

Notitie

Referentienummer
GM-0155482

Datum
6 maart 2015

Kenmerk
343053

Betreft
Geotechnisch Advies grondwal A12 Woerden

1 Inleiding

In opdracht van de provincie Utrecht is een inpassingsplan (provinciaal bestemmingsplan) opgesteld voor de realisering van een geluidswal ten noorden van de rijksweg A12 voor de woonwijk Veldhuizen (gemeente Utrecht).

Door het gemeentelijke Ingenieursbureau is in 2006 gekeken naar de grondmechanische aspecten van de grondwal: ophoogadvies VO-fase en quickscan ophoogmethoden. Op verzoek van de gemeente Utrecht heeft Grontmij de toen aanwezige documenten en rapportages van een reactie voorzien. Vervolgens is het project stilgelegd en heeft de rapportage geen vervolg gekregen.

Nu is de aanleg weer actueel, in de zin dat er bij het inpassingsplan een actuele quickscan moet komen te liggen, waarbij onder andere de omgevingsaspecten ook meegenomen dienen te worden. Op 26 januari jongstleden heeft een overleg plaatsgevonden met het doel de vraagstelling en de insteek van het nadere advies scherper te krijgen. Met een vervolgoverleg op 11 februari 2015 zijn de nadere kaders en uitgangspunten vastgesteld vanuit een risicobenadering.

Voorliggende notitie heeft als doel om indicatief te verkennen of maatregelen noodzakelijk zijn, en zo ja welke, voor het realiseren van een stabiele geluidswal die voldoet aan het restzettingscriterium. Hierbij is gebruik gemaakt van reeds beschikbare terreininformatie.

2 Uitgangspunten

2.1 Brondocumenten

Bij het opstellen van deze notitie is gebruik gemaakt van de onderstaande documenten:

- [1] Memo "Geotechnisch advies ten behoeve van de dimensionering van de geluidswal Woerden" d.d. 1 september 2004 van Grontmij Nederland B.V., ref. nr.: I&M-99351164/CB/xs;
- [2] Memo "Beoordeling geotechnisch advies geluidswal A12 bij Woerden" d.d. 20 februari 2007 van Grontmij Nederland B.V., ref. nr. I&M-99381980/LV/xs;
- [3] Rapport "Geotechnische rapportage onderbouw noord – A12 Aansluiting Woerden-Oost" d.d. 17 januari 2008 van Grontmij Nederland B.V.;
- [4] Rapport "Geotechnisch onderzoek A12 Aansluiting Woerden-Oost – Leidsche Rijn" d.d. 21 juli 2004 van Fugro, opdr. nr.: 1004-0041-000;
- [5] Rapport "Veldhuizen geluidswal A12 – Ophoogadvies VO-fase" d.d. 12 januari 2006 van IBU – Ingenieursbureau Utrecht, kenmerk: I.002.BER.2006.01.12.

2.2 Veiligheidsfilosofie

De volgende normen en richtlijnen zijn in voorliggend geotechnisch advies toegepast:

Tabel 2.1 **Normen en richtlijnen**

Kenmerk	Titel	Datum
NEN-EN 1990	Grondslagen voor het constructief ontwerp (Eurocode 0)	2002
NEN 9997-1	Geotechnisch ontwerp van constructies - Samenstelling van NEN-EN 1997-1, NEN-EN 1997/NB en NEN 9097-1 Aanvullingsnorm	2012
NEN-EN 1997-2	Geotechnisch ontwerp deel 2: Grondonderzoek en beproeving (Eurocode 7-2)	2007

In NEN-EN 1990 wordt onderscheid gemaakt in veiligheidsklassen (NEN-EN: reliability classes). Voor onderhavige constructie is uitgegaan van veiligheidsklasse RC1 overeenkomend met een betrouwbaarheidsindex (β -waarde) van 3,3.

De risicoklasse RC1 komt overeen met de gevolgklasse (consequence class) CC1. Deze is in NEN-EN 1990 omschreven als: Gering levensgevaar, verwaarloosbare economische schade.

2.3 *Huidige en toekomstige situatie*

Op dit moment bestaat de projectlocatie uit agrarisch gebied gescheiden door watergangen. Aan de noordzijde van de voorziene grondwal bevindt zich de N419 op circa 20 m afstand met een wegpeil van NAP -1,0 m. De N419 is aangelegd met een ondiepe grondverbetering. Aan de zuidzijde van de voorziene grondwal bevindt zich de rijksweg A12 op circa 20 m met een wegpeil van NAP +0,3 m. Op basis van [3] wordt aangenomen dat de A12 is aangelegd op een volledige grondverbetering (alle samendrukbare lagen zijn vervangen door zand). Hierdoor zal de ophoging van het onderhavige project geen invloed hebben op de ligging van de bestaande A12.

De voorziene grondwal heeft een hoogte van 10,0 m ten opzichte van bestaand maaiveld. Aan de noordzijde wordt trapsgewijs naar de kruinhoogte van NAP +8,80 m gewerkt met taluds van 2:3 en een 4 m brede tussenberm, die zich halverwege het talud bevindt, met een helling van 1:10. De zuidzijde bestaat uit een doorlopend talud met een helling 2:3. Bovenop de grondwal is een muur van schanskorven voorzien met een hoogte van 2,0 m. In Figuur 3.1 is de geometrie weergegeven.

2.4 *Bodemonderzoek*

2.4.1 Grondonderzoek

Er is gebruik gemaakt van bestaand grondonderzoek [3], [4] en [5]. Uit de genoemde rapportages is slechts een deel van het grondonderzoek relevant. Het relevante grondonderzoek bestaat uit:

- 12 sonderingen met plaatselijke kleefmeting tot 10 m – mv;
- 8 handboringen tot 5 m – mv.

Alle relevante resultaten van het grondonderzoek zijn bijgevoegd in Bijlage 1.

2.4.2 Bodemschematisatie

Aan de hand van de sonderingen, boringen, het laboratoriumonderzoek en tabel 2.b uit NEN 9997-1 is op basis van de maatgevende sondering DKM123 de bodem geschematiseerd. De bodemschematisatie alsmede de relevante karakteristieke grondparameters zijn in Tabel 2.2 weergegeven.

Tabel 2.2 **Maatgevende bodemopbouw en karakteristieke grondparameters**

Niveau b.k. laag [m NAP]	Grondsoort	$\gamma_{nat}/\gamma_{sat}$ [kN/m ³]	c' [kPa]	ϕ' [°]	C_p [-]	C_p' [-]	C_s [-]	C_s' [-]	c_v [m ² /s]
Mv	Korst (klei)	15,0/15,0	2,0	22,5	75	15	300	600	$1 \cdot 10^{-7}$
-1,6	Veen	10,5/10,5	5,0	15,0	30	6	225	45	$3 \cdot 10^{-8}$
-5,4	Zand, matig	18,0/20,0	0,0	30,0	2.400	600	∞	∞	Dr.

2.4.3 Grondwater en waterstanden

De grondwaterstanden zijn aangehouden conform [3]. In het projectgebied wordt een winterpeil van NAP -1,9 m en een zomerpeil van NAP -1,7 m gehanteerd.

Voor de berekeningen is uitgegaan van een grondwaterstand van NAP -1,9 m. In de stabiliteitsberekening is daarnaast een opbolling van 0,5 m meegenomen ter plaatse van de ophoging.

2.5 Uitgangspunten berekeningen

2.5.1 Uitgangspunten zettingsberekeningen

Bij de zettingsberekeningen zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Rekenmodellen
 - De zettingsberekeningen worden uitgevoerd met het computerprogramma D-Settlement versie 14.1 volgens de methode Koppejan
 - Het consolidatieverloop is bepaald aan de hand van het rekenmodel Terzaghi;
- De eindzetting wordt (per definitie) bereikt na 10.000 dagen (circa 30 jaar);
- De maximaal toegestane restzetting na oplevering bedraagt 0,15 m in 30 jaar;
- In de berekeningen is gebruik gemaakt van de optie "natural strain";
- Bij de berekeningen wordt geen rekening gehouden met autonome maaiveldzettingen;
- Bij de berekeningen wordt geen rekening gehouden met klink van het ophoogmateriaal;
- voor het ophoogmateriaal is uitgegaan van zand met een initieel/nat volumegewicht van 18/20 kN/m³;
- In de berekening wordt de ophoging in één keer aangebracht;
- De belasting van de schanskorven is verwaarloosd in de berekening;
- In de berekening is een POP van 5 kPa aangehouden voor alle grondlagen.
- De zettingstijd begint vanaf de fictieve start van de ophoging. De fictieve start is in de berekening gelijk gesteld aan de halve ophoogtijd. De beschikbare ophoogtijd bedraagt circa 3 jaar. Dit leidt met de beschikbare consolidatietijd van 2 jaar tot een totale beschikbare zettingstijd van 3,5 jaar. De restzetting is rekentechnisch bepaald vanaf dit tijdstip.

2.5.2 Uitgangspunten stabiliteitsberekeningen

Voor de stabiliteitsanalyse van de taluds (toetsing macrostabiliteit) worden de volgende ontwerp-eisen / uitgangspunten gehanteerd:

- De stabiliteitsberekeningen worden uitgevoerd volgens de rekenmethode van Bishop met behulp van het computerprogramma D-Geo Stability versie 10.1;
- Conform NEN 9997-1 dient de veiligheidsfactor voor macrostabiliteit (FS) minimaal 1,0 te bedragen.
- Bovenstaande veiligheidsfactoren gelden bij toepassing van de rekenwaarden op basis van de belasting- en materiaalfactoren. Deze partiële factoren zijn weergegeven in Tabel 2.3;
- De berekeningen zijn uitgevoerd op basis van gedraineerde parameters;
- Bij de beoordeling van de stabiliteit, dient rekening te worden met bovenbelastingen. In de gebruikssituatie is uitgegaan van een belasting als gevolg van licht werkverkeer van $F_s = 10$ kN/m² over een breedte van 2,5 m op de kruin en in de bouwfase is uitgegaan van een werk-

verkeerbelaasting van $F_s = 20 \text{ kN/m}^2$ over de breedte 2,5 m op de kruin. De belasting heeft een aanpassingpercentage van 20% in de slappe lagen.

Tabel 2.3 *Partiële materiaalfactoren grondconstructies (sterkte-parameters)*

Toepassing	Parameter	Symbool	Waarde RC1
grondconstructies	hoek van inwendige wrijving	$\gamma_{\varphi}^{1)}$	1,2
	effectieve cohesie	$\gamma_{c'}$	1,3
	ongedraineerde schuifsterkte	γ_{cu}	1,5
	volumiek gewicht	γ_{γ}	1,0

¹⁾ factor heeft betrekking op $\tan \varphi'$

3 Berekeningsresultaten

3.1 Resultaten zettingsberekening

Op basis van de in hoofdstuk 2 vermelde gegevens en uitgangspunten zijn zettingsberekeningen uitgevoerd volgens de methode Koppejan met behulp van het programma D-Settlement. De berekeningen zijn gebaseerd op de genoemde uitgangspunten en karakteristieke grondparameters zoals vermeld in hoofdstuk 2. Gezien de natuurlijke bandbreedte en variatie van de parameters en gelaagdheid van de bodem, kunnen de in het rapport berekende zettingen ordegrrootte $\pm 30\%$ afwijken.

In Tabel 3.1 zijn de berekende eindzettingen en restzettingen zonder zettingversnellende maatregelen na de beschikbare zettingstijd weergegeven per verticaal. De volledige berekeningsresultaten zijn opgenomen in Bijlage 2.

Tabel 3.1 *Resultaten eind- en restzetting zonder zettingversnellende maatregelen*

Locatie	Huidig maaiveld	Uitgiftepeil	Ophoging		Eindzetting	Restzetting
			Netto	Bruto		
[verticaal]	[m NAP]	[m NAP]	[m]	[m]	[m]	[m]
1	N419	-1,00	n.v.t.	n.v.t.	<0,05	<0,05
2	Teen links	-1,20	-0,80	0,40	1,10	0,15
3	Terras links	-1,20	3,80	5,00	6,80	0,20
4	Kruin	-1,20	8,80	10,00	12,10	2,10
5	Talud rechts	-1,20	4,80	6,00	7,80	1,80
6	Teen rechts	-1,20	-1,20	n.v.t.	0,80	0,80

Uit de resultaten volgt dat na de zettingstijd niet wordt voldaan aan de restzettingseis van 0,15 m in 30 jaar. Ter plaatse van de kruin van de ophoging wordt zoals verwacht de grootste restzetting gevonden. Deze restzetting bedraagt 0,25 m in 30 jaar. Zettingversnellende en/of zettingreducerende maatregelen zijn benodigd om te voldoen aan de restzettingseis.

Na overleg met de opdrachtgever (04-03-2014) is besloten als zettingreducerende maatregel een grondverbetering te beschouwen. Hierbij wordt een gedeelte van de aanwezige slappe (veen)lagen ontgraven en vervangen door zand. Ter plaatse van de maatgevende verticaal (kruin) zijn de eind- en restzettingen berekend voor grondverbeteringen tot verschillende dieptes beneden maaiveld. In Tabel 3.2 zijn de berekende eindzettingen en restzettingen in het geval van grondverbetering samengevat ter plaatse van de maatgevende verticaal 4 (kruin). De volledige berekeningsresultaten zijn opgenomen in Bijlage 3.

Tabel 3.2 Resultaten eind- en restzettingen grondverbetering

Dikte GVB [m]	Huidig Maaiveld [m NAP]	Niveau o.k. GVB [m NAP]	Ophoging		Eindzetting [m]	Restzetting [m]
			Netto [m]	Bruto [m]		
1,0	-1,20	-2,20	11,00	12,62	1,6	0,10
2,0	-1,20	-3,20	12,00	13,13	1,1	<0,10

Uit de resultaten volgt dat wanneer een grondverbetering tot 1,0 m beneden maaiveld wordt toegepast, wordt voldaan aan de restzettingeis van 0,15 m in 30 jaar.

3.2 Resultaten stabiliteitsberekeningen

3.2.1 Macrostabiliteit

De ophoging bevindt zich op een weinig draagkrachtige ondergrond. Om zeker te zijn dat de grondconstructie niet bezwijkt is een stabiliteitsanalyse uitgevoerd waarbij afschuiven langs een diep glijvlak is beschouwd (macrostabiliteit).

In eerste instantie is een controle op de stabiliteit in de eindsituatie (gebruiksfase) uitgevoerd voor de situatie met 1 m grondverbetering. Hierbij is aangenomen dat de waterspanningen uit de belasting vanuit de ophogingen voor 100% (volledige consolidatie) zijn aangepast.

Bij de berekening van de stabiliteit tijdens de uitvoering is conform de uitgangspunten in hoofdstuk 2 een minimaal vereiste veiligheidsfactor aangehouden van $FS = 1,00$ voor de eindsituatie. De resultaten van de stabiliteitsberekeningen zijn samengevat in Tabel 3.3. In Bijlage 4 zijn de volledige berekeningsresultaten weergegeven.

Tabel 3.3 Berekende macrostabiliteit eindsituatie (inclusief 1 m grondverbetering)

Locatie	Taludhelling (vert:hor)	Stabiliteitsfactor [-]	Vereiste	voldoet?
			stabiliteitsfactor [-]	
Talud noord	2:3 / 1:10	0,77	1,0	Nee
Talud zuid	2:3	0,69	1,0	Nee

Uit de berekening volgt dat niet wordt voldaan aan de vereiste veiligheid op afschuiven. De stabiliteit van de grondconstructie dient verbeterd te worden. Enkele voorbeelden die tot een verbetering van de stabiliteit kunnen leiden zijn:

- Toepassen van een steunberm;
- Toepassen van een beschoeiing (als glijvlak onderbreking);
- Grondverbetering;
- Toepassen van een flauwer talud;
- Toepassen van onderwapening met geotextiel.

In overleg met de opdrachtgever (04-03-2015) is het toepassen van een grondverbetering, eventueel in combinatie met een steunberm onderzocht. Dit temeer de horizontale grondverplaatsingen bij deze oplossingsrichting geminimaliseerd worden. Hierbij is een belangrijk uitgangspunt een eis uit [1], waarvan wordt aangenomen dat deze eis nog steeds relevant is: "De projectgrens (grenslijn RWS/Woerden A12 zijde), die op een afstand van circa 4,0 m vanaf de teen van de toekomstige geluidswal ligt, mag voor eventuele aanvullende maatregelen niet overschreden worden".

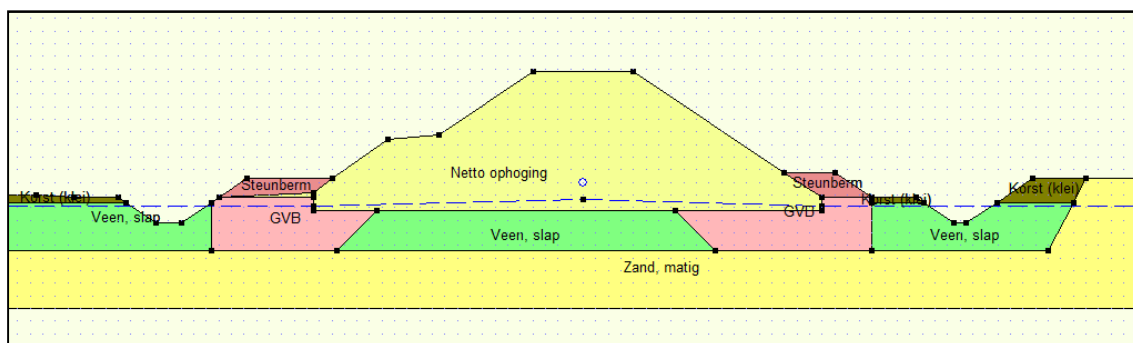
In Figuur 3.1 zijn de locaties van de benodigde grondverbetering (GVB) en steunbermen weergegeven zodat wordt voldaan op de veiligheid op afschuiven ($FS \geq 1,00$). In de berekening van

de stabiliteit ten tijde van de uitvoering is een aanpassing van de wateroverspanning van 50% aangehouden, volgend uit het consolidatieverloop uit de zettingsberekening. De volledige berekeningsresultaten zijn weergegeven in Bijlage 5.

Aan de noordzijde dient een volledige grondverbetering te worden toegepast vanaf insteek waterlijn van de naastgelegen watergang met een breedte van ten minste 10 m met een talud van 1:1 naar het niveau onderkant grondverbetering ten behoeve van de zettingen (NAP -2,2 m). De steunberm heeft een dikte van 1,5 m en een breedte van 7 m.

Aan de zuidzijde dient volledige grondverbetering te worden toegepast vanaf de projectgrens (grenslijn RWS/Woerden) met een breedte van ten minste 12,5 m met een talud 1:1 naar het niveau onderkant grondverbetering ten behoeve van de zettingen. De steunberm heeft een dikte van 2 m en een breedte van 4 m.

Ten behoeve van de grondverbetering zullen ter plaatse van de watergang aan de noordzijde en de projectgrens aan de zuidzijde tijdelijke damwanden benodigd zijn.



Figuur 3.1 Grondverbetering ten behoeve van de macrostabiliteit

Als gevolg van de volledige grondverbetering zal de omgevingsbeïnvloeding, met name de horizontale vervormingen, beperkt zijn. Het is op dit moment nog niet bekend of het vanuit waterhuishoudkundig opzicht toegestaan is een volledige grondverbetering, waarbij alle samendrukbare grondlagen worden vervangen door zand, toe te passen.

4 Conclusies

In voorliggende notitie zijn de zettingen en stabiliteit bepaald van een geluidswal met een hoogte van 10 m (plus 2 m schanskorf) en een totale breedte van meer dan 50 m. Uit de berekeningsresultaten volgt dat zonder maatregelen niet wordt voldaan aan de restzettingseis van 0,15 m in 30 jaar en dat het talud onvoldoende stabiel is.

Wanneer onder de geluidswal een grondverbetering tot 1,0 m beneden maaiveld wordt uitgevoerd kan worden voldaan aan de restzettingseis. Aanvullend op deze grondverbetering is ten behoeve van de stabiliteit lokaal een volledige grondverbetering, waarbij alle samendrukbare grondlagen worden vervangen door zand, nodig in combinatie met steunbermen. Deze volledige grondverbetering is gelokaliseerd aan de tenen van de geluidswal. Aan de noordzijde heeft de grondverbetering een breedte van ten minste 10 m en een talud 1:1 in combinatie met een 1,5 m hoge steunberm over een breedte van 7 m. Aan de zuidzijde heeft de grondverbetering een breedte van ten minste 12,5 meter en een talud 1:1 in combinatie met een 2 meter hoge steunberm binnen de beschikbare breedte van minimaal 4 m.

Opmerkingen:

- In verband met de watergang en de projectgrens is het niet mogelijk een talud toe te passen en dienen tijdelijke damwanden geplaatst te worden ten behoeve van de grondverbetering;

- In de berekeningen bestaat de geluidswal volledig uit zand. Een bekleding van een materiaal met voldoende grote cohesie en/of hoek van inwendige wrijving is benodigd ten behoeve van de erosiebestendigheid van het talud en de waterhuishouding in de wal;
- Het is op dit moment nog niet bekend of het vanuit waterhuishoudkundig opzicht toegestaan is een volledige grondverbetering, waarbij alle samendrukbare grondlagen worden vervangen door zand, toe te passen;
- de beschouwingen in deze notitie zijn indicatief van aard. Nadere uitwerking, al dan niet gecombineerd met variantenstudies, zal noodzakelijk zijn om te komen tot een volledig en geoptimaliseerd ontwerp voor de geluidswal.

(Op zichzelf staande) opmerkingen naar aanleiding van de bespreking met de opdrachtgever op 4 maart jl.:

- Door de provincie wordt een variant beschouwd waarbij de geluidswal aan de westzijde over 200 m afloopt van een kruinniveau van NAP +8,80 m naar het bestaande maaiveld niveau. Een lagere geluidswal zal leiden tot kleinere zettingen en een grotere stabiliteit;
- Aan de oostzijde van de geluidswal bevinden zich enkele gasleidingen en een gasverdeelstation. In voorliggende notitie is de invloed van de geluidswal op de gasleidingen en het gasverdeelstation niet beschouwd. Geadviseerd wordt vooralsnog uit te gaan van het toepassen van een beschermingsconstructie, bijvoorbeeld in de vorm van een stalen damwand, tussen de leidingen c.q. het verdeelstation en de geluidswal;
- Geadviseerd wordt een drainagevoorziening toe te passen om water dat afstroomt van het zuidelijke talud terug te voeren naar de watergang aan de noordzijde van de geluidswal. In de aangrenzende geluidswal is dit gedaan door een drainagekoffer toe te passen aan de teen van het zuidelijke talud in combinatie met afvoerleidingen onder de geluidswal door;

Bijlagen:

- 1 – Relevant grondonderzoek
- 2 – Resultaten zettingsberekeningen
- 3 – Resultaten zettingsberekeningen inclusief maatregelen
- 4 – Resultaten stabiliteitsberekeningen
- 5 – Resultaten stabiliteitsberekeningen inclusief maatregelen

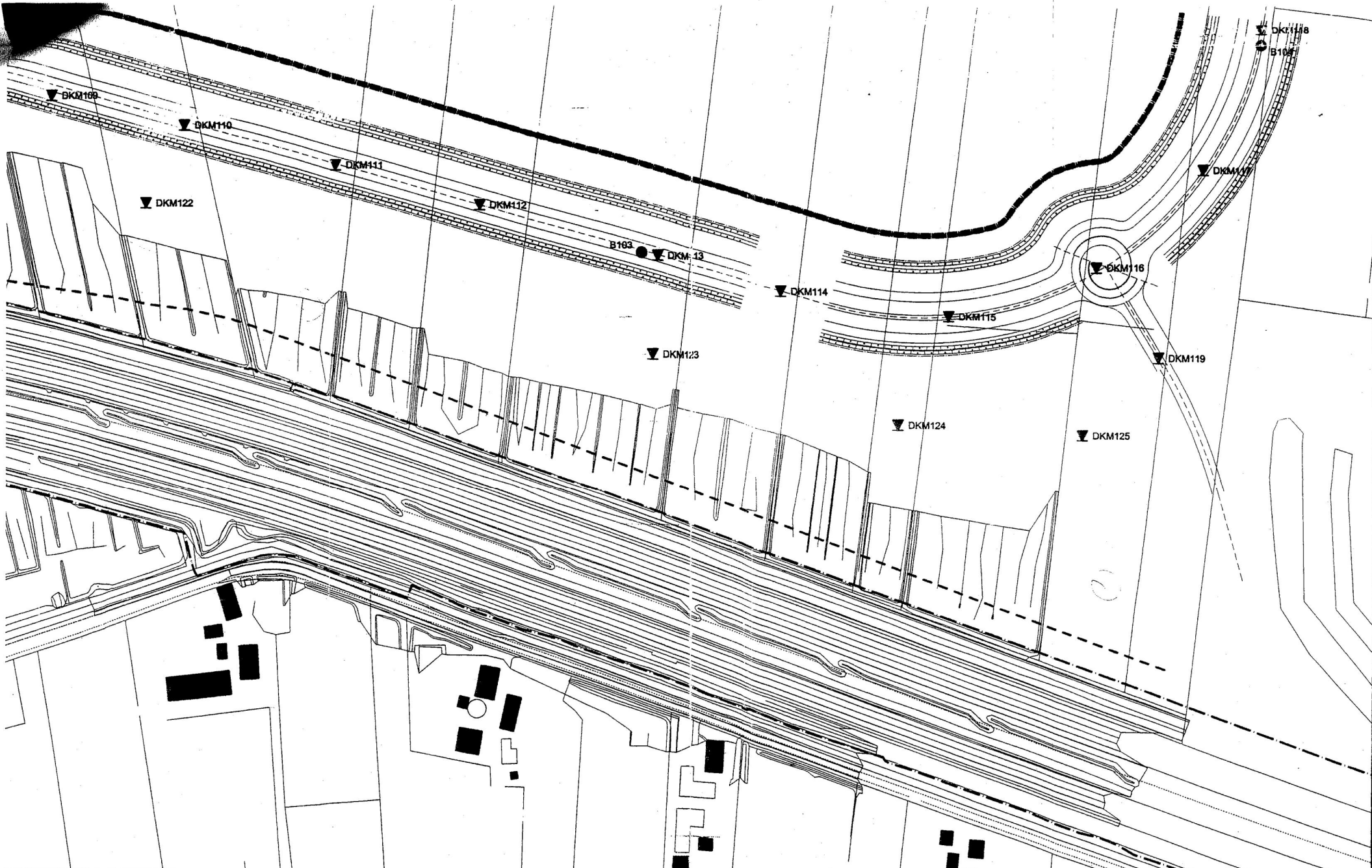
Verantwoording

Projectnummer : 343053
Referentienummer : GM-0155482
Revisie : C1.0
Datum : 6 maart 2015

Auteur(s) : ir. J.J. Hermans
E-mail adres : Geotechniek@grontmij.nl
Gecontroleerd door : ir. N.P. van Leeuwen
Paraaf gecontroleerd : 
Goedgekeurd door : ir. J.A. Kleinjan
Paraaf goedgekeurd : 


Bijlage 1

Relevant grondonderzoek

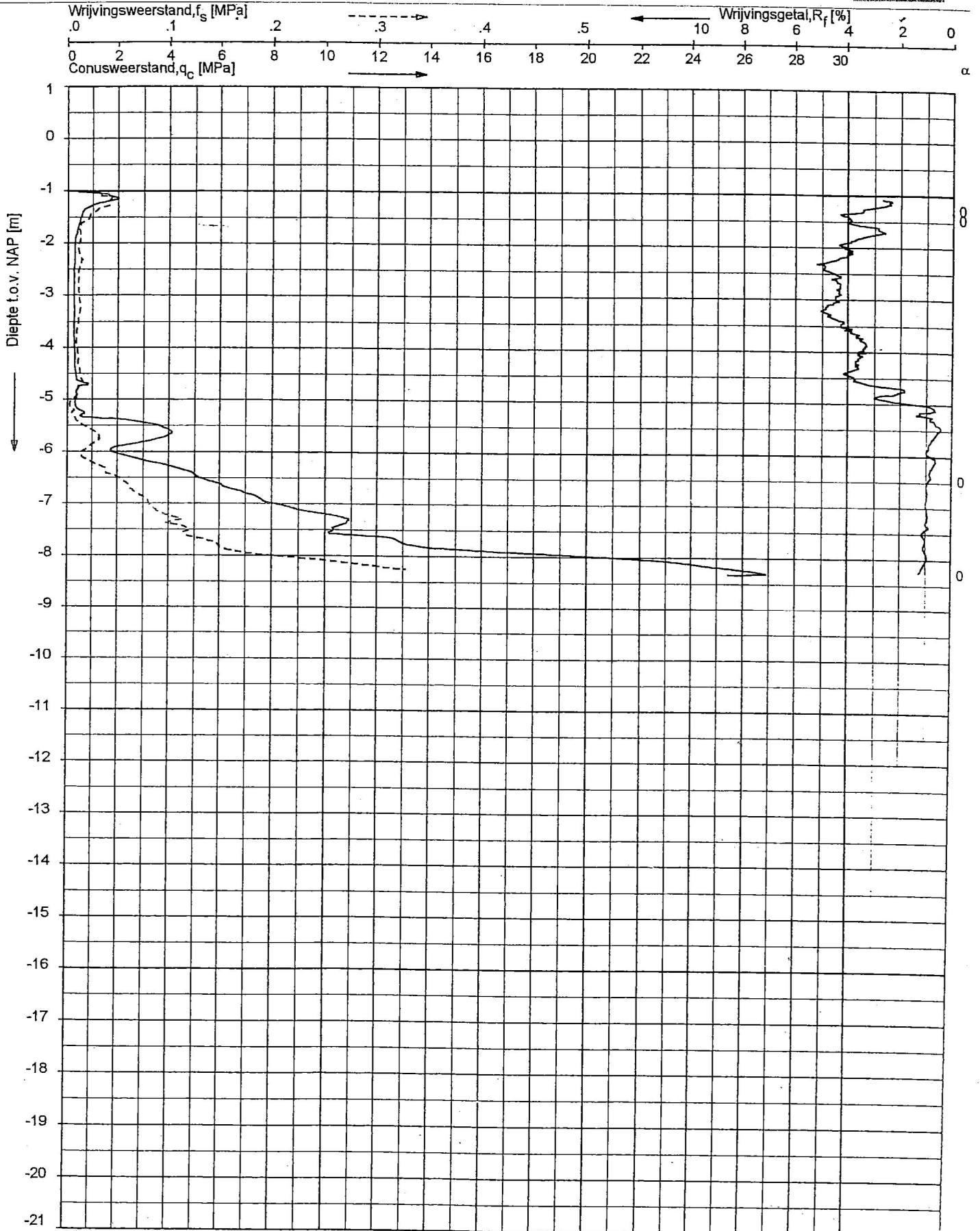


Fugro Ingenieursbureau BV
 Kantoor Leidschendam
 070-3111333

Veurse Achterweg 10
 2264 SG Leidschendam



Get.: LOYCE	Datum: 21-06-2004	Geç.:	Datum:	Schaal: 1:2000
SITUATIE				0 20 40 60 80 100 m
A12 AANSLUITING WOERDEN COOT				Opdr.: 1004-0041-000



Opg. : JBL/ d.d. 15-Jun-2004 conus : F7.5CKE/V X = 128294,981
 Get. : KGR d.d. 21-jun-2004 MV = NAP -1.00 m Y = 454748,936

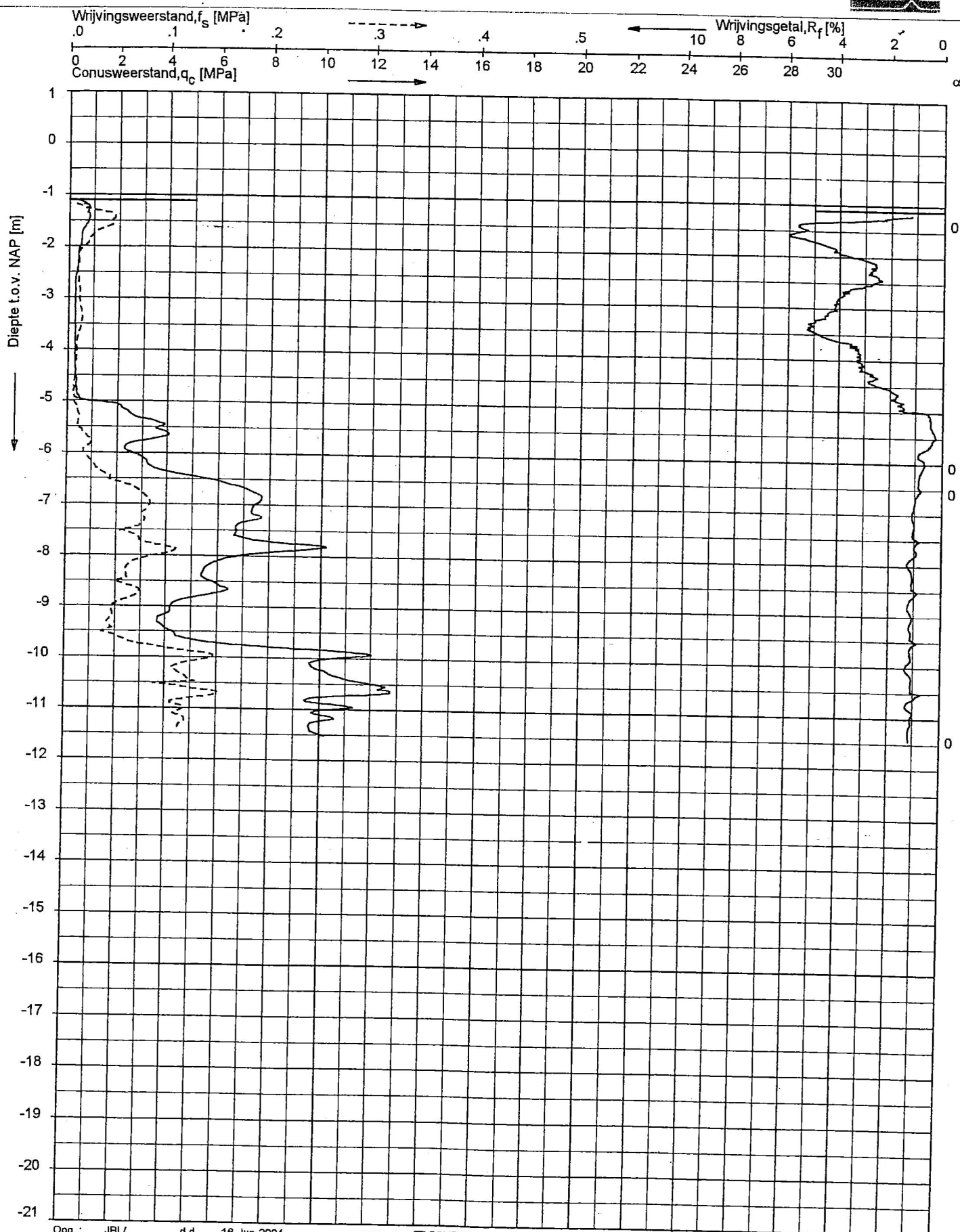
Sondering volgens norm NEN 514C
 conustype cilindrisch elektrisch
 & afwijking van de vertikaal



SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

AANSLUITING A12 WOERDEN-OOST - LEIDSCHER RIJN

Opdr. 1004-0041-000
 Sond. DKM123



Opdr.: JBL/ d.d. 16-Jun-2004 conus: F7.5CKE/V X = 128440.383
 Get.: KGR d.d. 21-jun-2004 MV = NAP -1.11 m Y = 454709.010

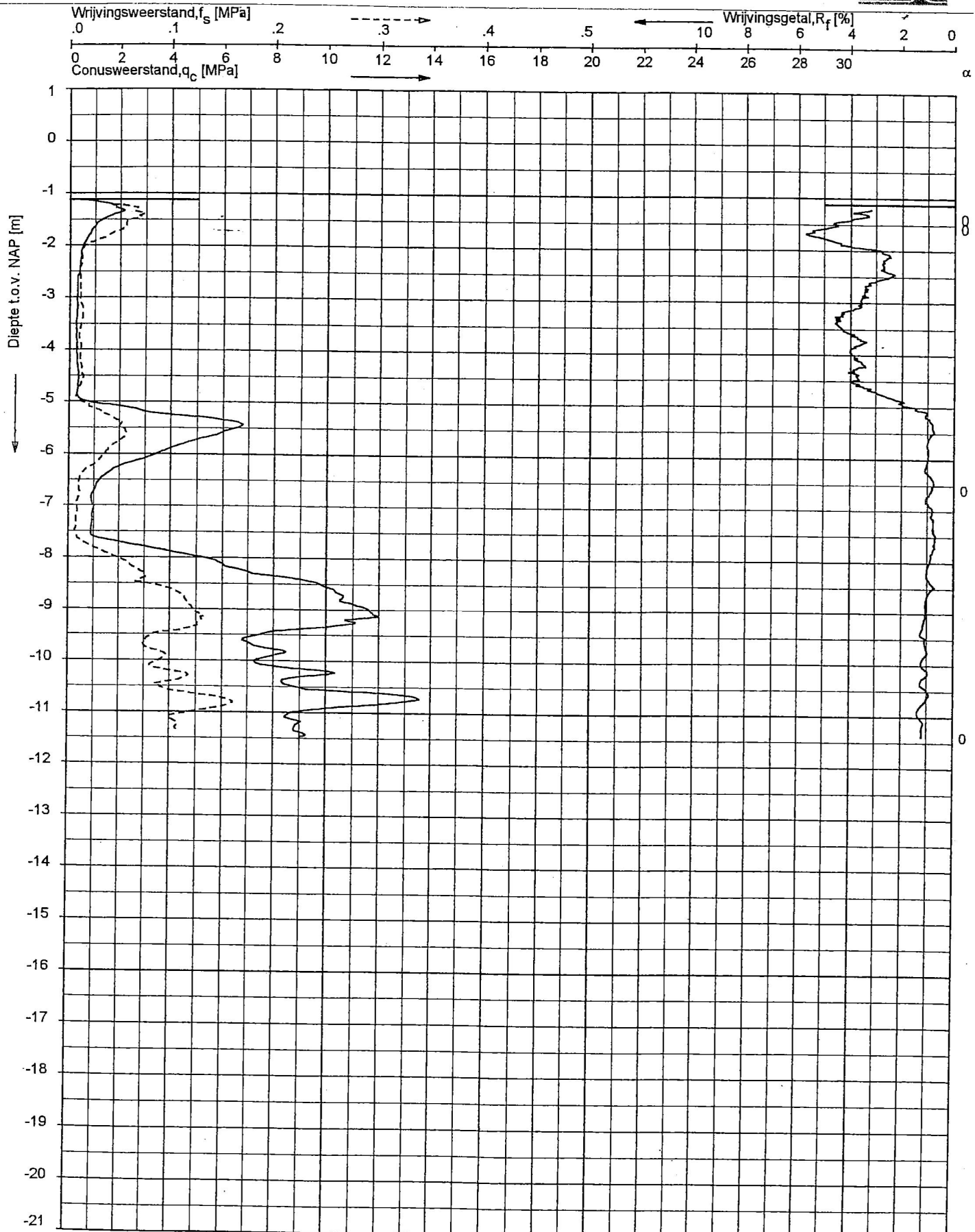
Sondering volgens norm NEN 5140
 conustype cilindrisch elektrisch
 α afwijking van de vertikaal

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

AANSLUITING A12 WOERDEN-OOST - LEIDSCHER RIJN

Opdr. 1004-0041-000
 Sond. DKM124





Opg.: JBL/ d.d. 16-Jun-2004 conus: F7.5CKE/V X = 128547.494
Get.: KGR d.d. 21-jun-2004 MV = NAP -1.13 m Y = 454704.028

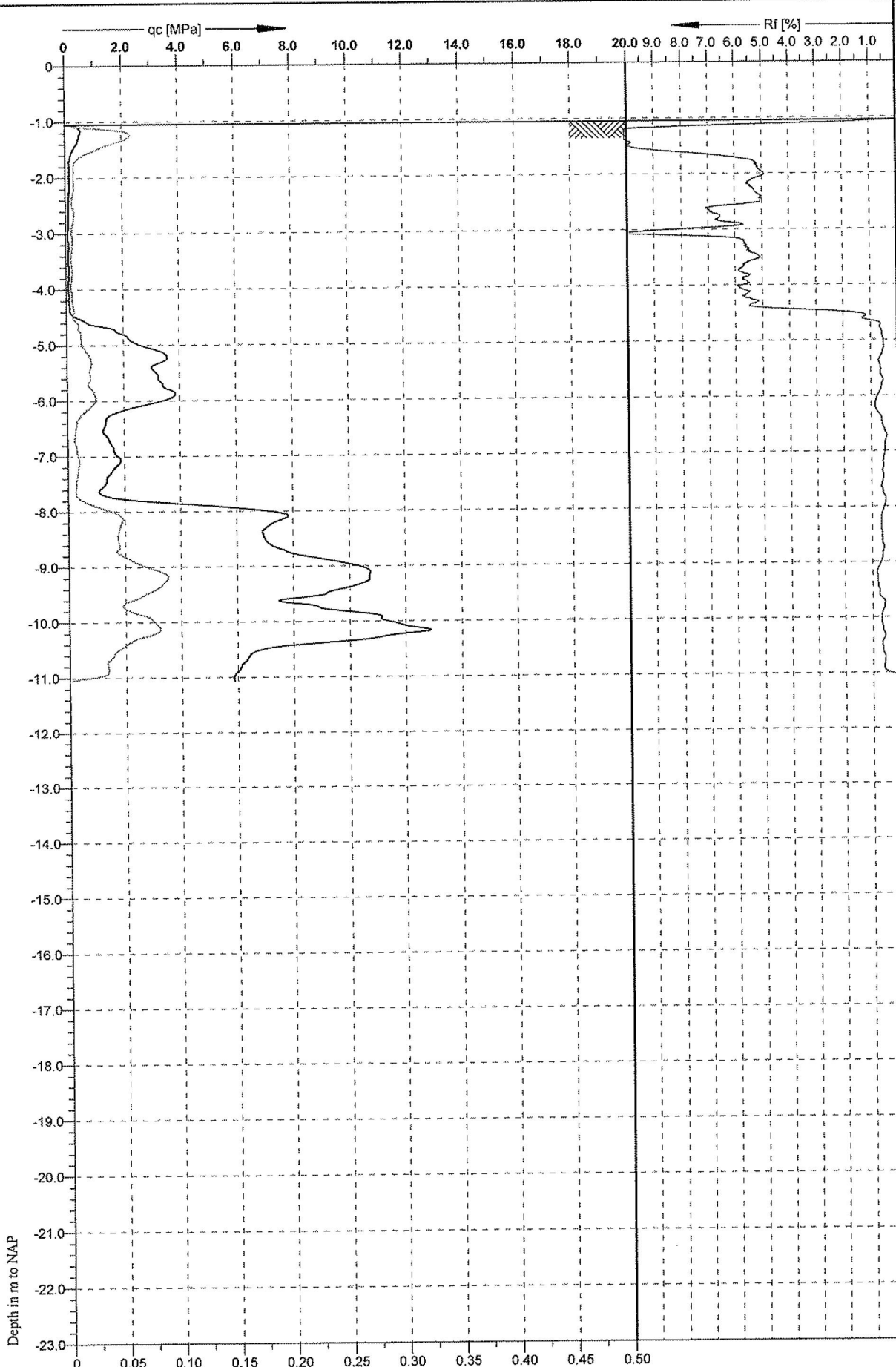
Sondering volgens norm NEN 5140
conustype cilindrisch elektrisch
 α afwijking van de vertikaal



SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

AANSLUITING A12 WOERDEN-OOST - LEIDSCHER RIJN

Opdr. 1004-0041-000
Sond. DKM125



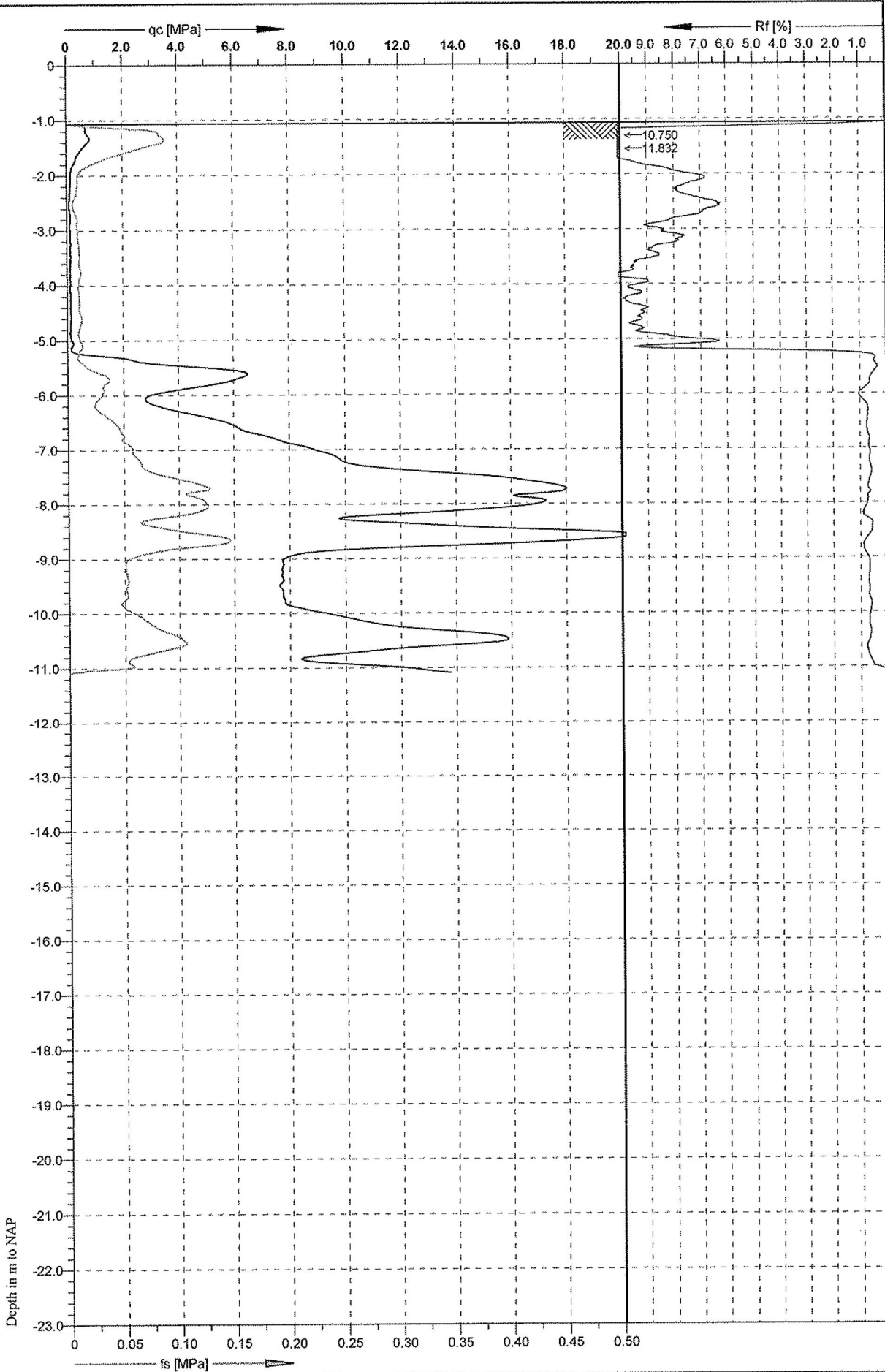
Depth in m to NAP



Cone No: C10CFIL589
 Tip area [cm²]: 10
 Sleeve area [cm²]: 150



Location: Woerden-Oost	Position: X: 127618.5 m, Y: 454931.1 m	Ground level: -1.050	Test no: F
Project ID: 240217	Client: Grontmij Nederland B.V.	Date: 17-10-2007	Scale: 1 : 100
Project: Aansluiting A12		Page: 1/1	Fig:
		File: F.cpd	



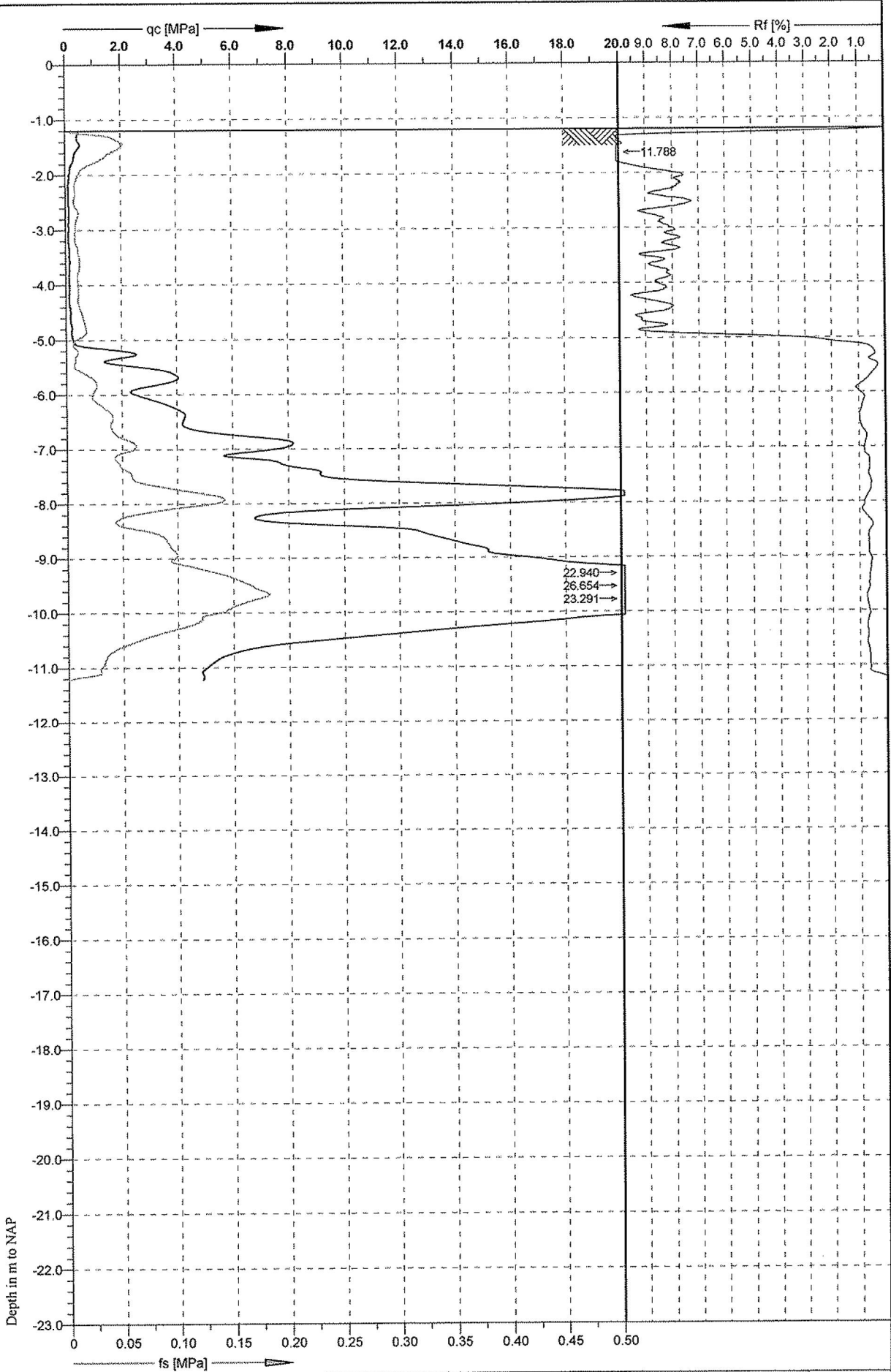
Depth in m to NAP



Cone No: C10CFH.589
 Tip area [cm²]: 10
 Sleeve area [cm²]: 150



Location: Woerden-Oost	Position: X: 128090.7 m, Y: 454810.1 m	Ground level: -1.070	Test no: G
Project ID: 240217	Client: Grontmij Nederland B.V.	Date: 17-10-2007	Scale: 1 : 100
Project: Aansluiting A12		Page: 1/1	Fig:
		File: G.cpd	

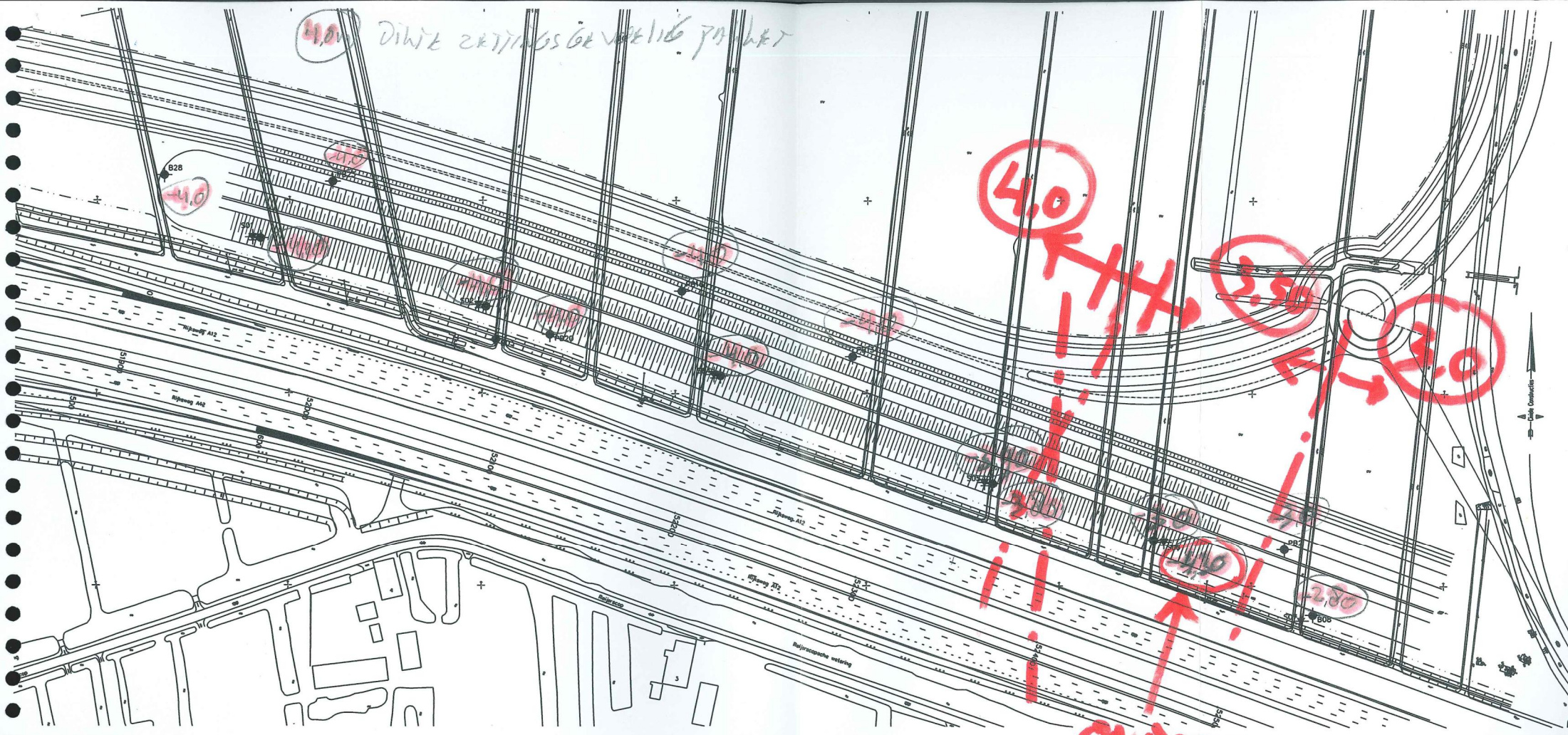


Cone No: C10CFII.589
 Tip area [cm²]: 10
 Sleeve area [cm²]: 150



Location: Woerden-Oost	Position: X: 128374.1 m, Y: 454711.8 m	Ground level: -1.200	Test no: H
Project ID: 240217	Client: Grontmij Nederland B.V.	Date: 17-10-2007	Scale: 1 : 100
Project: Aansluiting A12		Page: 1/1	Fig:
File: H.cpd			

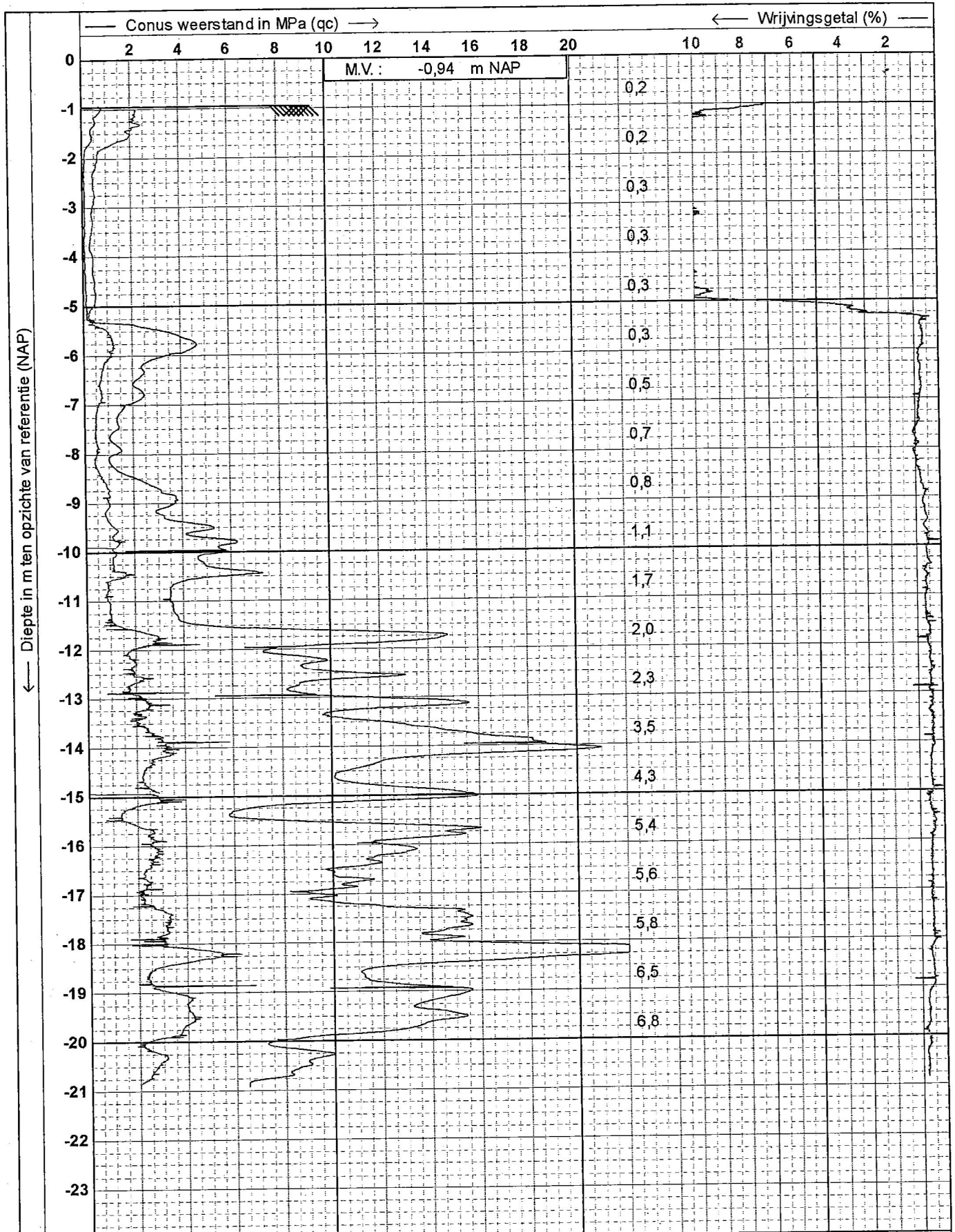
4.0 DIJK ZAKTINGSGEVAARLIJKE PUNTEN




ONBETROUWBAAR

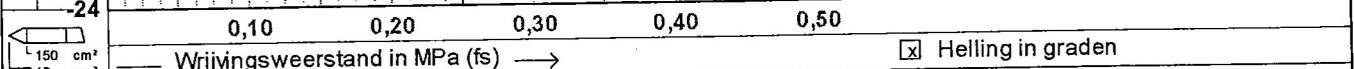
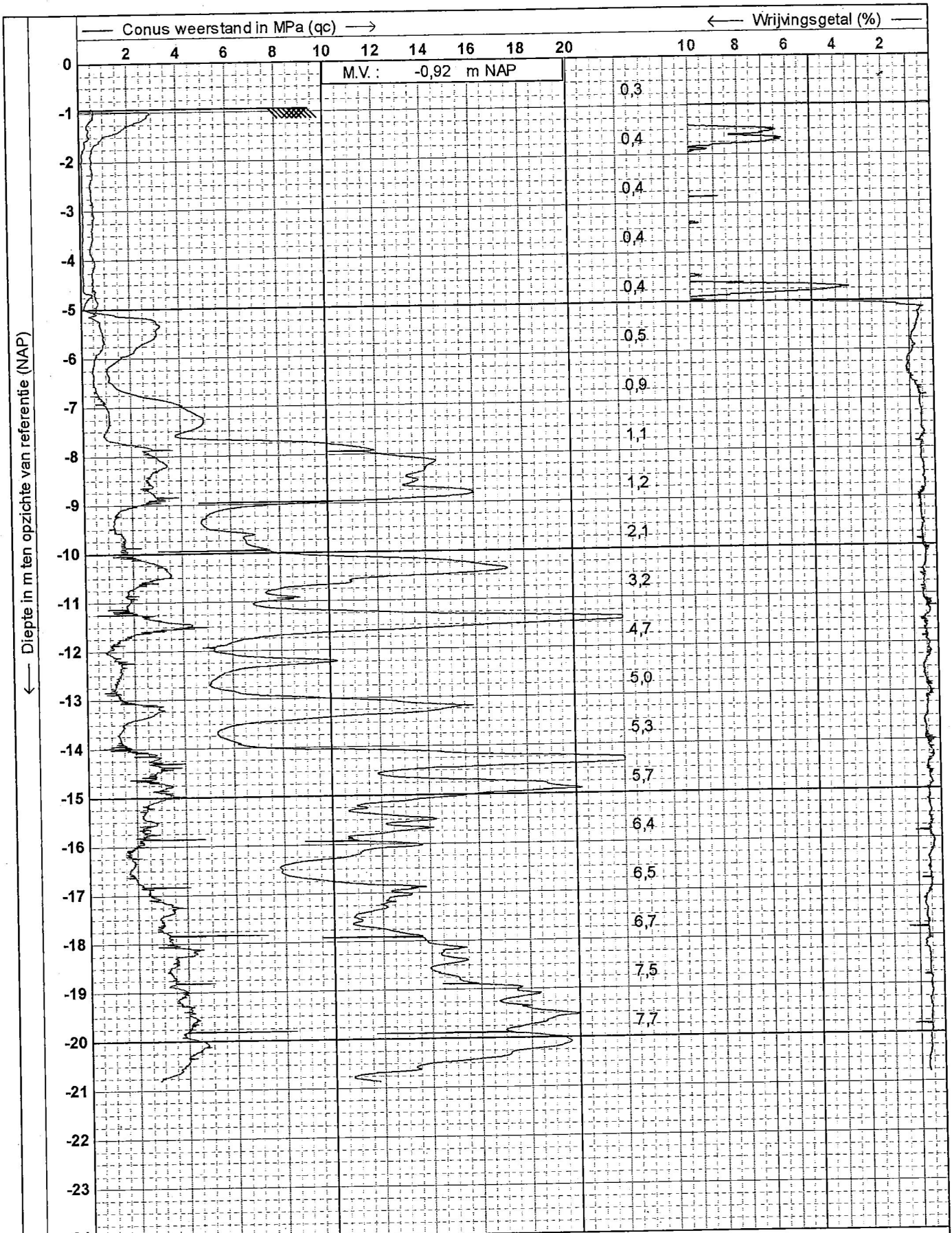
LEGENDA:
 ✦ - SONDERING INCL. KLEEFMETING
 ◆ - BORING UITGEVOERD

C									
B									
A									
Wp.	Datum	Getsh.	Gecon.	Wijgova	Aard der wijziging	GEDELTIC UTRRECHT	Dienst	Maatstaf	
Opdrachtgever	Het gemeentebestuur van Utrecht					Schaal	1:1000	A1	
Project	Geluidswal Woerden					Projectnummer	402.30100	Status	Concept
Opdracht	Sonderingen en boringen					Getsh. B.Post	Datum	27-09-2005	
Gecon.						Wijgova			
Maatstaf						Projectnummer	G-040-001	Variant	a
Ingenieursbureau Utrecht						Stads- en Milieufaciliteit		Taal	
Routekaart 1:25,000, 2005 RIJSWAAT						Stads- en Milieufaciliteit		Taal	
Projectnummer						Wijgova		Taal	
Gedeeltes						Cultuur- en Milieufaciliteit		Taal	



CPTtek V.1.08

 Ingenieursbureau Utrecht 030 2864201	Test volgens NEN 5140 klasse 1		Datum : 1-11-2005	
	Project : Geluidswal A12 Woerden		Conus nr. : S10CF.194	
	Locatie : Veldhuizen, Leidsche Rijn - Utrecht		Project nr. : 2005-24	
	Positie : 127981, 454781 RD		CPT nr. : 01	1/1



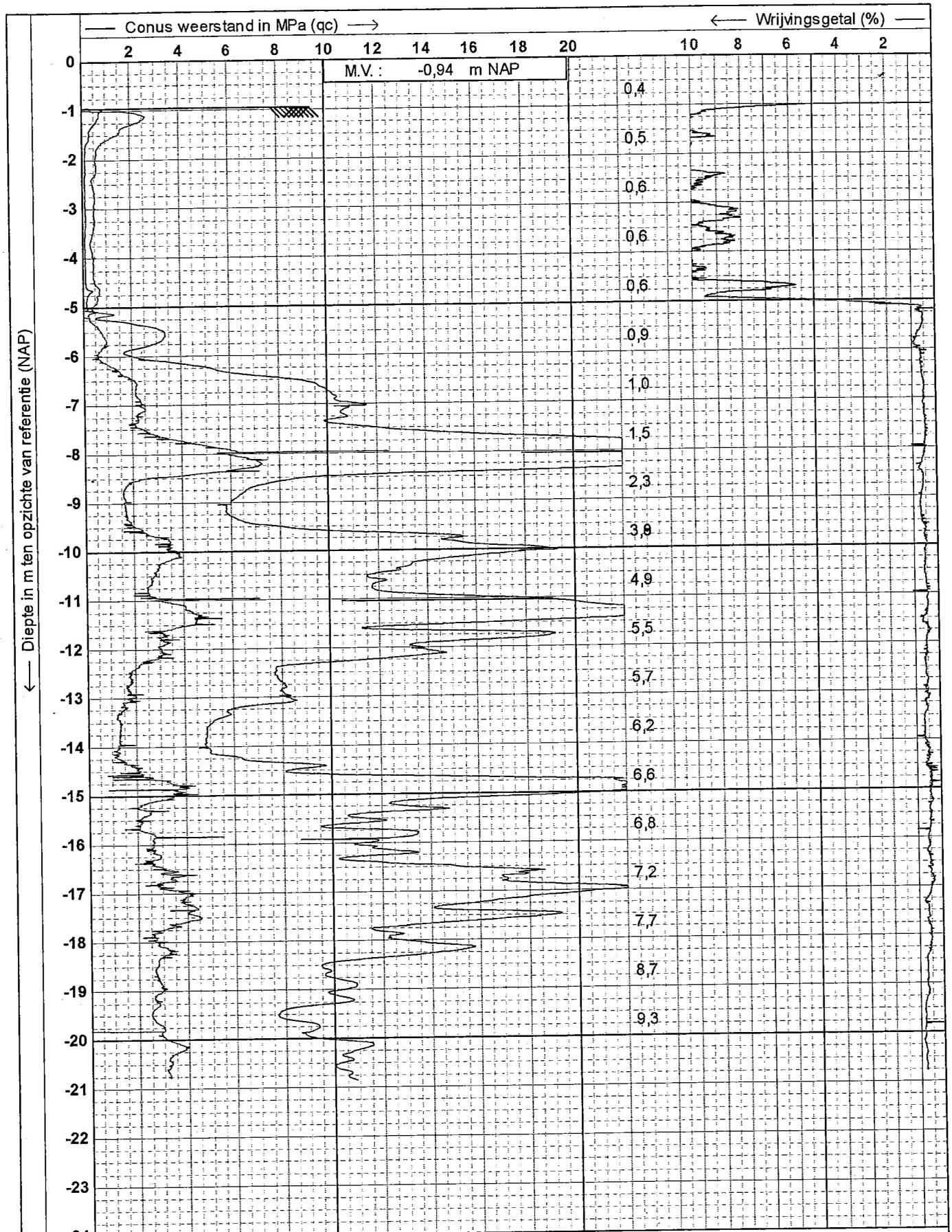
CPTrek v1.06



Ingenieursbureau Utrecht
030-2864201

Testvolgens NEN 5140 klasse 1
 Project : Geluidswal A12 Woerden
 Locatie : Veldhuizen, Leidsche Rijn - Utrecht
 Positie : 128098, 454746 RD

Datum : 1-11-2005
 Conus nr. : S10CFI.194
 Project nr. : 2005-24
 CPT nr. : 02

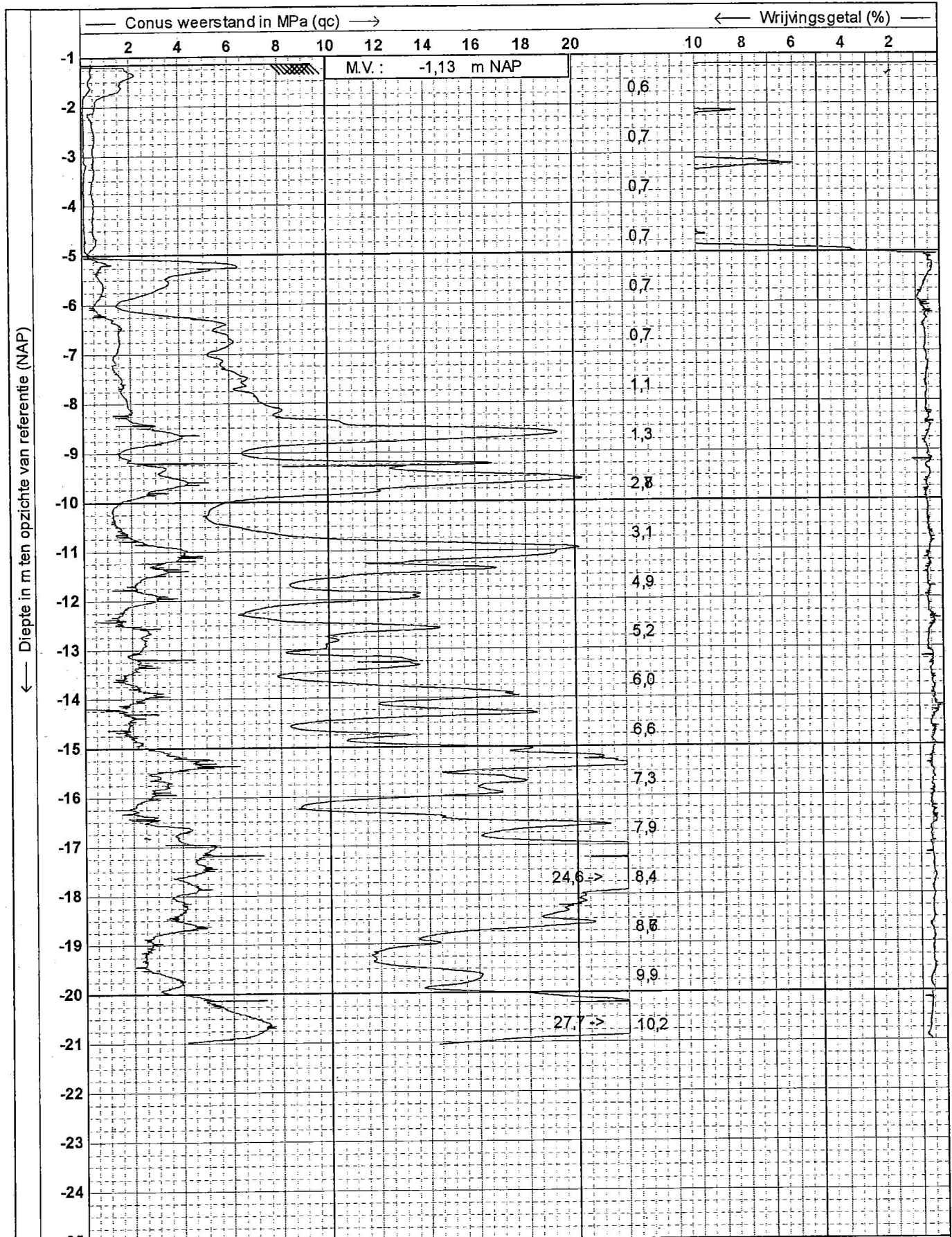


CPTtek V1.08

IBU
Ingenieursbureau Utrecht
030 2864201

Test volgens NEN 5140 klasse 1
Project : Geluidswal A12 Woerden
Locatie : Veldhuizen, Leidsche Rijn - Utrecht
Positie : 128220, 454710 RD

Datum : 1-11-2005
Conus nr. : S10CF.194
Projectnr. : 2005-24
CPT nr. : 04



150 cm²
10 cm²

IBU
Ingenieursbureau Utrecht
030-2864201

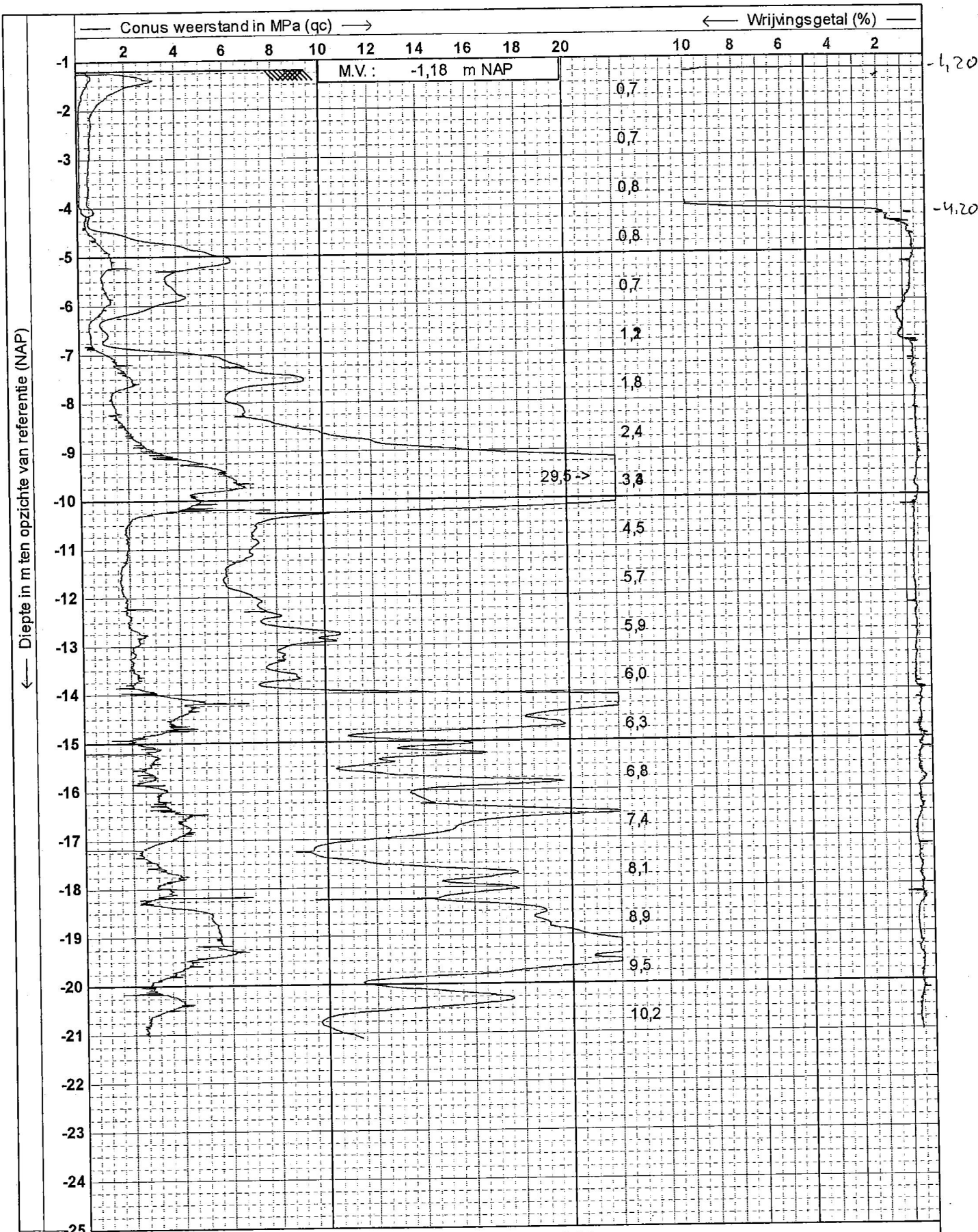
Test volgens NEN 5140 klasse 1

Project : Geluidswal A12 Woerden
Locatie : Veldhuizen, Leidsche Rijn - Utrecht
Positie : 128361, 454654 RD

Datum : 31-10-2005
Conus nr. : S10CFI.194
Projectnr. : 2005-24
CPT nr. : 05

1/1

CPTtest V1.08



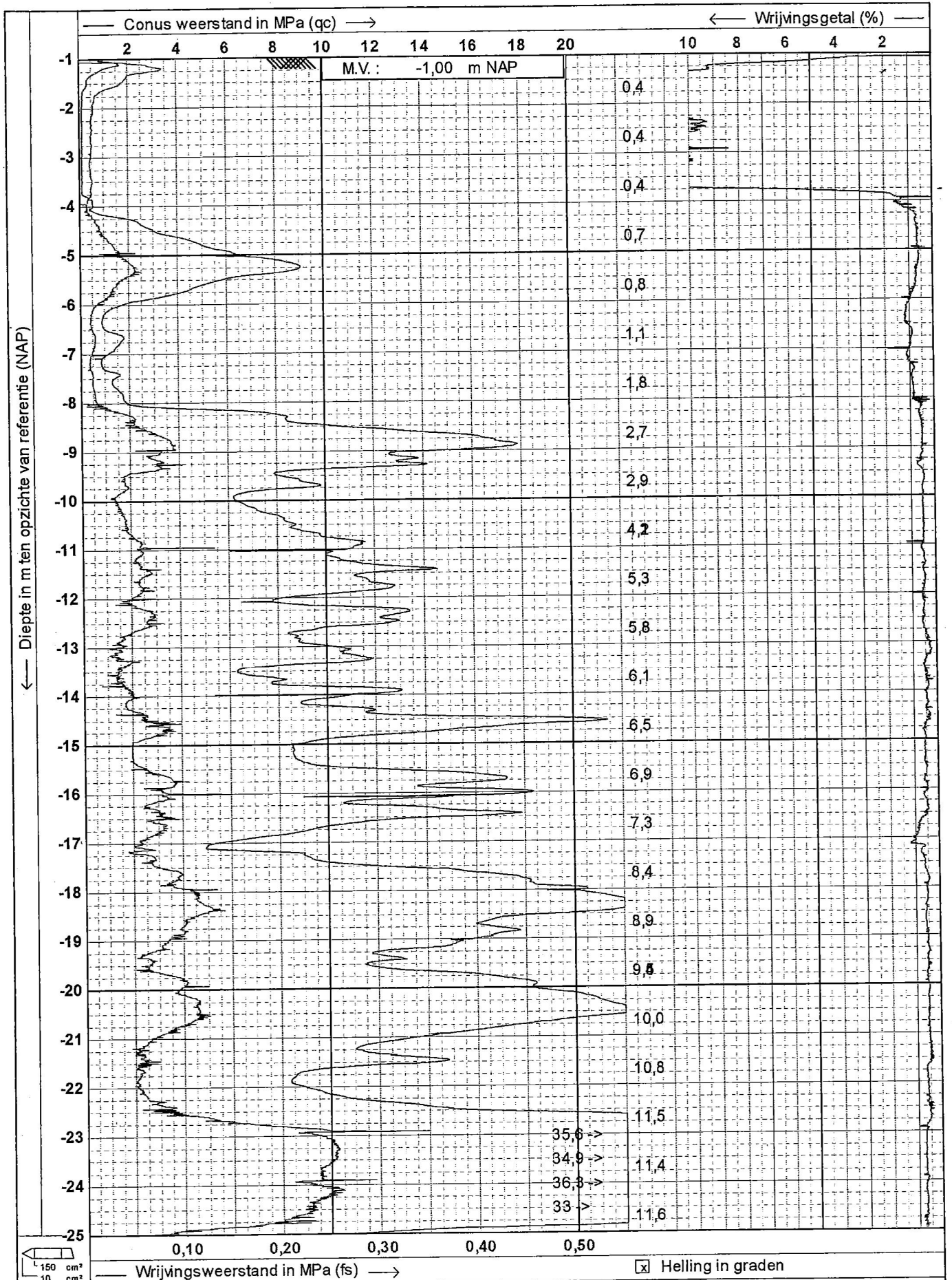
CPT test V.1.08



Ingenieursbureau Utrecht
030-2864201

Test volgens NEN 5140 Klasse 1
 Project : Geluidswal A12 Woerden
 Locatie : Veldhuizen, Leidsche Rijn - Utrecht
 Positie : 128454, 454623 RD

Datum : 31-10-2005
 Conus nr. : S10CFI.194
 Projectnr. : 2005-24
 CPT nr. : 06



CPT 65K V1.08

IBU
 Ingenieursbureau Utrecht
 030 2864201

Testvolgens NEN 5140 klasse 1
 Project : Geluidswal A12 Woerden
 Locatie : Veldhuizen, Leidsche Rijn - Utrecht
 Positie : 128526, 454582 RD

Datum : 1-11-2005
 Conus nr. : S10CFI.194
 Projectnr. : 2005-24
 CPT nr. : 07

Bijlage 2

Resultaten zettingsberekeningen

Report for D-Settlement 14.1

Settlement Calculations
Developed by Deltares

Company: Grontmij Nederland B.V.

Date of report: 6-3-2015
Time of report: 14:54:53

Date of calculation: 3-3-2015
Time of calculation: 13:51:08

Filename: C:\..\D-settlement\20150219-JJH-343053 Geluidswal A12 op maaiveld

Project identification: 343053 - Grondwal A12 Woerden
DKM123
DWP PAD4M

1 Table of Contents

1 Table of Contents	2
2 Echo of the Input	3
2.1 Layer Boundaries	3
2.2 PL Lines	3
2.3 General Data	3
2.4 Soil Profiles	4
2.5 Soil Properties	4
2.6 Non-Uniform Loads	4
2.7 Verticals	5
3 Results per Vertical	6
3.1 Results for Vertical 1 (X = -43,50 m; Z = 0,00 m)	6
3.2 Results for Vertical 2 (X = -21,50 m; Z = 0,00 m)	6
3.3 Results for Vertical 3 (X = -11,50 m; Z = 0,00 m)	7
3.4 Results for Vertical 4 (X = 0,00 m; Z = 0,00 m)	8
3.5 Results for Vertical 5 (X = 11,50 m; Z = 0,00 m)	9
3.6 Results for Vertical 6 (X = 19,00 m; Z = 0,00 m)	10
3.7 Results for Vertical 7 (X = 40,00 m; Z = 0,00 m)	10
4 Settlements	12
4.1 Settlements	12
4.2 Residual Times	12
4.3 Maintain Profile Calculation Results	12
5 Warnings and errors	13

2 Echo of the Input

2.1 Layer Boundaries

Boundary number	Co-ordinates [m]				
5 - X -	-50,000	-43,500	-40,500	-37,000	-36,400
5 - Y -	-1,000	-1,000	-1,200	-1,200	-1,600
5 - X -	-34,000	-32,000	-29,600	-29,000	26,500
5 - Y -	-3,200	-3,200	-1,600	-1,200	-1,200
5 - X -	27,100	29,500	30,500	32,900	35,750
5 - Y -	-1,600	-3,200	-3,200	-1,600	0,300
5 - X -	40,000	50,000			
5 - Y -	0,300	0,300			
4 - X -	-50,000	-36,400	-34,000	-32,000	-29,600
4 - Y -	-1,600	-1,600	-3,200	-3,200	-1,600
4 - X -	-29,000	26,500	27,100	29,500	30,500
4 - Y -	-1,200	-1,200	-1,600	-3,200	-3,200
4 - X -	32,900	35,750	40,000	50,000	
4 - Y -	-1,600	0,300	0,300	0,300	
3 - X -	-50,000	-36,400	-34,000	-32,000	-29,600
3 - Y -	-1,600	-1,600	-3,200	-3,200	-1,600
3 - X -	27,100	29,500	30,500	32,900	35,750
3 - Y -	-1,600	-3,200	-3,200	-1,600	0,300
3 - X -	40,000	50,000			
3 - Y -	0,300	0,300			
2 - X -	-50,000	-36,400	-34,000	-32,000	-29,600
2 - Y -	-1,600	-1,600	-3,200	-3,200	-1,600
2 - X -	27,100	29,500	30,500	32,900	39,000
2 - Y -	-1,600	-3,200	-3,200	-1,600	-1,600
2 - X -	40,000	50,000			
2 - Y -	0,300	0,300			
1 - X -	-50,000	37,000	39,000	40,000	50,000
1 - Y -	-5,400	-5,400	-1,600	0,300	0,300
0 - X -	-50,000	50,000			
0 - Y -	-10,000	-10,000			

2.2 PL Lines

PL line number	Co-ordinates [m]				
1 - X -	-50,000	50,000			
1 - Y -	-1,900	-1,900			

2.3 General Data

Soil model:	Koppejan
Consolidation model:	Terzaghi
Strain model:	Natural
Groundwater level:	Initial determined by PL-line number 1
Unit weight of water:	9,81 [kN/m ³]
Dispersion conditions layer boundaries	
- Top:	drained
- Bottom:	drained
Stress distribution	
- Soil:	Buisman
- Loads:	None
End of consolidation:	10000,00 [days]
With maintain profile (only for non uniform loads)	
- Material:	Superelevation
- Time:	0,00 [days]
- Unit weight above phreatic.:	18,00 [kN/m ³]
- Unit weight below phreatic.:	20,00 [kN/m ³]
- Iteration stop criterium:	0,10 [m]

Pc (initial):	Variable parallel to the initial effective stress
Pc (per step):	Automatic increased to the final effective stresses
No imaginary surface	
With submerging	
(only for non uniform loads)	
- Iteration stop criterium :	0,10 [m]
Load column width	
- Non-Uniform Loads :	1,00 [m]
- Trapezoidal Loads :	1,00 [m]

2.4 Soil Profiles

Layer number	Material name	PL-line top	PL-line bottom
5	Korst (klei)	1	1
4	Korst (klei)	1	1
3	Korst (klei)	1	1
2	Veen, slap	1	1
1	Zand, matig	1	1

2.5 Soil Properties

Layer number	Drained	Unit weight	
		Unsaturated [kN/m ³]	Saturated [kN/m ³]
5	No	15,00	15,00
4	No	15,00	15,00
3	No	15,00	15,00
2	No	10,50	10,50
1	Yes	18,00	20,00

Layer number	Vert. consolid. coefficient Cv [m ² /s]
5	1,00E-07
4	1,00E-07
3	1,00E-07
2	3,00E-08
1	-

Layer number	Precons. pressure [kN/m ²]	POP [kN/m ²]	OCR [-]
5	-	5,00	-
4	-	5,00	-
3	-	5,00	-
2	-	5,00	-
1	-	5,00	-

Layer number	Primary compr. coeff.		Secular compr. coeff.		Swell constants	
	Cp [-]	Cp' [-]	Cs [-]	Cs' [-]	Ap [-]	As [-]
5	6,00E+01	1,50E+01	3,00E+02	6,00E+01	1,00E+09	1,00E+09
4	6,00E+01	1,50E+01	3,00E+02	6,00E+01	1,00E+09	1,00E+09
3	6,00E+01	1,50E+01	3,00E+02	6,00E+01	1,00E+09	1,00E+09
2	2,40E+01	6,00E+00	2,25E+02	4,50E+01	1,00E+09	1,00E+09
1	2,40E+03	6,00E+02	1,00E+09	1,00E+09	1,00E+09	1,00E+09

2.6 Non-Uniform Loads

Load number	Time [days]	Unit weight	
		Unsaturated [kN/m ³]	Saturated [kN/m ³]
1	0	18,00	20,00

Load number	Co-ordinates [m]					
1 - X -	-29,00	-21,50	-15,50	-11,50	-4,00	4,00
1 - Y -	-1,20	-0,80	3,40	3,80	8,80	8,80
1 - X -	19,00					
1 - Y -	-1,20					

2.7 Verticals

Vertical number	X co-ordinates [m]				
1 - 5	-43,500	-21,500	-11,500	0,000	11,500
6 - 7	19,000	40,000			

3 Results per Vertical

3.1 Results for Vertical 1 (X = -43,50 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m ²]	S-water [kN/m ²]	S-eff. [kN/m ²]	S-total [kN/m ²]	S-water [kN/m ²]	S-eff. [kN/m ²]
Layer 5						
-1,00	0,001	0,000	0,001	0,026	0,000	0,026
-1,10	1,500	0,000	1,500	1,526	0,000	1,526
-1,20	3,000	0,000	3,000	3,027	0,000	3,027
-1,30	4,500	0,000	4,500	4,529	0,000	4,529
-1,40	6,000	0,000	6,000	6,030	0,000	6,030
-1,50	7,500	0,000	7,500	7,532	0,000	7,532
-1,60	9,000	0,000	9,000	9,033	0,000	9,033
Layer 2						
-1,60	9,000	0,000	9,000	9,033	0,000	9,033
-1,70	10,050	0,000	10,050	10,085	0,000	10,085
-1,80	11,100	0,000	11,100	11,136	0,000	11,136
-1,90	12,150	0,000	12,150	12,202	0,014	12,188
-2,00	13,200	0,981	12,219	13,253	0,995	12,258
-2,70	20,550	7,848	12,702	20,616	7,860	12,756
-3,50	28,950	15,696	13,254	29,036	15,706	13,330
-4,40	38,400	24,525	13,875	38,520	24,531	13,988
-5,40	48,900	34,335	14,565	49,076	34,335	14,740
Layer 1						
-5,40	48,900	34,335	14,565	49,076	34,335	14,741
-6,10	62,900	41,202	21,698	63,136	41,202	21,934
-7,10	82,900	51,012	31,888	83,251	51,012	32,239
-7,70	94,900	56,898	38,002	95,340	56,898	38,442
-8,40	108,900	63,765	45,135	109,463	63,765	45,698
-9,40	128,900	73,575	55,325	129,679	73,575	56,104
-10,00	140,900	79,461	61,439	141,833	79,461	62,372

Layer number	Swelling		Settlement b. Sp.		Settlement a. Sp.	
	Primary	Secondary	Primary	Secondary 10 [days]	Primary	Secondary 10 [days]
	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
5	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,0000	0,0000	0,0010	0,0001	0,0000	0,0000
1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Total	0,0000	0,0000	0,0010	0,0001	0,0000	0,0000

Depth		Layer number	Total settlement (100% cons.)			Percentage of original layer height [%]
From [m]	To [m]		Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]	After 10000 [days] [m]	
-1,00	-1,60	5	0,0000	0,0000	0,0002	0,03
-1,60	-5,40	2	0,0010	0,0001	0,0014	0,04
-5,40	-10,00	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
Total			0,0010	0,0001	0,0017	

3.2 Results for Vertical 2 (X = -21,50 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m ²]	S-water [kN/m ²]	S-eff. [kN/m ²]	S-total [kN/m ²]	S-water [kN/m ²]	S-eff. [kN/m ²]
Layer 4						
-1,20	0,001	0,000	0,001	37,447	4,118	33,330
-1,30	1,500	0,000	1,500	39,812	4,845	34,967

Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m ²]	S-water [kN/m ²]	S-eff. [kN/m ²]	S-total [kN/m ²]	S-water [kN/m ²]	S-eff. [kN/m ²]
-1,40	3,000	0,000	3,000	42,189	5,611	36,579
-1,50	4,500	0,000	4,500	44,571	6,399	38,172
-1,60	6,000	0,000	6,000	46,960	7,204	39,756
Layer 2						
-1,60	6,000	0,000	6,000	46,960	7,204	39,756
-1,70	7,050	0,000	7,050	48,784	7,892	40,891
-1,80	8,100	0,000	8,100	50,630	8,594	42,036
-1,90	9,150	0,000	9,150	52,503	9,307	43,196
-2,00	10,200	0,981	9,219	53,417	10,026	43,391
-2,10	11,250	1,962	9,288	54,348	10,745	43,603
-2,20	12,300	2,943	9,357	55,293	11,464	43,829
-2,90	19,650	9,810	9,840	62,165	16,495	45,671
-3,50	25,950	15,696	10,254	68,195	20,801	47,394
-4,40	35,400	24,525	10,875	77,256	27,247	50,009
-5,40	45,900	34,335	11,565	87,221	34,394	52,828
Layer 1						
-5,40	45,900	34,335	11,565	87,222	34,394	52,828
-6,10	59,900	41,202	18,698	102,608	41,248	61,360
-7,10	79,900	51,012	28,888	124,447	51,043	73,404
-7,70	91,900	56,898	35,002	137,475	56,922	80,553
-8,40	105,900	63,765	42,135	152,608	63,781	88,827
-9,40	125,900	73,575	52,325	174,120	73,581	100,540
-10,00	137,900	79,461	58,439	186,975	79,461	107,514

Layer number	Swelling		Settlement b. Sp.		Settlement a. Sp.	
	Primary	Secondary	Primary	Secondary 10 [days]	Primary	Secondary 10 [days]
	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
4	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,0000	0,0000	0,0640	0,0068	0,7225	0,0963
1	0,0000	0,0000	0,0003	0,0000	0,0057	0,0000
Total	0,0000	0,0000	0,0643	0,0068	0,7282	0,0963

Depth		Layer number	Total settlement (100% cons.)			Percentage of original layer height [%]
From [m]	To [m]		Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]	After 10000 [days] [m]	
-1,20	-1,60	4	0,0000	0,0000	0,0854	21,35
-1,60	-5,40	2	0,7865	0,1032	1,0283	27,06
-5,40	-10,00	1	0,0060	0,0000	0,0060	0,13
Total			0,7925	0,1032	1,1197	

3.3 Results for Vertical 3 (X = -11,50 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m ²]	S-water [kN/m ²]	S-eff. [kN/m ²]	S-total [kN/m ²]	S-water [kN/m ²]	S-eff. [kN/m ²]
Layer 4						
-1,20	0,001	0,000	0,001	128,965	10,801	118,164
-1,30	1,500	0,000	1,500	130,972	11,417	119,555
-1,40	3,000	0,000	3,000	133,020	12,068	120,952
-1,50	4,500	0,000	4,500	135,099	12,741	122,358
-1,60	6,000	0,000	6,000	137,214	13,432	123,782
Layer 2						
-1,60	6,000	0,000	6,000	137,214	13,432	123,783
-1,70	7,050	0,000	7,050	138,729	13,948	124,781
-1,80	8,100	0,000	8,100	140,283	14,477	125,806
-1,90	9,150	0,000	9,150	141,878	15,017	126,860
-2,00	10,200	0,981	9,219	142,523	15,564	126,960
-2,10	11,250	1,962	9,288	143,193	16,110	127,082
-2,20	12,300	2,943	9,357	143,882	16,658	127,225

Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m ²]	S-water [kN/m ²]	S-eff. [kN/m ²]	S-total [kN/m ²]	S-water [kN/m ²]	S-eff. [kN/m ²]
-2,90	19,650	9,810	9,840	149,025	20,504	128,521
-3,50	25,950	15,696	10,254	153,567	23,822	129,745
-4,40	35,400	24,525	10,875	160,299	28,831	131,467
-5,40	45,900	34,335	11,565	167,521	34,445	133,076
Layer 1						
-5,40	45,900	34,335	11,565	167,521	34,445	133,076
-6,10	59,900	41,202	18,698	181,927	41,289	140,637
-7,10	79,900	51,012	28,888	202,218	51,072	151,146
-7,70	91,900	56,898	35,002	214,244	56,944	157,300
-8,40	105,900	63,765	42,135	228,148	63,795	164,353
-9,40	125,900	73,575	52,325	247,802	73,586	174,216
-10,00	137,900	79,461	58,439	259,491	79,461	180,030

Layer number	Swelling		Settlement b. Sp.		Settlement a. Sp.	
	Primary [m]	Secondary [m]	Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]	Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]
4	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,0000	0,0000	0,0640	0,0068	1,3614	0,1815
1	0,0000	0,0000	0,0003	0,0000	0,0109	0,0000
Total	0,0000	0,0000	0,0643	0,0068	1,3724	0,1815

Depth		Layer number	Total settlement (100% cons.)			Percentage of original layer height [%]
From [m]	To [m]		Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]	After 10000 [days] [m]	
-1,20	-1,60	4	0,0000	0,0000	0,1318	32,95
-1,60	-5,40	2	1,4254	0,1884	1,6580	43,63
-5,40	-10,00	1	0,0112	0,0000	0,0112	0,24
Total			1,4367	0,1884	1,8010	

3.4 Results for Vertical 4 (X = 0,00 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m ²]	S-water [kN/m ²]	S-eff. [kN/m ²]	S-total [kN/m ²]	S-water [kN/m ²]	S-eff. [kN/m ²]
Layer 4						
-1,20	0,001	0,000	0,001	212,831	13,395	199,436
-1,30	1,500	0,000	1,500	214,866	13,970	200,896
-1,40	3,000	0,000	3,000	216,935	14,578	202,358
-1,50	4,500	0,000	4,500	219,027	15,206	203,821
-1,60	6,000	0,000	6,000	221,136	15,851	205,284
Layer 2						
-1,60	6,000	0,000	6,000	221,136	15,852	205,284
-1,70	7,050	0,000	7,050	222,605	16,305	206,299
-1,80	8,100	0,000	8,100	224,086	16,771	207,315
-1,90	9,150	0,000	9,150	225,578	17,247	208,331
-2,00	10,200	0,981	9,219	226,094	17,728	208,367
-2,10	11,250	1,962	9,288	226,611	18,210	208,402
-2,20	12,300	2,943	9,357	227,128	18,692	208,436
-2,90	19,650	9,810	9,840	230,697	22,087	208,610
-3,50	25,950	15,696	10,254	233,602	25,022	208,580
-4,40	35,400	24,525	10,875	237,543	29,468	208,076
-5,40	45,900	34,335	11,565	241,274	34,472	206,802
Layer 1						
-5,40	45,900	34,335	11,565	241,274	34,472	206,802
-6,10	59,900	41,202	18,698	253,462	41,311	212,151
-7,10	79,900	51,012	28,888	270,401	51,087	219,314
-7,70	91,900	56,898	35,002	280,354	56,955	223,399
-8,40	105,900	63,765	42,135	291,814	63,803	228,011
-9,40	125,900	73,575	52,325	307,978	73,589	234,389

Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m ²]	S-water [kN/m ²]	S-eff. [kN/m ²]	S-total [kN/m ²]	S-water [kN/m ²]	S-eff. [kN/m ²]
-10,00	137,900	79,461	58,439	317,594	79,461	238,133

Layer number	Swelling		Settlement b. Sp.		Settlement a. Sp.	
	Primary [m]	Secondary [m]	Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]	Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]
4	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,0000	0,0000	0,0640	0,0068	1,6613	0,2215
1	0,0000	0,0000	0,0003	0,0000	0,0136	0,0000
Total	0,0000	0,0000	0,0643	0,0068	1,6749	0,2215

Depth		Layer number	Total settlement (100% cons.)			Percentage of original layer height [%]
From [m]	To [m]		Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]	After 10000 [days] [m]	
-1,20	-1,60	4	0,0000	0,0000	0,1496	37,39
-1,60	-5,40	2	1,7253	0,2283	1,9019	50,05
-5,40	-10,00	1	0,0139	0,0000	0,0139	0,30
Total			1,7392	0,2283	2,0654	

3.5 Results for Vertical 5 (X = 11,50 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m ²]	S-water [kN/m ²]	S-eff. [kN/m ²]	S-total [kN/m ²]	S-water [kN/m ²]	S-eff. [kN/m ²]
Layer 4						
-1,20	0,001	0,000	0,001	122,355	10,444	111,910
-1,30	1,500	0,000	1,500	124,389	11,065	113,325
-1,40	3,000	0,000	3,000	126,488	11,721	114,767
-1,50	4,500	0,000	4,500	128,667	12,399	116,268
-1,60	6,000	0,000	6,000	130,923	13,094	117,830
Layer 2						
-1,60	6,000	0,000	6,000	130,923	13,094	117,830
-1,70	7,050	0,000	7,050	132,594	13,617	118,978
-1,80	8,100	0,000	8,100	134,286	14,152	120,134
-1,90	9,150	0,000	9,150	135,978	14,699	121,280
-2,00	10,200	0,981	9,219	136,673	15,251	121,423
-2,10	11,250	1,962	9,288	137,346	15,804	121,542
-2,20	12,300	2,943	9,357	137,997	16,357	121,640
-2,90	19,650	9,810	9,840	142,233	20,252	121,981
-3,50	25,950	15,696	10,254	145,746	23,618	122,128
-4,40	35,400	24,525	10,875	151,037	28,713	122,324
-5,40	45,900	34,335	11,565	156,967	34,439	122,528
Layer 1						
-5,40	45,900	34,335	11,565	156,967	34,439	122,528
-6,10	59,900	41,202	18,698	170,588	41,284	129,304
-7,10	79,900	51,012	28,888	190,017	51,068	138,949
-7,70	91,900	56,898	35,002	201,653	56,941	144,712
-8,40	105,900	63,765	42,135	215,205	63,793	151,412
-9,40	125,900	73,575	52,325	234,520	73,585	160,935
-10,00	137,900	79,461	58,439	246,084	79,461	166,623

Layer number	Swelling		Settlement b. Sp.		Settlement a. Sp.	
	Primary [m]	Secondary [m]	Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]	Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]
4	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,0000	0,0000	0,0640	0,0068	1,3227	0,1764
1	0,0000	0,0000	0,0003	0,0000	0,0103	0,0000
Total	0,0000	0,0000	0,0643	0,0068	1,3330	0,1764

Depth		Layer number	Total settlement (100% cons.)			Percentage of original layer height [%]
From [m]	To [m]		Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]	After 10000 [days] [m]	
-1,20	-1,60	4	0,0000	0,0000	0,1299	32,48
-1,60	-5,40	2	1,3867	0,1832	1,6241	42,74
-5,40	-10,00	1	0,0106	0,0000	0,0106	0,23
Total			1,3973	0,1832	1,7646	

3.6 Results for Vertical 6 (X = 19,00 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m ²]	S-water [kN/m ²]	S-eff. [kN/m ²]	S-total [kN/m ²]	S-water [kN/m ²]	S-eff. [kN/m ²]
Layer 4						
-1,20	0,001	0,000	0,001	15,212	0,855	14,357
-1,30	1,500	0,000	1,500	18,104	1,665	16,440
-1,40	3,000	0,000	3,000	20,900	2,507	18,392
-1,50	4,500	0,000	4,500	23,629	3,368	20,261
-1,60	6,000	0,000	6,000	26,337	4,241	22,096
Layer 2						
-1,60	6,000	0,000	6,000	26,337	4,241	22,096
-1,70	7,050	0,000	7,050	28,509	5,037	23,471
-1,80	8,100	0,000	8,100	30,685	5,843	24,842
-1,90	9,150	0,000	9,150	32,864	6,656	26,208
-2,00	10,200	0,981	9,219	34,059	7,472	26,588
-2,10	11,250	1,962	9,288	35,248	8,286	26,962
-2,20	12,300	2,943	9,357	36,430	9,098	27,333
-2,90	19,650	9,810	9,840	44,606	14,738	29,868
-3,50	25,950	15,696	10,254	51,536	19,517	32,019
-4,40	35,400	24,525	10,875	61,817	26,604	35,213
-5,40	45,900	34,335	11,565	73,079	34,380	38,699
Layer 1						
-5,40	45,900	34,335	11,565	73,080	34,380	38,699
-6,10	59,900	41,202	18,698	88,982	41,238	47,744
-7,10	79,900	51,012	28,888	111,632	51,037	60,595
-7,70	91,900	56,898	35,002	125,179	56,917	68,263
-8,40	105,900	63,765	42,135	140,940	63,778	77,162
-9,40	125,900	73,575	52,325	163,365	73,580	89,785
-10,00	137,900	79,461	58,439	176,764	79,461	97,303

Layer number	Swelling		Settlement b. Sp.		Settlement a. Sp.	
	Primary [m]	Secondary [m]	Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]	Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]
4	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,0000	0,0000	0,0640	0,0068	0,4675	0,0623
1	0,0000	0,0000	0,0003	0,0000	0,0043	0,0000
Total	0,0000	0,0000	0,0643	0,0068	0,4718	0,0623

Depth		Layer number	Total settlement (100% cons.)			Percentage of original layer height [%]
From [m]	To [m]		Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]	After 10000 [days] [m]	
-1,20	-1,60	4	0,0000	0,0000	0,0549	13,73
-1,60	-5,40	2	0,5315	0,0692	0,7277	19,15
-5,40	-10,00	1	0,0046	0,0000	0,0046	0,10
Total			0,5361	0,0692	0,7872	

3.7 Results for Vertical 7 (X = 40,00 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m ²]	S-water [kN/m ²]	S-eff. [kN/m ²]	S-total [kN/m ²]	S-water [kN/m ²]	S-eff. [kN/m ²]
Layer 1						
0,30	0,001	0,000	0,001	0,020	0,000	0,020
0,20	1,800	0,000	1,800	1,820	0,000	1,820
0,10	3,600	0,000	3,600	3,621	0,000	3,621
0,00	5,400	0,000	5,400	5,422	0,000	5,422
-0,10	7,200	0,000	7,200	7,224	0,000	7,224
-0,20	9,000	0,000	9,000	9,025	0,000	9,025
-0,30	10,800	0,000	10,800	10,826	0,000	10,826
-0,40	12,600	0,000	12,600	12,627	0,000	12,627
-0,50	14,400	0,000	14,400	14,429	0,000	14,429
-0,60	16,200	0,000	16,200	16,230	0,000	16,230
-0,70	18,000	0,000	18,000	18,031	0,000	18,031
-1,30	28,800	0,000	28,800	28,841	0,000	28,841
-1,90	39,600	0,000	39,600	39,653	0,000	39,653
-2,85	58,600	9,320	49,281	58,677	9,320	49,358
-3,85	78,600	19,130	59,471	78,713	19,130	59,584
-4,85	98,600	28,940	69,661	98,764	28,940	69,824
-5,50	111,600	35,316	76,284	111,807	35,316	76,491
-6,50	131,600	45,126	86,474	131,892	45,126	86,766
-7,50	151,600	54,936	96,664	152,007	54,936	97,071
-8,50	171,600	64,746	106,854	172,155	64,746	107,409
-9,50	191,600	74,556	117,044	192,342	74,556	117,786
-10,00	201,600	79,461	122,139	202,451	79,461	122,990

Layer number	Swelling		Settlement b. Sp.		Settlement a. Sp.	
	Primary	Secondary	Primary	Secondary 10 [days]	Primary	Secondary 10 [days]
	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Total	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

Depth		Layer number	Total settlement (100% cons.)			Percentage of original layer height [%]
From [m]	To [m]		Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]	After 10000 [days] [m]	
0,30	-10,00	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
Total			0,0000	0,0000	0,0000	

4 Settlements

4.1 Settlements

Vertical number	X co-ordinate [m]	Z co-ordinate [m]	Surface level [m]	Settlement [m]
1	-43,50	0,00	-1,00	0,002
2	-21,50	0,00	-1,20	1,120
3	-11,50	0,00	-1,20	1,801
4	0,00	0,00	-1,20	2,065
5	11,50	0,00	-1,20	1,765
6	19,00	0,00	-1,20	0,787
7	40,00	0,00	0,30	0,000

4.2 Residual Times

Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Part of final settlement [%]	Residual settlements [m]
1	1278	0,001	84,933	0,000
2	1278	0,975	87,051	0,145
3	1278	1,593	88,456	0,208
4	1278	1,840	89,081	0,226
5	1278	1,559	88,372	0,205
6	1278	0,681	86,494	0,106
7	1278	0,000	100,000	0,000

4.3 Maintain Profile Calculation Results

Load 1 consists of 246,950 m³ per Width
 The extra amount of soil to be added is 75,280 m³ per Width
 This equals the found settlements for non-uniform loads

5 Warnings and errors

List of non-fatal warnings and errors generated during calculation.

- 1 D-Settlement will incorporate submerging as a one-off load reduction at time zero, due to the limitations of the Terzaghi model. Use the Darcy model for a gradual weight reduction of soil and loading during submerging
- 2 The Terzaghi model uses one consolidation coefficient for loading/unloading. This can underestimate residual settlements after unloading. Switch to Darcy for, more accurate calculations of the consolidation stage.

End of Report

Bijlage 3

Resultaten zettingsberekeningen inclusief maatregelen

Report for D-Settlement 14.1

Settlement Calculations
Developed by Deltares

Company: Grontmij Nederland B.V.

Date of report: 6-3-2015
Time of report: 14:55:14

Date of calculation: 5-3-2015
Time of calculation: 10:34:15

Filename: C:\..\20150305-JJH-343053 Geluidswal A12 op maaiveld GVB MV-1

Project identification: 343053 - Grondwal A12 Woerden
DKM123
DWP PAD4M

1 Table of Contents

1 Table of Contents	2
2 Echo of the Input	3
2.1 Layer Boundaries	3
2.2 PL Lines	4
2.3 General Data	4
2.4 Soil Profiles	4
2.5 Soil Properties	4
2.6 Non-Uniform Loads	5
2.7 Verticals	5
3 Results per Vertical	7
3.1 Results for Vertical 1 (X = -43,50 m; Z = 0,00 m)	7
3.2 Results for Vertical 2 (X = -21,50 m; Z = 0,00 m)	7
3.3 Results for Vertical 3 (X = -11,50 m; Z = 0,00 m)	8
3.4 Results for Vertical 4 (X = 0,00 m; Z = 0,00 m)	9
3.5 Results for Vertical 5 (X = 11,50 m; Z = 0,00 m)	10
3.6 Results for Vertical 6 (X = 19,00 m; Z = 0,00 m)	11
3.7 Results for Vertical 7 (X = 40,00 m; Z = 0,00 m)	12
4 Settlements	13
4.1 Settlements	13
4.2 Residual Times	13
4.3 Maintain Profile Calculation Results	13
5 Warnings and errors	14

2 Echo of the Input

2.1 Layer Boundaries

Boundary number	Co-ordinates [m]				
8 - X -	-50,000	-43,500	-40,500	-37,000	-36,400
8 - Y -	-1,000	-1,000	-1,200	-1,200	-1,600
8 - X -	-34,000	-32,000	-29,600	-29,000	-21,500
8 - Y -	-3,200	-3,200	-1,600	-1,200	-1,200
8 - X -	19,000	26,500	27,100	29,500	30,500
8 - Y -	-1,200	-1,200	-1,600	-3,200	-3,200
8 - X -	32,900	35,750	40,000	50,000	
8 - Y -	-1,600	0,300	0,300	0,300	
7 - X -	-50,000	-36,400	-34,000	-32,000	-29,600
7 - Y -	-1,600	-1,600	-3,200	-3,200	-1,600
7 - X -	-29,000	-21,500	19,000	26,500	27,100
7 - Y -	-1,200	-1,200	-1,200	-1,200	-1,600
7 - X -	29,500	30,500	32,900	35,750	40,000
7 - Y -	-3,200	-3,200	-1,600	0,300	0,300
7 - X -	50,000				
7 - Y -	0,300				
6 - X -	-50,000	-36,400	-34,000	-32,000	-29,600
6 - Y -	-1,600	-1,600	-3,200	-3,200	-1,600
6 - X -	-21,500	-21,500	19,000	26,500	27,100
6 - Y -	-1,600	-1,200	-1,200	-1,200	-1,600
6 - X -	29,500	30,500	32,900	35,750	40,000
6 - Y -	-3,200	-3,200	-1,600	0,300	0,300
6 - X -	50,000				
6 - Y -	0,300				
5 - X -	-50,000	-36,400	-34,000	-32,000	-29,600
5 - Y -	-1,600	-1,600	-3,200	-3,200	-1,600
5 - X -	-21,500	19,000	19,000	26,500	27,100
5 - Y -	-1,600	-1,600	-1,200	-1,200	-1,600
5 - X -	29,500	30,500	32,900	35,750	40,000
5 - Y -	-3,200	-3,200	-1,600	0,300	0,300
5 - X -	50,000				
5 - Y -	0,300				
4 - X -	-50,000	-36,400	-34,000	-32,000	-29,600
4 - Y -	-1,600	-1,600	-3,200	-3,200	-1,600
4 - X -	-21,500	-21,500	19,000	19,000	19,000
4 - Y -	-1,600	-2,200	-2,200	-1,600	-1,200
4 - X -	26,500	27,100	29,500	30,500	32,900
4 - Y -	-1,200	-1,600	-3,200	-3,200	-1,600
4 - X -	35,750	40,000	50,000		
4 - Y -	0,300	0,300	0,300		
3 - X -	-50,000	-36,400	-34,000	-32,000	-29,600
3 - Y -	-1,600	-1,600	-3,200	-3,200	-1,600
3 - X -	-21,500	-21,500	19,000	19,000	27,100
3 - Y -	-1,600	-2,200	-2,200	-1,600	-1,600
3 - X -	29,500	30,500	32,900	35,750	40,000
3 - Y -	-3,200	-3,200	-1,600	0,300	0,300
3 - X -	50,000				
3 - Y -	0,300				
2 - X -	-50,000	-36,400	-34,000	-32,000	-29,600
2 - Y -	-1,600	-1,600	-3,200	-3,200	-1,600
2 - X -	-21,500	-21,500	19,000	19,000	27,100
2 - Y -	-1,600	-2,200	-2,200	-1,600	-1,600
2 - X -	29,500	30,500	32,900	39,000	40,000
2 - Y -	-3,200	-3,200	-1,600	-1,600	0,300
2 - X -	50,000				
2 - Y -	0,300				
1 - X -	-50,000	37,000	39,000	40,000	50,000
1 - Y -	-5,400	-5,400	-1,600	0,300	0,300
0 - X -	-50,000	50,000			

Boundary number	Co-ordinates [m]			
0 - Y -	-10,000	-10,000		

2.2 PL Lines

PL line number	Co-ordinates [m]			
1 - X -	-50,000	50,000		
1 - Y -	-1,900	-1,900		

2.3 General Data

Soil model:	Koppejan
Consolidation model:	Terzaghi
Strain model:	Natural
Groundwater level:	Initial determined by PL-line number 1
Unit weight of water:	9,81 [kN/m ³]
Dispersion conditions layer boundaries	
- Top:	drained
- Bottom:	drained
Stress distribution	
- Soil:	Buisman
- Loads:	None
End of consolidation:	10000,00 [days]
With maintain profile (only for non uniform loads)	
- Material:	Superelevation
- Time:	0,00 [days]
- Unit weight above phreatic.:	18,00 [kN/m ³]
- Unit weight below phreatic:	20,00 [kN/m ³]
- Iteration stop criterium:	0,10 [m]
Pc (initial):	Variable parallel to the initial effective stress
Pc (per step):	Automatic increased to the final effective stresses
No imaginary surface	
With submerging (only for non uniform loads)	
- Iteration stop criterium :	0,10 [m]
Load column width	
- Non-Uniform Loads :	1,00 [m]
- Trapezoidal Loads :	1,00 [m]

2.4 Soil Profiles

Layer number	Material name	PL-line top	PL-line bottom
8	Korst (klei)	1	1
7	Korst (klei)	1	1
6	Korst (klei) - GVB	1	1
5	Veen, slap - GVB	1	1
4	Korst (klei)	1	1
3	Korst (klei)	1	1
2	Veen, slap	1	1
1	Zand, matig	1	1

2.5 Soil Properties

Layer number	Drained	Unit weight	
		Unsaturated [kN/m ³]	Saturated [kN/m ³]
8	No	15,00	15,00
7	No	15,00	15,00
6	Yes	15,00	15,00
5	Yes	10,50	10,50
4	No	15,00	15,00
3	No	15,00	15,00
2	No	10,50	10,50

Layer number	Drained	Unit weight	
		Unsaturated [kN/m ³]	Saturated [kN/m ³]
1	Yes	18,00	20,00

Layer number	Vert. consolid. coefficient Cv [m ² /s]
8	1,00E-07
7	1,00E-07
6	-
5	-
4	1,00E-07
3	1,00E-07
2	3,00E-08
1	-

Layer number	Precons. pressure [kN/m ²]	POP [kN/m ²]	OCR [-]
8	-	5,00	-
7	-	5,00	-
6	-	5,00	-
5	-	5,00	-
4	-	5,00	-
3	-	5,00	-
2	-	5,00	-
1	-	5,00	-

Layer number	Primary compr. coeff.		Secular compr. coef.		Swell constants	
	Cp [-]	Cp' [-]	Cs [-]	Cs' [-]	Ap [-]	As [-]
8	6,00E+01	1,50E+01	3,00E+02	6,00E+01	1,00E+09	1,00E+09
7	6,00E+01	1,50E+01	3,00E+02	6,00E+01	1,00E+09	1,00E+09
6	2,40E+03	6,00E+02	1,00E+09	1,00E+09	1,00E+09	1,00E+09
5	2,40E+03	6,00E+02	1,00E+09	1,00E+09	1,00E+09	1,00E+09
4	6,00E+01	1,50E+01	3,00E+02	6,00E+01	1,00E+09	1,00E+09
3	6,00E+01	1,50E+01	3,00E+02	6,00E+01	1,00E+09	1,00E+09
2	2,40E+01	6,00E+00	2,25E+02	4,50E+01	1,00E+09	1,00E+09
1	2,40E+03	6,00E+02	1,00E+09	1,00E+09	1,00E+09	1,00E+09

2.6 Non-Uniform Loads

Load number	Time [days]	Unit weight	
		Unsaturated [kN/m ³]	Saturated [kN/m ³]
1	0	0,00	9,81
2	0	7,50	19,31
3	0	3,00	14,81
4	0	18,00	20,00

Load number	Co-ordinates [m]					
1 - X -	-21,50	-21,50	19,00	19,00		
1 - Y -	-1,20	-2,20	-2,20	-1,20		
2 - X -	-21,50	-21,50	19,00	19,00		
2 - Y -	-2,20	-1,60	-1,60	-2,20		
3 - X -	-21,50	-21,50	19,00	19,00		
3 - Y -	-1,60	-1,20	-1,20	-1,60		
4 - X -	-29,00	-21,50	-15,50	-11,50	-4,00	4,00
4 - Y -	-1,20	-0,80	3,40	3,80	8,80	8,80
4 - X -	19,00					
4 - Y -	-1,20					

2.7 Verticals

Vertical number	X co-ordinates [m]				
1 - 5	-43,500	-21,500	-11,500	0,000	11,500

Vertical number	X co-ordinates [m]				
6 - 7	19,000	40,000			

3 Results per Vertical

3.1 Results for Vertical 1 (X = -43,50 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m ²]	S-water [kN/m ²]	S-eff. [kN/m ²]	S-total [kN/m ²]	S-water [kN/m ²]	S-eff. [kN/m ²]
Layer 8						
-1,00	0,001	0,000	0,001	0,021	0,000	0,021
-1,10	1,500	0,000	1,500	1,521	0,000	1,521
-1,20	3,000	0,000	3,000	3,022	0,000	3,022
-1,30	4,500	0,000	4,500	4,523	0,000	4,523
-1,40	6,000	0,000	6,000	6,024	0,000	6,024
-1,50	7,500	0,000	7,500	7,525	0,000	7,525
-1,60	9,000	0,000	9,000	9,026	0,000	9,026
Layer 2						
-1,60	9,000	0,000	9,000	9,026	0,000	9,026
-1,70	10,050	0,000	10,050	10,077	0,000	10,077
-1,80	11,100	0,000	11,100	11,128	0,000	11,128
-1,90	12,150	0,000	12,150	12,191	0,011	12,180
-2,00	13,200	0,981	12,219	13,242	0,992	12,250
-2,70	20,550	7,848	12,702	20,602	7,858	12,744
-3,50	28,950	15,696	13,254	29,019	15,704	13,315
-4,40	38,400	24,525	13,875	38,497	24,530	13,967
-5,40	48,900	34,335	14,565	49,045	34,335	14,710
Layer 1						
-5,40	48,900	34,335	14,565	49,046	34,335	14,710
-6,10	62,900	41,202	21,698	63,098	41,202	21,896
-7,10	82,900	51,012	31,888	83,202	51,012	32,190
-7,70	94,900	56,898	38,002	95,283	56,898	38,385
-8,40	108,900	63,765	45,135	109,396	63,765	45,631
-9,40	128,900	73,575	55,325	129,598	73,575	56,023
-10,00	140,900	79,461	61,439	141,742	79,461	62,281

Layer number	Swelling		Settlement b. Sp.		Settlement a. Sp.	
	Primary	Secondary	Primary	Secondary 10 [days]	Primary	Secondary 10 [days]
	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
8	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,0000	0,0000	0,0008	0,0001	0,0000	0,0000
1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Total	0,0000	0,0000	0,0008	0,0001	0,0000	0,0000

Depth		Layer number	Total settlement (100% cons.)			Percentage of original layer height [%]
From [m]	To [m]		Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]	After 10000 [days] [m]	
-1,00	-1,60	8	0,0000	0,0000	0,0002	0,03
-1,60	-5,40	2	0,0008	0,0001	0,0012	0,03
-5,40	-10,00	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
Total			0,0008	0,0001	0,0013	

3.2 Results for Vertical 2 (X = -21,50 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m ²]	S-water [kN/m ²]	S-eff. [kN/m ²]	S-total [kN/m ²]	S-water [kN/m ²]	S-eff. [kN/m ²]
Layer 6						
-1,20	0,001	0,000	0,001	33,074	2,577	30,498
-1,30	1,500	0,000	1,500	35,416	3,313	32,103

Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m ²]	S-water [kN/m ²]	S-eff. [kN/m ²]	S-total [kN/m ²]	S-water [kN/m ²]	S-eff. [kN/m ²]
-1,40	3,000	0,000	3,000	37,774	4,087	33,687
-1,50	4,500	0,000	4,500	40,140	4,884	35,256
-1,60	6,000	0,000	6,000	43,515	5,695	37,820
Layer 2						
-1,60	6,000	0,000	6,000	43,515	5,696	37,820
-1,70	7,050	0,000	7,050	45,613	6,674	38,938
-1,80	8,100	0,000	8,100	47,723	7,653	40,070
-1,90	9,150	0,000	9,150	49,851	8,632	41,219
-2,00	10,200	0,981	9,219	51,017	9,611	41,406
-2,10	11,250	1,962	9,288	52,202	10,590	41,612
-2,20	12,300	2,943	9,357	56,253	11,569	44,684
-3,00	20,700	10,791	9,909	64,093	17,290	46,802
-3,80	29,100	18,639	10,461	72,130	23,002	49,128
-4,60	37,500	26,487	11,013	80,162	28,703	51,459
-5,40	45,900	34,335	11,565	88,118	34,395	53,723
Layer 1						
-5,40	45,900	34,335	11,565	88,118	34,395	53,723
-6,10	59,900	41,202	18,698	103,524	41,249	62,275
-7,10	79,900	51,012	28,888	125,396	51,044	74,353
-7,70	91,900	56,898	35,002	138,446	56,922	81,524
-8,40	105,900	63,765	42,135	153,608	63,781	89,827
-9,40	125,900	73,575	52,325	175,163	73,581	101,583
-10,00	137,900	79,461	58,439	188,046	79,461	108,585

Layer number	Swelling		Settlement b. Sp.		Settlement a. Sp.	
	Primary	Secondary	Primary	Secondary 10 [days]	Primary	Secondary 10 [days]
	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
2	0,0000	0,0000	0,0522	0,0056	0,6165	0,0822
1	0,0000	0,0000	0,0003	0,0000	0,0058	0,0000
Total	0,0000	0,0000	0,0525	0,0056	0,6223	0,0822

Depth		Layer number	Total settlement (100% cons.)			Percentage of original layer height [%]
From [m]	To [m]		Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]	After 10000 [days] [m]	
-1,60	-5,40	2	0,6687	0,0878	0,8745	23,01
-5,40	-10,00	1	0,0061	0,0000	0,0061	0,13
Total			0,6748	0,0878	0,8806	

3.3 Results for Vertical 3 (X = -11,50 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m ²]	S-water [kN/m ²]	S-eff. [kN/m ²]	S-total [kN/m ²]	S-water [kN/m ²]	S-eff. [kN/m ²]
Layer 6						
-1,20	0,001	0,000	0,001	120,981	7,028	113,953
-1,30	1,500	0,000	1,500	123,372	8,003	115,369
-1,40	3,000	0,000	3,000	125,768	8,979	116,789
-1,50	4,500	0,000	4,500	128,175	9,956	118,220
-1,60	6,000	0,000	6,000	132,600	10,932	121,667
Layer 5						
-1,60	6,000	0,000	6,000	132,600	10,932	121,668
-1,70	7,050	0,000	7,050	134,598	11,909	122,688
-1,80	8,100	0,000	8,100	136,623	12,886	123,736
-1,90	9,150	0,000	9,150	138,675	13,864	124,811
-2,00	10,200	0,981	9,219	139,772	14,841	124,932
-2,10	11,250	1,962	9,288	140,892	15,818	125,074
-2,20	12,300	2,943	9,357	147,732	16,795	130,936
Layer 2						
-2,20	12,300	2,943	9,357	147,732	16,795	130,936

Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m ²]	S-water [kN/m ²]	S-eff. [kN/m ²]	S-total [kN/m ²]	S-water [kN/m ²]	S-eff. [kN/m ²]
-3,00	20,700	10,791	9,909	153,738	21,161	132,577
-3,80	29,100	18,639	10,461	159,872	25,559	134,314
-4,60	37,500	26,487	11,013	165,877	29,987	135,890
-5,40	45,900	34,335	11,565	171,679	34,447	137,232
Layer 1						
-5,40	45,900	34,335	11,565	171,680	34,447	137,232
-6,10	59,900	41,202	18,698	186,143	41,291	144,852
-7,10	79,900	51,012	28,888	206,493	51,073	155,420
-7,70	91,900	56,898	35,002	218,541	56,945	161,596
-8,40	105,900	63,765	42,135	232,458	63,796	168,662
-9,40	125,900	73,575	52,325	252,112	73,586	178,526
-10,00	137,900	79,461	58,439	263,791	79,461	184,330

Layer number	Swelling		Settlement b. Sp.		Settlement a. Sp.	
	Primary [m]	Secondary [m]	Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]	Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]
6	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
5	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,0000	0,0000	0,0522	0,0056	1,1530	0,1537
1	0,0000	0,0000	0,0003	0,0000	0,0111	0,0000
Total	0,0000	0,0000	0,0525	0,0056	1,1641	0,1537

Depth		Layer number	Total settlement (100% cons.)			Percentage of original layer height [%]
From [m]	To [m]		Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]	After 10000 [days] [m]	
-1,20	-1,60	6	0,0000	0,0000	0,0020	0,50
-1,60	-2,20	5	0,0000	0,0000	0,0023	0,39
-2,20	-5,40	2	1,2052	0,1593	1,4006	43,77
-5,40	-10,00	1	0,0114	0,0000	0,0114	0,25
Total			1,2166	0,1593	1,4164	

3.4 Results for Vertical 4 (X = 0,00 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m ²]	S-water [kN/m ²]	S-eff. [kN/m ²]	S-total [kN/m ²]	S-water [kN/m ²]	S-eff. [kN/m ²]
Layer 6						
-1,20	0,001	0,000	0,001	205,466	9,027	196,439
-1,30	1,500	0,000	1,500	207,909	10,002	197,907
-1,40	3,000	0,000	3,000	210,355	10,977	199,378
-1,50	4,500	0,000	4,500	212,801	11,952	200,849
-1,60	6,000	0,000	6,000	217,249	12,928	204,320
Layer 5						
-1,60	6,000	0,000	6,000	217,249	12,928	204,320
-1,70	7,050	0,000	7,050	219,247	13,904	205,343
-1,80	8,100	0,000	8,100	221,246	14,881	206,366
-1,90	9,150	0,000	9,150	223,246	15,857	207,389
-2,00	10,200	0,981	9,219	224,264	16,833	207,431
-2,10	11,250	1,962	9,288	225,282	17,810	207,472
-2,20	12,300	2,943	9,357	231,999	18,786	213,213
Layer 2						
-2,20	12,300	2,943	9,357	231,999	18,786	213,213
-3,00	20,700	10,791	9,909	236,083	22,646	213,437
-3,80	29,100	18,639	10,461	239,876	26,547	213,330
-4,60	37,500	26,487	11,013	243,249	30,489	212,760
-5,40	45,900	34,335	11,565	246,180	34,473	211,706
Layer 1						
-5,40	45,900	34,335	11,565	246,180	34,473	211,706
-6,10	59,900	41,202	18,698	258,385	41,312	217,073

Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m ²]	S-water [kN/m ²]	S-eff. [kN/m ²]	S-total [kN/m ²]	S-water [kN/m ²]	S-eff. [kN/m ²]
-7,10	79,900	51,012	28,888	275,345	51,088	224,257
-7,70	91,900	56,898	35,002	285,307	56,956	228,351
-8,40	105,900	63,765	42,135	296,775	63,804	232,971
-9,40	125,900	73,575	52,325	312,944	73,589	239,355
-10,00	137,900	79,461	58,439	322,560	79,461	243,099

Layer number	Swelling		Settlement b. Sp.		Settlement a. Sp.	
	Primary	Secondary	Primary	Secondary 10 [days]	Primary	Secondary 10 [days]
	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
6	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
5	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,0000	0,0000	0,0522	0,0056	1,3993	0,1866
1	0,0000	0,0000	0,0003	0,0000	0,0138	0,0000
Total	0,0000	0,0000	0,0525	0,0056	1,4131	0,1866

Depth		Layer number	Total settlement (100% cons.)			Percentage of original layer height [%]
From [m]	To [m]		Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]	After 10000 [days] [m]	
-1,20	-1,60	6	0,0000	0,0000	0,0023	0,59
-1,60	-2,20	5	0,0000	0,0000	0,0029	0,48
-2,20	-5,40	2	1,4515	0,1921	1,6009	50,03
-5,40	-10,00	1	0,0141	0,0000	0,0141	0,31
Total			1,4657	0,1921	1,6202	

3.5 Results for Vertical 5 (X = 11,50 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m ²]	S-water [kN/m ²]	S-eff. [kN/m ²]	S-total [kN/m ²]	S-water [kN/m ²]	S-eff. [kN/m ²]
Layer 6						
-1,20	0,001	0,000	0,001	114,851	6,748	108,103
-1,30	1,500	0,000	1,500	117,260	7,723	109,537
-1,40	3,000	0,000	3,000	119,698	8,699	110,999
-1,50	4,500	0,000	4,500	122,195	9,676	112,519
-1,60	6,000	0,000	6,000	126,753	10,653	116,100
Layer 5						
-1,60	6,000	0,000	6,000	126,753	10,653	116,100
-1,70	7,050	0,000	7,050	128,896	11,630	117,267
-1,80	8,100	0,000	8,100	131,048	12,607	118,441
-1,90	9,150	0,000	9,150	133,187	13,584	119,602
-2,00	10,200	0,981	9,219	134,323	14,562	119,761
-2,10	11,250	1,962	9,288	135,434	15,539	119,895
-2,20	12,300	2,943	9,357	142,223	16,516	125,707
Layer 2						
-2,20	12,300	2,943	9,357	142,223	16,516	125,707
-3,00	20,700	10,791	9,909	147,104	20,933	126,171
-3,80	29,100	18,639	10,461	151,827	25,393	126,435
-4,60	37,500	26,487	11,013	156,564	29,896	126,668
-5,40	45,900	34,335	11,565	161,314	34,441	126,873
Layer 1						
-5,40	45,900	34,335	11,565	161,314	34,441	126,873
-6,10	59,900	41,202	18,698	174,956	41,286	133,670
-7,10	79,900	51,012	28,888	194,387	51,069	143,318
-7,70	91,900	56,898	35,002	206,011	56,942	149,069
-8,40	105,900	63,765	42,135	219,537	63,794	155,743
-9,40	125,900	73,575	52,325	238,800	73,585	165,215
-10,00	137,900	79,461	58,439	250,326	79,461	170,865

Layer number	Swelling		Settlement b. Sp.		Settlement a. Sp.	
	Primary [m]	Secondary [m]	Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]	Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]
6	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
5	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,0000	0,0000	0,0522	0,0056	1,1210	0,1495
1	0,0000	0,0000	0,0003	0,0000	0,0105	0,0000
Total	0,0000	0,0000	0,0525	0,0056	1,1315	0,1495

Depth		Layer number	Total settlement (100% cons.)			Percentage of original layer height [%]
From [m]	To [m]		Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]	After 10000 [days] [m]	
-1,20	-1,60	6	0,0000	0,0000	0,0020	0,49
-1,60	-2,20	5	0,0000	0,0000	0,0023	0,38
-2,20	-5,40	2	1,1732	0,1550	1,3728	42,90
-5,40	-10,00	1	0,0108	0,0000	0,0108	0,24
Total			1,1840	0,1550	1,3879	

3.6 Results for Vertical 6 (X = 19,00 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m ²]	S-water [kN/m ²]	S-eff. [kN/m ²]	S-total [kN/m ²]	S-water [kN/m ²]	S-eff. [kN/m ²]
Layer 4						
-1,20	0,001	0,000	0,001	12,243	0,000	12,243
-1,30	1,500	0,000	1,500	14,770	0,550	14,219
-1,40	3,000	0,000	3,000	17,621	1,530	16,091
-1,50	4,500	0,000	4,500	20,417	2,509	17,908
-1,60	6,000	0,000	6,000	24,149	3,489	20,660
Layer 2						
-1,60	6,000	0,000	6,000	24,149	3,489	20,660
-1,70	7,050	0,000	7,050	26,488	4,469	22,019
-1,80	8,100	0,000	8,100	28,832	5,449	23,384
-1,90	9,150	0,000	9,150	31,177	6,428	24,748
-2,00	10,200	0,981	9,219	32,537	7,408	25,129
-2,10	11,250	1,962	9,288	33,894	8,388	25,505
-2,20	12,300	2,943	9,357	38,096	9,368	28,728
-3,00	20,700	10,791	9,909	47,356	15,731	31,625
-3,80	29,100	18,639	10,461	56,494	22,013	34,481
-4,60	37,500	26,487	11,013	65,538	28,227	37,311
-5,40	45,900	34,335	11,565	74,487	34,382	40,105
Layer 1						
-5,40	45,900	34,335	11,565	74,487	34,382	40,105
-6,10	59,900	41,202	18,698	90,405	41,239	49,166
-7,10	79,900	51,012	28,888	113,084	51,038	62,047
-7,70	91,900	56,898	35,002	126,652	56,917	69,734
-8,40	105,900	63,765	42,135	142,438	63,778	78,660
-9,40	125,900	73,575	52,325	164,901	73,580	91,321
-10,00	137,900	79,461	58,439	178,324	79,461	98,863

Layer number	Swelling		Settlement b. Sp.		Settlement a. Sp.	
	Primary [m]	Secondary [m]	Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]	Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]
2	0,0000	0,0000	0,0522	0,0056	0,4256	0,0567
1	0,0000	0,0000	0,0003	0,0000	0,0045	0,0000
Total	0,0000	0,0000	0,0525	0,0056	0,4301	0,0567

Depth		Layer number	Total settlement (100% cons.)			Percentage of original layer height [%]
From [m]	To [m]		Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]	After 10000 [days] [m]	
-1,60	-5,40	2	0,4778	0,0623	0,6509	17,13
-5,40	-10,00	1	0,0048	0,0000	0,0048	0,10
Total			0,4826	0,0623	0,6557	

3.7 Results for Vertical 7 (X = 40,00 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m ²]	S-water [kN/m ²]	S-eff. [kN/m ²]	S-total [kN/m ²]	S-water [kN/m ²]	S-eff. [kN/m ²]
Layer 1						
0,30	0,001	0,000	0,001	0,016	0,000	0,016
0,20	1,800	0,000	1,800	1,816	0,000	1,816
0,10	3,600	0,000	3,600	3,617	0,000	3,617
0,00	5,400	0,000	5,400	5,418	0,000	5,418
-0,10	7,200	0,000	7,200	7,218	0,000	7,218
-0,20	9,000	0,000	9,000	9,019	0,000	9,019
-0,30	10,800	0,000	10,800	10,820	0,000	10,820
-0,40	12,600	0,000	12,600	12,621	0,000	12,621
-0,50	14,400	0,000	14,400	14,422	0,000	14,422
-0,60	16,200	0,000	16,200	16,223	0,000	16,223
-0,70	18,000	0,000	18,000	18,025	0,000	18,025
-1,30	28,800	0,000	28,800	28,832	0,000	28,832
-1,90	39,600	0,000	39,600	39,642	0,000	39,642
-2,85	58,600	9,320	49,281	58,661	9,320	49,341
-3,85	78,600	19,130	59,471	78,690	19,130	59,560
-4,85	98,600	28,940	69,661	98,732	28,940	69,792
-5,50	111,600	35,316	76,284	111,768	35,316	76,452
-6,50	131,600	45,126	86,474	131,843	45,126	86,717
-7,50	151,600	54,936	96,664	151,946	54,936	97,010
-8,50	171,600	64,746	106,854	172,082	64,746	107,336
-9,50	191,600	74,556	117,044	192,258	74,556	117,702
-10,00	201,600	79,461	122,139	202,362	79,461	122,901

Layer number	Swelling		Settlement b. Sp.		Settlement a. Sp.	
	Primary [m]	Secondary [m]	Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]	Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]
1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Total	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

Depth		Layer number	Total settlement (100% cons.)			Percentage of original layer height [%]
From [m]	To [m]		Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]	After 10000 [days] [m]	
0,30	-10,00	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
Total			0,0000	0,0000	0,0000	

4 Settlements

4.1 Settlements

Vertical number	X co-ordinate [m]	Z co-ordinate [m]	Surface level [m]	Settlement [m]
1	-43,50	0,00	-1,00	0,001
2	-21,50	0,00	-1,20	0,963
3	-11,50	0,00	-1,20	1,416
4	0,00	0,00	-1,20	1,620
5	11,50	0,00	-1,20	1,388
6	19,00	0,00	-1,20	0,656
7	40,00	0,00	0,30	0,000

4.2 Residual Times

Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Part of final settlement [%]	Residual settlements [m]
1	1278	0,001	84,957	0,000
2	1278	0,880	91,393	0,083
3	1278	1,310	92,508	0,106
4	1278	1,506	92,940	0,114
5	1278	1,283	92,450	0,105
6	1278	0,598	91,173	0,058
7	1278	0,000	100,000	0,000

4.3 Maintain Profile Calculation Results

Load 1 consists of 40,500 m³ per Width

Load 2 consists of 24,300 m³ per Width

Load 3 consists of 16,200 m³ per Width

Load 4 consists of 246,950 m³ per Width

The extra amount of soil to be added is 60,297 m³ per Width

This equals the found settlements for non-uniform loads

5 Warnings and errors

List of non-fatal warnings and errors generated during calculation.

- 1 D-Settlement will incorporate submerging as a one-off load reduction at time zero, due to the limitations of the Terzaghi model. Use the Darcy model for a gradual weight reduction of soil and loading during submerging
- 2 The Terzaghi model uses one consolidation coefficient for loading/unloading. This can underestimate residual settlements after unloading. Switch to Darcy for, more accurate calculations of the consolidation stage.
- 3 Non-uniform load [1]: Co-ordinate is below surface (2)
- 4 Non-uniform load [1]: Co-ordinate is below surface (3)
- 5 Non-uniform load [2]: Co-ordinate is below surface (1)
- 6 Non-uniform load [2]: Co-ordinate is below surface (2)
- 7 Non-uniform load [2]: Co-ordinate is below surface (3)
- 8 Non-uniform load [2]: Co-ordinate is below surface (4)
- 9 Non-uniform load [3]: Co-ordinate is below surface (1)
- 10 Non-uniform load [3]: Co-ordinate is below surface (4)

End of Report

Report for D-Settlement 14.1

Settlement Calculations
Developed by Deltares

Company: Grontmij Nederland B.V.

Date of report: 6-3-2015
Time of report: 14:55:56

Date of calculation: 5-3-2015
Time of calculation: 10:34:55

Filename: C:\..\20150305-JJH-343053 Geluidswal A12 op maaiveld GVB MV-2

Project identification: 343053 - Grondwal A12 Woerden
DKM123
DWP PAD4M

1 Table of Contents

1 Table of Contents	2
2 Echo of the Input	3
2.1 Layer Boundaries	3
2.2 PL Lines	4
2.3 General Data	4
2.4 Soil Profiles	4
2.5 Soil Properties	4
2.6 Non-Uniform Loads	5
2.7 Verticals	5
3 Results per Vertical	7
3.1 Results for Vertical 1 (X = -43,50 m; Z = 0,00 m)	7
3.2 Results for Vertical 2 (X = -21,50 m; Z = 0,00 m)	7
3.3 Results for Vertical 3 (X = -11,50 m; Z = 0,00 m)	8
3.4 Results for Vertical 4 (X = 0,00 m; Z = 0,00 m)	9
3.5 Results for Vertical 5 (X = 11,50 m; Z = 0,00 m)	10
3.6 Results for Vertical 6 (X = 19,00 m; Z = 0,00 m)	11
3.7 Results for Vertical 7 (X = 40,00 m; Z = 0,00 m)	12
4 Settlements	13
4.1 Settlements	13
4.2 Residual Times	13
4.3 Maintain Profile Calculation Results	13
5 Warnings and errors	14

2 Echo of the Input

2.1 Layer Boundaries

Boundary number	Co-ordinates [m]				
8 - X -	-50,000	-43,500	-40,500	-37,000	-36,400
8 - Y -	-1,000	-1,000	-1,200	-1,200	-1,600
8 - X -	-34,000	-32,000	-29,600	-29,000	-21,500
8 - Y -	-3,200	-3,200	-1,600	-1,200	-1,200
8 - X -	19,000	26,500	27,100	29,500	30,500
8 - Y -	-1,200	-1,200	-1,600	-3,200	-3,200
8 - X -	32,900	35,750	40,000	50,000	
8 - Y -	-1,600	0,300	0,300	0,300	
7 - X -	-50,000	-36,400	-34,000	-32,000	-29,600
7 - Y -	-1,600	-1,600	-3,200	-3,200	-1,600
7 - X -	-29,000	-21,500	19,000	26,500	27,100
7 - Y -	-1,200	-1,200	-1,200	-1,200	-1,600
7 - X -	29,500	30,500	32,900	35,750	40,000
7 - Y -	-3,200	-3,200	-1,600	0,300	0,300
7 - X -	50,000				
7 - Y -	0,300				
6 - X -	-50,000	-36,400	-34,000	-32,000	-29,600
6 - Y -	-1,600	-1,600	-3,200	-3,200	-1,600
6 - X -	-21,500	-21,500	19,000	26,500	27,100
6 - Y -	-1,600	-1,200	-1,200	-1,200	-1,600
6 - X -	29,500	30,500	32,900	35,750	40,000
6 - Y -	-3,200	-3,200	-1,600	0,300	0,300
6 - X -	50,000				
6 - Y -	0,300				
5 - X -	-50,000	-36,400	-34,000	-32,000	-29,600
5 - Y -	-1,600	-1,600	-3,200	-3,200	-1,600
5 - X -	-21,500	19,000	19,000	26,500	27,100
5 - Y -	-1,600	-1,600	-1,200	-1,200	-1,600
5 - X -	29,500	30,500	32,900	35,750	40,000
5 - Y -	-3,200	-3,200	-1,600	0,300	0,300
5 - X -	50,000				
5 - Y -	0,300				
4 - X -	-50,000	-36,400	-34,000	-32,000	-29,600
4 - Y -	-1,600	-1,600	-3,200	-3,200	-1,600
4 - X -	-21,500	-21,500	19,000	19,000	19,000
4 - Y -	-1,600	-3,200	-3,200	-1,600	-1,200
4 - X -	26,500	27,100	29,500	30,500	32,900
4 - Y -	-1,200	-1,600	-3,200	-3,200	-1,600
4 - X -	35,750	40,000	50,000		
4 - Y -	0,300	0,300	0,300		
3 - X -	-50,000	-36,400	-34,000	-32,000	-29,600
3 - Y -	-1,600	-1,600	-3,200	-3,200	-1,600
3 - X -	-21,500	-21,500	19,000	19,000	27,100
3 - Y -	-1,600	-3,200	-3,200	-1,600	-1,600
3 - X -	29,500	30,500	32,900	35,750	40,000
3 - Y -	-3,200	-3,200	-1,600	0,300	0,300
3 - X -	50,000				
3 - Y -	0,300				
2 - X -	-50,000	-36,400	-34,000	-32,000	-29,600
2 - Y -	-1,600	-1,600	-3,200	-3,200	-1,600
2 - X -	-21,500	-21,500	19,000	19,000	27,100
2 - Y -	-1,600	-3,200	-3,200	-1,600	-1,600
2 - X -	29,500	30,500	32,900	39,000	40,000
2 - Y -	-3,200	-3,200	-1,600	-1,600	0,300
2 - X -	50,000				
2 - Y -	0,300				
1 - X -	-50,000	37,000	39,000	40,000	50,000
1 - Y -	-5,400	-5,400	-1,600	0,300	0,300
0 - X -	-50,000	50,000			

Boundary number	Co-ordinates [m]			
0 - Y -	-10,000	-10,000		

2.2 PL Lines

PL line number	Co-ordinates [m]			
1 - X -	-50,000	50,000		
1 - Y -	-1,900	-1,900		

2.3 General Data

Soil model:	Koppejan
Consolidation model:	Terzaghi
Strain model:	Natural
Groundwater level:	Initial determined by PL-line number 1
Unit weight of water:	9,81 [kN/m ³]
Dispersion conditions layer boundaries	
- Top:	drained
- Bottom:	drained
Stress distribution	
- Soil:	Buisman
- Loads:	None
End of consolidation:	10000,00 [days]
With maintain profile (only for non uniform loads)	
- Material:	Superelevation
- Time:	0,00 [days]
- Unit weight above phreatic.:	18,00 [kN/m ³]
- Unit weight below phreatic:	20,00 [kN/m ³]
- Iteration stop criterium:	0,10 [m]
Pc (initial):	Variable parallel to the initial effective stress
Pc (per step):	Automatic increased to the final effective stresses
No imaginary surface	
With submerging (only for non uniform loads)	
- Iteration stop criterium :	0,10 [m]
Load column width	
- Non-Uniform Loads :	1,00 [m]
- Trapezoidal Loads :	1,00 [m]

2.4 Soil Profiles

Layer number	Material name	PL-line top	PL-line bottom
8	Korst (klei)	1	1
7	Korst (klei)	1	1
6	Korst (klei) - GVB	1	1
5	Veen, slap - GVB	1	1
4	Korst (klei)	1	1
3	Korst (klei)	1	1
2	Veen, slap	1	1
1	Zand, matig	1	1

2.5 Soil Properties

Layer number	Drained	Unit weight	
		Unsaturated [kN/m ³]	Saturated [kN/m ³]
8	No	15,00	15,00
7	No	15,00	15,00
6	Yes	15,00	15,00
5	Yes	10,50	10,50
4	No	15,00	15,00
3	No	15,00	15,00
2	No	10,50	10,50

Layer number	Drained	Unit weight	
		Unsaturated [kN/m ³]	Saturated [kN/m ³]
1	Yes	18,00	20,00

Layer number	Vert. consolid. coefficient Cv [m ² /s]
8	1,00E-07
7	1,00E-07
6	-
5	-
4	1,00E-07
3	1,00E-07
2	3,00E-08
1	-

Layer number	Precons. pressure [kN/m ²]	POP [kN/m ²]	OCR [-]
8	-	5,00	-
7	-	5,00	-
6	-	5,00	-
5	-	5,00	-
4	-	5,00	-
3	-	5,00	-
2	-	5,00	-
1	-	5,00	-

Layer number	Primary compr. coeff.		Secular compr. coef.		Swell constants	
	Cp [-]	Cp' [-]	Cs [-]	Cs' [-]	Ap [-]	As [-]
8	6,00E+01	1,50E+01	3,00E+02	6,00E+01	1,00E+09	1,00E+09
7	6,00E+01	1,50E+01	3,00E+02	6,00E+01	1,00E+09	1,00E+09
6	2,40E+03	6,00E+02	1,00E+09	1,00E+09	1,00E+09	1,00E+09
5	2,40E+03	6,00E+02	1,00E+09	1,00E+09	1,00E+09	1,00E+09
4	6,00E+01	1,50E+01	3,00E+02	6,00E+01	1,00E+09	1,00E+09
3	6,00E+01	1,50E+01	3,00E+02	6,00E+01	1,00E+09	1,00E+09
2	2,40E+01	6,00E+00	2,25E+02	4,50E+01	1,00E+09	1,00E+09
1	2,40E+03	6,00E+02	1,00E+09	1,00E+09	1,00E+09	1,00E+09

2.6 Non-Uniform Loads

Load number	Time [days]	Unit weight	
		Unsaturated [kN/m ³]	Saturated [kN/m ³]
1	0	0,00	9,81
2	0	7,50	19,31
3	0	3,00	14,81
4	0	18,00	20,00

Load number	Co-ordinates [m]					
1 - X -	-21,50	-21,50	19,00	19,00		
1 - Y -	-1,20	-3,20	-3,20	-1,20		
2 - X -	-21,50	-21,50	19,00	19,00		
2 - Y -	-3,20	-1,60	-1,60	-3,20		
3 - X -	-21,50	-21,50	19,00	19,00		
3 - Y -	-1,60	-1,20	-1,20	-1,60		
4 - X -	-29,00	-21,50	-15,50	-11,50	-4,00	4,00
4 - Y -	-1,20	-0,80	3,40	3,80	8,80	8,80
4 - X -	19,00					
4 - Y -	-1,20					

2.7 Verticals

Vertical number	X co-ordinates [m]				
1 - 5	-43,500	-21,500	-11,500	0,000	11,500

Vertical number	X co-ordinates [m]				
6 - 7	19,000	40,000			

3 Results per Vertical

3.1 Results for Vertical 1 (X = -43,50 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m ²]	S-water [kN/m ²]	S-eff. [kN/m ²]	S-total [kN/m ²]	S-water [kN/m ²]	S-eff. [kN/m ²]
Layer 8						
-1,00	0,001	0,000	0,001	0,015	0,000	0,015
-1,10	1,500	0,000	1,500	1,514	0,000	1,514
-1,20	3,000	0,000	3,000	3,015	0,000	3,015
-1,30	4,500	0,000	4,500	4,516	0,000	4,516
-1,40	6,000	0,000	6,000	6,017	0,000	6,017
-1,50	7,500	0,000	7,500	7,517	0,000	7,517
-1,60	9,000	0,000	9,000	9,018	0,000	9,018
Layer 2						
-1,60	9,000	0,000	9,000	9,018	0,000	9,018
-1,70	10,050	0,000	10,050	10,069	0,000	10,069
-1,80	11,100	0,000	11,100	11,120	0,000	11,120
-1,90	12,150	0,000	12,150	12,179	0,008	12,171
-2,00	13,200	0,981	12,219	13,230	0,989	12,241
-2,70	20,550	7,848	12,702	20,587	7,855	12,732
-3,50	28,950	15,696	13,254	28,999	15,702	13,297
-4,40	38,400	24,525	13,875	38,470	24,529	13,941
-5,40	48,900	34,335	14,565	49,008	34,335	14,673
Layer 1						
-5,40	48,900	34,335	14,565	49,008	34,335	14,673
-6,10	62,900	41,202	21,698	63,050	41,202	21,848
-7,10	82,900	51,012	31,888	83,135	51,012	32,123
-7,70	94,900	56,898	38,002	95,202	56,898	38,304
-8,40	108,900	63,765	45,135	109,299	63,765	45,533
-9,40	128,900	73,575	55,325	129,473	73,575	55,898
-10,00	140,900	79,461	61,439	141,600	79,461	62,139

Layer number	Swelling		Settlement b. Sp.		Settlement a. Sp.	
	Primary	Secondary	Primary	Secondary 10 [days]	Primary	Secondary 10 [days]
	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
8	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,0000	0,0000	0,0006	0,0001	0,0000	0,0000
1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Total	0,0000	0,0000	0,0006	0,0001	0,0000	0,0000

Depth		Layer number	Total settlement (100% cons.)			Percentage of original layer height [%]
From [m]	To [m]		Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]	After 10000 [days] [m]	
-1,00	-1,60	8	0,0000	0,0000	0,0001	0,02
-1,60	-5,40	2	0,0006	0,0001	0,0008	0,02
-5,40	-10,00	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
Total			0,0006	0,0001	0,0010	

3.2 Results for Vertical 2 (X = -21,50 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m ²]	S-water [kN/m ²]	S-eff. [kN/m ²]	S-total [kN/m ²]	S-water [kN/m ²]	S-eff. [kN/m ²]
Layer 6						
-1,20	0,001	0,000	0,001	25,852	0,000	25,852
-1,30	1,500	0,000	1,500	28,059	0,635	27,425

Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m ²]	S-water [kN/m ²]	S-eff. [kN/m ²]	S-total [kN/m ²]	S-water [kN/m ²]	S-eff. [kN/m ²]
-1,40	3,000	0,000	3,000	30,407	1,425	28,983
-1,50	4,500	0,000	4,500	32,768	2,237	30,530
-1,60	6,000	0,000	6,000	36,125	3,064	33,061
Layer 2						
-1,60	6,000	0,000	6,000	36,125	3,064	33,061
-1,70	7,050	0,000	7,050	38,209	4,043	34,167
-1,80	8,100	0,000	8,100	40,311	5,022	35,289
-1,90	9,150	0,000	9,150	42,435	6,001	36,433
-2,00	10,200	0,981	9,219	43,600	6,981	36,619
-2,10	11,250	1,962	9,288	44,786	7,960	36,826
-2,20	12,300	2,943	9,357	45,991	8,939	37,052
-2,40	14,400	4,905	9,495	48,446	10,898	37,548
-3,20	22,800	12,753	10,047	66,156	18,731	47,425
-3,80	29,100	18,639	10,461	72,239	23,012	49,227
-4,30	34,350	23,544	10,806	77,302	26,574	50,728
-4,90	40,650	29,430	11,220	83,344	30,842	52,501
-5,40	45,900	34,335	11,565	88,339	34,395	53,944
Layer 1						
-5,40	45,900	34,335	11,565	88,339	34,395	53,944
-6,10	59,900	41,202	18,698	103,801	41,249	62,552
-7,10	79,900	51,012	28,888	125,759	51,044	74,715
-7,70	91,900	56,898	35,002	138,864	56,922	81,941
-8,40	105,900	63,765	42,135	154,092	63,781	90,311
-9,40	125,900	73,575	52,325	175,747	73,581	102,166
-10,00	137,900	79,461	58,439	188,690	79,461	109,229

Layer number	Swelling		Settlement b. Sp.		Settlement a. Sp.	
	Primary [m]	Secondary [m]	Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]	Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]
2	0,0000	0,0000	0,0349	0,0037	0,4273	0,0570
1	0,0000	0,0000	0,0003	0,0000	0,0058	0,0000
Total	0,0000	0,0000	0,0352	0,0037	0,4332	0,0570

Depth From [m]	Depth To [m]	Layer number	Total settlement (100% cons.)			Percentage of original layer height [%]
			Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]	After 10000 [days] [m]	
-1,60	-5,40	2	0,4622	0,0607	0,6062	15,95
-5,40	-10,00	1	0,0061	0,0000	0,0061	0,13
Total			0,4683	0,0607	0,6123	

3.3 Results for Vertical 3 (X = -11,50 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m ²]	S-water [kN/m ²]	S-eff. [kN/m ²]	S-total [kN/m ²]	S-water [kN/m ²]	S-eff. [kN/m ²]
Layer 6						
-1,20	0,001	0,000	0,001	111,971	2,838	109,133
-1,30	1,500	0,000	1,500	114,387	3,813	110,574
-1,40	3,000	0,000	3,000	116,809	4,789	112,019
-1,50	4,500	0,000	4,500	119,240	5,766	113,475
-1,60	6,000	0,000	6,000	123,689	6,742	116,946
Layer 5						
-1,60	6,000	0,000	6,000	123,689	6,743	116,946
-1,70	7,050	0,000	7,050	125,710	7,719	117,991
-1,80	8,100	0,000	8,100	127,758	8,697	119,062
-1,90	9,150	0,000	9,150	129,833	9,674	120,159
-2,00	10,200	0,981	9,219	130,952	10,651	120,301
-2,10	11,250	1,962	9,288	132,094	11,628	120,465
-2,20	12,300	2,943	9,357	133,254	12,606	120,648

Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m ²]	S-water [kN/m ²]	S-eff. [kN/m ²]	S-total [kN/m ²]	S-water [kN/m ²]	S-eff. [kN/m ²]
-2,40	14,400	4,905	9,495	135,617	14,561	121,057
-3,20	22,800	12,753	10,047	160,497	22,379	138,118
Layer 2						
-3,20	22,800	12,753	10,047	160,497	22,379	138,118
-3,80	29,100	18,639	10,461	165,161	25,648	139,513
-4,30	34,350	23,544	10,806	168,984	28,386	140,598
-4,90	40,650	29,430	11,220	173,465	31,686	141,779
-5,40	45,900	34,335	11,565	177,100	34,450	142,650
Layer 1						
-5,40	45,900	34,335	11,565	177,100	34,450	142,650
-6,10	59,900	41,202	18,698	191,638	41,293	150,345
-7,10	79,900	51,012	28,888	212,071	51,075	160,996
-7,70	91,900	56,898	35,002	224,154	56,946	167,208
-8,40	105,900	63,765	42,135	238,098	63,797	174,301
-9,40	125,900	73,575	52,325	257,763	73,586	184,176
-10,00	137,900	79,461	58,439	269,434	79,461	189,973

Layer number	Swelling		Settlement b. Sp.		Settlement a. Sp.	
	Primary	Secondary	Primary	Secondary 10 [days]	Primary	Secondary 10 [days]
	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
6	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
5	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,0000	0,0000	0,0349	0,0037	0,8013	0,1068
1	0,0000	0,0000	0,0003	0,0000	0,0114	0,0000
Total	0,0000	0,0000	0,0352	0,0037	0,8127	0,1068

Depth		Layer number	Total settlement (100% cons.)			Percentage of original layer height [%]
From [m]	To [m]		Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]	After 10000 [days] [m]	
-1,20	-1,60	6	0,0000	0,0000	0,0020	0,49
-1,60	-3,20	5	0,0000	0,0000	0,0061	0,38
-3,20	-5,40	2	0,8362	0,1106	0,9695	44,07
-5,40	-10,00	1	0,0117	0,0000	0,0117	0,25
Total			0,8479	0,1106	0,9893	

3.4 Results for Vertical 4 (X = 0,00 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m ²]	S-water [kN/m ²]	S-eff. [kN/m ²]	S-total [kN/m ²]	S-water [kN/m ²]	S-eff. [kN/m ²]
Layer 6						
-1,20	0,001	0,000	0,001	197,287	4,177	193,110
-1,30	1,500	0,000	1,500	199,739	5,151	194,588
-1,40	3,000	0,000	3,000	202,194	6,127	196,067
-1,50	4,500	0,000	4,500	204,649	7,102	197,547
-1,60	6,000	0,000	6,000	209,106	8,078	201,028
Layer 5						
-1,60	6,000	0,000	6,000	209,106	8,078	201,028
-1,70	7,050	0,000	7,050	211,112	9,054	202,058
-1,80	8,100	0,000	8,100	213,120	10,030	203,089
-1,90	9,150	0,000	9,150	215,127	11,007	204,120
-2,00	10,200	0,981	9,219	216,152	11,983	204,169
-2,10	11,250	1,962	9,288	217,177	12,960	204,217
-2,20	12,300	2,943	9,357	218,201	13,936	204,264
-2,40	14,400	4,905	9,495	220,241	15,889	204,352
-3,20	22,800	12,753	10,047	243,454	23,701	219,753
Layer 2						
-3,20	22,800	12,753	10,047	243,454	23,701	219,753
-3,80	29,100	18,639	10,461	246,269	26,609	219,660

Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m ²]	S-water [kN/m ²]	S-eff. [kN/m ²]	S-total [kN/m ²]	S-water [kN/m ²]	S-eff. [kN/m ²]
-4,30	34,350	23,544	10,806	248,430	29,049	219,381
-4,90	40,650	29,430	11,220	250,790	31,999	218,791
-5,40	45,900	34,335	11,565	252,568	34,475	218,092
Layer 1						
-5,40	45,900	34,335	11,565	252,568	34,475	218,092
-6,10	59,900	41,202	18,698	264,792	41,314	223,478
-7,10	79,900	51,012	28,888	281,775	51,090	230,685
-7,70	91,900	56,898	35,002	291,748	56,957	234,790
-8,40	105,900	63,765	42,135	303,225	63,805	239,421
-9,40	125,900	73,575	52,325	319,402	73,589	245,813
-10,00	137,900	79,461	58,439	329,019	79,461	249,558

Layer number	Swelling		Settlement b. Sp.		Settlement a. Sp.	
	Primary [m]	Secondary [m]	Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]	Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]
6	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
5	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,0000	0,0000	0,0349	0,0037	0,9643	0,1286
1	0,0000	0,0000	0,0003	0,0000	0,0140	0,0000
Total	0,0000	0,0000	0,0352	0,0037	0,9784	0,1286

Depth		Layer number	Total settlement (100% cons.)			Percentage of original layer height [%]
From [m]	To [m]		Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]	After 10000 [days] [m]	
-1,20	-1,60	6	0,0000	0,0000	0,0023	0,58
-1,60	-3,20	5	0,0000	0,0000	0,0074	0,46
-3,20	-5,40	2	0,9992	0,1323	1,1017	50,08
-5,40	-10,00	1	0,0143	0,0000	0,0143	0,31
Total			1,0135	0,1323	1,1258	

3.5 Results for Vertical 5 (X = 11,50 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m ²]	S-water [kN/m ²]	S-eff. [kN/m ²]	S-total [kN/m ²]	S-water [kN/m ²]	S-eff. [kN/m ²]
Layer 6						
-1,20	0,001	0,000	0,001	106,484	2,642	103,842
-1,30	1,500	0,000	1,500	108,914	3,617	105,297
-1,40	3,000	0,000	3,000	111,373	4,594	106,780
-1,50	4,500	0,000	4,500	113,891	5,570	108,321
-1,60	6,000	0,000	6,000	118,469	6,547	111,922
Layer 5						
-1,60	6,000	0,000	6,000	118,469	6,547	111,922
-1,70	7,050	0,000	7,050	120,632	7,524	113,108
-1,80	8,100	0,000	8,100	122,802	8,501	114,301
-1,90	9,150	0,000	9,150	124,959	9,479	115,481
-2,00	10,200	0,981	9,219	126,113	10,456	115,657
-2,10	11,250	1,962	9,288	127,241	11,433	115,807
-2,20	12,300	2,943	9,357	128,345	12,411	115,934
-2,40	14,400	4,905	9,495	130,499	14,366	116,133
-3,20	22,800	12,753	10,047	153,984	22,184	131,800
Layer 2						
-3,20	22,800	12,753	10,047	153,984	22,185	131,800
-3,80	29,100	18,639	10,461	157,553	25,497	132,057
-4,30	34,350	23,544	10,806	160,530	28,275	132,255
-4,90	40,650	29,430	11,220	164,105	31,630	132,475
-5,40	45,900	34,335	11,565	167,083	34,444	132,639
Layer 1						
-5,40	45,900	34,335	11,565	167,083	34,444	132,639

Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m ²]	S-water [kN/m ²]	S-eff. [kN/m ²]	S-total [kN/m ²]	S-water [kN/m ²]	S-eff. [kN/m ²]
-6,10	59,900	41,202	18,698	180,771	41,288	139,483
-7,10	79,900	51,012	28,888	200,240	51,071	149,169
-7,70	91,900	56,898	35,002	211,869	56,943	154,926
-8,40	105,900	63,765	42,135	225,384	63,795	161,589
-9,40	125,900	73,575	52,325	244,601	73,586	171,016
-10,00	137,900	79,461	58,439	256,085	79,461	176,624

Layer number	Swelling		Settlement b. Sp.		Settlement a. Sp.	
	Primary	Secondary	Primary	Secondary 10 [days]	Primary	Secondary 10 [days]
	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
6	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
5	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,0000	0,0000	0,0349	0,0037	0,7790	0,1039
1	0,0000	0,0000	0,0003	0,0000	0,0108	0,0000
Total	0,0000	0,0000	0,0352	0,0037	0,7898	0,1039

Depth		Layer number	Total settlement (100% cons.)			Percentage of original layer height [%]
From [m]	To [m]		Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]	After 10000 [days] [m]	
-1,20	-1,60	6	0,0000	0,0000	0,0019	0,48
-1,60	-3,20	5	0,0000	0,0000	0,0060	0,37
-3,20	-5,40	2	0,8139	0,1076	0,9503	43,20
-5,40	-10,00	1	0,0111	0,0000	0,0111	0,24
Total			0,8250	0,1076	0,9693	

3.6 Results for Vertical 6 (X = 19,00 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m ²]	S-water [kN/m ²]	S-eff. [kN/m ²]	S-total [kN/m ²]	S-water [kN/m ²]	S-eff. [kN/m ²]
Layer 4						
-1,20	0,001	0,000	0,001	9,323	0,000	9,323
-1,30	1,500	0,000	1,500	11,166	0,000	11,166
-1,40	3,000	0,000	3,000	12,941	0,000	12,941
-1,50	4,500	0,000	4,500	15,511	0,817	14,694
-1,60	6,000	0,000	6,000	19,048	1,797	17,252
Layer 2						
-1,60	6,000	0,000	6,000	19,048	1,797	17,252
-1,70	7,050	0,000	7,050	21,365	2,777	18,588
-1,80	8,100	0,000	8,100	23,696	3,757	19,939
-1,90	9,150	0,000	9,150	26,032	4,737	21,295
-2,00	10,200	0,981	9,219	27,387	5,717	21,670
-2,10	11,250	1,962	9,288	28,740	6,697	22,043
-2,20	12,300	2,943	9,357	30,091	7,677	22,413
-2,40	14,400	4,905	9,495	32,784	9,637	23,146
-3,20	22,800	12,753	10,047	51,130	17,475	33,654
-3,80	29,100	18,639	10,461	57,974	22,133	35,840
-4,30	34,350	23,544	10,806	63,644	25,987	37,658
-4,90	40,650	29,430	11,220	70,405	30,580	39,825
-5,40	45,900	34,335	11,565	76,000	34,384	41,616
Layer 1						
-5,40	45,900	34,335	11,565	76,000	34,384	41,616
-6,10	59,900	41,202	18,698	91,985	41,241	50,744
-7,10	79,900	51,012	28,888	114,756	51,039	63,717
-7,70	91,900	56,898	35,002	128,376	56,918	71,457
-8,40	105,900	63,765	42,135	144,220	63,779	80,442
-9,40	125,900	73,575	52,325	166,762	73,580	93,182
-10,00	137,900	79,461	58,439	180,230	79,461	100,769

Layer number	Swelling		Settlement b. Sp.		Settlement a. Sp.	
	Primary [m]	Secondary [m]	Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]	Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]
2	0,0000	0,0000	0,0349	0,0037	0,3177	0,0424
1	0,0000	0,0000	0,0003	0,0000	0,0047	0,0000
Total	0,0000	0,0000	0,0352	0,0037	0,3224	0,0424

Depth		Layer number	Total settlement (100% cons.)			Percentage of original layer height [%]
From [m]	To [m]		Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]	After 10000 [days] [m]	
-1,60	-5,40	2	0,3526	0,0461	0,4782	12,58
-5,40	-10,00	1	0,0050	0,0000	0,0050	0,11
Total			0,3576	0,0461	0,4831	

3.7 Results for Vertical 7 (X = 40,00 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m ²]	S-water [kN/m ²]	S-eff. [kN/m ²]	S-total [kN/m ²]	S-water [kN/m ²]	S-eff. [kN/m ²]
Layer 1						
0,30	0,001	0,000	0,001	0,012	0,000	0,012
0,20	1,800	0,000	1,800	1,811	0,000	1,811
0,10	3,600	0,000	3,600	3,612	0,000	3,612
0,00	5,400	0,000	5,400	5,412	0,000	5,412
-0,10	7,200	0,000	7,200	7,213	0,000	7,213
-0,20	9,000	0,000	9,000	9,013	0,000	9,013
-0,30	10,800	0,000	10,800	10,814	0,000	10,814
-0,40	12,600	0,000	12,600	12,615	0,000	12,615
-0,50	14,400	0,000	14,400	14,416	0,000	14,416
-0,60	16,200	0,000	16,200	16,216	0,000	16,216
-0,70	18,000	0,000	18,000	18,017	0,000	18,017
-1,30	28,800	0,000	28,800	28,822	0,000	28,822
-1,90	39,600	0,000	39,600	39,629	0,000	39,629
-2,85	58,600	9,320	49,281	58,643	9,320	49,323
-3,85	78,600	19,130	59,471	78,664	19,130	59,534
-4,85	98,600	28,940	69,661	98,695	28,940	69,756
-5,50	111,600	35,316	76,284	111,724	35,316	76,408
-6,50	131,600	45,126	86,474	131,785	45,126	86,659
-7,50	151,600	54,936	96,664	151,871	54,936	96,935
-8,50	171,600	64,746	106,854	171,991	64,746	107,244
-9,50	191,600	74,556	117,044	192,148	74,556	117,592
-10,00	201,600	79,461	122,139	202,243	79,461	122,782

Layer number	Swelling		Settlement b. Sp.		Settlement a. Sp.	
	Primary [m]	Secondary [m]	Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]	Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]
1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Total	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

Depth		Layer number	Total settlement (100% cons.)			Percentage of original layer height [%]
From [m]	To [m]		Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]	After 10000 [days] [m]	
0,30	-10,00	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
Total			0,0000	0,0000	0,0000	

4 Settlements

4.1 Settlements

Vertical number	X co-ordinate [m]	Z co-ordinate [m]	Surface level [m]	Settlement [m]
1	-43,50	0,00	-1,00	0,001
2	-21,50	0,00	-1,20	0,688
3	-11,50	0,00	-1,20	0,989
4	0,00	0,00	-1,20	1,126
5	11,50	0,00	-1,20	0,969
6	19,00	0,00	-1,20	0,484
7	40,00	0,00	0,30	0,000

4.2 Residual Times

Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Part of final settlement [%]	Residual settlements [m]
1	1278	0,001	84,990	0,000
2	1278	0,640	93,058	0,048
3	1278	0,932	94,234	0,057
4	1278	1,065	94,564	0,061
5	1278	0,913	94,187	0,056
6	1278	0,451	93,205	0,033
7	1278	0,000	100,000	0,000

4.3 Maintain Profile Calculation Results

Load 1 consists of 81,000 m³ per Width

Load 2 consists of 64,800 m³ per Width

Load 3 consists of 16,200 m³ per Width

Load 4 consists of 246,950 m³ per Width

The extra amount of soil to be added is 42,270 m³ per Width

This equals the found settlements for non-uniform loads

5 Warnings and errors

List of non-fatal warnings and errors generated during calculation.

- 1 D-Settlement will incorporate submerging as a one-off load reduction at time zero, due to the limitations of the Terzaghi model. Use the Darcy model for a gradual weight reduction of soil and loading during submerging
- 2 The Terzaghi model uses one consolidation coefficient for loading/unloading. This can underestimate residual settlements after unloading. Switch to Darcy for, more accurate calculations of the consolidation stage.
- 3 Non-uniform load [1]: Co-ordinate is below surface (2)
- 4 Non-uniform load [1]: Co-ordinate is below surface (3)
- 5 Non-uniform load [2]: Co-ordinate is below surface (1)
- 6 Non-uniform load [2]: Co-ordinate is below surface (2)
- 7 Non-uniform load [2]: Co-ordinate is below surface (3)
- 8 Non-uniform load [2]: Co-ordinate is below surface (4)
- 9 Non-uniform load [3]: Co-ordinate is below surface (1)
- 10 Non-uniform load [3]: Co-ordinate is below surface (4)

End of Report

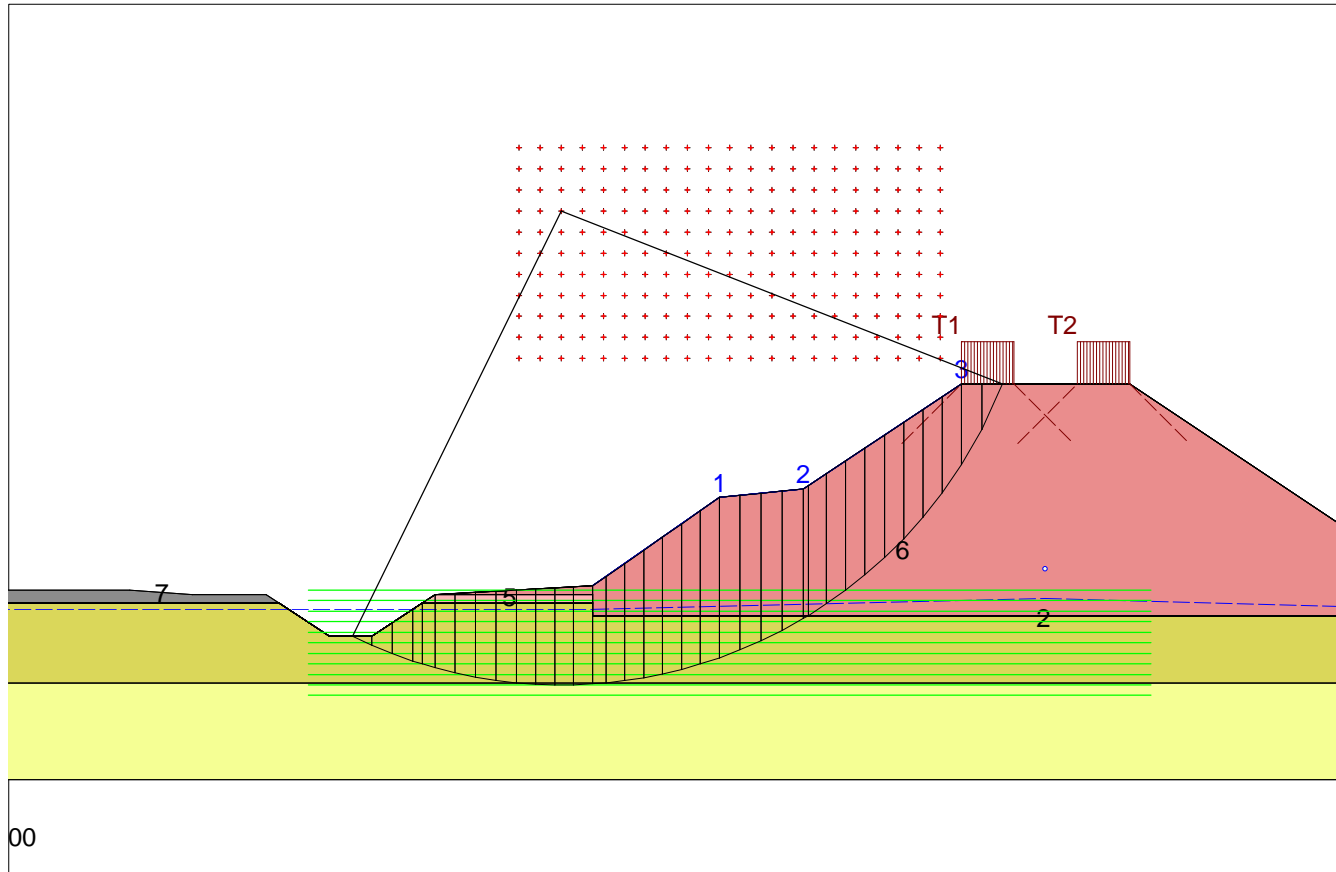
Bijlage 4

Resultaten stabiliteitsberekeningen

Critical Circle Bishop

Layers

- 7. Korst (klei)
- 6. Netto ophoging
- 5. Korst (klei)
- 4. Korst (klei)
- 3. Korst (klei)
- 2. Veen, slap
- 1. Zand, matig



Xm : -23,00 [m]
Ym : 17,00 [m]

Radius : 22,50 [m]
Safety : 0,77

Grontmij

Phone
Fax

D:Geo Stability 10.1 : 20150305-JIH-343053 Geluidswal A12 GVB MV-1.stl

date
6-3-2015

drw.

343053 - Geluidswal A12 Woerden

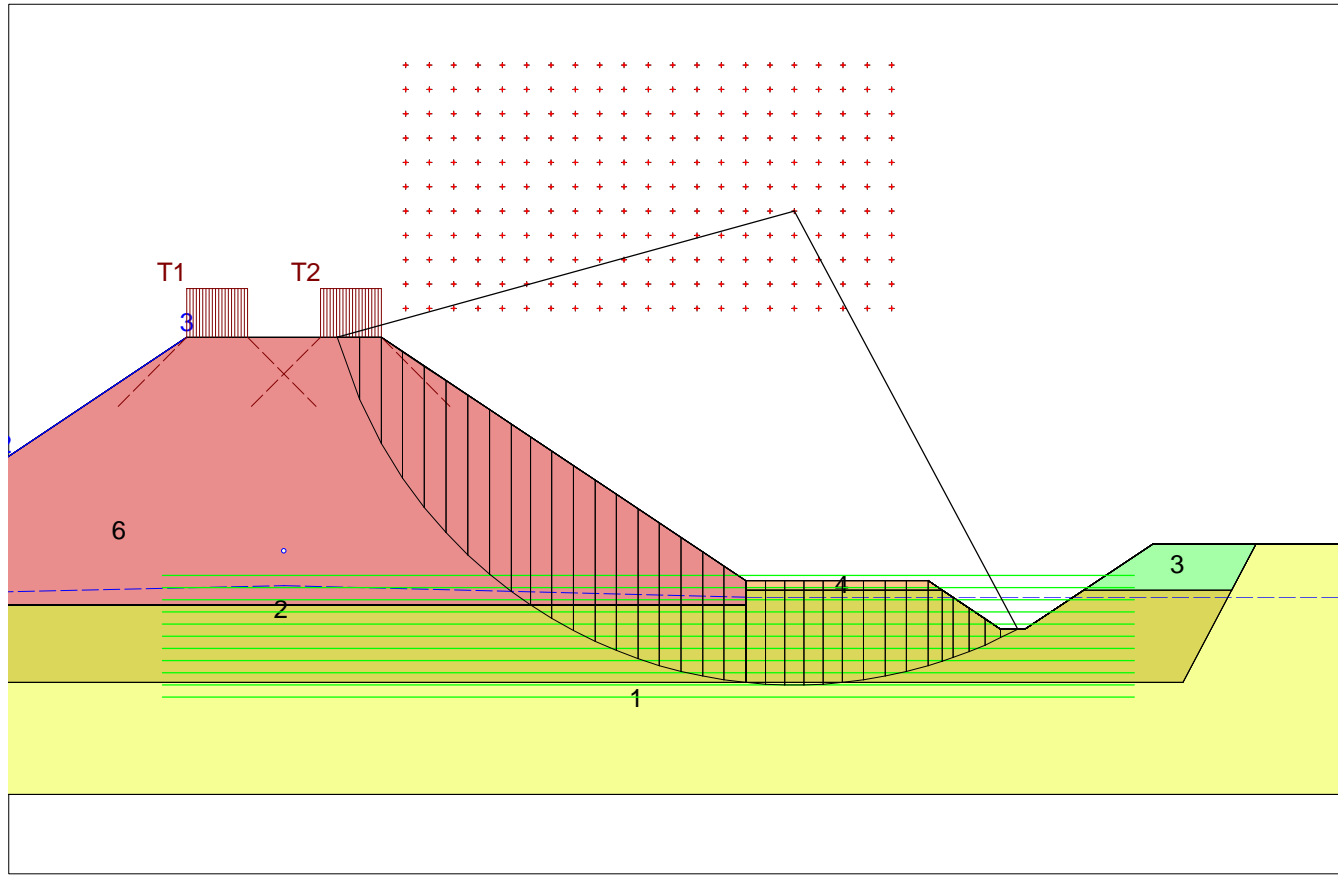
Stabiliteit Eindfase

GVB MV-1m

Annex -

form.
A4

Critical Circle Bishop



Layers

- 7. Korst (klei)
- 6. Netto ophoging
- 5. Korst (klei)
- 4. Korst (klei)
- 3. Korst (klei)
- 2. Veen, slap
- 1. Zand, matig

Xm : 21,00 [m]
Ym : 14,00 [m]

Radius : 19,50 [m]
Safety : 0,69

Grontmij

Phone
Fax

D:Geo Stability 10.1 : 20150305-JJH-343053 Geluidswal A12 GVB MV-1.sil

date
6-3-2015

drw.

343053 - Geluidswal A12 Woerden

Stabiliteit Eindfase

GVB MV-1m

Annex -

form.
A4

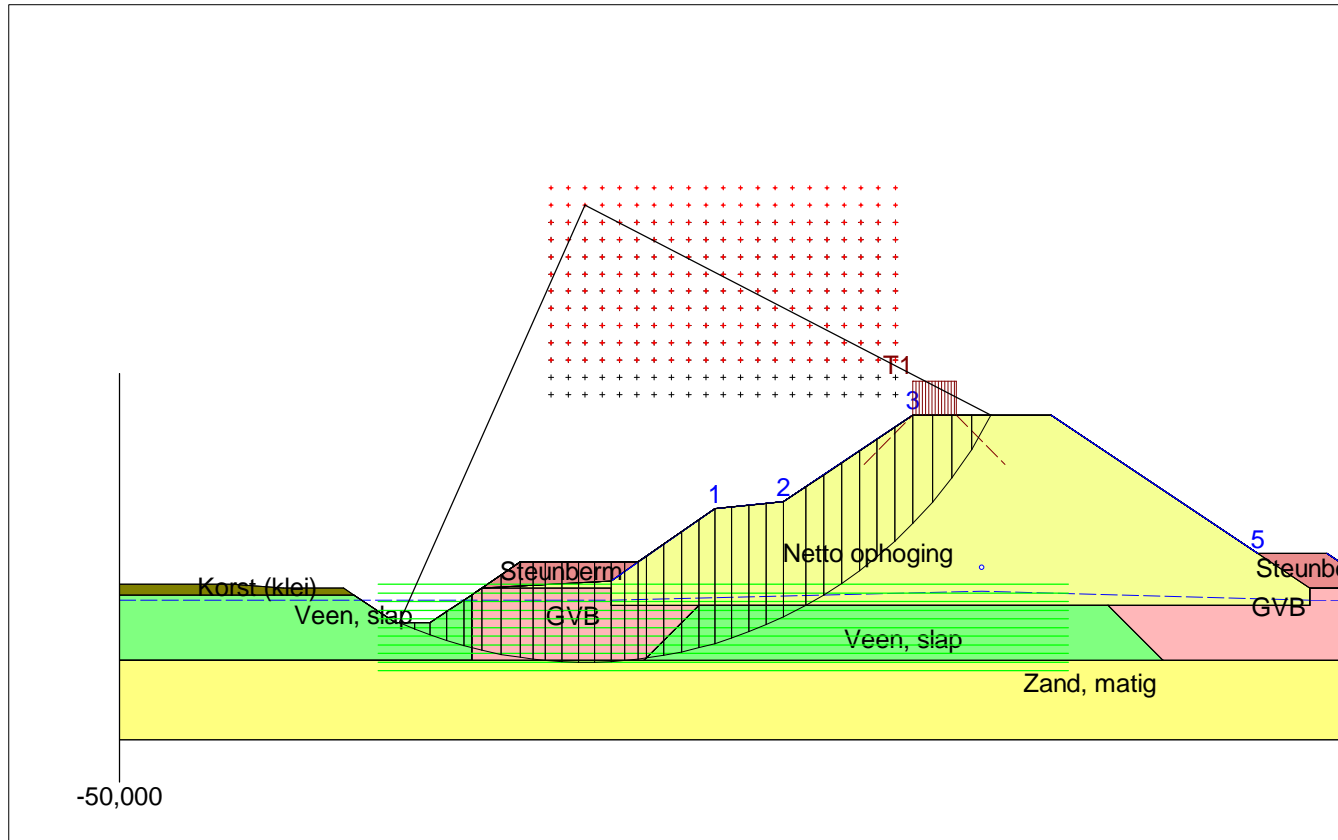
Bijlage 5

Resultaten stabiliteitsberekeningen inclusief maatregelen

Critical Circle Bishop

Materials

- Steunberm
- Netto ophoging
- GVB
- Korst (klei)
- Veen, slap
- Zand, matig



Xm : -23,00 [m]
Ym : 21,00 [m]

Radius : 26,50 [m]
Safety : 1,03

Grontmij

Phone
Fax

D:\Geo Stability 10.1 : 20150305 -JH-343053 Geluidswal A12 GVB MW-1 -maatregelen uitvoering.stl

date
6-3-2015

drw.

343053 - Geluidswal A12 Woerden
Stabiliteit Eindfase

Volledige GVB

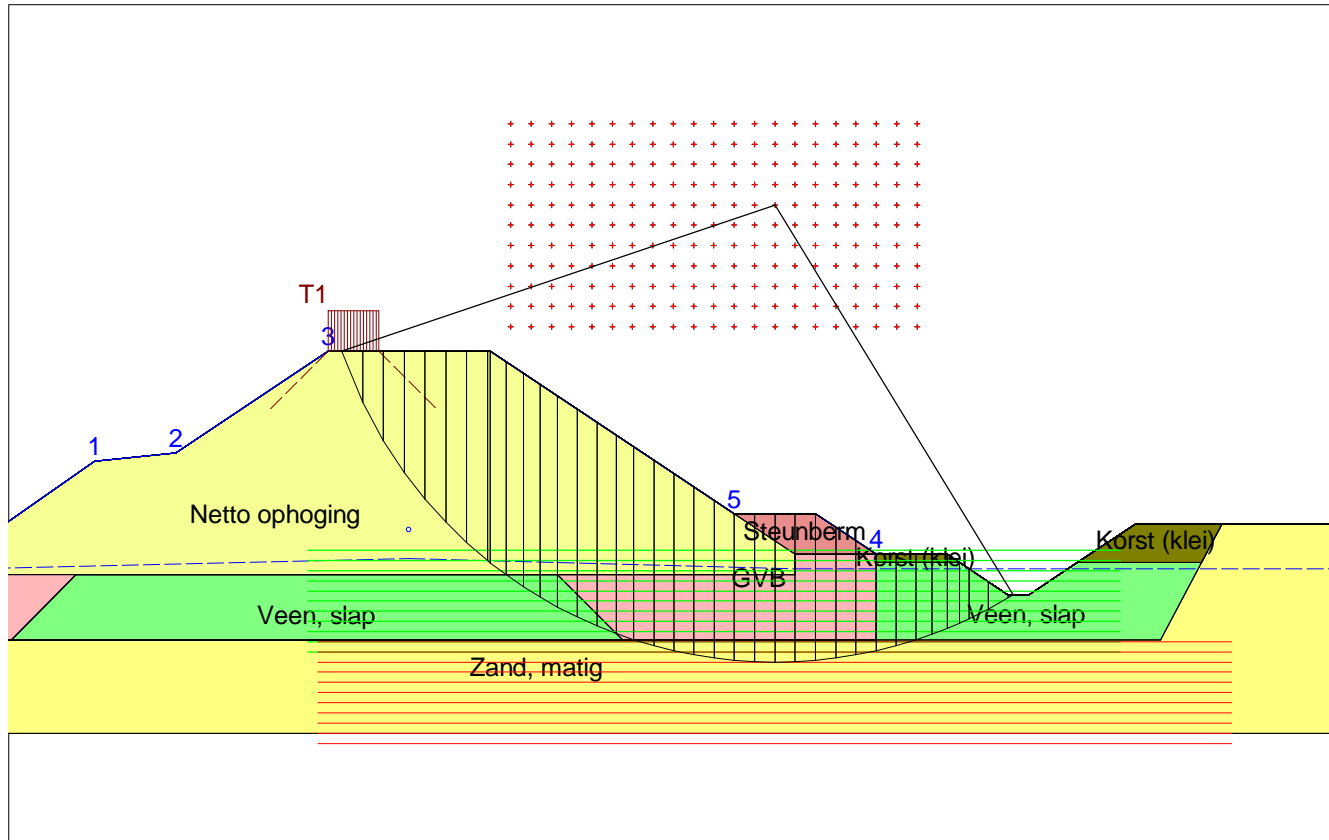
Annex -

form.
A4

Critical Circle Bishop

Materials

- Steunberm
- Netto ophoging
- GVB
- Korst (klei)
- Veen, slap
- Zand, matig



Xm : 18,00 [m]
Ym : 16,00 [m]

Radius : 22,50 [m]
Safety : 1,00

Grontmij

Phone
Fax

D:\Geo Stability 10.1 : 20150305-JH-343053 Geluidswal A12 GVB MW-1 -maatregelen uitvoering.sil

date
6-3-2015

drw.

343053 - Geluidswal A12 Woerden

Stabiliteit Eindfase

Volledige GVB

Annex -

form.
A4

Leidsche Rijn	Projectnr: 172884	TD	C	IB
Ingekomen d.d.:	02/09/2004			
Te behandelen:	RB			
Kopie aan:	ArchVCG/VRB/RPr/VH/MN/....			
Opmerkingen:	RB 1x EXTRA KOPIE			
	* bijlage		<input type="checkbox"/>	origineel

INGEKOMEN 02 SEP 2004

Memo

Plaats
De Bilt, 1 september 2004

Memonummer
I&M-99351164/CB/xs

Kenmerk
172964

Aan
Grontmij Nederland bv
t.a.v. de heer ing. R.R. Bos
Postbus 119
3990 DC HOUTEN

Kopie aan
ir. C. Bisschop, drs. W.L. Wieser, ing. R. Steenbrink

Van
ir. C. Bisschop, drs. W.L. Wieser

Betreft
Geotechnisch advies ten behoeve van de dimensionering van het ontwerpprofiel van de geluidswal Woerden

Geachte heer Bos,

In deze memo worden de resultaten gepresenteerd van de oriënterende berekeningen ten behoeve van het geotechnische advies voor de dimensionering van de geluidswal Woerden.

Ten noorden van de rijksweg A12 dient een geluidswal aangelegd te worden. De geluidswal heeft een lengte van circa 800 m, een hoogte van ongeveer 10 m en een breedte van circa 42 m (zie bijlage 1 voor de principe-doorsnede van de geluidswal).

Voor de aanleg van de geluidswal wordt in deze memo onderscheidt gemaakt in twee varianten:

- A. Geluidswal aanleggen zonder grondverbetering;
- B. Geluidswal aanleggen met grondverbetering (zandcunet tot 3,0 m – mv).

In onderstaande paragrafen worden achtereenvolgens de volgende aspecten behandeld;

1. uitgangspunten en aannamen;
2. grondopbouw, grondparameters en waterstanden;
3. verticale en horizontale grondverplaatsingen;
4. uitvoerings- en eindstabiliteit;
5. conclusies en advies.

1 Uitgangspunten en aannamen

Voor de berekeningen zijn volgende uitgangspunten en aannamen gehanteerd:

- voor de berekeningen is uitgegaan van de principedoorsnede geluidswal – variant 1 en 2, volgens de ter beschikking gestelde tekening;
- de projectgrens (op tekening: grenslijn RWS/Woerden), die op een afstand van circa 4,0 m vanaf de teen van de toekomstige geluidswal ligt, mag voor eventuele aanvullende maatregelen niet overschreden worden;
- op een afstand van circa 10,0 m uit de toekomstige (zuidelijke) teen van de geluidswal is een gasleiding aanwezig;

- aan de noordkant van de toekomstige geluidswal wordt een watergang gegraven op een afstand van circa 8,0 m vanaf de teen van de steunberm van de geluidswal. De sloot heeft taludhellingen van 2:3 en de waterbodem heeft een breedte van circa 2,0 m en ligt op een niveau van 1,5 m -maaiveld (NAP -2,5 m);
- grondonderzoek conform het rapport 'Geotechnisch onderzoek A12 Aansluiting Woerden Oost- Leidsche Rijn', opdrachtnummer 1004-0041-000, van Fugro, 21 juli 2004, geldt als uitgangspunt voor de grondopbouw en grondparameters. De beschouwde sondeergrafieken en boorstaten zijn opgenomen in bijlage 2;
- de zettingsberekeningen zijn uitgevoerd met het programma Msettle, conform de methode Koppejan;
- de zettingen worden volledig toegekend aan de bestaande grondlagen, de aanvulling met grond en AVI-bodemas wordt als niet samendrukbaar beschouwd;
- het toepassen van een voorbelasting teneinde de eindzettingen te reduceren, wordt niet wenselijke geacht voor de aanleg van de geluidswal;
- de stabiliteitsberekeningen zijn uitgevoerd met het programma Mstab, conform de methode Bishop;
- de stabiliteit is berekend in zowel de uitvoerings- als de eindsituatie. Voor de uitvoeringssituatie wordt een veiligheidsfactor voor de stabiliteit van 1,15 geëist, voor de eindsituatie is een factor 1,3 vereist.

2 Grondopbouw, grondparameters en waterstanden

Op basis van het beschikbaar gestelde Fugro-rapport (genoemd onder punt 1) is een maatgevend bodemopbouw vastgesteld, hierbij is gebruikgemaakt van de maatgevende sondering DKM123, de bodemopbouw is als volgt:

- maaiveldniveau is gesteld op NAP -1,0 m;
- vanaf maaiveld tot NAP -1,6 m; klei, korst;
- vanaf NAP -1,6 m tot NAP -5,0 m; veen, mineraalarm;
- vanaf NAP -5,0 m tot NAP -5,5 m; klei, sterk siltig, matig humeus;
- vanaf NAP -5,5 m tot verkende diepte; zand, los gepakt.

Naast de sondering zijn in het Fugro-rapport voor acht monsters (twee klei- en zes veenmonsters) de resultaten van de samendrukkingsproeven weergegeven. Uit deze proevenverzameling en op basis van tabel I van NEN6740, zijn de grondparameters voor de aangetroffen grondsoorten bepaald. Deze representatieve grondparameters zijn in tabel I weergegeven.

De samendrukkingsparameters van veen en klei zijn bepaald als lage representatieve waarden van het gemiddelde uit de in het Fugro-rapport gepresenteerde samendrukkingsproeven. Daarmee is gewaarborgd dat de berekende zettingen een bovengrens vormen. Dit is wenselijk, gezien de eis van het bouwstoffenbesluit dat het AVI-bodemas niet verder dan 0,5 m boven de maatgevende grondwaterstand mag uitzakken. Verder blijkt uit de samendrukkingsproeven dat in de berekeningen een grensspanning, die circa 5 à 10 kN/m² groter dan de initiële effectieve korrelspanning, voor de veen- en kleilagen kan worden toegepast.

Tabel 1 Representatieve grondparameters

Grondsoort	γ_{nat} [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	c'^{**} [kPa]	ϕ'^{**} [°]	C_p [-]	C_p' [-]	C_s [-]	C_s' [-]	c_v [m ² /s]
Klei (korst)	15,0	15,0	2,0	22,5	75	15	300	60	1 e ⁻⁷
Veen, mineraalarm	10,5	10,5	2,0	15,0	23	5	105	36	5,7 e ⁻⁷
Klei, st. siltig, humeus	15,0	15,0	3,0	17,5	75	15	600	160	5 e ⁻⁸
Zand, Pleistoceen	18,0	20,0	0,0	30,0	1.000	200	3.500	800	1 e ⁻⁴
AVI-bodemas ^{*2}	15,0	15,0	2,5	37,5	-	-	-	-	-
Grond [*]	15,0	15,0	2,0	22,0	-	-	-	-	-

^{*1} Sterktparameters zijn bepaald op basis van ervaring en getoetst aan de waarden zoals weergegeven in tabel 1 van NEN6740;

^{*2} Het AVI-bodemas en de grondaanvulling worden in de zettingsberekeningen als niet samendrukbaar beschouwd

Hierin zijn:

γ_{nat} aardvochtig volumiek gewicht van de grond;

γ_{sat} verzadigd volumiek gewicht van de grond;

c' effectieve cohesie;

ϕ' effectieve hoek van invendige wrijving;

C_p primaire samendrukkingcoëfficiënt vóór de grensspanning;

C_p' primaire samendrukkingcoëfficiënt ná de grensspanning

C_s secundaire samendrukkingcoëfficiënt vóór de grensspanning

C_s' secundaire samendrukkingcoëfficiënt ná de grensspanning

c_v consolidatiecoëfficiënt.

Voor de grondwaterstand wordt een niveau van circa 0,5 m minus maaiveld, circa NAP -1,5 m, in de berekeningen aangehouden. Niet bekend is of er stijghoogteverschillen tussen de Holocene lagen en de Pleistocene lagen aanwezig zijn. In de berekeningen is daardoor niet gerekend met stijghoogteverschil.

3 Verticale en horizontale vervorming

Ten gevolge van de aanleg van de geluidswal zullen in de ondergrond zowel horizontale als verticale vervormingen ontstaan. Verticale vervorming zijn zettingen die door samendrukking van de grondlagen, als gevolg van de aanleg van de geluidswal, ontstaan. Horizontale vervormingen zijn de horizontale verplaatsingen in de grond voor de geluidswal. De resultaten van de berekeningen, worden achtereenvolgens in deze paragraaf weergegeven. De berekeningen zijn uitgevoerd voor beide varianten (met en zonder grondverbetering).

3.1 Resultaten zettingsberekeningen

Bij de berekeningen zijn de uitgangspunten en aannamen volgens punt 1 en de grondopbouw, grondparameters en waterstand volgens punt 2 gebruikt. Volgens de principe-doorsnede ligt de onderkant van het AVI-bodemas op een niveau van NAP 0,0 m.

Uit de zettingsberekeningen blijkt dat in de situatie zonder cunet een maximale zetting van circa 2,15 m wordt verwacht. Voor de situatie met cunet wordt een eindzetting van circa 0,70 m verwacht. Door toepassing van de lage representatieve waarden voor de verschillende grondlagen, kunnen de gevonden zettingen als een relatief betrouwbare bovengrens van de resultaten worden beschouwd. Een overzicht van de resultaten van de berekeningen is opgenomen in bijlage 3.

In tabel 2 zijn voor de verschillende tijdstippen de zettingen en de te verwachten restzettingen per variant weergegeven. Hierbij wordt opgemerkt dat bij de bepaling van de restzettingen geen rekening is gehouden met ophoog- en wachttijden.

Tabel 2 Zettingen restzettingen in de tijd

Periode	Variant A (zonder cunet)			Variant B (met cunet)		
	Zetting [m]	Relatief [%]	Restzetting [m]	Zetting [m]	Relatief [%]	Restzetting [m]
1 maand	0,91	42,3	1,24	0,30	42,8	0,40
3 maanden	1,32	61,4	0,83	0,42	60,0	0,28
6 maanden	1,60	74,4	0,55	0,52	74,3	0,19
1 jaar	1,85	86,0	0,30	0,60	85,7	0,10
2 jaar	1,96	91,2	0,19	0,63	0,90	0,07

Uit zowel tabel 2 als bijlage 3 blijkt dat voor variant A (zonder cunet) na een periode 1 jaar een restzetting van 0,30 m wordt gevonden. Voor variant B wordt een restzetting van 0,10 m verwacht. Zowel voor variant A als variant B zijn geen ophoog- en wachttijden in de berekeningen aangehouden.

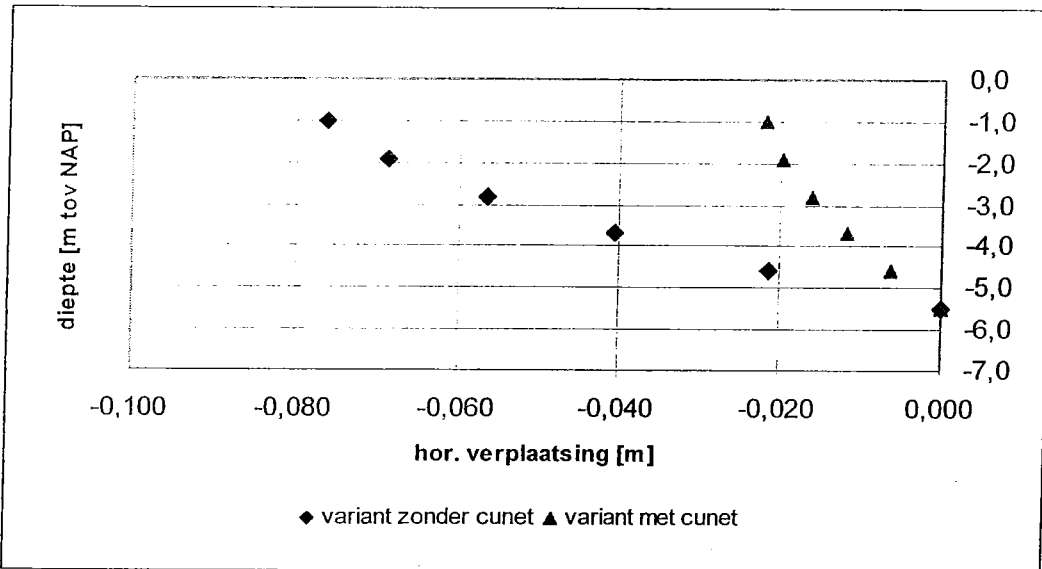
Opgemerkt wordt dat bij de variant A (variant zonder cunet) door de grote zettingen de onderkant van het AVI-bodemas onder de waterspiegel zakt. Volgens de IBC-maatregelen van het Bouwstoffenbesluit (Isoleren, Beheren en Controleren) dient de onderzijde van het AVI-bodemas in elk geval tenminste 0,5 m boven de hoogste grondwaterstand te liggen, indien geen basisafdichting zal worden toegepast. Bij een hoogste grondwaterstand van NAP -1,5 m en een zetting van 2,2 m moet het AVI-bodemas op minimaal een niveau van NAP +1,2 m aangelegd worden om aan de droogleggingseis uit het Bouwstoffenbesluit te voldoen.

Bij het ontwerp van de geluidswal is volgens de principedoorsnede een niveau van NAP 0.0 m aangehouden. Per strekkende meter geluidswal zal, door de te verwachten zettingen, circa 30 m³ minder AVI-bodemas per strekkende meter geluidswal kunnen worden verwerkt indien gekozen wordt voor variant A.

3.2 Invloed omgeving en op aanwezige gasleiding

Als gevolg van de aanleg van de geluidswal worden naast zettingen ook horizontale grondverplaatsingen verwacht. Deze zettingen en verplaatsingen zullen zich ook voordoen buiten de teen van de geluidswal en kunnen hierdoor eventueel een negatieve invloed hebben op belendingen.

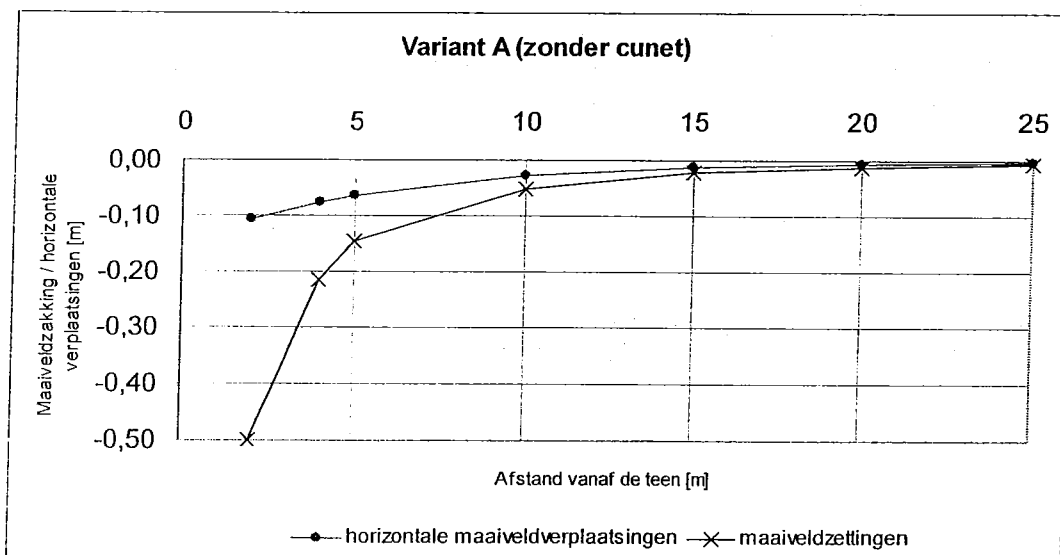
In figuur 1 zijn de horizontale grondverplaatsing grafisch uitgezet voor beide varianten. De grondverplaatsingen zijn indicatief bepaald met behulp van de tabellen van De Leeuw, voor een niet rekstijve bovenlaag en een strookbelasting. De verplaatsingen zijn berekend ter hoogte van de zuidelijke projectgrens, op circa 4,0 m uit de teen van de geluidswal aan de A12-zijde.



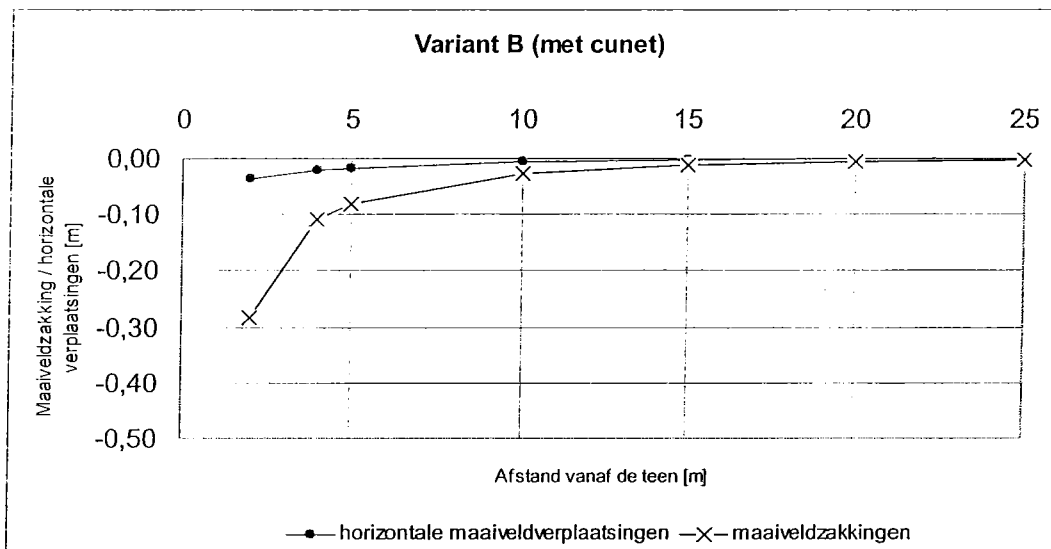
Figuur 1 Horizontale verplaatsing ten gevolge van aanleg geluidswal

Uit figuur 1 blijkt dat door de aanleg van het cunet de horizontale grondverplaatsingen met ongeveer 75% reduceert tot maximaal circa 0,02 m. Indien geen cunet zal worden toegepast zijn ter hoogte van de projectgrens nog 0,08 m aan horizontale verplaatsingen te verwachten.

Naast de horizontale grondverplaatsingen ter hoogte van de zuidelijke projectgrens zijn eveneens de horizontale maaiveldverplaatsingen en maaiveldzakkingen tot 25 m uit de teen van de geluidswal bepaald. In de figuren 2 en 3 zijn deze verplaatsingen grafisch weergegeven. De horizontale grondverplaatsingen zijn bepaald met de tabellen van de Leeuw en de maaiveldzakkingen met het programma Msettle.



Figuur 2 Maaiveldzakkingen en horizontale verplaatsingen variant A ten opzichte van teen geluidswal



Figuur 3 Maaiveldzakkingen en horizontale verplaatsingen variant B ten opzichte van teen geluidswal

Uit figuur 2 blijkt dat ter hoogte van de gasleiding (op een afstand van circa 10,0 m uit de geluidswal) voor de situatie zonder cunet een horizontale grondverplaatsing van circa 0,03 m en een zetting van circa 0,05 m zal optreden. Uit figuur 3 blijkt dat voor de situatie met cunet de horizontale verplaatsingen nihil zijn en de zettingen gereduceerd worden tot circa 0,03 m.

Op basis van ervaring mag verwacht worden dat de invloed van de aan te leggen geluidswal op de aanwezige gasleiding niet zal leiden tot schade, waarbij het toepassen van een grondverbetering een kleiner risico behelst. Hierbij is uitgegaan dat de leiding niet al eerder een soortgelijke belasting heeft ondervonden.

4 Uitvoerings- en eindstabiliteit

Bij de stabiliteitsberekeningen wordt onderscheid gemaakt tussen de stabiliteit tijdens de aanleg van de geluidswal (uitvoeringsstabiliteit) en de stabiliteit nadat de geluidswal in zijn geheel is aangelegd en de wateroverspanningen in de ondergrond volledig zijn afgestroomd (eindstabiliteit). In onderstaande paragrafen worden de resultaten van de berekeningen voor beide varianten gepresenteerd. De veiligheid voor de stabiliteit is voor beide zijden van de geluidswal, A12-zijde en binnenzijde, bepaald.

4.1 Eindstabiliteit

In tabel 3 zijn de resultaten van de stabiliteitsberekeningen voor de eindsituatie weergegeven.

Voor variant B (variant met cunet) is uitgegaan van een grondverbetering van 3,0 m (tot een niveau van NAP -4,0 m), waarbij vanaf de teen van de geluidswal onder een helling van 1:1 zand is aangebracht.

Tabel 3 Resultaten stabiliteitsberekeningen eindsituatie

Variant	A12-zijde			Binnenzijde		
	$F_{ber.}^{*1}$	$F_{vereist}^{*2}$	Voldaan?	F_{min}	$F_{vereist}$	Voldaan?
Zonder cunet	1,02	1,3	Nee	0,92	1,3	Nee
Met cunet	1,08	1,3	nee	1,03	1,3	Nee

^{*1} Berekende veiligheidsfactor voor de stabiliteit van de taludhelling

^{*2} Vereiste veiligheidsfactor voor de stabiliteit

Uit tabel 3 blijkt dat voor geen van de berekende situaties voldaan wordt aan de gestelde eis.

Een aantal aanvullende maatregelen kan worden getroffen om de eindstabiliteit te vergroten, deze zijn:

- I. toepassen van een met geogrid gewapende basislaag (met voldoende treksterkte) onder de geluidswal;
- II. doorzetten van het cunet vanaf de zuidelijke projectgrens aan de A12-zijde tot aan de insteek van de te graven sloot aan de binnenzijde;
- III. doorzetten van het cunet binnen de projectgrens óf het verschuiven van de gehele geluidswal;
- IV. doorzetten cunet tot aan de zuidelijke projectgrens gecombineerd met een toepassing van een geogrid en het verplaatsen van de insteek van de sloot inclusief cunet.

Ter verduidelijking zijn in bijlage 5 deze aanvullende maatregelen schematisch weergegeven. In tabel 4 zijn de resultaten van de berekeningen weergegeven.

Tabel 4 Resultaten aanvullende maatregelen eindsituatie

Maatregel	A12-zijde			Binnenzijde		
	$F_{ber.}$	$F_{vereist}$	Voldaan?	F_{min}	$F_{vereist}$	Voldaan?
I	1,31	1,3	Ja	1,42	1,3	Ja
II	1,18	1,3 ^{*1}	Nee	1,29	1,3	Ja
III	1,34	1,3	Ja	-	-	-
IV	1,33	1,3	Ja	-	-	-

^{*1} Het aanvullend toepassen van een geogrid van 60 kN/m (volgens maatregel IV) zorgt wel voor voldoende stabiliteit in de eindsituatie

Uit de tabel blijkt dat voor de binnenzijde van de geluidswal gekozen kan worden voor zowel een toepassing van een geogrid met een lange termijn treksterkte > 220 kN/m of het doorzetten van het cunet tot aan de insteek van de aan te leggen sloot. Door de vereiste lange termijn treksterkte dient mogelijk een dubbel geogrid of een met geocell gewapende basislaag te worden toegepast.

Voor de A12-zijde van de geluidswal is eveneens een toepassing van een geogrid met een lange termijn treksterkte > 220 kN/m mogelijk, maatregel I. Echter ook het doorzetten van het cunet over een afstand van circa 6,0 m buiten de projectgrens zorgt voor voldoende stabiliteit. Als laatste kan ook een combinatie geogrid (dubbel-laags met lange termijn treksterkte > 60 kN/m per grid) en een cunet dat doorgezet is tot de zuidelijke projectgrens een oplossing bieden, maatregel IV.

De grafische weergaven van de resultaten is in bijlage 5 gepresenteerd.

4.2 Uitvoeringsstabiliteit

Ten gevolge van de aanleg van de geluidswal zullen wateroverspanningen in de ondergrond ontstaan. Deze wateroverspanningen zorgen voor lagere opneembare schuifspanningen in de ondergrond waardoor instabiliteit van het aangebrachte grondlichaam kan ontstaan. In de berekeningen is in eerste instantie uitgegaan van maximale wateroverspanningen van 80% van het gewicht van het aangebrachte grondlichaam (aanpassingspercentage = 20%) in de veen- en kleilagen. Dit houdt in dat uitgegaan is van ophogen zonder bouwtijd, waarbij de benodigde ophooftijd bepaald wordt door het logistieke proces.

Zoals uit paragraaf 4.1 blijkt zijn aanvullende maatregelen benodigd ter vergroting van de stabiliteit in de eindsituatie. Derhalve is voor de uitvoeringsstabiliteit rekeninggehouden met de maatregelen, zoals deze vereist zijn om voldoende eindstabiliteit te waarborgen. In tabel 5 zijn de resultaten van deze berekeningen voor deze aanvullende maatregelen gepresenteerd.

Tabel 5 Resultaten aanvullende maatregelen uitvoeringssituatie

Maatregel	A12-zijde			Binnenzijde		
	$F_{ber.}$	$F_{vereist}$	Voldaan?	F_{min}	$F_{vereist}$	Voldaan?
I	0,84	1,15	Nee	1,03	1,15	Nee
II	0,96	1,15	Nee	1,17	1,15	Ja
III	1,06	1,15	Nee	-	-	-
IV	1,17	1,15	Ja	-	-	-

Uit tabel 5 blijkt dat, bij ophogen zonder wachttijden (aanpassingspercentage = 20%), voor de binnenzijde van de geluidswal aan de stabiliteitseis wordt voldaan bij toepassing van maatregel II. Echter indien, de sloot pas circa 3 maanden na het op hoogte komen van de geluidswal wordt ontgraven, zal ook maatregel I voldoen. Dit wordt veroorzaakt, doordat de wateroverspanningen in deze wachtperiode afgestroomd zijn.

Aan de A12-zijde van de geluidswal blijkt bij het ophogen zonder wachttijden, alleen aanvullende maatregel IV voor voldoende stabiliteit te zorgen. Hierbij is in tegenstelling tot de berekeningen van de eindsituatie niet gerekend met de lange termijn treksterkte van het geogrid maar met de korte termijn sterkte (dubbel laag geogrid met treksterkte > 90 kN/m). Door toepassing van maatregel IV kan de geluidswal derhalve zonder wachttijden worden aangelegd.

Indien echter gefaseerd opgehoogd kan worden, waarbij tussen de ophoogslagen wachttijden in acht worden genomen, kunnen eveneens de maatregelen I en III, voor de A12-zijde, worden toegepast. Uit indicatieve berekening, met behulp van de halvebouwtijd-methode, blijkt dat voor maatregel I een ophooftijd van circa 1 à 1,5 jaar benodigd is om de geluidswal aan te leggen. Een snellere ophooftijd is te bereiken door het toepassen van verticale drainage.

5 Conclusies en advies

In deze memo worden een aantal resultaten van de berekeningen ten behoeve van de aanleg van de geluidswal A12-Woerden gepresenteerd. Voor de berekeningen is uitgegaan van een tweetal varianten. Een variant zonder toepassing van een cunet (variant A) en een variant met een cunet (variant B). Voor het cunet is uitgegaan van een grondverbetering door middel van een zandcunet tot een diepte van 3,0 m -mv.

Voor de grondopbouw ter hoogte van de aan te leggen geluidswal is uitgegaan van het "Geotechnisch onderzoek A12 – aansluiting Woerden Oost-Leidsche Rijn" van Fugro. Het hierin gepresenteerde grond- en laboratoriumonderzoek dient als basis voor de bodemschematisatie en de grondparameters.

Voor variant A (variant zonder cunet) wordt het volgende geconcludeerd:

- door aanleg van de geluidswal ontstaan zeer grote zettingen (circa 2,2 m);
- indien aanleg van de geluidswal zonder een voorbelastingsperiode zal plaatsvinden, dient het AVI-bodemas op een niveau van circa NAP +1,0 m te worden aangelegd. Hierdoor zal ten opzicht van de principedoorsnede circa 30 m³ minder AVI-bodemas per strekkende meter geluidswal kunnen worden aangebracht;
- grote zettingen vormen, door de aan te houden marge in de zettingen, een groter risico doordat het AVI-bodemas in het grondwater terecht komt, indien het zettingsgedrag anders is dan verwacht;
- naast de grote zettingen zullen horizontale grondverplaatsingen en maaiveldzakkingen in de omgeving van de geluidswal, bijvoorbeeld ter hoogte van de aanwezige gasleiding, ontstaan. Deze zijn ter plaatse van de gasleiding op circa 0,05 m geschat. Verwacht mag worden dat deze vervormingen geen schade zullen veroorzaken aan de leiding. Een en ander dient echter gedetailleerd te worden getoetst;
- om te voldoen aan de eisen met betrekking tot de stabiliteit zijn aanvullende maatregelen noodzakelijk. Zo kan een gewapende basislaag, met bijvoorbeeld enkele lagen geogrids of een met geocells gewapende basislaag voldoende stabiliteit leveren;
- voor de bepaling van de restzetting is uitgegaan van een ophooftijd van circa 6 maanden. Bij een totaal beschikbare bouwtijd van 1 jaar wordt hierdoor een restzetting van circa 0,40 m gevonden.

Voor variant B (variant met cunet) wordt het volgende geconcludeerd:

- door toepassing van het cunet ontstaan minder zettingen (circa 0,70 m);
- dit resulteert in de mogelijkheid om het AVI-bodemas, zoals geschematiseerd is in de principedoorsnede, in de geluidswal te verwerken, (onderkant AVI-bodemas op een niveau van NAP +0,0 m);
- horizontale grondverplaatsingen in de omgeving van de geluidswal, bijvoorbeeld ter hoogte van de aanwezige gasleiding, zijn nihil. Deze oplossing toont in vergelijking met variant A een kleiner risicoprofiel voor wat betreft schade aan omgeving;
- Om te voldoen aan de eisen met betrekking tot de stabiliteit zijn ook hier aanvullende maatregelen noodzakelijk. Zo dient het cunet te worden doorgezet tot aan de zuidelijke projectgrens en dient het cunet aan de binnenzijde tot aan de insteek van de sloot te worden doorgezet, daarbij dient aan de A12-zijde van de geluidswal een geogrid te worden toegepast;
- aanleg van een grondverbetering tot 3,0 m –mv. zou kunnen leiden tot kortsluiting met het eerste watervoerende pakket (bijvoorbeeld door opbarsten) Indien gekozen wordt voor deze maatregel dient in een vervolgonderzoek hier aandacht aan te worden besteed;
- voor de bepaling van de restzetting is voor deze variant een ophooftijd (bepaald door het logistieke proces) van circa 3 maanden aangenomen. Bij een bouwtijd van 1 jaar wordt hierdoor een restzetting van circa 0,15 m gevonden.

Aanbevolen wordt teneinde een nauwkeuriger beeld van de ondergrond te verkrijgen om nader onderzoek te doen naar de grondgesteldheid en de geohydrologie van het gebied. Met name de stijghoogte in de Pleistocene zandlaag zal als uitgangspunt moeten gelden voor een uit te voeren opbarstberekening voor de ontgraving van het cunet.

Verder kan in een volgende fase mogelijk een optimalisatie van de cunetdiepte plaatsvinden. Ook dient een nadere beschouwing te worden gedaan naar de interne stabiliteit van de geluidswal, met name naar de aansluiting van AVI-bodemas-kern op de afdeklaag (grond) van de geluidswal.

Voor nadere informatie kunt u contact opnemen met de heer ir. C. Bisschop, telefoon (030) 220 77 14 en/of de heer drs. W.L. Wieser, telefoon (030) 220 73 87.

Wij gaan ervan uit u hiermee voldoende te hebben geïnformeerd.

Met vriendelijke groet,
Grontmij Nederland bv

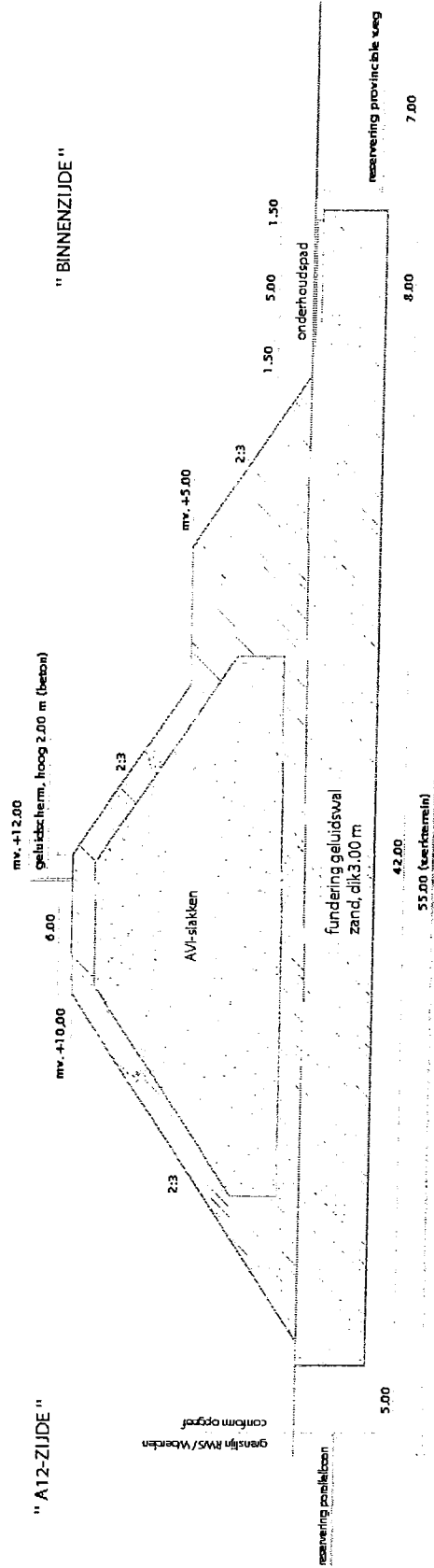


ing. R. Steenbrink
Teamleider Geotechniek

Bijlagen:

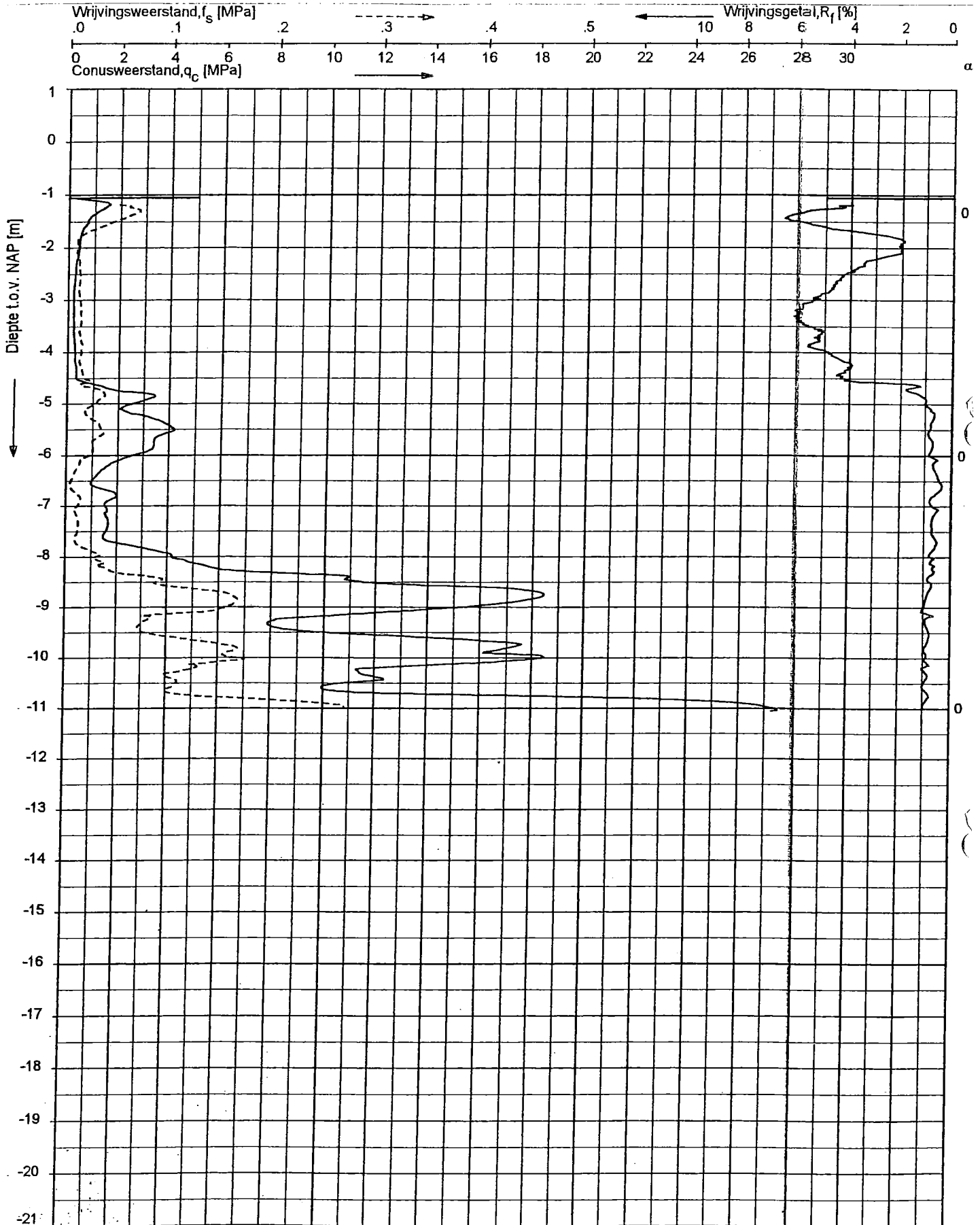
1. Grafische weergaven principedoorsnede geluidswal.
2. Maatgevende sonderingen en boorstaat.
3. Resultaten zettingsberekeningen en tijd-zettingsverloop.
4. Aanvullende maatregelen ten aanzien van de stabiliteit.
5. Resultaten stabiliteitsberekeningen.

Bijlage 1 Grafische weergaven principedoor- snede geluidswal



Principe doorsnede geluidswal - variant 1 en 2

Bijlage 2 Maatgevende sonderingen en boorstaat



Opg.: WWK/TOH d.d. 10-Jun-2004 conus: F7.5CKE/B X = 127722.102
Get.: KGR d.d. 21-jun-2004 MV = NAP -1.06 m Y = 454902.145

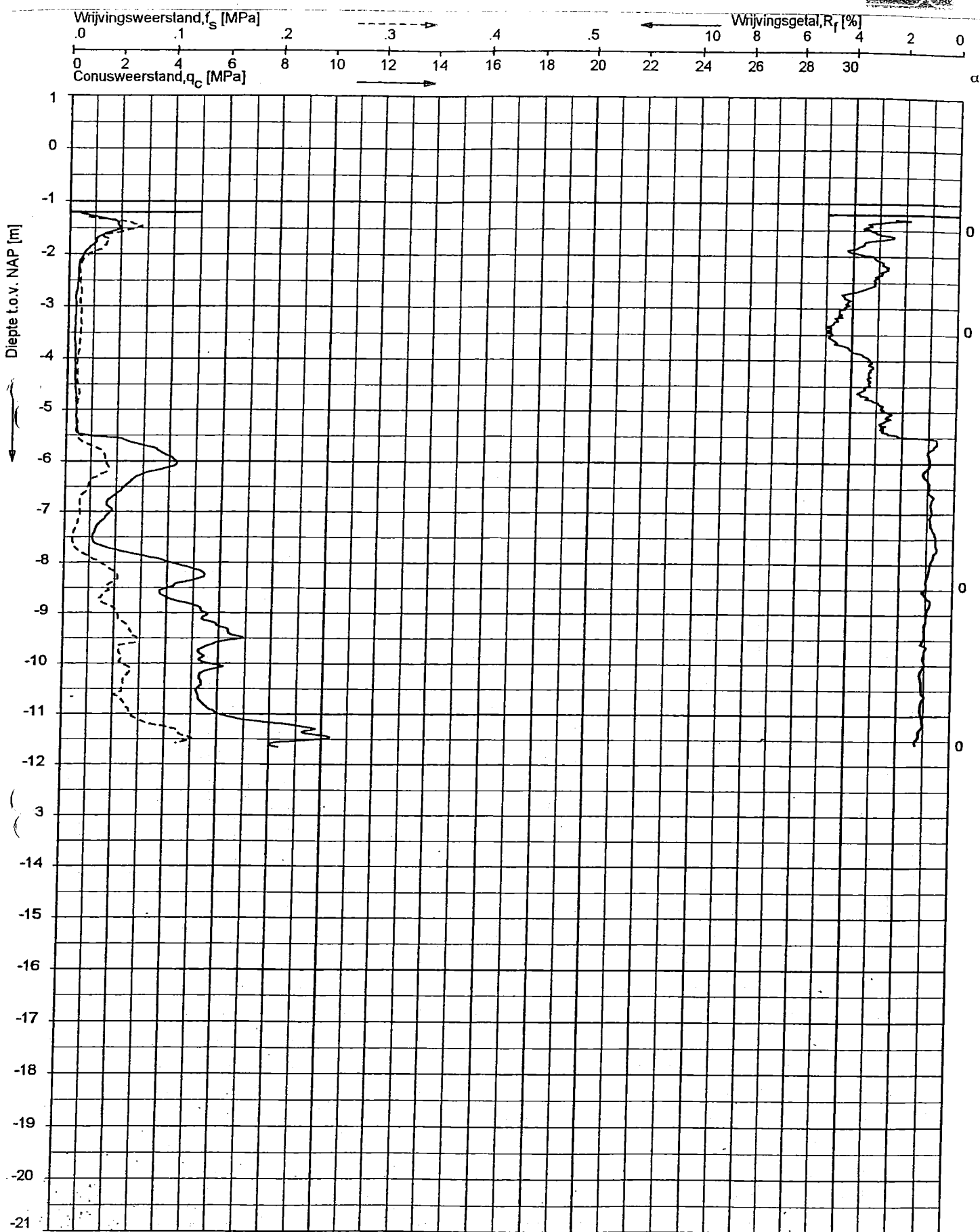
Sondering volgens norm NEN 5140
conustype cilindrisch elektrisch
 α afwijking van de vertikaal



SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

AANSLUITING A12 WOERDEN-OOST - LEIDSCHER RIJN

Opdr. 1004-0041-000
Sond. DKM121



Opdr.: JBU d.d. 14-Jun-2004 conus: F7.5CKE/V X = 127999.501
Get.: KGR d.d. 21-jun-2004 MV = NAP -1.21 m Y = 454835.060

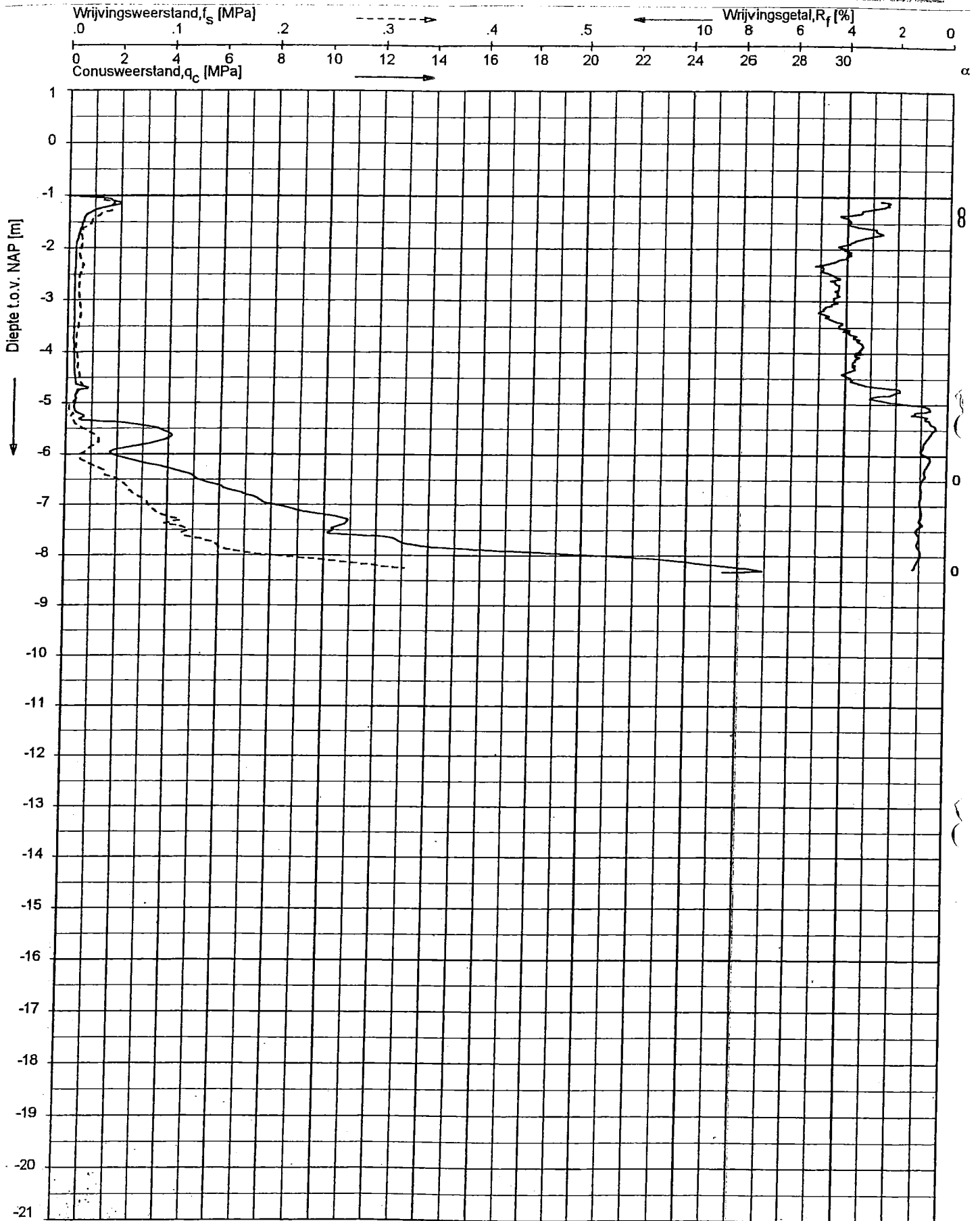
Sondering volgens norm NEN 5140
conustype cilindrisch elektrisch
 α afwijking van de vertikaal



SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

AANSLUITING A12 WOERDEN-OOST - LEIDSCHER RIJN

Opdr. 1004-0041-000
Sond. DKM122



Opg. JBL/ d.d. 15-Jun-2004 conus: F7.5CKEV X = 128294.981
Get. KGR d.d. 21-jun-2004 MV = NAP -1.00 m Y = 454748.936

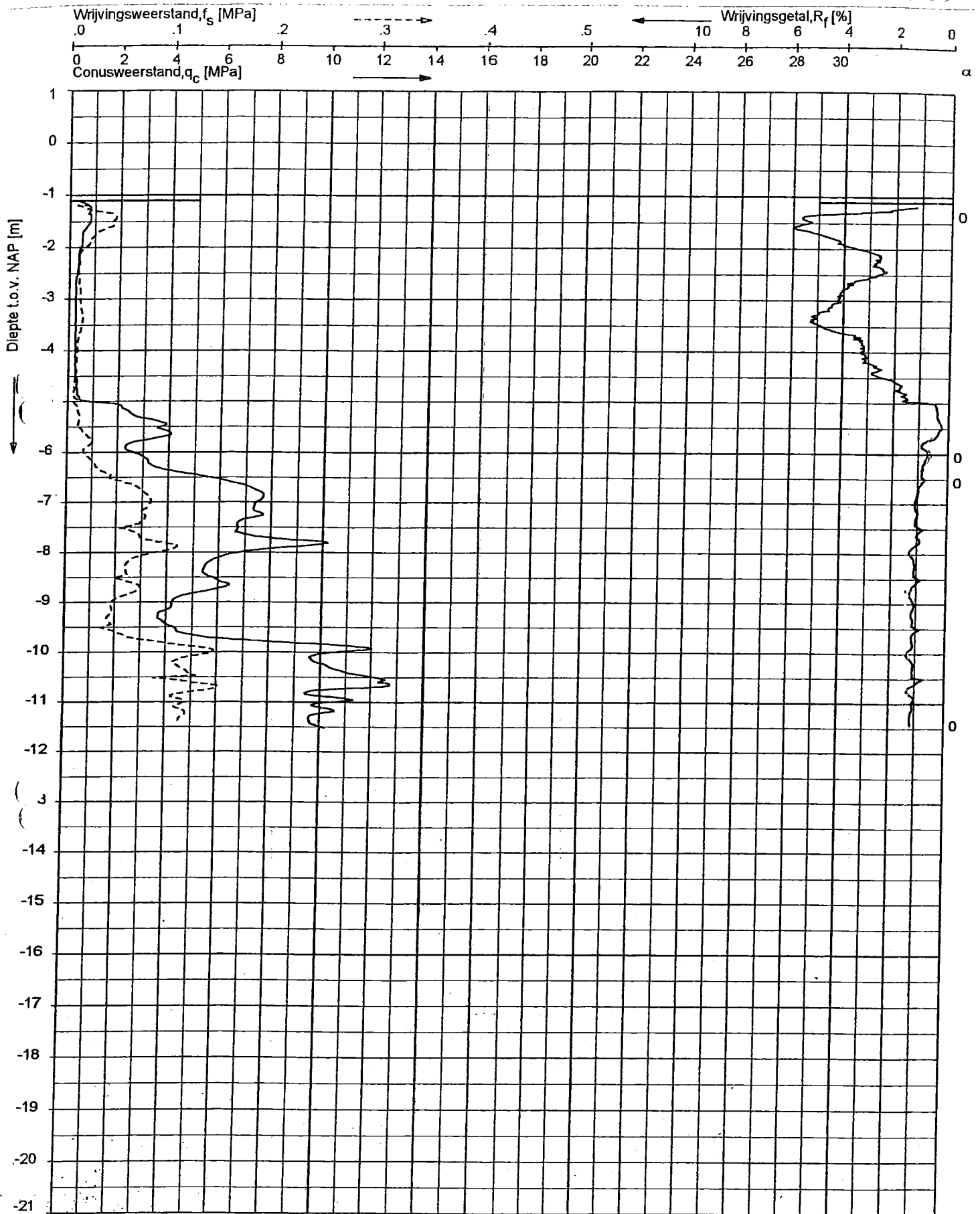
Sondering volgens norm NEN 5140
conustype cilindrisch elektrisch
 α afwijking van de vertikaal



SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

AANSLUITING A12 WOERDEN-OOST - LEIDSCHER RIJN

Opdr. 1004-0041-000
Sond. DKM123



Opdr.: JBL/ d.d. 16-Jun-2004 conus: F7.5CKE/V X = 128440.383
Gét.: KGR d.d. 21-jun-2004 MV = NAP -1.11 m Y = 454709.010

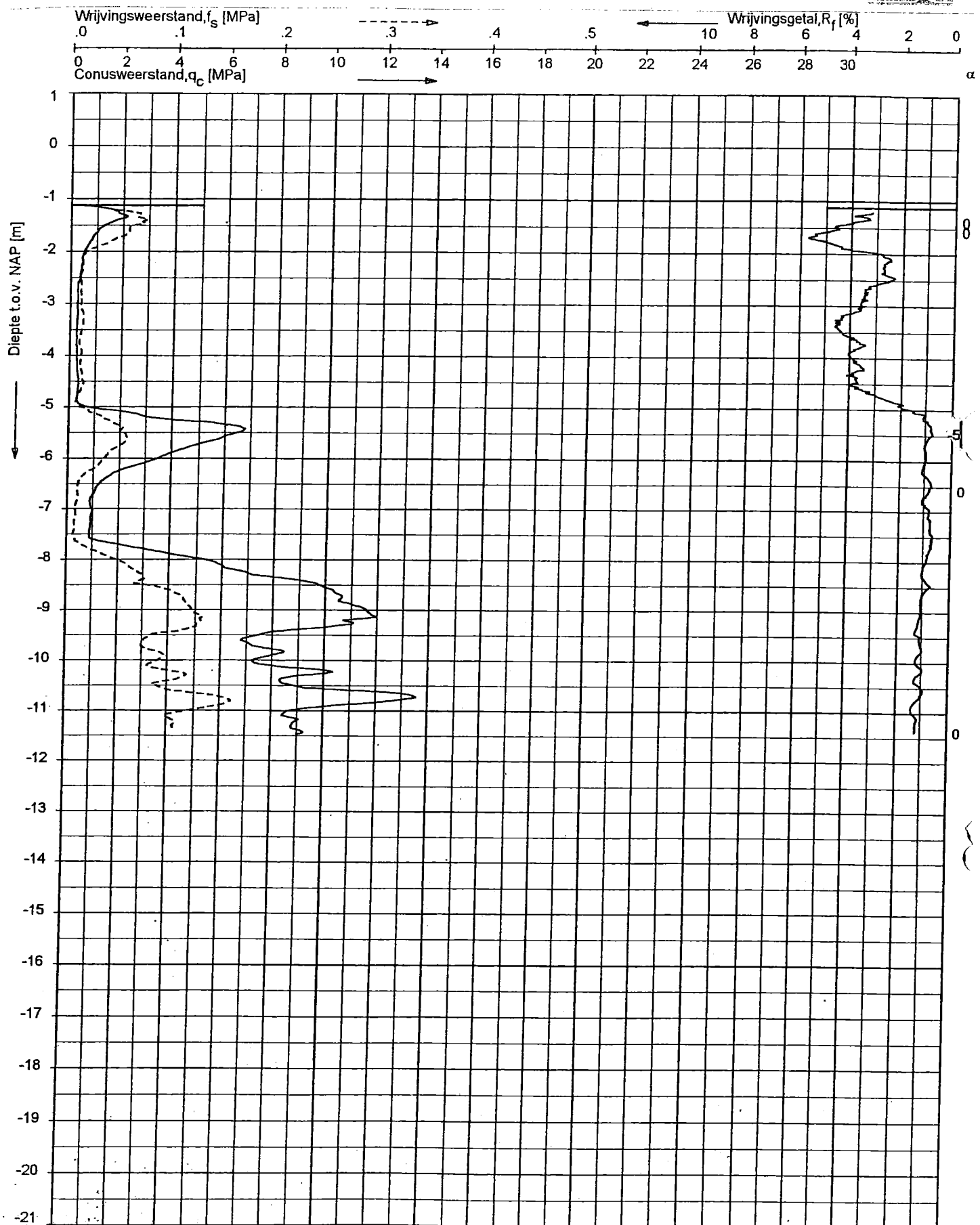
Sondering volgens norm NEN 5140
conustype cilindrisch elektrisch
 α afwijking van de vertikaal



SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

AANSLUITING A12 WOERDEN-OOST - LEIDSCHER RIJN

Opdr. 1004-0041-000
Sond. DKM124



Opg.: JBL/ d.d. 16-Jun-2004 conus: F7.5CKEV X = 128547.494
 Get.: KGR d.d. 21-jun-2004 MV = NAP -1.13 m Y = 454704.028

Sondering volgens norm NEN 5140
 conustype cilindrisch elektrisch
 α afwijking van de vertikaal



SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

AANSLUITING A12 WOERDEN-OOST - LEIDSCHER RIJN

Opdr. 1004-0041-000
 Sondr. DKM125



MONSTER NR	DIEPTE t.o.v. NAP [m]	BODEM PROFIEL	BESCHRIJVING BODEM PROFIEL	DIEPTE TEST t.o.v. NAP [m]			VOLUMIEK GEWICHT			WATER-GEHALTE w [massa %]	PORIEN-GEHALTE n [%]	VERZAD. GRAAD S [%]	ONGEDR. SCHUIFSTERKTE f undr [kPa]	HOEK INWENDING WRUJVING ϕ [°]	COHESIE c' [kPa]	OPMERKINGEN
				γ [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	γ_{dr} [kN/m ³]	γ [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	γ_{dr} [kN/m ³]							
1	-1.0															
2	-2.0				15.4	10.0	54.4	61.6	89.8							
3	-3.0				9.5	1.8	422.5									
4	-4.0				10.6	2.2	391.3									
5	-5.0				10.1	1.6	518.6									
6	-6.0				9.1	1.1	696.8									
7	-7.0				9.3	1.0	808.8									
8	-8.0				9.2	1.0	828.2									
9	-9.0				8.6	0.9	824.0									
10	-10.0				9.2	1.0	855.0									
11	-11.0				9.0	1.3	611.8									
12	-12.0				19.7	16.4	20.3	36.9	92.1							
13	-13.0															
14																
15																
16																
17																
18																
19																
20																
21																
22																
23																
24																
25																
26																
27																
28																
29																
30																

Uitvoering : 18-05-2004 Boring bij MV : NAP : -1.17 m. GHG : MV : m. X :
 Pelling PB : 18-08-2004 Bormester : JV Gemeen.GWS : MV : -0.80 m. GLG : MV : m. Y :

BORING VOLGENS NEN 5119

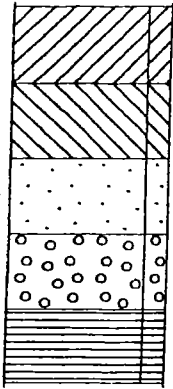
Gedetailleerd bodemonderzoek A12 Aansluiting Woerden-Oost-Leidsche Rijn

GRONDSOORTEN (conform Nen 5104)

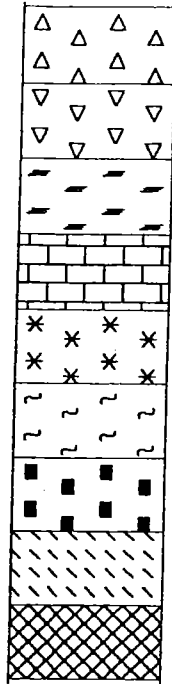
Grondsoort/toevoeging

Hoofdbestanddeel/soms
toevoeging

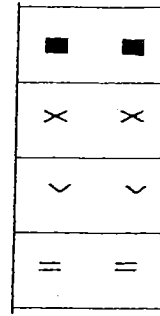
Bijmengsel



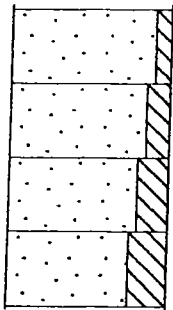
Klei, kleig
Leem, siltig
Zand, zandig
Grind, grindig
Veen, humeus



Puin
Slakken
Mijnsteen
Mergel
Bruinkool
Huisvuil
Kooltjes
Slib
Teelaarde

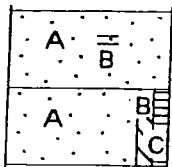


houtresten
roest
schelpen
veenresten



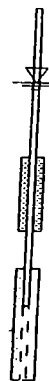
zwak
matig
sterk
uiterst

Toevoeging siltig in
grondsoort zand



Toevoeging B in
grondsoort A
Grondsoort A met 2
toevoegingen B en C

Peilbuis



Grondwaterstand
in peilbuis

Afdichting

Omstorting

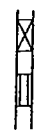
Filter

Niet geperforeerd

Geperforeerd



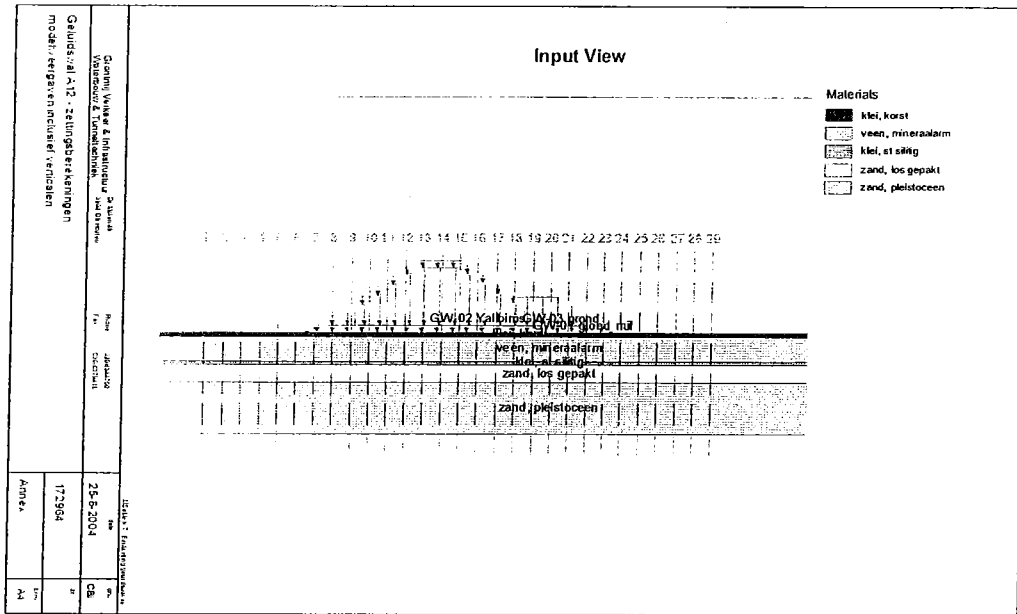
Grondwaterstand
tijdens boren



1 Geroerd monster

2 Ongeroerd monster

Bijlage 3 Resultaten zettingsberekeningen en tijd-zettingsverloop

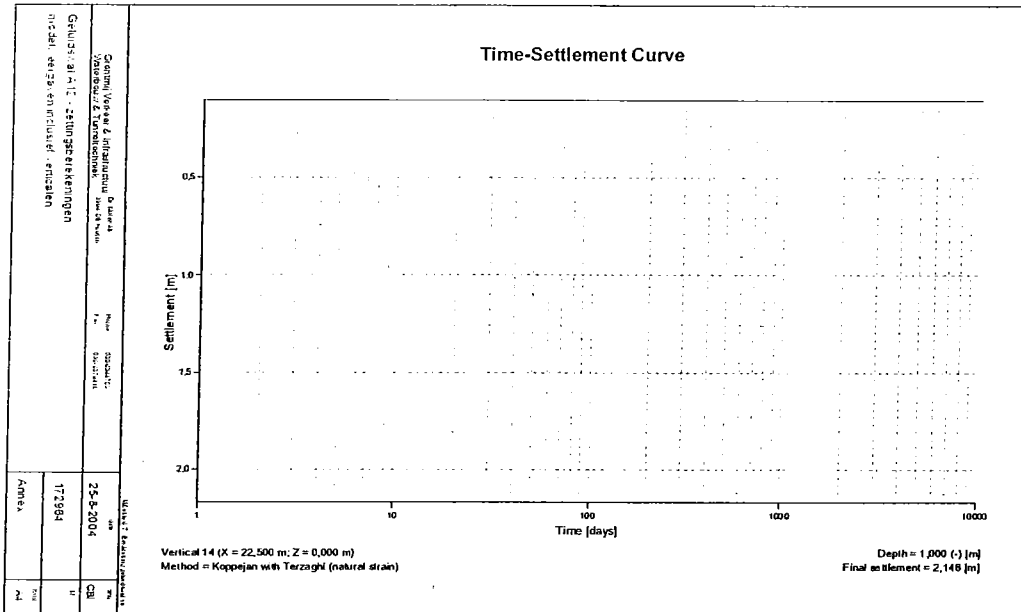
Resultaten zettingsberekeningen voor variant A (zonder cunet)


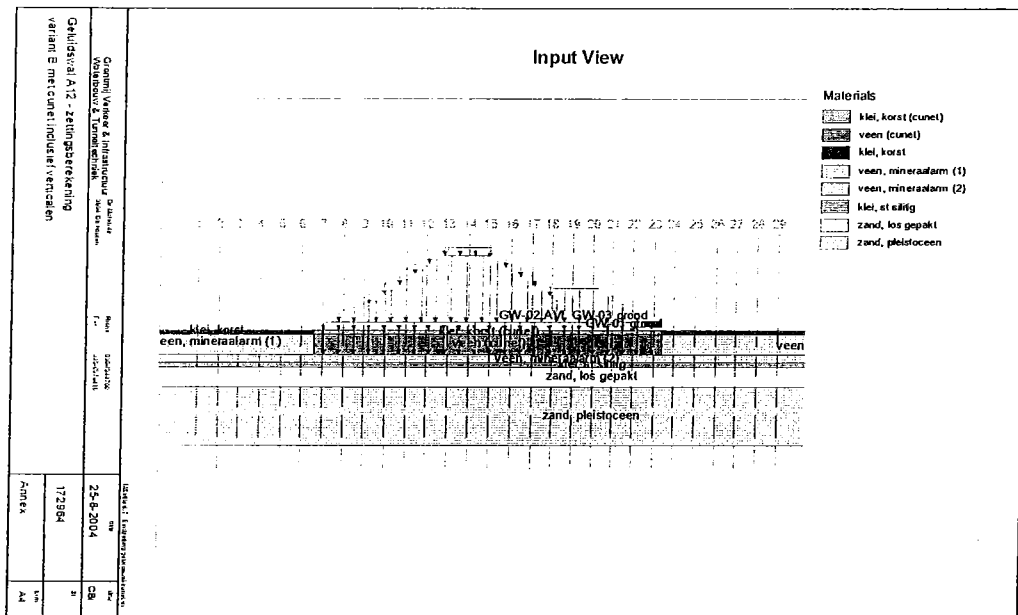
Zettingen per verticaal :

Verticaal Nummer	X-coördinaat [m]	mv-niveau [m]	Zetting [m]
1	-10.00	-1.00	0.026
2	-7.50	-1.00	0.039
3	-5.00	-1.00	0.061
4	-2.50	-1.00	0.099
5	0.00	-1.00	0.215
6	2.50	-1.00	0.619
7	5.00	-1.00	1.351
8	7.50	-1.00	1.672
9	10.00	-1.00	1.860
10	12.50	-1.00	1.977
11	15.00	-1.00	2.060
12	17.50	-1.00	2.112
13	20.00	-1.00	2.141
14	22.50	-1.00	2.148
15	25.00	-1.00	2.137
16	27.50	-1.00	2.107
17	30.00	-1.00	2.061
18	32.50	-1.00	2.002
19	35.00	-1.00	1.947
20	37.50	-1.00	1.879
21	40.00	-1.00	1.775
22	42.50	-1.00	1.599
23	45.00	-1.00	1.300
24	47.50	-1.00	0.834
25	50.00	-1.00	0.219
26	52.50	-1.00	0.077
27	55.00	-1.00	0.043
28	57.50	-1.00	0.026
29	60.00	-1.00	0.017

Memorandum
I&M-99351164/CB/xs

Tijdzettings-verloop ter hoogte van verticaal 14 onder de kruin van de geluidswal

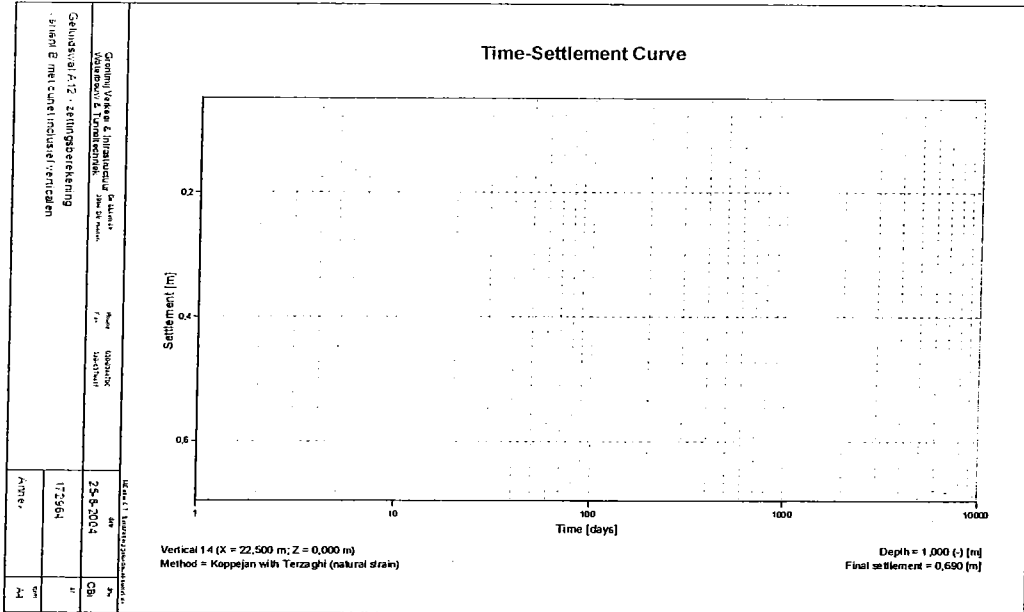


Resultaten zettingsberekeningen voor variant B (met cunet)

Zettingen per verticaal:

Verticaal nummer	X coördinaat [m]	mv-niveau [m]	Zetting [m]
1	-10.00	-1.00	0.013
2	-7.50	-1.00	0.020
3	-5.00	-1.00	0.032
4	-2.50	-1.00	0.055
5	0.00	-1.00	0.107
6	2.50	-1.00	0.379
7	5.00	-1.00	0.481
8	7.50	-1.00	0.563
9	10.00	-1.00	0.611
10	12.50	-1.00	0.643
11	15.00	-1.00	0.665
12	17.50	-1.00	0.680
13	20.00	-1.00	0.688
14	22.50	-1.00	0.690
15	25.00	-1.00	0.686
16	27.50	-1.00	0.678
17	30.00	-1.00	0.665
18	32.50	-1.00	0.650
19	35.00	-1.00	0.634
20	37.50	-1.00	0.615
21	40.00	-1.00	0.588
22	42.50	-1.00	0.546
23	45.00	-1.00	0.466
24	47.50	-1.00	0.304
25	50.00	-1.00	0.078
26	52.50	-1.00	0.037
27	55.00	-1.00	0.021
28	57.50	-1.00	0.013
29	60.00	-1.00	0.008

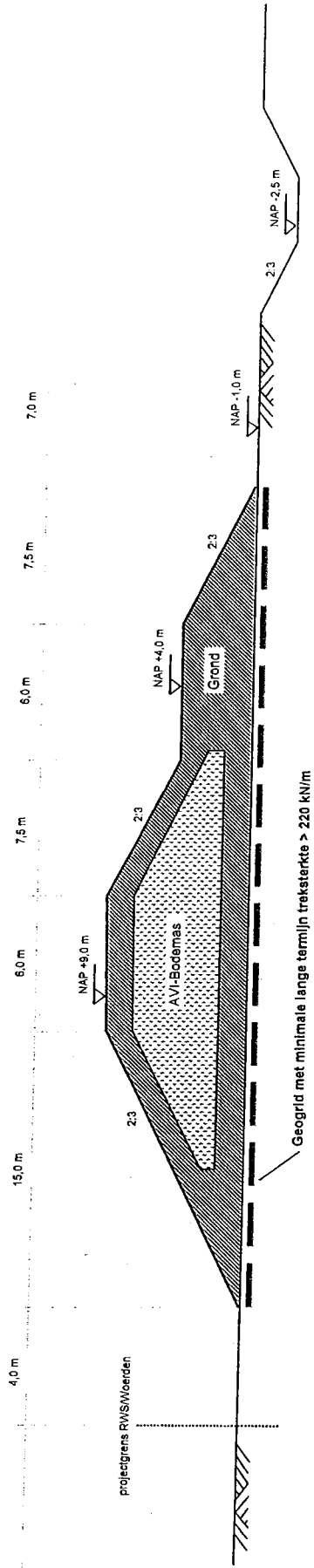
Memorandum
I&M-99351164/CB/xs

Tijdzettings-verloop ter hoogte van verticaal 14 onder de kruin van de geluidswal

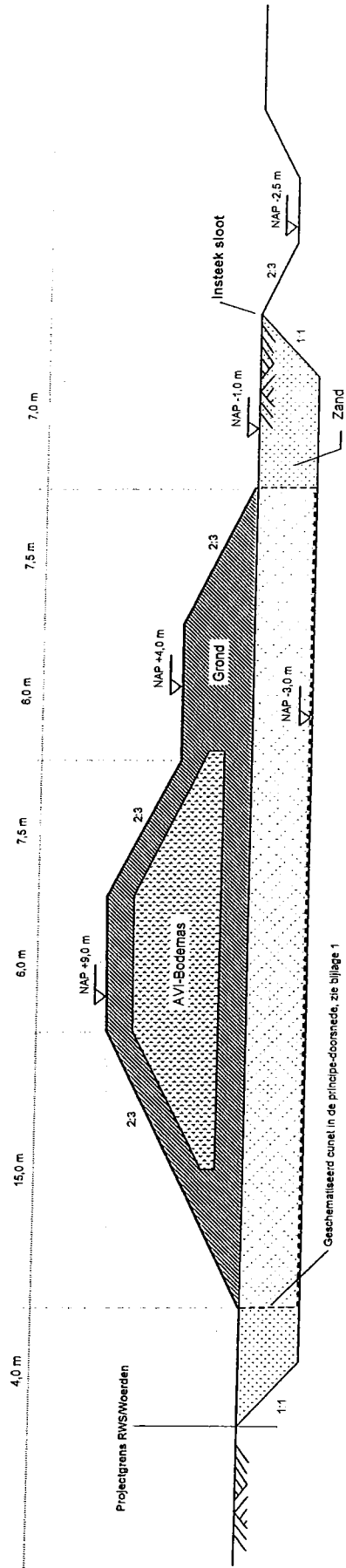


Bijlage 4 Aanvullende maatregelen ten aanzien van de stabiliteit

Aanvullende maatregel I Toepassen van een met geogrid gewapende basislaag onder de geluidswal

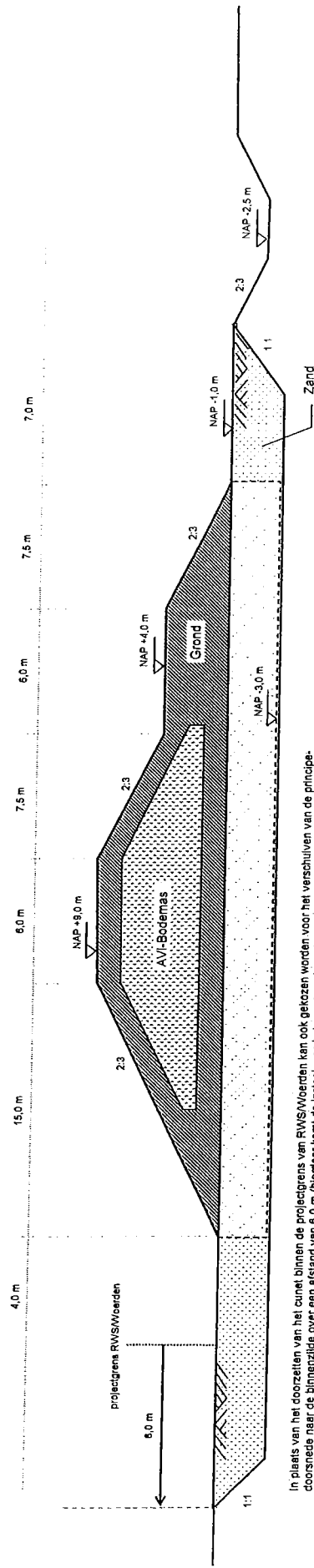


Aanvullende maatregel II Doorzetten cunet vanaf de zuidelijke projectgrenslijn tot aan de insteek van de te graven sloot



Aanvullende maatregel III

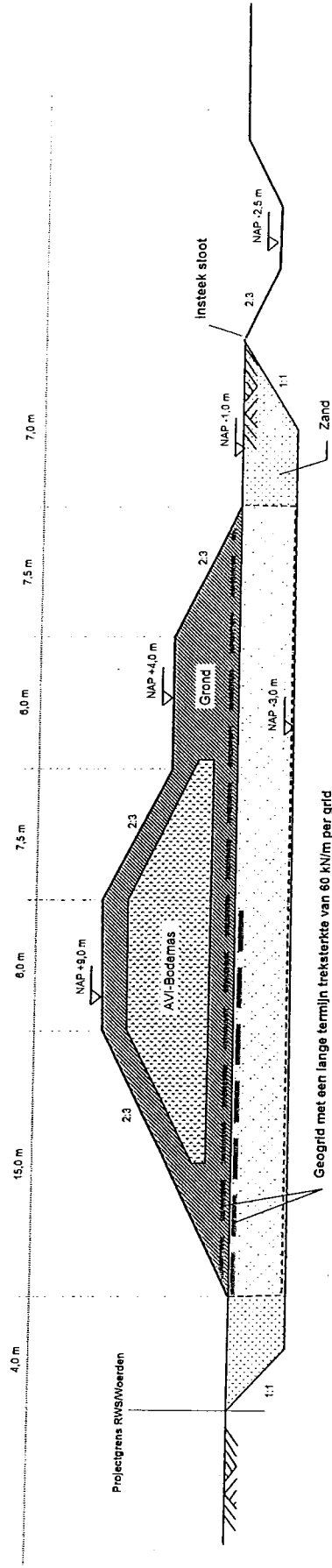
Doorzetten cunet binnen de projectgrenslijn van RWS/Woerden en verplaatsen sloot of naar de binnenzijde verschuiven van de geluidswal



In plaats van het doorzetten van het cunet binnen de projectgrens van RWS/Woerden kan ook gekozen worden voor het verschuiven van de principaal doorzede naar de binnenzijde over een afstand van 6,0 m (hierdoor komt de insteek van het cunet op de projectgrens te liggen).

Aanvullende maatregel IV

Doorzetten cunet tot aan de zuidelijke projectgrens gecombineerd met de toepassing van een geogrid en het verplaatsen van sloot inclusief cunet

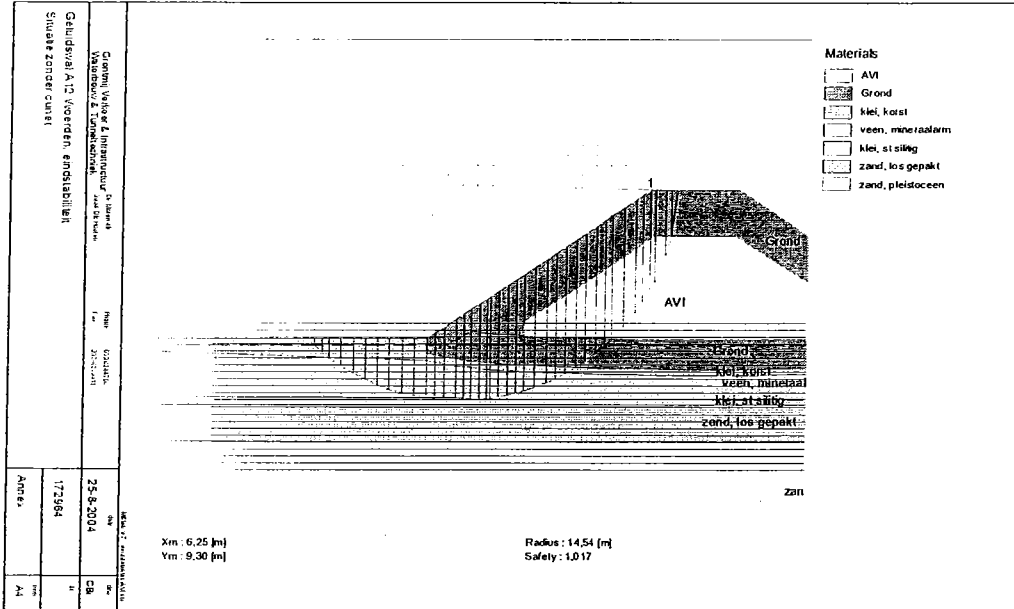


Geogrid met een lange termijn treksterkte van 60 kN/m per grid

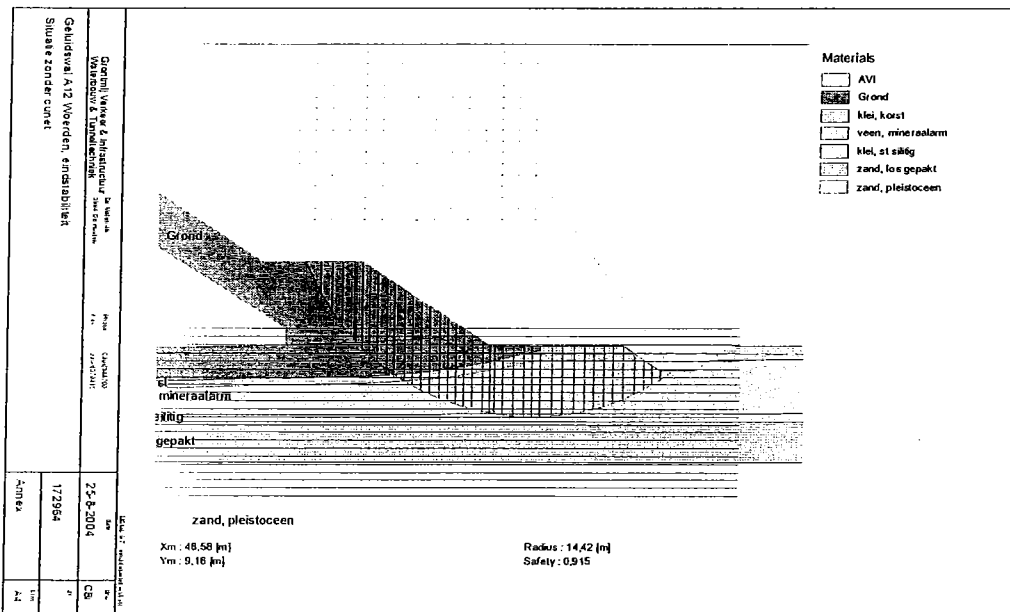
Bijlage 5 Resultaten stabiliteitsberekeningen

Memorandum
I&M-99351164/CB/xs

Variant A (zonder cunet) – Eindsituatie – A12-zijde

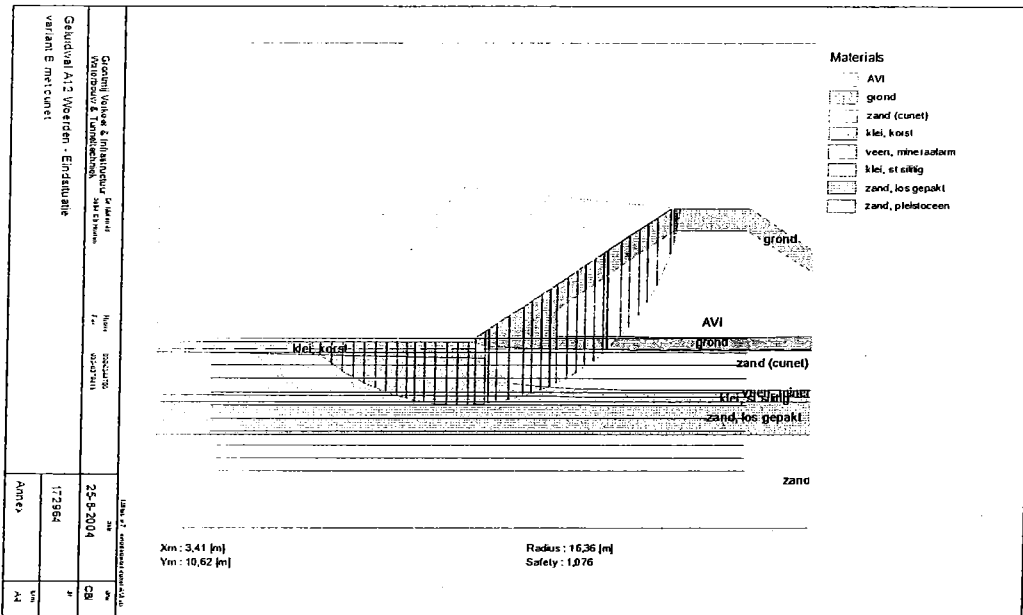


Variant A (zonder cunet - Eindsituatie – binnenzijde

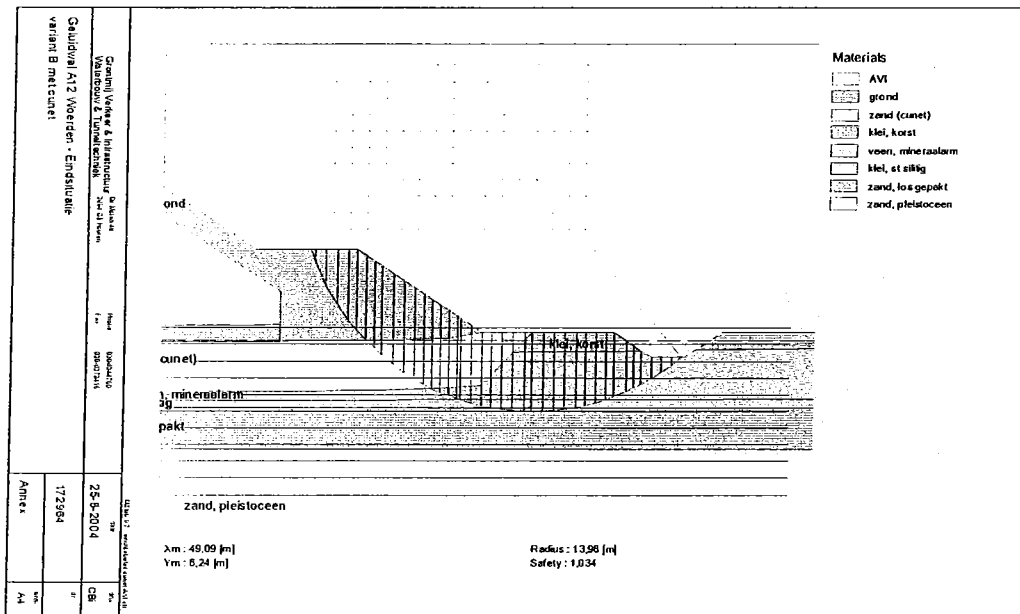


Memorandum
I&M-99351164/CB/xs

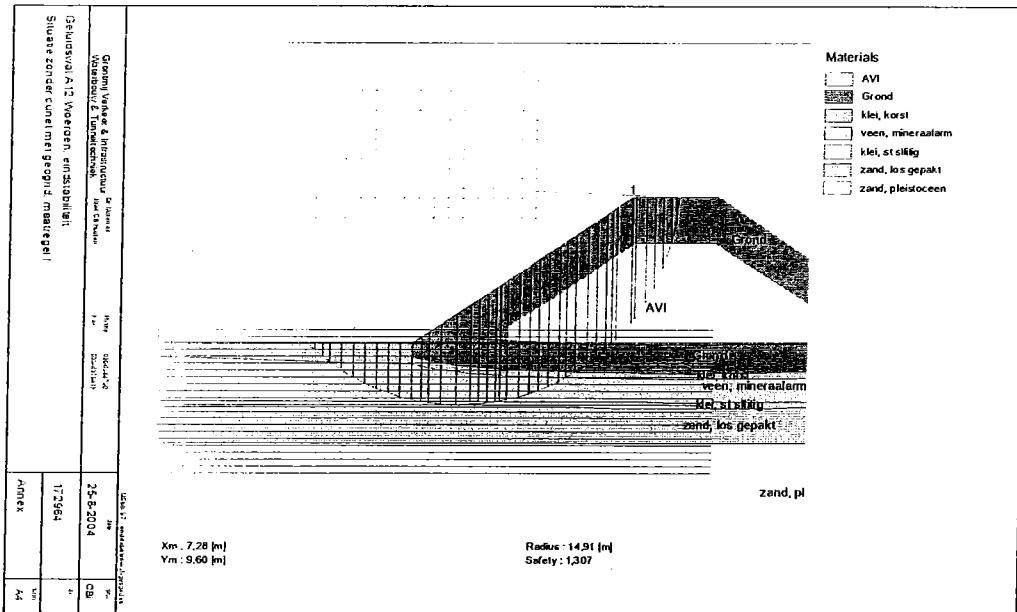
Variant B (met cunet – Eindsituatie – A12-zijde)



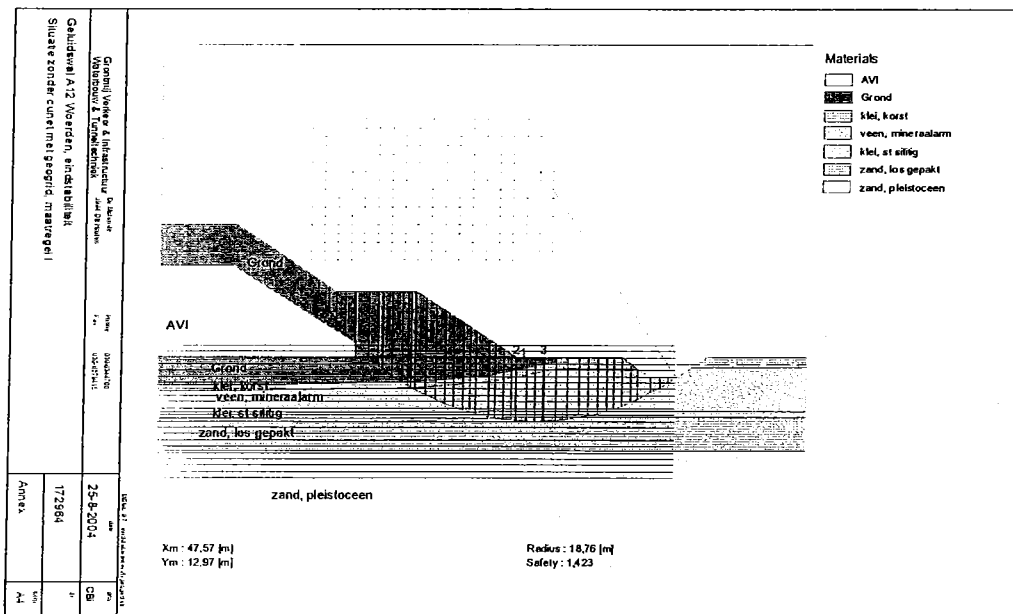
Variant B (met cunet – Eindsituatie – binnenzijde)



Aanvullende maatregel I – Eindsituatie – A12-zijde

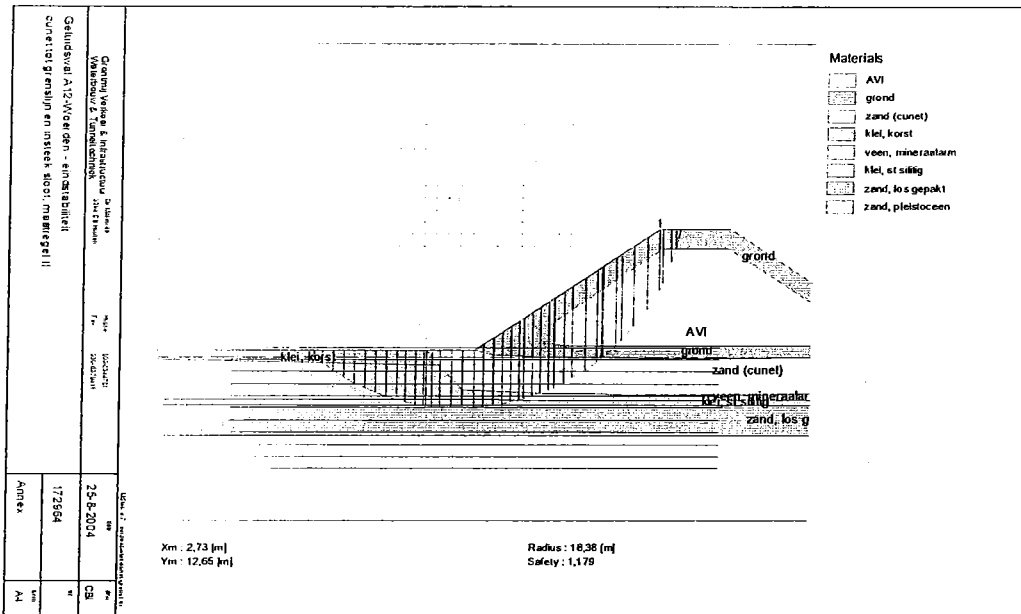


Aanvullende maatregel I – Eindsituatie – binnenzijde

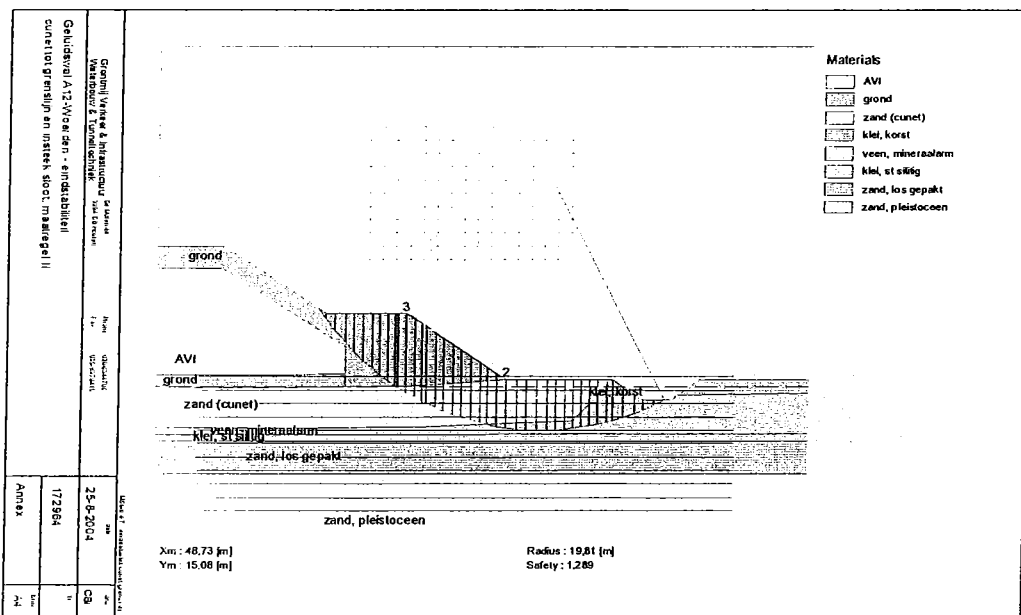


Memorandum
I&M-99351164/CB/xs

Aanvullende maatregel II – Eindsituatie – A12-zijde

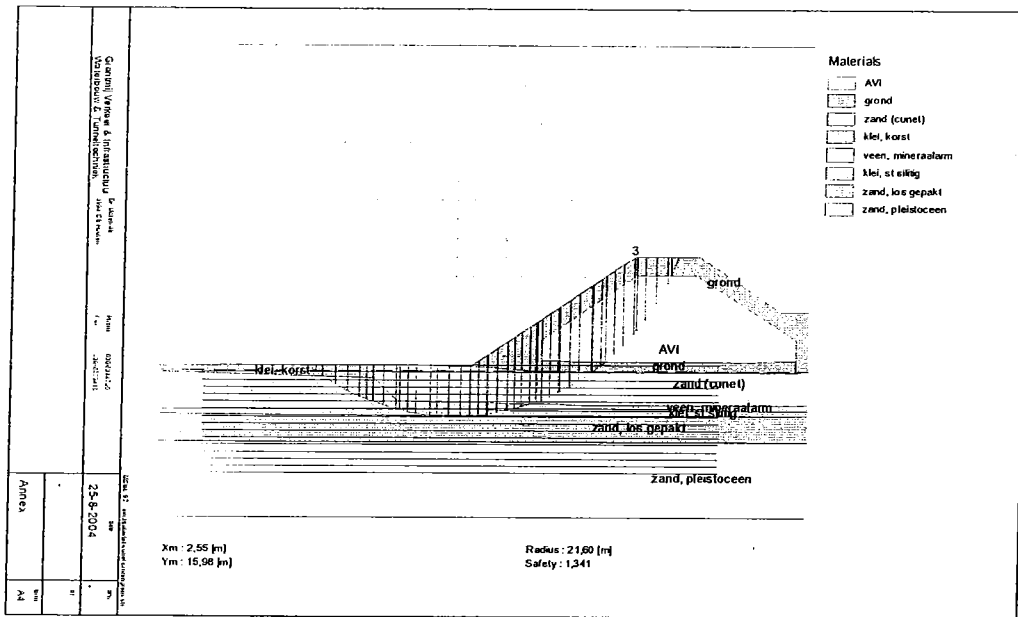


Aanvullende maatregel II – Eindsituatie – binnenzijde

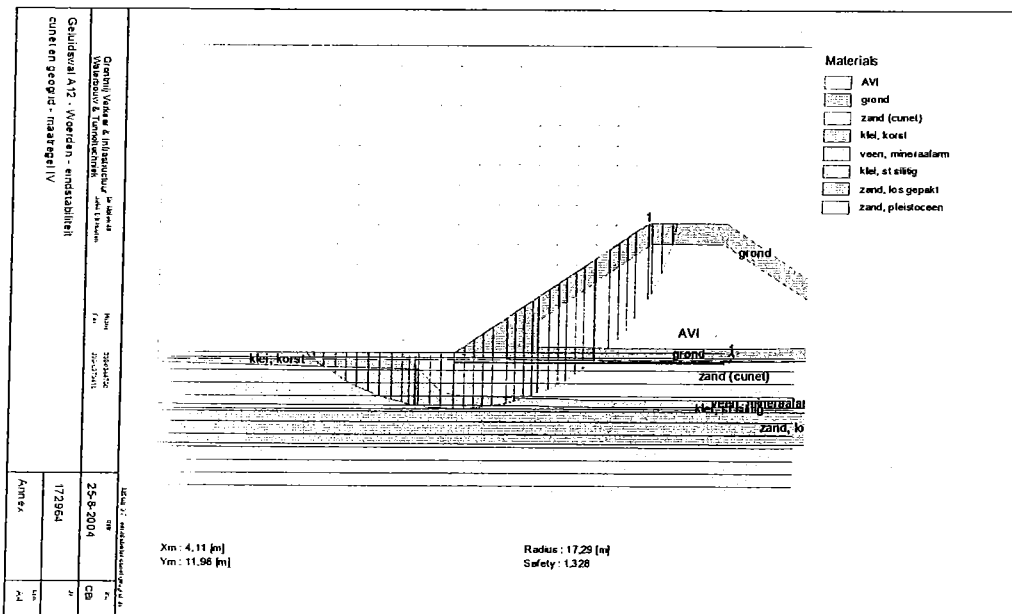


Memorandum
I&M-99351164/CB/xs

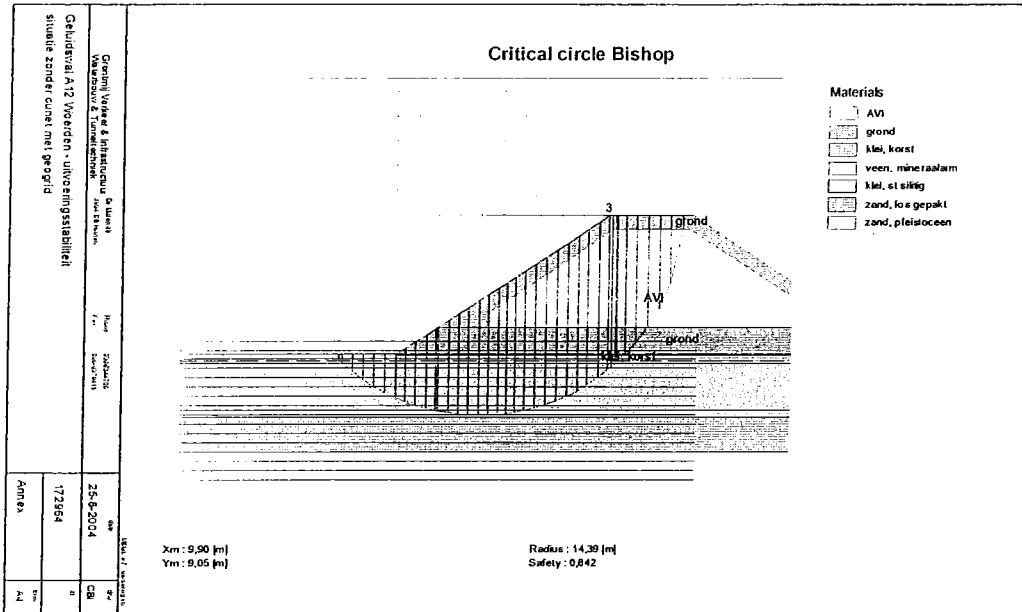
Aanvullende maatregel III – Eindsituatie – A12-zijde



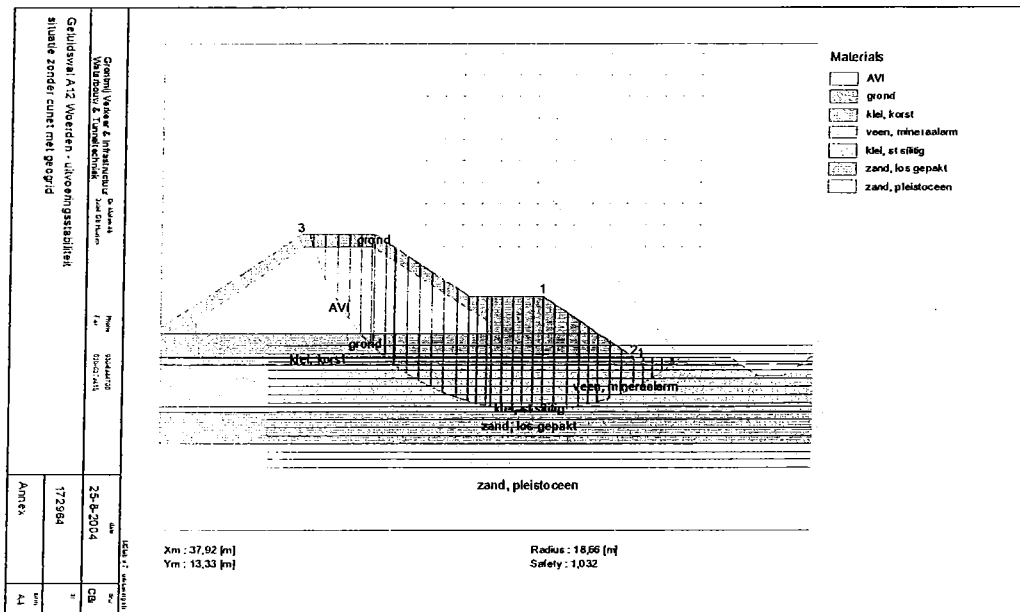
Aanvullende maatregel IV – Eindsituatie – A12-zijde



Aanvullende maatregel I – uitvoeringssituatie – A12-zijde

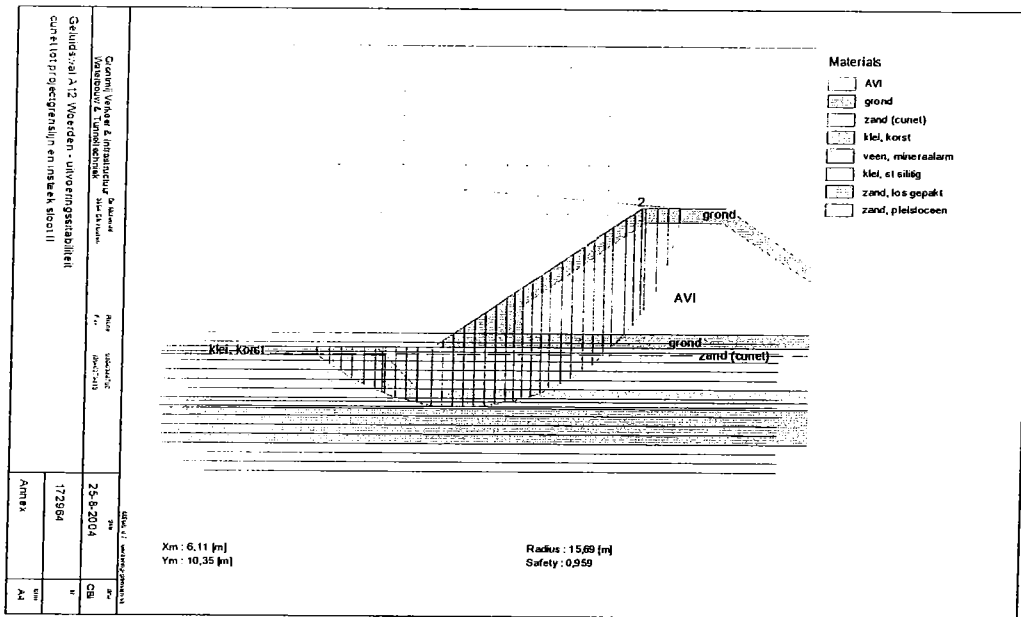


Aanvullende maatregel I – uitvoeringssituatie – binnenzijde

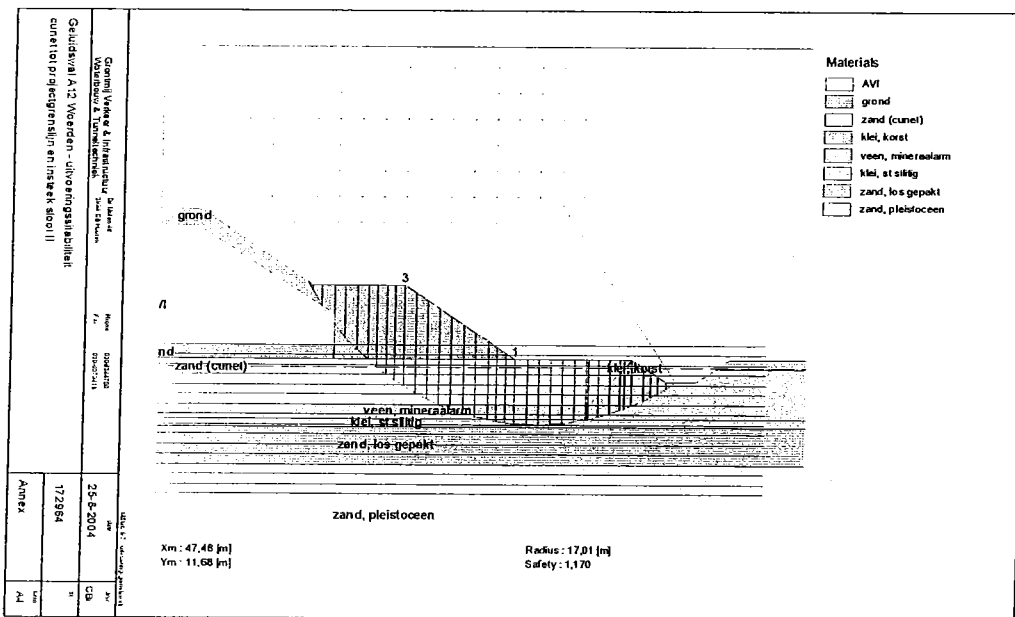


Memorandum
I&M-99351164/CB/xs

Aanvullende maatregel II – uitvoeringssituatie – A12-zijde

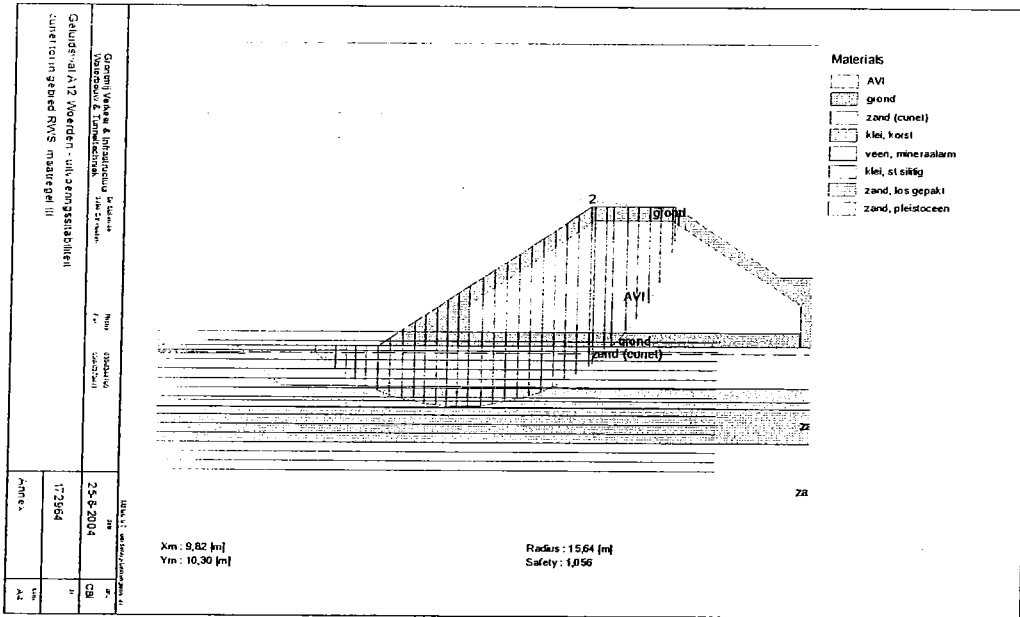


Aanvullende maatregel II – uitvoeringssituatie – binnenzijde

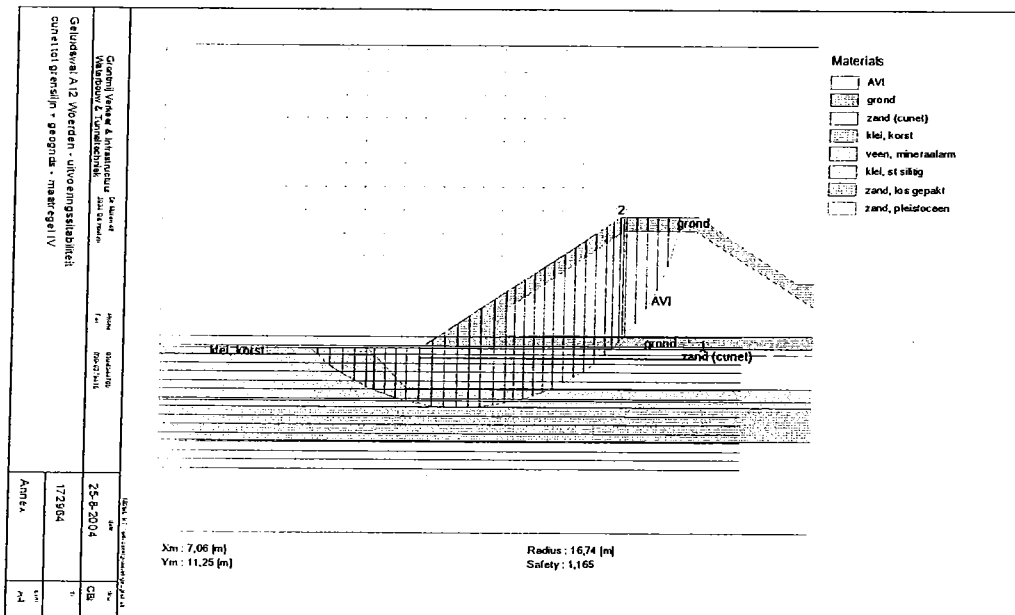


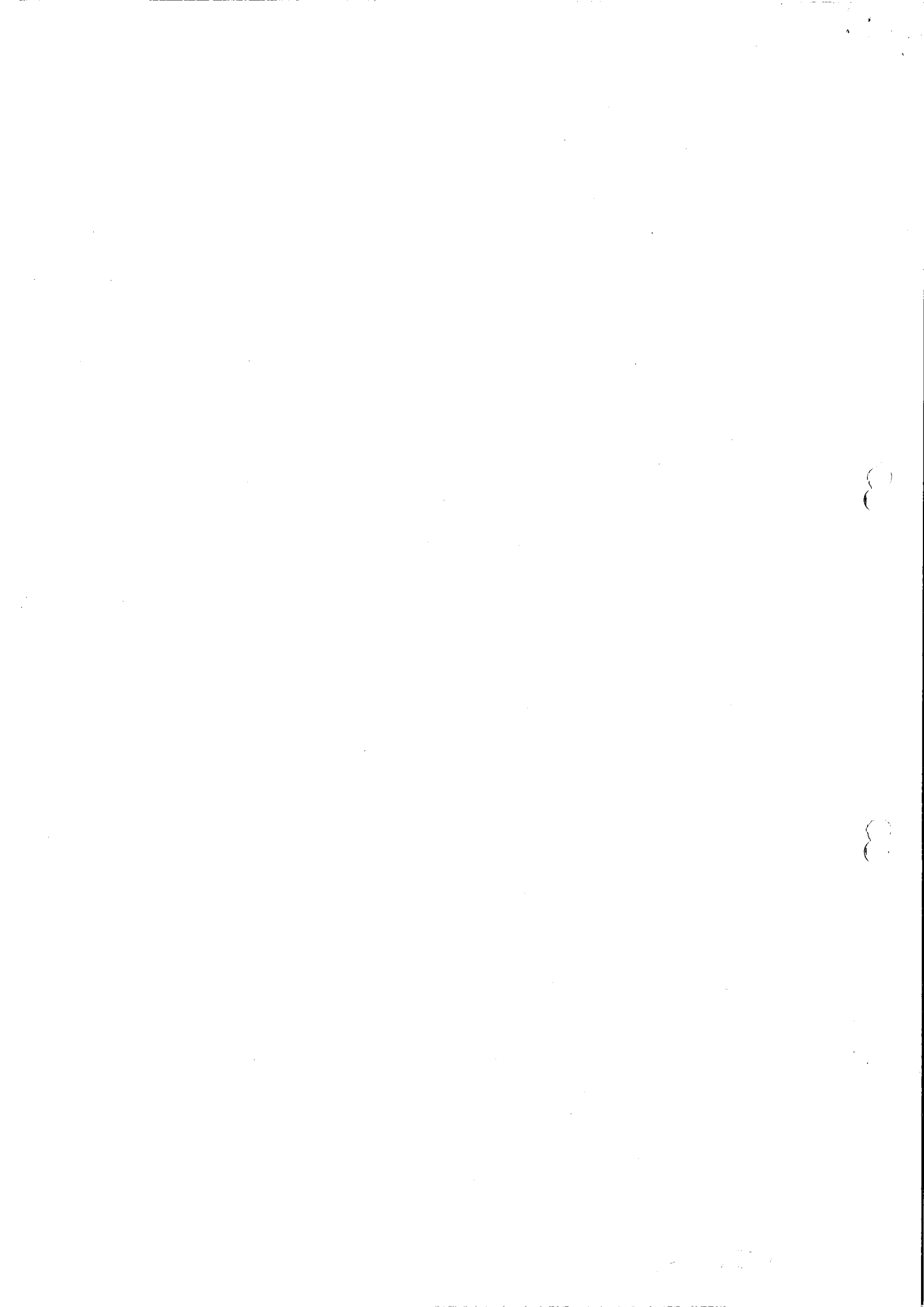
Memo nummer
I&M-99351164/CB/xs

Aanvullende maatregel III – uitvoeringssituatie – A12-zijde



Aanvullende maatregel IV – uitvoeringssituatie – A12-zijde





Memo

Plaats
De Bilt, 20 februari 2007

Referentienummer
I&M-99381980/LV/xs

Kenmerk
220445

Aan
Grontmij Nederland bv
T.a.v. de heer H. W. Vianen
Postbus
HOUTEN

Kopie aan
ir. L.B. Verbeek, ing. R. Steenbrink

Van
ir. L.B. Verbeek

Betreft
Beoordeling geotechnisch advies geluidswal A12 bij Woerden

Geachte heer Vianen,

Ten behoeve van de realisatie van een geluidswal langs de noordzijde van de A12 bij Woerden zijn is door IBU en IBA een geotechnisch onderzoek en advies uitgevoerd. Op verzoek van de gemeente Utrecht heeft Grontmij Nederland dit onderzoek en advies beoordeeld op de geotechnische aspecten. In de voorliggende notitie wordt verslag gedaan van deze beoordeling.

1 Beoordeelde documenten

De betreffende door IBU en IBA uitgevoerde werkzaamheden zijn vastgelegd in de volgende vier documenten:

- 1 Geluidswal A12, rapportage geotechnisch veldwerk, IBU, 06-08-2004;
- 2 Veldhuizen geluidswal A12, Ophoogadvies VO-Fase, IBU, 12-01-2006;
- 3 Geluidswal Woerden, rapport Plaxis-berekeningen, IBA, 22-11-2006;
- 4 Geluidswal Woerden, rapport Quickscan ophoogmethoden, IBU, 22-11-2006

Document [1] bevat uitsluitend de (overigens belangrijke) resultaten van het uitgevoerde veld- en laboratoriumonderzoek. Omdat wij geen commentaar op dit rapport hebben (behoudens de opmerking dat de titel wat misleidend is), blijft dit in het navolgende verder buiten beschouwing.

2 Opmerkingen documenten

2.1 Algehele impressie

In algemene zin merken wij het volgende op over de inhoud van de documenten.

- Het draait bij het geotechnisch advies om de (predictie) van de zettingen en de stabiliteit van de grondwal alsmede om de dimensionering van de maatregelen om de restzettingen te beperken en de stabiliteit te waarborgen. Het is echter onvoldoende duidelijk of en in hoeverre rekening moet worden gehouden met effecten voor de omgeving (bestaande infrastructuur);

- Alle 3 documenten hebben zoals de tekst aangeeft een verkennend karakter. Uitwerking tot een DO is dus nog noodzakelijk;
- Er is niet voldoende duidelijk is aangegeven welke normen en welke veiligheidsbenadering zijn/is aangehouden;
- De gehanteerde geotechnische modellering verschilt nogal tussen de 3 documenten. Dit betreft zowel de grondparameters als de rekenmethoden. Convergentie (in de toekomst) naar een meer eenduidige benadering/modellering is sterk aan te bevelen.

2.2 Opmerkingen Veldhuizen geluidswal A12, Ophoogadvies VO-Fase [2]

Hoofdstuk 2

- *2^e bullet*
het volumegegewicht van het ophoogmateriaal is aangehouden op 16 kN/m^3 . Dit achten wij aan de lage kant, zeker bij ophoging van zandig materiaal of zandige klei. De wrijvingseigenschappen van het ophoogmateriaal zijn, zoals terecht onderkend wordt (zonder grondwapering) te laag om voldoende veiligheid te bereiken bij het aangehouden steile talud (van 1: 1,5);
- *4^e bullet*
De restzettingseis (restzetting wal dient beperkt te blijven tot 6 cm over 30 jaar) komt uit de PvE en is afgestemd op de toelaatbare zetting van de later te plaatsen schanskorfmuur. Dit is correct, maar wellicht is het (los van deze beoordeling) zinvol t.z.t. een kritisch blik te werpen op de noodzaak van deze zeer strenge (en "dure") eis. Deze eis is bij een venige ondergrond zoals de onderhavige en/of bij ophoging met kleiig materiaal in redelijkheid eigenlijk niet of nauwelijks te realiseren;
- *9^e (een na laatste) bullet*
Het gasverdeelstation aan de westzijde moet zettingsvrij blijven. Houdt dit een zetting van 0 mm in, of is 5 mm ook nog toelaatbaar? Hoe zit het met (de eis ten aanzien van) horizontale vervormingen? Overigens wordt het verdeelstation verder nergens meer vermeld;
- *laatste bullet*
Er komt kennelijk een watergang langs de teen van het talud. Terecht wordt opgemerkt dat dit van belang is voor de stabiliteit en dat de (nieuwe) geometrie in het DO moet worden meegenomen. Deze sloot heeft echter in principe ook (ten opzichte van de aangenomen grondwaterstand gunstige) gevolgen voor de freatische grondwaterstand, te meer daar het onderste deel van de ophoging waarschijnlijk in zand zal worden uitgevoerd. Dit punt dient in het DO nader onderzocht te worden;
- *Bouwtijd*
De beschikbare bouwtijd (ophoogtijd + ligtijd) is niet (duidelijk) aangegeven. We gaan in het navolgende uit van een beschikbare periode van 5 jaar.

Paragraaf 3.2

Het overzicht met grondparameters is te summier. Het is (ook in de VO fase) gelet op de zeer forse belastingen op een veenpakket zinvol/noodzakelijk om te rekenen met natuurlijke rekken (in het veen). Hier is ten onrechte geen rekening mee gehouden. Het volumegegewicht van het veen (11 kN/m^3) is te hoog aangenomen. Een waarde van 10 kN/m^3 ware getuige de labwerkresultaten uit [1] beter geweest. Laatstgenoemde waarde is trouwens (niet consistent!) ook gebruikt bij de in bijlage 5 gepresenteerde stabiliteitsanalyse. Er is (waarschijnlijk) ten onrechte geen rekening gehouden met overconsolidatie. In ieder geval is die niet in de tekst vermeld.

Er is (wellicht, is niet goed na te gaan) onvoldoende rekening gehouden met de relatief forse sterkte en stijfheid van de (getuige [1]) aanwezige deklaag van klei (korst).

Paragraaf 3.5

De aangenomen grondwaterstand van NAP -1,25 m is erg (te) conservatief. Dit is een punt van aandacht. Zie ook de vorige opmerking over hoofdstuk 2 ten aanzien van de toekomstige sloot.

Paragraaf 5.1

De noodzaak van een verticale drainage (zonder grondverbeteringen) is aangetoond. Helaas is het effect van verticale drainage niet doorgerekend. Getuige de laatste bijlage is voor de horizontale consolidatiecoëfficiënt (c_h) dezelfde waarde aangehouden als voor de verticale consolidatiecoëfficiënt c_v . Voor veen is dit een erg pessimistische aanname. Bij een meer realistische waarde is een grotere drainafstand (richting 1,5 m) mogelijk.

Paragraaf 5.2

In de tekst wordt geconstateerd dat de eindstabiliteit zonder maatregelen onvoldoende is. Voorgesteld wordt een oplossing met grondverbeteringen aan de randen al dan niet in combinatie met geotextielen. Deze oplossingen zijn helaas nog niet uitgewerkt.

2.3 Opmerkingen Geluidswal Woerden, rapport Plaxis berekeningen [3]

Paragraaf 3.1

Zoals reeds eerder vermeld, achten wij het aangehouden volumegewicht te laag.

Paragraaf 4.3

De aangehouden wrijvingseigenschappen van zand zijn erg (te) conservatief. De wrijvingseigenschappen van de ondergrond worden ten onrechte niet vermeld.

Paragraaf 4.4

- Er is terecht (in tegenstelling tot de MSettle berekeningen uit [2]) uitgegaan van grote vervormingen (Updated Mesh). Wel is de stabiliteitsanalyse met een phi-c reductie (ter verificatie van de stabiliteit) zeer discutabel bij deze methode. Dit is een punt van aandacht;
- Het is niet duidelijk welke POP of OCR is aangehouden en hoe de omrekening van de stijfheidsparameters heeft plaatsgevonden. Overigens geven wij in dit geval de voorkeur aan het hardening model (en veel minder knopen);
- Er is ten onrechte geen rekening gehouden met uitvoeringsaspecten, zoals gefaseerde ophoging, ongedraineerd gedrag en consolidatie. De macrostabiliteit is hierdoor onvoldoende onderzocht/ aangetoond.

2.4 Opmerkingen Geluidswal Woerden , rapport quickscan ophoogmethoden [4]

Paragraaf 1.2.3

Het is uit geohydrologisch oogpunt waarschijnlijk niet wenselijk om middels de grondverbetering een kortsluiting te realiseren met het diepe grondwater. Vermoedelijk moet de diepste (klei) laag (deels) blijven zitten om dit te voorkomen. In principe is dit geen probleem en heeft dit verder ook geen grote gevolgen.

Paragraaf 2.1.2

De variatie van de zettingsparameters is op zich in orde, maar zoals eerder opgemerkt, achten wij toepassing van natuurlijke rek noodzakelijk.

Paragraaf 3.2

De geocel blijkt nauwelijks belasting te spreiden. Dit was te verwachten.

Paragraaf 3.4 t/m 3.6

Wij begrijpen niet waarom geen gebruik is gemaakt van een 2D zettingsprogramma zoals MSettle. Het omrekenen naar een 1D zettingsmodel is weinig zinvol.

Paragraaf 3.5

Zoals eerder vermeld, zijn wij het niet eens met het (hoog) aangehouden volumegewicht van veen. De argumentatie voor de bewuste afwijking (van het labwerk) klopt evenmin. Voor een betere fit kan beter met een hogere grensspanning gewerkt worden.

Paragraaf 3.6

De aangenomen hydrodynamische periode van 500 dagen is te kort en niet consistent met bijlage 6 uit [2], volgens welke deze periode ongeveer 3 jaar bedraagt (met verticale drains h.o.h. 1,0 m).

Hoofdstuk 5

Met een matras op (Augeo) palen wordend de zettingen inderdaad drastisch verminderd. De palen worden echter horizontaal belast vanuit de grondwal. Hier is ten onrechte geen aandacht aan besteed. Overigens zien wij de Augeopalen om deze reden hier niet zitten.

Paragraaf 6.2

De IFCO methode werkt voornamelijk via onderbemaling (dit is niet vermeld). De werking van de onderdruk is, zoals de tekst terecht aangeeft, in veen vaak twijfelachtig; dit geldt overigens eveneens voor de Beaudrain methode.

Hoofdstuk 7

Gesteld wordt dat IFCO en BeauDrain de stabiliteitsproblemen niet oplossen. Verderop staat vermeld dat wellicht wel eerder aan de restzettingseis wordt voldaan. Wij zijn het hier niet mee eens. De stabiliteit wordt gedurende de eerste fasen van de ophoging wel degelijk verbeterd terwijl het zettingsversnellende effect ter plaatse van de kruin waarschijnlijk praktisch niet haalbaar is omdat dan jarenlang een vacuüm instand gehouden moet worden.

3 Samenvatting, conclusies en aanbevelingen

Na bestudering van de IBA/IBU documenten komen wij tot de volgende conclusies:

1 Berekeningen/uitgangspunten

De uitgevoerde berekeningen zijn hier en daar onvoldoende consistent uitgevoerd en bepaalde uitgangspunten zijn dubieus. Bijstelling/overleg/afstemming/herberekening is gewenst;

2 Voorafgaande aan de opstelling van een DO dienen eerst alle basisgegevens uitgangspunten en randvoorwaarden volledig en gedetailleerd geformuleerd te worden;

3 Bij een ontwerp van een grondlichaam zoals deze geluidswal wordt eerst het zettingsproces in beschouwing genomen en vervolgens het stabiliteitsaspect. Wij stellen hierbij het volgende stappenplan voor:

- Zettingen

- eindzetting

de geluidswal zakt naar verwachting ca. 2 m. Wij hebben de zetting indicatief nagerekend en kunnen deze predictie bevestigen. Herberekening met een 2D zettingsmodel (MSettle of PLAXIS) op basis van natuurlijke rek wordt niettemin noodzakelijk geacht;

- restzettingen

Het zettingsproces dient versneld te worden ter beperking van de restzetting, vooral van de schanskorven op de kruin. Om deze reden dient onder de wal (in combinatie met voorbelasting) verticale drainage aangebracht te worden. Deze is ook noodzakelijk om nabij de teen voldoende uitvoeringsstabiliteit te realiseren. Als binnen de gestelde bouwtijd de restzettingen nog te hoog is en/of de noodzakelijke voorbelasting (qua stabiliteit) problematisch is, dient een grondverbetering in de kern van de wal toegepast te worden. Wij achten een heroverweging ten aanzien van het restzettingscriterium van de geluidswal overigens zinvol. De hoge kosten om de restzettingen binnen de perken te houden rechtvaardigen een dergelijke herbezinning;

- Stabiliteit

De stabiliteit van de wal zelf en van de ondergrond kan uitsluitend met specifieke maatregelen gewaarborgd worden:

- De interne stabiliteit van de wal dient verzekerd te worden met geogrids. Hiertoe dient een herberekening uitgevoerd te worden, waarbij ditmaal ook de fase-ring/uitvoeringssituatie expliciet in beschouwing genomen dient te worden.

- De overall (eind)stabiliteit van de wal dient (waarschijnlijk) gerealiseerd te worden door een lokale grondverbetering langs de rand uit te voeren. Eventueel kan ook dan de uitvoeringsstabiliteit nog problematisch zijn. In dat geval zou de IFCO methode een oplossing kunnen bieden;

- Effecten voor omgeving

De consequenties (zettingen vervormingen) voor de omgeving dienen op basis van de resultaten van de alsdan uitgevoerde berekeningen in beeld te worden gebracht. Waar nodig worden lokale maatregelen gedimensioneerd.



Voor nadere informatie kunt u contact opnemen met de heer ir. L.B. Verbeek, telefoon +31 30 220 75 29.

Wij vertrouwen erop u hiermee voldoende te hebben geïnformeerd.

Met vriendelijke groet,
Grontmij Nederland bv

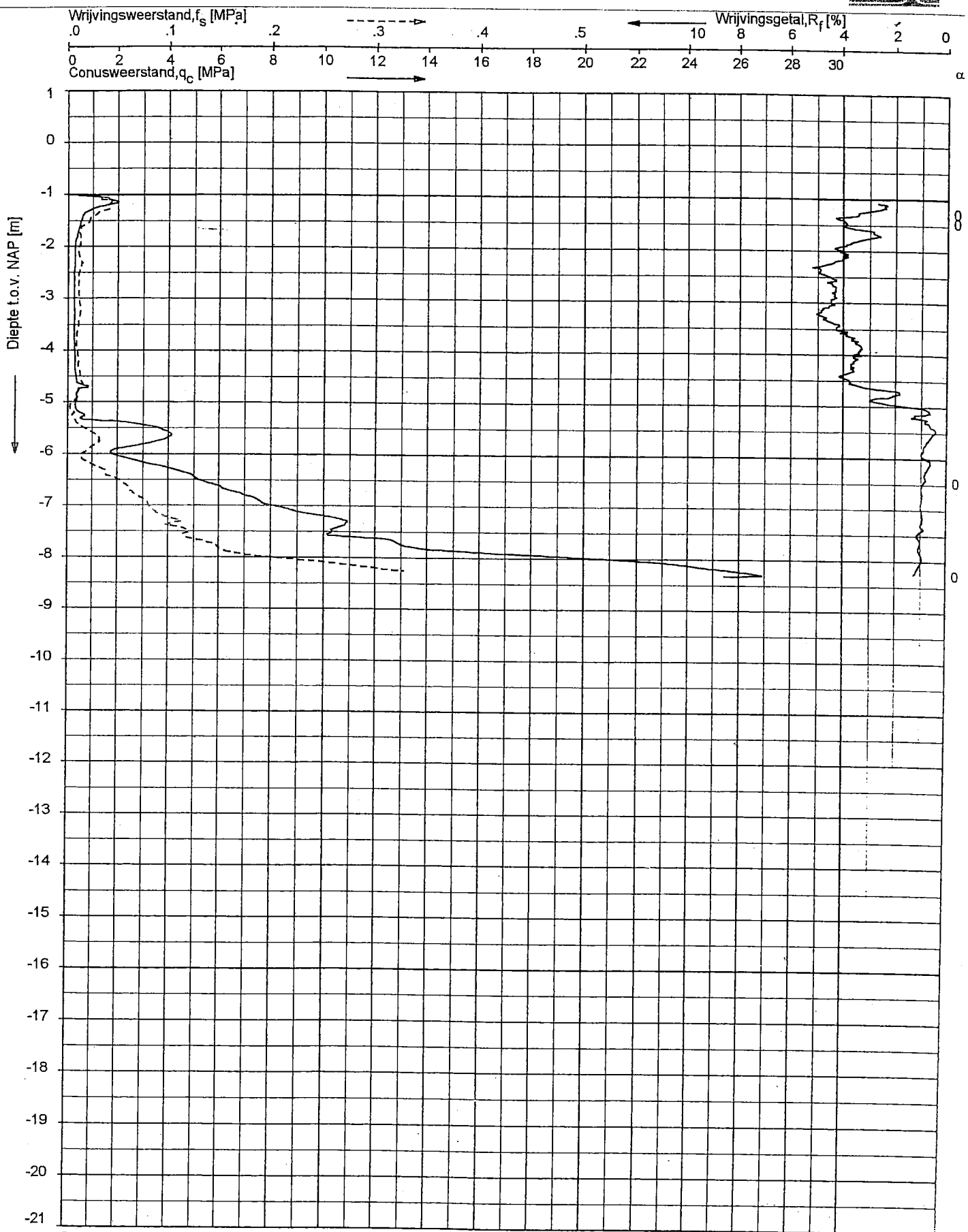
ing. R. Steenbrink
Teamleider Geotechniek



Fugro Ingenieursbureau BV Kantoor Leidschendam 070-3111333		Veurse Achterweg 10 2264 SG Leidschendam		
Get.: LOYCE	Datum: 21-06-2004	Gec.:	Datum:	
SITUATIE				
A12 AANSLUITING WOERDEN 0007				Opdr.: 1004-0041-000

MONSTER NR	DIEPTE t.o.v. NAP [m]	BODEM PROFIEL	BESCHRIJVING BODEM PROFIEL	DIEPTE TEST t.o.v. NAP [m]	VOLUMIEK GEWICHT			WATER-GEHALTE w [massa %]	PORIEN GEHALTE n [%]	VERZAD. GRAAD S [%]	ONGEDR. SCHUIF STERKTE f undr [kPa]	HOEK INWEND. WRIJVING ϕ [°]	COHESIE c' [kPa]	OPMERKINGEN
					γ [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	γ_{dr} [kN/m ³]							
1	-1.0		-1.17 Klei, uiterst siltig, matig humeus, puinsporen, bruin	-1.37	15.4		10.0	54.4	61.6	89.8				
2	-2.0		-1.32 Klei, sterk siltig, matig humeus, bruin	-1.77	9.5		1.8	422.5						
3			-1.62 Veen (mineraalarm), bruin	-2.17	10.6		2.2	391.3						
4			-2.37 Veen, zwak kleilig, bruin	-2.52	10.1		1.6	518.6						
5	-3.0		-2.77 Veen (mineraalarm), bruin	-3.07	9.1		1.1	696.8						
6				-3.37	9.3		1.0	808.8						
7	-4.0			-3.77	9.2		1.0	828.2						
8				-4.27	8.6		0.9	824.0						
9				-4.57	9.2		1.0	855.0						
10	-5.0		-4.92 Hout	-4.97	9.0		1.3	611.8						
11			-4.97 Veen (mineraalarm), houtresten, bruinbruin											
12	-6.0		-5.17 Zand (zeer fijn), zwak siltig, houtresten, grijs	-5.77	19.7		16.4	20.3	36.9	92.1				
13			-5.57 Zand (zeer fijn), zwak siltig, grijs											
14	-7.0													
15														
16	-8.0		-7.57 Zand (matig fijn), zwak siltig, grijs											
17														
18	-9.0													
19														
20	-10.0		-9.17 Zand (matig grof), zwak siltig, grijs											
21														
22	-11.0													
23														
24	-12.0													
25														
26	-13.0		-12.17 Zand (matig grof), zwak siltig, zwak grindig, grijs	-12.57	18.7		15.4	21.4	40.9	81.9				
27														
28														
29														
30			-13.17 Einde boring											

Uitvoering : 18-06-2004 Boring bij : MV : NAP -1.17 m. GHG : MV - m. X :
 Peiling PB : 18-06-2004 Boormeester : JV Gemeten GWS : MV -0.60 m. GLG : MV - m. Y :



Opg. : JBL/ d.d. 15-jun-2004 conus : F7.5CKE/V X = 128294.981
 Get. : KGR d.d. 21-jun-2004 MV = NAP -1.00 m Y = 454748.936

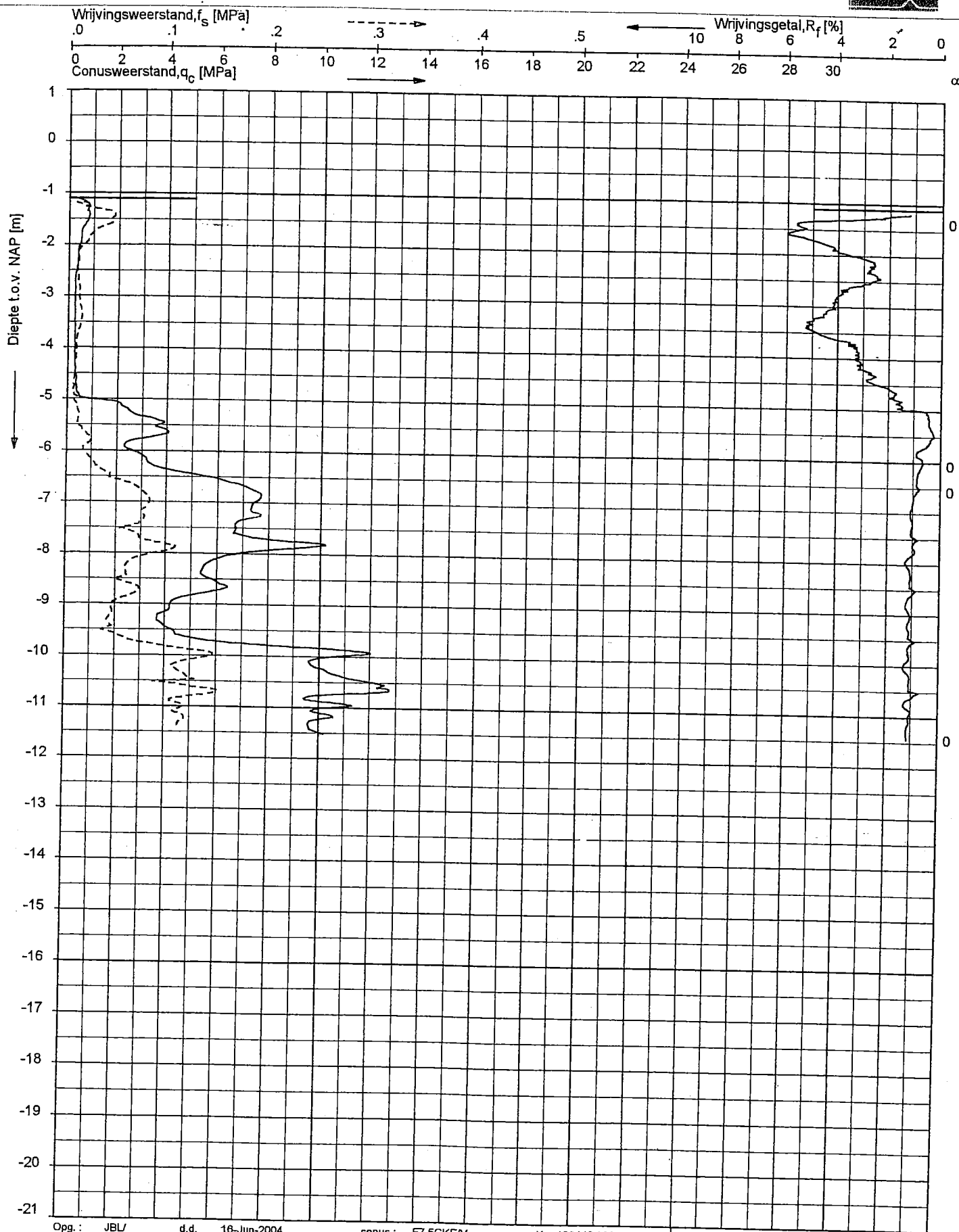
Sondering volgens norm NEN 514C
 conustype cilindrisch elektrisch
 & afwijking van de vertikaal



SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

AANSLUITING A12 WOERDEN-OOST - LEIDSCHER RIJN

Opdr. 1004-0041-000
 Sond. DKM123



Opg.: JBL/ d.d. 16-Jun-2004 conus: F7.5CKE/V X = 128440.383
 Get.: KGR d.d. 21-jun-2004 MV = NAP -1.11 m Y = 454709.010

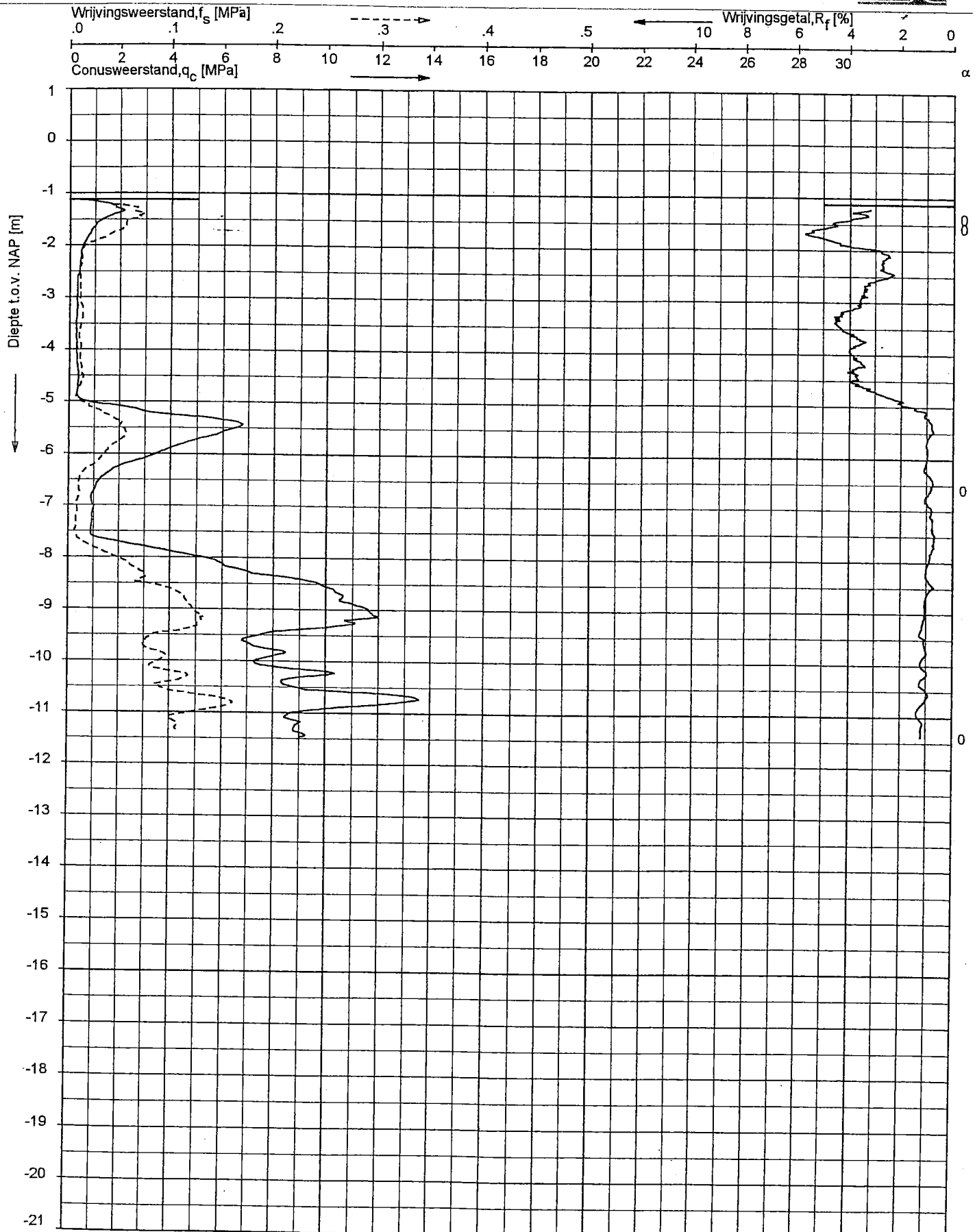
Sondering volgens norm NEN 5140
 conustype cilindrisch elektrisch
 α afwijking van de vertikaal

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

AANSLUITING A12 WOERDEN-OOST - LEIDSCHER RIJN

Opdr. 1004-0041-000
 Sond. DKM124





Opg. : JBL/ d.d. 16-Jun-2004 conus : F7.5CKE/V X = 128547.494
Get. : KGR d.d. 21-jun-2004 MV = NAP -1.13 m Y = 454704.028

Sondering volgens norm NEN 5140
conustype cilindrisch elektrisch
 α afwijking van de vertikaal



SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

AANSLUITING A12 WOERDEN-OOST - LEIDSCHER RIJN

Opdr. 1004-0041-000
Sond. DKM125

Bijlage 3: Laboratoriumresultaten

Bijlage 3a: resultaten triaxiaalproef

Bijlage 3b: resultaten zettingsproef

Geotechnische rapportage onderbouw noord

A12 Aansluiting Woerden-Oost

Definitief

Grontmij Nederland bv
Infrastructuur & Milieu
De Bilt, 17 januari 2008

Verantwoording

Titel : Geotechnische rapportage onderbouw noord
Subtitel : A12 Aansluiting Woerden-Oost
Projectnummer : 240217
Referentienummer : I&M-99393234/AK/lk
Revisie : D0
Datum : 17 januari 2008

Auteur(s) : ir. J.A. Kleinjan
E-mail adres : geotechniek@grontmij.nl
Gecontroleerd door : ir. L.B. Verbeek
Paraaf gecontroleerd : 
Goedgekeurd door : ing. R. Steenbrink
Paraaf goedgekeurd : 
Contact : 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
infraenmilieu@grontmij.nl
www.grontmij.nl

Inhoudsopgave

1	Inleiding.....	4
1.1	Algemeen.....	4
1.2	Leeswijzer.....	4
2	Uitgangspunten.....	5
2.1	Gebruikte gegevens, normen en richtlijnen.....	5
2.2	Contracteisen.....	5
2.3	Dwarsprofielen aardenbaan.....	5
2.4	Aanvullend grondonderzoek en bodemschematisatie.....	5
2.4.1	Aanvullend grondonderzoek.....	5
2.4.2	Bodemopbouw.....	6
2.4.3	Grondwaterstand.....	6
2.4.4	Grondparameters.....	6
2.5	Zettings- en stabiliteitsberekeningen.....	6
2.6	Terminologie.....	7
3	Geotechnische aspecten.....	9
3.1	Inleiding.....	9
3.2	Resultaten zettingsberekeningen.....	10
3.3	Resultaten stabiliteitsberekeningen.....	11
3.4	Ophoofasering.....	12
3.4.1	Verbindingswegen.....	12
3.4.2	Opritten.....	12
3.5	Aardebanen nabij landhoofden.....	13
3.6	Gastransportleiding.....	13
3.7	Samenvatting en uitvoeringsaspecten.....	13
4	Monitoring.....	15
4.1	Monitoring taludstabiliteit met waterspanningsmeters.....	15
4.1.1	Werkwijze.....	15
4.2	Monitoring zettingen met zakbaken.....	16

Bijlage 1: Tekeningen met situatie en dwarsprofielen

Bijlage 2: Aanvullend grondonderzoek

Bijlage 3: Resultaten zettingsberekeningen

Bijlage 4: Resultaten stabiliteitsberekeningen eindsituatie

Bijlage 5: Richtlijnen voor plaatsen van waterspanningsmeters en zakbaken

1 Inleiding

1.1 Algemeen

In het voorliggende rapport wordt ingegaan op de geotechnische aspecten met betrekking tot de aanleg van de aardebanen binnen het project A12 Aansluiting Woerden-Oost. Deze aansluiting bevindt zich tussen km 49,6 en 52,6 van de A12. Op de aardebanen worden (verbinding)swegen en opritten naar kunstwerken gesitueerd. Het grootste kunstwerk is een viaduct over de A12. Voor een overzicht wordt verwezen naar de tekeningen in bijlage 1.

In het rapport wordt ingegaan op de aardebanen aan de noordzijde van de A12. Deze aardebanen worden op traditionele wijze aangelegd, dat wil zeggen met een voorbelasting al dan niet in combinatie met verticale drainage. De beschikbare bouwtijd bedraagt circa 1 à 1,5 jaar.

1.2 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 zijn de uitgangspunten opgenomen, met daarin de bodemschematisatie. De geotechnische beschouwingen voor de aardebanen, inclusief de daarvoor uitgevoerde berekeningen, staan in hoofdstuk 3. In dat hoofdstuk wordt ook ingegaan op de invloed die de aanleg van de aardebaan heeft op een gastransportleiding die juist ten noorden van de werkgrens ligt. In hoofdstuk 4 wordt ingegaan op het monitoren van de taludstabiliteit tijdens het aanbrengen van de voorbelasting en het monitoren van de zettingen.

2 Uitgangspunten

2.1 Gebruikte gegevens, normen en richtlijnen

Voor de beschouwing van de geotechnische aspecten is uitgegaan van de volgende gegevens:

- Grond- en laboratoriumonderzoek door Fugro, rapport: Geotechnisch onderzoek A12 aansluiting Woerden-oost, deelopdracht 1 t/m 5, d.d. 1 juli 2005 (doc.nr: 1004-0017-000.D01) [1].
- Programma van Eisen, vraagspecificatie deel 1 UTI-07163 [2].
- Beschikbare bouwtijd voor de aardebanen: 15 maanden.
- Beschikbare bouwtijd voor de aardebanen ter plaatse van de landhoofden van kunstwerken: 10 maanden.

In tabel 2.1 zijn de gehanteerde normen en aanbevelingen vermeld.

Tabel 2.1 Normen en richtlijnen

Kenmerk	Titel	Datum
NEN 6702	Technische grondslagen bouwconstructies TGB 1990 - Belastingen en vervormingen	december 2001
NEN 6740	Geotechniek – TGB 1990 – Basiseisen en belastingen	september 2006

2.2 Contracteisen

De volgende contracteisen zijn van toepassing (zie Programma van Eisen, vraagspecificatie deel 1 UTI-07163 [2]);

- SSW 5.2.02: De restzettingen van de Wegen dienen tot 7 jaar na oplevering beperkt te blijven tot maximaal 150,00 millimeter.
- SSW 5.2.03: De restzettingsverschillen van de Wegen dienen tot 7 jaar na oplevering beperkt te blijven tot in langsrichting maximaal 50,00 millimeter over 25,00 meter.
- SSW 5.2.04: De afwijking van de bovenbouw van de Wegen dient tot 7 jaar na oplevering ten gevolge van restzettingsverschillen maximaal 4,00 % van de oorspronkelijk gerealiseerde dwarshelling te zijn.

2.3 Dwarsprofielen aardenbaan

Ten behoeve van de dimensionering van de aardenbanen is uitgegaan van de dwarsprofielen zoals weergegeven op de tekeningen die als bijlage 1 zijn bijgevoegd.

2.4 Aanvullend grondonderzoek en bodemschematisatie

2.4.1 Aanvullend grondonderzoek

In aanvulling op het in [1] beschreven grondonderzoek is aanvullend grondonderzoek uitgevoerd. Dit onderzoek is met name uitgevoerd ter plaatse van:

- de verbindingsweg. Hier was nog geen grondonderzoek uitgevoerd;
- op een aantal locaties ter plaatse van de opritten waar de afstanden tussen de bestaande onderzoekspunten te groot werd geacht.

Het uitgevoerde aanvullende grondonderzoek heeft bestaan uit:

- 11 sonderingen tot 10 m –mv;
- 6 handboringen tot 5 m –mv;
- 21 volumegewichtbepalingen van bij de boringen gestoken ongeroerde grondmonsters.

Geconcludeerd wordt dat het aanvullende grondonderzoek het beeld van de bodemopbouw, dat uit het oorspronkelijke grondonderzoek [1] naar voren komt, bevestigd.

Het aanvullende grondonderzoek is inclusief situatietekening opgenomen als bijlage 2.

2.4.2 Bodemopbouw

Op basis van het grond- en laboratoriumonderzoek [1] en het aanvullende grondonderzoek wordt voor de noordzijde van de A12 de volgende bodemopbouw aangehouden:

- Maaiveld niveau: grofweg tussen NAP -0,9 m en NAP -1,4 m.
- Vanaf maaiveldniveau tot NAP -5,0 m: veen.
- Vanaf NAP -5,0 m tot verkende diepte: zand, matig gepakt.

2.4.3 Grondwaterstand

Voor het grootste gedeelte van de projectlocatie is een winterpeil van NAP -2,0 m en een zomerpeil NAP -1,9 m van toepassing. Nabij de Veldhuizerweg bedragen deze peilen respectievelijk NAP -1,9 m en NAP -1,7 m.

Voor de berekeningen is uitgegaan van een grondwaterstand van NAP -1,9 m.

2.4.4 Grondparameters

Op basis van de resultaten uit het grond- en laboratoriumonderzoek en NEN 6740 zijn de grondparameters bepaald, die als invoer dienen in de geotechnische analyses. De grondparameters zijn weergegeven in tabel 2.2.

Tabel 2.2 Grondparameters

Grondsoort	γ_{nat} [kN/m ³]	γ_{droog} [kN/m ³]	Φ' [°]	c' [kPa]	C_p [-]	C_s [-]	C_p' [-]	C_s' [-]	c_v^* [·10 ⁻⁸ m ² /s]
Veen	10	10	15	5	30	225	6	45	3
Zand	20	18	32,5	0	-	-	600	-	10 ⁴

Opmerking: de aangegeven consolidatiecoëfficiënt is aangenomen voor netto ophogingen groter dan 4 m. Voor kleinere ophogingen (kleinere belastingtoename) is een consolidatiecoëfficiënt aangehouden van $1 \cdot 10^{-7}$ m²/s. E.e.a. is gebaseerd op de uitkomsten van de samendrukkingsproeven.

Voor tabel 2.2 geldt:

γ_{nat} nat volumegewicht

γ_{droog} veldvochtig volumegewicht

ϕ' effectieve hoek van inwendige wrijving

c' effectieve cohesie

C_p ; C_p' primaire samendrukkingsconstante vóór respectievelijk na de grensspanning

C_s ; C_s' seculaire samendrukkingsconstante vóór respectievelijk na de grensspanning

c_v verticale consolidatiecoëfficiënt

2.5 Zettings- en stabiliteitsberekeningen

Voor de zetting- en stabiliteitsberekeningen zijn de volgende specifieke uitgangspunten gehanteerd:

Zettingsberekeningen:

- Als ophoogmaterialen worden zand en grond toegepast. De eigenschappen van deze materialen zijn weergegeven in tabel 2.3.
- Zettingen en klink van de ophoogmaterialen zijn niet in de berekeningen meegenomen;
- De grensspanning ligt 5 kN/m² hoger dan de huidige effectieve korrelspanningen in de ondergrond.

- Indien verticale drainage wordt toegepast, wordt dit geplaatst in een driehoeksstramien. De verticale drainage wordt aangebracht tot 1 m boven de pleistocene zandlaag. Rekentechnisch is dit NAP -4,0 m.
- De bestaande A12 is aangelegd op een volledige grondverbetering (alle samendrukbare lagen zijn vervangen door zand). Hierdoor zullen de ophogingen/aanaarding in het kader van het onderhavige project geen invloed hebben op de ligging van de bestaande A12.

Stabiliteitsberekeningen:

- Voor de berekening van de taludstabiliteit is gerekend met de rekenwaarden van de sterkteparameters, te weten hoek van inwendige wrijving (Φ') en de cohesie (c'). De volgende materiaalfactoren zijn conform NEN 6740 toegepast: $\gamma_{\tan \Phi'} = 1,2$ en $\gamma_c = 1,5$.
- Ter plaatse van de verharding is een verkeersbelasting aangehouden van 20 kN/m^2 . Ter plaatse van de lokaal aanwezig landbouwpaden is 10 kN/m^2 aangehouden.
- De veiligheid op taludinstabiliteit dient minimaal 1,0 te bedragen in de eindsituatie en 0,9 tijdens de uitvoering.

Tabel 2.3 **Materiaaleigenschappen ophoogmaterialen**

Materiaal­soort	γ_{nat} [kN/m ³]	γ_{droog} [kN/m ³]	Φ' [°]	c' [kPa]
Grond	16	16	20	2
Zand	20	18	30	0

2.6 Terminologie

In het voorliggende rapport worden de volgende begrippen gebruikt:

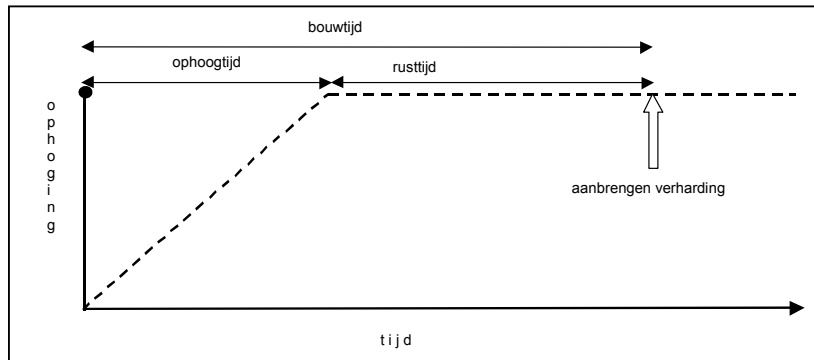
Zettingsanalyse:

- Zetting: de afname van de hoogteligging van het maaiveld of de cunetbodem waarop een (grond)constructie is aangebracht.
- Eindzetting: de zetting die na een periode van 10.000 dagen (≈ 30 jaar) na aanleg wordt bereikt.
- Netto-ophoging: het verschil tussen het toekomstige en huidige maaiveldniveau.
- Bruto-ophoging: de netto-ophoging vermeerderd met de benodigde hoogte ter compensatie van de zettingen (overhoogte).
- Restzetting: de zetting die in een periode van 7 jaar optreedt. Deze periode gaat in direct na het bouwrijp opleveren van de aardebanen (opmerking: conform het programma van eisen gaat de periode van 7 jaar in direct na het opleveren van de weg. Door het tijdstip van het opleveren van de weg gelijk te kiezen aan het tijdstip van het opleveren van de aardebaan (in werkelijkheid zit hier enige tijd tussen) wordt de restzetting (iets) overschat zodat sprake is van een "veilige" benadering).

Ophoogproces:

- Ophoogtijd: de totale uitvoeringsduur van het aanbrengen van de zandophoging.
- Wacht­tijd: indien de ophoging ter waarborging van de stabiliteit gefaseerd plaatsvindt, wordt tussen twee opeenvolgende ophooglagen een zekere "wacht­tijd" in acht genomen.
- Rust­tijd: na voltooiing van de ophoging (ophoog­tijd) dient veelal nog een zekere "rust­tijd" in acht te worden genomen ter beperking van de restzettingen. Na deze rust­tijd kan worden begonnen met de aanleg van de wegverharding.
- Bouw­tijd: de ophoog­tijd vermeerderd met de rust­tijd.
- Zetting­tijd: de rust­tijd vermeerderd met 1/2 van de ophoog­tijd. Op basis van deze zetting­tijd kan in het tijd-zettingsverloop de opgetreden zetting tot aan het einde van de bouw­tijd en de nog te verwachten restzetting in de gebruiksfase bepaald worden.

Een aantal definities is grafisch weergegeven in figuur 2.1.



Figuur 2.1 Overzicht tijden in ophoogproces

3 Geotechnische aspecten

3.1 Inleiding

Voorafgaand aan het opstellen van dit rapport zijn een aantal verkennende zettings- en stabiliteitsberekeningen uitgevoerd. Op basis van de resultaten van deze berekeningen zijn een aantal principes bepaald voor de opbouw/uitvoeringswijze van de aardebanen. Deze zijn hieronder beschreven en weergegeven in figuur 3.1. Onderscheid is gemaakt in aardebanen voor verbindingswegen (netto ophoging 0,5 à 1 m) en voor opritten (netto ophoging > 1 m).

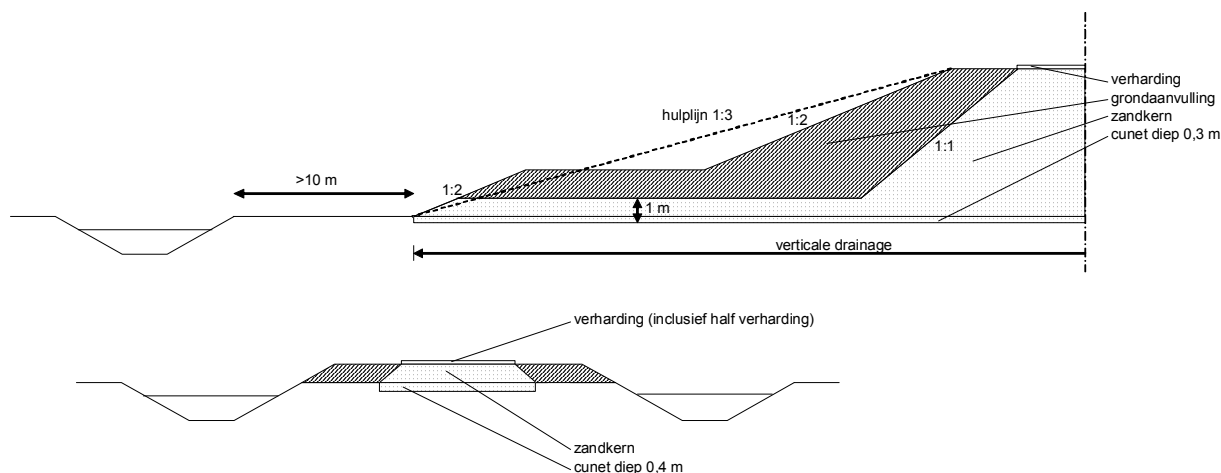
Verbindingswegen:

- Cunet met een diepte van 0,4 m (opvullen met zand).
- Zandkern begrenst door een taludhelling 1:1.
- Bermen aanvullen met grond.
- Geen verticale drainage.
- Sloten/watergangen zijn tijdens uitvoering aanwezig.

Opritten:

- Taludhellingen 1:2 met toepassing van steunbermen in verband met taludstabiliteit.
- Cunet met een diepte van 0,3 m (opvullen met zand).
- Zandlaag met een dikte van 1 m over de volledige breedte van de aardebaan, ook ter plaatse van de steunbermen.
- Verticale drainage over de volledige breedte van de aardebaan, ook ter plaatse van de steunbermen, indien de netto ophoging groter is dan 4 m.
- Zandkern met een taludhelling 1:1.
- Aanvullingen met grond, taludhelling 1:2.
- De netto ophoging van de steunbermen bedraagt 1/3 van de netto ophoging ter plaatse van de as van de verharding. Steunbermen worden toegepast bij een netto ophoging (ter plaatse van de as van de verharding) van 2 m of meer.
- Sloten/watergangen zijn tijdens uitvoering aanwezig maar bevinden zich op minimaal 10 m van de teen van de steunberm.

Figuur 3.1 principe opbouw aardebanen.



In het vervolg van deze paragraaf komen aan de orde:

- Resultaten zettingsberekeningen.
- Taludstabiliteit in de eindsituatie.
- Ophoofasering.
- Aardebanen nabij de landhoofden.
- Invloed aanleg aardebanen op gastransportleiding.
- Samenvatting en uitvoeringsaspecten.

3.2 Resultaten zettingsberekeningen

De zettingsberekeningen zijn uitgevoerd met het computerprogramma Msettle, versie 7.3.

In tabel 3.1 staan de resultaten van de zettingsberekeningen. In deze tabel zijn per dwarsprofiel en per as de volgende gegevens en resultaten opgenomen:

- Netto ophoging
- Eindzetting
- Bruto ophoging
- Verticale drainage
- Restzetting

De resultaten van de berekeningen zijn tevens grafisch opgenomen als bijlage 3. Op basis van deze bijlage kan op verschillende locaties in het dwarsprofiel de eindzettingen en daarmee de bruto ophoging worden bepaald.

Voor de (locatie van de) dwarsprofielen wordt verwezen naar bijlage 1.

In tabel 3.2 zijn voor een aantal representatieve locaties de restzettingen weergegeven ter plaatse van de as van de weg en de rand van de weg. Op basis van het verschil in restzettingen is bepaald in hoeverre wordt voldaan aan de eis die gesteld wordt aan de dwarshelling (SSW 5.2.04).

Tabel 3.1 Resultaten zettingsberekeningen.

Dwarsprofiel As/metrering	As	Netto ophoging [m]	Eindzetting [m]	Bruto ophoging [m]	Verticale drainage h.o.h. [m]	Restzetting [m]
MWF1 300	MWF1 ($x \approx 1$)*	3,1	1,35	4,4	-	0,10
	MWV1 ($x \approx 39$)	0,3	0,15	0,45	-	0,04
MWF1 550	MWF1 ($x \approx 4$)	1,7	1,25	2,95	-	0,15
	MWV1 ($x \approx 67$)	0,4	0,5	0,95	-	0,06
MWF1 1000	MWF1 ($x \approx 0$)	7,0	1,6	8,6	1,5	0,13
MWG1 500	MWT1 ($x \approx 12$)	0,4	0,9	1,3	-	0,12
MWM1 100	MWM1 ($x \approx 4$)	6,0	1,6	7,6	1,5	0,14
	MWT1 ($x \approx 51$)*	2,4	0,85	3,25	-	0,07
MWM1 200	MWM1 ($x \approx 6$)*	3,9	1,2	5,1	1,5	0,09
	MWT1 ($x \approx 38$)	0,6	0,85	1,45	-	0,10
MWN1 765	MWN1 ($x \approx 0$)	8,6	1,8	9,4	1,5	0,11
MWN1 950	MWN1 ($x \approx 0$)	5,8	1,6	7,4	1,5	0,13
	MWT1 ($x \approx 43$)	0,8	0,85	1,65	-	0,08
MWN1 1025	MWN1 ($x \approx 0$)	3,6	1,35	4,95	-	0,11
	MWT1 ($x \approx 37$)	0,9	0,85	1,75	-	0,08
MWN1 1100	MWN1 ($x \approx 0$)*	2,2	1,15	3,35	-	0,12
	MWT1 ($x \approx 30$)	0,8	0,85	1,65	-	0,09
MWO1 400	MWO1 ($x \approx 0$)*	1,2	0,9	2,1	-	0,09
MWO1 1000	MWO1 ($x \approx 0$)	1,0	0,85	1,85	-	0,09

Opmerkingen bij tabel 3.1:

- *) As bevindt zich ter plaatse van sloot of greppel.
- Voor de afstand vanuit de as (x-coördinaat, x = 0 betreft de hoofdas) wordt verwezen naar de dwarsprofielen in bijlage 1.

Tabel 3.2 Resultaten berekeningen toename dwarshelling

Dwarsprofiel As/metreering	As	Restzetting as weg [m]	Restzetting rand weg [m]	Restzettingsver- schil [m]	Toename dwarshelling [m]
MWN1 765	MWN1	0,11	0,10	0,01	<1%
MWN1 950	MWN1	0,13	0,12	0,01	<1%
MWN1 1025	MWN1	0,11	0,10	0,01	<1%
MWO1 1000	MWO1	0,09	0,08	0,01	<1%

Opmerking bij tabel 3.2: Toename van de dwarshelling is bepaald door het zettingsverschil te delen door de afstand tussen de as van de weg en de rand van de weg.

Conclusies:

- Om aan de restzettingseis (SSW 5.2.02) te voldoen wordt volstaan met het aanbrengen van de bruto ophoging (al dan niet in combinatie met verticale drainage). Ter plaatse van te dempen sloten wordt een extra (tijdelijke) overhoogte van 0,5 m aangebracht. Dit alleen voor netto ophogingen kleiner dan 4 m.
- Op basis van de geringe verschillen in restzettingen wordt geconcludeerd dat wordt voldaan aan de eis met betrekking tot de langshelling (SSW 5.2.03).
- Op basis van tabel 3.2 wordt geconcludeerd dat wordt voldaan aan de eis met betrekking tot de dwarshelling (SSW 5.2.04).

Tijdens de bouwtijd zullen de zettingen worden gemonitord. Zie hiervoor hoofdstuk 4.

3.3 Resultaten stabiliteitsberekeningen

De stabiliteitsberekeningen zijn uitgevoerd met het computerprogramma Mstab, versie 9.9.

De resultaten van de stabiliteitsberekeningen zijn opgenomen in tabel 3.3 en grafisch in bijlage 4.

Voor de (locatie van de) dwarsprofielen wordt verwezen naar bijlage 1.

Tabel 3.3 Resultaten stabiliteitsberekeningen eindsituatie.

Dwarsprofiel As/metreering	Maatgevende locatie in dwarsprofiel	Macrostabiliteit in eindsituatie (aardeba- nen/opritten)
MWF1 300	MWF1 noordzijde	1,1
	MWV1 zuidzijde.	1,0*
MWF1 550	MWF1 noordzijde	1,0
	MWV1 zuidzijde	Zie MWO1 1000 noordzijde
MWF1 1000	MWF1 noordzijde	1,1
MWG1 500	MWT1 noordzijde	Zie MWO1 1000 noordzijde
MWM1 100	MWM1 zuidzijde	1,1
	MWM1 noordzijde	1,4
	MWM1 noordzijde nabij sloot	1,0
	MWT1 zuidzijde	Zie MWO1 1000 noordzijde
MWM1 200	MWM1 zuidzijde	1,2
	MWM1 noordzijde nabij sloot	Zie MWM1 100 noordzijde nabij sloot
	MWT1 zuidzijde	Zie MWO1 1000 noordzijde
MWN1 765	MWN1 westzijde	1,1
MWN1 950	MWN1 westzijde	1,1

Dwarsprofiel As/metrering	Maatgevende locatie in dwarsprofiel	Macrostabieleit in eindsituatie (aardeba- nen/opritten)
	MWT1 oostzijde	1,1
	MWT1 westzijde	Zie MWO1 1000 noordzijde
MWN1 1025	MWN1 oostzijde	1,2
	MWT1 westzijde	Zie MWO1 1000 noordzijde
MWN1 1100	MWN1 westzijde	1,2
	MWT1 noordzijde	Zie MWO1 1000 noordzijde
MWO1 400	MWO1 noordzijde	Zie MWO1 1000 noordzijde
MWO1 1000	MWO1 noordzijde	0,9

*) betreft landbouwpad. Gerekend is met een verkeersbelasting van 10 kN/m²

Conclusies:

- Met uitzondering van de situatie waarbij het wegprofiel aan een watergang grenst (zie hierna) voldoet de eindstabiliteit aan de gestelde eis.
- Voor dwarsprofiel MWO1 (en de overige dwarsprofielen met vergelijkbare situatie) voldoet de eindstabiliteit niet. Dit is de situatie waarbij direct aan het wegprofiel (inclusief berm) een watergang grenst. Hier wordt een geotextiel toegepast met een treksterkte (lange duur) van 60 kN/m². Dit geotextiel wordt over de volledige breedte van het weglichaam (inclusief bermen) en zo laag mogelijk in de aardebaan aangebracht.

3.4 Ophoogfasering

3.4.1 Verbindingswegen

Ter plaats van de verbindingswegen (definitie zie hieronder) kan de bruto ophoging rekentech-
nisch in één keer worden aangebracht. Veiligheidshalve wordt de bruto ophoging in twee gelijke
slagen aan te brengen met een wachttijd van twee weken. Hierbij is rekening gehouden met de
aanwezigheid van een geotextiel zoals in paragraaf 3.3 is aangegeven.

Onder verbindingswegen wordt verstaan de wegen waarvan de berm direct grenst aan een wa-
tergang. Het aanlegniveau van deze wegen bedraagt ongeveer NAP – 0,5 m. Watergangen zijn
tijdens de uitvoering aanwezig.

3.4.2 Opritten

Voor de opritten geldt dat de watergangen zich op minimaal 10 m afstand van de teen van de
steunberm bevinden. Watergangen zijn tijdens de uitvoering aanwezig.

Bij het ophogen kunnen de volgende richtlijnen worden aangehouden:

- Voor netto ophogingen groter dan 2 m dient een steunberm te worden toegepast. Het princi-
pe hiervoor is beschreven in paragraaf 3.1.
- Bruto ophogingen kleiner dan 2 m kunnen in één slag worden aangebracht.
- Bruto ophogingen groter dan 2 m met een steunberm met een bruto ophoging kleiner dan
2 m dienen gefaseerd te worden aangebracht. De eerste ophoogslag kan 2 m bedragen. De
volgende slagen kunnen in een gelijkmatig tempo van 0,6 m per maand worden aange-
bracht.
- Bruto ophogingen groter dan 2 m met een steunberm met een bruto ophoging groter dan
2 m dienen gefaseerd te worden aangebracht. De eerste ophoogslag kan 2 m bedragen.
Voor de zandkern en de grondaanvulling begrenst door de 1:2 taludlijn kunnen volgende
slagen in een gelijkmatig tempo van 1,2 m per maand worden aangebracht. Voor de steun-
berm kan de resterende bruto ophoging na circa drie maanden worden aangebracht.

Indien noodzakelijk zal het ophoogtempo op basis van monitoringsgegevens worden bijgesteld
(zie hoofdstuk 4).

3.5 Aardebanen nabij landhoofden

Voor de aardebanen nabij de landhoofden is minder tijd beschikbaar dan voor de overige aardebaan gedeelten (10 maanden versus 15 maanden). Daarnaast worden de funderingspalen onder de landhoofden door laterale grondverplaatsingen belast.

Om ter plaatse van de landhoofden binnen de gestelde tijd aan de restzettingseis te voldoen en om de momenten in de funderingspalen ten gevolge van laterale grondbelastingen te beperken wordt in de nabijheid van de landhoofden de verticale drainage te geïntensiveerd (ten opzichte van de in tabel 3.1 genoemde h.o.h. afstand van 1,5 m). Uit verkennende berekeningen volgt een h.o.h. afstand van 1,0 m. De lengte waarover deze moet worden toegepast bedraagt 15 m naar weerszijden van de as van het landhoofd.

De belangrijkste (specifieke) uitgangspunten bij het berekenen van de momenten in de palen zijn:

- voorgespannen prefab betonpalen vierkant 450 mm² (te lood);
- $E_{\text{beton gescheurd;kruip}} = 10.000 \text{ MN/m}^2$;
- restzetting maximaal 0,2 m na aanbrengen palen;
- dikte samendrukbare grondlagen (na optreden zetting): 2,5 m;
- bepaling horizontale grondvervormingen (consolidatie- en kruipvervorming) volgens methode De Leeuw (spreadsheet Leeuw-Loof-IJsseldijk, versie 5.0, Grontmij);
- aanwezigheid rekstijve bovenlaag (zandophoging) aan weerszijden van het landhoofd.

Ten aanzien van het laatste uitgangspunt wordt opgemerkt dat om een rekstijve bovenlaag te bewerkstelligen:

- tussen het koptalud van het noordelijke landhoofd van kunstwerk 1 en de bestaande aardebaan van de A12 een zandlaag (bovenzijde maaiveldniveau) van minimaal 1,5 m dik aanwezig dient te zijn;
- tussen de koptaluds van de landhoofden van kunstwerk 2 een zandlaag (bovenzijde maaiveldniveau) van minimaal 1,5 m dik aanwezig dient te zijn. Dit wordt gerealiseerd door de voorbelasting tussen de landhoofden door te zetten en te verwijderen op het moment dat voldoende zetting is opgetreden.

In het nog op te stellen funderingsadvies voor de kunstwerken zal een en ander nader worden uitgewerkt.

3.6 Gastransportleiding

Direct ten noorden van de werkgrens bevindt zich een gastransportleiding van de Gasunie. De leiding bevindt zich op circa 25 m vanaf de teen van de steunberm en 10 m vanaf de teen van de lokaal aanwezige verbindingsweg (meest ongunstige locatie, dwarsprofiel MWN1 950).

De zakkingen op leidingniveau zijn, als gevolg van de afstand tussen ophoging en leiding, verwaarloosbaar klein. De horizontale grondvervorming ter hoogte van de leiding is berekend volgens de methode Leeuw-Loof-IJsseldijk en is kleiner dan 0,05 m. Hierbij is het gunstige effect van de aanwezigheid van de watergang niet meegerekend.

3.7 Samenvatting en uitvoeringsaspecten

De belangrijkste conclusies uit de voorgaande paragrafen zijn:

- Om aan de restzettingseis te voldoen wordt volstaan met het aanbrengen van de bruto ophoging (al dan niet in combinatie met verticale drainage). Ter plaatse van te dempen sloten wordt een extra (tijdelijke) overhoogte aangebracht van 0,5 m (voor netto ophogingen kleiner dan 4 m).
- Met uitzondering van de situatie waarbij het wegprofiel aan een watergang grenst (zie hierna) voldoet de eindstabiliteit aan de gestelde eis.
- Voor de situatie waarbij direct aan het wegprofiel (inclusief berm) een watergang grenst, dienen stabiliteitsverhogende maatregelen te worden toegepast. Hier wordt een geotextiel toegepast met een treksterkte (lange duur) van 60 kN/m².

- Bruto ophogingen groter dan 2 m dienen gefaseerd te worden aangebracht. Voor richtlijnen ten aanzien van het aanbrengen van de ophogingen wordt verwezen naar paragraaf 3.4.
- Ter hoogte van de landhoofden dient een intensievere verticale drainage te worden toegepast (verticale drainage h.o.h. 1,0 m in plaats van 1,5 m).
- Ten noorden van de werkgrens bevindt zich een gastransportleiding. De verticale zettingen op leidingniveau zijn, gezien de afstand tussen ophoging en leiding, verwaarloosbaar. De horizontale grondvervormingen ter hoogte van de leiding zijn volgens de methode Leeuw-Loof-IJsseldijk berekend op kleiner dan 0,05 m. Hierbij is het gunstige effect van de aanwezigheid van de watergang niet meegerekend.

Over de uitvoering wordt het volgende opgemerkt.

- Het zand voor de aardebanen wordt in lagen ter dikte van 0,3 à 0,5 m aangebracht. Elke laag wordt met behulp van een trilslede, van voldoende gewicht, in minimaal twee arbeidsgangen worden verdicht.
- De bereikte verdichting van het zand wordt gecontroleerd door middel van sonderingen. In redelijk verdicht zand zullen op een diepte van 0,6 m -mv conusweerstand van 4 à 6 MPa worden bereikt, in goed verdicht zand kunnen deze oplopen tot meer dan 10 MPa. De conusweerstand moet met de diepte toenemen.
- In verband met het optreden van zettingen worden aardebanen nabij nieuw te bouwen, niet zakkende, constructies (landhoofden) zo vroeg mogelijk aangebracht en de afwerking zo laat mogelijk uitgevoerd.
- In verband met opbarstgevaar worden sloten/watergangen in den natte gegraven.
- De onderzijde van de verticale drainage bevindt zich op 1 m boven de pleistocene zandlang.

4 Monitoring

Zowel de taludstabiliteit tijdens het ophogen en de zettingen tijdens de bouwtijd worden gemonitord middels waterspanningsmetingen en zakbaken. Dit wordt in de volgende paragrafen nader toegelicht.

4.1 Monitoring taludstabiliteit met waterspanningsmeters

4.1.1 Werkwijze

Bij het aanbrengen van een ophoging dient met name de stabiliteit van de taluds aan de randen van de ophoging in beschouwing te worden genomen. De weerstand van grond tegen afschuiven (instabiliteit) wordt ondermeer bepaald door de effectieve korrelspanning. Wanneer deze onvoldoende is als gevolg van te hoge waterspanningen en de belasting (ten gevolge van de ophoging) toeneemt, neemt de kans op instabiliteit toe.

Op basis van waterspanningsmetingen kan met behulp van de methode van rode en groene lijnen (aan de hand van de bezwijkomhullende van Coulomb, CUR 162) worden beoordeeld hoe hoog de waterspanning maximaal mag zijn, zodanig dat de grond nog juist voldoende sterkte heeft en daarmee stabiel is.

Hierbij is:

- de rode lijn: verband tussen de hoogte van de ophoging en de toelaatbare wateroverspanning;
- de groene lijn: verwachtingswaarde van de wateroverspanning die per ophoogslag wordt veroorzaakt;
- de blauwe lijn: meetwaarde van de waterspanning.

Door de blauwe lijn te toetsen aan de rode lijn, kan worden beoordeeld of een volgende ophoogslag mag worden aangebracht. De blauwe lijn dient onder de rode lijn te blijven. In een later stadium, nadat de locaties voor de waterspanningsmeters zijn bepaald, zullen de rode en groene lijnen voor de diverse waterspanningsmeters worden bepaald.

Op een aantal (kritische) locaties worden waterspanningsmeters geplaatst (twee per locatie). De exacte locaties van de waterspanningsmeters zullen nader worden vastgesteld. Hierbij zal de plaatsing zodanig geschieden dat de kans op verstoring of beschadiging minimaal is. Richtlijnen voor het plaatsen en meten van waterspanningsmeters zijn opgenomen in bijlage 5. Een aantal belangrijke zaken uit en in aanvulling op deze bijlage zijn:

- de waterspanningsmeters dienen voorafgaand aan de ophoging te worden geplaatst. Indien waterspanningsmeters achteraf worden geplaatst is geen betrouwbare monitoring mogelijk;
- meetfrequentie: gedurende de ophoogperiode 1 keer per week en direct voor en direct na een ophoogslag;
- logboek: in het logboek wordt aangegeven waar en wanneer welke ophoogslag plaatsvindt.

4.2 Monitoring zettingen met zakbaken

Omdat zettingsprognoses een grote onzekerheidsmarge kennen (+/- 30%) is het noodzakelijk de prognoses gedurende de uitvoering aan metingen te verifiëren. Bij afwijkingen tussen prognose en metingen dient de zettingsprognose te worden bijgesteld. Op basis hiervan dient te worden bepaald:

- In hoeverre de aangebracht bruto ophoging voldoende is;
- Aan de restzettingseis wordt voldaan.

Indien noodzakelijk zullen maatregelen moeten worden genomen. Dit kan bijvoorbeeld door het aanbrengen van een extra (tijdelijke) overhoogte indien uit de bijgestelde prognose blijkt dat niet aan de restzettingseis wordt voldaan.

De zettingen worden gemeten door middel van zakbaken. Deze zullen in raaien om de circa 50 m worden geplaatst. De exacte posities zullen nader worden vastgesteld. Hierbij zal de plaatsing zodanig geschieden dat de kans op verstoring of beschadiging van de zakbaken minimaal is. Richtlijnen voor het plaatsen en meten van zakbaken zijn opgenomen in bijlage 5.

Een aantal belangrijke zaken uit en in aanvulling op deze bijlage zijn:

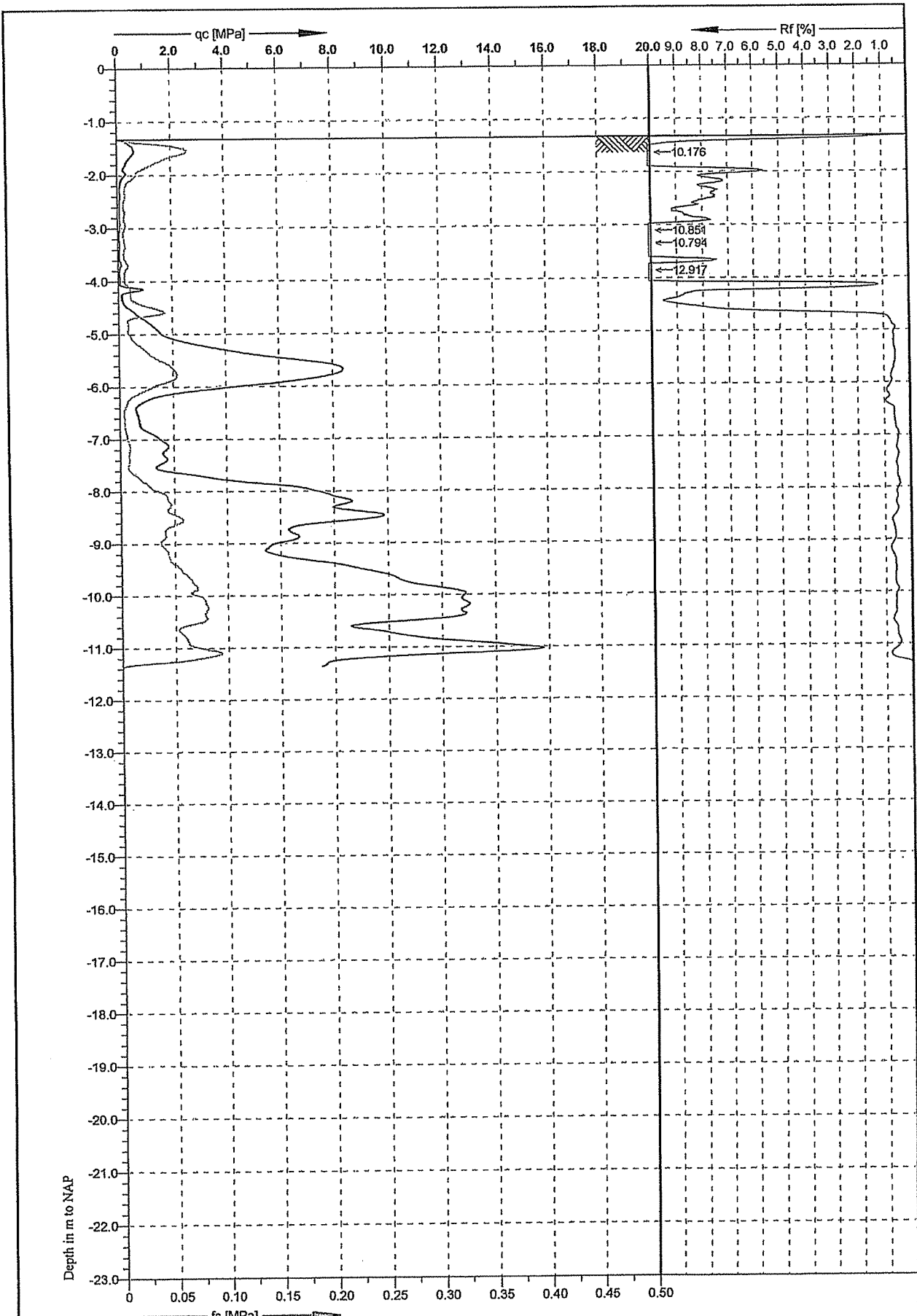
- de zakbaken dienen voorafgaand aan de ophoging te worden geplaatst. Indien zakbaken achteraf worden geplaatst is geen betrouwbare monitoring mogelijk;
- meetfrequentie: de eerste 4 weken na elke ophoogslag elke week de zakbaken in te meten met tenminste een meting vlak voor en vlak na een ophoogslag. Na de ophoogperiode zijn inmetingen van de zakbaken 1 keer per 2 weken voldoende;
- logboek: in het logboek wordt aangegeven waar en wanneer welke ophoogslag plaatsvindt.

Bijlage 1

Tekeningen met situatie en dwarsprofielen

Bijlage 2

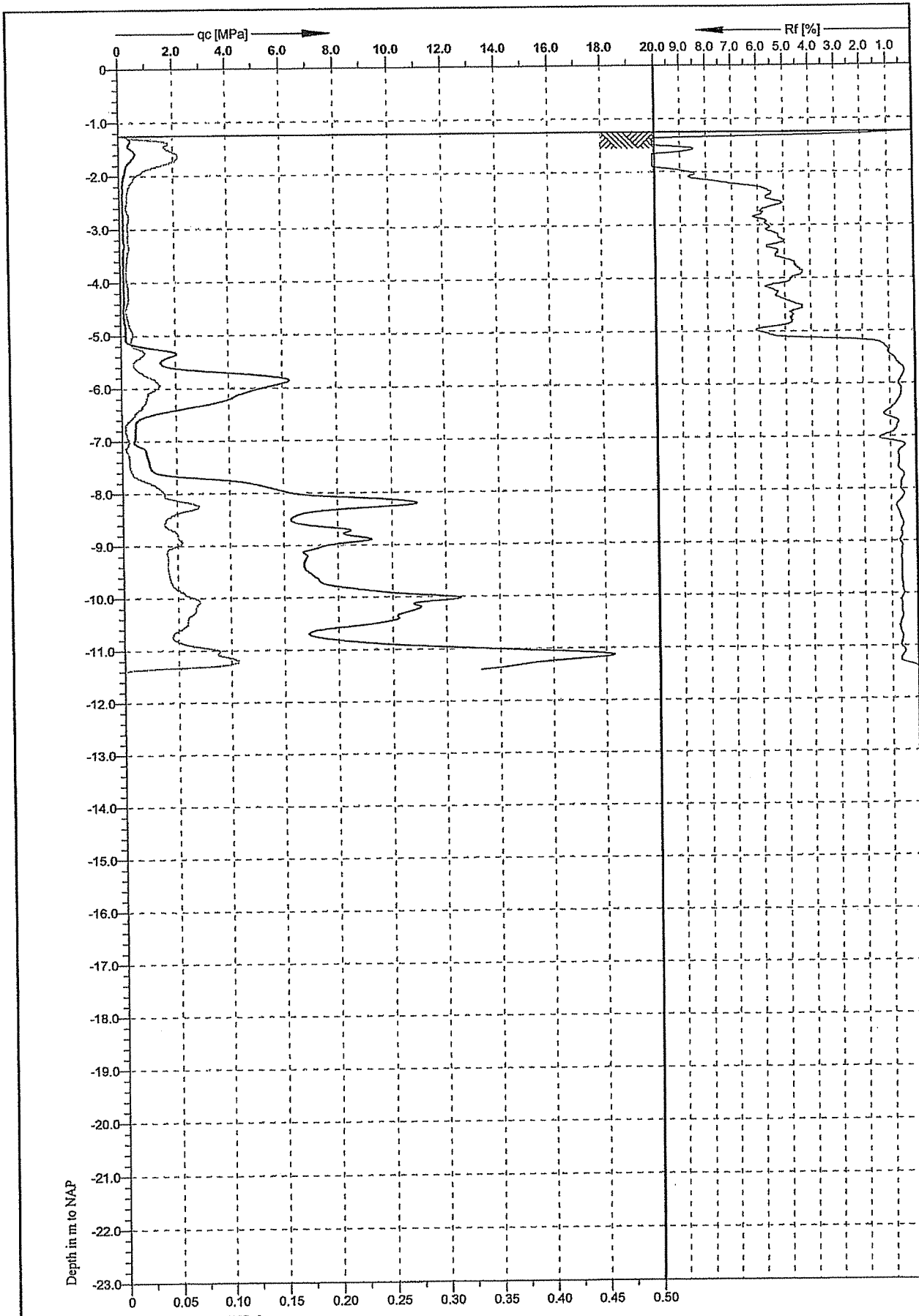
Aanvullend grondonderzoek



Cone No: C10CF11.589
 Tip area [cm²]: 10
 Sleeve area [cm²]: 150



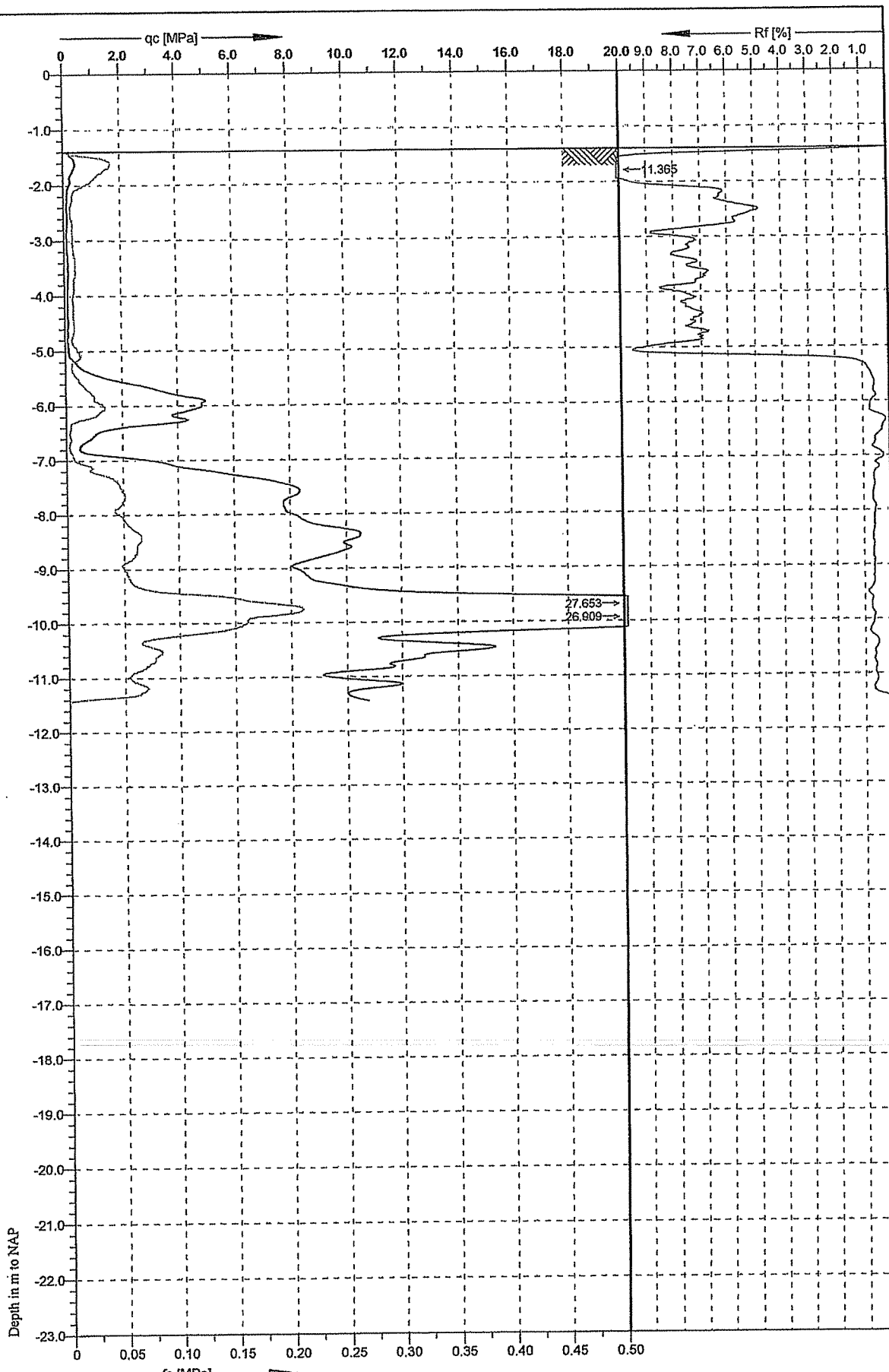
Location: Woerden-Oost	Position: X: 126830.3 m, Y: 454908.1 m	Ground level: -1.330	Test no: A
Project ID: 240217	Client: Grontmij Nederland B.V.	Date: 17-10-2007	Scale: 1 : 100
Project: Aansluiting A12		Page: 1/1	Fig:
		File: A.cpd	



Cone No: C10CFIL589
 Tip area [cm²]: 10
 Sleeve area [cm²]: 150



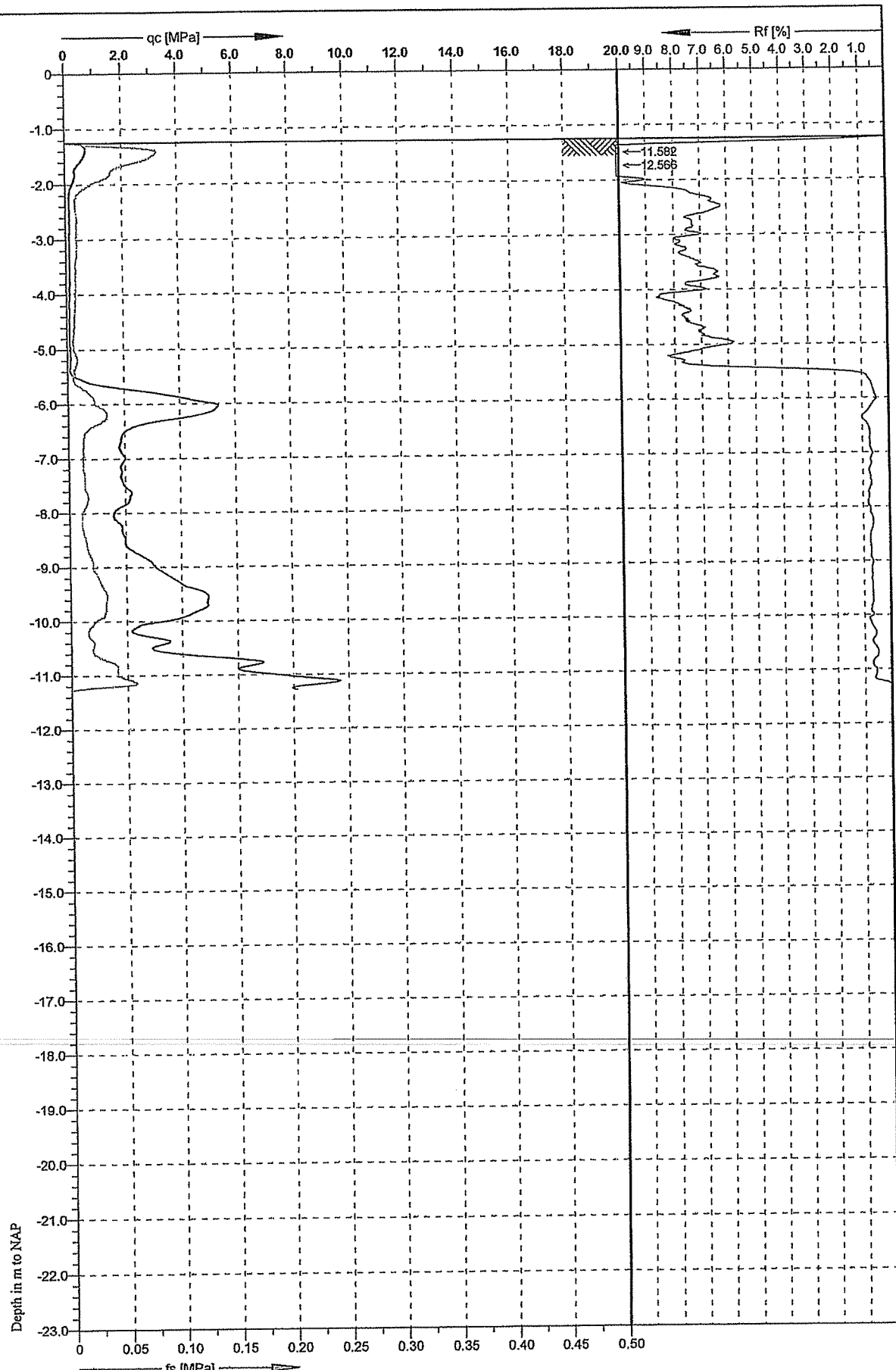
Location: Woerden-Oost	Position: X: 126968 m, Y: 454946.8 m	Ground level: -1.250	Test no: B
Project ID: 240217	Client: Grontmij Nederland B.V.	Date: 17-10-2007	Scale: 1 : 100
Project: Aansluiting A12		Page: 1/1	Fig:
		File: B.cpd	



Cone No: C10CFII.589
 Tip area [cm²]: 10
 Sleeve area [cm²]: 150



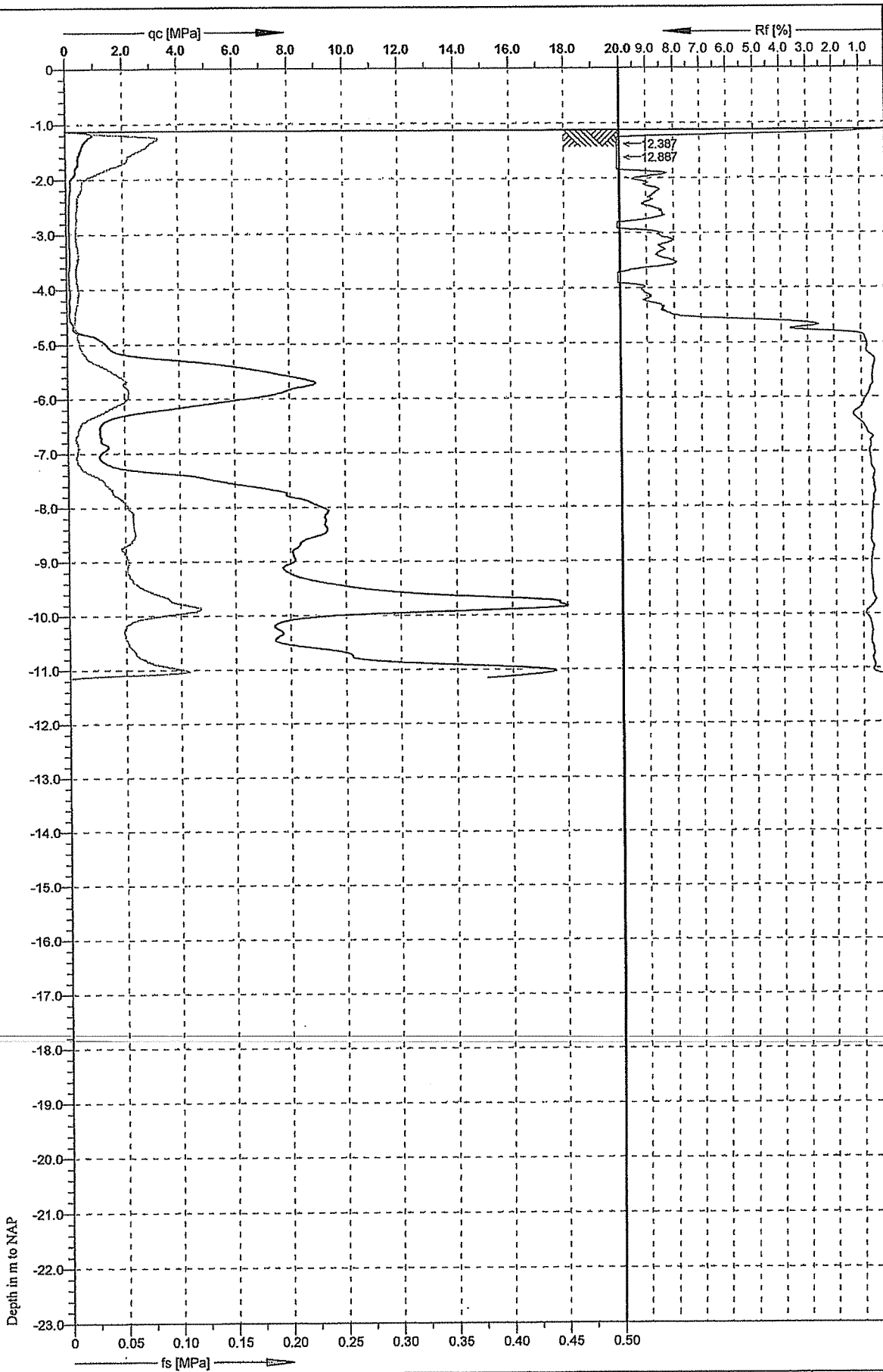
Location: Woerden-Oost	Position: X: 126989.7 m, Y: 455097.3 m	Ground level: -1.400	Test no: C
Project ID: 240217	Client: Grontmij Nederland B.V.	Date: 17-10-2007	Scale: 1 : 100
Project: Aansluiting A12		Page: 1/1	Fig:
		File: C.cpd	



Cone No: C10CFIL589
 Tip area [cm²]: 10
 Sleeve area [cm²]: 150



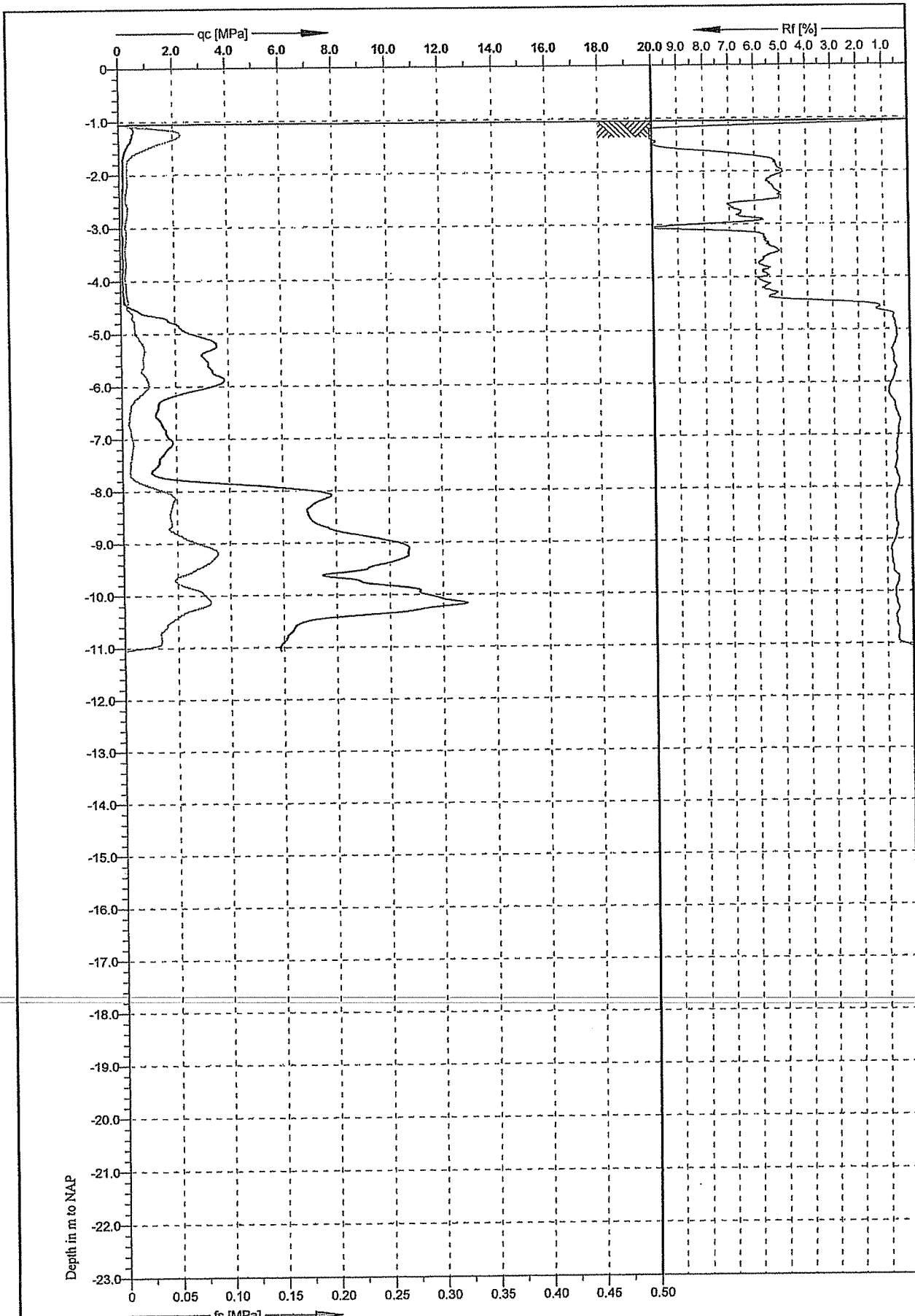
Location: Woerden-Oost	Position: X: 127338.2 m, Y: 455065.1 m	Ground level: -1.250	Test no: D
Project ID: 240217	Client: Grontmij Nederland B.V.	Date: 17-10-2007	Scale: 1 : 100
Project: Aansluiting A12		Page: 1/1	Fig:
		File: D.cpd	



Cone No: C10CFIL589
 Tip area [cm²]: 10
 Sleeve area [cm²]: 150



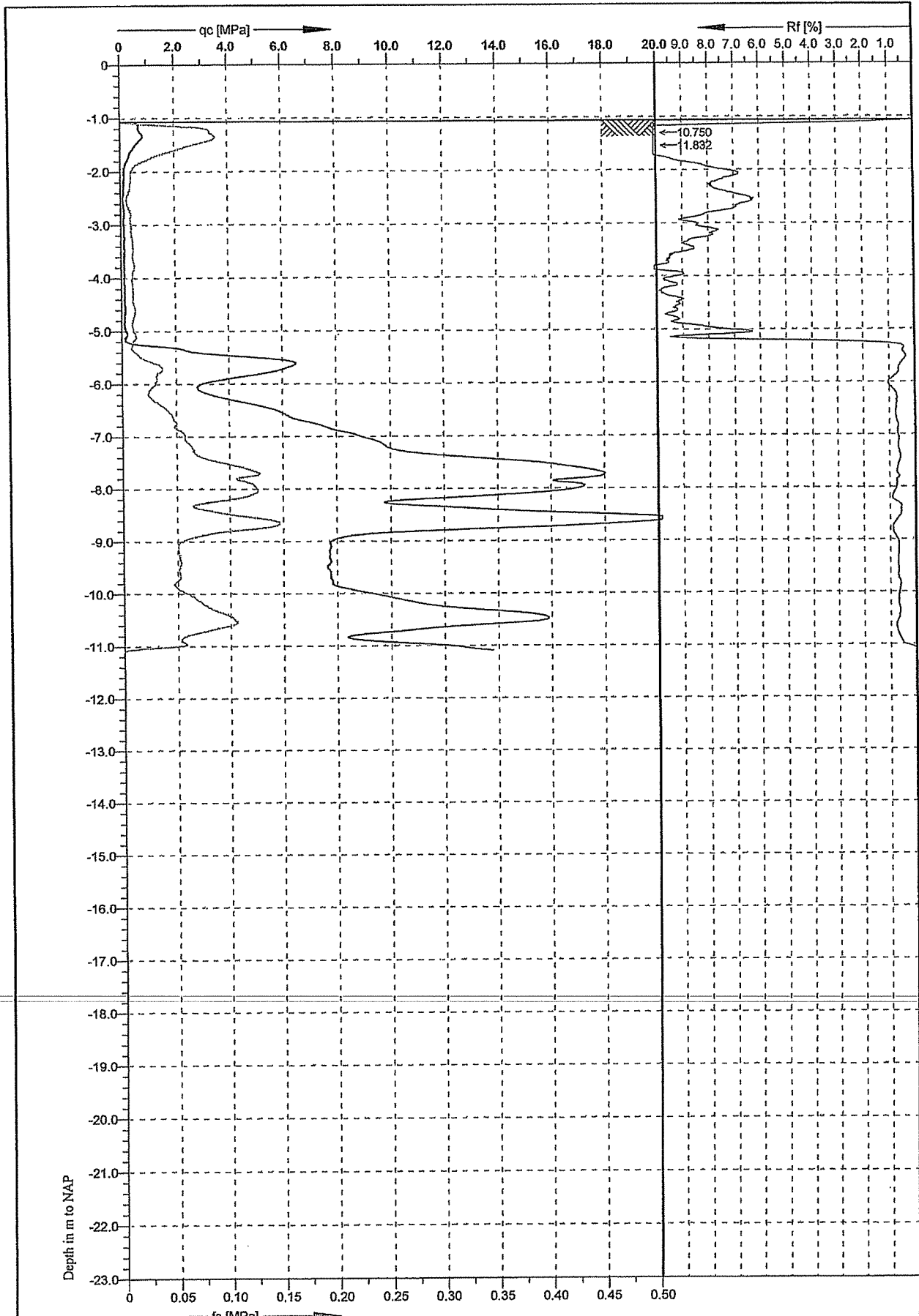
Location: Woerden-Oost	Position: X: 127430.9 m, Y: 455027.9 m	Ground level: -1.130	Test no: E
Project ID: 240217	Client: Grontmij Nederland B.V.	Date: 17-10-2007	Scale: 1 : 100
Project: Aansluiting A12		Page: 1/1	Fig:
		File: E.cpd	



Cone No: C10CFIL589
 Tip area [cm²]: 10
 Sleeve area [cm²]: 150



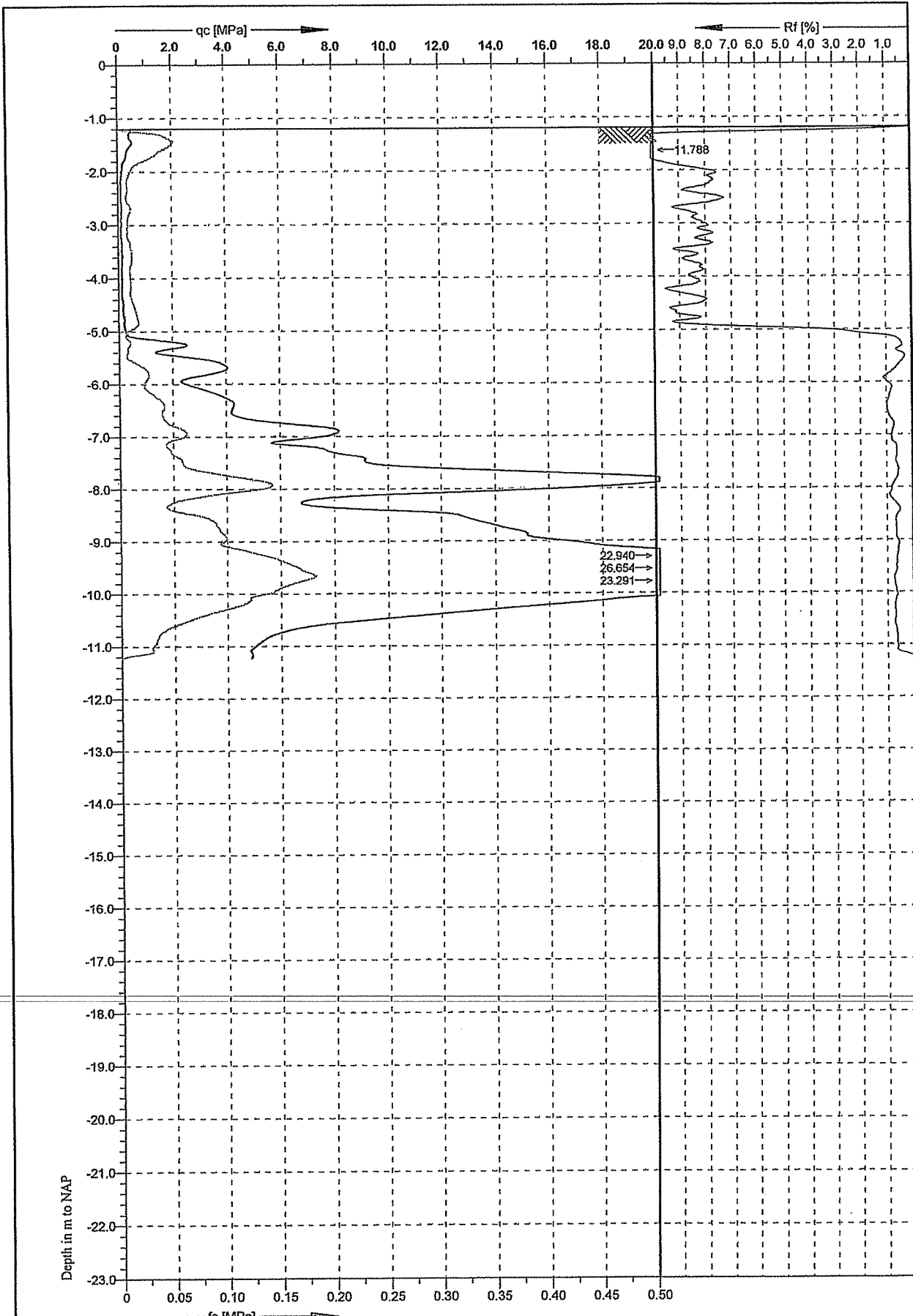
Location: Woerden-Oost	Position: X: 127618.5 m, Y: 454931.1 m	Ground level: -1.050	Test no: F
Project ID: 240217	Client: Grontmij Nederland B.V.	Date: 17-10-2007	Scale: 1 : 100
Project: Aansluiting A12		Page: 1/1	Fig:
		File: F.cpd	



Cone No: C10CFil.589
 Tip area [cm²]: 10
 Sleeve area [cm²]: 150



Location: Woerden-Oost	Position: X: 128090.7 m, Y: 454810.1 m	Ground level: -1.070	Test no: G
Project ID: 240217	Client: Grontmij Nederland B.V.	Date: 17-10-2007	Scale: 1 : 100
Project: Aansluiting A12		Page: 1/1	Fig:
		File: G.cpd	



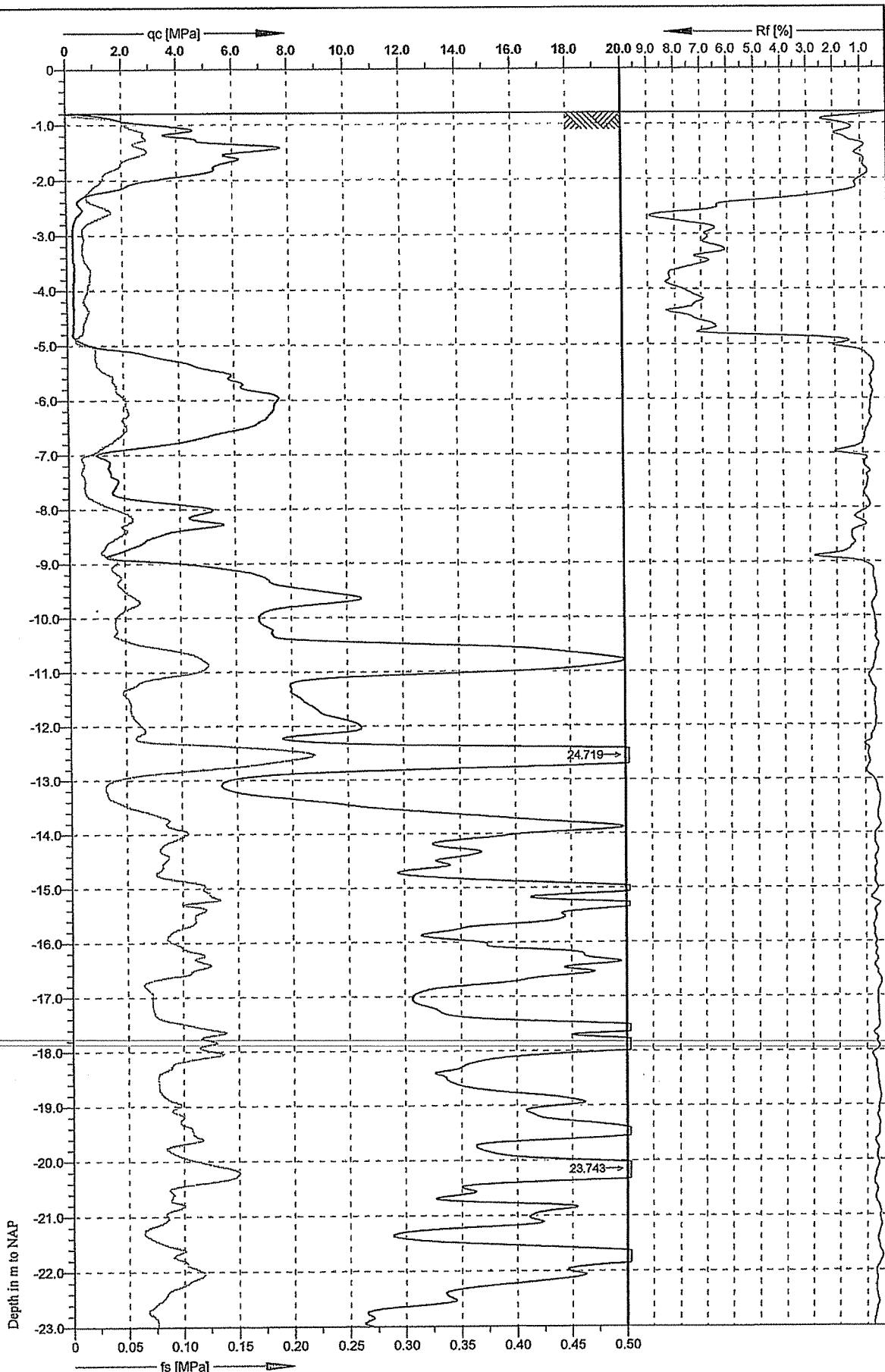
Depth in m to NAP



Cone No: C10CF11.589
 Tip area [cm²]: 10
 Sleeve area [cm²]: 150



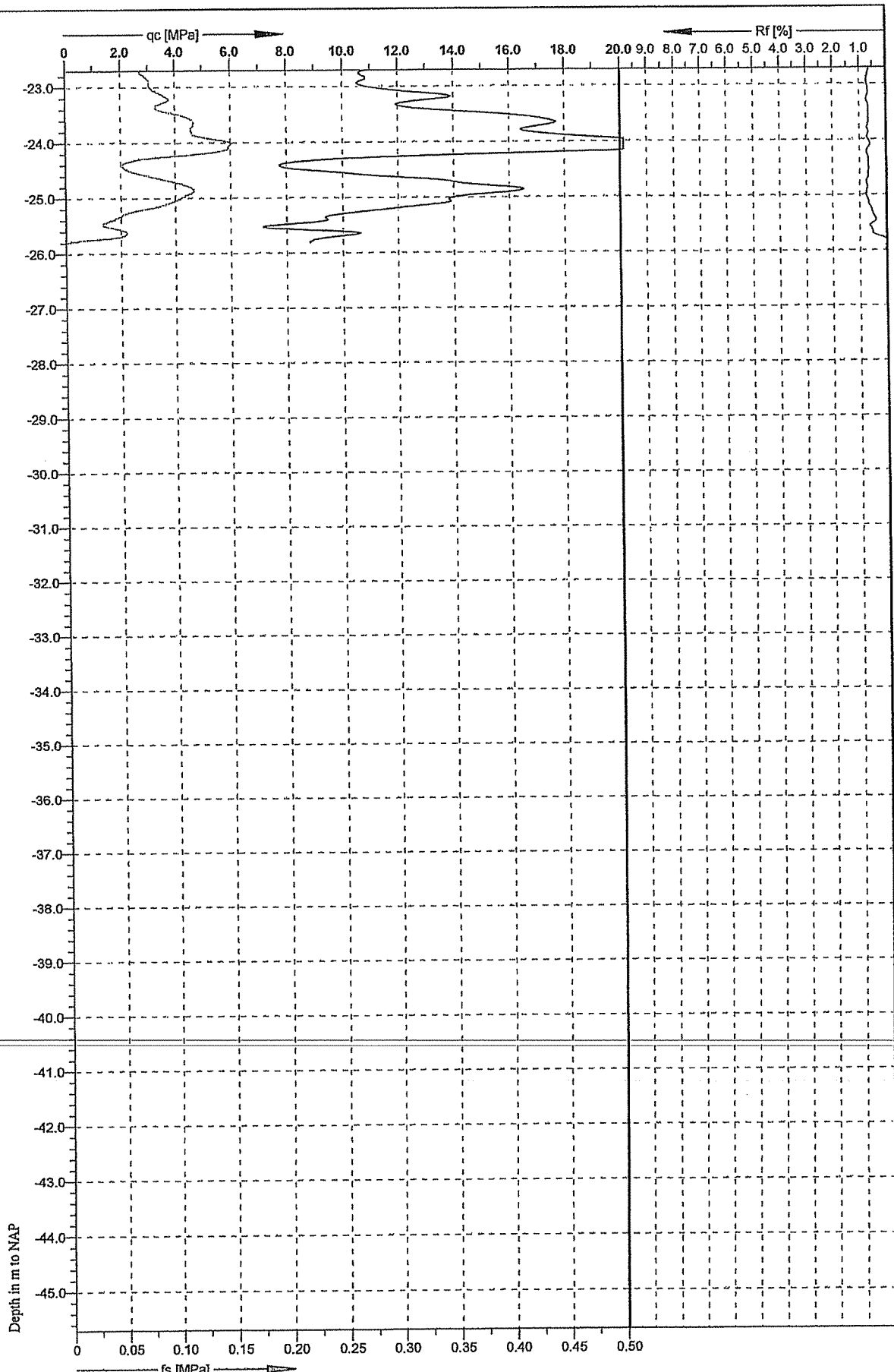
Location: Woerden-Oost	Position: X: 128374.1 m, Y: 454711.8 m	Ground level: -1.200	Test no: H
Project ID: 240217	Client: Grontmij Nederland B.V.	Date: 17-10-2007	Scale: 1 : 100
Project: Aansluiting A12		Page: 1/1	Fig:
		File: H.cpd	



Cone No: C10CFII.589
 Tip area [cm²]: 10
 Sleeve area [cm²]: 150



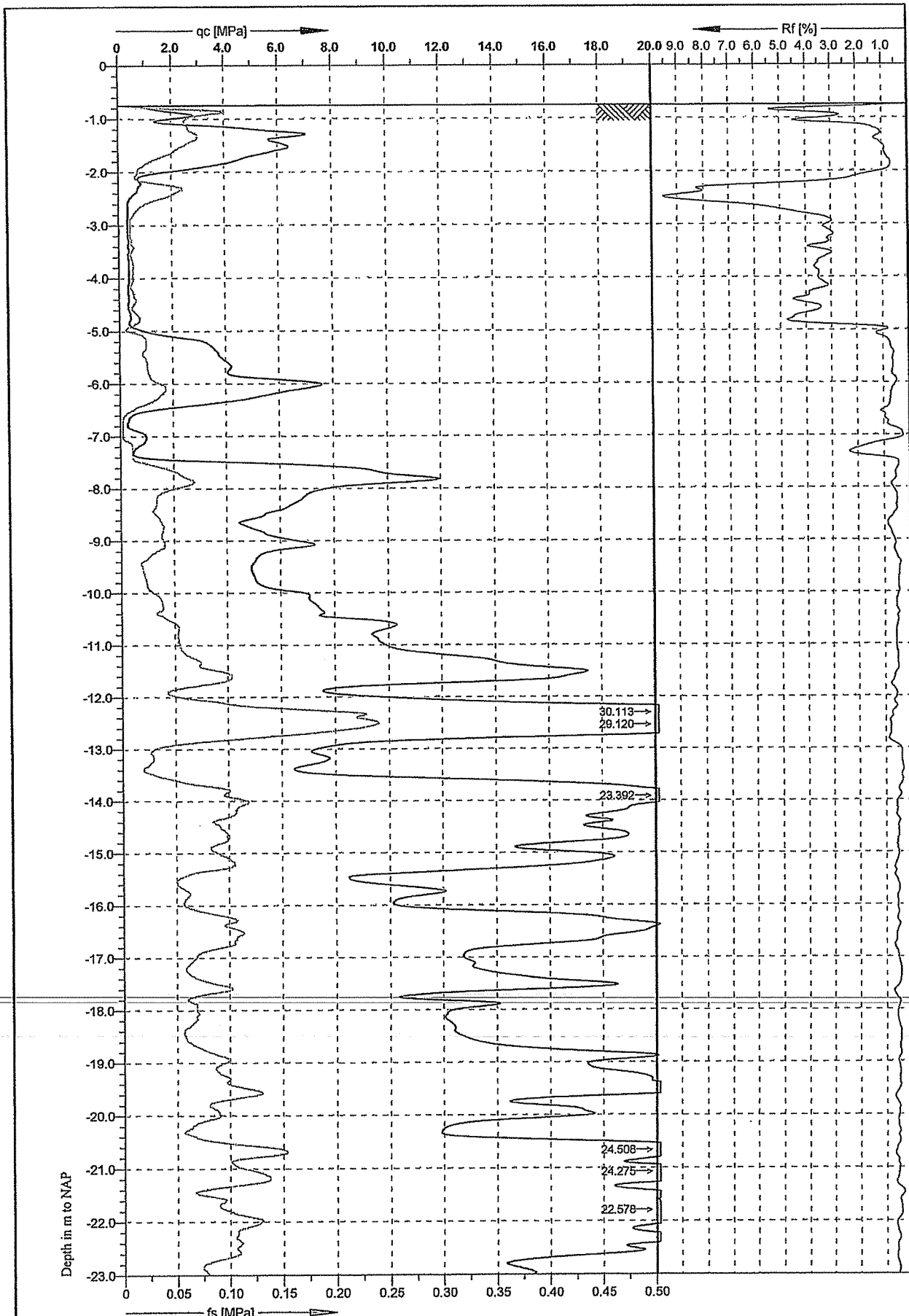
Location: Woerden-Oost	Position: X: 126957.9 m, Y: 454840.6 m	Ground level: -0.800	Test no: 1
Project ID: 240217	Client: Grontmij Nederland B.V.	Date: 17-10-2007	Scale: 1 : 100
Project: Aansluiting A12		Page: 1/2	Fig:
		File: I.cpd	



Cone No: C10CFII.589
 Tip area [cm²]: 10
 Sleeve area [cm²]: 150



Location: Woerden-Oost	Position: X: 126957.9 m, Y: 454840.6 m	Ground level: -0.800	Test no:]
Project ID: 240217	Client: Grontmij Nederland B.V.	Date: 17-10-2007	Scale: 1 : 100
Project: Aansluiting A12		Page: 2/2	Fig:]
File: I.cpd			

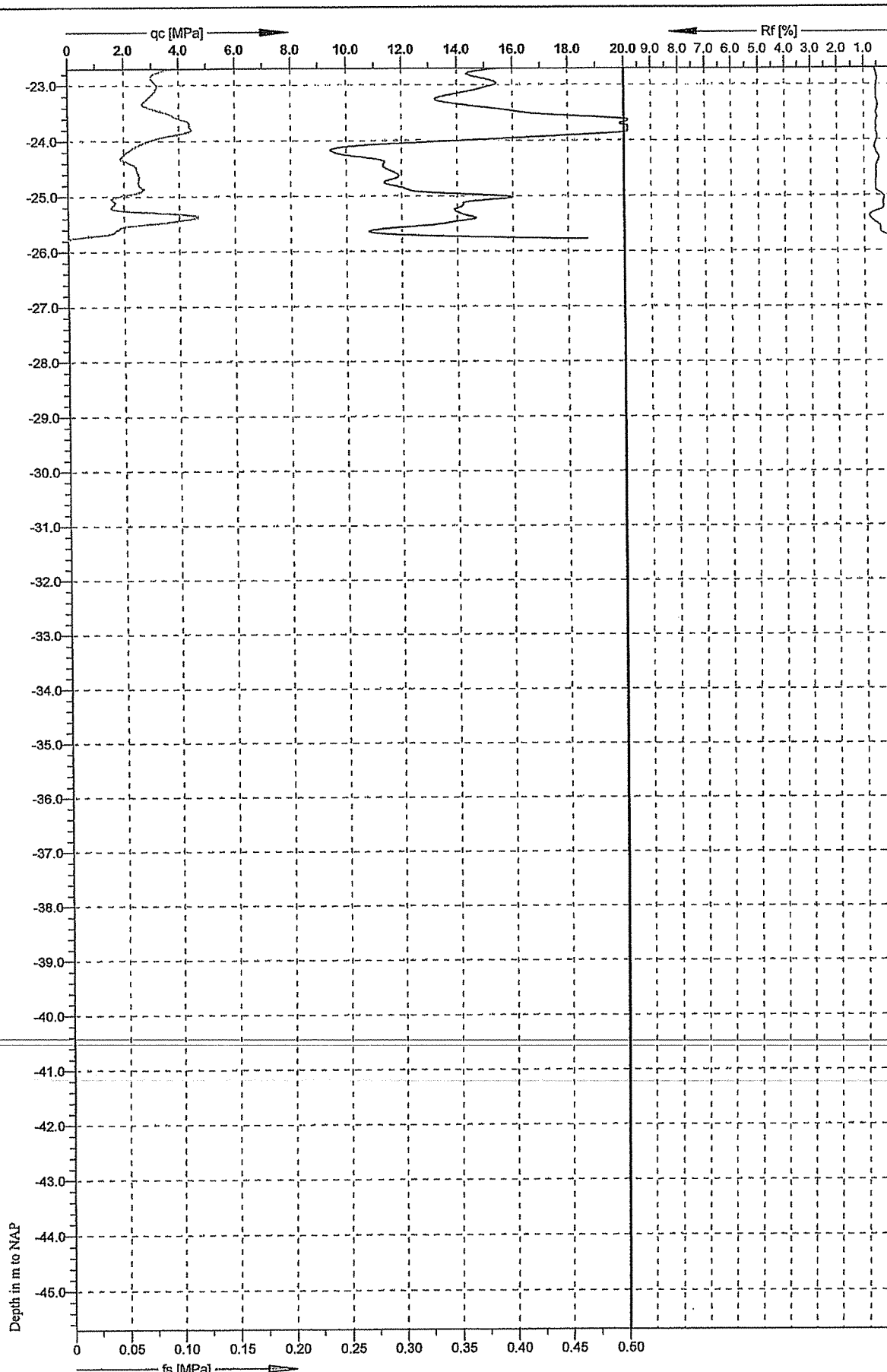


Grontmij

Cone No: C10CFII.589
Tip area [cm²]: 10
Sleeve area [cm²]: 150



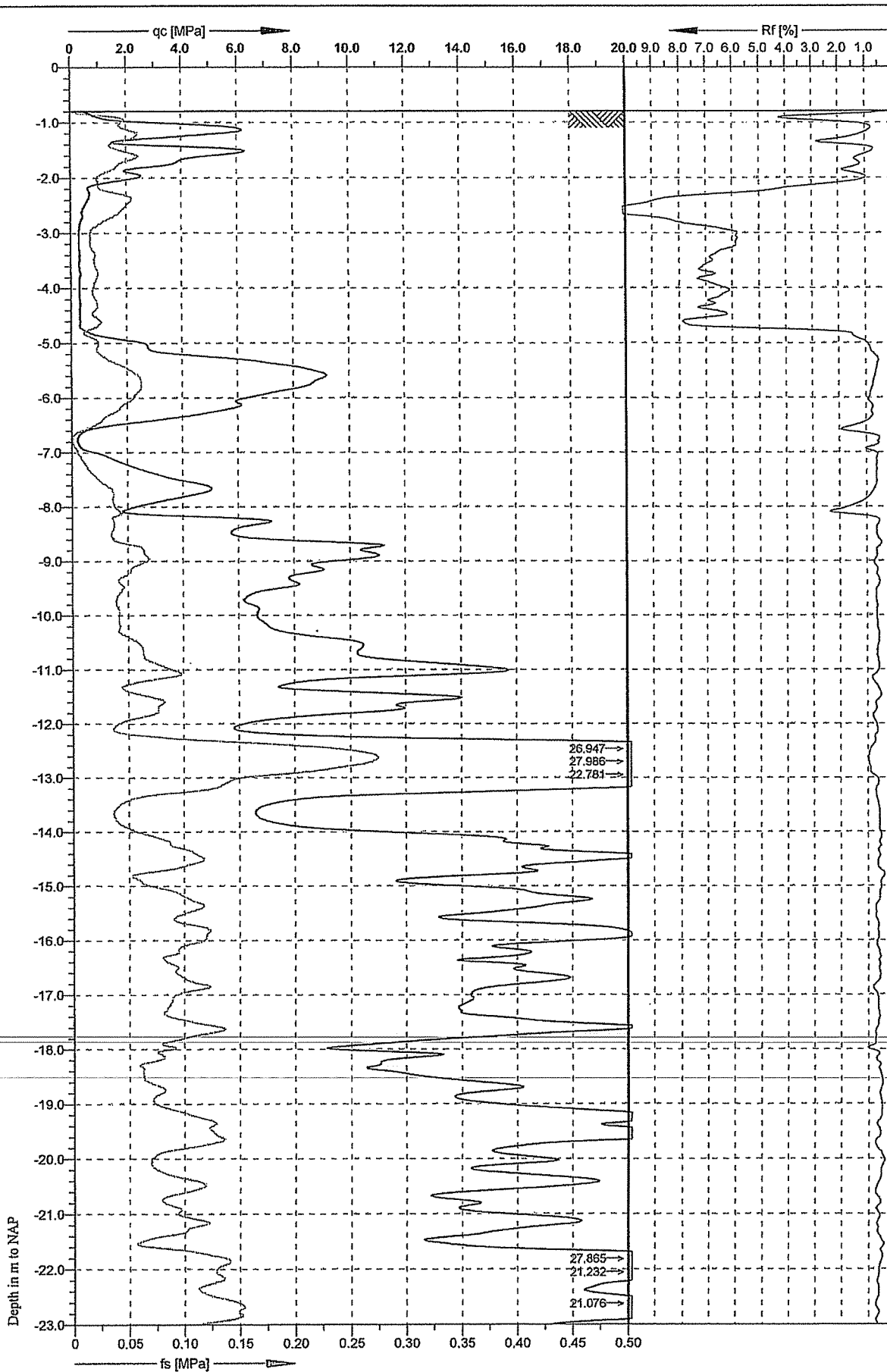
Location: Woerden-Oost	Position: X: 126966.4 m, Y: 454840.6 m	Ground level: -0.750	Test no: J
Project ID: 240217	Client: Grontmij Nederland B.V.	Date: 17-10-2007	Scale: 1 : 100
Project: Aansluiting A12		Page: 1/2	Fig:
		File: J.cpd	



Cone No: C10CFII.589
 Tip area [cm²]: 10
 Sleeve area [cm²]: 150



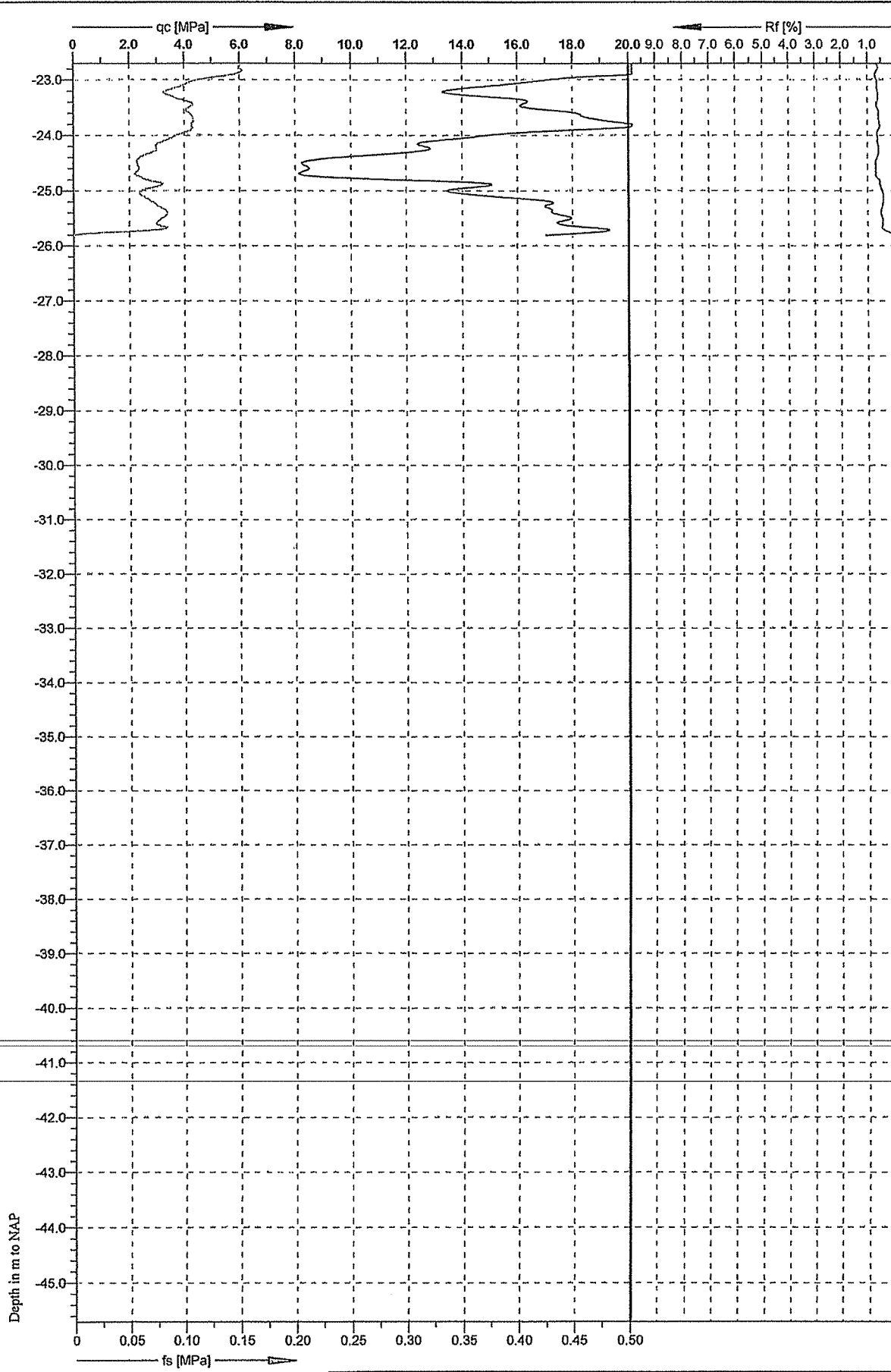
Location: Woerden-Oost	Position: X: 126966.4 m, Y: 454840.6 m	Ground level: -0.750	Test no: J
Project ID: 240217	Client: Grontmij Nederland B.V.	Date: 17-10-2007	Scale: 1 : 100
Project: Aansluiting A12		Page: 2/2	Fig:
File: J.cpd			



Cone No: C10CFII.589
 Tip area [cm²]: 10
 Sleeve area [cm²]: 150



Location: Woerden-Oost	Position: X: 126974.9 m, Y: 454840.6 m	Ground level: -0.800	Test no: K
Project ID: 240217	Client: Grontmij Nederland B.V.	Date: 17-10-2007	Scale: 1 : 100
Project: Aansluiting A12		Page: 1/2	Fig:
		File: K.cpd	



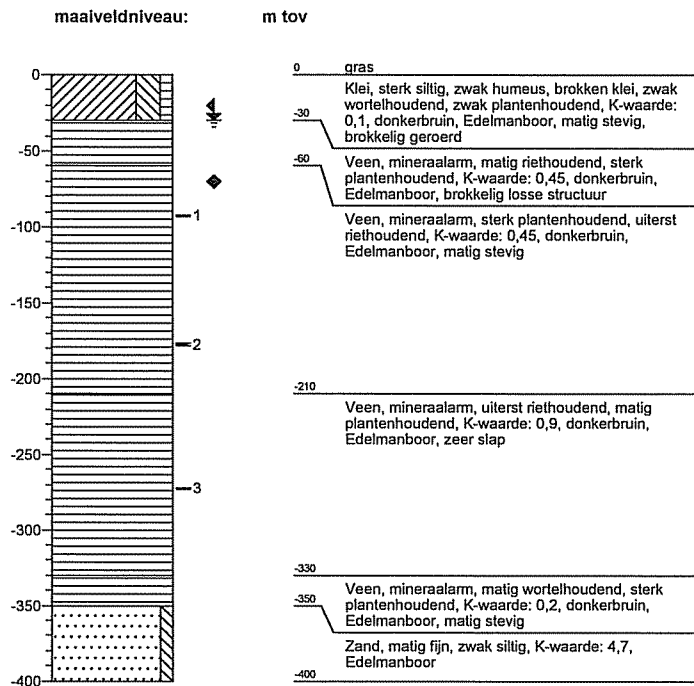
Cone No: C10CFII.589
 Tip area [cm²]: 10
 Sleeve area [cm²]: 150



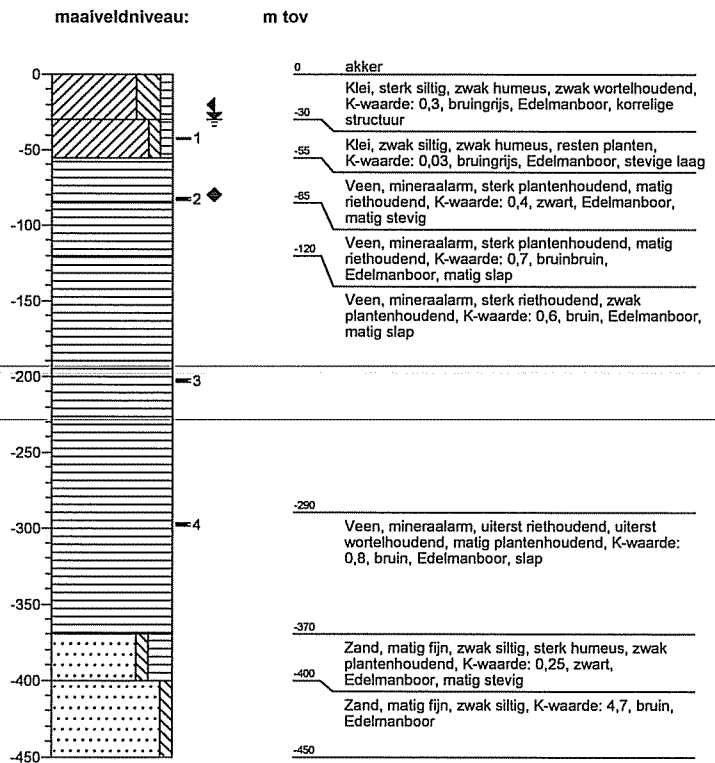
Location: Woerden-Oost	Position: X: 126974.9 m, Y: 454840.6 m	Ground level: -0.800	Test no: K
Project ID: 240217	Client: Grontmij Nederland B.V.	Date: 17-10-2007	Scale: 1 : 100
Project: Aansluiting A12		Page: 2/2	Fig:
File: K.cpd			

Boring: A

X-coördinaat
Y-coördinaat
Datum: 17-10-2007
GWS: [cm - mv] 30
GHG: [cm - mv] 20
GLG: [cm - mv] 70
Opmerking:

**Boring: B**

X-coördinaat
Y-coördinaat
Datum: 17-10-2007
GWS: [cm - mv] 30
GHG: [cm - mv] 20
GLG: [cm - mv] 80
Opmerking:



gelekend volgens NEN 5104

Projectnaam: AANSLUITING A12

Locatie: Woerden/de meern

Opdrachtgever: grontmij I/M

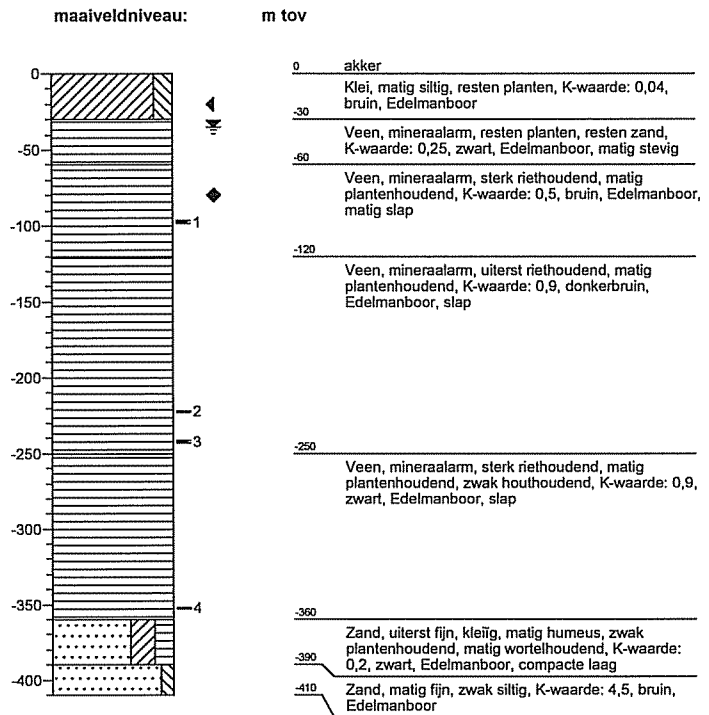
Schaal: 1: 50

Projectnr: 240217



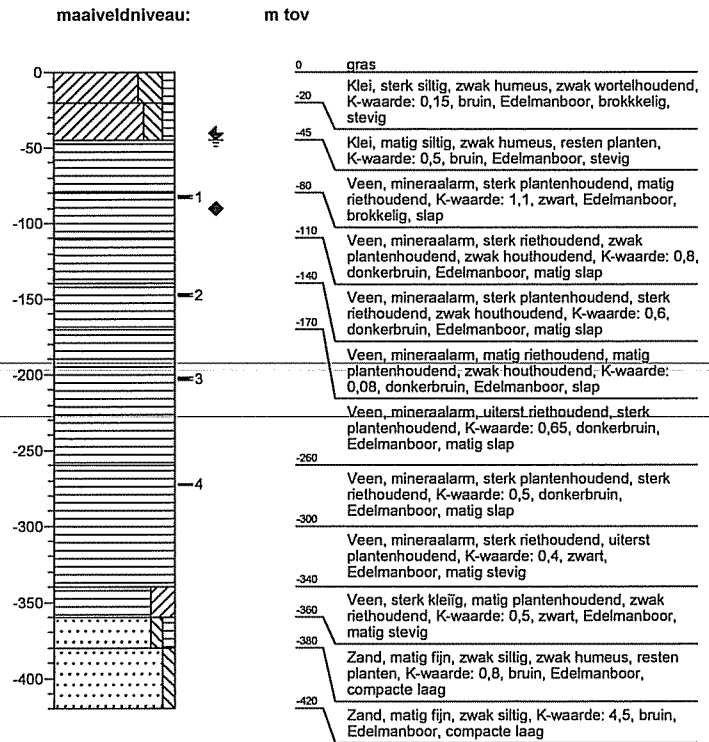
Boring: C

X-coördinaat
Y-coördinaat
Datum: 17-10-2007
GWS: [cm - mv] 35
GHG: [cm - mv] 20
GLG: [cm - mv] 80
Opmerking:



Boring: E

X-coördinaat
Y-coördinaat
Datum: 18-10-2007
GWS: [cm - mv] 45
GHG: [cm - mv] 40
GLG: [cm - mv] 90
Opmerking:



getekend volgens NEN 5104



Projectnaam: AANSLUITING A12

Locatie: Woerden/de meern

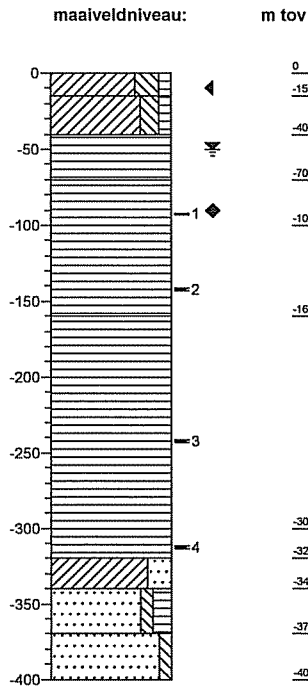
Opdrachtgever: grontmij I/M

Schaal: 1: 50

Projectnr: 240217

Boring: F

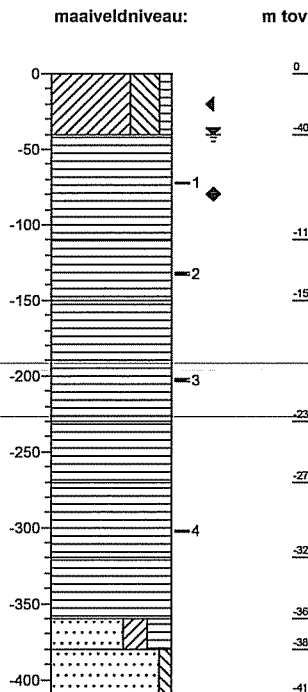
X-coördinaat
Y-coördinaat
Datum: 18-10-2007
GWS: [cm - mv] 50
GHG: [cm - mv] 10
GLG: [cm - mv] 90
Opmerking:



- 0 gras
- 15 Klei, sterk siltig, zwak humeus, matig wortelhoudend, K-waarde: 0,15, bruin, Edelmanboor, stevig, iets brokkelig
- 40 Klei, matig siltig, zwak humeus, resten planten, zwak roesthoudend, K-waarde: 0,05, bruin, Edelmanboor, stevig
- 70 Veen, mineraalarm, matig plantenhoudend, zwak wortelhoudend, K-waarde: 1,1, zwart, Edelmanboor, korrelige losse structuur
- 100 Veen, mineraalarm, uiterst riethoudend, matig plantenhoudend, K-waarde: 0,7, donkerbruin, Edelmanboor, matig slap
- 160 Veen, mineraalarm, uiterst roesthoudend, matig plantenhoudend, K-waarde: 0,4, donkerbruin, Edelmanboor, matig stevig
- 300 Veen, mineraalarm, uiterst plantenhoudend, matig riethoudend, K-waarde: 0,7, donkerbruin, Edelmanboor, slap
- 320 Veen, mineraalarm, sterk plantenhoudend, sterk riethoudend, K-waarde: 1,1, zwart, Edelmanboor, zeer slap
- 340 Klei, sterk zandig, matig riethoudend, zwak plantenhoudend, K-waarde: 0,6, bruin, Edelmanboor, matig stevig
- 370 Zand, matig fijn, zwak siltig, matig humeus, K-waarde: 3,1, donkerbruin, Edelmanboor, compacte laag
- 400 Zand, matig fijn, zwak siltig, K-waarde: 4,5, bruin, Edelmanboor, vaste laag

Boring: H

X-coördinaat
Y-coördinaat
Datum: 18-10-2007
GWS: [cm - mv] 40
GHG: [cm - mv] 20
GLG: [cm - mv] 80
Opmerking:



- 0 akker
- 40 Klei, uiterst siltig, zwak humeus, resten planten, zwak wortelhoudend, K-waarde: 0,05, bruin, Edelmanboor, stevig
- 110 Veen, mineraalarm, sterk riethoudend, matig plantenhoudend, K-waarde: 0,4, bruin, Edelmanboor, matig stevig, compact
- 150 Veen, mineraalarm, sterk riethoudend, matig plantenhoudend, K-waarde: 0,8, bruin, Edelmanboor, slap
- 230 Veen, mineraalarm, uiterst riethoudend, sterk plantenhoudend, K-waarde: 0,4, bruin, Edelmanboor, matig slap
- 270 Veen, mineraalarm, sterk plantenhoudend, matig riethoudend, K-waarde: 0,7, donkerbruin, Edelmanboor, matig slap, matig compact
- 320 Veen, mineraalarm, uiterst riethoudend, sterk plantenhoudend, K-waarde: 0,8, donkerbruin, Edelmanboor, matig slap
- 360 Veen, mineraalarm, uiterst riethoudend, matig plantenhoudend, K-waarde: 0,6, donkerbruin, Edelmanboor, matig stevig
- 380 Zand, matig fijn, kleilig, sterk humeus, zwak plantenhoudend, K-waarde: 0,4, zwart, Edelmanboor, compacte laag
- 410 Zand, matig fijn, zwak siltig, K-waarde: 4, bruin, Edelmanboor, zeer compacte laag

getekend volgens NEN 5104



Projectnaam: AANSLUITING A12

Locatie: Woerden/de meern

Opdrachtgever: grontmij I/M

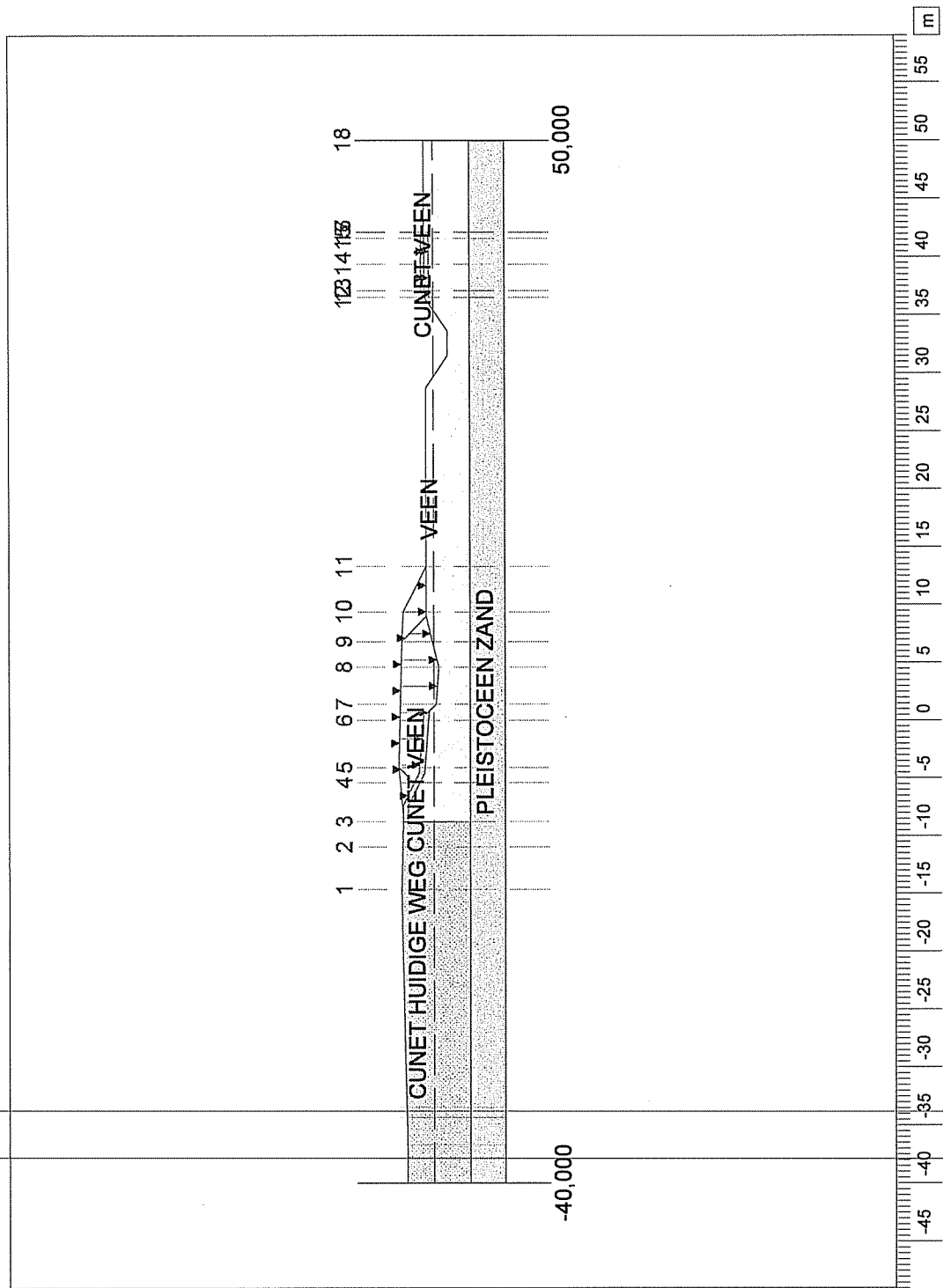
Schaal: 1: 50

Projectnr: 240217

Bijlage 3

Resultaten zettingsberekeningen

Input View



MSettle 7.3 : DWP MWF1 300 eindzetting.sli

Grontmij	De Holle Bilt 22 3732 HM De Bilt	Phone Fax	date	drw.
			18-1-2008	LEG
A12 - Aansluiting Woerden Oost Dwarsprofiel H - MWF1_300 Eindzetting			240217	ctr.
			Annex	form. A4

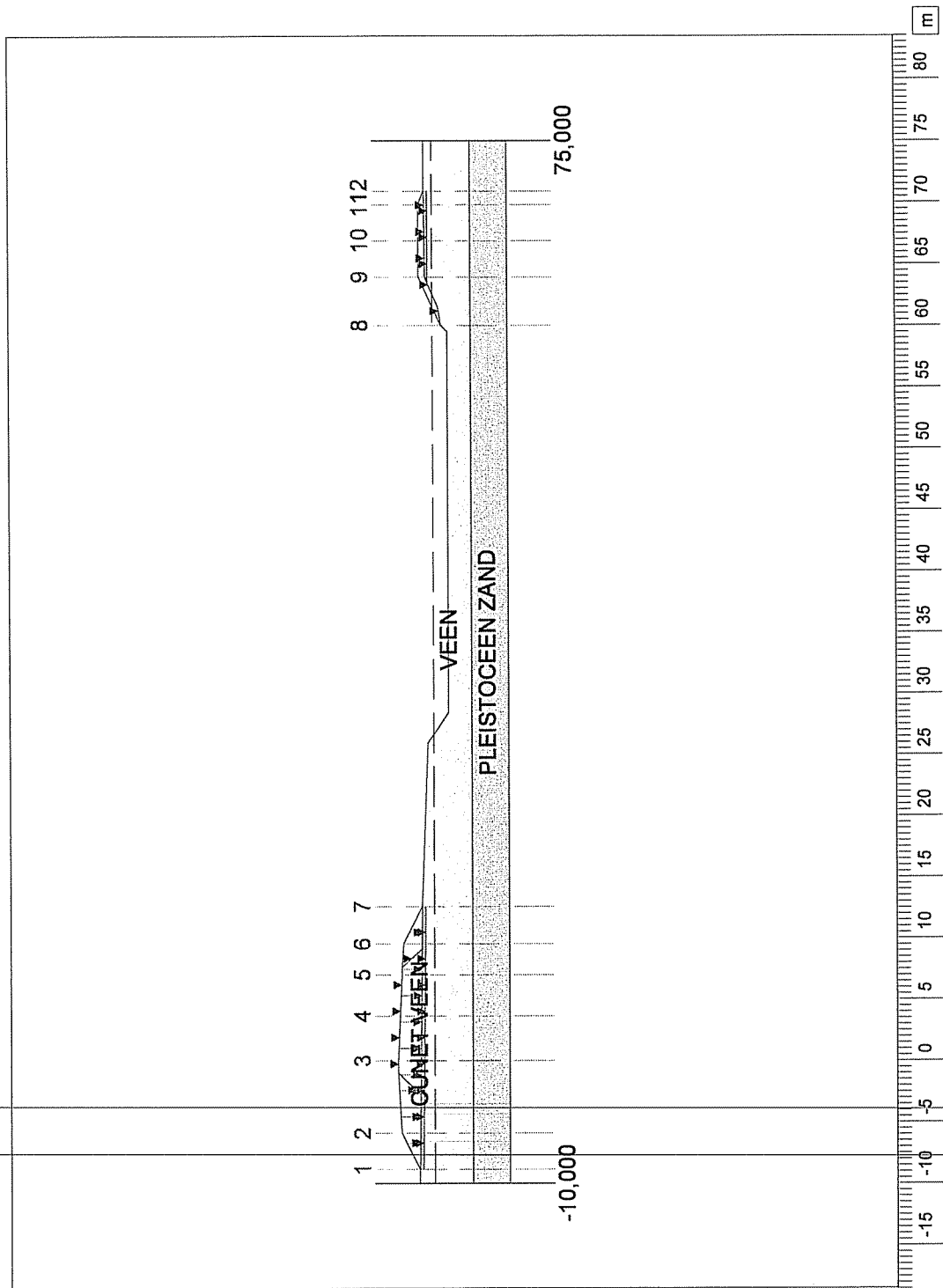
1 Settlements

1.1 Settlements

Vertical number	X co-ordinate [m]	Surface level [m]	Settlement [m]
1	-14,65	0,92	0,000
2	-10,98	0,83	0,001
3	-8,77	0,77	0,360
4	-5,40	-0,19	1,407
5	-4,10	-0,64	1,432
6	0,00	-0,97	1,357
7	1,40	-2,10	1,281
8	4,60	-2,30	1,218
9	6,80	-1,78	1,178
10	9,35	-1,25	1,106
11	13,30	-1,25	0,278
12	36,50	-1,15	0,113
13	37,10	-1,14	0,177
14	39,37	-1,12	0,343
15	41,60	-1,10	0,162
16	42,10	-1,10	0,108
17	42,12	-1,10	0,106
18	50,00	-1,10	0,000

End of Report

Input View



MSettle 7.3 : DWP G eindzetting incl steunbermen.sl

Grontmij	De Holle Bilt 22 3732 HM De Bilt	Phone Fax	date 17-1-2008	drw. LEG
A12 - Aansluiting Woerden Oost Dwarsprofiel G - MWF1_550 Eindzetting			240217	ctr.
			Annex	form. A4

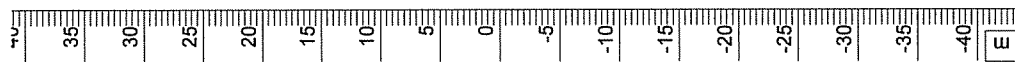
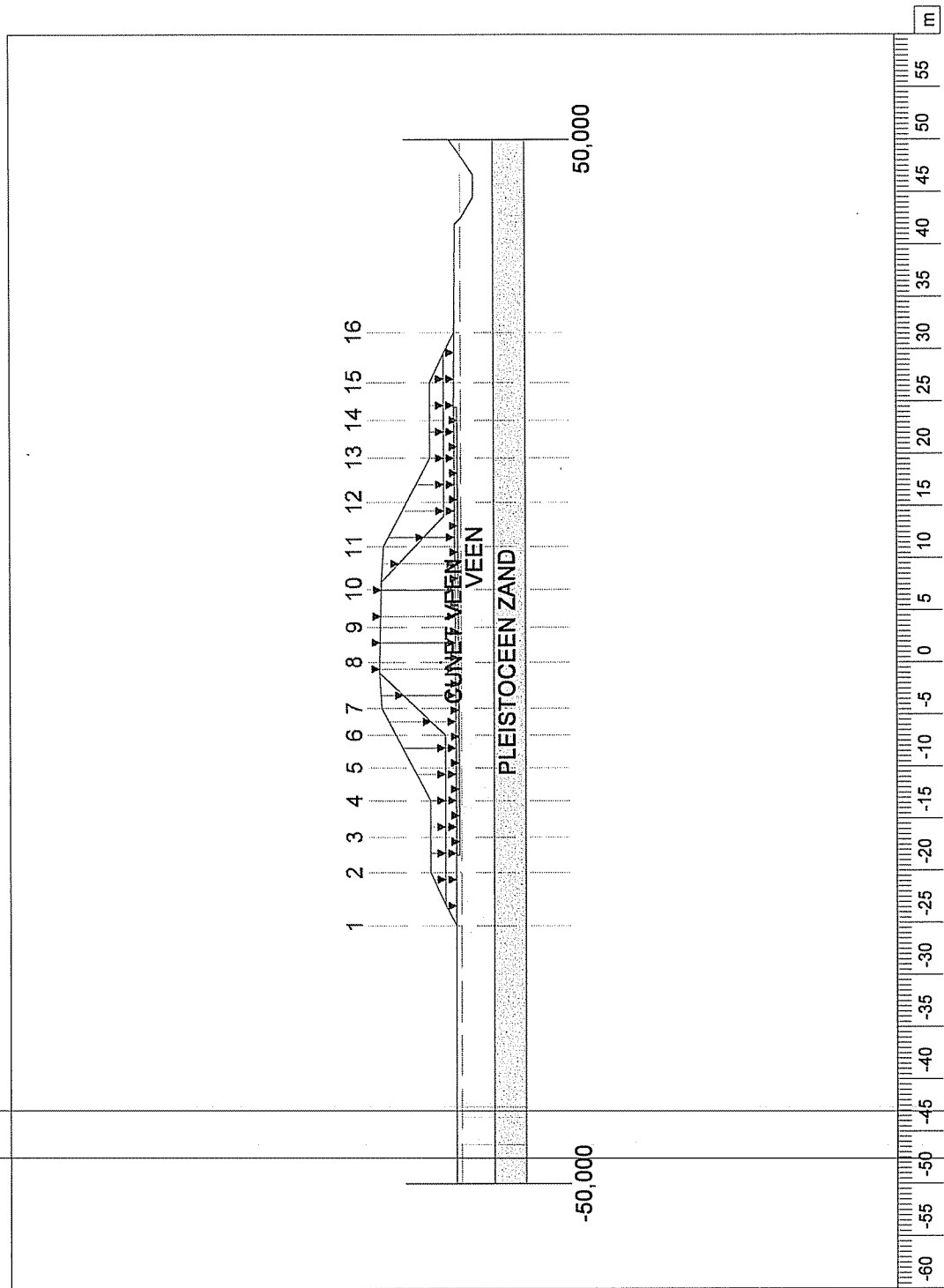
1 Settlements

1.1 Settlements

Vertical number	X co-ordinate [m]	Surface level [m]	Settlement [m]
1	-8,84	-0,70	0,175
2	-5,90	-0,74	1,128
3	0,00	-0,81	1,298
4	3,64	-0,84	1,267
5	6,99	-0,88	1,207
6	9,54	-0,90	1,064
7	12,58	-0,93	0,177
8	60,00	-2,60	0,350
9	63,94	-1,34	0,444
10	66,87	-1,29	0,510
11	69,80	-1,26	0,300
12	70,90	-1,25	0,127

End of Report

Input View



MSettle 7.3 : DWP C eindzetting Incl steunbermen.sli

Grontmij	De Holle Bilt 22 3732 HM De Bilt	Phone Fax	date	drw.
			17-1-2008	LEG
A12 - Aansluiting Woerden Oost Dwarsprofiel C - MWF1_1000 Einzetting			240217	ctr.
			Annex	form. A4

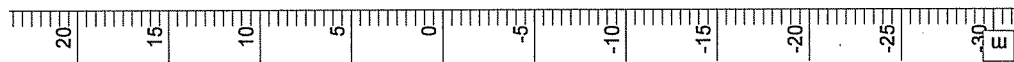
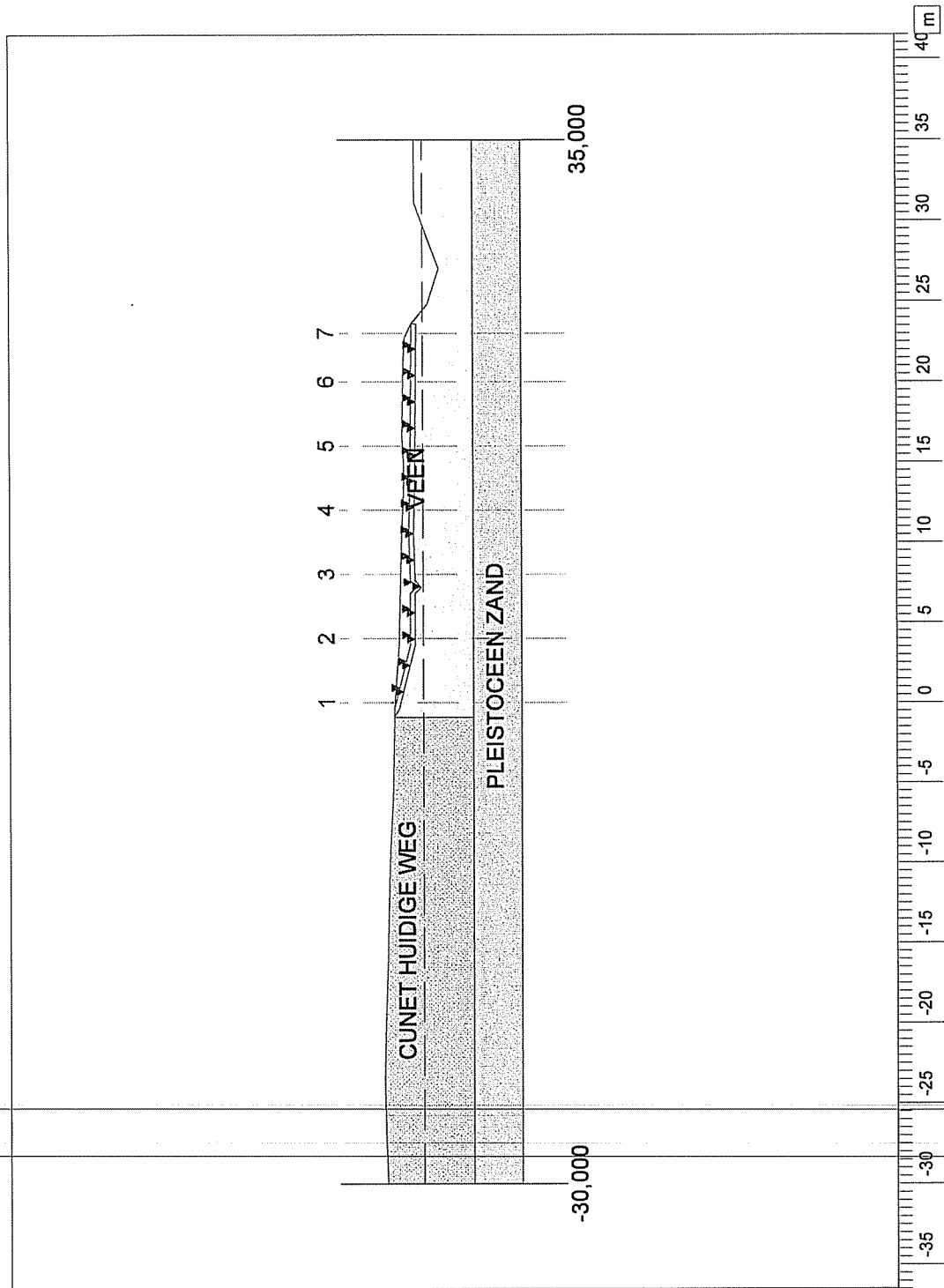
1 Settlements

1.1 Settlements

Vertical number	X co-ordinate [m]	Surface level [m]	Settlement [m]
1	-25,30	-1,43	0,277
2	-20,20	-1,43	1,150
3	-16,80	-1,42	1,141
4	-13,30	-1,40	1,214
5	-10,15	-1,39	1,343
6	-7,00	-1,38	1,437
7	-4,40	-1,36	1,484
8	0,00	-1,35	1,597
9	3,35	-1,33	1,596
10	7,00	-1,31	1,599
11	11,10	-1,30	1,498
12	15,35	-1,28	1,417
13	19,60	-1,26	1,250
14	23,20	-1,24	1,177
15	26,80	-1,25	1,179
16	31,60	-1,29	0,315

End of Report

Input View



MSettle 7.3 : DWP A eindzetting.sli

<p>Grontmij</p>	<p>De Holle Blit 22 3732 HM De Blit</p>	<p>Phone Fax</p>	<p>date 18-1-2008</p>	<p>drw. NL</p>
<p>A12 - Aansluiting Woerden Oost Dwarsprofiel A - MWG1_500 Eindzetting</p>			<p>240217 Annex</p>	<p>ctr. form. A4</p>

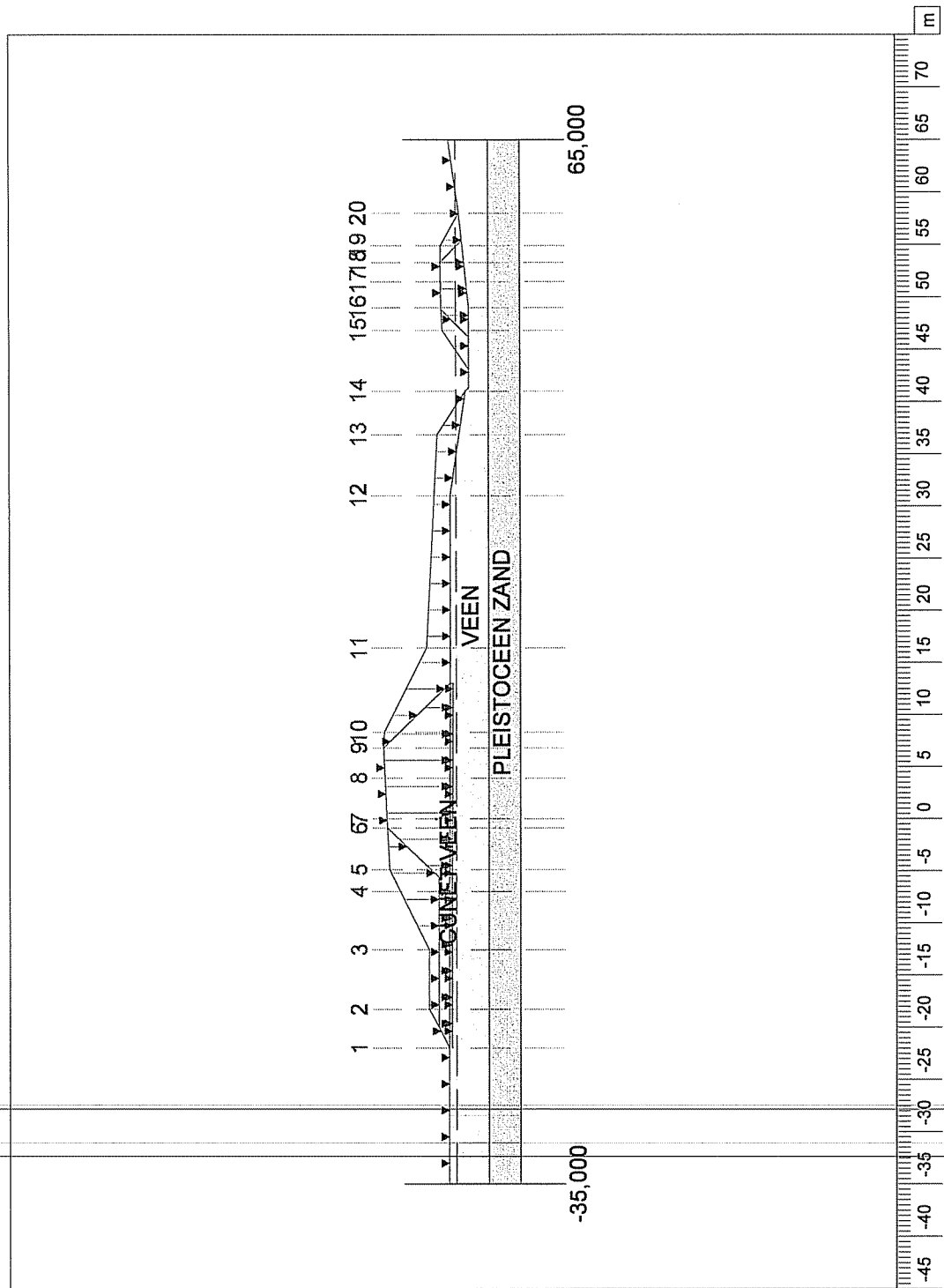
1 Settlements

1.1 Settlements

Vertical number	X co-ordinate [m]	Surface level [m]	Settlement [m]
1	0,00	-0,20	0,943
2	4,00	-1,10	0,957
3	8,00	-1,09	0,939
4	12,00	-1,04	0,879
5	16,00	-1,11	0,851
6	20,00	-1,16	0,784
7	23,00	-1,19	0,414

End of Report

Input View



MSettle 7.3 : DWP MWM1 100 eindzetting incl steunbermen.sif

Grontmij	De Holle Bilt 22 3732 HM De Bilt	Phone Fax	date	dw.
			18-1-2008	LEG
A12 - Aansluiting Woerden Oost Dwarsprofiel MWM1_100	Eindzetting		240217	ctr.
			Annex	form. A4

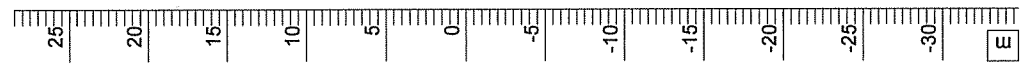
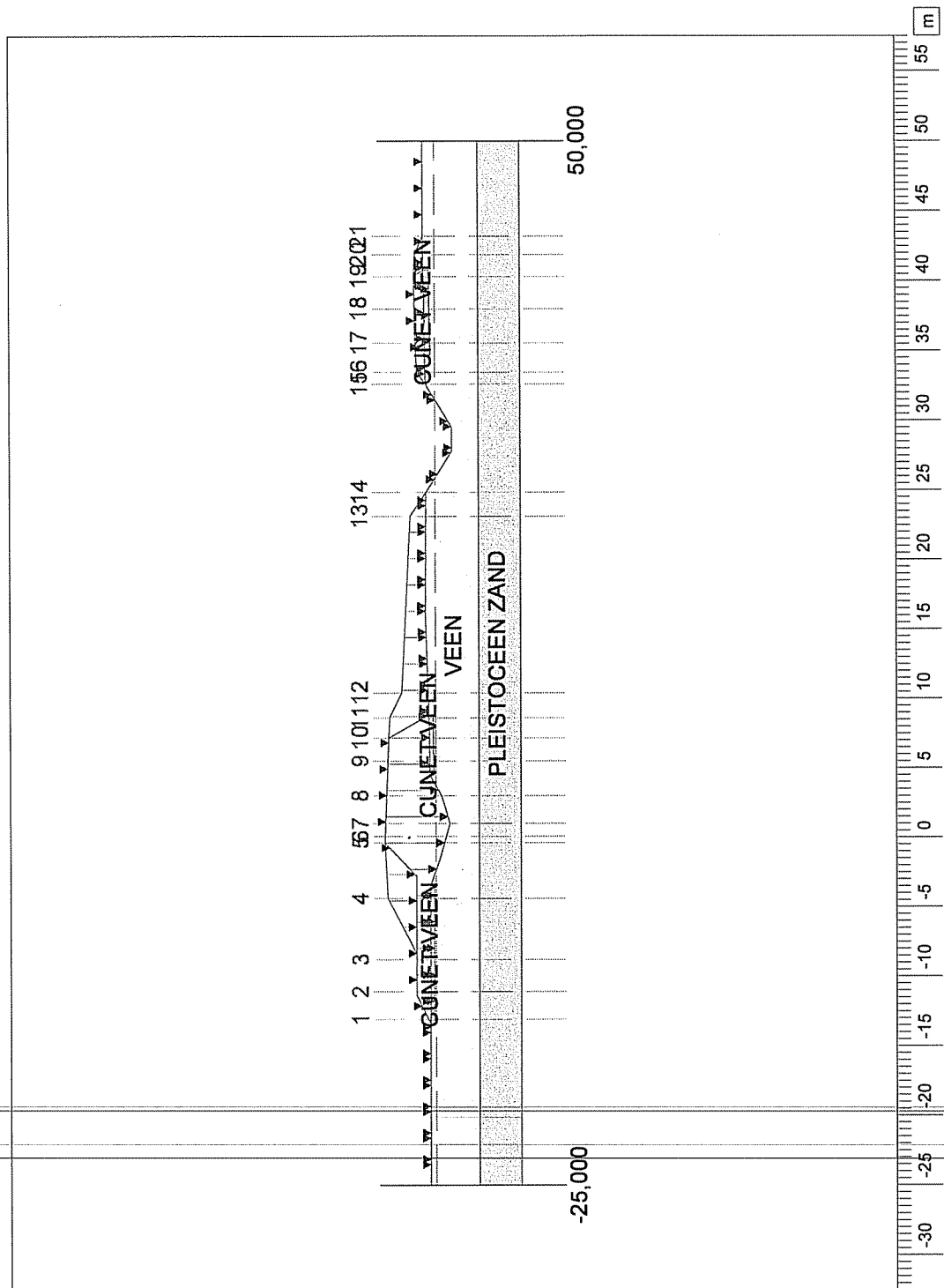
1 Settlements

1.1 Settlements

Vertical number	X co-ordinate [m]	Surface level [m]	Settlement [m]
1	-22,00	-1,20	0,233
2	-18,30	-1,20	1,075
3	-12,60	-1,20	1,240
4	-7,00	-1,20	1,455
5	-4,90	-1,21	1,477
6	-0,90	-1,23	1,573
7	0,00	-1,23	1,582
8	3,89	-1,25	1,582
9	6,80	-1,27	1,569
10	8,30	-1,28	1,517
11	16,40	-1,31	1,288
12	31,00	-1,35	1,022
13	36,83	-2,20	0,957
14	41,00	-2,80	0,381
15	46,82	-3,10	0,649
16	49,00	-3,10	0,758
17	51,46	-2,85	0,843
18	53,30	-2,67	0,870
19	54,90	-2,51	0,802
20	58,00	-2,20	0,452

End of Report

Input View



MSettle 7.3 : DWP MWM1 200 eindzetting incl steunbermen.sil

Grontmij	De Holle Bilt 22 3732 HM De Bilt	Phone Fax	date 18-1-2008	drw. LEG
A12 - Aansluiting Woerden Oost Dwarsprofiel MWM1_200 Eindzetting			240217	ctr.
			Annex	form. A4

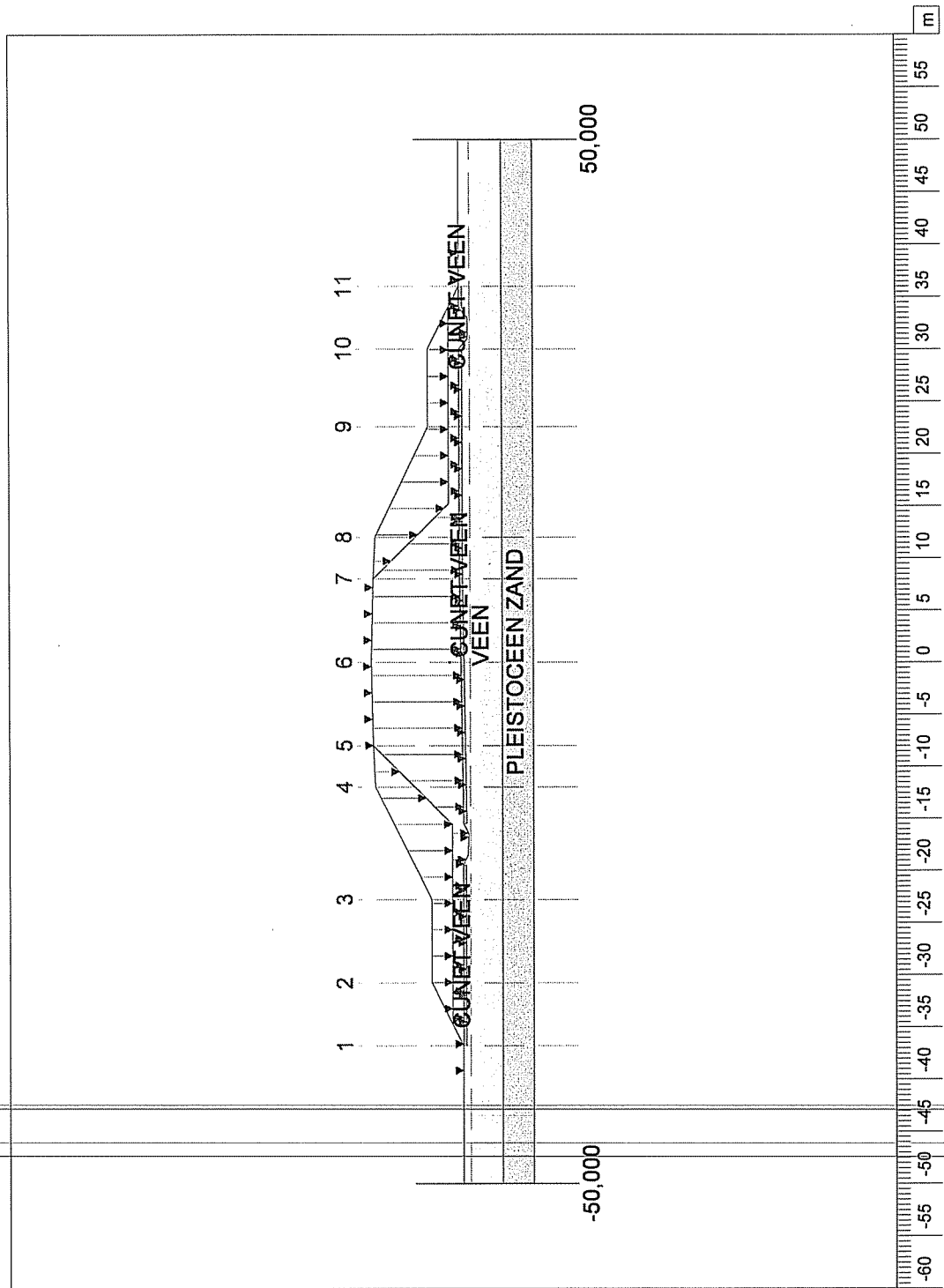
1 Settlements

1.1 Settlements

Vertical number	X co-ordinate [m]	Surface level [m]	Settlement [m]
1	-13,10	-1,50	0,446
2	-11,10	-1,50	0,804
3	-8,80	-1,50	0,935
4	-4,40	-1,50	1,130
5	-0,39	-2,51	1,201
6	0,08	-2,64	1,159
7	1,00	-2,90	1,047
8	3,00	-2,30	1,272
9	5,50	-1,45	1,177
10	7,16	-1,43	1,147
11	8,60	-1,41	1,088
12	10,40	-1,36	1,155
13	23,10	-1,21	0,798
14	24,85	-1,25	0,253
15	32,60	-1,20	0,197
16	33,46	-1,19	0,500
17	35,56	-1,16	0,786
18	38,00	-1,12	0,862
19	40,32	-1,09	0,786
20	41,89	-1,07	0,625
21	43,20	-1,05	0,200

End of Report

Input View



MSettle 7.3 : DWP MWN1 765 eindzetting incl steunbermen.sli

Grontmij	De Holle Bilt 22 3732 HM De Bilt	Phone Fax	date 18-1-2008	drv. AK
A12 - Aansluiting Woerden Oost Dwarsprofiel MWN1_765 Eindzetting			240217	ctr.
			Annex -	form. A4

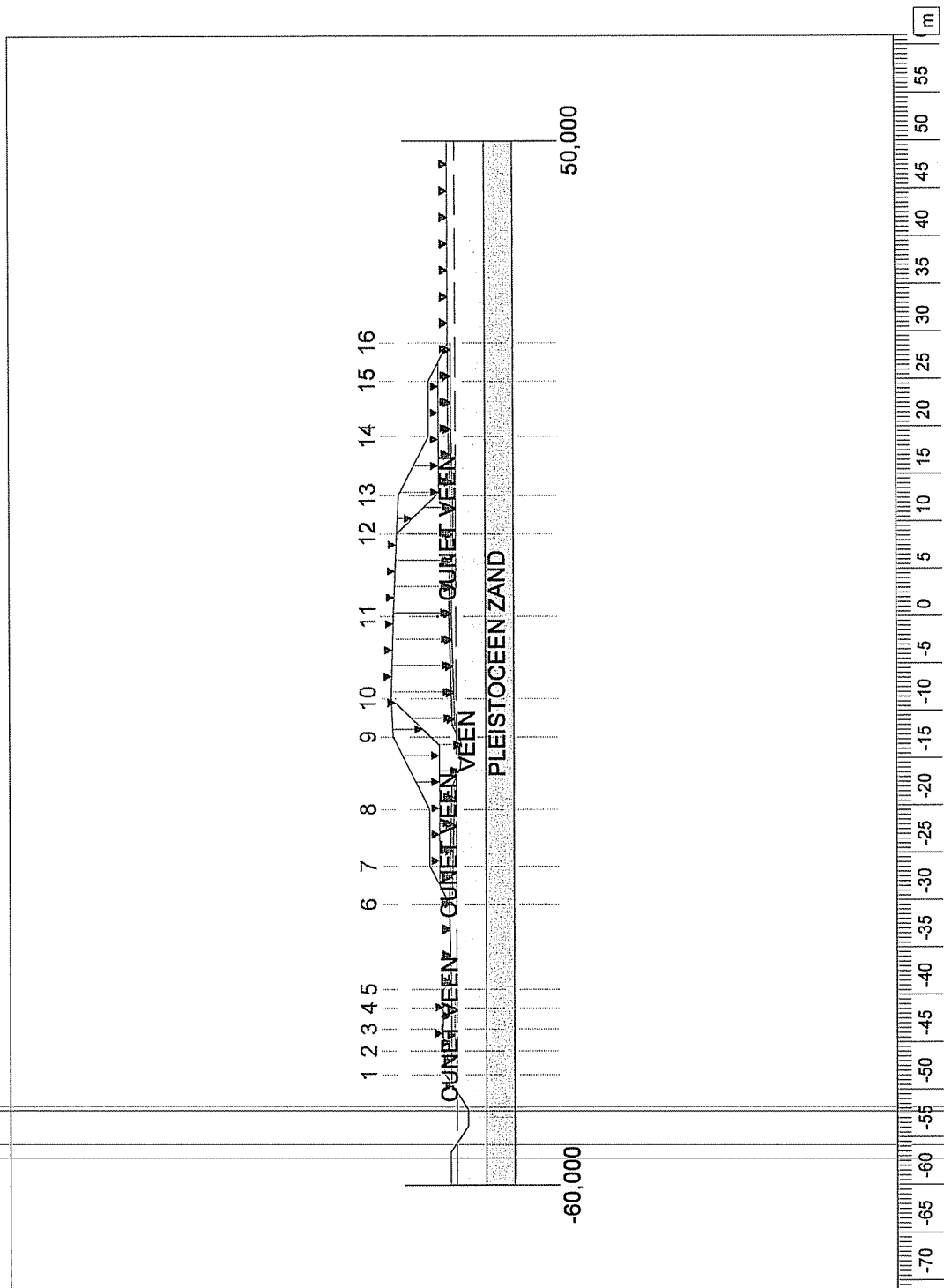
1 Settlements

1.1 Settlements

Vertical number	X co-ordinate [m]	Surface level [m]	Settlement [m]
1	-36,80	-1,20	0,212
2	-30,80	-1,20	1,220
3	-22,80	-1,20	1,358
4	-12,00	-1,20	1,625
5	-8,00	-1,14	1,749
6	0,00	-1,02	1,806
7	8,00	-0,90	1,851
8	12,00	-0,90	1,744
9	22,60	-0,90	1,489
10	30,00	-0,90	1,178
11	36,00	-0,90	0,193

End of Report

Input View



MSettle 7.3 : DWP MWN1 950 eindzetting incl steunbermen.sli

Grontmij	De Hofle Bilt 22 3732 HM De Bilt	Phone Fax	date 18-1-2008	drw. AK
A12 - Aansluiting Woerden Oost Dwarsprofiel MWN1_950 Eindzetting			240217	ctr.
			Annex -	form. A4

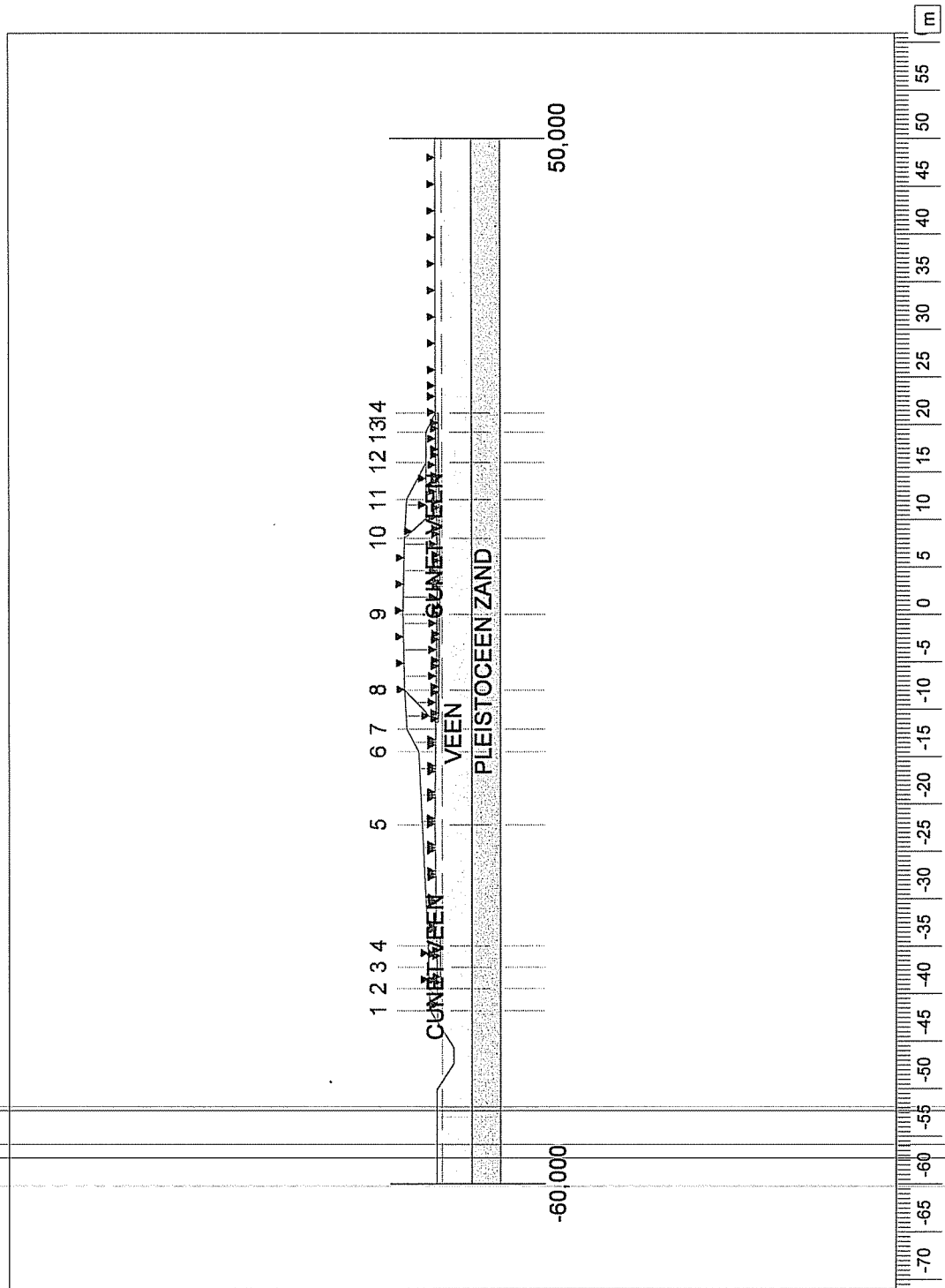
1 Settlements

1.1 Settlements

Vertical number	X co-ordinate [m]	Surface level [m]	Settlement [m]
1	-48,40	-1,30	0,525
2	-45,89	-1,30	0,792
3	-43,57	-1,30	0,852
4	-41,36	-1,30	0,806
5	-39,40	-1,30	0,622
6	-30,40	-1,12	0,232
7	-26,40	-1,21	1,109
8	-20,40	-1,35	1,232
9	-12,74	-2,08	1,506
10	-8,70	-1,37	1,539
11	0,00	-1,14	1,603
12	8,70	-1,31	1,526
13	12,74	-1,27	1,433
14	19,00	-1,14	1,282
15	24,80	-1,12	1,130
16	28,80	-1,12	0,230

End of Report

Input View



MSettle 7.3 : DWP MWN1 1025 incl steunbermen.sii

Grontmij	De Holle Bilt 22 3732 HM De Bilt	Phone Fax	date	drw.
			18-1-2008	LEG
A12 - Aansluiting Woerden Oost Dwarsprofiel MWN1_1025 Eindzetting			240217	ctr.
			Annex	form. A4

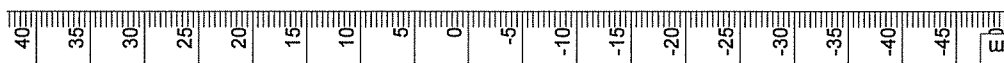
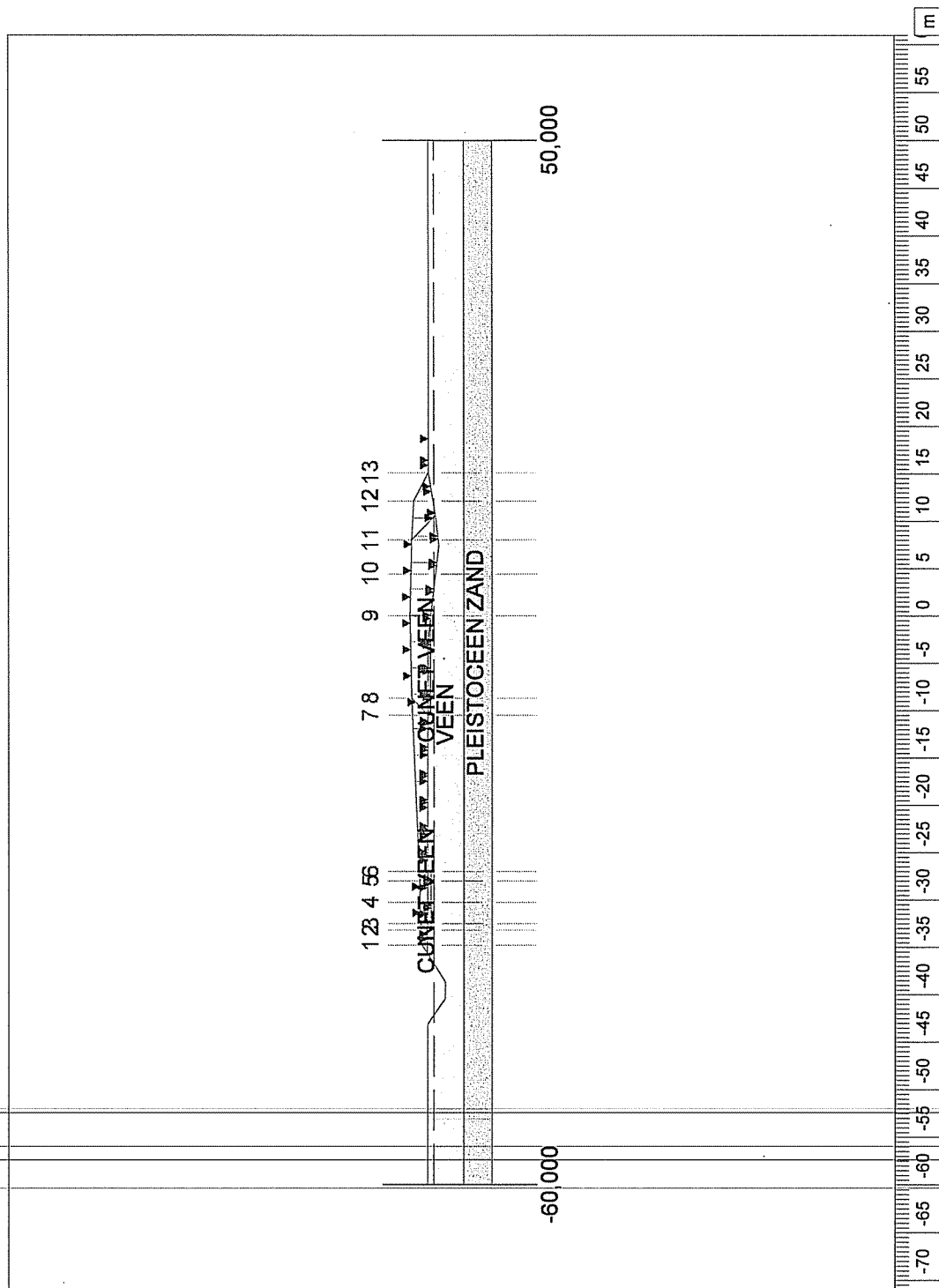
1 Settlements

1.1 Settlements

Vertical number	X co-ordinate [m]	Surface level [m]	Settlement [m]
1	-41,80	-1,37	0,589
2	-39,47	-1,34	0,798
3	-37,20	-1,31	0,866
4	-34,96	-1,28	0,865
5	-22,20	-1,13	1,087
6	-14,50	-1,18	1,239
7	-12,10	-1,20	1,374
8	-8,00	-1,24	1,342
9	0,00	-1,34	1,341
10	8,00	-1,34	1,317
11	12,10	-1,29	1,230
12	16,00	-1,23	1,061
13	19,20	-1,22	0,867
14	21,20	-1,22	0,211

End of Report

Input View



MSettle 7.3 : DWP MWN1 1100 eindzettingen incl sleunbermen.sli

Grontmij	De Holle Bilt 22 3732 HM De Bilt	Phone Fax	date	drw.
			18-1-2008	LEG
A12 - Aansluiting Woerden Oost Dwarsprofiel MWN1_1100 Eindzetting			240217	ctr.
			Annex	form. A4

1 Settlements

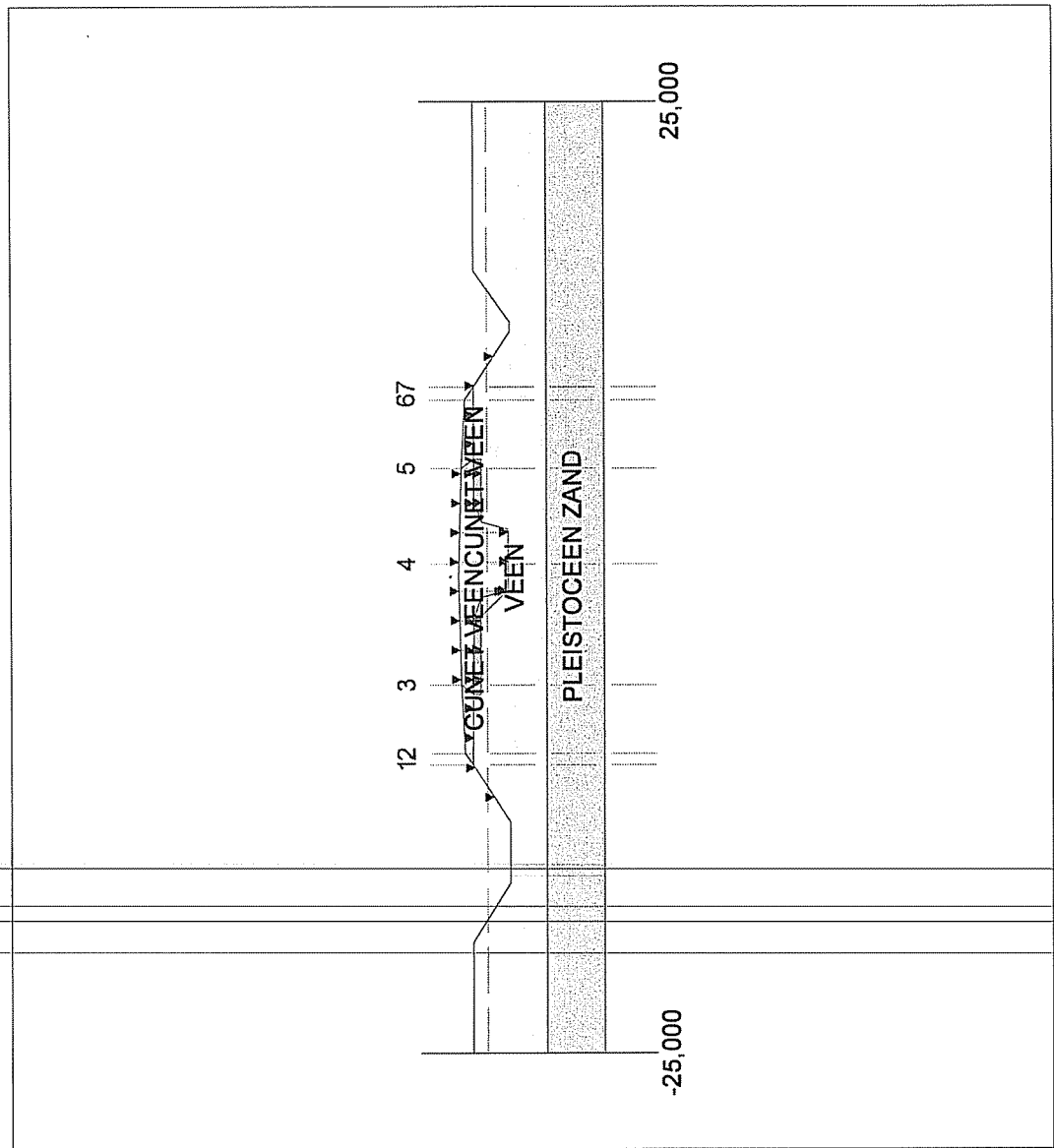
1.1 Settlements

Vertical number	X co-ordinate [m]	Surface level [m]	Settlement [m]
1	-34,80	-1,21	0,472
2	-33,20	-1,21	0,523
3	-32,50	-1,21	0,772
4	-30,26	-1,21	0,864
5	-28,00	-1,22	0,856
6	-27,00	-1,22	0,685
7	-10,50	-1,25	0,909
8	-8,70	-1,25	1,083
9	0,00	-1,56	1,163
10	8,00	-2,34	1,125
11	12,10	-1,81	0,959
12	15,10	-1,30	0,255
13	15,10	-1,30	0,252

End of Report

Input View

- Materials
-  CUNET VEEN
 -  VEEN
 -  PLEISTOCENE ZAND



MSettle 7.3 : DWP MW01 400 sloot.sli

Grontmij	De Holle Bilt 22 3732 HM De Bilt	Phone Fax	date 18-1-2008	drw. LEG
A12 - Aansluiting Woerden Oost Dwarsprofiel C - MWF1_1000 Eindzetting			240217	ctr.
			Annex	form. A4

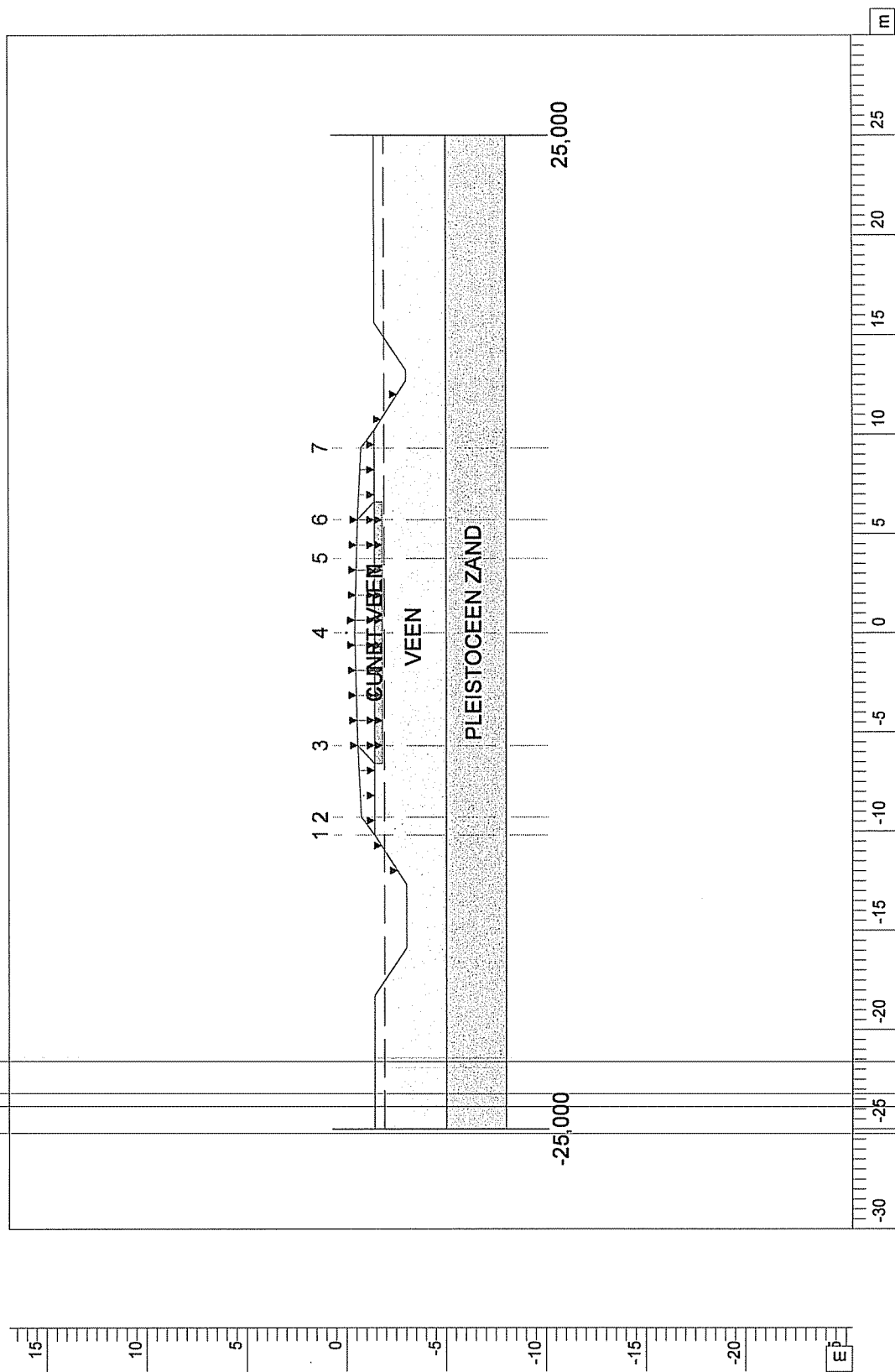
1 Settlements

1.1 Settlements

Vertical number	X co-ordinate [m]	Surface level [m]	Settlement [m]
1	-9,90	-1,15	0,131
2	-9,30	-1,15	0,294
3	-5,70	-1,17	0,773
4	0,01	-1,61	0,897
5	5,70	-1,20	0,767
6	9,30	-1,20	0,316
7	10,00	-1,20	0,133

End of Report

Input View



MSettle 7.3 : DWP MW01 1000 eindzettingen incl steunberm.sli

Grontmij	De Holle Bilt 22 3732 HM De Bilt	Phone Fax	date 18-1-2008	drw. LEG
A12 - Aansluiting Woerden Oost Dwarsprofiel MWO1_1000 Eindzetting			240217	ctr.
			Annex	form. A4

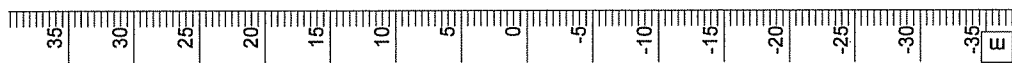
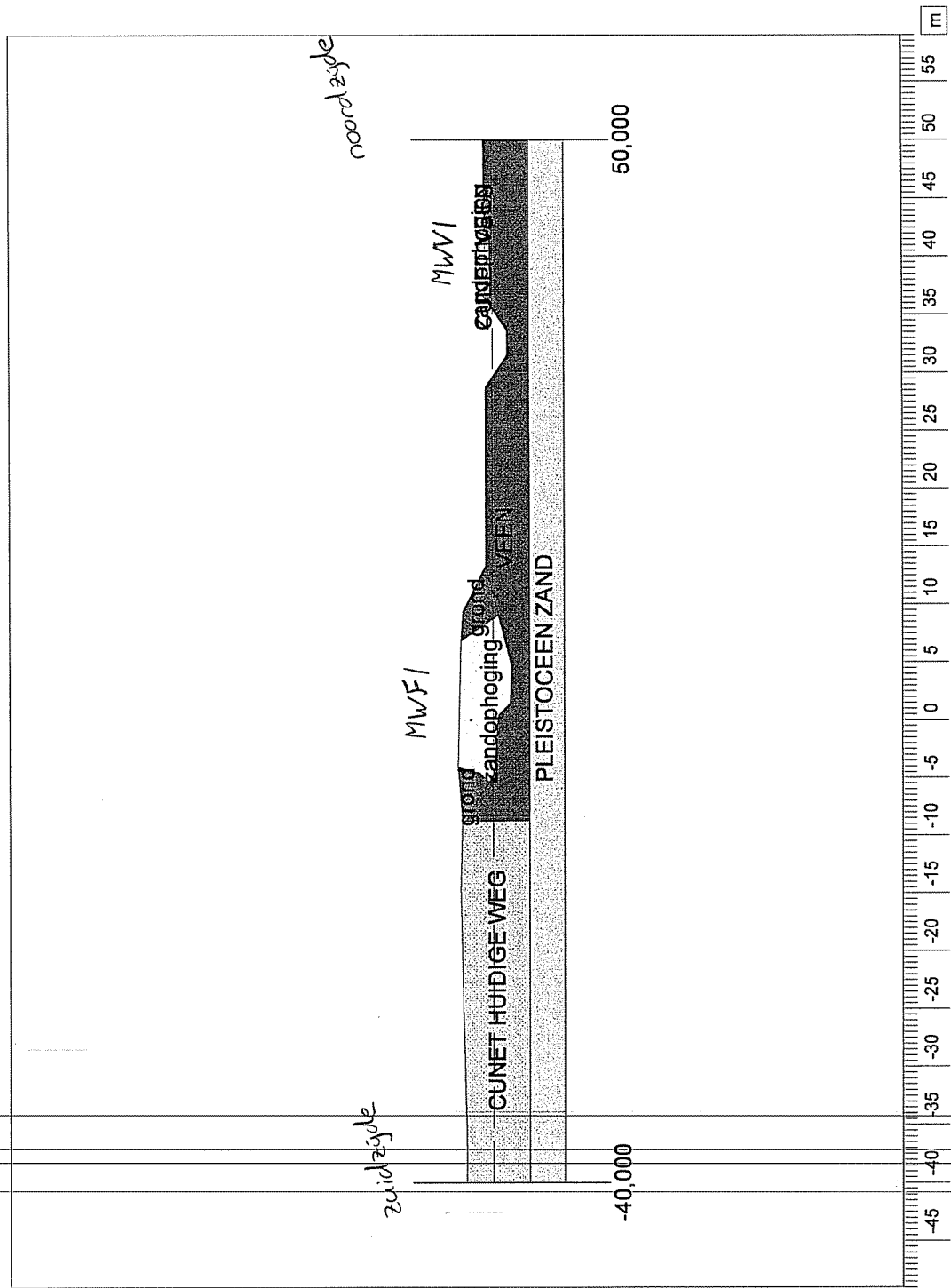
1 Settlements

1.1 Settlements

Vertical number	X co-ordinate [m]	Surface level [m]	Settlement [m]
1	-10,20	-1,40	0,173
2	-9,30	-1,40	0,417
3	-5,70	-1,40	0,783
4	0,00	-1,40	0,869
5	5,70	-1,40	0,785
6	9,30	-1,40	0,455

End of Report

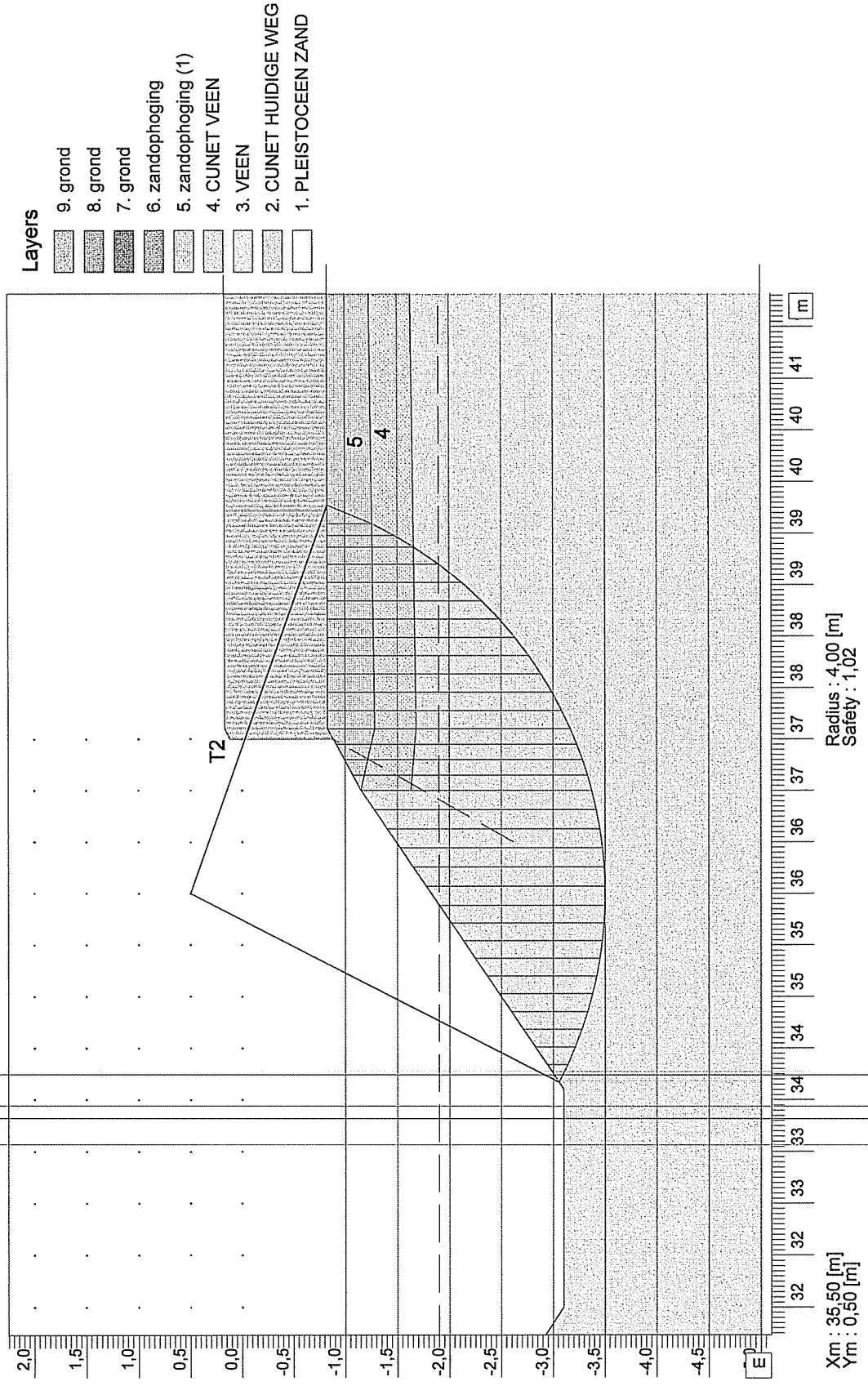
Geometry View



MStab 9.9 : DWP MWF1 300 eindstabiliteit_2.sti

Grontmij	De Holle Bilt 22 3732 HM De Bilt	Phone Fax	date	drw.
			18-1-2008	LEG
A12 - Aansluiting Woerden Oost Dwarsprofiel MWF1_300 Eindstabiliteit			240217	ctr.
			Annex -	form. A4

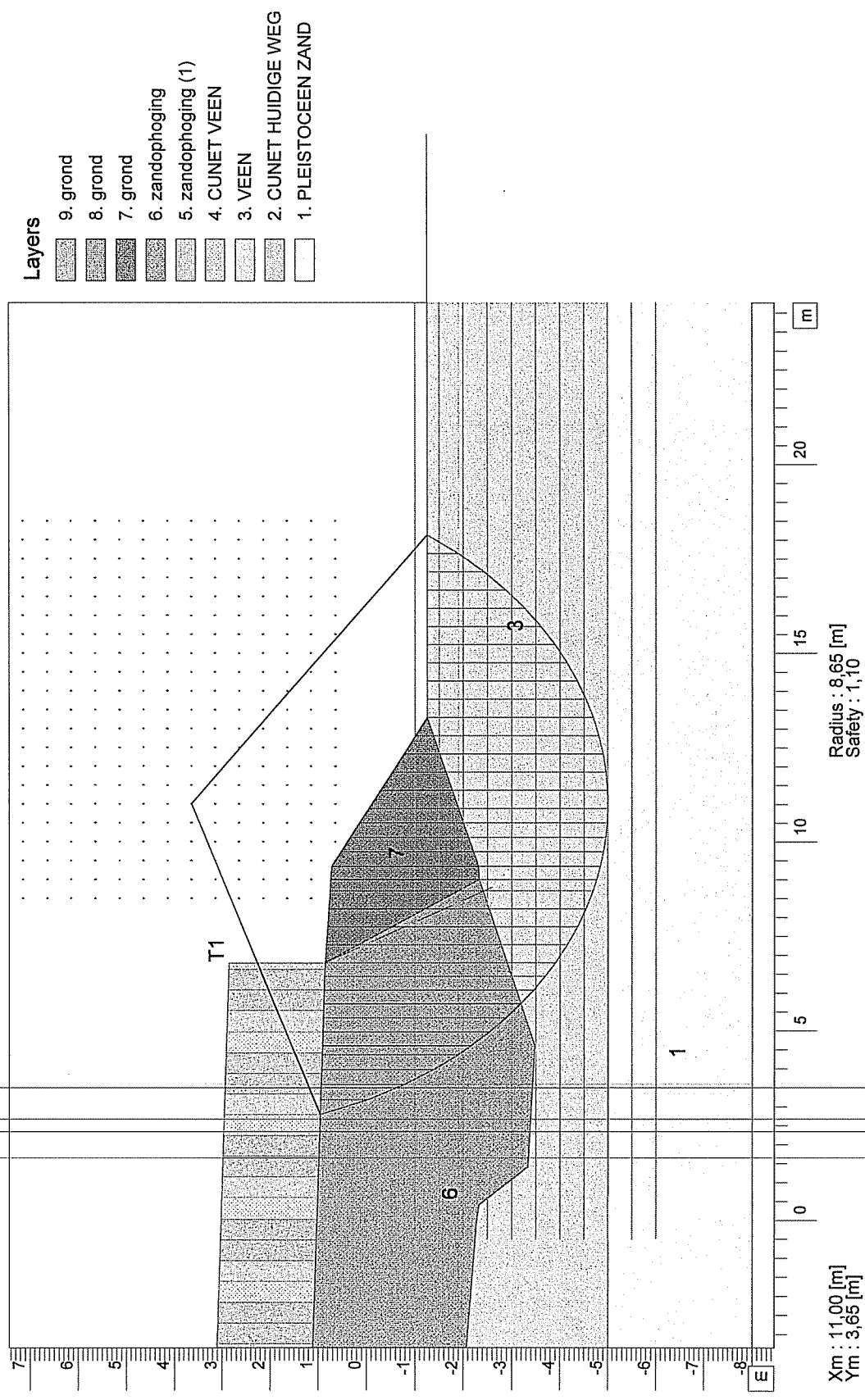
Critical Circle Bishop



MStab 9.9 : DWP MWF1 300 eindstabiliteit.sli

Grontmij	De Holle Blik 22 3732 HM De Bilt	Phone Fax	date	dw.
			17-1-2008	LEG
A12 - Aansluiting Woerden Oost Dwarsprofiel MWF1_300 zuidzijde	Eindstabiliteit		240217	ctr.
			Annex -	form. A4

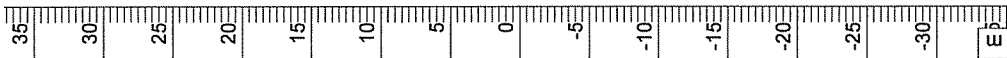
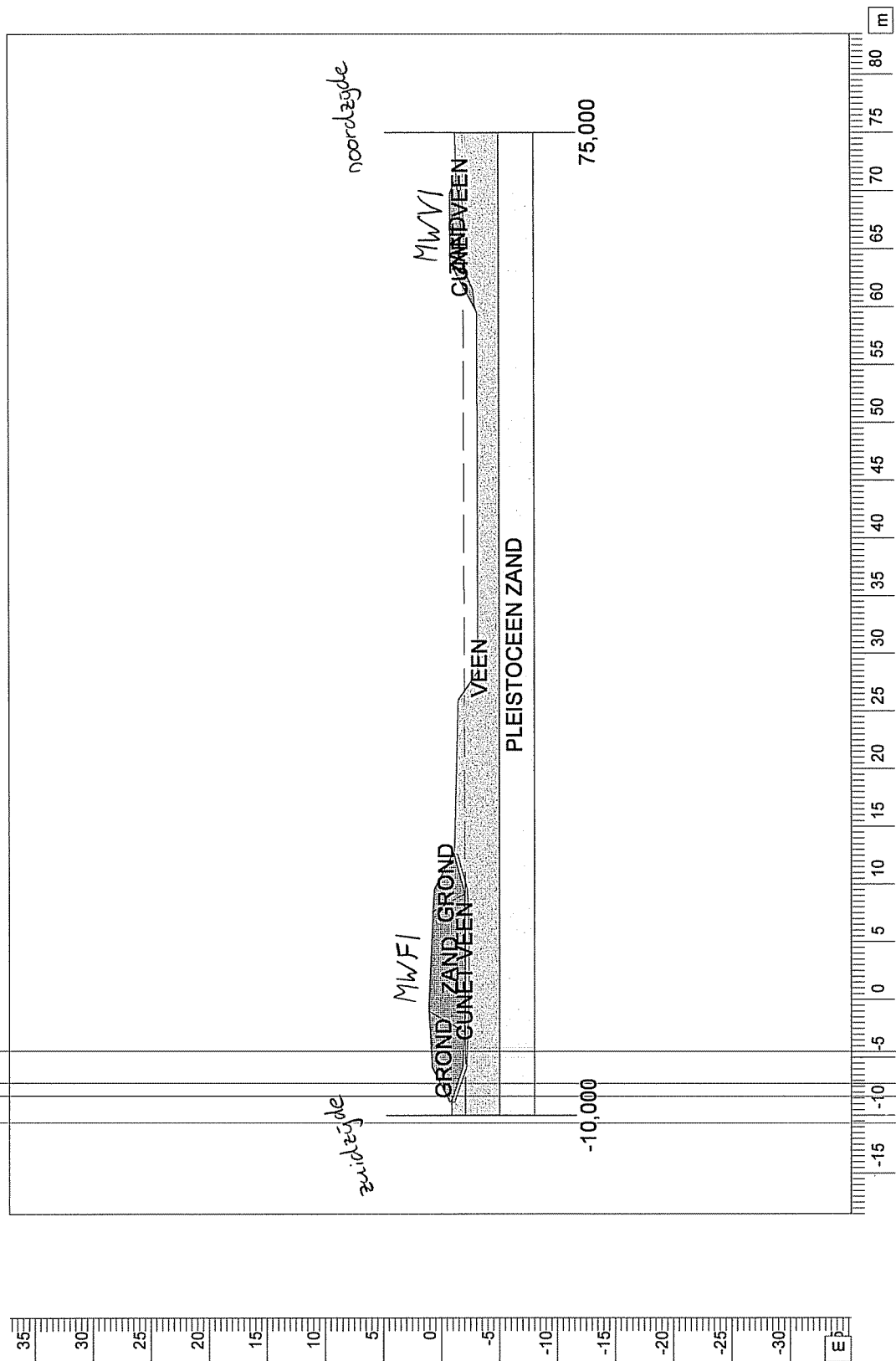
Critical Circle Bishop



MStab 9.9 : DWP MWF1 300 eindstabiliteit_2.sti

Grontmij	De Holle Bilt 22 3732 HM De Bilt	Phone Fax	date	drw.
			17-1-2008	LEG
			240217	ctr.
A12 - Aansluiting Woerden Oost Dwarsprofiel MWF1_300 noordzijde Eindstabiliteit			Annex -	form. A4

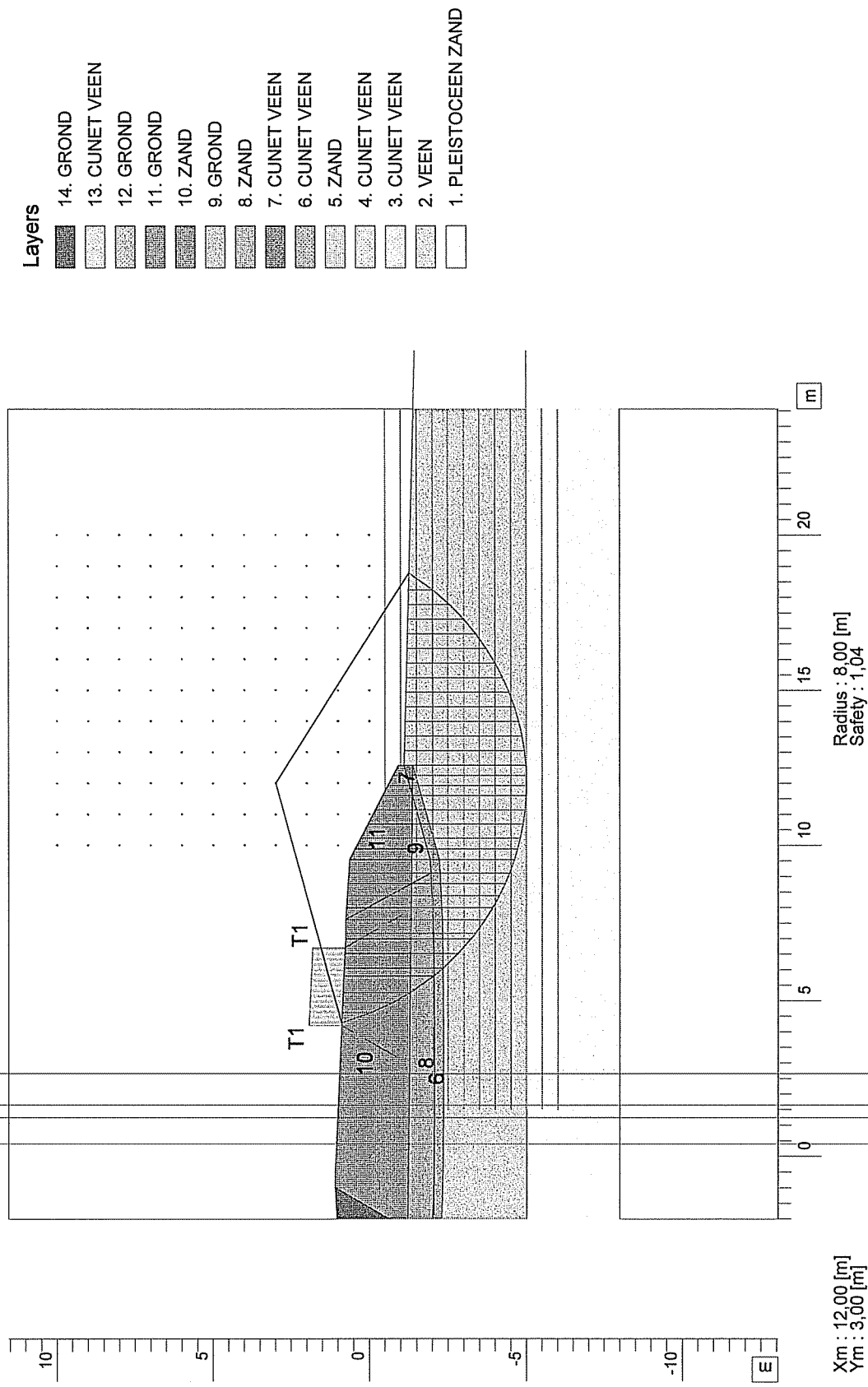
Geometry View



MStab 9.9 : DWP G Eindstabiliteit MWF1.sti

Grontmij	De Holle Bilt 22 3732 HM De Bilt	Phone Fax	date	dw.
			18-1-2008	LEG
A12 - Aansluiting Woerden Oost Dwarsprofiel G - MWF1_550 Eindstabiliteit			240217	ctr.
			Annex	form. A4

Critical Circle Bishop

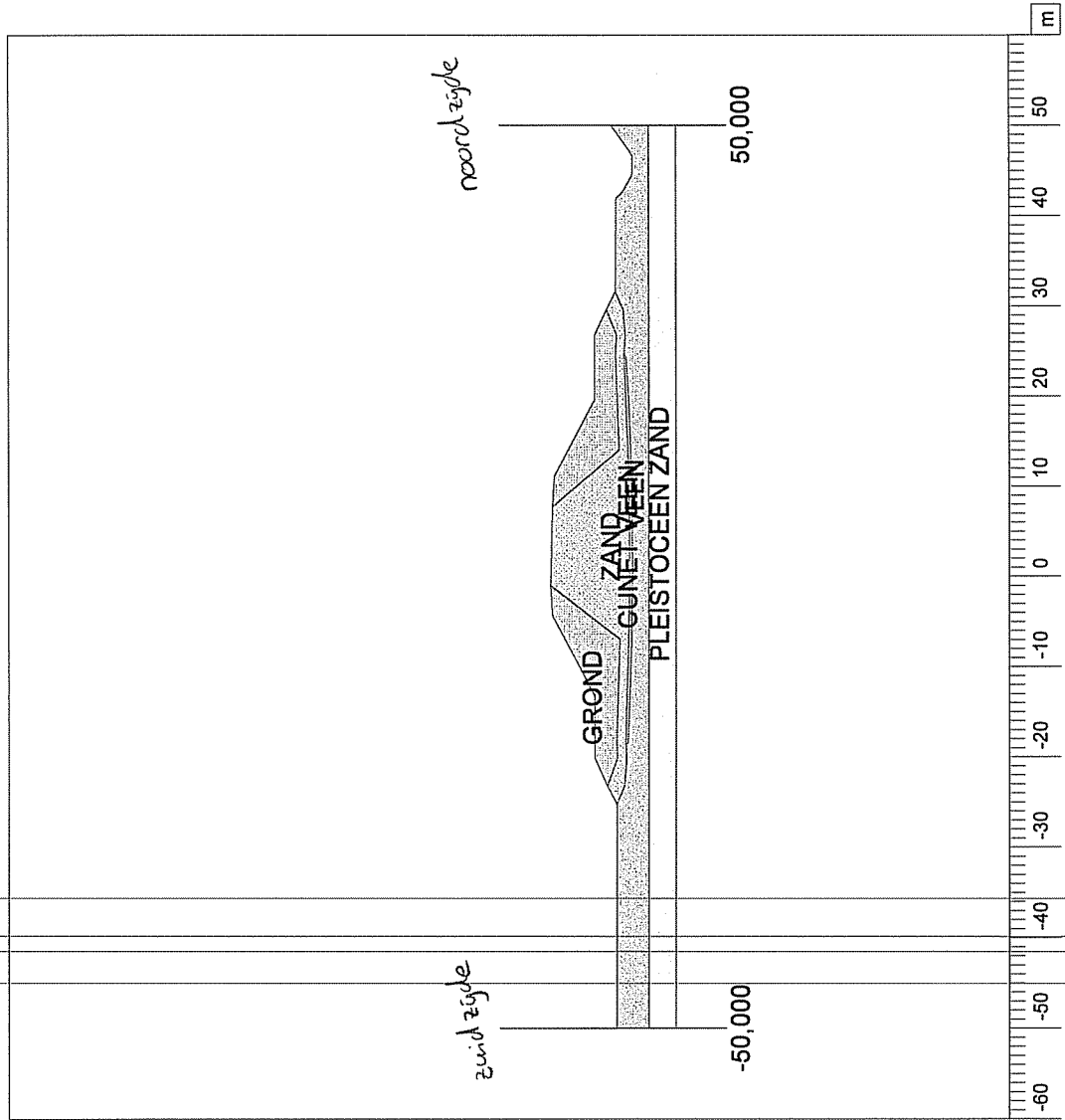


MStab 9.9 : DWP G Eindstabiliteit MWF1.sti

Grontmij	De Holle Bilt 22 3732 HM De Bilt	Phone Fax	date	drw.
			17-1-2008	LEG
A12 - Aansluiting Woerden Oost Dwarsprofiel G - MWF1_550 noordzijde Eindstabiliteit			240217	ctr.
			Annex	form. A4

Geometry View

- Materials
- GROND
 - ZAND
 - CUNET VEEN
 - VEEN
 - PLEISTOCEEN ZAND

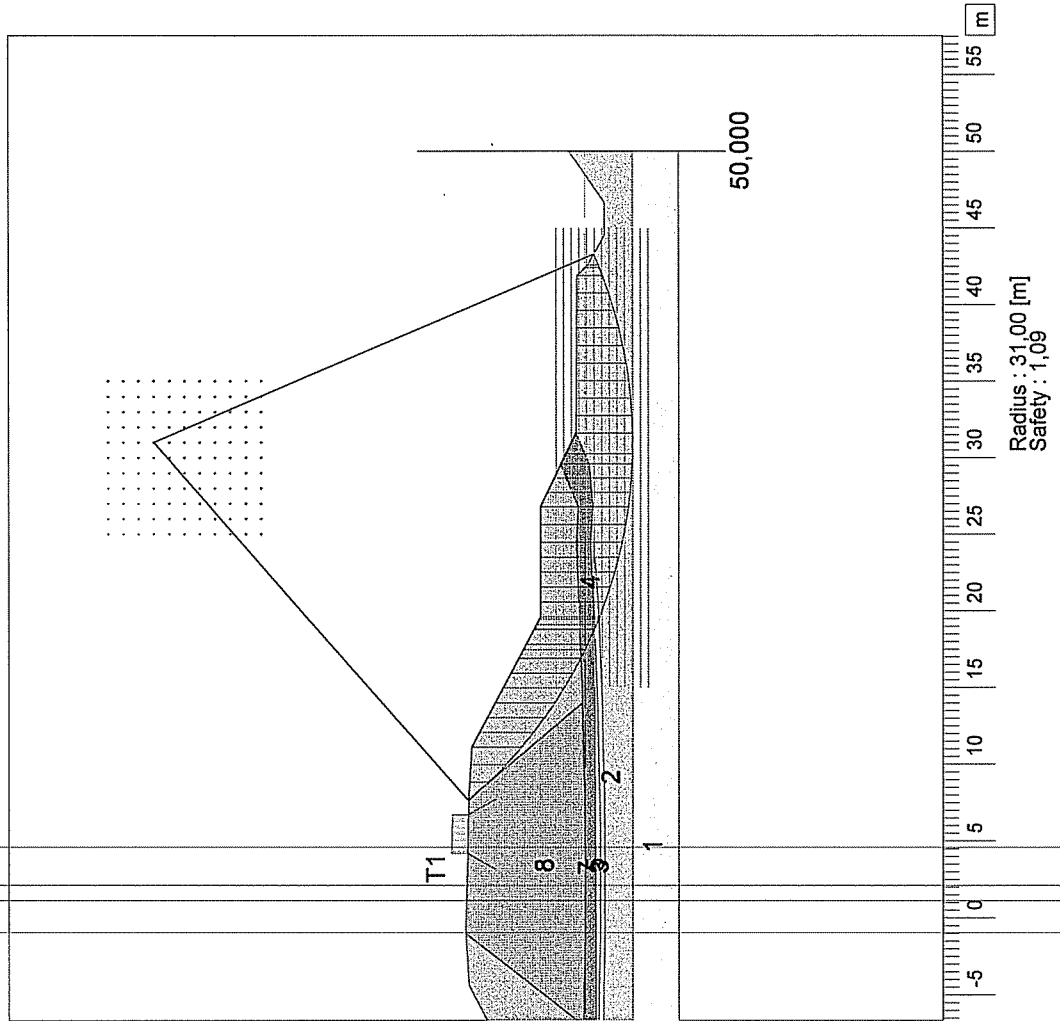


MStab 9.9 : DWP C Eindstabiliteit.sti

Grontmij	De Holle Bilt 22 3732 HM De Bilt	Phone Fax	date	drw.
			18-1-2008	LEG
A12 - Aansluiting Woerden Oost Dwarsprofiel C - MWF1_1000 Eindstabiliteit			240217	ctr.
			Annex	form. A4

Critical Circle Bishop

- Layers
- 9. GROND
 - 8. ZAND
 - 7. ZAND
 - 6. CUNET VEEN
 - 5. ZAND
 - 4. CUNET VEEN
 - 3. CUNET VEEN
 - 2. VEEN
 - 1. PLEISTOCEEEN ZAND

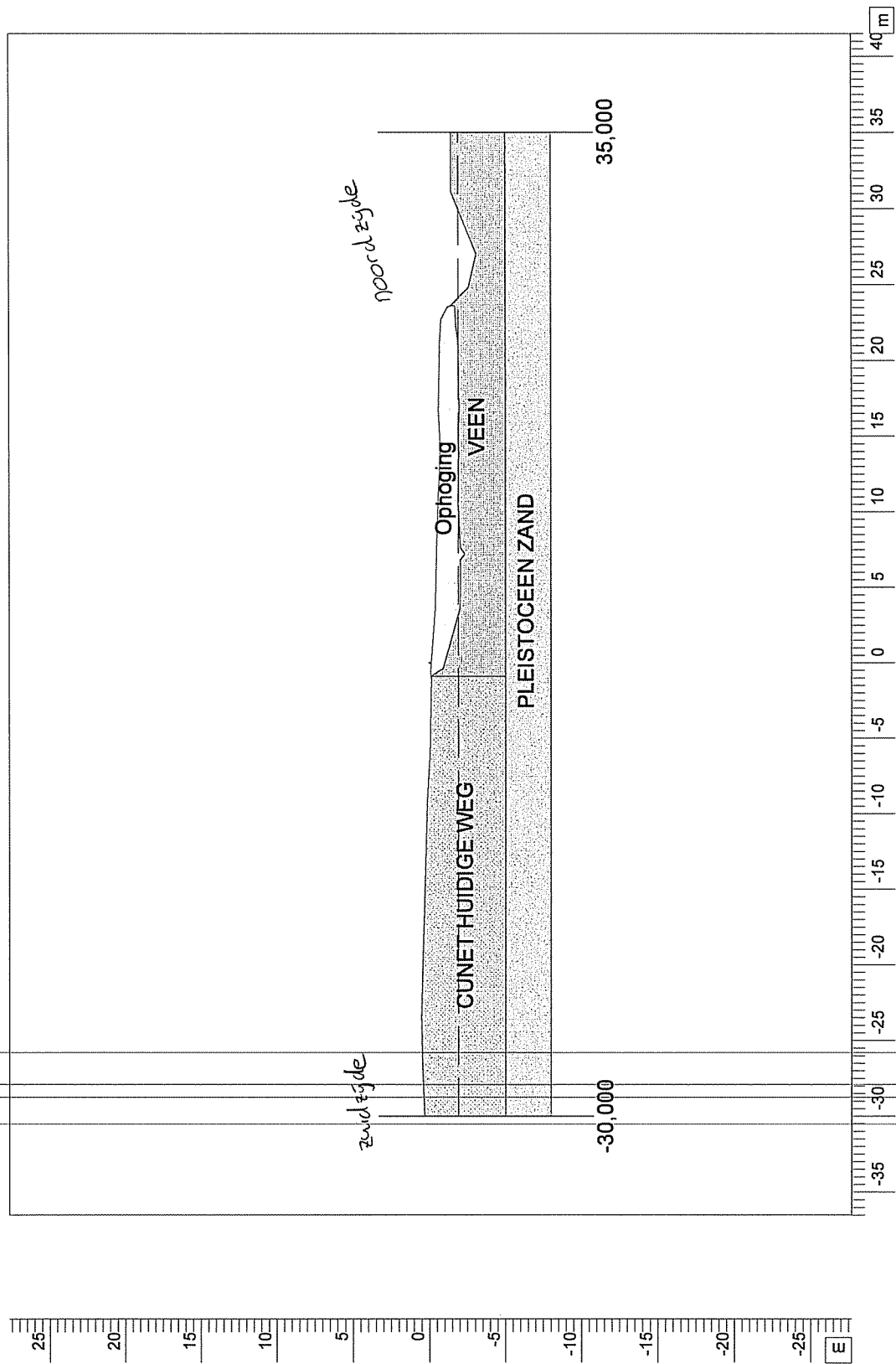


Xm : 31,00 [m]
Ym : 26,00 [m]

MStab 9.9 : DWP C Eindstabiliteit.sxi

Grontmij	De Holle Bilt 22 3732 HM De Bilt	Phone Fax	date	drw.
			17-1-2008	LEG
A12 - Aansluiting Woerden Oost Dwarsprofiel C - MWF1_1000 Eindstabiliteit			240217	ctr.
			Annex	form. A4

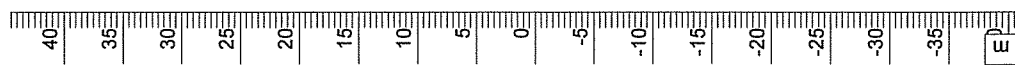
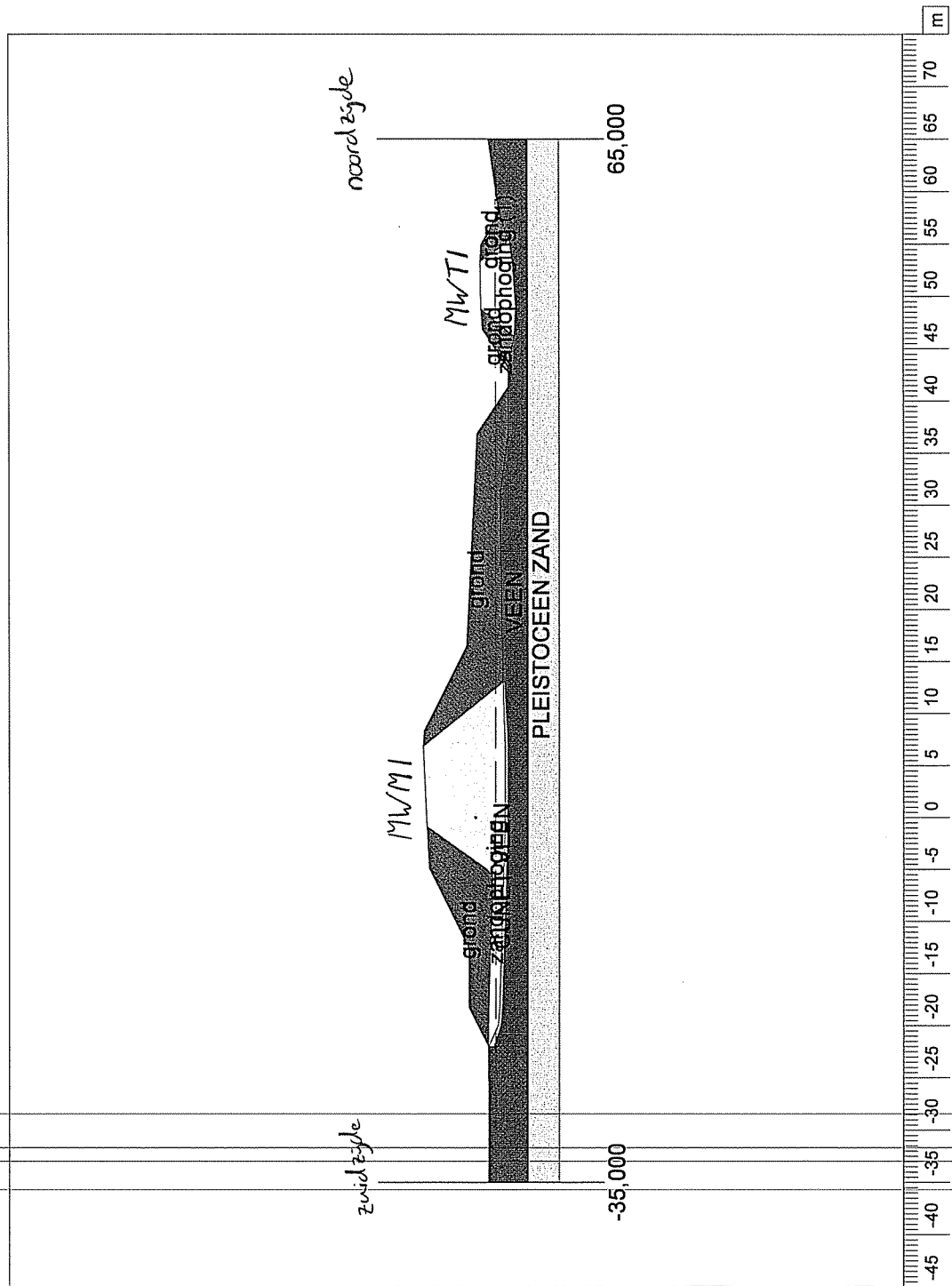
Geometry View



MStab 9.9 : DWP A eindzettingAt3000.sli

Grontmij	De Holle Bilt 22 3732 HM De Bilt	Phone Fax	date 18-1-2008	drw. LEG
A12 - Aansluiting Woerden Oost Dwarsprofiel MWG1_500			240217	ctr.
Eindstabiliteit			Annex -	form. A4

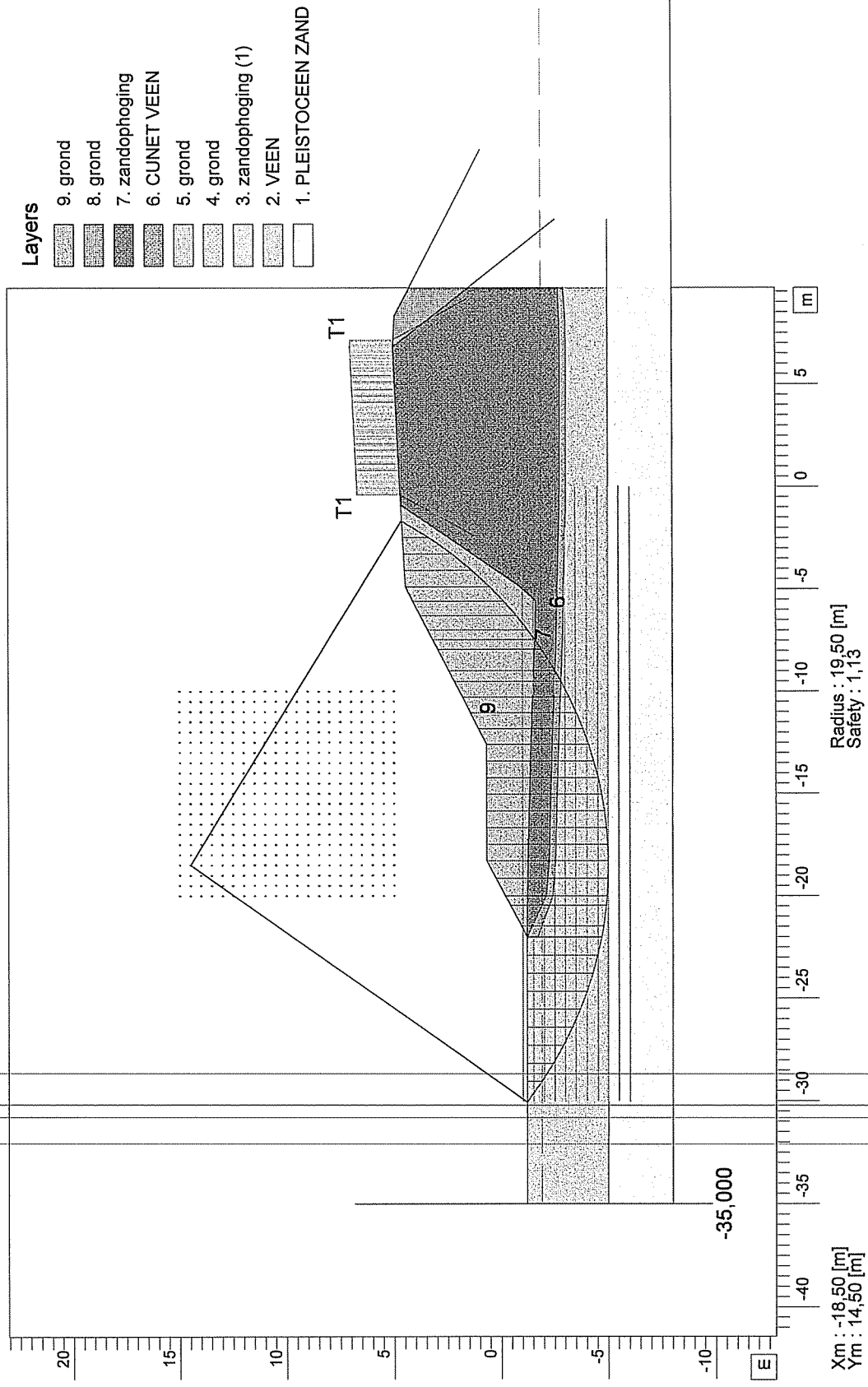
Geometry View



MSlab 9.9 : DWP MWM1 100 eindstabiliteit_2.sli

Grontmij	De Holle Bilt 22 3732 HM De Bilt	Phone Fax	date	drw.
			18-1-2008	LEG
A12 - Aansluiting Woerden Oost Dwarsprofiel MWM1_100 Eindstabiliteit			240217	ctr.
			Annex -	form. A4

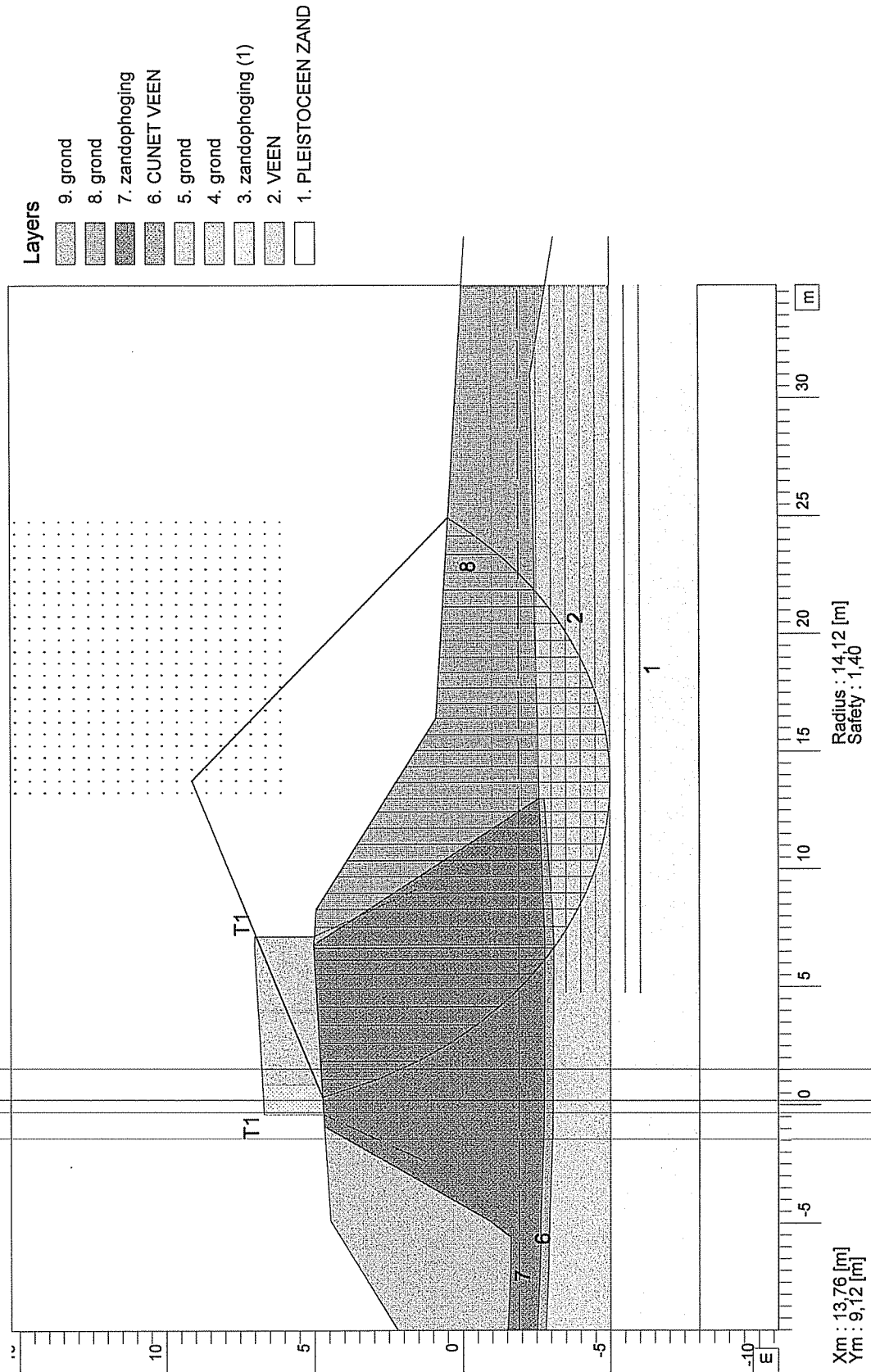
Critical Circle Bishop



MStab 9.9 : DWP MWM1 100 eindstabiliteit.sti

Grontmij	De Holle Bilt 22 3732 HM De Bilt	Phone Fax	date	drw.
			17-1-2008	LEG
A12 - Aansluiting Woerden Oost Dwarsprofiel MWM1_100 zuidzijde	Eindstabiliteit		240217	ctr.
			Annex -	form. A4

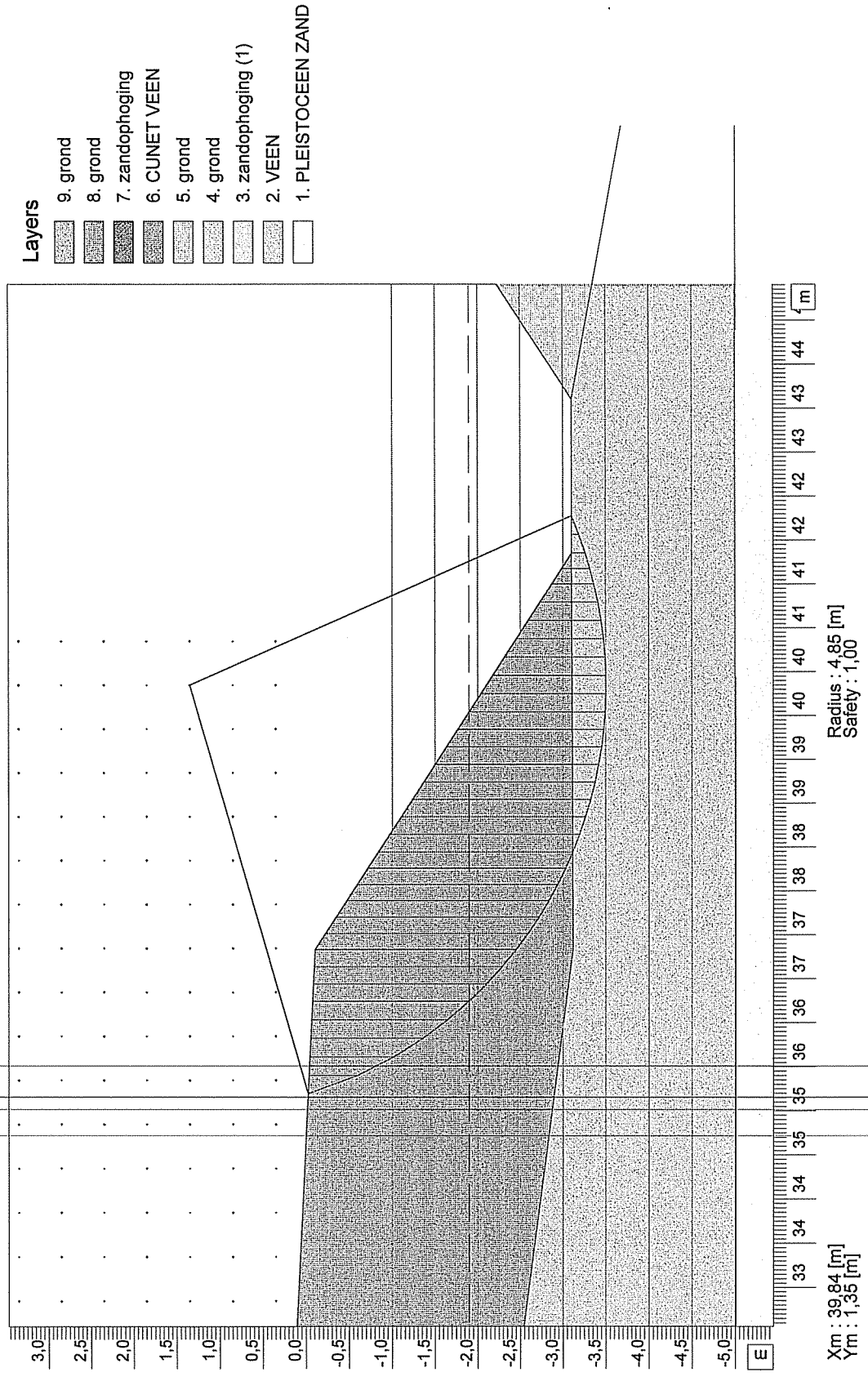
Critical Circle Bishop



MSlab 9.9 : DWP MWM1 100 eindstabiliteit_2.sli

Grontmij	De Hofle Bilt 22 3732 HM De Bilt	Phone Fax	date	drw.
			17-1-2008	LEG
A12 - Aansluiting Woerden Oost Dwarsprofiel MWM1_100 noordzijde Eindstabiliteit			240217	ctr.
			Annex -	form. A4

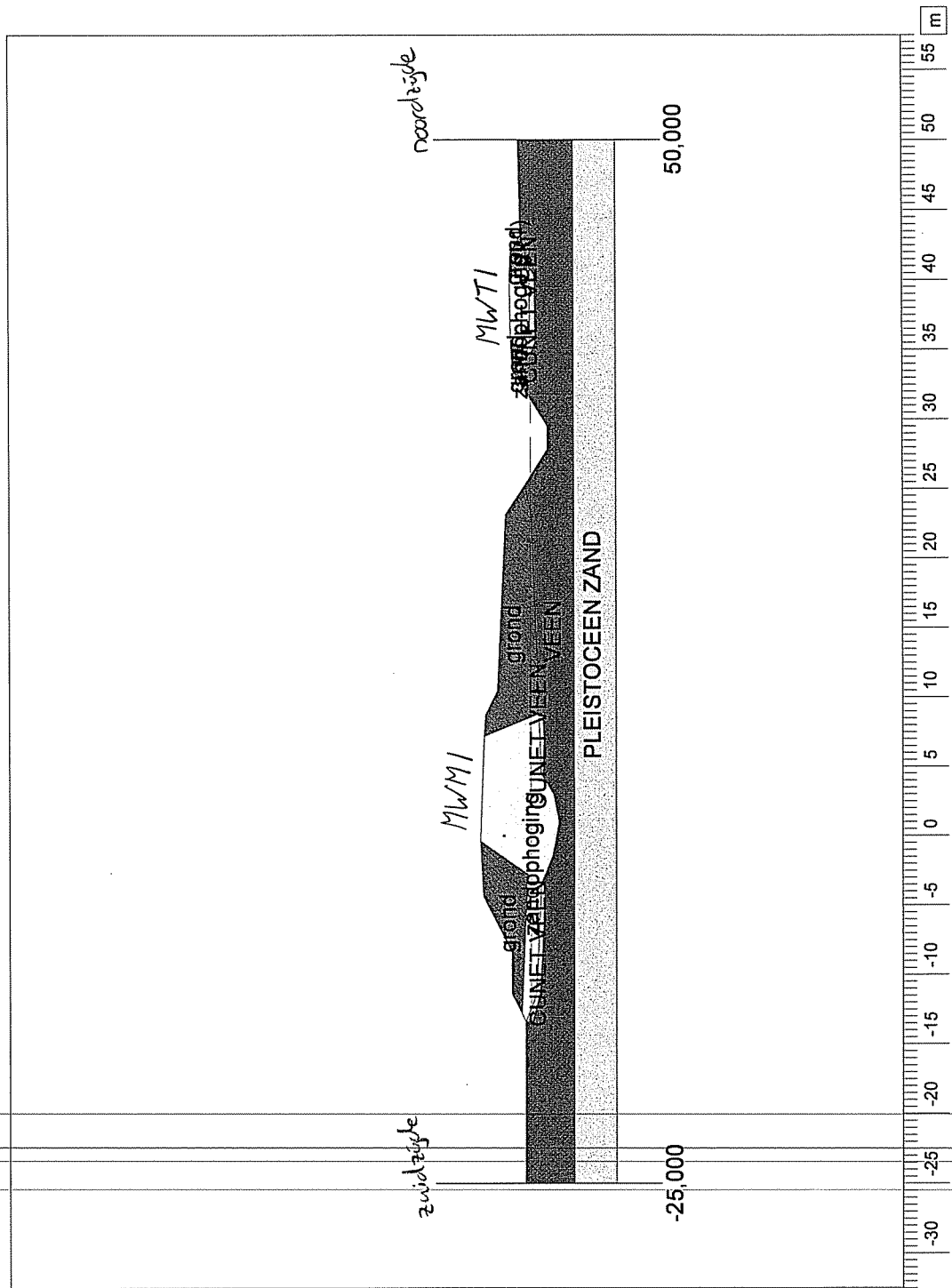
Critical Circle Bishop



MSlab 9.9 : DWP MWM1 100 eindstabiliteit_2.sti

Grontmij	De Holle Bilt 22 3732 HM De Bilt	Phone Fax	date	drw.
			17-1-2008	LEG
A12 - Aansluiting Woerden Oost Dwarsprofiel MWM1_100 noordzijde nabij sloot Eindstabiliteit			240217	ctr.
			Annex -	form. A4

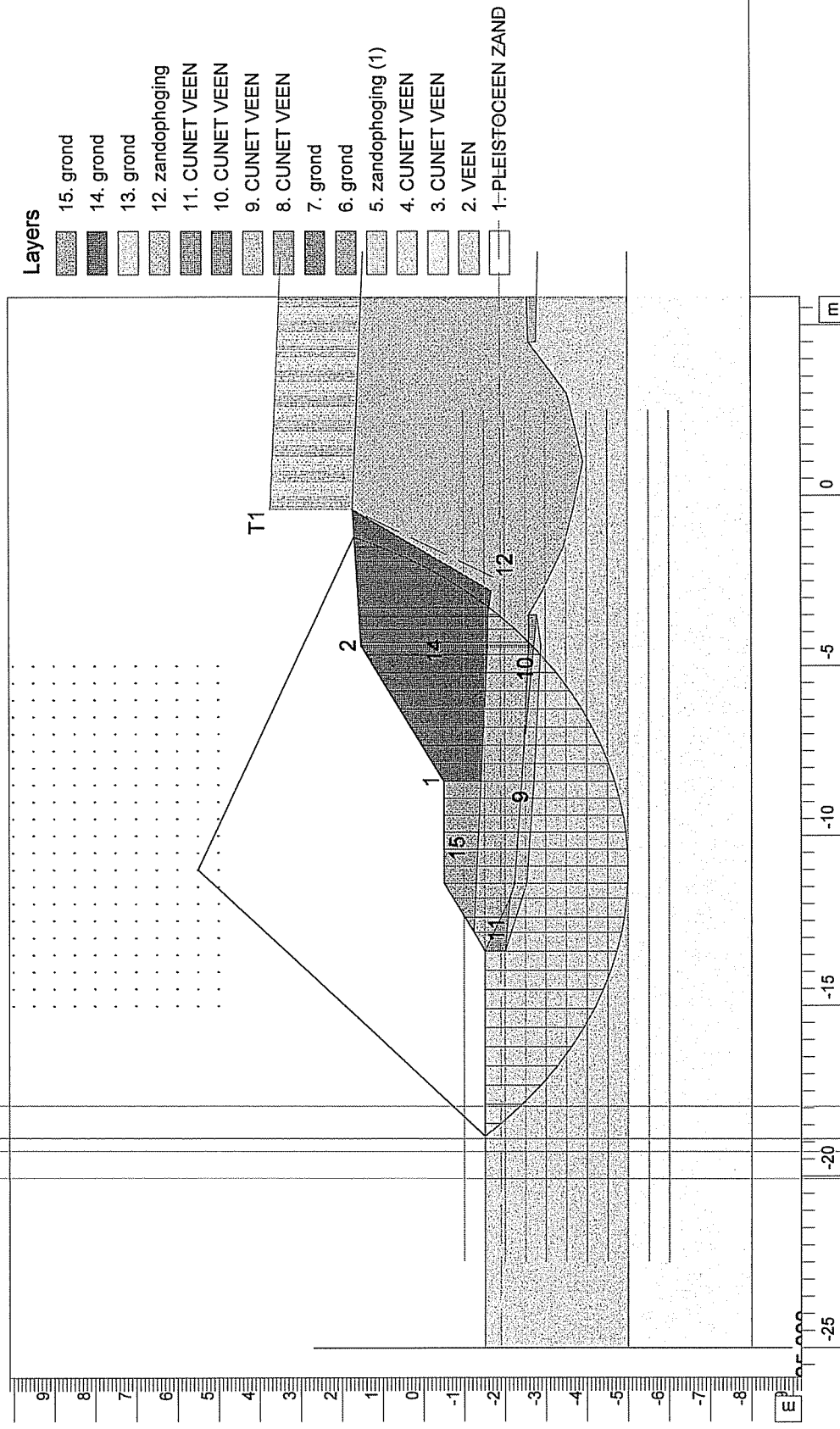
Geometry View



MSlab 9.9 : DWP MWM1 200 eindstabiliteit.sti

Grontmij	De Holle Bilt 22 3732 HM De Bilt	Phone Fax	date	drw.
			18-1-2008	LEG
A12 - Aansluiting Woerden Oost Dwarsprofiel MWM1_200 Eindstabiliteit			240217	ctr.
			Annex -	form. A4

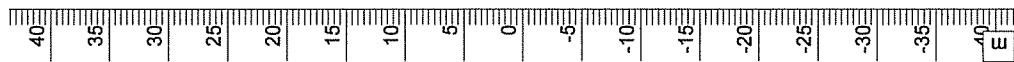
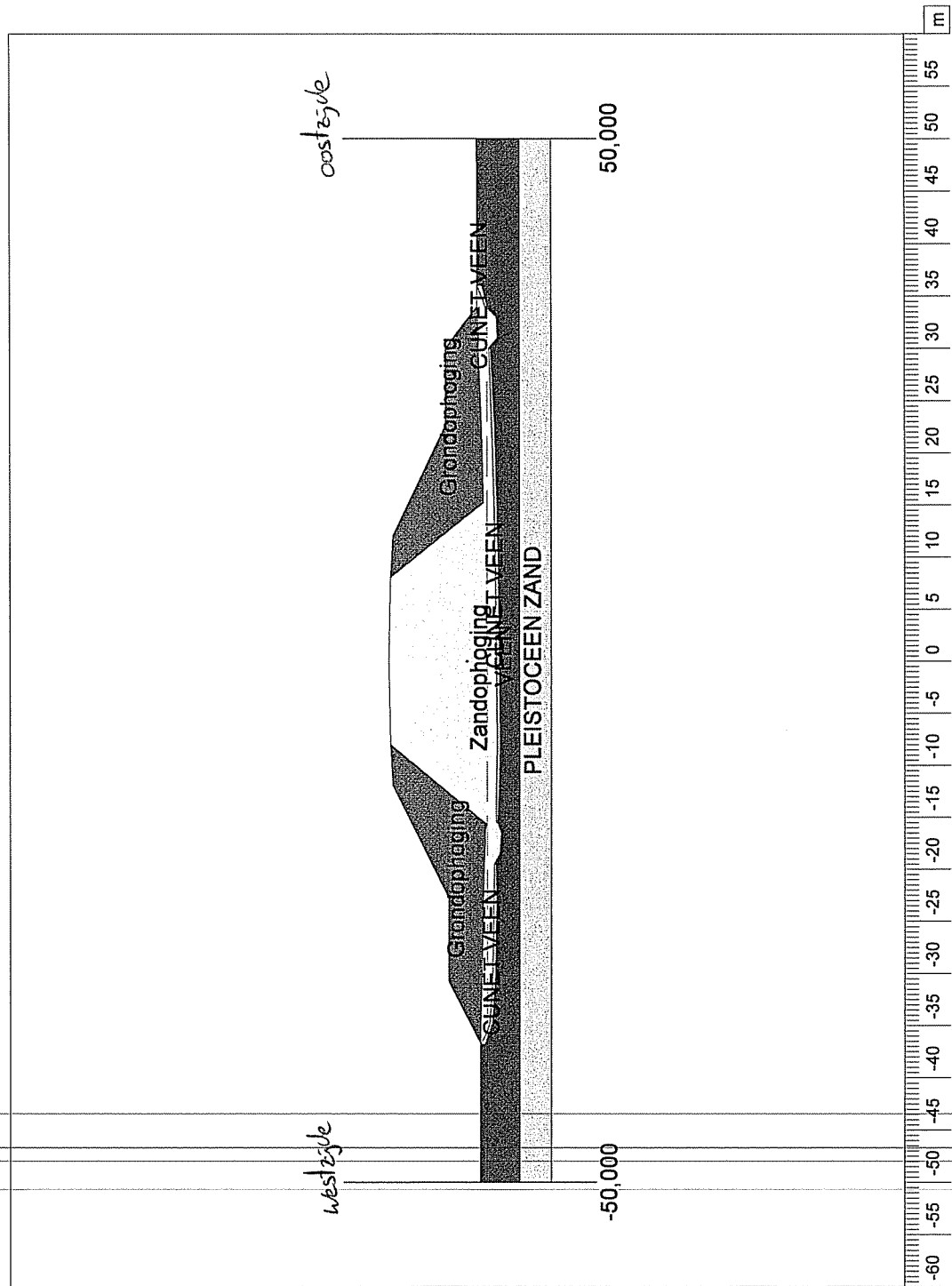
Critical Circle Bishop



Mslab 9.9 : DWP MWM1 200 eindstabiliteit.stl

Grontmij	De Holle Bilt 22 3732 HM De Bilt	Phone Fax	date	drw.
			17-1-2008	LEG
A12 - Aansluiting Woerden Oost Dwarsprofiel MWM1_200 zuidzijde Eindstabiliteit			240217	ctr.
			Annex -	form. A4

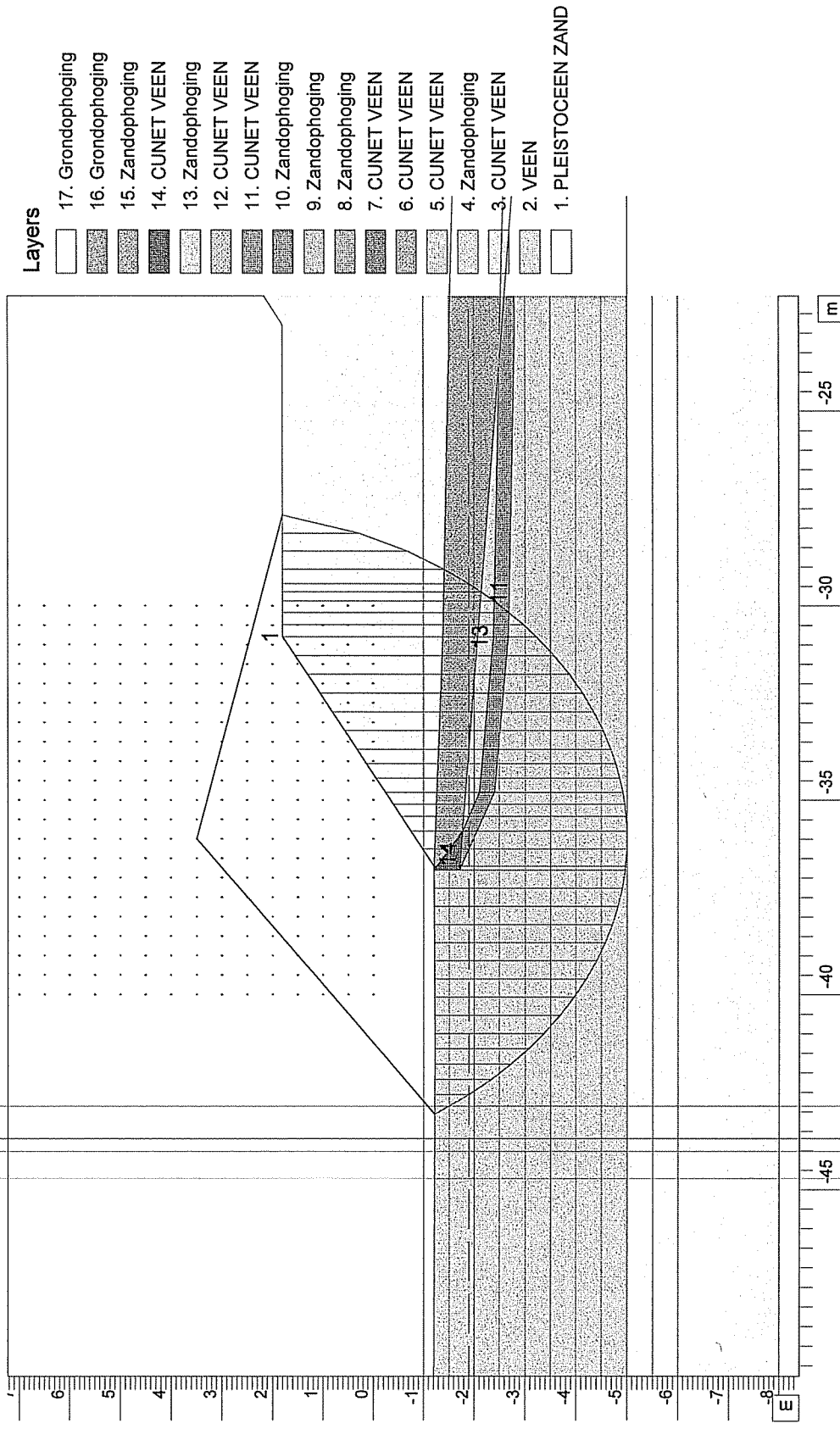
Geometry View



MStab 9.9 : DWP MWN1 765 eindstabiliteit.sti

Grontmij	De Holle Bilt 22 3732 HM De Bilt	Phone Fax	date	drw.
			18-1-2008	LEG
A12 - Aansluiting Woerden Oost dwarsprofiel MWN1_765 Eindstabiliteit			240217	ctr.
			Annex -	form. A4

Critical Circle Bishop

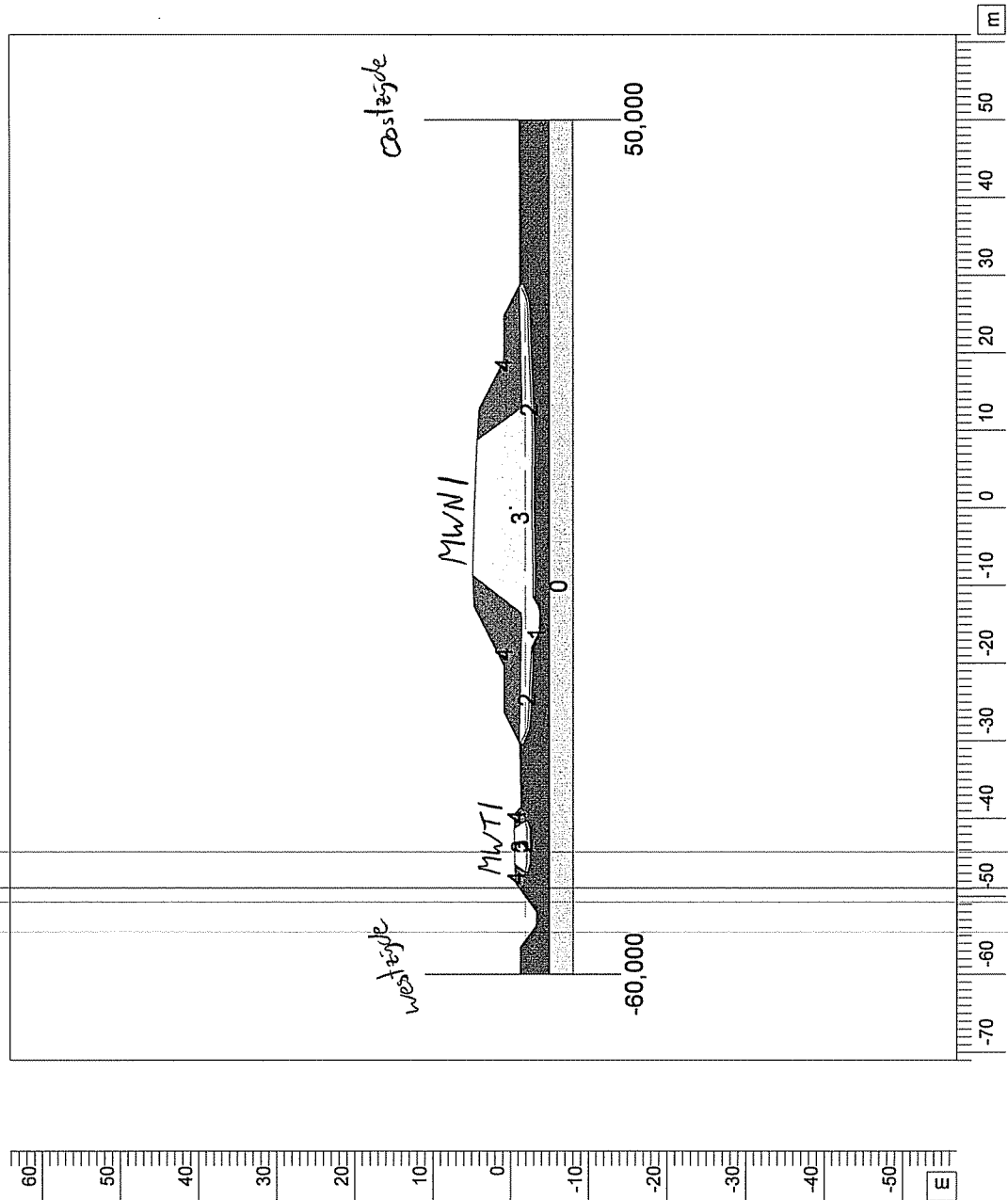


MSlab 9.9 : DWP MWN1 765 eindstabiliteit.sli

Grontmij	De Holle Bilt 22 3732 HM De Bilt	Phone Fax	date	drw.
			17-1-2008	LEG
A12 - Aansluiting Woerden Oost Dwarsprofiel MWN1 765 westzijde	Eindstabiliteit		240217	ctr.
			Annex -	form. A4

Geometry View

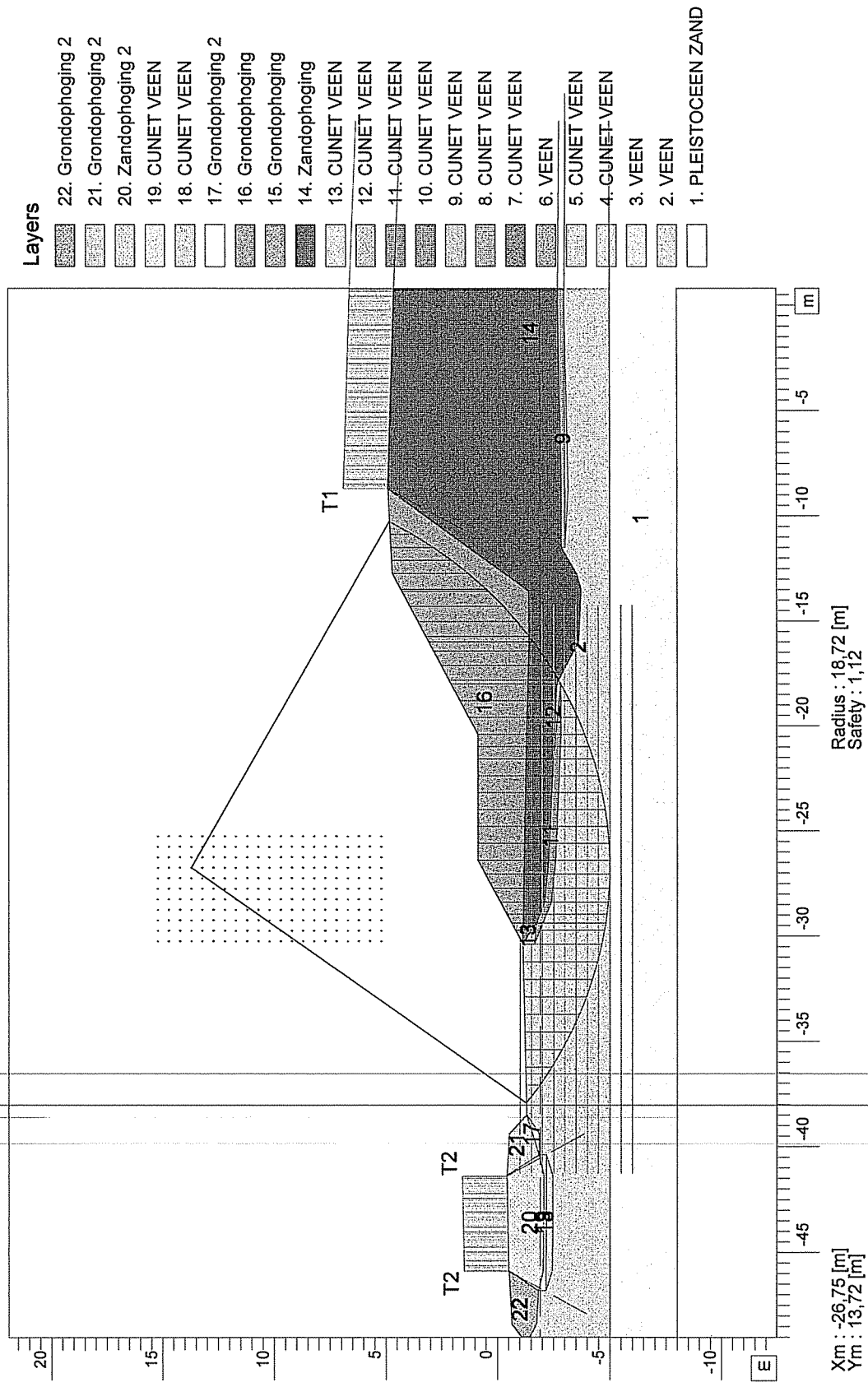
- Materials**
- 4. Grondophoging
 - 3. Zandophoging
 - 2. CUNET VEEN
 - 1. VEEN
 - 0. PLEISTOCEEEN ZAND



MStab 9.9 : DWP MWNI 950 eindstabiliteit_2.sti

Grontmij	De Holle Bilt 22 3732 HM De Bilt	Phone Fax	date	drw.
			18-1-2008	LEG
A12 - Aansluiting Woerden Oost Dwarsprofiel MWNI 950 Eindstabiliteit			240217	ctr.
			Annex -	form. A4

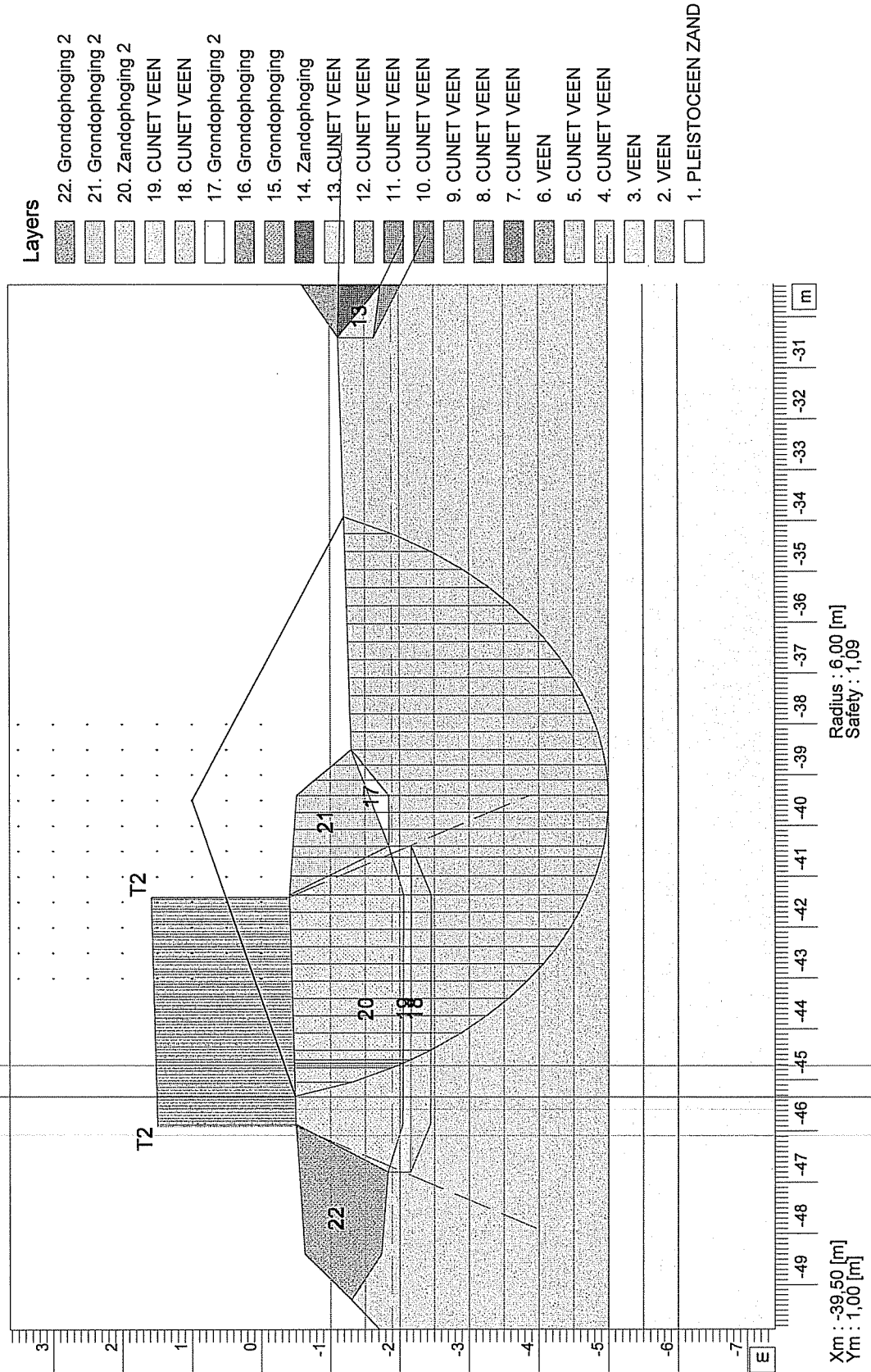
Critical Circle Bishop



MSlab 9.9 : DWP MWN1 950 eindstabiliteit_2.stl

Grontmij	De Holle Bilt 22 3732 HM De Bilt	Phone Fax	date	drv.
			17-1-2008	LEG
A12 - Aansluiting Woerden Oost Dwarsprofiel MWN1 950 westzijde Eindstabiliteit			240217	ctr.
			Annex -	form. A4

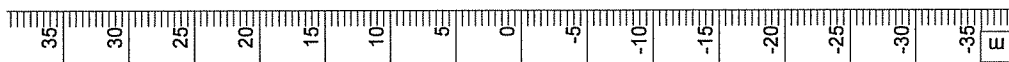
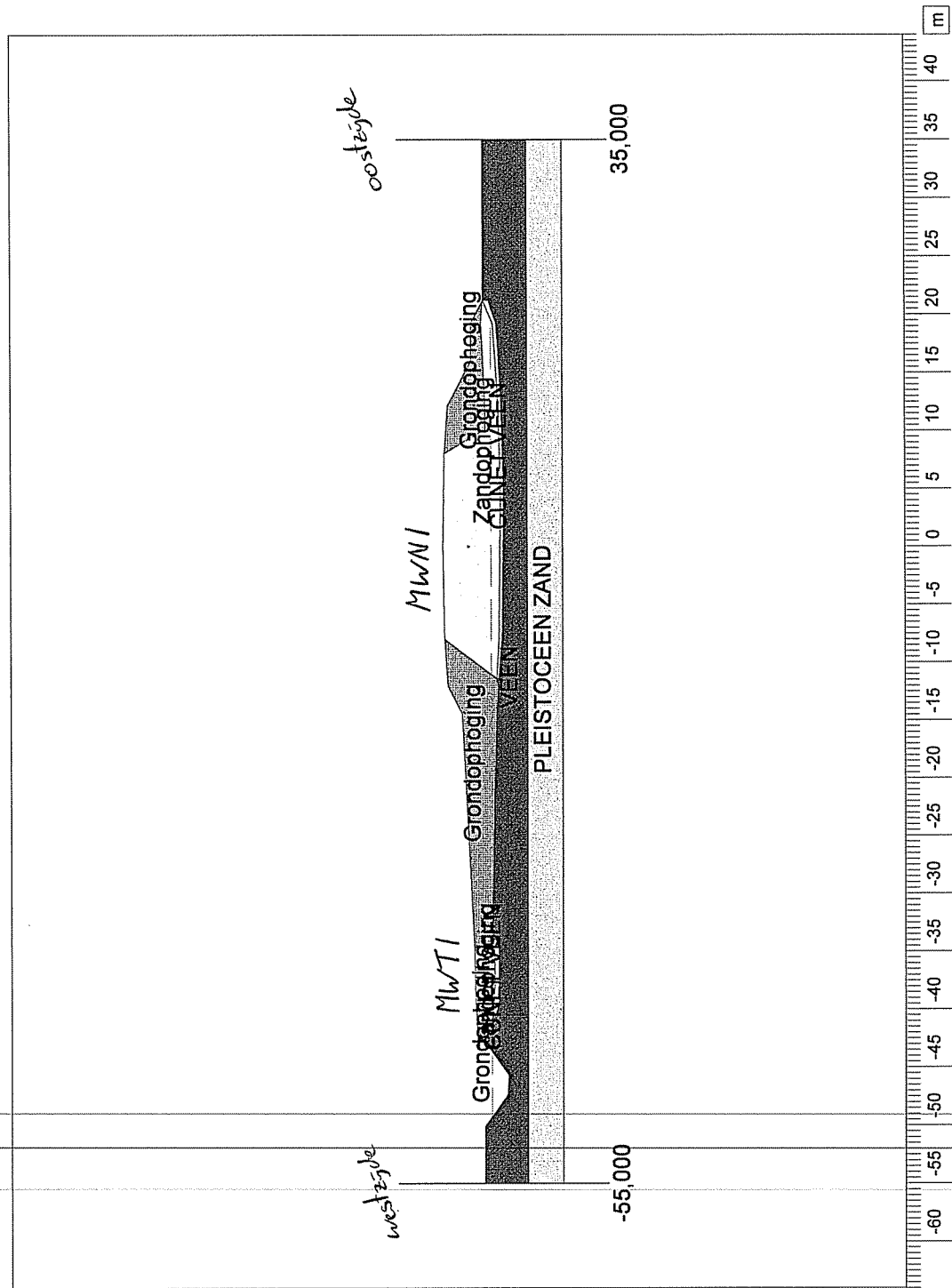
Critical Circle Bishop



MSlab 9.9 : DWP MWN1 950 eindstabiliteit.stl

Grontmij	De Holle Bilt 22 3732 HM De Bilt	Phone Fax	date	dw.
			17-1-2008	LEG
A12 - Aansluiting Woerden Oost Dwarsprofiel MWN1 950 MWT1 oostzijde Eindstabiliteit			240217	ctr.
			Annex -	form. A4

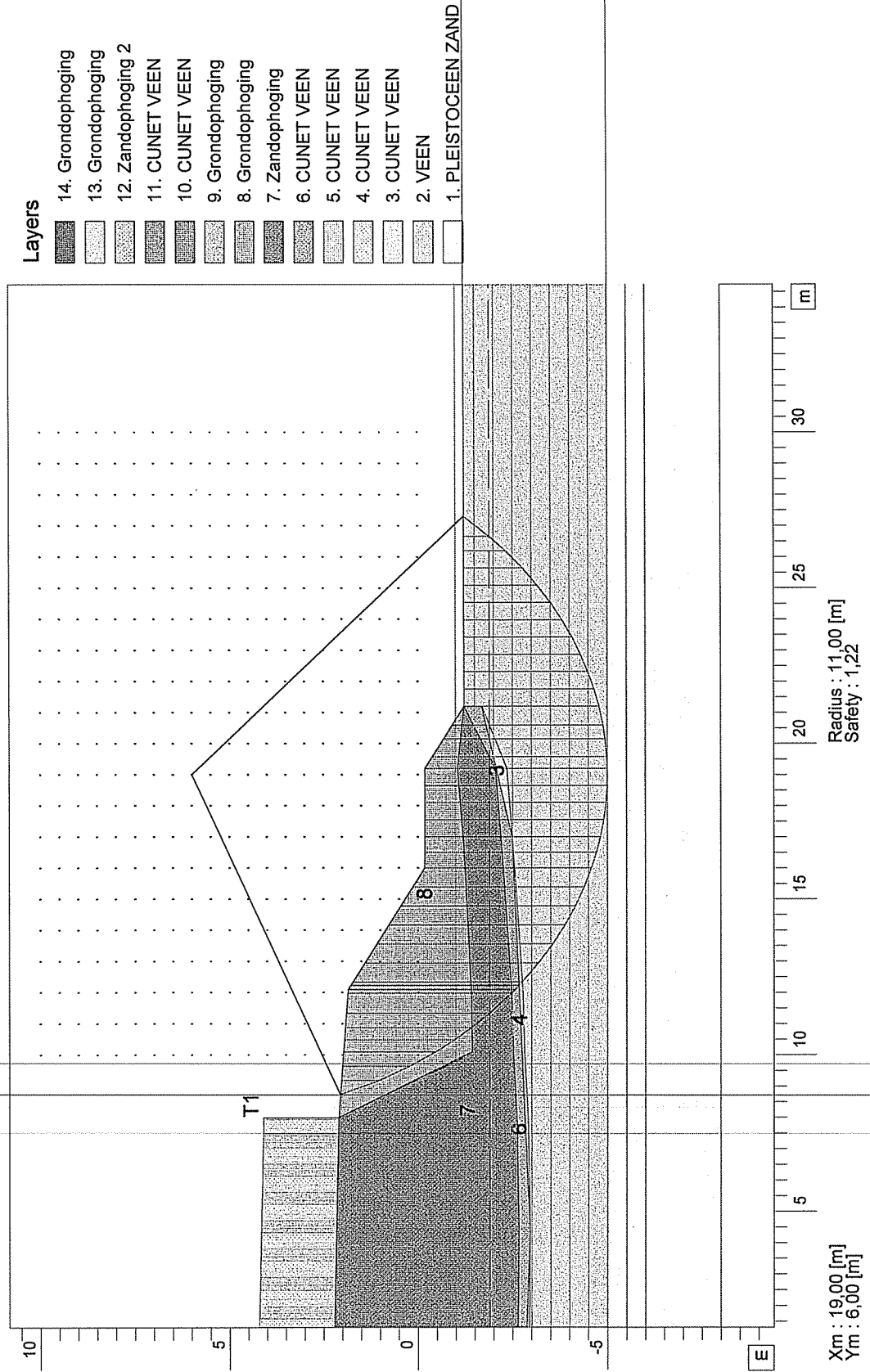
Geometry View



MStab 9.9 : DWP MW1 1025 eindstabiliteit.sti

Grontmij	De Holle Bilt 22 3732 HM De Bilt	Phone Fax	date 18-1-2008	drw. LEG
A12 - Aansluiting Woerden Oost Dwarsprofiel MW1_1025 Eindstabiliteit			240217	ctr.
			Annex -	form. A4

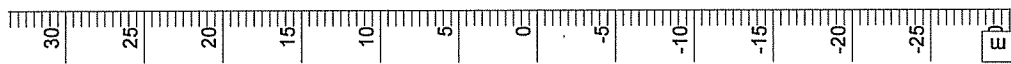
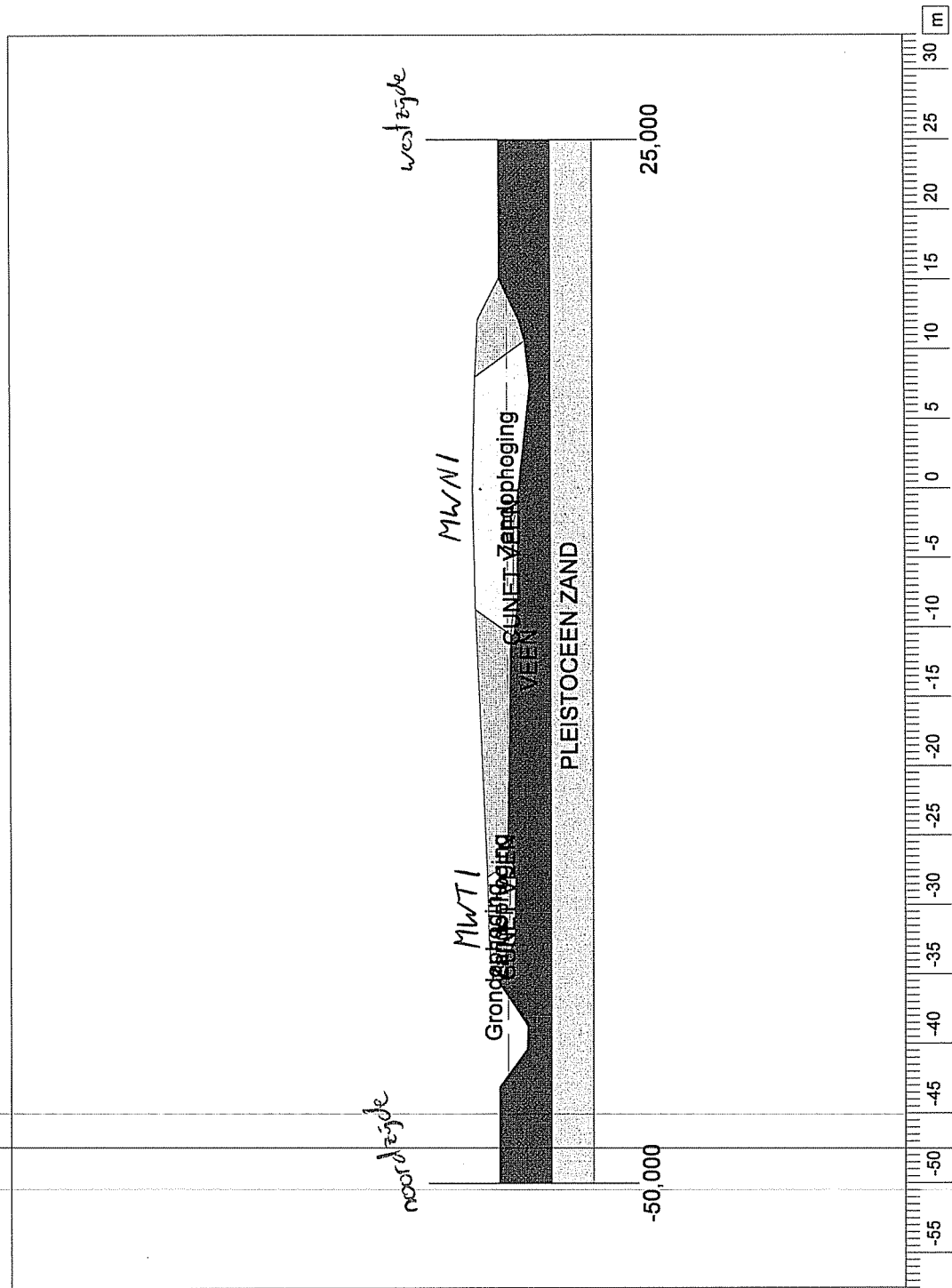
Critical Circle Bishop



MStab 9.9 : DWP MWN1 1025 eindstabiliteit.sfi

Grontmij	De Holle Bill 22 3732 HM De Bill	Phone Fax	date	dnw.
			17-1-2008	LEG
A12 - Aansluiting Woerden Oost Dwarsprofiel MWN1_1025 oostzijde Eindstabiliteit			240217	ctr.
			Annex -	form. A4

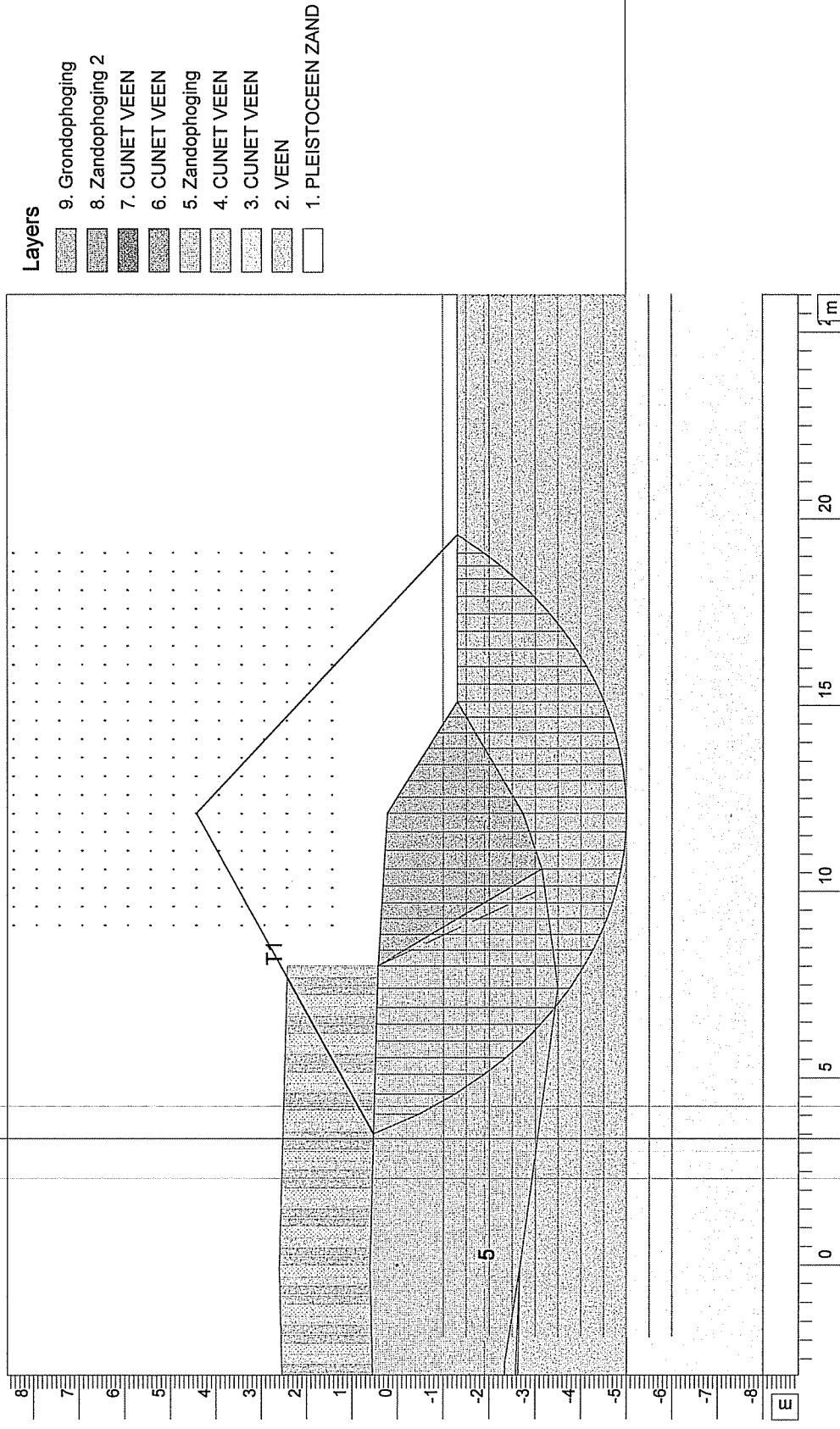
Geometry View



MStab 9.9 : DWP MWN1 1100 eindstabiliteit.stl

Grontmij	De Holle Blit 22 3732 HM De Blit	Phone Fax	date	drw.
			18-1-2008	LEG
A12 - Aansluiting Woerden Oost Dwarsprofiel MWN1_1100 Eindstabiliteit			240217	ctr.
			Annex -	form. A4

Critical Circle Bishop



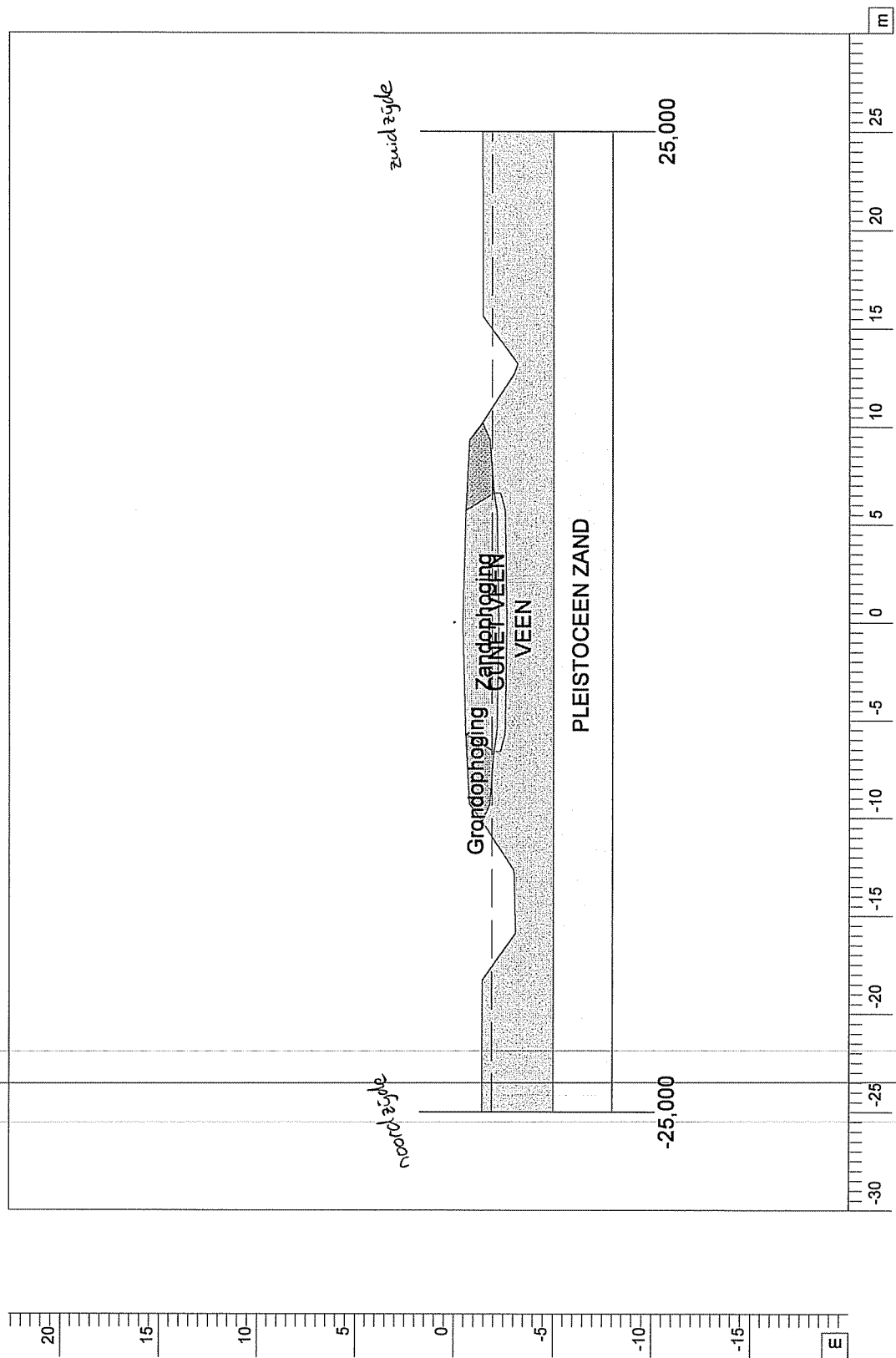
Radius : 9,44 [m]
Safety : 1,19

Xm : 12,09 [m]
Ym : 4,44 [m]

MStab 9.9 : DWP MWN1 1100 eindstabiliteit.sti

Grontmij	De Holle Bilt 22 3732 HM De Bilt	Phone Fax	date 17-1-2008	drw. LEG
A12 - Aansluiting Woerden Oost Dwarsprofiel MWN1_1100 westzijde			240217	ctr.
Eindstabiliteit			Annex -	form. A4

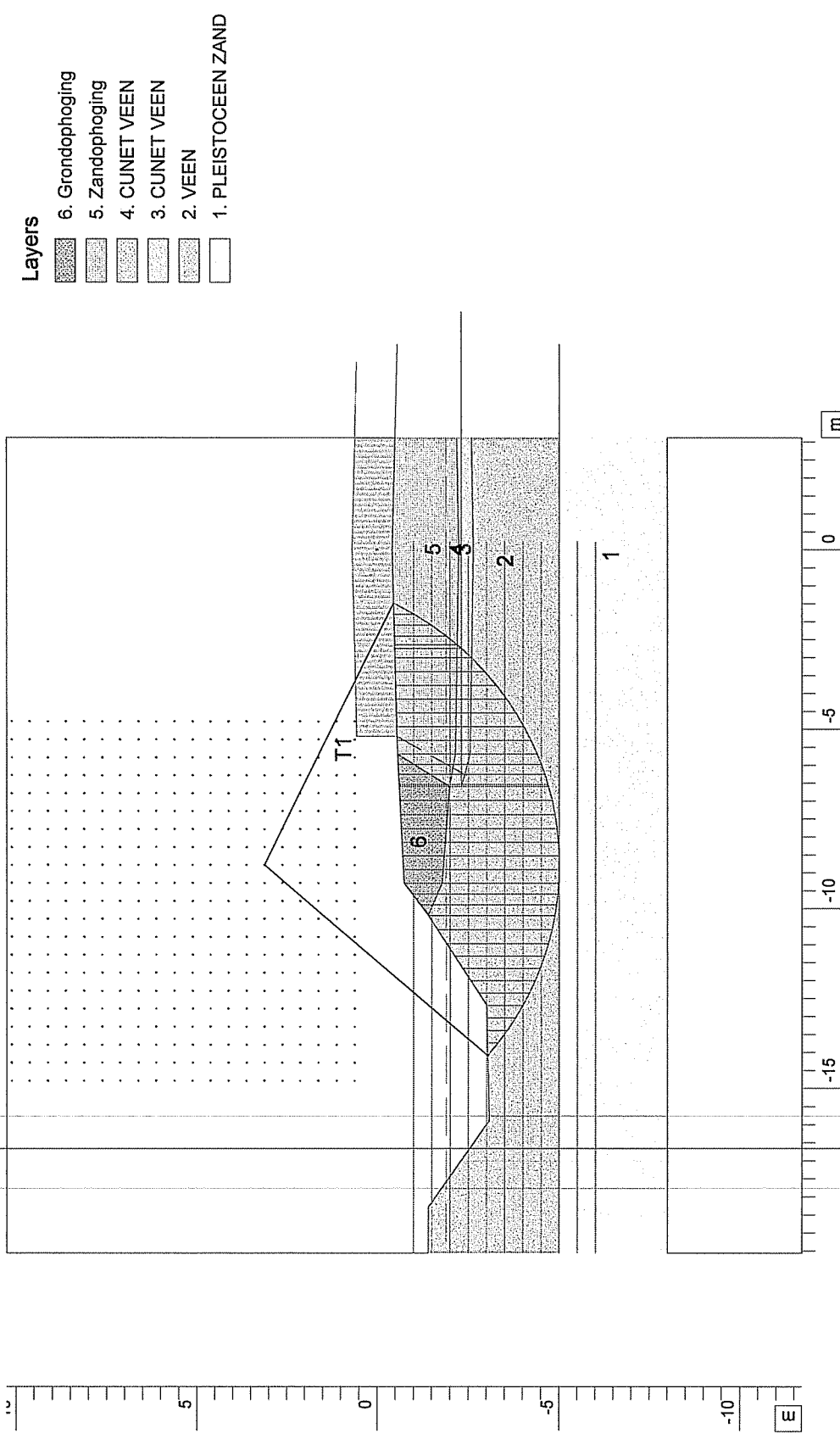
Geometry View



MStab 9.9 : DWP MW01 1000 eindstabiliteit.geo.sti

Grontmij	De Holle Bill 22 3732 HM De Bill	Phone Fax	date 18-1-2008	drw. LEG
A12 - Aansluiting Woerden Oost Dwarsprofiel MWO1_1000 noordzijde Eindzetting			240217	chr.
			Annex -	form. A4

Critical Circle Bishop



Radius : 8,12 [m]
Safety : 0,90

Xm : -8,79 [m]
Ym : 3,12 [m]

MStab 9.9 : DWP MW01 1000 eindstabiliteit.geo.stl

Grontmij	De Helle Bilt 22 3732 HM De Bilt	Phone Fax	date	drw.
			17-1-2008	LEG
A12 - Aansluiting Woerden Oost Dwarsprofiel MWO1_1000	Eindzetting		240217	ctr.
			Annex -	form. A4

Bijlage 4

Resultaten stabiliteitsberekeningen eindsituatie

Bijlage 5

Richtlijnen voor plaatsen van waterspanningsmeters en zakkaken

Richtlijnen voor het plaatsen en monitoren van waterspanningsmeters

Bij het bouwen van ophogingen op slappe ondergrond zal de ondergrond de ophoging pas kunnen dragen na voldoende consolidatie van de ondergelegen slappe lagen. In zijn algemeenheid kost dit een zekere tijd. Indien de ophoging te snel plaatsvindt bestaat de mogelijkheid dat de ophoging zal bezwijken, waarna het ophoogproces opnieuw dient te beginnen. Dit kan echter niet onmiddellijk, omdat de ondergrond na bezwijken voor langere tijd een groot deel van zijn oorspronkelijke sterkte verliest. Pas na geruime tijd zal de oorspronkelijke sterkte van de grond grotendeels weer zijn hersteld. Het nieuwe ophoogproces zal vervolgens met grote zorg en in een rustiger tempo moeten plaatsvinden, wat een aanpassing van het ontwerp noodzakelijk maakt.

De stabiliteit van een ophoging in uitvoering wordt bewaakt door de in de ondergrond gemeten waterspanningen te vergelijken met van tevoren berekende toelaatbare waterspanningen. Indien nodig kan op basis van deze vergelijking het geadviseerde ophoogtempo worden aangepast. Hiertoe worden op bepaalde locaties in het te begeleiden dwarsprofiel waterspanningsmeters geplaatst en regelmatig afgelezen.

In elk meetprofiel worden waterspanningsmeters in de ondergrond aangebracht. De plaats en het aantal is afhankelijk van:

- de ligging van het maatgevende glijvlak in de verschillende uitvoeringsfasen;
- de dikte van het slappe lagenpakket;
- de afmetingen van stabiliteitsbermen.

De locatie en het aantal te plaatsen meters dient in overleg met de geotechnisch adviseur te worden bepaald. De plaatsing van de waterspanningsmeters moet zodanig plaatsvinden, dat voldoende doorrijdbreedte beschikbaar blijft tijdens de uitvoering.

Om een juiste interpretatie van de meetgegevens te bevorderen dienen de volgende gegevens te worden verzameld:

- Voor plaatsing:
 - geometrie ophoging;
 - aan te houden ophoogschema;
 - belasting per ophoogslag.
- Bij plaatsing:

De waterspanningsmeters dienen geruime tijd voorafgaand aan de werkzaamheden te worden aangebracht zodat deze zich kunnen aanpassen (de wateroverspanning door het inbrengen kan wegvloeien) en om een betrouwbare 'nul-meting' te verkrijgen:

 - datum plaatsing;
 - positie van de waterspanningsmeters ten opzichte van de ophoging;
 - ijkwaarde (omrekenfactoren) behorende bij het type waterspanningsmeter. Voor elke meter dient een ijkwaarde bepaald te worden;
 - meting luchtdruk (afhankelijk van het type);
 - na aanpassing: heersende waterspanning (zogenaamde 'nulmeting'), 2 à 3 keer meten voor aanvang ophogen;
 - NAP-hoogte van zowel meter, bovenkant buis, cunetbodem en oorspronkelijke maaiveld;
 - volume gewicht van ophoogmateriaal;
- Bij elke ophoging:
 - datum start ophoging;
 - water(over)spanning;
 - meting luchtdruk (afhankelijk van het type);
 - lengtes van opgelengde buis;
 - NAP-hoogte van bovenkant buis en maaiveld en bovenzijde ophoging (dikte ophoogslag). Eventueel in combinatie met zakbaakmetingen.

- Na elke ophoging:
 - datum meting;
 - water(over)spanning;
 - meting luchtdruk (afhankelijk van het type);
 - NAP-hoogte van bovenkant buis en bovenzijde ophoging.

Meetfrequentie

De eerste twee weken na elke ophoogslag dient elke dag een meting te worden verricht. Daarna zijn metingen eens per week voldoende. Met ten minste een meting vlak vóór en een meting vlak ná elke ophoogslag.

Richtlijnen voor het plaatsen en monitoren van zakbaken

De berekende zettingen kunnen afwijken van de werkelijk optredende zettingen. In de praktijk dient de werkelijk optredende zettingen van het maaiveld gevolgd te worden door het plaatsen van zakbaken.

Aan de hand van de gegevens van de zakbaken kan geconcludeerd worden of de zettingen voldoen aan de prognose. Indien nodig, dan kunnen de prognoses worden bijgesteld. Dit kan uiteraard zowel gunstig als ongunstig uitvallen.

Per te volgen dwarsprofiel worden enkele zakbaken geplaatst op het oorspronkelijke maaiveld of op de cunetbodem. De plaats en het aantal is afhankelijk van:

- breedte van de ophoging;
- hoogteverschillen in de ophoging.

Het aantal zakbaken en de locatie dient in overleg met de geotechnisch adviseur plaats te vinden. Geadviseerd wordt om ieder geval ter plaatse van de boringen en sonderingen een zakbaken te plaatsen. De zakbaken dienen, ruim voordat de ophoging aangebracht wordt, geplaatst te worden. De plaatsing van de zakbaken moet zodanig plaatsvinden, dat voldoende doorrijdbreedte beschikbaar blijft tijdens de uitvoering.

Om een juiste interpretatie van de meetgegevens te bevorderen dienen de volgende gegevens te worden verzameld:

- Bij plaatsing:
 - datum plaatsing;
 - plaats zakbaken in het profiel;
 - NAP-hoogte van zowel voetplaat, bovenkant buis, cunetbodem en oorspronkelijke maaiveld;
 - volume gewicht van ophoogmateriaal;
- Bij ophoging:
 - datum start ophoging;
 - lengtes van opgelengde buis;
 - NAP-hoogte van bovenkant buis en maaiveld en bovenzijde ophoging (dikte ophoogslag);
- Na ophoging:
 - datum meting;
 - NAP-hoogte van bovenkant buis en bovenzijde ophoging.

De eerste vier weken na elke ophoogslag dient elke week een meting te worden verricht. Met ten minste een meting vlak voor en een meting vlak na elke ophoogslag. Daarna zijn metingen eens in de vier weken voldoende.

Veldhuizen geluidswal A12

Ophoogadvies VO-Fase

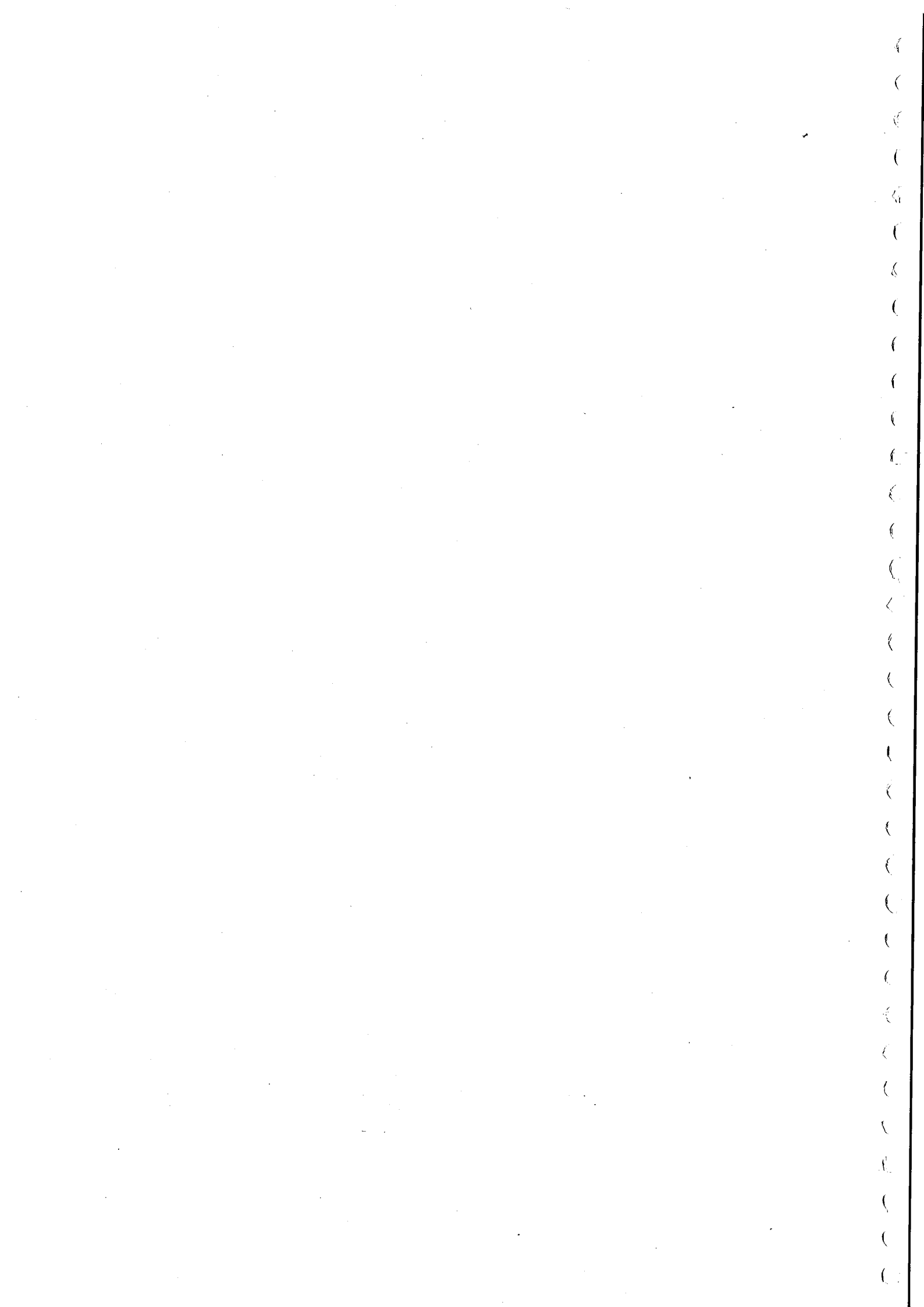
IBU - Ingenieursbureau Utrecht
Postbus 8375, 3503 RJ UTRECHT
Bezoekadres: Ravellaan 96
Telefoonnummer: 030 286 43 23
Fax: 030 - 286 43 48

Projectnummer: 402.30100
Datum: 12-01-2006
Kenmerk: I.002.BER.2006.01.12
Status: DEFINITIEF
Versie: 1.0



	naam:	datum:	paraaf
Opsteller	N. van der Zouw	17-03-2006	
Groepshoofd	S. Baars	22-3-2006	
Vrijgave	C. PEL	27-3-2006	





SAMENVATTING

Voor het project "Veldhuizen geluidswal A12 (Woerden oost)" wordt gevraagd de zettingen en stabiliteit te onderzoeken. De Geluidswal dient gerealiseerd te worden tot een hoogte van NAP + 10.10 m. Daarbovenop wordt vervolgens een schanskorfmuur aangebracht waardoor een maximale hoogte wordt gerealiseerd tot NAP 12.10 m. Wegens onjuiste maatvoering in de aangeleverde gegevens is echter gerekend met een definitieve hoogte van NAP +9.00 m. Verder is de wal ruim 40 m breed en is deze ongeveer 700 m lang.

De geluidswal is geschematiseerd als een ophoging die wordt opgebouwd uit 1 grondsoort. Omdat in deze fase nog onbekend is welke grondsoorten in de ophoging gebruikt gaan worden en hoe dit verwerkt wordt is een uniforme ophoging aangehouden. De belasting van de schanskorfconstructie is niet in de berekening opgenomen omdat de extra belasting is te verwaarlozen in deze fase.

De samendrukbare lagen, met een totale dikte van maximaal 5 m, bestaan hoofdzakelijk uit veen. Er is gerekend met representatieve grondparameters om een zo realistisch mogelijk beeld te schetsen van de op te treden zettingen en stabiliteit.

Uit de zettingsberekening volgt een totale zetting van maximaal 2.40 m. Dit betreft de zetting die verwacht wordt onder de grootste ophoging. Het is noodzakelijk dit te compenseren om op de gewenste hoogte boven bestaand maaiveld uit te komen. De zettingscompensatiehoogte wordt derhalve 2.40 m (zie figuur 5.3).

Zonder aanvullende maatregelen is de wal zowel in de bouwfase als in de gebruiksfase niet stabiel. Daarnaast is de consolidatieperiode en de daarbij behorende overhoogte buitensporig groot. Bij de opbouw van de wal op traditionele manier wordt derhalve minimaal noodzakelijk geacht:

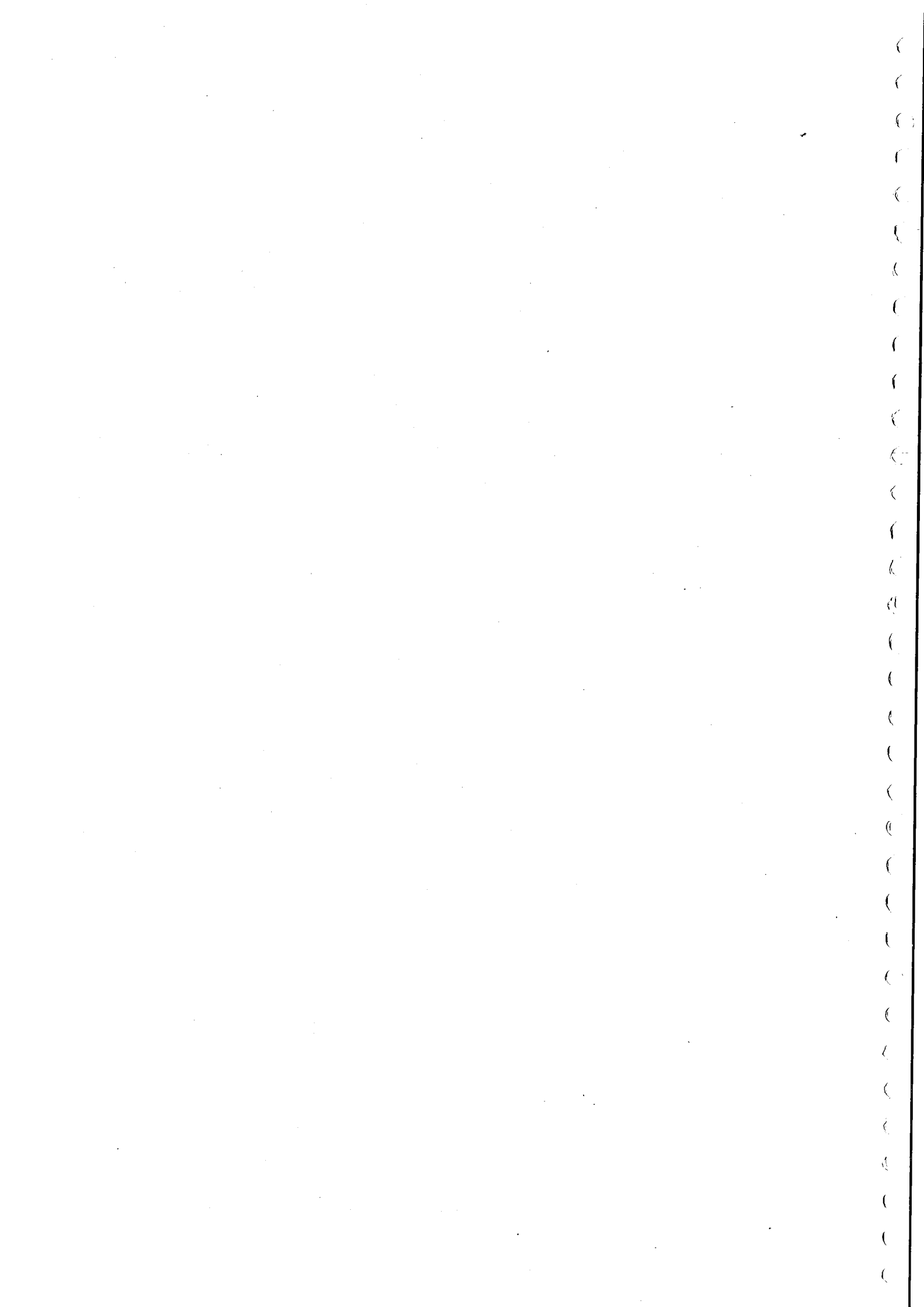
- onder de ophoging verticale drainage te installeren;
- een cunet aan te brengen onder de teen van de ophoging met een breedte van 10 m¹ en een diepte van 5 m;
- geogrid en / of geotextiel toe te passen in de ophoging;
- zandlaag en / of lagen in de ophoging op te nemen. Dit zorgt ook voor het sneller optreden van klink.

Met de hierboven genoemde maatregelen wordt voldoende stabiliteit gevonden. Belangrijk is ook de stabiliteit in de ophoging zelf welke instabiel blijkt wanneer alleen met klei grond wordt opgehoogd. Mogelijk zijn andere stabiliteitsverhogende maatregelen een goed alternatief (bijvoorbeeld gewapende grondconstructie).

De consolidatieperiode bedraagt bij toepassing van verticale drainage 800 a 2000 dagen (afhankelijk van de h.o.h. afstand). Geadviseerd wordt een bouwtijd te reserveren van 3 tot 5 jaar.

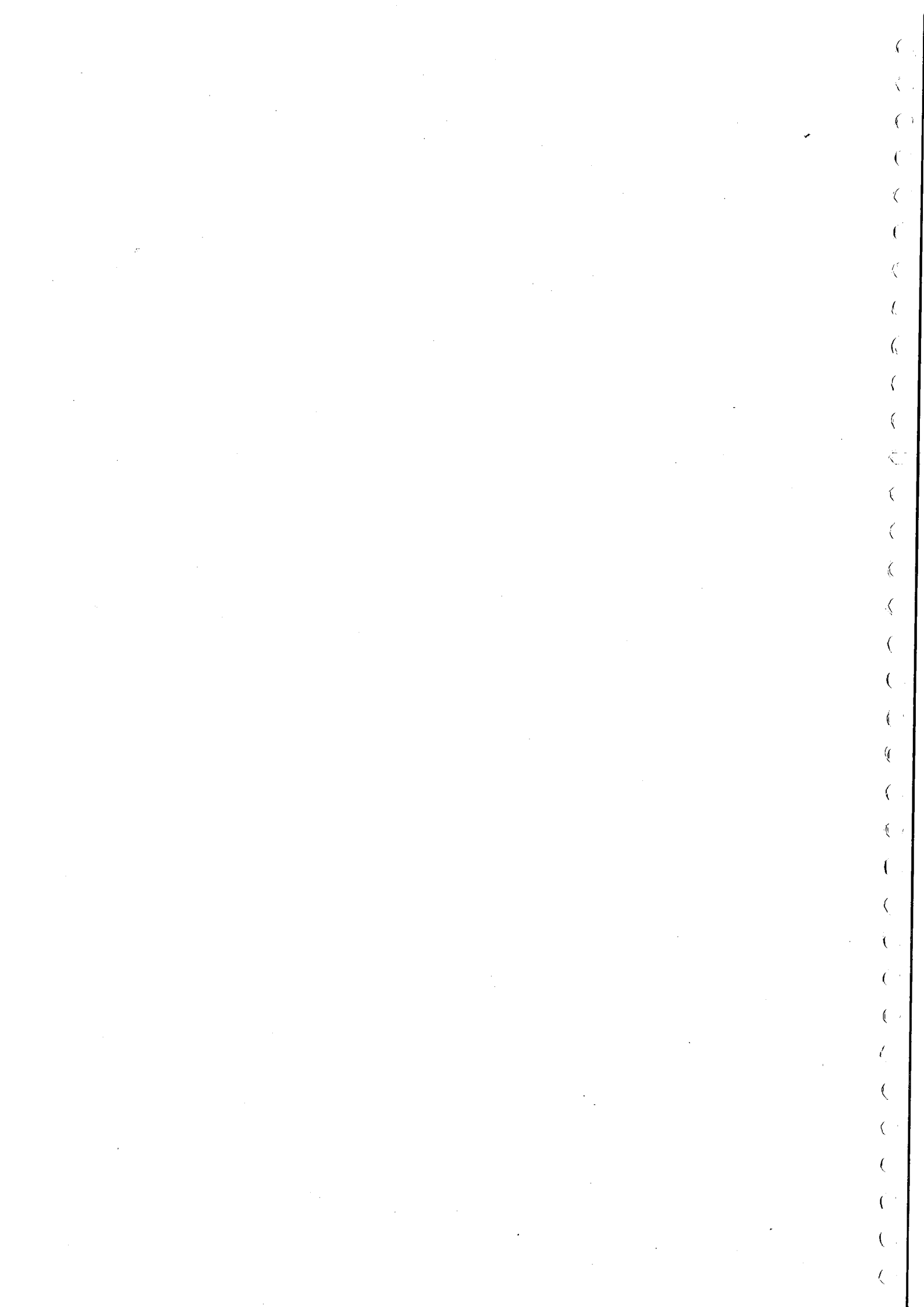
Verdere optimalisatie van de opbouw zal in de DO-fase plaatsvinden. Daarbij is het noodzakelijk inzicht te hebben in de eigenschappen van de te verwerken grond en de variatie daarin. De van belang zijnde eigenschappen van de grond betreffen de korrelverdeling, atterbergse grenzen, watergehalte, en het humusgehalte.

¹ In combinatie met Geogrid en zandlagen kan wellicht volstaan worden met een kleinere breedte, dit is niet nader onderzocht.



INHOUD

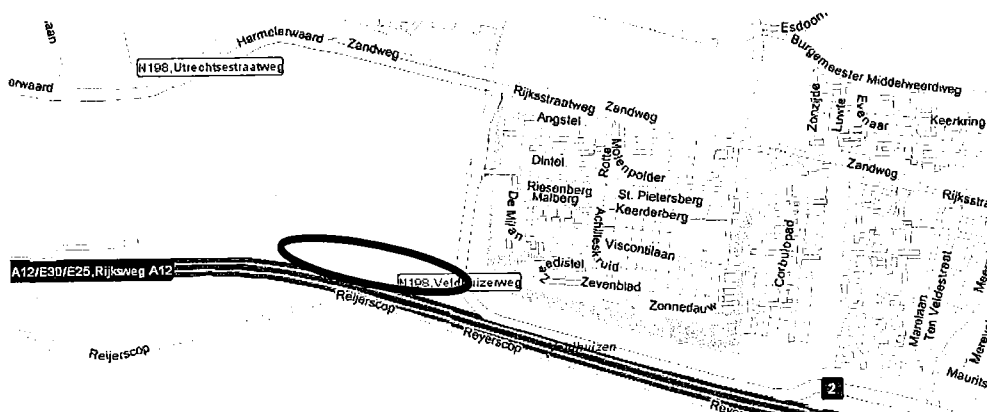
Samenvatting	
Inhoudsopgave	
1. Inleiding	3
2. Uitgangspunten en randvoorwaarden	5
2.1 Berekeningsmethodieken en normen	5
3. Geotechnische gegevens	7
3.1 Omvang grondonderzoek	7
3.2 Grondparameters	7
3.3 Maatgevende grondprofiel	7
3.4 Laboratoriumresultaten	8
3.4.1 Triaxiaalproef	8
3.4.2 Samendrukkingsproef	8
3.5 Grondwaterstanden	8
4. Toelichting op de Berekeningen	10
4.1 Inleiding	10
4.1.1 Uitgangspunten	10
4.2 Berekeningen	10
4.2.1 Consolidatieperiode	11
4.2.2 Stabiliteit	11
5. Berekeningsresultaten	12
5.1 Zettingen	12
5.1.1 Zettingsinvloeden buiten de ophogingen.	12
5.2 Stabiliteit	13
6. conclusies en aanbevelingen	15
6.1 Conclusie	15
6.2 Uitvoeringsadviezen met grond	16
6.3 klink in de ophoging	16
Bijlage 1: Veldwerkgegevens IBU	17
Bijlage 2: Veldwerkgegevens Fugro	18
Bijlage 3: Laboratoriumresultaten	19
Bijlage 4: Zettingsberekening	20
Bijlage 5: Stabiliteitsberekening zuidelijk talud	21
Bijlage 6: Consolidatieberekening verticale drainage	22



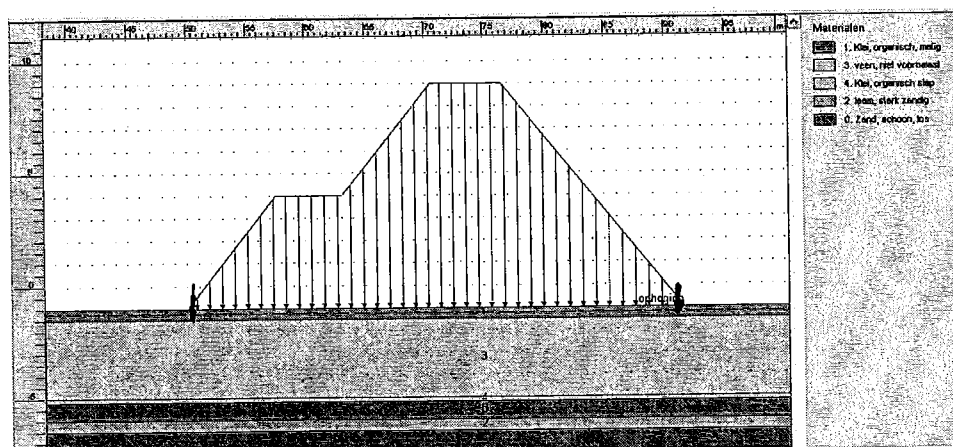
1. INLEIDING

Voor het realiseren van het project "Veldhuizen geluidswal A12 (Woerden oost)" moet worden onderzocht hoeveel zetting zal optreden en wat de minimale uitvoeringstermijn is om een voldoende stabiele ophoging te realiseren. Daarbij dient rekening gehouden te worden dat de wal met grond wordt opgebouwd en dat, wanneer aan de restzettingseis wordt voldaan, een schanskorfmuur op de kruin van de wal wordt gerealiseerd. De schanskorfmuur heeft een breedte van 1 m en een hoogte van 2 m. Specifieke kenmerken van de te gebruiken grond zijn nog niet voorhanden en worden op basis van de uitkomsten van dit rapport verder uitgewerkt. Zie figuur 1.1 voor een grafische weergave van de locatie

De Geluidswal dient gerealiseerd te worden tot een hoogte van NAP + 10.10 m. Daarbovenop wordt vervolgens een schanskorfmuur aangebracht waardoor een maximale hoogte wordt gerealiseerd tot NAP 12.10 m. Wegens onjuiste maatvoering in de aangeleverde gegevens is echter gerekend met een definitieve hoogte van NAP +9.00 m. In een aanvullende berekening is bepaald dat dit hoogteverschil slechts een extra zetting teweegbrengt van 0.05 m. In de DO-fase zal met de juiste hoogte worden gerekend. De wal is de ruim 40 m breed en is ongeveer 700 m lang.



Figuur 1.1; Locatie geluidswal



Figuur 1.2; Dwarsdoorsnede geluidswal

Om de vraagstelling te beantwoorden is bestaand veldonderzoek verzameld en is aanvullend veldonderzoek uitgevoerd. Het aanvullend veldonderzoek heeft bestaan uit 6 sonderingen en 2 grondboringen waaruit 8 stuks ongeroerde grondmonsters zijn geanalyseerd in het laboratorium. Omdat de zettingsgevoelige lagen grotendeels bestaan uit veengrond (zie figuur 1.2, laag 3) zijn slechts van deze laag grondmonsters onderzocht.

Vervolgens is een inschatting gemaakt van de te verwachten hoeveelheid zetting, de minimaal benodigde realisatietijd (zonder aanvullende maatregelen) en welke zettingsinvloeden naar de omgeving toe verwacht kunnen worden. Daarnaast zijn de

benodigde stabiliteitsverhogende en zettingsversnellende maatregelen om het ophoogtempo te doen versnellen uitgewerkt.

De berekening van de zettingen is uitgevoerd met behulp van MSettle, middels de gecombineerde zettingsformule van Koppejan. De berekening van de stabiliteit is uitgevoerd met behulp van MStab, middels de methode Bishop.

In deze analyse is geen aandacht geschonken aan de aansluiting van de wal op het gasverdeelstation ter hoogte van de N198 omdat dit middels een doorgegraven cunet zettingsvrij te realiseren is.

2. UITGANGSPUNTEN EN RANDVOORWAARDEN

In de berekeningen zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Bestaande maaiveld varieert tussen NAP -1.21 m en NAP -0.92 m. In de berekening is een gemiddelde aangehouden van NAP -1.00 m.
- Het volumegewicht van het ophoogmateriaal² is aangehouden op 16 kN/m³. Voorts is gerekend met een hoek van inwendige wrijving van (ϕ) 20 graden en een cohesie (c') van 5 kPa.
- Het te gebruiken ophoogmateriaal mag het consolidatiegedrag in de ondergrond niet belemmeren.
- Na realisatie dient de (rest)zetting van de geluidswal kleiner te zijn dan 6 cm in 30 jaar. Deze eis is afkomstig uit de in het PvE omschreven restzettingseis ten behoeve van de schanskorfmuur.
- Programma van Eisen Veldhuizen geluidswal A12 (Woerden Oost) met dossiernummer DSB05.402141, d.d. 05 oktober 2005.
- Rapport van Fugro Ingenieursbureau B.V.: Geotechnisch onderzoek A12 aansluiting Woerden oost - Leidsche Rijn, opdrachtnummer 1004-0041-000, d.d. 21 juli 2004, status concept;
- Afmetingen van geluidswal zijn conform tekening van Provincie Utrecht, Dienst Wegen, Verkeer en Vervoer: (tekening nummer NWHMOD-0001A Principe dwarsprofielen) van de provincie Utrecht.
- Een definitieve hoogte van de geluidswal is afkomstig van de geleverde tekening en is aangegeven t.o.v. maaiveld, te weten mv +10,0 m. Derhalve is in de berekeningen de kruin ophoging aangehouden op NAP +9.00 m. Uit gesprekken met de opdrachtgever blijkt dat de aangehouden hoogtes onjuist zijn. De kruin dient opgeleverd te worden op NAP +10.10 m. Deze wijziging is niet doorgevoerd in de berekeningen en deze rapportage. Dit zal in de DO-fase worden gedaan. Wel is bepaald dat deze hoogteaanspassing een extra zetting zal impliceren van 0.05 m.
- Aan de westzijde dient rekening te worden gehouden met een minimale afstand van 10 m vanaf de teen ophoging tot de grens van het gasverdeelstation. Bij de dimensionering van de ophogingen dient daarbij rekening te worden gehouden dat het gasverdeelstation zettingsvrij blijft.
- Ten behoeve van de eventueel toe te passen drainage is in dat geval minimaal één watergang in de teen van het talud vereist, echter van beperkte afmeting. Echter is nog in onderzoek of aan beide zijden een watergang vereist is en met welke afmetingen. Derhalve zal dit worden meegenomen in de DO-fase wanneer bekend is welke afmetingen deze watergangen dienen te krijgen. De grootte van de watergang heeft invloed op de stabiliteit van de wal.

Boven op de geluidswal wordt een schanskorfmuur aangebracht met een breedte van 1 m en een hoogte van 2 m. Omdat dit, als gevolg van spreiding in de wal, een verwaarloosbare invloed heeft op de spanningsverhogingen in de bestaande zettingsgevoelige grondlagen is dit in het VO niet meegenomen in de zettingsberekeningen. In de DO-fase zal dit wel worden opgenomen.

2.1 Berekeningsmethodieken en normen

Voor de berekening van de zettingen is gebruik gemaakt van het softwareprogramma MSettle (versie 7.1, build: 3.2) van GeoDelft. Hierin is gebruik gemaakt van de gecombineerde zettingsformule van Koppejan. Voor het consolidatiegedrag is gebruik gemaakt van de (ingebouwde) methode Terzaghi.

Bij de analyse is gebruik gemaakt van de laboratoriumresultaten (zie bijlage 3), het Fugro rapport (gedeeltelijk opgenomen in bijlage 2) en NEN 6740³. De in de berekeningen

² Omdat onbekend is met welke grond de wal wordt opgebouwd en veengrond ongeschikt wordt geacht is een volumegewicht van 16 kN/m³ toereikend in deze fase ($\gamma_{dry} = 17$ kN/m³ voor zand en $\gamma_{sat} = 15$ kN/m³ voor klei). De waarde ϕ en c' is gebaseerd op de aanname dat een groter deel van de geluidswal wordt uitgevoerd in kleigrond. ϕ van zand: 30, ϕ van klei: 15.

gehanteerde veeneigenschappen zijn afkomstig uit het laboratoriumonderzoek. Omdat de dikte van de veenlaag (3,5 m) dermate dik is ten opzichte van de andere lagen (0,5 m) zal de veenlaag bepalend zijn voor de te bereiken resultaten. Op basis van deze laagdikte zal minimaal 85% van de zettingen in de veenlaag optreden. Derhalve zijn alleen van deze laag de grondeigenschappen onderzocht. Uit tabel 1 van de NEN 6740 zijn de kenmerkende grondparameters afkomstig voor de andere grondsoorten.

Omdat de NEN 6740 geen standaard waarden bevat betreffende consolidatieconstanten is hiervoor gebruik gemaakt van grondparameters afkomstig uit het IBU-archief dat is samengesteld uit reeds uitgevoerd laboratoriumonderzoek.

Ook is met deze norm bepaald in welke Geotechnische Categorie de constructie is onder te brengen. De constructie is, conform NEN 6740, te plaatsen in Geotechnische Categorie 2.

³ NEN 6740 bevat de basiseisen en toetsingsregels waarmee geotechnische constructies kunnen worden beoordeeld.



3. GEOTECHNISCHE GEGEVENS

3.1 Omvang grondonderzoek

Ten behoeve van geotechnische analyses zijn door het Ingenieursbureau (IBU) van de gemeente Utrecht in totaal 6 sonderingen, inclusief kleefmeting, en 2 grondboringen uitgevoerd. Deze boringen zijn door Gemeente werken Rotterdam uitgevoerd waarbij in het laboratorium monsters zijn onderzocht. Parallel aan deze veldwerkzaamheden zijn tbv milieukundig onderzoek 5 grondboringen uitgevoerd en doorgezet tot in de vaste zandlaag. De resultaten zijn samengevat in een geotechnische veldwerkrapportage met kenmerk I.001.RAP.05.09.26, d.d. 06-08-2004. Van deze rapportage zijn de overzichtstekening, veldwerktabel, grondboringen en sonderingen opgenomen in bijlage 1.

3.2 Grondparameters

Omdat het een berekening betreft in de Voorontwerp fase is bij de analyse van de laboratoriumresultaten niet de gebruikelijke statistische manier gebruikt voor bepaling van de maatgevende grondparameters. Slechts de conservatieve parameters zijn aangehouden in de berekening. In tabel 3.1 zijn ter vergelijking zowel de NEN 6740 tabel 1 waarden en de aangehouden laboratoriumresultaten weergegeven.

grondsoort	γ	γ_{sat}	ϕ'	c'	f_{undr}	C'_p	C'_s
veen, niet voorbelast, conform NEN 7640	11	11	15	2	10	5	20
veen, conform Laboratorium resultaten	11	11	20	4		6	59

Tabel 3.1; vergelijking laboratorium resultaat met NEN waarden.

Ten behoeve van de andere parameters is gebruik gemaakt van parameters welke zijn bepaald naar inzicht en ervaring. Eén en ander is uitgevoerd gebruik makend van NEN 6740 Tabel 1 waarden, veldwerkgegevens, omgevingsresultaten en IBU archief gegevens.

Er is gerekend met representatieve grondparameters om een zo realistisch mogelijk beeld te schetsen van de op te treden zettingen en stabiliteit. Daardoor is het noodzakelijk voor de stabiliteitsanalyse een veiligheidsfactor te vinden die groter is dan 1,3. In de berekening ten behoeve van het DO zal voor de zettingsanalyse echter worden gerekend met rekenwaarden.

Aangezien in deze fase nog niet bekend is hoe de geluidswal wordt opgehoogd en met welke materialen dit wordt uitgevoerd is gerekend met slechts één materiaal. Daarbij is aangehouden een volumegewicht van 16 kN/m³ met een cohesie van 5 kPa (zie toelichting H2, voetnoot 1).

3.3 Maatgevende grondprofiel

Uit het grondonderzoek blijkt dat het pakket samendrukbare lagen redelijk homogeen is vanaf het punt dat de toekomstige provinciale weg parallel loopt aan de geluidswal richting het westen. Oostwaarts richting Utrecht neemt de dikte van de zettingsgevoelige lagen af waardoor de zettingen minder groot zullen zijn dan is berekend. Daar de ondergrond hoofdzakelijk uit veen bestaat is verdere analyse niet noodzakelijk. De westelijk aangetroffen grondopbouw is derhalve maatgevend en is in tabel 3.2 weergegeven. Een inventarisatie van de aangetroffen diktes van samendrukbare grondlagen is weergegeven op de overzichtstekening in bijlage 1.

bk laag tov NAP	ok laag tov NAP	grondsoort
-1	-1,25	klei, organisch, matig, qc-max 0,5
-1,25	-1,5	klei, organisch, matig, qc-max 0,5
-1,5	-5	veen, niet voorbelast, slap, qc-max 0,1
-5	-5,2	klei, organisch, slap, qc-max 0,2
-5,2	-6	zand, schoon, los, qc-max 5
-6	-6,5	leem, sterk zandig, qc-max 2
-6,5	-20	zand, schoon, matig, qc-max 15

Tabel 3.2; Maatgevende grondprofiel

Uit het Fugro onderzoek (Rapportage met opdrachtnr 1004-0041-000) blijkt van de boringen slechts boring B103 overeen te komen met de door het IBU aangetroffen resultaten. Dit komt omdat de rest van het onderzoek ver buiten de projectgrens is uitgevoerd en daarbij afwijkingen in samenstelling en grondeigenschappen vertoont. Derhalve zijn slechts de resultaten uit B103 gebruikt voor het opstellen van maatgevende grondparameters. Daarnaast zijn de sonderingen DKM123, DKM124 & DKM125 gebruikt in de bepaling van de maatgevende grondprofielen. Een kopie van de gebruikte boring en sonderingen is opgenomen in bijlage 2.

3.4 Laboratoriumresultaten

In het laboratorium zijn uit de 2 gestoken grondboringen 8 ongeroerde grondmonsters geanalyseerd middels de samendrukkingsproef (4 st) en de triaxiaalproef (4 st).

3.4.1 Triaxiaalproef

Voor de bepaling van de te gebruiken grondparameters ten behoeve van de stabiliteitsberekening zijn de resultaten uit de triaxiaalproef van belang. De gebruikte resultaten zijn in een overzicht in bijlage 3 opgenomen.

3.4.2 Samendrukkingsproef

Voor de bepaling van de te gebruiken grondparameters ten behoeve van de zettingsberekening zijn de resultaten uit de zettingsproef van belang. De gebruikte resultaten zijn in een overzicht in bijlage 3 opgenomen.

3.5 Grondwaterstanden

Voor de stijghoogte in het eerste watervoerende pakket kunnen de volgende niveau's worden aangehouden:

- gemiddelde stijghoogte: NAP -1.25 m (aan te houden niveau in de gebruiksfase),
- maximale stijghoogte: NAP -0.85 m (aan te houden niveau in de uitvoeringsfase),
- minimale stijghoogte: NAP -1.65 m.

Voor de bepaling van deze gegevens is gebruik gemaakt van 2 st peilbuizen die door de gemeente Utrecht worden ingemeten in de wijk Veldhuizen. Samen met de Isohypsenaart uit het grondwaterplan van de Provincie Utrecht zijn deze stijghoogtes bepaald. De geplaatste peilbuizen op de bouwlocatie konden niet gebruikt worden omdat hiervan geen stijghoogtes zijn gemeten en de maaiveldhoogtes onbekend zijn.

In de berekeningen is de gemiddelde stijghoogte aangehouden tbv de analyse in de gebruiksfase omdat het een berekening betreft voor de lange termijn.

In de watergangen heerst, conform de tekening van de provincie, een freatisch waterpeil van NAP -2,00 m. Door opbolling van dit peil in de velden tussen de watergangen wordt op die locaties een hoger peil aangetroffen. Omdat het niveauverschil daardoor vrij klein is en



omdat het een VO berekening betreft is gerekend met een peil conform de stijghoogte in het eerste watervoerende pakket, te weten NAP -1,25 m.



4. TOELICHTING OP DE BEREKENINGEN

4.1 Inleiding

Om tot een inzicht te komen van de hoeveelheid zettingen, de consolidatieperiode en in later stadium de benodigde stabiliteit dient in eerste instantie de zetting bepaald te worden. Hieruit volgt de benodigde zettingscompensatiehoogte en de consolidatieperiode. Met de consolidatieperiode kan het ophoogtempo worden bepaald en kan de constructie vervolgens getoetst worden op stabiliteit. Tot slot volgt eventueel een optimalisatie slag en wordt de eventuele noodzaak van aanvullende maatregelen nader toegelicht.

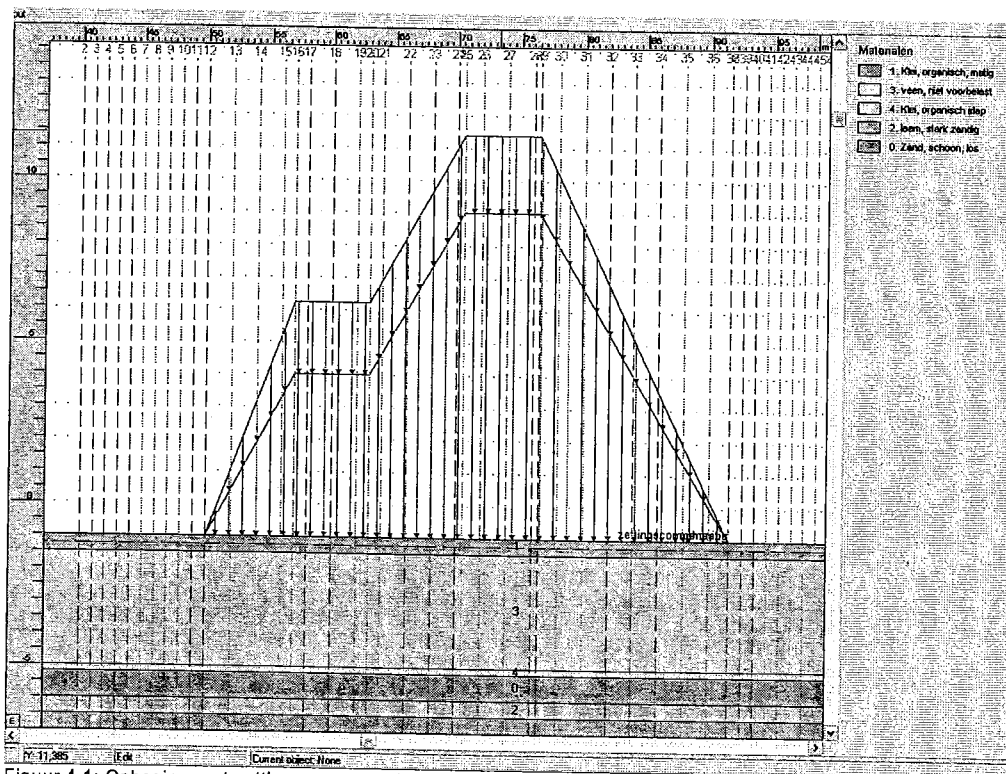
4.1.1 Uitgangspunten

Als eerste is het maatgevende grondprofiel ingevoerd in MSettle waarbij de parameters van de veenlaag afkomstig zijn uit het laboratoriumonderzoek. De overige parameters zijn afkomstig uit het Fugro rapport en NEN 6740, tabel 1.

De belasting van de schanskorfconstructie is niet in de berekening opgenomen omdat de extra belasting op maaiveldhoogte in verhouding tot de gehele ophoging is te verwaarlozen in deze fase.

4.2 Berekeningen

Door het theoretische profiel in te voeren wordt een eerste verkenning van de te verwachten zettingen gemaakt. Dit profiel is de netto ophoging. Omdat het maaiveld zakt als gevolg van de zettingen zal meer opgehoogd moeten worden om uiteindelijk op het gewenste profiel uit te komen. Deze extra overhoogte wordt ook wel zettingscompensatiehoogte genoemd. De zettingscompensatiehoogte wordt iteratief bepaald. In figuur 4.1 is het berekende profiel weergegeven. Daarbij is de eerste ophoging het profiel conform opgave en is de ophoging die daar op ligt de benodigde zettingscompensatiehoogte.



Figuur 4.1; Ophoging met zettingscompensatiehoogte

4.2.1 Consolidatieperiode

Zettingen worden onderscheiden in primaire en secundaire zettingen. De secundaire zettingen worden beschouwd als eeuwig durend en verlopen op een logaritmische tijdschaal rechtlijnig. De primaire zettingen betreffen de zettingen als gevolg van het uittreden van water. Omdat de doorlatendheid slecht is zal de belasting eerst door het water worden gedragen. De consolidatieperiode betreft de tijd waarin de primaire zettingen zullen optreden. Ofwel dit is de periode waarin de krachten uit de belasting langzaam aan de korrels wordt teruggegeven. De dikte van het pakket samendrukbare lagen bepaald samen met de eigenschappen van die grondlaag het consolidatiegedrag van het grondprofiel.

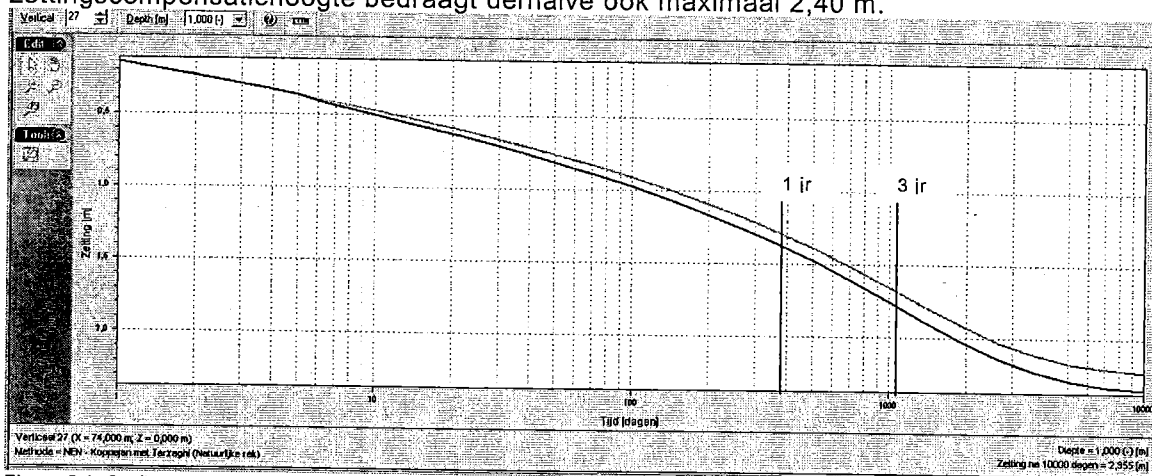
4.2.2 Stabiliteit

Nadat de zettingen en benodigde overhoogtes zijn bepaald is de stabiliteit onderzocht middels de methode Bishop. Omdat geen uitgangspunten bekend zijn voor de gewenste aanlegtermijn is slechts onderzocht wat de stabiliteit is in de gebruiksfase. Hieruit volgt of aanvullende maatregelen noodzakelijk zijn om de stabiliteit in de bouw- en gebruiksfase te waarborgen.

5. BEREKENINGSRESULTATEN

5.1 Zettingen

Uit de berekeningen volgt een maximaal te verwachten hoeveelheid zetting van 2,40 m (zie figuur 5.1). Deze zetting wordt bereikt op het hoogste punt van de ophoging (verticaal 27 van figuur 4.1) en is inclusief de extra belasting als gevolg van de zettingscompensatie. De zettingscompensatiehoogte bedraagt derhalve ook maximaal 2,40 m.



Figuur 5.1; Grafische weergave van de grootste zetting onder de grootste ophoging, zie verticaal 27 in figuur 4.1.

De bijbehorende consolidatieperiode bedraagt zonder aanvullende maatregelen ruim 3000 dagen (ongeveer 8 jaar). In bijlage 4 zijn de in- en uitvoergegevens van de zettingsberekening opgenomen.

In figuur 5.1 is zichtbaar dat een overhoogte van 2,40 m ongeveer 0,10 m extra zetting geeft na 1 jaar. Om aan de restzettingseis te kunnen voldoen na bijvoorbeeld 3 jaar is ongeveer 0,50 m extra zetting nodig. De bijbehorende overhoogte die gedurende de belastingperiode aangebracht dient te zijn om die extra zetting in 1100 dagen te realiseren wordt daarmee ruim 10 m. Hiermee is een veel grotere breedte van de geluidswal noodzakelijk wat niet uitvoerbaar wordt geacht.

Door toepassing van een verticaal drainagesysteem wordt de consolidatieperiode verkort tot 800 à 2000 dagen. De werkelijk optredende consolidatieperiode is afhankelijk van het type drain, de breedte ervan, de wijze van aanbrengen en de h.o.h. afstanden tussen de drains. De uitgevoerde berekening betreft een globale berekening waarbij het verschil in consolidatieperiode ontstaat door verschil in de h.o.h. afstand.

h.o.h. 1 m geeft 800 dagen consolidatieperiode en

h.o.h. 2 m geeft 2000 dagen consolidatieperiode.

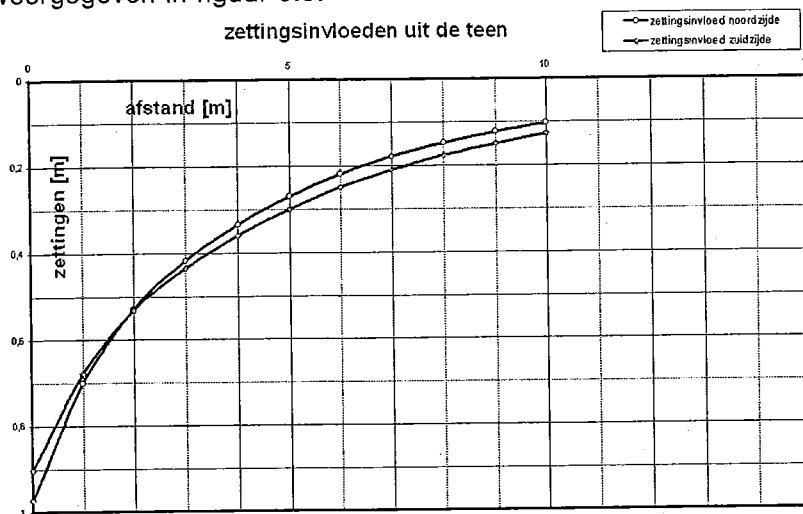
Daarmee wordt de benodigde overhoogte, afhankelijk van de realisatieperiode, beperkt tot maximaal enkele meters. In bijlage 6 is een grafische weergave en berekening opgenomen van de consolidatie periodes met en zonder verticale drainage.

Uit bovenstaande kan worden opgemaakt dat het aanbrengen van verticale drainage noodzakelijk is en dat de h.o.h. afstand van verticale drains grote invloed heeft op de consolidatieperiode.

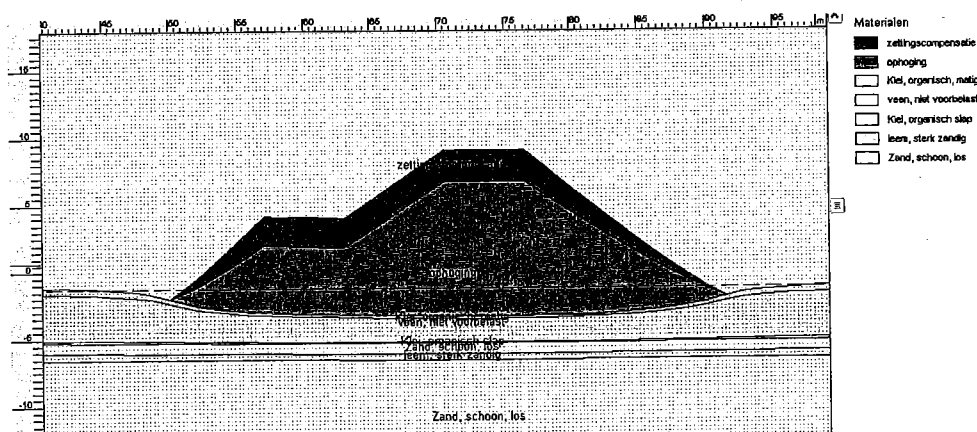
5.1.1 Zettingsinvloeden buiten de ophogingen.

Een inschatting van de gevoeligheid naar de omgeving toe is in figuur 5.2 weergegeven. Hierbij is de zetting weergegeven ten opzichte van de teen ophoging (de teen van de ophoging heeft hier afstand 0). Tevens wordt opgemerkt dat dit de uiteindelijke zettingen

betreffen na 30 jaar. Een totale grafische weergave van het zettingspatroon is weergegeven in figuur 5.3.



Figuur 5.2; Zettingsinvloed van de geluidswal vanaf de teen gezien



Figuur 5.3; Doorsnede geluidswal na uitconsolideren

Door het aanbrengen van een grondverbetering onder de teen (cunet) zullen minder zettingen naar de omgeving optreden. Afhankelijk van de diepte en breedte van zo'n cunet kunnen omgevingsinvloeden worden gereduceerd tot 0.

Door het aanbrengen van een steunberm zullen de zettingen buiten de ophogingen groter worden. Beiden zijn maatregelen om de stabiliteit te verhogen. Het toepassen van verticale drainage en extra overhoogte levert geen veranderingen op in de omgevingsinvloeden.

5.2 Stabiliteit

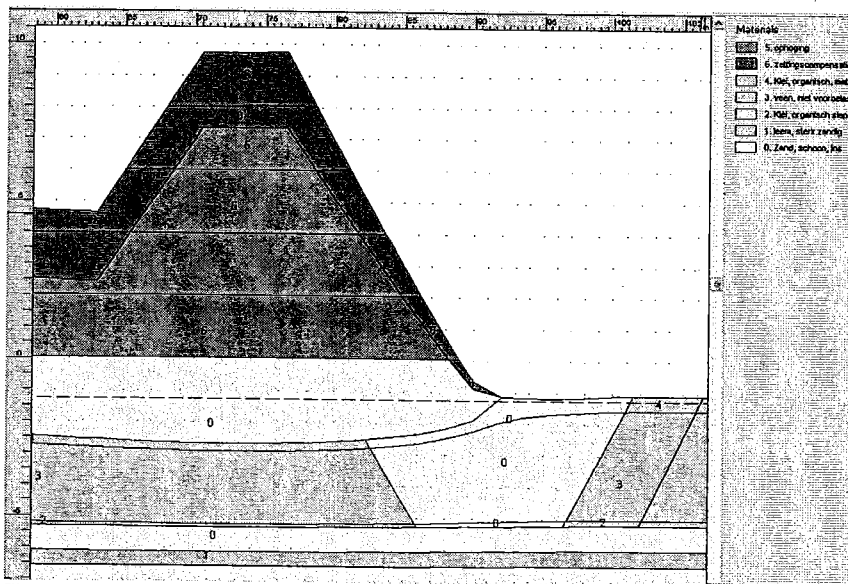
In de berekeningen is als uitgangspunt gehanteerd dat de gehele wal met één grondsoort wordt opgebouwd. De daarbij gebruikte materiaaleigenschappen t.b.v. de stabiliteit is een cohesie van 5 kPa met een hoek van inwendige wrijving " ϕ " van 20 graden. Er is dus geen rekening gehouden met eventueel benodigde drainerende zandlagen. In bijlage 5 zijn de stabiliteitsberekeningen opgenomen van de zuidzijde omdat deze het meest kritisch blijken.

De ophoging blijkt in de definitieve situatie, na consolidatie, niet stabiel te zijn zonder aanvullende maatregelen. Zowel de noordelijke als de zuidelijke taluds zijn instabiel. Bij toepassing van een dubbellaags geotextiel (met een effectieve treksterkte van 100 kN/m¹) is de ophoging weliswaar net stabiel maar voldoet de constructie niet. De berekende veiligheidsfactor bedraagt 1.0 terwijl minimaal 1,3 bereikt moet worden. Omdat het verschil

tussen de berekende en de te bereiken stabiliteitsfactor erg groot is en andere stabiliteitsverhogende maatregelen noodzakelijk zijn (drainagezandlaag tbv verticale drainage) zijn geen aanvullende berekeningen uitgevoerd.

De stabiliteit zal dus sterk vergroot moeten worden. Dit kan op traditionele manieren door een steunberm aan te brengen en / of door middel van een grondverbetering onder de teen. Een steunberm alleen zal onvoldoende stabiliteit bieden in de bouwfase. Aan de zuidzijde van de geluidswal is daarbij bovendien onvoldoende ruimte. De enige traditionele oplossing wordt derhalve gevonden in de toepassing van een cunet onder de teen van de ophoging.

Uit verdere analyse naar een stabiele constructie volgt dat ook de interne stabiliteit een probleem vormt. Wanneer bijvoorbeeld de eerste twee meter ophoging in zand wordt uitgevoerd neemt de totale stabiliteit sterk toe, echter nog steeds onvoldoende. De toepassing van een cunet blijft derhalve essentieel. Met een cunet van een breedte van 10 m op 5 meter diep en een eerste ophoging (dik 2.5 m) in zand volgt een stabiliteitsfactor van 1.34. De berekende situatie is in figuur 5.5 weergegeven. Hierbij wordt opgemerkt dat het cunet wellicht nog kan worden verkleind (optimalisatieslag niet uitgevoerd) en dat de toepassing van geotextielen en geogrids de stabiliteit verder kunnen vergroten.



Figuur 5.5; Doorsnede geluidswal na uitconsolideren

Ook kunnen alternatieve stabiliteitsverhogende maatregelen (zoals een gewapende grondconstructie) wellicht zorgen dat minder grondverbetering noodzakelijk is of achterwege kan blijven.

Om ook in de bouwfase over een voldoende stabiele ophoging te beschikken is het derhalve noodzakelijk:

- een cunet te graven tot aan de vaste zandlaag,
- een verticaal drainagesysteem in de zettingsgevoelige lagen aan te brengen incl drainerende zandlaag en
- afhankelijk van de uitvoeringskeuze en grondsoortkeuze geogrid, geotextiel of drainerende zandlagen aan te brengen in de geluidswal.

6. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

6.1 Conclusie

Uit het grondonderzoek blijkt dat de ondergrond hoofdzakelijk uit veen bestaat en een redelijk homogene opbouw heeft vanaf het punt dat de toekomstige provinciale weg parallel loopt aan de geluidswal richting het westen. Daar wordt ook de grootste zetting gevonden (maximaal 2.40 m).

Uit de berekeningen volgt dat verticale drainage noodzakelijk is om aan de restzettingseis te kunnen voldoen. De consolidatieperiode bedraagt met toepassing van verticale drains 800 a 2000 dagen (2 tot 5 jaar). Zonder drainage bedraagt de consolidatieperiode ongeveer 8 jaar.

De interne stabiliteit vormt een probleem wanneer alleen met grond wordt opgehoogd. Afwisseling van grond met zandlagen verhoogt de stabiliteit. De toepassing van een cunet blijft noodzakelijk.

Zonder aanvullende maatregelen is de wal zowel in de bouwfase als in de gebruiksfase instabiel bij gebruik van alleen grond. Voldoende stabiliteit wordt pas gevonden door toepassing van:

- grondverbeteringen in de teen van de wal (alleen een cunet van 10 m breed op een diepte van 5 m ontgraving is slechts onderzocht),
- zandlagen in de ophoging (bijvoorbeeld een dikkere drainage laag tbv de vert drainage),
- verticale drainage
- geotextielen.

De combinatie van bovengenoemde maatregelen maakt wellicht een realisatieperiode mogelijk van circa 2 jaar. Echter is ook een belastingperiode nodig (van minimaal 1 jaar) om aan de restzettingseis te kunnen voldoen. Derhalve wordt geadviseerd 3 tot 5 jaar bouwtijd te reserveren voor het realiseren van een geluidswal wal dat voldoet aan de restzettingseis.

Opgemerkt wordt dat met de genoemde uitvoeringswijze en maatregelen wordt voldaan aan de restzettingseis. Echter heeft dit betrekking op de huidige grondlagen en staat los van optredende klink in de constructie zelf (zie ook 6.2). Voor de schanskorfmuur zal derhalve rekening gehouden moeten worden met grotere restzettingen.

Om de benodigde grondverbeteringen te reduceren is de toepassing van GeoGrids in de vorm van een gewapende grondconstructie of andere stabiliteitsverhogende maatregelen een alternatief.

Wegens onvoldoende inzicht in de sterkteparameters van het toe te passen materiaal in de geluidswal is een verdere optimalisatie van de opbouw in dit stadium niet zinvol. Derhalve zal in de DO-fase de opbouw nader worden uitgewerkt, wanneer beter inzicht is verkregen in de toe te passen grond en de variatie daarin. Daarbij is het van belang inzicht te hebben in de volgende kenmerken:

- atterbergse grenzen;
- watergehalte;
- humusgehalte.
- korrelverdeling

Via de atterbergse grenzen en het type klei wordt inzicht verkregen in het optimum watergehalte om een goede verdichting mogelijk te maken. Door vervolgens ook inzicht te hebben in het huidige watergehalte (en de variaties daarin) is het mogelijk te bepalen welke alternatieven haalbaar zijn en welke aanvullende maatregelen noodzakelijk zijn.

6.2 Uitvoeringsadviezen met grond

Wanneer de wal wordt opgehoogd met grond wordt de consolidatieperiode negatief beïnvloed. Dit komt omdat het overtollige water niet via het maaiveld kan worden afgevoerd. Door de eerste 2 meter van de ophoging in zand uit te voeren is dit eenvoudig te voorkomen. Ook wanneer verticale drainage wordt toegepast is het noodzakelijk overspannen water af te voeren middels een zandlaag (drainlaag) van enkele meters dik.

Bij het verdichten van grond is ook de vochtigheidsgraad zeer belangrijk. Deze bepaald hoe moeilijk of eenvoudig verdichting mogelijk is. Bij een te hoog vochtigheidsgraad zal bijvoorbeeld geen verdichting mogelijk zijn. Dit alles zal er toe leiden dat bij regenachtig weer geen uitvoering mogelijk is en wellicht afdekken van de ophoging noodzakelijk is. Ook is daarmee de controle van de behaalde verdichtingen veel belangrijker in vergelijking tot een ophoging met zand. Door de strengere uitvoeringseisen en de noodzakelijke controle daarop zijn de uitvoeringskosten veel hoger dan ophogingen uitgevoerd in zand en is er een groter risico op stagnatie in de uitvoering.

De monitoring van de verdichting in de ophooglagen is dus zeer belangrijk binnen dit project. Gerekend is met bepaalde sterkteparameters die alleen bereikt kunnen worden bij een goede verdichting van de grond. Wordt deze sterkte niet bereikt dan zal de klink groter zijn (bij gelijkblijvende grondsoort) dan waarop is gerekend. Dit heeft ook tot gevolg dat de schanskorfmuur meer zal gaan vervormen. De drainagemogelijkheid in de grondophoging samen met de bereikte verdichting tijdens de uitvoering bepaald de duur waarin klink optreedt.

De optredende klink is dan ook pas goed meetbaar in de periode dat de ophoging volledig is aangebracht (incl overhoogte). Hoe langer die periode is des te beter kan een inschatting worden gemaakt van optredende klink.

6.3 klink in de ophoging

Omdat de geluidswal opgehoogd wordt middels grond en in de eindsituatie een 2 m hoge schanskorfmuur is gesitueerd op de kruin van de wal is klink in de ophoging een zeer belangrijk onderdeel. Normaliter worden ophogingen in zand uitgevoerd wat resulteert in een ophoging waarin nagenoeg geen klink optreedt. Vooral in de uitvoering zal veel zorg besteed moeten worden aan het verdichten van de ophogingen en het controleren daarvan. Bij verkeerde uitvoering en onvoldoende verdichting kunnen holle ruimten ontstaan die ook in de volledig opgebouwde situatie aanwezig zijn. Dit kan leiden tot afschuiving van de ophoging, ook al is de rest wel goed verdicht.

Om de klink in de gebruiksfase te minimaliseren wordt gedacht de geluidswal te draineren (bijvoorbeeld door de ophoging afwisselend met zandlagen aan te brengen). In combinatie met toepassing van stabiliteitsverhogende geotextielen is een sandwichconstructie een goed alternatief omdat het aanbrengen van een geotextiel op een zandlaag eenvoudiger uitvoerbaar is (vooral bij regenachtige weersomstandigheden). Toepassing van horizontale drains in plaats van afwisselend zandlagen bemoeilijkt de uitvoering bij regenachtig weer.

Bijlage 1: Veldwerkgegevens IBU

Overzichtstekening
Veldwerktabel
Grondboringen
Sonderingen



