

Geotechnisch Advies

**Uitbreiding bedrijfspand
aan de Buitenvaart 4001
te Hoogeveen**

Opdrachtnummer: 24-5064-3/10779

Advies Casing draaipalen
voor zowel sonderingen
uitgevoerd door Koops
(2024) als Hoogveld (2019)

Datum rapport

6 maart 2025

Status

Definitief

Vrijgave

Colofon

Opdrachtschrijving: Uitbreiding bedrijfspand aan de Buitenvaart 4001 te
Hoogeveen

Opdrachtnummer: 24-5064-3/10779

Opdrachtgever: Step Engineering B.V.

Auteur: ir. 

Teeuw Grondmechanica werkt samen met andere bedrijven, in de Koops & Romeijn Geogroep. Dit is een groep onafhankelijke, zelfstandige en ervaren adviseurs voor grondonderzoek, geotechniek en geohydrologie die sinds 1996 samenwerkt. Er zijn hierbij geen juridische banden tussen de samenwerkende bedrijven.

Op onze dienstverlening is de rechtsverhouding opdrachtgever-architect, ingenieur en adviseur DNR2011 van toepassing. U kunt deze inzien door op de volgende link te klikken.
[DNR2011](#)



Inhoudsopgave

1. Inleiding	4
2. Geotechnisch bodemonderzoek	4
3. Terrein- en bodemgesteldheid	5
4. Advies	6
5. Aanbevelingen voor de uitvoering	7

Bijlagen

1. Grondonderzoek
 - Situatietekening
 - Sondeergrafieken 1 t/m 12 van Koops Grondmechanica
 - Sondeergrafieken 1 t/m 10 van Hoogveld Sonderingen
2. Netto draagvermogen
3. Detail berekening negatieve kleeft
4. Detail berekening draagvermogen
5. Overzicht maximaal opneembare trekkracht
6. Beschrijving berekening maximale trekkracht



1. Inleiding

Koops Grondmechanica b.v. te Roden ontving van Step Engineering B.V. te Emmen opdracht voor het geven van een geotechnisch advies voor de uitbreiding van het bedrijfspand DOC Kaas aan de Buitenvaart 4001 te Hoogeveen.

In opdracht van Koops Grondmechanica verzorgt Teeuw Grondmechanica het geotechnisch advies.

2. Geotechnisch bodemonderzoek

Voor dit advies is gebruik gemaakt van eerder uitgevoerd grondonderzoek bestaande uit 12 sonderingen, waarvan 4 met meting van de plaatselijke mantelwrijving. Dit grondonderzoek is gerapporteerd onder kenmerk 10779 d.d. 17 april 2024. Tevens is gebruik gemaakt van grondonderzoek dat is uitgevoerd door Hoogveld Sonderingen en heeft bestaan uit 10 sonderingen, waarvan 3 met meting van de plaatselijke mantelwrijving. Dit onderzoek is uitgevoerd op 30 april 2019 en gerapporteerd onder kenmerk HA-16711.

De sondeerresultaten zijn gegeven op de grafieken 1 t/m 12 (Koops Grondmechanica) en grafieken 1 t/m 10 (Hoogveld sonderingen), waarop de diepte is uitgezet ten opzichte van NAP. Op de grafiek van de kleefmantelsondering is tevens het wrijvingsgetal weergegeven. Dit is de verhouding tussen de plaatselijke mantelwrijving en de conusweerstand. Het wrijvingsgetal heeft een nauwe relatie met de grondsoort, zodat een goede indicatie van de laagopbouw wordt verkregen.

Ter aanvulling van het sondeeronderzoek zijn door Koops Grondmechanica 3 ondiepe boringen verricht ter nadere verkenning van de toplagen en bepaling van de actuele grondwaterstand. Op basis van een veldclassificatie zijn boorprofielen gemaakt die als bijlagen zijn toegevoegd aan het rapport.

Volledigheidshalve merken wij hierbij op dat wij geen verantwoordelijkheid kunnen aanvaarden voor de juistheid van de locatiebepalingen en de metingen die door derden zijn verricht.



3. Terrein- en bodemgesteldheid

De projectlocatie is gelegen aan de Buitenvaart 4001 te Hoogeveen. Ten tijde van het onderzoek bedroeg de maaiveldhoogte ter plaatse van de onderzoekslocaties NAP +12,72 à +11,89 m.

In tabel 1 is de aangetroffen bodemgesteldheid globaal omschreven:

Tabel 1: globale bodemopbouw

Niveau bovenkant laag [NAP + ... m]	Grondsoort
maaiveld	ZAND; los tot matig vast gepakt
ca. - 1,1	KLEI, siltig, lokaal zandig
ca. - 11,3	ZAND, matig vast tot vast gepakt
maximaal verkende diepte is NAP - 3,8 m	

Voor de grondwaterstand is een niveau aangehouden van NAP +10,0 m overeenkomstig een eerdere rapportage ten behoeve van de uitbreiding van het bedrijfspand (kenmerk 10779 d.d. 17 april 2024).



4. Advies

Het funderingsadvies is opgesteld op basis van NEN-9997-1+c2;2017. Deze norm bevat de NEN-EN 1997-1 (Eurocode 7 - Deel 1) en de nationale bijlage.

Gezien de aangetroffen bodemopbouw komt voor dit project een fundering op palen in aanmerking. Hierbij is voor dit project gekozen voor **casing-draaipalen**. In bijlage 2 is de berekende netto draagkracht aangegeven, dit is de rekenwaarde van de maximale draagkracht minus de negatieve kleefbelasting. Hierbij is uitgegaan van een fundering op casing-draaipalen $\varnothing 219/350$ mm, $\varnothing 273/450$ mm en $\varnothing 324/550$ mm. Door de constructeur is aangegeven dat het gewenste draagvermogen niet hoger zal zijn dan 1300 kN.

Bij de berekening van het draagvermogen is rekening gehouden met de ontwikkeling van negatieve kleef langs de paalschachten. Deze extra paalbelasting ($F_{s;nk;d}$) treedt op naast de constructiebelastingen ($F_{c;d}$).

Bij de berekeningen zijn de volgende paalfactoren, afkomstig van Tabel 7.c van NEN 9997-1, gehanteerd:

α_p	= paalklassefactor voor de berekening van de draagkracht van de paalpunt	0,56 / 063*
β	= factor die de invloed van de paalvoetvorm in rekening brengt	0,63 – 0,64
s	= factor die de invloed van de vorm van de dwarsdoorsnede van de paalvoet in rekening brengt	1,0
α_s	= factor die de invloed van het paaltype op de schachtwrijving in rekening brengt	0,006

* Bij de dieper gelegen palen mag een hogere waarde aangehouden worden voor α_p om het effect van de groutschil mee te nemen in de berekening.

Ten behoeve van de bepaling van de rekenwaarde van de berekende draagvermogens zijn onderstaande factoren toegepast.

$\xi_{3/4}$	= Correlatiefactor voor de bepaling van karakteristieke waarden uit de resultaten van grondproeven. (bepaald volgens NEN 9997-1, Tabel A.10a, uitgaande van aantal sonderingen $N \leq 3$)	1,30
γ_t	= partiële weerstandsfactor op de totale weerstand voor op druk belaste palen	1,20

Voor dit project uitgegaan van een niet-stijf bouwwerk, waarbij de constructie geplaatst is in veiligheidsklasse RC2 en geotechnische categorie 2.

Indien de rekenwaarde voor de paalbelasting, vermeerderd met de optredende negatieve kleef, gelijk blijft of kleiner is dan de rekenwaarden van het paal draagvermogen ($F_{c;d} + F_{nk;d} \leq R_{c;d}$), wordt voldaan aan de sterkte-eis voor de uiterste grenstoestand (UGT). Tevens zal dan, in de meest voorkomende situaties, de paalkopzakking relatief gering zijn. Door deze relatief geringe paalkopzakkingen, wordt tevens voldaan aan de vervormingseisen voor de bruikbaarheidsgrenstoestand (BGT).



5. Aanbevelingen voor de uitvoering

De aannemer dient een werkplan op te stellen waarin tenminste de keuze van het materieel, de plaats van de eerste paal en de globale uitvoeringsvolgorde vermeld is. Hierbij dient de aannemer tenminste de beschikking te hebben over het geotechnisch advies en het uitgevoerde grondonderzoek.

Het aanbrengen van de casing-draaipalen dient te geschieden volgens de NEN-EN 12699 'Uitvoering van bijzonder geotechnisch werk: Verdringingspalen'.

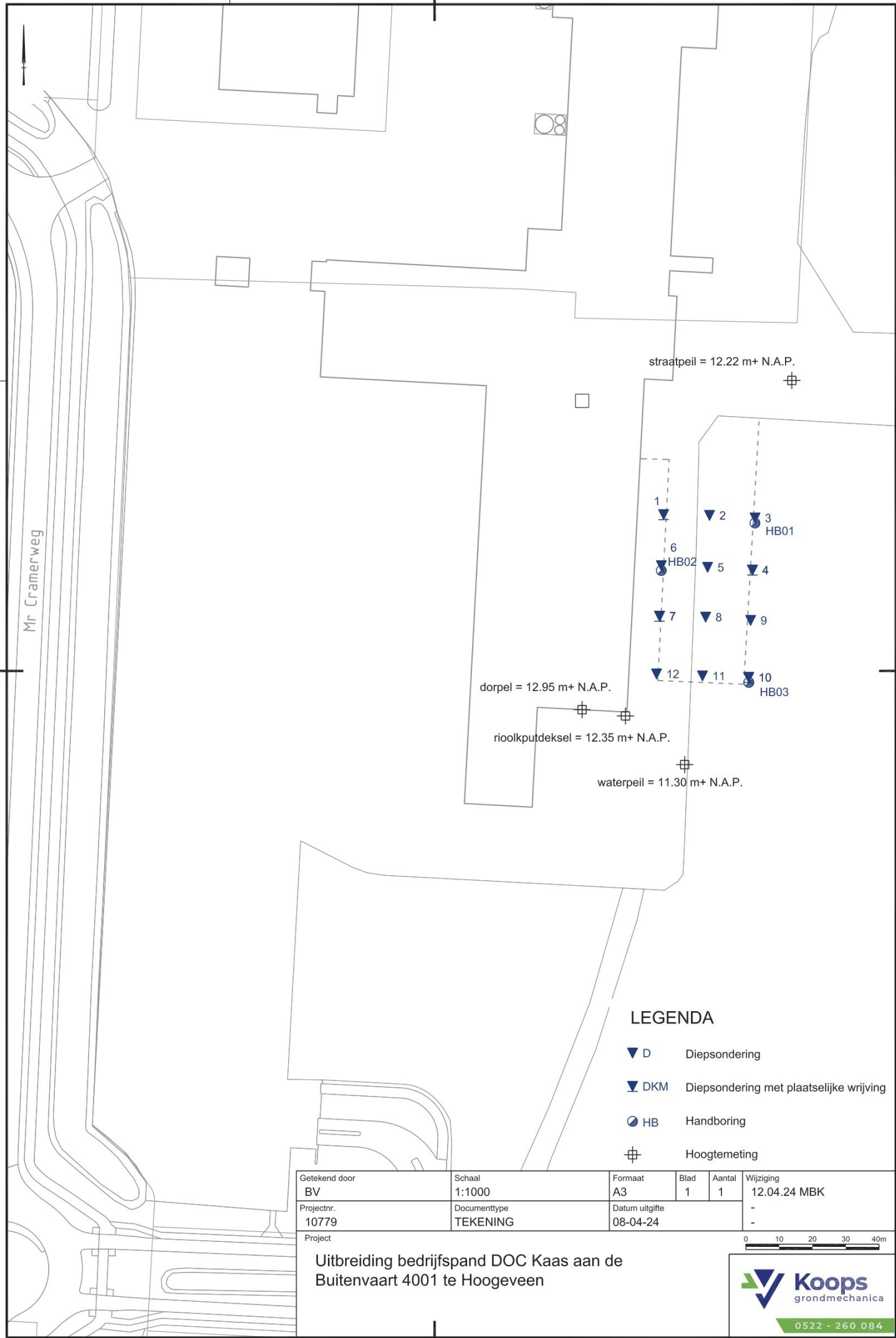


Bijlagen



Bijlage 1: Grondonderzoek

- Situatietekening
- Sondeergrafieken 1 t/m 12 (Koops Grondmechanica)
- Sondeergrafieken 1 t/m 10 (Hoogveld sonderingen)



LEGENDA

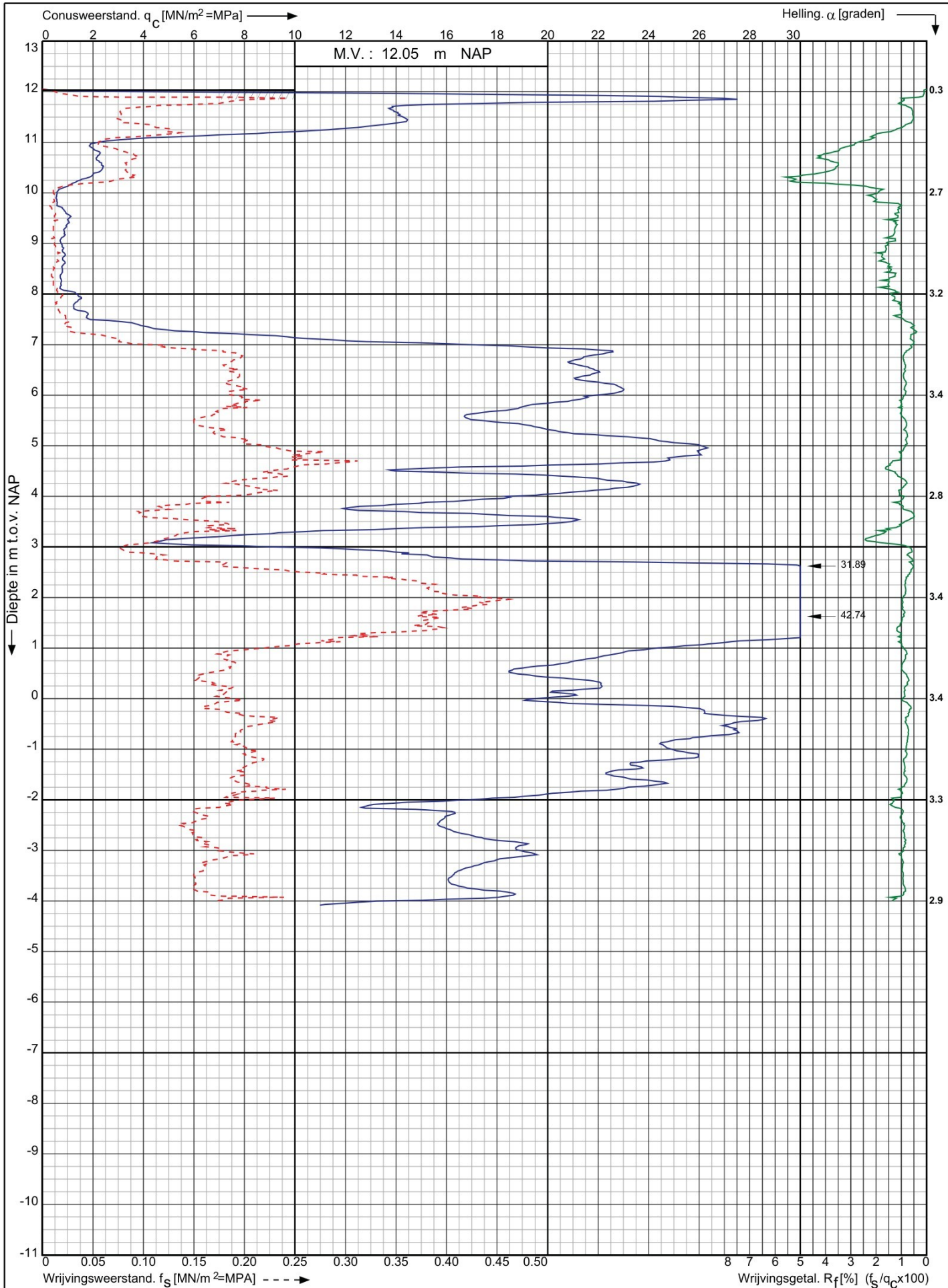
- ▼ D Diepsondering
- ▼ DKM Diepsondering met plaatselijke wrijving
- HB Handboring
- ⊕ Hoogtemeting

Getekend door BV	Schaal 1:1000	Formaat A3	Blad 1	Aantal 1	Wijziging 12.04.24 MBK
Projectnr. 10779	Documenttype TEKENING	Datum uitgifte 08-04-24			- -
Project					0 10 20 30 40m
Uitbreiding bedrijfspand DOC Kaas aan de Buitenvaart 4001 te Hoogeveen					 0522 - 260 084

Conusserienummer: 071243

Conustype: cilindrisch elektrisch P15-CFII-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3



Uitbr. bedrijfspand DOC Kaas aan de Buitenvaart 4001 te
Hoogeveen

RD-coördinaten : X = 231663.61 Y = 525572.22

Opdr. nr. : 10779

Datum uitv. : 11-4-2024

Sond. nr. : 1

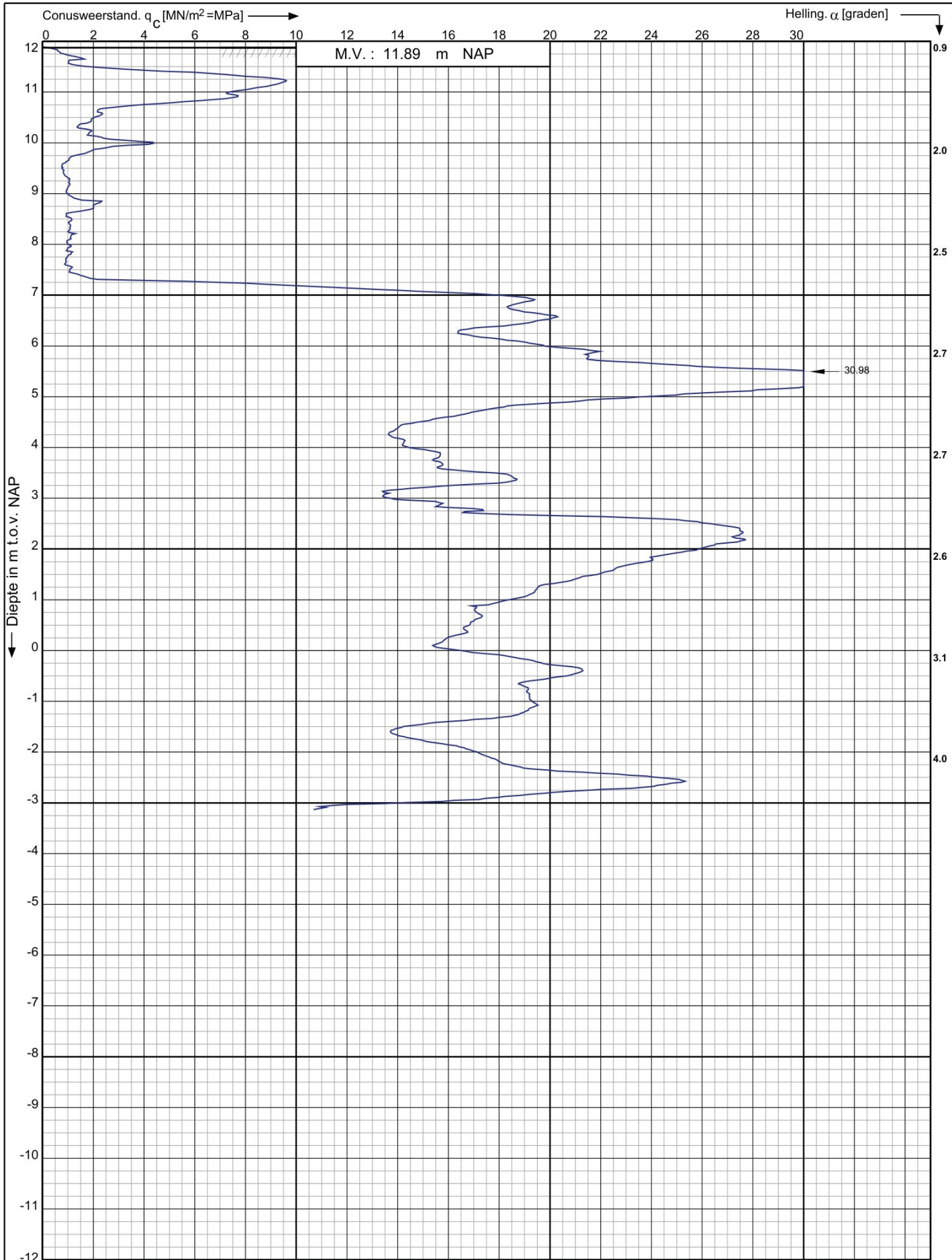


0522 - 260 084

Conusserienummer: 071243

Conustype: cilindrisch elektrisch P15-CFII-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3



Uitbr. bedrijfspand DOC Kaas aan de Buitenvaart 4001 te
Hoogeveen

RD-coördinaten : X = 231677.40 Y = 525572.00

Opdr. nr. : 10779

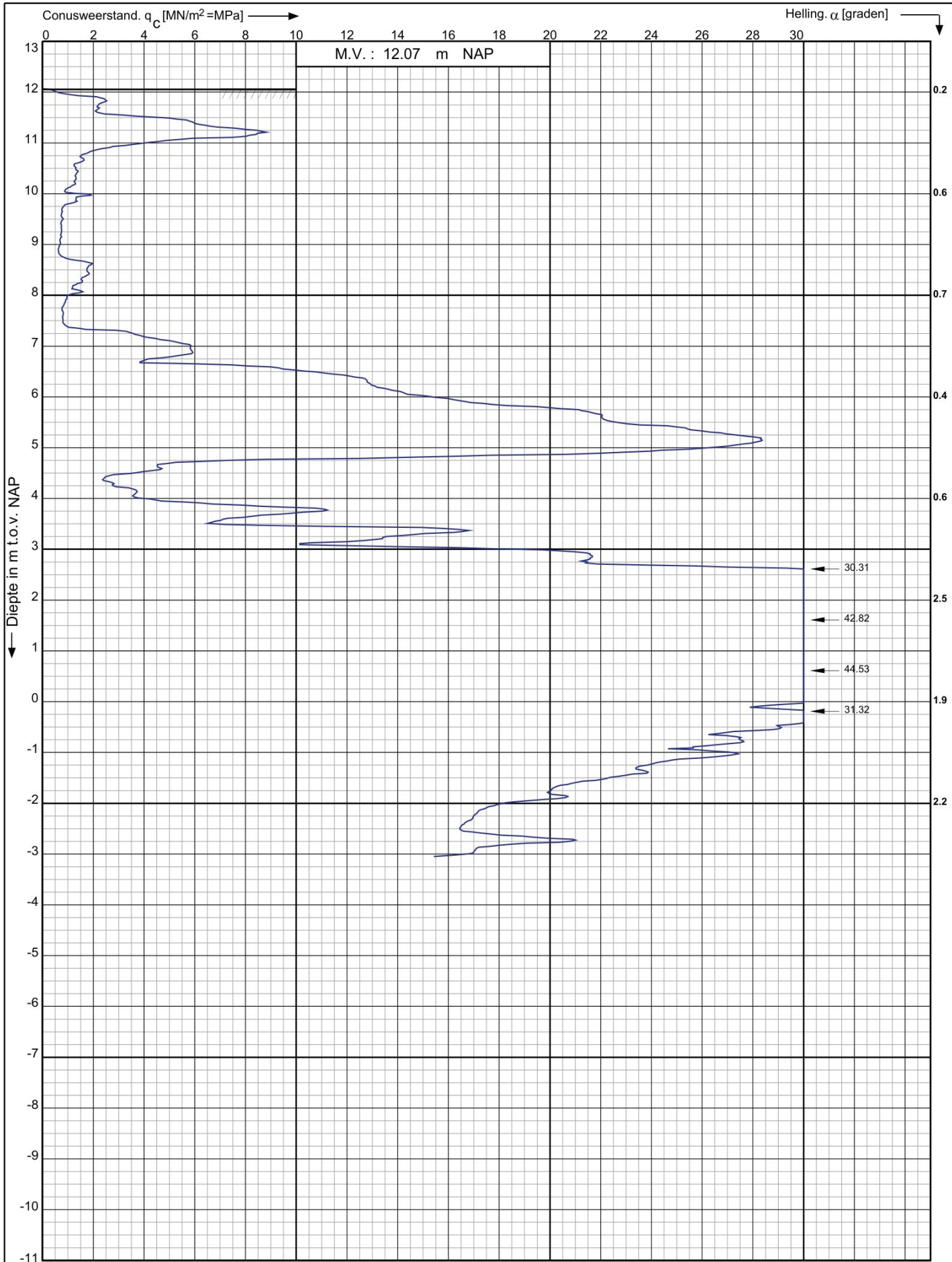
Datum uitg. : 11-4-2024

Sond. nr. : 2

Conusserienummer: 071243

Conustype: cilindrisch elektrisch P15-CFII-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3



Uitbr. bedrijfspand DOC Kaas aan de Buitenvaart 4001 te Hoogeveen

RD-coördinaten : X = 231691.07 Y = 525571.24

Opdr. nr. : 10779

Datum uitv. : 11-4-2024

Sond. nr. : 3

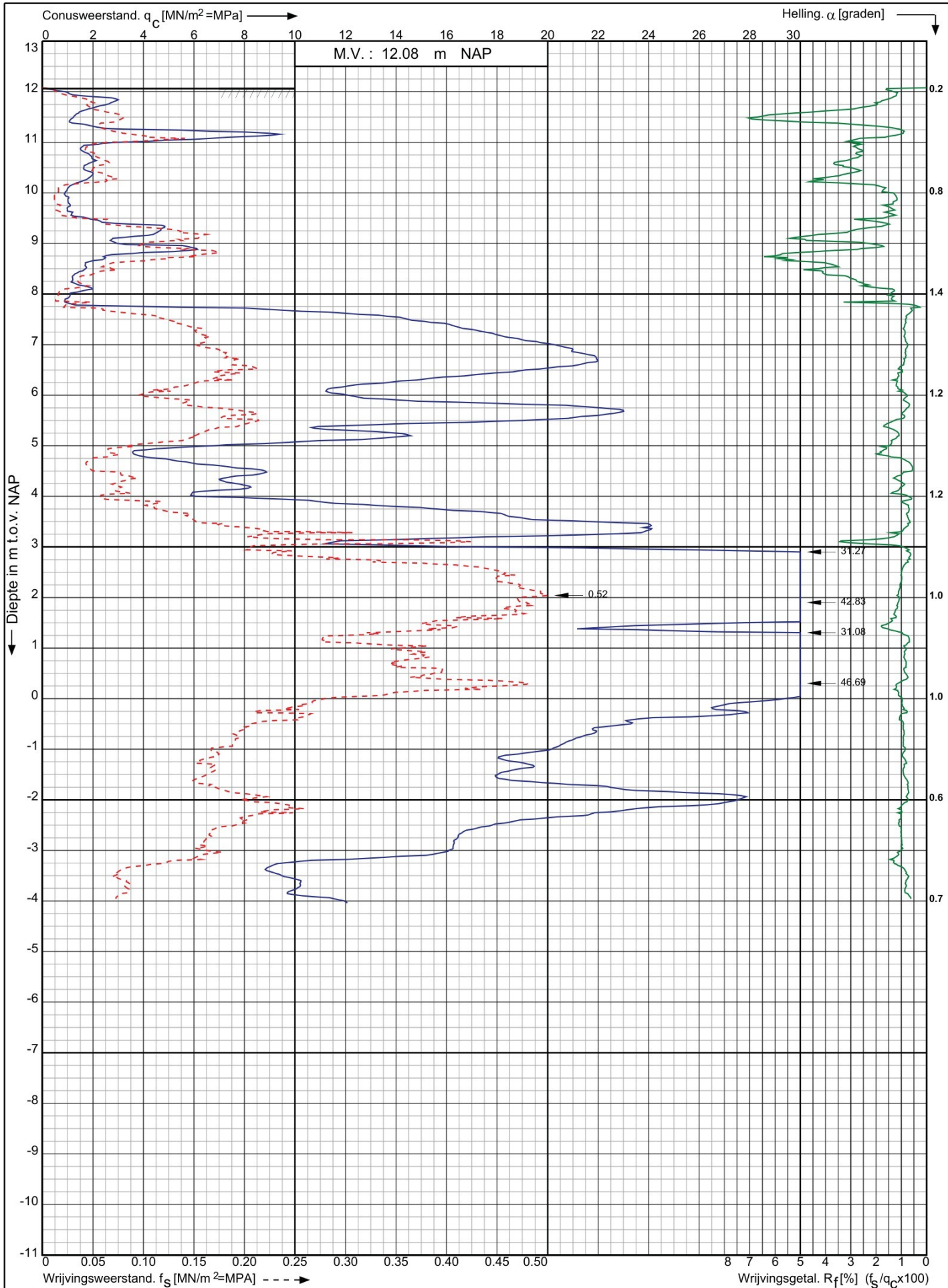


0522 - 260 084

Conusserienummer: 071243

Conustype: cilindrisch elektrisch P15-CFII-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3



Uitbr. bedrijfspand DOC Kaas aan de Buitenvaart 4001 te Hoogeveen

Opdr. nr. : 10779

Datum uitv. : 11-4-2024

Sond. nr. : 4

RD-coördinaten : X = 231690.28 Y = 525555.60

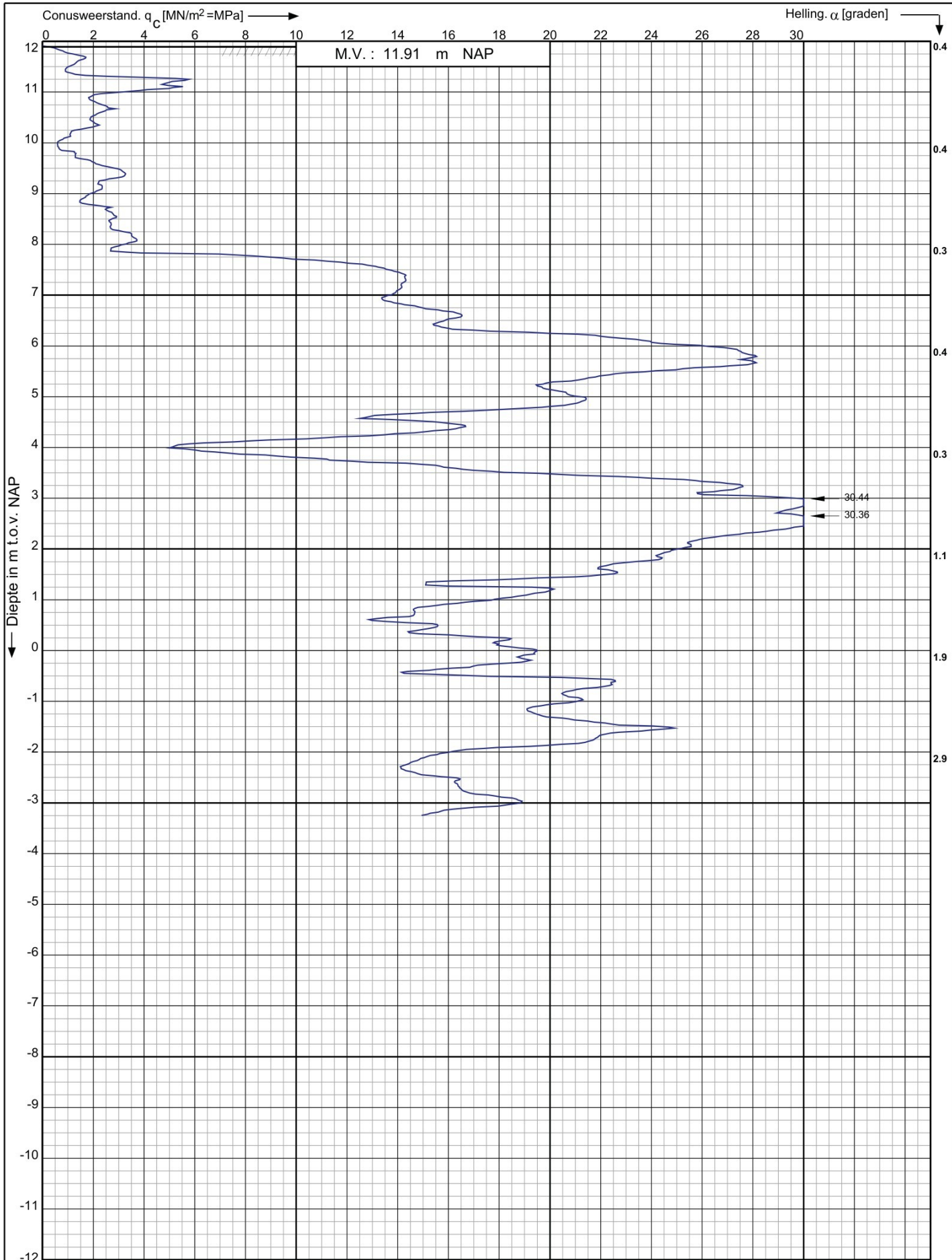
Koops
grondmechanica

0522 - 260 084

Conusserienummer: 071243

Conustype: cilindrisch elektrisch P15-CFII-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3



Uitbr. bedrijfspand DOC Kaas aan de Buitenvaart 4001 te Hoogeveen

RD-coördinaten : X = 231676.81 Y = 525556.42

Opdr. nr. : 10779

Datum uitv. : 11-4-2024

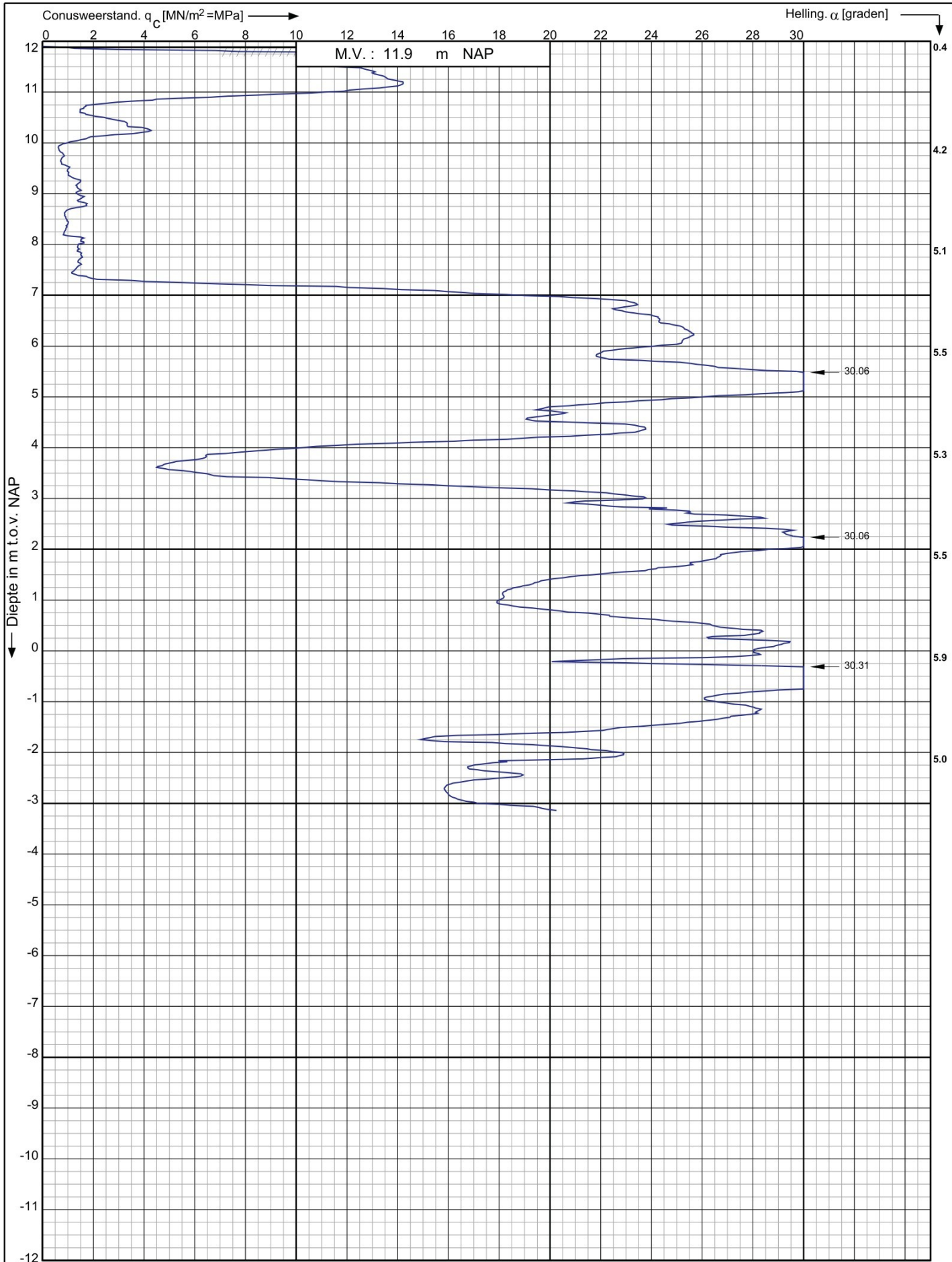
Sond. nr. : 5



Conusserienummer: 071243

Conustype: cilindrisch elektrisch P15-CFII-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3



Uitbr. bedrijfspand DOC Kaas aan de Buitenvaart 4001 te Hoogeveen

RD-coördinaten : X = 231662.93 Y = 525556.91

Opdr. nr. : 10779

Datum uitv. : 11-4-2024

Sond. nr. : 6

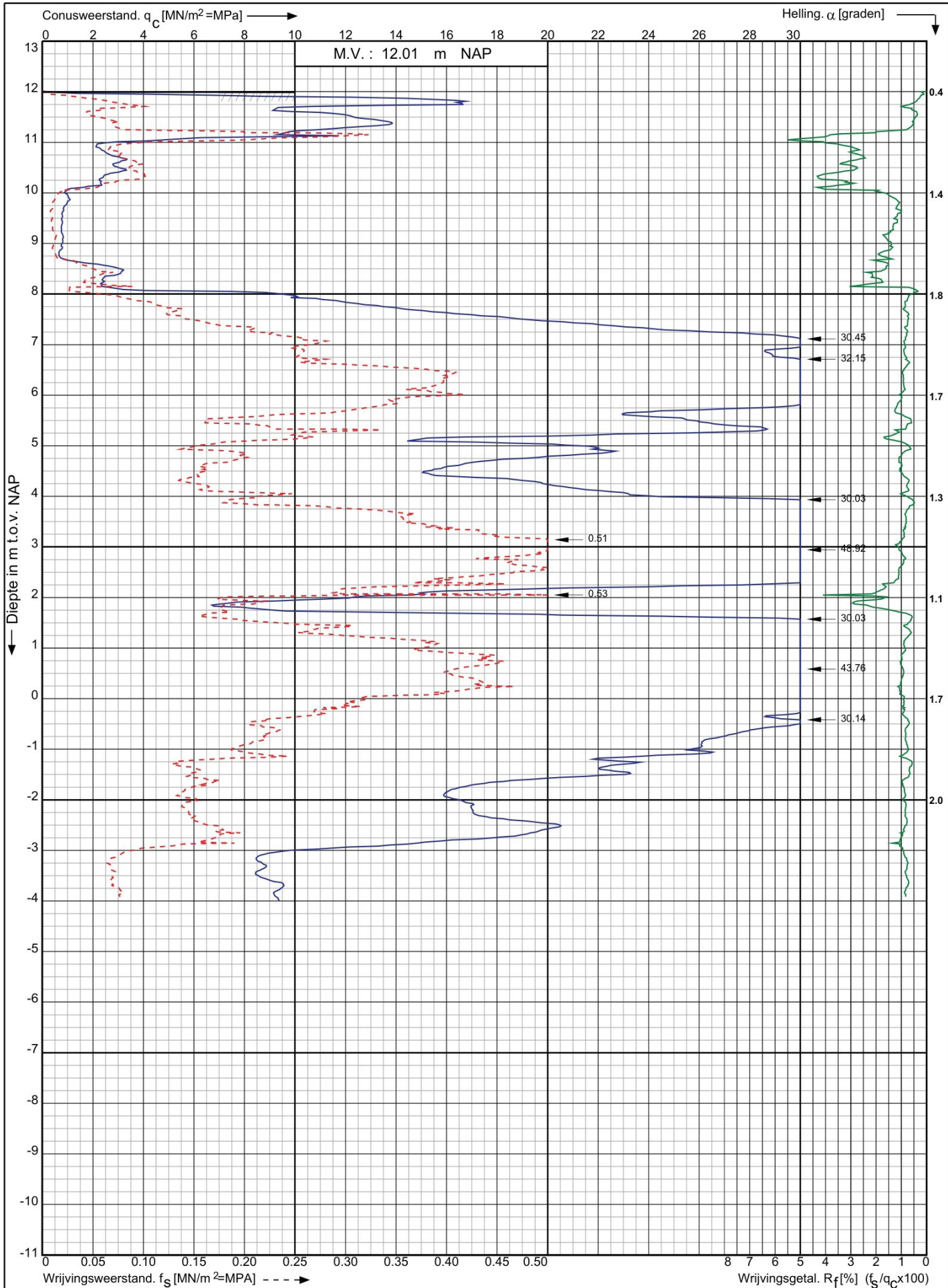


0522 - 260 084

Conusserienummer: 071243

Conustype: cilindrisch elektrisch P15-CFII-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3



Uitbr. bedrijfspand DOC Kaas aan de Buitenvaart 4001 te Hoogeveen

RD-coördinaten : X = 231662.38 Y = 525541.78

Opdr. nr. : 10779

Datum uitv. : 11-4-2024

Sond. nr. : 7

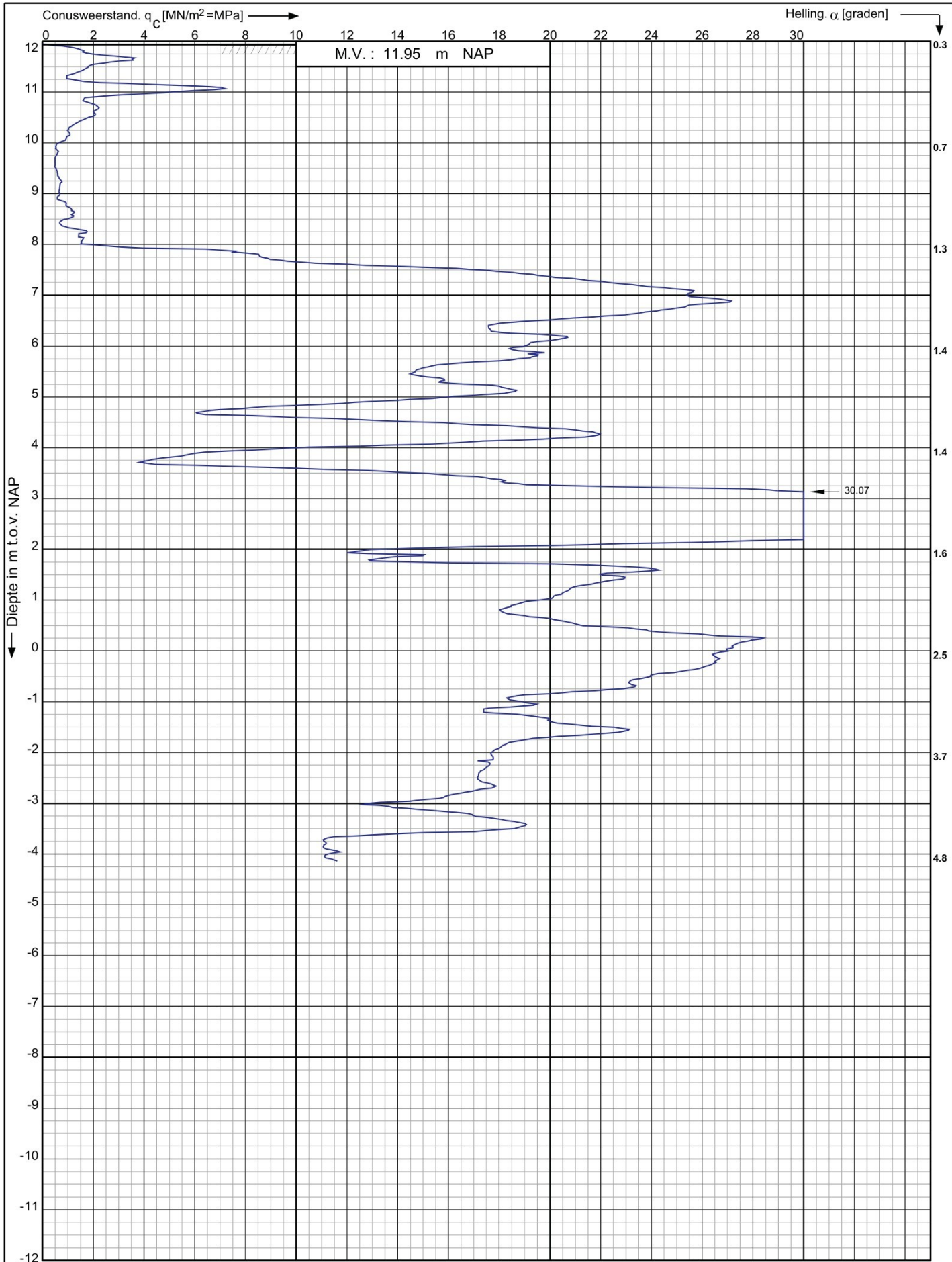


0522 - 260 084

Conusserienummer: 071243

Conustype: cilindrisch elektrisch P15-CFII-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3



Uitbr. bedrijfspand DOC Kaas aan de Buitenvaart 4001 te
Hoogeveen

RD-coördinaten : X = 231676.22 Y = 525541.49

Opdr. nr. : 10779

Datum uitv. : 11-4-2024

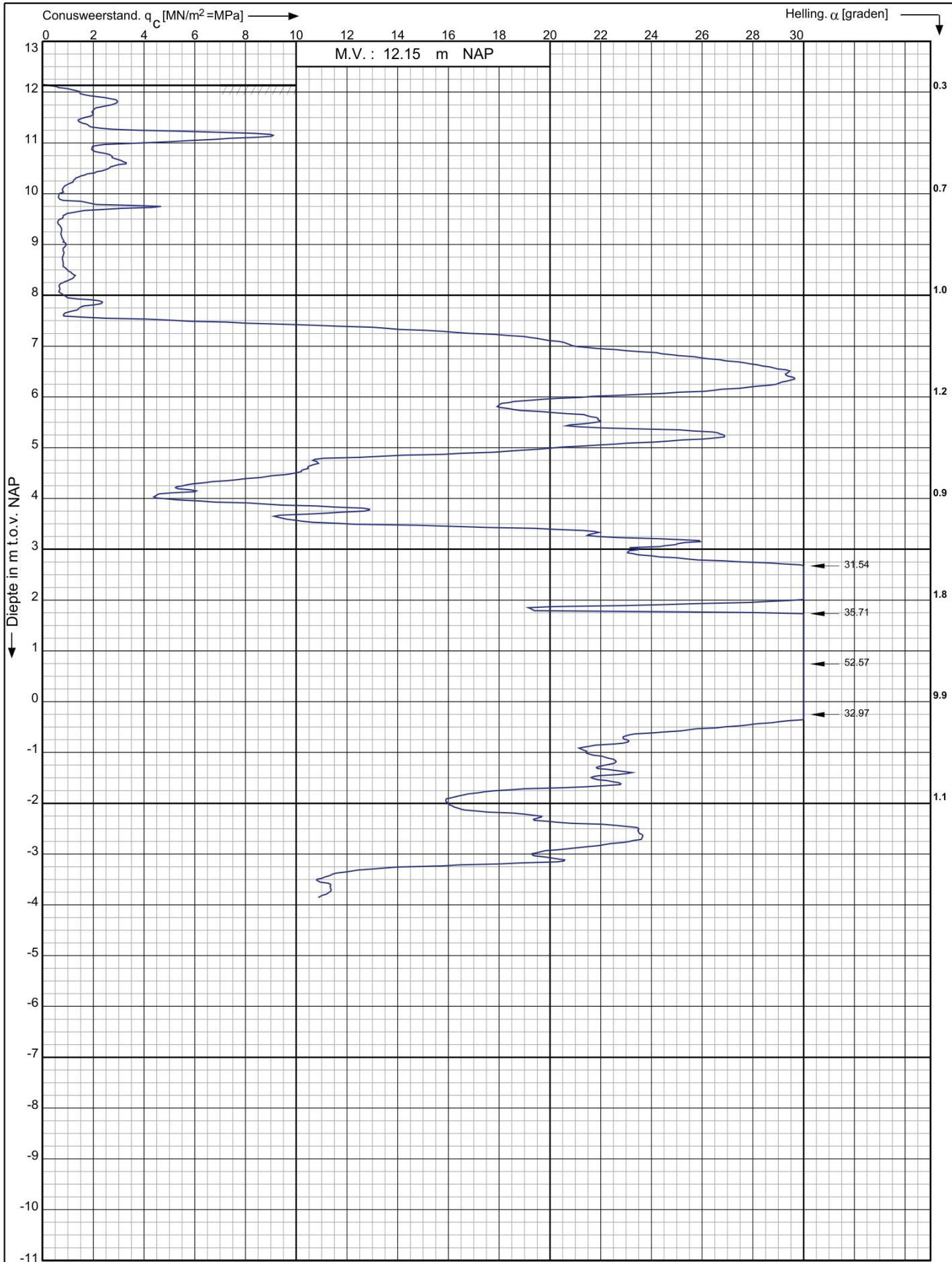
Sond. nr. : 8

 **Koops**
grondmechanica
0522 - 260 084

Conusserienummer: 071243

Conustype: cilindrisch elektrisch P15-CFII-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3



Uitbr. bedrijfspand DOC Kaas aan de Buitenvaart 4001 te Hoogeveen

RD-coördinaten : X = 231689.74 Y = 525540.50

Opdr. nr. : 10779

Datum uitg. : 11-4-2024

Sond. nr. : 9

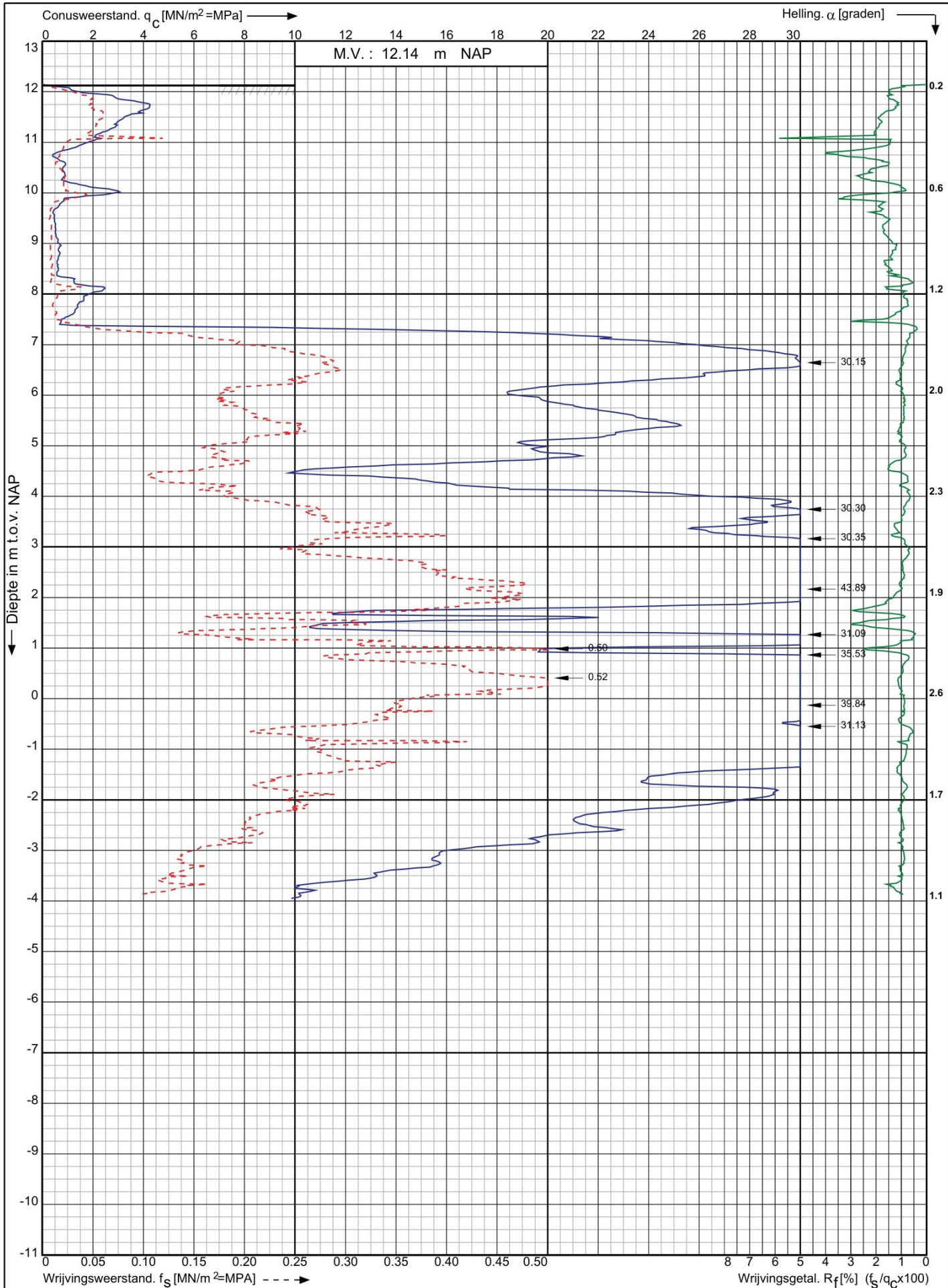
Koops
grondmechanica

0522 - 260 084

Conusserienummer: 071243

Conustype: cilindrisch elektrisch P15-CFII-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3



Uitbr. bedrijfspand DOC Kaas aan de Buitenvaart 4001 te
Hoogeveen

RD-coördinaten : X = 231689.15 Y = 525523.40

Opdr. nr. : 10779

Datum uitv. : 11-4-2024

Sond. nr. : 10

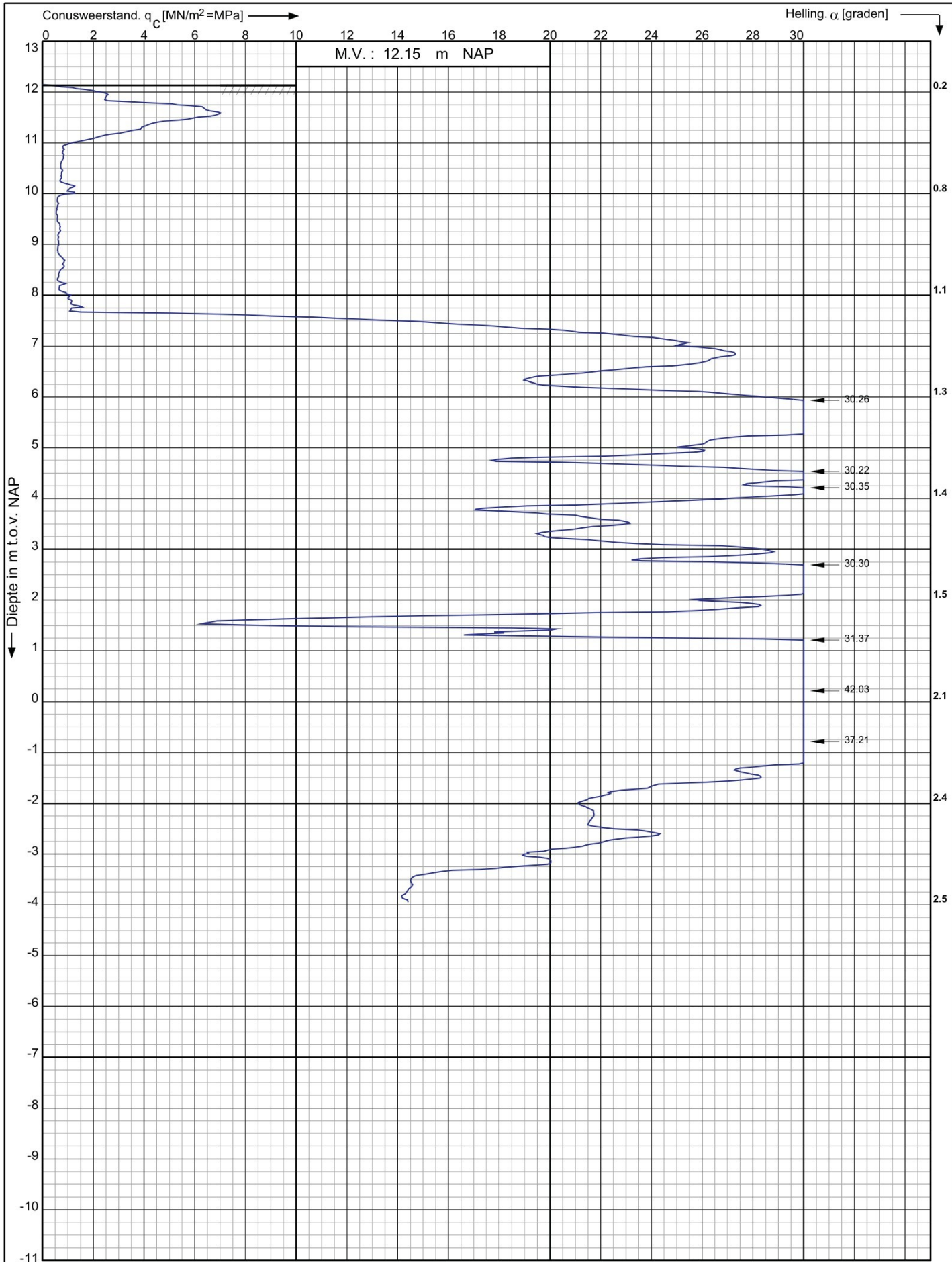
Koops
grondmechanica

0522 - 260 084

Conusserienummer: 071243

Conustype: cilindrisch elektrisch P15-CFII-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3



Uitbr. bedrijfspand DOC Kaas aan de Buitenvaart 4001 te Hoogeveen

RD-coördinaten : X = 231675.28 Y = 525523.85

Opdr. nr. : 10779

Datum uitv. : 11-4-2024

Sond. nr. : 11

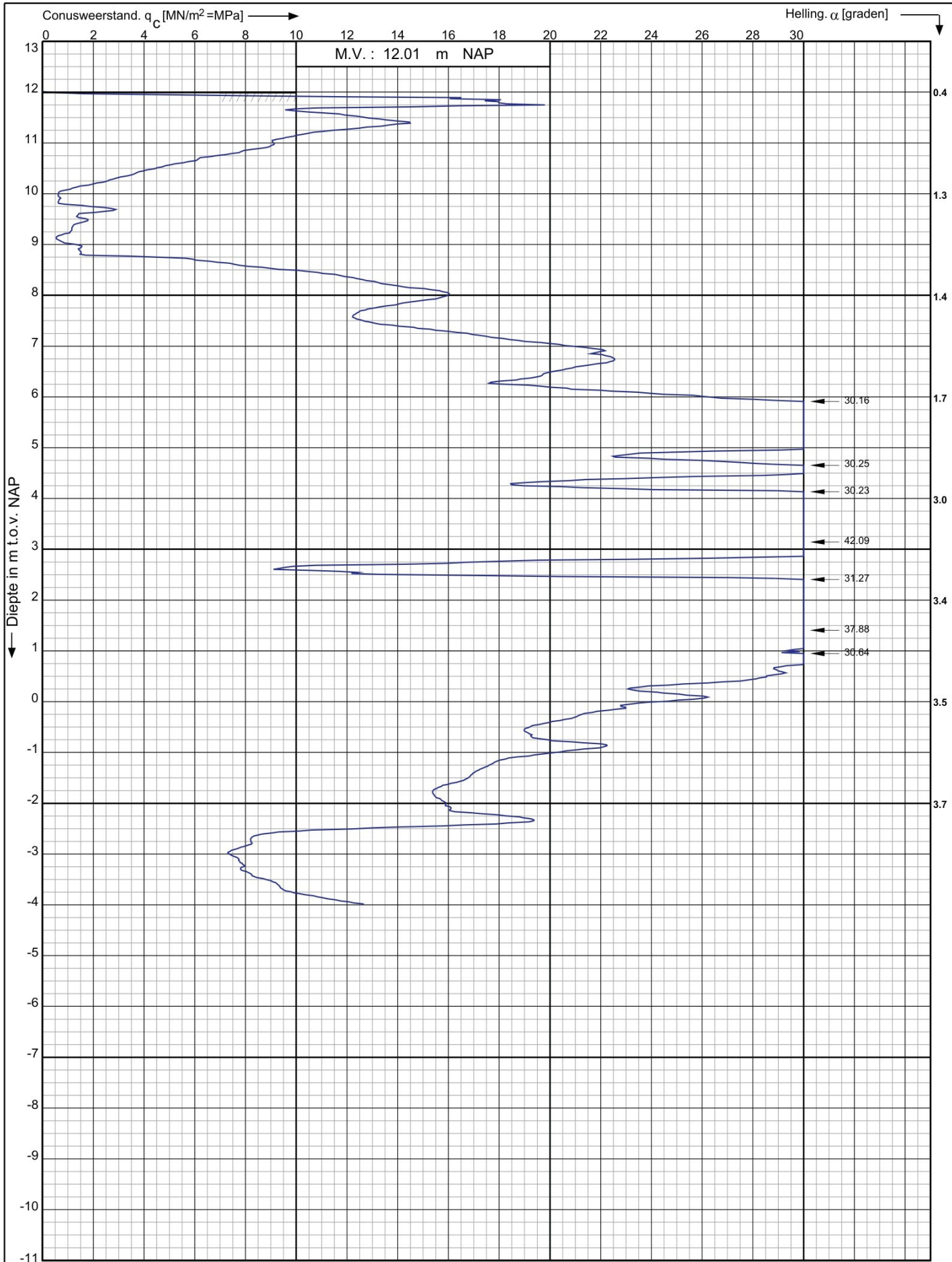


0522 - 260 084

Conusserienummer: 071243

Conustype: cilindrisch elektrisch P15-CFII-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3



Uitbr. bedrijfspand DOC Kaas aan de Buitenvaart 4001 te Hoogeveen

RD-coördinaten : X = 231661.48 Y = 525524.44

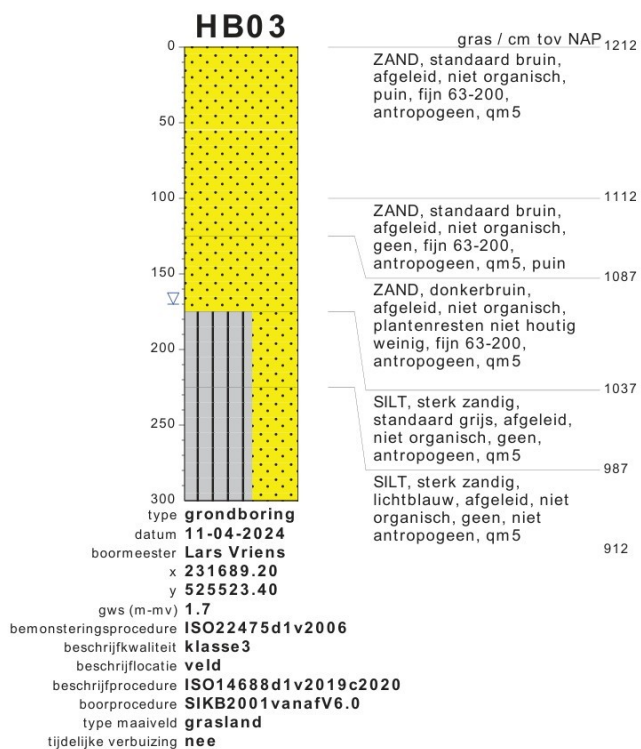
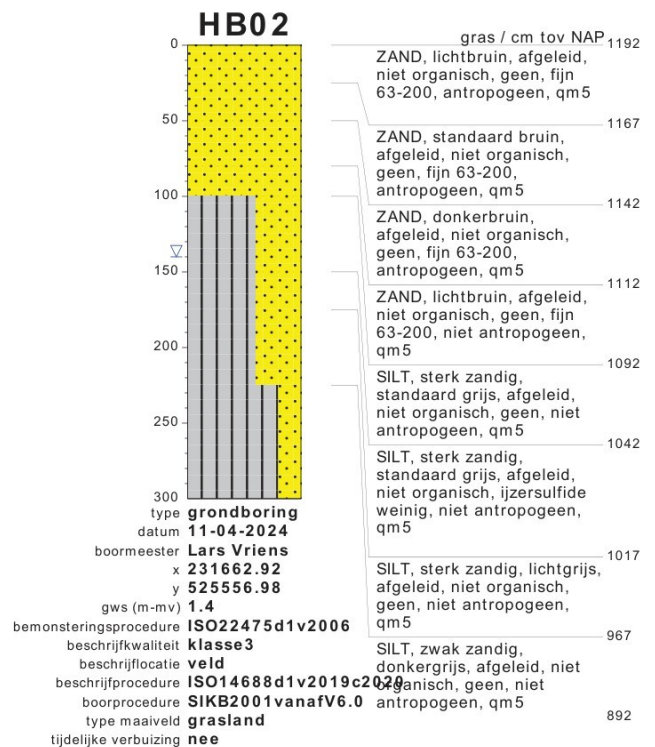
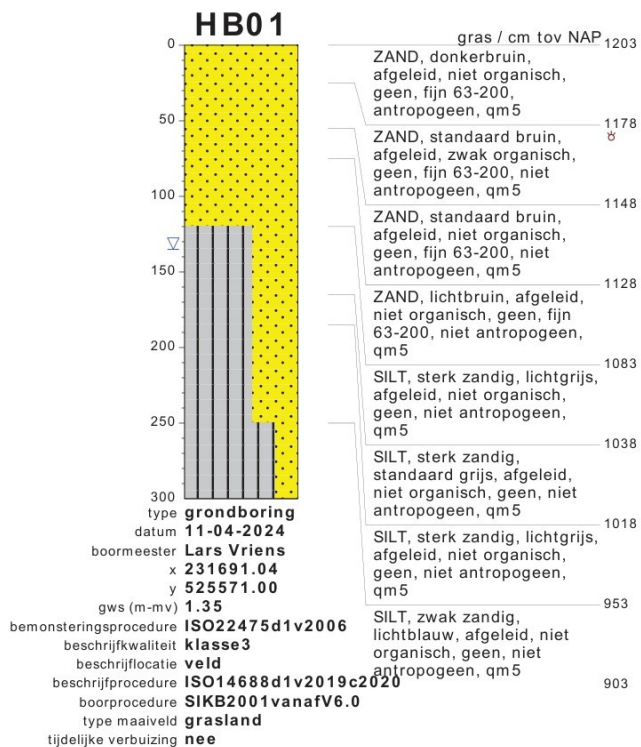
Opdr. nr. : 10779

Datum uitv. : 11-4-2024

Sond. nr. : 12



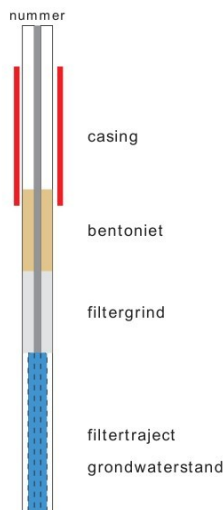
0522 - 260 084



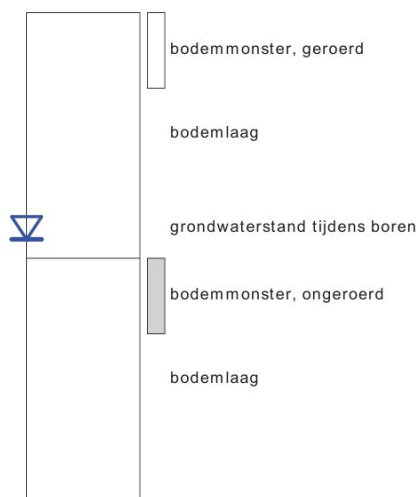
bodemprofielen schaal 1:50

onderzoek	Uitbr. bedrijfspand DOC Kaas aan de Buitenvaart 4001 te Hoogeveen
projectcode	10779
getekend conform	NEN-EN-ISO 14688
projectleider	
kader aanlevering	publiekeTaak
kader inwinning	verkenndOnderzoek
kaderstellende procedure	EN1997d2v2007
vakgebied	geotechniek

PEILBUIS



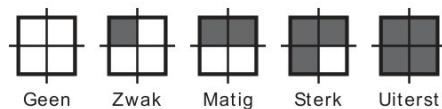
BORING



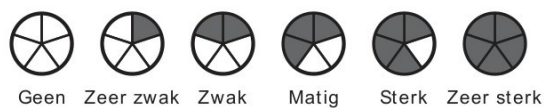
GRONDSOORTEN



OLIE OP WATER REACTIE



GEUR INTENSITEIT



ORGANISCHE STOF



SECUNDAIRE FRACTIES



GRADATIE ZAND

grof (0,63-2mm)
middelgrof (0,2-0,63mm)
fijn (0,063-0,2 mm)

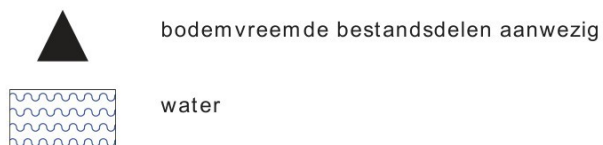
VERHARDINGEN



GRADATIE GRIND

f = fijn (2-5.6 mm)
mg = matig grof (5.6-16 mm)
zg = zeer grof (16-63 mm)

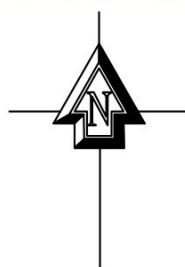
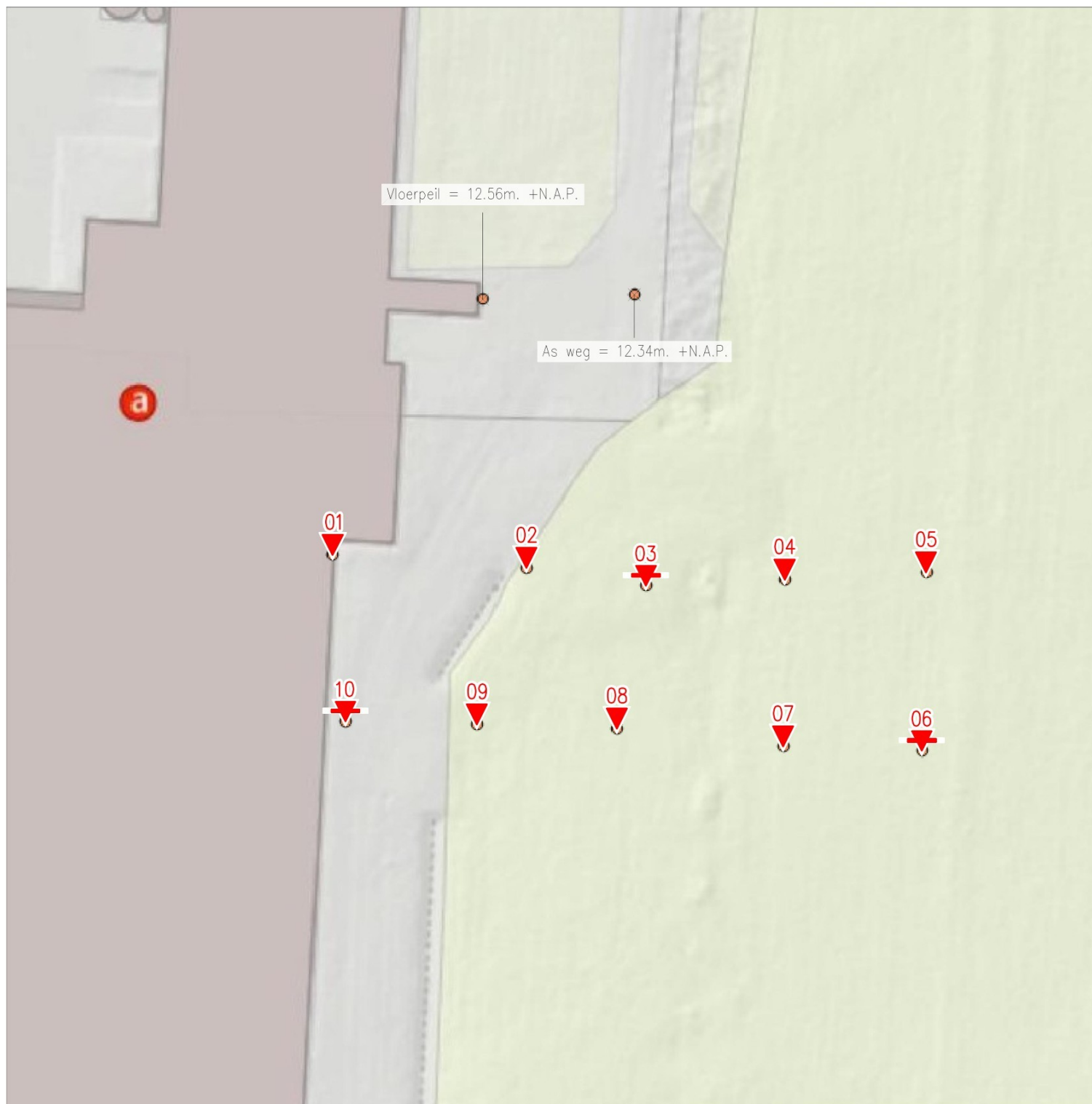
OVERIG



BESCHRIJVING BODEMLAAG

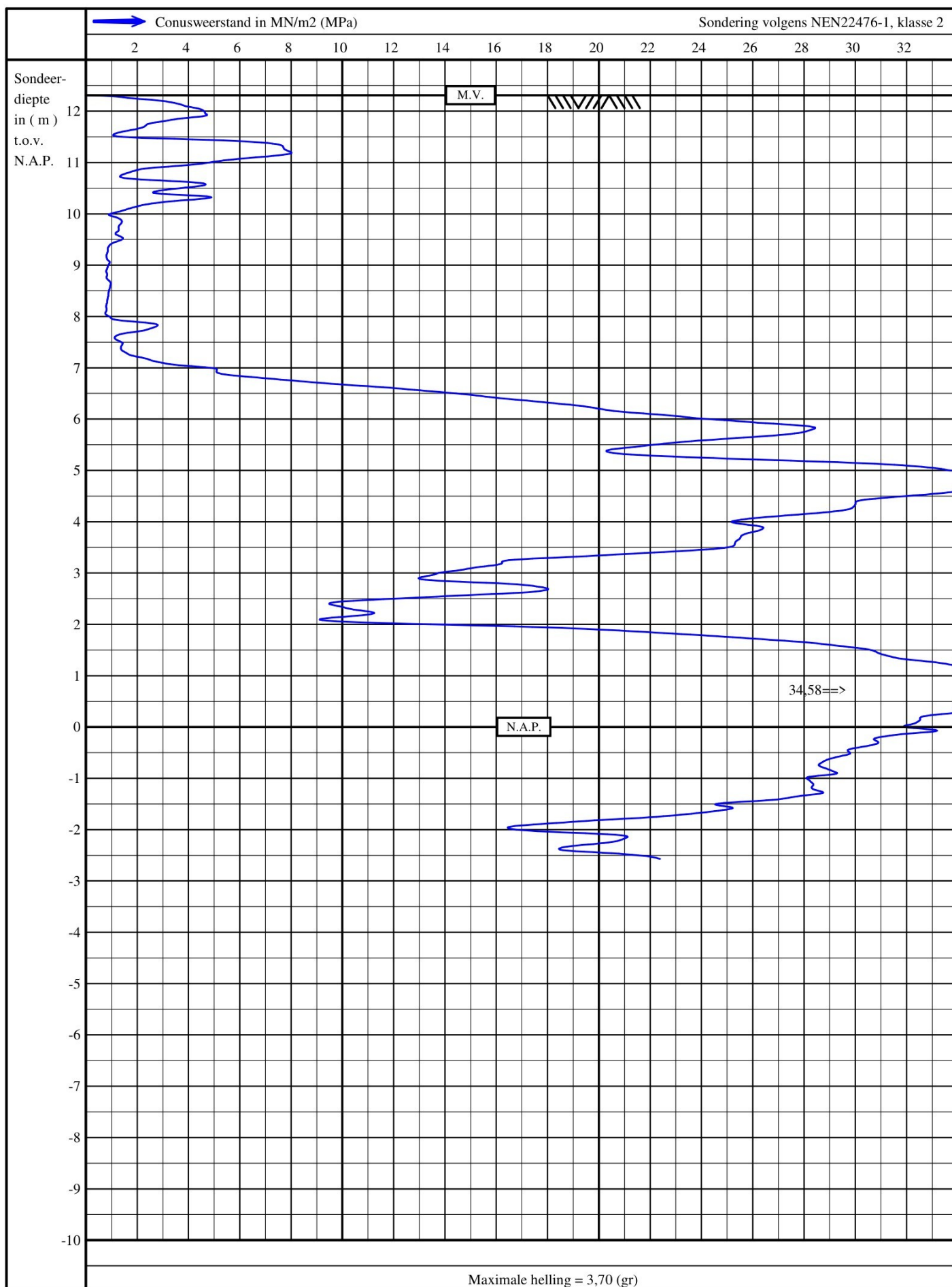
pid = foto ionisatie detector
bv = bodemvocht
ow = olie op water
tb = tertiaire bestanddelen
di = disperse inhomogeniteit
cf = consistentie fijn

diepte aanduidingen links op de y-as zijn in cm onder maaiveld
diepte aanduidingen rechts van het profiel zijn in cm boven NAP



Peilmaten indicatief, niet gebruiken als uitgangshoogte

LEGENDA	
	Diepsondering
	D. sond. met kleef
	Reeds uitgevoerd
	Niet uitgevoerd
	Handboring
	Filter incl. sond. met kleef
	Filter excl. sond.
SCHAAL: NVT	DATUM: 19-04-2019



Conus-ID: S15-CFI.1707 A-mantel: 22500 mm² A-conus: 1500 mm² Locatie: 231657.603 / 525612.478 (X / Y)



Magazijn aan de Buitenvaart 4001

Hoogeveen

mv : N.A.P. + 12,31 m

uitv.: 30-04-2019 13:11

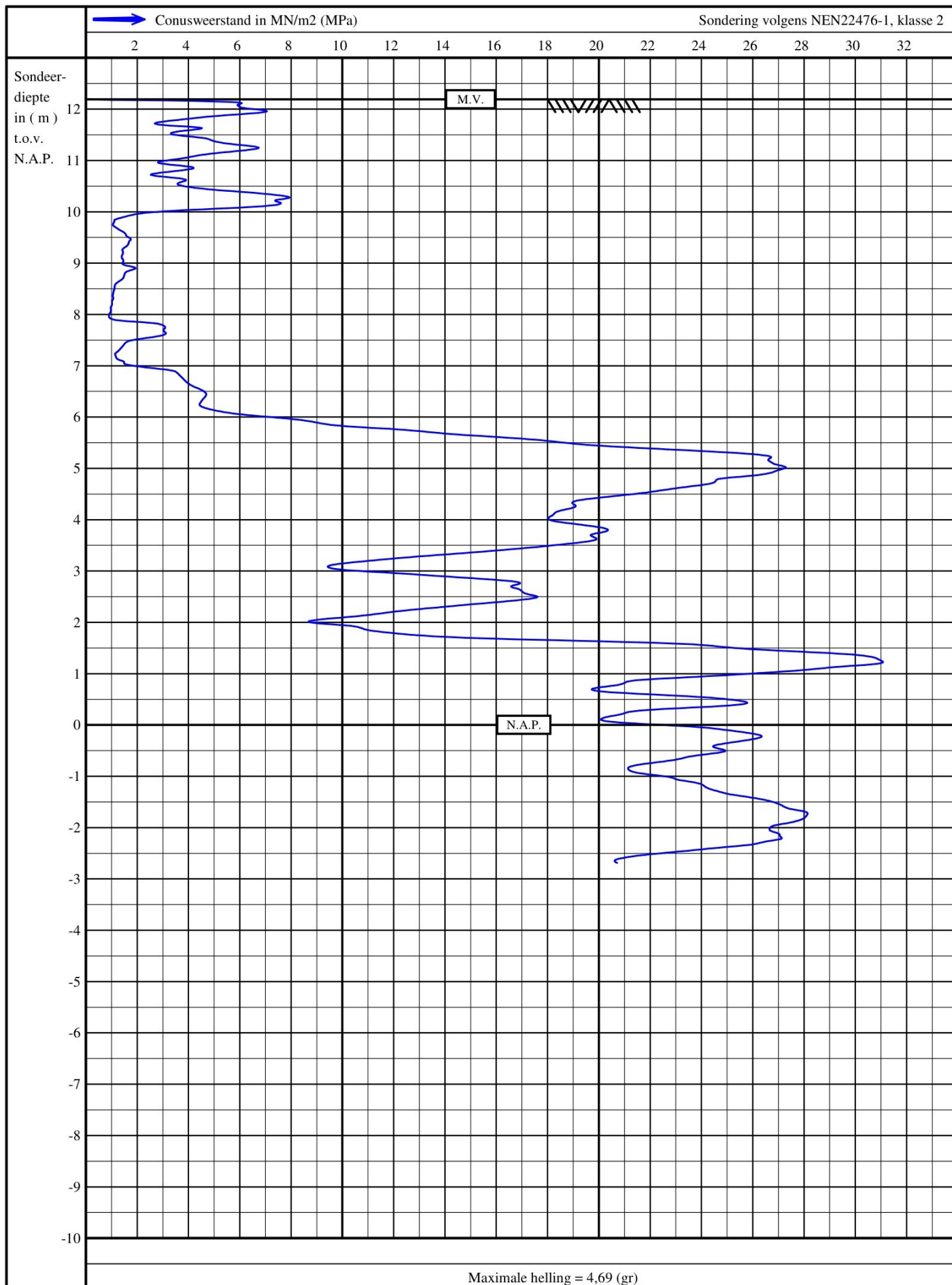
get. : 16-05-2019

Opdracht nummer:

HA-16711

Sondering nummer

1



Conus-ID: S15-CFI.1707 A-mantel: 22500 mm² A-conus: 1500 mm² Locatie: 231685.188 / 525610.593 (X / Y)



Magazijn aan de Buitenvaart 4001

Hoogeveen

mv : N.A.P. + 12,19 m

uitv.: 30-04-2019 13:31

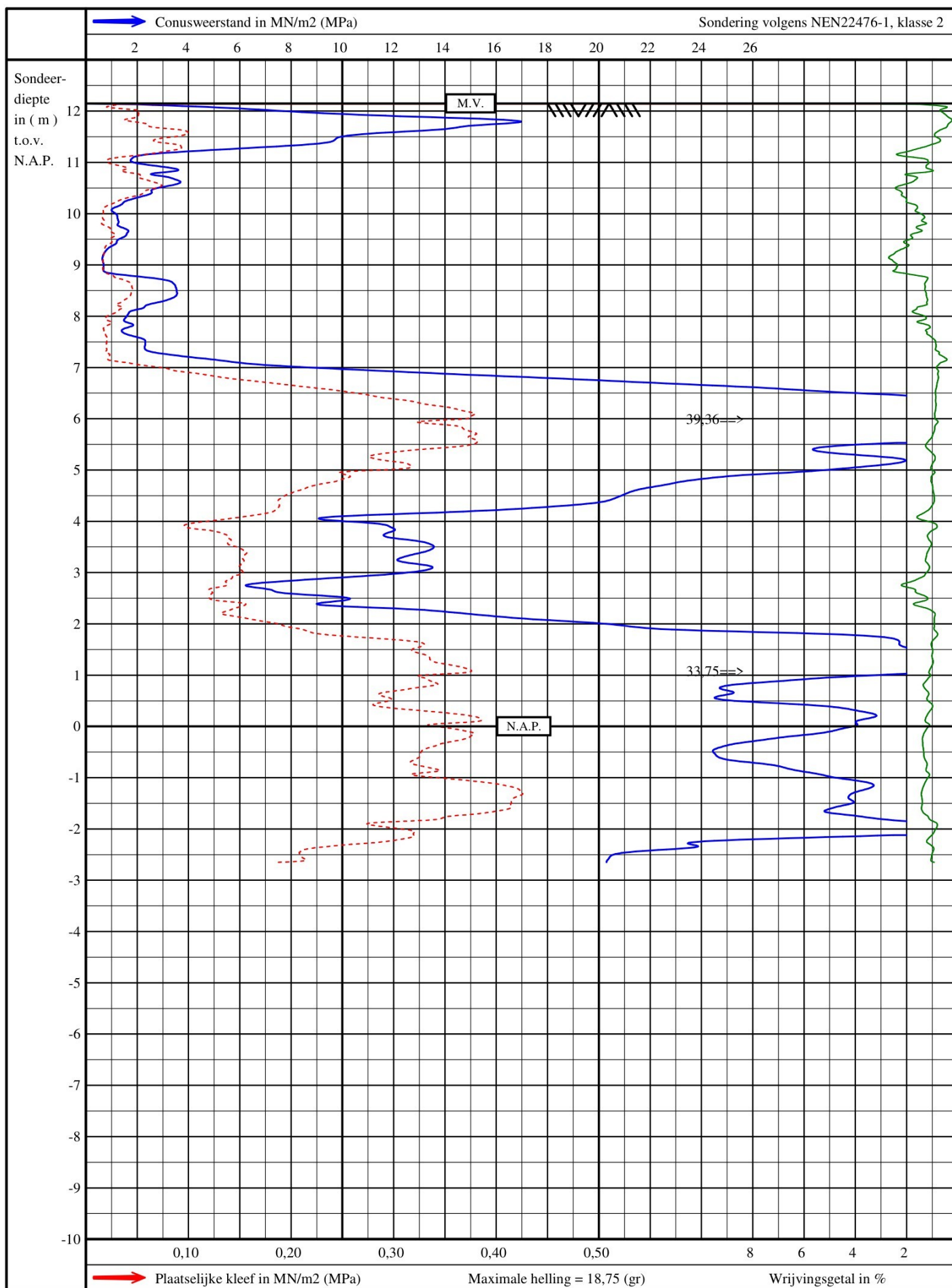
get. : 16-05-2019

Opdracht nummer:

HA-16711

Sondering nummer

2



Conus-ID: S15-CFI.1707 A-mantel: 22500 mm² A-conus: 1500 mm² Locatie: 231702.088 / 525608.045 (X / Y)



Magazijn aan de Buitenvaart 4001

Hoogeveen

mv : N.A.P. + 12,15 m

uitv.: 30-04-2019 13:59

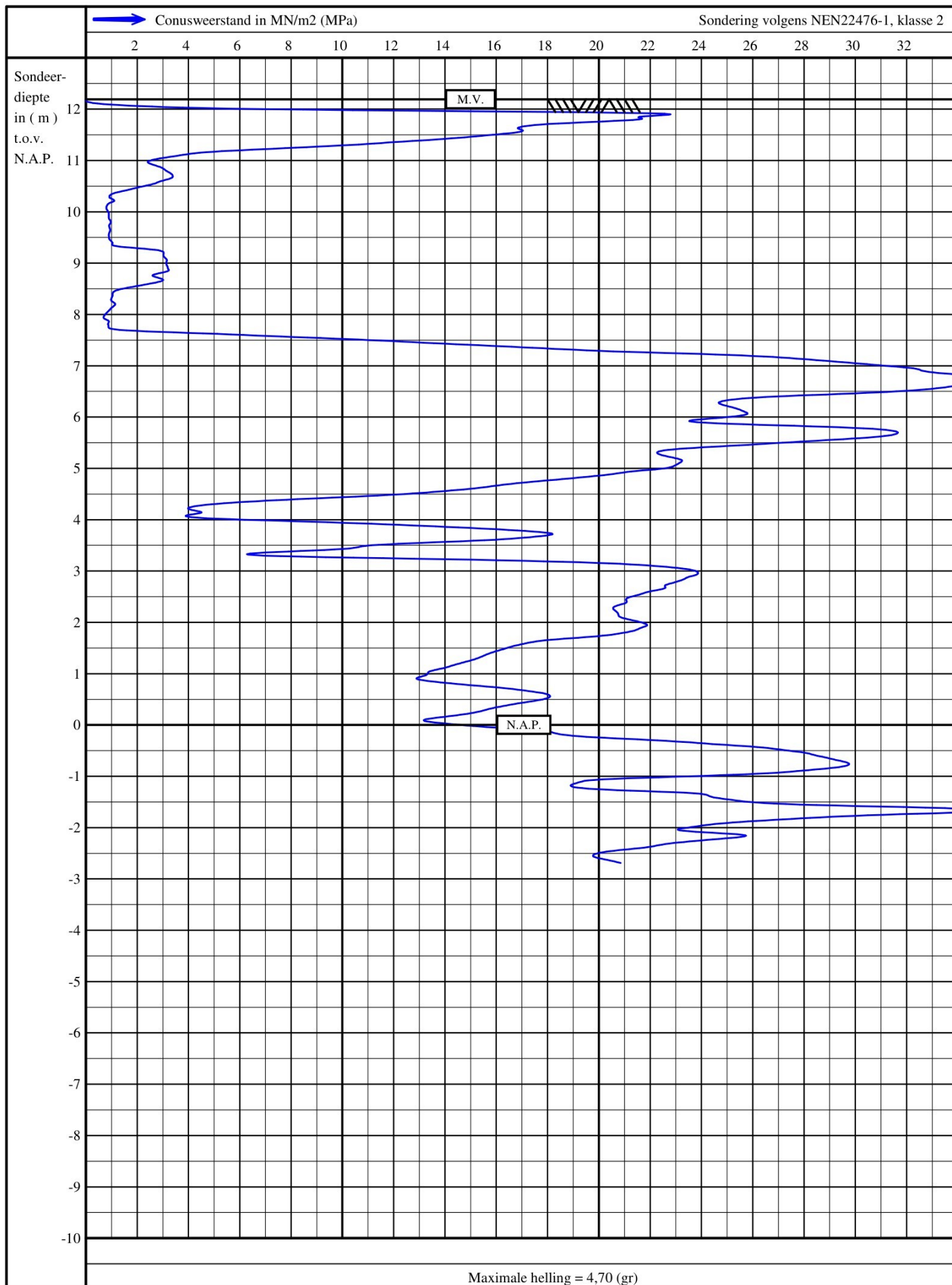
get. : 16-05-2019

Opdracht nummer:

HA-16711

Sondering nummer

3



Conus-ID: S15-CFI.1707 A-mantel: 22500 mm² A-conus: 1500 mm² Locatie: 231721.633 / 525608.856 (X / Y)



Magazijn aan de Buitenvaart 4001

Hoogeveen

mv : N.A.P. + 12,19 m

uitv.: 30-04-2019 14:21

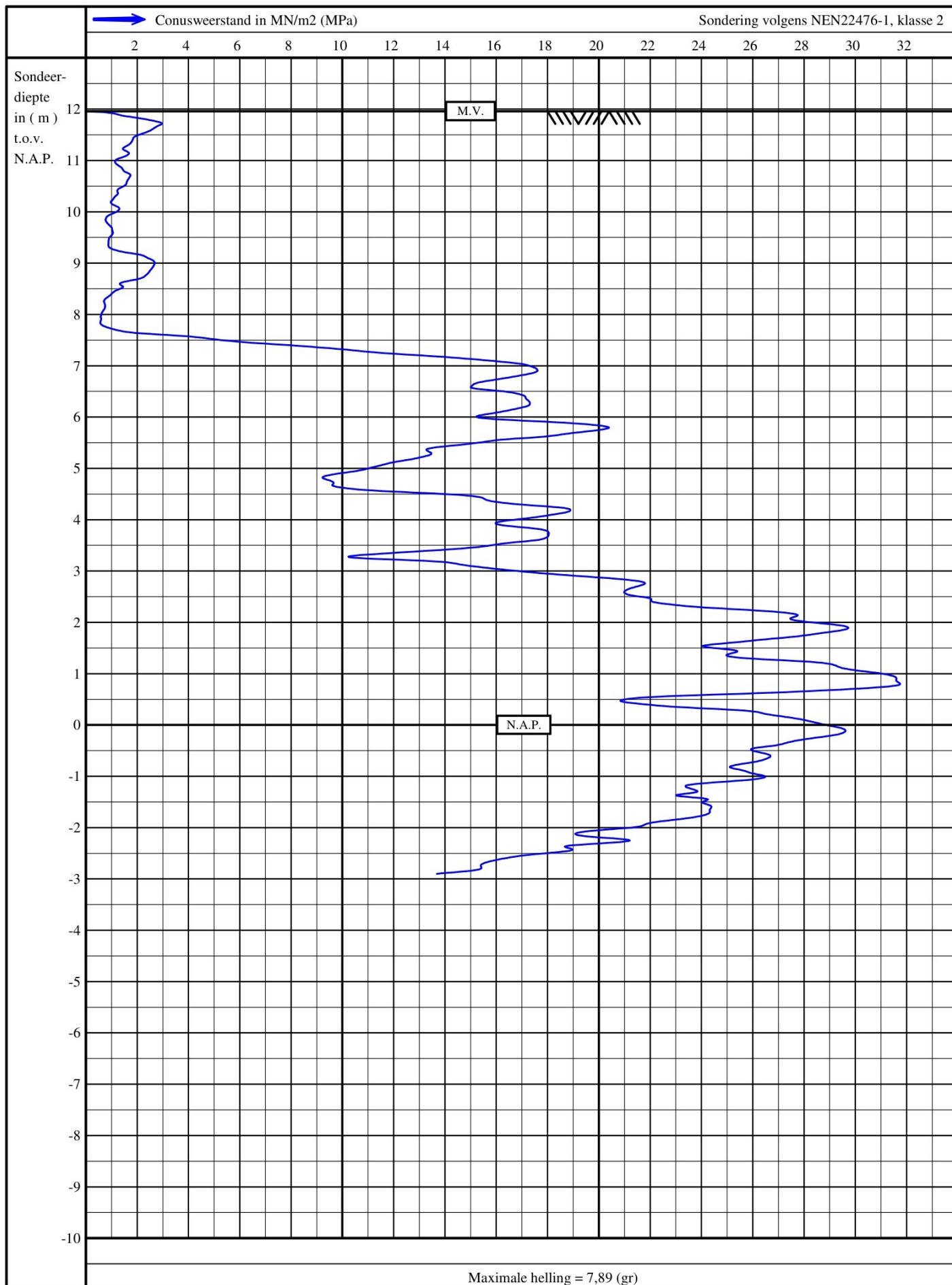
get. : 16-05-2019

Opdracht nummer:

HA-16711

Sondering nummer

4



Conus-ID: S15-CFI.1707 A-mantel: 22500 mm² A-conus: 1500 mm² Locatie: 231741.786 / 525609.955 (X / Y)



Magazijn aan de Buitenvaart 4001

Hoogeveen

mv : N.A.P. + 11,96 m

uitv.: 30-04-2019 09:07

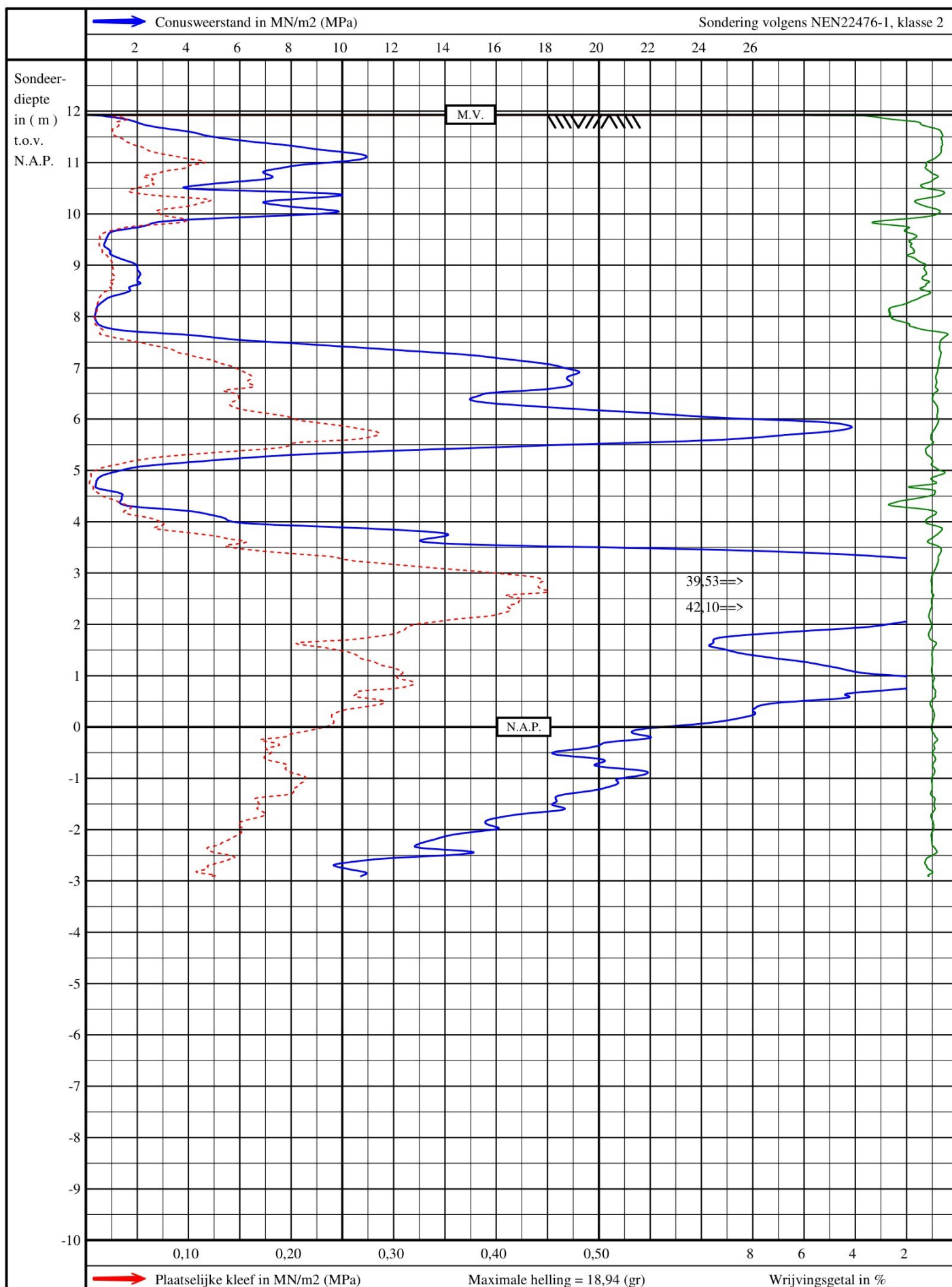
get. : 16-05-2019

Opdracht nummer:

HA-16711

Sondering nummer

5



Conus-ID: S15-CFI.1707 A-mantel: 22500 mm² A-conus: 1500 mm² Locatie: 231741.088 / 525584.764 (X / Y)



Magazijn aan de Buitenvaart 4001

Hoogeveen

mv : N.A.P. + 11,93 m

uitv.: 30-04-2019 09:44

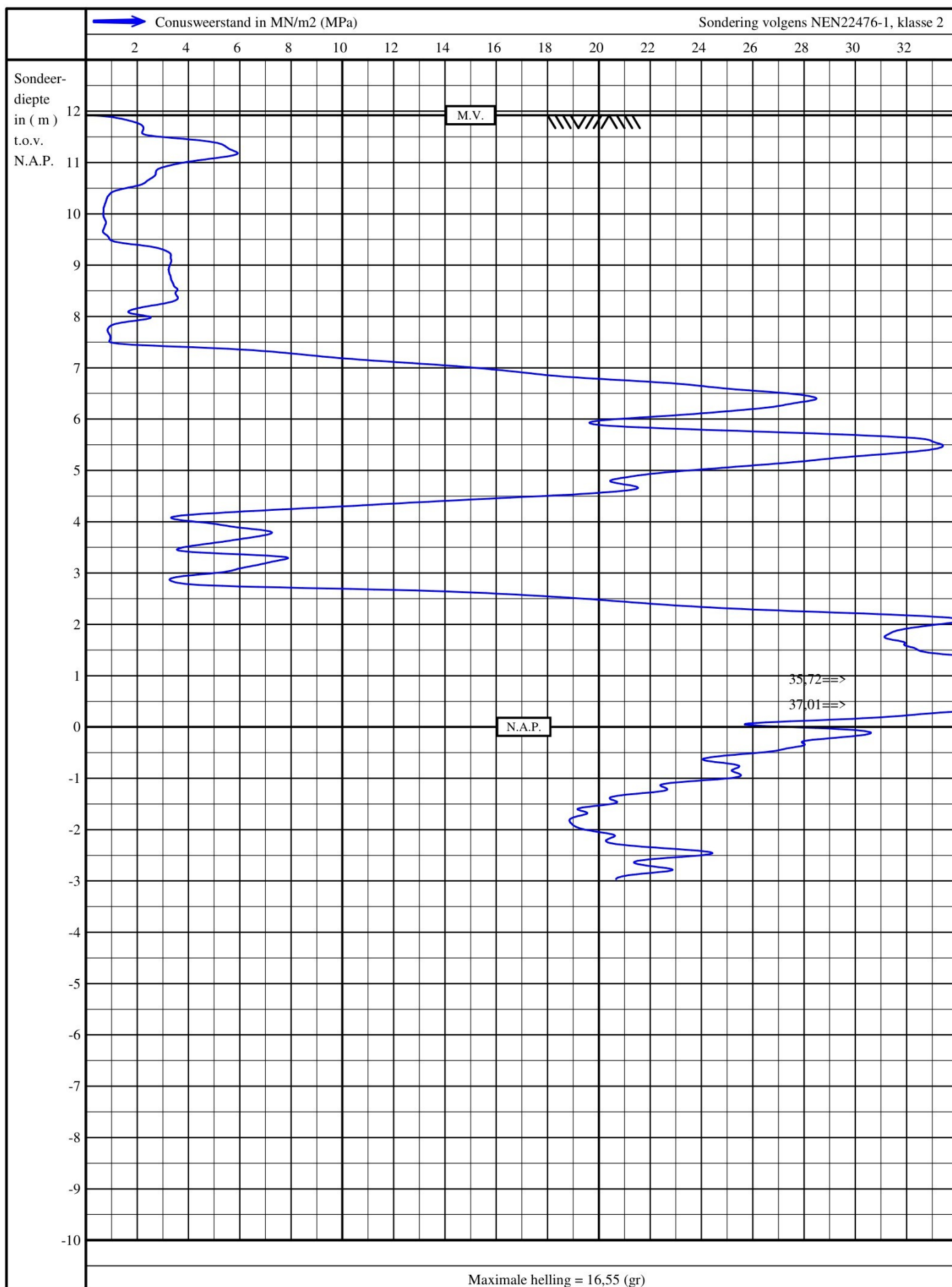
get. : 16-05-2019

Opdracht nummer:

HA-16711

Sondering nummer

6



Conus-ID: S15-CFI.1707 A-mantel: 22500 mm² A-conus: 1500 mm² Locatie: 231721.386 / 525585.399 (X / Y)



Magazijn aan de Buitenvaart 4001

Hoogeveen

mv : N.A.P. + 11,92 m

uitv.: 30-04-2019 10:16

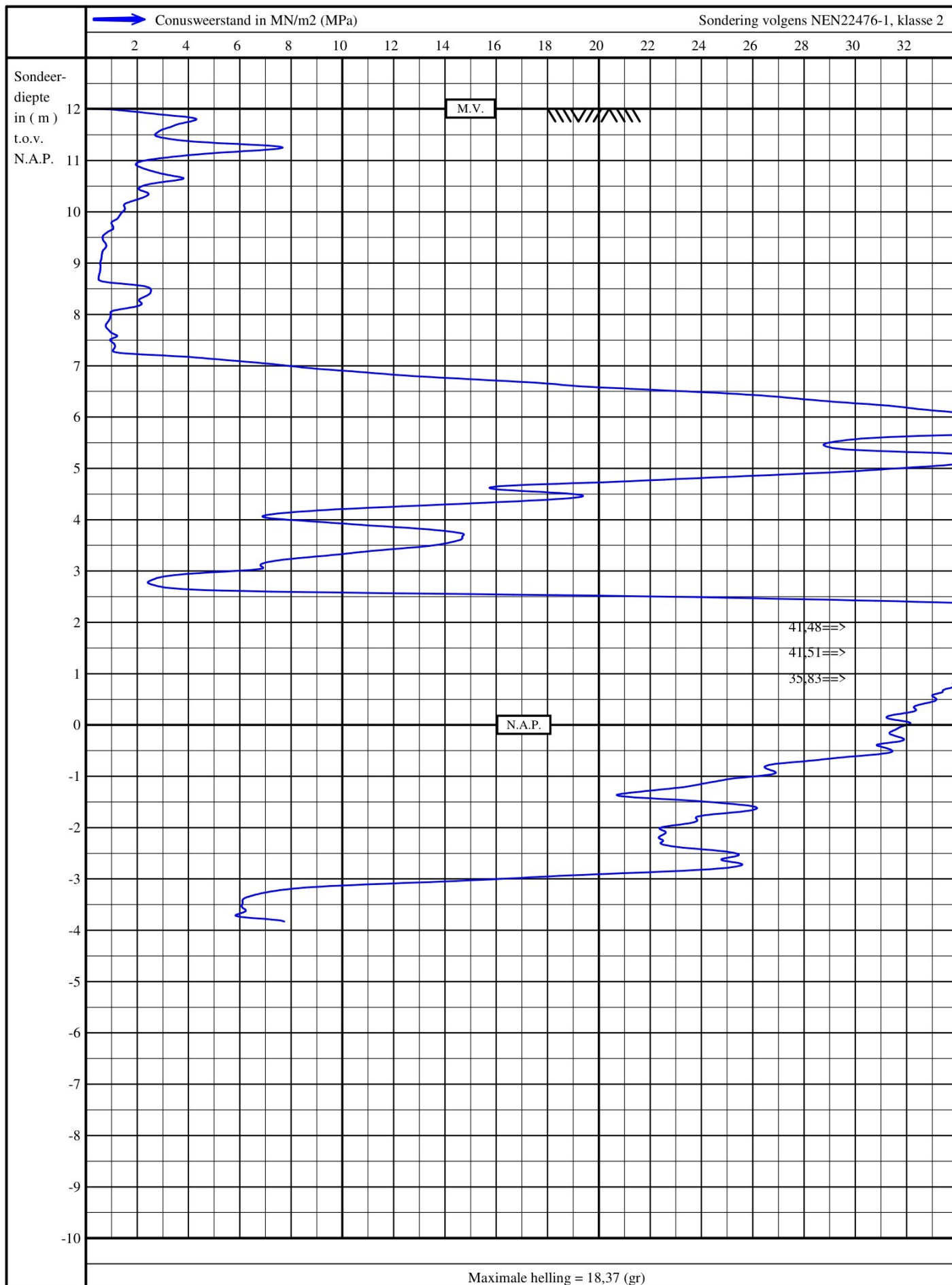
get. : 16-05-2019

Opdracht nummer:

HA-16711

Sondering nummer

7



Conus-ID: S15-CFI.1707 A-mantel: 22500 mm² A-conus: 1500 mm² Locatie: 231697.92 / 525587.949 (X / Y)



Magazijn aan de Buitenvaart 4001

Hoogeveen

mv : N.A.P. + 12,01 m

uitv.: 30-04-2019 10:36

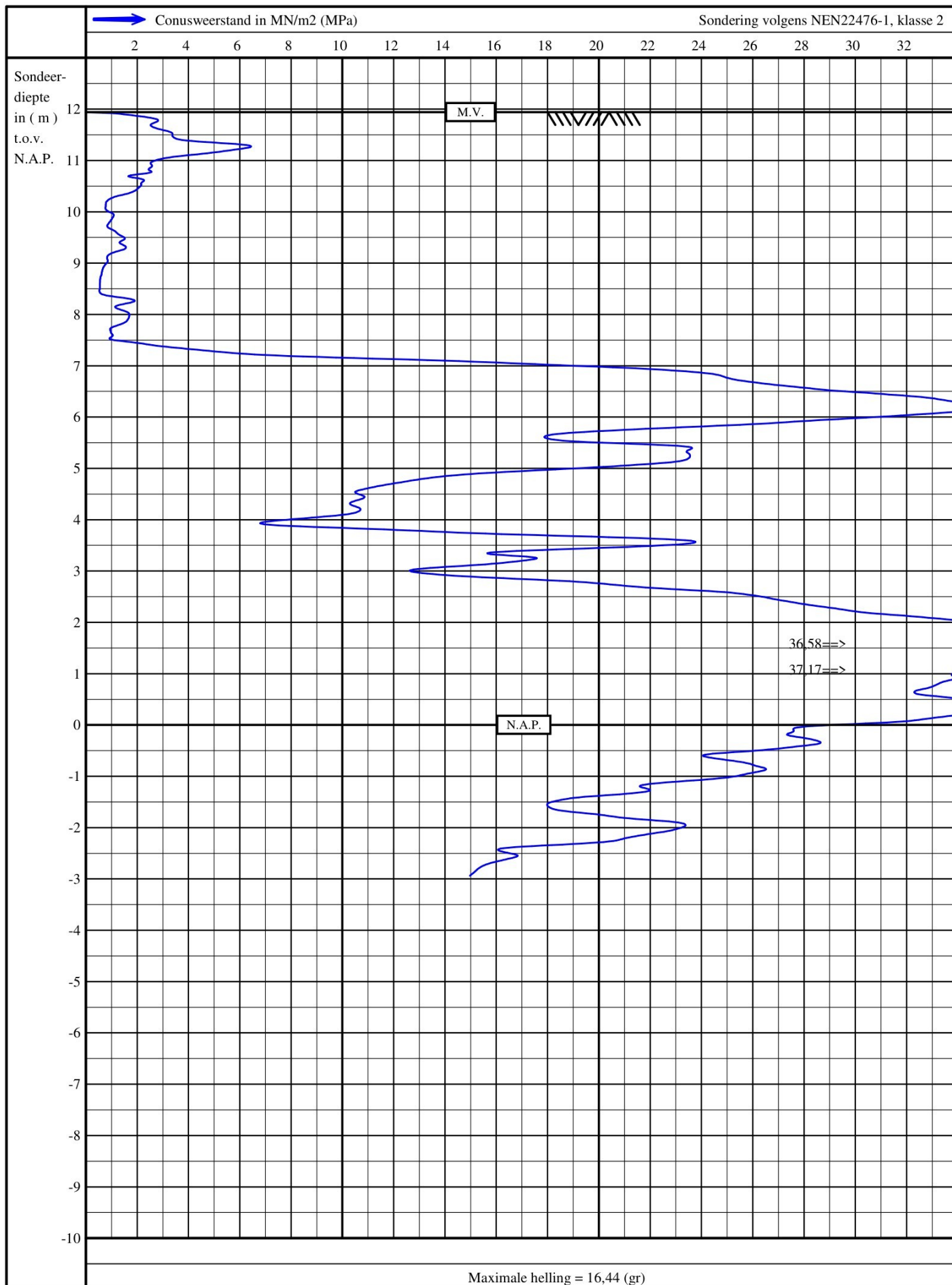
get. : 16-05-2019

Opdracht nummer:

HA-16711

Sondering nummer

8



Conus-ID: S15-CFI.1707 A-mantel: 22500 mm² A-conus: 1500 mm² Locatie: 231678.017 / 525588.578 (X / Y)



Magazijn aan de Buitenvaart 4001

Hoogeveen

mv : N.A.P. + 11,94 m

uitv.: 30-04-2019 11:13

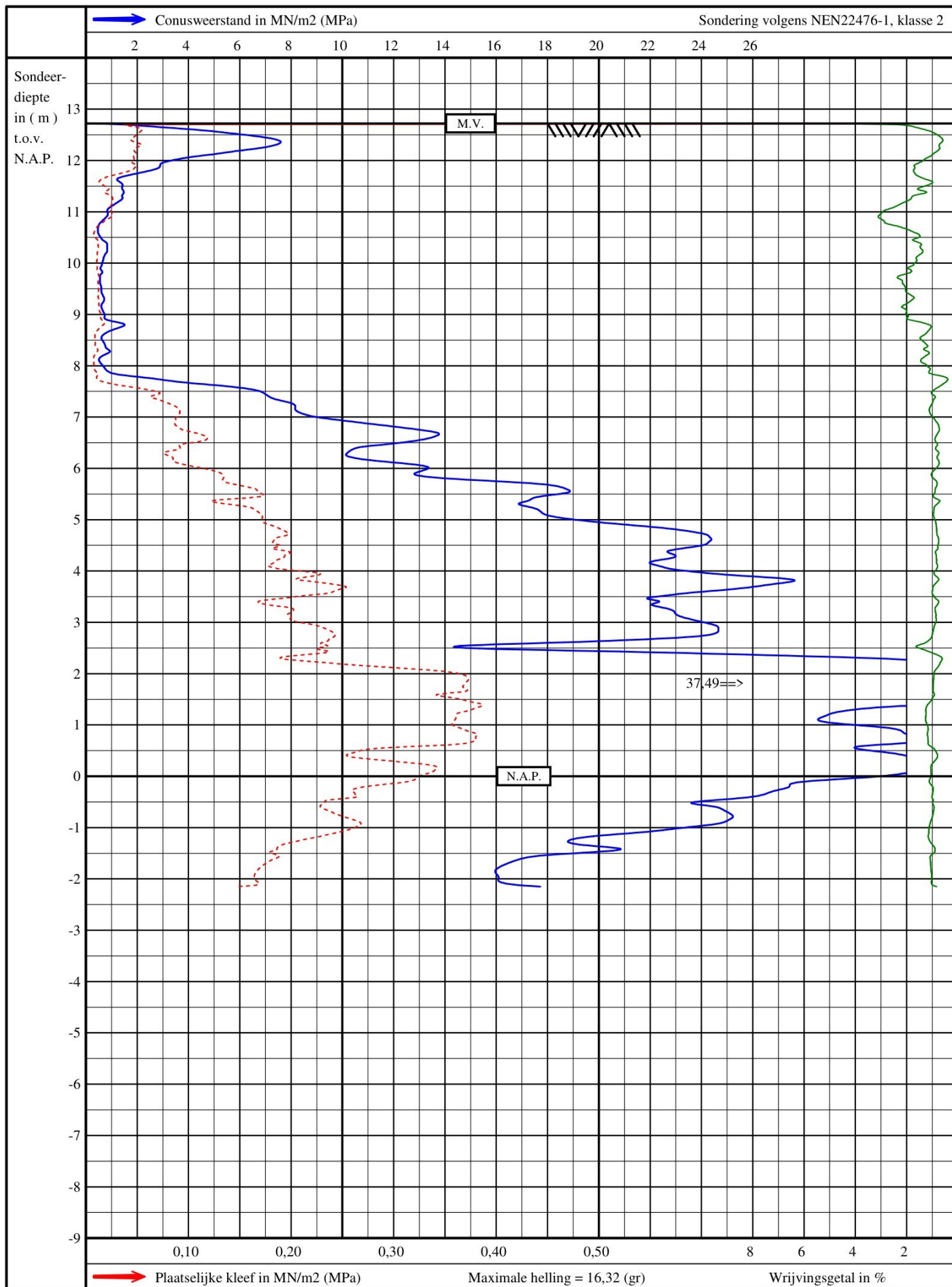
get. : 16-05-2019

Opdracht nummer:

HA-16711

Sondering nummer

9



Conus-ID: S15-CFI.1707 A-mantel: 22500 mm² A-conus: 1500 mm² Locatie: 231659.428 / 525588.932 (X / Y)



Magazijn aan de Buitenvaart 4001

Hoogeveen

mv : N.A.P. + 12,72 m

uitv.: 30-04-2019 12:50

get. : 16-05-2019

Opdracht nummer:

HA-16711

Sondering nummer

10

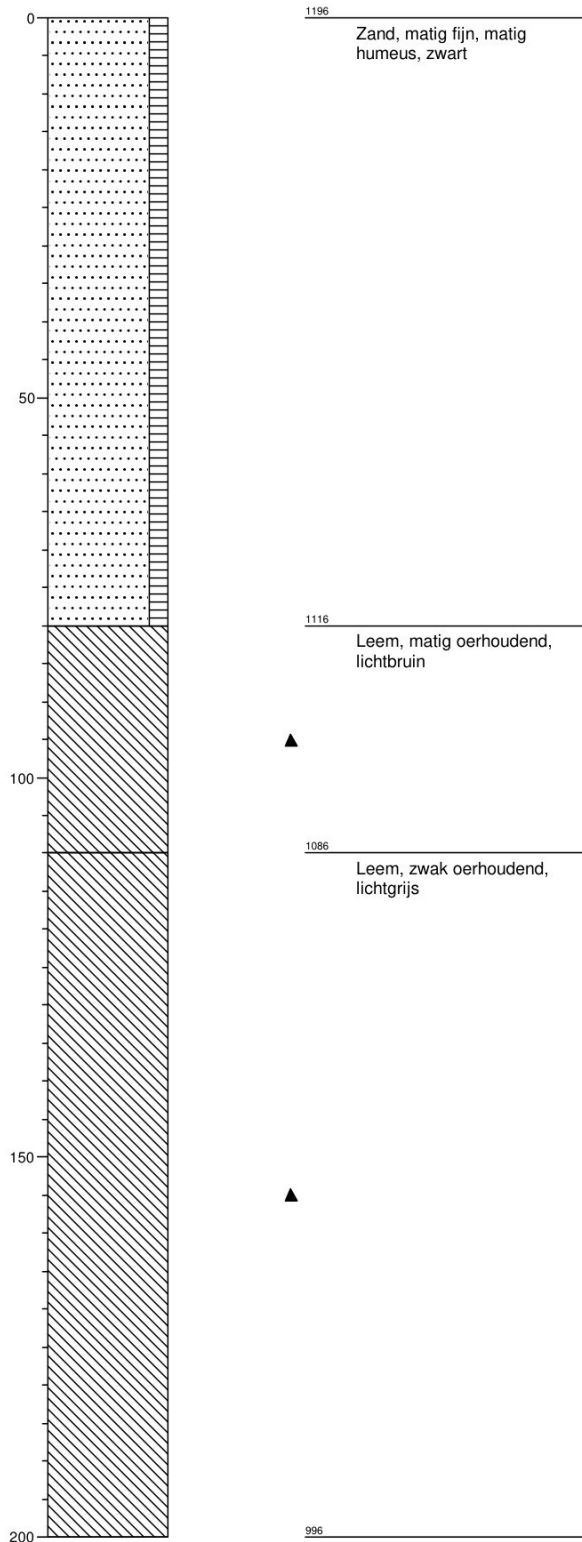
Boring A

Datum: 30-04-2019

Maaiveldhoogte: 11,96 m t.o.v. N.A.P.

Opmerking: T.p.v. sondeerlocatie 5

Geen grondwater aangetroffen tot 2.00m. -mv.

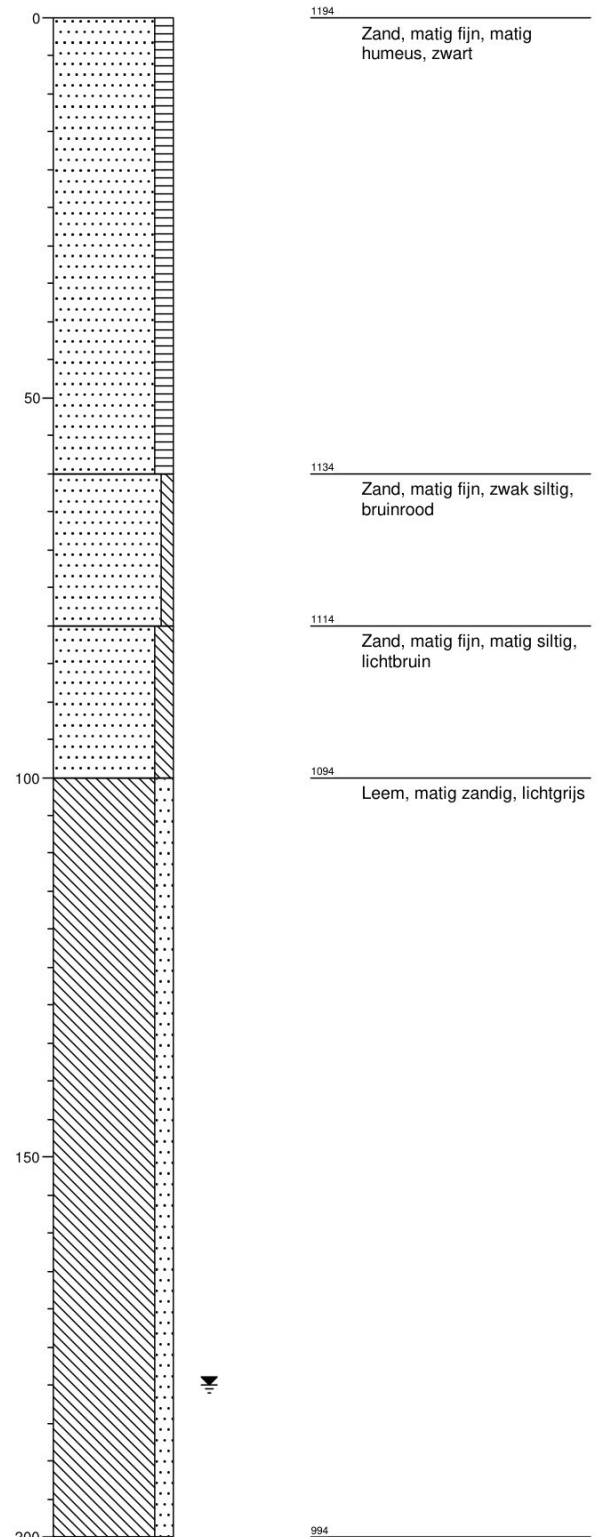

Boring B

Datum: 30-04-2019

GWS: 180 cm - maaiveld

Maaiveldhoogte: 11,94 m t.o.v. N.A.P.

Opmerking: T.p.v. sondeerlocatie 9



Legenda (conform NEN 5104)

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

geur

	geen geur
	zwakke geur
	matige geur
	sterke geur
	uiterste geur

olie

	geen olie-water reactie
	zwakke olie-water reactie
	matige olie-water reactie
	sterke olie-water reactie
	uiterste olie-water reactie

p.i.d.-waarde

	>0
	>1
	>10
	>100
	>1000
	>10000

monsters

	geroerd monster
	ongeroerd monster

overig

	bijzonder bestanddeel
	Gemiddeld hoogste grondwaterstand
	grondwaterstand
	Gemiddeld laagste grondwaterstand

	slib
	water



Bijlage 2a: Overzicht netto draagvermogen sonderingen Koops

Alle niveaus/hoogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.

sondering	maaiveld paalpunt		$R_{c, netto, d}$	[kN]		
	niveau	niveau		219/350	273/450	324/550
1	12.05	6.00	294	433	567	
		5.50	339	465	571	
		5.00	353	380	450	
		4.50	238	350	472	
		4.00	242	357	476	
		3.50	259	382	513	
		3.00	346	550	832	
		2.50	645	872	1147	
		2.00	593	852	1153	
		1.50	591	857	1163	
		1.00	617	883	1184	
		0.50	674	958	1277	
		0.00	752	1088	1206	
		-0.50	762	948	1241	
		-1.00	657	958	1289	
		-1.50	666	968	1319	
		-2.00	658	957		
2	11.89	6.00	312	426	580	
		5.50	318	463	637	
		5.00	338	487	647	
		4.50	368	521	694	
		4.00	396	587	774	
		3.50	453	695	926	
		3.00	479	743	1057	
		2.50	580	848	1161	
		2.00	573	835	1155	
		1.50	567	845	1169	
		1.00	585	866	1191	
		0.50	605	890	1190	
		0.00	650	892	1225	
		-0.50	623	915	1248	
		-1.00	637	928		



Alle niveaus/hoogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.

sondering	maaiveld paalpunt		$R_{c, netto; d}$ [kN]		
	niveau	niveau	219/350	273/450	324/550
3	12.07	6.00	148	176	238
		3.50	241	368	511
		3.00	387	600	875
		2.50	697	1086	1503
		2.00	810	1168	1449
		1.50	850	1130	1476
		1.00	836	1157	1466
		0.50	824	1128	1381
		0.00	794	1065	1300
		-0.50	729	993	1309
		-1.00	665	983	
4	12.08	6.50	213	200	277
		4.00	244	386	554
		3.50	333	498	689
		3.00	585	899	1262
		2.50	659	986	1368
		2.00	693	1019	1394
		1.50	713	1081	1426
		1.00	825	1109	1372
		0.50	763	1040	1369
		0.00	701	1028	1381
		-0.50	704	1046	1371
		-1.00	716	1025	1175
		-1.50	714	822	1065
		-2.00	574	802	
5	11.91	6.50	277	434	603
		6.00	335	442	449
		5.50	260	338	464
		5.00	244	358	483
		4.50	246	362	484
		4.00	253	390	555
		3.50	498	772	979
		3.00	563	749	986
		2.50	534	732	969
		2.00	513	739	1000
		1.50	537	766	1026
		1.00	561	794	1053
		0.50	593	871	1163
		0.00	628	921	1228
		-0.50	693	955	1289
		-1.00	669	970	1315
		-1.50	685		



Alle niveaus/hoogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.

sondering	maaiveld	paalpunt	$R_{c, netto; d}$ [kN]		
	niveau	niveau	219/350	273/450	324/550
6	11.90	6.00	357	529	450
		5.50	344	322	418
		5.00	210	303	414
		4.50	219	316	425
		4.00	201	289	377
		3.50	261	416	604
		3.00	435	637	864
		3.00	476	700	952
		2.50	509	744	1029
		2.00	538	785	1069
		1.50	567	816	1097
		1.00	623	900	1224
		0.50	747	1075	1321
		0.00	769	1009	1328
		-0.50	697	1024	1351
		-1.00	696	1010	
7	12.01	7.00	419	594	781
		6.50	406	587	749
		6.00	403	561	769
		5.50	416	598	802
		5.00	441	641	848
		4.50	465	715	963
		4.00	682	1035	965
		3.50	709	768	1092
		3.00	502	757	1049
		2.50	456	669	914
		2.00	398	590	856
		1.50	784	1148	1525
		1.00	825	1159	1483
		0.50	823	1118	1370
		0.00	795	1006	1318
		-0.50	719	1008	1340
		-1.00	738	1034	1096
		-1.50	703	836	1081
		-2.00	608	839	



Alle niveaus/hoogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.

sondering	maaiveld paalpunt		$R_{c, netto; d}$ [kN]		
	niveau	niveau	219/350	273/450	324/550
8	11.95	7.00	251	373	417
		6.50	279	281	389
		6.00	209	310	381
		5.50	235	289	390
		5.00	215	310	412
		3.00	483	720	973
		2.50	490	718	984
		2.00	460	678	948
		1.50	573	824	1108
		1.00	613	871	1166
		0.50	698	976	1297
		0.00	701	1025	1334
		-0.50	720	1030	1367
		-1.00	728	1029	1281
		-1.50	705	967	1223
		-2.00	683	908	
9	12.15	6.50	307	357	392
		6.00	251	274	351
		5.50	194	276	379
		5.00	189	269	358
		4.50	190	270	352
		4.00	235	352	468
		3.50	366	573	816
		3.00	525	807	1125
		2.50	594	882	1217
		2.00	620	957	1398
		1.50	980	1307	1602
		1.00	931	1224	1581
		0.50	839	1197	1519
		0.00	798	1053	1345
		-0.50	687	1008	1373
		-1.00	697	1025	1404
		-1.50	706	948	1179
		-2.00	646	894	



Alle niveaus/hoogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.

sondering	maaiveld		$R_{c, netto; d}$	[kN]	
	niveau	paalpunt niveau	219/350	273/450	324/550
10	12.14	6.00	274	355	498
		5.50	269	399	549
		5.00	293	424	573
		4.50	324	479	668
		4.00	515	786	1057
		3.50	559	741	958
		3.00	563	811	1137
		2.50	536	814	1136
		2.00	496	736	1014
		1.50	533	859	1218
		1.00	742	1169	1671
		0.50	862	1275	1606
		0.00	866	1195	1611
		-0.50	850	1182	1548
		-1.00	827	1146	1402
		-1.50	784	1040	1200
		-2.00	701	885	
11	12.15	6.50	307	470	675
		6.00	426	646	827
		5.50	467	643	868
		5.00	488	702	945
		4.50	519	764	1017
		4.00	517	797	1051
		3.50	546	838	845
		3.00	475	708	985
		2.50	479	714	987
		2.00	455	668	914
		1.50	522	821	1204
		1.00	840	1256	1625
		0.50	898	1217	1558
		0.00	876	1162	1520
		-0.50	821	1153	1537
		-1.00	831	1176	1490
		-1.50	838	1102	1349
		-2.00	749	1043	



Alle niveaus/hoogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.

sondering	maaiveld		$R_{c, netto; d}$	[kN]	
	niveau	paalpunt niveau	219/350	273/450	324/550
12	12.01	7.00	337	503	697
		6.50	383	559	772
		6.00	557	751	1020
		5.50	551	814	1095
		5.00	559	838	1119
		4.50	575	860	1098
		4.00	555	839	1194
		3.50	535	801	1113
		3.00	522	774	1065
		2.50	695	1074	1457
		2.00	792	1094	1459
		1.50	768	1073	1402
		1.00	747	1052	1382
		0.50	753	1037	1332
		0.00	741	1008	1341
		-0.50	726	1035	1095
		-1.00	738	830	1043
		-1.50	596	806	1046
		-2.00	592	815	



Bijlage 2b: Overzicht netto draagvermogen sonderingen Hoogveld

Alle niveaus/hoogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.

sondering	maaiveld niveau	paalpunt niveau	$R_{c, netto; d}$ [kN]		
			219/350	273/450	324/550
1-1	12.31	6.00	298	467	670
		5.50	342	535	770
		5.00	478	584	711
		4.50	406	545	619
		4.00	398	476	631
		3.50	329	492	652
		3.00	366	554	747
		2.50	367	549	757
		2.00	502	788	1141
		1.50	698	1069	1461
		1.00	767	1117	1529
		0.50	802	1170	1485
		0.00	832	1077	1339
		-0.50	723	1011	
2-1	12.19	5.50	253	397	499
		5.00	297	359	467
		4.50	246	363	503
		4.00	272	400	510
		3.50	285	411	551
		3.00	329	490	659
		2.50	338	512	693
		2.00	349	542	781
		1.50	524	797	1119
		1.00	551	826	1146
		0.50	602	893	1228
		0.00	659	968	1324
		-0.50	699	1015	1377
		-1.00	763	1093	



Alle niveaus/hoogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.

sondering	maaiveld paalpunt		$R_{c, netto; d}$ [kN]		
	niveau	niveau	219/350	273/450	324/550
3-1	12.15	6.00	388	512	547
		5.50	309	393	532
		5.00	275	402	499
		4.50	293	340	452
		4.00	246	359	478
		3.50	258	384	512
		3.00	282	417	567
		2.50	317	482	687
		2.00	499	785	1137
		1.50	622	934	1271
		1.00	663	975	1335
		0.50	727	1055	1433
		0.00	780	1122	1509
		-0.50	825	1184	1491
		-1.00	879	1177	
4-1	12.19	6.50	369	472	419
		6.00	332	290	388
		5.50	194	283	386
		5.00	196	281	377
		4.50	185	262	341
		4.00	244	362	484
		3.50	249	385	566
		3.00	437	609	800
		2.50	437	619	848
		2.00	457	659	883
		1.50	482	684	912
		1.00	515	739	989
		0.50	557	793	1045
		0.00	610	907	1237
		-0.50	705	1043	1408
		-1.00	705	1035	



Alle niveaus/hoogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.

sondering	maaiveld	paalpunt	$R_{c, netto; d}$ [kN]		
	niveau	niveau	219/350	273/450	324/550
5-1	11.96	6.50	200	264	376
		6.00	200	301	417
		5.50	224	325	440
		5.00	246	350	468
		4.50	315	461	618
		4.00	331	502	666
		3.50	338	510	698
		3.00	485	746	1051
		2.50	570	873	1237
		2.00	659	952	1317
		1.50	683	1012	1387
		1.00	726	1069	1456
		0.50	747	1103	1516
		0.00	809	1184	1492
		-0.50	816	1138	1375
		-1.00	766	1015	
6-1	11.93	3.00	557	815	1140
		2.50	598	880	1196
		2.00	643	923	1178
		1.50	717	947	1170
		1.00	697	948	1243
		0.50	672	991	1256
		0.00	678	947	1162
		-0.50	636	860	1037
		-1.00	594	764	
		-1.50	538		
7-1	11.92	6.50	301	471	506
		6.00	350	332	369
		5.50	201	269	344
		5.00	175	242	304
		2.00	624	939	1266
		1.50	695	998	1299
		1.00	742	1020	1324
		0.50	755	1013	1274
		0.00	740	991	1301
		-0.50	716	1035	1361
		-1.00	727	1083	
		-1.50	737		



Alle niveaus/hoogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.

sondering	maaiveld niveau	paalpunt niveau	$R_{c, netto; d}$ [kN]		
			219/350	273/450	324/550
8-1	12.01	6.00	328	394	467
		5.50	242	341	458
		5.00	235	326	304
		1.50	719	1054	1384
		1.00	789	1064	1343
		0.50	793	1031	1341
		0.00	760	1068	1405
		-0.50	783	1121	1475
		-1.00	786	1177	1078
		-1.50	814	765	925
		-2.00	523	698	
9-1	11.94	6.50	300	367	469
		6.00	243	342	404
		5.50	247	315	431
		5.00	229	328	440
		4.50	247	350	462
		4.00	269	424	606
		3.50	377	573	777
		3.00	422	656	942
		2.50	615	940	1330
		2.00	764	1145	1490
		1.50	834	1145	1481
		1.00	830	1136	1465
		0.50	818	1124	1383
		0.00	755	1050	1417
		-0.50	726	1077	1354
		-1.00	711	995	
10-1	12.72	6.50	145	227	327
		6.00	213	336	490
		5.50	302	450	624
		5.00	401	601	834
		4.50	464	687	844
		4.00	481	688	923
		3.50	487	728	987
		3.00	563	843	1157
		2.50	643	1023	1467
		2.00	778	1190	1617
		1.50	803	1189	1583
		1.00	816	1174	1518
		0.50	812	1093	1424
		0.00	740	1013	1375



Bijlage 3: Detail berekening negatieve kleeft

Uitgangspunten

- gehanteerde sondering : 1
- gehanteerde paal : sp219/350
- paalpuntniveau : N.A.P. 5.50 m
- paalkopniveau : N.A.P. 11.50 m
- traject negatieve kleeft : N.A.P. 12.05 m
- tot : N.A.P. 7.50 m
- $p_{sur;k}$: 28.45 kN/m²

Berekening negatieve kleeft

De karakteristieke waarde van de maximale negatieve kleeftbelasting v.e. alleenstaande paal volgens art. 7.3.2.2 (d) bedraagt:

$$F_{nk;k} = O_{s;gem} * \sum d_j * K_{0;j;k} * \tan \delta_{j;k} * (\sigma'_{v;j-1;k} + \sigma'_{v;j;k}) / 2.0$$

$$= -41.7 \text{ kN}$$

waarin :

- $O_{s;gem}$ = omtrek van de dwarsdoorsnede van de paalschacht
- d_j = de dikte van de grondlaag i
- $K_{0;j;k}$ = de karakteristieke waarde van de neutrale gronddrukfactor in laag i
- $\delta_{j;k}$ = de karakteristieke waarde van de wrijvingshoek
- $\sigma'_{v;j;k}$ = de karakteristieke waarde van de effectieve verticale spanning onder in laag j

Per laag

Alle niveaus/hoogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.

Nr Laag		Nivo [m]	Hoogte [m]	$O_{s;gem}$ [m ¹]	$K_{0;j} * \tan(\delta_i)$	$\sigma'_{v;j;k}$ [kN/m ²]
--	----	11.50	--	--	--	28.45
1	Klei - Zwak zandig - Matig	10.00	1.50	0.69	0.25	58.45
2	Klei - Zwak zandig - Matig	7.50	2.50	0.69	0.25	83.45

Rekenwaarde

De rekenwaarde van de maximale negatieve kleeftbelasting van een alleenstaande paal bedraagt :

$$F_{nk;d} = F_{nk;k} * \gamma_{f;nk} = -41.7 \text{ kN}$$

waarin :

in dit geval :

$$\gamma_{f;nk} = \text{belastingfactor voor de negatieve kleeft}$$

(art. 7.3.2.2 (b)) 1.0 -



Bijlage 4: Detail berekening draagvermogen

Uitgangspunten

- gehanteerde sondering : 1
- gehanteerde paal : sp219/350
- paalpuntniveau : N.A.P. 5.50 m
- traject positieve kleef : N.A.P. 7.50 m
- tot: N.A.P. 5.50 m

Maximale draagkracht van de paalpunt

De maximale puntweerstand volgens art. 7.6.2.3 (e) bedraagt :

$$q_{b;max} = 0.5 * \alpha_p * \beta * s * ((q_{c;I;gem} + q_{c;II;gem})/2 + q_{c;III;gem})$$

$$= 5.073 \text{ MPa}$$

waarin : in dit geval :

$q_{c;I;gem}$	= de gemiddelde waarde van de conusweerstand over traject I	= 22.37 MPa
$q_{c;II;gem}$	= de gemiddelde waarde van de conusweerstand over traject II	= 14.77 MPa
$q_{c;III;gem}$	= de gemiddelde waarde van de conusweerstand over traject III	= 9.61 MPa
α_p	= paalklassefactor	= 0.56 -
β	= factor voor de paalvoetvorm	= 0.64 -
φ	= hoek van de inwendige wrijving	= 32.5 -
r	= verhouding b/a	= 1.00 -
s	= factor voor de vorm van de voet	= 1.00 -

Voor een uitgebreide beschrijving van het bepalen van de gemiddelde conusweerstand in de gebieden I, II en III wordt verwezen naar art. 7.6.2.3 (e) in de norm.

De maximale draagkracht van de paalpunt volgens art. 7.6.2.3 (c) bedraagt:

$$R_{b;cal;max;i} = A_b * q_{b;max;i}$$

$$= 488 \text{ kN}$$

waarin : in dit geval :
 A_b = oppervlak van de paalvoet = 0.0962 m²

Maximale paalschachtwrijving

De maximale paalschachtwrijving volgens art. 7.6.2.3 (i) bedraagt:

$$q_{s;max;z} = \alpha_s * q_{c;z;a}$$

De maximale schachtwrijvingskracht volgens art. 7.6.2.3 (c) bedraagt:

$$R_{s;cal;max;i} = O_{s;\Delta l;gem} * \sum q_{s;max;z;i} * d_z$$

$$= 107 \text{ kN}$$

**Per laag**

Alle niveaus/hoogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.

Nr	Laag	Nivo [m]	$O_{s;gem}$ [m ¹]	α_s	Perc. [%]	$q_{c;z;a}$ [MPa]	$q_{s;max}$ [MPa]	d_z [m]	$R_{c;cal}$ [kN]
--	----	7.50	--	--	--	--	--	--	--
1	Zand - Schoon - Matig	5.51	0.69	0.0060	100	12.96	0.078	1.99	106.4
2	Zand - Schoon - Matig	5.50	1.10	0.0060	100	15.00	0.090	0.01	1.0
totaal			0.69	0.0060		12.97	0.078	2.00	107.4

Maximale draagkracht

De maximale draagkracht van de paal volgens art. 7.6.2.3 (c) bedraagt:

$$\begin{aligned}
 R_{c;cal;i} &= R_{b;cal;max;i} + R_{s;cal;max;i} \\
 &= 595 \text{ kN } (= 488 + 107)
 \end{aligned}$$

De karakteristieke waarde van de maximale draagkracht van de paal volgens art. 7.6.2.3 (b) bedraagt:

$$\begin{aligned}
 R_{c;k} &= R_{c;cal} / \xi_3 \quad (n=1) \\
 &= 458 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

waarin : in dit geval :

$$\xi_3 \quad (n=1) = \text{factor volgens art. A.3.3.3 bij 1 sondering} = 1.30 \quad -$$

Voor de rekenwaarde van de maximale draagkracht van de paal kan volgens art. 2.4.7.3.3 worden aangehouden :

$$\begin{aligned}
 R_{c;d} &= R_{c;k} / \gamma_R \\
 &= 382 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

waarin : in dit geval :

$$\begin{aligned}
 \gamma_R &= \text{partiële weerstandsfactor volgens art. A.3.3.2} \\
 &\quad \text{tabel A.6, A.7 of A.8} \quad = 1.20 \quad -
 \end{aligned}$$

Toetsing

Getoetst moet worden of $R_{c;d} - F_{s;nk;d} \geq F_{c;d}$

waarbij $F_{r;d} - F_{s;nk;d} = 382 - 42 = 340 \text{ kN}$, zodat moet worden voldaan aan:

$$F_{c;d} \leq 340 \text{ kN}$$



Bijlage 5a: Overzicht maximaal opneembare trekkracht sondering Koops

Alle niveaus/hoogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.

sondering	maaiveld niveau	paalpunt niveau	R _{t, netto; d} [kN]		
			219/350	273/450	324/550
1	12.05	4.00	61	77	93
		3.50	69	87	105
		3.00	75	95	114
		2.50	83	106	127
		2.00	93	117	141
		1.50	102	128	154
		1.00	111	140	168
		0.50	120	151	181
		0.00	129	162	195
		-0.50	138	174	208
		-1.00	147	185	222
2	11.89	4.00	60	76	92
		3.50	68	87	104
		3.00	77	97	117
		2.50	86	109	131
		2.00	95	120	144
		1.50	104	131	158
		1.00	113	143	171
		0.50	122	154	185
		0.00	131	165	198
		-0.50	140	177	212
		-1.00	149	188	225
3	12.07	4.00	42	53	65
		3.50	46	59	72
		3.00	54	69	83
		2.50	63	80	97
		2.00	72	92	110
		1.50	81	103	124
		1.00	90	114	137
		0.50	99	126	151
		0.00	108	137	165
		-0.50	117	148	178
		-1.00	126	160	192
4	12.08	4.00	54	68	83
		3.50	61	78	94
		3.00	69	88	106
		2.50	78	99	120
		2.00	88	111	133
		1.50	97	122	147
		1.00	106	133	160
		0.50	115	145	174
		0.00	124	156	187
		-0.50	133	167	201
		-1.00	142	179	214



Alle niveaus/hoogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.

sondering	maaiveld niveau	paalpunt niveau	$R_{t, netto, d}$ [kN]		
			219/350	273/450	324/550
5	11.91	4.00	66	83	101
		3.50	73	92	111
		3.00	82	104	124
		2.50	91	115	138
		2.00	100	126	152
		1.50	109	138	165
		1.00	118	149	179
		0.50	127	160	192
		0.00	136	171	205
		-0.50	145	183	219
		-1.00	154	194	232
6	11.90	4.00	60	76	92
		3.50	64	81	98
		3.00	72	91	109
		2.50	81	102	123
		2.00	90	113	136
		1.50	99	125	150
		1.00	108	136	163
		0.50	117	147	177
		0.00	126	159	191
		-0.50	135	170	204
		-1.00	144	182	218
7	12.01	4.00	73	93	112
		3.50	82	104	125
		3.00	92	116	139
		2.50	101	127	152
		2.00	109	138	166
		1.50	117	147	177
		1.00	126	159	190
		0.50	135	170	204
		0.00	144	181	217
		-0.50	153	193	231
		-1.00	162	204	244
8	11.95	4.00	66	84	101
		3.50	71	90	108
		3.00	80	101	121
		2.50	89	112	135
		2.00	98	124	148
		1.50	107	135	161
		1.00	116	146	175
		0.50	125	157	189
		0.00	134	169	202
		-0.50	143	180	216
		-1.00	152	191	229



Alle niveaus/hoogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.

sondering	maaiveld niveau	paalpunt niveau	$R_{t, netto, d}$ [kN]		
			219/350	273/450	324/550
9	12.15	4.00	58	73	88
		3.50	64	81	97
		3.00	73	92	111
		2.50	82	104	125
		2.00	91	115	138
		1.50	100	126	152
		1.00	109	138	165
		0.50	118	149	179
		0.00	127	160	192
		-0.50	136	172	206
		-1.00	145	183	219
10	12.14	4.00	61	77	93
		3.50	70	88	106
		3.00	79	100	120
		2.50	88	111	133
		2.00	97	122	147
		1.50	105	133	159
		1.00	114	144	173
		0.50	123	155	186
		0.00	132	166	200
		-0.50	141	178	213
		-1.00	150	189	227
11	12.15	4.00	67	85	102
		3.50	76	96	116
		3.00	85	108	130
		2.50	94	119	143
		2.00	103	130	157
		1.50	111	140	169
		1.00	120	152	182
		0.50	129	163	196
		0.00	138	174	209
		-0.50	147	186	223
		-1.00	157	197	236
12	12.01	4.00	81	102	123
		3.50	90	113	136
		3.00	99	125	150
		2.50	107	135	162
		2.00	116	147	176
		1.50	125	158	189
		1.00	134	169	203
		0.50	144	181	217
		0.00	153	192	230
		-0.50	162	203	244
		-1.00	171	215	257



Bijlage 5b: Overzicht maximaal opneembare trekkracht sondering Hoogveld

Alle niveaus/hoogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.

sondering	maaiveld niveau	paalpunt niveau	$R_{t, netto; d}$ [kN]		
			219/350	273/450	324/550
1-1	12.31	4.00	53	68	82
		3.50	62	79	96
		3.00	71	91	109
		2.50	80	101	121
		2.00	86	109	131
		1.50	95	120	145
		1.00	104	132	158
		0.50	113	143	172
		0.00	122	154	185
		-0.50	131	166	199
		-1.00	140	177	212
2-1	12.19	4.00	42	54	65
		3.50	51	65	79
		3.00	59	75	90
		2.50	66	84	101
		2.00	73	92	111
		1.50	81	102	123
		1.00	90	114	137
		0.50	99	125	150
		0.00	108	136	164
		-0.50	117	148	177
		-1.00	126	159	191
3-1	12.15	4.00	57	72	87
		3.50	64	81	98
		3.00	71	90	109
		2.50	77	97	117
		2.00	84	106	128
		1.50	93	118	142
		1.00	102	129	155
		0.50	111	140	169
		0.00	120	152	182
		-0.50	129	163	196
		-1.00	138	175	209
4-1	12.19	4.00	61	78	93
		3.50	68	86	104
		3.00	76	96	115
		2.50	85	107	129
		2.00	94	118	142
		1.50	103	130	156
		1.00	111	141	169
		0.50	120	151	181
		0.00	128	161	194
		-0.50	137	173	207
		-1.00	146	184	221



Alle niveaus/hoogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.

sondering	maaiveld niveau	paalpunt niveau	$R_{t, netto, d}$ [kN]		
			219/350	273/450	324/550
5-1	11.96	4.00	59	76	91
		3.50	68	87	104
		3.00	77	97	117
		2.50	86	108	130
		2.00	95	120	144
		1.50	104	131	157
		1.00	113	142	171
		0.50	122	154	184
		0.00	131	165	198
		-0.50	140	176	211
		-1.00	149	188	225
6-1	11.93	4.00	46	58	70
		3.50	53	68	82
		3.00	62	79	95
		2.50	71	90	109
		2.00	80	102	122
		1.50	89	113	136
		1.00	98	124	149
		0.50	107	136	163
		0.00	116	147	176
		-0.50	125	158	190
		-1.00	134	170	204
7-1	11.92	4.00	57	73	88
		3.50	61	77	93
		3.00	65	82	99
		2.50	70	89	107
		2.00	79	100	120
		1.50	88	111	134
		1.00	97	123	147
		0.50	106	134	161
		0.00	115	145	174
		-0.50	124	157	188
		-1.00	133	168	202
8-1	12.01	4.00	55	69	84
		3.50	62	78	94
		3.00	67	85	102
		2.50	71	90	108
		2.00	80	101	122
		1.50	89	112	135
		1.00	98	124	149
		0.50	107	135	162
		0.00	116	146	176
		-0.50	125	158	189
		-1.00	134	169	203



Alle niveaus/hoogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.

sondering	maaiveld niveau	paalpunt niveau	$R_{t, netto, d}$ [kN]		
			219/350	273/450	324/550
9-1	11.94	4.00	57	72	87
		3.50	63	81	97
		3.00	71	90	109
		2.50	80	102	122
		2.00	89	113	136
		1.50	98	124	149
		1.00	107	136	163
		0.50	116	147	176
		0.00	125	158	190
		-0.50	134	170	203
		-1.00	143	181	217
10-1	12.72	4.00	58	74	89
		3.50	67	85	102
		3.00	76	96	116
		2.50	85	108	129
		2.00	94	119	143
		1.50	103	130	156
		1.00	112	142	170
		0.50	121	153	183
		0.00	130	164	197
		-0.50	139	176	211
		-1.00	148	187	224



Bijlage 6: Beschrijving berekening maximale trekkracht

De maximale schachtwrijvingskracht van een op trek belaste, alleenstaande paal wordt bepaald met de volgende formule:

$$R_{t;d} = \int_0^L O_{s;gem} \times q_{s;z;d} \times dz$$

waarin :

$R_{t;d}$ = de rekenwaarde van de trekweerstand van de paal in kN;
 $O_{s;gem}$ = de gemiddelde omtrek van de paal in m;
 L = de lengte waarover schachtwrijving wordt berekend in m;
 $q_{s;z;d}$ = de rekenwaarde van de schachtwrijving op diepte z in kPa;
 dz = de aanduiding van de diepte in m.

De rekenwaarde van de schachtwrijving van een alleenstaande paal volgt uit:

$$q_{s;z;d} = \alpha_t * q_{c;z;d}$$

waarin:

α_t = de factor die de invloed van de uitvoering in rekening brengt;
 $q_{c;z;d}$ = de rekenwaarde van de conusweerstand op diepte z in kPa.

De rekenwaarde van de conusweerstand wordt berekend uit:

$$q_{c;z;d} = \frac{q_{c;z;a}}{\gamma_{s;t} \cdot \gamma_{m;var;q_c} \cdot \xi}$$

waarin:

$q_{c;z;a}$ = afgesnoten conusweerstand op een diepte z beneden maaivle in MPa;
 $\gamma_{s;t}$ = partiële materiaalfactor voor het berekenen van op trek belaste palen volgens artikel 2,4,7 van NEN 9997-1:2011;
 $\gamma_{m;var;q_c}$ = een factor die de invloed van het wisselen van belastingen weergeeft, waarbij $\gamma_{var} = 1,0$ voor quasi statisch belaste constructies en $\gamma_{var} = 1,5$ bij wisselende trek- en drukbelasting van gelijke orde van grootte; voor tussenliggende gevallen mag worden geïnterpoleerd;
 ξ = een factor, afhankelijk van het aantal sonderingen en de herverdelingscapaciteit van de constructie (bepaald volgens artikel 7.6.2.3, van de NEN 9997-1+c2:2017).

Voor casing-draaipalen wordt een waarde gehanteerd van $\alpha_t = 0,0045$.

Voor $\gamma_{m;var;q_c}$ is een waarde van 1,5 aangehouden en voor $\gamma_{s;t}$ een waarde 1,4.

Bij een hart op hart afstand van de trekpalen van minder dan $7 D_{eq}$ dient een reductiefactor op de trekkracht in rekening te worden gebracht. Figuur 4 in de R.F.G. 1985 geeft een goede indicatie van de te hanteren reductiefactor.