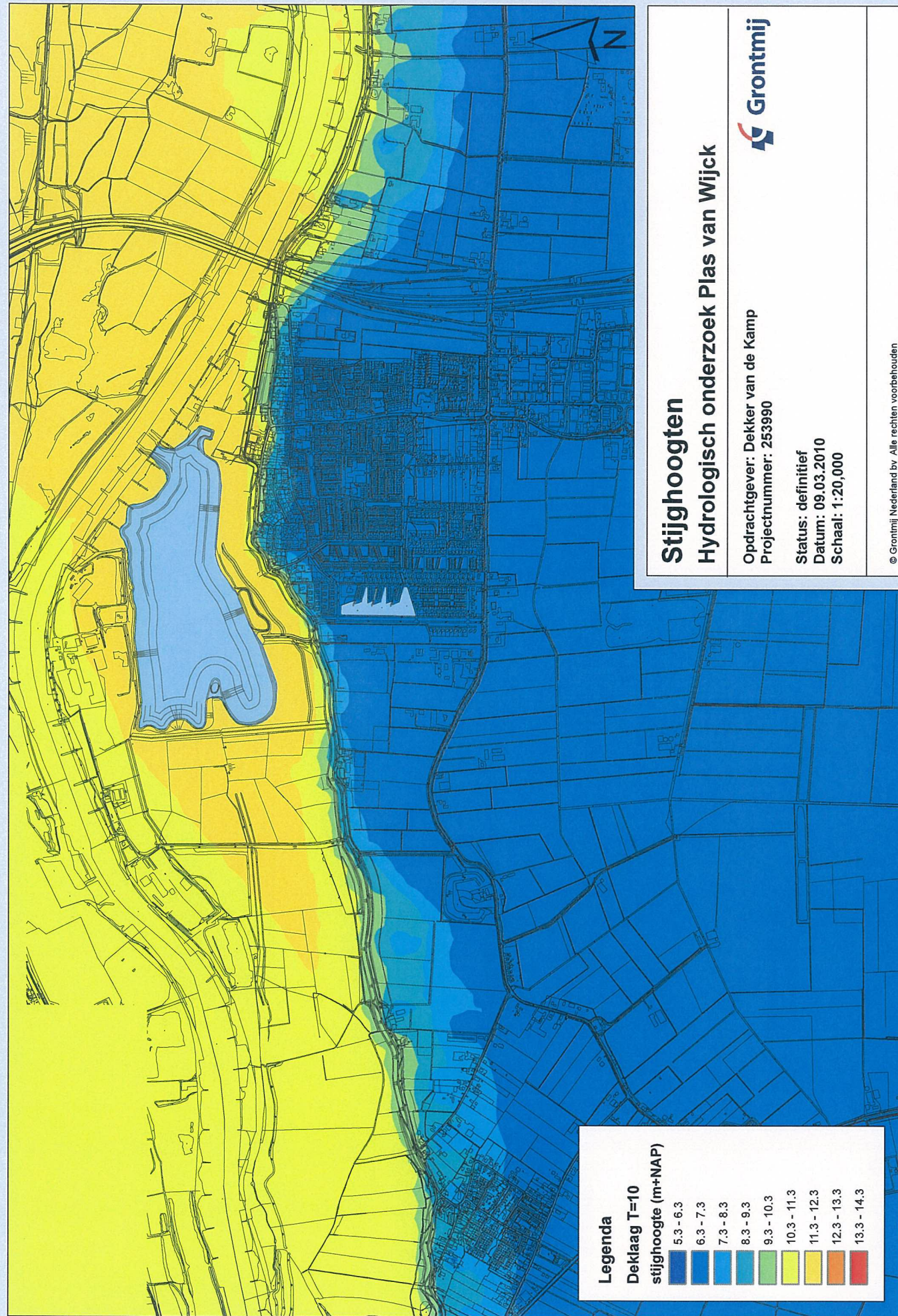
Opdrachtgever: Dekker van de Kamp
Projectnummer: 253990

Status: definitief
Datum: 09.03.2010
Schaal: 1:20,000

© Grontmij Nederland bv Alle rechten voorbehouden

Bijlage 4

Berekende stijghoogten deklaag T10-situatie



Stijghoogten

Hydrologisch onderzoek Plas van Wijck



Opdrachtgever: Dekker van de Kamp
Projectnummer: 253990

Status: definitief
Datum: 09.03.2010
Schaal: 1:20,000

© Grontmij Nederland bv Alle rechten voorbehouden

Stijghoogten

Hydrologisch onderzoek Plas van Wijk



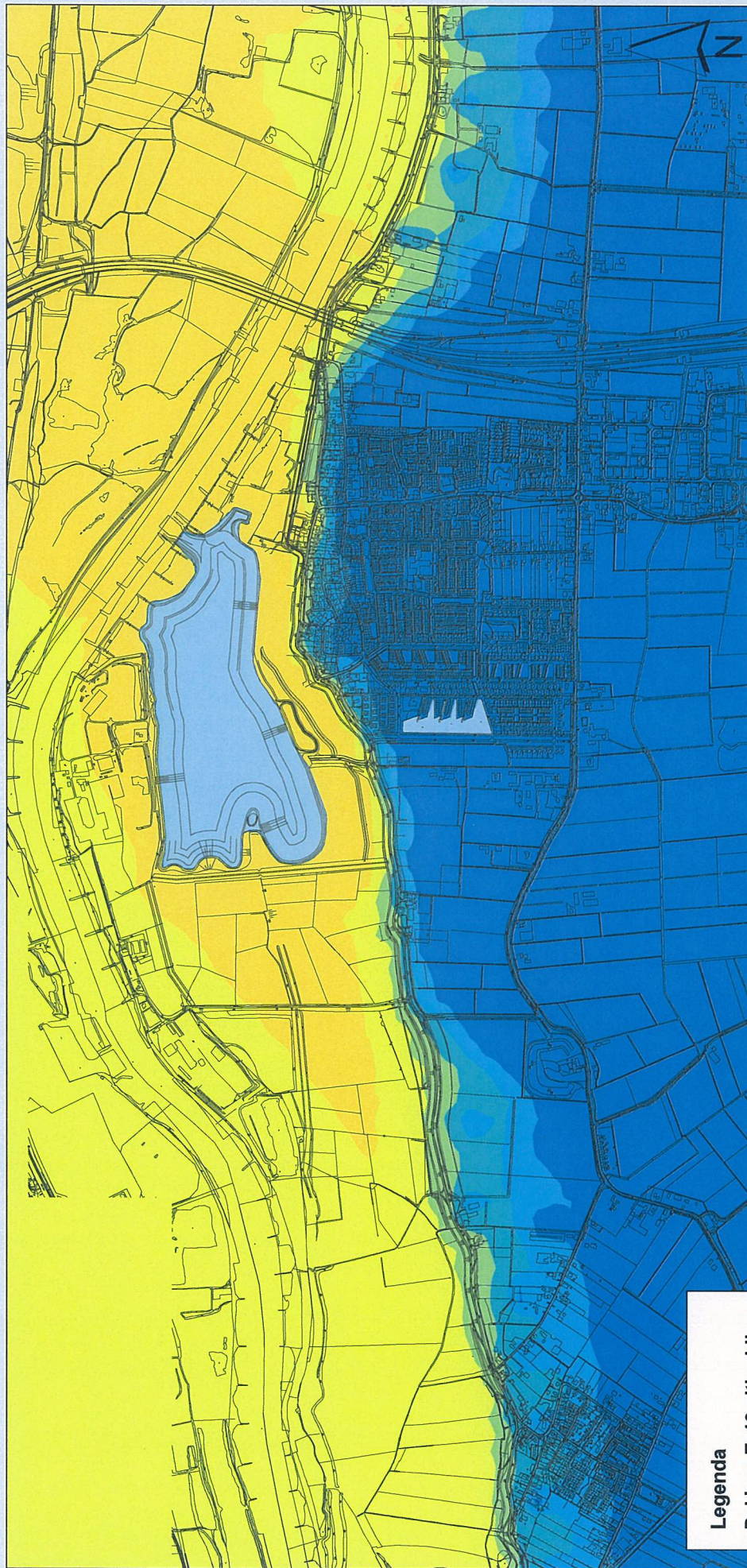
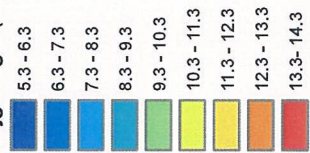
Opdrachtgever: Dekker van de Kamp
Projectnummer: 253990

Status: definitief
Datum: 09.03.2010
Schaal: 1:20,000

© Grontmij Nederland bv Alle rechten voorbehouden

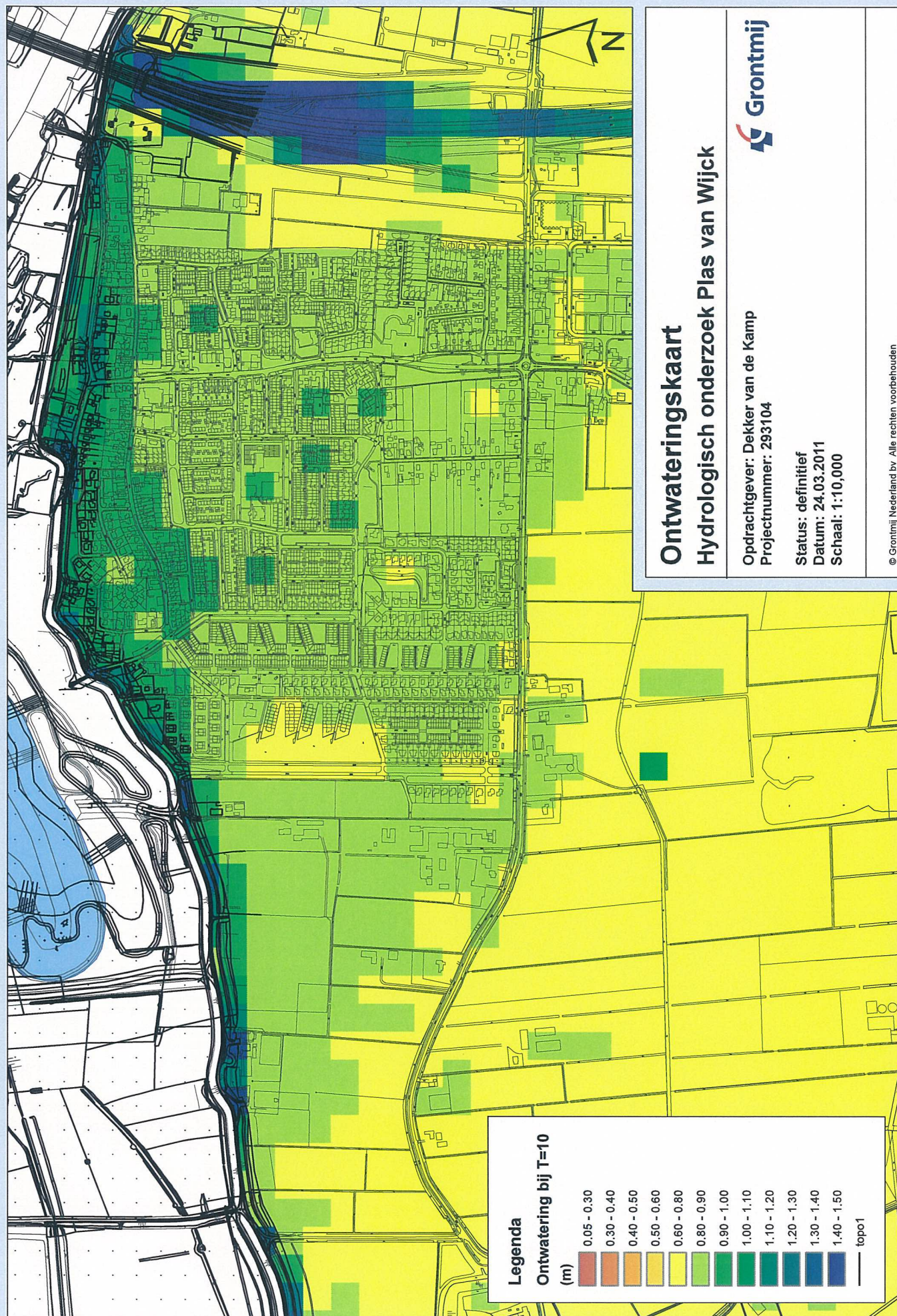
Legenda

Deklaag T=10 uitbreiding
stijghoogte (m+NAP)



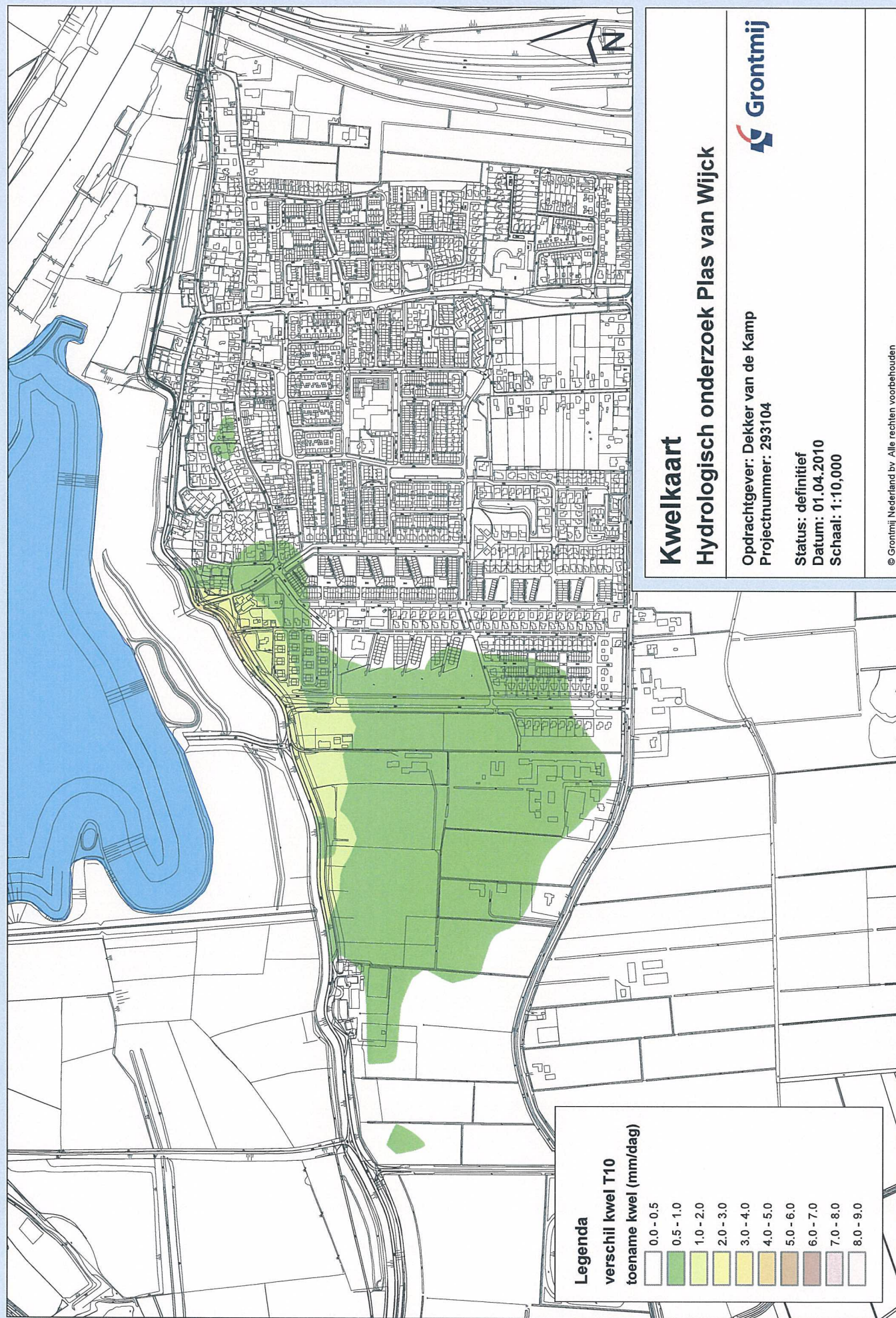
Bijlage 5

Ontwateringskaart bij T10-situatie



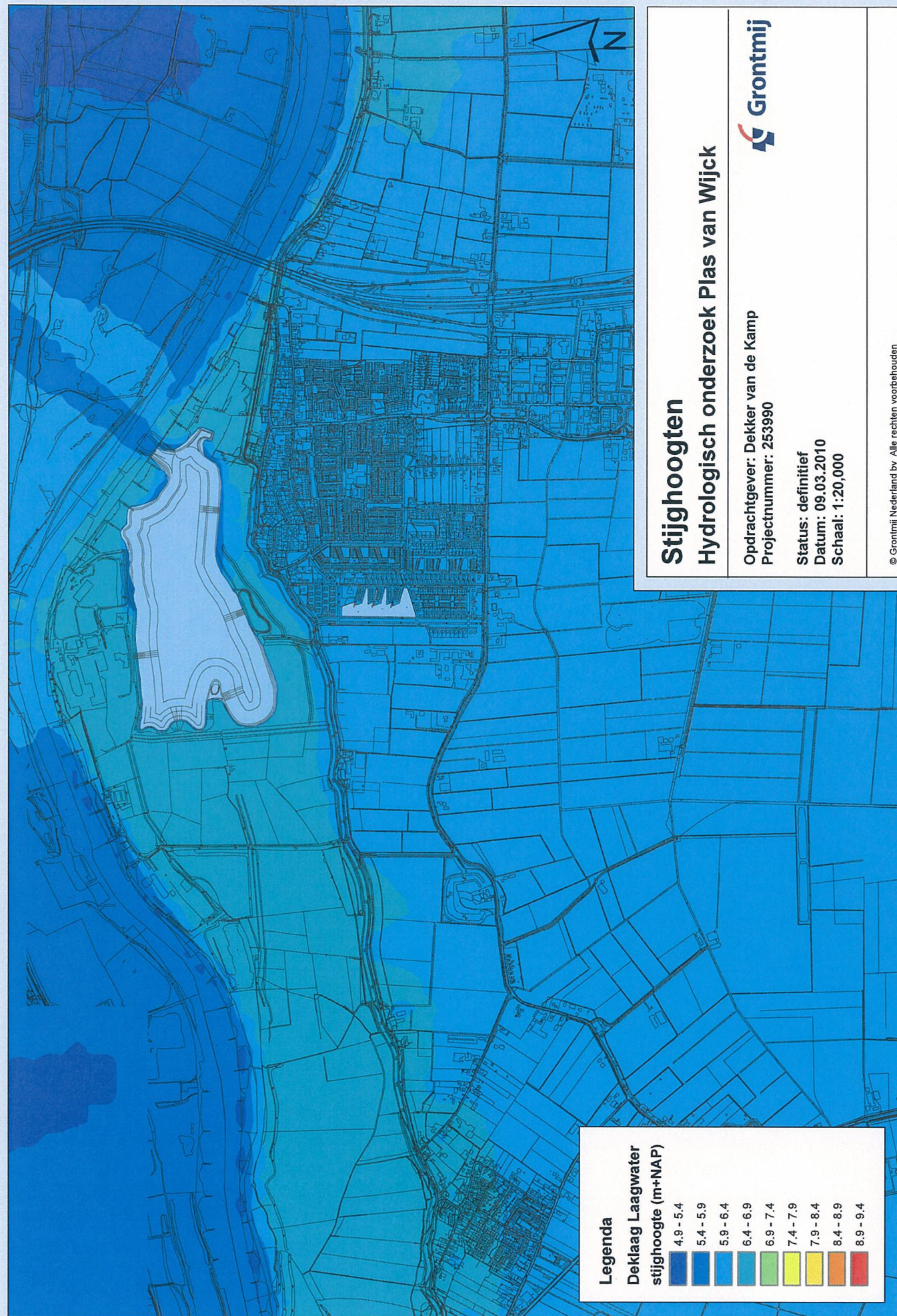
Bijlage 6

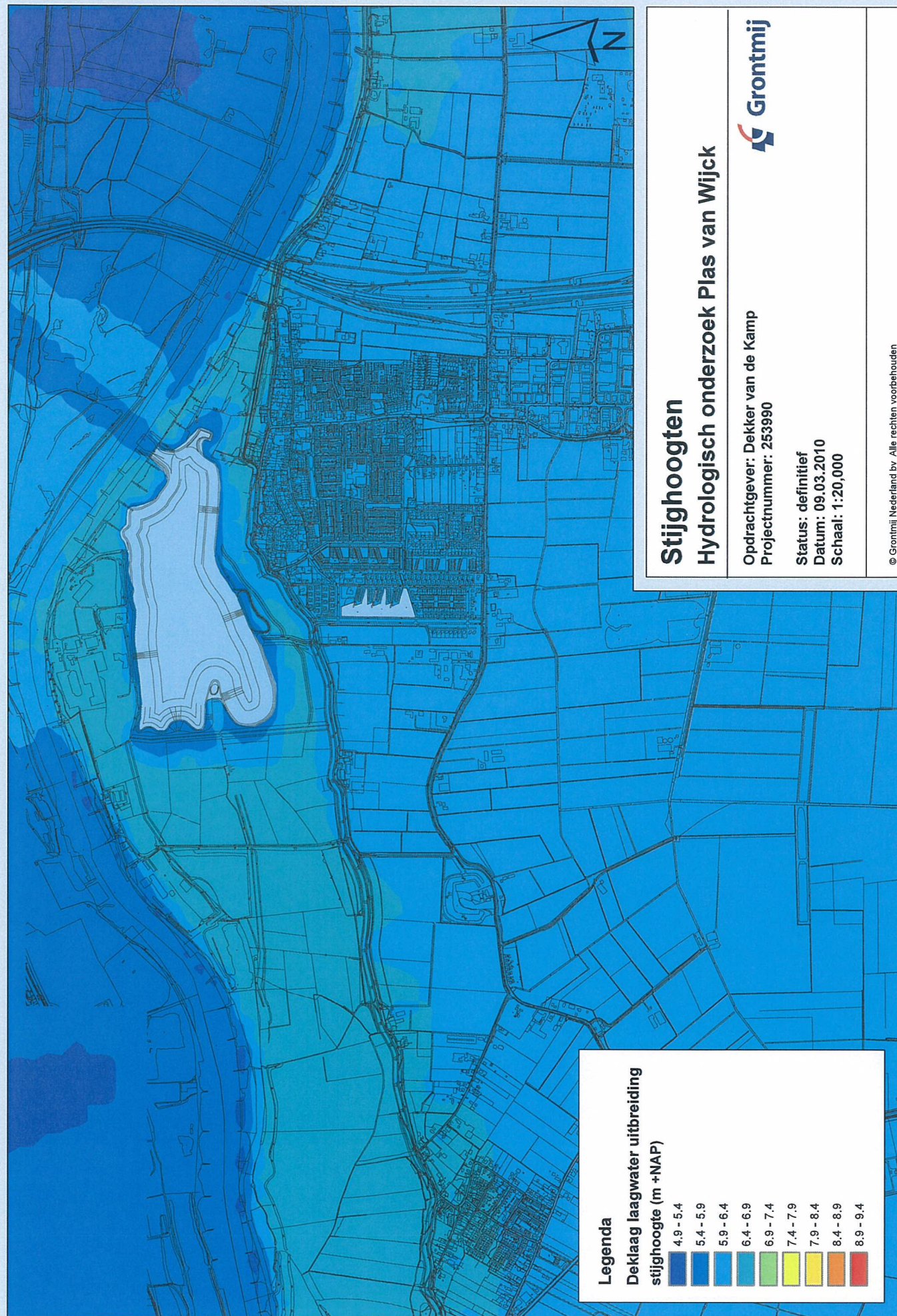
Verschilkaart van de kwel bij T10-situatie



Bijlage 7

Berekende stijghoogten deklaag droogweersituatie





www.grontmij.com

