FUGRO GEOSERVICES B.V.

RAPPORTAGE

GEOTECHNISCH VELDWERK
betreffende

ONDERZOEK FUGRO VACUUMCONSOLIDATIEPROEF

Opdrachtnummer: 1316-0080-000

VERSIE	DATUM	OMSCHRIJVING WIJZIGING	PARAAF PROJECTLEIDER
1	14 maart 2016		
2	3 augustus 2016	DKMB5 t/m 8, B5 t/m 8	
3	24 oktober 2016	DKMB9 t/m DKMB12	

FILE: 1316-0080-000_21_KRV03.docx

Kantoor: Prismastraat 2 (2631 RT Nootdorp), 2631 RT Nootdorp, Tel.: 070 31 11333, www.fugro.nl
Onderdeel van de Fugro Groep met vestigingen over de hele wereld.

FUGRO GEOSERVICES B.V.

RAPPORTAGE GEOTECHNISCH VELDWERK

Project	Onderzoek Fugro Vacuumconsolidatieproef	Opdrachtnummer	1316-0080-000
Opdrachtgever	Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier Postbus 250 1700 AG HEERHUGOWAARD	Datum rapportage	24 oktober 2016
		Uitvoeringsperiode	24 februari 2016 t/m 4 maart 2016. Fase 2: 8 juli 2016 t/m 18 juli 2016, Fase 3: 14 oktober 2016
Opgesteld door	G. Hofstede		
Gecontroleerd door	B. Smit		
Projectleider	ing. G.J.P. Boers		
Documentnaam	1316-0080-000_21_KR03		

Deze rapportage bevat de resultaten van het geotechnisch veldwerk dat ten behoeve van bovengenoemd project door Fugro GeoServices B.V. is uitgevoerd. De gerapporteerde resultaten van dit onderzoek mogen slechts worden gehanteerd voor het doel zoals in de opdracht is beschreven.

Tot deze rapportage behoren de volgende bijlagen:
- Situatietekening
- Sonderingen
- Veldboorstaten
- Continu Elektrisch Sonderen
- Legenda Terreinproeven en Grondsoorten

1. GEOTECHNISCH VELDWERK

Het geotechnisch veldwerk voor dit project heeft bestaan uit:
- 12 bolsonderingen (BCPT);
- 14 waterspanningsmeters plaatsen (WSM);
- 2 klasse-1 sonderingen met meting van de plaatselijke wrijvingsweerstand en meting van de waterspanning tijdens het sonderen (LKMP);
- 7 mechanische boringen t.b.v. plaatsen van hellingmeetbuizen (HMB);
- 8 mechanische boringen met continue piston-sampling (B).

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

2. COORDINATEN EN HOOGTE VAN ONDERZOEKSPUNTEN

De hoogte en de coördinaten van de onderzoekslocaties zijn bepaald in NAP en RD. De maximale afwijking van de meting van de coördinaten bedraagt 10 cm, de maximale afwijking van de meting van de hoogte bedraagt 5 cm.

De opdrachtgever heeft de onderzoekslocaties aangewezen.

De bijgevoegde situatietekening is gebruikt voor het aangeven van de onderzoekslocaties.

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

3. SONDEREN

Het sonderen is uitgevoerd conform de vigerende richtlijnen en de NEN-EN-ISO 22476-1. Een beschrijving van de gevolgde meet- en registratiemethode is gegeven in de bijlage "Continu Elektrisch Sonderen".
Sonderingen DKMB5 tot en met DKMB8 zijn uitgevoerd direct na afloop van de vacuümconsolidatieproef. DKMB9 tot en met DKMB12 zijn uitgevoerd na 3 maanden.

Voor de uitvoering van de bolsondering zijn geen internationale normen beschikbaar. Hiervoor zijn de Fugro in house praktijk en richtlijnen toegepast. Deze werkwijze is gebaseerd op beschikbare normen voor standaard Elektrische Sonderingen, aangezien de Bolsondering lijkt op de elektrische sondering. De Fugro praktijk geeft richting en aanbevelingen gebaseerd op gezamenlijke research en ontwikkeling van T-bar en bolconussen, b.v. NGI (2006).

Wanneer de sonderingen gebruikt worden voor de toetsing van geotechnische constructies dient de aard en omvang van het grondonderzoek te voldoen aan 3.2.3 van NEN 9997-1.

12 waterspanningsmeters zijn geplaatst met behulp van de inzet van een rupskraantje. 2 zijn met behulp van een minisondeerrups geplaatst i.v.m. de grotere plaatsingsdiepte.

Alle sondeerlocaties zijn afgedicht met kleikorrels of kleistaven tot max. MV-3m.

4. BOREN

Het mechanisch boorwerk is verbuisd uitgevoerd, waarbij de grond uit de buis is verwijderd met behulp van een puls (niet cohesieve gronden, zand, grind) en/of een avegaarboor (cohesieve gronden, klei, veen). Boringen B5 tot en met B8 zijn uitgevoerd na afloop van de vacuümconsolidatieproef.

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

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

Op basis van de sondeerresultaten is de diepte bepaald van de ongeroerde monsters. De ongeroerde monstername bij het mechanisch boren heeft plaatsgevonden met een stationary piston sampler.

5. (GROND)WATERSTAND

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

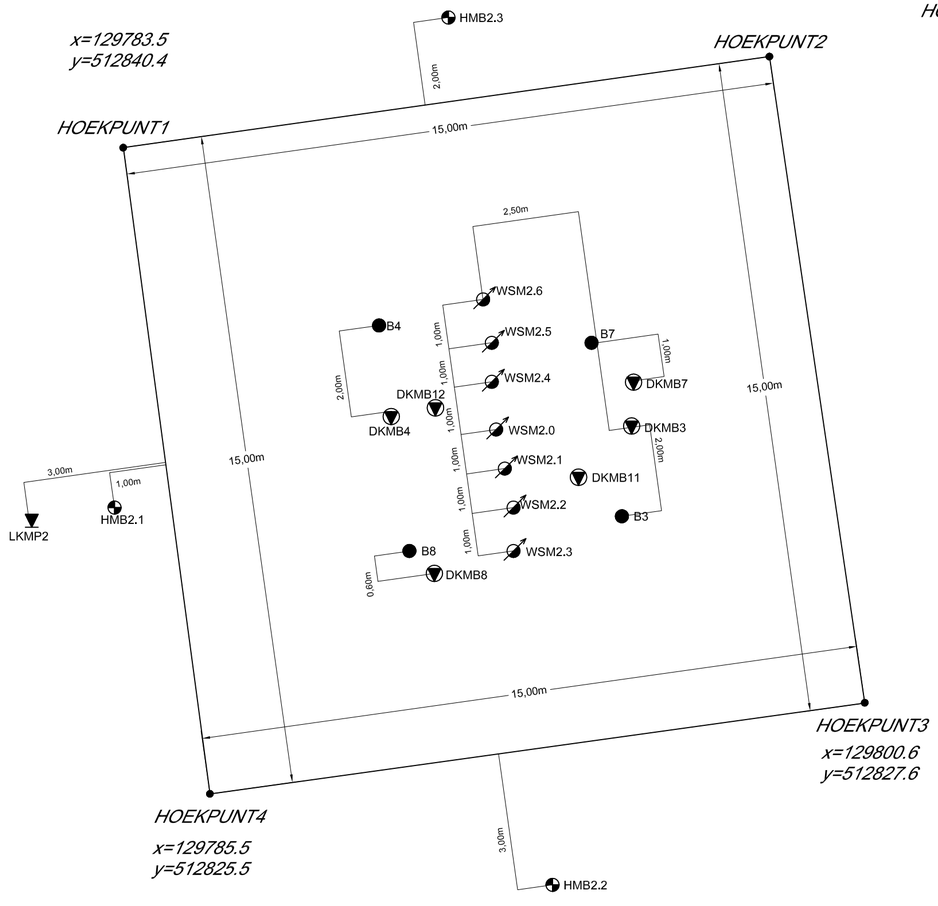
Tijdens de uitvoering van het grondonderzoek is de grondwaterstand in het boorgat aangetroffen op 0,4 m beneden maaiveld, hetgeen overeenkomt met circa -1,1 m. Deze grondwaterstand is

een eenmalige opname en bedoeld als een oriënterend gegeven. De grondwaterstand kan in de tijd fluctueren onder invloed van de weersgesteldheid en de seizoenen.

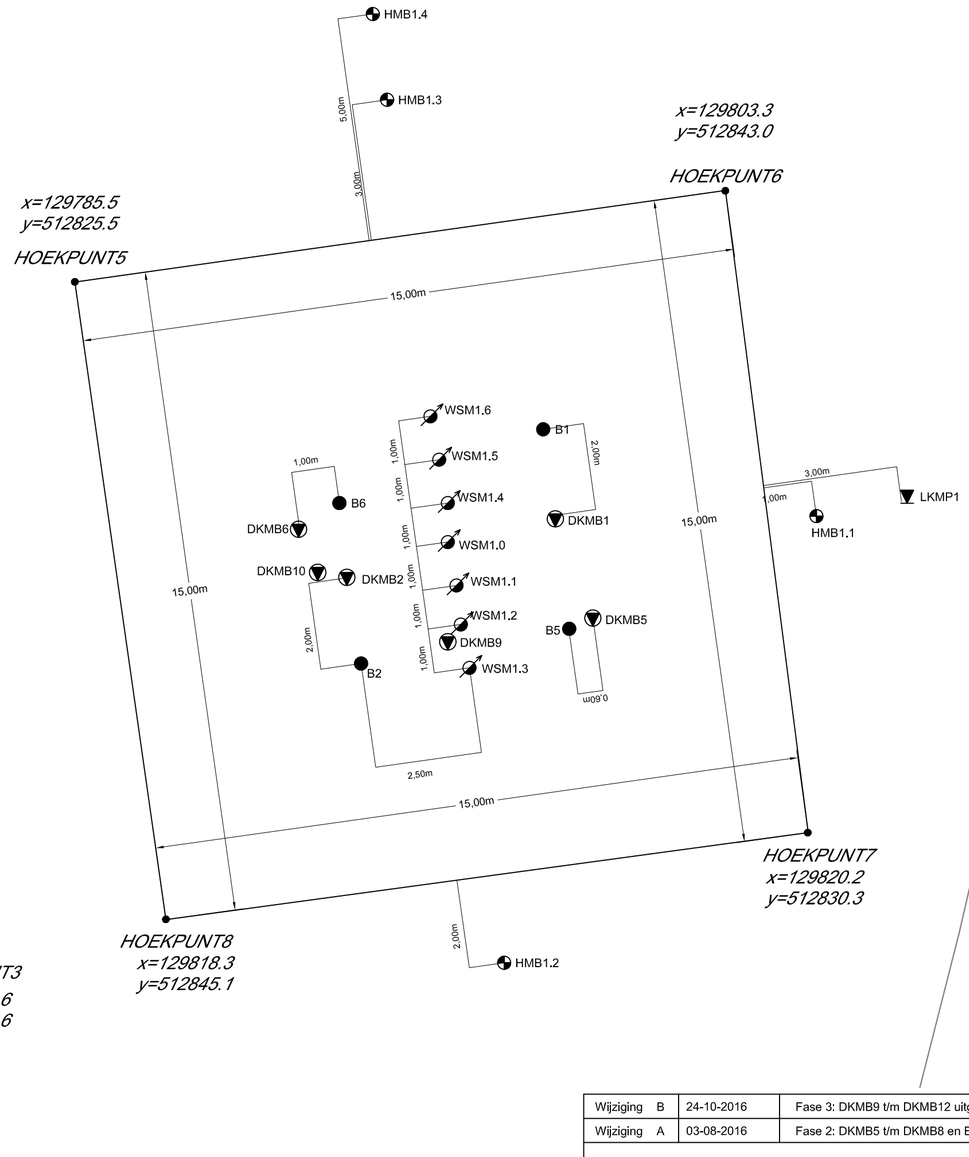
6. KWALITEITSBORGING

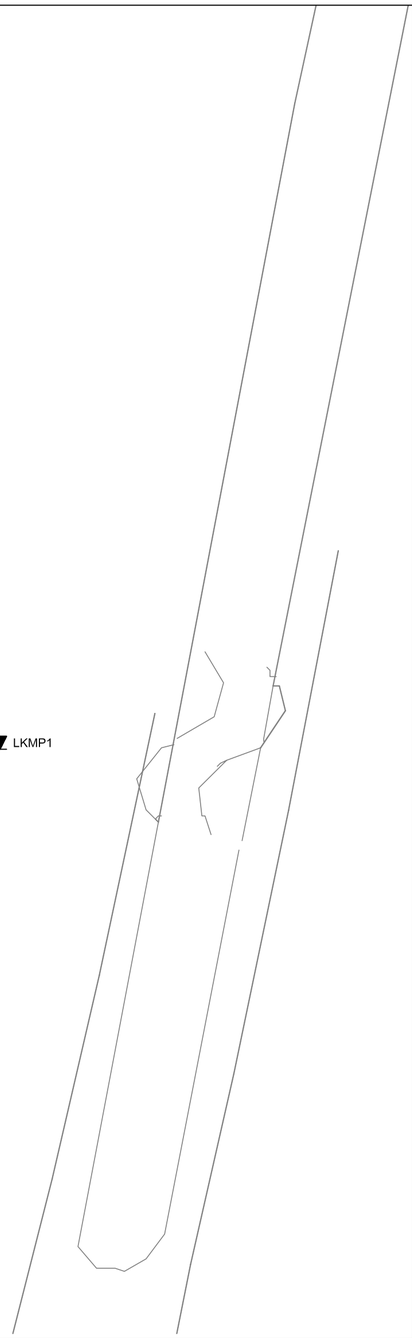
Alle werkzaamheden zijn verricht in overeenstemming met het managementsysteem van Fugro GeoServices B.V. dat voldoet aan de NEN-ISO 9001:2008 en VCA ** 2008/05.

PROEFVAK 2



PROEFVAK 1





Wijziging B	24-10-2016	Fase 3: DKMB9 t/m DKMB12 uitgevoerd	GHE
Wijziging A	03-08-2016	Fase 2: DKMB5 t/m DKMB8 en Boring B5 t/m B8 uitgevoerd	GHE

Fugro GeoServices B.V.
Kantoor Nootdorp
Prismastraat 2
2631 RT Nootdorp
Tel: 070 - 3 111 333
www.fugro-nederland.nl
e-mail: info@fugro.nl

Revisie: 24-10-2016

Schaal: 1 : 100

SITUATIE

0 1,0 2,0 3,0 4,0 5,0 m

ONDERZOEK FUGRO VACUÜMCONSOLIDATIEPROEF

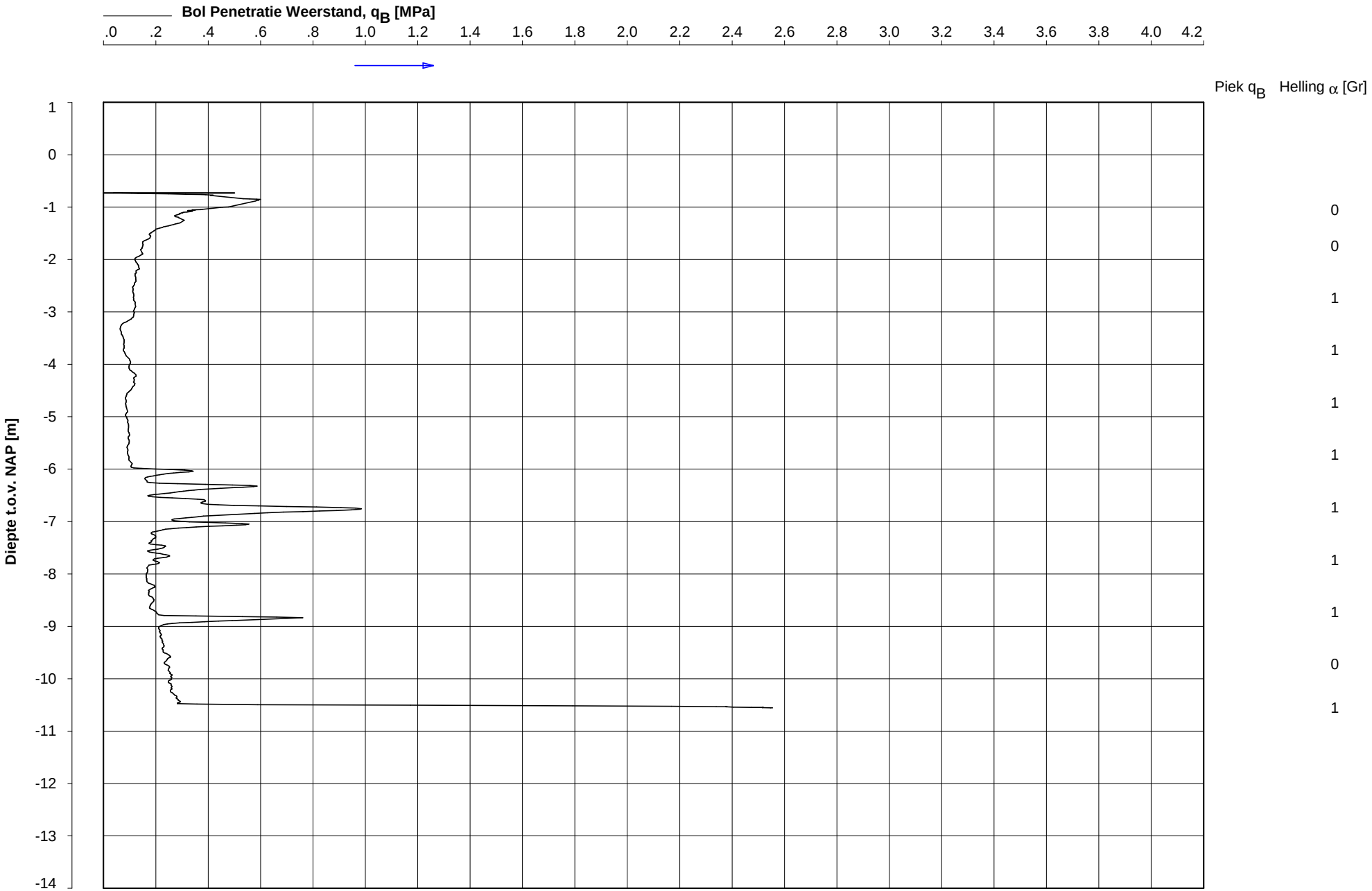
Formaat: A2 594x420

Getekend	Datum	Status	Projectnummer	Bijlage
BSM	31-5-2016	DEFINITIEF	1316-0080-000	1B

P:\13\1316-0080-000\21_Uitvoering_terreinonderzoek\10_Basisgegevens\1316-0080-000_1.dwg

UNIPLOT 05.31.nl / BALLPROBE QB-1CM=0.1MPA A4-NL L .UCF / 2016-03-03 10:13:40

Opdr. nr. 1316-0080-000 ONDERZOEK FUGRO VACUUMCONSOLIDATIEPROEF Sond. DKMB1



Datum uitvoering	: 29-Feb-2016	Sonde Type/Nr.	: BP48-CF25SN2
MV tov NAP [m]	: -0.73	Bol Basis Opp.[mm^2]	: 4778
Coordinaten [m]	: X = 129814.4 Y = 512837.5	System	: RD

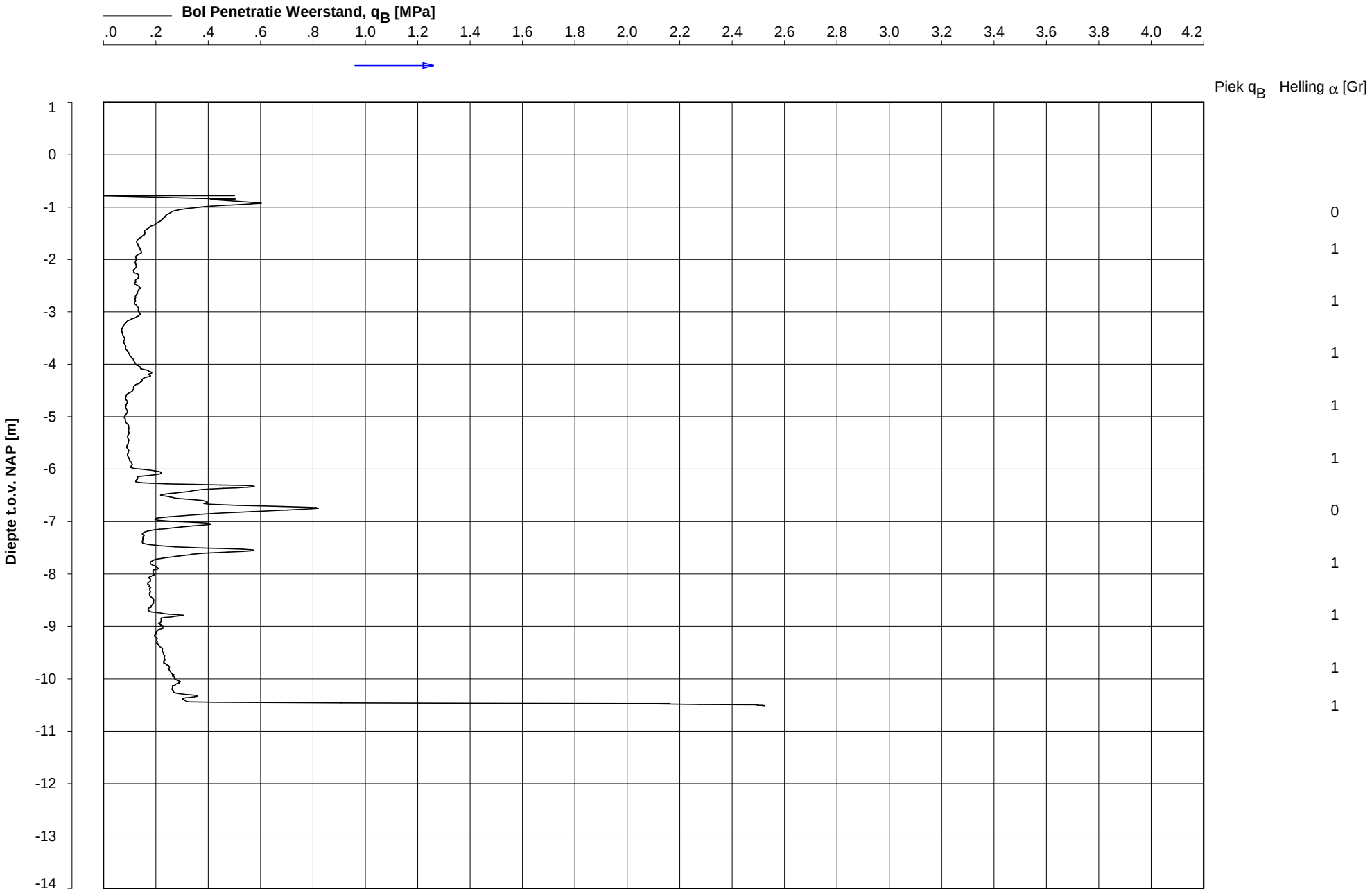
Uitvoering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Toepassingsklasse 2. Test type Bol sondering
Conustype: A_B = 4778 mm^2;

UNIPLOT 05.31.nl / BALLPROBE QB-1CM=0.1MPA A4-NL L .UCF / 2016-03-03 10:13:42

Opdr. nr. 1316-0080-000

ONDERZOEK FUGRO VACUUMCONSOLIDATIEPROEF

Sond. DKMB2

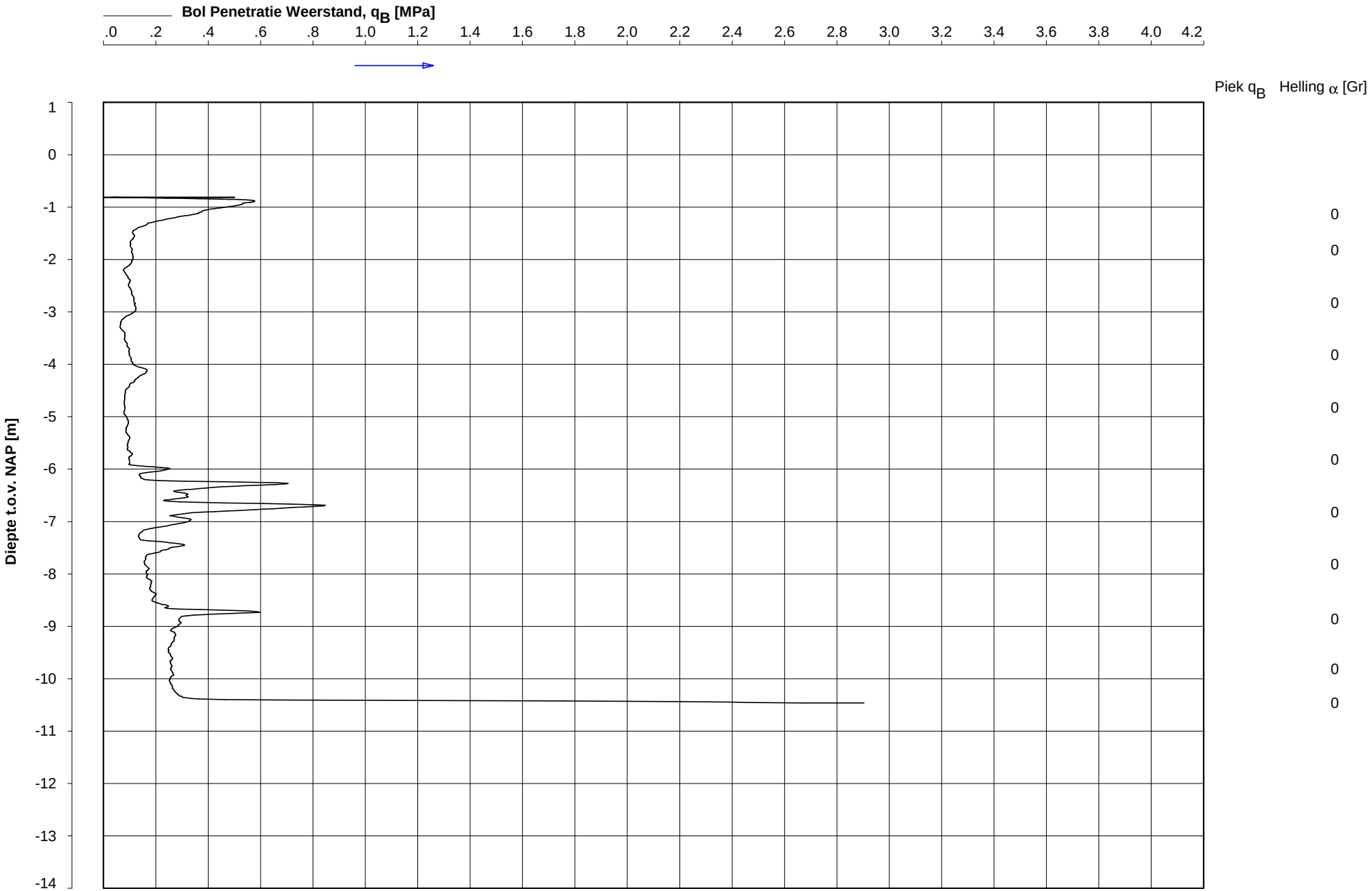


Datum uitvoering	: 29-Feb-2016	Sonde Type/Nr.	: BP48-CF25SN2
MV tov NAP [m]	: -0.78	Bol Basis Opp.[mm^2]	: 4778
Coordinaten [m]	: X = 129809.6 Y = 512836.2	System	: RD

Uitvoering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Toepassingsklasse 2. Test type Bol sondering
Conustype: A_B = 4778 mm^2;

UNIPLOT 05.31.nl / BALLPROBE QB-1CM=0.1MPA A4-NL L .UCF / 2016-03-03 10:13:44

Opdr. nr. 1316-0080-000 ONDERZOEK FUGRO VACUUMCONSOLIDATIEPROEF Sond. DKMB3



Datum uitvoering : 26-Feb-2016
MV tov NAP [m] : -0.81
Coordinaten [m] : X = 129795.2 Y = 512834.0

Sonde Type/Nr. : BP48-CF25SN2
Bol Basis Opp.[mm^2] : 4778
System : RD

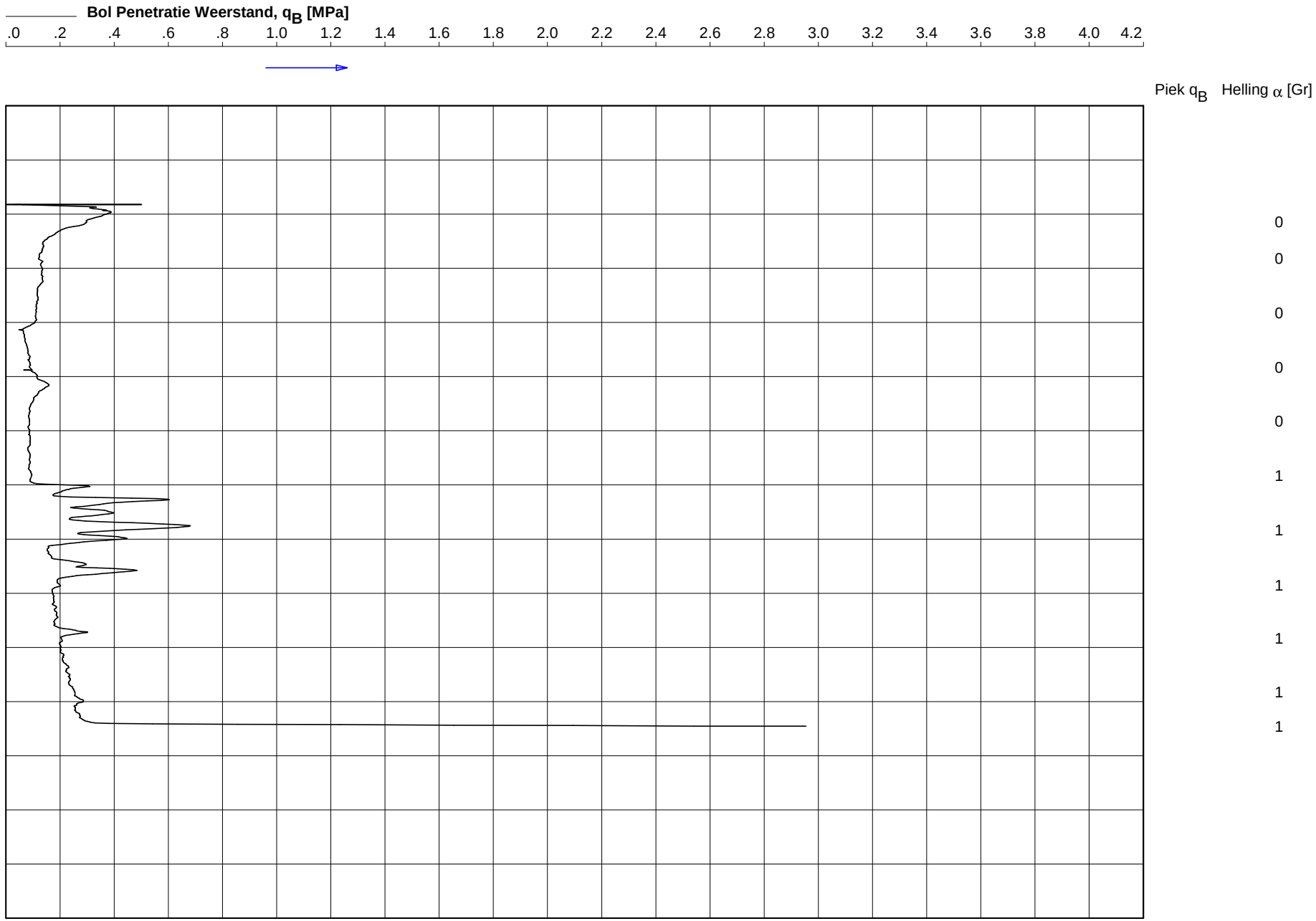
Uitvoering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Toepassingsklasse 2. Test type Bol sondering
Conustype: A_B = 4778 mm^2;

UNIPLOT 05.31.nl / BALLPROBE QB-1CM=0.1MPA A4-NL L .UCF / 2016-03-03 10:13:46

Opdr. nr. 1316-0080-000

ONDERZOEK FUGRO VACUUMCONSOLIDATIEPROEF

Sond. DKMB4



Datum uitvoering : 26-Feb-2016
MV tov NAP [m] : -0.82
Coordinaten [m] : X = 129789.7 Y = 512834.2

Sonde Type/Nr. : BP48-CF25SN2
Bol Basis Opp.[mm^2] : 4778
System : RD

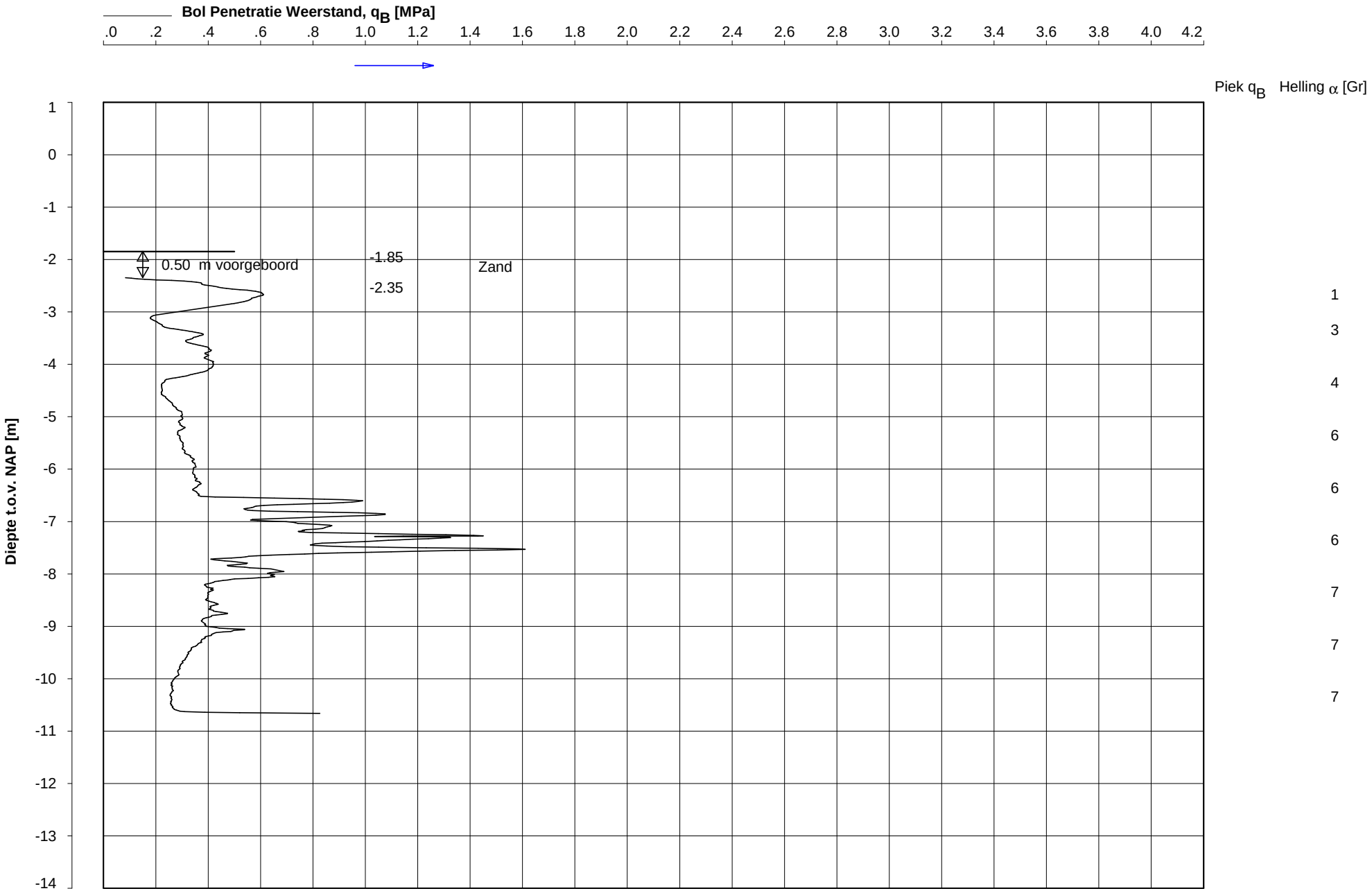
Uitvoering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Toepassingsklasse 2. Test type Bol sondering
Conustype: A_B = 4778 mm^2;

UNIPLOT 05.31.nl / BALLPROBE QB-1CM=0.1MPA A4-NL L .UCF / 2016-07-12 14:24:46

Opdr. nr. 1316-0080-000

ONDERZOEK FUGRO VACUUMCONSOLIDATIEPROEF

Sond. DKMB5



Datum uitvoering : 08-Jul-2016
MV tov NAP [m] : -1.85
Coordinaten [m] : X = 129815.2 Y = 512835.2

Sonde Type/Nr. : BP48-CF25SN2
Bol Basis Opp.[mm^2] : 4778
System : RD

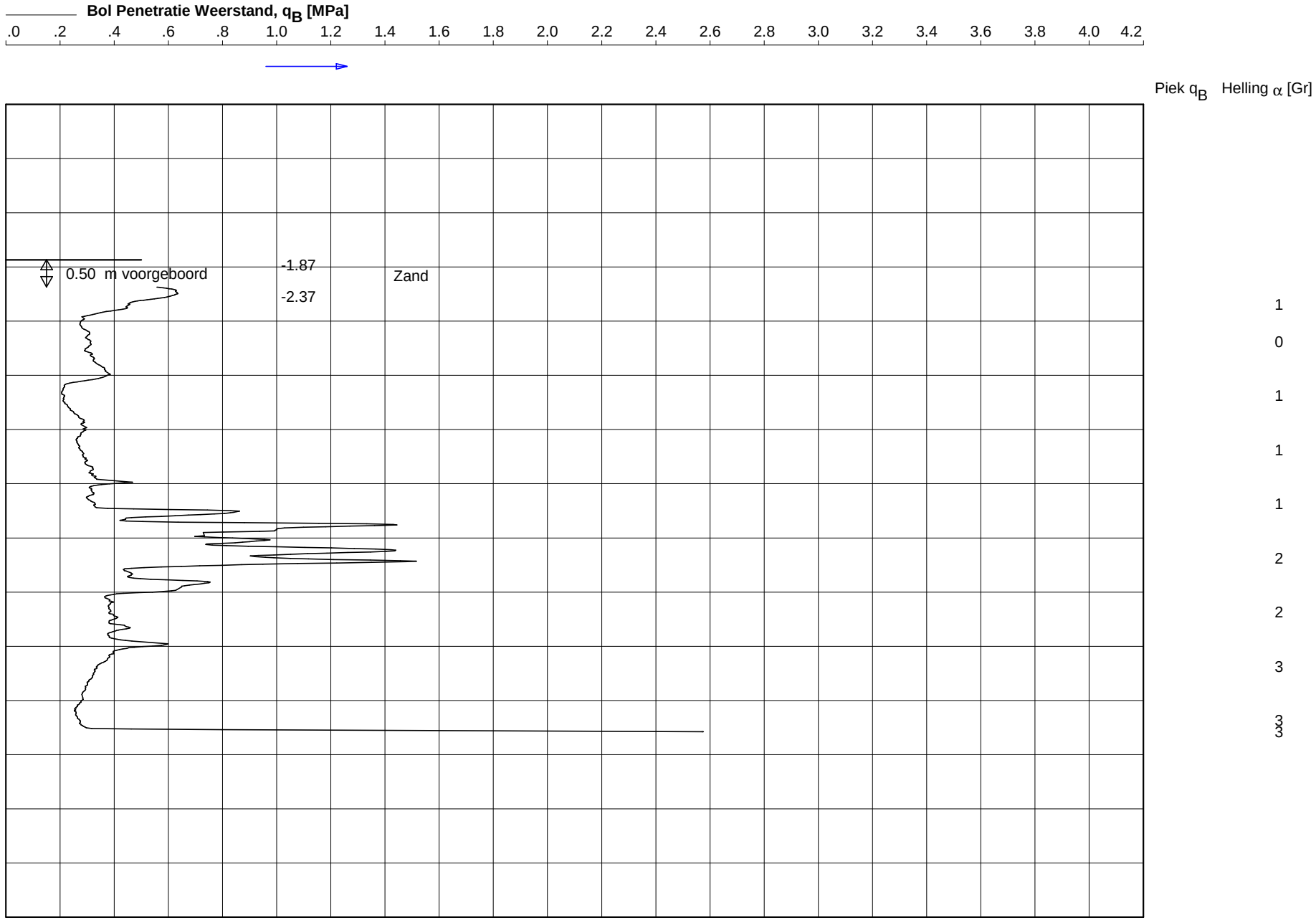
Uitvoering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Toepassingsklasse 2. Test type Bol sondering
Conustype: A_B = 4778 mm^2;

UNIPLOT 05.31.nl / BALLPROBE QB-1CM=0.1MPA A4-NL L .UCF / 2016-07-12 14:24:48

Opdr. nr. 1316-0080-000

ONDERZOEK FUGRO VACUUMCONSOLIDATIEPROEF

Sond. DKMB6



Datum uitvoering : 08-Jul-2016
MV tov NAP [m] : -1.87
Coordinaten [m] : X = 129808.5 Y = 512837.3

Sonde Type/Nr. : BP48-CF25SN2
Bol Basis Opp.[mm^2] : 4778
System : RD

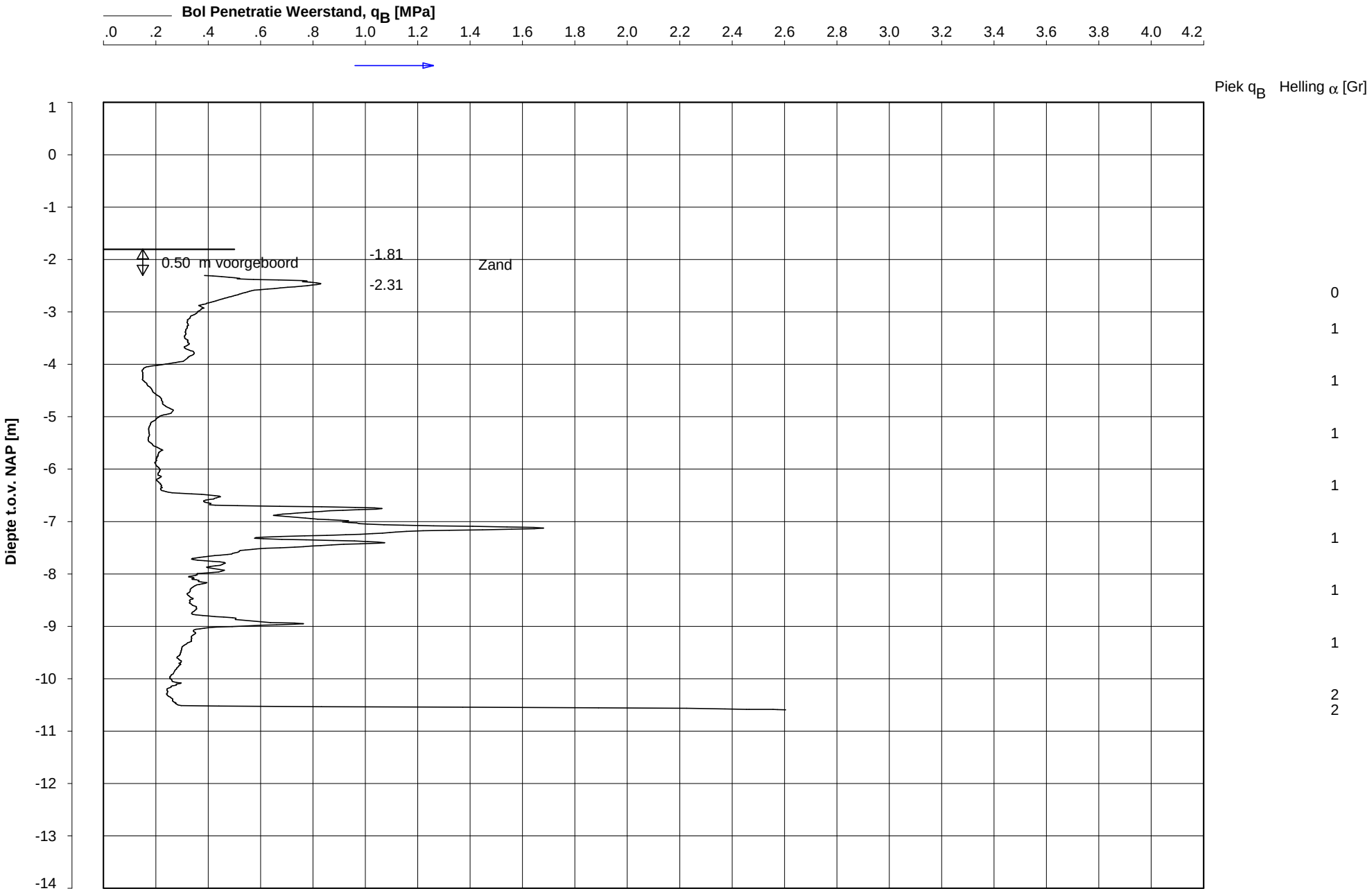
Uitvoering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Toepassingsklasse 2. Test type Bol sondering
Conustype: A_B = 4778 mm^2;

UNIPLOT 05.31.nl / BALLPROBE QB-1CM=0.1MPA A4-NL L .UCF / 2016-07-12 14:24:50

Opdr. nr. 1316-0080-000

ONDERZOEK FUGRO VACUUMCONSOLIDATIEPROEF

Sond. DKMB7



Datum uitvoering : 08-Jul-2016
MV tov NAP [m] : -1.81
Coordinaten [m] : X = 129795.3 Y = 512835.0

Sonde Type/Nr. : BP48-CF25SN2
Bol Basis Opp.[mm^2] : 4778
System : RD

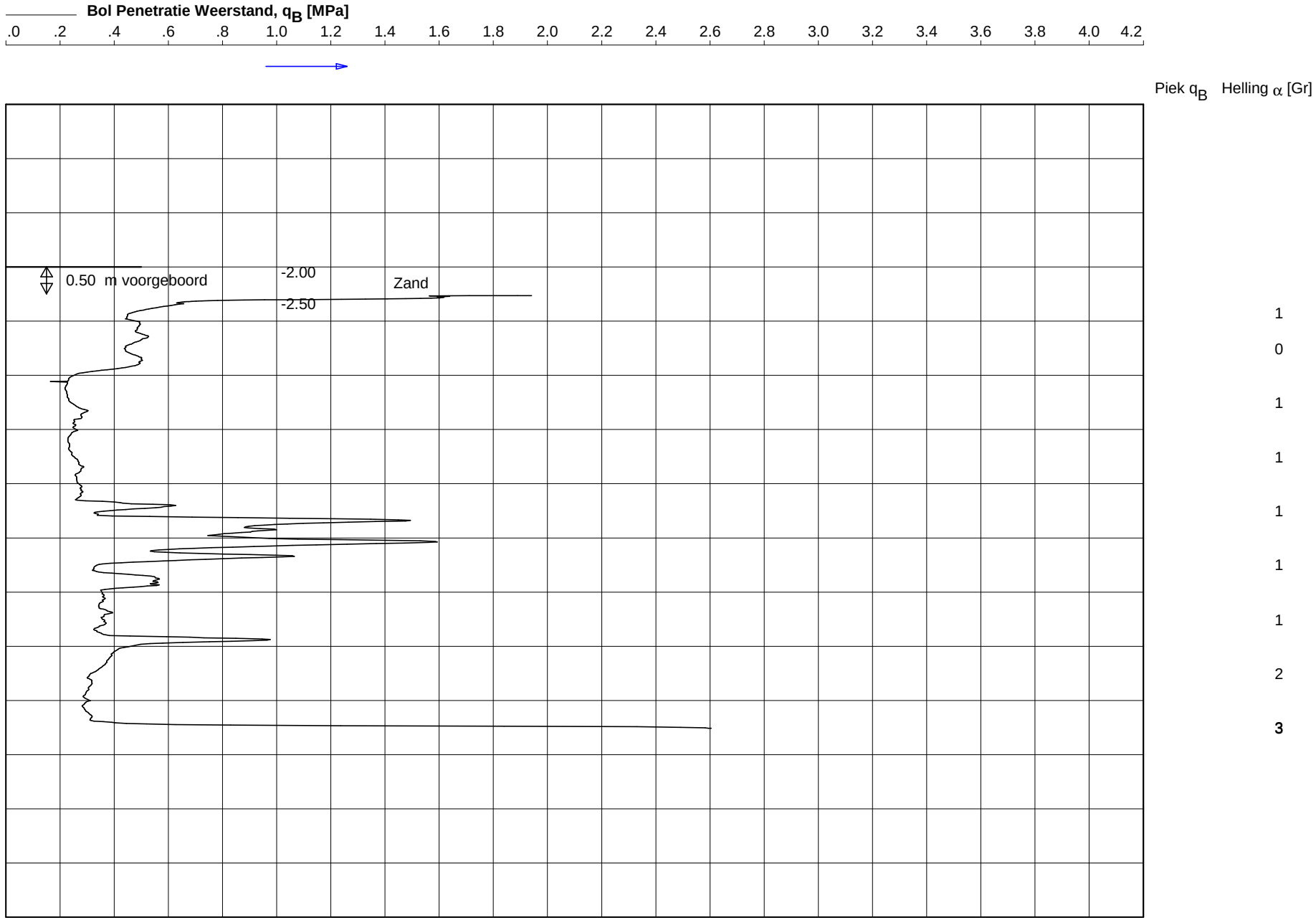
Uitvoering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Toepassingsklasse 2. Test type Bol sondering
Conustype: A_B = 4778 mm^2;

UNIPLOT 05.31.nl / BALLPROBE QB-1CM=0.1MPA A4-NL L .UCF / 2016-07-12 14:24:52

Opdr. nr. 1316-0080-000

ONDERZOEK FUGRO VACUUMCONSOLIDATIEPROEF

Sond. DKMB8



Datum uitvoering : 08-Jul-2016
MV tov NAP [m] : -2.00
Coordinaten [m] : X = 129790.7 Y = 512830.6

Sonde Type/Nr. : BP48-CF25SN2
Bol Basis Opp.[mm^2] : 4778
System : RD

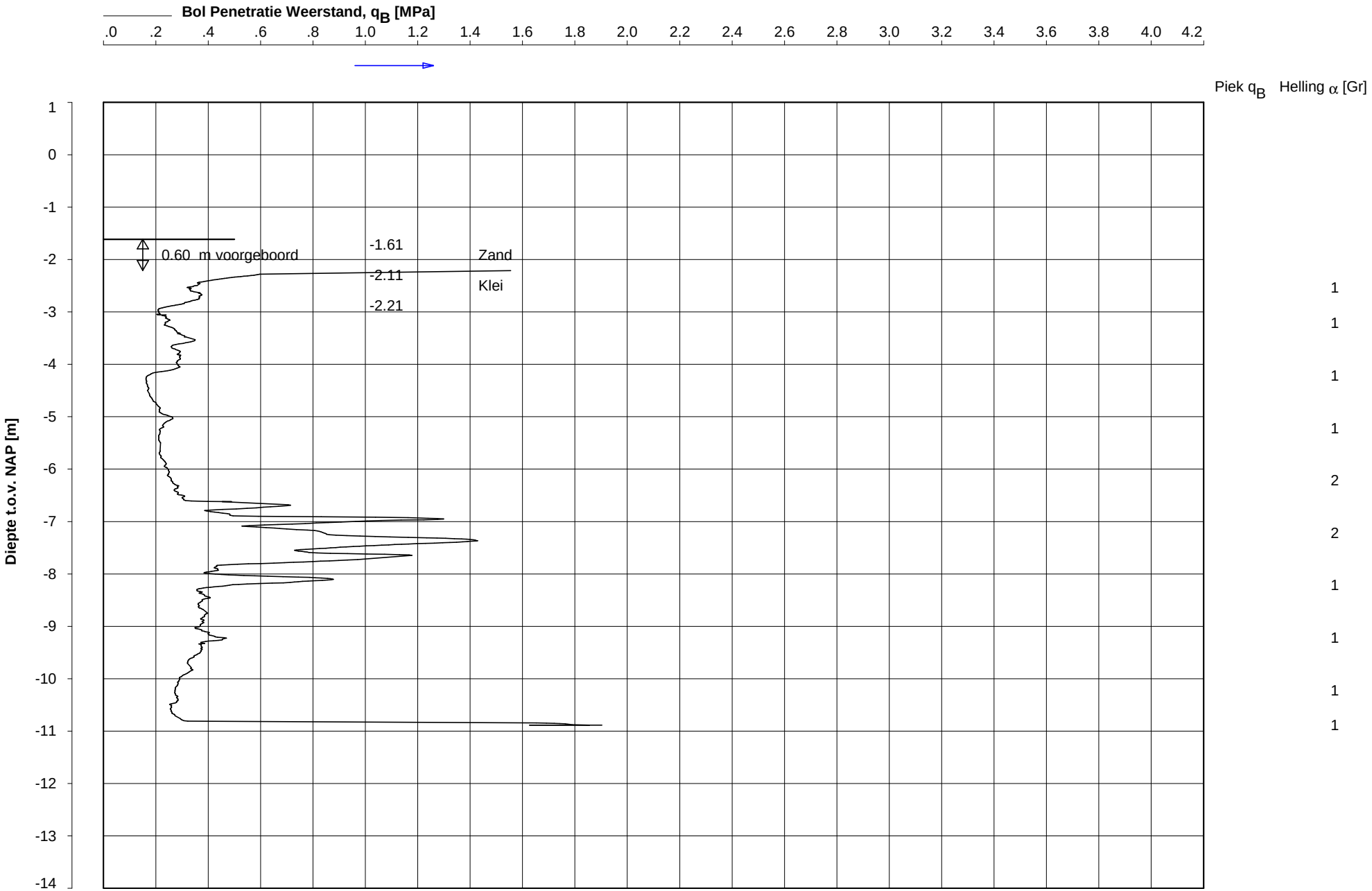
Uitvoering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Toepassingsklasse 2. Test type Bol sondering
Conustype: A_B = 4778 mm^2;

UNIPLOT 05.32.nl / BALLPROBE QB-1CM=0.1MPA A4-NL L .UCF / 2016-10-24 16:16:40

Opdr. nr. 1316-0080-000

ONDERZOEK FUGRO VACUUMCONSOLIDATIEPROEF

Sond. DKMB9



Datum uitvoering : 14-Oct-2016
MV tov NAP [m] : -1.61
Coordinaten [m] : X = 129811.9 Y = 512834.7

Sonde Type/Nr. : BP48-CF25SN2
Bol Basis Opp.[mm^2] : 4778
System : RD

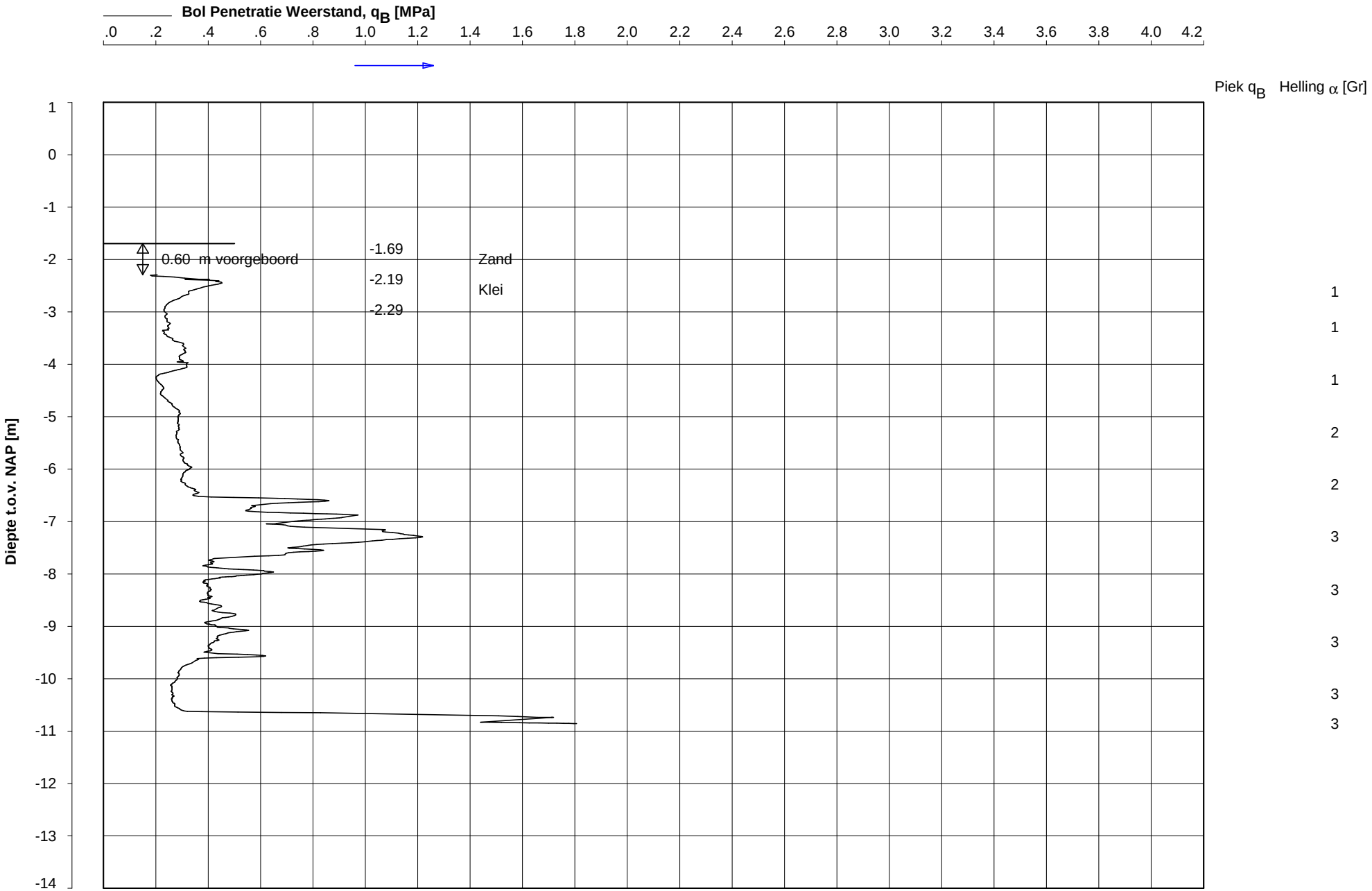
Uitvoering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Toepassingsklasse 2. Test type Bol sondering
Conustype: A_B = 4778 mm^2;

UNIPLOT 05.32.nl / BALLPROBE QB-1CM=0.1MPA A4-NL L .UCF / 2016-10-24 16:16:42

Opdr. nr. 1316-0080-000

ONDERZOEK FUGRO VACUUMCONSOLIDATIEPROEF

Sond. DKMB10



Datum uitvoering : 14-Oct-2016
MV tov NAP [m] : -1.69
Coordinaten [m] : X = 129808.9 Y = 512836.3

Sonde Type/Nr. : BP48-CF25SN2
Bol Basis Opp.[mm^2] : 4778
System : RD

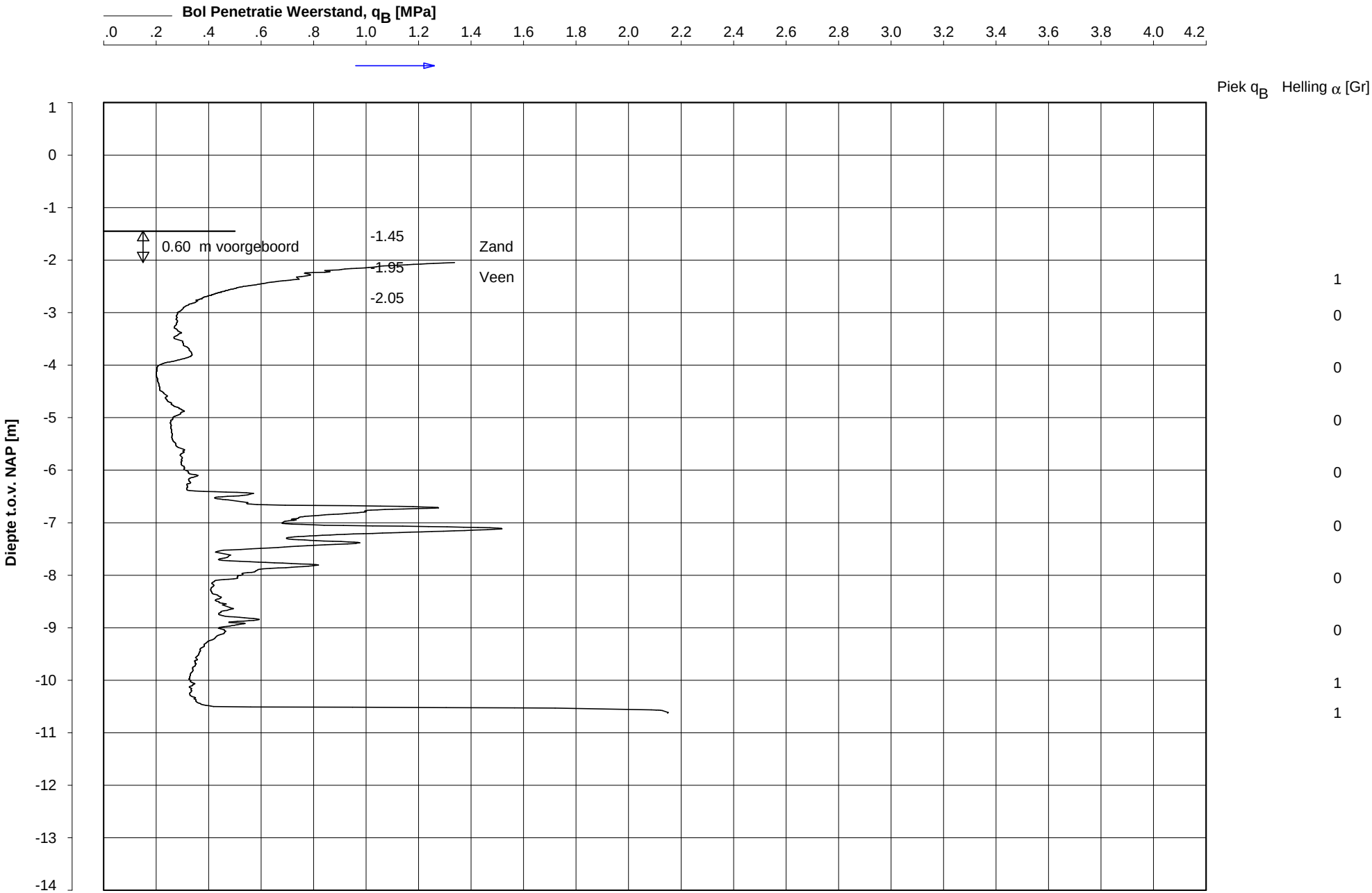
Uitvoering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Toepassingsklasse 2. Test type Bol sondering
Conustype: A_B = 4778 mm^2;

UNIPLOT 05.32.nl / BALLPROBE QB-1CM=0.1MPA A4-NL L .UCF / 2016-10-24 16:16:43

Opdr. nr. 1316-0080-000

ONDERZOEK FUGRO VACUUMCONSOLIDATIEPROEF

Sond. DKMB11



Datum uitvoering : 14-Oct-2016
MV tov NAP [m] : -1.45
Coordinaten [m] : X = 129794.0 Y = 512832.8

Sonde Type/Nr. : BP48-CF25SN2
Bol Basis Opp.[mm^2] : 4778
System : RD

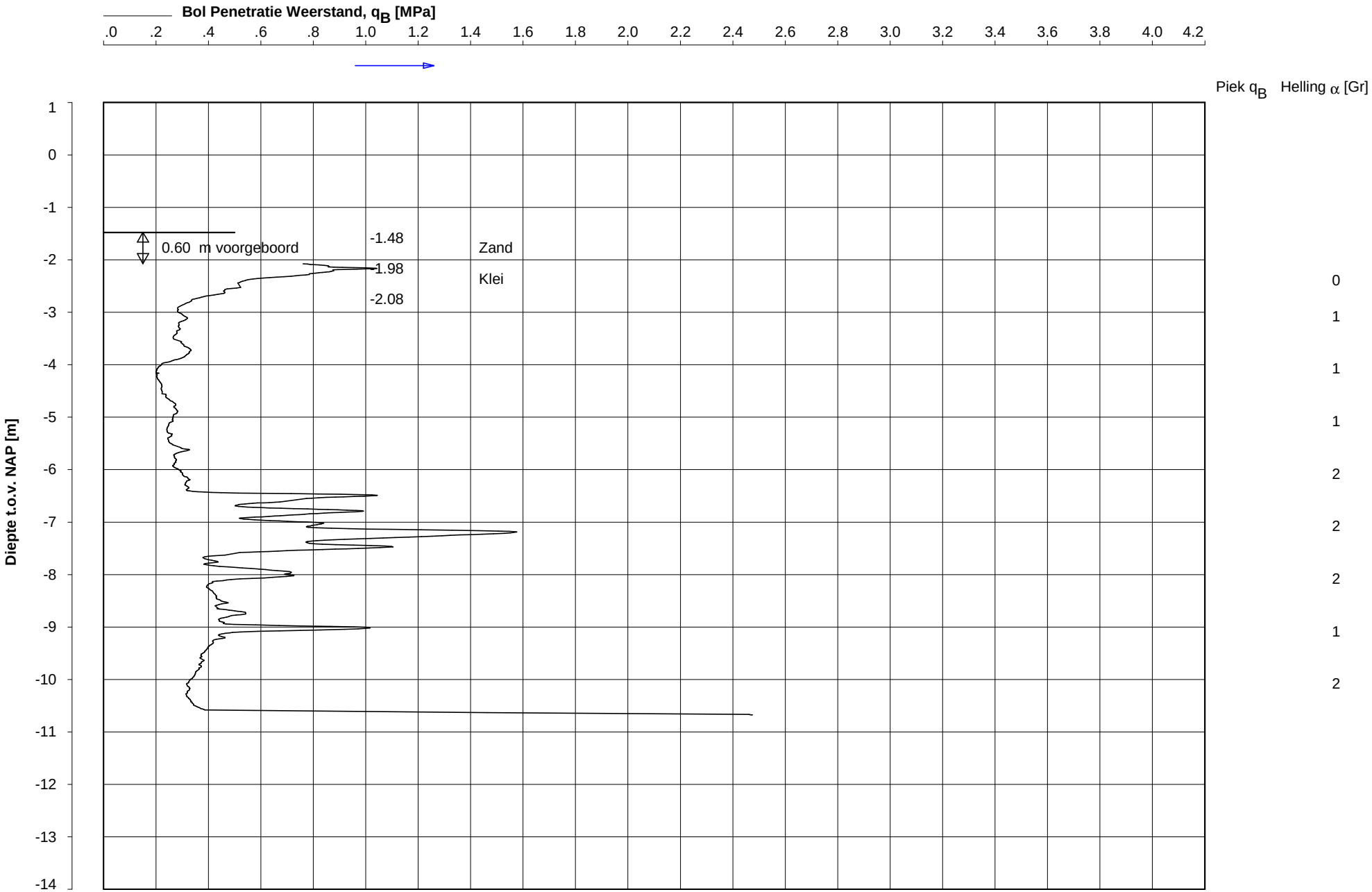
Uitvoering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Toepassingsklasse 2. Test type Bol sondering
Conustype: A_B = 4778 mm^2;

UNIPLOT 05.32.nl / BALLPROBE QB-1CM=0.1MPA A4-NL L .UCF / 2016-10-24 16:16:45

Opdr. nr. 1316-0080-000

ONDERZOEK FUGRO VACUUMCONSOLIDATIEPROEF

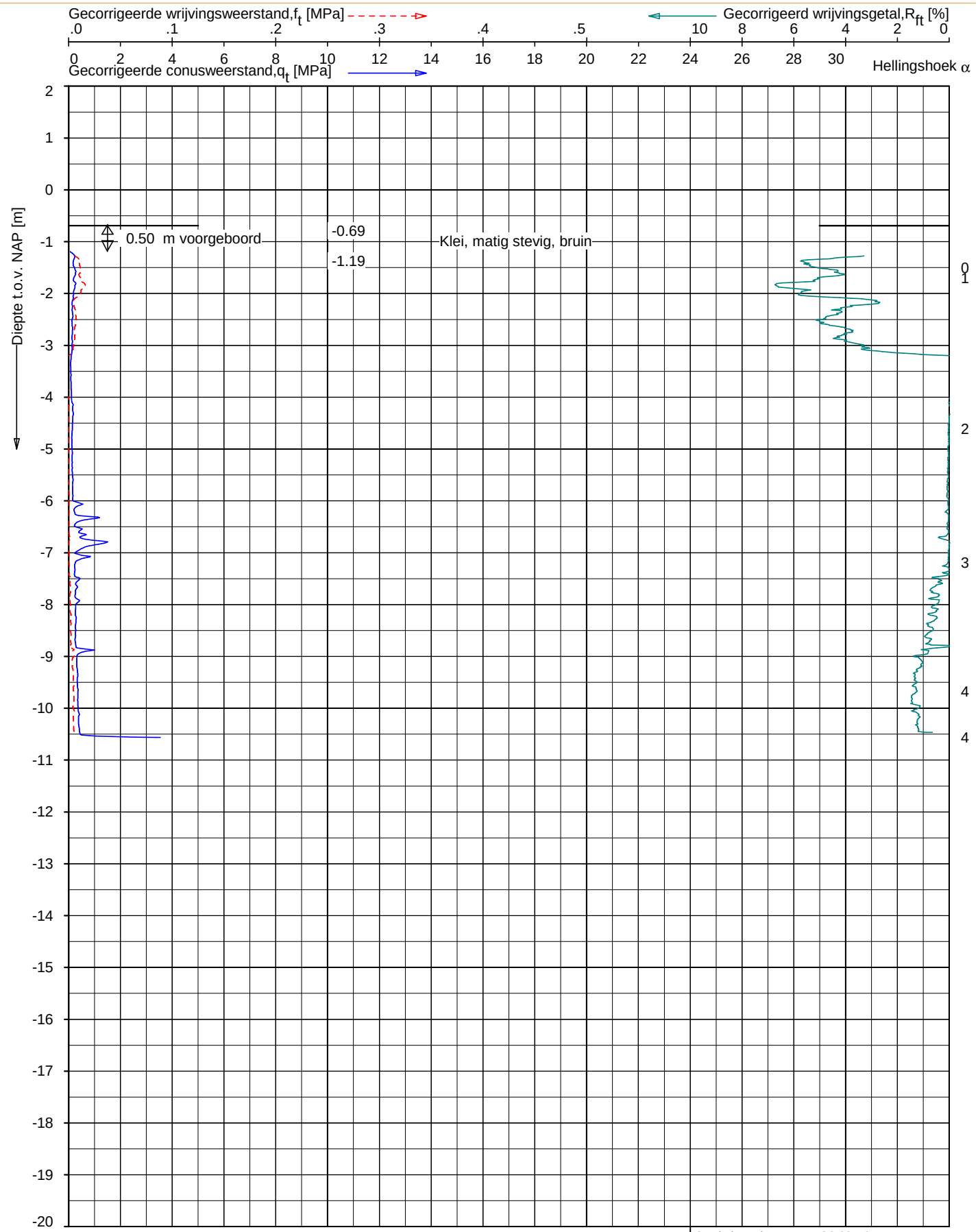
Sond. DKMB12



Datum uitvoering : 14-Oct-2016
MV tov NAP [m] : -1.48
Coordinaten [m] : X = 129790.7 Y = 512834.4

Sonde Type/Nr. : BP48-CF25SN2
Bol Basis Opp.[mm^2] : 4778
System : RD

Uitvoering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Toepassingsklasse 2. Test type Bol sondering
Conustype: A_B = 4778 mm^2;



Opg. : JWV/JSK d.d. 29-feb-2016 Coord.: X= 129822.5 m Y= 512838.1 m Systeem: RD
Get. : BOSCHG d.d. 03-mrt-2016 MV = NAP -0.69 m Conus: CP15-CF30PB1SN2 1904-0052

Sondering volgens norm ISO 22476-1
Toepassingsklasse 1 Test type TE2
Conustype: A_c = 1510 mm²; A_S = 22874 mm²

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

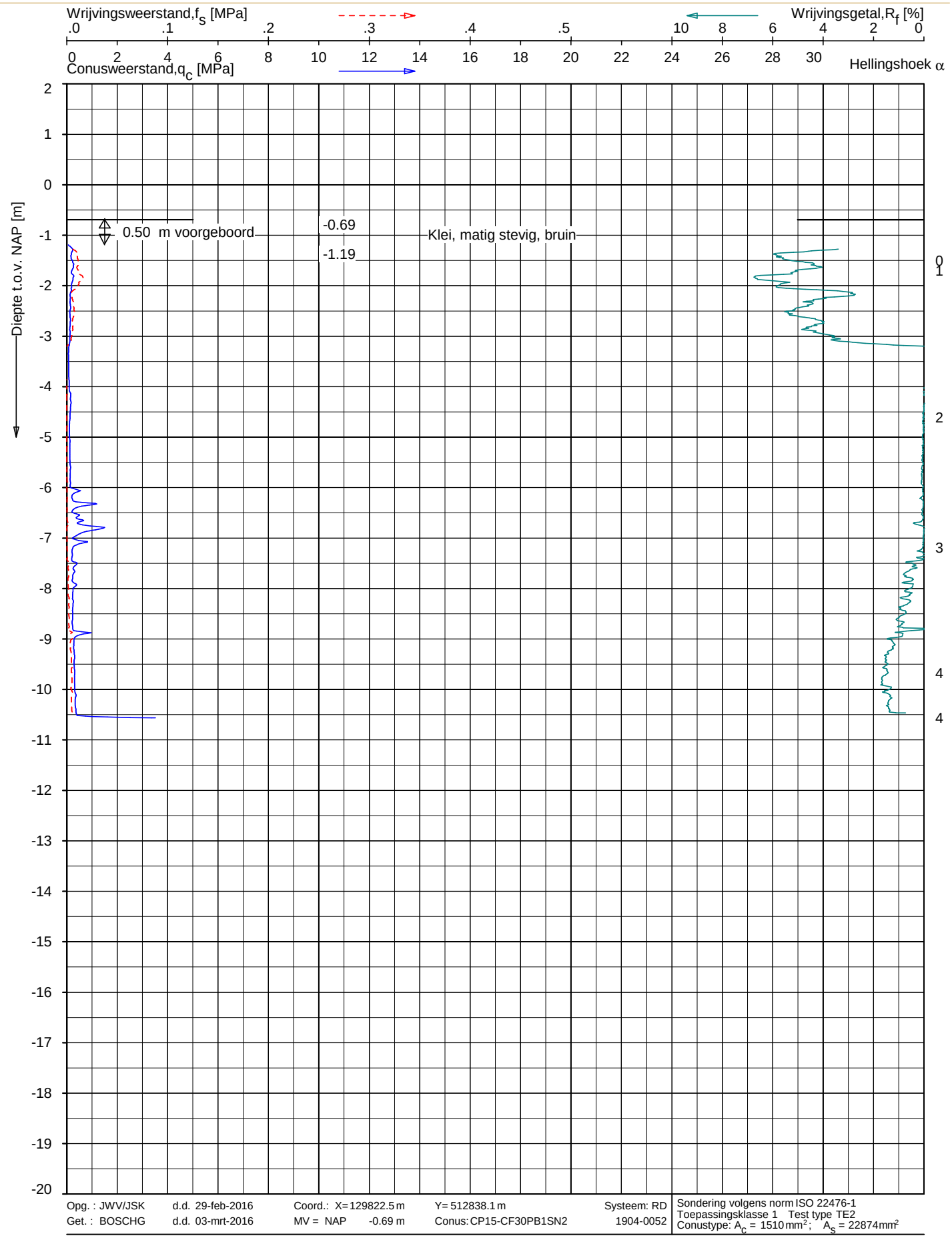
ONDERZOEK FUGRO VACUUMCONSOLIDATIEPROEF

Opdr. 1316-0080-000
Sond. LKMP1

UNIPLOT 05.31.nl / QtFRt-R4.cmd / 2016-03-03 13:38:46

1316-0080-000

LKMP1 - 1



Opg. : JWV/JSK d.d. 29-feb-2016 Coord.: X= 129822.5 m Y= 512838.1 m Systeem: RD

Get. : BOSCHG d.d. 03-mrt-2016 MV = NAP -0.69 m Conus: CP15-CF30PB1SN2 1904-0052

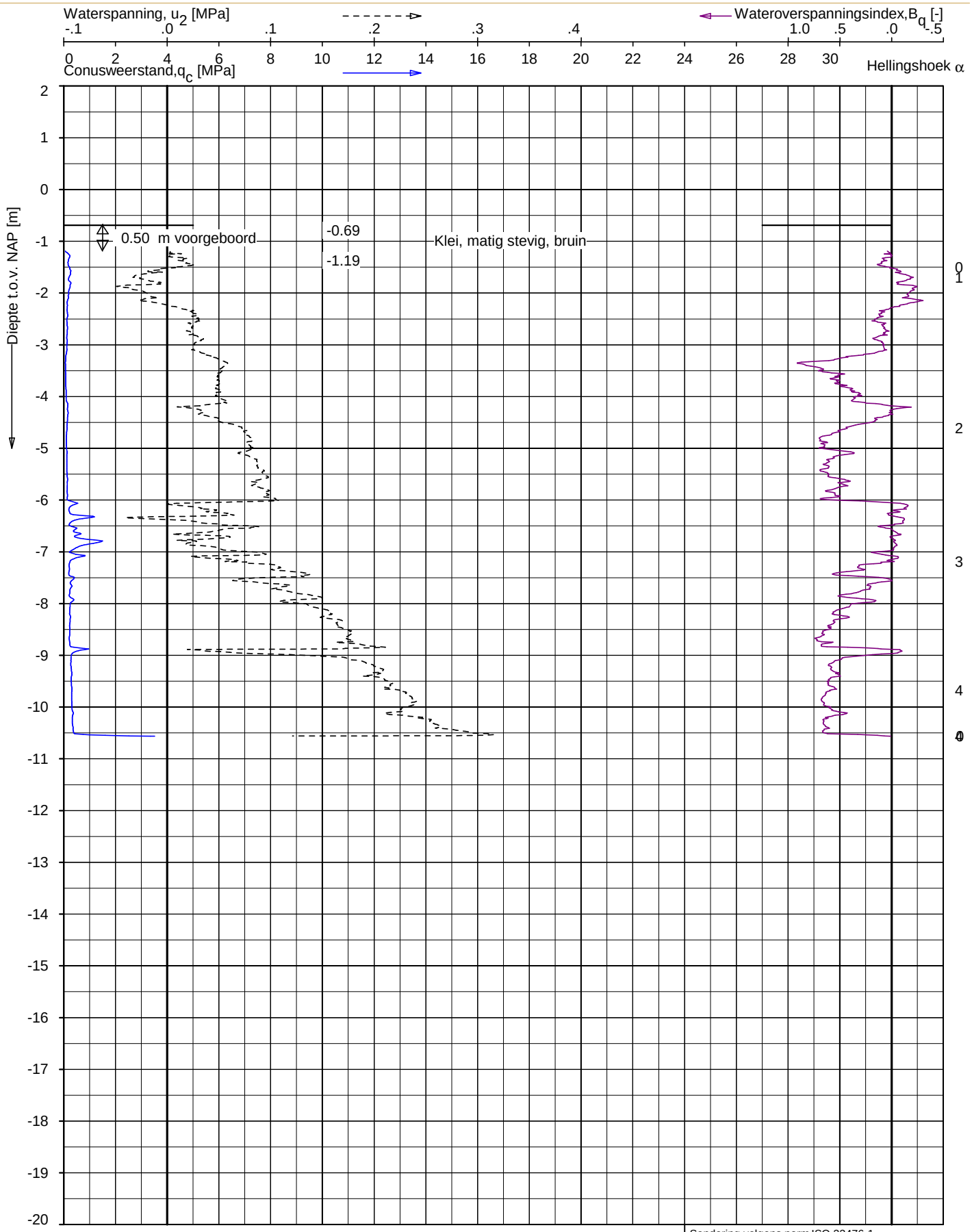
Sondering volgens norm ISO 22476-1
Toepassingsklasse 1 Test type TE2
Conustype: A_c = 1510 mm²; A_S = 22874 mm²

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

ONDERZOEK FUGRO VACUUMCONSOLIDATIEPROEF

Opdr. 1316-0080-000
Sond. LKMP1

UNIPLOT 05.31.nl / QcFsRf-R4.cmd / 2016-03-03 13:38:15



Opg. : JWV/JSK d.d. 29-feb-2016 Coord.: X=129822.5 m Y= 512838.1 m Systeem: RD

Get. : BOSCHG d.d. 03-mrt-2016 MV = NAP -0.69 m Conus: CP15-CF30PB1SN2 1904-0052

Sondering volgens norm ISO 22476-1
Toepassingsklasse 1 Test type TE2
Conustype: A_c = 1510 mm²; A_s = 22874 mm²

SONDERING MET WATERSPANNINGSMETING

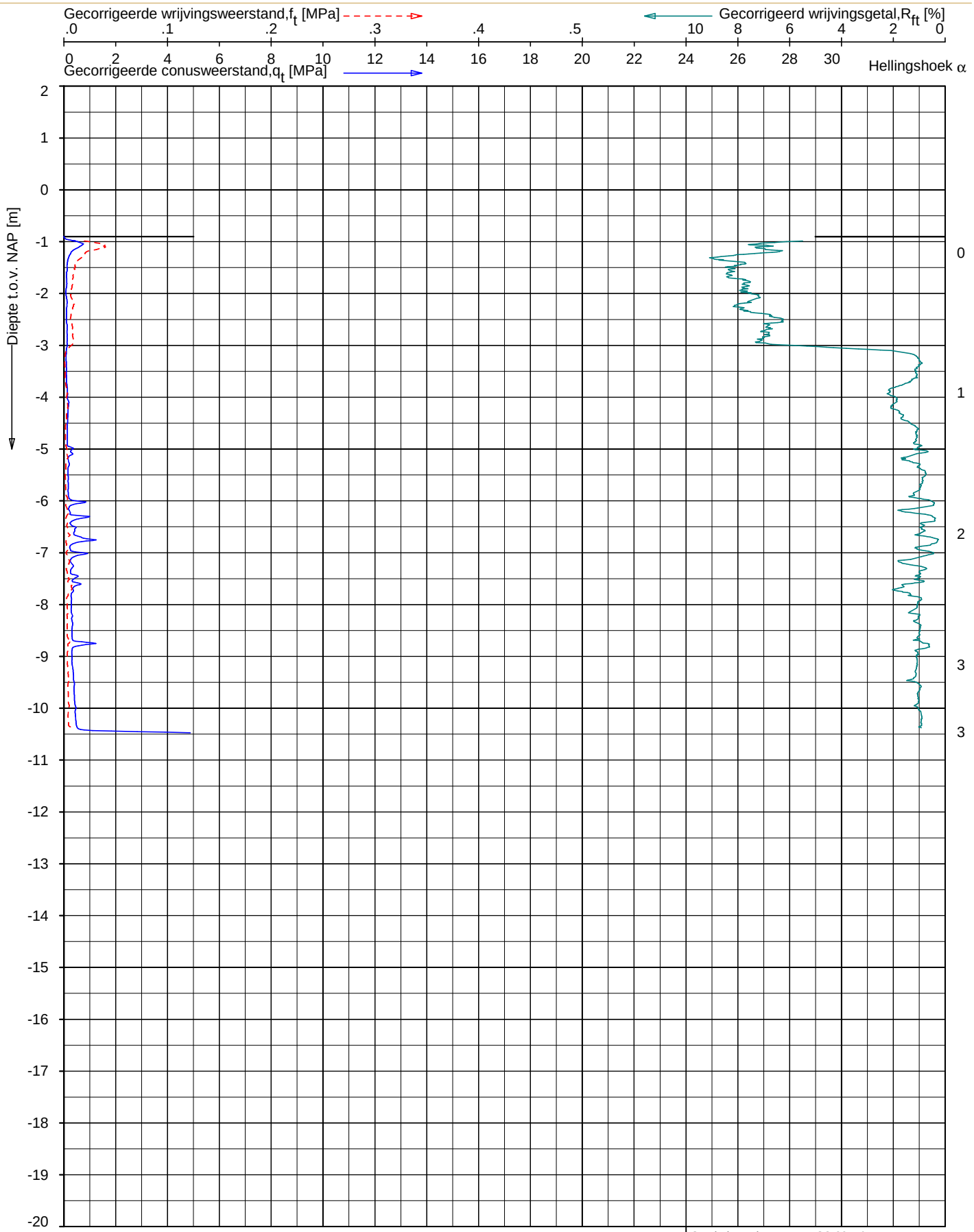
ONDERZOEK FUGRO VACUUMCONSOLIDATIEPROEF

Opdr. 1316-0080-000
Sond. LKMP1

UNIPLOT 05.31.nl / QcU2Bq-R4.cmd / 2016-03-03 13:38:29

1316-0080-000

LKMP1 - 1



Opg. : JWV/JSK d.d. 29-feb-2016 Coord.: X= 129781.4 m Y= 512831.8 m Systeem: RD

Get. : GOMMERP d.d. 03-mrt-2016 MV = NAP -0.90 m Conus: CP15-CF30PB1SN2 1904-0052

Sondering volgens norm ISO 22476-1
Toepassingsklasse 1 Test type TE2
Conustype: A_c = 1510 mm²; A_S = 22874 mm²

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

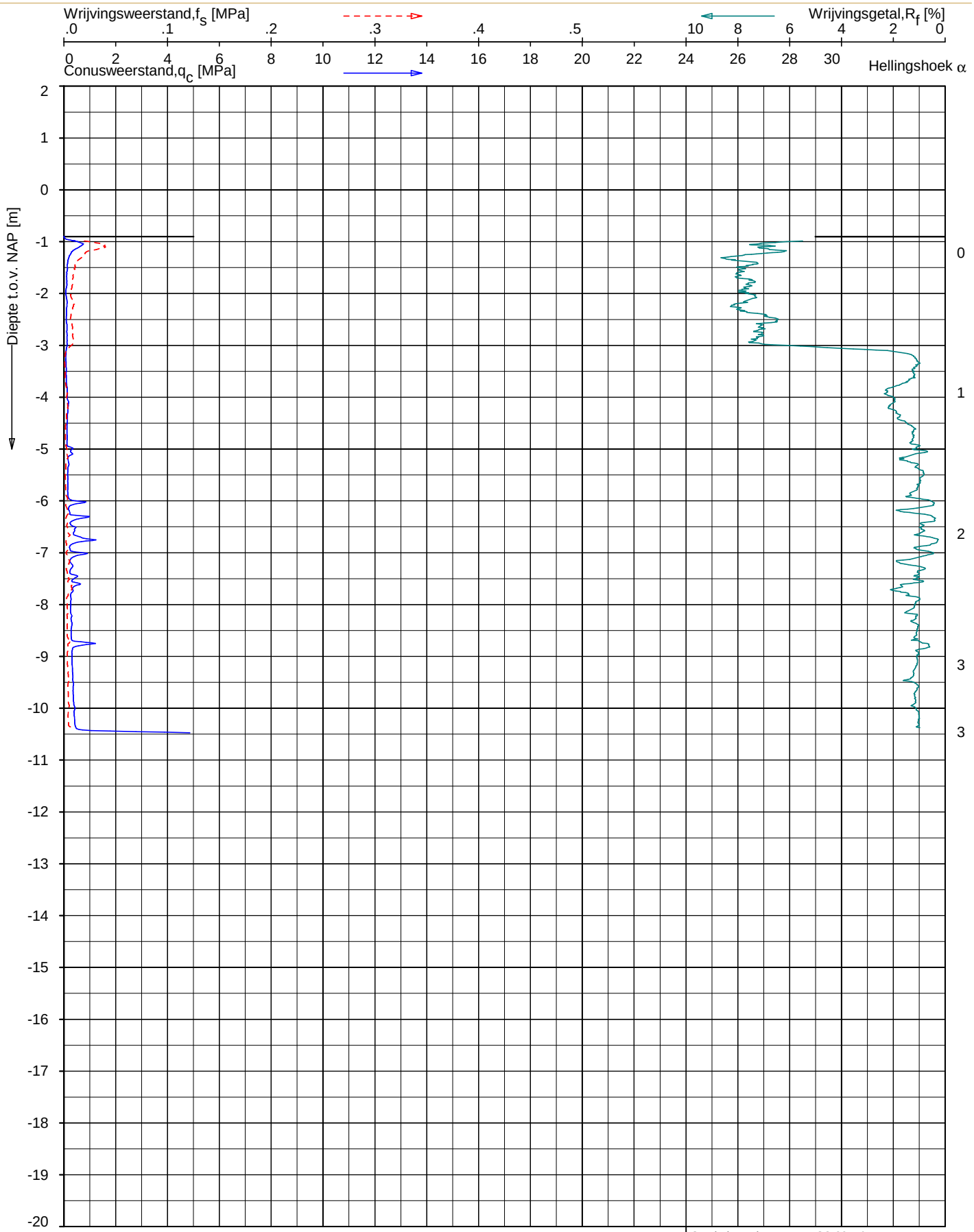
ONDERZOEK FUGRO VACUUMCONSOLIDATIEPROEF

Opdr. 1316-0080-000
Sond. LKMP2

UNIPLOT 05.31.nl / QtFRt-R4.cmd / 2016-03-03 13:38:48

1316-0080-000

LKMP2 - 1



Opg. : JWV/JSK d.d. 29-feb-2016 Coord.: X= 129781.4 m Y= 512831.8 m Systeem: RD

Get. : GOMMERP d.d. 03-mrt-2016 MV = NAP -0.90 m Conus: CP15-CF30PB1SN2 1904-0052

Sondering volgens norm ISO 22476-1
Toepassingsklasse 1 Test type TE2
Conustype: A_c = 1510 mm²; A_S = 22874 mm²

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

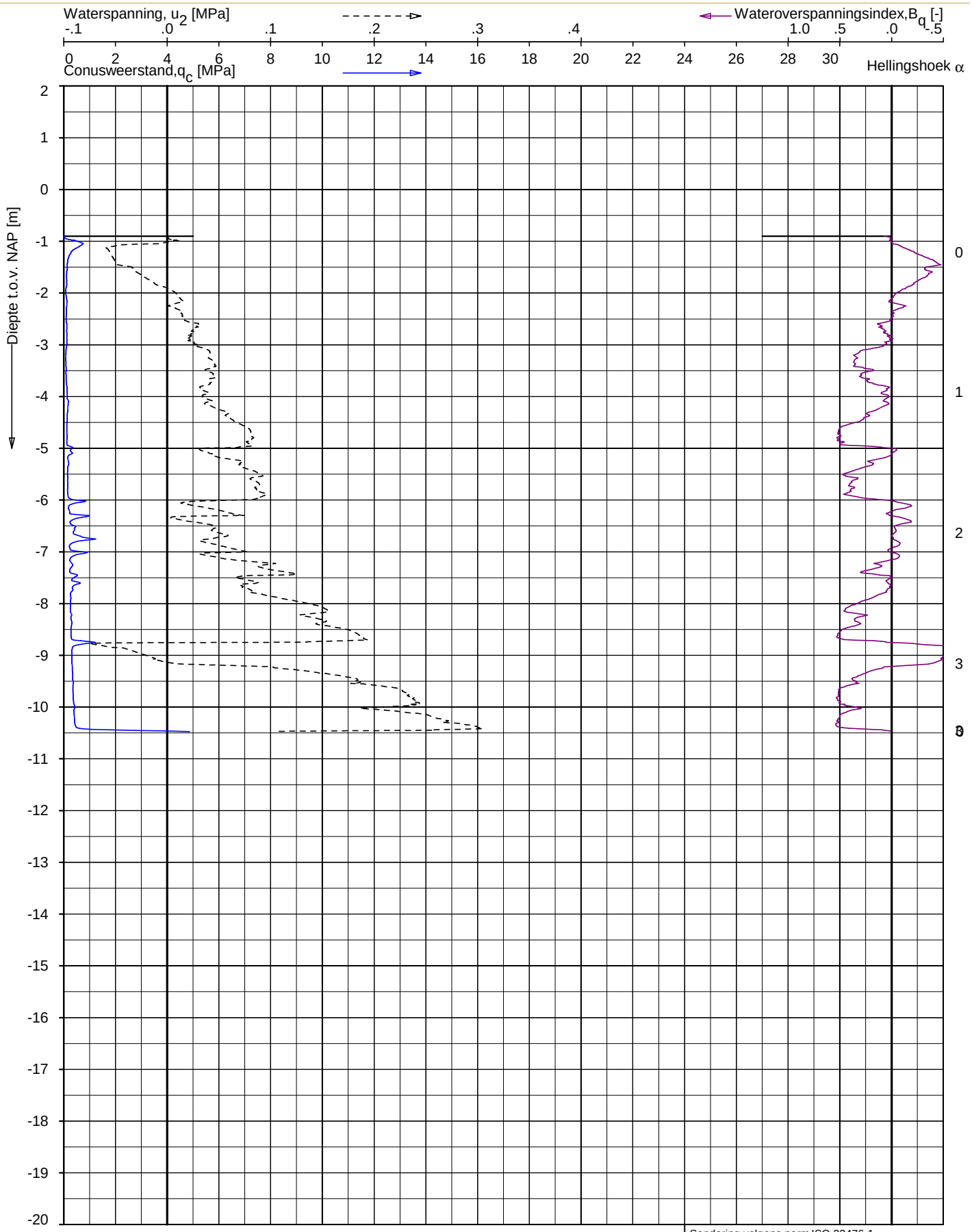
ONDERZOEK FUGRO VACUUMCONSOLIDATIEPROEF

Opdr. 1316-0080-000
Sond. LKMP2

UNIPLOT 05.31.nl / QcFsRf-R4.cmd / 2016-03-03 13:38:17

1316-0080-000

LKMP2 - 1



Opg. : JWV/JSK d.d. 29-feb-2016 Coord.: X= 129781.4 m Y= 512831.8 m Systeem: RD

Get. : GOMMERP d.d. 03-mrt-2016 MV = NAP -0.90 m Conus: CP15-CF30PB1SN2 1904-0052

Sondering volgens norm ISO 22476-1
Toepassingsklasse 1 Test type TE2
Conustype: A_c = 1510 mm²; A_s = 22874 mm²

SONDERING MET WATERSPANNINGSMETING

ONDERZOEK FUGRO VACUUMCONSOLIDATIEPROEF

Opdr. 1316-0080-000
Sond. LKMP2

UNIPLOT 05.31.nl / QcU2Bq-R4.cmd / 2016-03-03 13:38:31

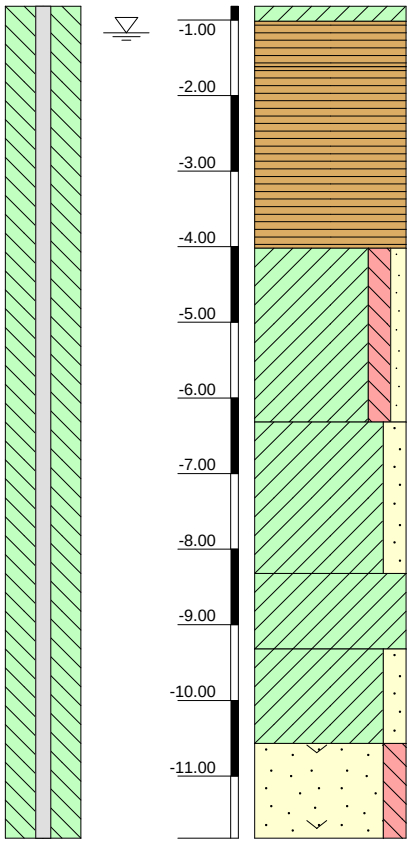
1316-0080-000

LKMP2 - 1

Boring: HMB2.3

Veldclassificatie

Peilbuis 1 | Referentie (m tov NAP) | Monsternr. | Bodembeschrijving volgens NEN 5104



-0.82 tot -1.02 Klei, matig stevig bruin

-1.02 tot -1.62 Veen, mineraalarm, slap, donker bruin

-1.62 tot -4.02 Veen, mineraalarm, slap bruin

-4.02 tot -6.32 Klei, zwak zandig, matig siltig grijs

-6.32 tot -8.32 Klei, matig zandig, slap grijs

-8.32 tot -9.32 Klei, slap grijs

-9.32 tot -10.57 Klei, matig zandig, slap grijs

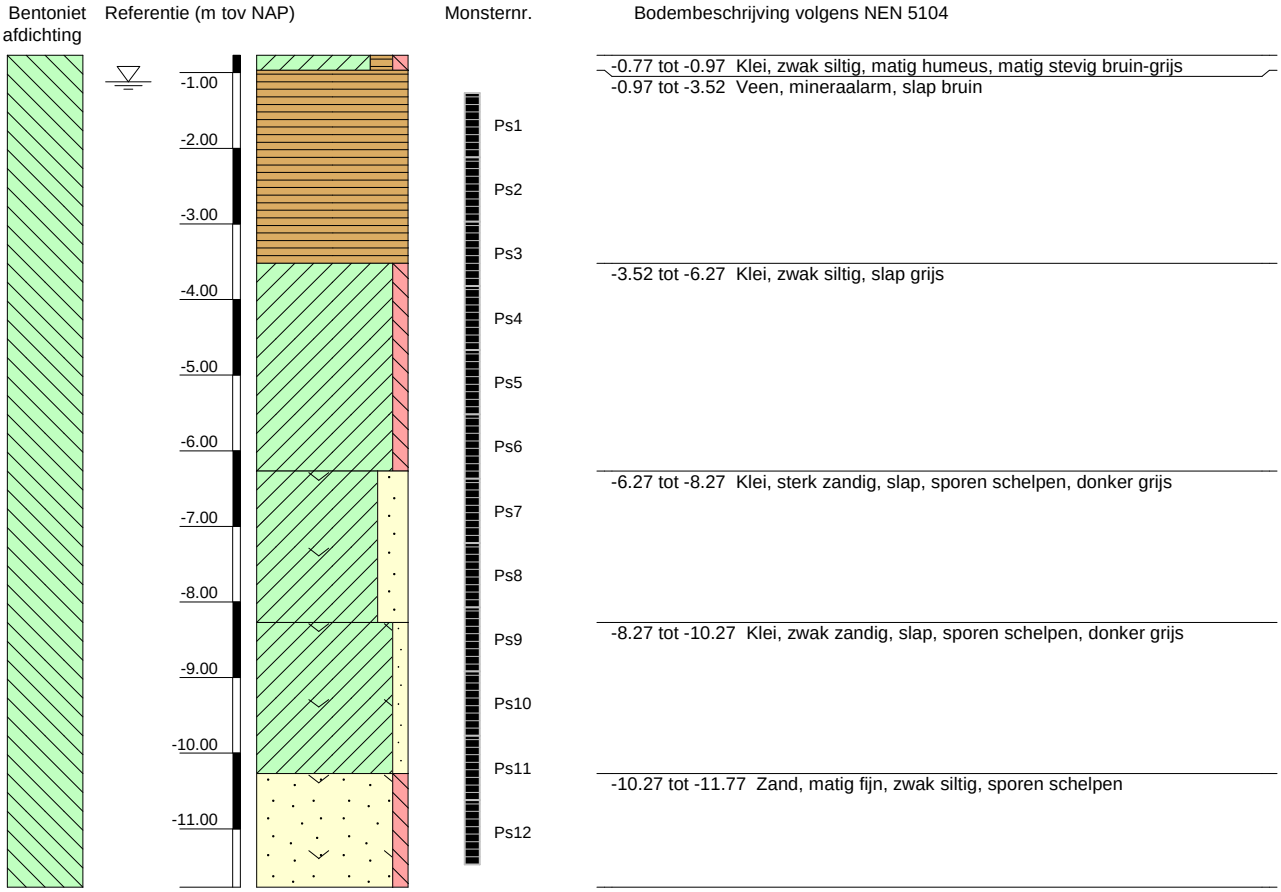
-10.57 tot -11.82 Zand, zeer fijn, matig siltig, resten schelpen grijs

Algemene opmerking:

		MV (m tov NAP): -0.82	Boorvloeistof:	
X: 129793.4	GWS (m tov NAP): -1.17	bk PB1 (m tov NAP): -0.82	WS PB1 (m tov NAP):	Datum uitvoering: 26-02-2016
Y: 512823.4	GHG (m tov NAP):	bk PB2 (m tov NAP):	WS PB2 (m tov NAP):	Boormeester: rh
Coördinatenstelsel: RD	GLG (m tov NAP):	bk PB3 (m tov NAP):	WS PB3 (m tov NAP):	Geclassificeerd door: rh
		bk PB4 (m tov NAP):	WS PB4 (m tov NAP):	

Boring: B1

Veldclassificatie

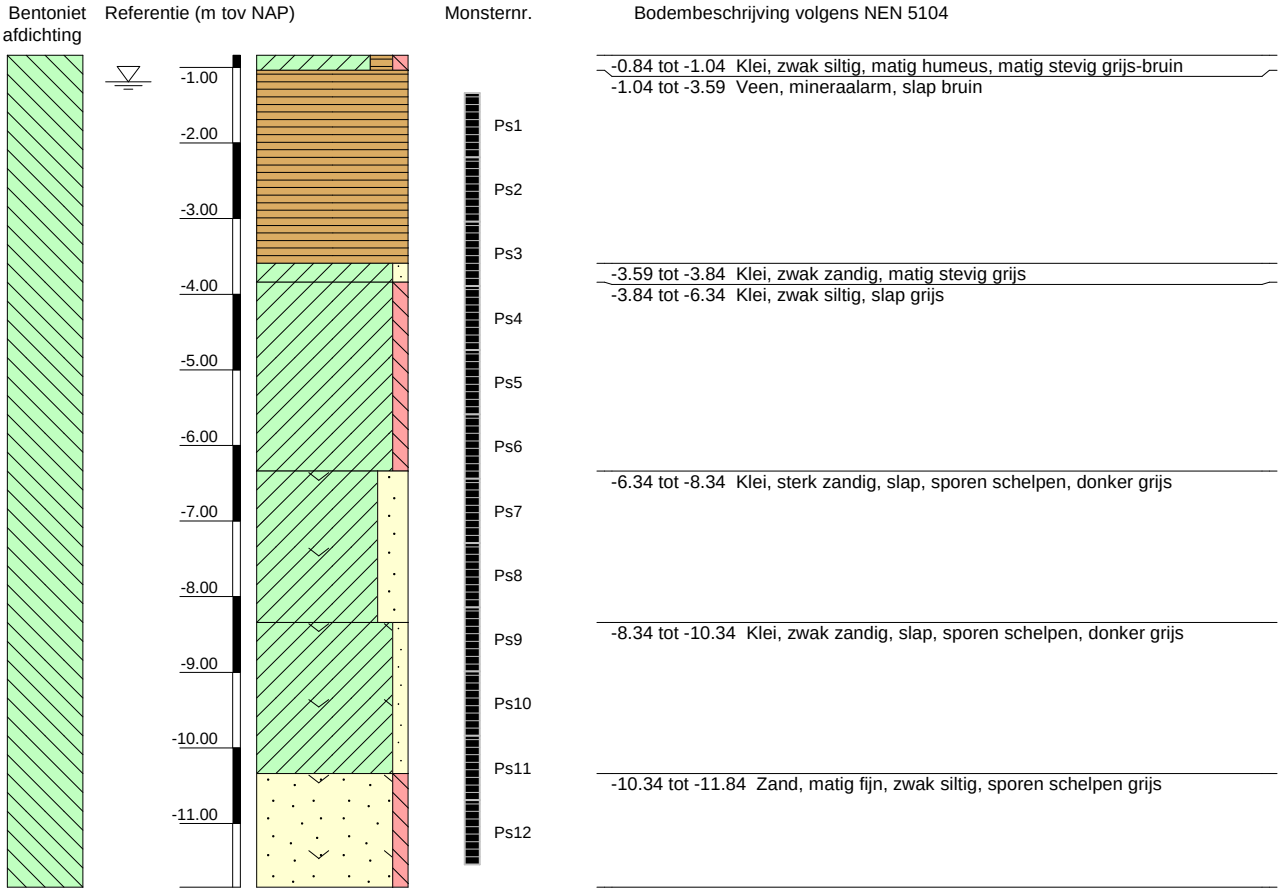


Algemene opmerking:

		MV (m tov NAP): -0.77	Boorvloeistof:	
X: 129814.1	GWS (m tov NAP): -1.12	bk PB1 (m tov NAP):	WS PB1 (m tov NAP):	Datum uitvoering: 04-03-2016
Y: 512839.6	GHG (m tov NAP):	bk PB2 (m tov NAP):	WS PB2 (m tov NAP):	Boormeester: rh
Coördinatenstelsel: RD	GLG (m tov NAP):	bk PB3 (m tov NAP):	WS PB3 (m tov NAP):	Geclassificeerd door: rh
		bk PB4 (m tov NAP):	WS PB4 (m tov NAP):	

Boring: B2

Veldclassificatie

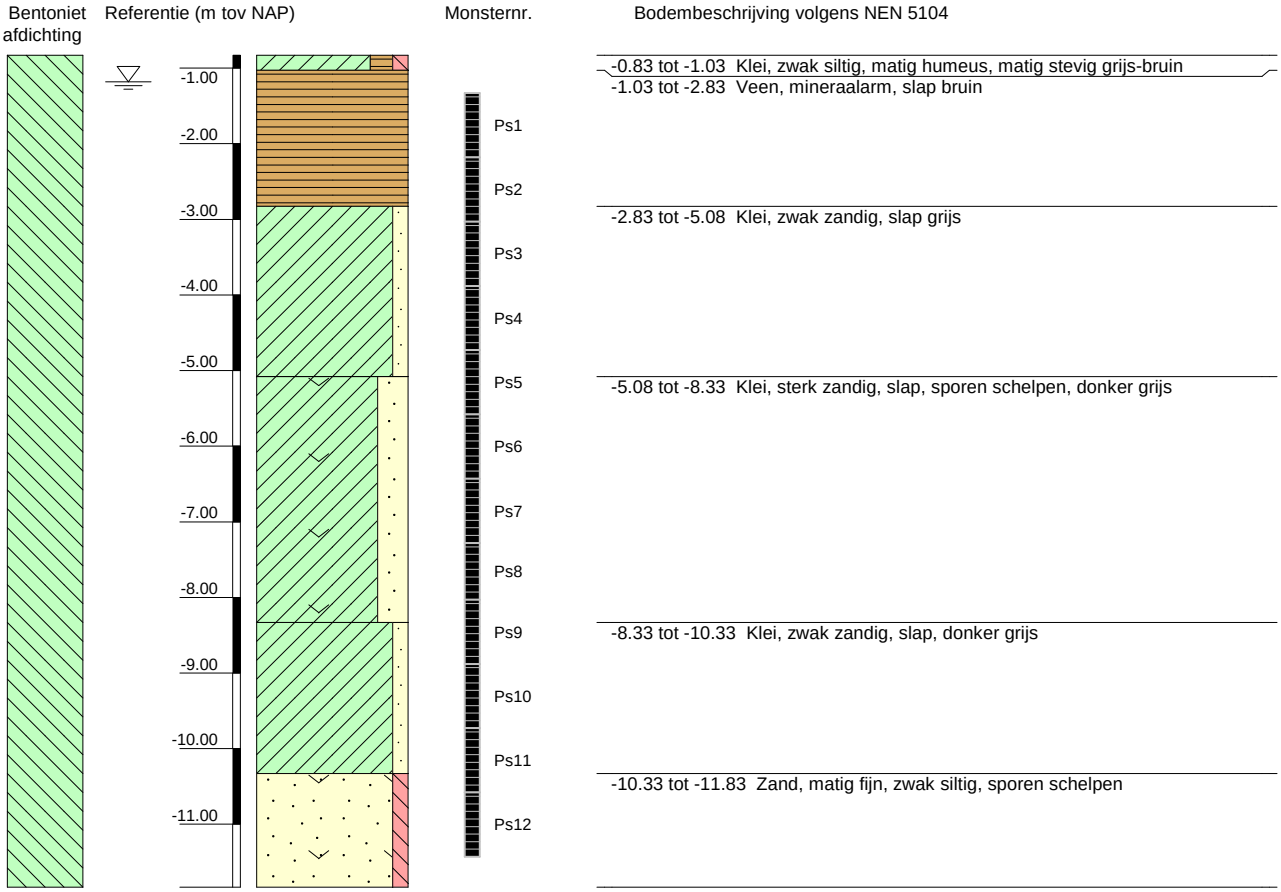


Algemene opmerking:

		MV (m tov NAP): -0.84	Boorvloeistof:	
X: 129809.9	GWS (m tov NAP): -1.19	bk PB1 (m tov NAP):	WS PB1 (m tov NAP):	Datum uitvoering: 03-03-2016
Y: 512834.2	GHG (m tov NAP):	bk PB2 (m tov NAP):	WS PB2 (m tov NAP):	Boormeester: rh
Coördinatenstelsel: RD	GLG (m tov NAP):	bk PB3 (m tov NAP):	WS PB3 (m tov NAP):	Geclassificeerd door: rh
		bk PB4 (m tov NAP):	WS PB4 (m tov NAP):	

Boring: B3

Veldclassificatie

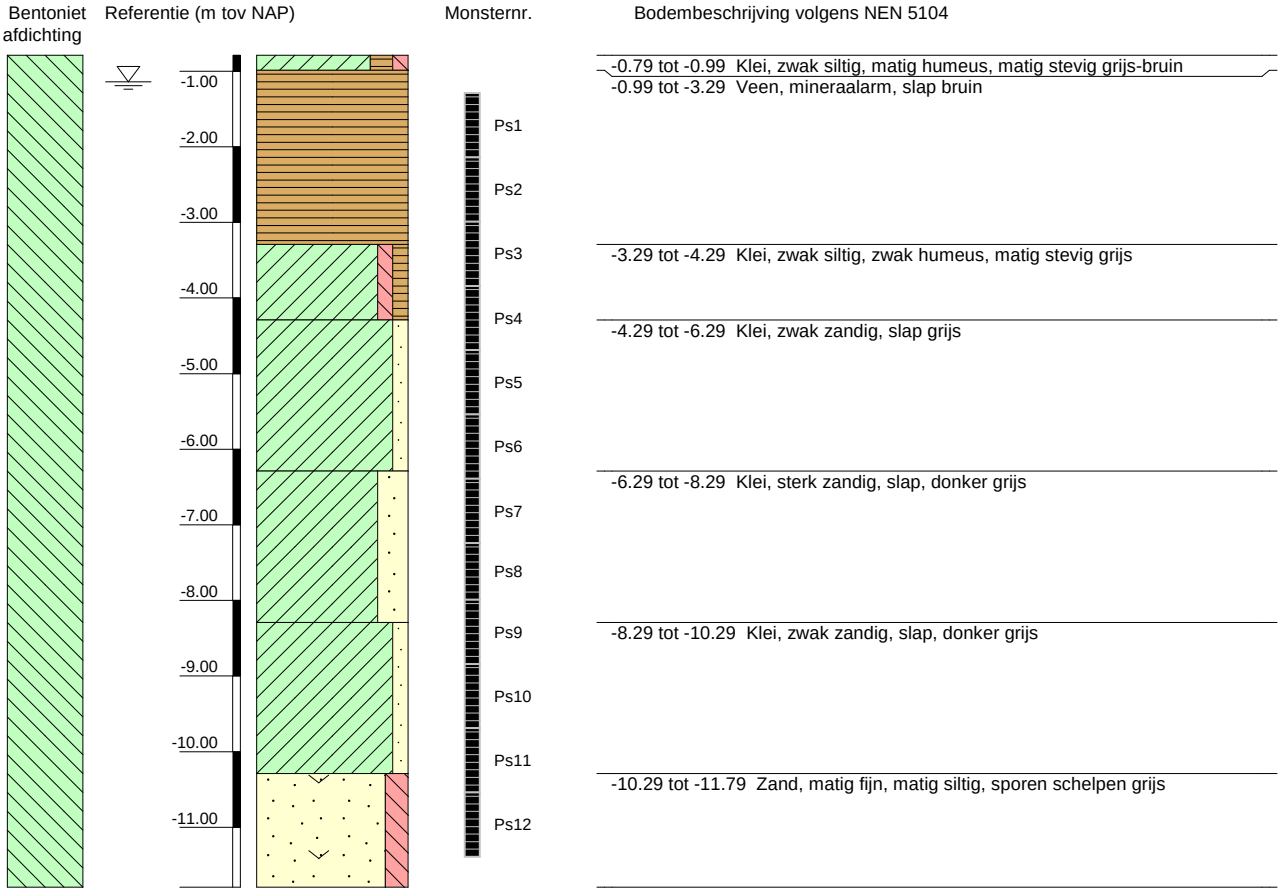


Algemene opmerking:

		MV (m tov NAP): -0.83	Boorvloeistof:	
X: 129795.0	GWS (m tov NAP): -1.18	bk PB1 (m tov NAP):	WS PB1 (m tov NAP):	Datum uitvoering: 01-03-2016
Y: 512831.9	GHG (m tov NAP):	bk PB2 (m tov NAP):	WS PB2 (m tov NAP):	Boormeester: rh
Coördinatenstelsel: RD	GLG (m tov NAP):	bk PB3 (m tov NAP):	WS PB3 (m tov NAP):	Geclassificeerd door: rh
		bk PB4 (m tov NAP):	WS PB4 (m tov NAP):	

Boring: B4

Veldclassificatie

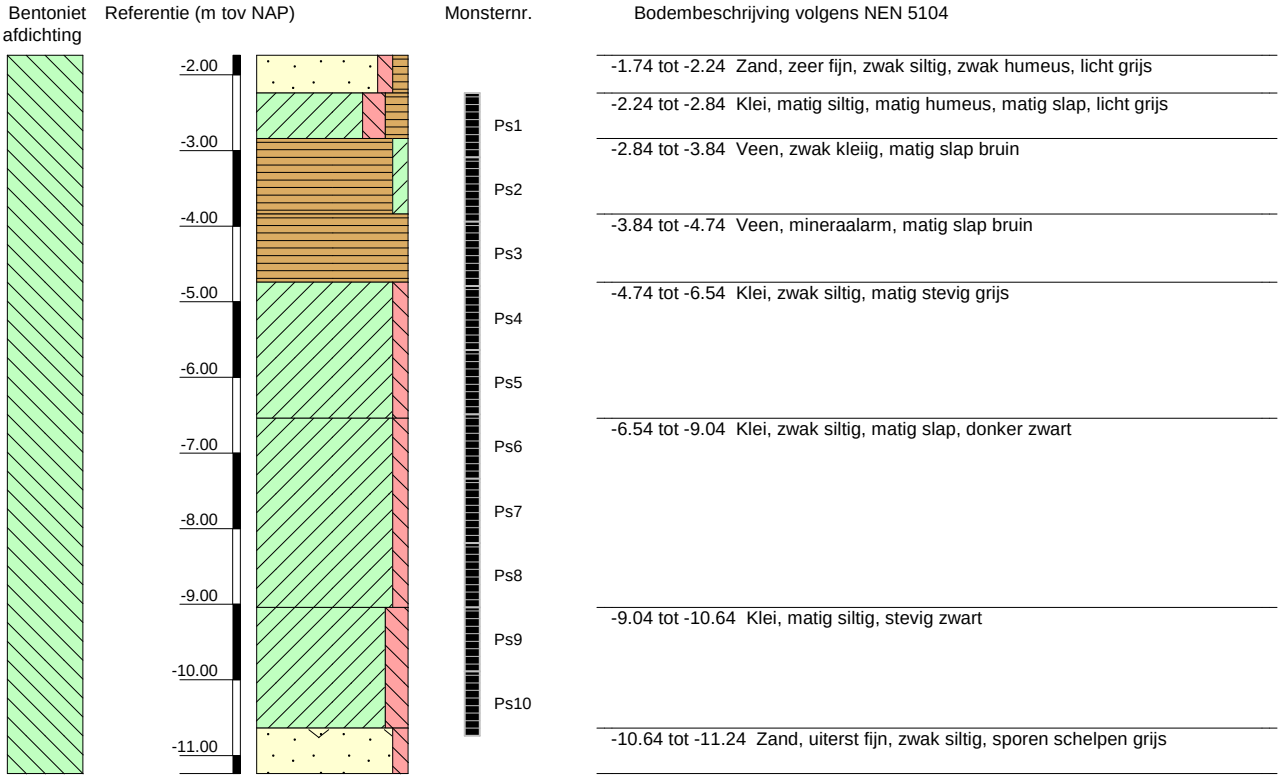


Algemene opmerking:

		MV (m tov NAP): -0.79	Boorvloeistof:	
X: 129789.4	GWS (m tov NAP): -1.14	bk PB1 (m tov NAP):	WS PB1 (m tov NAP):	Datum uitvoering: 02-03-2016
Y: 512836.3	GHG (m tov NAP):	bk PB2 (m tov NAP):	WS PB2 (m tov NAP):	Boormeester: rh
Coördinatenstelsel: RD	GLG (m tov NAP):	bk PB3 (m tov NAP):	WS PB3 (m tov NAP):	Geclassificeerd door: rh
		bk PB4 (m tov NAP):	WS PB4 (m tov NAP):	

Boring: B5

Veldclassificatie



Bodembeschrijving volgens NEN 5104

-1.74 tot -2.24 Zand, zeer fijn, zwak siltig, zwak humeus, licht grijs

-2.24 tot -2.84 Klei, matig siltig, matig humeus, matig slap, licht grijs

-2.84 tot -3.84 Veen, zwak kleiig, matig slap bruin

-3.84 tot -4.74 Veen, mineraalarm, matig slap bruin

-4.74 tot -6.54 Klei, zwak siltig, matig stevig grijs

-6.54 tot -9.04 Klei, zwak siltig, matig slap, donker zwart

-9.04 tot -10.64 Klei, matig siltig, stevig zwart

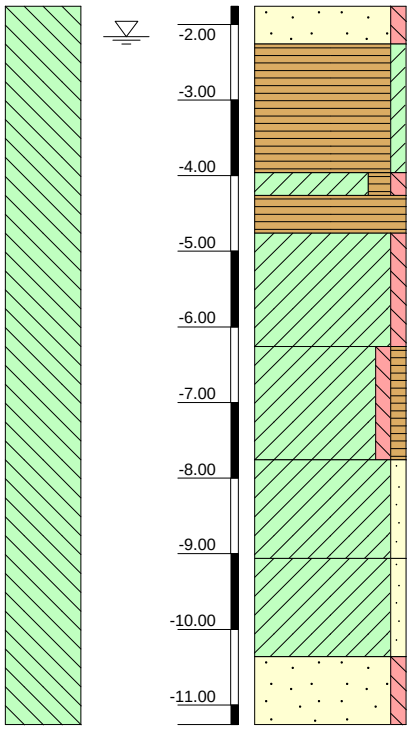
-10.64 tot -11.24 Zand, uiterst fijn, zwak siltig, sporen schelpen grijs

Algemene opmerking:

		MV (m tov NAP): -1.74	Boorvloeistof:	
X: 129814.7	GWS (m tov NAP):	bk PB1 (m tov NAP):	WS PB1 (m tov NAP):	Datum uitvoering: 13-07-2016
Y: 512835.0	GHG (m tov NAP):	bk PB2 (m tov NAP):	WS PB2 (m tov NAP):	Boormeester: rh
Coördinatenstelsel: RD	GLG (m tov NAP):	bk PB3 (m tov NAP):	WS PB3 (m tov NAP):	Geclassificeerd door: rh
		bk PB4 (m tov NAP):	WS PB4 (m tov NAP):	

Boring: B6

Veldclassificatie



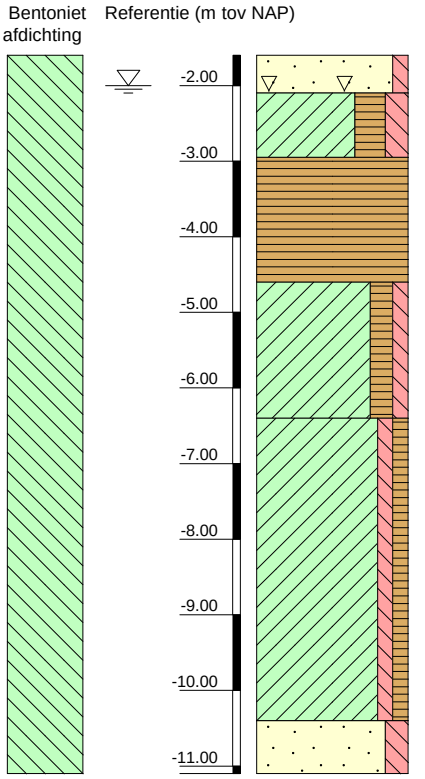
Monsternr.	Bodembeschrijving volgens NEN 5104
	-1.76 tot -2.26 Zand, zwak siltig geel
Ps1	-2.26 tot -3.96 Veen, zwak kleiig, matig slap, donker bruin
Ps2	
	-3.96 tot -4.26 Klei, zwak siltig, matig humeus, matig stevig grijs
Ps3	-4.26 tot -4.76 Veen, mineraalarm, matig slap, donker bruin
	-4.76 tot -6.26 Klei, zwak siltig, stevig grijs
Ps4	
Ps5	
	-6.26 tot -7.76 Klei, zwak siltig, zwak humeus, stevig, donker grijs
Ps6	
Ps7	-7.76 tot -9.06 Klei, zwak zandig, matig stevig, donker grijs
Ps8	
	-9.06 tot -10.36 Klei, zwak zandig, stevig grijs
Ps9	
Ps10	
	-10.36 tot -11.26 Zand, matig fijn, zwak siltig geel

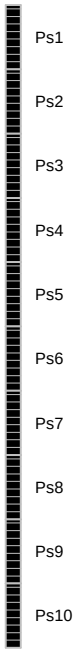
Algemene opmerking:

		MV (m tov NAP): -1.76	Boorvloeistof:	
X: 129809.4	GWS (m tov NAP): -2.16	bk PB1 (m tov NAP):	WS PB1 (m tov NAP):	Datum uitvoering: 14-07-2016
Y: 512837.9	GHG (m tov NAP):	bk PB2 (m tov NAP):	WS PB2 (m tov NAP):	Boormeester: rh
Coördinatenstelsel: RD	GLG (m tov NAP):	bk PB3 (m tov NAP):	WS PB3 (m tov NAP):	Geclassificeerd door: rh
		bk PB4 (m tov NAP):	WS PB4 (m tov NAP):	

Boring: B7

Veldclassificatie





Bodembeschrijving volgens NEN 5104

-1.60 tot -2.10 Zand, zeer grof, zwak siltig, sintels geel

-2.10 tot -2.95 Klei, matig siltig, sterk humeus, matig slap bruin

-2.95 tot -4.60 Veen, mineraalarm, matig slap, donker bruin

-4.60 tot -6.40 Klei, zwak siltig, matig humeus, matig slap

-6.40 tot -10.40 Klei, zwak siltig, zwak humeus, matig stevig, donker grijs

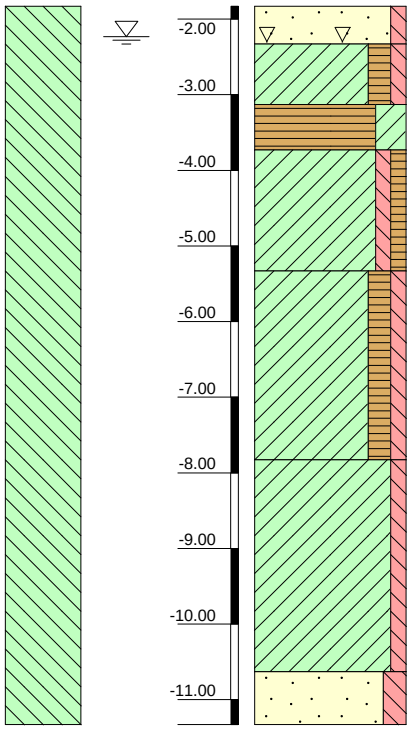
-10.40 tot -11.10 Zand, matig grof, matig siltig grijs

Algemene opmerking:

		MV (m tov NAP): -1.60	Boorvloeistof:	
X: 129794.3	GWS (m tov NAP): -2.00	bk PB1 (m tov NAP):	WS PB1 (m tov NAP):	Datum uitvoering: 18-07-2016
Y: 512835.9	GHG (m tov NAP):	bk PB2 (m tov NAP):	WS PB2 (m tov NAP):	Boormeester: rh
Coördinatenstelsel: RD	GLG (m tov NAP):	bk PB3 (m tov NAP):	WS PB3 (m tov NAP):	Geclassificeerd door: rh
		bk PB4 (m tov NAP):	WS PB4 (m tov NAP):	

Boring: B8

Veldclassificatie



Monsternr.	Bodembeschrijving volgens NEN 5104
	-1.83 tot -2.33 Zand, uiterst fijn, zwak siltig, sintels
Ps1	-2.33 tot -3.13 Klei, zwak siltig, matig humeus, matig slap bruin
Ps2	-3.13 tot -3.73 Veen, sterk kleiig, matig slap bruin
Ps3	-3.73 tot -5.33 Klei, zwak siltig, zwak humeus, matig stevig
Ps4	
Ps5	-5.33 tot -7.83 Klei, zwak siltig, matig humeus, matig stevig
Ps6	
Ps7	-7.83 tot -10.63 Klei, zwak siltig, matig stevig, donker grijs
Ps8	
Ps9	
Ps10	
	-10.63 tot -11.33 Zand, matig grof, matig siltig

Algemene opmerking:

		MV (m tov NAP): -1.83	Boorvloeistof:	
X: 129790.1	GWS (m tov NAP): -2.23	bk PB1 (m tov NAP):	WS PB1 (m tov NAP):	Datum uitvoering: 18-07-2016
Y: 512831.1	GHG (m tov NAP):	bk PB2 (m tov NAP):	WS PB2 (m tov NAP):	Boormeester: rh
Coördinatenstelsel: RD	GLG (m tov NAP):	bk PB3 (m tov NAP):	WS PB3 (m tov NAP):	Geclassificeerd door: rh
		bk PB4 (m tov NAP):	WS PB4 (m tov NAP):	

Meettechniek
De standaard bij Fugro toegepaste conus is de “elektrische kleefmantelconus”, waarmee de conusweerstand, de plaatselijke wrijvingsweerstand en de helling gelijktijdig worden gemeten. Sinds februari 2013 is de nieuwe norm *NEN-EN-ISO 22476-1:2012/C1:2013 Geotechnisch onderzoek en beproeving - Veldproeven - Deel 1: Elektrische sondering met en zonder waterspanningsmeting* van toepassing als vervanging van NEN 5140, die is terug getrokken. In NEN 9997-1 wordt echter nog wel verwezen naar NEN 5140.

Bij het uitvoeren van een sondering conform *NEN-EN-ISO 22476-1:2012/C1:2013* wordt de puntweerstand gemeten, die moet worden overwonnen om een conus met een tophoek van 60^0 en een basisoppervlak van 1000 mm^2 met een constante snelheid van ca 20 mm/s in de bodem te drukken. Voor de meting van de wrijvingsweerstand is een mantel met een oppervlak van 15000 mm^2 boven de punt aangebracht. De druk op de conuspunt (conusweerstand in MPa) en de wrijving langs de kleefmantel (plaatselijke wrijvingsweerstand in MPa) worden door rekstroken in de conus continu digitaal gemeten. Volgens *NEN-EN-ISO 22476-1* mag het basisoppervlak van de conus tussen 500 en 2000 mm^2 variëren zonder dat correctiefactoren op de meetresultaten moeten worden toegepast. Fugro sonderingen worden standaard uitgevoerd met een sondeerconus met een basisoppervlak van 1500 mm^2 en een manteloppervlak van 20000 mm^2.

Veelal wordt gebruik gemaakt van een conus met een korter cilindrisch deel boven de conuspunt dan in NEN-EN-ISO 22476-1 vermelde 400 mm voor een standaard conus. Het cilindrische deel vanaf de conuspunt van de standaard door Fugro gebruikte conussen heeft een lengte van 230 mm in plaats van de genormeerde lengte. Onderzoek[1)] heeft aangetoond, dat de invloed van de lengte van deze conus op het sondeerresultaat verwaarloosbaar is, terwijl met een kortere conus met minder risico een grotere sondeerdiepte kan worden bereikt.

De meetsignalen worden digitaal naar een elektrische meeteenheid gestuurd en samen met de diepte en de tijd opgeslagen. Definitieve verwerking vindt daarna op kantoor plaats, waarbij de gemeten parameters tegen de diepte in grafiekvorm worden uitgewerkt. Door continue registratie van de gemeten conus- en wrijvingsweerstand wordt een nauwkeurig beeld van de gelaagdheid en de vastheid van de bodem verkregen.
Afwijking van de conus met de verticaal worden continu geregistreerd, waarmee bij de uitwerking de diepte wordt gecorrigeerd en zo een onjuiste diepteaanduiding als gevolg van “scheef sonderen” wordt voorkomen.

Interpretatie van de sonderingen met plaatselijke wrijvingsweerstand
Meting van zowel de conusweerstand q_c als de plaatselijke wrijvingsweerstand f_s maakt het mogelijk het wrijvingsgetal R_f te berekenen. Het wrijvingsgetal wordt gedefinieerd als het quotiënt van de plaatselijke wrijving en de op gelijke diepte gemeten conusweerstand in procenten. Hierbij wordt rekening gehouden met laagscheidingen ter hoogte van de mantel.

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

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

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

[1]) Lunne en Powell, A comparison of different sized piezocones in UK clays.

Presentatie sondeergegevens

Sonderingen kunnen worden uitgewerkt met interpretatie van het wrijvingsgetal voor identificatie van de bodemlagen. De identificatie van de bodemlagen is dan uitgevoerd volgens Robertson [1990][2], die door Fugro is aangepast aan de Nederlandse omstandigheden. Bij deze interpretatie wordt uitgegaan van de genormaliseerde waarden van de conusweerstand nQ_c en wrijvingsgetal nR_f als ingangsparameters.

De genormaliseerde waarden van de conusweerstand nQ_c en wrijvingsgetal nR_f worden berekend, uit de gemeten wrijvingsweerstand f_s en conusweerstand q_c, indien mogelijk gecorrigeerd voor de waterspanning en de verticale effectieve - en totale grondspanning volgens de onderstaande formules.

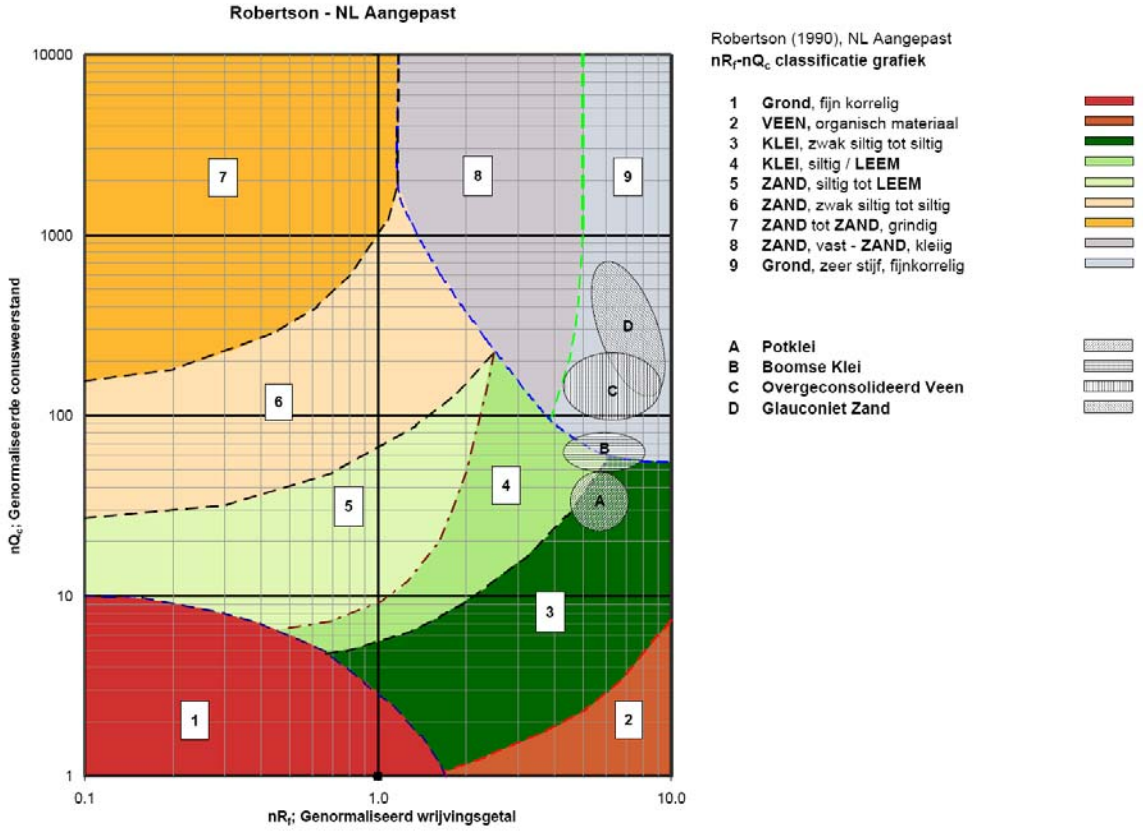
Genormaliseerde conusweerstand: $$nQ_c = \frac{q_t - \sigma_{v0}}{\sigma'_{v0}}$$

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

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

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

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



Voor een aantal specifieke grondtypen, zoals bijvoorbeeld Potklei, Boomse klei, overgeconsolideerd veen en glauconiethoudend zand is tevens het classificatie gebied aangegeven. Deze stemmen niet direct overeen met de benamingen van gebieden 1 tot en met 9.

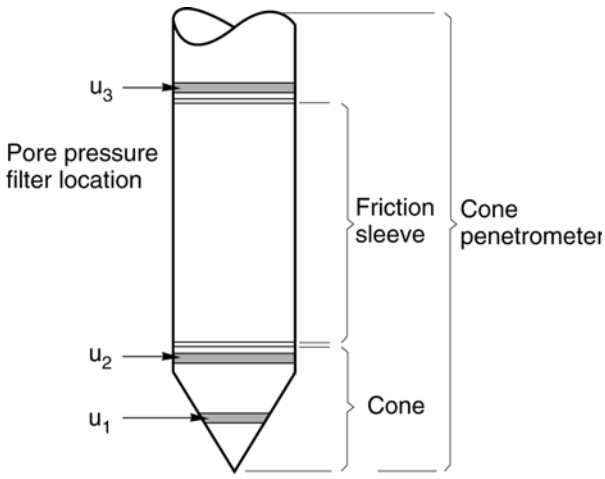
[2] Robertson, P.K. [1990] “Soil Classification using the cone penetration test”. Canadian Geotechnical Journal, 27(1), 151-8[2]

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

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

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

Waterspanningssonderingen
Naast registratie van conusweerstand en plaatselijke wrijvingsweerstand wordt bij een groot deel van de sonderingen waterspanning geregistreerd. Een waterspanningsconus (*piëzo-conus)* is voorzien van een ingebouwde druksensor, waarmee de waterdruk tijdens het sonderen wordt gemeten. Een filter voorkomt het contact van grond met de druksensor. De waterdruk kan op drie locaties in de conus worden gemeten waarbij de posities u_1 en u_2 veelvuldig voorkomen (zie figuur 1). Positie u_3 wordt zelden toegepast. Slechts een kleine hoeveelheid water (0,2 mm^3) is nodig om een nauwkeurige waterdruk te meten. Het meetbereik kan worden gekozen afhankelijk van de te verwachten wateroverspanning. In stijve kleien kan deze oplopen tot meer dan 3 MPa.



Figuur 1 Principe piëzo-conus

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

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

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

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

Bij de interpretatie speelt met name de wateroverspanning een rol, dat wil zeggen de verhoging van de waterspanning die door het indrukken van de conus ontstaan is. Dunne cohesieve laagjes in een zandpakket en dunne zandlaagjes in een kleipakket, die in de conusweerstand en de plaatselijke wrijvingsweerstand door uitmiddeling niet of slecht zichtbaar zijn, kunnen goed worden gedetecteerd aan de hand van de water(over)spanningen, die door het sonderen ontstaan. Deze laagjes kunnen van groot belang zijn voor het zettingsgedrag van funderingen en voor de verticale (on)doorlatendheid van de grond.

Verder kunnen met de piëzo-conus, met name via de u_1-meting, sterk gelaagde structuren van zand en klei onderscheiden worden van homogene lagen hetgeen op basis van conusweerstand en plaatselijke wrijving in de meeste gevallen niet lukt. Aangetoond is dat het detectievermogen van de u_1-meting veel hoger is dan van de u_2-meting.

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

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

waarin:

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

Voor andere grondsoorten zijn de β-factoren in onderstaande tabel gegeven.

Grond gedrag	β-factor
Normaal geconsolideerde klei	0,6 - 0,8
Licht overgeconsolideerde klei	0,5 - 0,7
Sterk overgeconsolideerde klei	0[1)] - 0,3
Leem samendrukbaar	0,5 - 0,6
Leem, vast en dillatant gedrag	0[1)] - 0,2
Zand siltig, los gepakt	0,2 - 0,4

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

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

In doorlatende gronden geeft de dissipatietest een goed beeld van de heersende hydrostatische waterspanning en daarmee van de stijghoogte. Het betreft slechts een indicatie aangezien de meetnauwkeurigheid beperkt is. Door het uitvoeren van meerdere metingen in een grondlaag en de gemiddelde waarde van de stijghoogte te bepalen kan een beduidend hogere nauwkeurigheid worden behaald. Ervaring leert dat de onnauwkeurigheid circa 0,5 m bedraagt. Voor een meer nauwkeurige bepaling en de optredende fluctuaties zijn peilbuismetingen over een langere waarnemingsperiode nodig, afhankelijk van het doel.

In slecht doorlatende, cohesieve lagen kan met behulp van de dissipatietest een indicatie van de consolidatiecoëfficiënt en daarmee van de verticale (on)doorlatendheid worden verkregen. Hierbij dient de dissipatietest te worden voortgezet totdat de water**over**spanning tenminste met 50 % is afgenomen. In de praktijk komt dat in zand overeen met circa 1/2 uur à 3/4 uur.Uit berekeningen en kwalitatieve vergelijking van de metingen wordt inzicht verkregen in het consolidatiegedrag van de grond. Voor het vaststellen van de heersende hydrostatische waterspanning in kleilagen is de dissipatietest in de meeste gevallen weinig geschikt, vanwege de benodigde lange aanpassingstijd en de onnauwkeurigheid.

Klassenindeling EN-ISO 22476-1
Voorafgaand aan de uitvoering diende een keuze te worden gemaakt binnen welke kwaliteitsklasse met bijbehorende toelaatbare meetonzekerheid het werk minimaal uitgevoerd moet worden. De klassenindeling heeft voornamelijk betrekking op de nauwkeurigheid van de gemeten parameters.

Door invoering van de Eurocode is op Europees niveau de internationale sondeernorm EN-ISO 22476-1 “Electrical cone and piezocone testing” ontwikkeld, welke de oorspronkelijke NEN 5140 heeft vervangen. De nieuwe elektrische sondeernorm **EN-ISO 22476-1** is in opzet vergelijkbaar met de oude Nederlandse norm NEN 5140 voor elektrische sonderingen. Een verschil tussen norm **EN-ISO 22476-1** met NEN 5140 is dat in de nieuwe norm de nauwkeurigheid van de meetresultaten wordt gekoppeld aan het toepassingsgebied met bijbehorend bodemkenmerken / geschiktheid voor interpretatie en afleiding van bodemparameters. Verder is de meting van de waterspanning genormeerd.

In de Europese tabel van sondeerklassen worden de sondeerklassen ingedeeld naar de toepassing van de sondering, zie onderstaande tabel.

Toepassing Klasse	Test type	Gemeten parameter	Toegestane minimum nauwkeurigheid [a]	Maximum lengte tussen metingen	Gebruik	
					Grondsoort [b]	Interpretatie [c]
1	TE 2	Conus weerstand Mantel wrijving Waterspanning Helling Sondeerlengte	35 kPa of 5 % 5 kPa of 10 % 10kPa of 2 % 2° 0,1 m of 1%	20 mm	A	G, H
2	TE1 TE2	Conus weerstand Mantel wrijving Waterspanning Helling Sondeerlengte	100 kPa of 5 % 15 kPa of 15 % 25 kPa of 3 % 2° 0,1 m of 1 %	20 mm	A B C D	G, H* G, H G, H G, H
3	TE1 TE2	Conus weerstand Mantel wrijving Waterspanning [d] Helling Sondeerlengte	200 kPa of 5 % 25 kPa of 15 % 50 kPa of 5 % 5° 0,2 m of 2 %	50 mm	A B C D	G G, H* G, H G, H
4	TE1	Conus weerstand Mantel wrijving Sondeerlengte	500 kPa of 5 % 50 kPa of 20 % 0,2 m of 1 %	50 mm	A B C D	G* G* G* G*

NOOT 1 Richtlijnen voor gebruik van Tabel 2 zijn gegeven in bijlage F.
NOOT 2 Voor uiterst slappe gronden maken soms nog hogere nauwkeurigheden noodzakelijk.

[a] De toegestane minimum nauwkeurigheid van de gemeten parameters is de grootste van de twee genoemde. De relatieve nauwkeurigheid geldt voor de gemeten waarde en niet voor het meetbereik.

[b] Volgens ISO 14688-2:
- A Homogene gronden bestaande uit zeer slappe tot stijve kleien (en silt) (q_c < 3 MPa)
- B Gemengde bodemprofielen met slappe tot stijve kleien ($q_c \leq 3$ MPa) en matig vaste tot vaste zanden (conusweerstand 5 MPa $\leq q_c$ < 10 MPa)
- C Gemengde bodemprofielen met stijve kleien (conusweerstand 1,5 MPa $\leq q_c$ < 3 MPa) en zeer dichte zanden (q_c > 20 MPa)
- D Zeer stijve tot harde kleien ($q_c \geq 3$ MPa) en zeer vaste grove gronden ($q_c \geq 20$ MPa)

[c]
- G vaststelling bodemprofiel en bepaling van grondsoort met een laag niveau van onzekerheid
- G* indicatieve vaststelling bodemprofiel en bepaling van grondsoort met een hoog niveau van onzekerheid
- H interpretatie met betrekking tot ontwerp met een laag niveau van onzekerheid
- H* interpretatie met betrekking tot ontwerp met een hoog niveau van onzekerheid

[d] Waterspanning kan alleen worden gemeten als TE2 wordt toegepast.

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

Toepassingklasse 1 sonderingen kunnen alleen met speciale gevoelige conussen met een beperkt meetbereik en een kleibodemprofiel met q_c < 3 MPa worden bereikt. In bodemprofielen waarin zowel zeer slappe lagen als zeer vaste lagen voorkomen kan de hoogste meetnauwkeurigheid van klasse 1 enigszins worden benaderd door aanvullende maatregelen en procedures. Toepassingklasse 2 sonderingen kunnen in bodemprofielen, waarin zowel zeer slappe lagen als zeer vaste lagen voorkomen, alleen worden verkregen door toepassing van digitale conussen met regelmatige calibraties, aanvullende uitvoeringsmaatregelen en kwaliteitscontroles. Toepassingsklasse 1 is in deze bodem niet haalbaar. De enige praktische indicatie over de bereikte sondeerklasse is controle van calibraties en 0-puntsverlopen tussen het begin en eind van de sondering.

In de praktijk komt het af en toe voor dat sonderingen worden uitgevoerd, waarbij door de opdrachtgever is aangegeven dat de maaiveldhoogte niet ten opzichte van een vast referentiepeil (NAP) behoeft te worden vastgelegd. Deze sonderingen voldoen derhalve op dit punt niet aan **EN-ISO 22476-1**.

Klassenindeling NEN 5140

De norm NEN 5140 ging uit van vier kwaliteitsklassen. Voorafgaand aan de uitvoering diende een keuze te worden gemaakt binnen welke kwaliteitsklasse met bijbehorende toelaatbare meetonzekerheid het werk minimaal uitgevoerd moet worden. De klassenindeling heeft voornamelijk betrekking op de nauwkeurigheid van de gemeten conusweerstand, plaatselijke wrijvingsweerstand en diepte, zoals blijkt uit de onderstaande tabel.

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

Vergelijking van de gespecificeerde nauwkeurigheden van de NEN 5140 en NEN-EN-ISO 22476-1 laat zien dat de nauwkeurigheid van de meest in NL gehanteerde sondeerklasse 2 volgens NEN 5140 iets hoger ligt dan die van de toepassingklasse 3 volgens de ISO norm.

LEGENDA TERREINPROEVEN EN GRONDSOORTEN

Boringen / Peilbuizen

- Handboring nog niet uitgevoerd
- Handboring uitgevoerd
- Handboring uitgevoerd met 1 peilbuis
- Handboring uitgevoerd met 2 peilbuizen
- Mechanische boring nog niet uitgevoerd
- Mechanische boring uitgevoerd
- Mechanische boring uitgevoerd met 1 peilbuis
- Mechanische boring uitgevoerd met 2 peilbuizen
- Mechanische boring uitgevoerd met 3 peilbuizen
- Boring uitgevoerd door derden
- Boring uitgevoerd met peilbuis door derden
- Gedrukte peilbuis (PB) / minifilter (MF) nog niet uitgevoerd
- Gedrukte peilbuis (PB) / minifilter (MF) uitgevoerd

Sonderingen

- Sondering met plaatselijke kleefmeting nog niet uitgevoerd
- Sondering met plaatselijke kleefmeting uitgevoerd
- Sondering zonder plaatselijke kleefmeting nog niet uitgevoerd
- Sondering zonder plaatselijke kleefmeting uitgevoerd
- Slagsondering uitgevoerd
- Handsondering uitgevoerd
- Multigrondwatersondering nog niet uitgevoerd
- Multigrondwatersondering uitgevoerd
- Sondering met bolconus nog niet uitgevoerd
- Sondering met bolconus uitgevoerd
- Waterspanningsmeter nog niet uitgevoerd
- Waterspanningsmeter uitgevoerd
- Sondering uitgevoerd door derden
- Sondering met plaatselijke kleefmeting uitgevoerd door derden
- Hellingmeterbuis nog niet uitgevoerd
- Hellingmeterbuis uitgevoerd

Overige symbolen

- Meetpunt
- Hoogtemaat

Type sonderingen

D	Diepsondering
HS	Handsondering
S	Slagsondering

Toegevoegde metingen

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

Legenda / Terminologie

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

Klei

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

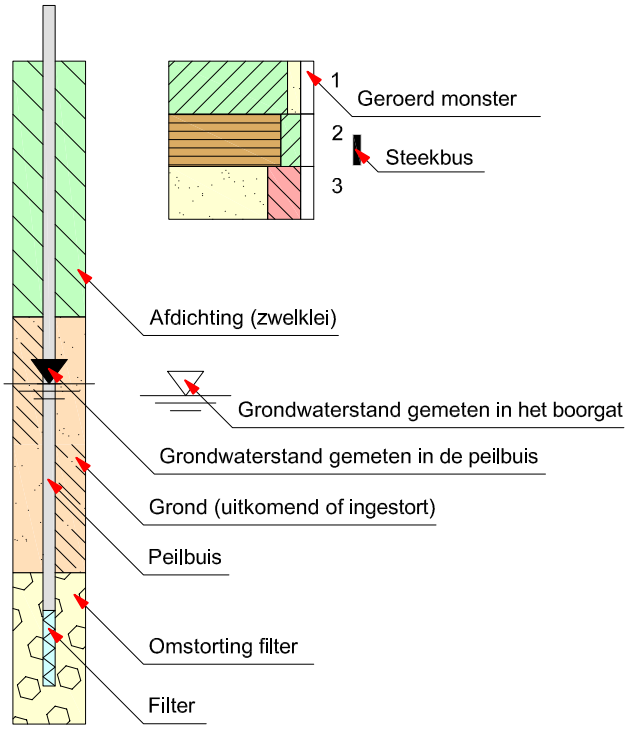
Leem

- Leem, zwak zandig
- Leem, sterk zandig

Overige toevoegingen

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

Peilbuis



Revisie datum : 05-12-2013 (JNI)