

RAPPORT
betreffende

**STABILITEITSADVIES
LOBBERDENSE WAARD**

Opdrachtnummer: 6007-0304-002

Opdrachtgever : Samenwerking LobberdensewaardWaard
Postbus 112
6640 AC BEUNINGEN

Projectleider : ir. L.W.A. Zwang

Opgesteld door : ir. B. Rijnveld
Adviseur Geotechniek

Drs. I.M. Groenouwe
Adviseur Waterbouw

VERSIE	DATUM	OMSCHRIJVING WIJZIGING	PARAAF PROJECTLEIDER
1	28 september 2010	eerste versie	
2	2 december 2010	tweede versie	
3	17 januari 2011	derde versie	
4	10 februari 2011	vierde versie	
5	18 februari 2011	vijfde versie	
6	20 juni 2011	zesde versie	

FILE: 6007-0304-002.R02v6.doc Op deze rapportage zijn de algemene leveringsvoorwaarden van de V.O.T.B. van toepassing die een aansprakelijkheidsbeperking bevatten.

INHOUDSOPGAVE

Blz.

1. INLEIDING	2
2. PROJECTBESCHRIJVING	3
3. TERREIN- EN BODEMGESTELDHEID	4
3.1. Omvang grond- en laboratoriumonderzoek	4
3.2. Bodemopbouw	4
3.3. (Grond)waterstanden en stijghoogtes	5
4. UITGANGSPUNTEN	6
4.1. Algemeen	6
4.2. Geometrie	7
4.3. Bodemopbouw en grondparameters	8
4.4. (Grond)waterstanden	9
4.5. Gronddepots, terrein- en aardbevingsbelastingen	10
5. TALUDAFSCHUIVING	11
5.1. Algemeen	11
5.2. Berekeningsmethode	11
5.3. Aardbevingen	12
5.4. Berekeningsresultaten	13
5.5. Conclusies eenvoudige beoordeling taludafschuiving	13
6. VERWEKINGSVLOEIING	15
6.1. Algemeen	15
6.2. Criteria eenvoudige beoordeling verwekingsvloeiing	15
6.3. Verwekingsgevoeligheid bodemmateriaal	16
6.4. Verwekingsgevoeligheid aanvulmateriaal	16
6.5. Eenvoudige beoordeling verwekingsvloeiing	17
6.6. Conclusie eenvoudige beoordeling verwekingsvloeiing	19
7. BRESVLOEIING	20
7.1. Algemeen	20
7.2. Beheerst bressen	20
7.3. Criteria eenvoudige beoordeling bresvloeiing	22
7.4. Eenvoudige beoordeling bresvloeiing	22
7.5. Conclusie eenvoudige beoordeling bresvloeiing	23
8. STABILITEITSANALYSES	24
8.1. Algemeen	24
8.2. Geometrie	24
8.3. Piping	25
8.4. Binnenwaartse stabiliteit	27
8.5. Conclusies	28
9. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	30
9.1. Aanbevelingen	31

BIJLAGEN

Nr.

Advies

- Berekeningsresultaten taludstabiliteit winput	1-1 t/m 1-2
- Relatieve dichtheid	2-1 t/m 2-28
- Overzicht resultaten korrelverdelingen	3-1 t/m 3-6
- Berekeningsresultaten stabiliteit zomerkaden	4-1 t/m 4-3

1. INLEIDING

Op 26 augustus 2010 ontving Fugro Ingenieursbureau B.V. te Arnhem van Samenwerking Lobberdense Waard (Wezendonk +CIV) de opdracht voor het uitvoeren van een geotechnisch onderzoek en het opstellen van een advies omtrent de beoordeling van de taludstabiliteit van de zandwinning Lobberdense Waard.

Dit advies heeft als doel om vast te stellen of de taluds, zoals ontworpen door de opdrachtgever, voldoende stabiel zijn. De ontwerpen zijn getoetst conform CUR-richtlijn 113 op de drie faalmechanismen afschuiving, verwekingsvloeiing en bresvloeiing.

Voor dit project is in een eerder stadium door Fugro Ingenieursbureau B.V. onder opdrachtnummer 6007-0304-000 grondonderzoek uitgevoerd bestaande uit 11 diepsonderingen. Door Wiertsema en Partners is in 2005 een grondonderzoek uitgevoerd bestaande uit 8 boringen. In het laboratorium zijn korrelverdelingen van de boormonsters bepaald. Daarnaast is in verschillende fasen aanvullend grondonderzoek uitgevoerd, bestaande uit diepsonderingen. Voor de resultaten van dit grondonderzoek wordt verwezen naar rapport 6007-0304-003.R01 van 23 september 2010 en projectnummer 6007-0304-004.

Daarnaast is naar aanleiding van de pipinganalyses voor de oostelijke zomerkade een handbooronderzoek uitgevoerd (rapport 6007-0304-006.R01 van 31 mei 2011) en een herberekening van de veiligheid tegen piping. De resultaten van deze analyse zijn in dit rapport verwerkt.

2. PROJECTBESCHRIJVING

Het project Lobberdense Waard is gelegen in Pannerden in de gemeente Rijnwaarden aan het Pannerdens Kanaal. Het project voorziet in de realisering van de rivierkundige taakstelling voor het gebied in het kader van de PKB Ruimte voor de Rivier (autonoom ontwikkelingsproject) en natuurontwikkeling (Gelderse Poort Natura2000). Een en ander wordt gerealiseerd door middel van delfstoffenwinning. Het projectgebied betreft de gehele Lobberdense Waard (minus Zorgdijkplas), globaal begrensd door de kaden en dijken en beslaat ca. 200 ha. Aan de westzijde van de Lobberdense weg is reeds een put aanwezig. Deze put wordt naar het westen toe uitgebreid, de beoogde diepte bedraagt ca. 18 m (NAP - 6,5 m). Aan de oostelijke zijde is men voornemens een nieuwe put te realiseren waarbij de beoogde diepte ca. 19 m (NAP -8,0 m) bedraagt.

De delfstoffenwinning ziet toe op de realisatie van een hoogwatergeul. Delen van het te ontgronden gebied worden na realisatie weer opgevuld tot de gemiddelde waterlijn. Aan de noordkant van de uiterwaard ligt de Rijndijk (primaire waterkering, insteek ontgronding ca. 100 m uit de teen). Aan de oost- en westzijde liggen drie kades (secundaire waterkering, insteek ontgronding ca. 20 m uit de teen). Ten zuiden van de geul liggen steenfabrieksterreinen waar de afstand tot insteek ontgronding ca. 40 meter bedraagt. Het gebied wordt doorsneden door de Lobberdenseweg (insteek ontgronding tot aan de weg ca. 20 m).

Een plattegrond van de put en omliggende objecten is gegeven in Figuur 2.1.



Figuur 2.1: Situatietekening van de projectlocatie

3. TERREIN- EN BODEMGESTELDHEID

3.1. Omvang grond- en laboratoriumonderzoek

Voor dit project is het volgende grondonderzoek beschikbaar:

- 4 sonderingen met meting van de plaatselijke wrijvingsweerstand (code DKM) tot circa 25 m diepte;
- 21 sonderingen met meting van de plaatselijke wrijvingsweerstand (code DKM) tot circa 35 m diepte;
- 15 handboringen tot circa 5 m diepte (oostelijke zomerkade);
- 4 mechanische boringen tot circa 35 m diepte;
- 4 mechanische boringen tot circa 25 m diepte;
- 6 pulsboringen tot circa 15 m diepte;
- Geroerde monsters van iedere 0,5 m boring;
- Korrelverdelingen van mengmonsters over iedere ca. 2,0 m boring.

Voor een eenvoudige beoordeling conform CUR 113 dient per 0,3 km à 0,5 km oever een sondering tot ca. 1,5 maal de rekenputdiepte H_r te worden uitgevoerd. De omtrek van de oostelijke zandwinput bedraagt ca. 4,5 km, waardoor dit neerkomt op ca. 8 sonderingen verspreid langs de oever van de put, tot een diepte van ca. 30 m. De omtrek van de uitbreiding van de westelijke zandwinput bedraagt ca. 2,5 km, waardoor dit neerkomt op ca. 5 sonderingen verspreid langs de oever van de put, tot een diepte van ca. 30 m. In dit geval zijn voor de oostelijke zandwinput 11 sonderingen tot ca. 30 m diepte uitgevoerd, voor de uitbreiding van de westelijke zandwinput zijn 5 sonderingen tot ca. 30 m diepte uitgevoerd.

Voor een eenvoudige beoordeling conform CUR 113 dient per 0,3 km à 1,0 km oever een boring tot de putdiepte te worden uitgevoerd. De omtrek van de oostelijke zandwinput bedraagt ca. 4,5 km, dit komt neer op ca. 5 boringen verspreid langs de oever van de put, tot een diepte van ca. 20 m. De omtrek van de uitbreiding van de westelijke zandwinput bedraagt ca. 2,5 km, dit komt neer op ca. 3 boringen verspreid langs de oever van de put, tot een diepte van ca. 20 m. In dit geval zijn voor de oostelijke zandwinput 8 boringen tot ca. 25 en 35 m diepte uitgevoerd, voor de uitbreiding van de westelijke zandwinput zijn 6 boringen tot ca. 15 m diepte uitgevoerd. Voor de westelijke put zijn de boringen niet tot de voorziene putdiepte uitgevoerd, maar tot ca. NAP -3,0 m. Volgens CUR 113 mag dus niet dieper gewonnen worden dan NAP -3,0 m. Op basis van het voorkomen van losgepakte zandlagen zijn daarnaast een aantal aanvullende sonderingen uitgevoerd in een drietal risicogebieden.

3.2. Bodemopbouw

Op basis van het grondonderzoek kan de bodemgesteldheid globaal worden geschematiseerd zoals in tabel 3.1 is weergegeven.

Tabel 3.1: Globale bodemopbouw

Bovenkant laag [m t.o.v. NAP]	Bodembeschrijving
+13,8 à +10,2	<u>KLEI</u> , zandig, humeus
+11,0 à +6,0	<u>ZAND</u> , bevat lokaal slib, lokaal doorsneden met klei, veen en grindlagen
-4,5 à -8,0	<u>KLEI</u> , zandig
-7,0 à -15,0	<u>ZAND</u> , bevat lokaal slib, klei en/of grind, ter plaatse van DKM9 is een dikke klei/leem laag aanwezig tussen NAP -15,0 en NAP -20,0 m
-11,0 à -24,0	Maximaal verkende diepte boringen en sonderingen

3.3. (Grond)waterstanden en stijghoogtes

Onduidelijk is of tijdens of na het uitvoeren van de boringen de grondwaterstand is gepeild. Door de opdrachtgever is aangegeven dat de gemiddelde waterlijn in de put op ca. NAP +9,4 m ligt. De waterstand is in beide plassen gelijk, onder de Lobberdense weg is namelijk een duiker aanwezig. De waterstand in de put staat in verbinding met het buitenwater, waarbij in de zomer bij een waterstand van NAP +11,15 m de verbinding wordt afgesloten. In de winter kunnen de zomerkaden echter overstromen, waardoor de gehele uiterwaard onder water kan komen te staan.

4. UITGANGSPUNTEN

4.1. Algemeen

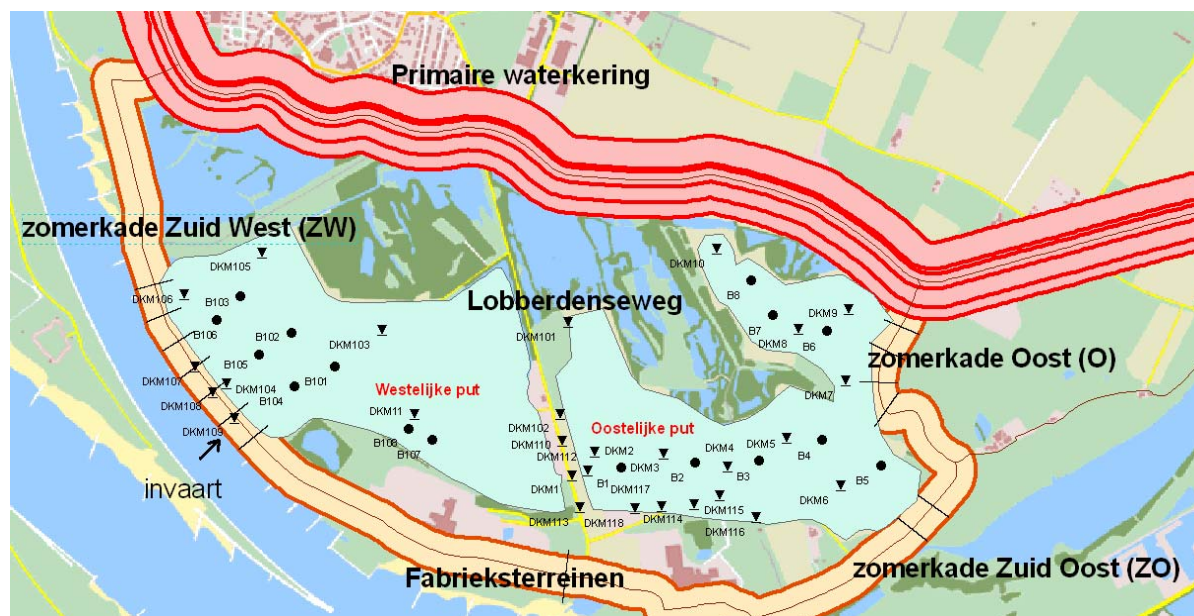
Het projectgebied betreft de gehele Lobberdense Waard begrensd door een primaire waterkering in het noorden en regionale waterkeringen in het oosten en westen. In het zuiden wordt het gebied begrensd door fabrieksterreinen. Het gebied wordt doorsneden door de Lobberdenseweg. Er worden twee putten aangelegd. De westelijke put, betreft een uitbreiding van een bestaande zandwinput en heeft een beoogde diepte van ca. 18 m (NAP - 6,5 m). Ten zuiden van sondering DKM109 wordt een doorvaart gerealiseerd in de zuidwestelijke gelegen zomerkade, met een diepte van NAP -3,5 m. De oostelijke put wordt nieuw aangelegd en heeft een beoogde diepte ca. 19 m (NAP -8,0 m).

Gezien de westelijke put een uitbreiding van een bestaande put betreft zou beoordeling op ervaring mogelijk zijn. Hierbij dient echter aan elk van de volgende voorwaarden te worden voldaan:

- De zandwinning betreft een uitbreiding van een bestaande put of een nieuwe put in de directe omgeving van een eerdere zandwinput, waarbij in het verleden geen oeverinscheringen zijn opgetreden;
- De winning wordt op dezelfde manier uitgevoerd (zelfde putdiepte, zelfde taludvorm, zelfde winmethode, zelfde producties);
- Er is goede reden om aan te nemen dat de grondslag en de geohydrologische situatie niet significant verschillen;
- De gevolgschade van een eventueel toch optredende oeverinschering is aanvaardbaar klein.

Op basis van het uitgevoerde grondonderzoek blijkt de grondslag significant te verschillen. Er wordt niet aan de 3^{de} voorwaarde voldaan. Daarnaast zijn de dieptes van de 2 putten niet exact hetzelfde en kan beoordeling op basis van ervaring niet uitgevoerd worden.

De locaties van de putten en de locaties van het grondonderzoek ten behoeve van de aanleg van deze zandwinputten is weergegeven in figuur 4.1.

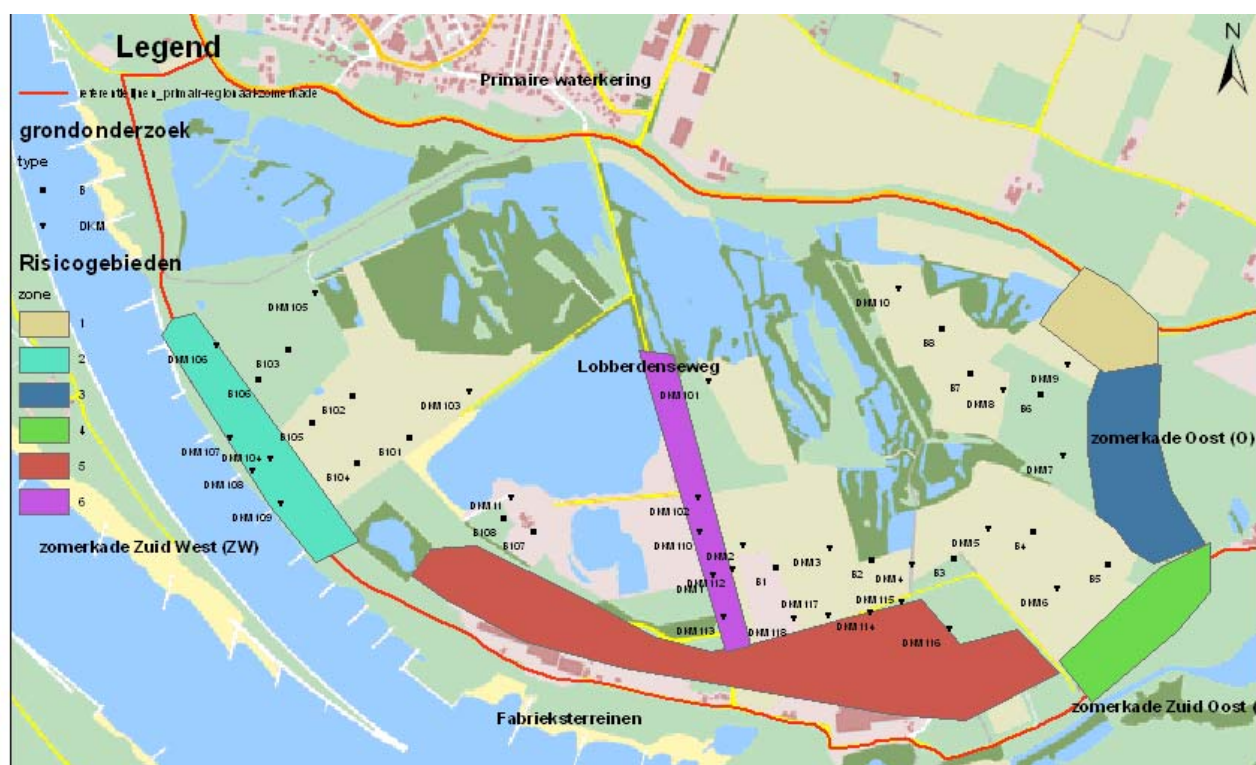


Figuur 4.1: Locaties zandwinputten en grondonderzoekslocaties ten behoeve van winning/ontgraving

Bij de toetsing conform de CUR113 zijn 6 zones of risicogebieden in het projectgebied aan te wijzen. Deze zones bestaan uit:

1. primaire kering Rijndijk;
2. zomerdijk ZW;
3. zomerdijk O;
4. zomerdijk ZO;
5. fabrieksterreinen;
6. Lobberdense weg.

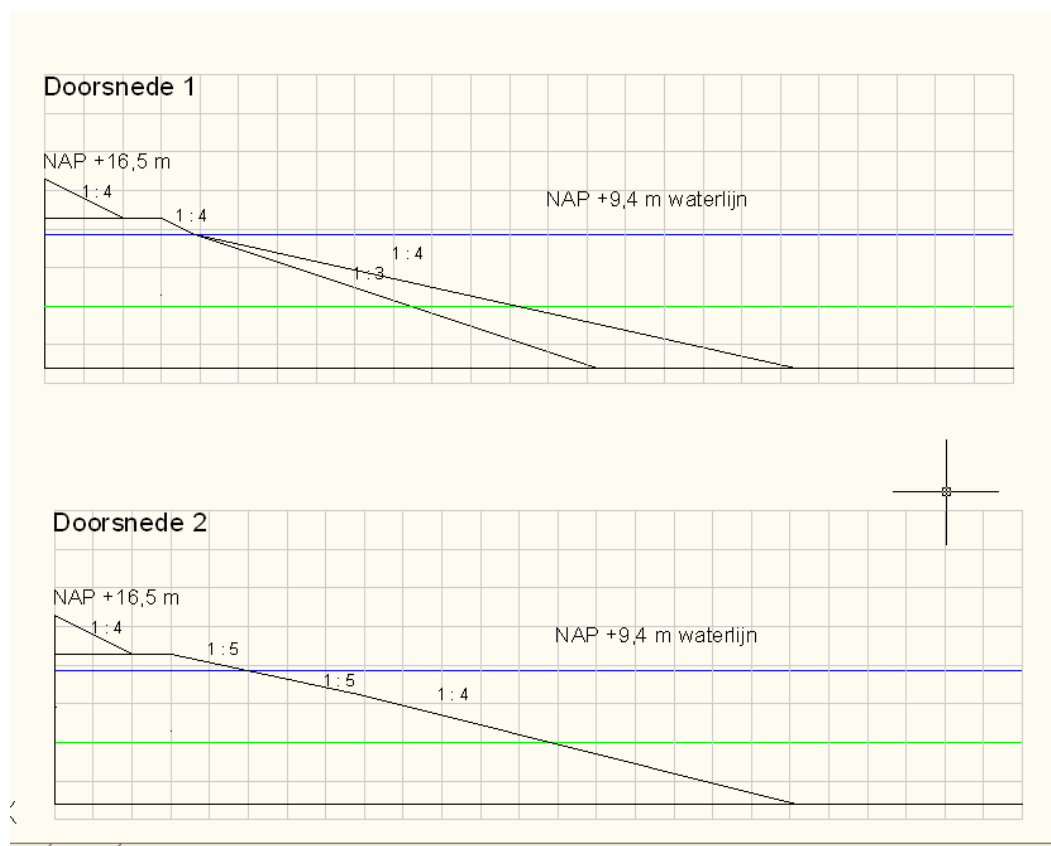
De locaties van de verschillende zones zijn weergegeven in figuur 4.2.



Figuur 4.2: Weergave projectgebied met grondonderzoeklocaties en zones/risicogebieden

4.2. Geometrie

Door de opdrachtgever zijn twee principedoorssneden voorgesteld, deze zijn weergegeven in figuur 4.3. Doorsnede 1 bestaat uit een uitvoeringssituatie waarbij een tijdelijk talud met een helling van 1:3 (v:h) wordt gemaakt en een eindsituatie waarbij de helling wordt aangevuld naar een taludhelling van minimaal 1:4 (v:h) na herinrichting. Aan de hand van een praktijkproef zal worden beoordeeld welke taluds gerealiseerd zullen worden na aanvulling tot een talud van minimaal 1:4. Van te voren is niet in te schatten met welke korrelgrootte zal worden aangevuld. Voor de taludhelling boven de waterlijn is 1:4 (v:h) gehanteerd, dit is over het algemeen de maximaal toe te passen taludhelling in verband met onder andere golfaanval.



Figuur 4.3 Schets doorsnede 1 en 2 (niet op schaal)

Bij doorsnede 2 is het baggertalud gelijk aan het eindtalud, waarbij taludhellingen 1:4 (v:h) wordt toegepast. Voor de deklaag wordt, in verband met de stabiliteit tijdens aardbevingscondities, een taludhelling 1:5 (v:h) voorgesteld.

Door de opdrachtgever is aangegeven dat op enkele locaties gronddepots worden aangebracht. Voor deze gronddepots is uitgegaan van een taludhelling 1:4 (v:h), een afstand van 5 m tussen de insteek en de teen van het depot en een depothoogte van 5 m.

4.3. Bodemopbouw en grondparameters

De bodemopbouw is geschematiseerd aan de hand van het beschikbare grondonderzoek. De locaties van het grondonderzoek zijn weergegeven in figuur 4.1. De maatgevende bodemopbouw is gebaseerd op boring B3. De grondparameters zijn bepaald op basis van de resultaten van het grondonderzoek en tabel 1 van NEN 6740:2006.

De kwaliteit van het teruggebrachte materiaal is afhankelijk van het materiaal zelf en de uitvoering. In de berekeningen is uitgegaan van los gepakt zand. Na het aanbrengen van het aanvulmateriaal dienen de eigenschappen van dit materiaal gecontroleerd te worden.

Voor de aanleg van de gronddepots, welke langs de oever worden aangebracht, wordt gebiedseigen grond gebruikt. Omdat deze grond geroerd is, zijn lagere sterkte eigenschappen aan dit materiaal toegekend ten opzichte van de eigenschappen van de gebiedseigen grond welke ongeroerd in de ondergrond aanwezig is. Het bodemprofiel met bijbehorende (lage) representatieve waarden voor de grondparameters is weergegeven in Tabel 4.1.

Tabel 4.1: Bodemopbouw en representatieve waarden grondparameters (B3)

Grondlaag	Bovenkant laag [m t.o.v. NAP]	$\gamma/\gamma_{\text{sat}}$ [kN/m ³]	c' [kPa]	ϕ' [°]
<u>KLEI</u> , gebiedseigen grond	gronddepot	15/15	1	20
<u>ZAND</u> , terug gestort materiaal	aanvulmateriaal	17/19	0	30
<u>KLEI</u> , matig zandig	+13,5	17/17	1	22,5
<u>ZAND</u> , matig vast, grof	+6,0	18/20	0	32,5
<u>KLEI</u> , matig zandig	-5,0	17/17	1	22,5

Opmerkingen bij de tabel:

- γ en γ_{sat} = volumiek gewicht; sat = verzadigd
- c' = effectieve cohesie
- ϕ' = effectieve hoek van inwendige wrijving

Rekenwaarden van de grondparameters zijn verkregen door de representatieve waarden te delen door de partiële factoren voor grondeigenschappen volgens tabel 3 van NEN 6740:2006.

Voor de zones aan de zomerkade is de bodemopbouw nader bepaald en weergegeven in Tabel 4.1 voor de zomerkade ZW en ZO en Tabel 4.2 voor de zomerkade O.

Tabel 4.2: Bodemopbouw en representatieve waarden grondparameters zomerkade ZW en ZO

Grondlaag	Bovenkant laag [m t.o.v. NAP]	$\gamma/\gamma_{\text{sat}}$ [kN/m ³]	c' [kPa]	ϕ' [°]
<u>KLEI</u> , gebiedseigen grond	m.v.	14/14	1	17,5
<u>ZAND</u> , matig vast, grof	+10,0	18/20	0	32,5

Opmerkingen bij de tabel:

- γ en γ_{sat} = volumiek gewicht; sat = verzadigd
- c' = effectieve cohesie
- ϕ' = effectieve hoek van inwendige wrijving

Tabel 4.3: Bodemopbouw en representatieve waarden grondparameters zomerkade O

Grondlaag	Bovenkant laag [m t.o.v. NAP]	$\gamma/\gamma_{\text{sat}}$ [kN/m ³]	c' [kPa]	ϕ' [°]
<u>KLEI</u> , gebiedseigen grond	m.v.	14/14	1	17,5
<u>ZAND</u> , matig vast, grof	+10,0	18/20	0	32,5
<u>KLEI</u>	+5,8	14/14	1	17,5
<u>ZAND</u> , matig vast, grof	+4,8	18/20	0	32,5

Opmerkingen bij de tabel:

- γ en γ_{sat} = volumiek gewicht; sat = verzadigd
- c' = effectieve cohesie
- ϕ' = effectieve hoek van inwendige wrijving

4.4. (Grond)waterstanden

De zandwinput zal in contact komen te staan met de Rijn. De gemiddelde waterlijn in de put staat op ca. NAP +9,4 m.

Voor de stabiliteit is de situatie waarbij tijdens een hoogwater verzadiging van het talud plaatsvindt, waarna de buitenwaterstand daalt na een hoogwater maatgevend. Op dit

moment is de freatische grondwaterstand in het talud relatief hoog en de buitenwaterstand laag. In het VTV (2006) wordt aanbevolen om voor de val na hoogwater uit te gaan van de situatie na een val van 10 dagen.

Op basis van peilbuismetingen is het verloop van de freatische grondwaterstand geschematiseerd en is een inschatting gemaakt van de freatische lijn bij een val na hoogwater. Hierbij is er vanuit gegaan de het volledige maaiveld verzadigd in het geval hoogwater optreedt. Met behulp van een formule om de indringingslengte (of in dit geval lengte waarover het water is uitgestroomd) is de ligging van de freatische lijn globaal bepaald. Hierbij is uitgegaan van een driehoekig verloop van de freatische lijn, vanaf de waterlijn, naar maaiveld (op afstand L). Gebruik is gemaakt van de formule:

$$L = \sqrt{(2 \cdot k \cdot H \cdot t / n)}$$

Waarin:

k	=	doorlatendheid grond	[m/d]
H	=	instroomlengte langs talud	[m]
t	=	tijdsduur na val hoogwater	[d]
n	=	porositeit	[-]

Bij een instroomoppervlak van ca. 15 m langs het talud, een uitstroomduur van 10 dagen en een porositeit van 0,7 en doorlatendheid van 0,1 m/d (siltige klei) kan met behulp van deze formule de indringingslengte worden bepaald op $L \approx 6,5$ m.

Waterpeilen:

- Zomerpeil bedraagt minimaal NAP +9.65 m;
- Winterpeil bedraagt maximaal NAP +11,15 m;
- De gemiddelde waterlijn in de put bedraagt NAP +9,4 m;
- Bij waterstanden hoger dan NAP +14,5 m overstroomt de hele uiterwaard.

4.5. Gronddepots, terrein- en aardbevingsbelastingen

Langs de oever zullen gronddepots worden aangebracht. Voor het modelleren van de gronddepots zijn de volgende uitgangspunten aangehouden:

- Grondwaterstand onder het depot gelijk aan het huidige maaiveld;
- Bovenbelasting op het depot van 10 kN/m^3 over een breedte van 10 m;
- Wateroverspanning in de slecht doorlatende lagen onder de gemiddelde grondwaterstand (deze is gelijk genomen aan het gemiddelde waterpeil in de put van NAP +9,4 m) als gevolg van het depot, waarbij is uitgegaan van 20% consolidatie;
- Wateroverspanning in de slecht doorlatende lagen als gevolg van de bovenbelasting, waarbij is uitgegaan van 20% consolidatie;
- Gronddepots zijn alleen in de uitvoeringssituatie aanwezig, in de eindsituatie is de invloed van de depots niet beschouwd;
- Voor de omdijking van de depots wordt gebiedseigen grond gebruikt, de gehanteerde grondparameters van deze geroerde grond zijn gegeven in Tabel 4.1.

Aangezien geen informatie bekend is over een eventuele bovenbelasting in de eindsituatie, is uitgegaan van een uniforme bovenbelasting van 10 kPa over 10 m breedte.

5. TALUDAFSCHUIVING

Onder een taludafschuiving, ofwel verlies aan macrostabiliteit van een talud, wordt verstaan het statisch evenwichtsverlies van een grondmassa onder een helling, onder invloed van de aandrijvende kracht van het eigen gewicht en de maximaal mobiliseerbare afschuifweerstand langs potentiële diepe glijvlakken.

Opgemerkt moet worden dat naast de schade die ontstaat tengevolge van de afschuiving zelf, de afschuiving ook andere faalmechanismen kan inleiden.

In dit geval zal een eenvoudige beoordeling voor het faalmechanisme taludafschuiving worden uitgevoerd.

5.1. Algemeen

Voor de eenvoudige beoordeling moet voldaan worden aan (alle van) de volgende drie voorwaarden:

- 1) géén gronddepot of andere bovenbelasting langs de oever;
- 2) géén slappe cohesieve lagen;
- 3) helling flauwer dan 1:3.

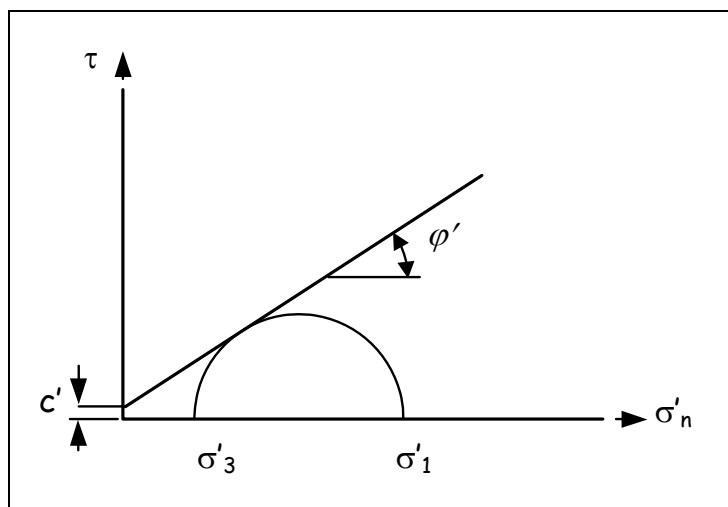
Indien niet aan één of meerdere van bovenstaande voorwaarden wordt voldaan, dient een stabiliteitsberekening volgens de methode Bishop, met grondparameters geschat volgens NEN 6740, te worden uitgevoerd.

In dit geval kan (lokaal) niet aan de bovenstaande eisen worden voldaan. Daarom zullen voor de eenvoudige beoordeling stabiliteitsberekeningen worden uitgevoerd.

5.2. Berekeningsmethode

De stabiliteit van de ophogingen is geanalyseerd door het uitvoeren van glijvlakberekeningen volgens de vereenvoudigde methode Bishop met het computerprogramma MStab v9.10. Hierbij wordt de veiligheidsfactor van een grondmoot langs een cirkelvormig glijvlak berekend.

De ondergrond is verdeeld in een aantal lagen waarbij voor iedere laag het volume gewicht en de wrijvingseigenschappen (hoek van inwendige wrijving ϕ' en de cohesie c') worden opgegeven, zie Figuur 5.1. Deze parameters zijn o.a. bepaald aan de hand van interpretatie van het grond- en laboratoriumonderzoek alsmede aan de hand van ervaring. Bij de berekeningen zijn rekenwaarden van de grondparameters gebruikt.



Figuur 5.1: schuifweerstand

Volgens NEN 6740:2006 dient de stabiliteitsfactor bij rekenwaarden van de grondparameters groter dan F.S. = 1,0 te zijn.

5.3. Aardbevingen

In de eindsituatie is een aardbevingsbelasting in rekening gebracht. De intensiteit is bepaald op basis van figuur 2 uit Th. Crook (1996) 'A seismic zoning map conforming to Eurocode 8, and practical earthquake parameter relations for the Netherlands', Geologie en Mijnbouw 75: 11-18, 1996. Hieruit blijkt dat de projectlocatie in een gebied ligt waarvoor een horizontale piekversnelling van $0,5 \text{ m/s}^2$ geldt bij een overschrijdingskans van 10% in een periode van 50 jaar. Deze ontwerpversnelling komt overeen met het betrouwbaarheidsniveau zoals beschreven in par. 2.1 van Eurocode 8, deel 1.

De invloed van deze versnelling zal, met behulp van de pseudo-statische methode conform par. 4.1.3.3 uit Eurocode 8, deel 5, in MStab worden verdisconteerd. De horizontale traagheidskracht op het grondmassief kan berekend worden volgens:

$$F_h = 0,5 \cdot \alpha \cdot S \cdot W$$

Waarin:

- α: ratio tussen de ontwerp grondversnelling (a_g) en de gravitatieconstante (g);
- S: grondparameter volgens EN 1998-1:2004, par. 3.2.2.2;
- W: gewicht van de grondmassa

In dit geval geldt dat $\alpha = 0,5 \text{ m/s}^2 / 9,8 \text{ m/s}^2 = 0,05$. De grondparameter is in dit geval, conform tabel 3.3 uit Eurocode 8, deel 5, gelijk aan $S = 1,5$. Hierbij is er vanuit gegaan dat de magnitude M_s kleiner is dan 5,5 (Type 2 spectrum) en de bodem uit vast tot matig vast zand (Grondtype C) bestaat. De horizontale versnellingscoëfficiënt is in dit geval gelijk aan $a_h = 0,5 \cdot \alpha \cdot S = 0,0375$.

De verticale traagheidskracht op het grondmassief kan berekend worden volgens:

$$\begin{aligned} F_v &= \pm 0,5 \cdot F_h && \text{als de ratio } a_{vg}/a_g \text{ groter dan } 0,6 \text{ is} \\ F_v &= \pm 0,33 \cdot F_h && \text{als de ratio } a_{vg}/a_g \text{ kleiner dan } 0,6 \text{ is.} \end{aligned}$$

Voor een Type 2 spectrum bedraagt de verhouding a_{vg}/a_g volgens tabel 3.4 uit Eurocode 8, deel 1 $a_{vg}/a_g = 0,45$. De verticale versnellingscoëfficiënt is dit geval gelijk aan $a_v = 0,33 \cdot a_h = 0,0124$.

Aangezien een pseudo-statische verticale versnelling voor een lang talud een beperkte invloed op de stabiliteit van het talud heeft en verticale versnellingen (nog) niet goed in de gebruikte software (MStab v.9.10) kunnen worden gemodelleerd, is vooralsnog alleen de horizontale versnelling in rekening gebracht.

5.4. Berekeningsresultaten

Voor de eenvoudige beoordeling van het faalmechanisme taludafschuiving is voor beide putten uitgegaan van de maatgevende bodemopbouw voor het gehele gebied. Tevens is voor de maatgevende doorsnede de grootste putdiepte gehanteerd. Indien gewenst kan in een later stadium een optimalisatie plaatsvinden, waarbij meer combinaties van taludopbouw en bodemgesteldheid worden beschouwd.

In Tabel 5.1, en uitgebreider in bijlage 1, is een samenvatting van de resultaten van de stabiliteitsberekeningen gegeven.

Tabel 5.1: Samenvatting resultaten stabiliteitsberekeningen

Doorsnede	Situatie	Beschrijving	Gronddepot	Stabiliteitsfactor
1	Uitvoering	taludhelling onder water 1:3, boven waterlijn 1:4	Ja	1,07
	Eindsituatie	gehele talud minimaal 1:4	Nee	1,15
2	Uitvoering	deklaag 1:5, overige talud 1:4	Ja	1,07
	Eindsituatie	deklaag 1:5, overige talud 1:4	Nee	1,08

Uit Tabel 5.1 blijkt dat alle doorsneden in zowel de uitvoeringsfase als de eindsituatie voldoen.

5.5. Conclusies eenvoudige beoordeling taludafschuiving

Uit de eenvoudige beoordeling van het faalmechanisme taludafschuiving blijkt dat een talud 1:4 (v:h) van het gronddepot voldoende stabiel is. Bij de berekening is ervan uitgegaan dat het gronddepot in één keer wordt aangebracht. Bij een gefaseerde ophoging, waarbij de water(over)spanningen in de ondergrond langer kunnen dissiperen, zijn wellicht steilere taluds mogelijk. Deze optimalisatie valt buiten het kader van dit rapport.

Voor de tijdelijke taluds is een helling 1:3 (v:h) voldoende veilig, mits voor het gedeelte boven de waterlijn een taludhelling 1:4 (v:h) wordt gehanteerd. De taluds 1:4 (v:h) zijn in de eindsituatie voldoende veilig indien wordt uitgegaan van los gepakt zand.

Voor de taluds welke tijdens het baggeren in eindprofiel worden gebracht is een taludhelling 1:4 (v:h) voldoende veilig, mits in de cohesieve deklaag een taludhelling 1:5 (v:h) wordt toegepast.

Op de grens van land en water kan door golfaanval zandtransport plaatsvinden waardoor tot een bepaalde diepte afkalving kan plaatsvinden. Beoordeling van de golfaanval en dimensionering van een eventuele bescherming hiertegen valt buiten het kader van dit rapport.

Geconcludeerd kan worden dat de eenvoudige beoordeling van de stabiliteit conform CUR 113 van doorsnede 1 en 2 zowel in de uitvoeringsfase als de eindsituatie voldoende is voor het faalmechanisme taludafschuiving. Merk op dat andere faalmechanismen maatgevend kunnen zijn voor de beoordeling van de taludstabiliteit.

6. VERWEKINGSVLOEIING

6.1. Algemeen

De term verwekingsvloeiing kan worden omschreven als een verschijnsel waarbij een verzadigd pakket losgepakt zand plotseling verweekt: er ontstaat een soort drijfzand. Verweking impliceert een dramatische vermindering van het onderlinge contact tussen de zandkorrels en van de schuifsterkte van het zandlichaam. Als het zandpakket oorspronkelijk in een helling aanwezig is, dan zal de verweekte massa naar beneden vloeien en pas weer onder een zeer flauwe helling tot rust komen. De mate van verweking waarbij de zandkorrels in het geheel geen onderling contact meer hebben (volledige verweking), treedt niet zo vaak op. Maar gedeeltelijke verweking kan het vermogen van het zand om schuifspanning op te nemen al zodanig doen verminderen dat het talud instabiel wordt en er een grote massa zand naar beneden vloeit.

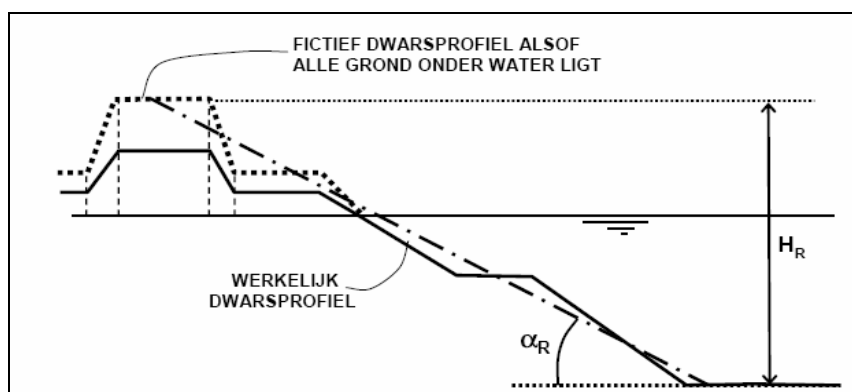
Als de verweking aan de teen van het talud begint, zal het zand eerst daar wegvloeien. Doordat de steun van de teen dan verloren gaat, is de kans groot dat ook hoger gelegen delen instabiel worden. Op deze wijze ontstaat een terugschrijdend proces, ervaringen uit de praktijk onderschrijven dit proces.

6.2. Criteria eenvoudige beoordeling verwekingsvloeiing

De beoordeling van het faalmechanisme verwekingsvloeiing kan op verschillende detailniveaus worden uitgevoerd. In eerste instantie wordt aanbevolen om een eenvoudige beoordeling uit te voeren. Deze eenvoudige beoordeling kan worden uitgevoerd volgens één van de volgende drie methoden:

1. Alleen het verwekingsgevoeligheid-criterium wordt beschouwd. De kans op het optreden van een verwekingsvloeiing is verwaarloosbaar als voor alle sonderingen geldt dat er geen losgepakte lagen met een relatieve dichtheid lager dan 50% aanwezig zijn, die dikker zijn dan 1 m.
2. Alleen het geometrie-criterium wordt beschouwd. De kans op het optreden van verwekingsvloeiing is verwaarloosbaar als de rekentaludhelling α_R flauwer is dan $1 : 7(H_R/30 \text{ m})^{1/3}$, waarbij H_R de rekenputdiepte is.
3. Er wordt een combinatie van het verwekingsgevoeligheid-criterium en het geometrie-criterium beschouwd. De maximaal toelaatbare dikte van de losgepakte lagen is vergroot tot 3 m en het geometriecriterium is verruimd tot de eis dat de rekentaludhelling α_R flauwer moet zijn dan $1 : 4(H_R/30 \text{ m})^{1/3}$.

De definities van de rekenputdiepte H_R en de rekentaludhelling α_R zijn weergegeven in Figuur 6.1.



Figuur 6.1: Fictief onderwater dwarsprofiel, definitie van rekenputdiepte en rekentaludhelling

6.3. Verwekingsgevoeligheid bodemmateriaal

Op basis van de uitgevoerde sonderingen is de relatieve dichtheid van het bodemmateriaal bepaald, zie bijlage 2. Op basis hiervan is de verwekingsgevoeligheid van de bodemlagen onderzocht. Volgens CUR 113 is de relatieve dichtheid R_{n1} en/of R_{n3} van invloed op de verwekingsgevoeligheid van een talud. Voor alle beschikbare sonderingen zijn de lagen bepaald waarvoor geldt dat:

- de relatieve dichtheid gemiddeld over een dikte van 1 m kleiner is dan 50% ($R_{n1} < 0,5$);
- de relatieve dichtheid gemiddeld over een dikte van 3 m kleiner is dan 50% ($R_{n3} < 0,5$).

In Tabel 6.1 zijn de diepst voorkomende lagen weergegeven waarvan de relatieve dichtheid kleiner is dan 50%. Er zijn geen lagen aangetroffen waarvoor geldt dat de relatieve dichtheid R_{n3} kleiner is dan 50%. Derhalve is hier een beoordeling conform methode 3 van toepassing.

Tabel 6.1: Lagen met een relatieve dichtheid kleiner dan 50%

Zone	Sondering	Onderkant laag [m t.o.v. NAP]	Dikte laag [m]	Relatieve dichtheid R_{n1} [-]
Westelijke put (diepte NAP -6,5 m)				
2	DKM103	-1,5	0,9	0,33
	DKM106	+5,0	0,9	0,49
	DKM105	-7,8	0,3	0,49
	DKM104	+1,0	1,1	0,45
	DKM107	-8,2	2,8	0,49
	DKM108	+3,5	1,3	0,38
	DKM109	-3,2	1,6	0,44
Lobberdenseweg; Westelijke en Oostelijke put				
6	DKM110	geen		
	DKM112	geen		
	DKM1	-1,5	1,2	0,37
	DKM113	-1,4	0,5	0,49
Oostelijke put (putdiepte NAP -8,0 m)				
5	DKM4	-2,5	2,0	0,47
	DKM114	-0,4	1,0	0,33
	DKM115	-1,7	0,5	0,40
	DKM116	-0,5	0,5	0,49
	DKM117	+2,6	0,7	0,47
	DKM118	geen		

6.4. Verwekingsgevoeligheid aanvulmateriaal

De twee principedoorsneden zijn beschouwd. Ter plaatse van doorsnede 1 zal proefondervindelijk een aanvulling worden aangebracht van specie. Voor deze doorsnede is de kans op het optreden van verwekingsvloeiing afhankelijk van de kwaliteit van het teruggestorte materiaal en de wijze van uitvoering. Hiervoor is met name de relatieve dichtheid van het aanvulmateriaal van belang.

Op basis van ervaringen met andere zandaanvullingen onder water, is de mate van verwekingsgevoeligheid vooraf moeilijk in te schatten. Deze is onder meer afhankelijk van het aangebrachte materiaal en de uitvoeringswijze. Verwacht mag worden dat het los gestorte materiaal een losse tot matig vaste pakking zal hebben, met een relatieve dichtheid van ca. 20-50%. Voor de eenvoudige beoordeling is er zekerheidshalve vanuit gegaan dat het aangebrachte materiaal verwekingsgevoelig is ($R_{n3} < 0,5$). Derhalve is in dit geval methode 2 van toepassing.

Aangezien van te voren niet is in te schatten met welke korrelgrootte zal worden aangevuld, zal aan de hand van een praktijkproef worden beoordeeld welke taluds gerealiseerd zullen worden.

6.5. Eenvoudige beoordeling verwekingsvloeiing

Voor de beoordeling van het faalmechanisme verwekingsvloeiing zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- geometrie conform doorsneden 1 t/m 2;
- initiatie verwekingsvloeiing treedt op bij een gemiddelde waterstand in de put (waterpeil op NAP +9,4 m).
- grondwaterstand op 1 m onder maaiveld voor het bepalen van de relatieve dichtheid uit de sonderingen;
- bepaling relatieve dichtheid met de correlatie volgens Lunne (1997), zie bijlage 2.

Zoals eerder opgemerkt zal ter plaatse van doorsnede 1 het talud tijdens de uitvoering niet in de definitieve vorm worden gerealiseerd. Later zal een aanvulling plaatsvinden. Voor de beoordeling van de uitvoeringssituatie is derhalve het bodemmateriaal van belang, terwijl voor de eindsituatie de eigenschappen van het aanvulmateriaal van belang zijn.

Ter plaatse van doorsnede 2 zal het talud tijdens de uitvoering in de definitieve vorm worden gerealiseerd. Hier zal dus geen materiaal aangevuld worden. Derhalve is de verwekingsgevoeligheid van het bodemmateriaal van belang voor de beoordeling.

De minimaal vereiste taludhelling voor het mechanisme verwekingsvloeiing is bepaald voor de uitvoeringssituatie en voor de eindsituatie:

- Uitvoeringssituatie: het bodemmateriaal voldoet wel overal aan de relatieve dichtheidseis van methode 3 ($R_{n3} < 0,5$). Aan de taludhelling boven de diepste verwekingsgevoelige laag wordt derhalve conform methode 3 een eis aan de rekentaludhelling gesteld, namelijk $\alpha_R < 1:4(H_R/30 \text{ m})^{1/3}$.
- Eindsituatie: het bodemmateriaal voldoet overal aan de relatieve dichtheidseis van methode 3 ($R_{n3} < 0,5$). Aan de taludhelling boven de diepste verwekingsgevoelige laag wordt derhalve conform methode 3 een eis aan de rekentaludhelling gesteld, namelijk $\alpha_R < 1:4(H_R/30 \text{ m})^{1/3}$. Het is onzeker of het aanvulmateriaal in doorsnede 1 aan de relatieve dichtheidseis $R_{n1} < 0,5$ of $R_{n3} < 0,5$ kan voldoen. Derhalve wordt voor de beoordeling van het reconstructietalud zekerheidshalve uitgegaan op een beoordeling conform methode 2, waarbij een eis van $\alpha_R < 1:7(H_R/30 \text{ m})^{1/3}$ aan de rekentaludhelling wordt gesteld.

Westelijke put

Voor de westelijke put is alleen ontwerpdoorsnede 2 van toepassing. Voor doorsnede 2 is de minimaal vereiste rekentaludhelling bepaald. Deze dient flauwer te zijn dan 1:4,0 (uitvoeringssituatie) en 1:3,5 (eindsituatie) tot een diepte van NAP -6,5 m, zie tabel 6.1. Doorsnede 2 voldoet zowel in de uitvoeringssituatie, als de eindsituatie aan de eenvoudige beoordeling van het faalmechanisme verwekingsvloeiing.

Tabel 6.2: Minimaal vereiste rekentaludhelling doorsnede 2 westelijke put

Doorsnede	Situatie	Grond depot	Maaiveld niveau [m t.o.v. NAP]	Water niveau [m t.o.v. NAP]	(Fictieve) putbodem [m t.o.v. NAP]	H _r [m]	α _r [m]	Helling ontwerp	Oordeel toetsing ontwerp Verwerkings vloeiing
2	Uitvoering	Ja	+16,5	+9,3	-6,5	29	1:4,0	1:4,0	Voldoende
	Eindsituatie	Nee	+11,5	+9,3	-6,5	20	1:3,5	1:4,0	voldoende

Oostelijke put

Voor de oostelijke put zijn zowel ontwerpdoorsnede 1 als 2 van toepassing. Het bodemmateriaal rondom de put voldoet niet overal aan de relatieve dichtheidseis van methode 1 ($R_{n1} < 0,5$). De diepste verwekingsgevoelige laag waarbij $R_{n1} < 0,5$ zich bevindt op NAP -2,5 m (sondering DKM4). Onder dit niveau wordt derhalve (conform methode 1) geen eis aan de taludhelling gesteld. Boven dit niveau is de minimaal vereiste rekentaludhelling bepaald voor zowel ontwerpdoorsnede 1 als 2.

- Doorsnede 1: zoals eerder opgemerkt zal ter plaatse van doorsnede 1 het talud tijdens de uitvoering niet in de definitieve vorm worden gerealiseerd. Later zal aanvulling plaatsvinden. Voor de beoordeling van de uitvoeringssituatie is derhalve het bodemmateriaal van belang. De taludhelling dient volgens de eenvoudige methode gelijk aan (of flauwer) dan 1:3,8 te zijn. Voorgesteld wordt om deze doorsnede op basis van een praktijkproef te beoordelen. Bij uitvoering wordt de verdichting van de aanvulling gecontroleerd. Op basis van de resultaten wordt de taludhelling vastgesteld (minimaal 1:4). Ter indicatie is voor de eindsituatie de minimaal vereiste rekentaludhelling bepaald indien wordt uitgegaan van een taludaanvulling met losgepakt zand. Bij aanvulling met losgepakt zand dient het gehele talud gelijk aan (of flauwer) te zijn dan 1:6,3.
- Doorsnede 2: de rekentaludhelling voor doorsnede 2 dient flauwer te zijn dan 1:3,8 en 1:3,3 voor respectievelijk de uitvoeringssituatie en de eindsituatie vanaf een diepte van NAP -2,5 m. Derhalve voldoet doorsnede 2 zowel in de uitvoeringssituatie, als de eindsituatie aan de eenvoudige beoordeling van het faalmechanisme verwekingsvloeiing.

Tabel 6.3: Minimaal vereiste rekentaludhelling doorsnede 1 en 2 oostelijke put

Doorsnede	Situatie	Grond depot	Maaiveld niveau [m t.o.v. NAP]	Water niveau [m t.o.v. NAP]	(Fictieve) putbodem [m t.o.v. NAP]	H _r [m]	α _r [m]	Helling ontwerp	Toetsing ontwerp Verwerkings vloeiing
1	Uitvoering	Ja	+16,5	+9,3	-2,5	25	1:3,8*	1:3,0	Praktijkproef
	Eindsituatie	Nee	+11,5	+9,3	-8,0	22	**	1:4,0	Controleproef
2	Uitvoering	Ja	+16,5	+9,3	-2,5	26	1:3,8	1:4,0	Voldoende
	Eindsituatie	Nee	+11,5	+9,3	-2,5	15	1:3,3	1:4,0	voldoende

* Toepassing praktijkproef met minimaal te realiseren taludhelling 1:4;

** Controleproef op verdichting van zandaanvulling eindsituatie; uiteindelijke talud helling afhankelijk van verdichting tijdens uitvoering.

6.6. Conclusie eenvoudige beoordeling verwekingsvloeiing

De twee ontwerpprofielen zijn getoetst voor de westelijke en de oostelijke put. Het aanvulprofiel van doorsnede 1 (eindsituatie: 1:4) wordt gerealiseerd door middel van een controleproef, waarbij tijdens uitvoering de verdichting van de aanvulling gecontroleerd dient te worden. Op basis van de resultaten wordt de uiteindelijk te realiseren taludhelling vastgesteld (minimaal 1:4). Ter indicatie is het minimaal vereiste talud bepaald voor een aanvulling met losgepakt zand. Indien het aanvulmateriaal uit losgepakt zand bestaat is een minimaal talud van 1:6,3 vereist.

Uit de eenvoudige beoordeling blijkt doorsnede 2 te voldoen aan de eisen met betrekking tot de eenvoudige beoordeling van het faalmechanisme verwekingsvloeiing voor beide putten, zowel de westelijke als de oostelijke put.

De minimaal vereiste taludhellingen per doorsnede zijn:

- Doorsnede 1, uitvoerings situatie: boven waterlijn 1:4; taludhelling onder water praktijkproef; de taludhelling wordt tijdens de uitvoering aangevuld, waarbij reeds tijdens de uitvoering de verdichting van de aanvulling gecontroleerd dient te worden;
- Doorsnede 1, eindsituatie: op basis van de te realiseren verdichting van de aanvulling wordt de te realiseren taludhelling bepaald (minimaal talud 1:4). Hiervoor is een controleproef benodigd;
- Doorsnede 2 uitvoerings situatie deklaag 1:5, overige talud 1:4 boven waterlijn 1:4, eindsituatie taludhelling onder water 1:3,5.

Indien een optimalisatie gewenst is kan een gedetailleerdere beoordeling voor de uitvoeringsfase en/of eindsituatie worden uitgevoerd. Deze gedetailleerde beoordeling valt buiten het kader van dit rapport.

7. BRESVLOEIING

7.1. Algemeen

Onder bresvloeiing verstaan we een autonoom terugschrijdend erosieproces door een zand-water suspensiestroom op een onderwaterhelling dat uiteindelijk tot een oeverinscharing kan leiden.

7.2. Beheerst bressen

De omstandigheden waaronder beheerst bressen met een stationaire taludontwikkeling mogelijk is, zijn met de huidige kennis goed bekend. Afhankelijk van de bodemsamenstelling is het vervolgens mogelijk om op een eenvoudige, dan wel meer gedetailleerde of geavanceerde methode deze taludontwikkeling te voorspellen.

Er wordt in de analyse van bresvloeiing uitgegaan van een beheerst bresproces. Voor een beheerst bresproces dient te worden voldaan aan de volgende voorwaarden:

- er treedt geen afschuiving op (zie hoofdstuk 5);
- er zijn geen lagen die kunnen verweken (zie hoofdstuk 6);
- de grond bestaat uit silt, zand of grind, ofwel uit niet-cohesief, bressend materiaal;
- er bestaat een horizontale laagopbouw van de grond;
- de dikte van stoorlagen van klei of veen bedraagt ten hoogste 0,5 m.

Uitgaande dat de aanbevelingen ten aanzien van taludhellingen uit hoofdstuk 5 en 6 worden opgevolgd, kan alleen niet aan de voorwaarde worden voldaan dat stoorlagen van klei of veen ten hoogste 0,5 m mogen bedragen.

Ten aanzien van de uitvoering en het materieel dient aan de volgende voorwaarden te worden voldaan, in ieder geval wanneer gezogen wordt langs de oevers:

- er wordt gebruik gemaakt van natte ontgraving met het natuurlijk toestromen van zand naar de zuigmond;
- er wordt een constante zuigdiepte en verhaalsnelheid gehandhaafd;
- aan de hand van een praktijkproef zal bepaald worden welke taluds met welk equipment gerealiseerd kunnen worden en of eventuele stoorlagen met een dikte groter dan 0,5 m verwijderd dienen te worden.
- er wordt van te voren een werkplan voor de uitvoering vastgesteld;
- het zand wordt gezogen in lagen evenwijdig aan de oever of banen vanuit het midden van de plas naar de oeverlijn toe, onder monitoring van taludsteilen.

Daarnaast wordt aanbevolen tijdens de uitvoering rekening te houden met de volgende aspecten:

- aanbevolen wordt om bij de keuze van het type en capaciteit van de zuiger (de maximale zuigproductie) deze zo goed mogelijk af te stemmen op de gewenste taludproductie;
- om informatie over taludvorming te verkrijgen wordt geadviseerd om vanuit het midden van de zandwinlocatie naar de oevers te werken;
- Door in evenwijdige stroken steeds dichter langs de oever te werken, op steeds dezelfde zuigdiepte, kan worden nagegaan of de vastgestelde ontwerptaludlijnen ook daadwerkelijk worden gerealiseerd;
- Nadat een laag is gezogen en de te handhaven taludlijn is bereikt mag het gevormde talud niet meer verstoord worden met het baggerwerktuig, ook al ligt het zand plaatselijk nog boven het toegestane profiel. Dit zogenoemde afwerken van het talud wordt afgeraden, omdat hiermee een onbeheerst bresproces in gang gezet kan worden.

Om te kunnen vaststellen dat er inderdaad sprake is van een stationair beheerst bresproces, zijn de volgende maatregelen met betrekking tot de controle van de uitvoering benodigd:

- het zuigproces wordt continu gemonitord (positie zuigmond en productie);
- de gezogen taluds worden regelmatig gepeild.

Tabel 7.1: Overzicht diepte en dikte cohesieve lagen dikker dan 0,5 m

Sondering/boring	Bovenkant laag [m t.o.v. NAP]	onderkant laag [m t.o.v. NAP]	dikte laag [m]
DKM1	-5,0	-9,5	4,5
DKM2	-5,3	-9,5	4,2
DKM5	-6,0	-9,5	3,5
DKM6	-5,5	-9,5	4,0
DKM7	+5,8	+4,9	0,9
DKM7	-6,5	-9,5	3,0
DKM8	+5,8	+3,5	2,3
DKM8	-7,3	-9,5	2,2
DKM9	+5,3	+4,3	1,0
B01	-5,5	-9,3	3,8
B03	-5,5	-9,5	4,0
B04	-6,7	-10,3	3,6
B05	-4,8	-7,3	2,5
B06	+5,7	+4,6	1,1
B06	-7,4	-9,5	2,1
B07	+5,6	+3,3	2,3
B08	-4,5	-9,8	5,3
DKM106	+3,7	+3,1	0,6
DKM107	+12,0	+11,5	0,5
DKM108	+12,0	+11,5	0,5
DKM109	+12,0	+11,5	0,5
DKM110	-6,0	-9,7	3,7
DKM112	-5,7	-9,3	3,6
DKM113	-5,0	-9,5	4,5
DKM114	-0,9	-1,5	0,6
DKM114	-5,6	-9,6	4,0
DKM115	+2,2	+1,5	0,7
DKM115	-3,0	-4,3	0,7
DKM115	-6,0	-14,0	7,0
DKM116	-5,3	-12,0	6,7
DKM117	-5,3	-11,4	6,1
DKM118	-4,4	-9,2	4,8

Opmerkingen bij de tabel

deklaag is niet opgenomen in de tabel

lagen onder de putbodem zijn niet opgenomen in de tabel

Op veel locaties in het projectgebied bestaat de toplaag (tot maxi. NAP +7,0 m uit cohesief materiaal, de afdekkende kleilaag. Deze laag dient met geschikt materiaal verwijderd te worden, voordat met het bressen wordt gestart. In Tabel 7.1 volgt een overzicht van de overige cohesieve lagen dikker dan 0,5 m.

Zoals eerder opgemerkt wordt in de beschouwing van bresvloeiing uitgegaan van een beheerst bresproces. De opdrachtgever geeft aan dat proefondervindelijk door middel van bressen zal worden vastgesteld in hoeverre het mogelijk is op een veilige manier alle specie te baggeren. Dit geldt zowel voor de ondiepe als de diepere stoorlagen. De betreffende bodemdieptes hangen af van de cohesieve lagen op bodemhoogte. Het grove zand boven de cohesieve bodemlagen wordt weggezogen. De diepte van de cohesieve bodemlaag bepaald de diepte van de bodem. De bodemdiepte zal in de praktijk lokaal dus hoger kunnen liggen dan NAP -8,0 m.

7.3. Criteria eenvoudige beoordeling bresvloeiing

Voor een eenvoudige beoordeling op het mechanisme bresvloeiing conform CUR 113 dient voldaan te worden aan (alle) vijf voorwaarden:

- 1) dikke stoorlagen (> 1 m), indien aanwezig, worden met geschikt materieel verwijderd; door middel van een praktijkproef middels bressen zal bepaald worden welke taluds gerealiseerd kunnen worden en zal worden bepaald of eventuele stoorlagen met een dikte groter dan 1,0 m verwijderd dienen te worden om op een veilige manier alle specie te baggeren.
- 2) zand is grof genoeg: gemiddeld over 5 m of minder $d_{50} > 200 \mu\text{m}$ en $d_{15} > 100 \mu\text{m}$;
- 3) er wordt van te voren een werkplan voor de uitvoering vastgesteld;
- 4) zuigproces wordt beheerst door monitoring van de positie van de zuigbuis en productie;
- 5) gezogen taluds worden regelmatig (zo frequent dat de taludvorm voortdurend bekend is, met een nauwkeurigheid van ongeveer 0,5 m verticaal) gepeild.

7.4. Eenvoudige beoordeling bresvloeiing

Zoals eerder opgemerkt dienen aanwezige cohesieve lagen met geschikt materiaal verwijderd te worden. Voorwaarden 3, 4 en 5 hebben betrekking op de uitvoering van het zandwinproces. Deze voorwaarden dient door de opdrachtgever geborgd te worden en vormt hierna een uitgangspunt voor de verdere analyse.

In bijlage 3 is voor de beschikbare boringen respectievelijk het verloop van d_{50} en d_{15} met de diepte weergegeven. Hieruit blijkt dat de d_{50} tot een diepte van NAP -8,0 m voor de oostelijke zandwininput groter is dan $200 \mu\text{m}$. Alleen ter plaatse van boring B4 wordt tussen NAP -0,8 m en NAP -6,8 m een bodemlaag aangetroffen waarbij de d_{50} tussen de 165 - $195 \mu\text{m}$ ligt. Tevens kan worden opgemaakt dat de d_{15} tot een diepte van NAP -8,0 m voor de oostelijke zandwininput groter is dan $100 \mu\text{m}$. Alleen ter plaatse van boring B4 wordt tussen NAP -4,8 m en NAP -6,8 m een bodemlaag aangetroffen waarbij de d_{15} ca. $79 \mu\text{m}$ bedraagt.

Voor de westelijke put blijkt dat de boringen niet tot aan de putbodem zijn uitgevoerd. Derhalve kan alleen de korrelgrootte van het materiaal tot NAP -3,0 m worden beoordeeld. Hieruit blijkt dat ruimschoots aan de voorwaarden dat de d_{50} en d_{15} groter dan respectievelijk 200 en $100 \mu\text{m}$ moeten zijn wordt voldaan.

Alhoewel voor de westelijke put geen korrelverdelingen beschikbaar zijn van de zandlaag tussen NAP -3,0 en -6,0 kan er op basis van de wrijvingsindex (quotiënt van de

conusweerstand en wrijvingsweerstand) een indruk worden verkregen van de korrelgrootte. Een hoge wrijvingsindex duidt op grovere korrels. Uit de sondeerresultaten blijkt dat de wrijvingsindex tussen NAP +5,0 en NAP +0,0 een redelijk constante hoge waarde heeft. Uit de korrelverdelingen blijkt ook dat in dit traject grof zand worden aangetroffen, met een d_{50} van ca. 700 μm . Tussen NAP -1,0 en -6,0 m blijkt uit de sondeerresultaten een redelijk constante, maar lagere waarde (wrijvingsweerstand ca. 100) te worden gemeten. Uit de korrelverdelingen blijkt de d_{50} tussen NAP -1,0 en ca. -3,0 m ca. 400 μm te bedragen. Verwacht mag dus worden dat tot NAP -6,5 m voldaan wordt aan de eis met betrekking tot de korrelgroottes.

Het maaiveld in de uiterwaard ligt op ca. NAP +11,5 m. De oostelijke put heeft een geplande diepte van ca. NAP -8,0 m, ofwel 19,5 m onder maaiveld. De westelijke put heeft een geplande diepte van ca. NAP -6,5 m, ofwel 18 m onder maaiveld. Uit tabel 2a van CUR 113 kan hieruit voor taludopbouw zonder platbermen een te hanteren gemiddelde taludhelling van 1:3,5 (v:h) worden bepaald.

7.5. Conclusie eenvoudige beoordeling bresvloeiing

Uit de eenvoudige beoordeling van het faalmechanisme bresvloeiing blijkt dat volgens de eenvoudige beoordeling een gemiddelde taludhelling van 1:3,5 (v:h) gehanteerd dient te worden. Doorsnede 1 voldoet hier met een gemiddelde taludhelling van ca. 1:3 (v:h) niet aan, doorsnede 2 voldoet hier met een gemiddelde taludhelling van ca. 1:4 (v:h) wel aan.

Opgemerkt moet worden dat er stoorlagen worden aangetroffen, welke een significante invloed op het bresproces kunnen hebben. Op basis van het grondonderzoek is een duidelijke stoorlaag rond NAP +5,0 m te onderscheiden in het oostelijke deel van het gebied op grote stukken met een dikte groter dan 1,0 m (dikte varieert tussen 1 à 2,3 m). Opgemerkt dient te worden dat de merendeel van de cohesieve lagen weergegeven in tabel 7.1 zich op of vlak boven de bodem van de put bevinden. Deze lagen zullen niet worden beroerd, in de praktijk zal men de bovenkant van deze laag als putbodem aanhouden. Aan de hand van een praktijkproef zal bepaald worden welke taluds gerealiseerd zullen worden en of eventuele stoorlagen verwijderd dienen te worden. Optimalisatie van de taludhelling kan plaatsvinden door het uitvoeren van een gedetailleerde beoordeling. Voor de gedetailleerde beoordeling kan gebruik worden gemaakt van geavanceerdere rekenmodellen, zoals HMBreach, of door het hanteren van een aangepast werkplan, waarbij via een praktijkproef wordt aangetoond dat het talud stabiel is. Een dergelijke gedetailleerde analyse valt buiten het kader van dit rapport.

Door de opdrachtgever is aangegeven dat de aanvulling ter plaatse van doorsnede 2 zal plaatsvinden door het van onderaf opspuiten van materiaal. Op deze wijze is het ontstaan van een zand-water suspensiestroom langs het talud zeer onwaarschijnlijk. Derhalve wordt een beschouwing van het faalmechanisme bresvloeiing voor de terugstortfase niet nodig geacht.

Voor de eindsituatie is het faalmechanisme bresvloeiing niet nader beschouwd. Voor deze situatie kan onder normale omstandigheden een zand-water suspensiestroom langs de onderwater helling met voldoende zekerheid worden uitgesloten, mits voldoende veiligheid met betrekking tot de faalmechanismen afschuiving en verwekingsvloeiing aanwezig is.

8. STABILITEITSANALYSES

8.1. Algemeen

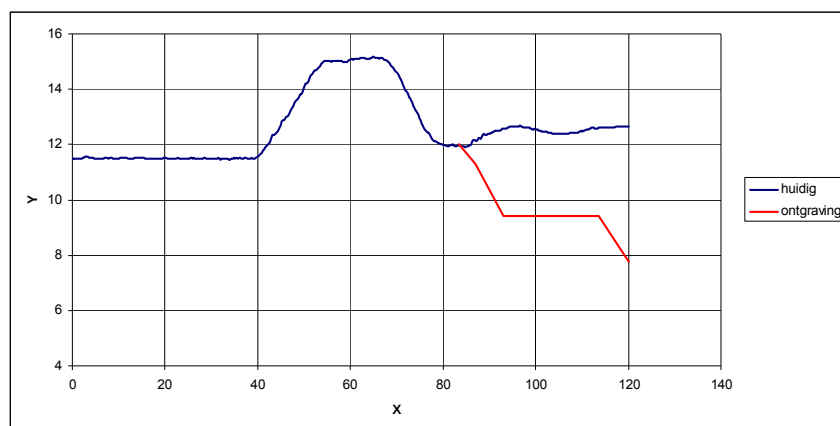
Door het waterschap is aangegeven dat de ontgravingen geen nadelige invloed mogen hebben op de stabiliteit van de aanwezige zomerkaden, ofwel dat de stabiliteit niet nadelig mag worden beïnvloed. De ontgravingen kunnen in dit geval de binnenwaartse macrostabiliteit en de veiligheid met betrekking tot piping beïnvloeden, derhalve zullen deze beide faalmechanismen beschouwd worden voor de zones zomerkade ZW, zomerkade O en zomerkade ZO.

In dit stadium van het ontwerp zal een eerste beoordeling plaatsvinden, zonder dat grondonderzoek nabij de kade zal worden uitgevoerd. De bodemopbouw zal derhalve conservatief worden ingeschat, op basis van het reeds beschikbare grondonderzoek ter plaatse van de winput.

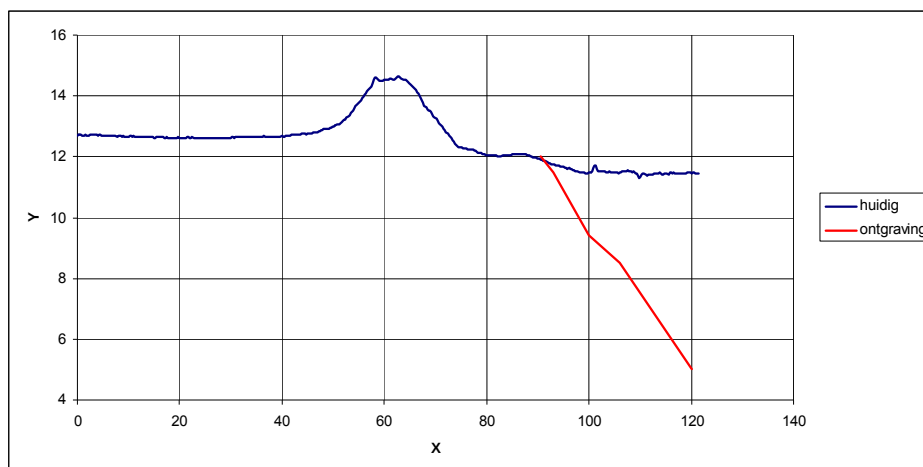
8.2. Geometrie

Uit de hoogtegegevens blijkt dat de geometrie van de zomerkade redelijk uniform is. Op basis van geometrie zijn de volgende profielen geselecteerd:

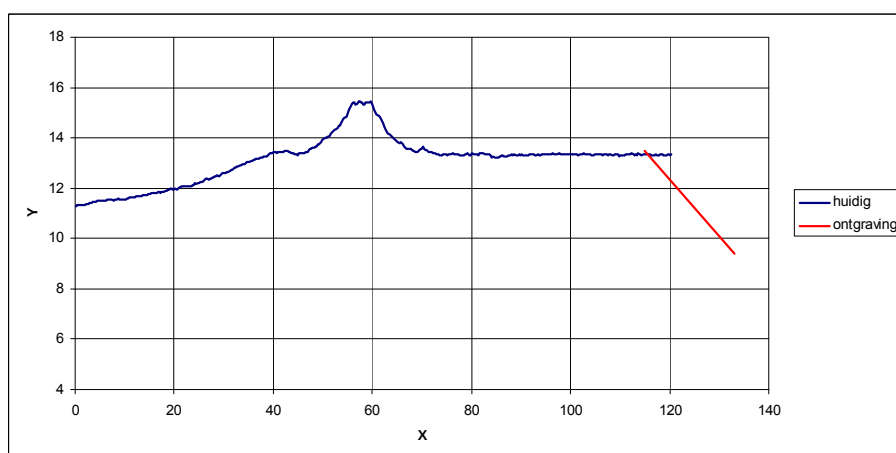
- zomerkade ZW: DP7, weergegeven in figuur 8.1 inclusief voorziene ontgraving;
- zomerkade O: DP10, weergegeven in figuur 8.2 inclusief voorziene ontgraving;
- zomerkade ZO: DP12, weergegeven figuur 8.3 inclusief voorziene ontgraving.



Figuur 8.1: Dwarsprofiel 7, inclusief ontgraving



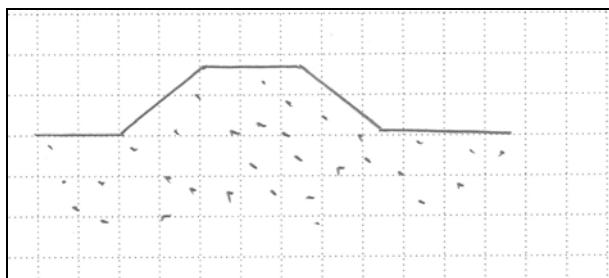
Figuur 8.2: Dwarsprofiel 10, inclusief ontgraving



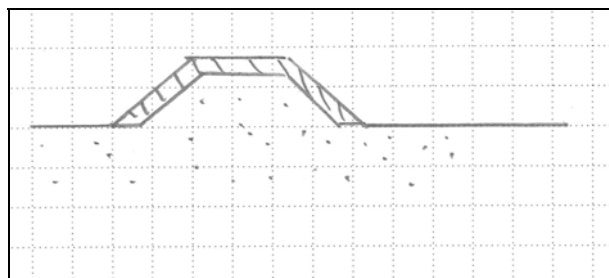
Figuur 8.3: Dwarsprofiel 12, inclusief ontgraving

8.3. Piping

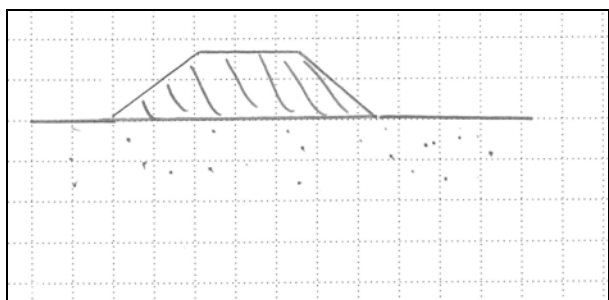
Stabiliteitsverlies door piping kan ontstaan wanneer teveel gronddeeltjes uit de onderliggende grondlagen worden meegevoerd door een kwelstroom bij (langdurige) hoge waterstanden. Deze interne erosie van materiaal uit een watervoerende zandlaag kan alleen ontstaan indien deze aan de bovenzijde begrensd wordt door een cohesieve laag. De stabiliteitsanalyse uitgevoerd op basis van het beschikbare grondonderzoek. In de boringen en sonderingen langs de zuidwestelijke zomerkade is een cohesieve deklaag van 0,3 tot 2,0 m ter plaatse van de kade aangetroffen. Ter plaatse van de teen van de kade is geen informatie beschikbaar. Aangezien van de overige kaden geen informatie over de grondeigenschappen in en nabij de dijk beschikbaar is, is uitgegaan van 4 scenario's, welke zijn weergegeven in figuur 8.4, figuur 8.5, figuur 8.6 en figuur 8.7. Voor de oostelijke kade is de bodemopbouw wel bekend (rapport 6007-0304-006.r01 d.d. 31 mei 2011). De resultaten uit dit rapport zijn onderstaand vermeld.



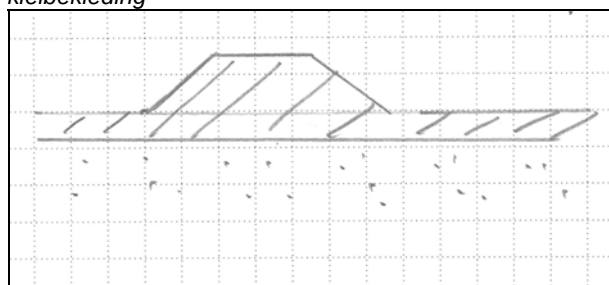
figuur 8.4: Scenario 1; zanddijk op zandondergrond



figuur 8.5: Scenario 2; zanddijk op zandondergrond, met kleibekleding



figuur 8.6: Scenario 3; kleidijk op zandondergrond (of dunne deklaag die opbarst)



figuur 8.7: Scenario 4; kleidijk op zandondergrond, met deklaag (die niet opbarst)

Voor scenario 1 en 2 is het faalmechanisme piping niet relevant. Scenario 3 is het meest kritisch met betrekking tot piping. Een ontgraving buiten de binnenteen heeft echter geen (nadelige) invloed op de veiligheid met betrekking tot dit faalmechanisme aangezien het uittredepunt in ieder geval bij de binnenteen ligt, ongeacht op een ontgraving plaatsvindt of niet.

Bij scenario 4 treedt geen opbarsten op in de huidige situatie. De ontgraving kan echter kortsluiting met het watervoerend pakket veroorzaken, waardoor piping kan ontstaan. In dit geval dient de kwelweglengte gecontroleerd te worden. Hierbij wordt uitgegaan dat het uittredepunt ter plaatse van de insteek van de ontgraving ligt.

Op basis van het aanvullende grondonderzoek (o.a. DKM107 t/m 109 ter plaatse van de zuidwestelijke kade), is scenario 2 een waarschijnlijk scenario. In de sonderingen is echter een stoorlaag aangetroffen tussen NAP -12 en -11 m. Indien deze aansluit op de deklaag in de teen kan scenario 4 echter niet worden uitgesloten. De kleidiktekaart biedt hiervoor te weinig informatie. Daarom wordt scenario 4 voor de zuidwestelijke kade (en de overige kaden) vooralsnog maatgevend geacht. Overigens wordt opgemerkt dat de zomerkaden in hetzelfde tijdvak zijn aangelegd (rond 1750). Daarmee is de kans vrij groot dat de opbouw van deze kaden vergelijkbaar is. Dit dient door middel van nader grondonderzoek te worden gecontroleerd.

Als de deklaag dermate dun is dat deze ook al in de huidige omstandigheden opbarst leidt de ontgraving niet tot een verslechtering van de situatie. Dit kan als volgt worden aangetoond: het in kaart brengen van de dikte van de deklaag ter plaatse van de binnenteen en bepaling van de stijghoogte ter plaatse van de binnenteen (onder hoogwatercondities).

Bij de beoordeling van het faalmechanisme piping wordt, conform het Technisch Rapport Zandmeevoerende Wellen gebruik gemaakt van de empirische regel van Bligh.

Uit de korrelverdelingen blijkt dat onder de deklaag matig grof zand wordt aangetroffen, waarvoor een creepfactor van $C_{creep} = 15$ is aangenomen. Voor het intreepunt is de

buitenteen van de waterkering aangenomen. De resultaten voor het bepalen van de invloeds grenzen voor het mechanisme piping zijn weergegeven in tabel 8.1.

Tabel 8.1 Resultaten bepaling invloeds grenzen voor het mechanisme piping (scenario 4).

Zone	Kruinhoogte [m NAP]	Maaiveld binnenteen [m NAP]	Verval [m]	Benodigde kwelweglengte [m]	Minimale afstand insteek Ontgraving t.o.v. binnenteen waterkering [m]
Zomerkade ZW	+15,0	+11,0	4,0	60	25
Zomerkade ZO	+15,0	+13,0	2,0	30	10

Pipinganalyse kade Oost

Het maximale verval over de kade kan in dit geval gelijk worden gesteld aan het verschil tussen niveau van de kruin (zomerkade overstroomt net niet) en het maaiveld aan de binnenzijde. In dit geval kan uit het hoogtebestand worden afgeleid dat het laagste niveau van de binnenteen op ca. NAP +11,5 m ligt en de kruinhoogte op ca. NAP +14,5 m. Derhalve bedraagt het maximale verval 3,0 m.

Uit het grondonderzoek blijkt dat de kade merendeel uit klei is opgebouwd en dat een klei deklaag in het gebied aanwezig is. Als gevolg van de ontgraving ligt het uittreepunt ter plaatse van de insteek van de ontgraving.

Voor het intreepunt is veiligheidshalve de buitenteen van de waterkering aangenomen. Uit de korrelverdelingen blijkt dat onder de deklaag matig grof grindig zand wordt aangetroffen, waarvoor een creepfactor van $C_{creep} = 15$ is aangenomen. Ervan uitgaande dat de gehele deklaag wordt ontgraven betekent dit dat de kwelweglengte groter dient te zijn dan:

$$L \geq 15 \times (3 - 0,3 \times 0) = 45 \text{ m}$$

De afstand tussen de buiten- en binnenteen voor de zuidwestelijke zomerkade bedraagt ca. 25 m. Gezien de dikte van de aangetroffen deklaag (aan de oostzijde van de kade) is het aannemelijk dat bij de buitenteen een deklaag (van ca. 3m klei) aanwezig is. In dat geval is, indien de insteek van de ontgraving op meer dan 20 m afstand van de binnenteen van de kade wordt aangebracht, de veiligheid tegen piping ruim voldoende. Een insteek op kortere afstand wordt afgeraden, omdat dit de macrostabiliteit van de kade negatief beïnvloedt.

8.4. Binnenwaartse stabiliteit

Voor een beoordeling van de invloed van de ontgraving wordt de binnenwaartse stabiliteit bepaald onder maatgevende omstandigheden voor de huidige situatie en na ontgraving.

Aangezien beperkt grondonderzoek beschikbaar is ter plaatse van de kade zijn weer verschillende scenario's beschouwd, waaruit de meest kritische is geselecteerd. Voor het bepalen van de te hanteren afstand tussen teen van de kade en insteek van de ontgraving is uitgegaan van opdrijven van het achterland. De stabiliteitsanalyse is uitgevoerd met de drukstaafmethode (Uplift Van). De stabiliteitsanalyse wordt uitgevoerd op basis van het beschikbare grondonderzoek, waarbij conservatieve uitgangspunten worden gehanteerd.

Voor de buitenwaterstand is de bovenkant van de kade gehanteerd, aangezien de kade in de winter kan overstroomd. De freatische lijn is tot halverwege de kruin horizontaal aangenomen, hierna verloopt deze naar de teen van de kade en ligt in de uiterwaard op

maaiveld. Voor de stijghoogte in het zand is ervan uitgegaan dat bij de teen van de kade opdrijven optreedt, waarbij de stijghoogte lineair verloopt tussen de buitenkruinlijn en de grenspotential bij de binnenteen. In de huidige situatie is aangenomen dat de stijghoogte horizontaal verloop in het achterland, in de toekomstige situatie neemt deze lineair af naar het gemiddeld putpeil. In de ontgraven situatie is de freatisch waterstand in het achterland gelijk genomen aan maaiveld, in de put is eveneens uitgegaan van gemiddeld putpeil.

De resultaten van de stabiliteitsberekeningen zijn weergegeven in Tabel 8.2 en in bijlage 4.

Tabel 8.2: Samenvatting resultaten stabiliteitsberekeningen zomerkade ZW

Doorsnede	Situatie	Stabiliteitsfactor
Zomerkade ZW	Huidige situatie maatgevende omstandigheden	0,52
	Ontgraven situatie maatgevende omstandigheden	0,55
Zomerkade O	Huidige situatie maatgevende omstandigheden	0,54
	Ontgraven situatie maatgevende omstandigheden	0,55
Zomerkade ZO	Huidige situatie maatgevende omstandigheden	0,53
	Ontgraven situatie maatgevende omstandigheden	0,54

Uit Tabel 8.2 blijkt dat de stabiliteit niet afneemt tengevolge van de ontgraving, deze verbetert zelfs iets voor de maatgevende situatie. Dit heeft te maken met gunstigere hydrologische aspecten tengevolge van de aanleg van de winput. Opgemerkt moet worden dat aangezien aangetoond moet worden dat de huidige stabiliteit niet verslechtert, de absolute resultaten niet erg relevant zijn. Het is aannemelijk dat de gekozen uitgangspunten (veel) te pessimistisch zijn, aangezien de kade in het verleden de ontwerpwaterstanden (voor zover bekend) zonder problemen gekeerd heeft. Toetsing van de kade is echter nadrukkelijk niet het doel van deze analyse.

8.5. Conclusies

Uit de beoordeling van de faalmechanismen macrostabiliteit en piping blijkt dat het faalmechanisme piping maatgevend is voor de te hanteren afstand tussen de teen van de kade en de insteek van de ontgraving. De invloedsgrenzen, ofwel de afstand die aangehouden dient te worden in de zones aan de zomerkade zijn weergegeven in tabel 8.3.

Tabel 8.3 Bepaling maatgevende af stand insteek ontgraving ten opzichte van de binnenteen van de zomerkade

Zone nr	Zone	Minimale afstand insteekontgraving t.o.v. binnenteen kering
2	Zomerkade ZW	25
3	Zomerkade O	20
4	Zomerkade ZO	30

Bij het bepalen van de invloedsgrenzen is uitgegaan van een deklaag in het achterland aanwezig is welke op kan barsten. De aanwezigheid van een deklaag van minstens 0,5 tot maximaal 3,0 m wordt bevestigd in de kleidikte-kaart. De benodigde afstand kan mogelijk verkort worden door aanvullende analyses indien kan worden aangetoond dat de deklaag niet onder kade voorkomt (scenario 2). In de sonderingen van de zuidwestelijke kade zijn weliswaar stoorlagen aangetroffen, maar hieruit kan vooralsnog niet worden uitgesloten dat dit de oorspronkelijke deklaag betreft en of deze ononderbroken aanwezig zijn. Derhalve is uitgegaan van scenario 4. Een andere mogelijkheid is om piping te toetsen met de methode Sellmeijer, hiervoor dient aanvullend grondonderzoek uit te worden gevoerd om de eigenschappen van het zandpakket nader te bepalen.

9. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

Bij een winput staat de wens om een maximale hoeveelheid zand te winnen op gespannen voet met de kans op en de gevolgen van een ongewenste oeverinscharing. In verband met de aanleg van een nieuwe zandwinput aan de oostzijde van het projectgebied en de uitbreiding van een bestaande zandwinput aan de westzijde is het ontwerp beoordeeld op taludstabiliteit volgens de “eenvoudige beoordeling” conform CUR 113. Hiertoe zijn drie faalmechanismen, te weten afschuiving, verwekingsvloeiing en bresvloeiing, beschouwd.

De resultaten van de beoordeling van het ontwerp zijn uitgevoerd per zone of risicogebied. Deze gebieden zijn:

1. primaire kering Rijndijk;
2. zomerdijk ZW;
3. zomerdijk O;
4. zomerdijk ZO;
5. fabrieksterreinen;
6. Lobberdense weg.

De gebieden zijn weergegeven in Figuur 9.1 inclusief de locaties van het uitgevoerde grondonderzoek.



Figuur 9.1: Weergave projectgebied met grondonderzoekslocaties en zones/risicogebieden

Toetsing ontwerp

De twee ontwerpprofielen zijn getoetst voor de westelijke en de oostelijke put.

Aan de hand van een praktijkproef zal bepaald worden welke herinrichtingtaluds gerealiseerd zullen worden na aanvulling in verband met verwekingsvloeiing. Van te voren is niet te voorspellen met welke korrelgroottes aangevuld zal worden. Op basis van een praktijkproef zal ook bepaald worden of stoorlagen in verband met bresvloeiing verwijderd dienen te worden. Op basis van de resultaten wordt de uiteindelijk te realiseren taludhelling vastgesteld (minimaal 1:4).

De minimaal vereiste taludhellingen per doorsnede zijn:

- Doorsnede 1, uitvoerings situatie: boven waterlijn 1:4; taludhelling onder water praktijkproef; de taludhelling wordt tijdens de uitvoering aangevuld, waarbij reeds tijdens de uitvoering de verdichting van de aanvulling gecontroleerd dient te worden;
- Doorsnede 1, eindsituatie: op basis van de te realiseren verdichting van de aanvulling wordt de te realiseren taludhelling bepaald (minimaal talud 1:4);
- Doorsnede 2 uitvoerings situatie deklaag 1:5, overige talud 1:4 boven waterlijn 1:4, eindsituatie taludhelling onder water 1:3,5.

9.1. Aanbevelingen

Ontwerpprofielen

Een gedetailleerde beoordeling van het ontwerp valt buiten het kader van dit rapport. Indien een optimalisatie van de taludopbouw gewenst is, kan een gedetailleerde beoordeling wellicht tot optimalisatie leiden. Een gedetailleerde beoordeling kan bestaan uit het werken met een aangepast werkplan.

Indien een optimalisatie van de taludopbouw gewenst is kan overwogen worden om tijdens en na het aanbrengen van het aanvulmateriaal de verwekingsgevoeligheid te bepalen. Op basis van de daadwerkelijk gerealiseerde kwaliteit (met name relatieve dichtheid) van het materiaal kan wellicht een steilere taludhelling worden gehanteerd.

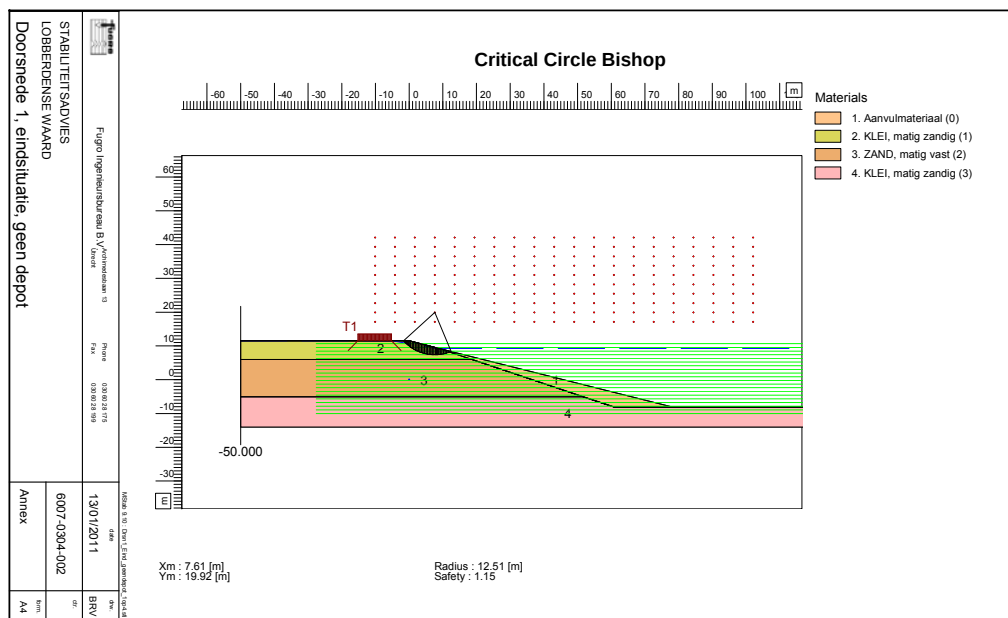
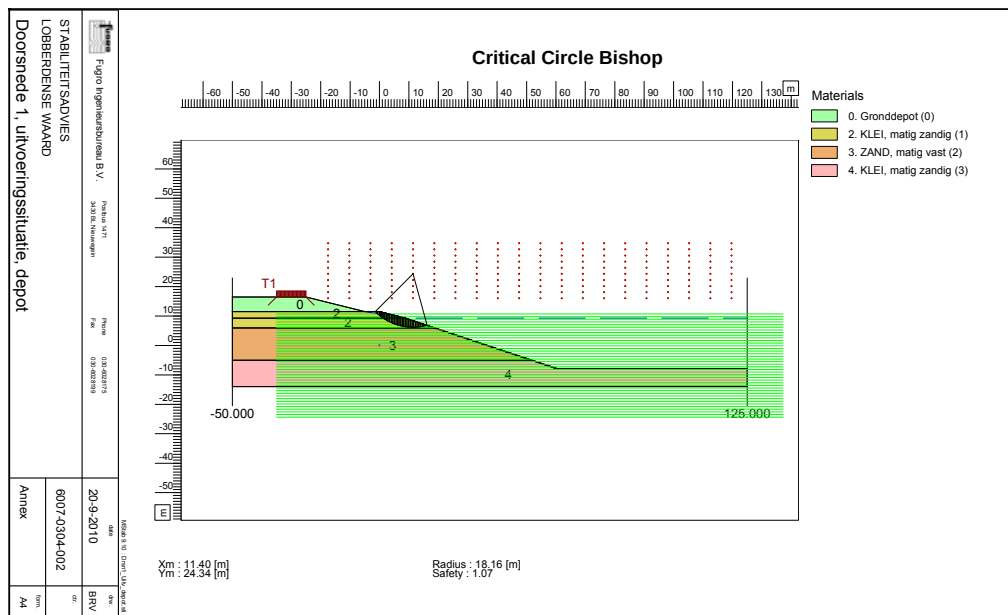
De opdrachtgever heeft reeds aangegeven door middel van een praktijkproef de herinrichtingtaluds van de aanvulling te zullen realiseren, waarbij wordt uitgegaan van een minimaal talud van 1:4. Met behulp van een praktijkproef kan dan worden aangetoond of het talud voldoende stabiel is. Daarnaast kunnen gedetailleerdere analyses met het programma HMBreach uitgevoerd worden.

Gronddepots

De te hanteren taludhelling van de gronddepots is afhankelijk van de eigenschappen van het materiaal in de depots en de wijze van aanbrengen. Uitgaande van gebiedseigen grond, wat enigszins verdicht wordt aangebracht wordt geadviseerd een taludhelling 1:4 (v:h) toe te passen, bij een depothoogte van 5 m en een afstand van 5 m tussen de teen van het depot en de insteek van de ontgraving.

In de analyses is ervan uitgegaan dat het materiaal in één ophoogslag wordt aangebracht. Indien gefaseerd wordt opgehoogd is een optimalisatie van de taludhelling mogelijk. Belangrijkste simplificatie in de analyse is echter dat is uitgegaan van de maatgevende bodemopbouw (ter plaatse van B3), waarbij een relatief dikke cohesieve deklaag van ca. 5 m is aangetroffen. Bij locaties waar de deklaag dunner is kan wellicht een flauwere taludhelling worden toegepast. Indien optimalisatie van de taludhelling gewenst is kan een optimalisatie

worden uitgevoerd. Hierbij kan de dikte van de deklaag (evt. m.b.t. aanvullend grondonderzoek) nauwkeuriger worden bepaald als de exacte locaties van de gronddepots bekend zijn. De locaties waar in de huidige plannen gronddepots gepland zijn, zijn namelijk nog niet definitief vastgesteld. Overigens kan ook het hanteren van een grotere afstand tussen de insteek van de ontgraving en de teen van de depots tot een verflauwing van de taludhelling leiden.

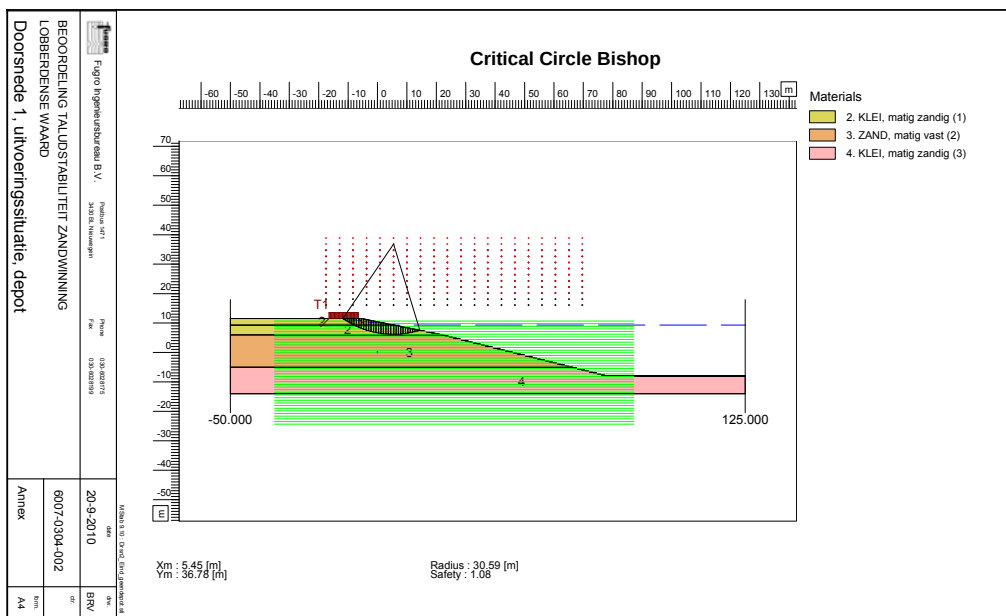
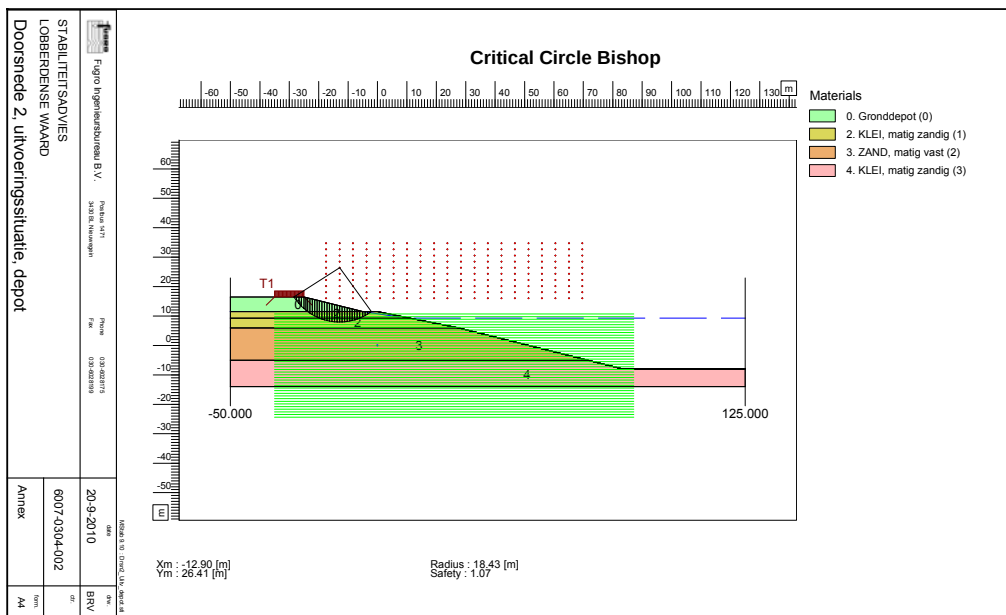


BEREKENINGSRESULTATEN TALUDSTABILITEIT WINPUT DOORSNEDE 1

STABILITEITSADVIES LOBERDENSE WAARD

Opdr. : 6007-0304-002

Bijl. : 1-1

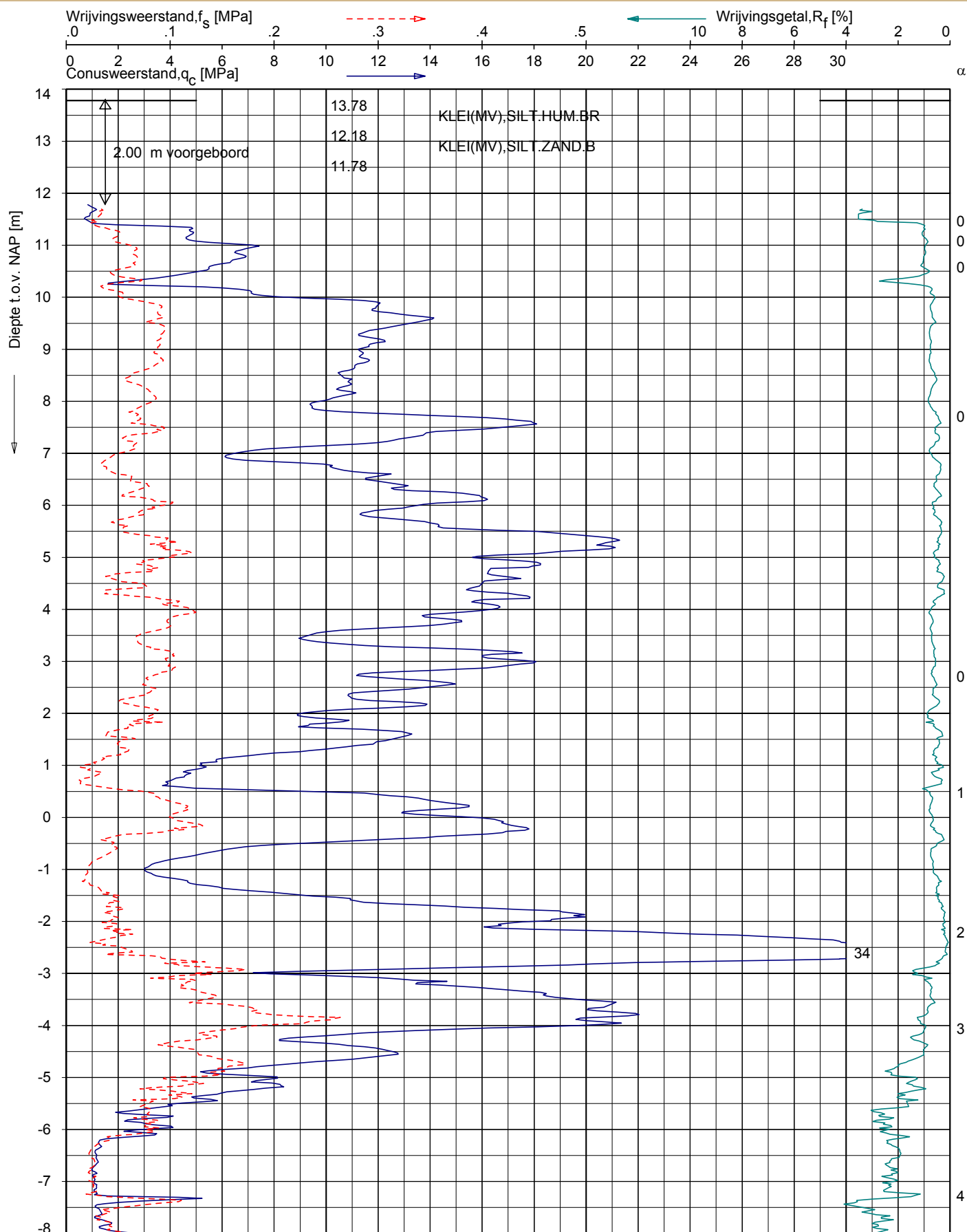


BEREKENINGSRESULTATEN TALUDSTABILITEIT WINPUT DOORSNEDE 2

STABILITEITSADVIES LOBBERDENSE WAARD

Opdr. : 6007-0304-002

Bijl. : 1-2



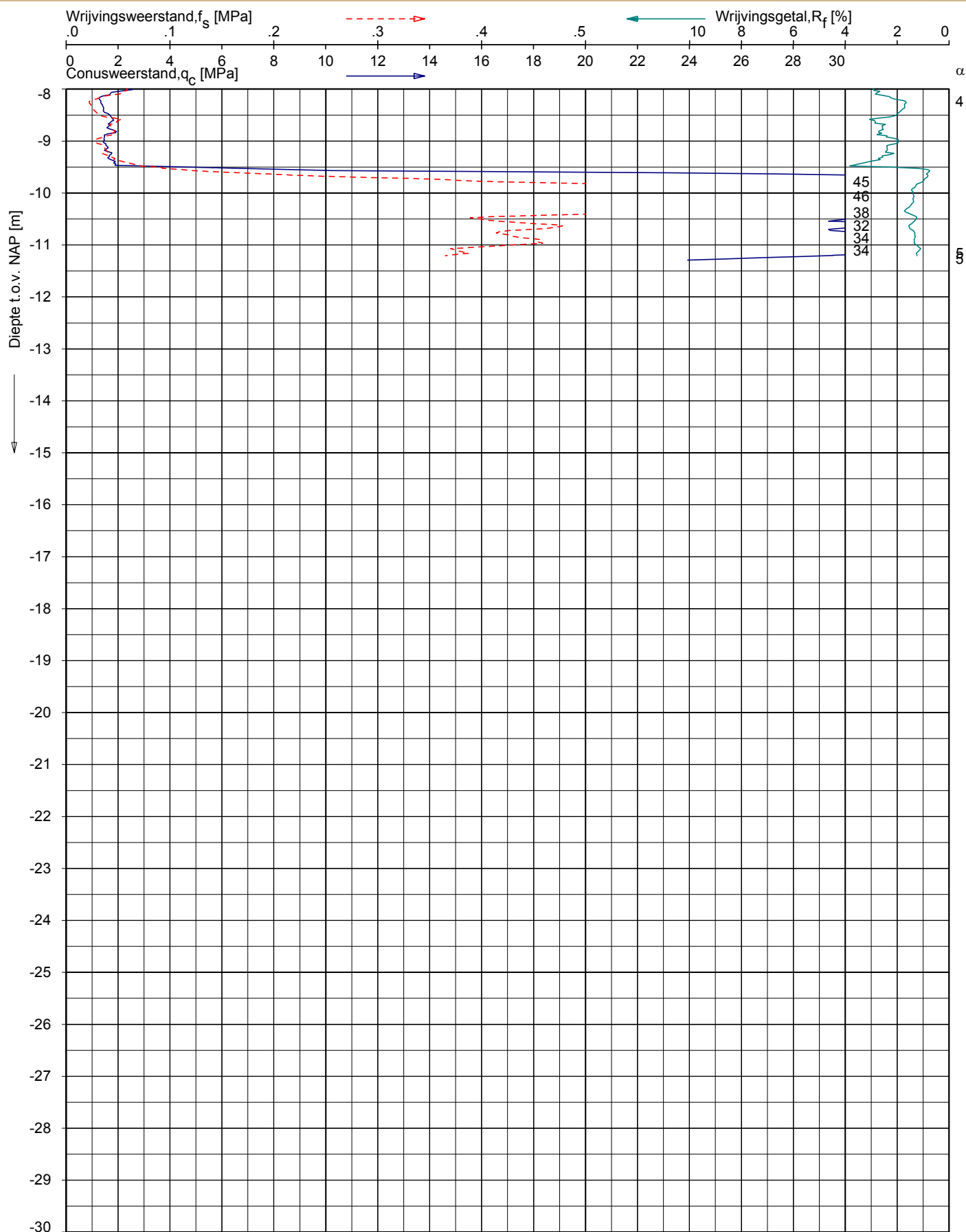
Opg.: JMM d.d. 03-Jul-2007 conus: F7.5CKE/B X = 200650.19
 Get.: ZONSVELD d.d. 17-jul-2007 MV = NAP +13.78 m Y = 432262.20

Sondering volgens norm NEN 5140
 conustype cilindrisch elektrisch
 α afwijking van de vertikaal

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

GEOTECHNISCH ONDERZOEK NABIJ DE RIJNDIJK TE PANNERDEN

Opdr. 6007-0304-000
 Sond. DKM1



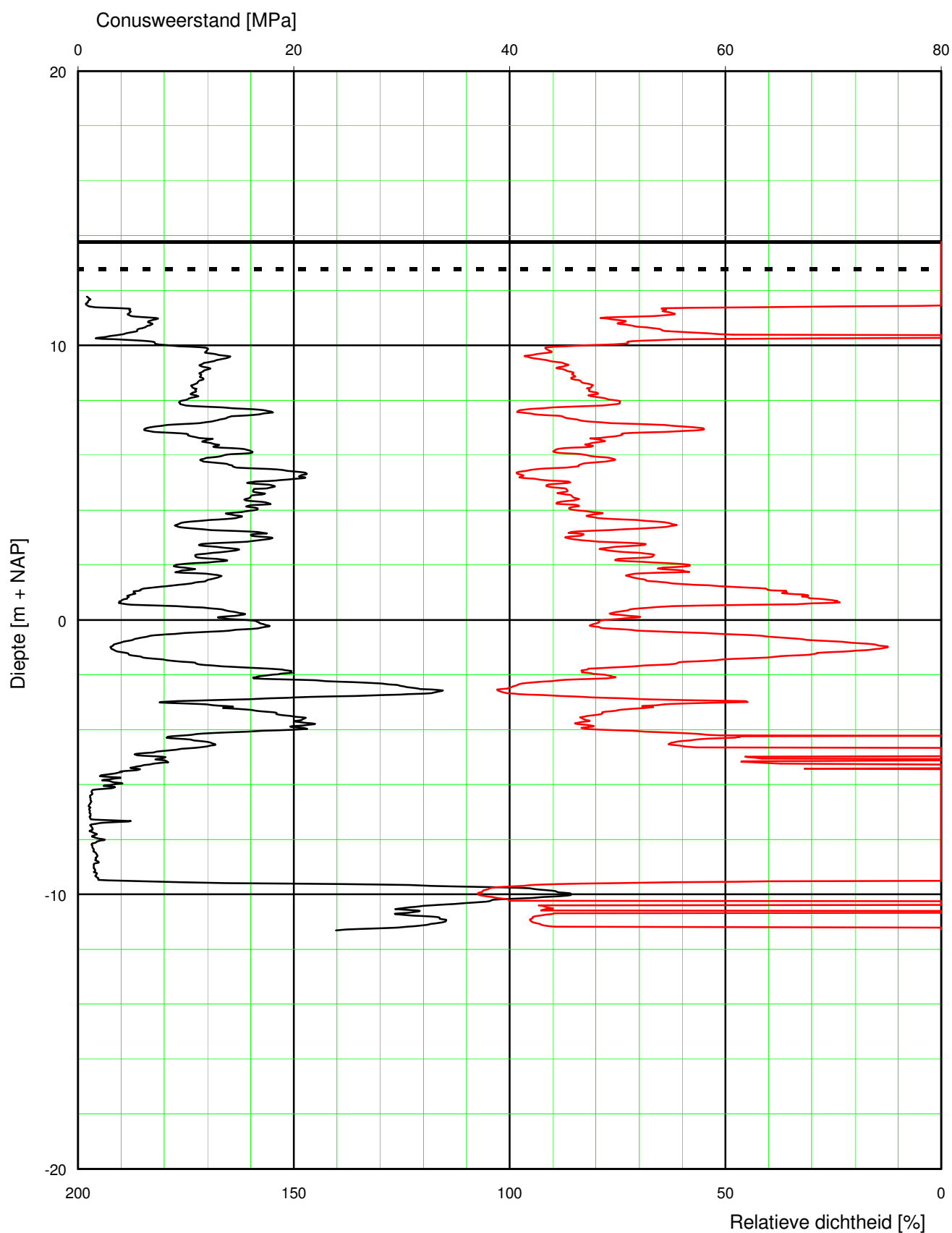
Opg.: JMM d.d. 03-Jul-2007 conus: F7.5CKE/B X = 200650.19
 Get.: ZONVELD d.d. 17-jul-2007 MV = NAP +13.78 m Y = 432262.20

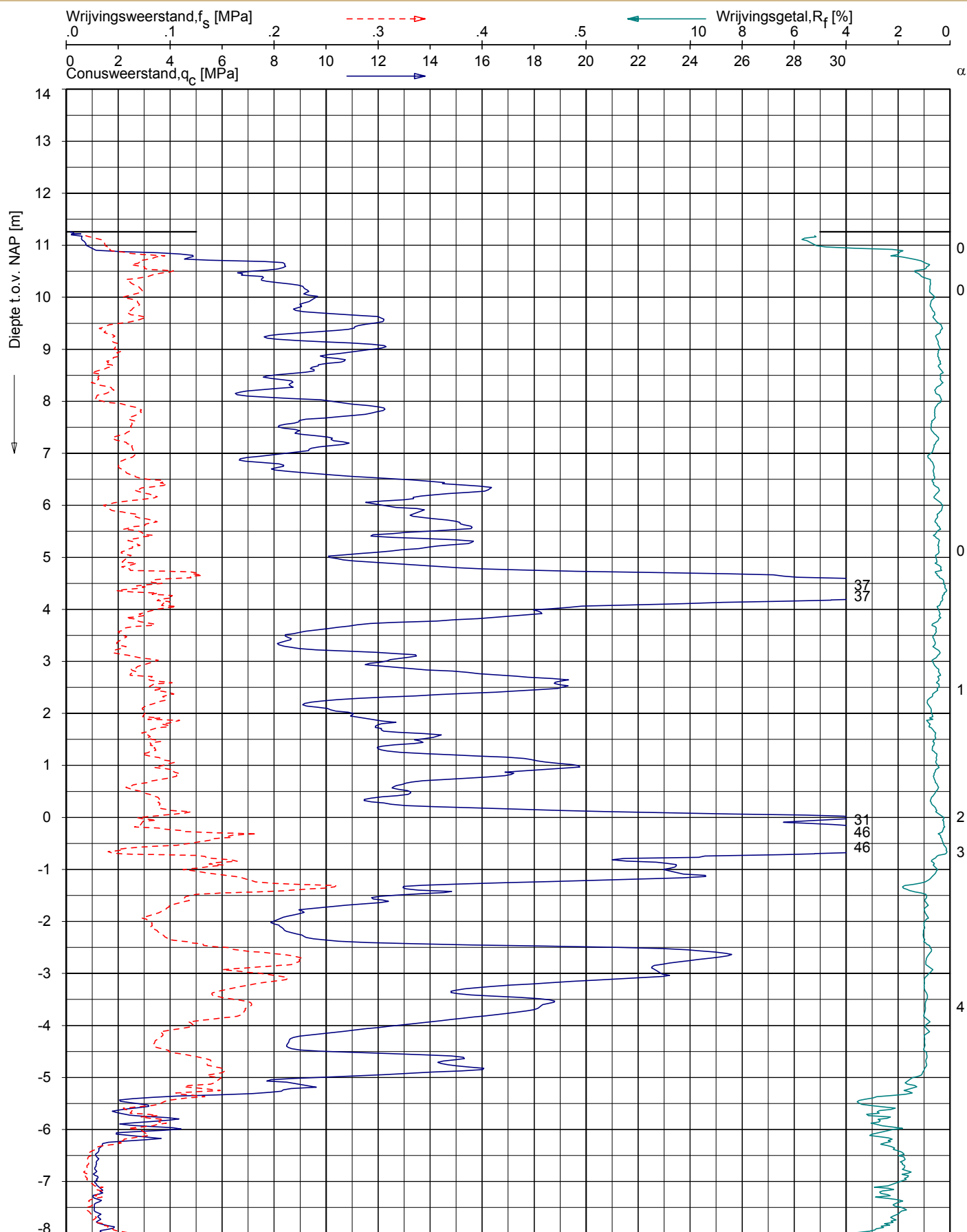
Sondering volgens norm NEN 5140
 conustype cilindrisch elektrisch
 α afwijking van de vertikaal

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

GEOTECHNISCH ONDERZOEK NABIJ DE RIJNDIJK TE PANNERDEN

Opdr. 6007-0304-000
 Sond. DKM1





Opg.: JMM d.d. 03-Jul-2007 conus: F7.5CKE/B X = 200722.04
 Get.: ZONVELD d.d. 17-jul-2007 MV = NAP +11.26 m Y = 432338.08

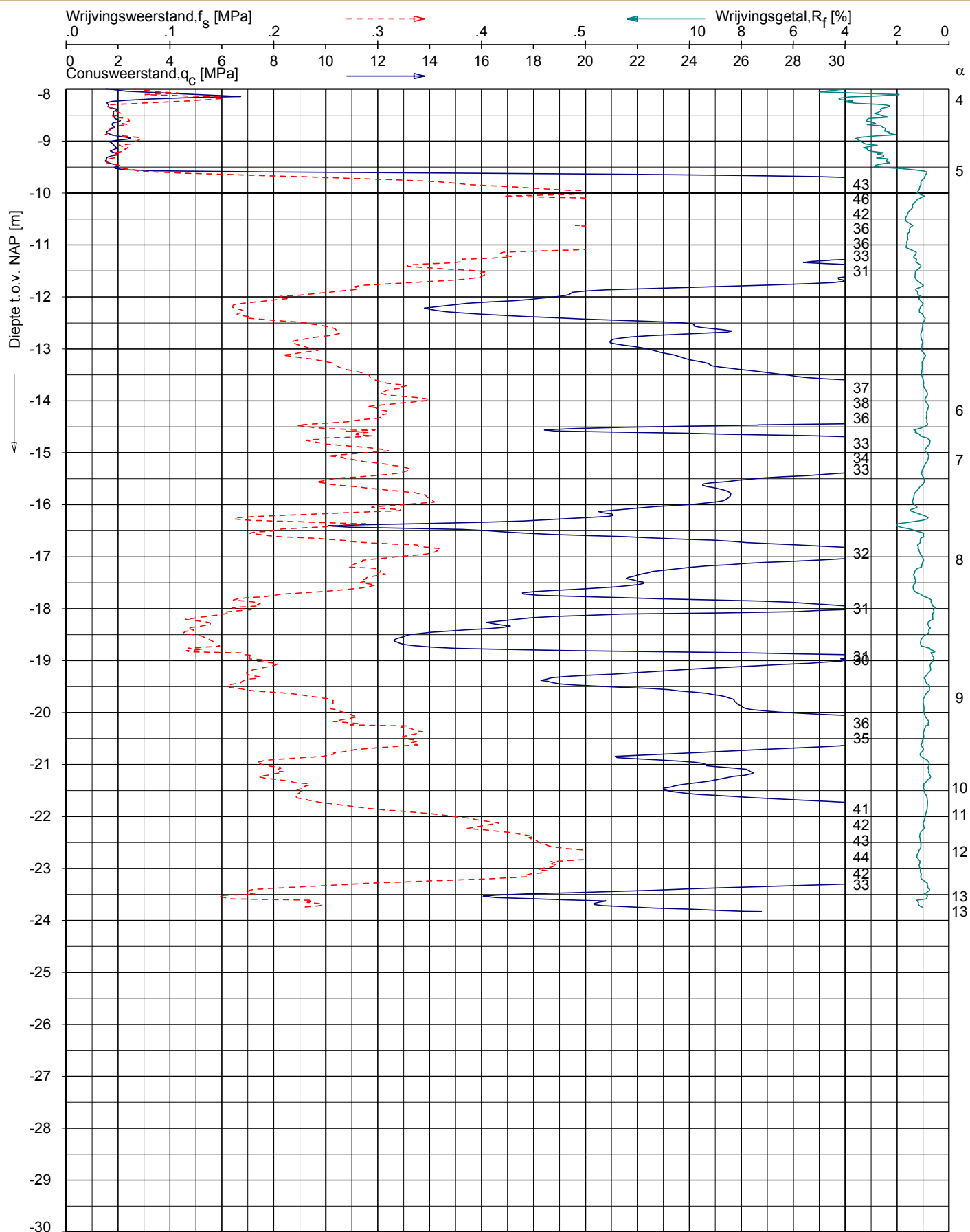
Sondering volgens norm NEN 5140
 conustype cilindrisch elektrisch
 α afwijking van de vertikaal



SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

GEOTECHNISCH ONDERZOEK NABIJ DE RIJNDIJK TE PANNERDEN

Opdr. 6007-0304-000
 Sond. DKM2



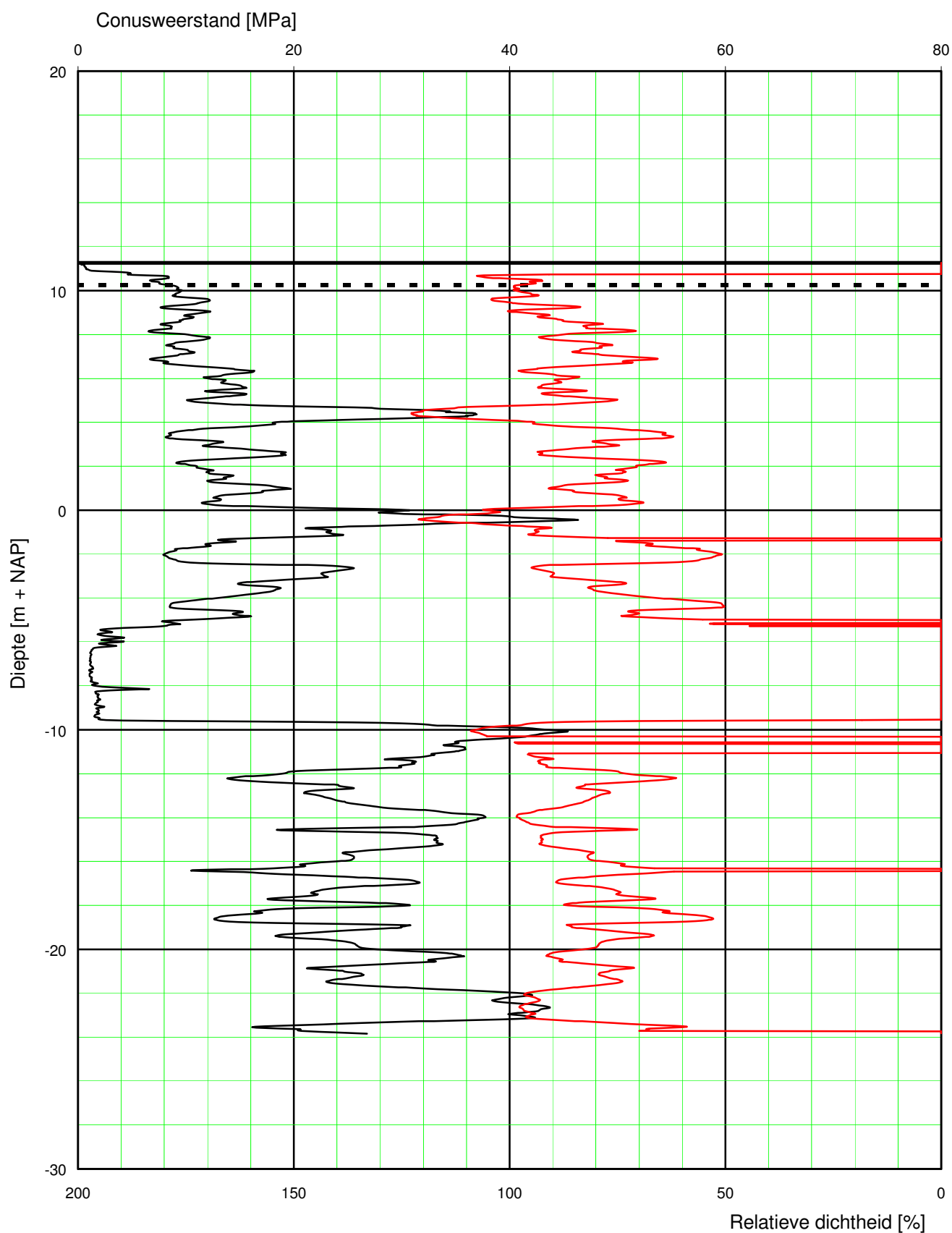
Opg.: JMM d.d. 03-Jul-2007 conus: F7.5CKE/B X = 200722.04
 Get.: ZONVELD d.d. 17-jul-2007 MV = NAP +11.26 m Y = 432338.08

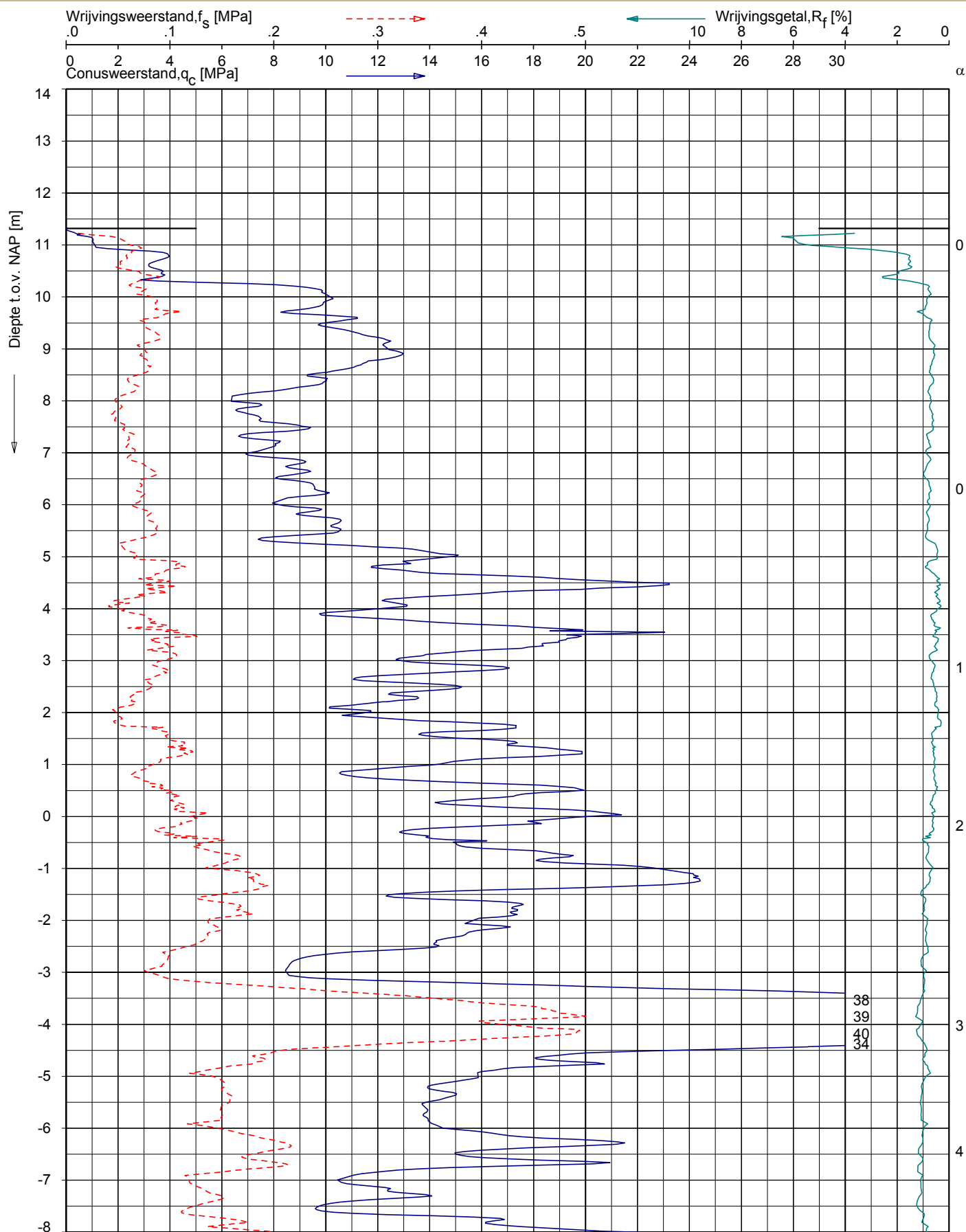
Sondering volgens norm NEN 5140
 conustype cilindrisch elektrisch
 α afwijking van de vertikaal

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

GEOTECHNISCH ONDERZOEK NABIJ DE RIJNDIJK TE PANNERDEN

Opdr. 6007-0304-000
 Sond. DKM2





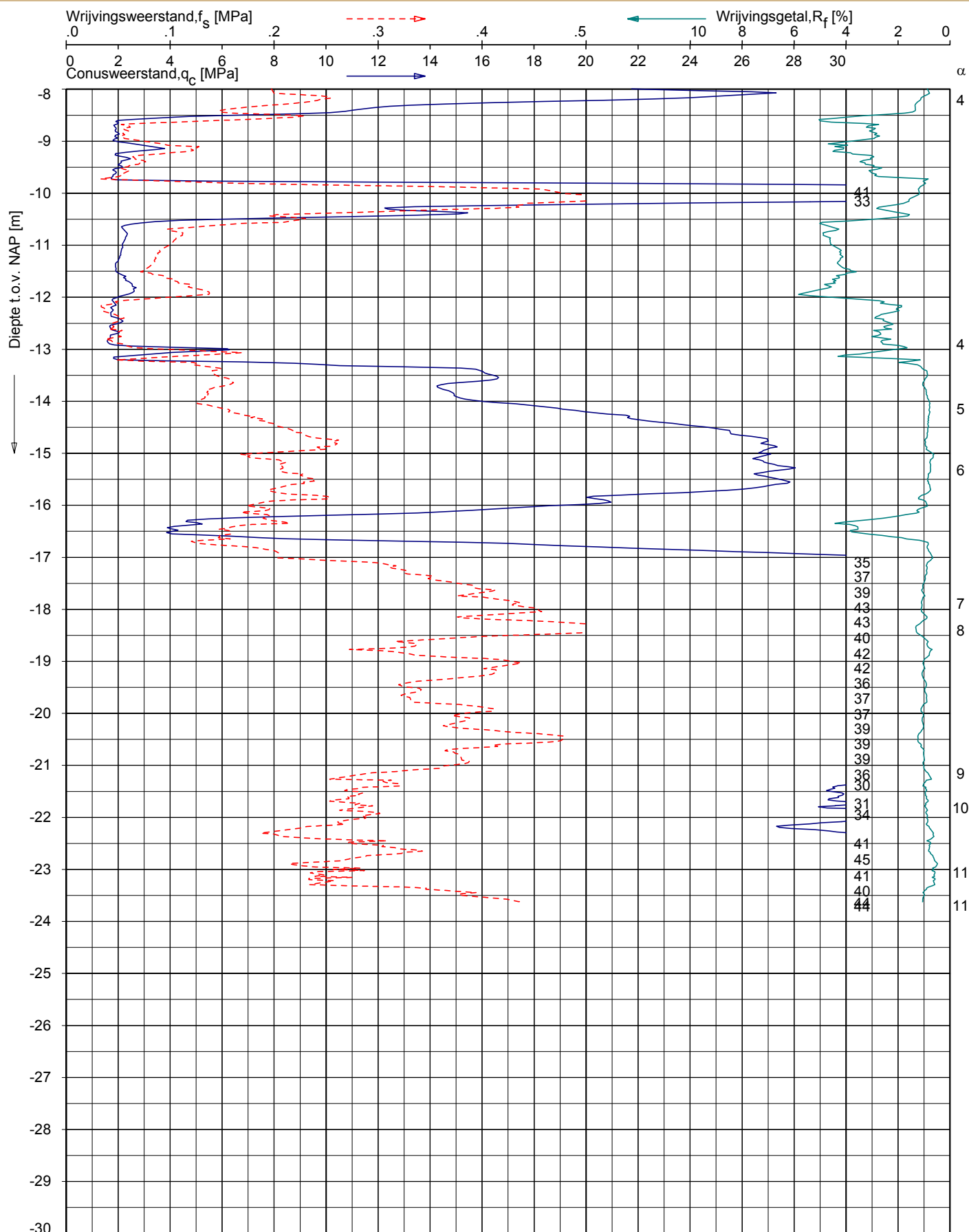
Opg.: JMM d.d. 03-Jul-2007 conus: F7.5CKE/B X = 200935.98
 Get.: ZONVELD d.d. 17-Jul-2007 MV = NAP +11.32 m Y = 432328.09

Sondering volgens norm NEN 5140
 conustype cilindrisch elektrisch
 α afwijking van de vertikaal

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

GEOTECHNISCH ONDERZOEK NABIJ DE RIJNDIJK TE PANNERDEN

Opdr. 6007-0304-000
 Sond. DKM3



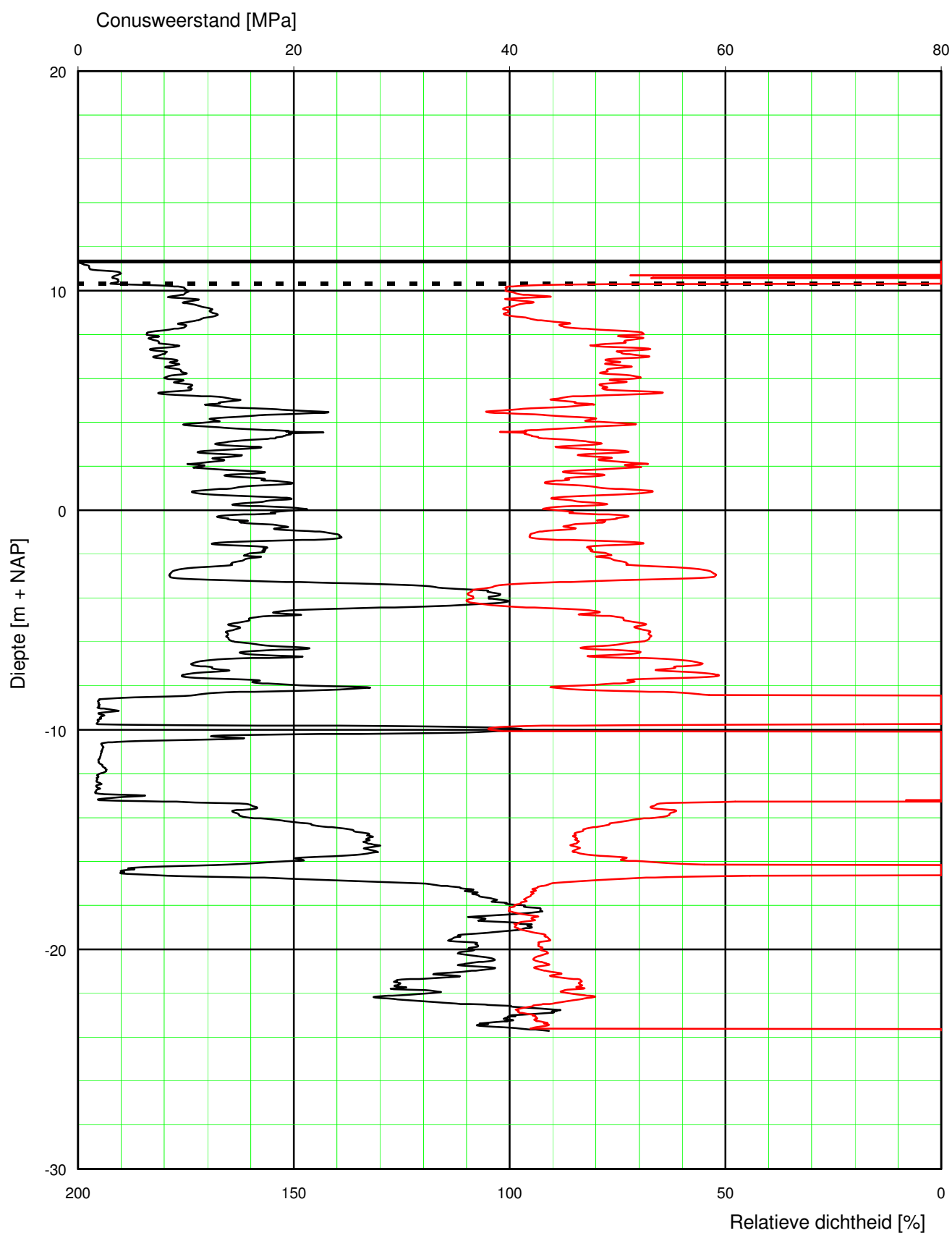
Opg.: JMM d.d. 03-Jul-2007 conus: F7.5CKE/B X = 200935.98
 Get.: ZONVELD d.d. 17-jul-2007 MV = NAP +11.32 m Y = 432328.09

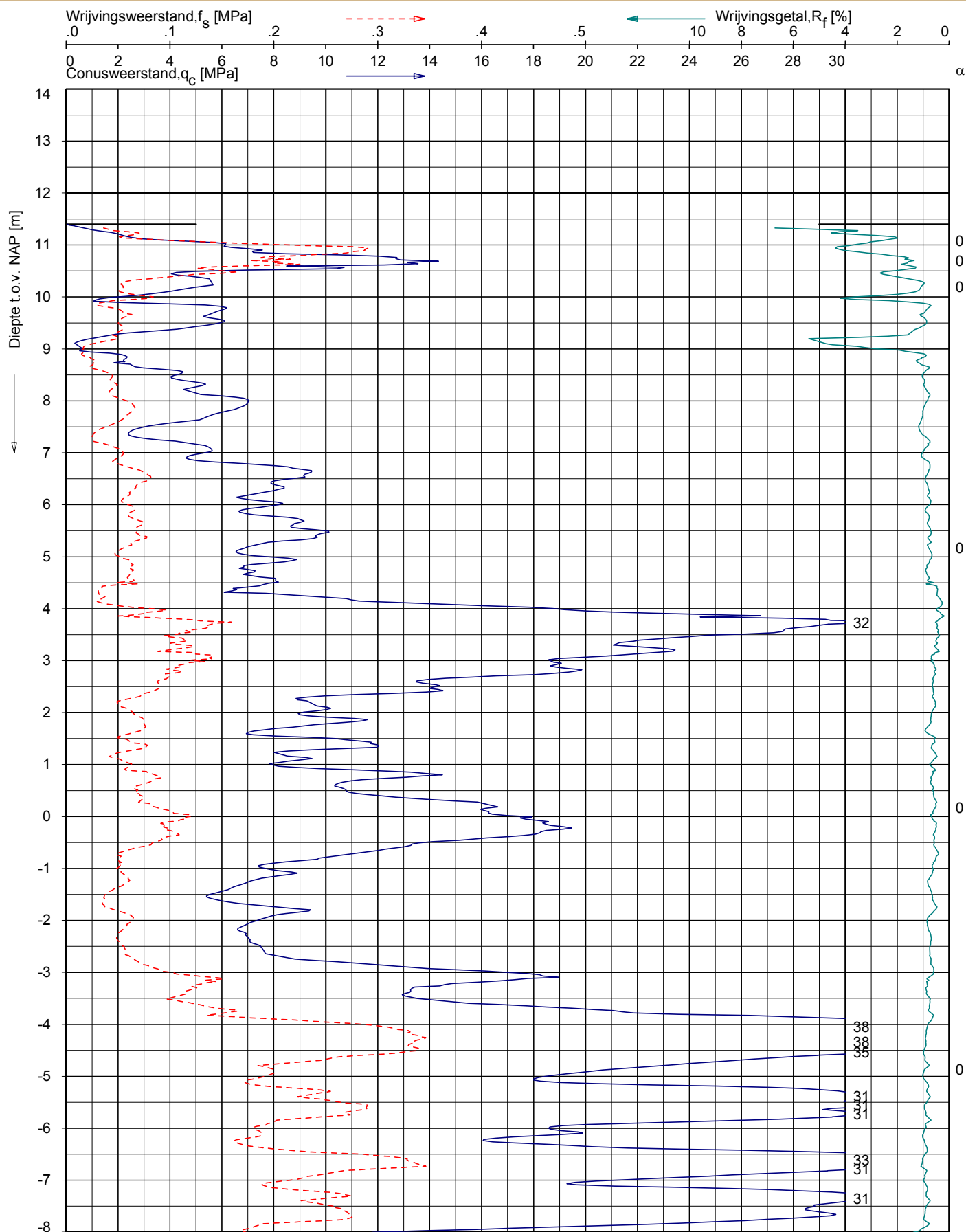
Sondering volgens norm NEN 5140
 conustype cilindrisch elektrisch
 α afwijking van de vertikaal

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

GEOTECHNISCH ONDERZOEK NABIJ DE RIJNDIJK TE PANNERDEN

Opdr. 6007-0304-000
 Sond. DKM3





Opg.: JMM d.d. 02-Jul-2007 conus: F7.5CKE/B X = 201141.03
 Get.: ZONVELD d.d. 17-jul-2007 MV = NAP +11.40 m Y = 432287.04

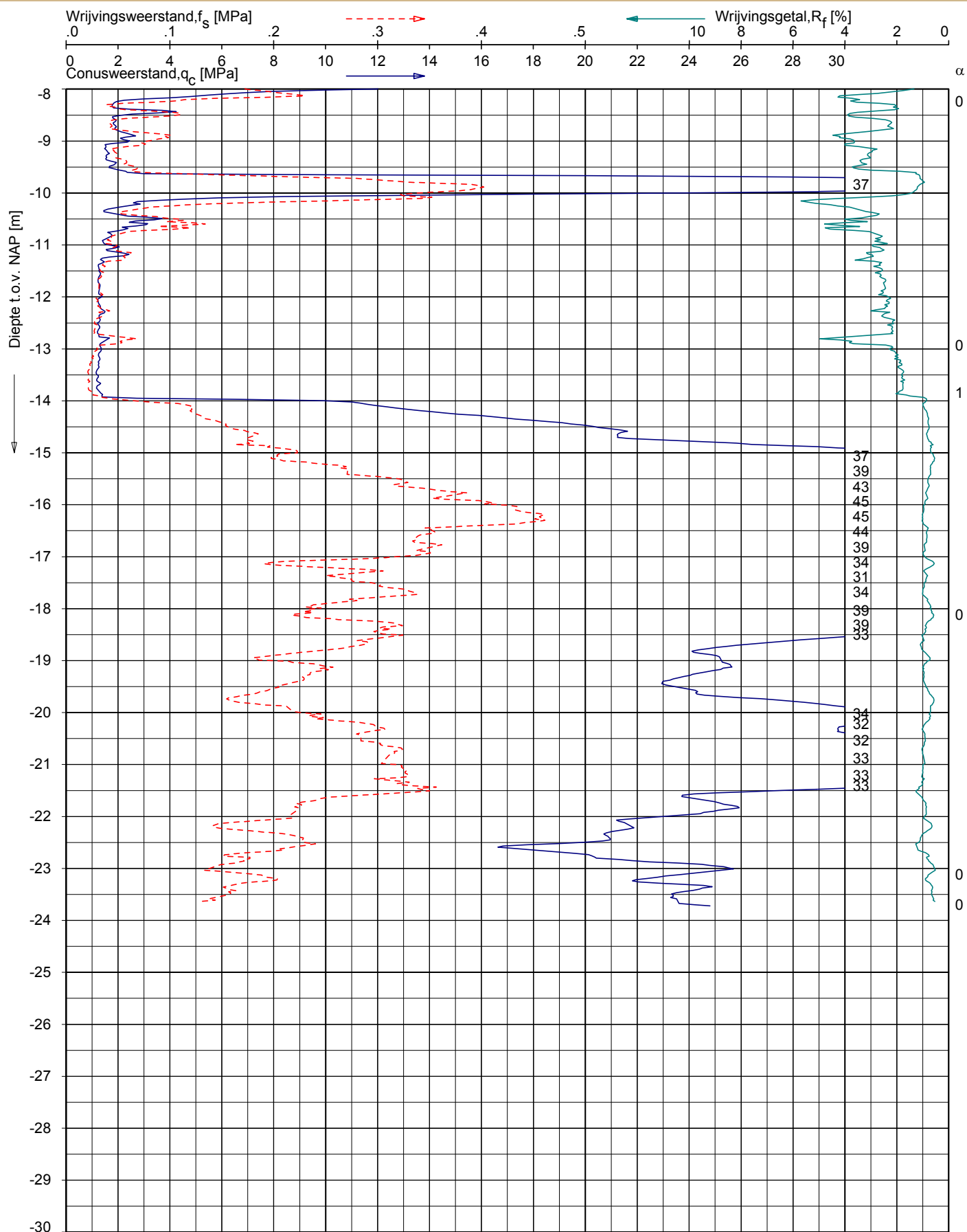
Sondering volgens norm NEN 5140
 conustype cilindrisch elektrisch
 α afwijking van de vertikaal



SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

GEOTECHNISCH ONDERZOEK NABIJ DE RIJNDIJK TE PANNERDEN

Opdr. 6007-0304-000
 Sond. DKM4



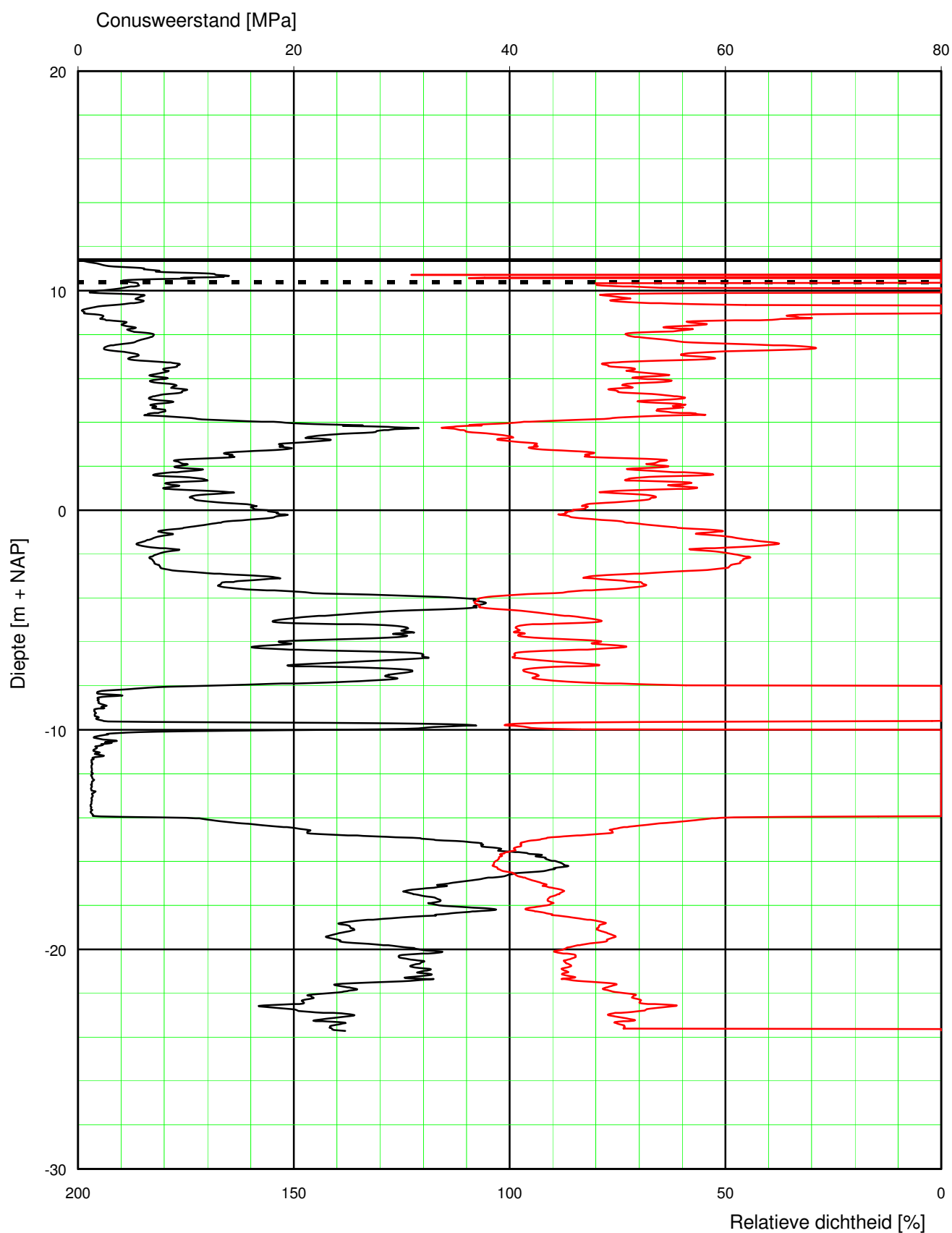
Opg.: JMM d.d. 02-Jul-2007 conus: F7.5CKE/B X = 201141.03
 Get.: ZONVELD d.d. 17-jul-2007 MV = NAP +11.40 m Y = 432287.04

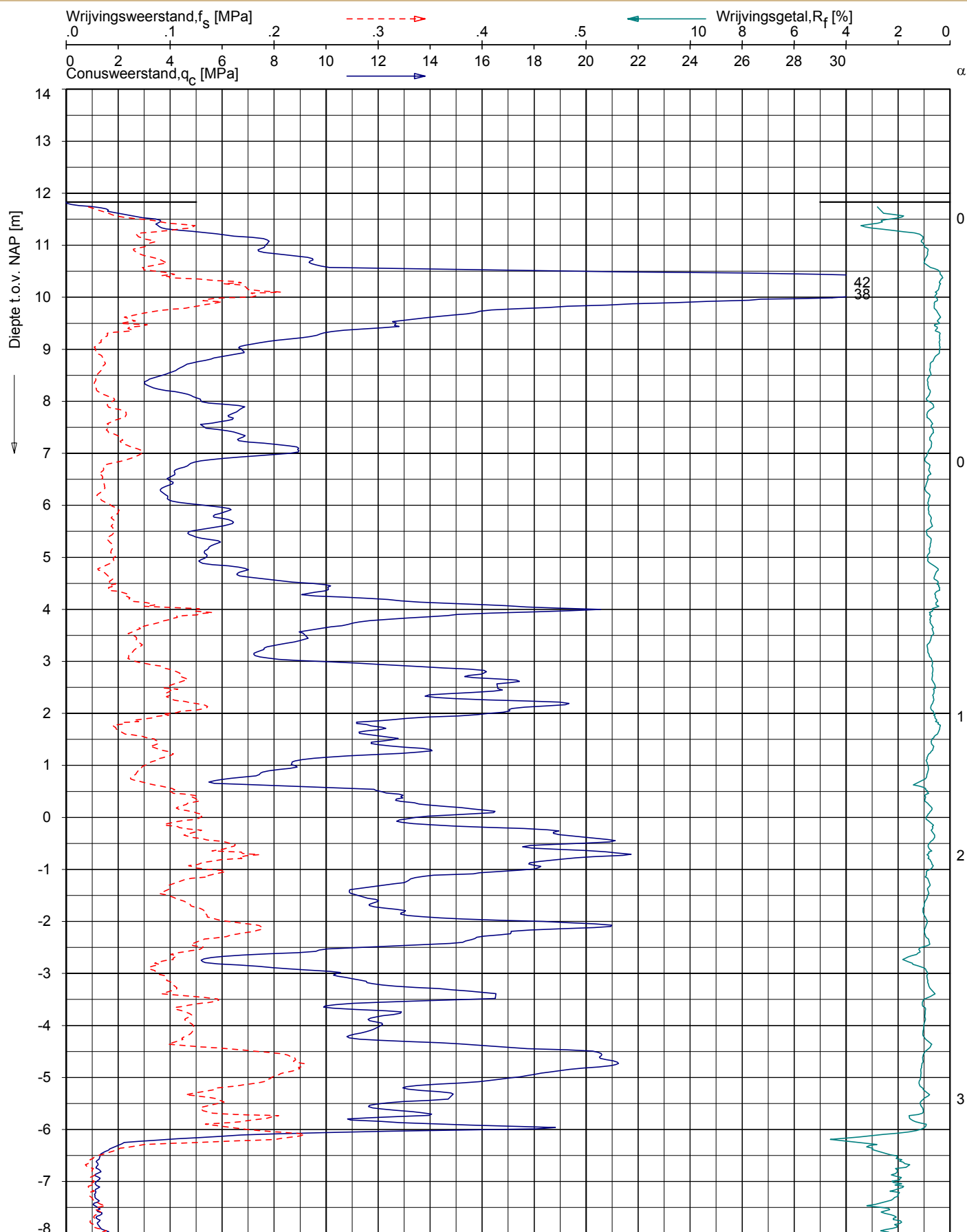
Sondering volgens norm NEN 5140
 conustype cilindrisch elektrisch
 α afwijking van de vertikaal

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

GEOTECHNISCH ONDERZOEK NABIJ DE RIJNDIJK TE PANNERDEN

Opdr. 6007-0304-000
 Sond. DKM4





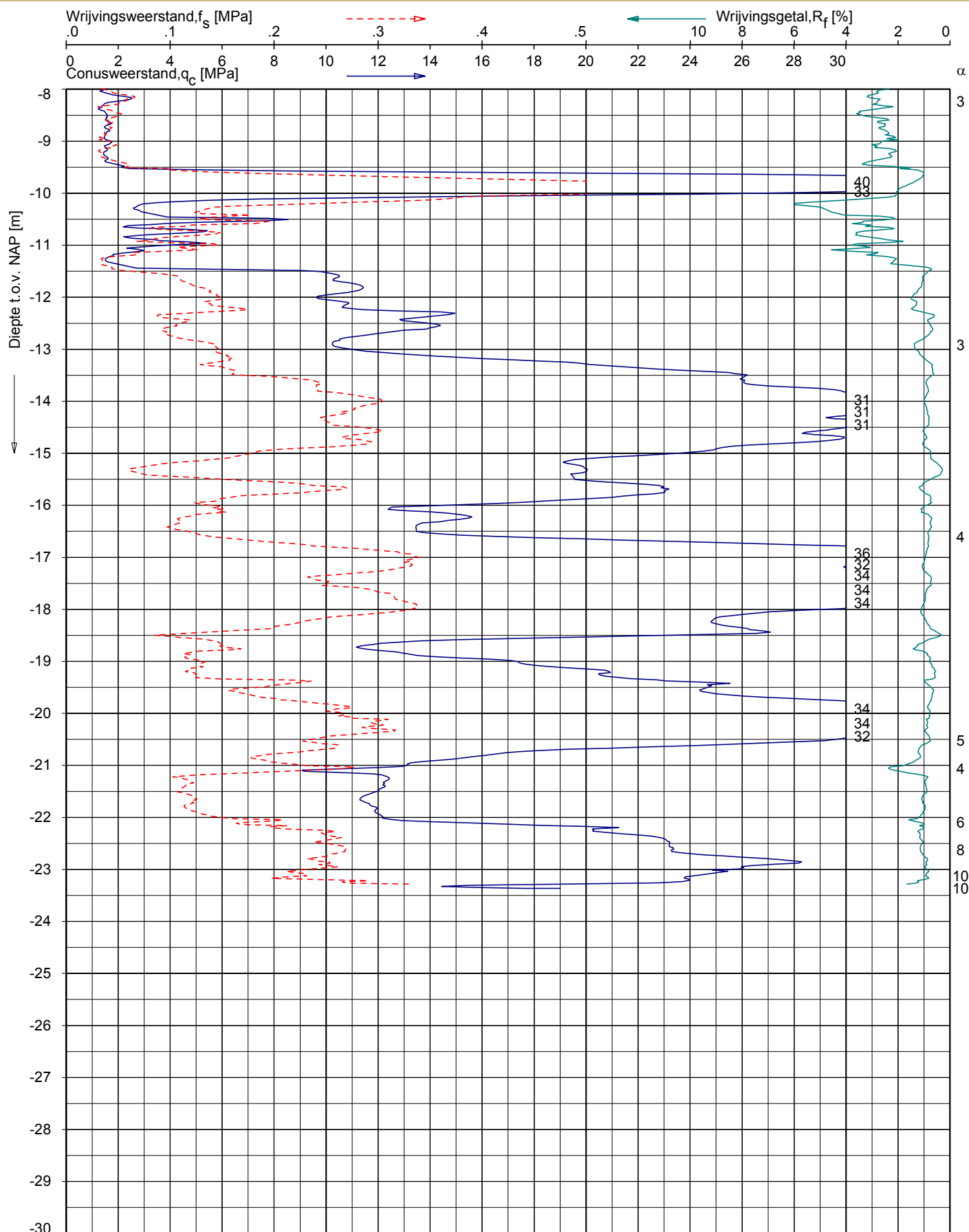
Opg.: JMM d.d. 02-Jul-2007 conus: F7.5CKE/B X = 201325.04
 Get.: ZONVELD d.d. 17-jul-2007 MV = NAP +11.83 m Y = 432371.97

Sondering volgens norm NEN 5140
 conustype cilindrisch elektrisch
 α afwijking van de vertikaal

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

GEOTECHNISCH ONDERZOEK NABIJ DE RIJNDIJK TE PANNERDEN

Opdr. 6007-0304-000
 Sond. DKM5



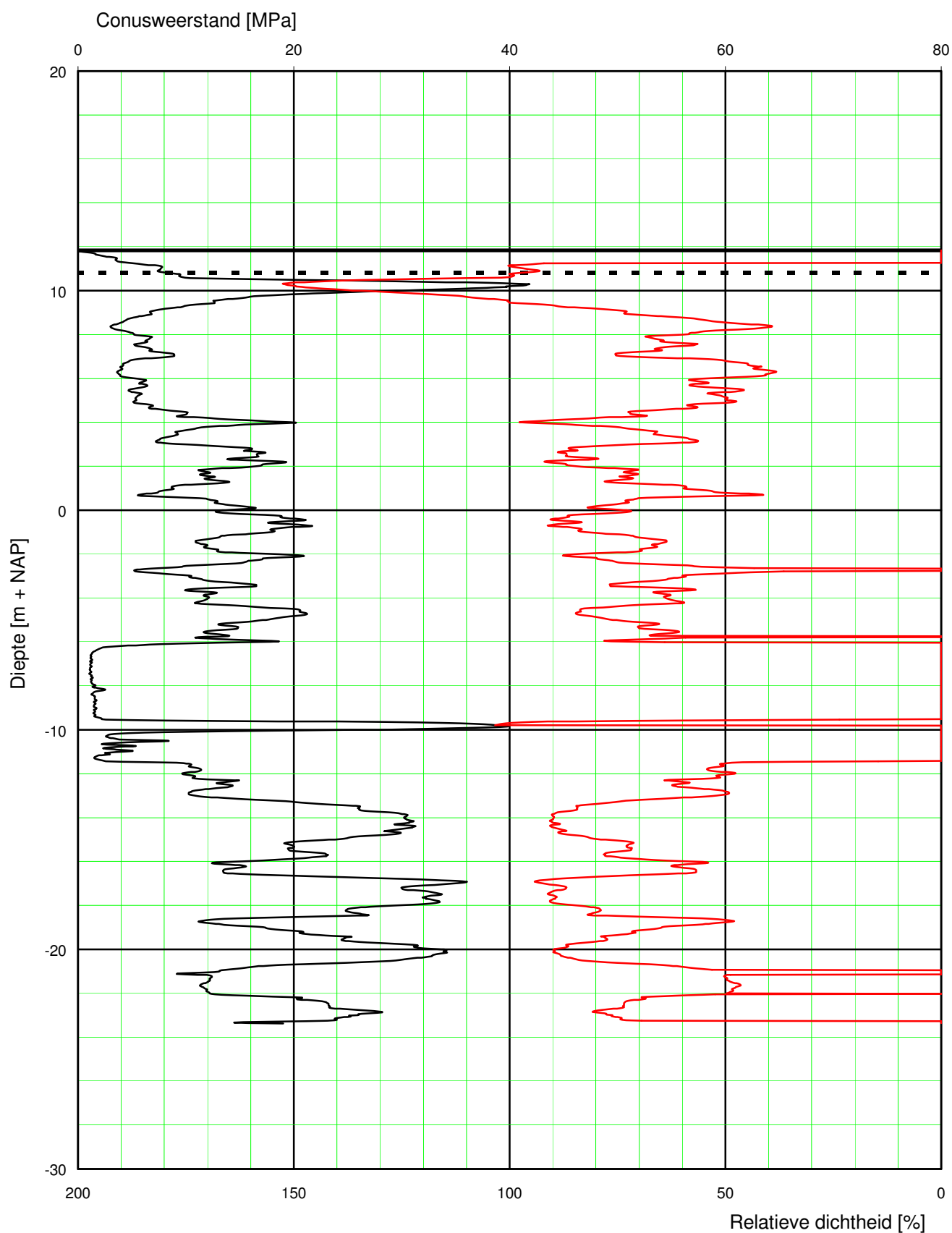
Opg.: JMM d.d. 02-Jul-2007 conus: F7.5CKE/B X = 201325.04
 Get.: ZONVELD d.d. 17-jul-2007 MV = NAP +11.83 m Y = 432371.97

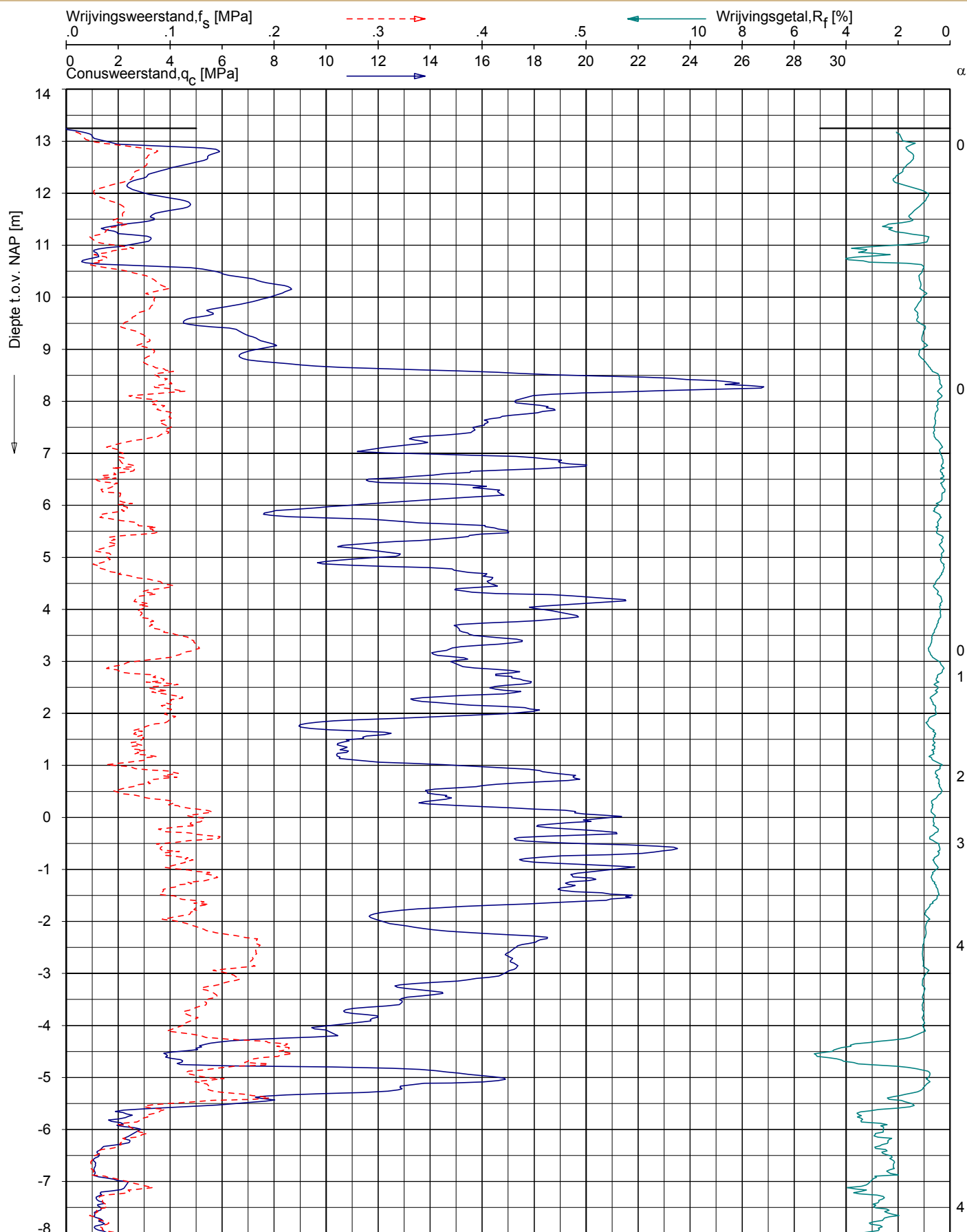
Sondering volgens norm NEN 5140
 conustype cilindrisch elektrisch
 α afwijking van de vertikaal

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

GEOTECHNISCH ONDERZOEK NABIJ DE RIJNDIJK TE PANNERDEN

Opdr. 6007-0304-000
 Sond. DKM5





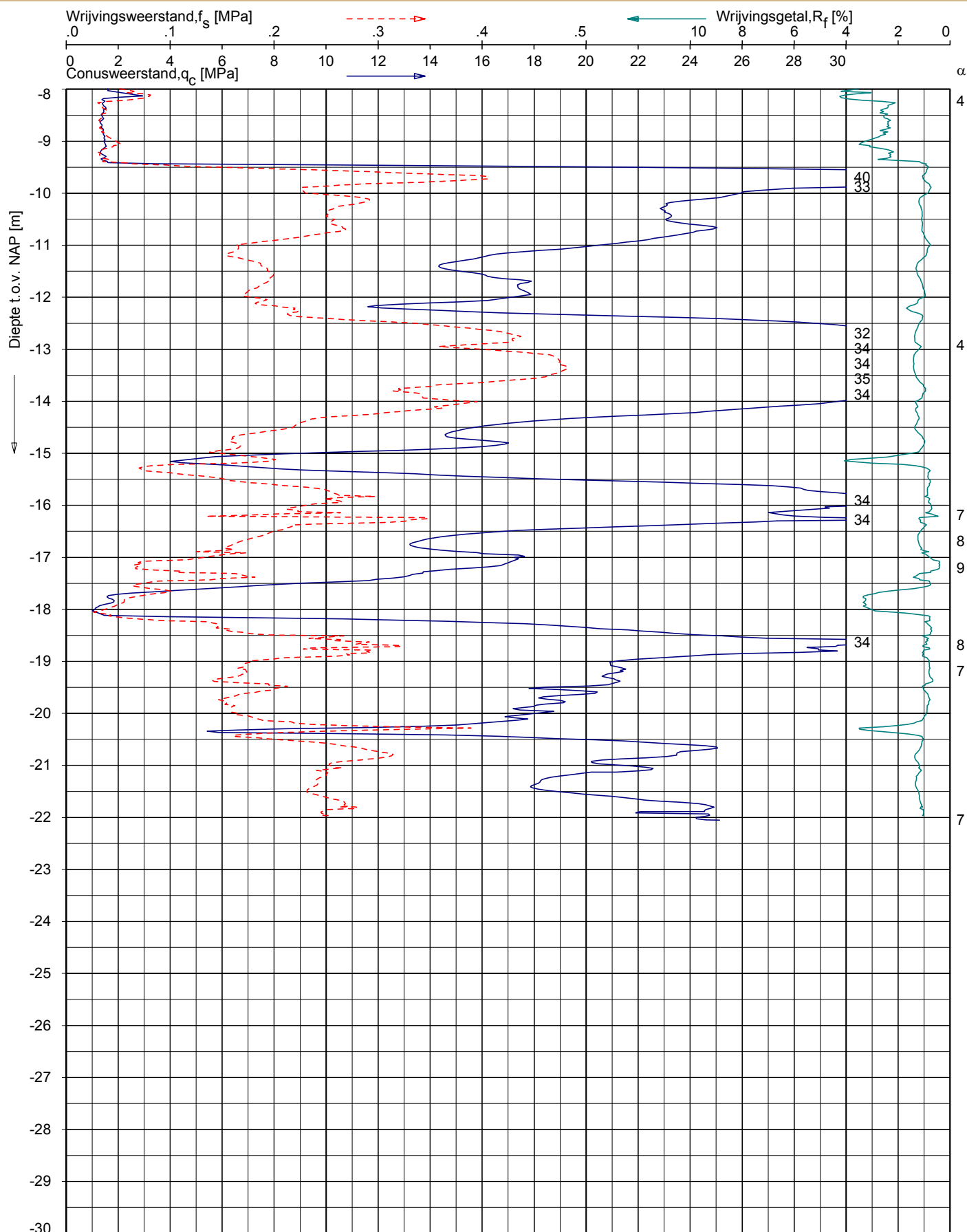
Opg.: JMM d.d. 02-Jul-2007 conus: F7.5CKE/B X = 201487.86
 Get.: ZONVELD d.d. 17-jul-2007 MV = NAP +13.25 m Y = 432228.97

Sondering volgens norm NEN 5140
 conustype cilindrisch elektrisch
 α afwijking van de vertikaal

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

GEOTECHNISCH ONDERZOEK NABIJ DE RIJNDIJK TE PANNERDEN

Opdr. 6007-0304-000
 Sond. DKM6



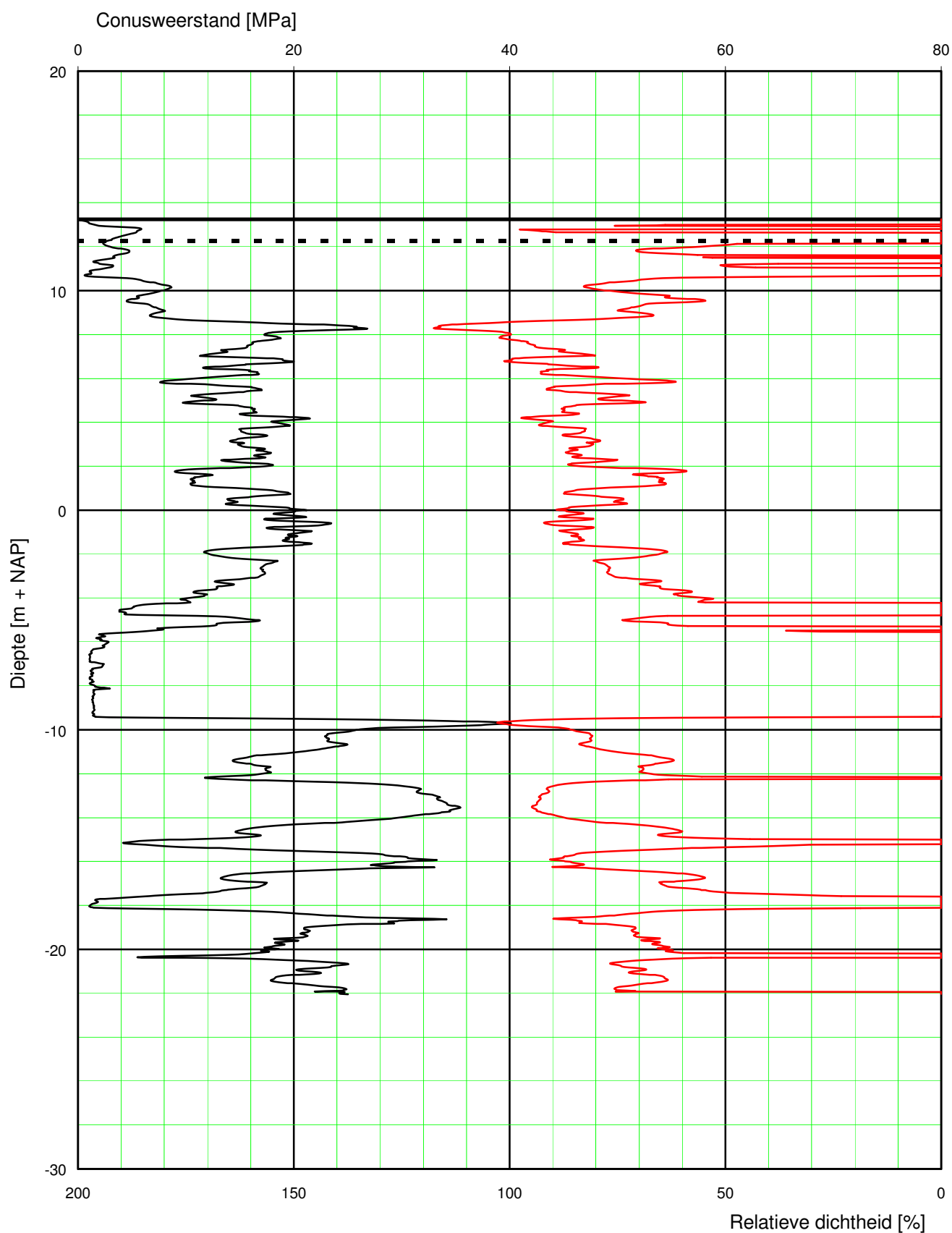
Opg.: JMM d.d. 02-Jul-2007 conus: F7.5CKE/B X = 201487.86
 Get.: ZONVELD d.d. 17-jul-2007 MV = NAP +13.25 m Y = 432228.97

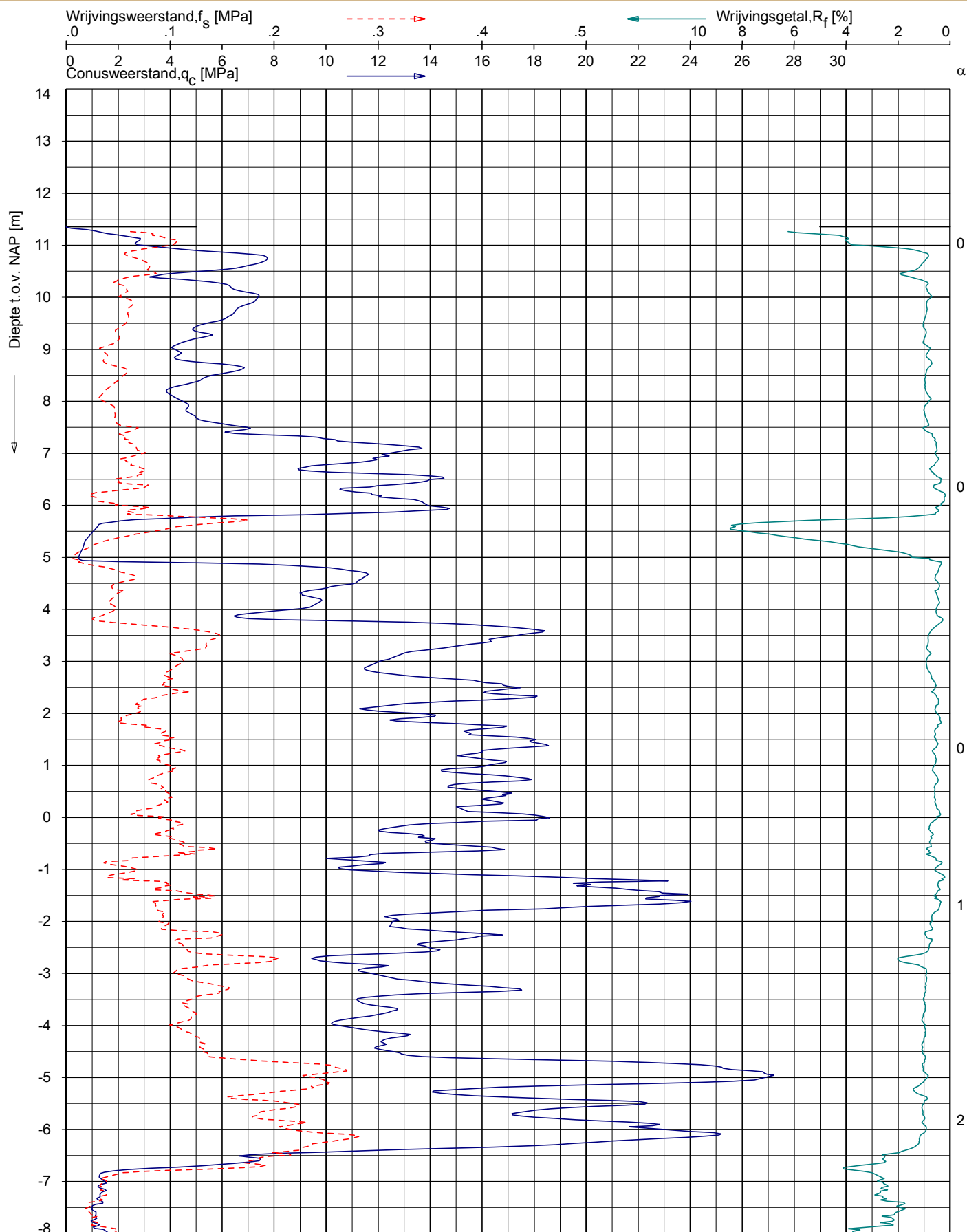
Sondering volgens norm NEN 5140
 conustype cilindrisch elektrisch
 α afwijking van de vertikaal

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

GEOTECHNISCH ONDERZOEK NABIJ DE RIJNDIJK TE PANNERDEN

Opdr. 6007-0304-000
 Sond. DKM6





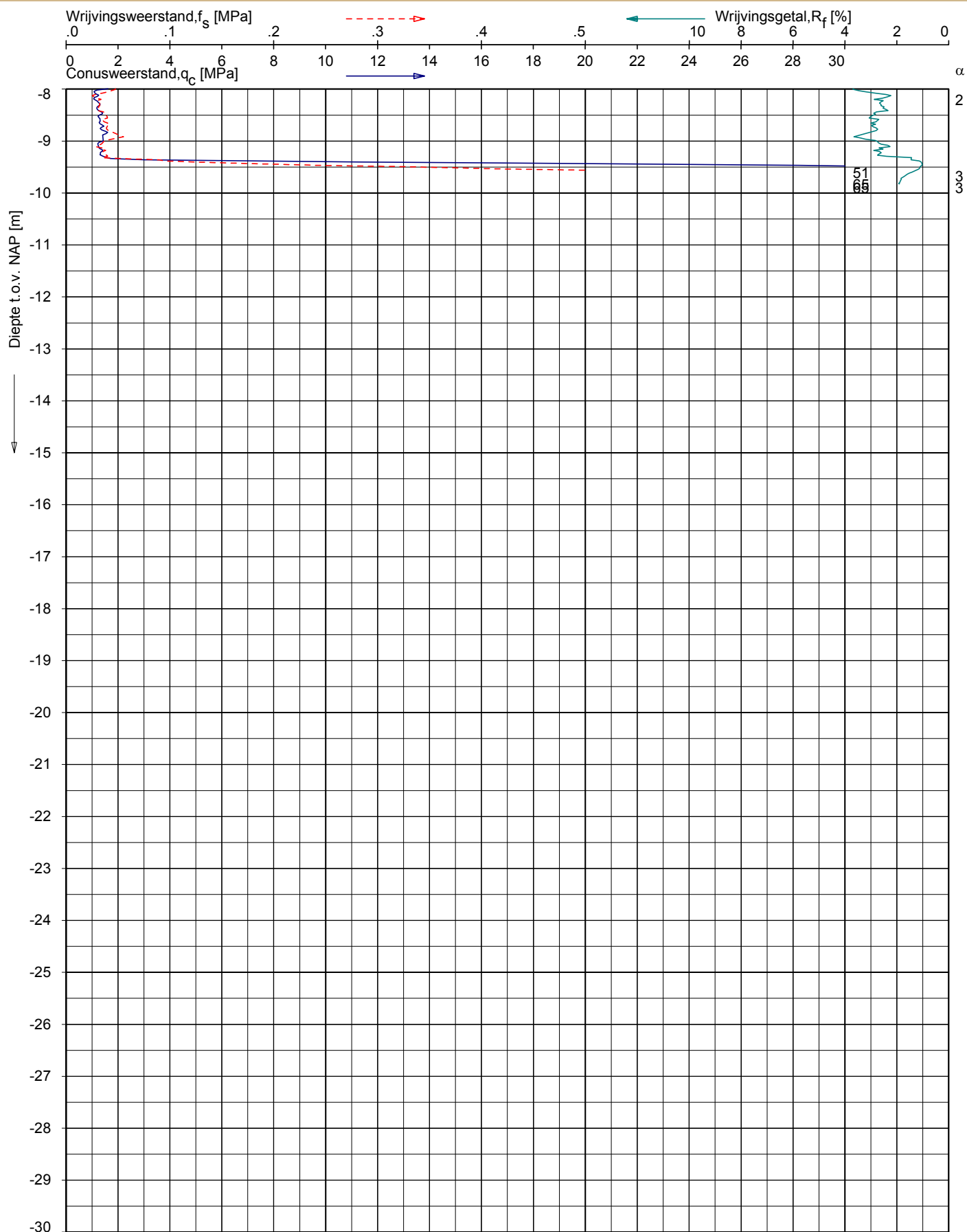
Opg.: JMM d.d. 03-Jul-2007 conus: F7.5CKE/B X = 201506.52
 Get.: ZONVELD d.d. 17-jul-2007 MV = NAP +11.36 m Y = 432552.83

Sondering volgens norm NEN 5140
 conustype cilindrisch elektrisch
 α afwijking van de vertikaal

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

GEOTECHNISCH ONDERZOEK NABIJ DE RIJNDIJK TE PANNERDEN

Opdr. 6007-0304-000
 Sond. DKM7



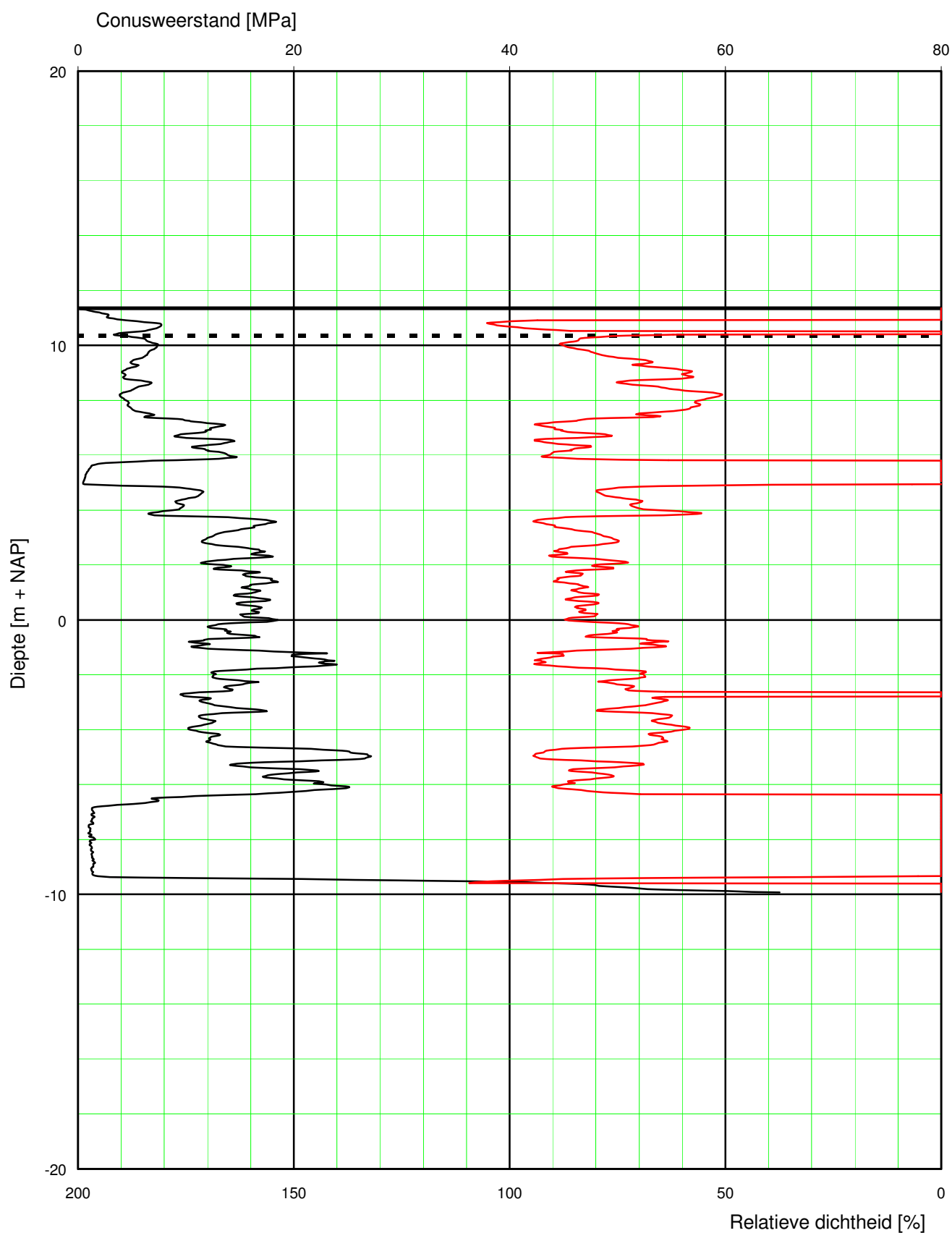
Opg.: JMM d.d. 03-Jul-2007 conus: F7.5CKE/B X = 201506.52
 Get.: ZONVELD d.d. 17-jul-2007 MV = NAP +11.36 m Y = 432552.83

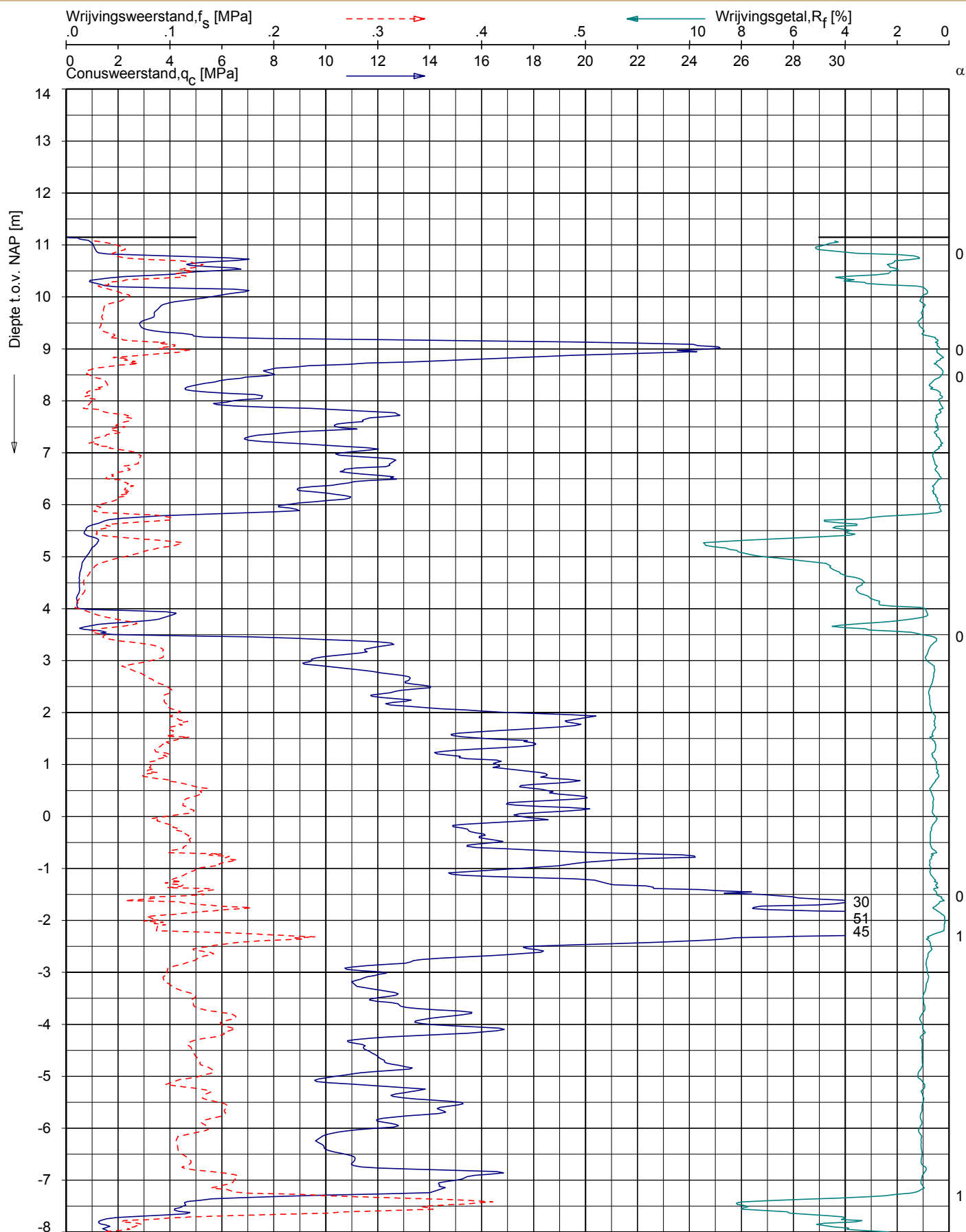
Sondering volgens norm NEN 5140
 conustype cilindrisch elektrisch
 α afwijking van de vertikaal

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

GEOTECHNISCH ONDERZOEK NABIJ DE RIJNDIJK TE PANNERDEN

Opdr. 6007-0304-000
 Sond. DKM7





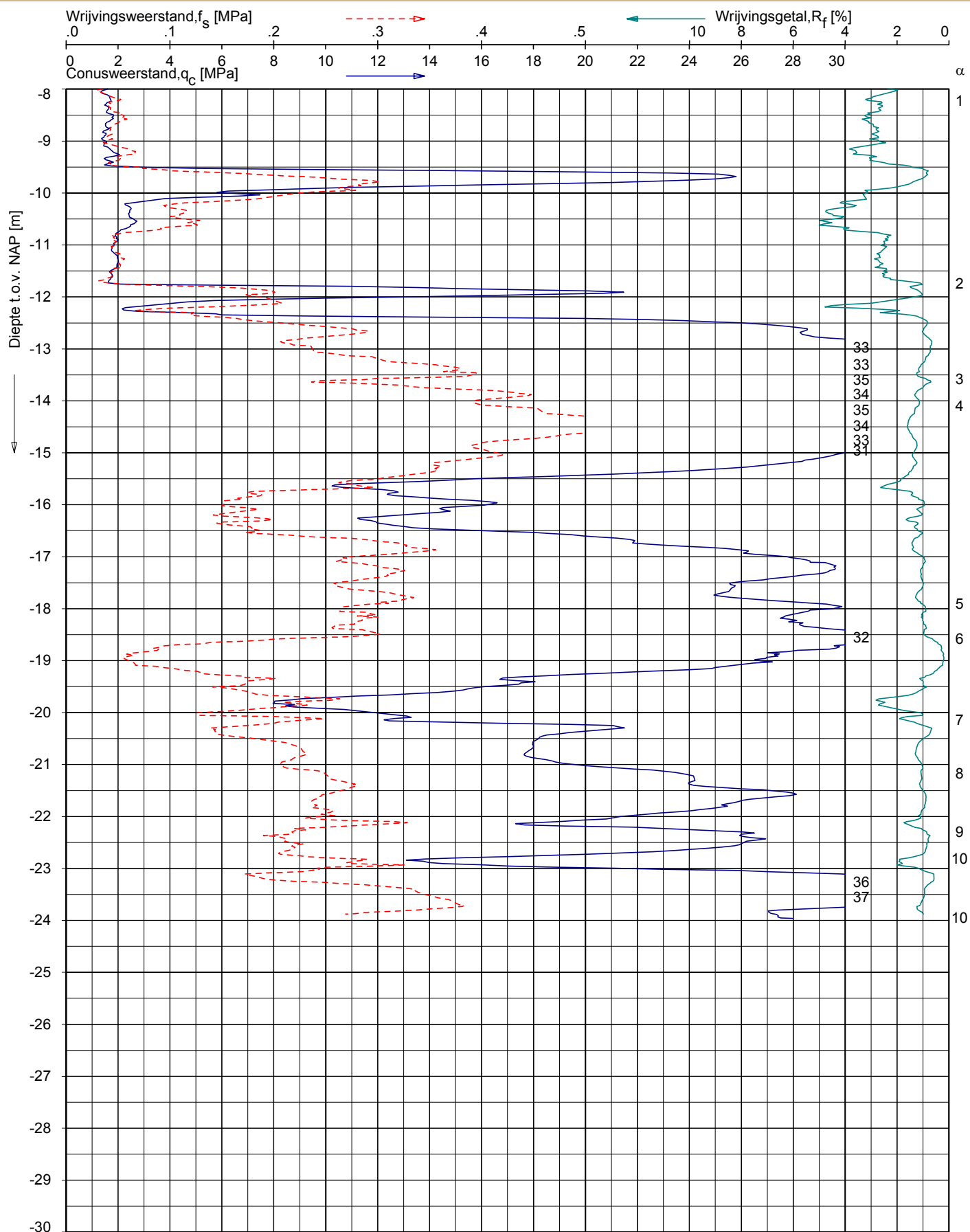
Opg.: JMM d.d. 03-Jul-2007 conus: F7.5CKE/B X = 201357.02
 Get.: ZONVELD d.d. 17-jul-2007 MV = NAP +11.15 m Y = 432715.99

Sondering volgens norm NEN 5140
 conustype cilindrisch elektrisch
 α afwijking van de vertikaal

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

GEOTECHNISCH ONDERZOEK NABIJ DE RIJNDIJK TE PANNERDEN

Opdr. 6007-0304-000
 Sond. DKM8



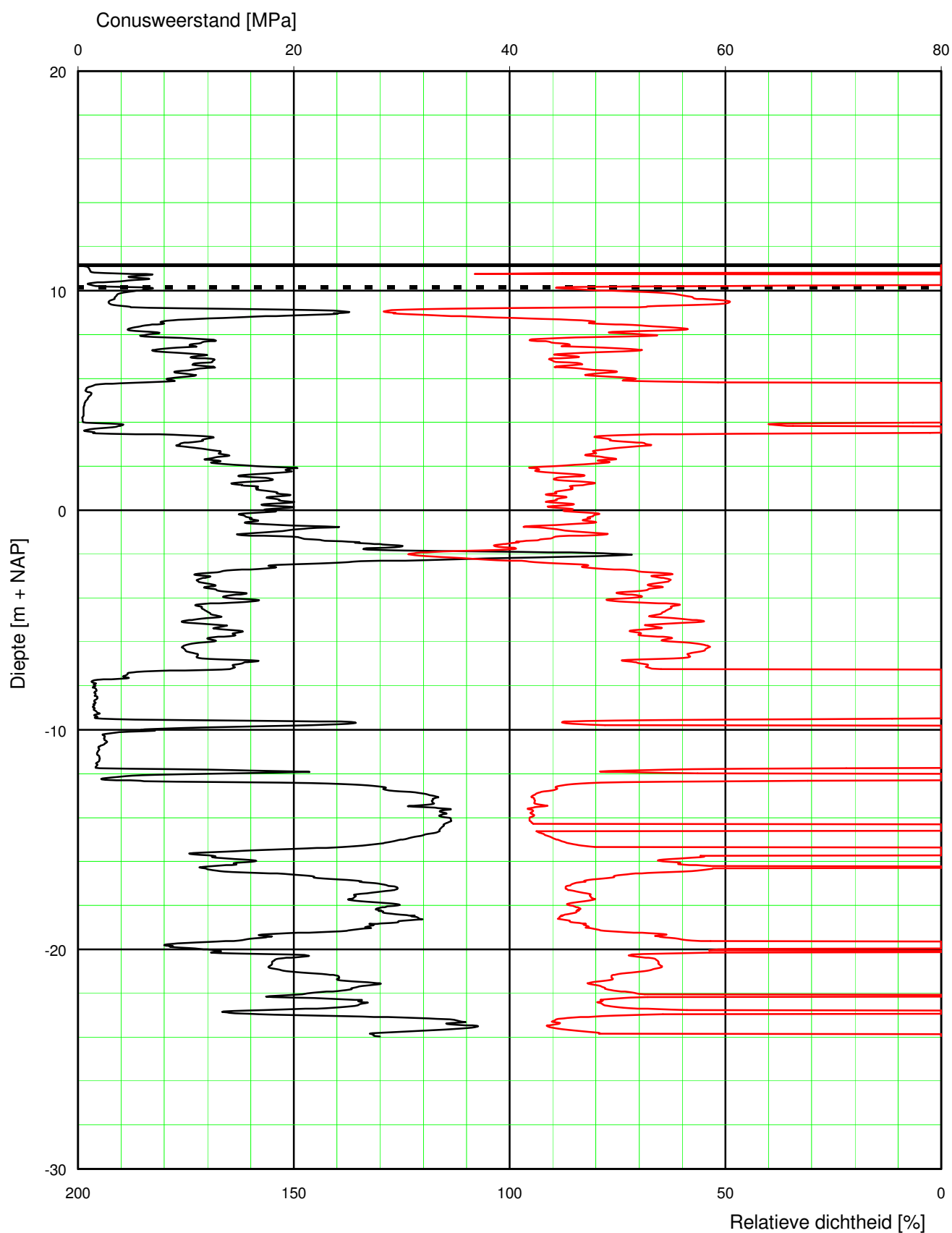
Opg.: JMM d.d. 03-Jul-2007 conus: F7.5CKE/B X = 201357.02
 Get.: ZONVELD d.d. 17-jul-2007 MV = NAP +11.15 m Y = 432715.99

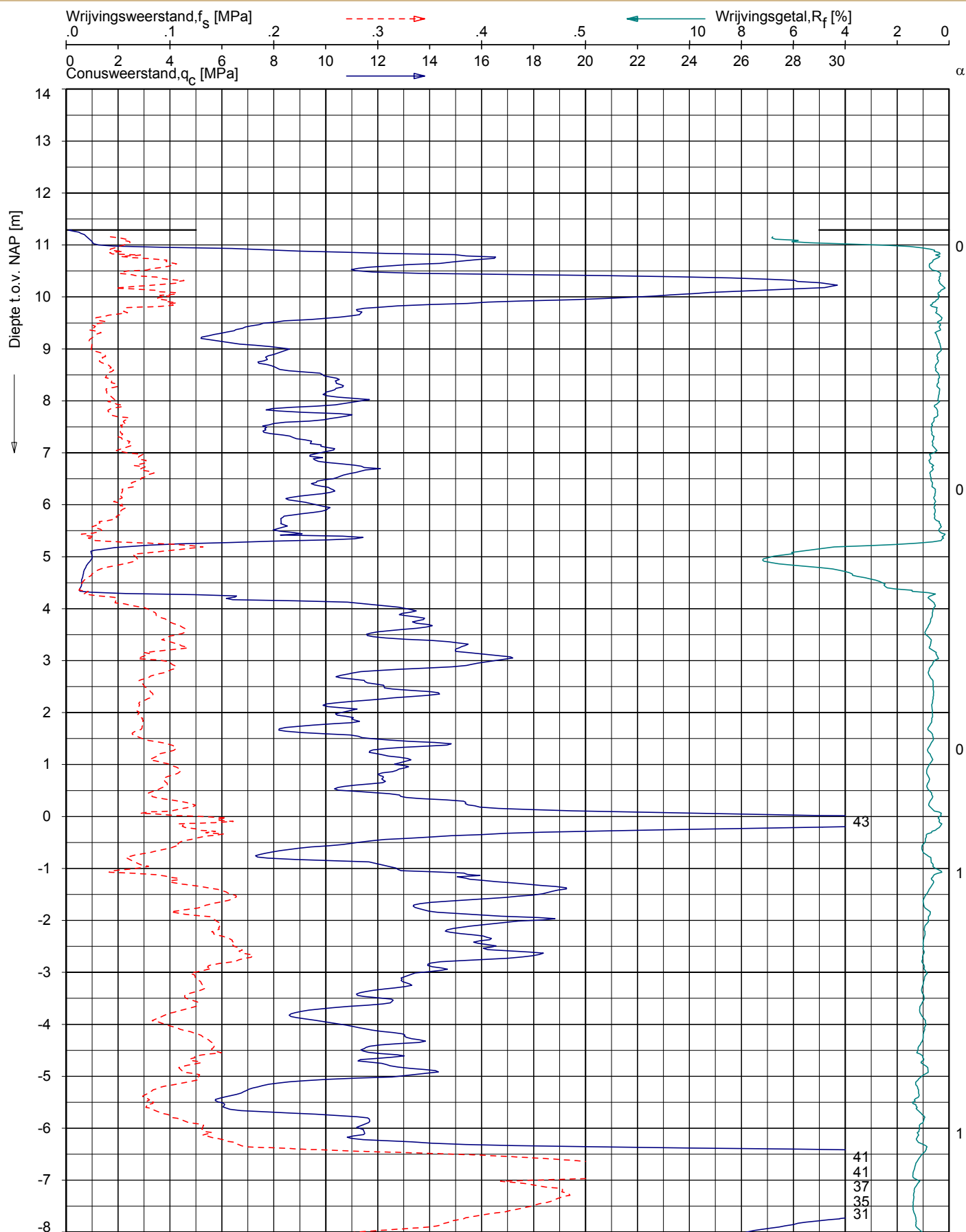
Sondering volgens norm NEN 5140
 conustype cilindrisch elektrisch
 α afwijking van de vertikaal

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

GEOTECHNISCH ONDERZOEK NABIJ DE RIJNDIJK TE PANNERDEN

Opdr. 6007-0304-000
 Sond. DKM8





Opg.: JMM d.d. 03-Jul-2007 conus: F7.5CKE/B X = 201512.66
 Get.: ZONVELD d.d. 17-jul-2007 MV = NAP +11.29 m Y = 432772.74

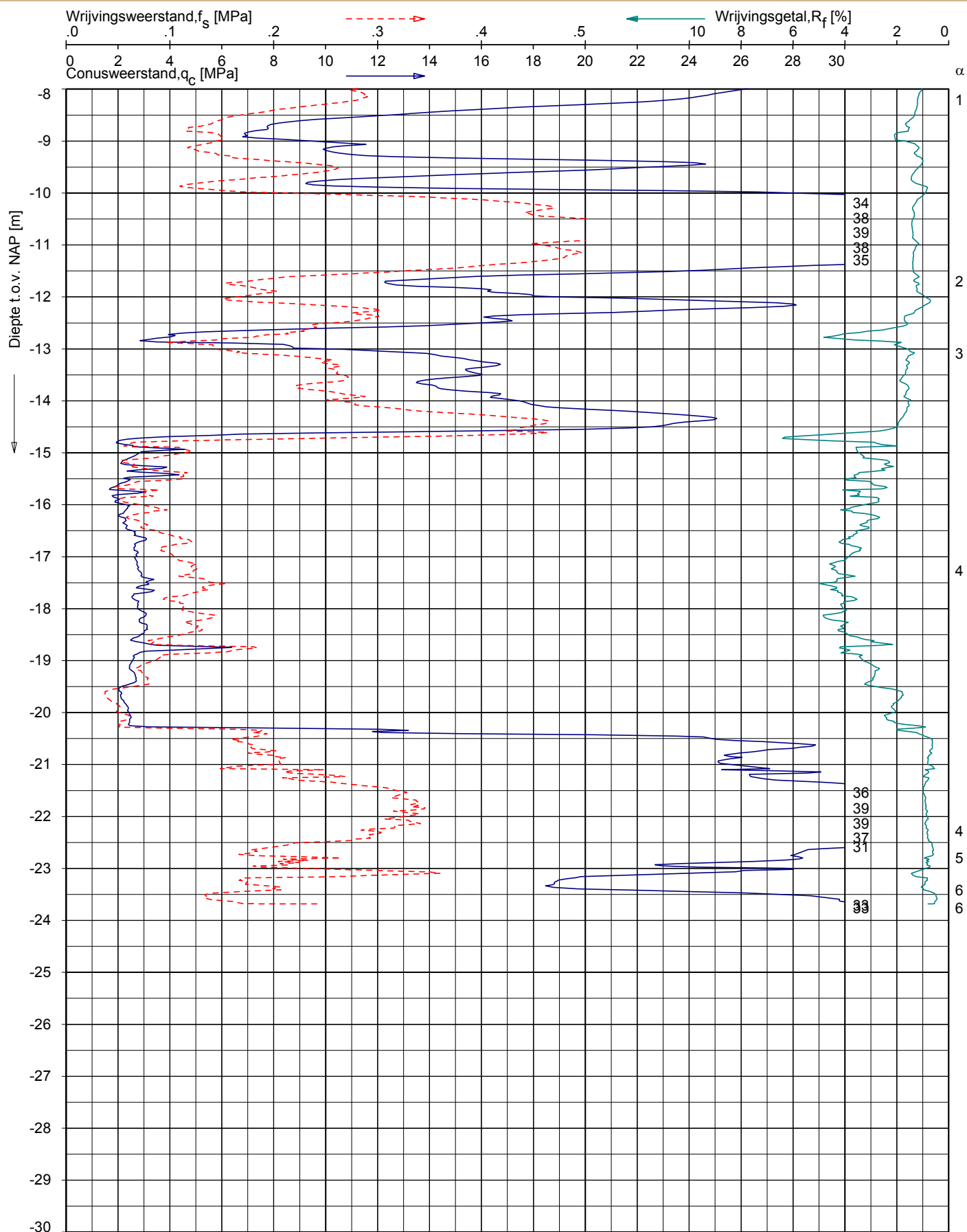
Sondering volgens norm NEN 5140
 conustype cilindrisch elektrisch
 α afwijking van de vertikaal



SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

GEOTECHNISCH ONDERZOEK NABIJ DE RIJNDIJK TE PANNERDEN

Opdr. 6007-0304-000
 Sond. DKM9



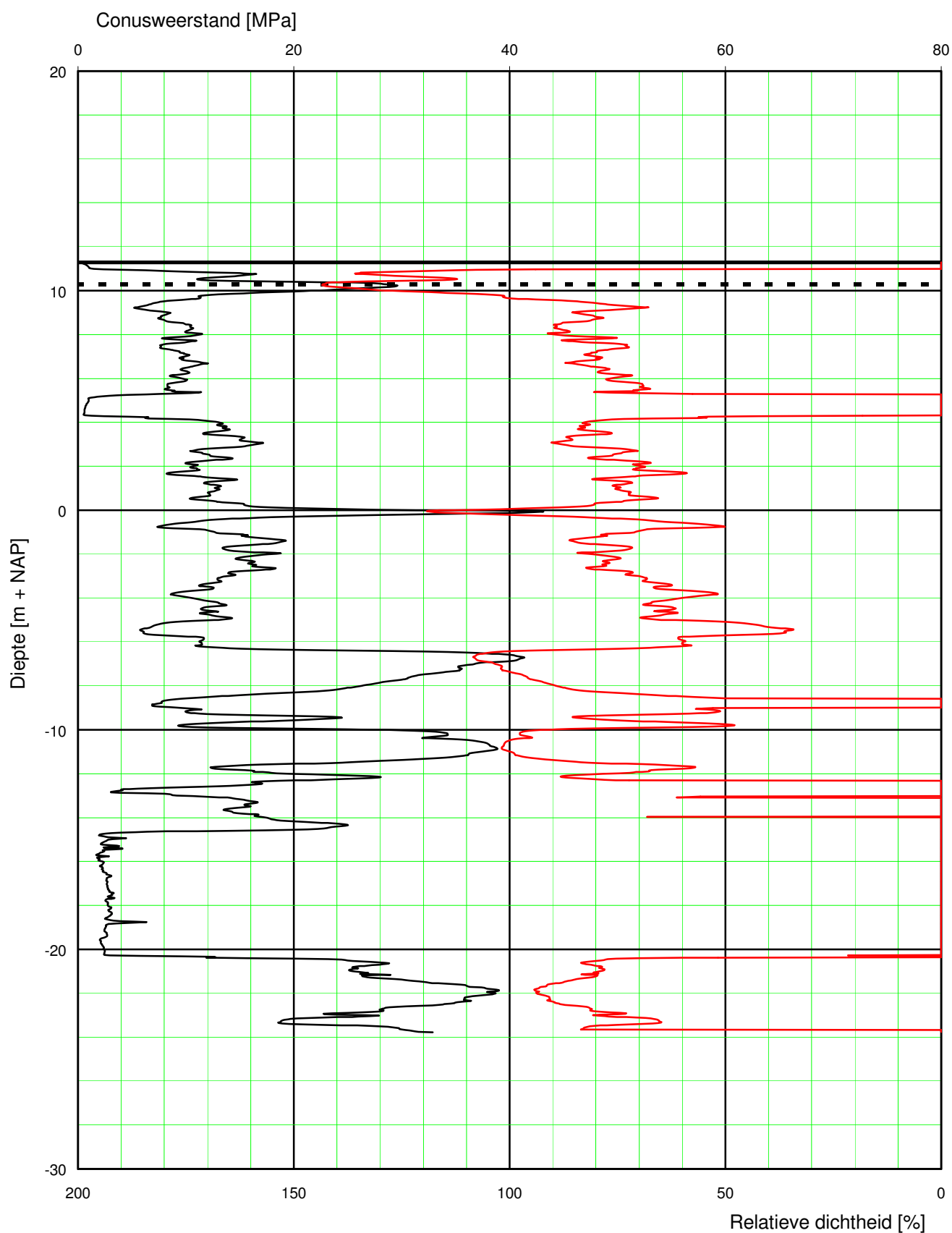
Opg.: JMM d.d. 03-Jul-2007 conus: F7.5CKE/B X = 201512.66
 Get.: ZONVELD d.d. 17-jul-2007 MV = NAP +11.29 m Y = 432772.74

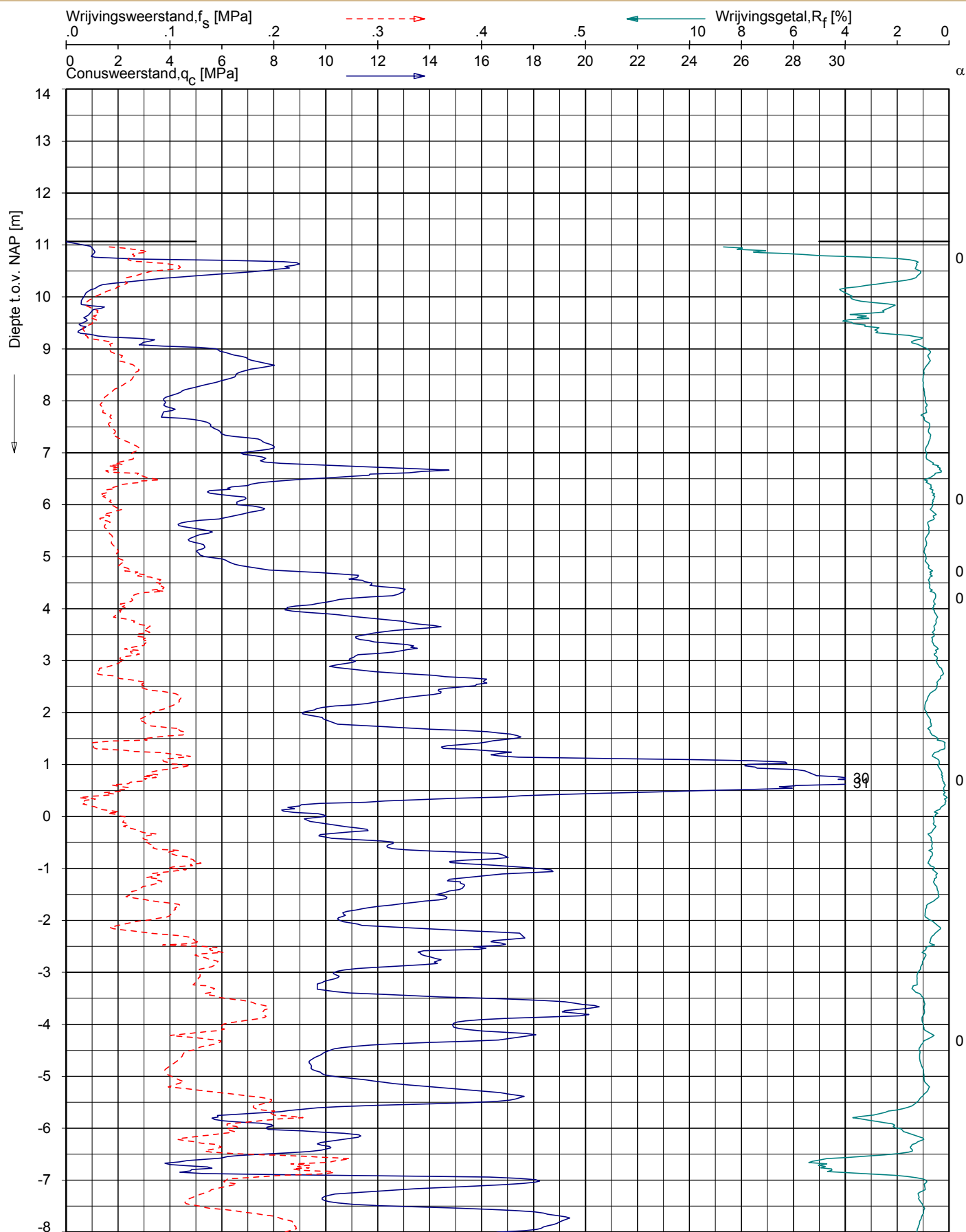
Sondering volgens norm NEN 5140
 conustype cilindrisch elektrisch
 α afwijking van de vertikaal

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

GEOTECHNISCH ONDERZOEK NABIJ DE RIJNDIJK TE PANNERDEN

Opdr. 6007-0304-000
 Sond. DKM9





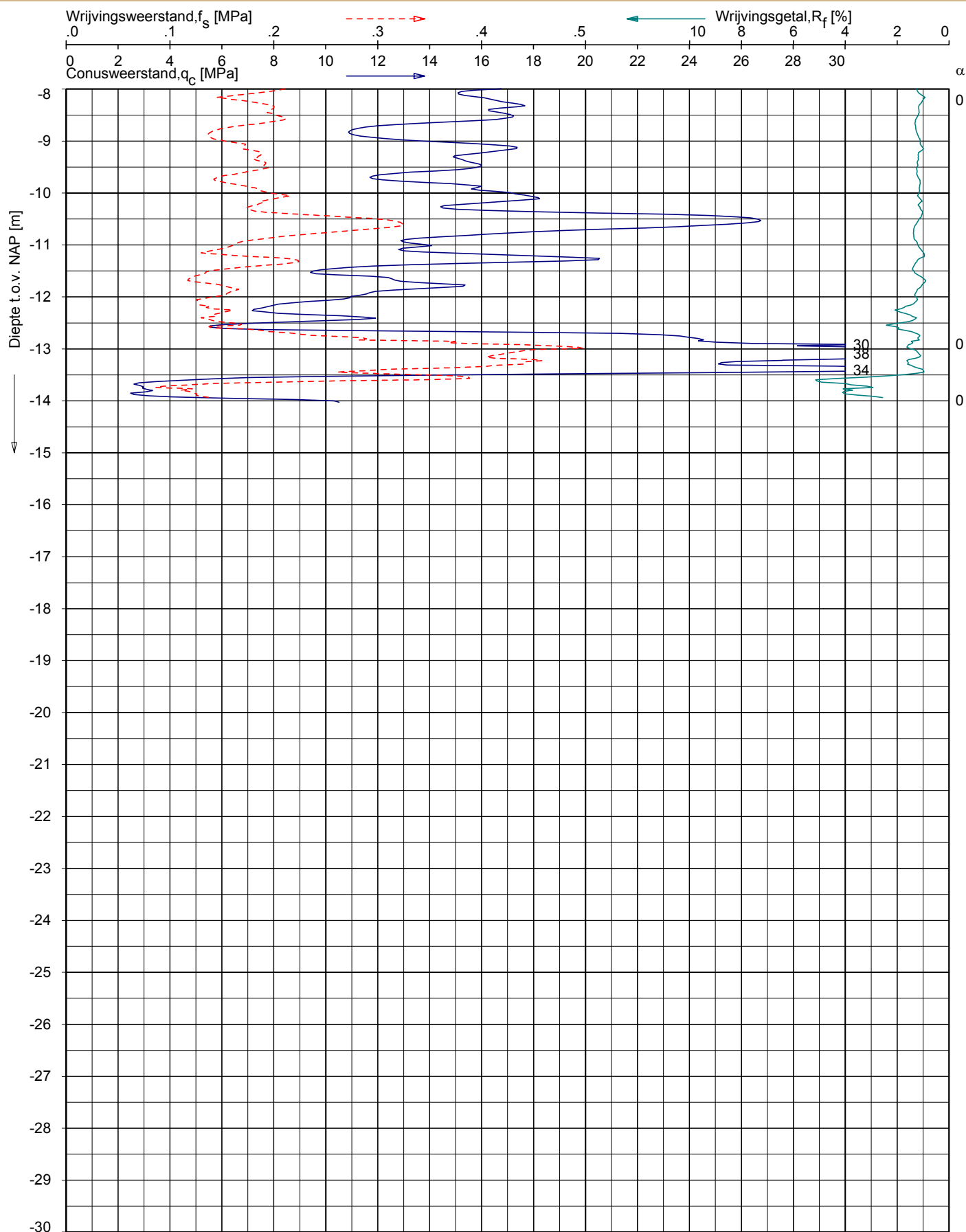
Opg.: JMM d.d. 03-Jul-2007 conus: F7.5CKE/B X = 201102.78
 Get.: ZONVELD d.d. 17-jul-2007 MV = NAP +11.07 m Y = 432962.07

Sondering volgens norm NEN 5140
 conustype cilindrisch elektrisch
 α afwijking van de vertikaal

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

GEOTECHNISCH ONDERZOEK NABIJ DE RIJNDIJK TE PANNERDEN

Opdr. 6007-0304-000
 Sond. DKM10



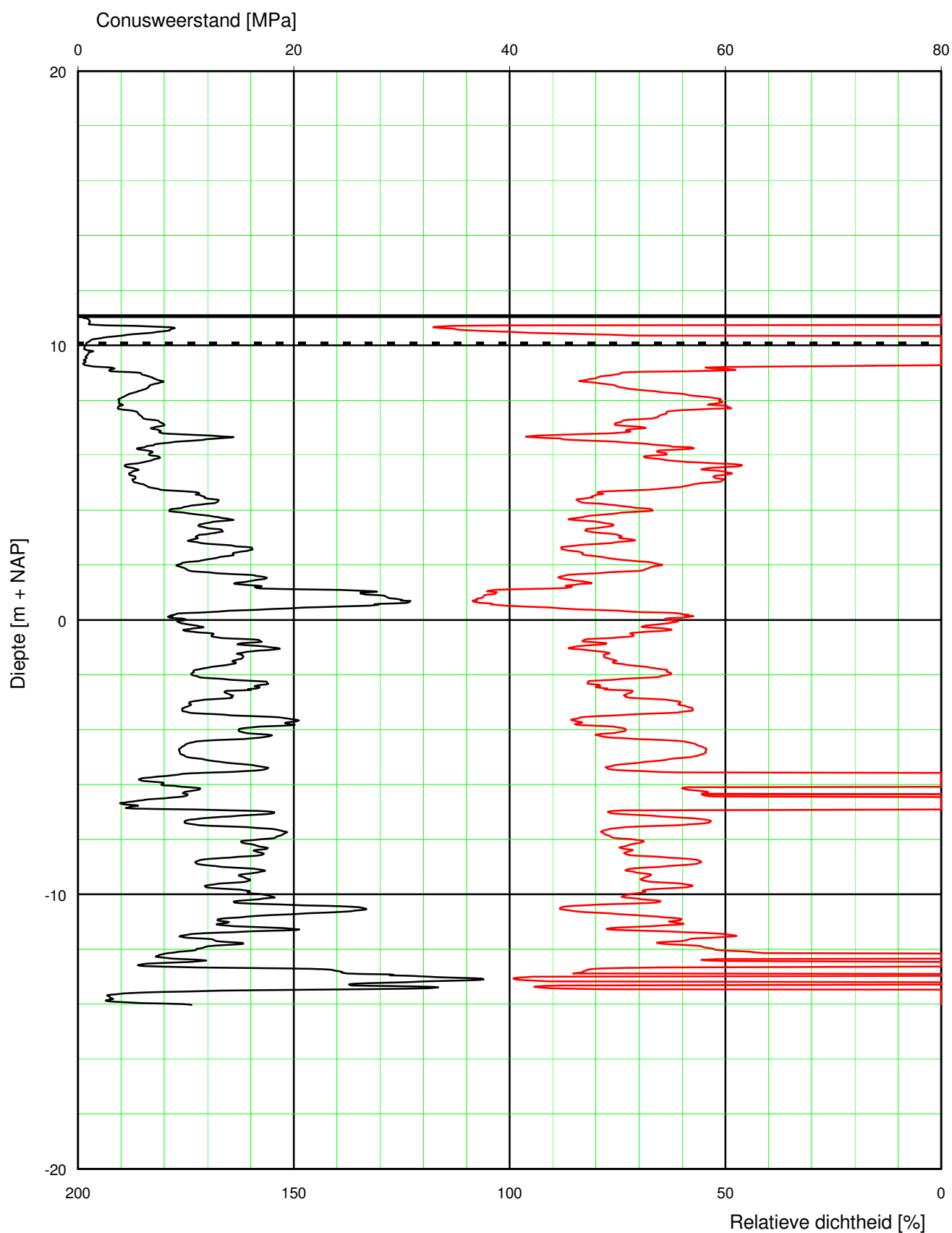
Opg.: JMM d.d. 03-Jul-2007 conus: F7.5CKE/B X = 201102.78
 Get.: ZONVELD d.d. 17-jul-2007 MV = NAP +11.07 m Y = 432962.07

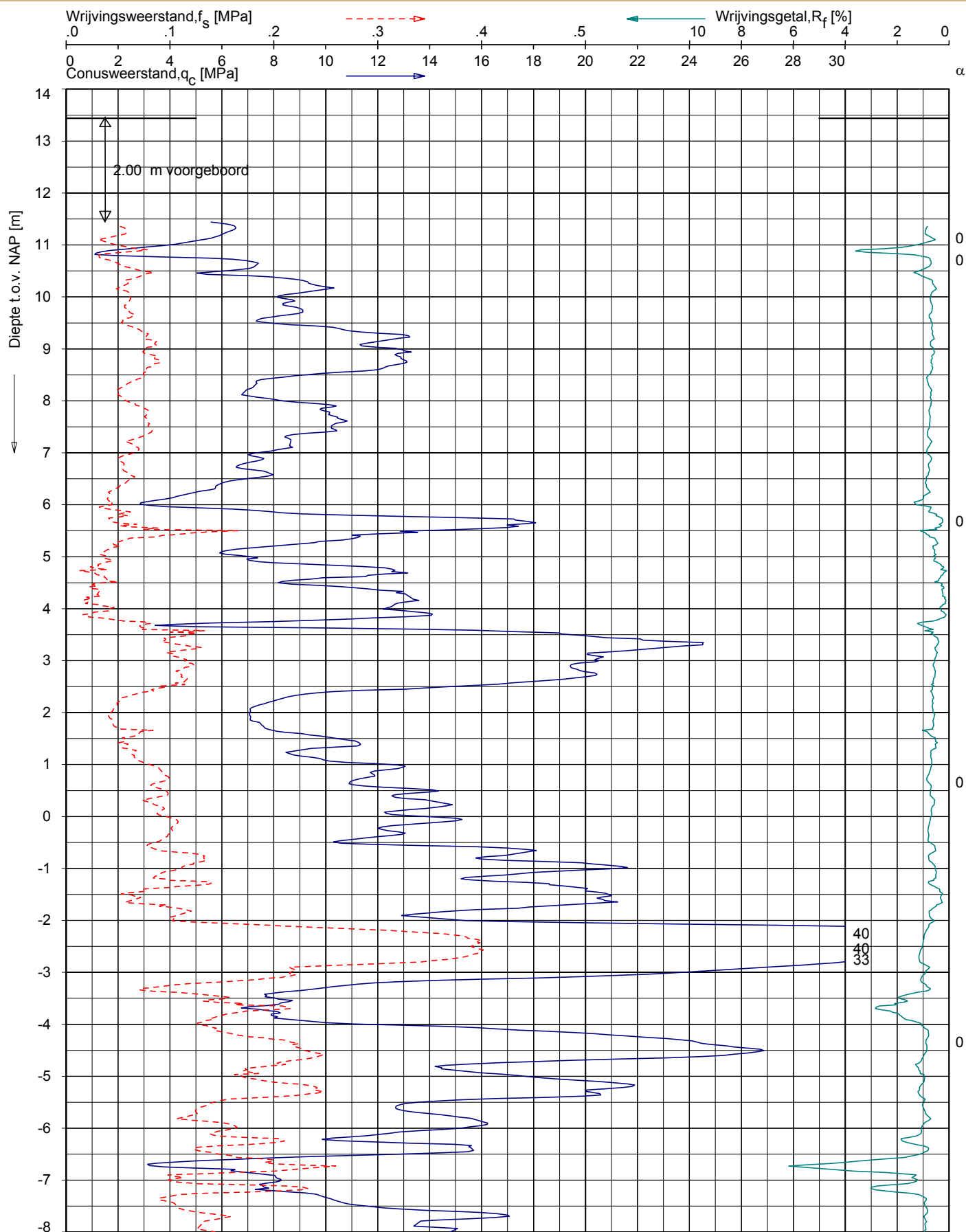
Sondering volgens norm NEN 5140
 conustype cilindrisch elektrisch
 α afwijking van de vertikaal

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

GEOTECHNISCH ONDERZOEK NABIJ DE RIJNDIJK TE PANNERDEN

Opdr. 6007-0304-000
 Sond. DKM10





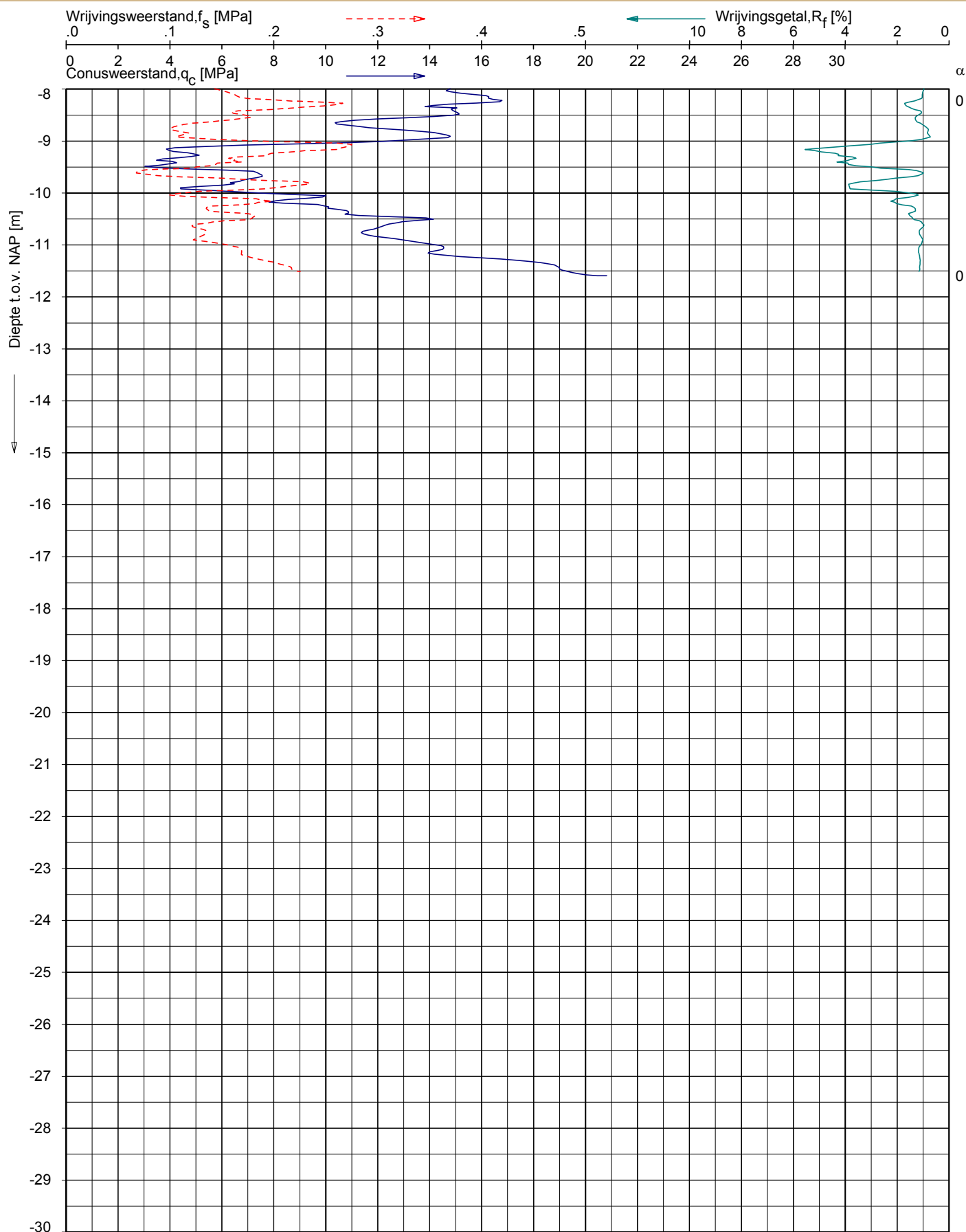
Opg.: JMM d.d. 03-Jul-2007 conus: F7.5CKE/B X = 200159.62
 Get.: ZONVELD d.d. 17-jul-2007 MV = NAP +13.44 m Y = 432451.10

Sondering volgens norm NEN 5140
 conustype cilindrisch elektrisch
 α afwijking van de vertikaal

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

GEOTECHNISCH ONDERZOEK NABIJ DE RIJNDIJK TE PANNERDEN

Opdr. 6007-0304-000
 Sond. DKM11



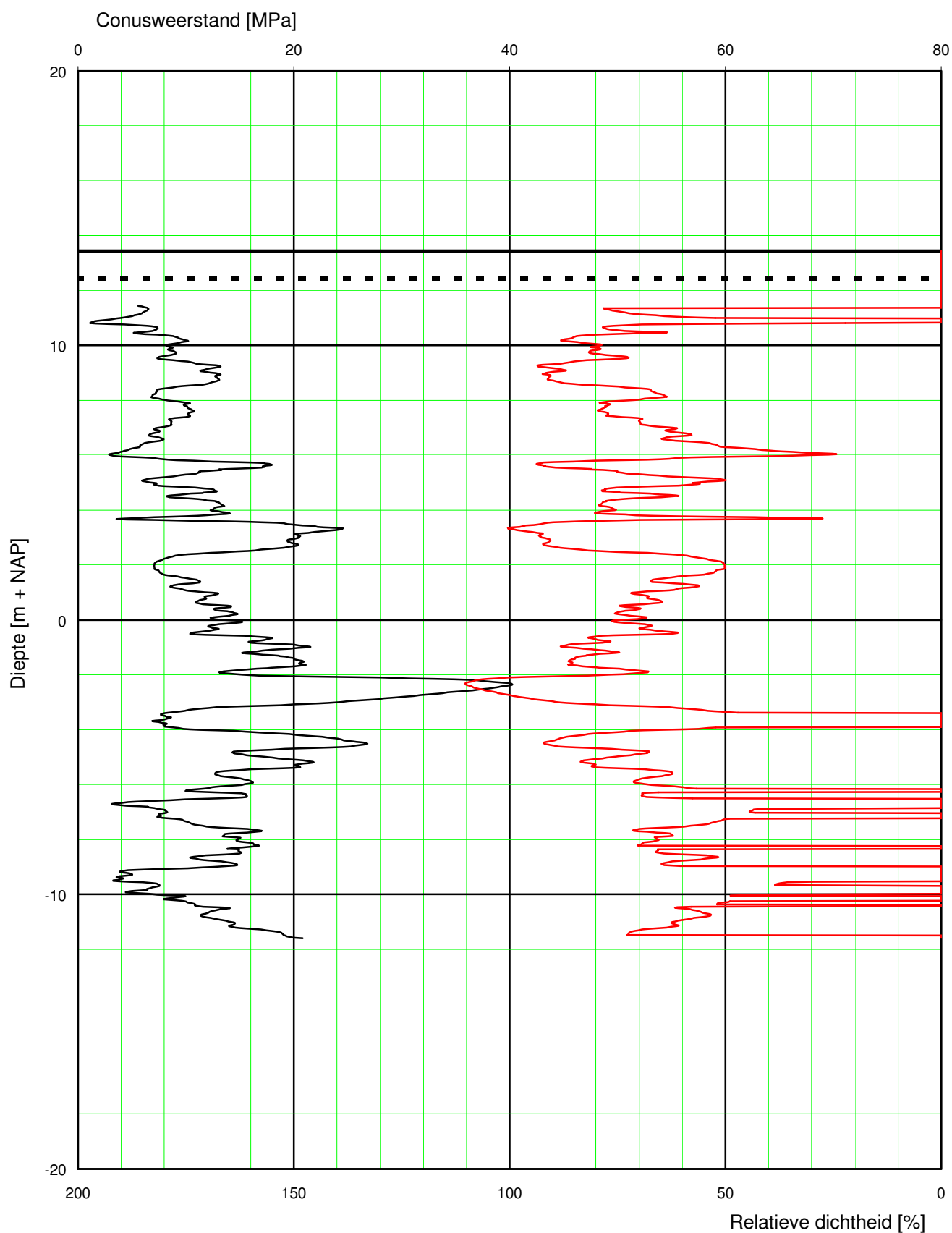
Opg.: JMM d.d. 03-Jul-2007 conus: F7.5CKE/B X = 200159.62
 Get.: ZONVELD d.d. 17-jul-2007 MV = NAP +13.44 m Y = 432451.10

Sondering volgens norm NEN 5140
 conustype cilindrisch elektrisch
 α afwijking van de vertikaal

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

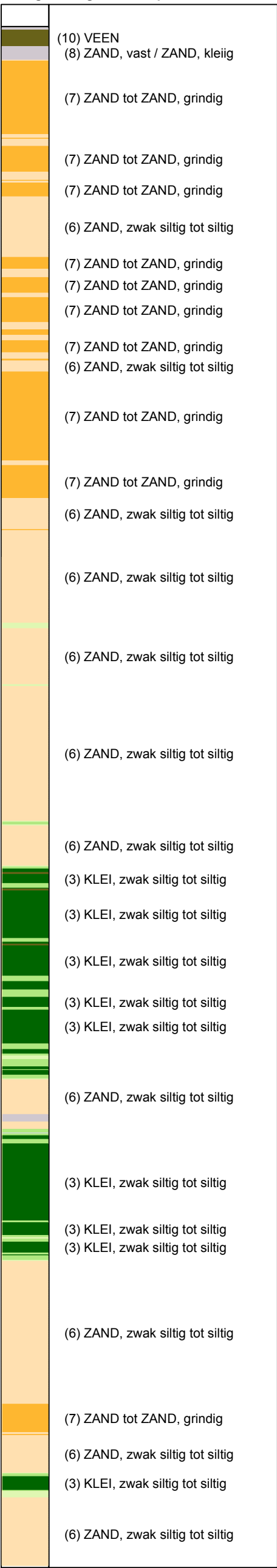
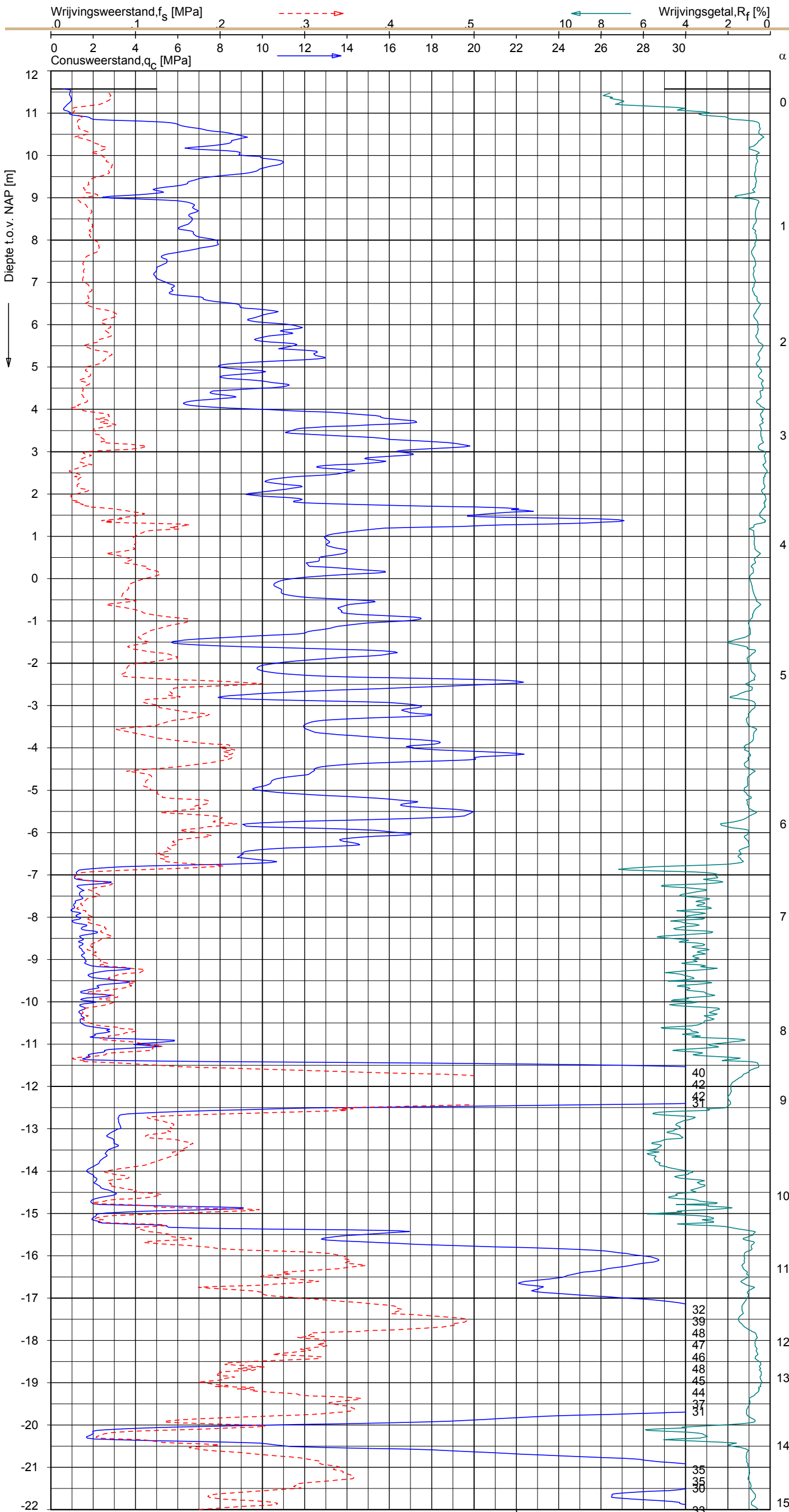
GEOTECHNISCH ONDERZOEK NABIJ DE RIJNDIJK TE PANNERDEN

Opdr. 6007-0304-000
 Sond. DKM11





CPT data classificatie - indicatie
Classificatie gebaseerd op genormaliseerde
conusweerstand en wrijvingsgetal.
(Robertson 1990, NL corr.)
Geldig onder grondwaterpeil.



Opg. : RNB/MF d.d. 13-Sep-2010 conus : F7.5CKE2HA/B X = 200636.4
Get. : ZONVELD d.d. 2010-09-20 MV = NAP +11.57 m Y = 432741.3

Sondering volgens norm NEN 5140, klasse 2
conustype cilindrisch elektrisch, 1500 mm
 α afwijking van de vertikaal



SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

Opdr. 6007-0304-003
Sond. DKM101

AANVULLEND GRONDONDERZOEK LOBBERDENSE WAARD

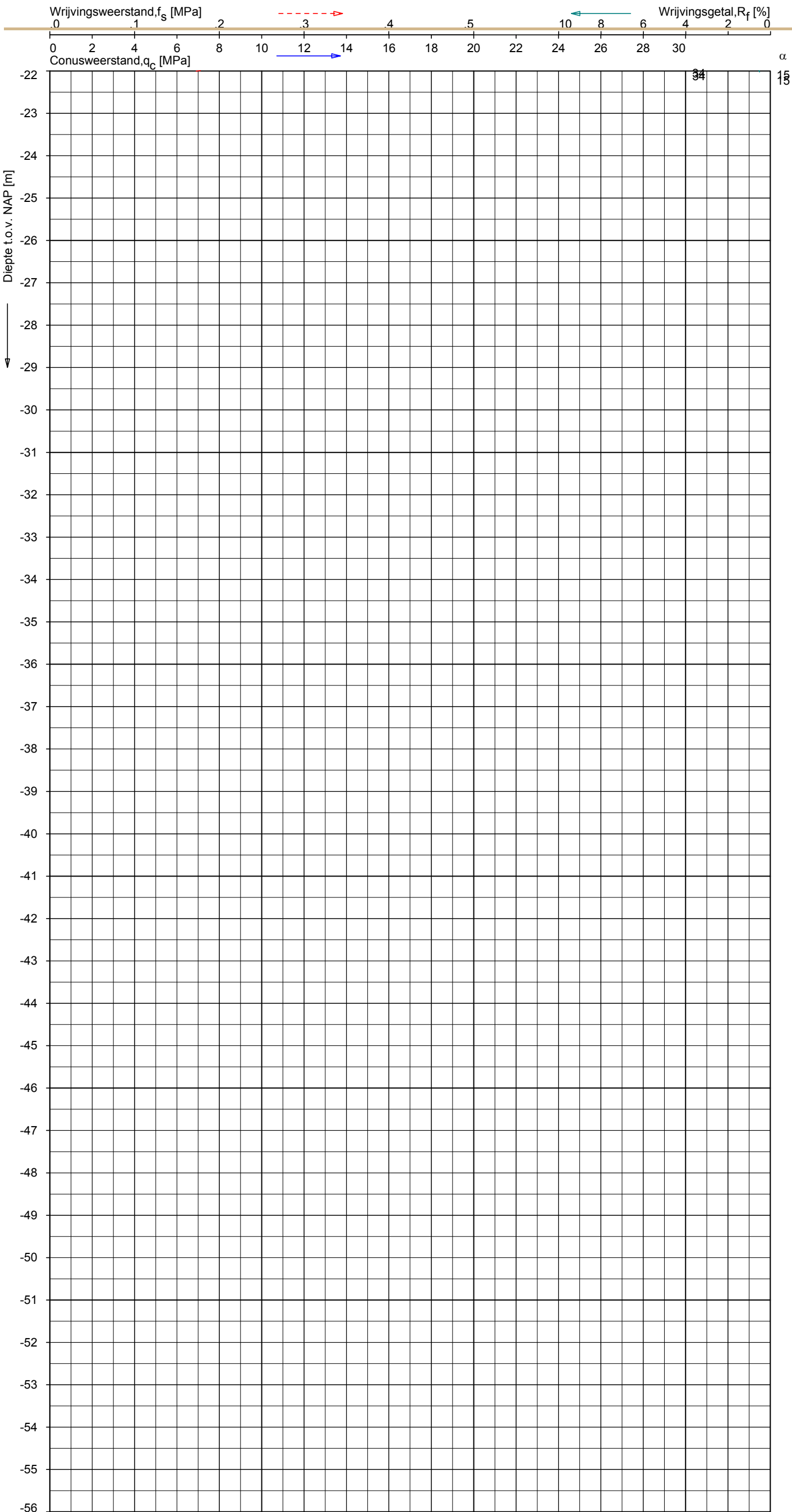
UNIPLOT 05.10.10 / QcfClass-N3.cmd / 2010-09-20 11:47:43

6007-0304-003

DKM101 - 1



CPT data classificatie - indicatie
Classificatie gebaseerd op genormaliseerde
conusweerstand en wrijvingsgetal.
(Robertson 1990, NL corr.)
Geldig onder grondwaterpeil.



Opg. :	RNB/MF	d.d.	13-Sep-2010	conus :	F7.5CKE2HA/B	X =	200636.4	Sondering volgens norm NEN 5140, klasse 2
Get. :	ZONSVELD	d.d.	2010-09-20	MV = NAP	+11.57 m	Y =	432741.3	conustype cilindrisch elektrisch, 1500 mm
								α afwijking van de vertikaal



SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

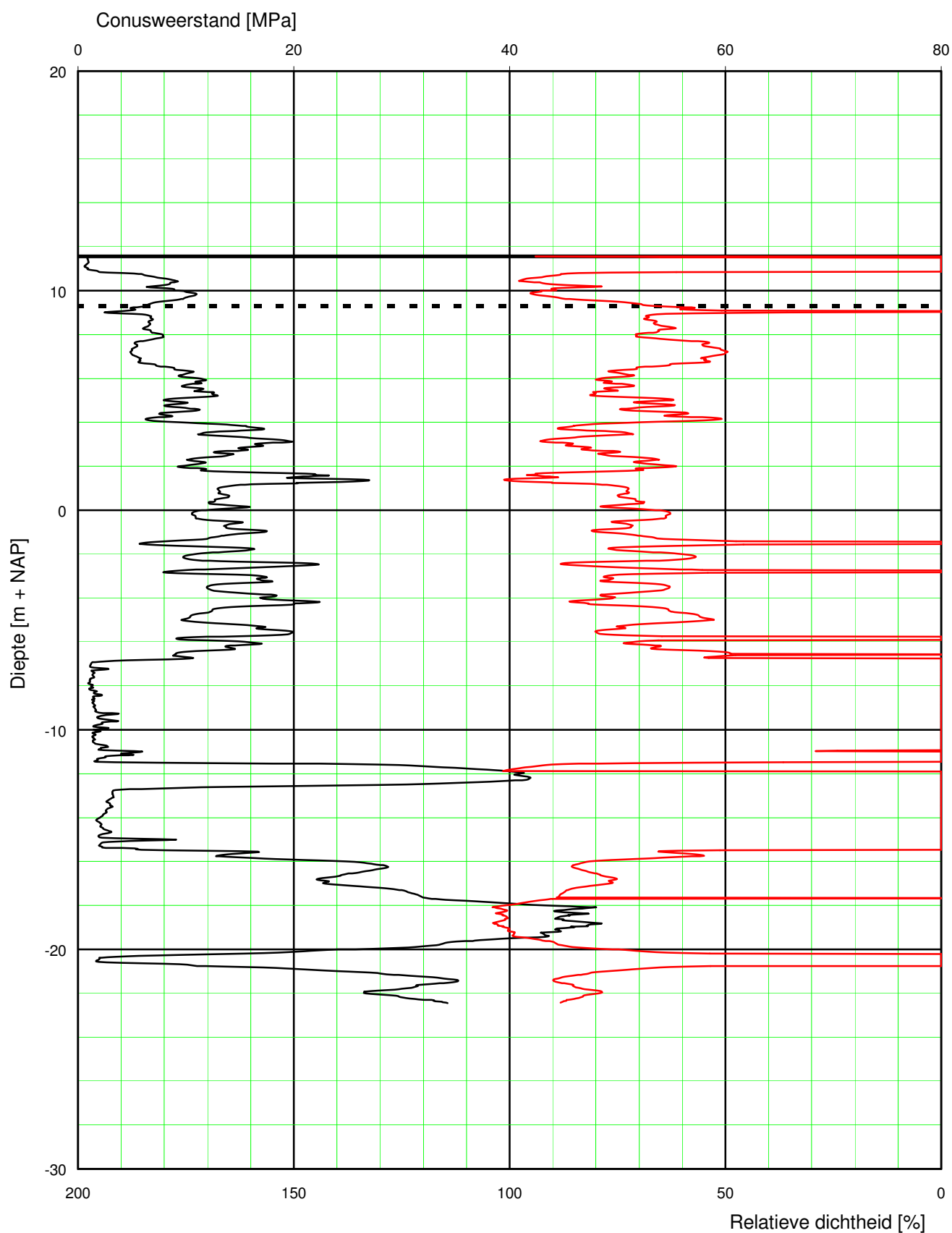
AANVULLEND GRONDONDERZOEK LOBBERDENSE WAARD

Opdr. 6007-0304-003
Sond. DKM101

UNIPLOT 05.10.nl / QcfSClass-N3.cmd / 2010-09-20 11:47:44

6007-0304-003

DKM101 - 2



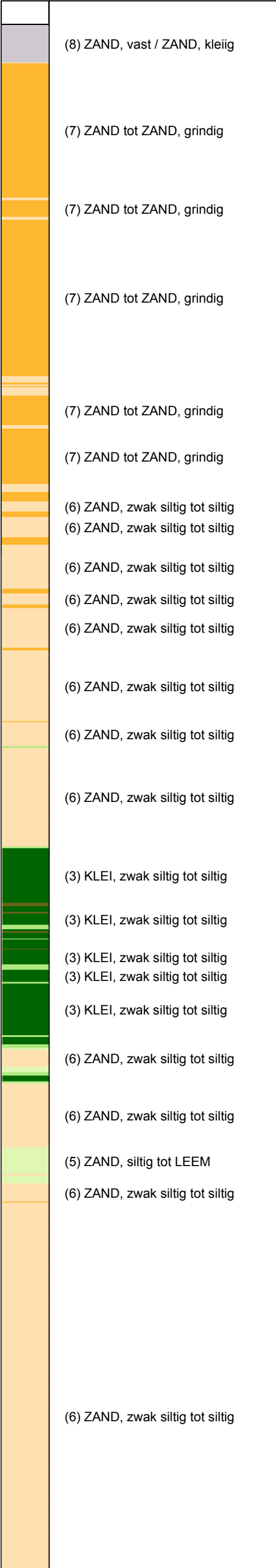
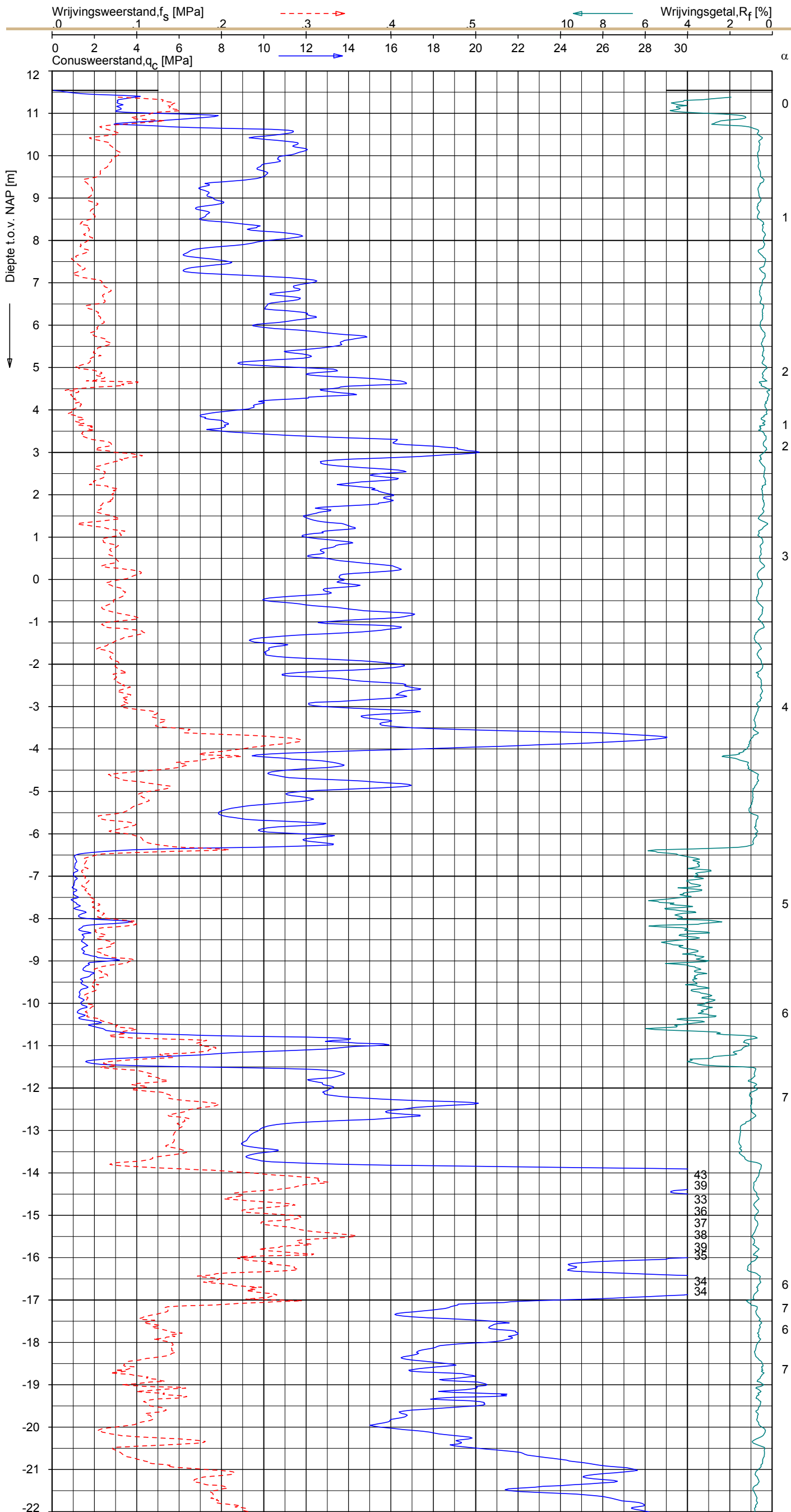


CPT data classificatie - indicatie
Classificatie gebaseerd op genormaliseerde
conusweerstand en wrijvingsgetal.
(Robertson 1990, NL corr.)
Geldig onder grondwaterpeil.

UNIPLOT 05.10.10 / QcfClass-N3.cmd / 2010-09-20 11:47:44

6007-0304-003

DKM102 - 1



Opg. : RNB/MF d.d. 13-Sep-2010 conus : F7.5CKE2HA/B X = 200614.9
Get. : ZONVELD d.d. 2010-09-20 MV = NAP +11.54 m Y = 432458.8
Sondering volgens norm NEN 5140, klasse 2
conustype cilindrisch elektrisch, 1500 mm
 α afwijking van de vertikaal



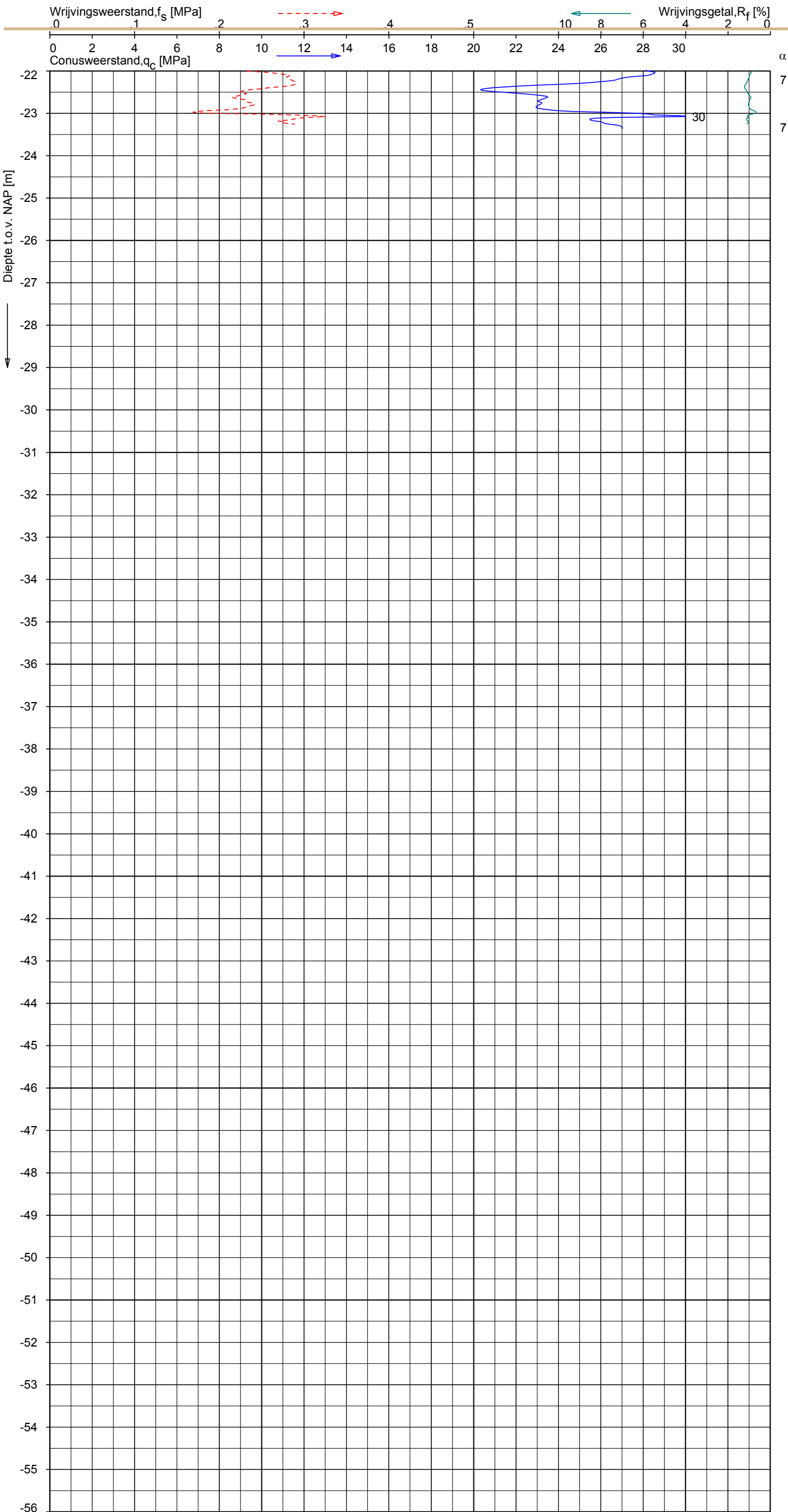
SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

AANVULLEND GRONDONDERZOEK LOBBERDENSE WAARD

Opdr. 6007-0304-003
Sond. DKM102



CPT data classificatie - indicatie
Classificatie gebaseerd op genormaliseerde
conusweerstand en wrijvingsgetal.
(Robertson 1990, NL corr.)
Geldig onder grondwaterpeil.



(6) ZAND, zwak siltig tot siltig

Opg. : RNB/MF d.d. 13-Sep-2010 conus : F7.5CKE2HA/B X = 200614.9
Get. : ZONSVELD d.d. 2010-09-20 MV = NAP +11.54 m Y = 432458.8
Sondering volgens norm NEN 5140, klasse 2
conustype cilindrisch elektrisch, 1500 mm
 α afwijking van de vertikaal



SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

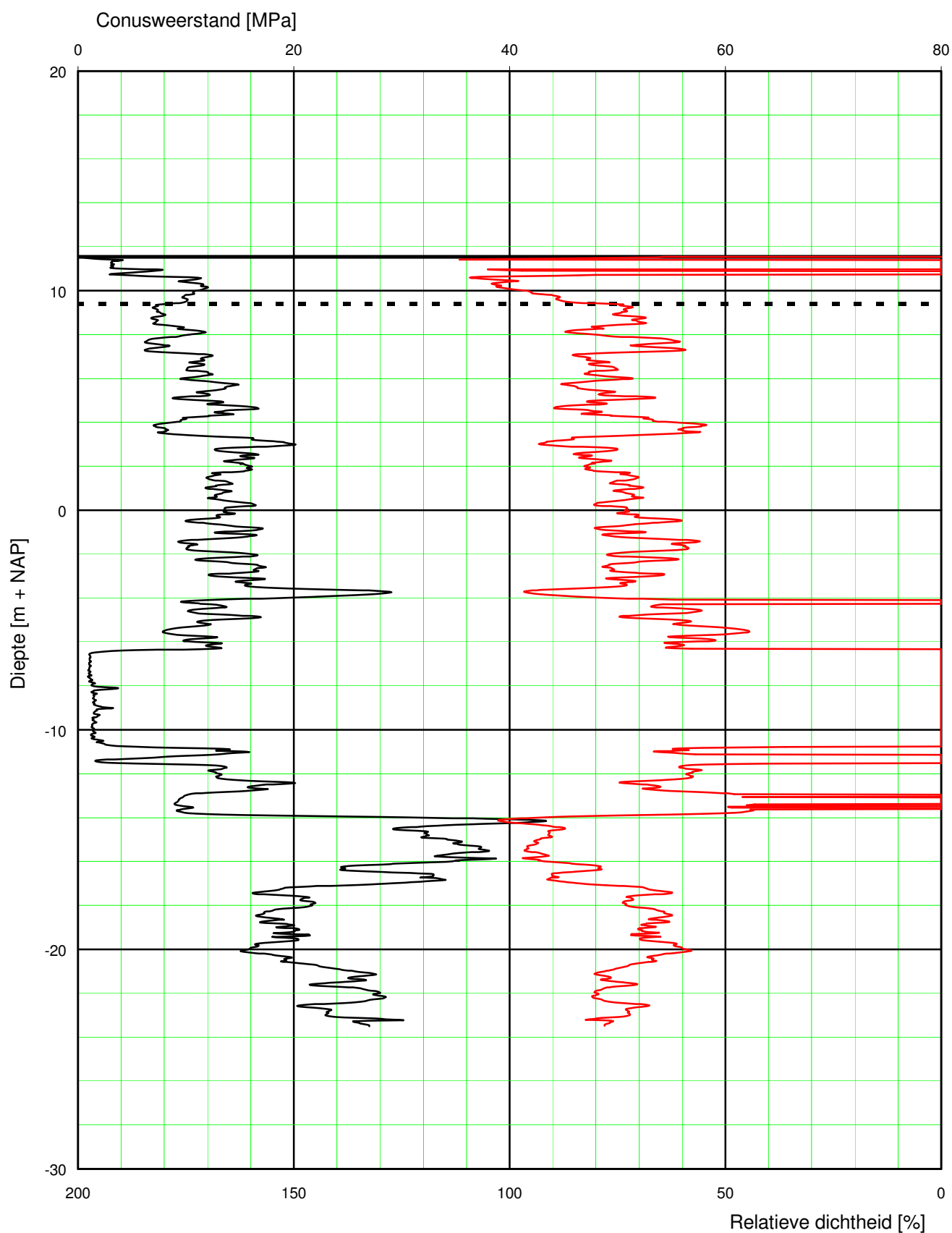
Opdr. 6007-0304-003
Sond. DKM102

AANVULLEND GRONDONDERZOEK LOBBERDENSE WAARD

UNIPLOT 05.10.nl / QcfSClass-N3.cmd / 2010-09-20 11:47:44

6007-0304-003

DKM102 - 2

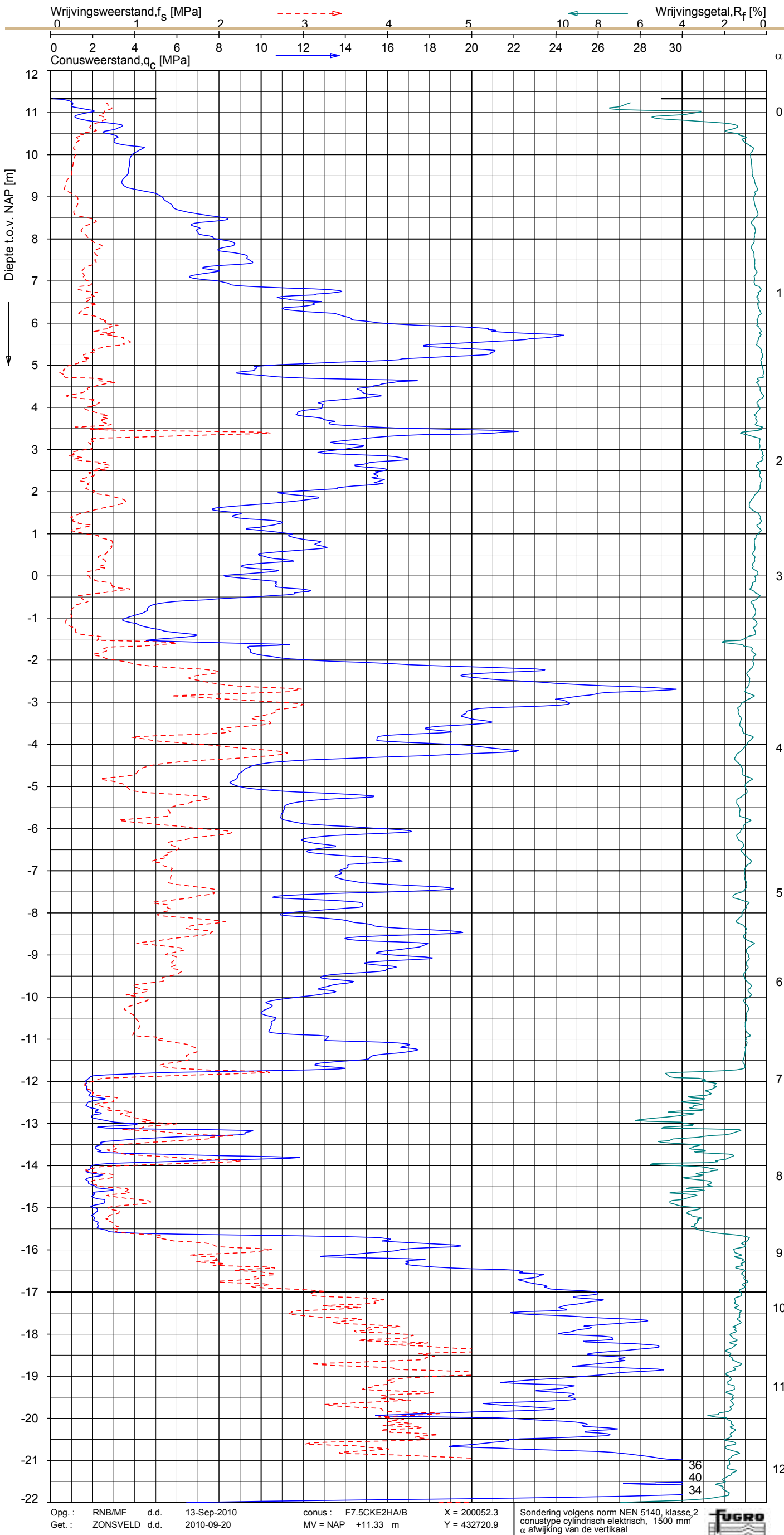




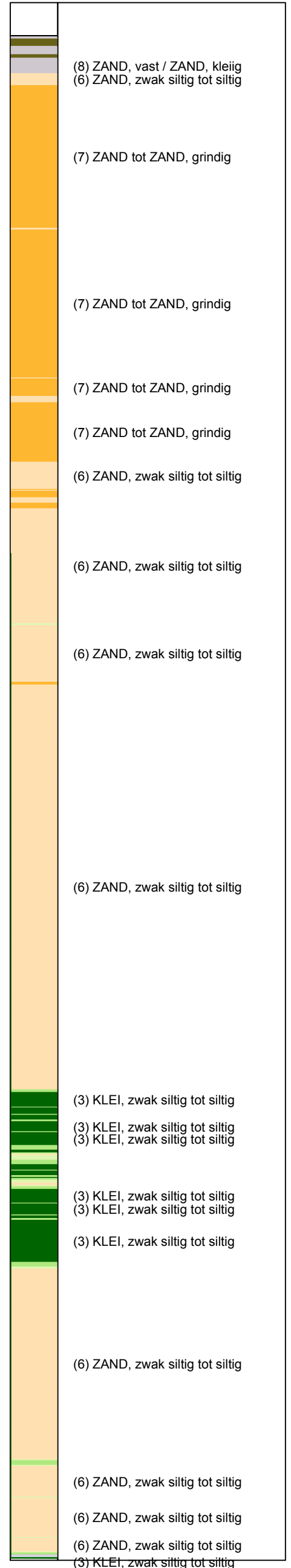
UNIPLOT 05.10.nl / QcfClass-N3.cmd / 2010-09-20 11:47:45

6007-0304-003

DKM103 - 1



CPT data classificatie - indicatief
Classificatie gebaseerd op genormaliseerde
conusweerstand en wrijvingsgetal.
(Robertson 1990, NL corr.)
Geldig onder grondwaterpeil.



SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

AANVULLEND GRONDONDERZOEK LOBBERDENSE WAARD

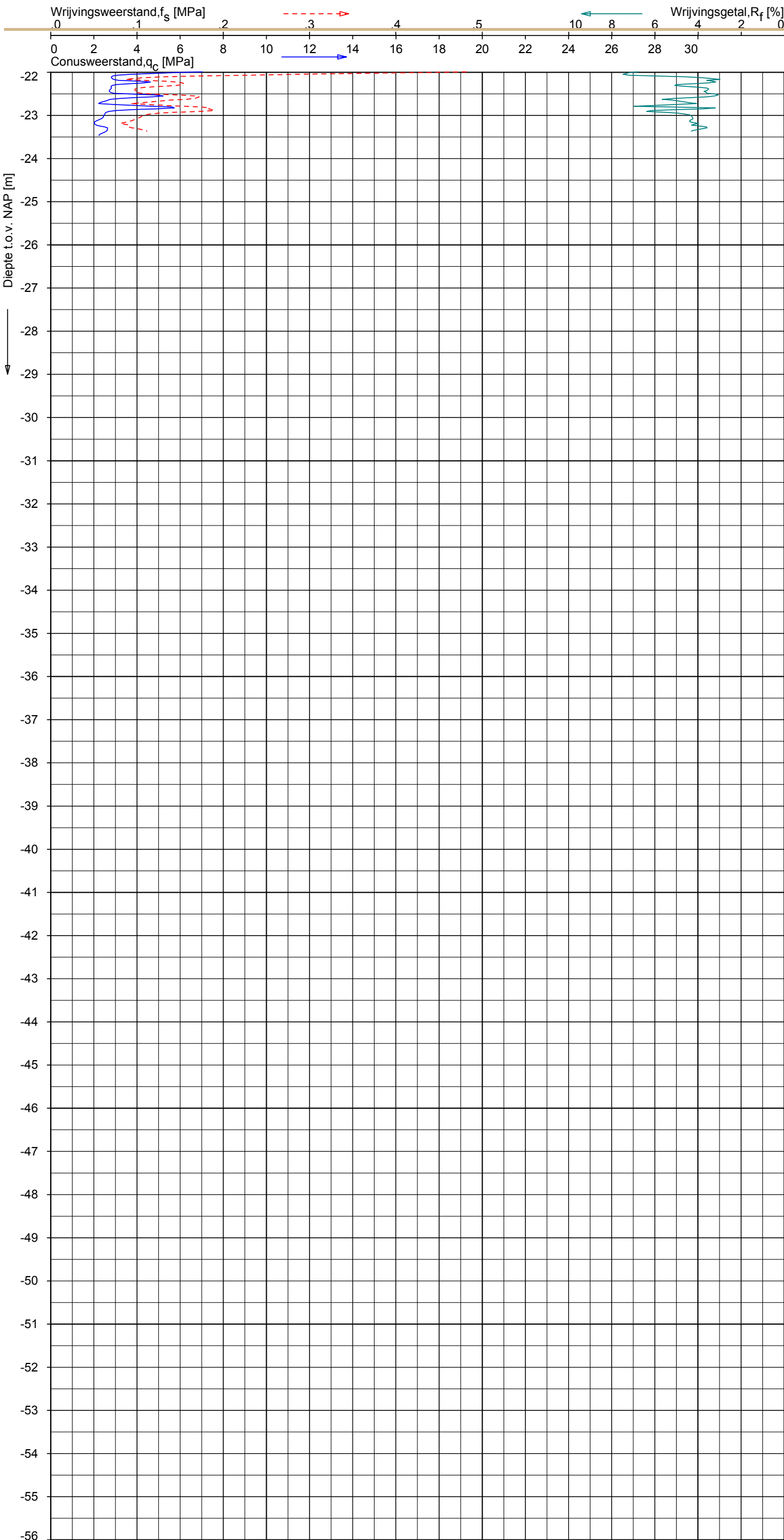
Opdr. 6007-0304-003
Sond. DKM103



UNIPLOT 05.10.nl / QcfSClass-N3.cmd / 2010-09-20 11:47:45

6007-0304-003

DKM103 - 2



CPT data classificatie - indicatie
Classificatie gebaseerd op genormaliseerde
conusweerstand en wrijvingsgetal.
(Robertson 1990, NL corr.)
Geldig onder grondwaterpeil.

	(3) KLEI, zwak siltig tot siltig
	(3) KLEI, zwak siltig tot siltig
	(3) KLEI, zwak siltig tot siltig

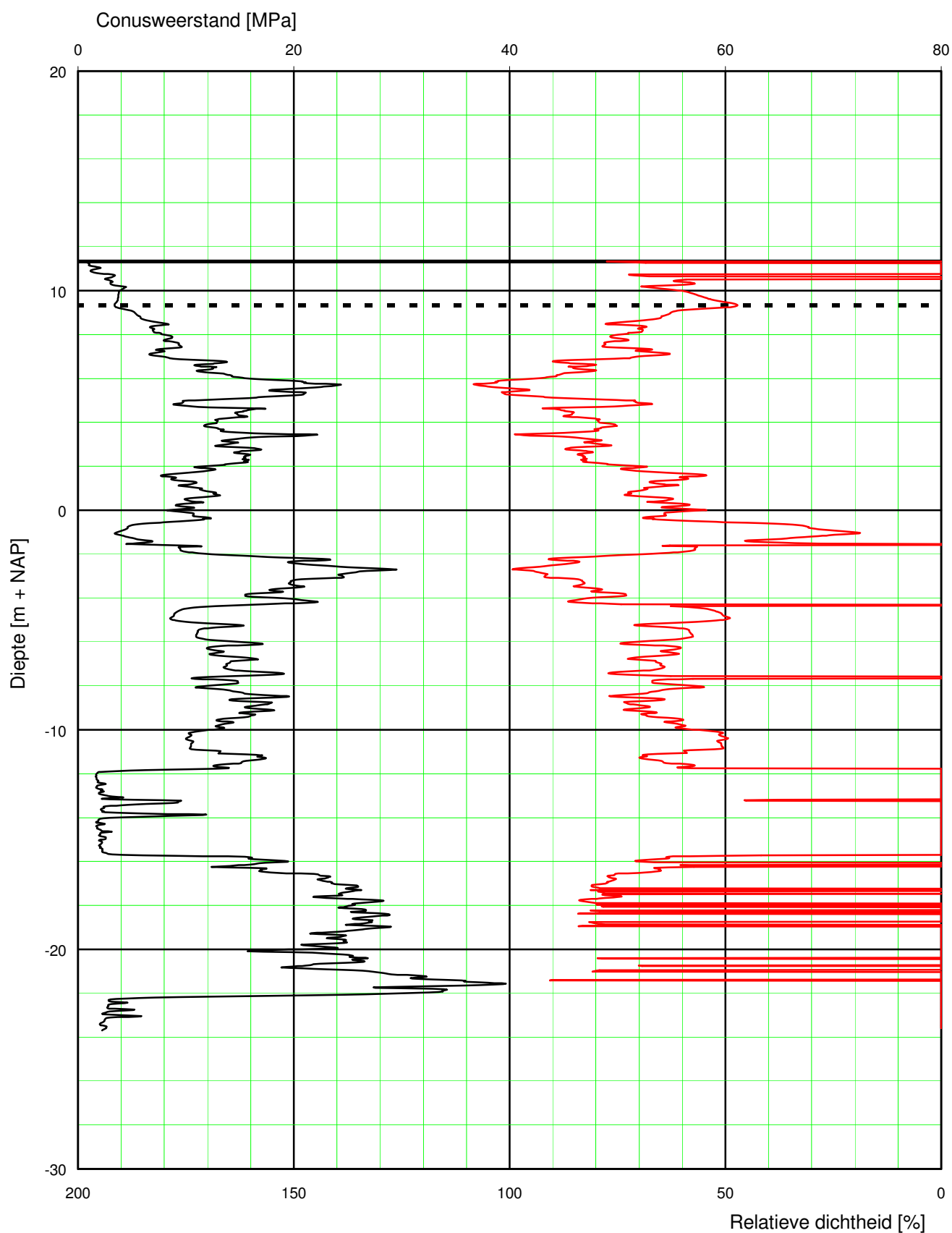
Opg. : RNB/MF d.d. 13-Sep-2010 conus : F7.5CKE2HA/B X = 200052.3
Get. : ZONSVELD d.d. 2010-09-20 MV = NAP +11.33 m Y = 432720.9
Sondering volgens norm NEN 5140, klasse 2
conustype cilindrisch elektrisch, 1500 mm
 α afwijking van de vertikaal



SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

AANVULLEND GRONDONDERZOEK LOBBERDENSE WAARD

Opdr. 6007-0304-003
Sond. DKM103



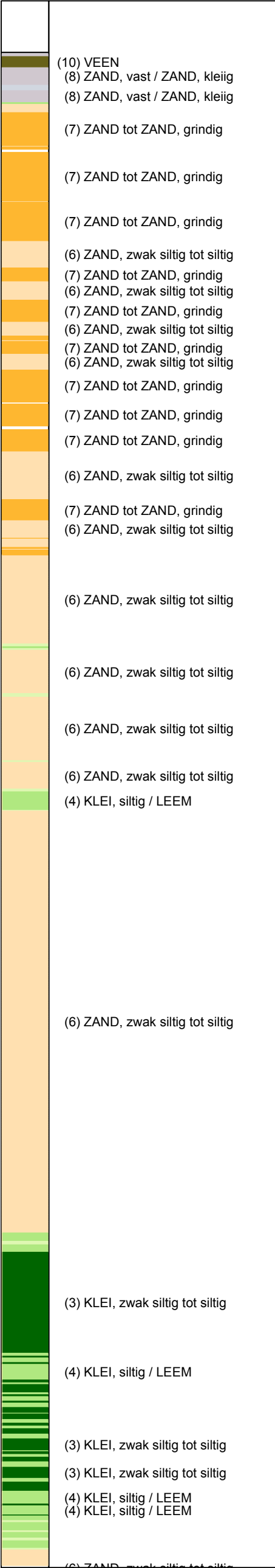
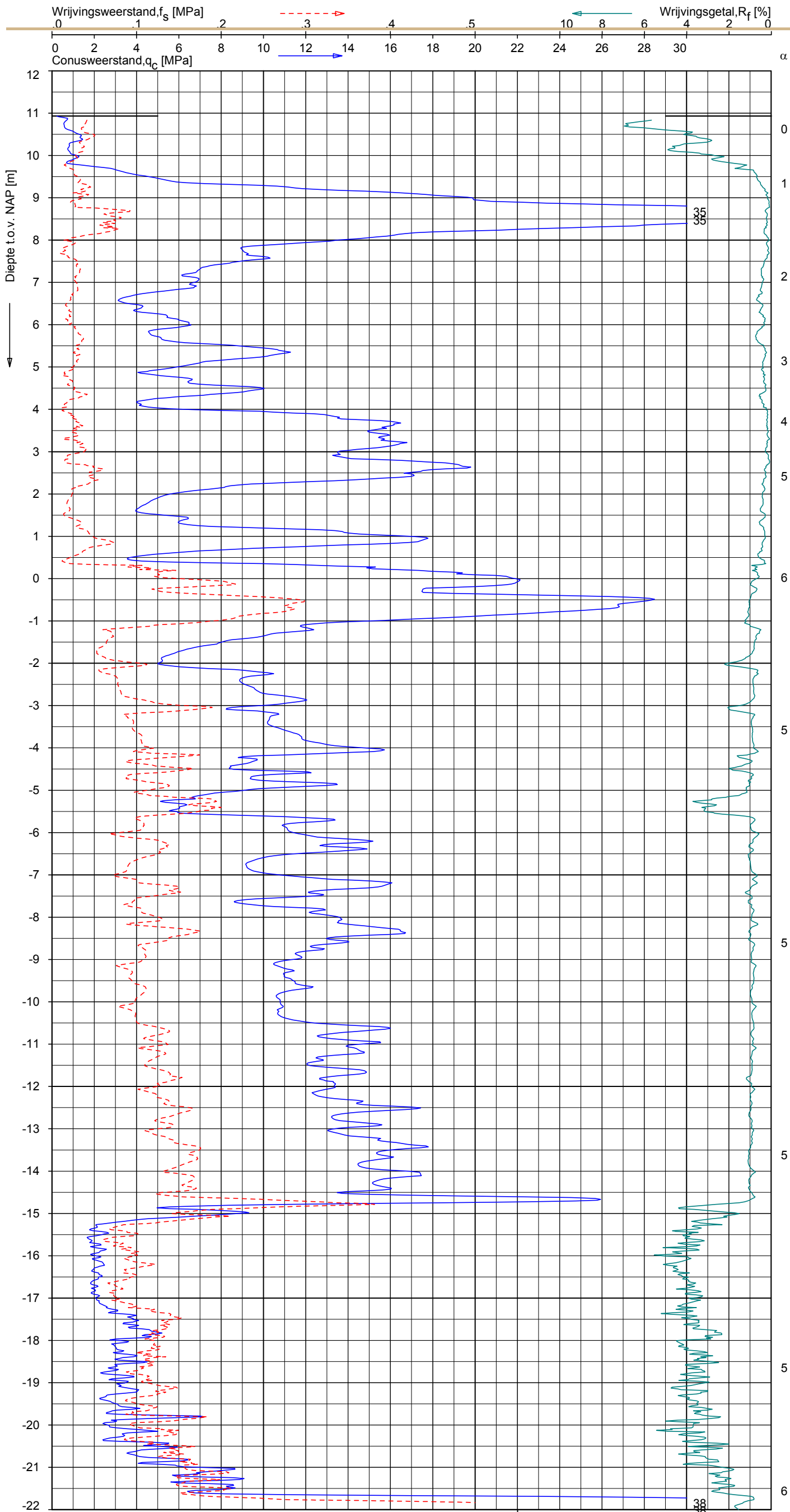


CPT data classificatie - indicatief
Classificatie gebaseerd op genormaliseerde
conusweerstand en wrijvingsgetal.
(Robertson 1990, NL corr.)
Geldig onder grondwaterpeil.

UNIPLOT 05.10.10 / QcfClass-N3.cmd / 2010-09-20 11:47:45

6007-0304-003

DKM104 - 1



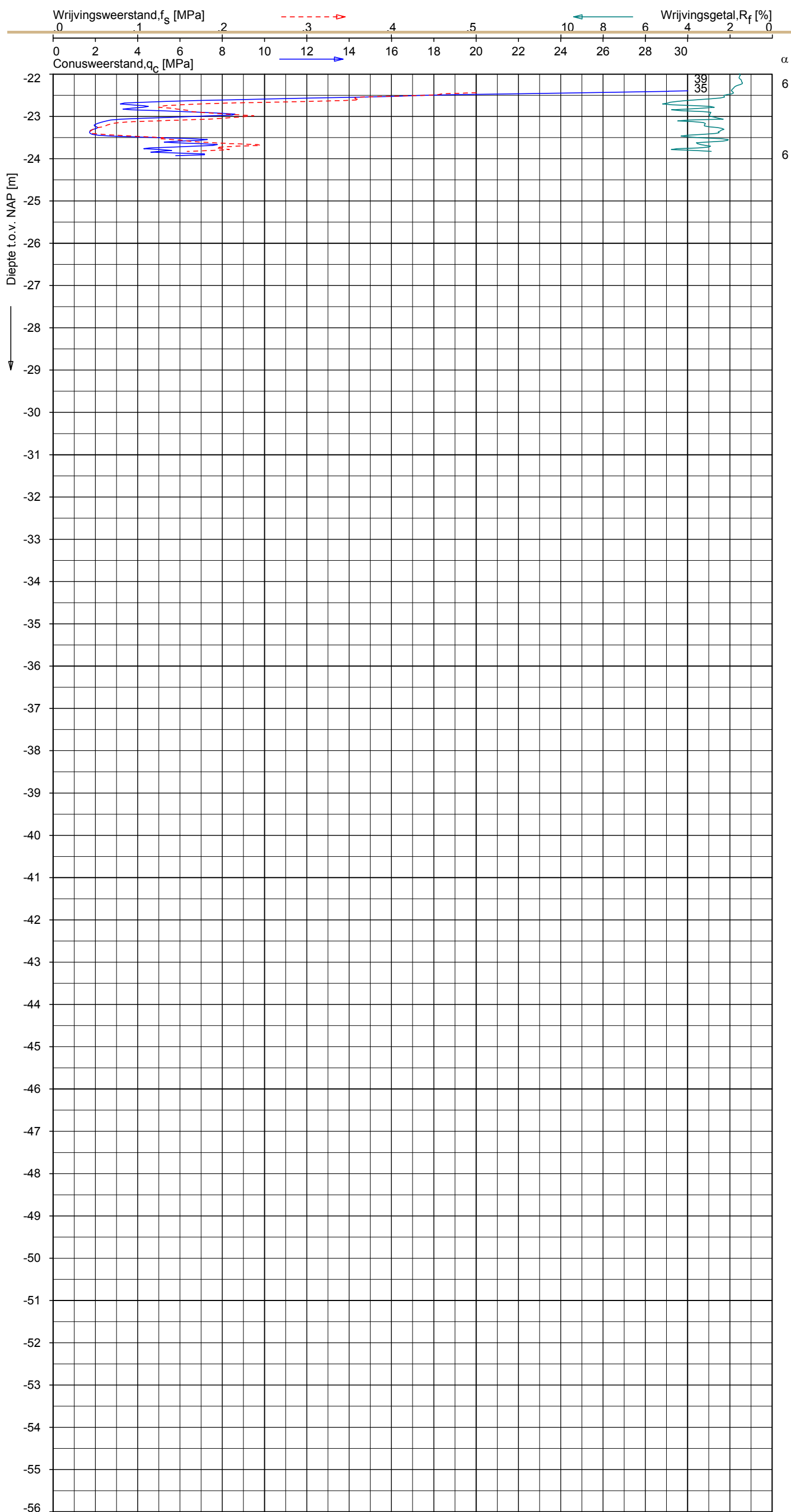
Opg. : RNB/MF d.d. 13-Sep-2010 conus : F7.5CKE2HA/B X = 199573.1 Y = 432550.6
Get. : ZONVELD d.d. 2010-09-20 MV = NAP +10.93 m Sondering volgens norm NEN 5140, klasse 2
conustype cilindrisch elektrisch, 1500 mm
α afwijking van de vertikaal



SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

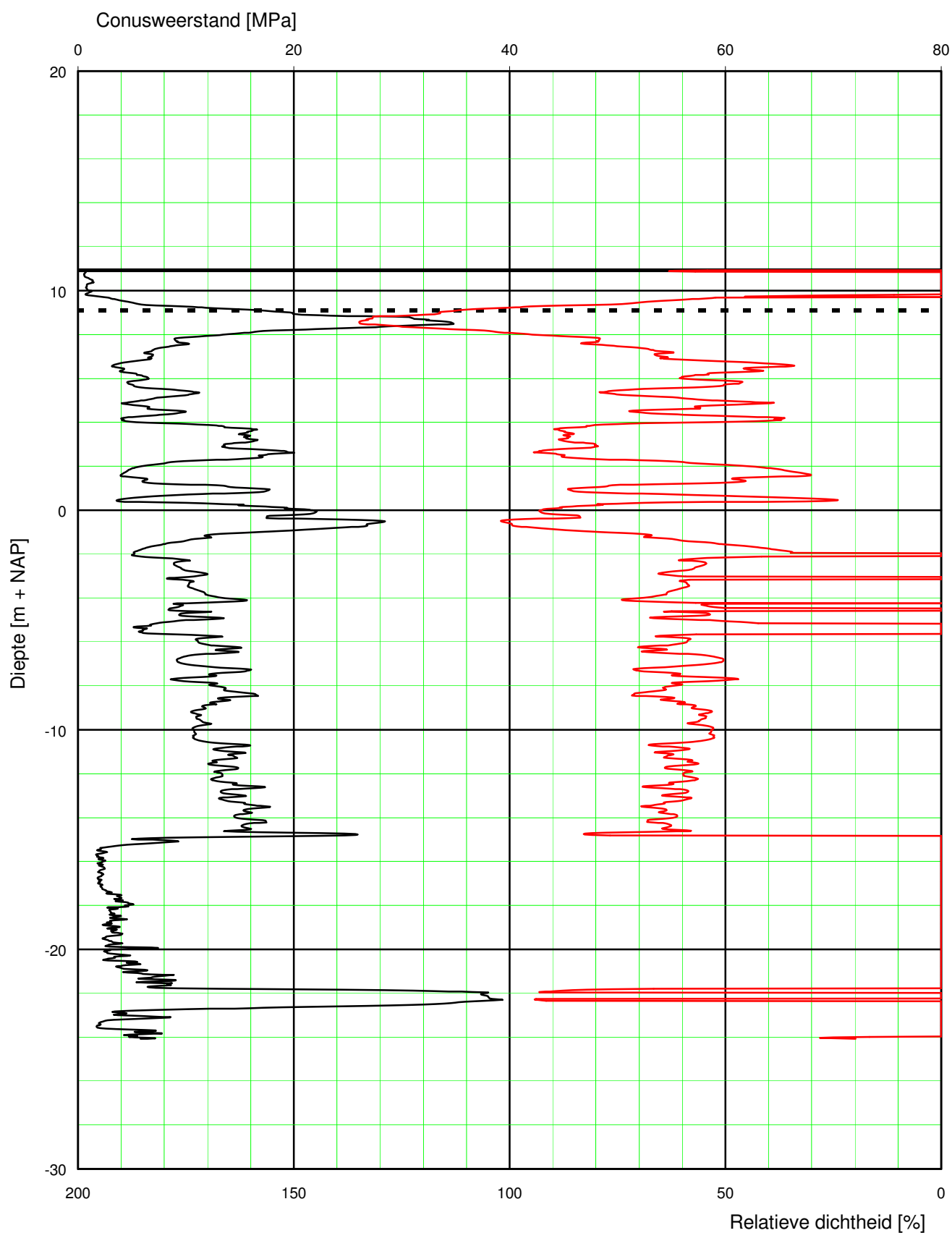
AANVULLEND GRONDONDERZOEK LOBERDENSE WAARD

Opdr. 6007-0304-003
Sond. DKM104



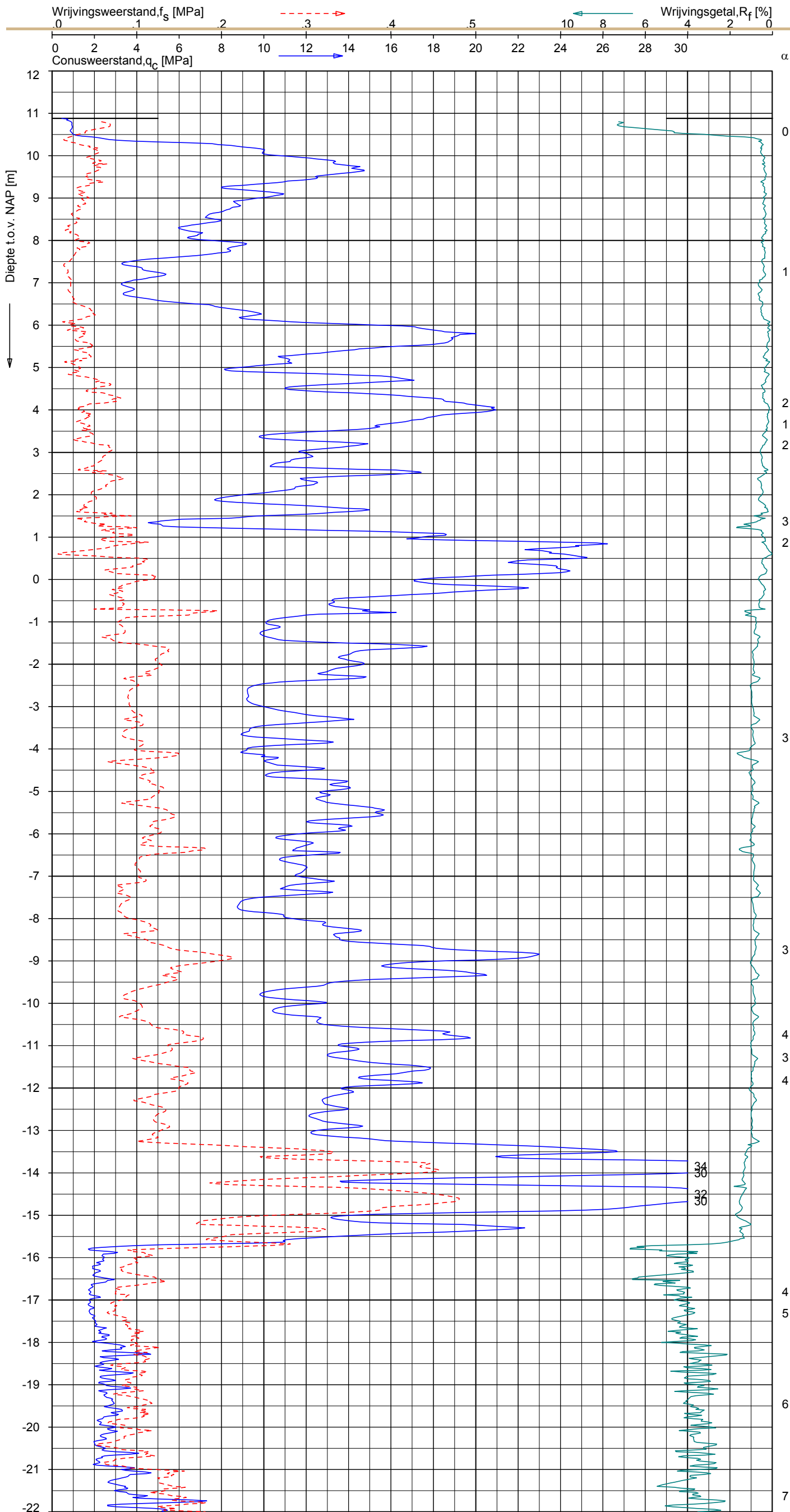
CPT data classificatie - indicatie
 Classificatie gebaseerd op genormaliseerde
 consusweerstand en wrijvingsgetal.
 (Robertson 1990, NL corr.)
 Geldig onder grondwaterpeil.

[illegible]





CPT data classificatie - indicatief
Classificatie gebaseerd op genormaliseerde
conusweerstand en wrijvingsgetal.
(Robertson 1990, NL corr.)
Geldig onder grondwaterpeil.



- (10) VEEN
- (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
- (7) ZAND tot ZAND, grindig
- (6) ZAND, zwak siltig tot siltig
- (6) ZAND, zwak siltig tot siltig
- (3) KLEI, zwak siltig tot siltig
- (3) KLEI, zwak siltig tot siltig
- (3) KLEI, zwak siltig tot siltig
- (3) KLEI, zwak siltig tot siltig
- (3) KLEI, zwak siltig tot siltig
- (3) KLEI, zwak siltig tot siltig
- (4) KLEI, siltig / LEEM

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

AANVULLEND GRONDONDERZOEK LOBERDENSE WAARD

Opdr. 6007-0304-003
Sond. DKM105

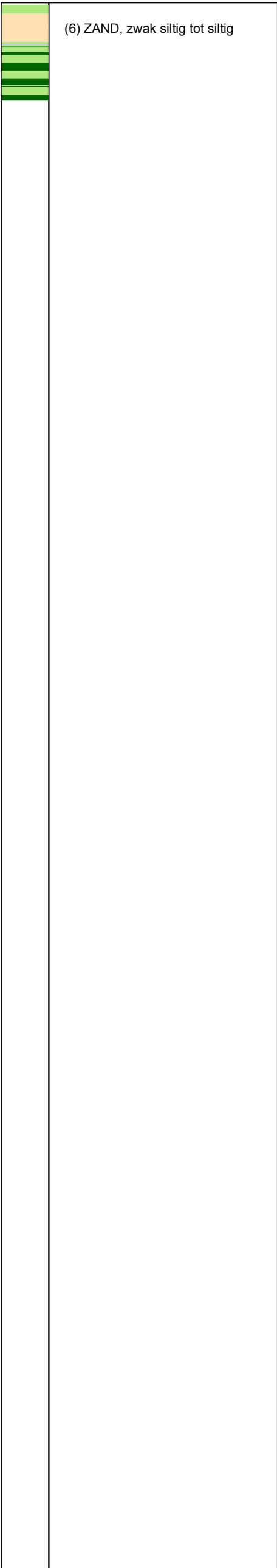
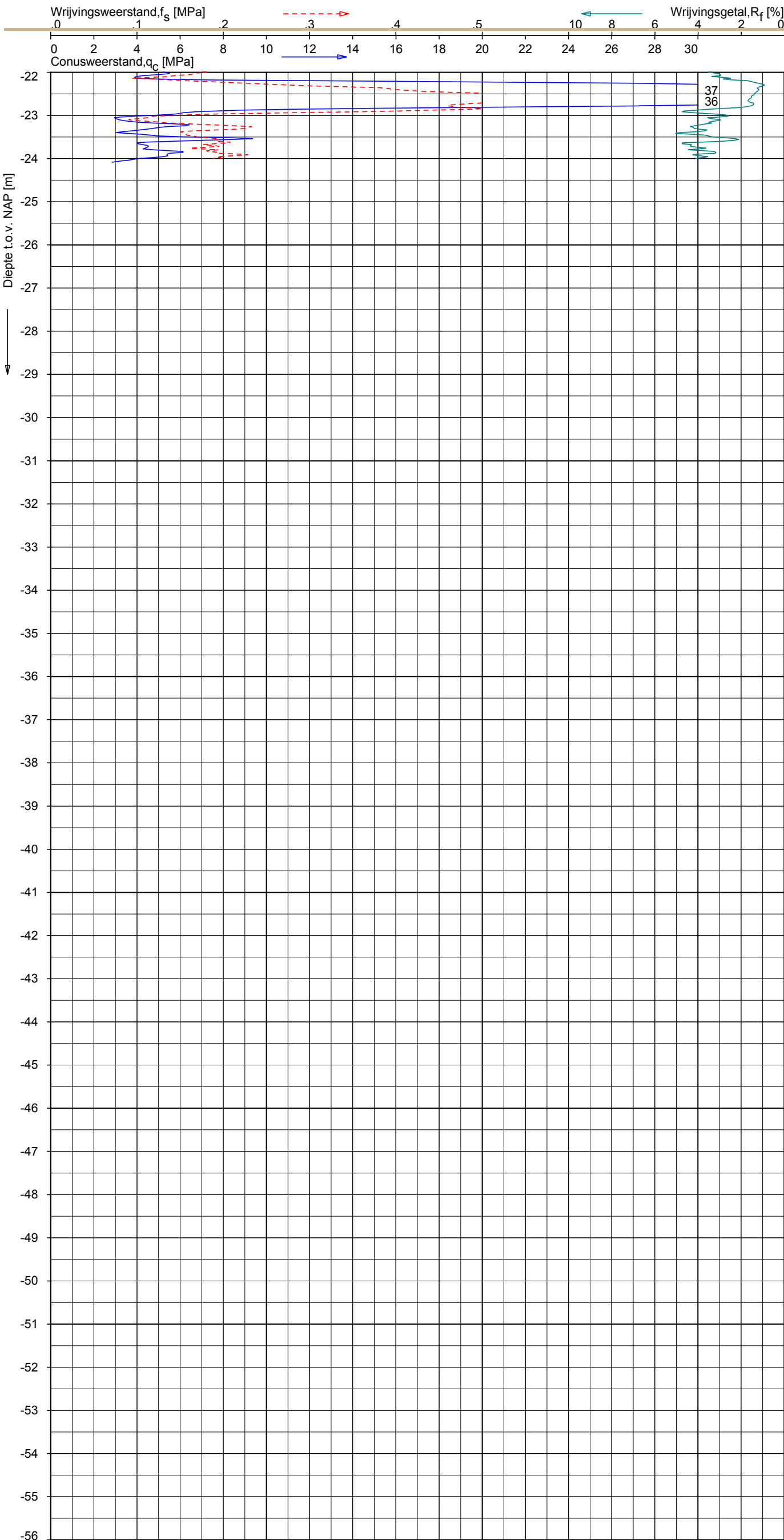
UNIPLOT 05.10.10 / QcfClass-N3.cmd / 2010-09-20 11:47:46

6007-0304-003

DKM105 - 1



CPT data classificatie - indicatie
Classificatie gebaseerd op genormaliseerde
conusweerstand en wrijvingsgetal.
(Robertson 1990, NL corr.)
Geldig onder grondwaterpeil.



Opg. : RNB/MF d.d. 13-Sep-2010 conus : F7.5CKE2HA/B X = 199434.9
Get. : ZONSVELD d.d. 2010-09-20 MV = NAP +10.88 m Y = 432833.6
Sondering volgens norm NEN 5140, klasse 2
conustype cilindrisch elektrisch, 1500 mm
 α afwijking van de vertikaal



SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

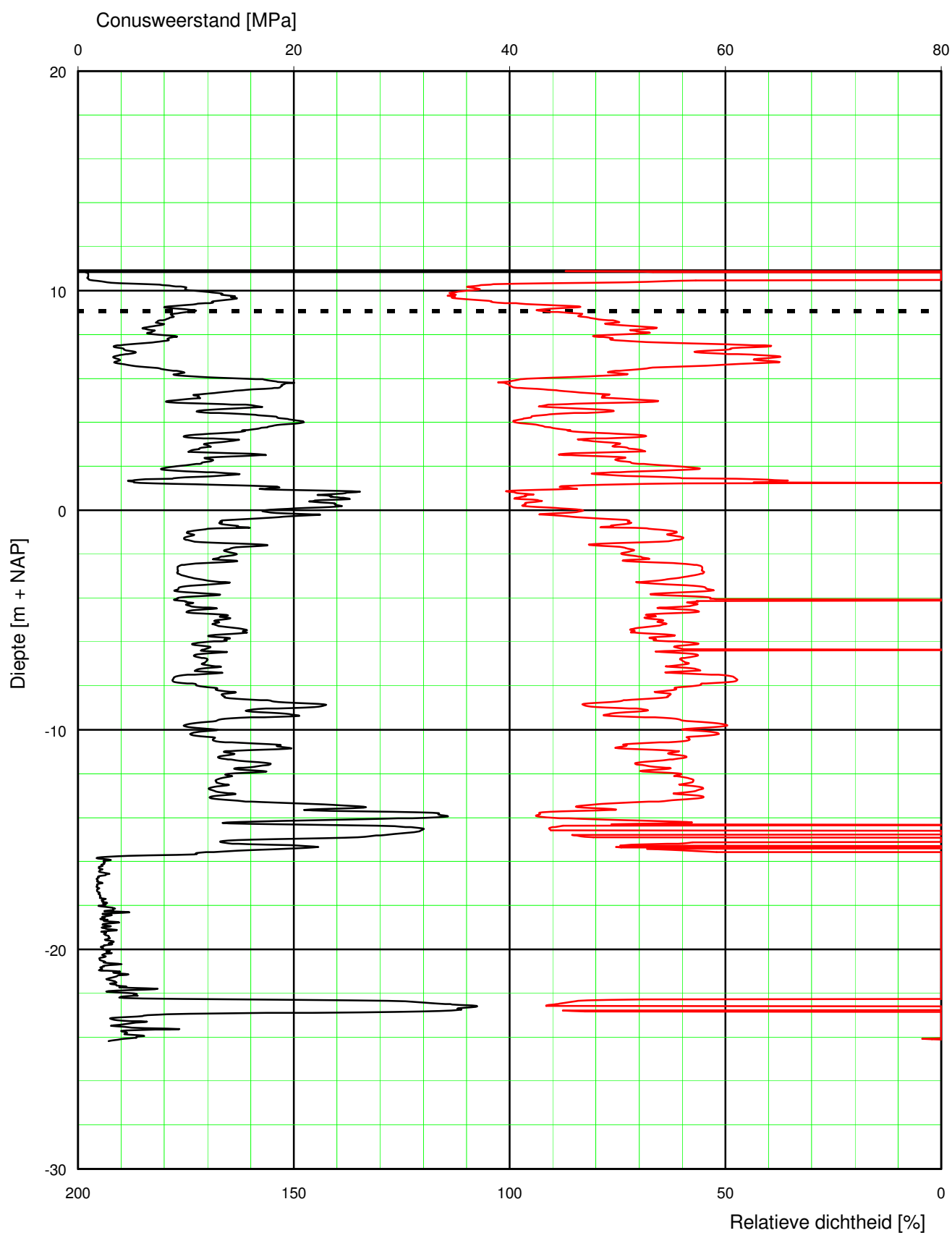
Opdr. 6007-0304-003
Sond. DKM105

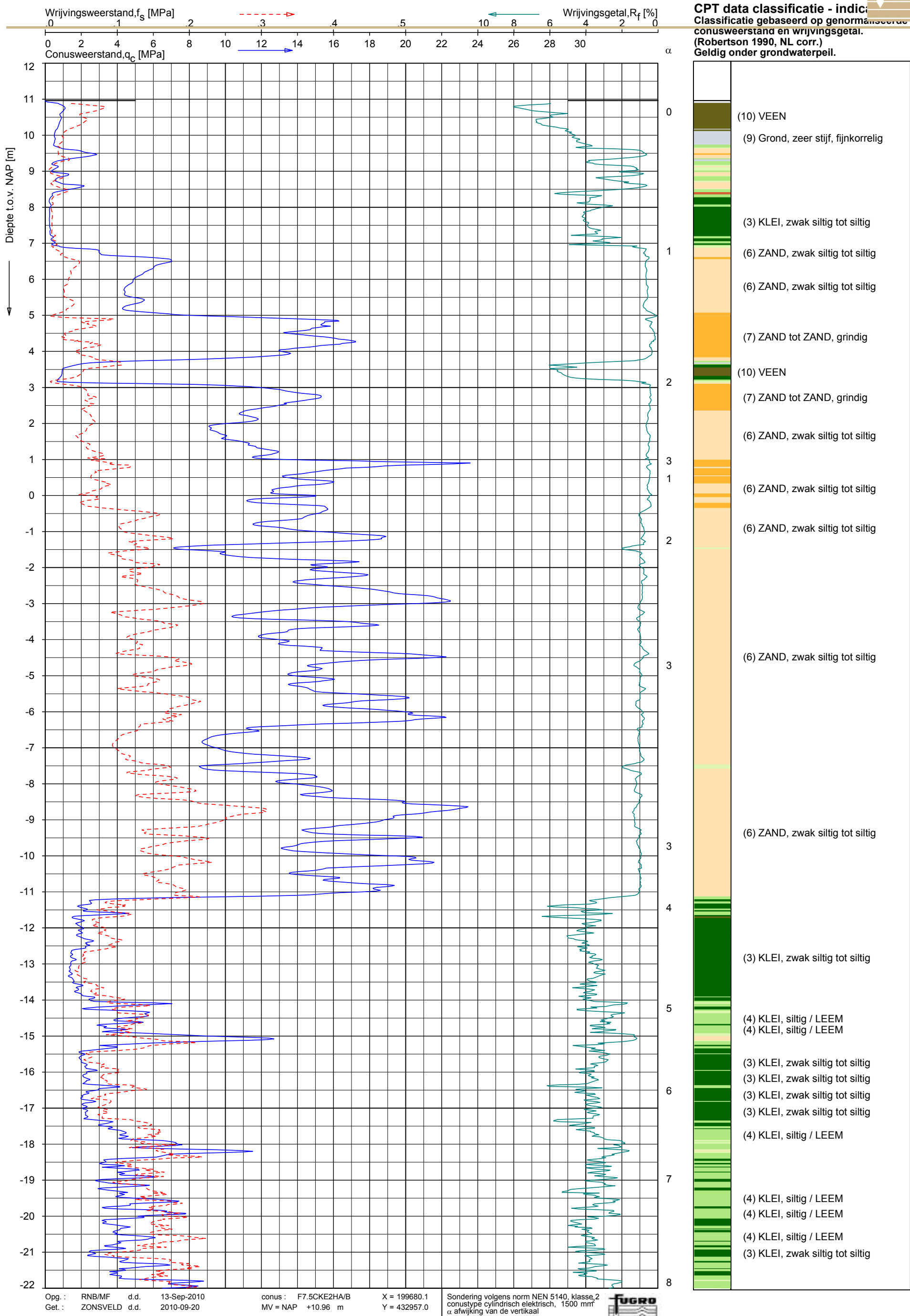
AANVULLEND GRONDONDERZOEK LOBBERDENSE WAARD

UNIPLOT 05.10.nl / QcFClass-N3.cmd / 2010-09-20 11:47:46

6007-0304-003

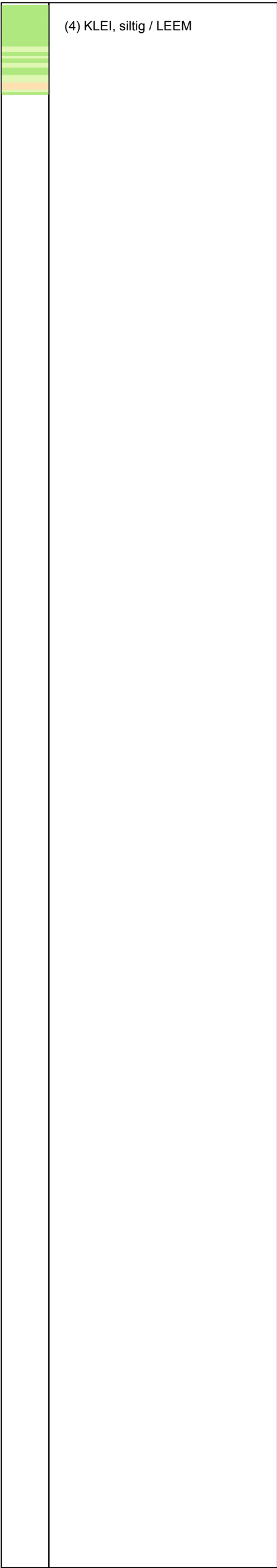
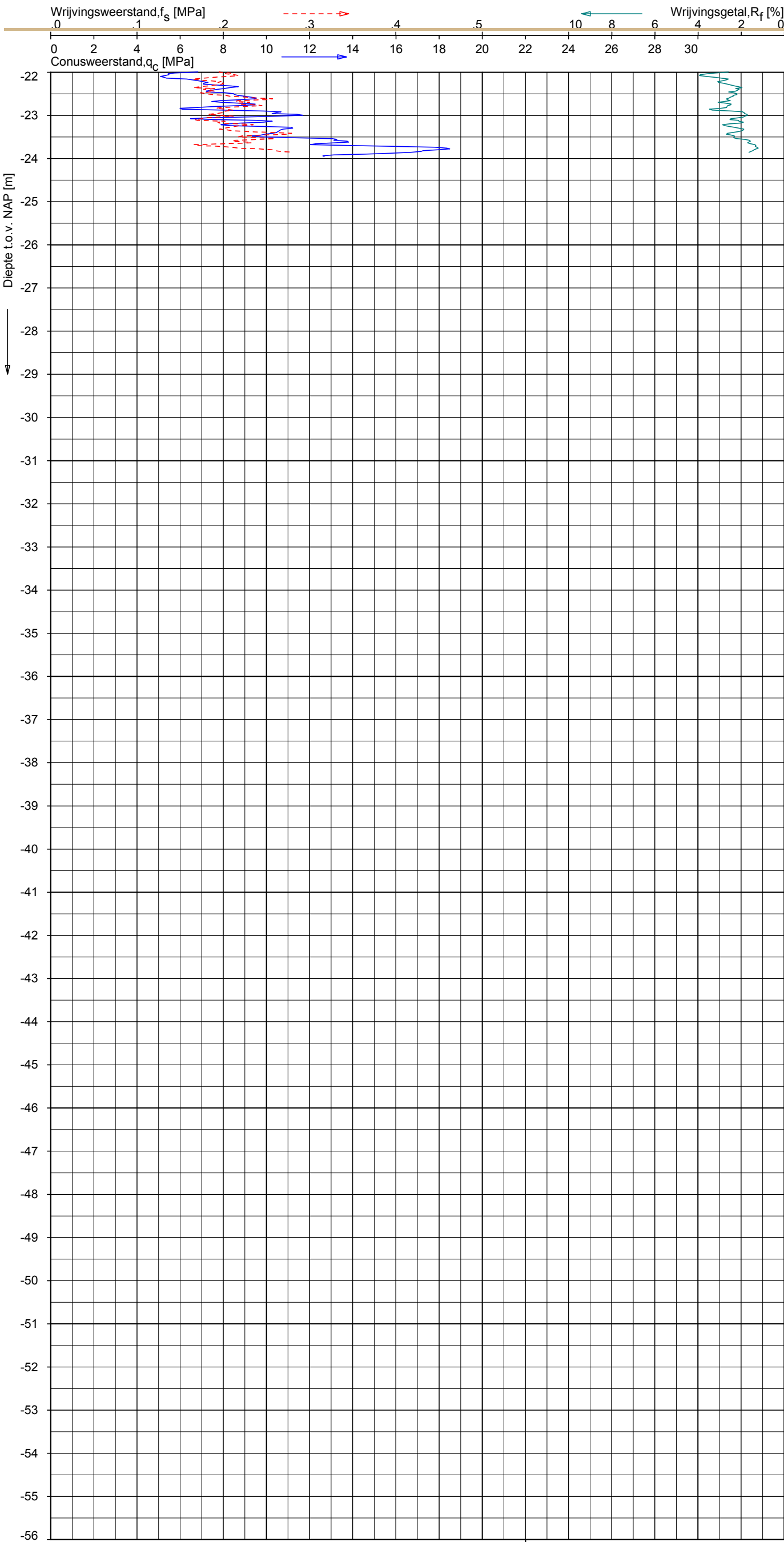
DKM105 - 2







CPT data classificatie - indicatie
Classificatie gebaseerd op genormaliseerde
conusweerstand en wrijvingsgetal.
(Robertson 1990, NL corr.)
Geldig onder grondwaterpeil.



Opg. : RNB/MF d.d. 13-Sep-2010 conus : F7.5CKE2HA/B X = 199680.1 Y = 432957.0 Sondering volgens norm NEN 5140, klasse 2
Get. : ZONVELD d.d. 2010-09-20 MV = NAP +10.96 m conustype cilindrisch elektrisch, 1500 mmf
α afwijking van de vertikaal



SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

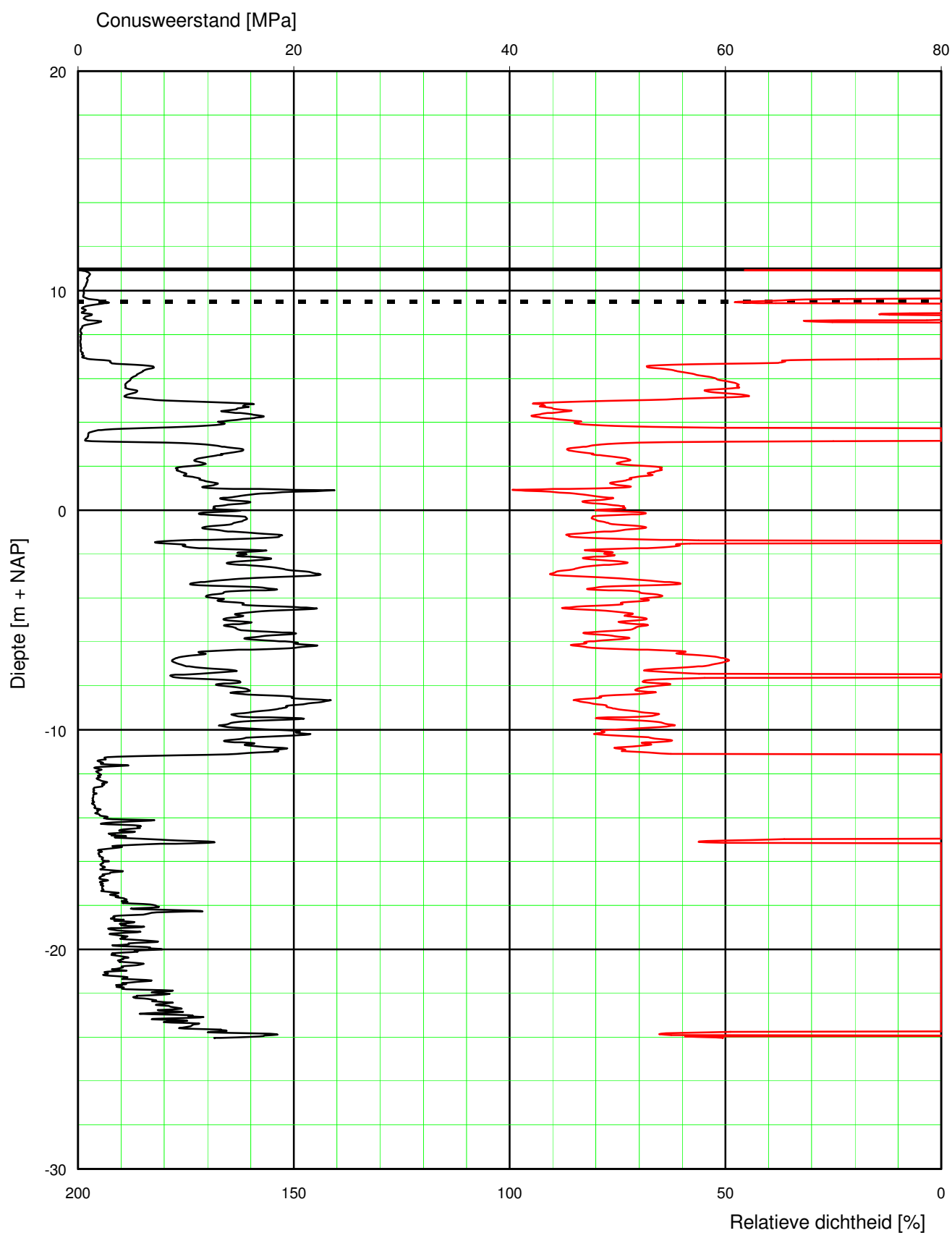
Opdr. 6007-0304-003
Sond. DKM106

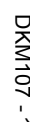
AANVULLEND GRONDONDERZOEK LOBBERDENSE WAARD

UNIPLOT 05.10.nl / QcfClass-N3.cmd / 2010-09-20 11:47:47

6007-0304-003

DKM106 - 2





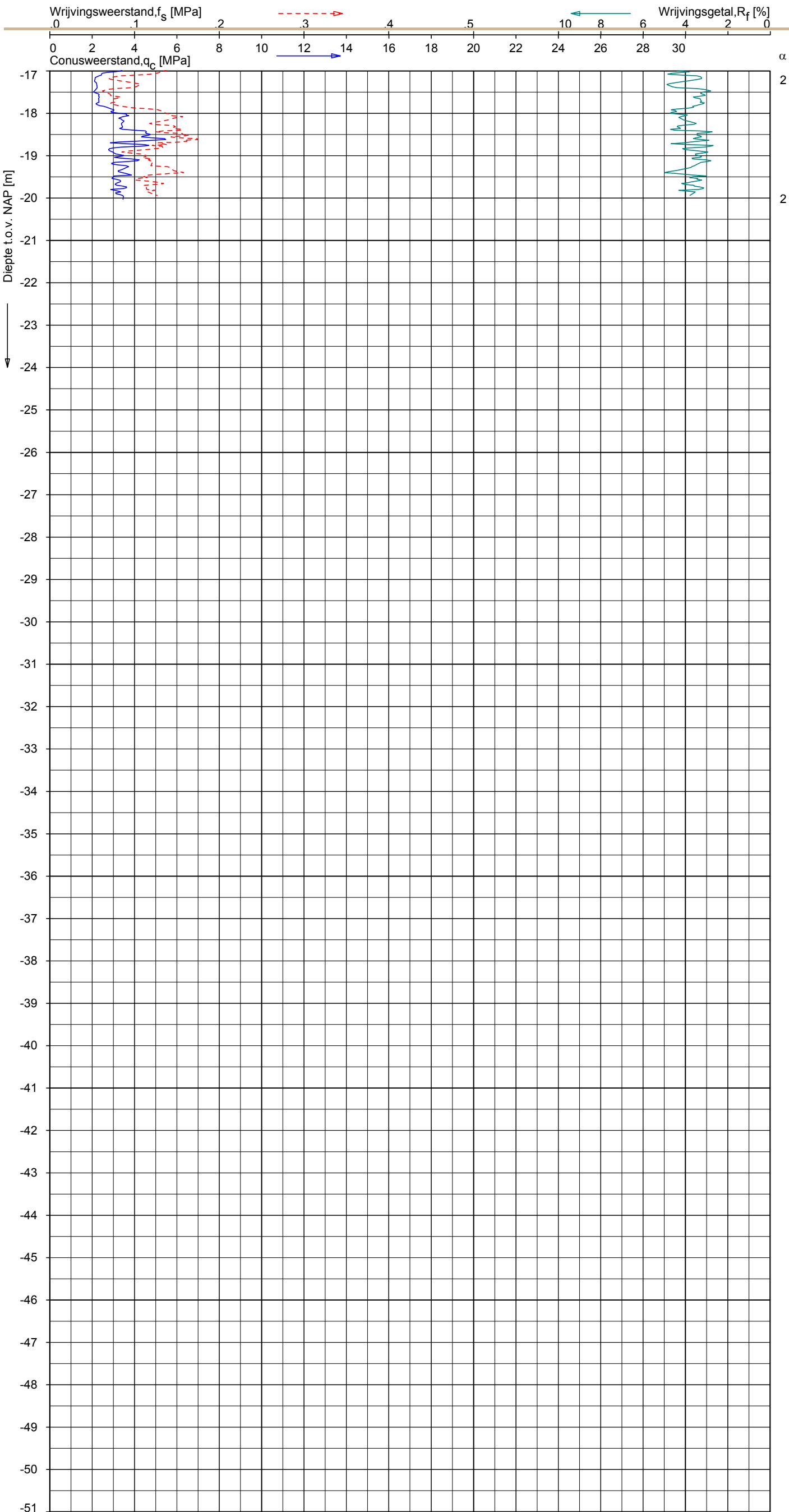


Indicatieve bodembeschrijving
Automatisch gegenereerd uit data
van de sondering, geïgig onder
grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)

UNIPLOT 05.10.nl / QcfClass-N3.cmd / 2010-11-15 09:54:11

6007-0304-004

DKM107 - 2



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

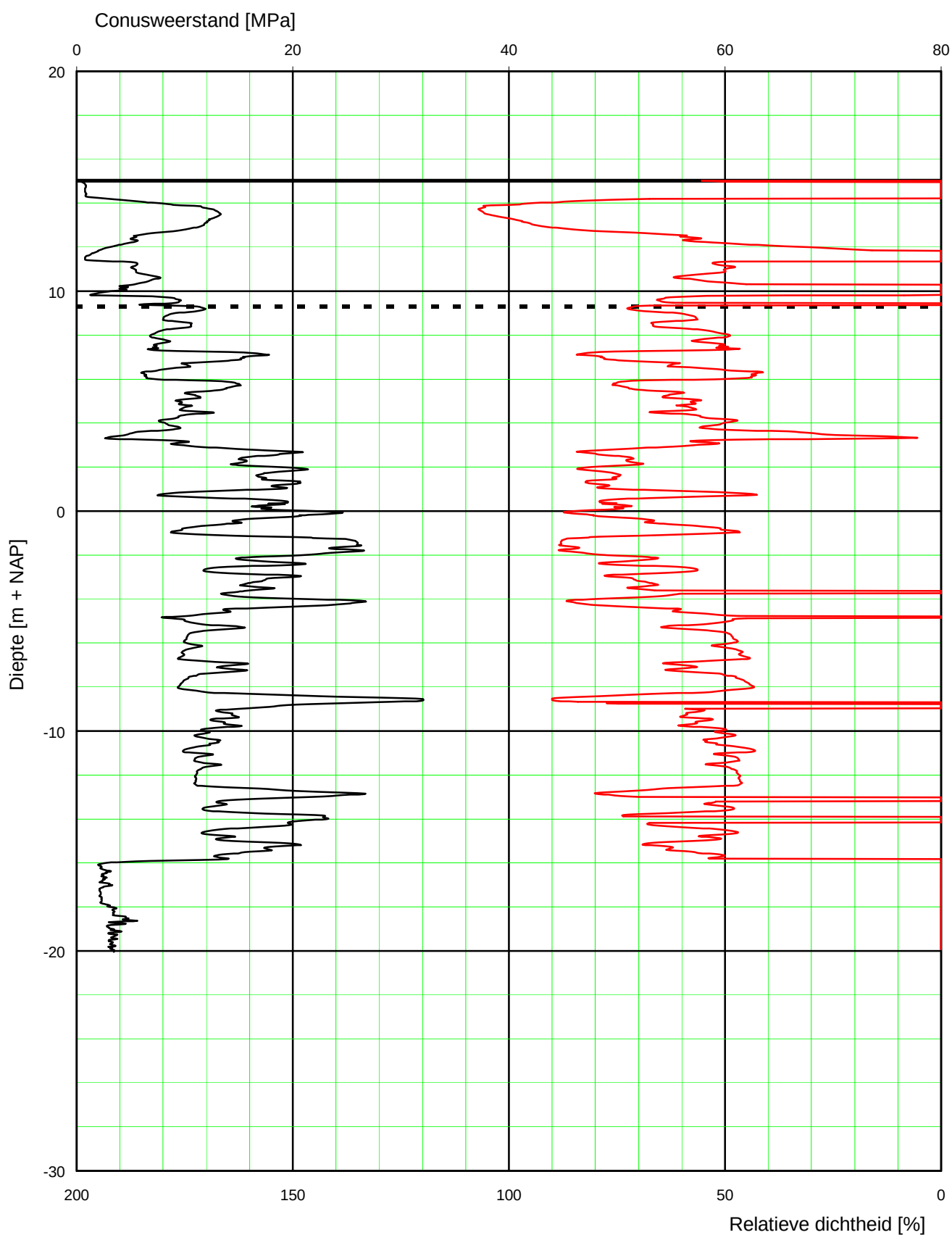
Opg. :	RNB/MF	d.d.	11-Nov-2010	conus :	F7.5CKE2HA/B	X =	199469.9	Sondering volgens norm NEN 5140, klasse 2
Get. :	ZONVELD	d.d.	2010-11-15	MV = NAP	+15.02 m	Y =	432606.7	conustype cilindrisch elektrisch, 1500 mm
								α afwijking van de vertikaal



SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

AANVULLEND GRONDONDERZOEK KADEN LOBBERDENSE WAARD

Opdr. 6007-0304-004
Sond. DKM107



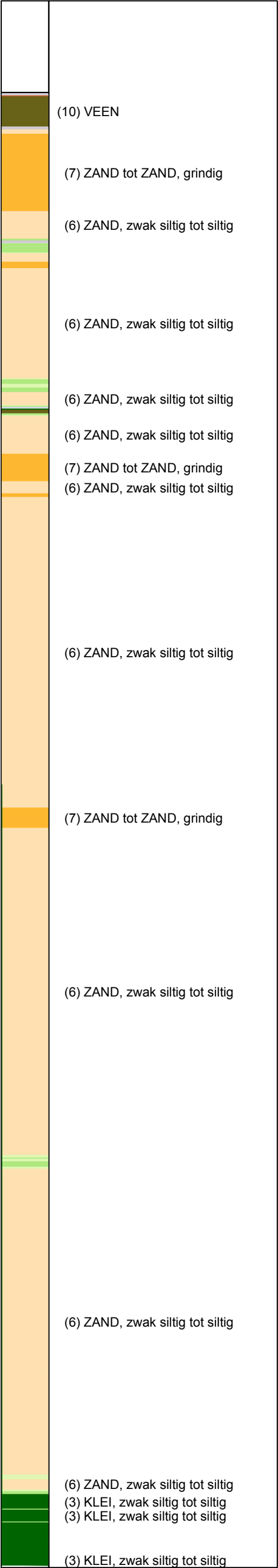
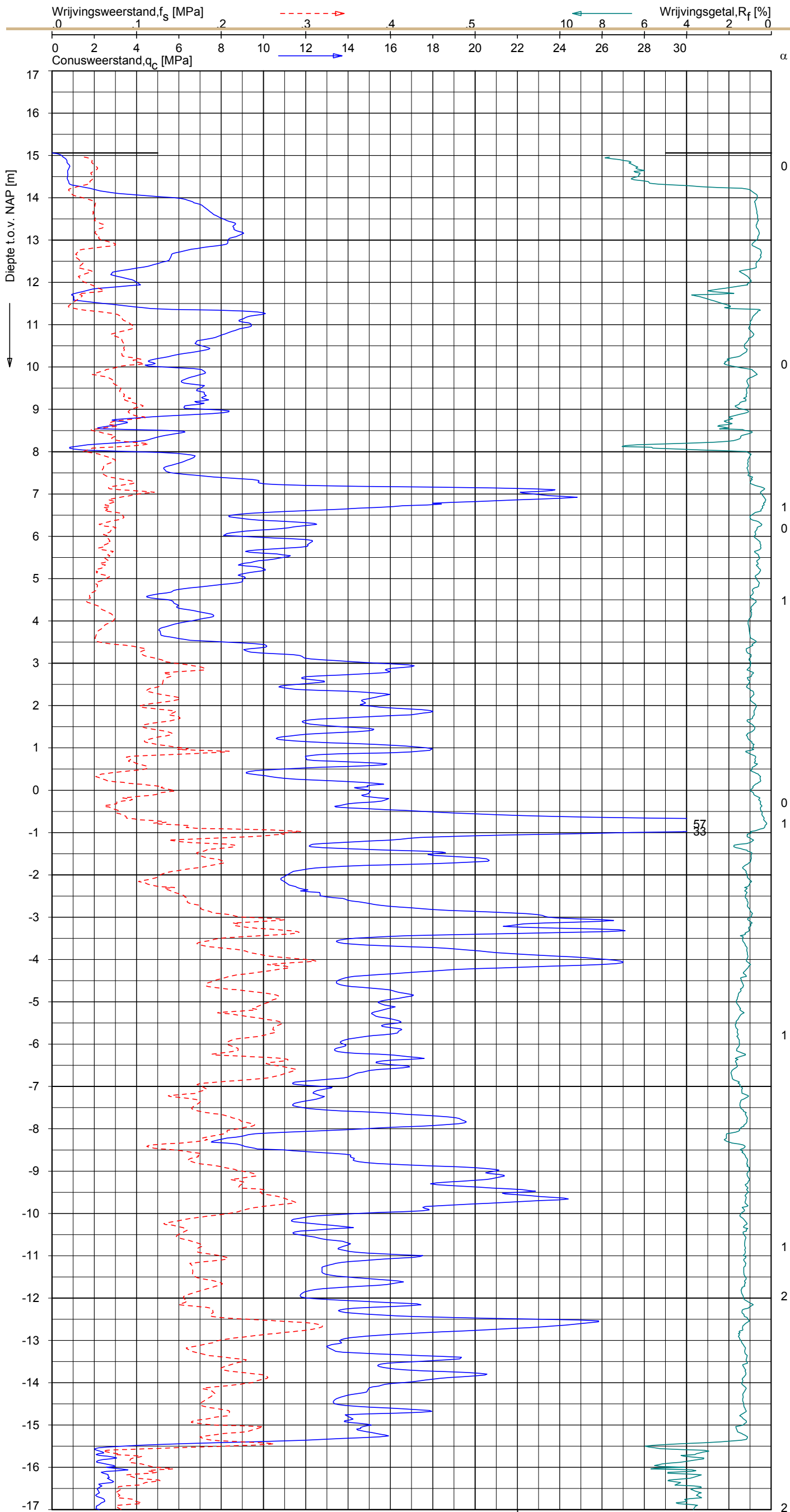


Indicatieve bodembeschrijving
Automatisch gegenereerd uit data
van de sondering, geleid onder
grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)

UNIPLOT 05.10.10 / QcfClass-N3.cmd / 2010-11-15 09:58:30

6007-0304-004

DKM108 - 1



Opg. : RNB/MF d.d. 11-Nov-2010 conus : F7.5CKE2HA/B X = 199526.5
Get. : ZONVELD d.d. 2010-11-15 MV = NAP +15.06 m Y = 432525.2
Sondering volgens norm NEN 5140, klasse 2
conustype cilindrisch elektrisch, 1500 mm
 α afwijking van de vertikaal



SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

AANVULLEND GRONDONDERZOEK KADEN LOBBERDENSE WAARD

Opdr. 6007-0304-004
Sond. DKM108

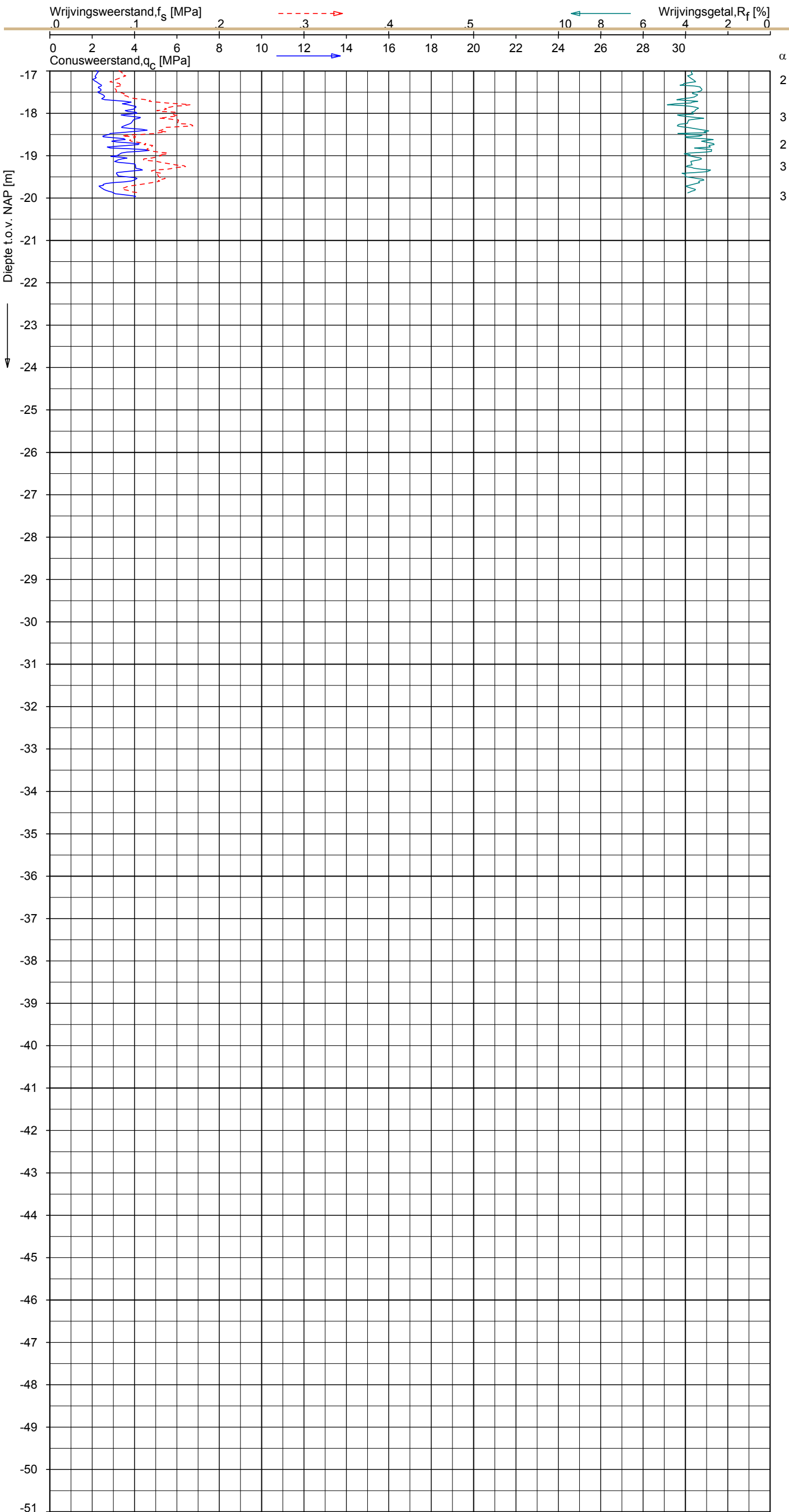


Indicatieve bodembeschrijving
Automatisch gegenereerd uit data
van de sondering, geïgig onder
grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)

UNIPLOT 05.10.n / QcfClass-N3.cmd / 2010-11-15 09:58:30

6007-0304-004

DKM108 - 2



	(3) KLEI, zwak siltig tot siltig
	(3) KLEI, zwak siltig tot siltig
	(3) KLEI, zwak siltig tot siltig

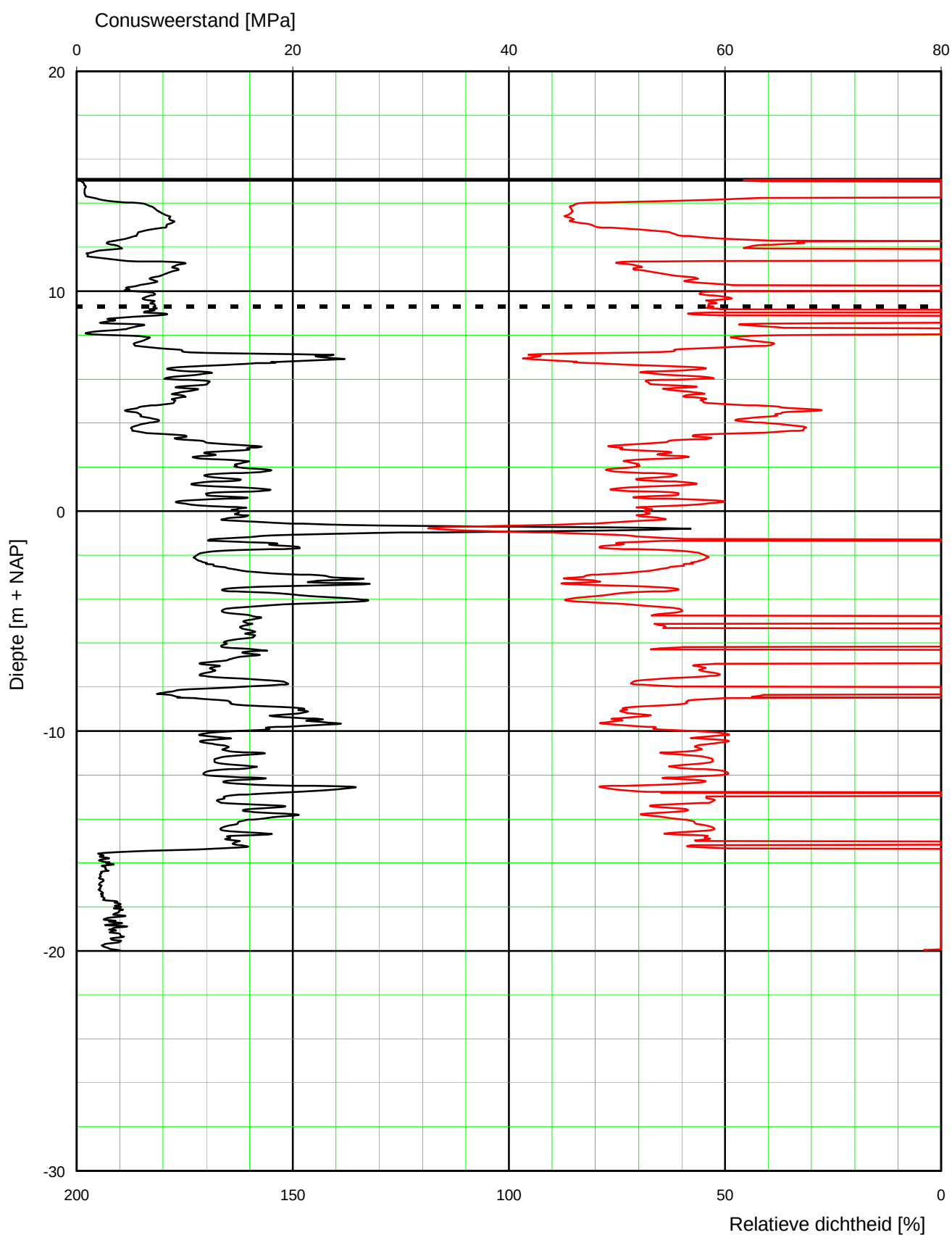
Opg. :	RNB/MF	d.d.	11-Nov-2010	conus :	F7.5CKE2HA/B	X =	199526.5	Sondering volgens norm NEN 5140, klasse 2
Get. :	ZONVELD	d.d.	2010-11-15	MV = NAP	+15.06 m	Y =	432525.2	conustype cilindrisch elektrisch, 1500 mm
								α afwijking van de vertikaal



SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

AANVULLEND GRONDONDERZOEK KADEN LOBBERDENSE WAARD

Opdr. 6007-0304-004
Sond. DKM108



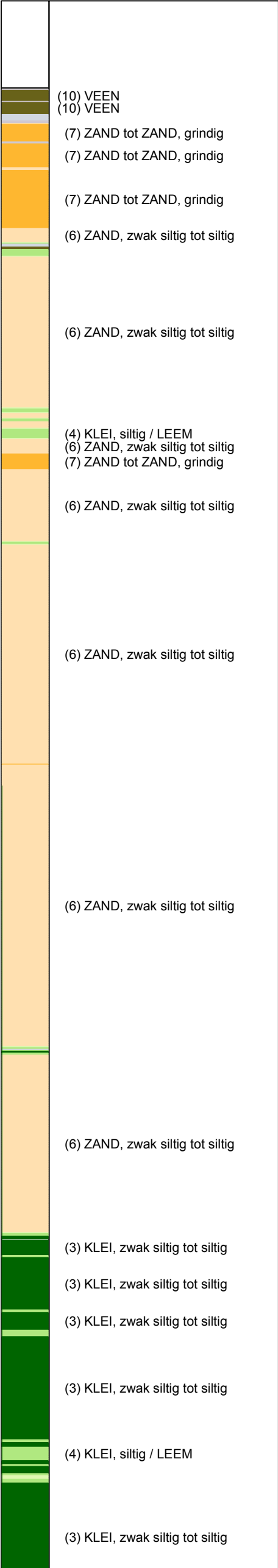
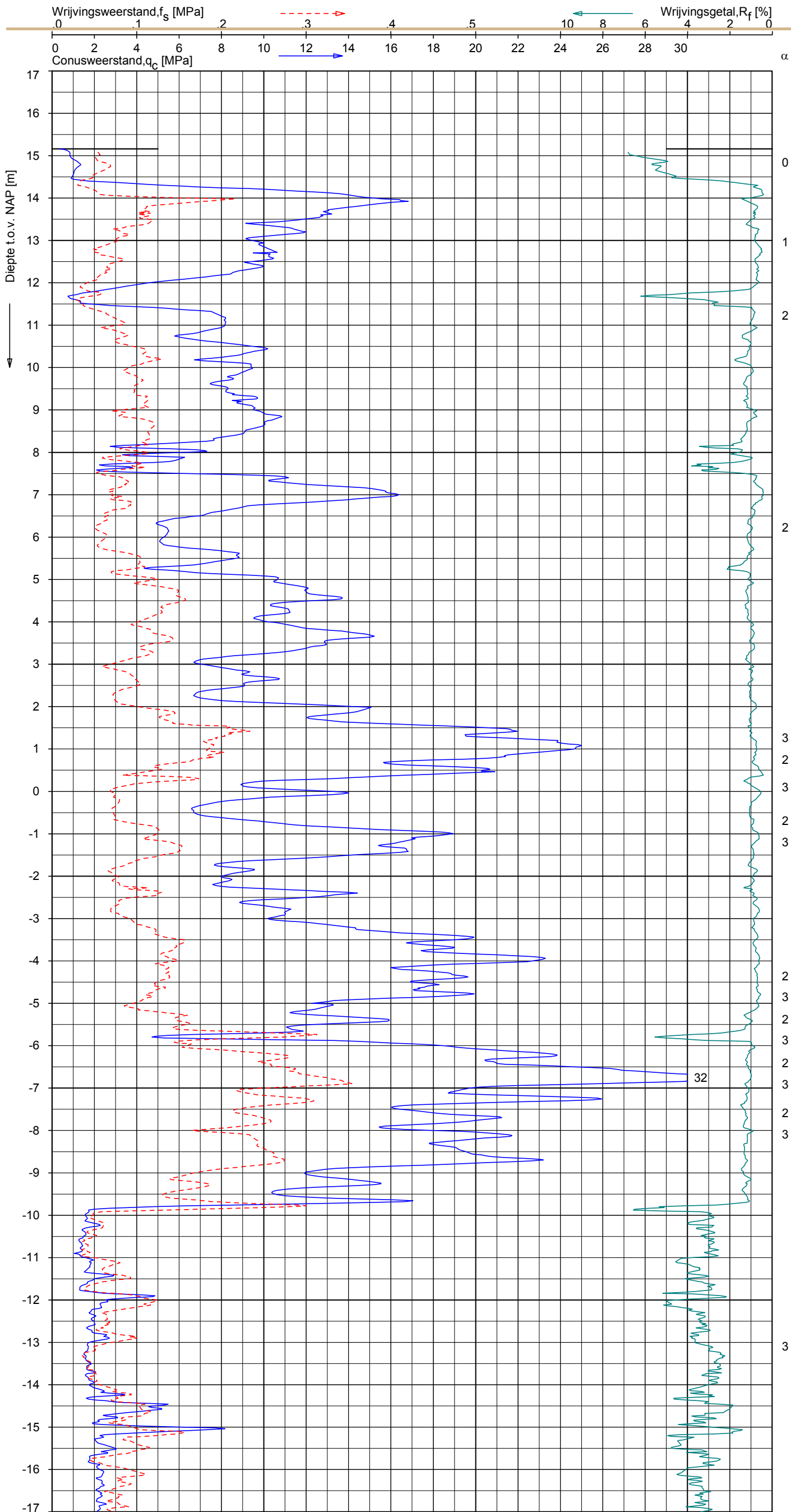


Indicatieve bodembeschrijving
Automatisch gegenereerd uit data
van de sondering, geleid onder
grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)

UNIPLOT 05.10.10 / QcfClass-N3.cmd / 2010-11-15 09:54:12

6007-0304-004

DKM109 - 1



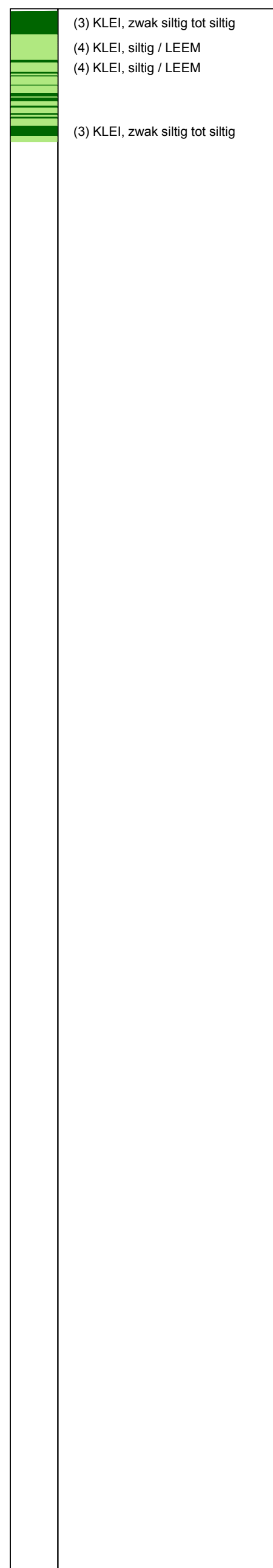
Opg. : RNB/MF d.d. 11-Nov-2010 conus : F7.5CKE2HA/B X = 199595.4 Y = 432447.9 Sondering volgens norm NEN 5140, klasse 2
Get. : ZONVELD d.d. 2010-11-15 MV = NAP +15.16 m conustype cilindrisch elektrisch, 1500 mmf
 α afwijking van de vertikaal

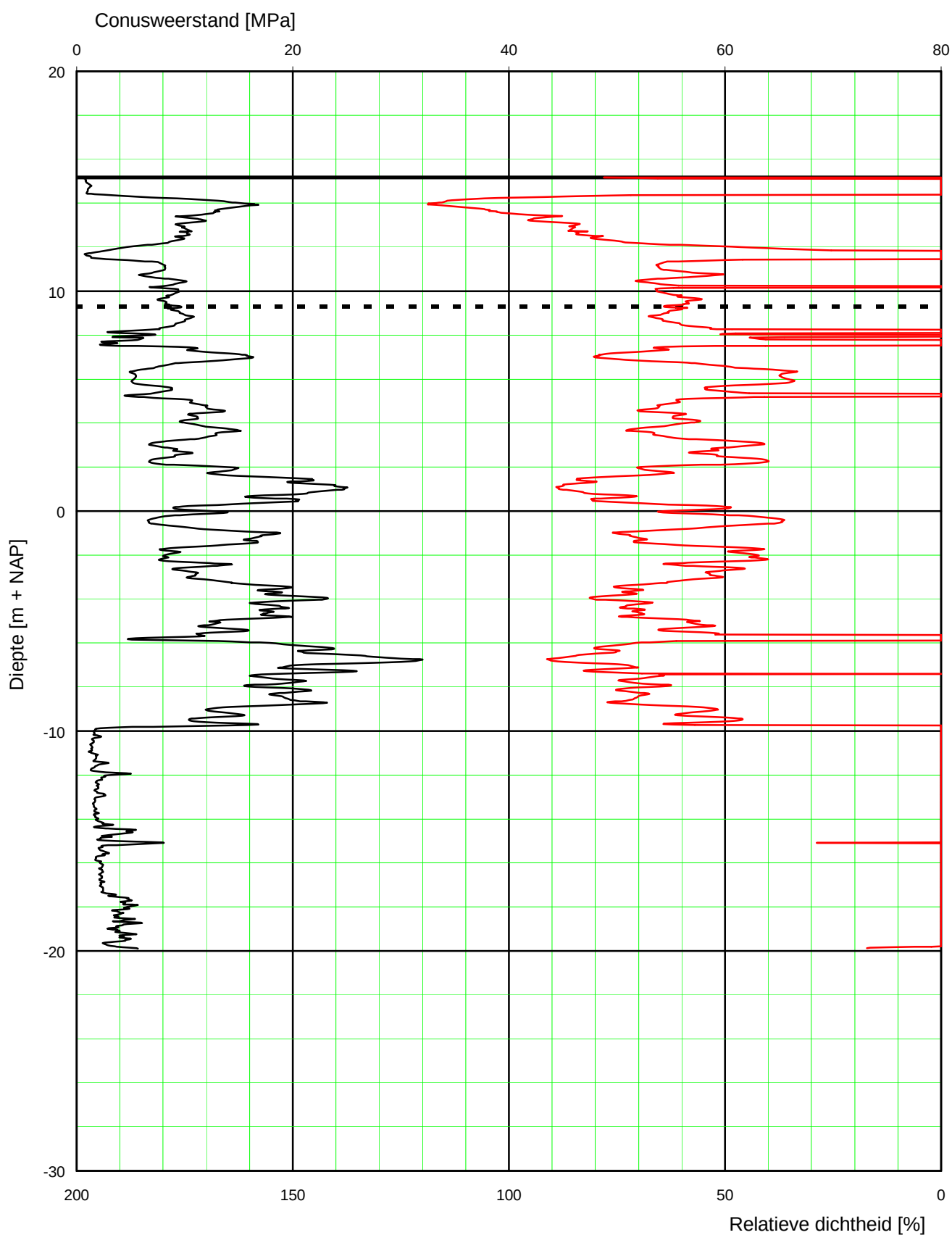


SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

AANVULLEND GRONDONDERZOEK KADEN LOBBERDENSE WAARD

Opdr. 6007-0304-004
Sond. DKM109





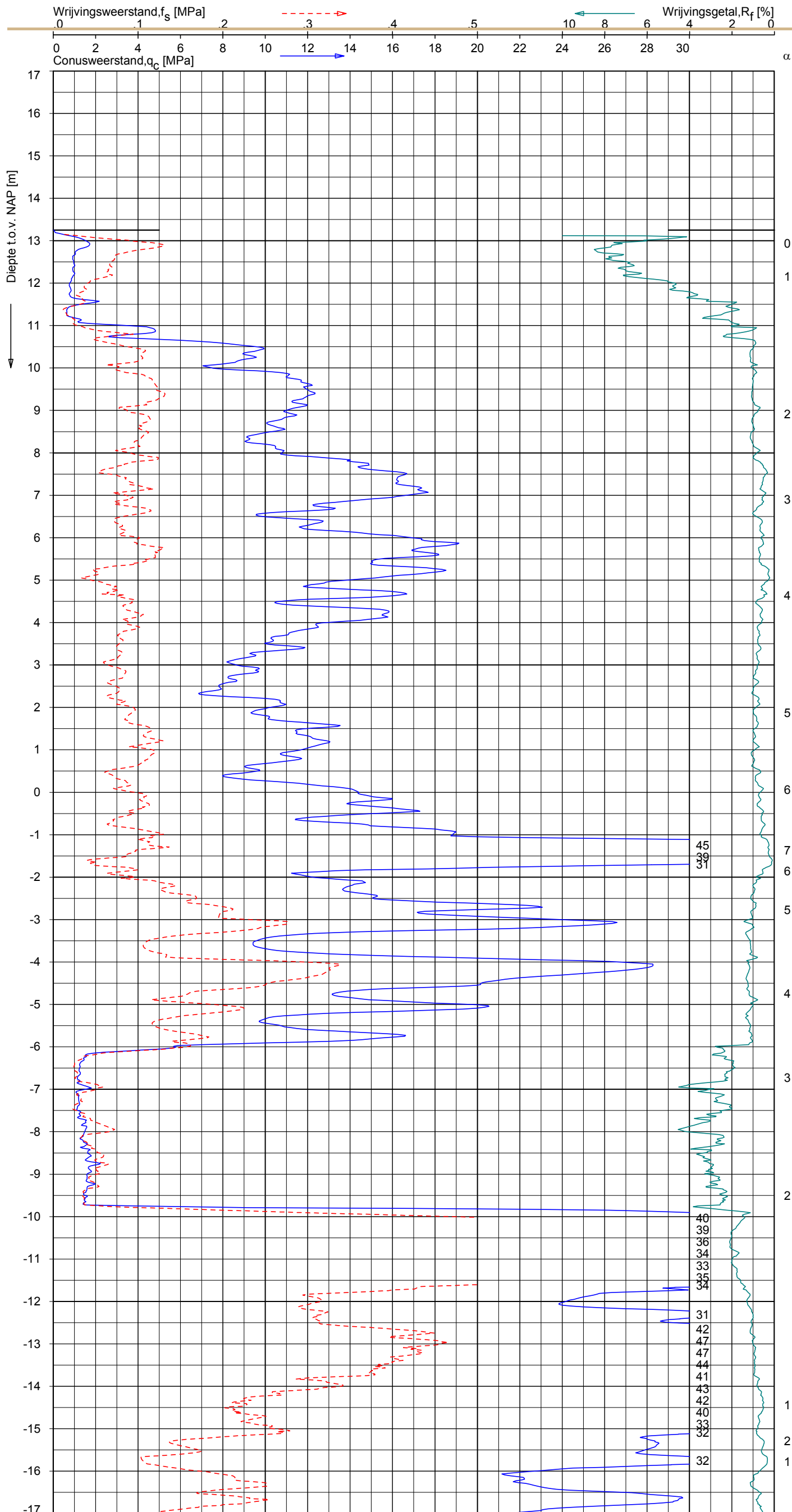


Indicatieve bodembeschrijving
Automatisch gegenereerd uit data
van de sondering, geïg onder
grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)

UNIPLOT 05.10.10 / QcfClass-N3.cmd / 2010-10-28 12:09:42

6007-0304-004

DKM110 - 1



Opg. : RNB/MF d.d. 25-Oct-2010 conus : F7.5CKE2HA/B X = 200621.0 Y = 432372.9 Sondering volgens norm NEN 5140, klasse 2
Get. : GOMMERP d.d. 2010-10-28 MV = NAP +13.25 m MV = NAP +13.25 m conustype cilindrisch elektrisch, 1500 mm
 α afwijking van de vertikaal



SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

AANVULLEND GRONDONDERZOEK KADEN LOBBERDENSE WAARD

Opdr. 6007-0304-004
Sond. DKM110

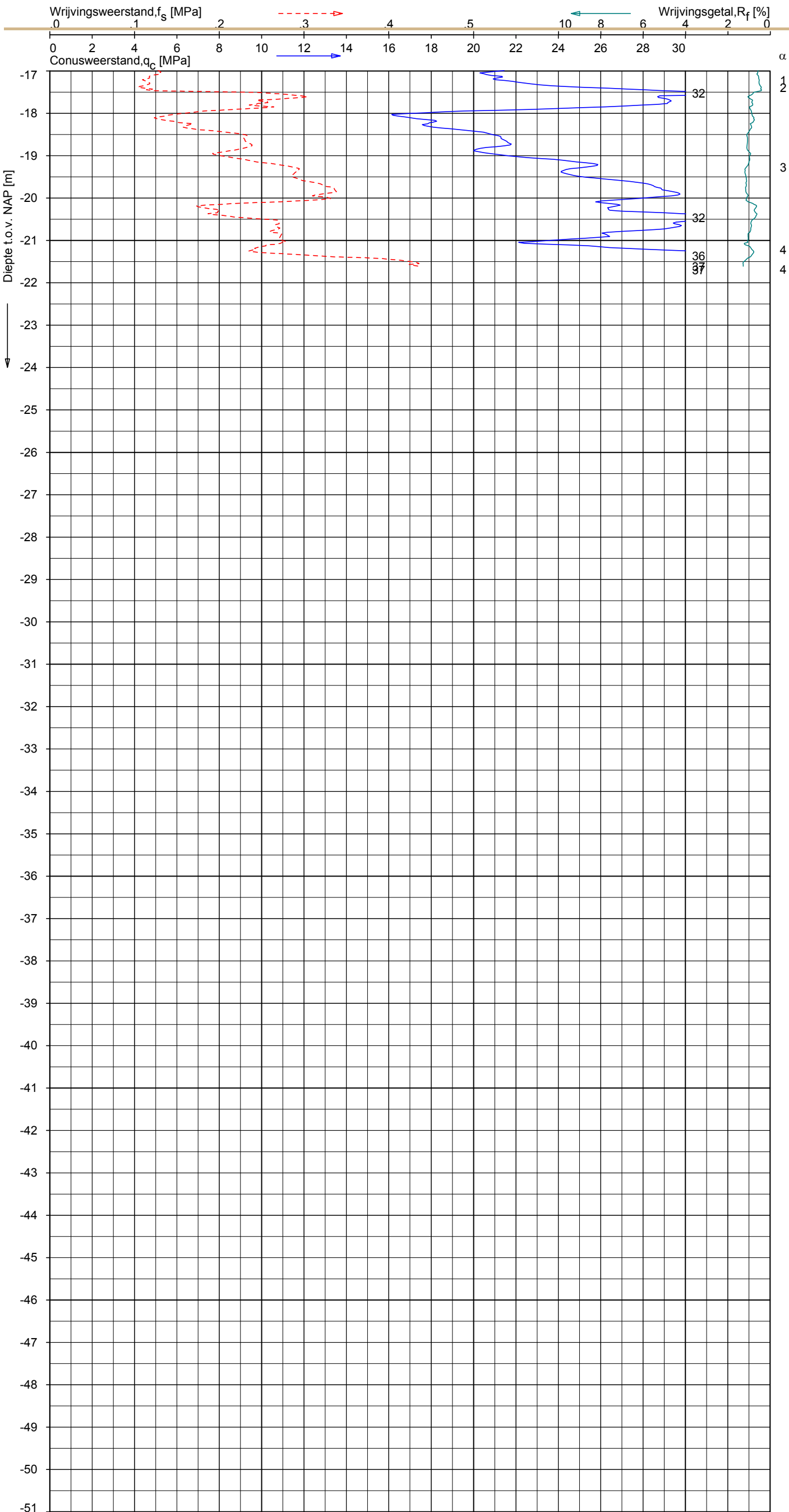


Indicatieve bodembeschrijving
Automatisch gegenereerd uit data
van de sondering, geïgig onder
grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)

UNIPLOT 05.10.nl / QcfClass-N3.cmd / 2010-10-28 12:09:42

6007-0304-004

DKM110 - 2



(6) ZAND, zwak siltig tot siltig

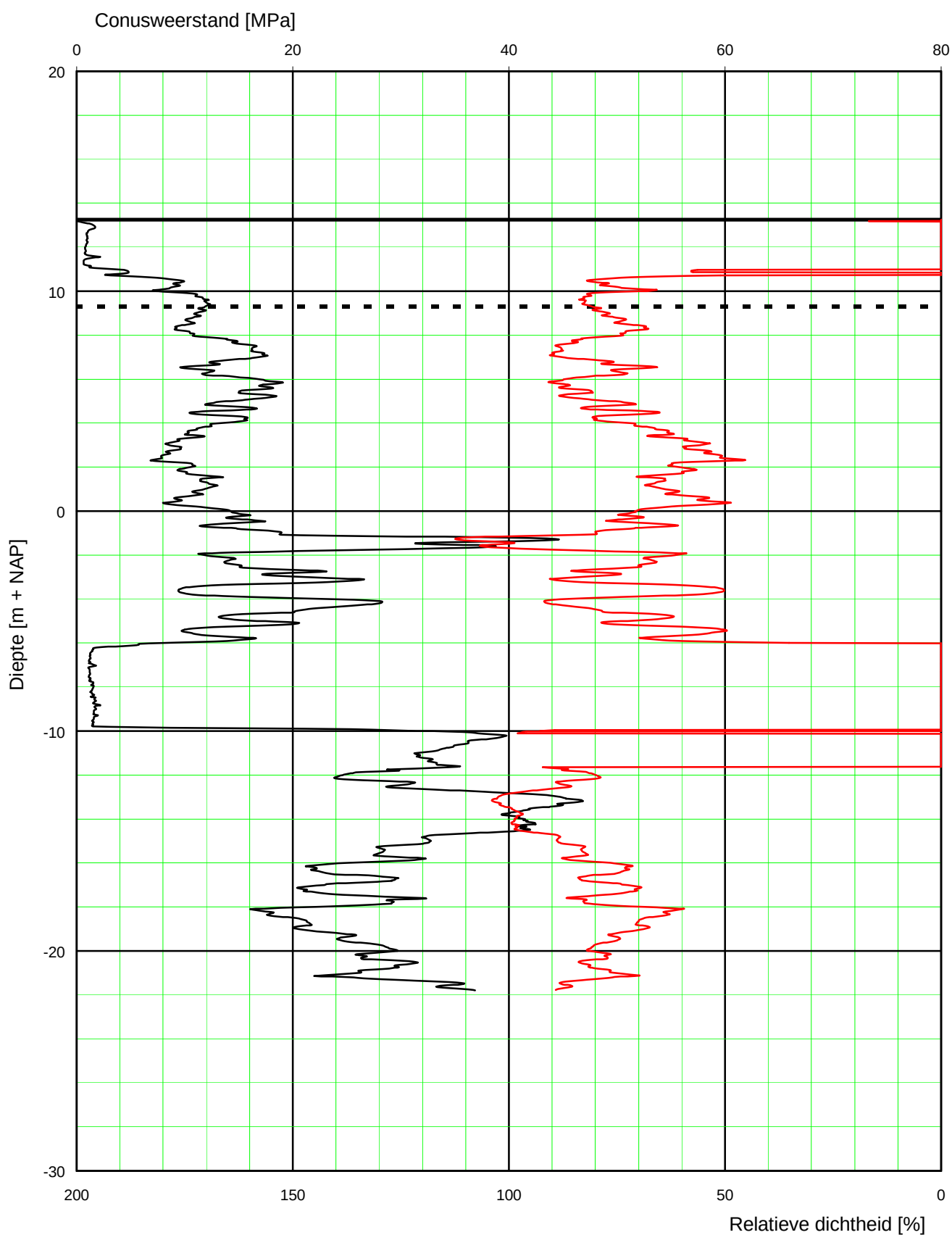
Opg. : RNB/MF d.d. 25-Oct-2010 conus : F7.5CKE2HA/B X = 200621.0 Y = 432372.9 Sondering volgens norm NEN 5140, klasse 2
Get. : GOMMERP d.d. 2010-10-28 MV = NAP +13.25 m conustype cilindrisch elektrisch, 1500 mmf
α afwijking van de vertikaal



SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

AANVULLEND GRONDONDERZOEK KADEN LOBBERDENSE WAARD

Opdr. 6007-0304-004
Sond. DKM110



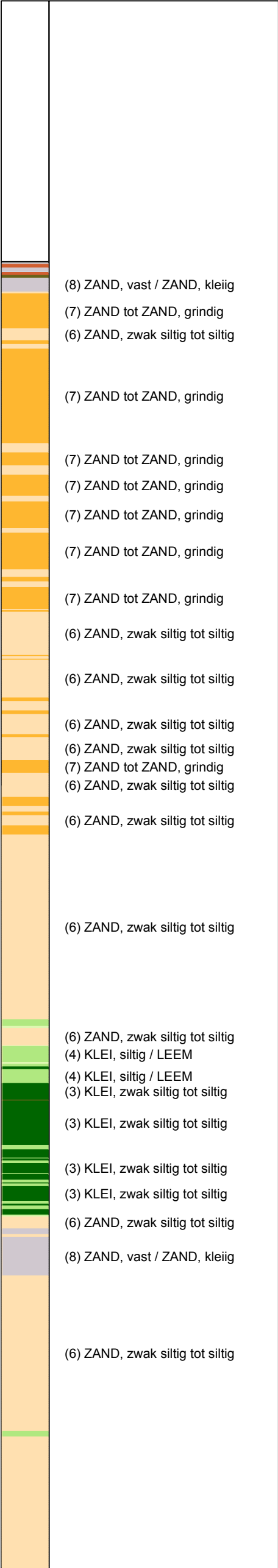
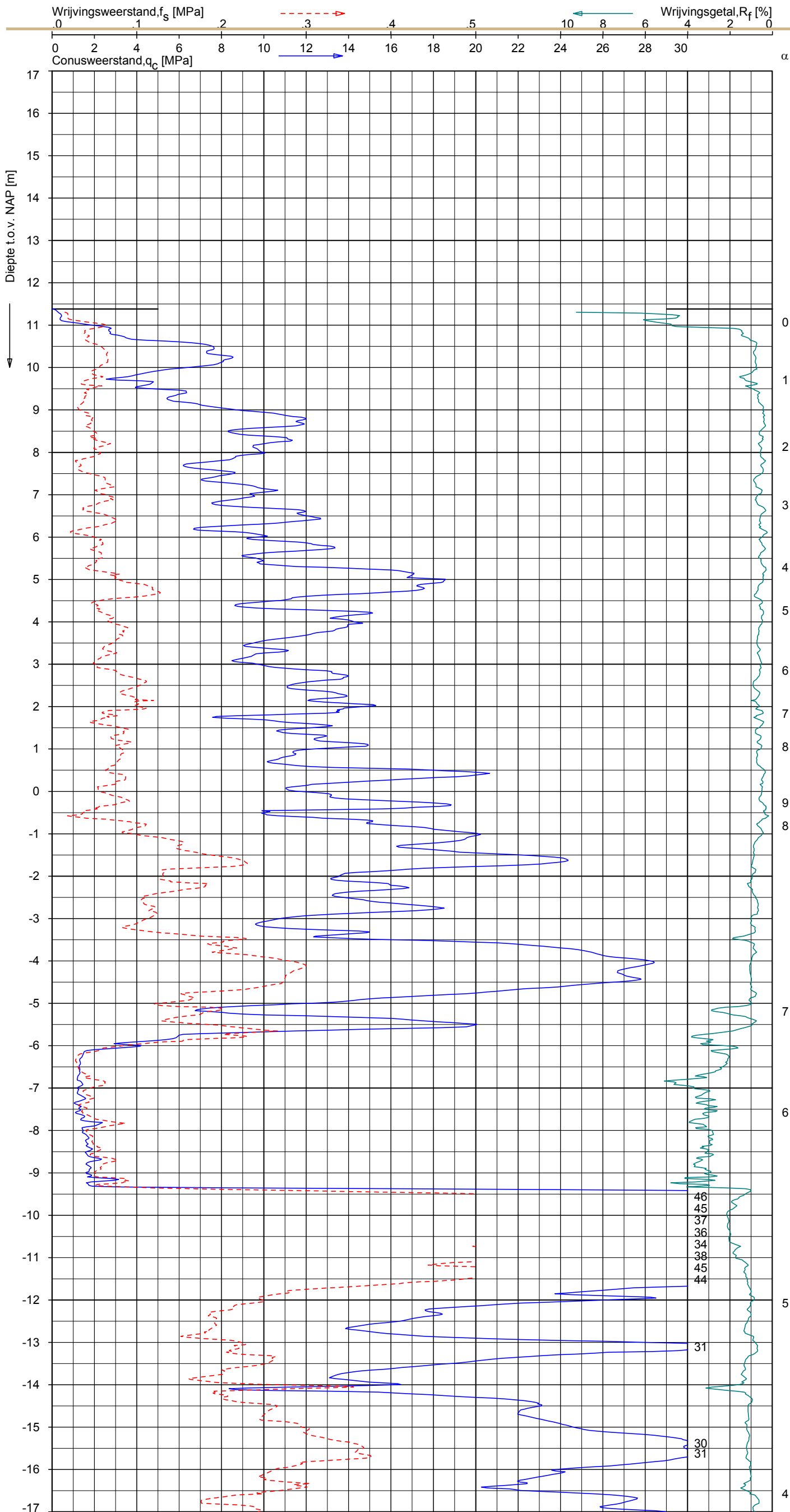


Indicatieve bodembeschrijving
Automatisch gegenereerd uit data
van de sondering, geïg onder
grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)

UNIPLOT 05.10.nl / QcfClass-N3.cmd / 2010-10-28 12:09:43

6007-0304-004

DKM112 - 1



Opg. : RNB/MF d.d. 25-Oct-2010 conus : F7.5CKE2HA/B X = 200698.1 Y = 432283.5 Sondering volgens norm NEN 5140, klasse 2
Get. : GOMMERP d.d. 2010-10-28 MV = NAP +11.38 m MV = NAP +11.38 m conustype cilindrisch elektrisch, 1500 mmf
α afwijking van de vertikaal



SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

AANVULLEND GRONDONDERZOEK KADEN LOBBERDENSE WAARD

Opdr. 6007-0304-004
Sond. DKM112

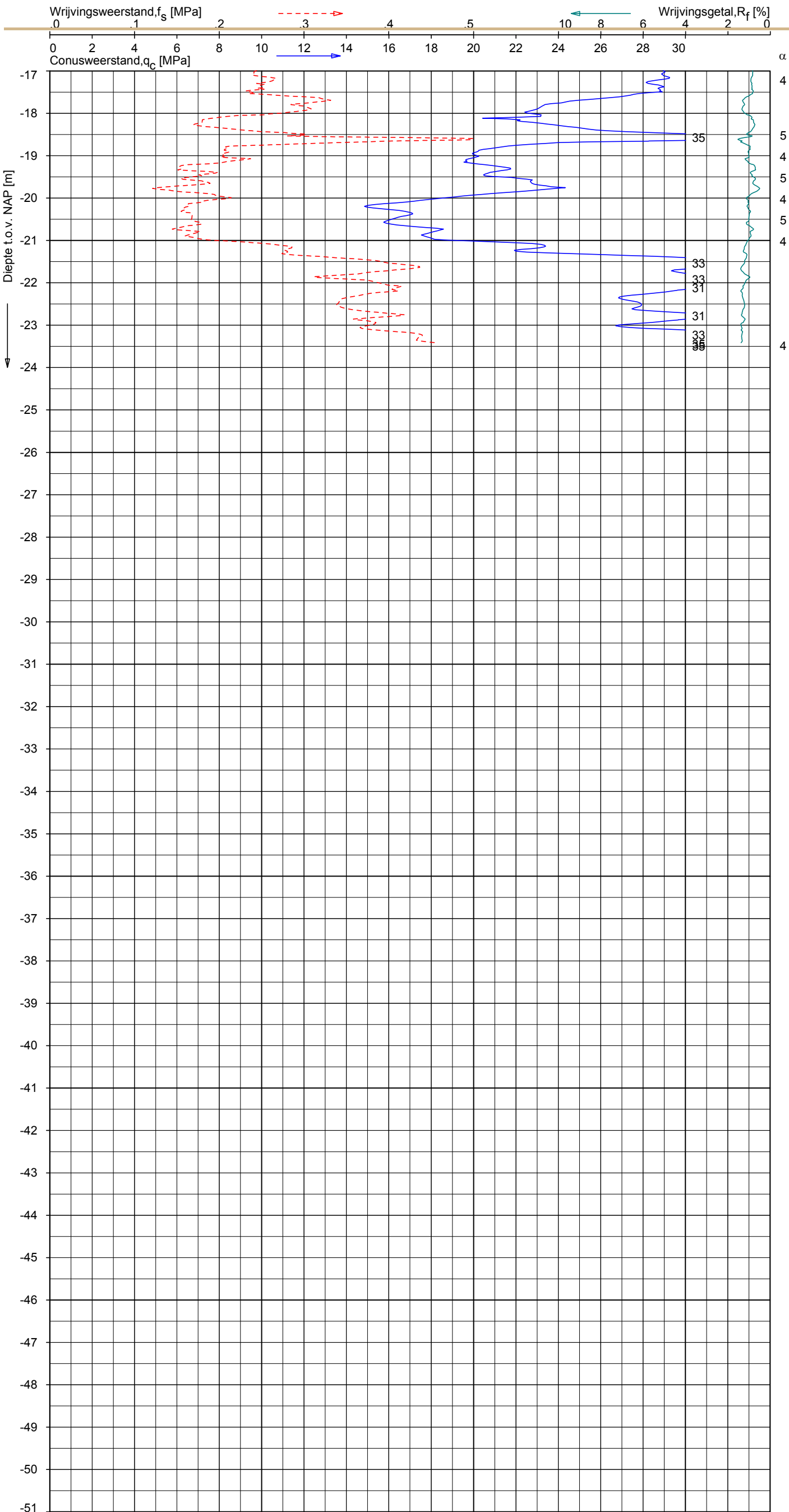


Indicatieve bodembeschrijving
Automatisch gegenereerd uit data
van de sondering, geïgig onder
grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)

UNIPLOT 05.10.nl / QcfClass-N3.cmd / 2010-10-28 12:09:43

6007-0304-004

DKM112 - 2



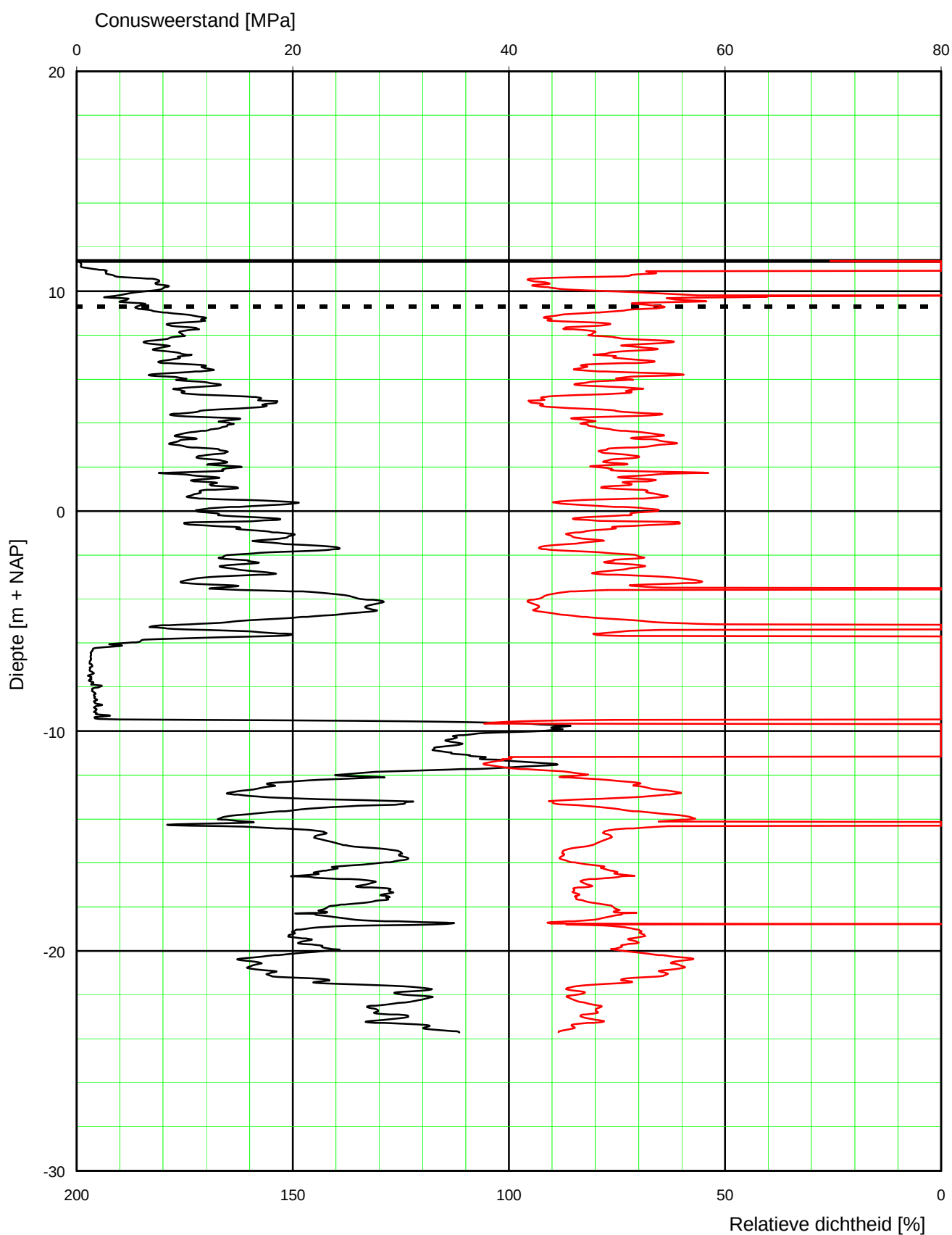
Opg. : RNB/MF d.d. 25-Oct-2010 conus : F7.5CKE2HA/B X = 200698.1 Y = 432283.5 Sondering volgens norm NEN 5140, klasse 2
Get. : GOMMERP d.d. 2010-10-28 MV = NAP +11.38 m conustype cilindrisch elektrisch, 1500 mmf
α afwijking van de vertikaal



SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

AANVULLEND GRONDONDERZOEK KADEN LOBBERDENSE WAARD

Opdr. 6007-0304-004
Sond. DKM112



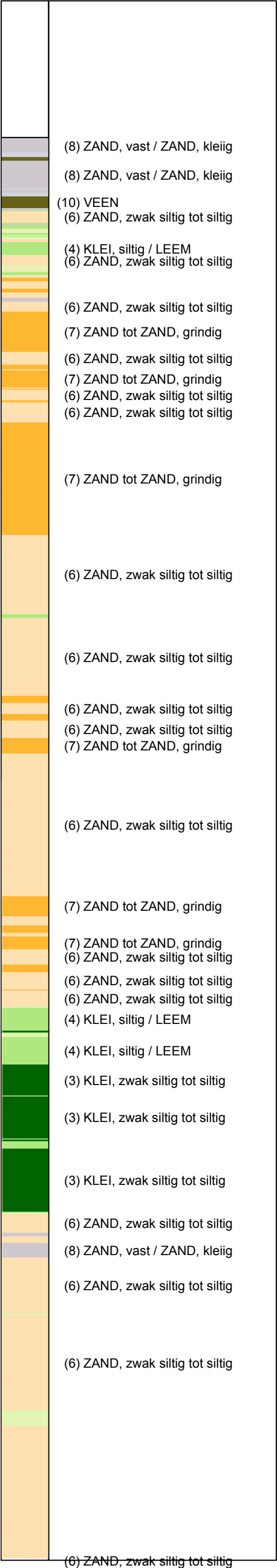
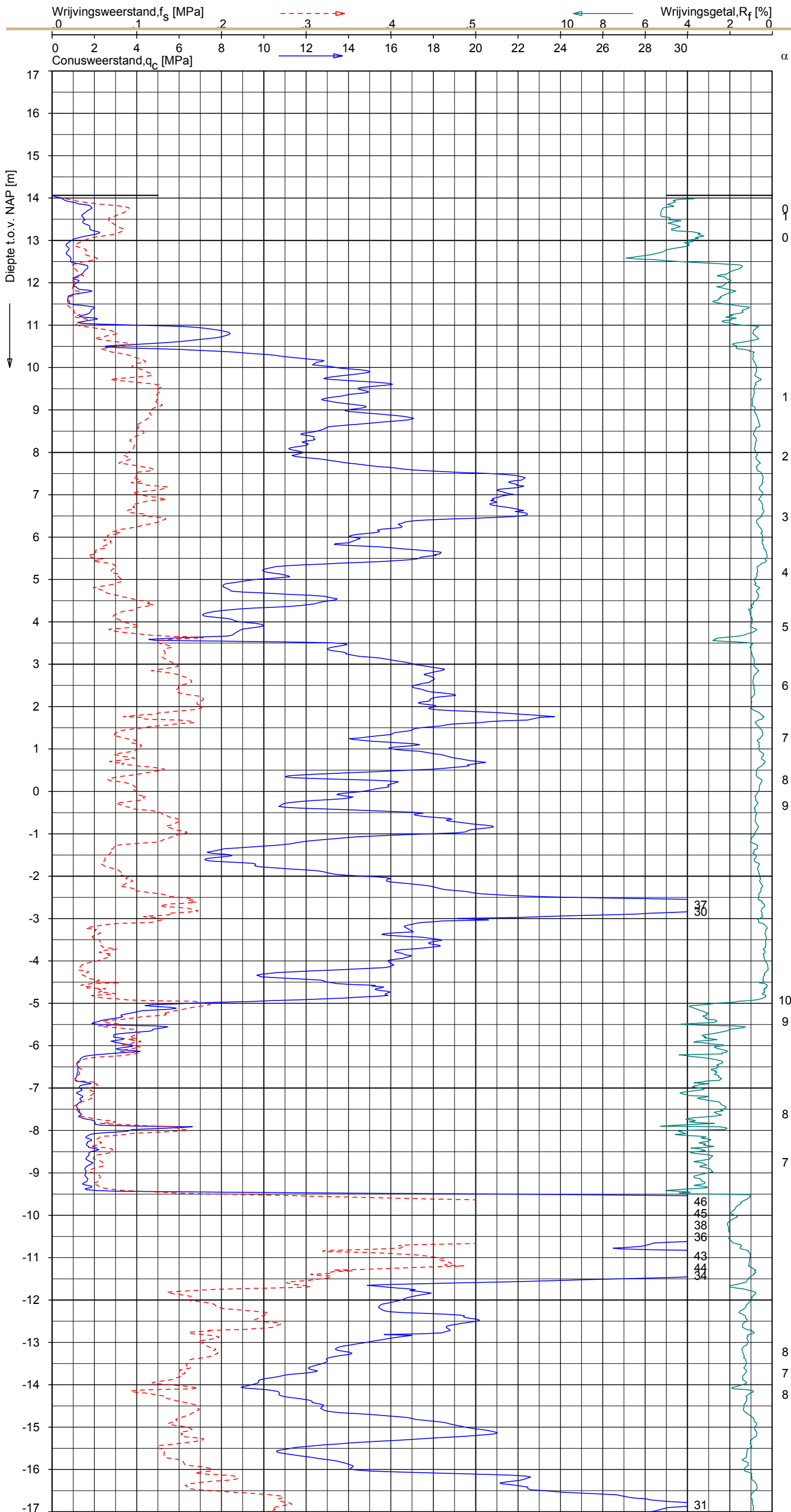


Indicatieve bodembeschrijving
Automatisch gegenereerd uit data
van de sondering, geïg onder
grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)

UNIPLOT 05.10.nl / QcfClass-N3.cmd / 2010-10-28 12:09:43

6007-0304-004

DKM113 - 1



Opg.: RNB/MF d.d. 25-Oct-2010 conus: F7.5CKE2HA/B X = 200677.4 Y = 432167.4 Sondering volgens norm NEN 5140, klasse 2
Get.: GOMMERP d.d. 2010-10-28 MV = NAP +14.06 m MV = NAP +14.06 m conustype cilindrisch elektrisch, 1500 mmf
α afwijking van de vertikaal



SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

AANVULLEND GRONDONDERZOEK KADEN LOBBERDENSE WAARD

Opdr. 6007-0304-004
Sond. DKM113

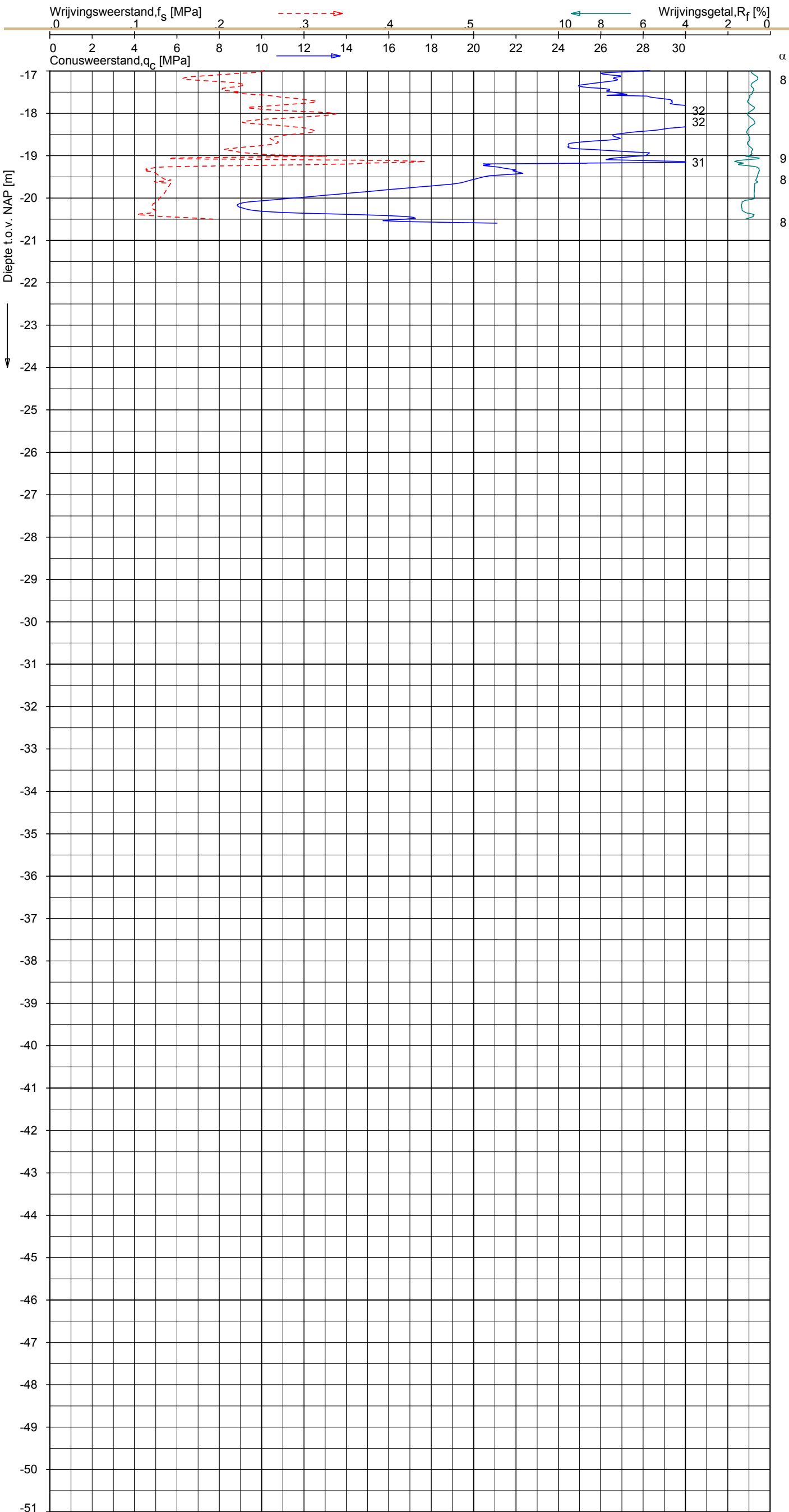


Indicatieve bodembeschrijving
Automatisch gegenereerd uit data
van de sondering, geleid onder
grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)

UNIPLOT 05.10.nl / QcfClass-N3.cmd / 2010-10-28 12:09:44

6007-0304-004

DKM113 - 2



	(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
	(5) ZAND, siltig tot LEEM
	(6) ZAND, zwak siltig tot siltig

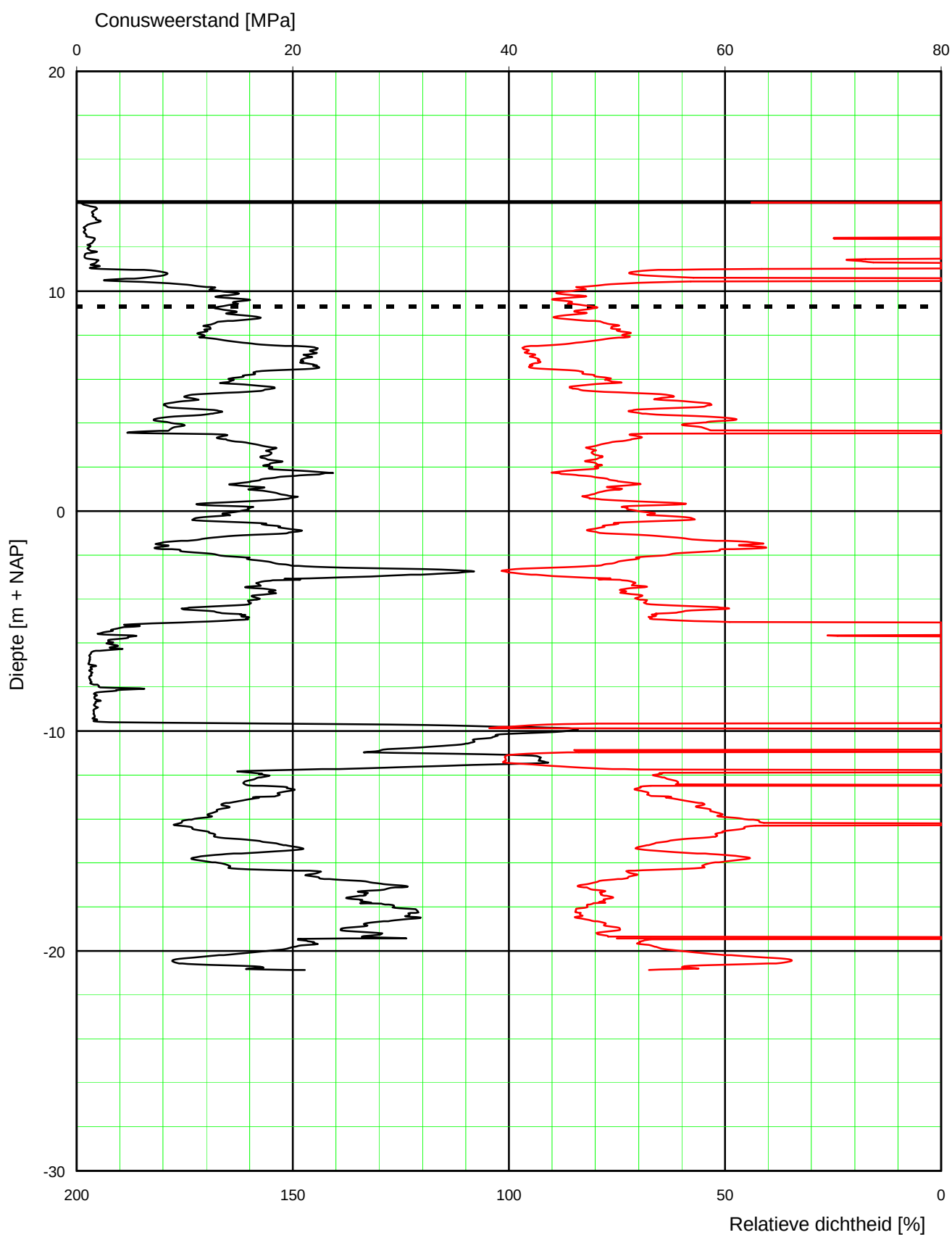
Opg. : RNB/MF d.d. 25-Oct-2010 conus : F7.5CKE2HA/B X = 200677.4 Y = 432167.4 Sondering volgens norm NEN 5140, klasse 2
Get. : GOMMERP d.d. 2010-10-28 MV = NAP +14.06 m conustype cilindrisch elektrisch, 1500 mmf
α afwijking van de vertikaal



SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

AANVULLEND GRONDONDERZOEK KADEN LOBBERDENSE WAARD

Opdr. 6007-0304-004
Sond. DKM113



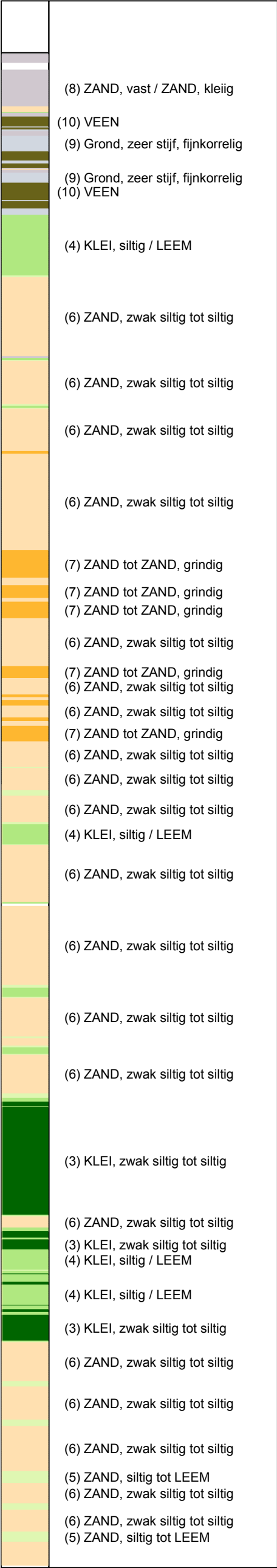
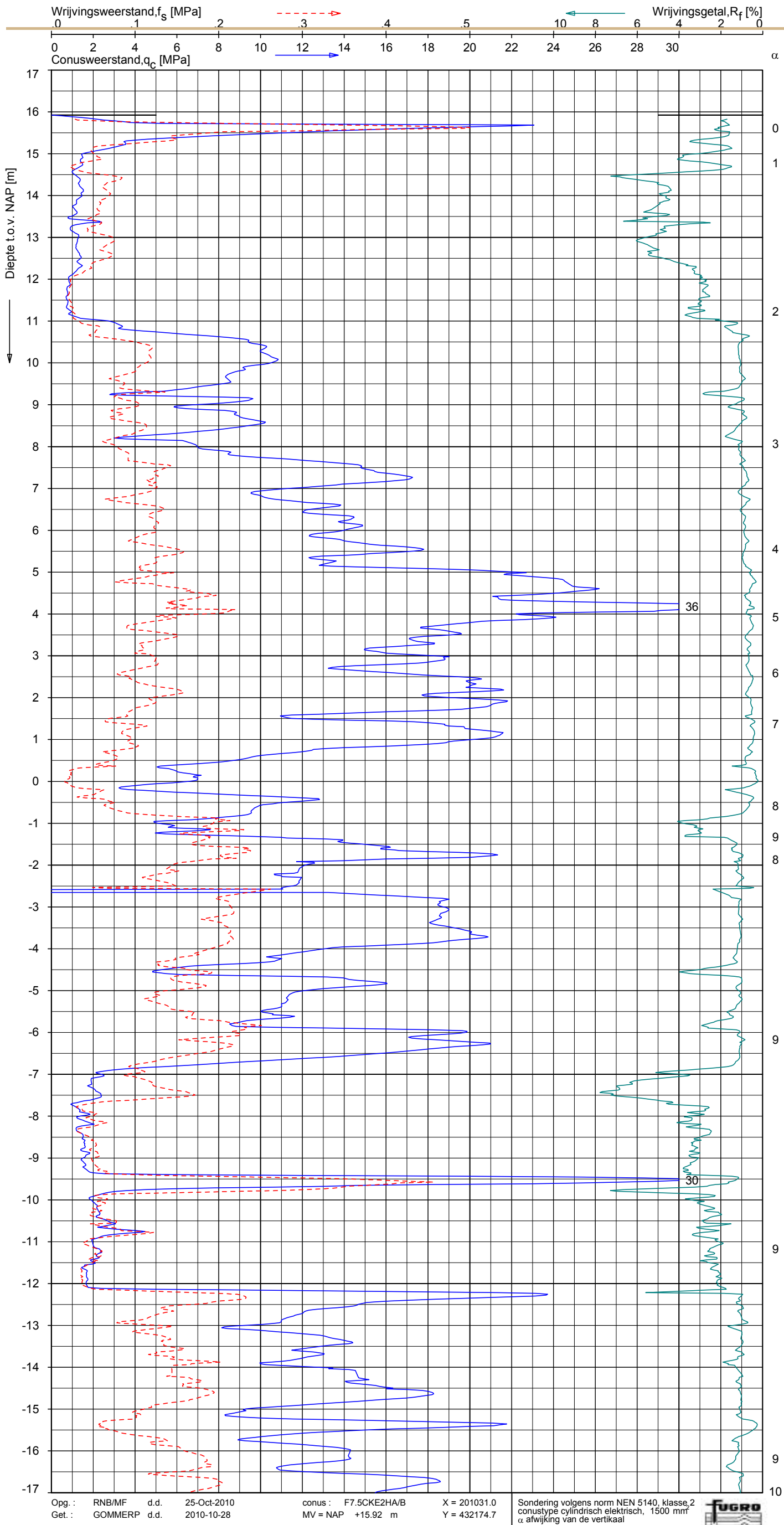


Indicatieve bodembeschrijving
Automatisch gegenereerd uit data
van de sondering, geleid onder
grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)

UNIPLOT 05.10.nl / QcfClass-N3.cmd / 2010-10-28 12:09:44

6007-0304-004

DKM114 - 1



Opg. : RNB/MF d.d. 25-Oct-2010 conus : F7.5CKE2HA/B X = 201031.0 Y = 432174.7
Get. : GOMMERP d.d. 2010-10-28 MV = NAP +15.92 m Sondering volgens norm NEN 5140, klasse 2
conustype cilindrisch elektrisch, 1500 mmf
α afwijking van de vertikaal



SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

AANVULLEND GRONDONDERZOEK KADEN LOBBERDENSE WAARD

Opdr. 6007-0304-004
Sond. DKM114

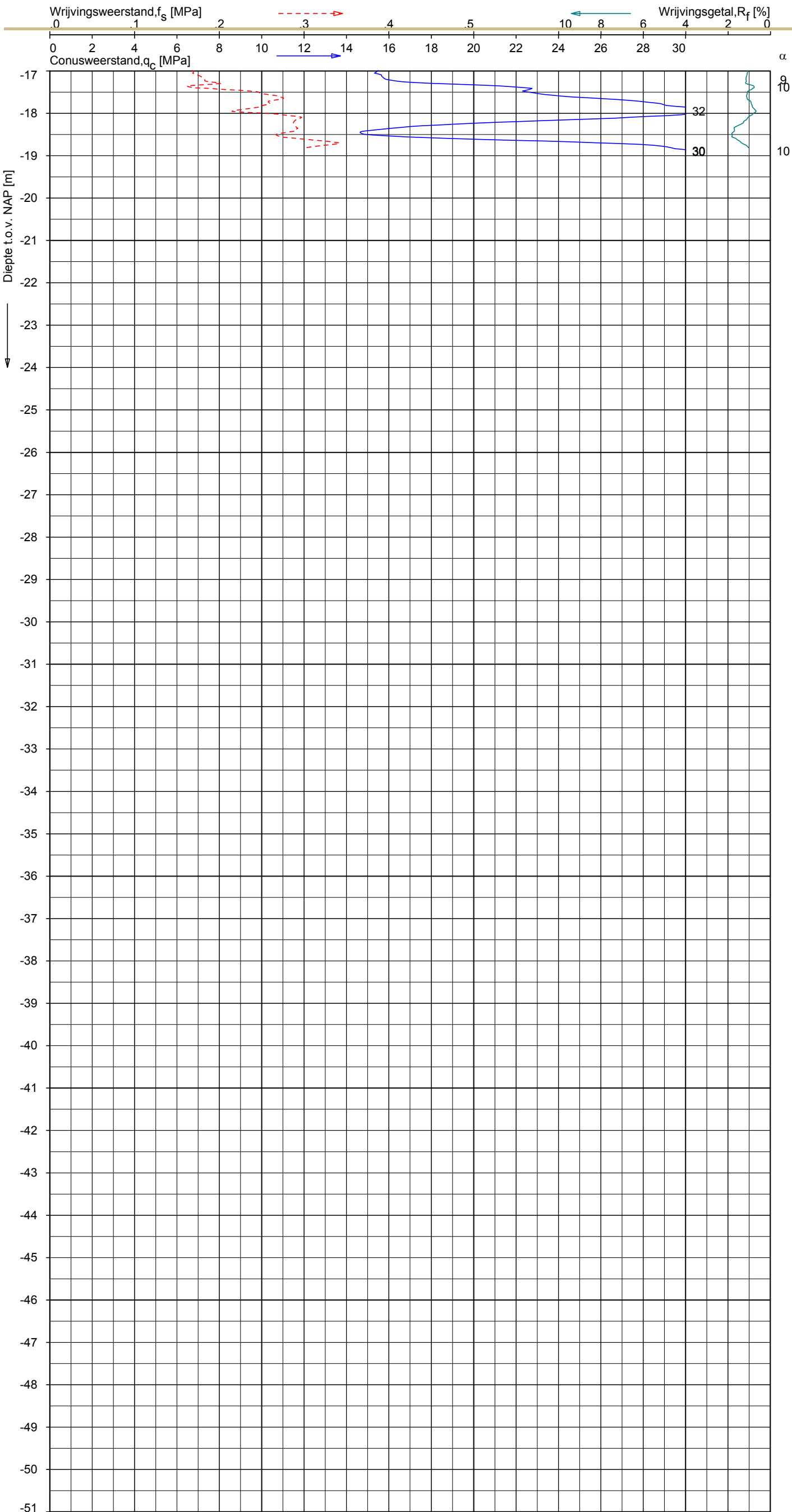


Indicatieve bodembeschrijving
Automatisch gegenereerd uit data
van de sondering, geïgig onder
grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)

UNIPLOT 05.10.nl / QcfClass-N3.cmd / 2010-10-28 12:09:44

6007-0304-004

DKM114 - 2



	(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
	(5) ZAND, siltig tot LEEM
	(6) ZAND, zwak siltig tot siltig

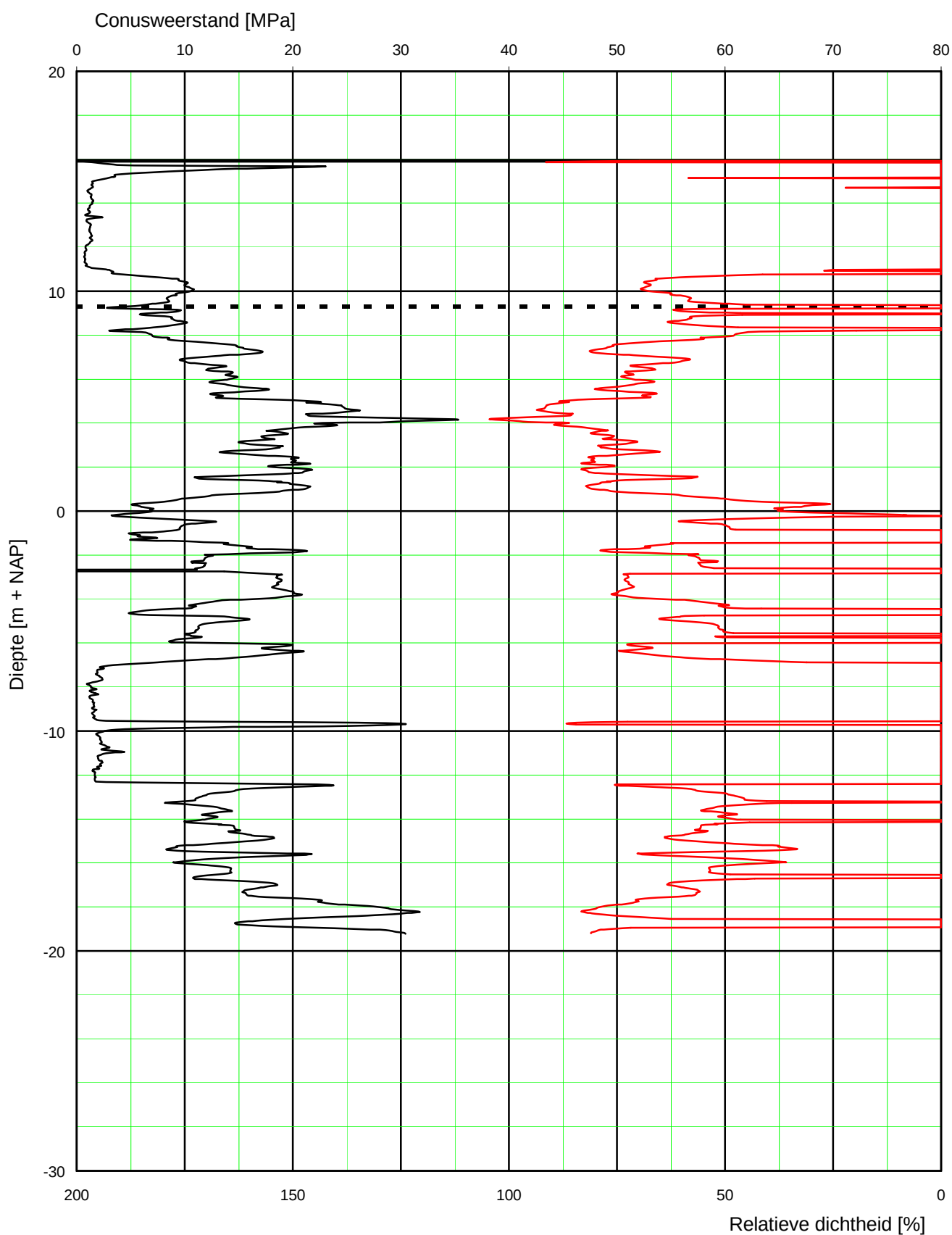
Opg. : RNB/MF d.d. 25-Oct-2010 conus : F7.5CKE2HA/B X = 201031.0 Y = 432174.7 Sondering volgens norm NEN 5140, klasse 2
Get. : GOMMERP d.d. 2010-10-28 MV = NAP +15.92 m conustype cilindrisch elektrisch, 1500 mmf
α afwijking van de vertikaal



SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

AANVULLEND GRONDONDERZOEK KADEN LOBBERDENSE WAARD

Opdr. 6007-0304-004
Sond. DKM114



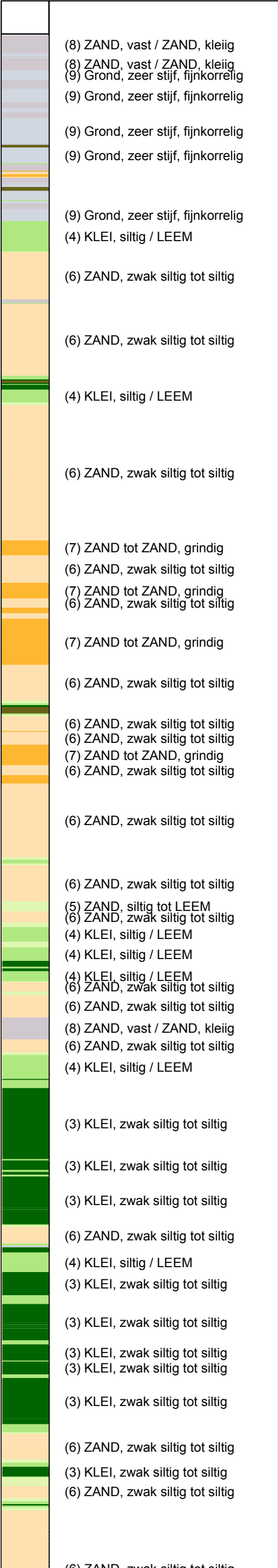
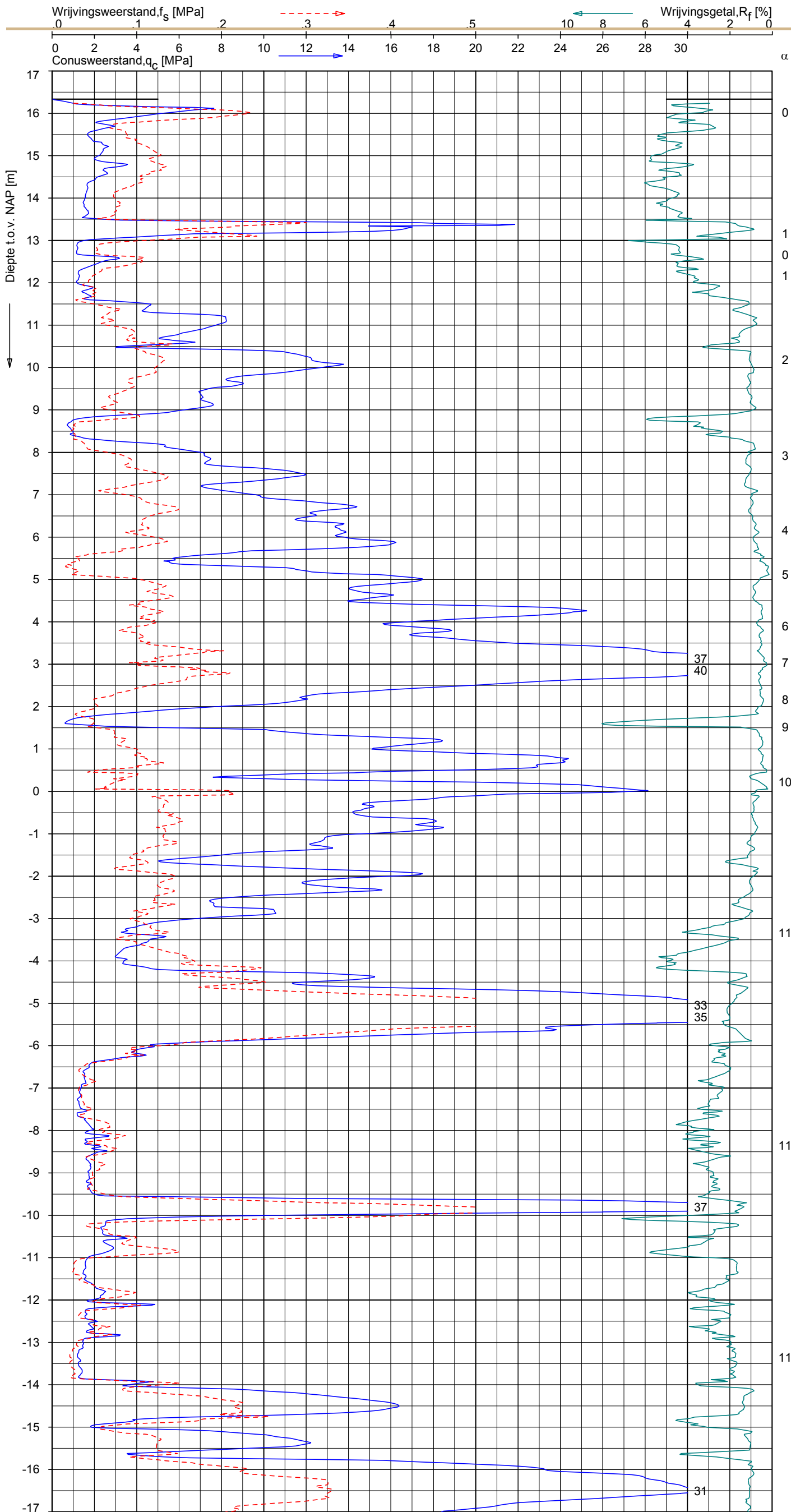


Indicatieve bodembeschrijving
Automatisch gegenereerd uit data
van de sondering, geleid onder
grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)

UNIPLOT 05.10.nl / QcfClass-N3.cmd / 2010-10-28 15:17:01

6007-0304-004

DKM115 - 1



Opg. : RNB/MF d.d. 25-Oct-2010 conus : F7.5CKE2HA/B X = 201116.6 Y = 432205.4 Sondering volgens norm NEN 5140, klasse 2
Get. : GOMMERP d.d. 2010-10-28 MV = NAP +16.33 m MV = NAP +16.33 m Sonustype cilindrisch elektrisch, 1500 mmf
α afwijking van de vertikaal



SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

AANVULLEND GRONDONDERZOEK KADEN LOBBERDENSE WAARD

Opdr. 6007-0304-004
Sond. DKM115

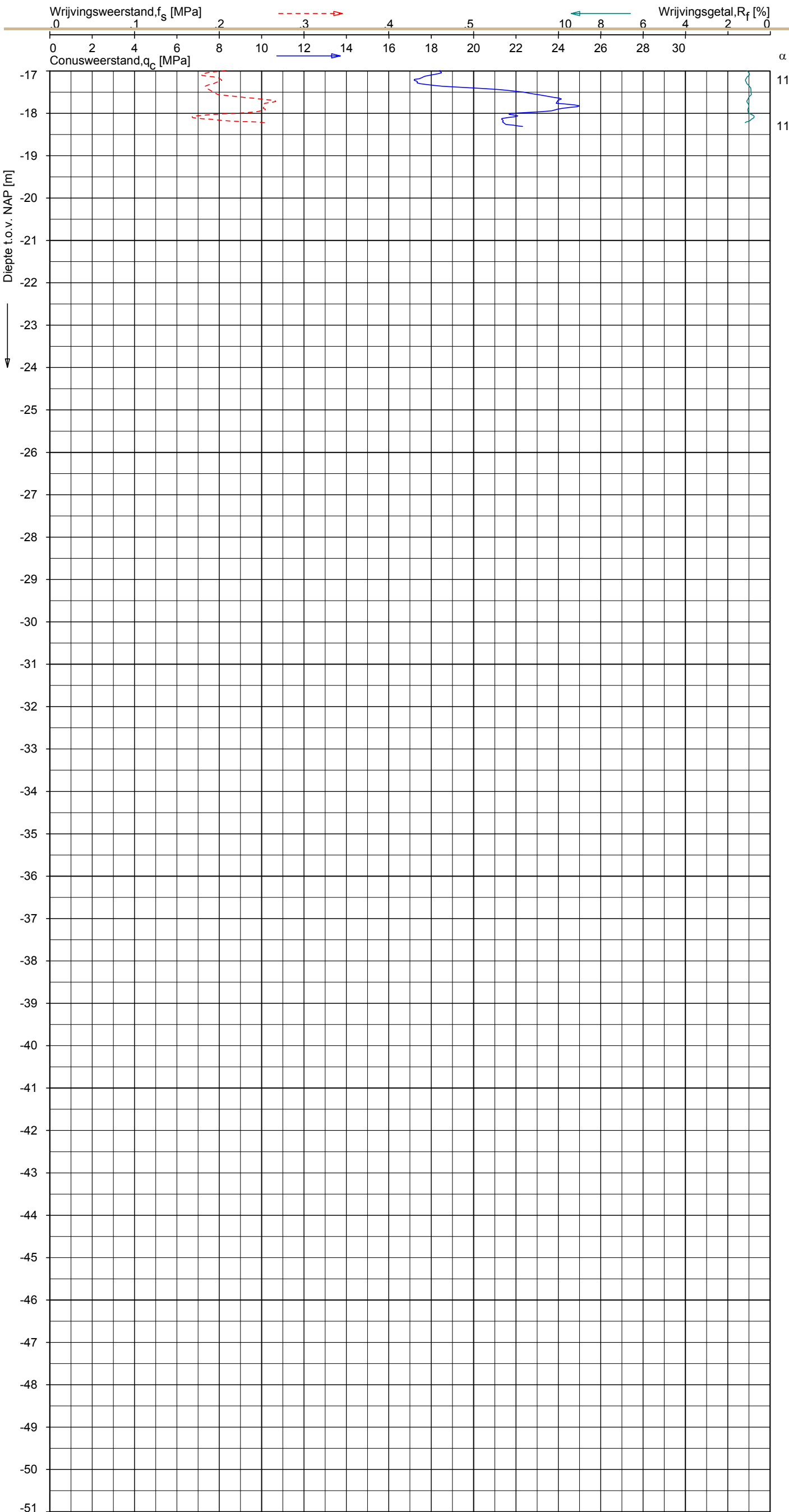


Indicatieve bodembeschrijving
Automatisch gegenereerd uit data
van de sondering, geïgig onder
grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)

UNIPLOT 05.10.nl / QcfClass-N3.cmd / 2010-10-28 15:17:01

6007-0304-004

DKM115 - 2



(6) ZAND, zwak siltig tot siltig

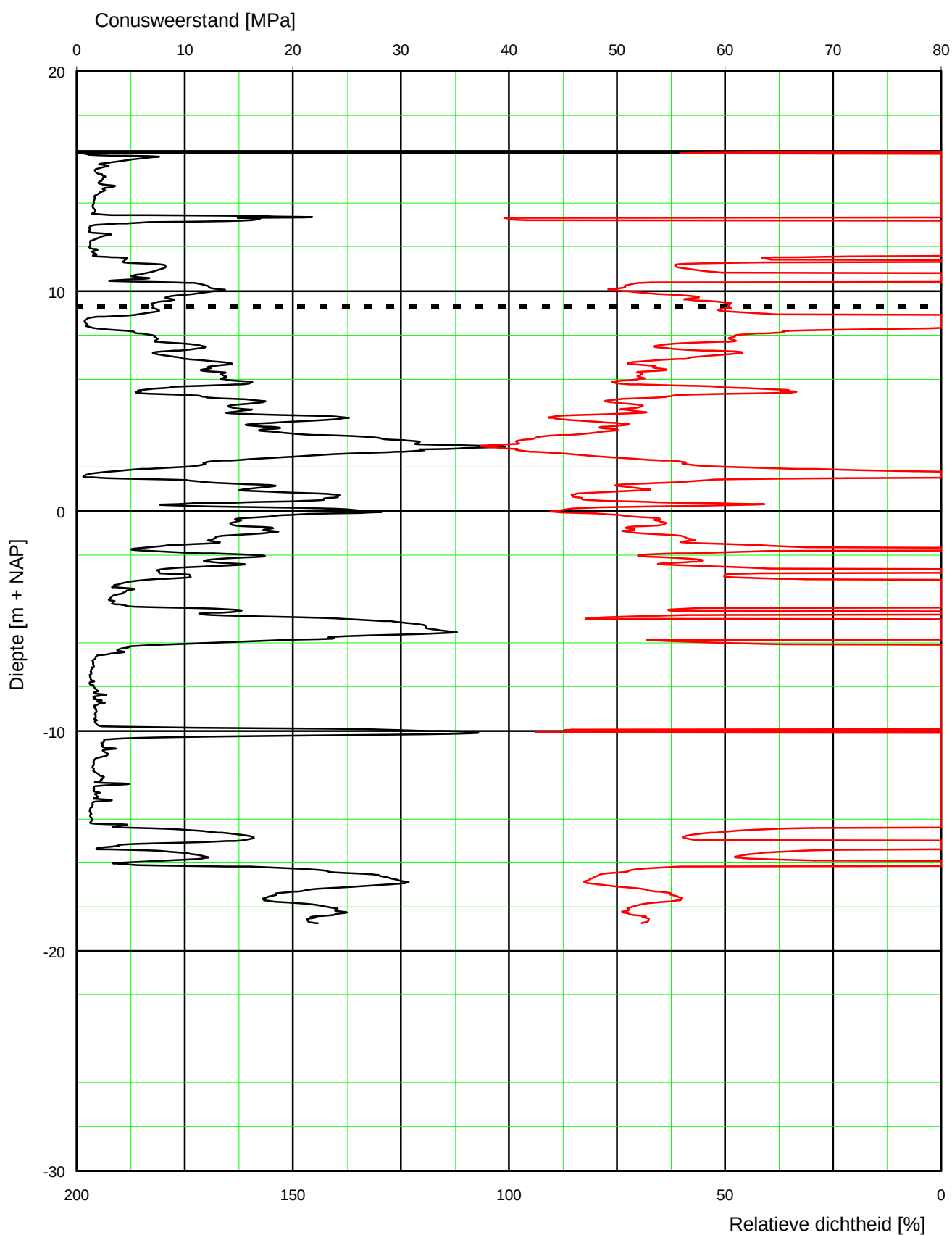
Opg. : RNB/MF d.d. 25-Oct-2010 conus : F7.5CKE2HA/B X = 201116.6 Y = 432205.4 Sondering volgens norm NEN 5140, klasse 2
Get. : GOMMERP d.d. 2010-10-28 MV = NAP +16.33 m conustype cilindrisch elektrisch, 1500 mmf
α afwijking van de vertikaal



SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

AANVULLEND GRONDONDERZOEK KADEN LOBBERDENSE WAARD

Opdr. 6007-0304-004
Sond. DKM115



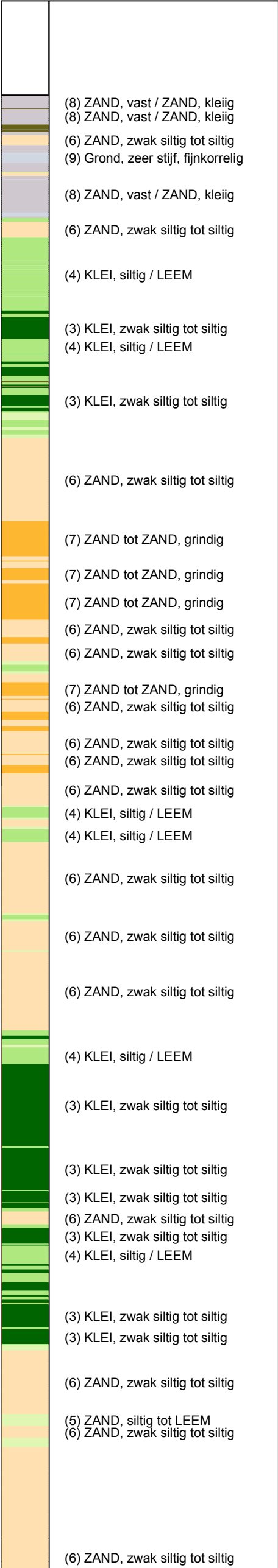
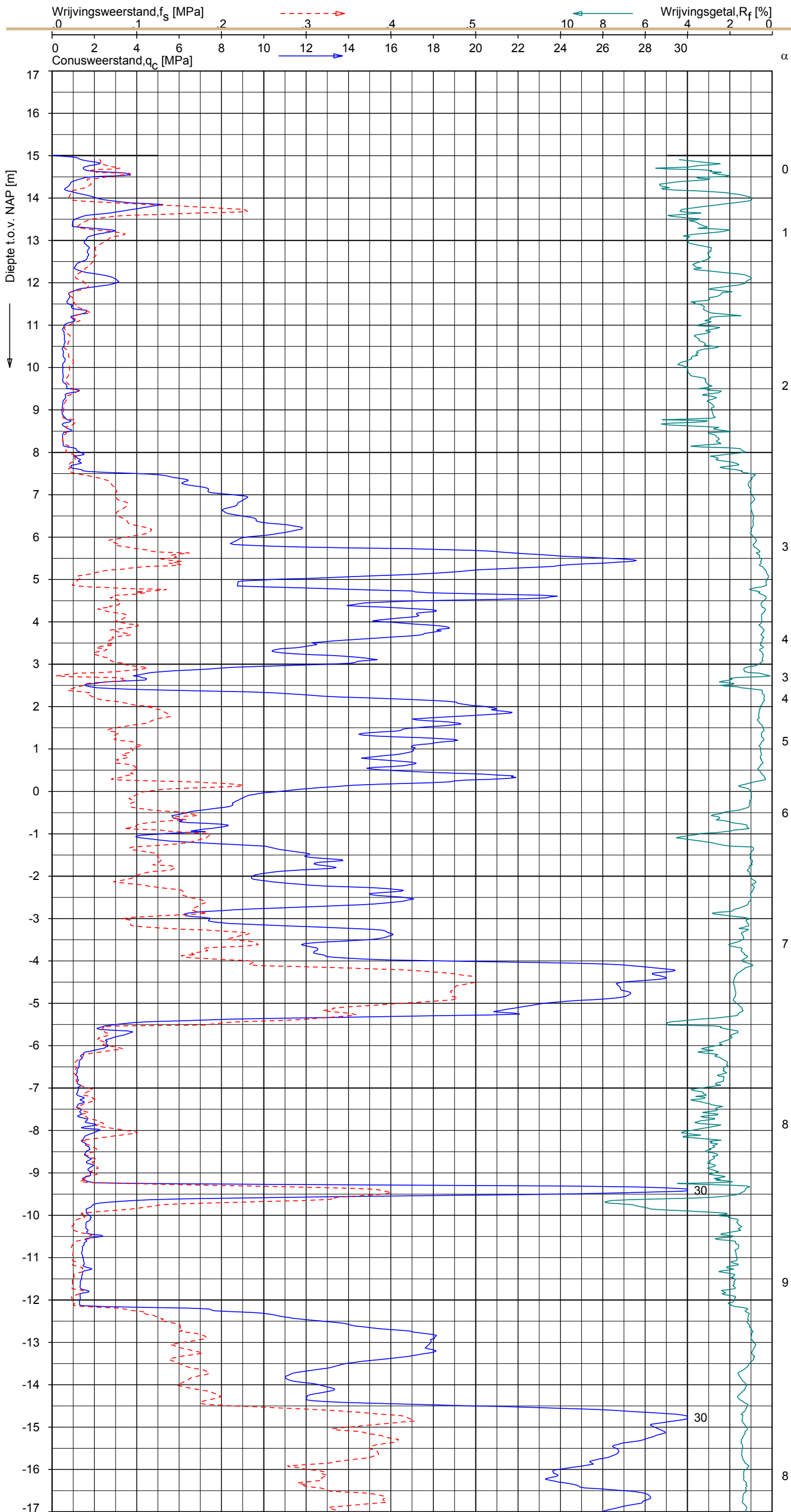


Indicatieve bodembeschrijving
Automatisch gegenereerd uit data
van de sondering, geïg onder
grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)

UNIPLOT 05.10.10 / QcfClass-N3.cmd / 2010-10-28 12:09:45

6007-0304-004

DKM116 - 1



Opg. : RNB/MF d.d. 25-Oct-2010 conus : F7.5CKE2HA/B X = 201226.2
Get. : GOMMERP d.d. 2010-10-28 MV = NAP +15.01 m Y = 432141.0
Sondering volgens norm NEN 5140, klasse 2
conustype cilindrisch elektrisch, 1500 mm
 α afwijking van de vertikaal



SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

AANVULLEND GRONDONDERZOEK KADEN LOBBERDENSE WAARD

Opdr. 6007-0304-004
Sond. DKM116

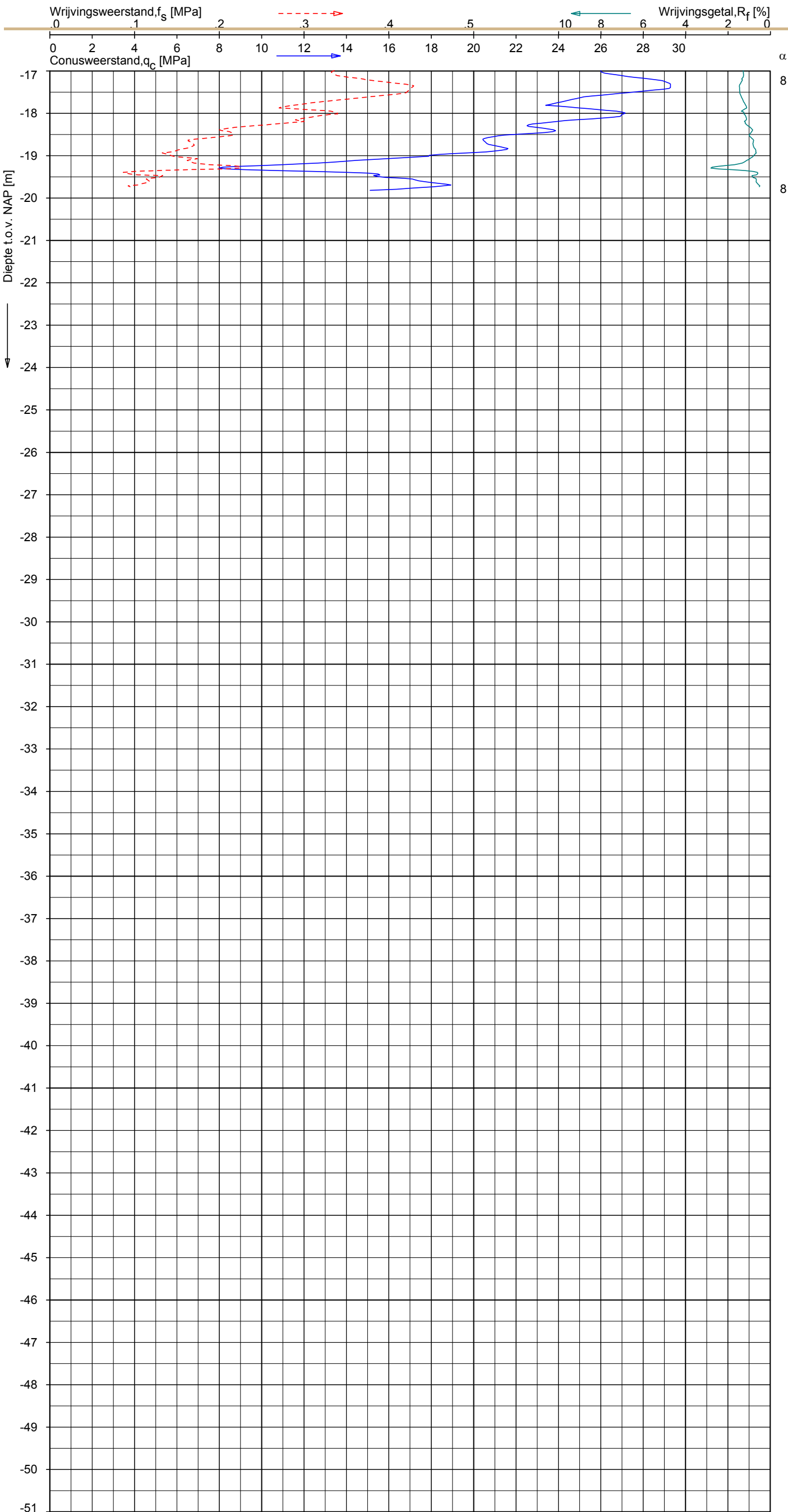


Indicatieve bodembeschrijving
Automatisch gegenereerd uit data
van de sondering, geïgig onder
grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)

UNIPLOT 05.10.nl / QcfClass-N3.cmd / 2010-10-28 12:09:45

6007-0304-004

DKM116 - 2



	(6) ZAND, zwak siltig tot siltig
	(6) ZAND, zwak siltig tot siltig

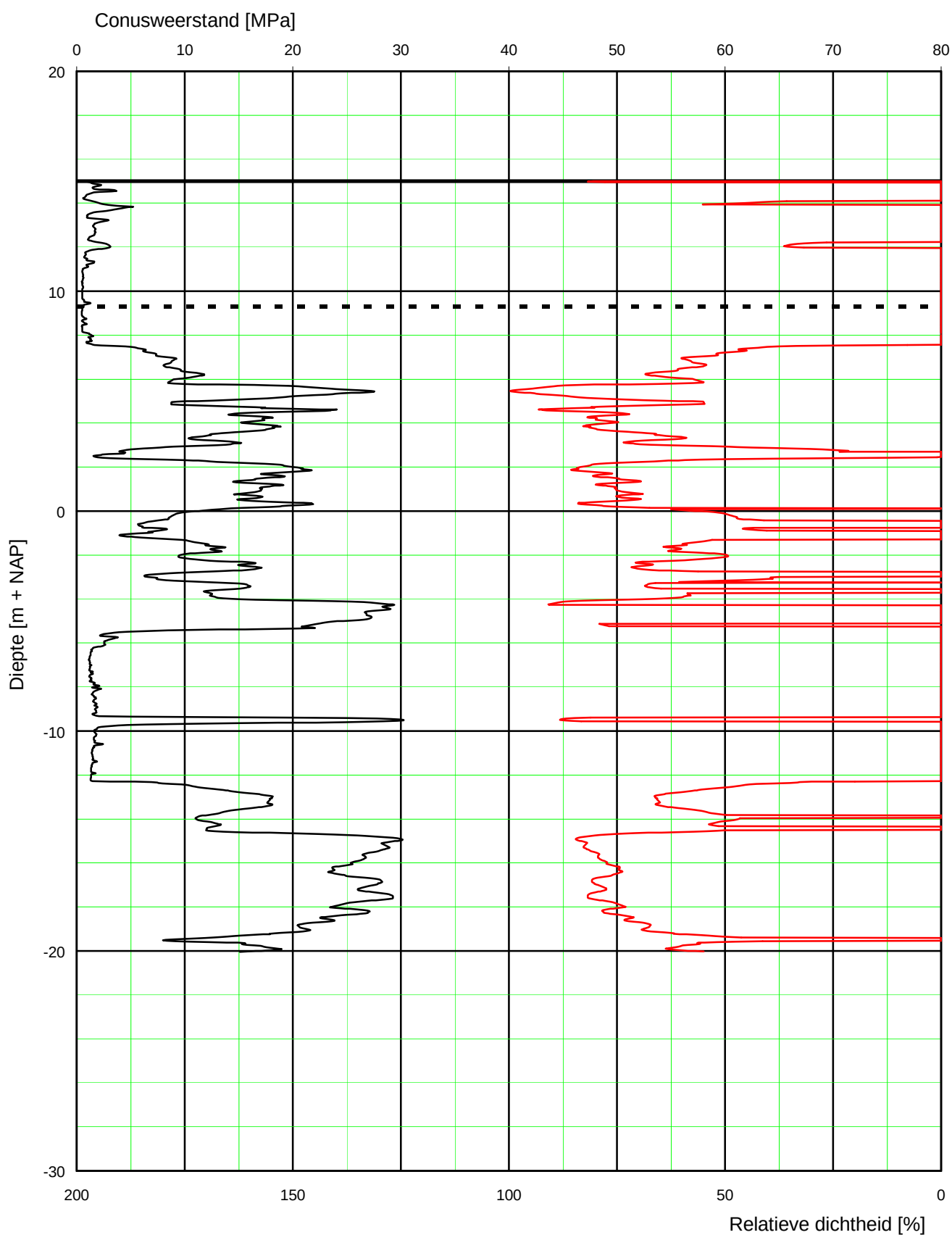
Opg. : RNB/MF d.d. 25-Oct-2010 conus : F7.5CKE2HA/B X = 201226.2 Y = 432141.0 Sondering volgens norm NEN 5140, klasse 2
Get. : GOMMERP d.d. 2010-10-28 MV = NAP +15.01 m conustype cilindrisch elektrisch, 1500 mmf
α afwijking van de vertikaal



SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

AANVULLEND GRONDONDERZOEK KADEN LOBBERDENSE WAARD

Opdr. 6007-0304-004
Sond. DKM116



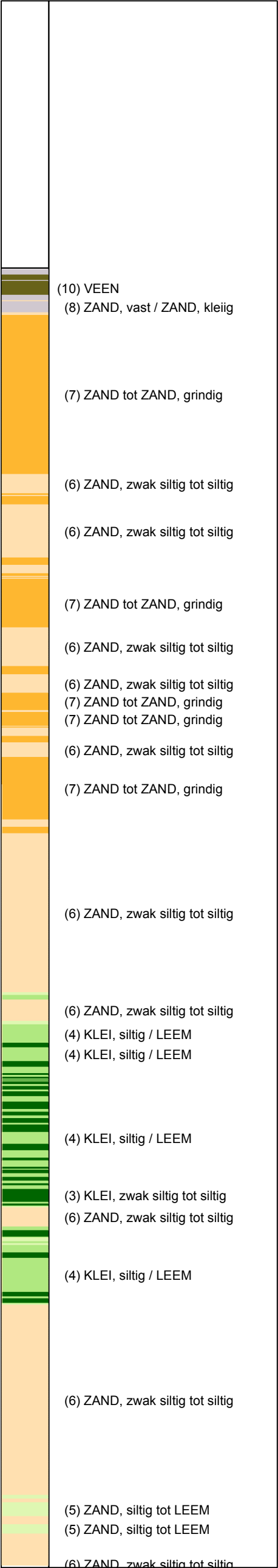
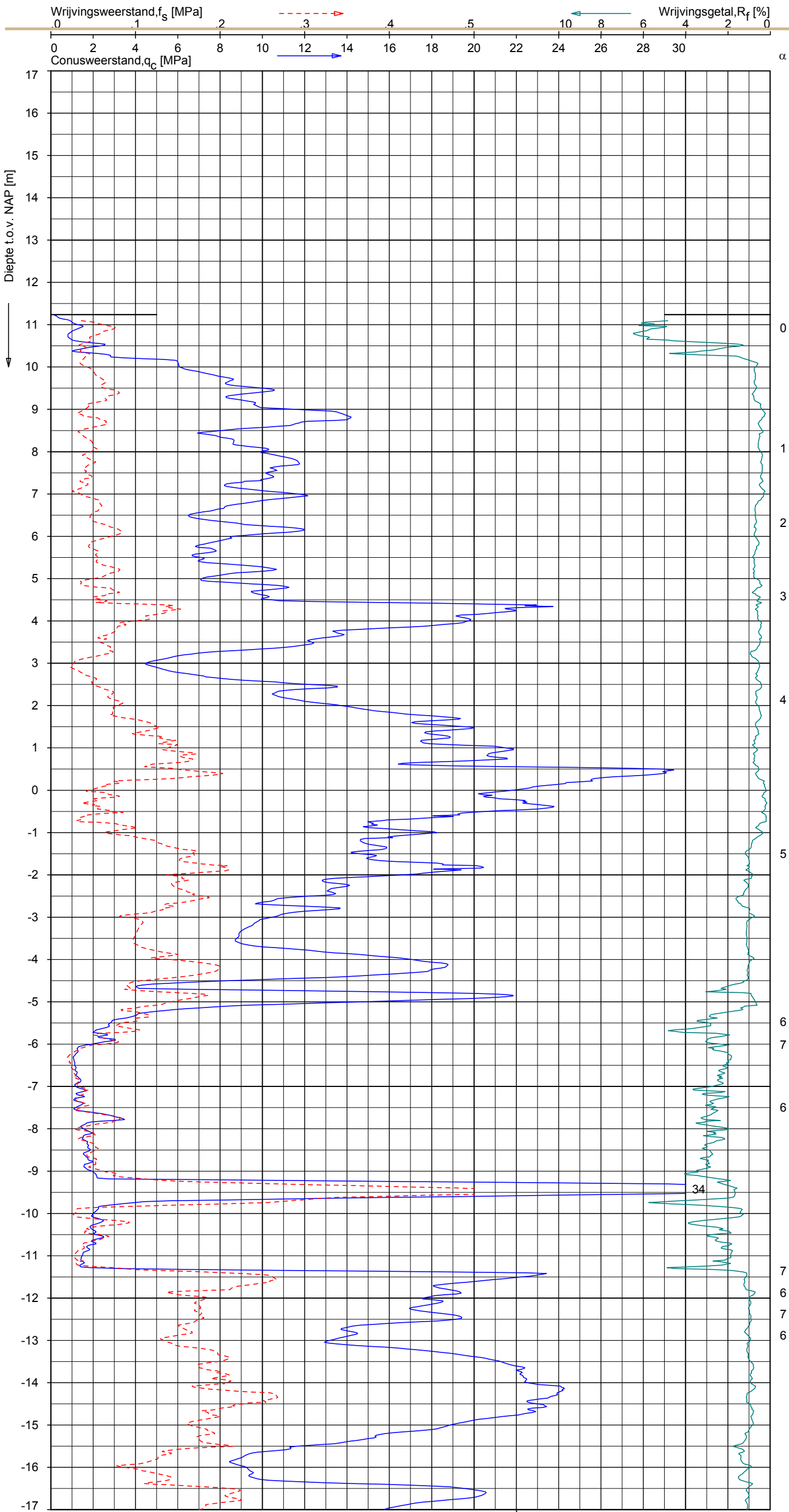


Indicatieve bodembeschrijving
Automatisch gegenereerd uit data
van de sondering, geradig onder
grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)

UNIPLOT 05.10.nl / QcfClass-N3.cmd / 2010-10-28 15:17:02

6007-0304-004

DKM117 - 1



Opg. : RNB/MF d.d. 26-Oct-2010 conus : F7.5CKE2HA/B X = 200935.3
Get. : GOMMERP d.d. 2010-10-28 MV = NAP +11.24 m Y = 432174.0
Sondering volgens norm NEN 5140, klasse 2
conustype cilindrisch elektrisch, 1500 mm
α afwijking van de vertikaal



SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

AANVULLEND GRONDONDERZOEK KADEN LOBBERDENSE WAARD

Opdr. 6007-0304-004
Sond. DKM117

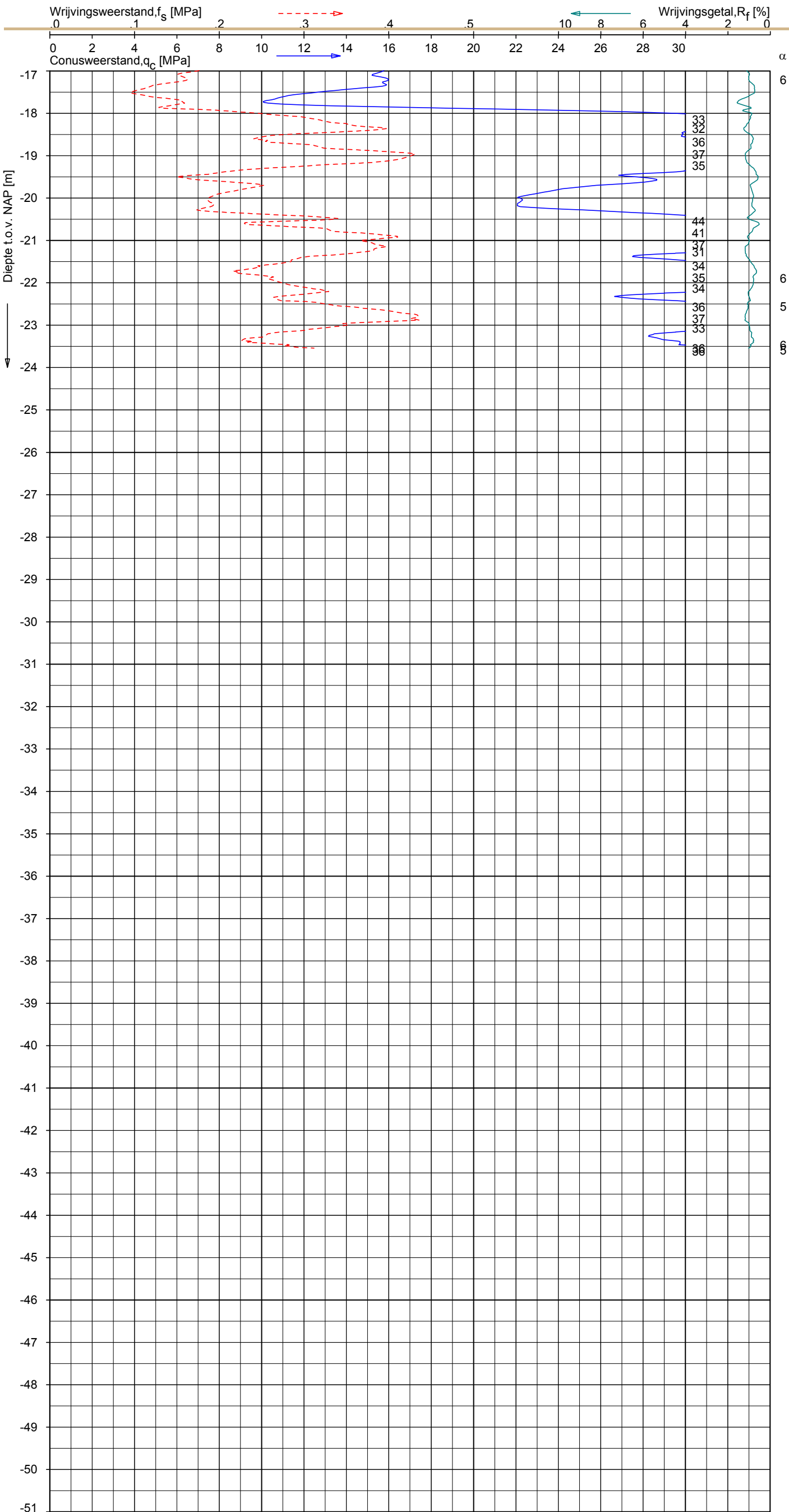


Indicatieve bodembeschrijving
Automatisch gegenereerd uit data
van de sondering, geldig onder
grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)

UNIPLOT 05.10.nl / QcfClass-N3.cmd / 2010-10-28 15:17:02

6007-0304-004

DKM117 - 2



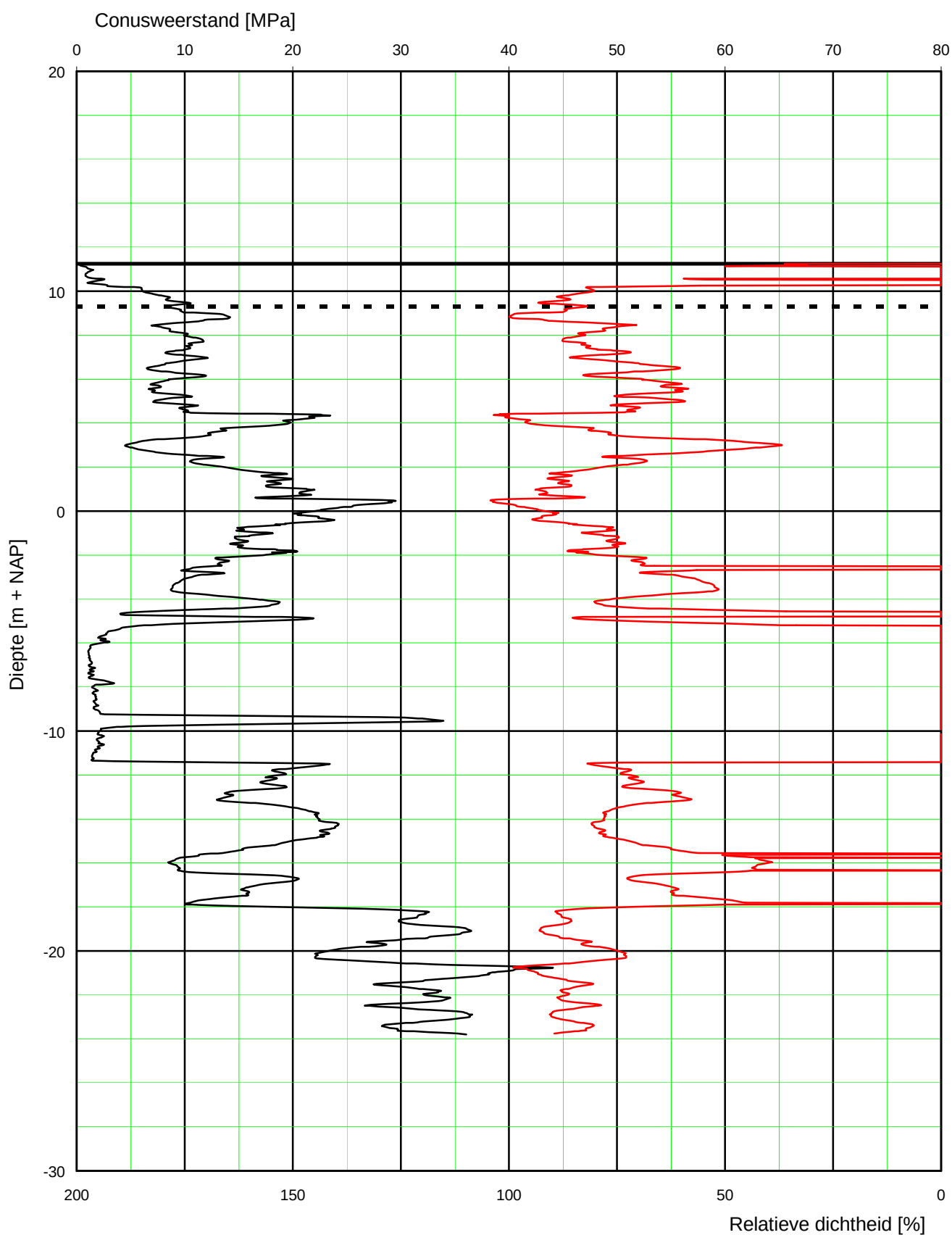
Opg. : RNB/MF d.d. 26-Oct-2010 conus : F7.5CKE2HA/B X = 200935.3
Get. : GOMMERP d.d. 2010-10-28 MV = NAP +11.24 m Y = 432174.0
Sondering volgens norm NEN 5140, klasse 2
conustype cilindrisch elektrisch, 1500 mm
 α afwijking van de vertikaal



SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

AANVULLEND GRONDONDERZOEK KADEN LOBBERDENSE WAARD

Opdr. 6007-0304-004
Sond. DKM117



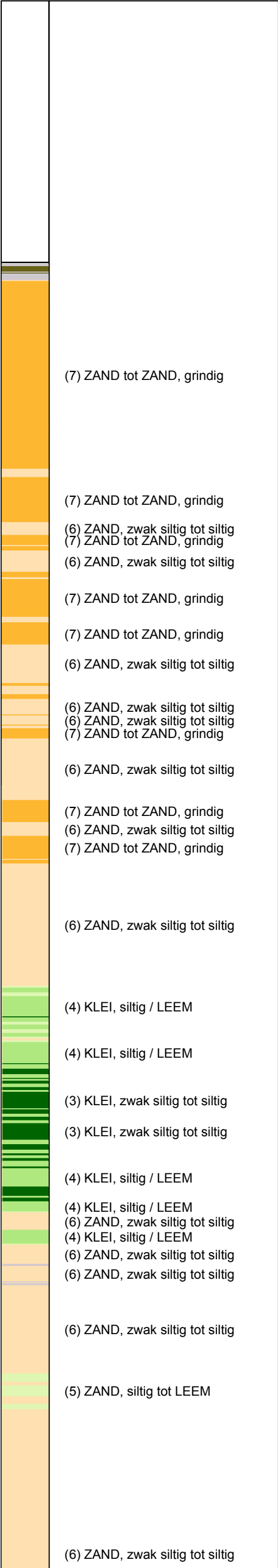
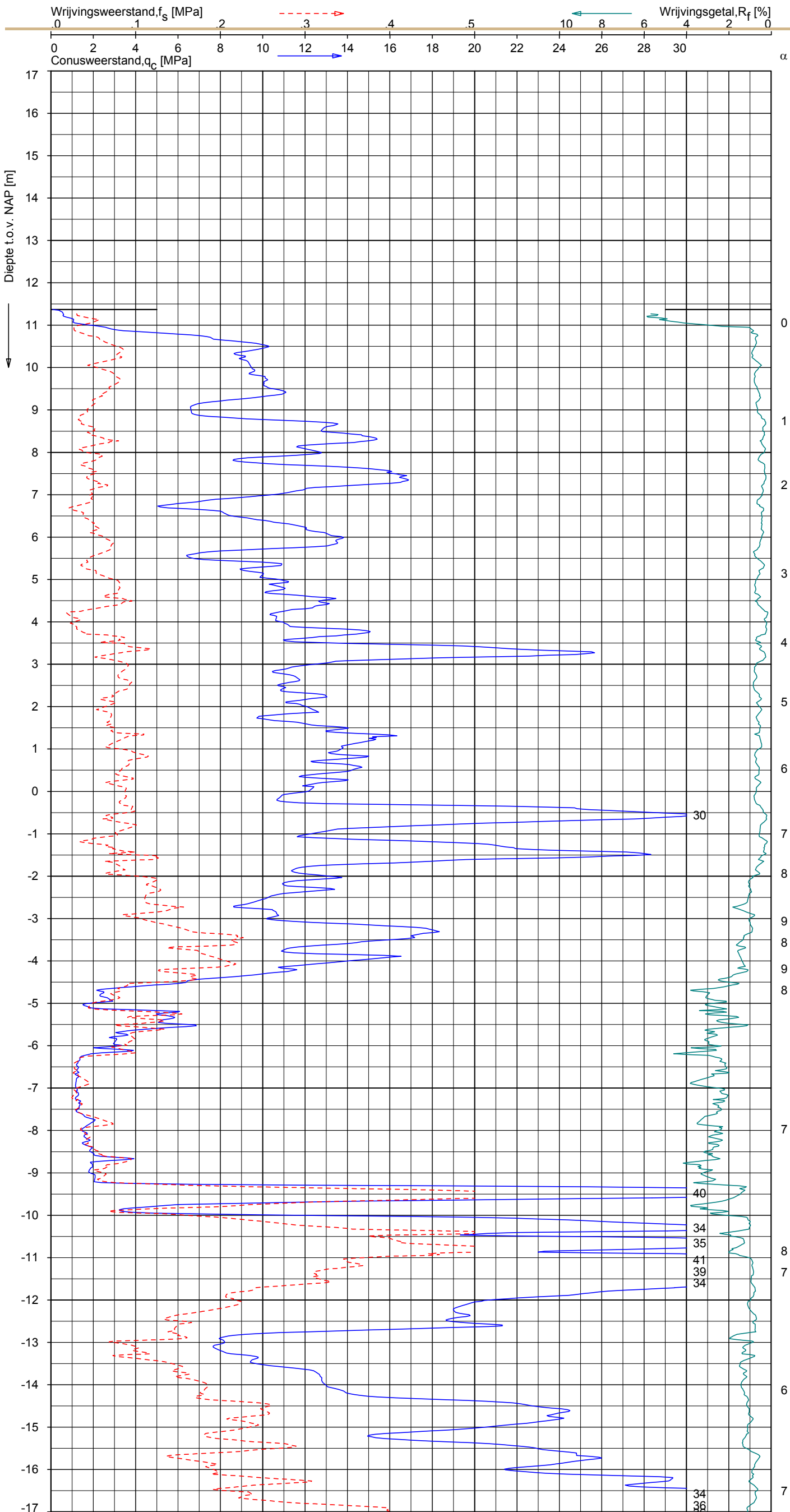


Indicatieve bodembeschrijving
Automatisch gegenereerd uit data
van de sondering, geleid onder
grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)

UNIPLOT 05.10.nl / QcfClass-N3.cmd / 2010-10-28 15:17:02

6007-0304-004

DKM118 - 1



Opg. : RNB/MF d.d. 26-Oct-2010 conus : F7.5CKE2HA/B X = 200850.9 Y = 432167.8 Sondering volgens norm NEN 5140, klasse 2
Get. : GOMMERP d.d. 2010-10-28 MV = NAP +11.37 m MV = NAP +11.37 m conustype cilindrisch elektrisch, 1500 mm
 α afwijking van de vertikaal



SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

AANVULLEND GRONDONDERZOEK KADEN LOBBERDENSE WAARD

Opdr. 6007-0304-004
Sond. DKM118

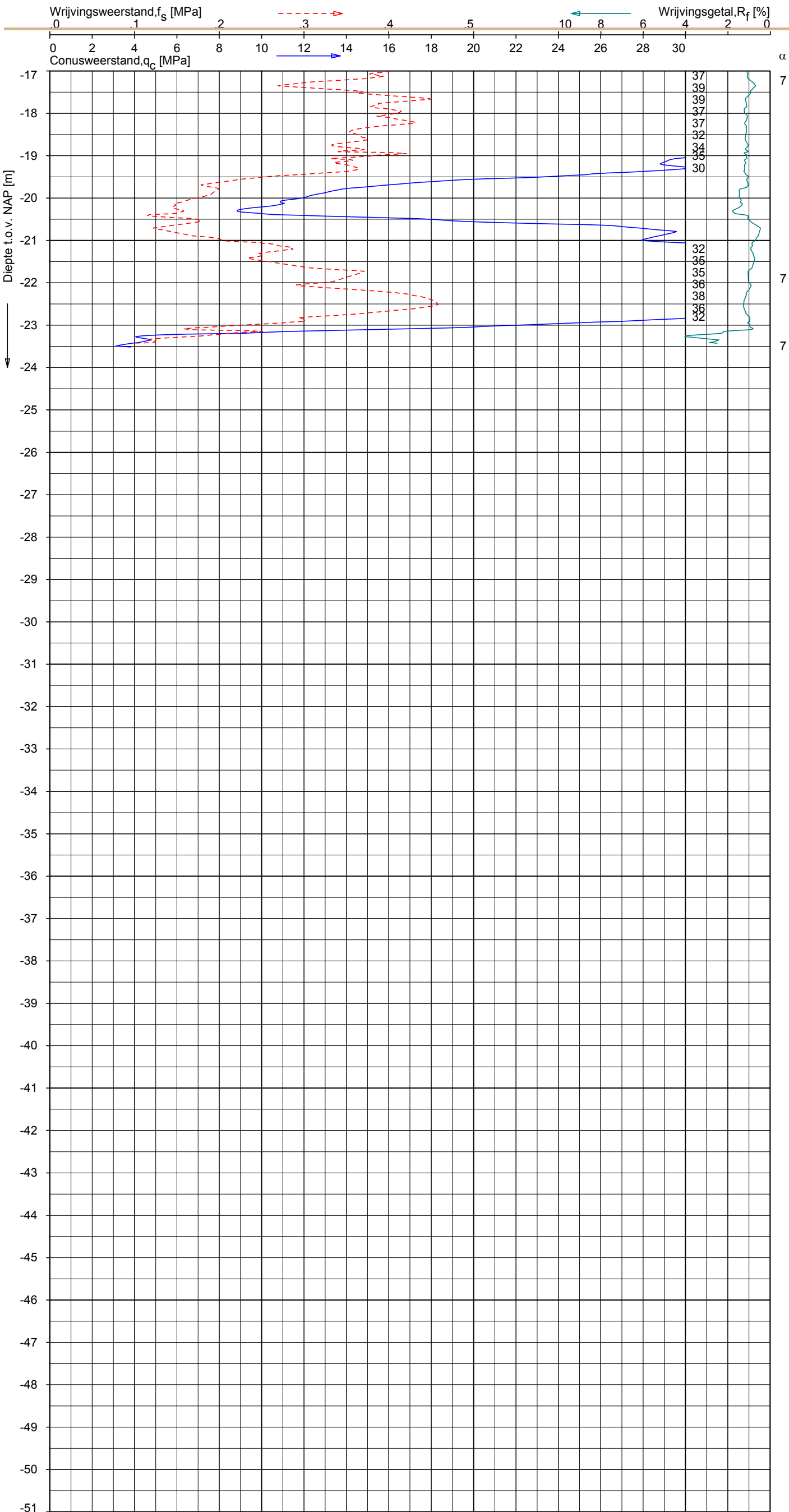


Indicatieve bodembeschrijving
Automatisch gegenereerd uit data
van de sondering, geïg onder
grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)

UNIPLOT 05.10.nl / QcfClass-N3.cmd / 2010-10-28 15:17:03

6007-0304-004

DKM118 - 2



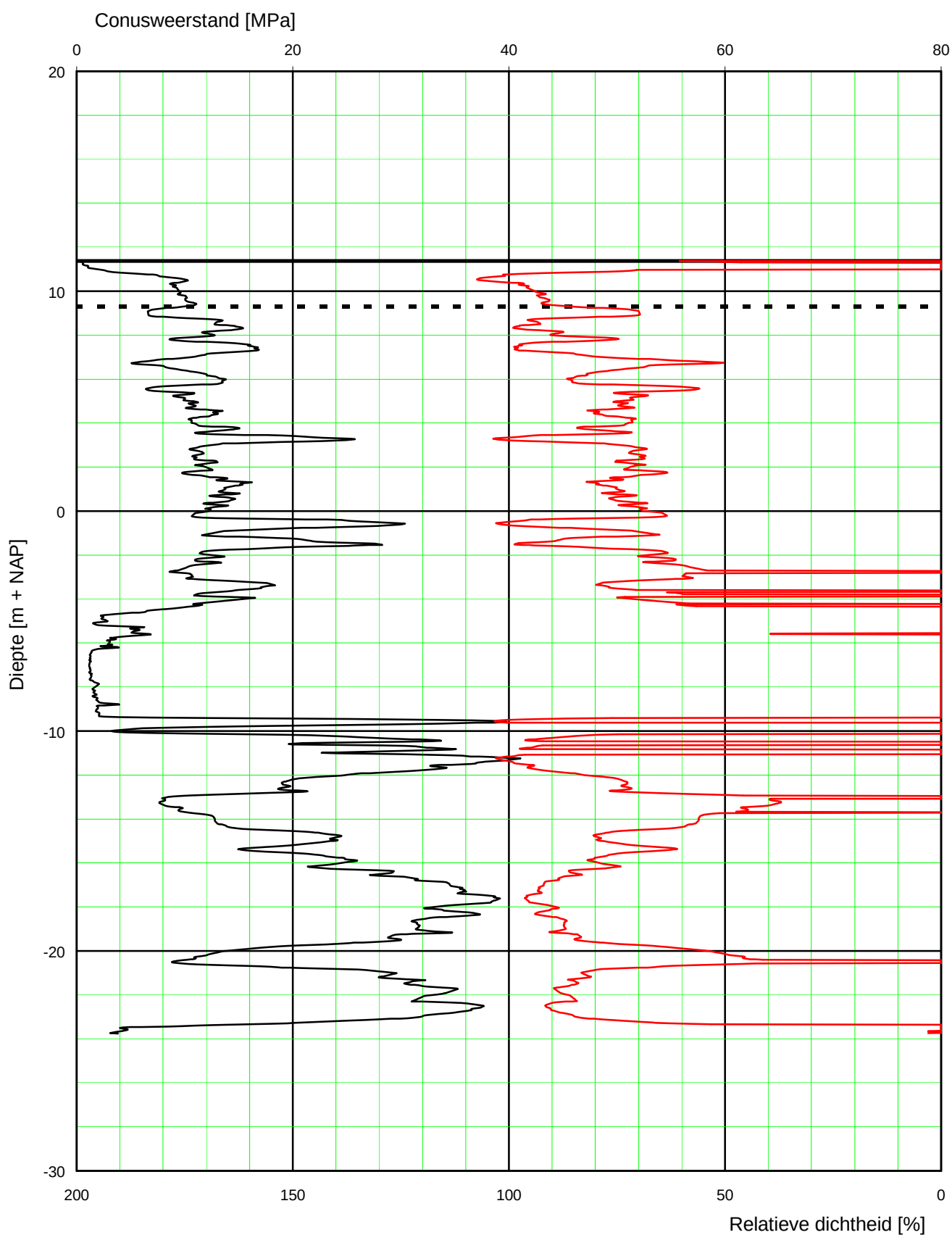
Opg. : RNB/MF d.d. 26-Oct-2010 conus : F7.5CKE2HA/B X = 200850.9
Get. : GOMMERP d.d. 2010-10-28 MV = NAP +11.37 m Y = 432167.8
Sondering volgens norm NEN 5140, klasse 2
conustype cilindrisch elektrisch, 1500 mm
 α afwijking van de vertikaal

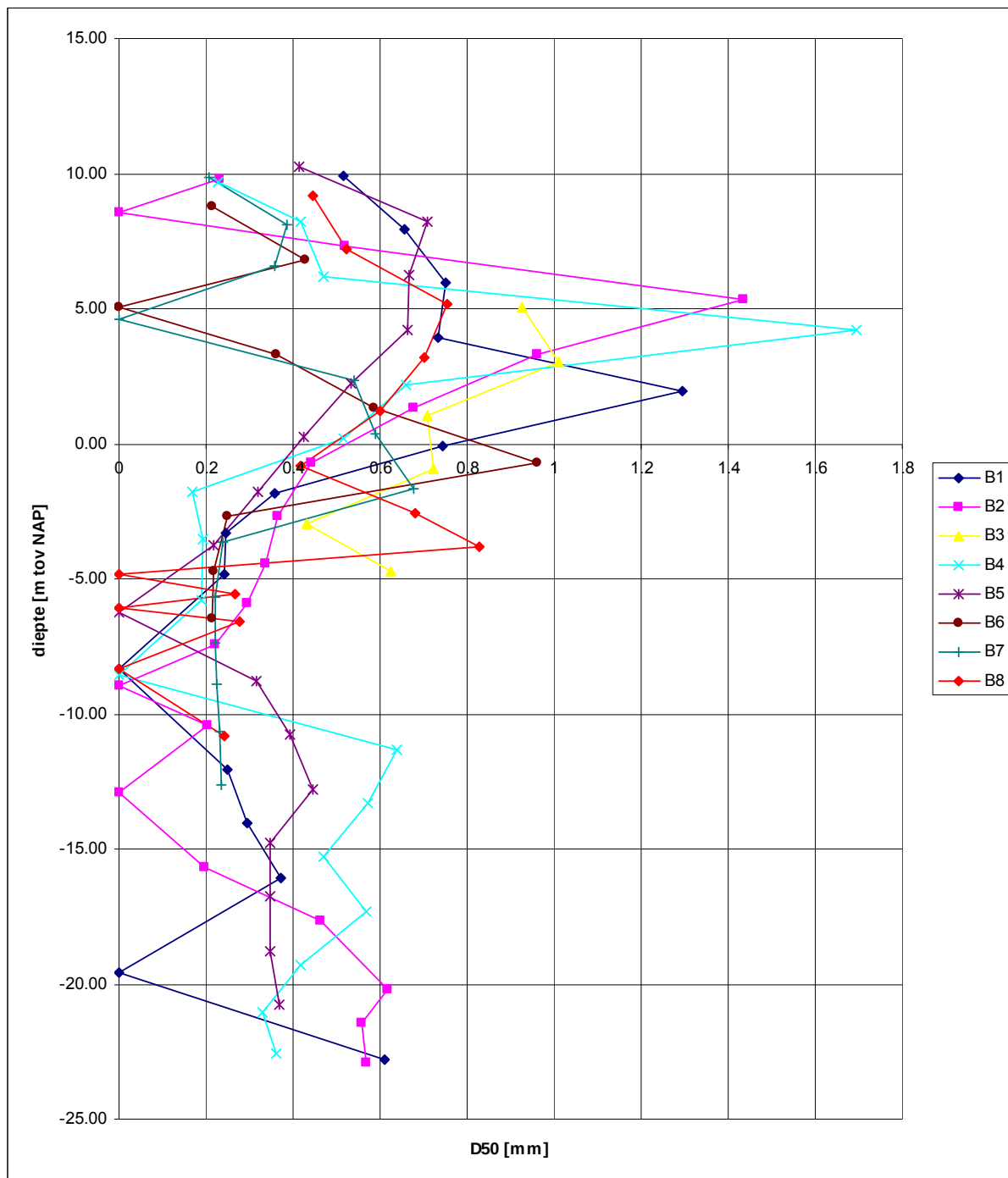


SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

AANVULLEND GRONDONDERZOEK KADEN LOBBERDENSE WAARD

Opdr. 6007-0304-004
Sond. DKM118



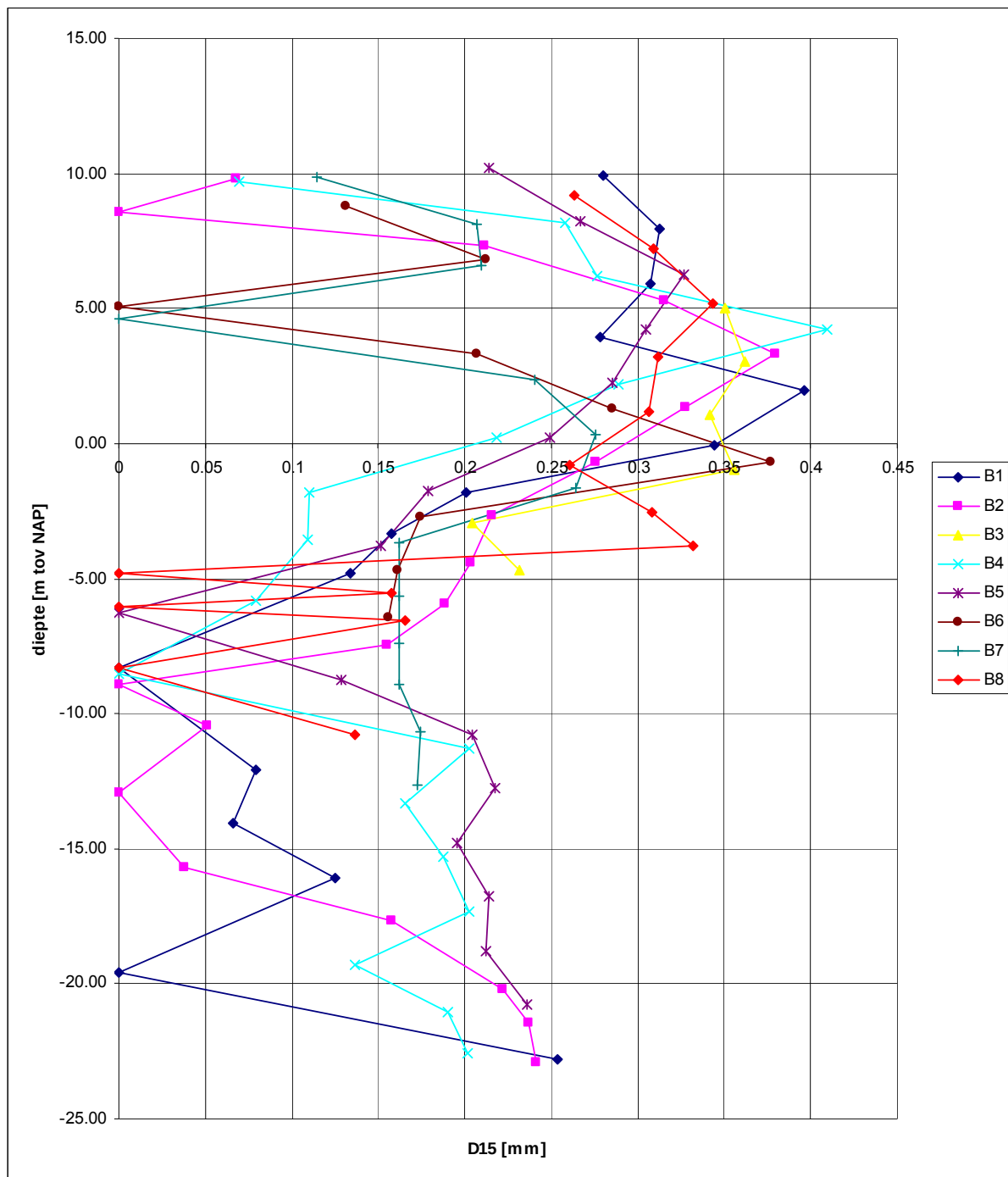


GEMIDDELDE KORRELGROOTTE D50 OOSTELIJKE ZANDWINPUT

STABILITEITSADVIES LOBBERDENSE WAARD

Opdr. : 6007-0304-002

Bijl. : 3-1

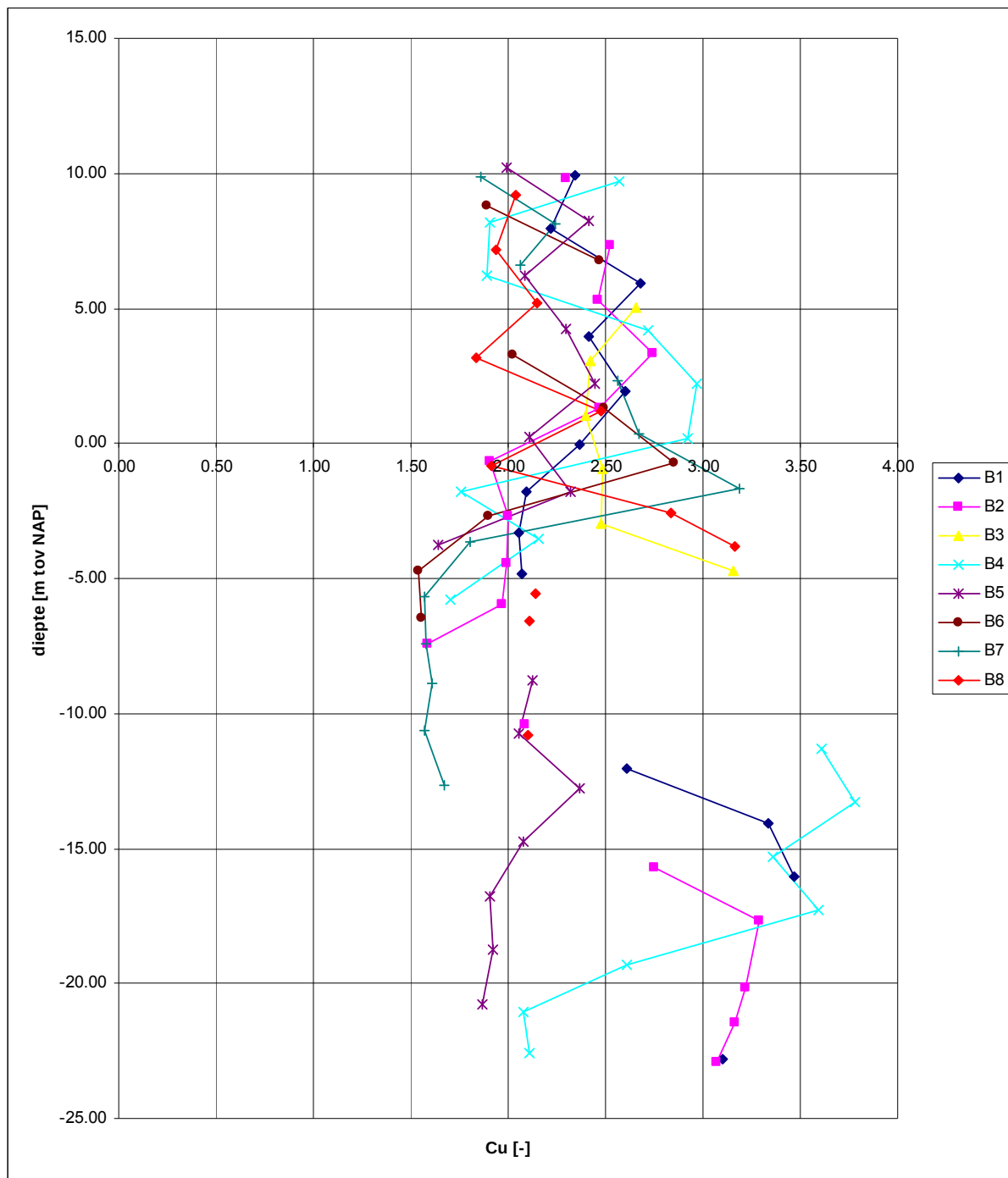


KORRELGROOTTE D15 OOSTELIJKE ZANDWINPUT

STABILITEITSADVIES LOBBERDENSE WAARD

Opdr. : 6007-0304-002

Bijl. : 3-2

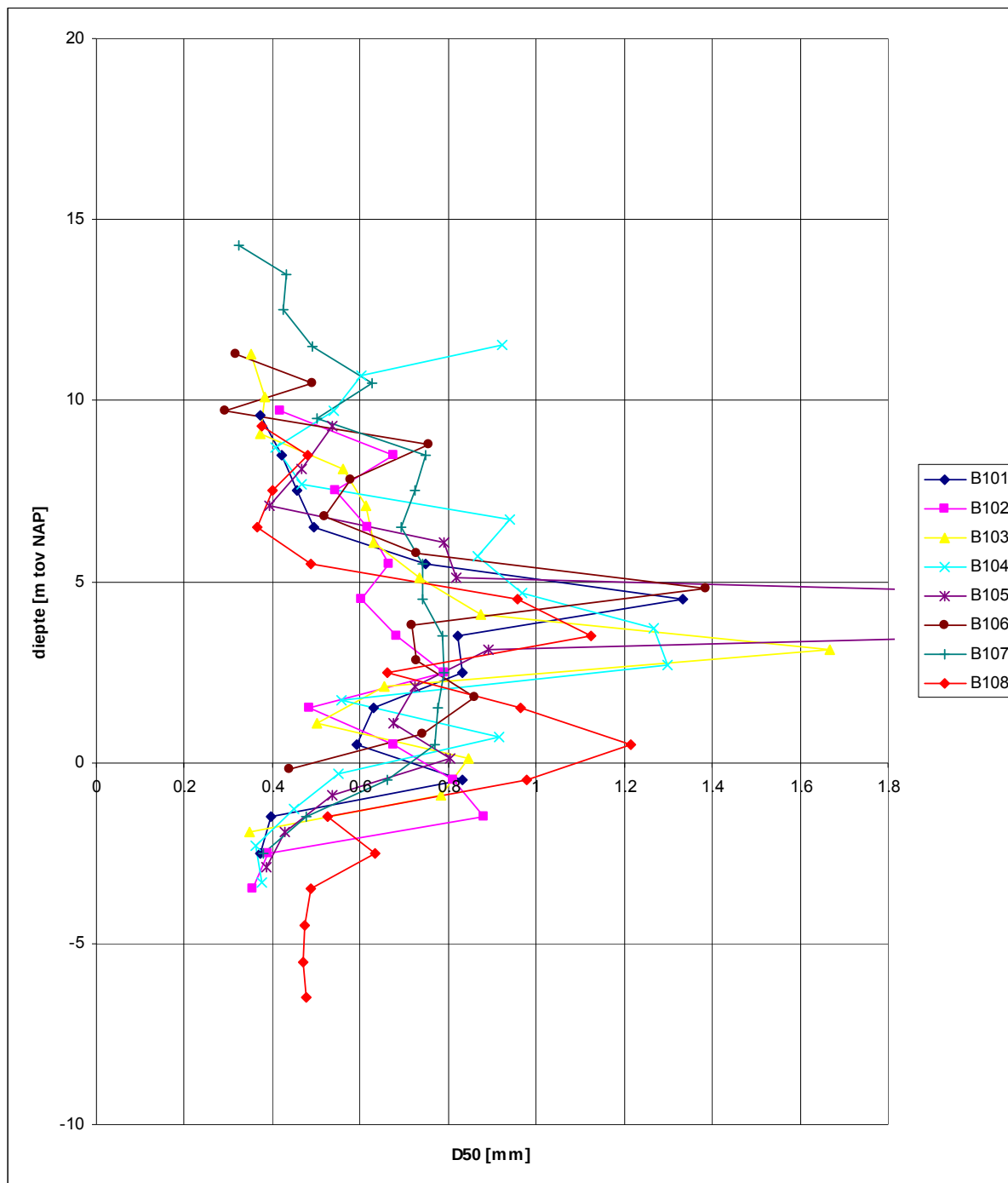


GELIJKMATIGHEIDSCOEFFICIENT OOSTELIJKE ZANDWINPUT

STABILITEITSADVIES LOBBERDENSE WAARD

Opdr. : 6007-0304-002

Bijl. : 3-3

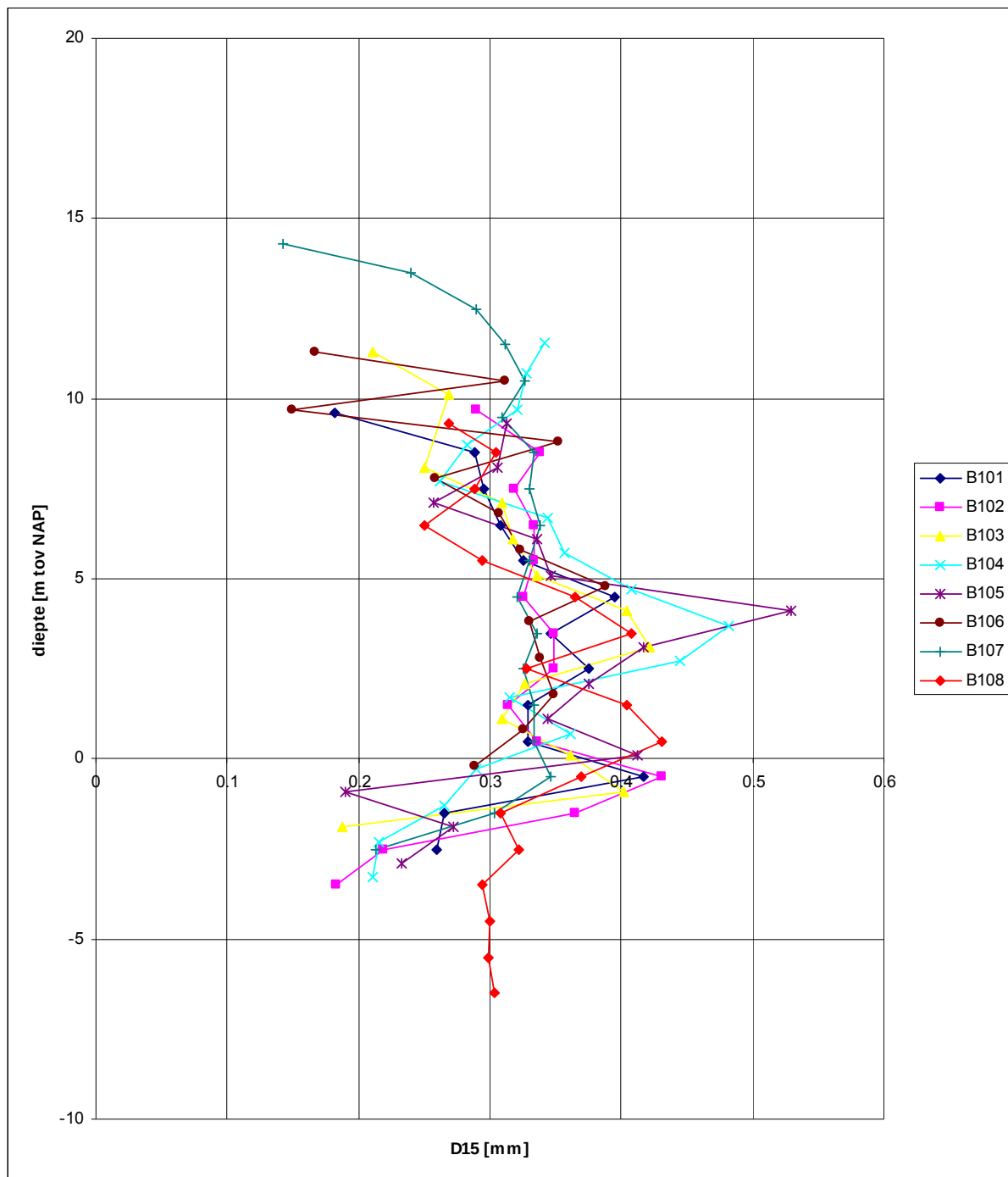


GEMIDDELDE KORRELGROOTTE D50 WESTELIJKE ZANDWINPUT

STABILITEITSADVIES LOBBERDENSE WAARD

Opdr. : 6007-0304-002

Bijl. : 3-4

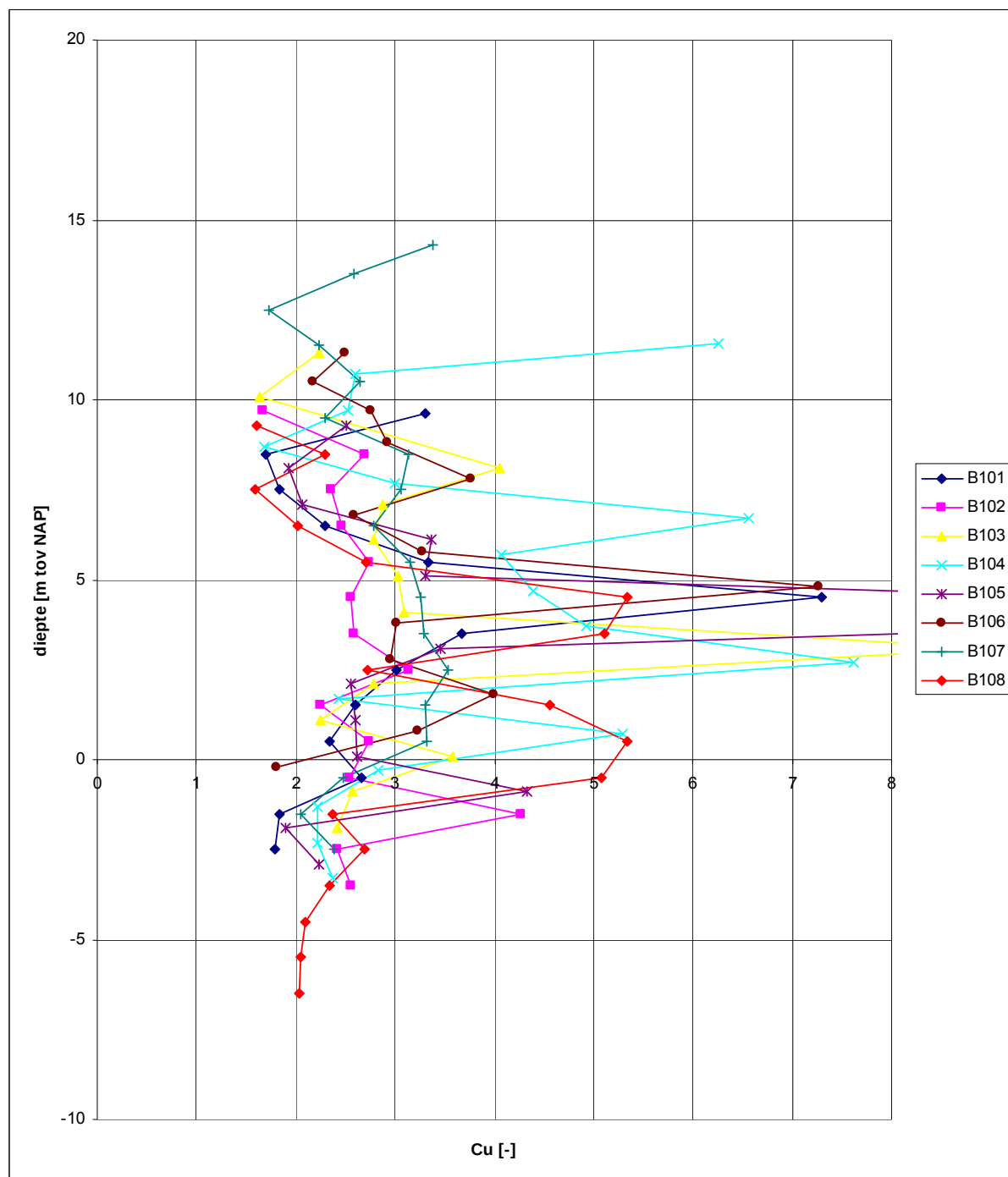


KORRELGROOTTE D15 WESTELIJKE ZANDWINPUT

STABILITEITSADVIES LOBBERDENSE WAARD

Opdr. : 6007-0304-002

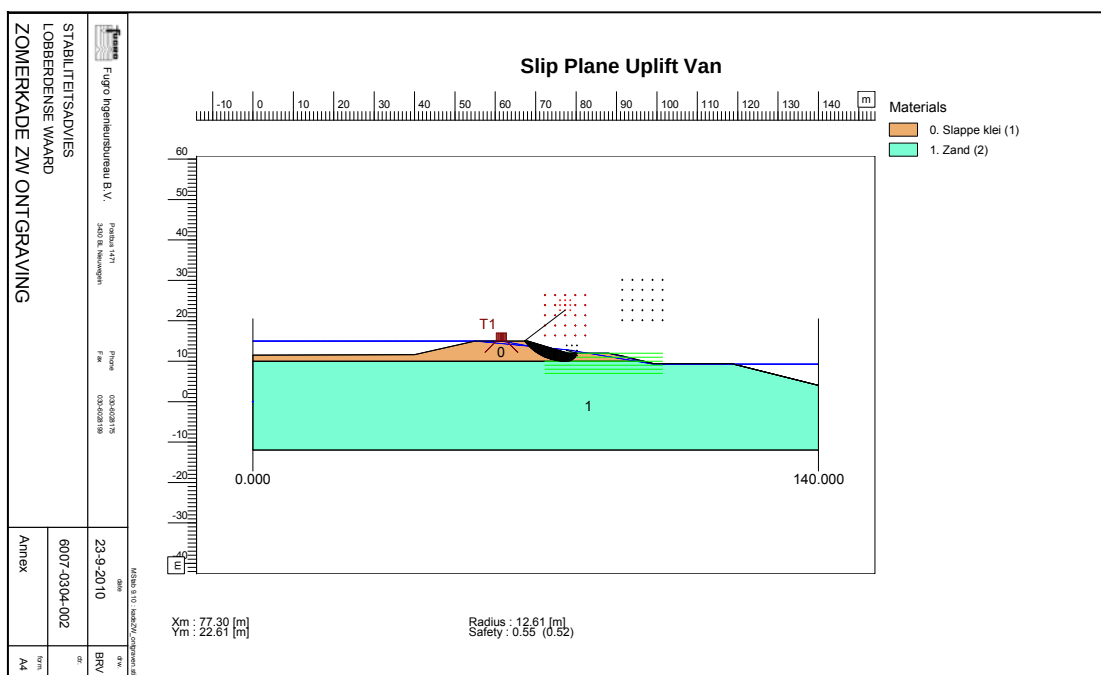
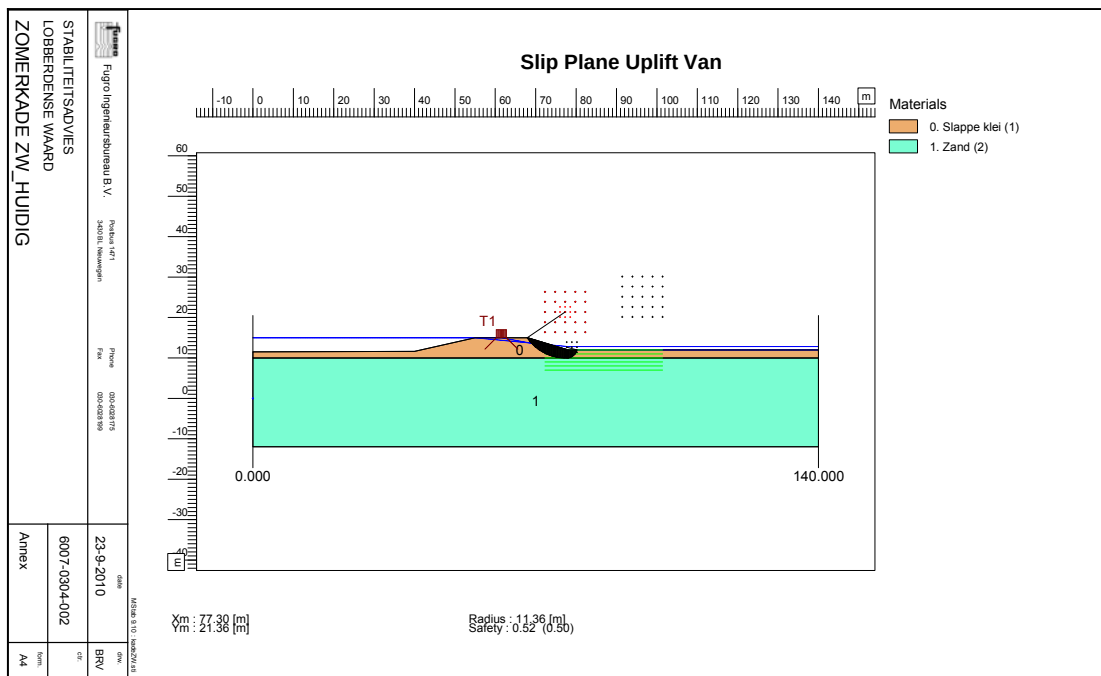
Bijl. : 3-5



GELIJKMATIGHEIDSCOEFFICIENT WESTELIJKE ZANDWINPUT

STABILITEITSADVIES LOBBERDENSE WAARD

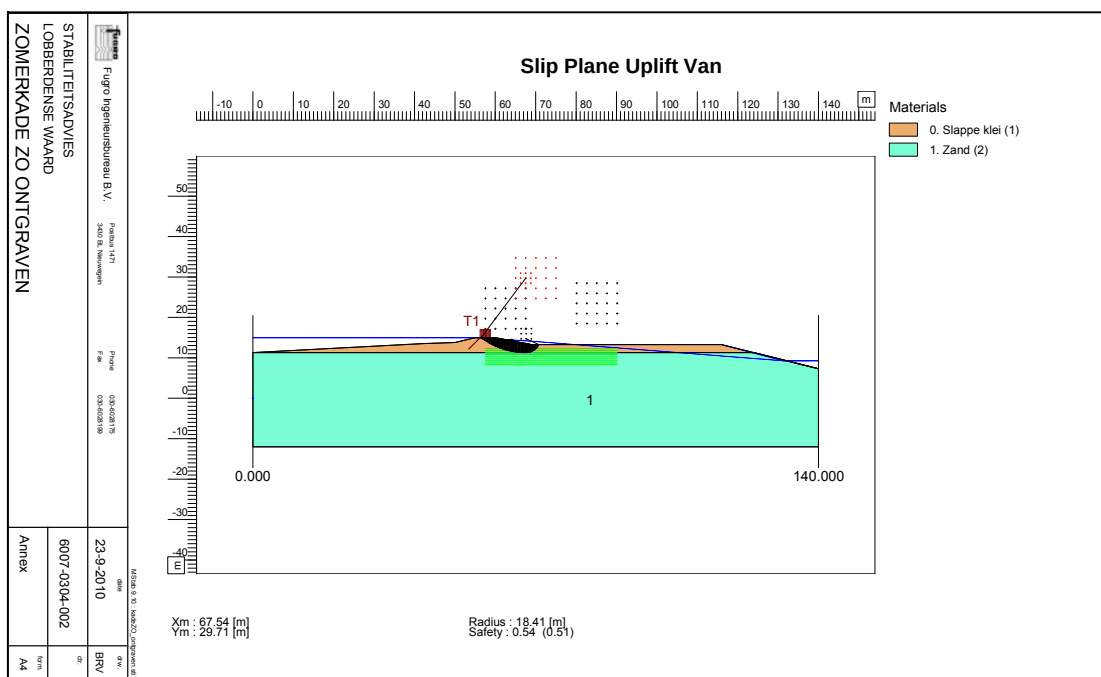
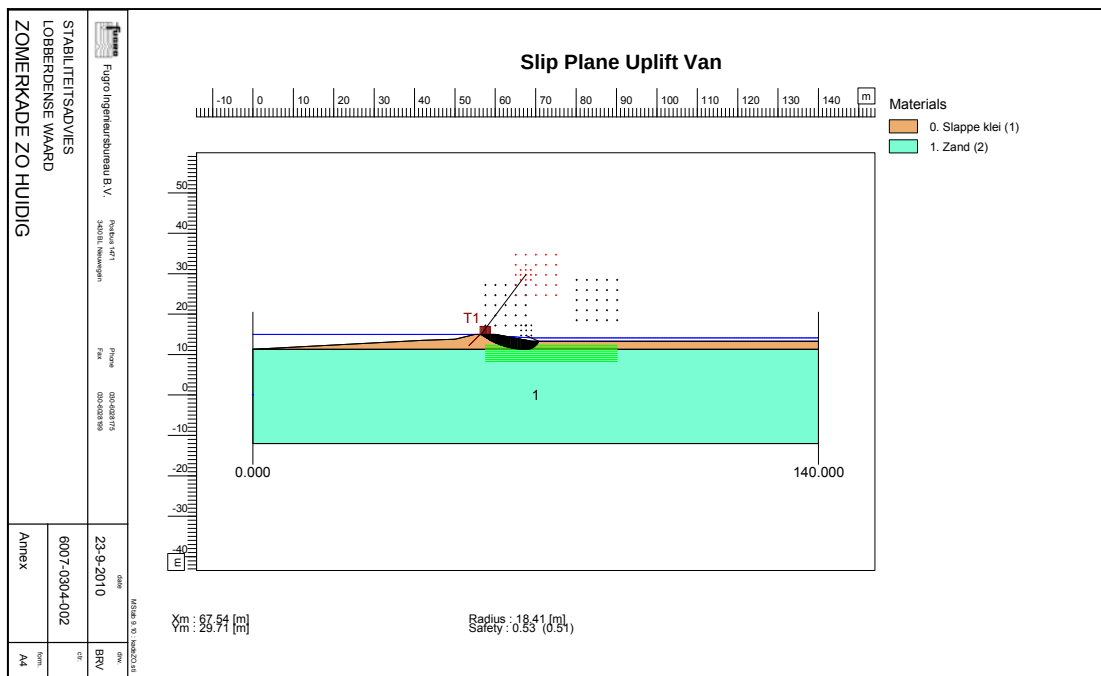
Opdr. : 6007-0304-002
Bijl. : 3-6



BEREKENINGSRESULTATEN STABILITEIT ZOMERKADE ZW

STABILITEITSADVIES LOBBERDENSE WAARD

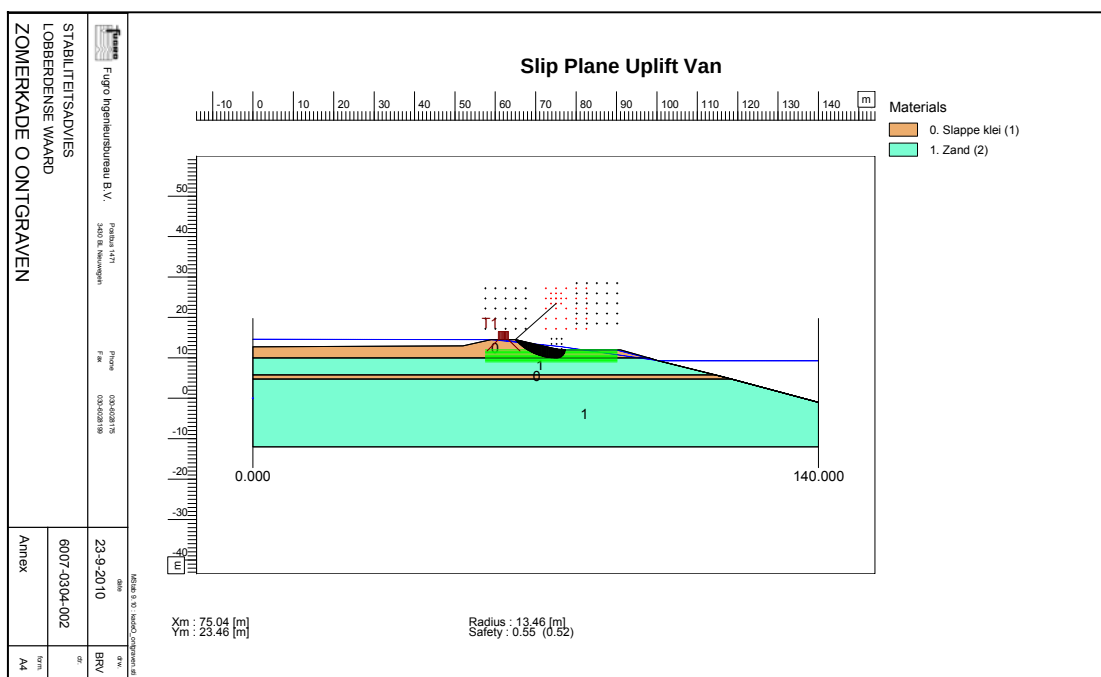
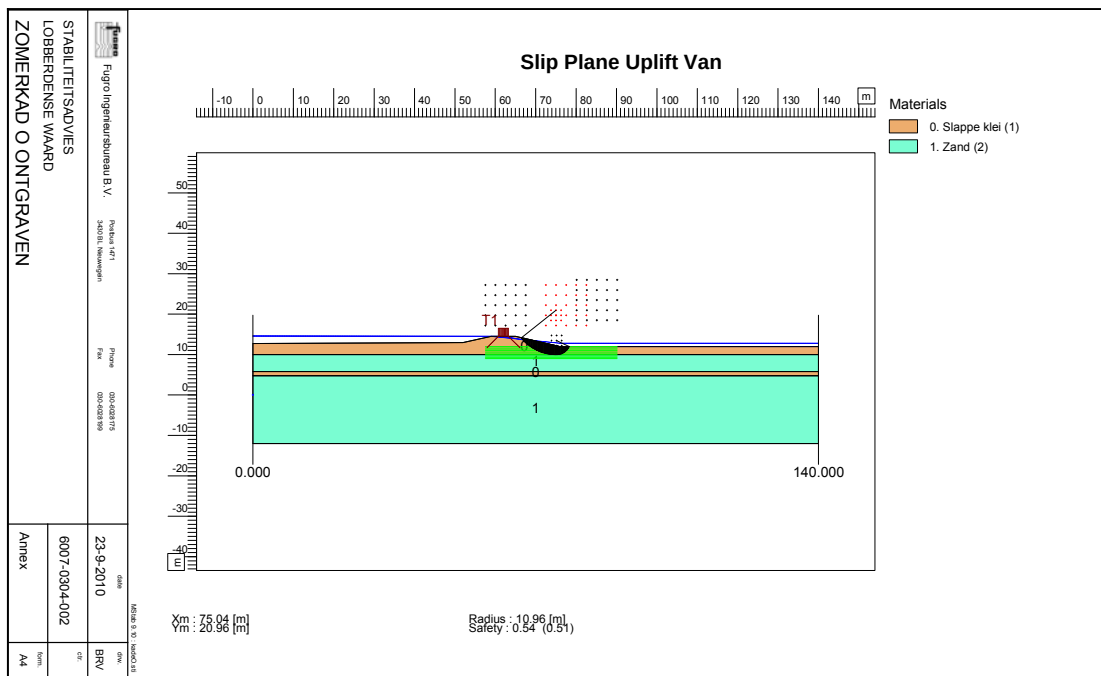
Opdr. : 6007-0304-002
 Bijl. : 4-1



BEREKENINGSRESULTATEN STABILITEIT ZOMERKADE ZO

STABILITEITSADVIES LOBBERDENSE WAARD

Opdr. : 6007-0304-002
 Bijl. : 4-2



BEREKENINGSRESULTATEN STABILITEIT ZOMERKADE O

STABILITEITSADVIES LOBBERDENSE WAARD

Opdr. : 6007-0304-002
Bijl. : 4-3