

GEOTECHNISCH ONDERZOEK  
betreffende

**PLAN DE GEEST TE BEEK UBBERGEN**

Opdrachtnummer: 6009-0361-000

Opdrachtgever : Sirius Vastgoedontwikkeling BV  
Oranjesingel 65  
6511 NR Nijmegen

Datum grondonderzoek : 4 november 2009 tot 18 februari 2010

Projectleider : drs. O. Duizendstra

| VERSIE | DATUM        | OMSCHRIJVING WIJZIGING | PARAAF<br>PROJECTLEIDER |
|--------|--------------|------------------------|-------------------------|
| 1      | 8 maart 2010 | Eerste versie          | ODA                     |
|        |              |                        |                         |
|        |              |                        |                         |

FILE: 6009-0361-000.R02.doc. Op deze rapportage zijn de algemene leveringsvoorwaarden van de V.O.T.B. van toepassing die een aansprakelijkheidsbeperking bevatten.

| <u>INHOUDSOPGAVE</u>           | <u>Blz.</u> |
|--------------------------------|-------------|
| <b>1. ALGEMENE TOELICHTING</b> | <b>1</b>    |
| 1.1. Inleiding                 | 1           |
| 1.2. Projectomschrijving       | 1           |
| <b>2. GRONDONDERZOEK</b>       | <b>2</b>    |
| 2.1. Uitzetten en waterpassen  | 2           |
| 2.2. Sonderen                  | 2           |
| 2.3. Handboren                 | 3           |
| 2.4. Grondwaterstand           | 3           |

| <u>BIJLAGEN</u>                               | <u>Nr.</u>               |
|-----------------------------------------------|--------------------------|
| <u>Grondonderzoek</u>                         |                          |
| - Situatietekening                            | 1                        |
| - "Legenda Terreinproeven en Grondsoorten"    |                          |
| - "Continu Elektrisch Sonderen"               |                          |
| - Sondeergrafieken                            | DKMP1 t/m DKM21          |
| - Handboorstaten                              | HB1 t/m HB3              |
| - Dissipatietest                              | DKMP1 t/m DKMP5 en DKMP7 |
| - Interpretatie van waterspanningssonderingen |                          |

---

## **1. ALGEMENE TOELICHTING**

### **1.1. Inleiding**

Op 12 oktober 2009 ontving Fugro Ingenieursbureau B.V. te Arnhem van Sirius Vastgoedontwikkeling BV te Nijmegen, namens VOF De Geest de opdracht voor het uitvoeren van geotechnisch en geohydrologisch grondonderzoek ten behoeve van Plan 'De Geest' te Beek Ubbergen.

Dit rapport bevat:

- Een korte projectomschrijving.
- Een beschrijving van het uitgevoerde grondonderzoek (hoofdstuk 2).
- Resultaten van het grondonderzoek (bijlagen).

### **1.2. Projectomschrijving**

De bouwlocatie is gelegen tussen de wegen de Geest en de Rijksstraatweg te Beek Ubbergen. Het project omvat de bouw van een appartementenvilla en meerdere woningen gelegen in bouwplan 'De Geest'. Binnen het Rijksdriehoeksnet heeft de projectlocatie globaal de coördinaten  $X = 191.940$  en  $Y = 426.850$  m. De projectlocatie is op een topografische kaart weergegeven op bijlage 1.

Bovenstaande gegevens zijn door de opdrachtgever verstrekt.

Voor nadere gegevens omtrent de constructie verwijzen wij u naar de berekeningen en tekeningen van de constructeur.

Naast het uitvoeren van bovengenoemd grondonderzoek is gevraagd ten behoeve van de bouw van een appartementenvilla gelegen in het nieuwbouwplan 'De Geest' aan de Rijksstraatweg een infiltratieadvies op te stellen. Het infiltratieadvies is separaat gerapporteerd onder Fugro kenmerk 6009-0361-000.R01, d.d. 23 februari 2010.

Het geotechnisch grondonderzoek is in drie fasen uitgevoerd (omdat niet het gehele terrein toegankelijk was in de eerste en tweede fase). Fase 1 en fase 3 zijn uitgevoerd met een minirups.

## 2. GRONDONDERZOEK

Het grondonderzoek voor dit project heeft bestaan uit:

- 20\* diepsonderingen met meting van de plaatselijke wrijvingsweerstand (code DKM) tot circa 15,0 m diepte;
- Waarvan 6 sonderingen met meting van de waterspanning tijdens het sonderen (code DKMP);
- 3 handboringen tot circa 3,0 m diepte;
- plaatsing van 1 peilbuis.

*\* DKM14 is uiteindelijk niet uitgevoerd, omdat de bewoner van perceel 1726 tijdens de uitvoering van het veldwerk vermeldde dat perceel 2281 door hem was aangekocht en dus niet bebouwd diende te worden.*

### 2.1. Uitzetten en waterpassen

De onderzoeklocaties zijn door Fugro Inpark uitgezet in RD- coördinaten (Rijksdriehoeksstelsel) waarbij de hoogtes zijn weergegeven ten opzichte van NAP met behulp van GPS-RTK. De onderzoekslocaties zijn weergegeven op de situatietekening in bijlage 1.

De hoogtebepaling van de onderzoekslocaties in het terrein is uitgevoerd met als doel de bodemopbouw te refereren aan een vaste referentiehoogte. De gerapporteerde hoogtes zijn niet geschikt voor andere doeleinden dan dit onderzoek.

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

### 2.2. Sonderen

Het aantal en de locaties van de sonderingen zijn door Fugro vastgesteld.

Wanneer de sonderingen gebruikt worden voor de toetsing van geotechnische constructies, dienen de aard en omvang van het grondonderzoek te voldoen aan art. 8.4.1. van NEN 6740 2006.

De sonderingen zijn uitgevoerd met de elektrische Fugro-kleefmantelconus conform norm NEN 5140, klasse 2. Een beschrijving van de gevolgde meet- en registratiemethode is gegeven in de bijlage "Continu Elektrisch Sonderen". Voor de sonderingen met meting van de waterspanning is een Fugro piëzo-conus gebuikt, waarbij de meting van de waterspanning  $u$  is gemeten op de locatie in de punt. De conus is voorzien van een hellingmeter. In de sondeergrafieken is de diepte gecorrigeerd voor de gemeten afwijking van de verticaal.

De resultaten van de sonderingen zijn getekend op de grafieken DKMP1 t/m DKM21 waarop de diepte is uitgezet in meters ten opzichte van NAP.

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

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

Op de sondeergrafiek waarop het resultaat van de meting van de waterspanning is gepresenteerd, is ook de waterspanningsindex gegeven. Dit is de verhouding tussen de waterspanning en de conusweerstand. In het algemeen kan worden gesteld dat een hoge index een minder goed water doorlatende laag weergeeft. Tijdens de uitvoering van de sondering is op de einddiepte met sonderen gestopt om de waterspanning de gelegenheid te geven zich aan te passen aan de op die diepte heersende waterdruk (dissipatietest). De resultaten van de dissipatietesten zijn weergegeven in de bijlagen DKMP1 t/m DKMP5 en DKMP7. De meting van de waterspanning in DKMP4 is om technische redenen niet uitgevoerd. Voor de interpretatie van de waterspanningssonderingen verwijzen wij naar de bijlage "Interpretatie van waterspanningssonderingen".

### 2.3. Handboren

Ter verkenning van de toplagen en de actuele grondwaterstand zijn 3 handboringen uitgevoerd, waarbij het opgeboorde materiaal is geclassificeerd volgens NEN 5104. Het resultaat van de uitgevoerde handboringen is gegeven op boorstaat HB1 t/m HB3, waarop de diepte is uitgezet in meters ten opzichte van NAP.

In het handboorgat van HB3 is een peilbuis geplaatst conform NEN 5120 met de onderkant van het filter op 3,0 m. De peilbuis is ingetekend op de betreffende boorstaat en de locatie ervan is aangegeven op de situatietekening.

### 2.4. Grondwaterstand

Op basis van de dissipatietesten worden grondwaterstanden c.q. stijghoogten afgeleid van NAP +10,5 m à NAP +9,6 m. Deze stijghoogten dienen als indicatief te worden beschouwd, daar met deze methode van meten relatief grote afwijkingen kunnen optreden.

In onderstaande tabel zijn de in de peilbuis gemeten grondwaterstanden weergegeven.

| Locatie | Datum                   | Grondwaterstand t.o.v. bovenkant pb (m) | Grondwaterstand t.o.v. MV (m) | Grondwaterstand t.o.v. NAP (m) |
|---------|-------------------------|-----------------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|
| HB3     | 11-11-09<br>(plaatsing) | -2,4                                    | -2,2                          | +22,4                          |
| HB3     | 26-11-09                | -1,56                                   | -1,36                         | +23,27                         |
| HB3     | 24-12-09                | -1,44                                   | -1,24                         | +23,39                         |
| HB3     | 04-01-10                | -1,28                                   | -1,08                         | +23,55                         |

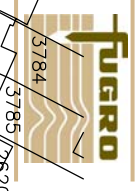


|           |   |            |                |     |
|-----------|---|------------|----------------|-----|
| Wijziging | B | 08-03-2010 | DKM8 t/m DKM13 | YGZ |
| Wijziging | A | 11-02-2010 | DKM15-DKM16    | YGZ |

SCHAAL 1 : 1.000

SITUATIE  
PLAN DE GEEST TE BEEK UBBERGEN

Opdr. : 6009-0361-000  
Bijl. : 1B



## LEGENDA TERREINPROEVEN EN GRONDSOORTEN

### BORINGEN/PEILBUIZEN

|                                                                                   |                                                        |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
|  | mechanische boring (B)                                 |
|  | handboring (HB)                                        |
|  | niet uitgevoerde boring                                |
|  | niet uitgevoerde handboring                            |
|  | boring met peilbuis                                    |
|  | boring met peilbuis, ondiep en diep filter             |
|  | boring met peilbuis, ondiep, middeldiep en diep filter |
|  | handboring met peilbuis                                |
|  | hellingmeterbuis (HMB)                                 |
|  | gedrukte peilbuis (PB) / minifilter (MF)               |
|  | boring derden                                          |
|  | boring derden met peilbuis                             |

### SONDERINGEN

|                                                                                     |                                                        |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
|  | diep-/diepzware sondering                              |
|  | middelzware sondering                                  |
|  | diep-/diepzware sondering met plaatselijke kleefmeting |
|  | middelzware sondering met plaatselijke kleefmeting     |
|  | slagsondering                                          |
|  | niet uitgevoerde sondering                             |
|  | waterspanningsmeter (WSM)                              |
|  | sondering derden                                       |
|  | sondering derden met plaatselijke kleefmeting          |

#### *Type sonderingen*

|    |                       |
|----|-----------------------|
| M  | middelzware sondering |
| D  | diepsondering         |
| DZ | diepzware sondering   |
| S  | slagsondering         |

#### *Toegevoegde metingen*

|    |                                                      |
|----|------------------------------------------------------|
| KM | meting van de plaatselijke kleef                     |
| P  | meting van waterspanning                             |
| M  | meting van de magnetische veldsterkte                |
| G  | meting van de geleidbaarheid                         |
| S  | meting van de schuifgolfsnelheid (seismische meting) |
| T  | meting van de temperatuur                            |



**LEGENDA / TERMINOLOGIE (conform NEN5104)**

*grind*

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

*zand*

|  |                      |
|--|----------------------|
|  | Zand, kleiig         |
|  | Zand, zwak siltig    |
|  | Zand, matig siltig   |
|  | Zand, sterk siltig   |
|  | Zand, uiterst siltig |

*veen*

|  |                    |
|--|--------------------|
|  | Veen, mineraalarm  |
|  | Veen, zwak kleiig  |
|  | Veen, sterk kleiig |
|  | Veen, zwak zandig  |
|  | Veen, sterk zandig |

*monsters*

|  |                  |
|--|------------------|
|  | geroerd monster  |
|  | ongeroid monster |

*klei*

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

*leem*

|  |                    |
|--|--------------------|
|  | Leem, zwak zandig  |
|  | Leem, sterk zandig |

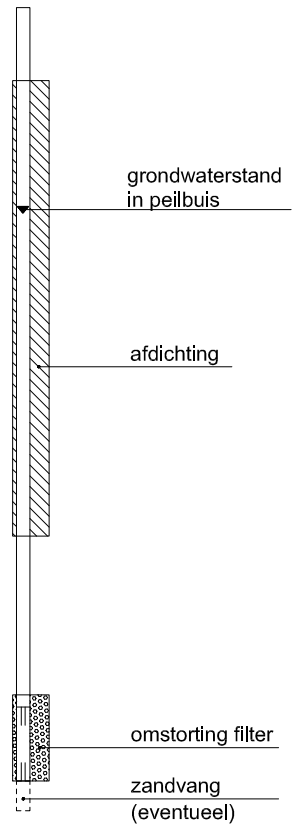
*overige toevoegingen*

|  |               |
|--|---------------|
|  | zwak humeus   |
|  | matig humeus  |
|  | sterk humeus  |
|  | zwak grindig  |
|  | matig grindig |
|  | sterk grindig |

*overig*

|  |                                   |
|--|-----------------------------------|
|  | gemiddeld hoogste grondwaterstand |
|  | grondwaterstand                   |
|  | gemiddeld laagste grondwaterstand |
|  | slib                              |
|  | verharding / kern / asfalt        |
|  | puin                              |

*peilbuis*





**Meettechniek**

De standaard bij Fugro toegepaste conus is de “elektrische kleefmantelconus”, waarmee zowel de conusweerstand als de plaatselijke wrijvingsweerstand gelijktijdig wordt gemeten. Bij het uitvoeren van een sondering conform NEN 5140 wordt de puntweerstand gemeten, die moet worden overwonnen om een conus met een tophoek van  $60^{\circ}$  en een basisoppervlak van  $1000 \text{ mm}^2$  met een constante snelheid van ca  $20 \text{ mm/s}$  in de bodem te drukken<sup>1)</sup>. Voor de meting van de wrijvingsweerstand is een mantel met een oppervlak van  $15000 \text{ mm}^2$  boven de punt aangebracht. De druk op de conuspunt (conusweerstand in MPa) en de wrijving langs de kleefmantel (plaatselijke wrijvingsweerstand in MPa) worden door rekstrookjes in de conus continu gemeten. De meetsignalen worden via een kabel of draadloos 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 parameters tegen de diepte in grafiekvorm wordt uitgewerkt. Door continue registratie van de gemeten conus- en wrijvingsweerstand wordt een nauwkeurig beeld van de gelaagtheid 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 verticaal wordt geregistreerd. Onjuiste diepteaanduiding als gevolg van “krom sonderen” wordt hiermee voorkomen. Afhankelijk van de sondeerklasse wordt de diepte hiervoor gecorrigeerd.

<sup>1)</sup> Volgens NEN 5140 mag het basisoppervlak tussen  $500$  en  $2000 \text{ mm}^2$  variëren zonder dat correctiefactoren op de meetresultaten behoeven te worden toegepast.

**Interpretatie van de sonderingen met plaatselijke wrijvingsweerstand**

Meting van zowel de conusweerstand  $q_c$  als de plaatselijke wrijvingsweerstand  $f_s$  maakt het mogelijk het wrijvingsgetal  $R_f$  te berekenen. Het wrijvingsgetal wordt gedefinieerd als het quotiënt van de plaatselijke wrijving en de op gelijke diepte gemeten conusweerstand, 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 *benen* de grondwaterspiegel. In de onderstaande tabel zijn enige kenmerkende waarden van het wrijvingsgetal aangegeven. *Met nadruk dient te worden gesteld dat deze waarden slechts indicatief zijn en getoetst dienen te worden aan boringen of lokale ervaring en uitsluitend gelden voor de cilindrische elektrische conus.*

| 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.

**Presentatie sondeergegevens**

De sonderingen zijn uitgewerkt met een interpretatie van het wrijvingsgetal voor identificatie van de bodemlagen. De identificatie van de bodemlagen is uitgevoerd volgens Robertson [1990]<sup>2)</sup>, die door Fugro is aangepast aan de Nederlandse omstandigheden. Bij deze interpretatie wordt uitgegaan van de genormaliseerde waarden van de conusweerstand  $nQ_c$  en wrijvingsgetal  $nR_f$  als ingangparameters.

<sup>2)</sup> Robertson, P.K. [1990] “Soil Classification using the cone penetration test”. Canadian Geotechnical Journal, 27(1), 151-8

## CONTINU ELEKTRISCH SONDEREN

De genormaliseerde waarden van de conusweerstand  $nQ_c$  en wrijvingsgetal  $nR_f$  worden als volgt berekend:

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

$$\text{Genormaliseerd wrijvingsgetal: } nR_f = \frac{100 \cdot f_s}{q_t - \sigma_{v0}}$$

Waarin:

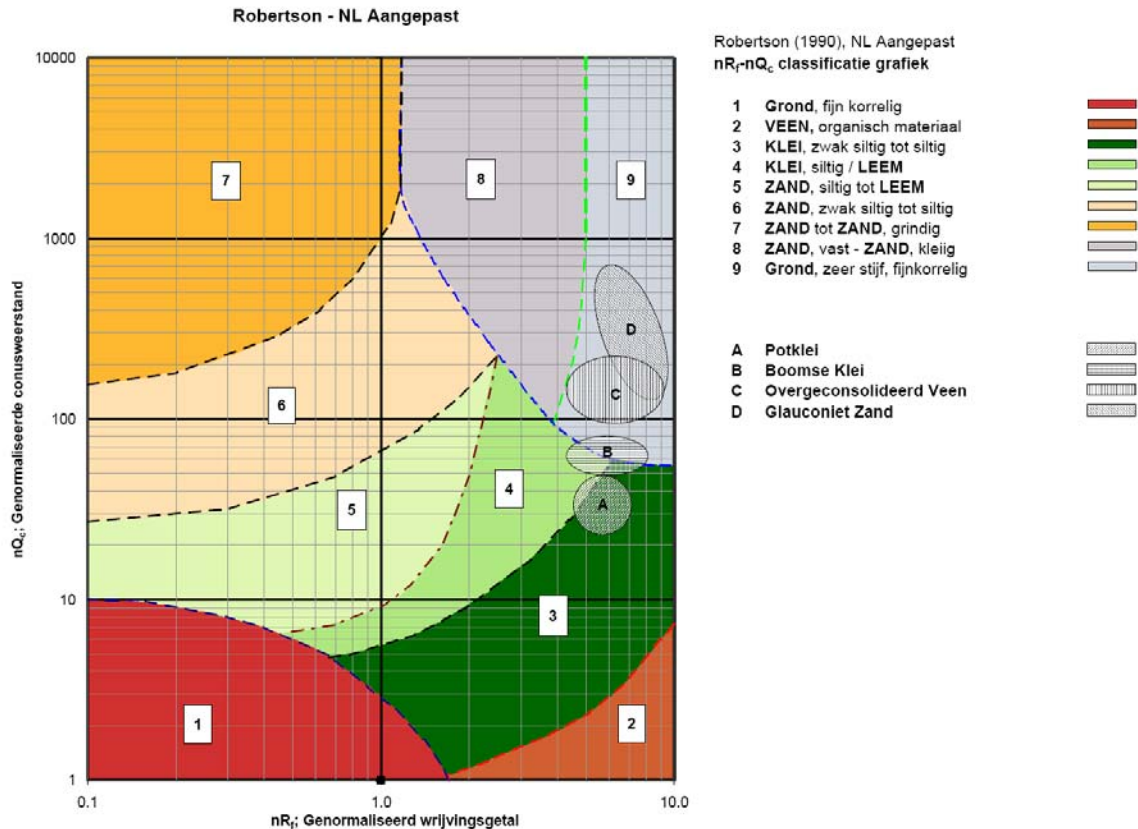
- $\sigma'_{v0}$  = de effectieve verticale korrelspanning uitgaande van het effectieve volumiek gewicht dat per bodemlaag wordt bepaald.
- $\sigma_{v0}$  = de verticale grondspanning uitgaande van het volumiek gewicht dat per bodemlaag wordt bepaald.
- $q_t$  = gemeten conusweerstand ( $q_c$ ) gecorrigeerd voor de waterspanning:  $q_c + (1-\alpha)\{\beta(u_1 - u_0) + u_0\}$  of  $q_c + (1-\alpha)u_2$  (respectievelijk voor een filter in de punt ( $u_1$ ) en een filter direct achter de conuspunt ( $u_2$ ));
- $\beta$  = factor voor de verschillende grondsoorten voor omrekening van  $u_1$  naar  $u_2$ ; meestal wordt hiervoor aangehouden 0,8;
- $\alpha$  = netto oppervlakteverhouding coëfficiënt van de conus i.v.m. spleet achter de conuspunt;
- $u_1$  = de gemeten waterdruk bij een filterplaatsing *in* de punt;
- $u_2$  = de gemeten waterdruk bij een filterplaatsing *achter* de punt;
- $u_0$  = de hydrostatische stijghoogte
- $f_s$  = gemeten plaatselijke wrijvingsweerstand.

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

Voor de grondsoorten, die specifiek zijn voor de Nederlandse ondergrond condities, zijn in de Bodem Classificatiegrafiek van Robertson [1990] twee aanpassingen gedaan om de Nederlandse situatie beter te beschrijven:

- Gebieden 4 en 5 zijn anders ingedeeld, zodat losgepakte zanden en ondiepe kleilagen beter worden geïnterpreteerd. Deze aanpassingen zijn in de figuur op de volgende pagina weergegeven.
- Bovendien is een extra voorwaarde ingebracht om Holocene veenlagen goed te kunnen classificeren. Voor  $q_c < 1,5$  MPa en  $R_f > 5$  % wordt de grond als veen geclassificeerd.

## CONTINU ELEKTRISCH SONDEREN



Voor een aantal specifieke grondtypen, zoals bijvoorbeeld potklei, Boonse klei, overgeconsolideerd veen en glauconiëthoudend zand is tevens het classificatie gebied aangegeven. Deze stemmen niet direct overeen met de benamingen van gebieden een tot en met negen.

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

### Andere conustypen

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

## CONTINU ELEKTRISCH SONDEREN

| type meting                         | Meetresultaten                                                       | toepassingsmogelijkheden                                                                                                                                                                    |
|-------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| waterspanning                       | waterspanning ter plaatse van de punt                                | registreren waterremmende lagen<br>indicatie stijghoogte grondwater<br>classificatie / gelaagdheid bodem                                                                                    |
| magnetometer                        | Magnetische veldsterkte in 3 orthogonale richtingen (X,Y,Z)          | Blindganger onderzoek, onderzoek ligging obstakels (stalen leidingen), grondankers), onderzoek paalpunt niveau / schoorstand funderingspalen, onderzoek ligging onderzijde stalen damwanden |
| geleidbaarheid                      | elektrische geleiding grond en grondwater                            | indicatie waterkwaliteit / zoet - zout water grens<br>onderzoek verspreiding verontreiniging                                                                                                |
| temperatuur                         | temperatuurmeting op verschillende diepten                           | warmteoverdracht in de bodem<br>bepaling temperatuurgrediënt                                                                                                                                |
| schuifgolfsnelheid (seismisch)      | dynamische bodemparameters op verschillende diepten                  | machiefunderingen, windturbinefunderingen                                                                                                                                                   |
| versnelling                         | versnellingen op verschillende diepten                               | heitrillingen / verkeerstrillingen                                                                                                                                                          |
| CPM (conuspressiometer)             | spannings-tek-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<br>informatie over bodemverontreiniging (verkleuring)                                                                                        |

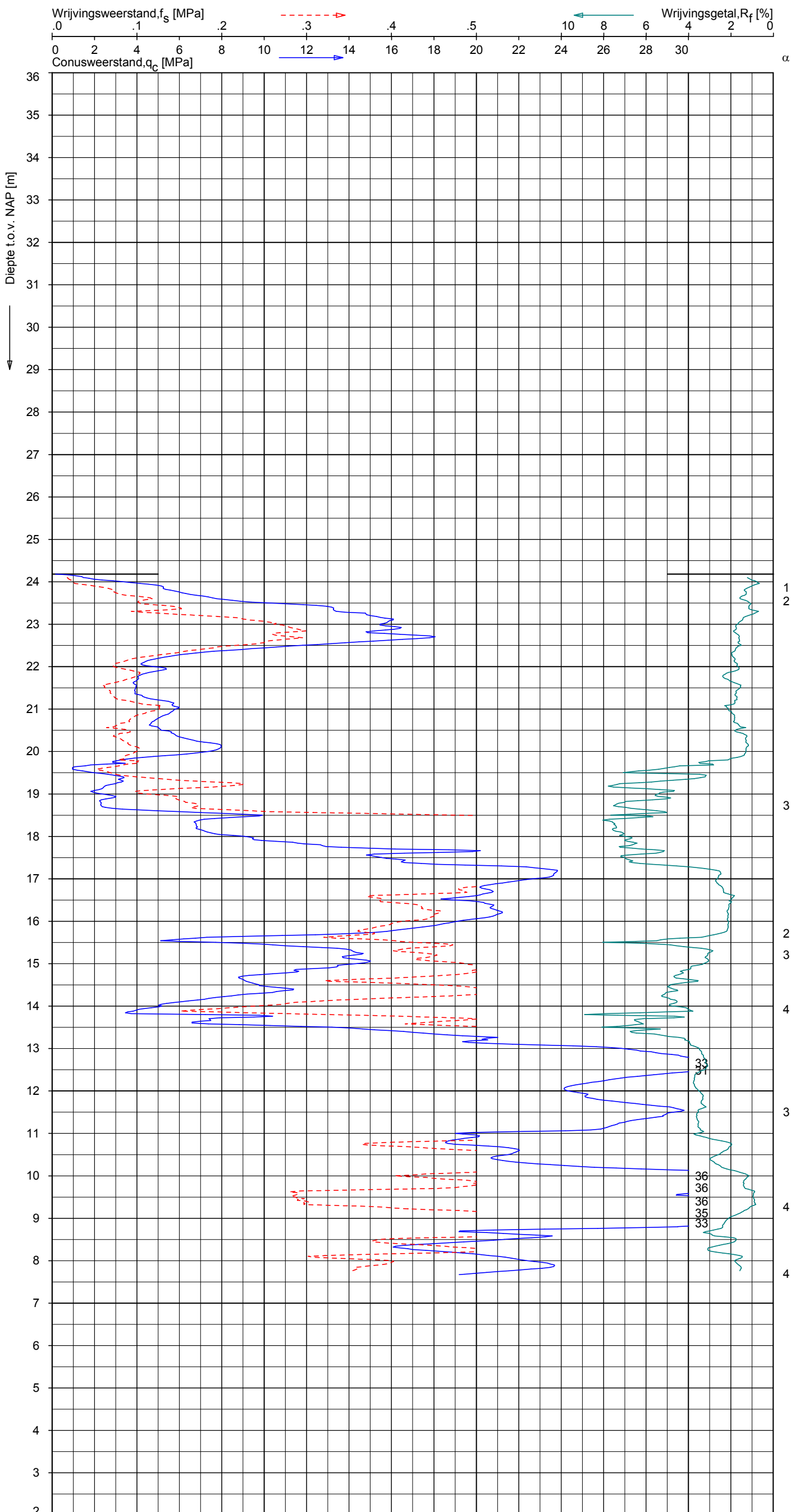
### Klassenindeling NEN 5140

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

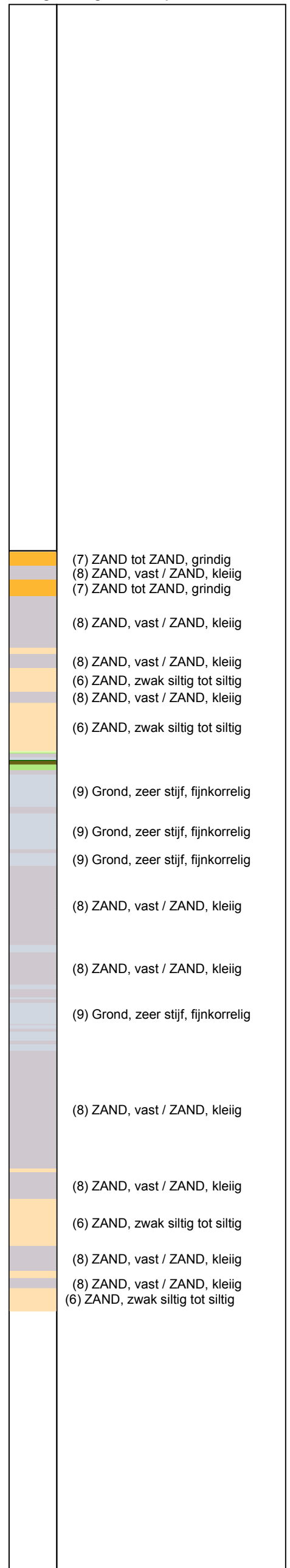
| klasse | meetgrootte                     | toelaatbare meetonzekerheid | meetinterval |
|--------|---------------------------------|-----------------------------|--------------|
| 1      | Conusweerstand                  | 0,05 MPa of 3%              | 20 mm        |
|        | Plaatselijke wrijvingsweerstand | 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.



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



Opg. : JBL/AKN d.d. 05-Nov-2009 conus : F7.5CKE2HAW<sub>1</sub>/B X = 191946.3  
 Get. : UNISTART d.d. 2009-11-23 MV = NAP +24.18 m Y = 426857.6  
 Sondering volgens norm NEN 5140, klasse 2  
 conustype cilindrisch elektrisch, 1500 mmf  
 α afwijking van de vertikaal

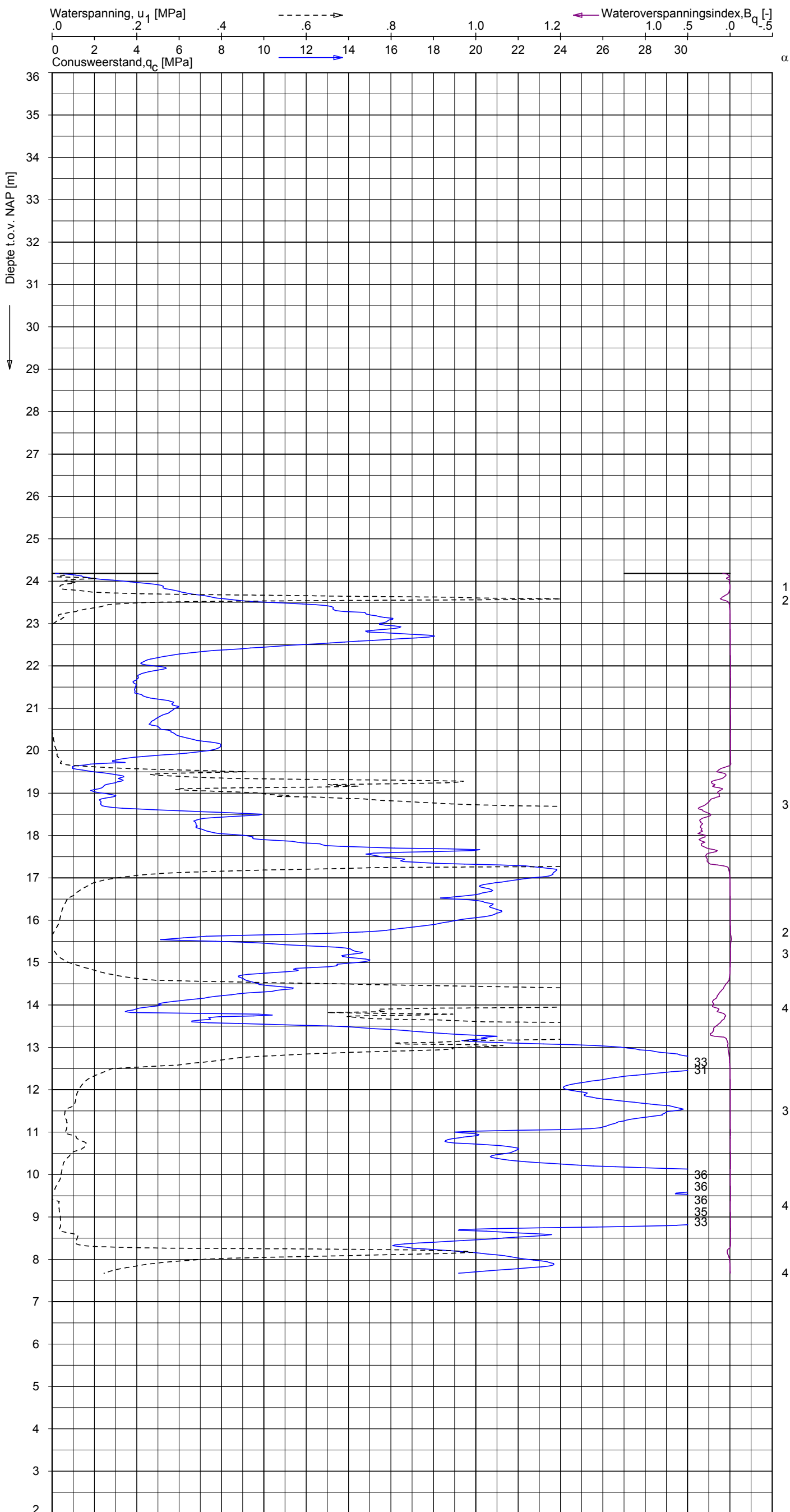


SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

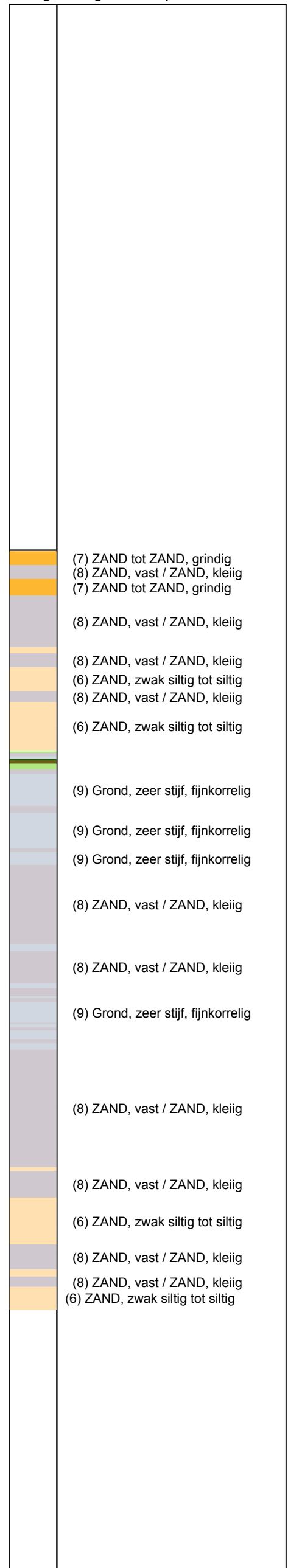
PLAN DE GEEST TE BEEK UBBERGEN

Opdr. 6009-0361-000  
 Sond. DKMP1





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



Opg. : JBL/AKN d.d. 05-Nov-2009 conus : F7.5CKE2HAW<sub>1</sub>/B X = 191946.3  
 Get. : UNISTART d.d. 2009-11-23 MV = NAP +24.18 m Y = 426857.6  
 Sondering volgens norm NEN 5140, klasse 2  
 conustype cilindrisch elektrisch, 1500 mmf  
 $\alpha$  afwijking van de vertikaal



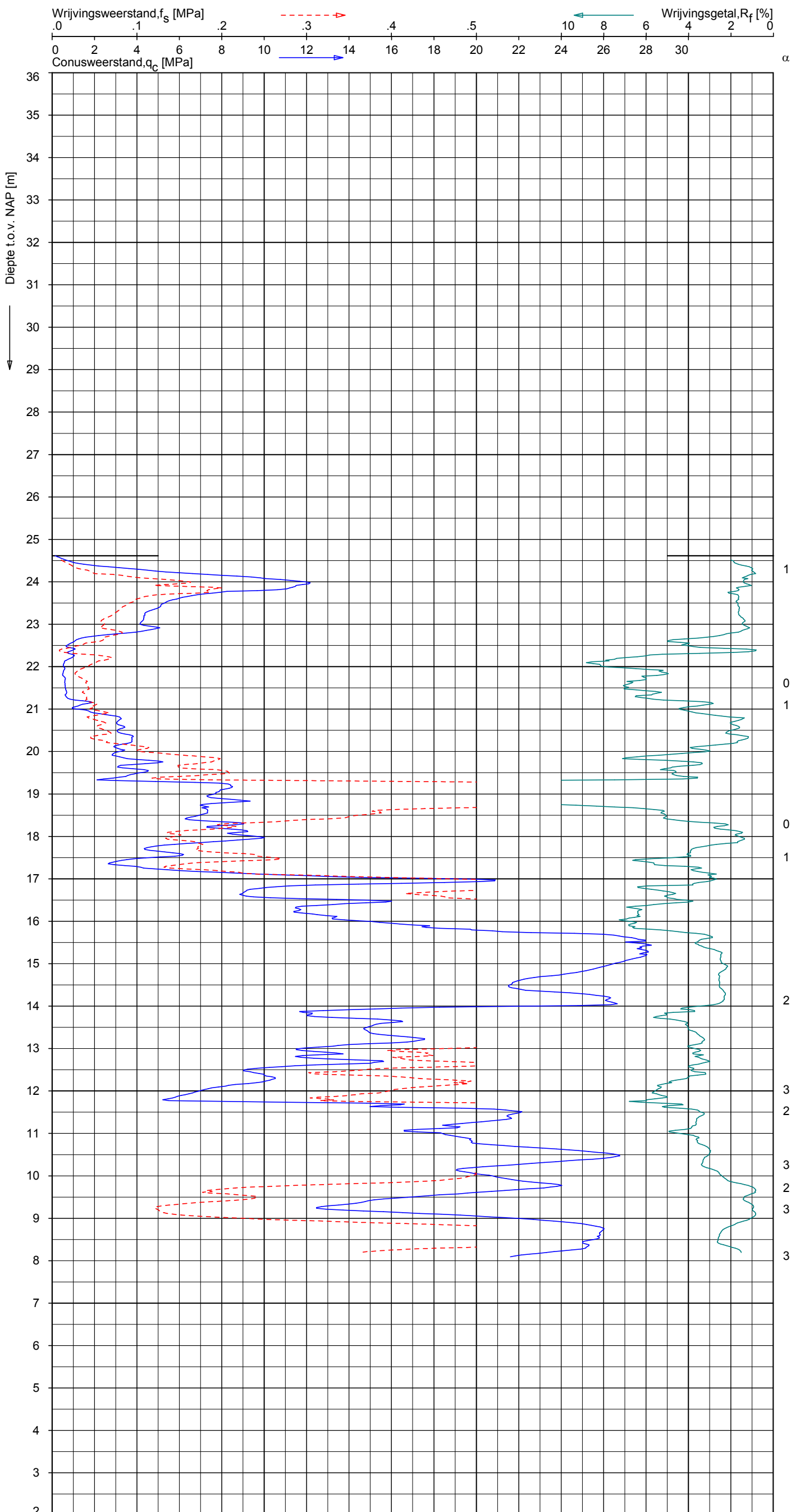
**SONDERING MET WATERSPANNINGSMETING**

PLAN DE GEEST TE BEEK UBBERGEN

Opdr. 6009-0361-000  
 Sond. DKMP1







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



Opg. : JBL/AKN d.d. 05-Nov-2009 conus : F7.5CKE2HAW<sub>1</sub>/B X = 191954.4 Sondering volgens norm NEN 5140, klasse 2  
 Get. : UNISTART d.d. 2009-11-23 MV = NAP +24.61 m Y = 426838.4 conustype cilindrisch elektrisch, 1500 mmf  
 $\alpha$  afwijking van de vertikaal



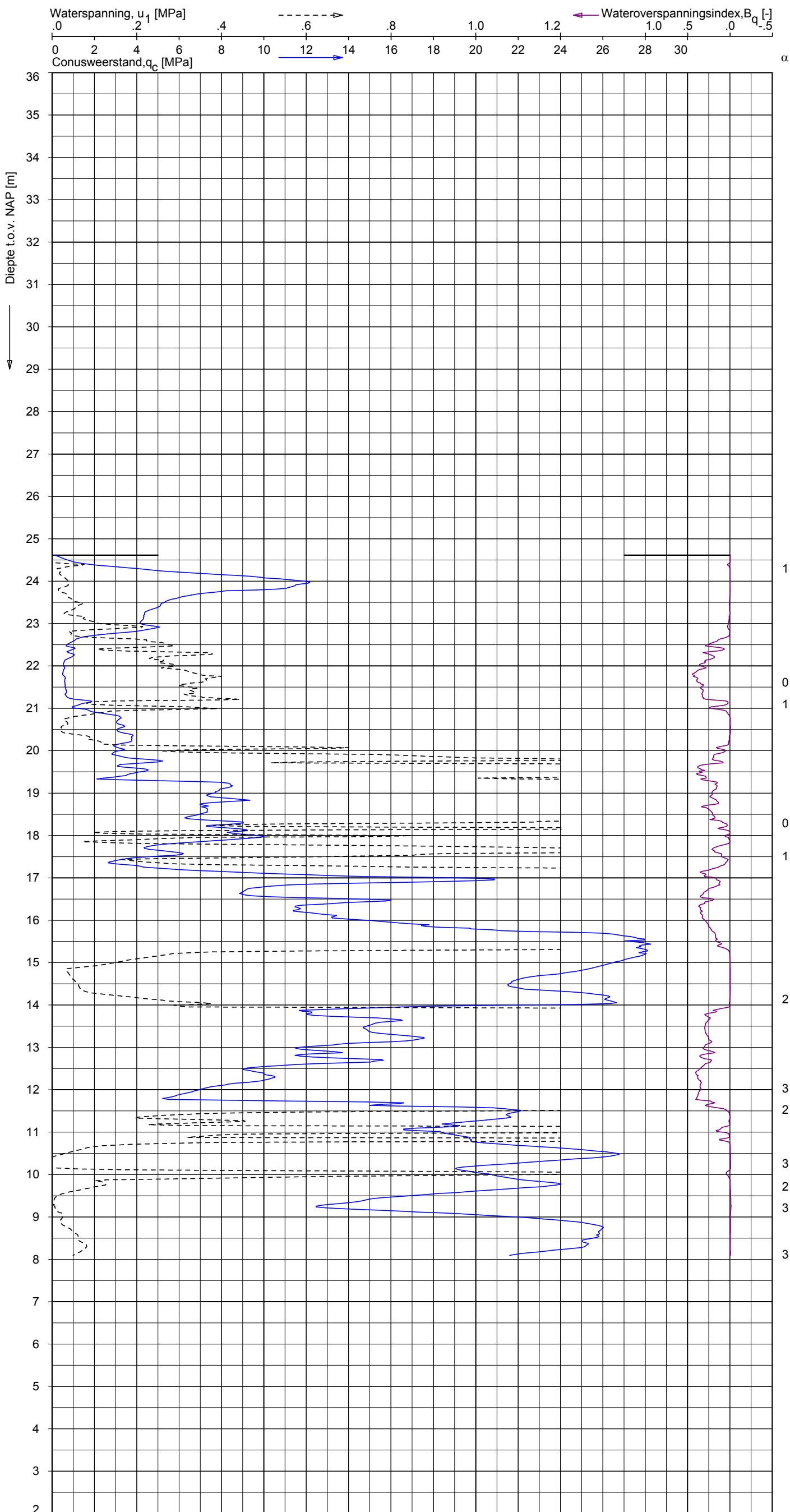
**SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING**

PLAN DE GEEST TE BEEK UBBERGEN

Opdr. 6009-0361-000  
 Sond. DKMP2







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



Opg. : JBL/AKN d.d. 05-Nov-2009 conus : F7.5CKE2HAW<sub>1</sub>/B X = 191954.4  
 Get. : UNISTART d.d. 2009-11-23 MV = NAP +24.61 m Y = 426838.4  
 Sondering volgens norm NEN 5140, klasse 2  
 conustype cilindrisch elektrisch, 1500 mmf  
 $\alpha$  afwijking van de vertikaal

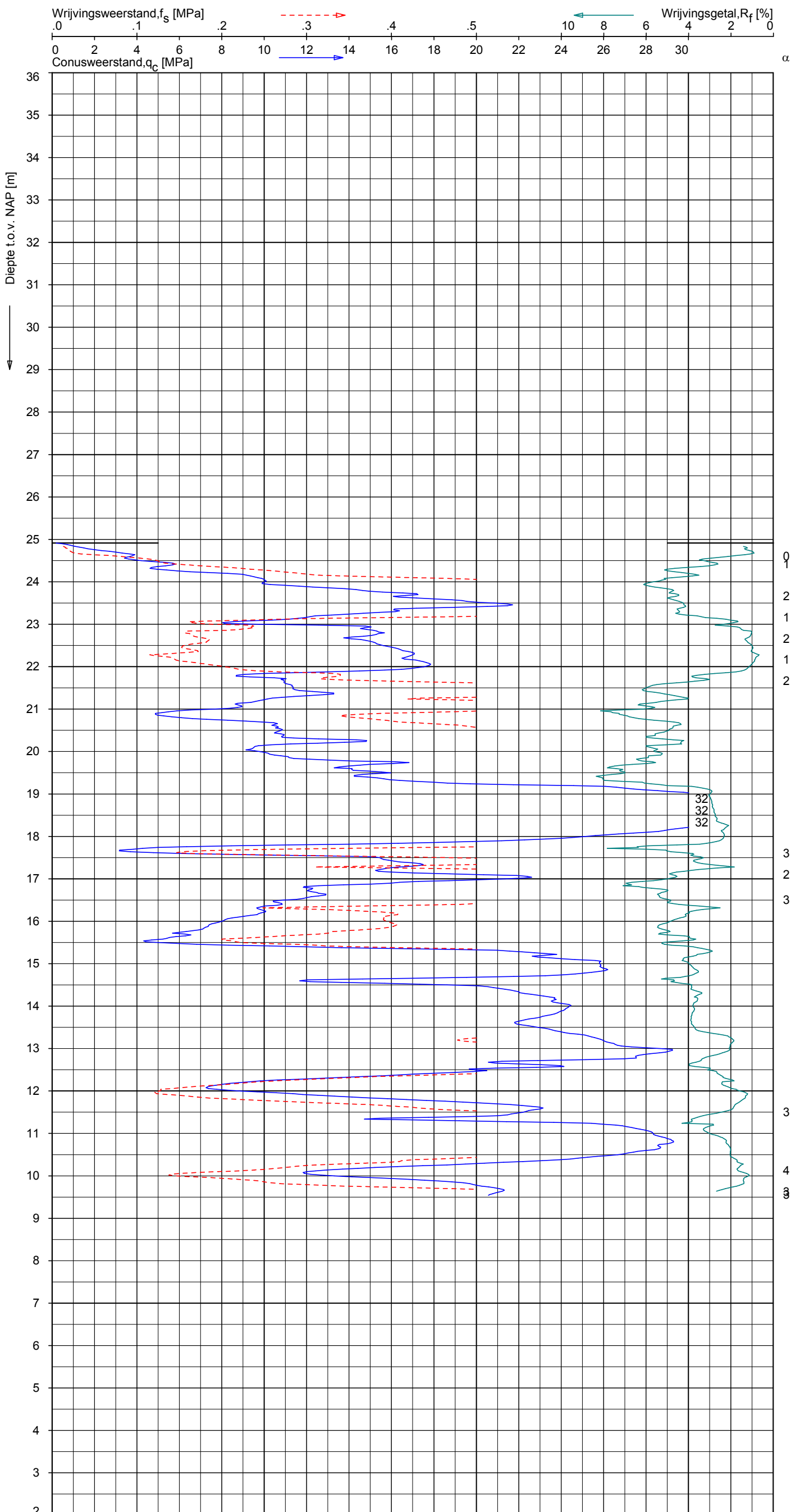


**SONDERING MET WATERSPANNINGSMETING**

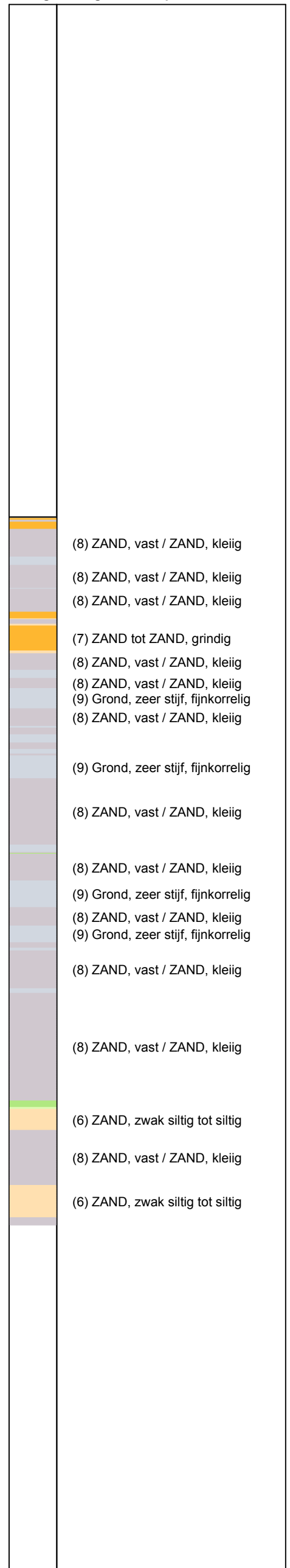
PLAN DE GEEST TE BEEK UBBERGEN

Opdr. 6009-0361-000  
 Sond. DKMP2





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



Opg. : JBL/AKN d.d. 05-Nov-2009 conus : F7.5CKE2HAW<sub>1</sub>/B X = 191935.3 Sondering volgens norm NEN 5140, klasse 2  
 Get. : UNISTART d.d. 2009-11-23 MV = NAP +24.92 m Y = 426837.8 conustype cilindrisch elektrisch, 1500 mmf  
 $\alpha$  afwijking van de vertikaal

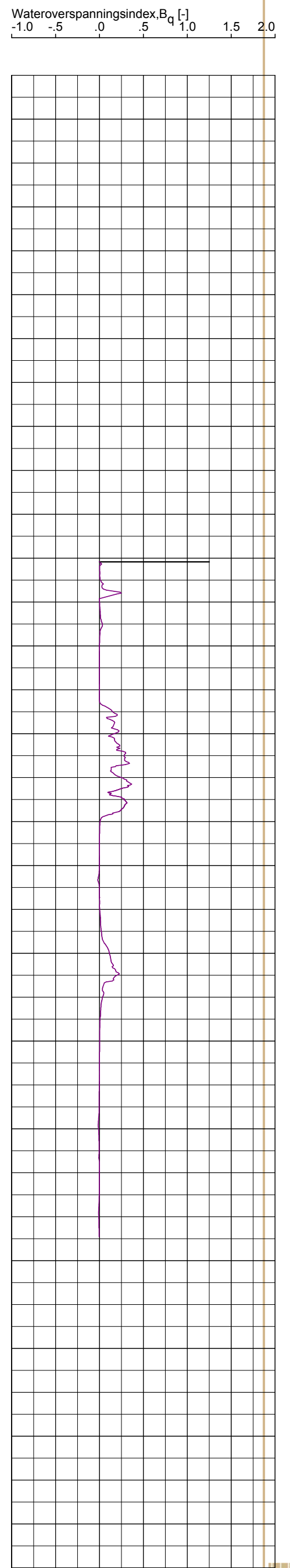
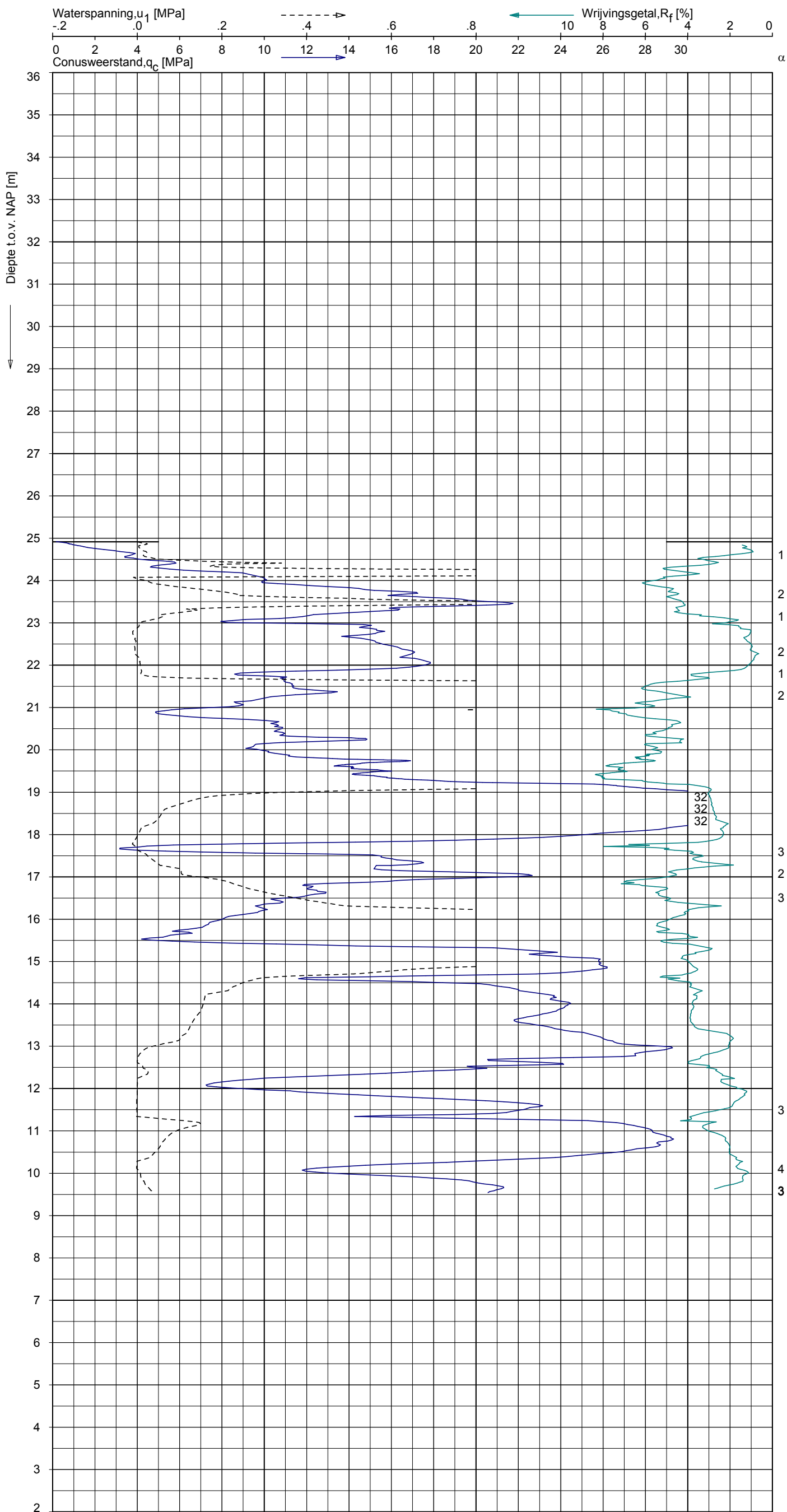


**SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING**

PLAN DE GEEST TE BEEK UBBERGEN

Opdr. 6009-0361-000  
 Sond. DKMP3





Opg. : JBL/AKN d.d. 05-Nov-2009 conus : F7.5CKE2HAW<sub>1</sub>/B X = 191935.3  
 Get. : UNISTART d.d. 2009-11-23 MV = NAP +24.92 m Y = 426837.8

Sondering volgens norm NEN 5140  
 conustype cilindrisch elektrisch  
 $\alpha$  afwijking van de vertikaal

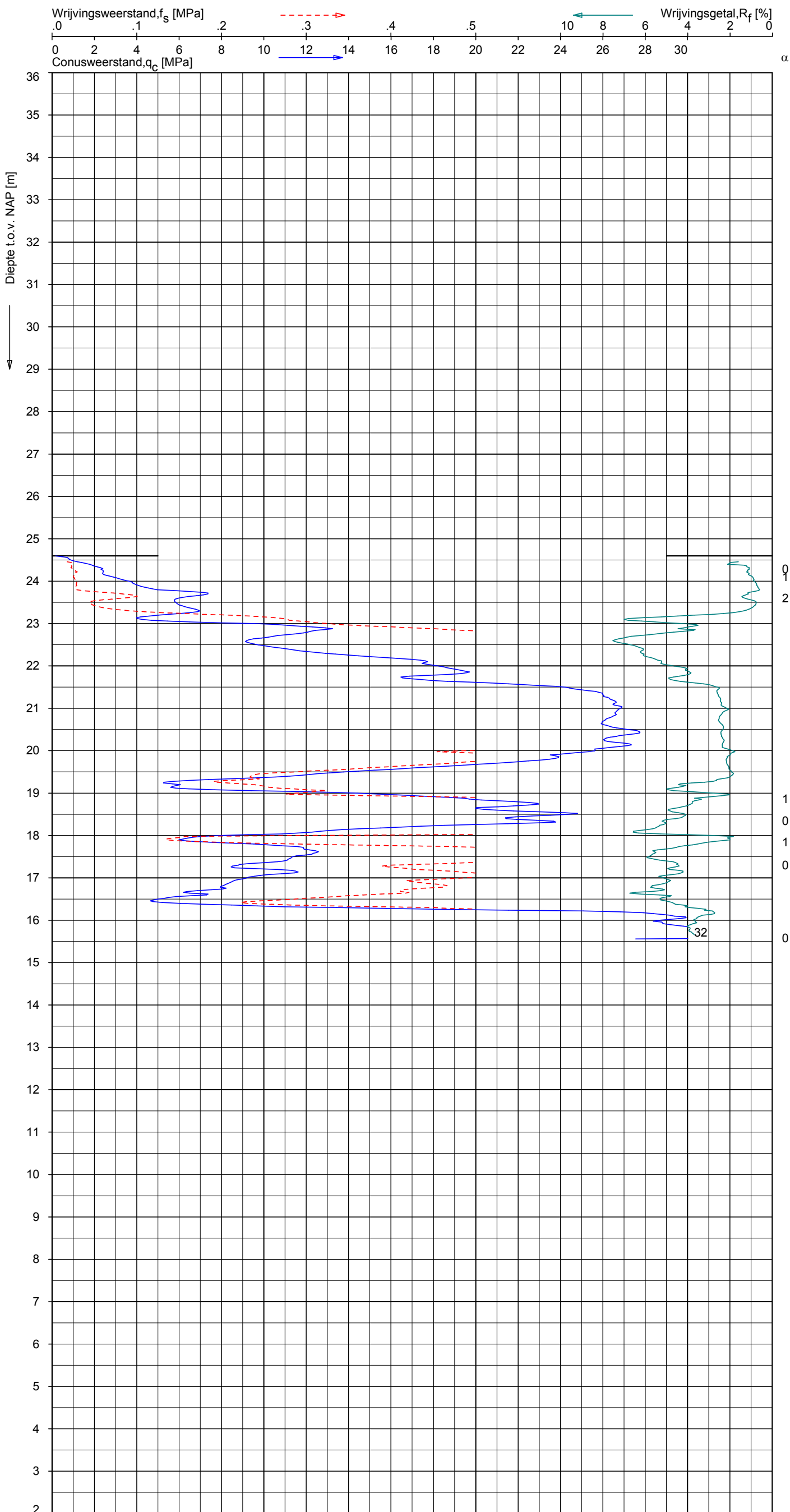


**SONDERING MET WATERSPANNINGSMETING**

PLAN DE GEEST TE BEEK UBBERGEN

Opdr. 6009-0361-000  
 Sond. DKMP3





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



Opg. : JBL/AKN d.d. 04-Nov-2009 conus : F7.5CKE2HAW<sub>1</sub>/B X = 191926.6  
 Get. : UNISTART d.d. 2009-11-23 MV = NAP +24.60 m Y = 426855.8  
 Sondering volgens norm NEN 5140, klasse 2  
 conustype cilindrisch elektrisch, 1500 mmf  
 $\alpha$  afwijking van de vertikaal

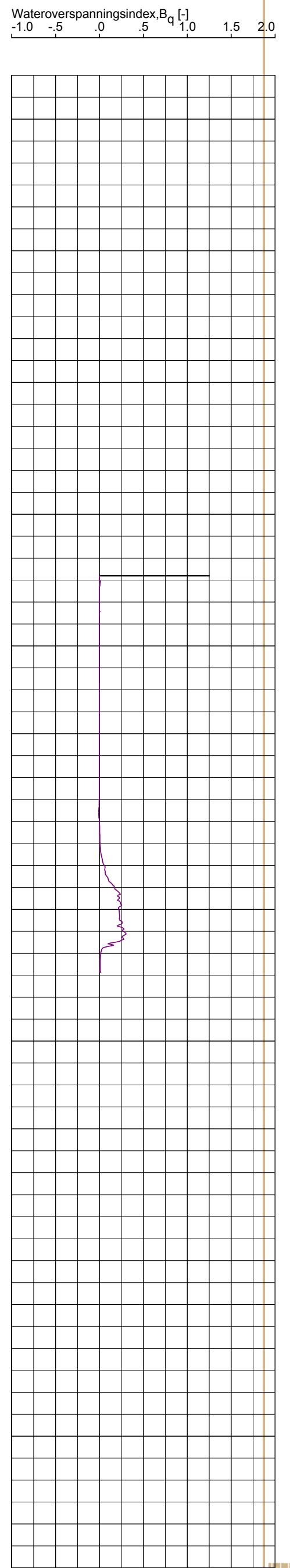
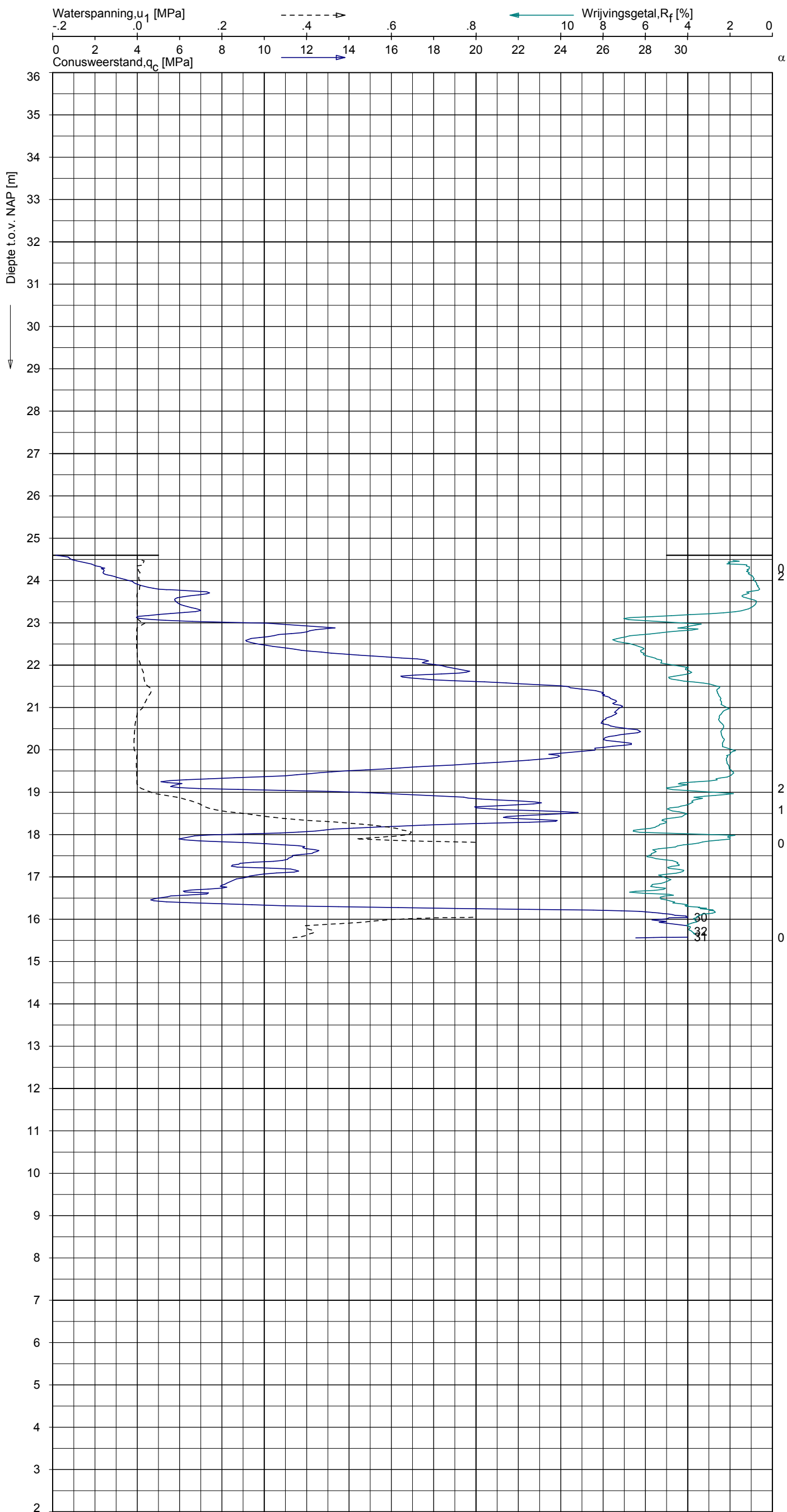


SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

PLAN DE GEEST TE BEEK UBBERGEN

Opdr. 6009-0361-000  
 Sond. DKMP4





Opdr.: JBL/AKN d.d. 04-Nov-2009 conus: F7.5CKE2HAW<sub>1</sub>/B X = 191926.6  
 Get.: UNISTART d.d. 2009-11-23 MV = NAP +24.60 m Y = 426855.8

Sondering volgens norm NEN 5140  
 conustype cilindrisch elektrisch  
 $\alpha$  afwijking van de vertikaal

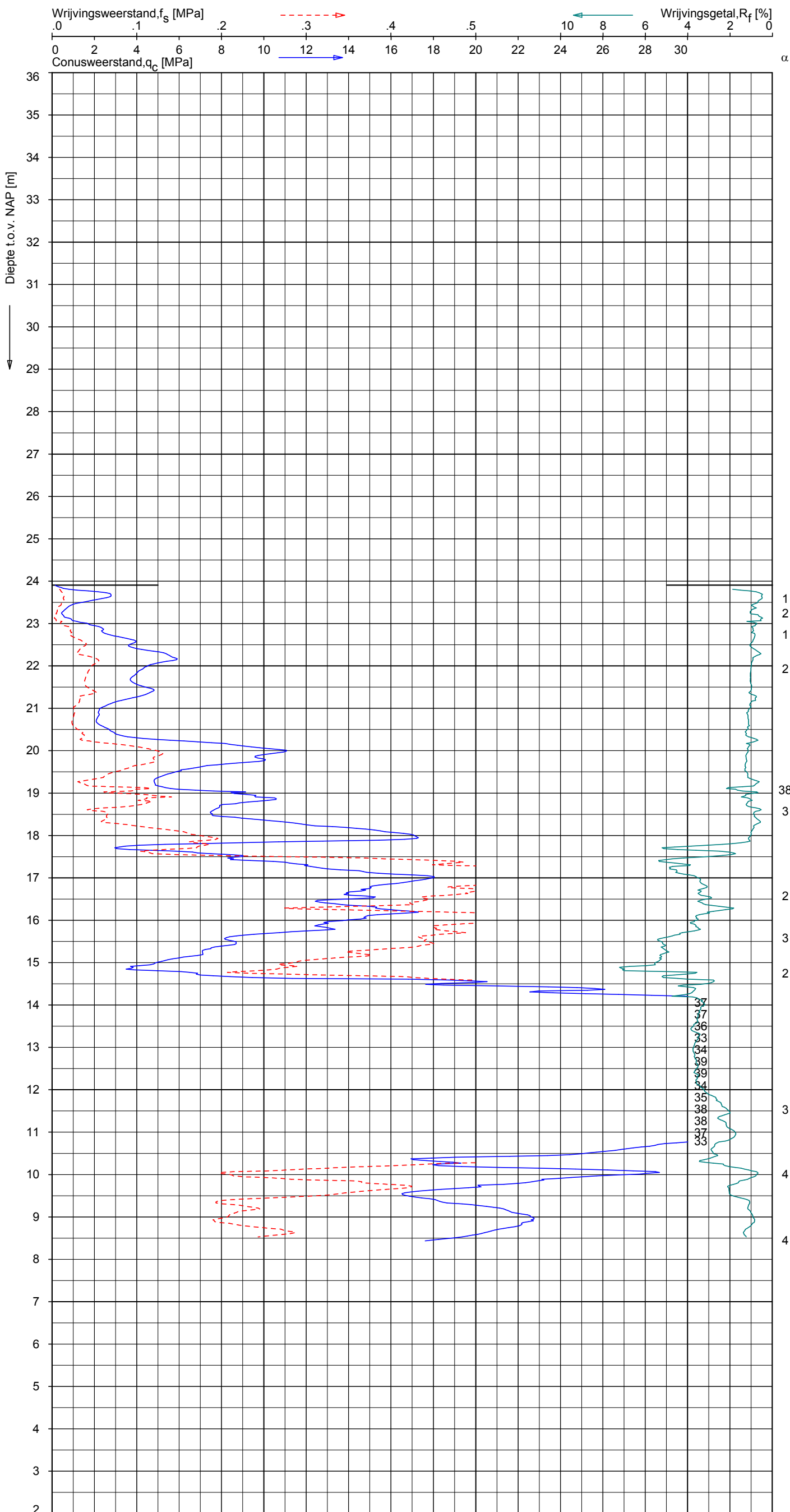


SONDERING MET WATERSPANNINGSMETING

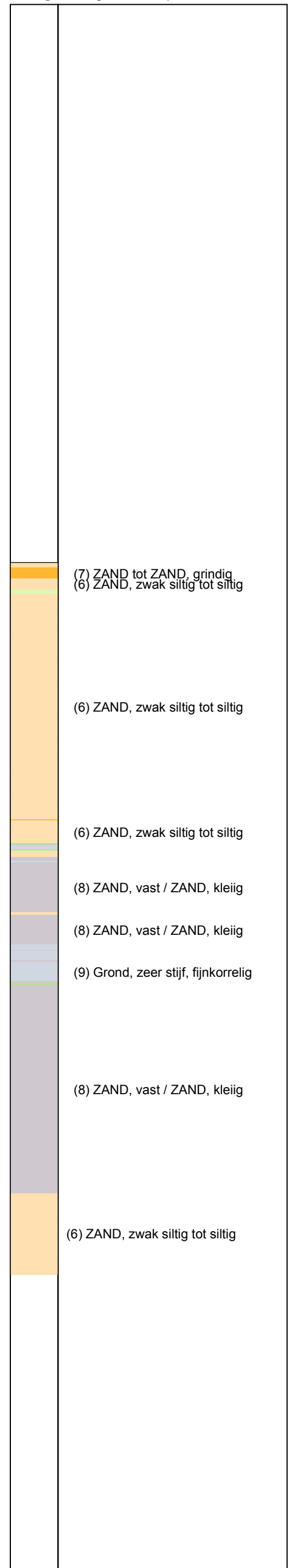
PLAN DE GEEST TE BEEK UBBERGEN

Opdr. 6009-0361-000  
 Sond. DKMP4





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



Opg. : JBL/AKN d.d. 04-Nov-2009 conus : F7.5CKE2HAW<sub>1</sub>/B X = 191830.3  
 Get. : UNISTART d.d. 2009-11-23 MV = NAP +23.91 m Y = 426872.5  
 Sondering volgens norm NEN 5140, klasse, 2  
 conustype cilindrisch elektrisch, 1500 mmf  
 $\alpha$  afwijking van de vertikaal

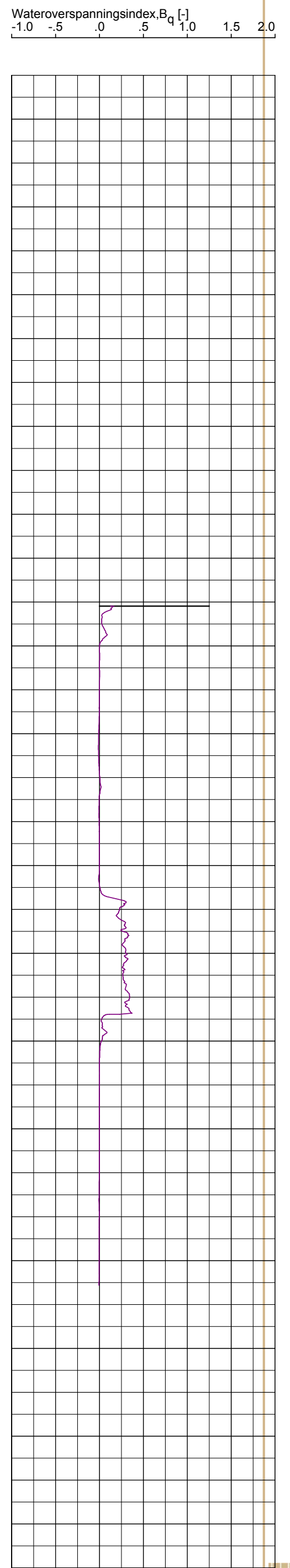
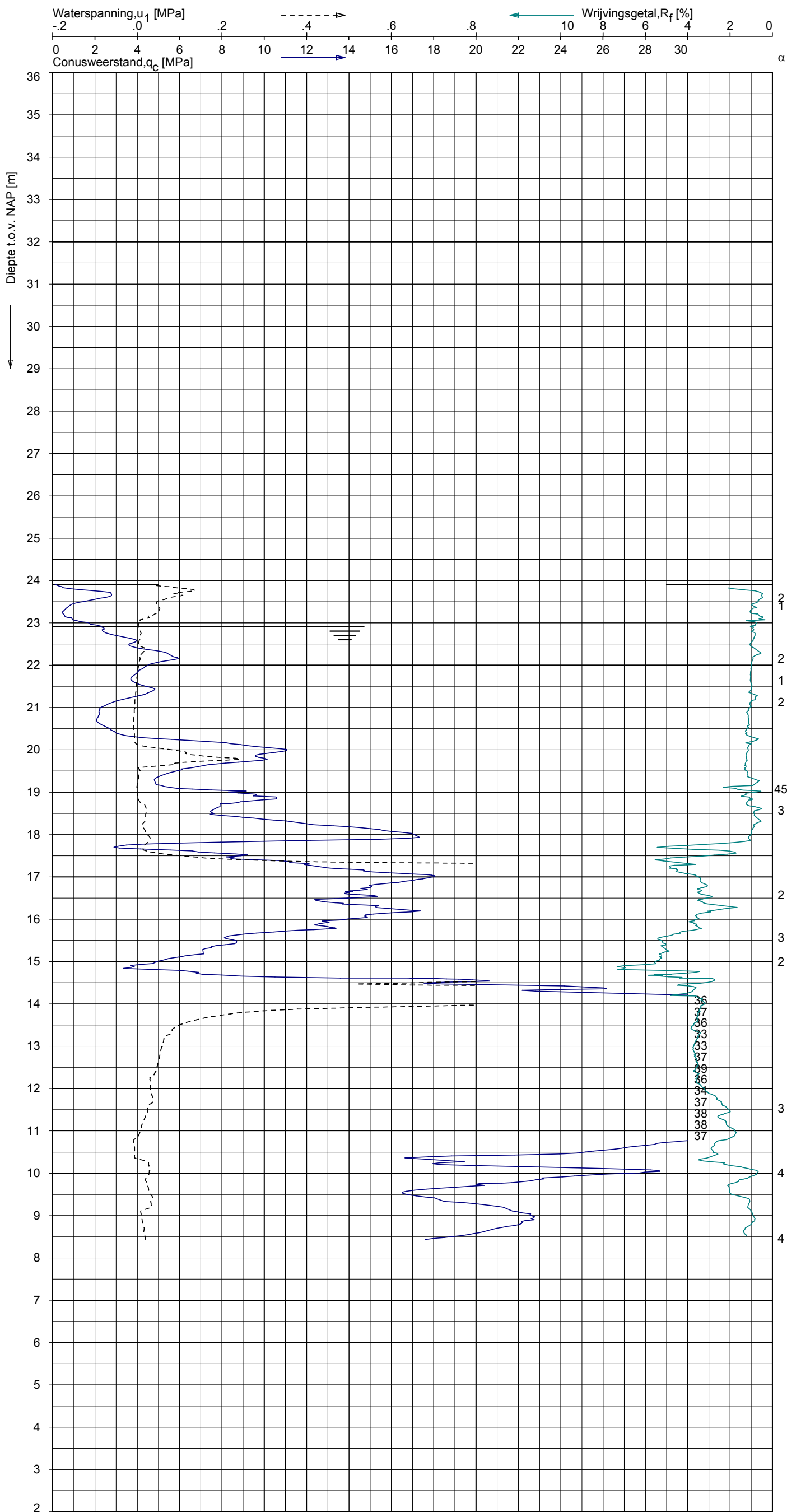


SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

PLAN DE GEEST TE BEEK UBBERGEN

Opdr. 6009-0361-000  
 Sond. DKMP5





Opdr.: JBL/AKN d.d. 04-Nov-2009 conus: F7.5CKE2HAW1/B X = 191830.3  
 Get.: UNISTART d.d. 2009-11-23 MV = NAP +23.91 m Y = 426872.5

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



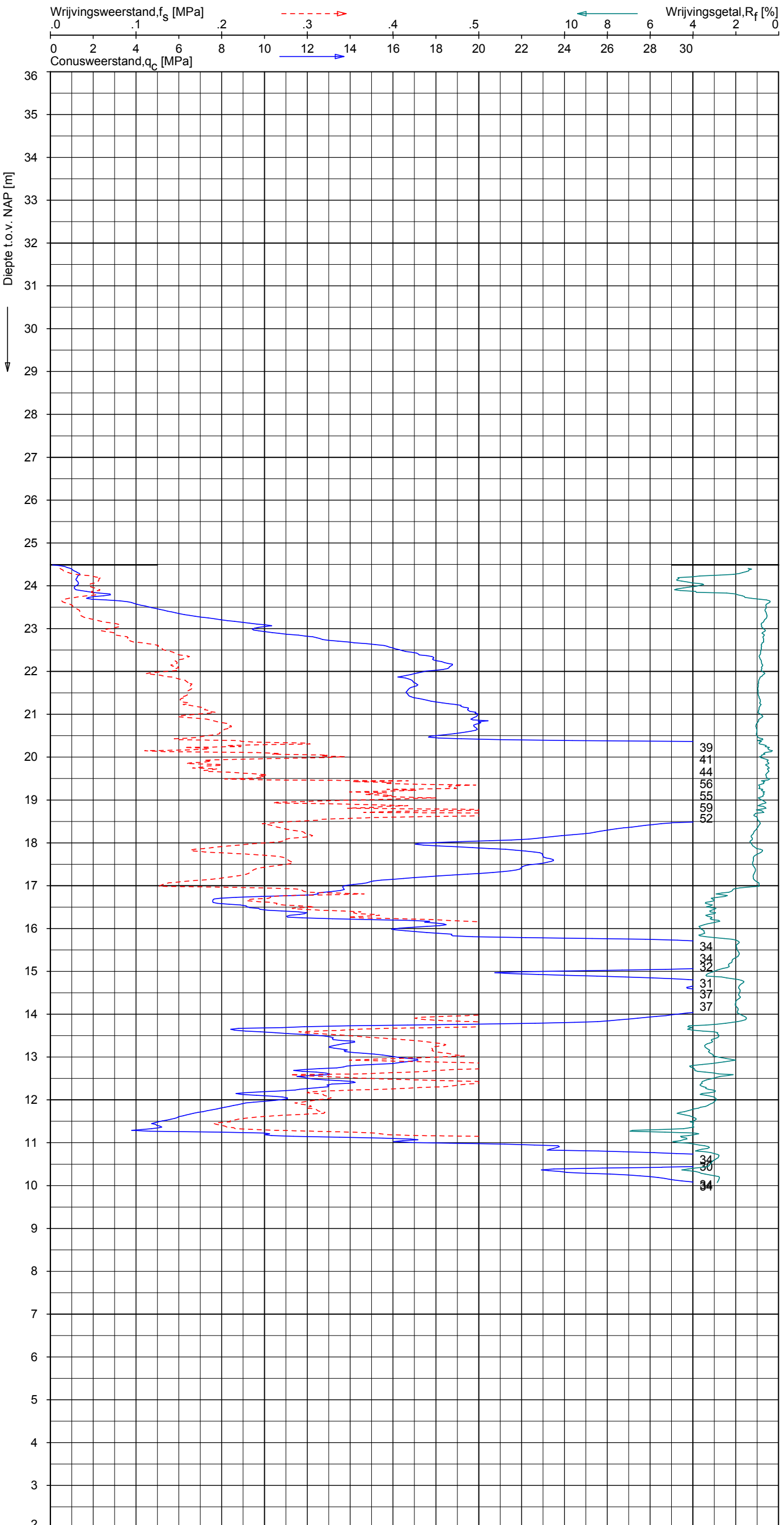
SONDERING MET WATERSPANNINGSMETING

PLAN DE GEEST TE BEEK UBBERGEN

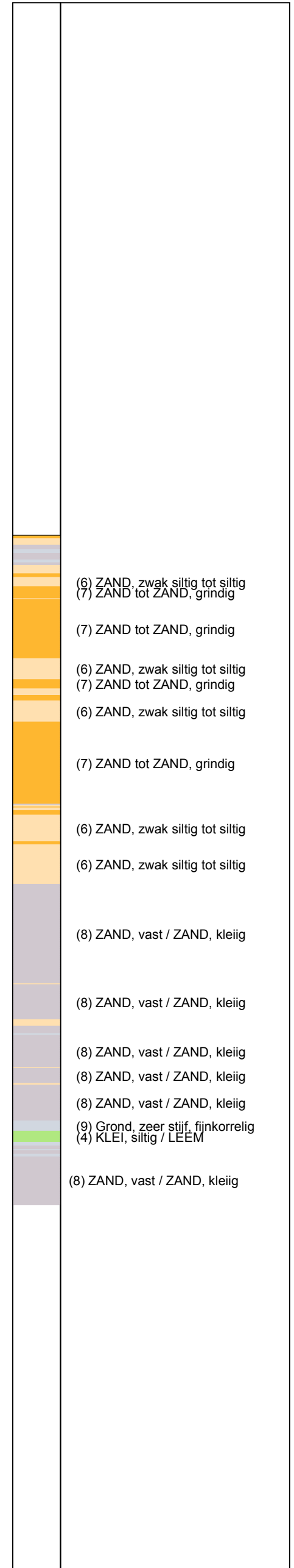
Opdr. 6009-0361-000  
 Sond. DKMP5







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



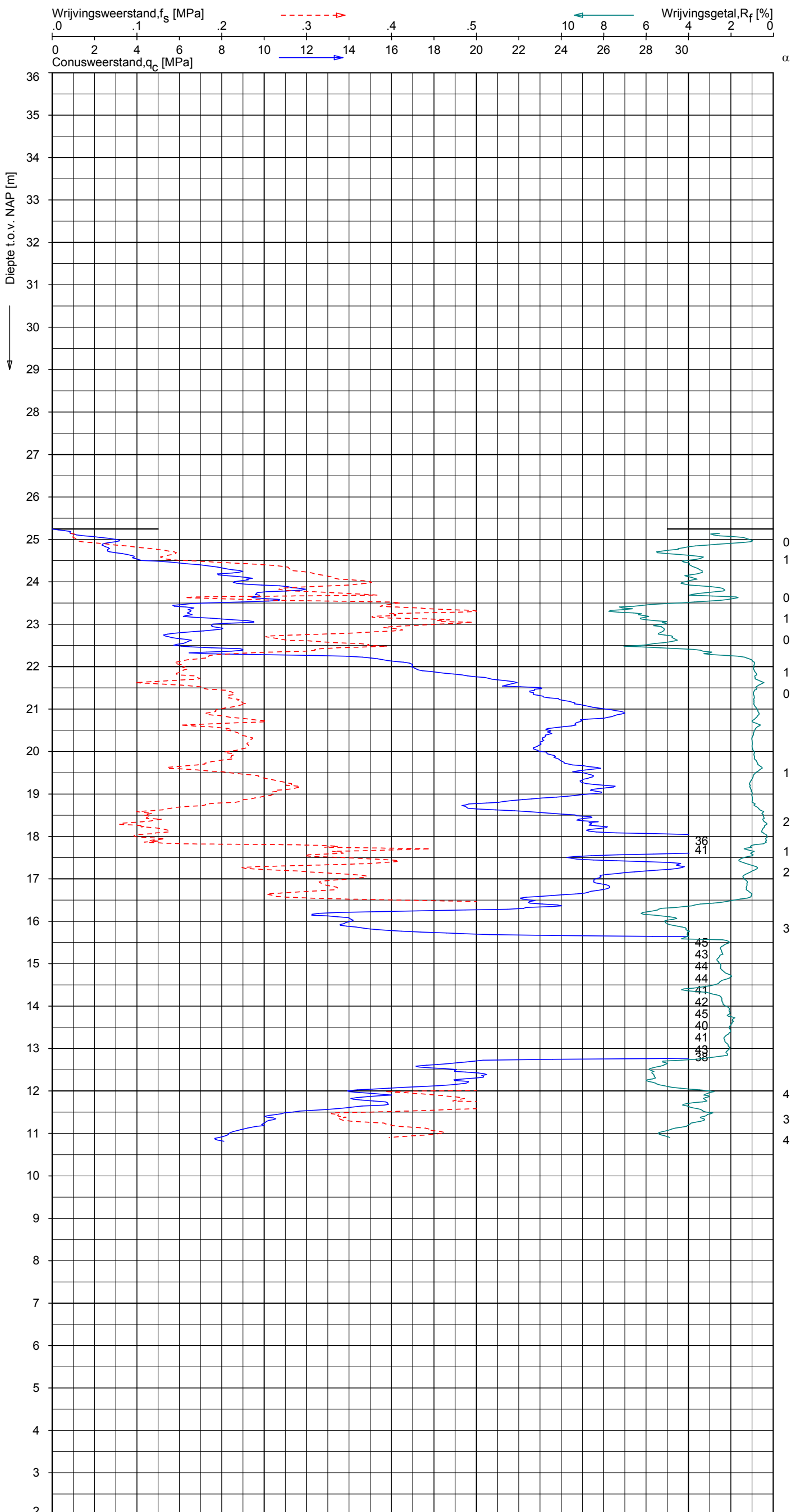
Opg. : JBL/AKN d.d. 04-Nov-2009 conus : F7.5CKE2HAB X = 191850.3 Sondering volgens norm NEN 5140, klasse, 2  
 Get. : UNISTART d.d. 2009-11-23 MV = NAP +24.49 m Y = 426873.7 conustype cilindrisch elektrisch, 1500 mmf  
 $\alpha$  afwijking van de vertikaal



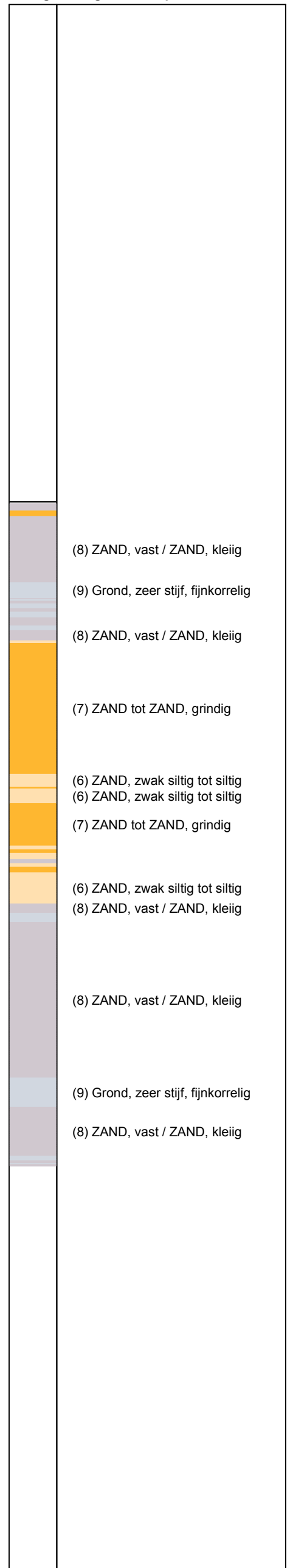
**SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING**  
 PLAN DE GEEST TE BEEK UBBERGEN

Opdr. 6009-0361-000  
 Sond. DKM6





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



Opg. : JBL/AKN d.d. 04-Nov-2009 conus : F7.5CKE2HAW<sub>1</sub>/B X = 191863.3  
 Get. : UNISTART d.d. 2009-11-23 MV = NAP +25.24 m Y = 426858.5  
 Sondering volgens norm NEN 5140, klasse 2  
 conustype cilindrisch elektrisch, 1500 mmf  
 $\alpha$  afwijking van de vertikaal

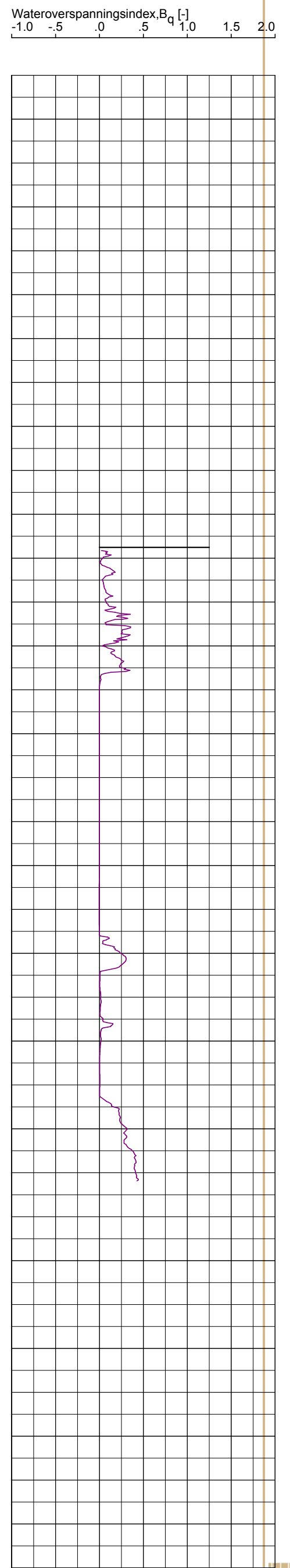
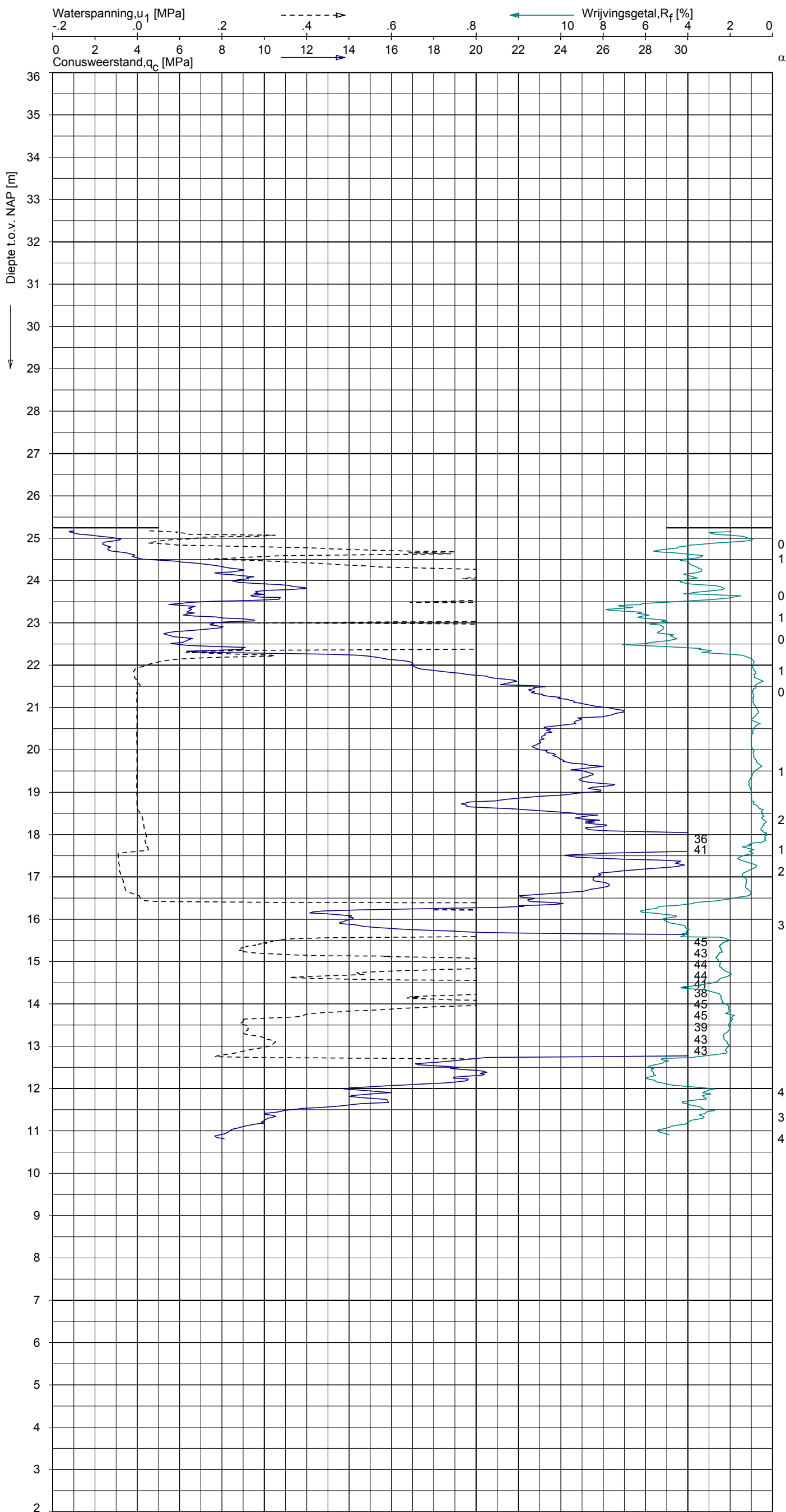


SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

PLAN DE GEEST TE BEEK UBBERGEN

Opdr. 6009-0361-000  
 Sond. DKMP7





Opg.: JBL/AKN d.d. 04-Nov-2009 conus: F7.5CKE2HAW<sub>1</sub>/B X = 191863.3  
 Get.: UNISTART d.d. 2009-11-23 MV = NAP +25.24 m Y = 426858.5

Sondering volgens norm NEN 5140  
 conustype cilindrisch elektrisch  
 $\alpha$  afwijking van de vertikaal

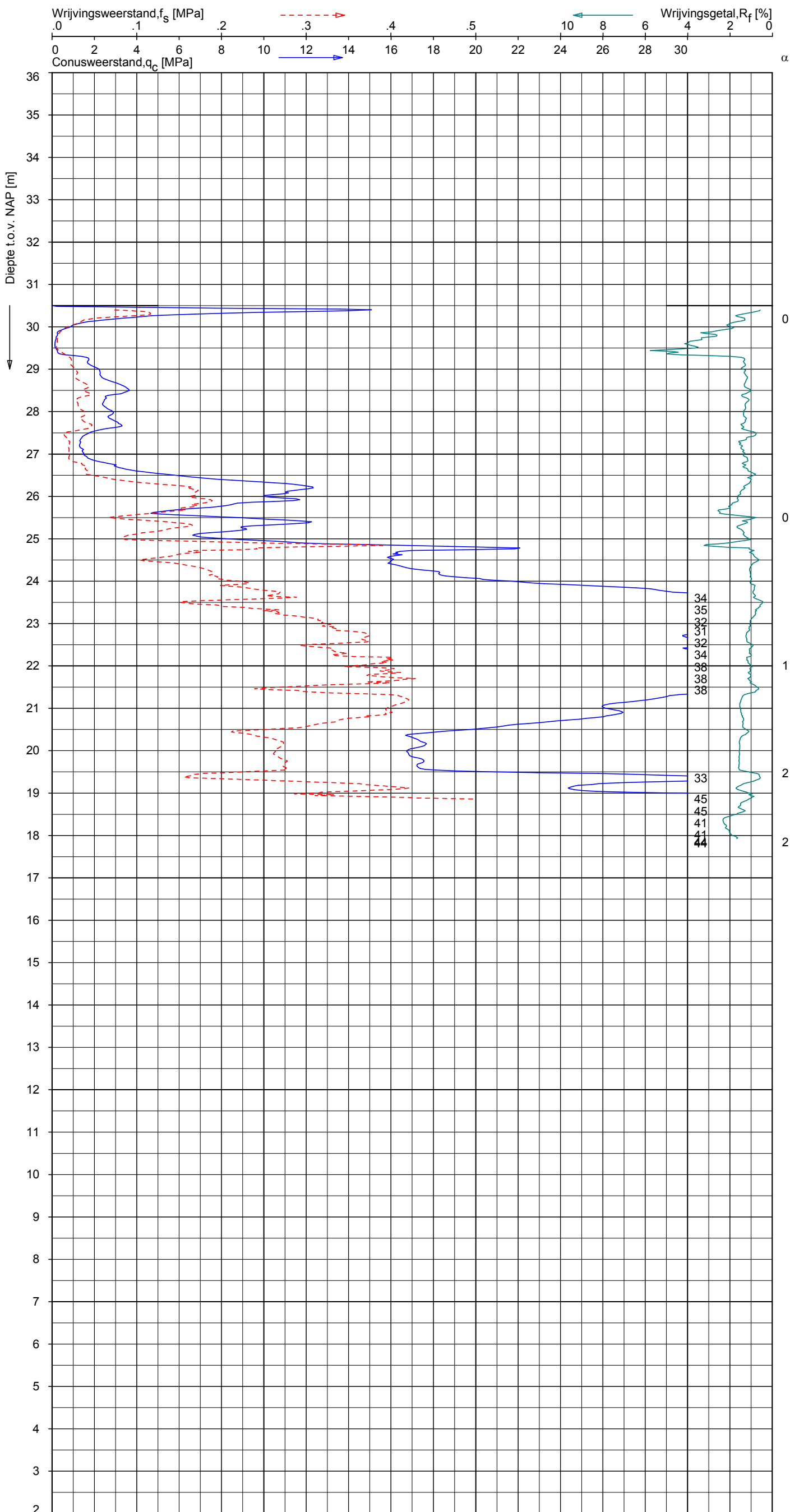


SONDERING MET WATERSPANNINGSMETING

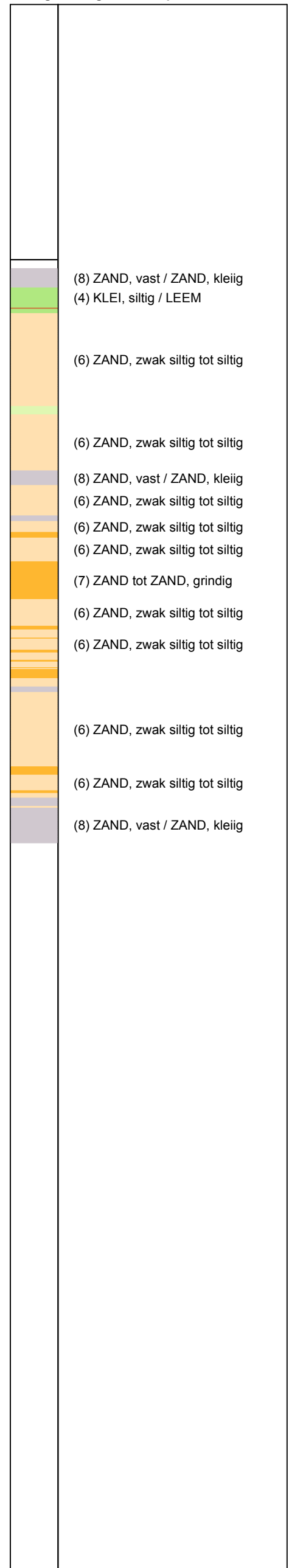
PLAN DE GEEST TE BEEK UBBERGEN

Opdr. 6009-0361-000  
 Sond. DKMP7





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



Opg. : PJW/JSL d.d. 19-Feb-2010 conus : F7.5CKE2HA/B X = 191812.3  
 Get. : ZONVELD d.d. 2010-03-08 MV = NAP +30.50 m Y = 426815.2  
 Sondering volgens norm NEN 5140, klasse 2  
 conustype cilindrisch elektrisch, 1500 mmf  
 $\alpha$  afwijking van de vertikaal

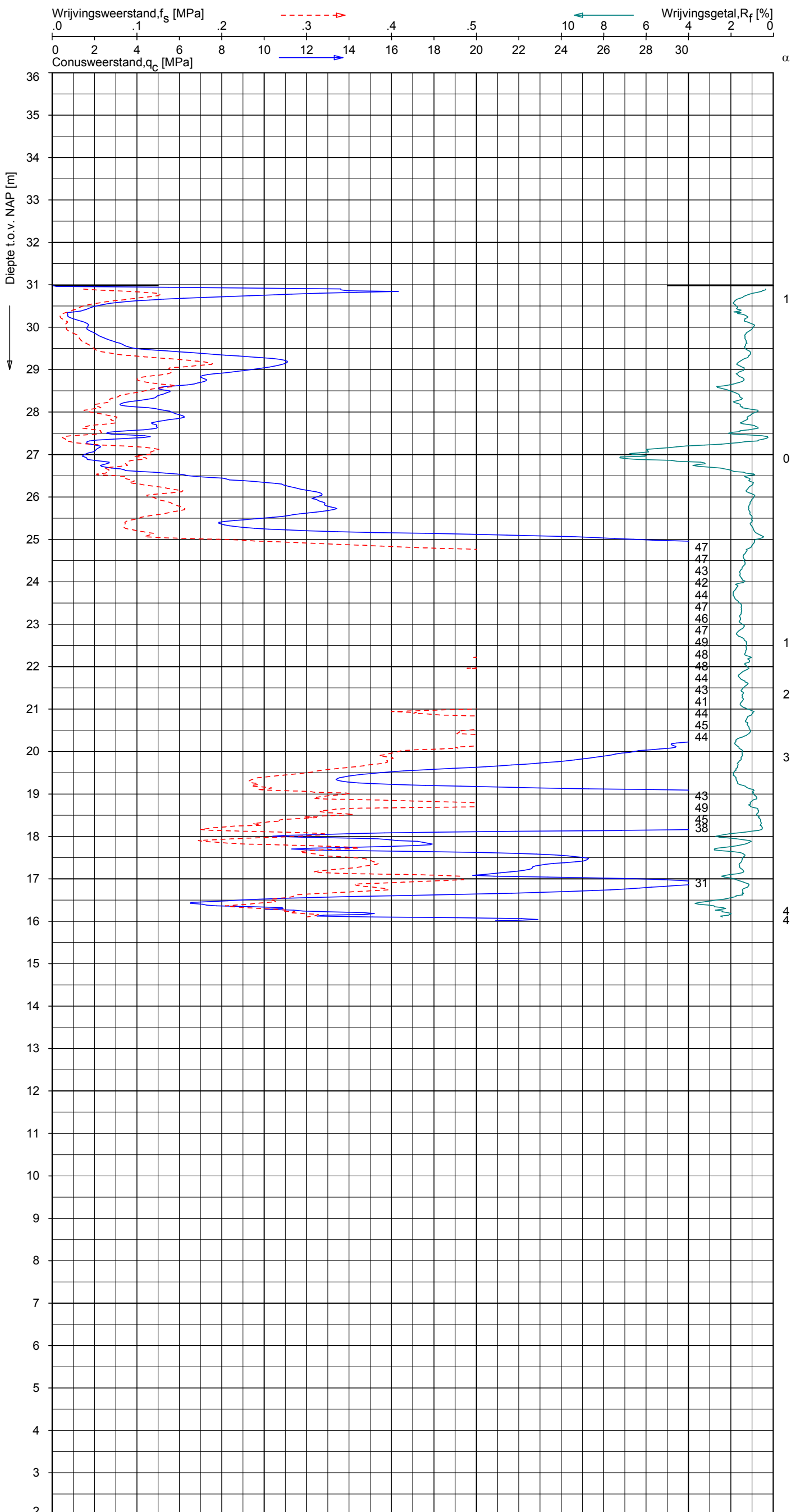


SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

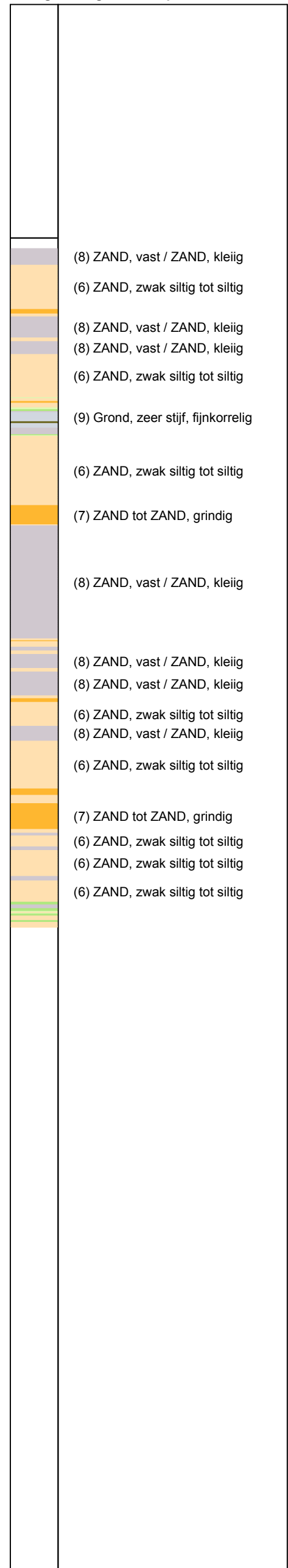
PLAN DE GEEST TE BEEK UBBERGEN

Opdr. 6009-0361-000  
 Sond. DKM8





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



Opg. : PJW/JSL d.d. 19-Feb-2010 conus : F7.5CKE2HAB X = 191815.9  
 Get. : ZONVELD d.d. 2010-03-08 MV = NAP +30.98 m Y = 426799.0  
 Sondering volgens norm NEN 5140, klasse 2  
 conustype cilindrisch elektrisch, 1500 mmf  
 α afwijking van de vertikaal

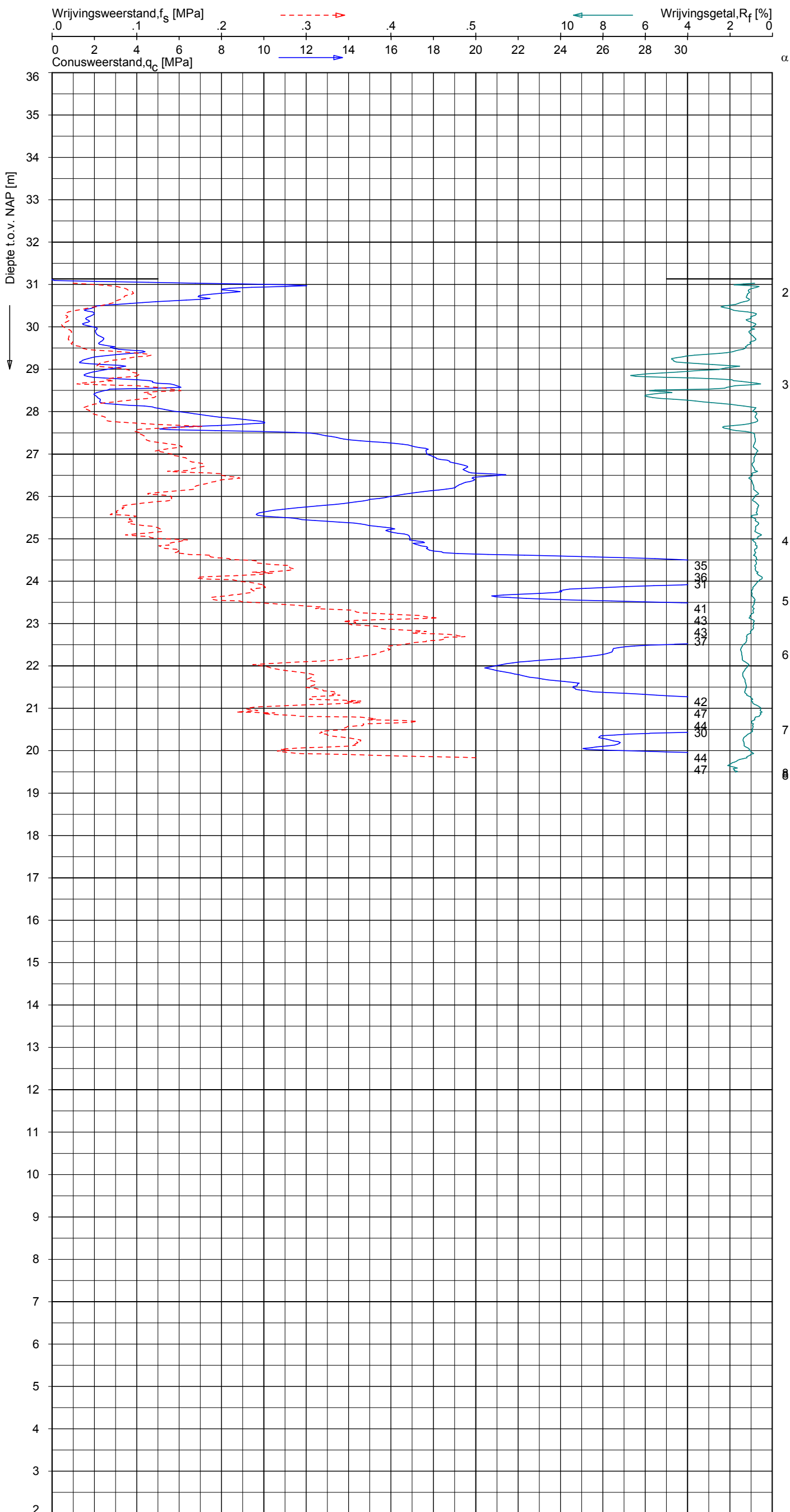


SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

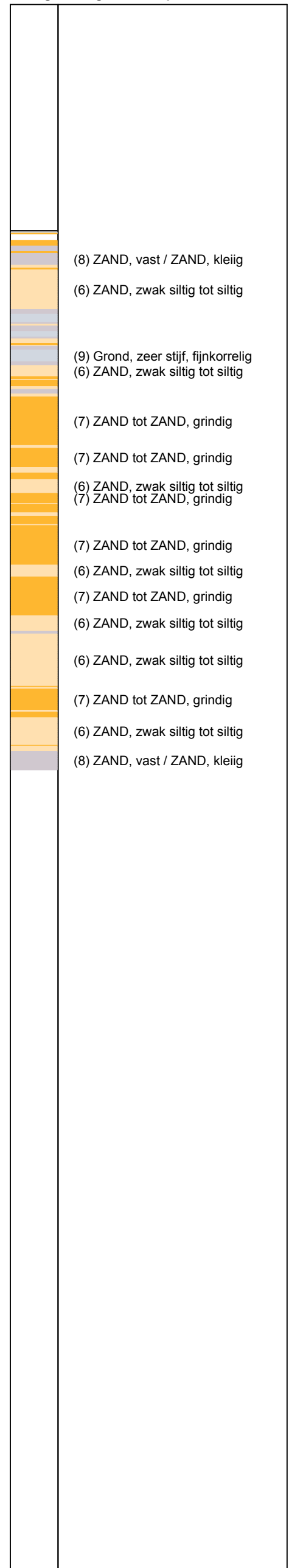
PLAN DE GEEST TE BEEK UBBERGEN

Opdr. 6009-0361-000  
 Sond. DKM9





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



Opg. : PJW/JSL d.d. 19-Feb-2010 conus : F7.5CKE2HAB X = 191827.4 Sondering volgens norm NEN 5140, klasse 2  
 Get. : ZONVELD d.d. 2010-03-08 MV = NAP +31.13 m Y = 426807.5 conustype cilindrisch elektrisch, 1500 mmf  
 $\alpha$  afwijking van de vertikaal

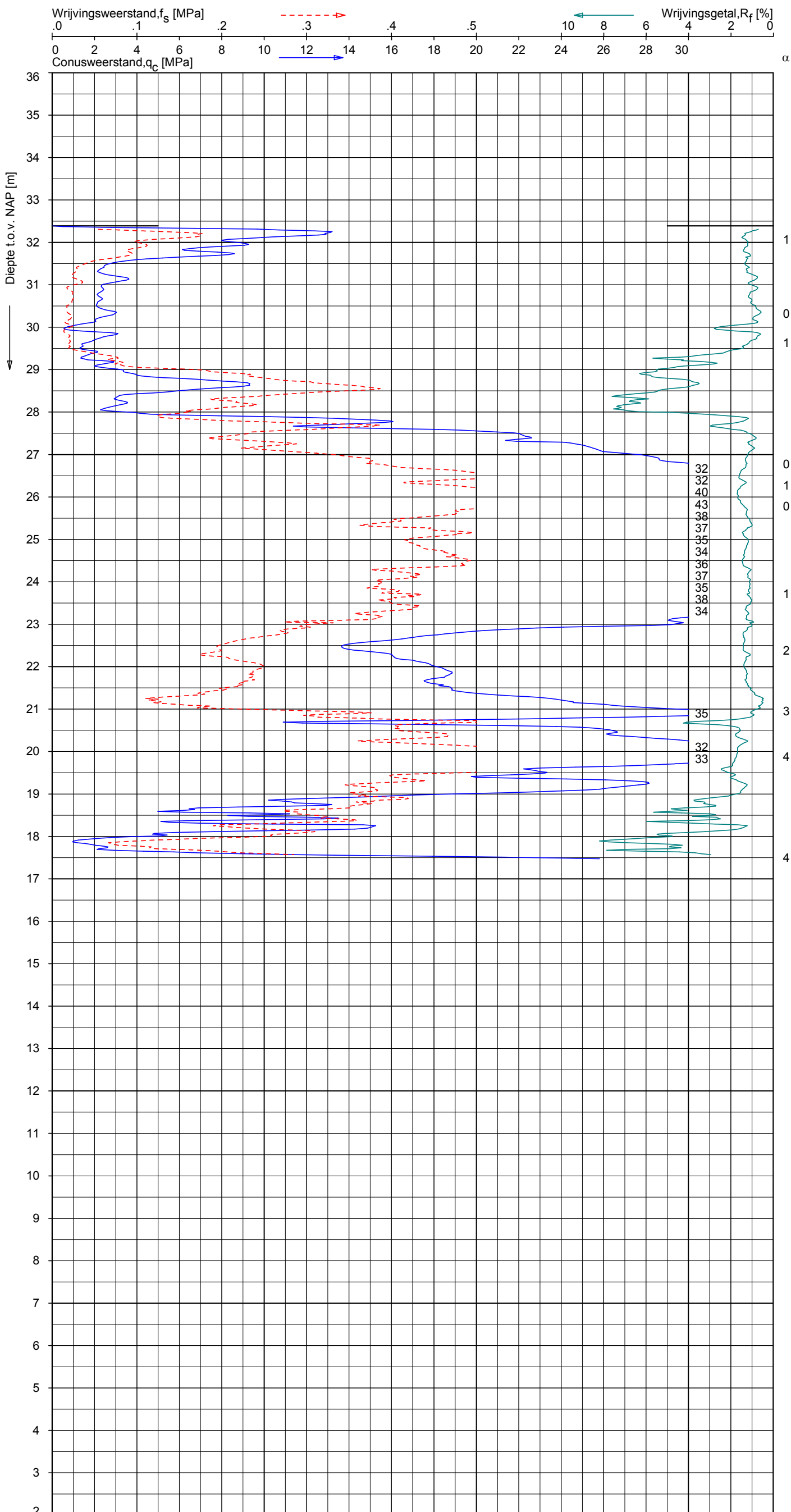


SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

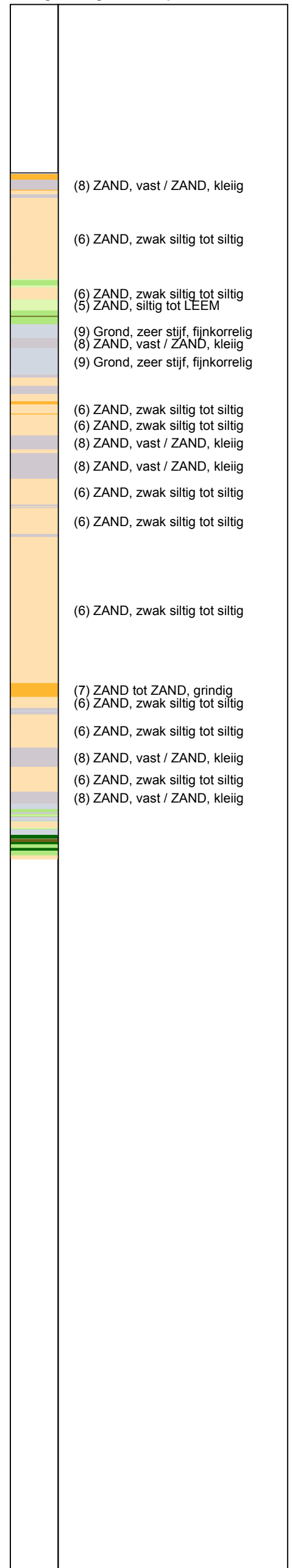
PLAN DE GEEST TE BEEK UBBERGEN

Opdr. 6009-0361-000  
 Sond. DKM10





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



Opg. : PJW/JSL d.d. 18-Feb-2010 conus : F7.5CKE2HA/B X = 191833.1  
 Get. : ZONVELD d.d. 2010-03-08 MV = NAP +32.39 m Y = 426791.0  
 Sondering volgens norm NEN 5140, klasse, 2  
 conustype cilindrisch elektrisch, 1500 mmf  
 $\alpha$  afwijking van de vertikaal



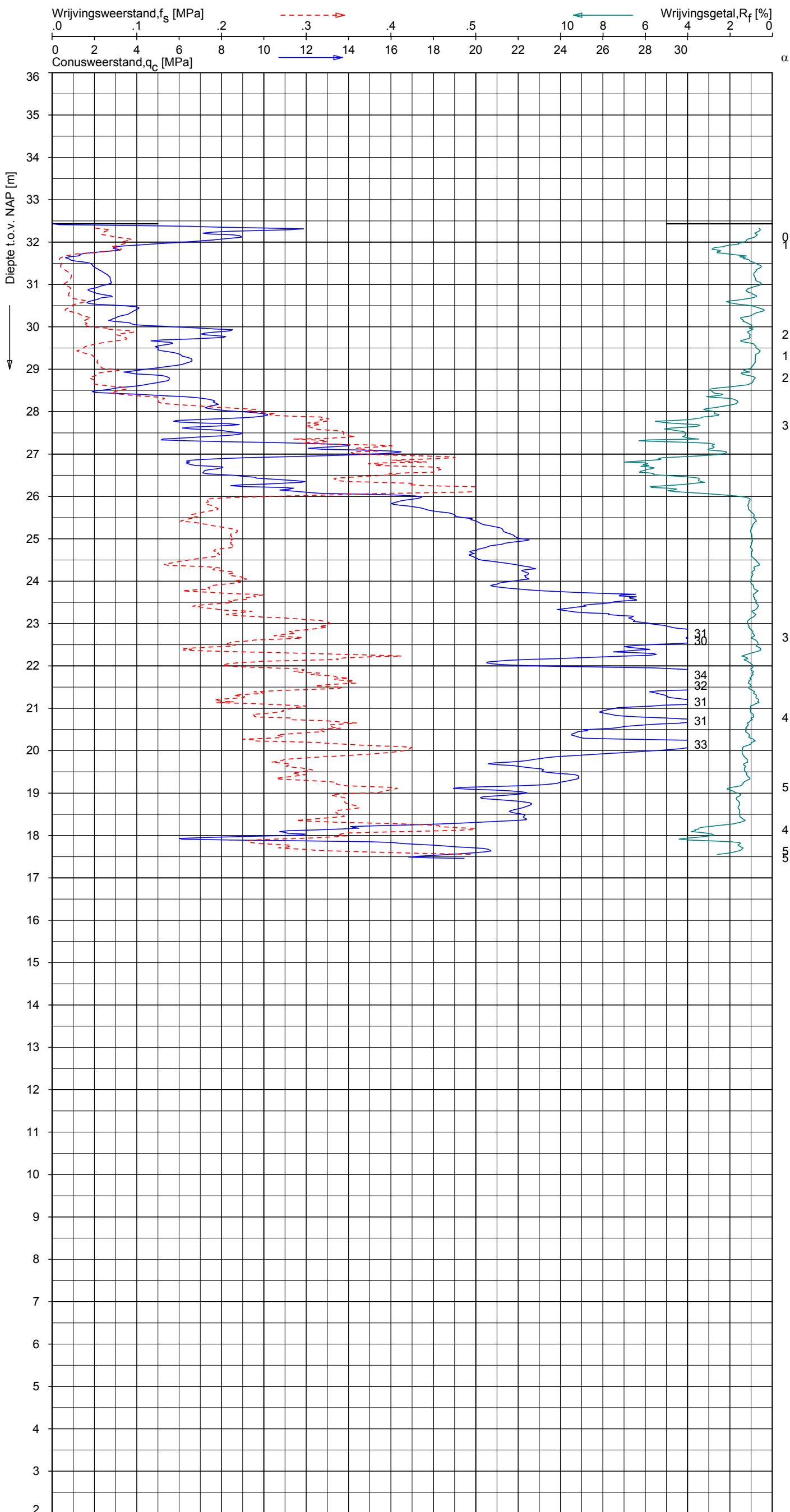
SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

PLAN DE GEEST TE BEEK UBBERGEN

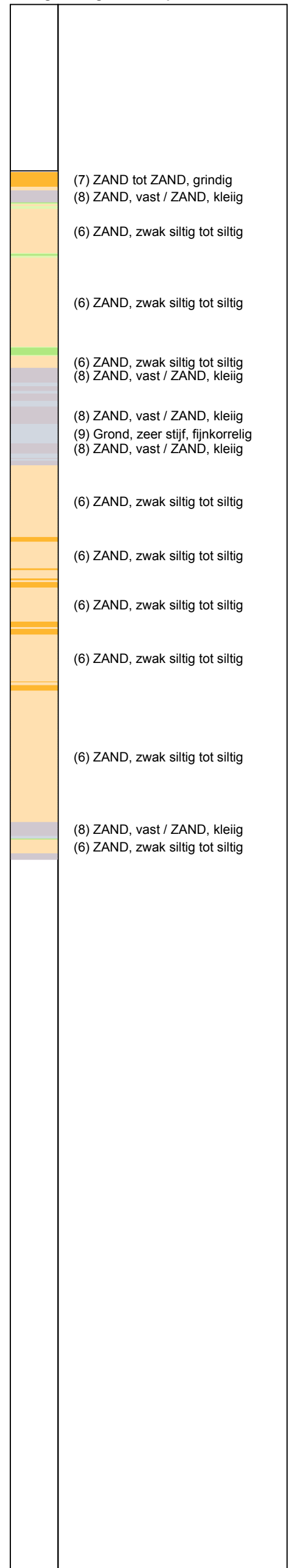
Opdr. 6009-0361-000  
 Sond. DKM11







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



Opg. : PJW/JSL d.d. 18-Feb-2010 conus : F7.5CKE2HAB X = 191864.2 Y = 426791.1  
 Get. : ZONVELD d.d. 2010-03-08 MV = NAP +32.43 m Sondering volgens norm NEN 5140, klasse 2  
 conustype cilindrisch elektrisch, 1500 mmf  
 $\alpha$  afwijking van de vertikaal

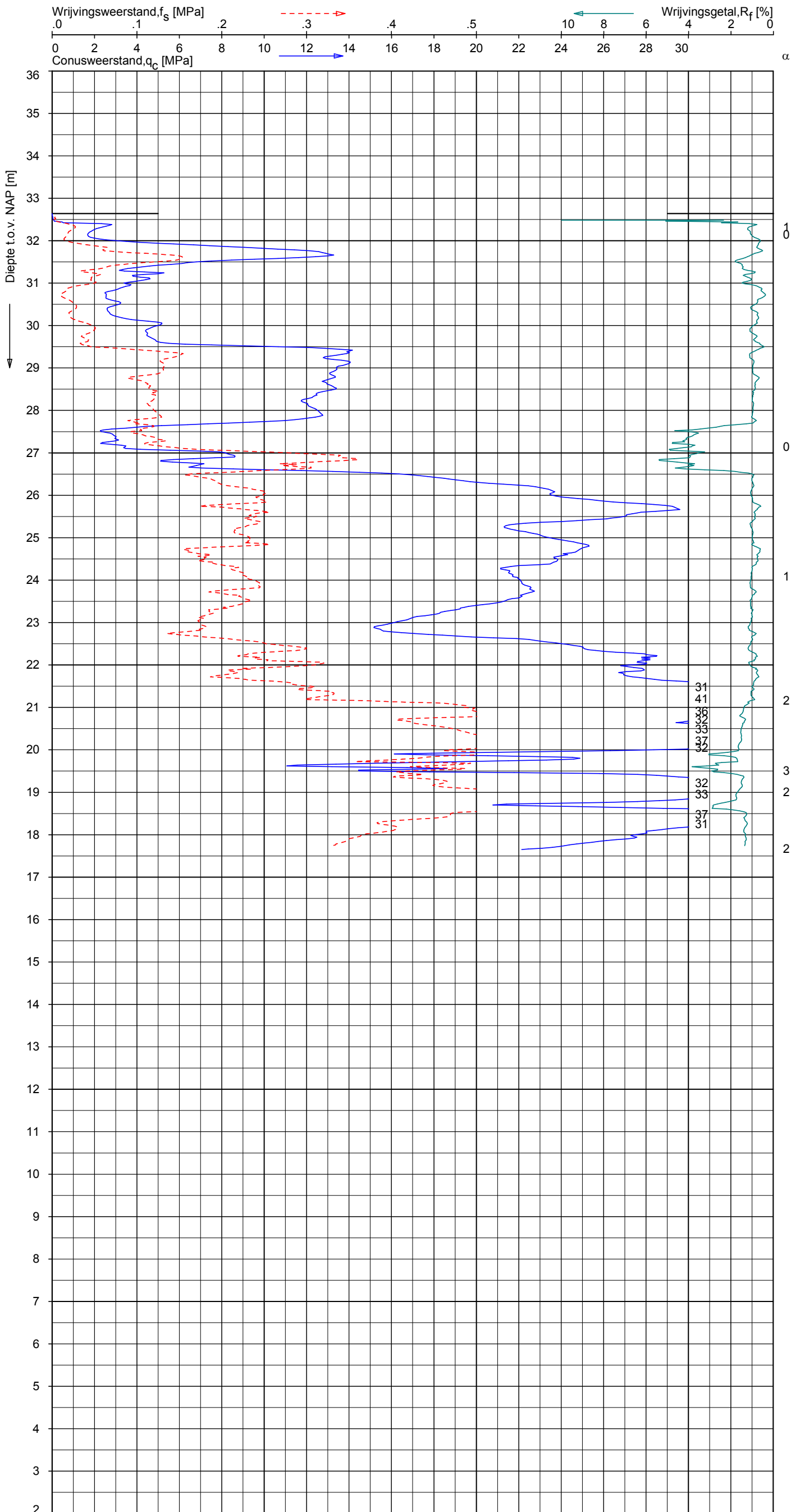


SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

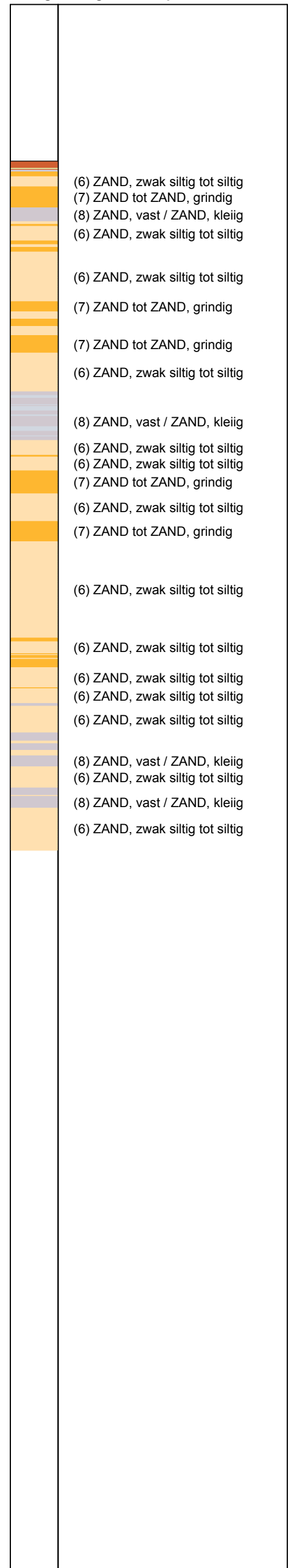
PLAN DE GEEST TE BEEK UBBERGEN

Opdr. 6009-0361-000  
 Sond. DKM12





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



Opg. : PJW/JSL d.d. 18-Feb-2010 conus : F7.5CKE2HAB X = 191867.6 Y = 426774.7  
 Get. : ZONVELD d.d. 2010-03-08 MV = NAP +32.64 m

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

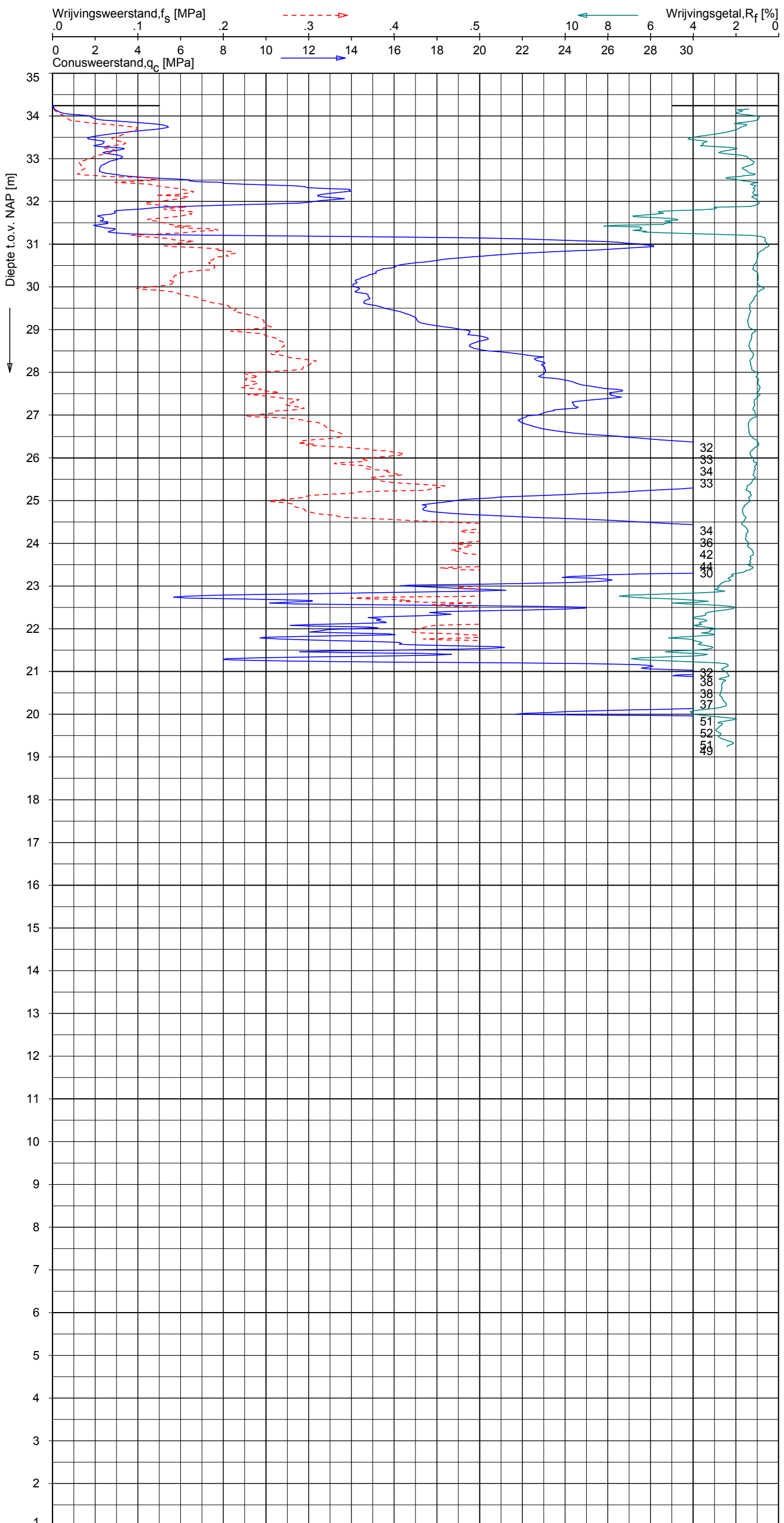


SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

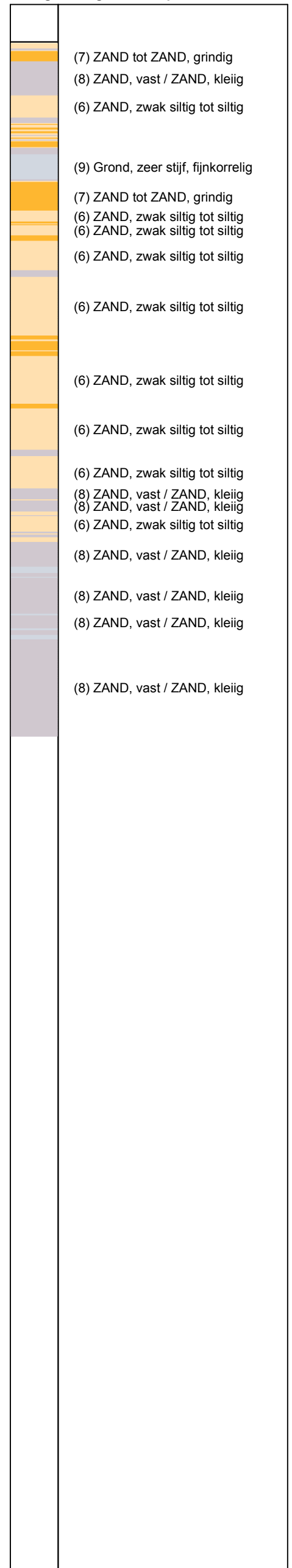
PLAN DE GEEST TE BEEK UBBERGEN

Opdr. 6009-0361-000  
 Sond. DKM13





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



Opg. : RNB/MM d.d. 09-Feb-2010 conus : F7.5CKE2HA/B X = 191835.5 Y = 426746.6  
 Get. : ZONVELD d.d. 2010-02-11 MV = NAP +34.24 m Sondering volgens norm NEN 5140, klasse 2  
 conustype cilindrisch elektrisch, 1500 mmf  
 $\alpha$  afwijking van de vertikaal

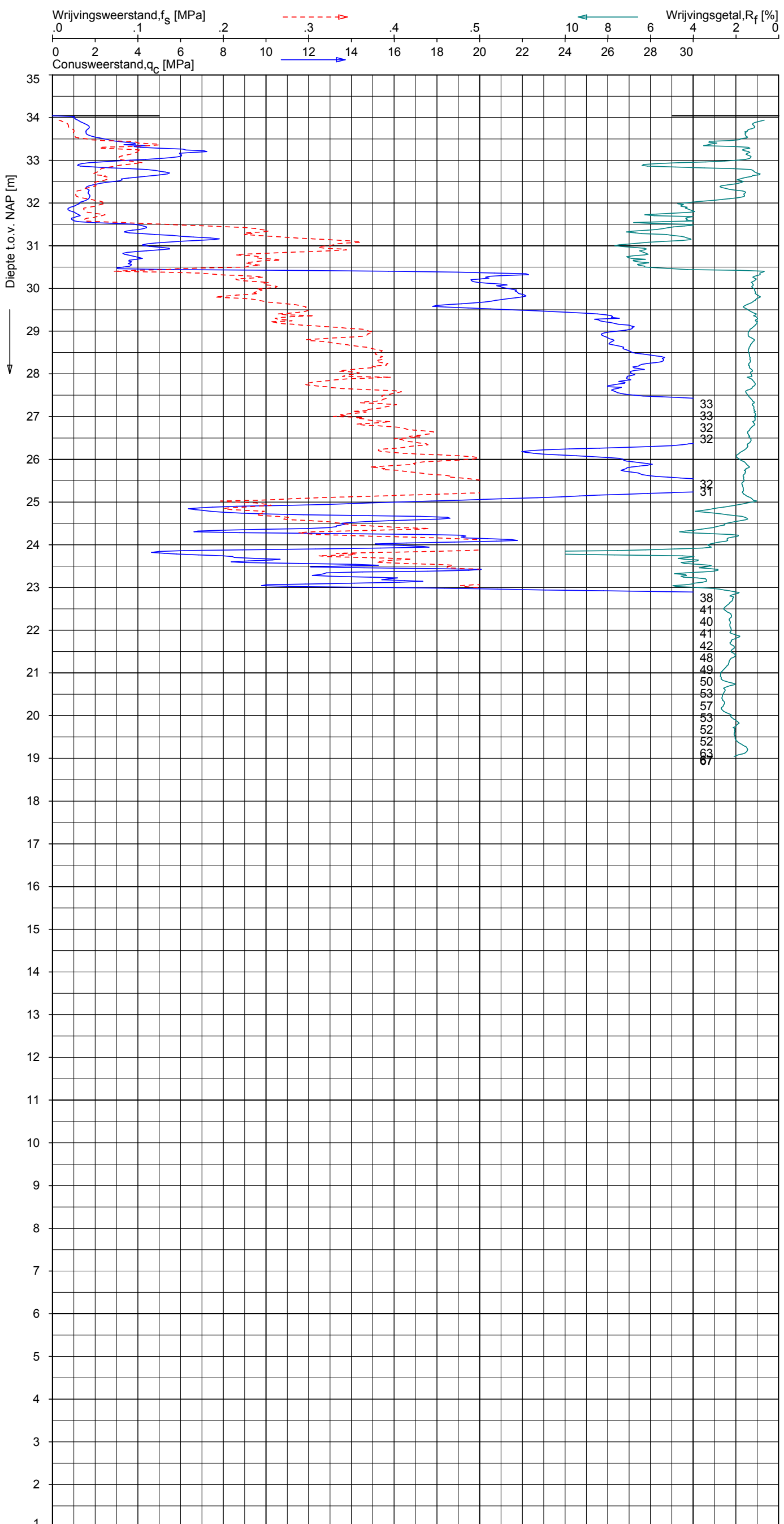


**SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING**

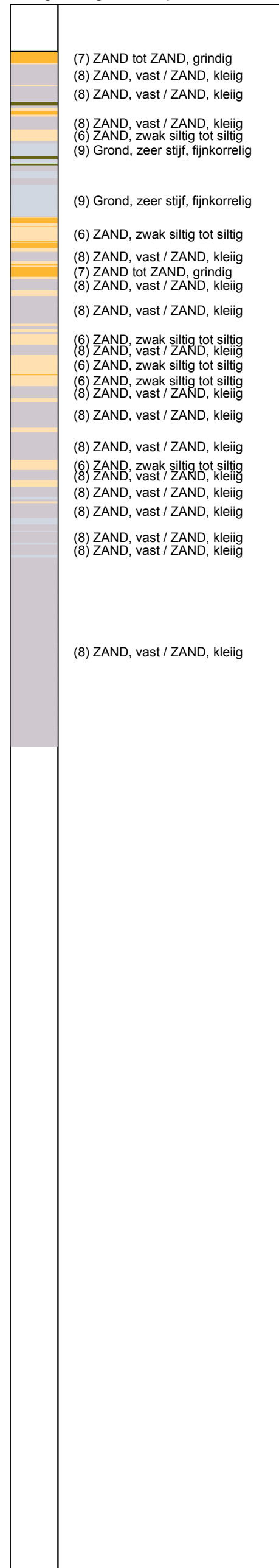
PLAN DE GEEST TE BEEK UBBERGEN

Opdr. 6009-0361-000  
 Sond. DKM15





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



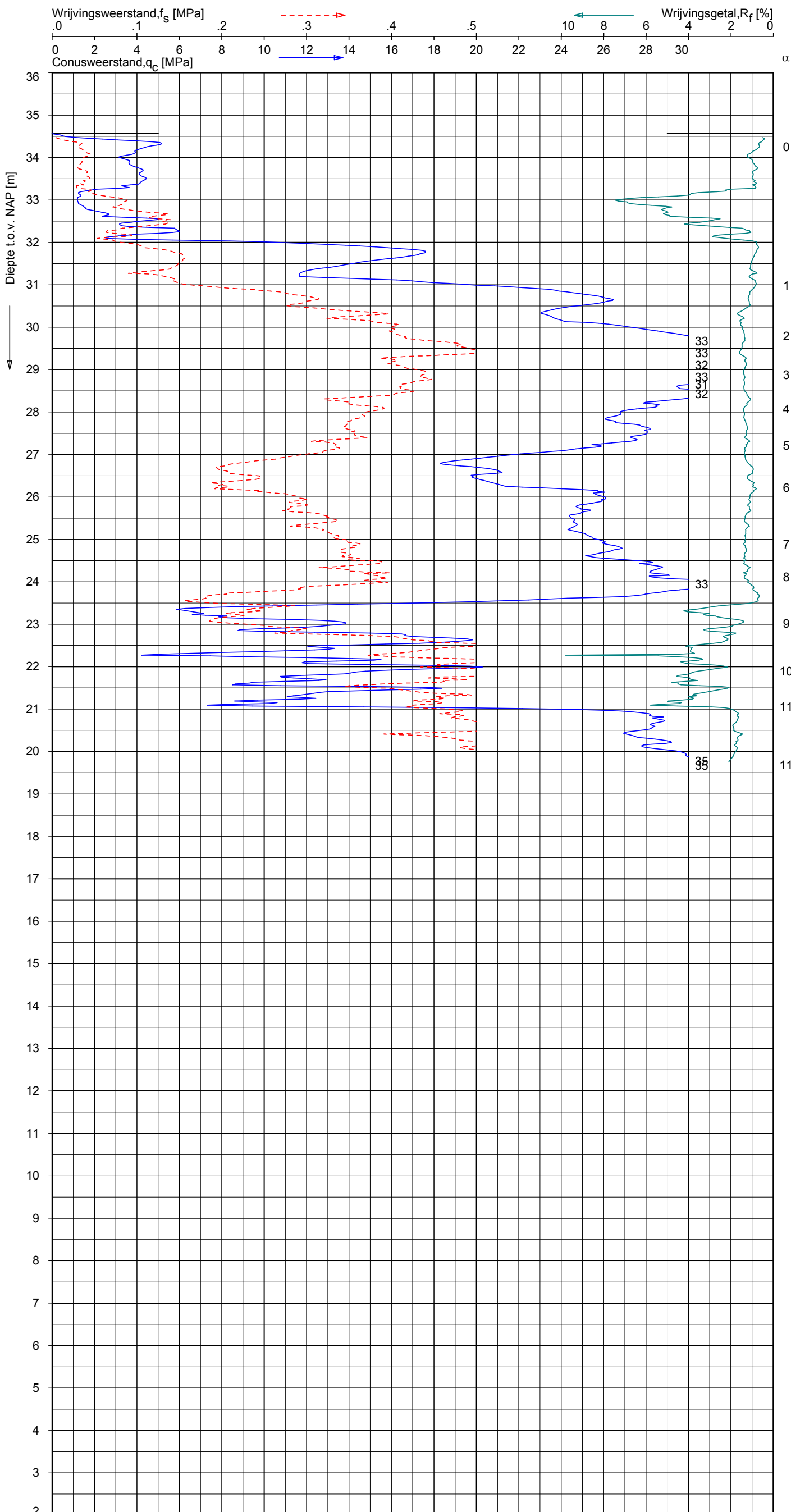
Opg. : RNB/MM d.d. 09-Feb-2010 conus : F7.5CKE2HA/B X = 191839.9 Sondering volgens norm NEN 5140, klasse,2  
 Get. : ZONVELD d.d. 2010-02-11 MV = NAP +34.04 m Y = 426732.9 conustype cilindrisch elektrisch, 1500 mmm  
 $\alpha$  afwijking van de vertikaal



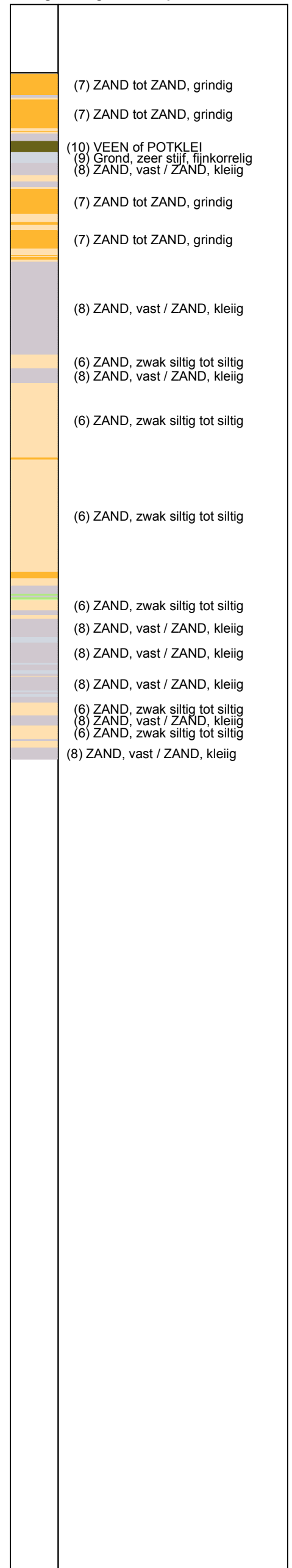
SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING  
 PLAN DE GEEST TE BEEK UBBERGEN

Opdr. 6009-0361-000  
 Sond. DKM16





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



Opg. : RNB/JTW d.d. 05-Nov-2009 conus : F7.5CKE2HA/B X = 191853.2  
 Get. : UNISTART d.d. 2009-11-23 MV = NAP +34.57 m Y = 426739.5  
 Sondering volgens norm NEN 5140, klasse 2  
 conustype cilindrisch elektrisch, 1500 mmf  
 $\alpha$  afwijking van de vertikaal

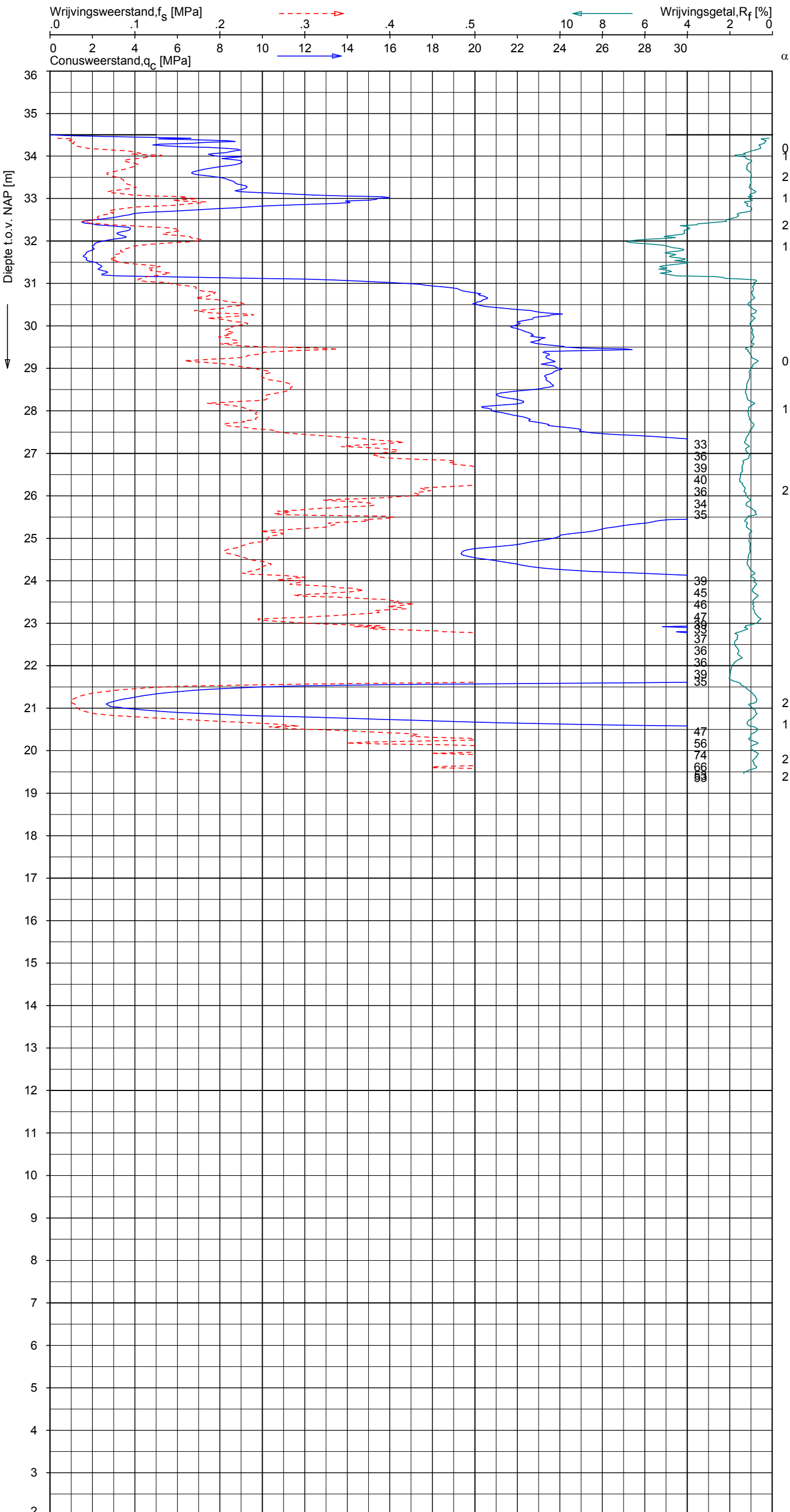


SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

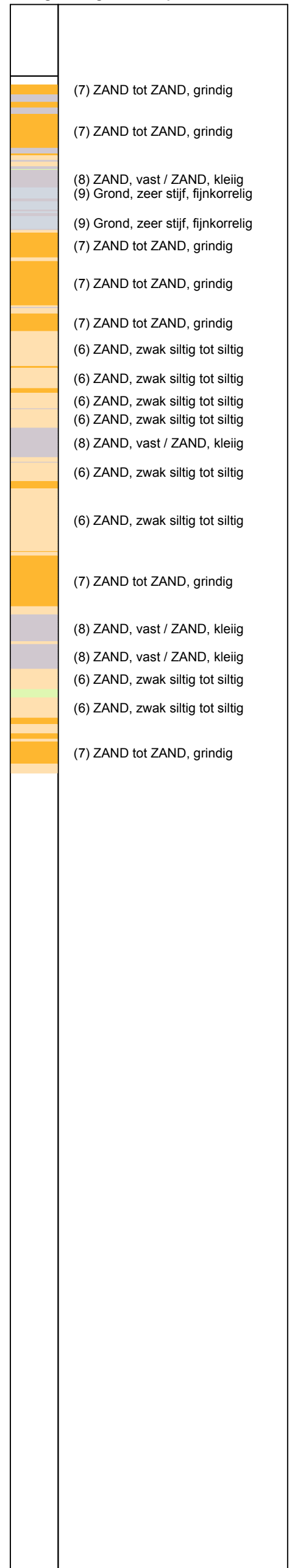
PLAN DE GEEST TE BEEK UBBERGEN

Opdr. 6009-0361-000  
 Sond. DKM17





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



Opg. : RNB/JTW d.d. 05-Nov-2009 conus : F7.5CKE2HA/B X = 191860.1 Y = 426728.3  
 Get. : UNISTART d.d. 2009-11-23 MV = NAP +34.50 m  
 Sondering volgens norm NEN 5140, klasse 2  
 conustype cilindrisch elektrisch, 1500 mmf  
 $\alpha$  afwijking van de vertikaal



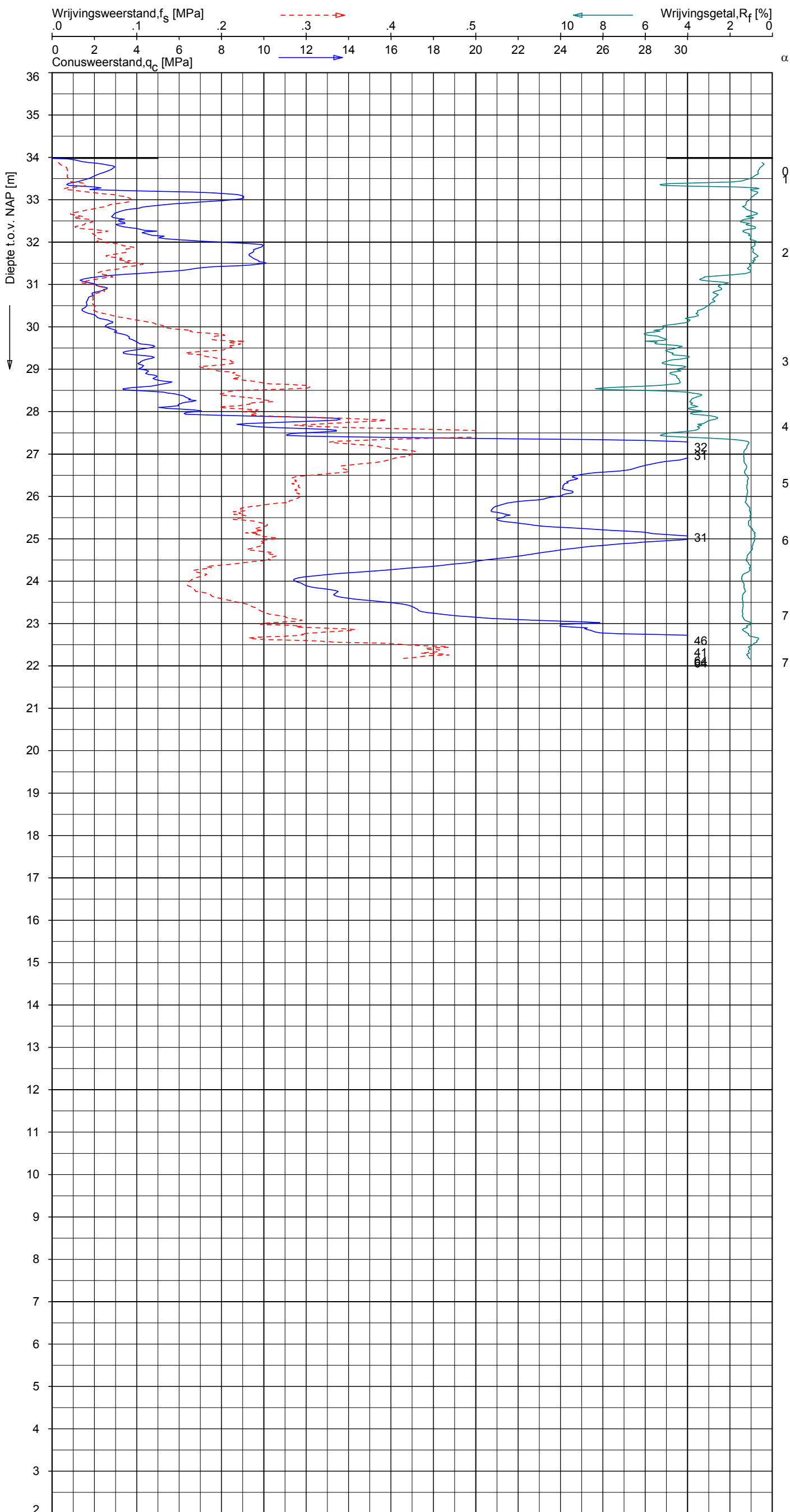
**SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING**

PLAN DE GEEST TE BEEK UBBERGEN

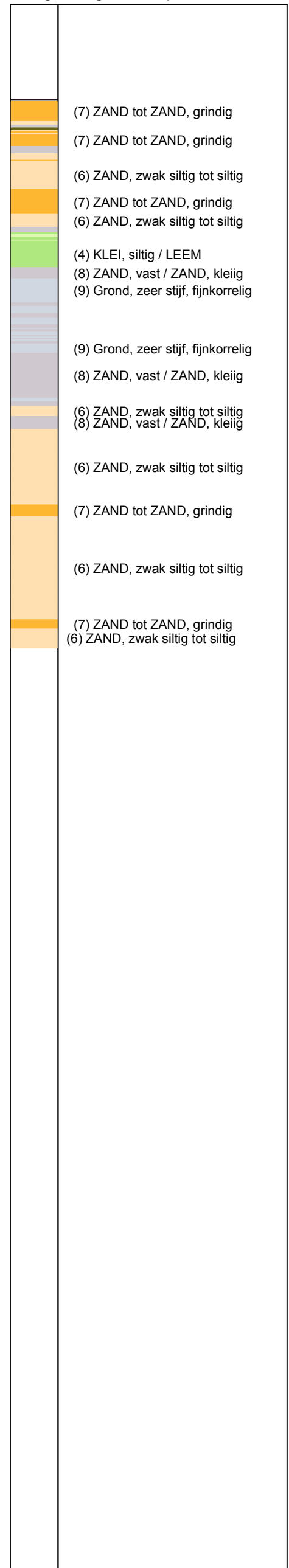
Opdr. 6009-0361-000  
 Sond. DKM18







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



Opg. : RNB/JTW d.d. 05-Nov-2009 conus : F7.5CKE2HAO/B X = 191874.3 Y = 426729.8  
 Get. : UNISTART d.d. 2009-11-23 MV = NAP +33.98 m

Sondering volgens norm NEN 5140, klasse 2  
 conustype cilindrisch elektrisch, 1500 mmf  
 $\alpha$  afwijking van de vertikaal



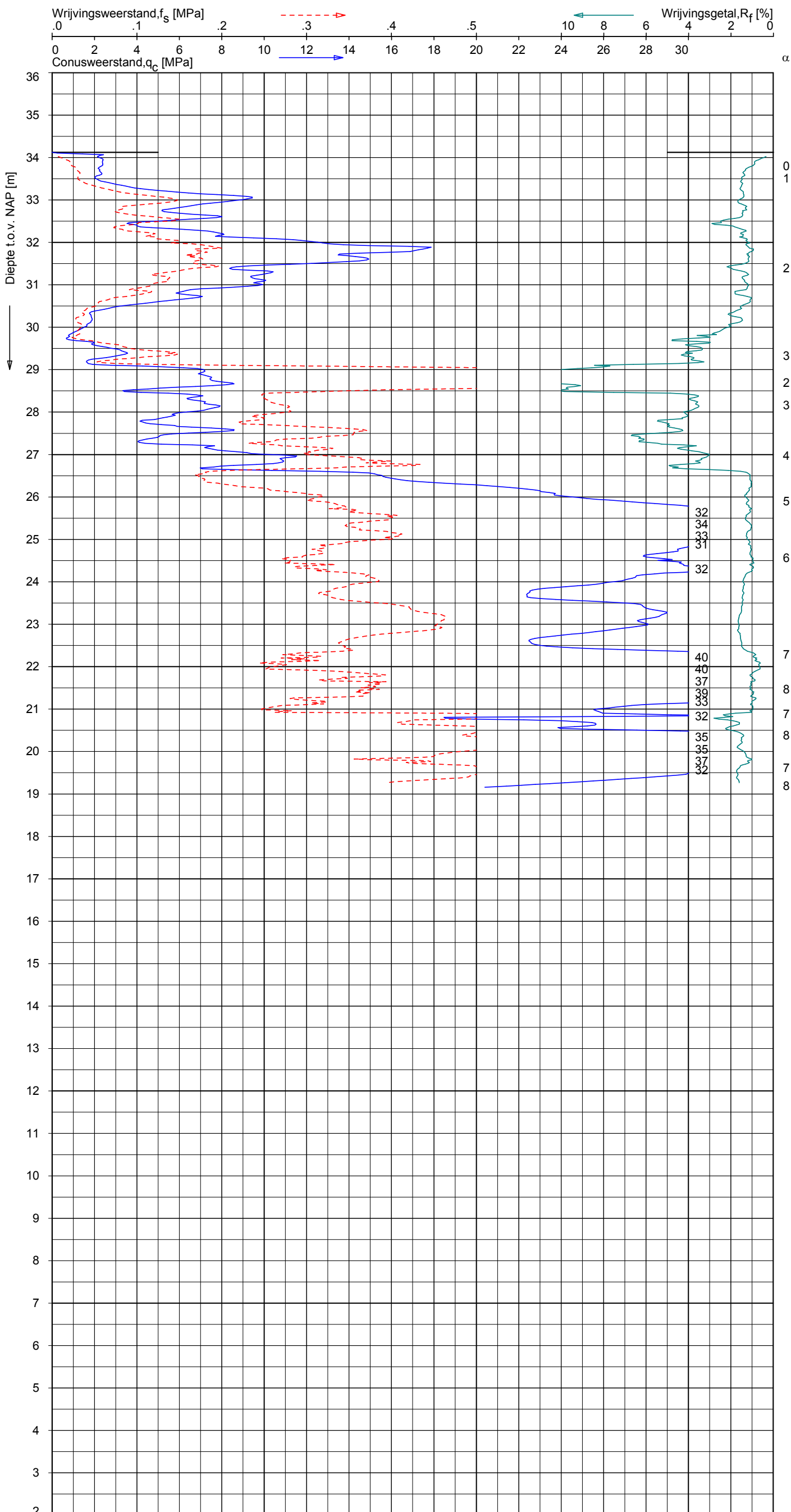
SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

PLAN DE GEEST TE BEEK UBBERGEN

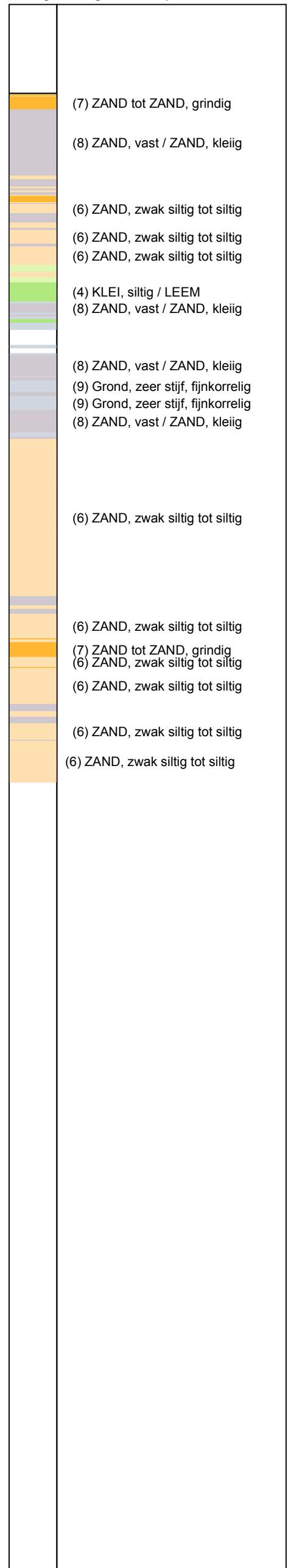
Opdr. 6009-0361-000  
 Sond. DKM19







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



Opg.: RNB/JTW d.d. 05-Nov-2009 conus: F7.5CKE2HAO/B X = 191881.4 Y = 426716.0  
 Get.: ZONVELD d.d. 2009-11-24 MV = NAP +34.12 m

Sondering volgens norm NEN 5140, klasse 2  
 conustype cilindrisch elektrisch, 1500 mmf  
 $\alpha$  afwijking van de vertikaal

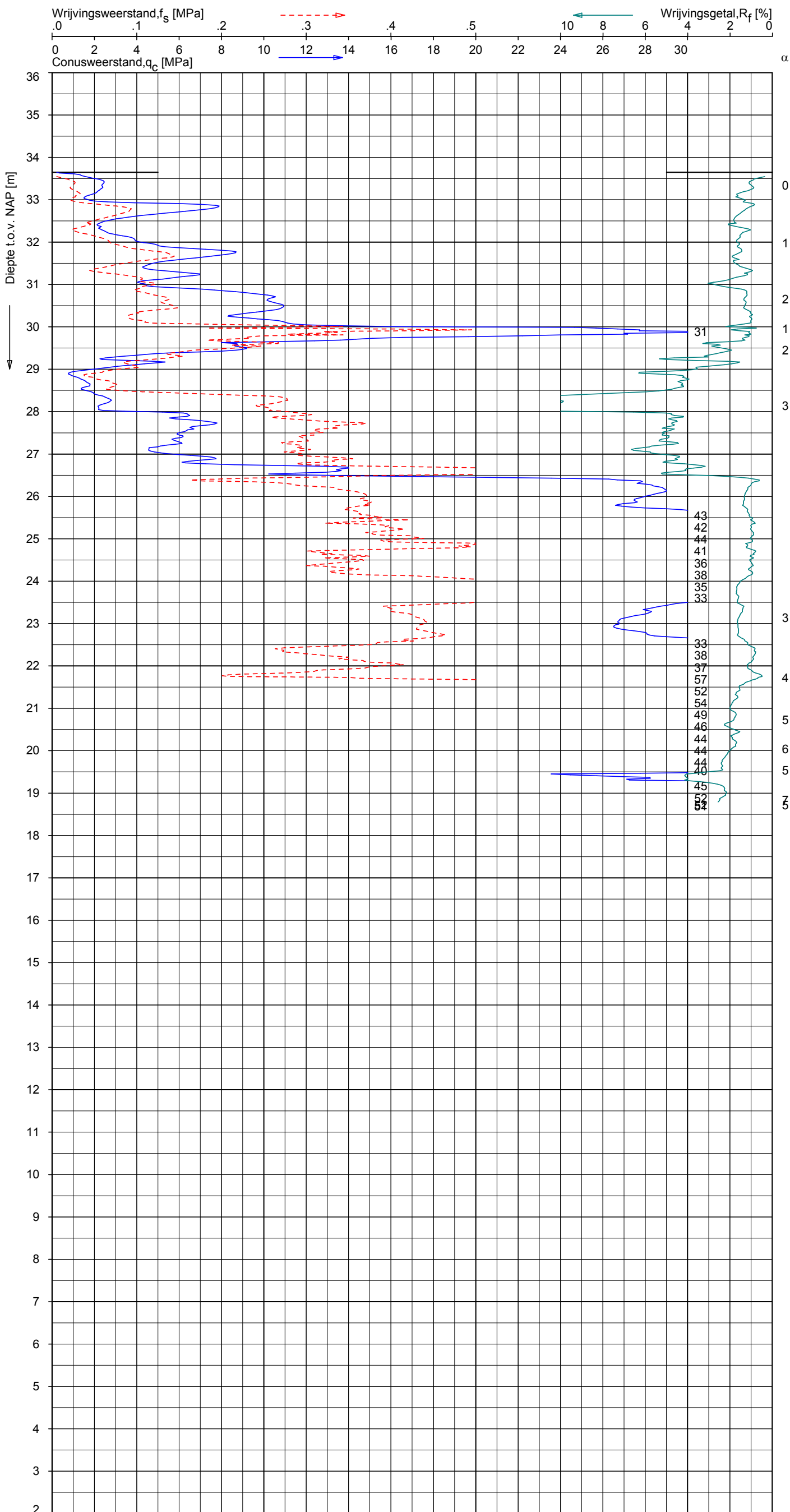


SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

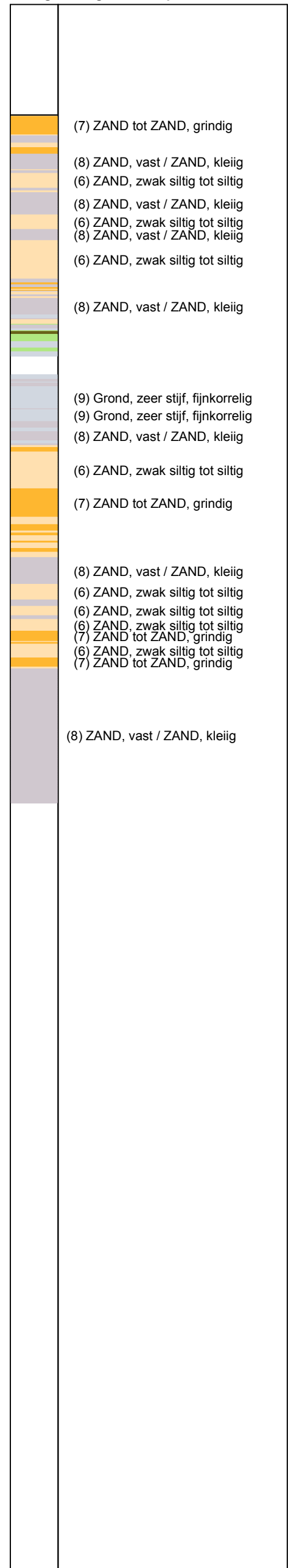
PLAN DE GEEST TE BEEK UBBERGEN

Opdr. 6009-0361-000  
 Sond. DKM20





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



Opg. : RNB/JTW d.d. 05-Nov-2009 conus : F7.5CKE2HAO/B X = 191894.3  
 Get. : UNISTART d.d. 2009-11-23 MV = NAP +33.65 m Y = 426722.8  
 Sondering volgens norm NEN 5140, klasse 2  
 conustype cilindrisch elektrisch, 1500 mmf  
 $\alpha$  afwijking van de vertikaal



SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

PLAN DE GEEST TE BEEK UBBERGEN

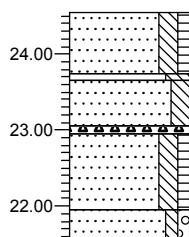
Opdr. 6009-0361-000  
 Sond. DKM21



### Boring: HB1

### Veldclassificatie

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



|                |                                                                                       |
|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 24.55          | Zand, matig fijn, matig siltig, zwak humeus, bruin, met leemhoudende laagjes, vochtig |
| 23.75<br>23.65 | Zand, matig fijn, sterk siltig, sporen roest, bruinrood, verkit                       |
| 23.05<br>22.95 | Zand, matig grof, matig siltig, bruin, verkit                                         |
|                | Puin, rood                                                                            |
| 21.95          | Zand, matig fijn, matig siltig, zwak humeus, zwartbruin                               |
| 21.54          | Zand, matig grof, zwak siltig, zwak grindig, bruin                                    |
|                | Gws geen                                                                              |

Uitvoering: 11-11-2009

X: 191942.78  
Y: 426853.73

MV (m tov NAP): 24.55  
GWS (cm tov MV):

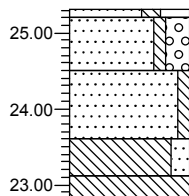
GHG (cm tov MV):  
GLG (cm tov MV):

Bk PB (m tov NAP):  
Boormeester: jbd

### Boring: HB2

### Veldclassificatie

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



|                |                                                                              |
|----------------|------------------------------------------------------------------------------|
| 25.31<br>25.21 | Zand, matig fijn, matig siltig, uiterst humeus, zwart                        |
| 24.51          | Zand, zeer grof, zwak siltig, sterk grindig, bruin, met leemhoudende laagjes |
|                | Zand, matig grof, zwak siltig, bruin                                         |
| 23.61          | Leem, vast, matig zandig, grijs                                              |
| 23.11          | Leem, vast                                                                   |
| 22.80          | Boring gestaakt, gws geen, grote stenen                                      |

Uitvoering: 11-11-2009

X: 191924.04  
Y: 426841.15

MV (m tov NAP): 25.31  
GWS (cm tov MV):

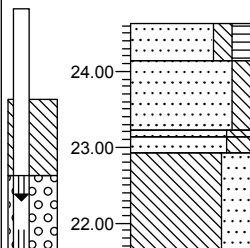
GHG (cm tov MV):  
GLG (cm tov MV):

Bk PB (m tov NAP):  
Boormeester: jbd

### Boring: HB3

### Veldclassificatie

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



|       |                                                          |
|-------|----------------------------------------------------------|
| 24.63 | Zand, matig fijn, matig siltig, matig humeus, zwartbruin |
| 24.13 | Zand, matig fijn, matig siltig, bruin                    |
| 23.72 | Zand, matig fijn, sterk siltig, roest, bruinrood, verkit |
| 23.12 | Zand, matig fijn, sterk siltig, grijs, vochtig           |
| 22.93 | Leem, matig vast, uiterst zandig, geelrood, zeer vochtig |
| 21.63 |                                                          |

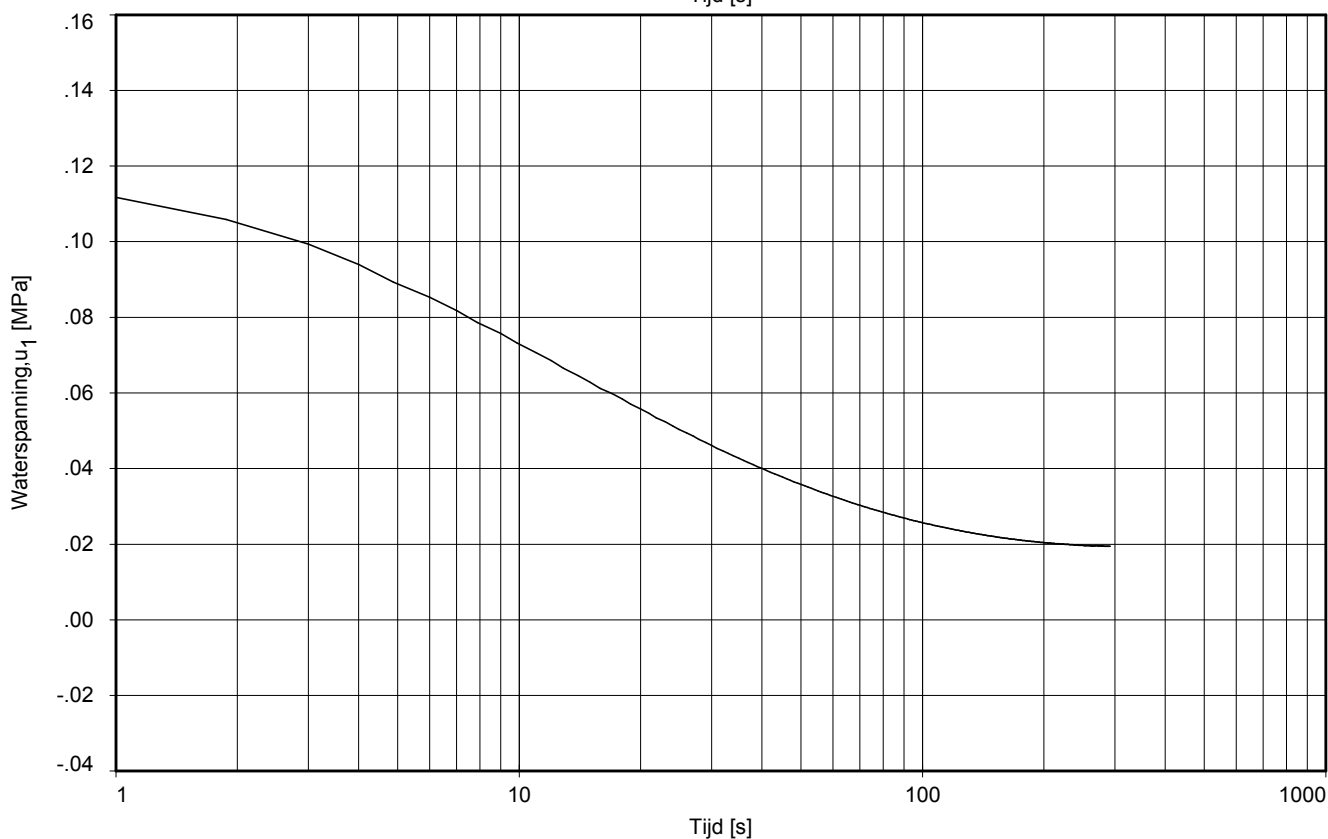
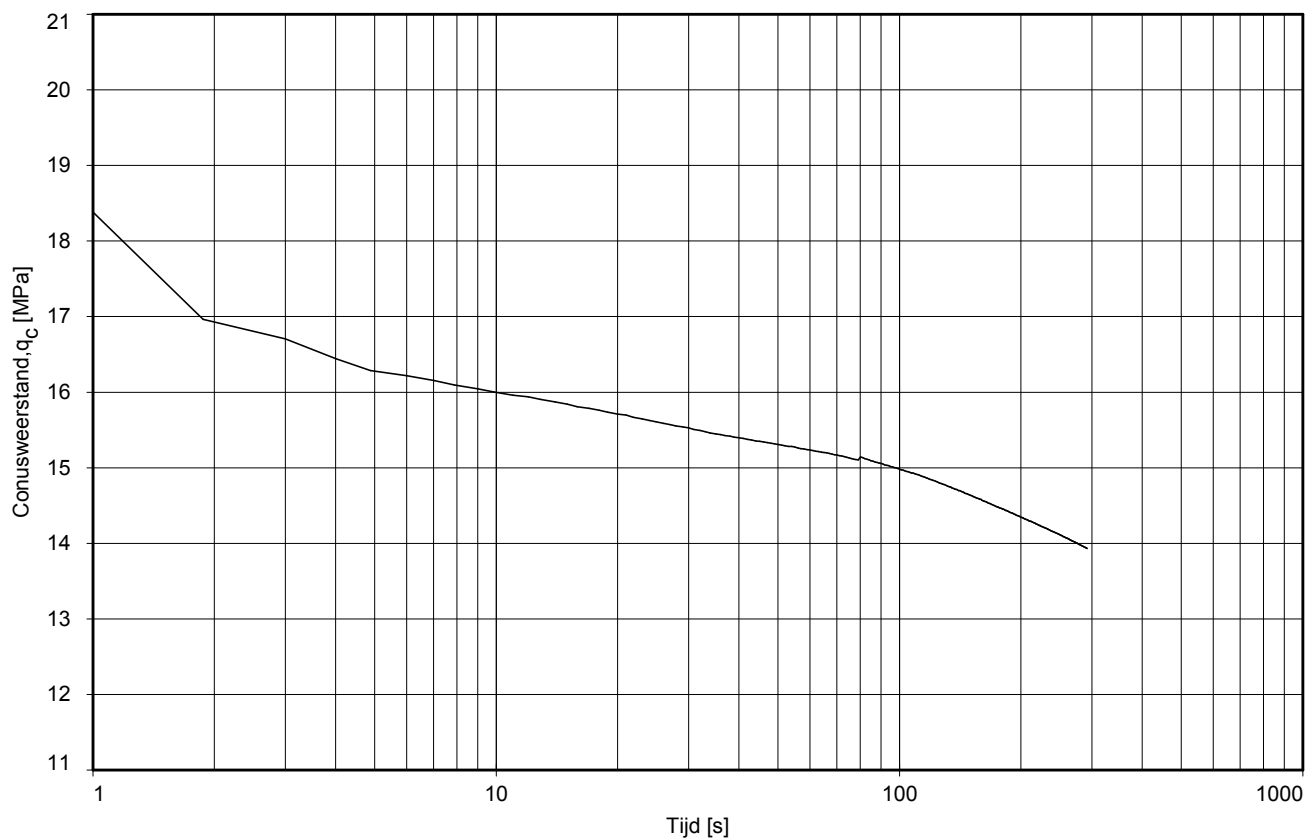
Uitvoering: 11-11-2009

X: 191954.77  
Y: 426834.67

MV (m tov NAP): 24.63  
GWS (cm tov MV):

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

Bk PB (m tov NAP): 24.83  
Boormeester: jbd

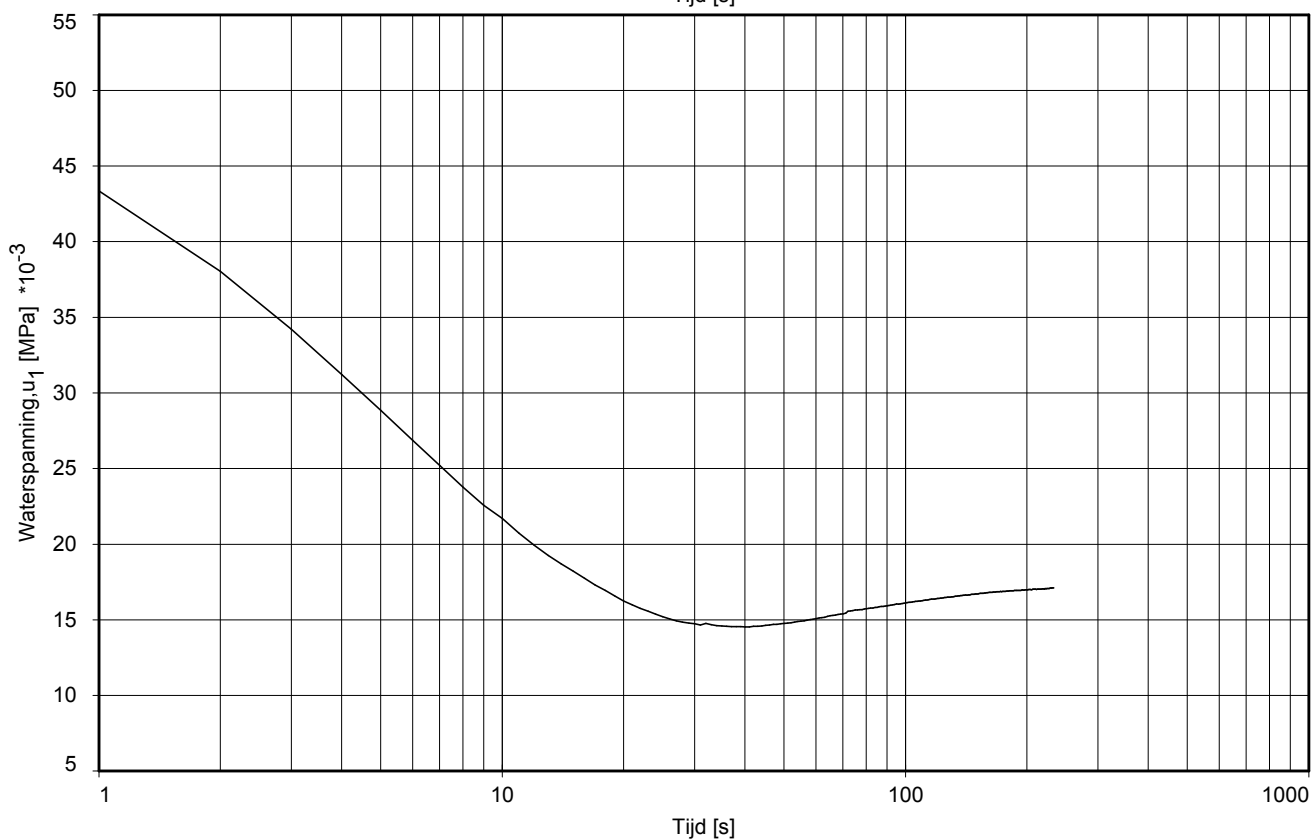
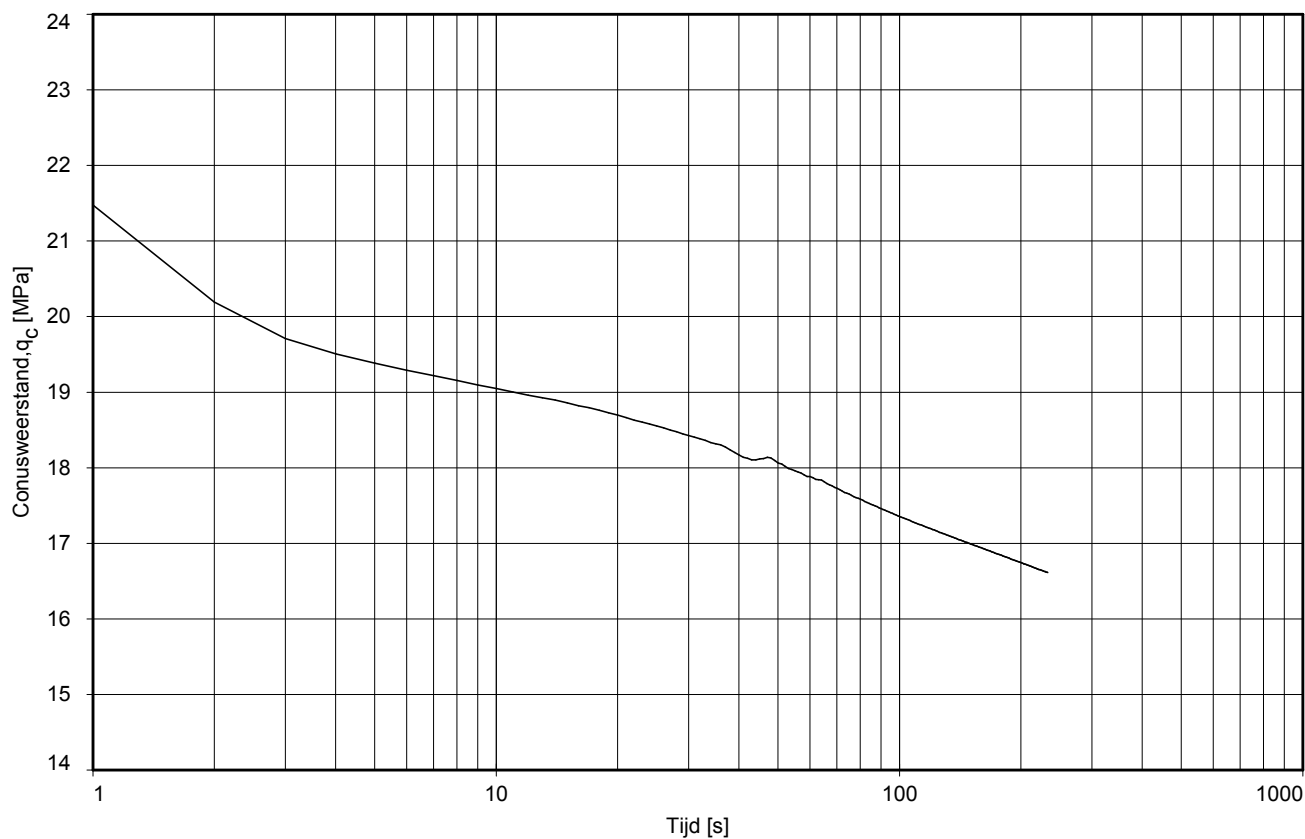


|                                    |         |        |                                |
|------------------------------------|---------|--------|--------------------------------|
| Dissipatietest nummer              | : 1     |        |                                |
| Dissipatietest diepte              | : NAP   | 7.65 m | MV = NAP +24.18 m              |
| Waterspanning begin dissipatietest | : 0.117 | MPa    | Opg.: JBL/AKN d.d. 05-Nov-2009 |
| Waterspanning einde dissipatietest | : 0.019 | MPa    | Get.: UNISTART d.d. 2009-11-23 |

DISSIPATIETEST

PLAN DE GEEST TE BEEK UBBERGEN

Opdr. 6009-0361-000  
Sond. DKMP1

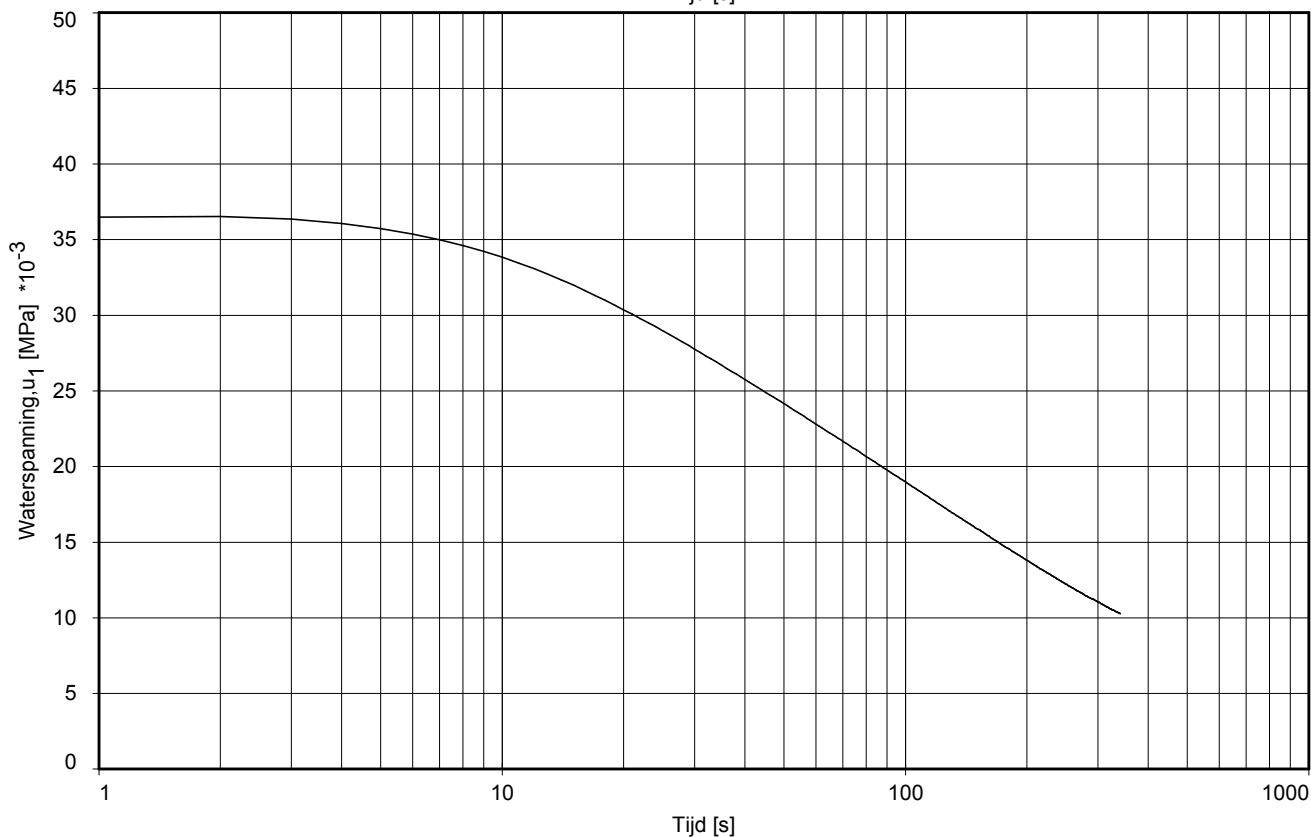
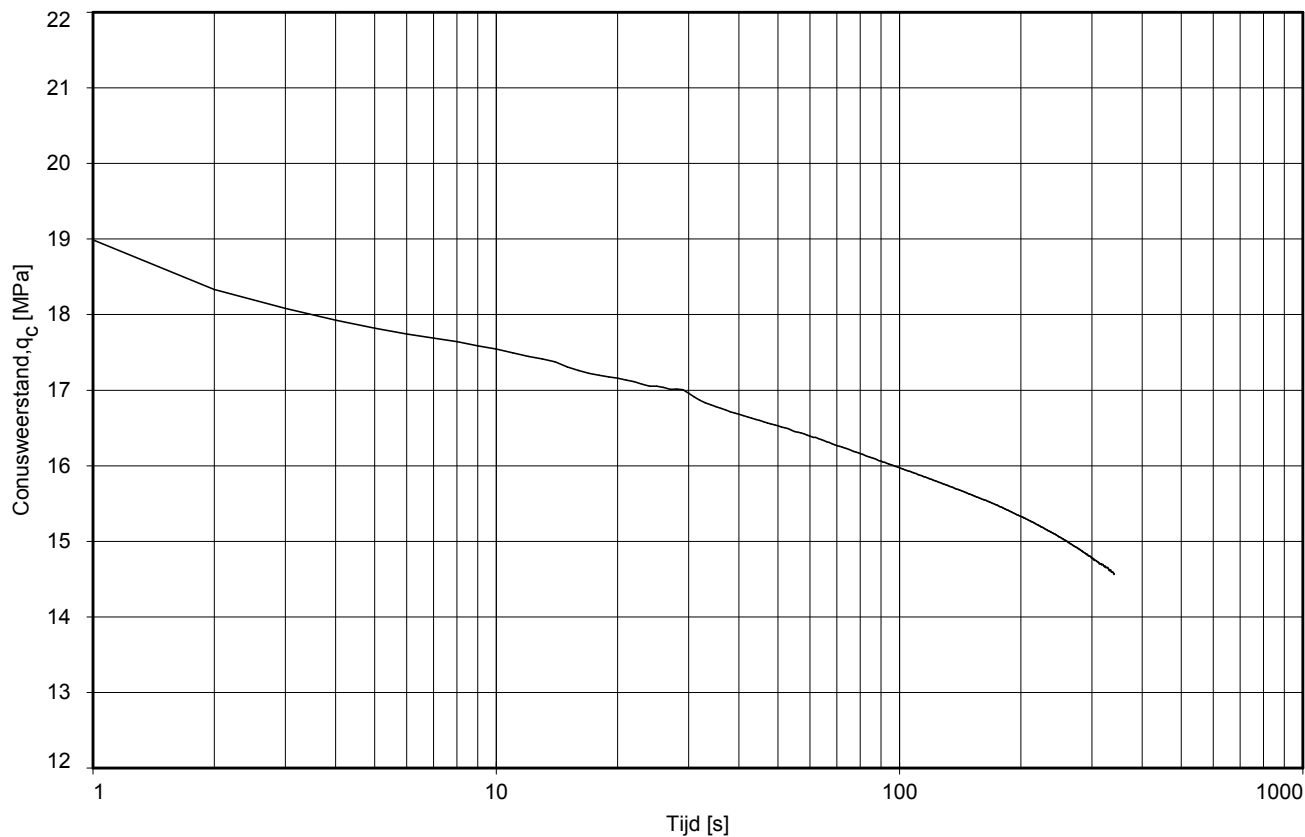


|                                    |             |        |          |                          |
|------------------------------------|-------------|--------|----------|--------------------------|
| Dissipatietest nummer              | : 1         |        |          |                          |
| Dissipatietest diepte              | : NAP       | 8.07 m | MV = NAP | +24.61 m                 |
| Waterspanning begin dissipatietest | : 0.046 MPa |        | Opg.:    | JBL/AKN d.d. 05-Nov-2009 |
| Waterspanning einde dissipatietest | : 0.017 MPa |        | Get.:    | UNISTART d.d. 2009-11-23 |

DISSIPATIETEST

PLAN DE GEEST TE BEEK UBBERGEN

Opdr. 6009-0361-000  
Sond. DKMP2



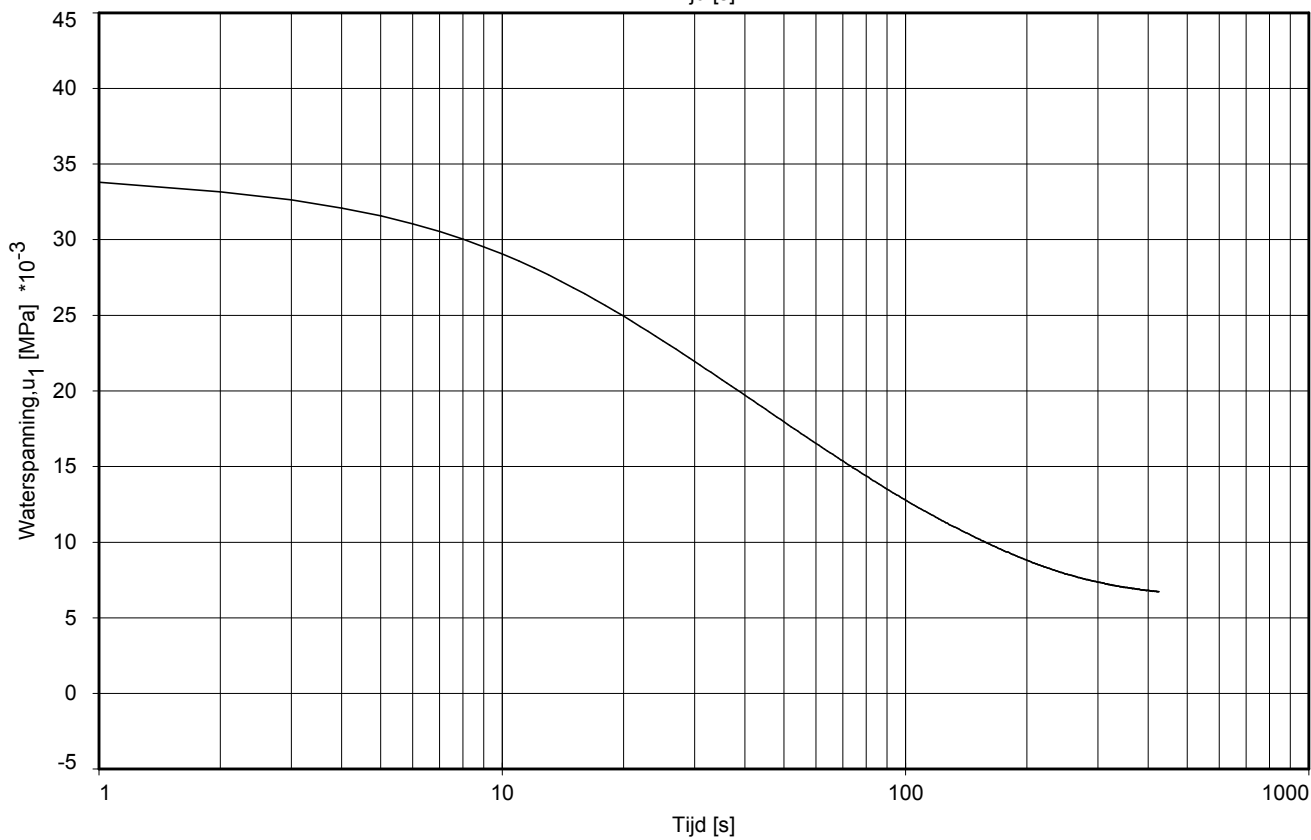
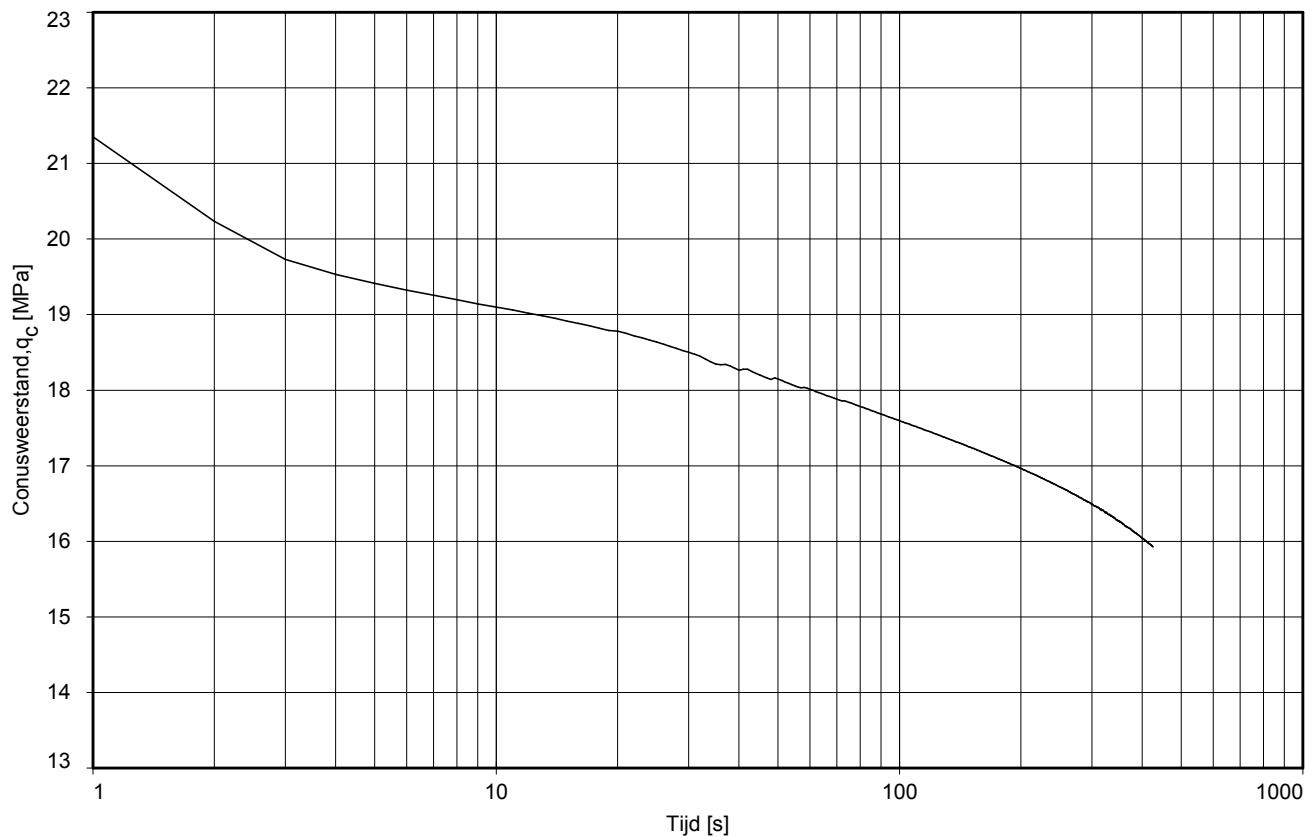
|                                    |         |      |   |                                 |
|------------------------------------|---------|------|---|---------------------------------|
| Dissipatietest nummer              | : 1     |      |   |                                 |
| Dissipatietest diepte              | : NAP   | 9.53 | m | MV = NAP +24.92 m               |
| Waterspanning begin dissipatietest | : 0.036 | MPa  |   | Opg. : JBL/AKN d.d. 05-Nov-2009 |
| Waterspanning einde dissipatietest | : 0.010 | MPa  |   | Get. : UNISTART d.d. 2009-11-23 |

DISSIPATIETEST

PLAN DE GEEST TE BEEK UBBERGEN

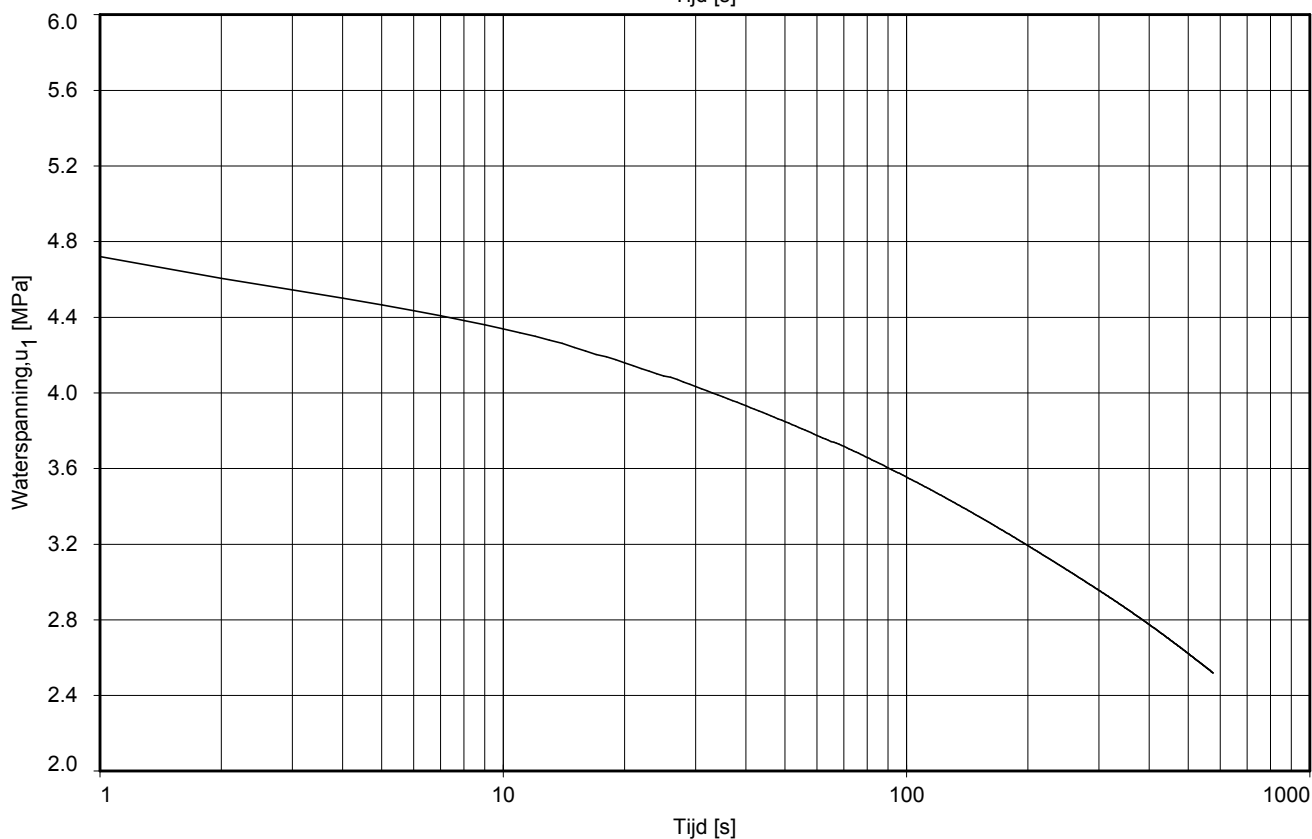
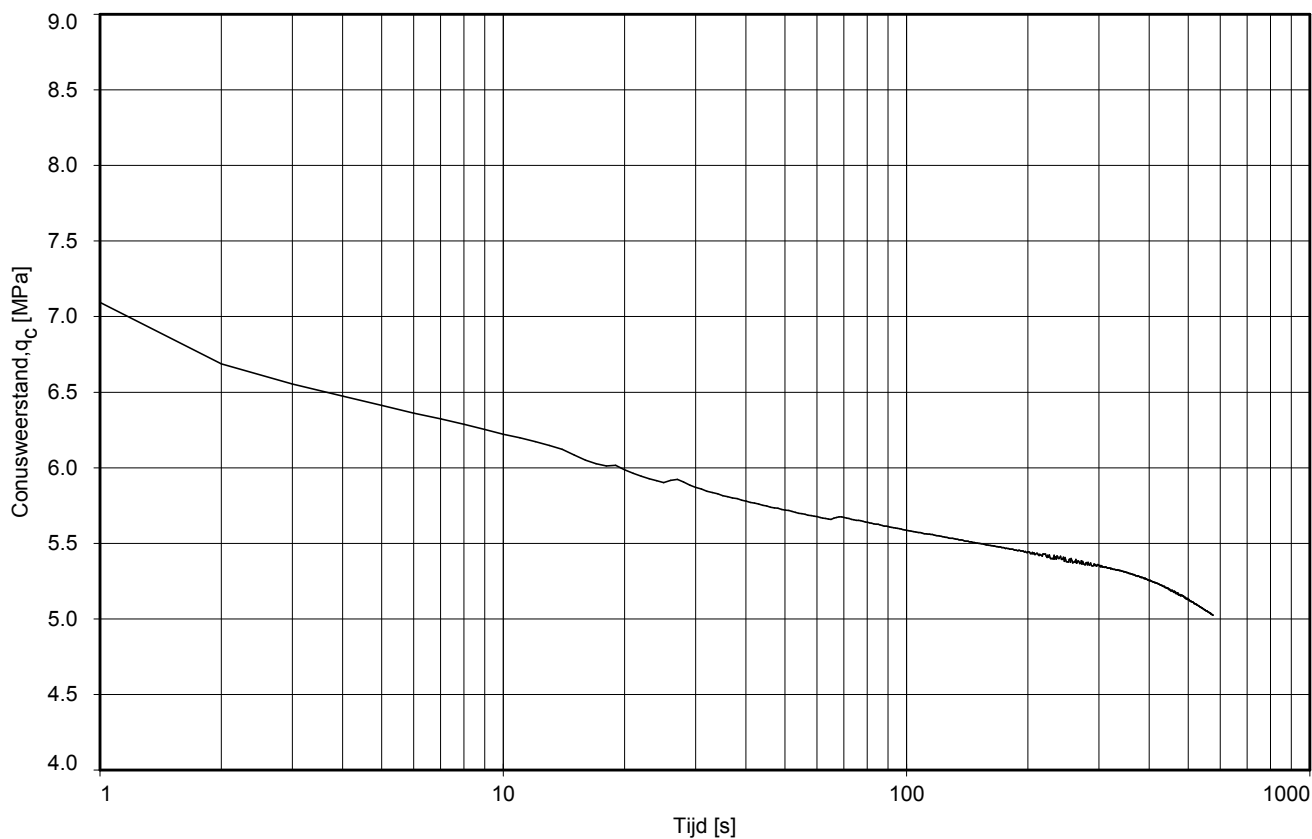
Opdr. 6009-0361-000  
Sond. DKMP3





|                                    |       |       |     |                                 |
|------------------------------------|-------|-------|-----|---------------------------------|
| Dissipatietest nummer              | : 2   |       |     |                                 |
| Dissipatietest diepte              | : NAP | 9.17  | m   | MV = NAP +23.91 m               |
| Waterspanning begin dissipatietest | :     | 0.034 | MPa | Opg. : JBL/AKN d.d. 04-Nov-2009 |
| Waterspanning einde dissipatietest | :     | 0.007 | MPa | Get. : UNISTART d.d. 2009-11-23 |

DISSIPATIETEST



|                                    |             |         |                                 |
|------------------------------------|-------------|---------|---------------------------------|
| Dissipatietest nummer              | : 1         |         |                                 |
| Dissipatietest diepte              | : NAP       | 10.76 m | MV = NAP +25.24 m               |
| Waterspanning begin dissipatietest | : 5.221 MPa |         | Opg. : JBL/AKN d.d. 04-Nov-2009 |
| Waterspanning einde dissipatietest | : 2.518 MPa |         | Get. : UNISTART d.d. 2009-11-23 |

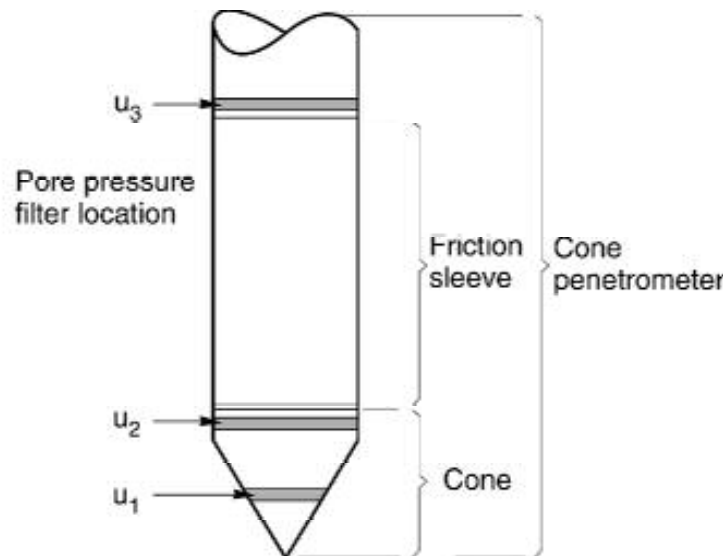
**DISSIPATIETEST**

PLAN DE GEEST TE BEEK UBBERGEN

Opdr. 6009-0361-000  
Sond. DKMP7

### Meetsysteem

De Fugro piëzo-conus geeft tijdens het sonderen een continue registratie van de waterspanning, de conusweerstand en meestal ook de plaatselijke wrijvingsweerstand. Een sondeerconus is hiertoe voorzien van een ingebouwde drukopnemer, waarmee de waterspanning wordt gemeten via een in en/of direct boven de conuspunt aangebracht keramisch / roestvrijstalen filter,  $u_1$  respectievelijk  $u_2$ , zie figuur 1. Het filter  $u_3$  wordt slechts zelden toegepast. De conus is standaard voorzien van een ingebouwde hellingmeter.



Figuur 1 Principe piëzo-conus

De sensor van de drukopnemer is aangebracht op hetzelfde niveau als de filterconstructie en staat via het filter in direct contact met het grondwater. De conusconstructie is zodanig dat er geen met lucht gevulde holle ruimten zijn, waardoor de respons van de drukopnemer zou kunnen worden verstoord. De waterdruk wordt gemeten met een piëzo-resistieve opnemer met een minimaal benodigde waterverplaatsing en een hoog uitgangssignaal. Slechts  $0,2 \text{ mm}^3$  is nodig voor het volle meetbereik. Het meetbereik kan worden gekozen afhankelijk van de te verwachten wateroverspanning. In stijve kleien kan deze oplopen tot meer dan 3 MPa (300 m waterkolom).

### Uitvoeringswijze

Om een juiste meting van de waterspanning te verkrijgen, dient het gehele meetsysteem volledig ontlucht en gevuld te zijn met een weinig samendrukbare vloeistof. Deze vloeistof mag niet uit de conus verdwijnen tijdens penetratie door de onverzadigde lagen boven de grondwaterstand. Daarom worden het meetsysteem met het keramisch / roestvrijstalen filter en de conus verzadigd met een hoog viskeuze vloeistof. Vervolgens wordt een rubber membraan om de conus aangebracht.

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

Tijdens penetratie van de conus worden de optredende water(over)spanningen en de conusweerstand continu en simultaan geregistreerd.

### Interpretatie

De resultaten van de piëzo-sonderingen bestaan uit de gemeten conusweerstand ( $q_c$ ), de plaatselijke wrijvingsweerstand ( $f_s$ ), het wrijvingsgetal ( $R_f$ ), de gemeten waterspanning ( $u_1$  of  $u_2$  respectievelijk in de punt en achter de punt) en de wateroverspanningindex  $B_q$ .

De resultaten van de waterspanningsmeting tijdens het sonderen vormen uit grondmechanisch en geohydrologisch oogpunt een belangrijke extra informatiebron voor de interpretatie van de bodemopbouw. Door combinatie van de meting van de conusweerstand en de waterspanning, bij voorkeur samen met de plaatselijke wrijvingsweerstand, wordt optimaal gebruik gemaakt van de sondeertechniek en kan het benodigde aanvullend grondonderzoek efficiënter worden gepland.

Bij de interpretatie speelt met name de wateroverspanning een rol, dat wil zeggen de verhoging van de waterspanning die door het indrukken van de conus ontstaan is.

Dunne cohesieve laagjes in een zandpakket en dunne zandlaagjes in een kleipakket, die in de conusweerstand en de plaatselijke wrijvingsweerstand door uitmiddeling niet of slecht zichtbaar zijn, kunnen goed worden gedetecteerd aan de hand van de water(over)spanningen, die door het sonderen ontstaan. Deze laagjes kunnen van groot belang zijn voor het zettingsgedrag van funderingen en voor de verticale (on)doorlatendheid van de grond.

Verder kunnen met de piëzo-conus, met name via de  $u_1$ -meting, sterk gelaagde structuren van zand en klei onderscheiden worden van homogene lagen hetgeen op basis van conusweerstand en plaatselijke wrijving in veel gevallen niet lukt. Het detectievermogen van de  $u_1$ -meting lijkt veel hoger te zijn dan van de  $u_2$ -meting.

### Wateroverspanningindex $B_q$

Met de wateroverspanningindex  $B_q$  kan een meer nauwkeurige classificatie van de grondsoort worden verkregen. Deze index is de verhouding van de wateroverspanning en de netto conusweerstand  $q_{net}$ , zijnde de gemeten conusweerstand  $q_c$  gecorrigeerd voor de waterspanning op het netto oppervlak van de sondeerconus, rekeninghoudend met de heersende effectieve spanning op het betreffende niveau. De wateroverspanningindex  $B_q$  wordt als volgt berekend:

$$B_q = \beta \cdot (u_1 - u_0) / q_{net} \quad \text{of} \quad B_q = (u_2 - u_0) / q_{net}$$

waarin:

- $\beta$  = factor voor de verschillende grondsoorten voor omrekening van  $u_1$  naar  $u_2$ ; standaard wordt hiervoor aangehouden 0,8, zijnde normaal geconsolideerde kleien (zie hierna volgende tabel);
- $q_{net}$  =  $q_t - \sigma'_{v0}$  = netto conusweerstand;
- $q_t$  =  $q_c + (1-a) \cdot \{ \beta \cdot (u_1 - u_0) + u_0 \}$  voor een filter in de conuspunt;  
=  $q_c + (1-a) \cdot u_2$  voor een filter direct achter de conuspunt;
- $\sigma'_{v0}$  = de effectieve verticale korrelspanning; standaard wordt hierbij uitgegaan van een gemiddeld volumiek gewicht van de bodemlagen van  $14 \text{ kN/m}^3$  en een grondwaterstand op 1 m beneden maaiveld;
- $a$  = netto oppervlakteverhoudingscoëfficiënt van de conus i.v.m. de spleet achter de conuspunt;
- $u_1$  = de gemeten waterdruk bij een filterplaatsing *in* de punt;
- $u_2$  = de gemeten waterdruk bij een filterplaatsing *achter* de punt;
- $u_0$  = de hydrostatische stijghoogte; standaard wordt hiervoor in de berekening een niveau aangehouden van 1 m beneden maaiveld.

Voor andere grondsoorten zijn de  $\beta$ -factoren in onderstaande tabel gegeven.

| Grond gedrag                   | $\beta$ -factor       |
|--------------------------------|-----------------------|
| Normaal geconsolideerde klei   | 0,6 - 0,8             |
| Licht overgeconsolideerde klei | 0,5 - 0,7             |
| Sterk overgeconsolideerde klei | 0 <sup>1)</sup> - 0,3 |
| Leem samendrukbaar             | 0,5 - 0,6             |
| Leem, vast en dillatant gedrag | 0 <sup>1)</sup> - 0,2 |
| Zand siltig, los gepakt        | 0,2 - 0,4             |

<sup>1)</sup> Bij meting van de waterspanning achter de conuspunt worden in bepaalde gevallen negatieve waterspanningen gemeten. Deze waarden geven nauwelijks een indicatie van de doorlatendheid, doch alleen over het materiaalgedrag.

### Dissipatietest

Het is ook mogelijk het sondeerproces op een bepaalde diepte tijdelijk te stoppen en de afname van de wateroverspanning (dissipatie) als functie van de tijd te registreren. Daarna kan het sondeerproces worden voortgezet.

In doorlatende gronden geeft de dissipatietest een goed beeld van de heersende hydrostatische waterspanning en daarmee van de stijghoogte. Het betreft slechts een indicatie aangezien de meetnauwkeurigheid beperkt is. Door het uitvoeren van meerdere metingen in een grondlaag en de gemiddelde waarde van de stijghoogte te bepalen kan een beduidend hogere nauwkeurigheid worden behaald. Ervaring leert dat de onnauwkeurigheid circa 0,5 m bedraagt.

Voor een meer nauwkeurige bepaling en de optredende fluctuaties zijn peilbuismetingen over een langere waarnemingsperiode nodig, afhankelijk van het doel.

In slecht doorlatende, cohesieve lagen kan met behulp van de dissipatietest een indicatie van de consolidatiecoëfficiënt en daarmee van de verticale (on)doorlatendheid worden verkregen. Hierbij dient de dissipatietest te worden voortgezet totdat de wateroverspanning tenminste met 50 % is afgenomen. In de praktijk komt dat overeen met circa 1/2 uur à 3/4 uur.

Uit berekeningen en kwalitatieve vergelijking van de metingen wordt inzicht verkregen in het consolidatiegedrag van de grond.

Voor het vaststellen van de heersende hydrostatische waterspanning in kleilagen is de dissipatietest in de meeste gevallen weinig geschikt, vanwege de benodigde lange aanpassingstijd en de onnauwkeurigheid.