

BIJLAGE IV-8.1: Geotechnisch onderzoek 4 maatregelen Nederrijn

Veldwerk, laboratoriumonderzoek, berekeningen en adviezen

Definitief

Rijkswaterstaat

Grontmij Nederland B.V.
De Bilt, 6 maart 2012

Verantwoording

Titel : BIJLAGE 8: Geotechnisch onderzoek 4 maatregelen Neder-
rijn

Subtitel : Veldwerk, laboratoriumonderzoek, berekeningen en adviezen

Projectnummer : 299493

Referentienummer : GM-0051151

Revisie : D2

Datum : 6 maart 2012

Auteur(s) : ing. M.R. Straver, ir. J.J. Kuipers

E-mail adres : jouke.kuipers@grontmij.nl

Gecontroleerd door : ir. C. Bisschop

Paraaf gecontroleerd :



Goedgekeurd door : ing. M.C. Balke

Paraaf goedgekeurd :



Contact : Grontmij Nederland B.V.
De Holle Bilt 22
3732 HM De Bilt
Postbus 203
3730 AE De Bilt
T +31 30 220 74 44
F +31 30 220 02 94
www.grontmij.nl

Inhoudsopgave

1	Inleiding.....	4
1.1	Leeswijzer	4
2	Uitgevoerd onderzoek.....	5
2.1	Uiterwaard Elst.....	5
2.2	Middelwaard.....	5
2.3	Tollewaard.....	6
2.4	Doorwerthse waarden.....	6
3	Erosiebestendigheid	8
3.1	Beoordeling erosiebestendigheid afdekkende lagen volgens Klei voor Dijken in alle uiterwaarden	8
3.2	Beoordeling op basis van de fysische samenstelling van de afdekkende lagen in alle uiterwaarden	8
3.3	Uiterwaard Elst ontwerp onderdelen.....	11
3.4	Middelwaard ontwerp onderdelen.....	12
3.5	Tollewaard ontwerp onderdelen	13
3.6	Doorwerthse waarden ontwerp onderdelen.....	14
4	Stabiliteit.....	16
4.1	Sterkte parameters	16
4.2	Uiterwaard Elst.....	16
4.3	Middelwaard.....	17
4.4	Tollewaard.....	18
4.5	Doorwerthse waarden.....	20
5	Zettingen	21
5.1	Zetting parameters.....	21
5.2	Uiterwaard Elst.....	21
5.3	Middelwaard.....	21
5.4	Tollewaard.....	21
5.5	Doorwerthse waarden.....	22

Bijlage 1: Laboratorium onderzoek en later uitgevoerd veldwerk per uiterwaard

Bijlage 2: Erosiebestendigheid conform TRKD alle uiterwaarden

Bijlage 3: Erosiebestendigheid op onderzochte locaties per uiterwaard

Bijlage 4: Stabiliteit berekeningen per uiterwaard

Bijlage 5: Zetting berekeningen per uiterwaard

1 Inleiding

In alle uiterwaarden van het project 4 maatregelen Nederrijn, waar in het kader van Ruimte voor de Rivier ontgravingen en herinrichtingen zijn geprojecteerd, zijn diverse boringen en soms sonderingen uitgevoerd, veelal in een aantal fasen in de tijd.

Bij een aantal boringen zijn ongeroerde monsters gestoken of geroerde monsters genomen, waarbij op sommige monsters, die als kenmerkend voor de bodemopbouw kunnen worden beschouwd, laboratoriumonderzoek is uitgevoerd.

Op basis van de bepaalde parameters, of aannames conform NEN 6740, Geotechniek, zijn berekeningen uitgevoerd naar de stabiliteit van diverse ingravingen en ophogingen, zijn de te verwachten zettingen berekend en is de erosiebestendigheid van de afdekkende lagen in de uiterwaarden vastgesteld.

1.1 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 wordt het uitgevoerde veldwerk per uiterwaard nader aangeduid, inclusief het op de gestoken monsters uitgevoerde laboratoriumonderzoek. In hoofdstuk 3 wordt de erosiebestendigheid van de afdekkende lagen vastgesteld, terwijl in hoofdstuk 4 de uitgevoerde stabiliteitsberekeningen worden behandeld. In hoofdstuk 5 tenslotte worden de zettingen berekend, die bij ophogingen of aanleg van kaden moeten worden verwacht.

2 Uitgevoerd onderzoek

2.1 Uiterwaard Elst

Veldwerk

In de uiterwaard van Elst zijn in oktober 2011 grondonderzoeken uitgevoerd, bestaande uit 8 sonderingen, waarvan één met dissipatietest. Veel van de sonderingen zijn in diverse pogingen uitgevoerd, omdat er zeer veel puin in de ondergrond werd aangetroffen.

Tevens zijn 9 handboringen uitgevoerd, waarbij in 2 boringen een peilbuis is geplaatst en één boring in verband met puin diverse malen is uitgevoerd, maar de gewenste diepte niet kon worden bereikt. Als aanvulling zijn later nog 2 handboringen uitgevoerd in de aanwezige kaden. Alle onderzoekspunten zijn ten opzichte van NAP gewaterpast en de punten zijn in het RD vastgelegd, behalve de later uitgevoerde boringen. Het onderzoek is uitgevoerd op plaatsen waar afgravingen of ophogingen zijn geprojecteerd en de resultaten geven een beeld van de te ontgraven gronden en de opbouw van de ondergrond waar ophogingen zijn gepland.

Het grondonderzoek en de situatietekening met de plekken waar is onderzocht zijn gerapporteerd in rapport Ruimte voor de rivier, maatregelen Elst van Mos Grondmechanica (nummer R-6071711-RH_2, d.d. 25 oktober 2011), zie bijlage IV-8.2 bij het DO-rapport voor de uiterwaard Elst. Alleen de later uitgevoerde boringen in de kaden zijn in bijlage 1 bij voorliggende rapportage gevoegd.

Laboratorium onderzoek

Bij een aantal boringen zijn ongeroerde monsters gestoken of geroerde monsters genomen, waarbij op sommige monsters die als kenmerkend voor de bodemopbouw kunnen worden beschouwd, laboratoriumonderzoek is uitgevoerd. In bijlage 1 bij voorliggende rapportage zijn de laboratoriumstaten bijgevoegd, steeds apart voor elke uiterwaard. De meeste proeven die zijn uitgevoerd zijn gericht op het bepalen van de erosiebestendigheid van aangetroffen cohesieve afdekkende lagen (kleiïg) en bestaan uit het bepalen van de Atterberge grenzen (vloeigrens wl en uitrolgrens wp) en de volumegewichten en watergehalten, alsmede de gehalten aan lutum (< 2 µm), zand (> 63 µm) en organische stof.

2.2 Middelwaard

Veldwerk

In de Middelwaard zijn oktober 2011 grondonderzoeken uitgevoerd, bestaande uit 10 handboringen, waarbij in 4 boringen een peilbuis is geplaatst. Als aanvulling zijn later nog 2 handboringen uitgevoerd in de aanwezige kaden langs de rivier.

Alle onderzoekspunten zijn ten opzichte van NAP gewaterpast en de punten zijn in het RD vastgelegd, behalve de later uitgevoerde boringen. Het onderzoek is uitgevoerd op plaatsen waar afgravingen of ophogingen zijn geprojecteerd en de resultaten geven een beeld van de te ontgraven gronden en de opbouw van de ondergrond waar ophogingen zijn gepland.

Het grondonderzoek is gerapporteerd in rapport Ruimte voor de rivier, maatregelen Middelwaard van Mos Grondmechanica (nummer R6071711-RH_5, d.d. 18 november 2011), zie bijlage IV-8.2 bij het DO voor de Middelwaard. De later uitgevoerde boringen in de kaden zijn in bijlage 1 bij voorliggend rapport gevoegd.

Laboratorium onderzoek

Bij een aantal boringen zijn ongeroerde monsters gestoken of geroerde monsters genomen, waarbij op sommige monsters die als kenmerkend voor de bodemopbouw kunnen worden beschouwd, laboratoriumonderzoek is uitgevoerd. In bijlage 1 bij voorliggende rapportage zijn de laboratoriumstaten bijgevoegd, steeds apart voor elke uiterwaard.

De meeste proeven die zijn uitgevoerd zijn gericht op het bepalen van de erosiebestendigheid van aangetroffen cohesieve afdekkende lagen (kleiïge grond) en bestaan uit het bepalen van de Atterberge grenzen (vloei-grens wl en uitrol-grens wp) en de volumegewichten en watergehalten, alsmede de gehalten aan lutum ($< 2 \mu\text{m}$), zand ($> 63 \mu\text{m}$) en organische stof.

2.3 Tollewaard*Onderzoek*

In de uiterwaard de Tollewaard zijn in oktober 2011 grondonderzoeken uitgevoerd, bestaande uit:

- 45 sonderingen tot een diepte van 15 of 25m, met meting van de plaatselijke wrijving en waarvan 5 met meting van de waterspanning, waarbij op 2 diepten een dissipatietest is uitgevoerd. Enkele sonderingen zijn uitgevoerd in een nieuw tracé van de kade, maar de meeste sonderingen zijn uitgevoerd ten behoeve van een nieuw te maken brug,
- 4 boringen met het steken van ongeroerde monsters van cohesieve lagen,
- 6 handboringen in de oeverzone van de rivier,
- 2 handboringen in de bestaande kade langs de rivier (later uitgevoerd),
- 4 boringen verspreid over de uiterwaard waarin peilbuizen zijn geplaatst.

Alle onderzoekspunten zijn ten opzichte van NAP gewaterpast en de punten zijn in het RD vastgelegd, behalve de later uitgevoerde boringen. Het onderzoek is uitgevoerd op plaatsen waar afgravingen of ophogingen zijn geprojecteerd en de resultaten geven een beeld van de te ontgraven gronden en de opbouw van de ondergrond waar ophogingen zijn gepland.

Het grondonderzoek en de situatietekening met de plekken waar is onderzocht zijn gerapporteerd in rapport Ruimte voor de rivier, Tollewaard te Lienden van Mos Grondmechanica (nummer R-6071711-RH_1, d.d. 25 oktober 2011), dit rapport is in bijlage IV-8.2 bij het DO rapport voor de Tollewaard bijgevoegd. Enkele boringen die later zijn verricht, zijn nog niet in dat rapport opgenomen en bij voorliggend rapport in bijlage 1 opgenomen.

Laboratorium onderzoek

Bij een aantal boringen zijn ongeroerde monsters gestoken of geroerde monsters genomen, waarbij op sommige monsters die als kenmerkend voor de bodemopbouw kunnen worden beschouwd, laboratoriumonderzoek is uitgevoerd. In bijlage 1 bij voorliggende rapportage zijn de laboratoriumstaten bijgevoegd, steeds apart voor elke uiterwaard. De meeste proeven die zijn uitgevoerd zijn gericht op het bepalen van de erosiebestendigheid van aangetroffen cohesieve afdekkende lagen (kleiïge grond) en bestaan uit het bepalen van de Atterberge grenzen (vloei-grens wl en uitrol-grens wp) en de volumegewichten en watergehalten, alsmede de gehalten aan lutum ($< 2 \mu\text{m}$), zand ($> 63 \mu\text{m}$) en organische stof.

Op 3 monsters uit de Tollewaard zijn geconsolideerde ongedraineerde triaxiaalproeven (CU) uitgevoerd, om van de zandhoudende klei (2 monsters matig siltig en 1 monster zwak zandig) die in alle 4 de uiterwaarden voorkomt, de sterkteparameters te bepalen.

De resultaten van de laboratoriumonderzoeken zijn in bijlage 1 bij dit rapport bijgevoegd.

2.4 Doorwerthse waarden*Onderzoek*

In de uiterwaard bij Doorwerth zijn in november 2011 grondonderzoeken uitgevoerd, bestaande uit:

- 20 sonderingen met meting van de plaatselijke wrijving,

- 4 boringen met het steken van ongeroerde monsters van cohesieve lagen (in 2 perioden uitgevoerd),
- 3 handboringen in de oeverzone van de rivier,
- 2 handboringen in de bestaande kade langs de rivier (later uitgevoerd),
- 4 boringen verspreid over de uiterwaard waarin peilbuizen zijn geplaatst,
- 4 extra boringen langs een aanwezige leiding van de Gasunie (later uitgevoerd).

Alle onderzoekspunten zijn ten opzichte van NAP gewaterpast en de punten zijn in het RD vastgelegd, behalve de later uitgevoerde boringen. Het onderzoek is uitgevoerd op plaatsen waar afgravingen of ophogingen zijn geprojecteerd en de resultaten geven een beeld van de te ontgraven gronden en de opbouw van de ondergrond waar ophogingen zijn gepland.

Het grondonderzoek en de situatietekening met de plekken waar is onderzocht zijn gerapporteerd in rapport Ruimte voor de rivier, Doorwerthse Waarden van Mos Grondmechanica (nummer R-6071711-RH_4, d.d. 18 november 2011), dit rapport is als bijlage IV-8.2 bij het DO voor de Doorwerthse waarden bijgevoegd. Enkele boringen die later zijn verricht, zijn nog niet in dat rapport opgenomen en bij voorliggend rapport bijgevoegd in bijlage 1 voor de Doorwerthse waarden.

Laboratorium onderzoek

Bij een aantal boringen zijn ongeroerde monsters gestoken of geroerde monsters genomen, waarbij op sommige monsters die als kenmerkend voor de bodemopbouw kunnen worden beschouwd, laboratoriumonderzoek is uitgevoerd. In bijlage 1 bij voorliggende rapportage zijn de laboratoriumstaten bijgevoegd, steeds apart voor elke uiterwaard. De meeste proeven die zijn uitgevoerd zijn gericht op het bepalen van de erosiebestendigheid van aangetroffen cohesieve afdekkende lagen (kleiïg) en bestaan uit het bepalen van de Atterberge grenzen (vloeigrens wl en uitrolgrens wp) en de volumegewichten en watergehalten, alsmede de gehalten aan lutum (< 2 µm), zand (> 63 µm) en organische stof.

3 Erosiebestendigheid

3.1 Beoordeling erosiebestendigheid afdekkende lagen volgens Klei voor Dijken in alle uiterwaarden

Conform het Technisch Rapport Klei voor Dijken (TRKD, van de TAW, 1996) is de erosiebestendigheid beoordeeld op basis van de vloeigrens (w_l) en de plasticiteitsindex ($I_p = w_l - w_p$). De vloeigrens moet voor een goed erosiebestendige klei voor dijken groter zijn dan 45% en de plasticiteitsindex moet boven de zogenaamde A-lijn liggen ($I_p > 0,73 \cdot (w_l - 20)$), bij een zandgehalte ($> 63 \mu\text{m}$) van maximaal 40%. Een gewenst lutumgehalte ligt tussen 20 tot 35 à 40% en het gehalte organische stof op maximaal 5%.

In de grafieken van bijlage 2 bij dit rapport zijn de resultaten van de erosiebestendigheid voor de verschillende onderzochte monsternummers weergegeven volgens de bovenstaande beoordeling van klei voor dijken. Dit laboratorium onderzoek is in november 2011 globaal geweest en in januari 2012 verder uitgebreid om een betere verdeling van de kleisoorten over de uiterwaard te kunnen geven. De resultaten zijn, met de aangepaste beoordeling van de zand-, lutum- en organische stofgehalten, ook verwerkt op een overzichtkaartje per uiterwaard in bijlage 3.

Uit de boorstaten (zie de rapportages van bureau MOS Grondmechanica in bijlage 8.2 van het DO voor de betreffende uiterwaard) blijkt dat nagenoeg overal de laagdikte van de klei zeer beperkt is. In Elst (boringen beginnend met E) is de klei soms zandig ontwikkeld. In de Middelwaard (boringen beginnend met M) is de opbouw ook zandig en in dunne lagen klei. In Doorwerth (boringen beginnend met D) is in het algemeen ook sprake van een dunne deklaag, maar meer stroomafwaarts in de uiterwaard wordt de deklaag aanzienlijk dikker (tot 3m dik). In Doorwerth wordt soms op grotere diepte nog een kleilaag gevonden. In de Tollewaard (boringen beginnend met T) zijn de deklagen ook dun en is op de kleilaag vaak een zandlaagje aan het maaiveld aanwezig.

Uit de grafieken van bijlage 2 blijkt dat 10 monsters goed erosiebestendig zijn (monsters M-P01-1, M-P02-1, M-H04-2272 en M-P04-1 uit de Middelwaard en monsters T-B03-1 en -2, T-H05, 203, 204 en T-H06 in de Tollewaard). Deze 10 monsters zijn in de navolgende tabellen van paragraaf 3.2 waarin de resultaten van de beoordeling per uiterwaard zijn samengevat, groen gearceerd. 6 Monsters zijn matig erosiebestendig (M-P01-2, M-H04, M-P02-2 en M-H01 in de Middelwaard en 203 en 204 in de Tollewaard).

De andere 27 onderzochte monsters zijn voor gebruik bij primaire waterkeringen weinig erosiebestendig. De weinig erosiebestendige monsters liggen wel net op of boven de A-lijn. Alleen de monsters M-H05, T-H01 en T-H06 hebben een slecht resultaat voor de Atterbergse grenzen en liggen ver van de A-lijn, deze monsters zijn opgenomen bij de monsters die in de tabellen rood zijn gearceerd.

3.2 Beoordeling op basis van de fysische samenstelling van de afdekkende lagen in alle uiterwaarden

Uit de boringen en het laboratoriumonderzoek kan de conclusie worden getrokken dat veelal de klei niet goed erosiebestendig is voor toepassing in primaire waterkeringen en in dunne lagen in de uiterwaarden aanwezig is. In de praktijk blijkt dat de klei echter wel zoveel cohesieve bestanddelen bevat, dat de klei in de uiterwaard niet bijzonder veel erodeert bij hoogwater. Daarom is het laboratorium onderzoek in de richting van de fysische samenstelling verder doorgezet.

Uit de laboratoriumstaten in bijlage 1 voor de 4 verschillende uiterwaarden blijkt, dat de monsters in de diverse uiterwaarden navolgende gehalten bevatten (gehalten aan zand (>63 µm) en lutum (<2 µm) deels uit de zeeffromme grafiek afgelezen en globaal, gehalte aan organische stof altijd bepaald in het laboratorium):

Tabel erosiegevoeligheid Elst

Boring	Monsternr.	Monsterhoogte		lutum gehalte	organische stof	zandgehalte
		van (m t.o.v. NAP)	tot (m t.o.v. NAP)			
-	-			%	%	%
201	1	0.00*	0.80*	7.3	1.9	64.3
201	2	0.80*	2.00*	8.4	1.2	60.7
202	1	0.00*	0.40*	21.3	5.3	19.9
202	2	0.40*	1.10*	17.4	3	31.6
E-B01	4129	+5.51	+5.37	41.4	4.8	6.3
E-B01	4130	+4.90	+4.79	16.7	1.8	17.9
E-H01	2260	+6.39	+6.16	30	7.2	16
E-H02	2262	+6.38	+6.24	12.3	3.9	58.6
E-H05	2264	+6.26	+6.09	31	6.5	16

Tabel erosiegevoeligheid Middelwaard

Boring	Monsternr.	Monsterhoogte		lutum gehalte	org. stof gehalte	zandgehalte
		van (m t.o.v. NAP)	tot (m t.o.v. NAP)			
-	-			%	%	%
M-H01	2267	+6.78	+6.61	17	5.1	47
M-H03	2270	+7.02	+6.84	16	6.8	42.8
M-H04	2272	+7.83	+7.68	22.4	5.6	24.9
M-H04	2273	+7.23	+7.15	21.5	3.3	21.7
M-H05	2275	+6.25	+6.17	23	13.6	18
M-P01	1	+6.36	+6.06	22.7	5.9	20.5
M-P01	2	+6.06	+5.56	24.5	3.4	37.1
M-P02	1	+6.66	+6.26	15.8	5.6	35.1
M-P02	2	+6.26	+5.86	22.4	2.6	21.9
M-P04	1	+7.85	+7.55	18	7.8	29.5
M-P04	2	+7.55	+6.85	17.1	1.9	26.6
206	1	0.00*	0.50*	9.4	4.1	61.2
206	3	0.90*	1.60*	15.8	15.8	32.5

Tabel erosiegevoeligheid Doorwerthse waarden

Boring	Monsternr.	Monsterhoogte		lutum gehalte	organische stof	zandgehalte
		van (m t.o.v. NAP)	tot (m t.o.v. NAP)			
-	-			%	%	%
D-H01	2	+8.90	+8.48	18.8	7.3	24.7
D-H02	2	+10.57	+8.85	12.8	1.5	32.1
207	1	0.00*	0.90*	11.3	2.7	49.4
207	2	0.90*	1.50*	10.9	1.5	46.2
208	1	0.00*	0.40*	9.6	4	51.1
D-H01	2279	+9.19	+8.93	20	5.4	33
D-H02	2278	+10.94	+10.60	13	3.1	50
D-H03	2280	+8.91	+8.55	14	5.8	53

Tabel erosiegevoeligheid Tollewaard

Boring	Monsternr.	Monsterhoogte		lutum gehalte %	organische stof %	zandgehalte %
		van (m t.o.v. NAP)	tot (m t.o.v. NAP)			
-	-	+7.40	+7.04	33.8	2.3	9.1
T-B01	4144	+6.60	+6.32	25.8	1.1	13.8
T-B03	4159	+6.15	+5.75	24.2	6.4	28.7
T-B03	4160	+5.46	+5.25	38.7	1.3	7.2
T-B04	4135	+6.93	+6.59	14.2	1.9	56.1
T-H01	2265	+6.44	+6.24	27.6	9.8	3.3
T-H05	2252	+5.80	+5.43	13.2	6.2	34.8
203	1	0.00*	0.50*	17.9	5.2	38.1
203	2	0.50*	1.30*	25.4	0	26.5
204	1	0.00*	0.60*	15.6	3	45.1
204	2	0.60*	1.50*	21.3	3	6.7
204	3	1.50*	2.40*	11.1	1.7	43.7
T-H04	2254	+5.91	+5.78	27	7.6	16
T-H06	2255	+6.86	+6.46	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
T-H06	2256	+6.26	+6.22	15	5	38

In de tabellen is:

- * Diepte in m – maaiveld, boringen in zomerkaden zijn niet gewaterpast
- Goed erosiebestendig (conform TRKD)
- Voldoende erosiebestendig
- Slecht erosiebestendig

Omdat in het project 4 maatregelen Nederrijn sprake is van klei die niet in een primaire kering wordt verwerkt, maar in het horizontale maaiveld, in een zomerkade of een terp, wordt enigszins arbitrair als gewenste samenstelling voor de klei een lutumgehalte van minimaal 15% gesteld (midden van het bereik voor matig lichte zavel), een zandgehalte van maximaal 50% (daarboven door grotere rulheid materiaal niet erosiebestendig) en een gehalte organische stof van maximaal 8% (overgang van matig humeuze klei naar humusrijke klei).

Zo vallen 15 monsters af, die rood gearceerd in de tabellen zijn aangegeven. Deze grondsoorten kunnen in kernen van kaden en terpen worden verwerkt. Vooral de uiterwaard in Doorwerth is met een zeer zandige lichte klei afgedekt, de klei in de Middelwaard en de Tollewaard is over het algemeen duidelijk van een betere kwaliteit wat betreft erosiebestendigheid.

De groengekleurde monsters in de tabellen zijn op basis van de TRKD als goed erosiebestendige klei te beschouwen. Deze klei is zo goed erosiebestendig dat ze ook in primaire waterkeringen gebruikt kan worden. Geadviseerd wordt deze klei te gebruiken op plekken met de grootste stroomsnelheden, of waar optredende erosie de grootste gevolgen heeft. In de Middelwaard zijn dat bijvoorbeeld de pijlers voor de brug N233 en de Lekdijk nabij de instroom aan de oostzijde van de uiterwaard.

De andere monsters zijn als voldoende erosiebestendig te beschouwen, gebaseerd op de fysieke samenstelling van het lutum-, humus- en zandgehalte en op basis van de dagelijkse praktijk in de huidige uiterwaarden. Deze kleien kunnen op basis van bewezen erosiebestendigheid worden toegepast achter kribben en in kaden als voldoende erosiebestendige klei (grijs gearceerd in tabel).

3.3 Uiterwaard Elst ontwerp onderdelen

Afgraven rivieroever

Als er wordt afgegraven op de oevers om een natuurvriendelijke oever in te richten, wordt de aanwezige kleilaag al dichtbij de krib weg gegraven en komt het losse zand direct achter de krib aan de oppervlakte. Dat zal waarschijnlijk wel gaan eroderen, waardoor de kribben achterloops zouden kunnen worden.

Om erosie van het zand tegen te gaan moet het zand weer met kleiige bovengrond worden afgedekt. Daarvoor kan de aan het maaiveld nu aanwezige klei (zie paragraaf 3.1 en 3.2 over erosiebestendigheid) worden gebruikt. Rond de wortel van de krib wordt een breedte van 2m gehandhaafd, of als de hoogte van het maaiveld ver boven de hoogte van de krib uit steekt wordt 2m horizontaal afgegraven en voorzien van 0,5m klei, waarna onder een helling van 1:10 op de afgegraven oever wordt aangesloten. Ook deze 1:10 helling wordt van 0,5m klei voorzien. De laagdikte van 0,5m is vergelijkbaar met de in de bestaande toestand minimaal aanwezige laagdikte.

Gezien vanaf de kade is de nu aanwezige kleidikte in de teen aanwezig, die in de praktijk heeft bewezen voldoende erosiebestendig te zijn. Vanaf de teen van de kade wordt naar de oever onder een variabele helling afgegraven, totdat aan de oever een peil van NAP + 6m wordt bereikt. Dit is gelijk aan het nu aanwezige maaiveldniveau en het stuwpeil op dit riviervak. Aan die oever is na de ontgraving geen klei meer aanwezig en is sprake van een zandstrandje. Rond de wortel van de krib is een nu aanwezige kleilaag aanwezig of is een 0,5m dikke kleilaag ingegraven, zodat de wortel van de krib na de uitvoering niet achterloops kan worden. Ergens op het zandstrandje ontstaat een steil randje door de golfwerking in het kribvak; dat is conform ook nu in de dwarsprofielen aanwezig is.

Andere ontwerp onderdelen

Voor een aantal ontworpen objecten is de stabiliteit bepaald (bijvoorbeeld terpen, zomerkade e.d.). Daarbij is tevens een beschrijving van de opbouw en de erosiebestendigheid opgesteld. Om de onderdelen samenhangend en bij elkaar te rapporteren, wordt voor de erosiebestendigheid van die onderdelen naar hoofdstuk 4 verwezen. Hierna zijn alleen die onderdelen behandeld waar de erosie mogelijk een rol kan spelen, maar de stabiliteit niet in het geding is en dus niet is berekend. Deze wijze van rapportage geldt voor alle 4 uiterwaarden.

Wegconstructie

Door de uiterwaard wordt een weg aangelegd om vanaf de stuwwal de hoge terp te kunnen bereiken. Deze weg loopt door de watergang en ligt daarbij onder water.

Voor de weg is een halfverharding geprojecteerd. Deze verharding zal bij inundatie echter veel erosie kunnen vertonen en de puinverharding moet door bijmenging van enige cement als cement-korrelmix vorm worden gegeven. Deze mix kan direct op de klei worden aangereden in een dikte van 0,6m. Indien frequent zwaar verkeer mogelijk is kan onder het puin een drukverdelend geogrid worden aangebracht, dat wordt in dit geval niet nodig geacht. Het is belangrijk dat de wegconstructie goed wordt opgesloten. Aan weerszijden wordt de berm goed in de klei gezet tot aan de verharding, waarbij een dikte van 0,5m wordt toegepast, die ook over de taluds doorloopt. Bermen en taluds worden met graszaad ingezaaid.

Het gedeelte van de weg dat onder het peil van 5,80+ NAP ligt en derhalve het grootste deel van de tijd onder water staat wordt de puinfundering vervangen door een betonplaat met een dikte van 0,25m voorzien van een krimpnet en afgedekt met grasbetonstenen. De grasbetonstenen worden een aantal cm in de beton gedrukt en ingevoegd met grond.

Als taludhelling van het lage talud kan een helling van 1:2 worden toegepast. Bij de voor de verhoging geprojecteerde taludhoogten is deze helling altijd stabiel.

Pijlers brug

Nabij de hoge weide wordt over de te graven watergang een brug voor langzaam verkeer aangelegd. De pijlers van de brug staan in de taluds van de watergang. De te verwachten stroom-

snelheid bedraagt tussen 0,5 en 1m/sec. Omdat de begroeiing van de taluds dan wel gewenst is, maar onder water en onder de brug problemen geeft, zullen de pijlers in een taludverdediging worden gezet. Daarvoor wordt een open betonblokkenmat tot 3m uit de pijler, over de volle taludhoogte van het steilere deel en tot minimaal de brugbreedte aangebracht en met klei ingestrooid. Bij het talud waar de gastransporthelling in is gelegen wordt 1m onder de insteek gestopt met de betonblokkenmat in verband met de bereikbaarheid van de leiding.

Opvullen meest oostelijke kribvak bij De Opslag

Het kribvak bij de oostelijke woning is grotendeels circa 1m diep ten opzichte van het stuwpeil, alleen in het midden is de diepte circa 1,5m. Het kribvak wordt opgevuld met kleiige grond en afgedekt met 0,3m zand om aan te sluiten bij de aangrenzende kribvakken. De hoogte tot waar wordt opgevuld is circa NAP + 6,8m, zijnde de aansluitende maaiveldniveau. De klei wordt vanaf de kant ingebracht, waarna voor een nieuwe lading klei over het eigen werk wordt gereken. Op deze wijze kan toch enige verdichting van de klei onder water worden bereikt. Omdat de verdichting beperkt zal zijn, wordt een eindhelling van 1:4 als nog stabiel aangemerkt.

Kribvak ter plaatse van de passantensteiger

Het kribvak waar de passantensteiger wordt aangelegd wordt verdiept tot een diepte van 4,0+ NAP. Bij het stuwpeil van 6,00+ NAP is dan een waterdiepte aanwezig van 2,0m hetgeen benodigd is voor het beoogd gebruik van de steiger door een watertaxi. Het onderwatertalud is gehouden op 1:6 hetgeen voldoende stabiel is uitgaande van een zandige bodem.

3.4 Middelwaard ontwerp onderdelen

Afgraven rivieroever

Omdat de afgraving van de rivieroever en het aanbrengen van de afdeklaag op dezelfde wijze gebeurt als in Elst, wordt voor de beschrijving hiervan naar het gestelde voor Elst (paragraaf 3.3) verwezen.

Watergangen

De watergang wordt ontgraven tot een niveau van NAP + 4,7m en plaatselijk NAP + 4,4m. De taludhellingen zijn onder 1:3 en aan de noordzijde bij de natuurvriendelijke oever onder een horizontaal deel met 1:3 taluds aan weerszijden. Omdat voorkomen moet worden dat bij hoogwater de kwel naar het achterland wordt vergroot, wordt in de oevers en de bodem van de watergang 1m klei aangebracht (zie onderdeel hydrologie voor onderbouwing). Dit is zeker vergelijkbaar met de nu aanwezige deklaagdikten. De geometrie en dwarsprofielen met de grondconstructie zijn verder uitgewerkt in de DO-tekeningen van de situatie en de bijbehorende dwarsprofielen.

Ontgraving onder brug

Onder de bestaande brug van de N233 wordt het maaiveld verlaagd tot een diepte van 0,7 m ten opzichte het nu aanwezige maaiveld. Daarbij wordt tijdelijk dieper gegraven, waarbij extra zand vrijkomt, vervolgens wordt de klei als toplaag aangebracht. De stroomsnelheid bij hoogwater is van 0,5 tot 0,7m/sec en aan de dijkzijde van de brug tussen 0,7 en 1,0m/sec (zie resultaten WAQUA berekeningen). Tot een stroomsnelheid van ruim 1m/sec kan een goede klei die horizontaal ligt en voorzien is van een grasmat voldoende erosiebestendigheid bieden.

Naar de funderingswijze van de pijlers is november 2011 met behulp van proefsleuven onderzoek gedaan, omdat informatie van tekeningen toen nog niet beschikbaar was (zie bijlage schetsen situatie proefsleuven). Op een diepte van ruim 2m blijkt de peiler te worden omringd door een 0,15m dikke stampbetonvloer, die rondom op 1,75m uit de rand van de pijler is afgezet met een circa 0,2m dikke houten damwandconstructie. Hoever de pijler onder deze vloer doorgaat kon niet worden bepaald en ook niet of er een fundering op staal of op palen aanwezig is. De damwandconstructie is in ieder geval dieper dan 1m onder de bovenkant van de stampbetonvloer. Oorspronkelijk zou rondom de pijler 0,5m bestaand maaiveld worden achtergelaten, waarna onder een helling tot de gewenste diepte wordt gegraven. Gezien de geconstateerde constructie wordt tot een afstand van 2m uit de peiler geen ontgraving toegepast en wordt in verband met de te verwachten stroomsnelheden daarbij een helling van niet steiler dan 1:3 toe-

gepast (zie geometrie en grondconstructie op DO-tekeningen situatie en dwarsprofielen). Omdat de zandige klei beperkt erosiebestendig is en onder een 1:3 helling aanwezig is, wordt ervan uitgegaan dat alleen een grasmat nabij de dijk niet volstaat. Daar worden de resterende grondkolommen van de laatste 2 pijlers met grasbetonstenen verdedigd. De andere pijlers worden met een grasmat op klei verdedigd.

Wat betreft de vervormingen en het draagvermogen van de fundering van de pijlers van de brug in de N233 wordt naar paragraaf 4.3 verwezen.

Ontgraving zomerkade

Vanaf de oostzijde wordt van de bestaande zomerkade over een lengte van circa 850m de bovenste 1,5 tot 2,0m ontgraven. Daarbij komt zowel zand als klei beschikbaar. Bij boring 205 wordt tot in een kleilaag afgegraven, bij boring 206 wordt tot in een zandlaag afgegraven. Bij afgraven tot in een zandlaag moet minimaal 0,5m dieper worden afgegraven en moet daarna minimaal 0,5m kleiige bovengrond worden ingebracht, zodat voldoende erosiebestendigheid ontstaat. Voor deze afdekking kan de afdekkei van de bestaande af te graven kade worden gebruikt, die heeft bewezen voldoende erosiebestendig te zijn.

Aan de oostzijde wordt op de bestaande primaire waterkering aangesloten. Daar moet het dijk-talud op de aansluiting weer vlak worden afgewerkt met erosiebestendige klei en worden ingezaaid met een dijkmenngsel gras. Is de tijd tot het hoogwaterseizoen te kort en is nog geen goede grasmat ontstaan, dan moet het buitentalud met een kramdoek worden afgedekt.

Aan de westzijde moet het kopse eind van de te handhaven kade in een ronding worden afgewerkt onder 1:4. Dan is het aangrijppunt van de stroming minimaal. Het talud moet worden afgedekt met erosiebestendige kleiige bovengrond uit de af te graven delen van de kade. Dit omdat in boring 205 nabij dit punt in de kade een zandstoorlaag is aangetroffen.

Verlaging veerdam

Waar de veerdam wordt verlaagd en aansluit op de primaire waterkering, moet de afdekking op de taluds met erosiebestendige klei worden afgedekt en de taluds met een dijkmenngsel van graszaad worden ingezaaid. Daarmee ontstaat hier een goede erosiebestendige aansluiting.

3.5 Tollewaard ontwerp onderdelen

Afgraven rivieroever

Omdat de afgraving van de rivieroever en het aanbrengen van de afdeklaag op dezelfde wijze gebeurt als in Elst, wordt voor de beschrijving hiervan naar het gestelde voor Elst (paragraaf 3.3) verwezen.

Terp steenfabriek

De hoge terpen worden uitgebreid met een vergroting aan de westzijde van de oostelijke en aan de oostzijde van de westelijke terp met een vergroting ten behoeve van de ontwikkeling van ooibos. Beide vergrotingen komen op een peil van NAP +9m. De uitbreidingen voor ooibos worden uitgevoerd met zeer flauwe taluds (ruim meer dan 1:10) die zeker stabiel zijn, zodat daarvoor geen stabiliteitsberekeningen hoeven te worden uitgevoerd. De zettingen zijn niet berekend, omdat die bij de aanwezige dunne deklaagdikten beperkt zullen zijn en dit voor de ooibos ontwikkeling niet van belang is.

Omleggen zomerkade aan de westzijde

De aanwezige zomerkade bestaat uit zandige klei, op sommige plaatsen is een zandstoorlaag aanwezig (sondering Ts45 en de boringen 203 en 204, zie bijlage IV.14 bij het DO en bijlage 1 bij dit rapport). De laatstgenoemde boringen zijn uitgevoerd in de bestaande kade resp. aan de west- en de oostzijde van de uiterwaard.

Die profielen worden tot aanliggend maaiveld afgegraven en worden daarmee circa 1 tot 1,5m verlaagd. Op die diepte bestaat de kade ook uit een vergelijkbare zandige klei als aan de huidige kruin, plaatselijk zal een zandstoorlaag aan de oppervlakte kunnen komen en moet 0,5m kleiige bovengrond worden ingegraven (tijdens het werk de plaatsen te bepalen). Na inzaaien met graszaad ontstaat daarbij weer een voldoende erosiebestendig maaiveld.

Waar op de primaire waterkering wordt aangesloten, moet het bestaande buitentalud van de kering trapsgewijs worden ontgraven tot op de klei-onderlaag. Zowel dijk als kade moeten bij de aansluiting met erosiebestendige klei worden afgedekt en met een dijkenmengsel graszaad worden ingezaaid.

Wegconstructie

Het is belangrijk dat de wegconstructie goed wordt opgesloten. Aan weerszijden wordt de berm goed in de klei gezet tot aan de verharding, waarbij een dikte van 0,5m wordt toegepast, die ook over de taluds doorloopt. Bermen en taluds worden met graszaad ingezaaid. Door de kleiige bovengrond toe te passen, die in de praktijk heeft bewezen voldoende erosiebestendig te zijn, ontstaat ook voor deze kade een erosiebestendige situatie.

Brug en watergang

De grondlichamen aan weerszijden van de te maken brug liggen onder 1:3 aan de zijde van de primaire waterkering en 1:4 aan de rivierzijde. De helling onder de brug van deze grondlichamen is 1:2. Bij de aansluiting op de primaire waterkering moet de bovengrond van die kering worden verwijderd, maar de eronder aanwezige klei worden gehandhaafd.

De 1:3 en 1:4 taluds worden zoals gezegd met kleiige bovengrond afgedekt om voldoende erosiebestendigheid te krijgen, het steile 1:2 talud wordt onder de brug van een verdediging voorzien met een dichte betonblokkenmat (beton blokken met kabel onderling gekoppeld).

In de uiterwaard lopen twee watergangen onder de brug door, waarvan één bestaat is en één wordt gegraven. De steilere delen van de taluds liggen onder 1:3, met een maximale diepte van 1,5m. De taluds en de bodem worden met een kleilaag van 1m dikte uitgerust om teveel invloed op de kwel naar het achterland van de primaire waterkering te voorkomen. Daarmee wordt tevens erosie van de oevers en de bodem van de watergang voorkomen.

3.6 Doorwerthse waarden ontwerp onderdelen

Afgraven rivieroever

Omdat de afgraving van de rivieroever en het aanbrengen van de afdeklaag op dezelfde wijze gebeurt als in Elst, wordt voor de beschrijving hiervan naar het gestelde voor Elst (paragraaf 3.3) verwezen.

Terp steenfabriek

De hoge terp met de steenfabriek wordt uitgebreid met een vergroting van het tasveld aan de zuid-west zijde en aan de oost- en de westzijde met een vergroting ten behoeve van de ontwikkeling van ooibos. Aan de oostzijde verloopt de bovenzijde van NAP +11,2m naar +10,0m en aan de westzijde wordt aangevuld tot NAP +11,5m. De uitbreidingen voor ooibos worden uitgevoerd met zeer flauwe taluds die zeker stabiel zijn, zodat daarvoor geen stabiliteitsberekeningen hoeven te worden uitgevoerd. Langs de zuidzijde van de terp wordt een verlegde zomerkade aangelegd, waarvoor een stabiel 1:4 buitentalud in de desbetreffende paragraaf 4 is berekend.

Omleggen zomerkade

De aanwezige zomerkade bestaat uit zandige klei, op sommige plaatsen over een zandkern aangebracht (boringen B01 en B02, alsmede de later uitgevoerde boringen 207 en 208, zie bijlage 1 bij dit rapport). De laatstgenoemde boringen zijn uitgevoerd in de bestaande kade nabij dp 9, resp. dp 16. Die profielen liggen nu met de kruin op circa NAP + 11m en worden 2m verlaagd tot NAP + 9m (aanliggend maaiveldniveau). Op die diepte bestaat de kade ook uit een vergelijkbare zandige klei als aan de huidige kruin, die heeft bewezen erosiebestendig genoeg

te zijn. Na inzaaien met graszaad ontstaat daarbij weer een voldoende erosiebestendig maaiveld.

Wegconstructie

Door de uiterwaard wordt een weg aangelegd om vanaf de hoge terp van de steenfabriek de loswal te kunnen bereiken. Voor de weg is een verharding gefundeerd op een puinlaag geprojecteerd. Het is belangrijk dat de wegconstructie goed wordt opgesloten. Aan weerszijden wordt de berm goed in de klei gezet tot aan de verharding, waarbij een dikte van 0,5m wordt toegepast. Bermen worden met graszaad ingezaaid.

Leiding gasunie onder op te hogen ooibos

Onder de locatie voor ooibos aan de oostzijde van de terp van de steenfabriek ligt een bestaande leiding van de Gasunie. Om de grondopbouw op de leiding nauwkeuriger te bepalen zijn, naast de al verrichte boringen en sonderingen, eind november 2011 nog een viertal extra boringen uitgevoerd (boringen BGA1, BGA2, BGA3 en B4A, zie bijlage 1 bij dit rapport). De deklaag bestaat overal uit kleiig materiaal dat in de bestaande toestand heeft bewezen voldoende erosiebestendig te zijn. Dit wordt na de ophoging weer op het talud aangebracht, zodat ook daar een voldoende erosiebestendige helling ontstaat.

Zuidelijk van de nieuwe zomerkade is, om voldoende dekking te behouden, een strook grond gespaard en wordt niet afgegraven. Aan weerszijden van de leiding loopt deze strook over een hoogte van 1m onder een helling van 1:10 naar het afgegraven maaiveld. Deze helling is in ieder geval stabiel en een berekening daarnaar is niet nodig. Wat betreft de erosie wordt boven de leiding het bestaande maaiveld met de aanwezige klei gespaard. De 1:10 taluds worden met 0,5m klei afgedekt, die ook op het afgegraven maaiveld aan weerszijden nog 5m doorloopt. Daardoor ontstaat een erosiebestendige situatie, ook aan de stroomafwaartse zijde van de op de gasleiding aanwezige verhoging. Op de kop van de strook grond wordt een bescherming toegepast door middel van een betonblokkenmat.

4 Stabiliteit

4.1 Sterkte parameters

Alleen in de Tollewaard zijn enkele triaxiaalproeven uitgevoerd op een zandige klei, zoals die in alle uiterwaarden in de deklaag in een vergelijkbare samenstelling is aangetroffen. De resultaten van deze laatste proeven zijn opgenomen in de bij genoemde uiterwaard behorende bijlage 1 en zijn gebruikt om de schatting van de sterkteparameters voor de diverse te onderscheiden bodemlagen en afkomstig uit NEN 6740 nader te onderbouwen.

Uit de triaxiaalproeven blijkt dat in de klei in de uiterwaard een karakteristieke waarde van de cohesie van 6,4 kN/m² heeft en van de hoek van inwendige wrijving van 28,6°. De rekenwaarde van de cohesie bedraagt 4,3 kN/m² en de hoek van inwendige wrijving 24,5°. De in navolgende tabel genoemde waarden uit de NEN 6740 kunnen gezien deze bepaalde waarden goed worden gebruikt.

De sterkteparameters zijn bepaald op basis van de gegevens in NEN 6740, Geotechniek. Daaruit zijn ook de partiële veiligheidsfactoren voor de diverse parameters toegepast en in navolgende tabel weergegeven. Omdat de bodemopbouw vergelijkbaar is, worden voor alle uiterwaarden deze zelfde sterkteparameters aangehouden.

Grondsoort	Bepaald volgens [-]	γ_d / γ_n [kN/m ³]	c'_{kar} [kN/m ²]	ϕ'_{kar} [°]	$\gamma_{m;c}$ [-]	$\gamma_{m;\phi}$ [-]	c'_d [kN/m ²]	ϕ'_d [°]
Klei siltig	NEN6740	15	2,5	17,5	1,50	1,20	1,67	14,7
Klei zandig	NEN6740	18	1,0	27,5	1,50	1,20	0,66	23,5
Zand	NEN6740	18,0/20,0	0,0	30,0	1,50	1,20	0,0	25,7

γ_d aardvochtig volumiek gewicht;

γ_n volledig verzadigd volumiek gewicht;

c'_{kar} karakteristieke waarde van de effectieve cohesie;

ϕ'_{kar} karakteristieke waarde van de effectieve hoek van inwendige wrijving;

c'_d rekenwaarde van de effectieve cohesie;

ϕ'_d rekenwaarde van effectieve hoek van inwendige wrijving;

$\gamma_{m;c}$ materiaalfactor voor de effectieve cohesie tabel 3 NEN 6740;

$\gamma_{m;\phi}$ materiaalfactor voor de effectieve hoek van inwendige wrijving, tabel 3 NEN 6740.

4.2 Uiterwaard Elst

Hoge terp

De hoge terp nabij de rivieroever bestaat uit een deel van het hoge voormalige steenfabrieksterrein op een niveau van NAP + 9,6m. Daar wordt veel puin aangetroffen, waardoor een zekere doorlatendheid in de terp aanwezig is. Daarom wordt het talud afgewerkt met een kleilaag, die voor een situatie na hoogwater aan de onderzijde een dikte van minimaal 1,25m moet hebben om opbarsten na een val van het hoogwater bij nog een hoge freatische lijn in de terp, te voorkomen. De teen van het talud ligt op circa NAP + 7,0m. De kleilaag wordt ingezaaid met graszaad, waardoor de combinatie van klei met gras voldoende erosiebestendig is.

De stabiliteit van het talud blijkt volgens berekening (bijlage 4 voor het deel Elst, hoge terp D-Geo Stability - DWP6 - Kleiaanvulling.pdf) voldoende groot te zijn bij een talud onder 1:4 (stabiliteitsfactor 1,05). De lage waarde van de factor wordt vooral veroorzaakt door de hoge freatische lijn in de terp na de val van het buitenwater.

Watergang

Door het gebied wordt een watergang gegraven waarvan de taluds voldoende stabiel moeten zijn en erosiebestendig moeten zijn. Tegen de erosie is een kleilaag van 0,5m dikte voldoende. Gezien de te verwachten snelheden tot 1m/sec bij hoogwater, moeten de taluds wel van een begroeiing worden voorzien, waarvoor de kleilaag wordt toegepast die met graszaad wordt ingezaaid.

Op de bodem wordt geen klei aangebracht, zodat een zekere voeding door kwel optreedt, zoals uit ecologische overwegingen gewenst is. De bodem van de watergang wordt niet verder verdedigd. Aangenomen wordt dat door slibafzetting er geen ontgroning plaatsvindt door de kwel.

De stijghoogte in de zandondergrond is volgens de geohydrologische studie circa NAP + 6m. Verwacht mag worden dat de waterstand in de watergang onder normale omstandigheden eenzelfde niveau zal bereiken. Dit komt ook overeen met het stuwpeil in dit rivierpand. Aangezien het wenselijk is om enige kwel toe te laten in verband met de gewenste natuurontwikkeling wordt het peil door middel van een stuw gehouden op een niveau van 5,80+ NAP, Het verschil tussen het te handhaven peil en de stijghoogte is zodanig gering dat geen overspanningen aanwezig zijn en de stabiliteit van de taluds en de zandbodem verzekerd zal zijn.

De stabiliteit van het talud van de watergang aan de zuidzijde is het steilst en de stabiliteitsfactor is daarvoor berekend. Bij een helling onder 1:2,5 blijkt de stabiliteit voldoende verzekerd te zijn met een stabiliteitsfactor van 1,01 (zie bijlage 4 voor Elst, watergang D-Geo Stability - watergang_1-25.pdf).

Verlaging zomerkade

De aanwezige zomerkade bestaat uit zandige klei over de hele hoogte (boringen 201 en 202, zie bijlage 1). De boringen zijn uitgevoerd in de bestaande kade nabij dp9, resp. dp4. Die profielen liggen nu met de kruin op circa NAP + 9m en worden met circa 1m verlaagd tot NAP + 8,1m. De kruinbreedte wordt 2m, het buitentalud wordt onder 1:2 en het binnentalud onder circa 1:3 afgewerkt. Op die diepte bestaat de kade ook uit een vergelijkbare zandige klei als aan de huidige kruin. Na inzaaien met graszaad ontstaat daarbij weer een voldoende erosiebestendige kade.

De stabiliteit van de kade is voor het buitentalud berekend en blijkt bij uit NEN 6740 afgeleide sterkteparameters verzekerd te zijn (stabiliteitsfactor 1,21, zie bijlage Elst oude zomerkade D-Geo Stability - DWP3.pdf). Enige cohesie is daarbij in de zandige klei nodig, omdat anders bij een volledig verzadigde kade na een val van het bovenwater de stabiliteit niet is verzekerd. Uit de enkele triaxiaalproeven die op zandige klei uit de Tollewaard zijn uitgevoerd, blijkt dat cohesie in deze klei ook aanwezig is (bijlage 1 voor de Tollewaard, Triax.pdf).

Talud tussen hoge en lage weide

Aan de noordzijde van het project wordt een lage weide afgegraven, waardoor een talud ontstaat tussen beide weiden van circa 1,5m hoogte. Omdat de hoge weide in de ondergrond uit zand en puin bestaat kan de waterdruk bij een val na hoogwater onder een kleideklaag te hoog worden. Door het aanbrengen van een 0,65m dikke kleilaag onder een helling van 1:3 wordt opdrukken van die laag voorkomen. De kleilaag wordt ingezaaid met graszaad waardoor de combinatie van klei met gras voldoende erosiebestendigheid biedt.

De stabiliteit van dit 1:3 talud is verzekerd bij een berekende stabiliteitsfactor van 1,27 (bijlage 1 voor uiterwaard Elst, hoge/lage weide D-Geo Stability - DWP2.pdf).

4.3 Middelwaard

Watergang

De bodemopbouw is gebaseerd op grondonderzoek uit een eerdere fase (Oranjewoud, zie bijlage IV.14 van het DO) en bestaat uit een deklaag van zandige klei (0,5-1,0m dikte), daaronder 1m zand en op ongeveer NAP + 5,5m een siltige kleilaag. Voor de taludstabiliteit is gerekend

met een val tot NAP + 6,0m waarbij het grondprofiel nog verzadigd is. De bepaalde stabiliteitsfactor bedraagt voor een 1:3 talud 1,18, er is dus sprake van voldoende stabiliteit (zie bijlage 4 voor de Middelwaard, stabiliteitsberekening Dp6, zuidoever watergang).

Pijlers bestaande brug in de A50

Naar de te verwachten vervormingen op funderingsniveau door de ontgraving is onderzoek verricht (rapport als bijlage IV-8.3 bij het DO-rapport voor de Middelwaard bijgevoegd). De conclusies van het rapport zijn dat het draagvermogen ook bij afgraving aan de eisen voldoet en dat de vervormingen in de orde grootte mm's liggen en naar verwachting niet onacceptabel zullen zijn.

4.4 Tollewaard

Nieuwe zomerkade

De nieuwe kade wordt meer aan de westzijde aangelegd, tussen de primaire waterkering en de te handhaven delen van de bestaande kade. De kruinbreedte wordt 2,5m, het binnentalud en het buitentalud zijn onder een helling van 1:4 geprojecteerd. Daarbij is een maatgevende deklaag van 1m siltige klei aanwezig.

De stabiliteit van de kade is voor het talud berekend na een val van het buitenwater tot de teen van de kade, waardoor in de kade nog een hoge freatische lijn aanwezig is. Het 1:4 talud blijkt bij uit NEN 6740 afgeleide sterkteparameters verzekerd te zijn. De stabiliteitsfactor in de eindsituatie na snel vallend water is 1,15 (zie bijlagen 4 voor de Tollewaard, stabiliteit westzijde dp 4, D-Geo Stability – DWP4.pdf). Direct na de uitvoering is ervan uitgegaan dat de bestaande zomerkade nog aanwezig is en deze stabiliteit is berekend bij een lage waterstand op een factor van 1,39. De stabiliteitsfactor bij hoogwater is voor het binnentalud 1,15.

Weg op kade

Door de uiterwaard wordt een weg aangelegd om vanaf de beide terpen met de steenfabriek de primaire waterkering te kunnen bereiken.

De 6,5m brede asfaltweg ligt op de kade op 9,0m+ NAP en de stabiliteit van die kade is berekend met zeer zwaar verkeer en laag water en bovendien bij hoog water met een meer normale belasting door onderhoud- en beheermaterieel. De hellingen van de bestaande kade bedragen 1:3 of flauwer, De bestaande helling wordt gehandhaafd.

Uit grondonderzoek (zie rapport MOS, bijlage IV.8.2) blijkt dat de bestaande zomerkade een zandkern heeft, afgedekt met circa 0,5m klei op de kruin; Deze klei wordt verwijderd, zodat het weggennet op de zandkern rust. De deklaag wordt op de nieuwe delen van de zomerkade hergebruikt. De stabiliteit en zettingen zijn voor DP 13 berekend.

De stabiliteit van de wegconstructie is berekend voor de volgende 3 omstandigheden:

- direct na uitvoering (t=10 dagen). Tijdens hoogwater tot 8,16m+ NAP, een kerende functie en 33 kN/m² verkeer;
- eerste winterperiode (t=100 dagen). Vallend buitenwater als gevolg van de open coupure;
- eindfase (t=10.000 dagen). Een volledig gezette geometrie met vallend buitenwater.

Voor de situatie met vallend water is niet uitgegaan van de zeer zware verkeersbelasting, maar is de normale verkeersbelasting voor onderhoud- en beheermaterieel van 13kN/m² aangehouden. De stabiliteitsfactoren uit de stabiliteitberekeningen zijn weergegeven in navolgende tabel en in bijlage 4 voor de Tollewaard opgenomen.

Stabiliteitsfactoren

Situatie	STBI		STBU
	Hoogwater	Peil van val	Peil na val
1	1,04	n.v.t.	1,92* ¹
2	n.v.t.	1,15	1,33
3	1,43	1,36	1,22

Terp

De hoge terpen worden uitgebreid aan de westzijde van de oostelijke en aan de oostzijde van de westelijke terp met een vergroting ten behoeve van de ontwikkeling van ooibos (westelijke terp) en glanshaverhooiland (oostelijke terp). Beide vergrotingen komen op een peil van 9m+ NAP. Deze uitbreidingen worden uitgevoerd met zeer flauwe taluds (ruim meer dan 1:10) die zeker stabiel zijn, zodat daarvoor geen stabiliteitsberekeningen hoeven te worden uitgevoerd.

Brug en watergang

Alleen het steilste talud is voor de noordelijke zijde berekend voor de situatie direct na de uitvoering, met een freatische lijn op streefpeil en de stabiliteitsfactor bedraagt 1,20. Daarbij wordt uitgegaan van een kleideklaag op het talud van 2,2 m dikte onderin het talud, om opbarsten van deze laag na hoogwater te voorkomen. In die situatie loopt het zandlichaam van de bruggenhoofden vol, waarna niet de snelle val kan worden gevolgd. We gaan in het grondlichaam uit van de halve val, analoog ook bij primaire waterkeringen met een zandkern wordt toegepast. Vallend water in de eerste winterperiode geeft een stabiliteitsfactor van 1,01 die in de loop van de tijd toeneemt tot 1,08 in de eindfase na de volledige zetting (bijlage 4 voor de Tollewaard, stabiliteit noordzijde).

Voor de 1:3 taluds aan weerszijden van het bruggenhoofd wordt ook uitgegaan van een klei afdeklaag. Het zandlichaam wordt onder 1:1,5 afgewerkt, waarna de klei tot een helling van 1:3 wordt afgewerkt.

Alleen het steilste talud is voor de zuidelijke zijde berekend voor de situatie direct na de uitvoering, met een freatische lijn op streefpeil en de stabiliteitsfactor bedraagt 1,10. Daarbij wordt uitgegaan van een kleideklaag op het talud van 2,2 m dikte onderin het talud om opbarsten van deze laag na hoogwater te voorkomen. In die situatie loopt het zandlichaam van de bruggenhoofden vol, waarna niet de snelle val kan worden gevolgd. We gaan in het grondlichaam uit van de halve val, analoog ook bij primaire waterkeringen met een zandkern wordt toegepast. Vallend water in de eerste winterperiode geeft een stabiliteitsfactor van 1,11 die in de loop van de tijd toeneemt tot 1,15 in de eindfase na de volledige zetting (bijlage 4, stabiliteit zuidzijde).

Uit de berekende stabiliteitswaarden blijkt dat de bodemopbouw van de ondergrond aan de zuidzijde beter is dan aan de noordzijde. Aan de zuidzijde is een zandige klei met een cohesie van minder dan 1kN/m² (0,67 in rekening gesteld) op het talud voldoende. Aan de noordzijde is een klei nodig op het talud die duidelijk cohesiever is (1,67kN/m² in rekening gesteld). Hiermee wordt bij het toepassen van de klei rekening gehouden, door de erosiebestendige klei met de hogere gehalten aan humus en de daardoor grotere cohesie aan te brengen.

De stabiliteit van de oever van de watergang is alleen voor het 1:3 talud berekend op 1,12 en voldoet daarmee aan de eisen (bijlage 4 voor de Tollewaard).

Marsdijk

Om de invloed van de ontgravingswerkzaamheden op de stabiliteit van de Marsdijk te bepalen, is een vergelijking gemaakt tussen de huidige en de toekomstige stabiliteit. De resultaten van deze vergelijking zijn geen representatieve weergave van de werkelijke stabiliteit, maar geven wel aan of de stabiliteit beïnvloed wordt door de werkzaamheden. Er is met conservatieve NEN

¹ De buitenwaartse stabiliteit tijdens situatie 1 is groter dan situatie 2 en 3 omdat deze situatie onder zomerse omstandigheden plaatsvindt

6740-waarden gerekend, waardoor de berekende veiligheid minder is dan in werkelijkheid aanwezig zal zijn.

Uitgangspunten voor de berekeningen:

- MHW: NAP +10,00 m;
- Peil na val: NAP +7,50 m;
- Boring T-P02 is maatgevend.

De stabiliteitsfactor voor en na de ingreep is 0,85 (zie bijlage 4 voor de Tollewaard). De werkzaamheden zijn dus niet van invloed op de maatgevende glijdcirkel. Ook het safety overview laat voor de bestaande en de nieuwe situatie weinig verschil zien.

De bodemschematisering is gemaakt aan de hand van 1 handboring, waarbij een dikke deklaag is aangetroffen. Lokaal kan de deklaag dunner zijn, wat gunstiger is voor de invloedzone van de stabiliteit. De glijdcirkels worden dan ondieper en reiken minder ver het voorland in. De meer conservatieve en daarmee veilige bodemopbouw is dus beschouwd.

4.5 Doorwerthse waarden

Nieuwe zomerkade

De nieuwe kade wordt meer naar het noorden aangelegd, deels tegen de terp van de steenfabriek aan. De kruinbreedte wordt 3m, het buitentalud is oorspronkelijk onder 1:3 geprojecteerd en het binnentalud wordt onder circa 1:6 afgewerkt (buiten- en binnenteen van de kade blijven op dezelfde plek als in de bestaande kade). Daarbij zijn 2 verschillende deklaagdicken aanwezig. In de uiterwaard blijkt veelal een dunne deklaag van 0,5 tot maximaal 1m dikte aanwezig te zijn, maar meer naar de brug in de A50 wordt ergens tussen de sonderingen 9 en 10 de deklaag naar het westen toe dikker, totdat bij sondering 12 en 13 een deklaagdikte van circa 3,5m aanwezig is.

De stabiliteit van de kade is voor het buitentalud als steilste talud berekend na een val van het buitenwater, waardoor in de kade nog een hoge freatische lijn aanwezig is. Het 1:3 talud blijkt bij uit NEN 6740 afgeleide sterkteparameters net niet verzekerd te zijn. De stabiliteitsfactor in de eindsituatie bij een dikke deklaag is 0,86 en in de uiterwaard bij de dunne deklaag 0,96 (zie bijlagen 4 voor Doorwerth, eindsituatie zomerkade en zomerkade t.h.v. brug D-Geo Stability – DWP6.pdf). Direct na de uitvoering zijn door het dan nog aanwezige overspannen grondwater de stabiliteitsfactoren nog aanzienlijk lager. Daarom is uit geotechnische overwegingen besloten het buitentalud flauwer te maken en is bij een 1:4 talud de stabiliteit berekend.

In de uiterwaard met de dunne deklaag blijkt de stabiliteitsfactor voor het buitentalud in die situatie bij vallend buitenwater 1,17 te bedragen in de eindsituatie en 1,13 direct na de uitvoering. De stabiliteitsfactor bij hoogwater voor de kade is voor het binnentalud 1,63.

Nabij de brug is de stabiliteitsfactor in de eindsituatie (dus bij 100% consolidatie) na vallend water 1,00 voor het 1:4 buitentalud en 1,23 voor het 1:6 binnentalud. Direct na de uitvoering is de stabiliteit van het buitentalud 0,59 en daarmee onvoldoende. Voor deze situatie is een buitenberm ontworpen die tijdelijk wordt aangebracht en na circa 3 jaar zou mogen worden verwijderd, omdat dan de grondwaterstanden voldoende dicht bij de 100% zijn aangepast. Uit efficiëntieoverwegingen wordt de buitenberm permanent toegepast en wordt derhalve niet verwijderd. De afmetingen van de buitenberm zijn een hoogte van 1,2m bij een bermlengte van 5m en de stabiliteitsfactor van het buitentalud bedraagt dan na de uitvoering 1,02 en van het binnentalud 1,00. De eindstabiliteit bedraagt 1,25. Deze buitenberm wordt over circa 500m aangelegd, beginnend bij de aansluiting op de bestaande zomerkade aan de westkant. Deze buitenberm is ondanks dat deze na een aantal jaar niet meer nodig is, permanent.

Voor de vervormingen bij de pijlers van de brug in de A50 zelf wordt naar paragraaf 5.5 verwezen.

5 Zettingen

5.1 Zetting parameters

De zetting parameters zijn geraamd conform in NEN 6740, Geotechniek is aangegeven. Voor alle uiterwaarden waar berekeningen van de te verwachten zettingen hebben plaatsgevonden, zijn dezelfde waarden aangehouden.

Grondsoort	Bepaald volgens	C_v	C_p	$C_{p'}$	C_s	$C_{s'}$	POP
	[-]	[m ² /s]	[-]	[-]	[-]	[-]	[kN/m ²]
Klei siltig	NEN	5,0 E-08	75	15	800	160	10
Klei zandig	NEN	5,0 E-08	100	20	1000	200	10
Zand	NEN	Drained	∞	600	∞	∞	10
Pleistoceen zand	NEN	Drained	∞	1000	∞	∞	10

C_p	<i>primaire samendrukkingconstante voor de grensspanning;</i>
$C_{p'}$	<i>primaire samendrukkingconstante na de grensspanning;</i>
C_s	<i>secundaire samendrukkingconstante voor de grensspanning;</i>
$C_{s'}$	<i>secundaire samendrukkingconstante na de grensspanning;</i>
c_v	<i>consolidatiecoëfficiënt.</i>

5.2 Uiterwaard Elst

Omdat in de uiterwaard Elst vooral wordt ontgraven en bestaande verhogingen als terp dienst gaan doen, zijn er geen zettingberekeningen uitgevoerd.

5.3 Middelwaard

Omdat in de Middelwaard vooral wordt ontgraven zijn er geen zettingberekeningen uitgevoerd.

5.4 Tollewaard

Nieuwe zomerkade

De te verwachten zettingen bedragen voor de nieuwe zomerkade bij de relatief dunne deklaag circa 0,10m (bijlage 5 bij dit rapport, D-settlement Tollewaard westelijke zomerkade). Deze zetting wordt bij de uitvoering als overhoogte aangebracht.

Brughoofden

De te verwachten zettingen van de brughoofden van circa 4,5m hoogte bedragen aan de noordzijde circa 0,45m en aan de zuidzijde circa 0,35m (bijlage 5 voor de Tollewaard, zettingberekeningen noord- en zuidzijde).

De bruggenhoofden worden tijdig uitgevoerd, zodat een aanvaardbare restzetting van maximaal 10cm te verwachten is bij oplevering. Aangezien door het toepassen van alleen een overhoogte ter grootte van de te verwachten zetting de benodigde tijd circa 1 jaar is, wordt tevens een extra belasting met een hoogte van 2m toegepast. Hierdoor wordt in circa een halfjaar de restzetting bereikt van minder dan 10cm (tijd-zetting diagram bijgevoegd in bijlage 5 voor de Tollewaard).

Terpen

De zettingen van de terp uitbreidingen zijn niet berekend, omdat die bij de aanwezige dunne deklaagdicken beperkt zullen zijn en dit voor de ontwikkeling van de geprojecteerde natuurdoeltypen niet van belang is.

Weg op kade

De stabiliteit en zettingen zijn voor de weg op de kade voor DP 13 berekend. De zettingen lopen uiteen van 0,03m waar de weg direct op de kade komt, een grote zetting van 0,35m treedt op waar 2,5m moet worden opgehoogd (zie bijlage 5).

5.5 Doorwerthse waarden

Terp steenfabriek

De zetting van het vergrote tasveld bedraagt circa 5 tot 10 cm (zie bijlage 5 voor Doorwerth, Tasveld, D-settlement). Deze zettingen zijn vergelijkbaar met die aan de west- en oostzijde op de ooiboslocatie. Voor de ooiboslocaties zijn zettingen in deze orde van grootte geen probleem. Aangezien het tasveld direct aan het ooibos grenst zal deze in dezelfde orde van grootte meezetten zodat er geen groot zettingsverschil zal ontstaan.

Nieuwe zomerkade

De te verwachten zettingen bedragen in de uiterwaard bij de dunne deklaag 0,05 tot 0,10m. De zettingen in het gedeelte met de dikke deklaag nabij de brug bedragen voor het midden van de kade circa 0,3m (zie bijlage 5 voor Doorwerth).

Pijlers brug

De brug in de A50 ligt met enkele pijlers dichtbij het nieuwe tracé van de zomerkade. Daarbij is juist ter plekke een dikke deklaag aanwezig. De aan te leggen nieuwe zomerkade vertoont onder de brug zettingen die kunnen oplopen tot 30cm. Voor de pijlers van de brug die op circa 0,5m vanaf de kade staan kunnen door de verticale zettingen van 6 tot 2mm ter plekke (zie bijlage 5 voor resultaat verticaal 16 in binnenteen en verticaal 17 op 0,5m uit de binnenteen) beperkte horizontale belastingen op de fundering optreden.

De gevolgen voor de vervormingen ter plaatse van de pijlers van de brug in de A50 zijn aangegeven in het geotechnisch rapport over invloed van de maatregelen in de Doorwerthse waarden op de fundering van de brug (bijlage IV-8.3 bij het DO-rapport voor de Doorwerthse waarden). Hieruit volgt dat de te verwachten verplaatsingen van de fundering in de beschouwde ontgravingssituaties beperkt zullen blijven tot ordegrrootte enkele millimeters en daarmee naar verwachting niet onacceptabel groot zullen worden.

Leiding gasunie onder op te hogen ooibos

Onder de locatie voor ooibos aan de oostzijde van de terp van de steenfabriek ligt een bestaande leiding van de Gasunie. Met de eerder weergegeven zettingsparameters en de op tekening NR-TEK-K&L-142-1B weergegeven ophogingen in het lengteprofiel zijn zettingsberekeningen uitgevoerd voor zowel het maaiveld als op leidingniveau. Om de grondopbouw nauwkeuriger te bepalen zijn, naast de al verrichte boringen en sonderingen, eind november 2011 nog een viertal extra boringen uitgevoerd (boringen BGA1, BGA2, BGA3 en B4A, zie bijlage 1 bij dit rapport). De te verwachten zettingen zijn samengevat met de ophogingen in navolgende tabel weergegeven voor het maaiveld en op leidingniveau.

Tabel 1: Zetting analyse grondwerk gasleiding Doorwerth

locatie	nummer	Metre- ring [m]	Leiding- niveau [m+NAP]	Maaiveld huidig [m+NAP]	Maaiveld toekomstig [m+NAP]	Netto ophoging [m]	Zetting maaiveld [m]	Zakking op leidingniveau [m]
sondering	Ds19	30	7,80	10,1	11,1	1,0	0,06	orde millimeters*
Boring	BGA1	45	7,80	9,4	11,1	1,7	0,07	0,02
sondering	Ds 18	70	8,00	9,3	11,2	1,9	0,03	0,03
Boring	BGA2	95	8,00	9,4	11,0	1,6		orde millimeters*
sondering	Ds 14	130	8,00	9,1	11,2	2,1	0,11	0,03
Boring	BGA3	160	8,00	9,3	10,5	1,2		orde millimeters*
sondering	Ds3/Ds16	200	8,00	9,0	9,9	0,9		orde millimeters*
sondering	Ds17**	290	8,30	10,2	11,2	1,0		orde millimeters*
Overig								orde millimeters*

* uitsluitend zand aanwezig beneden leidingniveau

** ter plaatse van nieuwe zomerdijk

Gelet op de omvang van het veldwerk, de dikte van de ophoging en die van de deklaag en de variatie daarin, dient naar schatting rekening gehouden te worden met een zakkingsverschil van circa 3 cm over een afstand van 5 m of meer (op het leidingniveau).

Bijlage 1

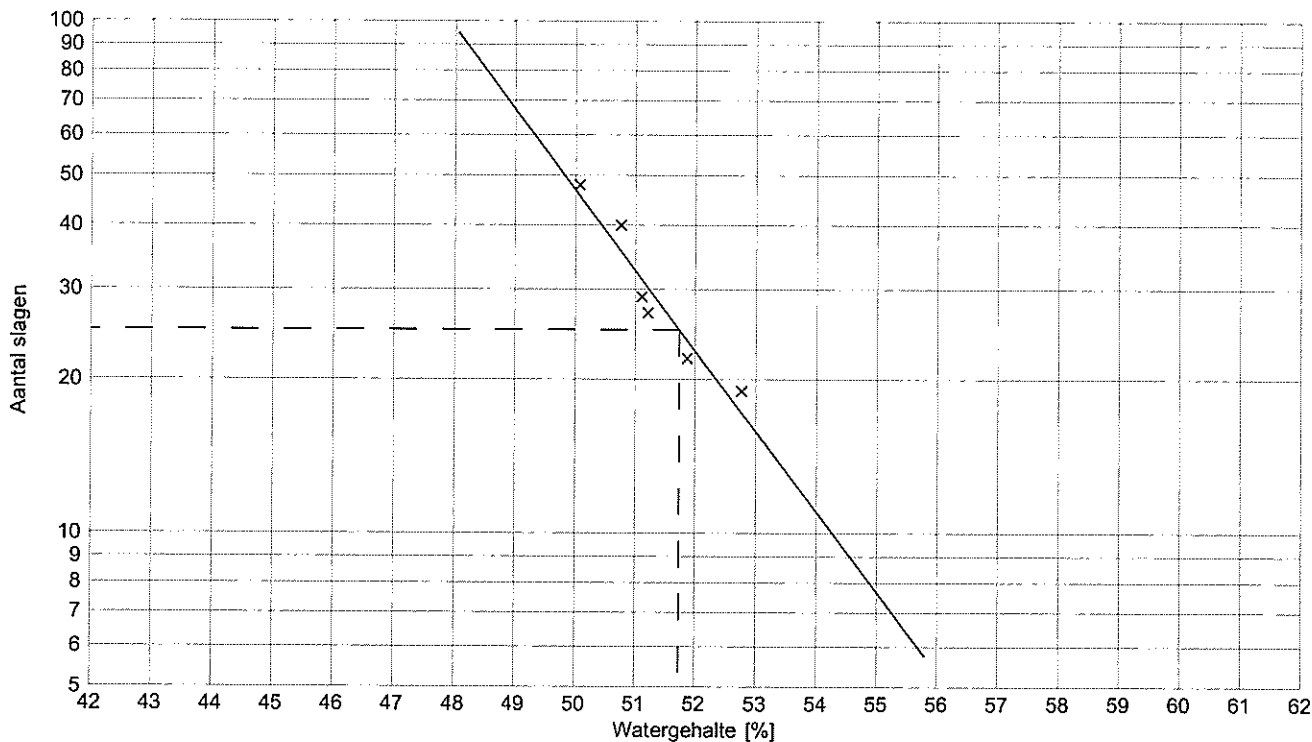
Laboratorium onderzoek en later uitgevoerd veld-
werk per uiterwaard

Bijlage 1-1

Resultaten laboratorium onderzoeken uiterwaard Elst

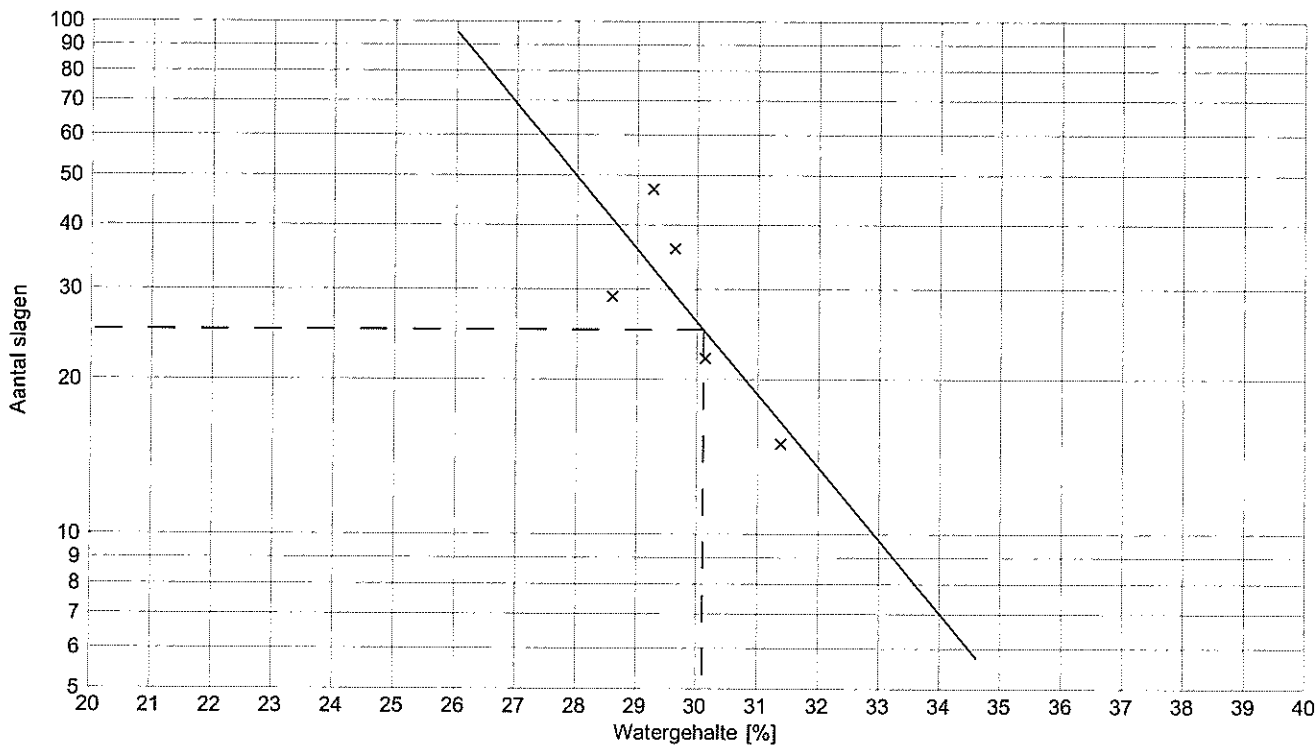
Boring : E-H01
 Bus : 2260
 Diepte van / tot : 6.39 / 6.16 m t.o.v. NAP
 Datum : 01-11-2011
 Opmerkingen :

Methode : Casagrande
 Natuurlijk vochtgehalte : 40.4 %
 Vloeigrens : 51.7 %
 Uitrolgrens : 30.1 %
 Plasticiteits-index : 21.7 %



Boring : E-H02
 Bus : 2262
 Diepte van / tot : 6.38 / 6.24 m t.o.v. NAP
 Datum : 11-01-2012
 Opmerkingen :

Methode : Casagrande
 Natuurlijk vochtgehalte : 28.2 %
 Vloeigrens : 30.1 %
 Uitrolgrens : 19.4 %
 Plasticiteits-index : 10.8 %



Opdracht : 6071711

ATTERBERGSE GRENZEN

Plaats : Elst

Betreft : Ruimte voor de rivier - maatregelen Doorwerthsche waarden

Boring : E-H05

Bus : 2264

Diepte van / tot : 6.26 / 6.09 m t.o.v. NAP

Datum : 02-11-2011

Opmerkingen :

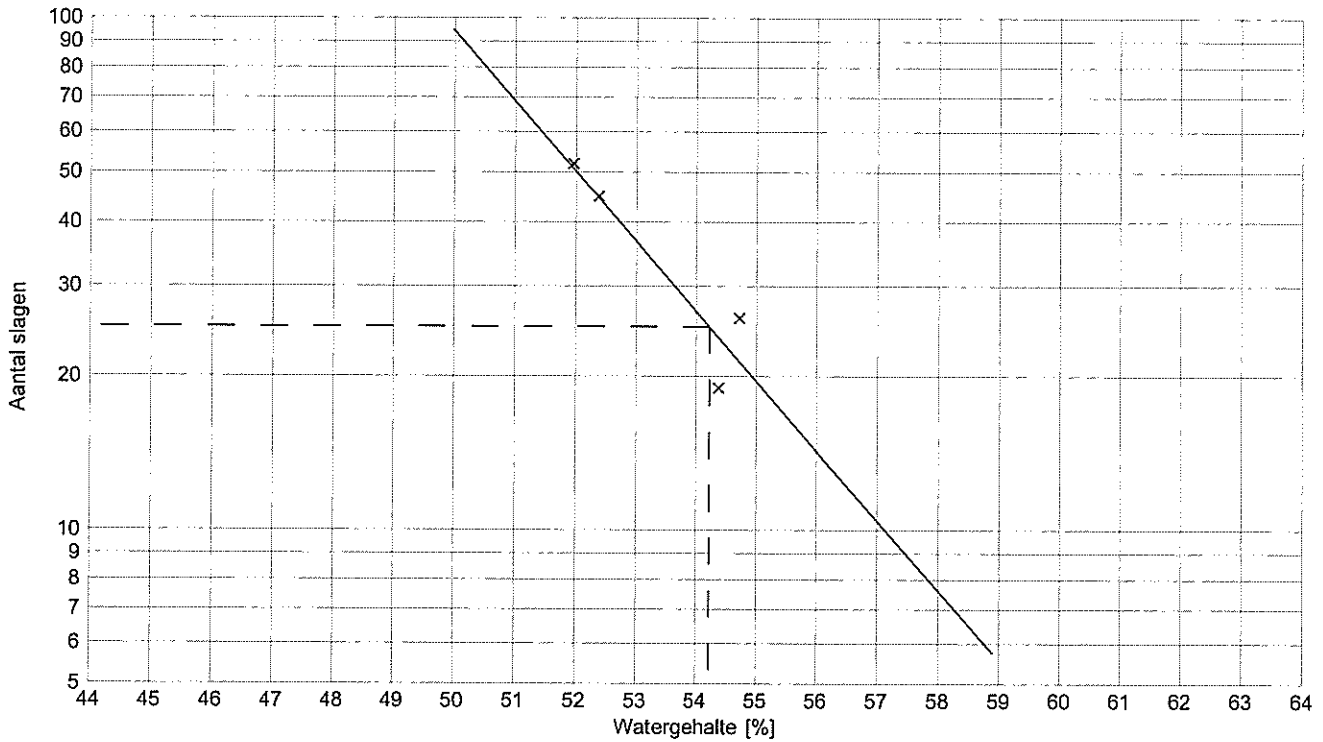
Methode : Casagrande

Natuurlijk vochtgehalte : 33.2 %

Vloeigrens : 54.2 %

Uitrolgrens : 30.7 %

Plasticiteits-index : 23.5 %



Boring : 201

Monster : 1

Diepte van / tot : 0.00 / 0.80 m -MV

Datum : 10-01-2012

Opmerkingen :

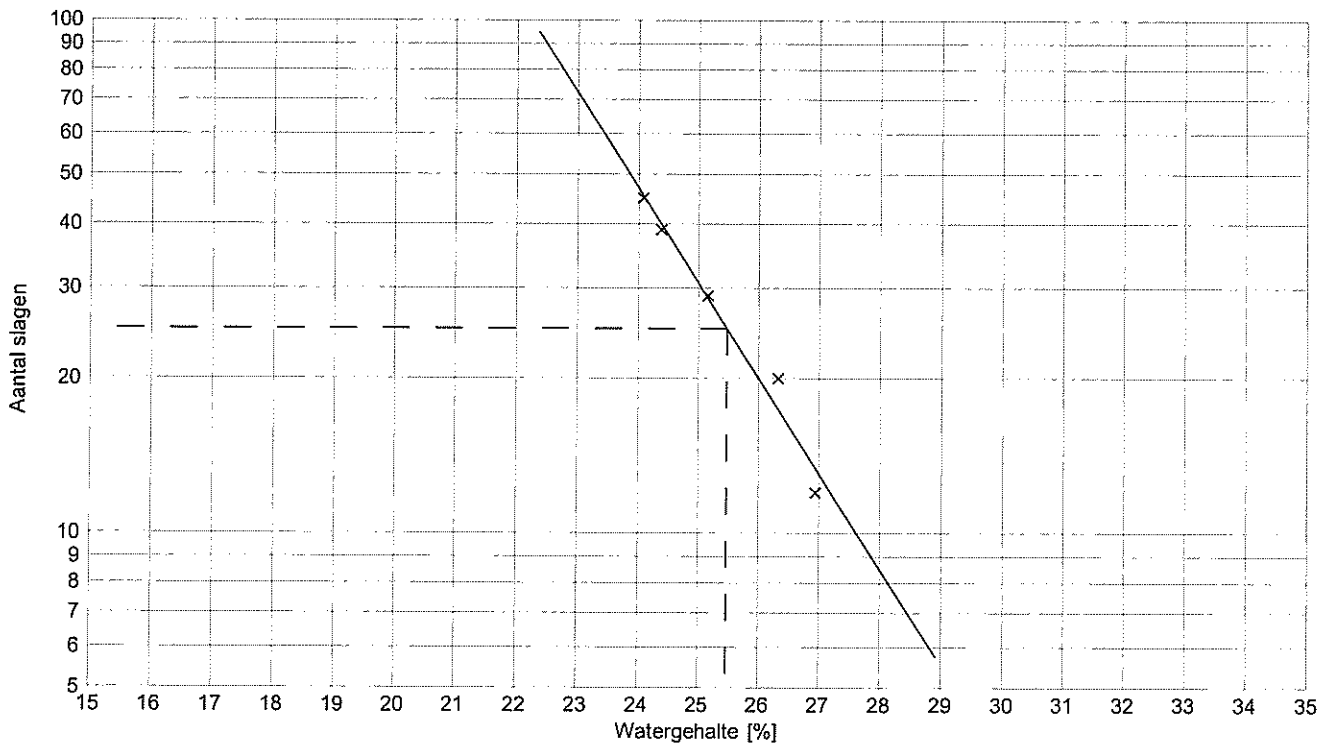
Methode : Casagrande

Natuurlijk vochtgehalte : 15.6 %

Vloeigrens : 25.5 %

Uitrolgrens : 19.3 %

Plasticiteits-index : 6.2 %



Opdracht : 6071711

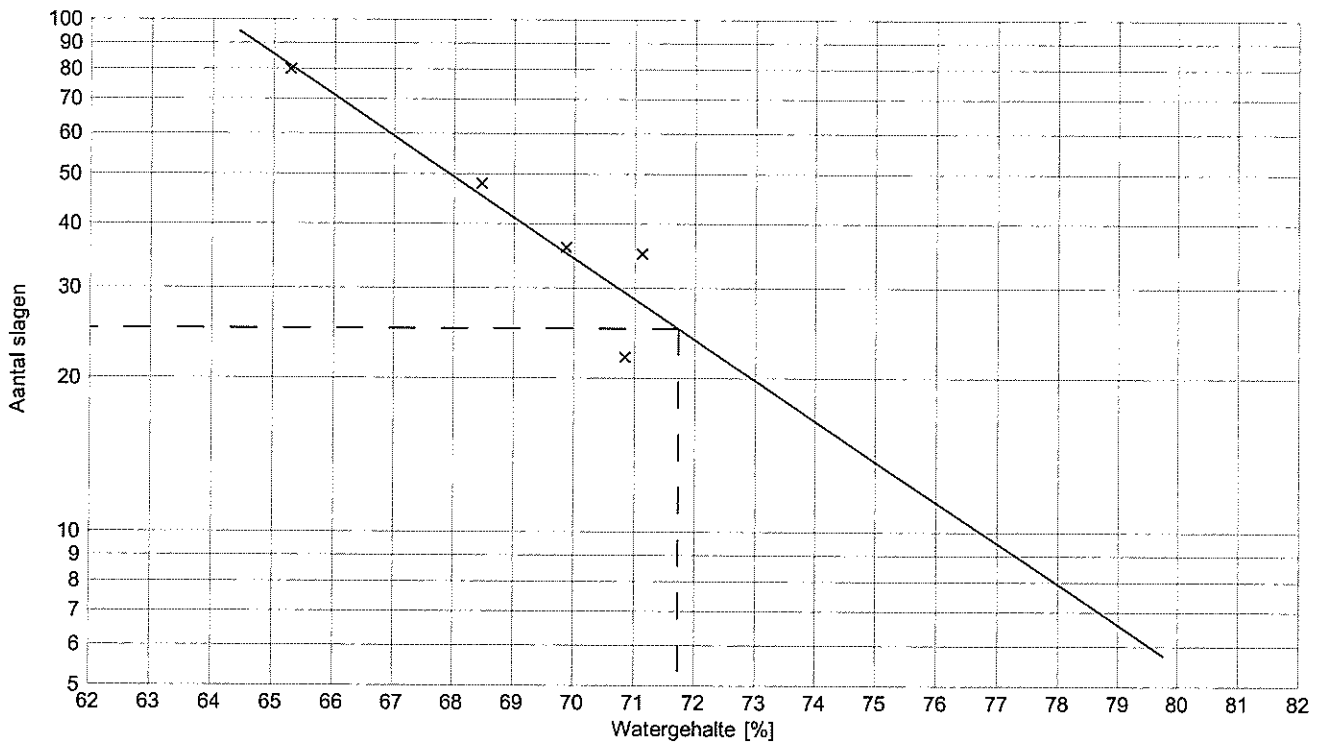
ATTERBERGSE GRENZEN

Plaats : Elst

Betreft : Ruimte voor de rivier - maatregelen Doorwerthsche waarden

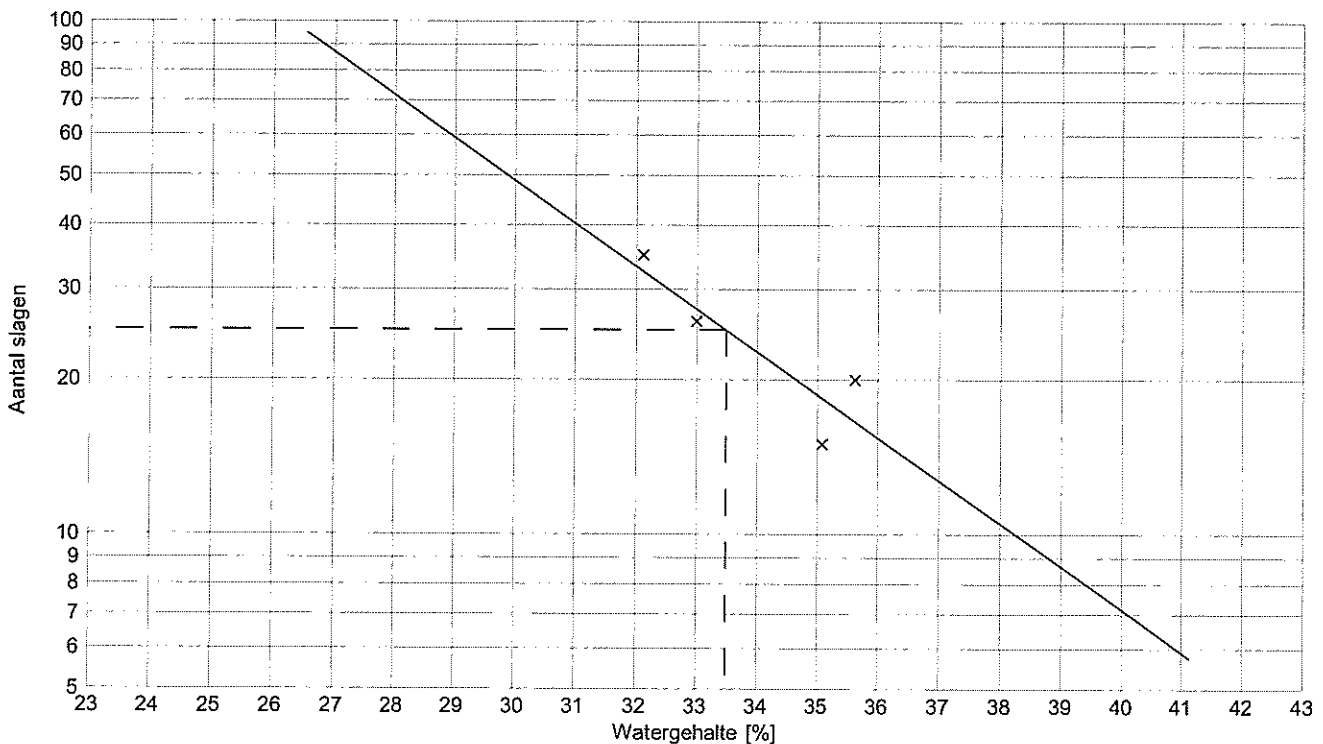
Boring : E-b01
Bus : 4129
Diepte van / tot : 5.51 / 5.37 m t.o.v. NAP
Datum : 11-01-2012
Opmerkingen :

Methode : Casagrande
Natuurlijk vochtgehalte : 52.5 %
Vloeigrens : 71.7 %
Uitrolgrens : 34.7 %
Plasticiteits-index : 37.0 %



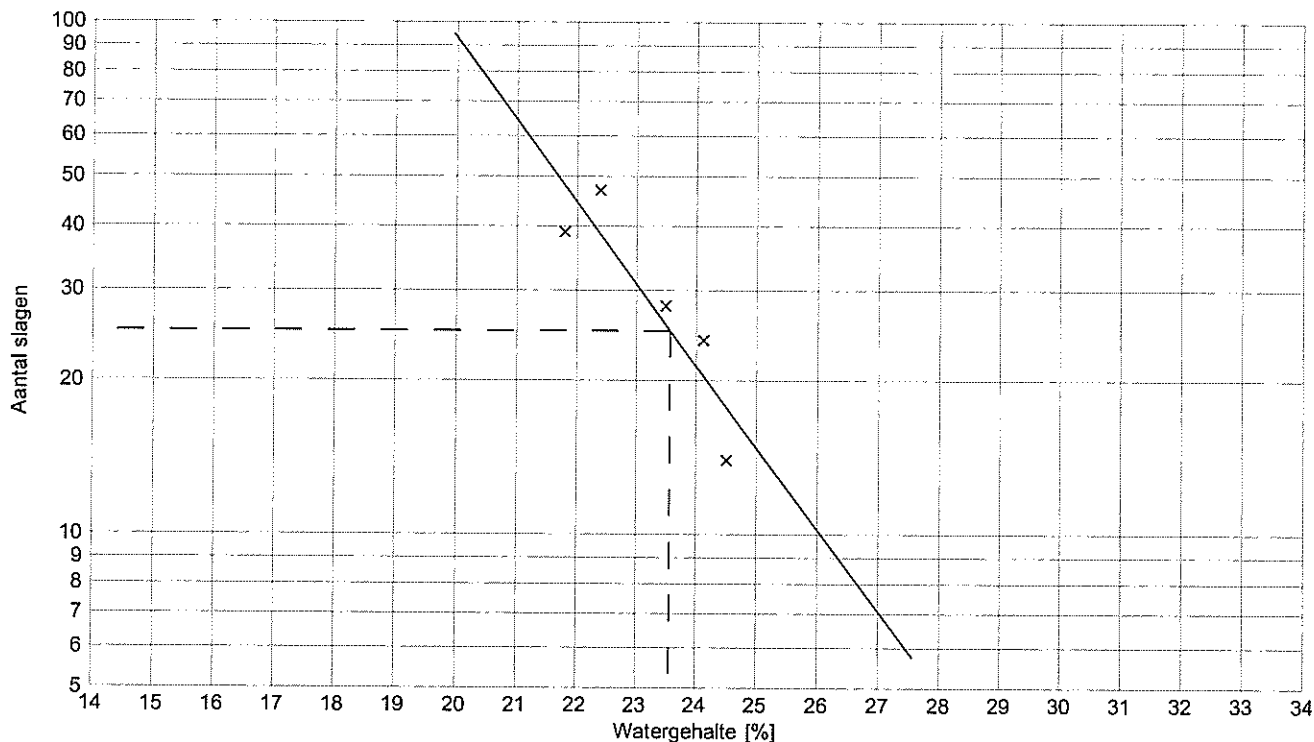
Boring : E-b01
Monster : 4130
Diepte van / tot : 4.99 / 4.79 m t.o.v. NAP
Datum : 12-01-2012
Opmerkingen :

Methode : Casagrande
Natuurlijk vochtgehalte : 32.1 %
Vloeigrens : 33.5 %
Uitrolgrens : 21.6 %
Plasticiteits-index : 11.9 %



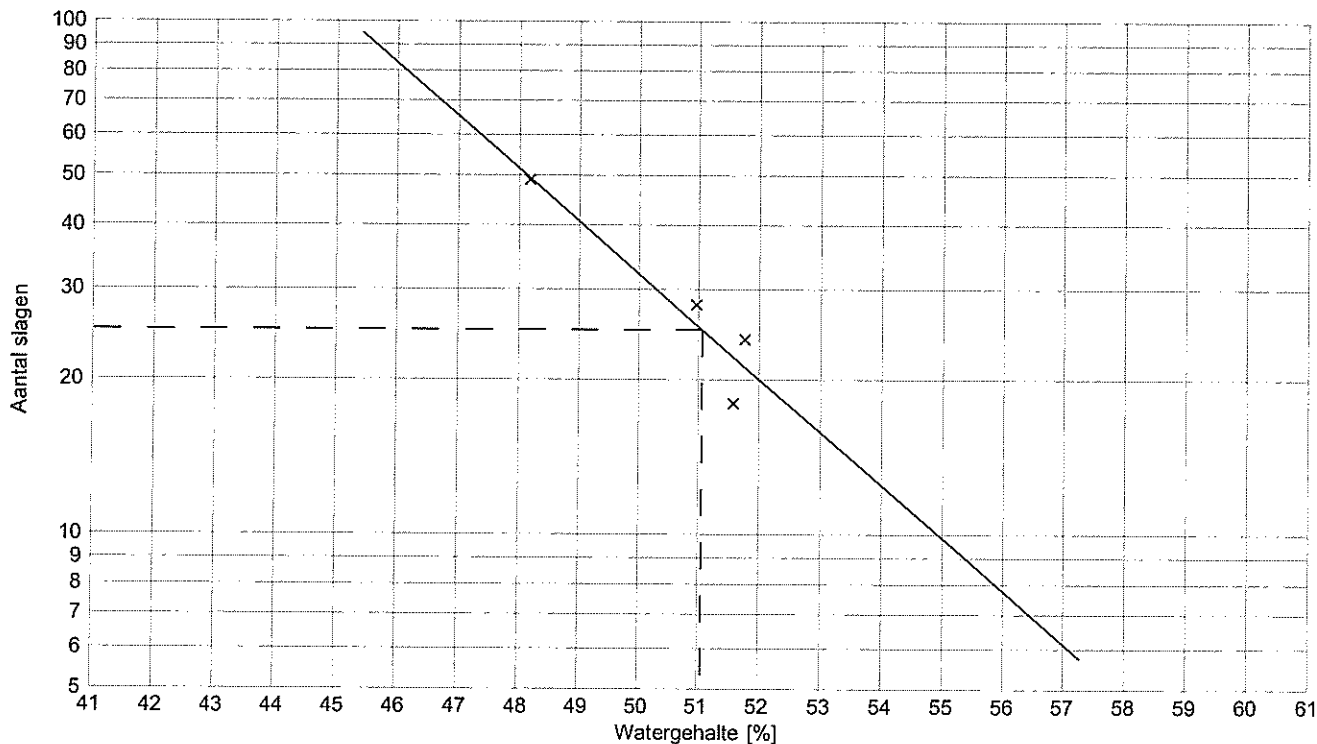
Boring : 201
 Monster : 2
 Diepte van / tot : 0.80 / 2.00 m -MV
 Datum : 10-01-2012
 Opmerkingen :

Methode : Casagrande
 Natuurlijk vochtgehalte : 19.7 %
 Vloeigrens : 23.6 %
 Uitrolgrens : 19.2 %
 Plasticiteits-index : 4.4 %



Boring : 202
 Monster : 1
 Diepte van / tot : 0.00 / 0.40 m -MV
 Datum : 10-01-2012
 Opmerkingen :

Methode : Casagrande
 Natuurlijk vochtgehalte : 30.7 %
 Vloeigrens : 51.1 %
 Uitrolgrens : 28.8 %
 Plasticiteits-index : 22.3 %



Opdracht : 6071711

ATTERBERGSE GRENZEN

Plaats : Elst

Betreft : Ruimte voor de rivier - maatregelen Doorwerthsche waarden

Boring : 202

Methode : Casagrande

Monster : 2

Natuurlijk vochtgehalte : 22.3 %

Diepte van / tot : 0.40 / 1.10 m -MV

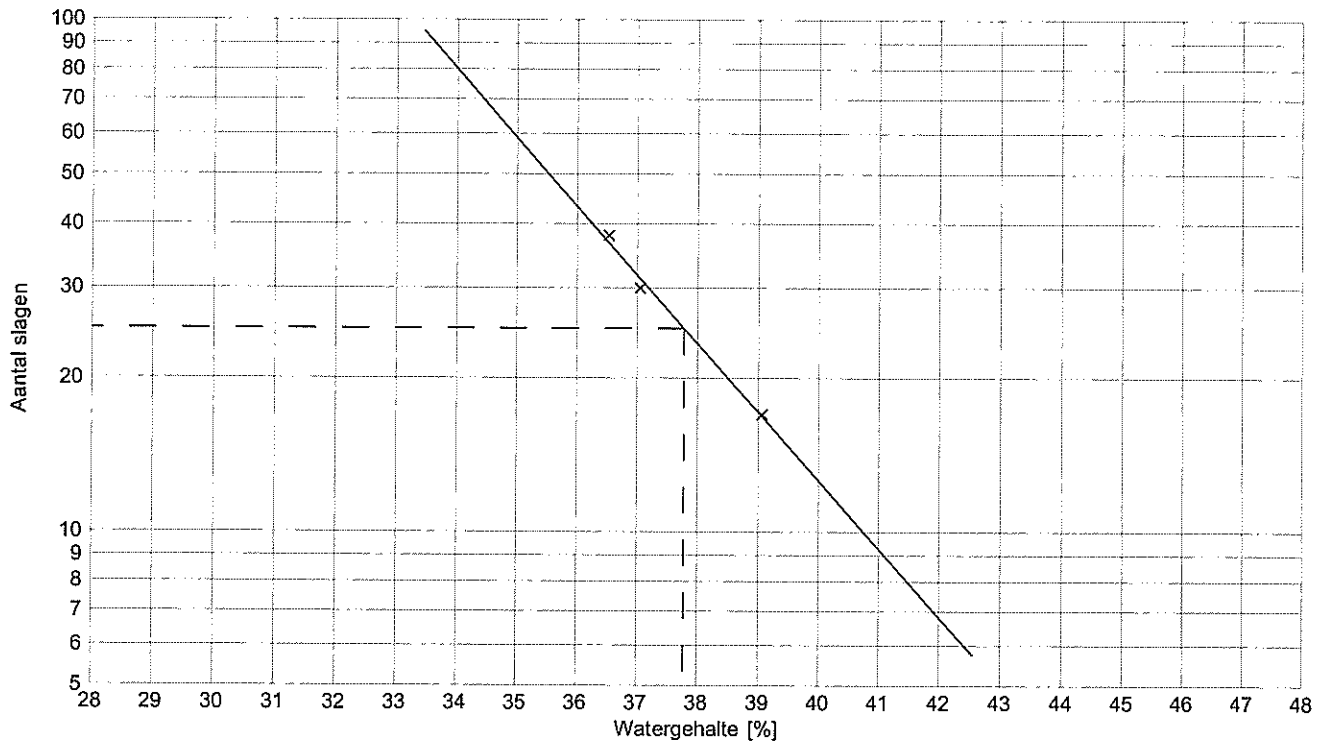
Vloeigrens : 37.8 %

Datum : 10-01-2012

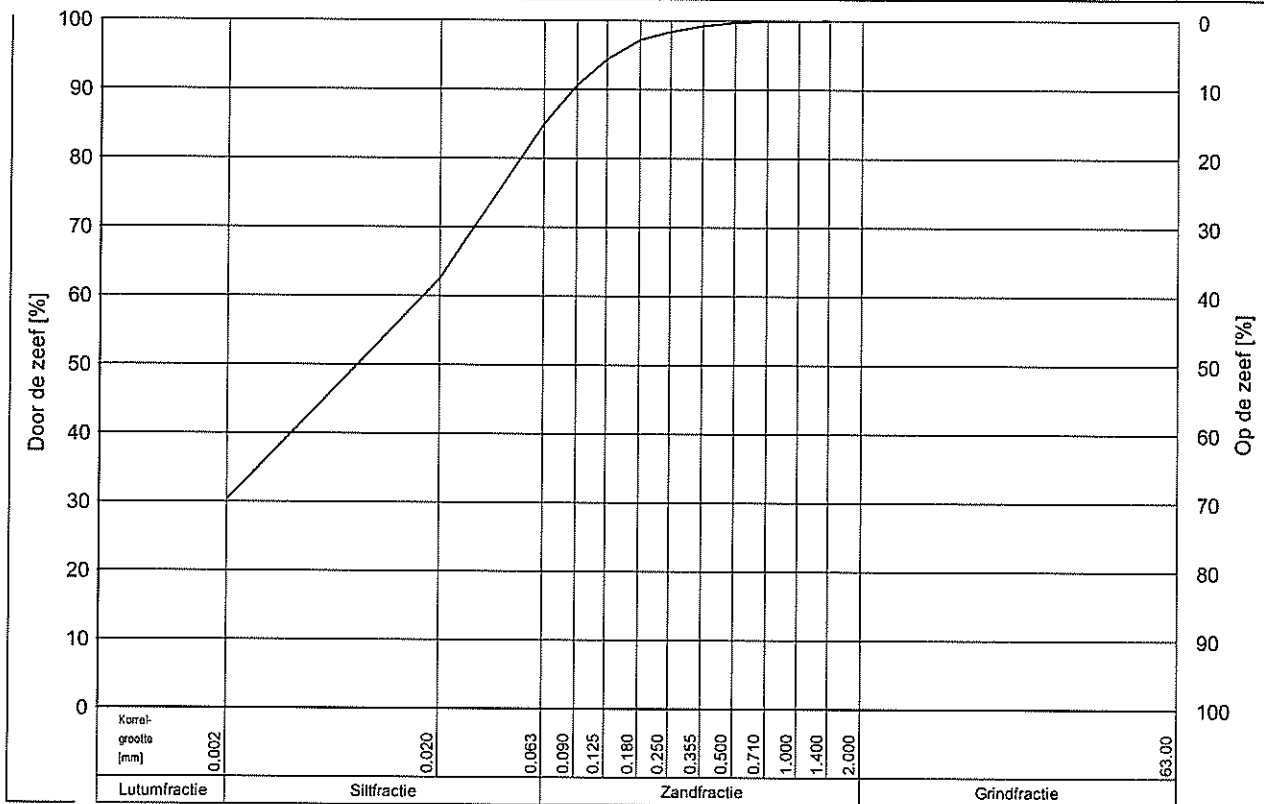
Uitrofgrens : 21.0 %

Opmerkingen :

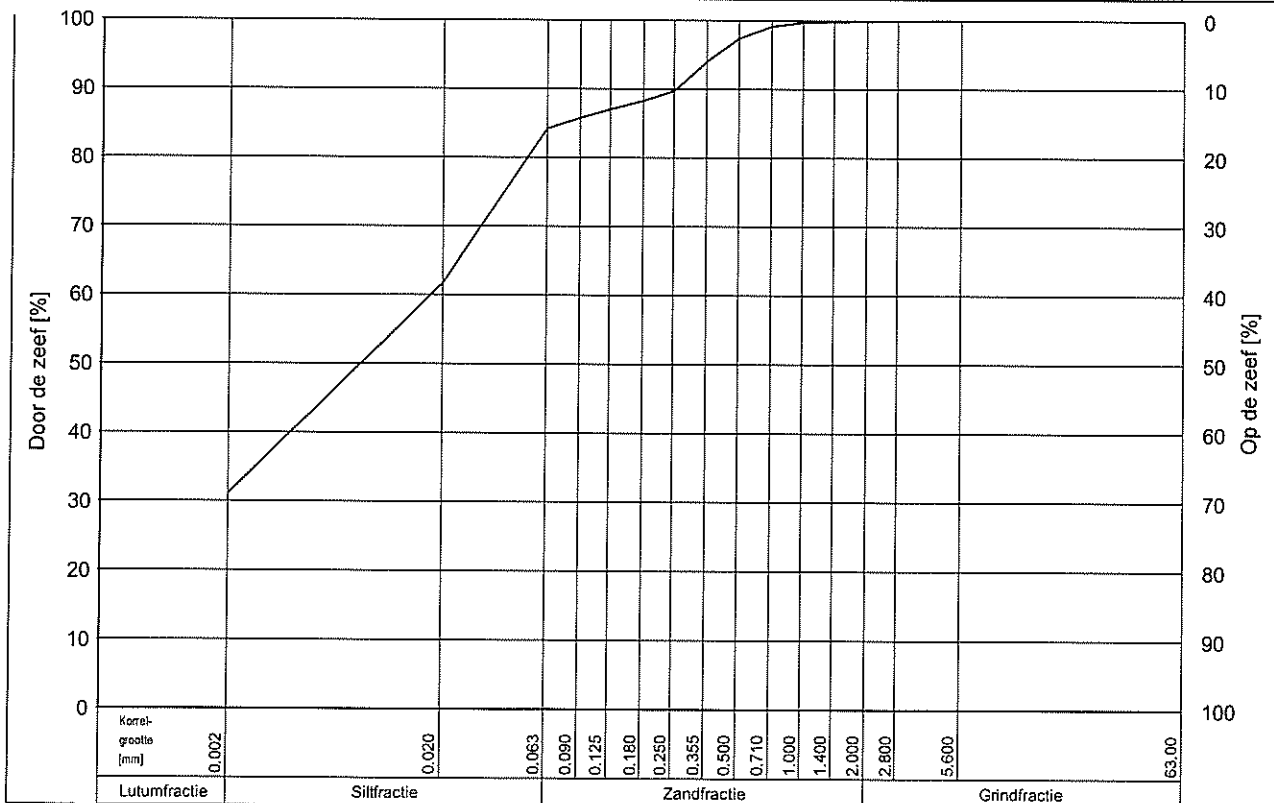
Plasticiteits-index : 16.8 %



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 [%]
E-H001	2260	6.99	6.39 / 6.16	106	8	1.75			85.0	



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 [%]
E-H005	2264	6.66	6.26 / 6.09	302	8	3.85	2.8		84.3	0.15



Opdracht : 6071711
Plaats : Nederrijn
Project : Ruimte voor de rivier

boring	monster nr.	diepte t.o.v. NAP [m]		org. stof % dr. stof	
D-H01	2279	8,98		5,4	
D-H02	2278	10,61		3,1	
D-H03	2280	8,67		5,8	
E-H01	2260	6,16		7,2	
E-H05	2264	6,09		6,5	
M-H01	2267	6,54		5,1	
M-H05	2275	6,17		13,6	
T-H04	2254	5,78		7,6	
T-H06	2256	6,81		5,0	

Opdracht : 6071711

Plaats : Elst

Project : Ruimte voor de rivier - 4 maatregelen Nederrijn

Versie 1.02

boring	bus nummer	diepte t.o.v. NAP [m]	volumieke gewichten		watergehalte W [%]	poriëngehalte n [%]	verzadigingsgraad S [%]
			initieel γ [kN/m ³]	droog γ_{dr} [kN/m ³]			
E-B01	4129	5,37	16,36	10,91	50,0		
E-B01	4130	4,87	18,87	14,74	28,0		
EH02	2262	6,28	17,96	14,31	25,5		

Opdracht : 6071711
 Plaats : Nederrijn
 Project : Ruimte voor de rivier - 4 maatregelen Nederrijn

Versie 1.02

boring	bus nummer	diepte t.o.v. NAP [m]	volumieke gewichten		watergehalte W [%]	poriëngehalte n [%]	verzadigingsgraad S [%]
			initieel γ [kN/m ³]	droog γ_{dr} [kN/m ³]			
E-H01	2260	6,24	16,53	11,84	39,7		
E-H04	2258	5,85	18,89	15,10	25,1		
M-H01	2267	6,57	15,95	12,31	29,6		
T-H04	2254	5,80	15,17	10,52	44,2		
T-H04	2254	5,55	18,85	15,21	23,9		
T-H06	2255	6,57	17,13	13,04	31,4		
E-H05	2264	6,04	17,99	13,50	33,2		
D-H01	2279	8,98	16,25	12,67	28,3		
D-H02	2278	10,72	17,94	14,70	22,1		
D-H03	2280	8,62	17,33	13,93	24,4		

Opdracht : 6071711

Plaats : Elst

Betreft : Ruimte voor de rivier - maatregelen Elst

BORING : 201

Datum : 11-11-2011

X :

Boormeester : RS

GWS :

Y :

Beschrijver :

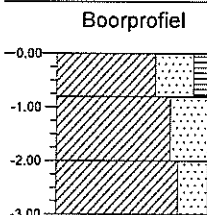
Maaiveld : MV

GHG :

Norm : NEN5104

Opmerkingen :

GLG :

Boorprofiel	Laag nr.	Diepte [m t.o.v. MV] van	tot	Omschrijving grondlaag	Kleur
	1	1	0.00 -0.80	Klei, uiterst zandig (matig fijn), zwak humeus	bruin
	2	2	-0.80 -2.00	Klei, uiterst zandig (matig fijn)	bruin
		3	-2.00 -3.00	Klei, sterk zandig (zeer fijn)	bruin

BORING : 202

Datum : 11-11-2011

X :

Boormeester : RS

GWS :

Y :

Beschrijver :

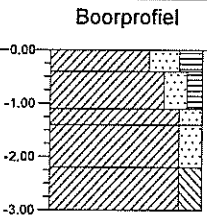
Maaiveld : MV

GHG :

Norm : NEN5104

Opmerkingen :

GLG :

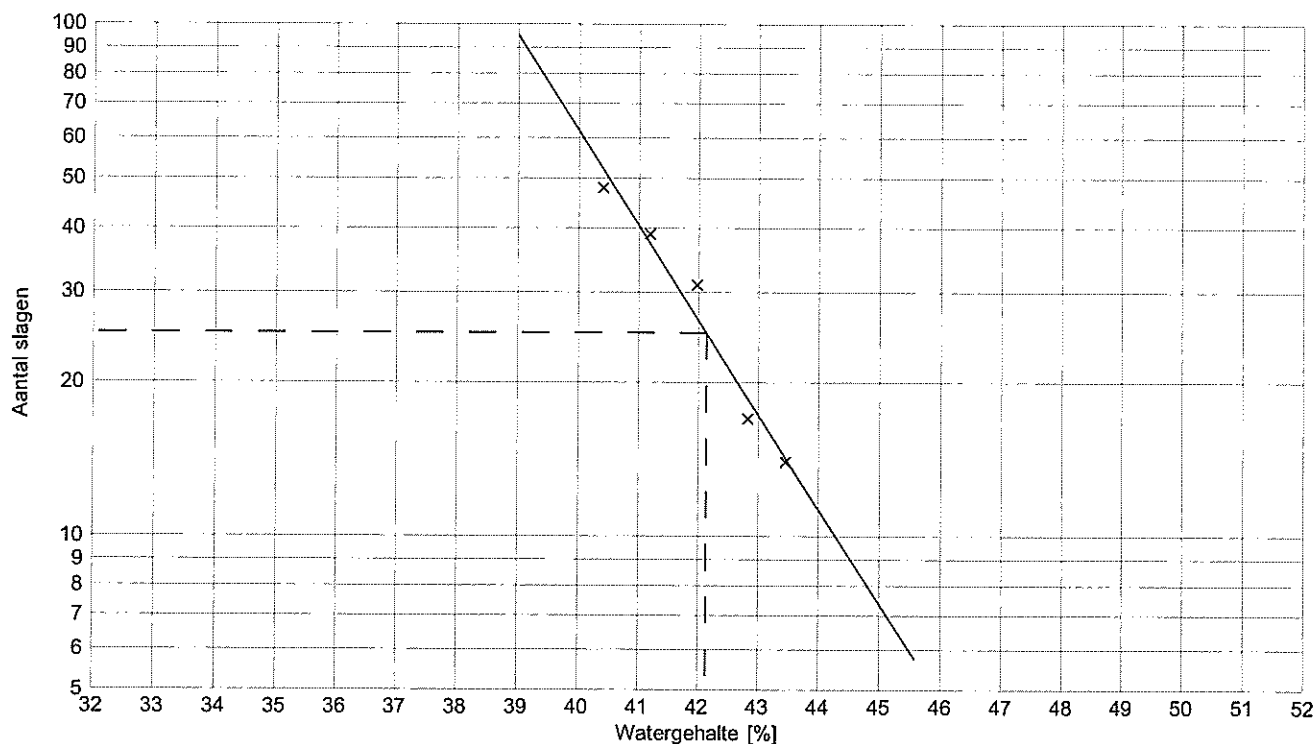
Boorprofiel	Laag nr.	Diepte [m t.o.v. MV] van	tot	Omschrijving grondlaag	Kleur
	1	1	0.00 -0.40	Klei, sterk zandig (zeer fijn), matig humeus	bruin
	2	2	-0.40 -1.10	Klei, matig zandig (zeer fijn), zwak humeus	bruin
	3	3	-1.10 -1.40	Klei, matig zandig (matig fijn)	bruin
	4	4	-1.40 -2.20	Klei, matig zandig (zeer fijn)	bruin
	5	5	-2.20 -3.00	Klei, matig siltig	bruin

Bijlage 1-2

Resultaten laboratorium onderzoeken Middelwaard

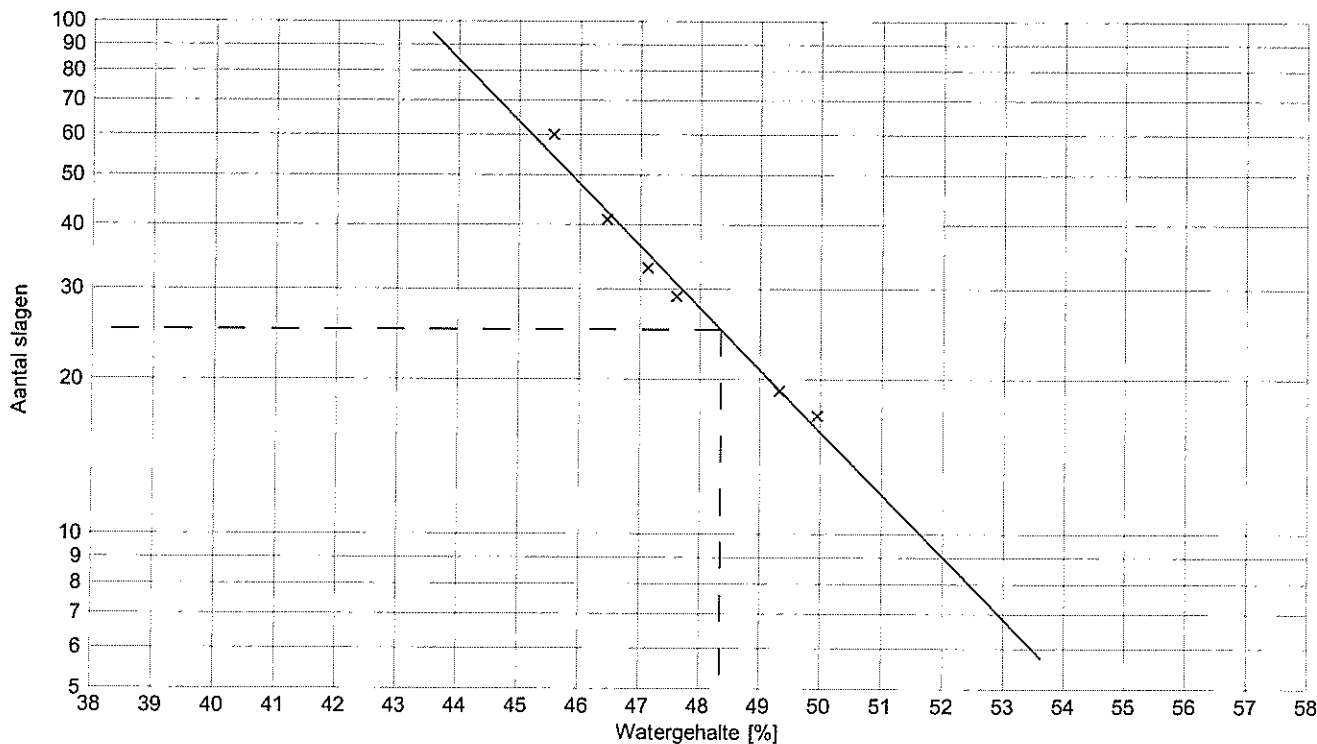
Boring : M-H01
 Bus : 2267
 Diepte van / tot : 6.78 / 6.61 m t.o.v. NAP
 Datum : 1-11-2011
 Opmerkingen :

Methode : Casagrande
 Natuurlijk vochtgehalte : 30.4 %
 Vloeigrens : 42.1 %
 Uitrolgrens : 24.3 %
 Plasticiteits-index : 17.8 %



Boring : M-H03
 Bus : 2270
 Diepte van / tot : 7.02 / 6.84 m t.o.v. NAP
 Datum : 11-01-2012
 Opmerkingen :

Methode : Casagrande
 Natuurlijk vochtgehalte : 29.9 %
 Vloeigrens : 48.3 %
 Uitrolgrens : 29.3 %
 Plasticiteits-index : 19.0 %



Opdracht : 6071711

ATTERBERGSE GRENZEN

Plaats : Middelwaard

Betreft : Ruimte voor de rivier - maatregelen Doorwerthsche waarden

Boring : M-H04

Methode : Casagrande

Bus : 2272

Natuurlijk vochtgehalte : 31.3 %

Diepte van / tot : 7.83 / 7.68 m t.o.v. NAP

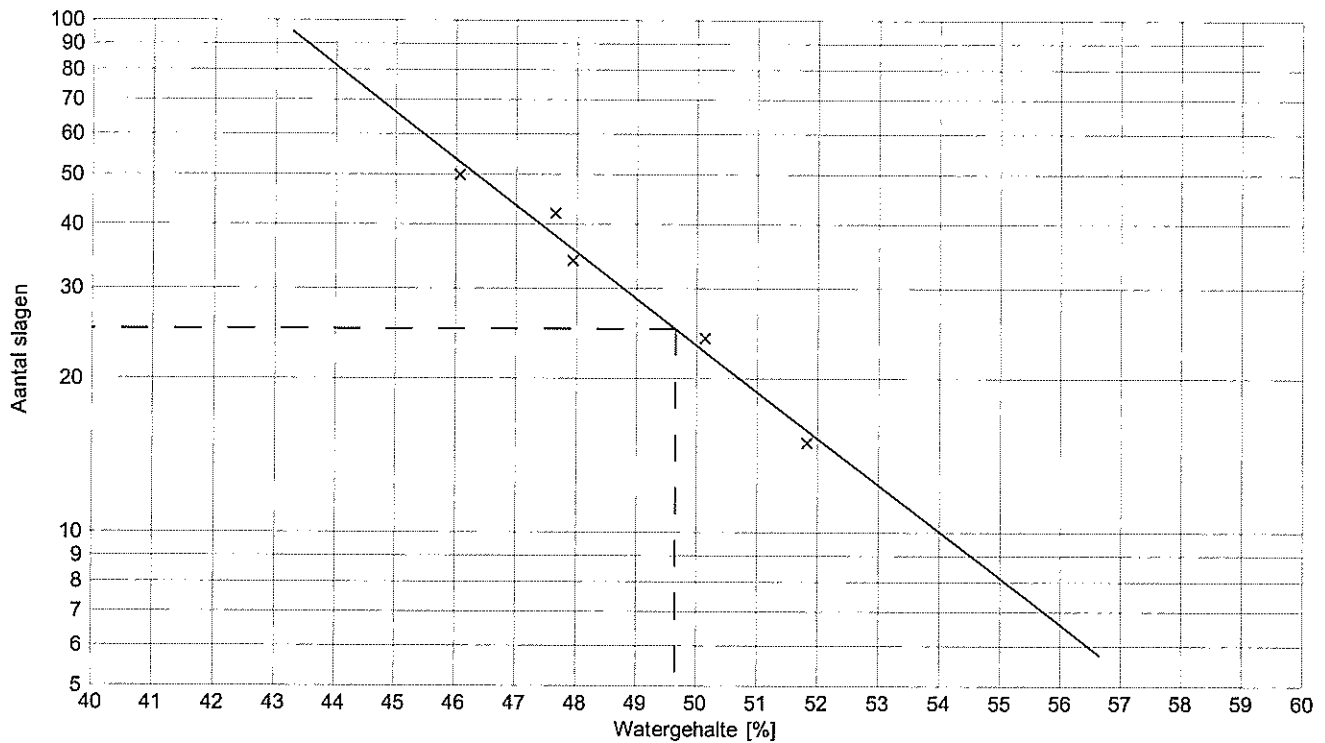
Vloeigrens : 49.6 %

Datum : 13-01-2012

Uitrolgrens : 25.4 %

Opmerkingen :

Plasticiteits-index : 24.2 %



Boring : M-H04

Methode : Casagrande

Bus : 2273

Natuurlijk vochtgehalte : 26.0 %

Diepte van / tot : 7.23 / 7.15 m t.o.v. NAP

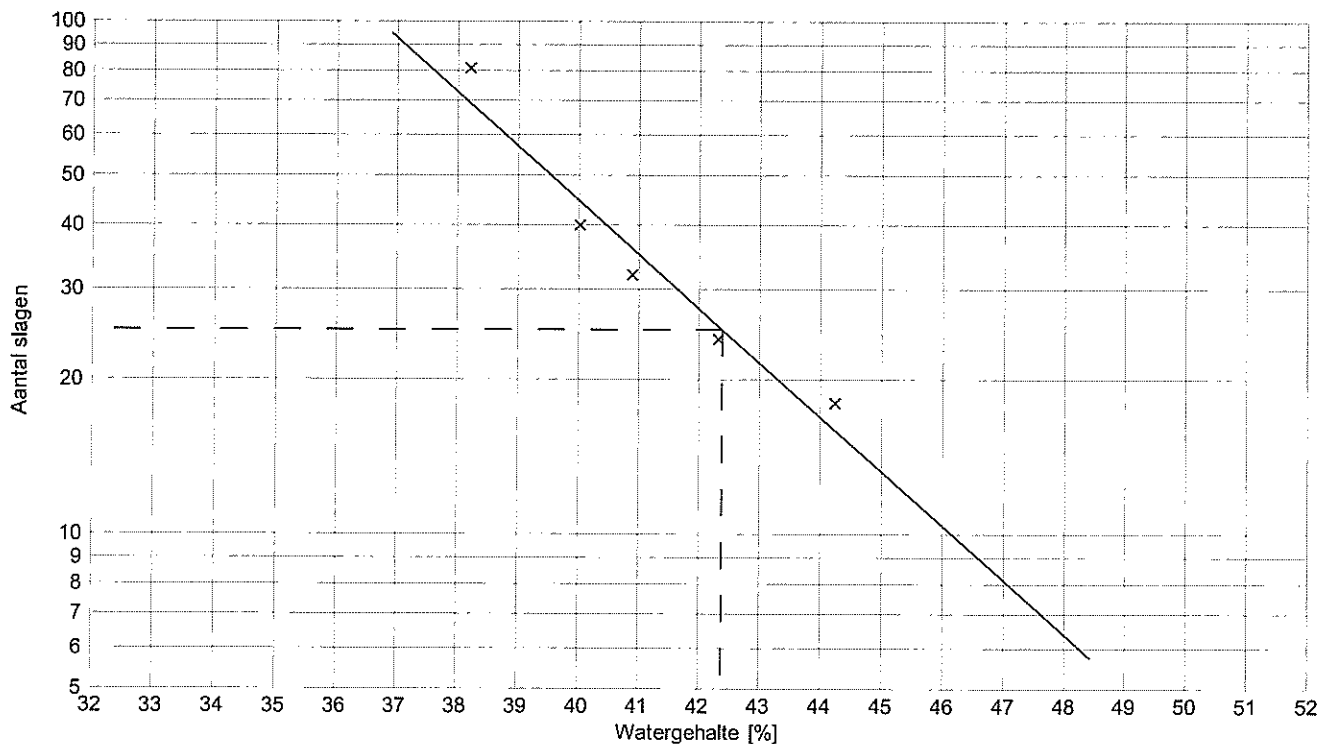
Vloeigrens : 42.4 %

Datum : 16-01-2012

Uitrolgrens : 21.3 %

Opmerkingen :

Plasticiteits-index : 21.1 %



Opdracht : 6071711

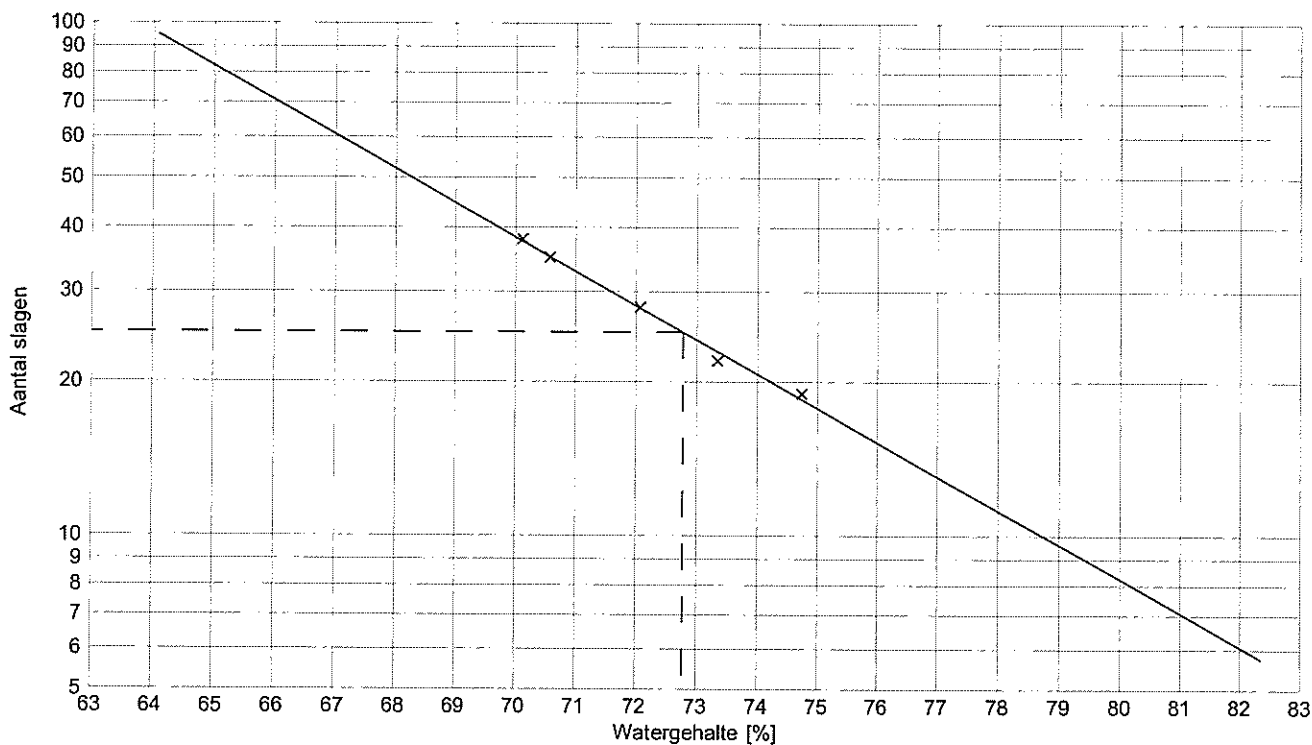
ATTERBERGSE GRENZEN

Plaats : Middelwaard

Betreft : Ruimte voor de rivier - maatregelen Doorwerthsche waarden

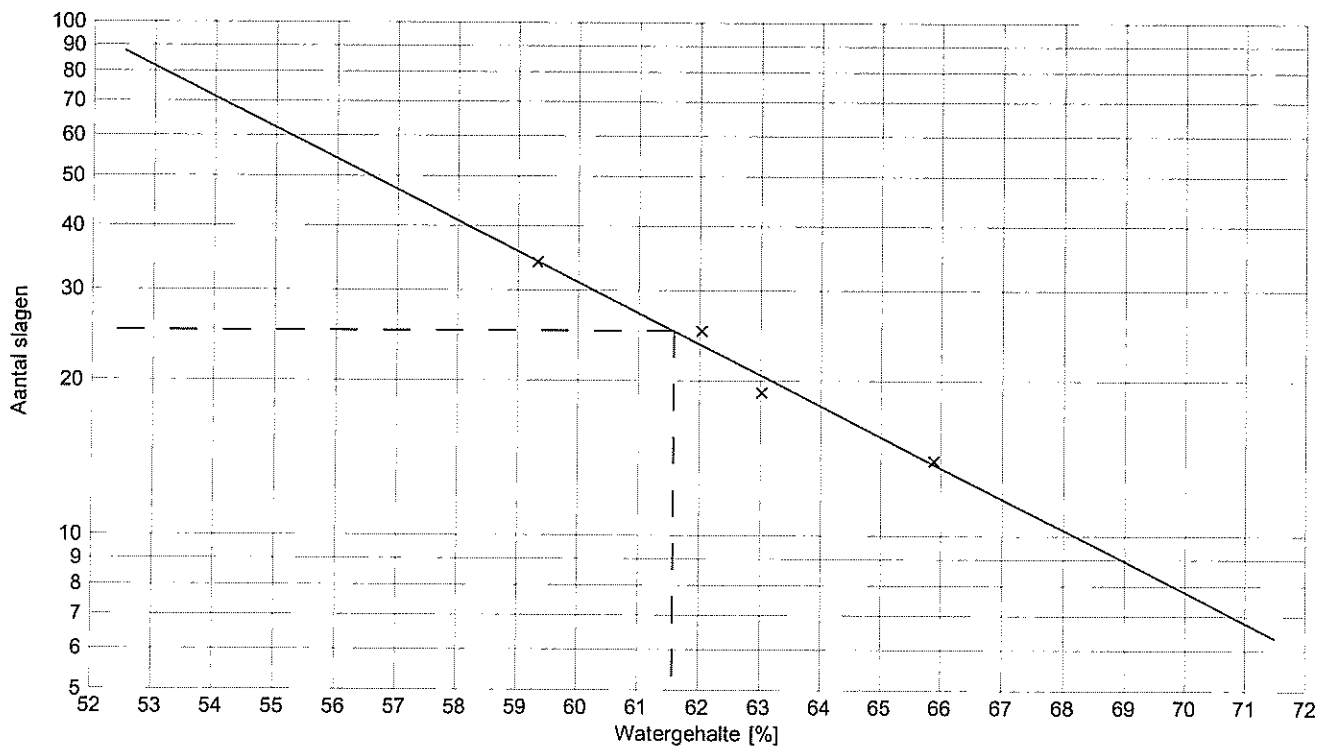
Boring : M-H05
Bus : 2275
Diepte van / tot : 6.25 / 6.17 m t.o.v. NAP
Datum : 01-11-2011
Opmerkingen :

Methode : Casagrande
Natuurlijk vochtgehalte : 56.6 %
Vloeigrens : 72.8 %
Uitrolgrens : 46.2 %
Plasticiteits-index : 26.5 %



Boring : M-P01
Monster : 1
Diepte van / tot : 6.36 / 6.06 m t.o.v. NAP
Datum : 12-01-2011
Opmerkingen :

Methode : Casagrande
Natuurlijk vochtgehalte : 35.6 %
Vloeigrens : 61.6 %
Uitrolgrens : 30.0 %
Plasticiteits-index : 31.6 %



Opdracht : 6071711

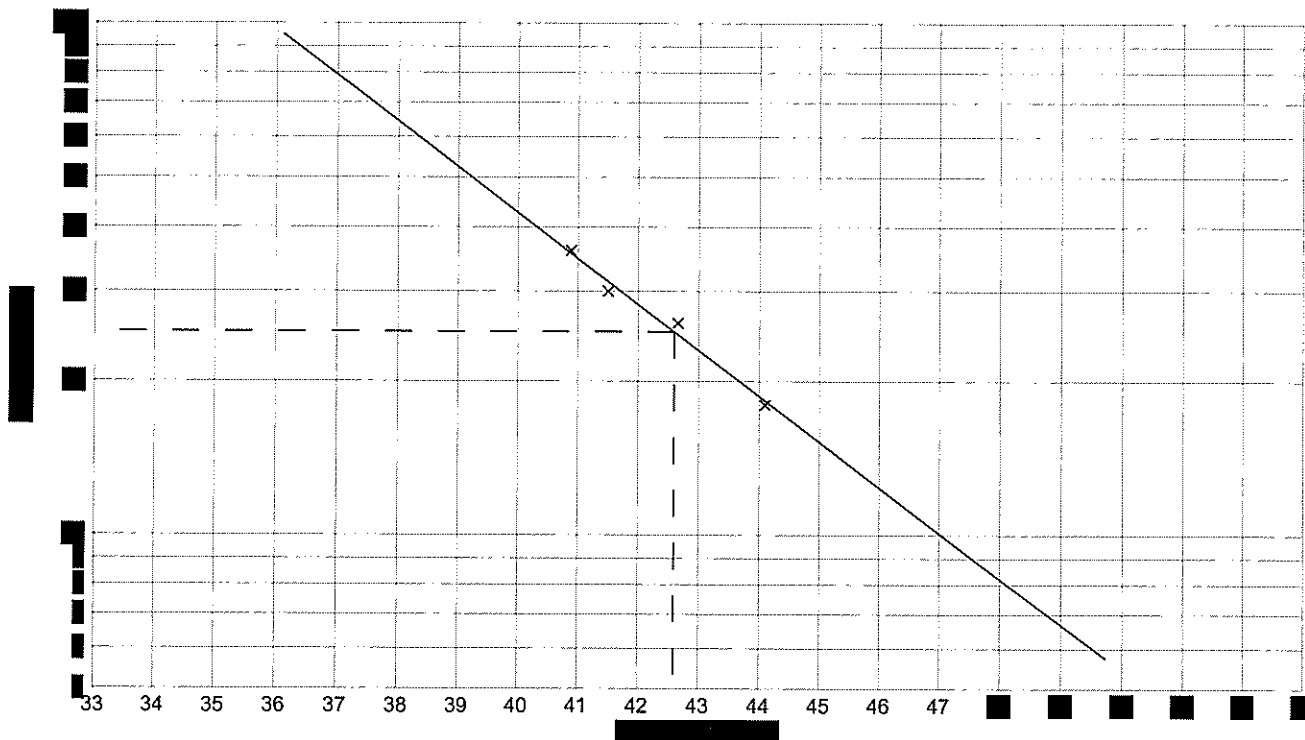
ATTERBERGSE GRENZEN

Plaats : Middelwaard

Betreft : Ruimte voor de rivier - maatregelen Doorwerthsche waarden

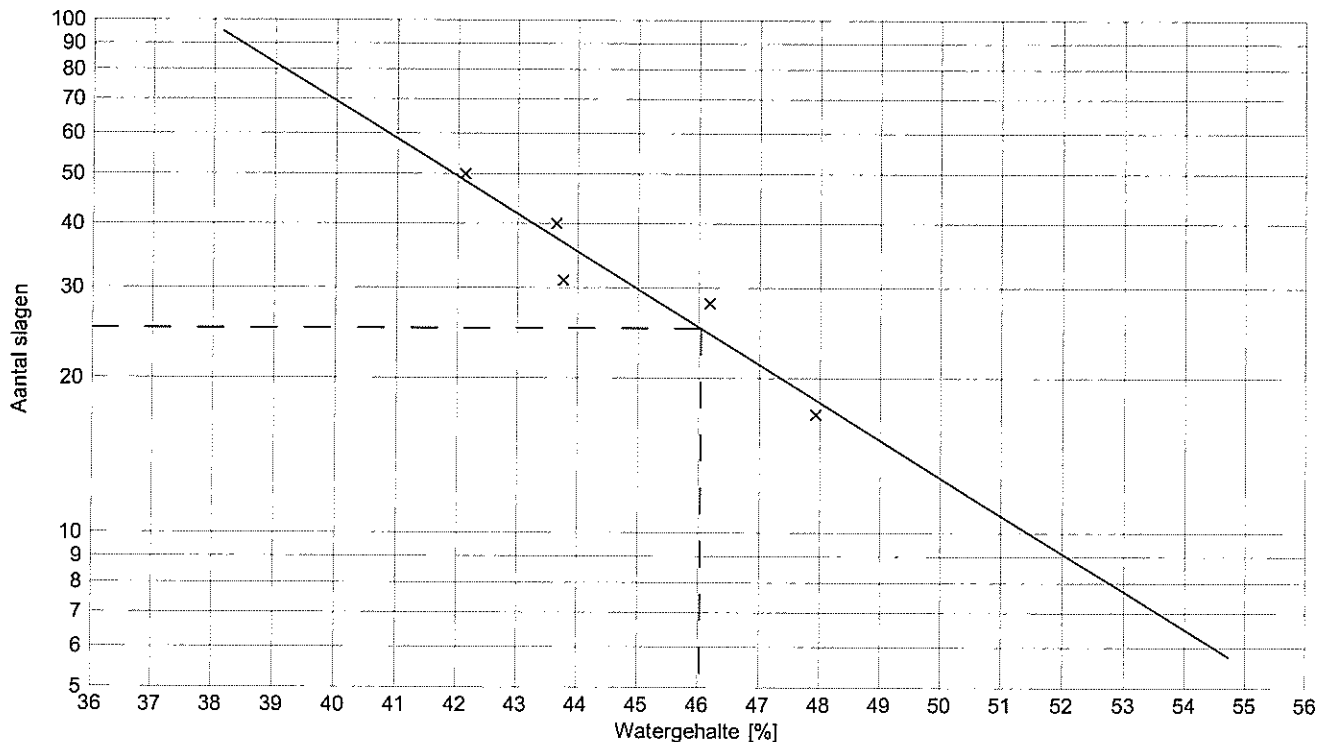
Boring : M-P01
Monster : 2
Diepte van / tot : 6.06 / 5.56 m t.o.v. NAP
Datum : 12-01-2012
Opmerkingen :

Methode : Casagrande
Natuurlijk vochtgehalte : 28.2 %
Vloeigrens : 42.6 %
Uitrolgrens : 21.5 %
Plasticiteits-index : 21.1 %



Boring : M-P02
Monster : 1
Diepte van / tot : 6.66 / 6.26 m t.o.v. NAP
Datum : 13-01-2012
Opmerkingen :

Methode : Casagrande
Natuurlijk vochtgehalte : 27.1 %
Vloeigrens : 46.0 %
Uitrolgrens : 25.0 %
Plasticiteits-index : 21.1 %



Opdracht : 6071711

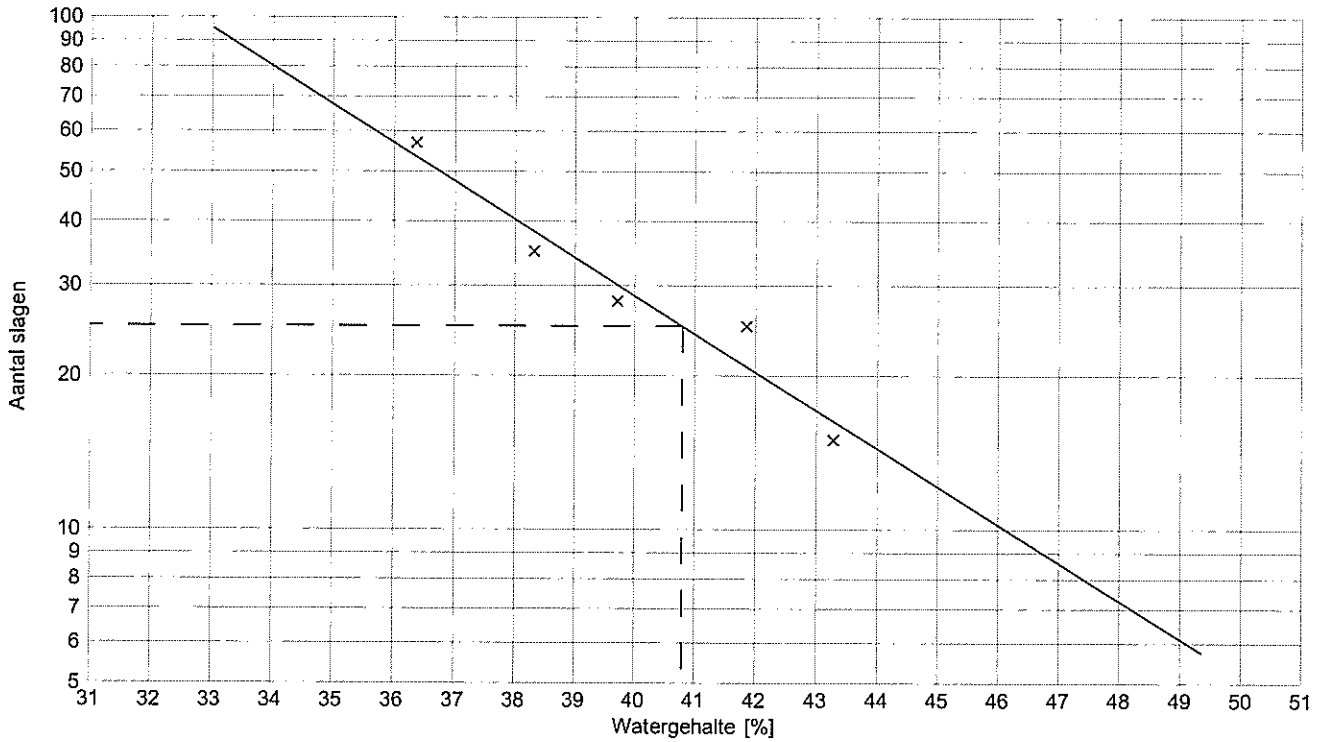
ATTERBERGSE GRENZEN

Plaats : Middelwaard

Betreft : Ruimte voor de rivier - maatregelen Doorwerthsche waarden

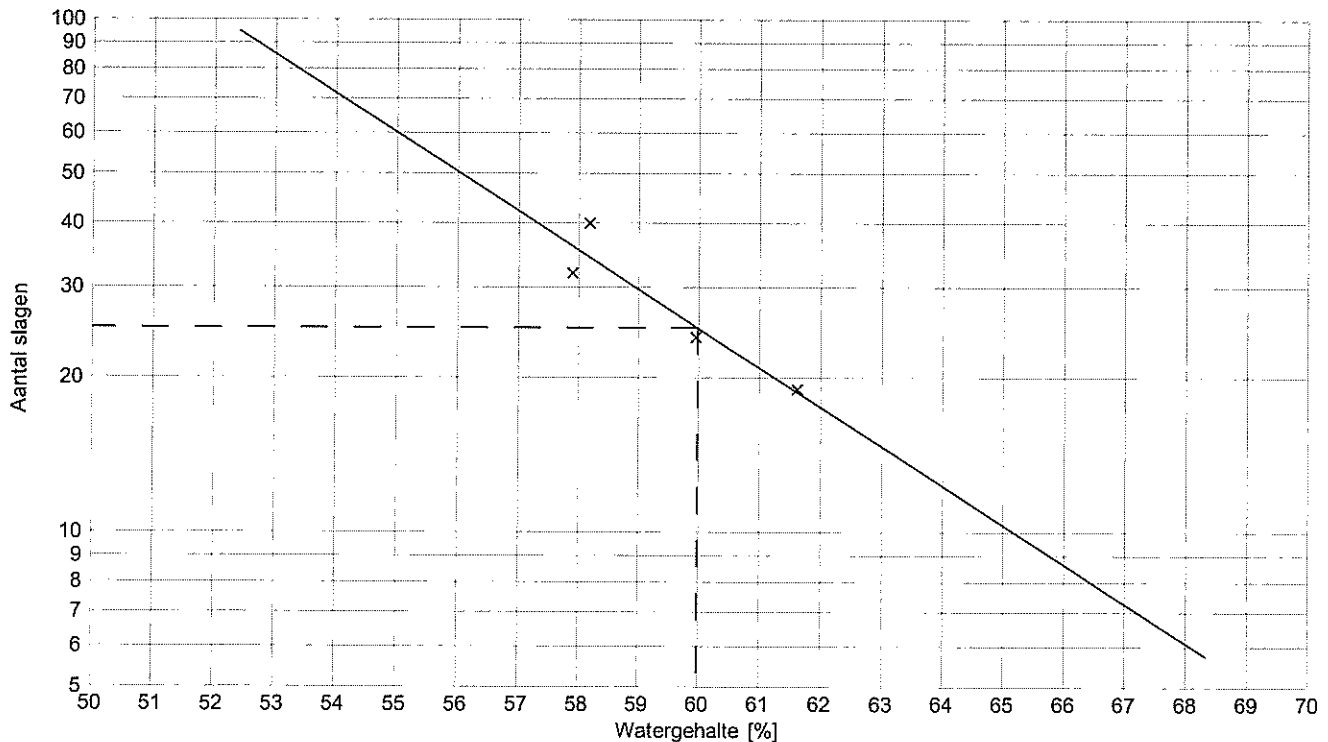
Boring : M-P02
Monster : 2
Diepte van / tot : 6.26 / 5.86 m t.o.v. NAP
Datum : 13-01-2012
Opmerkingen :

Methode : Casagrande
Natuurlijk vochtgehalte : 24.6 %
Vloeigrens : 40.8 %
Uitrolgrens : 19.7 %
Plasticiteits-index : 21.1 %



Boring : M-P04
Monster : 1
Diepte van / tot : 7.85 / 7.55 m t.o.v. NAP
Datum : 12-01-2012
Opmerkingen :

Methode : Casagrande
Natuurlijk vochtgehalte : 39.7 %
Vloeigrens : 60.0 %
Uitrolgrens : 30.6 %
Plasticiteits-index : 29.4 %



Opdracht : 6071711

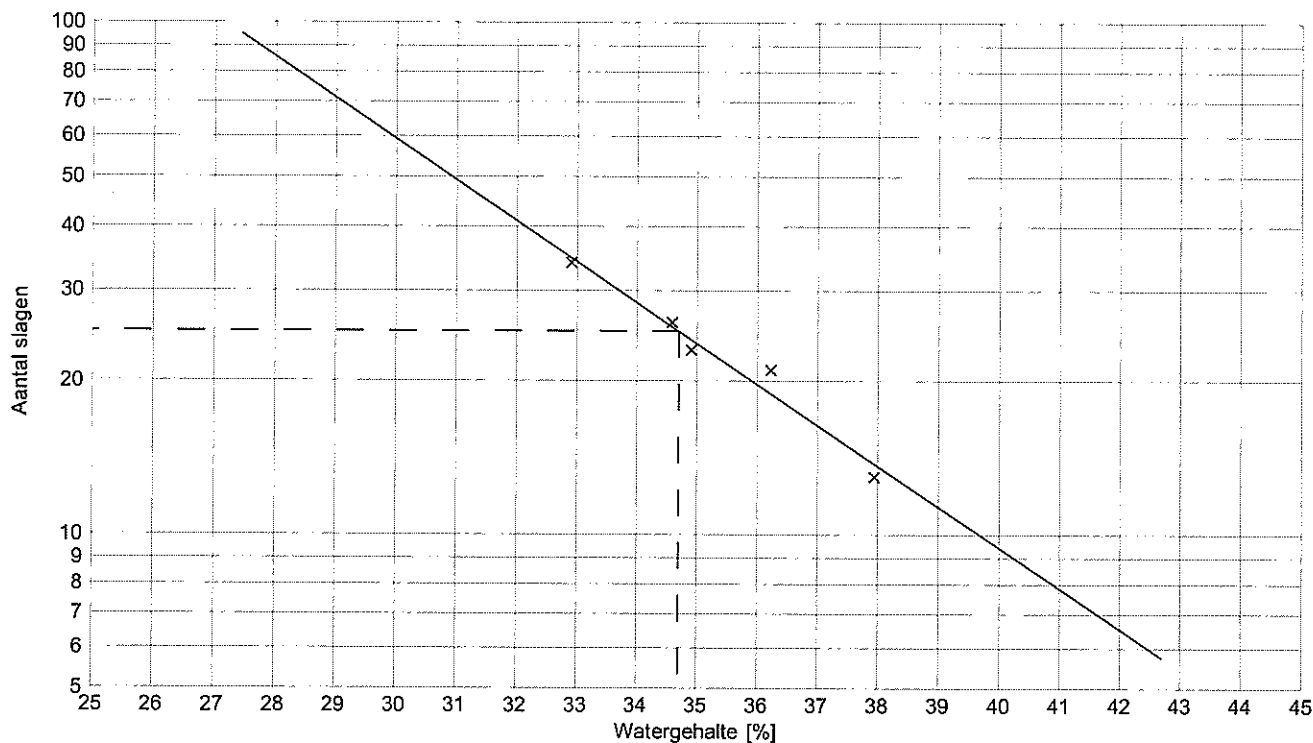
ATTERBERGSE GRENZEN

Plaats : Middelwaard

Betreft : Ruimte voor de rivier - maatregelen Doorwerthsche waarden

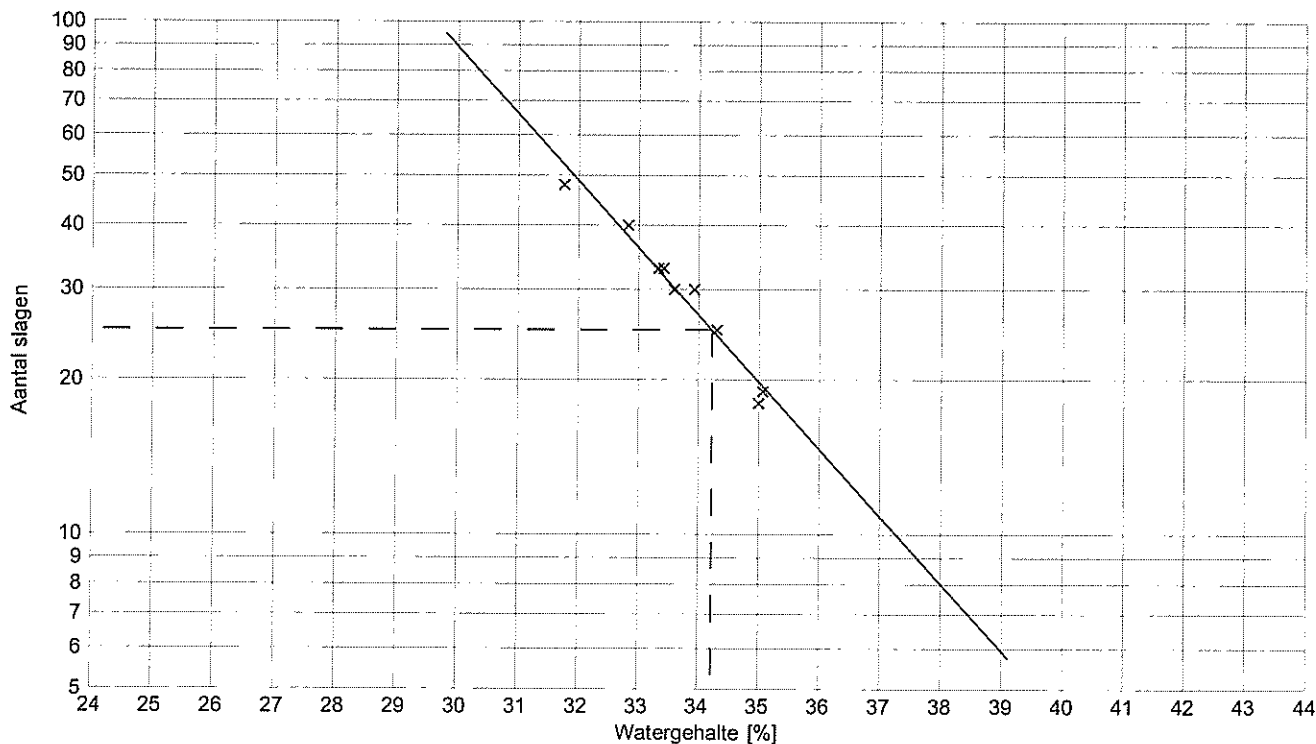
Boring : M-P04
Monster : 2
Diepte van / tot : 7.55 / 6.85 m t.o.v. NAP
Datum : 13-01-2012
Opmerkingen :

Methode : Casagrande
Natuurlijk vochtgehalte : 23.1 %
Vloeigrens : 34.7 %
Uitrolgrens : 19.5 %
Plasticiteits-index : 15.2 %



Boring : 206
Monster : 1
Diepte van / tot : 0.00 / 0.50 m -MV
Datum : 11-01-2012
Opmerkingen :

Methode : Casagrande
Natuurlijk vochtgehalte : 21.2 %
Vloeigrens : 34.2 %
Uitrolgrens : 21.7 %
Plasticiteits-index : 12.5 %



Opdracht : 6071711

ATTERBERGSE GRENZEN

Plaats : Middelwaard

Betreft : Ruimte voor de rivier - maatregelen Doorwerthsche waarden

Boring : 206

Methode : Casagrande

Monster : 3

Natuurlijk vochtgehalte : 21.2 %

Diepte van / tot : 0.90 / 1.60 m -MV

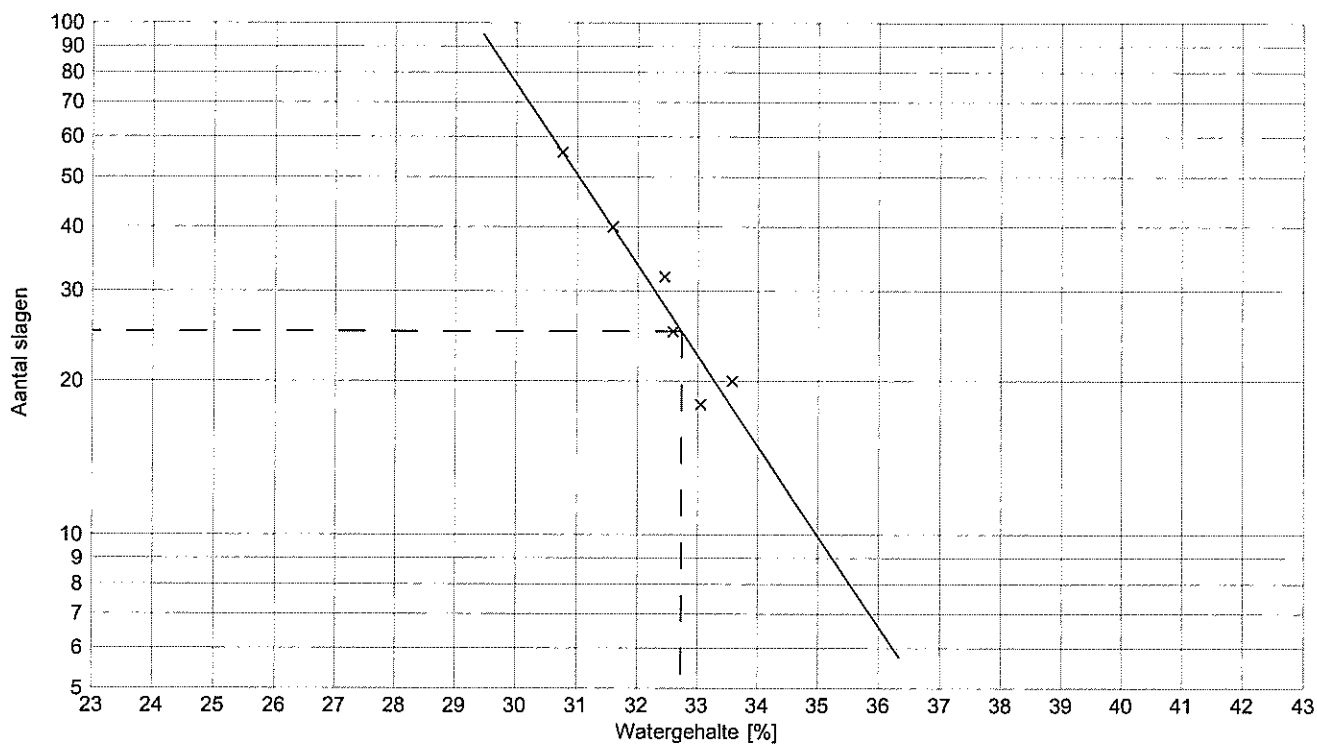
Vloeigrens : 32.7 %

Datum : 10-01-2012

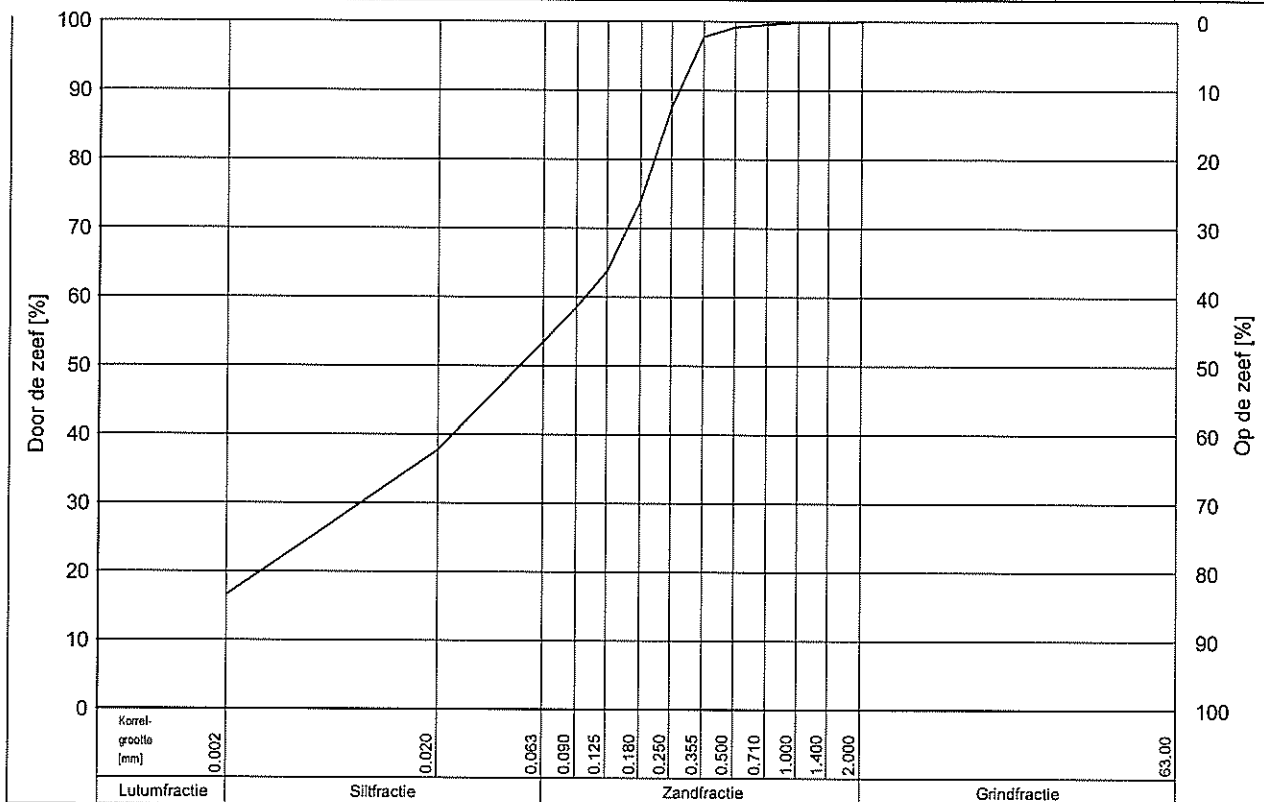
Uitrofgrens : 19.3 %

Opmerkingen :

Plasticiteits-index : 13.4 %



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 [%]
M-H001	2267	7.03	6.71 / 6.54	192	49	2.46			53.5	



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 [%]
M-H005	2275	7.05	6.25 / 6.17	103	11	1.70			81.9	



Opdracht : 6071711
Plaats : Nederrijn
Project : Ruimte voor de rivier

boring	monster nr.	diepte t.o.v. NAP [m]		org. stof % dr. stof	
D-H01	2279	8,98		5,4	
D-H02	2278	10,61		3,1	
D-H03	2280	8,67		5,8	
E-H01	2260	6,16		7,2	
E-H05	2264	6,09		6,5	
M-H01	2267	6,54		5,1	
M-H05	2275	6,17		13,6	
T-H04	2254	5,78		7,6	
T-H06	2256	6,81		5,0	

Opdracht : 6071711
 Plaats : Nederrijn
 Project : Ruimte voor de rivier - 4 maatregelen Nederrijn

Versie 1.02

boring	bus nummer	diepte t.o.v. NAP [m]	volumieke gewichten		watergehalte W [%]	poriegehalte n [%]	verzadigingsgraad S [%]
			initieel γ [kN/m ³]	droog γ_{dr} [kN/m ³]			
E-H01	2260	6,24	16,53	11,84	39,7		
E-H04	2258	5,85	18,89	15,10	25,1		
M-H01	2267	6,57	15,95	12,31	29,6		
T-H04	2254	5,80	15,17	10,52	44,2		
T-H04	2254	5,55	18,85	15,21	23,9		
T-H06	2255	6,57	17,13	13,04	31,4		
E-H05	2264	6,04	17,99	13,50	33,2		
D-H01	2279	8,98	16,25	12,67	28,3		
D-H02	2278	10,72	17,94	14,70	22,1		
D-H03	2280	8,62	17,33	13,93	24,4		

Opdracht : 6071711

Plaats : Middelwaard

Project : Ruimte voor de rivier - 4 maatregelen Nederrijn

Versie 1.02

boring	bus nummer	diepte t.o.v. NAP [m]	volumieke gewichten		watergehalte W [%]	poriegehalte n [%]	verzadigingsgraad S [%]
			initieel γ [kN/m ³]	droog γ_{dr} [kN/m ³]			
M-H03	2270	6,84	16,97	12,96	31,0		
M-H03	2271	6,15	18,96	15,60	21,5		
M-H04	2272	7,74	17,17	13,42	28,0		
M-H04	2273	7,15	17,42	13,86	25,7		

Opdracht : 6071711

Plaats : Middelwaard

Betreft : Ruimte voor de rivier - maatregelen Middelwaard

BORING : 205

Datum : 11-11-2011

X :

Boormeester : RS

GWS :

Y :

Beschrijver :

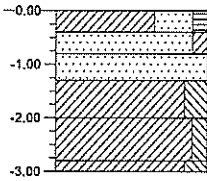
Maaiveld : MV

GHG :

Norm : NEN5104

Opmerkingen :

GLG :

Boorprofiel	Laag nr.	Diepte [m t.o.v. MV]		Omschrijving grondlaag	Kleur
		van	tot		
	1	1	0.00 -0.40	Klei, uiterst zandig (zeer fijn), zwak humeus	bruin
	2	2	-0.40 -0.80	Zand, matig fijn, zwak klefig	bruin
	3	3	-0.80 -1.30	Zand, matig grof	bruin
	4	4	-1.30 -2.00	Klei, matig siltig	bruin
	5	5	-2.00 -2.80	Klei, zwak siltig	bruin
	6	6	-2.80 -3.00	Klei, matig siltig	grijs

BORING : 206

Datum : 11-11-2011

X :

Boormeester : RS

GWS :

Y :

Beschrijver :

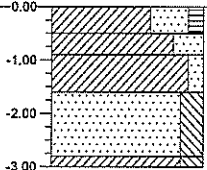
Maaiveld : MV

GHG :

Norm : NEN5104

Opmerkingen :

GLG :

Boorprofiel	Laag nr.	Diepte [m t.o.v. MV]		Omschrijving grondlaag	Kleur
		van	tot		
	1	1	0.00 -0.50	Klei, uiterst zandig (zeer fijn), zwak humeus	bruin
	2	2	-0.50 -0.90	Klei, sterk zandig (zeer fijn)	bruin
	3	3	-0.90 -1.60	Klei, zwak zandig (zeer fijn)	bruin
	4	4	-1.60 -2.80	Zand, matig fijn, matig siltig	bruin
	5	5	-2.80 -3.00	Klei, matig siltig	bruin

Bijlage 1-3

Resultaten laboratorium onderzoeken Tollewaard

Opdracht : 6071711

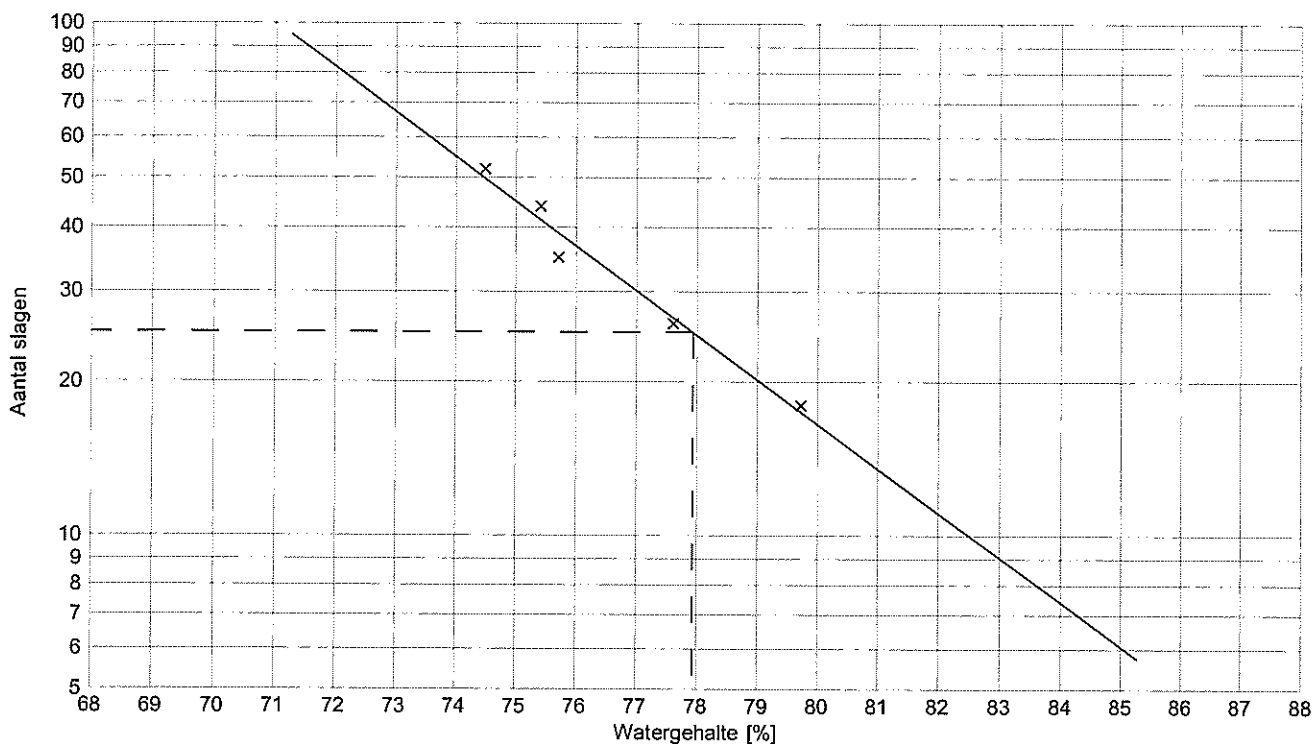
ATTERBERGSE GRENZEN

Plaats : Tollewaard

Betreft : Ruimte voor de rivier - maatregelen Doorwerthsche waarden

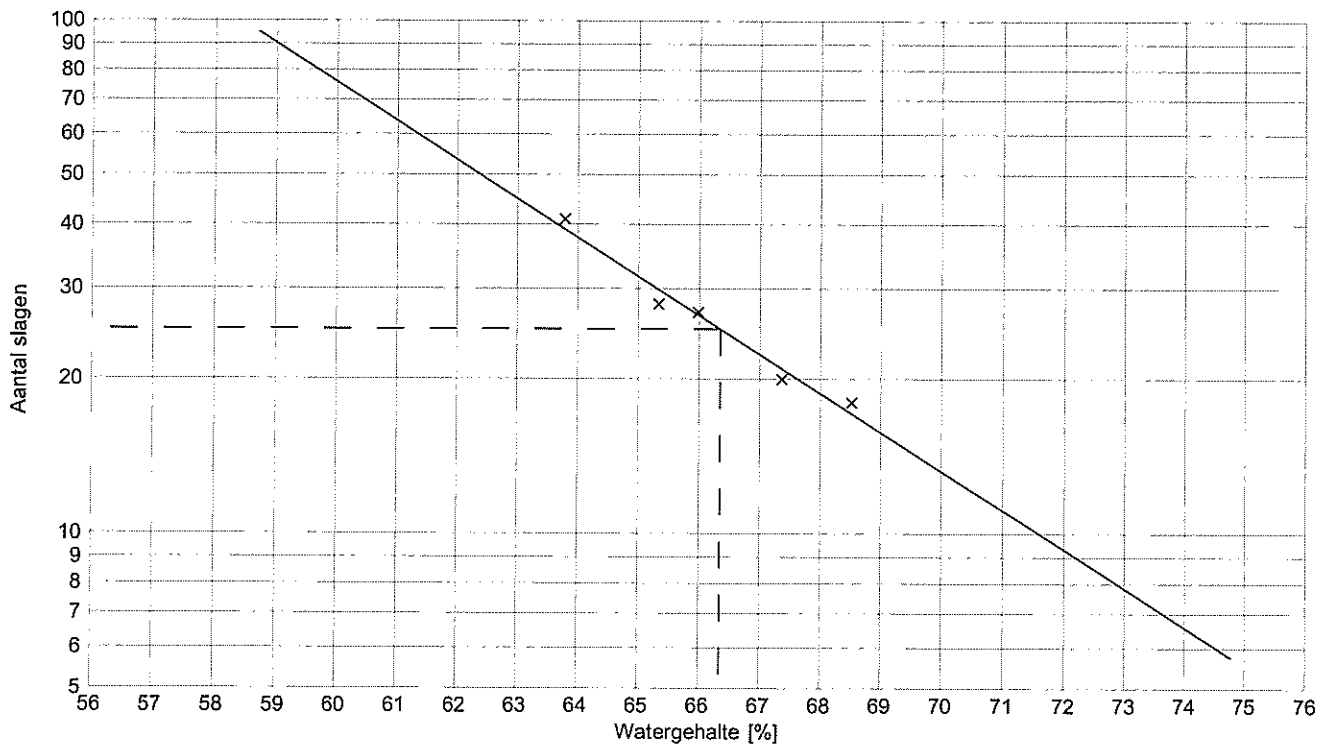
Boring : T-H01
Bus : 2265
Diepte van / tot : 6.44 / 6.24 m t.o.v. NAP
Datum : 16-01-2012
Opmerkingen :

Methode : Casagrande
Natuurlijk vochtgehalte : 73.7 %
Vloeigrens : 77.9 %
Uitrolgrens : 40.4 %
Plasticiteits-index : 37.6 %



Boring : T-H04
Bus : 2254
Diepte van / tot : 5.91 / 5.78 m t.o.v. NAP
Datum : 02-11-2011
Opmerkingen :

Methode : Casagrande
Natuurlijk vochtgehalte : 53.3 %
Vloeigrens : 66.4 %
Uitrolgrens : 34.0 %
Plasticiteits-index : 32.3 %



Opdracht : 6071711

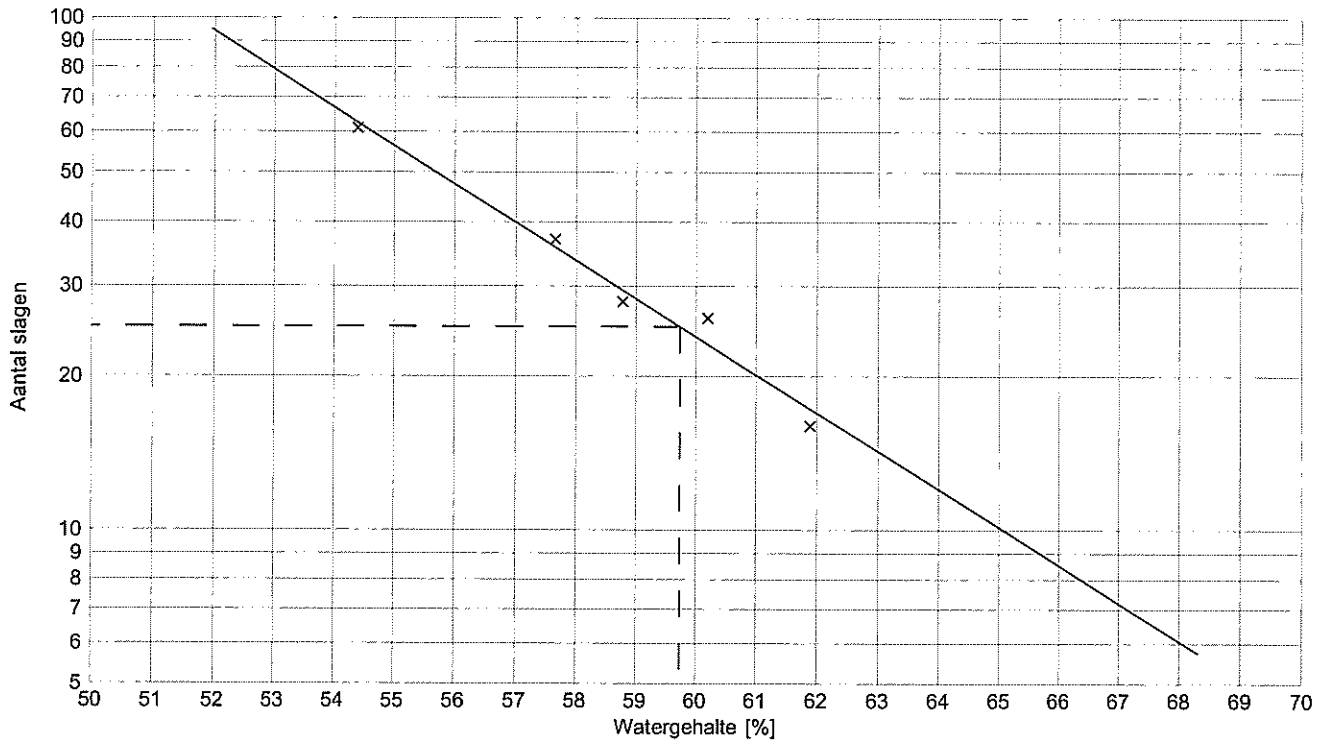
ATTERBERGSE GRENZEN

Plaats : Tollewaard

Betreft : Ruimte voor de rivier - maatregelen Doorwerthsche waarden

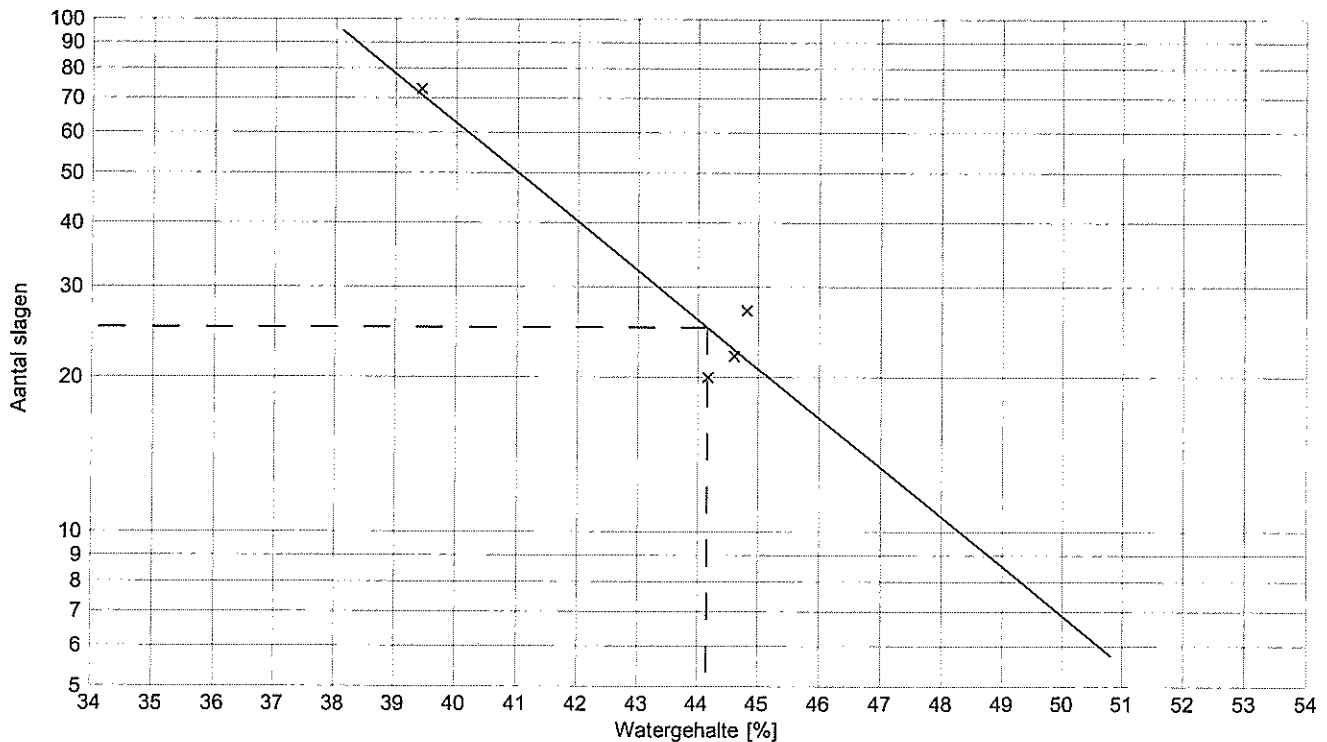
Boring : T-H05
Bus : 2252
Diepte van / tot : 5.80 / 5.43 m t.o.v. NAP
Datum : 16-01-2012
Opmerkingen :

Methode : Casagrande
Natuurlijk vochtgehalte : 46.0 %
Vloeigrens : 59.7 %
Uitrolgrens : 30.3 %
Plasticiteits-index : 29.5 %



Boring : T-H06
Bus : 2255
Diepte van / tot : 6.86 / 6.46 m t.o.v. NAP
Datum : 02-11-2011
Opmerkingen :

Methode : Casagrande
Natuurlijk vochtgehalte : 32.9 %
Vloeigrens : 44.2 %
Uitrolgrens : 29.9 %
Plasticiteits-index : 14.3 %



Opdracht : 6071711

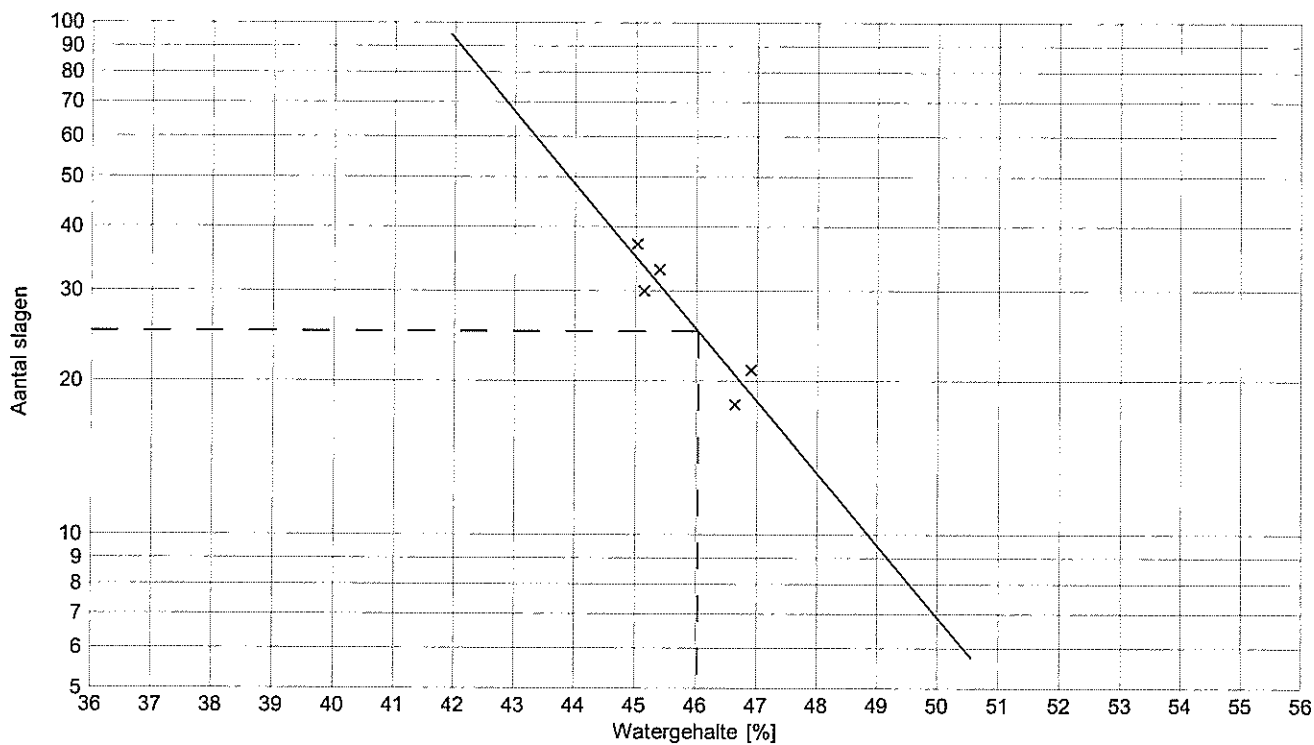
ATTERBERGSE GRENZEN

Plaats : Tollewaard

Betreft : Ruimte voor de rivier - maatregelen Doorwerthsche waarden

Boring : T-H06
Bus : 2256
Diepte van / tot : 6.26 / 6.22 m t.o.v. NAP
Datum : 03-11-2011
Opmerkingen :

Methode : Casagrande
Natuurlijk vochtgehalte : 39.6 %
Vloeigrens : 46.0 %
Uitrolgrens : 24.5 %
Plasticiteits-index : 21.5 %



Opdracht : 6071711

ATTERBERGSE GRENZEN

Plaats : Tollewaard

Betreft : Ruimte voor de rivier - maatregelen Doorwerthsche waarden

Boring : 203

Methode : Casagrande

Monster : 1

Natuurlijk vochtgehalte : 24.7 %

Diepte van / tot : 0.00 / 0.50 m -MV

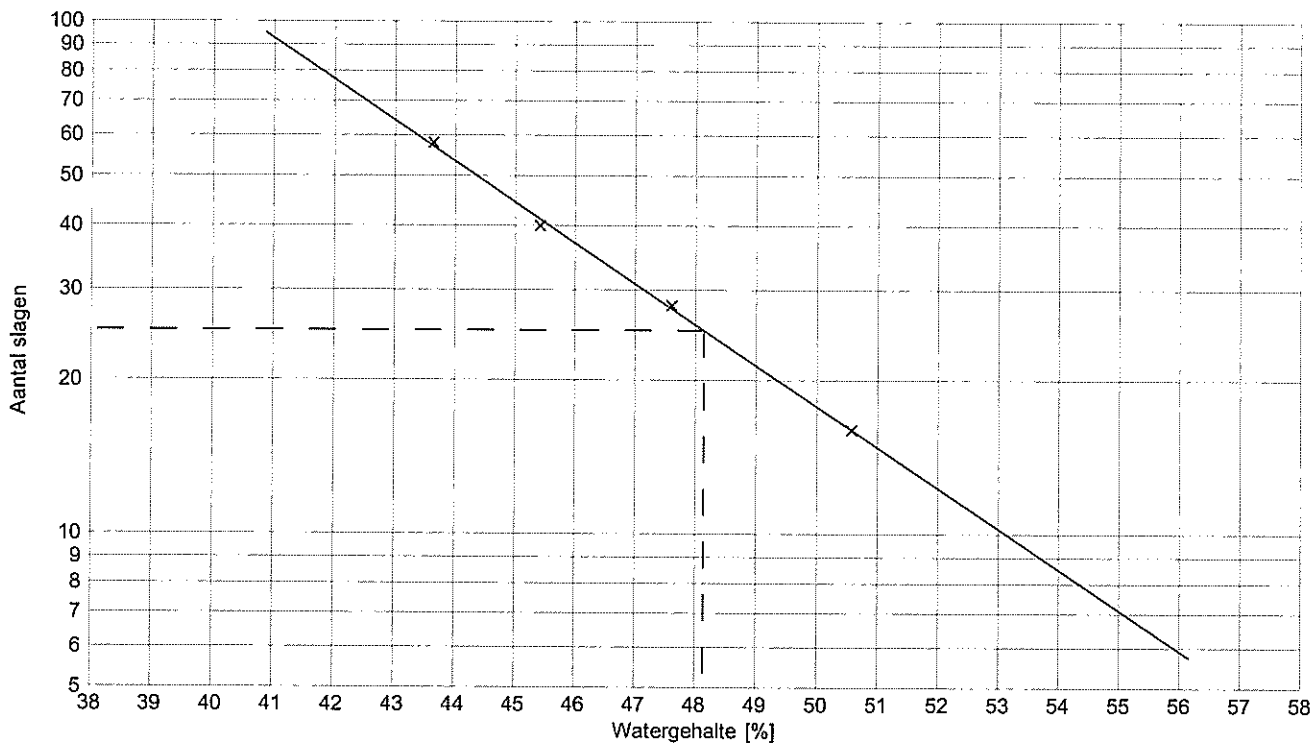
Vloeigrens : 48.1 %

Datum : 17-01-2012

Uitrolgrens : 23.7 %

Opmerkingen :

Plasticiteits-index : 24.5 %



Boring : 203

Methode : Casagrande

Monster : 2

Natuurlijk vochtgehalte : 22.8 %

Diepte van / tot : 0.50 / 1.30 m -MV

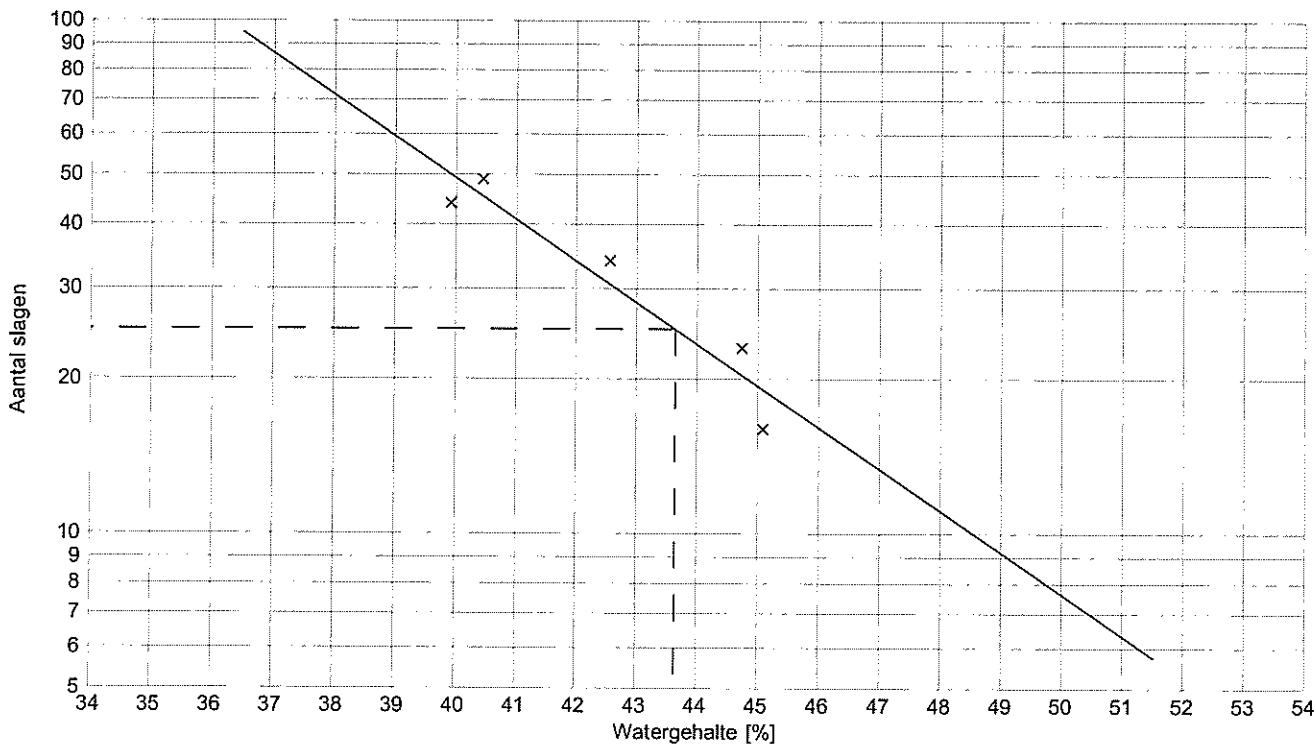
Vloeigrens : 43.6 %

Datum : 18-01-2012

Uitrolgrens : 22.7 %

Opmerkingen :

Plasticiteits-index : 21.0 %



Opdracht : 6071711

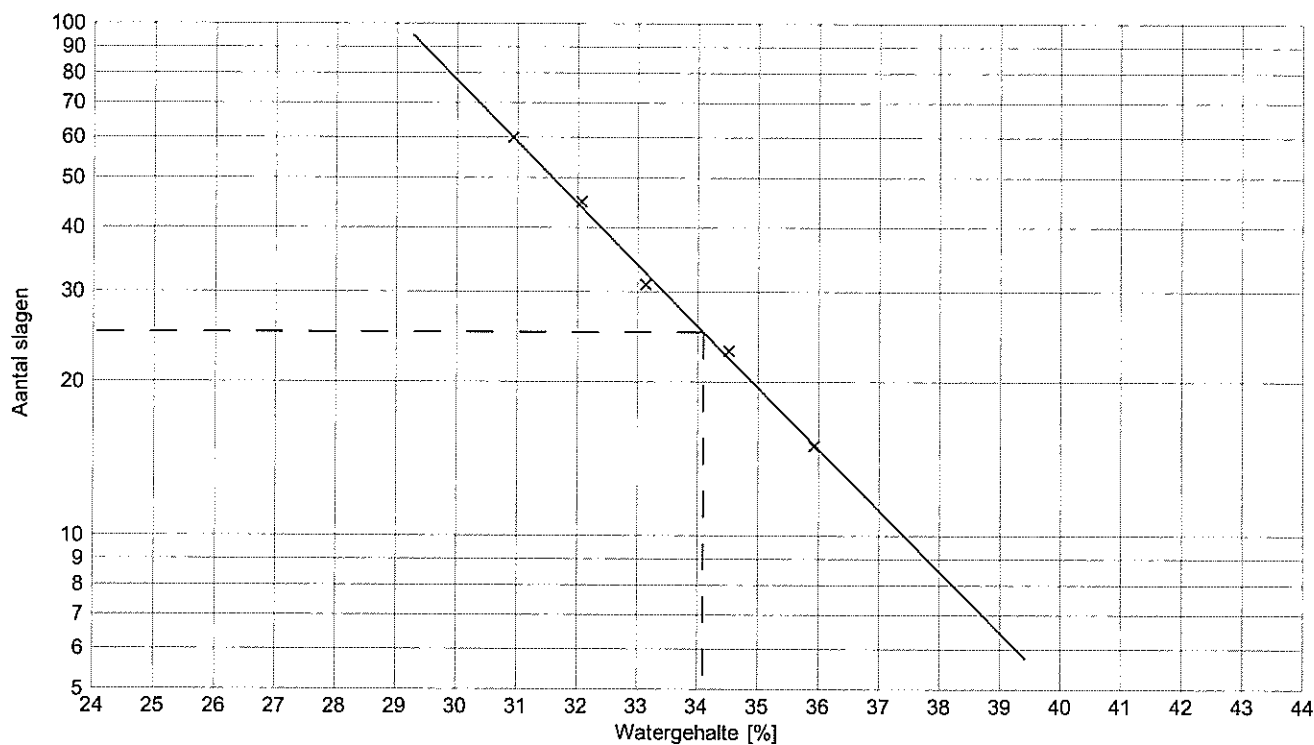
ATTERBERGSE GRENZEN

Plaats : Tollewaard

Betreft : Ruimte voor de rivier - maatregelen Doorwerthsche waarden

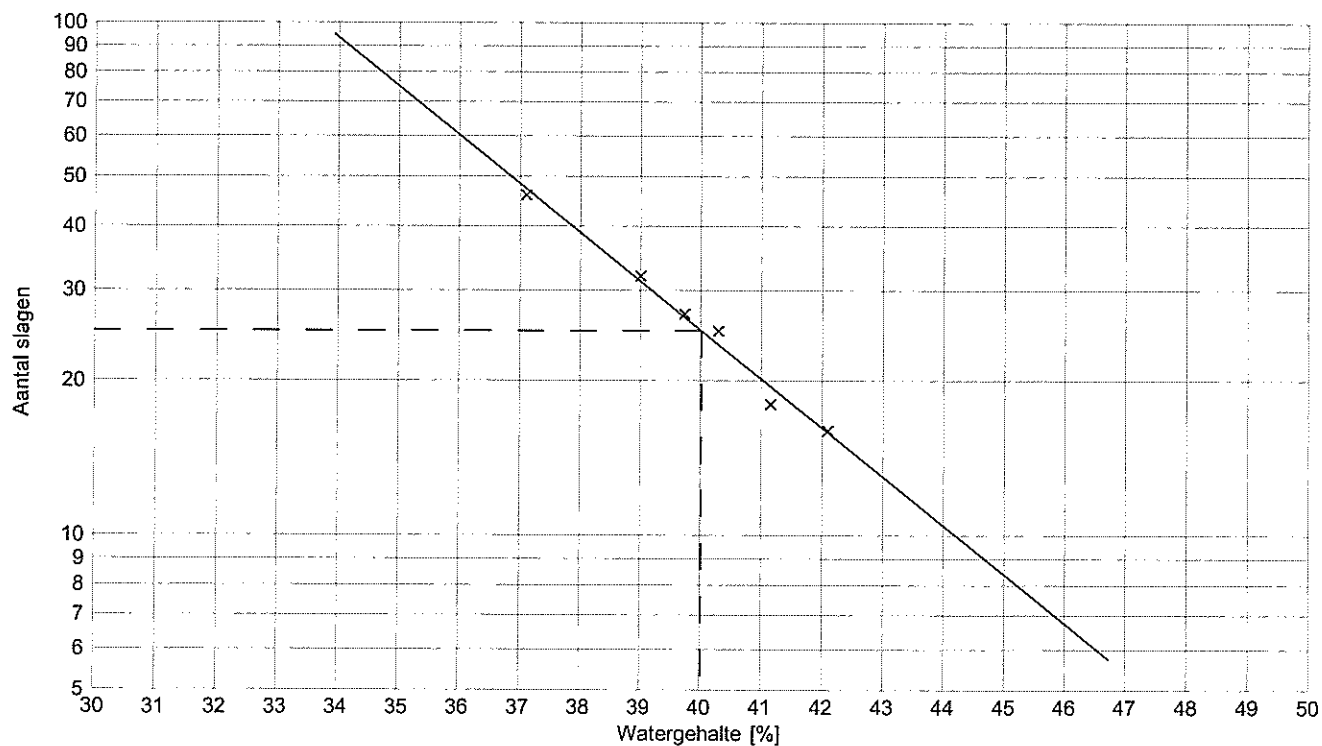
Boring : 204
Monster : 1
Diepte van / tot : 0.00 / 0.60 m -MV
Datum : 17-01-2012
Opmerkingen :

Methode : Casagrande
Natuurlijk vochtgehalte : 17.7 %
Vloeigrens : 34.1 %
Uitrolgrens : 18.5 %
Plasticiteits-index : 15.6 %



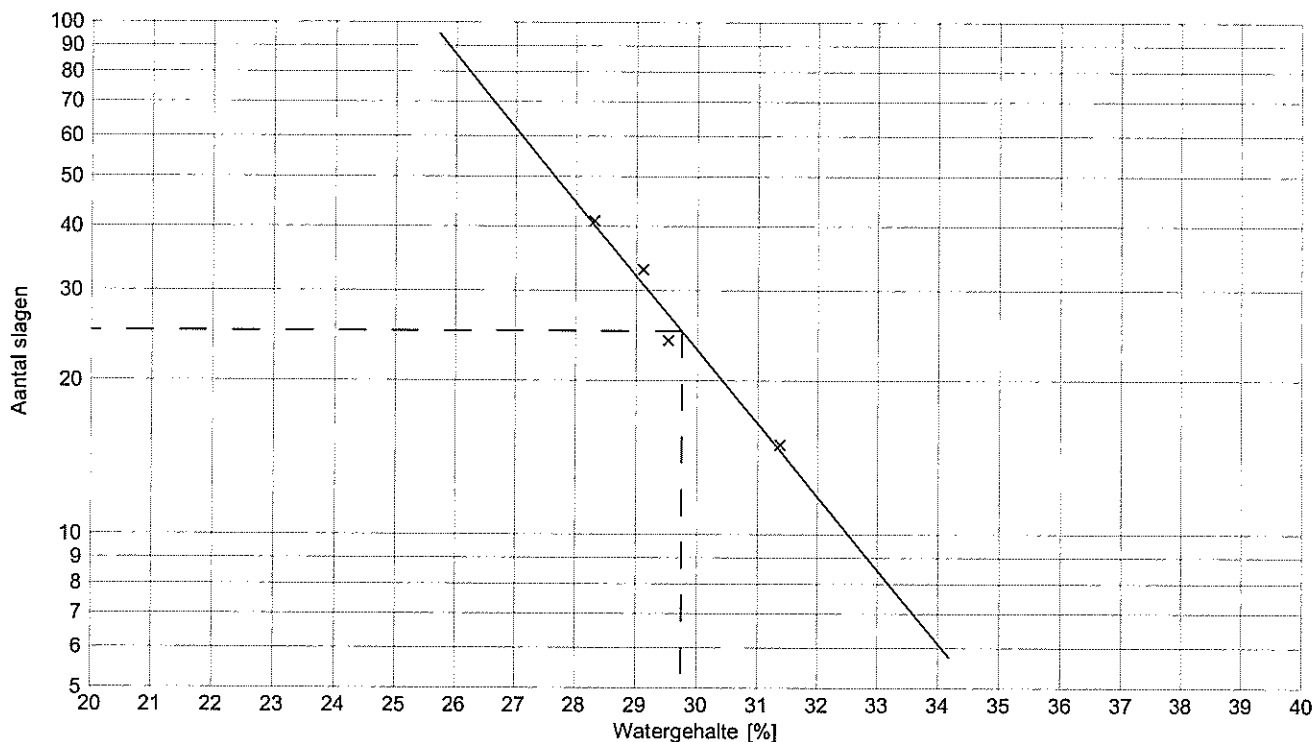
Boring : 204
Monster : 2
Diepte van / tot : 0.60 / 1.50 m -MV
Datum : 17-01-2012
Opmerkingen :

Methode : Casagrande
Natuurlijk vochtgehalte : 21.6 %
Vloeigrens : 40.0 %
Uitrolgrens : 20.2 %
Plasticiteits-index : 19.8 %



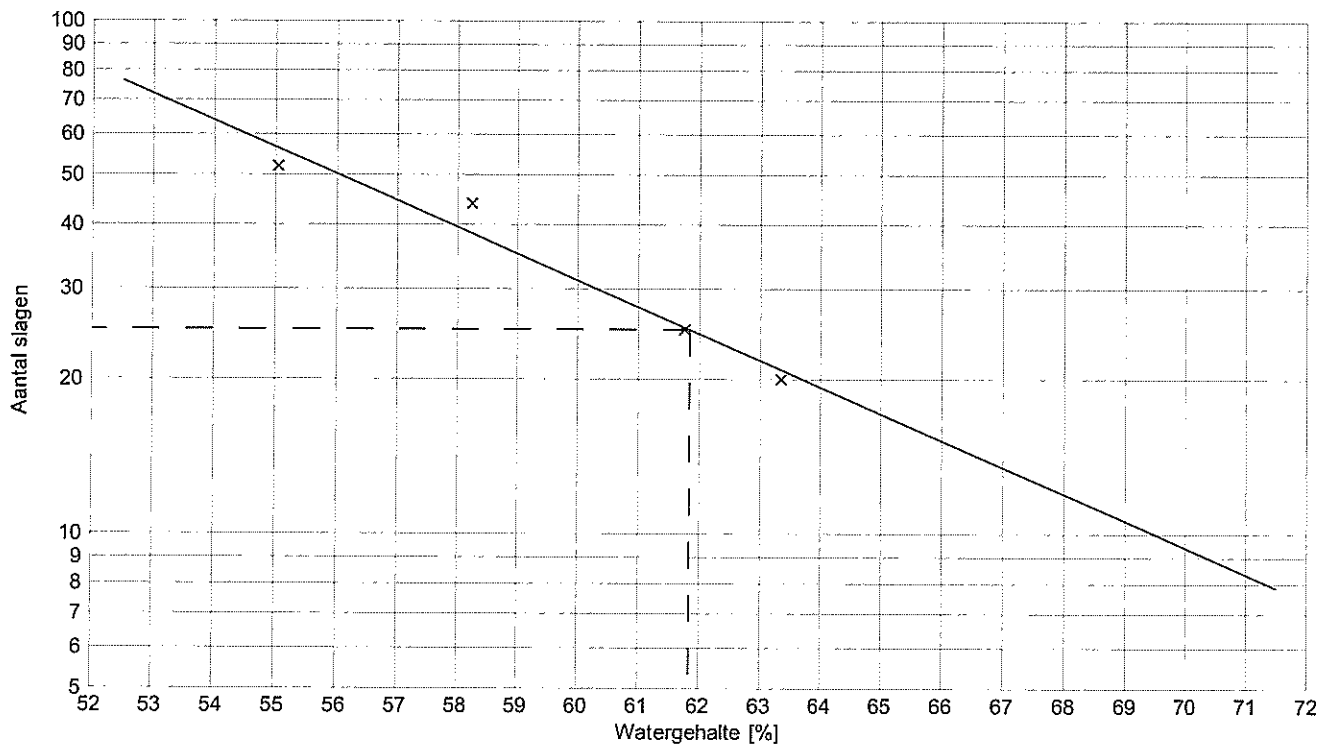
Boring : 204
 Monster : 3
 Diepte van / tot : 1.50 / 2.40 m -MV
 Datum : 17-01-2012
 Opmerkingen :

Methode : Casagrande
 Natuurlijk vochtgehalte : 22.9 %
 Vloeigrens : 29.7 %
 Uitrolgrens : 17.7 %
 Plasticiteits-index : 12.1 %



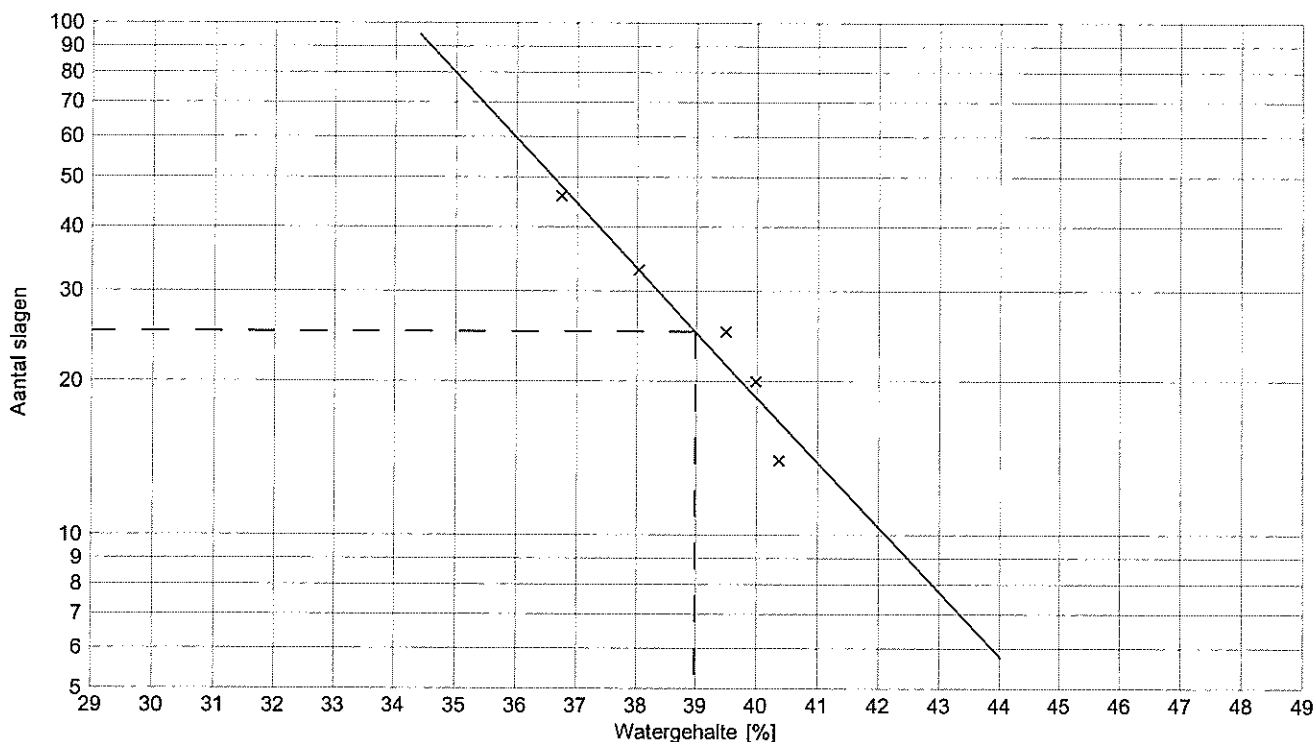
Boring : T-B01
 Bus : 4144
 Diepte van / tot : 7.40 / 7.04 m t.o.v. NAP
 Datum : 17-01-2012
 Opmerkingen :

Methode : Casagrande
 Natuurlijk vochtgehalte : 54.6 %
 Vloeigrens : 61.8 %
 Uitrolgrens : 32.7 %
 Plasticiteits-index : 29.2 %



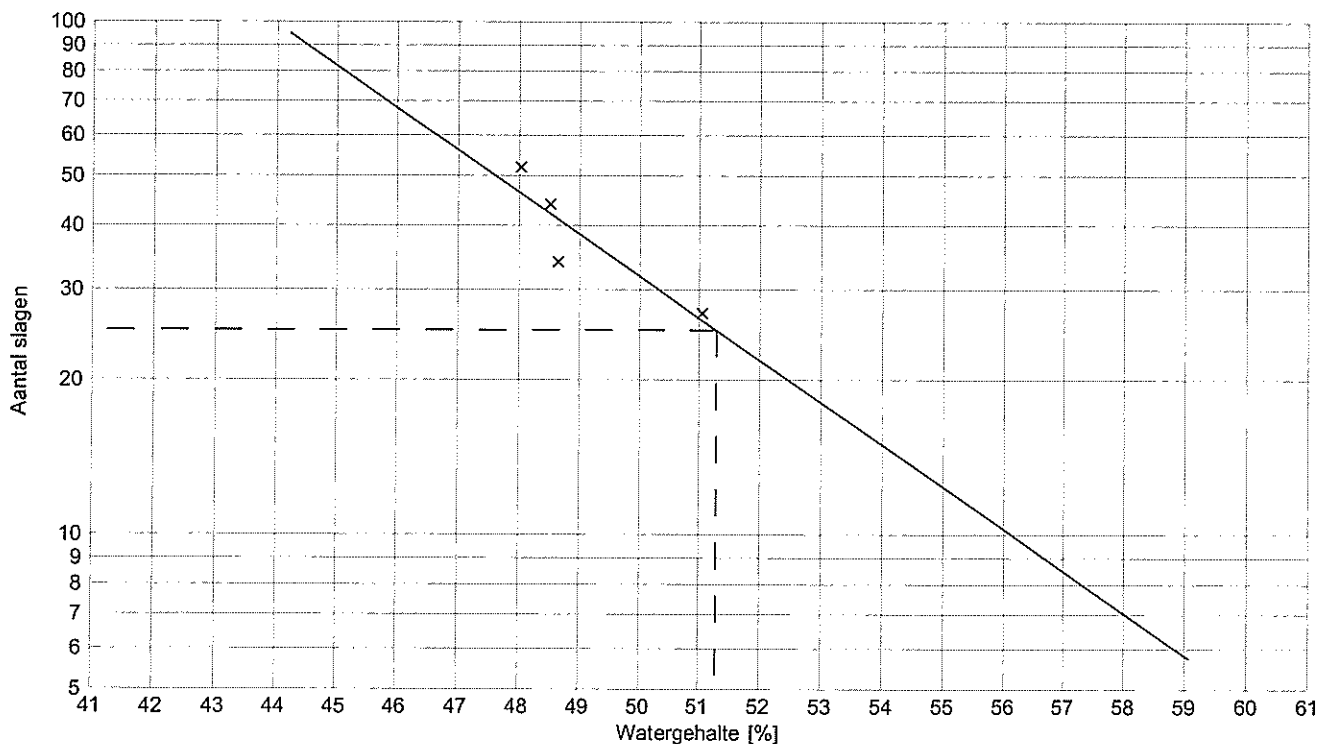
Boring : T-B01
 Bus : 4146
 Diepte van / tot : 6.60 / 6.32 m t.o.v. NAP
 Datum : 17-01-2012
 Opmerkingen :

Methode : Casagrande
 Natuurlijk vochtgehalte : 36.2 %
 Vloeigrens : 39.0 %
 Uitrolgrens : 21.4 %
 Plasticiteits-index : 17.6 %



Boring : T-B03
 Bus : 4160
 Diepte van / tot : 5.46 / 5.25 m t.o.v. NAP
 Datum : 16-01-2012
 Opmerkingen :

Methode : Casagrande
 Natuurlijk vochtgehalte : 42.6 %
 Vloeigrens : 51.3 %
 Uitrolgrens : 23.3 %
 Plasticiteits-index : 28.0 %



Opdracht : 6071711

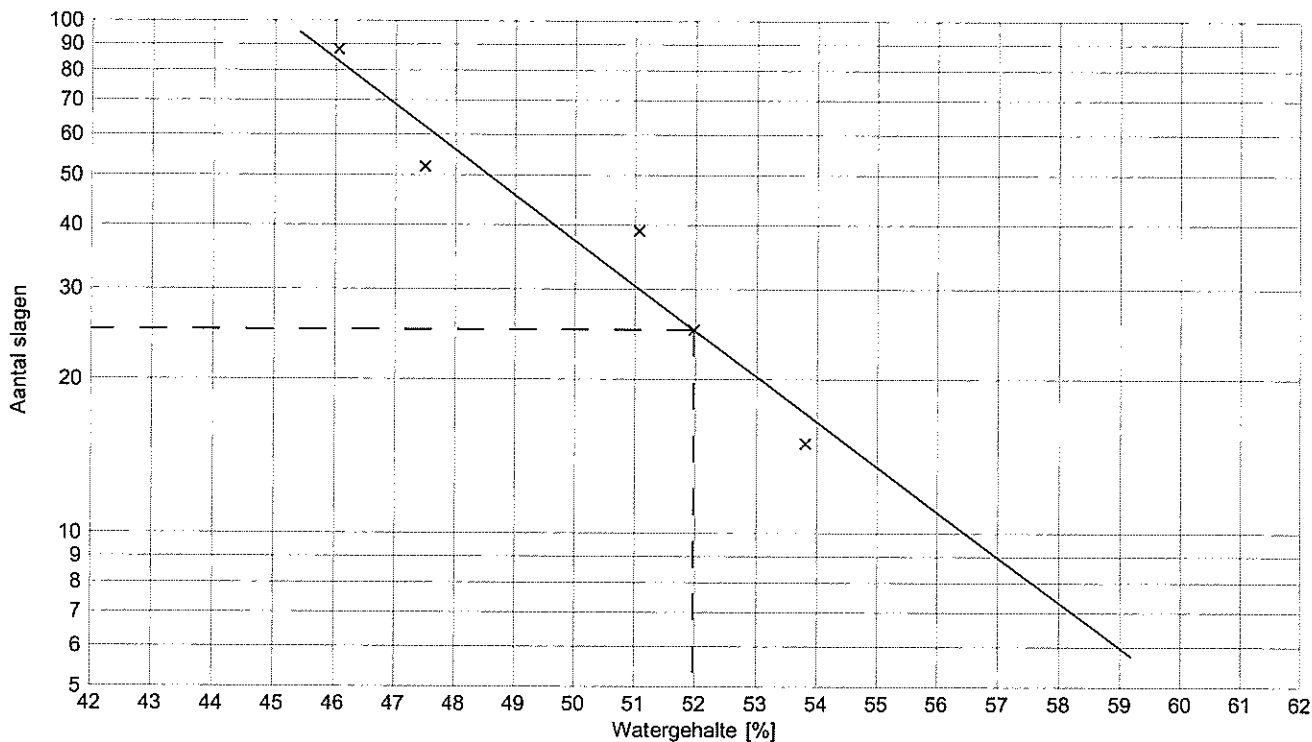
ATTERBERGSE GRENZEN

Plaats : Tollewaard

Betreft : Ruimte voor de rivier - maatregelen Doorwerthsche waarden

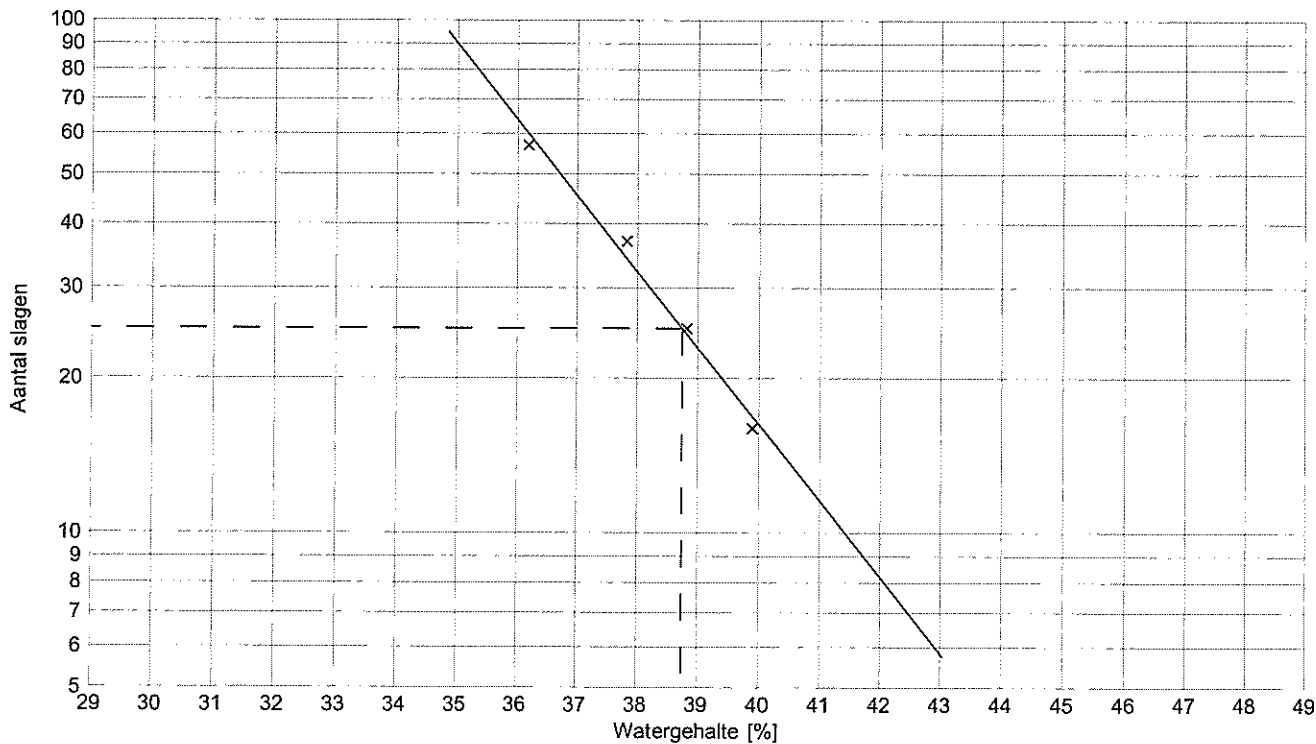
Boring : T-B03
Bus : 4159
Diepte van / tot : 6.15 / 5.75 m t.o.v. NAP
Datum : 16-01-2012
Opmerkingen :

Methode : Casagrande
Natuurlijk vochtgehalte : 47.3 %
Vloeigrens : 52.0 %
Uitrolgrens : 25.5 %
Plasticiteits-index : 26.5 %

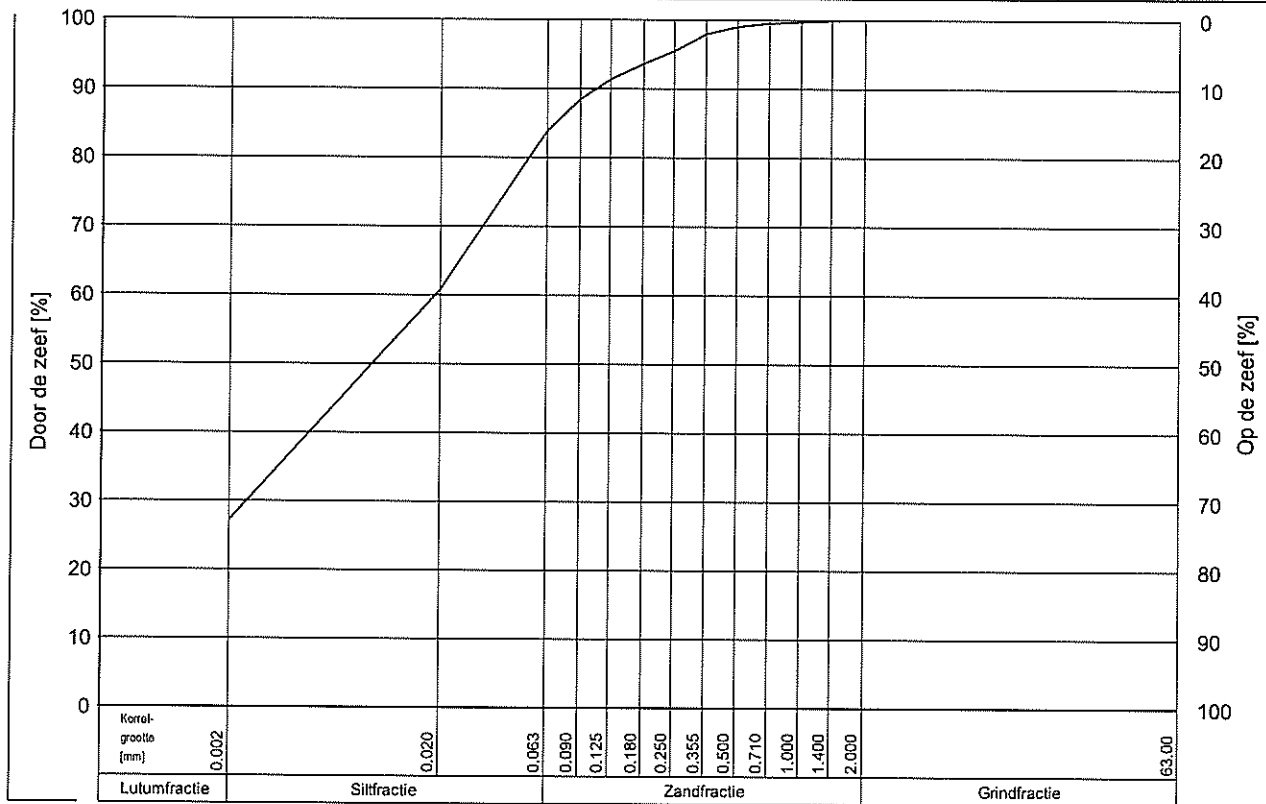


Boring : T-B04
Bus : 4135
Diepte van / tot : 6.93 / 6.59 m t.o.v. NAP
Datum : 16-01-2012
Opmerkingen :

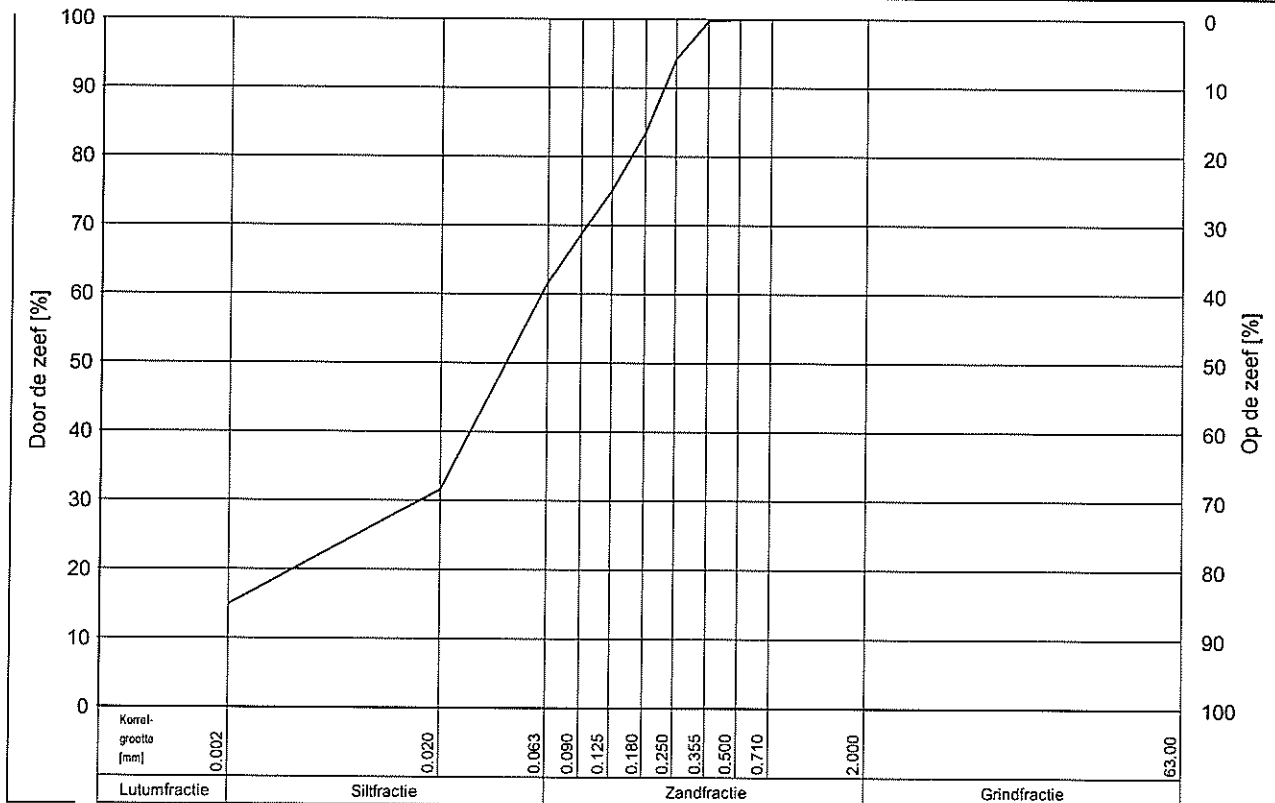
Methode : Casagrande
Natuurlijk vochtgehalte : 25.1 %
Vloeigrens : 38.7 %
Uitrolgrens : 21.2 %
Plasticiteits-index : 17.6 %



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 [%]
T-H004	2254	6.71	5.91 / 5.78	138	10	2.49			83.9	



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 [%]
T-H006	2256	7.45	6.85 / 6.81	161	40	2.45			61.7	



Opdracht : 6071711
Plaats : Nederrijn
Project : Ruimte voor de rivier

boring	monster nr.	diepte t.o.v. NAP [m]		org. stof % dr. stof	
D-H01	2279	8,98		5,4	
D-H02	2278	10,61		3,1	
D-H03	2280	8,67		5,8	
E-H01	2260	6,16		7,2	
E-H05	2264	6,09		6,5	
M-H01	2267	6,54		5,1	
M-H05	2275	6,17		13,6	
T-H04	2254	5,78		7,6	
T-H06	2256	6,81		5,0	

Opdracht : 6071711
 Plaats : Nederrijn
 Project : Ruimte voor de rivier - 4 maatregelen Nederrijn

Versie 1.02

boring	bus nummer	diepte t.o.v. NAP [m]	volumieke gewichten		watergehalte W [%]	poriegehalte n [%]	verzadigingsgraad S [%]
			initieel γ [kN/m ³]	droog γ_{dr} [kN/m ³]			
E-H01	2260	6,24	16,53	11,84	39,7		
E-H04	2258	5,85	18,89	15,10	25,1		
M-H01	2267	6,57	15,95	12,31	29,6		
T-H04	2254	5,80	15,17	10,52	44,2		
T-H04	2254	5,55	18,85	15,21	23,9		
T-H06	2255	6,57	17,13	13,04	31,4		
E-H05	2264	6,04	17,99	13,50	33,2		
D-H01	2279	8,98	16,25	12,67	28,3		
D-H02	2278	10,72	17,94	14,70	22,1		
D-H03	2280	8,62	17,33	13,93	24,4		

Opdracht : 6071711

Plaats : Tollewaard

Project : Ruimte voor de rivier - 4 maatregelen Nederrijn

Versie 1.02

boring	bus nummer	diepte t.o.v. NAP [m]	volumieke gewichten		watergehalte W [%]	poriegehalte n [%]	verzadigingsgraad S [%]
			initieel γ [kN/m ³]	droog γ_{dr} [kN/m ³]			
T-B01	4144	7,04	17,65	13,66	29,2		
T-B01	4146	6,32	18,40	14,14	30,1		
T-B03	4159	5,75	16,38	11,33	44,5		
T-B03	4160	5,25	18,09	13,33	35,7		
T-B04	4135	6,63	17,98	14,67	22,6		
T-H01	2265	6,29	15,06	10,50	43,4		

Opdracht : 6071711

TRIAXIAALPROEF

Plaats : Nederrijn

Betreft : Ruimte voor de rivier

Software v4.05

Boring : T-H03

Monsterklasse : 1

Type proefstuk : Ongeroerd

Monster : 1

Diepte : 6.28m - 6.18m -NAP

Type proef : CU

Bus : 2250

Grondsoort : Klei, matig siltig zwak humeus gs.

Uitv. procedure : Meertraps

Datum : 03-11-2011

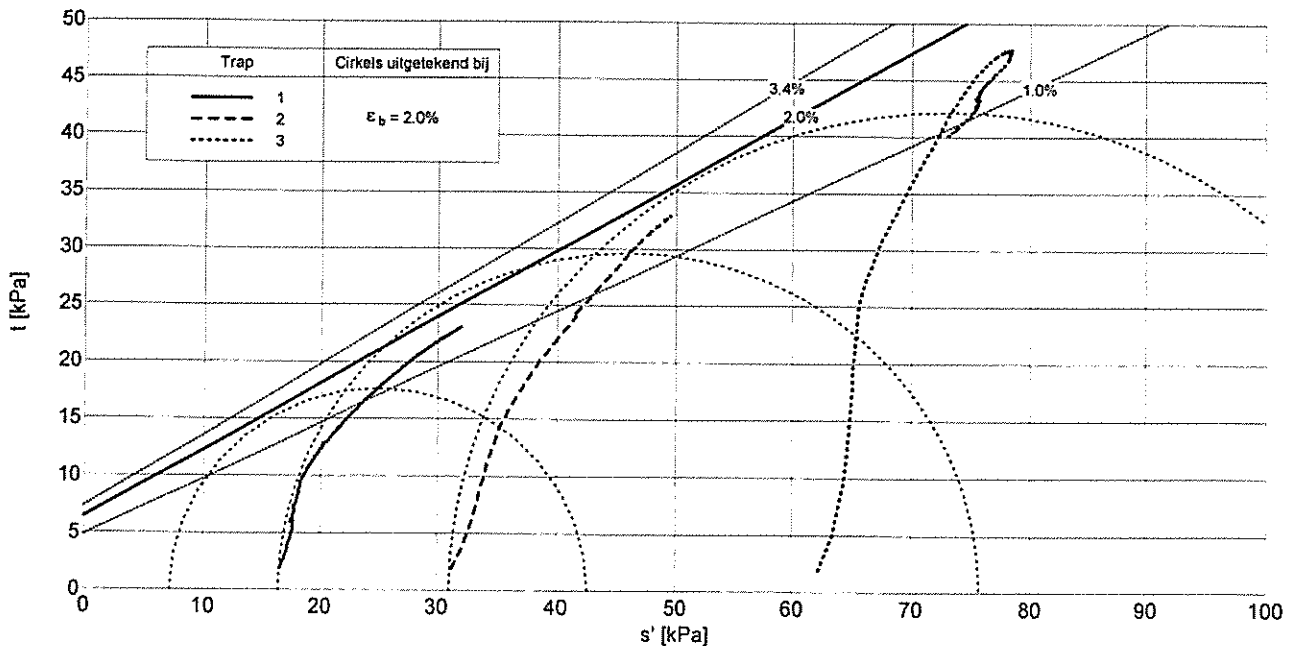
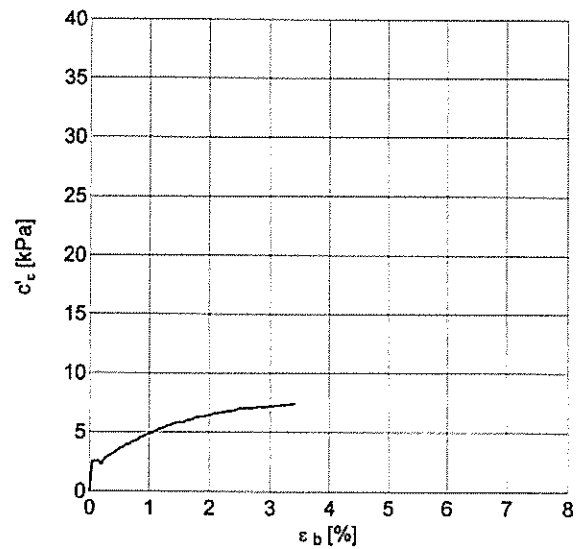
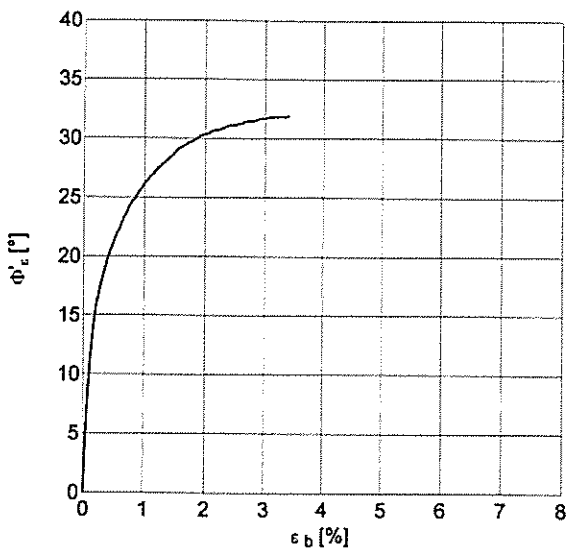
Uitgevoerd door :

Opmerkingen :

Trap	h _i [mm]	D _i [mm]	γ _i [kN/m ³]	γ _{ar} [kN/m ³]	w _i [%]	w _e [%]	c _u [kPa]	ε _{b,50} [%]	E _{une,50} [MPa]
1	77.20	38.00	17.35	12.35	40.57		23.03	0.80	2.89
2							32.94	0.43	7.63
3						37.39	47.77	0.35	13.64
Vóór de beproeving						Na de beproeving			

Trap	h _c [mm]	V _c [cm ³]	σ' _c [kPa]	u _{bk} [kPa]	v [%/h]	Stopcriterium
1	76.82	86.62	14.5	399.6	1.56	Δq < 1 kPa
2	74.61	84.72	29.3	400.3	1.61	Δq < 1 kPa
3	72.98	85.29	60.3	399.0	1.64	ε _b > 15%
Consolidatie			Belasting			

ε _b [%]	φ' _c [°]	c' _c [kPa]
1.0	26.2	4.84
2.0	30.4	6.43
3.4	32.0	7.34
φ' _c en c' _c vs. ε _b tijdens belasting		



Opdracht : 6071711
 Plaats : Nederrijn
 Betreft : Ruimte voor de rivier

TRIAXIAALPROEF

Software v4.05

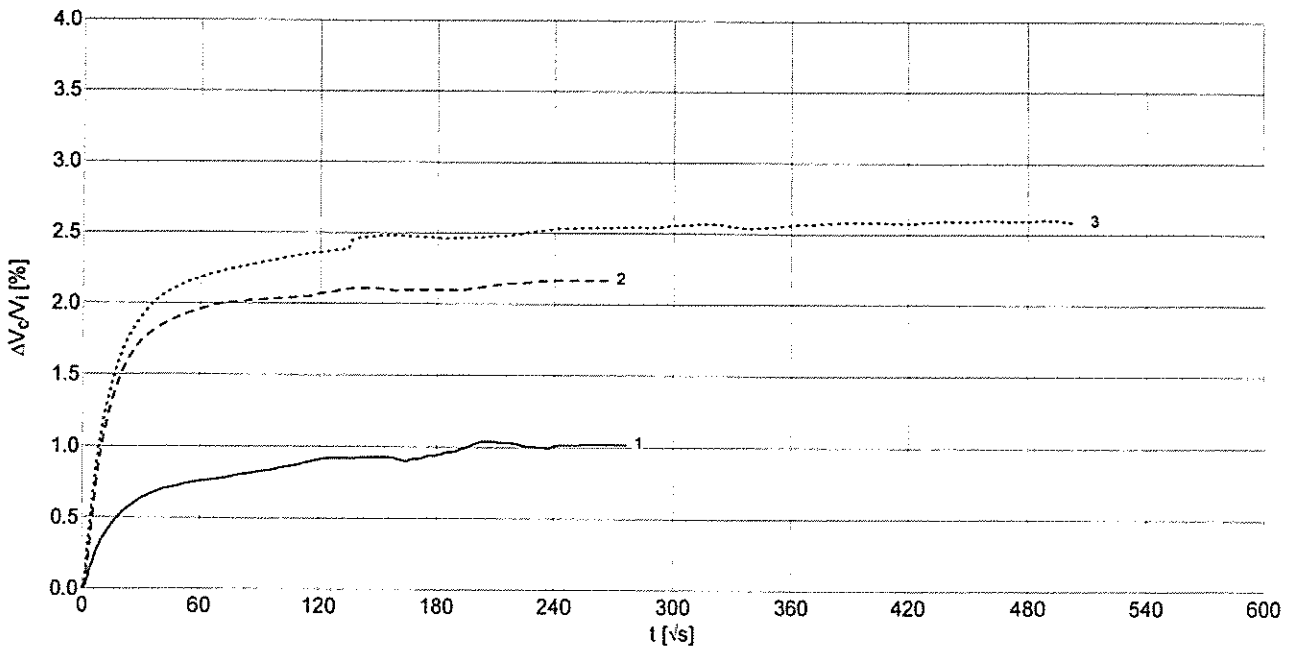
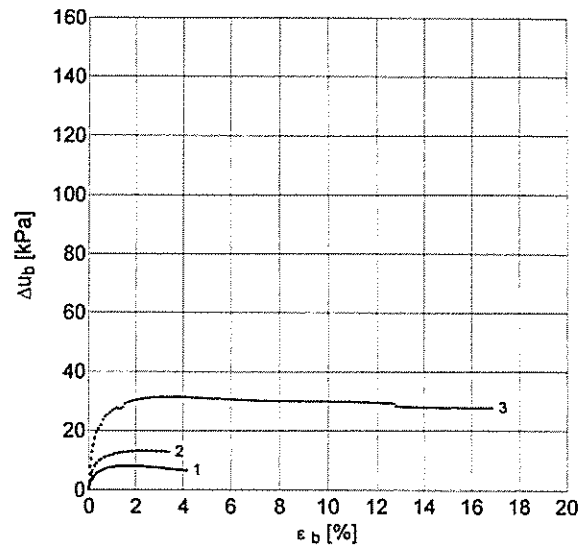
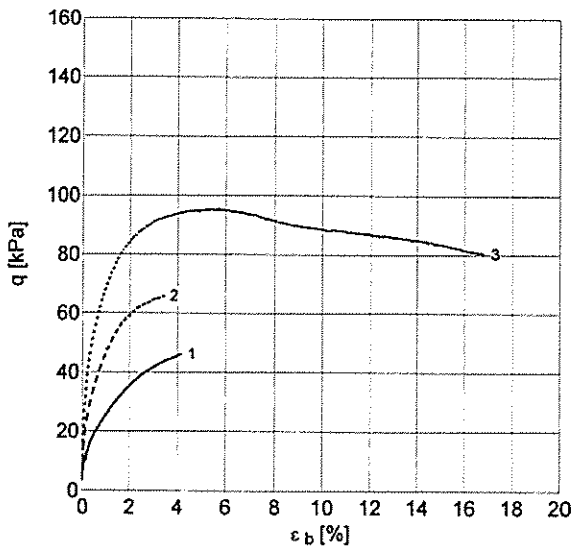
Boring : T-H03 Monsterklasse : 1 Type proefstuk : Ongeroid
 Monster : 1 Diepte : 6.28m - 6.18m -NAP Type proef : CU
 Bus : 2250 Grondsoort : Klei, matig siltig zwak humeus gs. Uitv. procedure : Meertraps
 Datum : 03-11-2011 Uitgevoerd door :

Opmerkingen :

Trap	h_i [mm]	D_i [mm]	γ_i [kNm ⁻³]	γ_d [kNm ⁻³]	w_i [%]	w_e [%]	c_u [kPa]	$\varepsilon_{b,50}$ [%]	$E_{u,d,50}$ [MPa]
1	77.20	38.00	17.35	12.35	40.57	37.39	23.03	0.80	2.89
2							32.94	0.43	7.63
3							47.77	0.35	13.64
Vóór de beproeving						Na de beproeving			

Trap	h_c [mm]	V_c [cm ³]	σ'_c [kPa]	u_{bk} [kPa]	v [%/h]	Stopcriterium
1	76.82	86.62	14.5	399.6	1.56	$\Delta q < 1$ kPa
2	74.61	84.72	29.3	400.3	1.61	$\Delta q < 1$ kPa
3	72.98	85.29	60.3	399.0	1.64	$\varepsilon_b > 15\%$
Consolidatie					Belasting	

ε_b [%]	ϕ'_c [°]	c'_c [kPa]
1.0	26.2	4.84
2.0	30.4	6.43
3.4	32.0	7.34
ϕ'_c en c'_c vs. ε_b tijdens belasting		



Opdracht : 6071711
 Plaats : Nederrijn
 Betreft : Ruimte voor de rivier

TRIAXIAALPROEF

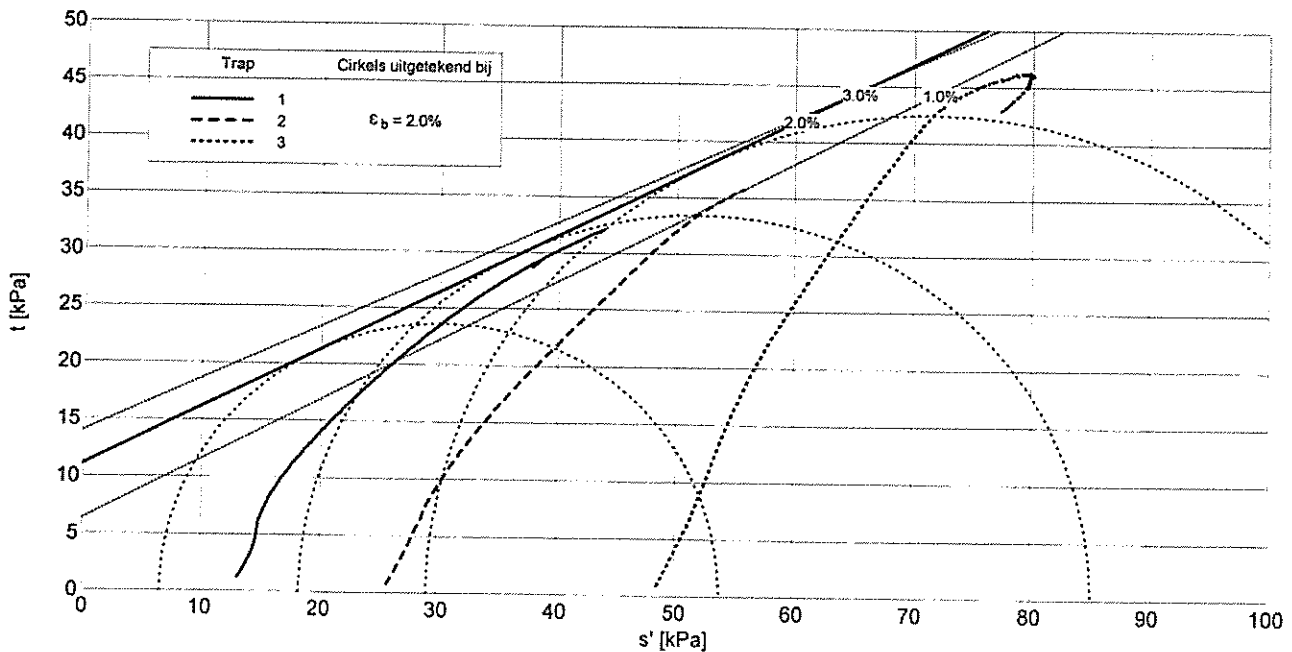
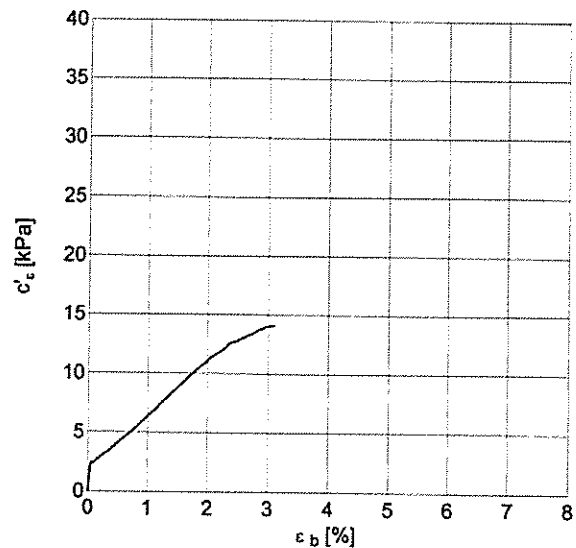
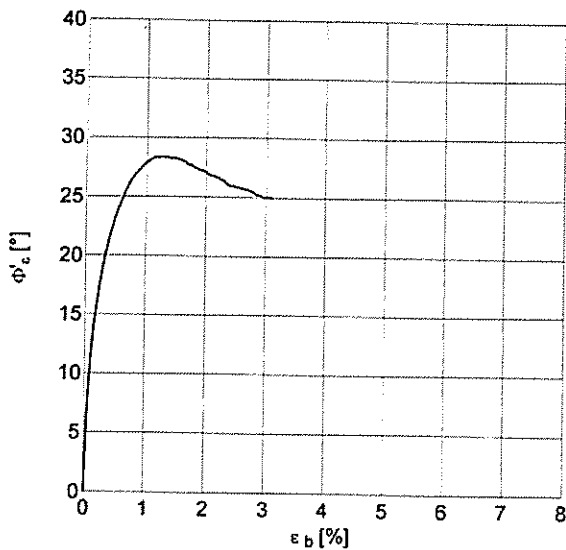
Software v4.05

Boring : T-H05 Monsterklasse : 1 Type proefstuk : Ongeroid
 Monster : 2 Diepte : 5.53m - 5.43m NAP Type proef : CU
 Bus : 2252 Grondsoort : Klei, matig siltig gs. Uitv. procedure : Meertraps
 Datum : 04-11-2011 Uitgevoerd door :
 Opmerkingen :

Trap	h _i [mm]	D _i [mm]	γ _i [kN/m ³]	γ _{dr} [kN/m ³]	w _i [%]	w _e [%]	c _v [kPa]	ε _{b,50} [%]	E _{u,dr,50} [MPa]
1	77.20	37.80	17.69	12.20	45.01		32.09	1.11	2.90
2							35.77	0.43	8.31
3						39.67	46.32	0.34	13.69
Vóór de beproeving						Na de beproeving			

Trap	h _c [mm]	V _c [cm ³]	σ' _c [kPa]	u _{bk} [kPa]	v [%/h]	Stopcriterium
1	76.55	86.21	11.9	399.6	1.57	Δq < 1 kPa
2	73.70	84.97	24.9	398.7	1.63	Δq < 1 kPa
3	71.90	83.86	47.5	400.4	1.67	ε _b > 15%
Consolidatie			Belasting			

ε _b [%]	φ' _c [°]	c' _c [kPa]
1.0	27.9	6.35
2.0	27.0	11.14
3.0	25.0	14.02
φ' _c en c' _c vs. ε _b tijdens belasting		



Opdracht : 6071711
 Plaats : Nederrijn
 Betreft : Ruimte voor de rivier

TRIAXIAALPROEF

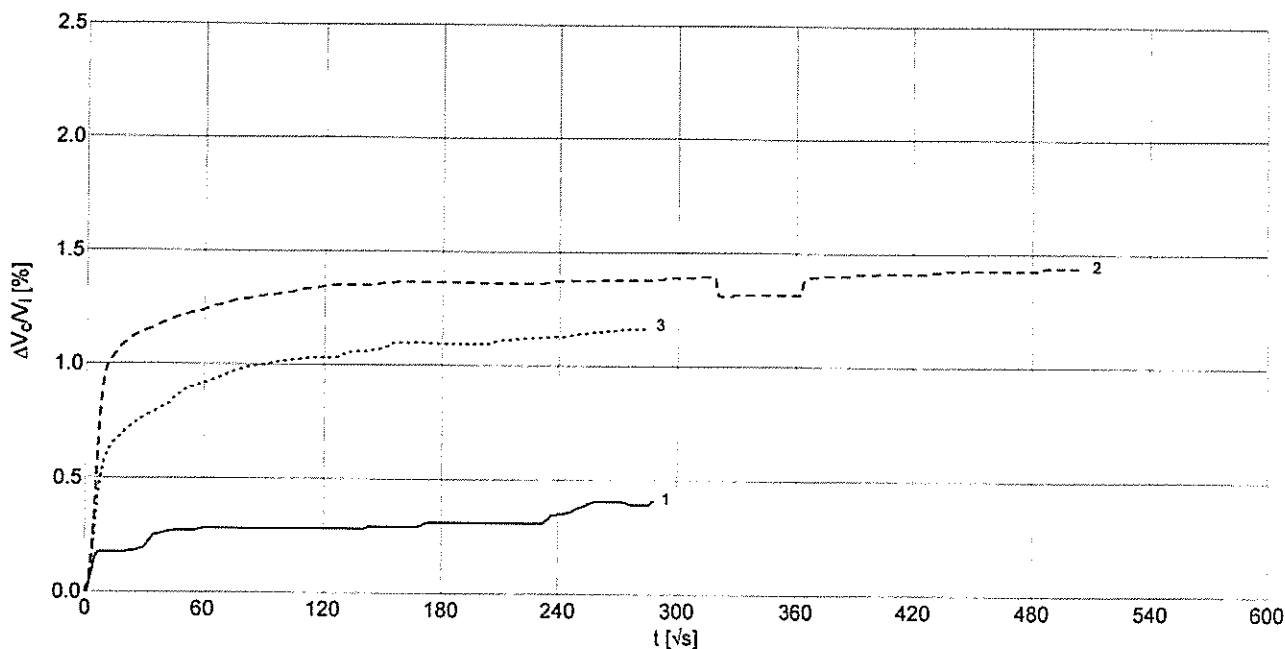
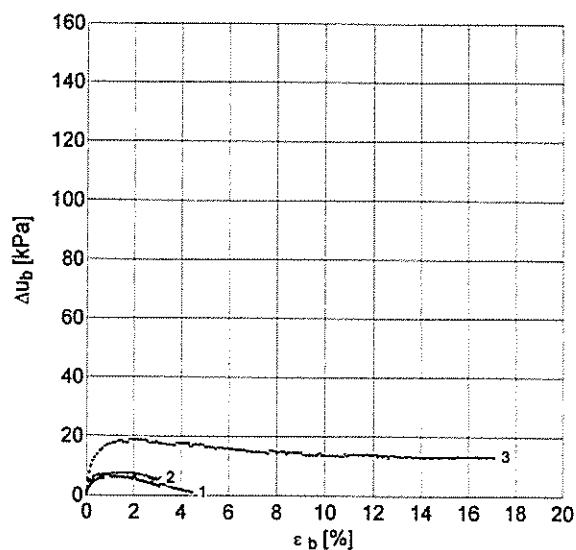
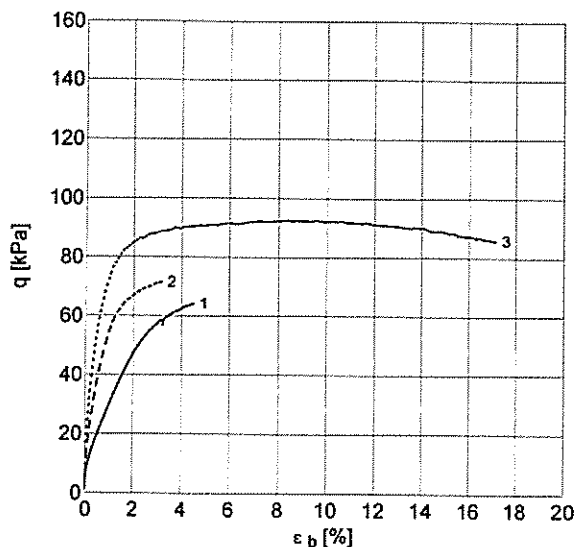
Software v4.05

Boring : T-H05 Monsterklasse : 1 Type proefstuk : Ongeroid
 Monster : 2 Diepte : 5.53m - 5.43m NAP Type proef : CU
 Bus : 2252 Grondsoort : Klei, matig siltig gs. Uitv. procedure : Meertraps
 Datum : 04-11-2011 Uitgevoerd door :
 Opmerkingen :

Trap	h_i [mm]	D_i [mm]	γ_i [kN/m ³]	γ_{dr} [kN/m ³]	w_i [%]	w_e [%]	c_u [kPa]	$\epsilon_{b,50}$ [%]	$E_{undr,so}$ [MPa]
1	77.20	37.80	17.69	12.20	45.01		32.09	1.11	2.90
2							35.77	0.43	8.31
3						39.67	46.32	0.34	13.69
Vóór de beproeving						Na de beproeving			

Trap	h_c [mm]	V_c [cm ³]	σ'_c [kPa]	u_{bk} [kPa]	v [%/h]	Stopcriterium
1	76.55	86.21	11.9	399.6	1.57	$\Delta q < 1$ kPa
2	73.70	84.97	24.9	398.7	1.63	$\Delta q < 1$ kPa
3	71.90	83.86	47.5	400.4	1.67	$\epsilon_b > 15\%$
Consolidatie			Belasting			

c_b [%]	ϕ'_c [°]	c'_c [kPa]
1.0	27.9	6.35
2.0	27.0	11.14
3.0	25.0	14.02
ϕ'_c en c'_c vs. c_b tijdens belasting		



Opdracht : 6071711
 Plaats : Nederrijn
 Betreft : Ruimte voor de rivier

TRIAXIAALPROEF

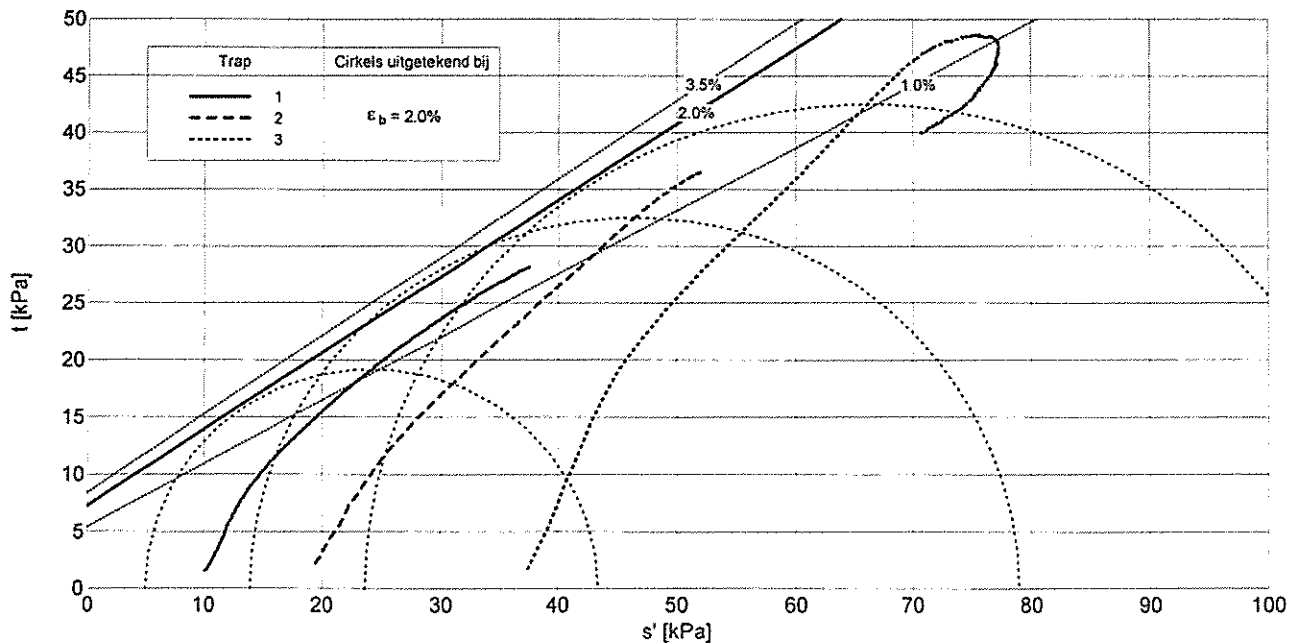
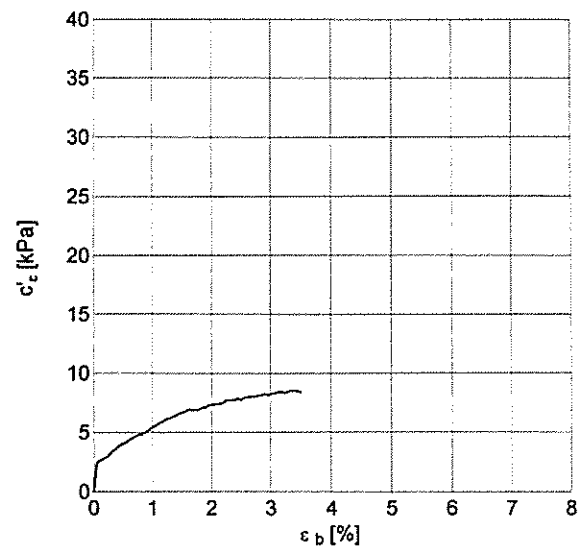
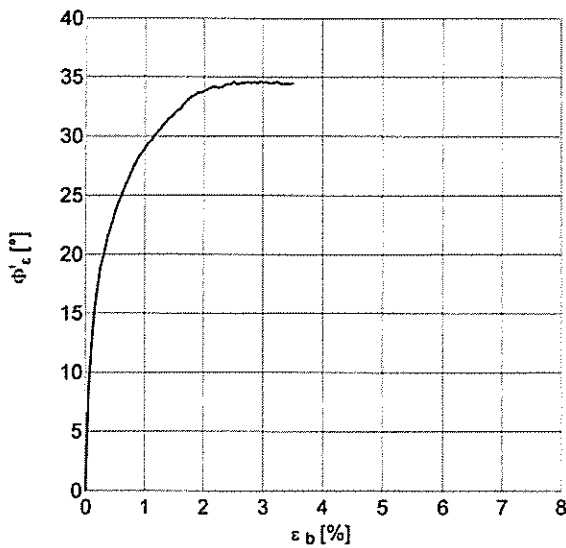
Software v4.05

Boring : T-H06 Monsterklasse : 1 Type proefstuk : Ongeroid
 Monster : 2 Diepte : 6.22m - 6.12m -NAP Type proef : CU
 Bus : 2256 Grondsoort : Klei, zwak zandig mg. gr Uitv. procedure : Meertraps
 Datum : 03-11-2011 Uitgevoerd door :
 Opmerkingen :

Trap	h _i [mm]	D _i [mm]	γ _i [kN/m ³]	γ _{dr} [kN/m ³]	w _i [%]	w _a [%]	c _u [kPa]	ε _{b,50} [%]	E _{undr,50} [MPa]
1	77.20	37.30	17.71	12.27	44.38		28.19	1.18	2.38
2							36.62	0.66	5.51
3						38.66	48.70	0.60	8.11
Vóór de beproeving						Na de beproeving			

Trap	h _c [mm]	V _c [cm ³]	σ' _c [kPa]	u _{bk} [kPa]	v [%/h]	Stopcriterium
1	76.98	83.81	8.6	400.2	1.56	Δq < 1 kPa
2	74.31	82.58	17.2	399.7	1.61	Δq < 1 kPa
3	72.86	81.10	35.6	400.5	1.65	ε _b > 15%
Consolidatie			Belasting			

ε _b [%]	φ' _c [°]	c' _c [kPa]
1.0	29.0	5.41
2.0	33.8	7.28
3.5	34.5	8.40
φ' _c en c' _c vs. ε _b tijdens belasting		



Opdracht : 6071711
 Plaats : Nederrijn
 Betreft : Ruimte voor de rivier

TRIAxiaALPROEF

Software v4.05

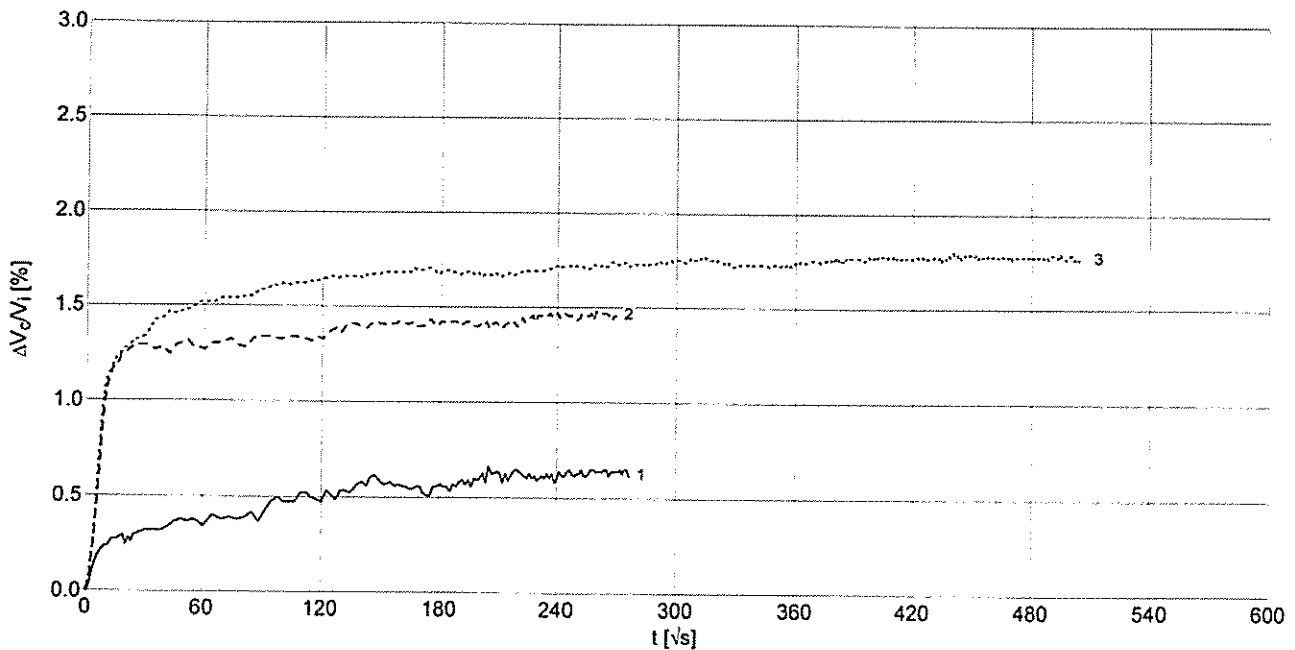
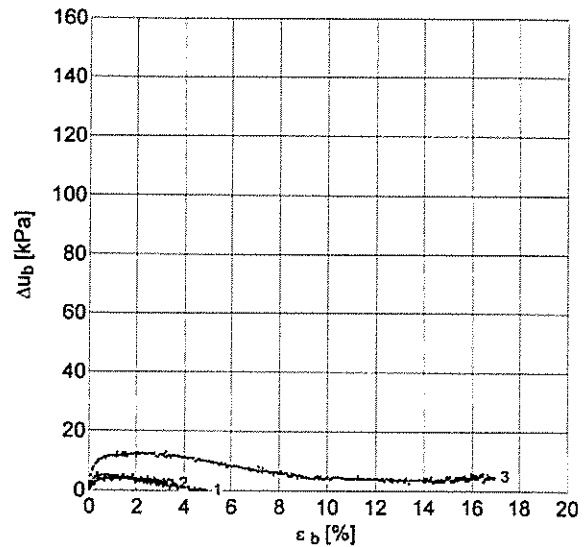
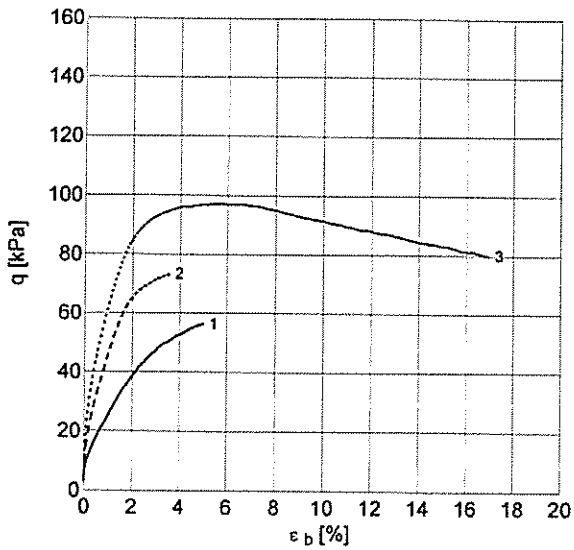
Boring : T-H06 Monsterklasse : 1 Type proefstuk : Ongeroid
 Monster : 2 Diepte : 6.22m - 6.12m -NAP Type proef : CU
 Bus : 2256 Grondsoort : Klei, zwak zandig mg. gr Uitv. procedure : Meertraps
 Datum : 03-11-2011 Uitgevoerd door :

Opmerkingen :

Trap	h _l [mm]	D _i [mm]	γ _i [kN/m ³]	γ _{dr} [kN/m ³]	w _f [%]	w _e [%]	c _u [kPa]	ε _{b,50} [%]	E _{uncl,50} [MPa]
1	77.20	37.30	17.71	12.27	44.38		28.19	1.18	2.38
2							36.62	0.66	5.51
3						38.66	48.70	0.60	8.11
Vóór de beproeving						Na de beproeving			

Trap	h _c [mm]	V _c [cm ³]	σ' _c [kPa]	u _{bk} [kPa]	v [%/h]	Stopcriterium
1	76.98	83.81	8.6	400.2	1.56	Δq < 1 kPa
2	74.31	82.58	17.2	399.7	1.61	Δq < 1 kPa
3	72.86	81.10	35.6	400.5	1.65	ε _b > 15%
Consolidatie			Belasting			

ε _b [%]	φ' _c [°]	c' _c [kPa]
1.0	29.0	5.41
2.0	33.8	7.28
3.5	34.5	8.40
φ' _c en c' _c vs. ε _b tijdens belasting		



Opdracht : 6071711

Plaats : Toilewaard

Betreft : Ruimte voor de rivier - maatregelen Toilewaard

BORING : 203

Datum : 11-11-2011

X :

Boormeester : RS

GWS :

Y :

Beschrijver :

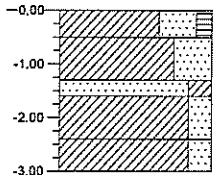
Maaiveld : MV

GHG :

Norm : NEN5104

Opmerkingen :

GLG :

Boorprofiel	Laag nr.	Diepte [m t.o.v. MV]		Omschrijving grondlaag	Kleur
		van	tot		
	1	1	0.00 -0.50	Klei, uiterst zandig (zeer fijn), zwak humeus	bruin
	2	2	-0.50 -1.30	Klei, uiterst zandig (zeer fijn)	bruin
	3	3	-1.30 -1.60	Zand, matig grof, matig kleiig	bruin
	4	4	-1.60 -2.40	Klei, matig zandig (zeer fijn)	bruin
	5	5	-2.40 -3.00	Klei, matig zandig (zeer fijn)	bruin

BORING : 204

Datum : 11-11-2011

X :

Boormeester : RS

GWS :

Y :

Beschrijver :

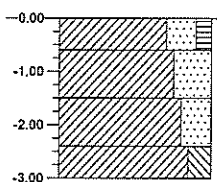
Maaiveld : MV

GHG :

Norm : NEN5104

Opmerkingen :

GLG :

Boorprofiel	Laag nr.	Diepte [m t.o.v. MV]		Omschrijving grondlaag	Kleur
		van	tot		
	1	1	0.00 -0.60	Klei, sterk zandig (zeer fijn), zwak humeus	bruin
	2	2	-0.60 -1.50	Klei, uiterst zandig (zeer fijn)	bruin
	3	3	-1.50 -2.40	Klei, sterk zandig (matig fijn)	bruin
	4	4	-2.40 -3.00	Klei, matig siltig	bruin

Bijlage 1-4

Resultaten laboratorium onderzoeken Doorwerthse Waarden

Opdracht : 6071711

ATTERBERGSE GRENZEN

Plaats : Doorwerth

Betreft : Ruimte voor de rivier - maatregelen Doorwerthsche waarden

Boring : 207

Methode : Casagrande

Monster : 1

Natuurlijk vochtgehalte : 18.5 %

Diepte van / tot : 0.00 / 0.90 m -MV

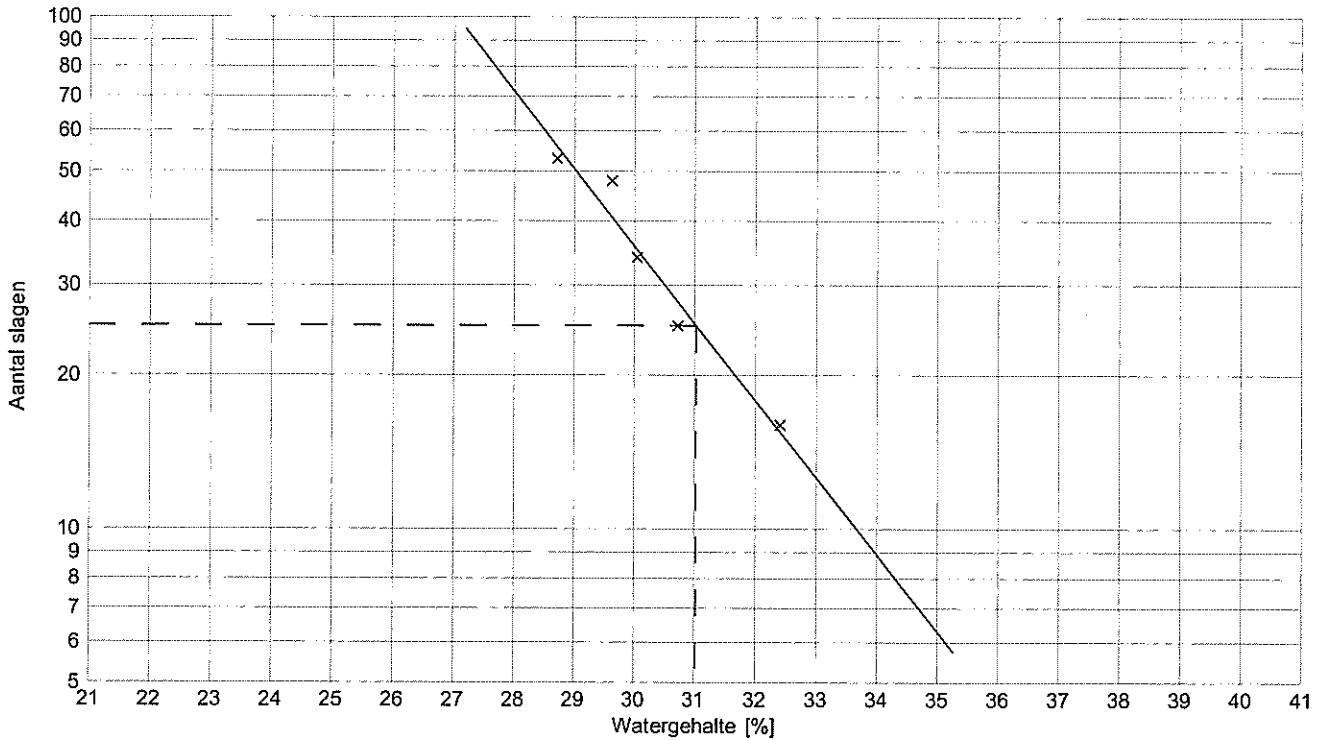
Vloeigrens : 31.0 %

Datum : 18-01-2012

Uitrolgrens : 18.7 %

Opmerkingen :

Plasticiteits-index : 12.3 %



Boring : 207

Methode : Casagrande

Monster : 2

Natuurlijk vochtgehalte : 15.3 %

Diepte van / tot : 0.90 / 1.50 m -MV

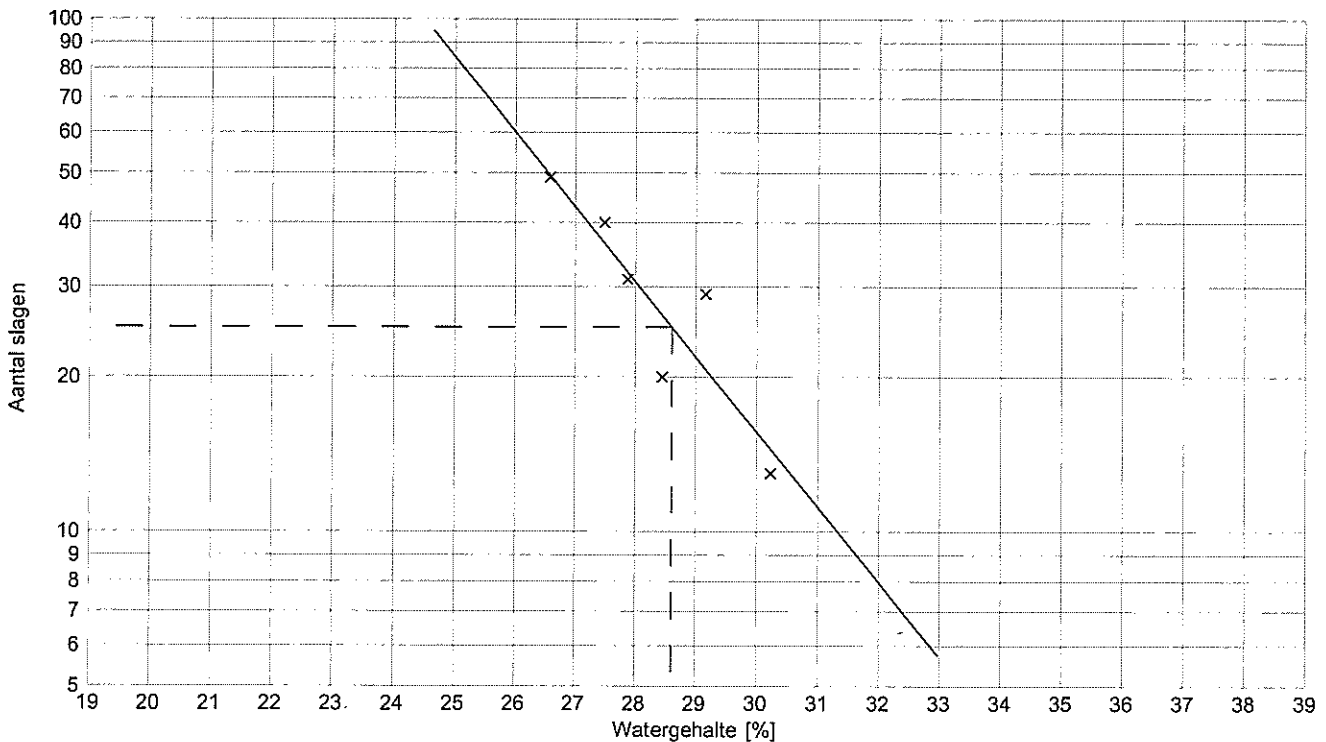
Vloeigrens : 28.6 %

Datum : 18-01-2012

Uitrolgrens : 19.8 %

Opmerkingen :

Plasticiteits-index : 8.8 %



Opdracht : 6071711

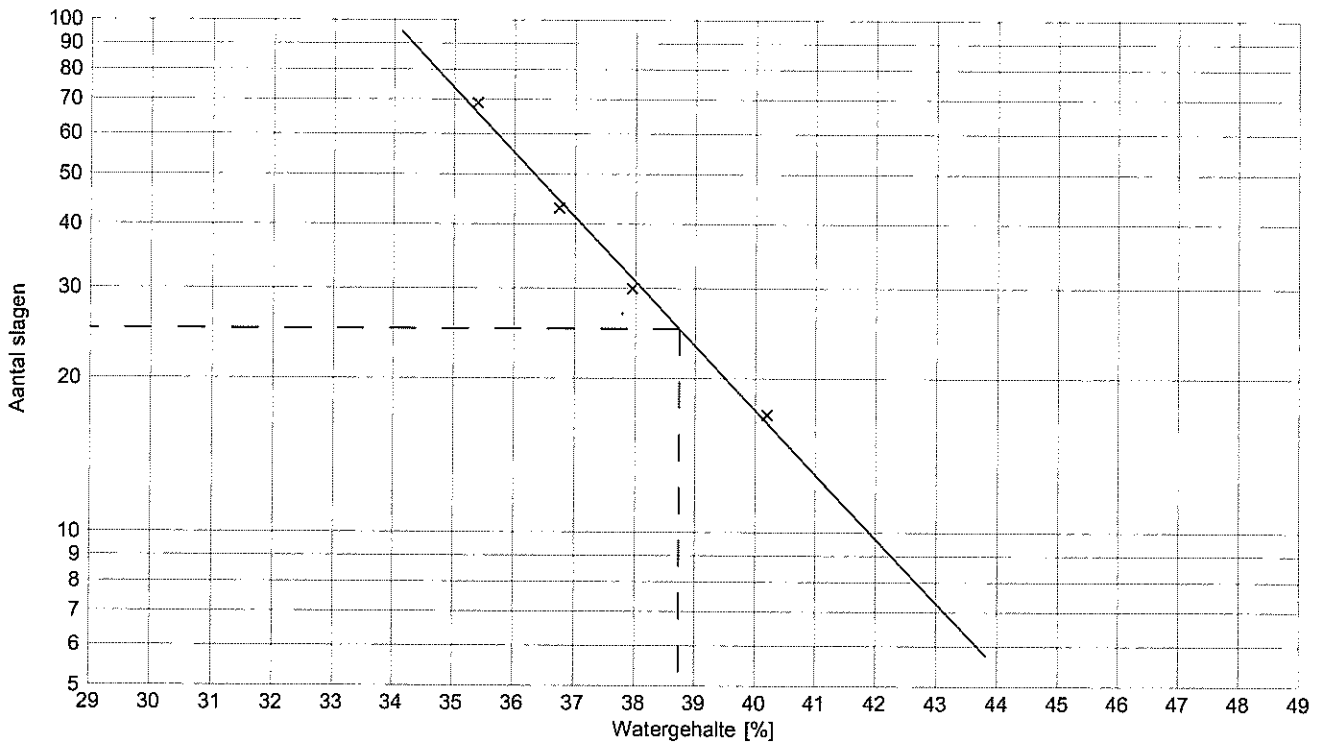
Plaats : Doorwerth

Betreft : Ruimte voor de rivier - maatregelen Doorwerthsche waarden

ATTERBERGSE GRENZEN

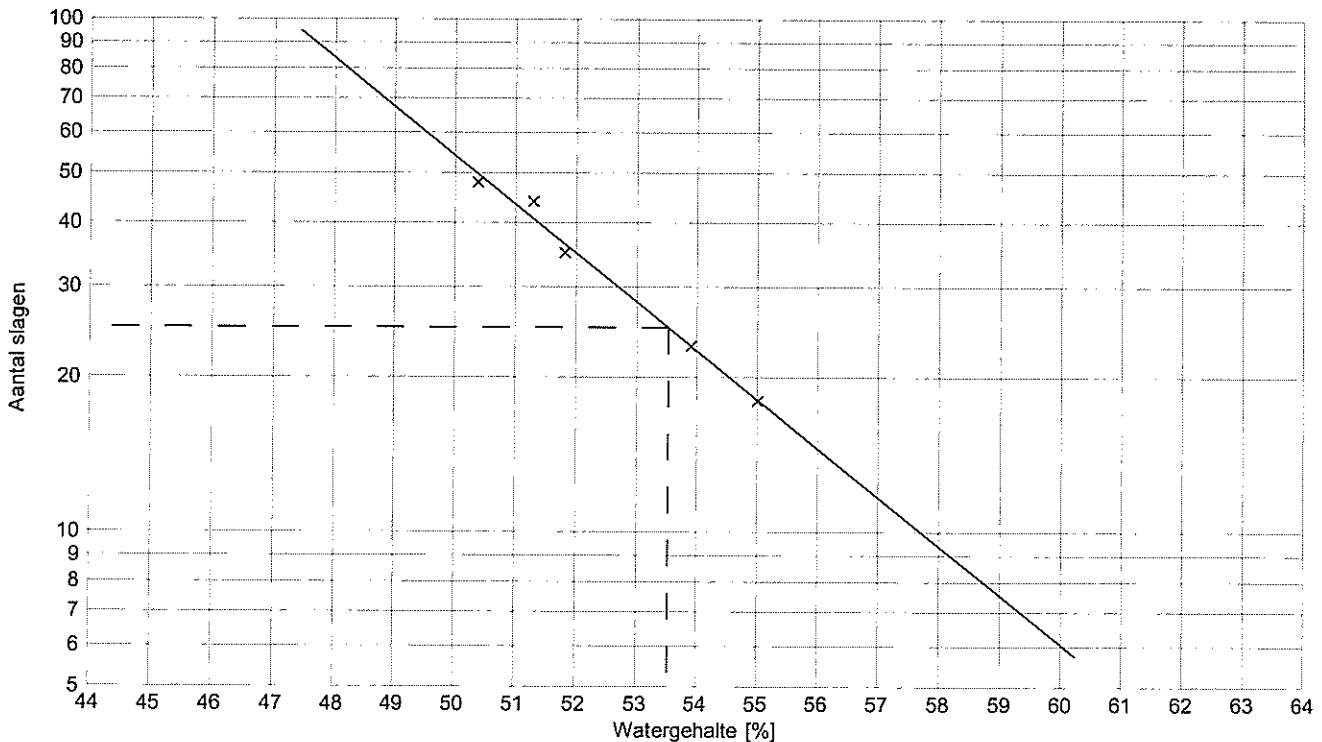
Boring : 208
Monster : 1
Diepte van / tot : 0.00 / 0.40 m -MV
Datum : 18-01-2012
Opmerkingen :

Methode : Casagrande
Natuurlijk vochtgehalte : 21.6 %
Vloeigrens : 38.7 %
Uitrolgrens : 21.6 %
Plasticiteits-index : 17.2 %



Boring : D-H01
Bus : 2279
Diepte van / tot : 9.24 / 8.98 m t.o.v. NAP
Datum : 11-11-2011
Opmerkingen :

Methode : Casagrande
Natuurlijk vochtgehalte : 33.0 %
Vloeigrens : 53.5 %
Uitrolgrens : 30.9 %
Plasticiteits-index : 22.7 %



Opdracht : 6071711

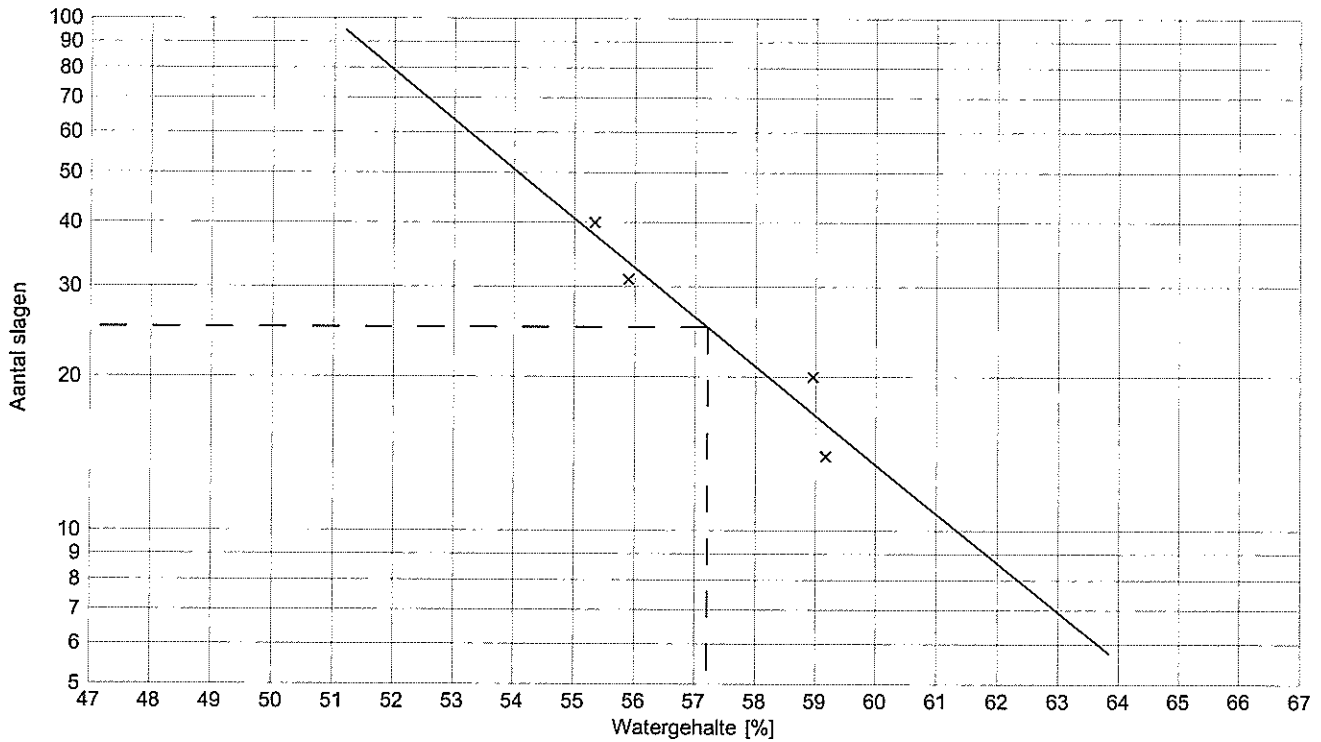
ATTERBERGSE GRENZEN

Plaats : Doorwerth

Betreft : Ruimte voor de rivier - maatregelen Doorwerthsche waarden

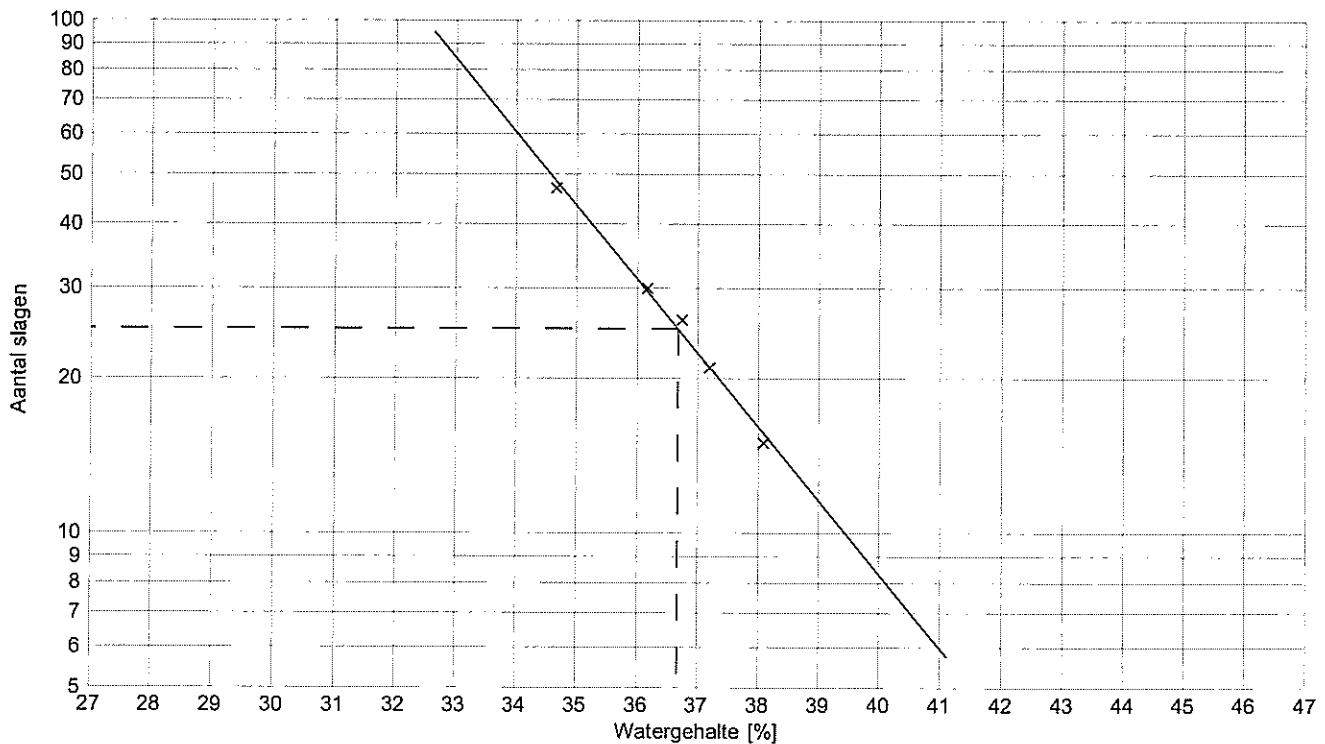
Boring : D-H01
Monster : 2
Diepte van / tot : 8.90 / 8.48 m t.o.v. NAP
Datum : 12-01-2012
Opmerkingen :

Methode : Casagrande
Natuurlijk vochtgehalte : 35.9 %
Vloeigrens : 57.2 %
Uitrolgrens : 30.6 %
Plasticiteits-index : 26.6 %



Boring : D-H02
Bus : 2278
Diepte van / tot : 10.95 / 10.61 m t.o.v. NAP
Datum : 11-11-2011
Opmerkingen :

Methode : Casagrande
Natuurlijk vochtgehalte : 25.2 %
Vloeigrens : 36.7 %
Uitrolgrens : 24.7 %
Plasticiteits-index : 11.9 %



Opdracht : 6071711

ATTERBERGSE GRENZEN

Plaats : Doorwerth

Betreft : Ruimte voor de rivier - maatregelen Doorwerthsche waarden

Boring : D-H02

Methode : Casagrande

Monster : 2

Natuurlijk vochtgehalte : 26.8 %

Diepte van / tot : 10.57 / 8.85 m t.o.v. NAP

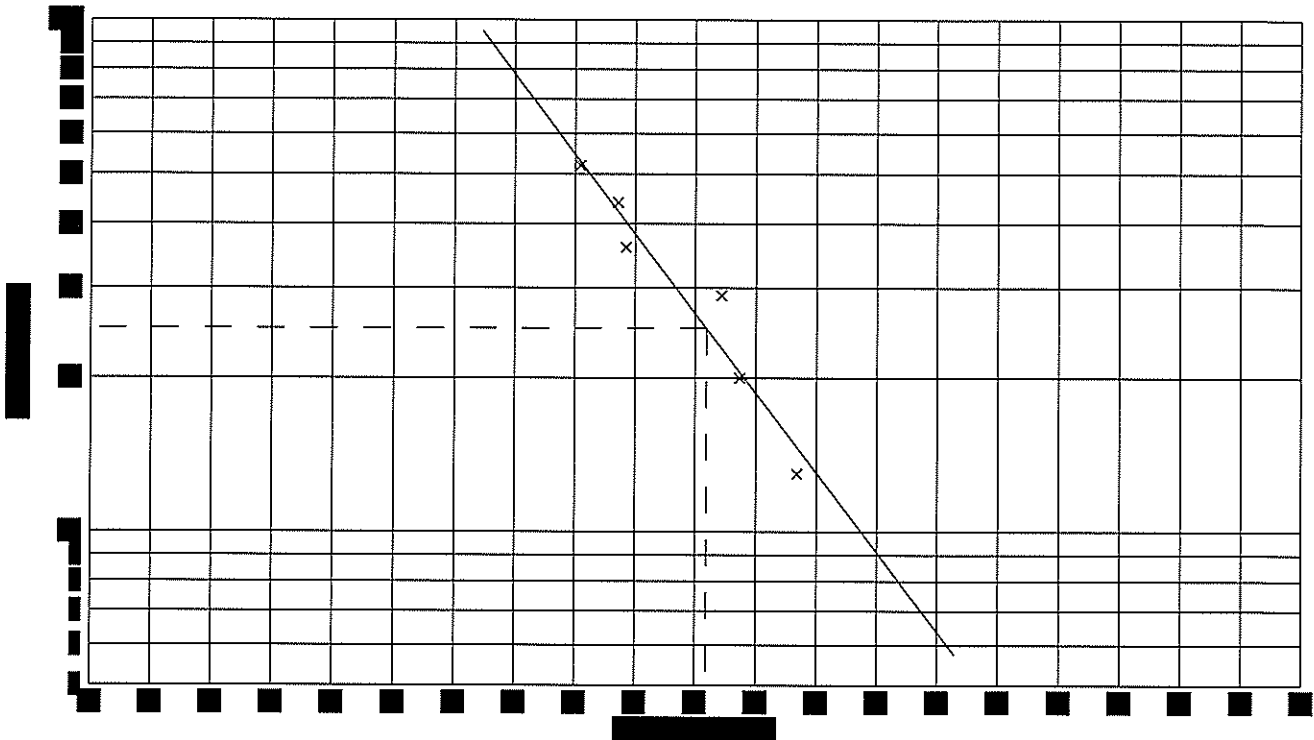
Vloeigrens : 34.2 %

Datum : 09-01-2012

Uitrolgrens : 22.0 %

Opmerkingen :

Plasticiteits-index : 12.2 %



Boring : D-H03

Methode : Casagrande

Bus : 2280

Natuurlijk vochtgehalte : 28.0 %

Diepte van / tot : 8.97 / 8.61 m t.o.v. NAP

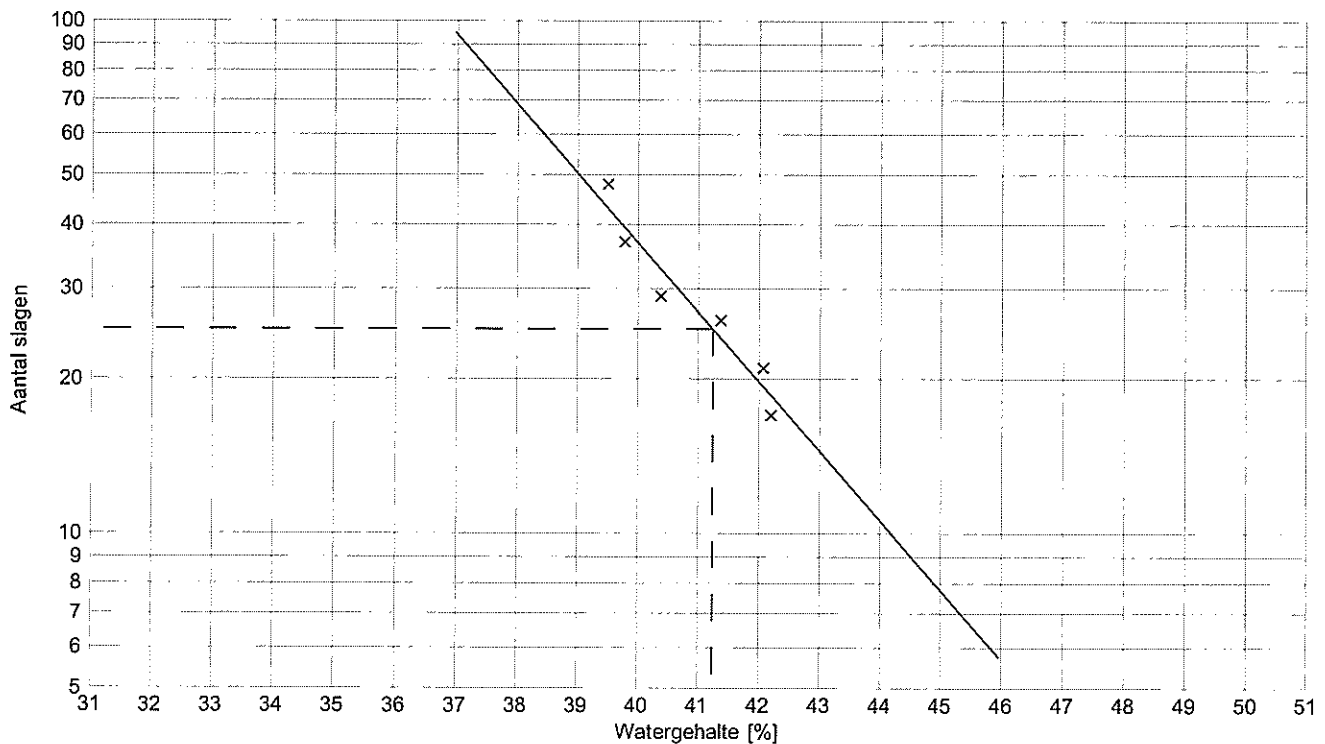
Vloeigrens : 41.2 %

Datum : 11-11-2011

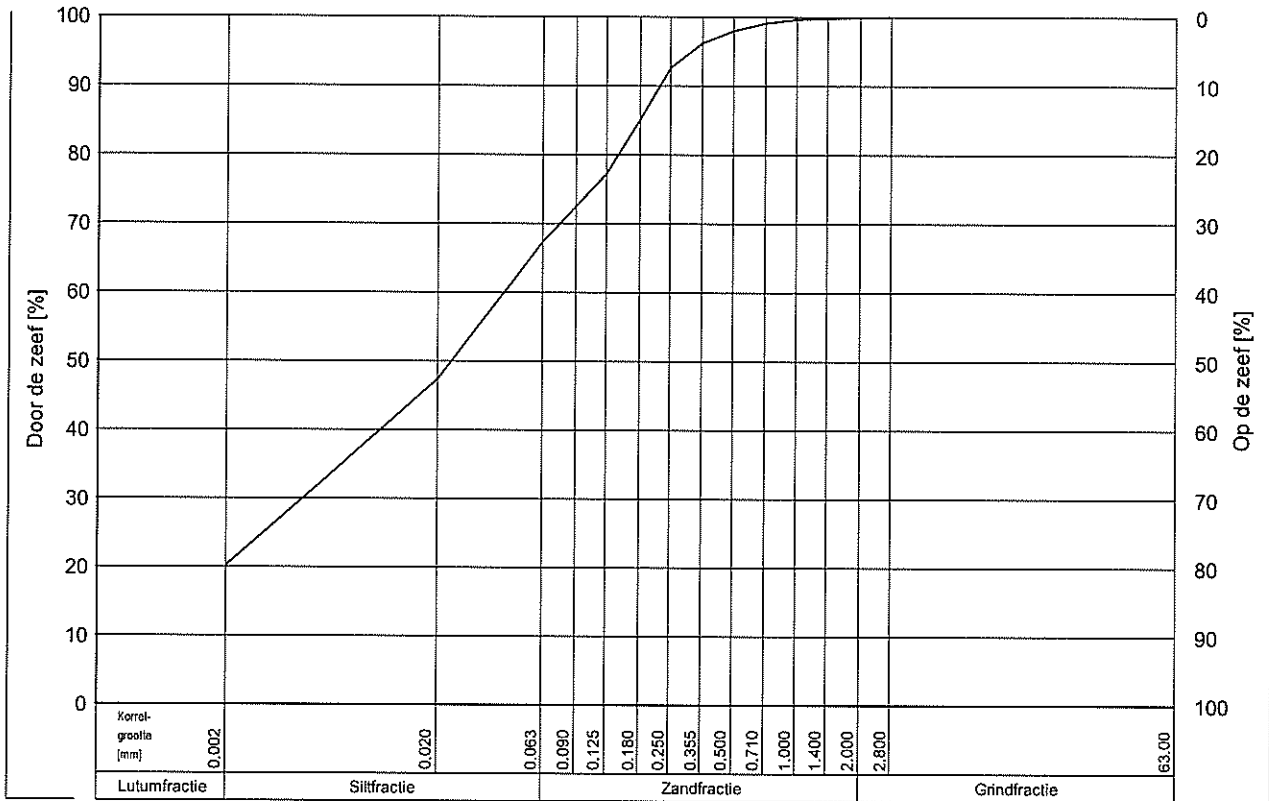
Uitrolgrens : 27.0 %

Opmerkingen :

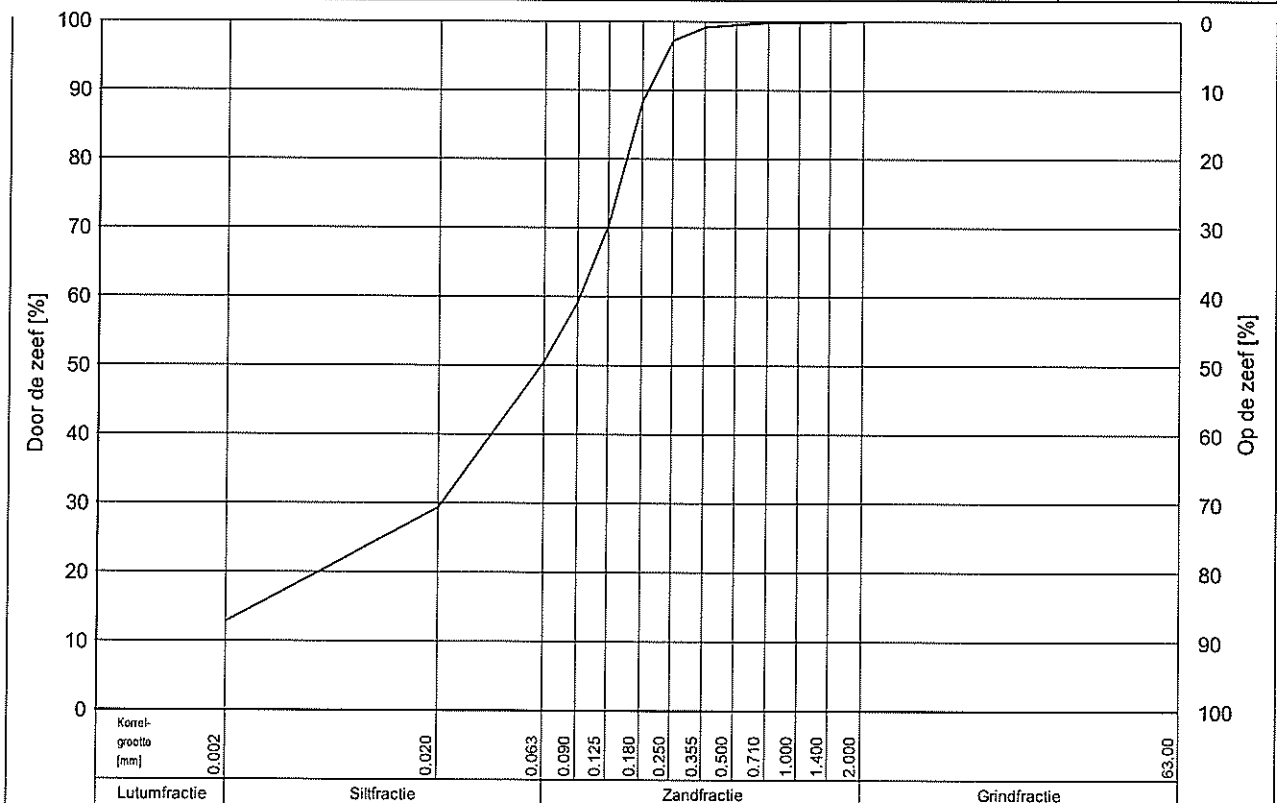
Plasticiteits-index : 14.2 %



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 [%]
D-H001	2279	9.28	9.24 / 8.98	168	23	2.47	2.4		67.4	0.08



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 [%]
D-H002	2278	10.95	10.95 / 10.61	138	61	1.98			50.5	

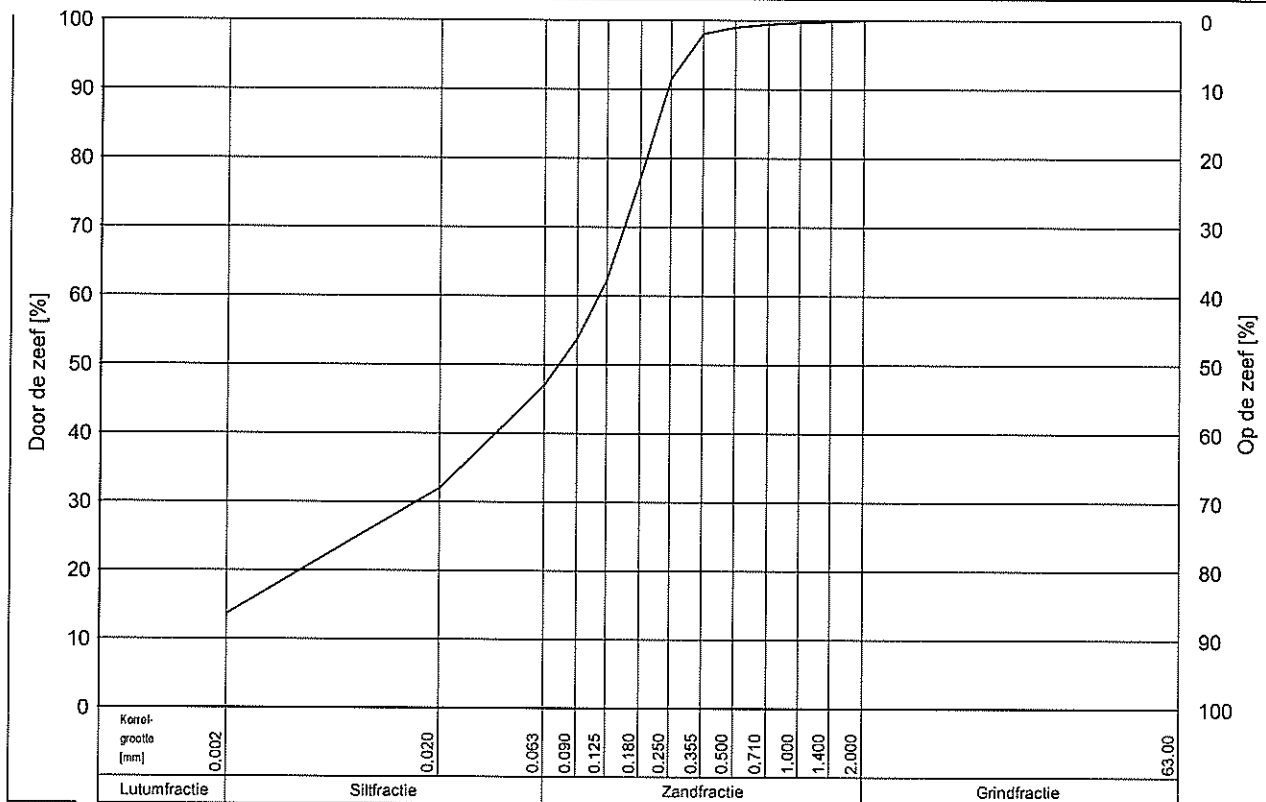


Opdracht : 6071711
 Plaats : Doorwerth
 Project : Ruimte voor de rivier

KORRELVERDELING

NEN 2560 (1980)
 NEN 5104 (1989)

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 [%]
D-H003	2280	9.01	9.01 / 8.67	165	74	2.25			47.0	



Opdracht : 6071711
Plaats : Nederrijn
Project : Ruimte voor de rivier

boring	monster nr.	diepte t.o.v. NAP [m]		org. stof % dr. stof	
D-H01	2279	8,98		5,4	
D-H02	2278	10,61		3,1	
D-H03	2280	8,67		5,8	
E-H01	2260	6,16		7,2	
E-H05	2264	6,09		6,5	
M-H01	2267	6,54		5,1	
M-H05	2275	6,17		13,6	
T-H04	2254	5,78		7,6	
T-H06	2256	6,81		5,0	

Opdracht : 6071711

Plaats : Nederrijn

Project : Ruimte voor de rivier - 4 maatregelen Nederrijn

Versie 1.02

boring	bus nummer	diepte t.o.v. NAP [m]	volumieke gewichten		watergehalte W [%]	poriëngehalte n [%]	verzadigingsgraad S [%]
			initieel γ [kN/m ³]	droog γ_{dr} [kN/m ³]			
E-H01	2260	6,24	16,53	11,84	39,7		
E-H04	2258	5,85	18,89	15,10	25,1		
M-H01	2267	6,57	15,95	12,31	29,6		
T-H04	2254	5,80	15,17	10,52	44,2		
T-H04	2254	5,55	18,85	15,21	23,9		
T-H06	2255	6,57	17,13	13,04	31,4		
E-H05	2264	6,04	17,99	13,50	33,2		
D-H01	2279	8,98	16,25	12,67	28,3		
D-H02	2278	10,72	17,94	14,70	22,1		
D-H03	2280	8,62	17,33	13,93	24,4		

Opdracht : 6071711
 Plaats : Doorwerth
 Betreft : Ruimte voor de rivier - maatregelen Doorwerth

BORING : 207

Datum : 11-11-2011 X : Boormeester : RS
 GWS : Y : Beschrijver :
 Maaiveld : MV GHG : Norm : NEN5104
 Opmerkingen : GLG :

Boorprofiel	Laag nr.	Diepte [m t.o.v. MV]		Omschrijving grondlaag	Kleur
		van	tot		
	1	1	0.00 -0.90	Klei, sterk zandig (zeer fijn), matig puinhoudend	bruin
	2	2	-0.90 -1.50	Klei, sterk zandig (zeer fijn)	bruin
	3	3	-1.50 -2.30	Klei, sterk zandig (zeer fijn), sterk puinhoudend	bruin
	4	4	-2.30 -3.00	Klei, sterk zandig (matig fijn), zwak puinhoudend	bruin

BORING : 208

Datum : 11-11-2011 X : Boormeester : RS
 GWS : Y : Beschrijver :
 Maaiveld : MV GHG : Norm : NEN5104
 Opmerkingen : GLG :

Boorprofiel	Laag nr.	Diepte [m t.o.v. MV]		Omschrijving grondlaag	Kleur
		van	tot		
	1	1	0.00 -0.40	Klei, sterk zandig (matig fijn), zwak humeus	bruin
	2	2	-0.40 -1.10	Zand, matig fijn, zwak kleiig	bruin
	3	3	-1.10 -2.00	Klei, zwak siltig	bruin
	4	4	-2.00 -3.00	Klei, matig siltig	bruin

Opricht : 6071711

Plaats : Doorwerth

Betreft : Ruimte voor de rivier - maatregelen Doorwertsche Waarden

BORING : BGA1

Datum : 25-11-2011

X : 182195.570

Boormeester : DT

GWS : NAP +6.59 m

Y : 441796.590

Beschrijver :

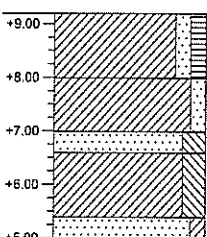
Maaiveld : NAP +9.19 m

GHG :

Norm : NEN5104

Opmerkingen :

GLG :

Boorprofiel	Laag nr.	Diepte [m t.o.v. NAP]		Omschrijving grondlaag	Kleur	
		van	tot			
	1	1	+9.19	+7.99	Klei, zwak zandig (zeer fijn), zwak humeus	bruin
		2	+7.99	+6.99	Klei, zwak zandig (zeer fijn)	bruin
	2	3	+6.99	+6.59	Zand, matig fijn, matig siltig	bruin
		4	+6.59	+5.39	Klei, matig siltig	grijs
	5	+5.39	+4.99	Zand, matig fijn, zwak kleiig	grijs	

BORING : BGA2

Datum : 25-11-2011

X : 182184.290

Boormeester : DT

GWS : NAP +7.24 m

Y : 441746.640

Beschrijver :

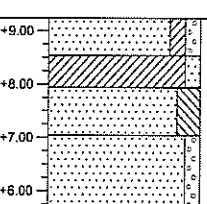
Maaiveld : NAP +9.24 m

GHG :

Norm : NEN5104

Opmerkingen :

GLG :

Boorprofiel	Laag nr.	Diepte [m t.o.v. NAP]		Omschrijving grondlaag	Kleur	
		van	tot			
	1	1	+9.24	+8.54	Zand, matig fijn, zwak kleiig, zwak grindig	bruin
		2	+8.54	+7.94	Klei, zwak zandig (zeer fijn)	bruin
	3	3	+7.94	+7.04	Zand, matig fijn, matig siltig	bruin
		4	+7.04	+5.64	Zand, matig fijn, zwak grindig	grijs

BORING : BGA3

Datum : 25-11-2011

X : 182197.720

Boormeester : DT

GWS : NAP +6.83 m

Y : 441700.140

Beschrijver :

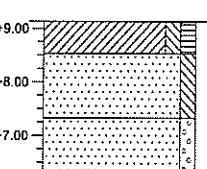
Maaiveld : NAP +9.13 m

GHG :

Norm : NEN5104

Opmerkingen :

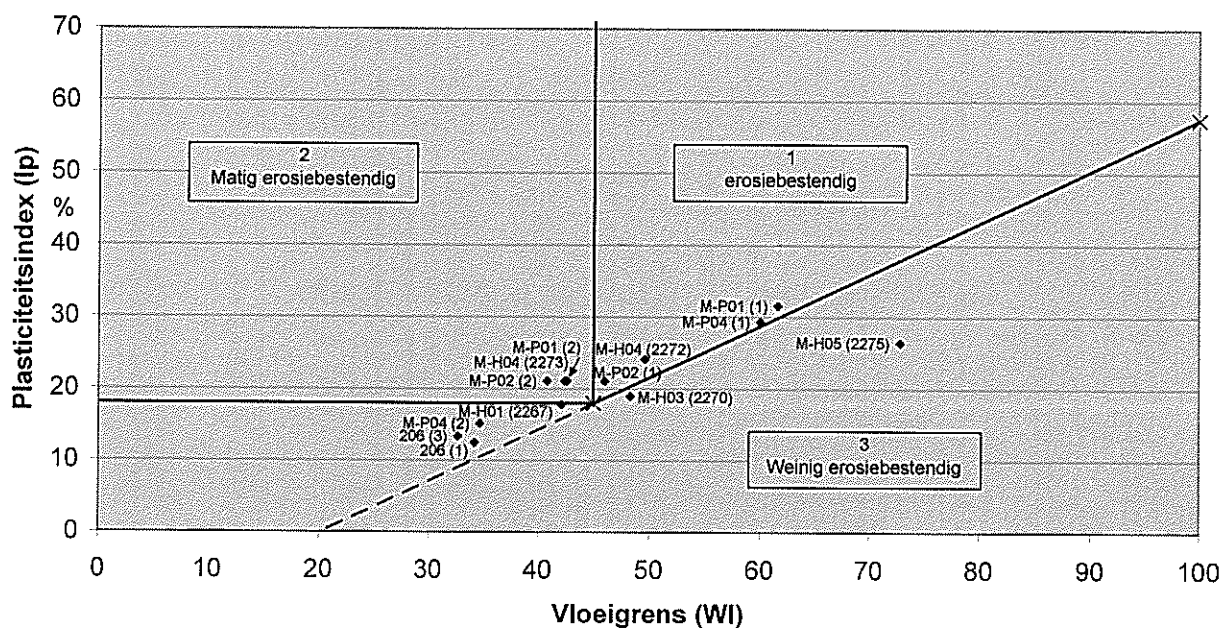
GLG :

Boorprofiel	Laag nr.	Diepte [m t.o.v. NAP]		Omschrijving grondlaag	Kleur	
		van	tot			
	1	1	+9.13	+8.53	Klei, zwak siltig, zwak humeus	bruin
		2	+8.53	+7.33	Zand, matig fijn, zwak siltig	bruin
	3	+7.33	+6.13	Zand, matig grof, zwak grindig	bruin	

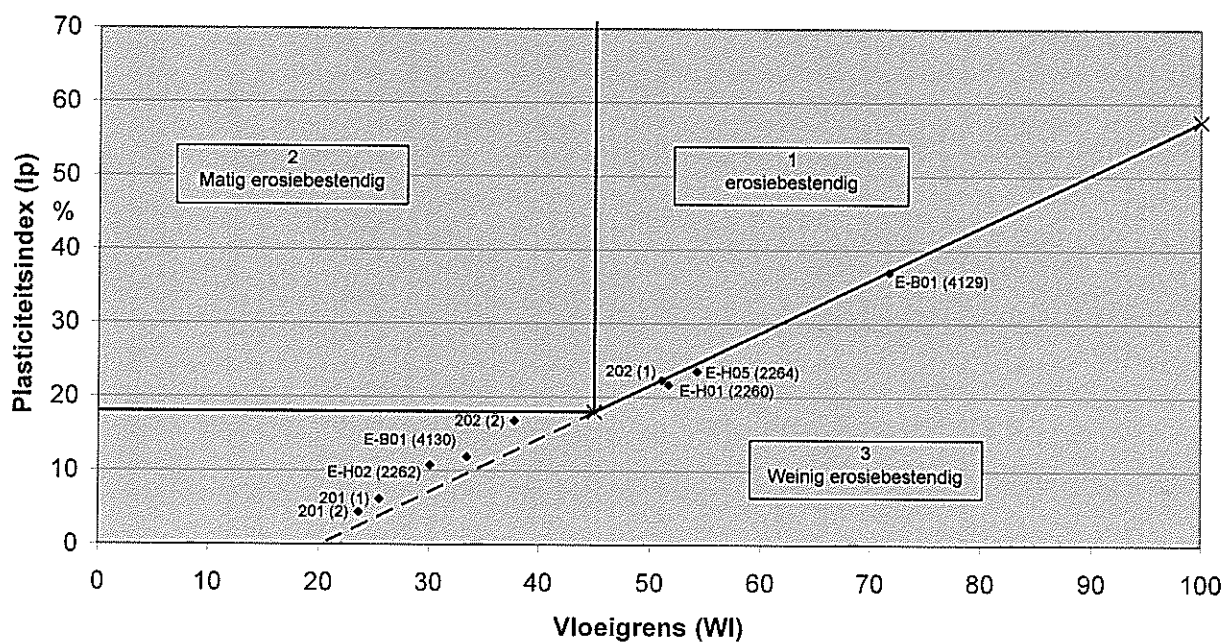
Bijlage 2

Erosiebestendigheid conform TRKD alle uiterwaarden

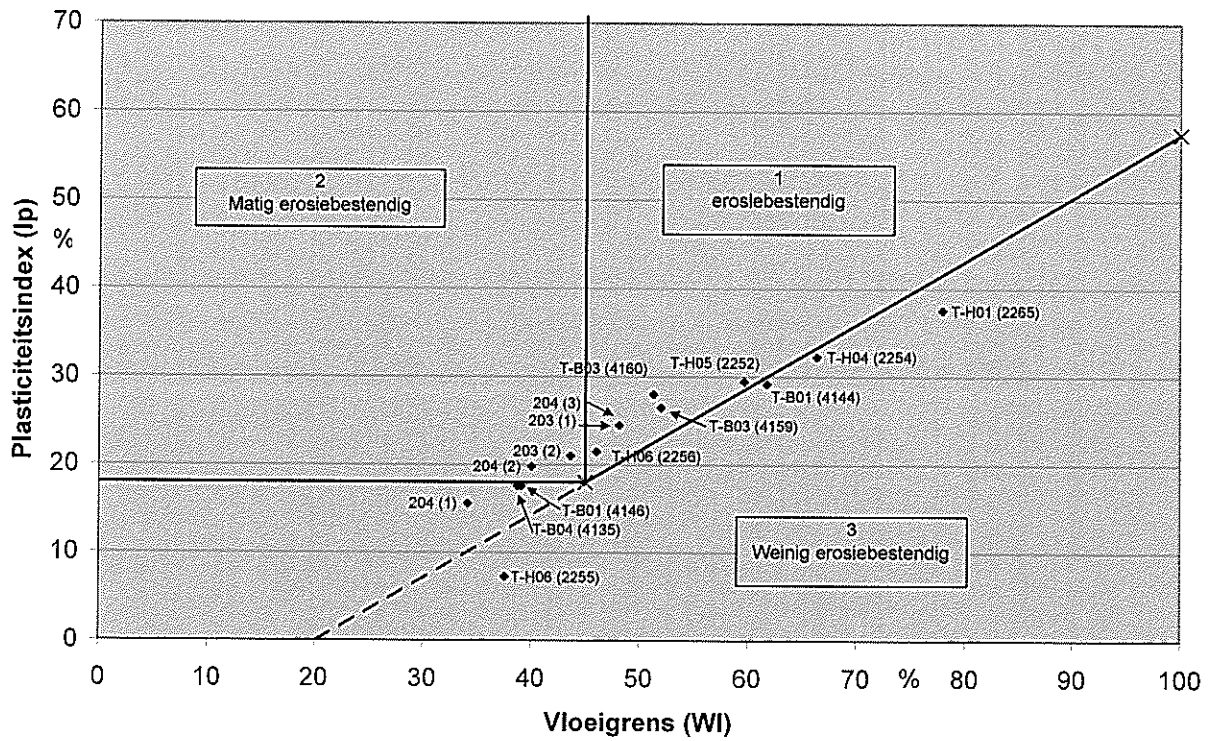
Erosiebestendigheid klei Middelwaard



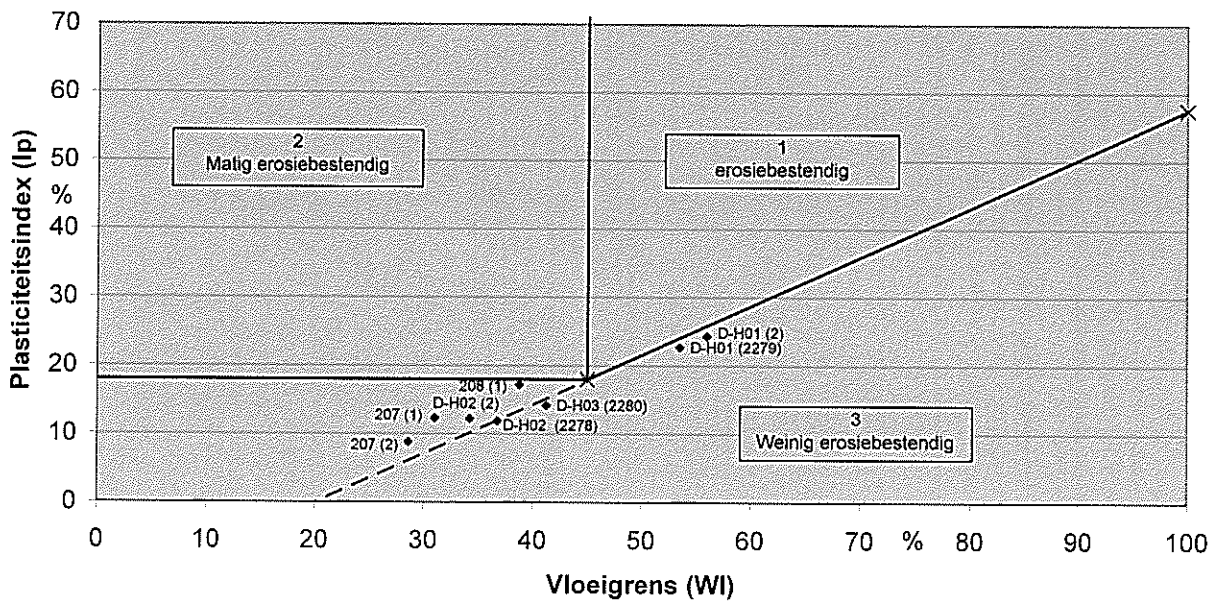
Erosiebestendigheid klei Elst



Erosiebestendigheid klei Tollewaard

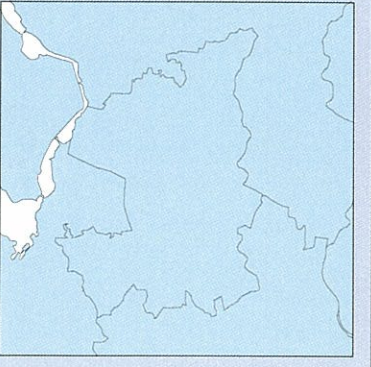


Erosiebestendigheid klei Doorwerth



Bijlage 3

Erosiebestendigheid op onderzochte locaties per uiterwaard



Legend

Erosiebestendigheid

resultaat

- goed
- slecht
- voldoende

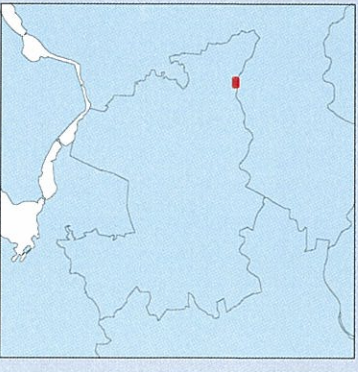
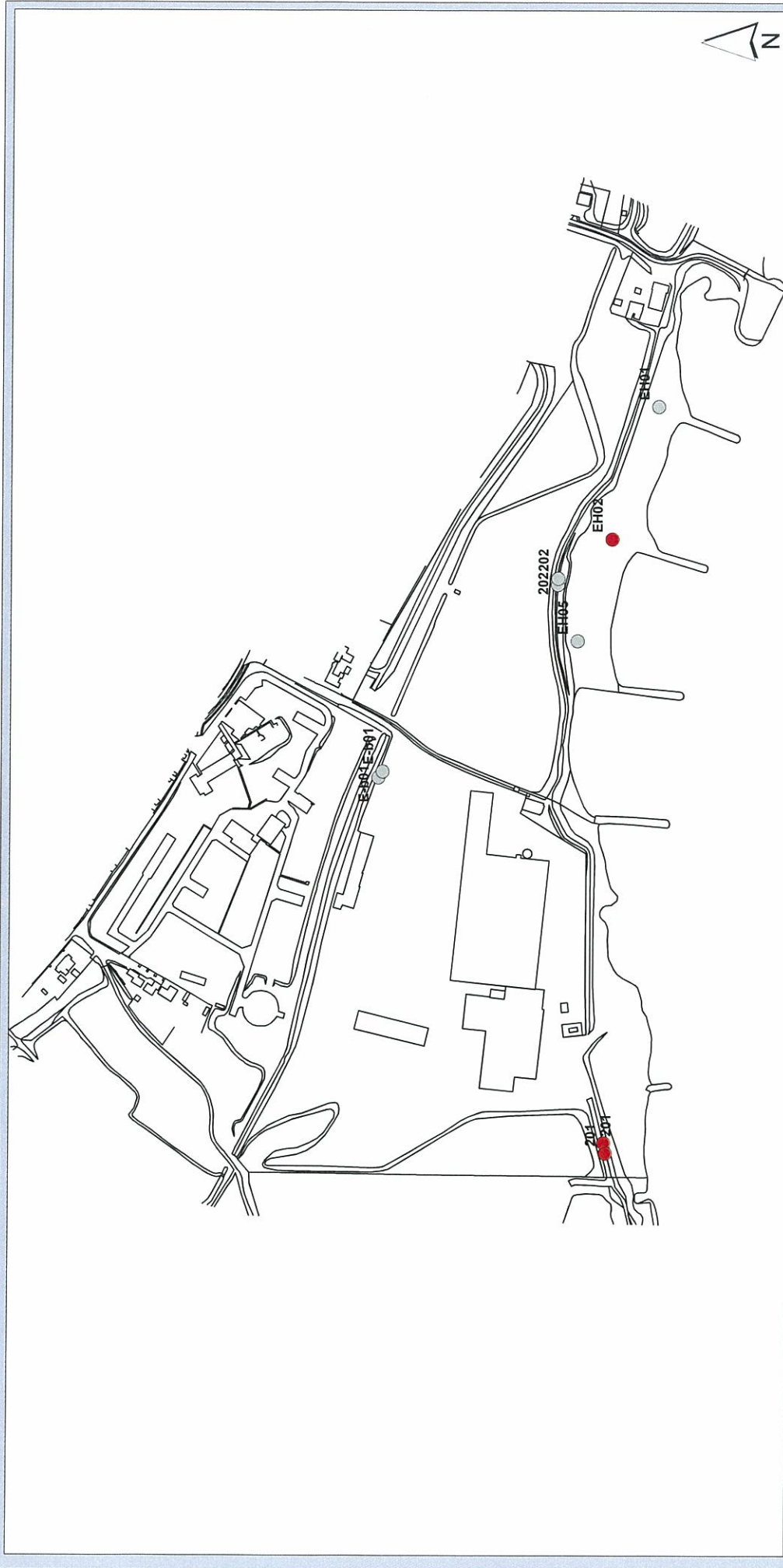
**Erosiebestendigheid Doorwerth
Riviermaatregelen Nederrijn**

Opdrachtgever: Boskalis bv
Projectnummer: 299493

Status: concept
Datum: 23-01-12
Schaal: 1:8,000
Formaat: A3
Tekeningnummer: 000
Get. MR - Gec: [xx]



Kust & rivieren
Grontmij Nederland B.V.
De Helle 22
3732 HM De Bilt
Postbus 203
3730 AC De Bilt
T +31 30 220 79 11
F +31 30 220 02 84
waterbouw@grontmij.nl
www.grontmij.nl



Legend
Erosiebestendigheid resultaat
 ● goed
 ● slecht
 ● voldoende



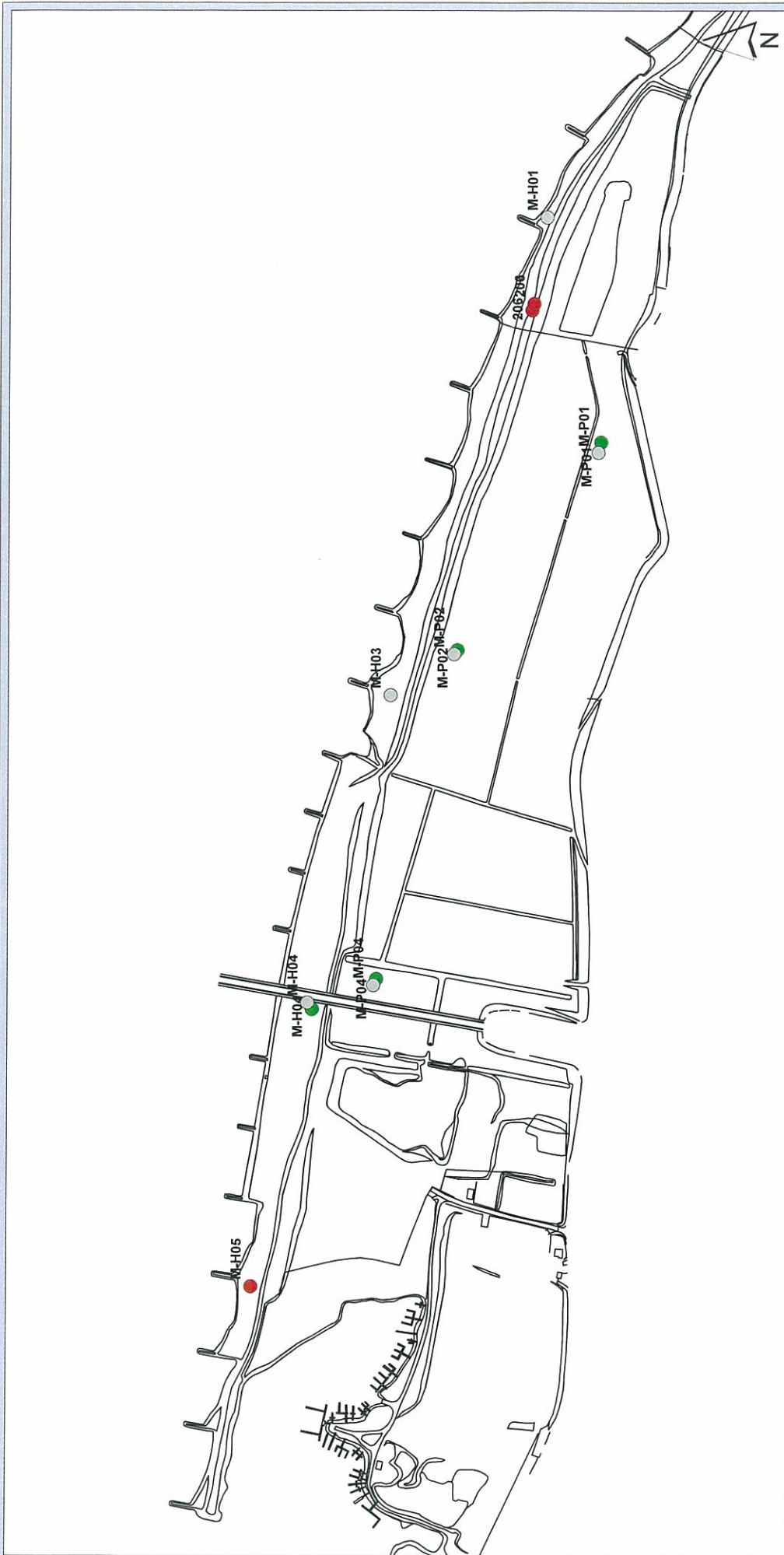
Erosiebestendigheid Elst
Riviermaatregelen Nederrijn

Opdrachtgever: Boskalis bv
 Projectnummer: 299493

Status: concept
 Datum: 23-01-12
 Schaal: 1:3.500
 Formaat: A3
 Tekeningnummer: 000
 Get: MR - Gec: [x]



Kust & rivieren
 Grontmij Nederland B.V.
 De Holle Bilt 22
 3732 HM De Bilt
 Postbus 203
 3720 AE De Bilt
 T +31 30 220 79 11
 F +31 30 220 02 94
 wakenbouw@grontmij.nl
 www.grontmij.nl



Erosiebestendigheid Middelwaard Riviermaatregelen Nederrijn

Oprachtgever: Boskalis bv
Projectnummer: 299493

Status: concept
Datum: 23-01-12
Schaal: 1:5.000
Formaat: A3
Tekeningnummer: 000
Get: MR - Gec: [xx]

Grontmij
 Kust E. nieren
 Grontmij Nederland B.V.
 De Holle Bilt 22
 3732 HM De Bilt
 Postbus 203
 3720 AE De Bilt
 T +31 30 220 79 11
 F +31 30 220 02 94
 waterbouw@grontmij.nl
 www.grontmij.nl

© Grontmij Nederland bv. Alle rechten voorbehouden

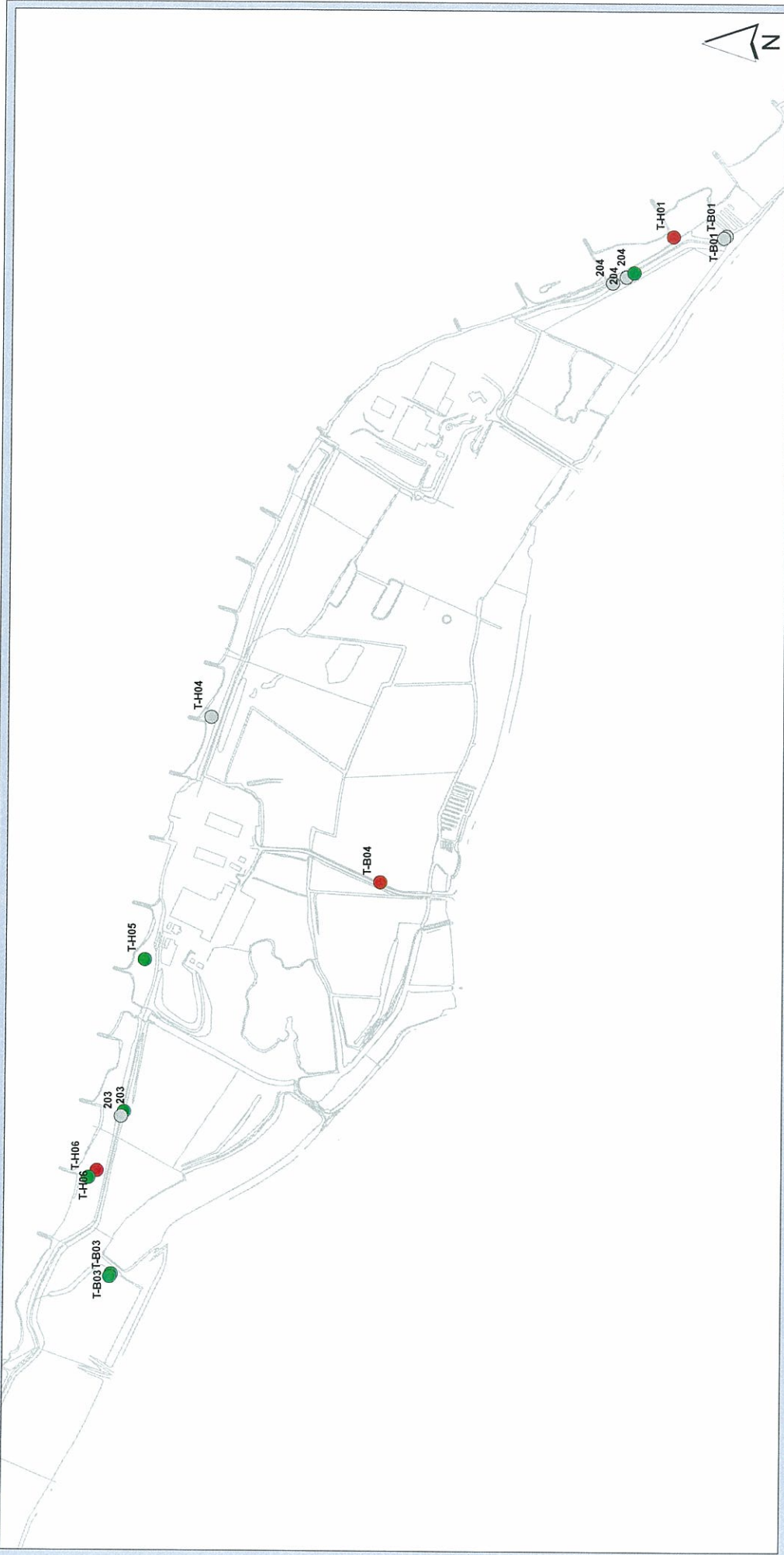
Legend

Erosiebestendigheid resultaat


- goed
- slecht
- voldoende

0 250 500 meter





Erosiebestendigheid Tollewaard Riviermaatregelen Nederrijn



Opdrachtgever: Boskalis bv
Projectnummer: 299493
Status: concept
Datum: 23-01-12
Schaal: 1:100,000
Formaat: A3
Tekeningnummer: 000
Get. MR - Gec.: [xx]

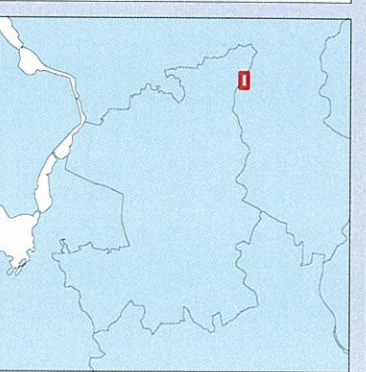
Kust & rivieren
 Grontmij Nederland B.V.
 De Helle Blil 22
 3732 HM De Bilt
 Postbus 203
 3730 AE De Bilt
 T +31 30 220 79 11
 F +31 30 220 02 94
 watenbouw@grontmij.nl
 www.grontmij.nl

© Grontmij Nederland bv. Alle rechten voorbehouden

Legend

Erosiebestendigheid resultaat

- goed
- slecht
- voldoende



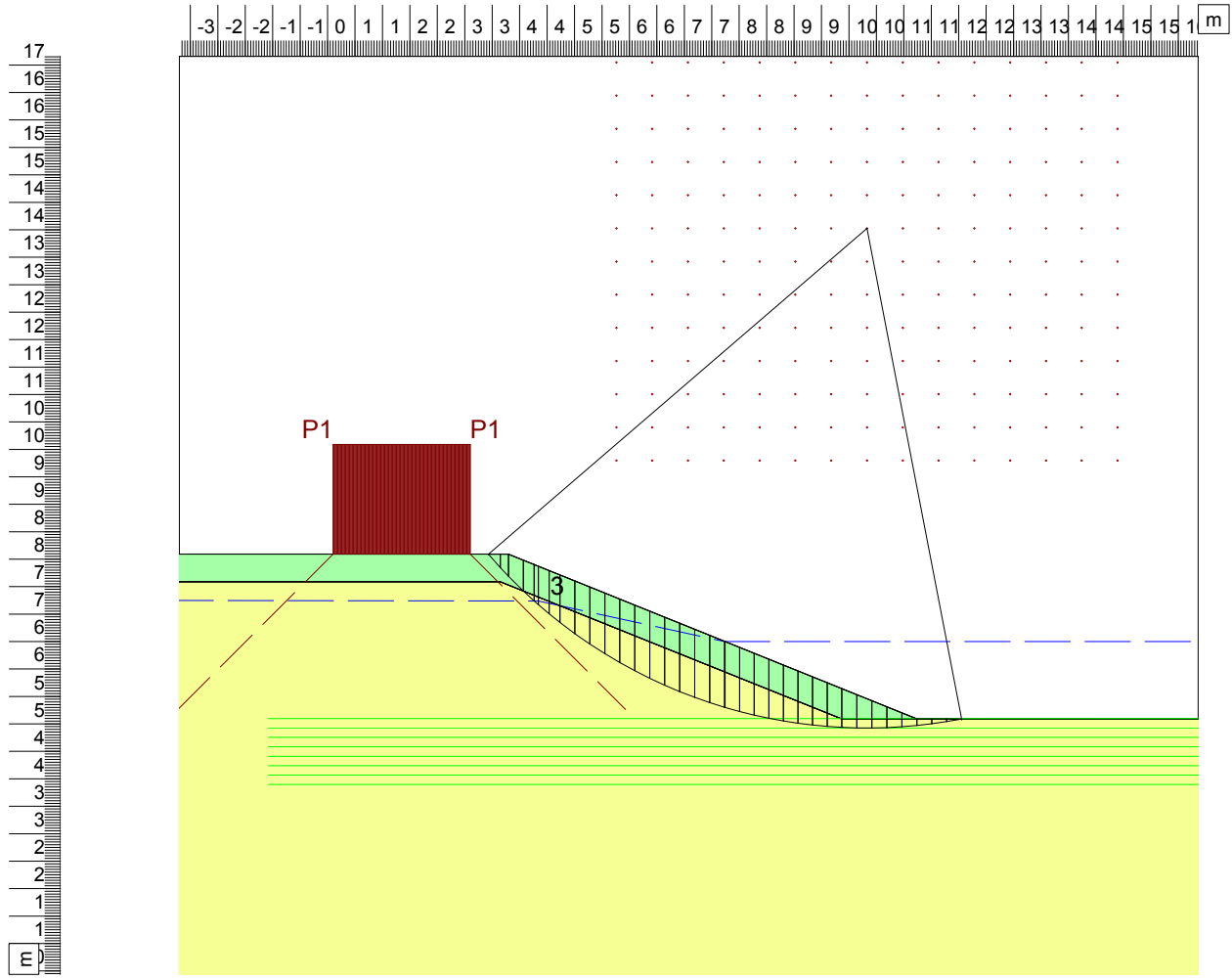
Bijlage 4

Stabiliteit berekeningen per uiterwaard

Bijlage 4-1

Resultaten berekeningen uiterwaard Elst

Critical Circle Bishop



- Layers**
- 3. Klei zandig
 - 2. Klei siltig
 - 1. Zand

Xm : 9.83 [m]
 Ym : 13.53 [m]

Radius : 9.10 [m]
 Safety : 1.01

Grontmij NV

Phone
 Fax

date
 28-11-2011

drvl.
 Mfs

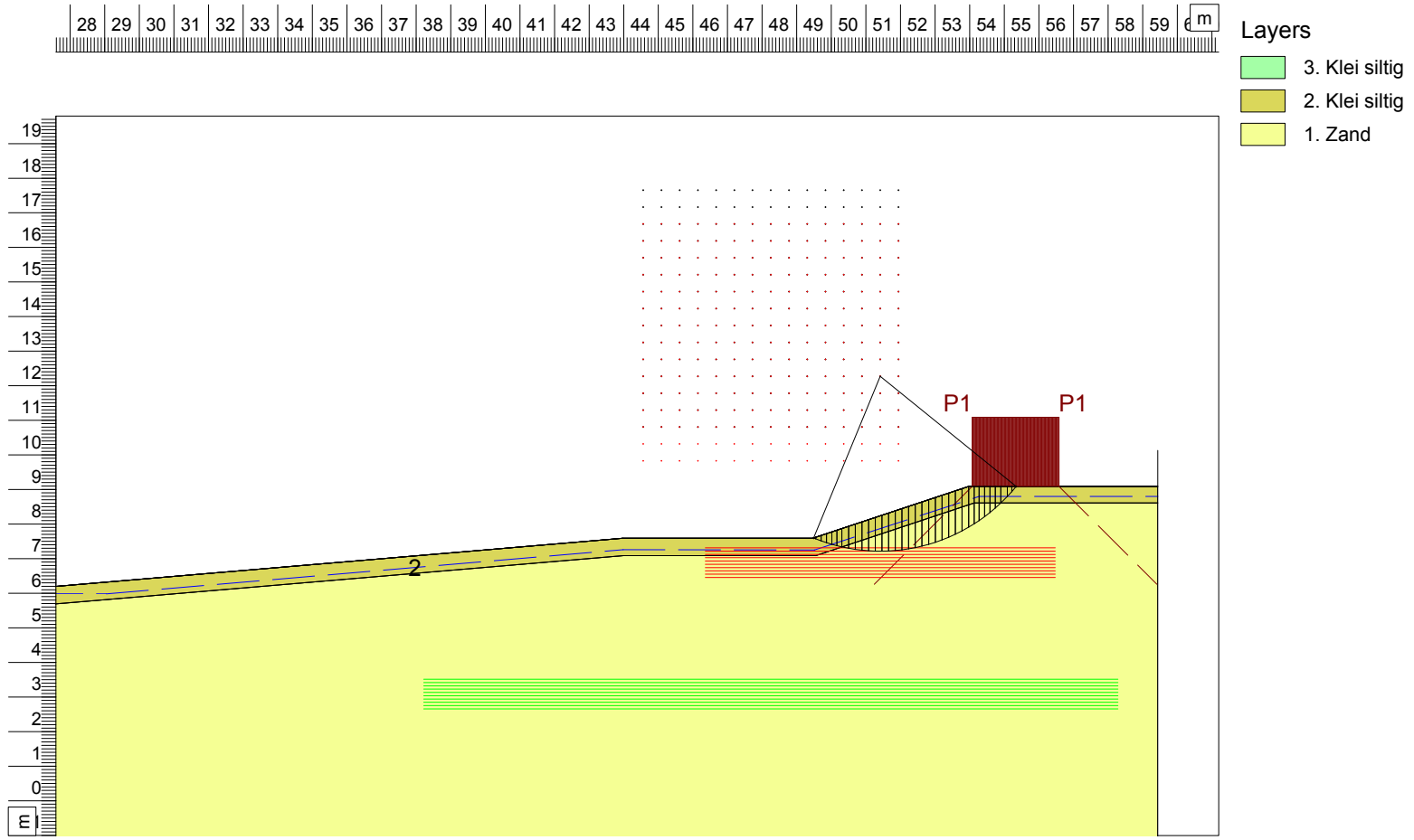
Nederrijn - Elst - watergang
 Stabiliteit DWP 2, talud zuidzijde watergang
 Peil na val, zand kern, taludhelling 1:2,5

Annex
 299493

ctf.
 A4

D:\Geo Stability 10.1 : DWP2_1-25.stl

Critical Circle Bishop



Xm : 51.42 [m]
 Ym : 12.28 [m]
 Radius : 5.06 [m]
 Safety : 1.27

Grontmij NV

Phone
 Fax

date
 29-11-2011

drvl.
 Mrs

Nederrijn - Elst - watergang
 Stabiliteit DWP 2, talud hogelagere weide
 Peil na val, zand kern

Annex
 299493

form.
 A4

D:Geo Stability 10.1 : DWP2_noorzijde.stl

Aanvulling met klei, siltig
 Peil na val
 Nederrijn - Elst - DWP 6
 Grontmij NV

Grontmij NV

Phone
Fax

17-11-2011
date

D:Geo Stability 10.1 : DWP6_125deKlaag sfl

Mfs
drv.

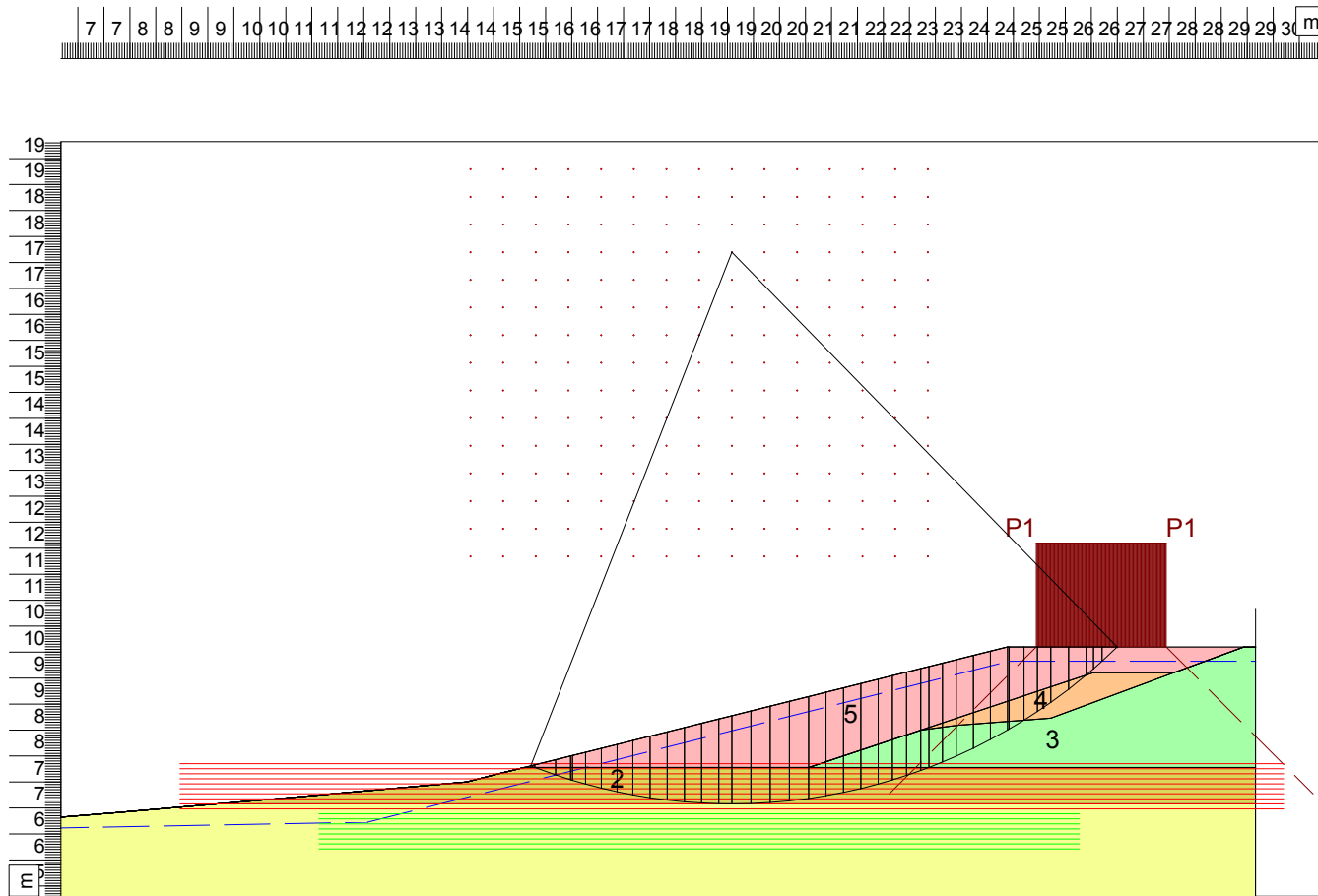
299493

ctf.

Annex

A4
form.

Critical Circle Bishop



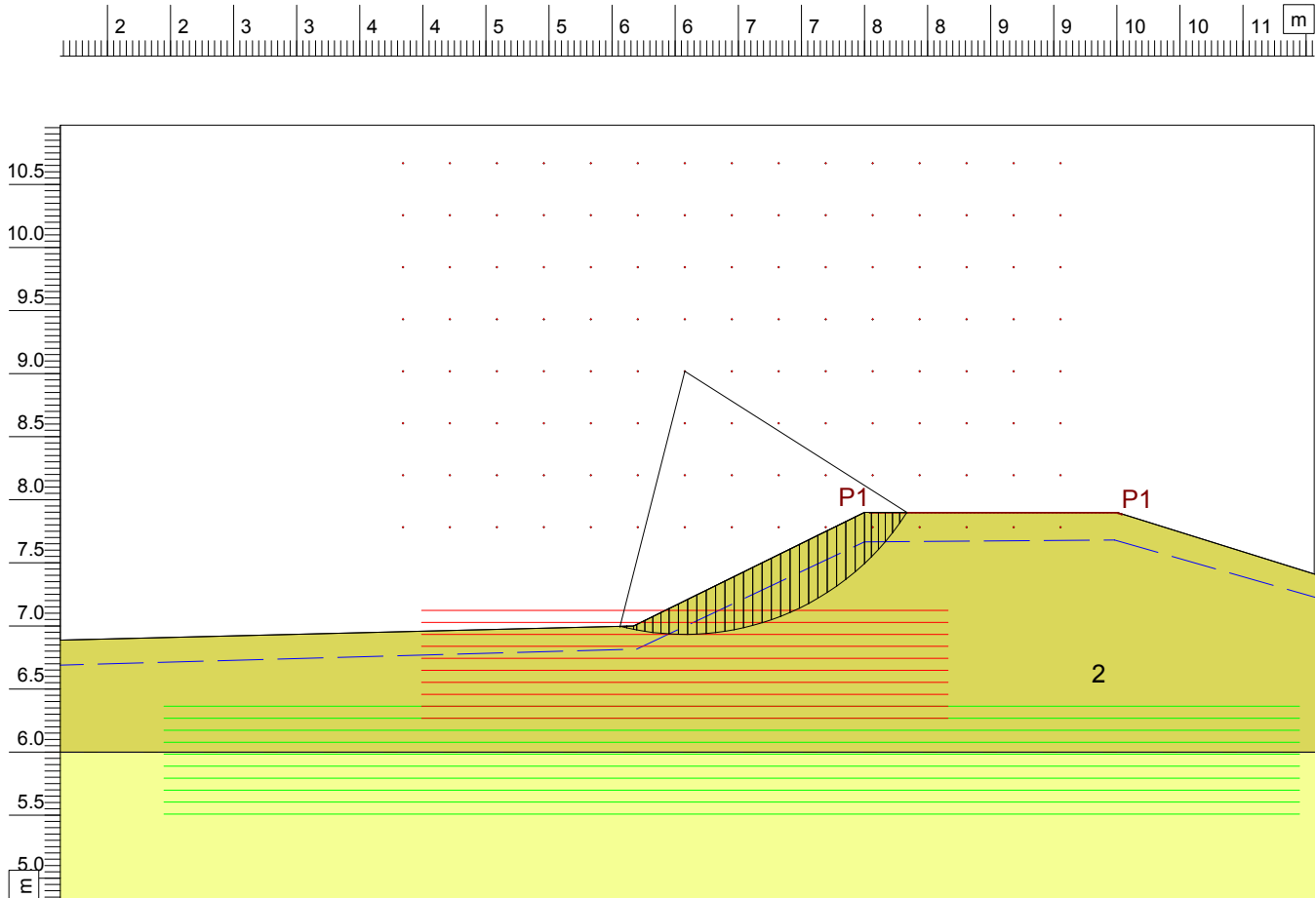
Layers

- 5. Klei siltig
- 4. Klei siltig
- 3. Zand
- 2. Klei siltig
- 1. Zand

Xm : 19.08 [m]
Ym : 17.20 [m]

Radius : 10.62 [m]
Safety : 1.05

Critical Circle Bishop



Layers

- 2. Klei zandig
- 1. Zand

Xm : 6.08 [m]
Ym : 9.02 [m]

Radius : 2.09 [m]
Safety : 1.21

Grontmij NV

Phone
Fax

date
16-11-2011

driv.
Mrs

Nederrijn - Elst - zomerkade
Stabiliteit DWP 3,
Peil na val

Annex
299493

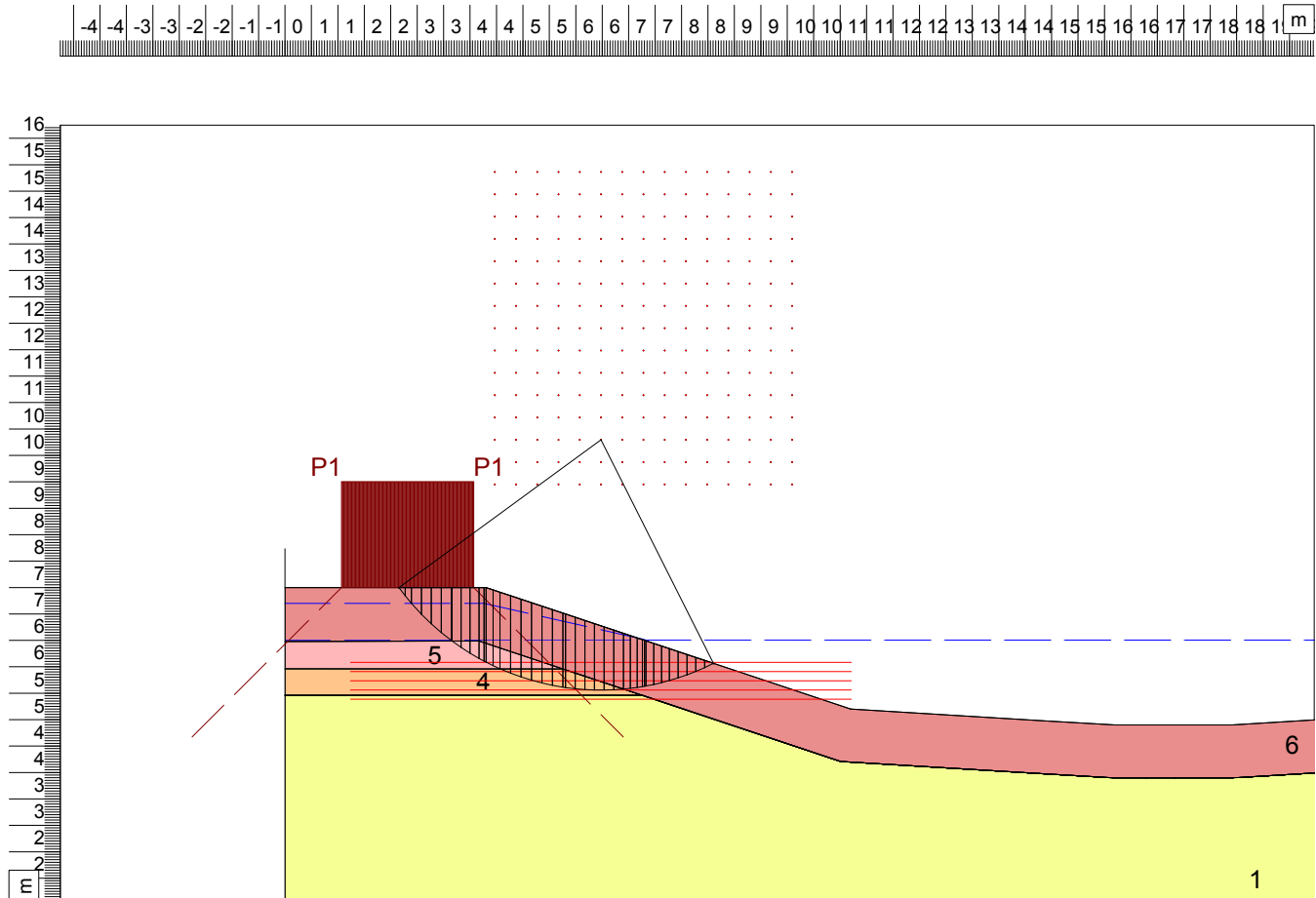
form.
A4

D-Geo Stability 10.1 : DWP3_zomerkade.stl

Bijlage 4-2

Resultaten berekeningen Middelwaard

Critical Circle Bishop



- Layers**
- 6. Klei siltig
 - 5. Zand
 - 4. Klei siltig
 - 3. Zand
 - 2. Klei siltig
 - 1. Zand

Xm : 5.98 [m]
Ym : 9.80 [m]

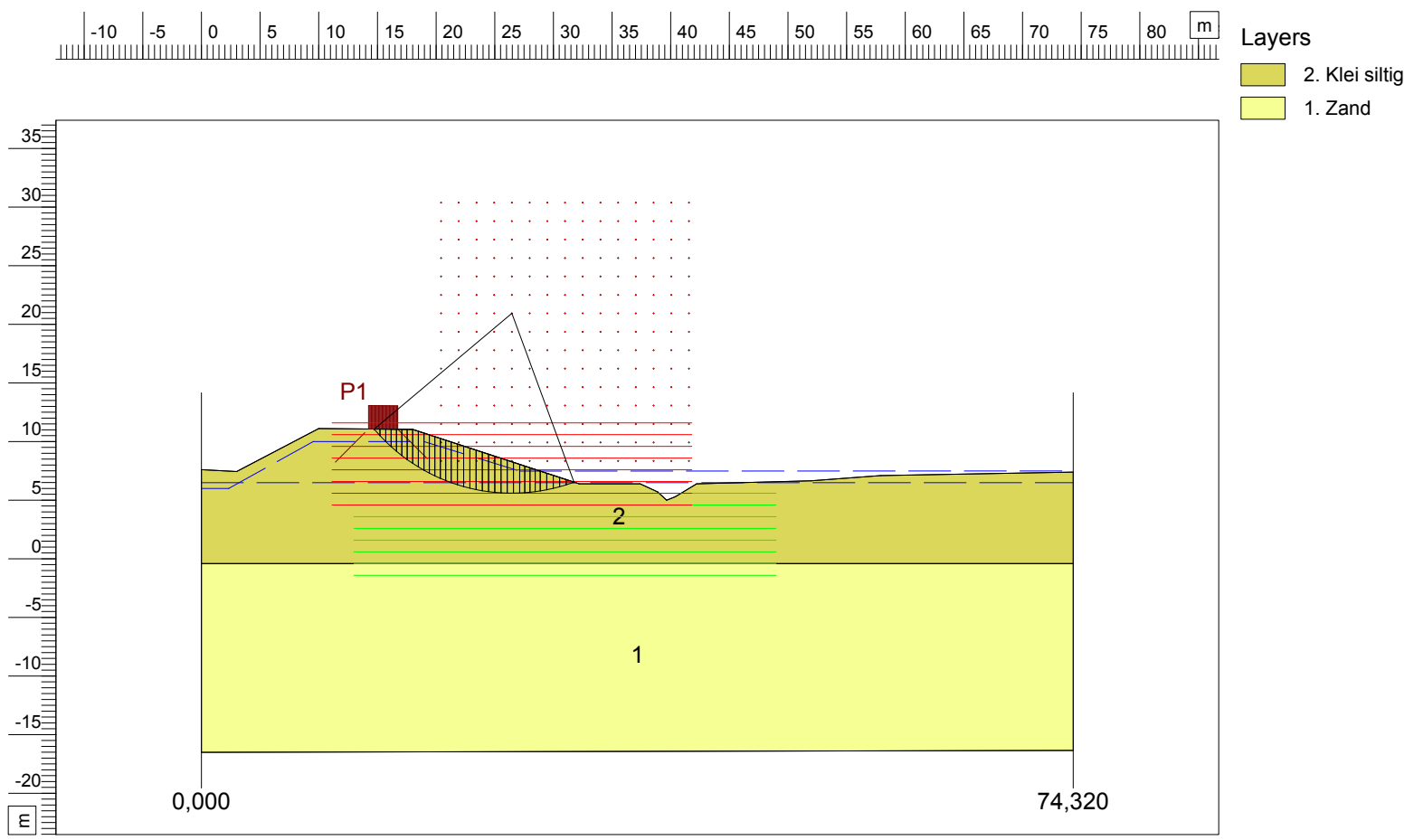
Radius : 4.74 [m]
Safety : 1.18

Grontmij NV Nederrijn- Middelwaard Stabiliteit DWP 6, (zuidzijde watergang 1:3) Peil na val		Phone	D-Geo Stability 10.1 : watergangs_1-3.stl
		Fax	
Annex	299493	29-11-2011	Mrs
A4			Mrs

Bijlage 4-3

Resultaten berekeningen Tollewaard

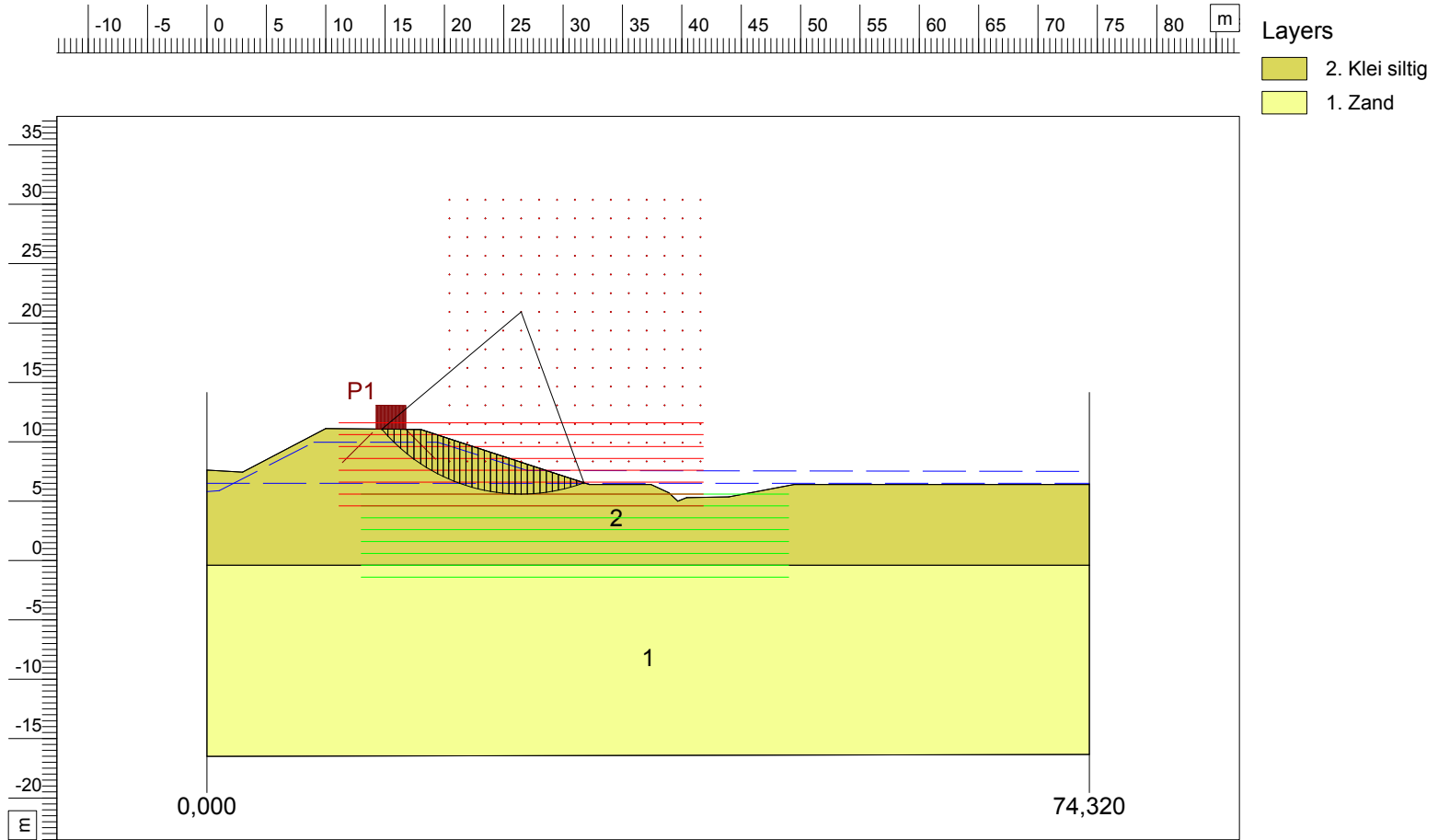
Critical Circle Bishop



Xm : 26,47 [m]
 Ym : 20,94 [m]
 Radius : 15,34 [m]
 Safety : 0,85

Grontmij NV		D-Geo Stability 10.1 : Marsdijk, bestaand sfl	
Nederrijn - Tollewaard		date	
Stabiliteit Marsdijk		28-2-2012	
Peil na val, bestaande situatie		driv.	
		Mfs	
		form.	
		A4	
Phone			
Fax			
299493			
Annex			

Critical Circle Bishop



X_m : 26,47 [m]
 Y_m : 20,94 [m]
 Radius : 15,34 [m]
 Safety : 0,85

Grontmij NV
 Nederrijn - Tollewaard
 Stabiliteit Marsdijk
 Peil na val, nieuwe situatie

Phone
 Fax

date
 28-2-2012

2999493

Annex

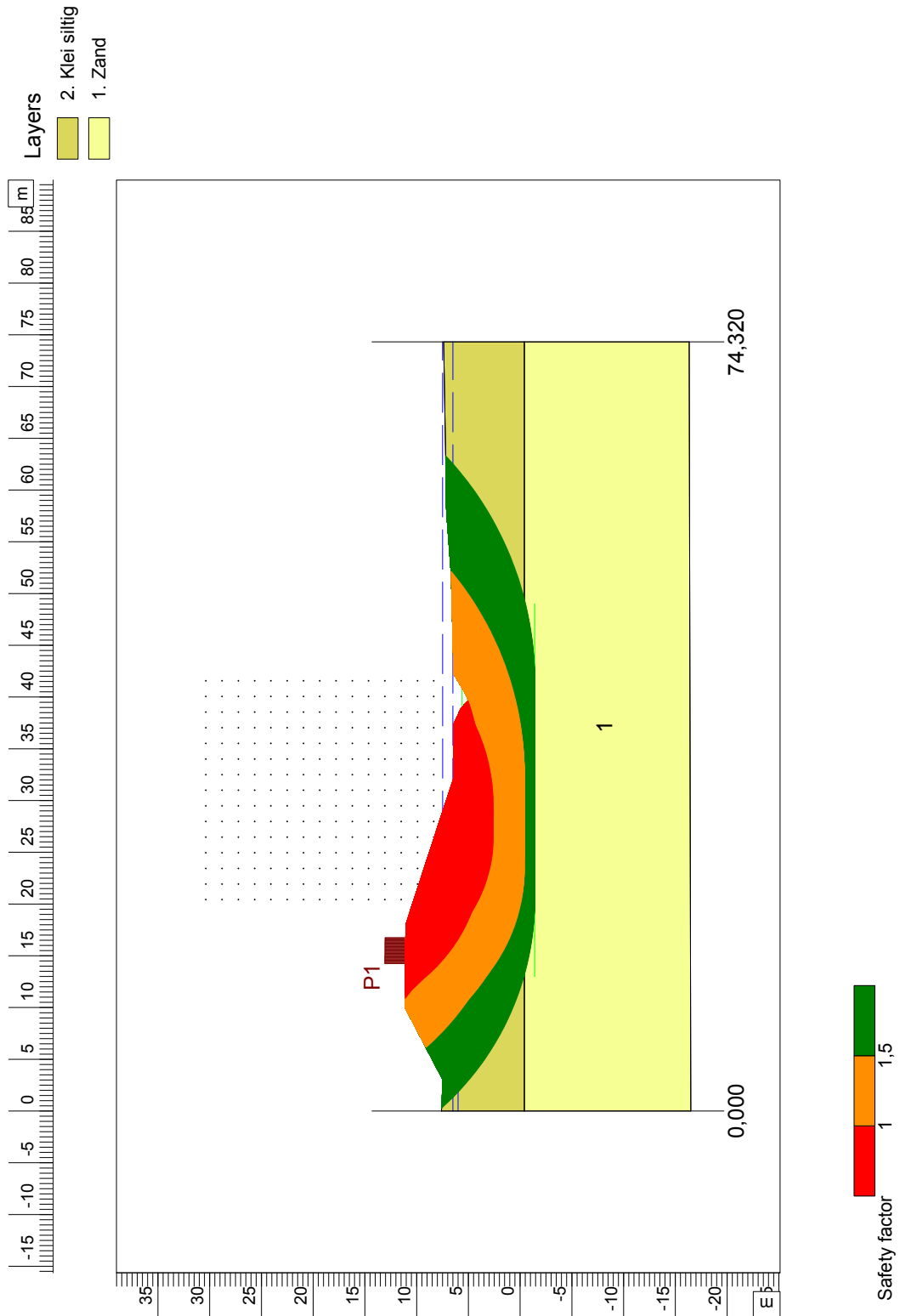
drvl.
 Mfs

ctf.

form.
 A4

D:Geo Stability 10.1 : Marsdijk_nieuw.stl

Safety Overview



D-Geo Stability 10.1 : Marsdijk_bestaand.sti

Grontmij NV

Phone
Fax

date
28-2-2012

drw.
Mrs

Nederrijn - Tollewaard
Stabiliteit Marsdijk

299493

ctr.

Peil na val, bestaande situatie

Annex

form.
A4

Nederrijn - Tollewaard
watergang
Peil na val

Grontmij NV

Phone
Fax

D:\Geo Stability_10.1 : Watergang_noordzijde.stl

7-3-2012
date

299493

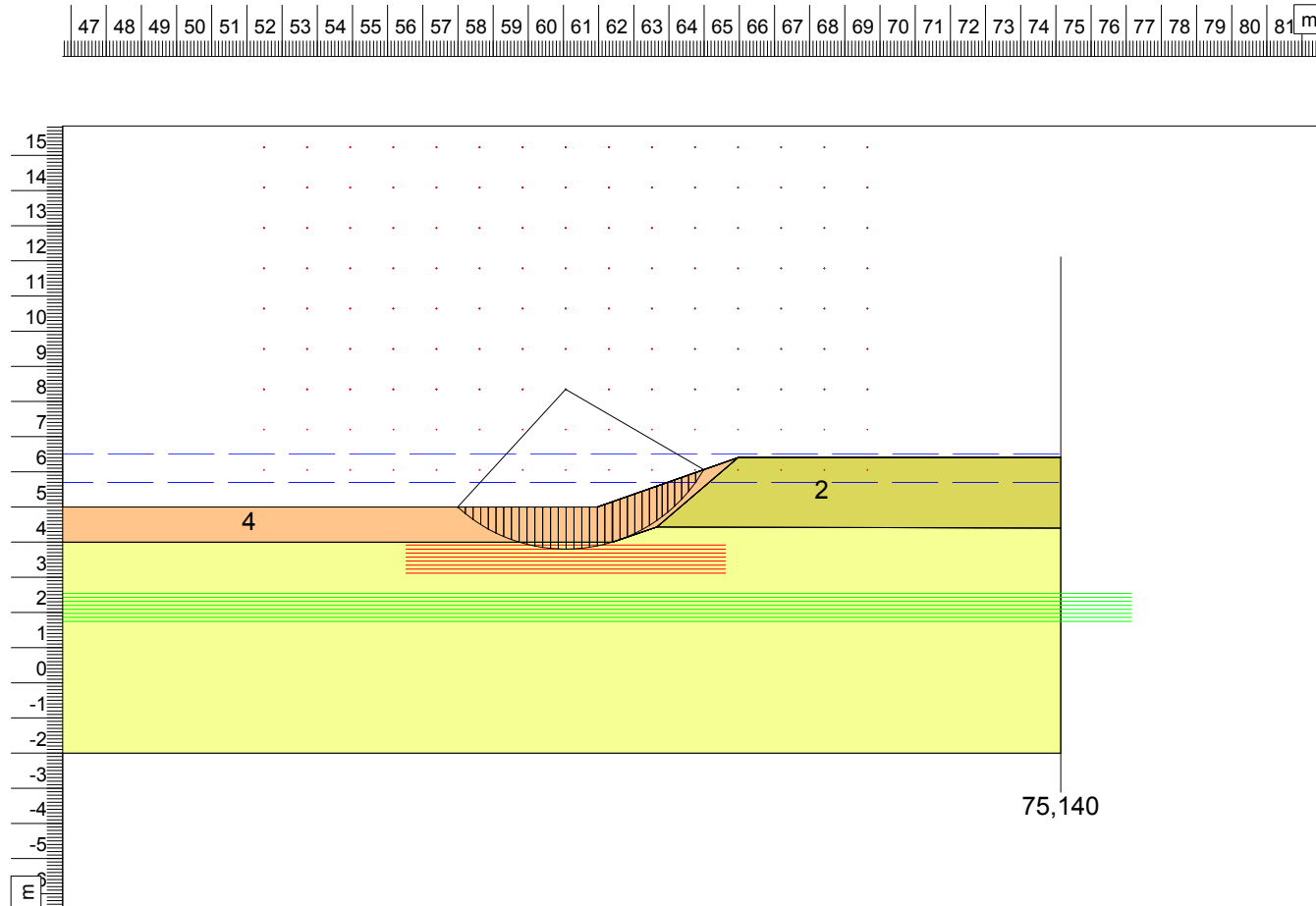
Annex

Mrs
drvr.

ctf.

A4
form.

Critical Circle Bishop



Layers

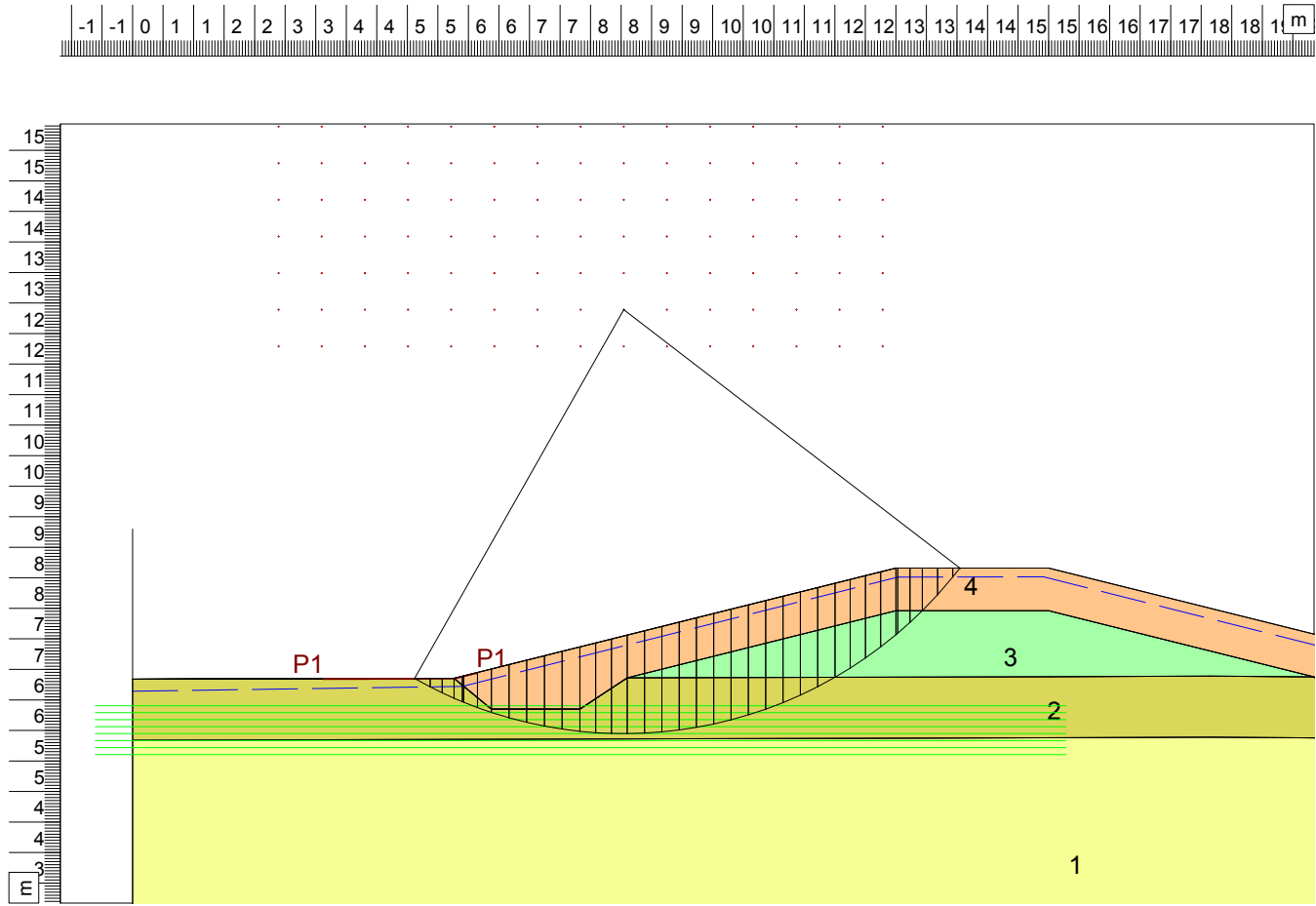
- 6. ophoogmateriaal
- 5. Zand
- 4. Klei zandig
- 3. bestaande deklaag
- 2. bestaande deklaag
- 1. Zand

Xm : 61,06 [m]
Ym : 8,35 [m]

Radius : 4,54 [m]
Safety : 1,12

75,140

Critical Circle Bishop



- Layers**
- 4. Klei zandig
 - 3. Klei siltig
 - 2. Klei siltig
 - 1. Zand

Xm : 8.04 [m]
 Ym : 12.39 [m]
 Radius : 6.94 [m]
 Safety : 1.15

Grontmij NV

Phone
 Fax

D:Geo Stability 10.1 : Zomerkaade_west_sil

date
 30-11-2011

driv.
 Mrs

299493

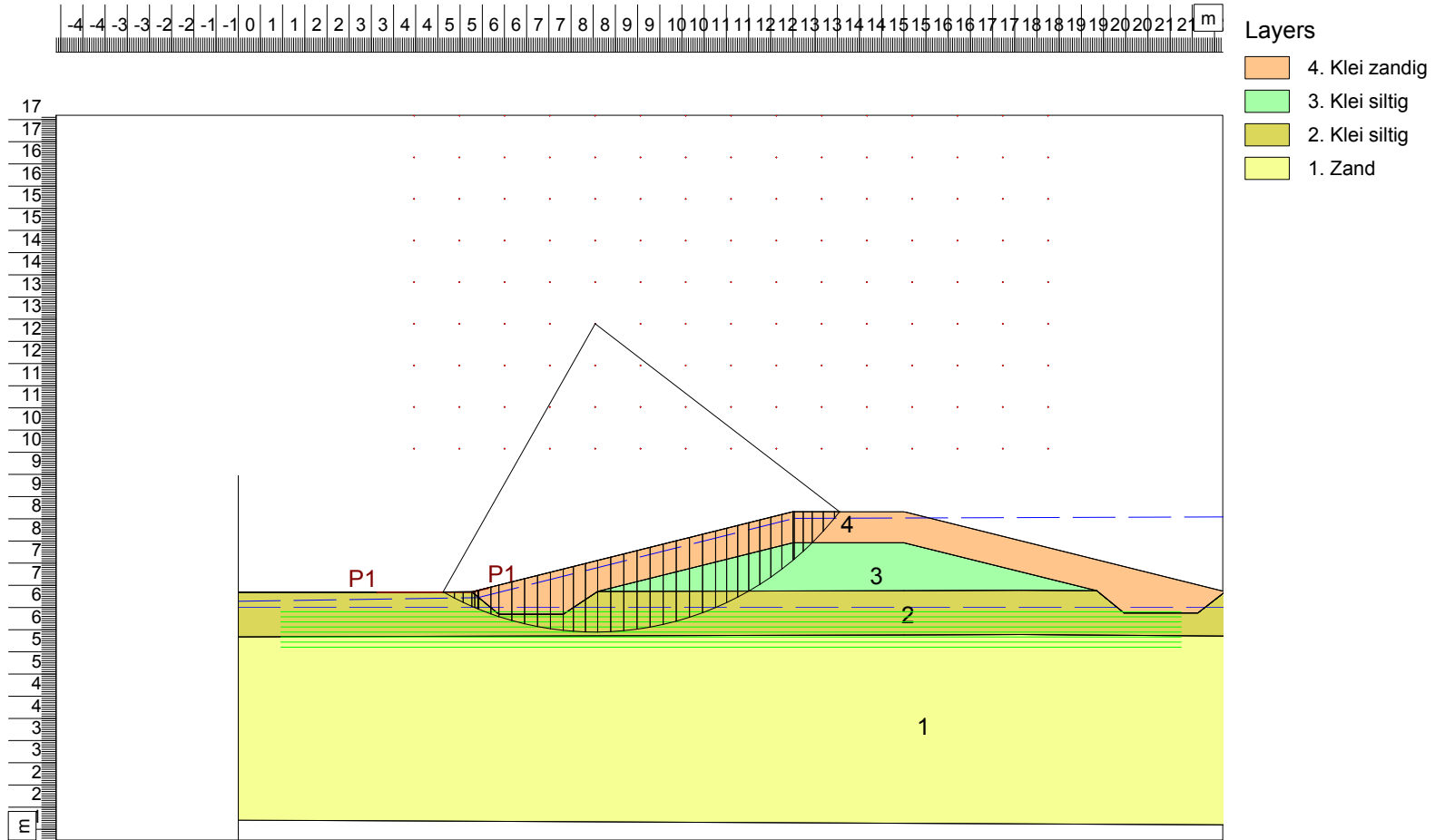
cit.

Nederrijn - Tollewaard
 Stabiliteit DWP 4, (zomerkaade westzijde)
 Peil na val

Annex

form.
 A4

Critical Circle Bishop



Xm : 8.04 [m]
Ym : 12.40 [m]

Radius : 6.95 [m]
Safety : 1.15

Nederrijn - Tollewaard
Stabiliteit DWP 4, (zomerkafe westzijde)
Hoogwater

Grontmij NV

Phone
Fax

D:Geo Stability 10.1 : Zomerkafe_west_Hoogwater.stl

date
30-11-2011

drvr.
Mrs

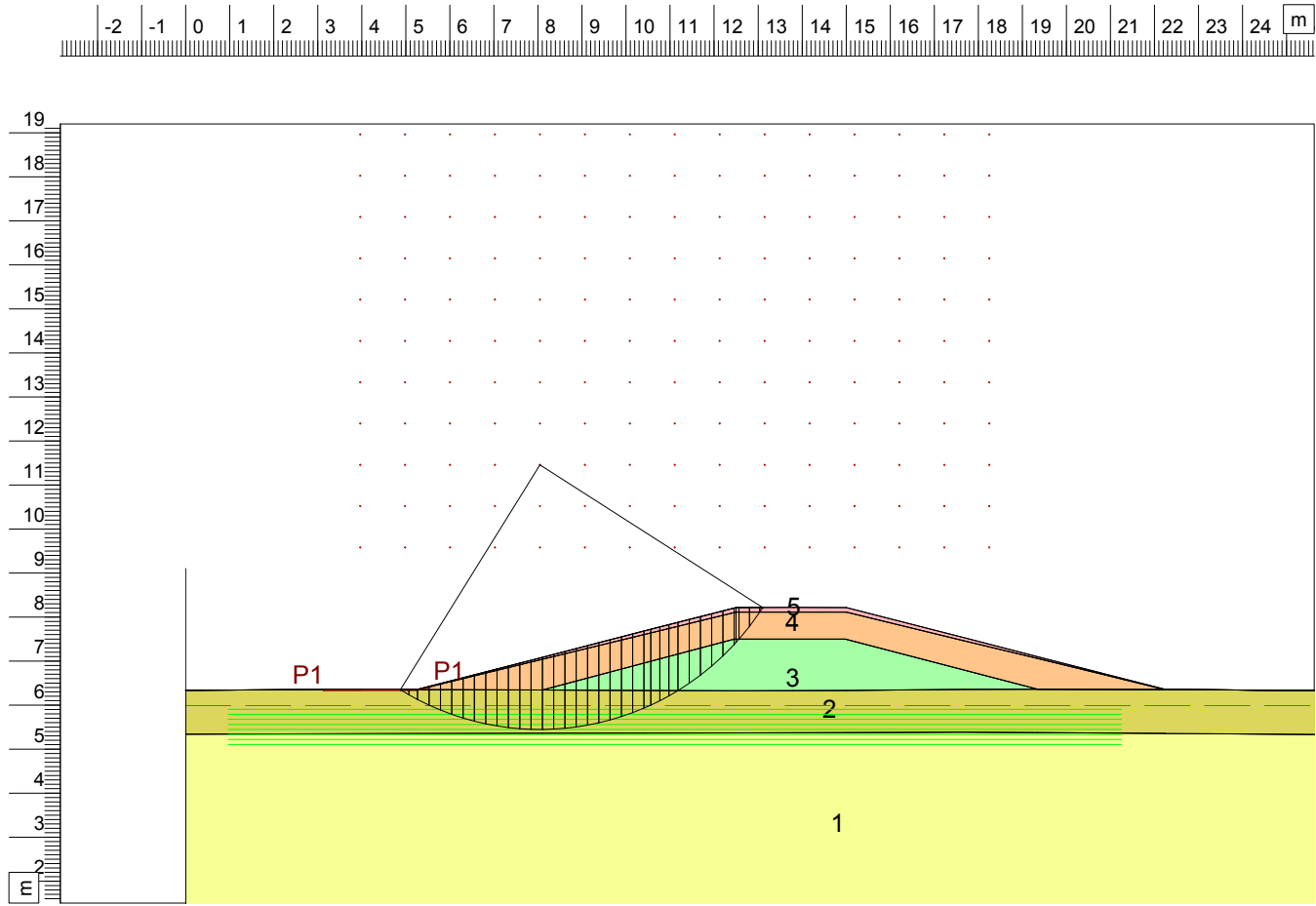
299493

ctf.

Annex

form.
A4

Critical Circle Bishop



- Layers**
- 5. Klei zandig
 - 4. Klei zandig
 - 3. Klei siltig
 - 2. Klei siltig
 - 1. Zand

Xm : 8.04 [m]
 Ym : 11.46 [m]
 Radius : 6.01 [m]
 Safety : 1.39

Grontmij NV

Phone
 Fax

D-Gao Stability 10.1 : Zomerkaade_west_uitvoering.stl

30-11-2011 date

Mrs drvr.

299493

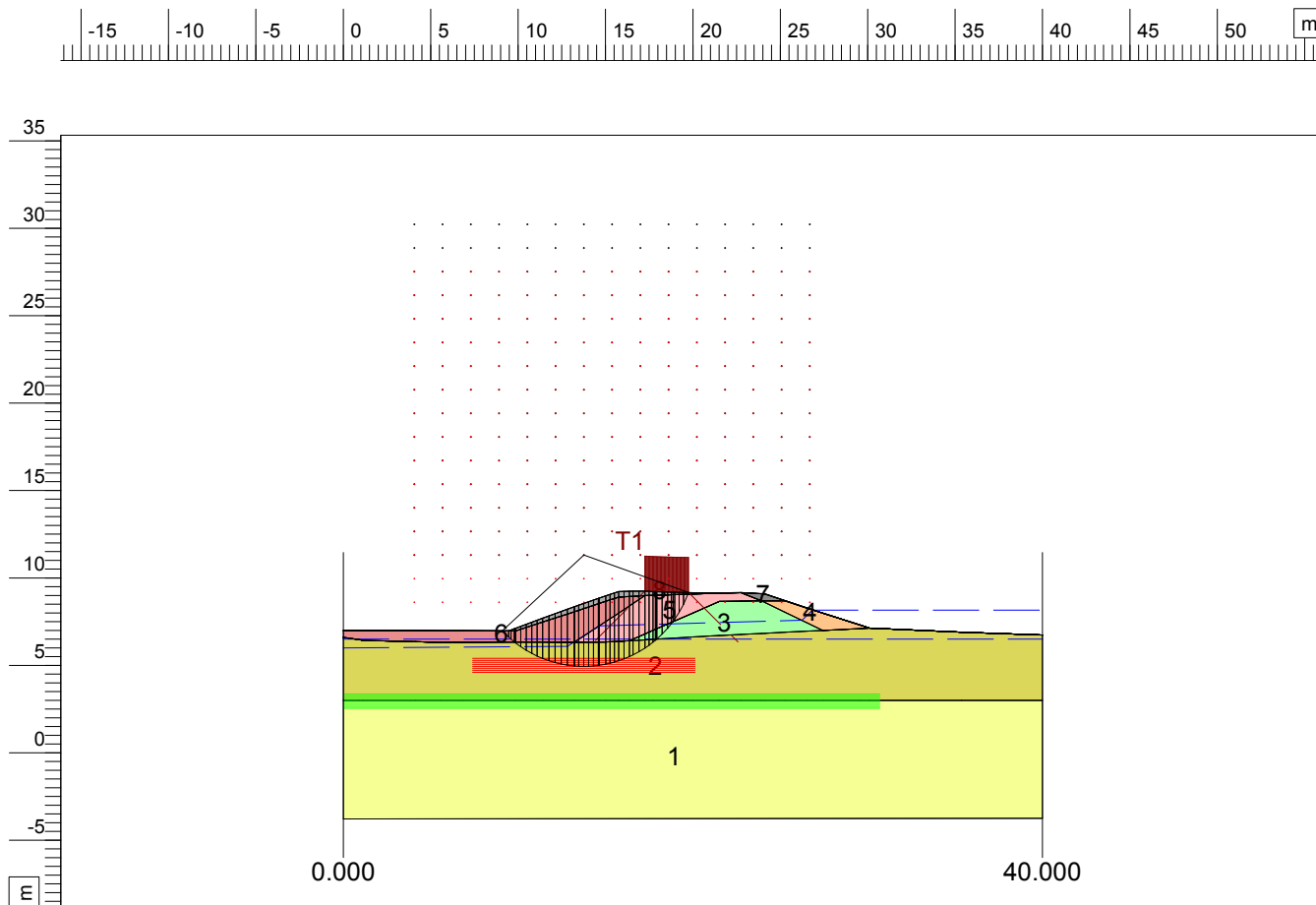
cf.

Nederrijn - Tollewaard
 Stabiliteit DWP 4, (zomerkaade westzijde)
 Uitvoering

Annex

A4 form.

Critical Circle Bishop



Layers

- 8. ophoogmateriaal
- 7. Klei siltig
- 6. ophoogmateriaal
- 5. Zand
- 4. Klei siltig
- 3. Zand
- 2. bestaande deklaag
- 1. Zand

Xm : 13.76 [m]
Ym : 11.31 [m]

Radius : 6.36 [m]
Safety : 1.04

Nederrijn - Tollewaard
Stabiliteit DWP 13, (zomerkaadeweg)
uitvoering (t=10) hoogwater

Grontmij NV

Phone
Fax

D-Geo Stability 10.1 : Zomerkaade_uitvoering10_bj.stl

date
16-12-2011

drvr.
Mrs

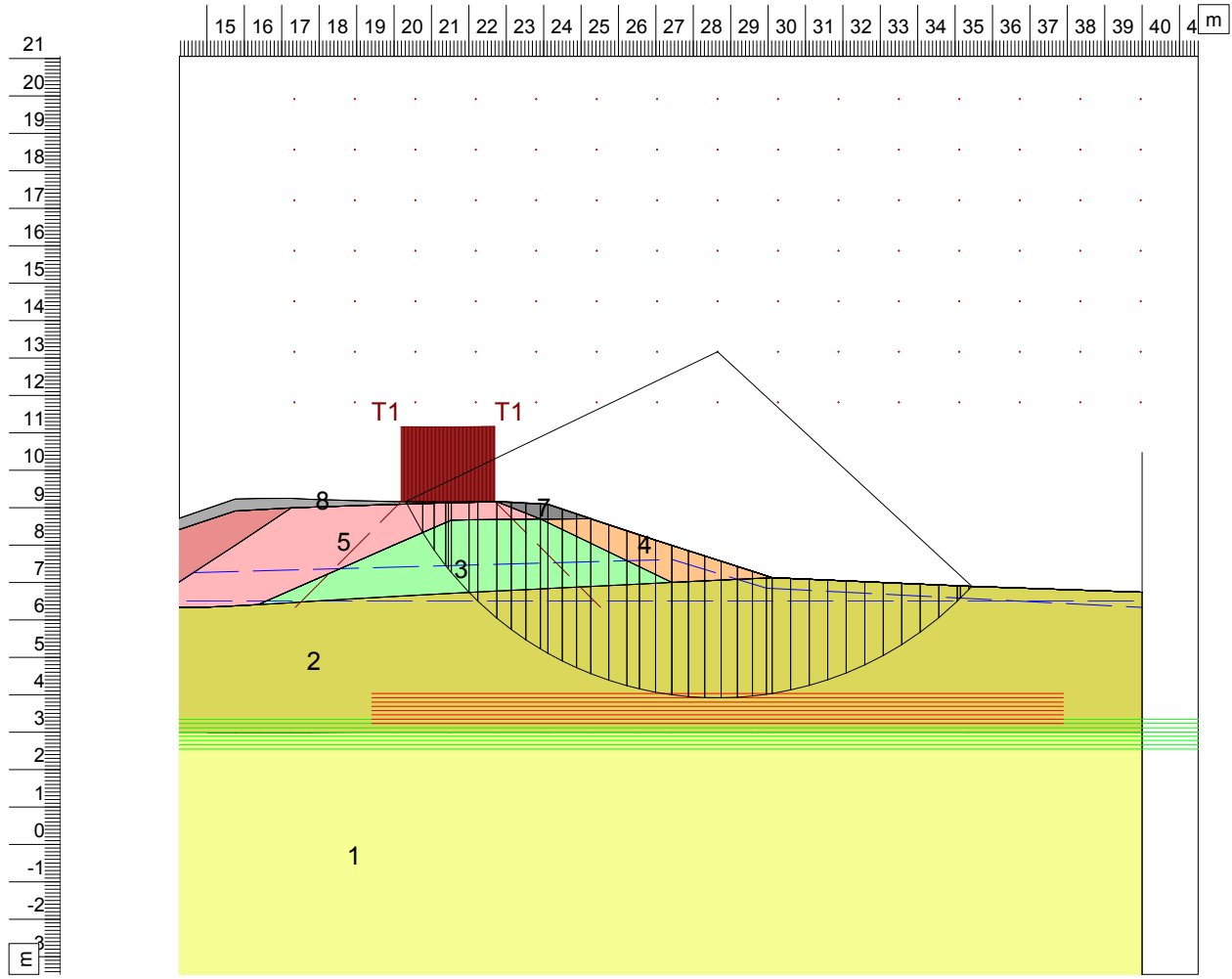
299493

ctf.

Annex

form.
A4

Critical Circle Bishop



Layers

- 8. ophoogmateriaal
- 7. Klei siltig
- 6. ophoogmateriaal
- 5. Zand
- 4. Klei siltig
- 3. Zand
- 2. bestaande deklaag
- 1. Zand

Xm : 28.65 [m]
Ym : 13.16 [m]

Radius : 9.25 [m]
Safety : 1.92

Grontmij NV

Phone
Fax

D:\Geo Stability 10.1 : Zomerkaade uitvoering10_jpv.stl

date
16-12-2011

drvr.
Mrs

299493

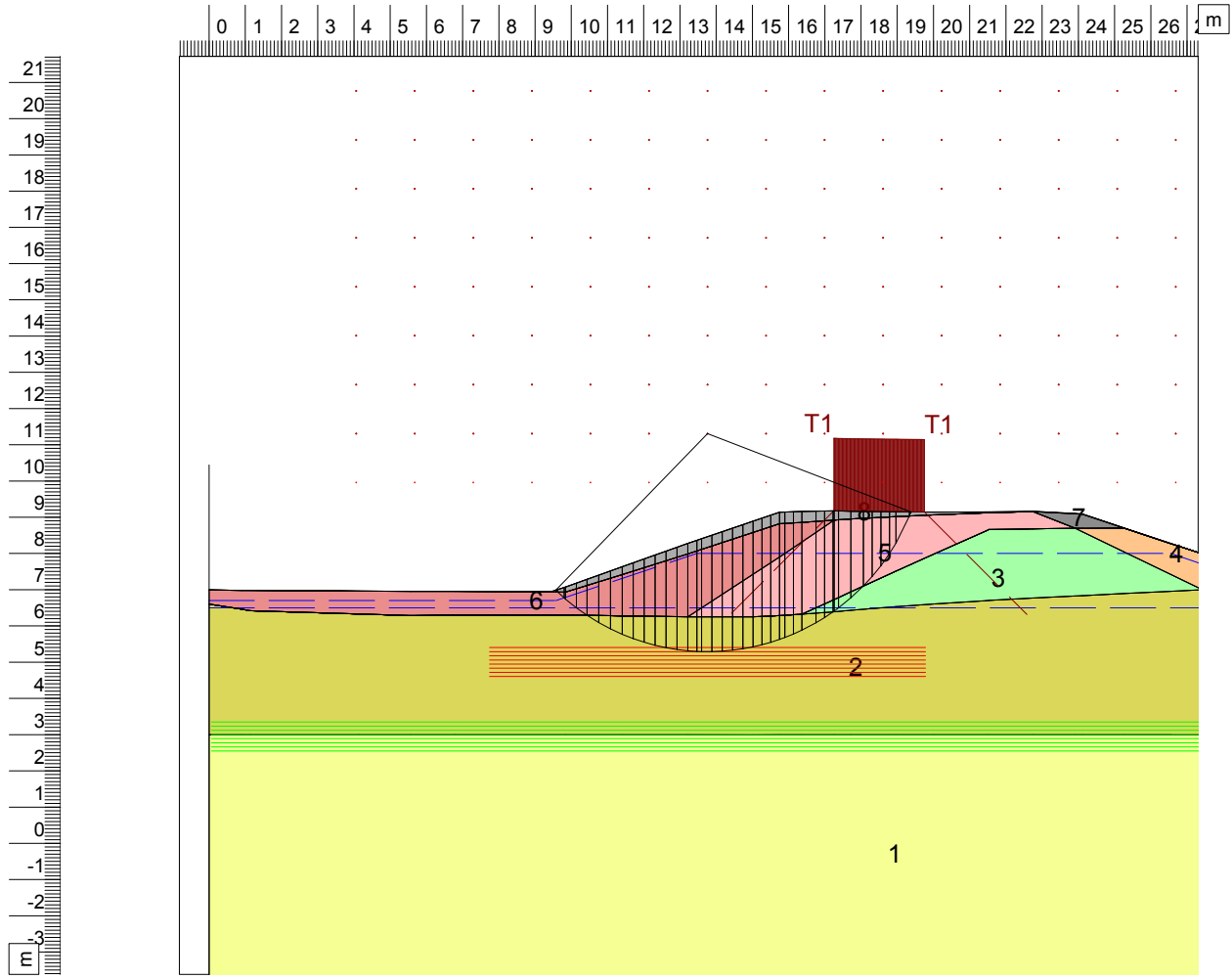
ctf.

Nederrijn - Tollewaard
Stabiliteit DWP 13, (zomerkaadeweg)
uitvoering (t=10) peil na val

Annex

form.
A4

Critical Circle Bishop



- Layers**
- 8. ophoogmateriaal
 - 7. Klei siltig
 - 6. ophoogmateriaal
 - 5. Zand
 - 4. Klei siltig
 - 3. Zand
 - 2. bestaande deklaag
 - 1. Zand

Xm : 13.76 [m]
 Ym : 11.31 [m]
 Radius : 6.02 [m]
 Safety : 1.15

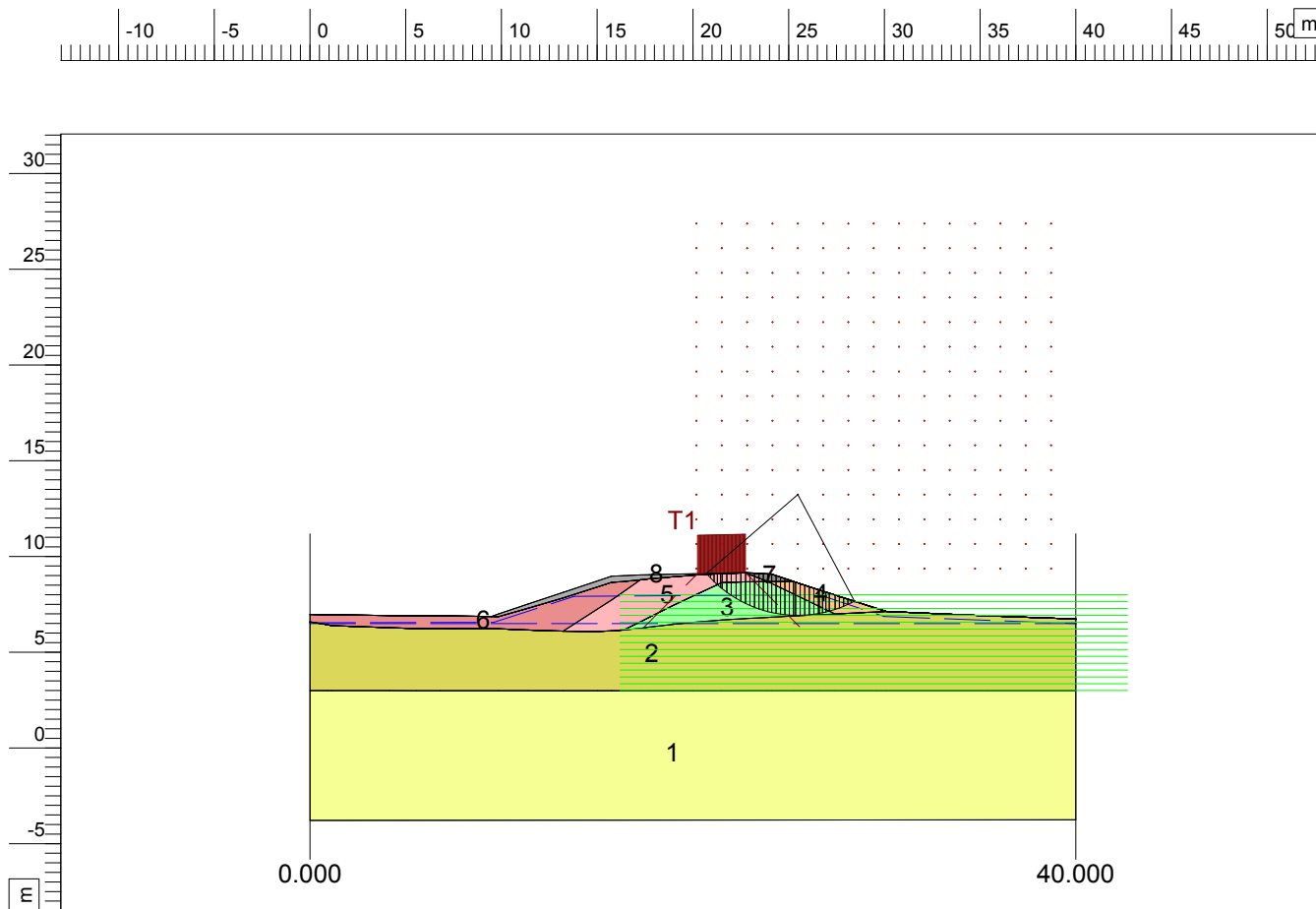
Grontmij NV
 Nederrijn - Tollewaard
 Stabiliteit DWP 13, (zomerkaadeweg)
 uitvoering (t=100), peil na val

Phone
 Fax

D-Geo Stability 10.1 : Zomerkaade uitvoering 100_jpv.stl

Annex	299493	16-12-2011	Mrs
form.		ctf.	drvl.
A4			

Critical Circle Bishop



Layers

- 8. ophoogmateriaal
- 7. Klei siltig
- 6. ophoogmateriaal
- 5. Zand
- 4. Klei siltig
- 3. Zand
- 2. bestaande deklaag
- 1. Zand

Xm : 25.48 [m]
Ym : 13.23 [m]

Radius : 6.30 [m]
Safety : 1.36

Nederrijn - Tollewaard
Stabiliteit DWP 13, (zomerkaadeweg)
eindfase, peil na val

Grontmij NV

Phone
Fax

D:Geo Stability 10.1 : Zomerkaadeweg_eindfase_pvc_bou.stl

date
16-12-2011

299493

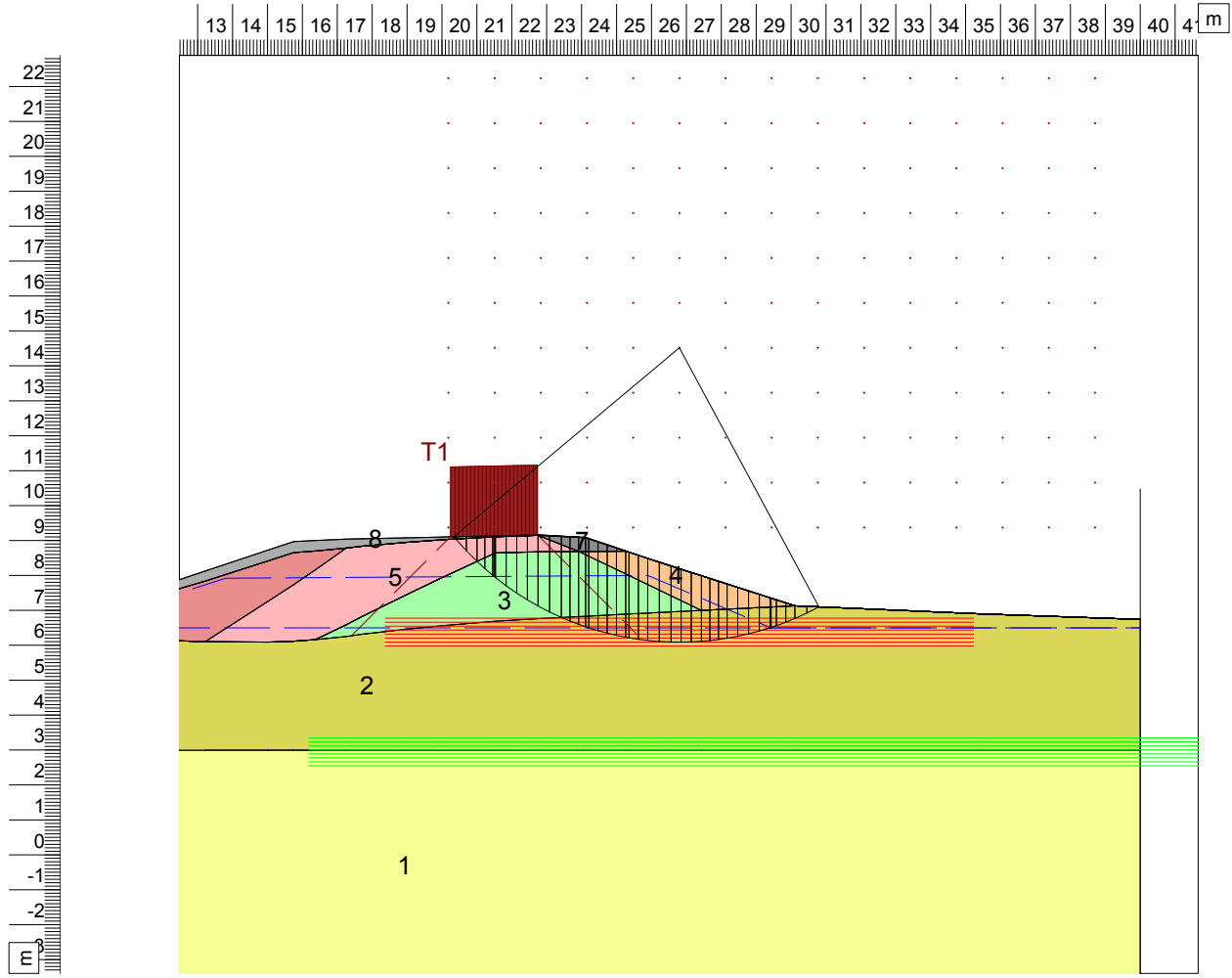
Annex

drvr.
Mfs

ctf.

form.
A4

Critical Circle Bishop



Layers

- 8. ophoogmateriaal
- 7. Klei siltig
- 6. ophoogmateriaal
- 5. Zand
- 4. Klei siltig
- 3. Zand
- 2. ophoogmateriaal
- 1. Zand

Xm : 26.80 [m]
Ym : 14.52 [m]

Radius : 8.43 [m]
Safety : 1.22

Grontmij NV

Phone
Fax

D:\Geo Stability\10.1 : Zomerkafe - eindfase_p.v\bi.stl

date
16-12-2011

drvr.
Mrs

299493

ctf.

Nederrijn - Tollewaard

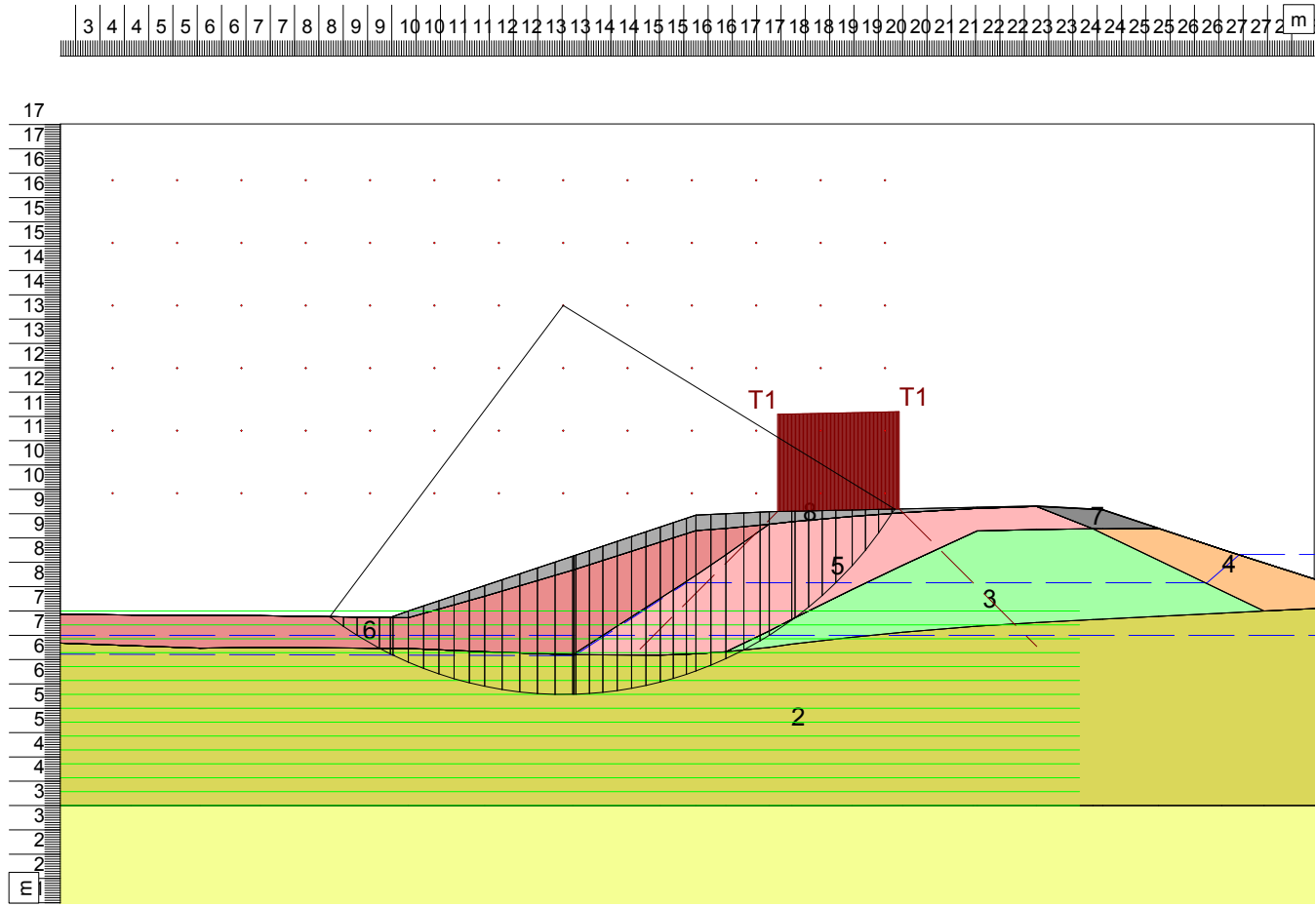
Stabiliteit DWP 13, (zomerkafe/weg)

eindfase, peil na val

Annex

form.
A4

Critical Circle Bishop



- Layers**
- 8. ophoogmateriaal
 - 7. Klei siltig
 - 6. ophoogmateriaal
 - 5. Zand
 - 4. Klei siltig
 - 3. Zand
 - 2. ophoogmateriaal
 - 1. Zand

Xm : 13.02 [m]
 Ym : 13.28 [m]
 Radius : 8.00 [m]
 Safety : 1.43

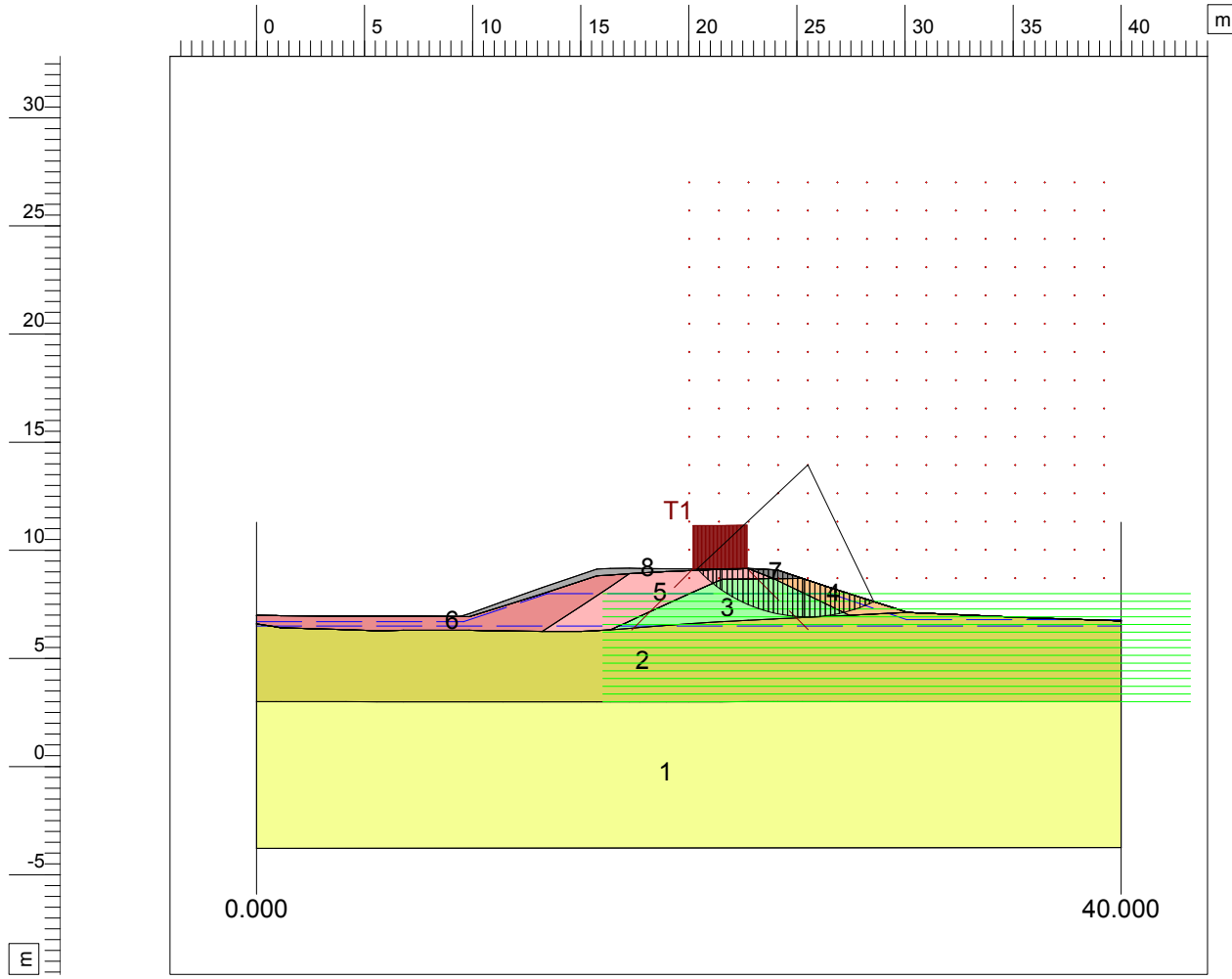
Grontmij NV
 Nederrijn - Tollewaard
 Stabiliteit DWP 13, (zomerkaadeweg)
 eindfase, hoogwater (zomer)

Phone
 Fax

D:Gao Stability 10.1 : Zomerkaadeweg_eindfase_hvw_bj.stl

Annex	16-12-2011	Mrs
	299493	drv.
		ctf.
A4		form.

Critical Circle Bishop



Layers

- 8. ophoogmateriaal
- 7. Klei siltig
- 6. ophoogmateriaal
- 5. Zand
- 4. Klei siltig
- 3. Zand
- 2. bestaande deklaag
- 1. Zand

Xm : 25.50 [m]
Ym : 13.95 [m]

Radius : 7.02 [m]
Safety : 1.33

Grontmij NV
Nederrijn - Tollewaard
Stabiliteit DWP 13, (zomerkaadeweg)
uitvoering (t=100), peil na val

Phone
Fax

D-Geo Stability 10.1 : Zomerkaadeweg, uitvoering 100, pv, Jhu, stl

date
16-12-2011

299493

Annex

driv.
Mfs

ctf.

form.
A4

Nederrijn - Tollewaard
 Stabiliteit brughoofd noordzijde
 eindfase, Peil na val

Grontmij NV

Phone
 Fax

D-Geo Stability 10.1 : Brughoofd, noordzijde, eindfase, jpv, stil

14-12-2011
 date

299493

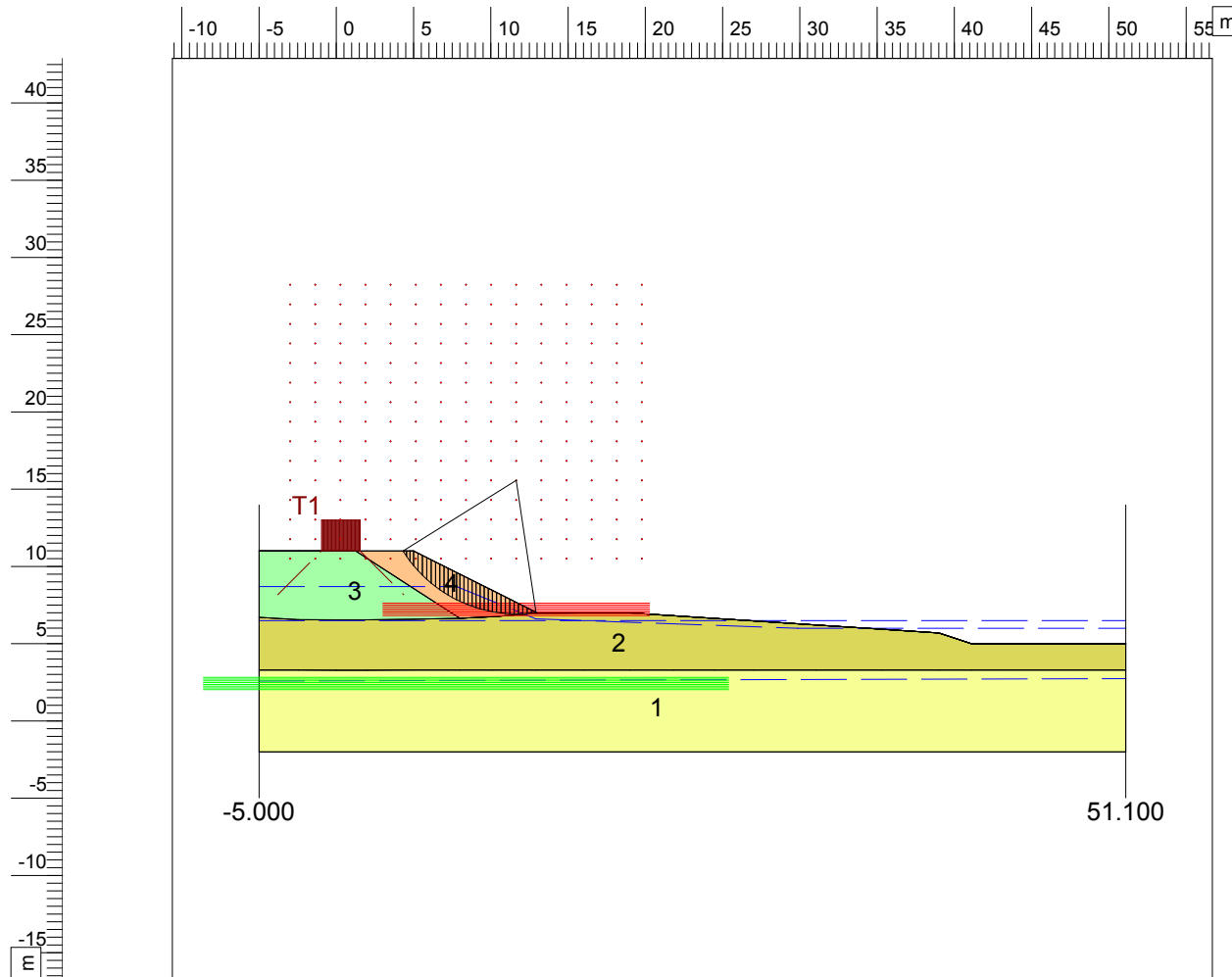
Annex

Mrs
 drvr.

ctf.

A4
 form.

Critical Circle Bishop



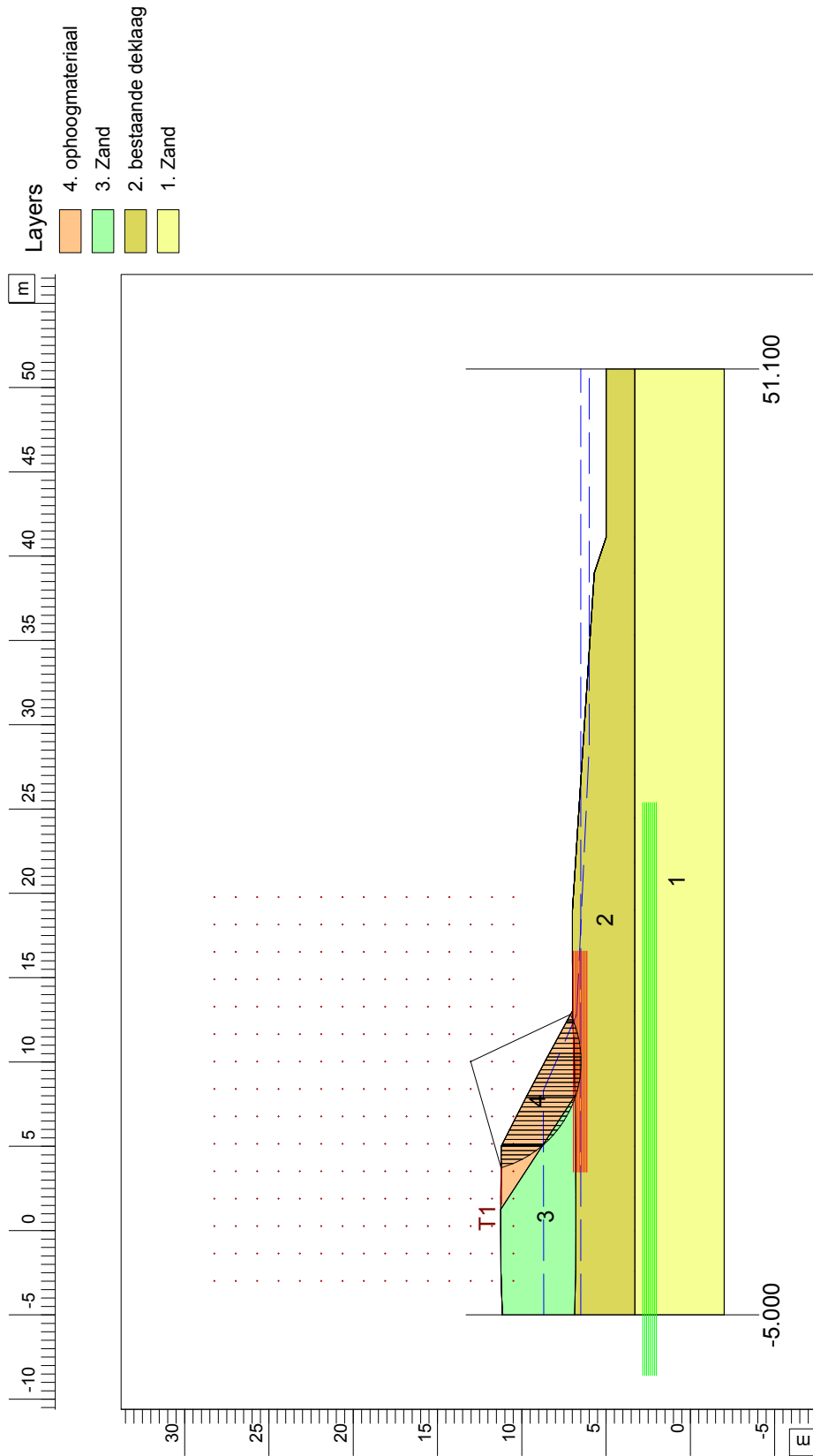
Layers

- 4. ophoogmateriaal
- 3. Zand
- 2. bestaande deklaag
- 1. Zand

Xm : 11.65 [m]
 Ym : 15.57 [m]

Radius : 8.63 [m]
 Safety : 1.08

Critical Circle Bishop



D-Geo Stability 10.1 : Brughoofd_noordzijde_uitvoering100_pv.sti

Grontmij NV	Phone Fax	date 14-12-2011	drw. Mrs
Nederrijn - Tollewaard Stabiliteit brughoofd noordzijde uitvoering (T=100 dagen), Peil na val	299493	ctr.	
	Annex	form. A4	

uitvoering

Nederrijn - Tollewaard
Stabiliteit brughoofd noordzijde

Grontmij NV

Phone
Fax

D-Geo Stability 10.1 : Brughoofd noordzijde uitvoering sfl

date
14-12-2011

299493

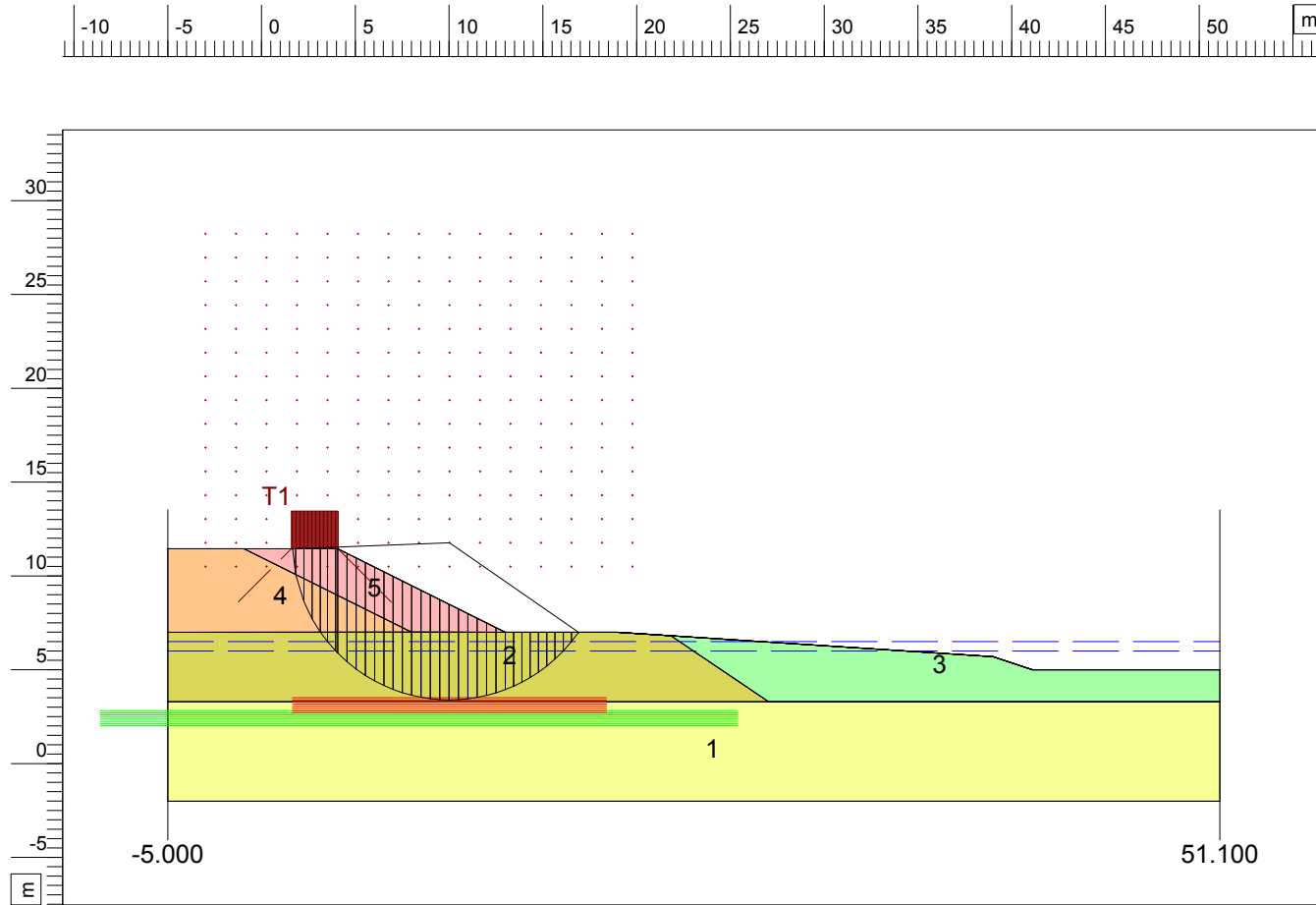
Annex

drvl.
Mfs

ctf.

form.
A4

Critical Circle Bishop



Layers

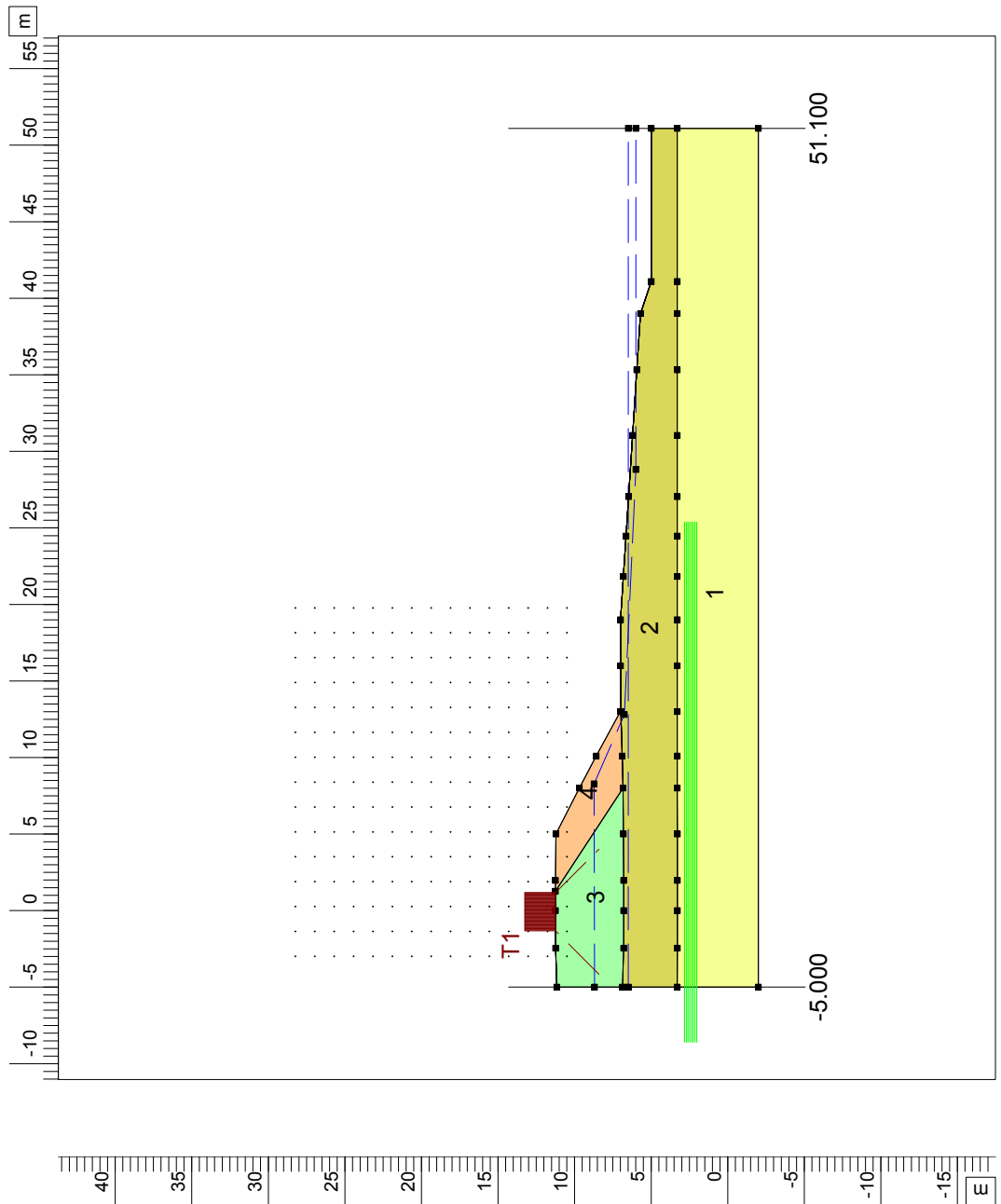
- 5. ophoogmateriaal
- 4. Zand
- 3. bestaande deklaag
- 2. bestaande deklaag
- 1. Zand

X_m : 10.02 [m]
Y_m : 11.77 [m]

Radius : 8.37 [m]
Safety : 1.20

Input View

- Layers
- 4. ophoogmateriaal
 - 3. Zand
 - 2. bestaande deklaag
 - 1. Zand



D-Geo Stability 10.1 : Brughoofd_noordzijde_uitvoering100_pv.sti

Grontmij NV	Phone Fax	date	drw.
		14-12-2011	Mrs
Nederrijn - Tollewaard Stabiliteit brughoofd noordzijde uitvoering (T=100 dagen), Peil na val		299493	ctr.
		Annex	form. A4

Nederrijn - Tollewaard
 Stabiliteit brughoofd zuidzijde
 uitvoering t=10

Grontmij NV

Phone
 Fax

D:Geo Stability 10.1 : Brughoofd zuidzijde uitvoering stl

14-12-2011
 date

299493

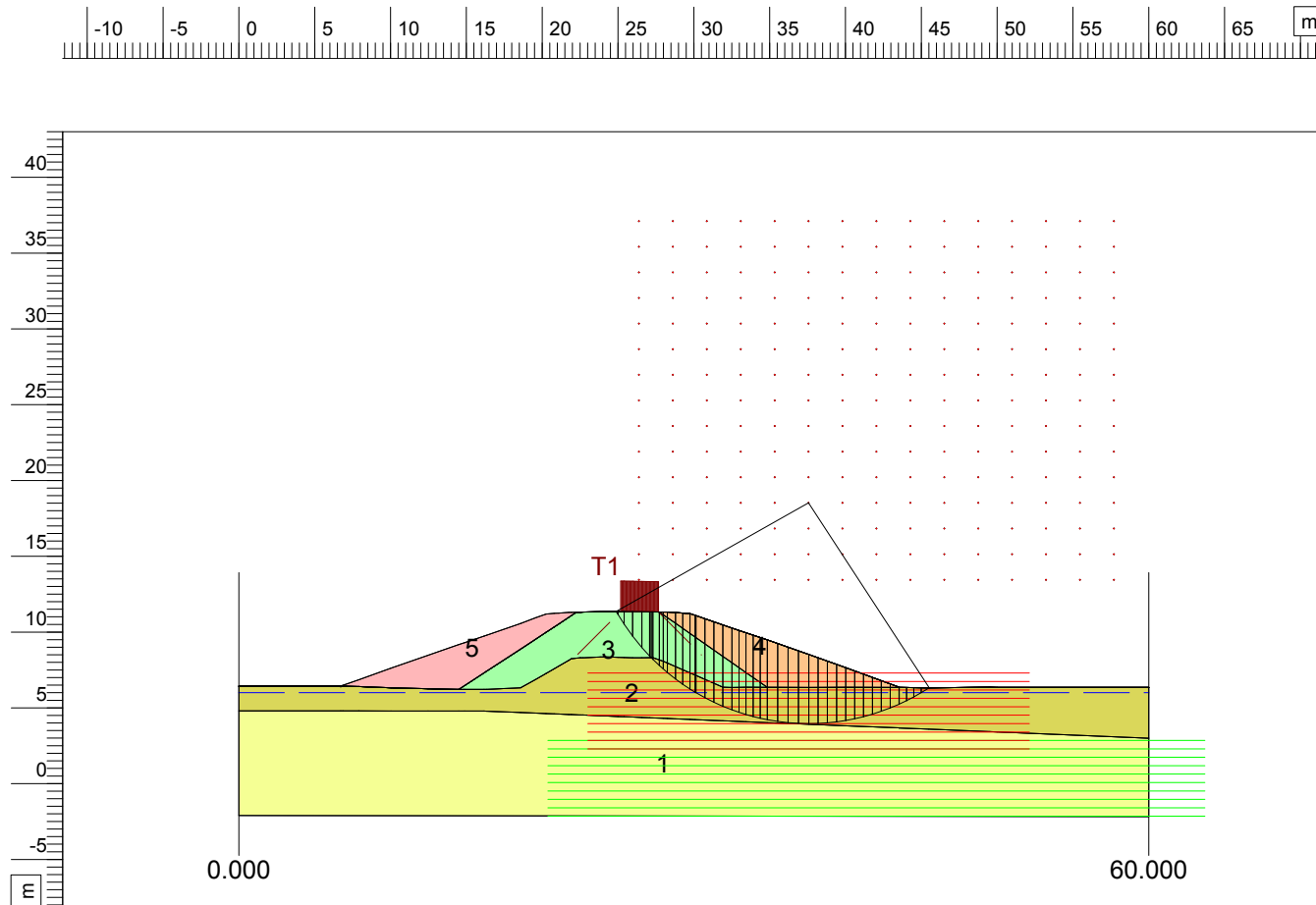
Annex

Mrs
 drvr.

ctf.

A4
 form.

Critical Circle Bishop



Layers

- 5. ophoogmateriaal
- 4. ophoogmateriaal
- 3. Zand
- 2. bestaande deklaag
- 1. Zand

Xm : 37.57 [m]
 Ym : 18.52 [m]

Radius : 14.56 [m]
 Safety : 1.10

Grontmij NV
 Nederrijn - Tollewaard
 Stabiliteit brughoofd zuidzijde
 uitvoering t=100, peil na val

Grontmij NV

Phone
 Fax

D-Geo Stability 10.1 : Brughoofd_zuidzijde_uitvoering100_jpv.stl

14-12-2011
 date

299493

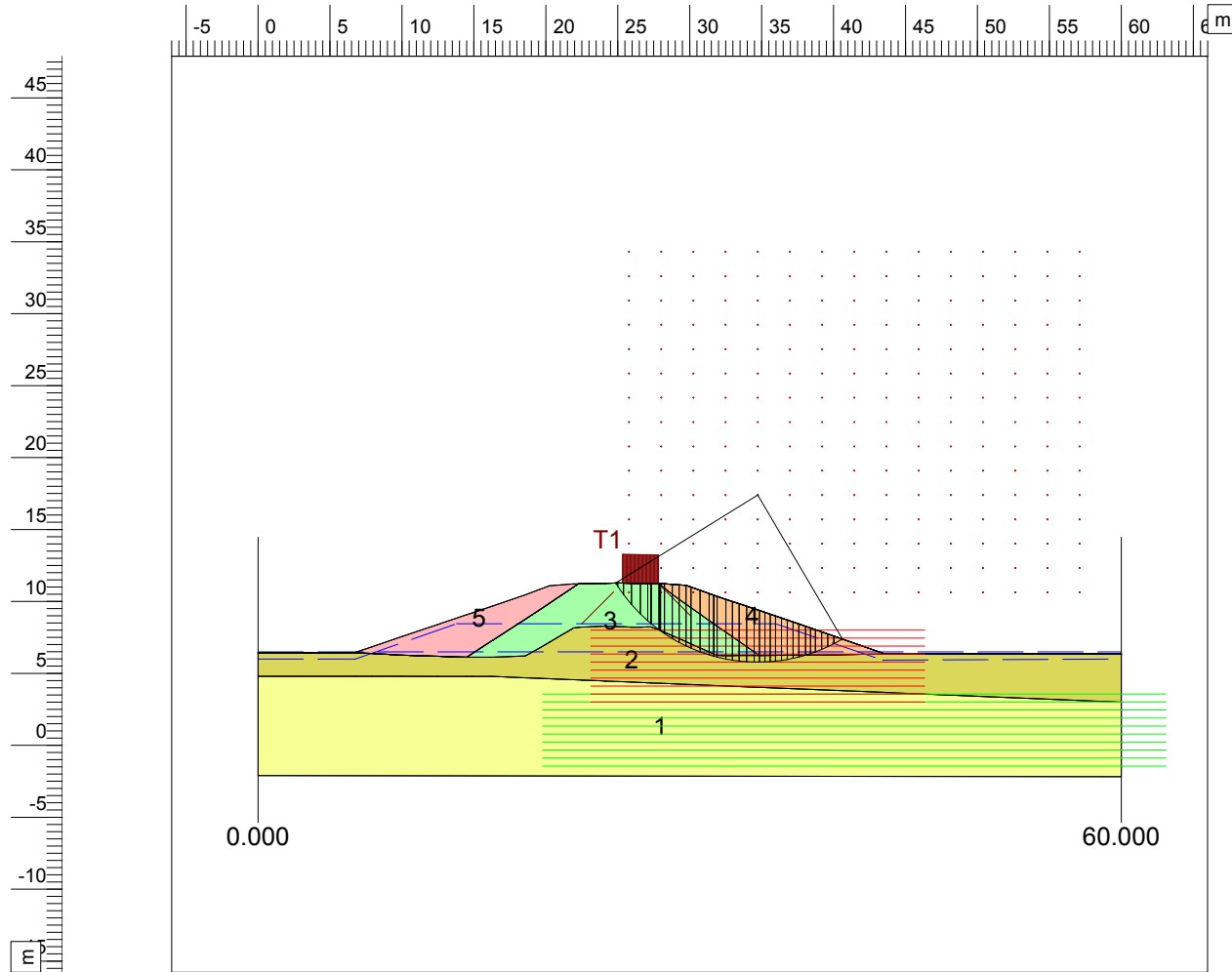
Annex

Mrs
 drvr.

ctf.

A4
 form.

Critical Circle Bishop



Layers

- 5. ophoogmateriaal
- 4. ophoogmateriaal
- 3. Zand
- 2. bestaande deklaag
- 1. Zand

Xm : 34.73 [m]
 Ym : 17.40 [m]

Radius : 11.61 [m]
 Safety : 1.11

Nederrijn - Tollewaard
 Stabiliteit brughoofd zuidzijde
 eindfase, peil na val

Grontmij NV

Phone
 Fax

D-Geo Stability 10.1 : Brughoofd_zuidzijde_eindfase_pjv.stl

14-12-2011
 date

299493

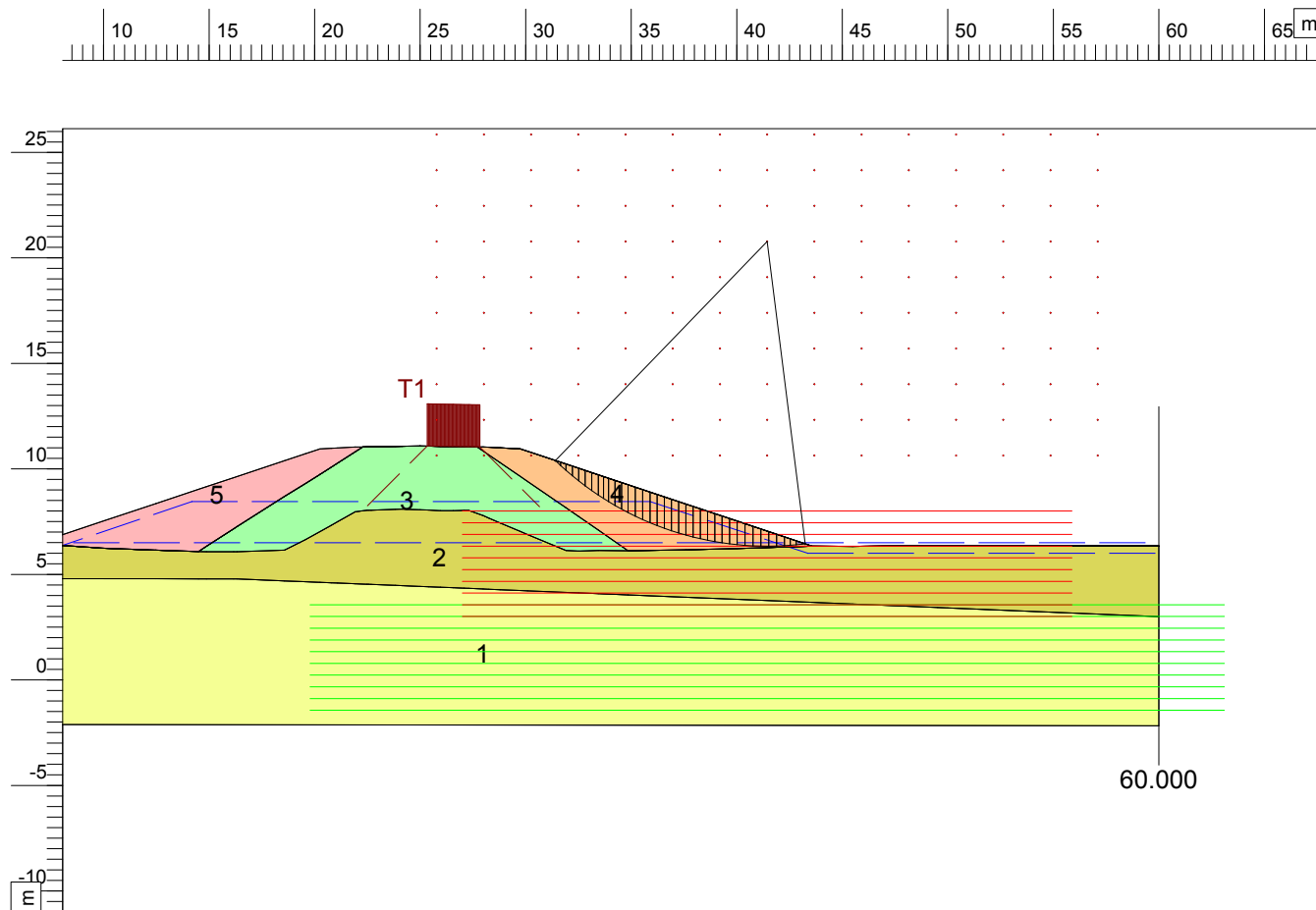
Annex

Mrs
 drvr.

cf.

A4
 form.

Critical Circle Bishop



Layers

- 5. ophoogmateriaal
- 4. ophoogmateriaal
- 3. Zand
- 2. bestaande deklaag
- 1. Zand

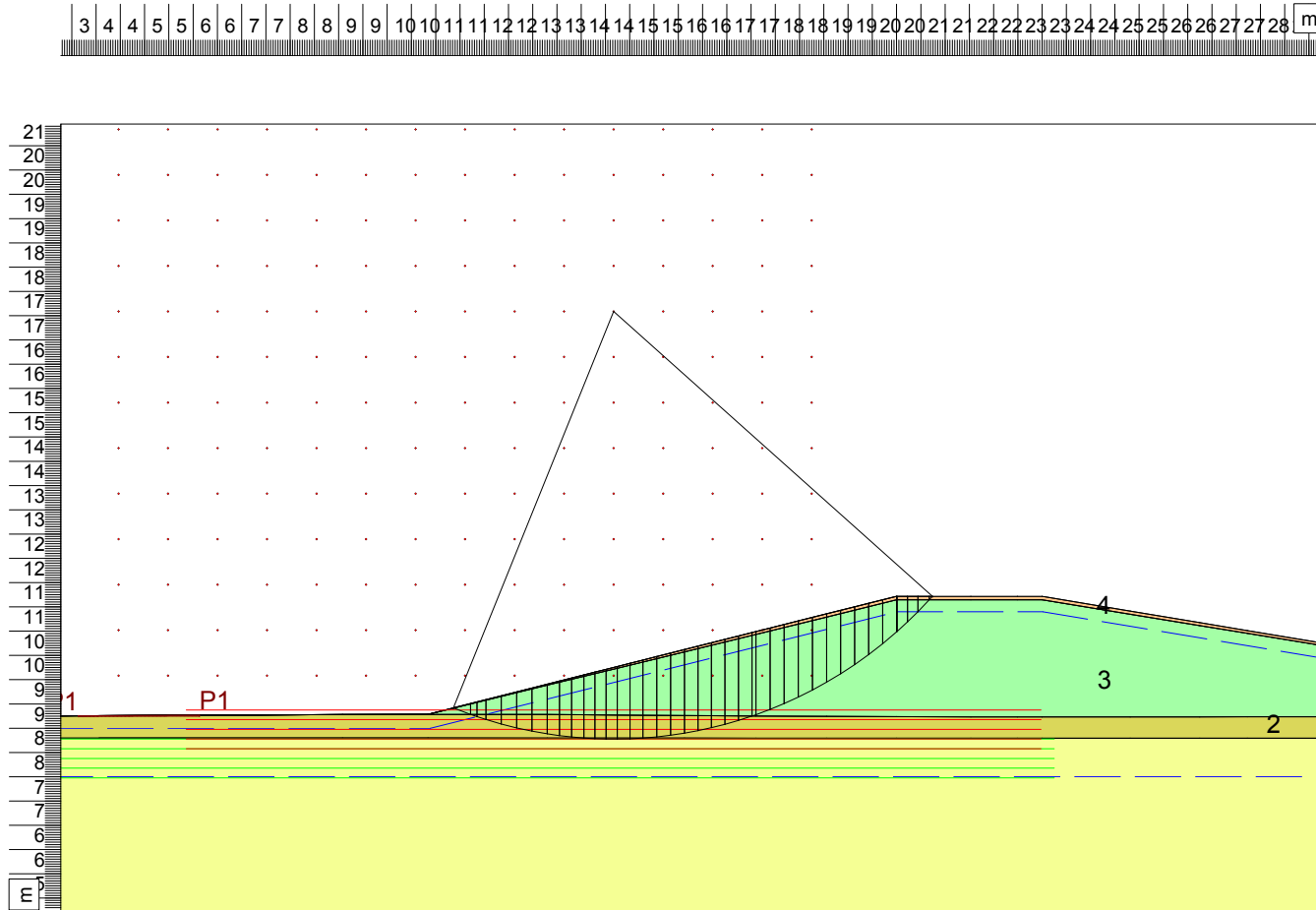
Xm : 41.44 [m]
 Ym : 20.78 [m]

Radius : 14.44 [m]
 Safety : 1.15

Bijlage 4-4

Resultaten berekeningen Doorwerthse waarden

Critical Circle Bishop



Layers

- 4. ophoogmateriaal
- 3. ophoogmateriaal
- 2. Klei siltig
- 1. Zand

Xm : 14.17 [m]
Ym : 17.09 [m]

Radius : 8.81 [m]
Safety : 1.13

D:Geo Stability_10.1 : Zomerkaade_uitvoering_JPV.stl

Grontmij NV

Phone
Fax

date
5-12-2011

drvl.
Mrs

299493

ctf.

Nederrijn- Doorwerthse waard

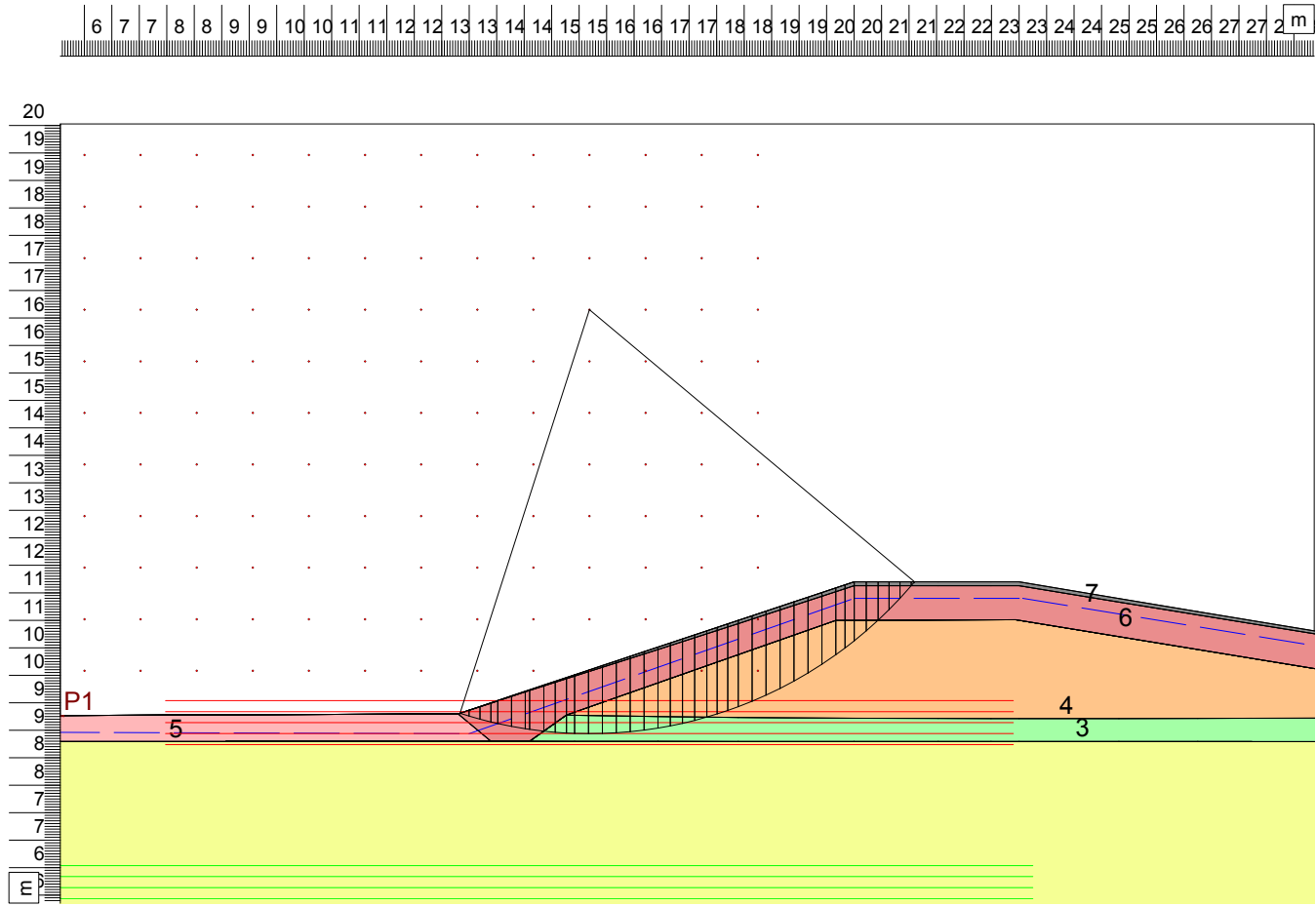
DWP 9, (zomerkaade), uitvoering

Peil na val: buitentalud 1:4, 86% aanpassing

Annex

form.
A4

Critical Circle Bishop



Layers

- 7. Klei zandig
- 6. Klei zandig
- 5. Klei siltig
- 4. Klei siltig
- 3. Klei siltig
- 2. Klei siltig
- 1. Zand

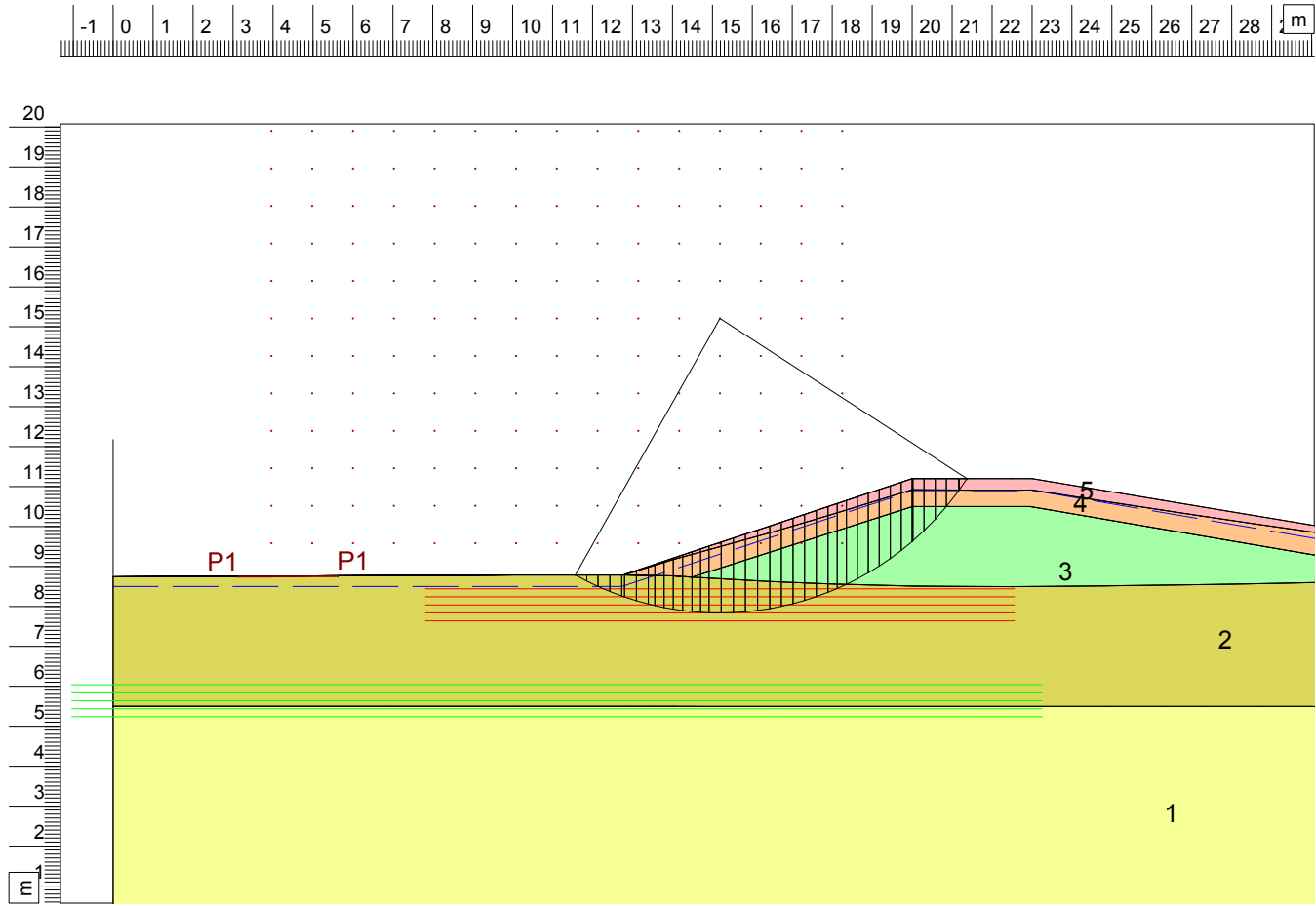
Xm : 15.19 [m]
Ym : 16.15 [m]

Radius : 7.71 [m]
Safety : 0.96

Grontmij NV		Nederrijn - Doorwerthse waard	
Phone		Stabiliteit DWP 6, (zomerkade)	
Fax		Peil na val, eindsituatie	
date		Annex	
2-12-2011		299493	
drvr.		ctf.	
Mrs		A4	

D:\Geo Stability_10_1 : Zomerkade_eindsituatie_gpv.stl

Critical Circle Bishop



- Layers**
- 5. Klei zandig
 - 4. Klei zandig
 - 3. Klei siltig
 - 2. Klei siltig
 - 1. Zand

Xm : 15.19 [m]
 Ym : 15.21 [m]

Radius : 7.37 [m]
 Safety : 0.86

Grontmij NV

Phone
 Fax

D-Geo Stability 10.1 : Zomerkaade brug_eindsituatie.stl

date
 2-12-2011

drvl.
 Mfs

299493

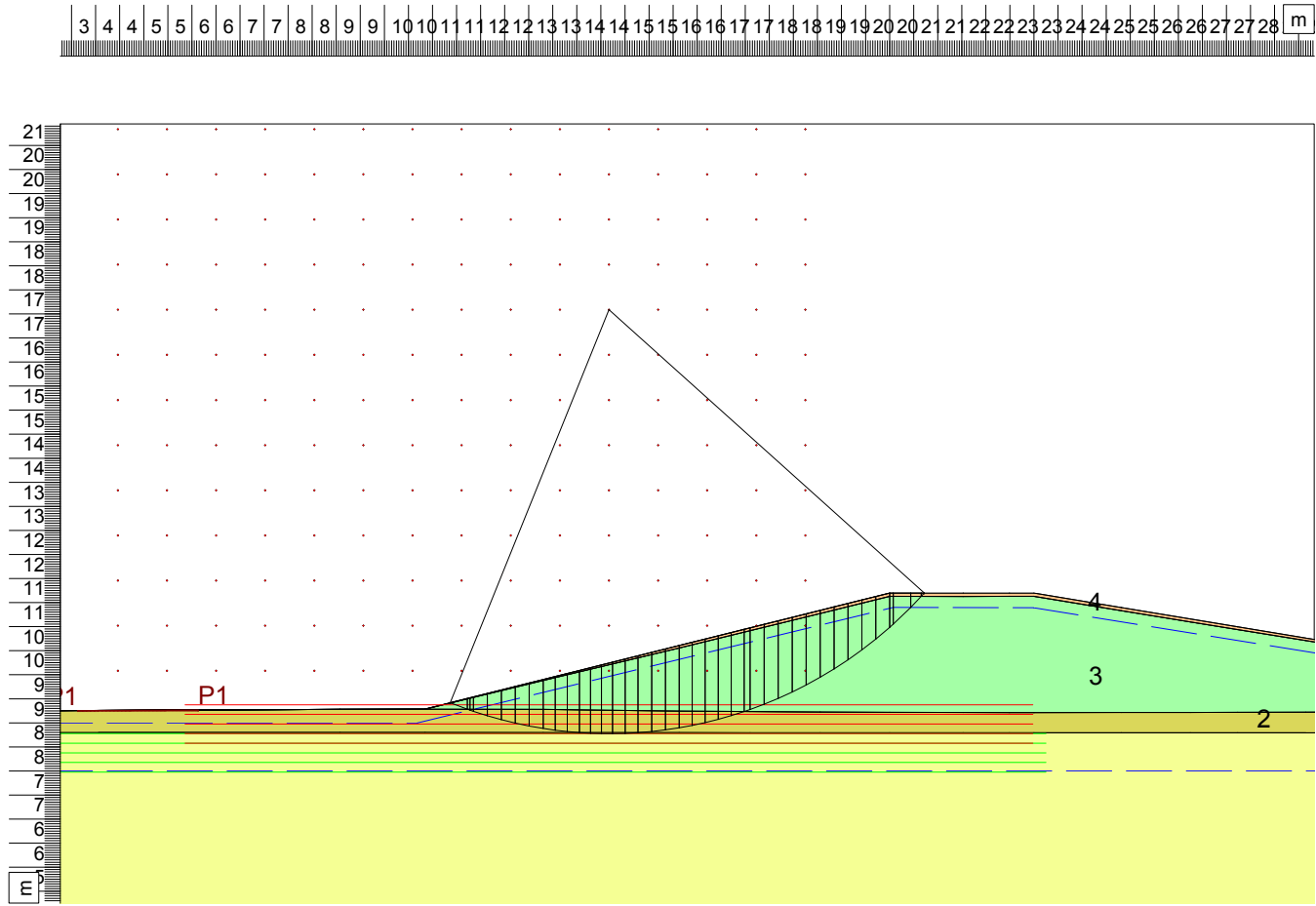
ctf.

Nederrijn - Doorwerthse waard
 Stabiliteit DWP 6, (zomerkaade t.h.v. brug)
 Peil na val, eindsituatie

Annex

form.
 A4

Critical Circle Bishop



- Layers**
- 4. Klei siltig
 - 3. ophoogmateriaal
 - 2. Klei siltig
 - 1. Zand

Xm : 14.17 [m]
 Ym : 17.09 [m]
 Radius : 8.81 [m]
 Safety : 1.17

Grontmij NV

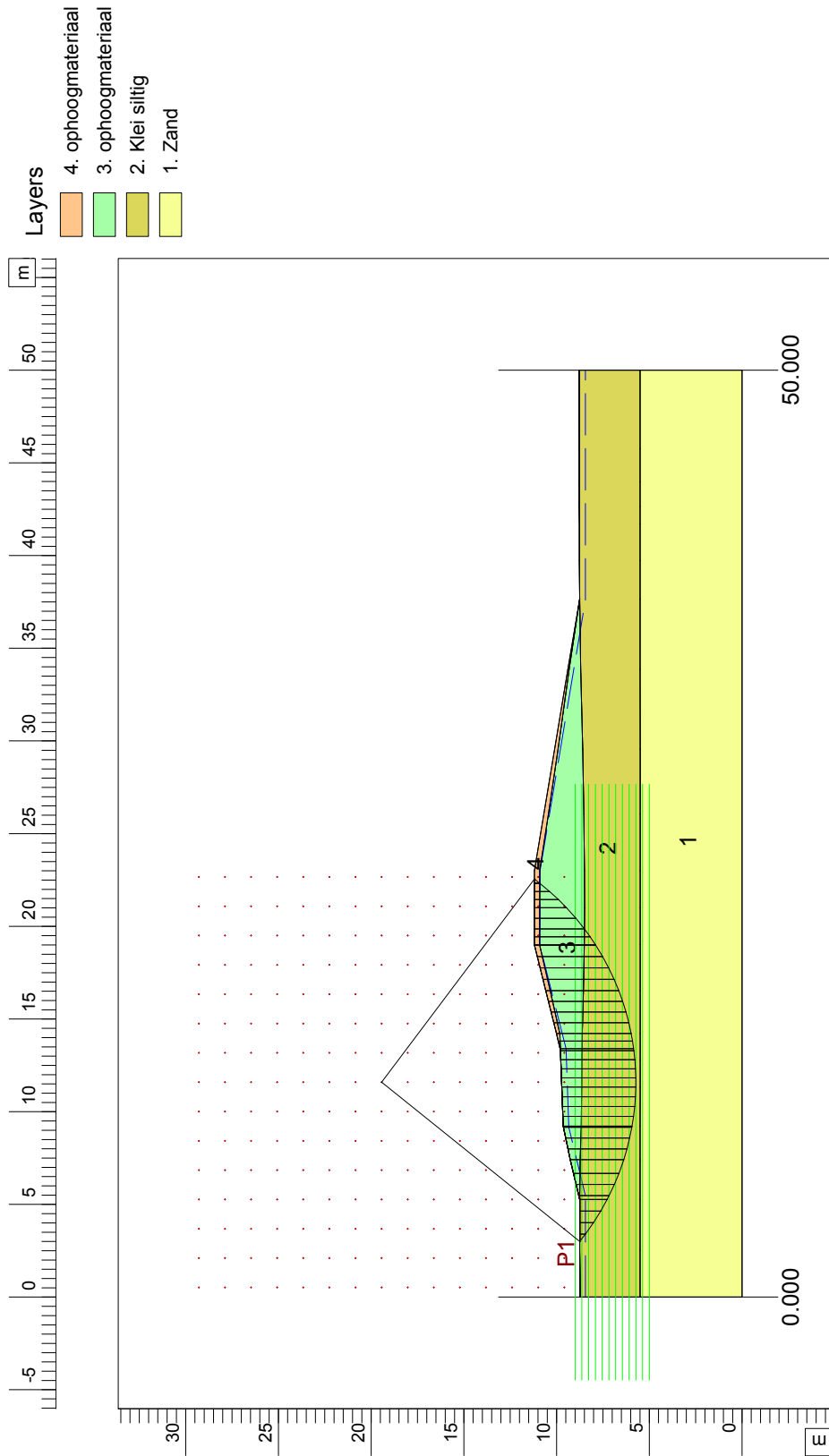
Phone
 Fax

D:Geo Stability 10.1 : Zomerkaade_eindfase_gpv.stl

Nederrijn- Doorwerthse waard
 DWP 9, (zomerkaade), eindfase
 Peil na val: buitentalud 1:4,

Annex	5-12-2011	Mrs
	299493	
		A4

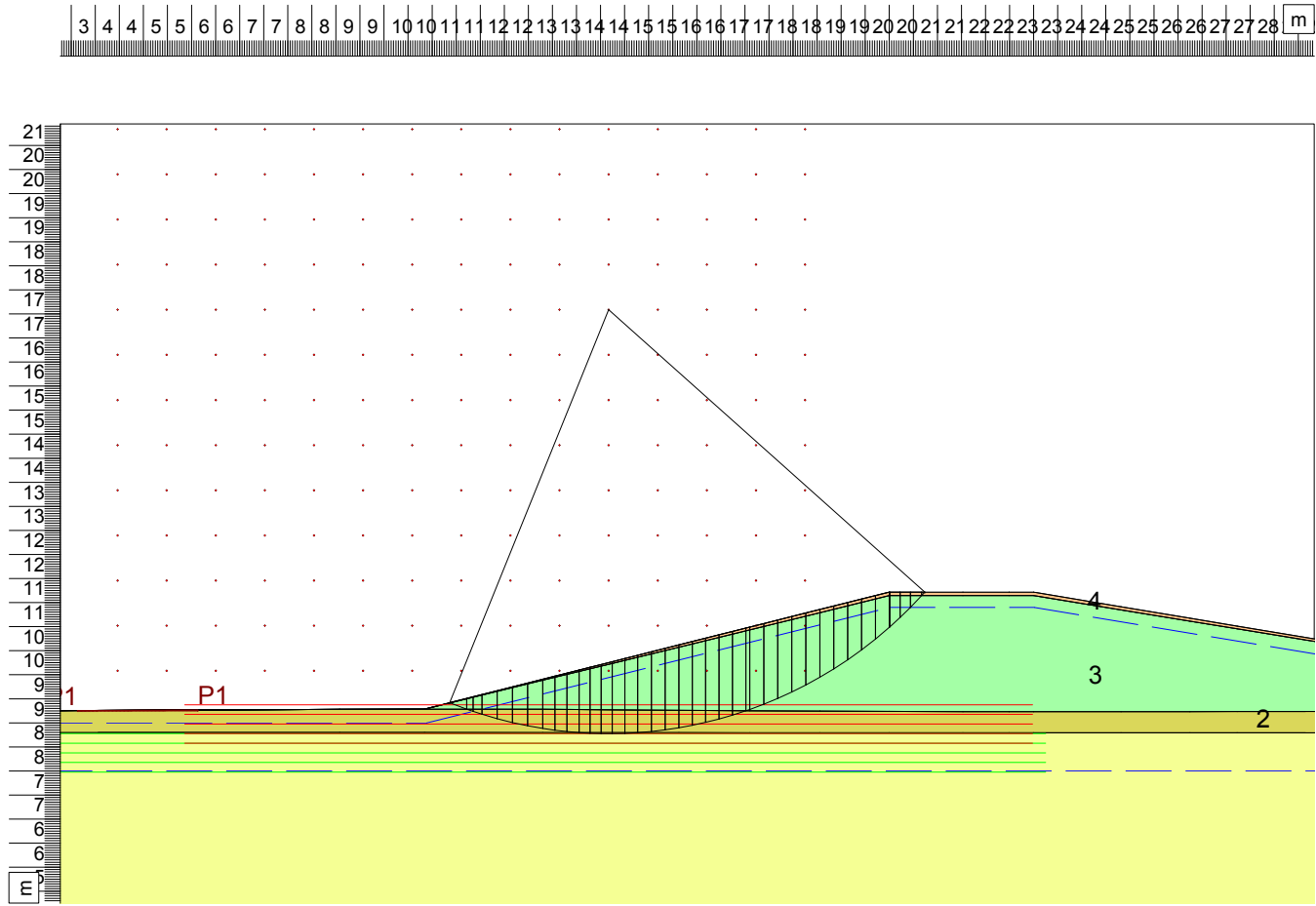
Critical Circle Bishop



D-Geo Stability 10.1 : STBU_Zomerkade_brug_berm_eind_pv.sti

Grontmij NV	Phone Fax	date 19-12-2011	drw. Mrs
Nederrijn - Doorwerthse waard - zomerkade (brug) STBU, DWP 9 berm, eindstabiliteit Peil na val	299493	ctr.	
	Annex -	form. A4	

Critical Circle Bishop



Layers

- 4. ophoogmateriaal
- 3. ophoogmateriaal
- 2. Klei siltig
- 1. Zand

Xm : 14.17 [m]
Ym : 17.09 [m]

Radius : 8.81 [m]
Safety : 1.13

Grontmij NV

Phone
Fax

D:Geo Stability_10.1 : Zomerkaade_uitvoering_JPV.stl

5-12-2011
date

Mrs
drvr.

299493

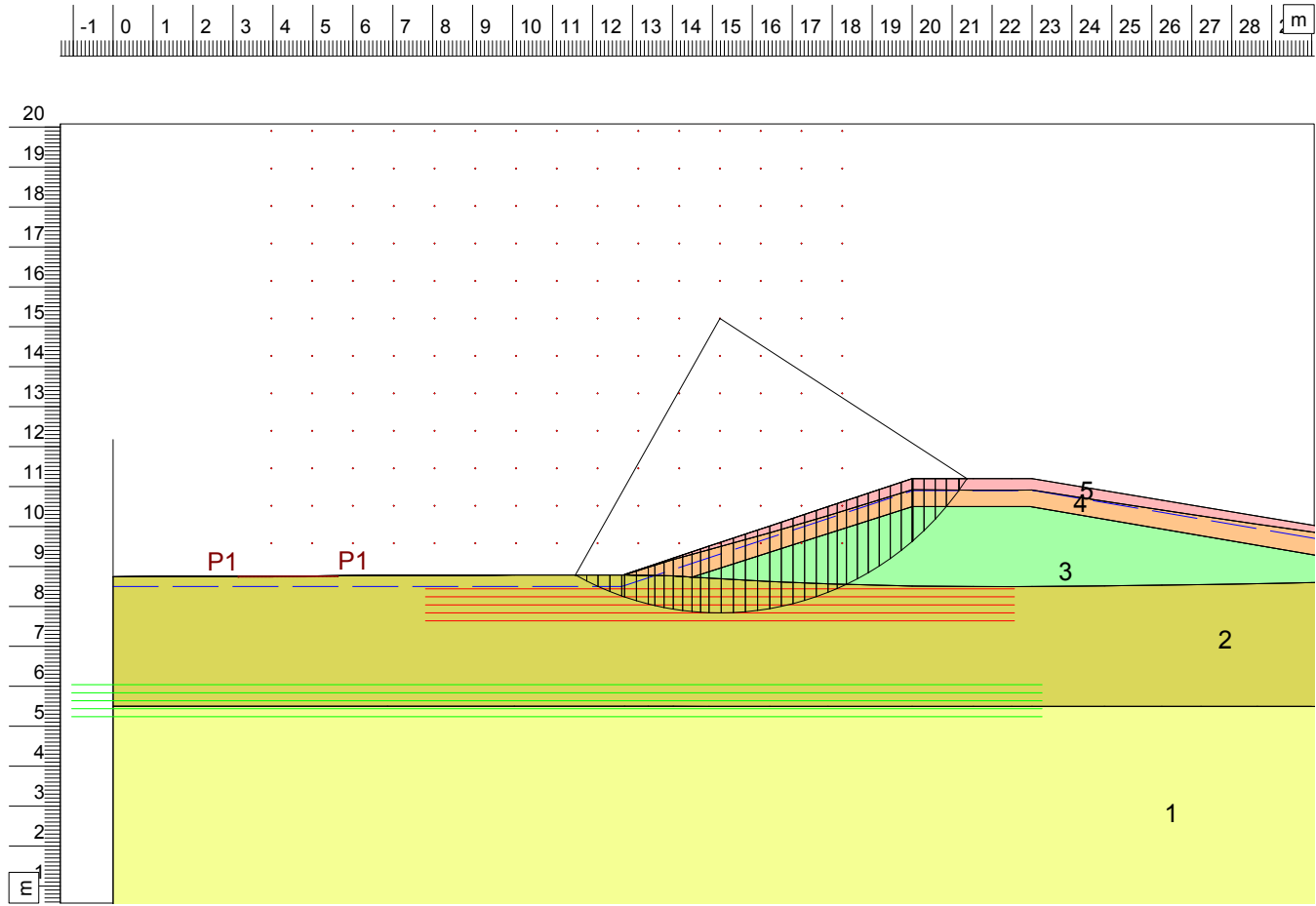
cf.

Nederrijn- Doorwerthse waard
DWP 9, (zomerkaade), uitvoering
Peil na val: buitentalud 1:4, 86% aanpassing

Annex

A4
form.

Critical Circle Bishop



- Layers**
- 5. Klei zandig
 - 4. Klei zandig
 - 3. Klei siltig
 - 2. Klei siltig
 - 1. Zand

Xm : 15.19 [m]
 Ym : 15.21 [m]
 Radius : 7.37 [m]
 Safety : 0.86

Grontmij NV

Phone
 Fax

D-Geo Stability 10.1 : Zomerkaade brug eindsituatie stl

Nederrijn - Doorwerthse waard
 Stabiliteit DWP 6, (zomerkaade t.h.v. brug)
 Peil na val, eindsituatie

2-12-2011
 date

299493

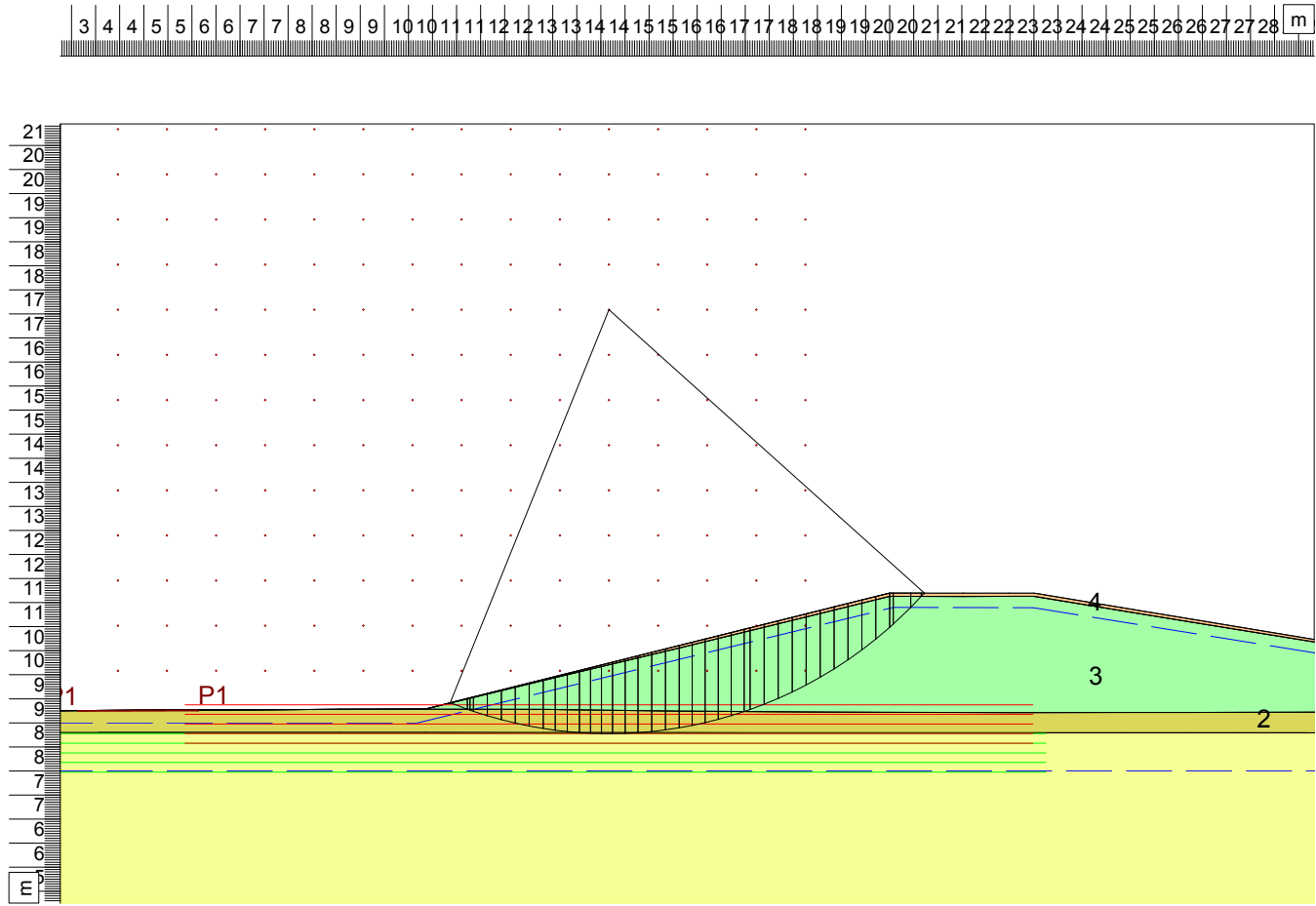
Annex

Mrs
 drvl.

ctf.

A4
 form.

Critical Circle Bishop



Layers

- 4. Klei siltig
- 3. ophoogmateriaal
- 2. Klei siltig
- 1. Zand

Xm : 14.17 [m]
Ym : 17.09 [m]

Radius : 8.81 [m]
Safety : 1.17

Grontmij NV

Phone
Fax

D:Geo Stability 10.1 : Zomerkaade, eindfase, jpv, stil

Nederrijn- Doorwerthse waard
DWP 9, (zomerkaade), eindfase
Peil na val: buitentalud 1:4,

5-12-2011
date

299493

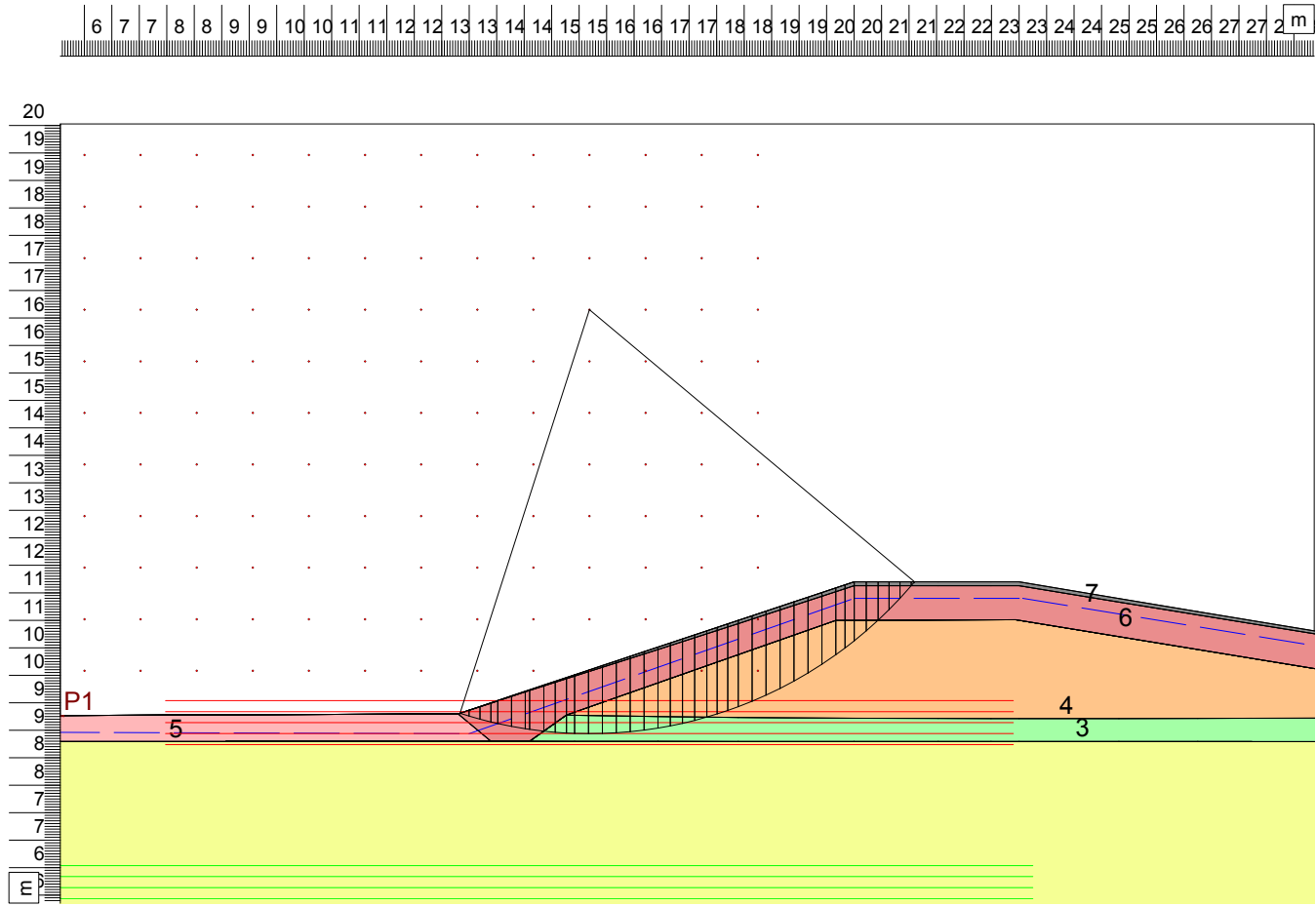
Annex

Mrs
drvr.

ctf.

A4
form.

Critical Circle Bishop



Layers

- 7. Klei zandig
- 6. Klei zandig
- 5. Klei siltig
- 4. Klei siltig
- 3. Klei siltig
- 2. Klei siltig
- 1. Zand

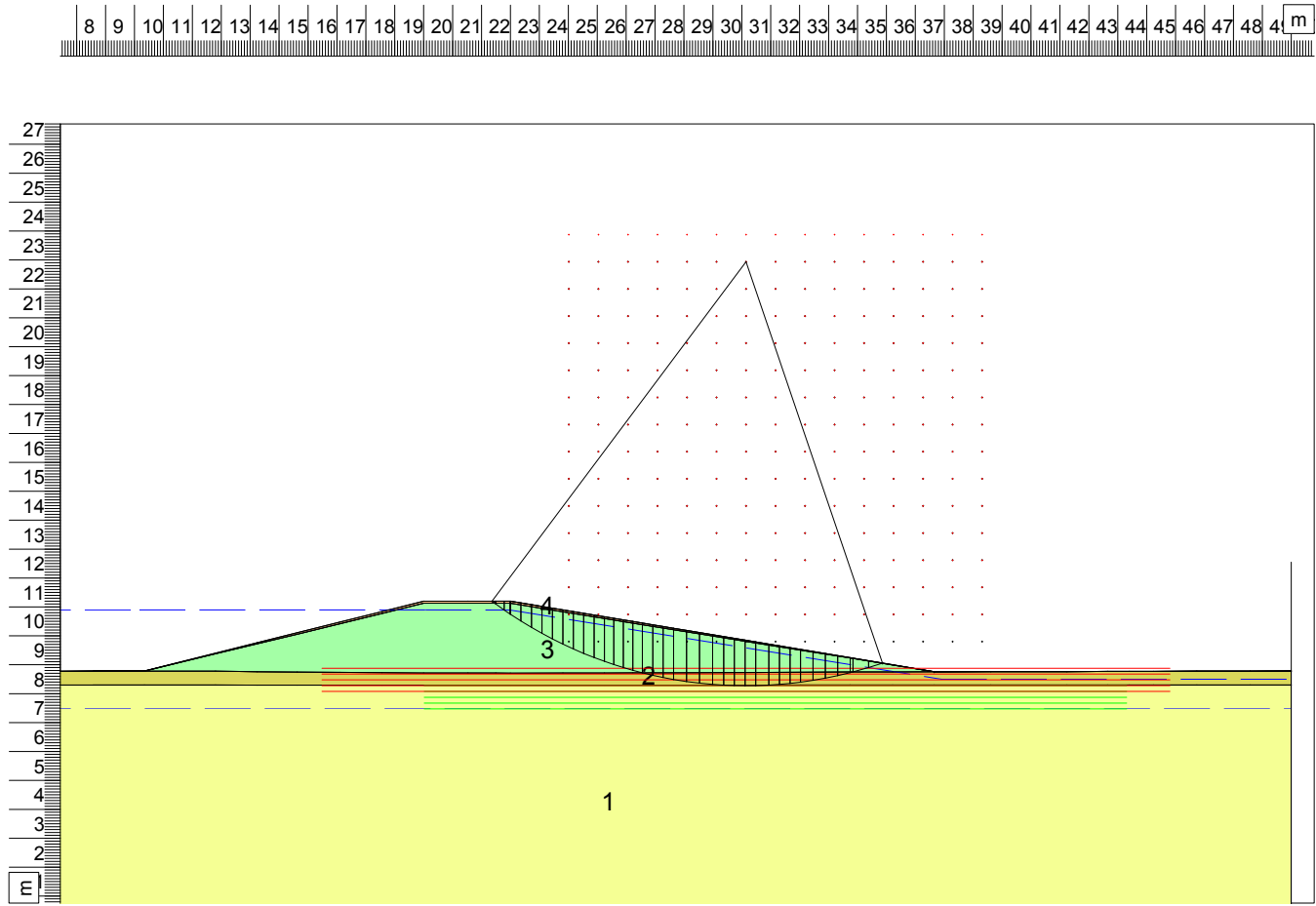
Xm : 15.19 [m]
Ym : 16.15 [m]

Radius : 7.71 [m]
Safety : 0.96

Grontmij NV		Nederrijn - Doorwerthse waard	
Phone		Stabiliteit DWP 6, (zomerkade)	
Fax		Peil na val, eindsituatie	
date		Annex	
2-12-2011		299493	
drvr.		ctf.	
Mrs		A4	

D:\Geo Stability_10_1 : Zomerkade_eindsituatie_gpv.stl

Critical Circle Bishop



Layers

- 4. ophoogmateriaal
- 3. ophoogmateriaal
- 2. Klei siltig
- 1. Zand

Xm : 31.14 [m]
 Ym : 22.94 [m]
 Radius : 14.66 [m]
 Safety : 1.63

Grontmij NV

Phone
 Fax

D:Geo Stability 10.1 : Zomerkaade_eindfase_HW_sil

5-12-2011
 date

Mrs
 drvr.

299493

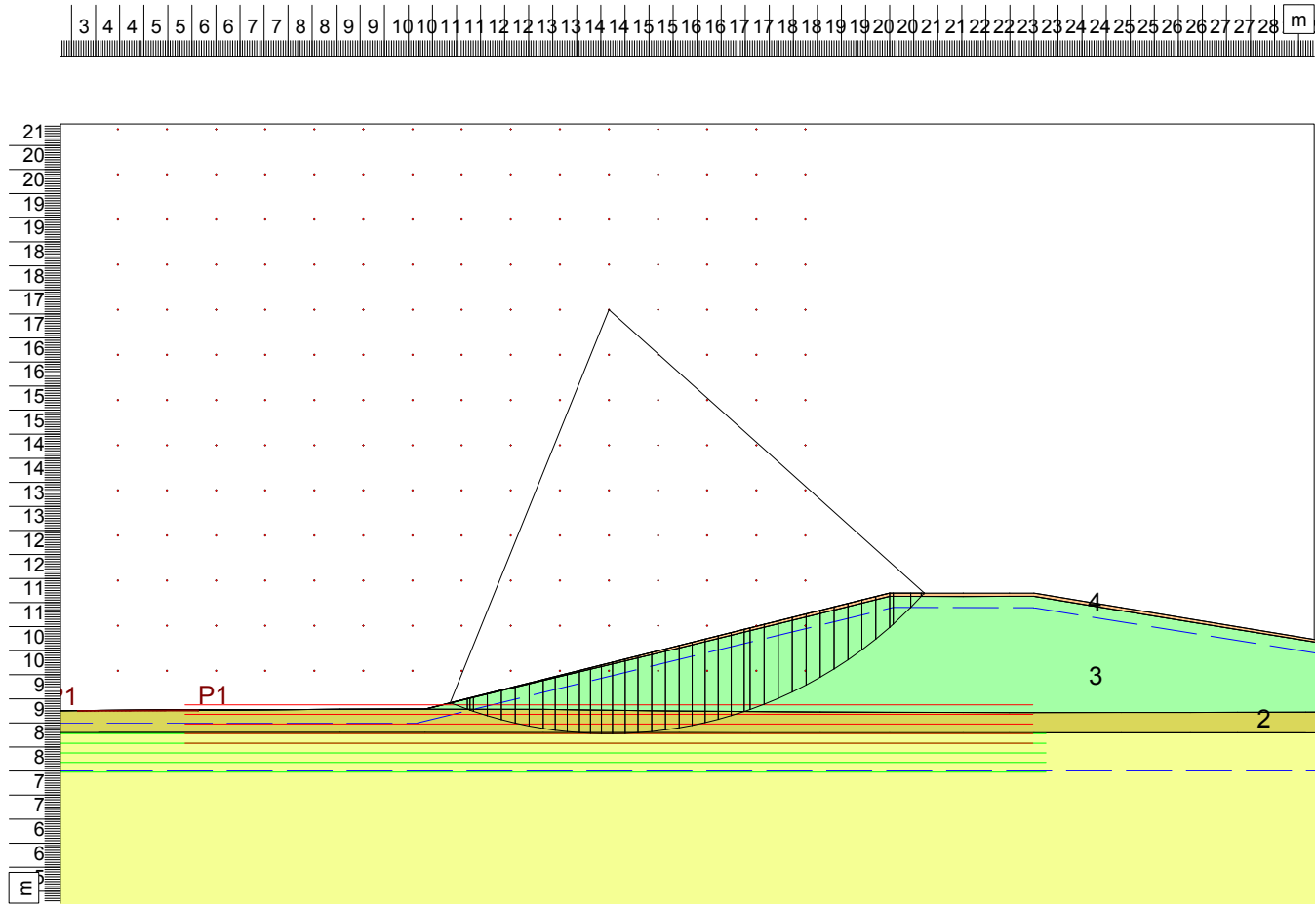
ctf.

Nederrijn- Doorwerthse waard
 DWP 9, (zomerkaade), eindfase
 Hoogwater, buitentalud 1:4

Annex

A4
 form.

Critical Circle Bishop



Layers

- 4. Klei siltig
- 3. ophoogmateriaal
- 2. Klei siltig
- 1. Zand

Xm : 14.17 [m]
 Ym : 17.09 [m]
 Radius : 8.81 [m]
 Safety : 1.17

Grontmij NV

Phone
 Fax

D:Geo Stability 10.1 : Zomerkaade_eindfase_gpv.stl

Nederrijn- Doorwerthse waard
 DWP 9, (zomerkaade), eindfase
 Peil na val: buitentalud 1:4,

5-12-2011
 date

299493

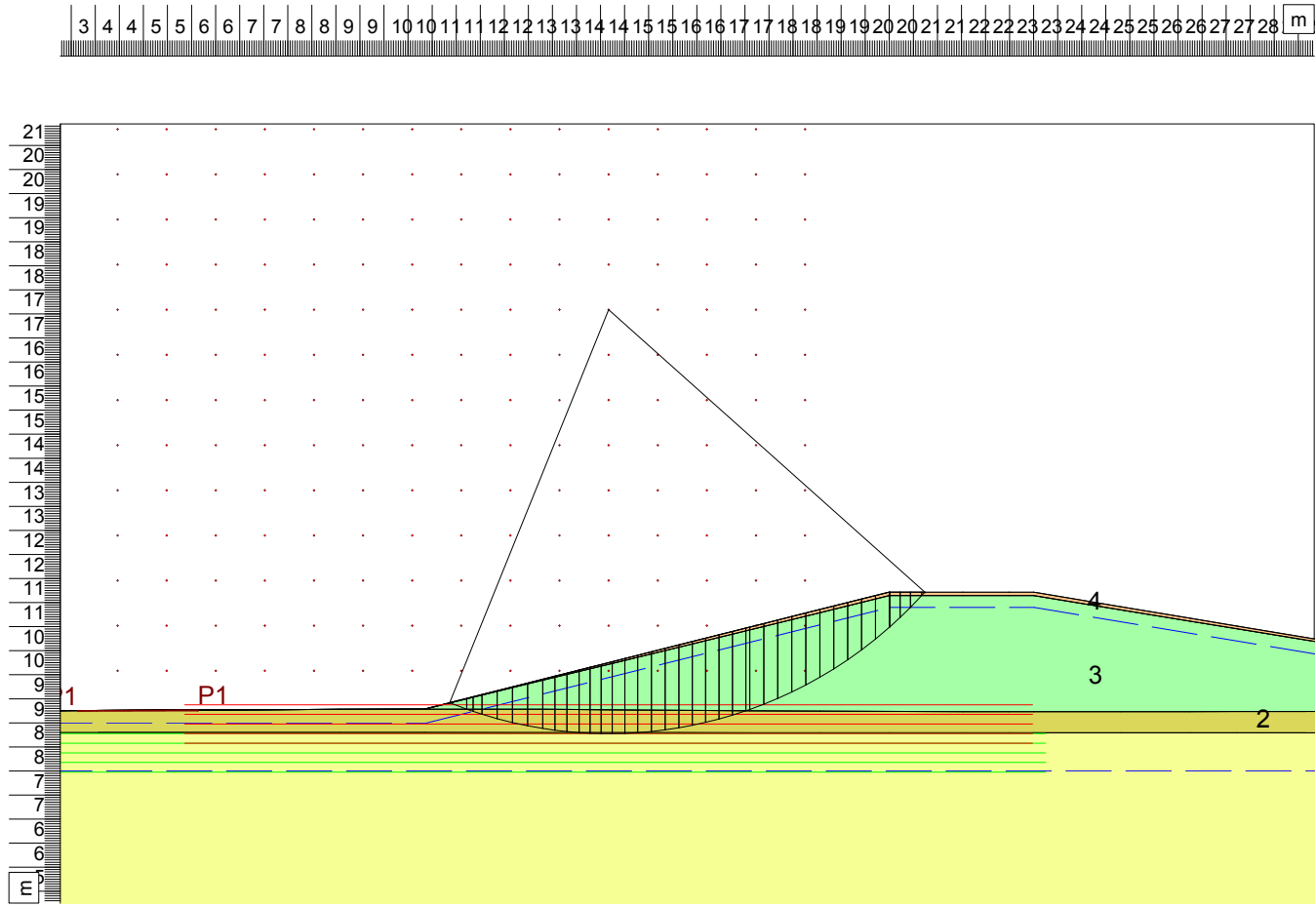
Annex

Mrs
 drvr.

cf.

A4
 form.

Critical Circle Bishop



Layers

- 4. ophoogmateriaal
- 3. ophoogmateriaal
- 2. Klei siltig
- 1. Zand

Xm : 14.17 [m]
Ym : 17.09 [m]

Radius : 8.81 [m]
Safety : 1.13

Grontmij NV

Phone
Fax

D:Geo Stability 10.1 : Zomerkaade_uitvoering_JPV.stl

Nederrijn- Doorwerthse waard
DWP 9, (zomerkaade), uitvoering
Peil na val: buitentalud 1:4, 86% aanpassing

5-12-2011
date

299493

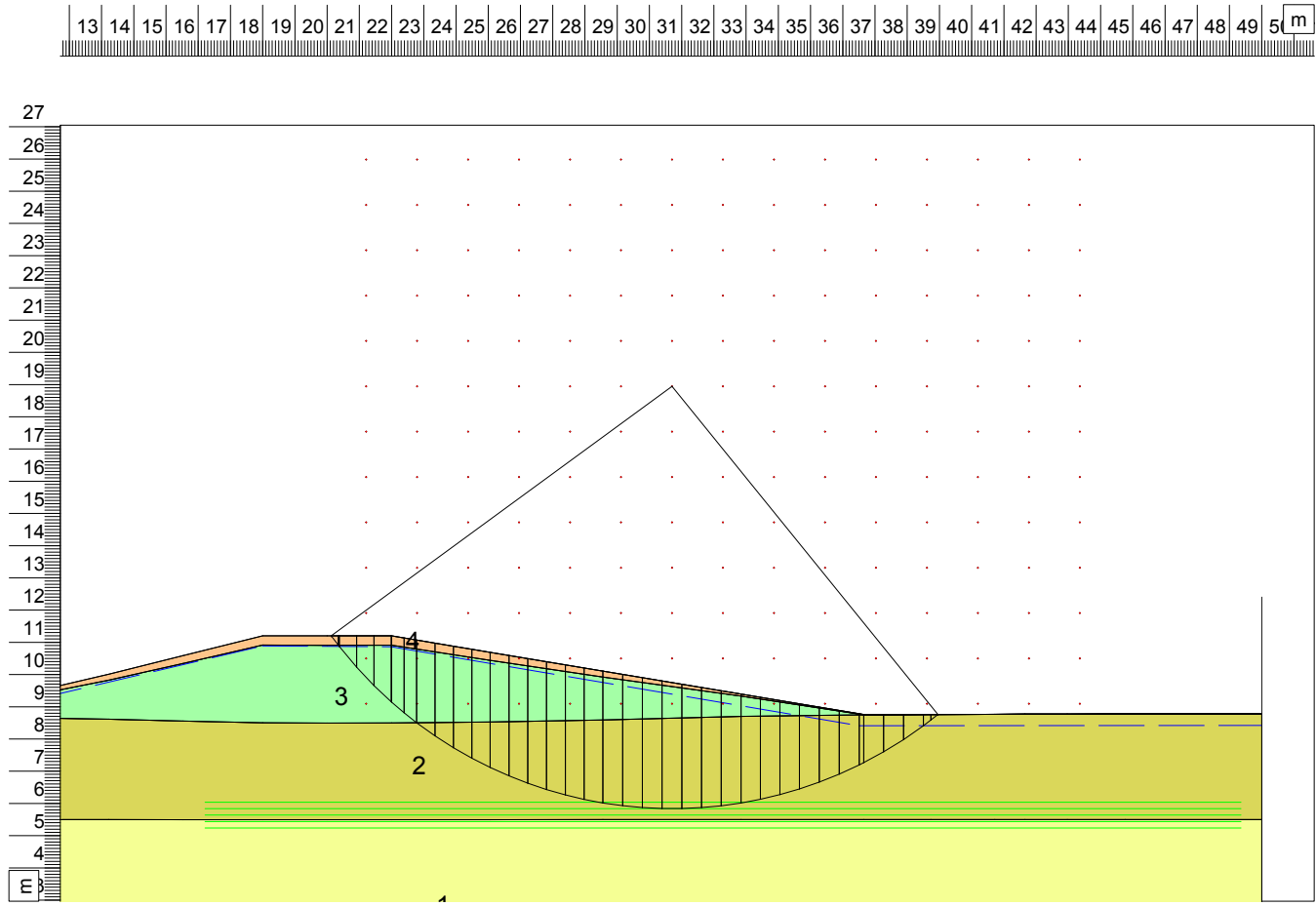
Annex

Mrs
drvr.

ctf.

A4
form.

Critical Circle Bishop



Layers

- 4. ophoogmateriaal
- 3. ophoogmateriaal
- 2. Klei siltig
- 1. Zand

Xm : 31.70 [m]
 Ym : 18.95 [m]
 Radius : 13.11 [m]
 Safety : 1.23

Grontmij NV

Phone
 Fax

D:Geo Stability 10.1 : STBI_Zomerkaade_brug_berm_eind_gpv.stl

date
 12-12-2011

drvl.
 Mrs

299493

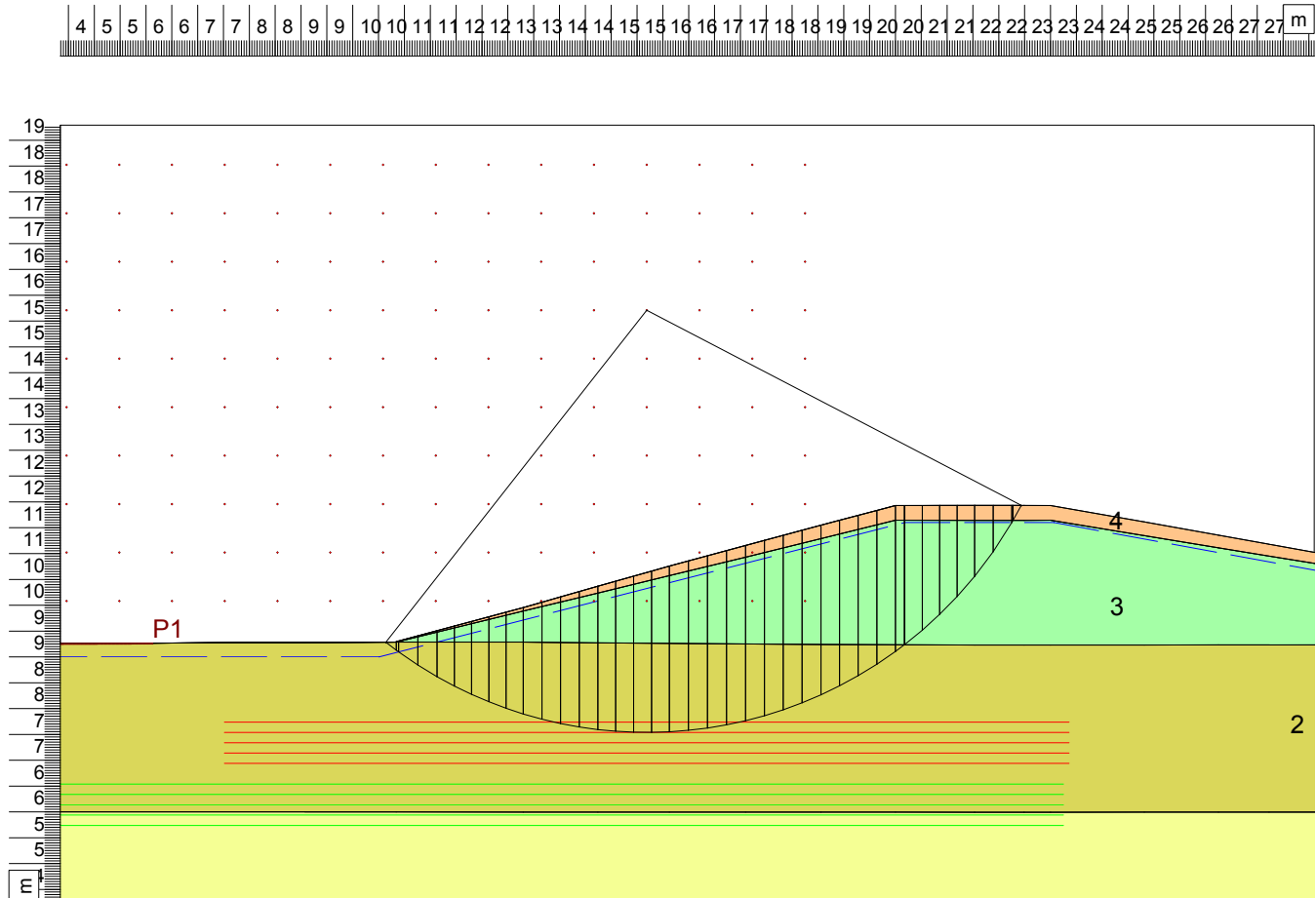
cf.
 M/s

Nederrijn - Doorwerthse waard - zomerkaade (brug)
 STBI, DWP 9 berm, eindfase
 Peil na val

Annex -

form.
 A4

Critical Circle Bishop



Layers

- 4. ophoogmateriaal
- 3. ophoogmateriaal
- 2. Klei siltig
- 1. Zand

Xm : 15.19 [m]
 Ym : 15.21 [m]
 Radius : 8.17 [m]
 Safety : 0.59

Grontmij NV

Phone
 Fax

D:Geo Stability 10.1 : Zomerkaade_brug_uitvoering.stl

Nederrijn- Doorwerthse waard
 Stabiliteit DWP 9, (zomerkaade t.h.v. brug)
 Peil na val, 14% aanpassing

5-12-2011
 date

299493

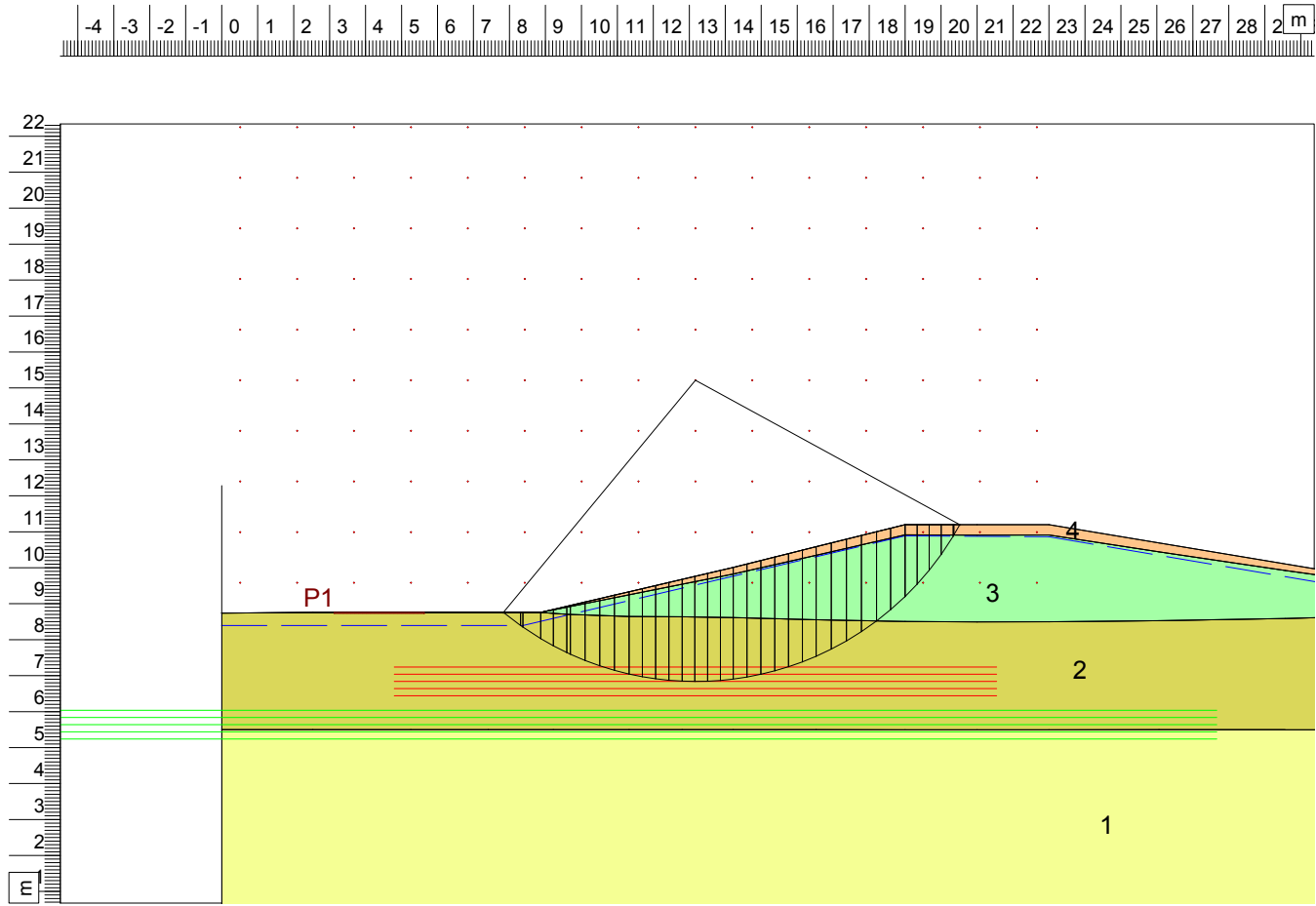
Annex

Mfs
 drvl.

ctf.

A4
 form.

Critical Circle Bishop



Layers

- 4. ophoogmateriaal
- 3. ophoogmateriaal
- 2. Klei siltig
- 1. Zand

Xm : 13.17 [m]
 Ym : 15.21 [m]
 Radius : 8.38 [m]
 Safety : 1.00

Grontmij NV

Phone
 Fax

D:\Geo Stability 10.1 : STBU_Zomerkaade_brug_bem_eind_gpv.stl

9-12-2011 date

Mrs drvl.

299493

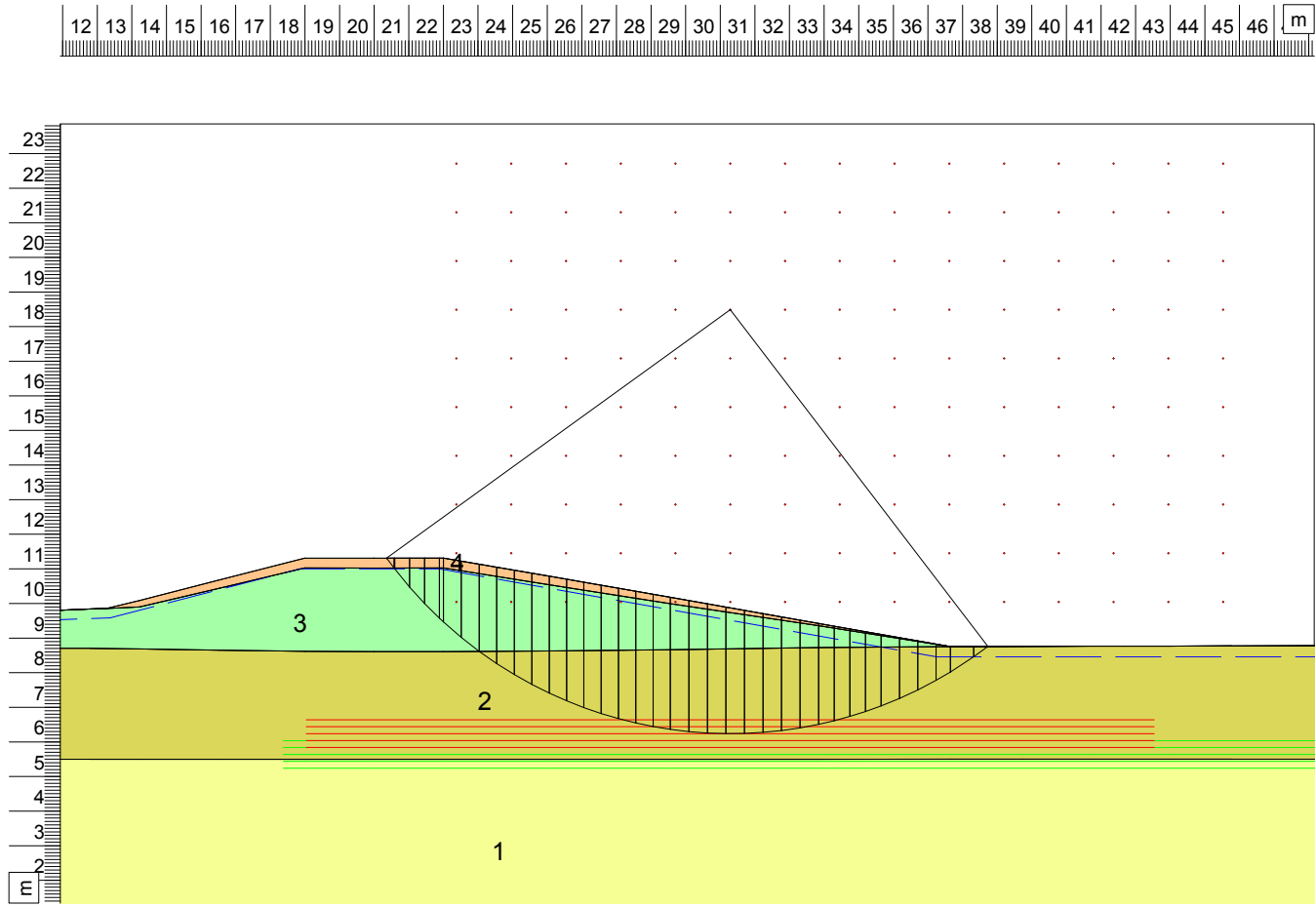
cf.

Nederrijn - Doorwerthse waard - zomerkaade (brug)
 STBU, DWP 9 berm, 180 dagen
 Peil na val, 60% aanpassing

Annex -

A4 form.

Critical Circle Bishop



Layers

- 4. ophoogmateriaal
- 3. ophoogmateriaal
- 2. Klei siltig
- 1. Zand

Xm : 31.29 [m]
 Ym : 18.49 [m]
 Radius : 12.25 [m]
 Safety : 1.00

Grontmij NV

Phone
 Fax

D:\Geo Stability 10.1 : Zomerkaade_brug_berm_uithoening180_jpv.stl

9-12-2011 date

Mrs drvr.

299493

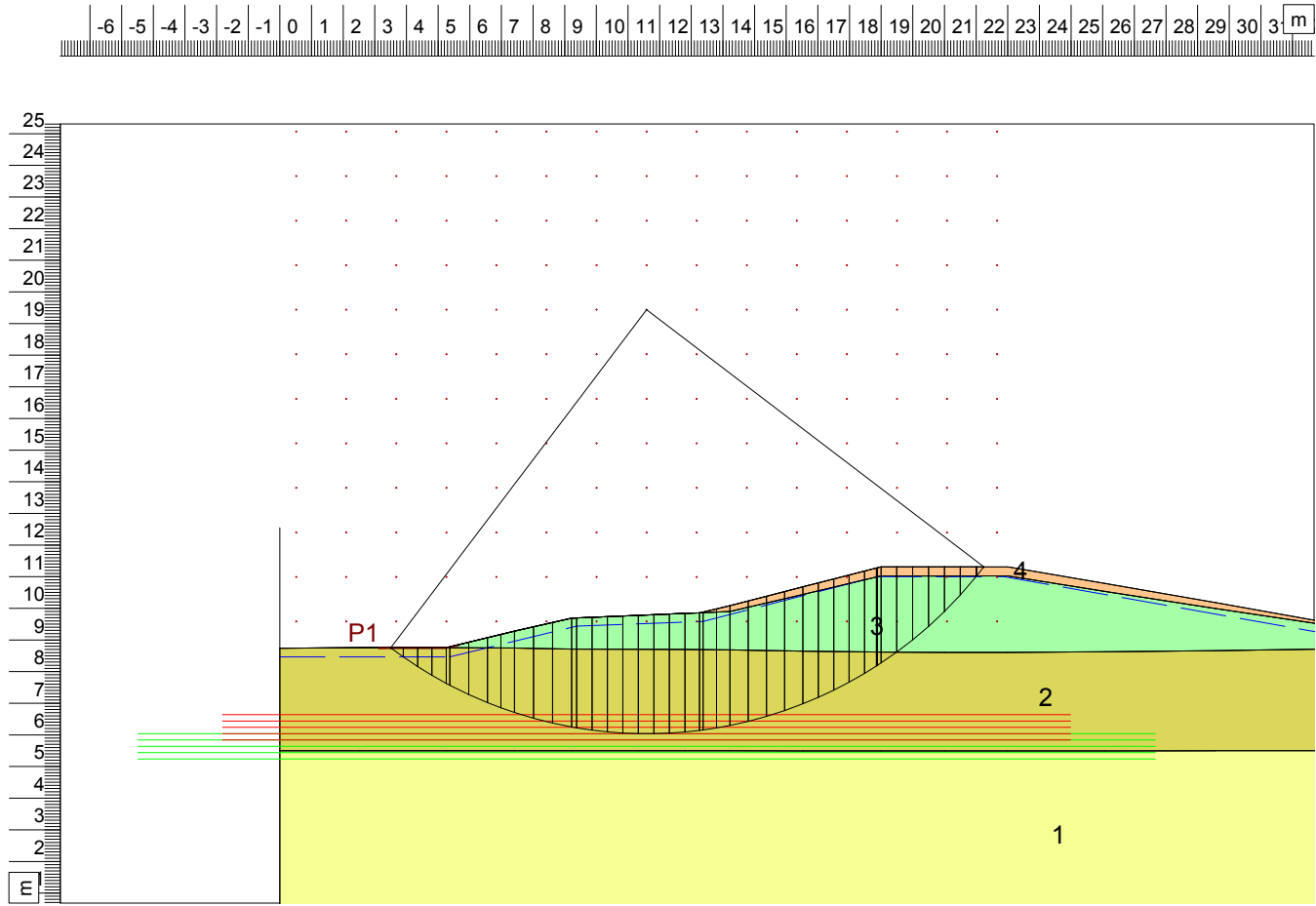
cf.

Nederrijn - Doorwerthse waard - zomerkaade (brug)
 STBI, DWP 9 berm, 180 dagen
 Peil na val, 60% aanpassing

Annex -

A4 form.

Critical Circle Bishop



- Layers**
- 4. ophoogmateriaal
 - 3. ophoogmateriaal
 - 2. Klei siltig
 - 1. Zand

Xm : 11.59 [m]
 Ym : 19.44 [m]
 Radius : 13.40 [m]
 Safety : 1.02

Grontmij NV
 Nederrijn - Doorwerthse waard - zomerkaade (brug)
 STBU, DWP 9 berm, 180 dagen
 Peil na val, 60% aanpassing

Phone
 Fax

D-Geo Stability 10.1 : STBU_Zomerkaade_brug_berm_luliv180_jpv.stl

Annex -	9-12-2011	Mrs
	299493	
		A4

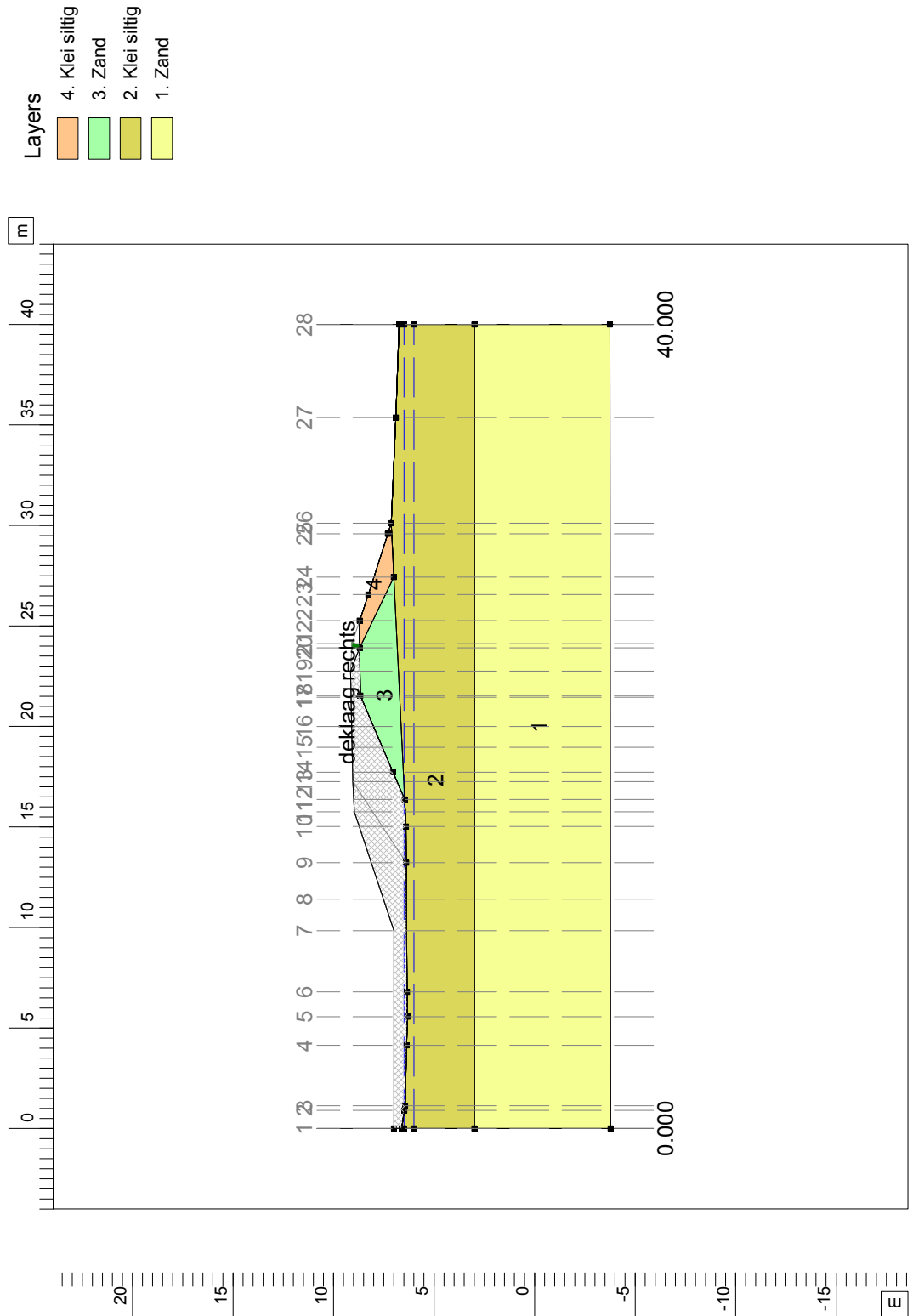
Bijlage 5

Zetting berekeningen per uiterwaard

Bijlage 5-1

Resultaten berekeningen Tollewaard

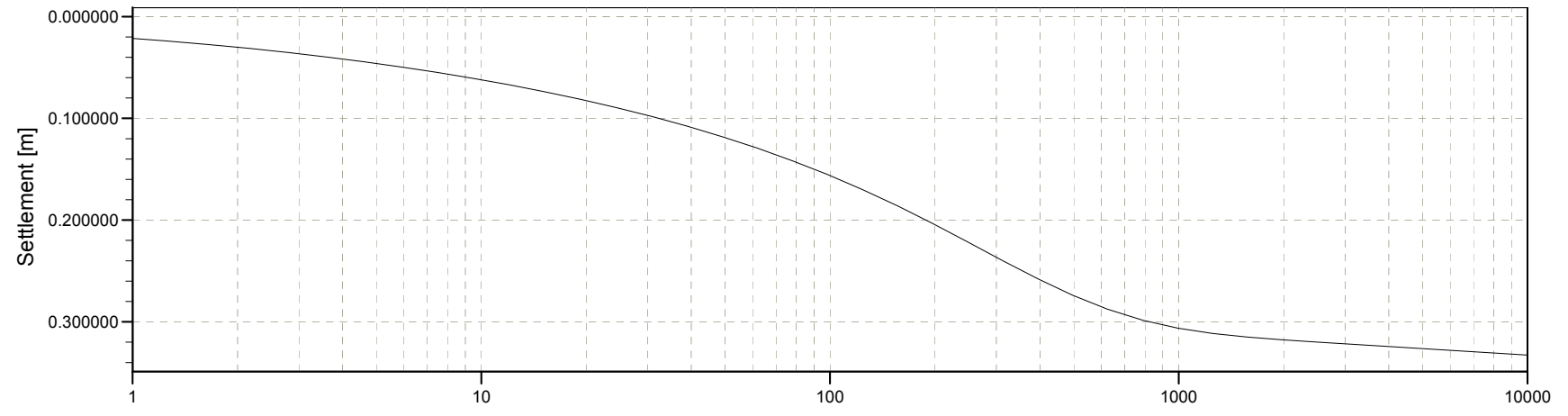
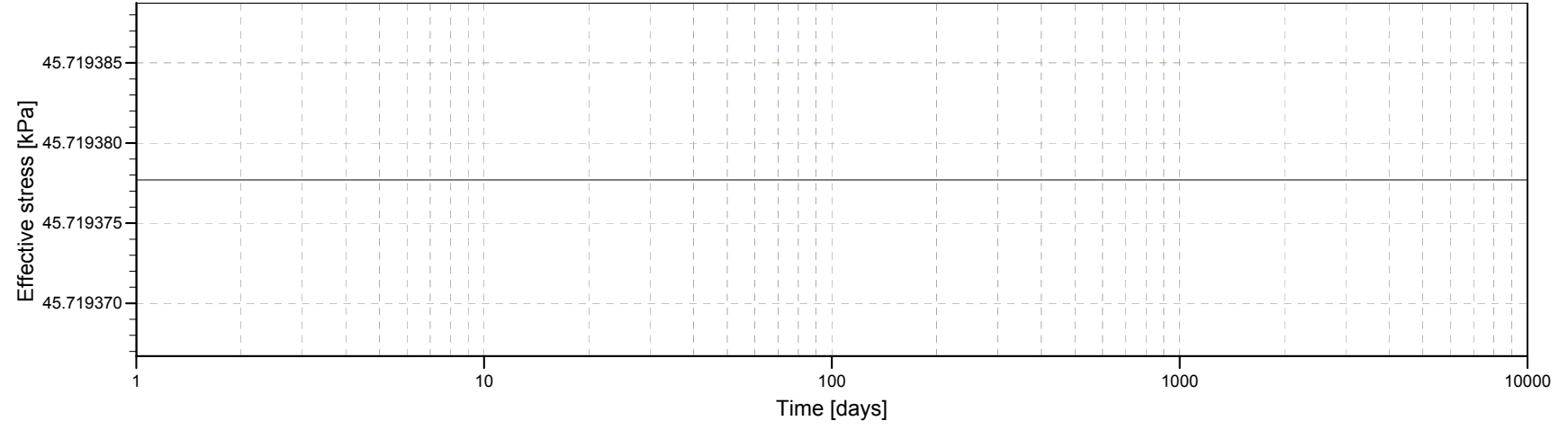
Input View



D-Settlement 9.2 : Wegconstructie.sli

<p>Grontmij NV</p>	<p>Phone Fax</p>	<p>date 16-12-2011</p>	<p>drw. Mrs</p>
<p>Neder-Rijn, Tollewaard Wegconstructie op zomerkafe zettingsberekeningen</p>	<p>299493</p>	<p>ctr.</p>	
	<p>Annex -</p>	<p>form. A4</p>	

Time-History

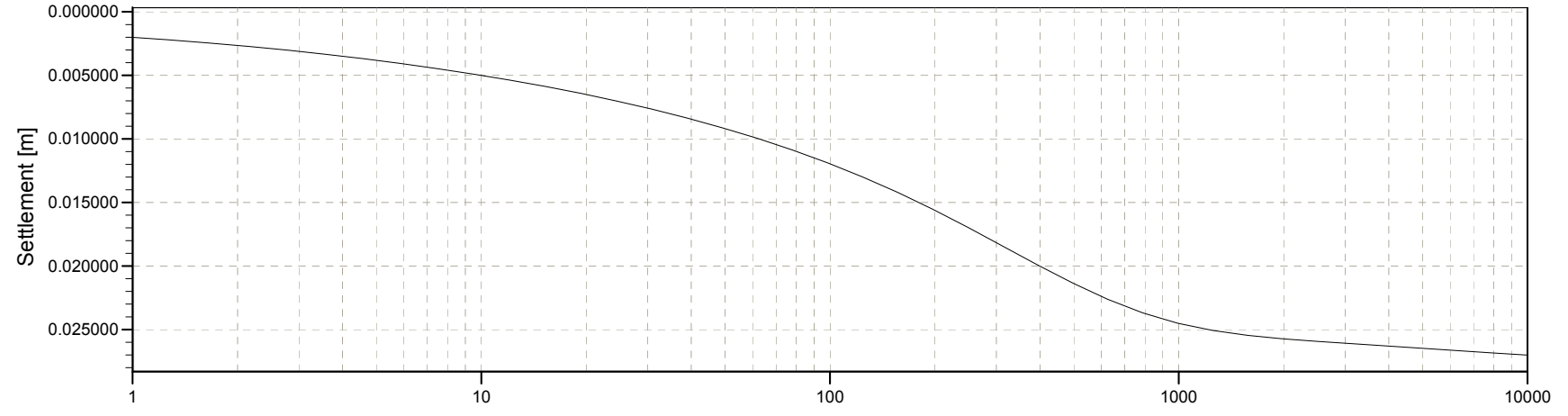
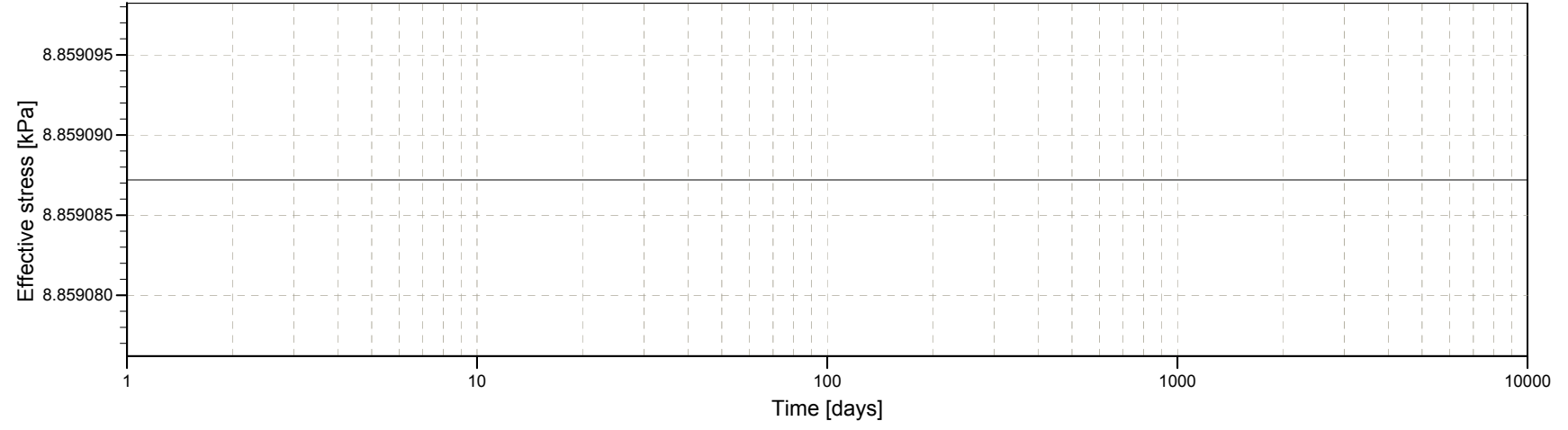


Vertical 11 (X = 15.750 m; Z = 0.000 m)
 Method = NEN - Koppejan with Terzaghi (Natural strain)

Depth = 6.435 [m]
 Settlement after 10000 days = 0.333 [m]

Grontmij NV		Phone	D:\Settlement 9.2 - Wegconstructie sll
Neder-Rijn, Tollewaard		Fax	
Wegconstructie op zomerkafe		date	16-12-2011
zettingsberekeningen		2999493	
Annex	-	drw.	Mrs
		form.	A4

Time-History



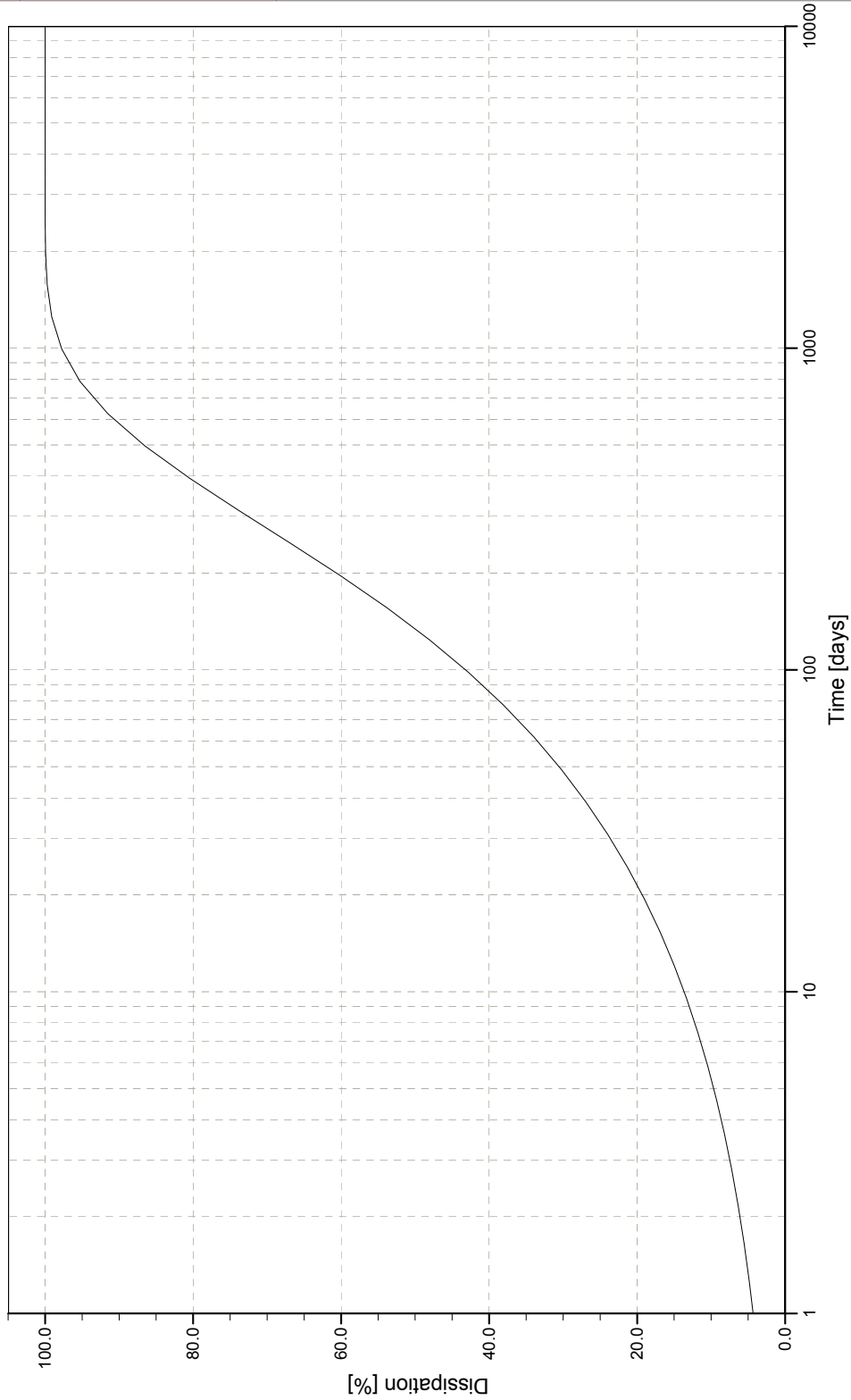
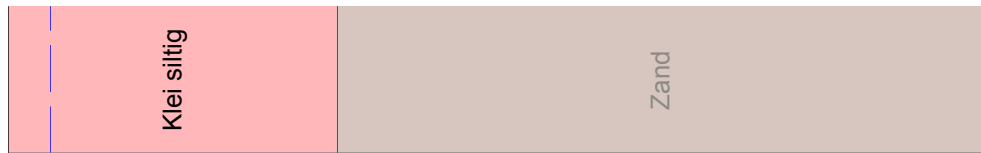
Vertical 18 (X = 21.533 m; Z = 0.000 m)
 Method = NEN - Koppejan with Terzaghi (Natural strain)

Depth = 8.672 [m]
 Settlement after 10000 days = 0.027 [m]

Grontmij NV		Phone	
Neder-Rijn, Tollewaard		Fax	
Wegconstrucie op zomerkade		date	
zettingsberekeningen		16-12-2011	
Annex -		2999493	
A4		M/s	
form.		driv.	

D-Settlement 9.2 : Wegconstrucie sill

Dissipations

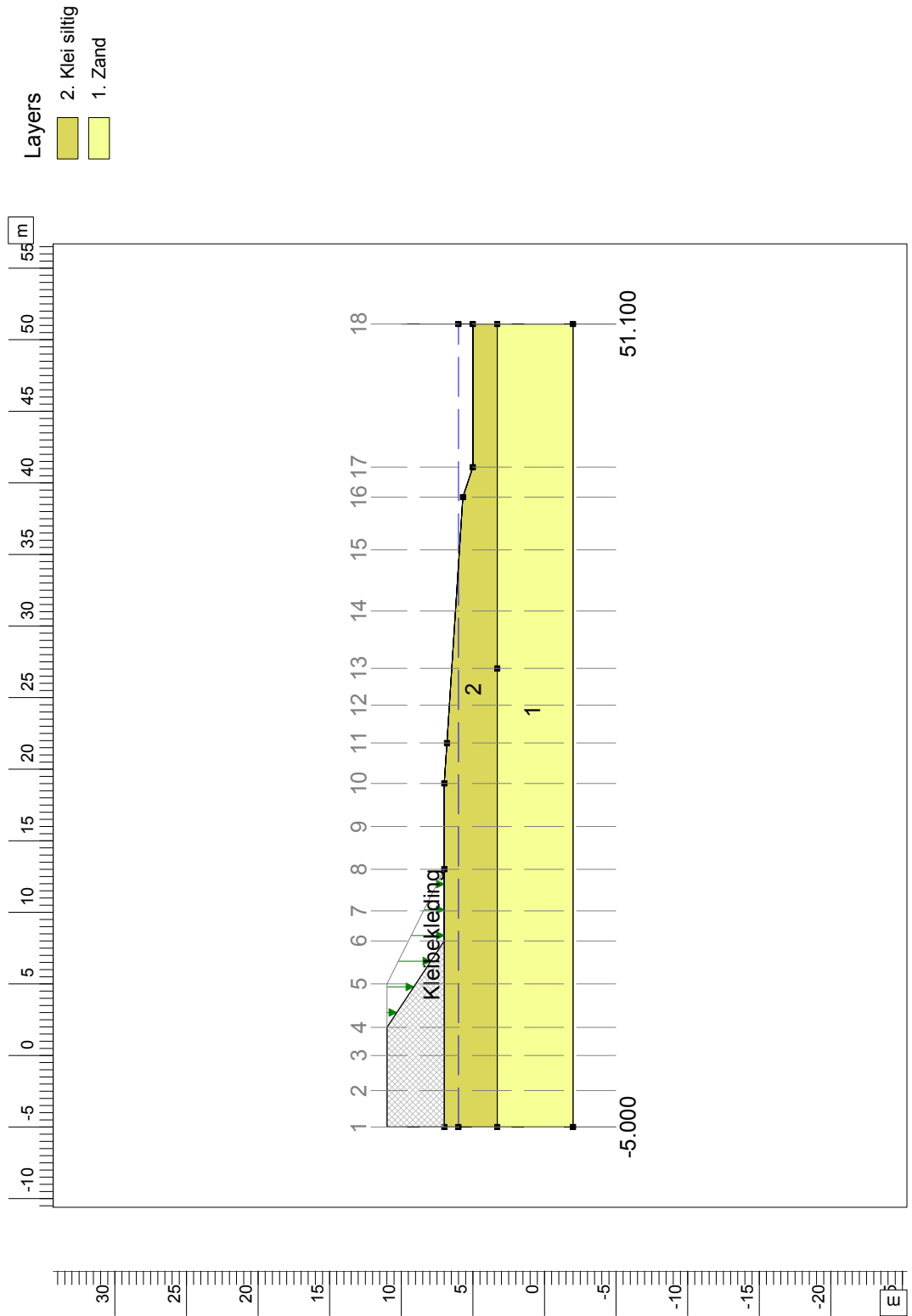


Vertical 11 (X = 15.750 m)
Method = NEN - Koppejan with Terzaghi (Natural strain)

D-Settlement 9.2 : Wegconstructie.sil

Grontmij NV Neder-Rijn, Tollewaard Wegconstructie op zomerkade zettingsberekeningen	Phone Fax	date 16-12-2011	drw. Mrs
		299493	ctr.
		Annex -	form. A4

Input View



D-Settlement 9.2 : Brughoofd_noordzijde.sil

Grontmij NV

Phone
Fax

date

14-12-2011

drw.

Mrs

Neder-Rijn, Tollewaard
brughoofd noordzijde
zettingsberekeningen

ctr.

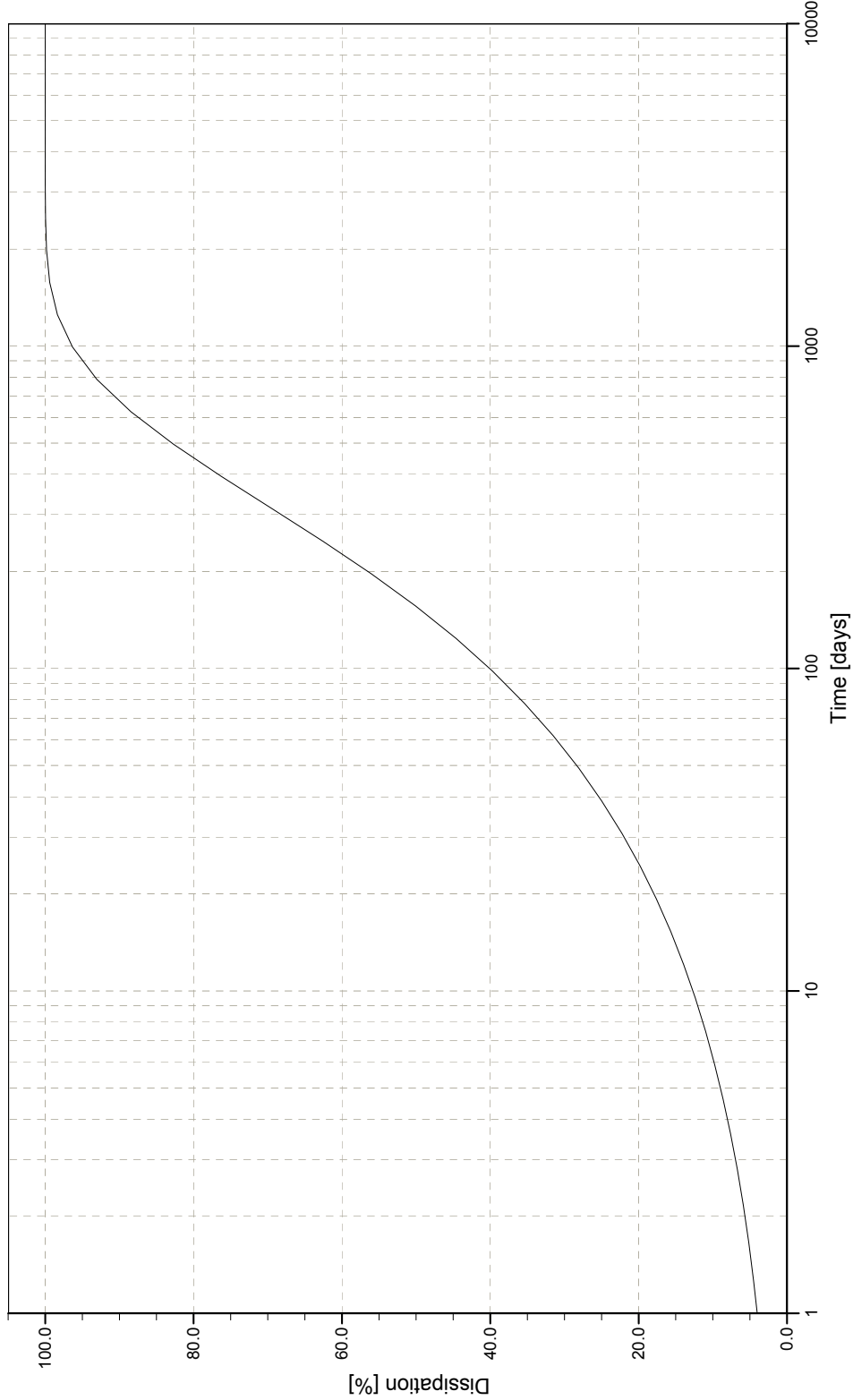
299493

form.

Annex -

A4

Dissipations

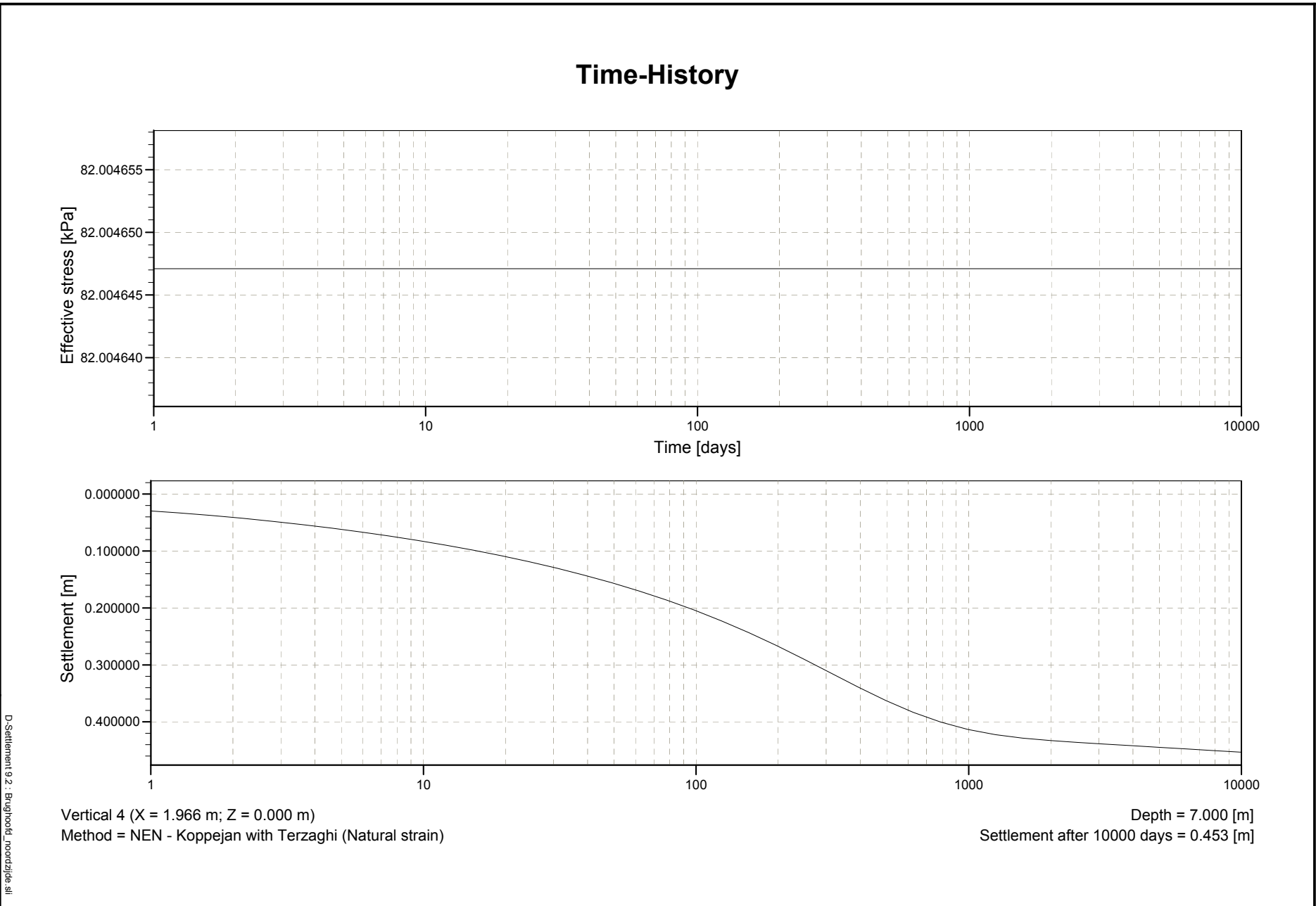


Vertical 4 (X = 1,966 m)
Method = NEN - Koppejan with Terzaghi (Natural strain)

D-Settlement 9.2 : Brughoofd_noordzijde.sil

Grontmij NV	Phone Fax	date	drw.
		14-12-2011	Mrs
Neder-Rijn, Tollewaard brughoofd noordzijde zettingsberekeningen		299493	ctr.
		Annex -	form. A4

Grontmij NV		Phone	date	driv.
Neder-Rijn, Tollewaard		Fax	14-12-2011	Mrs
brughoofd noordzijde			299493	
zettingberekeningen			Annex -	A4



zetting
 brughoofd, zuidzijde
 Neder-Rijn, Tollewaard

Grontmij NV

Phone
 Fax

date
 14-12-2011

drvl.
 Mrs

299493

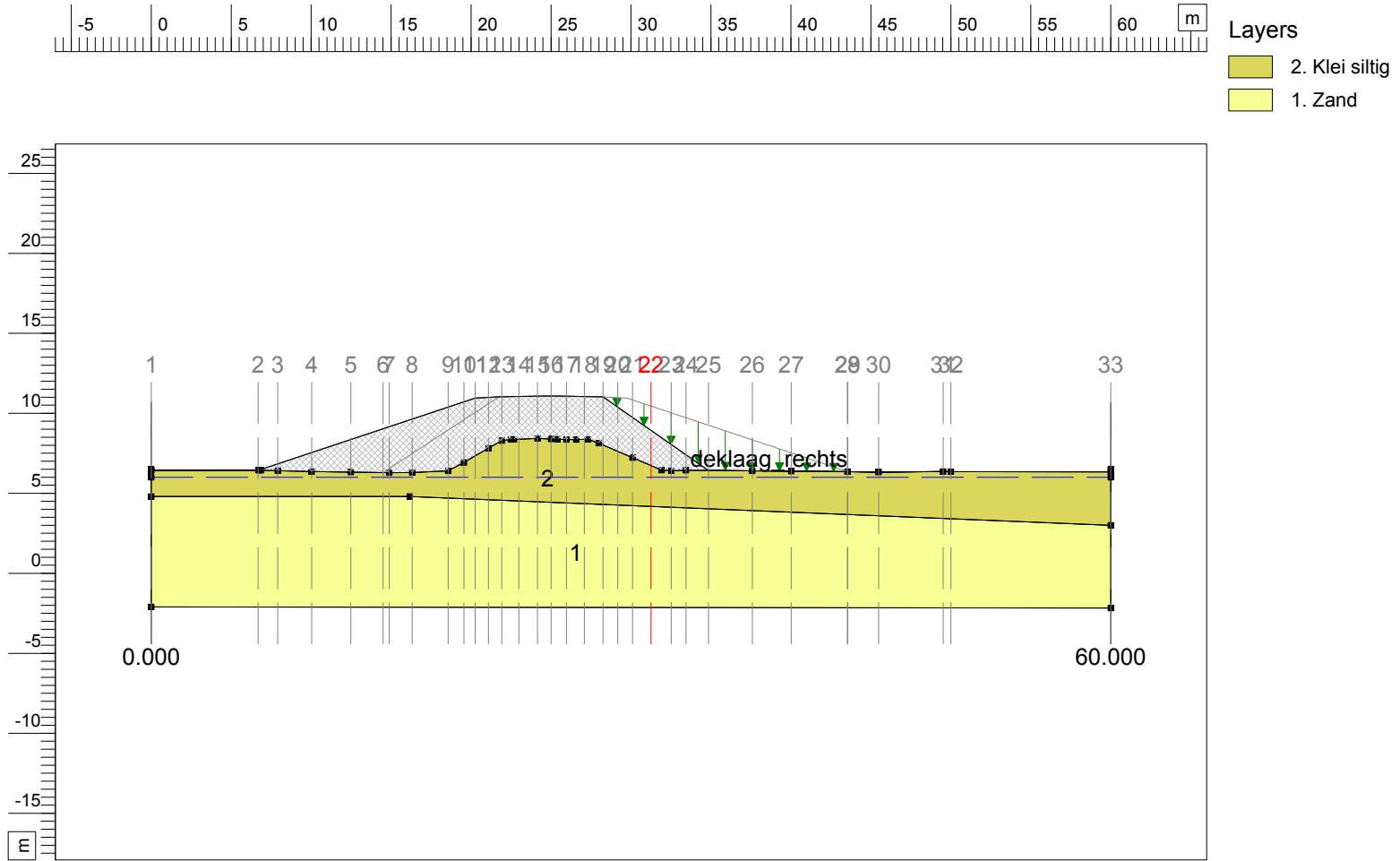
ctf.

Annex -

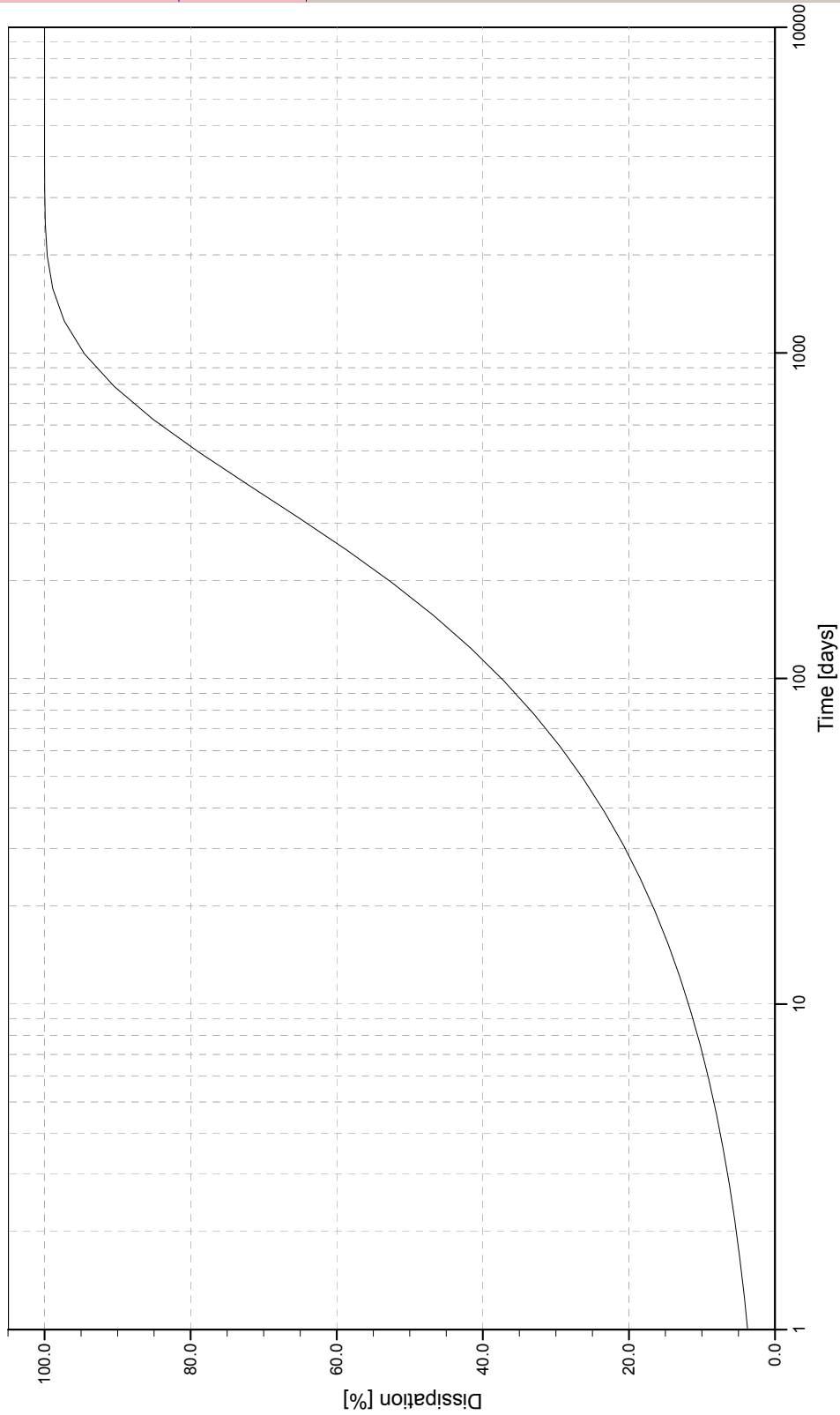
form.
 A4

D:\Settlement 9.2 - Brughoofd_zuidzijde.sil

Input View



Dissipations

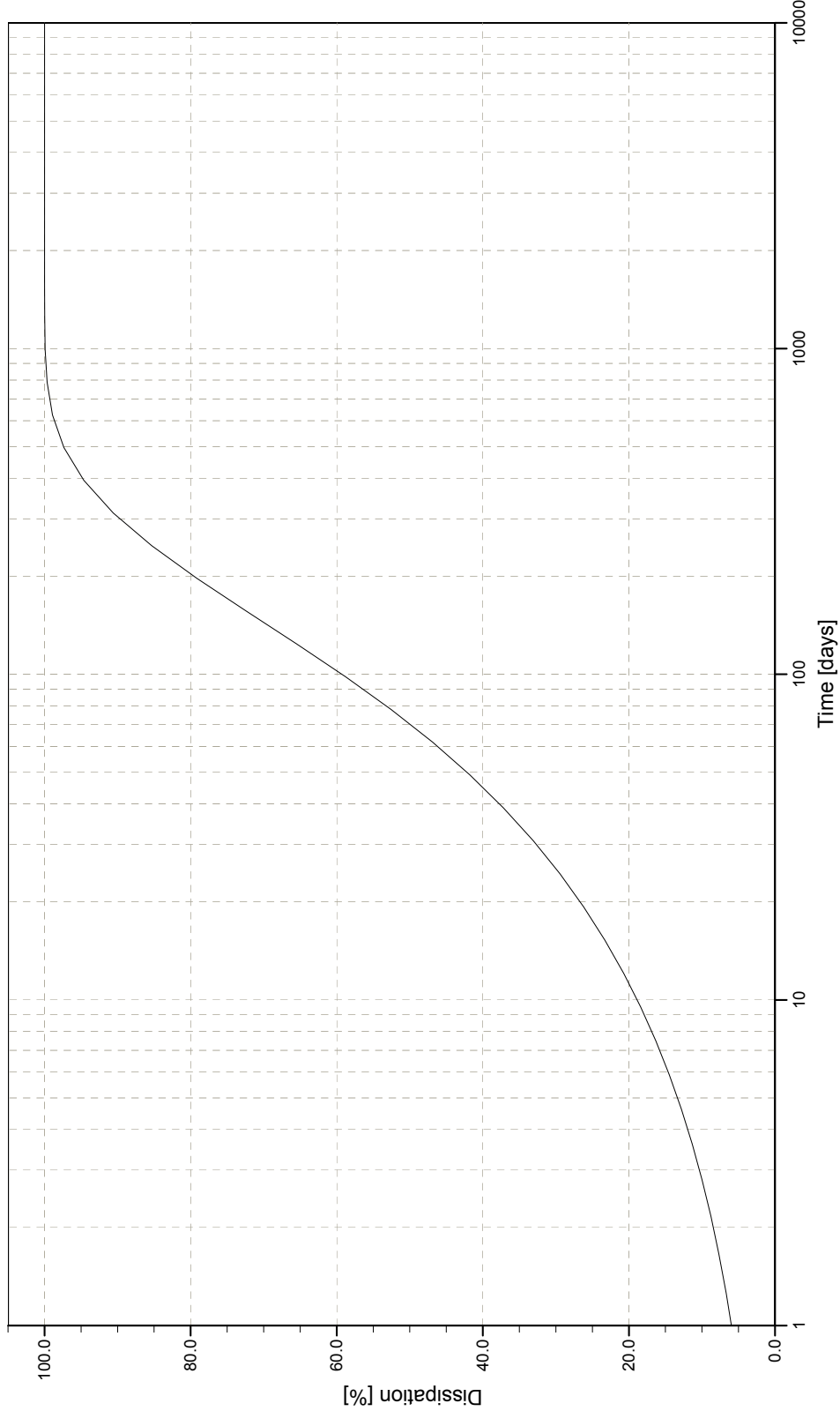


Vertical 16 (X = 25.000 m)
Method = NEN - Koppejan with Terzaghi (Natural strain)

D-Settlement 9.2 : Brughoofd_zuidzijde.sli

Grontmij NV Neder-Rijn, Tollewaard brughoofd, zuidzijde zetting	Phone Fax	date 14-12-2011	drw. Mrs
		299493	ctr.
		Annex -	form. A4

Dissipations



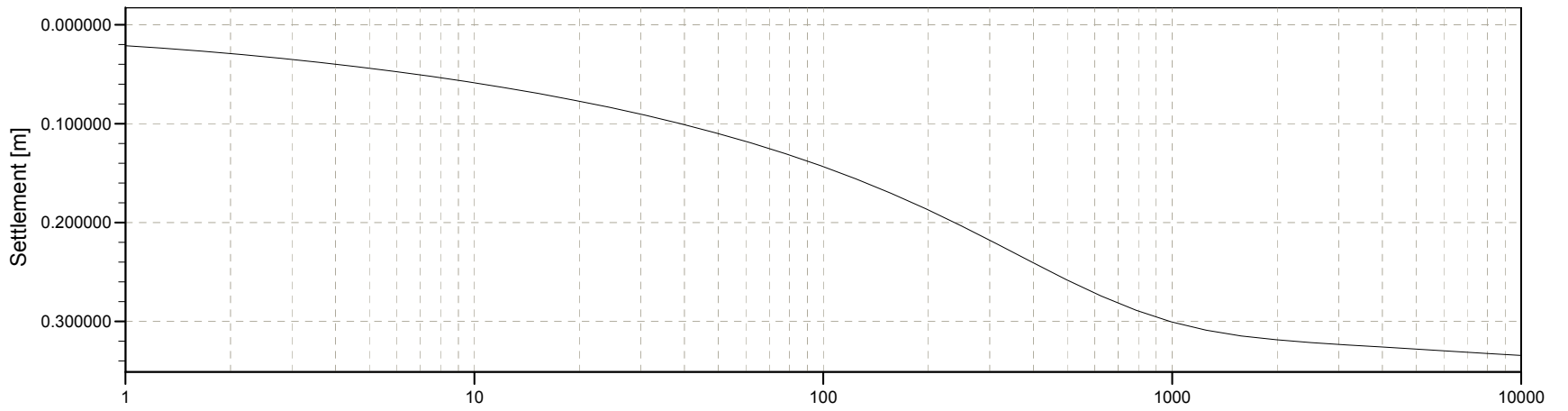
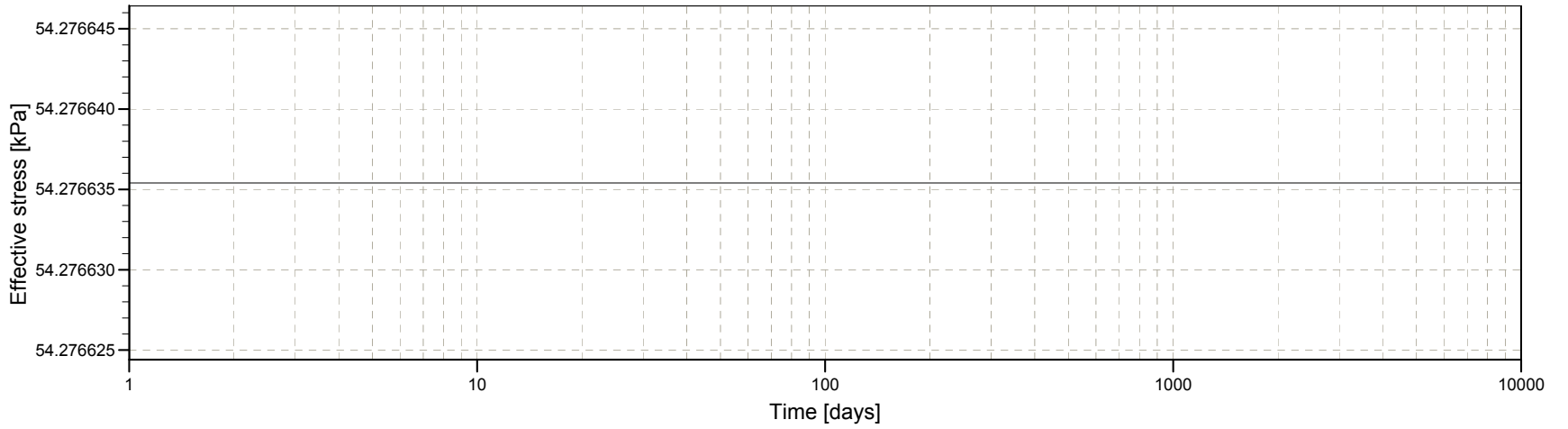
Vertical 26 (X = 37.587 m)
Method = NEN - Koppejan with Terzaghi (Natural strain)

D-Settlement 9.2 : Brughoofd_zuidzijde.sli

Grontmij NV	Phone Fax	date	drw.
		14-12-2011	Mrs
Neder-Rijn, Tollewaard brughoofd, zuidzijde zetting		299493	ctr.
		Annex -	form. A4

Grontmij NV		Phone	D:\Settlement 9.2 : Brughoofd, zuidzijde.sil
Neder-Rijn, Tollewaard brughoofd, zuidzijde		Fax	
zetting		14-12-2011	date
Annex -		299493	
A4		Mrs	drvr.
			ctf.
			form.

Time-History



Vertical 16 (X = 25.000 m; Z = 0.000 m)
Method = NEN - Koppejan with Terzaghi (Natural strain)

Depth = 8.400 [m]
Settlement after 10000 days = 0.334 [m]

Grontmij NV
 NederRijn - Tollewaard
 Westelijke zomerkaade, DWP4
 zetting

Grontmij NV

Phone
 Fax

date
 30-11-2011

drvr.
 Mrs

D:\Settlement 9.2 : zomerkaade_westl_sil

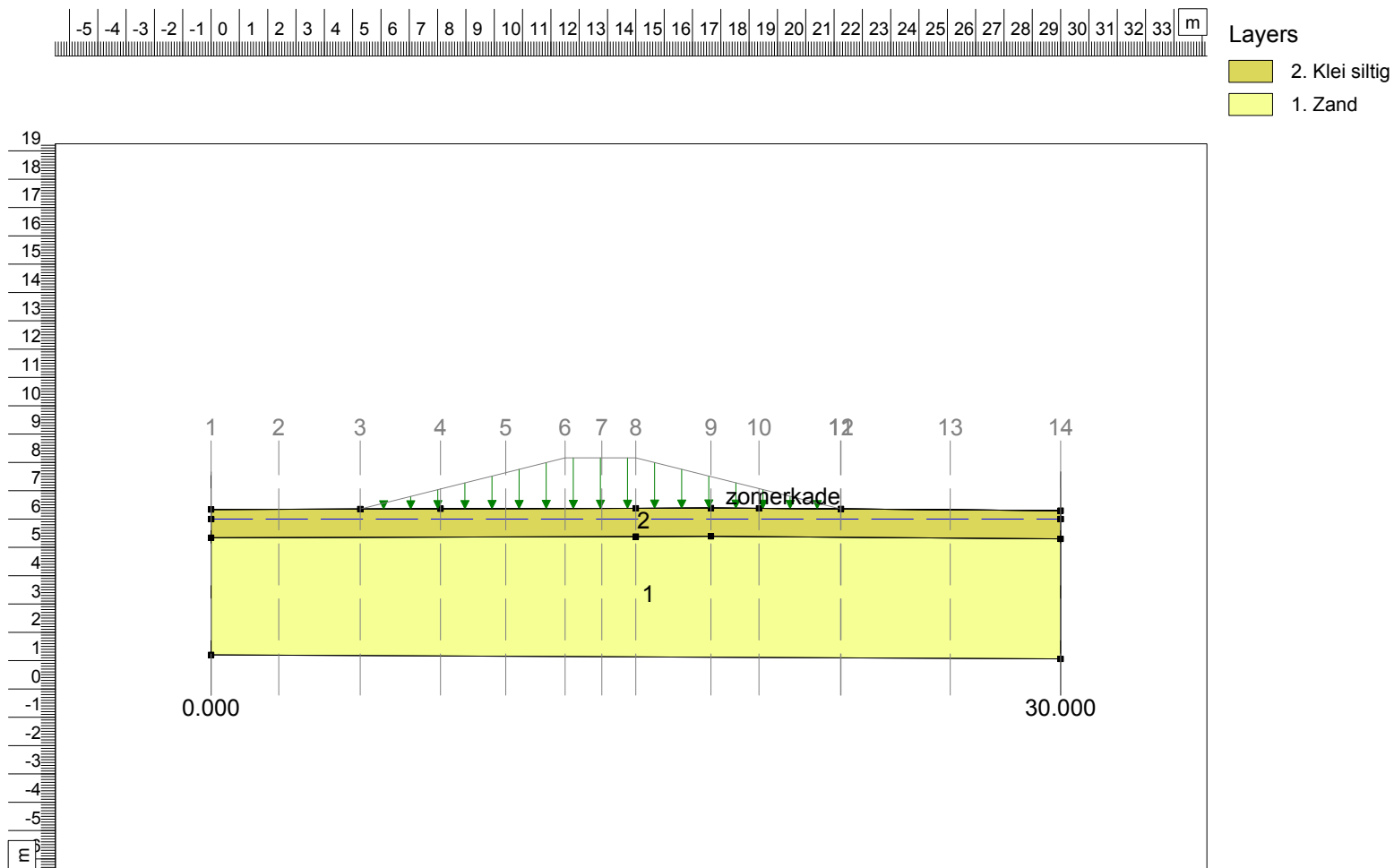
299493

ctf.

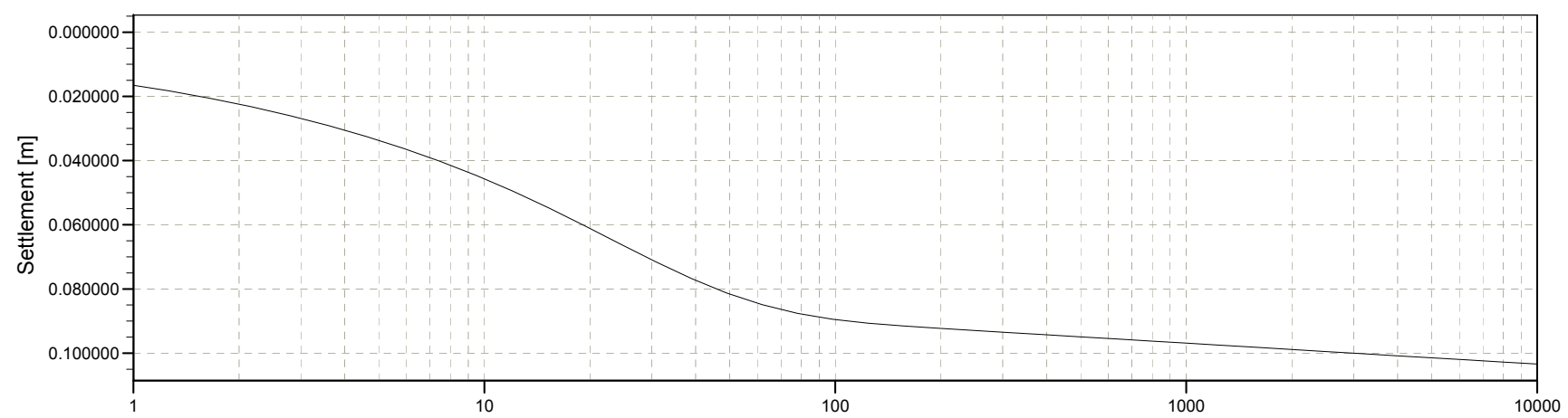
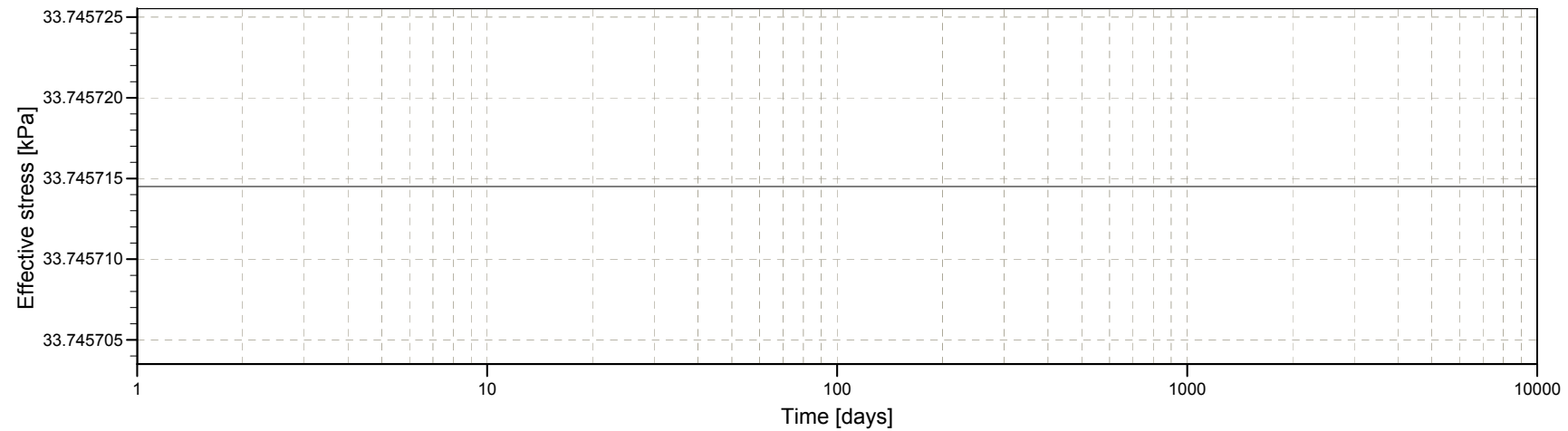
Annex -

form.
 A4

Input View



Time-History

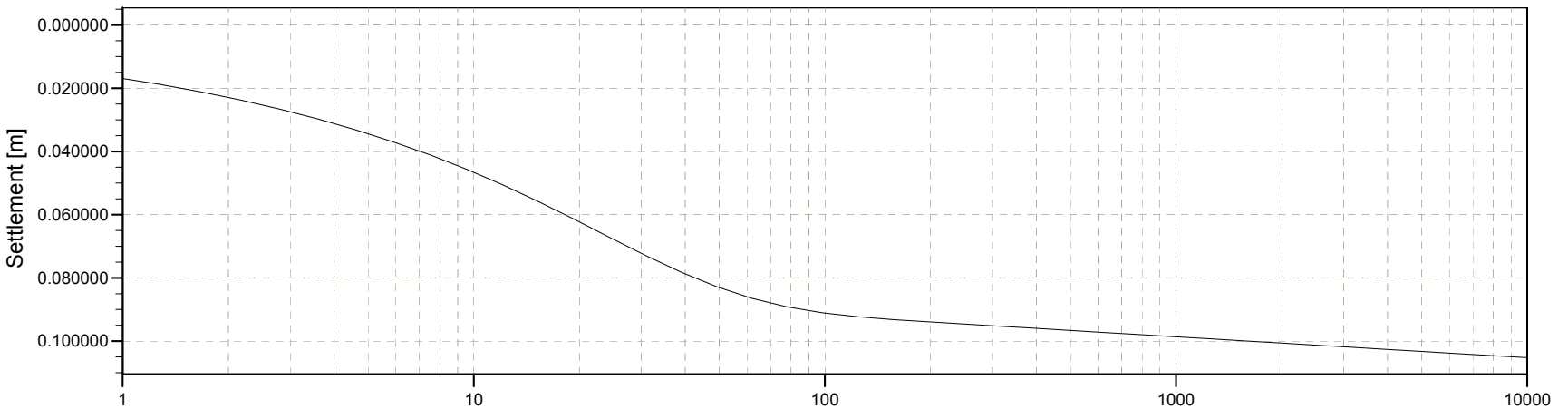
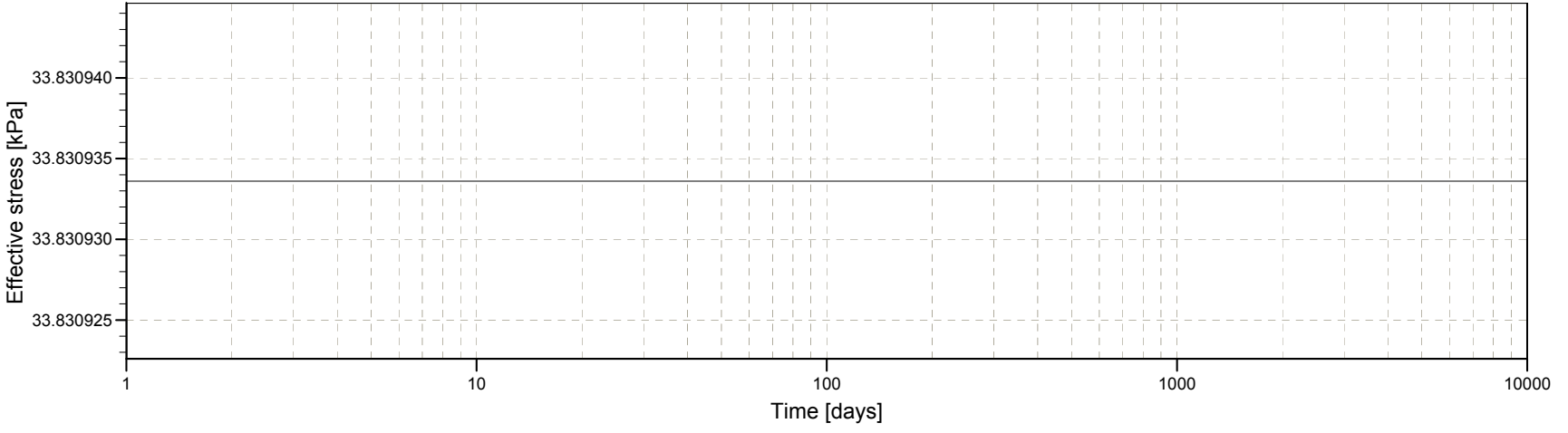


Vertical 6 (X = 12.500 m; Z = 0.000 m)
 Method = NEN - Koppejan with Terzaghi (Natural strain)

Depth = 6.373 [m]
 Settlement after 10000 days = 0.103 [m]

Grontmij NV		Phone	D-Settlement 9.2 : zomerkade_westl_sjl
		Fax	
NederRijn - Tollewaard Westelijke zomerkade, DWP4 zetting		date	drw.
		30-11-2011	Mrs
		299493	ctf.
Annex -		form.	A4

Time-History

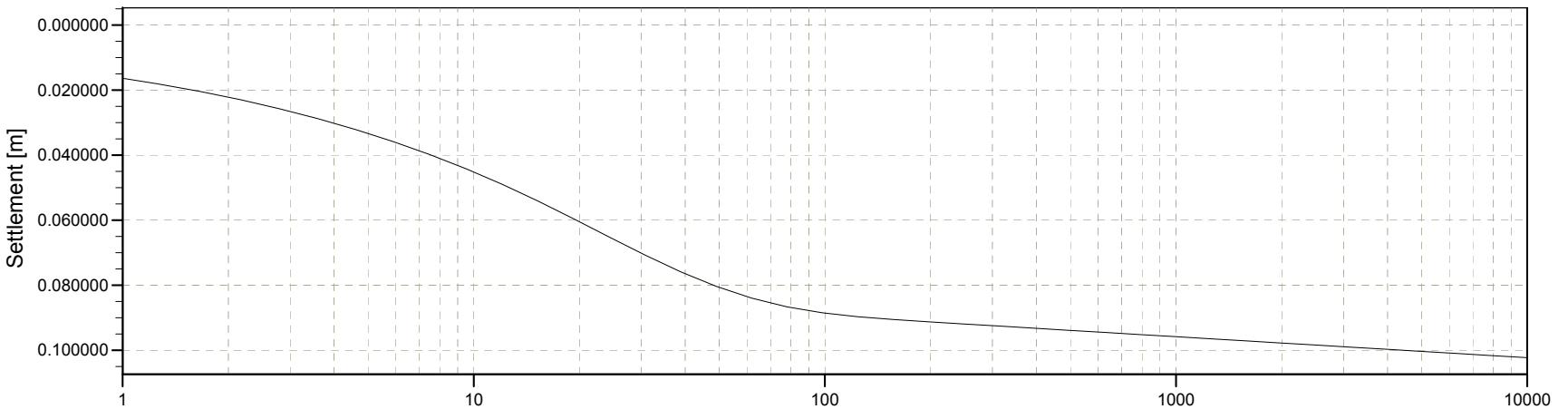
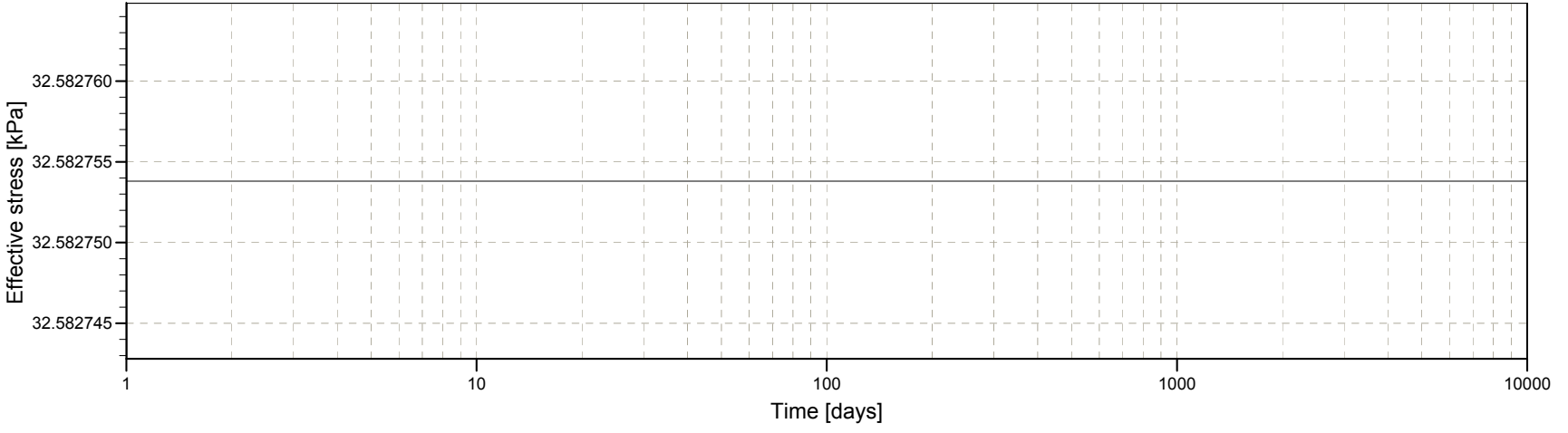


Vertical 7 (X = 13.798 m; Z = 0.000 m)
 Method = NEN - Koppejan with Terzaghi (Natural strain)

Depth = 6.377 [m]
 Settlement after 10000 days = 0.105 [m]

Grontmij NV		Phone		D:\Settlement 9.2 : zomerkaade_westl.sjl
NederRijn - Tollewaard		Fax		
Westelijke zomerkaade, DWP4		30-11-2011		driv.
zetting		2999493		Mrs
		Annex -		cf.
		A4		form.

Time-History



Vertical 8 (X = 15.000 m; Z = 0.000 m)
 Method = NEN - Koppejan with Terzaghi (Natural strain)

Depth = 6.380 [m]
 Settlement after 10000 days = 0.102 [m]

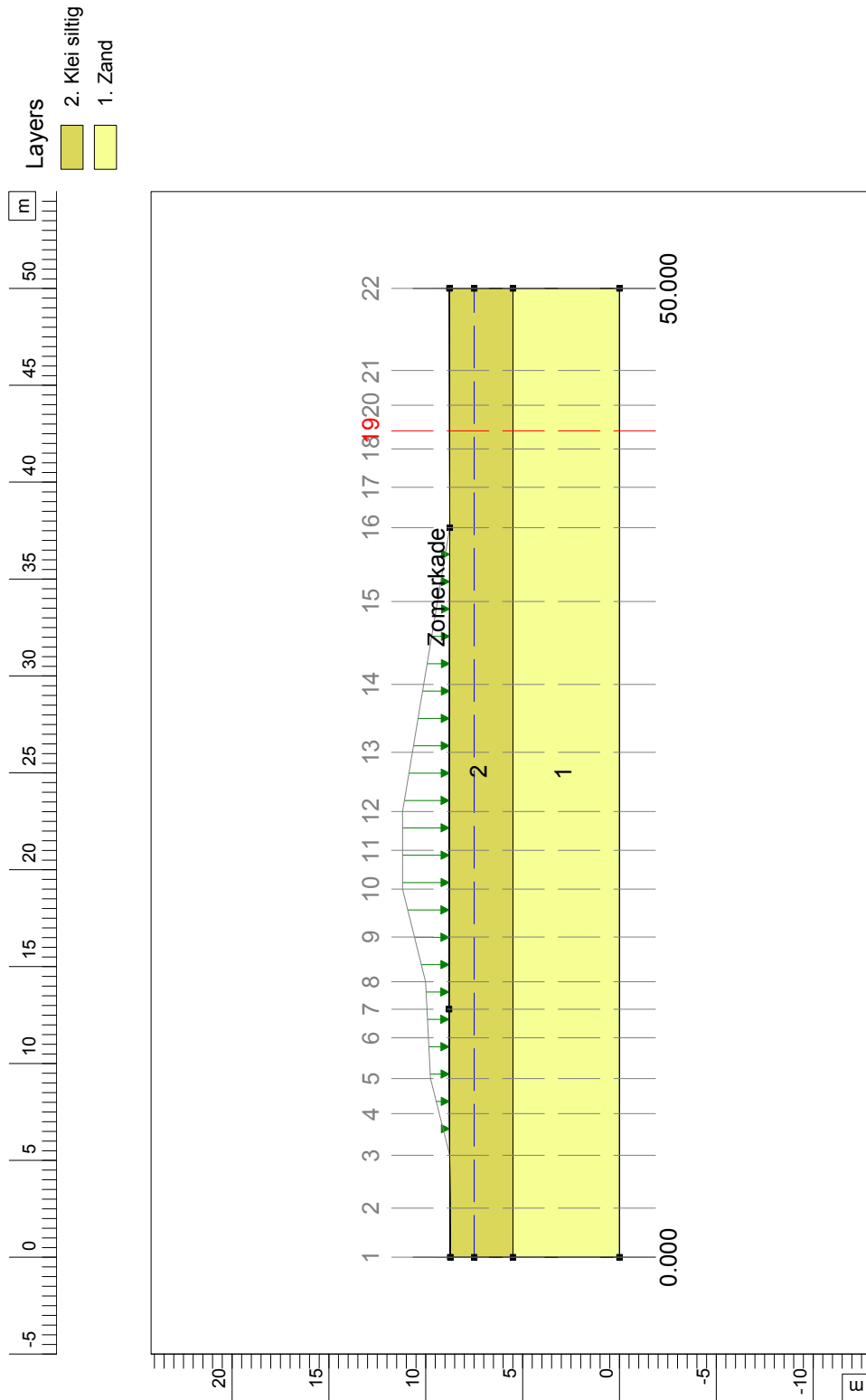
Grontmij NV		Phone	date	driv.
NederRijn - Tollewaard Westelijke zomerkade, DWP4 zetting		Fax		
2999493		30-11-2011		Mrs
Annex -		-		A4

D:\Settlement 8.2 : zomerkade_westl.sjl

Bijlage 5-2

Resultaten berekeningen Doorwertse waarden

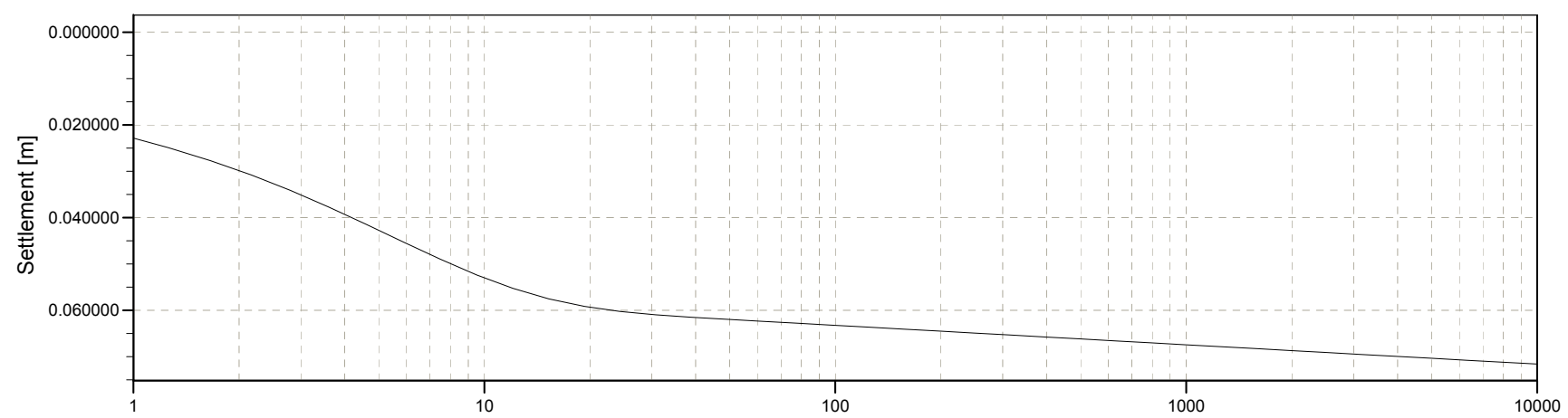
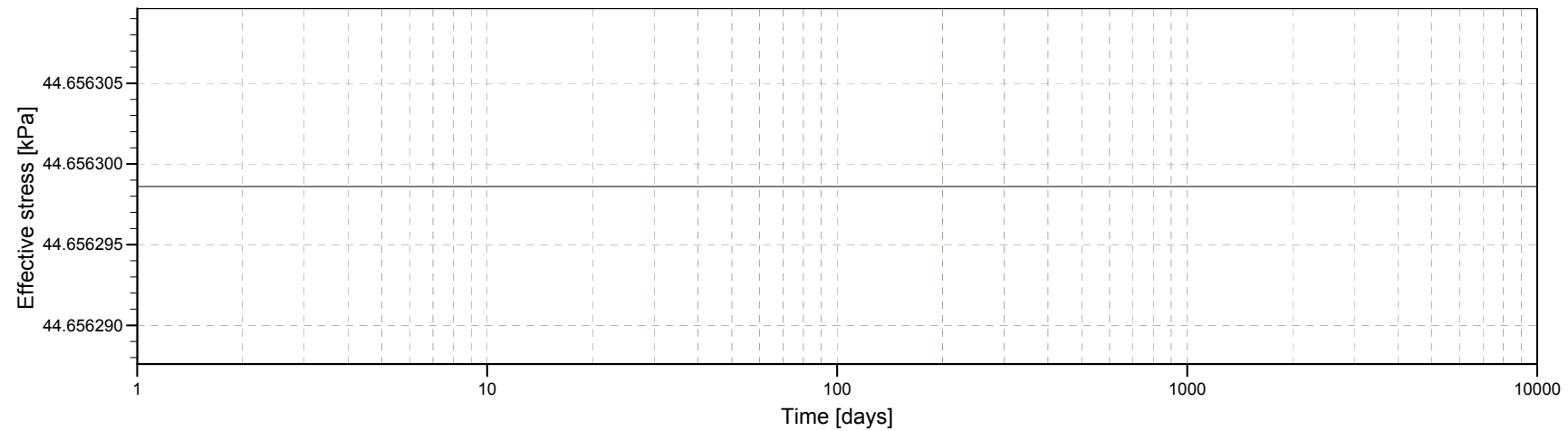
Input View



D-Settlement 9.2 : zomekade4_brug_berm_zetting_14.sli

Grontmij NV	Phone Fax	date	drw.
		14-12-2011	Mrs
Neder-Rijn, Doorwerth, zomekade DWP 9, zomekade t.h.v. brug 3,3 m deklaag, 4m kruin		299493	ctr.
		Annex -	form. A4

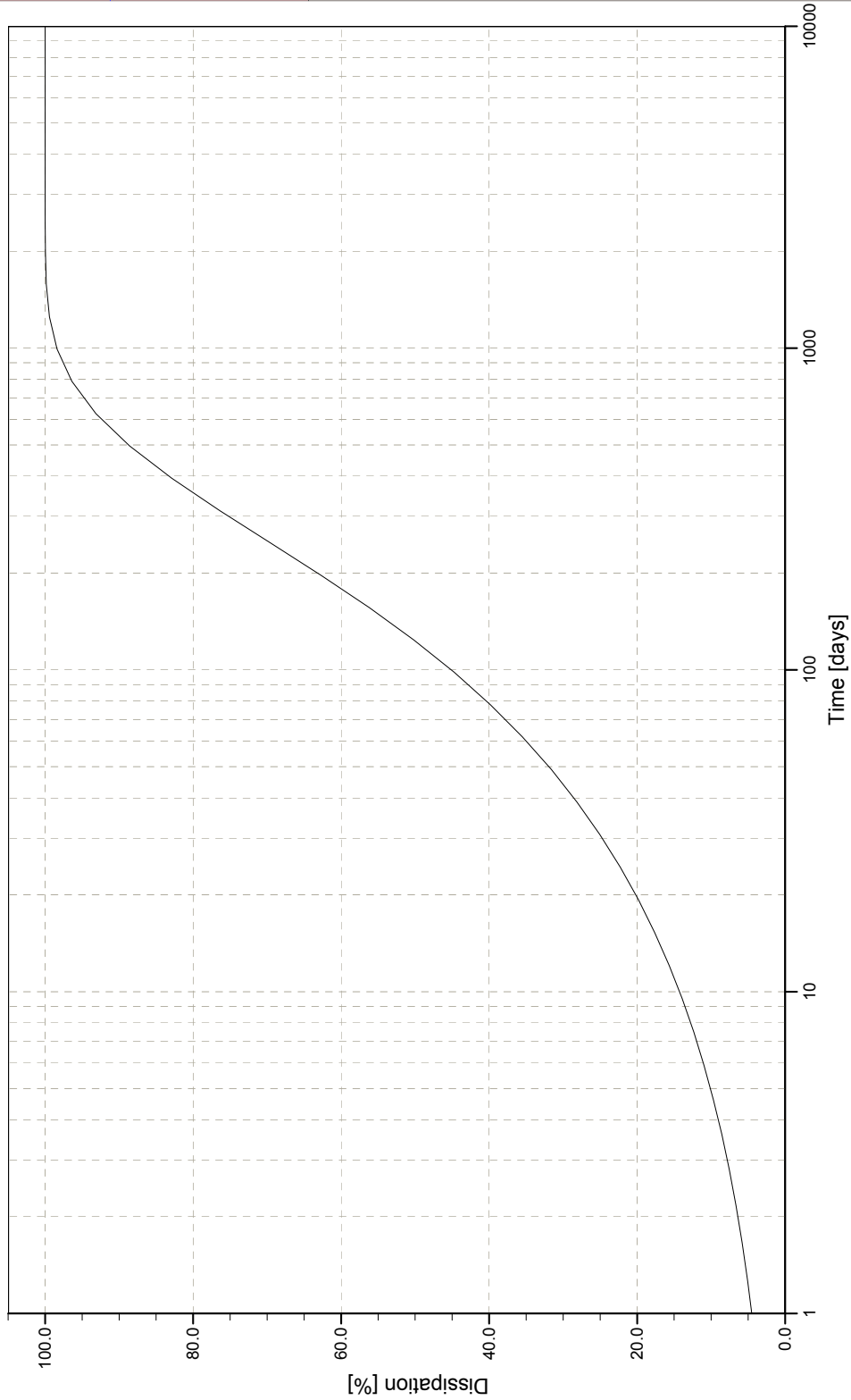
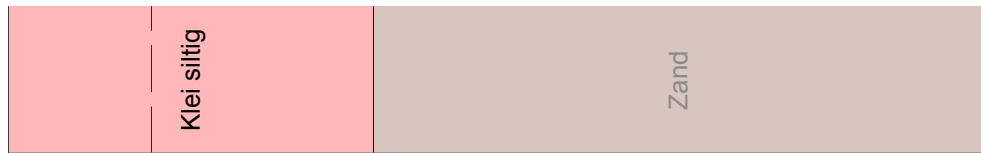
Time-History



Vertical 11 (X = 21.531 m; Z = 0.000 m) Depth = 8.786 [m]
 Method = NEN - Koppejan with Terzaghi (Natural strain) Settlement after 10000 days = 0.072 [m]

Grontmij NV		Phone	date	driv.
		Fax		M/s
Neder-Rijn, Doorwerth		5-12-2011		A4
DWP 9, zomerkade		2999493		form.
zomerkade, 0,5 m deklaag		Annex -		cf.
D:\Settlement 9.2 : zomerkade_zetting_14.sil				

Dissipations

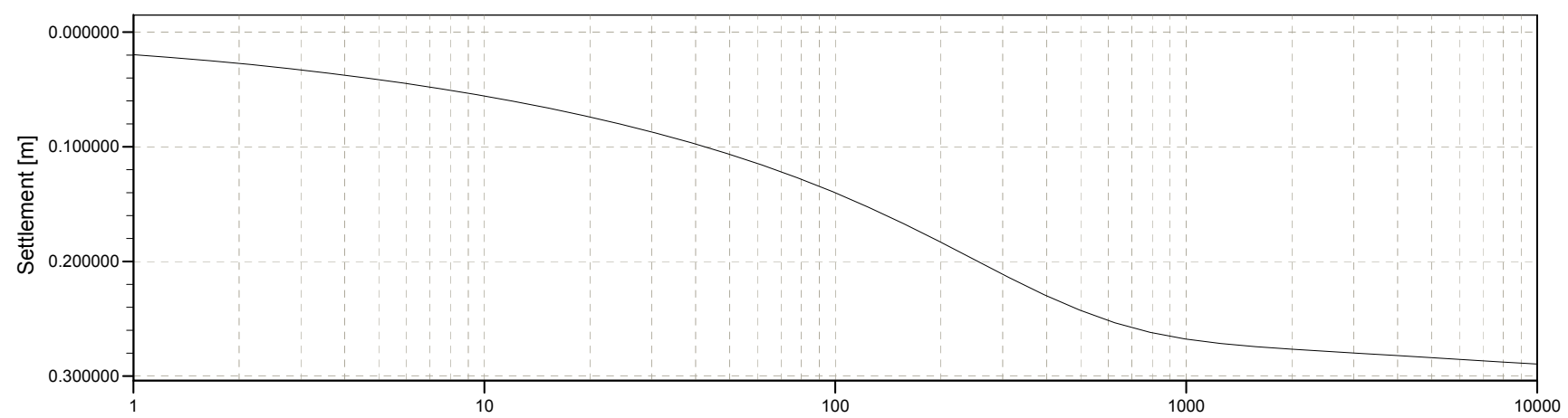
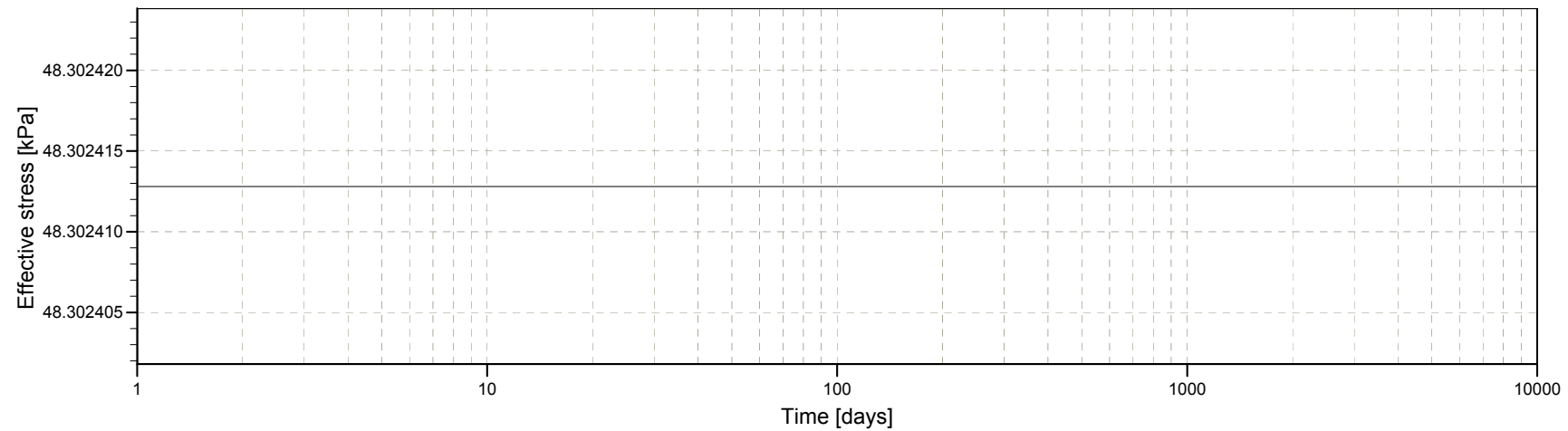


Vertical 11 (X = 21.000 m)
Method = NEN - Koppejan with Terzaghi (Natural strain)

D-Settlement 9.2 : zomerkade4_brug_berm_zetting_14.sil

Grontmij NV	Phone Fax	date	drw.
		12-12-2011	Mrs
Neder-Rijn, Doorwerth, zomerkade DWP 9, zomerkade t.h.v. brug 3,3 m deklaag, 4m kruin		299493	ctr.
		Annex -	form. A4

Time-History

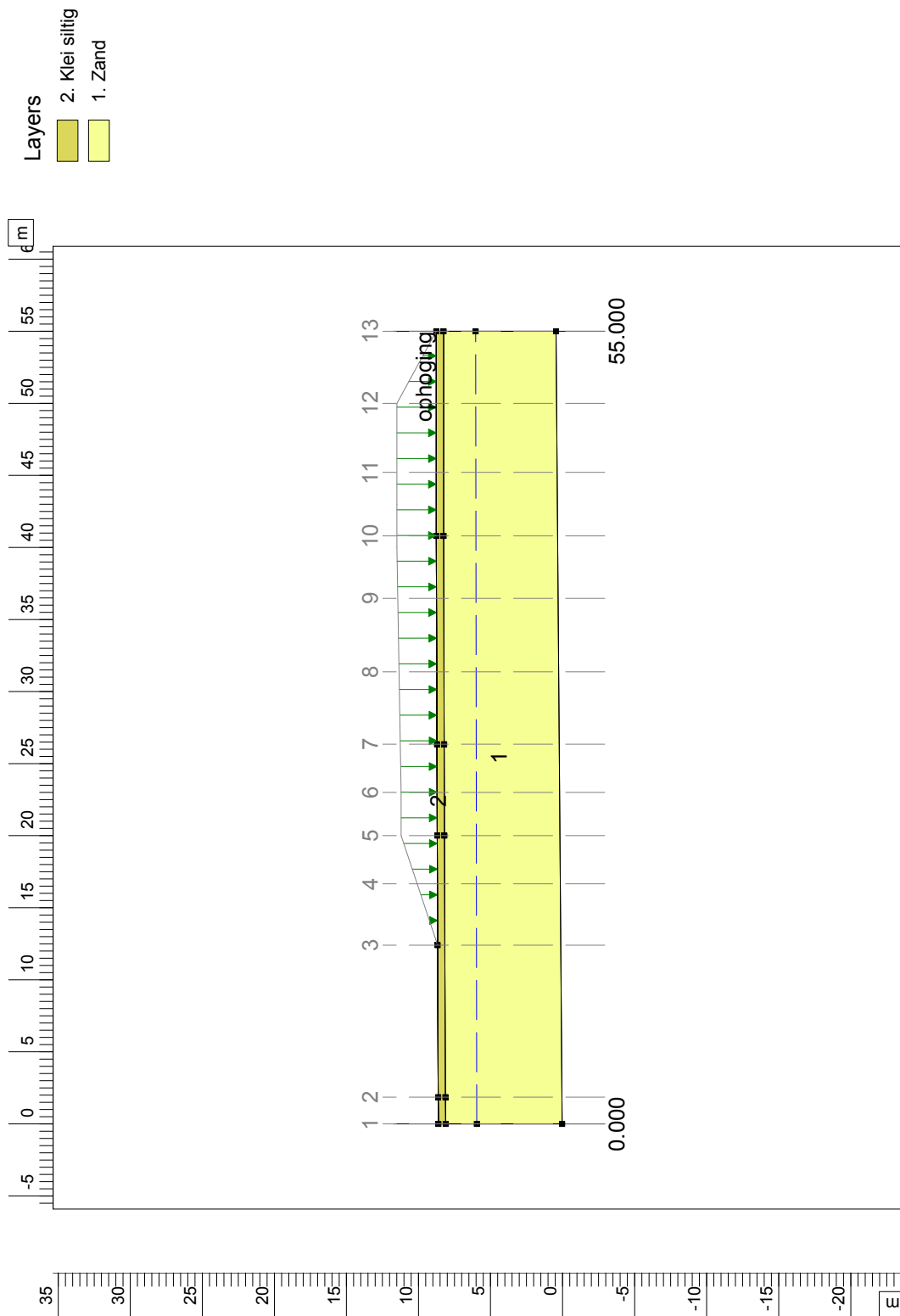


Vertical 11 (X = 21.531 m; Z = 0.000 m) Depth = 8.786 [m]
 Method = NEN - Koppejan with Terzaghi (Natural strain) Settlement after 10000 days = 0.290 [m]

D:\Settlement 9.2 - zomerkaade brug_zetting_14.sil

Grontmij NV		Phone	5-12-2011	date	Mfs	drw.
		Fax		299493		ctf.
Neder-Rijn, Doorwerth DWP 9, zomerkaade t.h.v. brug zomerkaade, 3,3 m deklaag				Annex	-	form.

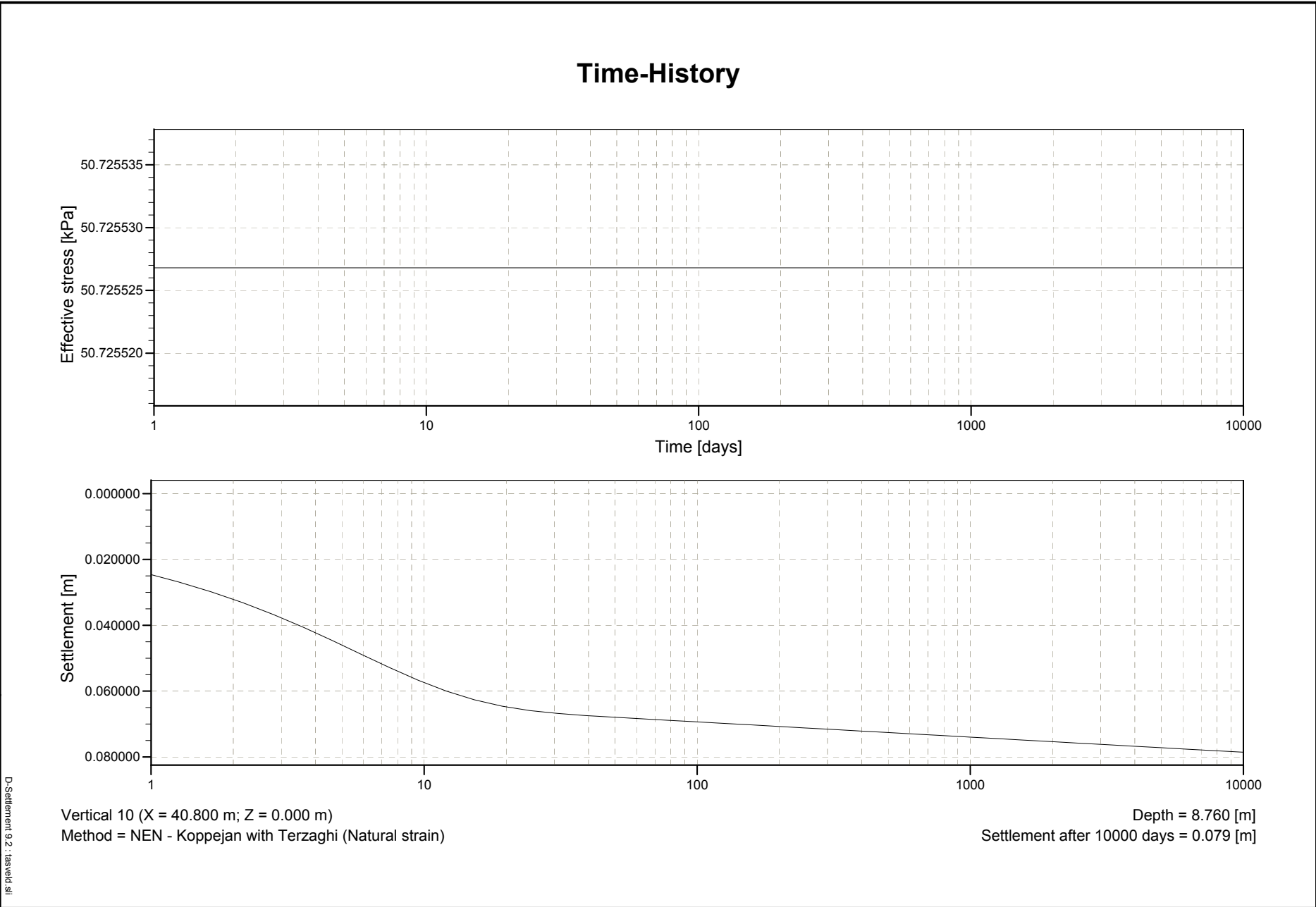
Input View



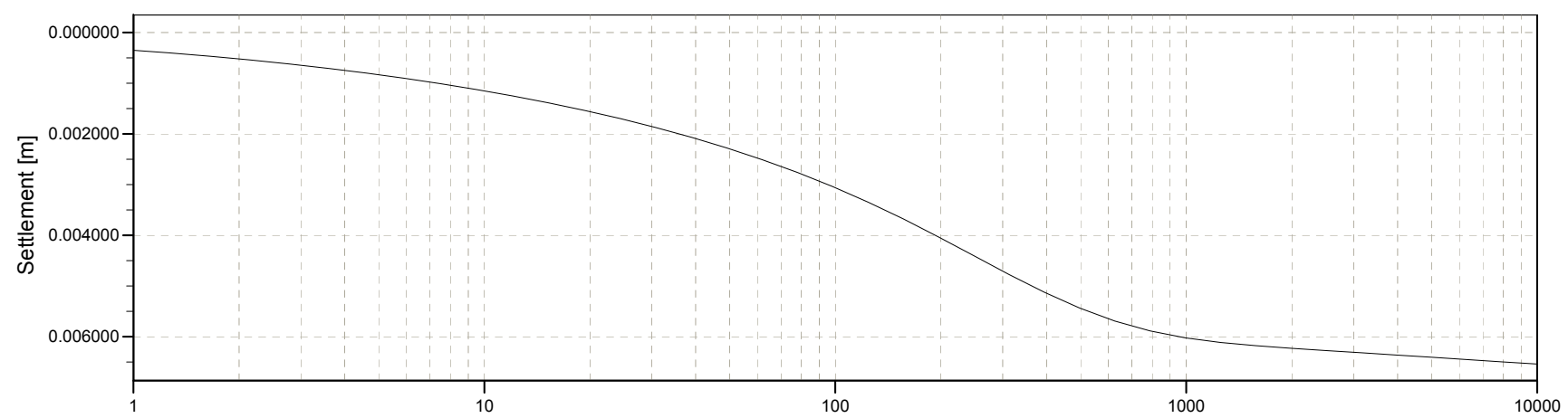
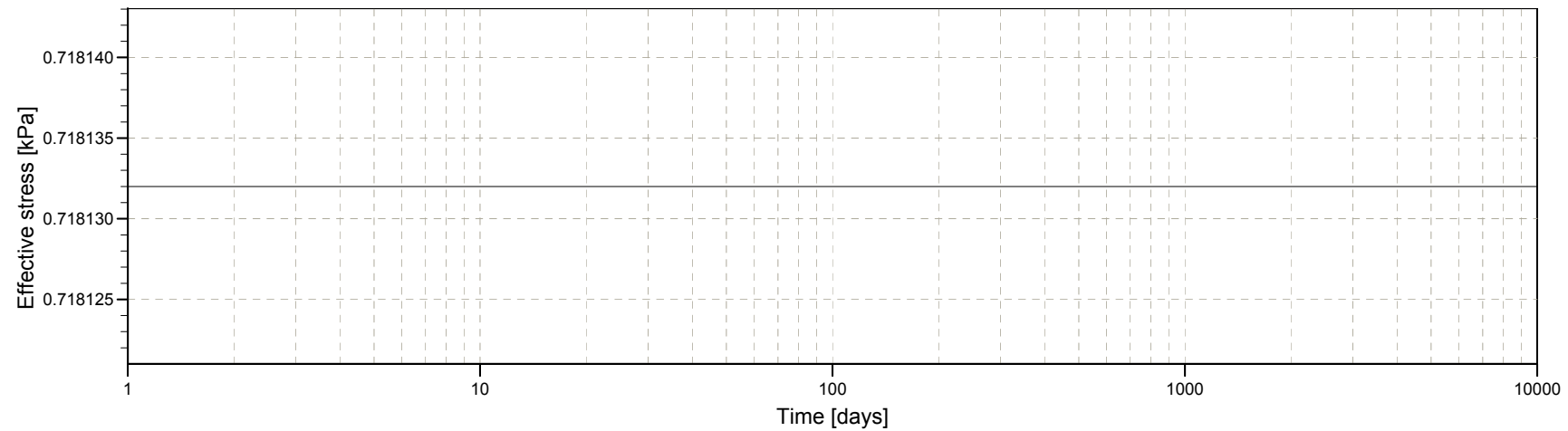
D-Settlement 9.2 : tasveld.sii

Grontmij NV	Phone Fax	date 5-12-2011	drw. Mrs
NederRijn - Doorwerth Tasveld, DWP8 zetting	299493	ctr.	
	Annex -	form. A4	

Grontmij NV		Phone	driv.
NederRijn - Doorwerth		Fax	Mrs
Tasveld, DWP8		date	5-12-2011
zetting		299493	
		Annex -	A4
		form.	
		cf.	



Time-History



Vertical 16 (X = 37.650 m; Z = 0.000 m) Depth = 8.760 [m]
 Method = NEN - Koppejan with Terzaghi (Natural strain) Settlement after 10000 days = 0.007 [m]

Grontmij NV

Phone
Fax

15-12-2011
date

Mrs
drvr.

Neder-Rijn, Doorwerth, zomerkaade
 DWP 9, zomerkaade t.h.v. brug

299493

cf.

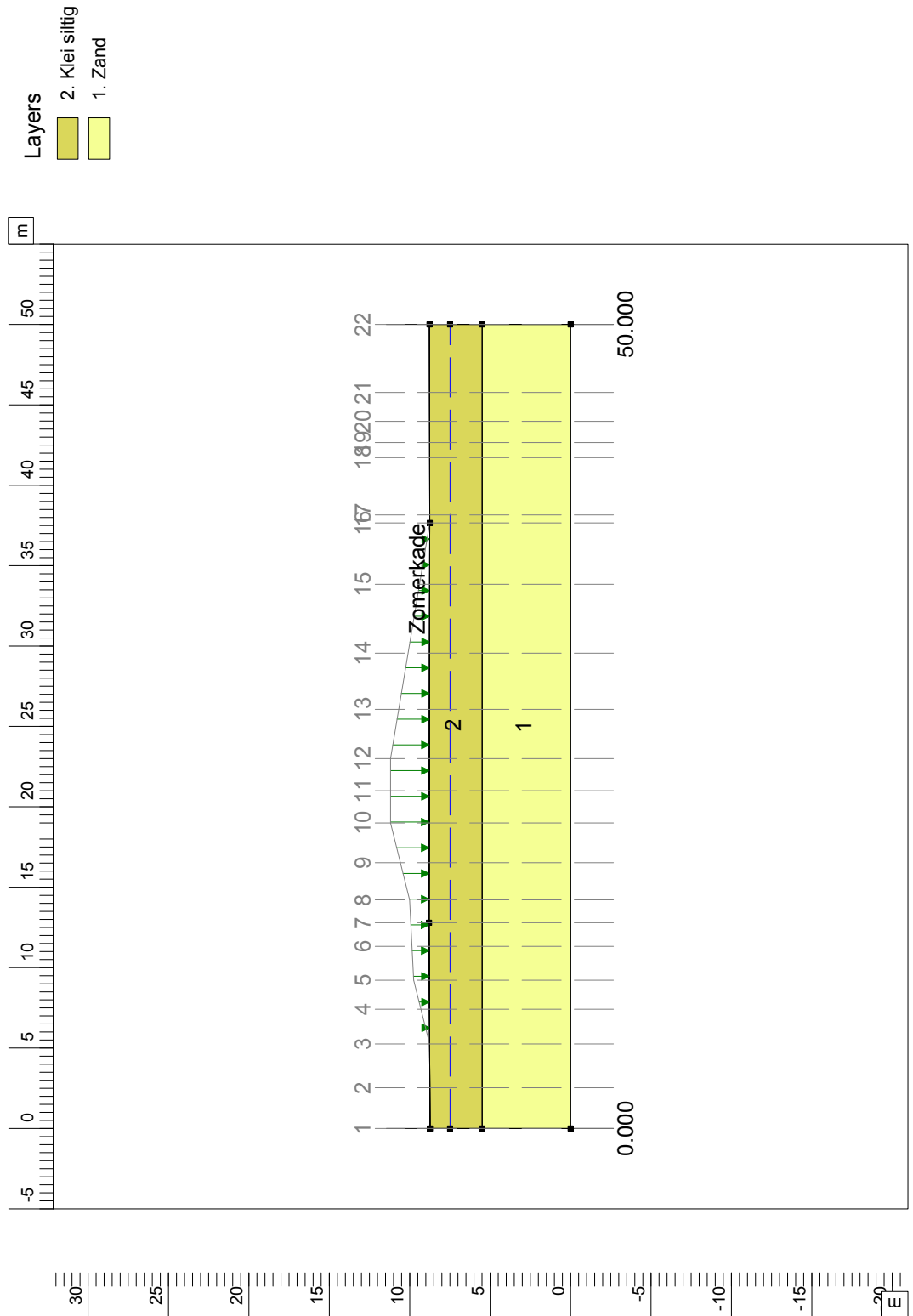
3,3 m deklaag, 4m kruin

Annex -

A4
form.

D:\Settlement 9.2 : zomerkaade_brug_berm_zetting_14.sil

Input View



D-Settlement 9.2 : zomerkaade4_brug_berm_zetting_14.sli

Grontmij NV

Phone
Fax

date
15-12-2011

drw.
Mrs

Neder-Rijn, Doorwerth, zomerkaade
DWP 9, zomerkaade t.h.v. brug
3,3 m deklaag, 4m kruin

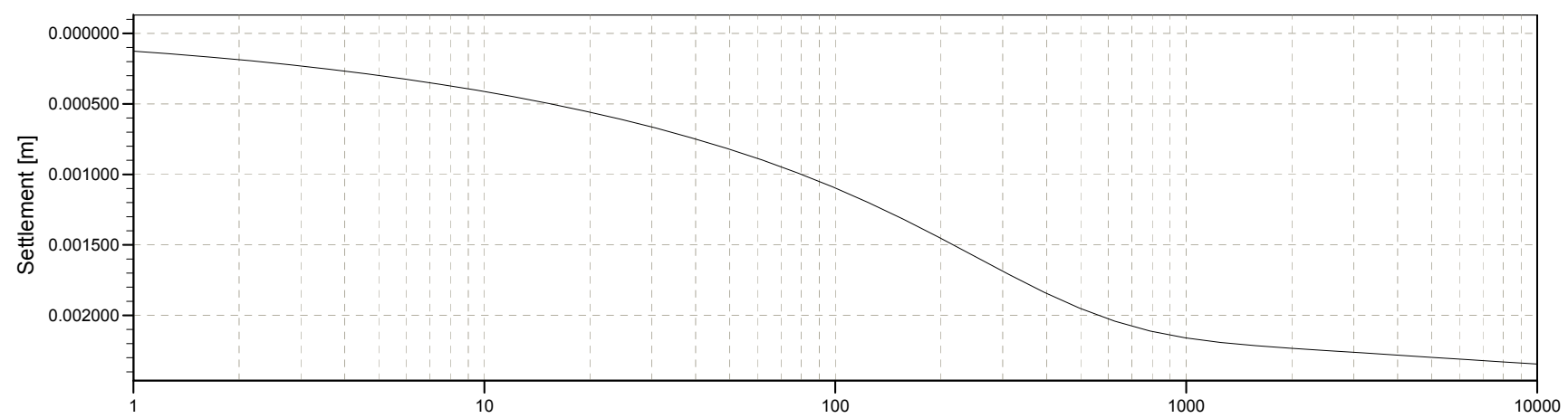
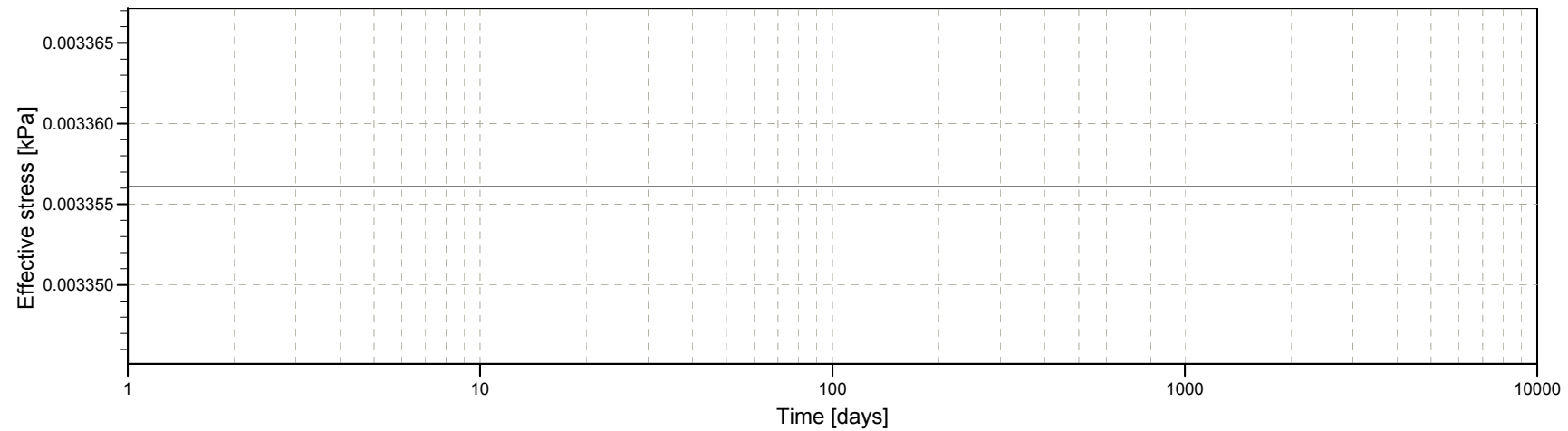
299493

ctr.

Annex -

form.
A4

Time-History



Vertical 17 (X = 38.150 m; Z = 0.000 m) Depth = 8.761 [m]
 Method = NEN - Koppejan with Terzaghi (Natural strain) Settlement after 10000 days = 0.002 [m]

Grontmij NV

Phone
Fax

date
15-12-2011

drw.
Mfs

Neder-Rijn, Doorwerth, zomerkaade
 DWP 9, zomerkaade t.h.v. brug

299493

cf.

3,3 m deklaag, 4m kruin

Annex -

form.
A4

D:\Settlement 9.2 : zomerkaade_brug_berm_zetting_14.sil