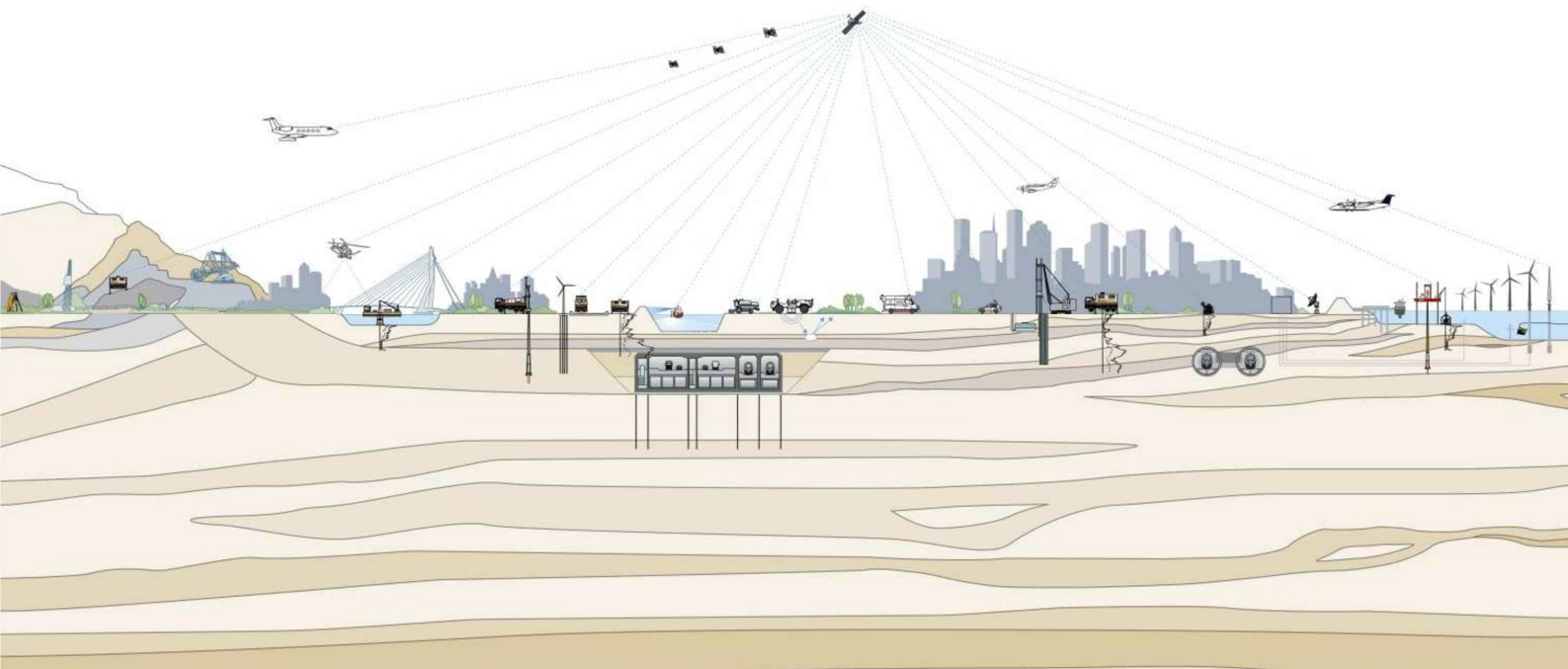
Geotechnisch onderzoek
Amsterdam NL Osdorpergracht

Document Nr.: 1319-151469
Versie: 1.0
Datum: 13 januari 2020



Opdrachtgever Ingenieursbureau Amsterdam
Postbus 12693
1100 AR AMSTERDAM

Opdrachtnemer Fugro NL Land B.V.
Zekeringstraat 41a
1014 BV Amsterdam
T 5.1, 2, e

Projectleider 5.1, 2, e

Versiebeheer

Rev	Omschrijving	Opgesteld	Gecontroleerd	Goedgekeurd	Datum
1.0	Initiële versie	5.1, 2, e			13-01-2020

INHOUDSOPGAVE

1. RAPPORTAGE OVERZICHT

2. SITUATIETEKENING

3. ONDERZOEKSDATA

4. TOELICHTING GEOTECHNISCH ONDERZOEK

5. CONTINU ELEKTRISCH SONDEREN

6. LEGENDA TERREINPROEVEN EN GRONDSOORTEN

RAPPORTAGE OVERZICHT

Projectomschrijving: Amsterdam NL Osdorpergracht
Projectnummer: 1319-151469

Naam	RD Coördinaten (m)		Hoogte (m) t.o.v. NAP	Grondwater-stand (m) t.o.v. NAP	Opmerking
	X	Y			
DKM1	115054.3	485500.0	-0.92		
DKM2	115079.6	485506.7	-0.80	-1.71	
DKM3	115117.3	485515.5	-0.98		Gestaakt, obstakel(s)
DKM4	115156.0	485527.7	-0.96	-1.56	Gestaakt, obstakel(s)
DKM5	115187.8	485542.0	-1.06		
DKM6	115222.7	485552.1	-1.21	-1.22	
DKM7	115276.7	485563.4	-0.94		
DKM8	115308.5	485581.8	-0.98		Gestaakt, max. totaaldruk
DKM9	115358.4	485584.5	-0.96	-1.01	
DKM10	115399.5	485598.2	-0.92		
DKM11	115471.6	485631.1	-0.71		
DKM12	115519.1	485627.6	-0.54		
DKM13	115436.2	485600.9	-0.64	-1.64	
DKM14	115408.4	485579.2	-0.73		
DKM15	115323.1	485557.3	-0.86		
DKM16	115293.5	485549.5	-0.92	-1.55	
DKM17	115260.3	485538.7	-0.91		
DKM18	115235.6	485530.9	-0.84	-1.51	
DKM19	115196.4	485523.5	-0.90		
DKM20	115160.2	485505.6	-0.84		
DKM21	115121.8	485493.3	-0.87		
DKM22	115082.9	485474.1	-0.98	-2.38	
DKM23	115066.9	485470.8	-0.91		
DKM24	115062.1	485484.2	-0.98		
DKM25	115225.6	485536.1	-0.82		
DKM26	115321.7	485568.4	-0.89	-1.22	
HB1	115054.7	485497.6	-0.95	-2.45	
HB2	115222.3	485550.4	-1.02	-2.12	
HB3	115259.2	485537.4	-0.90	-1.90	
HB4	115398.7	485596.0	-0.90	-1.90	
HB5	115437.0	485598.9	-0.85	-2.15	
HB6	115518.8	485625.3	-0.53	-2.13	



Fugro
Kantoor Amsterdam
Zekeringstraat 41a
1014 BV Amsterdam

Tel: 020 - 6 510 800
e-mail: info@fugro.nl
www.fugro.nl

FUGRO

Revisie

Schaal 1 : 500

SITUATIE

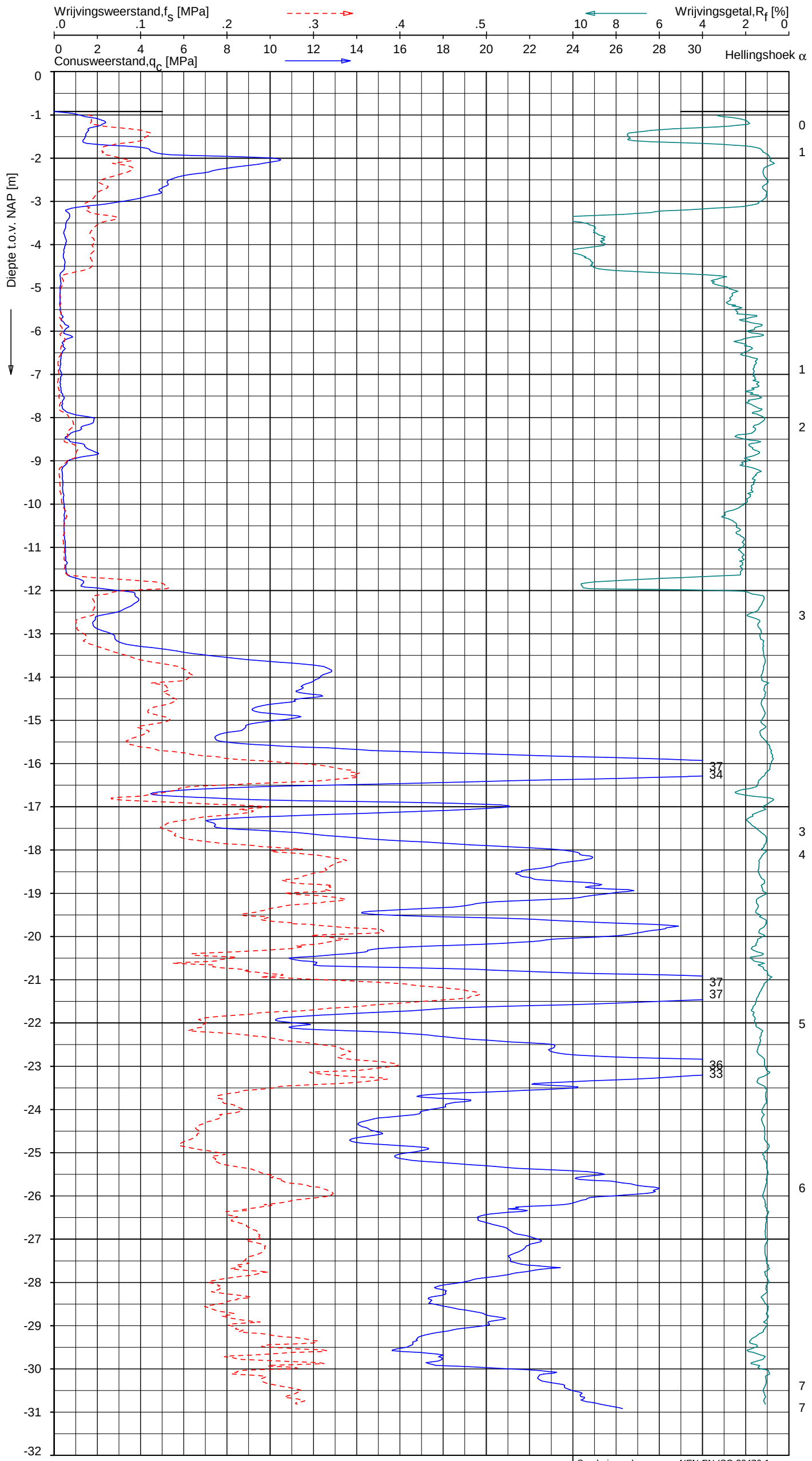
0 5.0 10.0 15.0 20.0 25.0 m

Formaat A0 1189x841

AMSTERDAM NL OSDORPERGRACHT

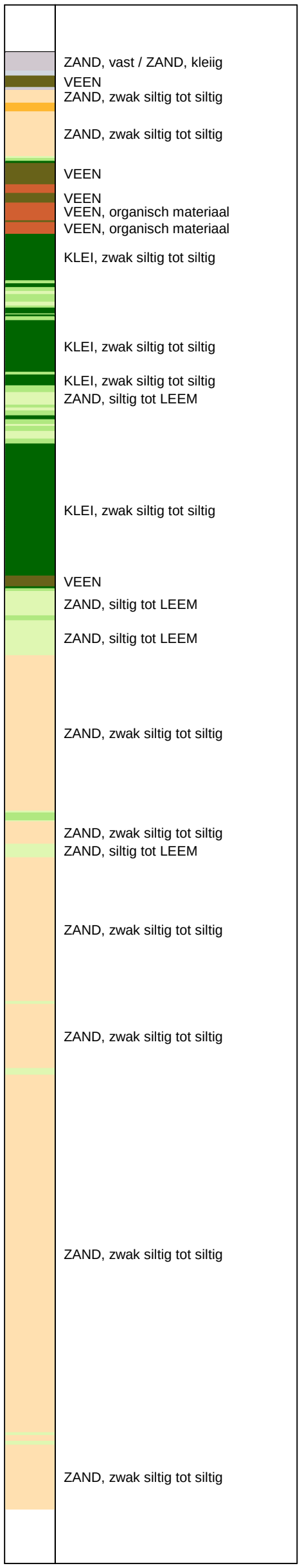
5.1, 2, e	Datum	Status	Projectnummer	Bijlage
	13-01-2020	DEFINITIEF	1319-151469	1

UNIPLOT 05.36.nl / QcFsClass-R3.ucf / 2020-01-03 09:50:39



Indicatieve bodembeschrijving

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



Opg. : NDL	d.d. 23-dec-2019	Coord.: X= 115054.3 m	Y= 485500.0 m	Systeem: RD	Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Get. : L.Murenaite	d.d. 03-jan-2020	MV = NAP -0.92 m	Conus: CP15-CF75SO2	1701-3057	Toepassingsklasse 2. Test type TE1
					Conustype: A_c = 1510 mm²; A_s = 19895 mm²

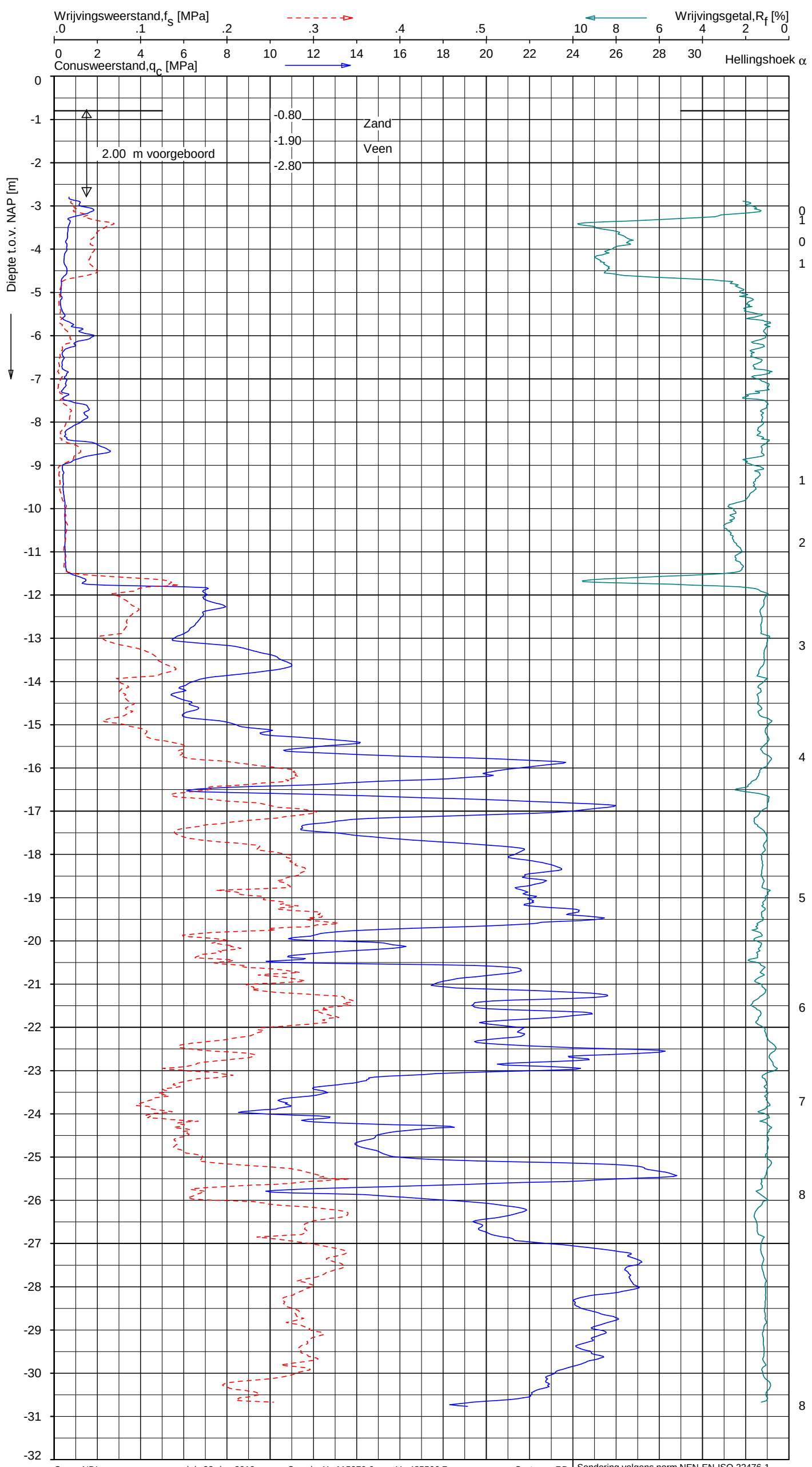
SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

AMSTERDAM NL OSDORPERGRACHT

Opdr. -151469
Sond. 5.1, 2, e

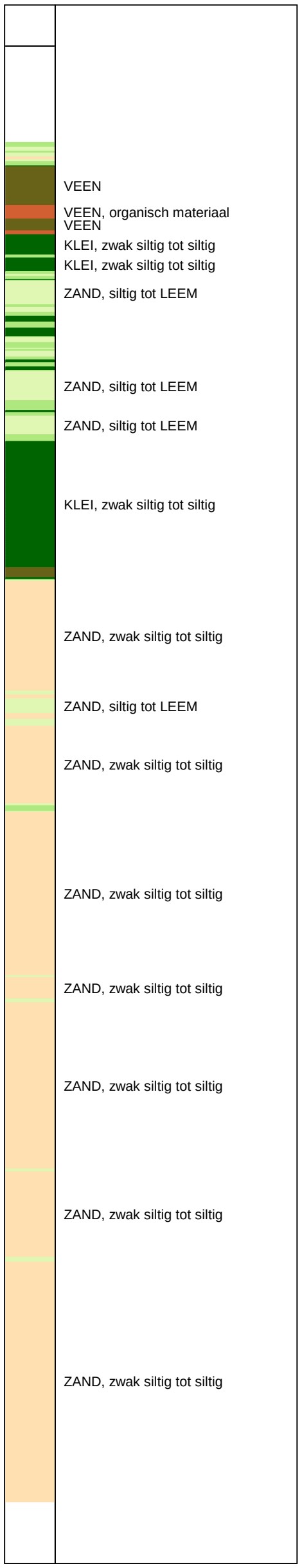
1319-151469

UNIPLOT 05.36.nl / QcFsClass-R3.ucf / 2020-01-03 09:50:43



Indicatieve bodembeschrijving

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

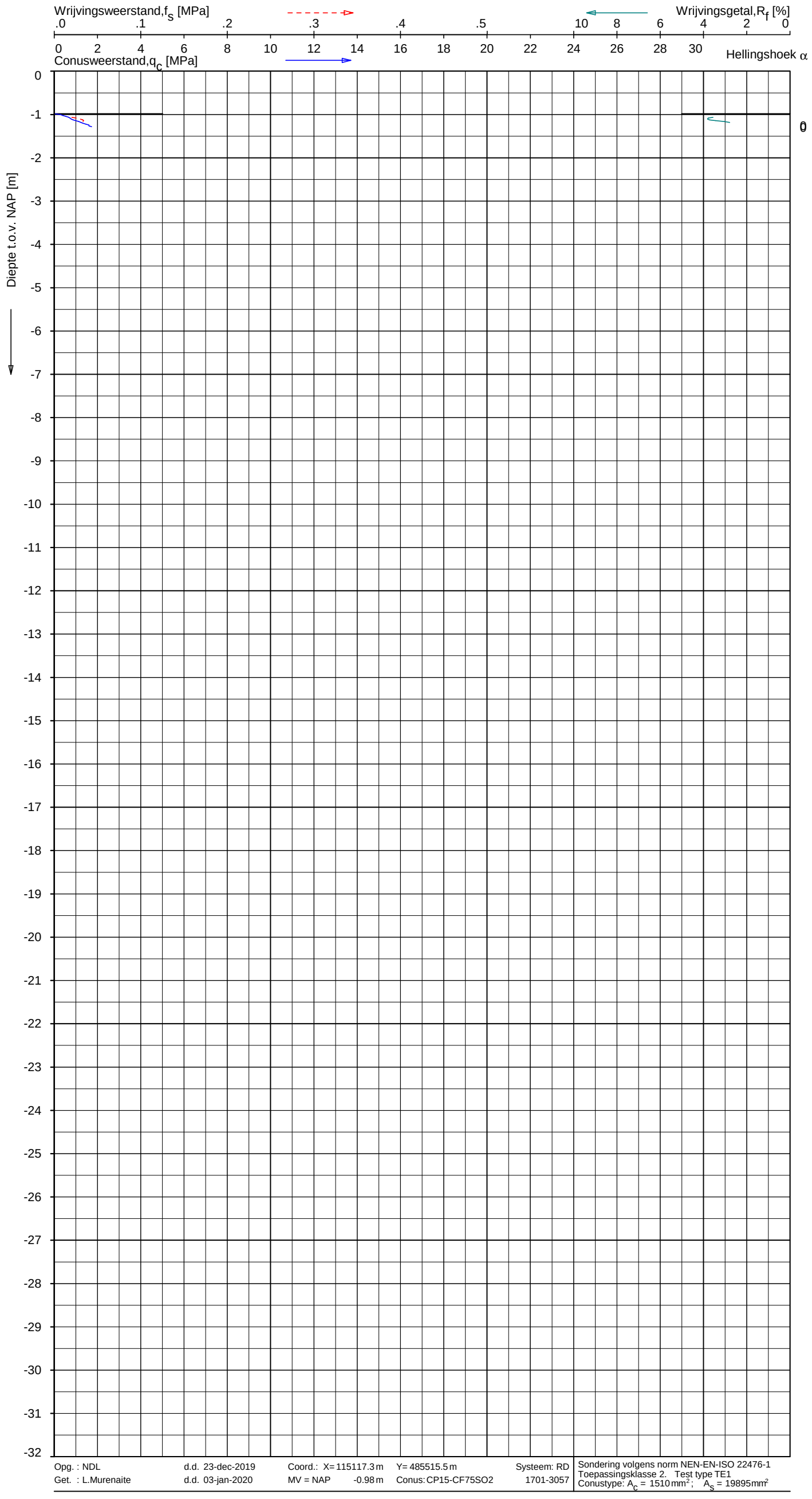


SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

AMSTERDAM NL OSDORPERGRACHT

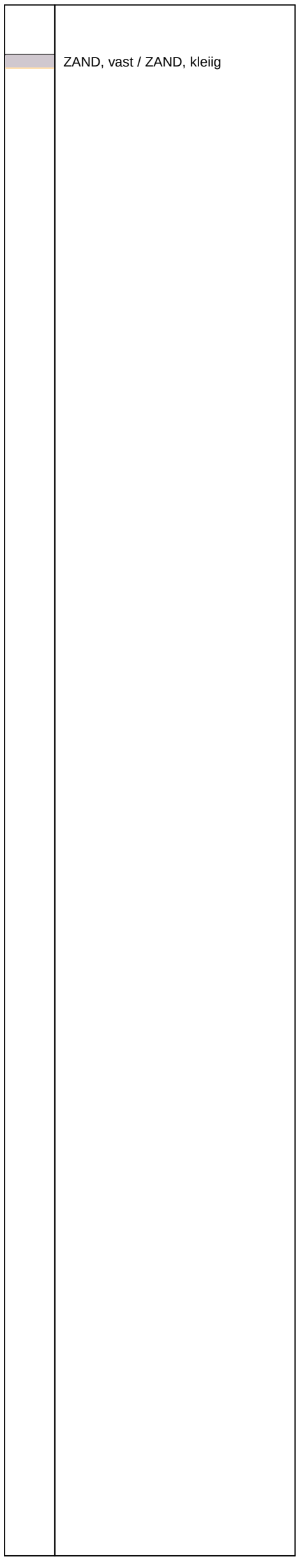
Opdr. 1319-151469
Sond. 5.1, 2, e

UNIPLOT 05.36.nl / QcFsClass-R3.ucf / 2020-01-03 09:50:00



Indicatieve bodembeschrijving

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



Opg. : NDL	d.d. 23-dec-2019	Coord.: X= 115117.3 m	Y= 485515.5 m	Systeem: RD	Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Get. : L.Murenaite	d.d. 03-jan-2020	MV = NAP -0.98 m	Conus: CP15-CF75SO2	1701-3057	Toepassingsklasse 2. Test type TE1
					Conustype: A_c = 1510 mm²; A_s = 19895 mm²

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

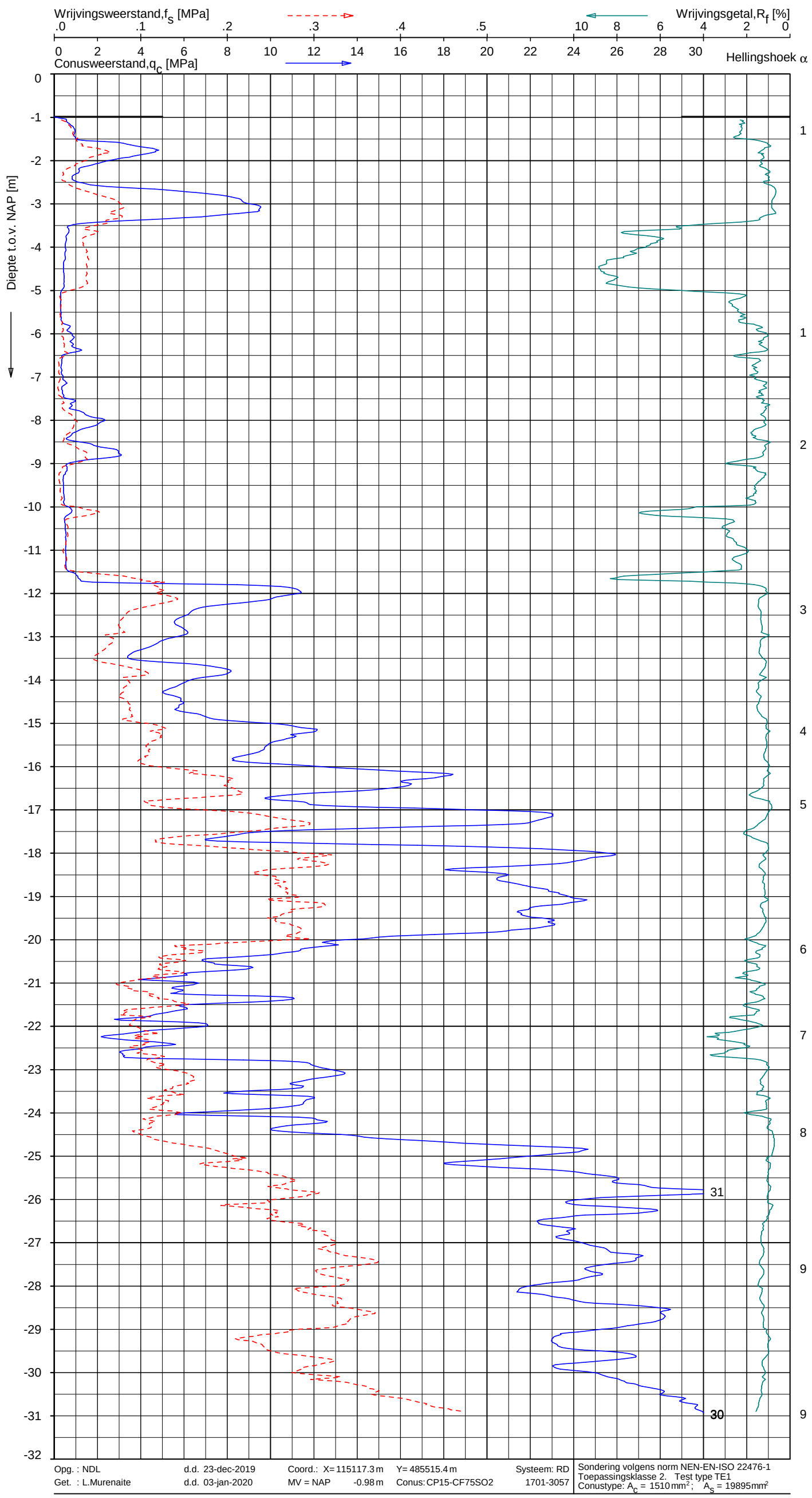
AMSTERDAM NL OSDORPERGRACHT

Opdr. 1319-151469
Sond. 5.1, 2, e

1319-151469

DKM3 - 1

UNIPLOT 05.36.nl / QcFsClass-R3.ucf / 2020-01-03 09:51:05



Indicatieve bodembeschrijving

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

- ZAND, zwak siltig tot siltig
- ZAND, siltig tot LEEM
- ZAND, zwak siltig tot siltig
- VEEN
- VEEN, organisch materiaal
- KLEI, zwak siltig tot siltig
- ZAND, siltig tot LEEM
- ZAND, siltig tot LEEM
- KLEI, zwak siltig tot siltig
- KLEI, zwak siltig tot siltig
- ZAND, zwak siltig tot siltig
- ZAND, siltig tot LEEM
- ZAND, zwak siltig tot siltig
- ZAND, siltig tot LEEM
- ZAND, zwak siltig tot siltig
- ZAND, zwak siltig tot siltig
- ZAND, zwak siltig tot siltig
- ZAND, zwak siltig tot siltig
- ZAND, siltig tot LEEM
- ZAND, siltig tot LEEM
- KLEI, siltig / LEEM
- ZAND, zwak siltig tot siltig
- ZAND, zwak siltig tot siltig
- ZAND, zwak siltig tot siltig

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

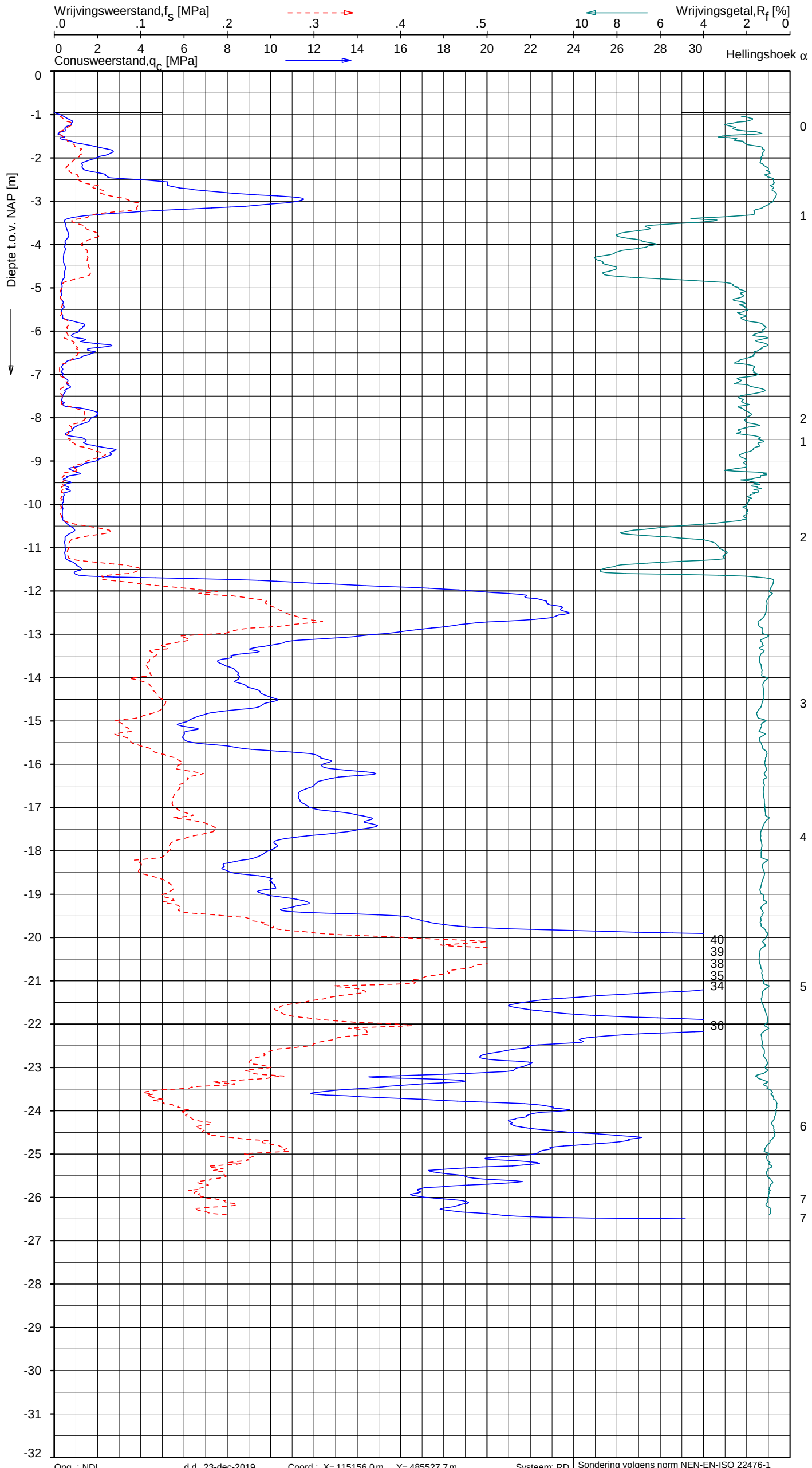
AMSTERDAM NL OSDORPERGRACHT

Opdr. 1_1_-1_1469
Sond. 5.1, 2, e

1319-151469

DKM3A - 1

UNIPLOT 05.36.nl / QcFsClass-R3.ucf / 2020-01-03 09:50:55



Indicatieve bodembeschrijving

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



Opg. : NDL d.d. 23-dec-2019 Coord.: X= 115156.0 m Y= 485527.7 m Systeem: RD
Get. : L.Murenaite d.d. 03-jan-2020 MV = NAP -0.96 m Conus: CP15-CF75SO2 1701-3057

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Toepassingsklasse 2. Test type TE1
Conustype: A_c = 1510 mm²; A_s = 19895 mm²

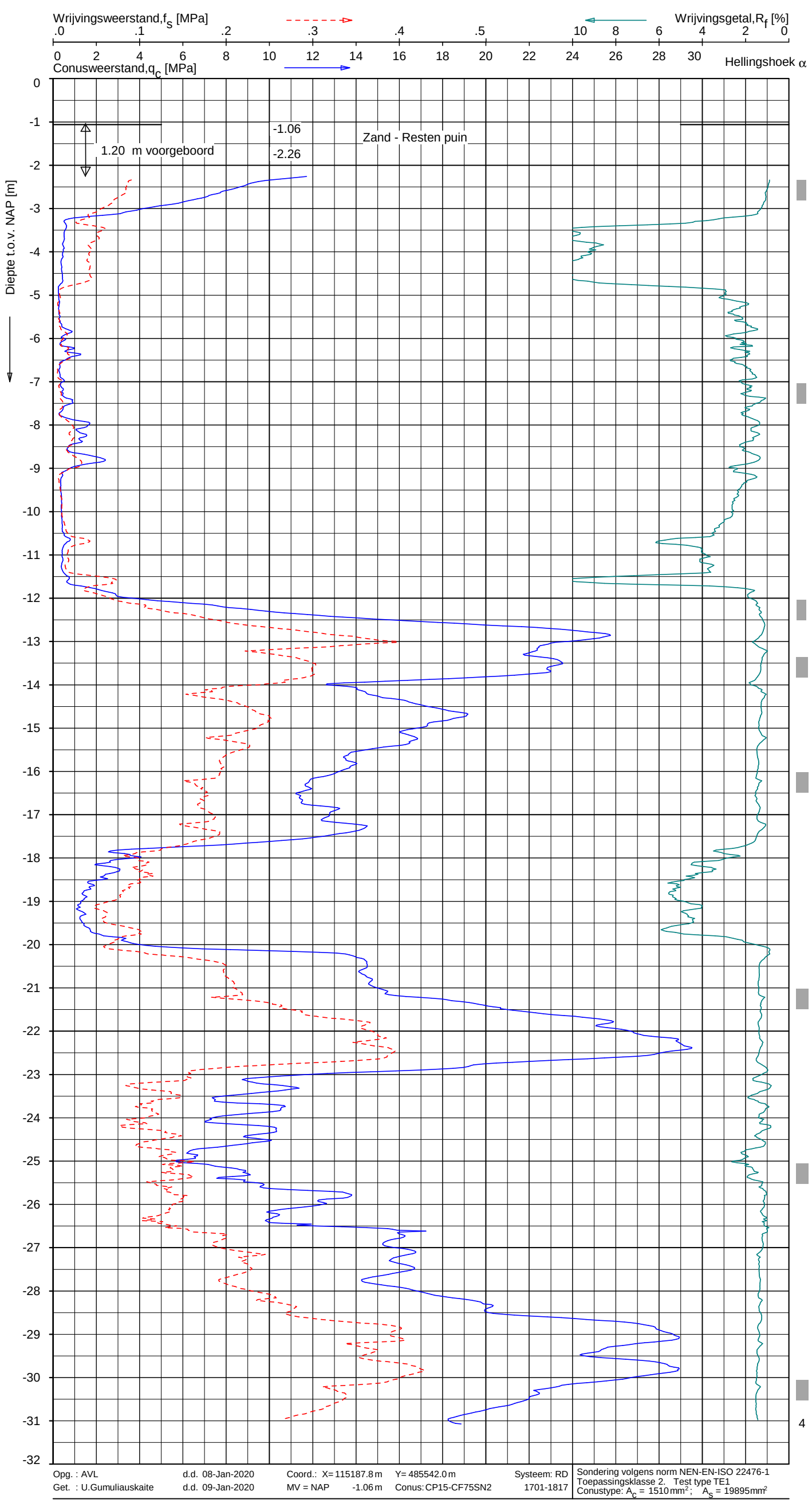
SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

AMSTERDAM NL OSDORPERGRACHT

Opdr. 1319-151469
Sond. 5.1, 2, e

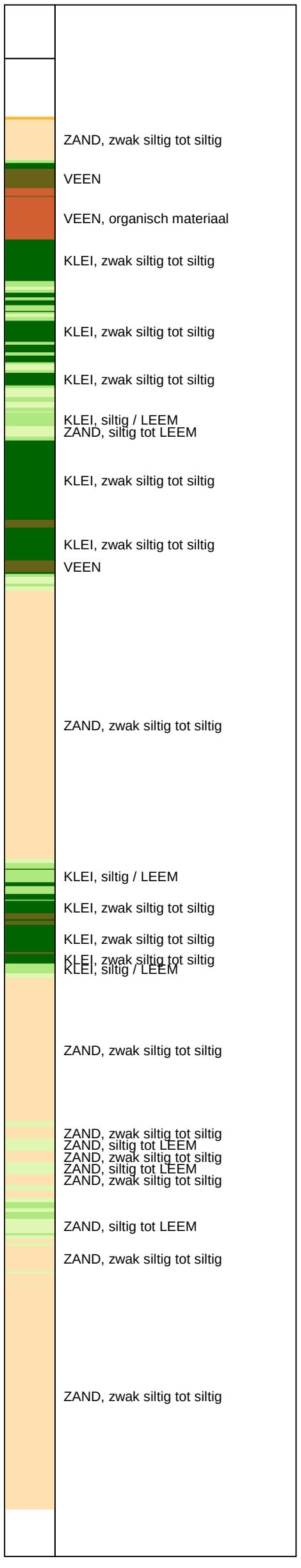
1319-151469

NIPLOT 05.36.nl / QcFsClass-R3.ucf / 2020-01-09 08:20



Indicatieve bodembeschrijving

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

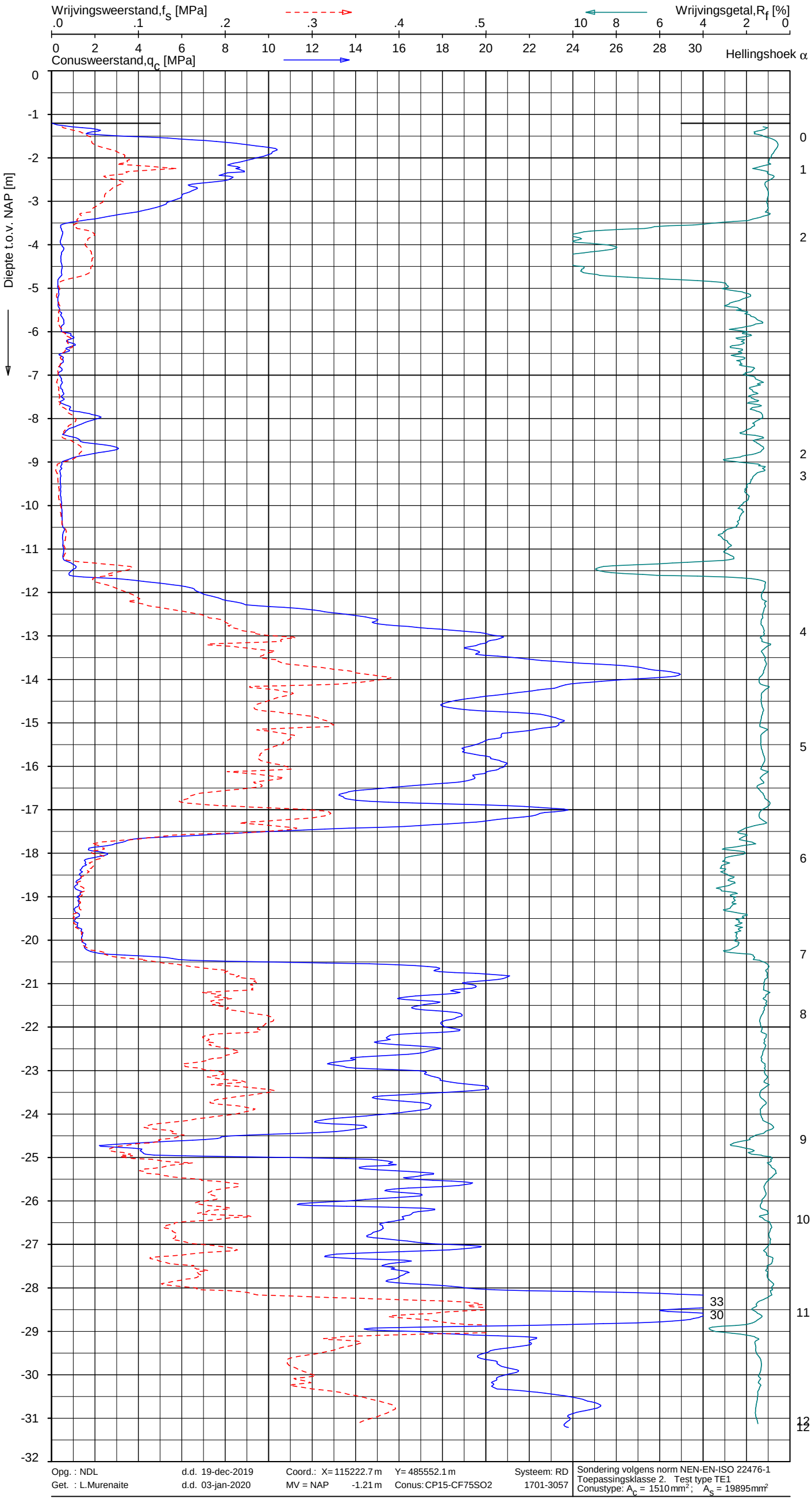


SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

AMSTERDAM NL OSDORPERGRACHT

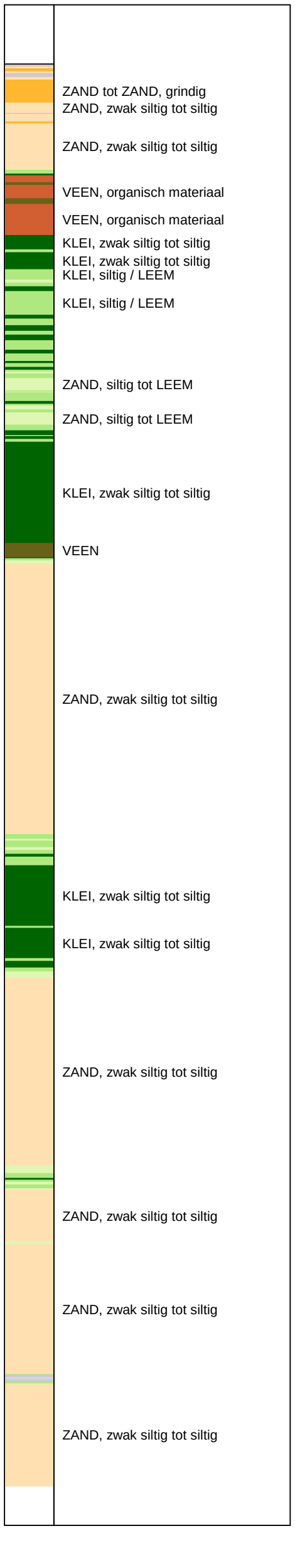
Opdr. 51469
Sond. 5.1, 2, e

1319-151469
DKM5 - 1



Indicatieve bodembeschrijving

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



Opg. : NDL d.d. 19-dec-2019 Coord.: X= 115222.7 m Y= 485552.1 m Systeem: RD
Get. : L.Murenaite d.d. 03-jan-2020 MV = NAP -1.21 m Conus: CP15-CF75SO2 1701-3057

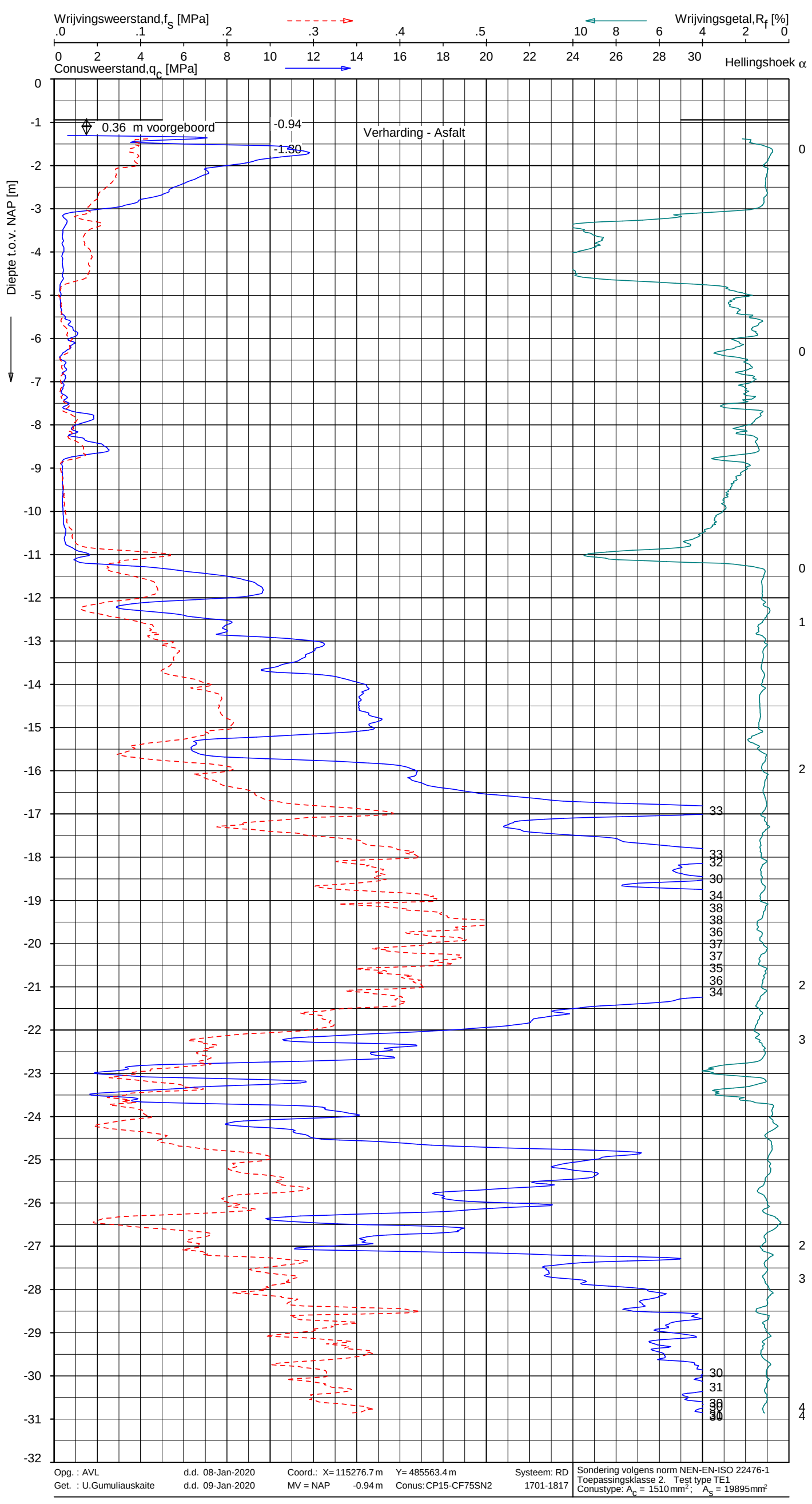
Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Toepassingsklasse 2. Test type TE1
Conustype: A_c = 1510 mm²; A_s = 19895 mm²

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

AMSTERDAM NL OSDORPERGRACHT

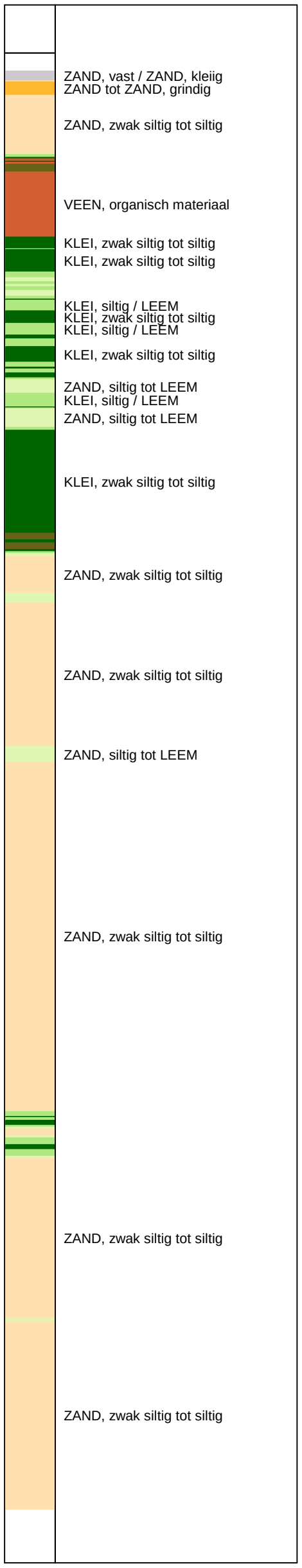
Opdr. 1319-151469
Sond. 5.1, 2, e

UNIPLOT 05.36.nl / QcFsClass-R3.ucf / 2020-01-09 08:19:59



Indicatieve bodembeschrijving

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



Opg. : AVL	d.d. 08-Jan-2020	Coord.: X= 115276.7 m	Y= 485563.4 m	Systeem: RD	Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Get. : U.Gumuliauskaite	d.d. 09-Jan-2020	MV = NAP	-0.94 m	Conus: CP15-CF75SN2	1701-1817

Toepassingsklasse 2. Test type TE1
Conustype: A_c = 1510 mm²; A_s = 19895 mm²

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

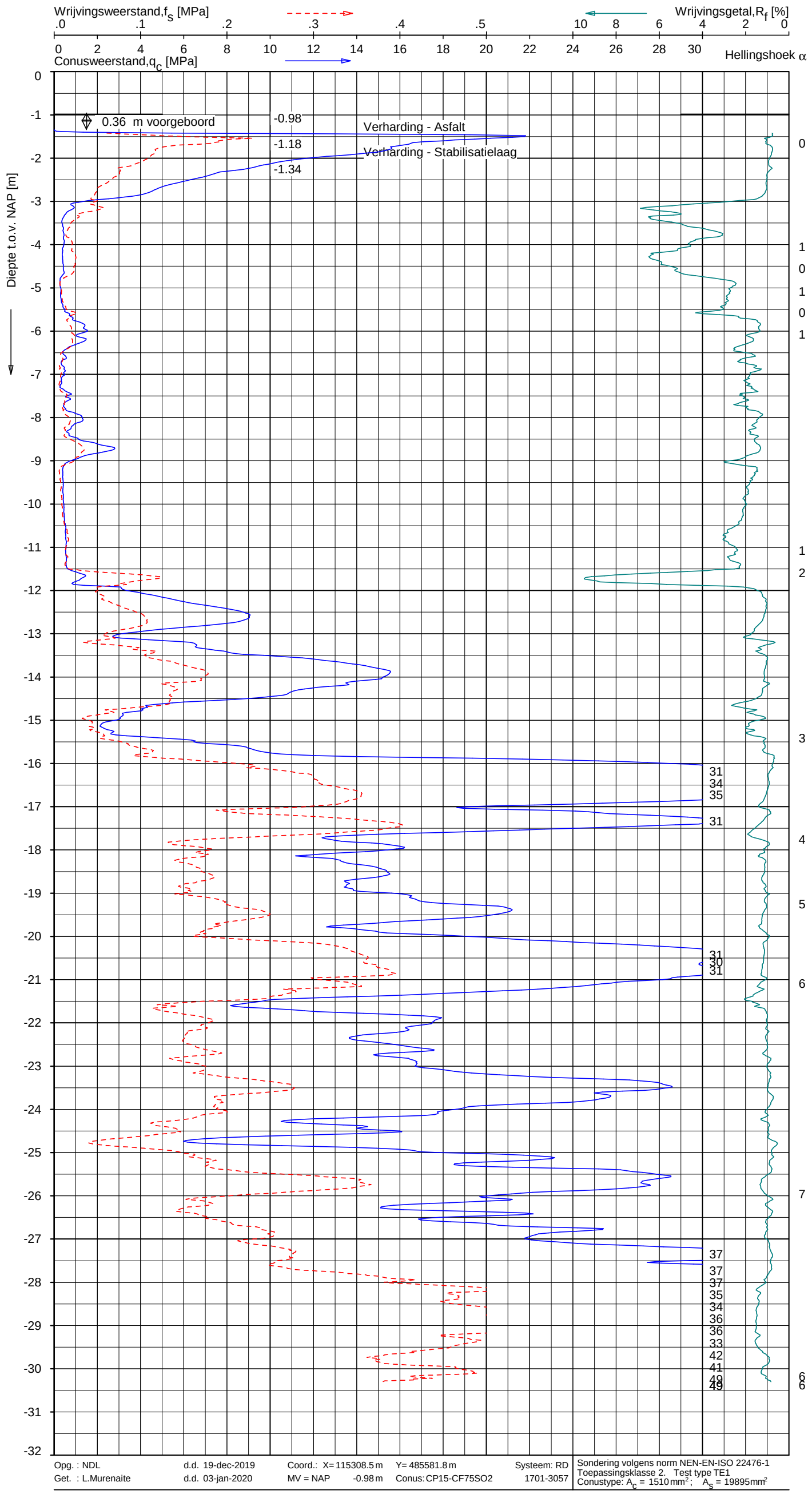
AMSTERDAM NL OSDORPERGRACHT

Opdr. 51469
Sond. 5.1, 2, e

1319-151469

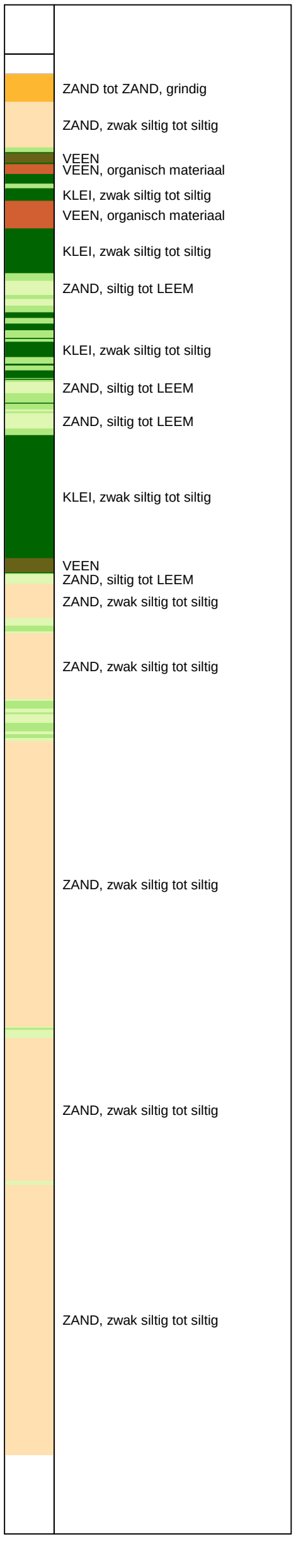
DKM7 - 1

UNIPLOT 05.36.nl / QcFsClass-R3.ucf / 2020-01-03 09:50:46



Indicatieve bodembeschrijving

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



Opg. : NDL	d.d. 19-dec-2019	Coord.: X= 115308.5 m	Y= 485581.8 m	Systeem: RD
Get. : L.Murenaite	d.d. 03-jan-2020	MV = NAP -0.98 m	Conus: CP15-CF75SO2	1701-3057

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Toepassingsklasse 2. Test type TE1
Conustype: A_c = 1510 mm²; A_s = 19895 mm²

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

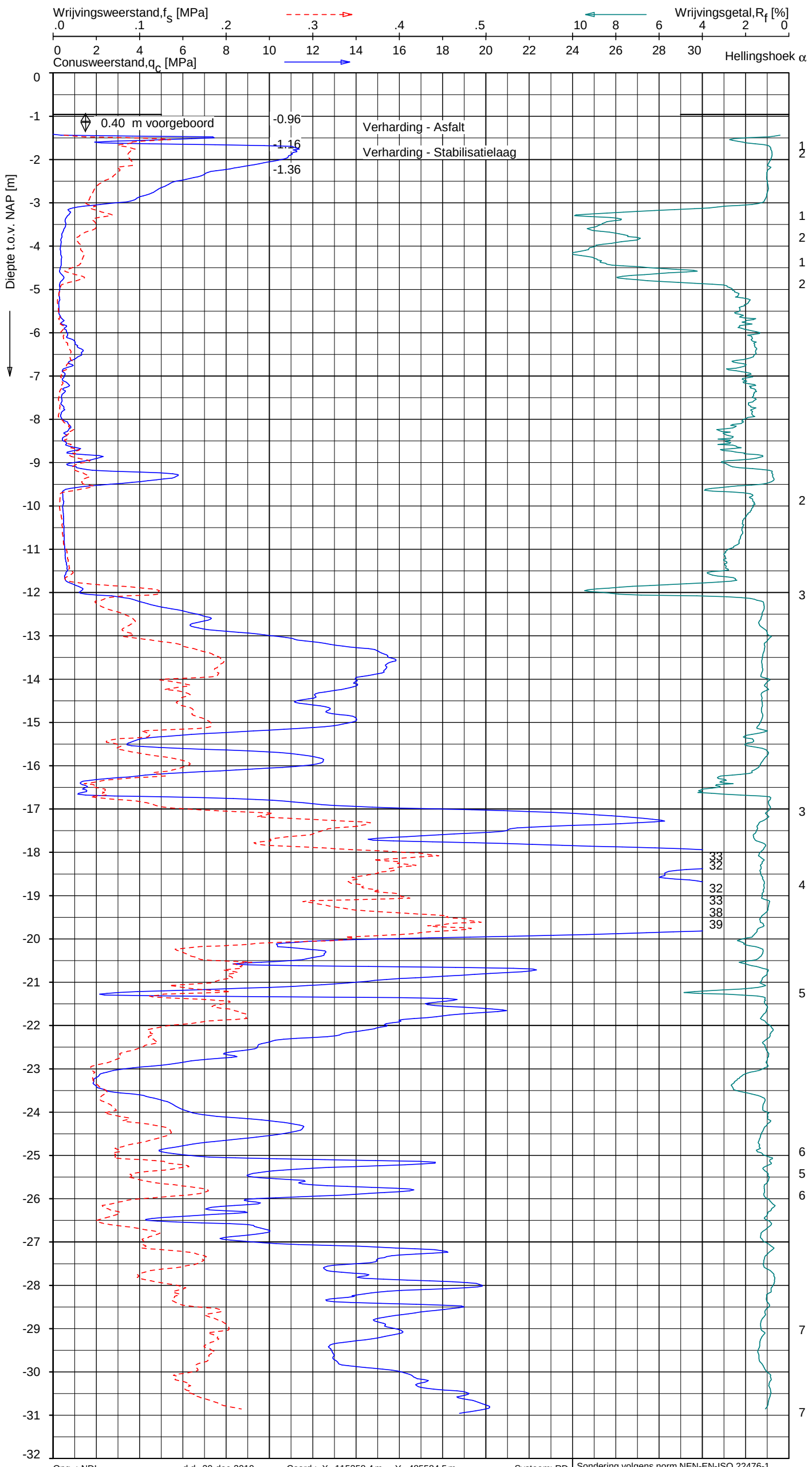
AMSTERDAM NL OSDORPERGRACHT

Opdr. 1319-151469
Sond. 5.1, 2, e

1319-151469

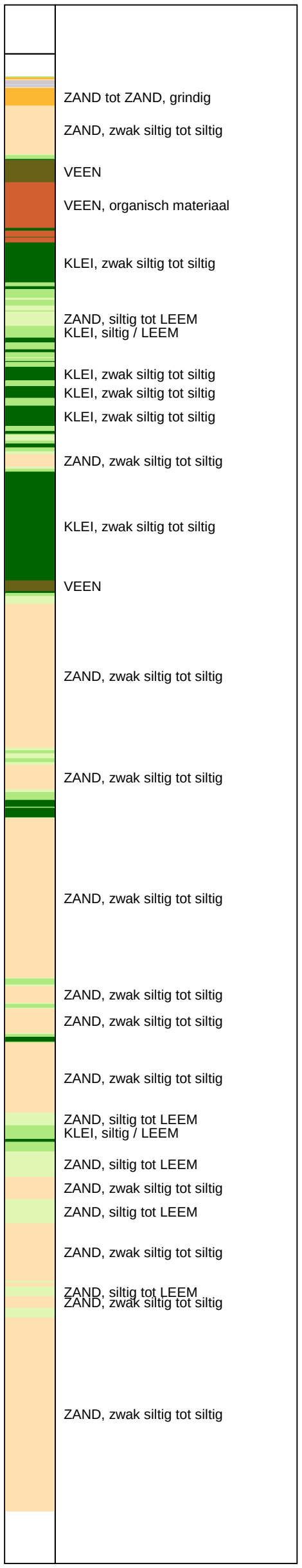
DKM8 - 1

UNIPLOT 05.36.nl / QcFsClass-R3.ucf / 2020-01-03 09:50:15



Indicatieve bodembeschrijving

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



Opg. : NDL | d.d. 20-dec-2019 | Coord.: X= 115358.4 m | Y= 485584.5 m | Systeem: RD
Get. : L.Murenaite | d.d. 03-jan-2020 | MV = NAP -0.96 m | Conus: CP15-CF75SO2 | 1701-3057

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Toepassingsklasse 2. Test type TE1
Conustype: A_c = 1510 mm²; A_s = 19895 mm²

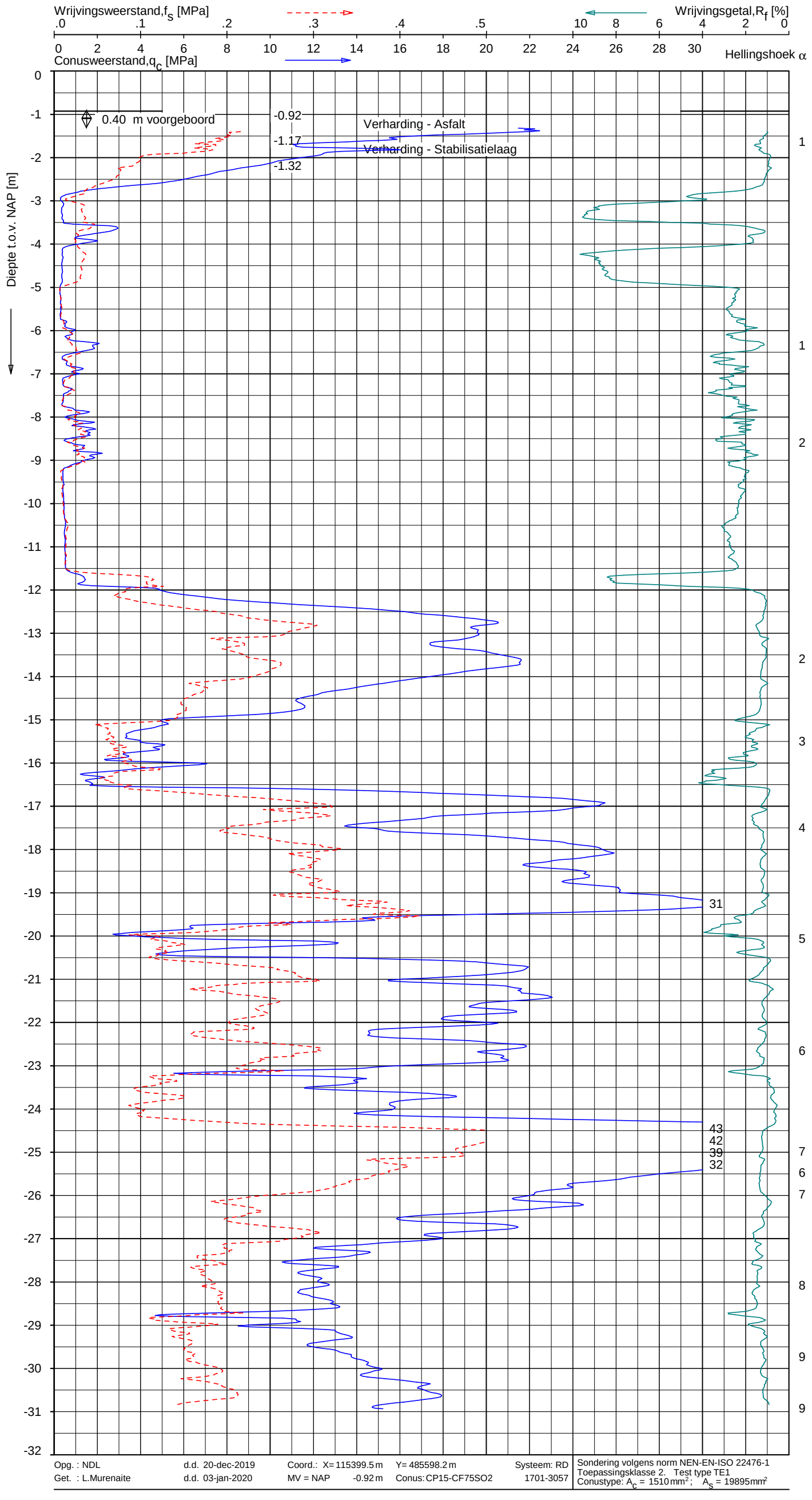
SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

AMSTERDAM NL OSDORPERGRACHT

Opdr. 1469
Sond. 5.1, 2, e

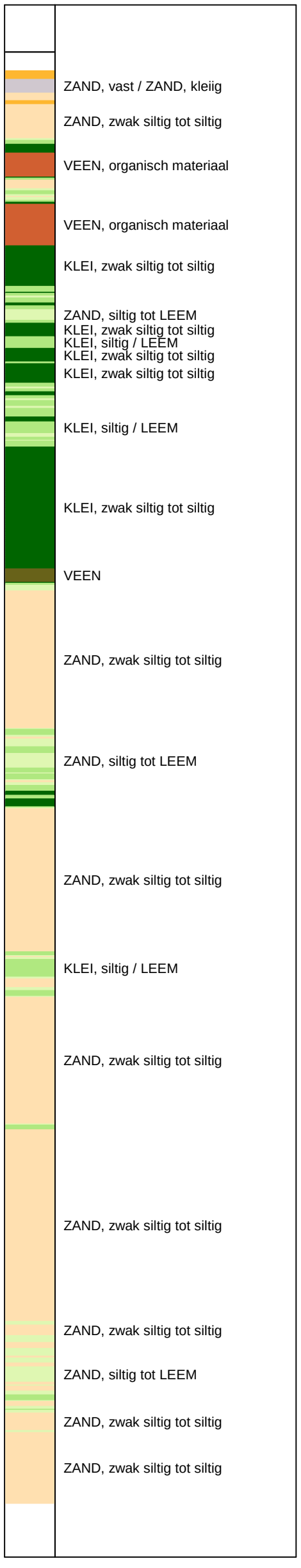
1319-151469

UNIPLOT 05.36.nl / QcFsClass-R3.ucf / 2020-01-03 09:50:03



Indicatieve bodembeschrijving

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



Opg. : NDL	d.d. 20-dec-2019	Coord.: X= 115399.5 m	Y= 485598.2 m	Systeem: RD	Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Get. : L.Murenaite	d.d. 03-jan-2020	MV = NAP	-0.92 m	Conus: CP15-CF75SO2	1701-3057

Toepassingsklasse 2. Test type TE1
Conustype: A_c = 1510 mm²; A_s = 19895 mm²

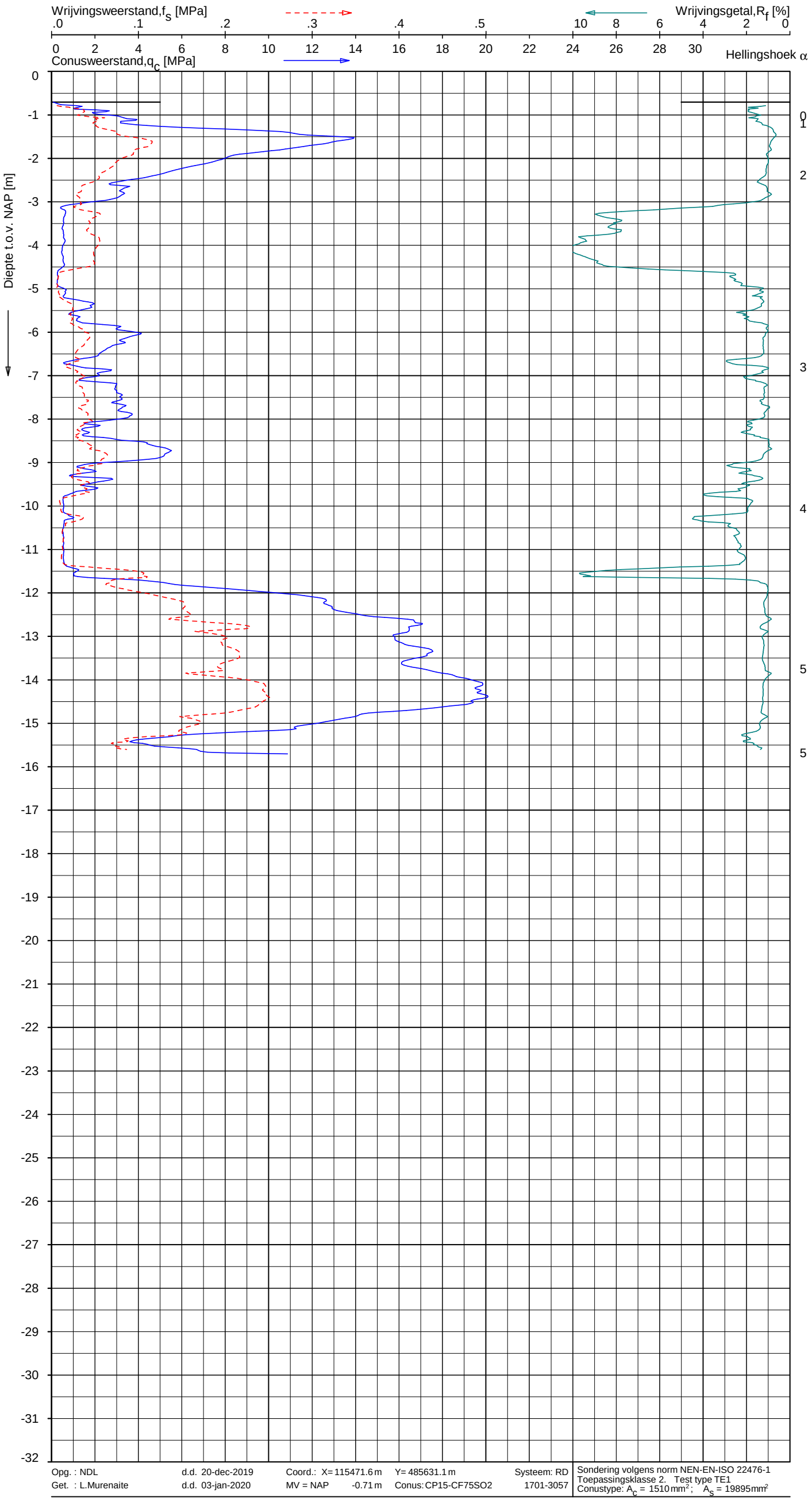
SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

AMSTERDAM NL OSDORPERGRACHT

Opdr. 1319-151469
Sond. 5.1, 2, e

1319-151469

UNIPLOT 05.36.nl / QcFsClass-R3.ucf / 2020-01-03 09:50:31



Indicatieve bodembeschrijving

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

- ZAND, zwak siltig tot siltig
- ZAND tot ZAND, grindig
- ZAND, zwak siltig tot siltig
- VEEN
- VEEN
- VEEN
- KLEI, zwak siltig tot siltig
- ZAND, siltig tot LEEM
- ZAND, zwak siltig tot siltig
- ZAND, siltig tot LEEM
- KLEI, siltig / LEEM
- ZAND, zwak siltig tot siltig
- KLEI, zwak siltig tot siltig
- VEEN
- ZAND, zwak siltig tot siltig

Opg. : NDL	d.d. 20-dec-2019	Coord.: X= 115471.6 m	Y= 485631.1 m	Systeem: RD	Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Get. : L.Murenaite	d.d. 03-jan-2020	MV = NAP -0.71 m	Conus: CP15-CF75SO2	1701-3057	Toepassingsklasse 2. Test type TE1
					Conustype: A_c = 1510 mm²; A_s = 19895 mm²

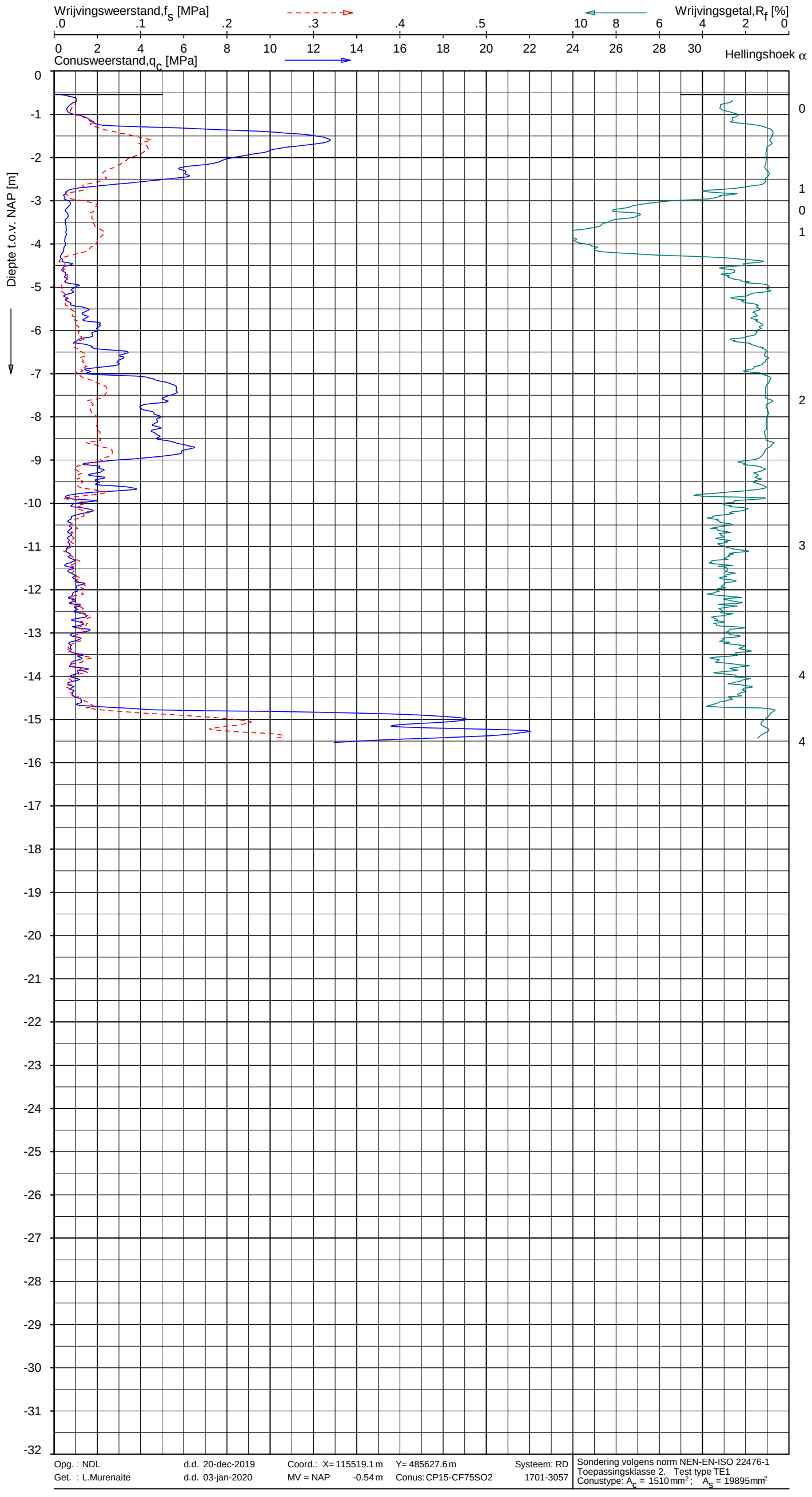
SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

AMSTERDAM NL OSDORPERGRACHT

Opdr. 1319-151469
Sond. 5.1, 2, e

1319-151469

UNIPLOT 05.36.nl / QcFsClass-R3.ucf / 2020-01-03 09:50:33



Indicatieve bodembeschrijving

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

- ZAND, vast / ZAND, kleiig
- ZAND tot ZAND, grindig
- ZAND, zwak siltig tot siltig
- VEEN
- VEEN, organisch materiaal
- ZAND, siltig tot LEEM
- ZAND, siltig tot LEEM
- ZAND, siltig tot LEEM
- ZAND, zwak siltig tot siltig
- ZAND, zwak siltig tot siltig
- ZAND, siltig tot LEEM
- KLEI, zwak siltig tot siltig
- KLEI, zwak siltig tot siltig
- KLEI, zwak siltig tot siltig
- KLEI, zwak siltig tot siltig
- KLEI, zwak siltig tot siltig
- KLEI, zwak siltig tot siltig
- ZAND, zwak siltig tot siltig

Opg. : NDL	d.d. 20-dec-2019	Coord.: X= 115519.1 m	Y= 485627.6 m	Systeem: RD	Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Get. : L.Murenaite	d.d. 03-jan-2020	MV = NAP -0.54 m	Conus: CP15-CF75SO2	1701-3057	Toepassingsklasse 2. Test type TE1
					Conustype: A_c = 1510 mm²; A_s = 19895 mm²

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

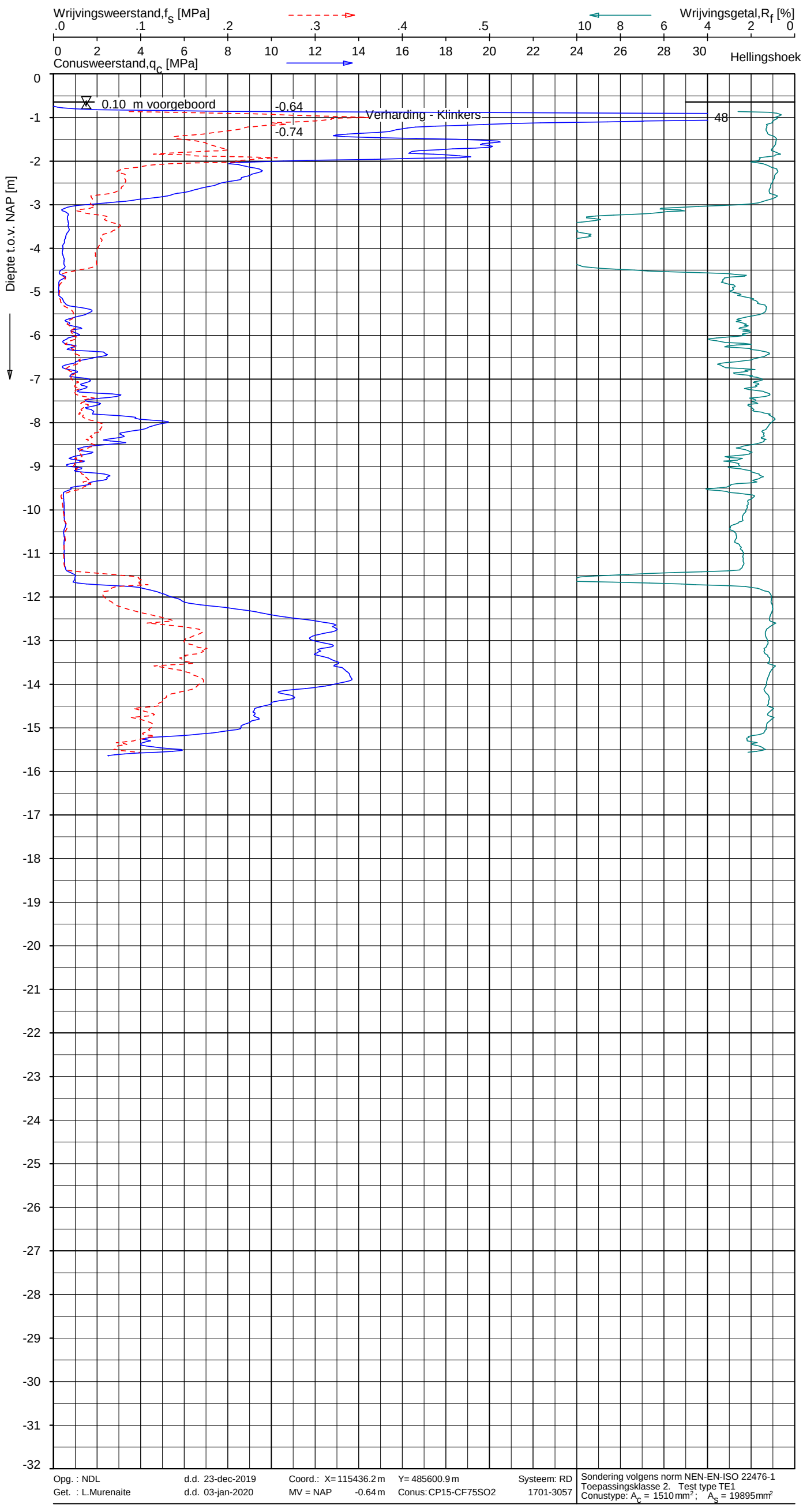
AMSTERDAM NL OSDORPERGRACHT

Opdr. 5.1, 2, e
Sond. 69

1319-151469

DKM12 - 1

UNIPLOT 05.36.nl / QcFsClass-R3.ucf / 2020-01-03 09:50:06



Indicatieve bodembeschrijving

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

- ZAND, vast / ZAND, kleiig
- ZAND tot ZAND, grindig
- ZAND, zwak siltig tot siltig
- VEEN
- VEEN, organisch materiaal
- KLEI, zwak siltig tot siltig
- ZAND, siltig tot LEEM
- KLEI, siltig / LEEM
- ZAND, zwak siltig tot siltig
- ZAND, siltig tot LEEM
- KLEI, zwak siltig tot siltig
- VEEN
- ZAND, zwak siltig tot siltig

Opg. : NDL	d.d. 23-dec-2019	Coord.: X= 115436.2 m	Y= 485600.9 m	Systeem: RD	Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Get. : L.Murenaite	d.d. 03-jan-2020	MV = NAP -0.64 m	Conus: CP15-CF75SO2	1701-3057	Toepassingsklasse 2. Test type TE1
					Conustype: A_c = 1510 mm²; A_s = 19895 mm²

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

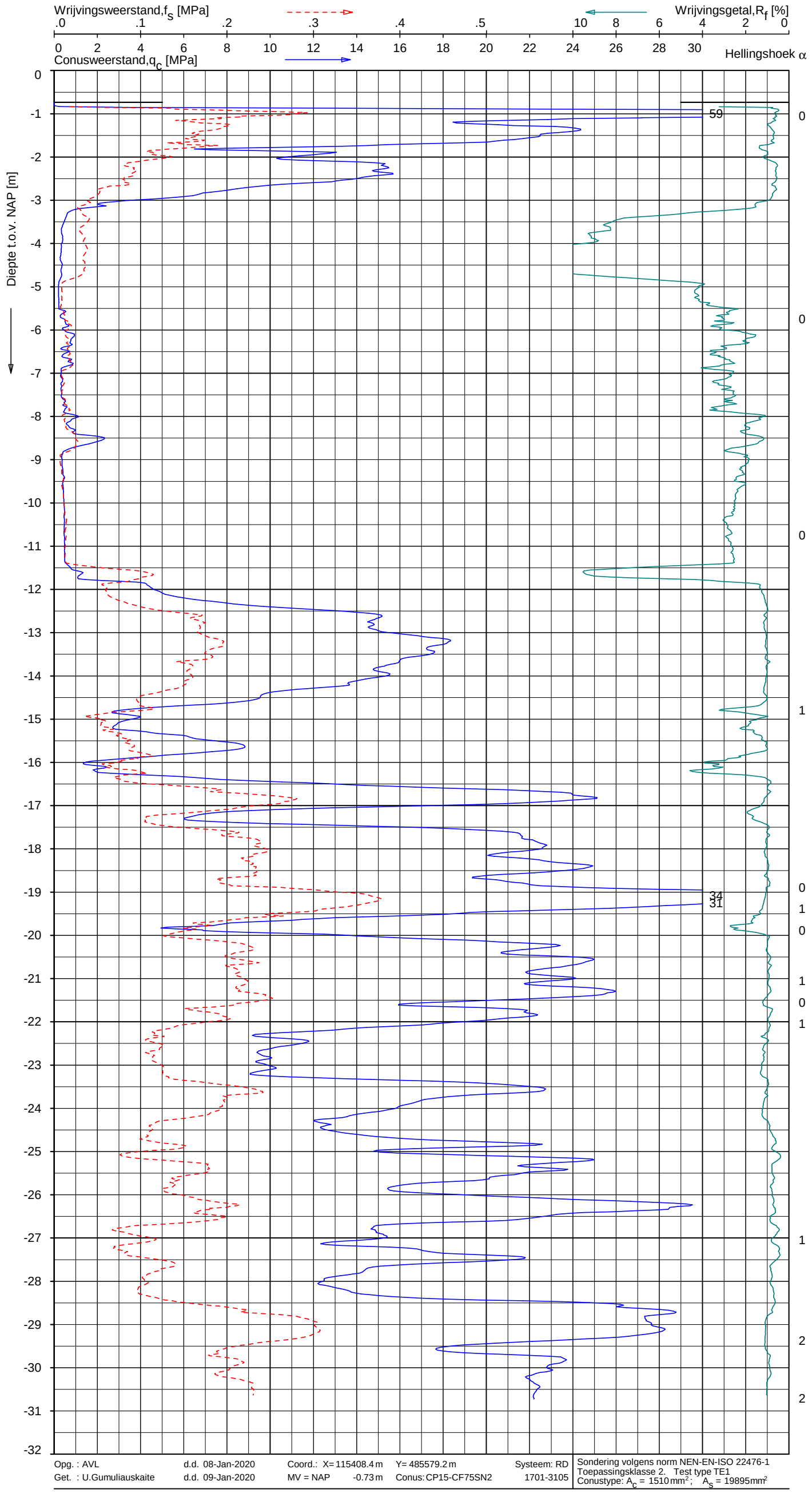
AMSTERDAM NL OSDORPERGRACHT

Opdr. 1_1_-1_1469
Sond. 5.1, 2, e

1319-151469

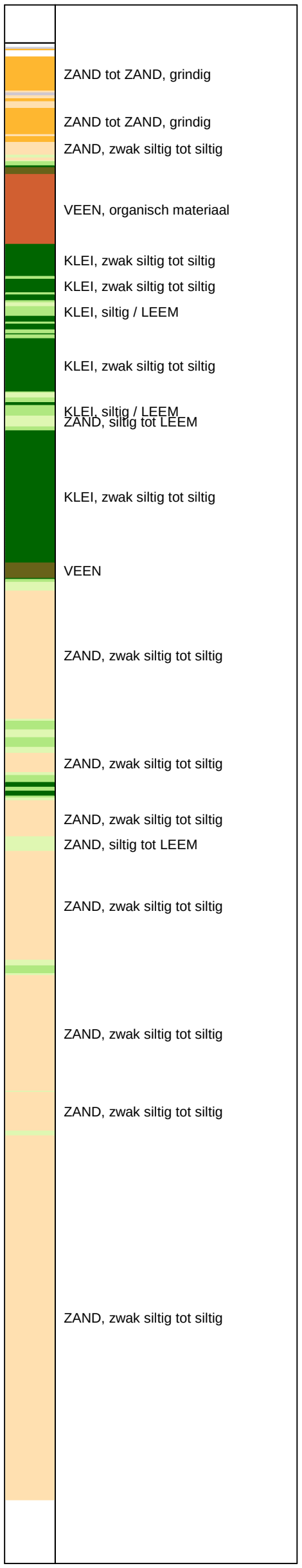
DKM13 - 1

UNIPLOT 05.36.nl / QcFsClass-R3.ucf / 2020-01-09 08:20:02



Indicatieve bodembeschrijving

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



Opg. : AVL d.d. 08-Jan-2020 Coord.: X= 115408.4 m Y= 485579.2 m Systeem: RD
Get. : U.Gumuliauskaite d.d. 09-Jan-2020 MV = NAP -0.73 m Conus: CP15-CF75SN2 1701-3105

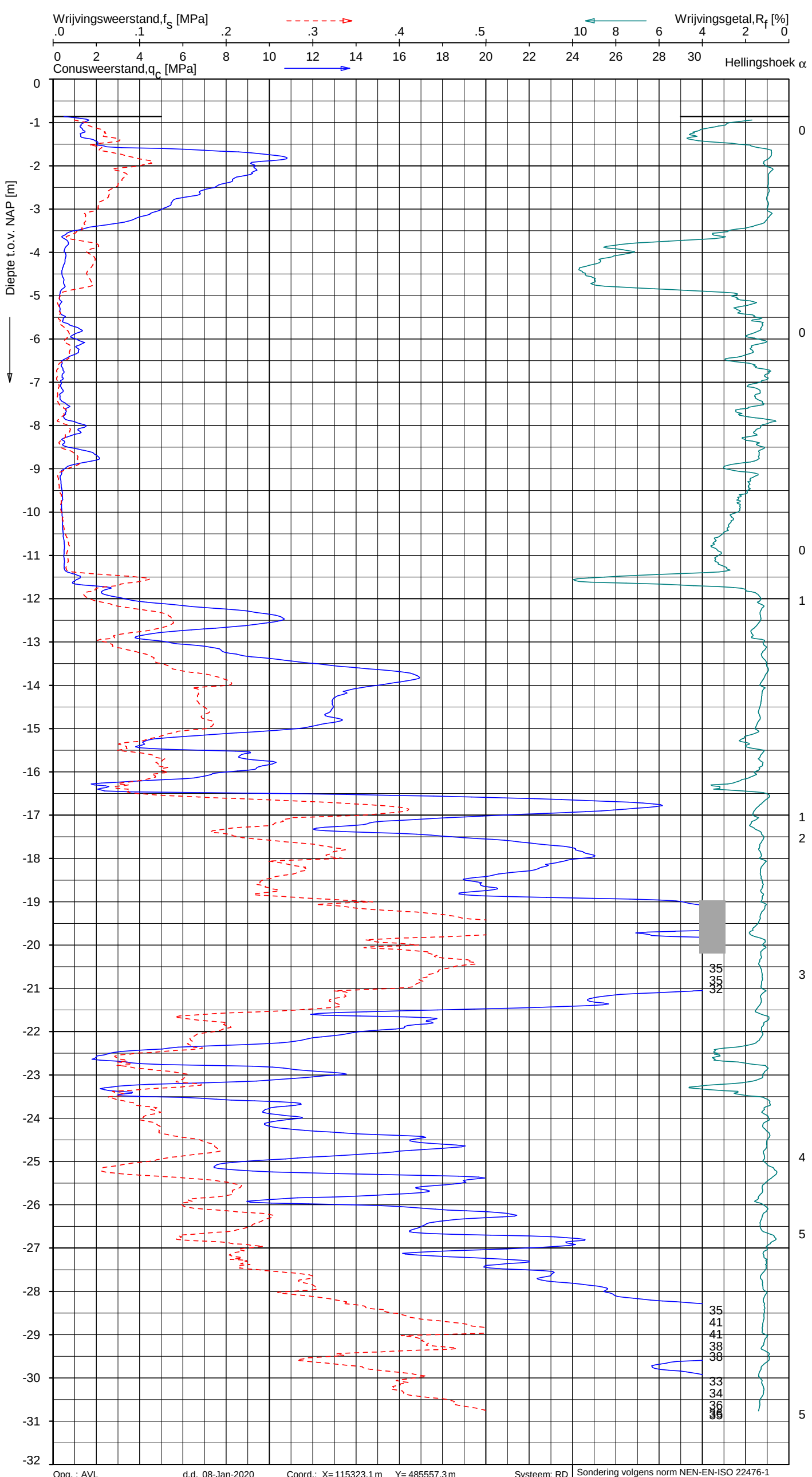
Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Toepassingsklasse 2. Test type TE1
Conustype: A_c = 1510 mm²; A_s = 19895 mm²

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

AMSTERDAM NL OSDORPERGRACHT

Opdr. 1319-151469
Sond. 5.1, 2, e

NIPLOT 05.36.nl / QcFsClass-R3.ucf / 2020-01-09 08:20



Indicatieve bodembeschrijving

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



Opg. : AVL d.d. 08-Jan-2020 Coord.: X= 115323.1 m Y= 485557.3 m Systeem: RD
Get. : U.Gumuliauskaite d.d. 09-Jan-2020 MV = NAP -0.86 m Conus: CP15-CF75SN2 1701-1817

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Toepassingsklasse 2. Test type TE1
Conustype: A_c = 1510 mm²; A_s = 19895 mm²

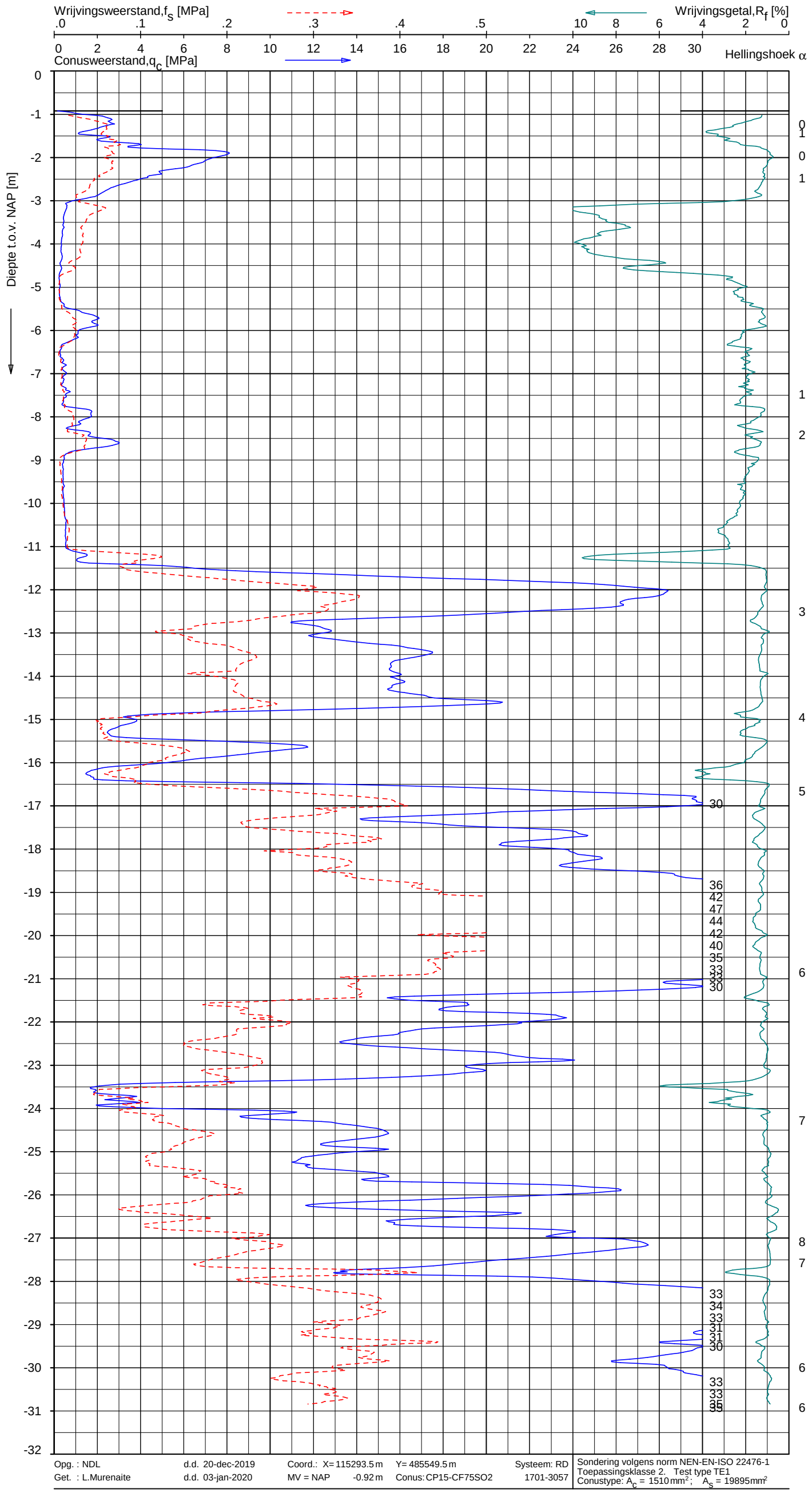
SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

AMSTERDAM NL OSDORPERGRACHT

Opdr. 1319-151469
Sond. 5.1, 2, e

DKM15 - 1

UNIPLOT 05.36.nl / QcFsClass-R3.ucf / 2020-01-03 09:50:18



Indicatieve bodembeschrijving

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



Opg. : NDL d.d. 20-dec-2019 Coord.: X= 115293.5 m Y= 485549.5 m Systeem: RD
Get. : L.Murenaite d.d. 03-jan-2020 MV = NAP -0.92 m Conus: CP15-CF75SO2 1701-3057

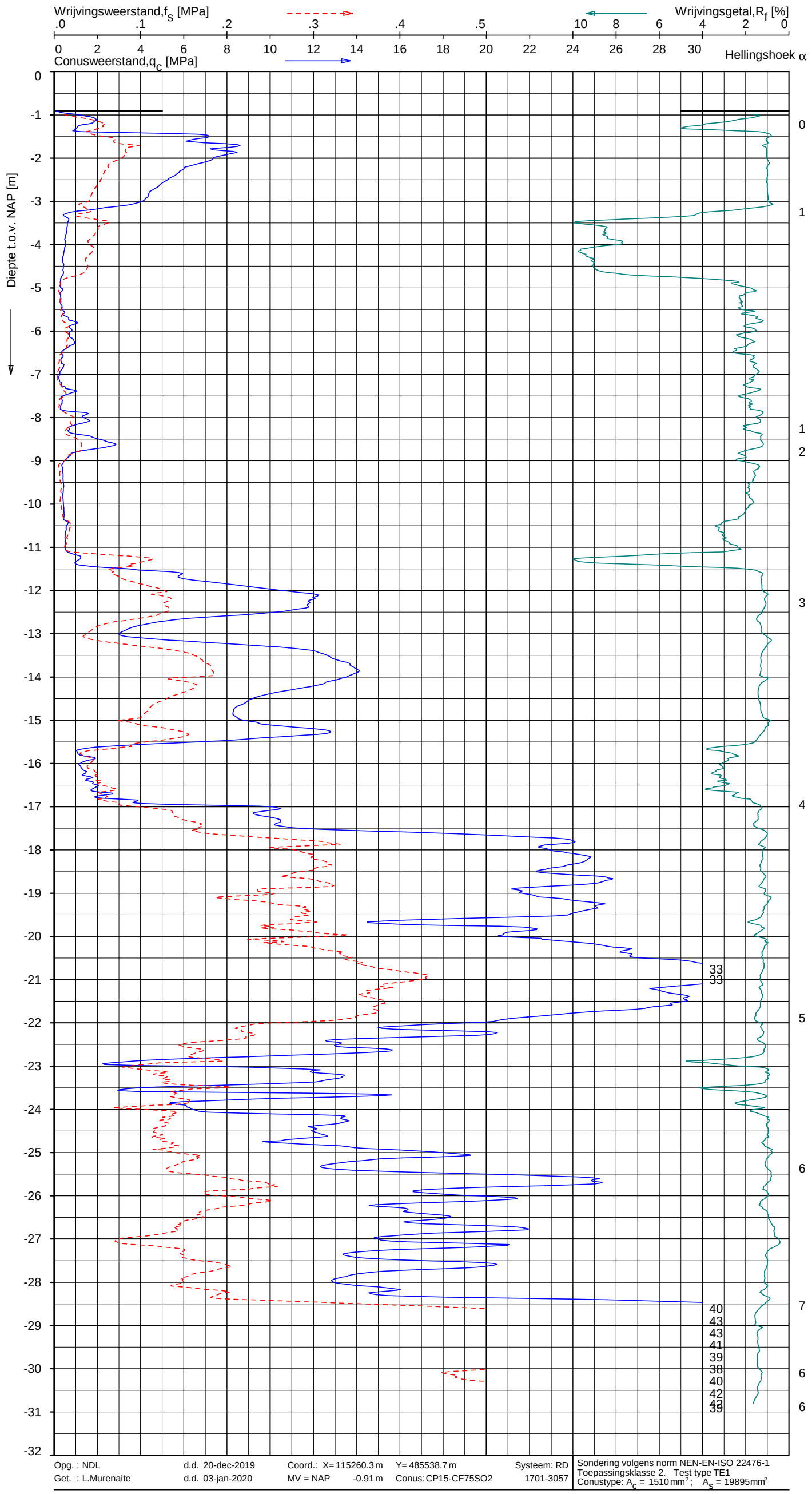
Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Toepassingsklasse 2. Test type TE1
Conustype: A_c = 1510 mm²; A_s = 19895 mm²

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

AMSTERDAM NL OSDORPERGRACHT

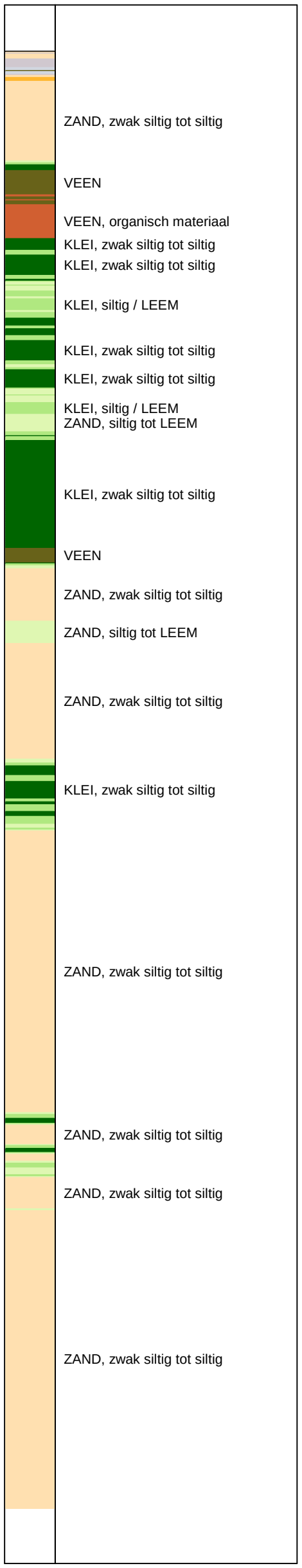
Opdr. 1319-151469
Sond. 5.1, 2, e

UNIPLOT 05.36.nl / QcFsClass-R3.ucf / 2020-01-03 09:50:49



Indicatieve bodembeschrijving

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



Opg. : NDL | d.d. 20-dec-2019 | Coord.: X= 115260.3 m | Y= 485538.7 m | Systeem: RD
Get. : L.Murenaite | d.d. 03-jan-2020 | MV = NAP | -0.91 m | Conus: CP15-CF75SO2 | 1701-3057

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Toepassingsklasse 2. Test type TE1
Conustype: A_c = 1510 mm²; A_s = 19895 mm²

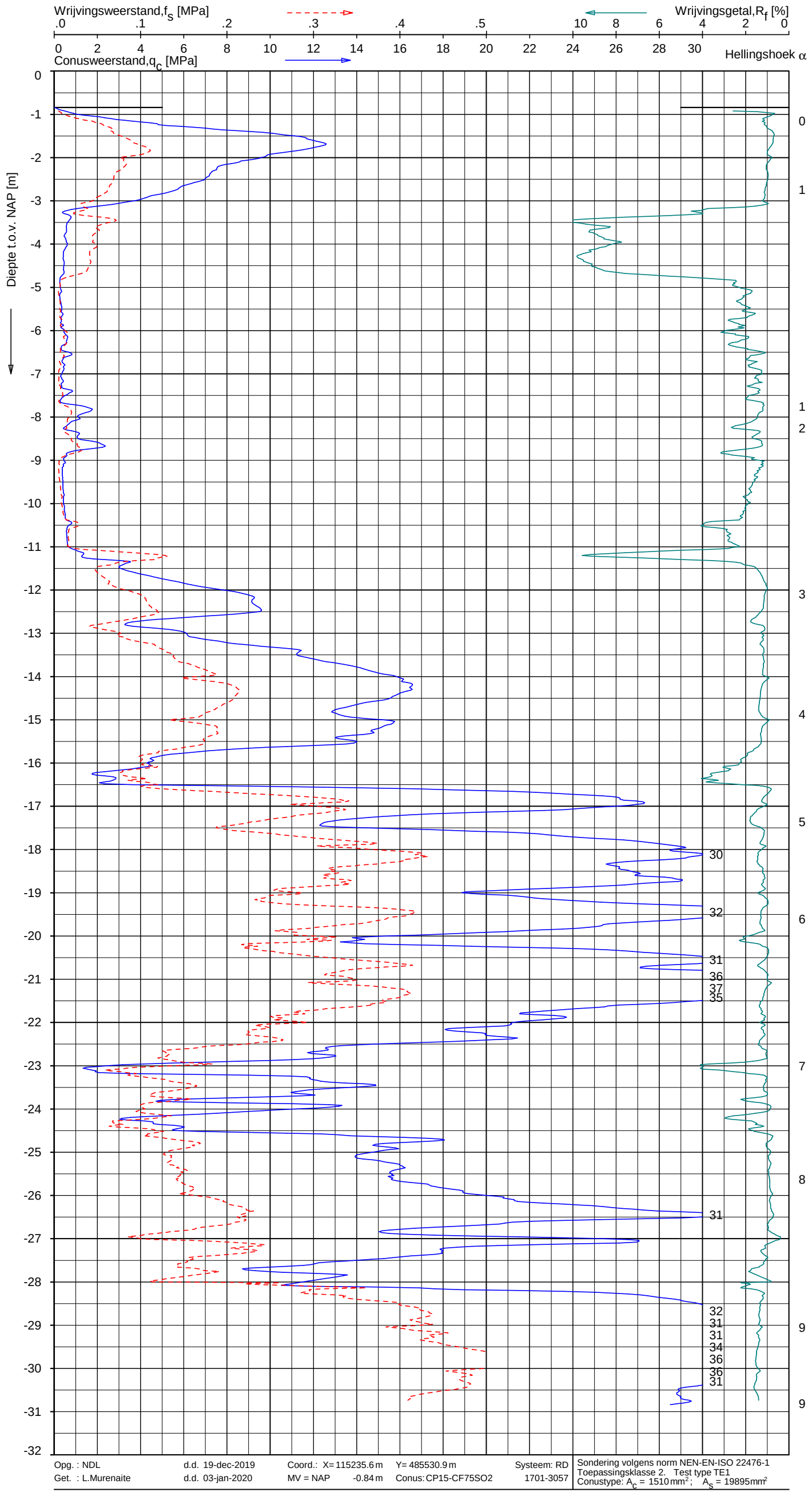
SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

AMSTERDAM NL OSDORPERGRACHT

Opdr. 1469
Sond. 5.1, 2, e

1319-151469

DKM17 - 1



Indicatieve bodembeschrijving

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

- ZAND, zwak siltig tot siltig
- ZAND tot ZAND, grindig
- ZAND, zwak siltig tot siltig
- VEEN
- VEEN
- VEEN, organisch materiaal
- KLEI, zwak siltig tot siltig
- KLEI, zwak siltig tot siltig
- KLEI, zwak siltig tot siltig
- KLEI, siltig / LEEM
- ZAND, siltig tot LEEM
- ZAND, siltig tot LEEM
- KLEI, zwak siltig tot siltig
- ZAND, siltig tot LEEM
- KLEI, zwak siltig tot siltig
- ZAND, zwak siltig tot siltig
- ZAND, siltig tot LEEM
- ZAND, zwak siltig tot siltig
- KLEI, siltig / LEEM
- ZAND, zwak siltig tot siltig
- ZAND, zwak siltig tot siltig
- KLEI, zwak siltig tot siltig
- ZAND, zwak siltig tot siltig
- ZAND, zwak siltig tot siltig
- ZAND, zwak siltig tot siltig
- ZAND, zwak siltig tot siltig

Opg. : NDL	d.d. 19-dec-2019	Coord.: X= 115235.6 m	Y= 485530.9 m	Systeem: RD
Get. : L.Murenaite	d.d. 03-jan-2020	MV = NAP	-0.84 m	Conus: CP15-CF75SO2 1701-3057

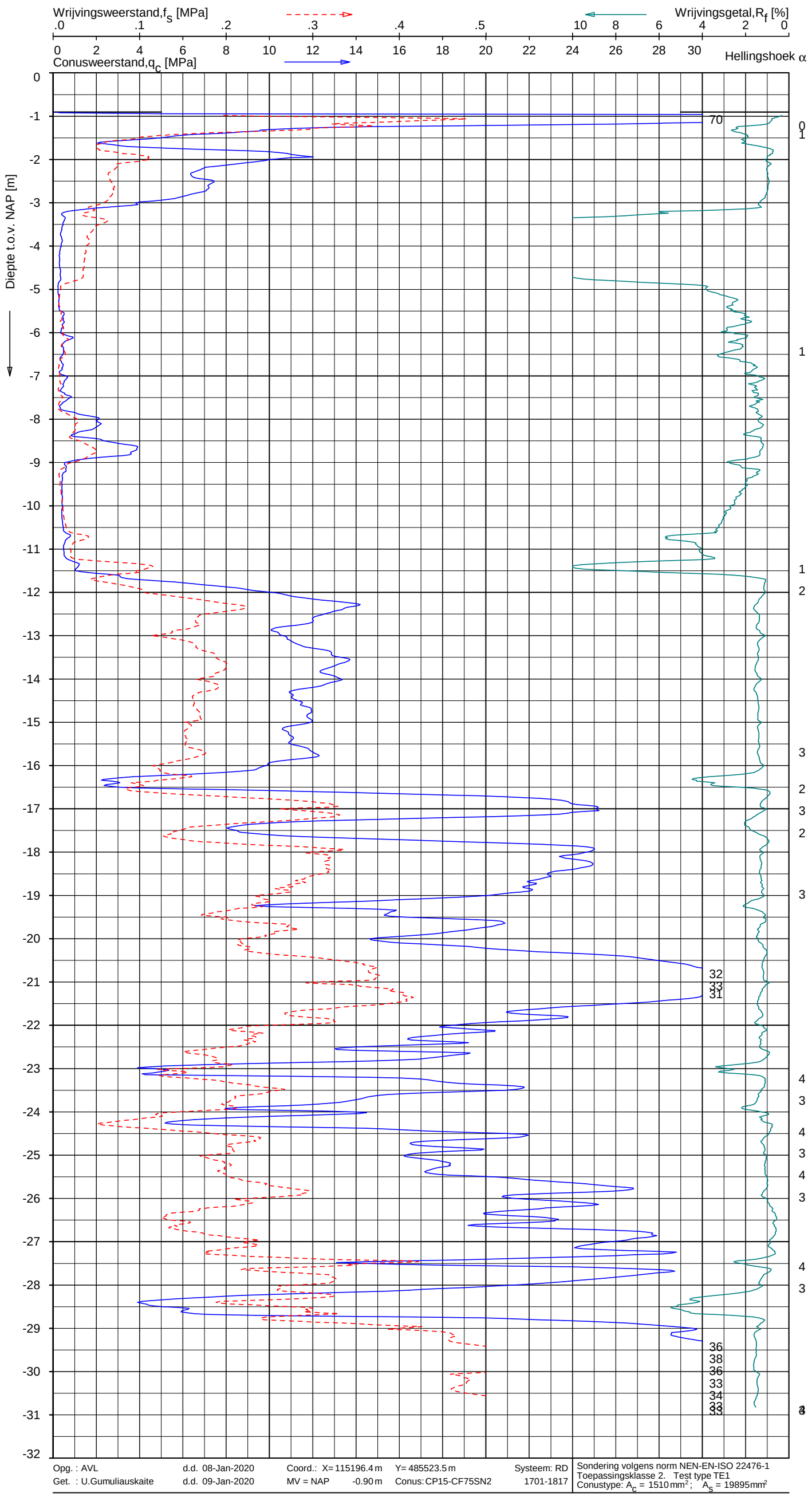
Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Toepassingsklasse 2. Test type TE1
Conustype: A_c = 1510 mm²; A_s = 19895 mm²

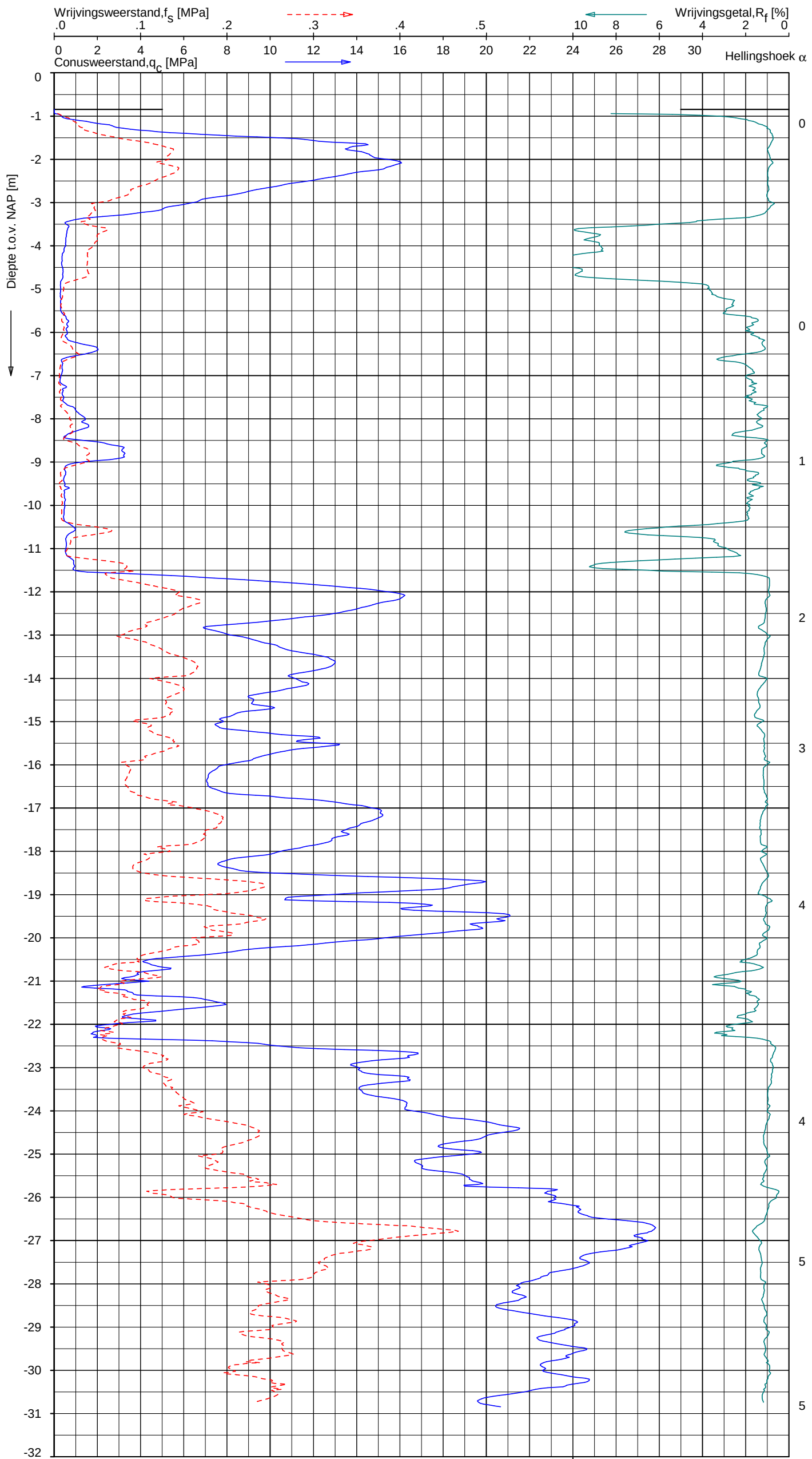
SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

AMSTERDAM NL OSDORPERGRACHT

Opdr. 1319-151469
Sond. 5.1, 2, e

UNIPLOT 05.36.nl / QcFsClass-R3.ucf / 2020-01-09 08:19:55


Wrijvingsweerstand,f_s [MPa]
.0 .1 .2 .3 .4 .5
Wrijvingsgetal,R_f [%]
10 8 6 4 2 0
0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24 26 28 30
Conusweerstand,q_c [MPa]
Hellingshoek α
Diepte t.o.v. NAP [m]
0 -1 -2 -3 -4 -5 -6 -7 -8 -9 -10 -11 -12 -13 -14 -15 -16 -17 -18 -19 -20 -21 -22 -23 -24 -25 -26 -27 -28 -29 -30 -31 -32
70
0 1 1 1 2 3 2 3 2 3 3 4 3 4 3 4 4 3 4 3 4 3



Indicatieve bodembeschrijving

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



Opg. : NDL d.d. 24-dec-2019 Coord.: X= 115160.2 m Y= 485505.6 m Systeem: RD

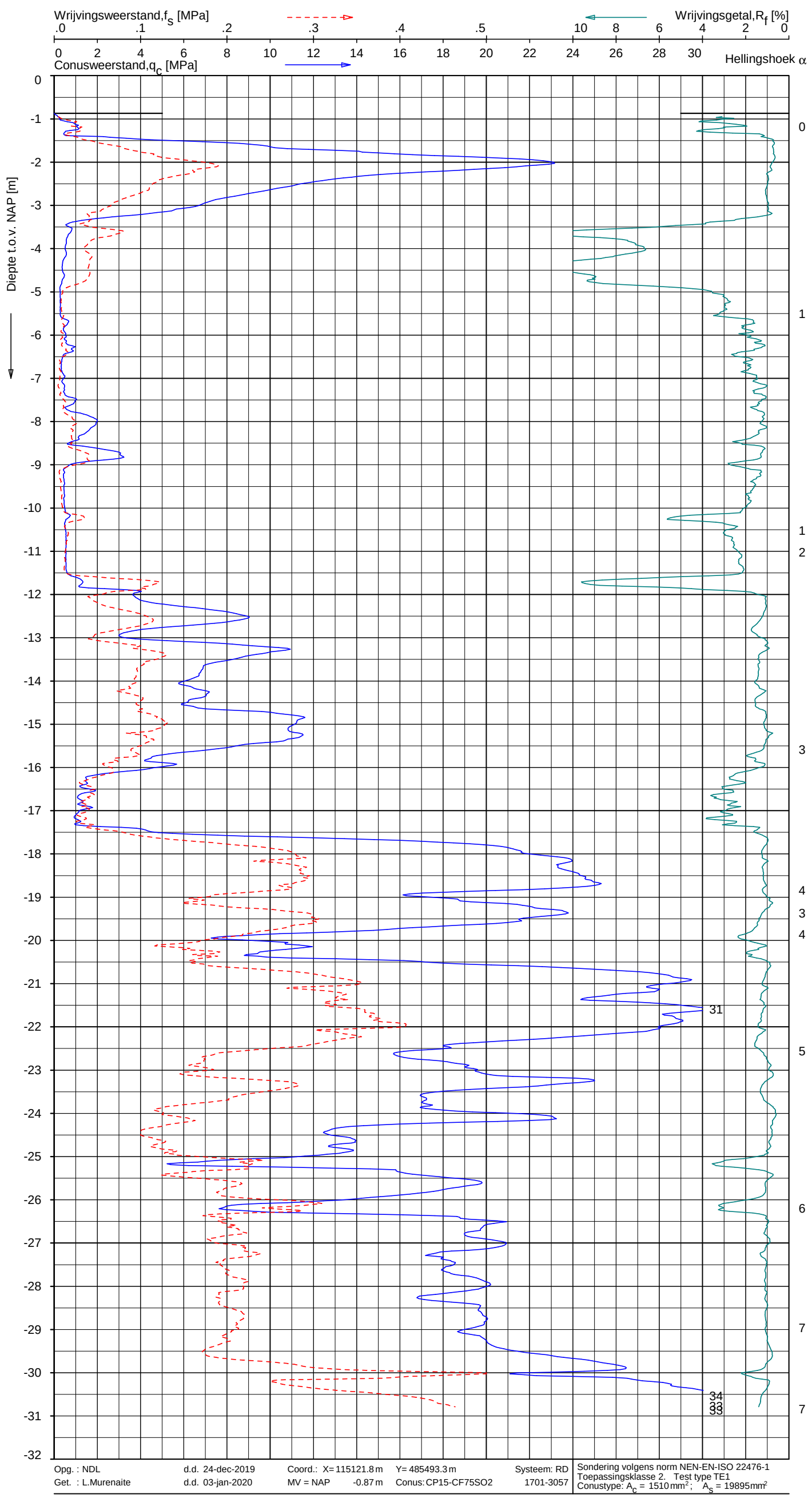
Get. : L.Murenaite d.d. 03-jan-2020 MV = NAP -0.84 m Conus: CP15-CF75SO2 1701-3057

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Toepassingsklasse 2. Test type TE1
Conustype: A_c = 1510 mm²; A_s = 19895 mm²

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

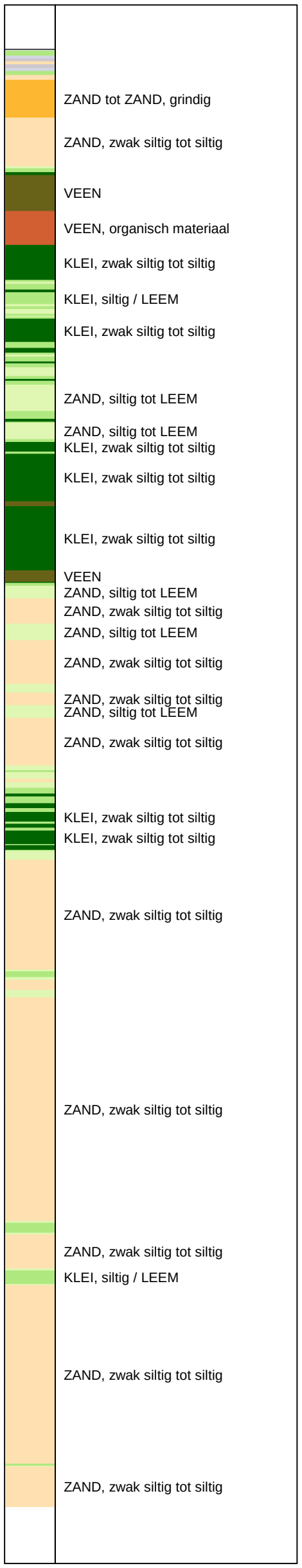
AMSTERDAM NL OSDORPERGRACHT

Opdr. 1319-151469
Sond. 5.1, 2, e



Indicatieve bodembeschrijving

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



Opg. : NDL d.d. 24-dec-2019 Coord.: X= 115121.8 m Y= 485493.3 m Systeem: RD
Get. : L.Murenaite d.d. 03-jan-2020 MV = NAP -0.87 m Conus: CP15-CF75SO2 1701-3057

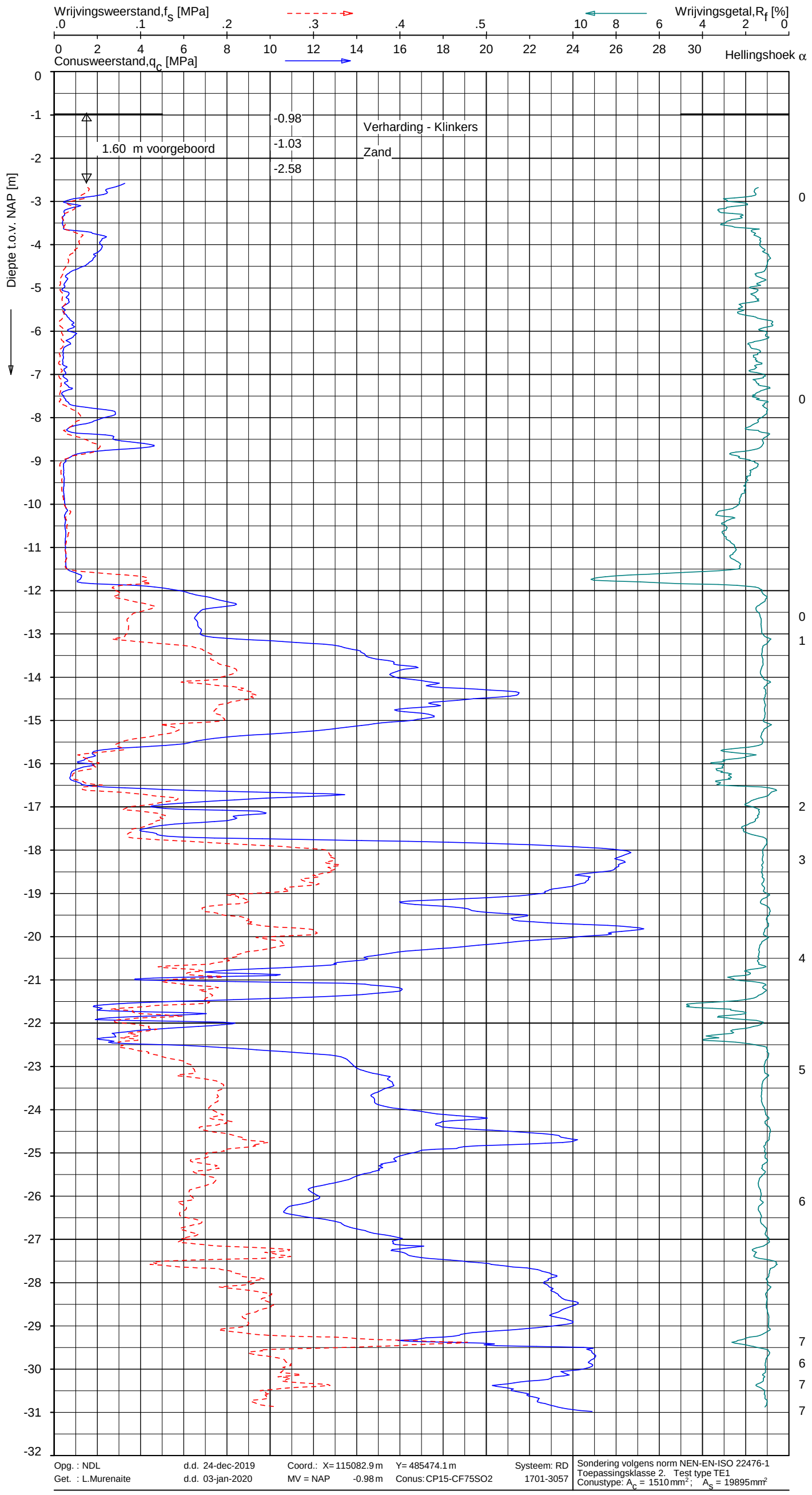
Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Toepassingsklasse 2. Test type TE1
Conustype: A_c = 1510 mm²; A_s = 19895 mm²

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

AMSTERDAM NL OSDORPERGRACHT

Opdr. 1319-151469
Sond. 5.1, 2, e 469

UNIPLOT 05.36.nl / QcFsClass-R3.ucf / 2020-01-03 09:50:25



Indicatieve bodembeschrijving

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

- ZAND, zwak siltig tot siltig
- KLEI, siltig / LEEM
- ZAND, zwak siltig tot siltig
- ZAND, siltig tot LEEM
- KLEI, siltig / LEEM
- ZAND, siltig tot LEEM
- ZAND, siltig tot LEEM
- KLEI, siltig / LEEM
- KLEI, siltig / LEEM
- ZAND, siltig tot LEEM
- KLEI, zwak siltig tot siltig
- VEEN
- ZAND, zwak siltig tot siltig
- KLEI, zwak siltig tot siltig
- ZAND, zwak siltig tot siltig
- ZAND, zwak siltig tot siltig
- ZAND, zwak siltig tot siltig
- ZAND, zwak siltig tot siltig
- KLEI, siltig / LEEM
- ZAND, zwak siltig tot siltig
- ZAND, zwak siltig tot siltig
- ZAND, zwak siltig tot siltig

Opg. : NDL — d.d. 24-dec-2019 — Coord.: X= 115082.9 m — Y= 485474.1 m — Systeem: RD
Get. : L.Murenaite — d.d. 03-jan-2020 — MV = NAP — -0.98 m — Conus: CP15-CF75SO2 — 1701-3057

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Toepassingsklasse 2. Test type TE1
Conustype: A_c = 1510 mm²; A_s = 19895 mm²

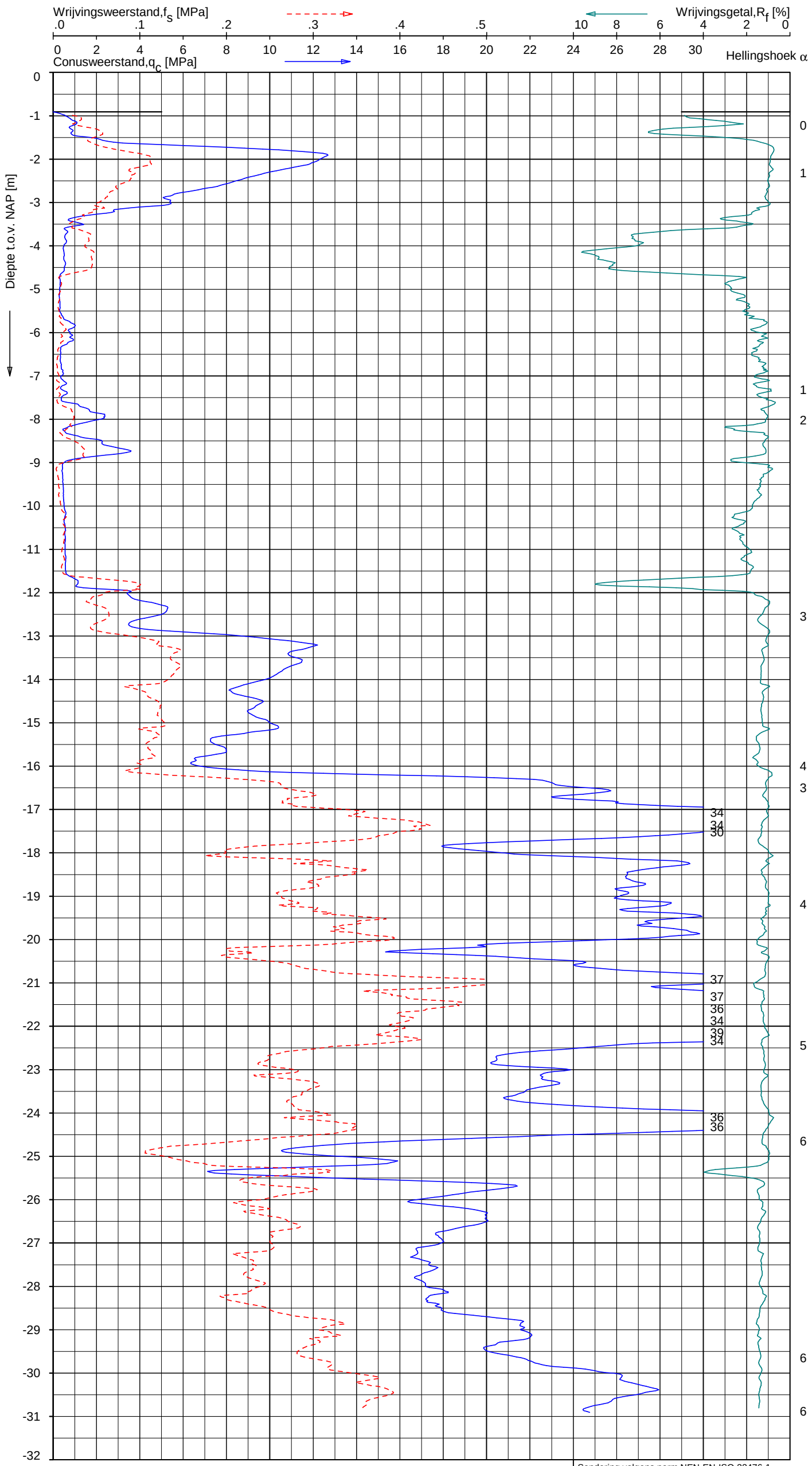
SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

AMSTERDAM NL OSDORPERGRACHT

Opdr. 1469
Sond. 5.1, 2, e

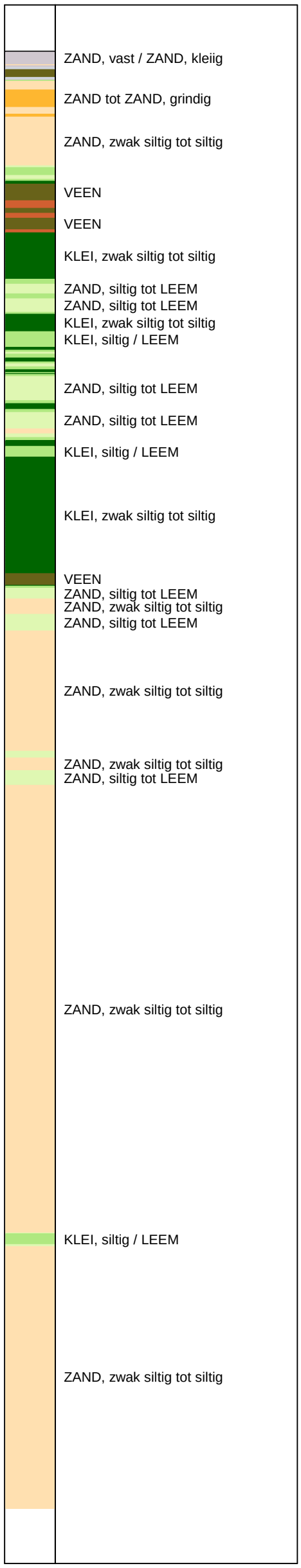
1319-151469
DKM22 - 1

UNIPLOT 05.36.nl / QcFsClass-R3.ucf / 2020-01-03 09:50:22



Indicatieve bodembeschrijving

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



Opg. : NDL	d.d. 23-dec-2019	Coord.: X= 115066.9 m	Y= 485470.8 m	Systeem: RD
Get. : L.Murenaite	d.d. 03-jan-2020	MV = NAP -0.91 m	Conus: CP15-CF75SO2	1701-3057

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Toepassingsklasse 2. Test type TE1
Conustype: A_c = 1510 mm²; A_s = 19895 mm²

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

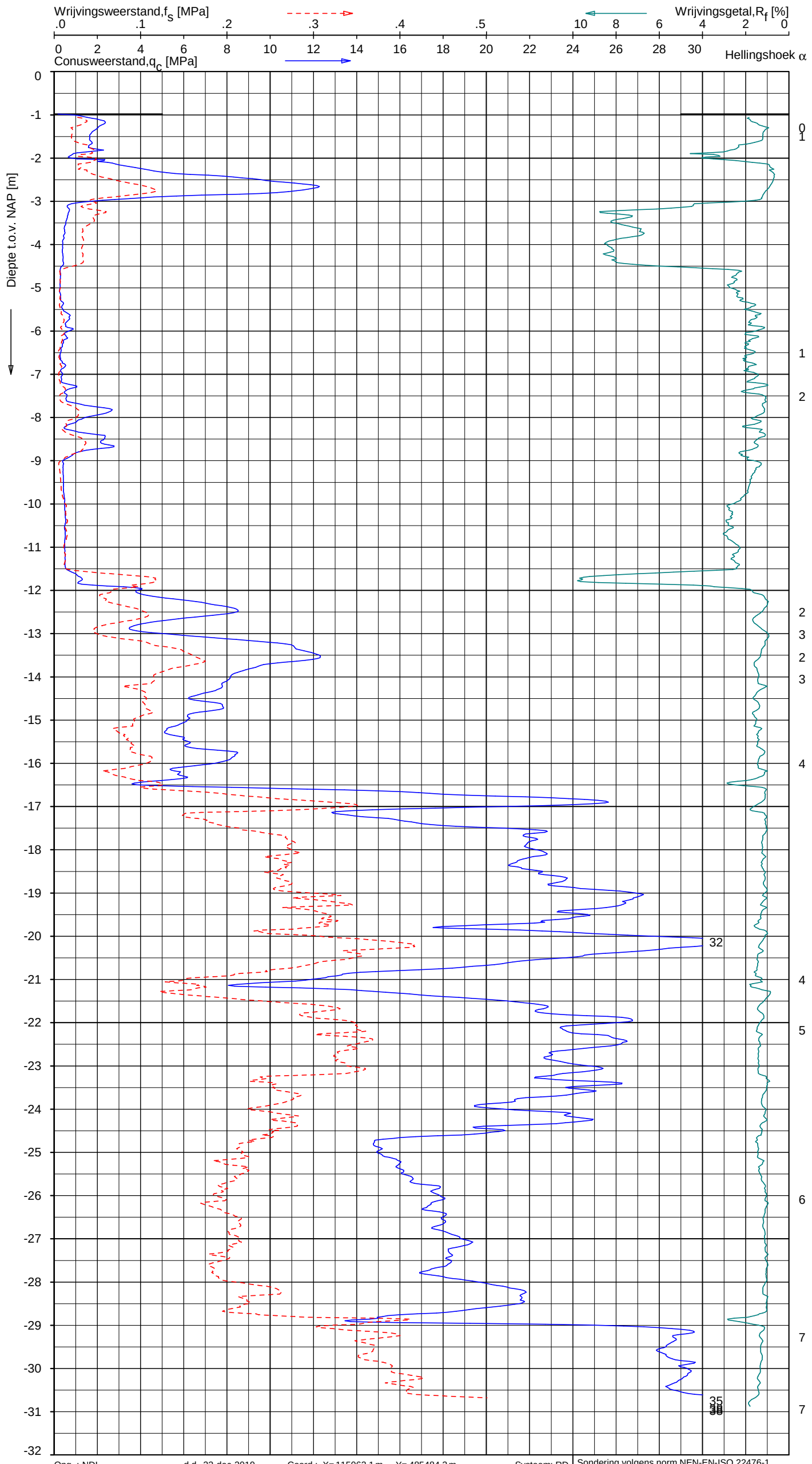
AMSTERDAM NL OSDORPERGRACHT

Opdr. 1319-151469
Sond. 5.1, 2, e

1319-151469

DKM23 - 1

UNIPLOT 05.36.nl / QcFsClass-R3.ucf / 2020-01-03 09:50:09



Indicatieve bodembeschrijving

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

- ZAND, zwak siltig tot siltig
- ZAND, zwak siltig tot siltig
- ZAND tot ZAND, grindig
- ZAND, zwak siltig tot siltig
- VEEN
- VEEN, organisch materiaal
- KLEI, zwak siltig tot siltig
- KLEI, zwak siltig tot siltig
- ZAND, siltig tot LEEM
- KLEI, siltig / LEEM
- KLEI, zwak siltig tot siltig
- VEEN
- ZAND, zwak siltig tot siltig
- ZAND, siltig tot LEEM
- ZAND, zwak siltig tot siltig
- ZAND, siltig tot LEEM
- ZAND, zwak siltig tot siltig
- ZAND, siltig tot LEEM
- ZAND, zwak siltig tot siltig
- ZAND, zwak siltig tot siltig
- ZAND, zwak siltig tot siltig

Opg. : NDL	d.d. 23-dec-2019	Coord.: X= 115062.1 m	Y= 485484.2 m	Systeem: RD	Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Get. : L.Murenaite	d.d. 03-jan-2020	MV = NAP -0.98 m	Conus: CP15-CF75SO2	1701-3057	Toepassingsklasse 2. Test type TE1
					Conustype: A_c = 1510 mm²; A_s = 19895 mm²

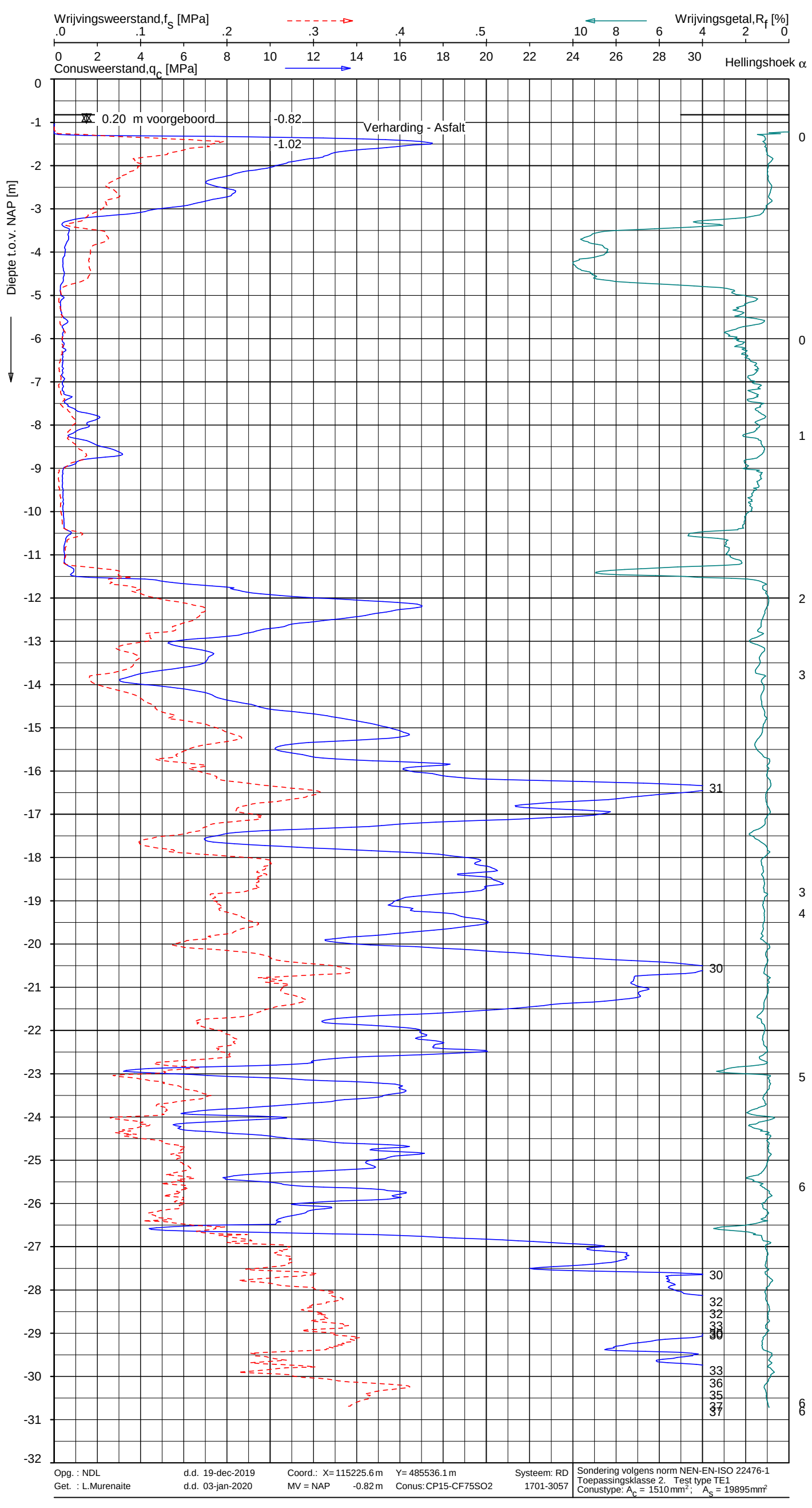
SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

AMSTERDAM NL OSDORPERGRACHT

Opdr. 1319-151469
Sond. 5.1, 2, e

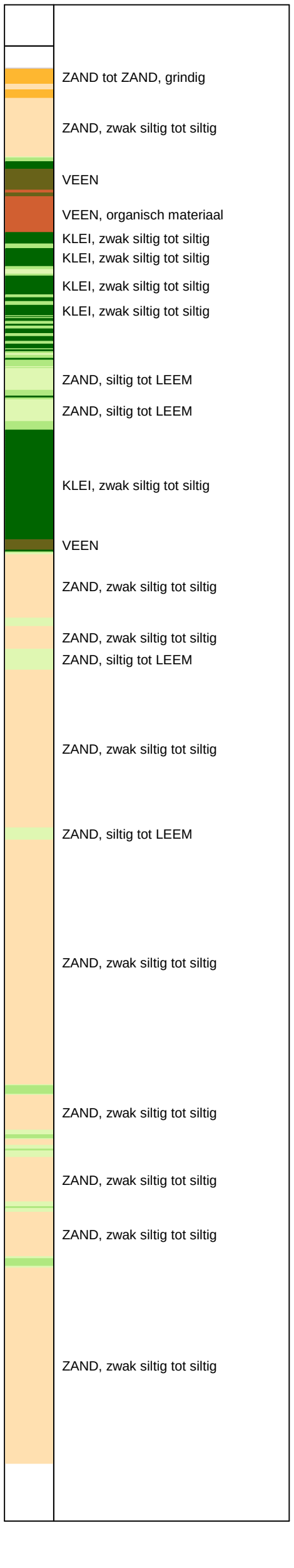
DKM24 - 1

UNIPLOT 05.36.nl / QcFsClass-R3.ucf / 2020-01-03 09:50:52



Indicatieve bodembeschrijving

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

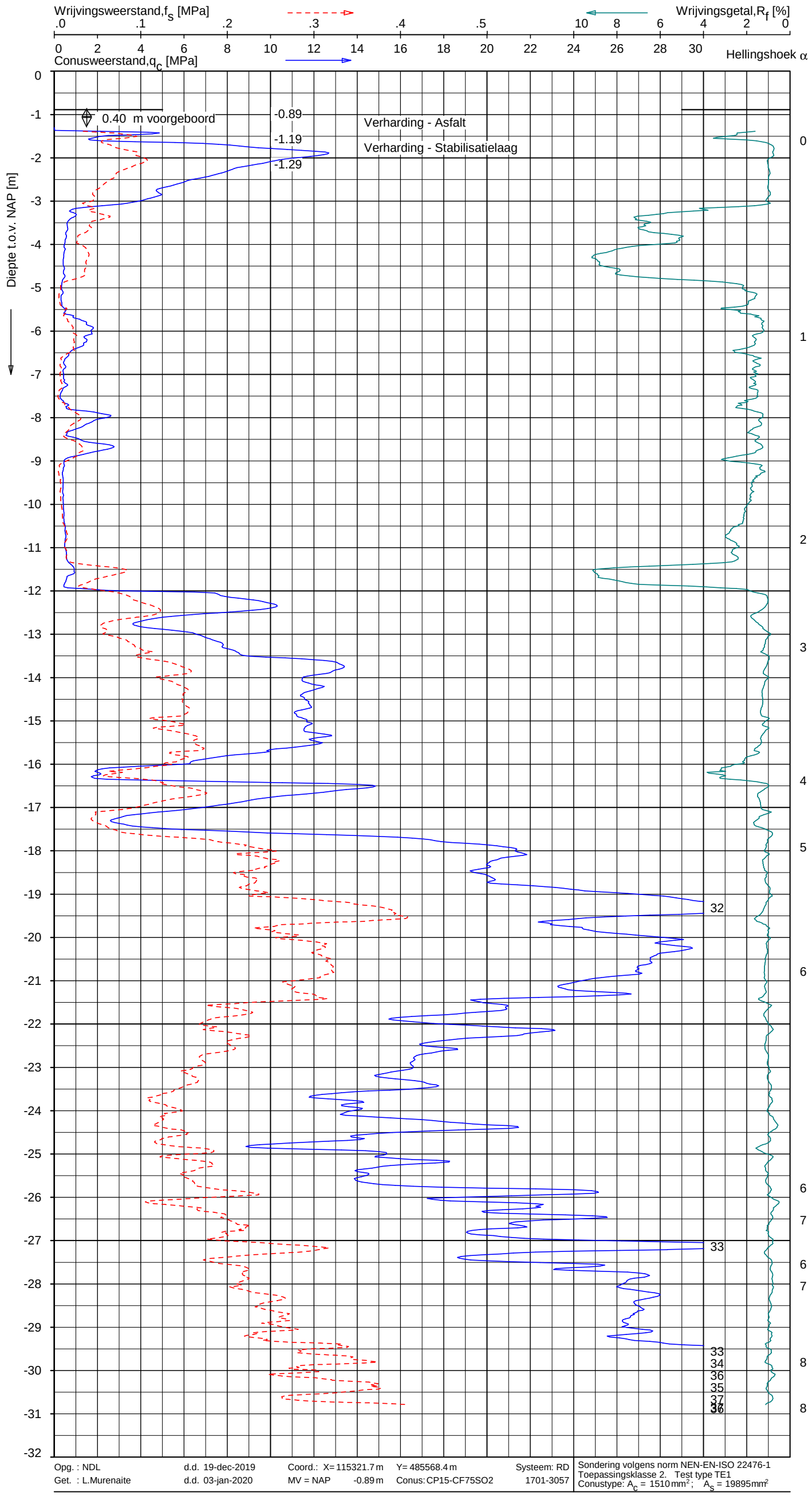


SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

AMSTERDAM NL OSDORPERGRACHT

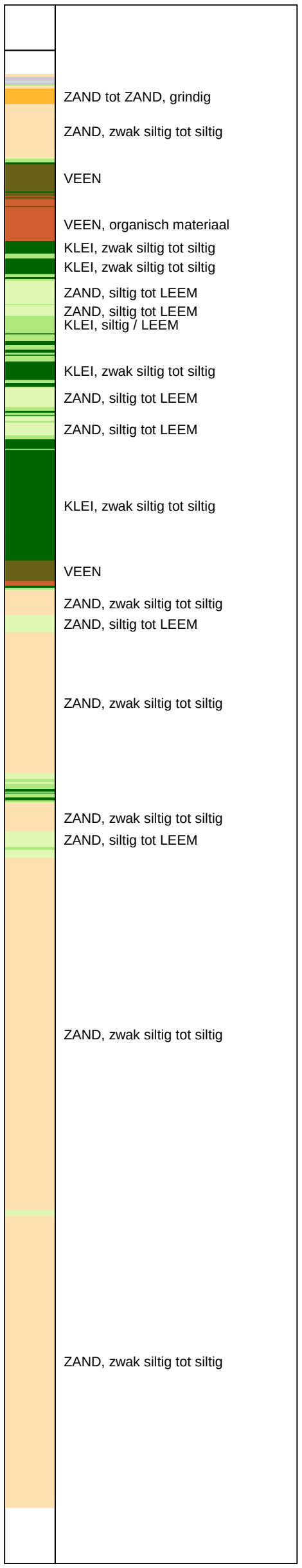
Opdr. 1319-151469
Sond. 5.1, 2, e

UNIPLOT 05.36.nl / QcFsClass-R3.ucf / 2020-01-03 09:50:12



Indicatieve bodembeschrijving

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



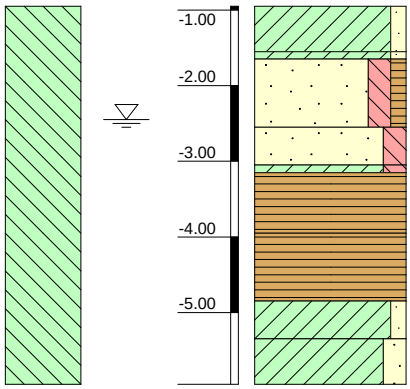
SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

AMSTERDAM NL OSDORPERGRACHT

Opdr. 1319-151469
Sond. 5.1, 2, e

Boring: HB1

Veldclassificatie



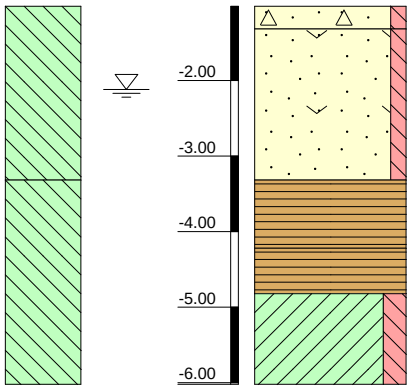
Monsternr.	Bodembeschrijving volgens NEN 5104 (1989), C1(1990)
	-0.95 tot -1.55 Klei, zwak zandig, matig stevig, resten wortels bruin
	-1.55 tot -1.65 Klei, zwak zandig, matig stevig grijs
	-1.65 tot -2.55 Zand, matig grof, matig siltig, zwak humeus, resten wortels grijs
	-2.55 tot -3.05 Zand, matig fijn, matig siltig grijs
	-3.05 tot -3.15 Klei, matig siltig, matig stevig, resten veen grijs
	-3.15 tot -3.95 Veen, mineraalarm, matig stevig, donker bruin
	-3.95 tot -4.85 Veen, mineraalarm, matig stevig bruin
	-4.85 tot -5.35 Klei, zwak zandig, matig slap, resten veen, licht grijs
	-5.35 tot -5.95 Klei, matig zandig, slap grijs

Algemene opmerking:

		MV (m tov NAP): -0.95	Boorvloeistof:	
X: 115054.7	GWS (m tov NAP): -2.45	bk PB1 (m tov NAP):	WS PB1 (m tov NAP):	Datum uitvoering: 23-12-2019
Y: 485497.6	GHG (m tov NAP):	bk PB2 (m tov NAP):	WS PB2 (m tov NAP):	5.1, 2, e
Coördinatenstelsel: RD	GLG (m tov NAP):	bk PB3 (m tov NAP):	WS PB3 (m tov NAP):	
		bk PB4 (m tov NAP):	WS PB4 (m tov NAP):	

Boring: HB2

Veldclassificatie



Monsternr.	Bodembeschrijving volgens NEN 5104 (1989), C1(1990)
	-1.02 tot -1.32 Zand, matig grof, zwak siltig, resten puin bruin
	-1.32 tot -3.32 Zand, zeer grof, zwak siltig, resten schelpen grijs
	-3.32 tot -4.22 Veen, mineraalarm, matig stevig, donker bruin
	-4.22 tot -4.82 Veen, mineraalarm, matig stevig bruin
	-4.82 tot -6.02 Klei, matig siltig, matig stevig, sporen veen grijs

Algemene opmerking:

		MV (m tov NAP): -1.02	Boorvloeistof:
X: 115222.3	GWS (m tov NAP): -2.12	bk PB1 (m tov NAP):	WS PB1 (m tov NAP):
Y: 485550.4	GHG (m tov NAP):	bk PB2 (m tov NAP):	WS PB2 (m tov NAP):
Coördinatenstelsel: RD	GLG (m tov NAP):	bk PB3 (m tov NAP):	WS PB3 (m tov NAP):
		bk PB4 (m tov NAP):	WS PB4 (m tov NAP):

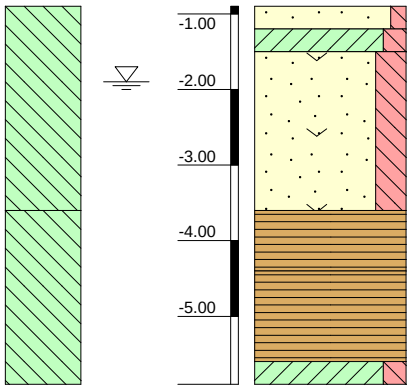
Datum uitvoering: 09-01-2020

5.1, 2, e

Boring: HB3

Veldclassificatie

Bentoniet afdichting | Referentie (m tov NAP) | Monsternr. | Bodembeschrijving volgens NEN 5104 (1989), C1(1990)



-0.90 tot -1.20	Zand, matig fijn, zwak siltig, licht bruin
-1.20 tot -1.50	Klei, matig siltig, matig slap grijs
-1.50 tot -3.60	Zand, matig grof, sterk siltig, resten schelpen grijs
-3.60 tot -4.40	Veen, mineraalarm, matig stevig, donker bruin
-4.40 tot -5.60	Veen, mineraalarm, matig stevig bruin
-5.60 tot -5.90	Klei, matig siltig, matig slap grijs

Algemene opmerking:

		MV (m tov NAP): -0.90	Boorvloeistof:
X: 115259.2	GWS (m tov NAP): -1.90	bk PB1 (m tov NAP):	WS PB1 (m tov NAP):
Y: 485537.4	GHG (m tov NAP):	bk PB2 (m tov NAP):	WS PB2 (m tov NAP):
Coördinatenstelsel: RD	GLG (m tov NAP):	bk PB3 (m tov NAP):	WS PB3 (m tov NAP):
		bk PB4 (m tov NAP):	WS PB4 (m tov NAP):

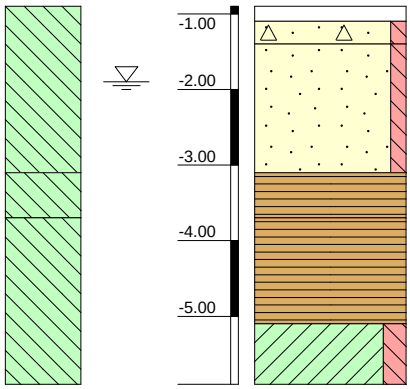
Datum uitvoering: 09-01-2020

5.1, 2, e

Boring: HB4

Veldclassificatie

Bentoniet afdichting | Referentie (m tov NAP) | Monsternr. | Bodembeschrijving volgens NEN 5104 (1989), C1(1990)



-0.90 tot -1.10 , volledig beton
-1.10 tot -1.40 Zand, matig fijn, zwak siltig, resten puin bruin
-1.40 tot -3.10 Zand, matig grof, zwak siltig grijs
-3.10 tot -3.70 Veen, mineraalarm, matig stevig, donker bruin
-3.70 tot -5.10 Veen, mineraalarm, matig stevig bruin
-5.10 tot -5.90 Klei, matig siltig, matig slap, sporen veen grijs

Algemene opmerking:

		MV (m tov NAP): -0.90	Boorvloeistof:
X: 115398.7	GWS (m tov NAP): -1.90	bk PB1 (m tov NAP):	WS PB1 (m tov NAP):
Y: 485596.0	GHG (m tov NAP):	bk PB2 (m tov NAP):	WS PB2 (m tov NAP):
Coördinatenstelsel: RD	GLG (m tov NAP):	bk PB3 (m tov NAP):	WS PB3 (m tov NAP):
		bk PB4 (m tov NAP):	WS PB4 (m tov NAP):

Datum uitvoering: 09-01-2020

5.1, 2, e

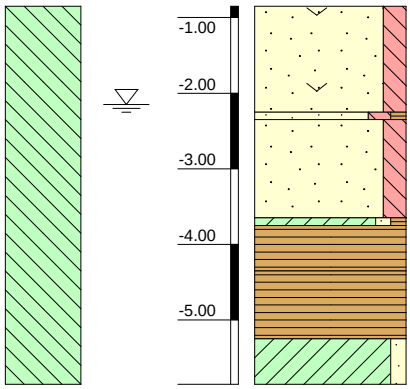
BORING VOLGENS NEN-EN-ISO 22475-1

Amsterdam NL Osdorpergracht **1319-151469**

Boring: HB5

Veldclassificatie

Bentoniet afdichting | Referentie (m tov NAP) | Monsternr. | Bodembeschrijving volgens NEN 5104 (1989), C1(1990)



-0.85 tot -2.25 Zand, matig grof, matig siltig, sporen schelpen, licht bruin

-2.25 tot -2.35 Zand, matig fijn, matig siltig, zwak humeus grijs

-2.35 tot -3.65 Zand, matig fijn, matig siltig grijs

-3.65 tot -3.75 Klei, zwak zandig, zwak humeus, matig stevig, sporen veen grijs

-3.75 tot -4.35 Veen, mineraalarm, stevig, donker bruin

-4.35 tot -5.25 Veen, mineraalarm, matig stevig bruin

-5.25 tot -5.85 Klei, zwak zandig, resten veen, licht grijs

Algemene opmerking:

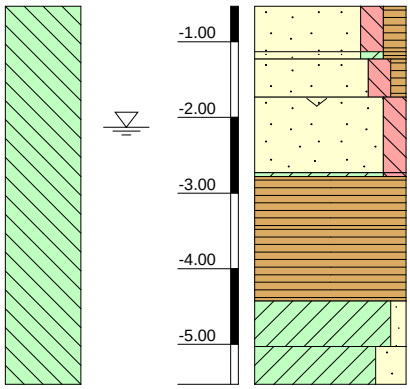
		MV (m tov NAP): -0.85	Boorvloeistof:
X: 115437.0	GWS (m tov NAP): -2.15	bk PB1 (m tov NAP):	WS PB1 (m tov NAP):
Y: 485598.9	GHG (m tov NAP):	bk PB2 (m tov NAP):	WS PB2 (m tov NAP):
Coördinatenstelsel: RD	GLG (m tov NAP):	bk PB3 (m tov NAP):	WS PB3 (m tov NAP):
		bk PB4 (m tov NAP):	WS PB4 (m tov NAP):

Datum uitvoering: 24-12-2019

5.1, 2, e

Boring: HB6

Veldclassificatie



Monsternr.	Bodembeschrijving volgens NEN 5104 (1989), C1(1990)
	-0.53 tot -1.13 Zand, matig fijn, matig siltig, matig humeus bruin
	-1.13 tot -1.23 Zand, matig fijn, kleiig, matig humeus grijs
	-1.23 tot -1.73 Zand, matig grof, matig siltig, zwak humeus, licht grijs
	-1.73 tot -2.73 Zand, matig grof, matig siltig, resten schelpen grijs
	-2.73 tot -2.78 Klei, matig siltig, matig stevig, resten veen grijs
	-2.78 tot -3.43 Veen, mineraalarm, stevig, donker bruin
	-3.43 tot -4.43 Veen, mineraalarm, matig stevig bruin
	-4.43 tot -5.03 Klei, zwak zandig, matig slap, licht grijs
	-5.03 tot -5.53 Klei, sterk zandig, slap grijs

Algemene opmerking:

		MV (m tov NAP): -0.53	Boorvloeistof:
X: 115518.8	GWS (m tov NAP): -2.13	bk PB1 (m tov NAP):	WS PB1 (m tov NAP):
Y: 485625.3	GHG (m tov NAP):	bk PB2 (m tov NAP):	WS PB2 (m tov NAP):
Coördinatenstelsel: RD	GLG (m tov NAP):	bk PB3 (m tov NAP):	WS PB3 (m tov NAP):
		bk PB4 (m tov NAP):	WS PB4 (m tov NAP):

Datum uitvoering: 24-12-2019

5.1, 2, e

TOELICHTING GEOTECHNISCH ONDERZOEK

COÖRDINATEN EN HOOGTE VAN DE ONDERZOEKSPUNTEN

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

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

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

SONDEREN

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

BOREN

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

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

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

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

Ongeroerde monstername bij het mechanisch boren kan plaatsvinden door:

- een Ackermann steekbus te slaan of te drukken
- een Pistonbus te drukken
- een Gelpush monster te drukken

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

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

Op de classificatie van grond is de NEN 5104 van toepassing.

(GROND)WATERSTAND

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

KWALITEITSBORGING

Alle werkzaamheden zijn verricht in overeenstemming met het managementsysteem van Fugro NL land B.V. B.V. dat voldoet aan de NEN-ISO 9001:2015 en VCA ** 2008/05.
De kalibratiesheet(s) van de gebruikte conus(sen) kunnen op verzoek worden toegestuurd.

CONTINU ELEKTRISCH SONDEREN

MEETTECHNIEK

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

Bij het uitvoeren van een sondering conform *NEN-EN-ISO 22476-1:2012/C1:2013* wordt de puntweerstand gemeten, die moet worden overwonnen om een conus met een tophoek van 60º 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. Het basisoppervlak van de conus mag 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.

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

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 %
Grind, grof zand	0,2 – 0,6
Zand	0,6 – 1,2
Silt, leem, löss	1,2 – 4,0

Grondsoort	Wrijvingsgetal in %
Klei	3,0 – 5,0
Potklei	5,0 – 7,0
Veen	5,0 – 10,0

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

PRESENTATIE SONDEERGEGEVENS

Sonderingen kunnen worden uitgewerkt met interpretatie van het wrijvingsgetal voor identificatie van de bodemlagen. De identificatie van de bodemlagen is dan uitgevoerd volgens Robertson [1990][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:

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

Vergelijking 1

Genormaliseerd wrijvingsgetal:

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

Vergelijking 2

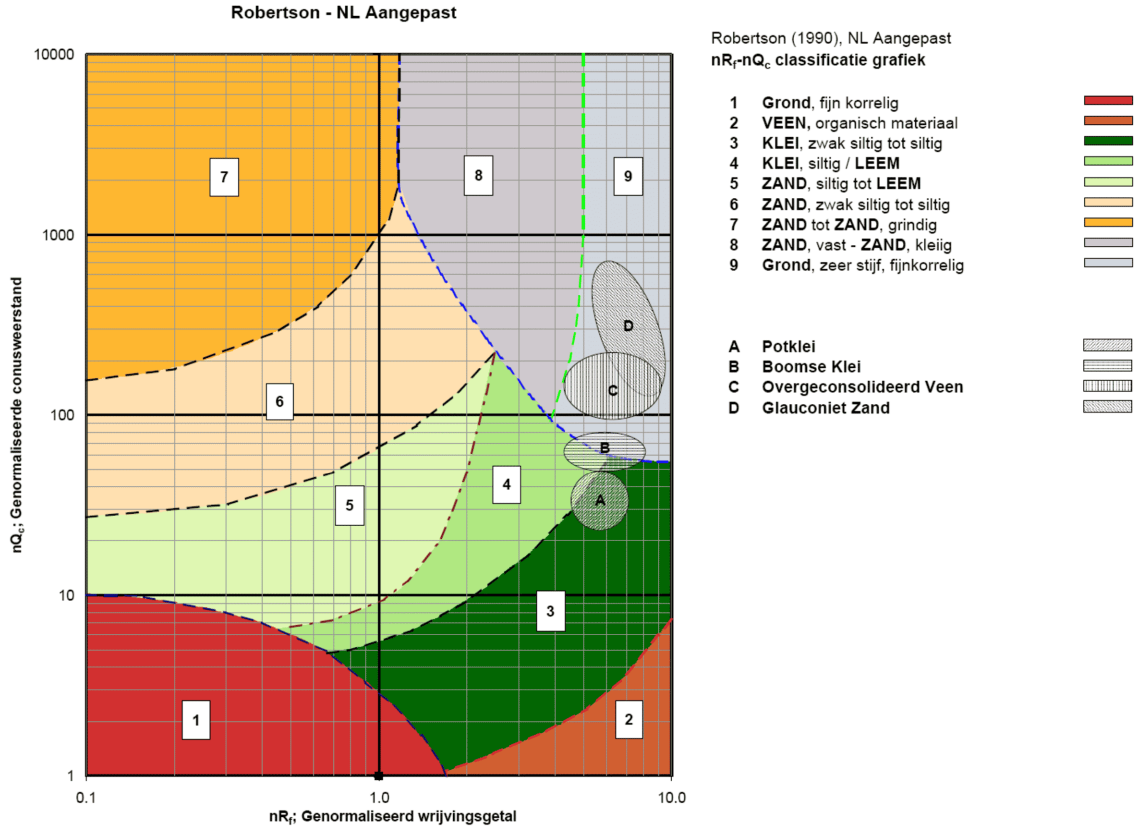
In geval er geen waterspanning is gemeten, wordt voor q_t de waarde van q_c gebruikt.

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;

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

- er 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.



Figuur 1

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

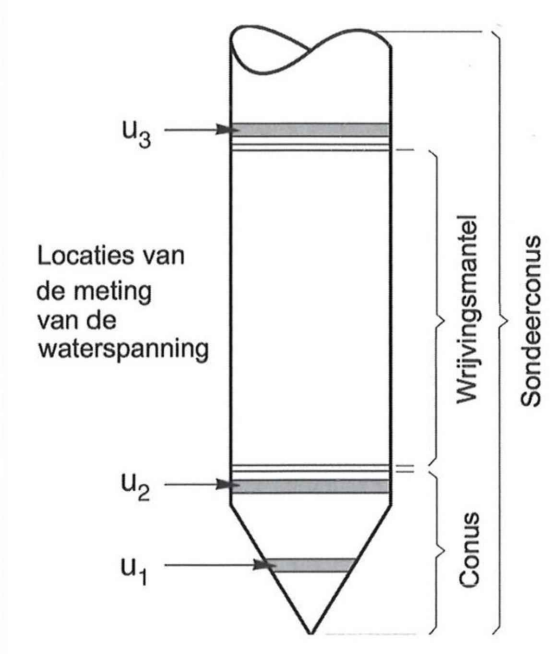
De identificatie is indicatief en alleen geldig voor lagen onder de grondwaterstand. De resultaten dienen te worden geverifieerd met boringen of geologische informatie. Uitgedroogde cohesieve toplagen geven een te hoge waarde worden voor het wrijvingsgetal, waardoor bijvoorbeeld uitgedroogde kleilagen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

ANDERE CONUSTYPEN

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

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 (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 2). 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 2

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 wateroverspanningsindex B_q.

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

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

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

WATEROVERSPANNINGINDEX B_Q

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

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

Vergelijking 3

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

Vergelijking 4

waarin:

β = factor voor de verschillende grondsoorten voor omrekening van u_1 naar u_2. Standaard wordt hiervoor aangehouden 0,8, zijnde normaal geconsolideerde kleien (zie hierna volgende tabel);

q_{net} = $q_t - \sigma_{v0}$ = netto conusweerstand;

q_t = $q_c + (1\text{-}a) \{\beta (u_1 - u_0) + u_0\}$ voor een filter in de conuspunt;

= $q_c + (1\text{-}a)\, u_2$ 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 over geconsolideerde klei	0,5 – 0,7
Sterk over geconsolideerde klei	0,0[1] – 0,3
Leem samendrukbaar	0,5 – 0,6
Leem, vast en dillatant gedrag	0,0[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 wateroverspanning tenminste met 50 % is afgenomen. In de praktijk komt dat in klei overeen met circa 1/2 uur.Uit berekeningen en kwalitatieve vergelijking van de metingen wordt inzicht verkregen in het consolidatiegedrag van de grond. Voor het vaststellen van de heersende hydrostatische waterspanning in kleilagen is de dissipatietest in de meeste gevallen weinig geschikt, vanwege de benodigde lange aanpassingstijd en de onnauwkeurigheid.

KLASSENINDELING EN-ISO 22476-1

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

Door invoering van de Eurocode is op Europees niveau de internationale sondeernorm EN-ISO 22476-1 “Electrical cone and piezocone testing” ontwikkeldIn de norm EN-ISO 22476-1 is de nauwkeurigheid van de meetresultaten gekoppeld aan het toepassingsgebied met bijbehorend bodemkenmerken / geschiktheid voor interpretatie en afleiding van bodemparameters. Verder is de meting van de waterspanning genormeerd. In de Europese tabel van sondeerklassen worden de sondeerklassen ingedeeld naar de toepassing van de sondering, zie volgende tabel.

Toepassing Klasse	Test type	Gemeten parameter	Toegestane minimum nauwkeurigheid [a]	Maximum lengte tussen metingen	Gebruik	
					Grondsoort [b]	Interpretatie [c]
1	TE2	■ 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:	
Uiterst slappen gronden maken soms nog hogere nauwkeurigheden noodzakelijk.	
[a]	De toegestane minimum nauwkeurigheid van de gemeten parameters is de grootste van de twee genoemde. De relatieve nauwkeurigheid geldt voor de gemeten waarde en niet voor het meetbereik.
[b]	Volgens ISO 14688-2:
	A homogene gronden bestaande uit zeer slappe tot stijve kleien (en silt) (typische gronden met q_c < 3 MPa);
	B gemengde bodemprofielen met slappe tot stijve kleien ($q_c \leq$ 3 MPa) en matig vaste tot vaste zanden (conusweerstand 5 MPa ≤ q_c < 10 MPa);
	C gemengde bodemprofielen met stijve kleien (conusweerstand 1,5 MPa ≤ q_c < 3 MPa) en zeer dichte zanden (q_c > 20 MPa);
	D zeer stijve tot harde kleien ($q_c \geq$ 3 MPa) en zeer vaste grove gronden ($q_c \geq$ 20 MPa).
[c]	G Vaststelling bodemprofiel en bepaling van grondsoort met een laag niveau van onzekerheid.
	G* Indicatieve vaststelling bodemprofiel en bepaling van grondsoort met een hoog niveau van onzekerheid.
	H Interpretatie met betrekking tot ontwerp met een laag niveau van onzekerheid.
	H* Interpretatie met betrekking tot ontwerp met een hoog niveau van onzekerheid.
[d]	Waterspanning kan alleen worden gemeten als TE2 wordt toegepast.

Voor projecten, waarbij parameters op basis van Tabel 2.b 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 niet realistisch om aan de eisen van toepassing klasse 1 voldoen zoals ook blijkt uit de bovenstaande tabel. Het bij Fugro gehanteerde meetsysteem voor sonderen is bijzonder nauwkeurig door toepassing van digitale conussen, strikte kwaliteitscontroles en calibraties. In de praktijk is gebleken dat standaard Fugro sonderingen in de nieuwe norm voor het overgrote deel (>95%) in toepassingsklasse 2 vallen.
Voor sondering in toepassingklasse 1 worden speciale gevoelige conussen met een beperkt meetbereik toegepast. De enige praktische indicatie over de bereikte sondeerklasse is controle van recente kalibraties en 0-puntsverlopen tussen het begin en eind van de sondering.

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

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

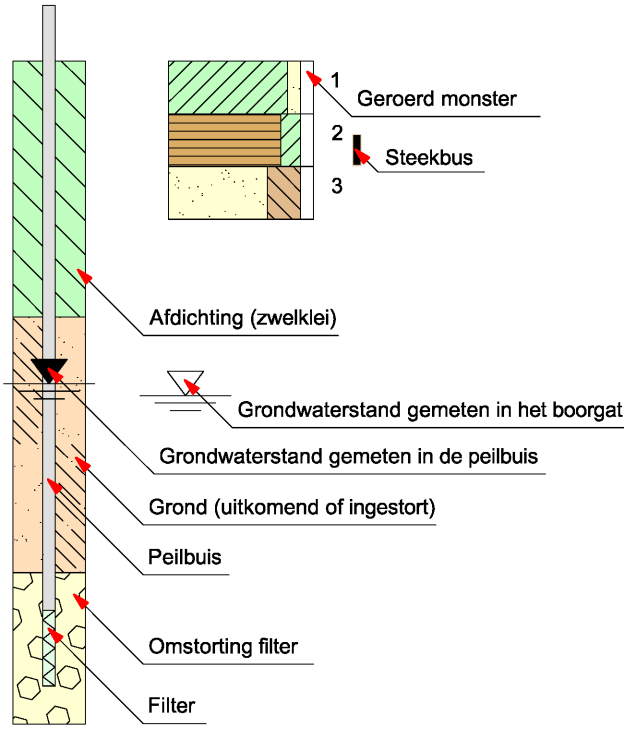
Leem

- 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)