

**Laboratoriumonderzoek  
gerelateerd aan de ophoging met  
EPS in de 1e Barendrechtseweg**

**CO-710402/33 versie 2  
6-12-2000**

**Laboratoriumonderzoek gerelateerd aan  
de ophoging met EPS in de 1e  
Barendrechtseweg**

CO-710402/33

6-12-2000

\\GD-

Opgesteld in opdracht van:  
RIJKSWATERSTAAT, DIENST WEG- EN  
WATERBOUWKUNDE  
POSTBUS 5044  
2600 GA DELFT

AFDELING GRONDCONSTRUCTIES  
Projectleider : ir. A.R. Koelewijn  
Projectbegeleider: dr.ir. M.A. Van

**GeoDelft**  
Stieltjesweg 2, 2628 CK DELFT  
Postbus 69, 2600 AB DELFT

Telefoon (015) 269 35 00  
Telefax (015) 261 08 21  
Postbank 234342  
Bank MeesPierson NV

rapportnr: CO-710402/33		datum rapport: 6-12-2000			
titel en subtitel: Laboratoriumonderzoek gerelateerd aan de ophoging met EPS in de 1e Barendrechtseweg		behandelende afdeling: Grondconstructies			
		projectnaam: Samengestelde constructies (Delft Cluster)			
projectleider(s): ir. A.R. Koelewijn		projectbegeleider(s): dr.ir. M.A. Van			
naam en adres opdrachtgever: Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde Postbus 5044 2600 GA Delft		referentie opdrachtgever: Overeenkomst nr. DWW 1720 Verplichtingnummer 3500.0875			
		verzenden in: 10-voud			
		type rapport: verslag laboratoriumonderzoek			
<p>samenvatting rapport:</p> <p>In dit rapport zijn de laboratoriumproeven gerapporteerd welke zijn uitgevoerd in verband met het onderzoek naar de ophoging met EPS in de 1e Barendrechtseweg.</p> <p>Er zijn 9 'gewone' samendrukkingsproeven uitgevoerd met belasten, ontlasten en gedeeltelijk herbelasten, 4 rekgestuurde <math>K_0</math>-samendrukkingsproeven met belasten, ontlasten, relaxatie en herbelasten en 1 rekgestuurde <math>K_0</math>-samendrukkingsproef met belasten en langdurige relaxatie. Daarnaast zijn bepalingen uitgevoerd van het volumegewicht, watergehalte, gloeiverlies en <math>\text{CaCO}_3</math>-gehalte voor bij elkaar 15 monsters uit 2 Begemann-66mm boringen.</p>					
opmerkingen:					
trefwoorden: samendrukkingsproef, $K_0$ -samendrukkingsproef		verspreiding: DWW 10 ex, DC 2 ex, GD 3ex, TU 1 ex			
opgeslagen op: onder titel: \\GD-FS\KLW\projecten.gd\710000\710402\grond\Rapport\710402_33_Laboratoriumonderzoek gerelateerd aan de ophoging met EPS in de 1e Barendrechtseweg.doc				aantal blz.: 31	
versie:	datum:	opgesteld door:	paraaf:	gecontroleerd door:	paraaf:
1	29-11-2000	ir. A.R. Koelewijn		dr.ir. M.A. Van	
2	6-12-2000	ir. A.R. Koelewijn		dr.ir. M.A. Van	

## INHOUDSOPGAVE

1	Inleiding	1
	1.1 Algemeen	1
	1.2 Doelstelling	1
	1.3 Inpassing binnen Delft Cluster	1
2	Opzet laboratoriumonderzoek	2
	2.1 Oorspronkelijke planning	2
	2.2 Uiteindelijke opzet	4
3	Basiseigenschappen	5
	3.1 Zuidelijke meetraai	5
	3.2 Noordelijke meetraai	5
4	Gewone samendrukkingsproeven	7
5	$K_0$ -samendrukkingsproeven	19
6	Literatuur	21

### BIJLAGEN:

B00145 Begemann boring 66 mm 664/200-145

B00152 Begemann boring 66 mm 664/200-152

P1 Uiteindelijke opzet laboratoriumproeven

00111421.sao Standaard-samendrukkingsparameters voor kleimonster 664/200-152-15D

00111432.sao Standaard-samendrukkingsparameters voor veenmonster 664/200-152-17B (boven)

00111433.sao Standaard-samendrukkingsparameters voor veenmonster 664/200-152-17BB (onder)

00111322.sao Standaard-samendrukkingsparameters voor veenmonster 664/200-152-17D

00111434.sao Standaard-samendrukkingsparameters voor kleimonster 664/200-152-19B

00111435.sao Standaard-samendrukkingsparameters voor veenmonster 664/200-152-21A

00111438.sao Standaard-samendrukkingsparameters voor kleimonster 664/200-152-22C

00111323.sao Standaard-samendrukkingsparameters voor kleimonster 664/200-152-23C

00111437.sao Standaard-samendrukkingsparameters voor kleimonster 664/200-152-27A

15C-1 t/m 6 Resultaten  $K_0$ -samendrukkingsproef op kleimonster 664/200-152-15C

17C-1 t/m 6 Resultaten  $K_0$ -samendrukkingsproef op veenmonster 664/200-152-17C

---

19C-1 t/m 6	Resultaten $K_0$ -samendrukkingsproef op kleimonster 664/200-152-19C
23B-1 t/m 6	Resultaten $K_0$ -samendrukkingsproef op kleimonster 664/200-152-23B
25A-1 t/m 6	Resultaten $K_0$ -samendrukkingsproef op kleimonster 664/200-152-25A



# 1 Inleiding

## 1.1 Algemeen

In het kader van de aanleg van de Betuweroute is geadviseerd om de toeritten van een viaduct nabij Barendrecht deels uit te voeren met polystyreen-hardschuim (verder EPS genoemd) als licht ophoogmateriaal teneinde de (rest)zettingen en horizontale deformaties te beperken. In aanvulling op de bij de uitvoering geplande metingen zijn bij de zuidelijke toerit extra metingen en grondonderzoek uitgevoerd om het grondgedrag bij dergelijke constructies in de toekomst beter te kunnen voorspellen.

## 1.2 Doelstelling

In dit rapport wordt het laboratoriumonderzoek dat is uitgevoerd met monsters afkomstig uit het extra grondonderzoek beschreven en toegelicht. Dit betreft bepalingen van nat en droog volumegewicht, watergehalte en gloeiverlies van in totaal 20 monsters afkomstig uit 2 Begemann-boringen, 9 ‘gewone’ samendrukkingsproeven met ontlast/herbelast-gedeelte, 4  $K_0$ -samendrukkingsproeven met eveneens een ontlast/herbelast-gedeelte en 1  $K_0$ -samendrukkingsproef met alleen belasten en relaxatie.

Op basis van dit laboratoriumonderzoek en de resultaten van de veldmetingen zoals beschreven in [Van Noortwijk 2000] zullen nadere analyses worden verricht met als doel het inzicht in het gedrag van aardenbaanlichamen ten gevolge van voorbelasten, ontlasten en gedeeltelijk herbelasten te vergroten.

## 1.3 Inpassing binnen Delft Cluster

Dit verslag van laboratoriumonderzoek is onderdeel van een onderzoek naar het gedrag van EPS-constructies, zowel tijdens de bouwfase (inclusief voorbelasten van de ondergrond) als op de wat langere termijn. Dit onderzoek maakt deel uit van het onderzoeksproject ‘Samengestelde constructies’, hetgeen weer een deelproject is binnen het basisproject ‘Wegen en Spoorwegen’, wat op zijn beurt weer deel uitmaakt van thema 1, ‘Grond en Constructies’, van het Delft Cluster onderzoeksprogramma voor de periode 1999-2002. Binnen Delft Cluster wordt samengewerkt door GeoDelft, IHE, TNO, TU Delft en WL|Delft Hydraulics met diverse marktpartijen binnen de disciplines waarin de Delft Cluster partners actief zijn. Bij dit onderzoek naar het gedrag van EPS-constructies zijn met name GeoDelft en Rijkswaterstaat – Dienst Weg- en Waterbouwkunde betrokken.

## 2 Opzet laboratoriumonderzoek

### 2.1 Oorspronkelijke planning

Volgens de oorspronkelijke planning, zoals vastgelegd in het meetplan [Koelewijn 2000] zou nabij elk van beide meetraaien één Begemann 66 mm boring worden uitgevoerd tot een diepte van maximaal m.v. -15 m, teneinde de aanvullende berekeningen in het kader van dit Delft Cluster onderzoek naar het gedrag van grond bij voorbelasten, ontlasten en tot een lager niveau herbelasten, te kunnen baseren op de daadwerkelijk aanwezige grond.

Aangezien niet iedere grondlaag evenveel bijdraagt aan het vervormingsgedrag lag het voor de hand om de laboratoriumproeven te beperken tot die lagen welke de grootste invloed hebben. Uit de eerder uitgevoerde zettingsberekeningen (zie [Kraaijenbrink 1998]), welke gebaseerd zijn op enerzijds een sondering nabij de zuidelijke meetraai en anderzijds de proevenverzameling van de Verlegde Havenspoorlijn, is bepaald welke lagen naar verwachting de grootste invloed zouden hebben op het zettingsgedrag. Hieronder is een overzicht gegeven van de bodemopbouw welke gehanteerd is bij de zettingsberekening voor een traditionele ophoging; de berekende totale (eind)zetting is ruim 2,6 meter volgens de methode van Koppejan met natuurlijke rekken.

Grondlaag (code)	Volumegewicht (kN/m <sup>3</sup> )	Diepte onderzijde t.o.v. NAP (m)	Rek in laag (%)	Aandeel in totale zetting (%)
maaiveld	-	-0,4	-	-
<i>Klei van Duinkerken (DKA)</i>	<i>16,4</i>	<i>-2,3</i>	<i>22</i>	<i>16</i>
Klei van Duinkerken (DKB)	18,1	-3,9	8	5
<i>Hollandveen (HV)</i>	<i>10,3</i>	<i>-5,3</i>	<i>37</i>	<i>20</i>
<i>Klei van Gorkum – licht (GLA)</i>	<i>12,2</i>	<i>-6,3</i>	<i>33</i>	<i>12</i>
<i>Klei van Gorkum – licht (GLB)</i>	<i>13,4</i>	<i>-8,5</i>	<i>24</i>	<i>20</i>
Klei van Gorkum – zwaar (GZA)	15,0	-8,9	21	3
Klei van Gorkum – licht (GLC)	14,4	-9,9	17	6
<i>Klei van Gorkum – zwaar (GZB)</i>	<i>16,8</i>	<i>-12,6</i>	<i>11</i>	<i>12</i>
Basisveen (BV)	10,7	-13,0	28	4
Kreftenheye zand (KZ)	20,0	-13,8	-	-
Kreftenheye klei (KK)	18,9	-14,3	5	1
Pleistoceen zand (PZ)	20,0	dieper	-	-

Hieruit blijkt dat in de vijf cursief aangegeven grondlagen ruim 80% van de totale zetting optreedt. Daarnaast is de rek in het basisveen relatief groot. Het laboratoriumonderzoek zou zich in eerste instantie daarom met name op deze zes lagen richten. Verder zou van iedere meter boring afzonderlijk het volumegewicht worden bepaald.

Aanvankelijk werden de volgende proeven voorzien:

- Op monsters uit de boring uit de noordelijke meetraai, waar ook de aanvullende hellingmeetbuis staat, proeven in het K<sub>0</sub>-samendrukkingsapparaat, teneinde zowel voor de verticale als de horizontale vervorming parameters af te kunnen leiden. In verband met het te verwachten verloop van de belasting is voorzien om de proefstukken te belasten, vervolgens te ontlasten en daarna

- weer gedeeltelijk te herbelasten. Om vergelijkingen met gewone samendrukkingsproeven te vereenvoudigen zijn spanningsgestuurde proeven voorzien. De volgende proeven waren voorzien:
- Hollandveen (HV), huidige spanning 41 kPa, belastingsstappen 11, 22, 44, 88, 176, 88, 22 en 70 kPa (per stap de totale spanning, niet de incrementen!);
  - Klei van Gorkum – licht (GLB), huidige spanning 47 kPa, belastingsstappen 13, 26, 52, 104, 208, 104, 26 en 78 kPa;
  - Klei van Duinkerken (DKA), huidige spanning 16 kPa, belastingsstappen 8, 16, 32, 64, 128, 64, 16 en 48 kPa;
  - Klei van Gorkum – licht (GLA), huidige spanning 43 kPa, belastingsstappen 11, 22, 44, 88, 176, 88, 22 en 70 kPa; en
  - Klei van Gorkum – zwaar (GZB), huidige spanning 67 kPa, belastingsstappen 16, 32, 64, 128, 256, 128, 32 en 96 kPa.
- Op monsters uit de boring uit de zuidelijke meetraai, proeven in standaard samendrukkingsapparaten, eveneens met belasten, ontlasten en gedeeltelijk herbelasten. Beproefd worden:
- Hollandveen (HV), huidige spanning 41 kPa, in verband met onderzoek naar de invloed van kruip bij verschillende belastingniveau's en belastingduren in drie varianten, te weten:
    - belastingsstappen 11, 22, 44, 88, 176, 88, 22 en 70 kPa;
    - belastingsstappen 11, 22, 44, 88 (gedurende drie dagen), 176, 88, 22 en 70 kPa;
    - belastingsstappen 11, 22, 44, 88 (gedurende drie dagen), 176, 88, 22 en 70 (gedurende vijf dagen) kPa;
  - Klei van Gorkum – licht (GLB), huidige spanning 47 kPa, eveneens in drie varianten, te weten:
    - belastingsstappen 13, 26, 52, 104, 208, 104, 26 en 78 kPa;
    - belastingsstappen 13, 26, 52, 104 (gedurende drie dagen), 208, 104, 26 en 78 kPa;
    - belastingsstappen 13, 26, 52, 104 (gedurende drie dagen), 208, 104, 26 en 78 (gedurende vijf dagen) kPa;
  - Klei van Duinkerken (DKA), huidige spanning 16 kPa, belastingsstappen 8, 16, 32, 64, 128, 64, 16 en 48 kPa;
  - Klei van Gorkum – licht (GLA), huidige spanning 43 kPa, belastingsstappen 11, 22, 44, 88, 176, 88, 22 en 70 kPa; en
  - Basisveen (BV), huidige spanning 76 kPa, belastingsstappen 18, 36, 72, 144, 288, 144, 36 en 108 kPa.

Bij de bepaling van de belastingsstappen is uitgegaan van een freatisch vlak op NAP -2,00 m (zomerpeil), een stijghoogte in het Pleistocene zand van NAP -1,30 m met overgang onder het basisveen, de huidige verticale korrelspanning in het midden van de lagen op basis van de gegeven volumegewichten, een voorbelasting van 51 kPa en een uiteindelijke spanningsverhoging van rond de 30 kPa. Tenzij anders vermeld duurt iedere stap één dag.

Van elk in een samendrukkingsapparaat beproefd monster zouden ook het volumegewicht, het watergehalte en het gehalte organisch materiaal (af te leiden uit het gloeiverlies) worden bepaald.

Op zowel de kleilaag van Gorkum – zwaar (GZB) als de basisveenlaag (BV) is slechts één proef voorzien, omdat deze naar verhouding het minst belangrijk zijn; de kleilaag van Gorkum – zwaar

(GZB) is een relatief dikke laag, vandaar dat deze volgens de oorspronkelijke planning in het  $K_0$ -apparaat zou worden beproefd, terwijl de Basisveenlaag, welke relatief sterk wordt samengedrukt maar waarvan de invloed op de horizontale vervormingen veel kleiner zal zijn, in een standaard samendrukkingsapparaat zou worden beproefd.

## 2.2 Uiteindelijke opzet

De uiteindelijke opzet van de proeven is op een aantal punten anders dan voorzien.

Dit heeft in de eerste plaats te maken met het feit dat in de Begemannboring in de zuidelijke meetraai (met aanduiding 664/200-145) een groef of inkeping van ruim een halve centimeter diepte aanwezig bleek te zijn over praktisch de gehele hoogte van de boring, vermoedelijk doordat een stukje hout of puin bij de snijmond is blijven steken. Hierdoor was deze boring minder geschikt voor het nemen van monsters ten behoeve van samendrukkingsproeven. Alle samendrukkingsproeven zijn daarom uitgevoerd met monsters uit de andere Begemannboring (met aanduiding 664/200-152). Beschrijvingen van beide boringen zijn te vinden in bijlagen B00145 en B00152.

Ten tweede zijn de volumegechten per meter boring niet bepaald. In plaats daarvan zijn voor alle 14 monsters uit de noordelijke meetraai waarop samendrukkingsproeven zijn uitgevoerd en voor een zestal monsters uit de zuidelijke meetraai het droge en natte volumegecht, het watergehalte en het gloeiverlies (bepalend voor het gehalte organisch materiaal) bepaald.

In verband met de gevonden verschillen tussen de nieuwe boringen en het profiel zoals gehanteerd in het ontwerprapport voor deze toerit ([Kraaijenbrink 1998]), wat gebaseerd is op grondonderzoek op enige afstand van de meetraaien, zijn voor de gewone samendrukkingsproeven iets andere spanningsniveaus gehanteerd en zijn bovendien ten dele andere lagen beproefd dan tevoren voorzien was.

Voor de  $K_0$ -samendrukkingsproeven is besloten om deze vervormingsgestuurd uit te voeren in plaats van spanningsgestuurd, omdat dan beter wordt aangesloten bij de internationale (en ook de Nederlandse) praktijk op het gebied van dit soort proeven, welke doorgaans worden uitgevoerd met een reksnelheid van  $2 \times 10^{-6}$  [s<sup>-1</sup>]. De rekwaarden (15% belasten, 3% ontlasten, verder (her)belasten) zijn gekozen op basis van de rekwaarden bij een traditionele ophoging (zie [Kraaijenbrink 1998]) en eerdere ervaringen met dergelijke proeven, waarbij gebleken is dat bij kleine rekveranderingen betrekkelijk veel ruis aanwezig lijkt te zijn. Door een pauze in te lassen na afloop van de ontlastfase (gebeurt ook 'buiten' op het proefvak) is te bepalen in hoeverre de theorie van het Isotachen-model (overgang op lagere kruipsnelheid). Het bepalen van dezelfde samendrukkingsparameters als uit gewone samendrukkingsproeven blijft overigens gewoon mogelijk.

De uiteindelijke proefopzet is weergegeven in bijlage P1.

### 3 Basiseigenschappen

#### 3.1 Zuidelijke meetraai

Een beschrijving van de in de boring aangetroffen grondlagen is gegeven in bijlage B00145.

In tabel 3.1 zijn het volumegewicht (nat en droog), het watergehalte, het gloeiverlies en het CaCO<sub>3</sub>-gehalte (volgens R.A.W. bepaling 1995) weergegeven voor de aangegeven diepten. In vergelijking met de in [Kraaijenbrink 1998] voor het ontwerp gehanteerde waarden is het nat volumegewicht van de bovenste kleilaag duidelijk hoger (16,4 kN/m<sup>3</sup> in [Kraaijenbrink 1998]), het nat volumegewicht van de bovenste veenlaag is gelijk, de kleilaag daaronder is belangrijk zwaarder (12,2 kN/m<sup>3</sup> in [Kraaijenbrink 1998]), maar de beide beproefde lagen daaronder zijn weer lichter (resp. 13,4 kN/m<sup>3</sup> en 16,8 kN/m<sup>3</sup> in [Kraaijenbrink 1998]).

monsternr. en diepte (m – m.v.)	nat volumegewicht (kN/m <sup>3</sup> )	droog volumegewicht (kN/m <sup>3</sup> )	watergehalte (%)	gloeiverlies (%)	CaCO <sub>3</sub> - gehalte (%)
1: 0.25-0.30 (klei)	18.7	13.6	37.2	33.021	10.342
3: 2.65-2.70 (veen)	10.3	1.4	607	13.988	10.274
4: 3.10-3.15 (veen)	10.3	1.6	549	17.001	1.376
6: 5.30-5.35 (klei)	16.8	10.9	53.5	24.601	7.749
8: 7.35-7.40 (klei)	13.0	5.3	148	22.553	6.059
11:10.55-10.60 (klei)	15.2	8.4	80.9	26.483	5.933

Tabel 3.1 Grondeigenschappen zuidelijke meetraai (boring 664/200-145)

#### 3.2 Noordelijke meetraai

Een beschrijving van de in de boring aangetroffen grondlagen is gegeven in bijlage B00152.

In tabel 3.2 zijn het nat volumegewicht, het watergehalte, het gloeiverlies en het CaCO<sub>3</sub>-gehalte weergegeven voor de aangegeven diepten. Hier zijn de verschillen met de waarden in [Kraaijenbrink 1998] aanzienlijk groter.

Tevens valt het op dat voor monsters die in principe uit dezelfde laag komen soms grote verschillen worden gevonden, bijvoorbeeld voor het gloeiverlies en het CaCO<sub>3</sub>-gehalte van monsters 17B/17BB tegenover monsters 17C/17CX, waarbij daarentegen de watergehaltes van deze vier monsters, uit dezelfde veenlaag, redelijk goed met elkaar overeenkomen. Voor de monsters 22C, 23B en 23C, elk uit dezelfde kleilaag, worden weer andere verschillen en overeenkomsten gevonden. Met name het volumegewicht van het middelste monster wijkt opvallend af van de andere twee monsters.

monsternr. en diepte (m – m.v.)	nat volumegewicht (kN/m <sup>3</sup> )	watergehalte (%)	gloeiverlies (%)	CaCO <sub>3</sub> -gehalte (%)
15C: 0.45-0.57	18.5	34.11	2.186	17.536
15D: 0.57-0.62	19.9	30.92	1.344	17.233
17B: 2.30-2.35	10.3	591.95	14.447	9.798
17BB: 2.35-2.40	10.6	572.50	28.690	0.110
17C: 2.40-2.45	10.0	529.84	78.702	32.105
17CX: 2.45-2.50	10.2	508.43	77.864	33.601
17D: 2.49-2.54	10.7	480.00	30.890	1.438
19B: 4.23-4.28	16.4	66.86	23.021	3.746
19C: 4.35-4.45	15.6	61.78	5.929	7.082
21A: 6.12-6.17	10.3	387.89	14.304	8.349
22C: 7.74-7.79	12.5	111.09	20.238	13.250
23B: 8.20-8.40	14.1	107.89	11.070	9.039
23C: 8.49-8.54	12.3	164.49	35.148	4.887
25A: 10.10-10.20	16.7	49.75	3.411	19.318
27A: 12.14-12.19	12.0	203.57	36.491	6.797

Tabel 3.2 Grondeigenschappen noordelijke meetraai (boring 664/200-152)

## **4 Gewone samendrukkingsproeven**

De 'gewone' samendrukkingsproeven, met ontlasten en gedeeltelijk herbelasten, zijn uitgevoerd overeenkomstig het schema in bijlage P1. De precieze waarden van de belastingsniveaus weken licht af van de gehele getallen uit dit schema, maar van significante verschillen was geen sprake.

De proefresultaten zijn geïnterpreteerd met behulp van het programma MSapro; de uitvoer van dit programma is vermeld in bijlagen 00111421.sao t/m 00111437.sao. De parameters uit deze proeven zijn samengevat in de tabellen op de hierna volgende pagina's.

In een aantal gevallen zijn geen parameters vermeld, omdat de gerapporteerde proefresultaten van dien aard waren dat een correcte parameterbepaling niet mogelijk was. In enkele gevallen zou een handmatige uitwerking hierbij uitkomst kunnen bieden. De hiervoor vereiste inspanning is alleen gerechtvaardigd indien de betreffende parameter daadwerkelijk gebruikt zal worden bij de nadere analyse van het meetproject 'Barendrechtse weg', welke in een latere fase van dit project zal plaatsvinden. Indien nodig zijn verdere relevante opmerkingen bij de vermelde resultaten na de desbetreffende tabel vermeld.

	Taylor		
	$C_v$ [m <sup>2</sup> /s]	$M_v$ [m <sup>2</sup> /kN]	K [m/s]
Spanningsniveau van 0 tot 5.520 kN/m <sup>2</sup> *	3.346 E-5	1.457 E-4	4.783 E-8
Spanningsniveau van 5.520 tot 12.600 kN/m <sup>2</sup> *	7.106 E-6	4.380 E-4	3.053 E-8
Spanningsniveau van 12.600 tot 25.350 kN/m <sup>2</sup>	3.577 E-7	3.068 E-4	1.076 E-9
Spanningsniveau van 25.350 tot 49.420 kN/m <sup>2</sup>	6.752 E-6	4.354 E-4	2.884 E-8
Spanningsniveau van 49.420 tot 97.570 kN/m <sup>2</sup>	4.857 E-7	1.160 E-4	5.525 E-10
Herbelasten: Spanningsniveau van 12.610 tot 60.760 kN/m <sup>2</sup>	3.507 E-6	4.898 E-5	1.685 E-9

\*: Bad fit

Tabel 4.1 Resultaten methode-Taylor voor monster 15D

	Casagrande		
	$C_v$ [m <sup>2</sup> /s]	$M_v$ [m <sup>2</sup> /kN]	K [m/s]
Spanningsniveau van 0 tot 5.520 kN/m <sup>2</sup>	-	-	-
Spanningsniveau van 5.520 tot 12.600 kN/m <sup>2</sup>	-	-	-
Spanningsniveau van 12.600 tot 25.350 kN/m <sup>2</sup>	7.367 E-7	3.374 E-4	2.439 E-9
Spanningsniveau van 25.350 tot 49.420 kN/m <sup>2</sup>	1.389 E-6	2.307 E-4	3.143 E-9
Spanningsniveau van 49.420 tot 97.570 kN/m <sup>2</sup>	8.358 E-7	1.436 E-4	1.177 E-9
Herbelasten: Spanningsniveau van 12.610 tot 60.760 kN/m <sup>2</sup>	-	-	-

Tabel 4.2 Resultaten methode-Casagrande voor monster 15D

	Taylor		
	$C_v$ [m <sup>2</sup> /s]	$M_v$ [m <sup>2</sup> /kN]	K [m/s]
Spanningsniveau van 0 tot 9.770 kN/m <sup>2</sup> *	2.213 E-5	6.339 E-4	1.376 E-7
Spanningsniveau van 9.770 tot 18.260 kN/m <sup>2</sup>	6.749 E-6	1.712 E-3	1.133 E-7
Spanningsniveau van 18.260 tot 36.670 kN/m <sup>2</sup>	6.364 E-6	1.795 E-3	1.120 E-7
Spanningsniveau van 36.670 tot 73.490 kN/m <sup>2</sup>	5.903 E-6	1.458 E-3	8.444 E-8
Spanningsniveau van 73.490 tot 145.710 kN/m <sup>2</sup>	4.102 E-6	6.820 E-4	2.745 E-8
Herbelasten: Spanningsniveau van 18.260 tot 73.490 kN/m <sup>2</sup>	3.499 E-6	5.319 E-4	1.826 E-8

\*: Bad fit

Tabel 4.3 Resultaten methode-Taylor voor monster 17B

	Casagrande		
	$C_v$ [m <sup>2</sup> /s]	$M_v$ [m <sup>2</sup> /kN]	K [m/s]
Spanningsniveau van 0 tot 9.770 kN/m <sup>2</sup>	-	-	-
Spanningsniveau van 9.770 tot 18.260 kN/m <sup>2</sup>	-	-	-
Spanningsniveau van 18.260 tot 36.670 kN/m <sup>2</sup>	-	-	-
Spanningsniveau van 36.670 tot 73.490 kN/m <sup>2</sup>	1.682 E-8	2.863 E-3	4.724 E-10
Spanningsniveau van 73.490 tot 145.710 kN/m <sup>2</sup>	4.120 E-8	1.474 E-3	5.957 E-10
Herbelasten: Spanningsniveau van 18.260 tot 73.490 kN/m <sup>2</sup>	8.553 E-7	2.584 E-4	2.168 E-9

Tabel 4.4 Resultaten methode-Casagrande voor monster 17B

	Taylor		
	$C_v$ [m <sup>2</sup> /s]	$M_v$ [m <sup>2</sup> /kN]	K [m/s]
Spanningsniveau van 0 tot 9.770 kN/m <sup>2</sup>	2.302 E-5	3.753 E-4	8.477 E-8
Spanningsniveau van 9.770 tot 18.260 kN/m <sup>2</sup> *	7.070 E-6	1.068 E-3	7.406 E-8
Spanningsniveau van 18.260 tot 36.670 kN/m <sup>2</sup>	6.136 E-6	1.379 E-3	8.301 E-8
Spanningsniveau van 36.670 tot 73.490 kN/m <sup>2</sup>	5.972 E-6	1.055 E-3	6.178 E-8
Spanningsniveau van 73.490 tot 145.710 kN/m <sup>2</sup>	4.130 E-6	4.647 E-4	1.883 E-8
Herbelasten: Spanningsniveau van 18.260 tot 73.490 kN/m <sup>2</sup>	3.662 E-6	4.140 E-4	1.487 E-8

\*: Bad fit

Tabel 4.5 Resultaten methode-Taylor voor monster 17BB

	Casagrande		
	$C_v$ [m <sup>2</sup> /s]	$M_v$ [m <sup>2</sup> /kN]	K [m/s]
Spanningsniveau van 0 tot 9.770 kN/m <sup>2</sup>	-	-	-
Spanningsniveau van 9.770 tot 18.260 kN/m <sup>2</sup>	7.606 E-8	1.249 E-3	9.318 E-10
Spanningsniveau van 18.260 tot 36.670 kN/m <sup>2</sup>	-	-	-
Spanningsniveau van 36.670 tot 73.490 kN/m <sup>2</sup>	1.517 E-8	2.899 E-3	4.316 E-10
Spanningsniveau van 73.490 tot 145.710 kN/m <sup>2</sup>	2.390 E-8	1.587 E-3	3.720 E-10
Herbelasten: Spanningsniveau van 18.260 tot 73.490 kN/m <sup>2</sup>	-	-	-

Tabel 4.6 Resultaten methode-Casagrande voor monster 17BB

	Taylor		
	$C_v$ [m <sup>2</sup> /s]	$M_v$ [m <sup>2</sup> /kN]	K [m/s]
Spanningsniveau van 0 tot 9.770 kN/m <sup>2</sup>	2.471 E-5	2.695 E-4	6.532 E-8
Spanningsniveau van 9.770 tot 18.260 kN/m <sup>2</sup>	-	-	-
Spanningsniveau van 18.260 tot 36.670 kN/m <sup>2</sup>	-	-	-
Spanningsniveau van 36.670 tot 73.490 kN/m <sup>2</sup>	5.789 E-6	5.208 E-4	2.958 E-8
Spanningsniveau van 73.490 tot 145.710 kN/m <sup>2</sup>	-	-	-
Herbelasten: Spanningsniveau van 18.260 tot 73.490 kN/m <sup>2</sup>	-	-	-

Tabel 4.7 Resultaten methode-Taylor voor monster 17D

	Casagrande		
	$C_v$ [m <sup>2</sup> /s]	$M_v$ [m <sup>2</sup> /kN]	K [m/s]
Spanningsniveau van 0 tot 9.770 kN/m <sup>2</sup>	-	-	-
Spanningsniveau van 9.770 tot 18.260 kN/m <sup>2</sup>	8.087 E-8	8.968 E-4	7.115 E-10
Spanningsniveau van 18.260 tot 36.670 kN/m <sup>2</sup>	1.197 E-7	1.117 E-3	1.311 E-9
Spanningsniveau van 36.670 tot 73.490 kN/m <sup>2</sup>	1.363 E-8	1.152 E-3	1.540 E-10
Spanningsniveau van 73.490 tot 145.710 kN/m <sup>2</sup>	-	-	-
Herbelasten: Spanningsniveau van 18.260 tot 73.490 kN/m <sup>2</sup>	-	-	-

Tabel 4.8 Resultaten methode-Casagrande voor monster 17D

	Taylor		
	$C_v$ [m <sup>2</sup> /s]	$M_v$ [m <sup>2</sup> /kN]	K [m/s]
Spanningsniveau van 0 tot 9.770 kN/m <sup>2</sup>	2.479 E-5	1.793 E-4	4.360 E-8
Spanningsniveau van 9.770 tot 19.680 kN/m <sup>2</sup> *	6.921 E-6	3.780 E-4	2.567 E-8
Spanningsniveau van 19.680 tot 39.510 kN/m <sup>2</sup>	6.725 E-6	4.190 E-4	2.764 E-8
Spanningsniveau van 39.510 tot 79.160 kN/m <sup>2</sup>	6.299 E-6	1.245 E-3	7.696 E-8
Spanningsniveau van 79.160 tot 159.880 kN/m <sup>2</sup>	5.533 E-6	1.649 E-4	8.950 E-9
Herbelasten: Spanningsniveau van 19.680 tot 79.160 kN/m <sup>2</sup>	4.486 E-6	1.527 E-4	6.721 E-9

\*: Bad fit

Tabel 4.9 Resultaten methode-Taylor voor monster 19B

NB: De belastingsstappen zijn helaas niet correct in het invoerbestand ten behoeve van MSapro terecht gekomen. Daarom zijn in deze tabel de belastingsstappen uit het laboratoriumverslag (dat ter controle handmatig wordt bijgehouden) gehanteerd.

	Casagrande		
	$C_v$ [m <sup>2</sup> /s]	$M_v$ [m <sup>2</sup> /kN]	K [m/s]
Spanningsniveau van 0 tot 9.770 kN/m <sup>2</sup>	-	-	-
Spanningsniveau van 9.770 tot 19.680 kN/m <sup>2</sup> *	4.584 E-8	6.157 E-4	2.769 E-10
Spanningsniveau van 19.680 tot 39.510 kN/m <sup>2</sup>	2.775 E-8	8.781 E-4	2.390 E-10
Spanningsniveau van 39.510 tot 79.160 kN/m <sup>2</sup>	7.727 E-8	2.724 E-3	2.065 E-9
Spanningsniveau van 79.160 tot 159.880 kN/m <sup>2</sup>	2.736 E-8	7.094 E-4	1.904 E-10
Herbelasten: Spanningsniveau van 19.680 tot 79.160 kN/m <sup>2</sup>	4.583 E-7	1.170 E-4	5.259 E-10

\*: Bad fit

Tabel 4.10 Resultaten methode-Casagrande voor monster 19B

NB: De belastingsstappen zijn helaas niet correct in het invoerbestand ten behoeve van MSapro terecht gekomen. Daarom zijn in deze tabel de belastingsstappen uit het laboratoriumverslag (dat ter controle handmatig wordt bijgehouden) gehanteerd.

	Taylor		
	$C_v$ [m <sup>2</sup> /s]	$M_v$ [m <sup>2</sup> /kN]	K [m/s]
Spanningsniveau van 0 tot 9.770 kN/m <sup>2</sup> *	2.418 E-5	6.339 E-4	1.504 E-7
Spanningsniveau van 9.770 tot 19.680 kN/m <sup>2</sup> *	6.899 E-6	3.032 E-3	2.052 E-7
Spanningsniveau van 19.680 tot 39.510 kN/m <sup>2</sup> *	6.228 E-6	2.297 E-3	1.403 E-7
Spanningsniveau van 39.510 tot 79.160 kN/m <sup>2</sup>	5.705 E-6	1.765 E-3	9.879 E-8
Spanningsniveau van 79.160 tot 159.880 kN/m <sup>2</sup>	3.766 E-6	8.805 E-4	3.253 E-8
Herbelasten: Spanningsniveau van 19.680 tot 79.160 kN/m <sup>2</sup>	3.137 E-6	4.914 E-4	1.512 E-8

\*: Bad fit

Tabel 4.11 Resultaten methode-Taylor voor monster 21A

	Casagrande		
	$C_v$ [m <sup>2</sup> /s]	$M_v$ [m <sup>2</sup> /kN]	K [m/s]
Spanningsniveau van 0 tot 9.770 kN/m <sup>2</sup>	-	-	-
Spanningsniveau van 9.770 tot 19.680 kN/m <sup>2</sup>	1.338 E-7	2.598 E-3	3.411 E-9
Spanningsniveau van 19.680 tot 39.510 kN/m <sup>2</sup>	4.944 E-8	2.787 E-3	1.351 E-9
Spanningsniveau van 39.510 tot 79.160 kN/m <sup>2</sup>	1.414 E-8	2.580 E-3	3.580 E-10
Spanningsniveau van 79.160 tot 159.880 kN/m <sup>2</sup>	1.969 E-9	2.383 E-3	4.602 E-11
Herbelasten: Spanningsniveau van 19.680 tot 79.160 kN/m <sup>2</sup>	-	-	-

Tabel 4.12 Resultaten methode-Casagrande voor monster 21A

	Taylor		
	$C_v$ [m <sup>2</sup> /s]	$M_v$ [m <sup>2</sup> /kN]	K [m/s]
Spanningsniveau van 0 tot 11.190 kN/m <sup>2</sup>	2.513 E-5	3.094 E-4	7.627 E-8
Spanningsniveau van 11.190 tot 22.510 kN/m <sup>2</sup>	6.931 E-6	5.694 E-4	3.872 E-8
Spanningsniveau van 22.510 tot 45.170 kN/m <sup>2</sup>	6.566 E-6	6.082 E-4	3.918 E-8
Spanningsniveau van 45.170 tot 88.870 kN/m <sup>2</sup>	6.220 E-6	4.753 E-4	2.900 E-8
Spanningsniveau van 88.870 tot 176.670 kN/m <sup>2</sup>	5.605 E-6	3.317 E-4	1.824 E-8
Herbelasten: Spanningsniveau van 22.310 tot 88.870 kN/m <sup>2</sup>	5.440 E-6	2.782 E-4	1.484 E-8

Tabel 4.13 Resultaten methode-Taylor voor monster 22C

	Casagrande		
	$C_v$ [m <sup>2</sup> /s]	$M_v$ [m <sup>2</sup> /kN]	K [m/s]
Spanningsniveau van 0 tot 11.190 kN/m <sup>2</sup>	-	-	-
Spanningsniveau van 11.190 tot 22.510 kN/m <sup>2</sup>	2.774 E-7	4.874 E-4	1.327 E-9
Spanningsniveau van 22.510 tot 45.170 kN/m <sup>2</sup>	-	-	-
Spanningsniveau van 45.170 tot 88.870 kN/m <sup>2</sup>	2.467 E-8	7.112 E-4	1.721 E-10
Spanningsniveau van 88.870 tot 176.670 kN/m <sup>2</sup>	2.181 E-8	6.938 E-4	1.485 E-10
Herbelasten: Spanningsniveau van 22.310 tot 88.870 kN/m <sup>2</sup>	-	-	-

Tabel 4.14 Resultaten methode-Casagrande voor monster 22C

	Taylor		
	$C_v$ [m <sup>2</sup> /s]	$M_v$ [m <sup>2</sup> /kN]	K [m/s]
Spanningsniveau van 0 tot 11.190 kN/m <sup>2</sup>	2.620 E-5	1.670 E-4	4.293 E-8
Spanningsniveau van 11.190 tot 22.510 kN/m <sup>2</sup>	7.340 E-6	4.565 E-3	3.287 E-7
Spanningsniveau van 22.510 tot 45.170 kN/m <sup>2</sup>	6.678 E-6	4.840 E-4	3.171 E-8
Spanningsniveau van 45.170 tot 89.070 kN/m <sup>2</sup>	6.262 E-6	4.361 E-4	2.679 E-8
Spanningsniveau van 89.070 tot 176.870 kN/m <sup>2</sup>	4.631 E-6	2.968 E-4	1.348 E-8
Herbelasten: Spanningsniveau van 22.510 tot 89.070 kN/m <sup>2</sup>	5.318 E-6	2.371 E-4	1.237 E-8

Tabel 4.15 Resultaten methode-Taylor voor monster 23C

NB: De belastingsstappen zijn helaas niet correct in het invoerbestand ten behoeve van MSapro terecht gekomen. Daarom zijn in deze tabel de belastingsstappen uit het laboratoriumverslag (dat ter controle handmatig wordt bijgehouden) gehanteerd.

	Casagrande		
	$C_v$ [m <sup>2</sup> /s]	$M_v$ [m <sup>2</sup> /kN]	K [m/s]
Spanningsniveau van 0 tot 11.190 kN/m <sup>2</sup>	-	-	-
Spanningsniveau van 11.190 tot 22.510 kN/m <sup>2</sup>	1.421 E-8	4.782 E-3	6.666 E-10
Spanningsniveau van 22.510 tot 45.170 kN/m <sup>2</sup>	6.667 E-8	6.413 E-4	4.194 E-10
Spanningsniveau van 45.170 tot 89.070 kN/m <sup>2</sup>	1.357 E-8	6.965 E-4	9.269 E-11
Spanningsniveau van 89.070 tot 176.870 kN/m <sup>2</sup>	8.211 E-9	9.100 E-4	7.330 E-11
Herbelasten: Spanningsniveau van 22.510 tot 89.070 kN/m <sup>2</sup>	-	-	-

Tabel 4.16 Resultaten methode-Casagrande voor monster 23C

NB: De belastingsstappen zijn helaas niet correct in het invoerbestand ten behoeve van MSapro terecht gekomen. Daarom zijn in deze tabel de belastingsstappen uit het laboratoriumverslag (dat ter controle handmatig wordt bijgehouden) gehanteerd.

	Taylor		
	$C_v$ [m <sup>2</sup> /s]	$M_v$ [m <sup>2</sup> /kN]	K [m/s]
Spanningsniveau van 0 tot 15.440 kN/m <sup>2</sup> *	2.557 E-5	1.948 E-4	4.886 E-8
Spanningsniveau van 15.440 tot 30.720 kN/m <sup>2</sup> *	7.232 E-6	3.187 E-4	2.261 E-8
Spanningsniveau van 30.720 tot 63.290 kN/m <sup>2</sup>	7.381 E-6	3.459 E-4	2.505 E-8
Spanningsniveau van 63.290 tot 127.020 kN/m <sup>2</sup>	7.176 E-6	2.347 E-4	1.652 E-8
Spanningsniveau van 127.020 tot 254.480 kN/m <sup>2</sup>	6.190 E-6	1.480 E-4	8.985 E-9
Herbelasten: Spanningsniveau van 30.720 tot 107.190 kN/m <sup>2</sup>	6.090 E-6	1.767 E-4	1.056 E-8

\*: Bad fit

Tabel 4.17 Resultaten methode-Taylor voor monster 27A

	Casagrande		
	$C_v$ [m <sup>2</sup> /s]	$M_v$ [m <sup>2</sup> /kN]	K [m/s]
Spanningsniveau van 0 tot 15.440 kN/m <sup>2</sup>	-	-	-
Spanningsniveau van 15.440 tot 30.720 kN/m <sup>2</sup>	9.741 E-8	3.112 E-4	2.974 E-10
Spanningsniveau van 30.720 tot 63.290 kN/m <sup>2</sup>	4.973 E-8	3.425 E-4	1.671 E-10
Spanningsniveau van 63.290 tot 127.020 kN/m <sup>2</sup>	2.600 E-8	3.330 E-4	8.494 E-11
Spanningsniveau van 127.020 tot 254.480 kN/m <sup>2</sup>	6.446 E-9	5.237 E-4	3.312 E-11
Herbelasten: Spanningsniveau van 30.720 tot 107.190 kN/m <sup>2</sup>	4.498 E-7	1.198 E-4	5.287 E-10

Tabel 4.18 Resultaten methode-Taylor voor monster 27A

	Koppejan						
	C [-]	C' [-]	C <sub>p</sub> [-]	C <sub>p</sub> ' [-]	C <sub>s</sub> [-]	C <sub>s</sub> ' [-]	P <sub>c</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]
15D	117.9	43.82	215.0	497.4	1045	192.2	0 <sup>1,2</sup>
17B	20.57	37.15	42.43	37.15	159.7	-	0 <sup>1,2</sup>
17BB	25.75	2.414	57.23	4.723	187.3	19.76	39.0
17D	38.45	2.808	82.10	5.046	289.3	25.33	55.1
19B	-	-	-	-	-	-	-
21A	11.04	51.52	24.58	51.52	80.10	-	0 <sup>1,2</sup>
22C	50.38	70.92	108.0	70.92	377.8	-	0 <sup>1,2</sup>
23C	8.281	82.21	18.27	82.21	60.60	-	68.9
27A	64.28	65.81	136.0	65.81	487.4	-	0 <sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>:  $P_c < \sigma'_0$

<sup>2</sup>: P<sub>c</sub> wijkt sterk af van P<sub>c</sub>-1 day en P<sub>c</sub>-10 day

Tabel 4.19 Koppejan-parameters voor alle 9 monsters beproefd in een gewone samendrukkingsproef.

NB: Voor monster 19B waren de proefresultaten niet voor de methode-Koppejan te interpreteren m.b.v. MSapro, mogelijk door de onjuiste weergave van de belastingsniveaus in het invoerbestand ten behoeve van MSapro. Voor de resultaten geldt in het algemeen dat een nadere beschouwing zinvol kan zijn.

	NEN							
	RR [-]	Cr [-]	CR [-]	Cc [-]	Car [-]	Ca [-]	P <sub>c</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	V <sub>0</sub> [-]
15D	9.435 E-3	9.435 E-3	3.989 E-2	3.989 E-2	6.436 E-4	1.440 E-3	19.8	1.000
17B	5.639 E-2	5.639 E-2	4.953 E-2	4.953 E-2	0	0	0	1.000
17BB	3.973 E-2	3.973 E-2	3.917 E-2	3.917 E-2	0	0	0	1.000
17D	1.496 E-1	1.496 E-1	4.785 E-1	4.785 E-1	4.655 E-3	3.202 E-2	73.5	1.000
19B	2.274 E-2	2.274 E-2	2.807 E-4	2.807 E-4	0	0	0	1.000
21A	9.591 E-2	9.591 E-2	3.089 E-2	3.089 E-2	0	0	0	1.000
22C	2.202 E-2	2.202 E-2	2.217 E-2	2.217 E-2	0	0	0	1.000
23C	1.285 E-1	1.285 E-1	1.691 E-2	1.691 E-2	6.798 E-3	3.444 E-2	153.9	1.000
27A	1.730 E-2	1.730 E-2	2.931 E-2	2.931 E-2	0	0	0	1.000

Tabel 4.20 'NEN-methode'-parameters voor alle 9 monsters beproefd in een gewone samendrukkingsproef.

NB: Met name de waarden voor Car, Ca, P<sub>c</sub> en V<sub>0</sub> komen voor de meeste proeven als onwaarschijnlijk over. Ook hier geldt dat een nadere beschouwing van de proefresultaten voordat deze in berekeningen toegepast worden zinvol is.

	ABC (Isotachen-model)					
	A [-]	B [-]	C [-]	D [-]	P <sub>c</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	V <sub>0</sub> [-]
15D	4.657 E-3	1.308 E-2	3.672 E-5	1.514 E-4	8.391	1.000
17B	2.488 E-2	3.085 E-2	0	0	0	1.000
17BB	1.742 E-2	2.363 E-2	0	0	0	1.000
17D	1.264 E-2	4.456 E-2	0	0	0	1.000
19B	9.931 E-3	1.412 E-4	0	0	0	1.000
21A	4.264 E-2	2.008 E-2	0	0	0	1.000
22C	9.654 E-3	1.096 E-2	0	0	0	1.000
23C	5.611 E-2	8.506 E-3	0	0	0	1.000
27A	7.562 E-3	1.396 E-2	0	0	0	1.000

Tabel 4.21 ABC-parameters voor alle 9 monsters beproefd in een gewone samendrukkingsproef.

NB: Het is bekend dat de bepaling van abc-parameters met de huidige versie van MSapro enige haken en ogen bevat, dit verklaart ook de onwaarschijnlijke uitkomsten voor in elk geval de parameter C (en de spanningsafhankelijke variatie daarvan, uitgedrukt via de parameter D). De beschikbaarheid van een nieuwe versie (MCompress geheten) waarin deze problemen zijn opgelost, is echter vertraagd, zodoende zullen de abc-parameters op meer ambachtelijke wijze bepaald moeten worden voordat een analyse met behulp van het Isotachen-model mogelijk is.

## 5 $K_0$ -samendrukkingsproeven

De  $K_0$ -samendrukkingsproeven zijn slechts gedeeltelijk uitgevoerd overeenkomstig het schema in bijlage P1.

Voor de monsters 17C, 19C, 23B en 25A is het daarin opgenomen schema min of meer gevolgd, met dien verstande dat de maximale rek in de meeste gevallen wat kleiner is geworden. Zo blijkt uit de proefresultaten van monster 17C, dat wel tot ruim 56% rek is belast, dat bij meer dan 35% rek de waterspanning in het monster steeds verder oploopt. Verder nemen de spanningen steeds verder toe.

In verband met de maximale krachten waarop de proefopstelling ontworpen is, is een beveiliging aangebracht, die inhoudt dat de rek niet verder kan toenemen zodra een bepaalde maximale kracht is overschreden. Bij monster 15C is deze maximale kracht bereikt bij een rek van 15%, op het moment dat de ontlastfase moest starten. Dankzij de beveiliging is bij de proef alleen de belastfase tot 15% rek uitgevoerd, vervolgens heeft relaxatie plaatsgevonden gedurende ruim 40 uur.

De proefresultaten zijn vermeld in bijlagen 15C t/m 25A en vervolgens geïnterpreteerd met speciaal ontwikkelde spreadsheets. Dit was noodzakelijk omdat dergelijke rekgestuurde  $K_0$ -samendrukkingsproeven, met ontlasten/herbelasten, nog niet eerder zijn uitgevoerd binnen Nederland. Voor zover zulke proeven daarbuiten al zijn uitgevoerd is daar in elk geval (nog) geen literatuur over beschikbaar. De uit de proeven afgeleide parameters zijn vermeld in tabel 5.1. Alleen de parameters a en b zijn bepaald; voor de bepaling van de kruipparameter c uit de relaxatiefase is nog nader onderzoek nodig. Dit vervolgonderzoek zal in 2001 binnen ditzelfde Delft Cluster project worden uitgevoerd.

De in de tabel aangegeven waarden bij 'indicatie volgens Den Haan' is gebaseerd op een nog niet gepubliceerd onderzoek naar het verband tussen het volumegewicht en de abc-parameters. Over het geheel genomen wordt een redelijke overeenkomst gevonden. Voor monster 15C geldt dat daarin vrij veel wortelkanaaltjes en dergelijke aanwezig waren, nadat deze waren dichtgedrukt begon de feitelijke samendrukking van het materiaal pas goed. Ook geldt voor deze proef dat a is bepaald uit de initiële herbelasting; uit de andere proeven blijkt dat dit veel nauwkeurig uit de ontlast/herbelast-tak gedaan kan worden.

Verder is uit de grafieken in de bijlagen af te leiden dat de grensspanning van elk monster waarschijnlijk gelijk is aan de spanning waarbij een min of meer constante waarde voor de  $K_0$ -waarde wordt gevonden.

Proefstuk 15C	Nat volumegewicht = 18.47 kN/m <sup>3</sup>	Indicatie volgens Den Haan
a	0.0049	0.0134
b	0.0566	0.0938
b/a	11.6	7
c	-	0.00469
Proefstuk 17C	Nat volumegewicht = 9.95 kN/m <sup>3</sup>	Indicatie volgens Den Haan
a	0.03439	0.046
b	0.352	0.323
b/a	10.2	7
c	-	0.016
Proefstuk 19C	Nat volumegewicht = 15.56 kN/m <sup>3</sup>	Indicatie volgens Den Haan
a	0.0123	0.01888
b	0.1374	0.01322
b/a	11.1	7
c	-	0.0066
Proefstuk 23B	Nat volumegewicht = 14.08 kN/m <sup>3</sup>	Indicatie volgens Den Haan
a	0.0203	0.023
b	0.1765	0.161
b/a	8.7	7
c	-	0.008
Proefstuk 25A	Nat volumegewicht = 16.7 kN/m <sup>3</sup>	Indicatie volgens Den Haan
a	0.0103	0.0164
b	0.113	0.115
b/a	10.9	7
c	-	0.00575

Tabel 5.1 Parameters bepaald uit K<sub>0</sub>-samendrukkingsproeven.

## 6 Literatuur

[Koelewijn 2000]

A.R. Koelewijn

Meetplan ophoging met EPS in 1e Barendrechtseweg

GeoDelft CO-710402/2, 31-3-2000

[Kraaijenbrink 1998]

P. Kraaijenbrink

Betuwerroute Conditiefase aardebaan 1e Barendrechtseweg

GeoDelft CO-360820/261, december 1998

[Van Noortwijk 2000]

D. van Noortwijk

Praktijkproef EPS Barendrecht, meetrapport

GeoDelft CO-710402/27, 5-12-2000



# **BIJLAGEN**



