

GEOTECHNISCH
EN GEOHYDROLOGISCH ONDERZOEK
betreffende

**BOUWRIJP MAKEN NIEUWBOUWWIJK
RENGERSWETERING 1^E FASE (DE KAMPEN)
TE BUNSCHOTEN-SPAKENBURG**

Opdrachtnummer: 6006-0471-010

Opdrachtgever : Gemeente Bunschoten
Postbus 200
3700 GE Bunschoten - Spakenburg

Datum grondonderzoek : september 2006, maart 2008

Projectleider : drs. B.B. Evertsen-Swaak

Opgesteld door : ir. W.H.J. van der Velden

VERSIE	DATUM	OMSCHRIJVING WIJZIGING	PARAAF PROJECTLEIDER
1	11 april 2008	concept	
2	24 april 2008	definitief	
3	15 mei 2008	opmerkingen verwerkt	

FILE: 6006-0471-010.R03. Op deze rapportage zijn de algemene leveringsvoorwaarden van de V.O.T.B. van toepassing die een aansprakelijkheidsbeperking bevatten.

INHOUDSOPGAVE

	<u>Blz.</u>
1. SAMENVATTING	3
2. INLEIDING	4
3. GRONDONDERZOEK	5
3.1. Algemeen	5
3.2. Sonderen	5
3.3. Boren en laboratoriumonderzoek	5
3.4. Informatiebronnen	6
4. TERREIN- EN BODEMGESTELDHEID	7
4.1. Bodemgesteldheid	7
4.2. Waterstand, grondwaterstand / stijghoogte	7
5. GEOTECHNISCHE ANALYSE	9
5.1. Algemeen	9
5.2. Zettingsanalyse	9
5.3. Tijd-zettingsrelatie	11
5.4. Beheersing grondwaterstand	12
5.5. Overige methoden bouwrijp maken	12
5.6. Stabiliteit en ophogingen	13
5.7. Dempen watergang	13
6. ADVIEZEN BOUWRIJP MAKEN	14
6.1. Algemeen	14
6.2. Zettingsanalyse	14
6.3. Opmerkingen voorbelasting	16
6.4. Bestaande bebouwing	16
7. CONTROLE OPHOOGWERKZAAMHEDEN	17

BIJLAGEN

Nr.

Grondonderzoek

- Situatietekening	6006-0471-010-1
- "Legenda Terreinproeven en Grondsoorten"	
- "Continu Elektrisch Sonderen"	
- Sondeergrafieken	6006-0471-000-DKM1 t/m DKM9
	6006-0471-010-DKM10 t/m D34
	6006-0471-010-HB1 t/m HB10
- Handboorstaten	6006-0471-010-2
- Resultaten laboratoriumonderzoek	6006-0471-010-3
- Situatietekening inclusief gebiedsindeling	6006-0471-010-4
- Bodemgesteldheid per gebiedindeling	6006-0471-010-5
- Opgetreden zetting in m per gebiedindeling	
- "Kwaliteitsborging Materiaalkundig Laboratorium"	
- "Toelichting Geotechnische Laboratoriumproeven"	

1. SAMENVATTING

Ten behoeve van het bouwrijp maken ter plaatse van de nieuwbouwwijk Rengerswetering 1^e fase (De Kampen) te Bunschoten-Spakenburg is door Fugro een onderzoek inclusief analyses uitgevoerd.

Het in twee fases uitgevoerde grondonderzoek voor dit project heeft bestaan uit diepsonderingen, handboringen en samendrukkingsproeven.

Het gebied kan als zettingsgevoelig worden aangemerkt, door de aanwezigheid van samendrukbare grondsoorten zoals klei en veen. Deze samendrukbare lagen bevinden zich gemiddeld tot een diepte van circa NAP - 0,8 à - 1,5 m. Aan de westzijde van de projectlocatie en met name in de noordwest hoek, strekken deze lagen zich uit tot een diepte van circa NAP - 2,0 m.

Het terrein dient bouwrijp te worden gemaakt voor een ontwerppeil van NAP +0,5 m. De restzettingseis bedraagt in principe 0,10 m in 30 jaar. Er is een analyse opgesteld met een beschikbare zettingstijd van 6 maanden. Tevens zijn er analyses uitgevoerd met een beschikbare zettingstijd van 3 maanden.

Op basis van het onderzoek is een gebiedsindeling gemaakt waarbij het gebied opgedeeld is in vijf deelgebieden. Afhankelijk van het deelgebied dient het terrein te worden voorbelast met zand van 0,3 tot 1,1 m boven ontwerpniveau. Indien na de zettingstijd de overhoogte wordt verwijderd, wordt voldaan aan de gestelde restzettingseis.

Eventueel kan ter plaatse van toekomstige wegen een grondverbetering worden uitgevoerd. Tevens kan worden overwogen om ter plaatse van de kavels voor te belasten met gebiedseigen grond. In dat geval dient extra hoogte te worden aangebracht en dient rekening te worden gehouden met de afvoer van overspannen water.

Tijdens de uitvoering dient middels monitoring (onder andere zakbaken) het zettingsverloop te worden gecontroleerd.

2. INLEIDING

Op 22 februari 2008 ontving Fugro Ingenieursbureau B.V. te Arnhem van de Gemeente Bunschoten de opdracht voor het uitvoeren van een geotechnisch onderzoek alsmede het uitbrengen van adviezen voor het bouwrijp maken ter plaatse van de nieuwbouwwijk Rengerswetering 1^e fase (De Kampen) te Bunschoten-Spakenburg.

In een eerdere fase is voor dit gebied reeds grondonderzoek en laboratoriumonderzoek uitgebracht onder opdrachtnummer 6006-0471-000. De betreffende sonderingen zijn in voorliggende rapportage opgenomen.

De in deze rapportage bedoelde bouwlocatie bevindt zich ten noorden van de Nijkerkerweg en ten oosten van de Oostelijke Randweg te Bunschoten-Spakenburg. Een locatietekening is opgenomen in bijlage 6006-0471-010-1. Het plan betreft de aanleg van een woonwijk inclusief toegangswegen en bruggen.

Dit rapport bevat:

- Een beschrijving van het uitgevoerde grondonderzoek;
- Een omschrijving van de terrein- en bodemgesteldheid;
- De geotechnische analyses;
- Adviezen met betrekking tot het bouwrijp maken;
- Aanbevelingen met betrekking tot de controle van het ophogen.

3. GRONDONDERZOEK

3.1. Algemeen

In september 2006 zijn ter plaatse van deze onderzoekslocatie 9 diepsonderingen met meting van de plaatselijke wrijvingsweerstand (code DKM) uitgevoerd. Daarnaast is op door derden genomen geroerde monsters een beperkt laboratoriumonderzoek uitgevoerd.

Het grondonderzoek in maart 2008 voor dit project heeft bestaan uit 25 diepsonderingen waarvan 5 met meting van de plaatselijke wrijvingsweerstand (code DKM), 10 handboringen (code HB) en 2 samendrukkingsproeven.

De onderzoekslocaties zijn ingemeten en gewaterpast en zijn aangegeven op de situatietekening in bijlage 6006-0471-010-1. Hierbij heeft een door de opdrachtgever verstrekte tekening als basis gediend.

De hoogtebepalingen van de onderzoekslocaties in het terrein zijn uitgevoerd met als doel de bodemopbouw te refereren aan NAP. De gerapporteerde hoogtes zijn niet geschikt voor andere doeleinden dan dit onderzoek.

3.2. Sonderen

De sonderingen zijn vanaf een sondeerwagen uitgevoerd met de elektrische Fugro-(kleefmantel)conus conform norm NEN 5140 en de beoordelingsrichtlijn BRL 2364. Een beschrijving van de gevolgde meet- en registratiemethode is gegeven in de bijlage "Continu Elektrisch Sonderen".

De resultaten van de sonderingen zijn getekend op de grafieken 6006-0471-000-DKM1 t/m DKM9 en 6006-0471-010-D10 t/m D34, waarop de diepte is uitgezet in meters ten opzichte van NAP. Op de DKM-grafieken is tevens het wrijvingsgetal weergegeven. Dit is de verhouding tussen de plaatselijke wrijvingsweerstand en de conusweerstand. Het wrijvingsgetal heeft een nauwe relatie met de grondsoort, zodat een goede indicatie van de laagopbouw is verkregen.

De sonderingen D10 t/m DKM19 zijn uitgevoerd ter plaatse van te realiseren bruggen, terwijl de overige sonderingen verspreid over het terrein zijn uitgevoerd ter plaatse van aan te leggen infrastructuur.

3.3. Boren en laboratoriumonderzoek

Ter verkenning van de toplagen en de actuele grondwaterstand zijn eveneens 10 handboringen (code HB) volgens norm NEN 5119 uitgevoerd. De resultaten van de uitgevoerde handboringen zijn gegeven op handboorstaten 6006-0471-010-HB1 t/m HB10. De diepte is hierop uitgezet in meters ten opzichte van NAP.

In verband met de aanwezigheid van een groot aantal peilbuizen in het terrein zijn geen extra peilbuizen geplaatst. Wel is in de bestaande door derden geplaatste peilbuizen de grondwaterstand gemeten. De locaties van deze peilbuizen zijn overgenomen op onze situatietekening in bijlage 6006-0471-010-1. Deze locaties zijn echter niet ingemeten en gewaterpast t.o.v. NAP. Voor de hoogtes is uitgegaan van nabijgelegen sondeerlocaties. Tevens zijn er 4 ongeroerde grondmonsters genomen. De ongeroerde monsternamen hebben plaatsgevonden door een steekbus te slaan ter plaatse van HB3 en HB8. Deze

steekbussen betreffen dunwandige metalen bussen met een diameter van Ø 70 mm en een lengte van 400 mm.

Op twee ongeroerde monsters zijn samendrukkingsproeven uitgevoerd ter bepaling van de samendrukkingseigenschappen. De resultaten van de samendrukkingsproeven zijn weergegeven in bijlage 6006-0471-010-2.

Het geotechnisch laboratoriumonderzoek is uitgevoerd door het Materiaalkundig Laboratorium van Fugro Ingenieursbureau B.V. te Arnhem (zie bijlage "Kwaliteitsborging Materiaalkundig Laboratorium").

Voor een beknopte beschrijving van de bovengenoemde proeven en de verwijzing naar normen of voorschriften waaronder de proeven zijn uitgevoerd wordt verwezen naar de algemene bijlage "Toelichting Geotechnische Laboratoriumproeven".

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

3.4. Informatiebronnen

Voor de adviezen in voorliggende rapportage is gebruik gemaakt van de in het verleden door ons bureau uitgebrachte adviezen en uitgevoerd grondonderzoek:

- Geotechnisch onderzoek, Nieuwbouw woonwijk aan de oostelijk randweg te Bunschoten, d.d. 12 oktober 2006, opdracht nummer 6006-0471-000;
- Rengerswetering, Bunschoten Geohydrologisch onderzoek, uitgevoerd door DHV (rapportnummer. A1927-02.001, versie 2) d.d. november 2006;
- Rengerwetering – De Kampen te Bunschoten, verkennend milieukundig bodemonderzoek, uitgevoerd door P&J (projectnummer 0755301A) d.d. november 2007.

4. TERREIN- EN BODEMGESTELDHEID

4.1. Bodemgesteldheid

De maaiveldniveaus ter plaatse van de sondeerlocaties varieerden ten tijde van het onderzoek van NAP +0,2 m tot NAP -0,6 m.

Op basis van het grondonderzoek kan de bodemgesteldheid globaal worden geschematiseerd zoals in tabel 1 is weergegeven.

Tabel 1: Globale bodemgesteldheid

Diepte bovenkant laag in m t.o.v. NAP	Bodembeschrijving
+0,2 à -0,6	Maaiveld
+0,2 à -0,6	KLEI/VEEN
-0,1 à -2,2	ZAND Matig vast tot vast. Deze laag wordt tussen circa NAP -5,0 en -7,5 m doorsneden door een veenlaag/kleilaag
-8,5 à -10,0	KLEI Vast, doorsneden door een zandlaag tussen circa NAP -14,0 en -18,0 m
-21,0 à -22,0	ZAND Zeer vast gepakt
-25,5	Maximaal verkende diepte

Op basis van het grondonderzoek kan de bodemgesteldheid globaal in 5 deelgebieden worden onderverdeeld:

- Gebied 1: sonderingen 6006-0471-010-DKM 16, D17, D20 t/m D22 en HB 1.
- Gebied 2: sonderingen 6006-0471-010-DMK 1, 8, 9, D18, 26, 31 en HB 2, 6 en 8.
- Gebied 3: sondering 6006-0471-010-DKM19.
- Gebied 4: sonderingen 6006-0471-010-DKM 4, 6, 11, 14, D10, 13, 15, 23, 24, 28, 30, 33, 34, 35 en HB 3, 5, 7, 9 en 10.
- Gebied 5: sonderingen 6006-0471-010-DKM 2, 5, 12, D 25, 27, 29 en HB 4.

In bijlage 6006-0471-010-3 staan de gebieden globaal aangegeven. De bodemgesteldheid per deelgebied is weergegeven in bijlage 6006-0471-010-4 (tabellen 1a t/m 1e).

4.2. Waterstand, grondwaterstand / stijghoogte

In het plangebied liggen diverse watergangen. Het landelijk peil fluctueert tussen NAP -0,9 m en NAP -1,2 m. In de bouwfase / ontwikkelingsfase wordt een peil aangehouden van NAP -0,9 m. In de toekomst wordt het stedelijk peil gehandhaafd op NAP -1,0 m.

Tijdens de uitvoering van het recente grondonderzoek (maart 2008) is een grondwaterstand ter plaatse van in het verleden door derden geplaatste peilbuizen waargenomen van circa NAP -1,1 à -1,6 m. In een eerdere fase van het grondonderzoek is een grondwaterstand gemeten van circa NAP -0,6 à -1,0 m (oktober 2007) en circa NAP -0,9 à -1,2 m (september 2006). Een overzicht van de gemeten grondwaterstanden is gegeven in onderstaande tabellen.

Opgemerkt wordt dat de locaties niet zijn ingemeten en gewaterpast t.o.v. NAP. Voor de hoogtes is uitgegaan van nabijgelegen sondeerlocaties. De op deze wijze gevonden grondwaterstanden kunnen dan ook iets afwijken van de werkelijke waarden. Gezien de beperkte variatie in grondwaterstanden tussen de peilbuizen onderling wordt verwacht dat de afwijking ten opzichte de werkelijke waarden beperkt is.

Tabel 2a: Grondwaterstand gegevens september 2006, gemeten door WM grondboorbedrijf

Handboring	GWS in m - MV	GWS in m t.o.v. NAP
01	0,70	-1,1
02	0,95	-1,2
03	0,50	-0,9
04	0,60	-0,9
05	0,55	-1,0
06	0,70	-1,0
07	0,60	-1,1
08	1,45	-1,2
09	0,60	-1,0
10	0,60	-1,0
11	0,80	-1,2

Tabel 2b: Grondwaterstand gegevens november 2007 / april 2008

Handboring	GWS in m – MV		GWS in m t.o.v. NAP	
	november 2007 gemeten door P&J Milieuservices B.V.	april 2008 gemeten door Fugro Ingenieursbureau B.V.	november 2007, gemeten door P&J Milieuservices B.V.	april 2008 gemeten door Fugro Ingenieursbureau B.V.
96	0,80	0,83	-1,0	-1,0
102	0,60	0,66	-0,9	-1,0
92	0,70	0,70	-1,2	-1,2
51	0,90	0,90	-0,9	-0,9
64	0,75	0,86	-1,1	-1,2
73	0,70	0,80	-1,0	-1,1
58	0,50	0,52	-0,9	-0,9
68	0,50	0,46	-0,9	-0,9
30	0,50	0,52	-0,9	-0,9
32	0,50	0,52	-0,9	-0,9
21	0,55	0,53	-1,0	-0,9
6	0,50	0,65	-1,0	-1,1
11	0,65	0,72	-1,1	-1,1
16	0,50	0,48	-0,9	-0,9
2	0,50	0,53	-0,9	-0,9
89	0,50	0,53	-1,0	-1,0

Geadviseerd wordt de peilbuizen te blijven monitoren met een frequentie van tenminste 1 keer per 2 maanden. Voorgesteld wordt om dit in ieder geval gedurende 1 jaar te doen.

De opgegeven grondwaterstanden betreffen eenmalige opnames en zijn bedoeld als oriënterend gegeven. De (grond)waterstand kan in de tijd (sterk) fluctueren onder invloed van getijde, weersgesteldheid en de seizoenen.

Op basis van bovenstaande gegevens wordt in de analyses een grondwaterstand aangehouden van NAP -1,0 m.

5. GEOTECHNISCHE ANALYSE

5.1. Algemeen

Het gebied kan als zettingsgevoelig worden aangemerkt, door de aanwezigheid van samendrukbare grondsoorten zoals klei en veen. Deze samendrukbare lagen bevinden zich gemiddeld tot een diepte van circa NAP - 0,8 à - 1,5 m. Aan de westzijde van de projectlocatie en met name in de noordwest hoek, strekken deze lagen zich uit tot een diepte van circa NAP - 2,0 m.

In de onderstaande gepresenteerde resultaten, is uitgegaan van een ophoging bestaande uit zand. Uitgangspunt voor het gebied is een gesloten grondbalans en overwogen wordt om de percelen op te hogen met gebiedseigen grond. De effecten hiervan worden beschouwd in hoofdstuk 6, paragraaf 6.3.

Voor de geotechnische adviezen zijn de volgende aspecten geanalyseerd:

- Belasting-zettingsrelatie;
- Tijd-zettingsrelatie;
- Beheersing grondwaterstand;
- Voorbelasting;
- Overige methoden bouwrijp maken;
- Stabiliteit van de ophogingen.

Na de analyses zullen de adviezen worden gegeven.

5.2. Zettingsanalyse

Voor de zettingsanalyses zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Huidig maaiveldniveau bedraagt ca. NAP +0,2 m tot NAP -0,6 m;
- Het terrein dient bouwrijp te worden gemaakt voor een ontwerppeil van NAP +0,5 m;
- Het landelijk peil fluctueert tussen NAP - 0,9 m en NAP - 1,2 m. In de bouwfase / ontwikkelingsfase wordt een peil aangehouden van NAP - 0,9 m. In de toekomst wordt het stedelijk peil gehandhaafd op NAP - 1,0 m;
- Voor de analyses wordt uitgegaan van zand met een volumegewicht van 17 kN/m^3 ;
- Indien een deel van de opgebrachte zandophoging onder water verdwijnt, is gerekend met het lagere effectieve volumegewicht van 10 kN/m^3 voor de zandophoging.
- De restzettingseis bedraagt in principe 0,10 m in 30 jaar;
- Er is een analyse opgesteld met een beschikbare zettingstijd van 6 maanden.
- Tevens zijn er analyses uitgevoerd van een beschikbare zettingstijd van 3 maanden.

Onder invloed van de ophogingen ontstaat een korrelspanningsverhoging in de bodem. Hierdoor zullen zettingsgevoelige veen- en kleilagen worden samengedrukt.

Gebaseerd op een interpretatie van het uitgevoerde onderzoek zijn 2 maatgevende bodemprofielen (zie vorige paragraaf) met bijbehorende vervormingsparameters samengesteld ten behoeve van zettingsberekeningen. De berekeningen zijn uitgevoerd met behulp van de zettingsformule van Terzaghi.

$$z = \frac{h}{C} \ln\left(\frac{\sigma'_{v;z} + \Delta \sigma'_{v;z}}{\sigma'_{v;z}}\right)$$

waarin: z = uiteindelijke zetting
 h = dikte van de samendrukbare laag
 C = samendrukkingsconstante
 $\sigma'_{v;z}$ = korrelspanning
 $\Delta \sigma'_{v;z}$ = toename korrelspanning door ophogen

De resultaten van de zettingsanalyses zijn als volgt:

Tabel 3a: Zettingen voor ophoging met zand

Ophoging in zand [m]	Zettingen na 30 jaar [m]	
	Gebied 1	Gebied 2
0,25	0,15	0,15
0,50	0,25	0,25
1,00	0,40	0,40
2,00	0,65	0,65
3,00	0,80	0,80
4,00	0,90	0,90

Tabel 3b: Zettingen voor ophoging met zand

Ophoging in zand [m]	Zettingen na 30 jaar [m]	
	Gebied 3	Gebied 4
0,25	0,15	0,10
0,50	0,25	0,20
1,00	0,45	0,30
2,00	0,70	0,40
3,00	0,85	0,50
4,00	0,95	0,60

Tabel 3c: Zettingen voor ophoging met zand

Ophoging in zand [m]	Zettingen na 30 jaar [m]	
	Gebied 5	
0,25	0,05	
0,50	0,10	
1,00	0,15	
2,00	0,20	
3,00	0,25	
4,00	0,25	

Ten gevolge van vroegere belastingen, variaties in bodemopbouw en de onnauwkeurigheid van de analyses kunnen de optredende zettingen sterk afwijken van de berekende

zettingen. De onnauwkeurigheid van de berekende zettingen bedraagt circa 35%. Bij een onderzoek zonder laboratoriumonderzoek geldt een onnauwkeurigheid van circa 50%.

In voornoemde analyses is aangenomen, dat de huidige situatie meer dan 10 jaar aanwezig is en nauwelijks zettingen zijn te verwachten uit voorheen aangebrachte ophogingen.

5.3. Tijd-zettingsrelatie

Het optreden van zettingen is een tijdsafhankelijk proces. In eerste instantie zal een ophoging een wateroverspanning veroorzaken in de samendrukbare lagen. Het hierdoor ontstane potentiaalverschil geeft een stroming, waardoor de wateroverspanning geleidelijk afneemt. Tegelijkertijd treedt een korrelspanningsverhoging op en vindt een zetting plaats. De tijdsduur van dit proces, de zogenaamde hydrodynamische periode, is sterk afhankelijk van de laagdikte, de doorlatendheid van de samendrukbare lagen en de afstromingsmogelijkheid van het uit te dringen water. De in voornoemde periode optredende zetting wordt de consolidatiezetting genoemd.

Na de consolidatiezetting treedt alleen nog de resterende seculaire zetting op, welk proces eveneens tijdsafhankelijk is. De tijdsduur van het optreden van de totale seculaire zetting wordt gesteld op 10.000 dagen (ca. 27 jaar).

Met behulp van consolidatiecoëfficiënten (c_v -waarden) kan de duur van de hydrodynamische periode, of consolidatietijd worden bepaald. Voor de hydrodynamische periode en het bijbehorende zettingsverloop per deelgebied wordt verwezen naar onderstaande tabel.

Tabel 4a: Opgetreden zetting als percentage van de eindzetting

Tijd	Opgetreden zetting als percentage van de eindzetting		
	Gebied 1 Te = ca. 0,5 à 1,0 jaar	Gebied 2 Te = ca. 0,25 à 0,5 jaar	Gebied 3 Te = ca. 0, 5 jaar
3 maanden	75	80	80
6 maanden	80	85	85
1 jaar	85	85	85
2 jaar	90	90	90
10 jaar	95	95	95
30 jaar	100	100	100

Tabel 4b: Opgetreden zetting als percentage van de eindzetting

Tijd	Opgetreden zetting als percentage van de eindzetting		
	Gebied 4 Te = ca. 0,25 jaar	Gebied 5 Te = ca. 0,25 jaar	
3 maanden	80	80	
6 maanden	85	85	
1 jaar	85	85	
2 jaar	90	90	
10 jaar	95	95	
30 jaar	100	100	

In bijlage 5 (tabellen 4c t/m 4g) is per deelgebied een overzicht gegeven van de opgetreden zetting in m in verloop van de tijd.

Het zettingsproces kan worden versneld door de wateroverspanning sneller te doen laten afnemen. Het is mogelijk de eindzettingen op een eerder tijdstip te realiseren door middel van het aanbrengen van een tijdelijke extra ophoging.

5.4. Beheersing grondwaterstand

Gedurende het bouwrijp maken is een goede ontwatering vereist teneinde het effect van een (voor)belasting optimaal te doen zijn.

Een goede ontwatering kan worden verkregen met behulp van een tijdelijk drainagestelsel en open water.

Voor een beheersing/verlaging van de grondwaterstand in de klei-/veenlagen dient het drainagestelsel te bestaan uit bijvoorbeeld met polypropyleenweefsel omwikkelde ribbel drains Ø 80 mm, hart-op-hart 25 m. De drains dienen op ca. slootpeil af te wateren.

Verder dient te worden opgemerkt, dat de toplaag dient te worden verwijderd of te worden gefreesd teneinde een sterk waterremmende laag door verslijming van de huidige begroeiing te voorkomen.

5.5. Overige methoden bouwrijp maken

Uit voorgaande analyses blijkt dat ophogen met zand in het algemeen tot zettingen zal leiden. Deze zettingen kunnen aanzienlijk worden beperkt door grondverbeteringen en ophogingen met lichte materialen uit te voeren. Als lichte materialen komen onder andere EPS-hardschuim (volumiek gewicht circa 0,2 kN/m³), Argex-korrels (circa 6 à 7,5 kN/m³), Schuimbeton (circa 5 à 5,5 kN/m³), Bimszand (circa 7 à 10 kN/m³) of Ketelzand (circa 11 à 12 kN/m³) in aanmerking.

De effectiviteit van de methode is hierbij afhankelijk van het gewicht van het betreffende materiaal. De mate van effectiviteit is in bovenstaande opsomming steeds kleiner.

Eventueel kan ook een combinatie van voorbelasten en de toepassing van lichte ophoogmaterialen worden overwogen. Van bovengenoemde lichte materialen zal alleen de toepassing van Bimszand in de ophoogadviezen worden meegenomen.

Gezien de relatief hoge kosten voor alternatieve systemen (tijdelijke grondwaterstandverlagingen/ onderdrukken) worden deze vooralsnog niet van toepassing geacht.

5.6. Stabiliteit en ophogingen

Voor ophogingen tot 1,5 m is redelijkerwijze de stabiliteit gewaarborgd, indien wordt opgehoogd in lagen van 0,5 m met een talud van 1 : 2 (1 verticaal en 2 horizontaal) zonder tijdsbeperkingen. Volgende ophoogslagen dienen te worden aangebracht in lagen van 0,5 m met een wachttijd van 1 week.

Nabij sloten kan worden overwogen extra stabiliteitsmaatregelen te treffen zoals het ballasten van de slootbodems met 0,75 m zand tot 15 m uit de teen van een ophoging.

De adviezen met betrekking tot de stabiliteit zijn op basis van ervaring bepaald.

5.7. Dempen watergang

Bij het aanbrengen van een ophoging ter plaatse van de watergangen zal een grotere zetting optreden. Dit komt omdat ter plaatse van de watergangen een dikkere laag zand of grond moet worden aangebracht. De geringere dikte van de samendrukbare laag onder de watergangen leidt weliswaar tot een geringere zetting, doch dit is onvoldoende om het effect van de grotere (zand)ophoging volledig te compenseren.

Deze extra eindzetting kan voor een groot deel worden voorkomen door de watergangen te dempen met grond. Er dient dan als volgt te worden gewerkt:

- afdammen en leegvissen van de watergang;
- droogzetten van de watergang;
- het slib opsluiten door het aanbrengen van dammetjes, h.o.h. 15 m;
- klepelen en opschonen;
- aanvullen (tot maaiveldniveau) met droge brokken grond (uit cunet toekomstige weg);
- verdichten van de aanvulling met behulp van de rupsen of bak van een graafwerktuig;
- verder ophogen conform de adviezen (hoofdstuk 5).

Opmerkingen

- Ter plaatse van sloten breder dan 2 m wordt geadviseerd gedurende de voorbelastingstijd 0,5 m zand / grond extra aan te brengen.
- De sloten kunnen eveneens zonder droogpompen worden gedempt. In dit geval dient zand "sproeiend" te worden aangebracht.

6. ADVIEZEN BOUWRIJP MAKEN

6.1. Algemeen

Het terrein dient bouwrijp te worden gemaakt voor de aanleg van wegen / voetpaden / fietspaden, parkeervoorzieningen, percelen en groenstroken ten behoeve van een te realiseren woonwijk.

De adviezen voor het bouwrijp maken hebben betrekking op het ophogen van het gebied voor een peil van NAP +0,5 m. Het huidige maaiveld bevindt zich nu overwegend tussen NAP +0,2 m en NAP -0,6 m. Er is een analyse opgesteld met een beschikbare zettingstijd van 6 maanden. Tevens is een analyse uitgevoerd met een beschikbare zettingstijd van 3 maanden. In 2009 wordt aangevangen met de bouwwerkzaamheden.

Er zal worden uitgegaan van een gemiddeld grondwaterpeil van NAP -1,0 m.

Ter plaatse van de wegen en parkeervoorzieningen dient een zandcunet aanwezig te zijn tot 1,0 m onder het wegpeil. Voor wat betreft voet- en fietspaden geldt een dikte van 0,6 m.

Ten aanzien van de restzetting is ervan uitgegaan dat deze in 30 jaar 0,10 m mag bedragen.

6.2. Zettingsanalyse

6.2.1. Gebied 1 en 2

Voorbelastingstijd 3 maanden; aanlegniveau NAP + 0,5 m:

- cunet graven indien van toepassing;
- horizontale drains aanbrengen aan weerszijden van de weg;
- aanbrengen zand tot 1,0 m boven ontwerpniveau ofwel NAP + 1,5 m;
- zettingen na 3 maanden 0,5 m;
- verwijderen overhoogte en aanbrengen wegconstructie;
- restzettingen < 0,10 m in 30 jaar.

Voorbelastingstijd 6 maanden; aanlegniveau NAP + 0,5 m:

- cunet graven indien van toepassing;
- horizontale drains aanbrengen aan weerszijden van de weg;
- aanbrengen zand tot 0,5 m boven ontwerpniveau ofwel NAP + 1,0 m;
- zettingen na 6 maanden 0,4 à 0,5 m;
- verwijderen overhoogte en aanbrengen wegconstructie;
- restzettingen < 0,10 m in 30 jaar.

Opmerking: In geval dat wordt gekozen voor een voorbelastingstijd van 3 maanden dient een extra overhoogte te worden gehanteerd.

In geval van een voorbelastingstijd van 6 maanden is deze niet noodzakelijk. Echter aanbevolen wordt om ook hier een extra overhoogte (tot NAP +1,5 m) toe te passen. Immers zonder deze extra overhoogte, wordt net aan de zettingseis wordt voldaan. Door de onnauwkeurigheid van de berekeningen wordt ook hier geadviseerd tijdens de voorbelastingsperiode op te hogen tot een niveau NAP +1,5 m.

6.2.2. Gebied 3

Voorbelastingstijd 3 maanden; aanlegniveau NAP + 0,5 m:

- cunet graven indien van toepassing;
- horizontale drains aanbrengen aan weerszijden van de weg;
- aanbrengen zand tot 1,1 m boven ontwerpniveau ofwel NAP + 1,6 m;
- zettingen na 3 maanden 0,5 à 0,6 m;
- verwijderen overhoogte en aanbrengen wegconstructie;
- restzettingen < 0,10 m in 30 jaar.

Voorbelastingstijd 6 maanden; aanlegniveau NAP + 0,5 m:

- cunet graven indien van toepassing;
- horizontale drains aanbrengen aan weerszijden van de weg;
- aanbrengen zand tot 0,6 m boven ontwerpniveau ofwel NAP + 1,1 m;
- zettingen na 6 maanden 0,5 à 0,6 m;
- verwijderen overhoogte en aanbrengen wegconstructie;
- restzettingen < 0,10 m in 30 jaar.

Opmerking: In geval wordt gekozen voor een voorbelastingstijd van 3 maanden dient een extra overhoogte te worden gehanteerd zoals hierboven omschreven en dient te worden opgehoogd tot NAP + 1,6 m. In geval van een voorbelastingstijd van 6 maanden is deze niet noodzakelijk, maar wordt aanbevolen eenzelfde niveau te hanteren, aangezien zonder deze maatregel net aan de zettingseis wordt voldaan. Ook in het geval van 6 maanden wordt geadviseerd op te hogen tijdens de voorbelastingsperiode tot niveau NAP + 1,6 m.

6.2.3. Gebied 4 en 5

Voorbelastingstijd 3 maanden; aanlegniveau NAP + 0,5 m:

- cunet graven indien van toepassing;
- horizontale drains aanbrengen aan weerszijden van de weg;
- aanbrengen zand tot 0,3 m boven ontwerpniveau ofwel NAP + 0,8 m;
- zettingen na 3 maanden 0,1 à 0,3 m;
- verwijderen overhoogte en aanbrengen wegconstructie;
- restzettingen < 0,10 m in 30 jaar.

Voorbelastingstijd 6 maanden; aanlegniveau NAP + 0,5 m:

- cunet graven indien van toepassing;
- horizontale drains aanbrengen aan weerszijden van de weg;
- aanbrengen zand tot 0,3 m boven ontwerpniveau ofwel NAP + 0,8 m;
- zettingen na 6 maanden 0,1 à 0,3 m;
- verwijderen overhoogte en aanbrengen wegconstructie;
- restzettingen < 0,10 m in 30 jaar.

6.3. Opmerkingen voorbelasting

Het is tevens mogelijk om ter plaatse van de toekomstige wegen cunetten te graven welke dieper zijn dan de minimaal benodigde cunetdiepte. Door het aanbrengen van diepere cunetten wordt de zettingstijd verkleind. Eventueel kan het cunet worden doorgezet tot de vaste zandlaag. Hierbij dient rekening te worden gehouden met de grondwaterstand en het treffen van maatregelen om de werkzaamheden mogelijk te maken.

Ter plaatse van de kavels kan worden overwogen om voor te belasten met gebiedseigen grond. Aangezien het gewicht van deze grond lager is dan het in de analyses aangehouden gewicht van zand, dient de hoogte van de voorbelasting met circa 30% te worden verhoogd. Gemiddeld dient het terrein 0,5 m extra te worden opgehoogd in het geval wordt voorbelast met gebiedseigen grond. Omdat de doorlatendheid van gebiedseigen grond zoals klei en veen beperkt is, is het noodzakelijk aanvullende maatregelen te treffen om het overspannen water af te kunnen voeren. Gedacht dient te worden aan bijmenging met bijvoorbeeld zand.

Tevens is ter plaatse van de kavels in principe een langere voorbelastingstijd beschikbaar. Uitgegaan kan worden van 1 jaar vanaf start bouwrijp maken. In dat geval kan de extra overhoogte achterwege worden gelaten en dient enkel voor zetting gecompenseerd te worden. In gebied 1 en 2 dient opgehoogd te worden tot 0,5 m boven ontwerpniveau, in gebied 3 tot 0,6 m boven ontwerpniveau en in gebied 4 en 5 tot 0,3 m boven ontwerpniveau.

6.4. Bestaande bebouwing

De horizontale en / of verticale deformaties, veroorzaakt door het aanbrengen van een ophoging, kunnen leiden tot schade aan nabij gelegen (op staal gefundeerde) belendingen of infrastructuur. Geadviseerd wordt tussen de teen van de ophoging en de belending een veilige afstand te bewaren. Voor zover bekend is er in het voorliggende gebied geen sprake van nabij gelegen belendingen of infrastructuur

7. CONTROLE OPHOOGWERKZAAMHEDEN

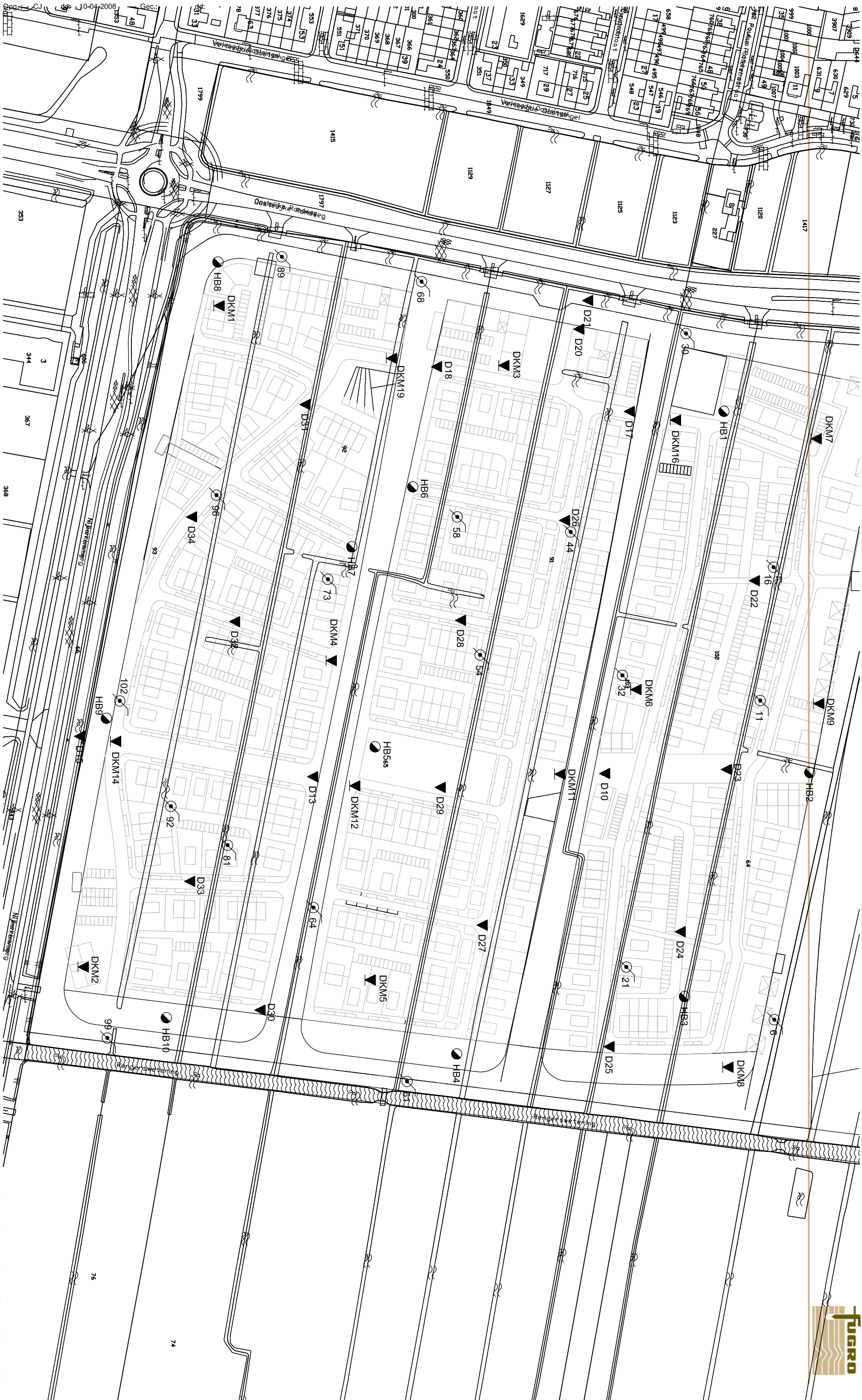
Aangezien de zettingen niet exact zijn te bepalen, dienen de zettingen in het terrein te worden gevolgd.

Het verloop van de zettingen kan worden gecontroleerd door middel van zakbaken. Voor het verkrijgen van een goede nulstand moeten deze ruim voor het aanbrengen van het zand in het terrein te worden geplaatst en ingemeten ten opzichte van NAP.

Tijdens het ophogen dienen deze zakbaken 1 keer per week en vervolgens 1 keer per maand te worden gemeten. Geadviseerd wordt ter plaatse van de wegen de zakbaken h.o.h. 75 m te plaatsen. Indien zakbaken, in verband met het bouwverkeer niet kunnen worden toegepast, kan worden overwogen alternatieve meetelementen (bijvoorbeeld een zettingsmeetslang) in de bouwweg op te nemen.

De beheersing van de grondwaterstand kan worden gecontroleerd met behulp van peilbuizen. Deze peilbuizen dienen periodiek te worden gemeten. Deze metingen kunnen worden opgenomen in het meetprogramma van de zakbaken.

De gemeten zettingen en grondwaterstanden verschaffen informatie over de uiteindelijke te verwachten zettingen. Met behulp van een interpretatie van de metingen kan de voorbelasting eventueel worden aangepast.



Datum van de ondergrond is 29 januari 2008
De boringen van derden zijn niet in rd-coördinaten bepaald.

SCHAAL 1:2000

SITUATIE
NIEUWBOUWWIJK RENGERSWETERING 1E FASE (DE KAMPEN)
TE BUNSCHOTEN-SPAKENBURG

Opdr. : 6006-0471-010
Bijl. : 1

BORINGEN/PEILBUIZEN

Aanduidingen

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

Type boringen

- B mechanische boring
- HB handboring

SONDERINGEN

Aanduidingen

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

Type sonderingen

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

Toegevoegde metingen

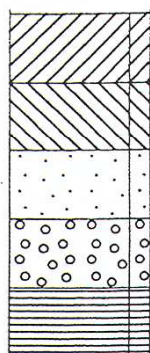
- KM meting van de plaatselijke kleef
- P meting van de waterspanning
- G meting van de geleidbaarheid
- S seismische meting

GRONDSOORTEN (conform NEN 5104)

Grondsoort/toevoeging

Hoofdbestanddeel/soms
toevoeging

Bijmengsel



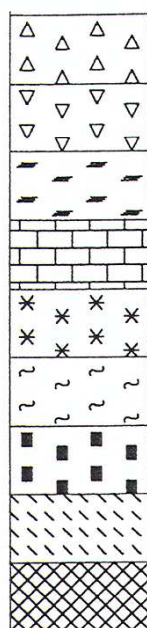
Klei, kleiig

Leem, siltig

Zand, zandig

Grind, grindig

Veen, humeus



Puin

Slakken

Mijnssteen

Mergel

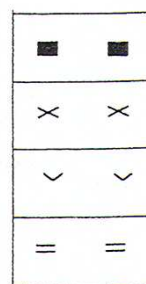
Bruinkool

Huisvuil

Kooltjes

Slib

Teelaarde

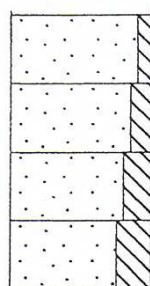


houtresten

roest

schelpen

veenresten



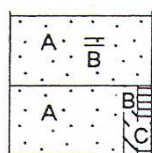
zwak

matig

sterk

uiterst

Toevoeging siltig in
grondsoort zand



Toevoeging B in
grondsoort A

Grondsoort A met 2
toevoegingen B en C

Peilbuis



Grondwaterstand
in peilbuis

Afdichting

Omstorting

Filter

Niet geperforeerd

Geperforeerd



Grondwaterstand
tijdens boren



1 Geroerd monster

2 Ongeroerd monster

Meettechniek

Bij het uitvoeren van een sondering conform NEN 5140 wordt de puntweerstand gemeten, die moet worden overwonnen om een conus met een tophoek van 60° en een basisoppervlak van 1000 mm^2 met een constante snelheid van ca 20 mm/s in de bodem te drukken¹⁾. De druk op de conuspunt (conusweerstand in MPa) wordt door rekstrookjes in de conus continu gemeten. De meetsignalen worden via een kabel naar een elektrische meeteenheid gestuurd en tezamen met de diepte en de tijd in een computer opgeslagen. Definitieve verwerking vindt daarna op kantoor plaats, waarbij de gemeten conusweerstand tegen de diepte in grafiekvorm wordt uitgewerkt. Door continue registratie van de conusweerstand wordt een nauwkeurig beeld van de gelaagdheid en de vastheid van de bodem verkregen.

In de elektrische conus is standaard een hellingmeter ingebouwd waarmee tijdens het sonderen de afwijking van de conus met de vertikaal wordt geregistreerd. Onjuiste diepte-aanduiding als gevolg van "krom sonderen" wordt hiermee voorkomen. Afhankelijk van de sondeerklasse wordt de diepte hiervoor gecorrigeerd.

Naast de conusweerstand kunnen, bij gebruik van andere conustypen, ook andere gegevens worden gemeten. De meest toegepaste conus is de "elektrische kleefmantelconus", waarmee zowel de conusweerstand als de plaatselijke wrijvingsweerstand gelijktijdig wordt gemeten. Hiertoe is een mantel met een oppervlak van 15000 mm^2 boven de punt aangebracht. De plaatselijke wrijving wordt op dezelfde wijze als de conusweerstand gemeten en geregistreerd.

¹⁾ Volgens NEN 5140 mag het basisoppervlak tussen 500 en 2000 mm^2 variëren zonder dat correctiefactoren op de meetresultaten behoeven te worden toegepast.

Interpretatie van de sonderingen met plaatselijke wrijvingsweerstand

Meting van zowel de conusweerstand als de plaatselijke wrijvingsweerstand maakt het mogelijk het wrijvingsgetal R_f te berekenen. Het wrijvingsgetal wordt gedefinieerd als het quotiënt van de plaatselijke wrijving en de op gelijke diepte gemeten conusweerstand, vermenigvuldigd met een factor 100. Hierbij wordt rekening gehouden met laagscheidingen ter hoogte van de mantel.

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

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

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

Andere conustypen

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

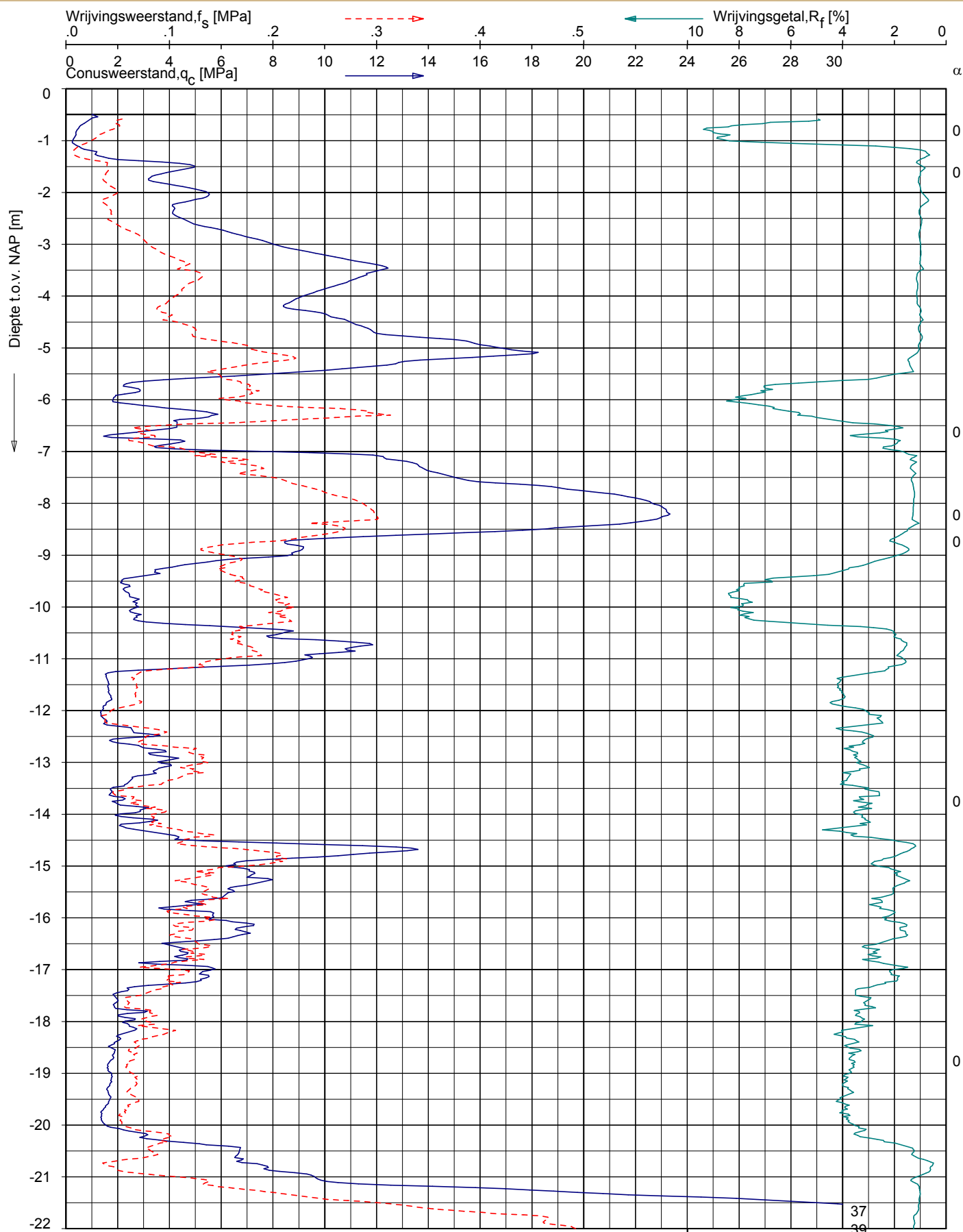
type meting	meetresultaten	toepassingsmogelijkheden
waterspanning	waterspanning ter plaatse van de punt	registreren waterremmende lagen indicatie stijghoogte grondwater classificatie / gelaagdheid bodem
geleidbaarheid	elektrische geleiding grond en grondwater	indicatie waterkwaliteit / zoet - zout water grens onderzoek verspreiding verontreiniging
temperatuur	temperatuurmeting op verschillende diepten	warmteoverdracht in de bodem bepaling temperatuurgradiënt
schuifgolfsnelheid (seismisch)	dynamische bodemparameters op verschillende diepten	machinefunderingen, windturbinefunderingen
versnelling	versnellingen op verschillende diepten	heitrillingen / verkeerstrillingen
CPM (conuspressiometer)	spannings-rek-gedrag en sterkte in situ	bepaling grondstijfheid, horizontale korrelspanning, ongedraineerde schuifweerstand en relatieve dichtheid
MIP (membrane interface probe)	verticale verspreiding van vluchtige (gechloreerde) koolwaterstoffen	bestudering zak/drijfslagen en/of verontreinigingen met vluchtige (gechloreerde) koolwaterstoffen
ROST (rapid optical screening tool)	verticale verspreiding van (aromatische) koolwaterstoffen	bestudering zak/drijfslagen en/of verontreinigingen met (aromatische) koolwaterstoffen
video	videobeeld van de grond bij het passeren van de conus	nadere geotechnische classificatie / structuur informatie over bodemverontreiniging (verkleuring)

Klassenindeling NEN 5140

De norm gaat uit van vier kwaliteitsklassen. Voorafgaand aan de uitvoering dient een keuze te worden gemaakt binnen welke kwaliteitsklasse het werk uitgevoerd moet worden. De klassenindeling heeft voornamelijk betrekking op de nauwkeurigheid van de gemeten conusweerstand, plaatselijke wrijvingsweerstand en diepte, zoals blijkt uit de onderstaande tabel.

k{PRIVATE }lasse	meetgrootheid	toelaatbare meetonzekerheid	meetinterval
1	Conusweerstand	0,05 MPa of 3%	20 mm
	Plaatselijke wrijvingsweerstand	0,01 MPa of 10%	
	Helling	2°	
	Sondeerdiepte	0,2 m of 1 %	
2	Conusweerstand	0,25 MPa of 5%	50 mm
	Plaatselijke wrijvingsweerstand	0,05 MPa of 15%	
	Helling	2°	
	Sondeerdiepte	0,2 m of 2 %	
3	Conusweerstand	0,5 MPa of 5%	100 mm
	Plaatselijke wrijvingsweerstand	0,05 MPa of 20%	
	Helling	5°	
	Sondeerdiepte	0,2 m of 2 %	
4	Conusweerstand	0,5 MPa of 5%	100 mm
	Plaatselijke wrijvingsweerstand	0,05 MPa of 20%	
	Sondeerlengte	0,1 m of 1%	
Opmerking: De toelaatbare meetonzekerheid is de grotere waarde van de absolute meetonzekerheid en de relatieve meetonzekerheid. De relatieve meetonzekerheid geldt voor de meetwaarde en niet voor het meetbereik.			

Voor projecten, waarbij parameters op basis van Tabel 1 NEN 6740 worden afgeleid, is een hoge nauwkeurigheidsklasse gewenst. Het is in slappe grondlagen met lage conusweerstand extra moeilijk om aan de eisen van klassen 1 en 2 te voldoen. Dit in tegenstelling tot grondsoorten met hoge conusweerstand. Het bij Fugro gehanteerde meetsysteem voor sonderen is bijzonder nauwkeurig door strikte kwaliteitscontroles en calibraties. Fugro sonderingen vallen dan ook standaard in klasse 2. Klasse 1 sonderingen dienen alleen voor calibratiedoeleinden en wetenschappelijk onderzoek. Bij routinematige sonderingen kunnen de specificaties van klasse 1 sonderingen alleen door aanvullende maatregelen worden benaderd.



Opg. : CM/MKR/NB d.d. 18-Sep-2006
 Get. : JANSSENC d.d. 2008-05-05

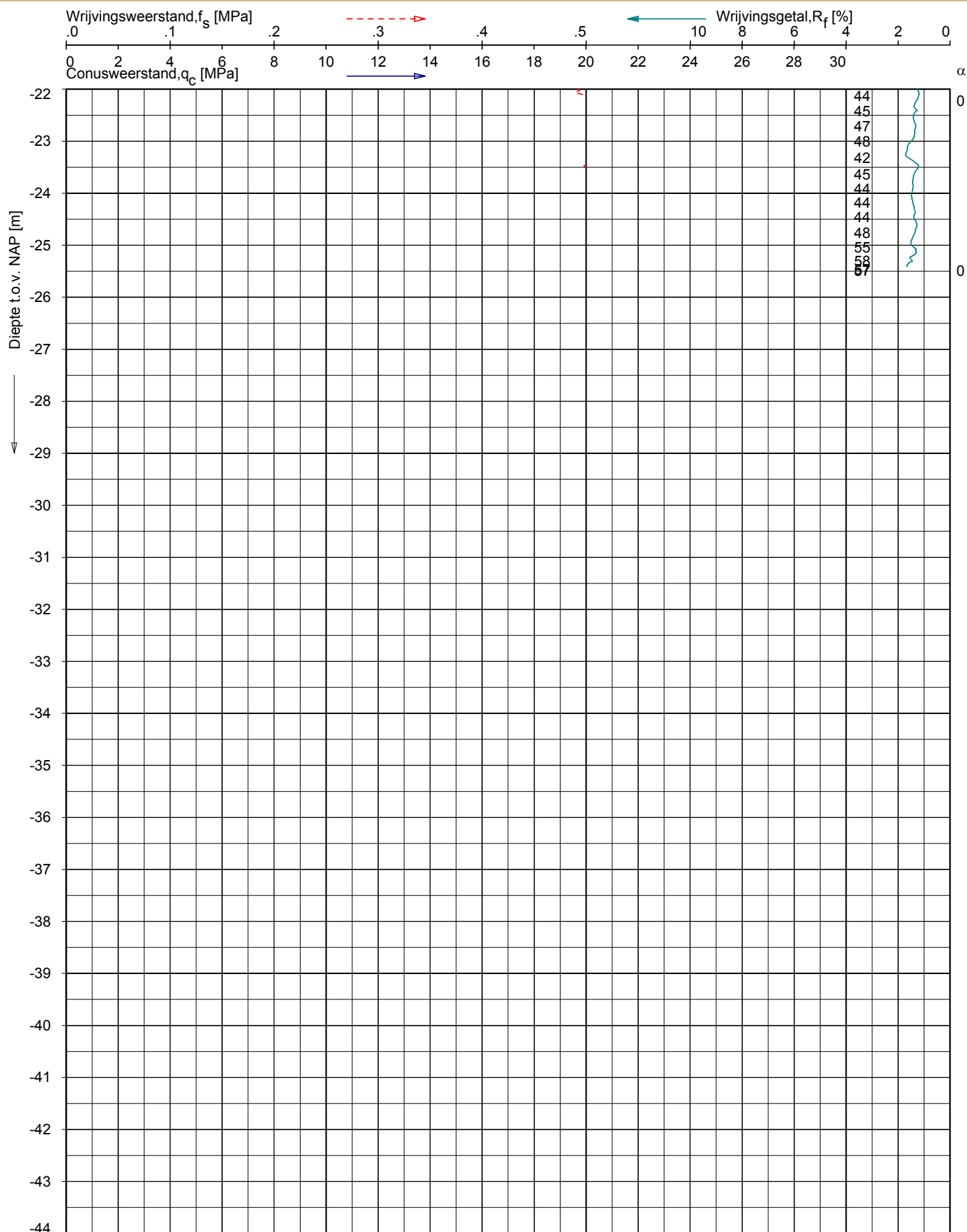
conus : F7.5CKE/B
 MV = NAP -0.49 m

X = 154360.963
 Y = 471686.574

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

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING
 NIEUWBOUWWIJK RENGERSWETERING 1E FASE (DE KAMPEN)
 TE BUNSCHOTEN-SPAKENBURG

Opdr. 6006-0470-000
 Sond. DKM1



Opg. : CM/MKR/NB d.d. 18-Sep-2006
 Get. : JANSSENC d.d. 2008-05-05

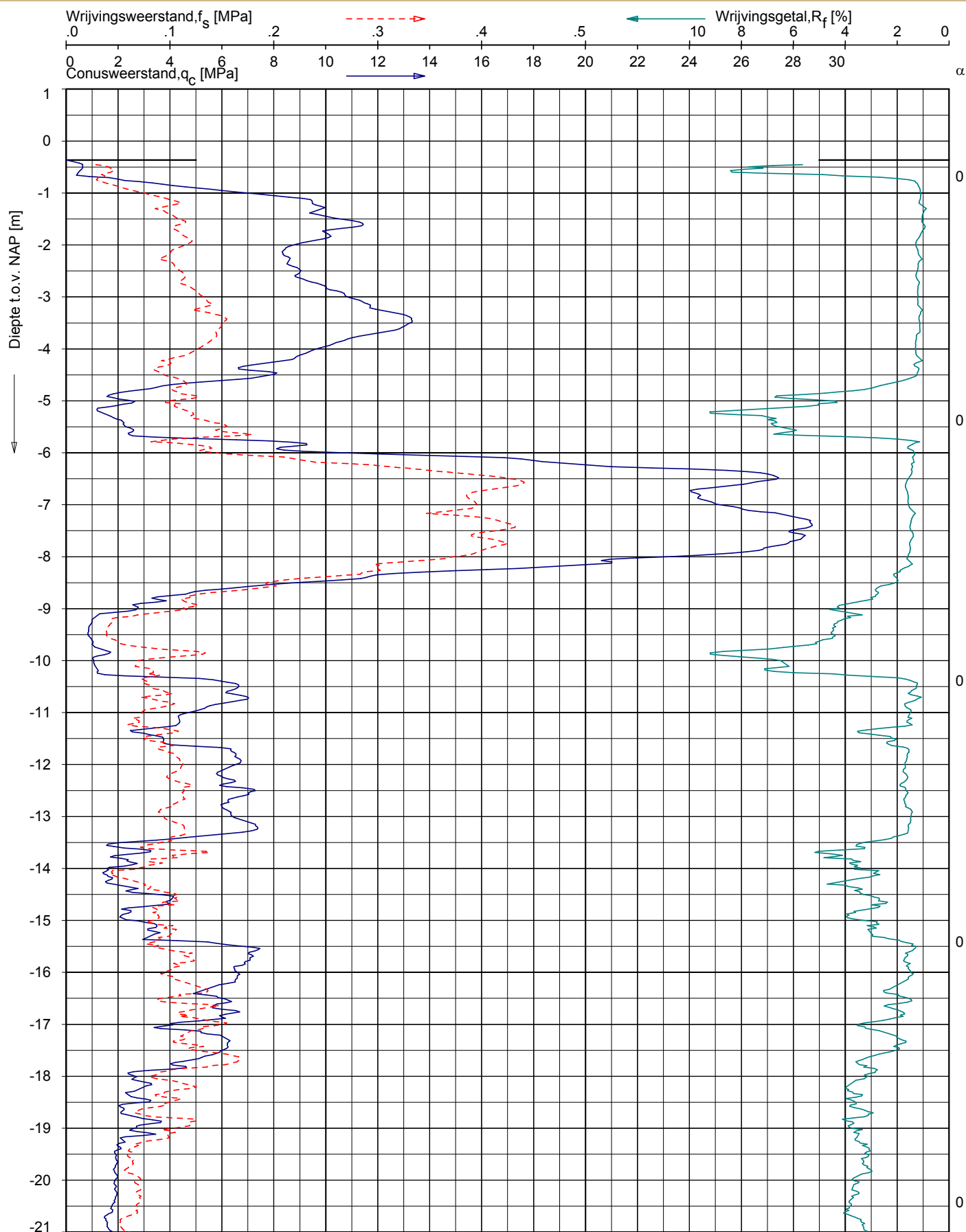
conus : F7.5CKE/B
 MV = NAP -0.49 m

X = 154360.963
 Y = 471686.574

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

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING
 NIEUWBOUWWIJK RENGERSWETERING 1E FASE (DE KAMPEN)
 TE BUNSCHOTEN-SPAKENBURG

Opdr. 6006-0470-000
 Sond. DKM1



Opg. : CM/MKR/NB d.d. 18-Sep-2006
 Get. : JANSSENC d.d. 2008-05-05

conus : F7.5CKE/B
 MV = NAP -0.37 m

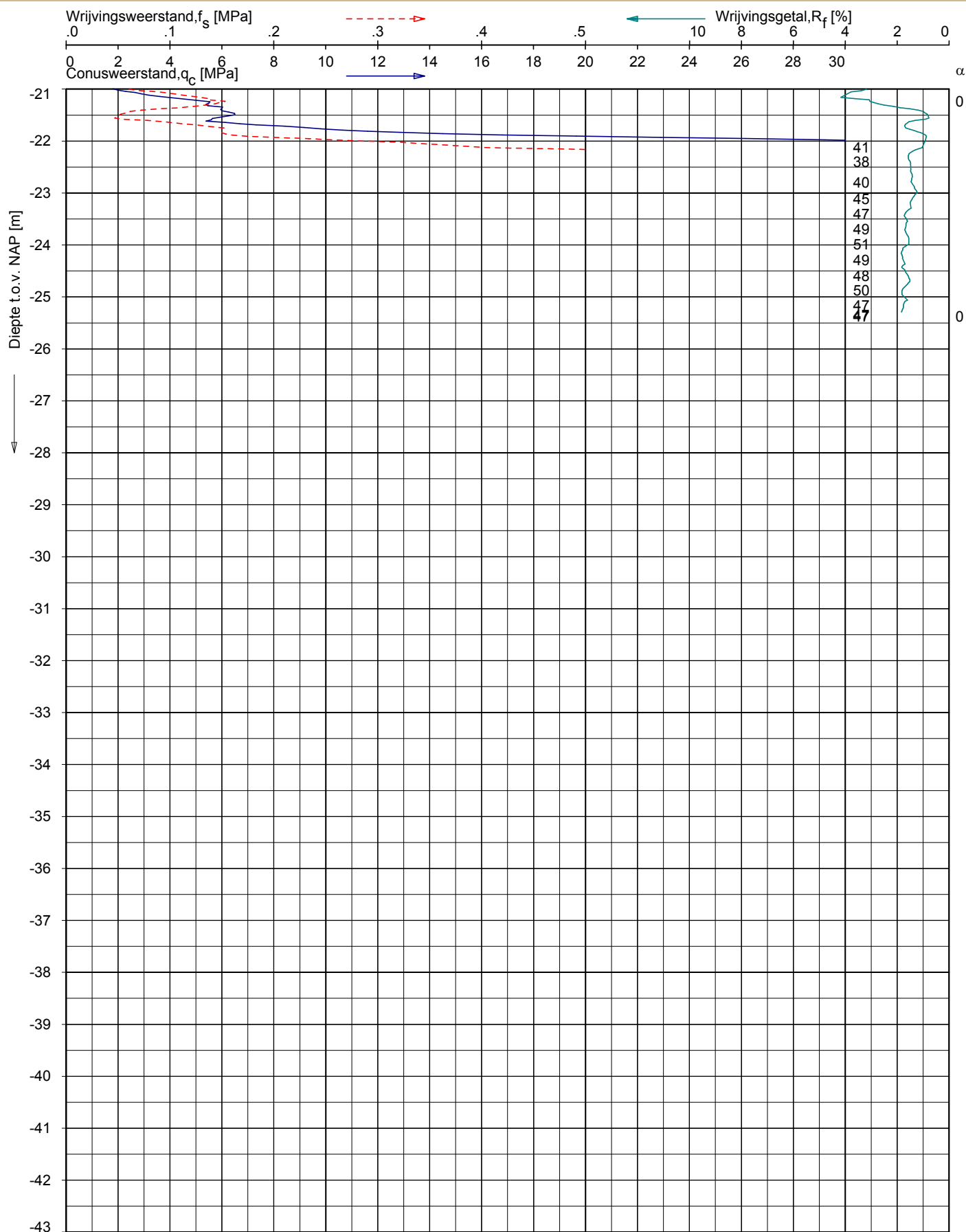
X = 154738.803
 Y = 471604.800

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



SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING
 NIEUWBOUWWIJK RENGERSWETERING 1E FASE (DE KAMPEN)
 TE BUNSCHOTEN-SPAKENBURG

Opdr. 6006-0470-000
 Sond. DKM2



Opg.: CM/MKR/NB d.d. 18-Sep-2006
Get.: JANSSENC d.d. 2008-05-05

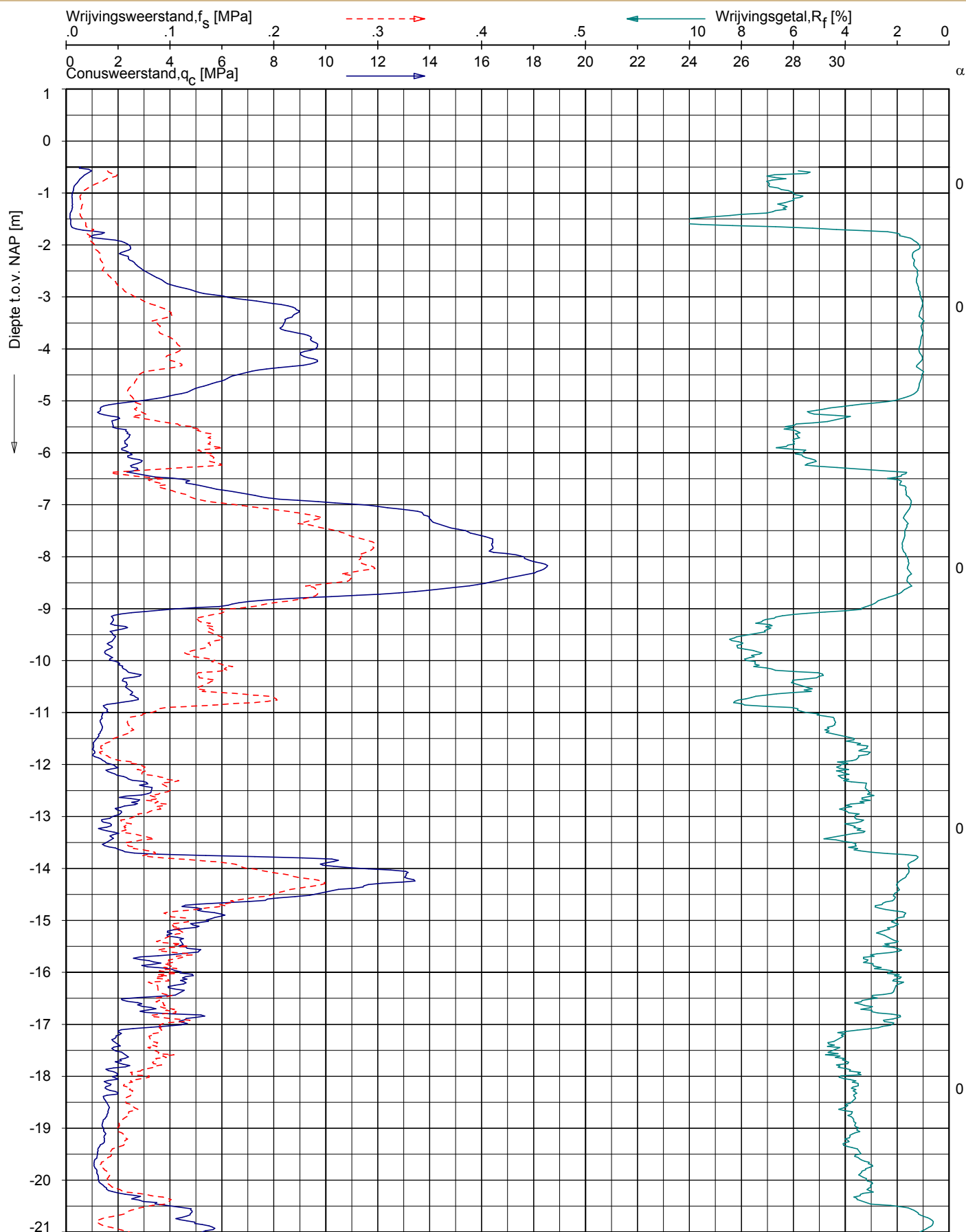
conus: F7.5CKE/B
MV = NAP -0.37 m

X = 154738.803
Y = 471604.800

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

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING
NIEUWBOUWWIJK RENGERSWETERING 1E FASE (DE KAMPEN)
TE BUNSCHOTEN-SPAKENBURG

Opdr. 6006-0470-000
Sond. DKM2



Opg. : CM/MKR/NB d.d. 18-Sep-2006
 Get. : JANSSENC d.d. 2008-05-05

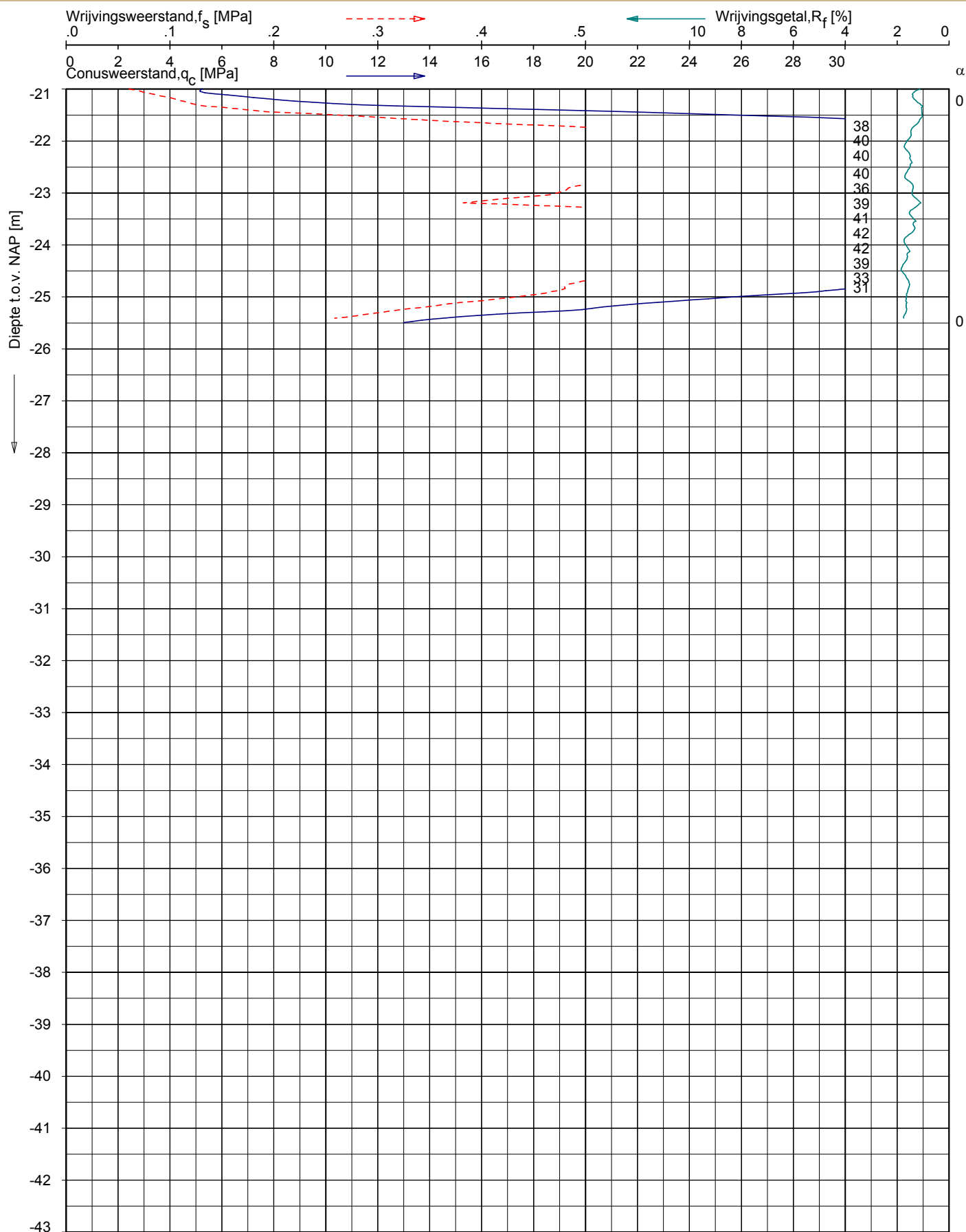
conus : F7.5CKE/B
 MV = NAP -0.50 m

X = 154395.027
 Y = 471849.196

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

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING
 NIEUWBOUWWIJK RENGERSWETERING 1E FASE (DE KAMPEN)
 TE BUNSCHOTEN-SPAKENBURG

Opdr. 6006-0470-000
 Sond. DKM3



Opg.: CM/MKR/NB d.d. 18-Sep-2006
Get.: JANSSENC d.d. 2008-05-05

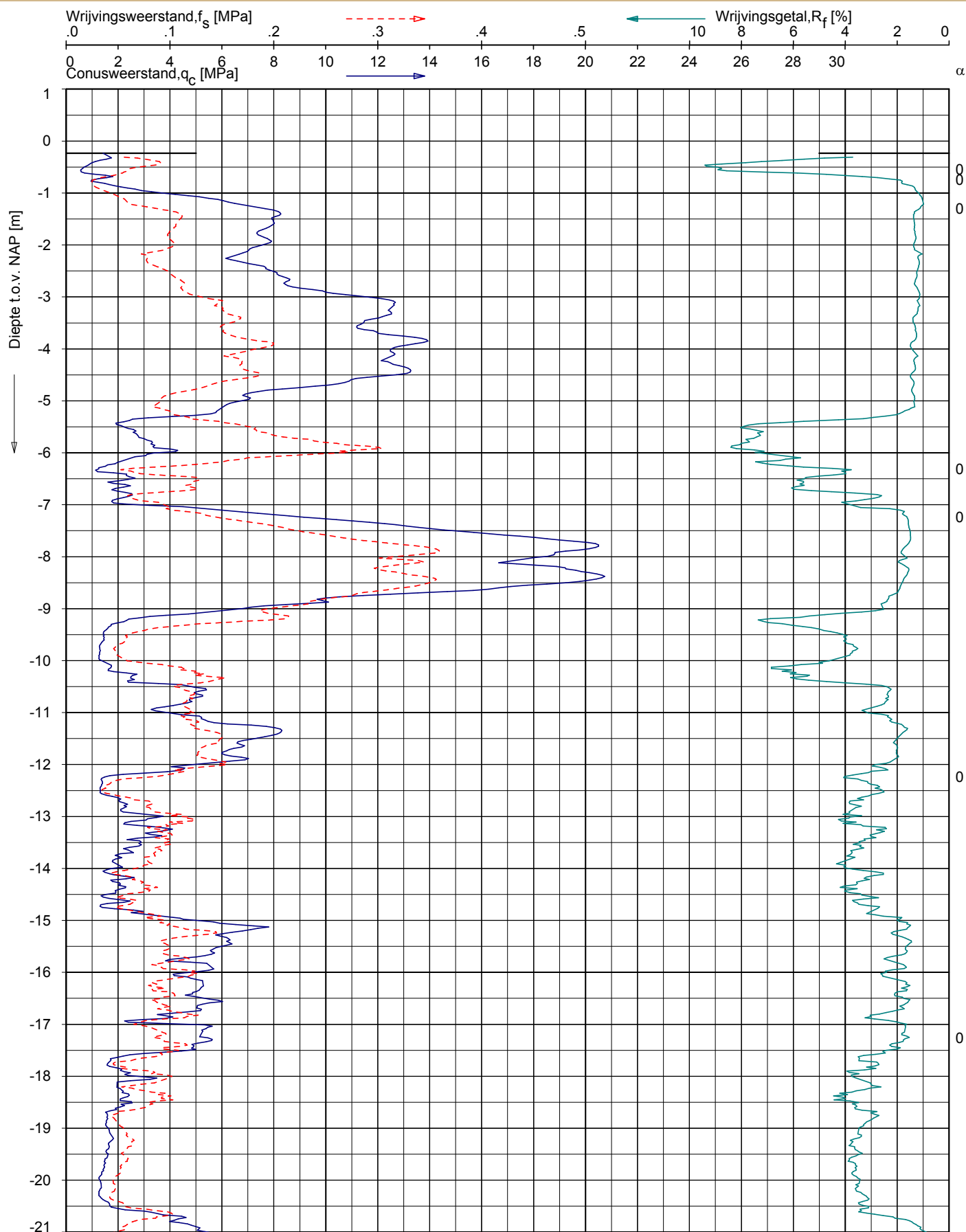
conus: F7.5CKE/B
MV = NAP -0.50 m

X = 154395.027
Y = 471849.196

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

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING
NIEUWBOUWWIJK RENGERSWETERING 1E FASE (DE KAMPEN)
TE BUNSCHOTEN-SPAKENBURG

Opdr. 6006-0470-000
Sond. DKM3



Opg. : CM/MKR/NB d.d. 18-Sep-2006
 Get. : JANSSENC d.d. 2008-05-05

conus : F7.5CKE/B
 MV = NAP -0.23 m

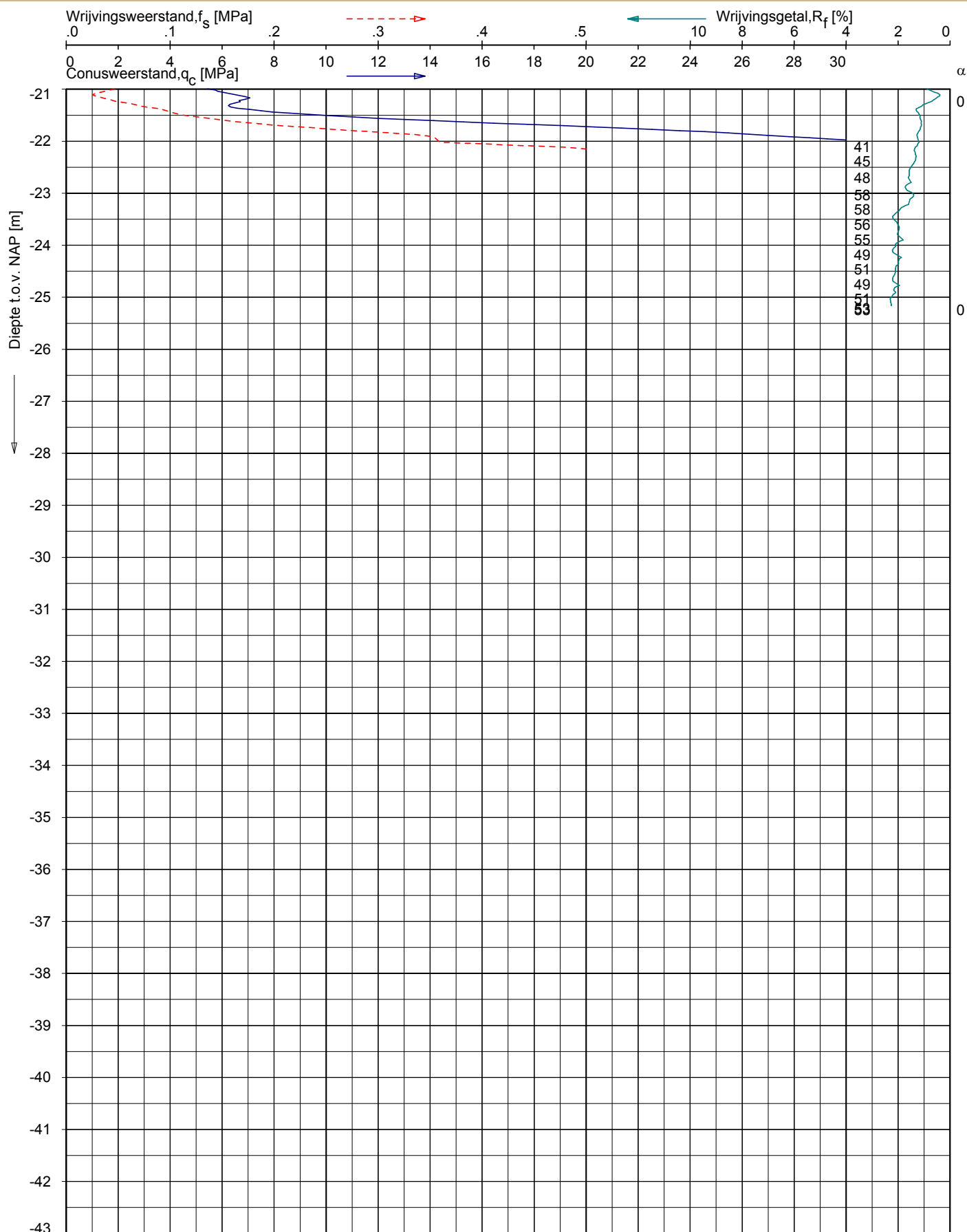
X = 154562.775
 Y = 471750.297

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



SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING
 NIEUWBOUWWIJK RENGERSWETERING 1E FASE (DE KAMPEN)
 TE BUNSCHOTEN-SPAKENBURG

Opdr. 6006-0470-000
 Sond. DKM4



Opg. : CM/MKR/NB d.d. 18-Sep-2006
Get. : JANSSENC d.d. 2008-05-05

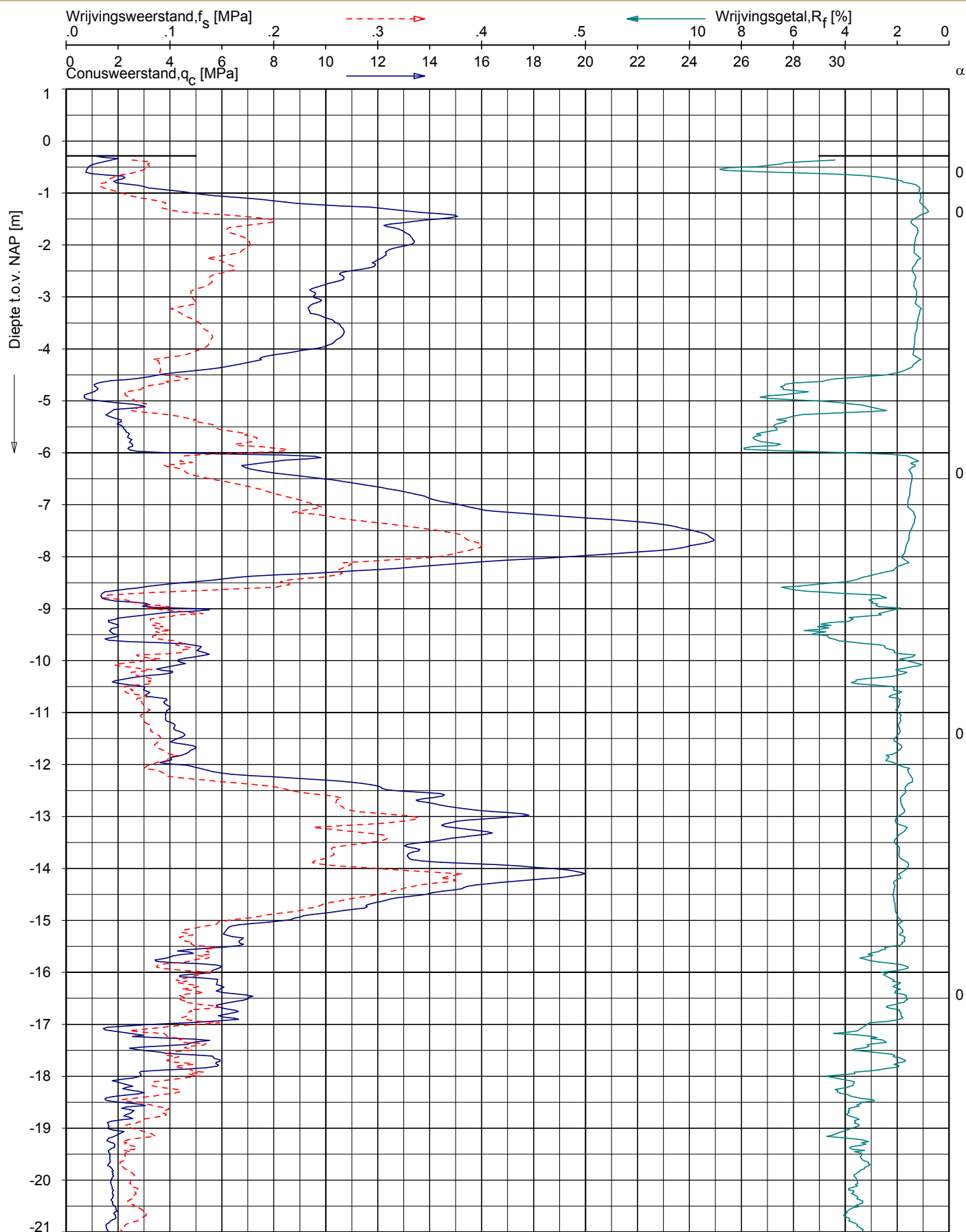
conus : F7.5CKE/B
MV = NAP -0.23 m

X = 154562.775
Y = 471750.297

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

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING
NIEUWBOUWWIJK RENGERSWETERING 1E FASE (DE KAMPEN)
TE BUNSCHOTEN-SPAKENBURG

Opdr. 6006-0470-000
Sond. DKM4



Opg. : CM/MKR/NB d.d. 18-Sep-2006
 Get. : JANSSENC d.d. 2008-05-05

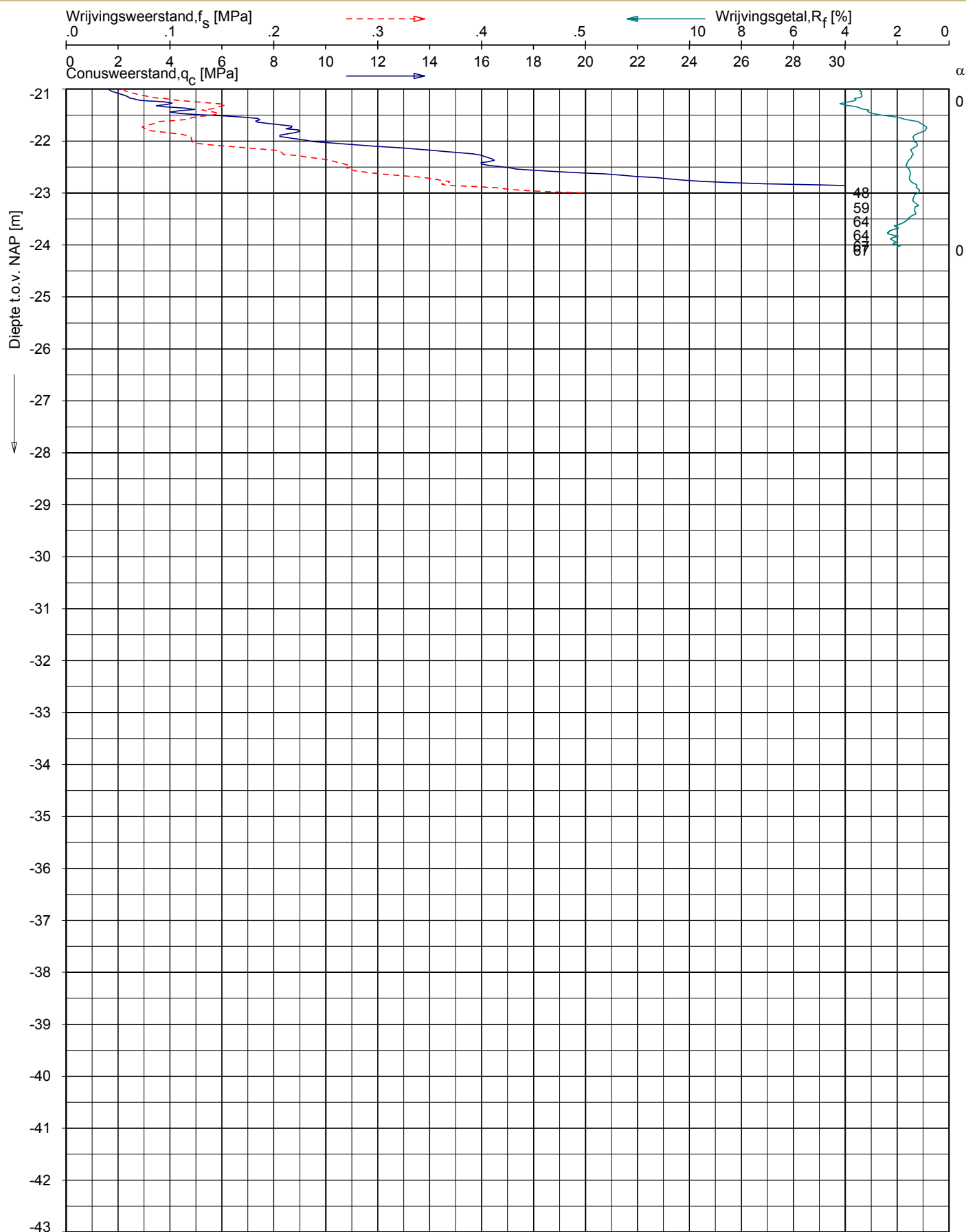
conus : F7.5CKE/B X = 154746.619
 MV = NAP -0.29 m Y = 471774.125

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



SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING
 NIEUWBOUWWIJK RENGERSWETERING 1E FASE (DE KAMPEN)
 TE BUNSCHOTEN-SPAKENBURG

Opdr. 6006-0470-000
 Sond. DKM5



Opg. : CM/MKR/NB d.d. 18-Sep-2006
Get. : JANSSENC d.d. 2008-05-05

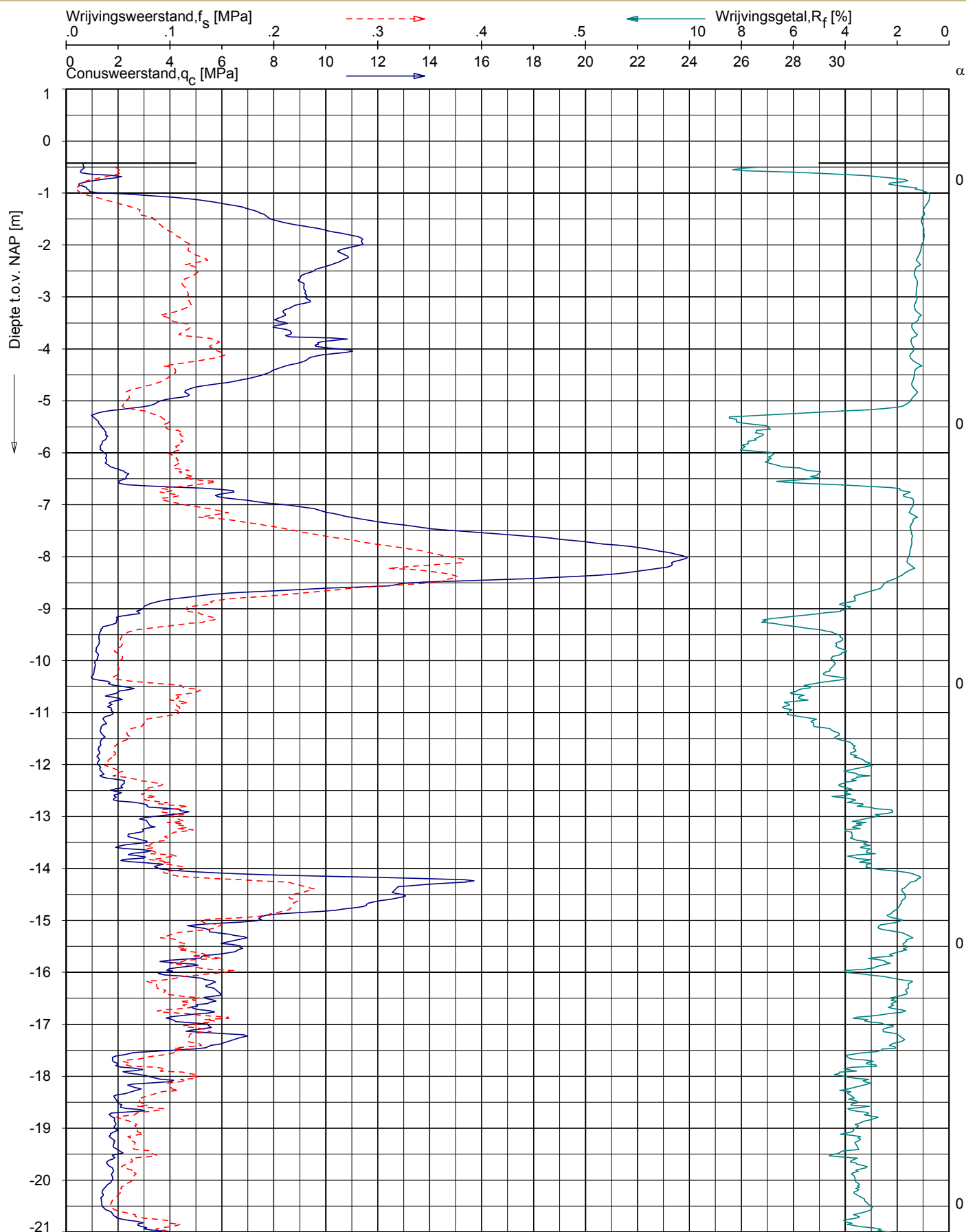
conus : F7.5CKE/B
MV = NAP -0.29 m

X = 154746.619
Y = 471774.125

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

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING
NIEUWBOUWWIJK RENGERSWETERING 1E FASE (DE KAMPEN)
TE BUNSCHOTEN-SPAKENBURG

Opdr. 6006-0470-000
Sond. DKM5



Opg. : CMMKR/NB d.d. 18-Sep-2006
 Get. : JANSSENC d.d. 2008-05-05

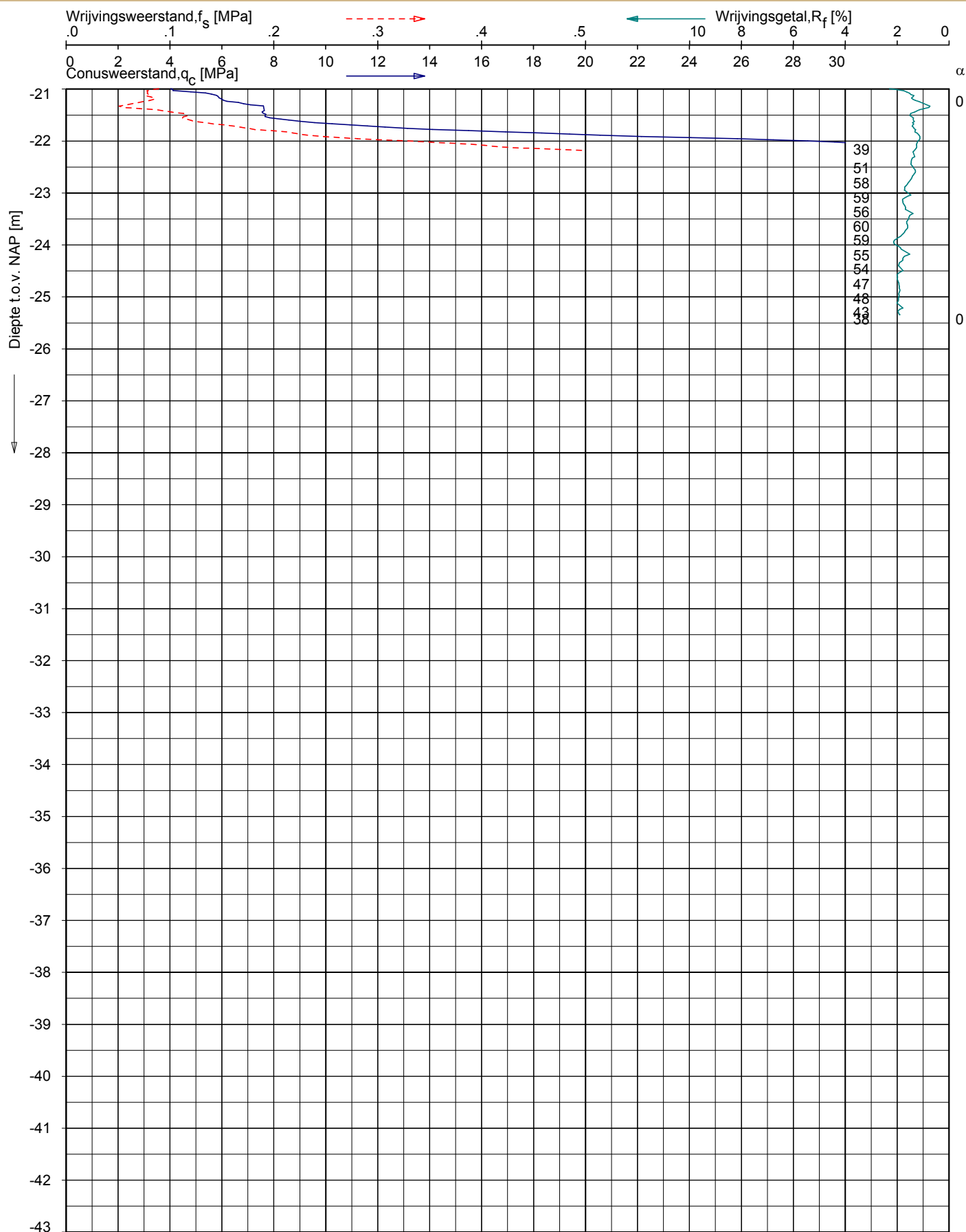
conus : F7.5CKE/B
 MV = NAP -0.42 m
 X = 154580.827
 Y = 471926.395

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



SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING
 NIEUWBOUWWIJK RENGERSWETERING 1E FASE (DE KAMPEN)
 TE BUNSCHOTEN-SPAKENBURG

Opdr. 6006-0470-000
 Sond. DKM6



Opg. : CM/MKR/NB d.d. 18-Sep-2006
Get. : JANSSENC d.d. 2008-05-05

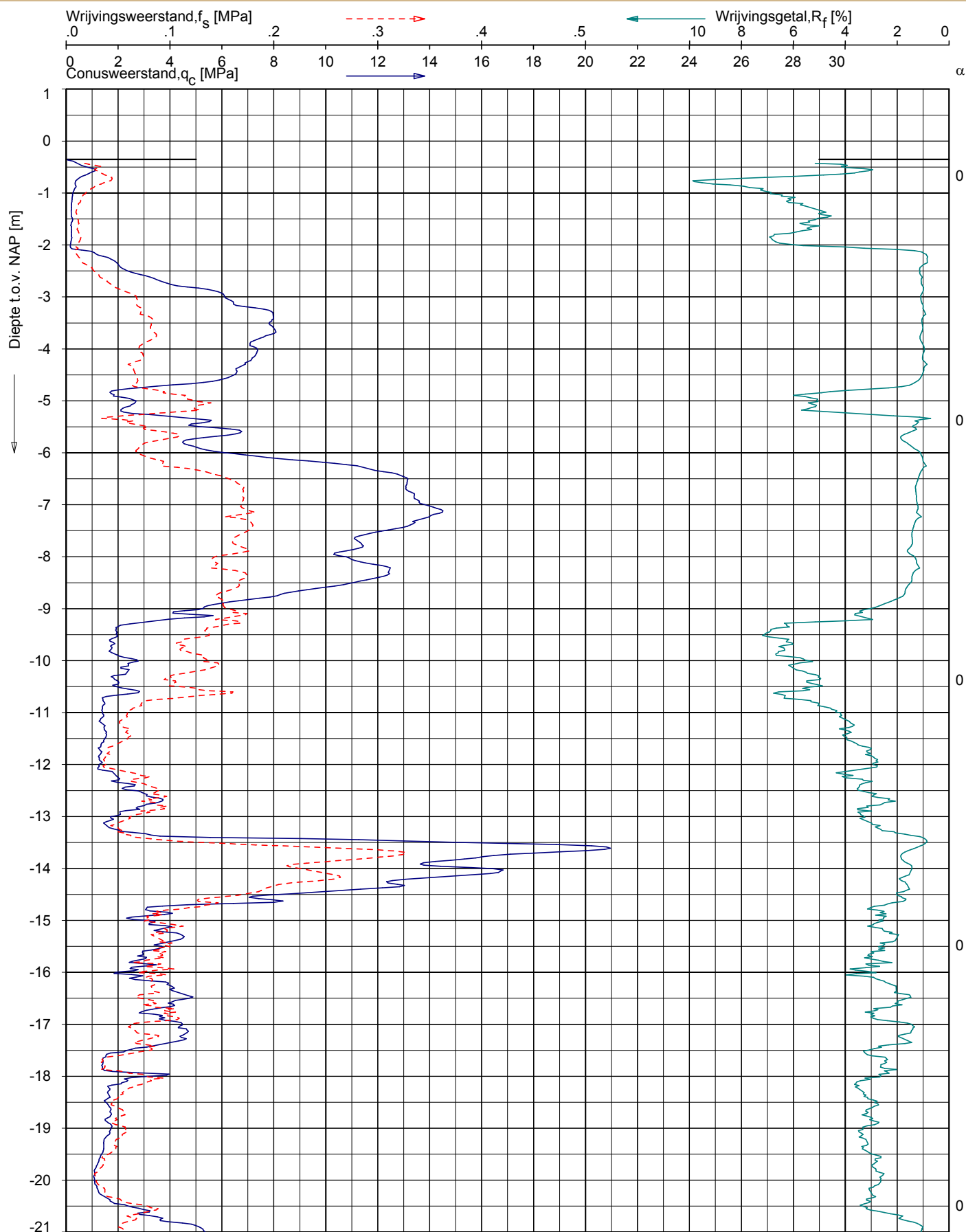
conus : F7.5CKE/B
MV = NAP -0.42 m

X = 154580.827
Y = 471926.395

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

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING
NIEUWBOUWWIJK RENGERSWETERING 1E FASE (DE KAMPEN)
TE BUNSCHOTEN-SPAKENBURG

Opdr. 6006-0470-000
Sond. DKM6



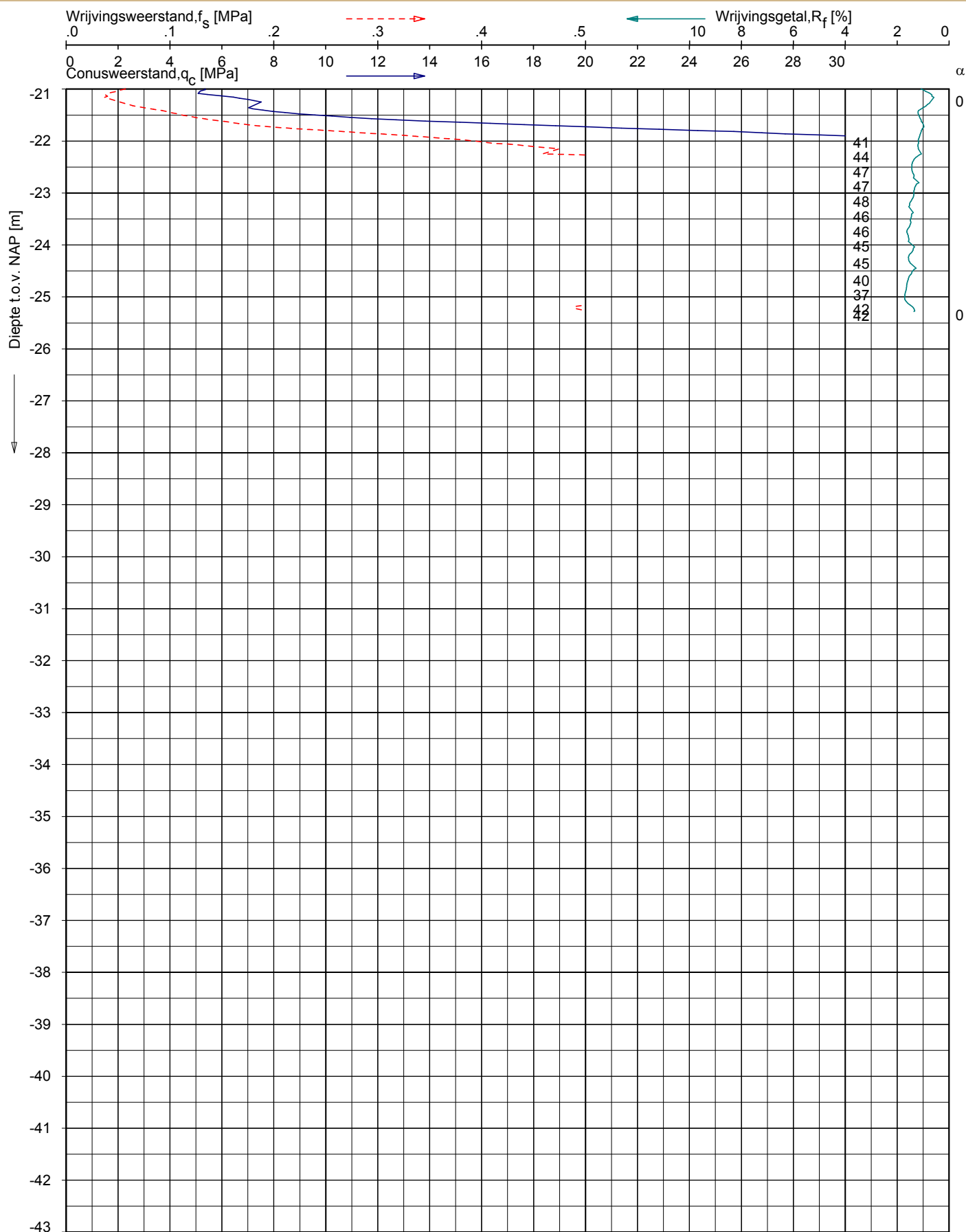
Opg.: CM/WEH d.d. 19-Sep-2006 conus: F7.5CKE/B X = 154436.973
 Get.: JANSSENC d.d. 2008-05-05 MV = NAP -0.35 m Y = 472027.957

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



SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING
 NIEUWBOUWWIJK RENGERSWETERING 1E FASE (DE KAMPEN)
 TE BUNSCHOTEN-SPAKENBURG

Opdr. 6006-0470-000
 Sond. DKM7



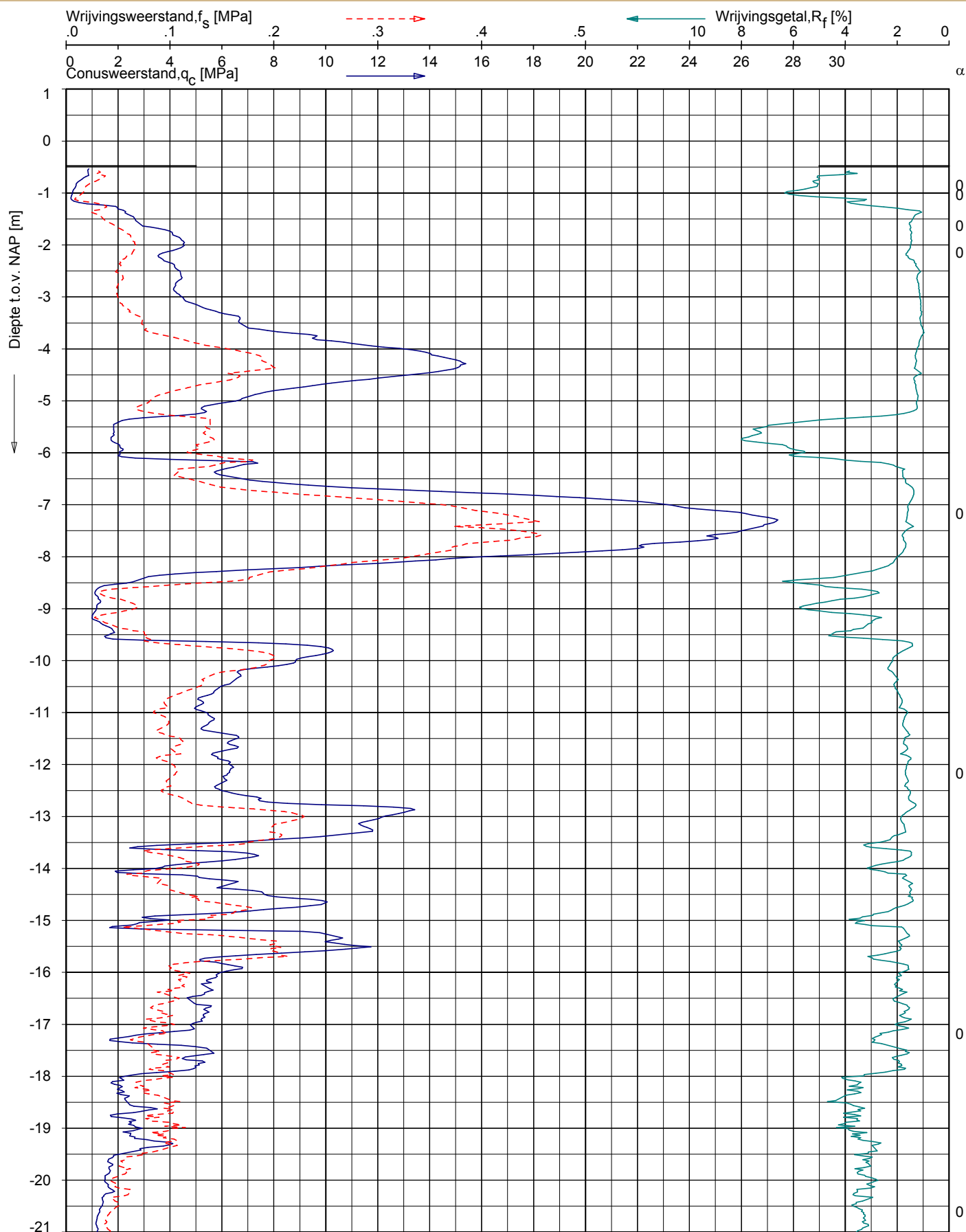
Opg.: CM/WEH d.d. 19-Sep-2006 conus: F7.5CKE/B X = 154436.973
 Get.: JANSSENC d.d. 2008-05-05 MV = NAP -0.35 m Y = 472027.957

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



SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING
 NIEUWBOUWWIJK RENGERSWETERING 1E FASE (DE KAMPEN)
 TE BUNSCHOTEN-SPAKENBURG

Opdr. 6006-0470-000
 Sond. DKM7



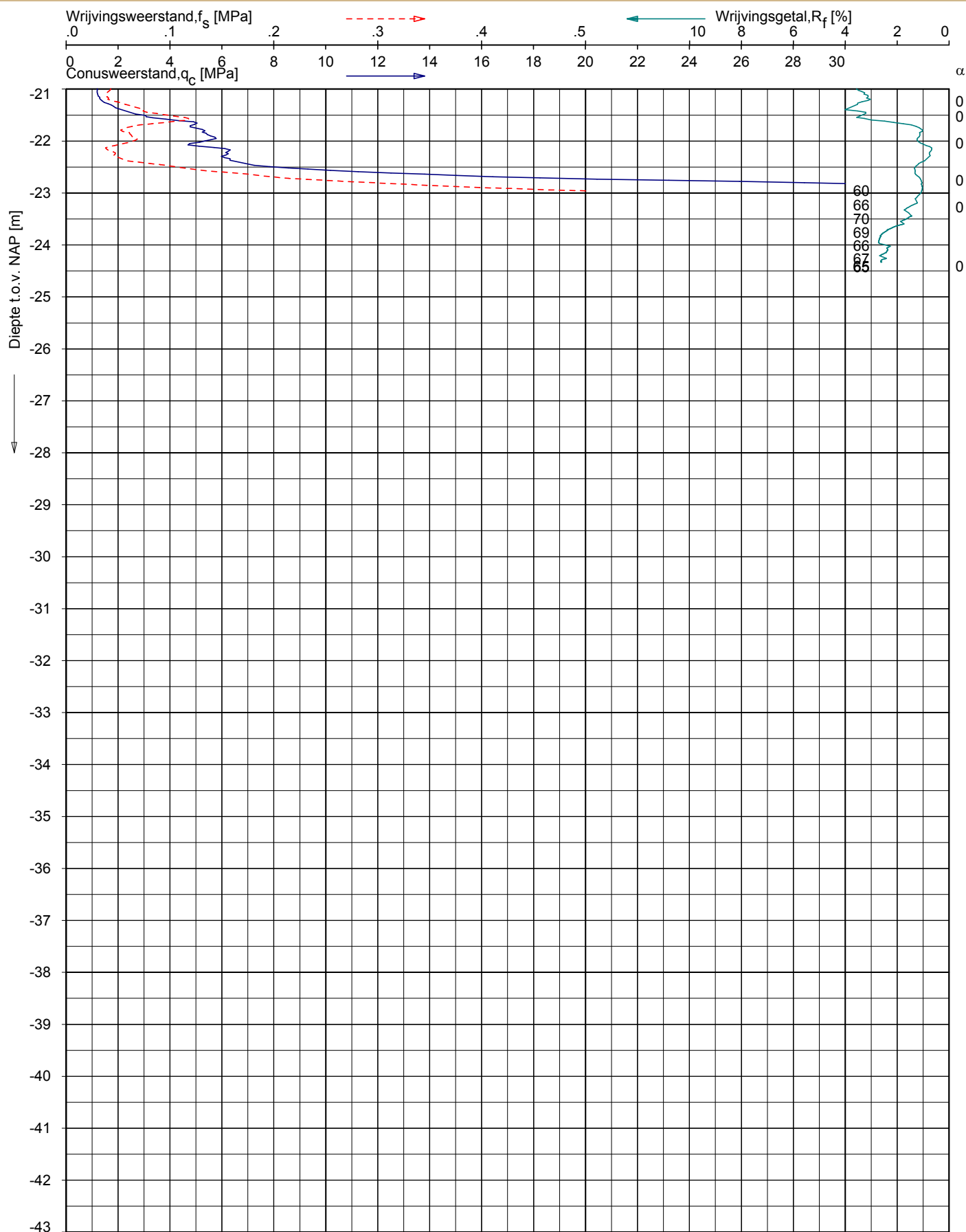
Opg.: CM/WEH d.d. 19-Sep-2006 conus: F7.5CKE/B X = 154796.121
 Get.: JANSSENC d.d. 2008-05-05 MV = NAP -0.48 m Y = 471977.467

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



SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING
 NIEUWBOUWWIJK RENGERSWETERING 1E FASE (DE KAMPEN)
 TE BUNSCHOTEN-SPAKENBURG

Opdr. 6006-0470-000
 Sond. DKM8



Opg.: CM/WEH d.d. 19-Sep-2006
Get.: JANSSENC d.d. 2008-05-05

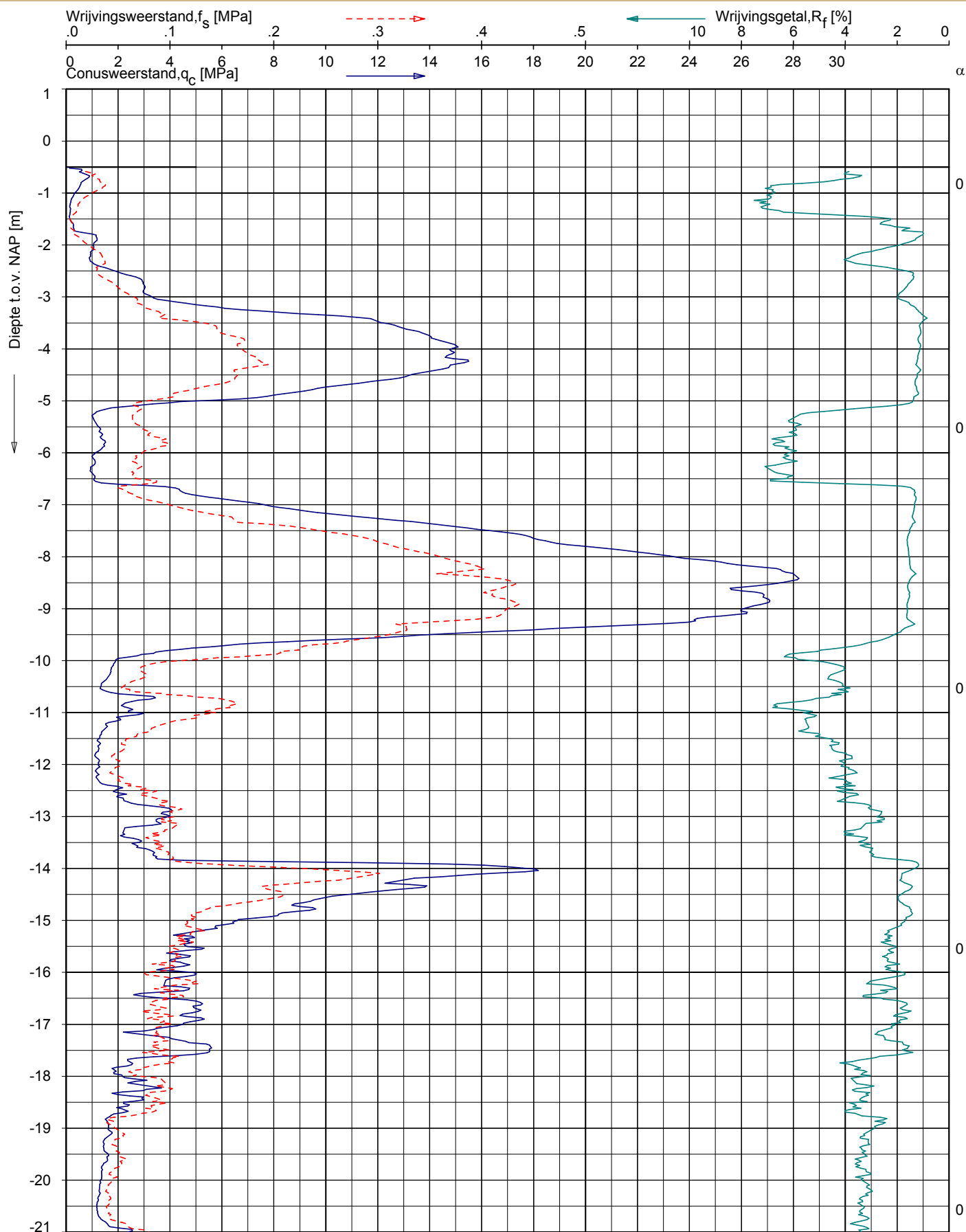
conus: F7.5CKE/B
MV = NAP -0.48 m

X = 154796.121
Y = 471977.467

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

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING
NIEUWBOUWWIJK RENGERSWETERING 1E FASE (DE KAMPEN)
TE BUNSCHOTEN-SPAKENBURG

Opdr. 6006-0470-000
Sond. DKM8



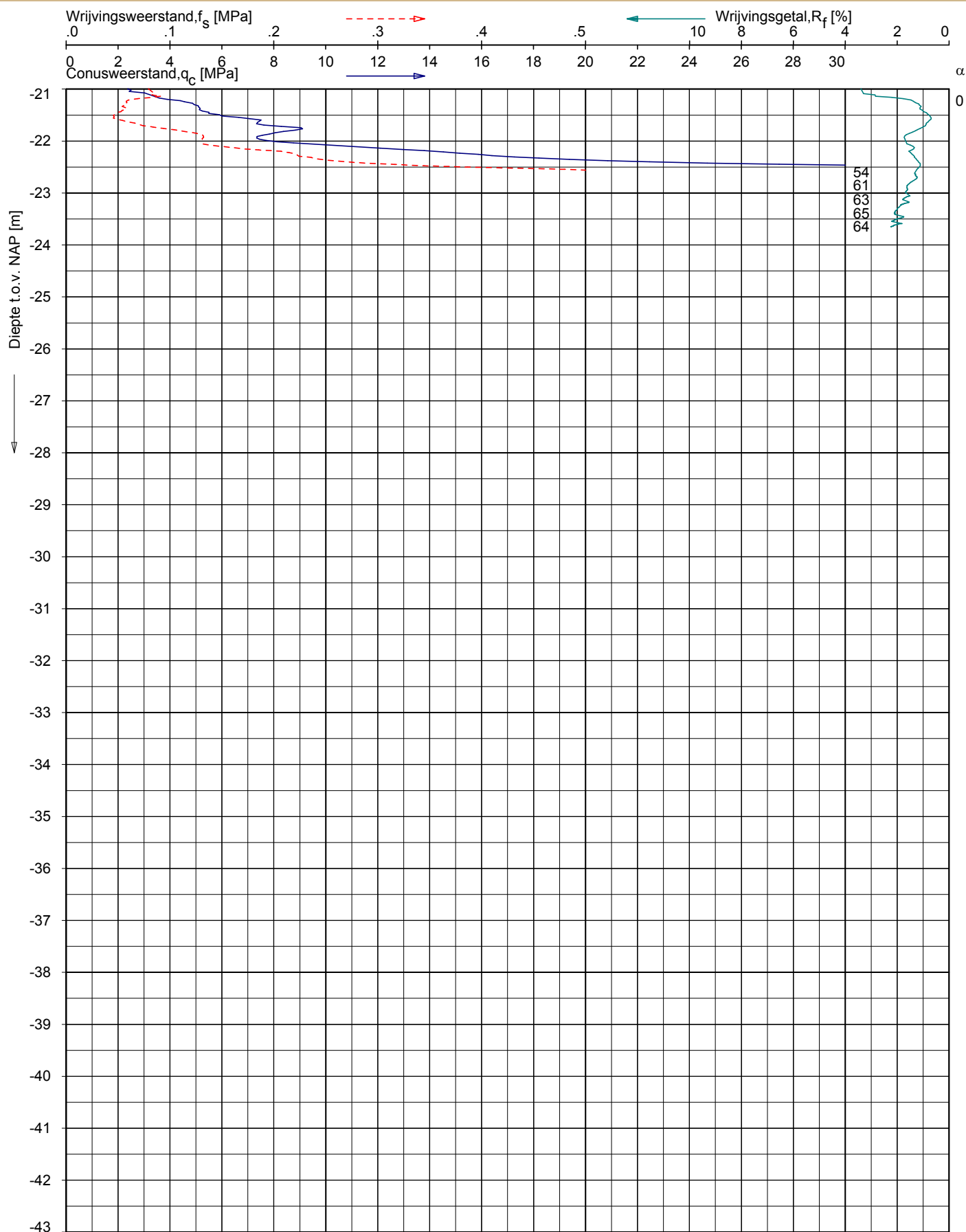
Opg.: CM/WEH d.d. 19-Sep-2006 conus: F7.5CKE/B X = 154588.389
 Get.: JANSSENC d.d. 2008-05-05 MV = NAP -0.50 m Y = 472029.437

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



SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING
 NIEUWBOUWWIJK RENGERSWETERING 1E FASE (DE KAMPEN)
 TE BUNSCHOTEN-SPAKENBURG

Opdr. 6006-0470-000
 Sond. DKM9

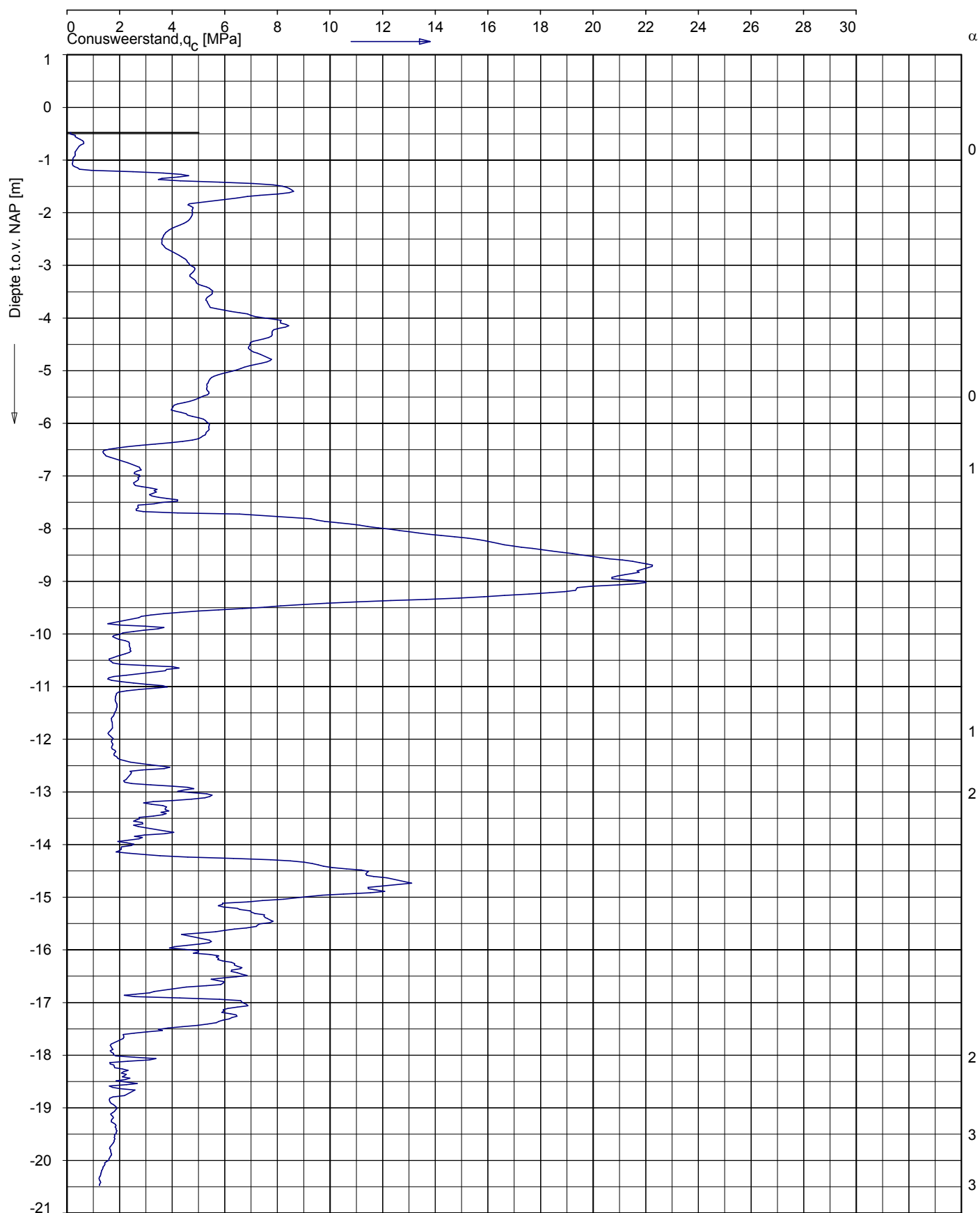


Opg.: CM/WEH d.d. 19-Sep-2006 conus: F7.5CKE/B X = 154588.389
 Get.: JANSSENC d.d. 2008-05-05 MV = NAP -0.50 m Y = 472029.437

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

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING
 NIEUWBOUWWIJK RENGERSWETERING 1E FASE (DE KAMPEN)
 TE BUNSCHOTEN-SPAKENBURG

Opdr. 6006-0470-000
 Sond. DKM9



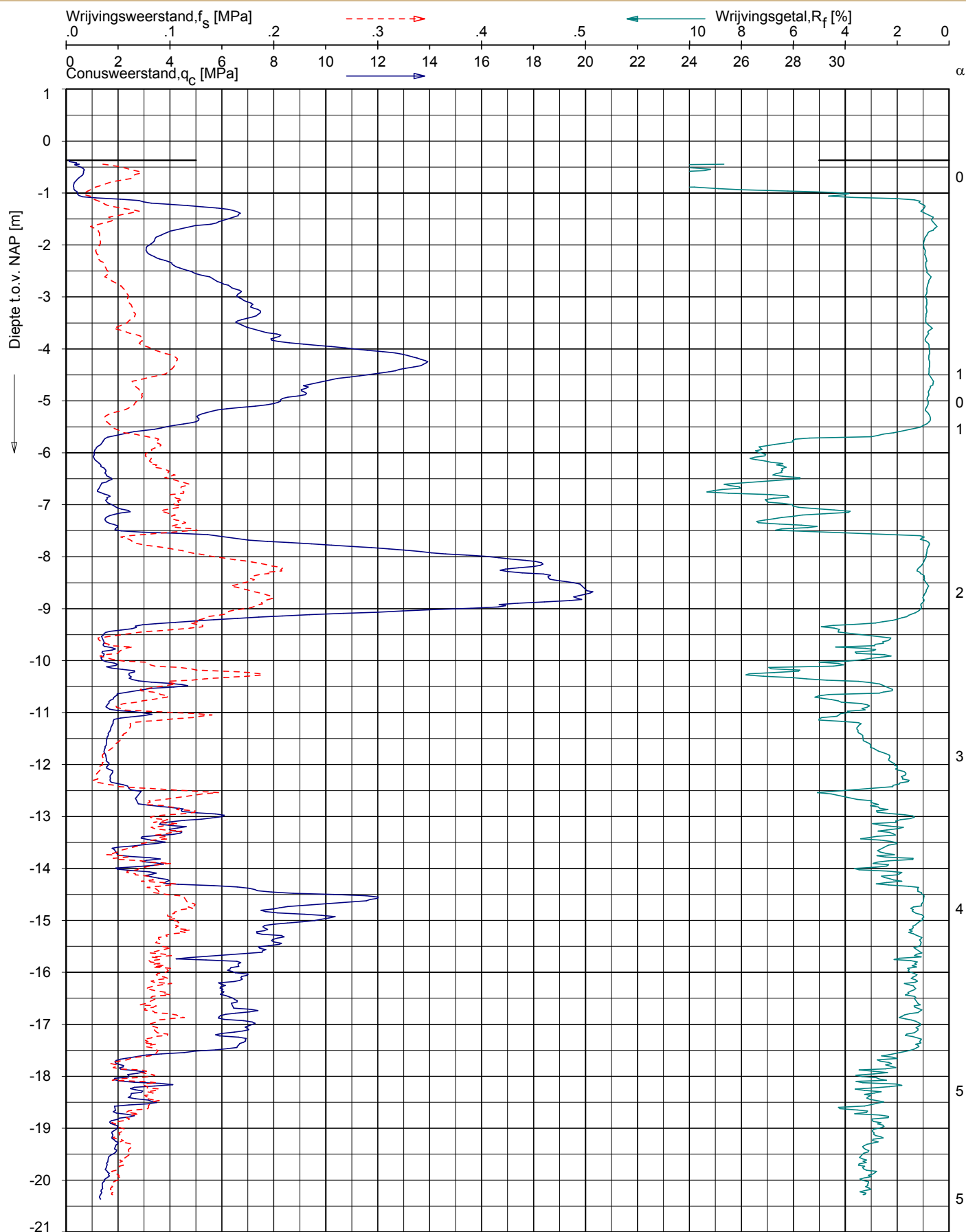
Opg. : SC/JSL d.d. 20-Mar-2008 conus : F7.5CKE2HA/B X = 154628.31
 Get. : JANSSENC d.d. 2008-04-21 MV = NAP -0.48 m Y = 471906.88

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



SONDERING
 NIEUWBOUWWIJK RENGERSWETERING 1E FASE (DE KAMPEN)
 TE BUNSCHOTEN-SPAKENBURG

Opdr. 6006-0471-010
 Sond. D10



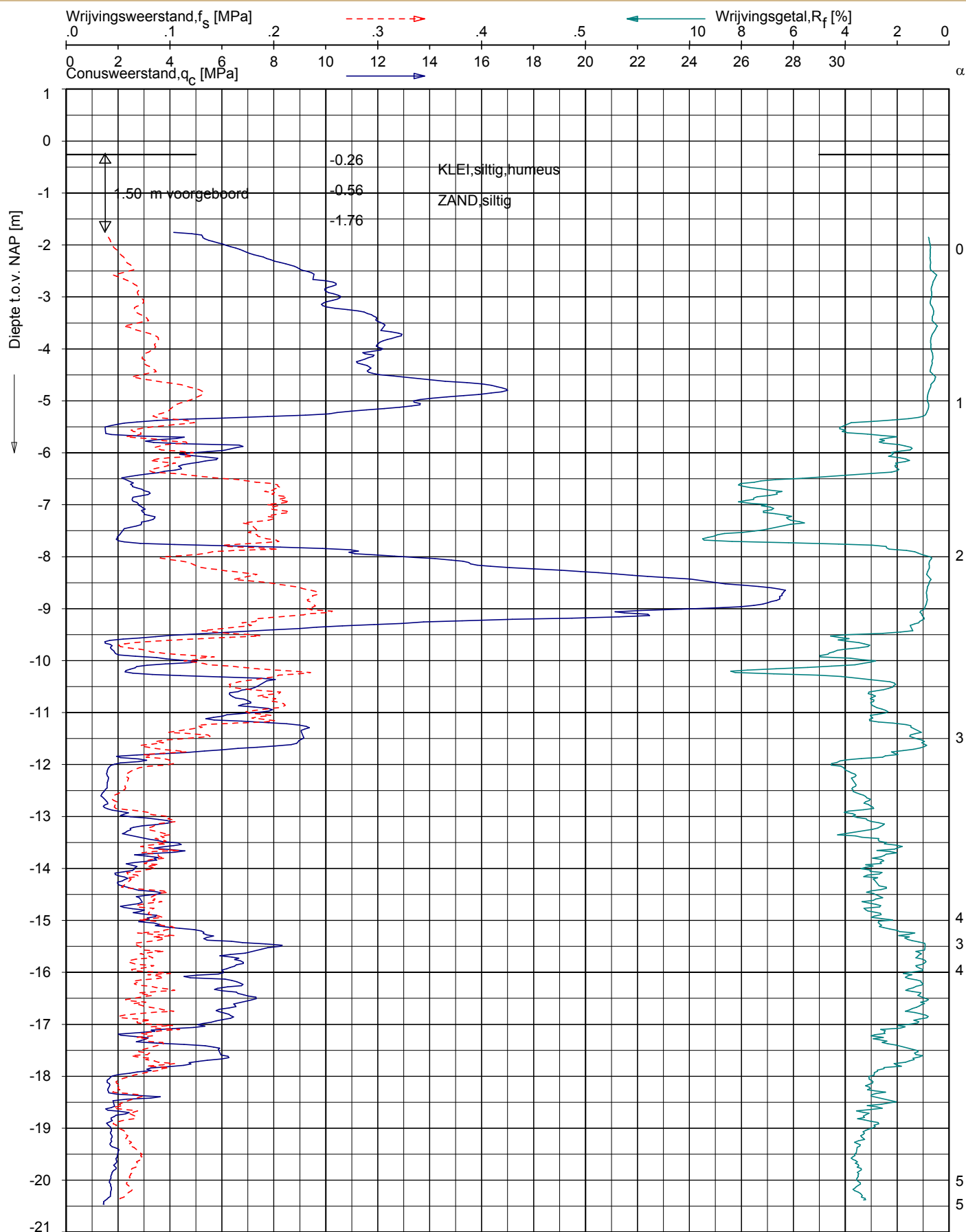
Opg.: SC/JSL d.d. 18-Mar-2008 conus: F7.5CKE2HA/B X = 154628.65
 Get.: JANSSENC d.d. 2008-04-21 MV = NAP -0.37 m Y = 471881.38

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



SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING
 NIEUWBOUWWIJK RENGERSWETERING 1E FASE (DE KAMPEN)
 TE BUNSCHOTEN-SPAKENBURG

Opdr. 6006-0471-010
 Sond. DKM11



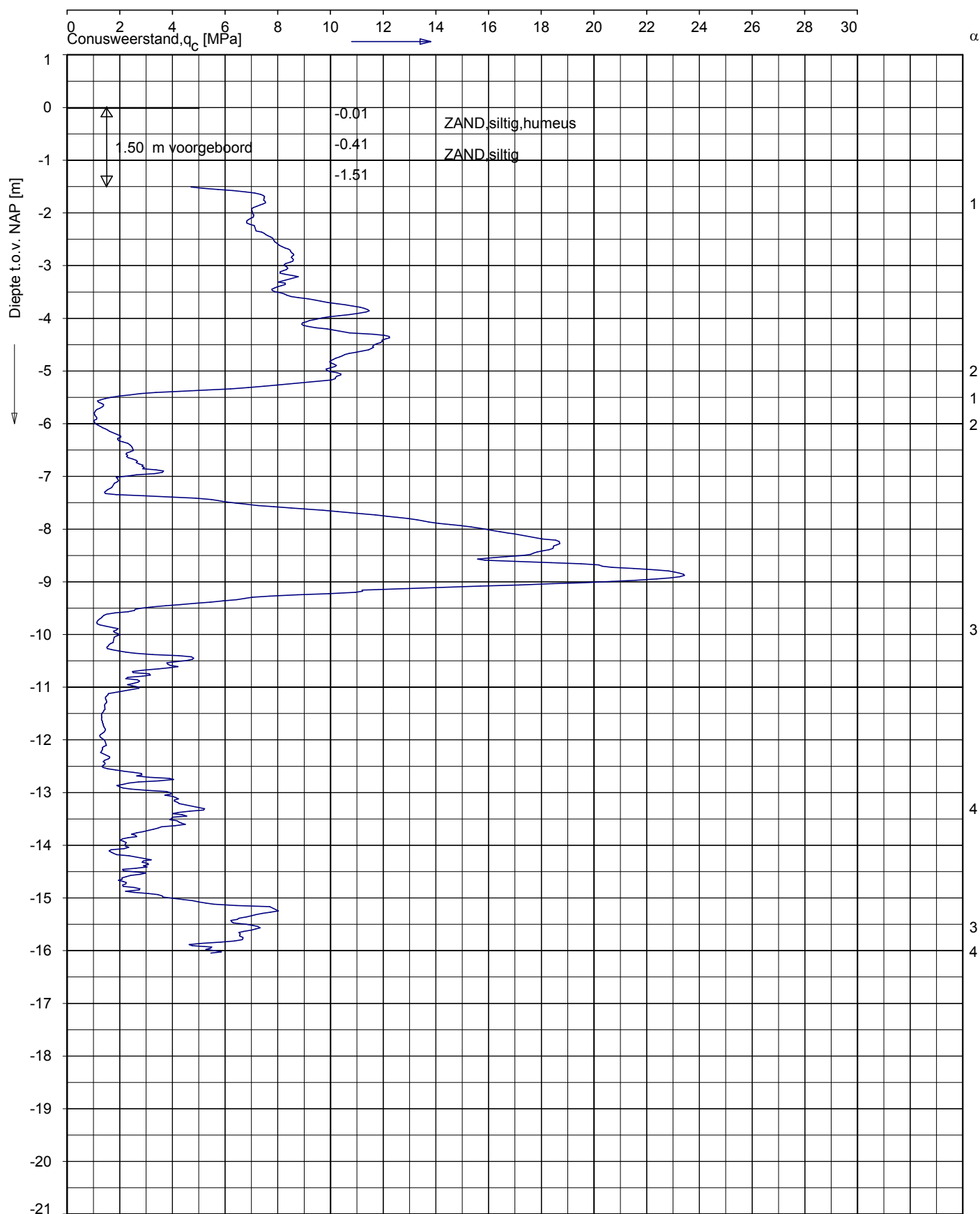
Opg.: MF d.d. 17-Mar-2008 conus: F7.5CKE2HA/B X = 154635.33
 Get.: JANSSENC d.d. 2008-04-21 MV = NAP -0.26 m Y = 471764.19

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



SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING
 NIEUWBOUWWIJK RENGERSWETERING 1E FASE (DE KAMPEN)
 TE BUNSCHOTEN-SPAKENBURG

Opdr. 6006-0471-010
 Sond. DKM12



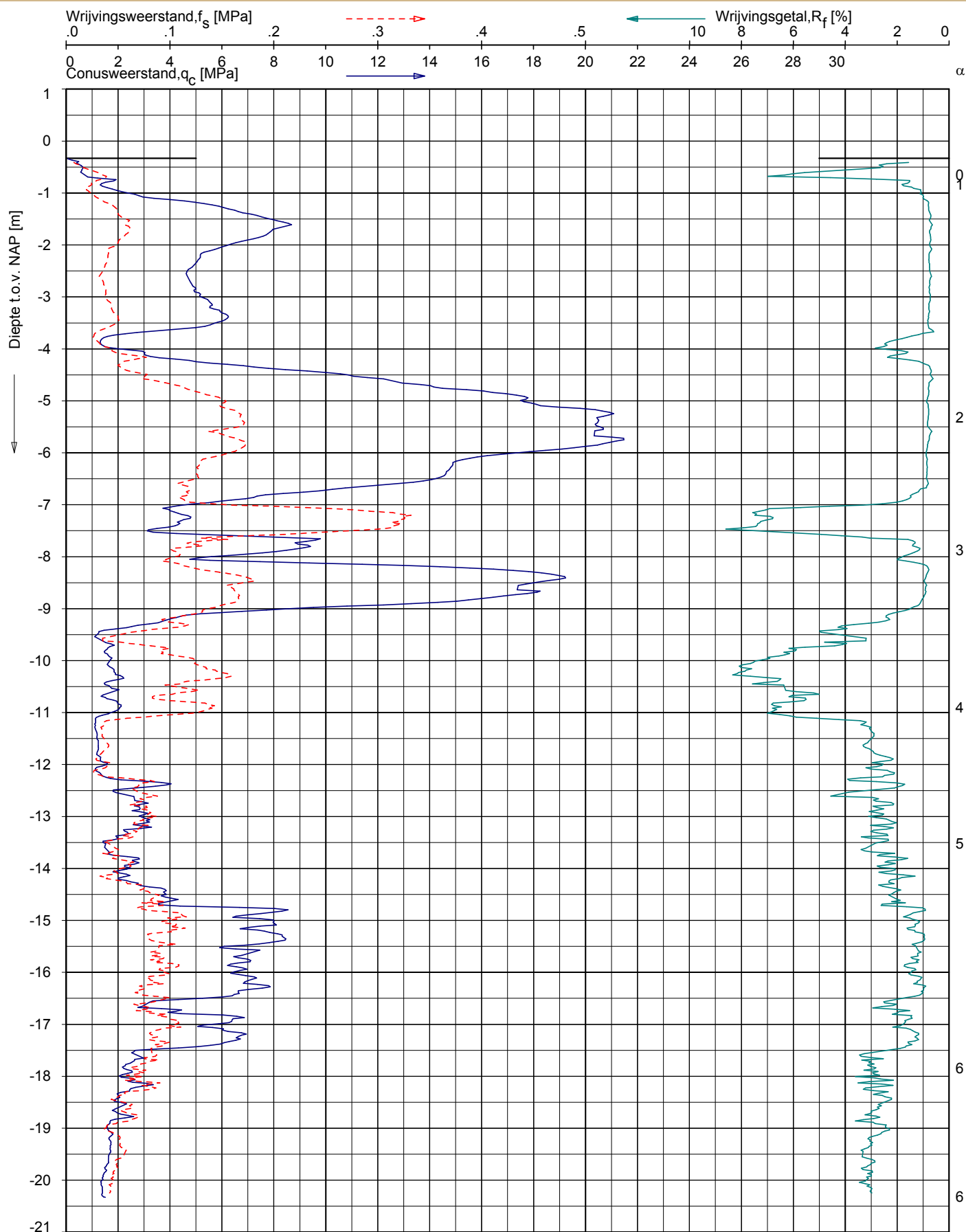
Opg.: MF d.d. 17-Mar-2008 conus: F7.5CKE2HA/B X = 154630.76
 Get.: JANSSENC d.d. 2008-04-21 MV = NAP -0.01 m Y = 471739.61

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



SONDERING
 NIEUWBOUWWIJK RENGERSWETERING 1E FASE (DE KAMPEN)
 TE BUNSCHOTEN-SPAKENBURG

Opdr. 6006-0471-010
 Sond. D13



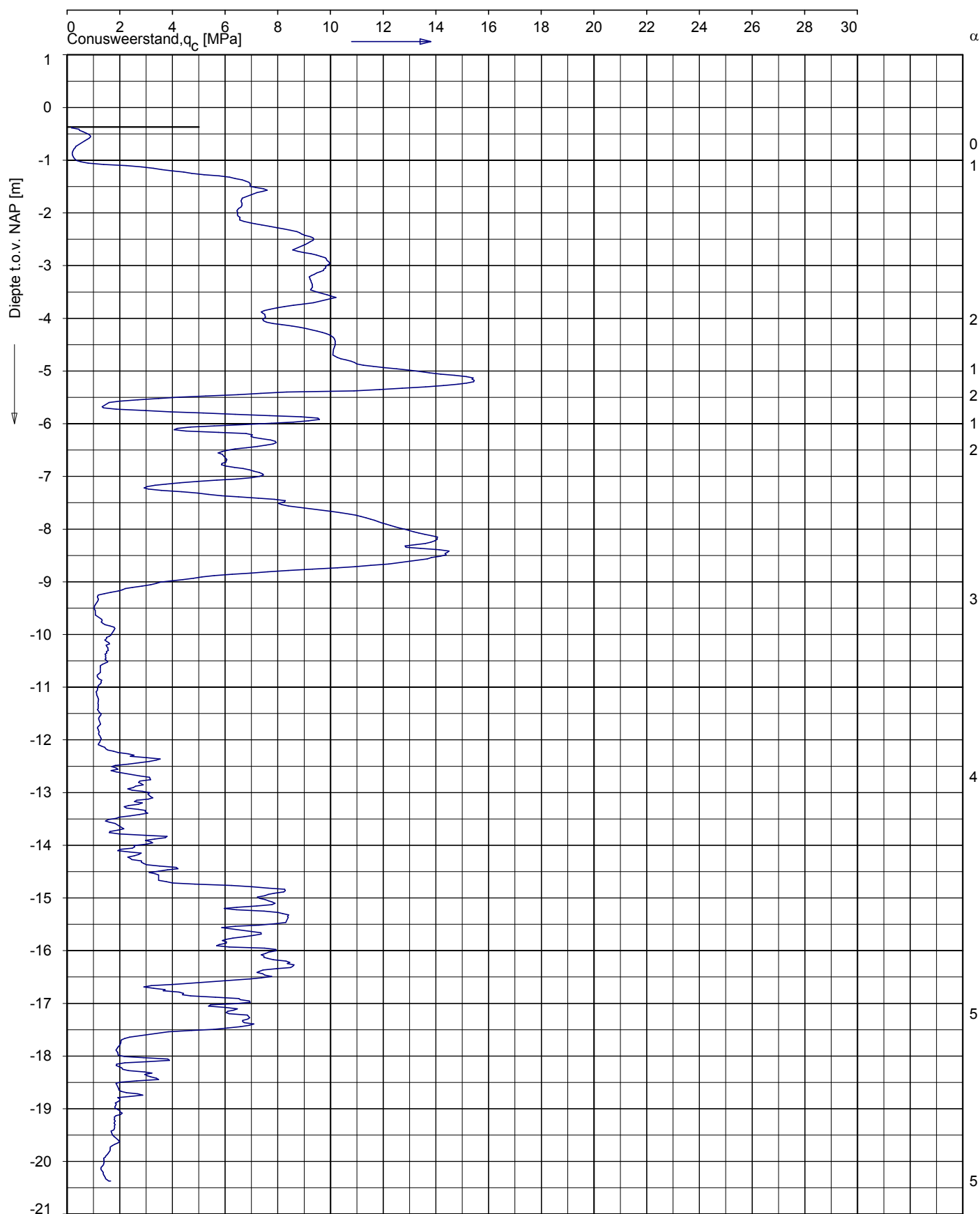
Opg.: SC/JSL d.d. 18-Mar-2008 conus: F7.5CKE2HA/B X = 154609.91
 Get.: JANSSENC d.d. 2008-04-21 MV = NAP -0.33 m Y = 471627.53

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



SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING
 NIEUWBOUWWIJK RENGERSWETERING 1E FASE (DE KAMPEN)
 TE BUNSCHOTEN-SPAKENBURG

Opdr. 6006-0471-010
 Sond. DKM14



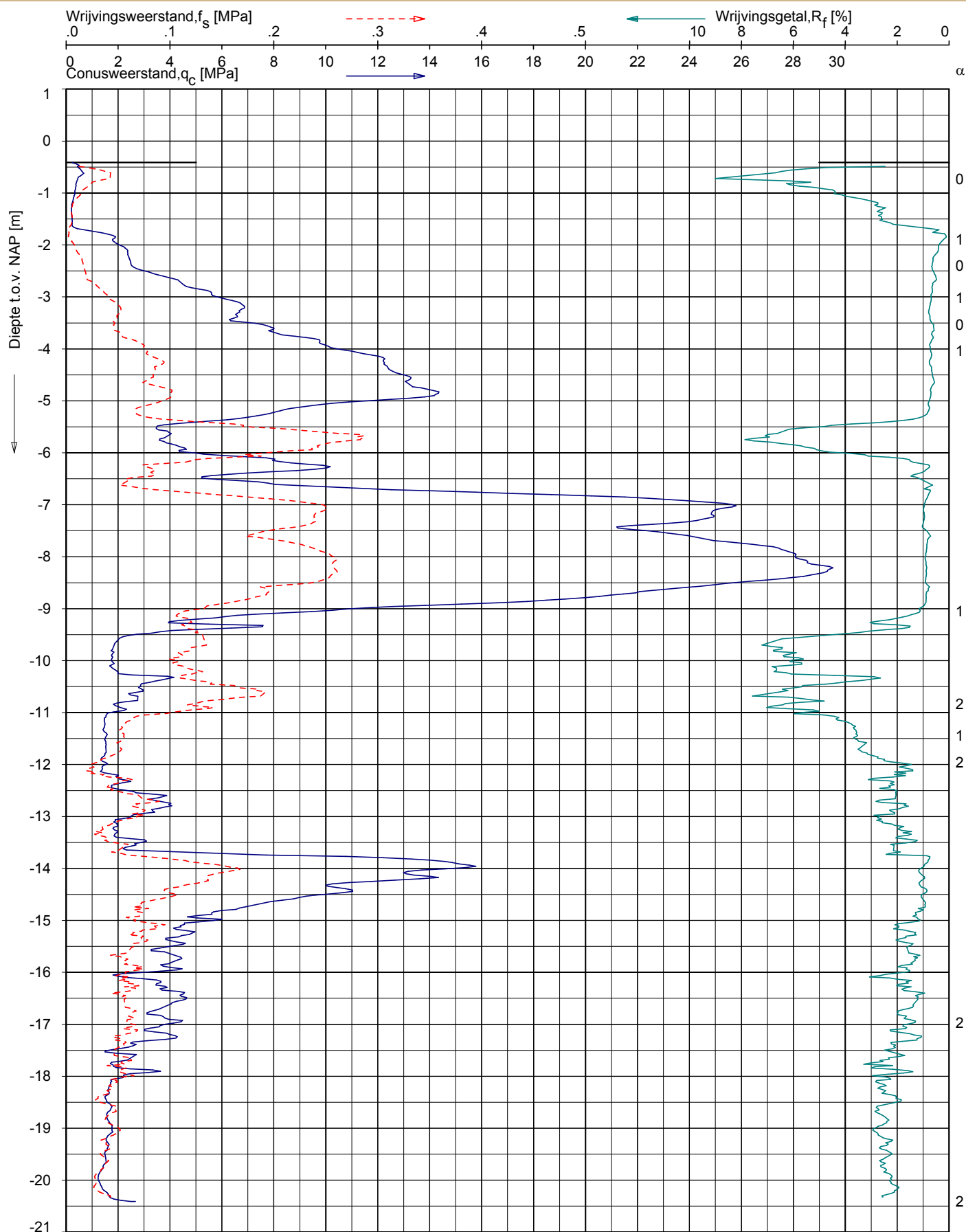
Opg. : SC/JSL d.d. 18-Mar-2008 conus : F7.5CKE2HA/B X = 154607.06
 Get. : JANSSENC d.d. 2008-04-21 MV = NAP -0.37 m Y = 471606.70

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



SONDERING
 NIEUWBOUWWIJK RENGERSWETERING 1E FASE (DE KAMPEN)
 TE BUNSCHOTEN-SPAKENBURG

Opdr. 6006-0471-010
 Sond. D15



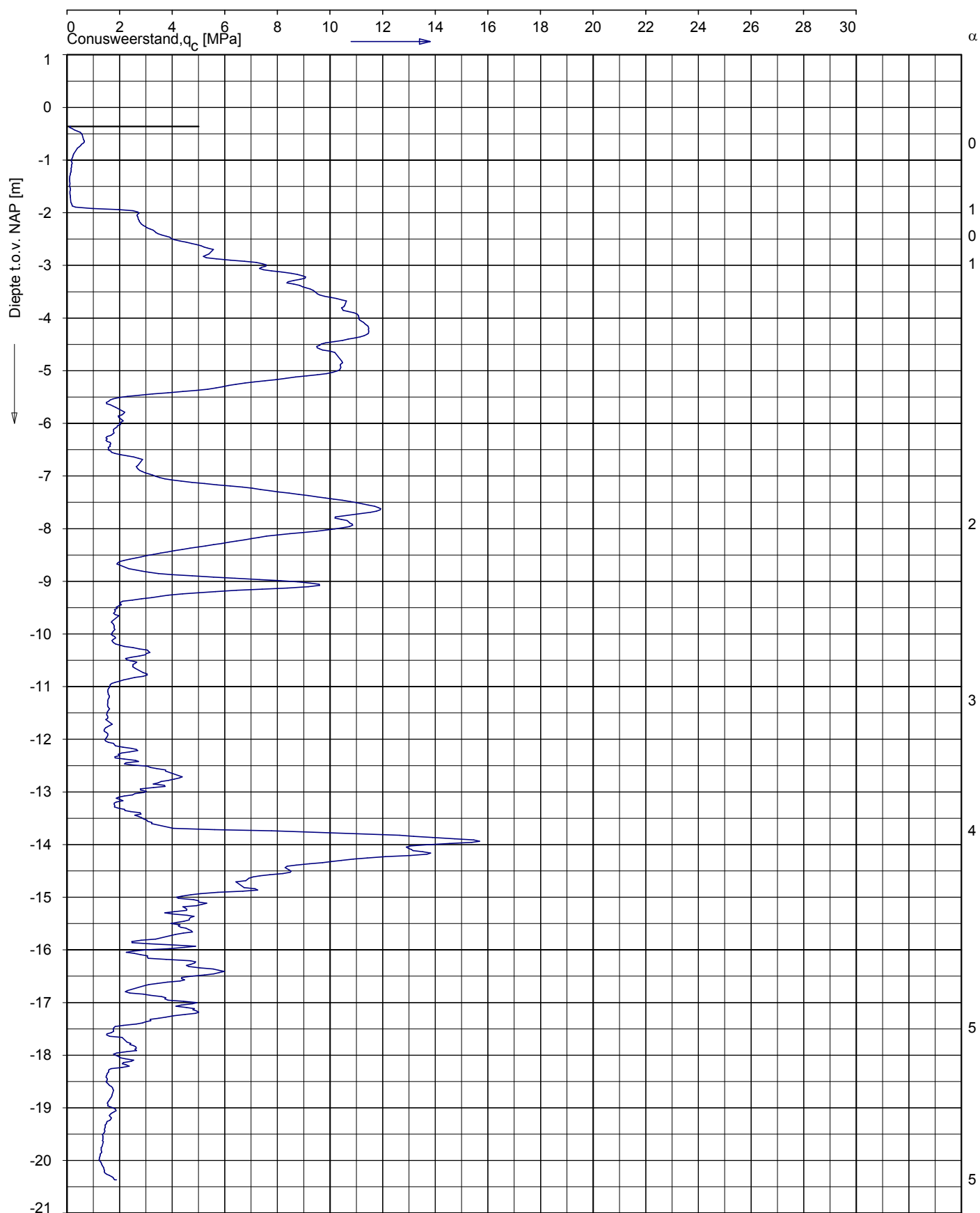
Opg.: SC/JSL d.d. 20-Mar-2008 conus: F7.5CKE2HA/B X = 154426.33
 Get.: JANSSENC d.d. 2008-04-21 MV = NAP -0.41 m Y = 471947.50

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



SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING
 NIEUWBOUWWIJK RENGERSWETERING 1E FASE (DE KAMPEN)
 TE BUNSCHOTEN-SPAKENBURG

Opdr. 6006-0471-010
 Sond. DKM16



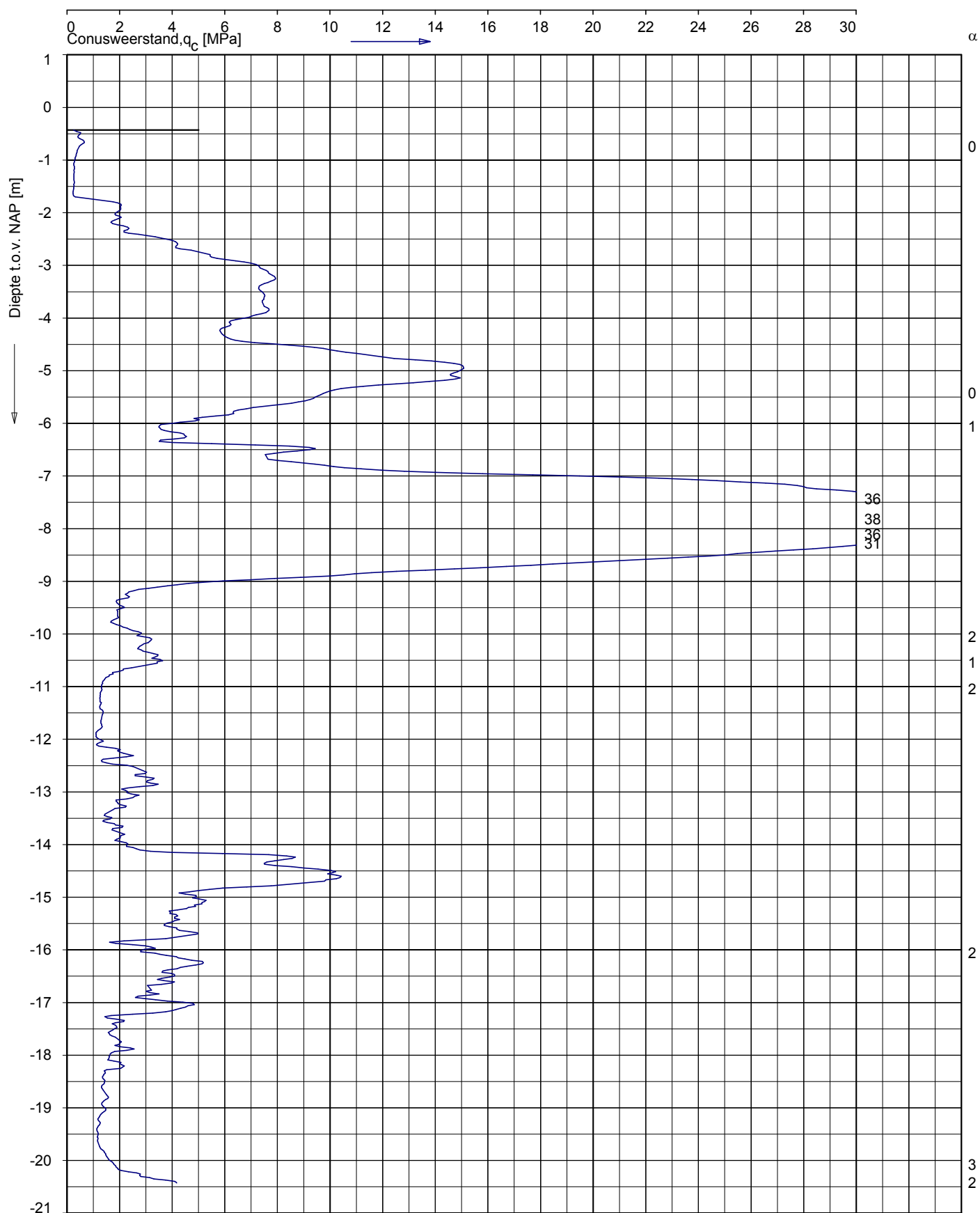
Opg. : SC/JSL d.d. 18-Mar-2008 conus : F7.5CKE2HA/B X = 154421.39
 Get. : JANSSENC d.d. 2008-04-21 MV = NAP -0.36 m Y = 471920.95

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



SONDERING
 NIEUWBOUWWIJK RENGERSWETERING 1E FASE (DE KAMPEN)
 TE BUNSCHOTEN-SPAKENBURG

Opdr. 6006-0471-010
 Sond. D17



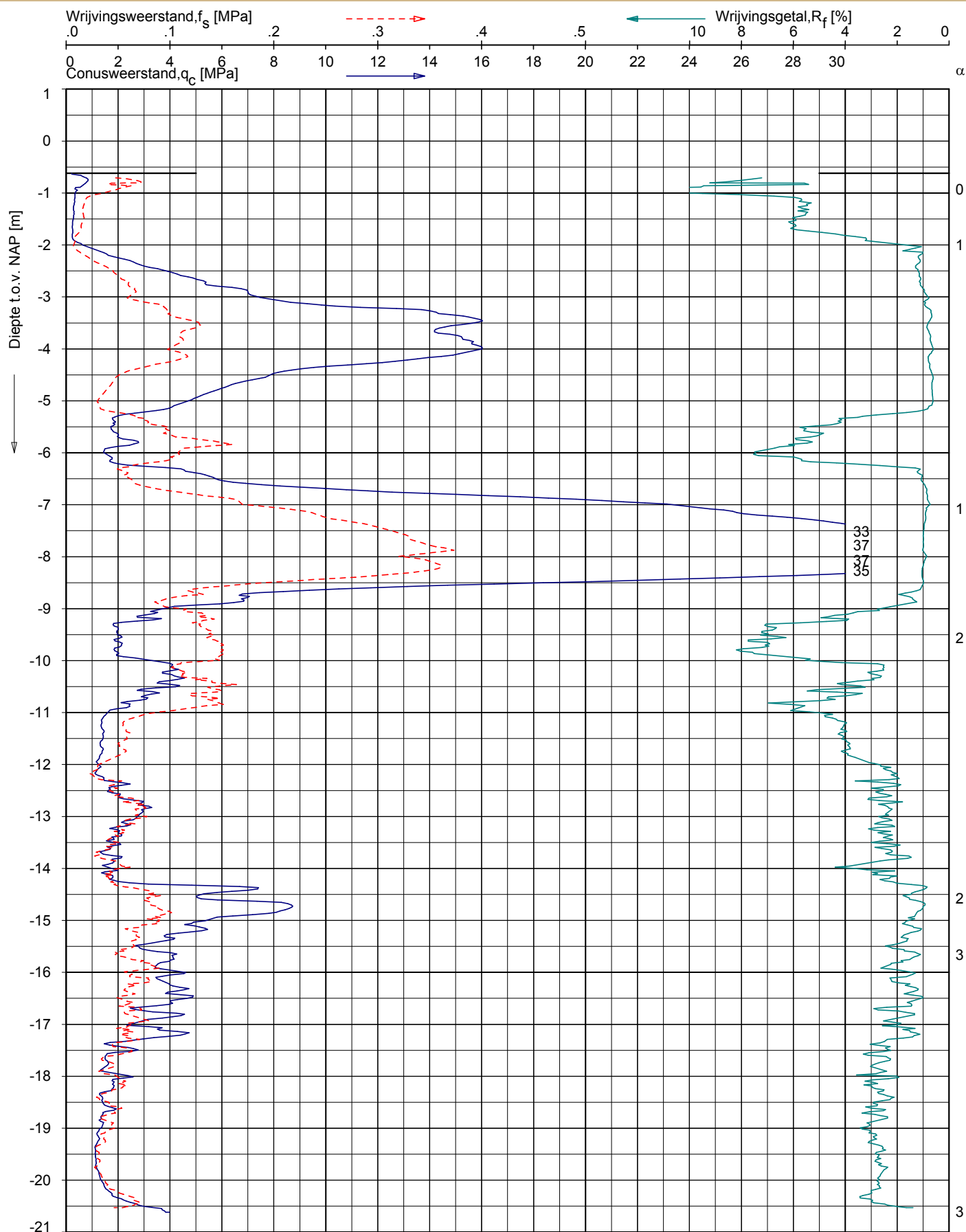
Opg.: SC/JSL d.d. 20-Mar-2008 conus: F7.5CKE2HA/B X = 154395.81
 Get.: JANSSENC d.d. 2008-04-21 MV = NAP -0.43 m Y = 471810.77

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



SONDERING
 NIEUWBOUWWIJK RENGERSWETERING 1E FASE (DE KAMPEN)
 TE BUNSCHOTEN-SPAKENBURG

Opdr. 6006-0471-010
 Sond. D18



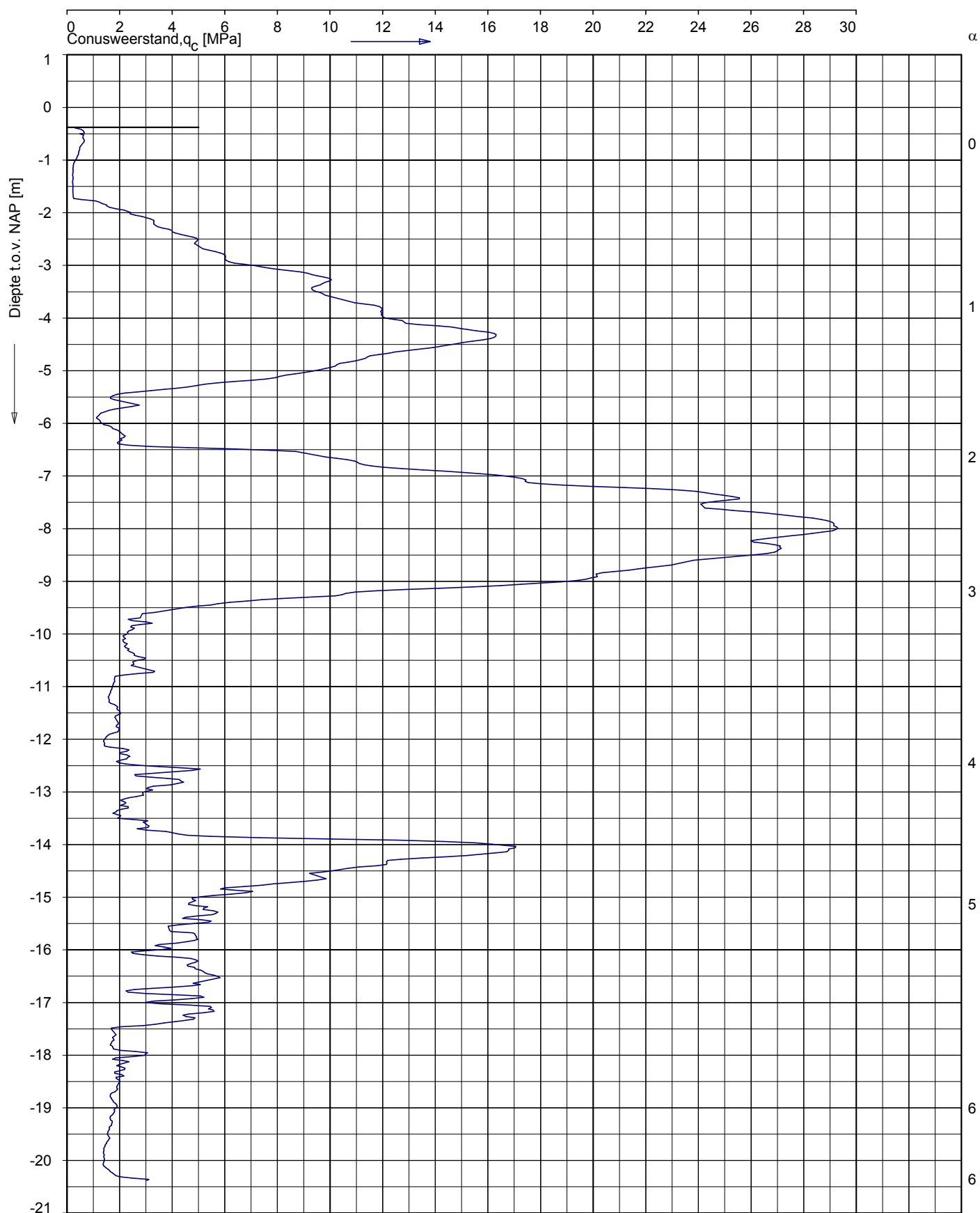
Opg.: SC/JSL d.d. 20-Mar-2008 conus: F7.5CKE2HA/B X = 154391.06
 Get.: JANSSENC d.d. 2008-04-21 MV = NAP -0.62 m Y = 471785.21

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



SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING
 NIEUWBOUWWIJK RENGERSWETERING 1E FASE (DE KAMPEN)
 TE BUNSCHOTEN-SPAKENBURG

Opdr. 6006-0471-010
 Sond. DKM19



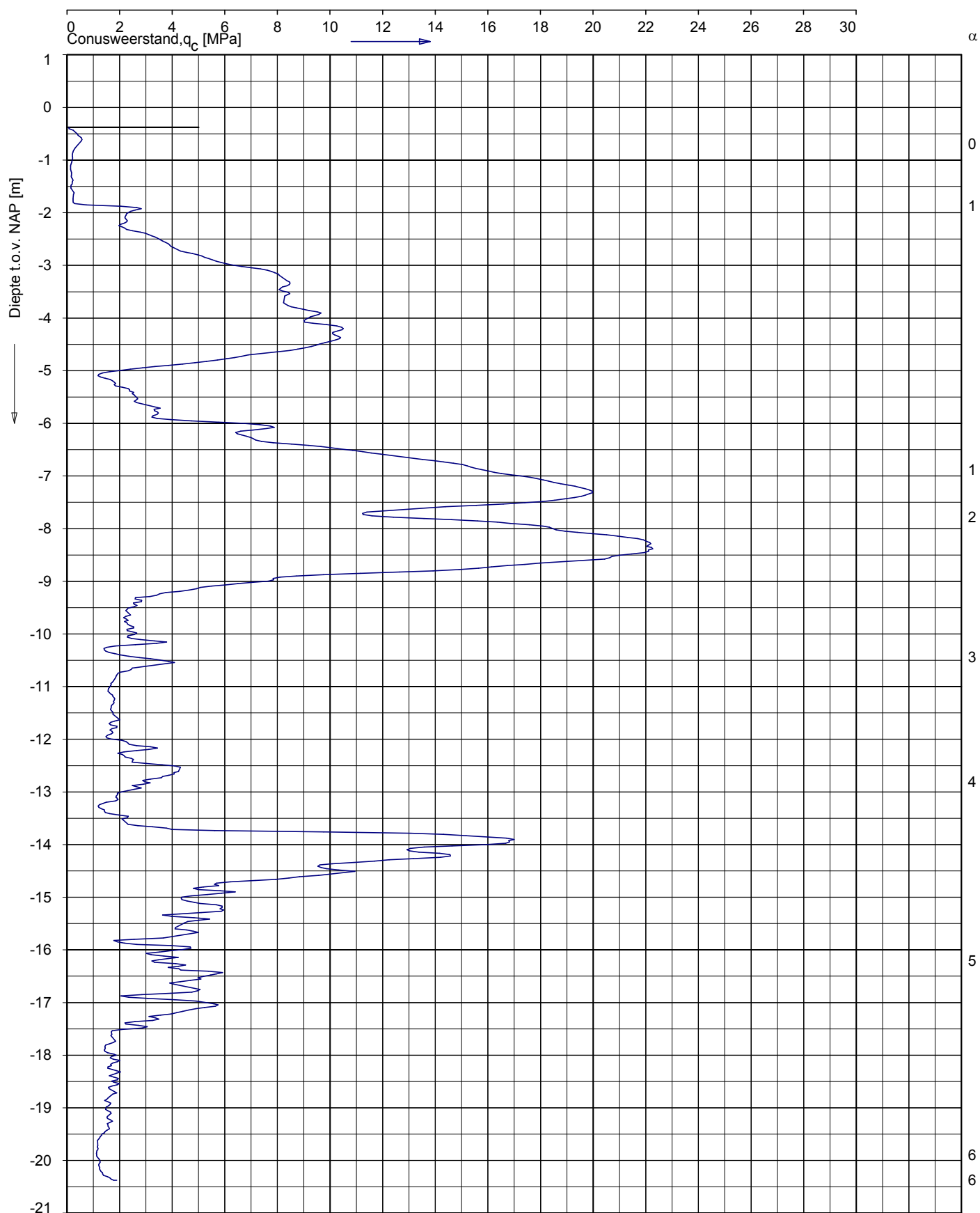
Opg.: SC/JSL d.d. 18-Mar-2008 conus: F7.5CKE2HA/B X = 154374.32
 Get.: JANSSENC d.d. 2008-04-21 MV = NAP -0.38 m Y = 471892.08

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



SONDERING
 NIEUWBOUWWIJK RENGERSWETERING 1E FASE (DE KAMPEN)
 TE BUNSCHOTEN-SPAKENBURG

Opdr. 6006-0471-010
 Sond. D20



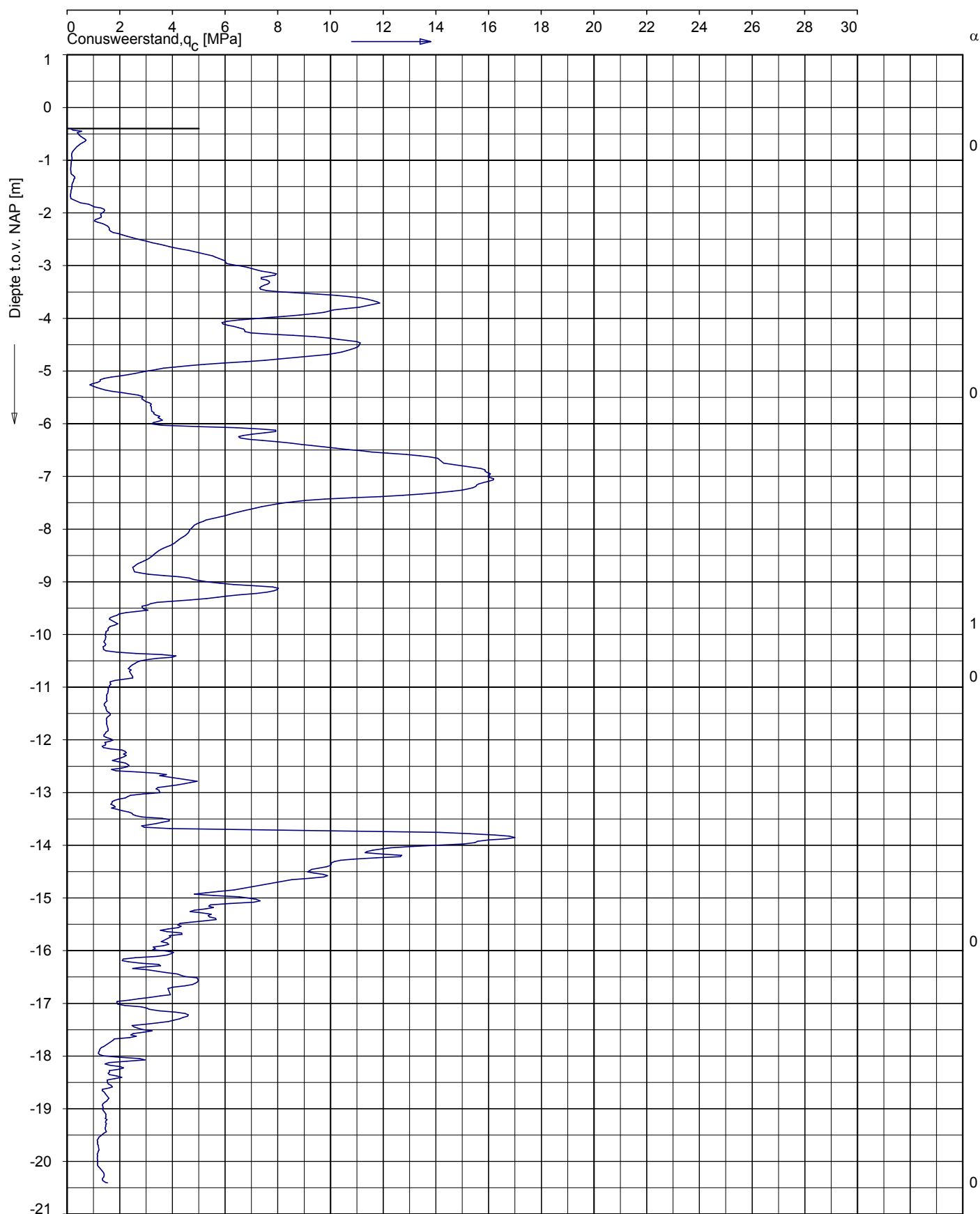
Opg.: SC/JSL d.d. 18-Mar-2008 conus: F7.5CKE2HA/B X = 154357.97
 Get.: JANSSENC d.d. 2008-04-21 MV = NAP -0.38 m Y = 471897.15

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



SONDERING
 NIEUWBOUWWIJK RENGERSWETERING 1E FASE (DE KAMPEN)
 TE BUNSCHOTEN-SPAKENBURG

Opdr. 6006-0471-010
 Sond. D21



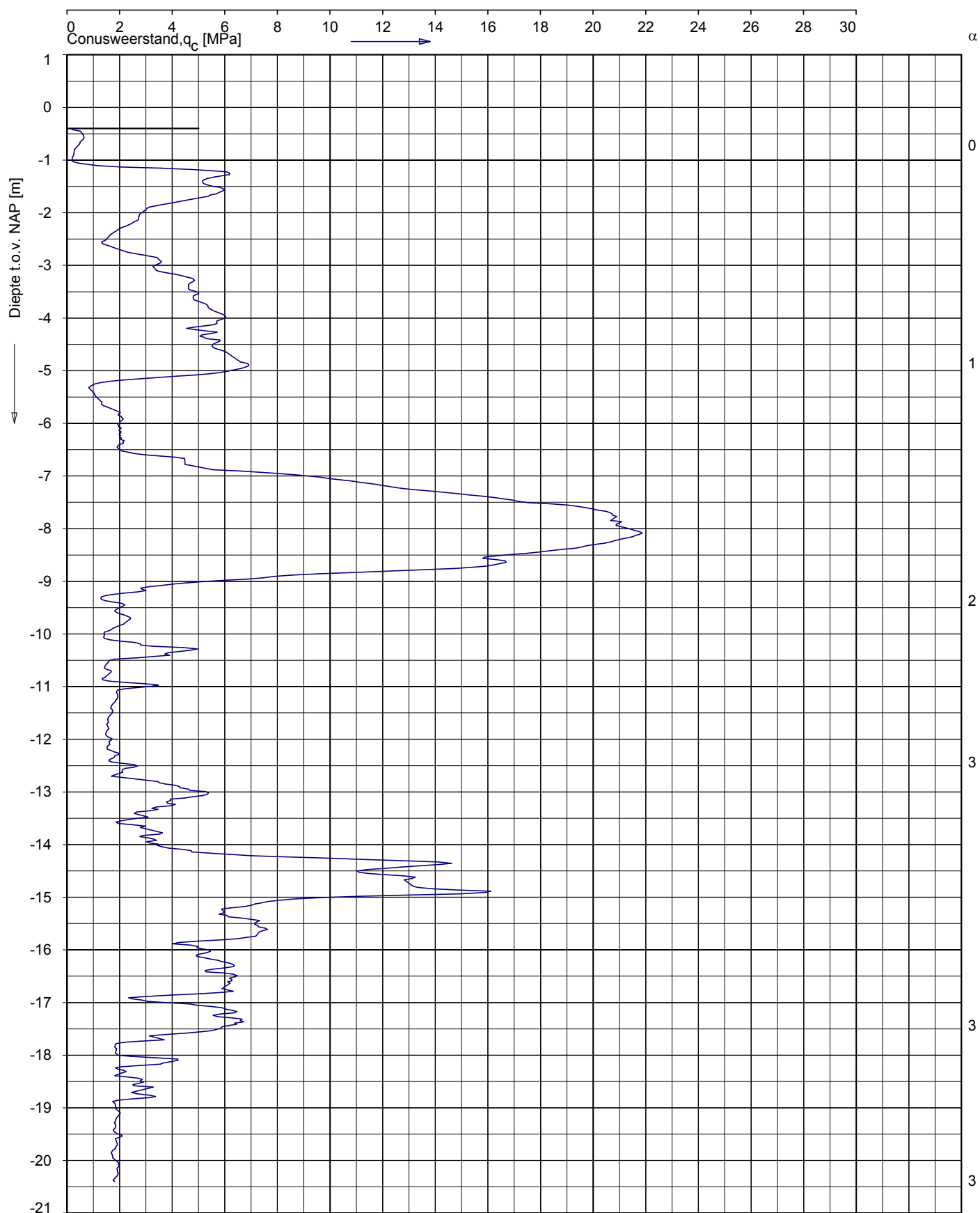
Opg.: SC/JSL d.d. 20-Mar-2008 conus: F7.5CKE2HA/B X = 154518.1
 Get.: JANSSENC d.d. 2008-04-21 MV = NAP -0.40 m Y = 471992.47

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



SONDERING
 NIEUWBOUWWIJK RENGERSWETERING 1E FASE (DE KAMPEN)
 TE BUNSCHOTEN-SPAKENBURG

Opdr. 6006-0471-010
 Sond. D22



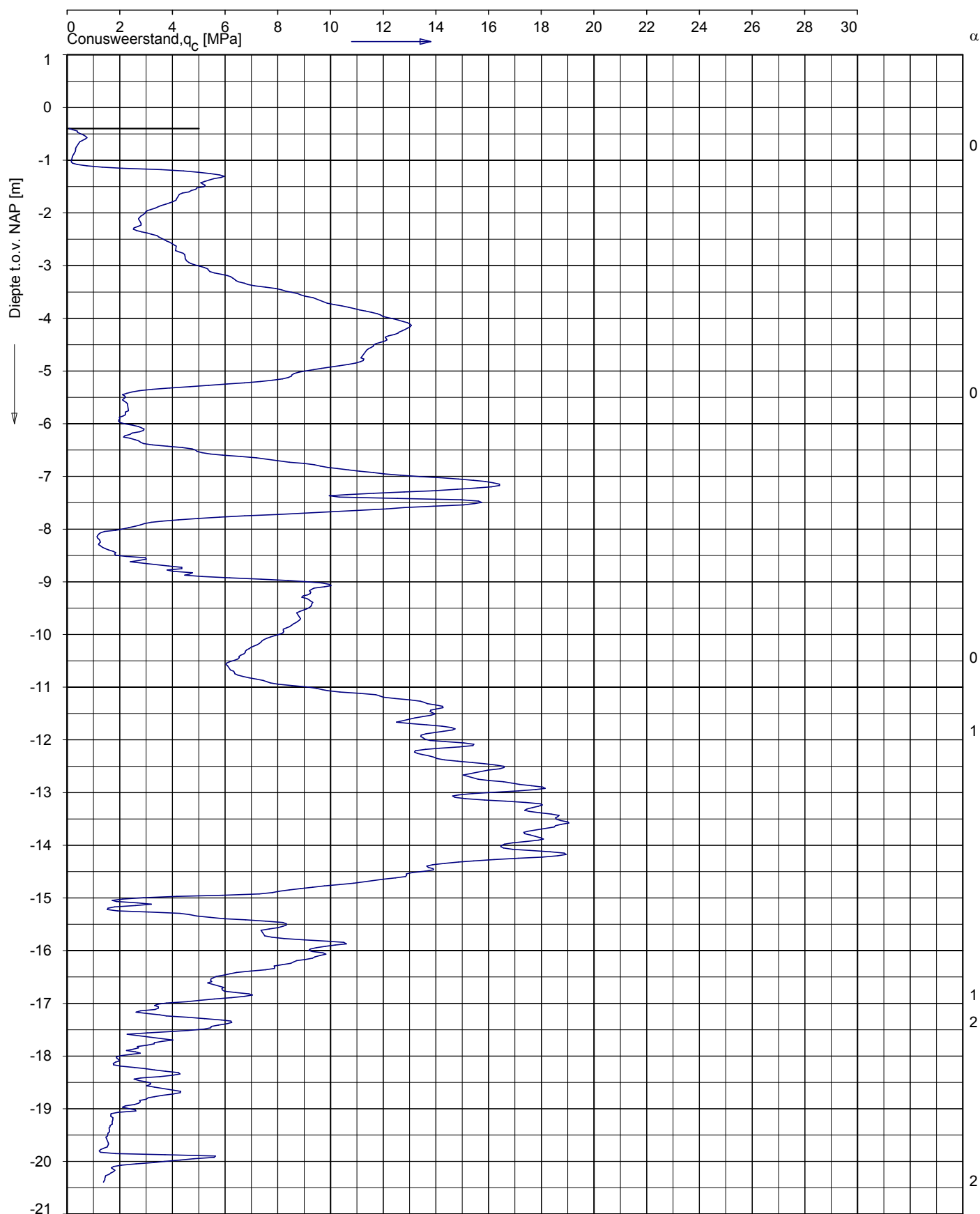
Opg. : SC/JSL d.d. 20-Mar-2008 conus : F7.5CKE2HA/B X = 154626
 Get. : JANSSENC d.d. 2008-04-21 MV = NAP -0.40 m Y = 471976.47

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



SONDERING
 NIEUWBOUWWIJK RENGERSWETERING 1E FASE (DE KAMPEN)
 TE BUNSCHOTEN-SPAKENBURG

Opdr. 6006-0471-010
 Sond. D23



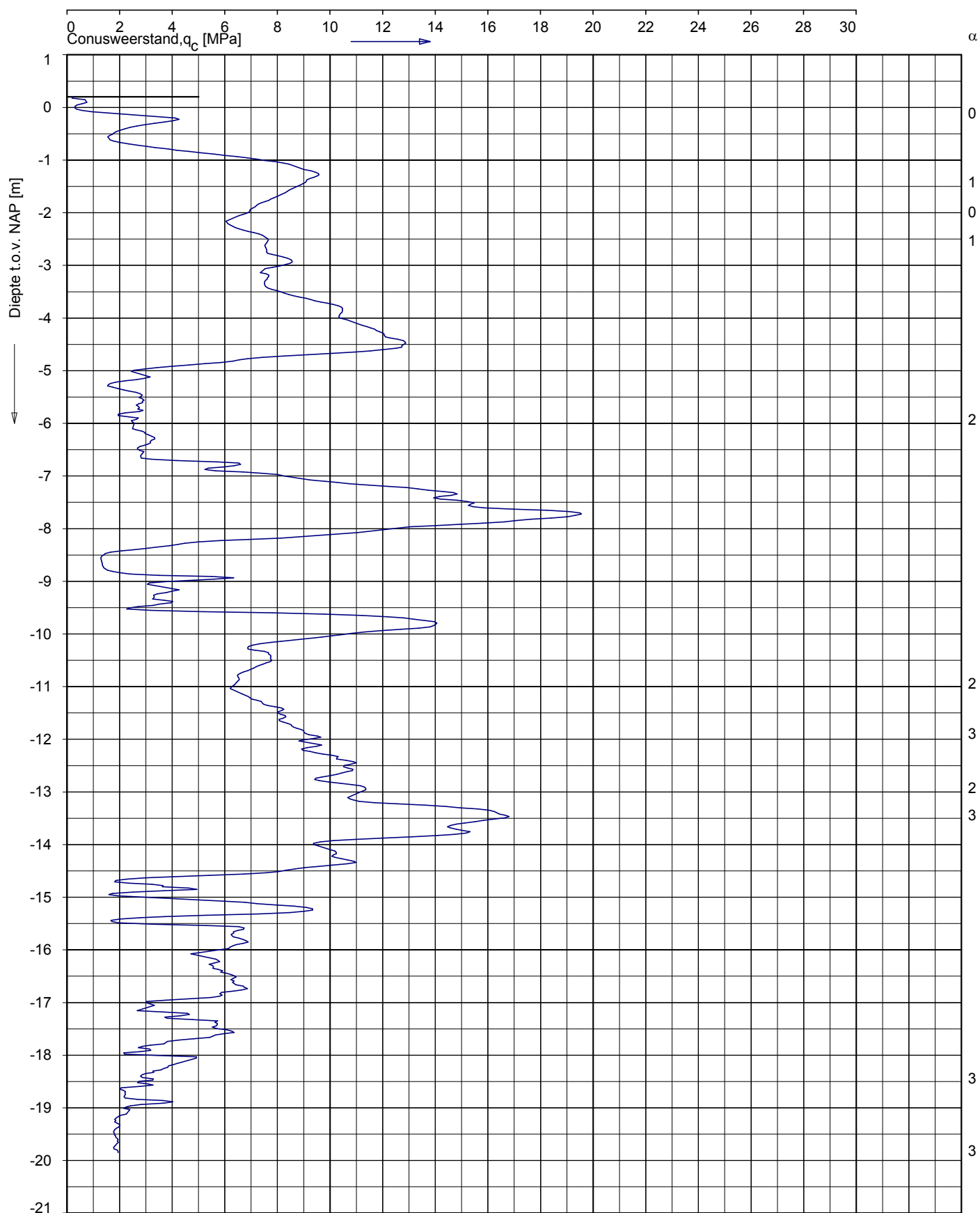
Opg. : SC/JSL d.d. 20-Mar-2008 conus : F7.5CKE2HA/B X = 154718.73
 Get. : JANSSENC d.d. 2008-04-21 MV = NAP -0.40 m Y = 471950.07

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



SONDERING
 NIEUWBOUWWIJK RENGERSWETERING 1E FASE (DE KAMPEN)
 TE BUNSCHOTEN-SPAKENBURG

Opdr. 6006-0471-010
 Sond. D24



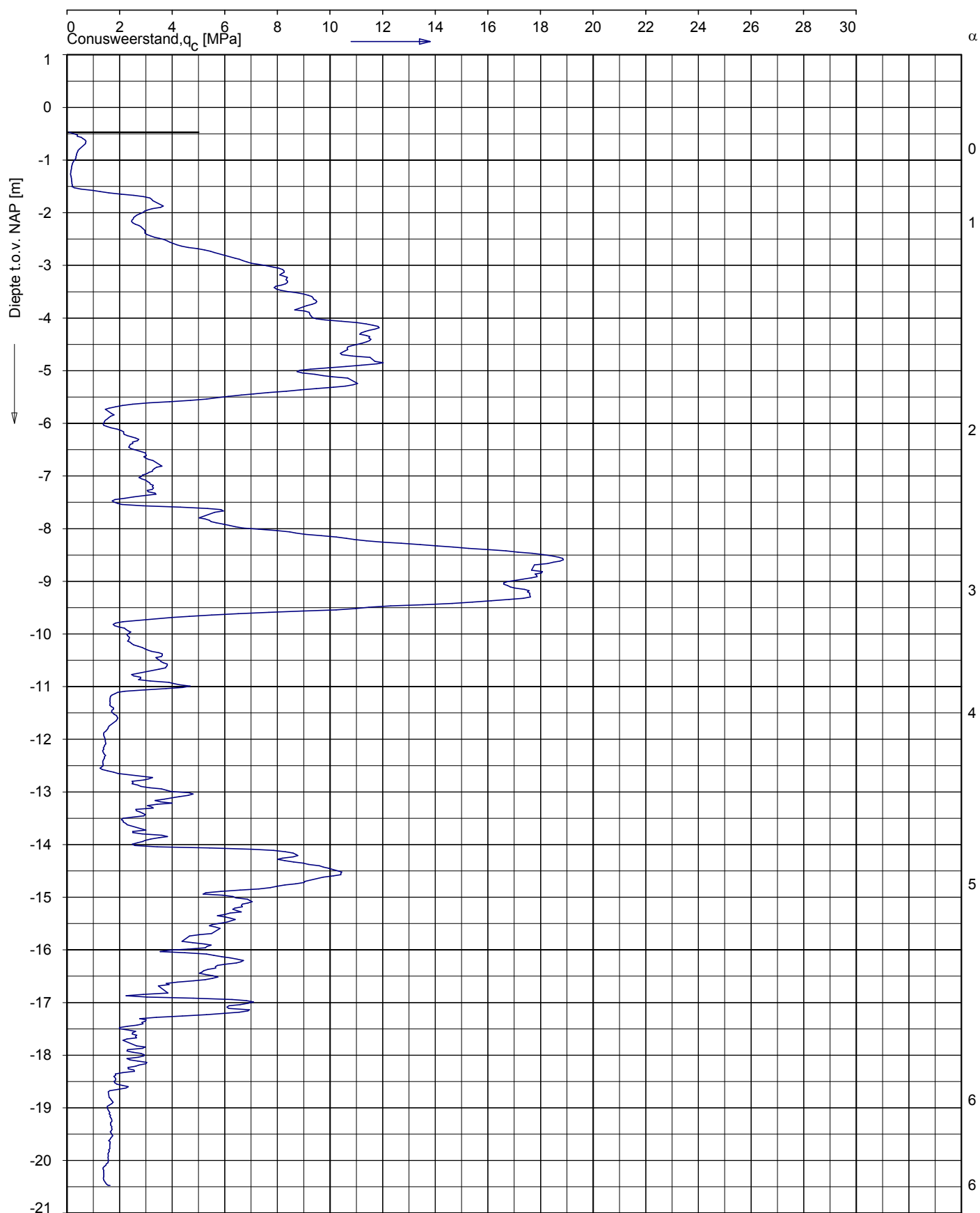
Opg.: SC/JSL d.d. 20-Mar-2008 conus: F7.5CKE2HA/B X = 154784.4
 Get.: JANSSENC d.d. 2008-04-21 MV = NAP +0.20 m Y = 471909.37

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



SONDERING
 NIEUWBOUWWIJK RENGERSWETERING 1E FASE (DE KAMPEN)
 TE BUNSCHOTEN-SPAKENBURG

Opdr. 6006-0471-010
 Sond. D25



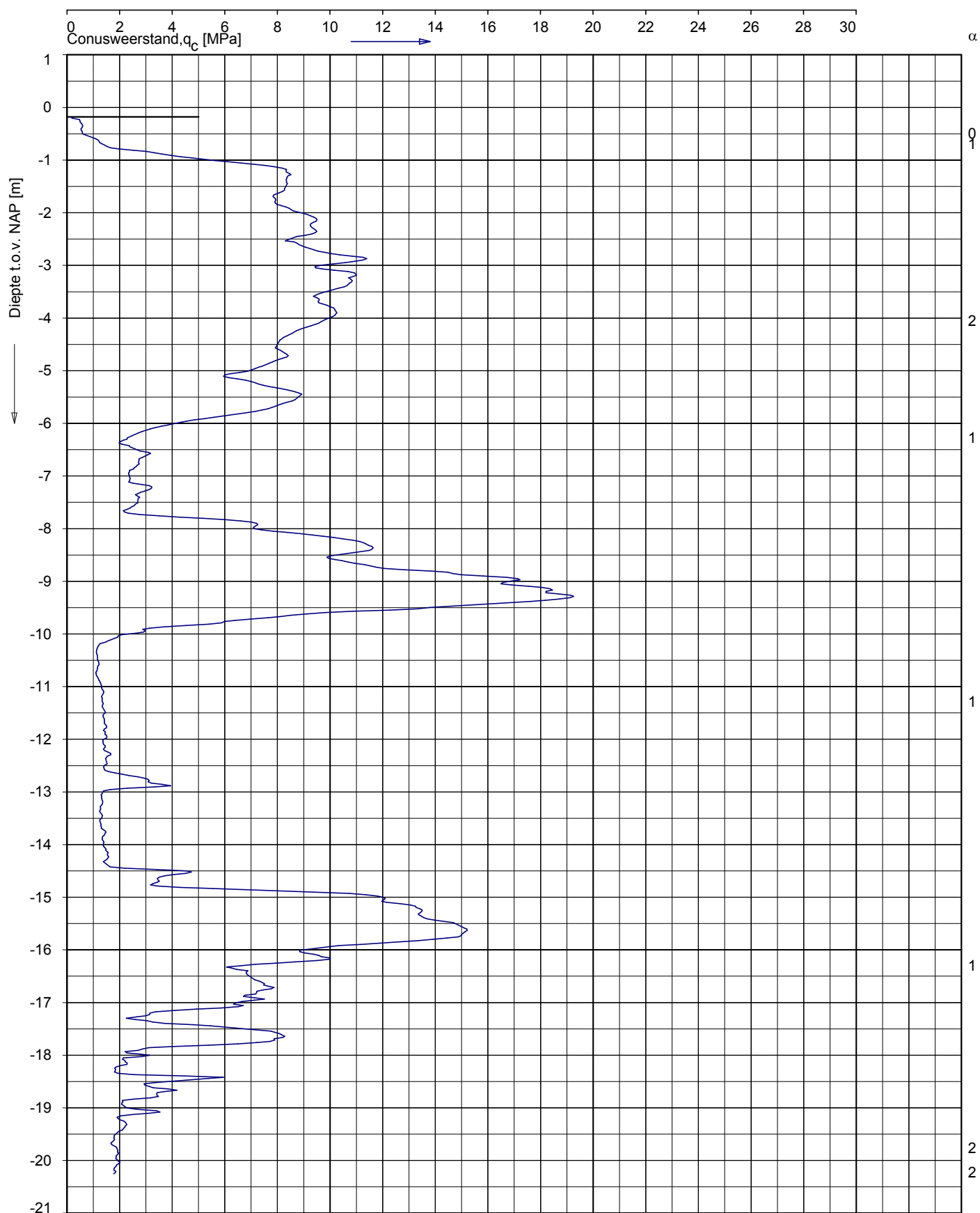
Opg.: SC/JSL d.d. 18-Mar-2008 conus : F7.5CKE2HA/B X = 154483.67
 Get.: JANSSENC d.d. 2008-04-21 MV = NAP -0.47 m Y = 471883.94

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



SONDERING
 NIEUWBOUWWIJK RENGERSWETERING 1E FASE (DE KAMPEN)
 TE BUNSCHOTEN-SPAKENBURG

Opdr. 6006-0471-010
 Sond. D26



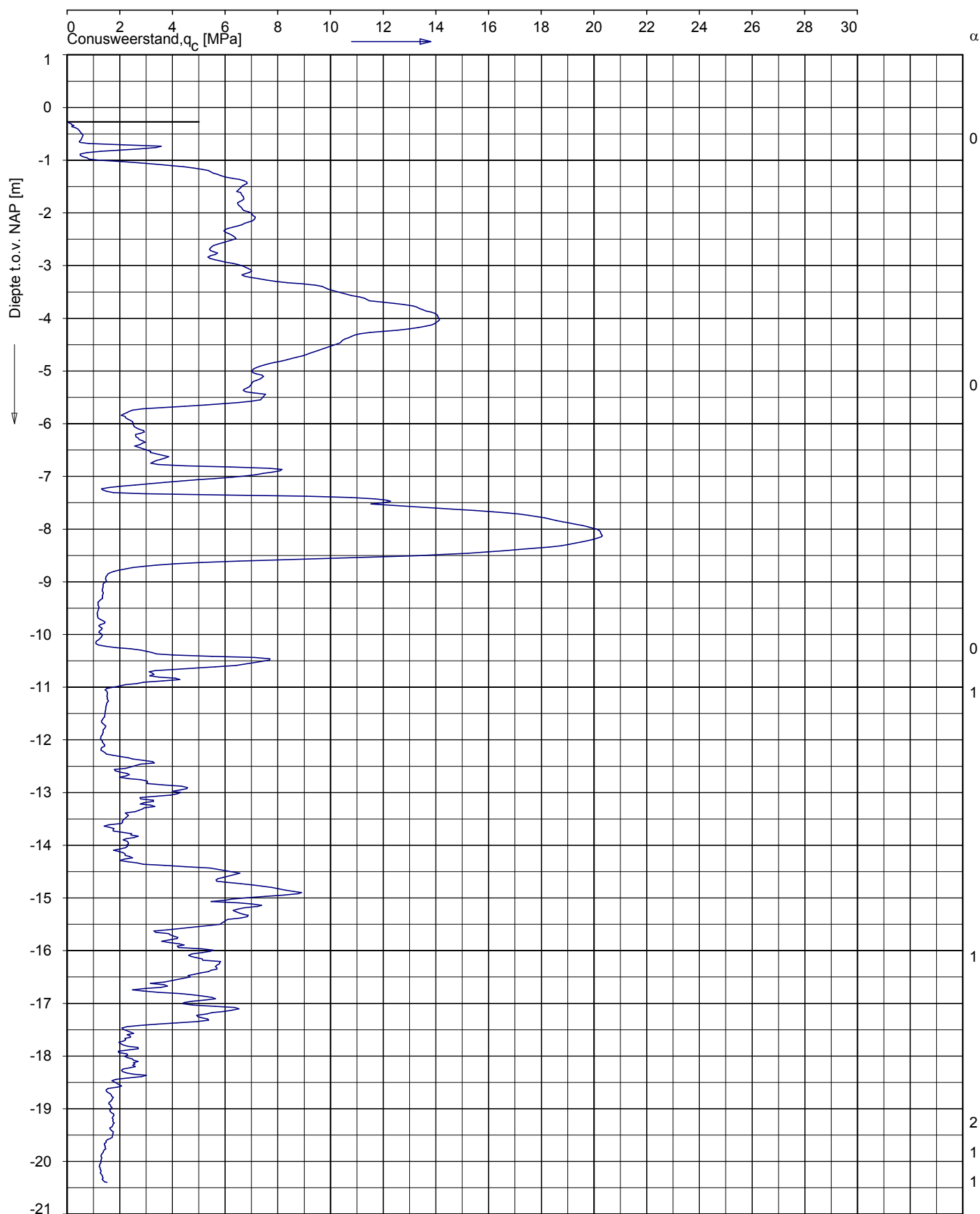
Opg.: SC/JSL d.d. 18-Mar-2008 conus: F7.5CKE2HA/B X = 154714.96
 Get.: JANSSENC d.d. 2008-04-21 MV = NAP -0.18 m Y = 471836.85

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



SONDERING
 NIEUWBOUWWIJK RENGERSWETERING 1E FASE (DE KAMPEN)
 TE BUNSCHOTEN-SPAKENBURG

Opdr. 6006-0471-010
 Sond. D27



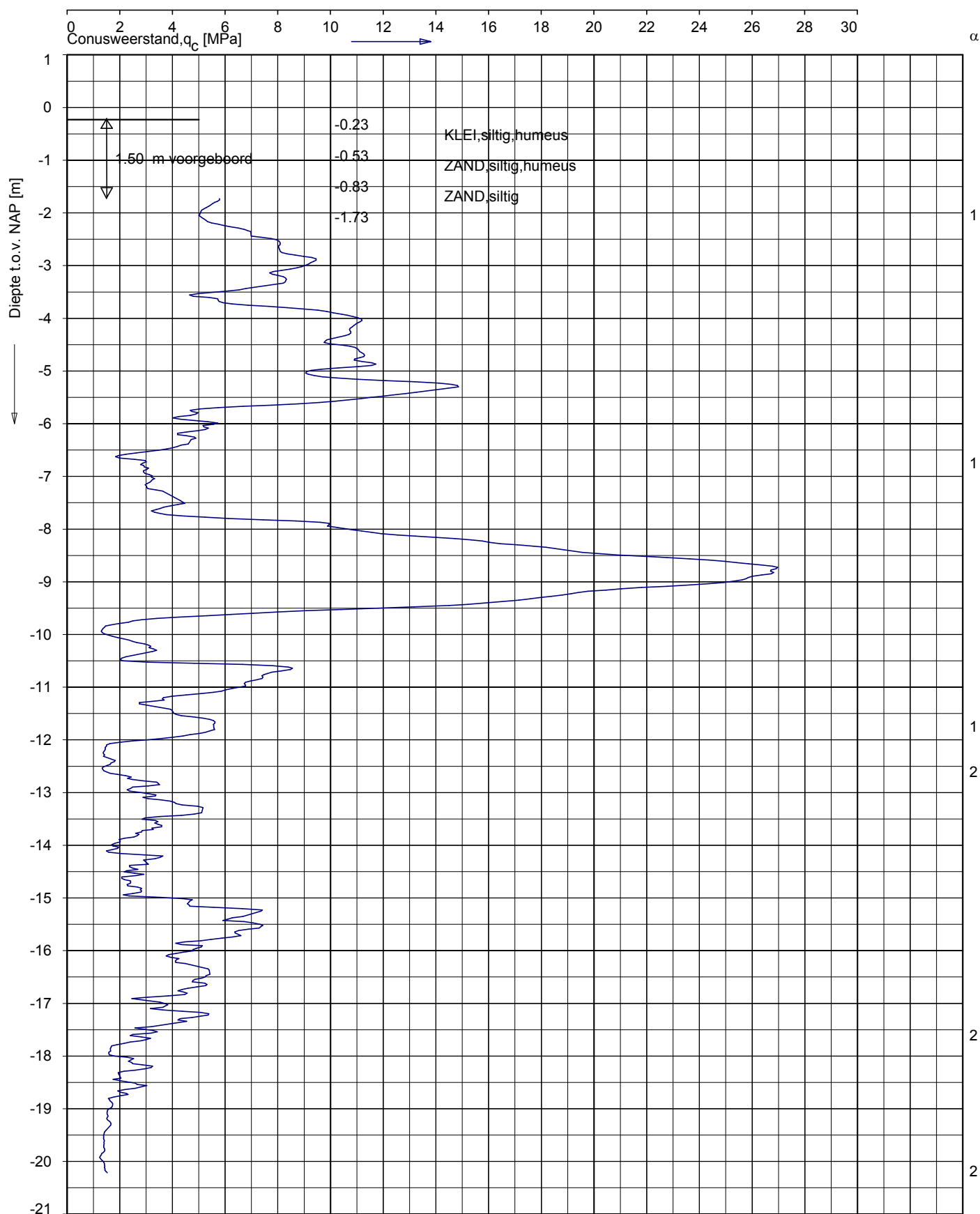
Opg.: SC/JSL d.d. 20-Mar-2008 conus: F7.5CKE2HA/B X = 154540.77
 Get.: JANSSENC d.d. 2008-04-21 MV = NAP -0.27 m Y = 471824.5

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



SONDERING
 NIEUWBOUWWIJK RENGERSWETERING 1E FASE (DE KAMPEN)
 TE BUNSCHOTEN-SPAKENBURG

Opdr. 6006-0471-010
 Sond. D28



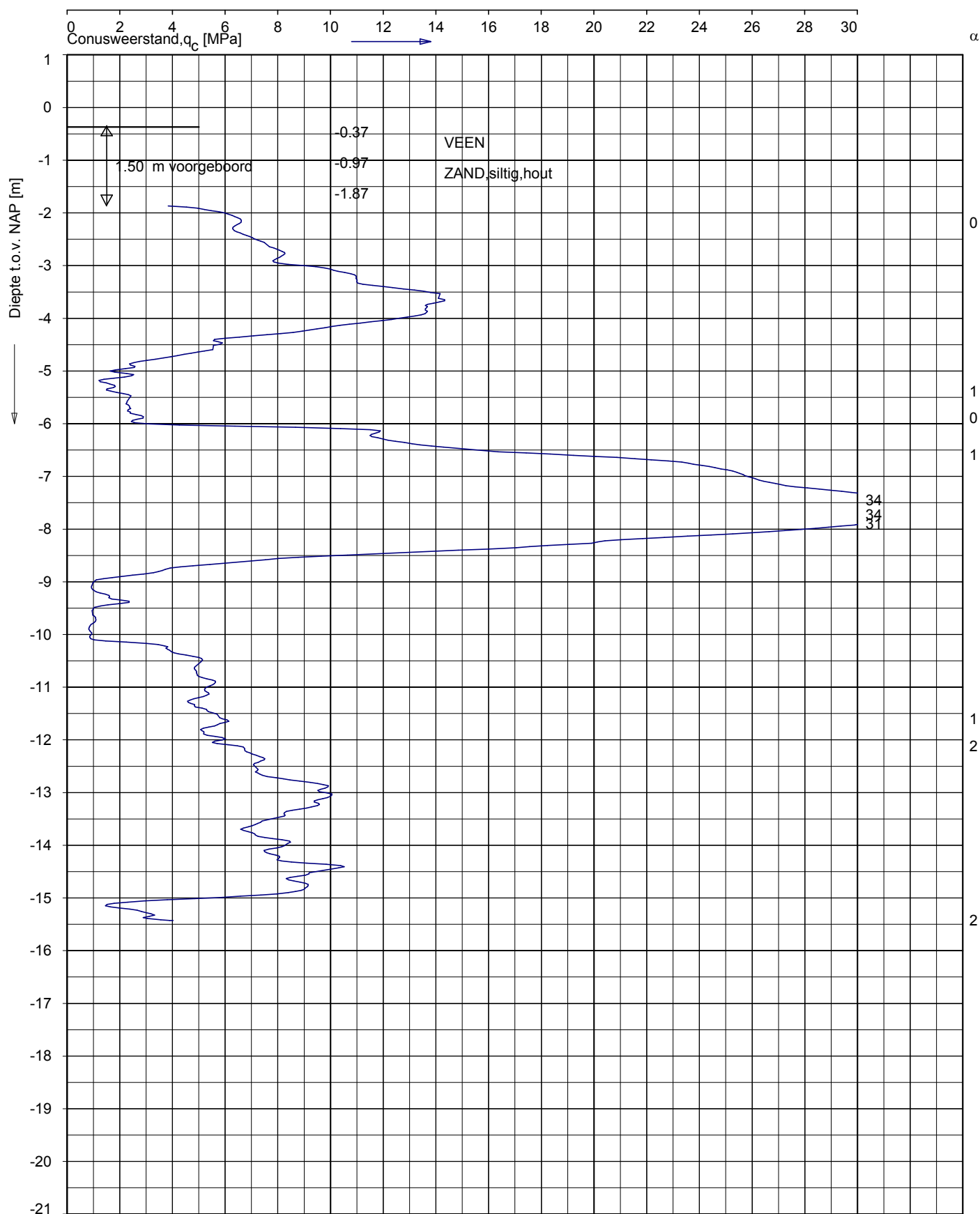
Opg. : SC/JSL d.d. 20-Mar-2008 conus : F7.5CKE2HA/B X = 154636.24
 Get. : JANSSENC d.d. 2008-04-21 MV = NAP -0.23 m Y = 471812.84

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



SONDERING
 NIEUWBOUWWIJK RENGERSWETERING 1E FASE (DE KAMPEN)
 TE BUNSCHOTEN-SPAKENBURG

Opdr. 6006-0471-010
 Sond. D29



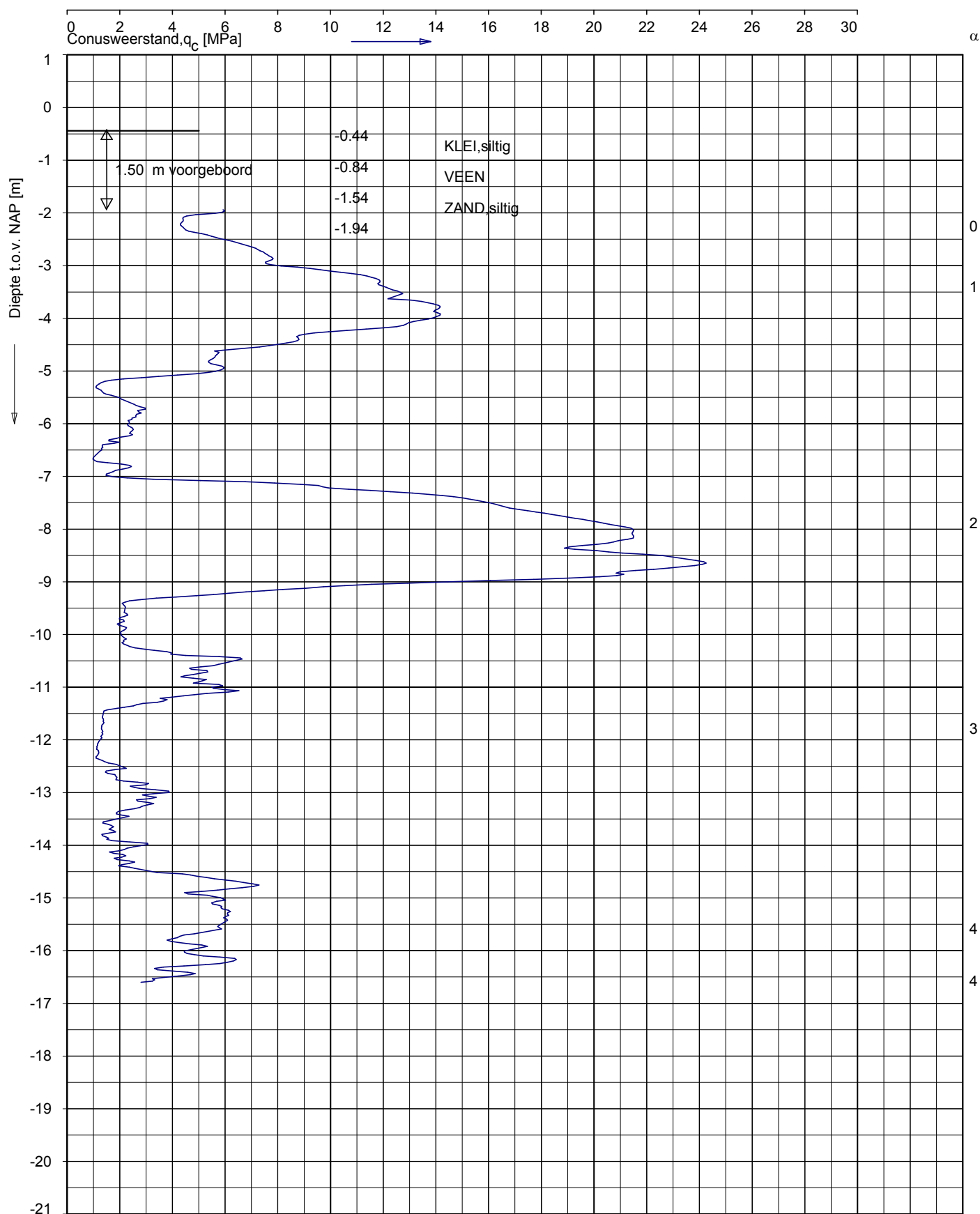
Opg.: MF d.d. 17-Mar-2008 conus: F7.5CKE2HA/B X = 154763.55
 Get.: JANSSENC d.d. 2008-04-21 MV = NAP -0.37 m Y = 471709.82

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



SONDERING
 NIEUWBOUWWIJK RENGERSWETERING 1E FASE (DE KAMPEN)
 TE BUNSCHOTEN-SPAKENBURG

Opdr. 6006-0471-010
 Sond. D30



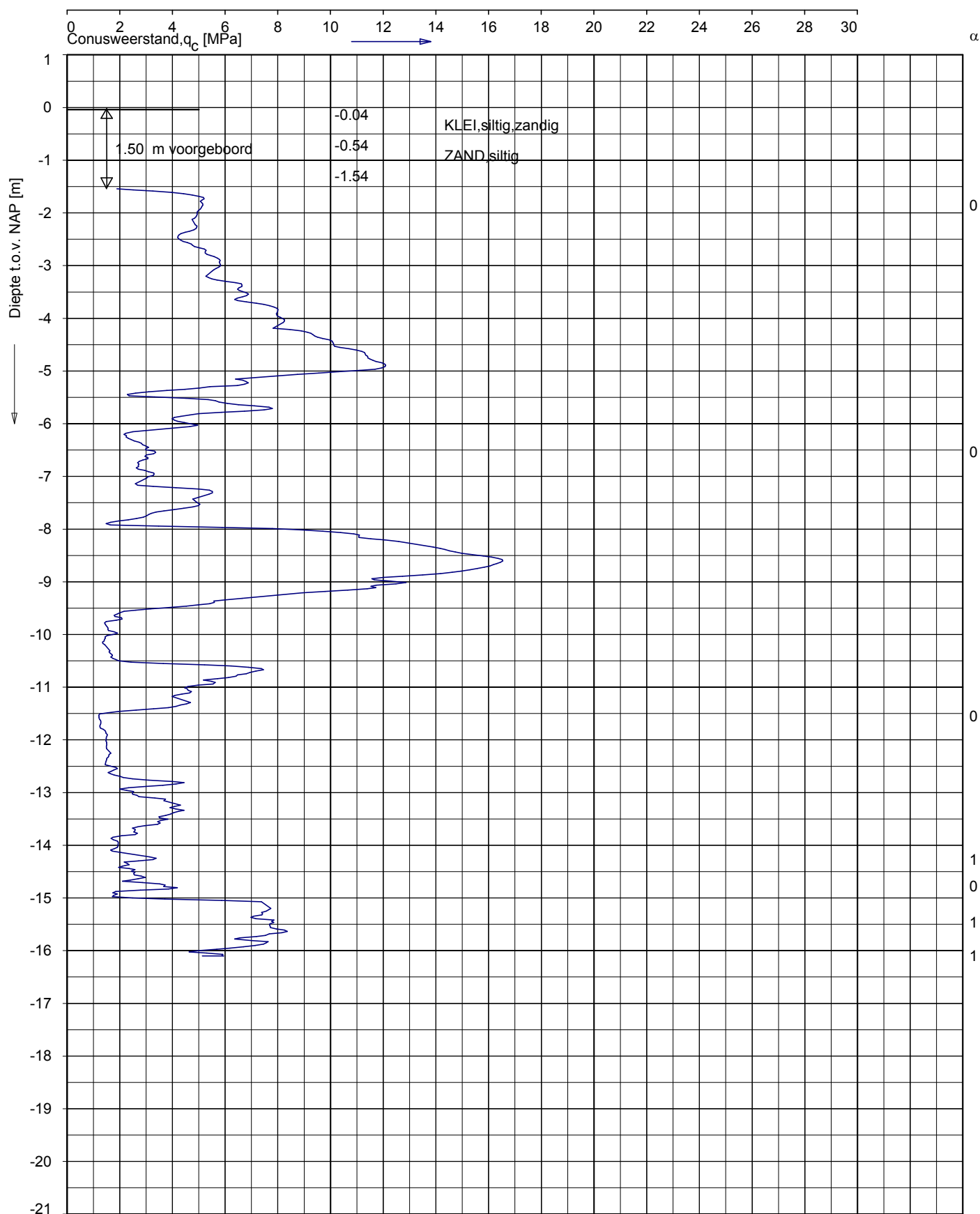
Opg.: MF d.d. 17-Mar-2008 conus: F7.5CKE2HA/B X = 154417.42
 Get.: JANSSENC d.d. 2008-04-21 MV = NAP -0.44 m Y = 471735.55

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



SONDERING
 NIEUWBOUWWIJK RENGERSWETERING 1E FASE (DE KAMPEN)
 TE BUNSCHOTEN-SPAKENBURG

Opdr. 6006-0471-010
 Sond. D31



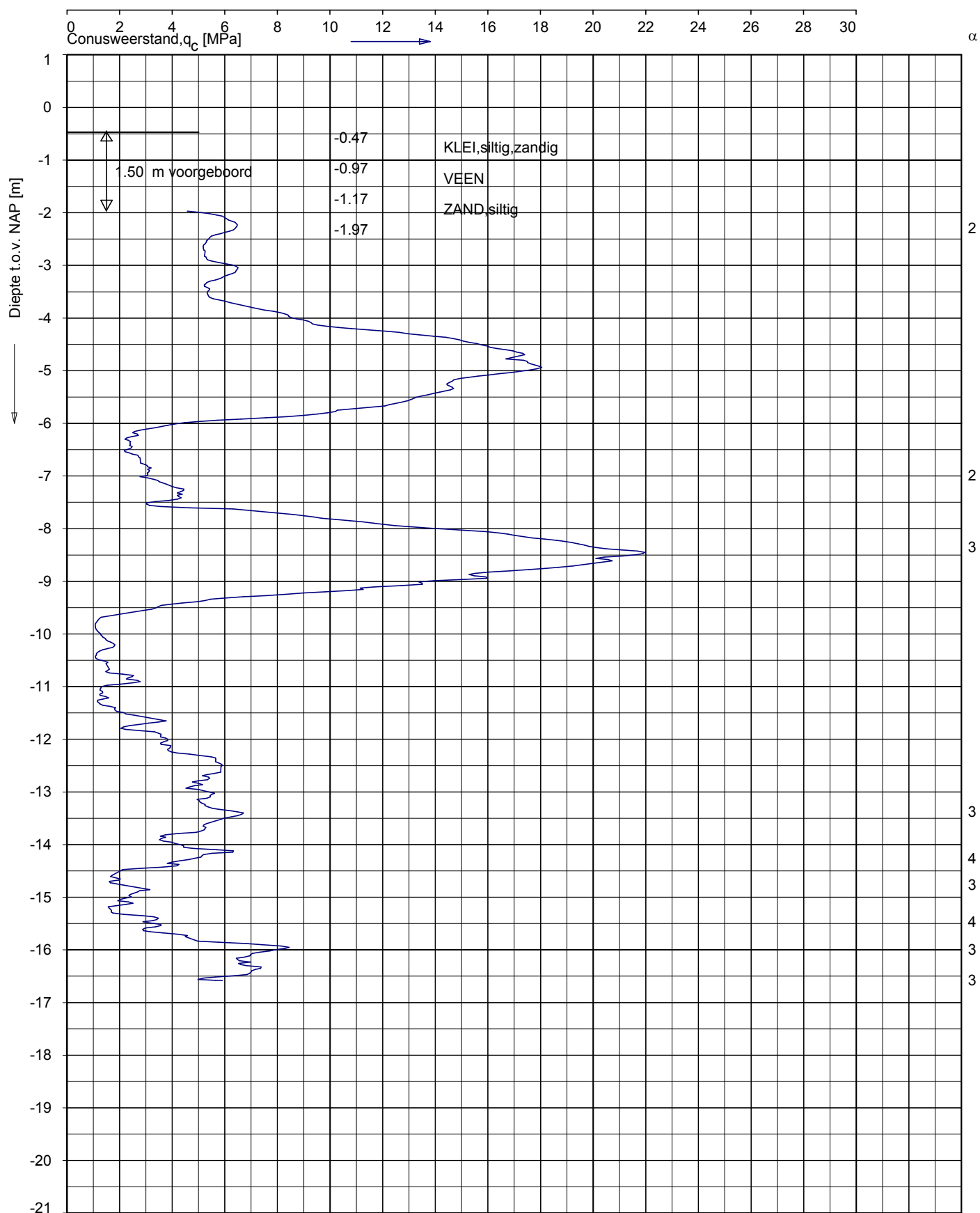
Opg. : MF d.d. 17-Mar-2008 conus : F7.5CKE2HA/B X = 154542.12
 Get. : JANSSENC d.d. 2008-04-21 MV = NAP -0.04 m Y = 471695.07

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



SONDERING
 NIEUWBOUWWIJK RENGERSWETERING 1E FASE (DE KAMPEN)
 TE BUNSCHOTEN-SPAKENBURG

Opdr. 6006-0471-010
 Sond. D32



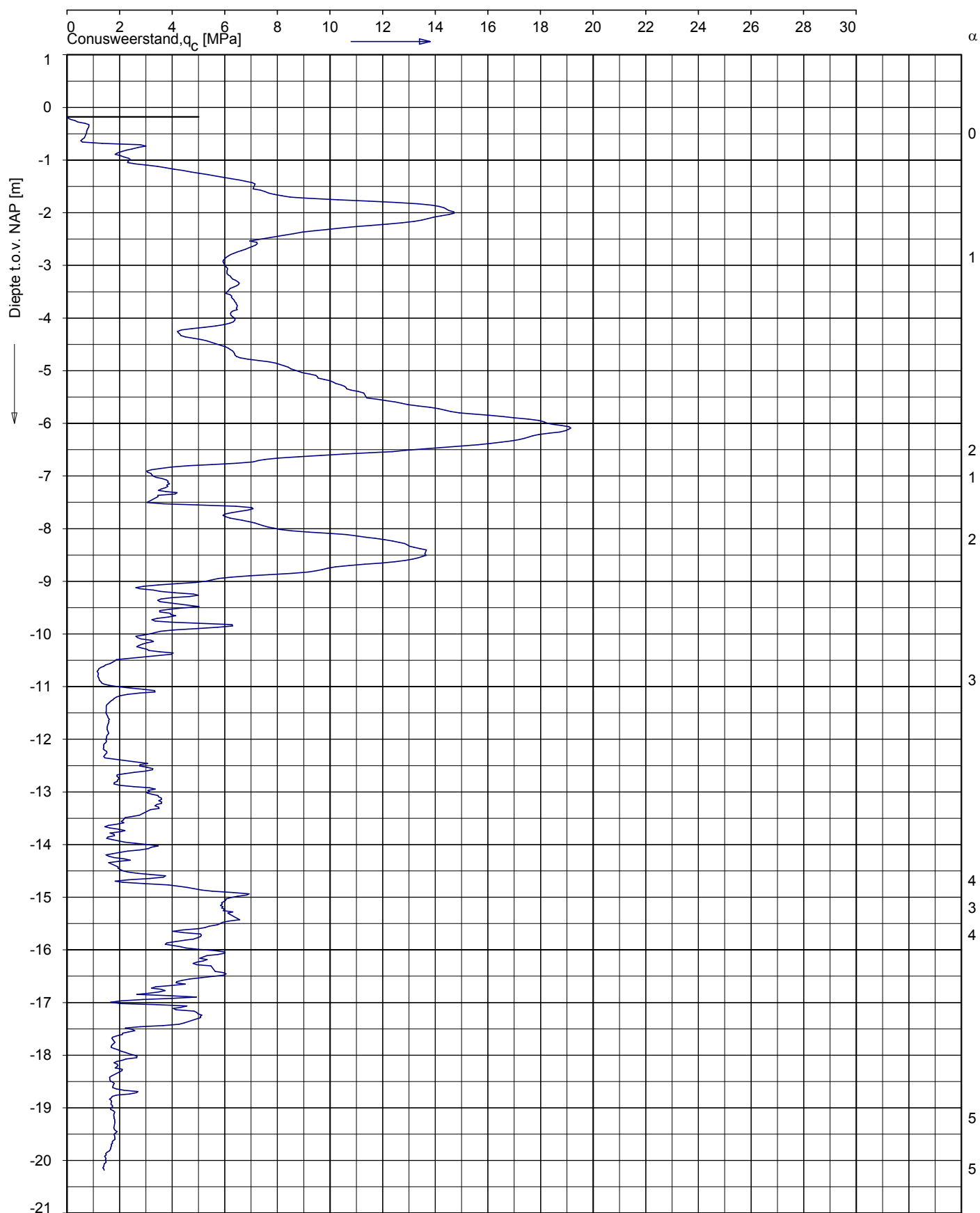
Opg. : MF d.d. 17-Mar-2008 conus : F7.5CKE2HA/B X = 154689.96
 Get. : JANSSENC d.d. 2008-04-21 MV = NAP -0.47 m Y = 471669.6

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



SONDERING
 NIEUWBOUWWIJK RENGERSWETERING 1E FASE (DE KAMPEN)
 TE BUNSCHOTEN-SPAKENBURG

Opdr. 6006-0471-010
 Sond. D33



Opg.: SC/JSL d.d. 18-Mar-2008 conus: F7.5CKE2HA/B X = 154481.65
 Get.: JANSSENC d.d. 2008-04-21 MV = NAP -0.18 m Y = 471670.71

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



SONDERING
 NIEUWBOUWWIJK RENGERSWETERING 1E FASE (DE KAMPEN)
 TE BUNSCHOTEN-SPAKENBURG

Opdr. 6006-0471-010
 Sond. D34

Boring: HB1

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



Uitvoering: 19-03-2008

X: 154421.25
Y: 471974.89

MV (m tov NAP): -0.44
GWS (cm tov MV): 80

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

Bk PB (m tov NAP):
Boormeester:

Boring: HB2

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



Uitvoering: 19-03-2008

X: 154627.71
Y: 472023.96

MV (m tov NAP): -0.49
GWS (cm tov MV): 60

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

Bk PB (m tov NAP):
Boormeester:

Boring: HB3

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



Uitvoering: 20-03-2008

X: 154755.77
Y: 471952.33

MV (m tov NAP): -0.38
GWS (cm tov MV): 120

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

Bk PB (m tov NAP):
Boormeester:

Boring: HB4

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



Uitvoering: 20-03-2008

X: 154788.52
Y: 471822.15

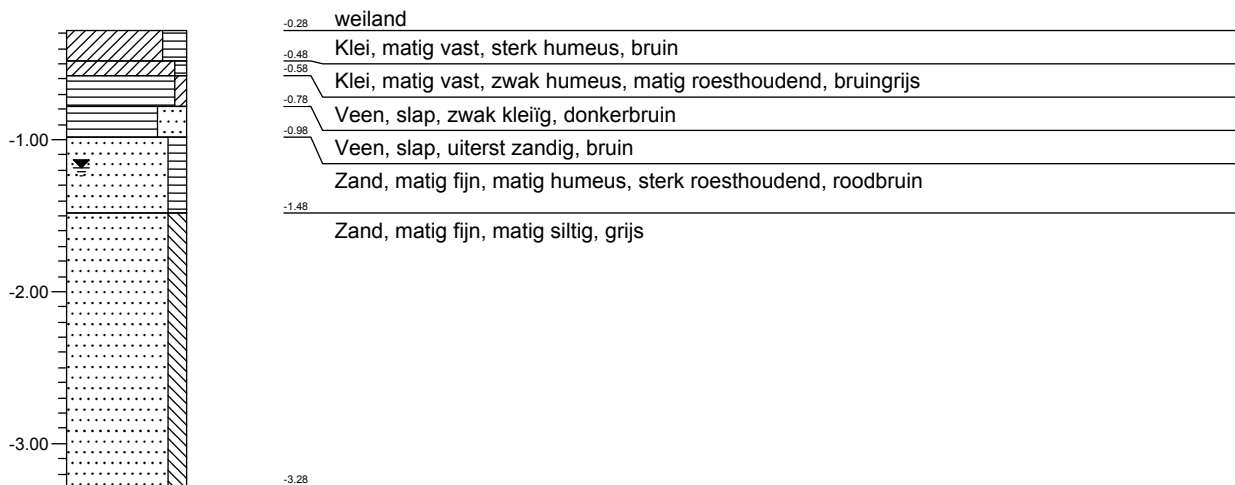
MV (m tov NAP): 0.01
GWS (cm tov MV): 120

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

Bk PB (m tov NAP):
Boormeester:

Boring: HB5

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



Uitvoering: 20-03-2008

X: 154613.02
Y: 471775.46

MV (m tov NAP): -0.28
GWS (cm tov MV): 90

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

Bk PB (m tov NAP):
Boormeester:

Boring: HB6

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



Uitvoering: 20-03-2008

X: 154464.45
Y: 471796.99

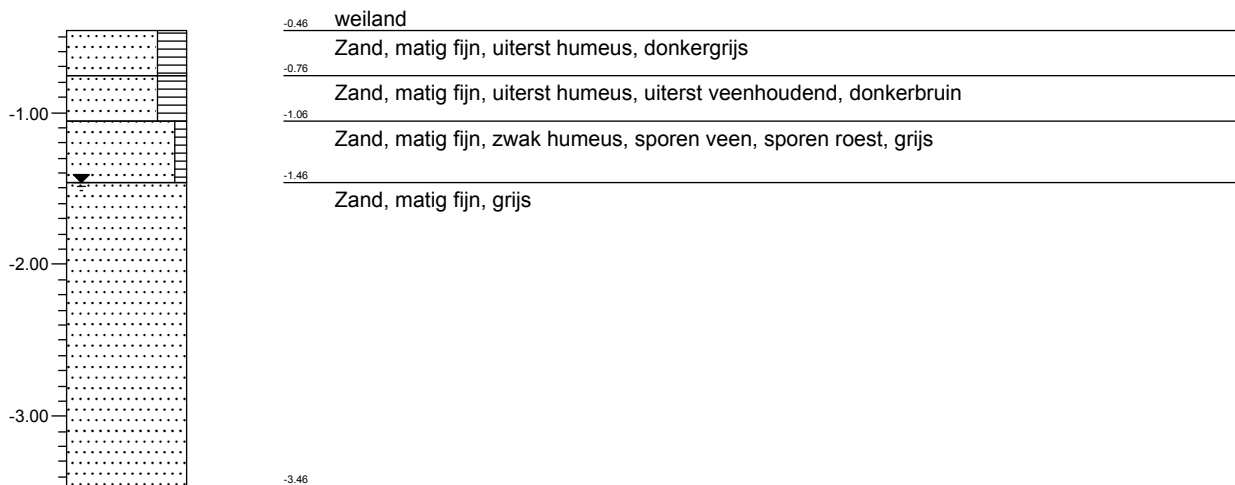
MV (m tov NAP): -0.43
GWS (cm tov MV): 70

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

Bk PB (m tov NAP):
Boormeester:

Boring: HB7

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



Uitvoering: 20-03-2008

X: 154498.65
Y: 471762.15

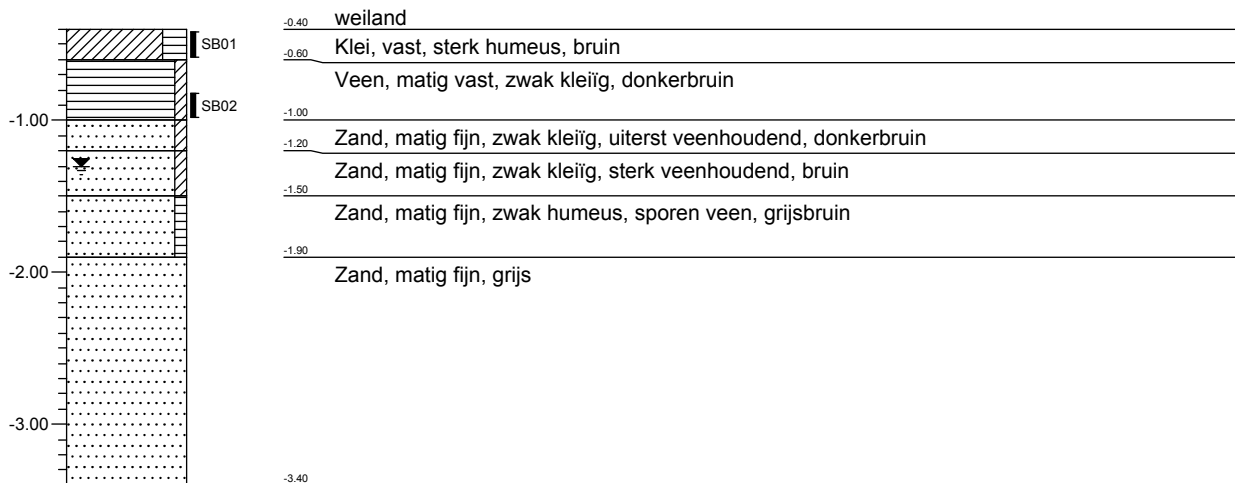
MV (m tov NAP): -0.46
GWS (cm tov MV): 100

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

Bk PB (m tov NAP):
Boormeester:

Boring: HB8

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



Uitvoering: 20-03-2008

X: 154335.91
Y: 471685.62

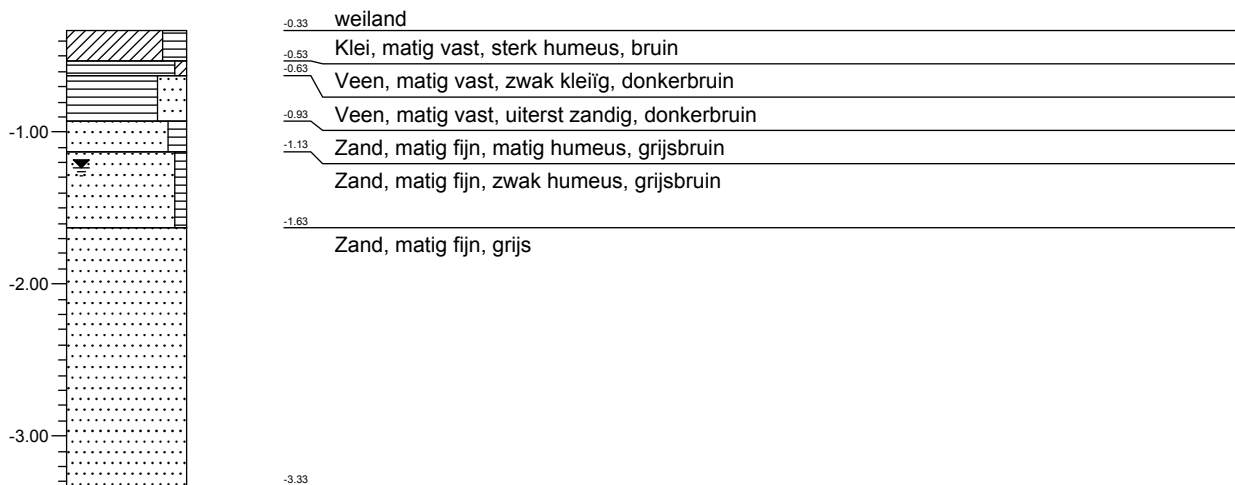
MV (m tov NAP): -0.4
GWS (cm tov MV): 90

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

Bk PB (m tov NAP):
Boormeester:

Boring: HB9

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



Uitvoering: 20-03-2008

X: 154596.65
Y: 471621.86

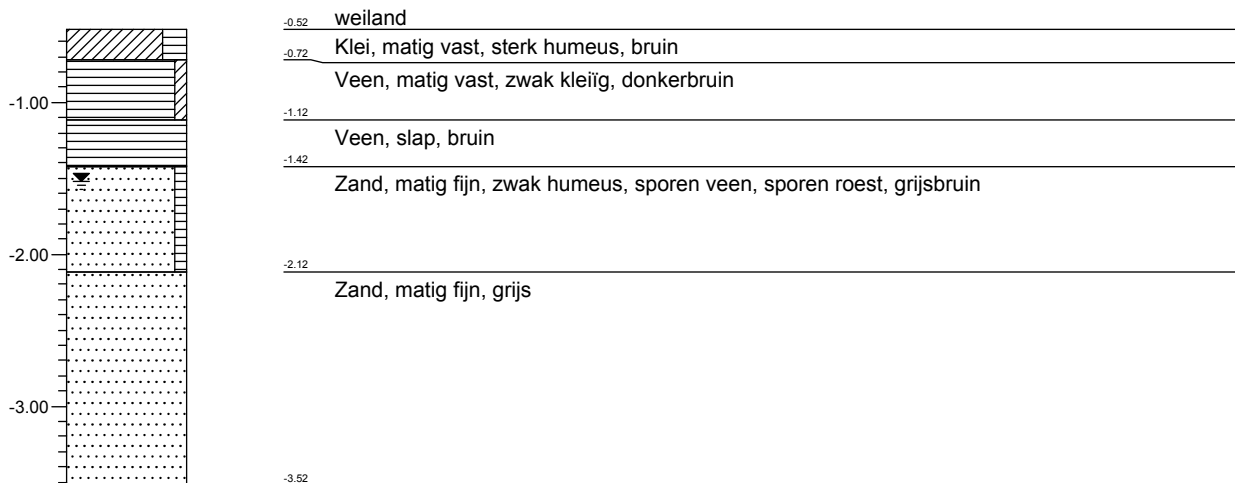
MV (m tov NAP): -0.33
GWS (cm tov MV): 90

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

Bk PB (m tov NAP):
Boormeester:

Boring: HB10

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



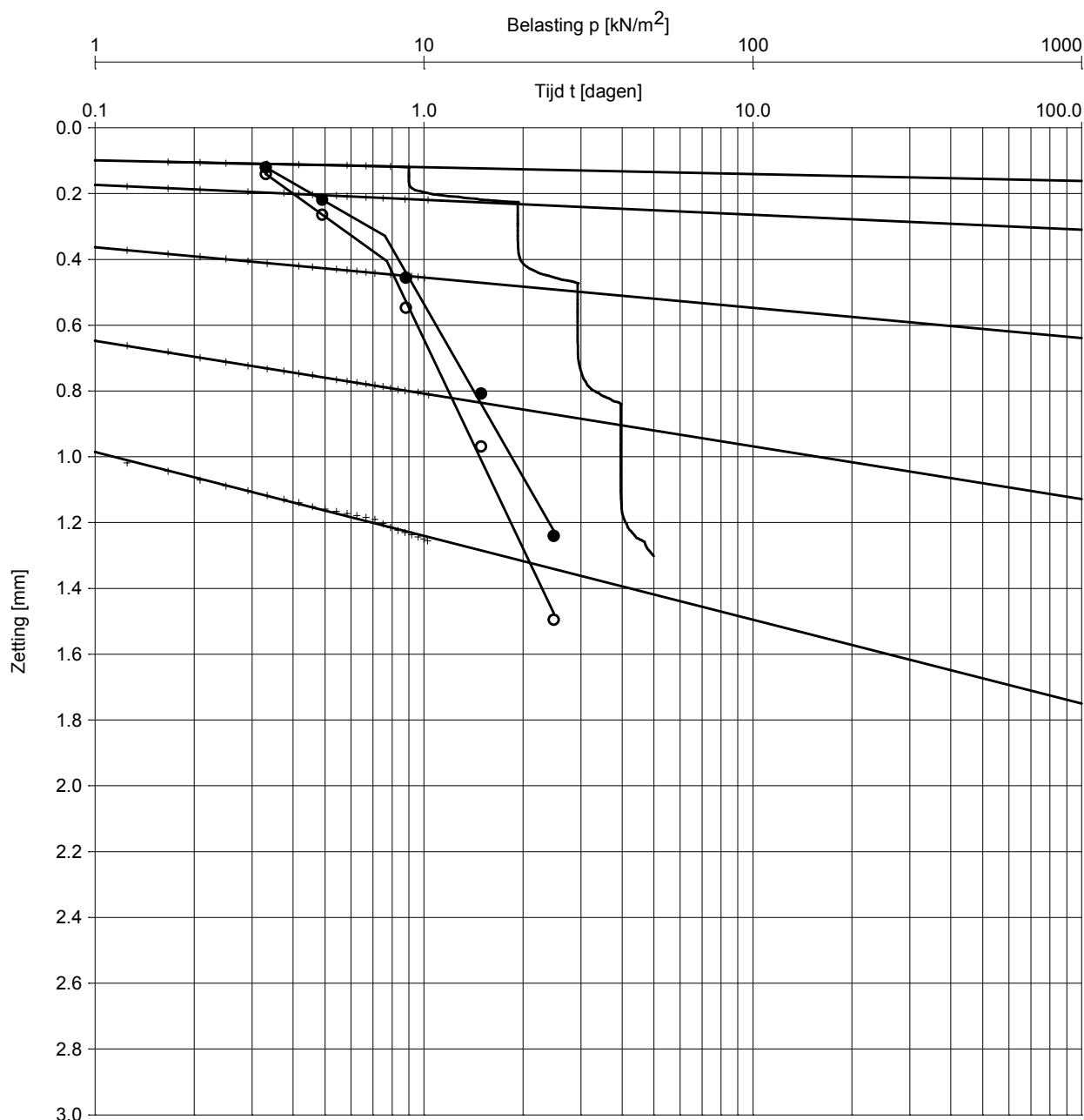
Uitvoering: 20-03-2008

X: 154767.81
Y: 471656.14

MV (m tov NAP): -0.52
GWS (cm tov MV): 100

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

Bk PB (m tov NAP):
Boormeester:



Opg.:MPK dd:9-apr-2008 Gec.:

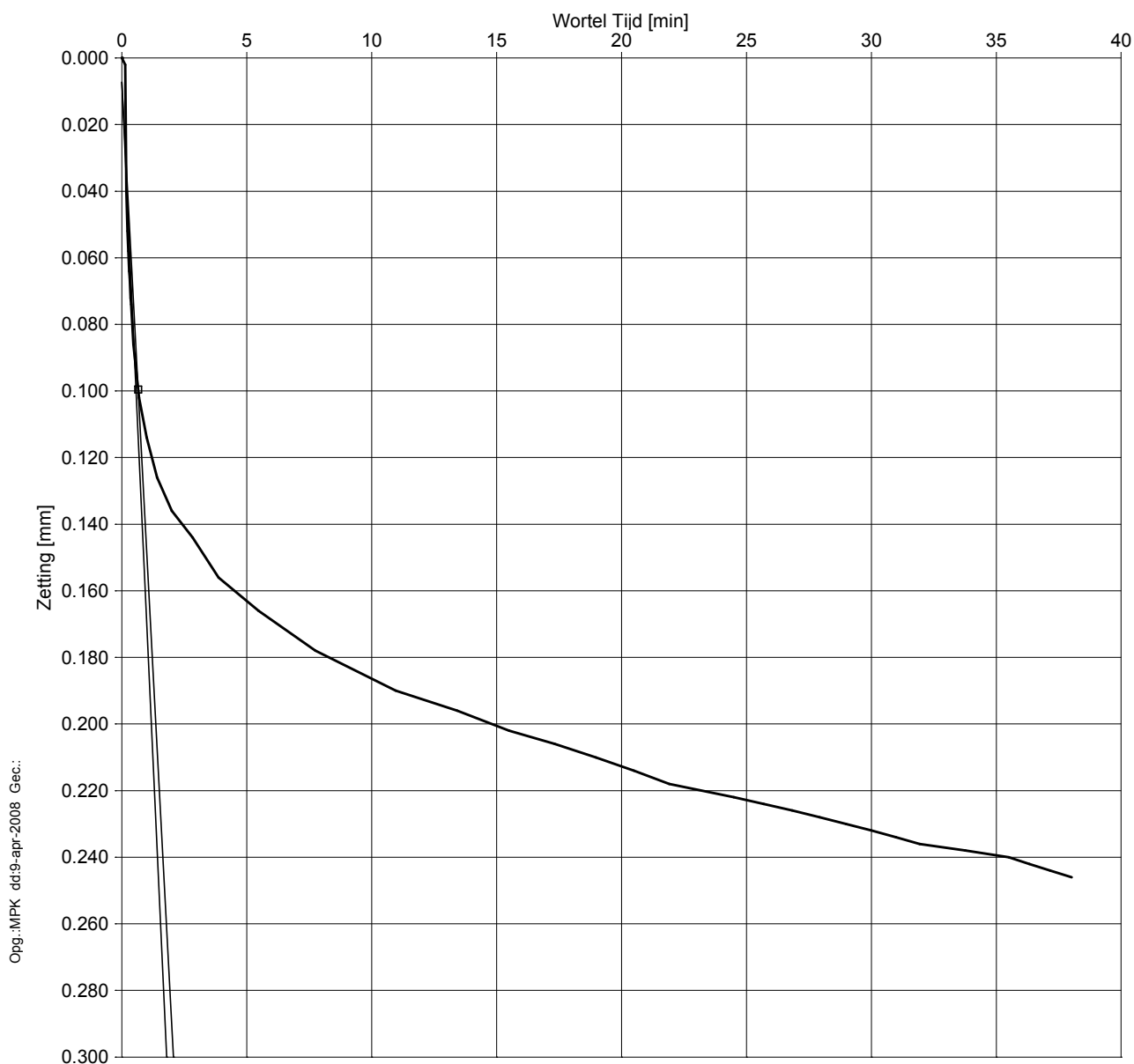
Fugro laboratorium OED 1.08.0002 /08:33:15/G:SB02.OED

Boring : HB3
 Monster : SB02
 Diepte : -0.93 m t.o.v. NAP.
 Grondsoort : VEEN mineraalarm , bruin

γ : 11.8 kN/m³
 γ_{dr} : 4.9 kN/m³
 w : 138.4 % [m/m]

C = 38.6
 C' = 13.9
 p_g = 8 kN/m²
 C_p = 77.1
 C_s = 308.3
 C'_p = 25.5
 C'_s = 122.9
 h₀ = 19.3 mm
 D = 50.0 mm

Uitgevoerd volgens NEN 5118



Opg.: MPK dd 9-apr-2008 Gec.:

Fugro laboratorium OED 1.08.0002 /08:34:08/G:SB02.OED

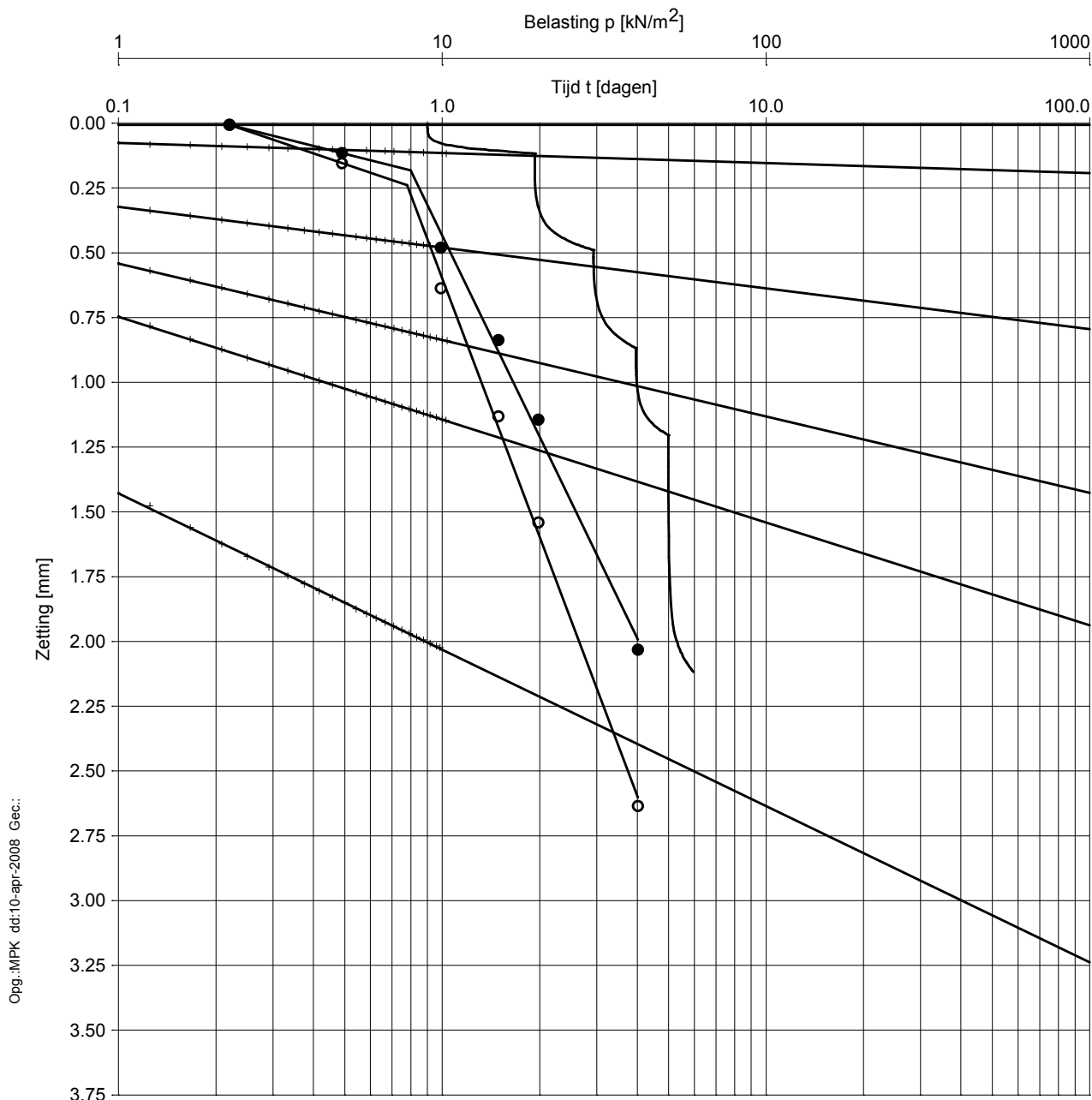
Boring : HB3
 Monster : SB02
 Diepte : -0.93 m t.o.v. NAP.
 Grondsoort : VEEN mineraalarm , bruin

Consolidatie

ΔH_{90}	=	.092	mm
ΔH_{100}	=	.103	mm
t_{90}	=	25	sec
$c_{v;10}$	=	2.6E-06	m ² /s
m_v	=	1.4E+00	m ² /MN
E_{oed}	=	0.7	MN/m ²
$k_{v;10}$	=	3.6E-08	m/s

Belastingstrap : 3
 Belasting p : 9. kPa
 Belasting Δp : 4. kPa
 Hoogte : 19.074 mm

Uitgevoerd volgens NEN 5118



Opg.:MPK dd:10-apr-2008 Gec.:

Fugro laboratorium OED 1.08.0002 /08:41:30/G:SB01.OED

Boring : HB8
 Monster : SB01
 Diepte : -0.55 m t.o.v. NAP.
 Grondsoort : KLEI zwak siltig sterk humeus

C = 57.9
 C' = 8.0
 p_g = 8 kN/m²

C_p = 140.2
 C_s = 394.9

γ : 13.4 kN/m³
 γ_{dr} : 7.0 kN/m³
 w : 91.6 % [m/m]

C'_p = 17.0
 C'_s = 60.1

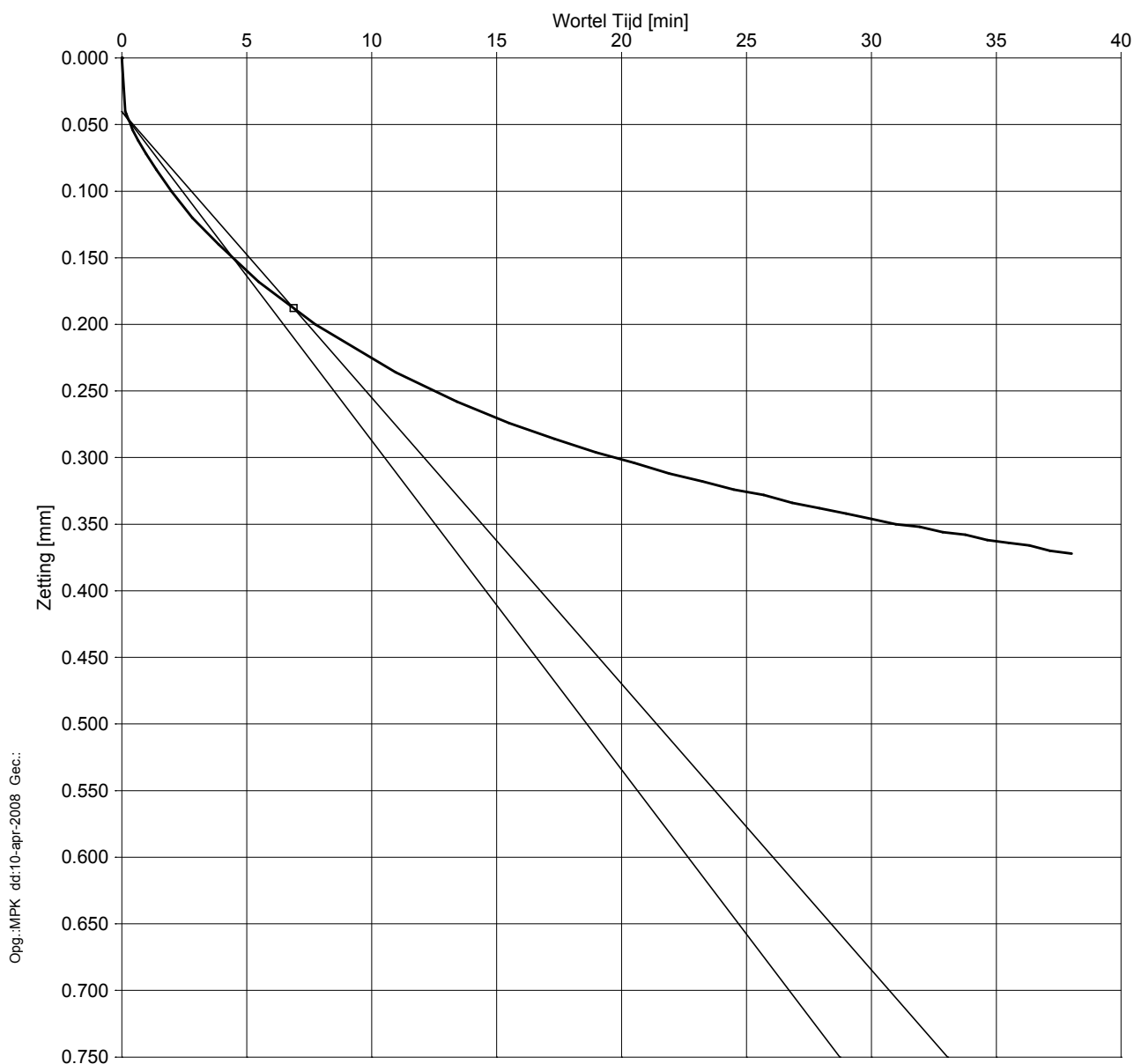
h_0 = 19.1 mm
 D = 50.0 mm

Uitgevoerd volgens NEN 5118

Samendrukkingsproef methode KEVERLING BUISMAN

Bouwrijp maken Rengerswetering
 1e fase te Bunschoten-Spakenburg

Opdr. 6006-0471-010
 Bijl.



Opg.:MPK dd:10-apr-2008 Gec.:

Fugro laboratorium OED 1.08.0002 /08:44:26/G:SB01.OED

Boring : HB8
 Monster : SB01
 Diepte : -0.55 m t.o.v. NAP.
 Grondsoort : KLEI zwak siltig sterk humeus

Belastingstrap : 3
 Belasting p : 10. kPa
 Belasting Δp : 5. kPa
 Hoogte : 18.982 mm

Consolidatie

ΔH_{90}	=	.148	mm
ΔH_{100}	=	.164	mm
t_{90}	=	2830	sec
$c_{v;10}$	=	2.3E-08	m ² /s
m_v	=	1.7E+00	m ² /MN
E_{oed}	=	0.6	MN/m ²
$k_{v;10}$	=	4.0E-10	m/s

Uitgevoerd volgens NEN 5118

OEDOMETER: INCREMENTAL LOADING													
Borehole No.	Sample No.	Depth [m]	σ'_{vo} [kPa]	$\Delta e / e_0$ [%]	σ'_p [kPa]	OCR [-]	C_c [-]		C_s [-]	Time Settlement Analysis			
							$<\sigma'_p$	$>\sigma'_p$		p [kPa]	C_{v10} [m ² /s]	m_v [m ² /MN]	k_v [m/s]
HB3	SB02	0.55								3	1.5E-06	9.9E-01	1.5E-08
										5	7.5E-07	1.5E+00	1.1E-08
										9	2.6E-06	1.4E+00	3.6E-08
										15	9.6E-07	1.4E+00	1.3E-08
										25	1.0E-06	1.1E+00	1.2E-08

Key: Δe	: change of void ratio when load is increased from $p = 0$ to $p = \sigma'_{vo}$	C_c	: compression index
e_0	: initial void ratio	C_s	: swelling index (or re-compression)
σ'_{vo}	: effective in-situ vertical stress	p	: vertical pressure
σ'_p	: preconsolidation pressure	C_v	: coefficient of consolidation
OCR	: overconsolidation ratio ($= \sigma'_p / \sigma'_{vo}$)	m_v	: coefficient of volume compressibility (at 90% consolidation)
		k_v	: vertical permeability

Labplate nr.:

Checked by:

Made by: MPK dd: 09-04-2008

OED 1.06.0002 Filename: G:\5016006-0471-010\LAB\HB3\SB02.OED

OEDOMETER TEST RESULTS

Nieuwbouwwijk Rengerswetering 1e fase (de Kampen) te Bunschoten-Spakenburg

OEDOMETER: INCREMENTAL LOADING													
Borehole No.	Sample No.	Depth [m]	σ'_{vo} [kPa]	$\Delta e / e_0$ [%]	σ'_p [kPa]	OCR [-]	C_c [-]		C_s [-]	Time Settlement Analysis			
							$<\sigma'_p$	$>\sigma'_p$		p [kPa]	C_{v10} [m ² /s]	m_v [m ² /MN]	k_v [m/s]
HB8	SB01	0.15								2	5.6E-05	3.5E-02	2.0E-08
										5	4.8E-08	8.8E-01	4.2E-10
										10	2.3E-08	1.7E+00	4.0E-10
										15	1.3E-08	2.0E+00	2.6E-10
										20	1.7E-08	1.6E+00	2.7E-10
										40	3.2E-08	1.2E+00	3.7E-10

Key: Δe : change of void ratio when load is increased from $p = 0$ to $p = \sigma'_{vo}$	C_c : compression index
e_0 : initial void ratio	C_s : swelling index (or re-compression)
σ'_{vo} : effective in-situ vertical stress	p : vertical pressure
σ'_p : preconsolidation pressure	c_v : coefficient of consolidation
OCR : overconsolidation ratio ($= \sigma'_p / \sigma'_{vo}$)	m_v : coefficient of volume compressibility (at 90% consolidation)
	k_v : vertical permeability

Labplate nr.:

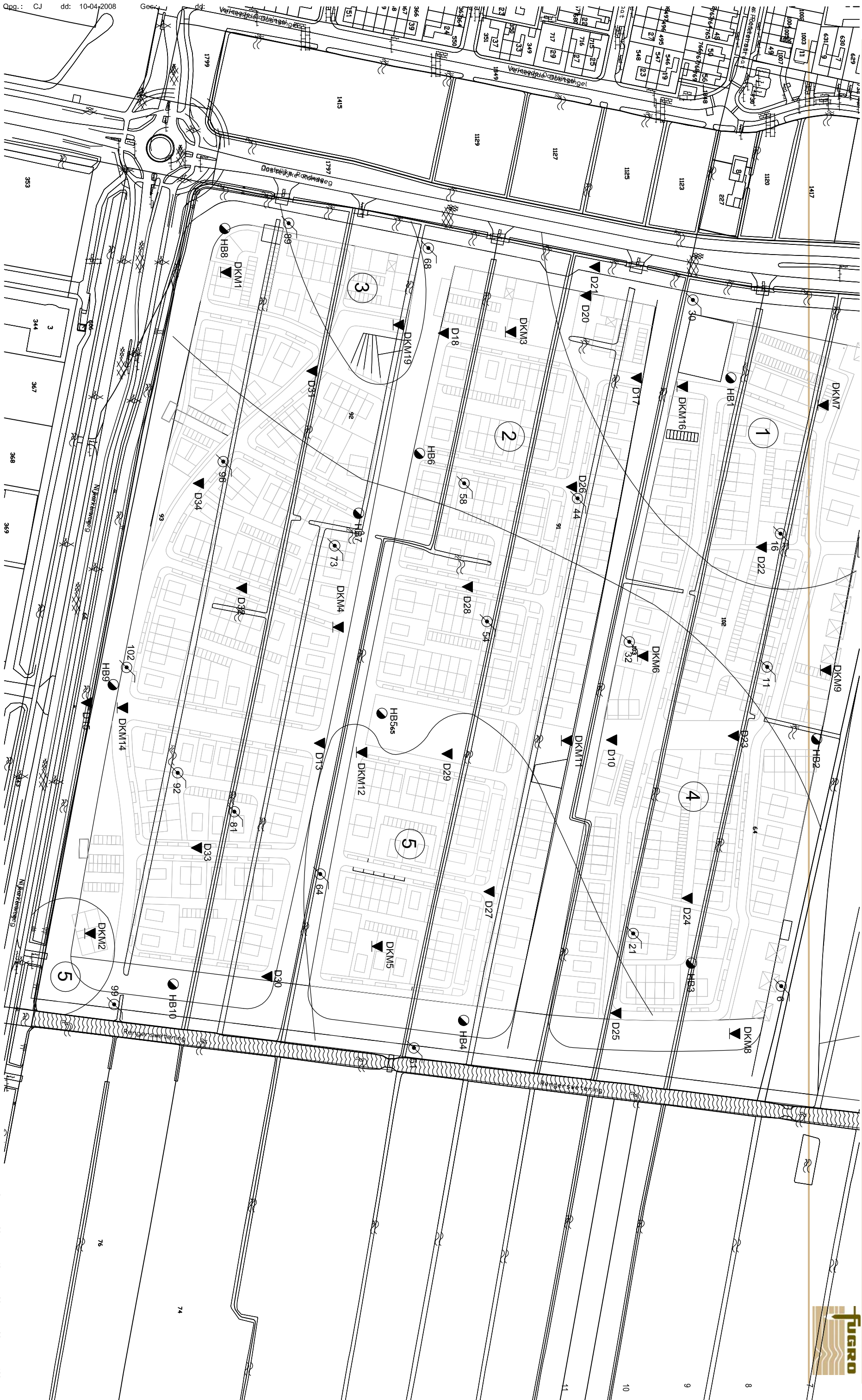
Checked by:

Made by: MPK dd: 10-04-2008

OED 1.08.0002 Filename: G:\6006006-0471-010\LAB\HB8\SB01.OED

OEDOMETER TEST RESULTS

Nieuwbouwwijk Rengerswetering 1e fase (de Kampen) te Bunschoten-Spakenburg



Datum van de ondergrond is 29 januari 2008
De boringen van derden zijn niet in rd-coördinaten bepaald.

SCHAAL 1:2000



GEBIEDSINDELING
NIEUWBOUWWIJK RENGERSWETERING 1E FASE (DE KAMPEN)
TE BUNSCHOTEN-SPAKENBURG

Opdr. : 6006-0471-010
Bijl. : 3

In onderstaande tabellen is per deelgebied de bodemgesteldheid weergegeven.

Tabel 1a: Globale bodemgesteldheid Gebied 1: DKM 7

Diepte bovenkant laag in m t.o.v. NAP	Bodembeschrijving
-0,3	Maaiveld
-0,3	KLEI uitgedroogd
-1,0	KLEI
-1,7	VEEN
-2,1	ZAND
-4,8	KLEI humeus
-5,3	ZAND
-9,2	KLEI
-22,3	Maximaal verkende diepte

Tabel 1b: Globale bodemgesteldheid Gebied 2: DKM 9

Diepte bovenkant laag in m t.o.v. NAP	Bodembeschrijving
-0,5	Maaiveld
-0,5	KLEI uitgedroogd
-1,0	VEEN
-1,5	ZAND kleiig
-3,1	ZAND
-5,1	VEEN
-6,6	ZAND kleiig
-9,5	KLEI zandig
-22,5	Maximaal verkende diepte

Tabel 1c: Globale bodemgesteldheid Gebied 3: DKM 19

Diepte bovenkant laag in m t.o.v. NAP	Bodembeschrijving
-0,6	Maaiveld
-0,6	KLEI uitgedroogd
-1,0	KLEI
-2,0	ZAND
-5,2	VEEN
-6,3	ZAND humeus
-9,0	KLEI zandig
-20,6	Maximaal verkende diepte

Tabel 1d: Globale bodemgesteldheid Gebied 4: DKM 11

Diepte bovenkant laag in m t.o.v. NAP	Bodembeschrijving
-0,5	Maaiveld
-0,5	KLEI uitgedroogd
-0,7	VEEN
-1,4	ZAND
-5,5	VEEN
-7,6	ZAND
-9,2	KLEI zandig
-20,4	Maximaal verkende diepte

Tabel 1e: Globale bodemgesteldheid Gebied 5: DKM 12

Diepte bovenkant laag in m t.o.v. NAP	Bodembeschrijving
-0,3	Maaiveld
-0,3	KLEI uitgedroogd
-0,6	ZAND
-5,3	VEEN
-7,8	ZAND
-9,5	KLEI zandig
-20,5	Maximaal verkende diepte

In onderstaande tabellen is per deelgebied een overzicht gegeven van de opgetreden zetting in m in verloop van de tijd.

Tabel 4c: Zettingen voor ophoging met zand, gebied 1

Ophoging in zand [m]	Gebied 1, zettingen [m]					
	na 3 maanden	na 6 maanden	na 1 jaar	na 2 jaar	na 10 jaar	na 30 jaar
0,25	0,10	0,10	0,10	0,10	0,15	0,15
0,50	0,15	0,20	0,20	0,20	0,20	0,25
1,00	0,30	0,30	0,35	0,35	0,35	0,40
2,00	0,45	0,50	0,55	0,55	0,60	0,65
3,00	0,60	0,65	0,65	0,70	0,75	0,80
4,00	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90

Tabel 4d: Zettingen voor ophoging met zand, gebied 2

Ophoging in zand [m]	Gebied 2, zettingen [m]					
	na 3 maanden	na 6 maanden	na 1 jaar	na 2 jaar	na 10 jaar	na 30 jaar
0,25	0,10	0,10	0,10	0,10	0,15	0,15
0,50	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,25
1,00	0,30	0,35	0,35	0,35	0,35	0,40
2,00	0,50	0,55	0,55	0,55	0,60	0,65
3,00	0,65	0,65	0,65	0,70	0,75	0,80
4,00	0,70	0,75	0,75	0,80	0,85	0,90

Tabel 4e: Zettingen voor ophoging met zand, gebied 3

Ophoging in zand [m]	Gebied 3, zettingen [m]					
	na 3 maanden	na 6 maanden	na 1 jaar	na 2 jaar	na 10 jaar	na 30 jaar
0,25	0,10	0,10	0,10	0,10	0,15	0,15
0,50	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,25
1,00	0,35	0,35	0,35	0,40	0,40	0,45
2,00	0,55	0,60	0,60	0,60	0,65	0,70
3,00	0,65	0,70	0,70	0,75	0,80	0,85
4,00	0,75	0,80	0,80	0,85	0,90	0,95

Tabel 4f: Zettingen voor ophoging met zand, gebied 4

Ophoging in zand [m]	Gebied 4, zettingen [m]					
	na 3 maanden	na 6 maanden	na 1 jaar	na 2 jaar	na 10 jaar	na 30 jaar
0,25	0,05	0,05	0,10	0,010	0,10	0,10
0,50	0,15	0,15	0,15	0,15	0,20	0,20
1,00	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,30
2,00	0,30	0,35	0,35	0,35	0,35	0,40
3,00	0,40	0,40	0,40	0,45	0,45	0,50
4,00	0,45	0,50	0,50	0,55	0,55	0,60

Tabel 4g: Zettingen voor ophoging met zand, gebied 5

Ophoging in zand [m]	Gebied 5, zettingen [m]					
	na 3 maanden	na 6 maanden	na 1 jaar	na 2 jaar	na 10 jaar	na 30 jaar
0,25	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
0,50	0,05	0,05	0,05	0,10	0,10	0,10
1,00	0,10	0,10	0,10	0,10	0,15	0,15
2,00	0,15	0,15	0,15	0,15	0,20	0,20
3,00	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,25
4,00	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,25

Laboratoriumonderzoek

Eén van de hoofdactiviteiten van het Materiaalkundig Laboratorium van Fugro Ingenieursbureau B.V. is het verrichten van materiaalkundig en geotechnisch onderzoek naar de constructief-technische en mechanische eigenschappen van grond, grondstoffen, bouwstoffen en de hieruit samengestelde producten binnen de vakgebieden wegenbouw, waterbouw, (utiliteits) bouw en milieubouw.

Het onderzoek kan zowel volgens Nederlandse normen worden uitgevoerd (Standaard RAW-Bepalingen, NEN normen, CUR aanbevelingen, etc.) als volgens de meest gangbare buitenlandse normen zoals British Standards (BS), Deutsche Industrie Norm (DIN) en American Society for Testing Materials (ASTM). Op verzoek kunnen ook andere normen worden gehanteerd.

Kwaliteitssysteem binnen het laboratorium

Fugro Ingenieursbureau B.V. streeft naar de levering van kwalitatief hoogwaardige producten. Voor het Laboratorium betekent dit dat de uitvoering van onderzoek voldoet aan hoge kwaliteitseisen met betrekking tot de opdrachtbehandeling, de accuratesse bij het prepareren van de monsters, de nauwkeurigheid van de onderzoeksapparatuur, de juiste uitvoering van de proeven, de zorgvuldige registratie van de resultaten van het onderzoek, de éénduidige archivering en distributie van de rapportage en het aanhouden van zo kort mogelijke onderzoekstijden.

Bovengenoemde handelingen zijn in detail opgenomen in de procedures en voorschriften, die onderdeel uitmaken van het Kwaliteitssysteem van het Laboratorium, dat in algemene termen is vastgelegd in het Kwaliteitshandboek.

Accreditatie

Het Materiaalkundig Laboratorium is sinds juli 1992 door de Stichting voor Erkenning van Laboratoria (STERLAB) geaccrediteerd. Als gevolg van een fusie tussen STERLAB, de Nederlandse Kalibratie Organisatie (NKO) en de Stichting voor Erkenning van Inspectie-instellingen (STERIN) is de Nederlandse Stichting voor Erkenning van Kalibratie- en Testlaboratoria en Inspectie-instellingen ontstaan. Vervolgens zijn in september 1995 laatstgenoemde stichting en de Raad voor de Certificatie (RvC) gefuseerd tot de **Raad voor Accreditatie**.

Testlaboratoria die het RvA-logo mogen voeren, hebben bewezen dat ze testen met een hoge mate van zekerheid en conform de betreffende standaarden. De accreditatie van het Materiaalkundig Laboratorium is gebaseerd op NEN-EN-ISO/IEC 17025.

Overige activiteiten

Naast het verrichten van laboratoriumonderzoek houdt het laboratorium zich bezig met de volgende activiteiten:

- Het opstellen van kwaliteitsplannen;
- Het integraal verzorgen van kwaliteitsborging ten behoeve van omvangrijke projecten;
- 'Research en development' op het gebied van de materiaalkunde, waaronder het verrichten van onderzoek en literatuurstudies, het begeleiden van grote en complexe projecten en het deelnemen in (inter)nationale werkgroepen;
- 'Advisering' met betrekking tot de toepassing van materialen, zowel de traditionele bouw- en grondstoffen als mogelijk toe te passen secundaire materialen;
- In-situ metingen, onder andere ten behoeve van de kwaliteitscontrole tijdens de uitvoerings- en opleveringsfase;
- monsternamen ten behoeve van keuringen in het kader van het bouwstoffenbesluit.

Nadere informatie

Voor nadere informatie kunt u contact opnemen met het Materiaalkundig laboratorium van Fugro Ingenieursbureau B.V., Vlamoven 41, Postbus 5009, 6802 EA ARNHEM, tel.: 026-3643643, fax.: 026-3644377. Bezoek ook onze website www.fugro.nl.

Classificatie geroerde en ongeroerde grondmonsters

De geroerde en ongeroerde grondmonsters worden in het laboratorium zoveel mogelijk beschreven volgens NEN 5104.

Volumiek gewicht en watergehalte

Een standaard volume grond wordt in het laboratorium, met behulp van een ring met bekende inhoud, uit een ongeroerd monster gestoken. Het materiaal wordt gewogen, gedroogd en vervolgens weer gewogen.

Het watergehalte wordt berekend als de massa van het water ten opzichte van de massa van de droge grond en wordt uitgedrukt als een massa percentage ten opzichte van de massa van de droge grond. Tevens worden uit deze bepaling het poriënvolume en de verzadigingsgraad van de grond berekend.

Korrelverdeling

De korrelverdeling van een grondmonster wordt bepaald door zeven (keien, stenen, grind en zand met een korrelgrootte $\geq 63 \mu\text{m}$) of door middel van sedimentatieproeven (silt en klei met een korrelgrootte $< 63 \mu\text{m}$) of door een combinatie van beide methoden. De korrelverdeling wordt uitgedrukt in cumulatieve massapercentages materiaal met een korreldiameter, die in de beschouwde interval valt (tussen ∞ en de vermelde zeefopening).

De zevingen worden standaard uitgevoerd met zeven volgens NEN 2560.

De sedimentatieproeven worden uitgevoerd volgens de hydrometer- of volgens de pipet-methode. Beide methoden berusten op de wet van Stokes (bezinksnelheid van vaste deeltjes, met een gegeven radius en soortelijk gewicht, in een stilstaand vloeistof met een bekende viscositeit bij beproevings temperatuur.

Korrelvorm

De korrelvorm van de zandfractie wordt bepaald door middel van microscopisch onderzoek, waarbij de rondheid en hoekigheid van de zandkorrels worden gerelateerd aan de rondheidschaal volgens Maurice Powers [1953, Journ. Sed. Petr. 23: p.p 117-119].

Atterbergse grenzen

Door middel van de bepaling van de Atterbergse grenzen kan een drietal belangrijke parameters voor de classificatie en eventuele verwerkbaarheid van cohesief materiaal worden vastgesteld.

De uitrolgrens w_p geeft de overgang aan van "droog" naar "plastisch" aan.

De vloeigrens w_L geeft de overgang aan van "plastisch" naar "vloeibaar" aan.

De plasticiteits-index I_p is het verschil tussen de vloeigrens en de uitrolgrens ($w_L - w_p$) en geeft het traject aan, waarover het materiaal zich plastisch gedraagt.

De vloe- en uitrolgrenzen zijn watergehaltes en worden uitgedrukt als massa percentages vocht ten opzichte van droge grond.

Handvinproef (Torvane)

De handvinproef (torvane) geeft een goede indicatie van de ongedraineerde schuifsterkte van een cohesief materiaal als functie van het torsiemoment, waarbij het materiaal bezwijkt. De ongedraineerde schuifsterkte wordt uitgedrukt in kN/m^2 .

Samendrukkingsproef

Een cilindrisch monster, zijdelings opgesloten in een metalen ring, wordt verticaal belast. Met behulp van een meetklokje wordt de zetting gemeten op vastgestelde tijdstippen. Het monster wordt verticaal tussen 2 poreuze stenen opgesloten, opdat bij een verzadigd grondmonster het poriënwater kan draineren. Vooral bij minder doorlatende grondsoorten speelt dit uitpersen van poriënwater een grote rol.

Omdat de viscositeit van het, in het monster aanwezige, vocht afhankelijk is van de beproevings temperatuur, worden de proeven uitgevoerd in een klimaatruimte bij een constante temperatuur van 10 ± 1 °C.

De grondtemperatuur dient zoveel mogelijk overeen te komen met de temperatuur van de grond in situ. Het monster wordt doorgaans in 5-trappen belast, waarbij de eerste 2 trappen onder de heersende terreinspanning liggen en de overige boven de heersende terreinspanning. Zo dicht mogelijk bij de verwachte toekomstige spanning (meestal bij de 3^e belastingstrap) wordt een bepaling van de consolidatiecoëfficiënt (c_v) uitgevoerd. Bij overgeconsolideerde grondlagen dient het belastingpatroon te worden aangepast. In bepaalde gevallen kunnen één of meer ontlastingstrappen worden uitgevoerd, ter bepaling van de zwellings-index.

De resultaten van de proef worden standaard grafisch gepresenteerd volgens de methode Keverlingh-Buisman (last- / tijd-zakking) en volgens de $\sqrt{t}$ -methode (c_v bepaling) van Taylor.

Uit het last-zakkingsdiagram kan de maximum voorbelasting worden bepaald. Ook kunnen de samendrukkingsconstanten $[C]$, $[C_p]$ en $[C_s]$ worden afgeleid uit deze diagrammen, voor zowel het traject vóór- als na de terreinspanning.

Met behulp van de $\sqrt{t}$ -methode kan van elk gewenste belastingstrap de consolidatiecoëfficiënt $[c_v]$ en de volumesamendrukkingscoëfficiënt $[m_v]$ worden berekend; de verticale doorlatendheid $[k_v]$ wordt berekend als afgeleide parameter. Standaard wordt de consolidatiecoëfficiënt $[c_v]$ bepaald bij het opbrengen van de 3^e belastingstrap.

Triaxiaalproeven

Geconsolideerde gedraineerde triaxiaalproef (CD)

Bij een triaxiaalproef wordt een uit een ongeroerd grondmonster een cilindrisch proefstuk gehaald. Dit proefstuk wordt omhuld door een rubber membraan. Het grondmonster wordt vervolgens in een drukcel geplaatst, waarbij na verzadiging onder een alzijdige steundruk isotrope consolidatie plaatsvindt. Na consolidatie zal onder de gewenste drainagecondities het proefstuk worden belast door het aanbrengen van een constante verticale vervormingssnelheid. Naast de verticale belasting worden de waterspanningen in het monster en de volumeveranderingen gemeten.

Deze proef wordt uitgevoerd op representatieve, doorgaans zand- of zanderige, monsters, waarvan het droge volumieke gewicht en watergehalte reeds is bepaald.

Het monster wordt op de voet van een triaxiaalcel ingebouwd. Dit gebeurt in een mal, waarin een rubber membraan is aangebracht. Gronddeeltjes groter dan 5 % van de diameter van het monster worden verwijderd. Het monster wordt geprepareerd bij een dichtheid gelijk aan het droge volumiek gewicht.

Nadat het monster is ingebouwd en verzadigd wordt een uitwendige druk (celdruk) en een inwendige druk (backpressure) aangebracht, zodat het monster wordt geconsolideerd onder een isotrope effectieve spanning. Om de verzadigingsproces te versnellen kunnen de monsters worden doorgespoeld met CO₂-gas om de lucht te verwijderen, vervolgens wordt ontluicht water ingelaten om het CO₂-gas te verwijderen. Hierbij wordt een backpressure gebruikt om de nog aanwezige gassen op te lossen. Na consolidatie wordt het monster verticaal belast met een zodanige snelheid dat er geen wateroverspanning kan ontstaan. Tijdens dit belasten wordt het poriën-water gedraineerd en de volumeverandering gemeten. De celdruk wordt tijdens het belasten constant gehouden.

In het algemeen bestaat deze proef uit 3 trappen op één proefstuk, elk bij een andere consolidatiespanning, ook wel "meertrapstechniek" genoemd (aangezien op één monster meerdere belastingstrappen worden aangebracht). Daarnaast bestaat nog de zgn. "eentrapstechniek" waarbij per trap (verhoging van de consolidatiespanning) een nieuw monster wordt gebruikt.

De presentatie van de proefresultaten bestaat uit een spanningsrekdiagram en een spanningspaddiagram, waaruit de hoek van inwendige wrijving $[\varphi]$ en de cohesie $[c]$ kunnen worden afgeleid. Doorgaans wordt bij dit type triaxiaalproeven een $[\varphi]$ - en $[c]$ -waarde gepresenteerd, daar de weerstand in deze monsters zich snel opbouwt. Tevens wordt het verloop van de gemobiliseerde wrijvingshoek als functie van de vervorming gepresenteerd, waarin het gedrag van het monster tijdens de proef tot uiting komt.

Geconsolideerd ongedraineerd triaxiaalproef (CU)

Deze test wordt uitgevoerd op representatieve ongeroerde monsters. Afhankelijk van de consistentie van het materiaal wordt het monster getrimd, gestoken of geprepareerd. Bepalingen volgens de "meertrapstechniek" kunnen worden uitgevoerd op ongeroerde monsters met een diameter van 65 mm. Proeven volgens de "enkeltrapstechniek" kunnen uitsluitend op ongeroerde monsters met een diameter van ten minste 100 mm worden uitgevoerd.

Het monster wordt ingebouwd, waarbij tussen het monster en het rubber membraam in de langsrichting een filterpapier als drain wordt aangebracht, dat in verbinding staat met de verzadigde poreuze stenen, die aan de boven en onderkant van het monster zijn aangebracht. Daarna wordt een celdruk gelijk aan de geschatte effectieve in-situ isotrope spanning op het monster aangebracht. Het monster wordt vervolgens verzadigd door het aanbrengen van een inwendige druk (backpressure). De verzadigingsgraad (B-factorbepaling) wordt gecontroleerd door de celdruk te verhogen en de gelijktijdige waterspanningsverhoging in het monster te meten. Als volledige verzadiging en consolidatie is opgetreden onder de aangebrachte effectieve spanning, kan met de eerste belastingtrap worden gestart. Tijdens het verticaal belasten van het monster wordt de steundruk constant gehouden en wordt er voor gezorgd dat er geen drainage op kan treden. De proef wordt vervormingsgecontroleerd uitgevoerd, waarbij de deviatorspanning en de waterspanning worden gemeten en geregistreerd. De waterspanning wordt gemeten in het midden aan de onderkant van het monster en/of aan de rand van het monster. Nadat één belastingtrap is uitgevoerd wordt het monster ontlast en de waterspanning gelegenheid gegeven een evenwichtssituatie te bereiken. Daarna wordt de volgende effectieve consolidatiedruk aangebracht en wordt de procedure herhaald. Het monster wordt geconsolideerd en getest bij 3 verschillende effectieve steundrukken, ook wel de "meertrapstechniek" genoemd (aangezien op een monster meerdere belastingstrappen worden uitgevoerd) in tegenstelling tot de "eentrapstechniek", waarbij voor iedere trap een nieuw representatief monster wordt gebruikt.

Van deze gegevens wordt een spanning-rekdiagram gemaakt, waaruit het verloop van de spanningen en de verplaatsingen tijdens de proef kan worden afgeleid, en een spanningspaddiagram, waaruit de hoek van de inwendige wrijving $[\varphi]$ en de cohesie $[c]$ kan worden afgeleid. In deze grafiek zijn de afgeleide $[\varphi]$ en $[c]$ -waarden aangegeven voor een aantal percentages deformatie. Op deze wijze kan een juister gebruik gemaakt worden van de, uit de proeven verkregen, $[\varphi]_e$ en $[c]_e$ -waarden (afgestemd op de berekeningen, die met de resultaten uitgevoerd worden).

Tevens wordt het verloop van de hoofdspanningsverhouding $[\sigma'_1/\sigma'_3]$ gegeven, waaruit een indicatie wordt verkregen over de mobilisatie van de wrijvingshoek. Het consolidatieverloop is eveneens aangegeven ; $[\Delta V_c/V_c]$ als functie van de tijd.

Interpretatie resultaten triaxiaalproeven

De basis-meetresultaten van de triaxiaalproeven zijn aangegeven door de spannings-rek en waterspannings-rek relaties.

Ter bepaling van de hoek van de inwendige wrijving en de cohesie worden deze meetgegevens verwerkt in de vorm van spanningspaddiagrammen. De $[\varphi]$ en $[c]$ - waarden worden vermeld als functie van de opgetreden vervorming. Hierdoor kan in berekeningen, behalve een sterktecriterium, tevens een vervormingscriterium tot uiting worden gebracht.

In het algemeen kan hierbij voor niet cohesieve gronden (zand) de maximum $[\phi]$ -waarde worden gehanteerd, aangezien de mobilisatie van deze $[\varphi]$ -waarde reeds bij geringe vervormingen wordt bereikt.

Voor cohesieve gronden echter zal, afhankelijk van het berekeningsmodel, een vervormingscriterium moeten worden vastgesteld aan de hand waarvan de te hanteren $[\varphi]$ en $[c]$ -waarden worden bepaald.

Deze methode kan ook voor cohesieloze grondsoorten worden gevolgd, indien uit de proefresultaten blijkt, dat het bezwijkstadium pas wordt bereikt bij vervormingen van meer dan $[\varepsilon_b] = 3$ à 4% . Ervaring speelt hierbij een belangrijke rol. Op basis van de huidige kennis en inzichten zal bijvoorbeeld voor damwandberekeningen voor cohesieve grondsoorten een $[\varphi_e]$ -waarde behorende bij een rek $[\varepsilon_b] = 1$ à 2% een reële waarde kunnen vormen. De keuze van de $[\varphi_e]$ -waarde is mede afhankelijk van de berekeningsmethode van de damwanden. Indien elastoplastische vervormingen worden gehanteerd kan doorgaans een enigszins hogere $[\varphi_e]$ -waarde worden toegepast dan bij een methode waarin niet met de plasticiteit van de grond wordt gerekend.

Waterdoorlatendheid

Om de doorlatendheid (k-waarde) te bepalen staan in principe een 3-tal methoden ter beschikking, te weten :

- "Constant Head" methode
- "Falling Head" methode
- Consolidatiecoëfficiënt van een samendrukkingsproef.

"Constant head" methode

Bij deze methode wordt een grondmonster in een doorlatendheidsapparaat gebouwd en wordt er een constant stijghoogteverschil over het monster gedurende de proef gehandhaafd.

Tijdens de proef wordt gedurende verschillende tijdsintervallen de doorgestroomde hoeveelheid water gemeten. Deze proef wordt voornamelijk bij relatief doorlatend materiaal toegepast (zand).

"Falling head" methode

In het doorlatendheidsapparaat wordt een veranderlijk stijghoogteverschil over het monster toegepast. De proef kan worden uitgevoerd met of zonder bovenbelasting.

De hoeveelheid water, dat in een bepaalde tijd door het monster stroomt, wordt gemeten. Toepassing voornamelijk op klei en silt.

Doorlatendheidscoëfficiënt

De doorlatendheidscoëfficiënt wordt afgeleid uit de berekende consolidatiecoëfficiënt $[c_v]$ en de samendrukkingcoëfficiënt $[m_v]$ (indirecte bepaling).

De grondslag van deze berekening vormt het waargenomen zakkingsverloop van 0 tot 30 minuten na het aanbrengen van een belasting op het grondmonster.

Normen

De diverse laboratoriumproeven kunnen zowel volgens de Nederlandse normen worden uitgevoerd (NEN-normen, RAW Bepalingen, CUR Aanbevelingen etc.) als volgens de meest gangbare internationale- of buitenlandse normen zoals: EN, ISO, Britisch Standards, DIN of ASTM. Op verzoek kunnen ook andere (internationale) normen kunnen worden gehanteerd.