

Notitie

Contactpersoon	Tom Hijnekamp
2° lezer	Bart Bruntink
Datum	11 september 2018
Kenmerk	N010-1243721THI-V01-nja-NL

Leidingen Primaire Kering Afferden

1 Inleiding

In het kader van rioolvernieuwingen worden een aantal leidingen nabij Afferden in Limburg vervangen. De PE leidingen die onderzocht zijn in deze notitie zijn geen aansluitend geheel. De 2 leidingen bevinden zich in de kern- en/of in de beschermzone van een primaire waterkering. Voor het verrichten van werkzaamheden in een waterkering is een vergunning volgens de Waterwet benodigd. In het kader van de vergunningsaanvraag is een vereenvoudigde sterkteberekening van de leidingen uitgevoerd. Deze notitie bevat de uitgangspunten en de resultaten van de vereenvoudigde leidingsterkteberekening voor deze waterleidingen. In de vereenvoudigde leidingsterkteberekening wordt getoetst op spanningen, deflectie en ringstijfheid.

1.1 Locatie

Tekeningen van de verschillende leidinglocaties zijn bijgevoegd in Bijlage 1. De globale ligging van de leidingen is weergegeven in Figuur 1.



Figuur 1 Overzicht van de globale ligging van de leidingen. Blauwe vlak is de 63 mm leiding, het oranje vlak is de 90 mm leiding. Bron Cyclomedia.

2 Uitgangspunten

2.1 Referenties

- [1] NEN9997-1:2016/C2:2017 'Geotechnisch ontwerp van constructies – Deel 1: Algemene regels'
- [2] NEN3650-1:2012, Eisen voor buisleidingsystemen – Deel 1: Algemene eisen
- [3] NEN3651:2012, Aanvullende eisen voor buisleidingen in of nabij belangrijke waterstaatswerken
- [4] "Grondonderzoek versterkingen Maasdijk, dijkvak 56 te Afferden", MOS, kenmerk R1203439-HE_5, dd. 15-05-2013, zie bijlage 2.
- [5] "Grondonderzoek versterking Maasdijk Dijkkring 56 te Afferden", MOS, kenmerk R1302640-HE_4, dd. 08-04-2014, zie bijlage 2.
- [6] Tekening, "Situatietekening dwarsprofielen Hengeland Blad 1 K&L Gemeente Bergen", kenmerk OW_UVO_A-211101, versie 1, dd. 06-07-2018, zie bijlage 1.
- [7] Tekening, "Situatietekening dwarsprofielen Hengeland Blad 2 K&L Gemeente Bergen", kenmerk OW_UVO_A-211102, versie 1, dd. 06-07-2018, zie bijlage 1."

2.2 Leidingeigenschappen

Er zijn 2 leidingen die bekeken worden in deze notitie. De eigenschappen zijn per leiding weergegeven in Tabel 1.

Tabel 1 Leidingeigenschappen

Leiding	Leidingnummer	Lengte (ca.) [m]	Diameter [mm]	Druk [bar]	Tekening
Persriool Hengeland 7-13	56-60-1 VAN t/m 56-54-2 VAN	220	63	5	Blad 1, [6]
Persriool Hengeland 1	56-53c-1 VAN t/m 56-53a-2 VAN	120	90	5	Blad 2, [7]

Leiding persriool Hengeland 7-13 loopt volledig parallel aan de waterkering in de kernzone.

Leiding persriool Hengeland 1 loopt deels parallel aan de waterkering in de kernzone maar kruist de waterkering ook.

Voor beide leidingen geldt een ontwerpdruk van 5 bar.

2.3 Grondopbouw

Voor de grondopbouw is gebruikt gemaakt van de grondonderzoeken bijgevoegd in bijlage 2 [4] & [5]. Deze grondonderzoeken bestaan uit zowel sonderingen als boringen en zijn in het kader van dit project uitgevoerd. Het beeld van de ondergrond volgens [4] en [5] is in het algemeen zandig. Echter in een aantal locaties komen er ook zwak siltige kleilagen voor. Als maatgevende situatie is daarom een toplaag gemodelleerd met eigenschappen zoals weergegeven in Tabel 2. Deze eigenschappen zijn bepaald met behulp van NEN9997 [1] tabel 2.b.

Tabel 2 De eigenschappen van de toplaag.

	Volumieke gewichten [kN/m ³]	ϕ [°]	Cohesie [kPa]	C_u [kPa]	E_{mod} [MPa]
Toplaag	18,0 / 20,0	22,5	0	40	1,5

2.4 Grondwaterstanden

Voor het maatgevende scenario is aangenomen dat de grondwaterstand zich onder de leiding bevindt. Dit is maatgevend omdat een deel van de bovenbelasting door het aanwezige grondwater gedragen zal worden. Dit is uitgesloten door de grondwaterstand onder de leiding te nemen. Dit betekent dat alle bovenbelasting door de leiding gedragen wordt.

2.5 Dekking en verkeersbelasting

De dekking op beide leidingen varieert tussen 1,0 en 2,0 m. De dekking op een leiding heeft invloed op de bovenbelasting. De bovenbelasting bestaat uit een grondbelasting en een verkeersbelasting. Bij een grotere dekking is grondbelasting groter maar wordt de verkeersbelasting kleiner (en andersom ook). Op voorhand is het lastig vast te stellen welke maatgevend is en daarom zijn beide dekkingen berekend. Voor de verkeersbelasting is er gerekend met verkeersklasse 2 uit NEN3650-1:2012 [2]. Dit is de standaard voor bermbelastingen en wegen die niet in beheer zijn bij de provincie.

2.6 Overige uitgangspunten

Er is gerekend met een schadefactor van 0,75. Deze is gebaseerd op tabel B.3 in bijlage B van NEN3651 [3], met als input E (klein stedelijk gebied) en C (levensgevaar voor veel mensen).

3 Resultaten

In Tabel 3 zijn kort de resultaten weergegeven van de vereenvoudigde leidingsterkteberekening. De volledige resultaten zijn bijgevoegd in Bijlage 3.

Tabel 3 Overzicht van de resultaten van de leidingsterkteberekeningen.

Leiding, dekking [m]	SDR- klasse	Spanningen / toegestane spanningen [N/mm ²]	Deflectie / toegestane deflectie [mm]	Ringstijfheid / minimale ringstijfheid [N/mm ²]
Persriool Hengeland 7-13, 1,0 m	13,6	4,0 / 6,0	2,74 / 3,78	0,015 / 0,002
Persriool Hengeland 7-13, 2,0 m	13,6	4,0 / 6,0	2,41 / 3,78	0,015 / 0,002
Persriool Hengeland 1, 1,0 m	13,6	5,5 / 6,0	4,15 / 5,40	0,015 / 0,002
Persriool Hengeland 1, 2,0 m	13,6	5,5 / 6,0	3,75 / 5,40	0,015 / 0,002

De spanningen en de deflectie worden getoetst aan een maximale waarde, met andere woorden de berekende waarde moet onder de toegestane waarde zitten. De toets op ringstijfheid is echter een toets aan een minimale waarde.

Beide leidingen voldoen rekentechnisch met een SDR-klasse van 13,6 voor zowel 1,0 m dekking en 2,0 m dekking.

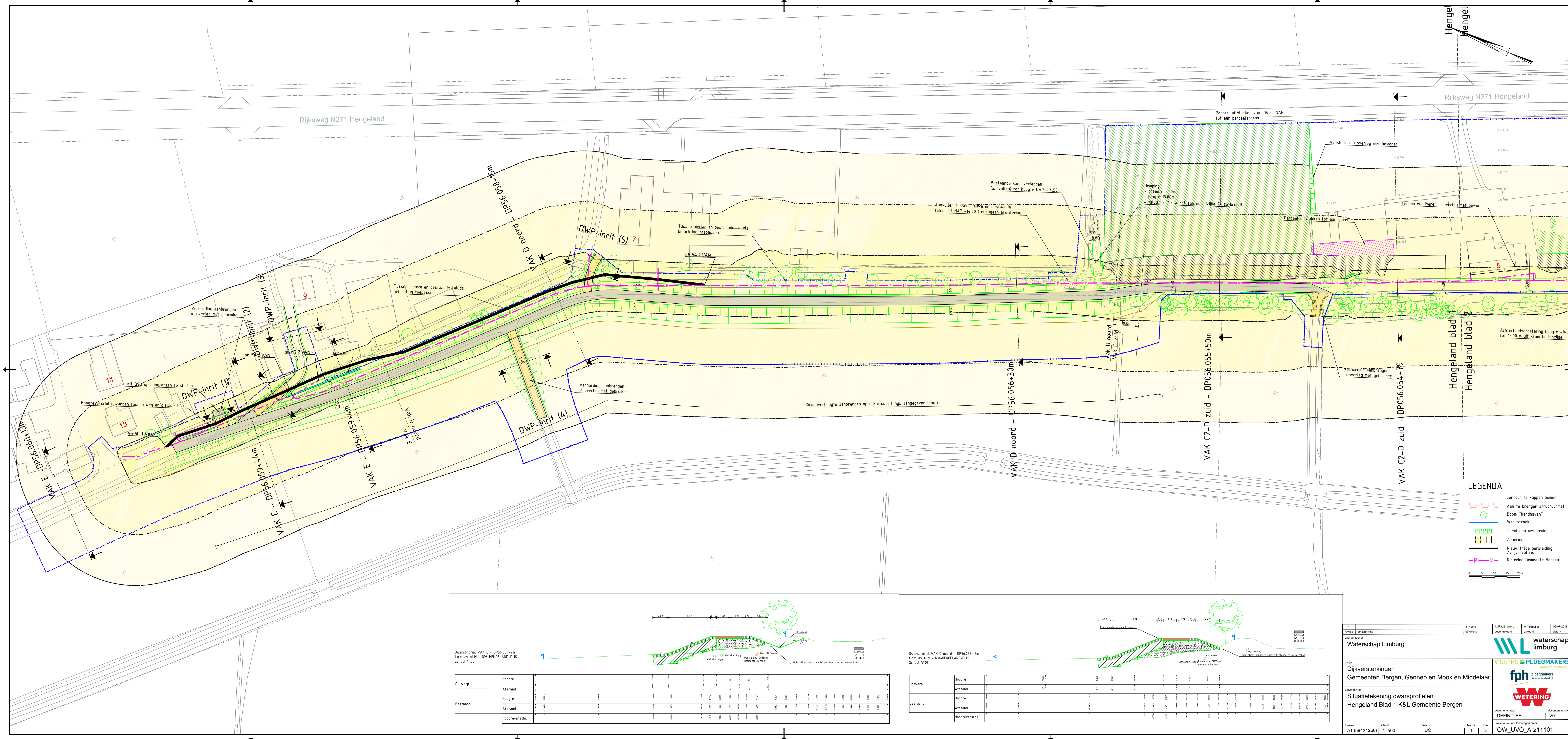
Let op: Momenteel is onbekend welke SDR-klasse de aanliggende leidingen hebben. In het kader van de dijkveiligheid wordt geadviseerd om in de waterkeringszone leidingmateriaal toe te passen met een hogere SDR-klasse dan buiten de waterkeringszone. Dit wordt geadviseerd, omdat bij calamiteiten de leiding eerder zal bezwijken buiten de waterkering omdat de leiding daar het zwakste is.



Tauw

Bijlage 1

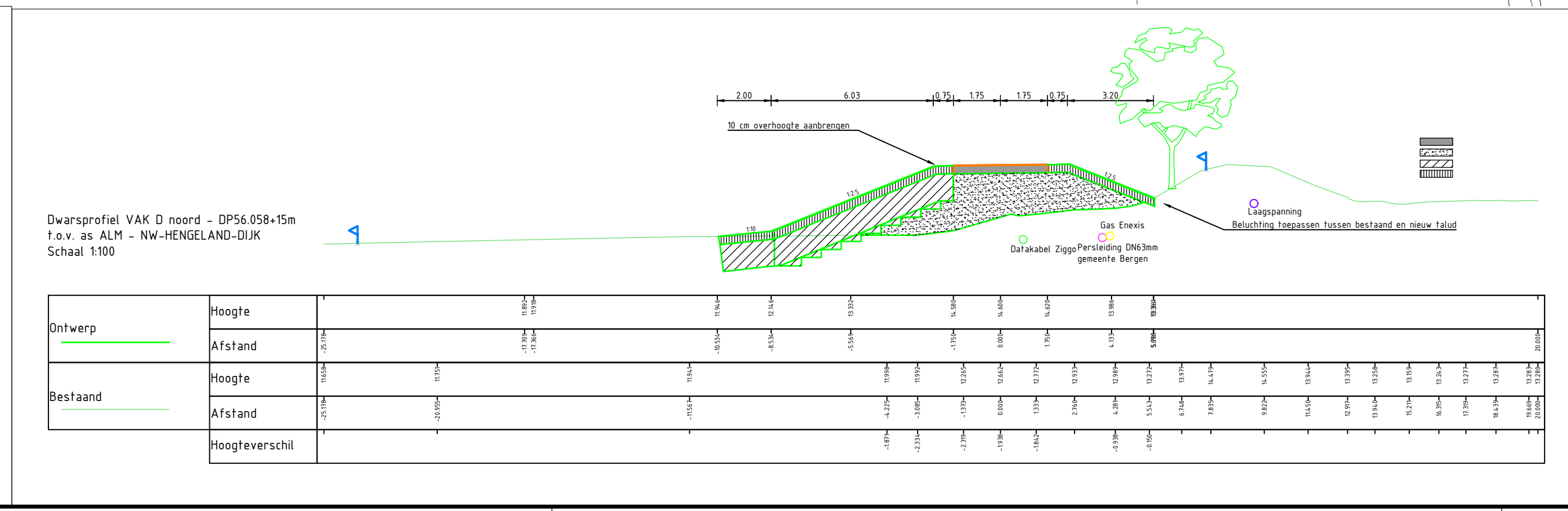
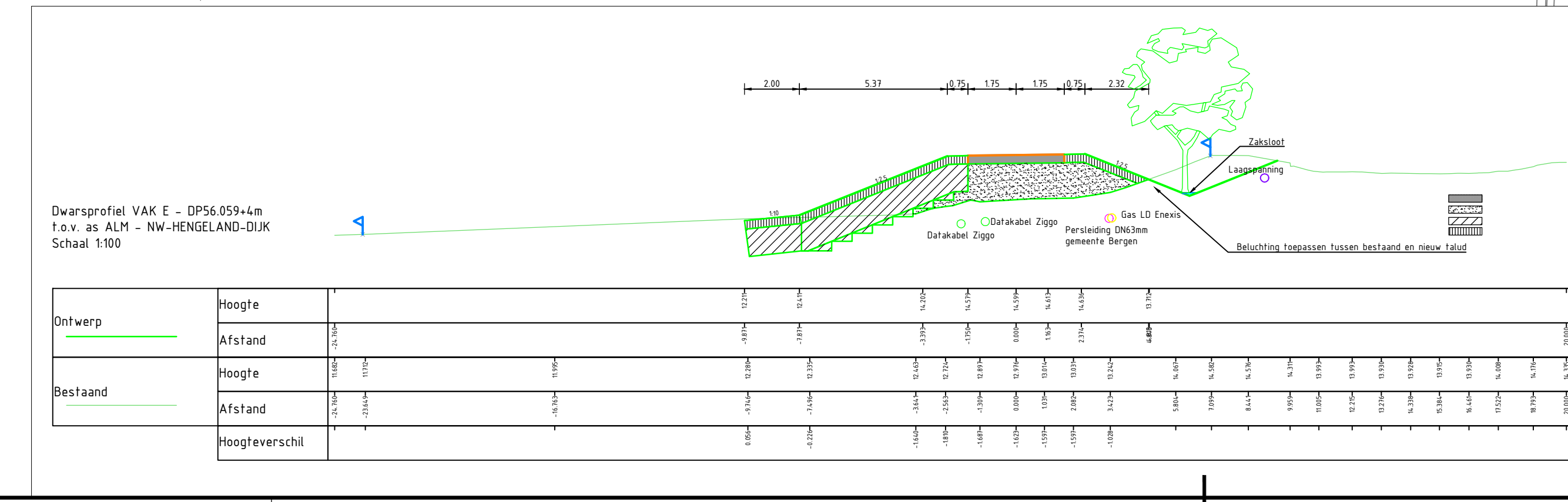
Tekeningen



LEGENDA

- Contour te kappen bomen
- Aan te brengen structuurmaat
- Boom "handhaven"
- Werkstrook
- Teentlijnen met kruinlijn
- Zonering
- Nieuw tracé geleiding / vrijgerval riool
- Riolering Gemeente Bergen

0 5 10 15 20m



versie	omschrijving	J. Romp	E. Romp	P. Romp	06-07-2018
opdrachtgever	Waterschap Limburg				
project	Dijkversterkingen Gemeenten Bergen, Gennep en Mook en Middelaar				
omschrijving	Situatietekening dwarsprofielen Hengeland Blad 1 K&L Gemeente Bergen				
formaat	schaal	type	bladnr.	van	documentnummer
A1 (594X1260)	1:500	UO	1	5	OW_UVO_A-211101

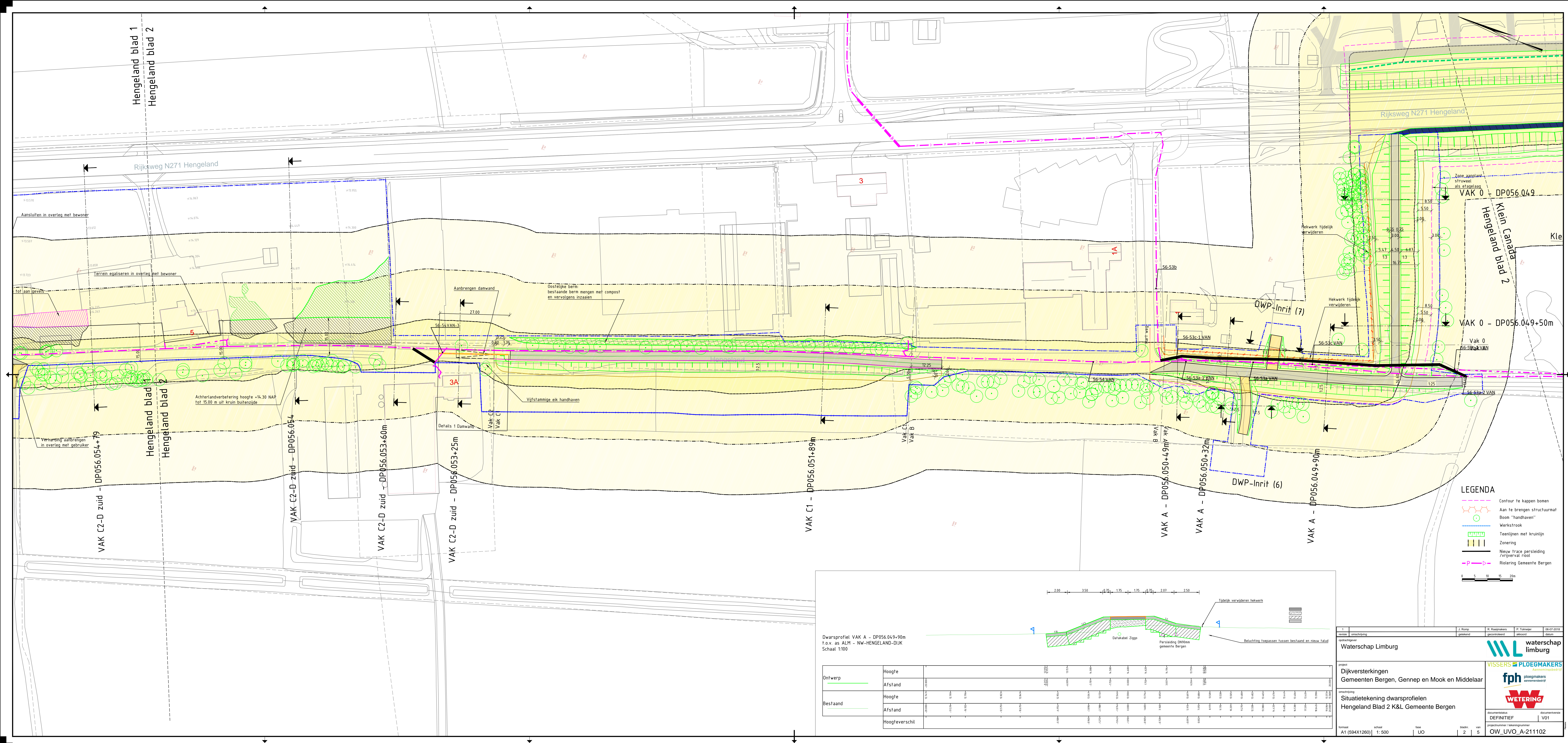
WATERSCHAP LIMBURG

VISSERS PLOEGMAKERS

fph ploegmakers samenwerkende

WETERING

documentstatus: DEFINITIEF





Tauw

Kenmerk

N010-1265671THI-V01-nja-NL

Bijlage 2

Grondonderzoeken

Opdracht : 1203439
Plaats : Afferden
Project : Grondonderzoek versterkingen Maasdijk, dijkvak 56

Betreft : Grondonderzoek versterkingen Maasdijk, dijkvak
56
te
AFFERDEN

Opdrachtgever : Haskoning DHV Nederland BV
T.a.v. Dhr. D.L.J. Heikens
Postbus 151
6500 AD NIJMEGEN
NL

Behandeld door : ing. N.R. Okhuijzen Mulder (0492 535 455)

Kenmerk : R1203439-HE_5

Datum : 15 mei 2013

MOS GRONDMECHANICA B.V.

Rhoon	Kleidijk 35	Postbus 801	3160 AA	Rhoon	Tel. 010-5030200
Helmond	Kanaaldijk N.O. 104a	Postbus 38	5700 AA	Helmond	Tel. 0492-535455
Rijssen	Kalanderstraat 10a	Postbus 153	7460 AD	Rijssen	Tel. 0548-512363
Amsterdam	Gyroscoopweg 120	-	1042 AZ	Amsterdam	Tel. 020-7537984
Maastricht	Sleperweg 18	Postbus 28	6240 AA	Bunde	Tel. 043-3653153
Suriname	Ds Martin Luther Kingweg 150	District Wanica	-	Suriname	Tel. +597-488188

Inhoudsopgave

	Pagina
1. INLEIDING	3
2. UITGEVOERD GRONDONDERZOEK	3
2.1 Vrijgeven onderzoekslocaties op niet gesprongen explosieven.....	3
2.2 Sonderingen.....	3
2.3 Boringen.....	3
2.4 Uitzetten en waterpassen.....	3
2.5 Laboratoriumwerkzaamheden	4
2.5.1 Algemeen	4
2.5.2 Nat en droog volumegewicht en watergehalte	4
2.5.3 Atterbergsegrenzen	4
2.5.4 Korrelverdelingen	4
3. LENGTEPROFIELEN.....	4

Bijlage A	Sonderingen
Bijlage B	Boringen
Bijlage C	Volumieke gewichten en watergehalte
Bijlage D	Plasticiteitsindex
Bijlage E	Korrelverdelingen
Bijlage F	Lengteprofielen
Bijlage G	Terreinmetingen

1. INLEIDING

In opdracht van RHDHV is door Mos Grondmechanica B.V. een grondonderzoek uitgevoerd ten behoeve van de versterking van de Maasdijk..

Dit rapport bevat de resultaten van het grondonderzoek voor dijkvak 56.

2. UITGEVOERD GRONDONDERZOEK

2.1 Vrijgeven onderzoekslocaties op niet gesprongen explosieven

Bij het vooronderzoek is gebleken dat op de onderzoekslocaties een verhoogd risico aanwezig is op de aanwezigheid van niet gesprongen explosieven. Om veilig het grondonderzoek uit te kunnen voeren zijn door een OCE gecertificeerd bedrijf de onderzoekslocaties vrijgegeven. Indien de locaties niet vrijgegeven konden worden zijn de bewuste locaties enigszins verplaatst waardoor deze wel vrijgegeven konden worden.

2.2 Sonderingen

Op 1 maart 2013 zijn door Mos Grondmechanica 7 sonderingen uitgevoerd tot een diepte van maaiveld -12 m à maaiveld -15 m. In verband met het bereiken van de maximale sondeerpersdruk konden niet alle sonderingen tot de vooraf gewenste diepte worden uitgevoerd. Naast de conusweerstand (q_c) is de plaatselijke wrijving (f_s) gemeten. Uit de plaatselijke wrijving en de conusweerstand is het wrijvingsgetal (R_f) berekend. Dit getal geeft nader inzicht in de aanwezige grondsoorten. De sondeergrafieken zijn opgenomen onder bijlage A.

2.3 Boringen

In februari en maart 2013 zijn 18 handboringen uitgevoerd tot maaiveld -3 m à maaiveld -5 m. De boringen zijn doorgezet tot minimaal 2 m onder de aangetroffen topkleilaag.

Tevens zijn in maart en april 2013 4 machinale boringen uitgevoerd tot een diepte van maaiveld -13 m à maaiveld -15 m. In verband met de zeer dicht gepakte grindige grondslag konden enkele boringen niet tot de gewenste diepte van maaiveld -15 m worden uitgevoerd.

De vrijgekomen grondslag is visueel geclassificeerd, conform NEN 5104, en tot boorprofiel verwerkt. De boorstaten zijn opgenomen onder bijlage B.

2.4 Uitzetten en waterpassen

De sondeer- en boorlocaties zijn door onze landmeetkundige afdeling in het terrein uitgezet en gewaterpast ten opzichte van NAP en ingemeten ten opzichte van de RijksDriehoeks coördinaten. Voor de resultaten van de waterpassing en een situatietekening met de ligging van de onderzoekslocaties wordt verwezen naar bijlage G.

2.5 Laboratoriumwerkzaamheden

2.5.1 Algemeen

In het grondmechanisch laboratorium van Mos Grondmechanica te Rhoon zijn per machinale boring de ongeroerde monsters uit de bussen gedrukt. Vervolgens is de opgeboorde grondslag aan de hand van de verkregen geroerde en ongeroerde monsters definitief benoemd conform NEN 5104, 1989. Vervolgens zijn de voor grondmechanische laboratoriumproeven geselecteerde grondmonsters verwijderd.

2.5.2 Nat en droog volumegewicht en watergehalte

De bepaling van het watergehalte is uitgevoerd conform NEN 5112, "Bepaling van het watergehalte van grond in het laboratorium", 1995.

Op monsters is het natuurlijke en droge volumegewicht bepaald.

De resultaten van de bepalingen van het natuurlijke en droge volumegewicht, alsmede het watergehalte zijn opgenomen in bijlage C.

2.5.3 Atterbergsegrenzen

Op 11 monsters zijn de Atterbergse grenzen bepaald. De resultaten van deze proeven zijn opgenomen in bijlage D.

2.5.4 Korrelverdelingen

Op 22 monsters zijn korrelverdelingen uitgevoerd. De verdeling is uitgevoerd met gebruikmaking van 'standaard zeven' (63 μm – 2,0 mm). De resultaten van de korrelverdelingen zijn opgenomen in bijlage E

3. LENGTEPROFIELEN

Aan de hand van de resultaten van het grondonderzoek en de aangeleverde kilometrering van het dijkvak zijn 3 lengteprofielen (buitendijks – kruin - binnendijks) opgesteld.

Ten behoeve van het bepalen van de afstand van de boringen en sonderingen ten opzichte van de dijkpaalnummering, is de ligging van de sondeer- en boorlocaties loodrecht op de as van het dijkvak geprojecteerd.

De lengteprofielen zijn opgenomen in bijlage F

Opgesteld door:

ing. N.R. Okhuijzen Mulder (0492 535 455)

Helmond, 15 mei 2013

Mos Grondmechanica B.V.

Contr. : t.n.



Bijlage A

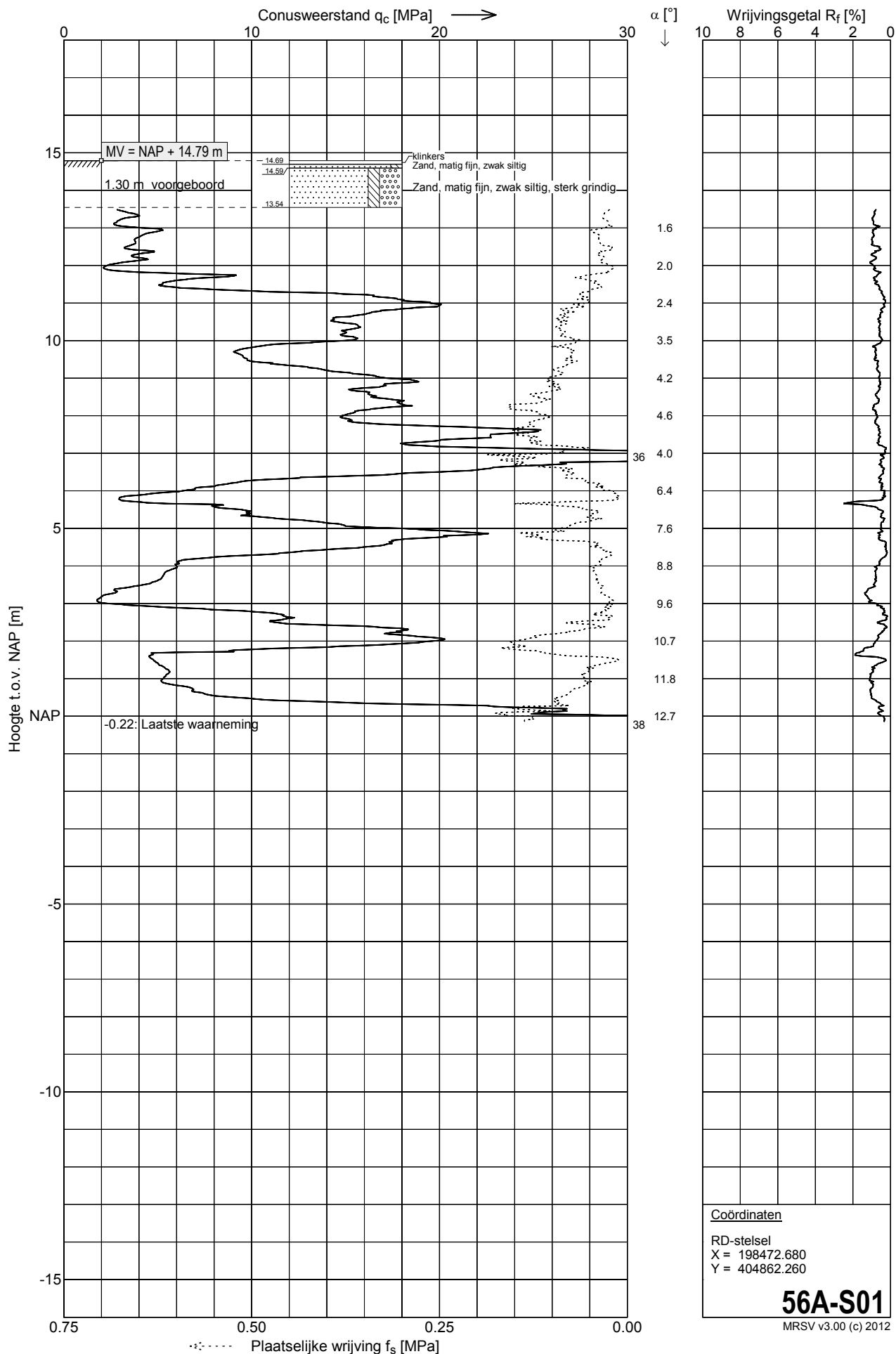
Sonderingen

Sondering 56A-S01

Opdracht : 1203439
Plaats : Mook-Aijen
Datum : 01-03-2013
Project : Versterkingen Maasdijk

Conus nummer : S15-CFII.887
Soort conus : Elektrisch
Opp. conuspunt : 1500 mm²

Norm : NEN5140
Klasse : 2
Wagen : 9
Blad : 1 van 1

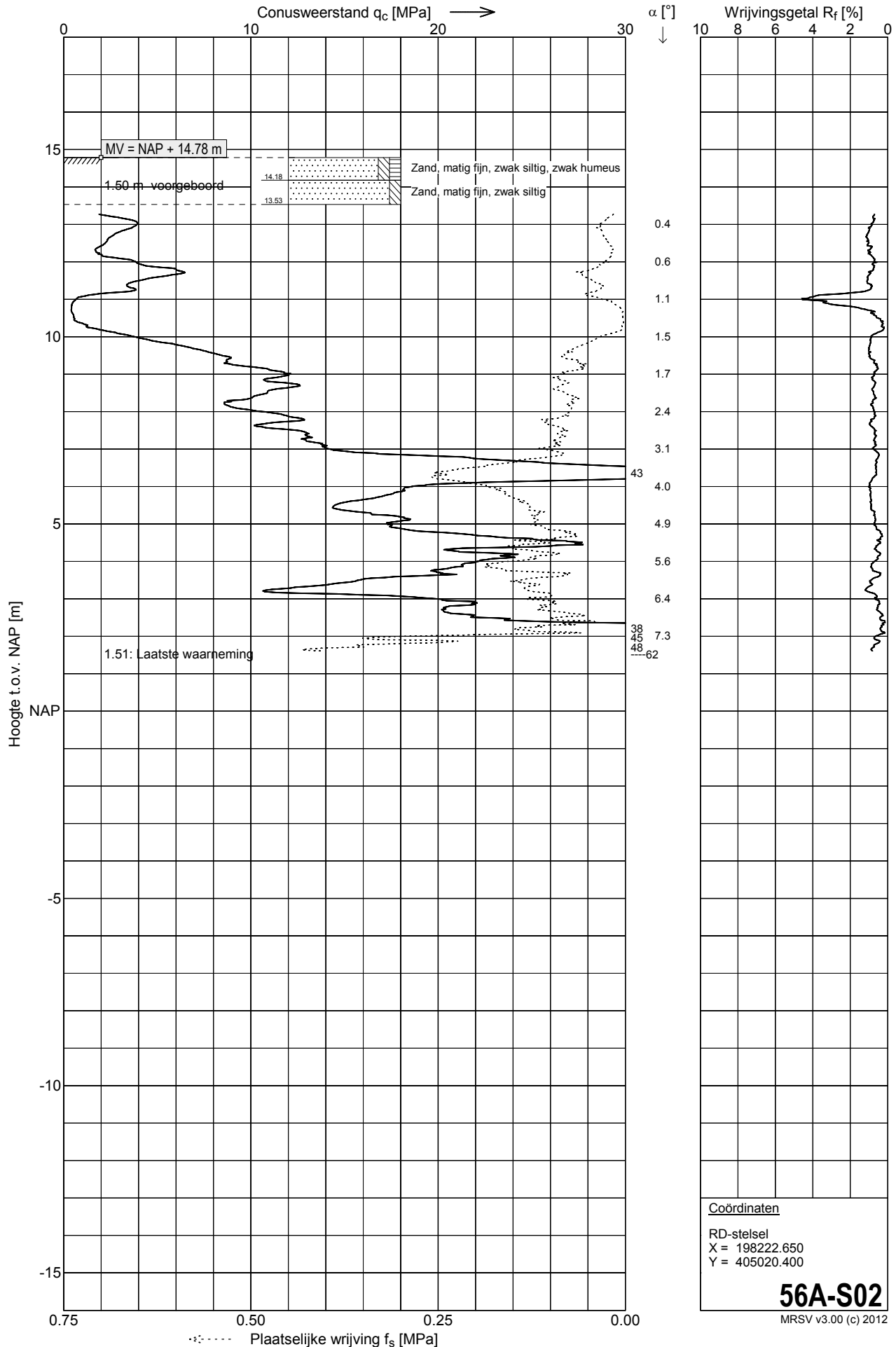


Sondering 56A-S02

Opdracht : 1203439
Plaats : Mook-Aijen
Datum : 01-03-2013
Project : Versterkingen Maasdijk

Conus nummer : S15-CFII.887
Soort conus : Elektrisch
Opp. conuspunt : 1500 mm²

Norm : NEN5140
Klasse : 2
Wagen : 9
Blad : 1 van 1



Sondering 56A-S03

Opdracht : 1203439

Plaats : Mook-Aijen

Datum : 01-03-2013

Project : Versterkingen Maasdijk

Conus nummer : S15-CFII.887

Soort conus : Elektrisch

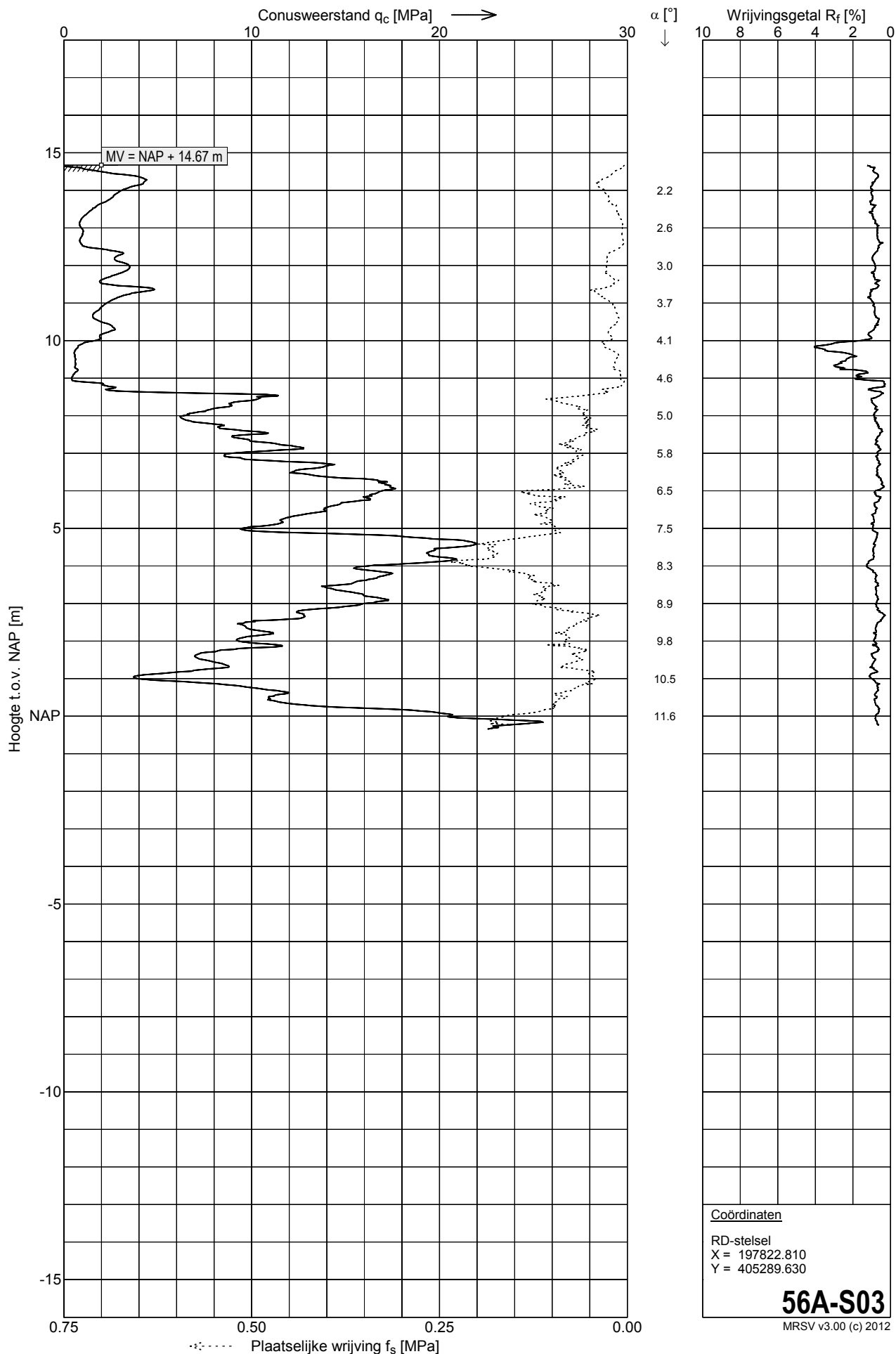
Opp. conuspunt : 1500 mm²

Norm : NEN5140

Klasse : 2

Wagen : 9

Blad : 1 van 1

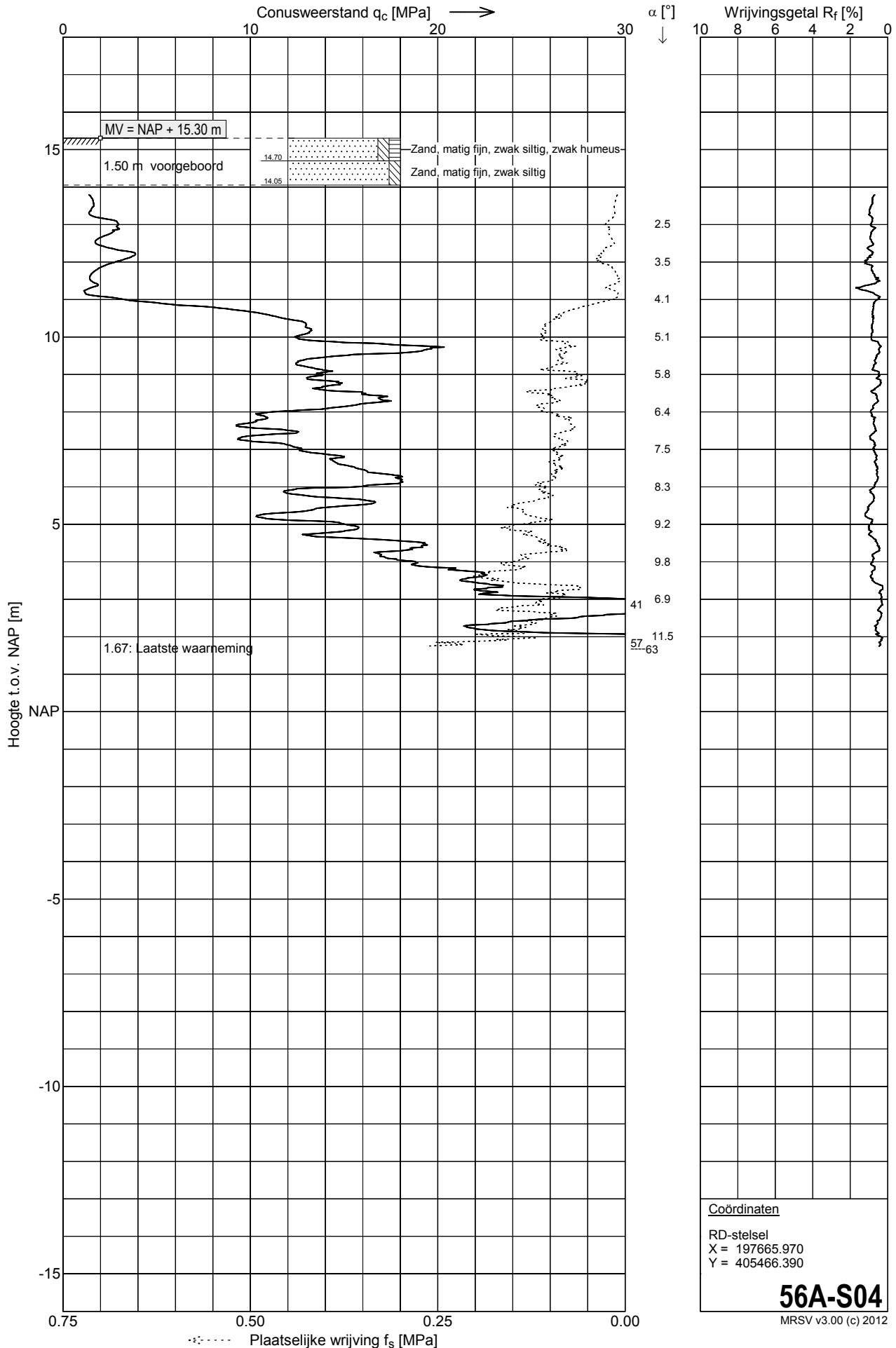


Sondering 56A-S04

Opdracht : 1203439
Plaats : Mook-Aijen
Datum : 01-03-2013
Project : Versterkingen Maasdijk

Conus nummer : S15-CFII.887
Soort conus : Elektrisch
Opp. conuspunt : 1500 mm²

Norm : NEN5140
Klasse : 2
Wagen : 9
Blad : 1 van 1

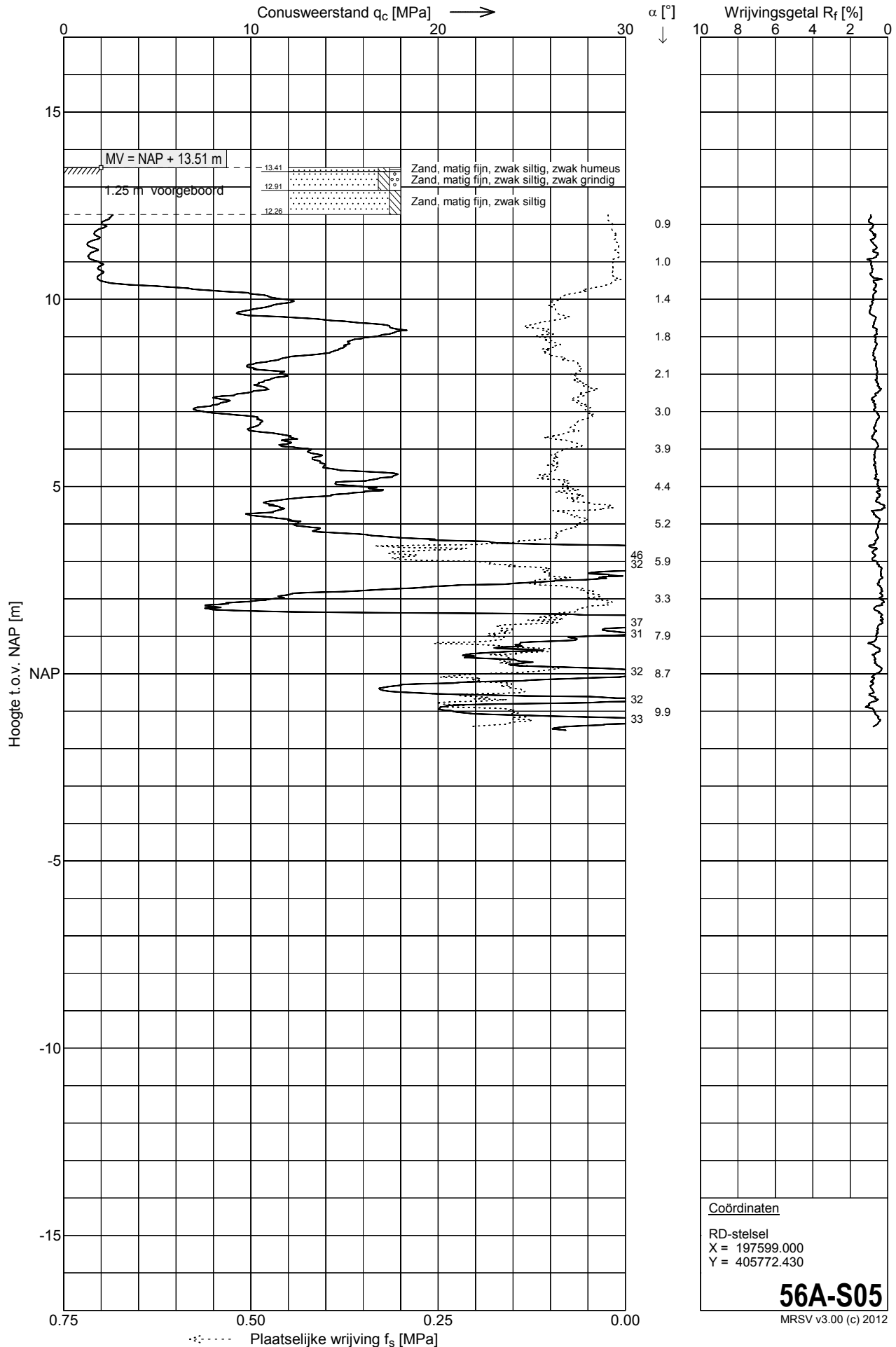


Sondering 56A-S05

Opdracht : 1203439
Plaats : Mook-Aijen
Datum : 01-03-2013
Project : Versterkingen Maasdijk

Conus nummer : S15-CFII.887
Soort conus : Elektrisch
Opp. conuspunt : 1500 mm²

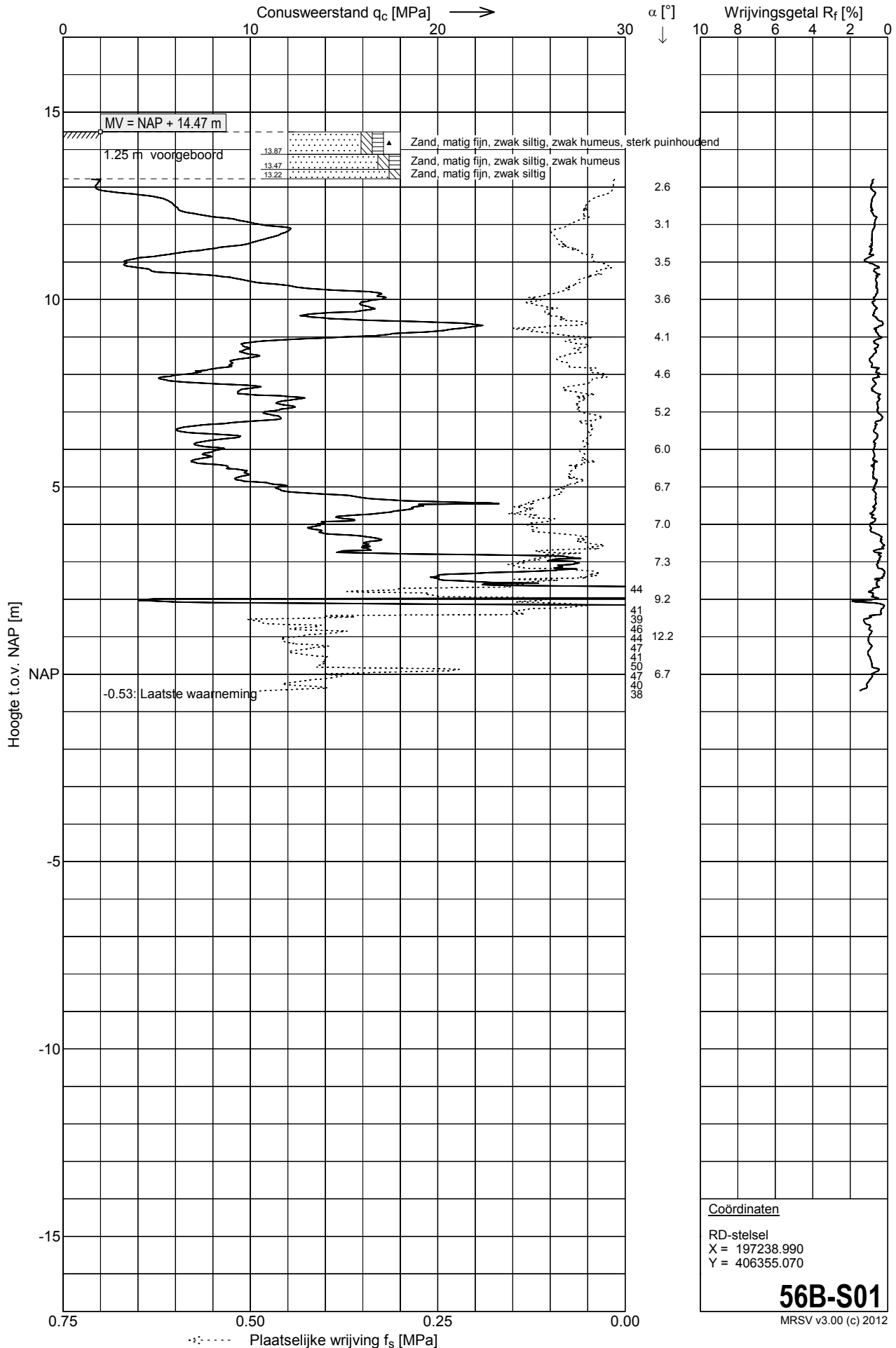
Norm : NEN5140
Klasse : 2
Wagen : 9
Blad : 1 van 1



Sondering 56B-S01

Opdracht : 1203439 Conus nummer : S15-CFII.887
 Plaats : Mook-Aijen Soort conus : Elektrisch
 Datum : 01-03-2013 Opp. conuspunt : 1500 mm²
 Project : Versterkingen Maasdijk

Norm : NEN5140
 Klasse : 2
 Wagen : 9
 Blad : 1 van 1

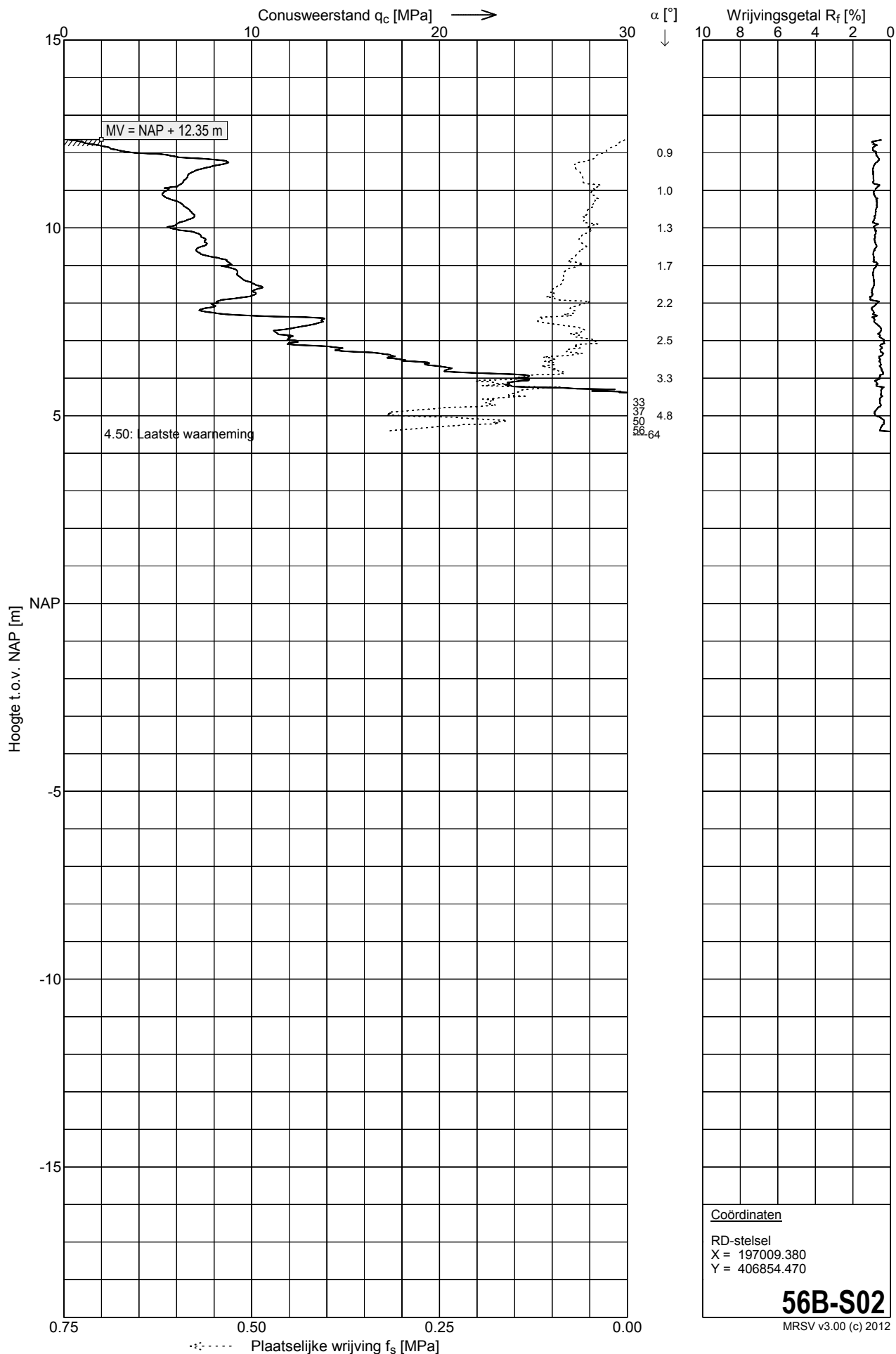


Sondering 56B-S02

Opdracht : 1203439
Plaats : Mook-Aijen
Datum : 01-03-2013
Project : Versterkingen Maasdijk

Conus nummer : S15-CFII.887
Soort conus : Elektrisch
Opp. conuspunt : 1500 mm²

Norm : NEN5140
Klasse : 2
Wagen : 9
Blad : 1 van 1



Bijlage B

Boringen

Opdracht : 1203439
Plaats : Mook-Aijen
Project : Grondonderzoek versterkingen Maasdijk

BORING : 56A-HB01

Datum : 07-03-2013 X : 198445.830 Boormeester : E. Beniers
GWS : NAP +11.09 m Y : 404832.780 Beschrijver :
Maaiveld : NAP +12.15 m Norm : NEN5104
Opmerking :

Boorprofiel	Laag nr.	Diepte [m t.o.v. NAP] van tot	Omschrijving grondlaag berm	Kleur
	1	1 +12.15 +11.60	Klei, matig humeus, zwak siltig, zwak zandig, zwak oerhoudend	
	2	2 +11.60 +11.35	Klei, zwak humeus, matig zandig, zwak siltig	bruin
	3	3 +11.35 +11.10	Klei, sterk humeus, matig siltig	donkerbruin
	4	4 +11.10 +10.90	Zand, matig fijn, zwak siltig, matig kleiig	grijs
	5	5 +10.90 +10.25	Zand, matig fijn, matig siltig, matig kleiig, matig oerhoudend	bruin licht
	6	6 +10.25 +9.95	Zand, matig grof, zwak siltig	bruin licht
	7	7 +9.95 +9.60	Klei, zwak siltig, sterk oerhoudend	bruin
	8	8 +9.60 +9.10	Klei, matig siltig, zwak houthoudend	grijs licht
	9	9 +9.10 +7.85	Zand, zeer grof, zwak siltig, zwak grindig	bruin licht
	10	10 +7.85 +7.15	Zand, matig grof, zwak siltig, zwak grindig, matig roesthoudend	bruin licht

BORING : 56A-HB02

Datum : 07-03-2013 X : 198470.760 Boormeester : E. Beniers
GWS : Y : 404876.480 Beschrijver :
Maaiveld : NAP +14.45 m Norm : NEN5104
Opmerking :

Boorprofiel	Laag nr.	Diepte [m t.o.v. NAP] van tot	Omschrijving grondlaag berm	Kleur
	1	1 +14.45 +14.10	Zand, zeer fijn, matig humeus, zwak siltig	donkerbruin
	2	2 +14.10 +13.65	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus	bruin
	3	3 +13.65 +11.95	Zand, matig fijn, zwak siltig	bruin licht
	4	4 +11.95 +11.90	Zand, matig fijn, zwak siltig, puinverharding	bruinrood
	5	5 +11.90 +11.45	Zand, matig grof, zwak siltig	bruin licht

BORING : 56A-HB03

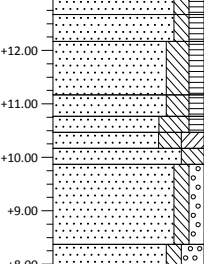

Datum : 08-03-2013 X : 198217.060 Boormeester : E. Beniers
GWS : Y : 405018.180 Beschrijver :
Maaiveld : NAP +15.00 m Norm : NEN5104
Opmerking :

Boorprofiel	Laag nr.	Diepte [m t.o.v. NAP] van tot	Omschrijving grondlaag berm	Kleur
	1	1 +15.00 +14.55	Zand, matig fijn, matig humeus, zwak siltig, zwak wortelhoudend	donkerbruin
	2	2 +14.55 +13.25	Zand, matig fijn, zwak siltig	bruin licht
	3	3 +13.25 +13.10	Zand, matig fijn, zwak siltig	bruin grijs
	4	4 +13.10 +12.90	Zand, matig grof, zwak siltig	bruin licht
	5	5 +12.90 +12.00	Zand, matig fijn, zwak siltig	bruin

Opdracht : 1203439
Plaats : Mook-Aijen
Project : Grondonderzoek versterkingen Maasdijk

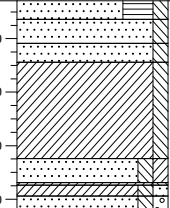
BORING : 56A-HB04

Datum : 02-04-2013 X : 198235.200 Boormeester : E.Sonnemans
GWS : NAP +10.35 m Y : 405033.020 Beschrijver :
Maaiveld : NAP +12.97 m Norm : NEN5104
Opmerking : Monster 1 : 30-80 2 : 310-500

Boorprofiel	Laag nr.		Diepte [m t.o.v. NAP] van tot		Omschrijving grondlaag gazon	Kleur	
	1		1	+12.97	+12.67	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus	zwart
	2		2	+12.67	+12.17	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, zwak grindhoudend, zwak puinhoudend	bruingrijs
	3		3	+12.17	+11.17	Zand, matig fijn, matig siltig, zwak humeus, zwak grindhoudend	zwart
	4		4	+11.17	+10.77	Zand, matig fijn, matig siltig, zwak humeus, zwak grindhoudend, matig puinhoudend	zwartgrijs
	5		5	+10.77	+10.47	Zand, matig fijn, sterk siltig, zwak humeus	zwartgrijs
	6		6	+10.47	+10.17	Zand, matig fijn, matig siltig, matig kleiig	donkergrijs
	7		7	+10.17	+9.87	Zand, matig grof, matig siltig	grijs
	8		8	+9.87	+8.37	Zand, matig grof, zwak siltig, zwak grindig	geelbruin
	9		9	+8.37	+7.97	Zand, matig grof, zwak siltig, matig grindig	geelbruin

BORING : 56A-HB05

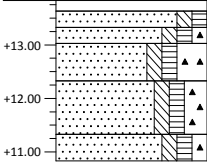
Datum : 07-03-2013 X : 198073.080 Boormeester : E. Beniers
GWS : NAP +11.02 m Y : 405078.630 Beschrijver :
Maaiveld : NAP +11.71 m Norm : NEN5104
Opmerking :

Boorprofiel	Laag nr.		Diepte [m t.o.v. NAP]		Omschrijving grondlaag	Kleur
			van	tot	berm	
	1	1	+11.71	+11.36	Zand, matig fijn, sterk humeus, zwak siltig	donkerbruin
	2	2	+11.36	+10.91	Zand, matig fijn, zwak siltig	bruin
	3	3	+10.91	+10.56	Zand, matig grof, zwak siltig	grijs
	4	4	+10.56	+8.76	Klei, zwak siltig	grijs
	5	5	+8.76	+8.31	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak kleiig	bruinigrijs
	6	6	+8.31	+8.26	Klei, zwak siltig, matig roesthoudend	oranje licht
	7	7	+8.26	+8.06	Klei, zwak siltig, zwak zandig	grijs
	8	8	+8.06	+6.71	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak grindig	bruinigrijs

Opdracht : 1203439
Plaats : Mook-Aijen
Project : Grondonderzoek versterkingen Maasdijk

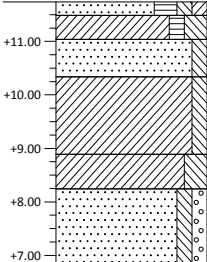
BORING : 56A-HB06

Datum : 02-04-2013 X : 198113.910 Boormeester : E.Sonnemans
GWS : Y : 405104.920 Beschrijver :
Maaiveld : NAP +13.83 m Norm : NEN5104
Opmerking : Monster 1: 50-300

Boorprofiel	Laag nr.	Diepte [m t.o.v. NAP] van tot	Omschrijving grondlaag puin	Kleur
	1	1 +13.83 +13.63	Volledig repachoudend	grijsbruin
	2	2 +13.63 +13.33	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, bevat resten van puin	zwart
	3	3 +13.33 +13.03	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, zwak puinhoudend	zwart
	4	4 +13.03 +12.33	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, sterk puinhoudend	zwart
	5	5 +12.33 +11.33	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, matig puinhoudend	zwart
	6	6 +11.33 +10.83	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, zwak puinhoudend	zwart

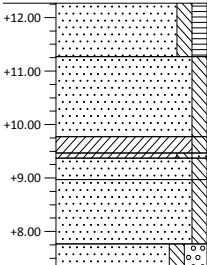
BORING : 56A-HB07

Datum : 08-03-2013 X : 197918.770 Boormeester : E. Beniers
GWS : NAP +11.02 m Y : 405175.540 Beschrijver :
Maaiveld : NAP +11.74 m Norm : NEN5104
Opmerking :

Boorprofiel	Laag nr.	Diepte [m t.o.v. NAP] van tot	Omschrijving grondlaag berm	Kleur
	1	1 +11.74 +11.49	Zand, matig fijn, matig humeus, zwak siltig, zwak kleiig	donkerbruin
	2	2 +11.49 +11.04	Klei, zwak humeus, matig siltig	bruin
	3	3 +11.04 +10.34	Zand, matig grof, zwak siltig	grijs
	4	4 +10.34 +8.89	Klei, zwak siltig	grijs
	5	5 +8.89 +8.24	Klei, matig siltig, zwak oerhoudend	grijs licht
	6	6 +8.24 +6.74	Zand, matig grof, zwak siltig, zwak grindig, zwak roesthoudend	bruin licht

BORING : 56A-HB08

Datum : 02-04-2013 X : 197969.120 Boormeester : E.Sonnemans
GWS : NAP +11.15 m Y : 405196.900 Beschrijver :
Maaiveld : NAP +12.27 m Norm : NEN5104
Opmerking : Monster 1: 100-250 2: 250-290

Boorprofiel	Laag nr.	Diepte [m t.o.v. NAP] van tot	Omschrijving grondlaag gras	Kleur
	1	1 +12.27 +11.27	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus	bruinzwart
	2	2 +11.27 +9.77	Zand, matig grof, zwak siltig	grijs
	3	3 +9.77 +9.47	Klei, zwak siltig	grijs
	4	4 +9.47 +9.37	Klei, zwak siltig, zwak zandig	grijs
	5	5 +9.37 +8.97	Zand, matig grof, zwak siltig	grijs
	6	6 +8.97 +7.77	Zand, matig grof, zwak siltig	geelbruin
	7	7 +7.77 +7.27	Zand, matig grof, zwak siltig, matig grindig	geelbruin

Opdracht : 1203439
Plaats : Mook-Aijen
Project : Grondonderzoek versterkingen Maasdijk

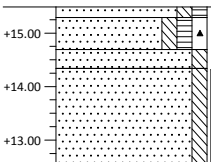
BORING : 56A-HB09

Datum : 08-03-2013 X : 197840.080 Boormeester : E. Beniers
GWS : NAP +10.88 m Y : 405286.550 Beschrijver :
Maaiveld : NAP +13.00 m Norm : NEN5104
Opmerking :

Boorprofiel	Laag nr.	Diepte [m t.o.v. NAP] van tot	Omschrijving grondlaag braak	Kleur
	1	1 +13.00 +12.80	Klei, sterk zandig, zwak siltig, zwak humeus	donkerbruin
	2	2 +12.80 +12.20	Zand, zeer fijn, zwak siltig, matig kleiig, matig puinhoudend	donkerbruin
	3	3 +12.20 +11.95	Zand, matig fijn, zwak siltig, matig kleiig	bruin
	4	4 +11.95 +11.40	Zand, matig fijn, zwak siltig	bruin grijs
	5	5 +11.40 +11.10	Klei, matig siltig, zwak humeus	donkerbruin
	6	6 +11.10 +10.75	Zand, matig grof, zwak siltig	bruin licht
	7	7 +10.75 +9.40	Zand, matig grof, zwak siltig	bruin
	8	8 +9.40 +9.00	Zand, matig grof, zwak siltig	grijs

BORING : 56A-HB10

Datum : 08-03-2013 X : 197666.600 Boormeester : E. Beniers
GWS : Y : 405467.100 Beschrijver :
Maaiveld : NAP +15.49 m Norm : NEN5104
Opmerking :

Boorprofiel	Laag nr.	Diepte [m t.o.v. NAP] van tot	Omschrijving grondlaag berm	Kleur
	1	1 +15.49 +15.29	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus	donkerbruin
	2	2 +15.29 +14.69	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, zwak puinhoudend	donkerbruin
	3	3 +14.69 +14.34	Zand, matig fijn, zwak siltig	bruin
	4	4 +14.34 +12.49	Zand, matig fijn, zwak siltig	bruin licht

BORING : 56A-HB11

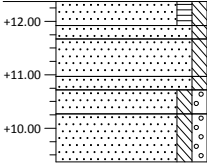
Datum : 08-03-2013 X : 197699.280 Boormeester : E. Beniers
GWS : NAP +11.08 m Y : 405474.780 Beschrijver :
Maaiveld : NAP +13.70 m Norm : NEN5104
Opmerking :

Boorprofiel	Laag nr.	Diepte [m t.o.v. NAP] van tot	Omschrijving grondlaag weiland	Kleur
	1	1 +13.70 +13.50	Zand, matig fijn, matig humeus, zwak siltig	donkerbruin
	2	2 +13.50 +12.60	Zand, matig fijn, zwak siltig	bruin
	3	3 +12.60 +11.90	Zand, matig fijn, zwak siltig	bruin licht
	4	4 +11.90 +11.80	Zand, uiterst fijn, sterk siltig, matig oerhoudend	bruin licht
	5	5 +11.80 +11.30	Zand, matig fijn, zwak siltig	bruin licht
	6	6 +11.30 +10.70	Zand, matig grof, zwak siltig	bruin licht

Opdracht : 1203439
Plaats : Mook-Aijen
Project : Grondonderzoek versterkingen Maasdijk

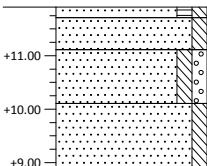
BORING : 56A-HB12

Datum : 08-03-2013 X : 197532.780 Boormeester : E. Beniers
GWS : NAP +11.01 m Y : 405795.880 Beschrijver :
Maaiveld : NAP +12.37 m Norm : NEN5104
Opmerking :

Boorprofiel	Laag nr.	Diepte [m t.o.v. NAP] van tot	Omschrijving grondlaag	Kleur
	1	1 +12.37 +11.92	Zand, matig fijn, zwak humeus, zwak siltig	donkerbruin
	2	2 +11.92 +11.67	Zand, matig fijn, zwak siltig	bruin
	3	3 +11.67 +10.97	Zand, matig fijn, zwak siltig	bruin licht
	4	4 +10.97 +10.72	Zand, matig grof, zwak siltig	bruin licht
	5	5 +10.72 +10.27	Zand, zeer grof, zwak siltig, zwak grindig	bruin licht
	6	6 +10.27 +9.37	Zand, matig grof, zwak siltig, zwak grindig	bruin licht

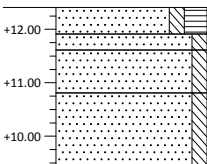
BORING : 56A-HB13

Datum : 08-03-2013 X : 197620.800 Boormeester : E. Beniers
GWS : NAP +11.19 m Y : 405817.570 Beschrijver :
Maaiveld : NAP +11.91 m Norm : NEN5104
Opmerking :

Boorprofiel	Laag nr.	Diepte [m t.o.v. NAP] van tot	Omschrijving grondlaag	Kleur
	1	1 +11.91 +11.71	Zand, matig fijn, zwak humeus, zwak siltig	donkerbruin
	2	2 +11.71 +11.11	Zand, matig fijn, zwak siltig	bruin
	3	3 +11.11 +10.11	Zand, matig grof, zwak siltig, zwak grindig	bruin
	4	4 +10.11 +8.91	Zand, matig grof, zwak siltig	bruin licht

BORING : 56B-HB01

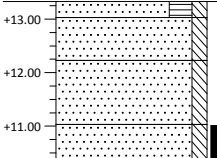
Datum : 08-03-2013 X : 197216.250 Boormeester : E. Beniers
GWS : NAP +10.75 m Y : 406330.570 Beschrijver :
Maaiveld : NAP +12.41 m Norm : NEN5104
Opmerking :

Boorprofiel	Laag nr.	Diepte [m t.o.v. NAP] van tot	Omschrijving grondlaag	Kleur
	1	1 +12.41 +11.91	Zand, zeer fijn, zwak siltig, matig humeus	donkerbruin
	2	2 +11.91 +11.61	Zand, matig fijn, zwak siltig	bruin
	3	3 +11.61 +10.81	Zand, matig fijn, zwak siltig	bruin licht
	4	4 +10.81 +9.41	Zand, matig grof, zwak siltig	bruin licht

Opdracht : 1203439
Plaats : Mook-Aijen
Project : Grondonderzoek versterkingen Maasdijk

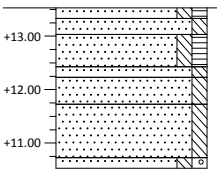
BORING : 56B-HB02

Datum : 08-03-2013 X : 197251.950 Boormeester : E. Beniers
GWS : NAP +10.76 m Y : 406344.460 Beschrijver :
Maaiveld : NAP +13.33 m Norm : NEN5104
Opmerking :

Boorprofiel	Laag nr.	Diepte [m t.o.v. NAP] van tot	Omschrijving grondlaag berm	Kleur
	1	1 +13.33 +13.03	Zand, zeer fijn, matig humeus, zwak siltig	donkerbruin
	2	2 +13.03 +12.23	Zand, matig fijn, zwak siltig	bruin
	3	3 +12.23 +11.03	Zand, matig fijn, zwak siltig	bruin licht
	4	4 +11.03 +10.33	Zand, matig grof, zwak siltig	bruin licht

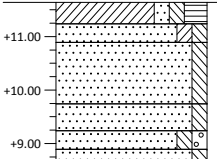
BORING : 56B-HB03

Datum : 02-04-2013 X : 197277.850 Boormeester : E. Sonnemans
GWS : NAP +11.05 m Y : 406295.580 Beschrijver :
Maaiveld : NAP +13.53 m Norm : NEN5104
Opmerking : Monster : 1 110-180 2 180-300

Boorprofiel	Laag nr.	Diepte [m t.o.v. NAP] van tot	Omschrijving grondlaag braak	Kleur
	1	1 +13.53 +13.33	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus	zwart
	2	2 +13.33 +13.03	Zand, matig fijn, zwak siltig	bruin licht
	3	3 +13.03 +12.43	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus	zwart
	4	4 +12.43 +12.23	Zand, matig fijn, zwak siltig	bruin
	5	5 +12.23 +11.73	Zand, matig fijn, zwak siltig	geel
	6	6 +11.73 +10.73	Zand, matig grof, zwak siltig	geelbruin
	7	7 +10.73 +10.53	Zand, matig grof, zwak siltig, zwak grindig	geelbruin

BORING : 56B-HB04

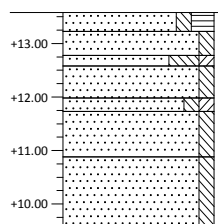
Datum : 08-03-2013 X : 197002.590 Boormeester : E. Beniers
GWS : NAP +10.88 m Y : 406830.070 Beschrijver :
Maaiveld : NAP +11.64 m Norm : NEN5104
Opmerking :

Boorprofiel	Laag nr.	Diepte [m t.o.v. NAP] van tot	Omschrijving grondlaag akker	Kleur
	1	1 +11.64 +11.24	Klei, zwak zandig, zwak siltig, matig humeus	donkerbruin
	2	2 +11.24 +10.89	Zand, matig fijn, zwak kleiig, zwak siltig, zwak oerhoudend	bruin
	3	3 +10.89 +9.74	Zand, matig fijn, zwak siltig	bruin
	4	4 +9.74 +9.24	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak roesthoudend	bruin licht
	5	5 +9.24 +8.89	Zand, matig grof, zwak siltig, zwak grindig	bruin
	6	6 +8.89 +8.64	Zand, matig fijn, zwak siltig	bruin

Opdracht : 1203439
 Plaats : Mook-Aijen
 Project : Grondonderzoek versterkingen Maasdijk

BORING : 56B-HB05

Datum : 08-03-2013 X : 197048.240 Boormeester : E. Beniers
 GWS : NAP +11.04 m Y : 406873.150 Beschrijver :
 Maaiveld : NAP +13.58 m Norm : NEN5104
 Opmerking :

Boorprofiel	Laag nr.	Diepte [m t.o.v. NAP] van tot	Omschrijving grondlaag weiland	Kleur
	1	1 +13.58 +13.23	Zand, matig fijn, zwak siltig, matig humeus	donkerbruin
	2	2 +13.23 +12.78	Zand, matig fijn, zwak siltig	bruin
	3	3 +12.78 +12.58	Zand, uiterst fijn, sterk siltig, zwak kleiig, zwak oerhoudend	bruin
	4	4 +12.58 +11.98	Zand, matig fijn, zwak siltig	bruin licht
	5	5 +11.98 +11.73	Zand, zeer fijn, zwak siltig, zwak kleiig, zwak roesthoudend	bruin licht
	6	6 +11.73 +10.88	Zand, matig fijn, zwak siltig	bruin licht
	7	7 +10.88 +9.58	Zand, matig grof, zwak siltig	bruin licht

Bijlage C

Volumieke gewichten en watergehalte

Bijlage D

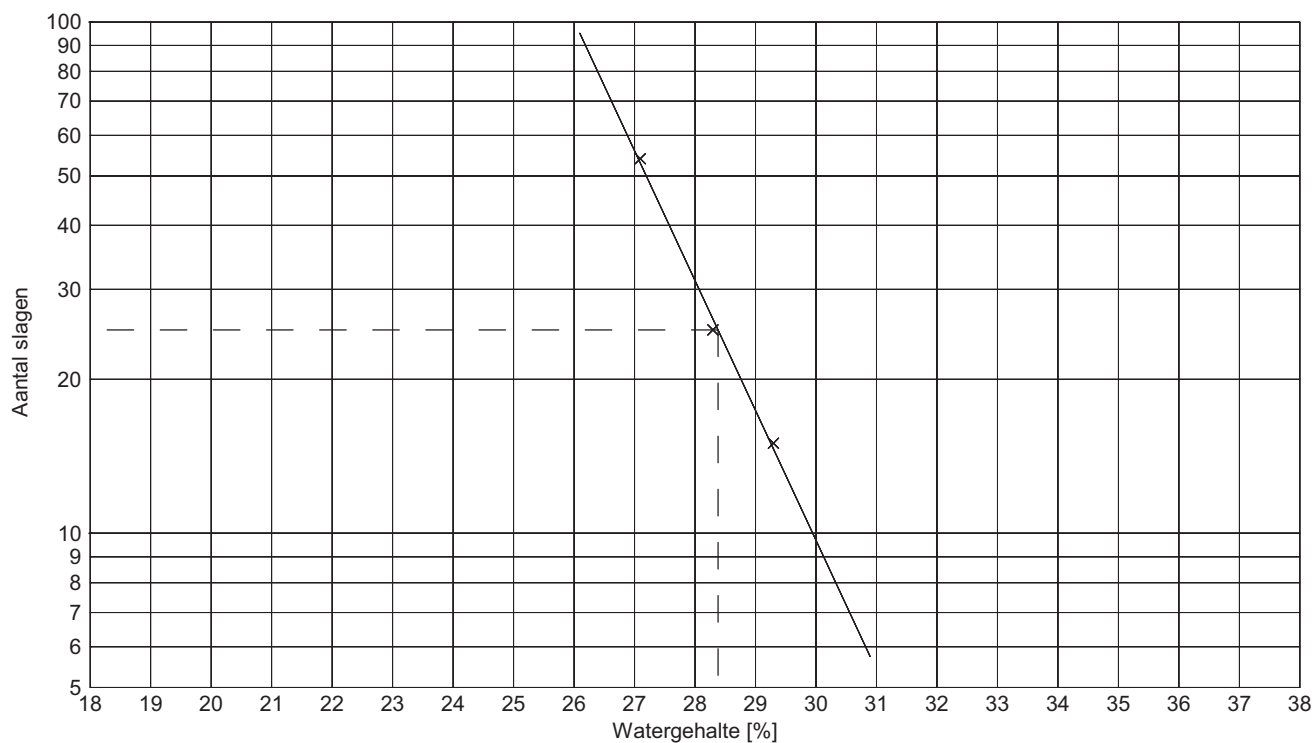
Plasitciteitsindex

Opdracht : 1203439
Plaats : Mook-Aijen
Betreft : Grondonderzoek versterkingen Maasdijk

ATTERBERGSE GRENZEN

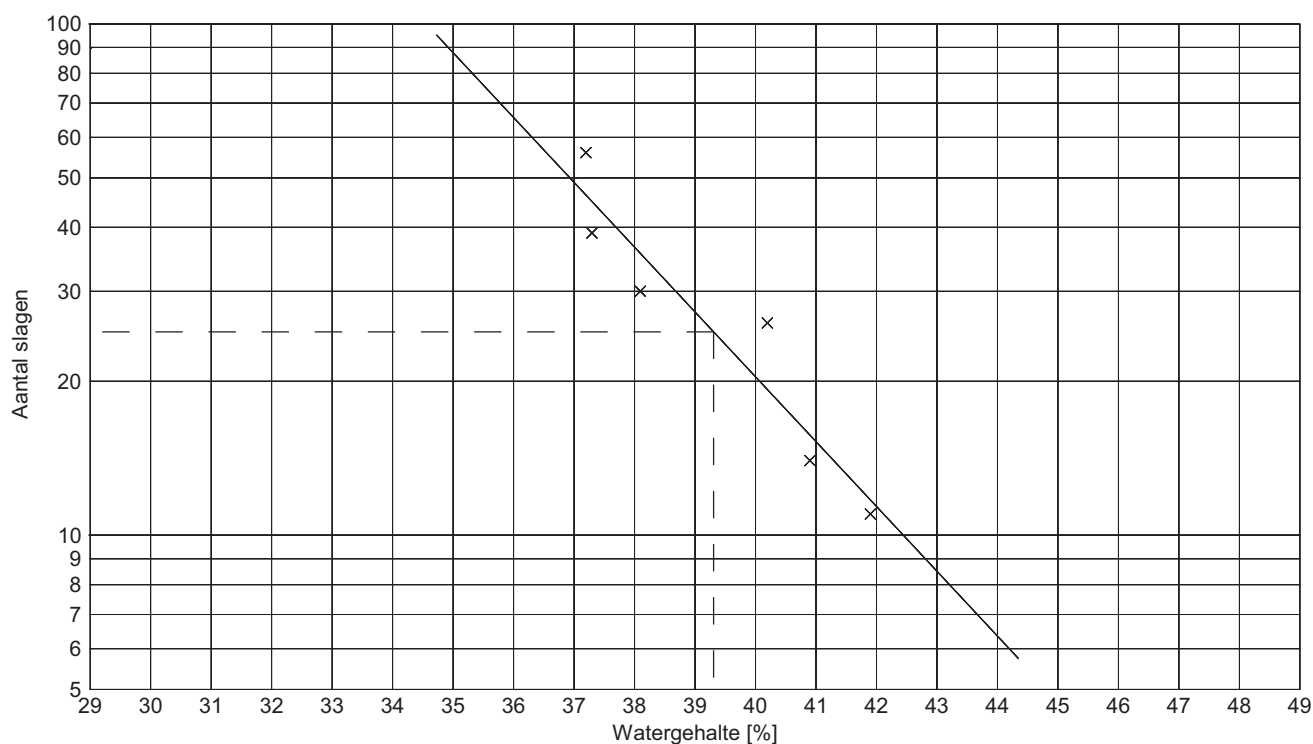
Boring : 56A-HB01
Monster : 2
Diepte van / tot : 11.60 / 11.35 m t.o.v. NAP
Datum : 14-05-2013
Opmerkingen :

Methode : Casagrande
Natuurlijk vochtgehalte : 18.8 %
Vloeigrens : 28.4 %
Uitrolgrens : 18.1 %
Plasticiteits-index : 10.3 %



Boring : 56A-HB01
Monster : 1
Diepte van / tot : 12.15 / 11.60 m t.o.v. NAP
Datum : 14-05-2013
Opmerkingen :

Methode : Casagrande
Natuurlijk vochtgehalte : 29.0 %
Vloeigrens : 39.3 %
Uitrolgrens : 23.3 %
Plasticiteits-index : 16.0 %

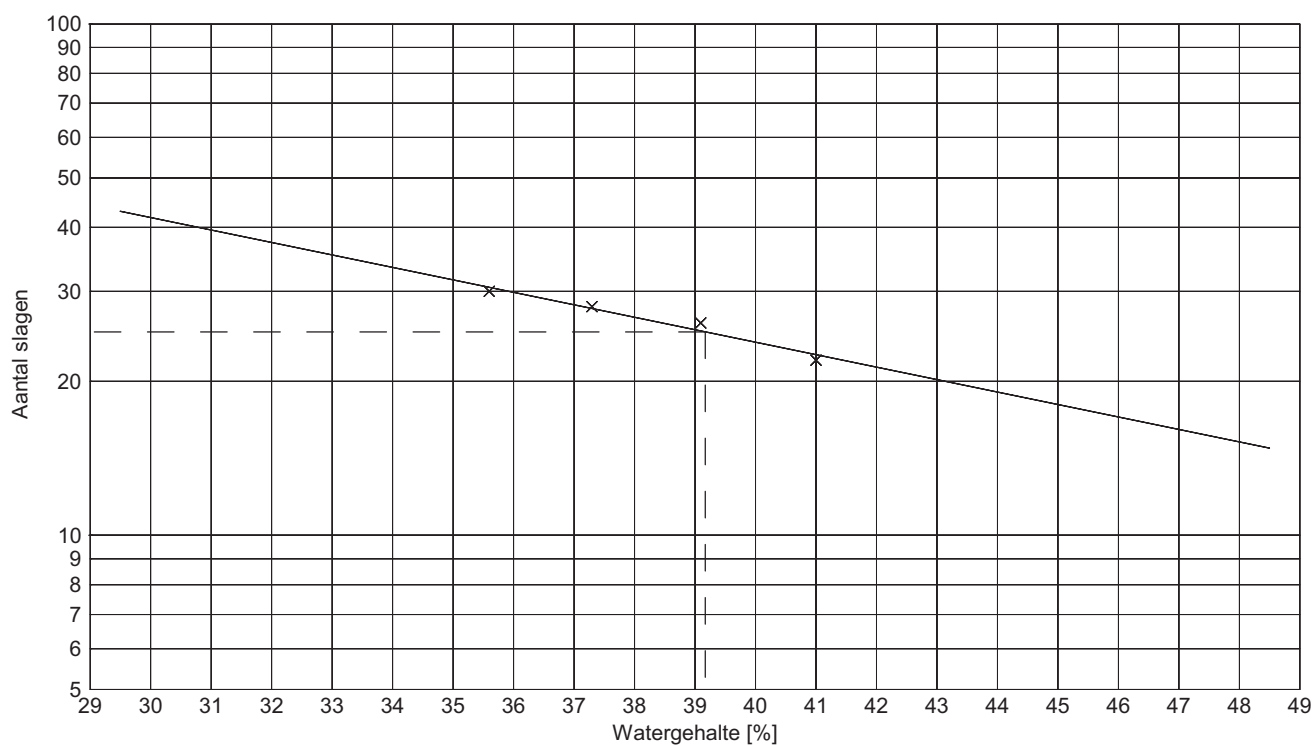


Opdracht : 1203439
Plaats : Mook-Aijen
Betreft : Grondonderzoek versterkingen Maasdijk

ATTERBERGSE GRENZEN

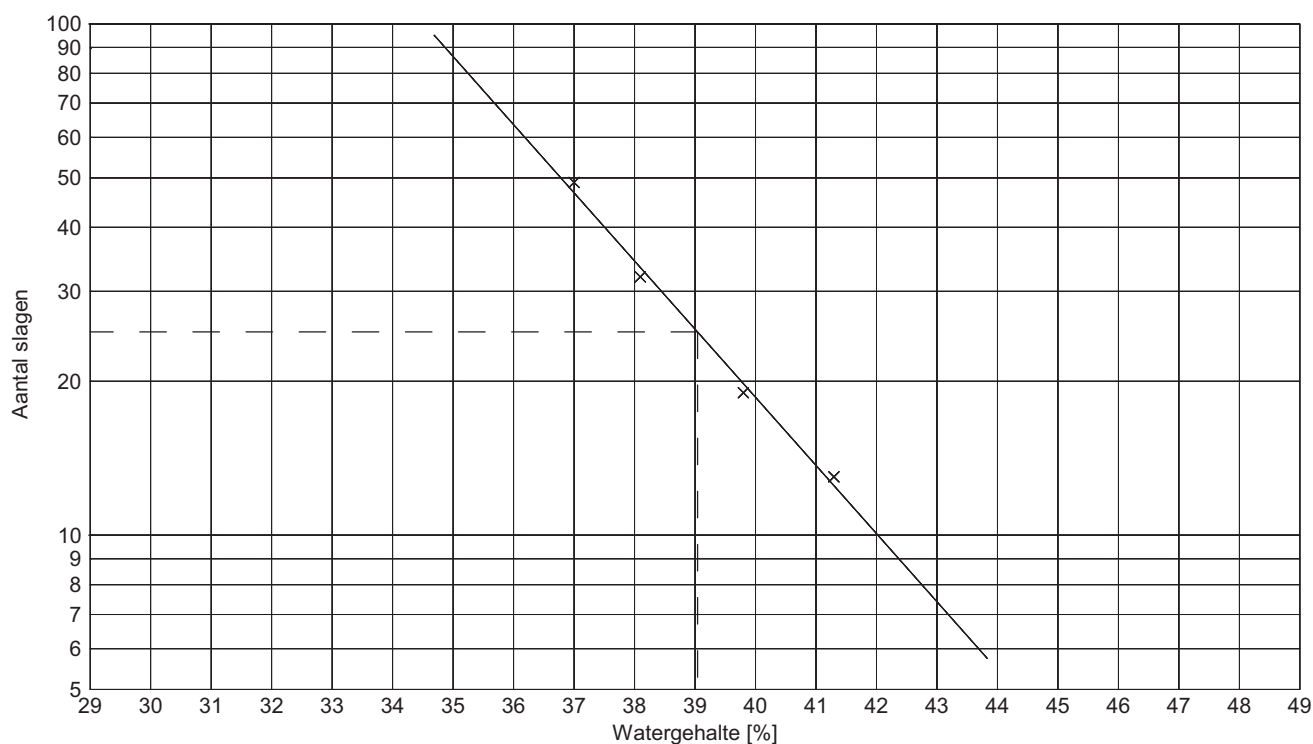
Boring : 56A-HB01
Monster : 8
Diepte van / tot : 9.60 / 9.10 m t.o.v. NAP
Datum : 14-05-2013
Opmerkingen :

Methode : Casagrande
Natuurlijk vochtgehalte : 30.7 %
Vloeigrens : 39.2 %
Uitrolgrens : 13.4 %
Plasticiteits-index : 25.8 %



Boring : 56A-HB05
Monster : 1
Diepte van / tot : 10.56 / 8.76 m t.o.v. NAP
Datum : 01-05-2013
Opmerkingen :

Methode : Casagrande
Natuurlijk vochtgehalte : 27.1 %
Vloeigrens : 39.0 %
Uitrolgrens : 17.3 %
Plasticiteits-index : 21.7 %

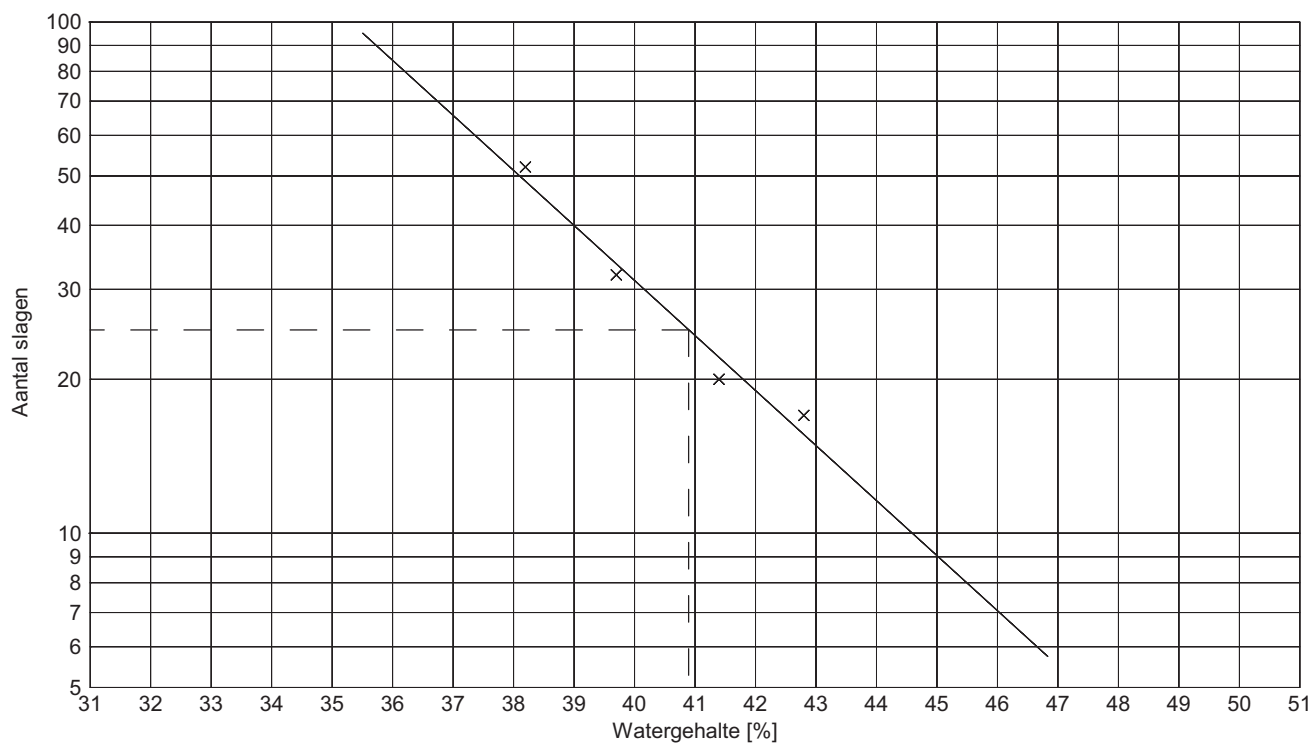


Opdracht : 1203439
Plaats : Mook-Aijen
Betreft : Grondonderzoek versterkingen Maasdijk

ATTERBERGSE GRENZEN

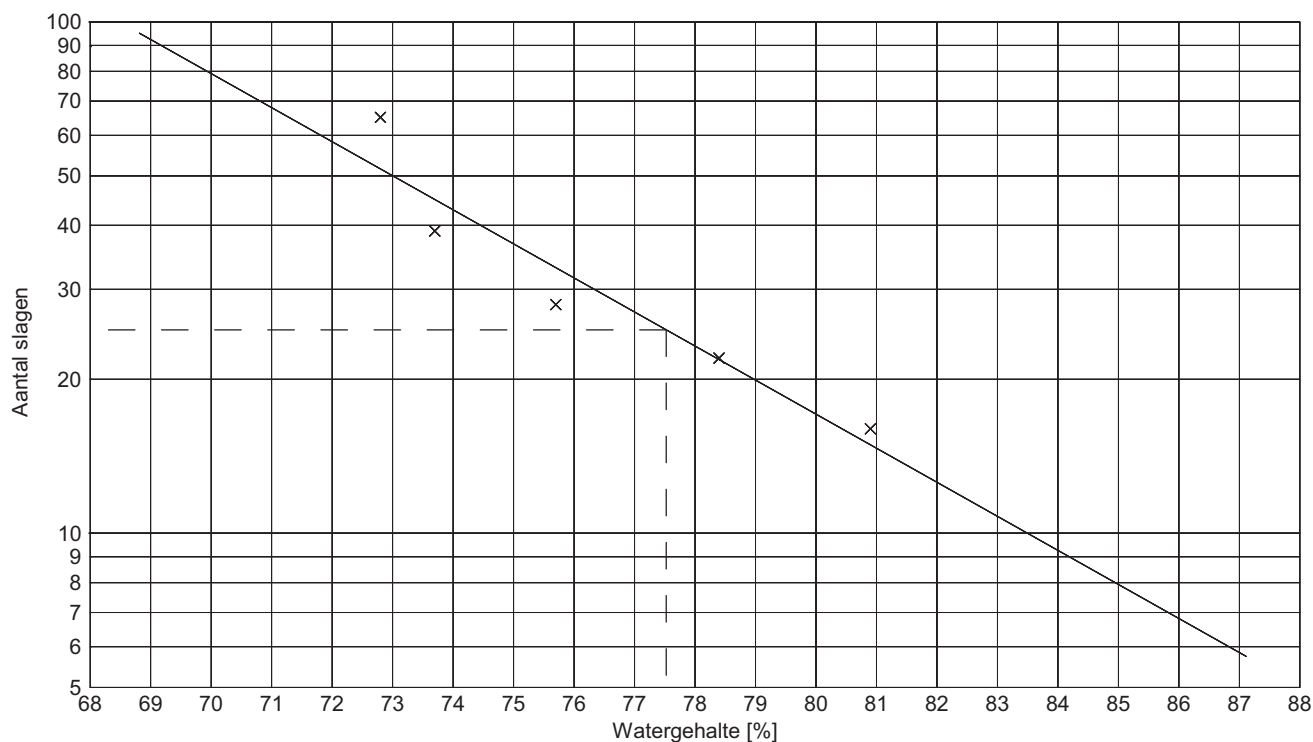
Boring : 56A-HB07
Monster : 2
Diepte van / tot : 8.89 / 8.24 m t.o.v. NAP
Datum : 01-05-2013
Opmerkingen :

Methode : Casagrande
Natuurlijk vochtgehalte : 28.2 %
Vloeigrens : 40.9 %
Uitrolgrens : 19.2 %
Plasticiteits-index : 21.7 %



Boring : 56A-HB07
Monster : 1
Diepte van / tot : 10.34 / 8.89 m t.o.v. NAP
Datum : 01-05-2013
Opmerkingen :

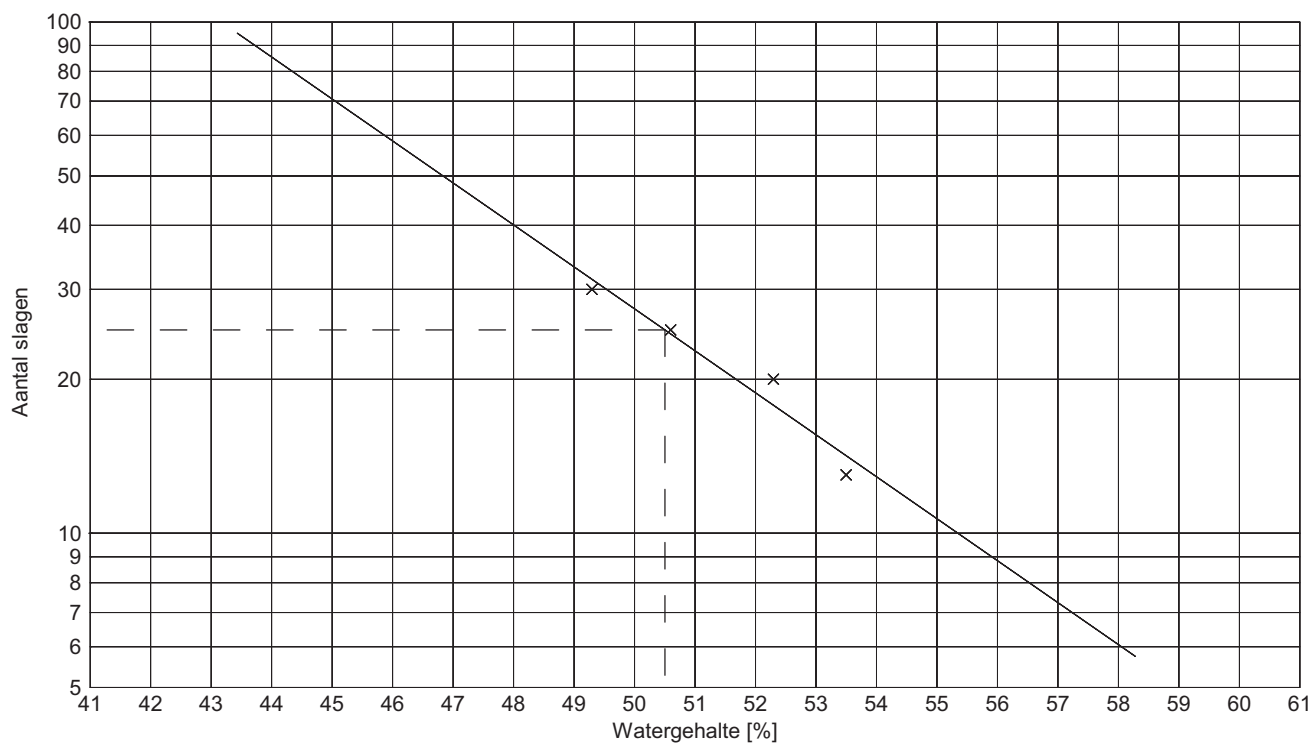
Methode : Casagrande
Natuurlijk vochtgehalte : 42.4 %
Vloeigrens : 77.5 %
Uitrolgrens : 33.4 %
Plasticiteits-index : 44.1 %



Opdracht : 1203439
Plaats : Mook-Aijen
Betreft : Grondonderzoek versterkingen Maasdijk

ATTERBERGSE GRENZEN

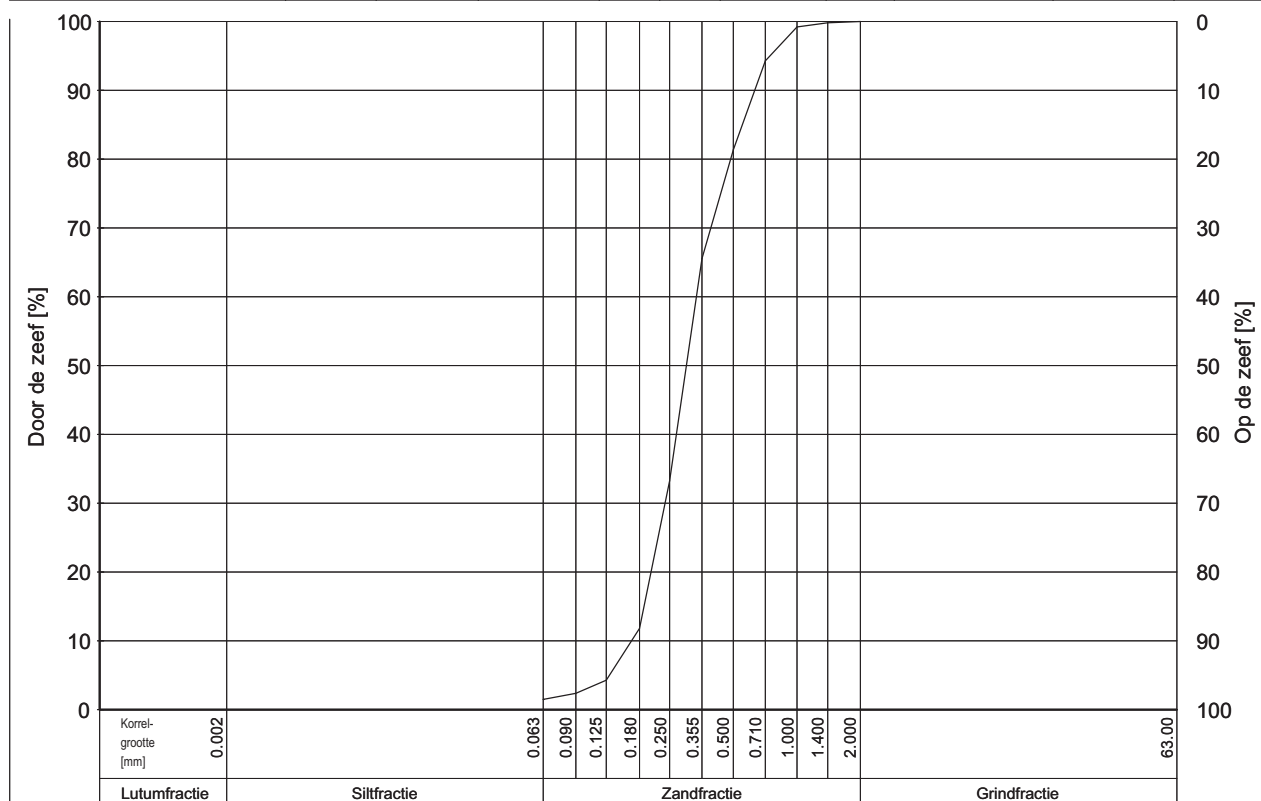
Boring	: 56A-HB07	Methode	: Casagrande
Monster	: 2	Natuurlijk vochtgehalte	: 29.0 %
Diepte van / tot	: 11.49 / 11.04 m t.o.v. NAP	Vloeigrens	: 50.5 %
Datum	: 14-05-2013	Uitrolgrens	: 28.4 %
Opmerkingen	:	Plasticiteits-index	: 22.1 %



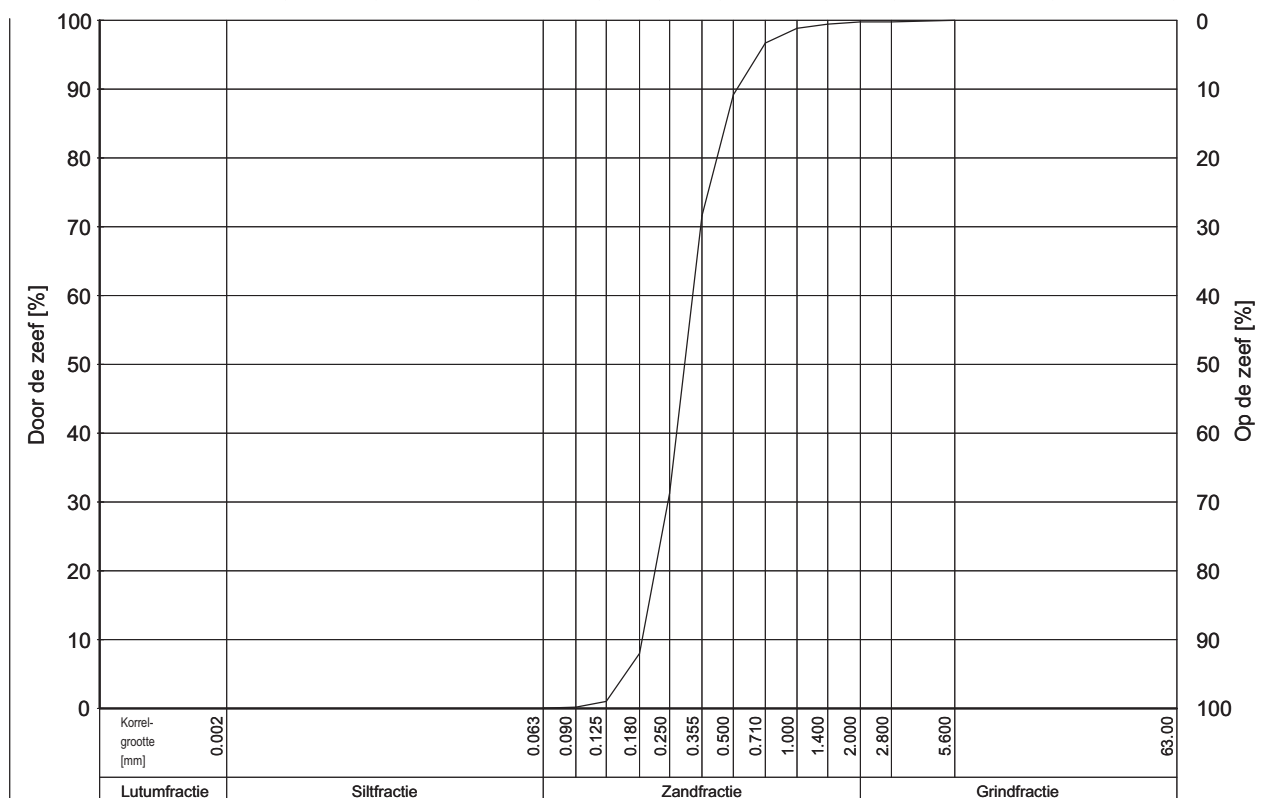
Bijlage E

Korrelverdelingen

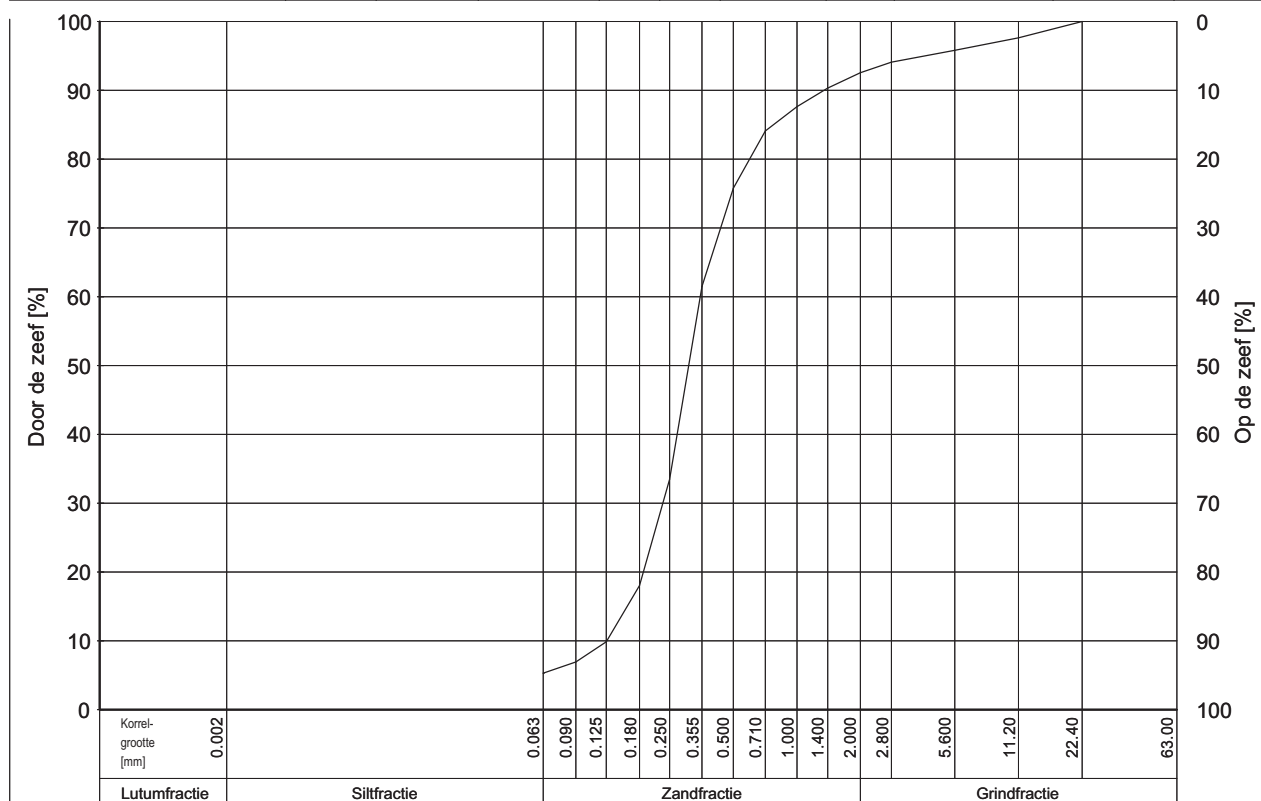
Boring	Monster	MV [m] t.o.v. NAP	DIEPTE [m] t.o.v. NAP	Mz [μm]	D50 [μm]	D60/D10 (zandfractie)	Mg [mm]	k [m/s] (Kozeny)	<63μm/<2mm [%]	>2mm [%]
56a-hb01	9	12.15	9.10/7.85	302	300	1.91		7.97e-05 (p=0.3)	1.5	



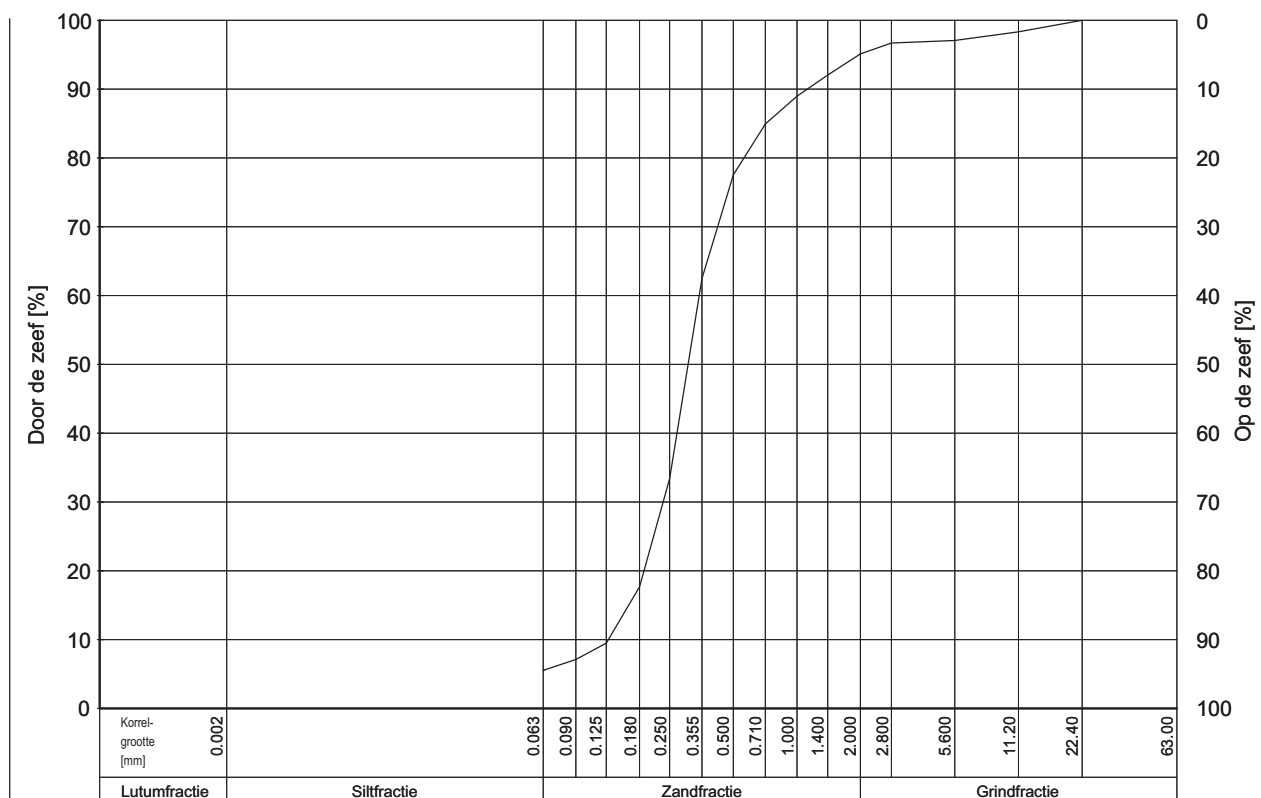
Boring	Monster	MV [m] t.o.v. NAP	DIEPTE [m] t.o.v. NAP	Mz [μm]	D50 [μm]	D60/D10 (zandfractie)	Mg [mm]	k [m/s] (Kozeny)	<63μm/<2mm [%]	>2mm [%]
56A-HB03	1	15.00	14.55/13.25	294	294	1.73	4.0	10.10e-05 (p=0.3)	0.0	0.26



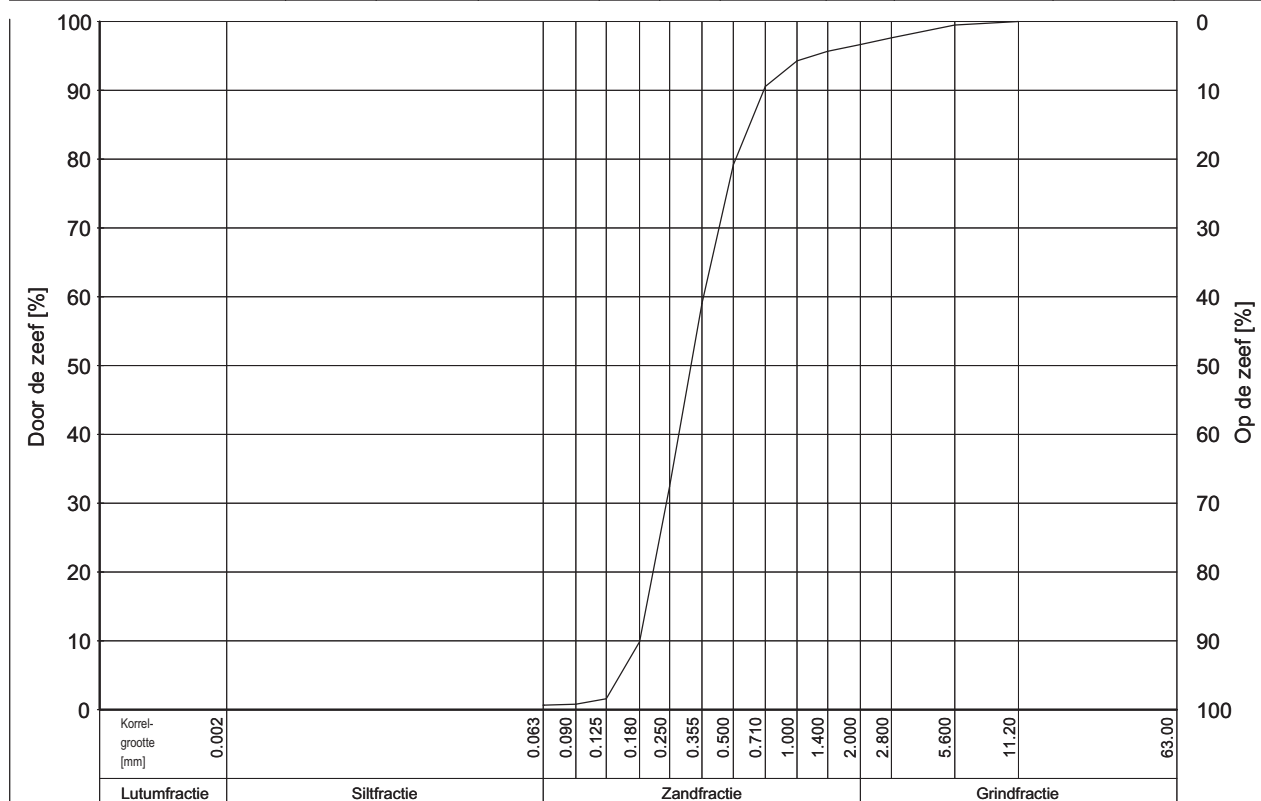
Boring	Monster	MV [m] t.o.v. NAP	DIEPTE [m] t.o.v. NAP	Mz [μ m]	D50 [μ m]	D60/D10 (zandfractie)	Mg [mm]	k [m/s] (Kozeny)	<63 μ m/<2mm [%]	>2mm [%]
56A-HB04	2	12.97	12.67/12.17	303	307	2.25	6.7	5.09e-05 (p=0.3)	5.7	7.45



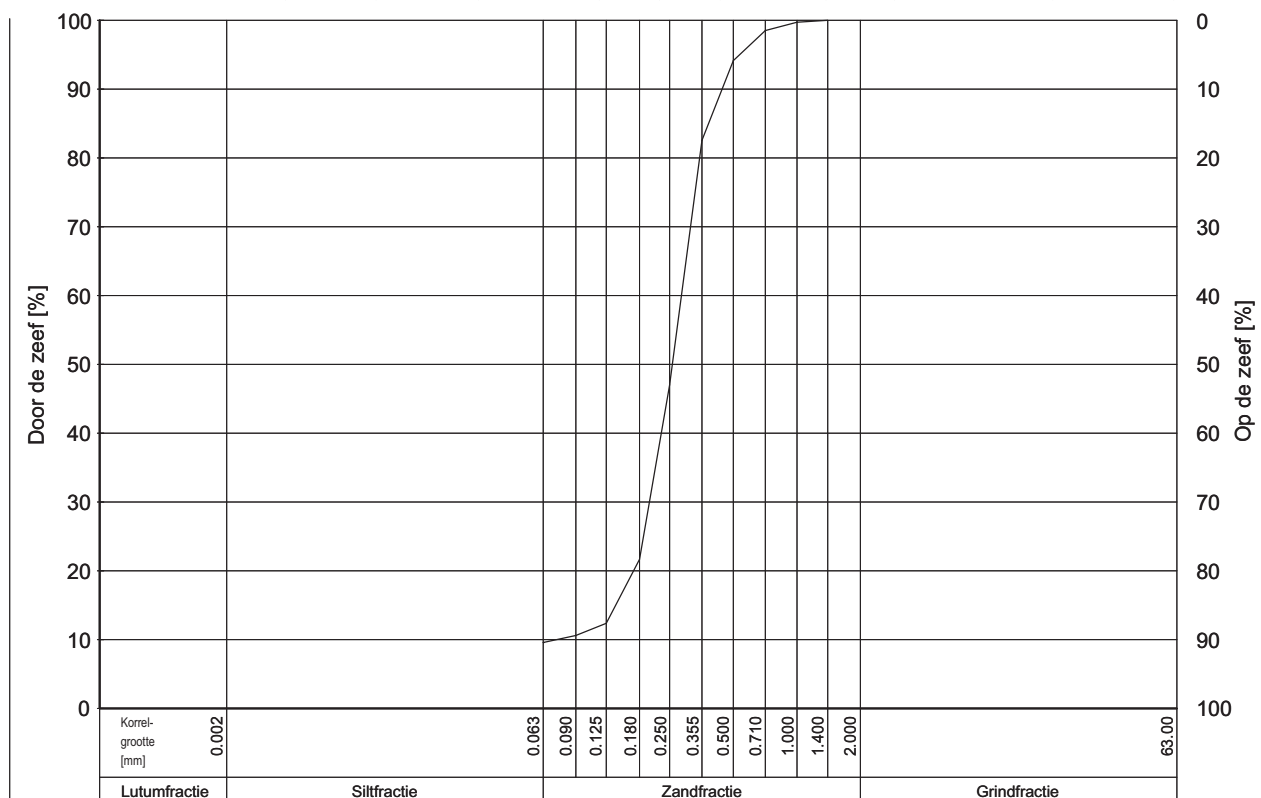
Boring	Monster	MV [m] t.o.v. NAP	DIEPTE [m] t.o.v. NAP	Mz [μ m]	D50 [μ m]	D60/D10 (zandfractie)	Mg [mm]	k [m/s] (Kozeny)	<63 μ m/<2mm [%]	>2mm [%]
56A-HB04	3	12.97	12.17/11.17	307	305	2.18	7.3	4.93e-05 (p=0.3)	5.8	4.87



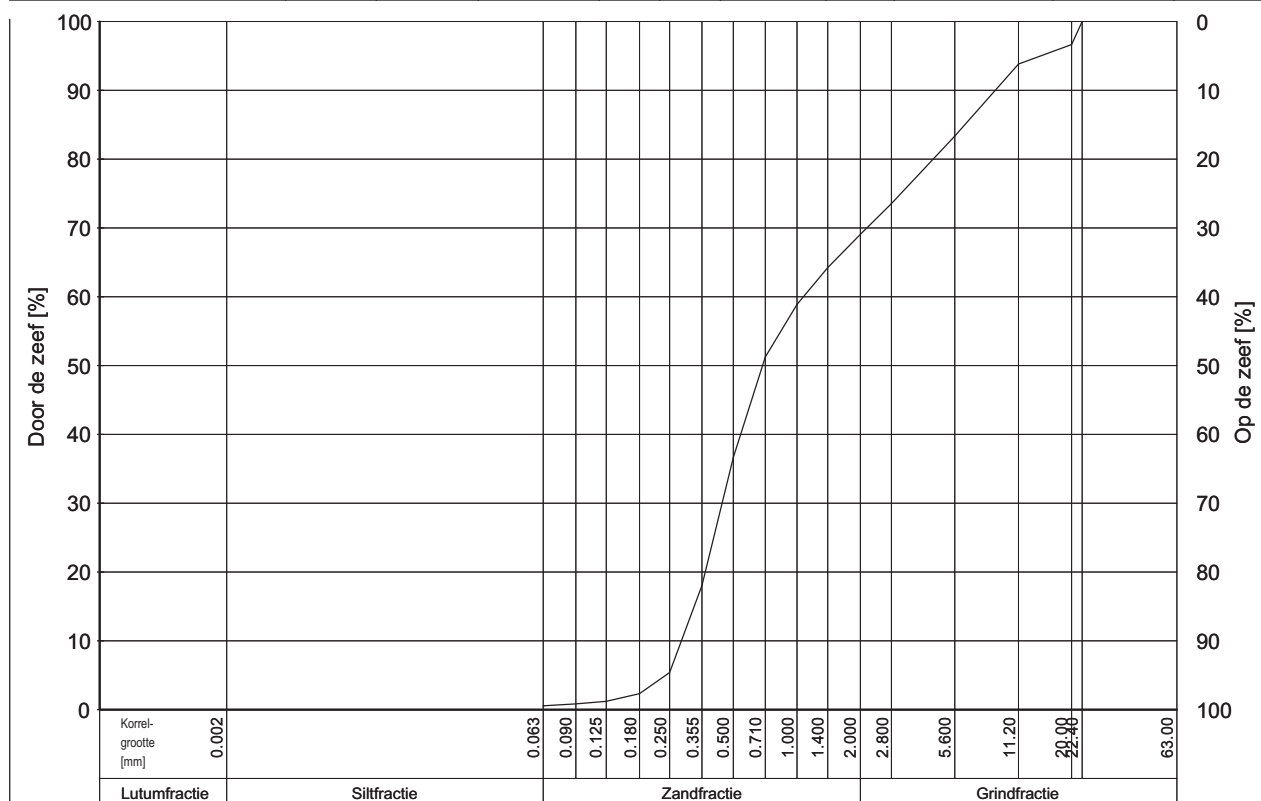
Boring	Monster	MV [m] t.o.v. NAP	DIEPTE [m] t.o.v. NAP	Mz [μ m]	D50 [μ m]	D60/D10 (zandfractie)	Mg [mm]	k [m/s] (Kozeny)	<63 μ m/<2mm [%]	>2mm [%]
56A-HB04	8	12.97	9.87/8.37	310	315	1.94	3.6	10.37e-05 (p=0.3)	0.6	3.35



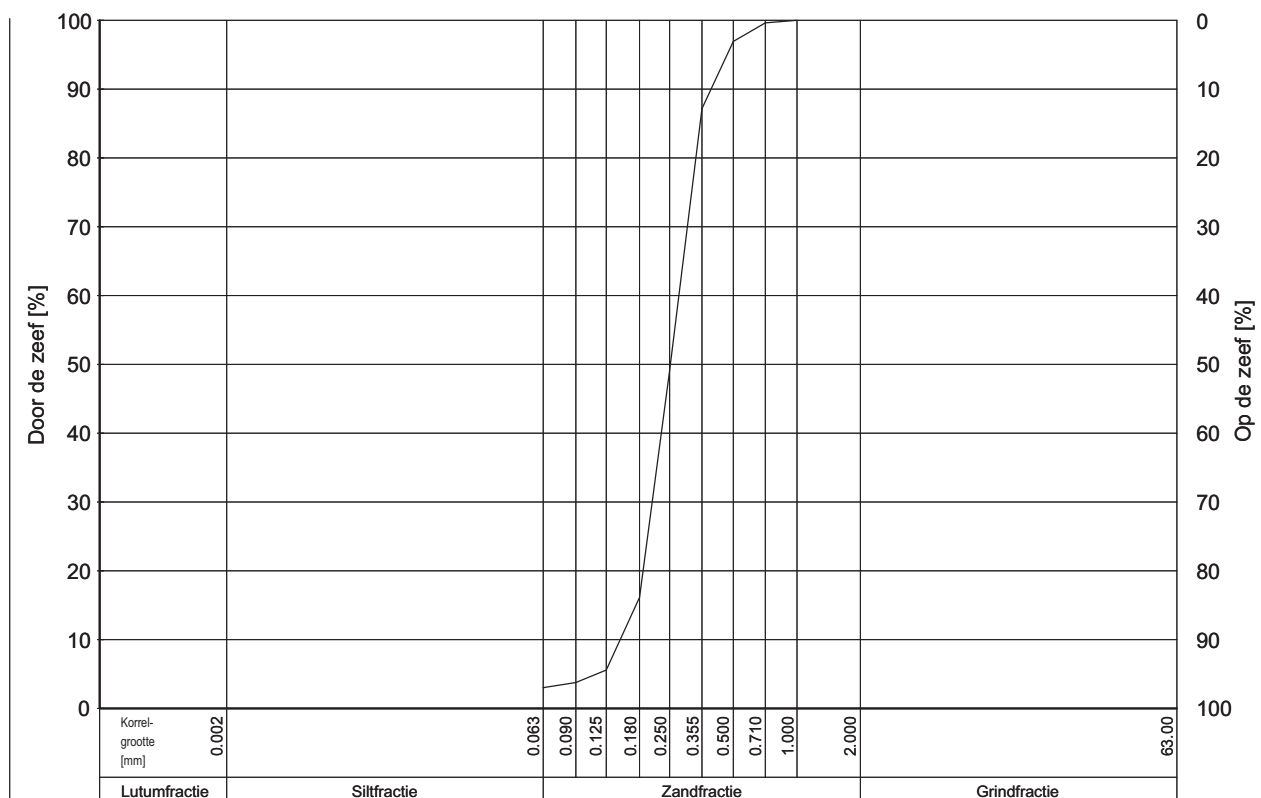
Boring	Monster	MV [m] t.o.v. NAP	DIEPTE [m] t.o.v. NAP	Mz [μ m]	D50 [μ m]	D60/D10 (zandfractie)	Mg [mm]	k [m/s] (Kozeny)	<63 μ m/<2mm [%]	>2mm [%]
56a-hb05	2	11.71	11.36/10.91	270	257	1.85		2.74e-05 (p=0.3)	9.5	



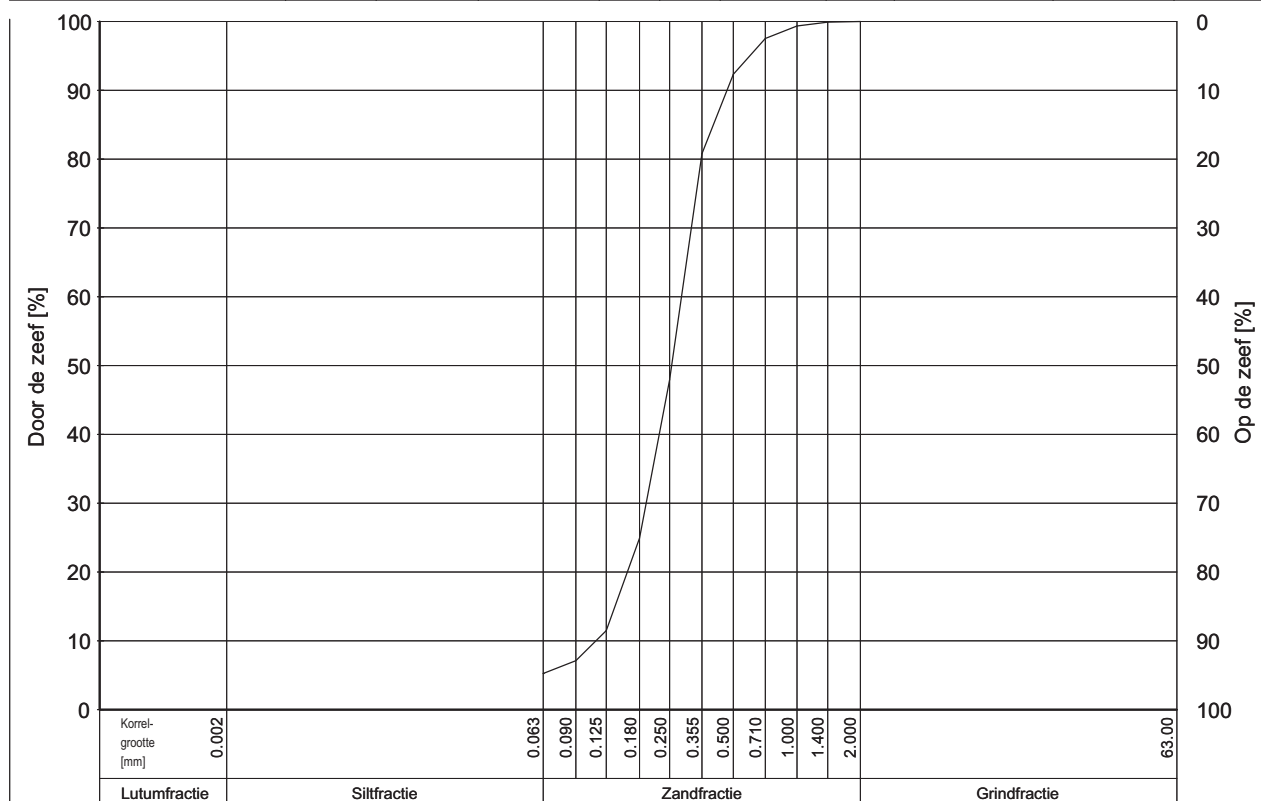
Boring	Monster	MV [m] t.o.v. NAP	DIEPTE [m] t.o.v. NAP	Mz [μ m]	D50 [μ m]	D60/D10 (zandfractie)	Mg [mm]	k [m/s] (Kozeny)	<63 μ m/<2mm [%]	>2mm [%]
56A-HB07	3	11.74	8.24/6.74	483	689	2.13	6.0		0.8	30.95



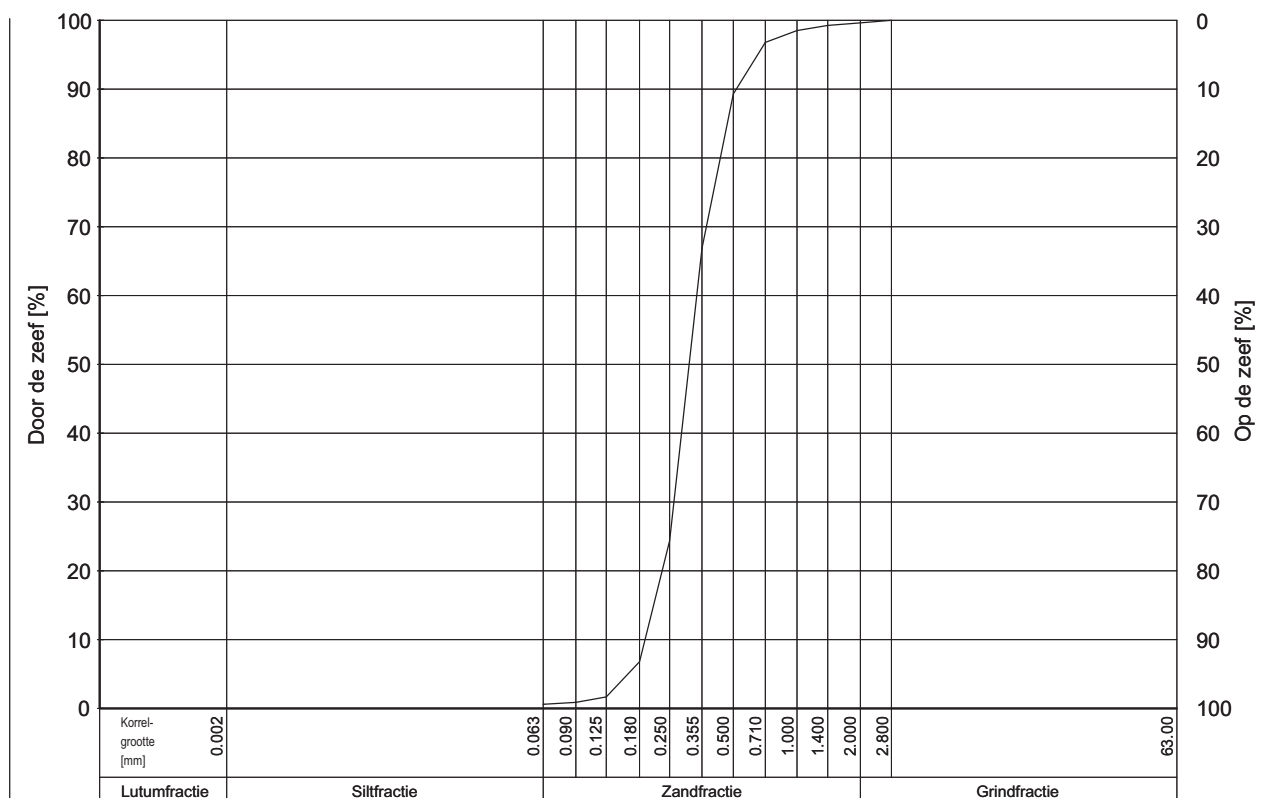
Boring	Monster	MV [m] t.o.v. NAP	DIEPTE [m] t.o.v. NAP	Mz [μ m]	D50 [μ m]	D60/D10 (zandfractie)	Mg [mm]	k [m/s] (Kozeny)	<63 μ m/<2mm [%]	>2mm [%]
56A-HB11	2	13.70	13.50/12.60	256	252	1.75		5.02e-05 (p=0.3)	3.0	



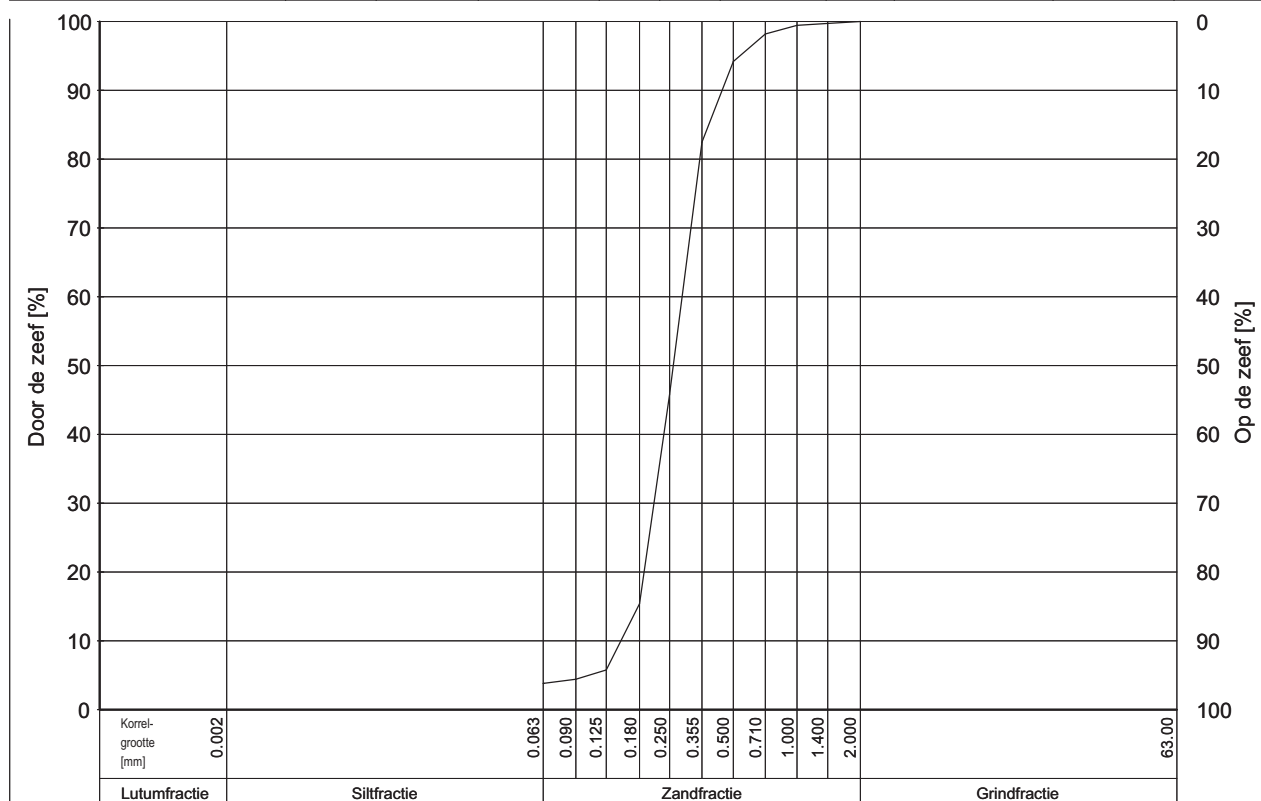
Boring	Monster	MV [m] t.o.v. NAP	DIEPTE [m] t.o.v. NAP	Mz [μm]	D50 [μm]	D60/D10 (zandfractie)	Mg [mm]	k [m/s] (Kozeny)	<63μm/<2mm [%]	>2mm [%]
56A-HB11	5	13.70	11.80/11.30	263	256	2.13		3.75e-05 (p=0.3)	5.2	



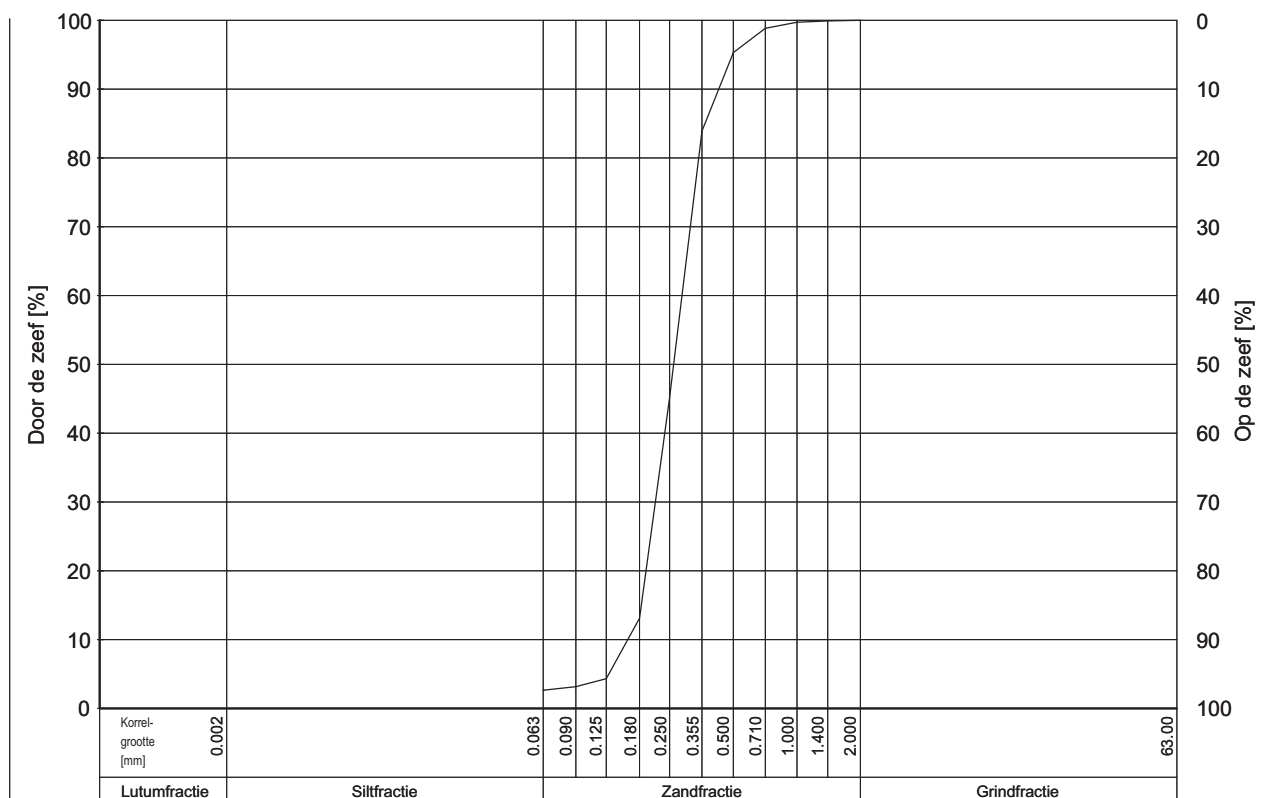
Boring	Monster	MV [m] t.o.v. NAP	DIEPTE [m] t.o.v. NAP	Mz [μm]	D50 [μm]	D60/D10 (zandfractie)	Mg [mm]	k [m/s] (Kozeny)	<63μm/<2mm [%]	>2mm [%]
56B-HB02	1	13.33	11.03/10.33	309	309	1.74	2.4	10.12e-05 (p=0.3)	0.6	0.36



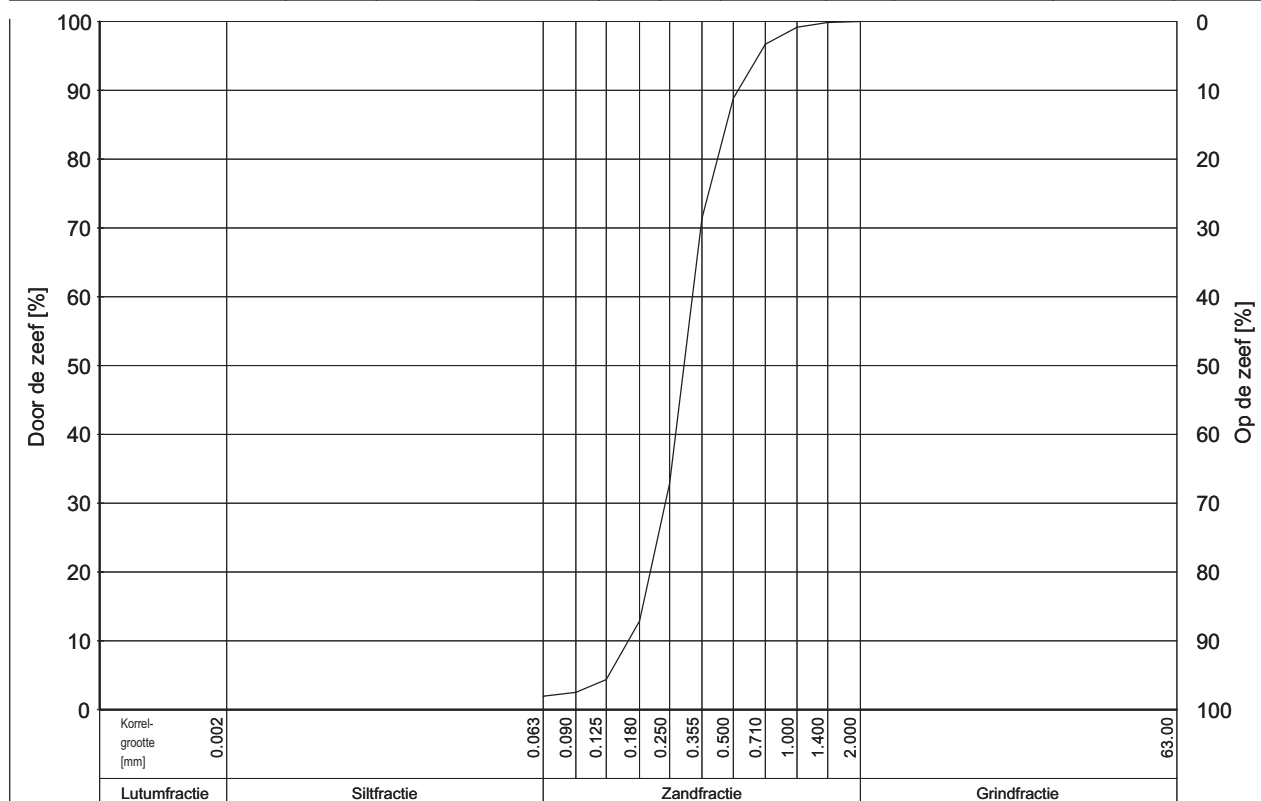
Boring	Monster	MV [m] t.o.v. NAP	DIEPTE [m] t.o.v. NAP	Mz [μ m]	D50 [μ m]	D60/D10 (zandfractie)	Mg [mm]	k [m/s] (Kozeny)	<63 μ m/<2mm [%]	>2mm [%]
56B-HB02	2	13.33	13.03/12.23	265	260	1.74		4.91e-05 (p=0.3)	3.8	



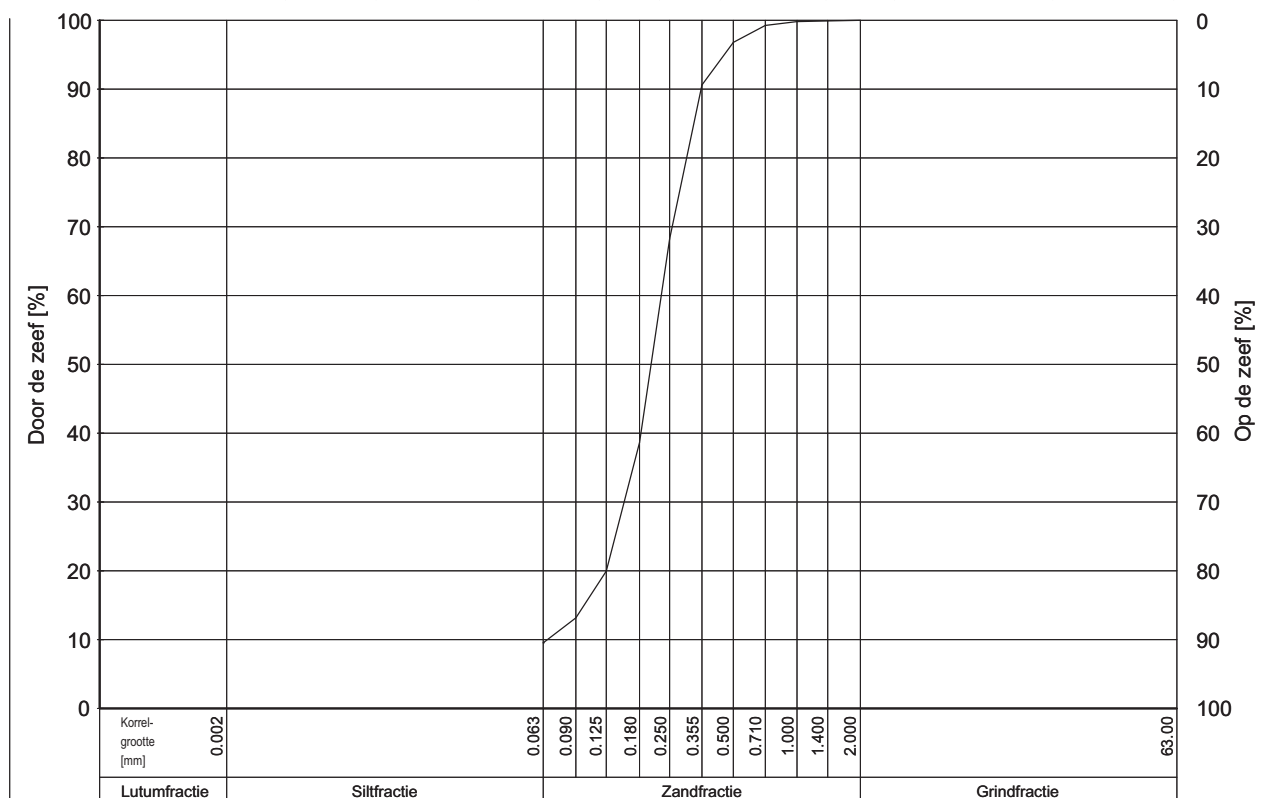
Boring	Monster	MV [m] t.o.v. NAP	DIEPTE [m] t.o.v. NAP	Mz [μ m]	D50 [μ m]	D60/D10 (zandfractie)	Mg [mm]	k [m/s] (Kozeny)	<63 μ m/<2mm [%]	>2mm [%]
56B-HB03	3	13.53	13.03/12.43	264	261	1.65		5.67e-05 (p=0.3)	2.6	



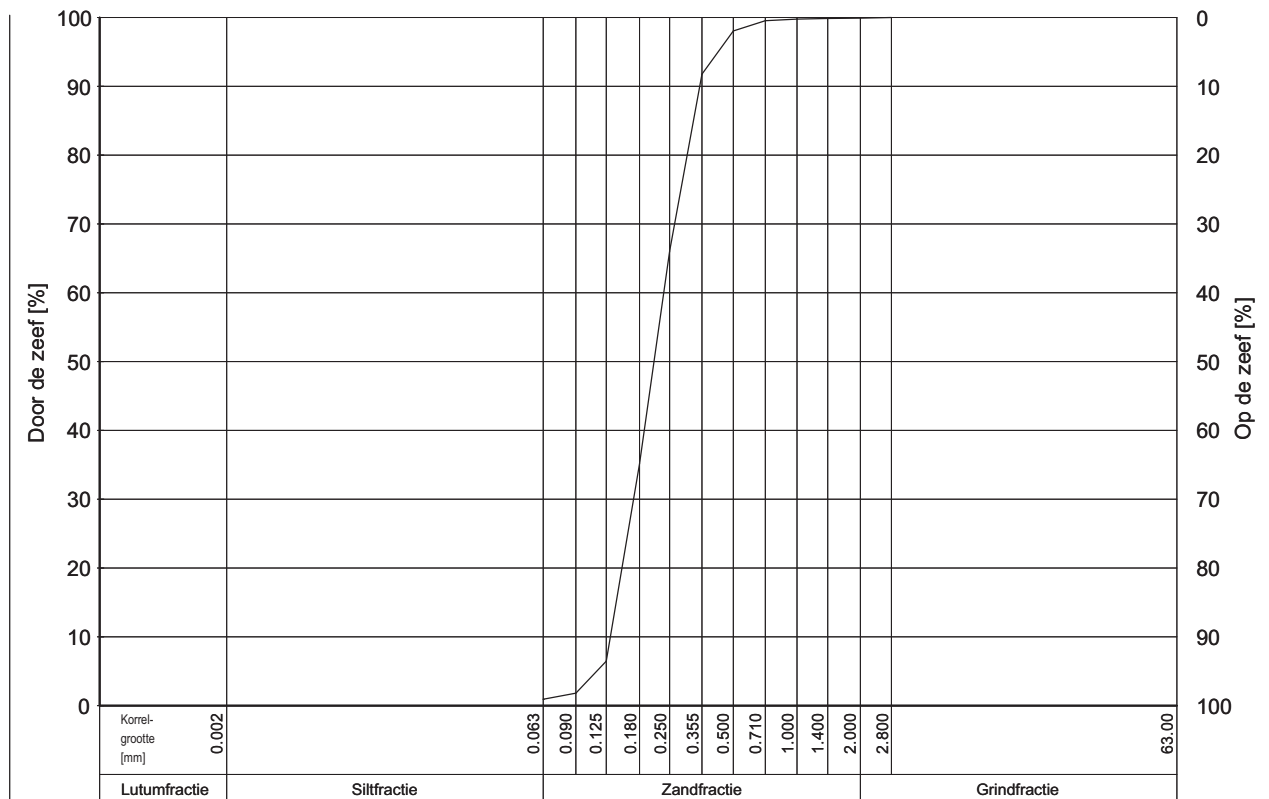
Boring	Monster	MV [m] t.o.v. NAP	DIEPTE [m] t.o.v. NAP	Mz [μ m]	D50 [μ m]	D60/D10 (zandfractie)	Mg [mm]	k [m/s] (Kozeny)	<63 μ m/<2mm [%]	>2mm [%]
56B-HB03	6	13.53	11.73/10.73	295	292	1.88		7.12e-05 (p=0.3)	1.9	



Boring	Monster	MV [m] t.o.v. NAP	DIEPTE [m] t.o.v. NAP	Mz [μ m]	D50 [μ m]	D60/D10 (zandfractie)	Mg [mm]	k [m/s] (Kozeny)	<63 μ m/<2mm [%]	>2mm [%]
56B-HB05	2	13.58	13.23/12.78	215	204	2.04		2.08e-05 (p=0.3)	9.5	



Boring	Monster	MV [m] t.o.v. NAP	DIEPTE [m] t.o.v. NAP	Mz [μm]	D50 [μm]	D60/D10 (zandfractie)	Mg [mm]	k [m/s] (Kozeny)	<63μm/<2mm [%]	>2mm [%]
56B-HB05	7	13.58	10.88/9.58	212	211	1.78	2.4	4.70e-05 (p=0.3)	0.9	0.09



Bijlage F

Lengteprofielen

Legenda (conform NEN 5104)

grind

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

zand

	Zand, kleilig
	Zand, zwak siltig
	Zand, matig siltig
	Zand, sterk siltig
	Zand, uiterst siltig

veen

	Veen, mineraalarm
	Veen, zwak kleilig
	Veen, sterk kleilig
	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

Bijlage G

Terreinmetingen

Opdracht : 1203439
Plaats : Bergen -Mook
Project : Dijkversterking deel Aijen - Bergen

Betreft : Inmeetcoördinaten
Coördinaten tov : RD-stelsel
Ingemeten met : GPS-RTK
Datum : 1-3-2013
Ingemeten door : H. van Ham

Sonderingen\Boringen	X [m]	Y [m]	Z [M] mv
nummer	Ingemeten	Ingemeten	TOV NAP
56A-S01	198472,68	404862,26	14,79
56A-S02	198222,65	405020,40	14,78
56A-S03	197822,81	405289,63	14,67
56A-S04	197665,97	405466,39	15,30
56A-S05	197599,00	405772,43	13,51
56B-S01	197238,99	406355,07	14,47
56B-S02	197009,39	406854,47	12,35
56A-HB01	198445,83	404832,78	12,15
56A-HB02	198470,76	404876,48	14,45
56A-HB03	198217,06	405018,19	15,00
56A-HB04	198235,20	405033,02	12,97
56A-HB05	198073,08	405078,63	11,71
56A-HB06	198113,91	405104,92	13,83
56A-HB07	197918,77	405175,54	11,74
56A-HB09	197840,08	405286,55	13,00
56A-HB10	197666,60	405467,10	15,50
56A-HB11	197699,28	405474,78	13,70
56A-HB12	197532,78	405795,88	12,37
56A-HB13	197620,81	405817,57	11,91
56B-HB01	197216,25	406330,57	12,41
56B-HB02	197251,95	406344,46	13,33
56B-HB03	197277,85	406295,58	13,53
56B-HB04	197002,59	406830,07	11,64
56B-HB05	197048,25	406873,15	13,58
56A-MB01	198472,66	404862,21	14,77
56A-MB02	197822,65	405289,61	14,65
56A-MB03	198221,21	405020,04	16,37

Opdracht : 1302640
Plaats : Afferden
Project : Grondonderzoek versterkingen Maasdijk Dijkkring 56

Betreft : Grondonderzoek versterkingen Maasdijk Dijkkring
56
te
AFFERDEN

Opdrachtgever : Haskoning DHV Nederland BV
T.a.v. Dhr. D.L.J. Heikens
Postbus 151
6500 AD NIJMEGEN
NL

Behandeld door : ing. N.R. Okhuijzen Mulder (0492 535455)

Kenmerk : R1302640-HE_4

Datum : 8 april 2014

MOS GRONDMECHANICA B.V.

Rhoon	Kleidijk 35	Postbus 801	3160 AA	Rhoon	Tel. 010-5030200
Helmond	Kanaaldijk N.O. 104a	Postbus 38	5700 AA	Helmond	Tel. 0492-535455
Rijssen	Kalanderstraat 10a	Postbus 153	7460 AD	Rijssen	Tel. 0548-512363
Amsterdam	Gyroscoopweg 120	-	1042 AZ	Amsterdam	Tel. 020-7537984
Maastricht	Sleperweg 18	Postbus 28	6240 AA	Bunde	Tel. 043-3653153
Suriname	Ds Martin Luther Kingweg 150	District Wanica	-	Suriname	Tel. +597-488188

Inhoudsopgave

	Pagina
1. INLEIDING	3
2. UITGEVOERD GRONDONDERZOEK	3
2.1 Vrijgeven onderzoekslocaties op niet gesprongen explosieven.....	3
2.2 Sonderingen.....	3
2.3 Boringen.....	3
2.4 Uitzetten en waterpassen.....	4
2.5 Laboratoriumwerkzaamheden	4
2.5.1 Watergehalte	4
2.5.2 Korrelverdelingen / bepaling zandgehalte	4

Bijlage A Sonderingen

Bijlage B Boringen

Bijlage C Watergehalte

Bijlage D Korrelverdeling

Bijlage E Terreinmetingen

1. INLEIDING

In opdracht van Royal HaskoningDHV is door Mos Grondmechanica B.V. een grondonderzoek uitgevoerd ten behoeve van de versterking van de Maasdijk, dijkkring 56 te Afferden.

2. UITGEVOERD GRONDONDERZOEK

2.1 Vrijgeven onderzoekslocaties op niet gesprongen explosieven

Bij het vooronderzoek is gebleken dat op de onderzoekslocaties een verhoogd risico aanwezig is op de aanwezigheid van niet gesprongen explosieven. Om veilig het grondonderzoek uit te kunnen voeren zijn door een OCE gecertificeerd bedrijf de onderzoekslocaties vrijgegeven. Indien de locaties niet vrijgegeven konden worden zijn de bewuste locaties enigszins verplaatst waardoor deze wel vrijgegeven konden worden.

2.2 Sonderingen

Op 4 december 2013 zijn door Mos Grondmechanica 8 sonderingen uitgevoerd tot een diepte van maaiveld -7 m à maaiveld -15 m. In verband met het bereiken van de maximale sondeerpersdruk konden niet alle sonderingen tot de vooraf gewenste diepte worden uitgevoerd. Naast de conusweerstand (q_c) is de plaatselijke wrijving (f_s) gemeten. Uit de plaatselijke wrijving en de conusweerstand is het wrijvingsgetal (R_f) berekend. Dit getal geeft nader inzicht in de aanwezige grondsoorten.

Enkele sonderingen zijn gelegen in het stroombed van de Maas. Derhalve is voor deze sonderingen voorafgaand een melding gedaan bij Rijkswaterstaat.

3 sonderingen zijn gesitueerd kort op de N271. Bij deze sonderingen was het noodzakelijk om het naast de N271 gelegen fietspad af te zetten. Tevens is ervoor gezorgd dat tijdens de uitvoering van de sonderingen de snelheid op de N271 was aangepast, ten einde veilig de sonderingen uit te kunnen voeren.

De sondeergrafieken zijn opgenomen onder bijlage A.

2.3 Boringen

In november 2013 zijn 10 handboringen uitgevoerd tot maaiveld -1 m à maaiveld -5 m. In verband met de grondslag (grind) konden niet alle boringen tot de gewenste diepte worden uitgevoerd.

De vrijgekomen grondslag is visueel geclassificeerd, conform NEN 5104, en tot boorprofiel verwerkt. De boorstaten zijn opgenomen onder bijlage B.

2.4 Uitzetten en waterpassen

De sondeer- en boorlocaties zijn door onze landmeetkundige afdeling in het terrein uitgezet en gewaterpast ten opzichte van NAP en ingemeten ten opzichte van de RijksDriehoeks coördinaten. Voor de resultaten van de waterpassing en een situatietekening met de ligging van de onderzoekslocaties wordt verwezen naar bijlage E.

2.5 Laboratoriumwerkzaamheden

2.5.1 Watergehalte

De bepaling van het watergehalte is uitgevoerd conform NEN 5112, "Bepaling van het watergehalte van grond in het laboratorium", 1995.

Op 2 monsters is het watergehalte bepaald.

De resultaten van de bepalingen van het watergehalte zijn opgenomen in bijlage C.

2.5.2 Korrelverdelingen / bepaling zandgehalte

Op 8 monsters zijn korrelverdelingen uitgevoerd. De verdeling is uitgevoerd met gebruikmaking van 'standaard zeven' (63 μm – 2,0 mm. De resultaten van de zijn opgenomen in bijlage D


Opgesteld door:

ing. N.R. Okhuijzen Mulder (0492 535455)

Helmond, 8 april 2014

Mos Grondmechanica B.V.

Contr. : sco



Bijlage A

Sonderingen

Sondering DR56-S001

Opdracht : 1302640

Plaats : Mook - Aijen

Datum : 04-12-2013

Project : Versterkingen Maasdijk

Conus nummer : S15-CFII.954

Soort conus : Elektrisch

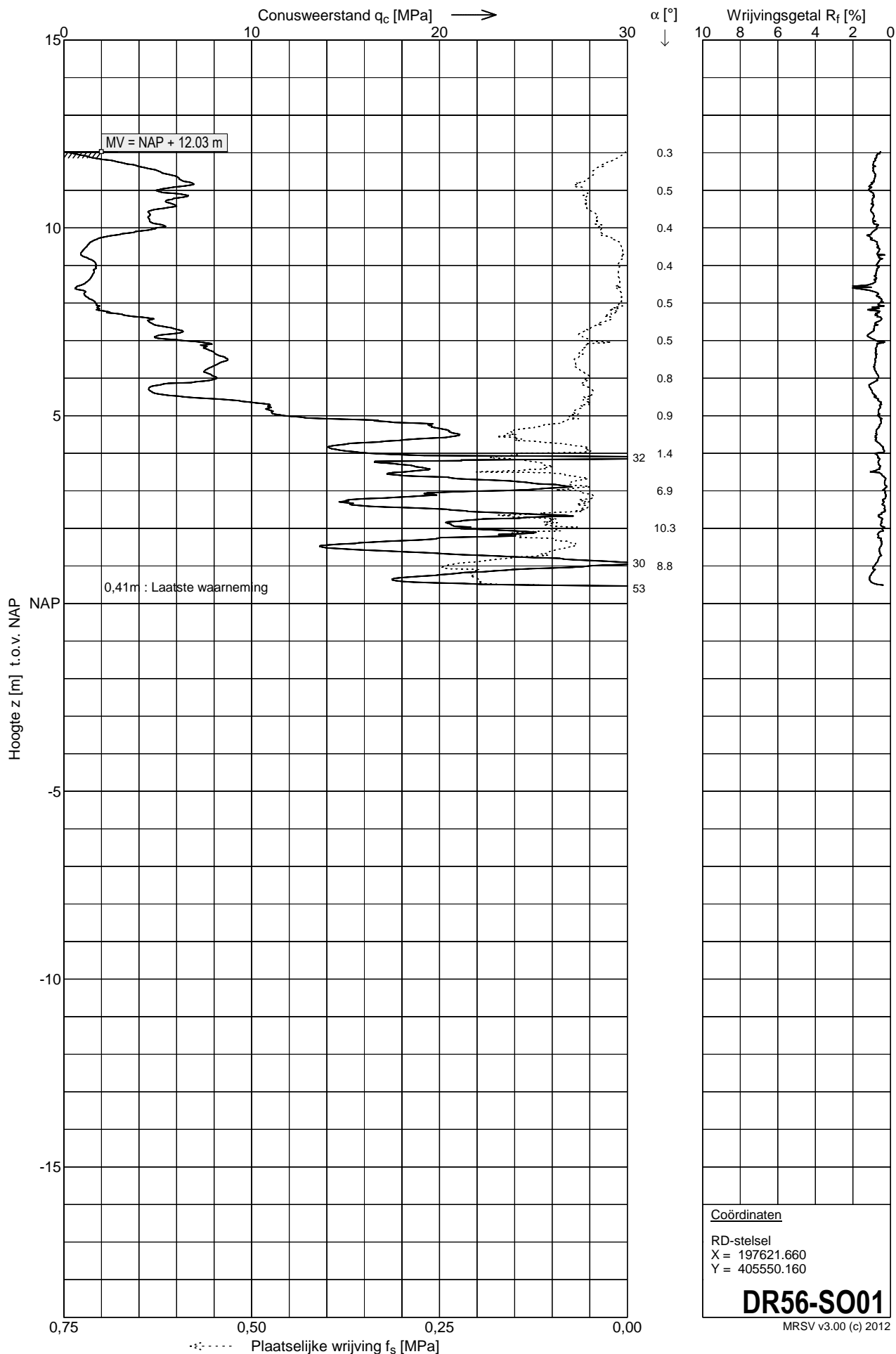
Opp. conuspunt : 1500 mm²

NEN-EN-ISO-22476-1

Klasse, type : 3, TE1

Sondeerunit : SW9

Blad : 1 van 1



Sondering DR56-S002

Opdracht : 1302640

Plaats : Mook - Aijen

Datum : 04-12-2013

Project : Versterkingen Maasdijk

Conus nummer : S15-CFII.954

Soort conus : Elektrisch

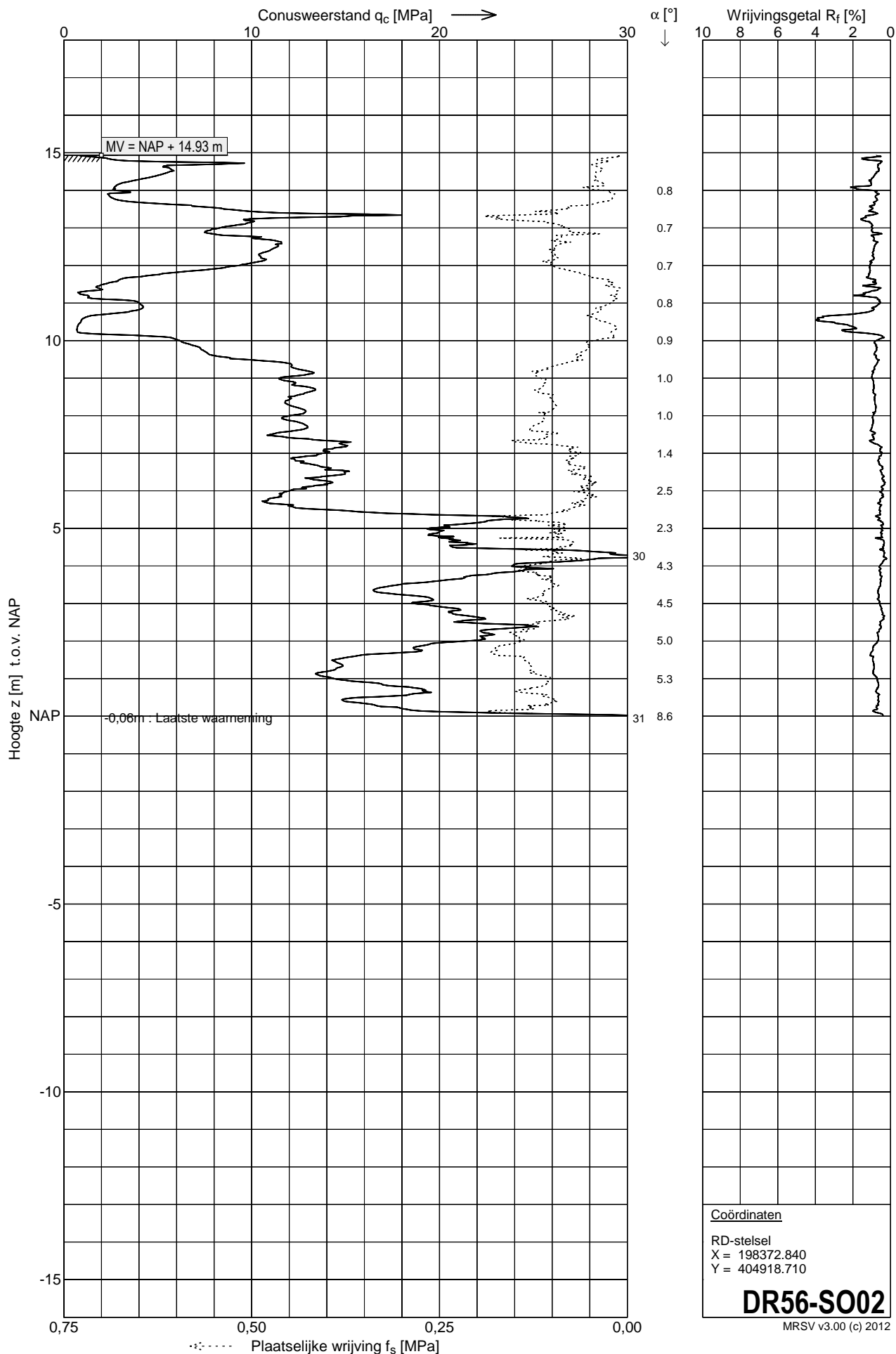
Opp. conuspunt : 1500 mm²

NEN-EN-ISO-22476-1

Klasse, type : 3, TE1

Sondeerunit : SW9

Blad : 1 van 1



Sondering DR56-S003

Opdracht : 1302640

Plaats : Mook - Aijen

Datum : 04-12-2013

Project : Versterkingen Maasdijk

Conus nummer : S15-CFII.954

Soort conus : Elektrisch

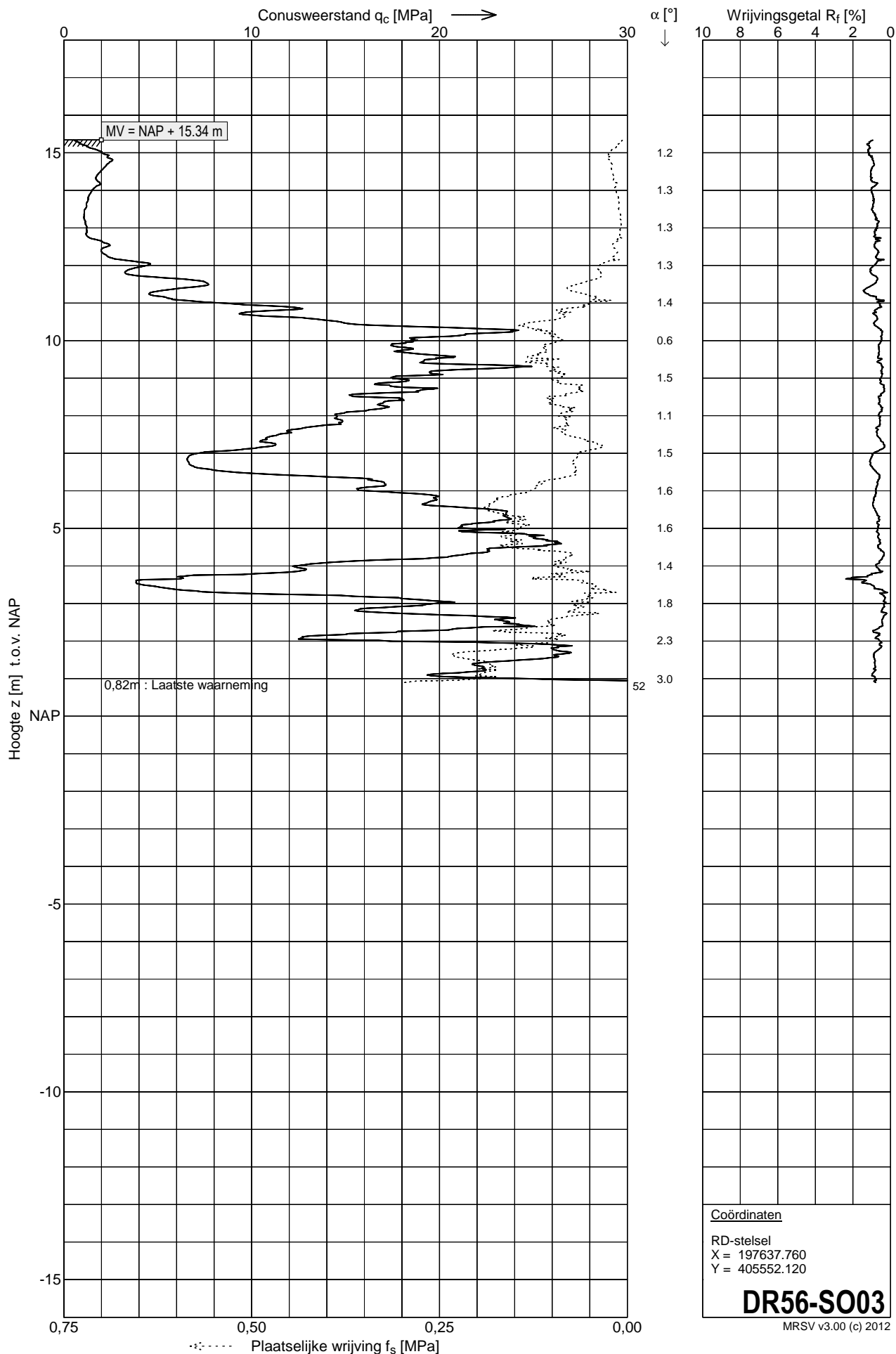
Opp. conuspunt : 1500 mm²

NEN-EN-ISO-22476-1

Klasse, type : 3, TE1

Sondeerunit : SW9

Blad : 1 van 1



Sondering DR56-S004

Opdracht : 1302640

Plaats : Mook - Aijen

Datum : 04-12-2013

Project : Versterkingen Maasdijk

Conus nummer : S15-CFII.887

Soort conus : Elektrisch

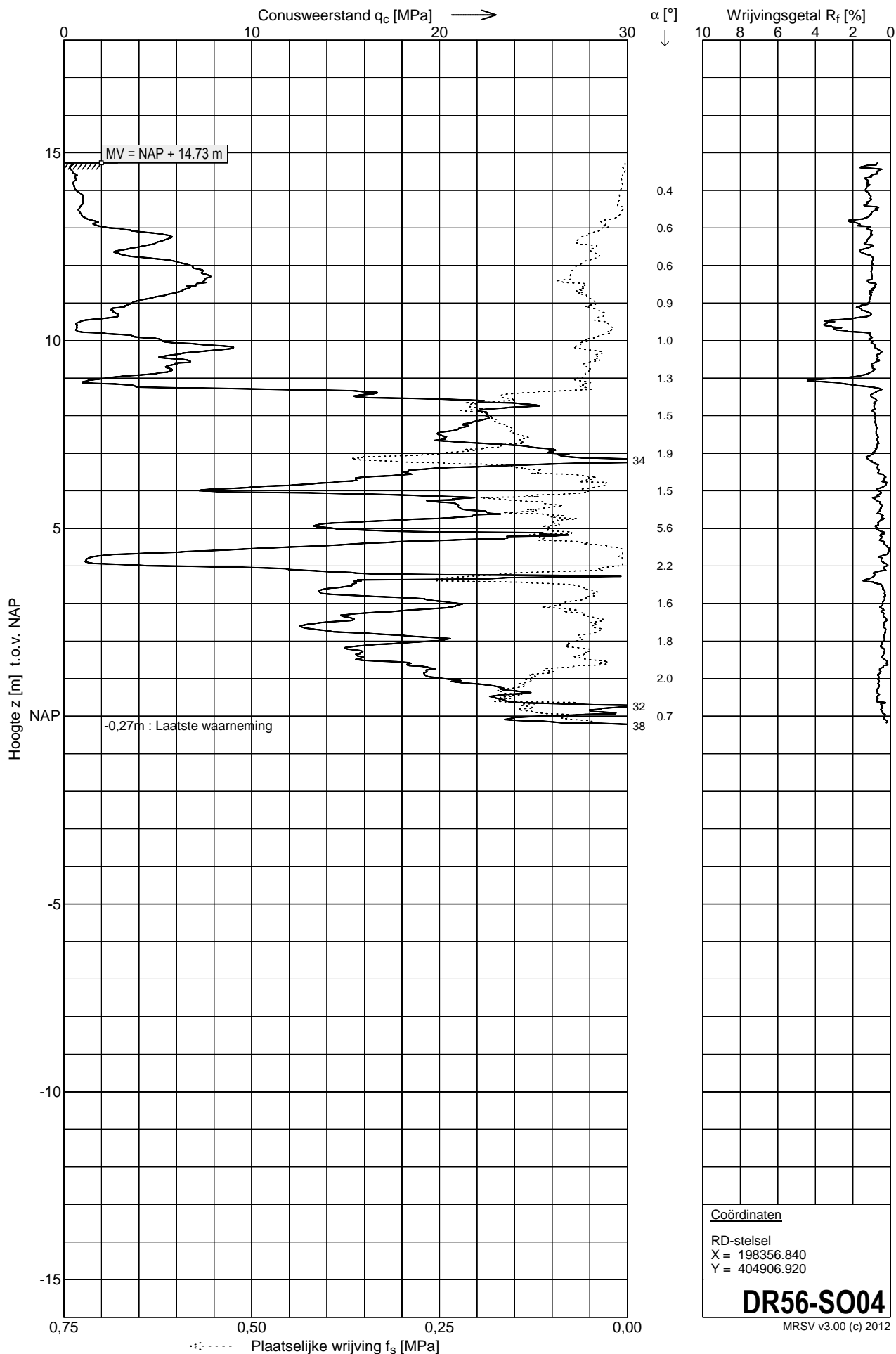
Opp. conuspunt : 1500 mm²

NEN-EN-ISO-22476-1

Klasse, type : 3, TE1

Sondeerunit : SW9

Blad : 1 van 1



Sondering DR56-SO05

Opdracht : 1302640

Plaats : Mook - Aijen

Datum : 04-12-2013

Project : Versterkingen Maasdijk

Conus nummer : S15-CFII.954

Soort conus : Elektrisch

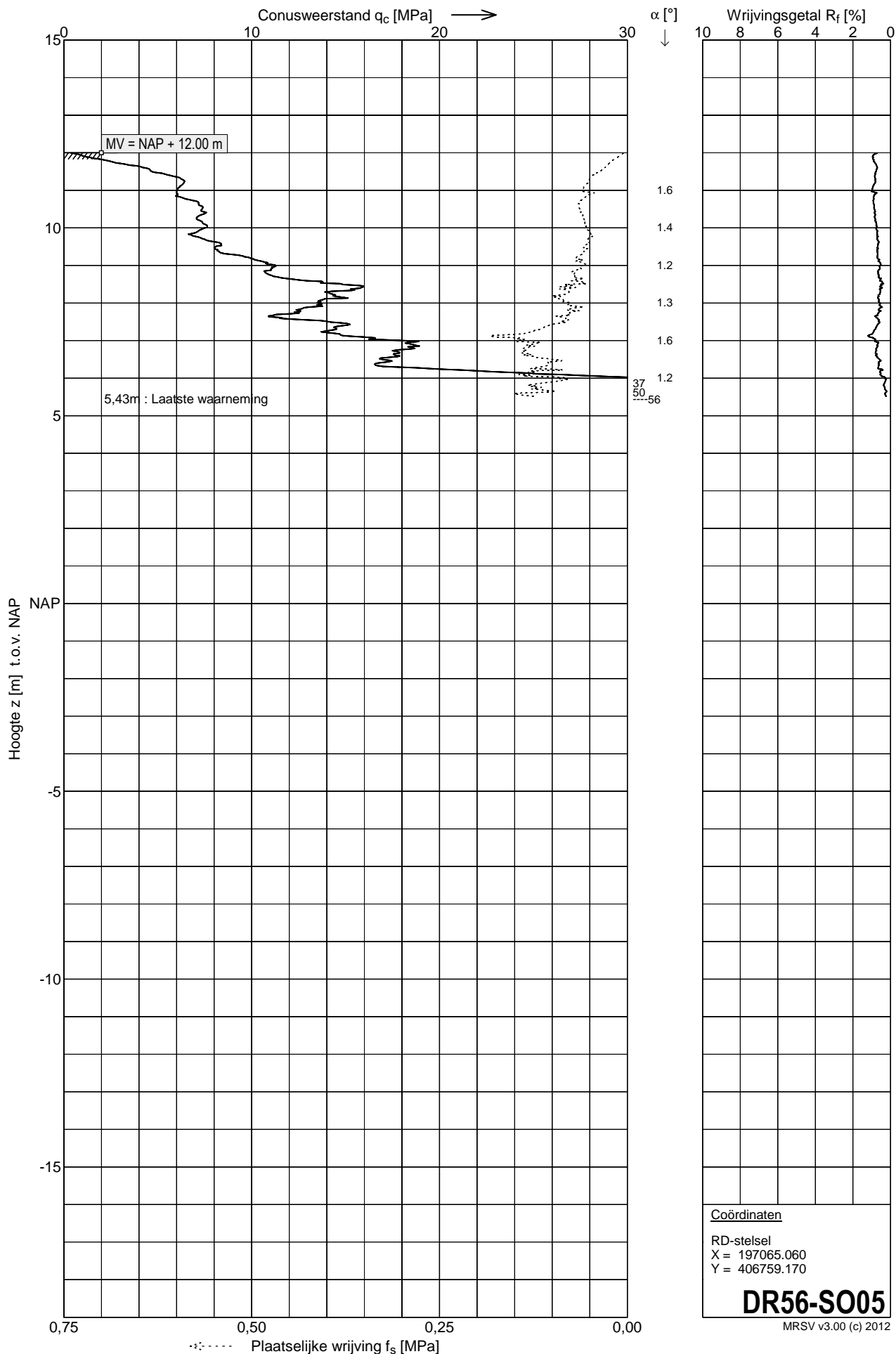
Opp. conuspunt : 1500 mm²

NEN-EN-ISO-22476-1

Klasse, type : 3, TE1

Sondeerunit : SW9

Blad : 1 van 1



Sondering DR56-S006

Opdracht : 1302640

Plaats : Mook - Aijen

Datum : 04-12-2013

Project : Versterkingen Maasdijk

Conus nummer : S15-CFII.954

Soort conus : Elektrisch

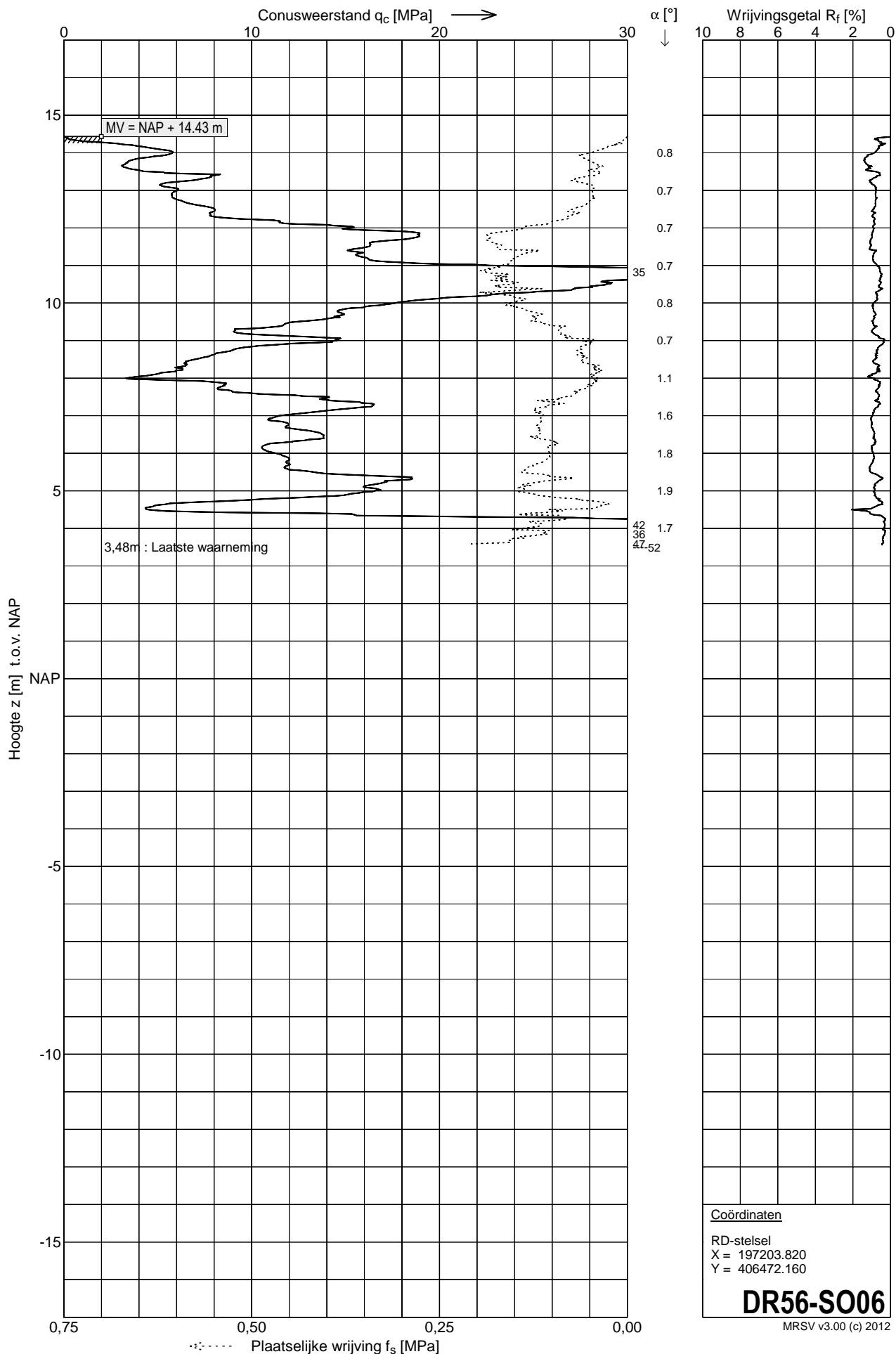
Opp. conuspunt : 1500 mm²

NEN-EN-ISO-22476-1

Klasse, type : 3, TE1

Sondeerunit : SW9

Blad : 1 van 1



Sondering DR56-S007

Opdracht : 1302640

Plaats : Mook - Aijen

Datum : 04-12-2013

Project : Versterkingen Maasdijk

Conus nummer : S15-CFII.954

Soort conus : Elektrisch

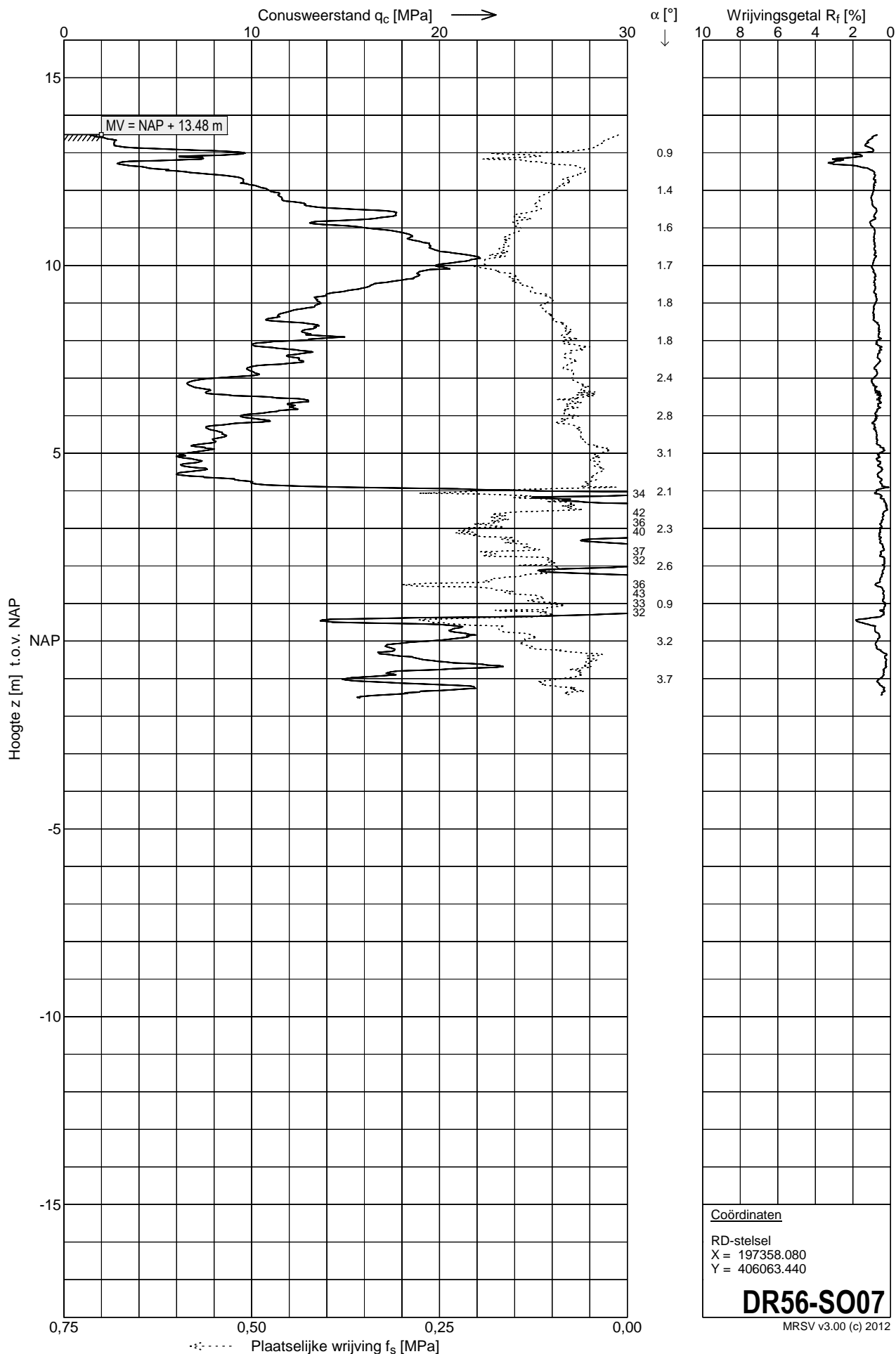
Opp. conuspunt : 1500 mm²

NEN-EN-ISO-22476-1

Klasse, type : 3, TE1

Sondeerunit : SW9

Blad : 1 van 1



Sondering DR56-S008

Opdracht : 1302640

Plaats : Mook - Aijen

Datum : 04-12-2013

Project : Versterkingen Maasdijk

Conus nummer : S15-CFII.954

Soort conus : Elektrisch

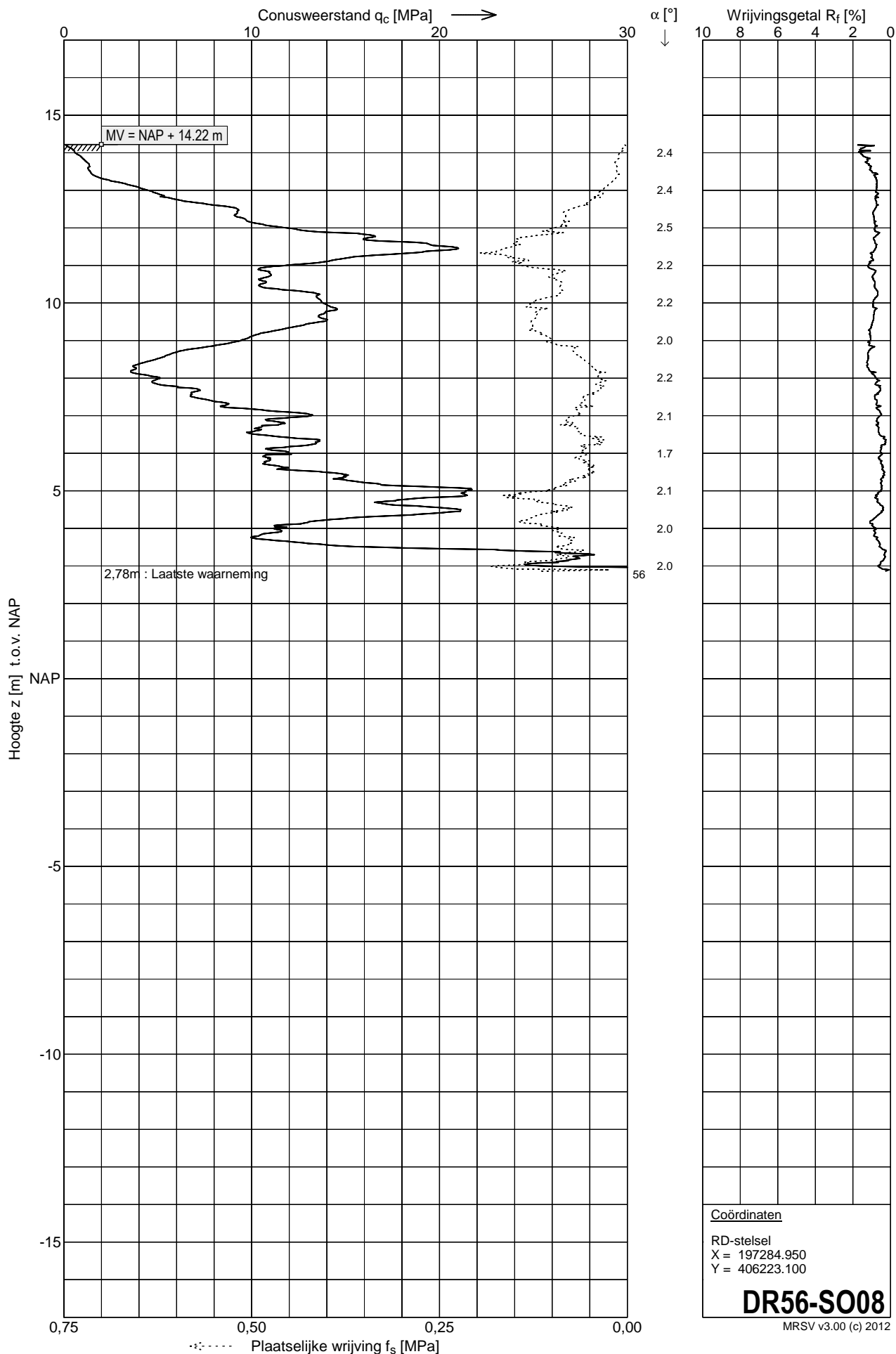
Opp. conuspunt : 1500 mm²

NEN-EN-ISO-22476-1

Klasse, type : 3, TE1

Sondeerunit : SW9

Blad : 1 van 1



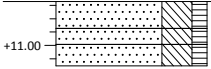
Bijlage B

Boringen

Opdracht : 1302640
Plaats : Mook
Project : Aijen - Grondonderzoek versterkingen Maasdijk

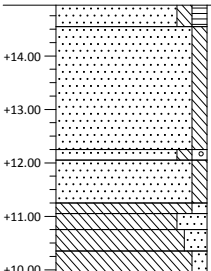
BORING : DR56-HB01

Datum : 19-11-2013 X : 198349.010 Boormeester : E.Sonnemans
GWS : NAP +10.72 m Y : 404899.010 Beschrijver :
Maaiveld : NAP +11.82 m Norm : NEN5104
Opmerking : Boring gestaakt i.v.m grind en brokken baksteen.

Boorprofiel	Laag nr.	Diepte [m t.o.v. NAP] van tot	Omschrijving grondlaag	Kleur
	1	1 +11.82 +11.32	Zand, matig fijn, sterk siltig, zwak humeus, sterk grindhoudend, matig baksteenhoudend	bruinzwart
	2	2 +11.32 +11.02	Zand, matig fijn, sterk siltig, zwak humeus, sterk grindhoudend, sterk baksteenhoudend	bruinzwart
	3	3 +11.02 +10.62	Zand, matig fijn, sterk siltig, zwak humeus, sterk grindhoudend, bevat brokken van baksteen, boring gestaakt i.v.m grind en puin .	bruinzwart

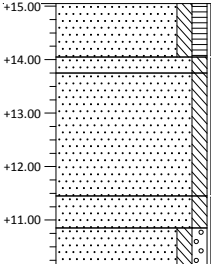
BORING : DR56-HB02

Datum : 07-11-2013 X : 198372.160 Boormeester : E.Sonnemans
GWS : NAP +11.12 m Y : 404919.140 Beschrijver :
Maaiveld : NAP +14.95 m Norm : NEN5104
Opmerking :

Boorprofiel	Laag nr.	Diepte [m t.o.v. NAP] van tot	Omschrijving grondlaag	Kleur
	1	1 +14.95 +14.55	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, zwak grindhoudend	zwart
	2	2 +14.55 +12.25	Zand, matig fijn, zwak siltig	bruin licht
	3	3 +12.25 +12.05	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak grindig	bruin licht
	4	4 +12.05 +11.25	Zand, matig fijn, zwak siltig	bruin licht
	5	5 +11.25 +11.05	Leem, zwak zandig	bruin
	6	6 +11.05 +10.75	Leem, sterk zandig	donkergrijs
	7	7 +10.75 +10.35	Leem, matig zandig	donkergrijs
	8	8 +10.35 +9.95	Leem, zwak zandig	donkergrijs

BORING : DR56-HB03

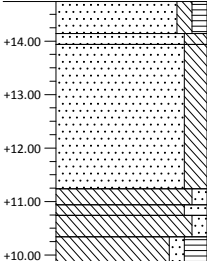
Datum : 05-11-2013 X : 197633.830 Boormeester : E.Sonnemans
GWS : Y : 405547.910 Beschrijver :
Maaiveld : NAP +15.05 m Norm : NEN5104
Opmerking :

Boorprofiel	Laag nr.	Diepte [m t.o.v. NAP] van tot	Omschrijving grondlaag	Kleur
	1	1 +15.05 +14.05	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, zwak grindhoudend	zwart
	2	2 +14.05 +13.75	Zand, matig fijn, zwak siltig	bruingeel
	3	3 +13.75 +11.45	Zand, matig fijn, zwak siltig	geelbruin
	4	4 +11.45 +10.85	Zand, matig grof, zwak siltig	grijsbruin
	5	5 +10.85 +10.05	Zand, matig grof, zwak siltig, zwak grindig	grijsbruin

Opdracht : 1302640
Plaats : Mook
Project : Aijen - Grondonderzoek versterkingen Maasdijk

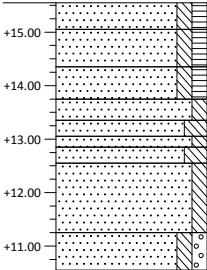
BORING : DR56-HB04

Datum : 07-11-2013 X : 198355.030 Boormeester : E.Sonnemans
GWS : NAP +11.18 m Y : 404908.590 Beschrijver :
Maaiveld : NAP +14.74 m Norm : NEN5104
Opmerking :

Boorprofiel	Laag nr.	Diepte [m t.o.v. NAP] van tot	Omschrijving grondlaag	Kleur
	1	1 +14.74 +14.14	gras Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, zwak grindhoudend	zwart
	2	2 +14.14 +13.94	Zand, matig fijn, matig siltig	bruin licht
	3	3 +13.94 +11.24	Zand, matig fijn, matig siltig	bruin licht
	4	4 +11.24 +10.94	Leem, zwak zandig	grijsbruin
	5	5 +10.94 +10.74	Leem, matig zandig	grijsbruin
	6	6 +10.74 +10.34	Leem, zwak zandig	grijsbruin
	7	7 +10.34 +9.74	Leem, zwak zandig, matig humeus	donkerbruin

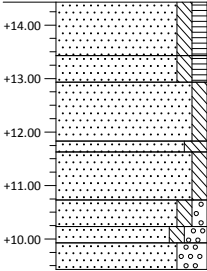
BORING : DR56-HB05

Datum : 04-11-2013 X : 197081.620 Boormeester : E.Sonnemans
GWS : NAP +11.28 m Y : 406751.240 Beschrijver :
Maaiveld : NAP +15.55 m Norm : NEN5104
Opmerking :

Boorprofiel	Laag nr.	Diepte [m t.o.v. NAP] van tot	Omschrijving grondlaag	Kleur
	1	1 +15.55 +15.05	gras Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus	zwart
	2	2 +15.05 +14.35	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus	bruin licht
	3	3 +14.35 +13.75	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus	bruin
	4	4 +13.75 +13.35	Zand, matig fijn, zwak siltig	geelbruin
	5	5 +13.35 +13.05	Zand, matig fijn, matig siltig	bruingeel
	6	6 +13.05 +12.85	Zand, matig fijn, zwak siltig	bruingeel
	7	7 +12.85 +12.55	Zand, matig fijn, matig siltig	bruingeel
	8	8 +12.55 +11.25	Zand, matig grof, zwak siltig	bruin licht
	9	9 +11.25 +10.55	Zand, matig grof, zwak siltig, zwak grindig	bruin licht

BORING : DR56-HB06

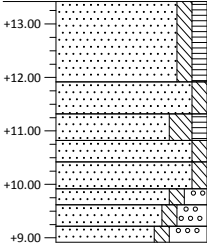
Datum : 04-11-2013 X : 197203.820 Boormeester : E.Sonnemans
GWS : NAP +10.55 m Y : 406472.160 Beschrijver :
Maaiveld : NAP +14.43 m Norm : NEN5104
Opmerking :

Boorprofiel	Laag nr.	Diepte [m t.o.v. NAP] van tot	Omschrijving grondlaag	Kleur
	1	1 +14.43 +13.43	gras Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus	zwartbruin
	2	2 +13.43 +12.93	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, zwak grindhoudend	zwartbruin
	3	3 +12.93 +11.83	Zand, matig fijn, zwak siltig	bruingeel
	4	4 +11.83 +11.63	Zand, matig fijn, matig siltig	bruingeel
	5	5 +11.63 +10.73	Zand, matig fijn, zwak siltig	geelbruin
	6	6 +10.73 +10.23	Zand, matig grof, zwak siltig, zwak grindig	grijs
	7	7 +10.23 +9.93	Zand, matig grof, zwak siltig, matig grindig	grijs
	8	8 +9.93 +9.43	Zand, zeer grof, sterk grindig	grijs

Opdracht : 1302640
Plaats : Mook
Project : Aijen - Grondonderzoek versterkingen Maasdijk

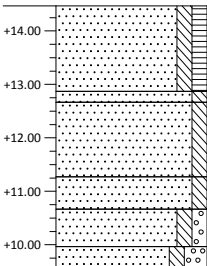
BORING : DR56-HB07

Datum : 05-11-2013 X : 197657.590 Boormeester : E.Sonnemans
GWS : NAP +10.61 m Y : 405550.540 Beschrijver :
Maaiveld : NAP +13.42 m Norm : NEN5104
Opmerking : Boring gestaakt i.v.m grove grind .

Boorprofiel	Laag nr.	Diepte [m t.o.v. NAP] van tot	Omschrijving grondlaag braak	Kleur
	1	1 +13.42 +11.92	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus	zwart
		2 +11.92 +11.32	Zand, matig fijn, zwak siltig	geelbruin
	2	3 +11.32 +10.82	Zand, matig fijn, matig siltig, zwak humeus, zwak roesthoudend	bruinzwart
		4 +10.82 +10.42	Zand, matig fijn, zwak siltig	grijsbruin
	3	5 +10.42 +9.92	Zand, matig fijn, zwak siltig	geelgrijs
		6 +9.92 +9.62	Zand, matig grof, zwak siltig, matig grindig	grijs
	4	7 +9.62 +9.22	Zand, matig grof, zwak siltig, sterk grindig	grijs
		8 +9.22 +8.92	Zand, zeer grof, zwak siltig, uiterst grindig, boring gestaakt i.v.m grove grind .	grijs

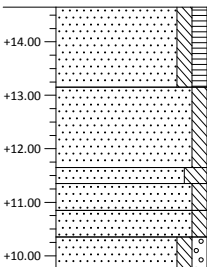
BORING : DR56-HB08

Datum : 05-11-2013 X : 197356.830 Boormeester : E.Sonnemans
GWS : NAP +11.45 m Y : 406043.940 Beschrijver :
Maaiveld : NAP +14.47 m Norm : NEN5104
Opmerking :

Boorprofiel	Laag nr.	Diepte [m t.o.v. NAP] van tot	Omschrijving grondlaag braak	Kleur
	1	1 +14.47 +12.87	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus	zwart
		2 +12.87 +12.67	Zand, matig fijn, zwak siltig	bruin
	2	3 +12.67 +11.27	Zand, matig fijn, zwak siltig	geelbruin
		4 +11.27 +10.67	Zand, matig grof, zwak siltig	grijsbruin
	3	5 +10.67 +9.97	Zand, matig grof, zwak siltig, zwak grindig	grijsbruin
		6 +9.97 +9.47	Zand, matig grof, zwak siltig, matig grindig	grijsbruin

BORING : DR56-HB09

Datum : 05-11-2013 X : 197296.140 Boormeester : E.Sonnemans
GWS : NAP +10.50 m Y : 406225.720 Beschrijver :
Maaiveld : NAP +14.65 m Norm : NEN5104
Opmerking :

Boorprofiel	Laag nr.	Diepte [m t.o.v. NAP] van tot	Omschrijving grondlaag braak	Kleur
	1	1 +14.65 +13.15	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus	zwartbruin
		2 +13.15 +11.65	Zand, matig fijn, zwak siltig	geelbruin
	2	3 +11.65 +11.35	Zand, matig fijn, matig siltig	bruingeel
		4 +11.35 +10.85	Zand, matig fijn, zwak siltig	geelbruin
	3	5 +10.85 +10.35	Zand, matig grof, zwak siltig	grijsgeel
		6 +10.35 +9.65	Zand, matig grof, zwak siltig, zwak grindig	grijsgeel

Opdracht : 1302640
 Plaats : Mook
 Project : Aijen - Grondonderzoek versterkingen Maasdijk

BORING : DR56-HB10

Datum : 05-11-2013 X : 197625.430 Boormeester : E.Sonnemans
 GWS : NAP +10.84 m Y : 405549.540 Beschrijver :
 Maaiveld : NAP +12.52 m Norm : NEN5104
 Opmerking :

Boorprofiel	Laag nr.	Diepte [m t.o.v. NAP] van tot	Omschrijving grondlaag braak	Kleur
	1	1 +12.52 +12.02	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, zwak grindhoudend	zwart
	2	2 +12.02 +11.62	Zand, matig fijn, matig siltig, zwak humeus	zwartbruin
	3	3 +11.62 +11.22	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus	zwartbruin
	4	4 +11.22 +11.02	Zand, matig grof, zwak siltig	grijsbruin
	5	5 +11.02 +10.12	Zand, matig grof, zwak siltig	grijsgeel
	6	6 +10.12 +9.52	Zand, matig grof, zwak siltig, zwak grindig	grijsgeel
	7	7 +9.52 +8.52	Zand, zeer grof, zwak siltig, sterk grindig	grijs
	8	8 +8.52 +7.52	Zand, uiterst grof, sterk grindig	grijs

Bijlage C

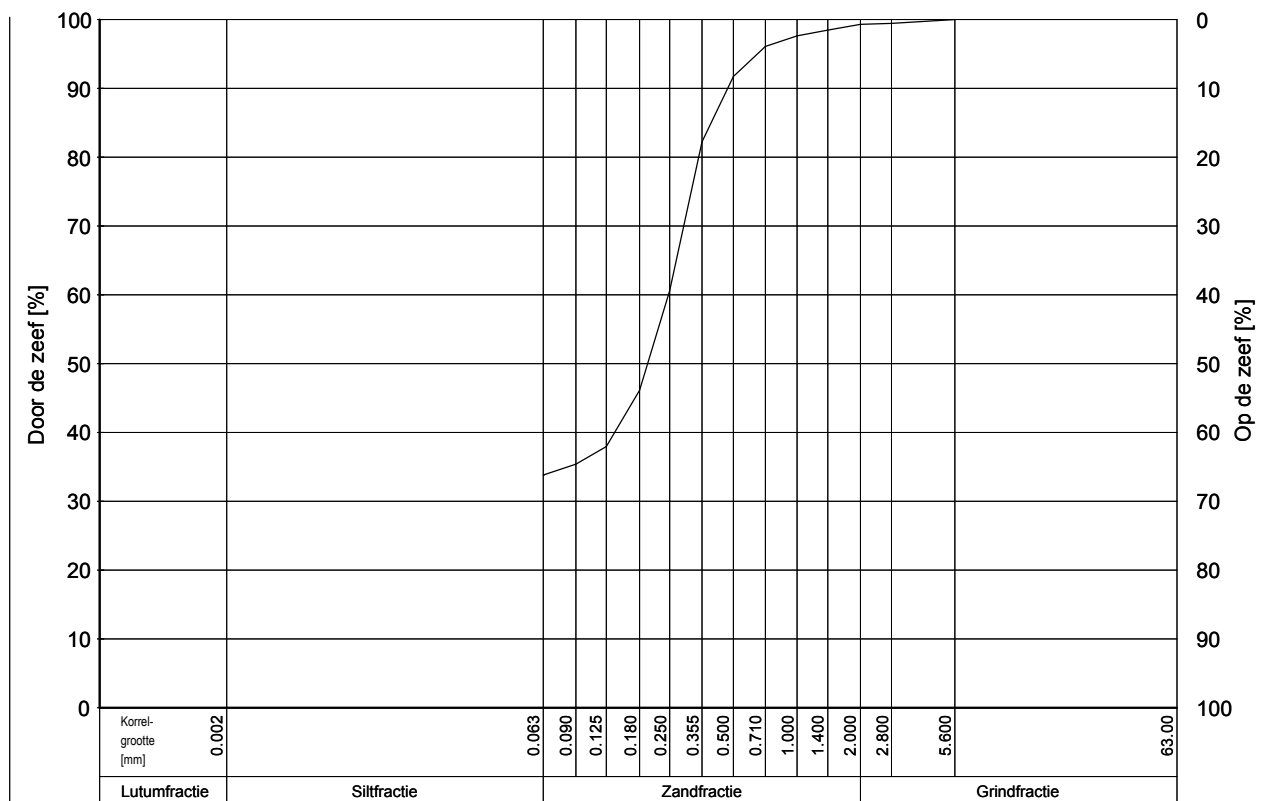
Watergehalte

boring	bus nummer	diepte t.o.v. NAP [m]	volumieke gewichten		water- gehalte W [%]	porien- gehalte n [%]	verzadigings graad S [%]
			initieel γ [kN/m ³]	droog γ_{dr} [kN/m ³]			
DR56-HB02	4	9,95	monster is geroerd		34,3		
DR56-HB04	3	10,34	vol.gew. bepaling weinig zinvol		24,8		

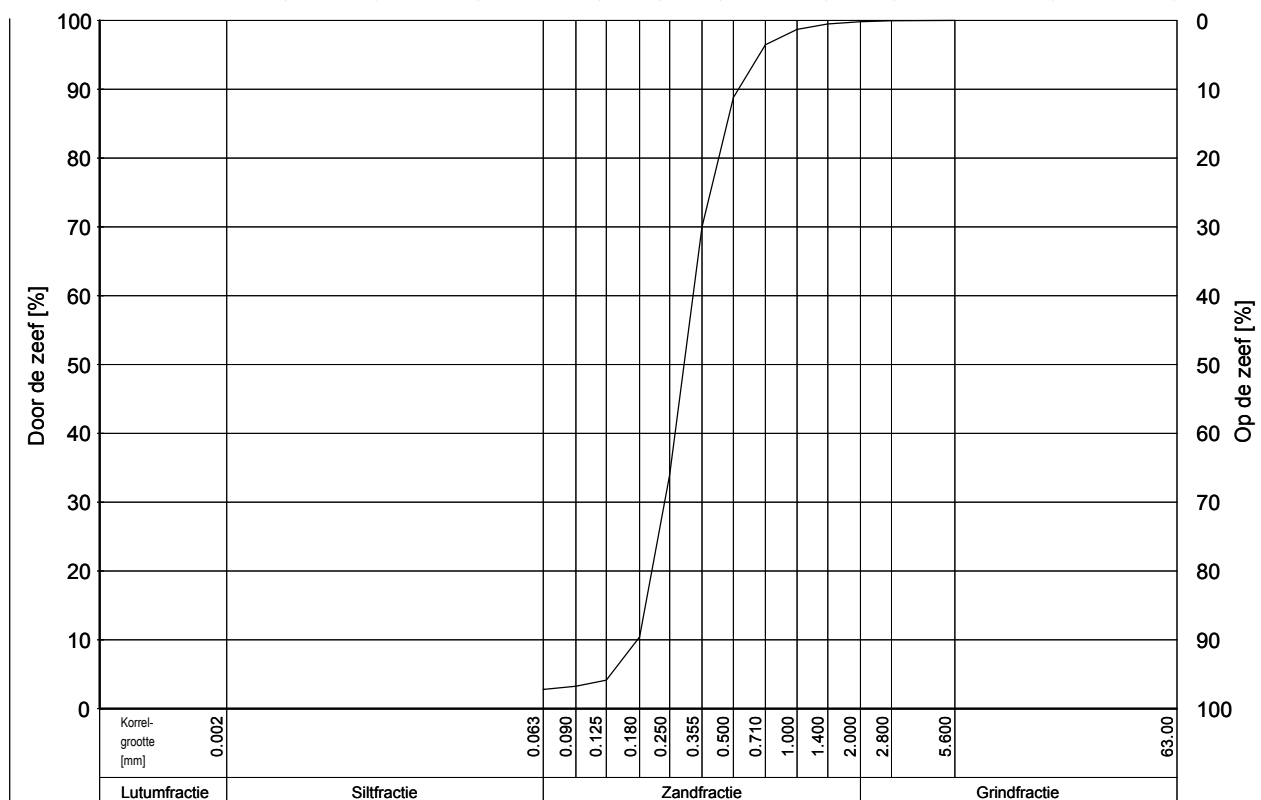
Bijlage D

Korrelverdeling

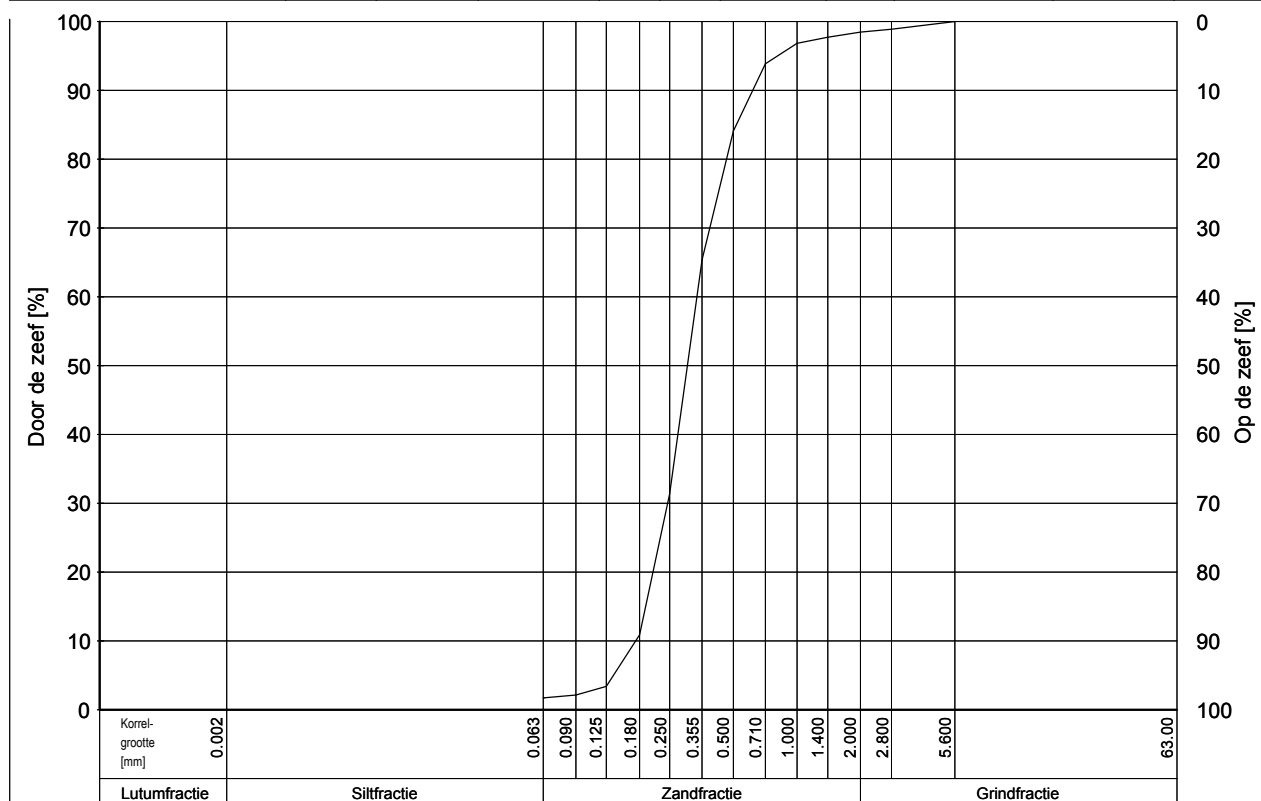
Boring	Monster	MV [m] t.o.v. NAP	DIEPTE [m] t.o.v. NAP	Mz [μ m]	D50 [μ m]	D60/D10 (zandfractie)	Mg [mm]	k [m/s] (Kozeny)	<63 μ m/<2mm [%]	>2mm [%]
DR56-HB01	1	11.82	11.82/10.62	275	196	2.20	3.7		34.0	0.70



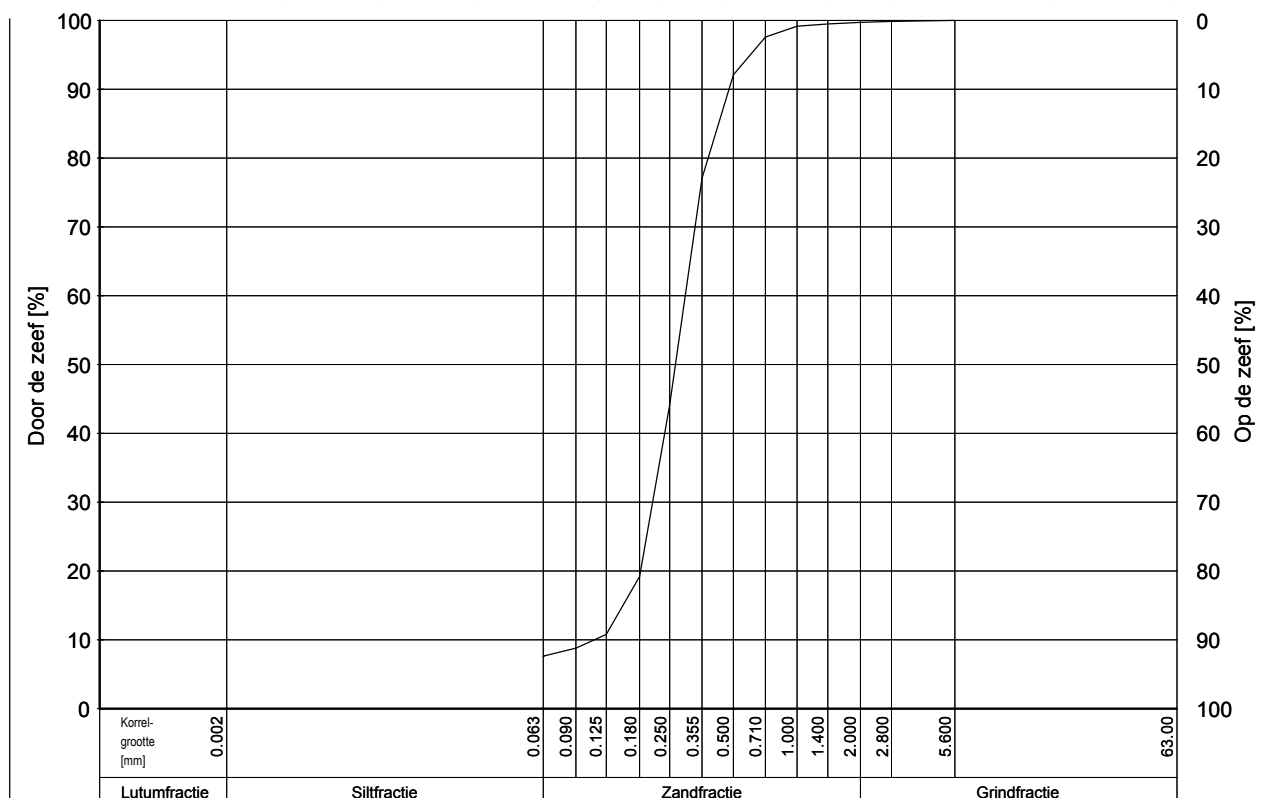
Boring	Monster	MV [m] t.o.v. NAP	DIEPTE [m] t.o.v. NAP	Mz [μ m]	D50 [μ m]	D60/D10 (zandfractie)	Mg [mm]	k [m/s] (Kozeny)	<63 μ m/<2mm [%]	>2mm [%]
DR56-HB02	2	14.95	14.55/11.25	296	292	1.76	2.4	6.66e-05 (p=0.3)	2.8	0.17



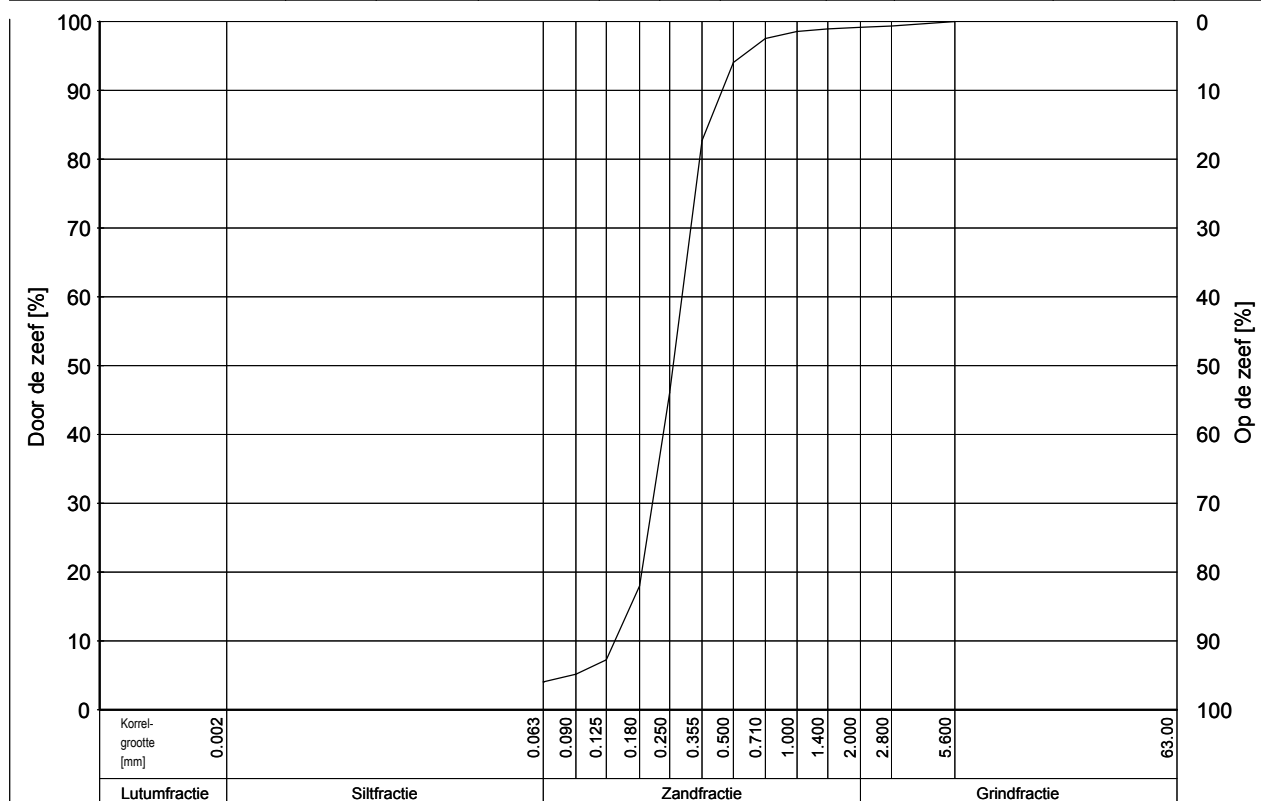
Boring	Monster	MV [m] t.o.v. NAP	DIEPTE [m] t.o.v. NAP	Mz [μ m]	D50 [μ m]	D60/D10 (zandfractie)	Mg [mm]	k [m/s] (Kozeny)	<63 μ m/<2mm [%]	>2mm [%]
DR56-HB03	3	15.05	11.45/10.05	303	303	1.85	3.5	8.11e-05 (p=0.3)	1.7	1.55



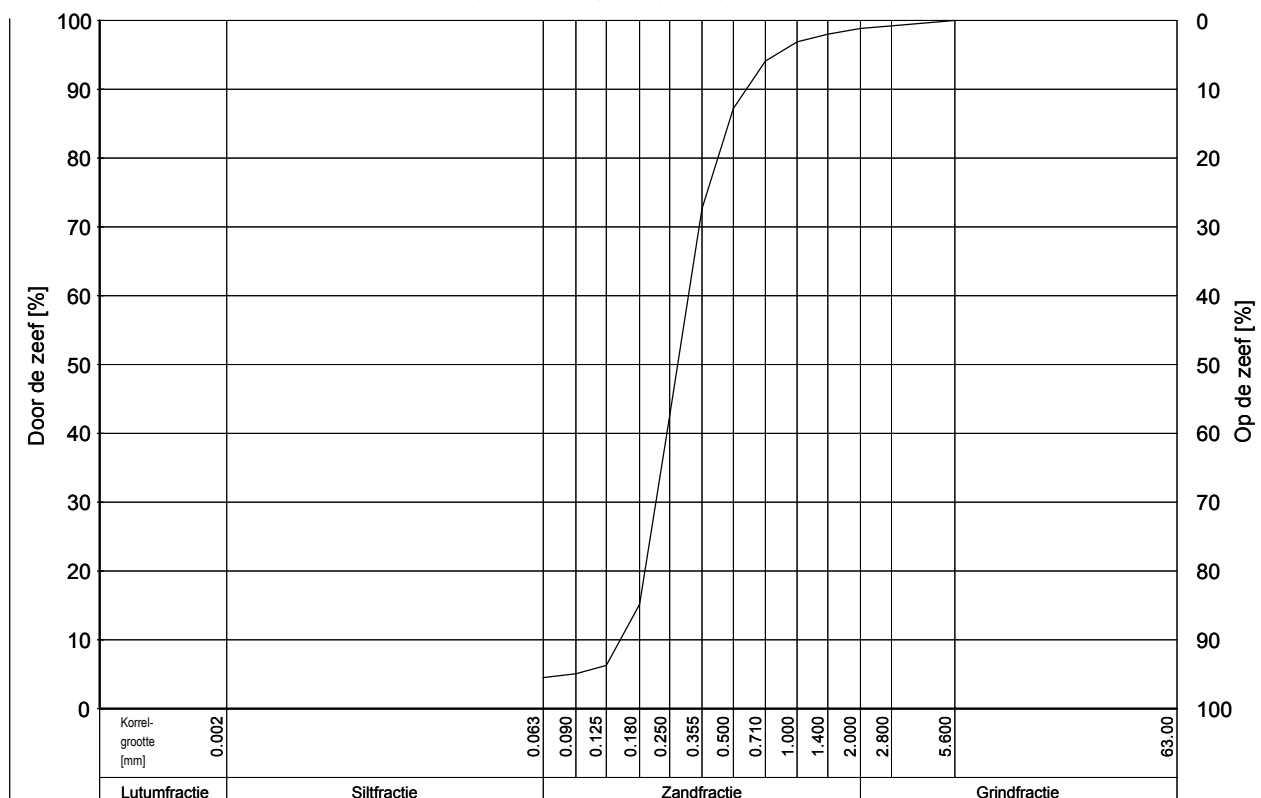
Boring	Monster	MV [m] t.o.v. NAP	DIEPTE [m] t.o.v. NAP	Mz [μ m]	D50 [μ m]	D60/D10 (zandfractie)	Mg [mm]	k [m/s] (Kozeny)	<63 μ m/<2mm [%]	>2mm [%]
DR56-HB04	2	14.74	14.14/11.24	277	266	1.88	2.8	3.37e-05 (p=0.3)	7.6	0.30



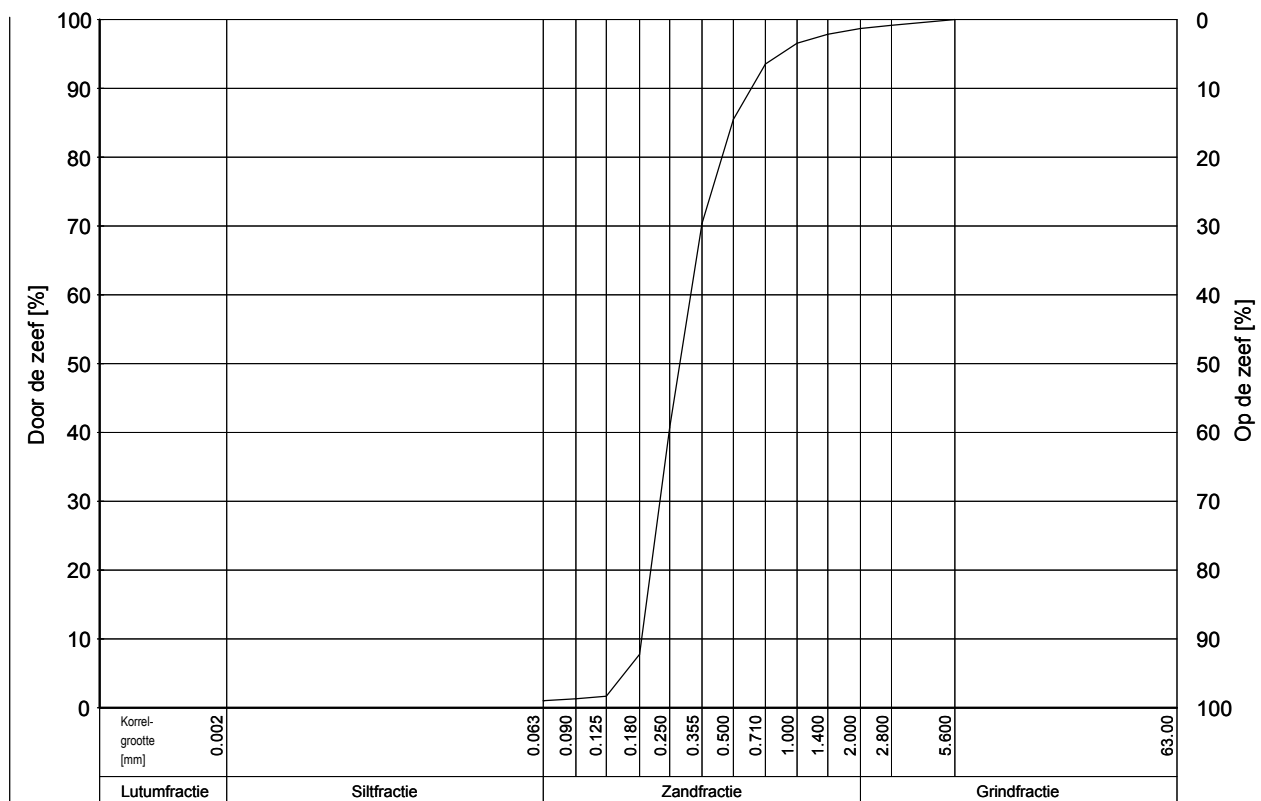
Boring	Monster	MV [m] t.o.v. NAP	DIEPTE [m] t.o.v. NAP	Mz [μm]	D50 [μm]	D60/D10 (zandfractie)	Mg [mm]	k [m/s] (Kozeny)	<63μm/<2mm [%]	>2mm [%]
DR56-HB05	5	15.55	12.55/10.55	264	260	1.86	3.6	4.61e-05 (p=0.3)	4.1	0.82



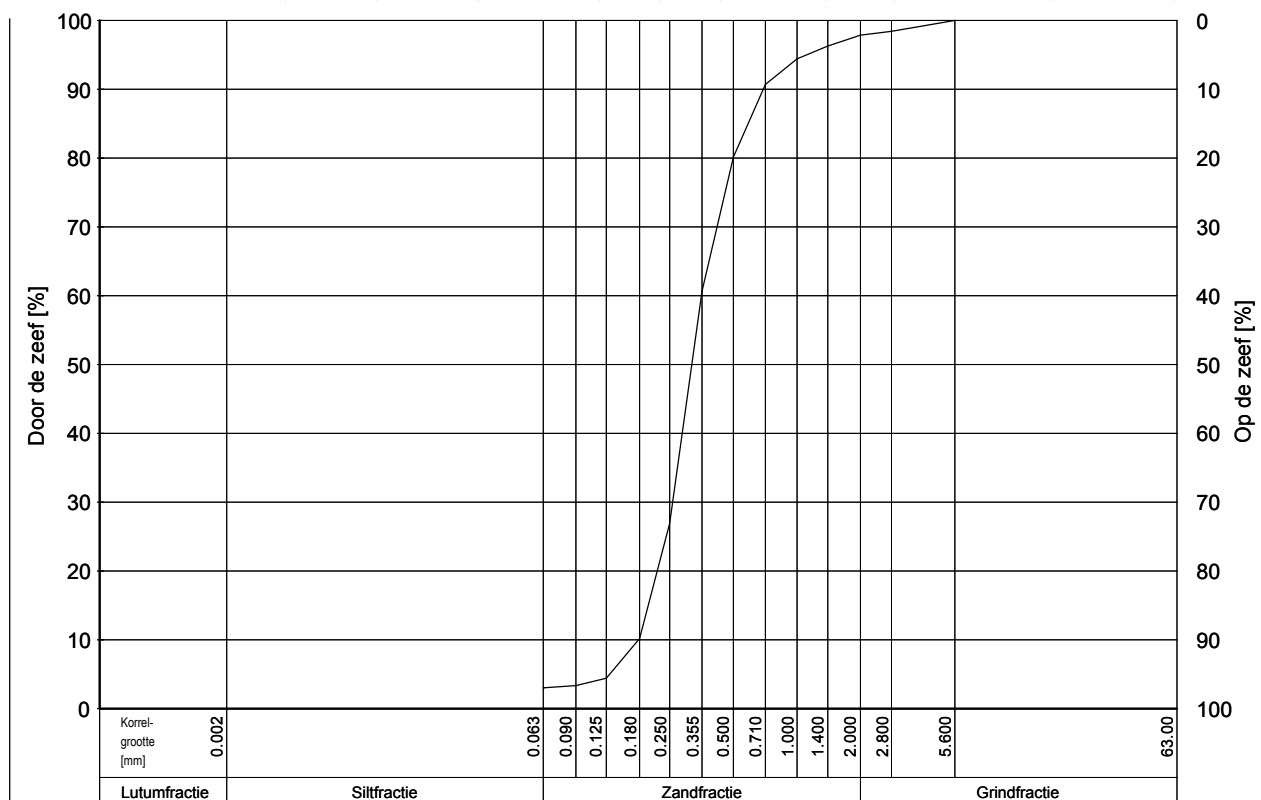
Boring	Monster	MV [m] t.o.v. NAP	DIEPTE [m] t.o.v. NAP	Mz [μm]	D50 [μm]	D60/D10 (zandfractie)	Mg [mm]	k [m/s] (Kozeny)	<63μm/<2mm [%]	>2mm [%]
DR56-HB06	2	14.43	12.93/10.73	278	273	1.81	3.4	4.99e-05 (p=0.3)	4.6	1.15



Boring	Monster	MV [m] t.o.v. NAP	DIEPTE [m] t.o.v. NAP	Mz [μm]	D50 [μm]	D60/D10 (zandfractie)	Mg [mm]	k [m/s] (Kozeny)	<63μm/<2mm [%]	>2mm [%]
DR56-HB08	3	14.47	11.27/9.47	279	279	1.69	3.3	8.52e-05 (p=0.3)	1.0	1.32



Boring	Monster	MV [m] t.o.v. NAP	DIEPTE [m] t.o.v. NAP	Mz [μm]	D50 [μm]	D60/D10 (zandfractie)	Mg [mm]	k [m/s] (Kozeny)	<63μm/<2mm [%]	>2mm [%]
DR56-HB10	2	12.52	11.22/9.52	319	318	1.87	3.5	7.49e-05 (p=0.3)	3.1	2.13



Bijlage E

Terreinmetingen

Opdracht: 1302640 56
Plaats : Afferden
Project :

Betreft : Inmeetcoördinaten
Coördinaten tov : RD-stelsel
Ingemeten met : GPS-RTK
Datum : 31-10-2013
Ingemeten door : H. van Ham

Sonderingen/boringen	X [m]	Y [m]	Z [M] mv
nummer	Ingemeten	Ingemeten	TOV NAP
DR56-S001	197621,66	405550,16	12,03
DR56-S002	198372,85	404918,71	14,93
DR56-S003	197637,76	405552,12	15,35
DR56-S004	198356,84	404906,92	14,73
DR56-S005	197065,06	406759,17	12,00
DR56-S006	197203,82	406472,16	14,43
DR56-S007	197358,08	406063,44	13,48
DR56-S008	197284,95	406223,11	14,22
DR56-HB01	198349,01	404899,01	11,82
DR56-HB02	198372,16	404919,14	14,95
DR56-HB03	197633,83	405547,91	15,05
DR56-HB04	198355,03	404908,59	14,74
DR56-HB05	197081,62	406751,24	15,55
DR56-HB06	197203,82	406472,16	14,43
DR56-HB07	197657,59	405550,54	13,42
DR56-HB08	197356,84	406043,94	14,47
DR56-HB09	197296,15	406225,72	14,65
DR56-HB10	197625,43	405549,55	12,52



Tauw

Kenmerk

N010-1265671THI-V01-nja-NL

Bijlage 3

Berekeningsresultaten

5.9.1

Vereenvoudigde sterkteberekening van een leiding in open sleuf conform NEN3650 en NEN3651

1. INVOERGEGEVENS VOOR BEREKENING

1.1 Leidinggegevens

Uitwendige diameter (Voor gietijzer zonder bekleding)	De	63,0 mm
Wanddikte	dn	4,70 mm
Negatieve wanddikketolerantie (gietijzer/staal)	dtol	0,0 %
Corrosietoetslag (staal)	ct	0,0 mm
Pf max = 790 kNm, zie bijgevoegde handberekening gevelfwerking	d	4,7 mm
Dikte uitwendige bekleding	e	0,0 mm
vulling leiding		water -
gas, water of geen		
Uitwendige diameter vermeerderd met dikte bekleding	Do	63,0 mm
Gemiddelde middellijn (= De - d)	Dg	58,3 mm
Inwendige diameter	Di	53,6 mm
Inwendige straal ri = (De - 2*dn)/2	ri	26,8 mm
Uitwendige straal ru = ri + d	ru	31,5 mm
Gemiddelde straal rg = (ri + ru)/2	rg	29,2 mm
Weerstandsmoment leidingwand	Ww	3,7 mm ³ /mm
Weerstandsmoment buis	Wb	11686 mm ³ /mm
Traagheidsmoment leidingwand	Iw	8,7 mm ⁴ /mm
Traagheidsmoment buisdoorsnede	Ib	368109 mm ⁴ /mm
Materiaal	-	PE
PE, staal of gietijzer	-	
Materiaalkwaliteit	-	100 -
80 of 100 (PE) of staalkwaliteit invullen	-	
SDR-klasse (bij PE)	-	
Elasticiteitsmodulus leiding kort	Eleidingk	975 N/mm ²
Elasticiteitsmodulus leiding lang	Eleidingl	350 N/mm ²
Langeduurtreksterkte PE	MRS	10,0 N/mm ²
Verhouding zuivere trek/buigtrek	ασ	0,65 -
Veiligheidscoëfficiënt t.b.v. toelaatbare zuivere trekspanning PE	γm	1,25 -
Veiligheidsfactor PE langdurige onderdruk	γl	3,0 -
Veiligheidsfactor PE kortdurige onderdruk	γk	1,5 -
Toelaatbare materiaalspanning staal/gietijzer, n.v.t. bij PE	Re	420 N/mm ²
Materiaalfactor staal	γm	nvt -
Nominale ringstijfheid (SN)		
zie NEN3650-3 blz. 25		
toelaatbare deflectie: afhankelijk van SN	toegest_defl	8 %
Voor thermoplasten: 8%		
Voor thermoharde materialen, met SN=< 10000 PA: 6%		
Voor thermoharde materialen, met SN => 10000 PA: 194/SN ^{1/3} x 0,67		
volumiek gewicht leiding	γl	0,0000094 N/mm ³
volumiek gewicht vulling	γv	0,00001 N/mm ³
Lineaire uitzettingscoëfficiënt	αg	0,00016 (mm/mm)*K ⁻¹
Constante van Poisson	ν	0,40 -
Tangentieel starre of flexibele buizen		tf -
tangentieel star = ts		
tangentieel flexibel = tf		
R = bochtstraal. Geldt voor voorgevormde bocht, niet voor koudgevormde bocht!	Rbocht	50000 mm
Ontwerp druk (inwendige druk)	pd	0,50 N/mm ²
Ontwerp inclusief drukstoten		nee -
γm x γp (voor nodulair gietijzer met mof spie)	γm x γp	n.v.t. -
Temperatuurverschil	Δt	15 °C
Importantiefactor (schadefactor in oude norm)	S	0,75 -

5.9.1

Vereenvoudigde sterkteberekening van een leiding in open sleuf conform NEN3650 en NEN3651

1.2 Grondgegevens en verkeersbelasting

Grondsoort	GS	skv -
slappe klei/veen = skv		
stijve klei = sk		
normaal zand = nz		
hard zand = hz		
Gronddekking	H	1,00 m
GWS t.o.v. maaiveld	GWS	1,06 m-mv
Gronddekking boven gws	Hd	1,00 m
Gronddekking beneden gws	Hw	0,00 m
As van leiding t.o.v. maaiveld	Has	1,03 m-mv
Volumiegewicht grond	γ	18,0 kN/m3
Volumiegewicht grond nat	γ_n	20,0 kN/m3
Volumiegewicht water	γ_w	10,0 kN/m3
Effectieve cohesie	c'	0 kN/m2
Inwendige wrijvingshoek grond	ϕ	22,5 graden
Ongedraineerde schuifsterkte	cu	40 kN/m2
Elasticiteitsmodulus van materiaal sleuf	Esleuf	1,5 N/mm2
Elastische horizontale indrukking alleen bij zandgrond	δE	2 mm
Verkeersklasse		2 -
Grafiek I of grafiek II		
qv op leidingniveau	qv	3E-02 N/mm2

1.3 Uitvoering

Aanlegbreedte	B	1,1 m
uitvoeringszakkingsverschil	fv	30 mm
zettingsverschil	Δz	100 mm
Klinkpercentage	μ	0,2 -
Factor is 0,6 bij open ontgraving en 1,0 bij doorpersing	α	0,6 -

1.4 Factoren, coëfficiënten, ed

Factor marson	fm	0,3 -
sleufbreedte > 3 * Do op leidingasniveau -> fm = 0,3		
sleufbreedte ≤ 3 * Do op leidingasniveau -> fm = 0,1		
sleufbreedte ≤ 1,5 * Do op leidingasniveau -> fm = 0		

1.5 Beddingsconstanten

Voor de beddingsconstanten zijn er 2 opties: bij (1) wordt er gebruik gemaakt van formules volgens NEN 3650-1 C4.3 bij (2) wordt er gebruik gemaakt van de tabellen op pagina 152, 153		
Beddingsconstante methode:	1 of 2	1 -
bij (1) -> kh;iowa nvt, ga verder met A, Ba en xx (kv;gem wordt uitgerekend.) bij (2) -> vul kv;gem, kv;bodem_rep en kh;iowa in. A, Ba en xx nvt		
Voor (1):		
Verticale beddingsconstante, berekend	kv;gem	0,00685894
A (horizontale beddingsconstante)	A	0,145 -
B (horizontale beddingsconstante)	Ba	0,855 -
percentage dat qhe tot ontwikkeling is gekomen	xx	30 %
Voor (2):		
Verticale beddingsconstante, tabel pagina 152,153	kv;gem	
minimum verticale beddingsconstante omlaag	kv;bodem_rep	
minimale horizontale beddingsconstante IOWA	kh;iowa	N/mm3
verticale beddingsconstante	kv;gem	0,007 N/mm3
minimum verticale beddingsconstante omlaag	kv;bodem_rep	0,007 N/mm3
kv;bodem, inclusief partiele factor (hoog of laag)	kv;bodem	0,014 N/mm3
Z/Do	Z/Do	16,4 -
Inwendige wrijvingshoek grond	ϕ	22,5 graden
Kq = belastingscoëfficiënt volgens Brinch Hansen	Kq	6,4 -
Kc = belastingscoëfficiënt volgens Brinch Hansen	Kc	26 -
Kcu = belastingscoëfficiënt volgens Brinch Hansen	Kcu	7,8 -

5.9.1

Vereenvoudigde sterkteberekening van een leiding in open sleuf conform NEN3650 en NEN3651

stijfheidsverhouding grond	λ	0,00538 mm-1
zakkingsprofiel	L	20 m
	$\lambda * L$	100,0
		Minimum of maximum waarde
Bij kruising van waterkering geldt i = 90% inklemming, zie NPR3659:1996		
coefficient Az	Az	0,002 -
coefficient Bz	Bz	0,000001 -
coefficient Cz	Cz	0,001 -
ondersteuningshoek	oh	70 °
tangentieel flexibele buizen -> 70°		
tangentieel starre buizen -> 30°		
doorgeperst (sleufloos aangelegd) -> 120°		
belastingshoek --> 180°	bh	180 °
Momentcoefficient bodem	Kb	0,178 -
Momentcoefficient zijden	Ks	-0,145 -
Momentcoefficient bodem indirect	Kbi	0,122 -
deflectiefactor	ky	0,102 -
deflectiefactor indirect	kyi	0,061 -
kruipfactor / 'deflection lag'-factor	Df	1,0 -
goed verdicht zand of klei- of veengrond -> D = 1,0		
anders -> D = 1,5		

1.6 Partiële factoren voor grondparameters en grondmechanische eigenschappen

Partiële factoren voor grondparameters

Alleen van toepassing indien parameters zijn vastgesteld op basis van de (lab)resultaten van het grondonderzoek

Partiële factoren voor grondmechanische eigenschappen

NEN3650-1 tabel B3 alleen van toepassing op sterkte-parameters, niet op belastingen, zie opm. NEN3651 8.5.1. **Onderscheid tussen zand en klei/veen**

neutrale grondbelasting (aanbevolen 1,1 i.v.m. onzekerheid)	pf_qn	1,1 -
passieve grondbelasting (aanbevolen 1,5 i.v.m. onzekerheid)	pf_qp	1,5 -
horizontaal evenwichtsdraagvermogen	pf_qhe	1,6 -
verticaal evenwichtsdraagvermogen	pf_pwe	2,0 -
horizontale beddingsconstante	pf_kh	1,7 -
verticale beddingsconstante, omlaag	pf_kv bodem	2,0 -
verticale beddingsconstante, omhoog	pf_kv top	1,4 -
partiële factoren van beddingsconstante	pf_k	hoog -
hoog (vermenigvuldigen) of laag (delen)		
zetting	pf_Δz	1,5 -
uitvoeringszakking (tabel C.3 - C.5)	pf_fv	1,5 -
conform NEN3651 8.5.2.4 voor de zetting en uitvoeringszakking een onzekerheidsfactor van 1,5 toepassen		

1.7 Belastingfactoren (staal)

Niet van toepassing bij vereenvoudigde berekening => alles 1,00

inwendige druk -> 1,15	γs_inw	1,00 -
temperatuurverschillen -> 1,10	γs_temp	1,00 -
opgedrongen vervormingen -> 1,10	γs_verv	1,00 -
verkeersbelastingen -> 1,35	γs_vosb	1,00 -
eigen gewicht -> 1,10	γs_eg	1,00 -
eigen gewicht vulling -> 1,10	γs_vul	1,00 -
uitwendige waterdruk -> 1,10	γs_uitw	1,00 -



5.9.1

Vereenvoudigde sterkteberekening van een leiding in open sleuf conform NEN3650 en NEN3651

3. TOETSING PE

3.1 Toets spanningen

Situatie 1-2 jaar: reële grondbelasting + fv

axiale spanningen (zowel thermoplastische als thermoharde kunststoffen)

$$\sigma_x = 0,5 \cdot \sigma_p + \alpha_m \cdot i_x \cdot p \cdot \sigma_b; x + \sigma_T; x \quad \sigma_x \quad 3,92 \text{ N/mm}^2$$

tangentiele spanningen (alleen thermoplastische materialen)

ten gevolge van alleen inwendige druk

$$\sigma_y = \sigma_p$$

P'f max = 790 kNm, zie bijgevoegde handberekening gevelfwerking

$$\sigma_y = \alpha_m \cdot (\sigma_y; \max; p=0 + i_y; p \cdot \sigma_b; x) \quad \sigma_y; \text{druk} \quad 3,12 \text{ N/mm}^2$$

Situatie na 2 jaar: neutrale grondbelasting + fv + Δz

axiale spanningen (zowel thermoplastische als thermoharde kunststoffen)

$$\sigma_{x_2} = 0,5 \cdot \sigma_p + \alpha_m \cdot i_x \cdot p \cdot \sigma_b; x_2 + \sigma_T; x \quad \sigma_{x_2} \quad 3,99 \text{ N/mm}^2$$

tangentiele spanningen (alleen thermoplastische materialen)

ten gevolge van alleen inwendige druk

$$\sigma_{y_2} = \sigma_p$$

drukloos met externe belastingen

$$\sigma_{y_2} = \alpha_m \cdot (\sigma_y; \max; p=0_2 + i_y; p \cdot \sigma_b; x_2) \quad \sigma_{y_2}; \text{druk} \quad 3,12 \text{ N/mm}^2$$

toelaatbare spanningen

$$\sigma_{\text{toel}} = S \cdot \text{MRS} / \gamma \quad \sigma_{\text{toel}} \quad 6,00 \text{ N/mm}^2$$

Zes toetsen:

$$\begin{aligned} \sigma_x &\leq \sigma_{\text{toel}} & \sigma_{x_2} &\leq \sigma_{\text{toel}} \\ \sigma_y; \text{druk} &\leq \sigma_{\text{toel}} & \sigma_{y_2}; \text{druk} &\leq \sigma_{\text{toel}} \\ \sigma_y &\leq \sigma_{\text{toel}} & \sigma_{y_2} &\leq \sigma_{\text{toel}} \end{aligned}$$

De spanningen zijn toelaatbaar

3.2 Toets deflectie

maatgevend is de drukloze situatie:

Situatie 1-2 jaar

met neutrale horizontale steundruk (drukloos, klei/veen)

$$dy_{2b} = Df \cdot (k_y \cdot Q_{\text{tot}1} + k_{yi} \cdot Q_r - 0,083 \cdot Q_h; n) \cdot rg^3 / (EI \cdot lw) \quad dy_{2b} \quad 2,74 \text{ mm}$$

Situatie na 2 jaar

met neutrale horizontale steundruk (drukloos, klei/veen)

$$dy_{2b} = Df \cdot (k_y \cdot Q_{\text{tot}} + k_{yi} \cdot Q_r - 0,083 \cdot Q_h; n) \cdot rg^3 / (EI \cdot lw) \quad dy_{2b} \quad 1,40 \text{ mm}$$

toelaatbare deflectie

$$\delta y_{\text{toel}} = dy \cdot De \cdot S \quad \delta y_{\text{toel}} \quad 3,78 \text{ mm}$$

De deflectie is toelaatbaar

3.3 Aanvullende toetsen indien kruising met waterstaatswerk

Ringstijfheid

$$SN = EI \cdot lw / (Dg)^3$$

vereiste minimale ringstijfheid

Smin

$$SN \quad 0,015 \text{ N/mm}^2$$

$$S_{\text{min}} \quad 0,002 \text{ N/mm}^2$$

Ringstijfheid voldoet

Implosie

Toelaatbare langdurende alzijdige uitwendige overdruk

Toelaatbare kortdurende alzijdige uitwendige overdruk

$$pol \quad 0,15 \text{ N/mm}^2$$

$$pok \quad 0,81 \text{ N/mm}^2$$

Relatieve sterkte

Voldoet leiding aan relatieve strekte eis?

-

5.9.1

Vereenvoudigde sterkteberekening van een leiding in open sleuf conform NEN3650 en NEN3651

1. INVOERGEGEVENS VOOR BEREKENING

1.1 Leidinggegevens

Uitwendige diameter (Voor gietijzer zonder bekleding)	De	63,0 mm
Wanddikte	dn	4,70 mm
Negatieve wanddikketolerantie (gietijzer/staal)	dtol	0,0 %
Corrosietoetslag (staal)	ct	0,0 mm
Pf max = 790 kNm, zie bijgevoegde handberekening gevelfwerking	d	4,7 mm
Dikte uitwendige bekleding	e	0,0 mm
vulling leiding		water -
gas, water of geen		
Uitwendige diameter vermeerderd met dikte bekleding	Do	63,0 mm
Gemiddelde middellijn (= De - d)	Dg	58,3 mm
Inwendige diameter	Di	53,6 mm
Inwendige straal ri = (De - 2*dn)/2	ri	26,8 mm
Uitwendige straal ru = ri + d	ru	31,5 mm
Gemiddelde straal rg = (ri + ru)/2	rg	29,2 mm
Weerstandsmoment leidingwand	Ww	3,7 mm ³ /mm
Weerstandsmoment buis	Wb	11686 mm ³ /mm
Traagheidsmoment leidingwand	Iw	8,7 mm ⁴ /mm
Traagheidsmoment buisdoorsnede	Ib	368109 mm ⁴ /mm
Materiaal	-	PE
PE, staal of gietijzer	-	100 -
Materiaalkwaliteit	-	
80 of 100 (PE) of staalkwaliteit invullen	-	
SDR-klasse (bij PE)	-	
Elasticiteitsmodulus leiding kort	Eleidingk	975 N/mm ²
Elasticiteitsmodulus leiding lang	Eleidingl	350 N/mm ²
Langeduurtreksterkte PE	MRS	10,0 N/mm ²
Verhouding zuivere trek/buigtrek	ασ	0,65 -
Veiligheidscoëfficiënt t.b.v. toelaatbare zuivere trekspanning PE	γm	1,25 -
Veiligheidsfactor PE langdurige onderdruk	γl	3,0 -
Veiligheidsfactor PE kortdurige onderdruk	γk	1,5 -
Toelaatbare materiaalspanning staal/gietijzer, n.v.t. bij PE	Re	420 N/mm ²
Materiaalfactor staal	γm	nvt -
Nominale ringstijfheid (SN)		
zie NEN3650-3 blz. 25		
toelaatbare deflectie: afhankelijk van SN	toegest_defl	8 %
Voor thermoplasten: 8%		
Voor thermoharde materialen, met SN=< 10000 PA: 6%		
Voor thermoharde materialen, met SN => 10000 PA: 194/SN ^{1/3} x 0,67		
volumiek gewicht leiding	γl	0,0000094 N/mm ³
volumiek gewicht vulling	γv	0,00001 N/mm ³
Lineaire uitzettingscoëfficiënt	αg	0,00016 (mm/mm)*K ⁻¹
Constante van Poisson	ν	0,40 -
Tangentieel starre of flexibele buizen		tf -
tangentieel star = ts		
tangentieel flexibel = tf		
R = bochtstraal. Geldt voor voorgevormde bocht, niet voor koudgevormde bocht!	Rbocht	50000 mm
Ontwerp druk (inwendige druk)	pd	0,50 N/mm ²
Ontwerp inclusief drukstoten		nee -
γm x γp (voor nodulair gietijzer met mof spie)	γm x γp	n.v.t. -
Temperatuurverschil	Δt	15 °C
Importantiefactor (schadefactor in oude norm)	S	0,75 -

5.9.1

Vereenvoudigde sterkteberekening van een leiding in open sleuf conform NEN3650 en NEN3651

1.2 Grondgegevens en verkeersbelasting

Grondsoort	GS	skv -
slappe klei/veen = skv		
stijve klei = sk		
normaal zand = nz		
hard zand = hz		
Gronddekking	H	2,00 m
GWS t.o.v. maaiveld	GWS	2,06 m-mv
Gronddekking boven gws	Hd	2,00 m
Gronddekking beneden gws	Hw	0,00 m
As van leiding t.o.v. maaiveld	Has	2,03 m-mv
Volumiegewicht grond	γ	18,0 kN/m3
Volumiegewicht grond nat	γ_n	20,0 kN/m3
Volumiegewicht water	γ_w	10,0 kN/m3
Effectieve cohesie	c'	0 kN/m2
Inwendige wrijvingshoek grond	ϕ	22,5 graden
Ongedraineerde schuifsterkte	cu	40 kN/m2
Elasticiteitsmodulus van materiaal sleuf	Esleuf	1,5 N/mm2
Elastische horizontale indrukking alleen bij zandgrond	δE	2 mm
Verkeersklasse		2 -
Grafiek I of grafiek II		
qv op leidingniveau	qv	1E-02 N/mm2

1.3 Uitvoering

Aanlegbreedte	B	1,1 m
uitvoeringszakkingsverschil	fv	30 mm
zettingsverschil	Δz	100 mm
Klinkpercentage	μ	0,2 -
Factor is 0,6 bij open ontgraving en 1,0 bij doorpersing	α	0,6 -

1.4 Factoren, coëfficiënten, ed

Factor marson	fm	0,3 -
sleufbreedte > 3 * Do op leidingasniveau -> fm = 0,3		
sleufbreedte ≤ 3 * Do op leidingasniveau -> fm = 0,1		
sleufbreedte ≤ 1,5 * Do op leidingasniveau -> fm = 0		

1.5 Beddingsconstanten

Voor de beddingsconstanten zijn er 2 opties: bij (1) wordt er gebruik gemaakt van formules volgens NEN 3650-1 C4.3 bij (2) wordt er gebruik gemaakt van de tabellen op pagina 152, 153		
Beddingsconstante methode:	1 of 2	1 -
bij (1) -> kh;iowa nvt, ga verder met A, Ba en xx (kv;gem wordt uitgerekend.) bij (2) -> vul kv;gem, kv;bodem_rep en kh;iowa in. A, Ba en xx nvt		
Voor (1):		
Verticale beddingsconstante, berekend	kv;gem	0,00685981
A (horizontale beddingsconstante)	A	0,145 -
B (horizontale beddingsconstante)	Ba	0,855 -
percentage dat qhe tot ontwikkeling is gekomen	xx	30 %
Voor (2):		
Verticale beddingsconstante, tabel pagina 152,153	kv;gem	
minimum verticale beddingsconstante omlaag	kv;bodem_rep	
minimale horizontale beddingsconstante IOWA	kh;iowa	N/mm3
verticale beddingsconstante	kv;gem	0,007 N/mm3
minimum verticale beddingsconstante omlaag	kv;bodem_rep	0,007 N/mm3
kv;bodem, inclusief partiele factor (hoog of laag)	kv;bodem	0,014 N/mm3
Z/Do	Z/Do	32,2 -
Inwendige wrijvingshoek grond	ϕ	22,5 graden
Kq = belastingscoëfficiënt volgens Brinch Hansen	Kq	6,5 -
Kc = belastingscoëfficiënt volgens Brinch Hansen	Kc	28 -
Kcu = belastingscoëfficiënt volgens Brinch Hansen	Kcu	7,8 -

5.9.1

Vereenvoudigde sterkteberekening van een leiding in open sleuf conform NEN3650 en NEN3651

stijfheidsverhouding grond	λ	0,00538 mm-1
zakkingsprofiel	L	20 m
	$\lambda * L$	100,0
		Minimum of maximum waarde
Bij kruising van waterkering geldt i = 90% inklemming, zie NPR3659:1996		
coefficient Az	Az	0,002 -
coefficient Bz	Bz	0,000001 -
coefficient Cz	Cz	0,001 -
ondersteuningshoek	oh	70 °
tangentieel flexibele buizen -> 70°		
tangentieel starre buizen -> 30°		
doorgeperst (sleufloos aangelegd) -> 120°		
belastingshoek --> 180°	bh	180 °
Momentcoefficient bodem	Kb	0,178 -
Momentcoefficient zijden	Ks	-0,145 -
Momentcoefficient bodem indirect	Kbi	0,122 -
deflectiefactor	ky	0,102 -
deflectiefactor indirect	kyi	0,061 -
kruipfactor / 'deflection lag'-factor	Df	1,0 -
goed verdicht zand of klei- of veengrond -> D = 1,0		
anders -> D = 1,5		

1.6 Partiële factoren voor grondparameters en grondmechanische eigenschappen

Partiële factoren voor grondparameters

Alleen van toepassing indien parameters zijn vastgesteld op basis van de (lab)resultaten van het grondonderzoek

Partiële factoren voor grondmechanische eigenschappen

NEN3650-1 tabel B3 alleen van toepassing op sterkte-parameters, niet op

belastingen, zie opm. NEN3651 8.5.1. **Onderscheid tussen zand en klei/veen**

neutrale grondbelasting (aanbevolen 1,1 i.v.m. onzekerheid)	pf_qn	1,1 -
passieve grondbelasting (aanbevolen 1,5 i.v.m. onzekerheid)	pf_qp	1,5 -
horizontaal evenwichtsdraagvermogen	pf_qhe	1,6 -
verticaal evenwichtsdraagvermogen	pf_pwe	2,0 -
horizontale beddingsconstante	pf_kh	1,7 -
verticale beddingsconstante, omlaag	pf_kv bodem	2,0 -
verticale beddingsconstante, omhoog	pf_kv top	1,4 -
partiële factoren van beddingsconstante	pf_k	hoog -
hoog (vermenigvuldigen) of laag (delen)		
zetting	pf_Δz	1,5 -
uitvoeringszakking (tabel C.3 - C.5)	pf_fv	1,5 -
conform NEN3651 8.5.2.4 voor de zetting en uitvoeringszakking een		
onzekerheidsfactor van 1,5 toepassen		

1.7 Belastingfactoren (staal)

Niet van toepassing bij vereenvoudigde berekening => alles 1,00

inwendige druk -> 1,15	γs_inw	1,00 -
temperatuurverschillen -> 1,10	γs_temp	1,00 -
opgedrongen vervormingen -> 1,10	γs_verv	1,00 -
verkeersbelastingen -> 1,35	γs_vosb	1,00 -
eigen gewicht -> 1,10	γs_eg	1,00 -
eigen gewicht vulling -> 1,10	γs_vul	1,00 -
uitwendige waterdruk -> 1,10	γs_uitw	1,00 -



Vereenvoudigde sterkteberekening van een leiding in open sleuf conform NEN3650 en NEN3651

3. TOETSING PE

3.1 Toets spanningen

Situatie 1-2 jaar: reële grondbelasting + fv

axiale spanningen (zowel thermoplastische als thermoharde kunststoffen)

$$\sigma_x = 0,5 \cdot \sigma_p + \alpha_m \cdot i_x \cdot p \cdot \sigma_b; x + \sigma_T; x \quad \sigma_x \quad 3,92 \text{ N/mm}^2$$

tangentiele spanningen (alleen thermoplastische materialen)

ten gevolge van alleen inwendige druk

$$\sigma_y = \sigma_p \quad \sigma_y; \text{druk} \quad 3,12 \text{ N/mm}^2$$

P'f max = 790 kNm, zie bijgevoegde handberekening gevelfwerking

$$\sigma_y = \alpha_m \cdot (\sigma_y; \text{max}; p=0 + i_y; p \cdot \sigma_b; x) \quad \sigma_y \quad 2,65 \text{ N/mm}^2$$

Situatie na 2 jaar: neutrale grondbelasting + fv + Δz

axiale spanningen (zowel thermoplastische als thermoharde kunststoffen)

$$\sigma_{x_2} = 0,5 \cdot \sigma_p + \alpha_m \cdot i_x \cdot p \cdot \sigma_b; x_2 + \sigma_T; x \quad \sigma_{x_2} \quad 3,99 \text{ N/mm}^2$$

tangentiele spanningen (alleen thermoplastische materialen)

ten gevolge van alleen inwendige druk

$$\sigma_{y_2} = \sigma_p \quad \sigma_{y_2}; \text{druk} \quad 3,12 \text{ N/mm}^2$$

drukloos met externe belastingen

$$\sigma_{y_2} = \alpha_m \cdot (\sigma_y; \text{max}; p=0_2 + i_y; p \cdot \sigma_b; x_2) \quad \sigma_{y_2} \quad 1,56 \text{ N/mm}^2$$

toelaatbare spanningen

$$\sigma_{\text{toel}} = S \cdot \text{MRS} / \gamma \quad \sigma_{\text{toel}} \quad 6,00 \text{ N/mm}^2$$

Zes toetsen:

$$\begin{aligned} \sigma_x &\leq \sigma_{\text{toel}} & \sigma_{x_2} &\leq \sigma_{\text{toel}} \\ \sigma_y; \text{druk} &\leq \sigma_{\text{toel}} & \sigma_{y_2}; \text{druk} &\leq \sigma_{\text{toel}} \\ \sigma_y &\leq \sigma_{\text{toel}} & \sigma_{y_2} &\leq \sigma_{\text{toel}} \end{aligned}$$

De spanningen zijn toelaatbaar

3.2 Toets deflectie

maatgevend is de drukloze situatie:

Situatie 1-2 jaar

met neutrale horizontale steundruk (drukloos, klei/veen)

$$dy_{2b} = Df \cdot (k_y \cdot Q_{\text{tot}1} + k_{yi} \cdot Q_r - 0,083 \cdot Q_h; n) \cdot rg^3 / (EI \cdot lw) \quad dy_{2b} \quad 2,41 \text{ mm}$$

Situatie na 2 jaar

met neutrale horizontale steundruk (drukloos, klei/veen)

$$dy_{2b} = Df \cdot (k_y \cdot Q_{\text{tot}} + k_{yi} \cdot Q_r - 0,083 \cdot Q_h; n) \cdot rg^3 / (EI \cdot lw) \quad dy_{2b} \quad 1,34 \text{ mm}$$

toelaatbare deflectie

$$\delta y_{\text{toel}} = dy \cdot De \cdot S \quad \delta y_{\text{toel}} \quad 3,78 \text{ mm}$$

De deflectie is toelaatbaar

3.3 Aanvullende toetsen indien kruising met waterstaatswerk

Ringstijfheid

$$SN = EI \cdot lw / (Dg)^3 \quad SN \quad 0,015 \text{ N/mm}^2$$

vereiste minimale ringstijfheid

$$S_{\text{min}} \quad S_{\text{min}} \quad 0,002 \text{ N/mm}^2$$

Ringstijfheid voldoet

Implosie

$$\text{Toelaatbare langdurende alzijdige uitwendige overdruk} \quad \text{pol} \quad 0,15 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Toelaatbare kortdurende alzijdige uitwendige overdruk} \quad \text{pok} \quad 0,81 \text{ N/mm}^2$$

Relatieve sterkte

Voldoet leiding aan relatieve strekte eis?

-

5.9.1

Vereenvoudigde sterkteberekening van een leiding in open sleuf conform NEN3650 en NEN3651

1. INVOERGEGEVENS VOOR BEREKENING

1.1 Leidinggegevens

Uitwendige diameter (Voor gietijzer zonder bekleding)	De	90,0 mm
Wanddikte	dn	6,70 mm
Negatieve wanddikketolerantie (gietijzer/staal)	dtol	0,0 %
Corrosietoetslag (staal)	ct	0,0 mm
Pf max = 790 kNm, zie bijgevoegde handberekening gevelfwerking	d	6,7 mm
Dikte uitwendige bekleding	e	0,0 mm
vulling leiding		water -
gas, water of geen		
Uitwendige diameter vermeerderd met dikte bekleding	Do	90,0 mm
Gemiddelde middellijn (= De - d)	Dg	83,3 mm
Inwendige diameter	Di	76,6 mm
Inwendige straal ri = (De - 2*dn)/2	ri	38,3 mm
Uitwendige straal ru = ri + d	ru	45 mm
Gemiddelde straal rg = (ri + ru)/2	rg	41,7 mm
Weerstandsmoment leidingwand	Ww	7,5 mm ³ /mm
Weerstandsmoment buis	Wb	34014 mm ³ /mm
Traagheidsmoment leidingwand	Iw	25,1 mm ⁴ /mm
Traagheidsmoment buisdoorsnede	Ib	1530630 mm ⁴ /mm
Materiaal	-	PE
PE, staal of gietijzer	-	
Materiaalkwaliteit	-	100 -
80 of 100 (PE) of staalkwaliteit invullen	-	
SDR-klasse (bij PE)	-	
Elasticiteitsmodulus leiding kort	Eleidingk	975 N/mm ²
Elasticiteitsmodulus leiding lang	Eleidingl	350 N/mm ²
Langeduurtreksterkte PE	MRS	10,0 N/mm ²
Verhouding zuivere trek/buigtrek	ασ	0,65 -
Veiligheidscoëfficiënt t.b.v. toelaatbare zuivere trekspanning PE	γm	1,25 -
Veiligheidsfactor PE langdurige onderdruk	γl	3,0 -
Veiligheidsfactor PE kortdurige onderdruk	γk	1,5 -
Toelaatbare materiaalspanning staal/gietijzer, n.v.t. bij PE	Re	420 N/mm ²
Materiaalfactor staal	γm	nvt -
Nominale ringstijfheid (SN)		
zie NEN3650-3 blz. 25		
toelaatbare deflectie: afhankelijk van SN	toegest_defl	8 %
Voor thermoplasten: 8%		
Voor thermoharde materialen, met SN=< 10000 PA: 6%		
Voor thermoharde materialen, met SN => 10000 PA: 194/SN ^{1/3} x 0,67		
volumiek gewicht leiding	γl	0,0000094 N/mm ³
volumiek gewicht vulling	γv	0,00001 N/mm ³
Lineaire uitzettingscoëfficiënt	αg	0,00016 (mm/mm)*K ⁻¹
Constante van Poisson	ν	0,40 -
Tangentieel starre of flexibele buizen		tf -
tangentieel star = ts		
tangentieel flexibel = tf		
R = bochtstraal. Geldt voor voorgevormde bocht, niet voor koudgevormde bocht!	Rbocht	50000 mm
Ontwerp druk (inwendige druk)	pd	0,50 N/mm ²
Ontwerp inclusief drukstoten		nee -
γm x γp (voor nodulair gietijzer met mof spie)	γm x γp	n.v.t. -
Temperatuurverschil	Δt	15 °C
Importantiëfactor (schadefactor in oude norm)	S	0,75 -

5.9.1

Vereenvoudigde sterkteberekening van een leiding in open sleuf conform NEN3650 en NEN3651

1.2 Grondgegevens en verkeersbelasting

Grondsoort	GS	skv -
slappe klei/veen = skv		
stijve klei = sk		
normaal zand = nz		
hard zand = hz		
Gronddekking	H	1,00 m
GWS t.o.v. maaiveld	GWS	1,09 m-mv
Gronddekking boven gws	Hd	1,00 m
Gronddekking beneden gws	Hw	0,00 m
As van leiding t.o.v. maaiveld	Has	1,05 m-mv
Volumiegewicht grond	γ	18,0 kN/m3
Volumiegewicht grond nat	γ_n	20,0 kN/m3
Volumiegewicht water	γ_w	10,0 kN/m3
Effectieve cohesie	c'	0 kN/m2
Inwendige wrijvingshoek grond	ϕ	22,5 graden
Ongedraineerde schuifsterkte	cu	40 kN/m2
Elasticiteitsmodulus van materiaal sleuf	Esleuf	1,5 N/mm2
Elastische horizontale indrukking alleen bij zandgrond	δE	2 mm
Verkeersklasse		2 -
Grafiek I of grafiek II		
qv op leidingniveau	qv	3E-02 N/mm2

1.3 Uitvoering

Aanlegbreedte	B	1,1 m
uitvoeringszakkingsverschil	fv	30 mm
zettingsverschil	Δz	100 mm
Klinkpercentage	μ	0,2 -
Factor is 0,6 bij open ontgraving en 1,0 bij doorpersing	α	0,6 -

1.4 Factoren, coëfficiënten, ed

Factor marson	fm	0,3 -
sleufbreedte > 3 * Do op leidingasniveau -> fm = 0,3		
sleufbreedte ≤ 3 * Do op leidingasniveau -> fm = 0,1		
sleufbreedte ≤ 1,5 * Do op leidingasniveau -> fm = 0		

1.5 Beddingsconstanten

Voor de beddingsconstanten zijn er 2 opties: bij (1) wordt er gebruik gemaakt van formules volgens NEN 3650-1 C4.3 bij (2) wordt er gebruik gemaakt van de tabellen op pagina 152, 153		
Beddingsconstante methode:	1 of 2	1 -
bij (1) -> kh;iowa nvt, ga verder met A, Ba en xx (kv;gem wordt uitgerekend.) bij (2) -> vul kv;gem, kv;bodem_rep en kh;iowa in. A, Ba en xx nvt		
Voor (1):		
Verticale beddingsconstante, berekend	kv;gem	0,00480127
A (horizontale beddingsconstante)	A	0,145 -
B (horizontale beddingsconstante)	Ba	0,855 -
percentage dat qhe tot ontwikkeling is gekomen	xx	30 %
Voor (2):		
Verticale beddingsconstante, tabel pagina 152,153	kv;gem	
minimum verticale beddingsconstante omlaag	kv;bodem_rep	
minimale horizontale beddingsconstante IOWA	kh;iowa	N/mm3
verticale beddingsconstante	kv;gem	0,005 N/mm3
minimum verticale beddingsconstante omlaag	kv;bodem_rep	0,005 N/mm3
kv;bodem, inclusief partiele factor (hoog of laag)	kv;bodem	0,010 N/mm3
Z/Do	Z/Do	11,6 -
Inwendige wrijvingshoek grond	ϕ	22,5 graden
Kq = belastingscoëfficiënt volgens Brinch Hansen	Kq	6 -
Kc = belastingscoëfficiënt volgens Brinch Hansen	Kc	25 -
Kcu = belastingscoëfficiënt volgens Brinch Hansen	Kcu	7,3 -

5.9.1

Vereenvoudigde sterkteberekening van een leiding in open sleuf conform NEN3650 en NEN3651

stijfheidsverhouding grond	λ	0,00377 mm-1
zakkingsprofiel	L	20 m
	$\lambda * L$	75,4

Bij kruising van waterkering geldt $i = 90\%$ inklemming, zie NPR3659:1996

coefficient Az	Az	0,004917636 -
coefficient Bz	Bz	1,30873E-05 -
coefficient Cz	Cz	0,0255915 -

ondersteuningshoek	oh	70 °
--------------------	----	------

tangentieel flexibele buizen -> 70°

tangentieel starre buizen -> 30°

doorgeperst (sleufloos aangelegd) -> 120°

belastingshoek --> 180°	bh	180 °
-------------------------	----	-------

Momentcoefficient bodem	Kb	0,178 -
Momentcoefficient zijden	Ks	-0,145 -
Momentcoefficient bodem indirect	Kbi	0,122 -

deflectiefactor	ky	0,102 -
deflectiefactor indirect	kyi	0,061 -

kruipfactor / 'deflection lag'-factor	Df	1,0 -
goed verdicht zand of klei- of veengrond -> D = 1,0		
anders -> D = 1,5		

1.6 Partiële factoren voor grondparameters en grondmechanische eigenschappen

Partiële factoren voor grondparameters

Alleen van toepassing indien parameters zijn vastgesteld op basis van de (lab)resultaten van het grondonderzoek

Partiële factoren voor grondmechanische eigenschappen

NEN3650-1 tabel B3 alleen van toepassing op sterkte-parameters, niet op

belastingen, zie opm. NEN3651 8.5.1. **Onderscheid tussen zand en klei/veen**

neutrale grondbelasting (aanbevolen 1,1 i.v.m. onzekerheid)	pf_qn	1,1 -
passieve grondbelasting (aanbevolen 1,5 i.v.m. onzekerheid)	pf_qp	1,5 -
horizontaal evenwichtsdraagvermogen	pf_qhe	1,6 -
verticaal evenwichtsdraagvermogen	pf_pwe	2,0 -
horizontale beddingsconstante	pf_kh	1,7 -
verticale beddingsconstante, omlaag	pf_kvbottom	2,0 -
verticale beddingsconstante, omhoog	pf_kvtop	1,4 -
partiële factoren van beddingsconstante	pf_k	hoog -
hoog (vermenigvuldigen) of laag (delen)		
zetting	pf_Δz	1,5 -
uitvoeringszakking (tabel C.3 - C.5)	pf_fv	1,5 -
conform NEN3651 8.5.2.4 voor de zetting en uitvoeringszakking een		
onzekerheidsfactor van 1,5 toepassen		

1.7 Belastingfactoren (staal)

Niet van toepassing bij vereenvoudigde berekening => alles 1,00

inwendige druk -> 1,15	γs_inw	1,00 -
temperatuurverschillen -> 1,10	γs_temp	1,00 -
opgedrongen vervormingen -> 1,10	γs_verv	1,00 -
verkeersbelastingen -> 1,35	γs_vosb	1,00 -
eigen gewicht -> 1,10	γs_eg	1,00 -
eigen gewicht vulling -> 1,10	γs_vul	1,00 -
uitwendige waterdruk -> 1,10	γs_uitw	1,00 -



5.9.1

Vereenvoudigde sterkteberekening van een leiding in open sleuf conform NEN3650 en NEN3651

3. TOETSING PE

3.1 Toets spanningen

Situatie 1-2 jaar: reële grondbelasting + fv

axiale spanningen (zowel thermoplastische als thermoharde kunststoffen)

$$\sigma_x = 0,5 \cdot \sigma_p + \alpha_m \cdot i_x \cdot p \cdot \sigma_b; x + \sigma_T; x \quad \sigma_x \quad 4,28 \text{ N/mm}^2$$

tangentiele spanningen (alleen thermoplastische materialen)

ten gevolge van alleen inwendige druk

$$\sigma_y = \sigma_p$$

P'f max = 790 kNm, zie bijgevoegde handberekening gevelfwerking

$$\sigma_y = \alpha_m \cdot (\sigma_y; \max; p=0 + i_y; p \cdot \sigma_b; x) \quad \sigma_y; \text{druk} \quad 3,13 \text{ N/mm}^2$$

Situatie na 2 jaar: neutrale grondbelasting + fv + Δz

axiale spanningen (zowel thermoplastische als thermoharde kunststoffen)

$$\sigma_{x_2} = 0,5 \cdot \sigma_p + \alpha_m \cdot i_x \cdot p \cdot \sigma_b; x_2 + \sigma_T; x \quad \sigma_{x_2} \quad 5,53 \text{ N/mm}^2$$

tangentiele spanningen (alleen thermoplastische materialen)

ten gevolge van alleen inwendige druk

$$\sigma_{y_2} = \sigma_p$$

drukloos met externe belastingen

$$\sigma_{y_2} = \alpha_m \cdot (\sigma_y; \max; p=0_2 + i_y; p \cdot \sigma_b; x_2) \quad \sigma_{y_2}; \text{druk} \quad 3,13 \text{ N/mm}^2$$

toelaatbare spanningen

$$\sigma_{\text{toel}} = S \cdot \text{MRS} / \gamma \quad \sigma_{\text{toel}} \quad 6,00 \text{ N/mm}^2$$

Zes toetsen:

$$\begin{aligned} \sigma_x &\leq \sigma_{\text{toel}} & \sigma_{x_2} &\leq \sigma_{\text{toel}} \\ \sigma_y; \text{druk} &\leq \sigma_{\text{toel}} & \sigma_{y_2}; \text{druk} &\leq \sigma_{\text{toel}} \\ \sigma_y &\leq \sigma_{\text{toel}} & \sigma_{y_2} &\leq \sigma_{\text{toel}} \end{aligned}$$

De spanningen zijn toelaatbaar

3.2 Toets deflectie

maatgevend is de drukloze situatie:

Situatie 1-2 jaar

met neutrale horizontale steundruk (drukloos, klei/veen)

$$dy_{2b} = Df \cdot (k_y \cdot Q_{\text{tot}1} + k_{yi} \cdot Q_r - 0,083 \cdot Q_h; n) \cdot rg^3 / (EI \cdot lw) \quad dy_{2b} \quad 4,15 \text{ mm}$$

Situatie na 2 jaar

met neutrale horizontale steundruk (drukloos, klei/veen)

$$dy_{2b} = Df \cdot (k_y \cdot Q_{\text{tot}} + k_{yi} \cdot Q_r - 0,083 \cdot Q_h; n) \cdot rg^3 / (EI \cdot lw) \quad dy_{2b} \quad 2,03 \text{ mm}$$

toelaatbare deflectie

$$\delta y_{\text{toel}} = dy \cdot De \cdot S \quad \delta y_{\text{toel}} \quad 5,40 \text{ mm}$$

De deflectie is toelaatbaar

3.3 Aanvullende toetsen indien kruising met waterstaatswerk

Ringstijfheid

$$SN = EI \cdot lw / (Dg)^3$$

vereiste minimale ringstijfheid

Smin

$$SN \quad 0,015 \text{ N/mm}^2$$

$$S_{\text{min}} \quad 0,002 \text{ N/mm}^2$$

Ringstijfheid voldoet

Implosie

Toelaatbare langdurende alzijdige uitwendige overdruk

Toelaatbare kortdurende alzijdige uitwendige overdruk

$$pol \quad 0,14 \text{ N/mm}^2$$

$$pok \quad 0,81 \text{ N/mm}^2$$

Relatieve sterkte

Voldoet leiding aan relatieve strekte eis?

-

5.9.1

Vereenvoudigde sterkteberekening van een leiding in open sleuf conform NEN3650 en NEN3651

1. INVOERGEGEVENS VOOR BEREKENING

1.1 Leidinggegevens

Uitwendige diameter (Voor gietijzer zonder bekleding)	De	90,0 mm
Wanddikte	dn	6,70 mm
Negatieve wanddikketolerantie (gietijzer/staal)	dtol	0,0 %
Corrosietoetslag (staal)	ct	0,0 mm
Pf max = 790 kNm, zie bijgevoegde handberekening gevelfwerking	d	6,7 mm
Dikte uitwendige bekleding	e	0,0 mm
vulling leiding		water -
gas, water of geen		
Uitwendige diameter vermeerderd met dikte bekleding	Do	90,0 mm
Gemiddelde middellijn (= De - d)	Dg	83,3 mm
Inwendige diameter	Di	76,6 mm
Inwendige straal ri = (De - 2*dn)/2	ri	38,3 mm
Uitwendige straal ru = ri + d	ru	45 mm
Gemiddelde straal rg = (ri + ru)/2	rg	41,7 mm
Weerstandsmoment leidingwand	Ww	7,5 mm ³ /mm
Weerstandsmoment buis	Wb	34014 mm ³ /mm
Traagheidsmoment leidingwand	Iw	25,1 mm ⁴ /mm
Traagheidsmoment buisdoorsnede	Ib	1530630 mm ⁴ /mm
Materiaal	-	PE
PE, staal of gietijzer	-	
Materiaalkwaliteit	-	100 -
80 of 100 (PE) of staalkwaliteit invullen	-	
SDR-klasse (bij PE)	-	
Elasticiteitsmodulus leiding kort	Eleidingk	975 N/mm ²
Elasticiteitsmodulus leiding lang	Eleidingl	350 N/mm ²
Langeduurtreksterkte PE	MRS	10,0 N/mm ²
Verhouding zuivere trek/buigtrek	ασ	0,65 -
Veiligheidscoëfficiënt t.b.v. toelaatbare zuivere trekspanning PE	γm	1,25 -
Veiligheidsfactor PE langdurige onderdruk	γl	3,0 -
Veiligheidsfactor PE kortdurige onderdruk	γk	1,5 -
Toelaatbare materiaalspanning staal/gietijzer, n.v.t. bij PE	Re	420 N/mm ²
Materiaalfactor staal	γm	nvt -
Nominale ringstijfheid (SN)		
zie NEN3650-3 blz. 25		
toelaatbare deflectie: afhankelijk van SN	toegest_defl	8 %
Voor thermoplasten: 8%		
Voor thermoharde materialen, met SN=< 10000 PA: 6%		
Voor thermoharde materialen, met SN => 10000 PA: 194/SN ^{1/3} x 0,67		
volumiek gewicht leiding	γl	0,0000094 N/mm ³
volumiek gewicht vulling	γv	0,00001 N/mm ³
Lineaire uitzettingscoëfficiënt	αg	0,00016 (mm/mm)*K ⁻¹
Constante van Poisson	ν	0,40 -
Tangentieel starre of flexibele buizen		tf -
tangentieel star = ts		
tangentieel flexibel = tf		
R = bochtstraal. Geldt voor voorgevormde bocht, niet voor koudgevormde bocht!	Rbocht	50000 mm
Ontwerp druk (inwendige druk)	pd	0,50 N/mm ²
Ontwerp inclusief drukstoten		nee -
γm x γp (voor nodulair gietijzer met mof spie)	γm x γp	n.v.t. -
Temperatuurverschil	Δt	15 °C
Importantiëfactor (schadefactor in oude norm)	S	0,75 -

5.9.1

Vereenvoudigde sterkteberekening van een leiding in open sleuf conform NEN3650 en NEN3651

1.2 Grondgegevens en verkeersbelasting

Grondsoort	GS	skv -
slappe klei/veen = skv		
stijve klei = sk		
normaal zand = nz		
hard zand = hz		
Gronddekking	H	2,00 m
GWS t.o.v. maaiveld	GWS	2,09 m-mv
Gronddekking boven gws	Hd	2,00 m
Gronddekking beneden gws	Hw	0,00 m
As van leiding t.o.v. maaiveld	Has	2,05 m-mv
Volumiegewicht grond	γ	18,0 kN/m3
Volumiegewicht grond nat	γ_n	20,0 kN/m3
Volumiek gewicht water	γ_w	10,0 kN/m3
Effectieve cohesie	c'	0 kN/m2
Inwendige wrijvingshoek grond	ϕ	22,5 graden
Ongedraineerde schuifsterkte	cu	40 kN/m2
Elasticiteitsmodulus van materiaal sleuf	Esleuf	1,5 N/mm2
Elastische horizontale indrukking alleen bij zandgrond	δE	2 mm
Verkeersklasse		2 -
Grafiek I of grafiek II		
qv op leidingniveau	qv	1E-02 N/mm2

1.3 Uitvoering

Aanlegbreedte	B	1,1 m
uitvoeringszakkingsverschil	fv	30 mm
zettingsverschil	Δz	100 mm
Klinkpercentage	μ	0,2 -
Factor is 0,6 bij open ontgraving en 1,0 bij doorpersing	α	0,6 -

1.4 Factoren, coëfficiënten, ed

Factor marson	fm	0,3 -
sleufbreedte > 3 * Do op leidingasniveau -> fm = 0,3		
sleufbreedte ≤ 3 * Do op leidingasniveau -> fm = 0,1		
sleufbreedte ≤ 1,5 * Do op leidingasniveau -> fm = 0		

1.5 Beddingsconstanten

Voor de beddingsconstanten zijn er 2 opties: bij (1) wordt er gebruik gemaakt van formules volgens NEN 3650-1 C4.3 bij (2) wordt er gebruik gemaakt van de tabellen op pagina 152, 153		
Beddingsconstante methode:	1 of 2	1 -
bij (1) -> kh;iowa nvt, ga verder met A, Ba en xx (kv;gem wordt uitgerekend.)		
bij (2) -> vul kv;gem, kv;bodem_rep en kh;iowa in. A, Ba en xx nvt		
Voor (1):		
Verticale beddingsconstante, berekend	kv;gem	0,00480187
A (horizontale beddingsconstante)	A	0,145 -
B (horizontale beddingsconstante)	Ba	0,855 -
percentage dat qhe tot ontwikkeling is gekomen	xx	30 %
Voor (2):		
Verticale beddingsconstante, tabel pagina 152,153	kv;gem	
minimum verticale beddingsconstante omlaag	kv;bodem_rep	
minimale horizontale beddingsconstante IOWA	kh;iowa	N/mm3
verticale beddingsconstante	kv;gem	0,005 N/mm3
minimum verticale beddingsconstante omlaag	kv;bodem_rep	0,005 N/mm3
kv;bodem, inclusief partiele factor (hoog of laag)	kv;bodem	0,010 N/mm3
Z/Do	Z/Do	22,7 -
Inwendige wrijvingshoek grond	ϕ	22,5 graden
Kq = belastingscoëfficiënt volgens Brinch Hansen	Kq	6,5 -
Kc = belastingscoëfficiënt volgens Brinch Hansen	Kc	28 -
Kcu = belastingscoëfficiënt volgens Brinch Hansen	Kcu	7,8 -

5.9.1

Vereenvoudigde sterkteberekening van een leiding in open sleuf conform NEN3650 en NEN3651

stijfheidsverhouding grond	λ	0,00377 mm-1
zakingsprofiel	L	20 m
	$\lambda * L$	75,4

Bij kruising van waterkering geldt $i = 90\%$ inklemming, zie NPR3659:1996

coefficient Az	Az	0,004917359 -
coefficient Bz	Bz	1,30862E-05 -
coefficient Cz	Cz	0,025589172 -

ondersteuningshoek	oh	70 °
--------------------	----	-------------

tangentieel flexibele buizen -> 70°

tangentieel starre buizen -> 30°

doorgeperst (sleufloos aangelegd) -> 120°

belastingshoek --> 180°	bh	180 °
-------------------------	----	-------

Momentcoefficient bodem	Kb	0,178 -
Momentcoefficient zijden	Ks	-0,145 -
Momentcoefficient bodem indirect	Kbi	0,122 -

deflectiefactor	ky	0,102 -
deflectiefactor indirect	kyi	0,061 -

kruipfactor / 'deflection lag'-factor	Df	1,0 -
goed verdicht zand of klei- of veengrond -> D = 1,0		
anders -> D = 1,5		

1.6 Partiële factoren voor grondparameters en grondmechanische eigenschappen

Partiële factoren voor grondparameters

Alleen van toepassing indien parameters zijn vastgesteld op basis van de (lab)resultaten van het grondonderzoek

Partiële factoren voor grondmechanische eigenschappen

NEN3650-1 tabel B3 alleen van toepassing op sterkte-parameters, niet op

belastingen, zie opm. NEN3651 8.5.1. **Onderscheid tussen zand en klei/veen**

neutrale grondbelasting (aanbevolen 1,1 i.v.m. onzekerheid)	pf_qn	1,1 -
passieve grondbelasting (aanbevolen 1,5 i.v.m. onzekerheid)	pf_qp	1,5 -
horizontaal evenwichtsdraagvermogen	pf_qhe	1,6 -
verticaal evenwichtsdraagvermogen	pf_pwe	2,0 -
horizontale beddingsconstante	pf_kh	1,7 -
verticale beddingsconstante, omlaag	pf_kv bodem	2,0 -
verticale beddingsconstante, omhoog	pf_kv top	1,4 -
partiële factoren van beddingsconstante	pf_k	hoog -
hoog (vermenigvuldigen) of laag (delen)		
zetting	pf_Δz	1,5 -
uitvoeringszakking (tabel C.3 - C.5)	pf_fv	1,5 -
conform NEN3651 8.5.2.4 voor de zetting en uitvoeringszakking een		
onzekerheidsfactor van 1,5 toepassen		

1.7 Belastingfactoren (staal)

Niet van toepassing bij vereenvoudigde berekening => alles 1,00

inwendige druk -> 1,15	γs_inw	1,00 -
temperatuurverschillen -> 1,10	γs_temp	1,00 -
opgedrongen vervormingen -> 1,10	γs_verv	1,00 -
verkeersbelastingen -> 1,35	γs_vosb	1,00 -
eigen gewicht -> 1,10	γs_eg	1,00 -
eigen gewicht vulling -> 1,10	γs_vul	1,00 -
uitwendige waterdruk -> 1,10	γs_uitw	1,00 -

Vereenvoudigde sterkteberekening van een leiding in open sleuf conform NEN3650 en NEN3651

3. TOETSING PE

3.1 Toets spanningen

Situatie 1-2 jaar: reële grondbelasting + fv

axiale spanningen (zowel thermoplastische als thermoharde kunststoffen)

$$\sigma_x = 0,5 \cdot \sigma_p + \alpha_m \cdot i_x \cdot p \cdot \sigma_b; x + \sigma_T; x \quad \sigma_x \quad 4,28 \text{ N/mm}^2$$

tangentiele spanningen (alleen thermoplastische materialen)

ten gevolge van alleen inwendige druk

$$\sigma_y = \sigma_p$$

P'f max = 790 kNm, zie bijgevoegde handberekening gevelfwerking

$$\sigma_y = \alpha_m \cdot (\sigma_y; \max; p=0 + i_y; p \cdot \sigma_b; x) \quad \sigma_y; \text{druk} \quad 3,13 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_y = \alpha_m \cdot (\sigma_y; \max; p=0 + i_y; p \cdot \sigma_b; x) \quad \sigma_y \quad 2,88 \text{ N/mm}^2$$

Situatie na 2 jaar: neutrale grondbelasting + fv + Δz

axiale spanningen (zowel thermoplastische als thermoharde kunststoffen)

$$\sigma_{x_2} = 0,5 \cdot \sigma_p + \alpha_m \cdot i_x \cdot p \cdot \sigma_b; x_2 + \sigma_T; x \quad \sigma_{x_2} \quad 5,53 \text{ N/mm}^2$$

tangentiele spanningen (alleen thermoplastische materialen)

ten gevolge van alleen inwendige druk

$$\sigma_{y_2} = \sigma_p$$

drukloos met externe belastingen

$$\sigma_{y_2} = \alpha_m \cdot (\sigma_y; \max; p=0_2 + i_y; p \cdot \sigma_b; x_2) \quad \sigma_{y_2}; \text{druk} \quad 3,13 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{y_2} = \alpha_m \cdot (\sigma_y; \max; p=0_2 + i_y; p \cdot \sigma_b; x_2) \quad \sigma_{y_2} \quad 1,65 \text{ N/mm}^2$$

toelaatbare spanningen

$$\sigma_{\text{toel}} = S \cdot \text{MRS} / \gamma \quad \sigma_{\text{toel}} \quad 6,00 \text{ N/mm}^2$$

Zes toetsen:

$$\begin{aligned} \sigma_x &\leq \sigma_{\text{toel}} & \sigma_{x_2} &\leq \sigma_{\text{toel}} \\ \sigma_y; \text{druk} &\leq \sigma_{\text{toel}} & \sigma_{y_2}; \text{druk} &\leq \sigma_{\text{toel}} \\ \sigma_y &\leq \sigma_{\text{toel}} & \sigma_{y_2} &\leq \sigma_{\text{toel}} \end{aligned}$$

De spanningen zijn toelaatbaar

3.2 Toets deflectie

maatgevend is de drukloze situatie:

Situatie 1-2 jaar

met neutrale horizontale steundruk (drukloos, klei/veen)

$$dy_{2b} = Df \cdot (k_y \cdot Q_{\text{tot}1} + k_{yi} \cdot Q_r - 0,083 \cdot Q_h; n) \cdot rg^3 / (EI \cdot lw) \quad dy_{2b} \quad 3,75 \text{ mm}$$

Situatie na 2 jaar

met neutrale horizontale steundruk (drukloos, klei/veen)

$$dy_{2b} = Df \cdot (k_y \cdot Q_{\text{tot}} + k_{yi} \cdot Q_r - 0,083 \cdot Q_h; n) \cdot rg^3 / (EI \cdot lw) \quad dy_{2b} \quad 1,95 \text{ mm}$$

toelaatbare deflectie

$$\delta y_{\text{toel}} = dy \cdot De \cdot S \quad \delta y_{\text{toel}} \quad 5,40 \text{ mm}$$

De deflectie is toelaatbaar

3.3 Aanvullende toetsen indien kruising met waterstaatswerk

Ringstijfheid

$$SN = EI \cdot lw / (Dg)^3$$

vereiste minimale ringstijfheid

Smin

$$SN \quad 0,015 \text{ N/mm}^2$$

$$S_{\text{min}} \quad 0,002 \text{ N/mm}^2$$

Ringstijfheid voldoet

Implosie

Toelaatbare langdurende alzijdige uitwendige overdruk

Toelaatbare kortdurende alzijdige uitwendige overdruk

$$pol \quad 0,14 \text{ N/mm}^2$$

$$pok \quad 0,81 \text{ N/mm}^2$$

Relatieve sterkte

Voldoet leiding aan relatieve strekte eis?

-