

## **Bijlage 7: Geotechnisch bodemonderzoek**



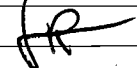
**Geotechnisch en constructief  
voorontwerp Europaplein  
Leeuwarden**





**Geotechnisch en constructief  
voorontwerp Europaplein  
Leeuwarden**

referentie	projectcode	status
LW293-1/bosb3/034	LW293-1	definitief
projectleider	projectdirecteur	datum
Ir. R.P. Herrema	mw. ir. C.M. Sluis	18 juni 2012

autorisatie	naam	paraf
goedgekeurd	Ir. R.P. Herrema	

Witteveen+Bos

K.R. Poststraat 100-3

Postbus 186

8440 AD Heerenveen

telefoon 0513 64 18 00

fax 0513 64 18 01

www.witteveenbos.nl

Het kwaliteitsmanagementsysteem van Witteveen+Bos is gecertificeerd op basis van ISO 9001.

© Witteveen+Bos

Niets uit dit bestek/drukwerk mag worden vervoelvoudigd en/of openbaar gemaakt in enige vorm, hetzij elektronisch, mechanisch dan wel met digitale technieken door fotokopieën, opnamen, Internet of op enige andere wijze zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Witteveen+Bos Raadgevende Ingenieurs B.V. noch mag het zonder een dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd.



<b>INHOUDSOPGAVE</b>	<b>blz.</b>
<b>1. INLEIDING</b>	<b>1</b>
1.1. Algemeen	1
1.2. Doel	1
<b>2. NORMEN EN REFERENTIES</b>	<b>3</b>
2.1. Gehanteerde normen, richtlijnen en referenties	3
<b>3. UITGANGSPUNTEN EN RANDVOORWAARDEN.</b>	<b>5</b>
3.1. Materialen	5
3.2. Referentieperiode en veiligheidsklasse	5
3.3. Geometrie	5
3.4. Geohydrologie	5
3.5. Bodemopbouw en geotechnische parameters	6
3.6. Berekeningsmethode damwanden	7
3.7. Berekeningsmethode zettingen	7
3.8. Fasering damwanden	7
3.9. Corrosie	8
3.10. Vervorming	8
<b>4. BELASTINGEN</b>	<b>11</b>
4.1. Permanente belasting constructie	11
4.1.1. Eigengewicht	11
4.1.2. Rustende belasting	11
4.1.3. Verkeersbelasting	11
4.2. Belastingen op de damwanden	11
<b>5. ONTWERP CONSTRUCTIEF</b>	<b>13</b>
5.1. Omschrijving ontwerp onderdoorgangen	13
5.2. Natuurlijke polder	16
<b>6. ONTWERPVERANTWOORDING GEOTECHIEK</b>	<b>17</b>
6.1. Ontwerpdimensies damwanden en verankering	17
6.2. Verticale draagkracht damwanden	18
6.3. Berekeningsresultaten damwanden	18
6.4. Bevindingen damwanden	19
<b>7. CONTROLE VERTICAAL EVENWICHT</b>	<b>21</b>
7.1. Berekeningsmethode	21
7.2. Berekeningsresultaten	21
<b>8. BEREKENINGSRESULTATEN ZETTINGSBEREKENINGEN</b>	<b>23</b>
8.1. Zettingsversnellende maatregelen	23
8.2. Belastingen	23
8.3. Berekeningsresultaten	24
<b>9. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN</b>	<b>25</b>
9.1. Damwanden	25
9.2. Constructief	25
9.3. Verticaal evenwicht en waterdichtheid	26
9.4. Zettingen	26

laatste bladzijde

26

**BIJLAGEN**

**aantal blz.**

I	Grond - en laboratoriumonderzoek	45
II	Statistische afleiding grondparameters	2
III	Berekening constructies	12
IV	Dsheet uitvoeren damwandberekeningen	28
V	Rekenblad verankering damwanden	2
VI	Rekenblad verticaal evenwicht	2
VII	Berekening lekdebiet	2
VIII	Dsettlement uitvoer zettingsberekening	4

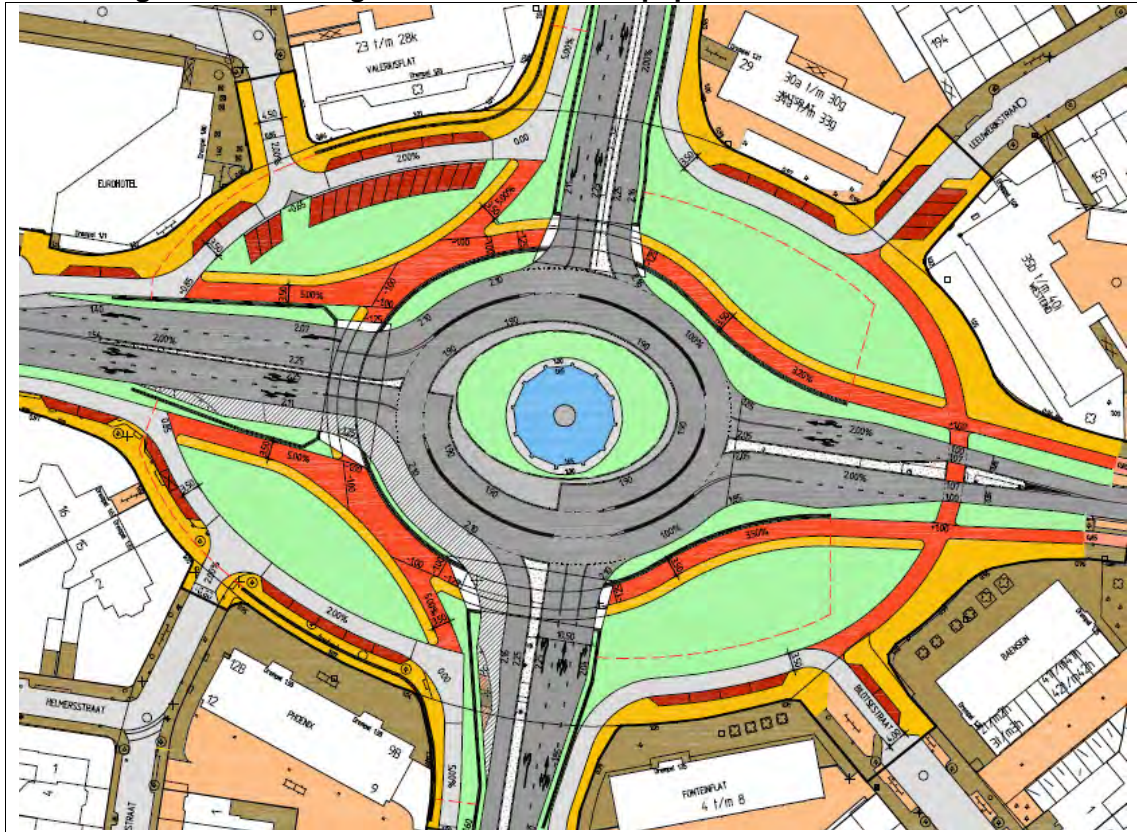


## 1. INLEIDING

### 1.1. Algemeen

Bij de reconstructie van het Europaplein wordt een natuurlijke polder aangelegd, afgeschermd door stalen damwanden. Binnen deze natuurlijke polder zijn een drietal onderdoorgangen gepland met als doelgroep voetgangers en fietsers.

**Afbeelding 1.1. Overzicht gereconstrueerd Europaplein**



De huidige rotonde met toeleidende wegen wordt ongeveer 1 m verhoogd tot circa 1 m boven NAP. De fietstunnels worden aan de beide landzijden begrensd door damwanden met voorzetwanden. Op de damwanden zal het dek van de tunnelconstructie gefundeerd worden. De damwanden ter plaatse van de buitenring zijn vrij uitkragende damwanden. De damwanden ter plaatse van de binnenring zullen worden verankerd met een schroefinjectieanker. De damwanden ter plaatse van de tunnels worden gestempeld door het dek.

### 1.2. Doel

Voor de natuurlijke polder en de drie onderdoorgangen wordt een voorontwerp opgesteld. Doel van deze notitie is het toelichten van de gemaakte keuzes in het voorontwerp, het bepalen van de globale hoofdafmetingen van de constructies, het bepalen van de fundering, controle verticaal evenwicht, een statistische analyse voor het bepalen van de doorlatendheid van de klei- of leemlaag en een inschatting van het lekdebiet. Verder wordt een inschatting gemaakt van de verwachte zetting van het maaiveld door de ophogingen.



## 2. NORMEN EN REFERENTIES

### 2.1. Gehanteerde normen, richtlijnen en referenties

**Tabel 2.1. Normen en richtlijnen**

norm	omschrijving
Eurocode 7; NEN 9997-1: 2011	geotechnisch ontwerp van constructies
CUR166; 5 <sup>e</sup> druk; 2008	damwandconstructies
EAU 2004; 8th Edition	recommendations of the Committee for Waterfronts Structures Harbours and Waterways
NEN-EN 1990, A1, A1/C2:2011, NB: 2011	grondslagen van het constructief ontwerp
NEN-EN 1991-1-1, C2:2011; Deel 1-1	algemene belastingen
NEN-EN 1991-2:2003, C1:2010, NB:2011; Deel 2	verkeersbelasting op bruggen.
NEN-EN 1992-1-1, C1:2011, NB:2011; Deel 1-1	algemene regels en regels voor gebouwen.
EN 1992-2, C1:2011, NB:2011; Deel 2	bruggen - Regels voor ontwerp en detaillering.

**Tabel 2.2. Referenties**

nummer	omschrijving
1.	Wiertsema & Partners, Resultaten grondonderzoek ten behoeve van het project Europaplein Leeuwarden, opdrachtnummer VN55758-1, d.d. 25 april 2012
2.	Tekening voorontwerp reconstructie Europaplein, LW293.1.20.1002; concept; d.d. 13 juni 2012
3.	Tekening maatregelenkaart waterhuishouding bestaande situatie, LW281-2-10-1100; concept; d.d. 4 april 2011
4.	Notitie werkpakket B Aquaduct Westelijke Invalsweg definitief ontwerp constructieve en geotechnische uitgangspunten, Combinatie Grontmij / Witteveen+Bos, referentie LW281-2/bosb3/068, definitief, 23 maart 2011



### 3. UITGANGSPUNTEN EN RANDVOORWAARDEN.

#### 3.1. Materialen

In deze paragraaf wordt een korte omschrijving gegeven van de te gebruiken materialen en betreffende kwaliteiten.

##### **Betonkwaliteit in het werk gestort**

- sterkteklasse C28/35.

##### **Betonkwaliteit prefab brugliggers**

- sterkteklasse (minimaal) C53/65.

##### **Betonstaal**

- staalkwaliteit B500B.

##### **Staal permanente damwanden**

- staalkwaliteit S355.

#### 3.2. Referentieperiode en veiligheidsklasse

De referentieperiode van de onderdoorgangen bedraagt 100 jaar. De onderdoorgangen vallen in gevolgklasse 2 en in geotechnische categorie GC2. De stalen damwanden vallen eveneens onder geotechnische categorie GC2.

#### 3.3. Geometrie

De geometrie van de berekende snedes is bepaald aan de hand van de beschikbare tekening [ref. 3.]. In tabel 3.1 zijn de maatgevende geometrische randvoorwaarden weergegeven.

**Tabel 3.1. Geometrische randvoorwaarden**

omschrijving	dimensie	
maaiveldniveau bestaand	+ 1,25	[m NAP]
niveau ontgraving bouwfase	- 1,80	[m NAP]
niveau maaiveld bouwfase	+ 1,00	[m NAP]
niveau ontlastsleuf bouwfase t.p.v. tunnels	- 1,50	[m NAP]
niveau fietspad	- 1,25	[m NAP]
niveau kruisende weg	+ 2,30	[m NAP]
taludhelling	1:2	[-]

#### 3.4. Geohydrologie

De geohydrologische randvoorwaarden zijn gebaseerd op [ref. 4.]. De grondwaterstand in de bouwfase en het polderpeil in de polderconstructie volgen uit het ontwerp. De stijghoogte en de maximale grondwaterstand zijn afkomstig uit [ref. 4.]. Deze niveaus zijn bepaald voor het ontwerp van het aquaduct WIW en mogen op deze locatie ook toegepast worden omdat beide projecten binnen hetzelfde peilgebied vallen. In tabel 3.2 zijn de maatgevende grondwaterstanden weergegeven.

**Tabel 3.2. Maatgevende grondwaterstanden**

omschrijving	niveau	
stijghoogte watervoerend pakket - bouwfase	+0,22	[m NAP]
stijghoogte watervoerend pakket - eindfase (inclusief zeespiegelrijzing)	+0,89	[m NAP]
freatische grondwaterstand maximaal	+0,50	[m NAP]
freatische grondwaterstand - polderpeil	- 0,52	[m NAP]
polderpeil polderconstructie eindfase	- 2,10	[m NAP]
polderpeil polderconstructie bouwfase	- 2,10	[m NAP]

### 3.5. Bodemopbouw en geotechnische parameters

De bodemopbouw is gebaseerd op het beschikbare grondonderzoek [ref.1.] Het grondonderzoek bestaat uit een drietal sonderingen tot NAP -25 m en een drietal mechanische boringen tot NAP - 20 m. Uit de mechanische boring zijn een 21-tal monsters gestoken, evenredig verdeeld over het aantal boringen. De monsters zijn beproefd op doorlatendheid, samendrukking en volumegewicht. Het volledige grondonderzoek is bijgevoegd in bijlage I.

Uit de sonderingen en boringen blijkt dat de bodemopbouw homogeen is over de sonderingen. In tabel 3.3 is de bodemopbouw en bijbehorende grondparameters weergegeven op basis van de beschikbare sonderingen, boringen en laboratoriumonderzoek. Uitgangspunt is sondering DKM2 en boring B3. De volumegewichten zijn voornamelijk bepaald op basis van Eurocode 7. De parameters vanuit het laboratoriumonderzoek worden in de DO fase geïntroduceerd. Wel is in bijlage II is de statistische afleiding van de parameters weergegeven.

**Tabel 3.3. Bodemopbouw en grondparameters, DKM2**

grondsoort	b.k. laag [m NAP]	$\gamma_{sat}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\alpha$ [°]	$\delta$ [°]	$c'$ [kPa]	$k_{h,1}$ [MN/m <sup>3</sup> ]	$k_{h,2}$ [MN/m <sup>3</sup> ]	$k_{h,3}$ [MN/m <sup>3</sup> ]
ophoogzand*	2,30	18 / 20	32,5	21,7	0,0	20	10	15
klei, organisch slap	1,34	13 / 13	15,0	0,0	5,0	2,0	0,8	0,50
klei, siltig, slap	-2,00	15 / 15	22,5	11,3	0,0	2,0	0,8	0,50
veen, matig	-4,60	12 / 12	15,0	0,0	1,0	2,0	0,8	0,50
zand, siltig, los	-5,80	18 / 20	27,0	18,0	0,0	12,0	6,0	3,0
leem, zandig, matig	-8,50	20 / 20	27,5	13,8	5,0	6,0	4,0	2,0
zand, siltig, vast	-15,5	19 / 21	32,5	21,7	0,0	40,0	20,0	10,0

\* Het ophoogzand dient aangevoerd te worden van elders. De parameters zijn ingeschat op basis van ervaring. Het ophoogzand dient voldoende verdicht te worden.

Voor het berekenen van de zettingen zijn de parameters aangehouden als weergegeven in tabel 3.4. De zettingsparameters zijn eveneens bepaald op basis van Eurocode 7.

**Tabel 3.4. Grondopbouw en grondparameterset, DKM3**

grondsoort	RR [-]	CR [-]	C [-]	$c_v$ [m <sup>2</sup> /s]	POP [-]
klei, organisch slap	0,1022	0,3067	0,0153	$1 \cdot 10^{-8}$	2*
klei, siltig, slap	0,0767	0,2300	0,0092	$1 \cdot 10^{-6}$	2*
veen, matig	0,1022	0,3067	0,0153	$1 \cdot 10^{-8}$	2*
zand, siltig, los	0,0038	0,0115	0	1	10
leem, zandig, matig	0,0170	0,0511	0,0020	$1 \cdot 10^{-7}$	20
zand, siltig, vast	0,0008	0,0023	0	1	20

\* De POP waarden zijn afgeleid van de ervaring die we hebben met de grondsoorten in dit gebied.

Uit het laboratoriumonderzoek blijkt een gemiddelde doorlatendheid van de leemlaag van  $2,6 \cdot 10^{-8} \text{ m}^2/\text{s}$ . Voor het bepalen van het lekdebiet moet uitgegaan worden van de representatieve waarde van de doorlatendheid. Deze waarde is bepaald op basis van een statistische analyse van de labresultaten en bedraagt  $5,3 \cdot 10^{-8} \text{ m}^2/\text{s}$ .

### **3.6. Berekeningsmethode damwanden**

De damwanden zijn berekend conform Eurocode 7 en CUR166. Conform Eurocode 7 is uitgegaan van veiligheidsklasse RC2 omdat de constructies zijn ingedeeld in GC2. De damwandberekeningen zijn uitgevoerd met DSheet versie 9.1 (build 1.2). Voor het toetsen van de verticale draagkracht van de damwand is uitgegaan van een gunstig werkende wandwrijving aan de actieve zijde van de damwand. Hiervoor moet de damwand enkele centimeters zakking ondergaan (circa 1 tot 2 cm) om de actieve wandwrijving te mobiliseren. De verticale puntdraagkracht van de damwand is bepaald met behulp van de methode uit CUR166.

Toename van de ankerkracht door zakkende grond op ankerstangen is niet in het ontwerp verdisconteerd. Uitgangspunt is dat door zettingsversnellende maatregelen er een minimale restzetting is en dat de damwand en de ankers pas na de primaire zetting (zetting voor restzetting) wordt aangebracht.

### **3.7. Berekeningsmethode zettingen**

De zettingen zijn berekend met D-Settlement versie 9.1 (build 1.6.). Er is gerekend met het model van NEN-Bjerrum, met het consolidatie model van Darcy. De eindzetting is berekend na een periode van 10.000 dagen, die overeenkomt met ongeveer 30 jaar.

Voor het bepalen van de zetting is het volgende tijdsverloop aangehouden:

- t = 0 dagen: initieel;
- t = 1 dag: ontgraven teelaarde;
- t = 2 dagen: aanbrengen voorbelasting;
- t = 400 dagen: verwijderen voorbelasting;
- t = 401 dagen: aanbrengen cunetzand;
- t = 402 dagen: aanbrengen menggranulaat
- t = 403 dagen: aanbrengen asfalt
- t = 410 dagen: oplevering;
- t = 10.000 dagen: toetsing restzetting.

Voor de restzettingseis is een waarde van 10 cm aangehouden vanaf het moment van oplevering (t = 410 dagen) tot 10.000 dagen.

### **3.8. Fasering damwanden**

In de damwandberekening wordt rekening gehouden met de bouwfaserings. De maximale vervorming en belastingen zijn afhankelijk van de gekozen bouwfaserings en bijbehorende belastingcombinaties. In tabel 3.5 tot en met tabel 3.7 is de bouwfaserings weergegeven die gebruikt is in de berekeningen.

**Tabel 3.5. Bouwfasering damwanden gesloten deel**

bouwfase	omschrijving
1	aanbrengen damwand
2	ontgraven polderconstructie tot NAP -1,80 m; aanbrengen ontlastsleuf tot NAP -1,50 m, bovenbelasting 15 kPa
3	aanbrengen wegfundering fietspad, aanbrengen dek, dempen ontlastsleuf, aanbrengen stootplaten, normaalkracht uit dek 230 kN/m <sup>1</sup> , bovenbelasting 15 kPa
4	eindfase - aanbrengen fietspad, normaalkracht uit dek 400 kN/m <sup>1</sup> , bovenbelasting 15 kPa
5	eindfase - toetsing GWS max., bovenbelasting 15 kPa

**Tabel 3.6. Bouwfasering damwanden open deel - buitenring - onverankerd**

bouwfase	omschrijving
1	aanbrengen damwand
2	ontgraven polder tot NAP 1,80 m, talud met steunberm, 6 m voor damwand, normaalkracht 10 kN
3	eindfase - aanbrengen fietspad, normaalkracht 10 kN, bovenbelasting 10 kPa

**Tabel 3.7. Bouwfasering damwanden open deel - binnenring - verankerd**

bouwfase	omschrijving
1	aanbrengen damwand
2	ontgraven ten behoeve van verankering en gording tot NAP +0,20 m, bovenbelasting 15 kPa
3	aanbrengen verankering en gording op NAP + 0,50m (achterzijde damwand), bovenbelasting 15 kPa
4	eindfase - aanbrengen fietspad, uniforme verkeersbelasting 20 kPa
5	eindfase - toetsing GWS max, uniforme verkeersbelasting 20 kPa
6	eindfase - toetsing GWS max, verkeerssklasse G60 50 kPa

### 3.9. Corrosie

Door corrosie aan de stalen damwand neemt de sterkte in de loop der tijd af. De corrosiesnelheid is afhankelijk van de gesteldheid van de ondergrond. Uit het milieuchemisch onderzoek blijkt de aanwezigheid van zout grondwater. In diverse literatuur (CUR166 en EAU) worden corrosiesnelheden genoemd uiteenlopend van 0,01 mm tot 0,035 mm per zijde per jaar. De hoogste waarde geldt voor getijdengebieden waar in dit project geen sprake van is. Uitgangspunt voor het ontwerp van de stalen damwanden en de verankering is een corrosiesnelheid van 0,02 mm per zijde per jaar. Over de levensduur van 100 jaar betekent dit een totale corrosie van 4 mm. Geadviseerd wordt om in een volgende fase onderzoek te doen naar ervaringen in de omgeving van corrosiesnelheid.

### 3.10. Vervorming

De optredende vervorming moet gelimiteerd worden aan een waarde die esthetisch verantwoord is. Verder mogen door de vervorming van de damwand geen maaiveldzakkingen ontstaan. Gezien de constructieprincipes, stempeling door middel van dek en damwand met talud, worden geen hoge vervormingen verwacht in de eindfase.

Conform de richtlijn uit CUR166 is gekozen om de vervorming bij het gesloten deel te limiteren aan een waarde van 1:100 van de kerende hoogte. In de bouwphase is een vervorming van 1:50 van de kerende hoogte toelaatbaar. Eventuele scheefstanden tijdens de bouwphase kunnen in het werk opgelost worden.

Voor het open gedeelte is een hogere vervorming toegestaan omdat eventueel optredende vervorming minder schade tot gevolg zal hebben dan bij het gesloten deel. Hier is gekozen om de vervorming te limiteren aan 50 mm voor een kerende hoogte beneden de 2,5 m. Bij



een kerende hoogte groter dan 2,5 m is de vervorming gelimiteerd aan een waarde van 1:50 van de kerende hoogte met een maximum van 70 mm.



## 4. BELASTINGEN

### 4.1. Permanente belasting constructie

#### 4.1.1. Eigengewicht

Het eigengewicht van de constructie wordt in rekening gebracht aan de hand van de soortelijke gewichten van de materialen conform paragraaf 3.1.

#### 4.1.2. Rustende belasting

##### Asfalt

Er is gerekend met 10 cm asfalt op het dek van de onderdoorgangen

#### 4.1.3. Verkeersbelasting

Op het dek is gerekend met LM1 conform NEN-EN 1991-2. Dit houdt in dat er gerekend wordt met de volgende belastingen:

- rijstrook 1 aslasten 300 kN per as en een gelijkmatig verdeelde belasting van 9 kN/m<sup>2</sup>;
- rijstrook 2 aslasten 200 kN per as en een gelijkmatig verdeelde belasting van 2,5 kN/m<sup>2</sup>;
- rijstrook 3 aslasten 100 kN per as en een gelijkmatig verdeelde belasting van 2,5 kN/m<sup>2</sup>.

## 4.2. Belastingen op de damwanden

Voor de damwanden is uitgegaan van de belastingen als weergegeven in tabel 4.1. De rustende belastingen op de damwand zijn nader omschreven in paragraaf 5.1. De bovenbelastingen grijpen aan op 3 m vanaf de damwand; in de bouwfase tengevolge van de ontlastsleuf en in de eindfase ten gevolge van de stootplaten.

**Tabel 4.1. Belastingen**

locatie	belasting		werkende breedte [m]
bovenbelasting bouwfase	15	[kPa]	5,0
bovenbelasting eindfase gesloten deel	15	[kPa]	5,0
bovenbelasting eindfase open deel buitenring - voetpad	5	[kPa]	5,0
bovenbelasting eindfase open deel binnenring verkeer gem.	20	[kPa]	uniform
bovenbelasting eindfase open deel binnenring verkeer max.	50	[kPa]	3,8
normaalkracht eindfase open deel t.g.v. betonnen voorzetwand	10	[kN]	1,0
normaalkracht damwanden gesloten deel bouwfase	230	[kN]	1,0
moment damwanden gesloten deel t.g.v. landhoofd	250	[kNm]	[-]
damwanden gesloten deel	530	[kN]	1,0



## 5. ONTWERP CONSTRUCTIEF

### 5.1. Omschrijving ontwerp onderdoorgangen

De drie onderdoorgangen worden gebouwd binnen de natuurlijke polder. Het betreft drie onderdoorgangen met een overspanning van respectievelijk circa 12,1 m, 10,9 m en 10,7 m.

Het dek van de onderdoorgangen bestaat uit prefab volstortliggers met een hoogte van 450 mm en een druklaag van 80 mm. Deze liggers worden door middel van een oplegblok opgelegd op een betonnen deksloof welke met stekken verbonden is met de damwanden. De damwanden doen dienst als grondkering en als fundering van de tunnels. Het brugdek vervult een stempelfunctie tussen de damwanden, hiertoe is ter plaatse van de voeg een verticaal oplegblok voorzien. De horizontale rembelasting wordt via de schijfwerking van het brugdek en de damwanden afgedragen naar grond. Om de damwanden aan het zicht te onttrekken is een prefab betonnen voorzetwand voorzien.

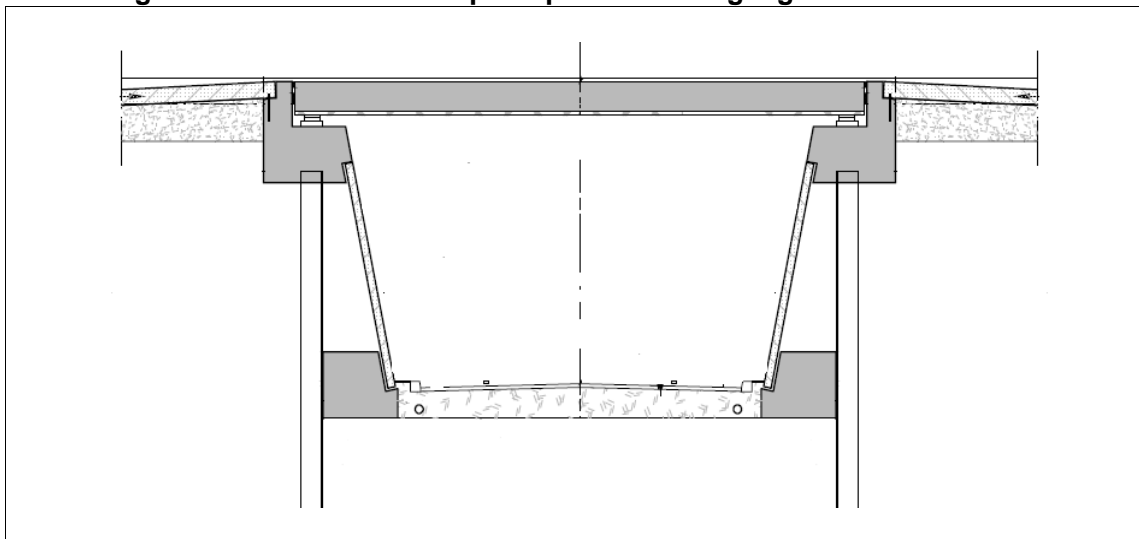
Voor de fundering van de onderdoorgangen zijn meerdere varianten mogelijk:

1. fundering op betonnen damwanden tot in de leemlaag (niveau circa NAP -15,5 m);
2. fundering op stalen damwanden tot in de 2<sup>e</sup> zandlaag (niveau circa NAP -16,0 m);
3. fundering op stalen combiwand waarbij de damwanden tot in de leemlaag staan en de palen tot in de 2<sup>e</sup> zandlaag.

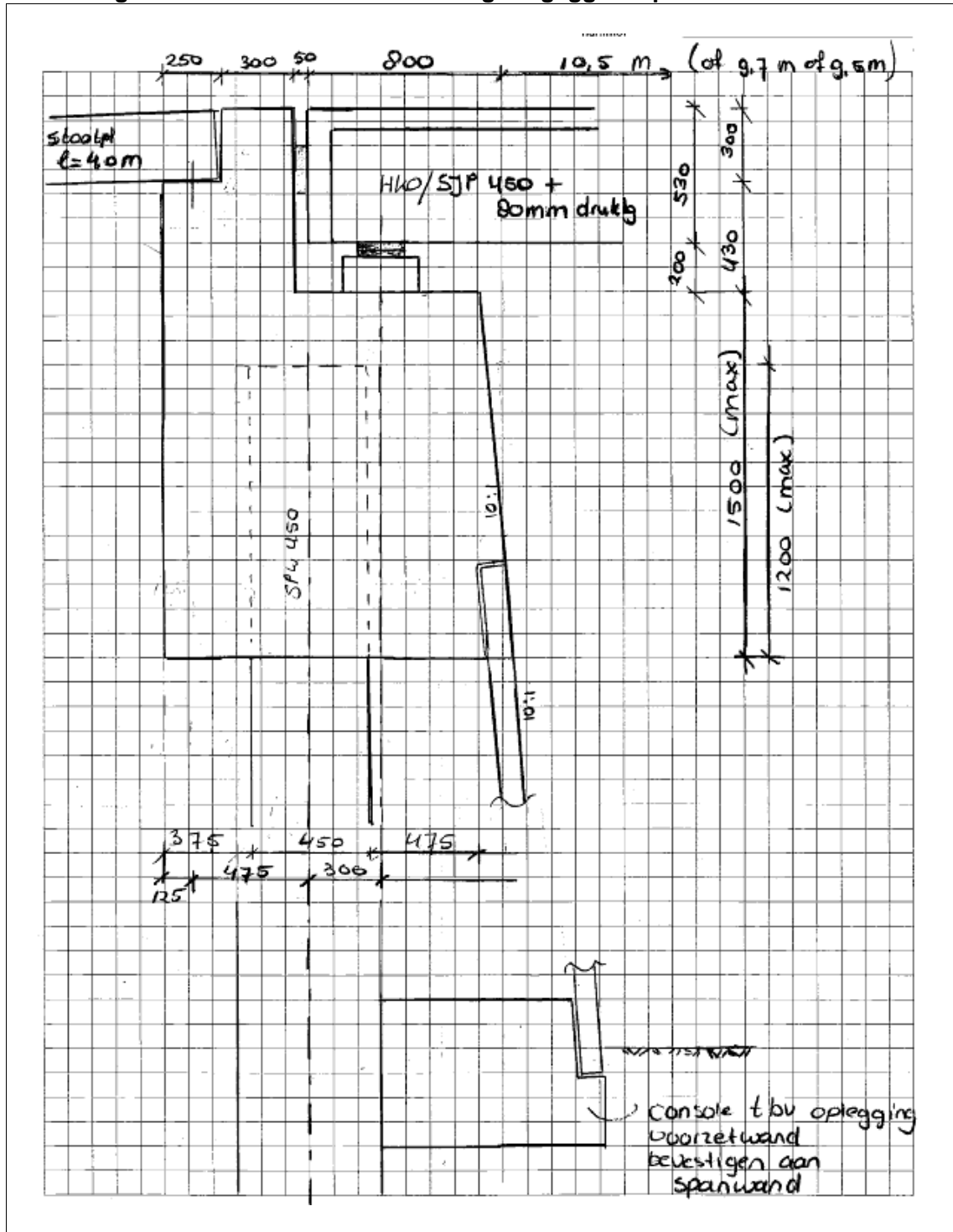
In deze VO rapportage is de krachtswerking van variant 1 en 2 beschouwd. Van beide varianten is een kostenvergelijking opgesteld, hieruit blijkt dat het verschil in kosten tussen beide varianten verwaarloosbaar is. Variant 3 is in deze VO rapportage niet verder uitgewerkt omdat deze variant wel hogere kosten met zich meebrengt ten opzichte van de varianten 1 en 2.

In afbeelding 5.1 is een schets van het constructieprincipe gegeven. In afbeelding 5.2 is een schets weergegeven van de aansluiting van de brugliggers op het landhoofd gefundeerd op een betonnen damwand (variant 1). In afbeelding 5.3 is een schets weergegeven van de aansluiting van de brugliggers op het landhoofd gefundeerd op een stalen dwamwand (variant 2).

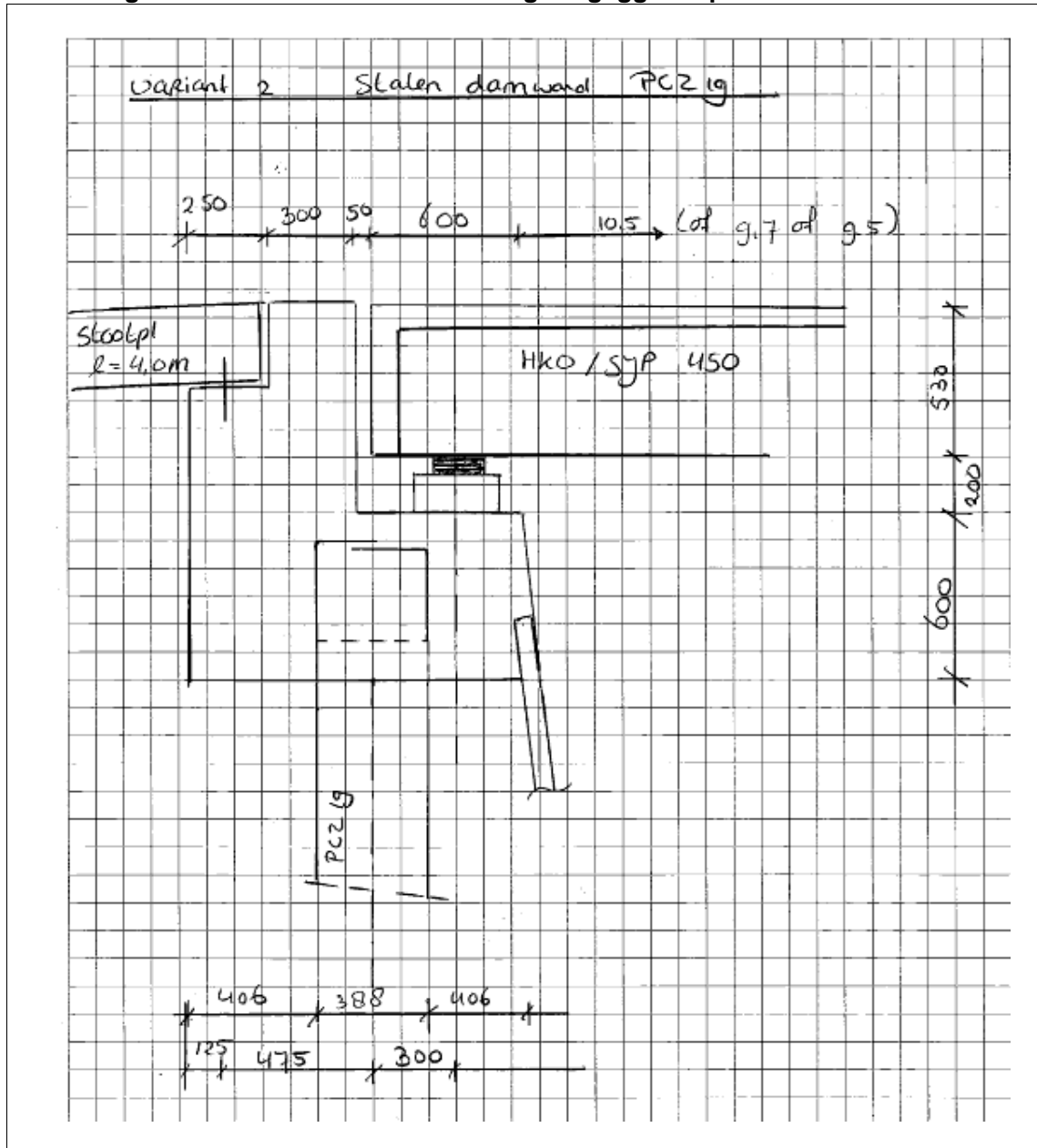
**Afbeelding 5.1. Schets constructieprincipe onderdoorgangen**



Afbeelding 5.2. Variant 1 schets aansluiting brugliggers op betonnen damwanden



**Afbeelding 5.3. Variant 2 schets aansluiting brugliggers op stalen damwanden**



**Krachtswerking onderdoorgangen**

De verticale belasting wordt afgedragen naar de damwanden. Er wordt een onderverdeling gemaakt in onderdoorgang 1 met overspanning circa 12,1 m en onderdoorgang 2 + 3 met een overspanning van circa 10,9 m.

In tabel 5.1 en 5.2 is een overzicht gegeven van de verticale belasting per onderdoorgang. Voor de berekeningen wordt verwezen naar bijlage III.

**Tabel 5.1. Belastingen onderdoorgang 1**

verticale belasting op damwand, rekenwaarde [ kN/m1]	maximaal moment op damwand, rekenwaarde [ kNm/m1]	horizontale belasting op damwand, rekenwaarde [ kN/m1]
545	250	120

**Tabel 5.2. Belastingen onderdoorgang 2+3**

verticale belasting op damwand, rekenwaarde [ kN/m1]	maximaal moment op kop van de damwand, rekenwaarde [ kNm/m1]	horizontale belasting op damwand, rekenwaarde [ kN/m1]
530	250	120

**Aansluiting landhoofd op betonnen damwand variant 1**

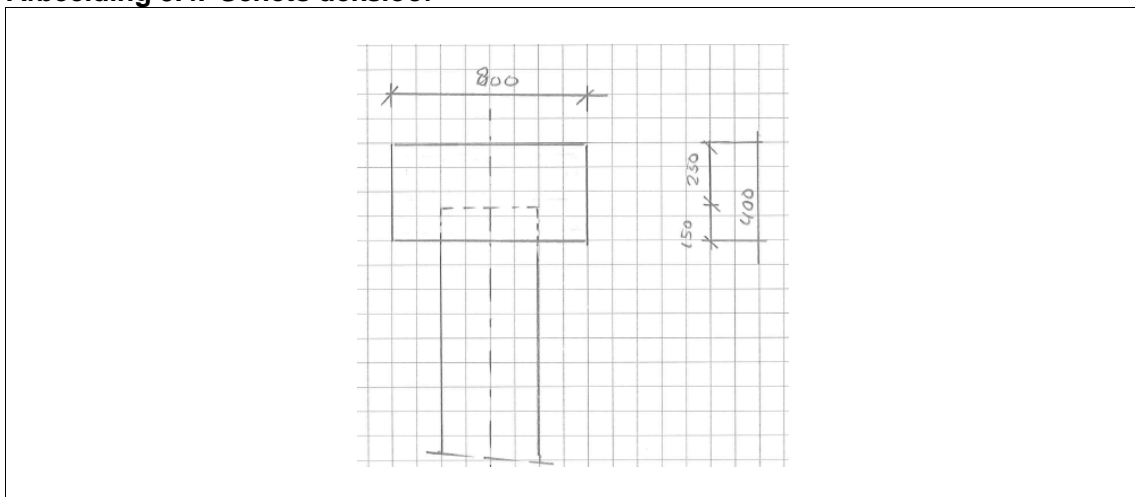
Het landhoofd wordt momentvast verbonden met de kop van de betonnen damwand. Ter plaatse van de kop van de damwand heeft de voorspanning nog niet de volledige aanhechting, hierdoor ligt het opneembare moment aan de kop van de damwand lager dan het opneembare moment in de overige doorsneden. Het opneembare moment ter plaatste van de kop van de betonnen damwand (SPW 450) bedraagt  $M_{u;d} = \text{circa } 125 \text{ kNm/m}$ . Deze waarde ligt lager dan het optredende kopmoment van  $M;d = \text{circa } 250 \text{ kNm/m}$ . Bij een inleidingslengte van maximaal 1,2 m is de voorspanning volledig actief en is het opneembare moment bij een SPW 450 mm  $M_{u;d} = 475 \text{ kNm/m}$ . Om het optredende kopmoment op te kunnen nemen zal de betonnen damwand dus maximaal over een lengte van 1,2 m opgenomen dienen te worden in de betonsloof.

**Aansluiting landhoofd op stalen damwand variant 2**

Bij een fundering op een stalen damwand wordt het landhoofd eveneens momentvast verbonden met de kop van de stalen damwand. Deze koppeling kan uitgevoerd worden met behulp van aangelaste stekken op de damwand. De kop van de damwand dient bij deze oplossing over een lengte van circa 150 mm opgenomen te worden in de betonsloof. Het opneembare kopmoment van de damwand bedraagt circa  $M_{u;d} = 420 \text{ kNm/m}$ . Bij deze variant kan er optioneel een dubbele plank loodrecht op de damwand geplaatst worden om extra draagvermogen te creëren en om de verbinding tussen damwand en landhoofdsloof te optimaliseren.

**5.2. Natuurlijke polder**

Om het waterpeil binnen de natuurlijke polder in stand te houden wordt een waterkerend scherm in de vorm van damwanden toegepast. Deze damwanden bestaan uit PZC 12 planken met een betonnen deksloof met een breedte van 800 mm en een dikte van 400 mm, zie afbeelding 5.4.

**Afbeelding 5.4. Schets deksloof**



## 6. ONTWERPVERANTWOORDING GEOTECHIEK

Voor de snede ter plaatse van het gesloten deel zijn globaal 2 varianten beschouwd, te weten: een betonnen damwand, type SPW en een stalen damwand, type PZC. Op basis van schaduwberekeningen is bepaald dat het plankpuntniveau bij beide damwandtypen hetzelfde is. Uit dit gegeven kan geconcludeerd worden dat het voordeel van de betonnen damwand minimaal is. Mede gezien de wat gecompliceerdere uitvoeringswijze van een betonnen damwand is op voorhand gekozen om een stalen damwand toe te passen. Voor de snede buiten het gesloten deel wordt eveneens uitgegaan van een stalen damwand.

### 6.1. Ontwerpdimensies damwanden en verankering

In de tabel 6.1 zijn de damwandeigenschappen weergegeven voor de in de berekening gehanteerde damwandprofielen. In tabel 6.2 zijn de eigenschappen van de verankering weergegeven voor de damwanden aan de buitenzijde van het Europaplein.

**Tabel 6.1. Eigenschappen damwandprofielen**

omschrijving	damwand-type	plankpunt-niveau	moment-capaciteit	stijfheid EI
gesloten deel	PZC19	NAP - 16,0 m	690 kNm	$7,93 * 10^4$ kN/m <sup>2</sup> /m <sup>1</sup>
gesloten deel gecorrodeerd	PZC19	NAP - 16,0 m	428 kNm	$5,47 * 10^4$ kN/m <sup>2</sup> /m <sup>1</sup>
open deel buitenring	PZC10	NAP - 12,0 m	426 kNm	$4,01 * 10^4$ kN/m <sup>2</sup> /m <sup>1</sup>
open deel gecorrodeerd buitenring	PZC10	NAP - 12,0 m	264 kNm	$2,48 * 10^4$ kN/m <sup>2</sup> /m <sup>1</sup>
open deel binnenring	PZC12	NAP - 12,0 m	426 kNm	$4,01 * 10^4$ kN/m <sup>2</sup> /m <sup>1</sup>
open deel gecorrodeerd binnenring	PZC12	NAP - 12,0 m	264 kNm	$2,48 * 10^4$ kN/m <sup>2</sup> /m <sup>1</sup>

**Tabel 6.2. Eigenschappen verankering**

omschrijving	dimensie
type verankering	schroefinjectieanker, leeuwanker 800
dikte ankerstaaf	70 / 30 mm
diameter groutlichaam	220 mm
begin / eindniveau groutlichaam	NAP -15,5 m / NAP -19,5 m
lengte groutlichaam	6,4 m
inbrenghoek	45°
ankallengte	29,30 m
hart op hart afstand	1,42 m
ankerniveau	NAP + 0,35 m
voorspanning	30,0 kN
gording	HEA180
staalkwaliteit gording	S355 GP

## 6.2. Verticale draagkracht damwanden

**Tabel 6.3. Toegepaste factoren berekening draagkracht damwand**

omschrijving		factoren
paalklassefactor	$p$	1,00
factor voor invloed paalvoetvorm		1,00
vormfactor voor invloed dwarsdoorsnede paalvoet	$s$	0,62
staaldoorsnede damwand PZC12	$A_{\text{punt:st}}$	124 cm <sup>2</sup> /m <sup>1</sup>
staaldoorsnede damwand PZC19	$A_{\text{punt:st}}$	164 cm <sup>2</sup> /m <sup>1</sup>
equivalente paalpunt middellijn PZC19	$D_{\text{eq}}$	0,14 m <sup>2</sup>
factor aantal sonderingen		0,87
gemiddelde conusweerstand 4D traject 1 - PZC19	$q_{c1}$	15 MPa
gemiddelde conusweerstand 4D traject 2 - PZC19	$q_{c2}$	15 MPa
gemiddelde conusweerstand 8D traject 3 - PZC19	$q_{c3}$	3 MPa

Uitgaande van de factoren en parameters als weergegeven in tabel 6.3 bedraagt de puntweerstand voor de PZC19,  $p_{r,\text{max;punt}} = 5,6$  MPa.

## 6.3. Berekeningsresultaten damwanden

De berekende resultaten, moment en verplaatsing, voor de damwanden zijn weergegeven in de tabellen 6.4 tot en met 6.7. De Dsheet uitvoeren zijn weergegeven in bijlage IV.

**Tabel 6.4. Berekeningsresultaten gesloten deel - PZC19**

toetsonderdeel		maximaal opneembaar	optredend	toetsing $\leq 1,0$
stabiliteitsfactor	[-]	1,00	3,10	0,32
max. moment in damwand	[kNm/m <sup>1</sup> ]	428	307	0,72
verplaatsing bouwfase	[mm]	94	161	1,72
verplaatsing eindfase	[mm]	42	0	0,00
gemobiliseerde grondweerstand	[%]	100	36	0,36
verticale draagkracht	[kN/m]	1728	545	0,32
reactiekracht ligger	[kN/m <sup>1</sup> ]	nader te bepalen	157	n.v.t.

**Tabel 6.5. Berekeningsresultaten open deel - buitenring - PZC12 - onverankerd**

toetsonderdeel		maximaal opneembaar	optredend	toetsing $\leq 1,0$
stabiliteitsfactor	[-]	1,00	3,3	0,30
max. moment in damwand	[kNm/m <sup>1</sup> ]	264	86	0,33
verplaatsing eindfase	[mm]	50	43	0,86
gemobiliseerde grondweerstand	[%]	100	43	0,43

**Tabel 6.6. Berekeningsresultaten open deel - binnenring - PZC12 - verankerd**

toetsonderdeel		maximaal opneembaar	optredend	toetsing $\leq 1,0$
stabiliteitsfactor	[-]	1,00	1,91	0,52
max. moment in damwand	[kNm/m <sup>1</sup> ]	264	173	0,66
verplaatsing eindfase	[mm]	70	58	0,83
gemobiliseerde grondweerstand	[%]	100	580	0,58
toetsing ankerkracht groutlichaam	[kN/anker]	628	503	0,80
toetsing ankerkracht ankerstaal	[kN/anker]	1197	572	0,48
toetsing ankerkracht groutlichaam bij ankeruitval	[kN/anker]	628	572	0,91
toetsing ankerkracht staaf bij ankeruitval	[kN/anker]	1197	572	0,48
moment gording	[kNm/m <sup>1</sup> ]	104	50	0,48

toetsonderdeel		maximaal opneembaar	optredend	toetsing $\leq 1,0$
moment gording ankeruitval	[kNm/m <sup>1</sup> ]	104	86	0,82

Het rekenblad verankering is weergegeven in bijlage V

#### 6.4. Bevindingen damwanden

Voor het gesloten deel zijn een tweetal typen damwanden uitgerekend. Voor de eindfase voldoen beide profielen aan de gestelde eisen met betrekking tot doorbuiging momentcapaciteit en gemobiliseerde grondweerstand. Voor de bouwphase zijn er echter nog een aantal mogelijke problemen die nadere aandacht behoeven.

Bij de betonnen damwand is er geen zekerheid of het profiel schadevrij op de gewenste diepte te krijgen is. Doordat het profiel een voetoppervlak heeft dat ruim 11 keer groter is dan bij de stalen damwand wordt de inbrengweerstand ook vele malen groter. Gezien de bodemopbouw worden echter geen significante problemen verwacht. In de DO fase zal dit mogelijke probleem nader beschouwd moeten worden.

Voor de stalen damwand geldt dat de doorbuiging tijdens de bouwphase significant groot is voor het plaatsen van het dek. Deze doorbuiging wordt grotendeels veroorzaakt door de slappe ondergrond. Een mogelijke oplossing is om op een lager niveau dan het dek een tijdelijk stempel aan te brengen. In de DO fase dient dit verder uitgezocht te worden.

Om lekkage door de damwandsloten te minimaliseren dient slotafdichting te worden toegepast.

De stalen damwand ter plaatse van het open gedeelte voldoet aan de gestelde uitgangspunten en randvoorwaarden.



## 7. CONTROLE VERTICAAL EVENWICHT

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op het verticaal evenwicht over de waterremmende leemlaag en het lekdebiet door de damwanden en de leemlaag. De leemlaag biedt, gezien de uitkomsten uit het grondonderzoek, mogelijkheden om in de bouwfase een natuurlijke polder te genereren. Uit het grondonderzoek is gebleken dat de lage representatieve doorlatendheid van de leemlaag  $5,3 \cdot 10^{-8}$  m/s bedraagt. Deze waarde staat voor een praktisch dichte afsluiting tegen het grondwater.

### 7.1. Berekeningsmethode

Het verticaal evenwicht in de bouwfase en in de eindfase is gecontroleerd aan de hand van de methode uit Eurocode 7. Voor de volumegewichten is uitgegaan van de laag representatieve waarde met 5 % onderschrijdingskans uit tabel 3.3. Voor het opbarsten van de leemlaag is gebruik gemaakt van de stijghoogte onder de leemlaag van NAP + 0,22 m voor de bouwfase en NAP + 0,89 m voor de eindfase. In de opbarstberekening voor de leemlaag is uitgegaan van een tijdelijke grondwaterstand op 0,3 m minus ontgravingsniveau. De waterdruk is vermenigvuldigd met een partiële factor 1,0. Voor de volumegewichten is een partiële factor 1,1 gehanteerd. Per sondering is het verticaal evenwicht bepaald.

Op basis van de wet van Darcy ( $Q=k \cdot I$ ) is een grove inschatting gemaakt van het te verwachten lekdebiet in  $m^3/dag$ . Voor de leemlaag is uitgegaan van een  $k$ -waarde van  $5,3 \cdot 10^{-8}$  m/s en voor de damwanden met kunstharsslotvulling is conform CUR166 uitgegaan van  $1,0 \cdot 10^{-10}$  m/s. Het berekende lekdebiet is vermenigvuldigd met een onzekerheidsfactor 2,5. Het doel van de debietberekening is om te controleren of de het lekdebiet valt binnen die eisen die voor dit soort constructies gesteld worden. Voor de dimensionering van het watersysteem, pompkelder en leidingwerk wordt aanbevolen een in situ doorlatendheidproef uit te voeren.

### 7.2. Berekeningsresultaten

In tabel 7.1 is de toetsing weergegeven van het verticaal evenwicht bij het maximum ontgravingsniveau. In tabel 7.2 zijn de berekende toegestane ontgravingsniveaus weergegeven. Het berekeningsblad is bijgevoegd in bijlage VI.

**Tabel 7.1. Verticaal evenwicht leemlaag - toetsing ontgravingsniveau**

sondering	toegestaan ontgravingsniveau [m NAP]	gronddruk vanaf ontgravingsniveau [kPa]	waterdruk bij stijghoogte NAP+0,89 m [kPa]	toetsing < 1
DKM1	-2,10	226,5	169,3	0,75
DKM2	-2,10	245,6	180,3	0,73
DKM3	-2,10	238,8	175,9	0,74

**Tabel 7.2. Verticaal evenwicht leemlaag - bepaling maximum ontgravingsniveau**

sondering	toegestaan ontgravingsniveau [m NAP]	gronddruk vanaf ontgravingsniveau [kPa]	waterdruk bij stijghoogte NAP+0,22 m [kPa]	toetsing < 1
DKM1	-6,25	164,3	161,9	0,99
DKM2	-6,25	183,4	172,9	0,94
DKM3	-6,25	176,6	168,5	0,95

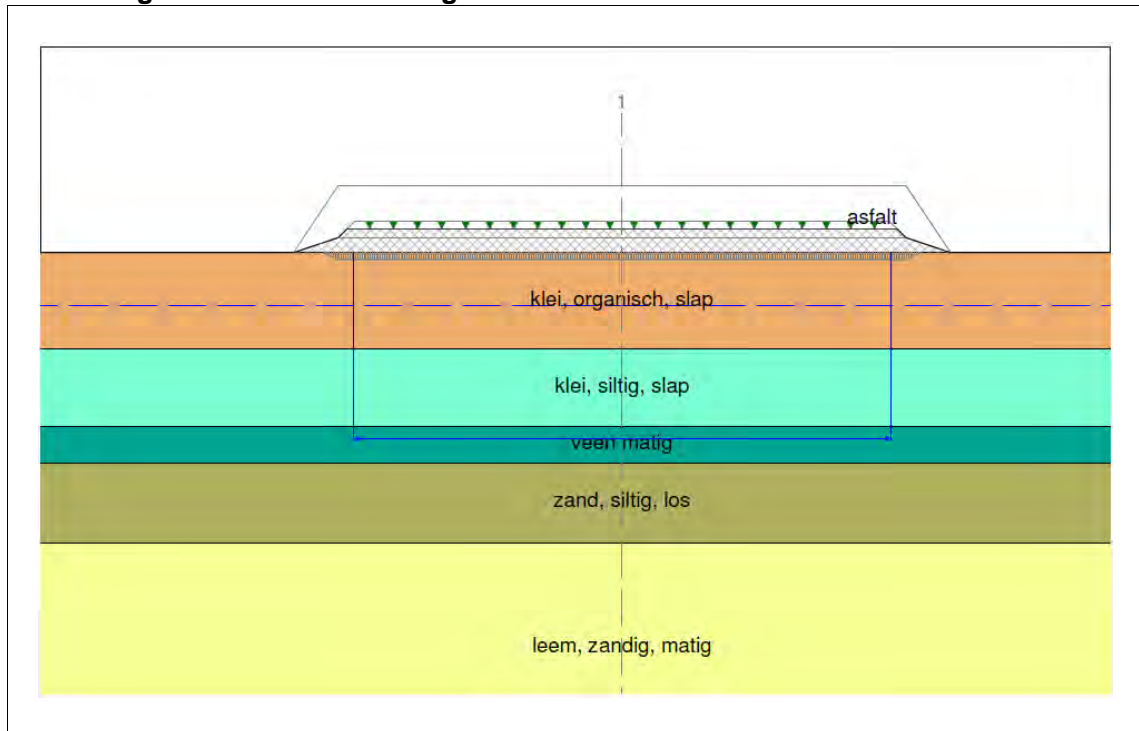
Het berekende lekdebiet inclusief onzekerheidsfactor bedraagt  $12.550 m^3$  per jaar. In bijlage VII is de berekening van het lekdebiet weergegeven.



## 8. BEREKENINGSRESULTATEN ZETTINGSBEREKENINGEN

In het kader van de zettingsprognose en eventueel mogelijke zettingsversnellende maatregelen, is een verkennende som uitgevoerd op basis van DKM2 en de geometrie als weergegeven in tabel 3.1. In afbeelding 8.1 is de geometrie van de som weergegeven.

**Afbeelding 8.1. Geometrie zettingssom**



### 8.1. Zettingsversnellende maatregelen

Zettingsversnellende maatregelen zijn nodig omdat anders niet aan de restzettingseisen voldaan kan worden. Dit gegeven is gestoeld op schaduwberoekeeningen zonder zettingsversnellende maatregelen.

Om aan de restzettingseisen te voldoen dient daarom een voorbelasting met bijvoorbeeld verticale drainage toegepast te worden. In tabel 8.1 zijn de eigenschappen weergegeven van de voorbelasting en verticale drainage die als doel hebben de zetting te versnellen.

**Tabel 8.1. Eigenschappen zettingsversnellende maatregelen**

snede	niveau voorbelasting [m NAP]	h.o.h. afstand verticale drainage [m]	bovenkant verticale drainage [m NAP]	onderkant verticale drainage [m NAP]	afmetingen verticale drainage
KM1700	+3,50	1,40	+2,00	-5,00	100 mm * 5 mm

De verticale drainage moet aangebracht worden in een driehoeksstramien.

### 8.2. Belastingen

In tabel 8.2 zijn de gehanteerde volumieke gewichten weergegeven die zijn gehanteerd voor het bepalen van de belastingen. De laagdiktes zijn bepaald op basis van ervaring. Uit-

gangspunt is dat de aangebrachte materialen goed verdicht worden om zettingen in het aanvulmateriaal te minimaliseren.

**Tabel 8.2. Volumegewichten aanvulmateriaal**

materiaal	laagdikte [m]	volumegewicht, / sat [kN/m <sup>3</sup> ]
asfalt	0,25	25 / 25
menggranulaat	0,30	18 / 18
cunetzand	minimaal 0,50	18 / 20
voorbelasting	2,5	18 / 20

### 8.3. Berekeningsresultaten

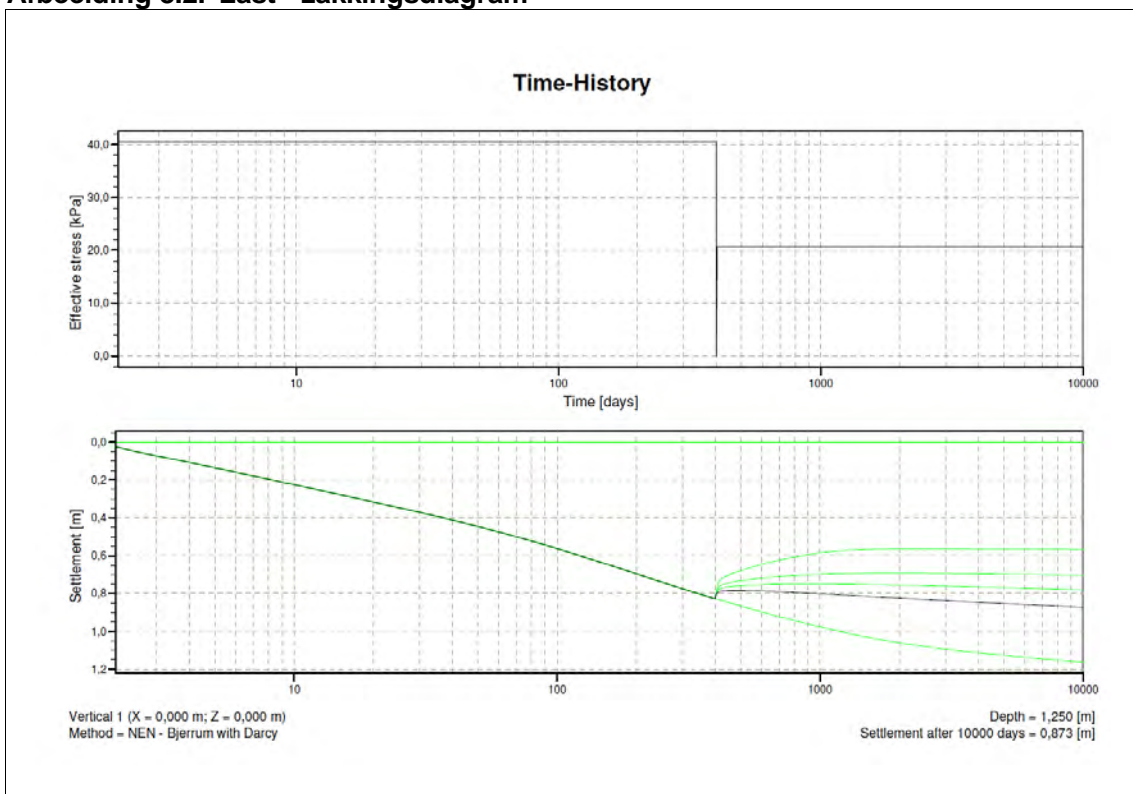
In tabel 8.3 zijn de berekeningsresultaten per snede weergegeven.

**Tabel 8.3. Resultaten zettingsberekening**

zetting totaal [m]	zetting bij oplevering [m]	restzettingseis [m]	restzetting [m]	toetsing < 1
0,88	0,79	0,10	0,08	0,80

In bijlage VIII is de DSettlement uitvoer weergegeven. In afbeelding 8.2 is het last - zakkingsdiagram weergegeven.

**Afbeelding 8.2. Last - zakkingsdiagram**





## **9. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN**

### **9.1. Damwanden**

Er zijn voor het gesloten deel een betonnen damwand, type SPW450, p.p.n. NAP -15,5 m en een stalen damwand, type PZC 19, p.p.n. NAP -16,0 m doorgerekend. Beide oplossingen zijn mogelijk. De stalen damwand is qua installatie het minst risicovol maar geeft echter wel de grootste doorbuiging wat voor problemen kan zorgen tijdens de bouwfase. Bij de betonnen damwand bestaat het risico dat deze niet op diepte komt of beschadigd op diepte komt. Een eventuele praktijkproef kan hier meer duidelijkheid in geven. In het DO dient de keuze voor een betonnen of stalen damwand verder uitgewerkt te worden. In dit rapport is uitgegaan van het toepassen van een stalen damwand. De dimensies van de betonnen damwand zijn bepaald op basis van schaduwberoevingen.

Voor het open deel buitenring mag uitgegaan worden van een onverankerde stalen damwand, PZC12 tot NAP -10,0. Over de damwand aan de buitenring komt een betonnen bekleding. De damwand langs de binnenring wordt uitgevoerd als verankerde stalen damwand, PZC 12 tot NAP -12,0 m. Maatgevend in deze berekening is de draagkracht van de ondergrond in relatie tot de verankering.

De aangehouden niveaus voor de maximale ontgraving mogen niet overschreden worden omdat de damwanden gedimensioneerd zijn op een minimaal ontgravingniveau.

Uitgangspunt in de bouwfase is een hydrostatisch verloop vanaf het ingestelde polderpeil tot aan de leemlaag. Om te controleren of dit hydrostatische verloop ook daadwerkelijk optreedt, moeten in de bouwkuip peilbuizen geplaatst worden op verschillende diepte. Als blijkt dat uit de peilbuismetingen de waterstanden niet een hydrostatisch verloop aannemen, zal een ondiepe bronbemaling geplaatst moeten worden in de tussenzandlaag.

De stalen damwanden kunnen door middel van een speciaal pasprofiel gekoppeld worden aan de betonnen damwanden.

De damwandsloten moeten worden afgedicht. In de indicatieve debietberekening voor het lekwater is uitgegaan van een afdichting met kunsthars. Indien besloten wordt een ander materiaal toe te passen met een andere doorlatendheid, dient dit geverifieerd te worden aan de lekwaterberekening en de pompcapaciteit van de pompkelder.

Geadviseerd wordt om in een volgende fase onderzoek te doen naar ervaringen in de omgeving van corrosiesnelheid.

### **9.2. Constructief**

Ter plaatse van de onderdoorgangen wordt gekozen voor prefab liggers welke opgelegd worden op een betonnen sloof (landhoofd) welke verbonden wordt met de damwand. Indien er gekozen wordt voor een betonnen damwand, type SPW450 dan dient de betonnen damwand over een lengte van maximaal 1,2 m openomen te worden in de betonnen sloof om het kopmoment op te kunnen nemen. Indien gekozen wordt voor een stalen damwand type PZC 19 dan kan het kopmoment opgenomen worden door middel van opgelaste stekken op de damwand. De damwand dient in dit geval over een lengte van 150 mm opgenomen te worden in de betonsloof.

Voor het VO is uitgegaan van een scharnierende verbinding tussen landhoofd en liggers. Hierbij dient een oplegblok en een voegprofiel toegepast te worden. In het DO kan nader uitgezocht worden of het mogelijk is om de liggers momentvast aan de damwanden te verbinden waardoor een oplegblok en een voegprofiel niet noodzakelijk is.

### **9.3. Verticaal evenwicht en waterdichtheid**

Uitgaande van de gemeten waarden in het grondonderzoek voor de waterdichtheid van de leemlaag is er verticaal evenwicht in zowel de eindfase als de bouwfase. Het is mogelijk een ontgraving toe te staan tot NAP -6,25 m voor bijvoorbeeld het aanbrengen van de pompkelder.

Het berekende lekdebiet door de leemlaag en de damwanden bedraagt 12.550 m<sup>3</sup> per dag. Het doel van de debietberekening is om te controleren of de het lekdebiet valt binnen die eisen die voor dit soort constructies gesteld worden. Voor de dimensionering van het watersysteem, pompkelder en leidingwerk wordt aanbevolen een in situ doorlatendheidsproef uit te voeren. In situ doorlatendheidsproeven

### **9.4. Zettingen**

Door het toepassen van drainage wordt het consolidatieproces zodanig versneld dat na het verwijderen van de voorbelasting de grond geconsolideerd is en alleen nog secundaire zetting optreedt. Zonder toepassing van drainage duurt het consolidatieproces enkele jaren waardoor aanzienlijke restzettingen te verwachten zijn.

Geadviseerd wordt om verticale drainage met voorbelasting toe te passen op de locaties waar de weg verhoogd wordt aangelegd. De verticale drainage moeten aangebracht worden tot NAP -5,0 m en h.o.h. 1,40 m in driehoek stramien. De periode van voorbelasting is 400 dagen tot NAP +3,50 m. De verticale drainage wordt aangebracht vanaf een vooraf aangebracht zandpakket op het huidige maaiveld met een dikte van 0,50 m. De uiteinden van de verticale drainage moeten tot minimaal in deze vooraf aangebrachte zandlaag reiken.

Op basis van monitoring van de zettingen tijdens de uitvoering kan de benodigde consolidatietijd van 400 dagen mogelijk geoptimaliseerd worden.

## **BIJLAGE I GROND - EN LABORATORIUMONDERZOEK**



## Resultaten grond- en laboratoriumonderzoek

ten behoeve van het project Europaplein te Leeuwarden

### Opdrachtnummer

VN-55758-1  
(uw projectnummer: LW293-1)

### Opdrachtgever

Witteveen+Bos  
Postbus 186  
8440 AD Heerenveen

### Bijlagen

- Situatietekening
- Sondeergrafieken DKP1 t/m DKP3
- Boorstaten B1, B3 en B4
- Tabel X-, Y-, en Z-coördinaten
- Voorboringen
- Analysresultaten
- Toetsing analyses
- Natte en droge volumegewichten
- Bepaling doorlatendheid volgens Falling Head methode
- Samendrukingsproeven

### Datum rapport

4 mei 2012



### ▲ Algemeen

Ten behoeve van het project Europaplein te Leeuwarden is door ons bureau een grondonderzoek uitgevoerd overeenkomstig de richtlijnen hiertoe gegeven door Witteveen+Bos te Heerenveen.

### ▲ Grondonderzoek

De veldwerkzaamheden zijn uitgevoerd op 26 maart, 2, 4 en 10 april 2012 en hebben bestaan uit het verrichten van een 3-tal sonderingen tot een diepte van maximaal circa 26 m-maaiveld. De sonderingen DKP1 t/m DKP3 zijn verricht met onze 20-tons sondeerapparatuur met behulp van een elektrische waterspanningsconus type U<sub>2</sub> (filter achter de punt welke, naast de punt- en wrijvingsweerstand, tevens de waterspanning (uitgedrukt in MPa) continu meet en registreert. In bijlage 2 zijn de aldus verkregen sondeerresultaten grafisch gepresenteerd waarbij de conusweerstand en de plaatseijke wrijvingsweerstand uitgezet zijn tegen de diepte in meters ten opzichte van N.A.P. Het wrijvingsgetal (plaatseijke wrijvingsweerstand uitgedrukt in % van de conusweerstand) is kenmerkend voor de verschillende grondsoorten en geeft derhalve een gedetailleerd beeld van de bodemopbouw. Tijdens het sonderen is met behulp van een in de conus ingebouwde hellingmeter de afwijking van de conus ten opzichte van de verticaal gecontroleerd.

In verband met de mogelijke ligging van kabels en/of leidingen zijn 3 sonderingen voorgeboord. De bijbehorende boorbeschrijvingen zijn weergegeven in bijlage 5.

De sondeerpunten zijn door ons bureau in het terrein uitgezet en gewaterpast met een nauwkeurigheid van 5 cm ten opzichte van N.A.P. De resultaten van deze waterpassing zijn gepresenteerd op de bijlage 4. Alle gegevens van de inmetingen en waterpassingen genoemd in deze rapportage zijn een momentopname en zijn alleen te gebruiken voor het grondonderzoek.

Om een beter inzicht te krijgen in de aard van de verschillende bodemlagen en in de hoogte van de grondwaterspiegel zijn er 3 boringen gemaakt. Het opgeboorde materiaal is in het veld geïdentificeerd en aan de hand daarvan zijn de boorprofielen vastgelegd. Tevens is er in het boorgat B1 een peilbuis geplaatst. De filterstelling is weergegeven op de boorstaten (zie de boorstaten B1, B3 en B4 in bijlage 3).

Rapportnummer:	R18907
Status:	Definitief
Opgesteld door:	S. Feensra
Vrijgegeven door:	J.W. van der Kaap
Handtekening:	

# Bijlage 1

▲ VN-55758-1

## Biz. 2

Tijdens het uitvoeren van de boorwerkzaamheden zijn in totaal 22 ongeroerde grondmonsters gestoken met het steekapparaat van Ackermann. De diepte en nummering van de grondmonsters is vermeld in de betreffende boorstaten.

Op de situatietekening in bijlage 1 is de plaats aangegeven waar de sonderingen en de boringen zijn uitgevoerd. Met behulp van 06-GPS zijn de X- en Y-coördinaten van de onderzoekspunten bepaald. Deze zijn weergegeven in de tabel in bijlage 4.

In bijlage 6 zijn de analysesresultaten weergegeven, in bijlage 7 zijn de resultaten getoetst.

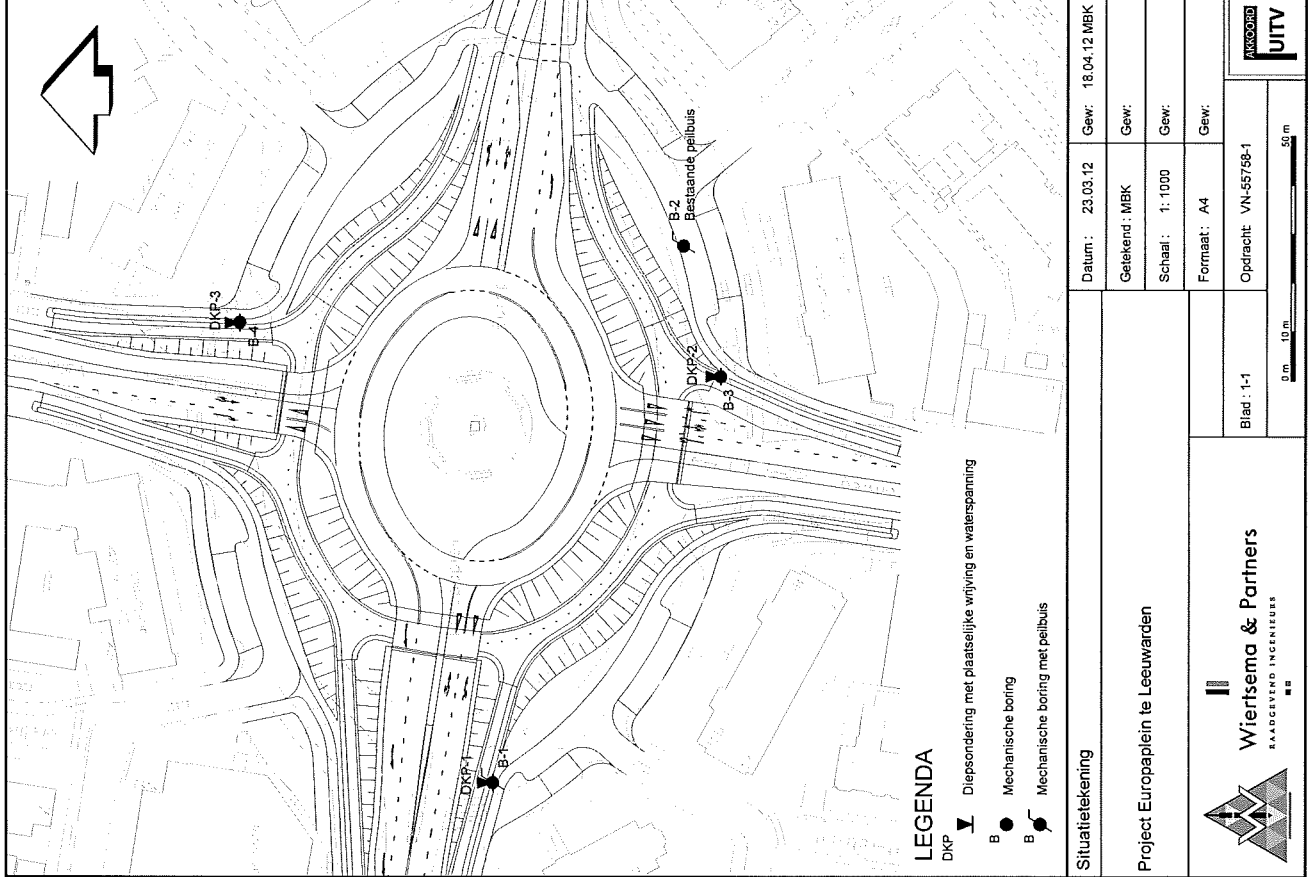
### ▲ Laboratoriumonderzoek

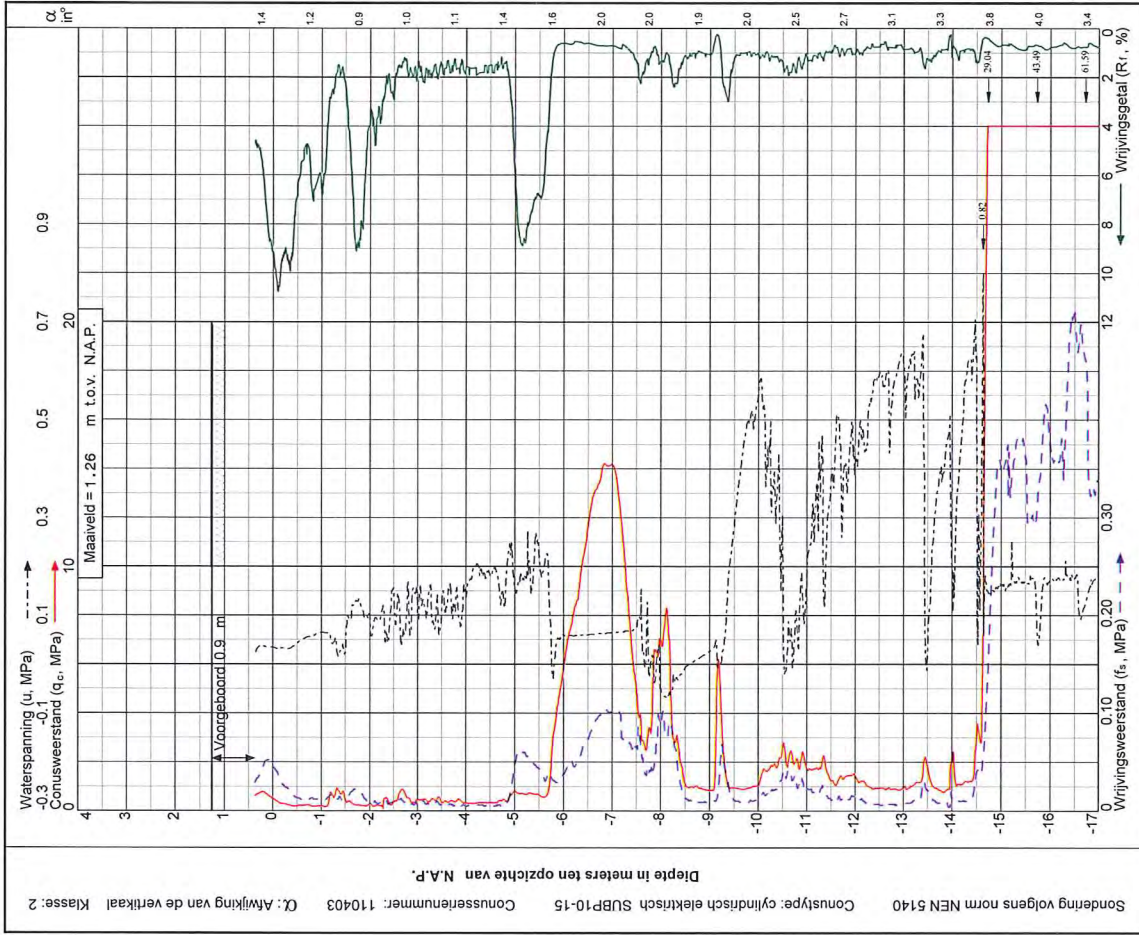
In ons laboratorium zijn de ongeroerde monsters aan een nadere analyse onderworpen, waarbij het nat en droog volumegewicht, watergehalte, het poriënvolume en de verzadigingsgraad zijn bepaald (zie bijlage 8).

Op de monsters zijn de verticale doorlatendheden bepaald met behulp van de Falling Head methode, de resultaten zijn gepresenteerd in bijlage 9.

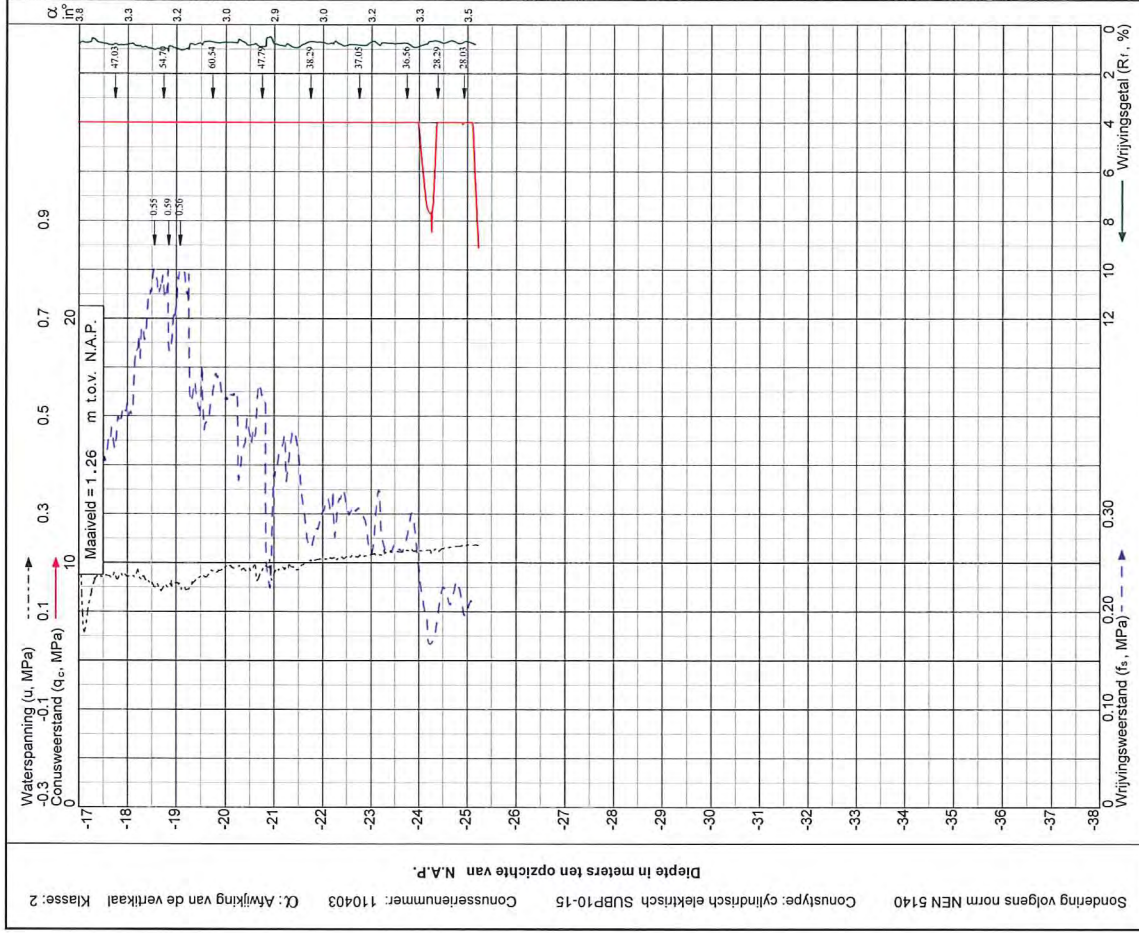
Teneinde een indruk te krijgen in de samendrukbaarheid van de slappe lagen werden 9 samendrukkingproeven uitgevoerd. Tevens werd hierbij de consolidatiecoëfficiënt bepaald. De resultaten van deze labwerkzaamheden zijn weergegeven in bijlage 10.

# Bijlage 2





Project: Project Europeplein te Leeuwarden		Sondering: <b>DKP-1</b>	
 <b>Wiersema &amp; Partners</b> <small>BAADGEVED INGENIEURS</small>		x = 180923	
		y = 579886	
		Blad: 1 van 2	Datum: 26-3-2012

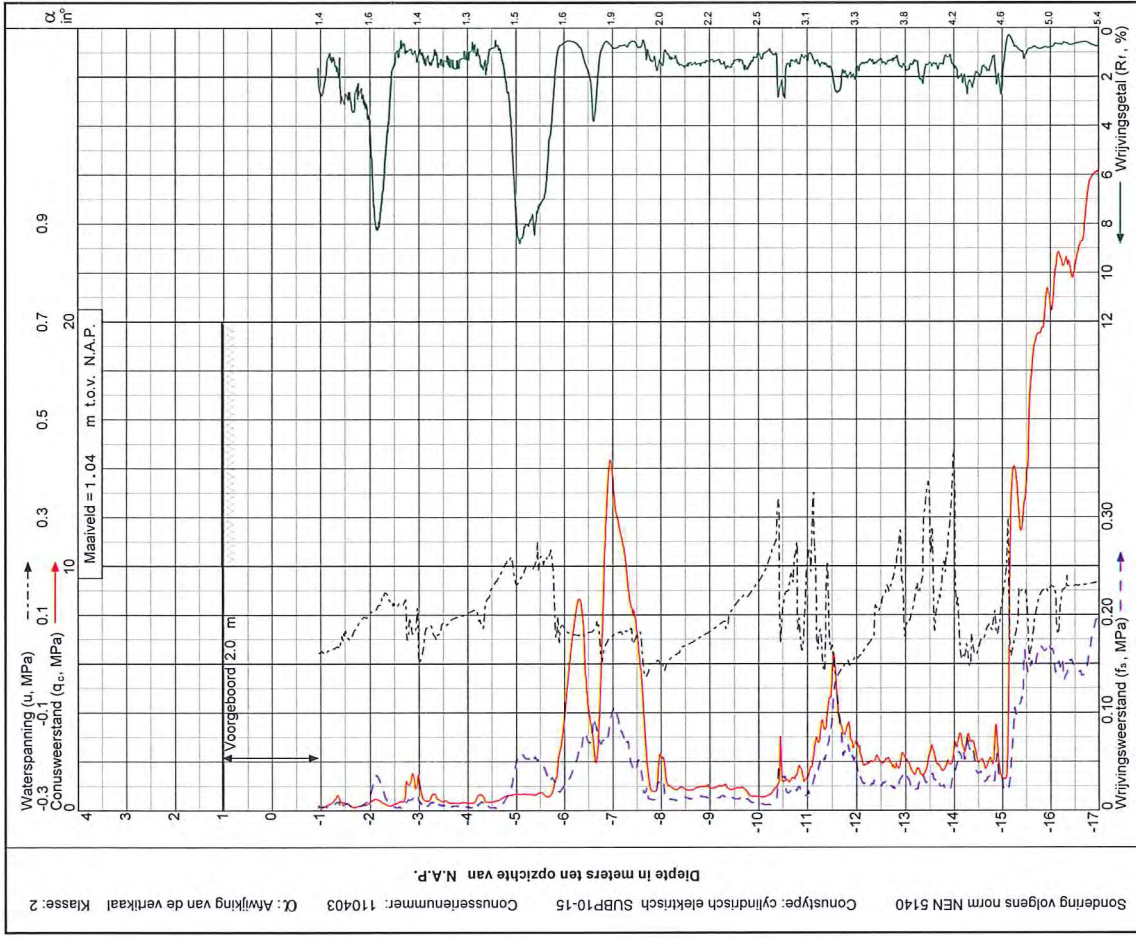


Project: Project Europeplein te Leeuwarden		Sondering: <b>DKP-1</b>	
 <b>Wiersema &amp; Partners</b> <small>BAADGEVED INGENIEURS</small>		x = 180923	
		y = 579886	
		Blad: 2 van 2	Datum: 26-3-2012

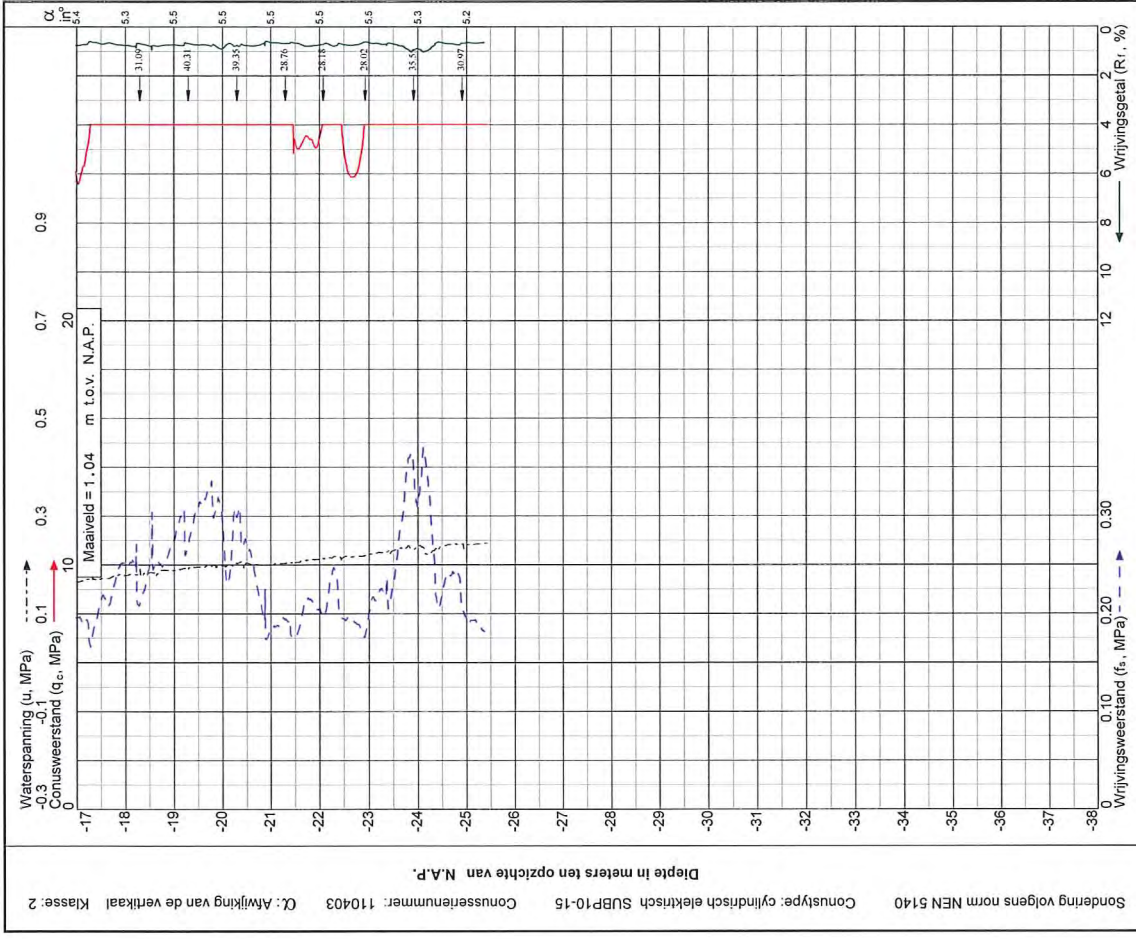
















Project: Project Europeplein te Leeuwarden		Sondering: <b>DKP-3</b>	
 <b>Wiersema &amp; Partners</b> <small>RAADGEVEND INGENIEURS</small>	x = 181017		
	y = 579938	Opdr.nr: VN-55758-1	
	Blad: 1 van 2	Datum: 26-3-2012	

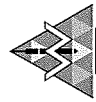


Project: Project Europeplein te Leeuwarden		Sondering: <b>DKP-3</b>	
 <b>Wiersema &amp; Partners</b> <small>RAADGEVEND INGENIEURS</small>	x = 181017		
	y = 579938	Opdr.nr: VN-55758-1	
	Blad: 2 van 2	Datum: 26-3-2012	

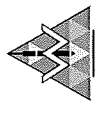
# Bijlage 3

## Betekenis van afkortingen

G/g	: grind/grindig	P/p	: Puin		Blinde buis
Z/z	: zand/zandig	W/w	: Water		BK-00
L/s	: leem/siltig	I/i	: Slib		BK-300
K/k	: klei/kleilig	T/t	: Klinker		QS
V/h	: veen/humeus				Filter
m	: mineraal arm				Grondwaterst.
	Overig				Geroerd monster
					Ongeroerd monster

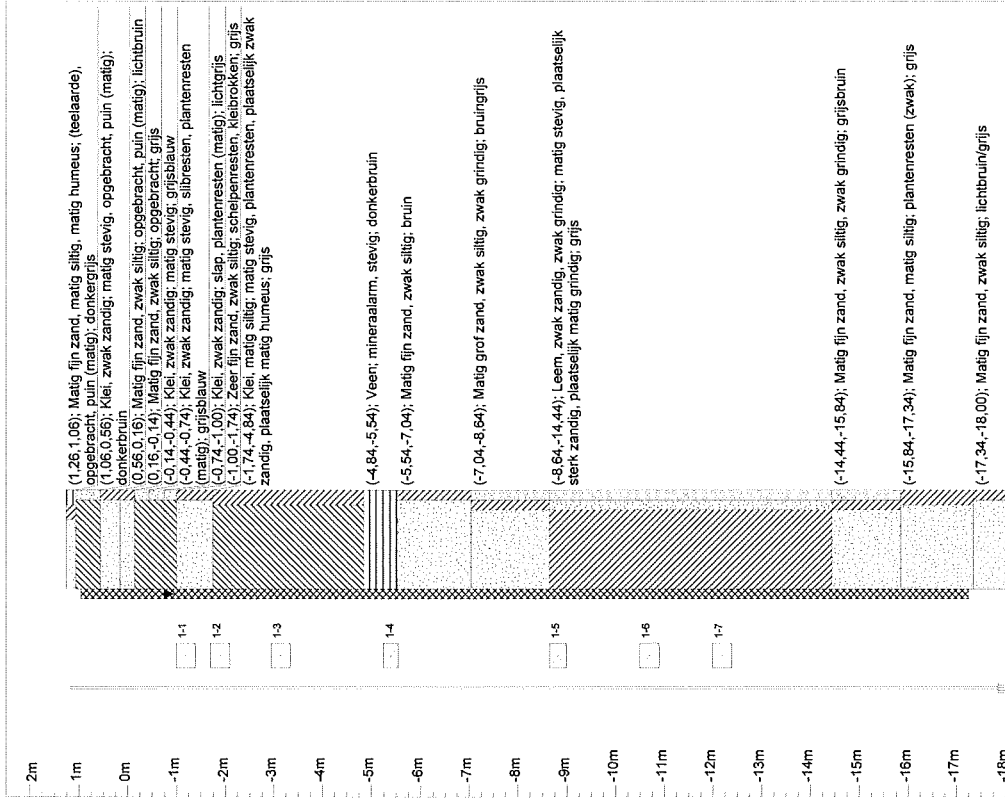


**Wieritsema & Partners**  
RAADGEVEND INGENIEURS



**Wieritsema & Partners**  
RAADGEVEND INGENIEURS



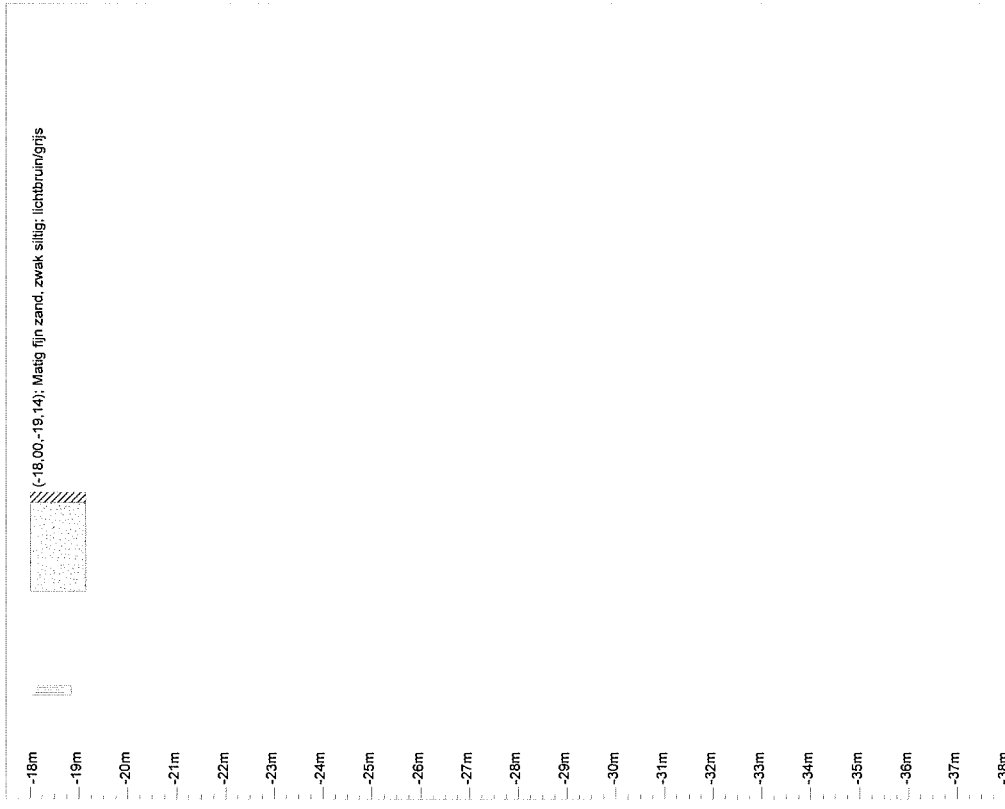


Verticale as vertegenwoordigt de hoogte in m t.o.v. N.A.P.

Project/Plaats	Leeuwarden	Datum	2-4-2012	Ons kenmerk	VN-55758-1
Opdrachtgever	Pulsboring	X-coördinaat	180.923 m	Uw kenmerk	
Boormethode	HHPW	Y-coördinaat	579.886 m	Boornummer	
Boormeester	HHPW	KM			B1
Getekend conform NEN 5104					

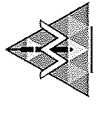


AKKOORD  
LAB



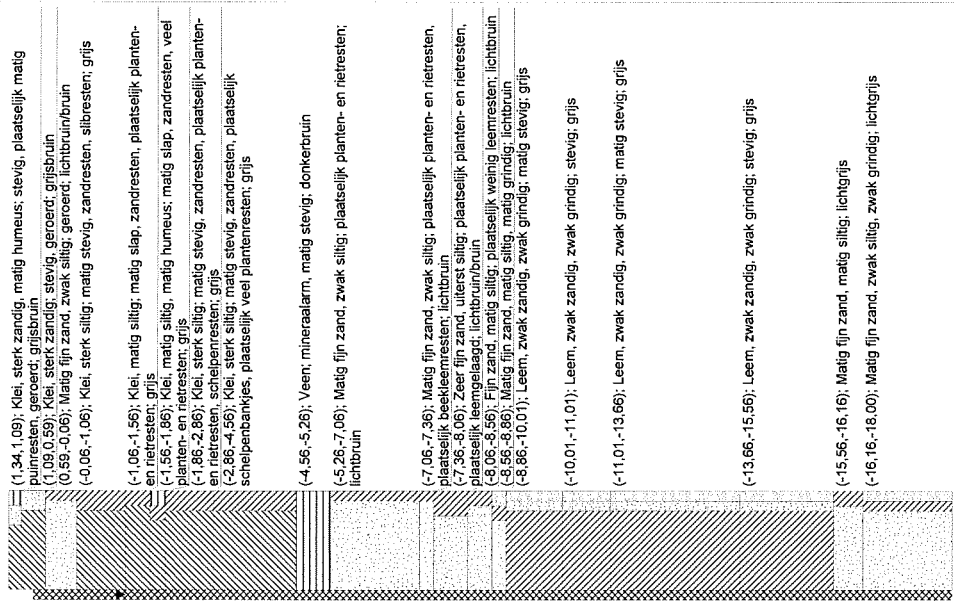
Verticale as vertegenwoordigt de hoogte in m t.o.v. N.A.P.

Project/Plaats	Leeuwarden	Datum	2-4-2012	Ons kenmerk	VN-55758-1
Opdrachtgever	Pulsboring	X-coördinaat	180.923 m	Uw kenmerk	
Boormethode	HHPW	Y-coördinaat	579.886 m	Boornummer	
Boormeester	HHPW	KM			B1
Getekend conform NEN 5104					



AKKOORD  
LAB

2m  
1m  
0m  
-1m  
-2m  
-3m  
-4m  
-5m  
-6m  
-7m  
-8m  
-9m  
-10m  
-11m  
-12m  
-13m  
-14m  
-15m  
-16m  
-17m  
-18m



Verticale as vertegenwoordigt de hoogte in m t.o.v. N.A.P.

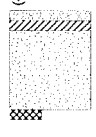
Project/Plaats	Leeuwarden	Datum	4-4-2012	Ons kenmerk	VN-55758-1
Opdrachtgever	Pulsboring	X-coördinaat	181.006 m	Uw kenmerk	
Boormethode	HH/JP	Y-coördinaat	579.839 m	Boornummer	B3
Boormeester	HH/JP	KW			

Getekend conform NEN 5104

**Wiersema & Partners**  
RAADADVEND INGENIEURSBUREAU

AKKOORD  
LAB

-18m  
-19m  
-20m  
-21m  
-22m  
-23m  
-24m  
-25m  
-26m  
-27m  
-28m  
-29m  
-30m  
-31m  
-32m  
-33m  
-34m  
-35m  
-36m  
-37m  
-38m



Verticale as vertegenwoordigt de hoogte in m t.o.v. N.A.P.

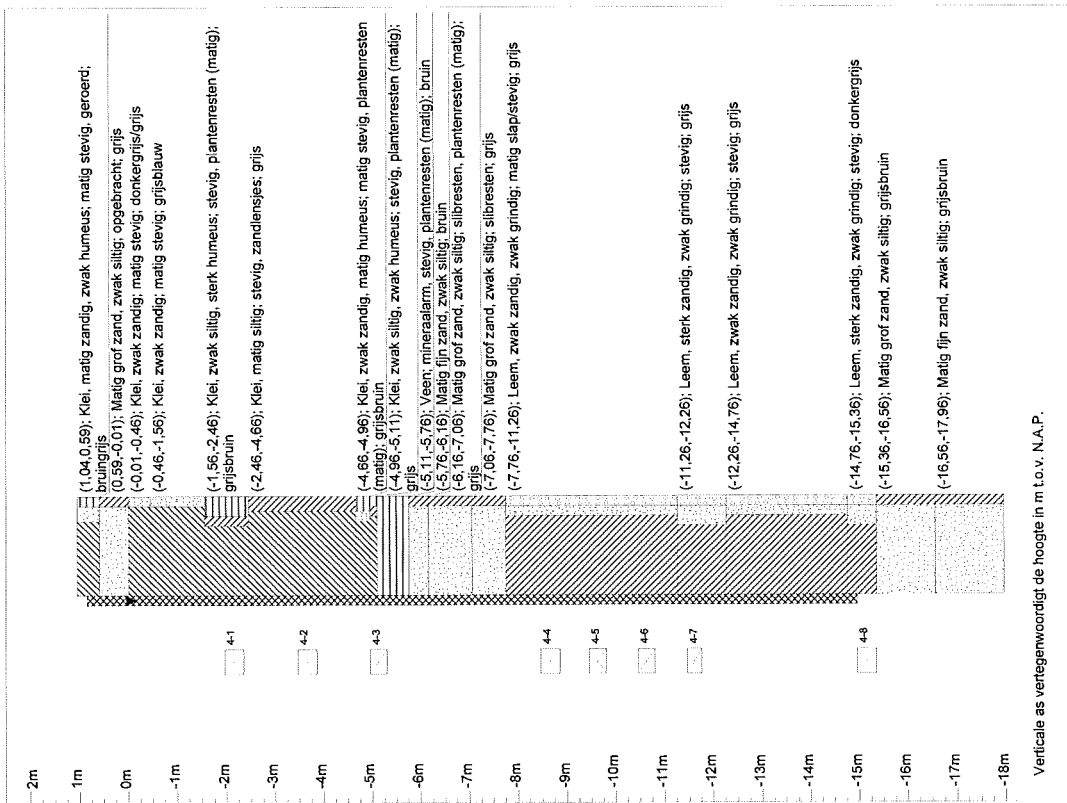
Project/Plaats	Leeuwarden	Datum	4-4-2012	Ons kenmerk	VN-55758-1
Opdrachtgever	Pulsboring	X-coördinaat	181.006 m	Uw kenmerk	
Boormethode	HH/JP	Y-coördinaat	579.839 m	Boornummer	B3
Boormeester	HH/JP	KW			

Getekend conform NEN 5104

**Wiersema & Partners**  
RAADADVEND INGENIEURSBUREAU

AKKOORD  
LAB

# Bijlage 4



Verticale as vertegenwoordigt de hoogte in m t.o.v. N.A.P.

ProjectPlaats	Leeuwarden	Datum	10-4-2012	Ons kenmerk	VN-55758-1
Opdrachtgever	Edelmanboor, pulisboor	X-coördinaat	181.017 m	Uw kenmerk	
Boormethode	JB	Y-coördinaat	579.538 m	Boornummer	
Boormeester		KM			B4
Gekekend conform NEN 5104					



**Wieritsema & Partners**  
RAADGEVEND INGENIEURS

**AKKOORD**  
**LAB**



**Wieritsema & Partners**  
RAADGEVEND INGENIEURS

# Bijlage 5

A VN-55758-1

Blad 1 van 1

**Tabel X-, Y- en Z-coördinaten**

De sonderingen en boringen zijn door ons bureau ingemeten in het Rijksdriehoekstelsel en gewaterpast ten opzichte van N.A.P.

Meetpunt	X-coördinaten [in m]	Y-coördinaten [in m]	Maaiveldhoogte [m t.o.v. N.A.P.]
DKP1/B1	180.923	579.886	1,26 m+ N.A.P.
Bovenkant peilbuis B1			1,17 m+ N.A.P.
DKP2/B3	181.006	579.839	1,34 m+ N.A.P.
DKP3/B4	181.017	579.938	1,04 m+ N.A.P.

# Bijlage 6

▲ VN-55758-1

Blad 1 van 1

## Voorboringen

Voorboring is gemaakt bij DKP1, d.d. 26 maart 2012:

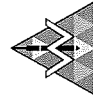
0,00 - 0,40 m- maaiveld ZAND, matig puinhoudend, zwart.  
0,40 - 0,60 m- maaiveld ZAND, matig kleihoudend, zwart/grijs.  
0,60 - 0,90 m- maaiveld KLEI, grijs.

Voorboring is gemaakt bij DKP2, d.d. 26 maart 2012:

0,00 - 0,15 m- maaiveld ZAND, zwart.  
0,15 - 0,40 m- maaiveld ZAND, geel.  
0,40 - 1,00 m- maaiveld KLEI, matig zandhoudend, grijs.  
1,00 - 1,30 m- maaiveld KLEI, zwart/grijs.

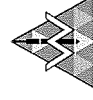
Voorboring is gemaakt bij DKP3, d.d. 26 maart 2012:

0,00 - 0,20 m- maaiveld ZAND, matig puinhoudend, zwart.  
0,20 - 0,40 m- maaiveld ZAND, zwart.  
0,40 - 2,00 m- maaiveld ZAND, geel.



**Wiertsema & Partners**  
RAADGEVEND INGENIEURS

AKKOORD  
UITV



**Wiertsema & Partners**  
RAADGEVEND INGENIEURS





Analysereport

Wiertsema en Partners  
Mevr. L. de Hoog  
Postbus 27  
9356 ZG TOLBERT (GR)

Blad 1 van 5

Uw projectnaam : Leeuwarden  
Uw projectnummer : VN-55758-1  
ALcontrol rapportnummer : 11772968, versie nummer: 1  
Rapport verificatie nummer : UZB71YS3

Rotterdam, 16-04-2012

Geachte heer/mevrouw,

Hierbij ontvangt u de analyse resultaten van het laboratoriumonderzoek ten behoeve van uw project VN-55758-1. Het onderzoek werd uitgevoerd conform uw opdracht. De gerapporteerde resultaten hebben uitsluitend betrekking op de gevaste monsters. De door u aangegeven omschrijvingen voor de monsters en het project zijn overgenomen in dit analyserapport.

Het onderzoek is, met uitzondering van eventueel door derden uitgevoerd onderzoek, uitgevoerd door Alcontrol Laboratories, gevestigd aan de Steenhouwerstraat 15 in Rotterdam (NL).

Dit analyserapport bestaat inclusief bijlagen uit 5 pagina's. In geval van een versienummer van '2' of hoger vervallen de voorgaande versies. Alle bijlagen maken onlosmakelijk onderdeel uit van het rapport. Alleen vermenigvuldiging van het hele rapport is toegestaan.

Mocht u vragen en/of opmerkingen hebben naar aanleiding van dit rapport, bijvoorbeeld als u nadere informatie nodig heeft over de meetonzekerheid van de analysesresultaten in dit rapport, dan verzoeken wij u vriendelijk contact op te nemen met de afdeling Customer Support.

Wij vertrouwen er op u met deze informatie van dienst te zijn.

Hoogachtend,

R. van Duin  
Laboratory Manager



Analysereport

Projectnaam : Leeuwarden  
Projectnummer : VN-55758-1  
Rapportnummer : 11772968 - 1  
Orderdatum : 11-04-2012  
Startdatum : 11-04-2012  
Rapportagedatum : 16-04-2012

Blad 2 van 5

Analyse	Eenheid	Q	001	002	003	004
droge stof	gew.-%	S	85.1	82.4	86.3	81.0
gewicht artefacten	g	S	<1	<1	<1	<1
aard van de artefacten	g	S	geen	geen	geen	geen
organische stof (gloeiverlies)	% vd DS	S				<0.5
<b>KORRELGOOTTEVERDELING</b>						
ilium (bodem)	% vd DS	S				20
<b>METALEN</b>						
barium	mg/kgds	S				21
cadmium	mg/kgds	S				<0,35
kobalt	mg/kgds	S				5,4
koper	mg/kgds	S				<10
kwik	mg/kgds	S				<0,10
lood	mg/kgds	S				14
molybdeen	mg/kgds	S				<1,5
nikkel	mg/kgds	S				16
zink	mg/kgds	S				38
<b>POLYCYCLISCHE AROMATISCHE KOOLWATERSTOFFEN</b>						
niftaleen	mg/kgds	S				<0,01
fenantreen	mg/kgds	S				<0,01
antracene	mg/kgds	S				<0,01
fluoranteen	mg/kgds	S				<0,01
benzo(a)antraacen	mg/kgds	S				<0,01
chryseen	mg/kgds	S				<0,01
benzo(k)fluoranteen	mg/kgds	S				<0,01
benzo(b)pyreen	mg/kgds	S				<0,01
benzo(ghi)peryleen	mg/kgds	S				0,01
indeno(1,2,3-cd)pyreen	mg/kgds	S				0,01
pak-totaal (10 van VROM) (0,7 factor)	mg/kgds	S				0,08 <sup>1)</sup>
<b>POLYCHLOORBIFENYLEN (PCB)</b>						
PCB 28	µg/kgds	S				<1
PCB 52	µg/kgds	S				<1
PCB 101	µg/kgds	S				<1
PCB 118	µg/kgds	S				<1

De met S gemerkte analyses zijn gescreeddeerd en vallen onder de AS3000 erkenning. Overige accreditaties zijn gemerkt met een Q.

Nummer	Monstersoort	Monsterspecificatie
001	Grond (AS3000)	B-4 (8,0 - 8,1)
002	Grond (AS3000)	B-4 (17,0 - 17,5)
003	Grond (AS3000)	B-4 (18,0 - 18,5)
004	Grond (AS3000)	Container 6125







Wiertsema en Partners  
Mevr. L. de Hoog

Analysereport

Blad 5 van 5

Projectnaam Leeuwarden  
Projectnummer VN-55758-1  
Rapportnummer 11772968 - 1

Orderdatum 11-04-2012  
Startdatum 11-04-2012  
Rapportagedatum 16-04-2012

Analyse	Monstersoort	Relatie tot norm
drope stof	Grond (AS3000)	Grond; gelijkwaardig aan NEN-ISO 11465, Grond (AS3000); conform AS3010-2
gewicht artefacten	Grond (AS3000)	Conform AS3000, NEN 5709
aard van de artefacten	Grond (AS3000)	Idem
chloride	Grond (AS3000)	Conform AS3040-2 en conform NEN-6604
organische stof (gloeieres)	Grond (AS3000)	GrondPuur; gelijkwaardig aan NEN 5754, Grond (AS3000); conform AS3010
lutum (bodem)	Grond (AS3000)	Conform AS3010-4
barium	Grond (AS3000)	Conform AS3010-5, conform NEN 6950 (ontsluiting conform NEN 6961, meling conform NEN 6966) eigen methode (ontsluiting conform NEN 6961, meling conform ISO 22036).
cadmium	Grond (AS3000)	Idem
kobalt	Grond (AS3000)	Idem
koper	Grond (AS3000)	Idem
kwik	Grond (AS3000)	Idem
lood	Grond (AS3000)	Conform AS 3010-5 en conform NEN 6950 (ontsluiting conform NEN 6961, meling conform NEN-ISO 16772)
molybdeen	Grond (AS3000)	Conform AS3010-5, conform NEN 6950 (ontsluiting conform NEN 6961, meling conform NEN 6966) eigen methode (ontsluiting conform NEN 6961, meling conform ISO 22036).
nikkel	Grond (AS3000)	Idem
zink	Grond (AS3000)	Idem
nataleen	Grond (AS3000)	Conform AS3010-6
fenantreen	Grond (AS3000)	Idem
antracen	Grond (AS3000)	Idem
fluorantreen	Grond (AS3000)	Idem
benz(a)antracene	Grond (AS3000)	Idem
dityseen	Grond (AS3000)	Idem
benzok(fluorantreen	Grond (AS3000)	Idem
benzofluorantreen	Grond (AS3000)	Idem
benzofluorantreen	Grond (AS3000)	Idem
indeno(1,2,3-cd)pyreen	Grond (AS3000)	Idem
pak-lotaal (10 van VROM) (0,7 factor)	Grond (AS3000)	Idem
PCB 28	Grond (AS3000)	Conform AS3010-8
PCB 52	Grond (AS3000)	Idem
PCB 101	Grond (AS3000)	Idem
PCB 118	Grond (AS3000)	Idem
PCB 138	Grond (AS3000)	Idem
PCB 153	Grond (AS3000)	Idem
PCB 180	Grond (AS3000)	Idem
som PCB (7) (0,7 factor)	Grond (AS3000)	Idem
totaal olie C10 - C40	Grond (AS3000)	Conform AS3010-7

Monster	Barcode	Aanlevering	Monsternaam	Verpakking
001	Y3406700	11-04-2012	11-04-2012	ALC201
002	Y3406697	11-04-2012	11-04-2012	ALC201
003	Y3406248	11-04-2012	11-04-2012	ALC201
004	Y3314208	11-04-2012	11-04-2012	ALC201

Paraaf:

ALCONTROL B.V. IS BEACREDITEERD VOLGENS DE DOOP DE EMAAR VOOR ACCREDITATIE GEBTELEDE CRITERIA VOOR TESTLABORATORIA CONFORM NEN-ISO 17025:2005 ONDER NR. L 018  
AL ONZE WERKZAAMHEIDEN WORDEN UITGEVOERD ONDER DE ALGEMENE VOORWAARDEN GEGEPOENDE BIJ DE KAMER VAN KOOPHANDEL EN FABRIEKEN TE ROTTERDAM (NICHINGLAWO)  
HAGELRECHTER VAN ROTTERDAM 302028



Alcontrol B.V.  
Steenhouwerstraat 15 · 3154 AG Rotterdam  
Tel.: +31 (0)10 231 47 00 · Fax: +31 (0)10 416 30 34  
www.alcontrol.nl

Analysereport

Wiertsema en Partners  
Mevr. L. de Hoog  
Postbus 27  
9356 ZG TOLBERT (GR)

Blad 1 van 6

Uw projectnaam : Leeuwarden  
Uw projectnummer : VN-55758-1  
ALcontrol rapportnummer : 11772987, versie nummer: 1  
Rapport verificatie nummer : 535E1F7W

Rotterdam, 13-04-2012

Geachte heer/mevrouw,

Hierbij ontvangt u de analyse resultaten van het laboratoriumonderzoek ten behoeve van uw project VN-55758-1. Het onderzoek werd uitgevoerd conform uw opdracht. De gerapporteerde resultaten hebben uitsluitend betrekking op de geteste monsters. De door u aangegeven omschrijvingen voor de monsters en het project zijn overgenomen in dit analyserapport.

Het onderzoek is, met uitzondering van eventueel door derden uitgevoerd onderzoek, uitgevoerd door Alcontrol Laboratories, gevestigd aan de Steenhouwerstraat 15 in Rotterdam (NL).

Dit analyserapport bestaat inclusief bijlagen uit 6 pagina's. In geval van een versienummer van '2' of hoger vervallen de voorgaande versies. Alle bijlagen maken onlosmakelijk onderdeel uit van het rapport. Alleen vermenigvuldiging van het hele rapport is toegestaan.

Mocht u vragen en/of opmerkingen hebben naar aanleiding van dit rapport, bijvoorbeeld als u nadere informatie nodig heeft over de meetonzekerheid van de analyseresultaten in dit rapport, dan verzoeken wij u vriendelijk contact op te nemen met de afdeling Customer Support.

Wij vertrouwen er op u met deze informatie van dienst te zijn.

Hoogachtend,

R. van Duin  
Laboratory Manager



ALCONTROL B.V. IS BEACREDITEERD VOLGENS DE DOOP DE EMAAR VOOR ACCREDITATIE GEBTELEDE CRITERIA VOOR TESTLABORATORIA CONFORM NEN-ISO 17025:2005 ONDER NR. L 018  
AL ONZE WERKZAAMHEIDEN WORDEN UITGEVOERD ONDER DE ALGEMENE VOORWAARDEN GEGEPOENDE BIJ DE KAMER VAN KOOPHANDEL EN FABRIEKEN TE ROTTERDAM (NICHINGLAWO)  
HAGELRECHTER VAN ROTTERDAM 302028





Wiersma en Partners  
Mevr. L. de Hoogd

Blad 2 van 6

## Analyserapport

Projectnaam Leeuwarden  
Projectnummer VN-55758-1  
Rapportnummer 11772987 - 1

Orderdatum 11-04-2012  
Startdatum 11-04-2012  
Rapportagedatum 13-04-2012

Analyse	Eenheid	Q	001	002	003	004	005
droge stof	gew.-%	S	63.2	73.9	79.7	85.9	80.6
gewicht artefacten	g	S	<1	<1	<1	<1	<1
aard van de artefacten	g	S	geen	geen	geen	geen	geen
DIVERSE NACHEMISCHE BEPALINGEN							
chloride	mg/kgds	S	450	210	210	110	190

Wiersma en Partners  
Mevr. L. de Hoogd

Blad 3 van 6

## Analyserapport

Projectnaam Leeuwarden  
Projectnummer VN-55758-1  
Rapportnummer 11772987 - 1

Orderdatum 11-04-2012  
Startdatum 11-04-2012  
Rapportagedatum 13-04-2012

### Monster beschrijvingen

- 001 • De monstervoorbehandeling en analyses zijn uitgevoerd conform Accreditatieschema AS3000, dit geldt alleen voor de analyses die worden gerapporteerd met het "S" kenmerk.
- 002 • De monstervoorbehandeling en analyses zijn uitgevoerd conform Accreditatieschema AS3000, dit geldt alleen voor de analyses die worden gerapporteerd met het "S" kenmerk.
- 003 • De monstervoorbehandeling en analyses zijn uitgevoerd conform Accreditatieschema AS3000, dit geldt alleen voor de analyses die worden gerapporteerd met het "S" kenmerk.
- 004 • De monstervoorbehandeling en analyses zijn uitgevoerd conform Accreditatieschema AS3000, dit geldt alleen voor de analyses die worden gerapporteerd met het "S" kenmerk.
- 005 • De monstervoorbehandeling en analyses zijn uitgevoerd conform Accreditatieschema AS3000, dit geldt alleen voor de analyses die worden gerapporteerd met het "S" kenmerk.

De met S gemerkte analyses zijn geaccrediteerd en vallen onder de AS3000 erkenning. Overige accreditaties zijn gemerkt met een Q.

Nummer	Monstersoort	Monsterspecificatie
001	Grond (AS3000)	B-1 (7.25)
002	Grond (AS3000)	B-2 (6.00)
003	Grond (AS3000)	B-3 (17.35)
004	Grond (AS3000)	B-1 (7.84)
005	Grond (AS3000)	B-2 (6.84)

Paraaf:



Paraaf:



Wiersema en Partners  
Mevr. L. de Hoogd

Blad 4 van 6

## Analysrapport

Projectnaam Leeuwarden  
Projectnummer VN-55758-1  
Rapportnummer 11772987 - 1

Orderdatum 11-04-2012  
Startdatum 11-04-2012  
Rapportagedatum 13-04-2012

Analyse Eenheid Q 006

droge stof gew.-% S 84,7  
gewicht anefacten g S <1  
aard van de anefacten g S geen

DIVERSE MATCHEMISCHE BEPALINGEN  
chloride mg/kgds S 310

006 • De monstervoorbereiding en analyses zijn uitgevoerd conform Accreditatieschema AS3000, dit geldt alleen voor de analyses die worden gerapporteerd met het 'S'-kenmerk.

### Monster beschrijvingen

Wiersema en Partners  
Mevr. L. de Hoogd

Blad 5 van 6

## Analysrapport

Projectnaam Leeuwarden  
Projectnummer VN-55758-1  
Rapportnummer 11772987 - 1

Orderdatum 11-04-2012  
Startdatum 11-04-2012  
Rapportagedatum 13-04-2012

De met S gemerkte analyses zijn geaccrediteerd en vallen onder de AS3000 erkenning. Overige accreditaties zijn gemerkt met een Q.

Nummer Monstersoort Monsterspecificatie

006 Grond (AS3000) B-3 (17.84)

Paraaf:

Paraaf:

Wieritsema en Partners  
Mevr. L. de Hoogd

Analysereport

Blad 6 van 6

Projectnaam Leeuwarden  
Projectnummer VN-55758-1  
Rapportnummer 11772987 - 1

Orderdatum 11-04-2012  
Startdatum 11-04-2012  
Rapportagedatum 13-04-2012

# Bijlage 7

Analyse	Monstersoort	Relatie tot norm
droge stof	Grond (AS3000)	Grond: gelijkwaardig aan NEN-ISO 11465, Grond (AS3000), conform AS3010-2
gewicht anefacten	Grond (AS3000)	Conform AS3000, NEN 5709
aard van de anefacten	Grond (AS3000)	Idem
chloride	Grond (AS3000)	Conform AS3040-2 en conform NEN-6604

Monster	Barcode	Aanlevering	Monsternaam	Verpakking
001	Y1917530	11-04-2012	11-04-2012	ALC201
002	Y1917553	11-04-2012	11-04-2012	ALC201
003	Y1917501	11-04-2012	11-04-2012	ALC201
004	Y3406622	11-04-2012	11-04-2012	ALC201
005	Y3406639	11-04-2012	11-04-2012	ALC201
006	Y3406632	11-04-2012	11-04-2012	ALC201

Paraaf:



Projectnaam	Leeuwarden
Projectcode	VA-55758-1

Tabel 1: Analyseresultaten grond (as3000) monsters (gehalten in mg/kgds, tenzij anders aangegeven)

Monstercode	Container 6125	AW	1/2(AW+1)	AS3000 eis
1				
droge stof (gew.-%)	81.0	--		
gewicht artefacten (g)	<1	--		
aard van de artefacten (g)	Geen	--		
organische stof (gleeverties) (% v.d DS)	<0.5	--		
<b>KORRELGROOTVERDELING</b>				
lutum (bodem) (% v.d DS)	1	20	--	
<b>METALLEN</b>				
barium	21			772
cadmium	<0.35	0.44	5.0	9.6
kobalt	5.4	13	87	160
koper	<10	31	90	149
kwik	<0.10	0.13	16	32
lood	14	42	246	449
molybdeen	<1.5	1.5	96	180
nikkel	16	30	58	86
zink	38	113	347	581
<b>POLYCYCLISCHE AROMATISCHE KOOLWATERSTOFFEN</b>				
nafaleen	<0.01	--		
fenantrien	<0.01	--		
antracene	<0.01	--		
fluoranteen	<0.01	--		
benzo(a)antracene	<0.01	--		
chyseen	<0.01	--		
benzo(k)fluoranteen	<0.01	--		
benzo(a)pyreen	<0.01	--		
benzo(ghi)peryleen	0.01			
indeno(1,2,3-cd)pyreen	0.01			
paak-totaal (10 van VROM) (0.7 factor)	0.08	1.5	21	40
<b>POLYCHLOORBIFENYLEN (PCB)</b>				
PCB 28 (µg/kgds)	<1	--		
PCB 52 (µg/kgds)	<1	--		
PCB 101 (µg/kgds)	<1	--		
PCB 118 (µg/kgds)	<1	--		
PCB 138 (µg/kgds)	<1	--		
PCB 153 (µg/kgds)	<1	--		
PCB 180 (µg/kgds)	<1	--		
som PCB (7) (0.7 factor) (µg/kgds)	4.9	9	102	200

<b>MINERALE OLIE</b>				
fractie C10 - C12	<5	--		
fractie C12 - C22	<5	--		
fractie C22 - C30	<5	--		
fractie C30 - C40	<5	--		
totaal olie C10 - C40	<20	38	519	1000
<b>DIVERSE NATCHEMISCHE BEPALINGEN</b>				
chloride	230	--		200
<b>Monstercode en monsterlocatie</b>				
	11772868-004	Container 6125		

De resultaten zijn voor de interventiewaarde getoetst aan de toetsingswaarden zoals vermeld in de Circulaire Bodemsanering 2008, Staatscourant 6/7, april 2009 en voor de achtergrondwaarden aan het Besluit Bodemkwaliteit, Staatscourant 20 december 2007, Nr. 247. Tevens zijn de voorgedrukte wijzigingen aangegeven. De gewijzigde toetsingswaarden van een aantal OCB (per 30-07-2008) (www.Senternovem.nl) en de wijziging in de Staatscourant 6/ van 7 april 2008.

De gehalten die de betreffende toetsingswaarden overschrijden zijn als volgt geïdentificeerd:

- \* achtergrond- en interventiewaarde niet gelatte is groter dan de achtergrondwaarde en kleiner dan of gelijk aan de achtergrondwaarde
- \*\* achtergrond- en interventiewaarde niet gelatte is groter dan de interventiewaarde
- \*\*\* niet geanalyseerd
- niet geanalyseerd
- # AS3000 verhoogde rapportagegrens, voor meer informatie zie analysecertificaat laboratorianaalyses voor grond-, waterbodem- en grondwateronderzoek; grondprocolleen 3010 (m 3090 versie 4.25 juni 2008).
- \* gecorrigeerd getalle is groter dan of gelijk aan de achtergrondwaarde (of geen achtergrondwaarde voor opgesteld), maar wel kleiner dan de AS3000 rapportagegrens-eis, dus mag verondersteld worden kleiner dan de achtergrondwaarde te zijn.
- o gecorrigeerd getalle is groter dan de achtergrondwaarde (of geen achtergrondwaarde voor opgesteld), en groter dan de AS3000 rapportagegrens-eis.
- o interventiewaarde voor barium geldt alleen voor die situaties waarbij duidelijk sprake is van antropogene verontreiniging.

De achtergrond- en interventiewaarden zijn afhankelijk van de bodemsamenstelling. Voor de toetsing is gebruik gemaakt van de volgende samenstelling: lutum 20%; humus 0.5%. (Als humuslutum niet is gemeten, geldt een default waarde van lutum = 25% en organische stof = 10%.)

Projectnaam	Leuwarden
Projectcode	VN-55736-1

Tabel 2: Analyseresultaten grond (as3000) monsters (gehalten in mg/kgds, tenzij anders aangegeven)

Monstercode	B-4 (17.0 - 17.5)	B-4 (18.0 - 18.5)	AW	1/2(AW+)	AS3000
Bodemtype	1	2	3		eis
droge stof (gew.-%)	86.1	82.4	86.3		
gewicht artefacten (g)	<1	<1	<1		
aard van de artefacten (g)	Geen	Geen	Geen		
<b>DIVERSE NATCHEMISCHE BEPALINGEN</b>					
chloride	760	540	450		200
<b>Monstercode en monstertraject</b>					
f	11772966-001	B-4 (18.0 - 8.1)			
j	11772966-002	B-4 (17.0 - 17.5)			
k	11772966-003	B-4 (18.0 - 18.5)			

De resultaten zijn voor de interventiewaarde gelooft aan de toetsingswaarden zoals vermeld in de Circulaire Bodemsanering 2009, Staatscourant 67, 7 april 2009 en voor de achtergrondwaarden aan het Besluit Bodemkwaliteit, Staatscourant 20 december 2007, Nr. 247. Tevens zijn de volgende wijzigingen doorgevoerd: De gewijzigde grenswaarden van een aantal OCB (per 30-07-2008) (www.Sentimovem.nl) en de wijziging in de Staatscourant 67 van 7 april 2009.

- \* De gehalten die de betreffende toetsingswaarden overschrijden zijn als volgt geclassificeerd:
  - het gehalte is groter dan de achtergrondwaarde en kleiner dan of gelijk aan het gemiddelde van de achtergrond- en interventiewaarde
  - het gehalte is groter dan het gemiddelde van de achtergrond- en interventiewaarde en kleiner dan of gelijk aan de interventiewaarde
  - het gehalte is groter dan de interventiewaarde
  - het gehalte is groter dan de interventiewaarde niet geanalyseerd
  - # AS3000 verhoogde rapportagegrens voor grond-, waterbodem- en grondwateronderzoek; grondprotocollen 3010 t/m 3090 versie 4.25 juni 2008.
  - gecorrigeerd gehalte is groter dan of gelijk aan de achtergrondwaarde (of geen achtergrondwaarde voor opgesteld), maar wel kleiner dan de AS3000 rapportagegrens-eis, dus mag verondersteld worden kleiner dan de achtergrondwaarde te zijn.
  - gecorrigeerd gehalte is groter dan de achtergrondwaarde (of geen achtergrondwaarde voor opgesteld), en groter dan de AS3000 rapportagegrens-eis.
- De achtergrond- en interventiewaarden zijn afhankelijk van de bodemsamenstelling. Voor de toetsing is gebruik gemaakt van de volgende samenstelling: lutum 25%; humus 10%. (Als humus/lutum niet is gemeten geldt een default waarde van lutum = 25% en organische stof = 10%.)

Projectnaam	Leuwarden
Projectcode	VN-55736-1

Tabel 3: Analyseresultaten grond (as3000) monsters (gehalten in mg/kgds, tenzij anders aangegeven)

Monstercode	B-1 (7.25)	B-2 (8.00)	B-3 (17.35)	AW	1/2(AW+)	AS3000
Bodemtype	1	2	3			eis
droge stof (gew.-%)	83.2	73.9	79.7			
gewicht artefacten (g)	<1	<1	<1			
aard van de artefacten (g)	Geen	Geen	Geen			
<b>DIVERSE NATCHEMISCHE BEPALINGEN</b>						
chloride	450	210	210			200
<b>Monstercode en monstertraject</b>						
f	11772987-001	B-1 (7.25)				
j	11772987-002	B-2 (8.00)				
k	11772987-003	B-3 (17.35)				

De resultaten zijn voor de interventiewaarde gelooft aan de toetsingswaarden zoals vermeld in de Circulaire Bodemsanering 2009, Staatscourant 67, 7 april 2009 en voor de achtergrondwaarden aan het Besluit Bodemkwaliteit, Staatscourant 20 december 2007, Nr. 247. Tevens zijn de volgende wijzigingen doorgevoerd: De gewijzigde grenswaarden van een aantal OCB (per 30-07-2008) (www.Sentimovem.nl) en de wijziging in de Staatscourant 67 van 7 april 2009.

- \* De gehalten die de betreffende toetsingswaarden overschrijden zijn als volgt geclassificeerd:
  - het gehalte is groter dan de achtergrondwaarde en kleiner dan of gelijk aan het gemiddelde van de achtergrond- en interventiewaarde
  - het gehalte is groter dan het gemiddelde van de achtergrond- en interventiewaarde en kleiner dan of gelijk aan de interventiewaarde
  - het gehalte is groter dan de interventiewaarde
  - het gehalte is groter dan de interventiewaarde niet geanalyseerd
  - # AS3000 verhoogde rapportagegrens voor grond-, waterbodem- en grondwateronderzoek; grondprotocollen 3010 t/m 3090 versie 4.25 juni 2008.
  - gecorrigeerd gehalte is groter dan of gelijk aan de achtergrondwaarde (of geen achtergrondwaarde voor opgesteld), maar wel kleiner dan de AS3000 rapportagegrens-eis, dus mag verondersteld worden kleiner dan de achtergrondwaarde te zijn.
  - gecorrigeerd gehalte is groter dan de achtergrondwaarde (of geen achtergrondwaarde voor opgesteld), en groter dan de AS3000 rapportagegrens-eis.
- De achtergrond- en interventiewaarden zijn afhankelijk van de bodemsamenstelling. Voor de toetsing is gebruik gemaakt van de volgende samenstelling: lutum 25%; humus 10%. (Als humus/lutum niet is gemeten geldt een default waarde van lutum = 25% en organische stof = 10%.)



Projectnaam	Leeuwarden
Projectcode	VN-55756-1

Tabel 4: Analyseresultaten grond (as3000) monsters (gehalten in mg/kg's, tenzij anders aangegeven)

Monstercode	B-1 (7.84)	B-2 (8.84)	B-3 (17.84)	AW	1/2(A/W+)	AS3000 eis
Bodemtype	1	2	3			
droge stof (gew.-%)	85.9	--	80.6	--	84.7	--
gewicht artefacten (g)	<1	--	<1	--	<1	--
aard van de artefacten (g)	Geen	--	Geen	--	Geen	--

**DIVERSE NATCHEMISCHE BEPALINGEN**

Schildeva	110	--	180	--	310	--	200
Monstercode en monstertraject							
1	11772987-004	B-1 (7.84)					
2	11772987-005	B-2 (8.84)					
3	11772987-006	B-3 (17.84)					

De resultaten zijn voor de interventiewaarde getoetst aan de toetsingswaarden zoals vermeld in de Circulaire Bodemsanering 2009, Staatscourant 67, 7 april 2009 en voor de achtergrondwaarden aan het Besluit Bodemkwaliteit, Staatscourant 20 december 2007, Nr. 247. Tevens zijn de volgende wijzigingen doorgevoerd: De gewijzigde grenswaarden van een aantal OCB (per 30-07-2008) (www.Santemovem.nl) en de wijziging in de Staatscourant 67 van 7 april 2009.

- De gehalten die de betreffende toetsingswaarden overschrijden zijn als volgt geclassificeerd:
    - het gehalte is groter dan de achtergrondwaarde en kleiner dan of gelijk aan het gemiddelde van de achtergrond- en interventiewaarde
    - het gehalte is groter dan het gemiddelde van de achtergrond- en interventiewaarde en kleiner dan of gelijk aan de interventiewaarde
    - het gehalte is groter dan de interventiewaarde
    - geen toetsingswaarde voor opgesteld
    - niet geanalyseerd
  - # verhoogde rapportagegrens, voor meer informatie zie analysecertificaat laboratoriumanalyses voor grond-, waterbodem- en grondwateronderzoek; grondprotocollen 3010 t/m 3090 versie 4, 25 juni 2008.
  - gecorrigeerd gehalte is groter dan of gelijk aan de achtergrondwaarde (of geen achtergrondwaarde voor opgesteld), maar wel kleiner dan de AS3000 rapportagegrens-eis, dus mag verondersteld worden kleiner dan de achtergrondwaarde te zijn.
  - gecorrigeerd gehalte is groter dan de achtergrondwaarde (of geen achtergrondwaarde voor opgesteld), en groter dan de AS3000 rapportagegrens-eis.
- De achtergrond- en interventiewaarden zijn afhankelijk van de bodemsamenstelling. Voor de toetsing is gebruik gemaakt van de volgende samenstelling: lutum 25%; humus 10%. (Als humus/lutum niet is gemeten, geldt een default waarde van lutum = 25% en organische stof = 10%.)

**Overzicht gemeten verontreinigingen in grond en grondwater**

Grond (AS3000) Lutum:20	Achtergrondwaarde overschrijding	Tussenwaarde overschrijding	Interventiewaarde overschrijding
Container 6125			
Grond (AS3000) Humus:10	Achtergrondwaarde overschrijding	Tussenwaarde overschrijding	Interventiewaarde overschrijding
B-4 (8.0 - 8.1)			
B-4 (17.0 - 17.5)			
B-4 (16.0 - 16.5)			
B-1 (7.25)			
B-2 (8.00)			
B-3 (17.35)			
B-1 (7.84)			
B-2 (8.84)			
B-3 (17.84)			



**Wiersema & Partners**  
RAADGEVEND INGENIEURS



**Wiersema & Partners**  
RAADGEVEND INGENIEURS

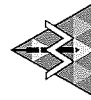
# Bijlage 8

Project omschr.: Project Europeplein te Leeuwarden  
Project nummer: VN-55758-1

Boring	diepte in m - mv	monster nummer	nat volumegewicht		droog volumegewicht		watergehalte in gewichts percentage		porren getal		Watergehalte in volume		Verz. graad	
			[m]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[kN/m <sup>3</sup> ]	%	%	e	n	n	W <sub>v</sub>	W <sub>v</sub>	S <sub>v</sub>	
B-1	1	2,46	-1,20	18,1	13,2	37,2	2800 *	0,97	49,32	49,08	99,52			
B-1	2	3,26	-2,00	15,8	9,7	62,5	2800	1,68	62,65	60,68	96,86			
B-1	3	4,45	-3,19	17,0	12,0	41,4	2634	1,19	54,27	49,88	91,90			
B-1	4	6,65	-5,39	9,2	1,7	431,1	1462	7,42	88,13	74,84	84,92			
B-1	5	10,10	-8,84	20,9	17,8	17,7	2613 *	0,47	32,07	31,48	98,16			
B-1	6	11,95	-10,69	21,5	18,6	15,7	2625 *	0,41	32,46	32,00	98,26			
B-1	7	13,35	-12,09	20,8	17,6	18,1	2612 *	0,48	32,46	32,00	98,26			
B-3	1	3,50	-2,16	17,3	12,9	34,2	2644	1,06	51,35	43,96	85,61			
B-3	2	5,05	-3,71	16,2	10,8	50,1	2637	1,45	59,14	53,96	91,25			
B-3	3	6,25	-4,91	9,4	1,7	461,2	1481	7,88	88,74	76,92	86,68			
B-3	4	11,49	-10,15	20,5	17,8	15,3	2622 *	0,47	32,19	27,20	84,49			
B-3	5	12,54	-11,20	19,8	17,2	14,9	2621 *	0,52	34,34	25,72	74,90			
B-3	6	13,49	-12,15	20,0	17,2	16,6	2616 *	0,52	34,35	28,44	82,79			
B-3	7	14,54	-13,20	21,2	18,1	16,9	2617 *	0,44	30,76	30,56	99,36			
B-4	1	3,20	-2,16	10,3	2,7	277,9	1804	5,61	84,88	75,80	89,30			
B-4	2	4,65	-3,61	15,8	10,5	50,3	2638	1,51	60,11	52,92	88,04			
B-4	3	6,10	-5,06	11,9	4,6	157,0	2130 *	3,61	78,30	72,60	92,73			
B-4	4	6,20	-5,16	9,2	1,9	393,8	1542	7,25	87,89	73,56	83,70			
B-4	5	9,70	-8,66	21,3	18,3	16,3	2621 *	0,43	29,99	28,84	99,50			
B-4	6	11,65	-10,61	22,0	19,6	12,2	2653 *	0,36	25,22	23,92	91,22			
B-4	7	12,55	-11,51	22,4	20,0	12,3	2661 *	0,33	24,96	24,56	98,41			
B-4	8	16,30	-15,26	21,9	19,2	14,1	2638 *	0,38	27,35	27,00	98,74			

\* Waarden soortelijke massa zijn bepaald aan de hand van een grootschalige proevenverzameling, waarbij per grondsoort een correlatie is bepaald tussen het volumegewicht en de soortelijke massa.

\*\* Voor de monsters waar bij de waarde van p een \* is vermeld, betreft het indicatieve waarden



**Wiertsema & Partners**  
HAARDGEVEND INGENIEURS



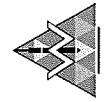
**Wiertsema & Partners**  
HAARDGEVEND INGENIEURS



# Bijlage 9

Bepaling $K_{10}$ -waarde m.b.v. Falling Head methode(EN 514)									
Booring	Monster	Diepte m tov NAP	Omschrijving NEN 5104	Geschatte volumieke massa(%)		Volumieke massa(%) droog proefstuk kg/m <sup>3</sup>	Porositeit(%)	Waterdoorlatendheidscoëfficiënt	
				vaste gronddeelen kg/m <sup>3</sup>	1764			m <sup>2</sup> /sec.	m <sup>2</sup> /maal
1	5	-8,95	Leem, zwak zandig, plaatselijk sterk zandig	2613	1775	32	1,74E-09	1,50E-04	1,50E-04
1	6	-10,80	Leem, zwak zandig, plaatselijk sterk zandig	2625	1856	29	2,64E-09	2,28E-04	2,28E-04
1	7	-12,19	Leem, zwak zandig, plaatselijk sterk zandig	2612	1764	32	2,28E-08	1,97E-03	1,97E-03
3	4	-10,20	Leem, zwak zandig, zwak gindig	2622	1778	32	6,68E-09	5,69E-04	5,69E-04
3	5	-11,20	Leem, zwak zandig, zwak gindig	2621	1721	34	6,61E-10	5,71E-05	5,71E-05
3	6	-12,20	Leem, zwak zandig, zwak gindig	2618	1718	34	3,33E-09	2,88E-04	2,88E-04
3	7	-13,30	Leem, zwak zandig, zwak gindig	2615	1812	31	5,70E-10	4,92E-05	4,92E-05
4	4	-8,81	Leem, zwak zandig, zwak gindig	2621	1835	30	9,13E-10	7,89E-05	7,89E-05
4	5	-9,61	Leem, zwak zandig, zwak gindig	2617	1805	31	2,27E-10	1,96E-05	1,96E-05
4	6	-10,61	Leem, zwak zandig, zwak gindig	2653	1957	26	1,42E-09	1,23E-04	1,23E-04
4	7	-11,61	Leem, sterk zandig, zwak gindig	2661	1997	25	1,28E-07	1,11E-02	1,11E-02
4	8	-15,16	Leem, sterk zandig, zwak gindig	2637	1918	27	1,46E-07	1,28E-02	1,28E-02

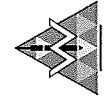
Operatienummer: VN 55758-1  
Project: Europaplein te Leeuwarden



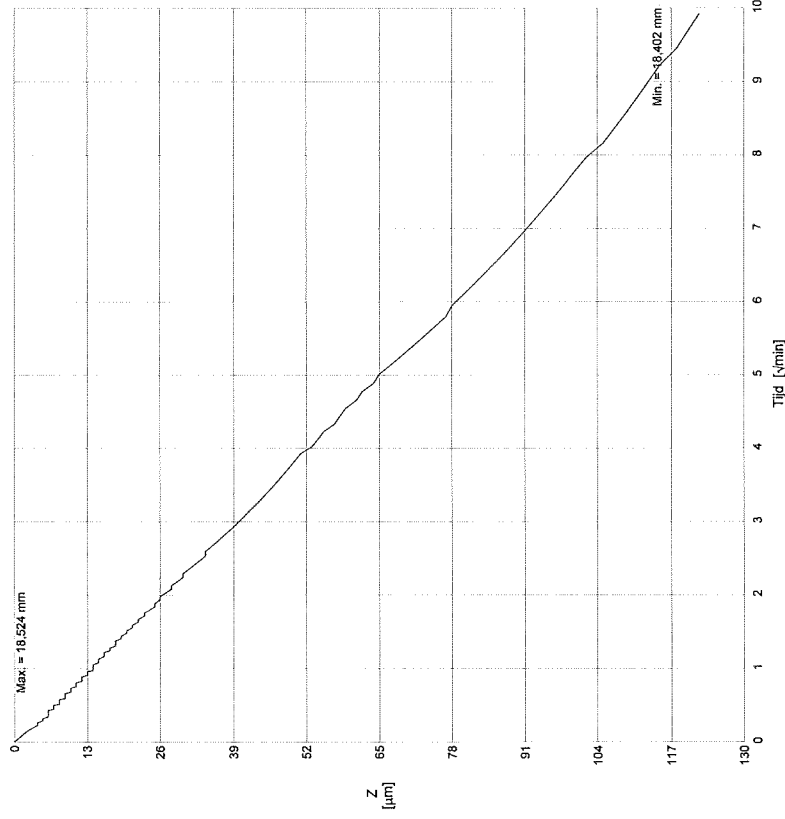
**Wiertsema & Partners**  
RAADGEVEND INGENIEURSBUREAU



**Wiertsema & Partners**  
RAADGEVEND INGENIEURSBUREAU



# Bijlage 10

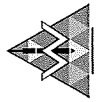


Trap3  
Belasting van 35,50 kPa naar 44,22 kPa

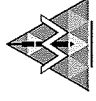
$C_{v,10} = 6,236E-09$  [m<sup>2</sup>/s]  
 $m_v = 9,676E-01$  [1/MPa]  
 $k_{r10} = 5,975E-11$  [m/s]

Beving : B-1  
Busnummer : 2  
Monsteroefte : N.A.P. -1,94 m  
Grondsoort : laag zand, zandig leem, humeus, grijs  
Boring : 120,00 m, dnr. 12-04-25  
Staat monster : ongereed  
Preparatiemethode : overgeschoven  
Beproevingomgeving : nat  
Temperatuur : 19°C  
Proefstukdiameter : 65,01 mm  
Bijzonderheden : geen

Verzadigingsgraad, begin / eind proef : 97 / 108 %  
Vochtgehalte, begin / eind proef : 62 / 55 %  
Volumieke massa nat, begin / eind proef : 1579 / 1738 kg/m<sup>3</sup>  
Volumieke massa droog, begin / eind proef : 971 / 1123 kg/m<sup>3</sup>  
Volumieke massa vaste deelen grond : 2600



**Wiertsema & Partners**  
RAADGEVEND INGENIEURS

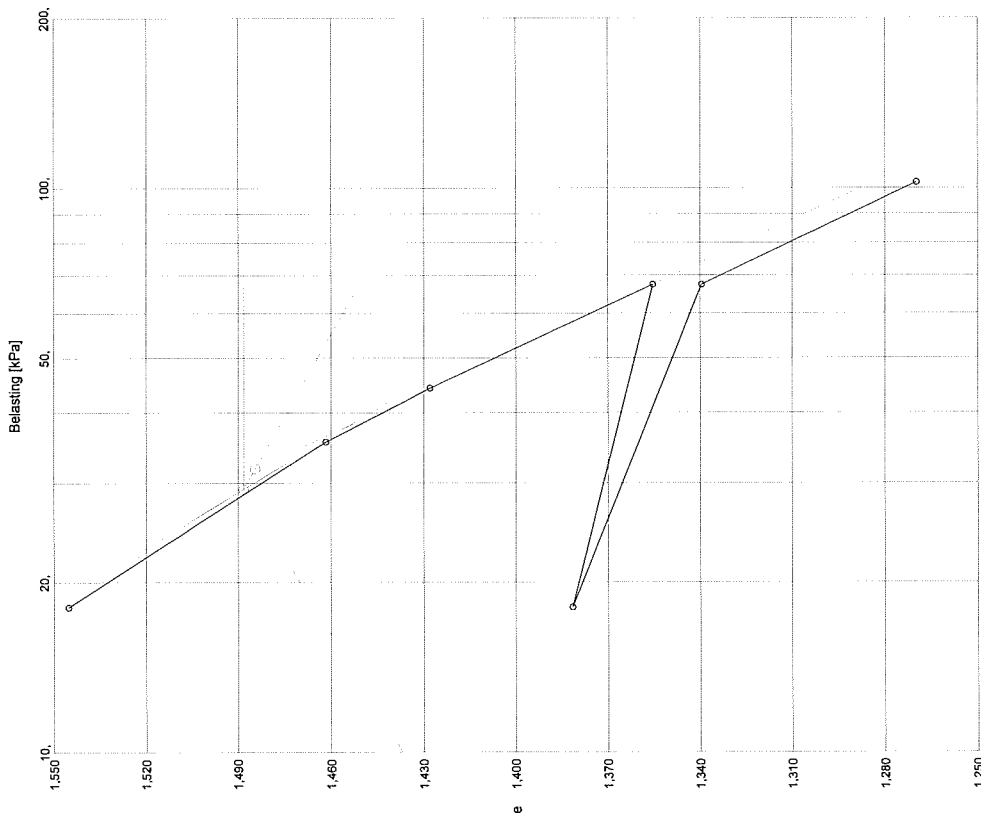


**Wiertsema & Partners**  
RAADGEVEND INGENIEURS

Project Europeplein te Leeuwarden  
Consolidatie (NEN 5118),  $\lambda$ -methode



GEOTECHNISCH LABORATORIUM



Busnummer : B-1  
 Monsterdiepte : N.A.P. -1,94 m  
 Grondsoort : Riet, matig slijg, zwak tumeus, grijs  
 Proefperiode : 12-04-17 tot 12-04-25  
 Preparatiemethode : overgeschoven  
 Proefomgeving : nat  
 Temperatuur : 19°C  
 Proefstukdiameter : 65,01 mm  
 Bijzonderheden : geen

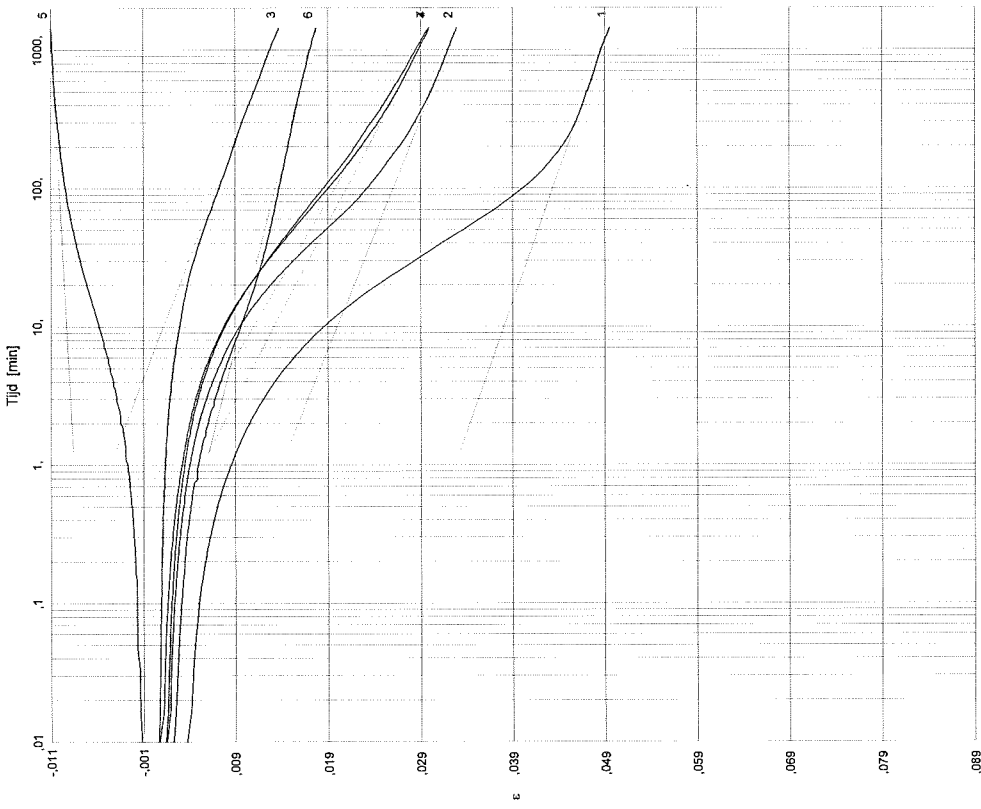
Cc = 0,39528 CR = 0,14762  
 Pg = 31,80 kPa SR = 0,01708  
 Cc(w)1 = 0,04573 RR = 0,02748  
 Cc(0)1 = 0,07359

Verzadigingsgraad, begin / eind proef : 97 / 108 %  
 Vochtigheidsgraad, begin / eind proef : 62 / 55 %  
 Volumieke massa nat, begin / eind proef : 1578 / 1738 kg/m3  
 Volumieke massa droog, begin / eind proef : 971 / 1123 kg/m3  
 Volumieke massa vaste delen grond : 2600 kg/m3



**Wiersema & Partners**  
 RAADGEVEND INGENIEURS

Project: Europaplein te Leeuwarden  
 Primaire samendrukingsindex en grensspanning (NEN 5119)  
**AKKOORD LAB**  
 GEOTECHNISCH LABORATORIUM



Busnummer : B-1  
 Monsterdiepte : N.A.P. -1,94 m  
 Grondsoort : Riet, matig slijg, zwak tumeus, grijs  
 Proefperiode : 12-04-17 tot 12-04-25  
 Preparatiemethode : overgeschoven  
 Proefomgeving : nat  
 Temperatuur : 19°C  
 Proefstukdiameter : 65,01 mm  
 Bijzonderheden : geen

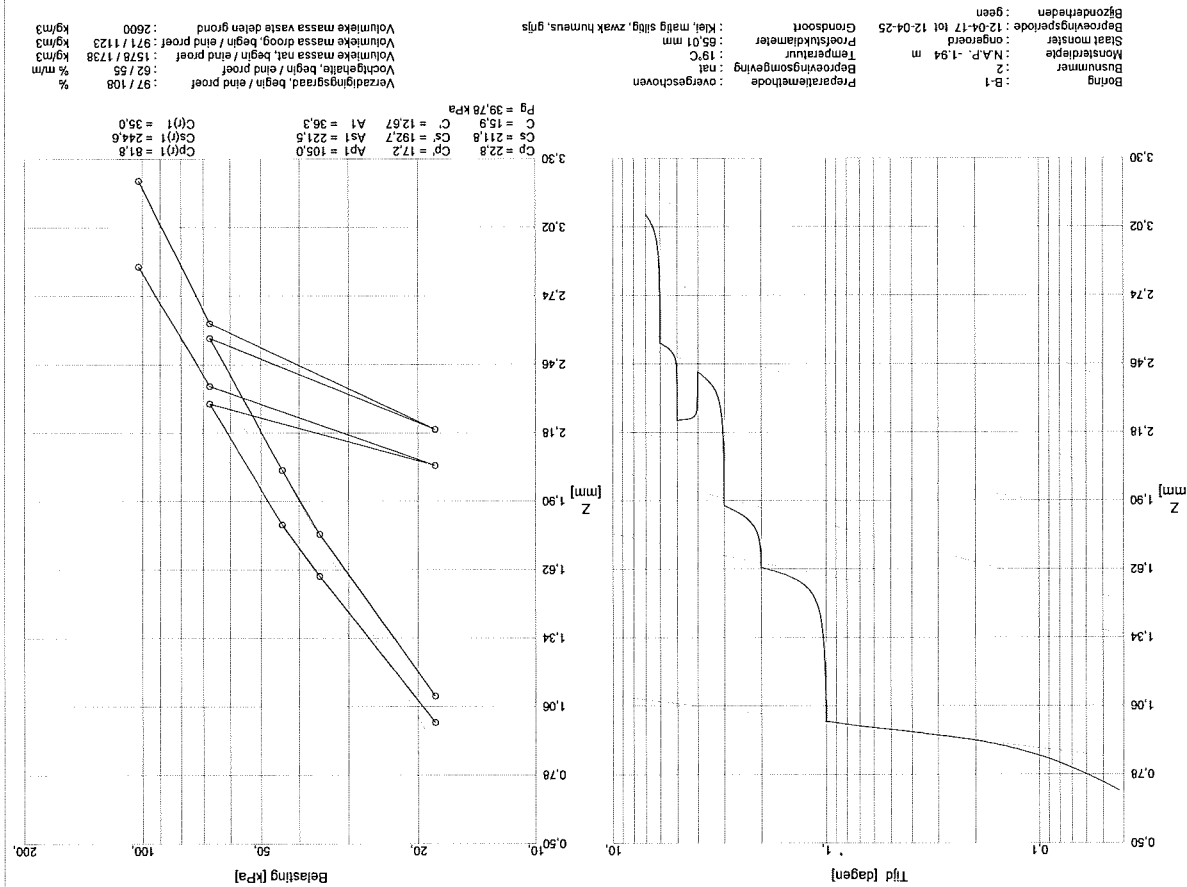
Trap 1 : Cc = 0,00531 Trap 6 : Cc(α) = 0,00377  
 Trap 2 : Cc = 0,00601 Trap 7 : Cc = 0,00876  
 Trap 3 : Cc = 0,00581  
 Trap 4 : Cc = 0,00779  
 Trap 5 : Cc(w) = -0,00077

Verzadigingsgraad, begin / eind proef : 97 / 108 %  
 Vochtigheidsgraad, begin / eind proef : 62 / 55 %  
 Volumieke massa nat, begin / eind proef : 1578 / 1738 kg/m3  
 Volumieke massa droog, begin / eind proef : 971 / 1123 kg/m3  
 Volumieke massa vaste delen grond : 2600 kg/m3



**Wiersema & Partners**  
 RAADGEVEND INGENIEURS

Project: Europaplein te Leeuwarden  
 Secundaire samendrukingsindex (NEN 5118)  
**AKKOORD LAB**  
 GEOTECHNISCH LABORATORIUM



Opdrachtnummer : VN-55759-1  
 Boring : B-1  
 Bus : 2  
 Diepte monster : N.A.P. -1,94 m  
 Grondsoort : Klei, matig siltig, zwak humeus, grijs  
 Diameter monster: 65,01 mm ; initiële hoogte: 20,16 mm  
 Trap Cv10 [m<sup>2</sup>/s] k10 [m/s] Mv [1/NPa] wortel(tijd) methode  
 3 6,30E-09 5,97E-11 9,68E-01

**Index-Fg: 31,798 kPa**

**via poriëngetal**  
 Trap 1-2: Cc = 0,35380 CR = 0,13213  
 Trap 2-3: Cc = 0,39828 CR = 0,14762  
 Trap 3-4: Cc = 0,04573 SR = 0,01708  
 Trap 4-5: Cc(τ) = 0,07359 RR = 0,02748  
 Trap 5-6: Cc = 0,36540 CR = 0,14393  
 Trap 6-7: Cc = 0,00876

**via lineaire rek**  
 Trap 1: C-alpha = 0,00531 C = 0,00243  
 Trap 2: C-alpha = 0,00601 C = 0,00271  
 Trap 3: C-alpha = 0,00779 C = 0,00345  
 Trap 4: C-alpha = 0,00979 C = 0,00436  
 Trap 5: C-alpha(sw) = -0,00077 C = -0,00036  
 Trap 6: C-alpha(τ) = 0,00377 C = 0,00164  
 Trap 7: C-alpha = 0,00876 C = 0,00393

**via lineaire rek**  
 Trap 1: C-alpha = 0,00531 C = 0,00243  
 Trap 2: C-alpha = 0,00601 C = 0,00271  
 Trap 3: C-alpha = 0,00779 C = 0,00345  
 Trap 4: C-alpha = 0,00979 C = 0,00436  
 Trap 5: C-alpha(sw) = -0,00077 C = -0,00036  
 Trap 6: C-alpha(τ) = 0,00377 C = 0,00164  
 Trap 7: C-alpha = 0,00876 C = 0,00393

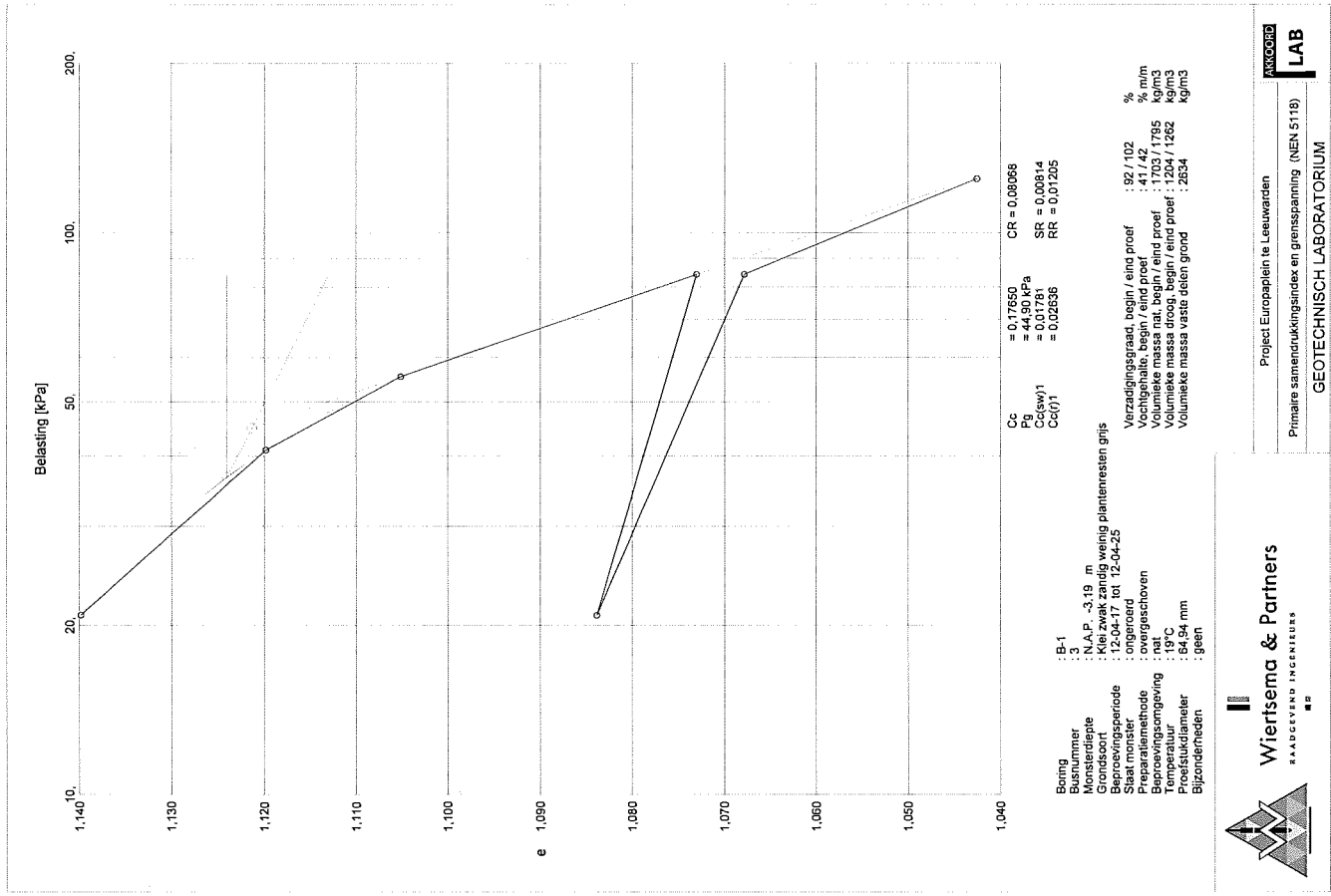
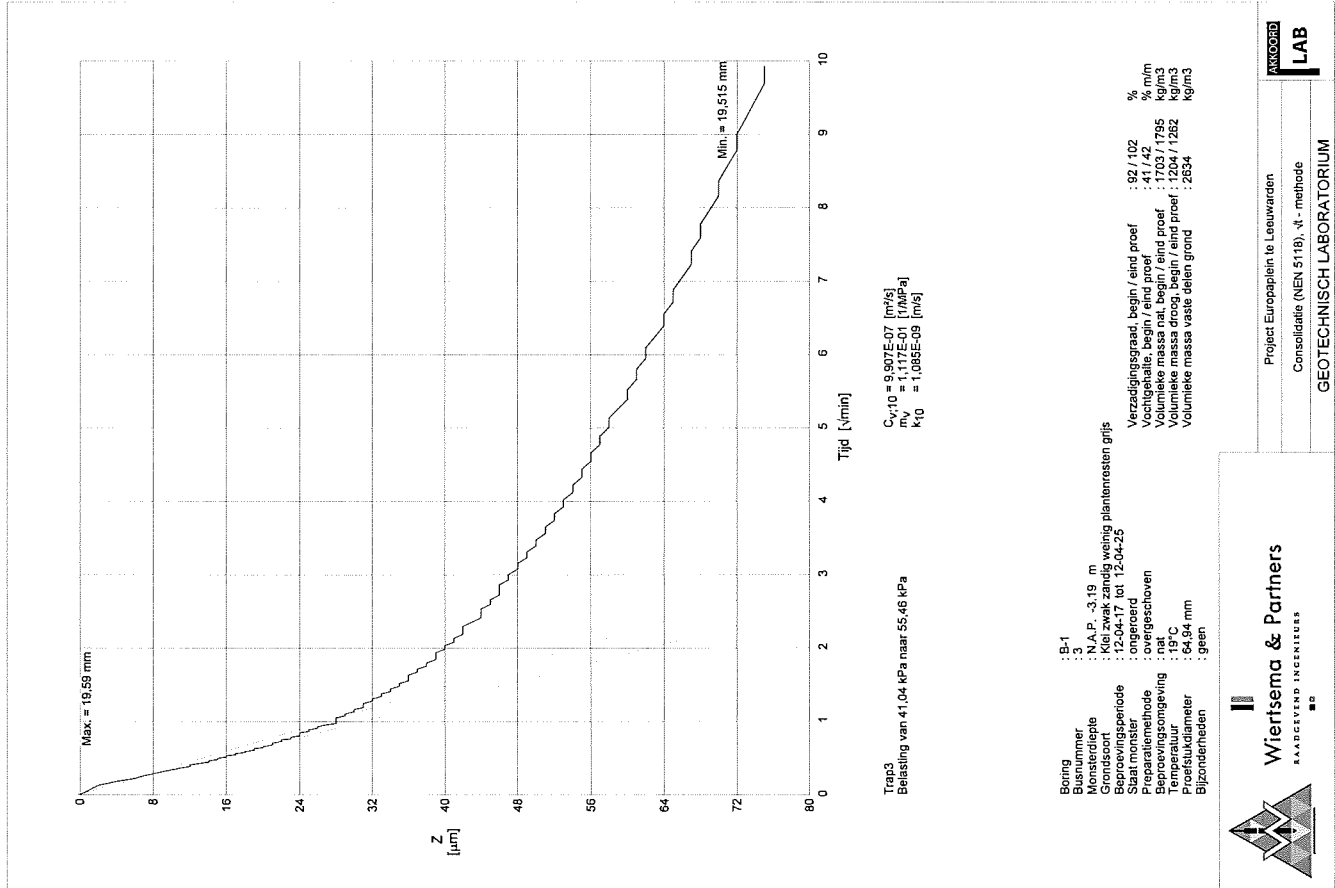
**Procentuele zinking sM/VH (%)**

dp [kPa]	1000-dagen	10000-dagen
18,067	5,471	6,537
35,499	8,756	10,440
44,215	10,057	11,265
58,750	11,822	12,376
67,458	13,032	13,682
67,458	13,032	13,682
102,321	15,925	17,667

**1000-dagen**  
 C = 0,15,9  
 Cs = 211,8  
 Cτ = 154,7  
 Cτ = 12,67  
 Cτ = 9,74

**10000-dagen**  
 C = 0,15,9  
 Cs = 211,8  
 Cτ = 154,7  
 Cτ = 12,67  
 Cτ = 9,74

**Index-Fg: 31,798 kPa**  
 A = 36,3  
 C(ε) = 35,0

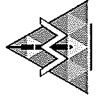


**Wiersema & Partners**  
RAADGEVEND INGENIEURS

Project Europeplein te Leeuwarden  
Consolidatie (NEN 5118), v1 - methode



GEOTECHNISCH LABORATORIUM

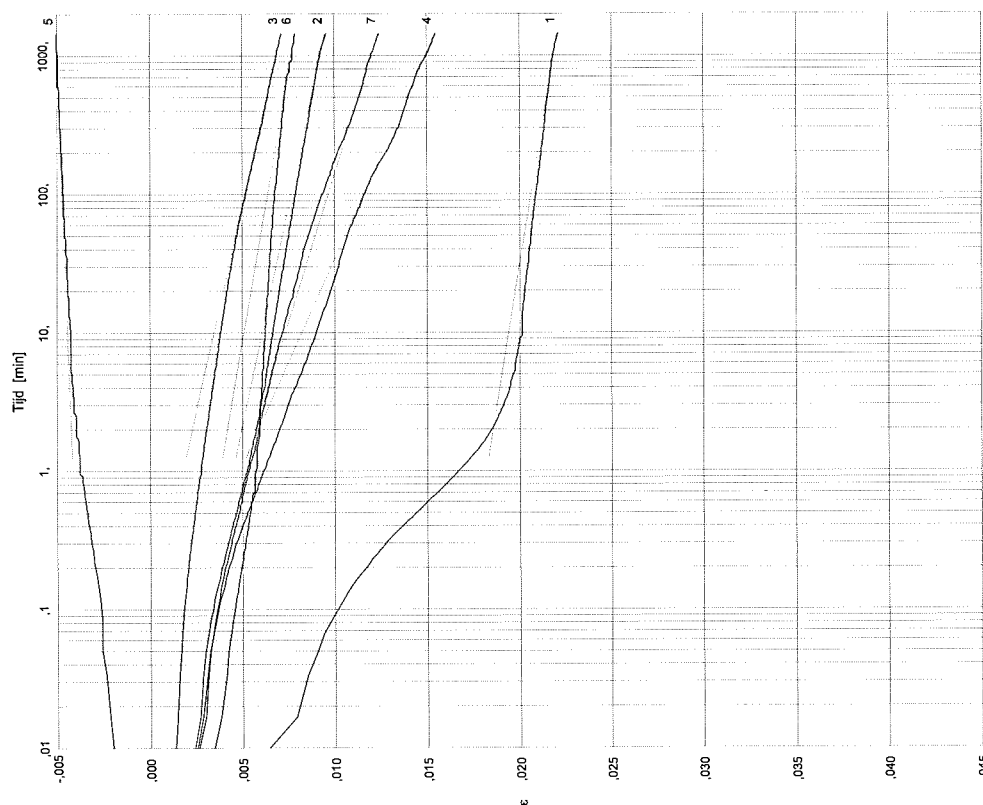


**Wiersema & Partners**  
RAADGEVEND INGENIEURS

Project Europeplein te Leeuwarden



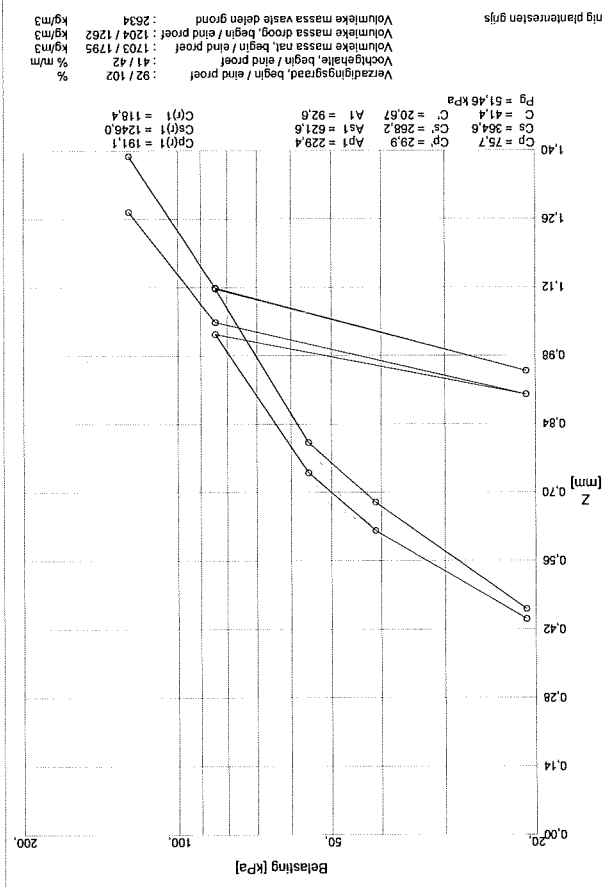
Primaire samendrukingsindex en grensspanning (NEN 5118)  
GEOTECHNISCH LABORATORIUM



Trap 1 :  $C_{\alpha}$  = 0.00123 Trap 6 :  $C_{\alpha}(f)$  = 0.00131  
 Trap 2 :  $C_{\alpha}$  = 0.00159 Trap 7 :  $C_{\alpha}$  = 0.00234  
 Trap 3 :  $C_{\alpha}$  = 0.00171  
 Trap 4 :  $C_{\alpha}$  = 0.00337  
 Trap 5 :  $C_{\alpha}(sw)$  = -0.00026

Boring : B-1  
 Busnummer : 3  
 Monstertype : N.A.P. -3,19 m  
 Grondsoort : Klei zwak zandig weinig plantenresten grijs  
 Beproevingperiode : 12-04-17 tot 12-04-25  
 Staat monster : ongereed  
 Verzamelingmethode : overgeschoven  
 Beproevingomgeving : nat  
 Temperatuur : 19°C  
 Prefabruklidmeter : 64,94 mm  
 Bijzonderheden : geen

Verzamelingstraad, begin / eind proef : 92 / 102  
 Vochtinhoud, begin / eind proef : 41 / 42  
 Volumieke massa nat, begin / eind proef : 1703 / 1795  
 Volumieke massa droog, begin / eind proef : 1204 / 1262  
 Volumieke massa vaste delen grond : 2634



$P_g = 51,46 \text{ kPa}$   
 $C_p = 75,7$   
 $C_s = 364,6$   
 $C = 41,4$   
 $C_{\alpha} = 41,4$   
 $C_{\alpha}(f) = 191,1$   
 $C_{\alpha}(1) = 1246,0$   
 $C_{\alpha}(1) = 118,4$

$A_{p1} = 229,4$   
 $A_{s1} = 268,2$   
 $A_1 = 92,6$

$C_p = 29,9$   
 $C_s = 20,67$   
 $C = 20,67$

Reparatiemethode : overgeschoven  
 Temperatuur : 19°C  
 Prefabruklidmeter : 64,94 mm  
 Grondsoort : Klei zwak zandig weinig plantenresten grijs

Boring : B-1  
 Busnummer : 3  
 Monstertype : N.A.P. -3,19 m  
 Grondsoort : ongereed  
 Beproevingperiode : 12-04-17 tot 12-04-25  
 Bijzonderheden : geen

Verzamelingstraad, begin / eind proef : 92 / 102  
 Vochtinhoud, begin / eind proef : 41 / 42  
 Volumieke massa nat, begin / eind proef : 1703 / 1795  
 Volumieke massa droog, begin / eind proef : 1204 / 1262  
 Volumieke massa vaste delen grond : 2634



Orderaantal : VN-55758-1  
 Boortype : B-1  
 Bus : 3  
 Diepte monster : N.A.F. -3,19 m  
 Grondsoort : Klei, zwak zandig, weinig plintenresten, grijs  
 Diameter monster: 64,94 mm / Initiele hoogte: 20,24 mm  
 Trap Cv10 [m2/s] k10 [m/s] Nv [1/MPa] wortel(tijd) methode  
 3 9,91E-07 1,00E-09 1,12E-01

$e_0 = 1,188$   
 Trap 1:  $e = 1,120$   
 Trap 2:  $e = 1,105$   
 Trap 3:  $e = 1,073$   
 Trap 4:  $e = 1,084$   
 Trap 5:  $e = 1,089$   
 Trap 6:  $e = 1,043$   
 Trap 7:  $e = 1,043$

Angelseksie/MEN methode  
 via porielgetal  
 Trap 1-2: CC = 0,11237 CR = 0,05137  
 Trap 3-4: CC = 0,17650 CR = 0,08068  
 Trap 4-5: CC(SW) = 0,1781 SR = 0,00814  
 Trap 5-6: CC(T) = 0,02636 RR = 0,01205  
 Trap 6-7: CC = 0,14880 CR = 0,06602

CC (MEN 5118): 0,17650 Index-Eg: 44,304 kPa  
 Trap 1: C-alpha = 0,00123  
 Trap 2: C-alpha = 0,00159  
 Trap 3: C-alpha = 0,00171  
 Trap 4: C-alpha = 0,00185  
 Trap 5: C-alpha(SW) = 0,00226  
 Trap 6: C-alpha(T) = 0,00131  
 Trap 7: C-alpha = 0,00234

Procentuele zapping dH/H [%]  
 100-dagen 10000-dagen  
 20,844 2,279 2,381 2,482  
 41,036 3,359 3,646 4,220  
 55,460 3,962 4,268 4,879  
 64,307 4,350 4,722 5,398  
 68,307 4,530 4,979 5,629  
 124,692 6,859 7,420 7,982

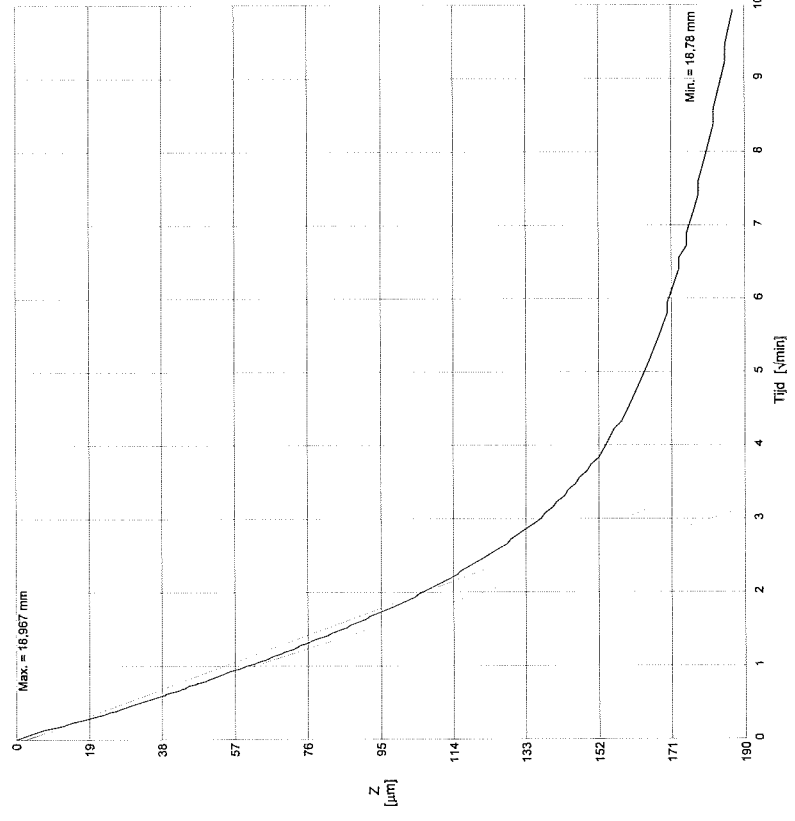
$P_g = 51,46 \text{ kPa}$   
 C = 364,6 C' = 41,4  
 Cs = 269,7 Cs' = 20,57  
 Cp = 23,9 Cp' = 20,48  
 Cp\* = 35,1  
 As = 621,6 A = 92,6  
 Cp(t) = 191,1 Cs(t) = 1246,0 C(t) = 118,4



**Wiersema & Partners**  
 RAADGEVEND INGENIEURS

Project: Europeplein te Leeuwarden  
 Samenwerkingsproef, Bus: 3; Boortype: B-1  
**GEOTECHNISCH LABORATORIUM**

AKKOORD  
**LAB**



Trap3  
 Belasting van 52,67 kPa naar 72,92 kPa  
 $C_{v10} = 2,576E-07 \text{ [m}^2\text{/s]}$   
 $m_v = 2,969E-01 \text{ [(1/MPa)]}$   
 $k_{10} = 7,499E-10 \text{ [m/s]}$

Boortype : B-1  
 Busnummer : 4  
 Monsterdiepte : N.A.P. -5,34 m  
 Sondering : 12,04-17 tot 12,04-25  
 Staat monster : ongevoerd  
 Preparatiemethode : overgeschoven  
 Beproevingomgeving : nat  
 Temperatuur : 19°C  
 Proefstukdiameter : 65,04 mm  
 Bijzonderheden : geen

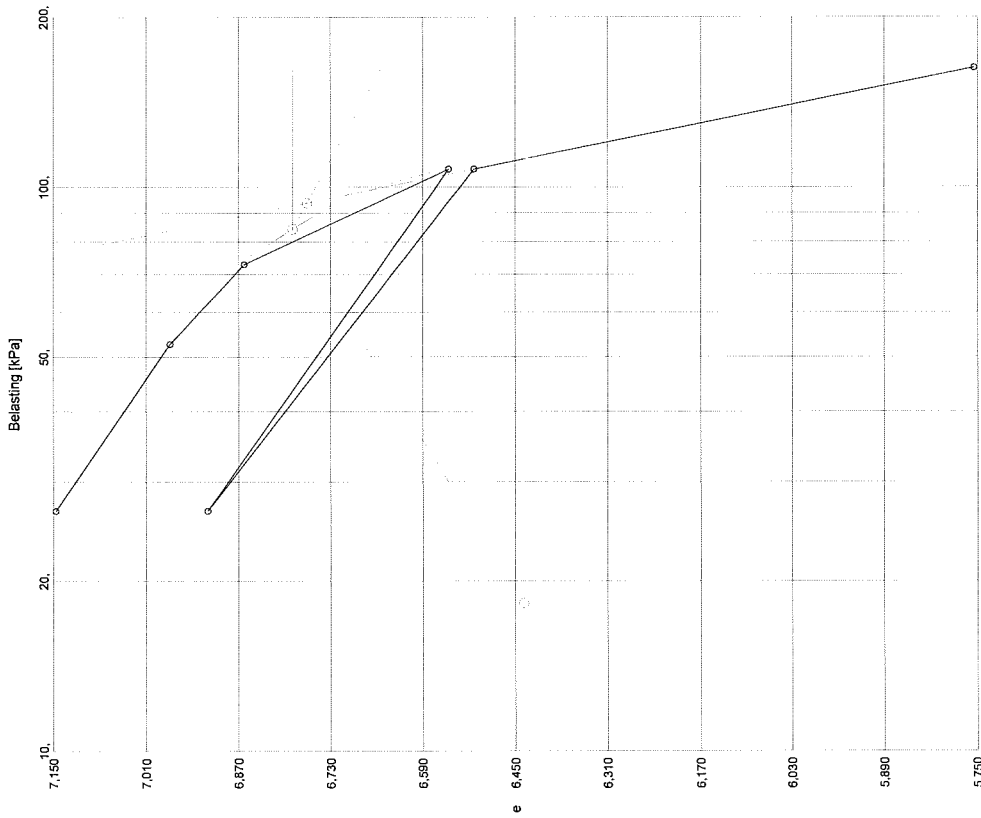
Verzadigingsgraad, begin / eind proef : 85 / 109 %  
 Vochtgehalte, begin / eind proef : 431 / 439 kg/m3  
 Volumieke massa nat, begin / eind proef : 922 / 1141 kg/m3  
 Volumieke massa droog, begin / eind proef : 174 / 212 kg/m3  
 Volumieke massa vaste deelen grond : 1462



**Wiersema & Partners**  
 RAADGEVEND INGENIEURS

Project: Europeplein te Leeuwarden  
 Consolidatie (NEN 5118), v - methode  
**GEOTECHNISCH LABORATORIUM**

AKKOORD  
**LAB**



Boring : B-1  
 Busnummer : 4  
 Monsterdiepte : N.A.P. -5.34 m  
 Grondsoort : Zand met 12.04-25  
 Proefperiode : 12.04-17 tot 12.04-25  
 Preparatiemethode : overgeschoven  
 Beproevingomgeving : nat  
 Temperatuur : 19°C  
 Proefstukdiameter : 55.04 mm  
 Bijzonderheden : geen

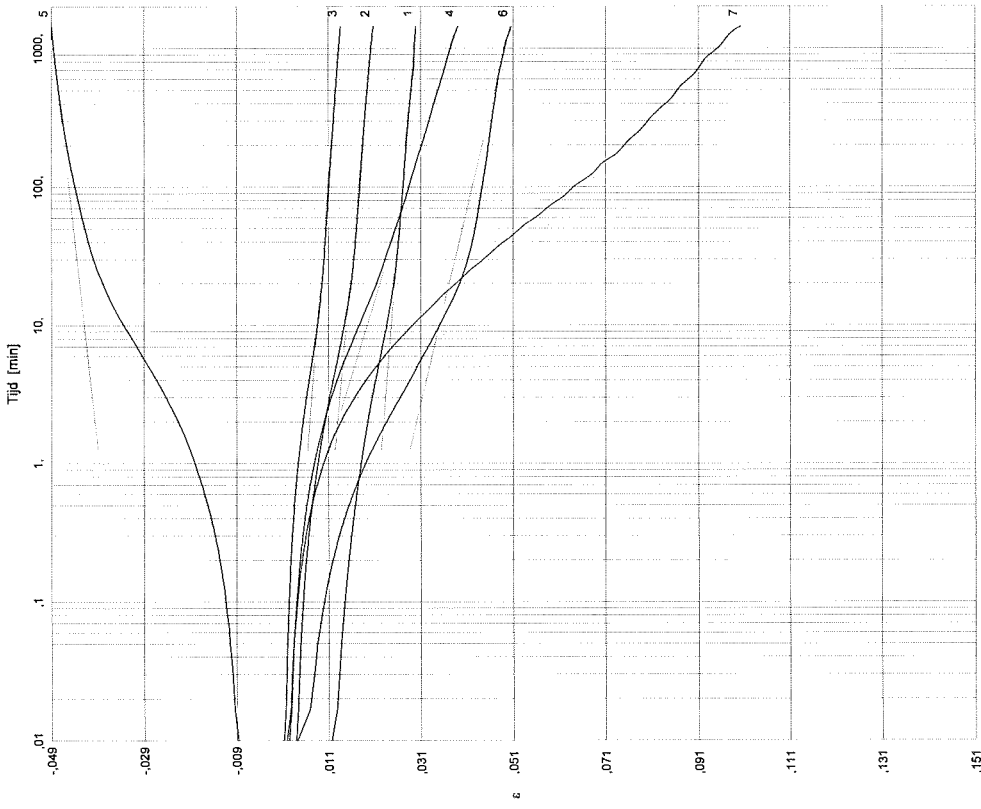
Cc = 4.22599 CR = 0.50296  
 Pg = 89.77 kPa SR = 0.07190  
 Cc(sw)1 = 0.60415 RR = 0.07940  
 Cc(0)1 = 0.66712

Verzadigingsgraad, begin / eind proef : 85 / 109 %  
 Vochtgehalte, begin / eind proef : 431 / 439 %  
 Volumieke massa nat, begin / eind proef : 922 / 1141 kg/m3  
 Volumieke massa droog, begin / eind proef : 174 / 212 kg/m3  
 Volumieke massa vaste delen grond : 1462 kg/m3



**Wiersema & Partners**  
 RAADGEVEERD INGENIEURS

Project Europa plein te Leeuwarden  
 Primaire samendrukingsindex en grensspanning (NEN 5119)  
**AKGGOIRB LAB**  
 GEOTECHNISCH LABORATORIUM



Boring : B-1  
 Busnummer : 4  
 Monsterdiepte : N.A.P. -5.34 m  
 Grondsoort : Zand met 12.04-25  
 Proefperiode : 12.04-17 tot 12.04-25  
 Preparatiemethode : overgeschoven  
 Beproevingomgeving : nat  
 Temperatuur : 19°C  
 Proefstukdiameter : 55.04 mm  
 Bijzonderheden : geen

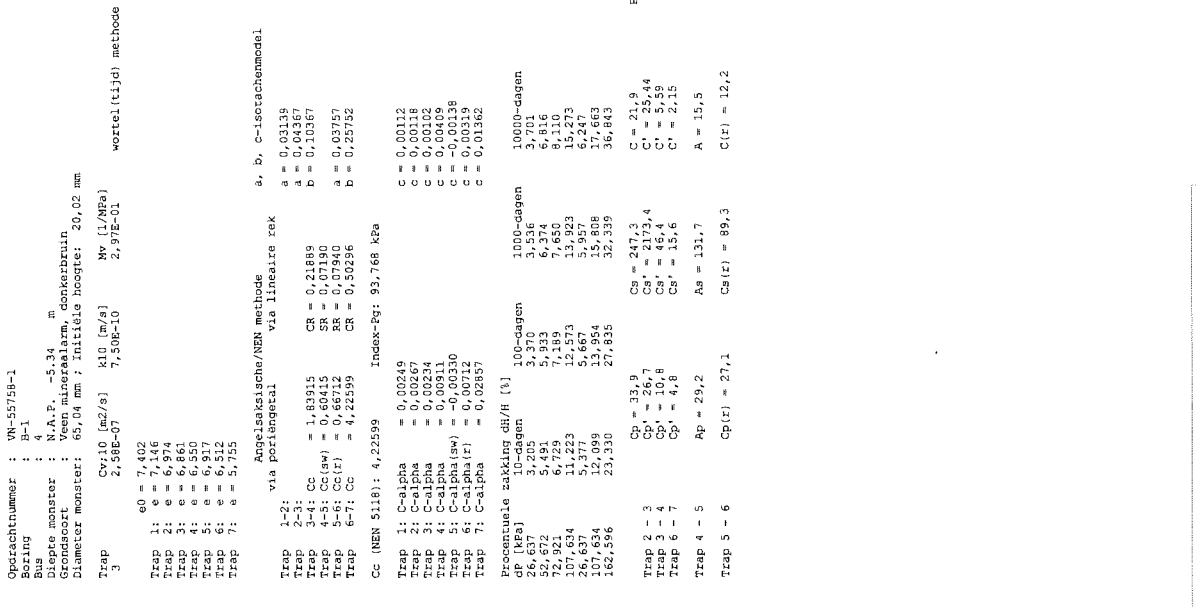
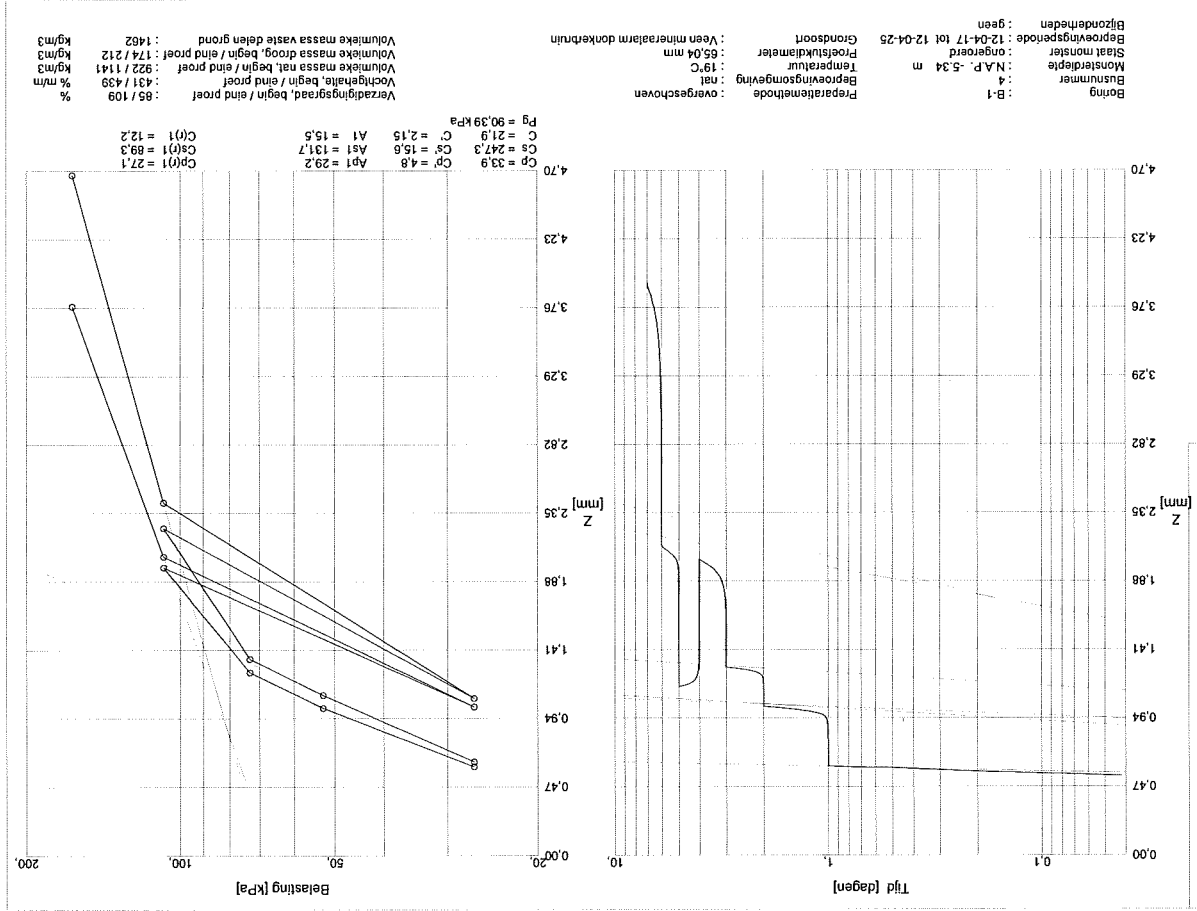
Trap 1 : Cc = 0.00249 Trap 6 : Cc(0) = 0.00712  
 Trap 2 : Cc = 0.00267 Trap 7 : Cc = 0.02857  
 Trap 3 : Cc = 0.00234  
 Trap 4 : Cc = 0.00811  
 Trap 5 : Cc(sw) = -0.00930

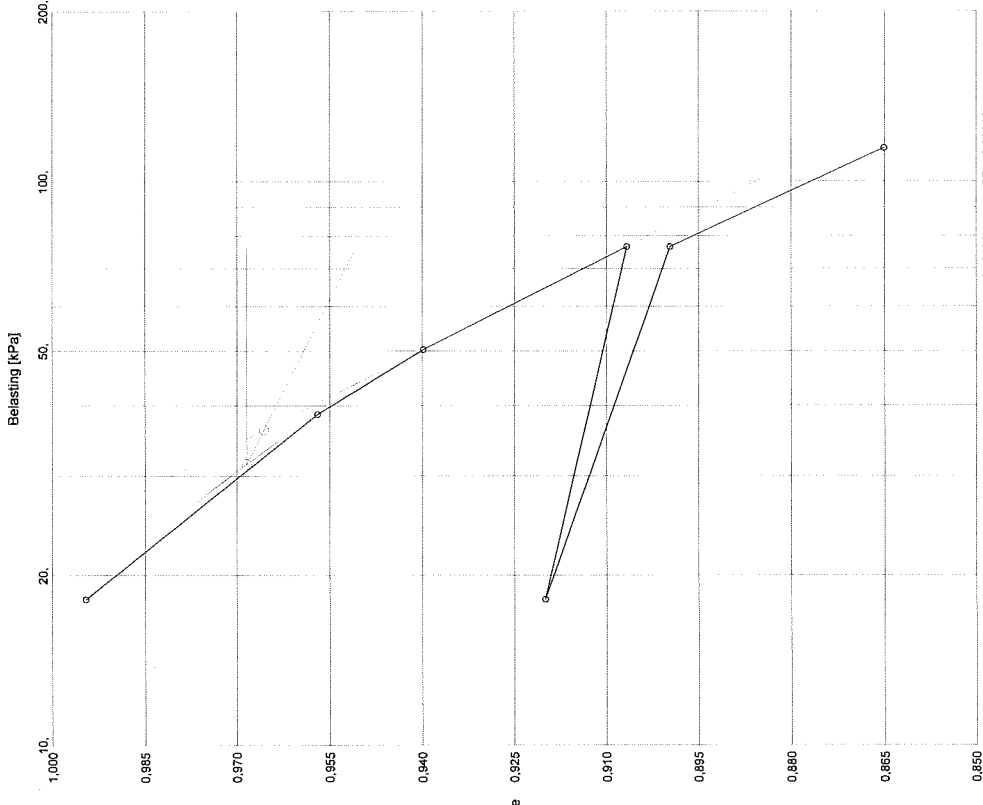
Verzadigingsgraad, begin / eind proef : 85 / 109 %  
 Vochtgehalte, begin / eind proef : 431 / 439 %  
 Volumieke massa nat, begin / eind proef : 922 / 1141 kg/m3  
 Volumieke massa droog, begin / eind proef : 174 / 212 kg/m3  
 Volumieke massa vaste delen grond : 1462 kg/m3



**Wiersema & Partners**  
 RAADGEVEERD INGENIEURS

Project Europa plein te Leeuwarden  
 Secundaire samendrukingsindex (NEN 5118)  
**AKGGOIRB LAB**  
 GEOTECHNISCH LABORATORIUM





Cc = 0,18126 CR = 0,08916  
 Pg<sub>swy1</sub> = 3622 kPa SR = 0,01032  
 Cc(01) = 0,03254 RR = 0,01583

Boring : B-3  
 Busnummer : 1  
 Monitordiepte : N.A.P. - 2,11 m  
 Grondsoort : Peilverschillicgendelvenesietes grijs  
 Proeflocatie : 12,04-17 tot 12,04-25  
 Beproevingperiode : ongereerd : 86 / 109 %  
 Staat monster : ongereerd : 34 / 40 % m/m  
 Preparatiemethode : overgeschoven  
 Beproevingomgeving : nat : 1726 / 1879 kg/m3  
 Temperatuur : 19°C  
 Proefstukdiameter : 64,96 mm  
 Bijzonderheden : geen

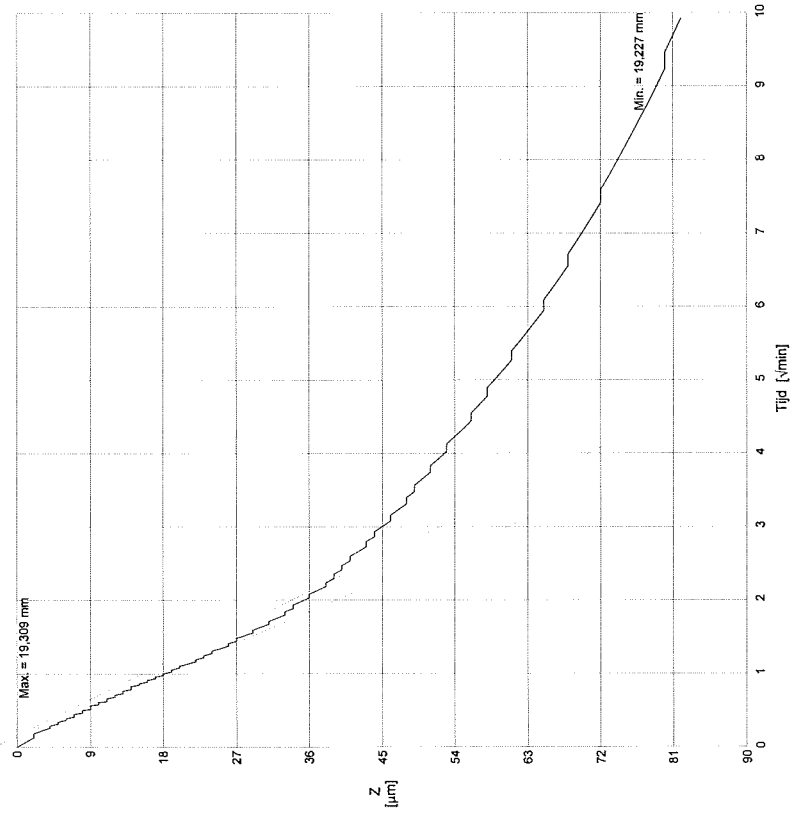


Wiersema & Partners  
 HAARLEMMEWEG 100  
 1017 CA AMSTERDAM

Project Europaaplein te Leeuwarden

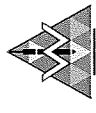
Primair samentuikingsindex en grensspanning (NEN 5119)

GEOTECHNISCH LABORATORIUM



Trap3  
 Belasting van 38,60 kPa naar 50,29 kPa  
 C<sub>v10</sub> = 2,108E-07 [m/s]  
 m<sub>v</sub> = 2,018E-01 [(MPa)]  
 k<sub>f10</sub> = 4,172E-10 [m/s]

Boring : B-3  
 Busnummer : 1  
 Monitordiepte : N.A.P. - 2,11 m  
 Grondsoort : Peilverschillicgendelvenesietes grijs  
 Proeflocatie : 12,04-17 tot 12,04-25  
 Beproevingperiode : ongereerd : 86 / 109 %  
 Staat monster : ongereerd : 34 / 40 % m/m  
 Preparatiemethode : overgeschoven  
 Beproevingomgeving : nat : 1726 / 1879 kg/m3  
 Temperatuur : 19°C  
 Proefstukdiameter : 64,96 mm  
 Bijzonderheden : geen



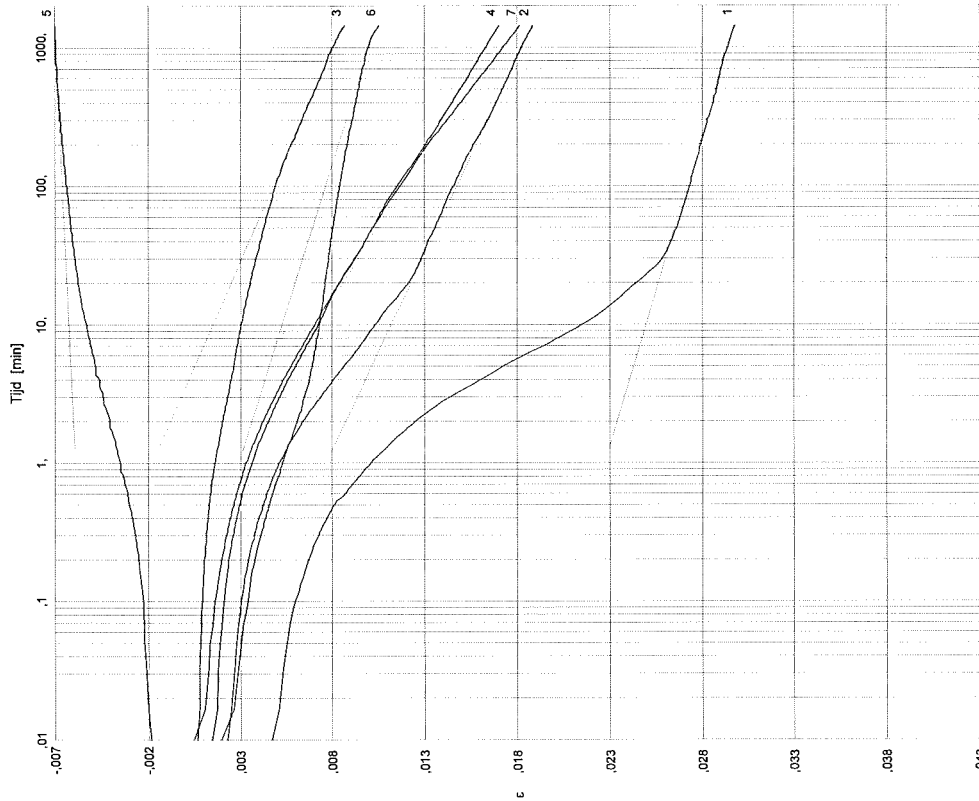
Wiersema & Partners  
 HAARLEMMEWEG 100  
 1017 CA AMSTERDAM

Project Europaaplein te Leeuwarden

Consolidatie (NEN 5118), v1 - methode

GEOTECHNISCH LABORATORIUM





Trap 1 :  $C_{\alpha}$  = 0.00223 Trap 6 :  $C_{\alpha}(r)$  = 0.00238  
 Trap 2 :  $C_{\alpha}$  = 0.00353 Trap 7 :  $C_{\alpha}$  = 0.00578  
 Trap 3 :  $C_{\alpha}$  = 0.00330  
 Trap 4 :  $C_{\alpha}$  = 0.00453  
 Trap 5 :  $C_{\alpha}(sw)$  = 0.00034

Boring : B-3  
 Busnummer : 1  
 Beproevingperiode : N.A.P. -2.11 m  
 Grondsoort : Klei sterk siltig schelpemestels gries  
 12-04-17 tot 12-04-25  
 Preparatiemethode : overgeschoven  
 Beproevingmethode : nat  
 Preparatiemethode : nat  
 Beproevingomgeving : 19°C  
 Profieluiddiameter : 64.96 mm  
 Bijzonderheden : geen

Verzadigingsgraad, begin / eind proef : 86 / 109 %  
 Vochthehalte, begin / eind proef : 94 / 40 % m/m  
 Volumieke massa nat, begin / eind proef : 1726 / 1379 kg/m<sup>3</sup>  
 Volumieke massa droog, begin / eind proef : 1286 / 1345 kg/m<sup>3</sup>  
 Volumieke massa vaste delen grond : 2644 kg/m<sup>3</sup>



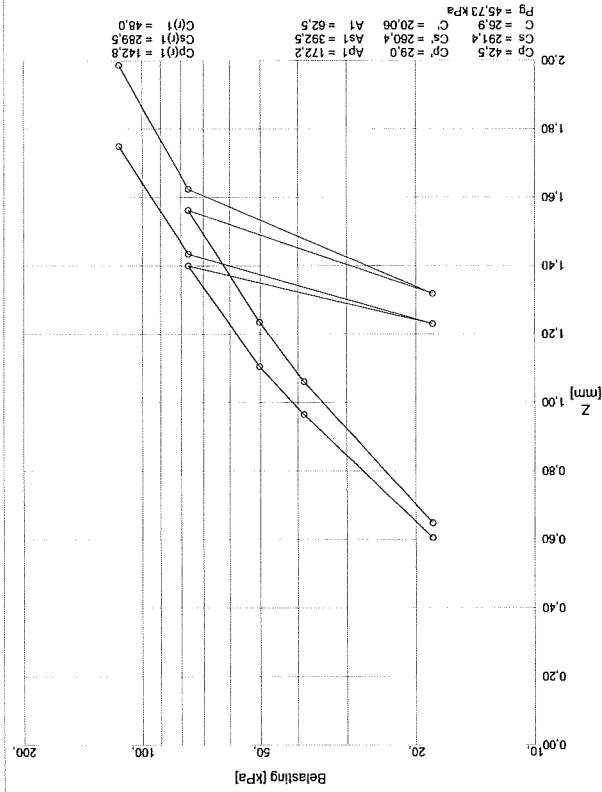
**Wiersema & Partners**  
 RAADGEVEND INGENIEURS

Project Europaplein te Leeuwarden

Secundaire samendrukkingsindex (NEN 5118)



GEOTECHNISCH LABORATORIUM



$C_p$  = 42.5  
 $C_s$  = 29.14  
 $C_r$  = 20.06  
 $P_g$  = 45.73 kPa  
 $C_p$  = 29.0  
 $C_r$  = 20.06  
 $A_1$  = 62.5  
 $A_p$  = 172.2  
 $A_s$  = 392.5  
 $A_1$  = 62.5  
 $C_p(t)$  = 142.8  
 $C_s(t)$  = 289.5  
 $C_r(t)$  = 48.0

Preparatiemethode : overgeschoven  
 Beproevingomgeving : nat  
 Temperatuur : 19°C  
 Profieluiddiameter : 65 mm  
 Grondsoort : Klei sterk siltig schelpemestels gries

Boring : B-3  
 Busnummer : 1  
 Monsterdiepte : N.A.P. -2.11 m  
 Beproevingperiode : 12-04-17 tot 12-04-25  
 Bijzonderheden : geen



**Wiersema & Partners**  
 RAADGEVEND INGENIEURS

Project Europaplein te Leeuwarden

Samendrukkingsconstanten vlg. Koppelen



GEOTECHNISCH LABORATORIUM

Onderschriftnummer : VN-55758-1  
 Boring : B-3  
 Bus : 1  
 Diepte monster : N.A.P. -2,11 m  
 Bronsoort : Klei, sterk siltig, schelpenrestjes, grijs  
 Diameter monster: 64,96 mm / initiële hoogte: 20,30 mm  
 Cv:10 [m<sup>2</sup>/s] k10 [m/s] Nv [1/WPa] wortel(tijd) methode  
 Trap 3 2,11E-07 4,17E-10 2,02E-01

$e_0 = 1,056$   
 Trap 1:  $e = 0,957$   
 Trap 2:  $e = 0,957$   
 Trap 3:  $e = 0,940$   
 Trap 4:  $e = 0,907$   
 Trap 5:  $e = 0,920$   
 Trap 6:  $e = 0,900$   
 Trap 7:  $e = 0,905$

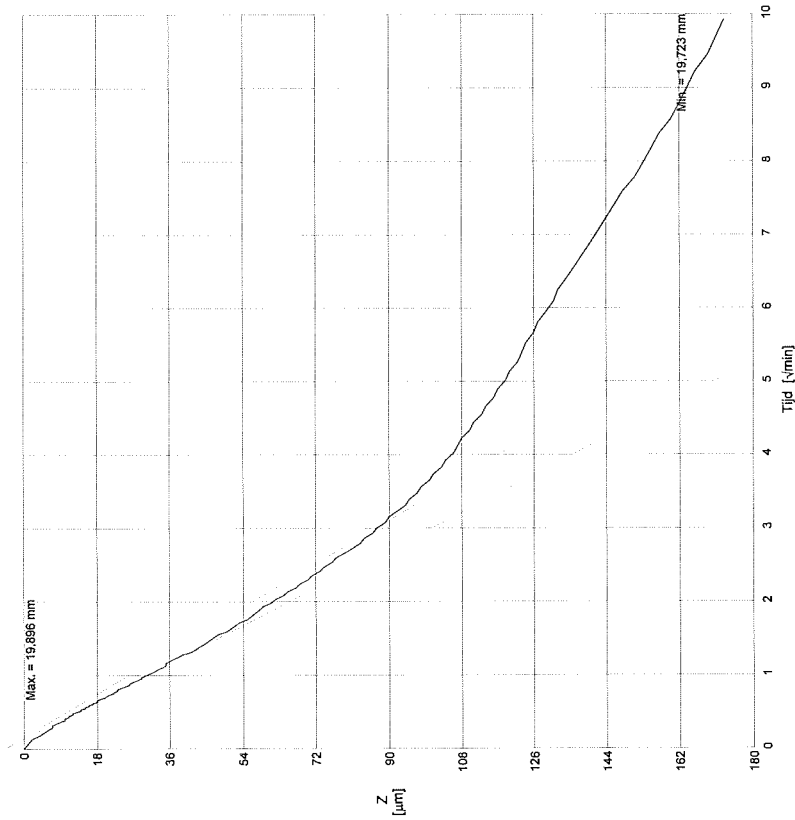
Angesaksische/NEN methode  
 via poriëgetal  
 a, b, c-Isotachemodell  
 Trap 1-2: CC = 0,14896 CR = 0,07245  
 Trap 3-4: CC = 0,18126 CR = 0,08816  
 Trap 4-5: CC(9w) = 0,02121 SR = 0,01032  
 Trap 5-6: CC(t) = 0,02254 RR = 0,01583  
 Trap 6-7: CC = 0,19741 CR = 0,09602

CC (NEN 5118): 0,18126 Index-Eg: 36,218 kPa  
 Trap 1: C-alpha = 0,00223  
 Trap 2: C-alpha = 0,00353  
 Trap 3: C-alpha = 0,00350  
 Trap 4: C-alpha = 0,00350  
 Trap 5: C-alpha(9w) = -0,00034  
 Trap 6: C-alpha(t) = 0,00238  
 Trap 7: C-alpha = 0,00578

Procentuele zaktijding dH/h [%] 1000-dagen  
 18,133 3,132 3,619 3,633  
 38,588 5,226 5,699 5,644  
 50,289 6,085 6,726 7,367  
 18,598 2,698 2,830 3,005  
 76,593 8,000 8,933 9,867  
 114,588 9,787 10,957 12,126

Cp = 42,5 Cs = 291,4  
 Cp\* = 29,0 Cs\* = 211,75  
 Trap 3 - 4 Cp = 25,0 Cs = 280,4  
 Trap 6 - 7 Cp\* = 25,0 Cs\* = 177,9  
 Trap 4 - 5 Ap = 172,2 Aa = 392,5 A = 62,5  
 Trap 5 - 6 Cp(t) = 142,8 Cs(t) = 289,5 C(t) = 46,0

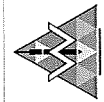
Eg = 45,73 kPa



Trap3  
 Belasting van 46,19 kPa naar 63,28 kPa  
 Cv,10 = 1,123E-07 [m<sup>2</sup>/s]  
 m<sub>v</sub> = 3,097E-01 [1/WPa]  
 k<sub>10</sub> = 3,410E-10 [m/s]

Boring : B-3  
 Busnummer : 2  
 Monstiepte : N.A.P. -3,71 m  
 Boringsoort : klei, sterk siltig  
 Boringperiode : 12,04-17 tot 12,04-25  
 Staat monster : ongeerd  
 Preparatiemethode : overgeschoven  
 Beproevingmethode : nat  
 Temperatuur : 19°C  
 Proefstukdiameter : 64,96 mm  
 Bijzondereheden : geen

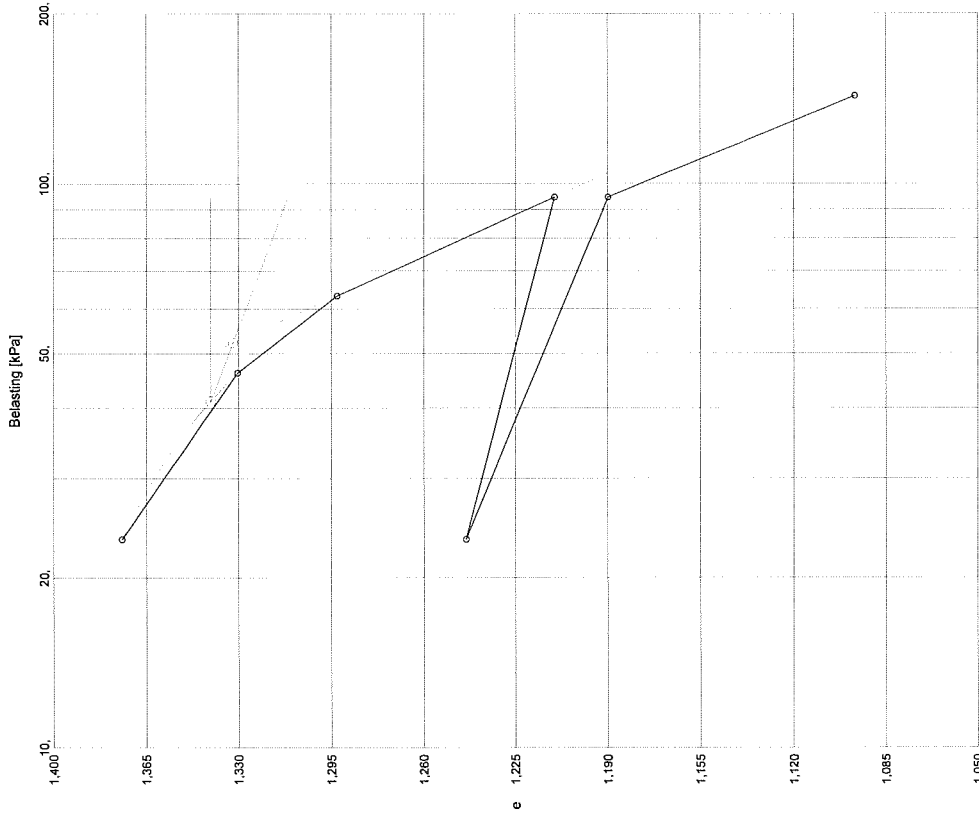
Verzadigingsgraad, begin / eind proef : 91 / 106 %  
 Vochthele, begin / eind proef : 50 / 61 %  
 Volumieke massa nat, begin / eind proef : 1617 / 1689 kg/m<sup>3</sup>  
 Volumieke massa droog, begin / eind proef : 1075 / 1058 kg/m<sup>3</sup>  
 Volumieke massa vaste delen grond : 2,657



**Wiertsema & Partners**  
 RAADGEVEND INGENIEURS

Project Europaaplein te Leeuwarden  
 Consolidatie (NEN 5118), t - methode  
**GEOTECHNISCH LABORATORIUM**





Cc = 0,47300 CR = 0,19336  
 Pg = 52,29 kPa  
 Cc(w)/1 = 0,02371  
 Cc(w) = 0,08892 RR = 0,03635

Boring : B-3  
 Busnummer : 2  
 Monstertype : N.A.P. - 3.71, m  
 Boringsterpte : 12,04-17 tot 12,04-25  
 Borensprek : Kf, sterk siltig, spijls  
 Borensprekperiode : ongeord  
 Staat monster : ongeord  
 Preparatiemethode : overgeschoven  
 Beproevingmethode : nat  
 Temperatuur : 19°C  
 Proefstukdiameter : 64,56 mm  
 Bijzondereheden : geen

Verzadigingsgraad, begin / eind proef : 91 / 106 %  
 Vochthehalte, begin / eind proef : 50 / 61 %  
 Volumieke massa nat, begin / eind proef : 1617 / 1689 kg/m<sup>3</sup>  
 Volumieke massa droog, begin / eind proef : 1078 / 1098 kg/m<sup>3</sup>  
 Volumieke massa vaste delen grond : 2637 kg/m<sup>3</sup>



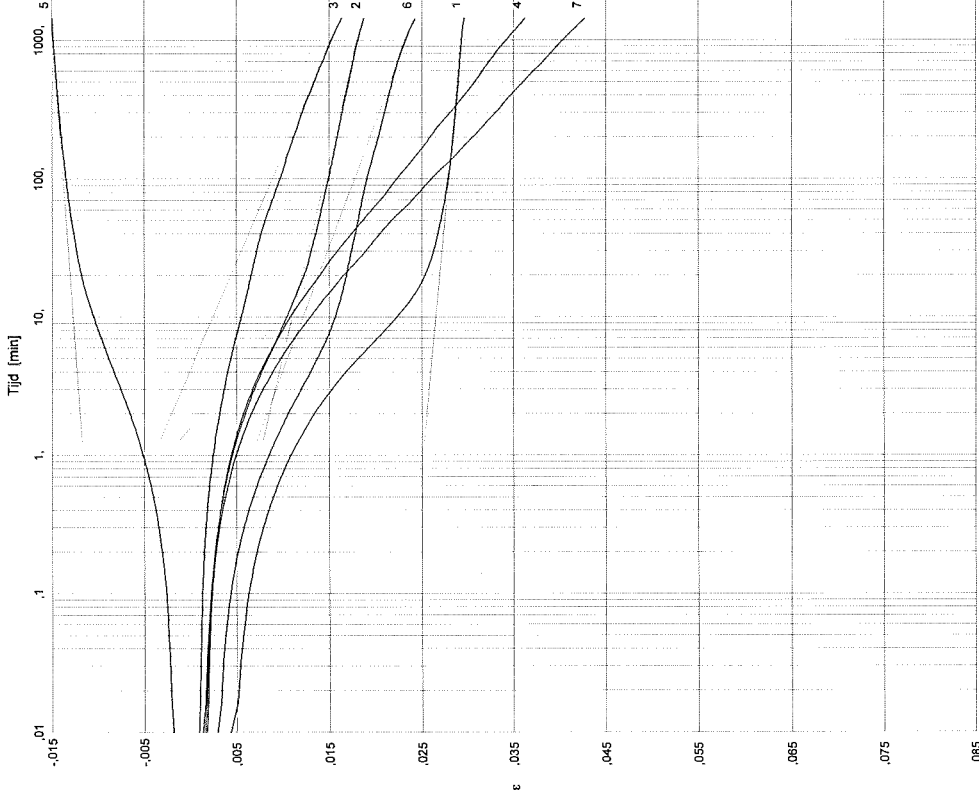
**Wiersema & Partners**  
 RAADGEVEND INGENIEURS

Project Europeplein te Leeuwarden

Primaire samendrukingsindex en grensspanning (NEN 5118)



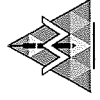
GEOTECHNISCH LABORATORIUM



Trap 1 : Cc = 0,00142 Trap 6 : Cc(r) = 0,00656  
 Trap 2 : Cc = 0,00335 Trap 7 : Cc = 0,01442  
 Trap 3 : Cc = 0,00641  
 Trap 4 : Cc = 0,01225  
 Trap 5 : Cc(sw) = -0,00707

Boring : B-3  
 Busnummer : 2  
 Monstertype : N.A.P. - 3.71, m  
 Boringsterpte : 12,04-17 tot 12,04-25  
 Borensprek : Kf, sterk siltig, spijls  
 Borensprekperiode : ongeord  
 Staat monster : ongeord  
 Preparatiemethode : overgeschoven  
 Beproevingmethode : nat  
 Temperatuur : 19°C  
 Proefstukdiameter : 64,56 mm  
 Bijzondereheden : geen

Verzadigingsgraad, begin / eind proef : 91 / 106 %  
 Vochthehalte, begin / eind proef : 50 / 61 %  
 Volumieke massa nat, begin / eind proef : 1617 / 1689 kg/m<sup>3</sup>  
 Volumieke massa droog, begin / eind proef : 1078 / 1098 kg/m<sup>3</sup>  
 Volumieke massa vaste delen grond : 2637 kg/m<sup>3</sup>



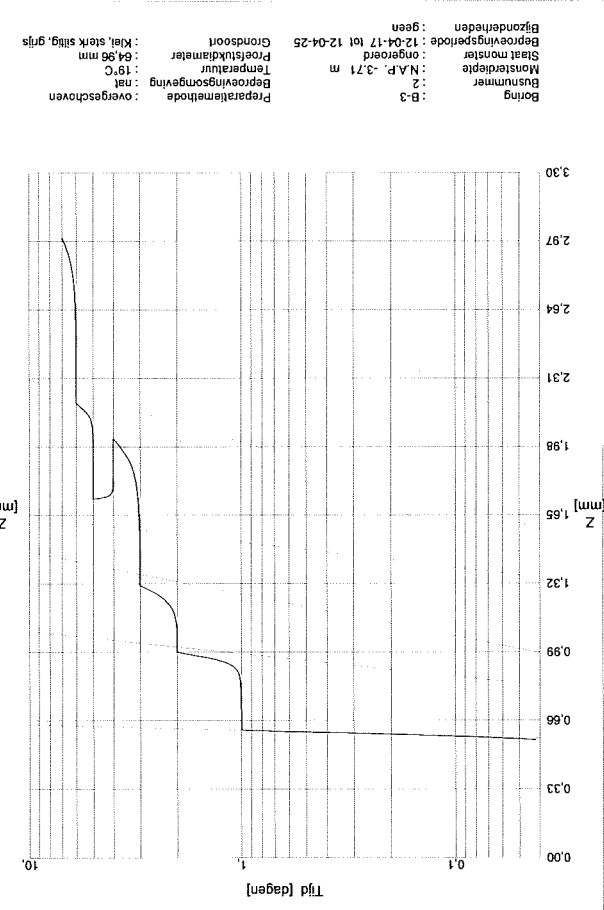
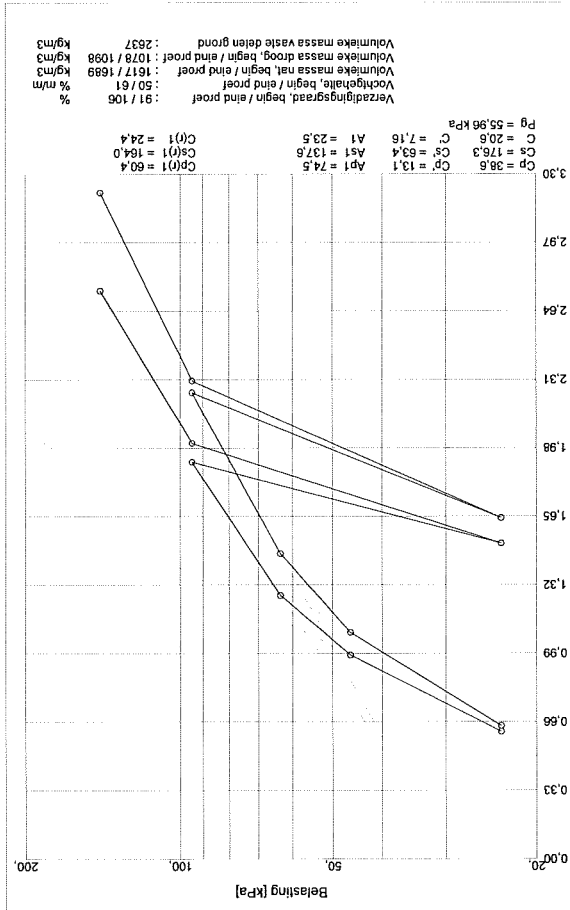
**Wiersema & Partners**  
 RAADGEVEND INGENIEURS

Project Europeplein te Leeuwarden

Secundaire samendrukingsindex (NEN 5118)



GEOTECHNISCH LABORATORIUM



**Wiersema & Partners**  
 RAADGEVEND INGENIEURS

Project Europeaplein te Leeuwarden  
 Samenwerkingsconsortium Vlg. Koppelman  
**GEOTECHNISCH LABORATORIUM**

AKKOORD  
**LAB**

Oprachtnummer : VN-55756-1  
 Boring : B-3  
 Bus : 2  
 Diepte monster : N.A.P. -3.71 m  
 Grondsoort : Klei, sterk siltig, grijs  
 Diameter monster: 61,96 mm ; initiële hoogte: 20,90 mm  
 Trap Cv:10 [mz/s] K10 [m/s] Mv [1/MPa]  
 3 1,12E-07 3,41E-10 3,10E-01  
 60 = 1,44E  
 Trap 1: e = 1,374  
 Trap 2: e = 1,330  
 Trap 3: e = 1,293  
 Trap 4: e = 1,210  
 Trap 5: e = 1,184  
 Trap 6: e = 1,156  
 Trap 7: e = 1,037

Angelaaksische/MEN methode  
 via poriengetal  
 Trap 1-2: Cc = 0,2744  
 Trap 2-3: Cc = 0,24777  
 Trap 3-4: Cc = 0,11232  
 Trap 4-5: Cc(sw) = 0,47300  
 Trap 5-6: Cc(sw) = 0,05555  
 Trap 6-7: Cc = 0,08882  
 Index-Pq: 52,286 kPa  
 Cc (MEN 5118): 0,47300  
 Trap 1: C-alpha = 0,00142  
 Trap 2: C-alpha = 0,00142  
 Trap 3: C-alpha = 0,00142  
 Trap 4: C-alpha = 0,01225  
 Trap 5: C-alpha (sw) = -0,00107  
 Trap 6: C-alpha (s) = 0,00556  
 Trap 7: C-alpha = 0,01442

Percentuele zakking dh/h (%)	100-dagen	1000-dagen	10000-dagen
dP (kPa)	3,066	3,200	3,334
3,066	5,735	6,255	6,775
46,888	5,216	5,735	6,255
61,880	1,0742	1,0742	1,0742
73,399	1,7452	1,7452	1,7452
84,616	7,8512	8,447	9,033
94,616	11,025	12,464	13,901
143,043	15,361	17,622	19,881

Trap 2 - 3 Cs = 176,3  
 Trap 3 - 4 Cs = 89,9  
 Trap 4 - 5 Cs = 131,1  
 Trap 6 - 7 Cs = 63,4  
 Trap 6 - 7 Cs = 49,0  
 Trap 4 - 5 As = 74,5  
 Trap 5 - 6 Cp(s) = 60,4  
 Cs(s) = 164,0  
 C(s) = 24,4

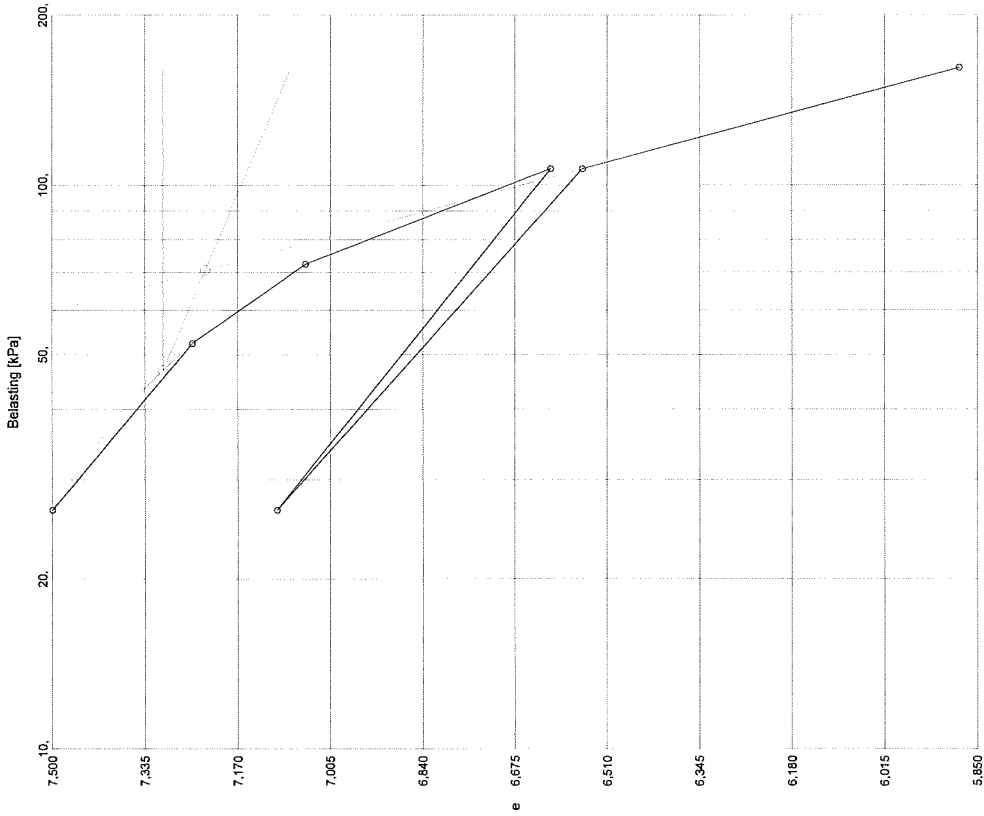
Boring : B-3  
 Busnummer : 2  
 Diepte monster : N.A.P. -3,71 m  
 Grondsoort : geen  
 Bijzonderheden : geen  
 Deelnummer : 12-04-17 tot 12-04-25  
 Grondsoort : geen  
 Preparatiemethode : overgeschoven  
 Temperatuur : 19°C  
 Proefdikte/monster : 196 mm  
 Diameter : 61,96 mm  
 Grondsoort : Klei, sterk siltig, grijs

**Wiersema & Partners**  
 RAADGEVEND INGENIEURS

Project Europeaplein te Leeuwarden  
 Samenwerkingsconsortium Vlg. Koppelman  
**GEOTECHNISCH LABORATORIUM**

AKKOORD  
**LAB**





Cc = 3,74980 CR = 0,42283  
 Pg = 70,65 kPa SR = 0,09105  
 C<sub>dsw</sub>1 = 0,80745 RR = 0,10173  
 Cc(1) = 0,90214

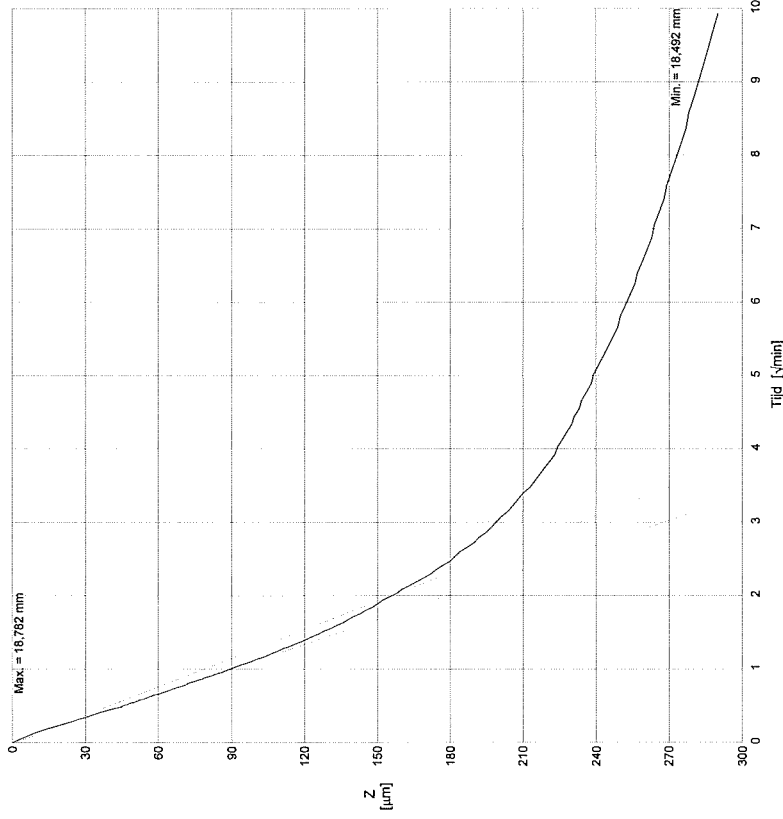
Veradigingsgraad, begin / eind proef : 87 / 109 %  
 Vochtgehalte, begin / eind proef : 461 / 431 % m/m  
 Volumieke massa nat, begin / eind proef : 936 / 1143 kg/m<sup>3</sup>  
 Volumieke massa droog, begin / eind proef : 167 / 215 kg/m<sup>3</sup>  
 Volumieke massa vaste delen grond : 1481

Boring : B-3  
 Buurnummer : 3  
 Monstertdiepte : N.A.P. -4,96 m  
 Grondsoort : Veer mineraalarm, donkerbruin  
 Grondtoestand : Veer tot 12-04-25  
 Sproeiingsperiode : overged  
 Preparatiemethode : overgeschoven  
 Beproevingomgeving : nat  
 Temperatuur : 19 °C  
 Proefstukdiameter : 64,96 mm  
 Bijzonderheden : geen



**Wieritsema & Partners**  
 RAADGEVEND INGENIEURS

Project Europeplein te Leeuwarden  
 Primaire samendrukingsindex en grensspanning (NEN 5118)  
**AKKOORD**  
**LAB**  
 GEOTECHNISCH LABORATORIUM



Trap3  
 Belasting van 52,33 kPa naar 72,44 kPa  
 C<sub>v</sub>10 = 2,390E-07 [m<sup>2</sup>/s]  
 m<sub>v</sub> = 4,618E-01 [1/MPa]  
 k<sub>10</sub> = 1,082E-09 [m/s]

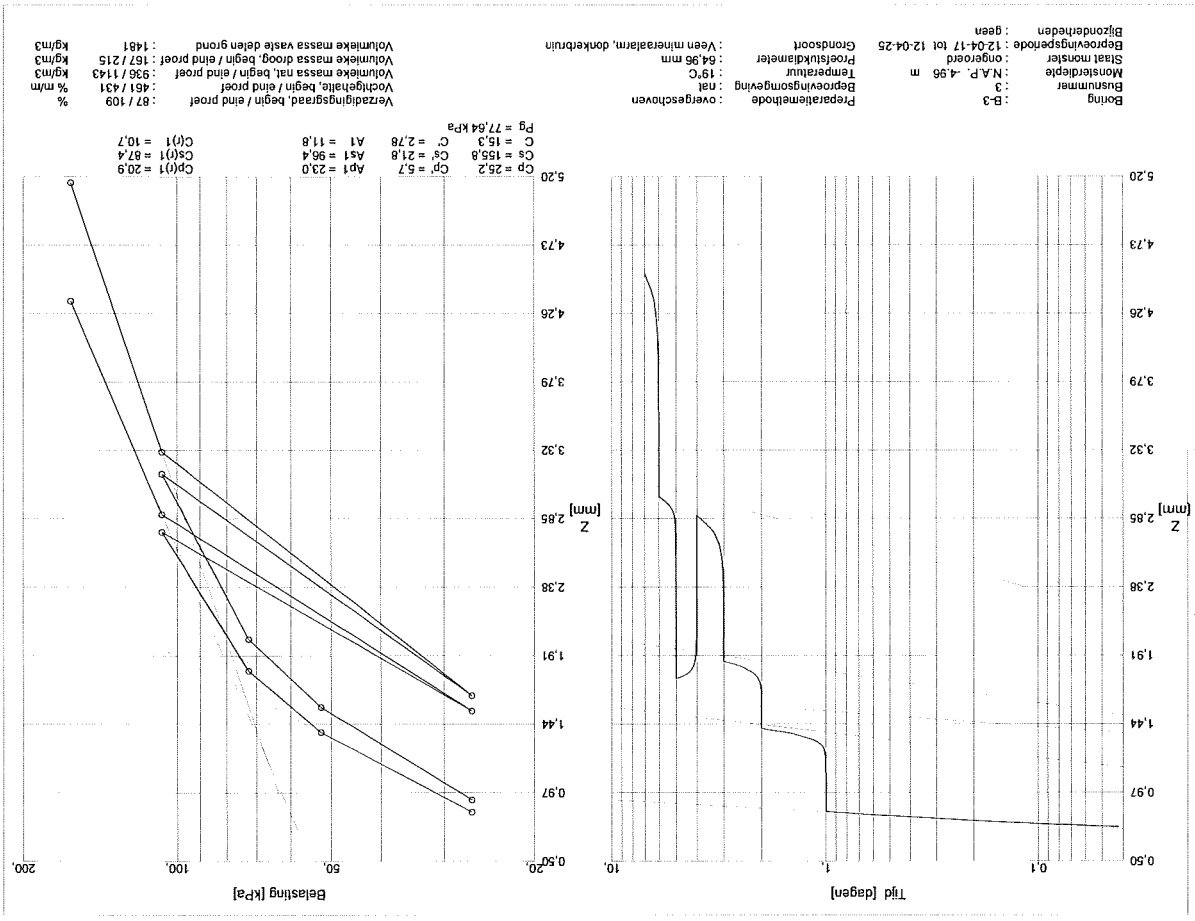
Veradigingsgraad, begin / eind proef : 87 / 109 %  
 Vochtgehalte, begin / eind proef : 461 / 431 % m/m  
 Volumieke massa nat, begin / eind proef : 936 / 1143 kg/m<sup>3</sup>  
 Volumieke massa droog, begin / eind proef : 167 / 215 kg/m<sup>3</sup>  
 Volumieke massa vaste delen grond : 1481

Boring : B-3  
 Buurnummer : 3  
 Monstertdiepte : N.A.P. -4,96 m  
 Grondsoort : Veer mineraalarm, donkerbruin  
 Grondtoestand : Veer tot 12-04-25  
 Sproeiingsperiode : overged  
 Preparatiemethode : overgeschoven  
 Beproevingomgeving : nat  
 Temperatuur : 19 °C  
 Proefstukdiameter : 64,96 mm  
 Bijzonderheden : geen



**Wieritsema & Partners**  
 RAADGEVEND INGENIEURS

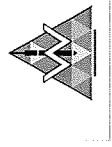
Project Europeplein te Leeuwarden  
 Consolidatie (NEN 5118), -t- methode  
**AKKOORD**  
**LAB**  
 GEOTECHNISCH LABORATORIUM



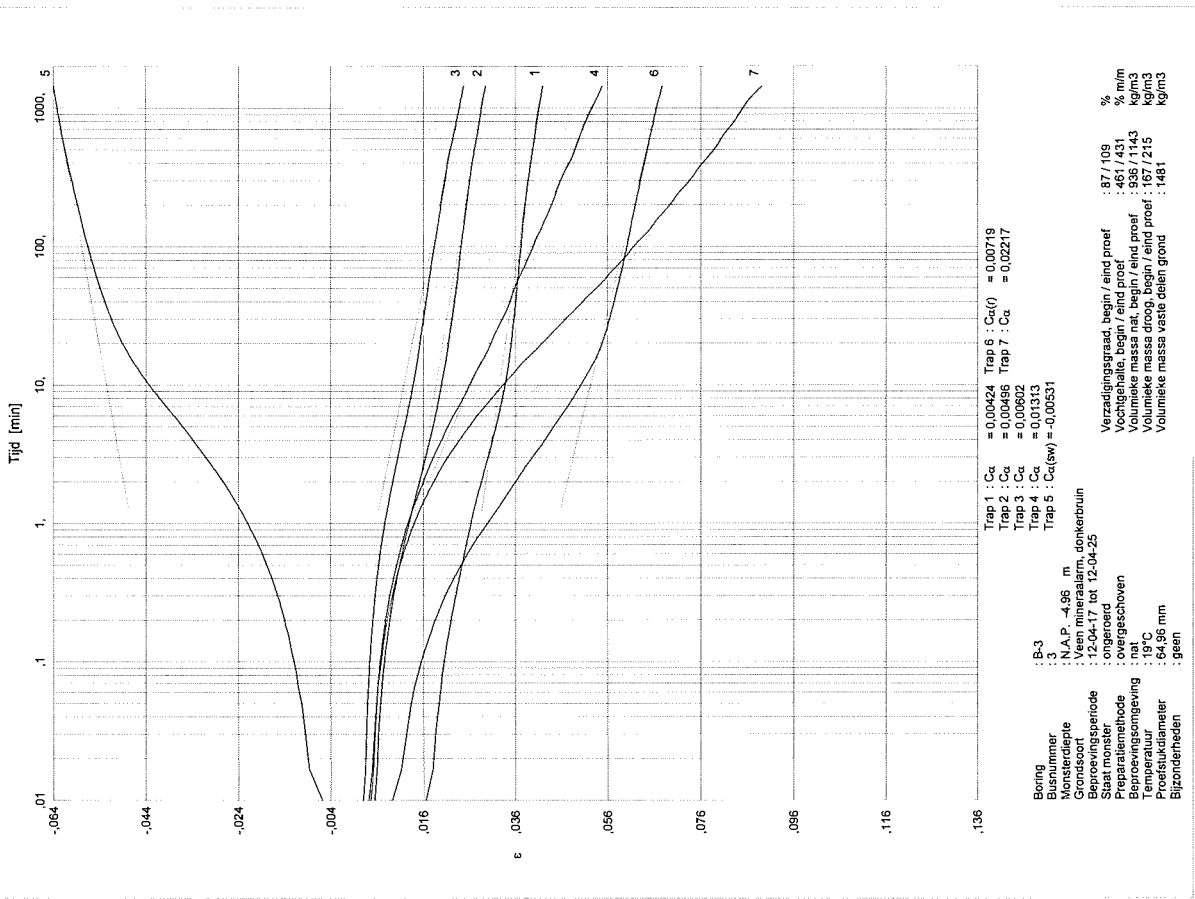
Boring : B-3  
 Monsterdiepte : 3  
 Spreivingsperiode : N.A.P. - 4,96 m  
 Grondsoort : 12-04-17 tot 12-04-25  
 Bijzonderheden : geen  
 Preparatiemethode : overgeschoven  
 Bewegingsomgeving : nat  
 Temperatuur : 19°C  
 Proefrukdiameter : 64,96 mm  
 Grondsoort : Veen mineralaarm, donkerbruin

Verzetingsgraad, begin / eind proef : 87 / 109 %  
 Vochtgehalte, begin / eind proef : 461 / 431 % m/m  
 Volumieke massa nat, begin / eind proef : 936 / 1143 kg/m3  
 Volumieke massa droog, begin / eind proef : 167 / 215 kg/m3  
 Volumieke massa vaste delen grond : 1481

Cp(1) = 20,9  
 Cs(1) = 87,4  
 C(1) = 10,7  
 Ap1 = 23,0  
 As1 = 96,4  
 A1 = 11,8  
 Cp = 25,2  
 Cs = 155,8  
 C = 15,3  
 Pg = 77,64 kPa  
 Cp = 5,7  
 Cs = 21,8  
 C = 2,78


**Wiersema & Partners**  
 RAADGEVEND INGENIEURS

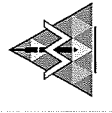
Project: Europeasplein te Leeuwarden  
 Samenwerkingsconsortium vlg. Koppelaar  
**AVOCORP LAB**  
 GEOTECHNISCH LABORATORIUM



Boring : B-3  
 Monsterdiepte : 3  
 Spreivingsperiode : N.A.P. - 4,96 m  
 Grondsoort : 12-04-17 tot 12-04-25  
 Bijzonderheden : geen  
 Preparatiemethode : overgeschoven  
 Bewegingsomgeving : nat  
 Temperatuur : 19°C  
 Proefrukdiameter : 64,96 mm  
 Grondsoort : Veen mineralaarm, donkerbruin

Verzetingsgraad, begin / eind proef : 87 / 109 %  
 Vochtgehalte, begin / eind proef : 461 / 431 % m/m  
 Volumieke massa nat, begin / eind proef : 936 / 1143 kg/m3  
 Volumieke massa droog, begin / eind proef : 167 / 215 kg/m3  
 Volumieke massa vaste delen grond : 1481

Trap 1 : C<sub>α</sub> = 0,00424 Trap 6 : C<sub>α</sub>(t) = 0,00719  
 Trap 2 : C<sub>α</sub> = 0,00496 Trap 7 : C<sub>α</sub> = 0,02217  
 Trap 3 : C<sub>α</sub> = 0,00602  
 Trap 4 : C<sub>α</sub> = 0,01313  
 Trap 5 : C<sub>α</sub>(sw) = -0,00531


**Wiersema & Partners**  
 RAADGEVEND INGENIEURS

Project: Europeasplein te Leeuwarden  
 Secundaire samenwerkingsindex (NEN 5118)  
**AVOCORP LAB**  
 GEOTECHNISCH LABORATORIUM

Oedraachtnummer : VN-55758-1  
 Boring : B-3  
 Bus : 3  
 Diepte monster : N.A.F. -4,96 m  
 Grondsoort : Veen, mineraalarm, donkerbruin  
 Diameter monster: 64,96 mm ; Initiele hoogte: 20,24 mm  
 Trap Cv10 [m2/s] k10 [m/s] Mv [l/NEa] wortel(tijd) methode  
 3 2,39E-07 1,08E-09 4,62E-01

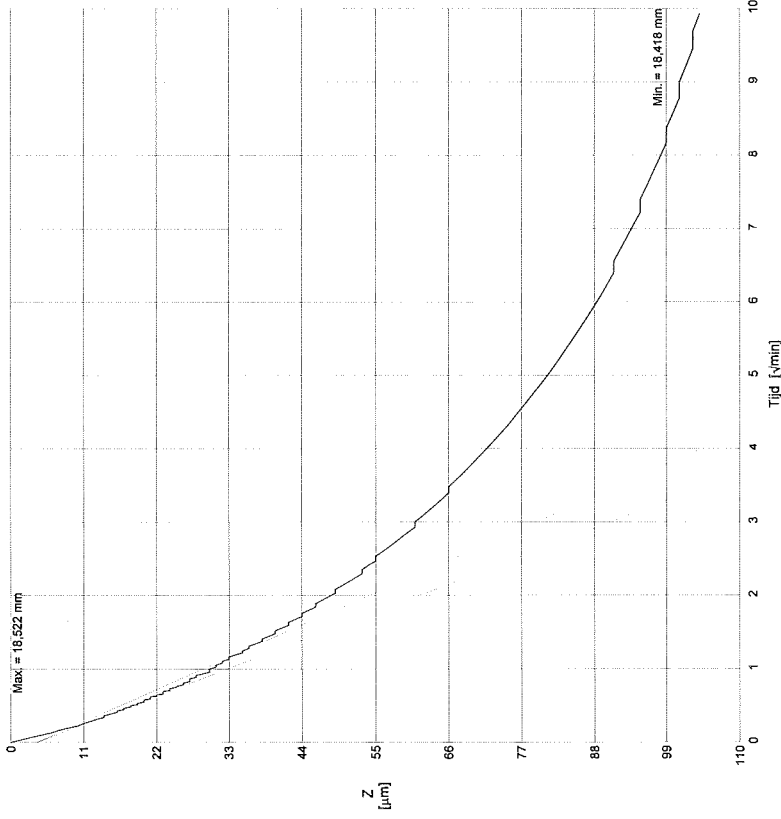
Trap 1: e0 = 7,889  
 Trap 2: e = 7,251  
 Trap 3: e = 7,049  
 Trap 4: e = 6,611  
 Trap 5: e = 7,100  
 Trap 6: e = 7,100  
 Trap 7: e = 5,882

Trap 1-2: Cc (sw) = 1,42728 CR = 0,16094  
 Trap 3-4: Cc = 2,159452 CR = 0,292556  
 Trap 4-5: Cc(sw) = 0,80745 SR = 0,09105  
 Trap 5-6: Cc(tr) = 0,80214 RR = 0,10173  
 Trap 6-7: Cc = 3,74950 CR = 0,42283  
 Index-Pg: 3,74950 Index-Pg: 70,650 kPa

Trap 1: C-alpha = 0,00424  
 Trap 2: C-alpha = 0,00496  
 Trap 3: C-alpha = 0,00521  
 Trap 4: C-alpha = 0,01315  
 Trap 5: C-alpha(sw) = -0,00531  
 Trap 6: C-alpha(tr) = 0,00719  
 Trap 7: C-alpha = 0,02217

Procentuele zakkings dh/H (%)  
 dp [kPa] 100-dagen 1000-dagen 10000-dagen  
 26,478 4,548 4,959 5,370 5,782  
 52,331 7,686 8,534 9,383 10,231  
 72,439 9,986 11,059 12,132 13,206  
 86,470 11,636 12,861 13,870 14,878  
 106,910 13,344 14,465 15,587 16,708  
 161,490 25,466 29,498 33,510 37,522

Trap 2-3 Cp = 25,2 Cs = 15,3  
 Trap 3-4 Cp\* = 8,3 Cs\* = 45,9  
 Trap 6-7 Cp\* = 5,7 Cs\* = 21,8  
 Trap 4-5 Ap = 23,0 As = 96,4  
 Trap 5-6 Cp(t) = 20,9 Cs(t) = 87,4  
 Pg = 77,64 kPa C(t) = 10,7



Cv10 = 6,278E-07 [m²/s]  
 mv = 1,858E-01 [l/NEa]  
 k10 = 1,143E-09 [m/s]

Trap3  
 Belasting van 25,10 kPa naar 95,15 kPa

Boring : B-4  
 Busnummer : 1  
 Monsterdiepte : N.A.P. -2,11 m  
 Grondsoort : Klei, zw. slig, sterk humeus, bruinlig  
 Slat monster : 120,4 mm tot 120,425  
 Veradingsgraad, begin / eind proef : 89 / 105 %  
 Vochtgehalte, begin / eind proef : 278 / 332 %  
 Preparatiemethode : ongesloten  
 Beproevingmethode : overgesloten  
 Volumieke massa nat, begin / eind proef : 1031 / 1171 kg/m³  
 Temperatuur : nat  
 Proefstijldiameter : 64,95 mm  
 Bijzonderheden : geen



**Wieritsema & Partners**  
 RAADGEVEND INGENIEURS

Project Europaaplein te Leeuwarden  
 Consolidatie (NEN 5118), -vl -methode  
**GEOTECHNISCH LABORATORIUM**



Oedraachtnummer : VN-55758-1

Boring : B-3

Bus : 3

Diepte monster : N.A.F. -4,96 m

Grondsoort : Veen, mineraalarm, donkerbruin

Diameter monster: 64,96 mm ; Initiele hoogte: 20,24 mm

Trap Cv10 [m2/s] k10 [m/s] Mv [l/NEa] wortel(tijd) methode

3 2,39E-07 1,08E-09 4,62E-01

Trap 1: e0 = 7,889

Trap 2: e = 7,251

Trap 3: e = 7,049

Trap 4: e = 6,611

Trap 5: e = 7,100

Trap 6: e = 7,100

Trap 7: e = 5,882

Trap 1-2: Cc (sw) = 1,42728 CR = 0,16094

Trap 3-4: Cc = 2,159452 CR = 0,292556

Trap 4-5: Cc(sw) = 0,80745 SR = 0,09105

Trap 5-6: Cc(tr) = 0,80214 RR = 0,10173

Trap 6-7: Cc = 3,74950 CR = 0,42283

Index-Pg: 3,74950 Index-Pg: 70,650 kPa

Trap 1: C-alpha = 0,00424

Trap 2: C-alpha = 0,00496

Trap 3: C-alpha = 0,00521

Trap 4: C-alpha = 0,01315

Trap 5: C-alpha(sw) = -0,00531

Trap 6: C-alpha(tr) = 0,00719

Trap 7: C-alpha = 0,02217

Procentuele zakkings dh/H (%)

dp [kPa] 100-dagen 1000-dagen 10000-dagen

26,478 4,548 4,959 5,370 5,782

52,331 7,686 8,534 9,383 10,231

72,439 9,986 11,059 12,132 13,206

86,470 11,636 12,861 13,870 14,878

106,910 13,344 14,465 15,587 16,708

161,490 25,466 29,498 33,510 37,522

Trap 2-3 Cp = 25,2 Cs = 15,3

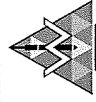
Trap 3-4 Cp\* = 8,3 Cs\* = 45,9

Trap 6-7 Cp\* = 5,7 Cs\* = 21,8

Trap 4-5 Ap = 23,0 As = 96,4

Trap 5-6 Cp(t) = 20,9 Cs(t) = 87,4

Pg = 77,64 kPa C(t) = 10,7



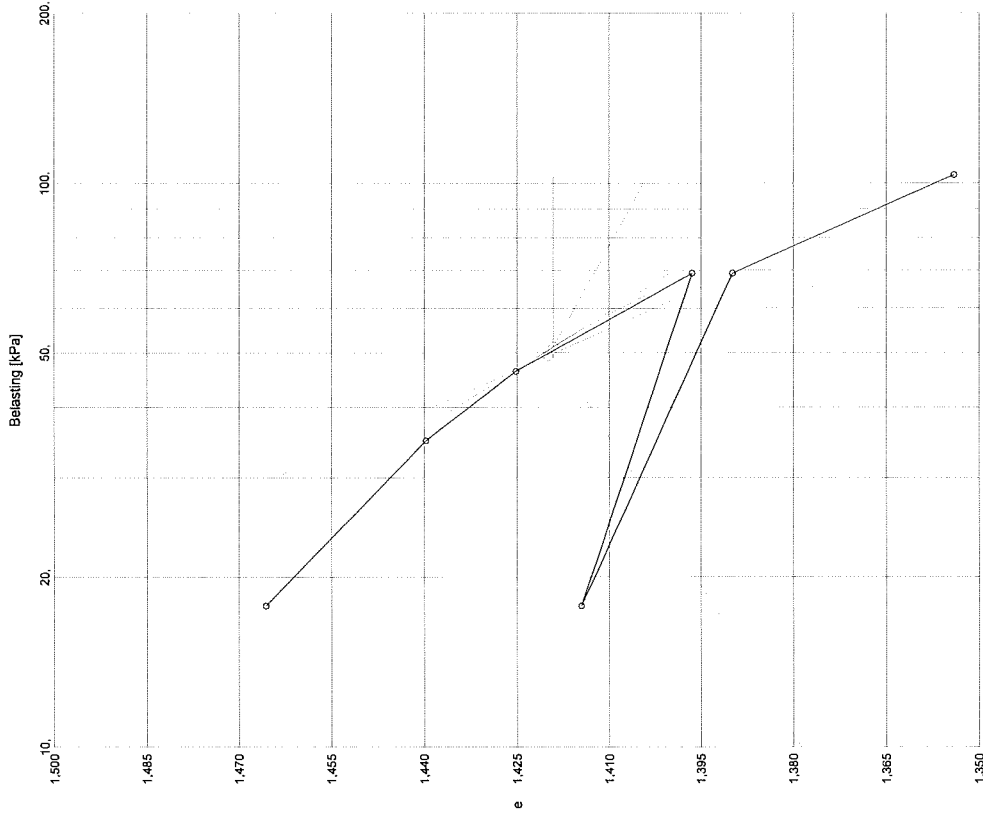
**Wieritsema & Partners**  
 RAADGEVEND INGENIEURS

Project Europaaplein te Leeuwarden  
 Samen drukingsproef; Bus: 3; Boring: B-3  
**GEOTECHNISCH LABORATORIUM**









Cc = 0,20479 CR = 0,08187  
 Pg = 49,43 kPa SR = 0,01222  
 Ccd(w)1 = 0,03064 RR = 0,01686  
 Ccd(j)1 = 0,04179

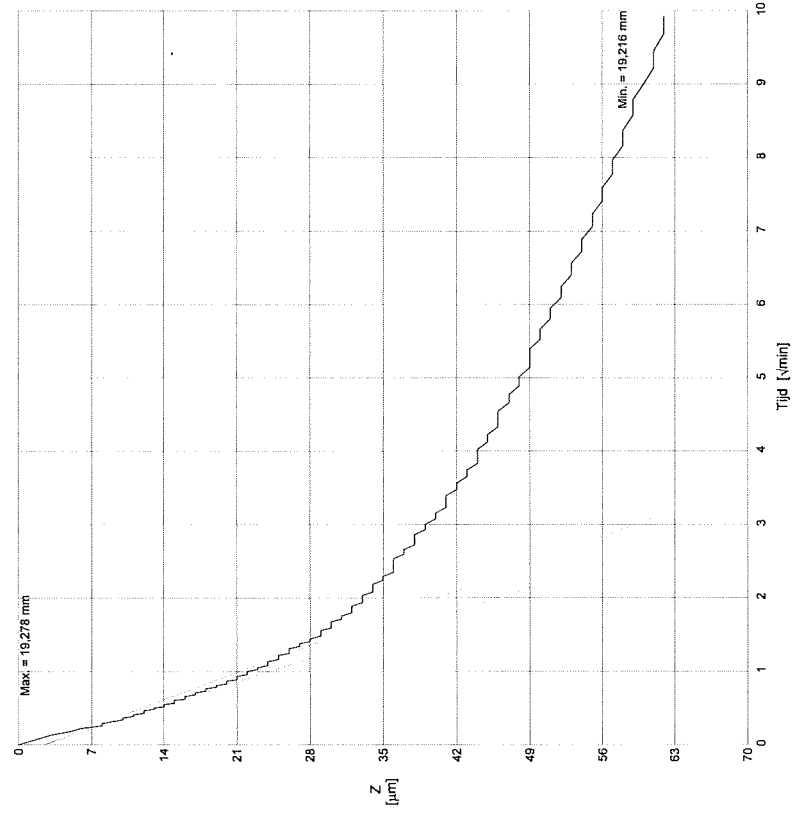
Boring : B-4  
 Busnummer : 2  
 Monstertype : N.A.P. -3,56 m  
 Grondsoort : Klei matig siltig zandklei met grijs  
 Slabperiode : tot 12,04-25  
 Staat monster : overgedroogd  
 Preparatiemethode : overgedroogd  
 Beproevingomgeving : nat  
 Temperatuur : 19°C  
 Proefstukdiamater : 65 mm  
 Bijzonderheden : geen

Verzadigingsgraad, begin / eind proef : 88 / 104 %  
 Vochtgehalte, begin / eind proef : 50 / 51 %  
 Volumieke massa nat, begin / eind proef : 1582 / 1734 kg/m3  
 Volumieke massa droog, begin / eind proef : 1052 / 1150 kg/m3  
 Volumieke massa vaste delen grond : 2638 kg/m3



**Wiersema & Partners**  
 RAADGEVEND INGENIEURSBUREAU

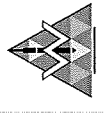
Project Europa plein te Leeuwarden  
 AKKOORD  
 LAB  
 Primaire samendrukingsindex en grensspanning (NEN 5118)  
 GEOTECHNISCH LABORATORIUM



Trap3  
 Belasting van 34,93 kPa naar 46,36 kPa  
 Cv:10 = 7,117E-07 [m²/s]  
 mv = 1,140E-01 [1/MPa]  
 k10 = 7,955E-10 [m/s]

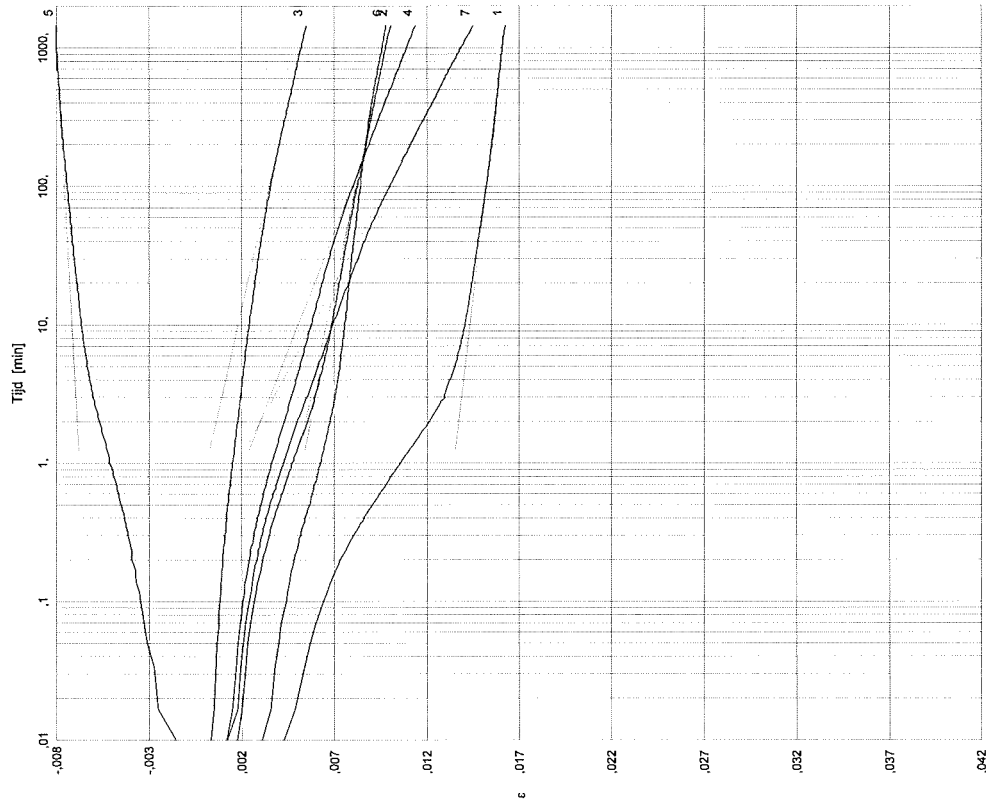
Boring : B-4  
 Busnummer : 2  
 Monstertype : N.A.P. -3,56 m  
 Grondsoort : Klei matig siltig zandklei met grijs  
 Slabperiode : tot 12,04-25  
 Staat monster : overgedroogd  
 Preparatiemethode : overgedroogd  
 Beproevingomgeving : nat  
 Temperatuur : 19°C  
 Proefstukdiamater : 65 mm  
 Bijzonderheden : geen

Verzadigingsgraad, begin / eind proef : 88 / 104 %  
 Vochtgehalte, begin / eind proef : 50 / 51 %  
 Volumieke massa nat, begin / eind proef : 1582 / 1734 kg/m3  
 Volumieke massa droog, begin / eind proef : 1052 / 1150 kg/m3  
 Volumieke massa vaste delen grond : 2638 kg/m3



**Wiersema & Partners**  
 RAADGEVEND INGENIEURSBUREAU

Project Europa plein te Leeuwarden  
 AKKOORD  
 LAB  
 Consolidatie (NEN 5118), v1 - methode  
 GEOTECHNISCH LABORATORIUM



Boring : B-4  
 Busnummer : 2  
 Monsterdiepte : N.A.P. - 3.56 m  
 Grondsoort : Klei matig slijlig zandliensig grijs  
 Beproeversperiode : 12-04-17 tot 12-04-25  
 Preparatiemethode : overgeschoven  
 Beproevingomgeving : nat  
 Temperatuur : 19°C  
 Proefstukdiameter : 65 mm  
 Bijzonderheden : geen

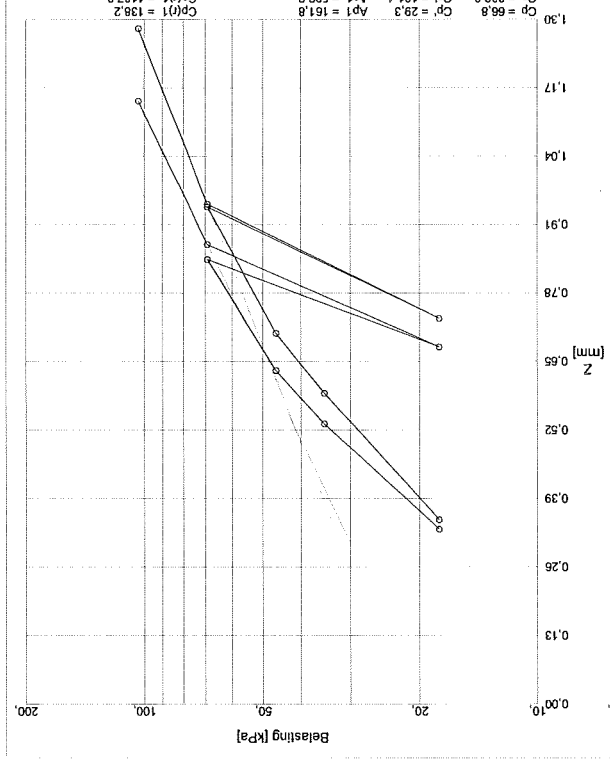
Verzagingsgraad begin / eind proef : 88 / 104 %  
 Vochtinhoud begin / eind proef : 50 / 51 %  
 Volumieke massa nat, begin / eind proef : 1582 / 1734 kg/m<sup>3</sup>  
 Volumieke massa droog, begin / eind proef : 1052 / 1150 kg/m<sup>3</sup>  
 Volumieke massa vaste delen grond : 2638 kg/m<sup>3</sup>

Trap 1 : C<sub>sk</sub> = 0.00088 Trap 6 : C<sub>sk(f)</sub> = 0.00142  
 Trap 2 : C<sub>sk</sub> = 0.00160 Trap 7 : C<sub>sk</sub> = 0.00402  
 Trap 3 : C<sub>sk</sub> = 0.00171  
 Trap 4 : C<sub>sk</sub> = 0.00282  
 Trap 5 : C<sub>sk(sw)</sub> = -0.00040



**Wiersema & Partners**  
RAADGEVEND INGENIEURS

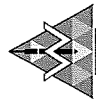
Project: Europaaplein te Leeuwarden  
Secundaire samendrukkingsindex (NEN 5118)  
GEOTECHNISCH LABORATORIUM



Boring : B-4  
 Busnummer : 2  
 Monsterdiepte : N.A.P. - 3.56 m  
 Grondsoort : Klei matig slijlig zandliensig grijs  
 Beproeversperiode : 12-04-17 tot 12-04-25  
 Preparatiemethode : overgeschoven  
 Beproevingomgeving : nat  
 Temperatuur : 19°C  
 Proefstukdiameter : 65 mm  
 Bijzonderheden : geen

Verzagingsgraad begin / eind proef : 88 / 104 %  
 Vochtinhoud begin / eind proef : 50 / 51 %  
 Volumieke massa nat, begin / eind proef : 1582 / 1734 kg/m<sup>3</sup>  
 Volumieke massa droog, begin / eind proef : 1052 / 1150 kg/m<sup>3</sup>  
 Volumieke massa vaste delen grond : 2638 kg/m<sup>3</sup>

C<sub>p</sub> = 66.8  
 C<sub>s</sub> = 336.3  
 C<sub>sk</sub> = 37.2  
 C<sub>sk(f)</sub> = 131.4  
 A<sub>sk</sub> = 592.2  
 A<sub>sk1</sub> = 15.48  
 A<sub>sk2</sub> = 77.3  
 A<sub>sk3</sub> = 29.3  
 A<sub>sk4</sub> = 161.8  
 C<sub>p(f)</sub> = 138.2  
 C<sub>s(f)</sub> = 1187.0  
 C<sub>sk(f)</sub> = 94.3  
 P<sub>g</sub> = 51.13 kPa



**Wiersema & Partners**  
RAADGEVEND INGENIEURS

Project: Europaaplein te Leeuwarden  
Samendrukkingsconcentratie vlg. Koppelaar  
GEOTECHNISCH LABORATORIUM



Oprochnummer : VN-55758-1  
 Bozing : B-4  
 Bus : 2  
 Diepte monster : N.A.P. -1.56 m  
 Diepte monster : N.A.P. matig siltig zandlaagjes, grijs  
 Diameter : 63,00 mm 7 initiële heugter: 19,83 mm  
 Trap : Cv10 [m2/s] k10 [m/s] Mv [1/MPa] wortel (tijd) methode  
 3 7,12E-07 7,96E-10 1,44E-01

a0 = 1,508  
 Trap 1: e = 1,466  
 Trap 2: e = 1,440  
 Trap 3: e = 1,425  
 Trap 4: e = 1,396  
 Trap 5: e = 1,360  
 Trap 6: e = 1,300  
 Trap 7: e = 1,354


a, b, c - isocachemodal  
 Trap 1-2: via perlongetal  
 Trap 2-3: via lineaire rek  
 Trap 3-4: CC = 0,16490 CR = 0,06576  
 Trap 4-5: CC(sw) = 0,03064 SR = 0,01222  
 Trap 5-6: CC(F) = 0,04179 RR = 0,01666  
 Trap 6-7: CC = 0,20479 CR = 0,09161

Cc (NEN 5118): 0,20479 Index-Pq: 49,431 kPa  
 Trap 1: C-alpha = 0,00088  
 Trap 2: C-alpha = 0,00160  
 Trap 3: C-alpha = 0,00172  
 Trap 4: C-alpha = 0,00242  
 Trap 5: C-alpha(sw) = -0,00040  
 Trap 6: C-alpha (r) = 0,00142  
 Trap 7: C-alpha = 0,00176

Procentuele zakkings sH/H (%)  
 1000-dagen 1000-dagen  
 dP [kPa] 1,762 1,855 1,947 2,040  
 17,785 1,762 1,855 1,947 2,040  
 34,327 2,973 3,266 3,452 3,852  
 59,232 3,759 4,262 4,568 5,268  
 67,759 3,690 3,964 4,238 4,511  
 69,212 4,788 5,177 5,565 5,954  
 103,497 5,468 7,162 7,857 8,551

C = 37,2 C\* = 41,05  
 C1 = 63,3 C\* = 274,2  
 C2 = 37,7 C\* = 131,4  
 C3 = 15,48  
 A = 77,3  
 C(F) = 1187,0  
 C(F) = 94,3

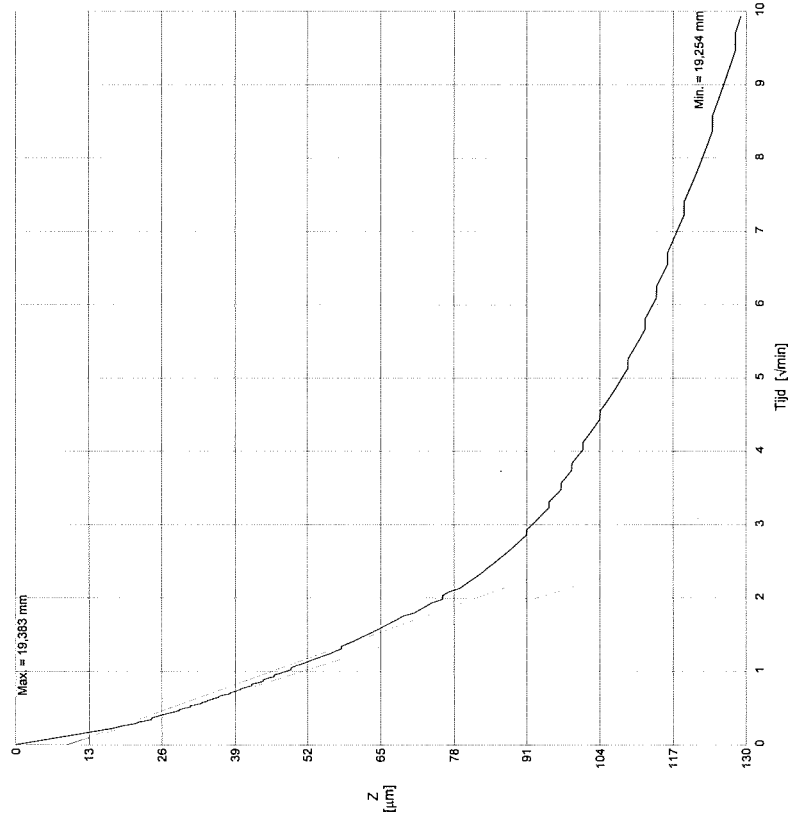
Bg = 51,13 kPa  
 C = 37,2 C\* = 41,05  
 C1 = 63,3 C\* = 274,2  
 C2 = 37,7 C\* = 131,4  
 C3 = 15,48  
 A = 77,3  
 C(F) = 1187,0  
 C(F) = 94,3



**Wrietsma & Partners**  
 AAADGERVED INGENIEURS

Project Europaalain le Leeuwarden  
 Samenwerkingsproef: Bus: 2: Bozing: B-4  
 GEOTECHNISCH LABORATORIUM

AKKOORD  
**LAB**




Trap3  
 Belasting van 43.74 kPa naar 55.11 kPa

Cv10 = 5,587E-07 [m²/s]  
 mv = 1,991E-01 [T(MPa)]  
 k10 = 1,093E-09 [m/s]

Boring : B-4  
 Busnummer : 3  
 Monstergte : N.A.P. -5,26 m  
 Boringsoort : Reproductieproef  
 Boringnummer : 1204,17  
 Boringdiepte : 12,04,25  
 Staat monster : ongeproef  
 Preparatiemethode : overgeschoven  
 Beproevingomgeving : nat  
 Temperatuur : 19°C  
 Proefstukdiameter : 65,03 mm  
 Bijzondereken : geen

Verzadigingsgraad, begin / eind proef : 84 / 104 %  
 Vochthalte, begin / eind proef : 394 / 418 %  
 Volumieke massa nat, begin / eind proef : 922 / 1106 kg/m3  
 Volumieke massa droog, begin / eind proef : 187 / 214 kg/m3  
 Volumieke massa vaste deelen grond : 1542

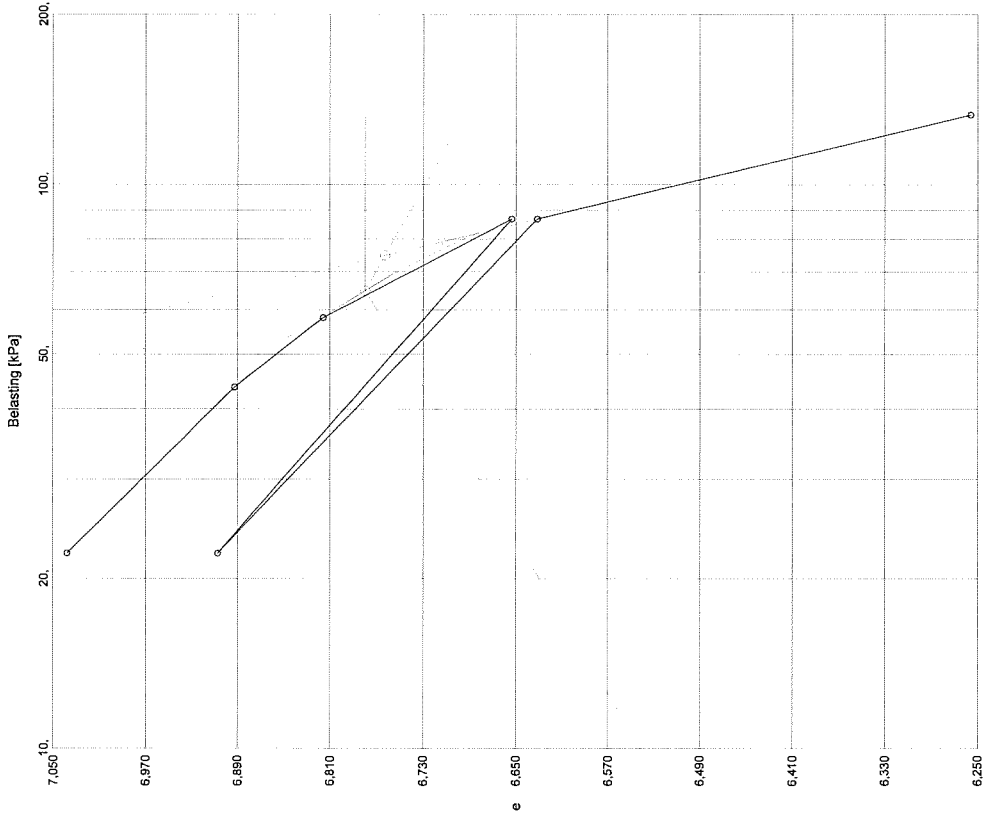


**Wrietsma & Partners**  
 AAADGERVED INGENIEURS

Project Europaalain le Leeuwarden  
 Consolidatie (NEN 5118), v1 - methode  
 GEOTECHNISCH LABORATORIUM

AKKOORD  
**LAB**





Boring : B-4  
 Busnummer : 3  
 Monsterdiepte : N.A.P. -5,28 m  
 Bemonsterdiepte : 12,04-17 tot 12,04-25  
 Bemonsterperiode : ongevoerd  
 Staat monster : ongevoerd  
 Preparatiemethode : overgeschoven  
 Beproevingmethode : nat  
 Temperatuur : 19°C  
 Proefstukdiameter : 65,03 mm  
 Bijzondereheden : geen

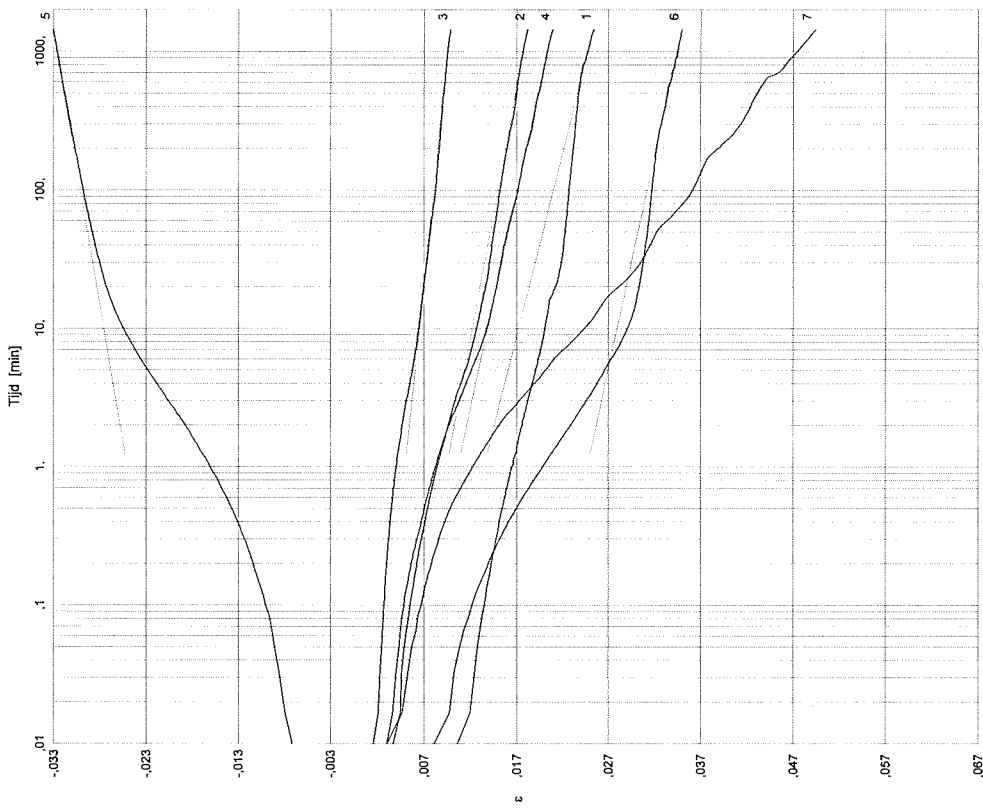
Cc = 2,03567 CR = 0,24687  
 Pg = 74,87 kPa SR = 0,05190  
 Cc(sw)1 = 0,42796 RR = 0,05689  
 Cc(0)1 = 0,46485

Verzadigingsgraad, begin / eind proef : 84 / 104 %  
 Vochtgehalte, begin / eind proef : 384 / 418 % m/m  
 Volumieke massa nat, begin / eind proef : 922 / 1108 kg/m<sup>3</sup>  
 Volumieke massa droog, begin / eind proef : 187 / 214 kg/m<sup>3</sup>  
 Volumieke massa vaste deelen grond : 1542



**Wiersema & Partners**  
 MAATSCHAP VAN INGENIEURSEN

Project Europaaplein te Leeuwarden  
 Primaire samendrukingsindex en grensspanning (NEN 5118)



Trap 1 : Cc = 0,00374 Trap 6 : Cc(0) = 0,00328  
 Trap 2 : Cc = 0,00274 Trap 7 : Cc = 0,01418  
 Trap 3 : Cc = 0,00153  
 Trap 4 : Cc = 0,00323  
 Trap 5 : Cc(sw) = -0,00251

Boring : B-4  
 Busnummer : 3  
 Monsterdiepte : N.A.P. -5,28 m  
 Bemonsterdiepte : 12,04-17 tot 12,04-25  
 Bemonsterperiode : ongevoerd  
 Staat monster : ongevoerd  
 Preparatiemethode : overgeschoven  
 Beproevingmethode : nat  
 Temperatuur : 19°C  
 Proefstukdiameter : 65,03 mm  
 Bijzondereheden : geen

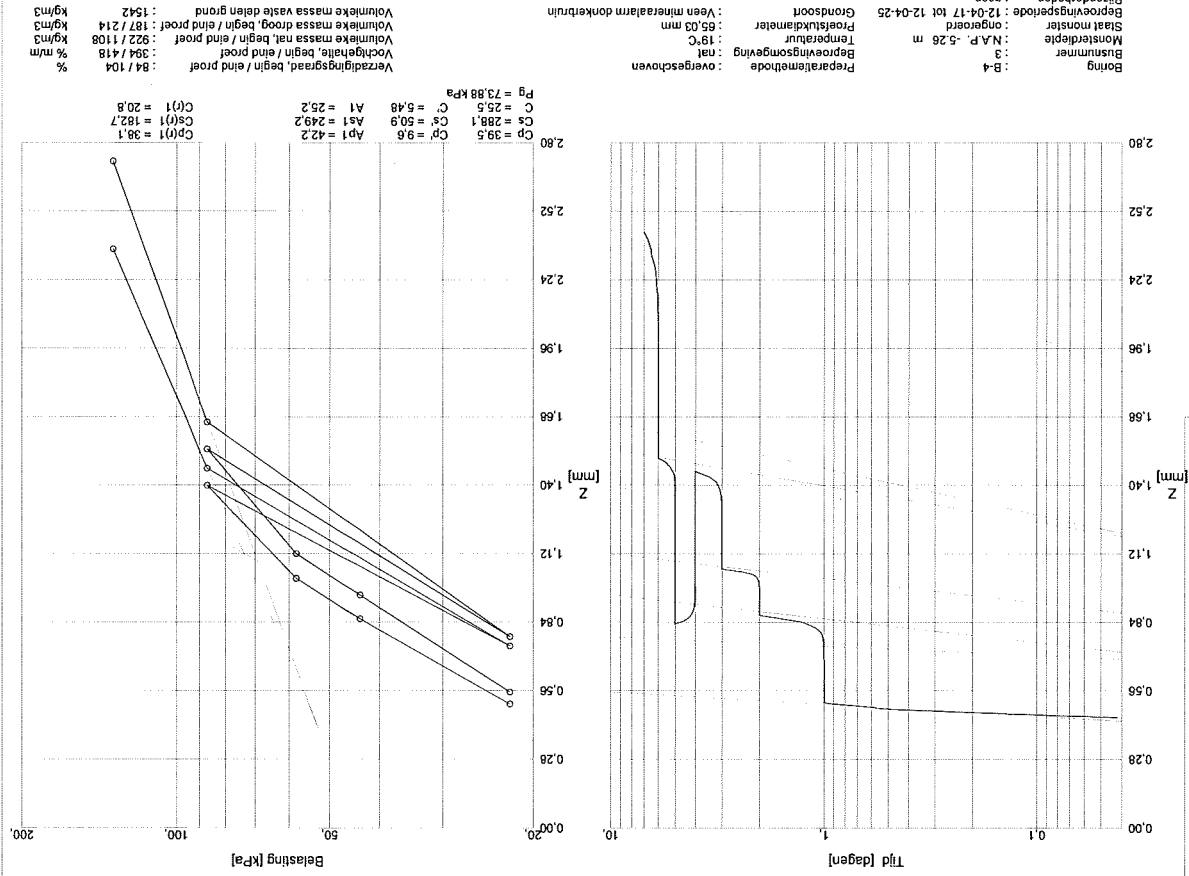
Verzadigingsgraad, begin / eind proef : 84 / 104 %  
 Vochtgehalte, begin / eind proef : 384 / 418 % m/m  
 Volumieke massa nat, begin / eind proef : 922 / 1108 kg/m<sup>3</sup>  
 Volumieke massa droog, begin / eind proef : 187 / 214 kg/m<sup>3</sup>  
 Volumieke massa vaste deelen grond : 1542



**Wiersema & Partners**  
 MAATSCHAP VAN INGENIEURSEN

Project Europaaplein te Leeuwarden  
 Secundaire samendrukingsindex (NEN 5118)





Verzadigingsgraad, begin / eind proef : 84 / 104 %  
 Vochtgehalte, begin / eind proef : 394 / 418 % nvm  
 Volumieke massa droog / eind proef : 187 / 214 kg/m3  
 Volumieke massa vaste delen grond : 1542 kg/m3

Verzadigingsgraad, begin / eind proef : 84 / 104 %  
 Vochtgehalte, begin / eind proef : 394 / 418 % nvm  
 Volumieke massa droog / eind proef : 187 / 214 kg/m3  
 Volumieke massa vaste delen grond : 1542 kg/m3

Preparatiemethode : overgeschoven  
 Temperatuur : 19,3 C  
 Proefdikte : 65,03 mm  
 Grondsoort : Veen met zandarm donkerbruin

Boring : B-4  
 Buisnummer : 2  
 Staat monster : N.A.P. - 5,26 m  
 Diepte monster : ongereed  
 Borendiepte : 12-04-17 tot 12-04-25  
 Bijzonderheden : geen

Project Europaaplein te Leeuwarden  
 Samenwerkingspartner vlg. Koppelman  
**Wiersema & Partners**  
 HAARDEVEER INGENIEURS

AKKOORD  
**LAB**  
 GEOTECHNISCH LABORATORIUM

Opdrachtnummer : VN-55758-1  
 Boring : B-4  
 Bus : 3  
 Diepte monster : N.A.P. - 5,26 m  
 Staat monster : Wiersema / Koppelman / ongereed  
 Diameter monster : 65,03 mm / initiële hoogte: 20,28 mm

Trap Cv10 [m2/s] k10 [m/s] Mv [1/MPa]  
 3 5,60E-07 1,09E-09 1,99E-01 wortel(tijd) methode

Trap 1: e = 7,246  
 Trap 2: e = 7,038  
 Trap 3: e = 6,893  
 Trap 4: e = 6,816  
 Trap 5: e = 6,854  
 Trap 6: e = 6,532  
 Trap 7: e = 6,256

Trap 1-2: via portieftal  
 Trap 2-3: via lineaire rek  
 Trap 3-4: CC = 0,92947 CR = 0,11272  
 Trap 4-5: Cc(94) = 0,42786 SR = 0,05190  
 Trap 5-6: Cc(F) = 0,46499 RR = 0,05839  
 Trap 6-7: CC = 2,03567 CR = 0,24687

Cc (NEN 5118): 2,03567 Index-Pq: 74,873 kPa

Trap 1: C-alpha = 0,00374  
 Trap 2: C-alpha = 0,00374  
 Trap 3: C-alpha = 0,00153  
 Trap 4: C-alpha = 0,00323  
 Trap 5: C-alpha(sw) = -0,00251  
 Trap 6: C-alpha(F) = 0,00328  
 Trap 7: C-alpha = 0,04418

Precentuele zakkings dh/h [%]  
 10-dagen 1000-dagen  
 22,177 2,735 2,978 3,221 3,465  
 43,735 4,690 5,170 5,649 6,129  
 66,851 7,632 8,367 9,102 9,836  
 86,851 9,848 10,655 11,421 12,188  
 106,851 11,176 11,910 12,644 13,378  
 132,842 13,432 14,200 14,969 15,738

Trap 2 - 3 Cp = 39,5 C\* = 288,1 C = 25,5  
 Trap 3 - 4 Cp = 34,9 C\* = 2368,0 C = 32,90  
 Trap 6 - 7 Cp = 21,5 C\* = 179,5 C = 14,52  
 Trap 6 - 7 Cp = 9,6 C\* = 50,9 C = 5,46

Trap 4 - 5 Ap = 42,2 As = 249,2 A = 25,2  
 Trap 5 - 6 Cp(F) = 38,1 C(F) = 182,7 C(F) = 20,8

Pq = 73,88 kPa  
 Eg = 73,88 kPa

a, b, c-isotachenmodel  
 a = 0,02684  
 b = 0,03444  
 c = 0,05219  
 a = 0,05399  
 b = 0,11819  
 c = 0,00163  
 a = 0,00266  
 b = 0,00142  
 c = -0,00107  
 a = 0,00147  
 b = 0,00638

Project Europaaplein te Leeuwarden  
 Samenwerkingspartner vlg. Koppelman  
**Wiersema & Partners**  
 HAARDEVEER INGENIEURS

AKKOORD  
**LAB**  
 GEOTECHNISCH LABORATORIUM

## **BIJLAGE II STATISTISCHE AFLEIDING GRONDPARAMETERS**







## **BIJLAGE III    BEREKENING CONSTRUCTIES**





projectnummer

LW 293-20

door

SCHH7

datum

25-4-2012

nummer

1

V0 tunnels Europa pleinBelasting aannames op brugdek

$$q_{pb} \text{ EG liggers + druklaag } 450 + 80 \text{ mm} = 13,5 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{EG asfalt } 100 \text{ mm } 0,1 * 23 = 2,3 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{vb} \text{ variabel rijstrook } \textcircled{1} = 9,0 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{variabel rijstrook } \textcircled{2} = 2,5 \text{ kN/m}^2$$

$$F_{vb} \text{ aslasten rijstrook } \textcircled{1} \quad 2 * 300 \text{ kN} = 2 * 300 \text{ kN}$$

$$\textcircled{2} \quad 2 * 200 \text{ kN} = 2 * 200 \text{ kN}$$

$$F_{hor} \text{ remmen } \quad 0,6 * 2 * 300 + 0,10 * 9,0 * 3,0 * 10,5 = 388,4 \text{ kN}$$

$$q_{pb} \text{ EG stoep } = 0,3 * 1,0 * 25 = 7,5 \text{ kN/m}^2$$

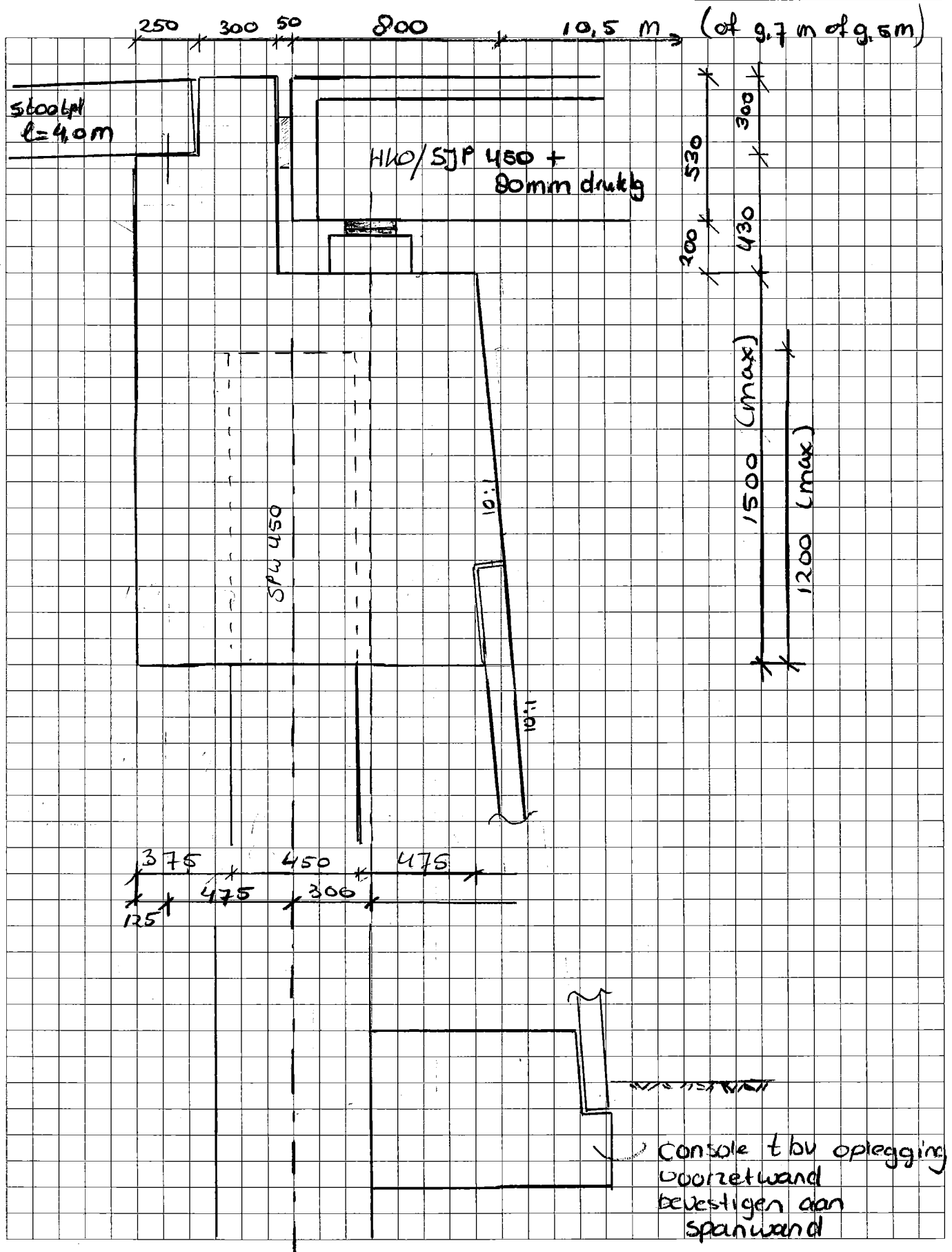
$$q_{pb} \text{ EG landhfd} = 1,4 * 0,6 * 25 = 22,5$$

$$0,73 * 0,55 * 25 = 10,0$$

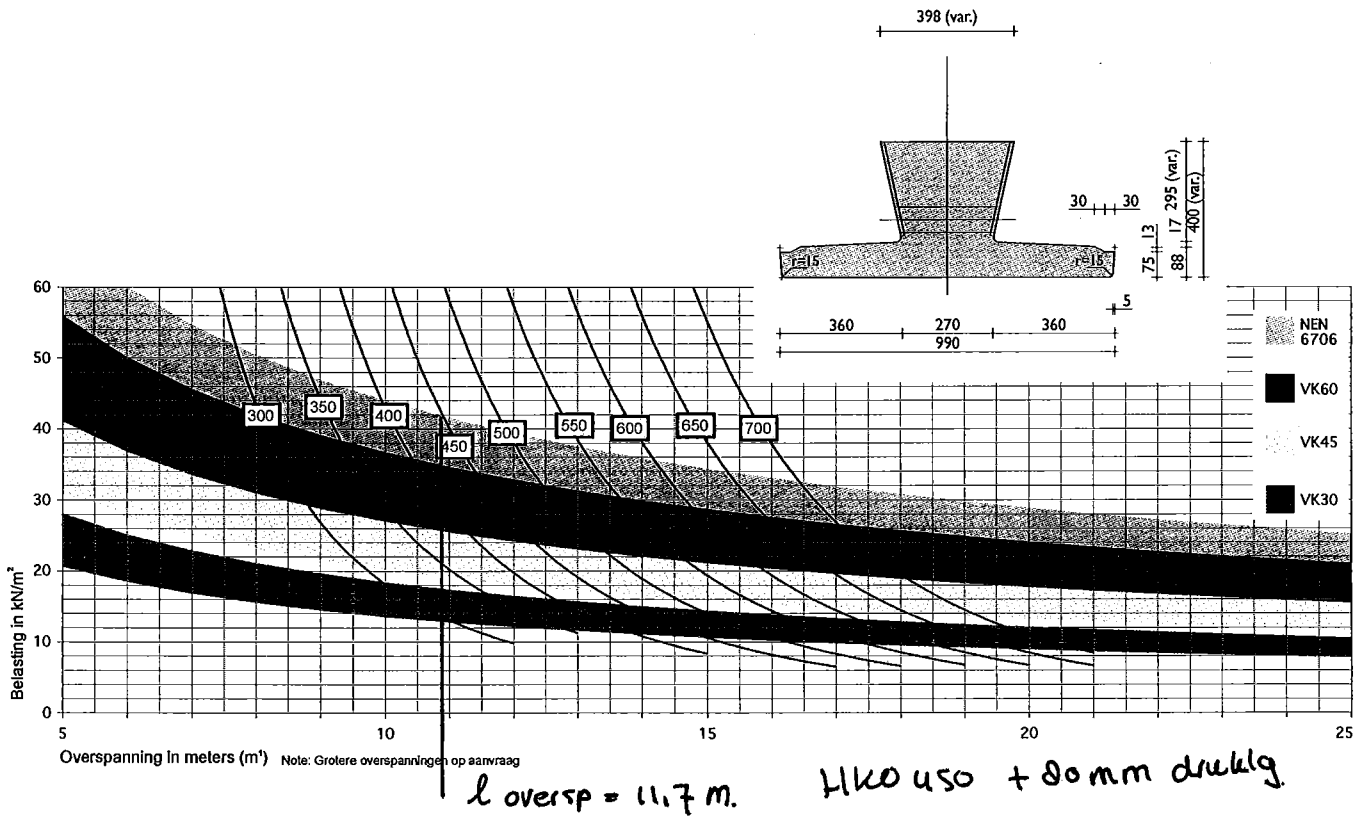
$$= 32,5 \text{ kN/m}^2$$

projectnummer \_\_\_\_\_  
 door \_\_\_\_\_  
 datum \_\_\_\_\_  
 nummer 2

VARIANT 1 Betonnen Spanwand



# HKO-Ligger



HKO	Elementeinh. 1500 mm					Sprenggrate 1000 mm				
	mm <sup>2</sup>	10 <sup>3</sup> mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	10 <sup>3</sup> mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	10 <sup>3</sup> mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	10 <sup>3</sup> mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	10 <sup>3</sup> mm <sup>2</sup>
300	354	1,57	110	1,20	3,93	3,25	300	183	1,57	9,47
350	376	1,75	133	1,96	4,30	3,53	308	2,37	10,72	
400	398	1,93	157	2,99	4,67	3,84	300	3,16	11,97	
450	419	2,13	182	4,32	5,30	4,14	350	4,35	13,22	
500	441	2,37	209	6,04	5,92	4,42	300	5,57	14,47	
550	462	2,59	236	8,07	6,48	4,69	300	7,15	15,72	
600	484	2,83	264	10,57	7,07	4,96	300	8,99	16,97	
700	509	3,07	394	13,27	7,66	5,23	300	10,51	18,22	

• Gewichtswaarde gebaseerd op betonwaaier elementen B45, betonwaaier draagvlak B35.  
 • Profiel is eenzijdig profiel volgens II.  
 • (var) = Zwaartepunt afstand / draagwaaierafstand / draagvlak afstand.

projectnummer \_\_\_\_\_  
 door \_\_\_\_\_  
 datum \_\_\_\_\_  
 nummer 4

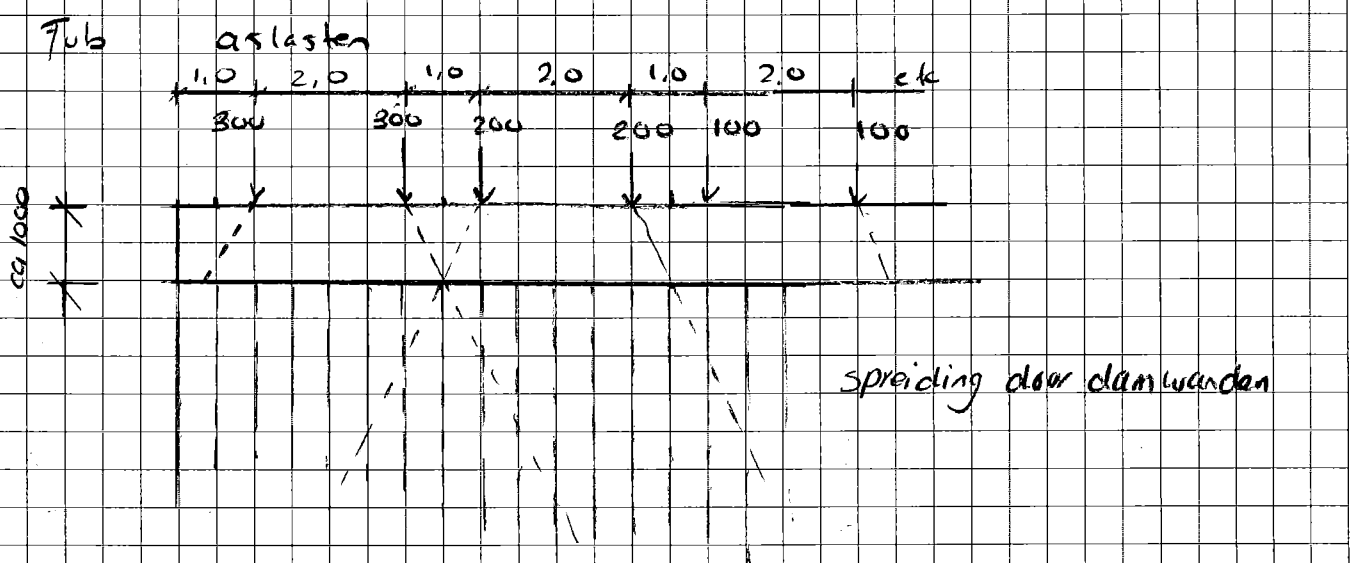
Belastingen op de damwand Tunnel 1

$l = 10,5 + 2 \times 0,8$   
 $= 12,1 \text{ m}$

Verticaal maximaal

$F_{pb}$  EG dek =  $\frac{1}{2} \times 12,1 \times 13,5 = 81,7$   
 EG asfalt =  $\frac{1}{2} \times 12,1 \times 2,3 = 13,9$   
 EG stoepl =  $\frac{2}{3} \times 4,0 \times 7,5 = 20,0$   
 EG asfalt =  $\frac{2}{3} \times 4,0 \times 2,3 = 6,1$   
 EG landafd =  $= 32,5$   
154,2 kN/m

$F_{vb}$  variabel dek =  $\frac{1}{2} \times 12,1 \times 9,0 = 54,5$   
 variabel stpl =  $\frac{2}{3} \times 4,0 \times 9,0 = 24,0$   
78,5 kN/m



projectnummer \_\_\_\_\_

door \_\_\_\_\_

datum \_\_\_\_\_

nummer \_\_\_\_\_ 5

Bij 1 as op stulp en 1 as op dek (hoog 1,20 m) gaat  
volledige reactie naar de damwand

$$F_{\text{aslaster}} = \frac{2 \times 300 + 2 \times 200}{6 \text{ m}} = 170 \text{ kN/m}^2$$

↑ geschatte spreiding damwanden

$$F_{\text{aerl. del}} = 1,35 \times (154,2 + 78,5 + 170) = 545 \text{ kN/m}^2$$

projectnummer \_\_\_\_\_  
 door \_\_\_\_\_  
 datum \_\_\_\_\_  
 nummer 6

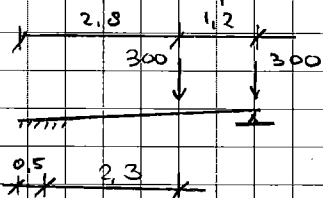
Maximaal moment bij tunnel 1

$$M_{\text{stoepl}} \text{ eg} = 20 \times 0,475 = 9,5 \text{ kNm/m}$$

$$M_{\text{stoepl}} \text{ var} = 24 \times 0,475 = 11,4 \text{ kNm/m}$$

$$M_{\text{landhfd}} = 22,5 \times 0,10 + 10,0 \times 0,325 = 5,5 \text{ kNm/m}$$

M aslasten op stoeplaat



$$R = \frac{2,3}{4,0} \times 300 + 300 = 472,5 \text{ kN}$$

$$M_{\text{aslast}} = \frac{472,5}{3 \text{ m (spreiding)}} \times 0,475 = 74,8 \text{ kNm/m}$$

$$F_{\text{remmen}} = \left[ \frac{390 \text{ kN}}{1,5 + 3,0} \right] \times 1,03 = 89 \text{ kNm/m}$$

spreiding br rijkstrook + br. landhfd

$$\text{moment uit EG dek} = (81,7 + 13,9) \times 0,3 = 28,7 \text{ kNm/m}$$

$$\text{moment uit dek variabel} = 54,5 \times 0,30 = 16,4 \text{ kNm/m}$$

$$\text{moment uit dek aslasten} = \frac{2 \times 300}{3 \text{ m}} \times 0,30 = 60 \text{ kNm/m}$$

projectnummer \_\_\_\_\_

door \_\_\_\_\_

datum \_\_\_\_\_

nummer \_\_\_\_\_ 7

Combinaties tbv bepaling kopmoment damw.

Combi 1 astarten op dek

$$\begin{aligned} M_{:d} &= 1,35 * (28,7 + 16,4 + 60) - 0,9 * (9,5 + 5,5) + 1,35 * 8g \\ &= 248 \text{ kNm/m} \end{aligned}$$

Combi 2 astarten op stootpl

$$\begin{aligned} M_{:d} &= 1,35 * (9,5 + 5,5 + 11,4 + 74,8 + 8g) - 0,9 * 28,7 \\ &= 231 \text{ kNm/m} \end{aligned}$$

Opreembaar kopmoment Spanwand SPW 600  $M_{u,d} = 150 \text{ kNm/m}$

Het opreembaar kopmoment is te laag. Na telefonisch overleg

met Spanbeton dd 1-5-2012 besloten dat de spanwand

over een  $l_{max} = 1,2 \text{ m}$  in het landhfd opgenomen moet

worden om  $M_{u,vel} = 800 \text{ kNm/m}$  te kunnen mobiliseren

# Tabellen, doorsneden en hoekprofielen

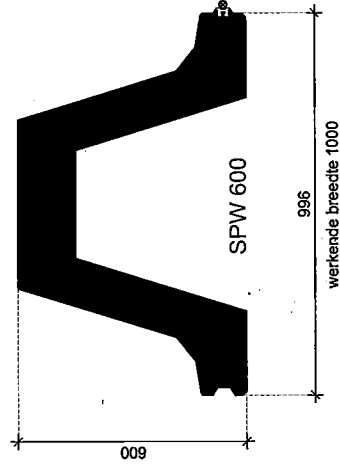
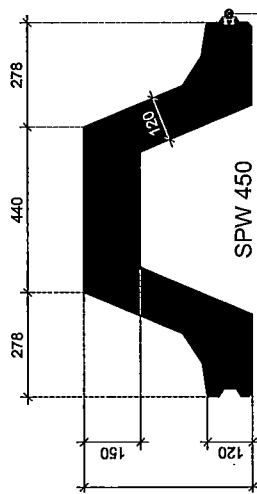
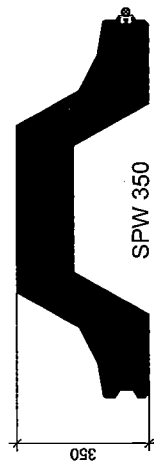
Spanwand Spanbeton

## Afmetingen, gewichten en grootheden

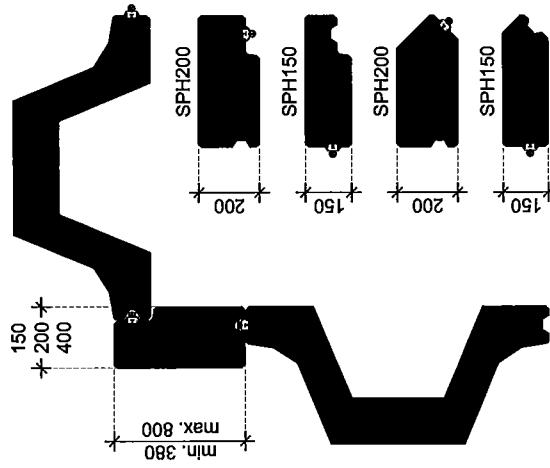
Afmetingen				Eigen gewicht		
h	b	$L_{max}$	A	G	I	EI
[mm]	[mm]	[m]	[m <sup>2</sup> ]	[kg/m]	$\cdot 10^8$ [mm <sup>4</sup> /m]	[kNm <sup>2</sup> /m]
SPW 350	350	15	0,167	419	1720	66200
SPW 450	450	18	0,186	465	3560	137000
SPW 600	600	23	0,217	543	7900	304000

## Capaciteit

Maximaal aantal strengen	$M_{fs,yield}$ [kNm <sup>2</sup> /m]	$M_{fs,yield}$ [kNm <sup>2</sup> /m]	$M_{fs,ult}$ [kNm <sup>2</sup> /m]	
SPW 350	18	155	280	ca. 75
SPW 450	22	270	475	ca. 125
SPW 600	26	455	800	ca. 150



enkele voorbeelden met SPH hoekplanken



werkende breedte 1000



projectnummer \_\_\_\_\_  
 door \_\_\_\_\_  
 datum \_\_\_\_\_  
 nummer 8

Belastingen op damwand tunnel 2+3  $l = 9,7 + 2 \times 0,8$   
 $= 11,3 \text{ m}$

Vertical max

Fpb EG dek	= $\frac{1}{2} \times 11,3 \times 13,5$	=	76,3
EG asfalt	= $\frac{1}{2} \times 11,3 \times 2,3$	=	13,0
EG stookpl	= zie tunnel 1	=	20,0
EG asfalt	= " "	=	6,1
EG landafd	= " "	=	<u>32,5</u>
			147,9 kN/m

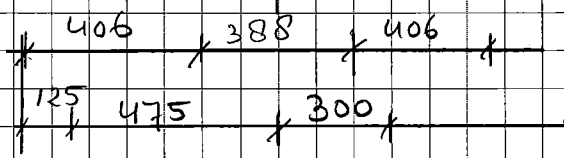
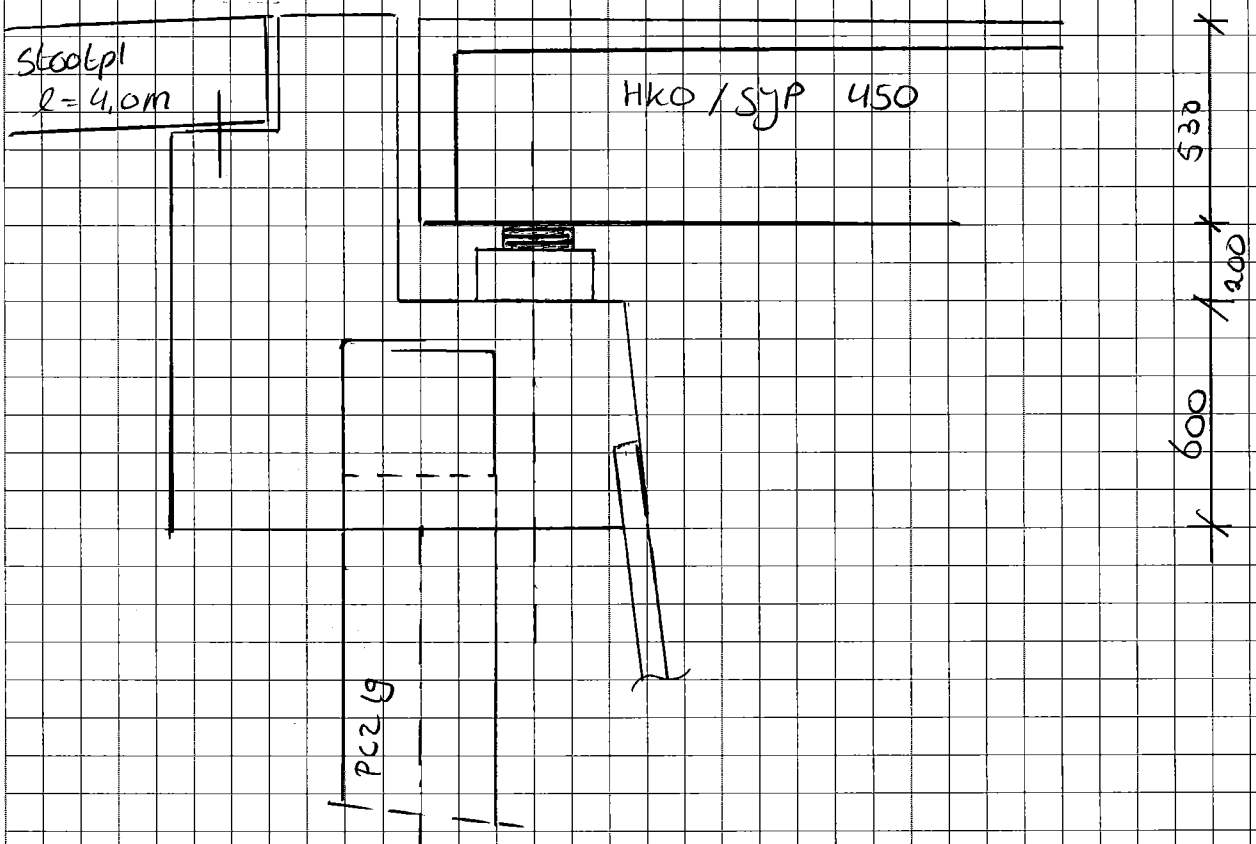
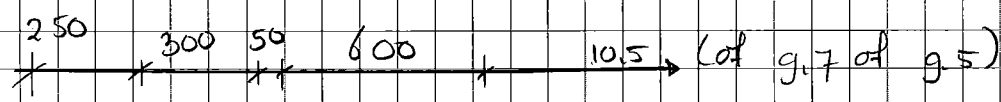
Fub variabel dek	$\frac{1}{2} \times 11,3 \times 9,0$	=	50,9
variabel stookp	zie tunnel 1	=	<u>24,0</u>
			74,9 kN/m

Fub aslasten zie tunnel 1 = 170 kN/m

Fuert;d =  $1,35 \times (147,9 + 74,9 + 170)$  = 530 kN/m

projectnummer \_\_\_\_\_  
 door \_\_\_\_\_  
 datum \_\_\_\_\_  
 nummer g

variant 2 Stalen damwand PCZ 1g



projectnummer \_\_\_\_\_

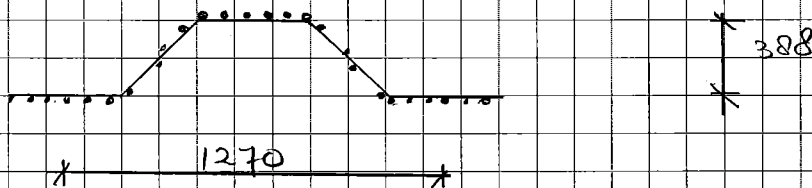
door \_\_\_\_\_

datum \_\_\_\_\_

nummer \_\_\_\_\_ 10

Stekken op de damwand

$$t = 10,7 \quad \phi_{km} \max = 2 \times 10,7 \approx 20 \text{ mm}$$



$$M_{sd} \max = 248 \times 1,27 = 315 \text{ kNm}$$

$$N_{sd} \max = 545 \times 1,27 = 692 \text{ kN}$$

$$N_{verd} \phi_{20} = 314 \times 435 \times 10^{-3} = 136 \text{ kN}$$

8 stekken op 1 buik + 2 stekken in hart

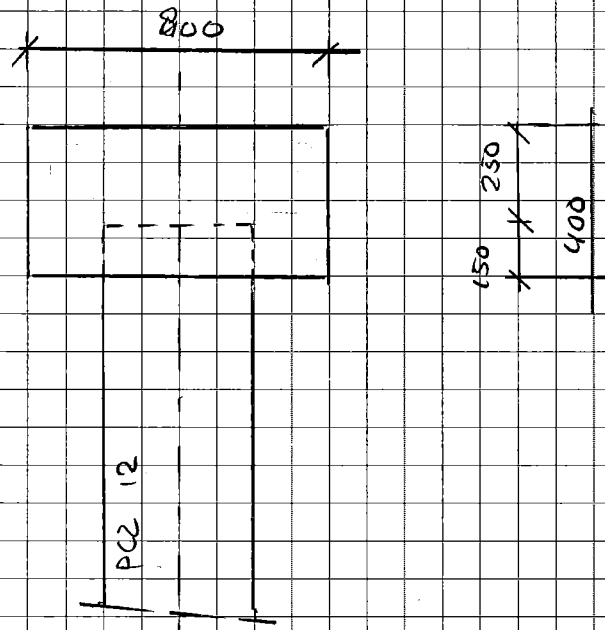
$$N_{druk;d} = \frac{315}{0,388 \times 8} + \frac{692}{20} = 136 \text{ kN}$$

Bij controle vermoeding zijn extra stekken noodzakelijk of het toepassen van stekken  $\phi_{25}$  gelast op een overgangsplaat

$t = 13 \text{ mm}$  welke weer gelast wordt aan de damwand  $t = 10,7 \text{ mm}$

projectnummer \_\_\_\_\_  
door \_\_\_\_\_  
datum \_\_\_\_\_  
nummer \_\_\_\_\_ **kl**

Deelstroom tpu natuurlijke polder



## BIJLAGE IV DSHEET UITVOEREN DAMWANDBEREKENINGEN



# Report for D-Sheet Piling 9.1

Design of Sheet Piling  
Developed by Deltares



Company: Witteveen+Bos

Date of report: 5/16/2012  
Time of report: 10:34:47 AM

Date of calculation: 5/16/2012  
Time of calculation: 10:29:24 AM

Filename: D:\...\lopende projecten\LW293-1-20\Dsheets\snede gesloten deel - staal

Project identification: VO Europaplein Leeuwarden  
Damwandconstructies gesloten deel  
variant stalen damwand

Verification according to EC7 NAD from the Netherlands

## 1 Summary

### 1.1 Overview per Stage and Test

Stage no.	Verification type	Displacement [mm]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Mob. perc. moment [%]	Mob. perc. resistance [%]	Vertical balance
1	EC7(NL)-Step 6.1		5.0	2.1	0.0	18.1	Sufficient
1	EC7(NL)-Step 6.2		2.4	1.6	0.0	18.1	Sufficient
1	EC7(NL)-Step 6.3		6.5	3.3	0.0	18.5	Upwards
1	EC7(NL)-Step 6.4		3.2	2.4	0.0	18.5	Upwards
1	EC7(NL)-Step 6.5	-1.4	3.9	3.2	0.0	13.6	Upwards
2	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		4.7	3.8			
2	EC7(NL)-Step 6.1		<b>306.5</b>	-82.7	0.0	29.5	Upwards
2	EC7(NL)-Step 6.2		303.4	-101.7	0.0	30.0	Upwards
2	EC7(NL)-Step 6.3		252.5	-70.5	0.0	29.2	Upwards
2	EC7(NL)-Step 6.4		231.9	-82.3	0.0	29.5	Upwards
2	EC7(NL)-Step 6.5	-160.7	204.6	-66.1	0.0	22.0	Upwards
2	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		245.5	-79.3			
3	EC7(NL)-Step 6.1		252.5	-122.2	27.9	33.2	Sufficient
3	EC7(NL)-Step 6.2		252.6	-133.7	27.9	33.2	Sufficient
3	EC7(NL)-Step 6.3		252.5	-122.4	28.2	33.4	Sufficient
3	EC7(NL)-Step 6.4		252.6	-134.2	28.1	33.4	Sufficient
3	EC7(NL)-Step 6.5	<b>-162.3</b>	252.8	-129.7	19.8	23.7	Sufficient
3	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		303.3	-155.7			
4	EC7(NL)-Step 6.1		252.7	-131.3	29.0	34.3	Sufficient
4	EC7(NL)-Step 6.2		252.9	-127.2	28.9	34.2	Sufficient
4	EC7(NL)-Step 6.3		252.9	-131.4	29.3	34.4	Sufficient
4	EC7(NL)-Step 6.4		252.9	-127.0	29.1	34.3	Sufficient
4	EC7(NL)-Step 6.5	<b>-162.3</b>	252.8	-131.6	19.8	23.7	Sufficient
4	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		303.4	-157.9			
5	EC7(NL)-Step 6.1		252.7	-129.0	30.5	36.1	Sufficient
5	EC7(NL)-Step 6.2		252.9	-123.3	30.3	36.0	Sufficient
5	EC7(NL)-Step 6.3		252.7	-128.8	<b>30.7</b>	<b>36.2</b>	Sufficient
5	EC7(NL)-Step 6.4		252.9	-123.3	30.5	36.0	Sufficient
5	EC7(NL)-Step 6.5	-162.1	252.8	-130.5	20.8	24.8	Sufficient
5	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		303.4	-156.6			
Max		<b>-162.3</b>	<b>306.5</b>	<b>-157.9</b>	<b>30.7</b>	<b>36.2</b>	Sufficient

### 1.2 Anchors and Struts

Stage	Verification type	Anchor/strut dek (530*1000)	
		Force [kN]	State
3	Step 6.1	122.50	Elastic
3	Step 6.2	133.77	Elastic
3	Step 6.3	122.66	Elastic
3	Step 6.4	134.31	Elastic
3	Step 6.5 * 1,20	155.72	Elastic
4	Step 6.1	132.24	Elastic
4	Step 6.2	128.22	Elastic
4	Step 6.3	132.27	Elastic
4	Step 6.4	128.05	Elastic
4	Step 6.5 * 1,20	158.23	Elastic
5	Step 6.1	130.14	Elastic
5	Step 6.2	124.58	Elastic
5	Step 6.3	129.99	Elastic
5	Step 6.4	124.59	Elastic
5	Step 6.5 * 1,20	157.37	Elastic

**1.3 Overall Stability per Stage**

Stage name	Stability factor
initieel	50.76
ontgraven polder	5.08
aanbrengen dek	4.12
afwerken maaiw...	3.36
Eindfase GWS ...	3.10

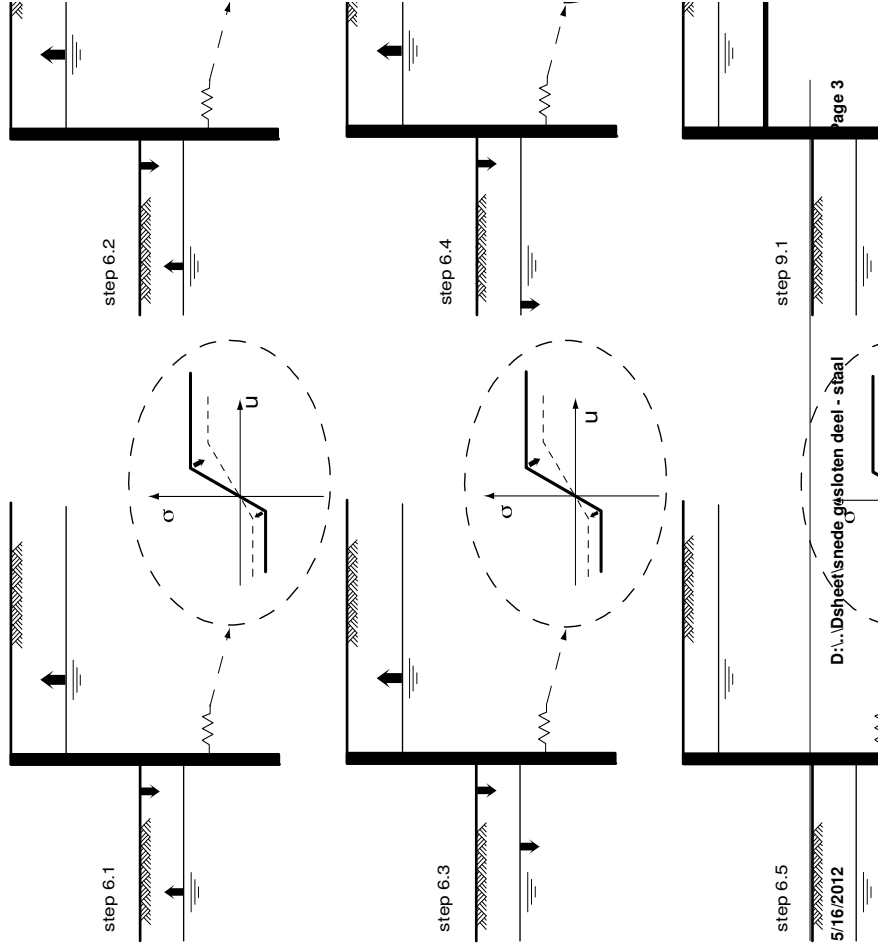
**1.4 Warnings**

**Warning**  
 In the profile(s) below, the difference between the highest and lowest phi in the materials is more than 15 degrees. According to Cur-166 article 4.5.8 a Culmann calculation with straight slip surfaces is not allowed. Either reduce your phi's or try a Ka, Ko, Kp calculation.

Profile(s):

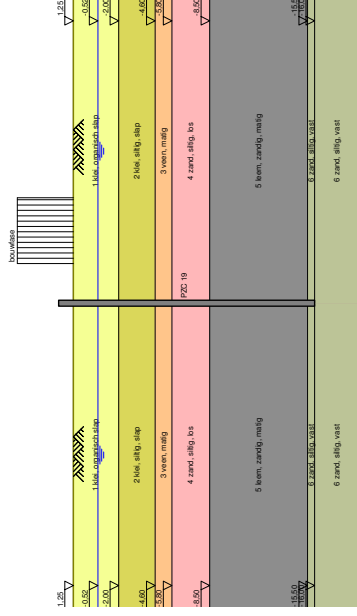
- DKM2
- DKM2 passief polderpeil
- DKM2-D
- DKM2 passief GWS max

**1.5 CUR Verification Steps**



**2 Outline Stage 1 : initieel**

Outline - Stage 1 : initieel



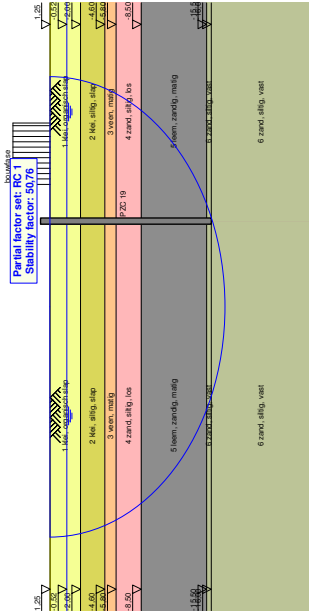


**3 Overall Stability Stage 1: initieel**

Stability factor : 50,76

**3.1 Overall Stability**

Overall Stability - Stage 1: initieel



**4 Step 6.1 Stage 1: initieel**

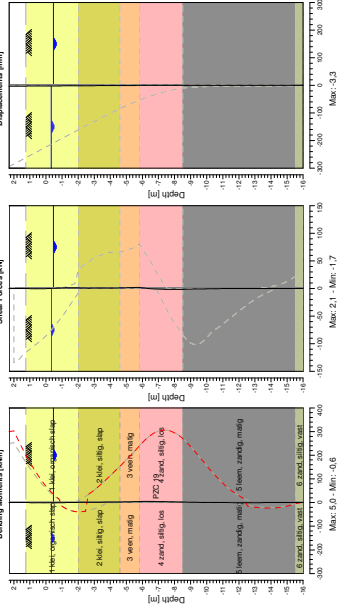
**4.1 Calculation Results**

Number of iterations: 4

**4.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements**

Moments/Forces/Displacements - Stage 1: initieel

Step 6.1 - Partial factor set: RC 1



**5 Step 6.2 Stage 1 : initieel**

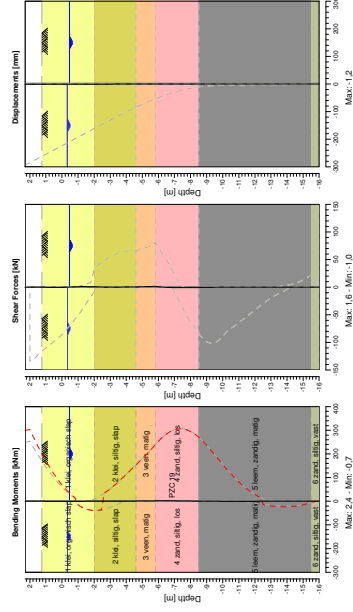
**5.1 Calculation Results**

Number of iterations: 4

**5.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements**

**Moments/Forces/Displacements - Stage 1: initieel**

Step 6.2 - Partial factor set: RC 1



**6 Step 6.3 Stage 1 : initieel**

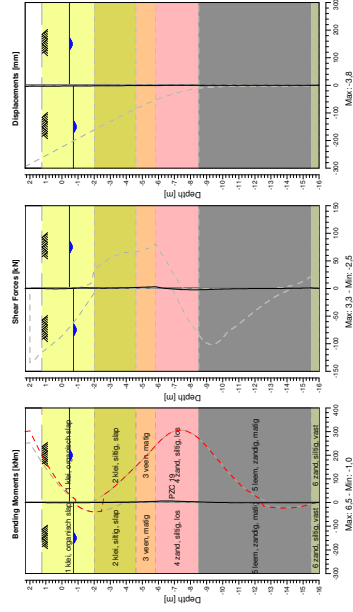
**6.1 Calculation Results**

Number of iterations: 5

**6.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements**

**Moments/Forces/Displacements - Stage 1: initieel**

Step 6.3 - Partial factor set: RC 1



**7 Step 6.4 Stage 1: initieel**

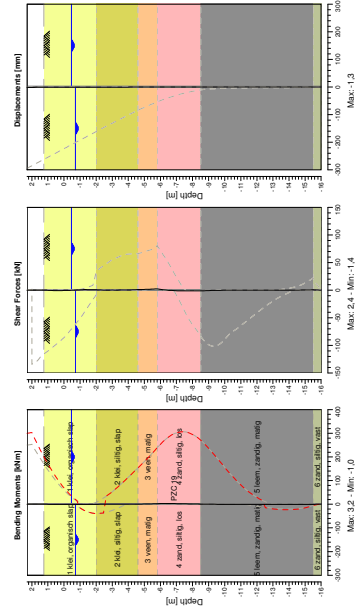
**7.1 Calculation Results**

Number of iterations: 4

**7.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements**

**Moments/Forces/Displacements - Stage 1: initieel**

Step 6.4 - Partial factor set: RC 1



**8 Step 6.5 Stage 1: initieel**

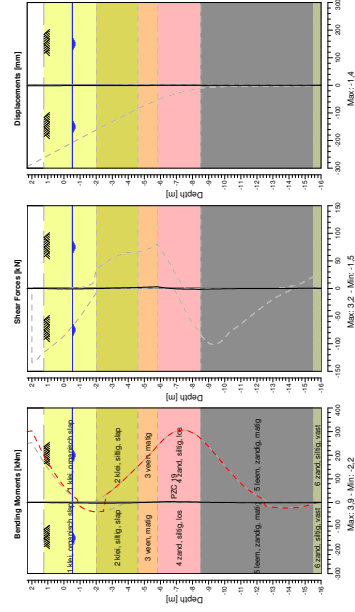
**8.1 Calculation Results**

Number of iterations: 3

**8.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements**

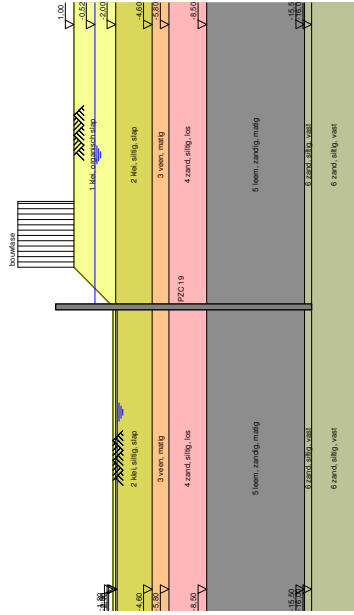
**Moments/Forces/Displacements - Stage 1: initieel**

Step 6.5 - Partial factor set: RC 1



### 9 Outline Stage 2: ontgraven polder

Outline - Stage 2: ontgraven polder

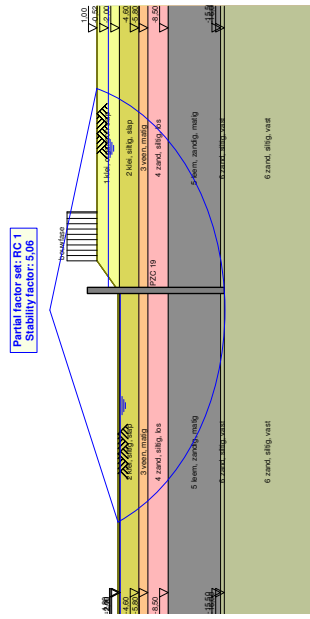


### 10 Overall Stability Stage 2: ontgraven polder

Stability factor : 5,06

#### 10.1 Overall Stability

Overall Stability - Stage 2: ontgraven polder



**11 Step 6.1 Stage 2: ontgraven polder**

**11.1 Calculation Results**

Number of iterations: 6

**11.1.1 Vertical Force Balance**

Xi factor 0.87  
 Partial material factor 1.25  
 Maximum point resistance 5.60 [MPa]

Vertical force balance unplugged	Force [kN]
Vertical force active	-155,56
Vertical force passive	220,06
Resulting vertical force (no dead weight)	64,50
Vertical toe capacity Floor:d	63,92
Resultant goes up	

Vertical force balance plugged	Force [kN]
Vertical force active	-115,23
Vertical force passive	163,00
Resulting vertical force (no dead weight)	47,77
Vertical toe capacity Floor:d	1512,27
Resultant goes up	

**12 Step 6.2 Stage 2: ontgraven polder**

**12.1 Calculation Results**

Number of iterations: 7

**12.1.1 Vertical Force Balance**

Xi factor 0.87  
 Partial material factor 1.25  
 Maximum point resistance 5.60 [MPa]

Vertical force balance unplugged	Force [kN]
Vertical force active	-158,95
Vertical force passive	224,97
Resulting vertical force (no dead weight)	66,02
Vertical toe capacity Floor:d	63,92
Resultant goes up	

Vertical force balance plugged	Force [kN]
Vertical force active	-117,74
Vertical force passive	166,65
Resulting vertical force (no dead weight)	48,91
Vertical toe capacity Floor:d	1512,27
Resultant goes up	

**13 Step 6.3 Stage 2: ontgraven polder**

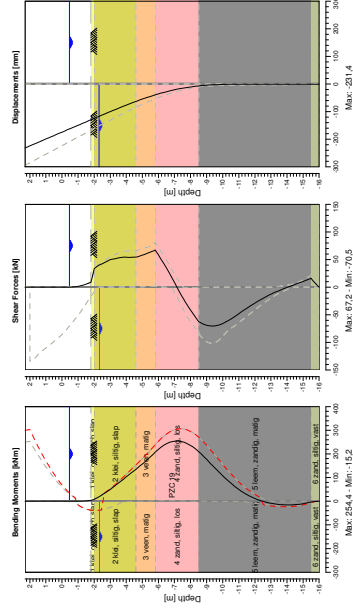
**13.1 Calculation Results**

Number of iterations: 5

**13.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements**

**Moments/Forces/Displacements - Stage 2: ontgraven polder**

Step 6.3 - Partial factor set: RC 1



**14 Step 6.4 Stage 2: ontgraven polder**

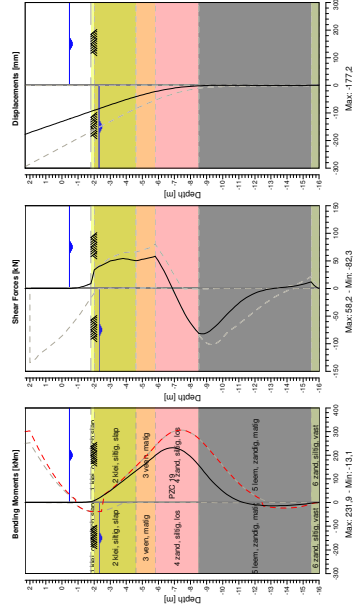
**14.1 Calculation Results**

Number of iterations: 6

**14.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements**

**Moments/Forces/Displacements - Stage 2: ontgraven polder**

Step 6.4 - Partial factor set: RC 1



15 Step 6.5 Stage 2: ontgraven polder

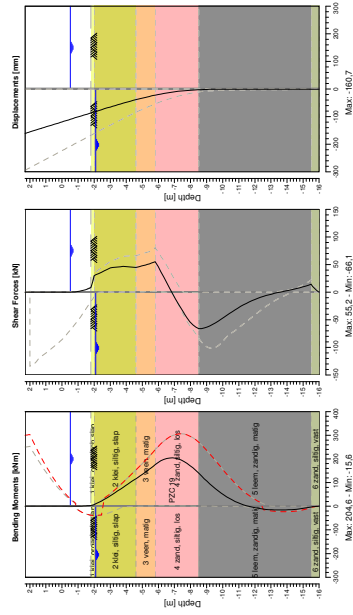
15.1 Calculation Results

Number of iterations: 5

15.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

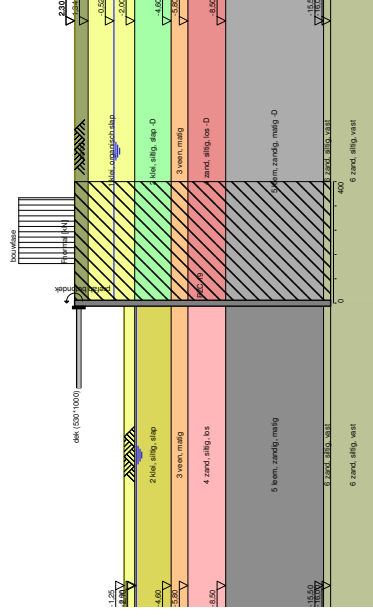
Moments/Forces/Displacements - Stage 2: ontgraven polder

Step 6.5 - Partial factor set: RC 1



16 Outline Stage 3: aanbrengen dek

Outline - Stage 3: aanbrengen dek







**19 Step 6.2 Stage 3: aanbrenge dek**

**19.1 Calculation Results**

Number of iterations: 5

**19.1.1 Vertical Force Balance**

Xi factor 0.87  
 Partial material factor 1.25  
 Maximum point resistance 5.60 [MPa]

Vertical force balance unplugged	Force [kN]
Vertical force active	162.03
Vertical force passive	265.31
Normal force on sheet piling	-400.00
Resulting vertical force (no dead weight)	27.34
Vertical toe capacity F <sub>oe;d</sub>	63.92
Resultant goes up	

Vertical force balance plugged	Force [kN]
Vertical force active	120.02
Vertical force passive	196.53
Normal force on sheet piling	-400.00
Resulting vertical force (no dead weight)	-83.45
Vertical toe capacity F <sub>oe;d</sub>	1512.27
Vertical toe capacity is sufficient (83 <= 1512)	

**20 Step 6.3 Stage 3: aanbrenge dek**

**20.1 Calculation Results**

Number of iterations: 4

**20.1.1 Vertical Force Balance**

Xi factor 0.87  
 Partial material factor 1.25  
 Maximum point resistance 5.60 [MPa]

Vertical force balance unplugged	Force [kN]
Vertical force active	166.09
Vertical force passive	277.86
Normal force on sheet piling	-400.00
Resulting vertical force (no dead weight)	43.95
Vertical toe capacity F <sub>oe;d</sub>	63.92
Resultant goes up	

Vertical force balance plugged	Force [kN]
Vertical force active	123.03
Vertical force passive	205.82
Normal force on sheet piling	-400.00
Resulting vertical force (no dead weight)	-71.15
Vertical toe capacity F <sub>oe;d</sub>	1512.27
Vertical toe capacity is sufficient (71 <= 1512)	

**21 Step 6.4 Stage 3: aanbrenge dek**

**21.1 Calculation Results**

Number of iterations: 5

**21.1.1 Vertical Force Balance**

Xi factor 0.87  
 Partial material factor 1.25  
 Maximum point resistance 5.60 [MPa]

Vertical force balance unplugged	Force [kN]
Vertical force active	160,49
Vertical force passive	280,29
Normal force on sheet piling	-400,00
Resulting vertical force (no dead weight)	40,78
Vertical toe capacity F <sub>0e;d</sub>	63,92
Resultant goes up	

Vertical force balance plugged	Force [kN]
Vertical force active	118,88
Vertical force passive	207,62
Normal force on sheet piling	-400,00
Resulting vertical force (no dead weight)	-73,50
Vertical toe capacity F <sub>0e;d</sub>	1512,27
Vertical toe capacity is sufficient (74 <= 1512)	

**22 Step 6.5 Stage 3: aanbrenge dek**

**22.1 Calculation Results**

Number of iterations: 4

**22.1.1 Vertical Force Balance**

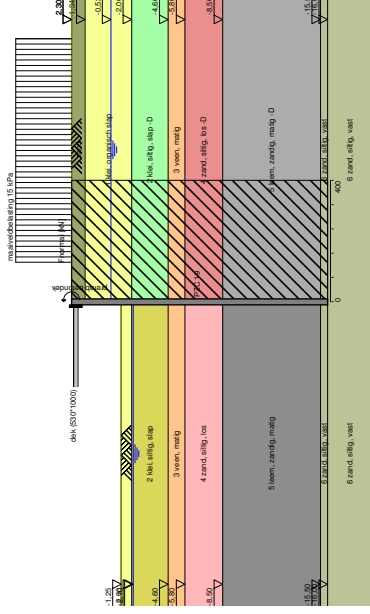
Xi factor 0.87  
 Partial material factor 1.25  
 Maximum point resistance 5.60 [MPa]

Vertical force balance unplugged	Force [kN]
Vertical force active	166,45
Vertical force passive	288,77
Normal force on sheet piling	-400,00
Resulting vertical force (no dead weight)	55,22
Vertical toe capacity F <sub>0e;d</sub>	63,92
Resultant goes up	

Vertical force balance plugged	Force [kN]
Vertical force active	123,30
Vertical force passive	213,91
Normal force on sheet piling	-400,00
Resulting vertical force (no dead weight)	-62,79
Vertical toe capacity F <sub>0e;d</sub>	1512,27
Vertical toe capacity is sufficient (63 <= 1512)	

### 23 Outline Stage 4: afwerken maaiveld

Outline - Stage 4: afwerken maaiveld

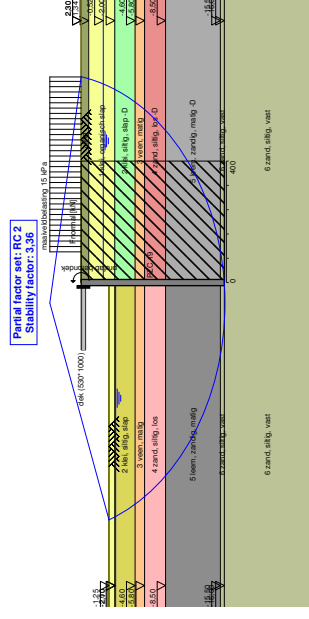


### 24 Overall Stability Stage 4: afwerken maaiveld

Stability factor : 3,36

#### 24.1 Overall Stability

Overall Stability - Stage 4: afwerken maaiveld



**25 Step 6.3 Stage 4: afwerken maaiveld**

**25.1 Calculation Results**

Number of iterations: 4

**25.1.1 Vertical Force Balance**

Xi factor 0.87  
 Partial material factor 1.25  
 Maximum point resistance 5.60 [MPa]

Vertical force balance unplugged	Force [kN]
Vertical force active	161,12
Vertical force passive	282,99
Normal force on sheet piling	-400,00
Resulting vertical force (no dead weight)	44,11
Vertical toe capacity F <sub>0e;d</sub>	63,92
Resultant goes up	

Vertical force balance plugged	Force [kN]
Vertical force active	119,35
Vertical force passive	209,62
Normal force on sheet piling	-400,00
Resulting vertical force (no dead weight)	-71,03
Vertical toe capacity F <sub>0e;d</sub>	1512,27
Vertical toe capacity is sufficient (71 <= 1512)	

**26 Step 6.4 Stage 4: afwerken maaiveld**

**26.1 Calculation Results**

Number of iterations: 4

**26.1.1 Vertical Force Balance**

Xi factor 0.87  
 Partial material factor 1.25  
 Maximum point resistance 5.60 [MPa]

Vertical force balance unplugged	Force [kN]
Vertical force active	161,78
Vertical force passive	283,60
Normal force on sheet piling	-400,00
Resulting vertical force (no dead weight)	45,38
Vertical toe capacity F <sub>0e;d</sub>	63,92
Resultant goes up	

Vertical force balance plugged	Force [kN]
Vertical force active	119,84
Vertical force passive	210,07
Normal force on sheet piling	-400,00
Resulting vertical force (no dead weight)	-70,09
Vertical toe capacity F <sub>0e;d</sub>	1512,27
Vertical toe capacity is sufficient (70 <= 1512)	

**27 Step 6.5 Stage 4: afwerken maaiveld**

**27.1 Calculation Results**

Number of iterations: 4

**27.1.1 Vertical Force Balance**

Xi factor 0.87  
 Partial material factor 1.25  
 Maximum point resistance 5.60 [MPa]

Vertical force balance unplugged	Force [kN]
Vertical force active	169,76
Vertical force passive	296,01
Normal force on sheet piling	-400,00
Resulting vertical force (no dead weight)	65,77
Vertical toe capacity F <sub>oe;d</sub>	63,92
Resultant goes up	

Vertical force balance plugged	Force [kN]
Vertical force active	125,75
Vertical force passive	219,26
Normal force on sheet piling	-400,00
Resulting vertical force (no dead weight)	-54,99
Vertical toe capacity F <sub>oe;d</sub>	1512,27
Vertical toe capacity is sufficient (65 <= 1512)	

**28 Step 6.1 Stage 5: Eindfase GWS max**

**28.1 Calculation Results**

Number of iterations: 4

**28.1.1 Vertical Force Balance**

Xi factor 0.87  
 Partial material factor 1.25  
 Maximum point resistance 5.60 [MPa]

Vertical force balance unplugged	Force [kN]
Vertical force active	146,32
Vertical force passive	269,46
Normal force on sheet piling	-400,00
Resulting vertical force (no dead weight)	15,78
Vertical toe capacity F <sub>oe;d</sub>	63,92
Resultant goes up	

Vertical force balance plugged	Force [kN]
Vertical force active	108,38
Vertical force passive	199,60
Normal force on sheet piling	-400,00
Resulting vertical force (no dead weight)	-92,02
Vertical toe capacity F <sub>oe;d</sub>	1512,27
Vertical toe capacity is sufficient (92 <= 1512)	

**29 Step 6.2 Stage 5: Eindfase GWS max**

**29.1 Calculation Results**

Number of iterations: 4

**29.1.1 Vertical Force Balance**

Xi factor 0.87  
 Partial material factor 1.25  
 Maximum point resistance 5.60 [MPa]

Vertical force balance unplugged	Force [kN]
Vertical force active	147,32
Vertical force passive	270,70
Normal force on sheet piling	-400,00
Resulting vertical force (no dead weight)	18,02
Vertical toe capacity F <sub>0e;d</sub>	63,92
Resultant goes up	

Vertical force balance plugged	Force [kN]
Vertical force active	109,13
Vertical force passive	200,52
Normal force on sheet piling	-400,00
Resulting vertical force (no dead weight)	-90,35
Vertical toe capacity F <sub>0e;d</sub>	1512,27
Vertical toe capacity is sufficient (90 <= 1512)	

**30 Step 6.3 Stage 5: Eindfase GWS max**

**30.1 Calculation Results**

Number of iterations: 4

**30.1.1 Vertical Force Balance**

Xi factor 0.87  
 Partial material factor 1.25  
 Maximum point resistance 5.60 [MPa]

Vertical force balance unplugged	Force [kN]
Vertical force active	145,88
Vertical force passive	289,27
Normal force on sheet piling	-400,00
Resulting vertical force (no dead weight)	35,15
Vertical toe capacity F <sub>0e;d</sub>	63,92
Resultant goes up	

Vertical force balance plugged	Force [kN]
Vertical force active	108,06
Vertical force passive	214,27
Normal force on sheet piling	-400,00
Resulting vertical force (no dead weight)	-77,67
Vertical toe capacity F <sub>0e;d</sub>	1512,27
Vertical toe capacity is sufficient (78 <= 1512)	

**31 Step 6.4 Stage 5: Eindfase GWS max**

**31.1 Calculation Results**

Number of iterations: 4

**31.1.1 Vertical Force Balance**

Xi factor 0.87  
 Partial material factor 1.25  
 Maximum point resistance 5.60 [MPa]

Vertical force balance unplugged	Force [kN]
Vertical force active	146.27
Vertical force passive	289.91
Normal force on sheet piling	-400.00
Resulting vertical force (no dead weight)	36.18
Vertical toe capacity F <sub>oe;d</sub>	63.92
Resultant goes up	

Vertical force balance plugged	Force [kN]
Vertical force active	108.35
Vertical force passive	214.75
Normal force on sheet piling	-400.00
Resulting vertical force (no dead weight)	-76.90
Vertical toe capacity F <sub>oe;d</sub>	1512.27
Vertical toe capacity is sufficient (77 <= 1512)	

**End of Report**

**32 Step 6.5 Stage 5: Eindfase GWS max**

**32.1 Calculation Results**

Number of iterations: 4

**32.1.1 Vertical Force Balance**

Xi factor 0.87  
 Partial material factor 1.25  
 Maximum point resistance 5.60 [MPa]

Vertical force balance unplugged	Force [kN]
Vertical force active	149.12
Vertical force passive	301.65
Normal force on sheet piling	-400.00
Resulting vertical force (no dead weight)	50.77
Vertical toe capacity F <sub>oe;d</sub>	63.92
Resultant goes up	

Vertical force balance plugged	Force [kN]
Vertical force active	110.46
Vertical force passive	223.45
Normal force on sheet piling	-400.00
Resulting vertical force (no dead weight)	-66.09
Vertical toe capacity F <sub>oe;d</sub>	1512.27
Vertical toe capacity is sufficient (66 <= 1512)	

## Report for D-Sheet Piling 9.1

Design of Sheet Piling  
Developed by Deltares



Company: Witteveen + Bos

Date of report: 6/13/2012  
Time of report: 2:01:18 PM

Date of calculation: 6/13/2012  
Time of calculation: 2:00:51 PM

Filename: D:\...LW293-1-20Dsheets - gewijzigd BKPlsnede open deel - staal

Project identification: VO Europeplein Leeuwarden  
Damwandconstructies open deel - buitenring  
stalen damwand onverankerd

Verification according to EC7 NAD from the Netherlands

### 1 Table of Contents

1 Table of Contents	2
2 Summary	3
2.1 Overview per Stage and Test	3
2.2 Overall Stability per Stage	3
2.3 Warnings	3
2.4 CUR Verification Steps	4
3 Overall Stability Stage 1: Initieel	5
3.1 Overall Stability	5
4 Overall Stability Stage 2: aanbrengen fietspad	6
4.1 Overall Stability	6
5 Overall Stability Stage 3: GWS max	7
5.1 Overall Stability	7



**2 Summary**

**2.1 Overview per Stage and Test**

Stage no.	Verification type	Displacement [mm]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Mob. perc. moment [%]	Mob. perc. resistance [%]	Vertical balance
1	EC7(NL)-Step 6.1	0,5	-0,5	-0,5	0,0	21,5	Upwards
1	EC7(NL)-Step 6.2	0,3	-0,3	-0,3	0,0	21,5	Upwards
1	EC7(NL)-Step 6.3	-0,9	0,8	0,8	0,0	21,7	Upwards
1	EC7(NL)-Step 6.4	-0,5	0,5	0,5	0,0	21,7	Upwards
1	EC7(NL)-Step 6.5	-6,2	10,7	4,1	0,0	17,7	Upwards
1	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20	12,9	12,9	4,9	0,0		
2	EC7(NL)-Step 6.1	31,6	-14,5	-14,5	0,0	34,9	Upwards
2	EC7(NL)-Step 6.2	19,9	9,3	9,3	0,0	34,6	Upwards
2	EC7(NL)-Step 6.3	32,4	-15,1	-15,1	0,0	34,7	Upwards
2	EC7(NL)-Step 6.4	20,9	9,1	9,1	0,0	34,5	Upwards
2	EC7(NL)-Step 6.5	-18,7	21,9	11,3	0,0	25,3	Upwards
2	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20	26,3	26,3	13,6	0,0		
3	EC7(NL)-Step 6.1		<b>85,5</b>	<b>-39,4</b>	<b>0,0</b>	<b>43,0</b>	Upwards
3	EC7(NL)-Step 6.2		61,2	-27,7	0,0	42,2	Upwards
3	EC7(NL)-Step 6.3		84,7	-36,4	0,0	42,0	Upwards
3	EC7(NL)-Step 6.4		60,7	-26,9	0,0	41,3	Upwards
3	EC7(NL)-Step 6.5	<b>-42,6</b>	45,3	-19,5	0,0	30,8	Upwards
3	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		54,4	-23,4			
Max		<b>-42,6</b>	<b>85,5</b>	<b>-39,4</b>	<b>0,0</b>	<b>43,0</b>	Sufficient

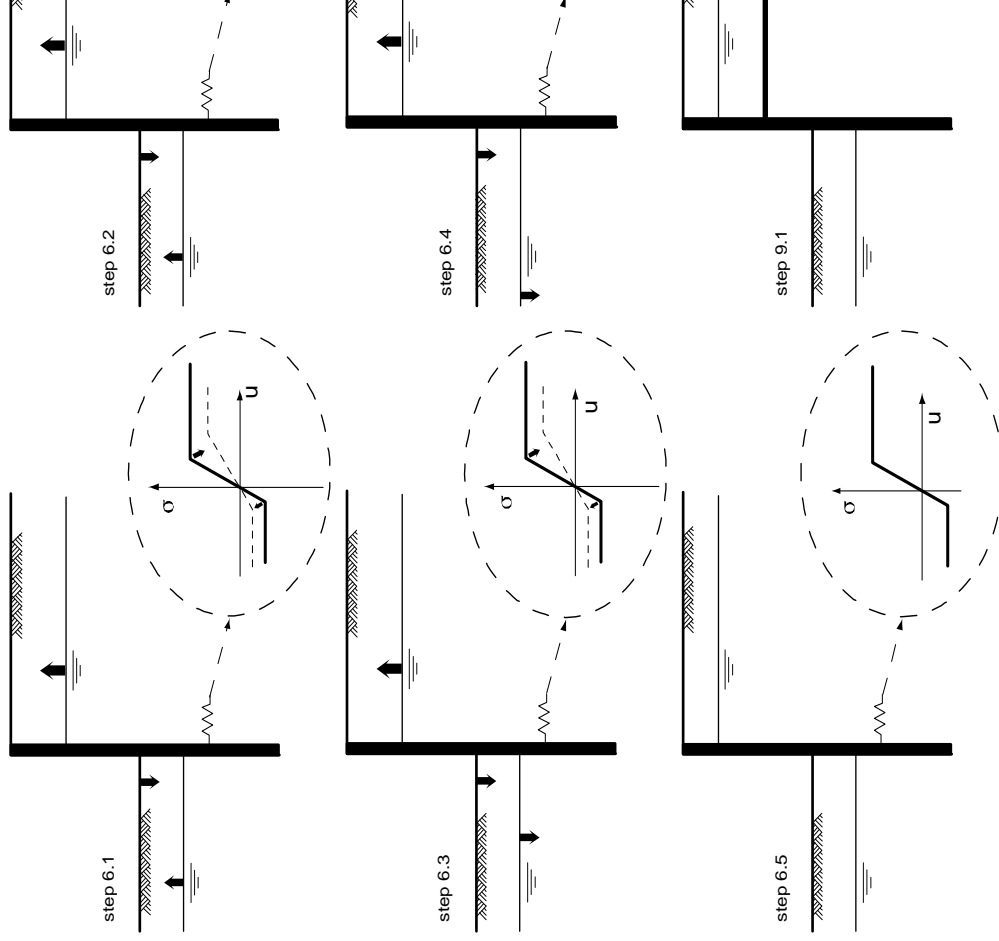
**2.2 Overall Stability per Stage**

Stage name	Stability factor
initieel	24,49
aanbrengen fiet...	3,89
GWS max	3,30

**2.3 Warnings**

Warning  
 In the profile(s) below, the difference between the highest and lowest phi in the materials is more than 15 degrees. According to Cur-166 article 4.5.8 a Culmann calculation with straight slip surfaces is not allowed. Either reduce your phi's or try a Ka, Ko, Kp calculation.  
 Profile(s):  
 - DKM2  
 - DKM2 steunbeim d=0  
 - DKM2 steunbeim d=0 GWSmax

**2.4 CUR Verification Steps**

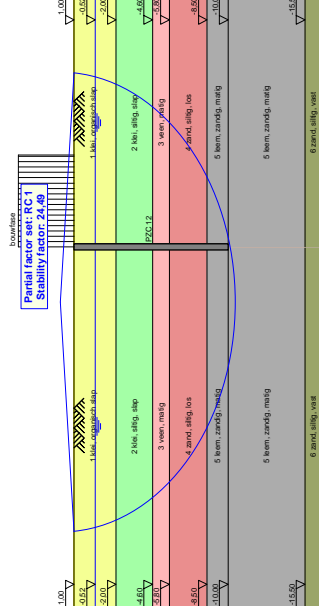


### 3 Overall Stability Stage 1: initieel

Stability factor : 24,49

#### 3.1 Overall Stability

Overall Stability - Stage 1: initieel

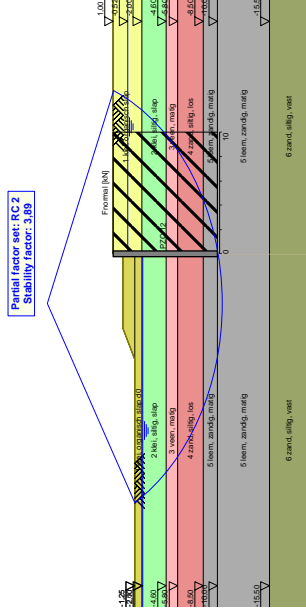


### 4 Overall Stability Stage 2: aanbrengen fietspad

Stability factor : 3,89

#### 4.1 Overall Stability

Overall Stability - Stage 2: aanbrengen fietspad

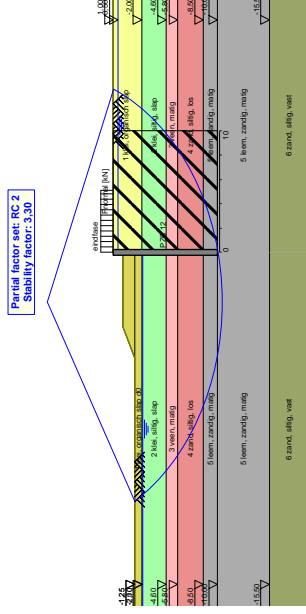


### 5 Overall Stability Stage 3: GWS max

Stability factor : 3,30

#### 5.1 Overall Stability

Overall Stability - Stage 3: GWS max



End of Report

## Report for D-Sheet Piling 9.1

Design of Sheet Piling  
Developed by Deltares



Company: Witteveen + Bos  
Date of report: 6/15/2012  
Time of report: 9:33:23 AM  
Date of calculation: 6/14/2012  
Time of calculation: 5:12:30 PM  
Filename: D:\...LW293-1-20\Dsheets - gewijzigd BKP\snede binnenring- verankerd  
Project identification: VO Europeplein Leeuwarden  
Damwandconstructies open deel binnenring  
stalen damwand verankerd

Verification according to EC7 NAD from the Netherlands

### 1 Table of Contents

1 Table of Contents	2
2 Summary	3
2.1 Overview per Stage and Test	3
2.2 Anchors and Struts	3
2.3 Overall Stability per Stage	4
2.4 Warnings	4
2.5 CUR Verification Steps	5
3 Overall Stability Stage 1: initieel	6
3.1 Overall Stability	6
4 Overall Stability Stage 2: ontgraven tbv verankering en gording	7
4.1 Overall Stability	7
5 Overall Stability Stage 3: verankering aanbrengen	8
5.1 Overall Stability	8
6 Overall Stability Stage 4: aanbrengen fietspad - aanbrengen wegprofiel	9
6.1 Overall Stability	9
7 Overall Stability Stage 5: GWS max	10
7.1 Overall Stability	10
8 Overall Stability Stage 6: GWS max max verkeersbelasting	11
8.1 Overall Stability	11

**2 Summary**

**2.1 Overview per Stage and Test**

Stage no.	Verification type	Displacement [mm]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Mob. perc. moment [%]	Mob. perc. resistance [%]	Vertical balance
1	EC7(NL)-Step 6.1		16,6	5,7	0,0	20,9	Sufficient
1	EC7(NL)-Step 6.2		11,2	-3,9	0,0	21,0	Sufficient
1	EC7(NL)-Step 6.3		16,1	5,8	0,0	21,5	Upwards
1	EC7(NL)-Step 6.4		10,8	3,8	0,0	21,5	Upwards
1	EC7(NL)-Step 6.5	-8,7	8,9	3,9	0,0	16,2	Upwards
1	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		10,6	4,7			
2	EC7(NL)-Step 6.1		46,7	-18,8	0,0	26,5	Upwards
2	EC7(NL)-Step 6.2		37,8	14,6	0,0	26,4	Upwards
2	EC7(NL)-Step 6.3		46,7	-18,6	0,0	26,7	Upwards
2	EC7(NL)-Step 6.4		38,1	14,9	0,0	26,6	Upwards
2	EC7(NL)-Step 6.5	-45,5	30,0	14,0	0,0	20,2	Upwards
2	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		35,9	16,8			
3	EC7(NL)-Step 6.1		22,9	-19,0	21,6	26,0	Upwards
3	EC7(NL)-Step 6.2		26,4	-18,8	21,7	26,0	Upwards
3	EC7(NL)-Step 6.3		23,5	-19,0	21,9	26,1	Upwards
3	EC7(NL)-Step 6.4		26,9	-18,8	22,0	26,2	Upwards
3	EC7(NL)-Step 6.5	-29,7	24,3	-18,8	16,6	20,1	Upwards
3	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		29,1	-22,6			
4	EC7(NL)-Step 6.1		<b>-173,4</b>	-137,1	<b>50,9</b>	<b>57,2</b>	Sufficient
4	EC7(NL)-Step 6.2		-160,6	-130,6	<b>50,9</b>	<b>57,6</b>	Sufficient
4	EC7(NL)-Step 6.3		-156,8	-129,4	49,6	56,2	Sufficient
4	EC7(NL)-Step 6.4		-143,3	-121,7	49,3	56,3	Upwards
4	EC7(NL)-Step 6.5	-48,0	-106,1	-97,7	33,4	39,3	Upwards
4	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		-127,4	-117,3			
5	EC7(NL)-Step 6.1		-124,0	-114,9	46,3	53,4	Upwards
5	EC7(NL)-Step 6.2		-118,7	-111,2	46,1	53,4	Upwards
5	EC7(NL)-Step 6.3		-122,7	-114,1	45,1	51,6	Upwards
5	EC7(NL)-Step 6.4		-116,1	-109,6	44,8	51,6	Upwards
5	EC7(NL)-Step 6.5	-47,8	-105,5	-100,4	31,7	36,9	Upwards
5	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		-126,6	-120,5			
6	EC7(NL)-Step 6.1		-168,0	-161,1	47,5	55,3	Sufficient
6	EC7(NL)-Step 6.2		-162,2	-155,2	47,5	55,6	Sufficient
6	EC7(NL)-Step 6.3		-161,6	-157,4	46,1	53,5	Sufficient
6	EC7(NL)-Step 6.4		-146,7	-149,0	45,9	53,8	Sufficient
6	EC7(NL)-Step 6.5	<b>-58,4</b>	-133,6	-135,9	32,4	38,6	Upwards
6	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		-160,3	<b>-163,1</b>			
Max			<b>-173,4</b>	<b>-163,1</b>	<b>50,9</b>	<b>57,6</b>	Sufficient

**2.2 Anchors and Struts**

Stage	Verification type	Anchor/strut	
		SI anchor 800 (grootlich..)	State
3	Step 6.1	30,00	Elastic
3	Step 6.2	30,00	Elastic
3	Step 6.3	30,00	Elastic
3	Step 6.4	30,00	Elastic
3	Step 6.5 * 1,20	36,00	Elastic
4	Step 6.1	276,22	Elastic
4	Step 6.2	259,04	Elastic
4	Step 6.3	258,39	Elastic
4	Step 6.4	238,79	Elastic

**2.3 Overall Stability per Stage**

Stage	Verification type	Anchor/strut	
		SI anchor 800 (grootlich..)	State
4	Step 6.5 * 1,20	226,29	Elastic
5	Step 6.1	222,27	Elastic
5	Step 6.2	213,45	Elastic
5	Step 6.3	220,14	Elastic
5	Step 6.4	209,78	Elastic
5	Step 6.5 * 1,20	229,33	Elastic
6	Step 6.1	320,75	Elastic
6	Step 6.2	304,60	Elastic
6	Step 6.3	312,74	Elastic
6	Step 6.4	295,61	Elastic
6	Step 6.5 * 1,20	321,76	Elastic

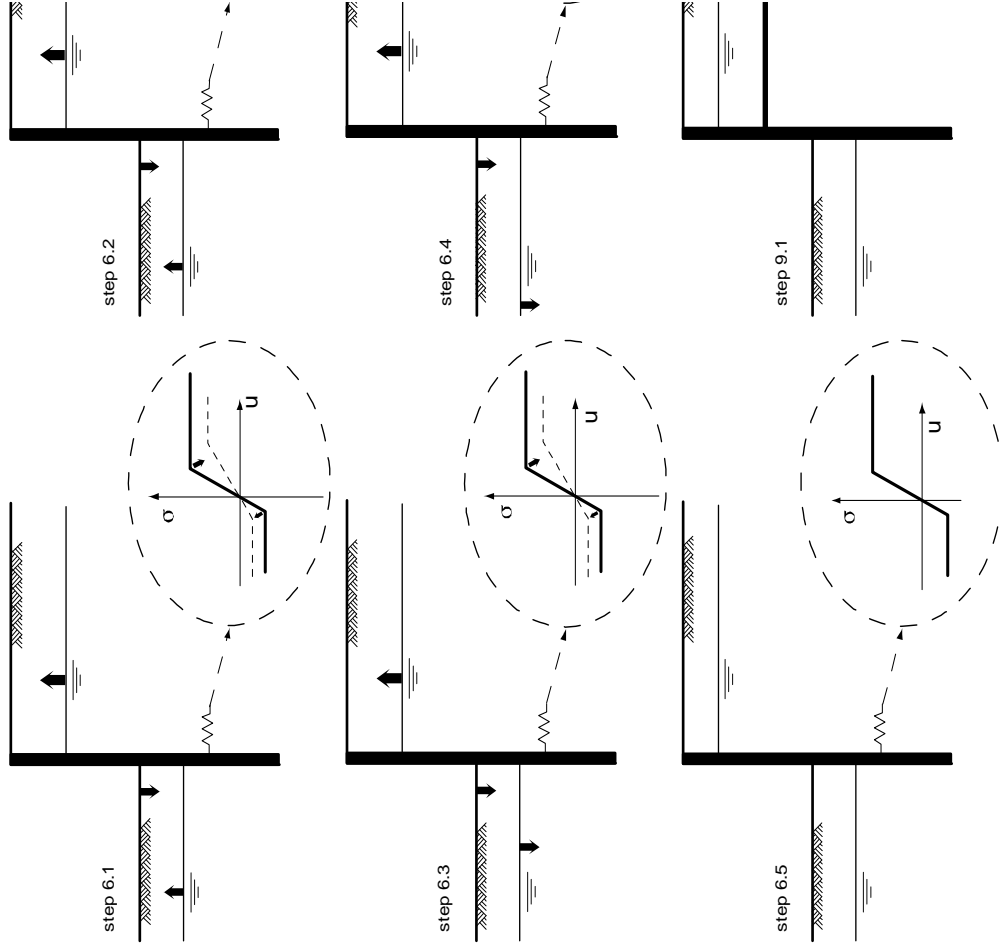
Stage name	Stability factor [-]
initieel	32,49
ontgraven tbv v...	10,21
verankering aan...	10,21
aanbrengen fiet...	1,91
GWS max	2,06
GWS max max ...	2,53

**2.4 Warnings**

Warning  
 In the profile(s) below, the difference between the highest and lowest phi in the materials is more then 15 degrees. According to Cur-166 article 4.5.8 a Culmann calculation with straight slip surfaces is not allowed. Either reduce your phi's or try a Ka, Ko, Kp calculation.

- Profile(s):
- DKM2
  - DKM2 passief
  - DKM2 -d
  - DKM2 passief GWSmax
  - DKM2 -d GWS max

2.5 CUR Verification Steps

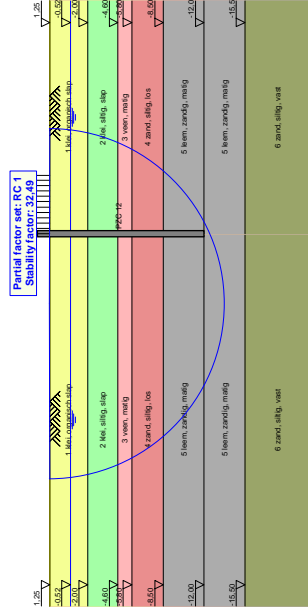


3 Overall Stability Stage 1: initieel

Stability factor : 32,49

3.1 Overall Stability

Overall Stability - Stage 1: initieel

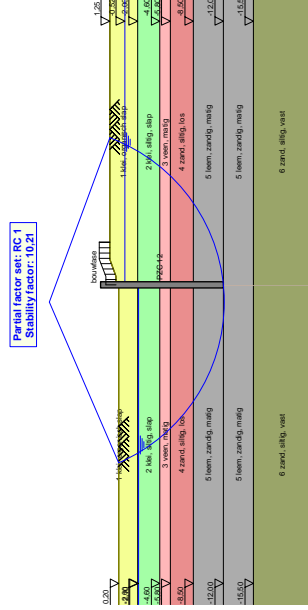


### 4 Overall Stability Stage 2: ontgraven tbv verankering en gording

Stability factor : 10,21

#### 4.1 Overall Stability

Overall Stability - Stage 2: ontgraven tbv verankering en gording

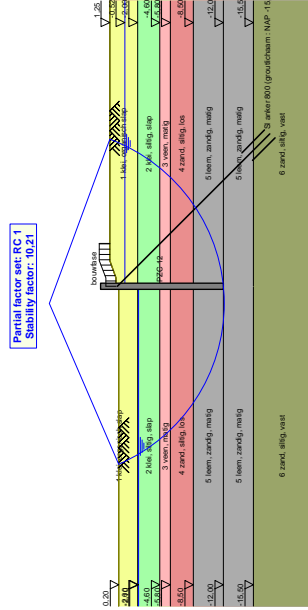


### 5 Overall Stability Stage 3: verankering aanbrengen

Stability factor : 10,21

#### 5.1 Overall Stability

Overall Stability - Stage 3: verankering aanbrengen

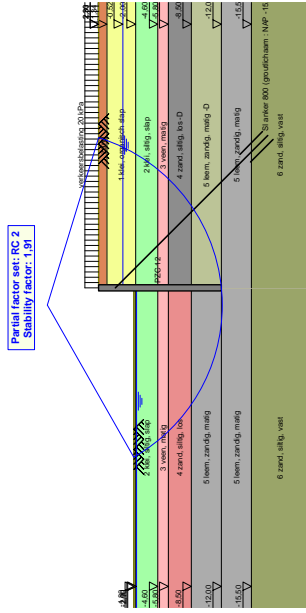


### 6 Overall Stability Stage 4: aanbrengen fietspad - aanbrengen wegprofiel

Stability factor : 1,91

#### 6.1 Overall Stability

Overall Stability - Stage 4: aanbrengen fietspad - aanbrengen wegprofiel

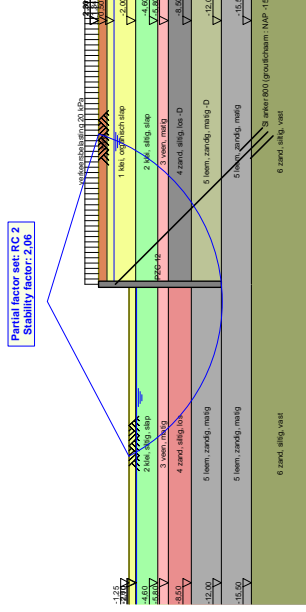


### 7 Overall Stability Stage 5: GWS max

Stability factor : 2,06

#### 7.1 Overall Stability

Overall Stability - Stage 5: GWS max



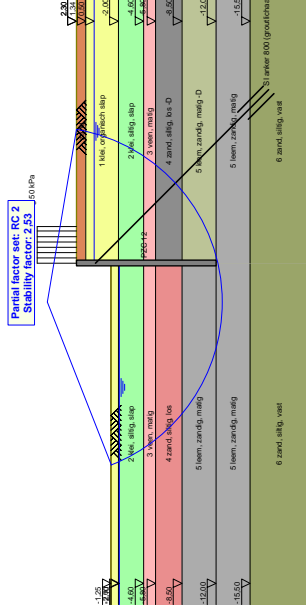


### 8 Overall Stability Stage 6: GWS max max verkeersbelasting

Stability factor : 2,53

#### 8.1 Overall Stability

Overall Stability - Stage 6: GWS max max verkeersbelasting



End of Report



## **BIJLAGE V REKENBLAD VERANKERING DAMWANDEN**



GROUTINJECTIEANKERS		Witteveen Bos	
Berekening conform CUR166, 4e druk, deel 1 en 2, oktober 2005			
Versie en datum:		0,70 (02-08-2011)	
Project:		VO Europaplein Leeuwarden	
Onderdeel:		Groutinjectieankers PZC12 - damwanden binnering	
Adviseur:		ing. J.P. Schuitemaker	
Projectcode:		LW293-1-20	
<b>uitgangspunten</b>			
$F_{a,max,bgt}$	kN/m'	268	ankerkracht in richting anker D-Sheet Piling in BGT, CUR stap 6.5
$F_{a,max,ugt}$	kN/m'	321	ankerkracht in richting anker D-Sheet Piling in UGT, CUR stap 6.1 - 6.4
$F_{a,max,bgt} \times 1,2$	kN/m'	322,0	CUR stap 6.5 vermenigvuldigd met factor 1,20
$F_{a,max}$	kN/m'	322,0	ontwerpwaarde ankerkracht (maximum stap 6.1-6.4 of 6.5 x 1.2)
	°	45	hoek van de ankers met de horizontaal
verrekening	°	nee	Nee: geen verrekening hoek gemodelleerd als anker onder helling Ja: verrekening hoek indien opgegeven krachten horizontaal (bv. rigid support)
Voorspanning	%	9%	percentage aan te brengen voorspankracht van $F_{s,A,d}$
$F_{a,voorspanning}$	kN/m'	30	voorspankracht (ingevoerd in D-Sheet Piling)
h.o.h.	m	1,420	hart-op-hart afstand van de ankers
klasse	-	RC2	veiligheidsklasse conform EC7
verankeringsniveau	m NAP	0,35	aangrijpingsniveau verankerung op damwand
<b>algemene invoerparameters</b>			
$\lambda$	-	0,015	schachtwrijvingsfactor volgens CUR 166
	-	1,00	reductiefactor afhankelijk van aantal bezwijkproeven en aantal samenwerkende ankers, volgens CUR tabel 7.1, = 1,0 wanneer op alle ankers een controle proef wordt uitgevoerd
$m_b$	-	1,4	partiele materiaalfactor volgens CUR gelijk aan 1,4 ( $m_{b,d}$ ); wanneer op alle ankers een controleproef wordt uitgevoerd gelijkstellen aan 1,25 ( $m_{b,3}$ ). Bij damwandoconstructies in veiligheidsklasse RC2 en RC3 dienen alle ankers getoetst te worden door middel van een controleproef.
<b>berekening krachten</b>			
$F_{a,max,rep,hor}$	kN/anker	269	belasting per anker horizontaal (BGT)
$F_{a,max,d,hor}$	kN/anker	322	belasting per anker horizontaal (UGT)
$F_{a,max,rep}$	kN/anker	381	belasting per anker onder hoek (BGT)
$F_{a,max,d}$	kN/anker	457	belasting per anker onder hoek (UGT)
$F_{s,A,d}$	kN/anker	503	ontwerpbelasting groutlichaam ( $F_{s,A,d} = 1,1 \times F_{a,max}$ )
$F_{s,A,at,d}$	kN/anker	572	ontwerpbelasting ankerstang ( $F_{s,A,at,d} = 1,25 \times F_{a,max}$ )
$F_{voorspan}$	kN/anker	47	voorspankracht per anker
<b>berekening ankerstang</b>			
Type keuze	-	Leeuwanker 800	Type verankerung
Type	-	Leeuwanker 800	Type verankerung
Omschrijving	-	Diameter 70 - 30 mm	Buiten - binnendiameter ankerstang
Staalqualiteit	-	MW 450	Staalqualiteit ankerstang
$f_{yd}$	N/mm <sup>2</sup>	470	max toelaatbare staalspanning $\sigma_{s,d}$ (gebaseerd op vloe- en breukspanning)
Corrosie	mm/zijde	2,00	In rekening gebrachte corrosie per zijde
$A_{msg}$	mm <sup>2</sup>	2965	staaldoorsnede maatgevend t.p.v. draad gekozen profiel
$A_{msg,corr}$	mm <sup>2</sup>	2548	staaldoorsnede maatgevend t.p.v. draad gekozen profiel met eventuele corrosie
$A_{msg}$	m <sup>2</sup> /m	1,794E-03	staaldoorsnede per strekkende meter (invoer Msheet)
$A_{msg,min}$	mm <sup>2</sup>	1216	benodigde staaldoorsnede
u.c.	-	0,48	unity check = $A_{msg,min} / A_{msg} \leq 1,0$
check	-	ok	ok $\leq 1,0$ anders onvoldoende
<b>berekening groutlichaam</b>			
$D_{schroefblad/bookop,standaard}$	mm	200	standaard diameter schroefblad/bookop bij het gekozen type verankerung
$D_{schroefblad/bookop}$	mm	200	toegepaste diameter schroefblad/bookop
$D_{extra}$	mm	20	overpersing diameter
$D_{gootaal}$	mm	220	diameter groutlichaam
$O_{gootaal}$	mm	691	omtrek groutlichaam
sondering	-	DKM2	Betreffende sondering
b.k. grout	m NAP	-15,50	bovenkant groutlichaam, volgens CUR 166 minimaal 1,0 m onder onder stappen lagenpakket en minimaal 5,0 m gronddekking
b.k. laag 1	m NAP	-15,50	laag 1 bovenkant draagkrachtige laag
o.k. laag 1	m NAP	-19,50	laag 1 onderkant draagkrachtige laag
$L_{a,1}$	m	5,66	laag 1 lengte groutlichaam
$q_{c,gem,laag 1}$	MPa	15,0	laag 1 gemiddelde conusweerstand over lengte groutlichaam, zekerheidshalve afsnuiten op max 12 / 15 Mpa (gangbare praktijk, echter niet expliciet genoemd in CUR166).
$F_{r,A,gr,min,laag 1}$		880	laag 1 minimale houddracht ( $F_{r,A,gr,min} = \gamma \times O_{gootaal} \times L_a \times q_{c,gem}$ ) empirische relatie volgens CUR
b.k. laag 2	m NAP	-19,50	laag 2 bovenkant draagkrachtige laag
o.k. laag 2	m NAP	-19,50	laag 2 onderkant groutlichaam. In geval enkel gebruik laag 1 deze gelijkstellen aan b.k. laag 2
$L_{a,2}$	m	0,00	laag 2 lengte groutlichaam
$q_{c,gem,laag 2}$	MPa	0,0	laag 2 gemiddelde conusweerstand over lengte groutlichaam, zekerheidshalve afsnuiten op max 12 / 15 Mpa (gangbare praktijk, echter niet expliciet genoemd in CUR166).
$F_{r,A,gr,min,laag 2}$		0	laag 2 minimale houddracht ( $F_{r,A,gr,min} = \gamma \times O_{gootaal} \times L_a \times q_{c,gem}$ ) empirische relatie volgens CUR
$F_{r,A,gr,min,totaal}$		880	totaal laag 1 en 2 minimale houddracht
$L_{a,totaal,bruto}$	m	5,66	totaal laag 1 en 2 lengte groutlichaam
$L_{a,totaal,afgerond}$	m	5,70	totaal lengte groutlichaam afgerond naar boven
check	-	ok	lengte groutlichaam in zandlaag minimaal 5 m
$F_{r,A,gr,totaal,rep}$	kN	880	totale representatieve houddracht groutlichaam ( $F_{r,A,gr,rep} = \gamma \times F_{r,A,gr,min}$ )
$F_{r,A,gr,totaal,d}$	kN	628	Totale rekenwaarde houddracht groutlichaam ( $F_{r,A,gr,d} = F_{r,A,gr,rep} / m_b$ )
$F_{s,A,totaal,d}$	kN	503	Totale ontwerpbelasting groutlichaam ( $F_{s,A,d} = 1,1 \times F_{a,max}$ )
u.c.	-	0,800	unity check = $F_{s,A,d} / F_{r,A,gr,d} \leq 1,0$
check	-	ok	ok $\leq 1,0$ anders onvoldoende

**GROUTINJECTIEANKERS**

Berekening conform CUR166, 4e druk, deel 1 en 2, oktober 2005



Versie en datum: 0,70 (02-08-2011)  
 Project: VO Europaplein Leeuwarden  
 Onderdeel: Groutinjectieankers PZC12 - damwanden binnering  
 Adviseur: ing. J.P. Schuitmaker  
 Projectcode: LW293-1-20

**berekening ankerlengte**

overlengte	m	0,50	overlengte benodigd voor de bevestiging
L <sub>bruto</sub>	m	28,57	Ankerlengte bruto (L <sub>bruto</sub> = (bk anker - ok grout) / sin ( ) + overlengte
L <sub>afgerond</sub>	m	28,60	Ankerlengte afgerond naar boven
L <sub>hor</sub>	m	19,87	Lengte horizontaal achter damwand

**berekening gording**

F <sub>s,g,d</sub>	kN	355	rekenwaarde belasting op gording, ankerkracht (F <sub>s,g,d</sub> = 1,1 * F <sub>a,max</sub> )
f	1 /	10	factor afhankelijk van de lengte doorgaande ligger. Varieert tussen 1/8 (geen doorgaande ligger) en 1/16 (doorgaande ligger met pl. Scharnieren). Voorkeur 1/10.
M <sub>s,g,d</sub>	kNm	50,3	rekenwaarde moment op gording (M <sub>s,g,d</sub> = f x F <sub>s,g,d</sub> x a), benadering geldig voor voorontwerp
σ <sub>d</sub>	N/mm <sup>2</sup>	355	rekenwaarde vloeigrens
W <sub>min,d</sub>	cm <sup>3</sup>	142	minimaal benodigd weerstandsmoment
profiel	-	HEA180	gekozen staalprofiel gording
W <sub>roep,yield</sub>	cm <sup>3</sup>	294	rekenwaarde weerstandsmoment W <sub>y,el</sub> (elastisch) gekozen staalprofiel
u.c.	-	0,48	unity check = W <sub>min,d</sub> / W <sub>roep,d</sub> =< 1,0
check	-	ok	ok =< 1,0 anders onvoldoende

**controle ankerstaaf bij ankeruitval**

F <sub>a,max,rep,ultv</sub>	kN/anker	572	representatieve kracht per anker x 1,5 ivm overname kracht bezweken anker
F <sub>r,A,rep</sub>	kN/anker	1198	representatieve capaciteit anker
u.c. anker	-	0,48	unity check = (F <sub>a,max,rep</sub> x 1,5) / F <sub>r,A,rep</sub> =< 1,0
check anker	-	ok	ok =< 1,0 anders onvoldoende

**controle grotlichaam bij ankeruitval**

F <sub>a,max,rep,ultv</sub>	kN/anker	572	representatieve kracht per anker x 1,5 ivm overname kracht bezweken anker
F <sub>r,A,rep</sub>	kN/anker	628	representatieve capaciteit anker
u.c. anker	-	0,91	unity check = (F <sub>a,max,rep</sub> x 1,5) / F <sub>r,A,rep</sub> =< 1,0
check anker	-	ok	ok =< 1,0 anders onvoldoende

**controle gording bij ankeruitval**

h.o.h. bij calamiteit	m	2,130	hart-op-hart afstand van de ankers bij calamiteit
F <sub>a,max,rep,hor,ultv</sub>	kN/anker	404	belasting per anker horizontaal (BGT). Toetsing op ankeruitval is noodzakelijk bij alle permanente constructies in klasse II en alle constructies in klasse III (zie CUR deel 1, par. 3.3.9). F <sub>a,max,rep,hor,ultv</sub> = 1,5 x F <sub>a,max,rep,hor</sub>
M <sub>s,g,rep,ultv</sub>	kNm	86	moment in gording bij ankeruitval
W <sub>min,d</sub>	cm <sup>3</sup>	242	gording minimaal benodigd weerstandsmoment
u.c. gording	-	0,82	unity check = W <sub>min,d</sub> / W <sub>roep,d</sub> =< 1,0 elastisch getoetst (conservatief)
check gording	-	ok	ok =< 1,0 anders onvoldoende

**samenvatting resultaten**

F <sub>a,max,rep</sub>	kN/m'	268,3	belasting per m onder hoek verankering (BGT): uitkomst D-Sheet Piling
F <sub>a,max,d</sub>	kN/m'	322,0	ontwerpwaarde ankerkracht (maximum stap 6.1-6.4 of 6.5 x 1.2)
sondering		DKM2	betreffende sondering
verankerings niveau	m NAP	0,35	aangrijpingsniveau verankering op damwand
h.o.h.	m	1,22	hoek van de ankers met de horizontaal
voorspankracht	kN/anker	47	hart-op-hart afstand van de ankers
type	-	Leeuwanke 800	voorspankracht per anker
omschrijving	-	Diameter 70 - 30 mm	Type verankering
staalkwaliteit	-	MW 450	Buiten - binnendiameter ankerstang
corrosie	mm/zijde	2,00	staalkwaliteit ankerstang
D <sub>schroefblad/boorkop</sub>	mm	200	In rekening gebrachte corrosie per zijde
D <sub>grotlichaam</sub>	mm	220	diameter Schroefblad/boorkop
b.k. grout	m NAP	-15,5	diameter grotlichaam
o.k. grout	m NAP	-19,5	bovenkant grotlichaam
L <sub>anker,afgerond</sub>	m	28,60	laag 2 onderkant grotlichaam.
L <sub>anker,grout,afgerond</sub>	m	5,7	ankerlengte afgerond naar boven
gording	-	HEA180	totaal lengte grotlichaam afgerond naar boven
ankeruitval ankerstaaf	-	ok	gekozen staalprofiel gording
ankeruitval grotlichaam	-	ok	controle ankerstaaf bij ankeruitval
ankeruitval gording	-	ok	controle capaciteit naastliggende ankers bij ankeruitval
	-	ok	controle gording bij ankeruitval

**interactieberekening verticale en horizontale stabiliteit**

F <sub>a,max,bgt</sub>	kN/m'	268,3	ankerkracht in richting anker D-Sheet Piling in BGT, CUR stap 6.5
F <sub>a,max,ugt</sub>	kN/m'	321,0	ankerkracht in richting anker D-Sheet Piling in UGT, CUR stap 6.1 - 6.4
F <sub>a,max,bgt</sub> x 1,2	kN/m'	322,0	CUR stap 6.5 vermenigvuldigd met factor 1,20
F <sub>a,max</sub>	kN/m'	322,0	ontwerpwaarde ankerkracht (maximum stap 6.1-6.4 of 6.5 x 1.2)
h.o.h.	m	1,42	hoek van de ankers met de horizontaal
F <sub>a,max,rep,vert</sub>	kN/anker	269	hart-op-hart afstand van de ankers
F <sub>a,max,d,vert</sub>	kN/anker	322	belasting per anker verticaal (BGT)
bk damwand	m NAP	2,30	belasting per anker verticaal (UGT)
ok damwand	m NAP	-10,00	bovenkant damwandconstructie
L	m	12,30	onderkant damwandconstructie
mv hoog	m NAP	2,30	totale lengte damwand
mv laag	m NAP	-1,80	maaiveldniveau hoge zijde
l	m	4,1	maaiveldniveau lage zijde
F <sub>s</sub> / (2L - l) > 12,5 kN/m <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>	15,7	grondkerende hoogte
			interactieberekening van horizontale en verticale stabiliteit

## BIJLAGE VI REKENBLAD VERTICAAL EVENWICHT





## Opbarsten leemlaag - bouwfase - berekening verticaal evenwicht

opsteller: ing. J.P. Schuitemaker  
 vrijgave: ir. P.H.H. Stuurwold  
 datum: 16-05-2012

Witteveen - Bos

stijghoogte bouwfase: 0,22 [m NAP]  
 stijghoogte eindfase: 0,89 [m NAP]  
 factor verticaal evenwicht: 1,1 [-]  
 niveau bemaling: 2,1 [m NAP]

laagopbouw:	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_{sat}$ [kN/m <sup>3</sup> ]
2	13,0	13,0
3	15,0	15,0
4	12,0	12,0
5	18,0	20,0
6	20,0	20,0
7	19,0	21,0

kilometering - sondering	niveaus watervoerend pakket [m NAP]	opwaartse waterdruk eindfase [kPa]	opwaartse waterdruk bouwfase [kPa]
DKM1	-14,5	169,3	161,9
DKM2	-15,5	180,3	172,9
DKM3	-15,1	175,9	168,5

	niveaus watervoerend pakket [m NAP]	b.k. niveau laag 6 [m NAP]	b.k. niveau laag 5 [m NAP]	b.k. niveau laag 4 [kPa]	alignementniveau - 0,85 [m NAP]	maximaal toelaatbaar ontgravingsniveau [m NAP]
DKM1	-14,5	-8,5	-5,8	-4,8	-2,10	-6,25
DKM2	-15,5	-8,5	-5,8	-4,5	-2,10	-6,25
DKM3	-15,1	-7,8	-5,8	-4,9	-2,10	-6,25

	gewicht uit laag 7 [kPa]	gewicht uit laag 6 [kPa]	gewicht uit laag 5 [kPa]	gewicht uit laag 4 [kPa]	totaal gewicht [m NAP]	toetsing alignement	toetsing ontgraving
DKM1	0,0	120,0	174,0	186,0	226,5	<1	0,99
DKM2	0,0	140,0	194,0	209,6	245,6	0,73	0,94
DKM3	0,0	146,0	186,0	196,8	238,8	0,74	0,95



## BIJLAGE VII BEREKENING LEKDEBIET



# Berekening lekdebet leempolder en damwanden

Datum: (13-06-2012)

Project: VO Europaplein Leeuwarden

Onderdeel: Berekening lekdebet leempolder en damwanden

Adviseur: ing. J.P. Schuitemaker

Projectcode: LW293-1-20

Sondering	stijghoogte [m NAP]	GWS buiten damwand [m NAP]	Maaiveld [m NAP]	b.k. leemlaag [m NAP]	o.k. leemlaag [m NAP]	Gws polder [m NAP]	Lekdebet leemlaag					Lekdebet wanden						
							$\Delta H_w$ [m]	$A_{sectie}$ [m <sup>2</sup> ]	$I_{leemlaag}$ [-]	$K_{leem}$ [m/dag]	$Q_{leemlaag}$ [m <sup>3</sup> /jaar]	$L_{damwanden\ binnenring}$ [m]	$L_{damwanden\ buitenring}$ [m]	$K_{damwand}$ [m/dag]	$Q_{damwanden}$ [m <sup>3</sup> /jaar]			
DKM1	0,89	1,00	1,20	-8,50	-14,50	-2,10	3,0	6500	0,498	4,61E-03	5447	240	560	8,64E-06	62			
DKM2	0,89	1,00	1,20	-8,90	-15,50	-2,10	3,0	6500	0,453	4,61E-03	4952	240	560	8,64E-06	65			
DKM3	0,89	1,00	1,20	-7,80	-15,10	-2,10	3,0	6500	0,410	4,61E-03	4477	240	560	8,64E-06	57			
							<b>Dagelijks lekdebet leemlaag</b>	<b>14</b>					<b>Dagelijks lekdebet wanden</b>				<b>0</b>	
							<b>Jaarlijks lekdebet leemlaag</b>	<b>4.959</b>					<b>Jaarlijks lekdebet wanden</b>				<b>61</b>	
$K_{leemlaag}$ 5,33E-08 [m/s]														<b>Vergrotingsfactor ivm onzekerheid weerstand</b>				<b>2,5</b>
$K_{damwand}$ 1,00E-10 [m/s] kunsthars slot afdichting														<b>Vergrotingsfactor ivm imperfecties</b>				<b>2,5</b>
							<b>Bovengrens jaarlijks lekdebet</b>					<b>12.397</b>					<b>Bovengrens jaarlijks lekdebet</b>	<b>153</b>
							<b>Bovengrens totaal jaarlijks lekdebet door leemlaag en damwand</b>										<b>12.550</b>	



## BIJLAGE VIII DSETTLEMENT UITVOER ZETTINGSBEREKENING





## Report for D-Settlement 9.2

Settlement Calculations  
Developed by Deltares



Company: Witteveen+Bos

Date of report: 16-05-2012  
Time of report: 10:37:40

Date of calculation: 04-05-2012  
Time of calculation: 13:46:42

Filename: D:\...\zetting toeritten - vertical drains + voorbelasting +3,5

Project identification: Vo Europaplein Leeuwarden  
Zettingsberekeningen - bepaling voorbelasting

### 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	3
2.5 Soil Properties	3
2.6 Non-Uniform Loads	4
2.7 Verticals	5
2.8 Vertical Drain	5
3 Results per Vertical	6
3.1 Results for Vertical 1 (X = 0,00 m; Z = 0,00 m)	6
4 Settlements	7
4.1 Settlements	7
4.2 Residual Times	7

**2 Echo of the Input**

**2.1 Layer Boundaries**

Boundary number	Co-ordinates [m]
6 - X -	30.000
6 - Y -	1.250
5 - X -	30.000
5 - Y -	-2.000
4 - X -	30.000
4 - Y -	-4.600
3 - X -	30.000
3 - Y -	-5.800
2 - X -	30.000
2 - Y -	-8.500
1 - X -	30.000
1 - Y -	-15.500
0 - X -	30.000
0 - Y -	-25.000

**2.2 PL Lines**

PL line number	Co-ordinates [m]
1 - X -	30.000
1 - Y -	-0.520

**2.3 General Data**

- Soil model: NEN Bjernum
- Consolidation model: Darcy
- Strain model: Linear
- Groundwater level: Initial determined by PL-line number 1
- Unit weight of water: 10,00 [kN/m³]
- Stress distribution: Buisman
- Soil: None
- Loads: 10000,00 [days]
- End of consolidation: Variable parallel to the initial effective stress
- No maintain profile: Automatic increased to the final effective stresses
- Pc (initial): 1,000 [days]
- Pc (per step):
- Creep rate reference time: 0,10 [m]
- No imaginary surface: 1,00 [m]
- With submerging: 1,00 [m]
- (only for non uniform loads)
- Iteration stop criterium :
- Load column width
- Non-Uniform Loads :
- Trapezoidal Loads :

**2.4 Soil Profiles**

Layer number	Material name	PL-line top	PL-line bottom
6	klei, organisch, slap	1	1
5	klei, siltig, slap	1	1
4	veen matig	1	1
3	zand, siltig, los	1	1
2	leem, zandig, matig	1	1
1	zand, siltig, vast	1	1

**2.5 Soil Properties**

Layer number	Drained	Unit weight	
		Unsaturated [kN/m³]	Saturated [kN/m³]
6	No	13,00	13,00
5	No	15,00	15,00
4	No	12,00	12,00
3	Yes	17,00	19,00
2	No	20,40	21,10
1	Yes	19,00	21,00

Layer number	Storage type	Vert. consolid. coefficient Cv [m²/s]	Ratio Ch/Cv [-]	Vertical permeability [m/s]	Ratio hor/vert permeability [-]	Permeability strain mod. [m/s]	Initial vertical permeability [m/s]
6	Vert. cons.	1,00E-08	1,000	-	-	-	-
5	Vert. cons.	1,00E-06	1,000	-	-	-	-
4	Vert. cons.	1,00E-08	1,000	-	-	-	-
3	Vert. cons.	-	1,000	-	-	-	-
2	Vert. cons.	1,00E-06	1,000	-	-	-	-
1	Vert. cons.	-	1,000	-	-	-	-

Layer number	POP [kN/m²]	OCR [-]	Equiv. age [days]
6	2,00	-	-
5	2,00	-	-
4	2,00	-	-
3	10,00	-	-
2	20,00	-	-
1	20,00	-	-

Layer number	Secondary swelling type	Secondary swelling factor [-]	Unloading stress ratio [-]
6	Full	-	-
5	Full	-	-
4	Full	-	-
3	Full	-	-
2	Full	-	-
1	Full	-	-

Layer number	Reloading/ swelling ratio RR [-]	Compression ratio CR [-]	Coef. of sec. compression Ca [-]	Reloading/ swelling index Cr [-]	Compression index Cc [-]	Initial void ratio (e0) [-]
6	0,1022000	0,3067000	0,0153000	-	-	-
5	0,0767000	0,2300000	0,0092000	-	-	-
4	0,1022000	0,3067000	0,0153000	-	-	-
3	0,0038000	0,0115000	0,0000000	-	-	-
2	0,0170000	0,0511000	0,0020000	-	-	-
1	0,0008000	0,0023000	0,0000000	-	-	-

**2.6 Non-Uniform Loads**

Load number	Time [days]	Unit weight	
		Unsaturated [kN/m³]	Saturated [kN/m³]
1	2	18,00	20,00
2	401	18,00	20,00
3	402	18,00	18,00
4	403	25,00	25,00

Load number	Co-ordinates [m]	
	X	Y
1 - X -	-11,00	-9,50
1 - Y -	1,25	3,50
2 - X -	-11,00	-9,50
2 - Y -	1,25	1,75
3 - X -	-9,50	-9,20
3 - Y -	1,75	2,05
4 - X -	-9,20	-8,95
		9,20

Load number	4 - Y -	2,05	2,30	2,30	2,05
		Co-ordinates [m]			

**2.7 Verticals**

Vertical number	1	0,000	X co-ordinates [m]	
-----------------	---	-------	--------------------	--

Calculation of cross section at Z = 0,000 m

Discretisation = 100

**2.8 Vertical Drain**

Drain type	Strip
Horizontal range "From"	-9,000
Horizontal range "To"	9,000
Bottom position	-5,000
Center to center distance	1,400
Width	0,100
Thickness	0,005
Grid	Triangular
Enforced dewatering	Off
Start of drainage	[days] 2,000

**3 Results per Vertical**

**3.1 Results for Vertical 1 (X = 0,00 m; Z = 0,00 m)**

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
1,250	20,651	1,250	20,651	0,873
1,150	21,931	1,152	21,950	0,830
1,050	23,214	1,054	23,250	0,797
0,950	24,497	0,955	24,549	0,769
0,850	25,781	0,857	25,849	0,743
0,750	27,066	0,758	27,149	0,719
0,650	28,351	0,660	28,448	0,698
0,550	29,639	0,561	29,748	0,677
0,450	30,927	0,462	31,047	0,658
0,350	32,217	0,363	32,346	0,639
0,250	32,541	0,264	32,679	0,621
-0,375	34,379	-0,359	34,541	0,534
-0,520	34,809	-0,504	34,971	0,517
-1,300	37,152	-0,508	37,267	0,434
-2,000	39,292	-0,520	39,295	0,360
-2,000	39,292	-0,520	39,295	0,360
-2,700	42,681	-0,520	42,682	0,303
-3,300	45,550	-0,520	45,551	0,257
-3,900	48,384	-0,520	48,385	0,213
-4,600	51,648	-0,520	51,650	0,164
-5,200	52,558	-0,514	52,615	0,109
-5,800	53,552	-0,520	53,552	0,055
-5,800	53,552	-0,520	53,552	0,055
-6,450	59,090	-0,520	59,090	0,054
-7,150	65,027	-0,520	65,027	0,052
-7,800	70,522	-0,520	70,522	0,052
-8,500	76,424	-0,520	76,424	0,051
-8,500	76,424	-0,520	76,424	0,051
-9,300	84,826	-0,519	84,837	0,044
-10,300	95,322	-0,518	95,345	0,037
-11,300	105,822	-0,517	105,854	0,030
-12,000	113,180	-0,516	113,216	0,025
-12,800	121,602	-0,516	121,638	0,019
-13,800	132,151	-0,517	132,181	0,012
-14,800	142,729	-0,518	142,745	0,005
-15,500	150,153	-0,520	150,153	0,000
-15,500	150,154	-0,520	150,154	0,000
-17,050	166,444	-0,520	166,444	0,000
-19,050	187,547	-0,520	187,547	0,000
-20,250	200,252	-0,520	200,252	0,000
-21,800	216,709	-0,520	216,709	0,000
-23,800	238,014	-0,520	238,014	0,000
-25,000	250,831	-0,520	250,831	0,000

## 4 Settlements

### 4.1 Settlements

Vertical number	X co-ordinate [m]	Surface level [m]	Settlement [m]
1	0,00	1,25	0,873

### 4.2 Residual Times

Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Part of final settlement [%]	Residual settlements [m]
1	410	0,794	90,913	0,079
	10000	0,873	100,000	0,000

**End of Report**

## Notitie

Referentienummer  
NMST

Datum  
6 oktober 2014

Kenmerk  
340396

Betreft  
Aanvulling verhardingsadvies Europaplein Leeuwarden

### 1 Inleiding

De gemeente Leeuwarden is voornemens het Europaplein opnieuw in te richten, waarbij de bestaande ovale en tweestrooks rotonde wordt vervangen door een compactere "turbo" rotonde met 2-3 rijstroken. In het midden van de rotonde komt de bestaande en monumentale fontein. In drie van de vier poten van de nieuwe rotonde kunnen fietsers kruisingsvrij via tunnels de rijbanen kruisen. Daartoe wordt de nieuwe rotonde verhoogd aangelegd en worden de fietspaden naar beneden geleid teneinde voldoende hoogte te creëren voor een onderdoorgang.

Uitgangspunt in het definitief ontwerp (wUrck) is dat de kleur van de verharding van de rotonde zoveel mogelijk gelijk is aan de kleur van het betonnen bassin van de fontein. Er is nog geen definitieve keuze gemaakt over de toe te passen verhardingsconstructie of de toe te passen top-laag. In het door Grontmij opgestelde verhardingonderzoek (zie "Verhardingsadvies Europaplein - Uitwerking van diverse verhardingsalternatieven" d.d. 17 januari referentienummer 331836 versie D2) wordt een aantal alternatieven voor de verharding of de toplaag gegeven waarvan de kleur zoveel mogelijk overeen komt met de kleur van het bassin.

In het door Grontmij uitgevoerde verhardingsonderzoek van 17 januari zijn twee verhardingsalternatieven uitgewerkt, te weten een asfaltverharding met combinatie deklaag en een doorgaand gewapend beton verharding. Door de gemeente Leeuwarden is gevraagd een notitie op te stellen met daarin een verdere uitwerking van de verhardingsalternatieven 1B (doorgaand gewapend beton) en 2C (zwarte bitumen met witte steentoeslag).

In voorliggende notitie vindt een beoordeling plaats van met name verhardingsalternatief 2C en, waar het een verdieping ten opzicht van het hierboven genoemde verhardingsonderzoek van 17 januari betreft, ook van verhardingsalternatief 1B. De volgende aspecten worden beoordeeld:

- Uitstraling/'betonlook' inclusief de verkleuring in de tijd door het gebruik. Inclusief referentiebeelden inclusief locatie.
- Geluidsbelasting algemeen en specifiek voor de overgangen naar de asfaltverharding van de aansluitende wegen.
- Aanleg- en onderhoudskosten (verhardingsalternatief 2C)
- Zettingen vanwege kabels en leidingen, damwanden en doorgravingen van de ondergrond.
- De beschikbare constructiehoogte boven de fietstunnels.

### 2 Uitstraling/'betonlook'

Op basis van het uitgevoerde onderzoek komt de kleur van een verharding van doorgaand gewapend beton het best overeen met de kleur van het bassin. Daarna volgt qua kleur een asfaltverharding met een combinatie deklaag. Een ander mogelijkheid om qua kleur aan te sluiten bij de kleur van het bassin is door toepassing van een deklaag waarbij het aggregaat is vervangen door een lichter (witter) aggregaat en met zwarte bitumen. Door het lichtere aggregaat kleurt het asfalt aan het oppervlak grijs en sluit dit vrij goed aan bij de kleur van het bassin. Voorbeelden van witte gebroken natuursteen zijn anorthosiet (Reflexing White, Lysit) en Luxovit.

De uiteindelijke kleur van de deklaag is afhankelijk van het percentage witte steenslag. Hoe meer witte steenslag, hoe lichter de kleur wordt.

Grontmij heeft een inventarisatie uitgevoerd van locaties waar witte steenslag in verschillende variaties is toegepast. Dit is aangevuld met locaties uit een onderzoek dat in 2011 voor de gemeente Eindhoven is uitgevoerd. Met uitzondering van de locatie in de gemeente Groningen zijn alle mengsels uitgevoerd met zwarte bitumen. In verband met risico op versnelde schade wordt blanke bitumen afgeraden op locaties met veel wringend verkeer.

- Gemeente Groningen  
Busbaan Europaweg; SMA-NL5 met 100% Reflexing White met blanke bitumen
- Gemeente Dongeradeel, Brantgum,  
Ids Wiesmastrjitte; AC 11 met 100% Reflexing White met zwarte bitumen
- Gemeente Kerkrade  
Locht: SMA met 20% witte steenslag (Luxovit) en zwarte bitumen  
Veldhofstraat: SMA 0/8 met 100% witte steenslag (Reflexing White/Anorthosiet) en zwarte bitumen
- Gemeente Nuenen:  
De Huufkes: DAB met 30% witte steenslag (Luxovit) en zwarte bitumen
- Gemeente Eindhoven  
Busbaan; SMA-NL 8B met 60-70% Reflexing White en zwarte bitumen

Daarnaast zijn er enkele foto's toegevoegd van locaties waar asfalt met een combinatiedeklaag is toegepast en locaties waar een verharding van doorgaand gewapend beton is toegepast.

- Gemeente Den Bosch  
De Groote Wielen; asfaltverharding met combinatiedeklaag
- Gemeente Weert,  
Eindhovenseweg/Ringbaan Asfaltverharding met combinatiedeklaag(aanlegjaar 2012)
- Gemeente Hilversum  
Mies Bouwmanboulevard; asfaltverharding met deklaag van 'normale' SMA
- Gemeente Weert  
Eindhovenseweg/Noordkade; doorgaand gewapend beton (aanlegjaar 1998)

In de bijlage is een duidelijke foto van de locaties opgenomen.

#### *Verkleuring in de tijd*

Vlak na aanleg zal de deklaag nog vrij donker ogen omdat over het aggregaat een dunne bitumenhuid aanwezig is. Na verloop van tijd, de meest bereden delen eerst, zal door afslijten van de bitumenhuid het wegdek steeds lichter worden. Dit proces kan ook worden versneld door het planeren van het oppervlak waarbij de bitumenhuid mechanisch wordt verwijderd. Op de foto van de Veldhofstraat te Kerkrade is een betonnen bushalte (met keiformaat-print) zichtbaar. De kleur van de verharding van de bushalte kan op deze foto goed vergeleken worden met de kleur van het wegdek.

#### *Technische specificaties*

In Nederland worden over het algemeen twee soorten witte steenslag toegepast. Luxovit en Anorthosiet. Anorthosiet is de petrografische benaming van de merknamen Reflexing White en Lysit.

### Luxovit

Deze witte steensoort is o.a. afkomstig uit het noorden van Denemarken en wordt vervaardigd door het calcineren van een zwarte steen. De steensoort heeft een hoge reflectiewaarden en een PSV-waarde van 55 (polijstgetal). De verbrijzelingswaarde ligt daardoor iets ongunstiger. Daarom is Luxovit uitermate geschikt in combinatie met b.v. een steenslag 3. Dit in een mengverhouding van ca. 50% steenslag 3 en 50% Luxovit. Steenslag 3 heeft een hoge verbrijzelingswaarde en vormt daarmee in wezen het skelet van deze oppervlakbehandeling waartussen de verbrijzelingsgevoelige Luxovit beschermd wordt.

### Anorthosiet (Lysit en Reflexing White)

Herkomst van de steen is Noorwegen. Zowel de verbrijzelingswaarde als de PSV waarde voldoen aan de eisen van steenslag 3. Bijmenging van donkere steenslag 3 is om die reden niet nodig.

## 3 Geluidsbelasting

SMA is een type wegdek dat veel binnenstedelijk en op provinciale wegen wordt toegepast. De werking van dit (dichte) wegdektype is gebaseerd op een goede verhouding tussen de micro/macrottextuur en de macro/megatextuur. SMA reduceert alleen het rolgeluid en niet het drijflijngeluid. Omdat bij lage snelheid het drijflijngeluid belangrijker wordt, neemt de geluidreductie van SMA af bij lage snelheid. In CROW publicatie 316 'wegdekcorrecties voor het geluid van wegverkeer' worden voor SMA-NL5 en SMA-NL8 indicaties gegeven voor het effect op het geluidsniveau in dB(A) ten opzichte van het geluidsniveau bij het referentiewegdek van dicht asfaltbeton.

**Tabel 1**      **Indicatie effect van SMA deklaag op het geluidsniveau in dB(A) op 50 tot 100 m van de weg**

Wegdek	Binnenstedelijke weg 50km/h, 15% vrachtverkeer
SMA-NL5	-0,8 tot -0,2
SMA-NL8	-0,3 tot -0,1

Bron      CROW publicatie 316 'wegdekcorrecties voor het geluid van wegverkeer'

Ter plaatse van de rand van de ellips zal een overgang tussen het asfalt van de aansluitende delen en het asfalt van de rotonde worden gerealiseerd. Omdat dit geen voeg is, maar een gesloten aansluiting zal dit niet tot extra geluidshinder leiden.

Voor alle drie verhardingsalternatieven geldt dat ter plaatse van de overgang tussen de aardebaan en het kunstwerk een voeg aangebracht dient te worden. Dit kan door een zaagsnede aan te brengen ter plaatse van de overgangen en deze te vullen met een bitumineuze voegvulmassa. De verwachting is dat deze voegen nauwelijks tot extra geluidsproductie zullen leiden. Ook omdat door de geringe snelheid van het verkeer het drijflijngeluid veelal overheersend is

## 4 Aanleg- en onderhoudskosten

Voor een aantal verhardingsalternatieven is een berekening gemaakt van de aanleg- en onderhoudskosten.

### 4.1 aanlegkosten

Deze kosten zijn bepaald voor verhardingen uitgevoerd in doorgaand gewapend beton (€ 349.000,-) en asfalt met en combinatiedeklaag (€ 367.500,-). Voor de uitwerking van beide verhardingsalternatieven wordt verwezen naar het, in de inleiding reeds genoemde, door Grontmij opgestelde verhardingonderzoek van 17 januari referentienummer 331836 versie D2.

De verhardingsconstructie in asfaltbeton met een SMA deklaag dient, op basis van de bepaalde intensiteit, als volgt te worden opgebouwd (levensduur 20 jaar):

- 195 mm asfaltbeton, laagsgewijs opgebouwd.
- 250 mm hydraulisch menggranulaat
- 500 mm zand voor zandbed

Onderstaand zijn de kosten bepaald voor de aanleg van bovenstaande constructie. IN het oppervlak zijn de verhardingen op de kunstwerken niet meegerekend omdat dit voor het verhardingsalternatief met doorgaand gewapend beton een aanpassing van het definitief ontwerp vergt.

**Tabel 2** *Aanlegkosten asfaltbeton met SMA deklaag op aardebaan*

Omschrijving	Prijs €/m <sup>2</sup>	Oppervlak	Totaal
25 mm SMA-NL	€ 8,71	4.300 m <sup>2</sup>	€ 37.500
40 mm AC16 bind TL-B	€ 8,96	4.300 m <sup>2</sup>	€ 38.500
60 mm AC 22 base OLB	€ 12,14	4.300 m <sup>2</sup>	€ 52.200
70 mm AC 22 base OL-B	€ 14,16	4.300 m <sup>2</sup>	€ 60.900
250 mm Hydraulisch menggranulaat	€ 3,24	4.300 m <sup>2</sup>	€ 14.000
500 mm zand voor zandbed	€ 4,29	4.300 m <sup>2</sup>	€ 18.500
			<b>€ 221.600</b>

Bronnen: *GWW kostenboekje SDU uitgevers december 2012*  
*Reed business kostenboeken 2013*  
*Ervaringscijfers Grontmij*

Onderstaande tabel geeft een indicatie van het verschil in de aanlegkosten. Bij de aanlegkosten is sec rekening gehouden met de verhardingsconstructie. Werkzaamheden als het verhogen van de fontein, ontgravingwerkzaamheden, opruimwerkzaamheden enz. zijn niet meegenomen. Werkzaamheden die voor beide varianten gelijk zijn in kosten, zijn ook niet in de berekening meegenomen.

**Tabel 3** *Overzicht aanlegkosten verhardingsconstructie Europaplein*

	Combinatiedeklaag	Doorgaand gewapend beton	SMA deklaag
<b>Aanlegkosten</b>	€ 367.500	€ 349.000	€ 221.600
<b>VAT (19%)</b>	€ 70.000	€ 66.500	€ 42.100
<b>Onvoorzien (15%)</b>	€ 55.000	€ 52.500	€ 33.200
<b>Werklocatie i.r.t. aanvoer beton(5%)</b>		€ 17.500	
<b>Totaal</b>	<b>€ 492.500</b>	<b>€ 485.500</b>	<b>€ 296.900</b>

De aanlegkosten van een verhardingsconstructie uitgevoerd in asfalt met een deklaag van SMA is goedkoper dan de overige twee verhardingsalternatieven.

#### 4.2 *Onderhoudskosten*

**Tabel 4** *Onderhoudskosten SMA deklaag met witte steenslag en zwarte bitumen*

Jaar	Onderhoudsmaatregel	Prijs €/m <sup>2</sup>
0	Aanleg	-
7	Vervangen SMA deklaag	€ 8,71
14	Vervangen SMA deklaag	€ 8,71
20	Vervangen onderlaag, tussenlaag en SMA deklaag	€ 29,81

Op basis van bovenstaande gegevens en uitgaande van een verhardingsoppervlak van 4.300 m<sup>2</sup> bedragen de onderhoudskosten voor een asfaltverharding met een deklaag met witte steenslag



gemiddeld € 2,36 per m<sup>2</sup> per jaar. De onderhoudskosten voor een asfaltverharding met een combinatie deklaag en een verharding van doorgaand gewapend beton bedragen gemiddeld respectievelijk € 5,50 per m<sup>2</sup> en 2,14 per m<sup>2</sup> per jaar.

## **5 Verschilzettingen ten gevolge van werkzaamheden tijdens de uitvoering**

Ter plaatse van de te realiseren verhardingen zijn diverse slecht draagkrachtige lagen aanwezig. Uit het in 2012 uitgevoerd geotechnisch en constructief onderzoek blijkt dat door toepassen van verticale drainage en voorbelasting de restzetting kan worden teruggebracht tot ca 10 cm in 30 jaar. De voorkeur gaat uit naar maximaal 5 cm in 30 jaar. Dit is te realiseren door meer en langer voor te belasten.

Door vergravingen, noodzakelijk voor de aanleg van de tunnels, kunnen verschilzettingen ontstaan rondom de tunnels. Om deze reden wordt geadviseerd de verticale drainage en de tunnels pas aan te brengen als de tunnels zijn gerealiseerd.

Wanneer, na het verwijderen van de voorbelasting, vergravingen noodzakelijk zijn vanwege onder andere de aanleg van kabels en leidingen, kunnen deze leiden tot extra verschilzettingen. Onze ervaring is echter dat deze verschilzettingen verwaarloosbaar zijn, omdat deze vergravingen voldoende ver onder de bovenkant van de verharding liggen. Wel is van belang dat de grond in de sleuf voldoende verdicht wordt. Dit moet dan wel goed verdichtbare grond zijn (minimaal zand voor ophoging/aanvulling)

## **6 Detaillering verharding ter plaatse van de kunstwerken (fietstunnels)**

Uit de kunstwerktekening van de fietstunnels van het DO van wUrck valt af te leiden dat onderkant dek op +0.80 NAP ligt. Bovenkant verharding ligt op +1.33 NAP. Dit is een verschil van 53 cm. Op de DO-tekening staat een dikte van het dek aangegeven van 45 cm zodat "slechts" 8 cm resteren voor de verharding op het dek.

De verharding op een betonnen kunstwerk heeft geen dragende functie, maar dient als afsluitende en uitvullende laag en zorgt voor voldoende stroefheid voor het verkeer. Tevens zorgt de verharding op het dek voor eenvoudig onderhoud van de top laag van het dek.

Zoals eerder aangegeven is de beschikbare dikte voor de verharding op het kunstwerk minimaal 80 mm. Een SMA deklaag heeft een dikte van ca 25 mm en wordt niet vloeistofdicht genoeg geacht voor het beschermen van het betondek van het kunstwerk. Deze afdichtende laag moet derhalve in de nog beschikbare dikte van 55 mm worden gerealiseerd. Deze dikte is voldoende om dit in normaal (dicht)asfaltbeton uit te voeren. De dikte van 55 mm is toereikend om eventuele oneffenheden in het betonnen dek op te vangen. Hier op kan vervolgens dezelfde deklaag (SMA met witte steenslag) worden aangebracht.

Voor de opbouw van de asfaltverharding op het betonnen dek wordt de volgende constructie geadviseerd:

- 20/25 mm SMA deklaag met witte steenslag en zwarte bitumen.
- 55 mm AC16 bind TDL-B.
- Membraan van 2 lagen hoog polymeergemodificeerde bitumenemulsie elk 1,5 kg per m<sup>2</sup>. De onderste laag afstrooien met 8 kg per m<sup>2</sup> steenslag 2/6 en de bovenste laag afstrooien met 10 kg per m<sup>2</sup> steenslag 2/6.
- Hydrofobeer middel (direct op het beton).

Bijlagen:

1. Foto deklaag met witte steenslag Locht gemeente Kerkrade
2. Foto deklaag met witte steenslag Veldhofstraat gemeente Kerkrade
3. Foto deklaag met witte steenslag De Huufkes gemeente Nuenen

4. Foto deklaag met witte steenslag Sterrenlaan gemeente Eindhoven
5. Foto deklaag met witte steenslag busbaan Europaweg gemeente Groningen
6. Foto deklaag met witte steenslag Ids Wiersmastrjitte gemeente Dongeradeel
7. Foto combinatiedeklaag de Groote Wielen Gemeente Den Bosch
8. Foto combinatiedeklaag(aanlegjaar 2012) Eindhovenseweg/Ringbaan Gemeente Weert
9. Foto deklaag 'normale' SMA Mies Bouwmanboulevard Gemeente Hilversum,;
10. Foto verharding van doorgaand gewapend beton, Eindhovenseweg/Noordkade; doorgaand gewapend beton (aanlegjaar 1998)



*Gemeente Kerkrade, Locht: SMA met 20% witte steenslag (Luxovit) en zwarte bitumen*



*Gemeente Kerkrade, Veldhofstraat SMA 0/8 met 100% witte steenslag (Reflexing White) en zwart bitumen.*





*Gemeente Nuenen, De Huufkes: DAB met 30% witte steenslag (Luxovit) en zwart bitumen*



*Gemeente Eindhoven, Busbaan Sterrenlaan: SMA-NL 8B met 60-70% Reflexing White en zwarte bitumen*





*emeente Groningen, Busbaan Europaweg: SMA-NL5 met 100% Reflexing White en blanke bitumen*



*Gemeente Dongeradeel, Brantgum, Ids Wiersmastrjitte: AC 11 met 100% Reflexing White en zwarte bitumen*





*Gemeente Den Bosch, de Groote Wielen; asfaltverharding met combinatiedeklaag*



*Gemeente Weert, Eindhovenseweg/Ringbaan Asphaltverharding met combinatiedeklaag(aanlegjaar 2012)*



*Gemeente Hilversum, Mies Bouwmanboulevard; asfaltverharding met deklaag van 'normale' SMA*





*Gemeente Weert, Eindhovenseweg/Noordkade; doorgaand gewapend beton (aanlegjaar 1998)*

# Wiertsema & Partners

RAADGEVEND INGENIEURS

## Resultaten grondonderzoek

ten behoeve van de aanleg van een kunstwerk en  
wegen op het Europaplein te Leeuwarden

### Opdrachtnummer

VN-53353-1

### Opdrachtgever


Gemeente Leeuwarden  
Postbus 21000  
8900 JA Leeuwarden

### Bijlagen

Situatietekening	1
Sondeergrafieken DKM1 t/m D3	2
Boorstaten B1 t/m B3	3
Tabel X-, Y-, en Z-coördinaten	4

### Datum rapport

21 februari 2011

Rapportnummer:	R14719
Status:	Definitief
Opgesteld door:	S. Feenstra
Vrijgegeven door:	H.J.H. Westerhof
Handtekening:	



**Wiertsema & Partners**  
RAADGEVEND INGENIEURS

## ▲ Algemeen

Ten behoeve van de aanleg van een kunstwerk en wegen op het Europaplein te Leeuwarden is door ons bureau een grondonderzoek uitgevoerd overeenkomstig de richtlijnen hiertoe gegeven door Gemeente Leeuwarden te Leeuwarden.

## ▲ Grondonderzoek

De veldwerkzaamheden zijn uitgevoerd op 16 en 17 februari 2011 en hebben bestaan uit het verrichten van een 3-tal sonderingen tot een diepte van maximaal circa 18 m-maaiveld. De sonderingen DKM1 t/m D3 zijn verricht met onze 20-tons sondeerapparatuur met behulp van de elektrische (kleefmantel)-conus volgens norm NEN 5140. In bijlage 2 zijn de aldus verkregen sondeerresultaten grafisch gepresenteerd waarbij de conusweerstand uitgezet is tegen de diepte in meters ten opzichte van N.A.P. Op de grafiek met de codering "DKM" is tevens de plaatselijke wrijvingsweerstand aangegeven. Bij deze sondering is het wrijvingsgetal (plaatselijke wrijvingsweerstand uitgedrukt in % van de conusweerstand) opgegeven, hetgeen kenmerkend is voor de diverse grondsoorten. Tijdens het sonderen is met behulp van een in de conus ingebouwde hellingmeter de afwijking van de conus ten opzichte van de verticaal gecontroleerd.

De sondeerpunten zijn door ons bureau in het terrein uitgezet en gewaterpast met een nauwkeurigheid van 5 cm ten opzichte van N.A.P. De resultaten van deze waterpassing zijn gepresenteerd op de bijlage 4. Alle gegevens van de inmetingen en waterpassingen genoemd in deze rapportage zijn een momentopname en zijn alleen te gebruiken voor het grondonderzoek.

Om een beter inzicht te krijgen in de samenstelling van de bovenste lagen en in de hoogte van de grondwaterspiegel zijn er drie boringen gemaakt. Het opgeboorde materiaal is in het veld geclassificeerd en aan de hand daarvan zijn de boorprofielen vastgelegd. Tevens is er in het boorgat van B2 een peilbuis geplaatst. De filterstelling is weergegeven op de boorstaten (zie de boorstaten B1 t/m B3 in bijlage 3).

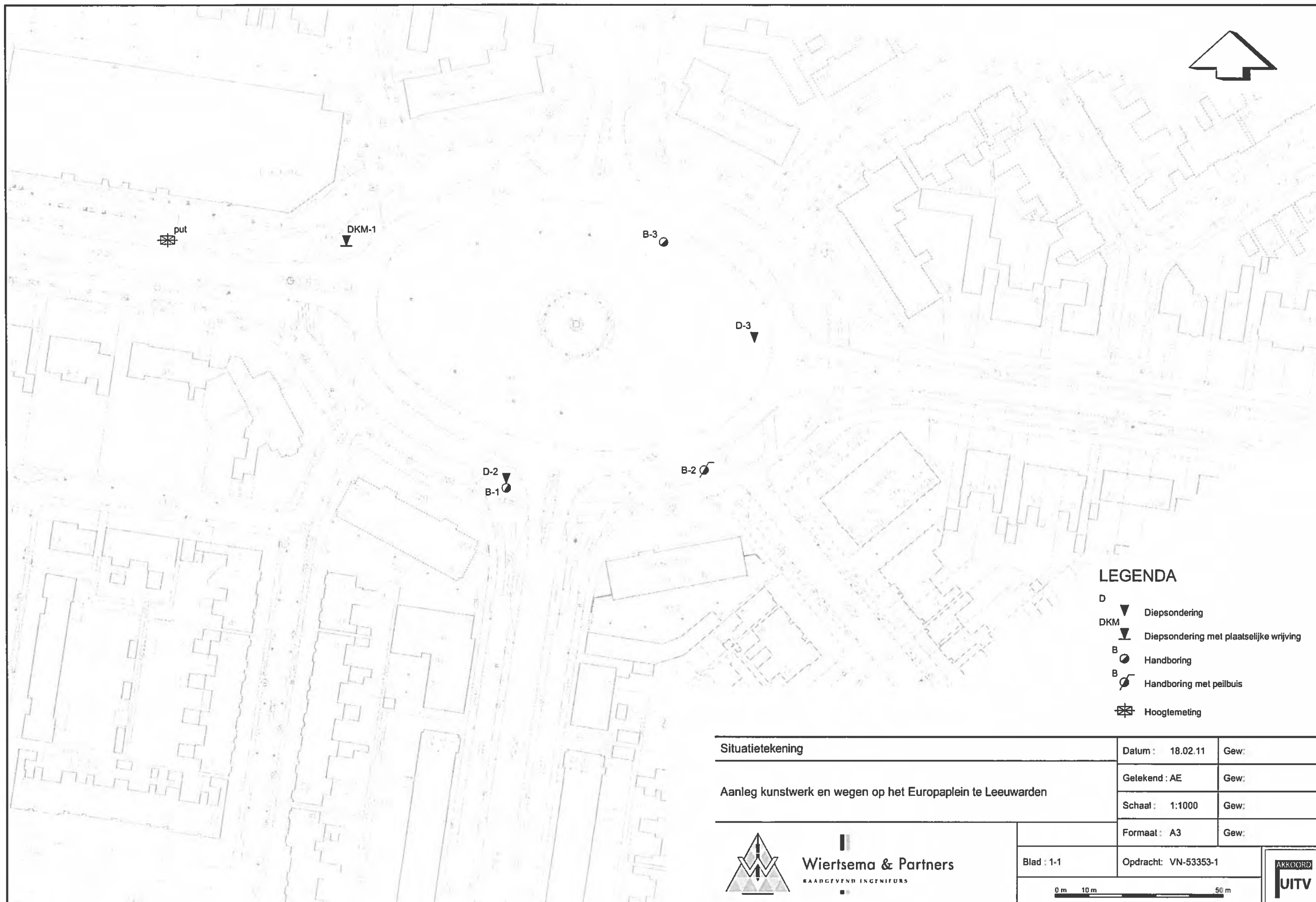
Op de situatietekening in bijlage 1 is de plaats aangegeven waar de sonderingen en de boringen zijn uitgevoerd. Met behulp van 06-GPS zijn de X- en Y-coördinaten van de onderzoekspunten bepaald. Deze zijn weergegeven in de tabel in bijlage 4.



# Bijlage 1






  
**Wiertsema & Partners**  
RAADGEVEND INGENIEUR



**LEGENDA**

- D ▼ Diepsondering
- DKM ▼ Diepsondering met plaatselijke wrijving
- B ● Handboring
- B ⦿ Handboring met peilbuis
- ⊕ Hoogtemeting

Situatietekening	Datum : 18.02.11	Gew:
Aanleg kunstwerk en wegen op het Europaplein te Leeuwarden	Getekend : AE	Gew:
	Schaal : 1:1000	Gew:
	Formaat : A3	Gew:
Blad : 1-1	Opdracht: VN-53353-1	
 <b>Wiertsema &amp; Partners</b> <small>KAADGEVEND INGENIEURS</small>		



# Bijlage 2

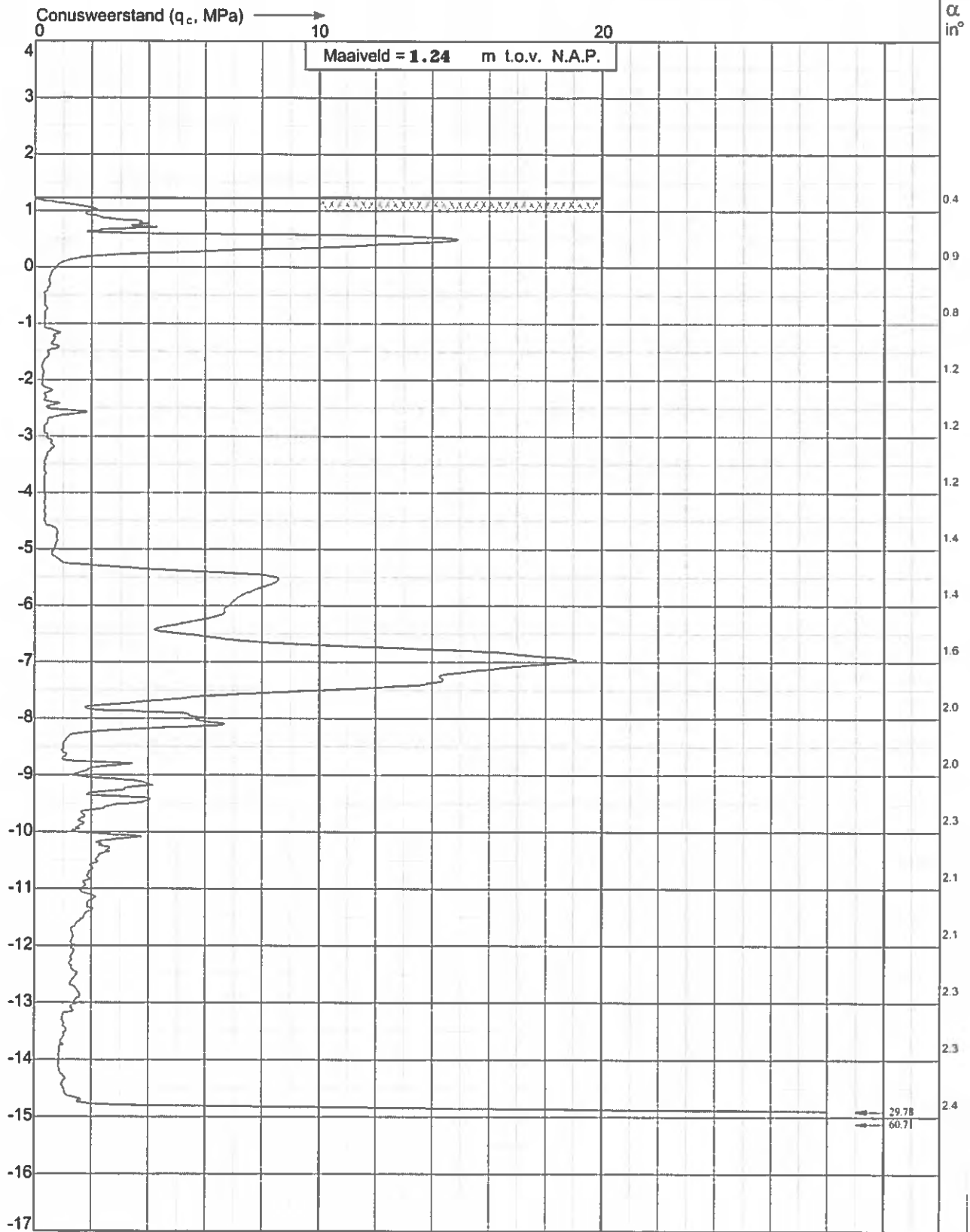


  
**Wiertsema & Partners**  
RAADGEVEND INGENIEUR



Sondering volgens norm NEN 5140    Conus type: cilindrisch elektrisch SUB-15    Conusserienummer: 070503    Klasse: 2

Diepte in meters ten opzichte van N.A.P.



Project: Aanleg kunstwerk en wegen op het Europaplein te Leeuwarden

Sondering: D-2



**Wiertsema & Partners**  
RAADGEVEND INGENIEURS

x = 180975

y = 579842

Blad: 1 van 1

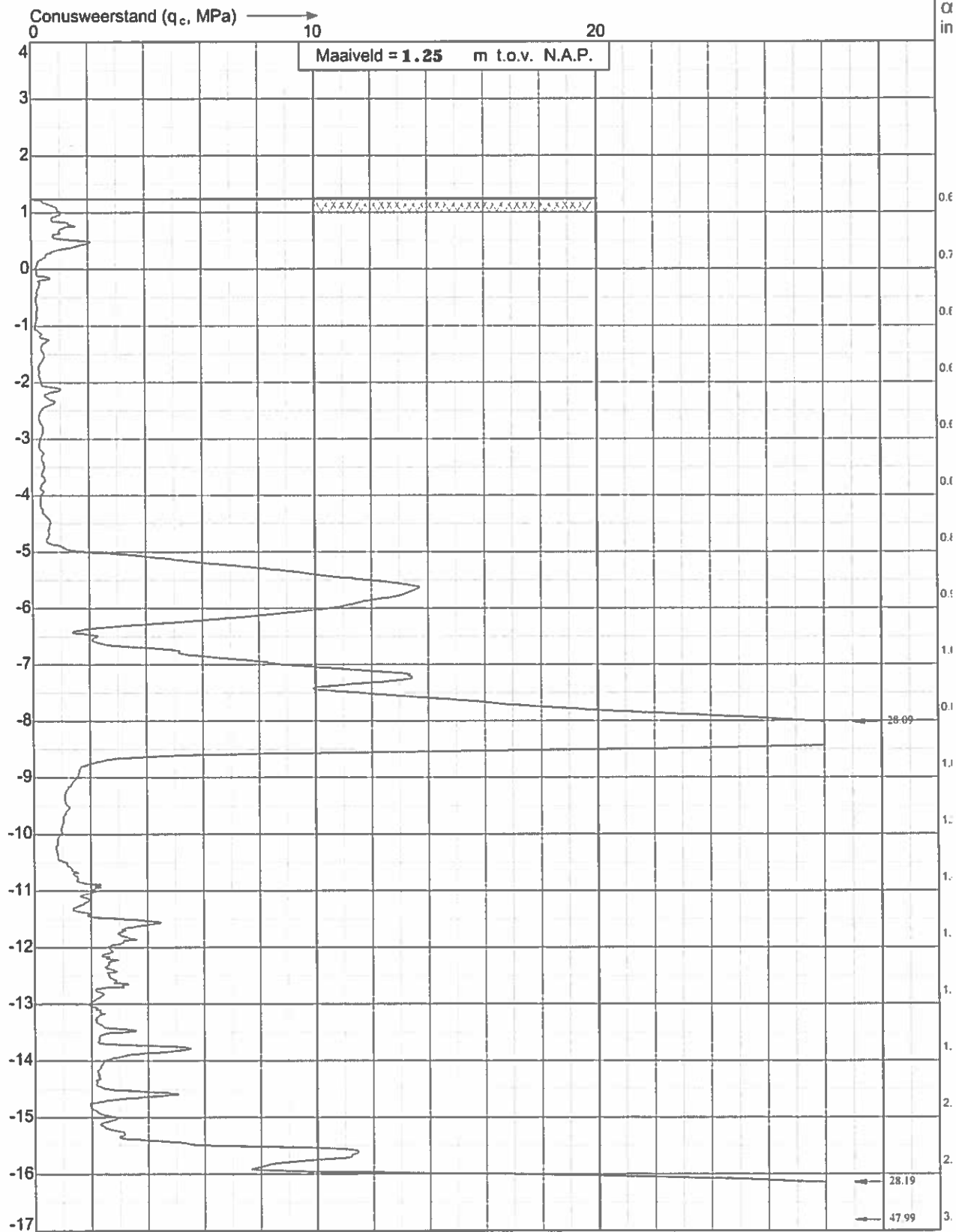
Opdr.nr: VN-53353-1

Datum: 16-2-2011

AKKOORD  
**UITV**

Sondering volgens norm NEN 5140 Conus type: cilindrisch elektrisch SUB-15 Conusserienummer: 070503  $\alpha$ : Afwijking van de vertikaal Klasse: 2

Diepte in meters ten opzichte van N.A.P.



Project: Aanleg kunstwerk en wegen op het Europaplein te Leeuwarden

Sondering: D-3



**Wiertsema & Partners**  
RAADGEVEND INGENIEUR

x = 181049

y = 579884

Blad: 1 van 1

Opdr.nr: VN-53353-1

Datum: 16-2-2011




















AKKOORD  
UITV

# Bijlage 3



**Wiertsema & Partners**  
RAADGEVEND INGENIEURS

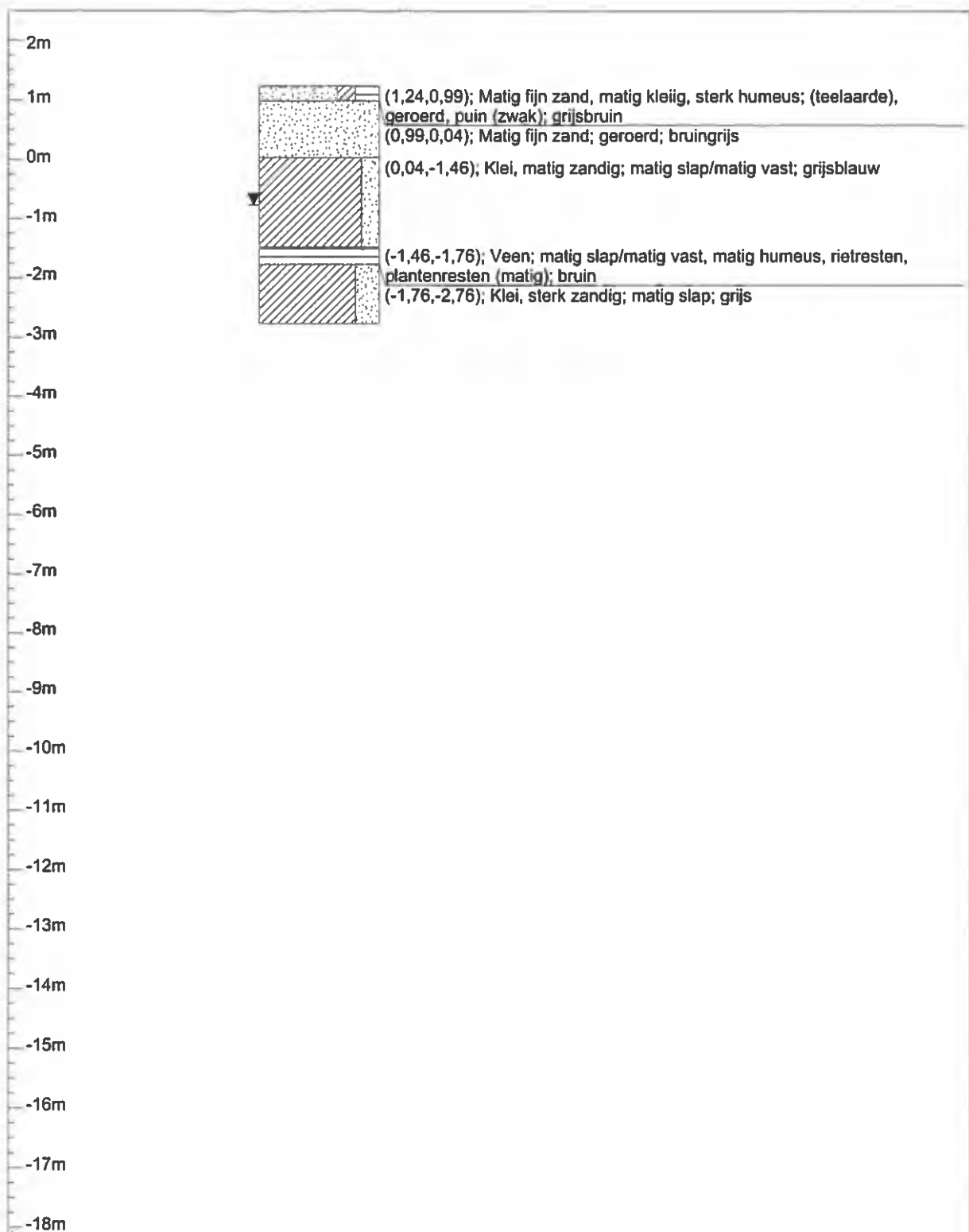
**Betekenis van afkortingen**

G/g	: grind/grindig		P/p	: Puin		Blinde buis	:	
Z/z	: zand/zandig		W/w	: Water		BK-00	:	
L/s	: leem/siltig		I/i	: Slib		BK-300	:	
K/k	: klei/kleig		T/t	: Klinker		QS	:	
V/h	: veen/humeus					Filter	:	
m	: mineraal arm					Grondwaterst.	:	
	Overig							
			Geroerd monster	:		Ongeroerd monster	:	



**Wiertsema & Partners**  
RAADGEVEND INGENIEURS





Verticale as vertegenwoordigt de hoogte in m t.o.v. N.A.P.

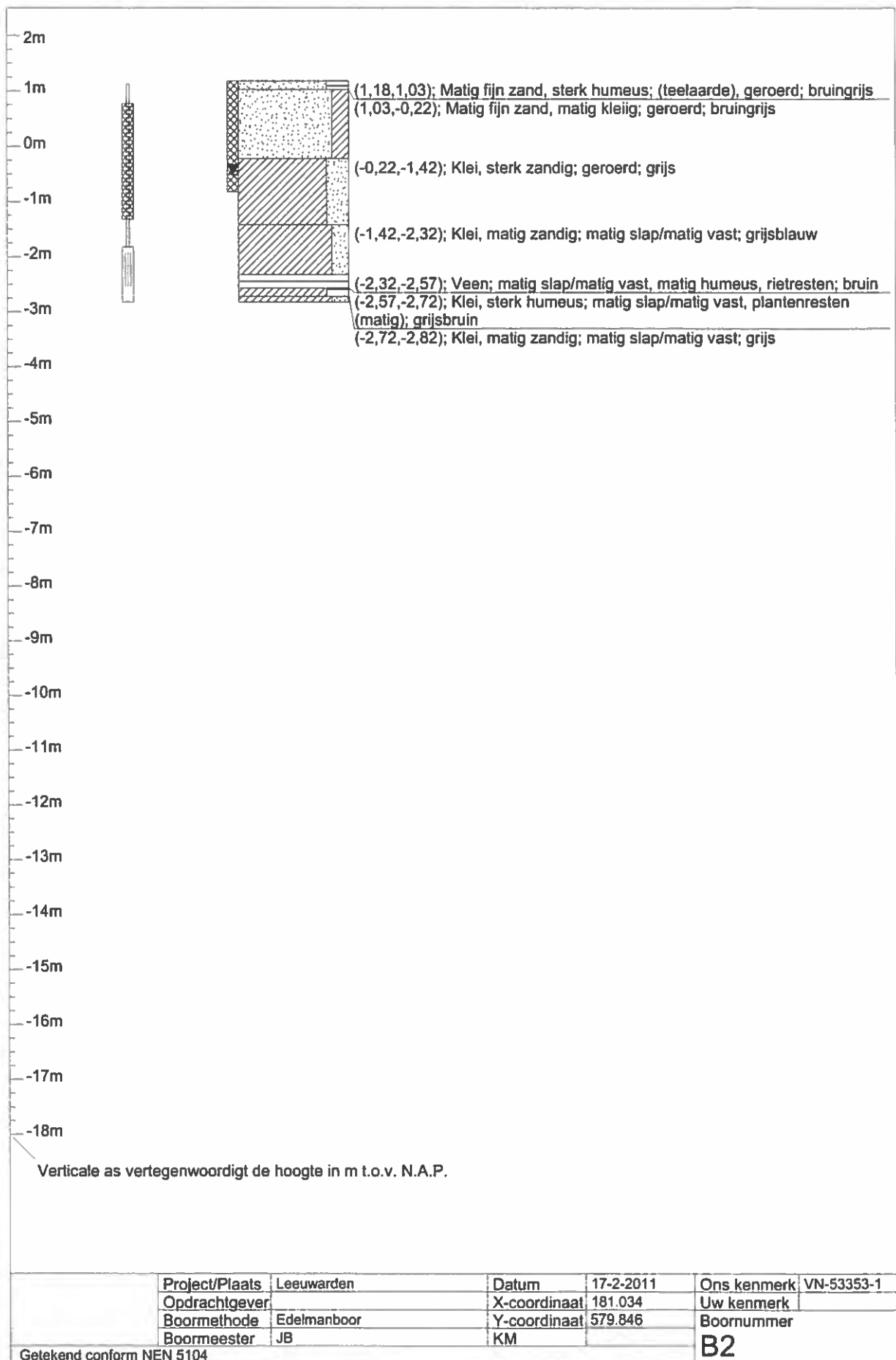
Project/Plaats	Leeuwarden	Datum	17-2-2011	Ons kenmerk	VN-53353-1
Opdrachtgever		X-coördinaat	180.975	Uw kenmerk	
Boormethode	Edelmanboor	Y-coördinaat	579.842	Boornummer	
Boormeester	JB	KM			<b>B1</b>

Getekend conform NEN 5104



**Wiertsema & Partners**  
 RAADGEVEND INGENIEURS

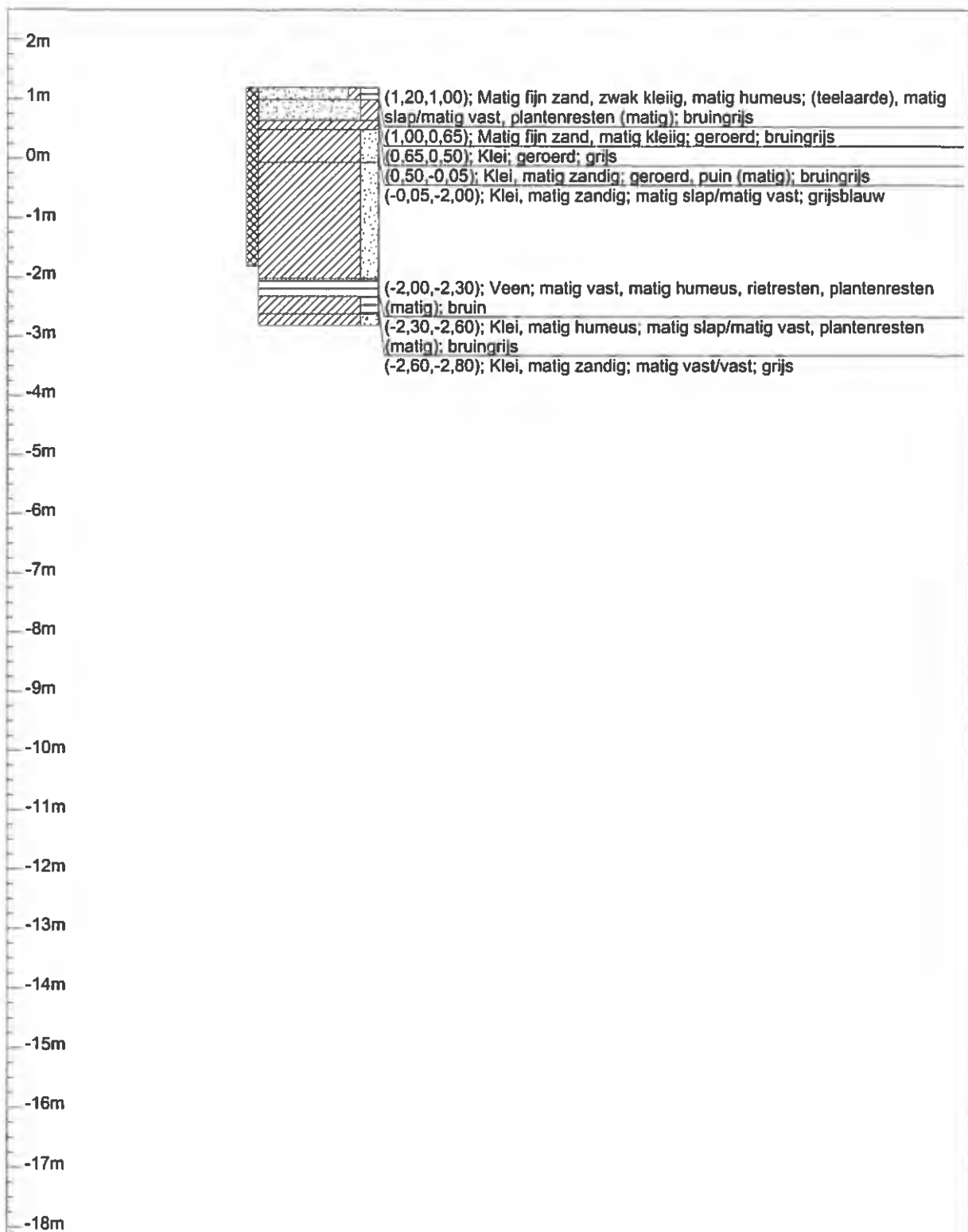




**Wiertsema & Partners**  
RAADGEVENDE INGENIEURSBUREAU







Verticale as vertegenwoordigt de hoogte in m t.o.v. N.A.P.

Project/Plaats	Leeuwarden	Datum	17-2-2011	Ons kenmerk	VN-53353-1
Opdrachtgever		X-coördinaat	181.022	Uw kenmerk	
Boormethode	Edelmanboor	Y-coördinaat	579.914	Boornummer	
Boormeester	JB	KM		<b>B3</b>	

Getekend conform NEN 5104



**Wiertsema & Partners**  
 RAADGEVEND INGENIEURS



# Bijlage 4



  
**Wiertsema & Partners**  
RAADGEVEND INGENIEURS

**Tabel X-, Y- en Z-coördinaten**

De sonderingen en boringen zijn door ons bureau ingemeten in het Rijksdriehoekstelsel en gewaterpast ten opzichte van N.A.P.

<b>Meetpunt</b>	<b>X-coördinaten [in m]</b>	<b>Y-coördinaten [in m]</b>	<b>Maaiveldhoogte [m t.o.v. N.A.P.]</b>
DKM1	180.928	579.913	1,32 m+ N.A.P.
D2/B1	180.975	579.842	1,24 m+ N.A.P.
D3	181.049	579.884	1,25 m+ N.A.P.
B2	181.034	579.846	1,18 m+ N.A.P.
Bovenkant peilbuis B2			1,13 m+ N.A.P.
B3	181.022	579.914	1,20 m+ N.A.P.
Put	180.875	579.915	1,09 m+ N.A.P.



