

H3167



Opdrachtgever:

Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde

Geavanceerde toetsing vak 19 bij Borssele

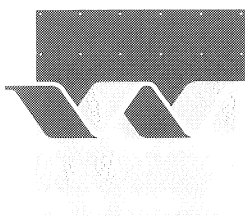
AFGEHANDELD

december 1998

	bibliotheek postbus 177 - 2600 MH Delft waterloophouding laboratorium/WL
BB	67547 VERVALLEN
	WL A3167
EXPL	 R0008197

## Geavanceerde toetsing vak 19 bij Borssele

ir M. Klein Breteler



**wl | delft hydraulics**

**OPDRACHTGEVER :** Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde

**TITEL:** Geavanceerde toetsing vak 19 bij Borssele

**SAMENVATTING:**

Namens het Projectbureau Zeeweringen heeft de Dienst Weg- en Waterbouwkunde van RWS opdracht verleend voor het uitvoeren van een geavanceerde toetsing op de basalt-bekleding van dijkvak 19a en 19b nabij Borssele, namelijk van dijkpaal 40 tot en met 51.

Deze geavanceerde toetsing is uitgevoerd door ir M. Klein Breteler van WL en ir Th. Stoutjesdijk van GD. Het project is namens de DWW begeleid door dhr. A. Plooster.

Over de resultaten is later ruggespraak gevoerd met ir. K.W. Pilarczyk van de DWW en ir A. Bezuijen van GD.

Bij de geavanceerde toetsing van de basalt op vak 19a en 19b nabij Borssele is onderscheid gemaakt tussen de bekleding boven NAP+2,00 m en eronder. Verder is de beoordeling uitgevoerd door de stabiliteit vanuit verschillende invalshoeken te beschouwen.

De conclusie luidt als volgt:

- De basalt in vak 19a is zowel onder als boven NAP+2,00 m onvoldoende. Hier geldt dat de belasting/sterkte verhouding duidelijk hoger is dan bij bezwijken van een vergelijkbare zetting in de Deltagoot van WL.
- De basalt in vak 19b is boven NAP+2,00 m onvoldoende. Hier geldt dezelfde argumentatie als in vak 19a.
- De basalt in vak 19b is onder NAP+2,00 m onvoldoende. Hierbij speelt de matige staat van de bekleding (verzakte zuilen, zonnebrand, palenrijen, slecht zetwerk) in combinatie met de grote belasting/sterkte verhouding een doorslaggevende rol.

**REFERENTIES:**

REV.	AUTEUR		DATUM	OPMERKINGEN	REVIEW	GOEDKEURING	
0	M. Klein Breteler		aug. '98		T. Stoutjesdijk	W.M.K. Tilmans	
1	M. Klein Breteler	<i>MKB</i>	dec. '98		T. Stoutjesdijk	W.M.K. Tilmans	<i>[Handwritten Signature]</i>
<b>TREFWOORDEN</b>				<b>INHOUD</b>		<b>STATUS</b>	
Toetsing Basalt Dicht geslibd				TEKST:	11	<input type="checkbox"/> VOORLOPIG <input type="checkbox"/> CONCEPT <input checked="" type="checkbox"/> DEFINITIEF	
				TABELLEN:	0		
				FIGUREN:			
				APPENDICES:	1		
PROJECTNUMMER: H3167							

# I Inleiding

Namens het Projectbureau Zeeweringen heeft de Dienst Weg- en Waterbouwkunde van RWS opdracht verleend voor het uitvoeren van een geavanceerde toetsing op de basaltbekleding van dijkvak 19a en 19b nabij Borssele, namelijk van dijkpaal 40 tot en met 51.

Deze geavanceerde toetsing is uitgevoerd door ir M. Klein Breteler van WL en ir Th. Stoutjesdijk van GD. Het project is namens de DWW begeleid door dhr. A. Plooster.

Over de resultaten is later ruggespraak gevoerd met ir. K.W. Pilarczyk van de DWW en ir A. Bezuijen van GD.

Tijdens de toetsing en het veldonderzoek op 5 november 1997 is onderscheid gemaakt tussen de twee vakken 19a en 19b. Later is duidelijk geworden dat ook een verdeling in verticale zin wenselijk is, namelijk het bekledingdeel dat onder NAP+2,00 m ligt en het deel dat erboven ligt.

In deze rapportage worden derhalve 4 bekledingvakken onderscheiden.

De toetsing is gebaseerd op de door de DWW en het projectbureau aangeleverde informatie. Dit is aangevuld met eigen bevindingen tijdens het veldonderzoek ten aanzien van zuilhoogte, staat van onderlagen en algemene staat van de bekleding.

## 2 Algemene kenmerken en golfcondities

Algemene kenmerken van de taludverdediging zijn:

- taludhelling 1:3,8
- de te toetsen bekleding bestaat uit ingezande basalt op een dun en ingezand filterlaagje en dubbele vlijlagen
- onderkant van de bekleding ligt tussen NAP+0,5 m en NAP+1,0 m.
- de basaltzetting eindigt op NAP+3,50 m, maar de bovenste rand wordt verwijderd bij het renoveren van de bekleding boven NAP+3,50 m

Het vak 19a loopt van dijkpaal 40 tot 46 en het vak 19b van dijkpaal 46 tot 51.

De lokale golfcondities zijn:

- vak 19a:
  - bij waterstand op NAP+2,0 m:  $H_s = 2,7$  m en  $T_p = 6,8$  s ( $\xi_{op} = 1,36$ )
  - bij waterstand op NAP+4,0 m:  $H_s = 3,1$  m en  $T_p = 7,5$  s ( $\xi_{op} = 1,40$ )
  - bij waterstand op NAP+6,0 m:  $H_s = 3,4$  m en  $T_p = 8,2$  s ( $\xi_{op} = 1,46$ )
- vak 19b:
  - bij waterstand op NAP+2,0 m:  $H_s = 1,0$  m en  $T_p = 6,8$  s ( $\xi_{op} = 2,24$ )
  - bij waterstand op NAP+4,0 m:  $H_s = 1,9$  m en  $T_p = 7,5$  s ( $\xi_{op} = 1,79$ )
  - bij waterstand op NAP+6,0 m:  $H_s = 2,7$  m en  $T_p = 8,2$  s ( $\xi_{op} = 1,64$ )

Tijdens het bezoek op 5 november 1997 is het volgende geconstateerd:

- zuilhoogte in vak 19a: 0,30 m
- zuilhoogte in vak 19b: 0,20 tot 0,24 m (gezien de goede klemming wordt de gemiddelde waarde aangehouden, 0,22 m)
- tussen de basaltblokken zijn hier en daar andere stenen gebruikt om gaten te vullen (zie figuur 1).
- sommige zuilen in vak 19b hebben een erg kleine lengte en breedte en zouden van een lichtere sortering kunnen zijn (zuilhoogte van 20 cm).
- in de spleten tussen de zuilen blijft het water staan.
- de steenzetting is volledig ingezand met een gemeten filterdoorlatendheid  $k < 1$  mm/s.
- hier en daar zijn er zuilen verzakt en er is sprake van zonnebrand.

## 3 Toetsing

### 3.1 Vak 19a tussen NAP+2,00 m en NAP+3,50 m

Voor de toetsing van het bovenste deel van de basaltbekleding in vak 19a is gekozen voor een maatgevende waterstand van NAP+5,45 m. Dit is de naar boven afgeronde waarde van de waterstand waarbij de maximale golfbelasting nog net kan aangrijpen op de bovenste basalt op NAP+3,50 m.

Door lineaire interpolatie van de golfcondities als functie van de waterstand zijn de volgende maatgevende waarden berekend:

- maatgevende significante golfhoogte:  $H_s = 3,30$  m
- maatgevende golfperiode:  $T_p = 8,0$  s

Bij deze golfbelasting kan de belasting op de basalt met dikte van 30 cm als volgt dimensieloos samengevat worden:

- brekerparameter:

$$\xi_{op} = \frac{\tan \alpha}{\sqrt{H_s / (1,56 T_p^2)}} = \frac{1 / 3,8}{\sqrt{3,3 / (1,56 \cdot 8,0^2)}} = 1,45$$

- dimensieloze golfhoogte:

$$\frac{H_s}{\Delta D} = \frac{3,3}{((2900 - 1030) / 1030) \cdot 0,3} = 6,1$$

De geavanceerde toetsing wordt gebaseerd op een beoordeling vanuit verschillende invalshoeken. Deze worden onderstaand één voor één behandeld.

#### Beoordeling t.o.v. grootschalige modelresultaten

De onderhavige constructie valt in de categorie ‘normale steenzettingen’.

In figuur 2 zijn de resultaten van grootschalige modelonderzoeken gegeven. Tevens is het punt van het onderhavige dijkvak ingetekend.

Het is duidelijk te zien dat de huidige waarde van  $H_s/\Delta D$  groter is dan de metingen met schade.

#### Beoordeling t.o.v. bovengrens van steenzettingstabiliteit

Op basis van de ervaring met steenzettingen is vastgesteld dat zelfs een uitgekiende steenzetting een beperkte stabiliteit heeft. Er bestaat geen vertrouwen in een ontwerp van een steenzetting als die boven de volgende bovengrens uitkomt:

$$\frac{H_s}{\Delta D} = 6 \cdot \xi_{op}^{-2/3}$$

Als de waarde van  $H_s/\Delta D$  boven  $6\xi_{op}^{-2/3}$  uitkomt, dan is de belasting zo groot dat zelfs bij een uitgekiend ontwerp van de steenzetting er geen vertrouwen is in de stabiliteit.

Bij de onderhavige constructie geldt dat  $H_s/\Delta D = 6,1$  en  $6\xi_{op}^{-2/3} = 4,7$ , zodat er gesteld kan worden dat er geen vertrouwen is in de stabiliteit.

### Beoordeling t.o.v. ANAMOS

Het programma ANAMOS is niet geschikt voor dichtgeslibde bekledingen. Daarom is gerekend alsof de constructie niet is dichtgeslibd. Voor een stabiliteitsberekening zijn de volgende invoergrootheden gebruikt:

- maatgevende significante golfhoogte:  $H_s = 3,30$  m
- maatgevende golfperiode:  $T_p = 8,0$  s
- taludhelling:  $\tan\alpha = 1/3,8$
- toplaagdikte:  $D = 0,30$  m
- relatief open oppervlak:  $\Omega = 10\%$
- soortelijke massa:  $\rho_b = 2900$  kg/m<sup>3</sup>
- filterlaagdikte: 8 cm
- korrelgrootte van filter:  $D_{f15} = 10$  mm
- porositeit van filter:  $n = 0,35$
- zonder inwassing

De berekeningen geven aan dat de bekleding stabiel is. Het is niet te verwachten dat de inslibbing hier een negatieve invloed op heeft.

In bovenstaande berekening is gewerkt met de aanbeveling om ingewassen basalt te berekenen alsof het niet is ingewassen. De reden daarvoor is het feit dat de inwassing een grotere positieve invloed heeft (grotere inklemming) dan negatieve invloed (verlaging van de toplaagdoorlatendheid).

Anderzijds is het mogelijk om een berekening met inwassing uit te voeren, en te bepalen welke inklemfactor  $\Gamma_{klem}$  nodig is om een stabiele constructie te verkrijgen. De berekening met ANAMOS met inwasmateriaal met  $D_{15} = 3$  mm laat zien dat hiervoor een inklemfactor  $\Gamma_{klem} = 1,3$  nodig is. Deze waarde is vrij laag, waaruit geconcludeerd kan worden dat er nauwelijks een beroep gedaan hoeft te worden op de klemming van de zuilen.

### Conclusie

In het bovenstaande is op drie verschillende manieren de bekleding beoordeeld. Resumerend zijn de resultaten voor vak 19a boven NAP+2,00 m:

- t.o.v. grootschalige meetresultaten: stabiliteit is onvoldoende
- t.o.v. bovengrens van steenzettingstabiliteit: stabiliteit is onvoldoende
- met ANAMOS berekeningen: zetting is goed.

Verder kan gesteld worden dat de golfbelasting ( $H_s = 3,3$  m) zeer hoog is ten opzichte van ons ervaringsgebied. Onze ervaring ligt vooral bij  $1 < H_s < 2$  m.

Doorslaggevend in de eindbeoordeling is het feit dat t.o.v. grootschalige meetresultaten en t.o.v. bovengrens van steenzettingstabiliteit de bekleding als onvoldoende beoordeeld wordt. De meer theoretische beoordeling met het programma ANAMOS kan juist bij dit type steenzettingen een overschatting van de stabiliteit geven.

### 3.2 Vak 19a onder NAP+2,00 m

De maatgevende waterstand voor de zuilen op NAP+2,00 m kan bepaald worden met de volgende formule (met  $h_{\text{hoog}}$  = bovengrens van de te beoordelen zetting, dus  $h_{\text{hoog}} = 2,00$  m):

$$h = h_{\text{hoog}} + \min \left\{ 0,11 H_s \left( \frac{1,56 T_p^2 \tan \alpha}{H_s} \right)^{0,8} ; 1,5 H_s \right\}$$

Hiermee blijkt de maatgevende waterstand  $h = 3,65$  m t.o.v. NAP te zijn.

Door lineaire interpolatie van de golfcondities als functie van de waterstand zijn de volgende maatgevende waarden berekend:

- maatgevende significante golfhoogte:  $H_s = 3,0$  m
- maatgevende golfperiode:  $T_p = 7,4$  s

Bij deze golfbelasting kan de belasting op de basalt met dikte van 30 cm als volgt dimensieloos samengevat worden:

- brekerparameter:

$$\xi_{op} = \frac{\tan \alpha}{\sqrt{H_s / (1,56 T_p^2)}} = \frac{1 / 3,8}{\sqrt{3,0 / (1,56 \cdot 7,4^2)}} = 1,40$$

- dimensieloze golfhoogte:

$$\frac{H_s}{\Delta D} = \frac{3,0}{((2900 - 1030) / 1030) \cdot 0,3} = 5,5$$

De geavanceerde toetsing wordt gebaseerd op een beoordeling vanuit verschillende invalshoeken. Deze worden onderstaand één voor één behandeld.

#### Beoordeling t.o.v. grootschalige modelresultaten

De onderhavige constructie valt in de categorie 'normale steenzettingen'. In figuur 2 zijn de resultaten van grootschalige modelonderzoeken gegeven. Tevens is het punt van het onderhavige dijkvak ingetekend.

In de figuur is te zien dat de huidige waarde van  $H_s/\Delta D$  in de buurt ligt van gemeten bezwijkpunten van dichtgeslibde bekledingen. Op grond hiervan is het te verwachten dat de constructie net niet stabiel zal zijn.

#### Beoordeling t.o.v. bovengrens van steenzettingstabilditeit

Op basis van de ervaring met steenzettingen is vastgesteld dat er geen vertrouwen in een ontwerp van een steenzetting is als die boven de volgende bovengrens uitkomt:

$$\frac{H_s}{\Delta D} = 6 \cdot \xi_{op}^{-2/3}$$

Bij de onderhavige constructie geldt dat  $H_s/\Delta D = 5,5$  en  $6 \xi_{op}^{-2/3} = 4,8$ , zodat er gesteld kan worden dat er geen vertrouwen is in de stabiliteit.



## Beoordeling t.o.v. ANAMOS

Gezien het feit dat de constructie volgens ANAMOS bij de zwaardere golfbelasting boven NAP+2,00 m al stabiel is, is het te verwachten dat ook onder NAP+2,00 m de constructie volgens ANAMOS stabiel is.

### Conclusie

In het bovenstaande is op drie verschillende manieren de bekleding beoordeeld. Resumerend zijn de resultaten voor vak 19a onder NAP+2,00 m:

- t.o.v. grootschalige meetresultaten: stabiliteit is onvoldoende
- t.o.v. bovengrens van steenzettingstabilditeit: stabiliteit is onvoldoende
- met ANAMOS berekeningen: zetting is goed.

Verder kan gesteld worden dat de golfbelasting ( $H_s = 3,0$  m) zeer hoog is ten opzichte van ons ervaringsgebied. Onze ervaring ligt vooral bij  $1 < H_s < 2$  m.

Doorslaggevend in de eindbeoordeling is het feit dat t.o.v. grootschalige meetresultaten en t.o.v. de bovengrens van steenzettingstabilditeit de bekleding als onvoldoende beoordeeld wordt. De meer theoretische beoordeling met het programma ANAMOS kan juist bij dit type steenzettingen een overschatting van de stabiliteit geven.

### 3.3 Vak 19b tussen NAP+2,00 m en NAP+3,50 m

Voor de toetsing van het bovenste deel van de basaltbekleding in vak 19b is gekozen voor een maatgevende waterstand van NAP+5,45 m. Dit is de naar boven afgeronde waarde van de waterstand waarbij de maximale golfbelasting nog net kan aangrijpen op de bovenste basalt op NAP+3,50 m.

Door lineaire interpolatie van de golfcondities als functie van de waterstand zijn de volgende maatgevende waarden berekend:

- maatgevende significante golfhoogte:  $H_s = 2,50$  m
- maatgevende golfperiode:  $T_p = 8,0$  s

Bij deze golfbelasting kan de belasting op de basalt met dikte van 22 cm als volgt dimensieloos samengevat worden:

- brekerparameter:

$$\xi_{op} = \frac{\tan \alpha}{\sqrt{H_s / (1,56 T_p^2)}} = \frac{1 / 3,8}{\sqrt{2,5 / (1,56 \cdot 8,0^2)}} = 1,66$$

- dimensieloze golfhoogte:

$$\frac{H_s}{\Delta D} = \frac{2,5}{((2900 - 1030) / 1030) \cdot 0,22} = 6,3$$

De geavanceerde toetsing wordt gebaseerd op een beoordeling vanuit verschillende invalshoeken. Deze worden onderstaand één voor één behandeld.

### Beoordeling t.o.v. grootschalige modelresultaten

De onderhavige constructie valt in de categorie 'normale steenzettingen'.

In figuur 2 zijn de resultaten van grootschalige modelonderzoeken gegeven. Tevens is het punt van het onderhavige dijkvak ingetekend.

Het is duidelijk te zien dat de huidige waarde van  $H_s/\Delta D$  groter is dan de metingen met schade.

### Beoordeling t.o.v. bovengrens van steenzettingstabiliteit

Op basis van de ervaring met steenzettingen is vastgesteld dat er geen vertrouwen in een ontwerp van een steenzetting is als die boven de volgende bovengrens uitkomt:

$$\frac{H_s}{\Delta D} = 6 \cdot \xi_{op}^{-2/3}$$

Bij de onderhavige constructie geldt dat  $H_s/\Delta D = 6,3$  en  $6\xi_{op}^{-2/3} = 4,3$ , zodat er gesteld kan worden dat er geen vertrouwen is in de stabiliteit.

### Beoordeling t.o.v. ANAMOS

Het programma ANAMOS is niet geschikt voor dichtgeslibde bekledingen. Daarom is gerekend alsof de constructie niet is dichtgeslibd. Voor een stabiliteitsberekening zijn de volgende invoerwaarden gebruikt:

- maatgevende significante golfhoogte:  $H_s = 2,50$  m
- maatgevende golfperiode:  $T_p = 8,0$  s
- taludhelling:  $\tan\alpha = 1/3,8$
- toplaagdikte:  $D = 0,22$  m
- relatief open oppervlak:  $\Omega = 10\%$
- soortelijke massa:  $\rho_b = 2900$  kg/m<sup>3</sup>
- filterlaagdikte: 8 cm
- korrelgrootte van filter:  $D_{f15} = 10$  mm
- porositeit van filter:  $n = 0,35$
- zonder inwassing

De berekeningen geven aan dat de bekleding nog net stabiel is. Het is niet te verwachten dat de inslibbing hier een negatieve invloed op heeft.

In bovenstaande berekening is gewerkt met de aanbeveling om ingewassen basalt te berekenen alsof het niet is ingewassen. De reden daarvoor is het feit dat de inwassing een grotere positieve invloed heeft (grotere inklemming) dan negatieve invloed (verlaging van de toplaagdoorlatendheid).

### Conclusie

In het bovenstaande is op drie verschillende manieren de bekleding beoordeeld. Resumerend zijn de resultaten voor vak 19b boven NAP+2,00 m:

- t.o.v. grootschalige meetresultaten: stabiliteit is onvoldoende
- t.o.v. bovengrens van steenzettingstabiliteit: stabiliteit is onvoldoende
- met ANAMOS berekeningen: zetting is nog net goed.

Verder kan gesteld worden dat de golfbelasting ( $H_s = 2,5$  m) vrij hoog is ten opzichte van ons ervaringsgebied. Onze ervaring ligt vooral bij  $1 < H_s < 2$  m.

Doorslaggevend in de eindbeoordeling is het feit dat t.o.v. grootschalige meetresultaten en t.o.v. bovengrens van steenzettingstabiliteit de bekleding als onvoldoende beoordeeld wordt. De meer theoretische beoordeling met het programma ANAMOS kan juist bij dit type steenzettingen een overschatting van de stabiliteit geven.

### 3.4 Vak 19b onder NAP+2,00 m

De maatgevende waterstand voor de zuilen op NAP+2,00 m kan bepaald worden met de volgende formule (met  $h_{\text{hoog}} =$  bovengrens van de te beoordelen zetting, dus  $h_{\text{hoog}} = 2,00$  m):

$$h = h_{\text{hoog}} + \min \left\{ 0,11 H_s \left( \frac{1,56 T_p^2 \tan \alpha}{H_s} \right)^{0,8} ; 1,5 H_s \right\}$$

Hiermee blijkt de maatgevende waterstand  $h = 3,44$  m t.o.v. NAP te zijn.

Door lineaire interpolatie van de golfcondities als functie van de waterstand zijn de volgende maatgevende waarden berekend:

- maatgevende significante golfhoogte:  $H_s = 1,7$  m
- maatgevende golfperiode:  $T_p = 7,3$  s

Bij deze golfbelasting kan de belasting op de basalt met dikte van 22 cm als volgt dimensieloos samengevat worden:

- brekerparameter:

$$\xi_{op} = \frac{\tan \alpha}{\sqrt{H_s / (1,56 T_p^2)}} = \frac{1 / 3,8}{\sqrt{1,7 / (1,56 \cdot 7,3^2)}} = 1,84$$

- dimensieloze golfhoogte:

$$\frac{H_s}{\Delta D} = \frac{1,7}{((2900 - 1030) / 1030) \cdot 0,22} = 4,3$$

De geavanceerde toetsing wordt gebaseerd op een beoordeling vanuit verschillende invalshoeken. Deze worden onderstaand één voor één behandeld.

#### Beoordeling t.o.v. grootschalige modelresultaten

De onderhavige constructie valt in de categorie ‘normale steenzettingen’. In figuur 2 zijn de resultaten van grootschalige modelonderzoeken gegeven. Tevens is het punt van het onderhavige dijkvak ingetekend.

In de figuur is te zien dat de huidige waarde van  $H_s/\Delta D$  iets lager ligt dan de gemeten bezwijkpunten van dichtgeslibde bekledingen. Op grond hiervan is het te verwachten dat de constructie net wel stabiel zal zijn.

### Beoordeling t.o.v. bovengrens van steenzettingstabilditeit

Op basis van de ervaring met steenzettingen is vastgesteld dat er geen vertrouwen in een ontwerp van een steenzetting is als die boven de volgende bovengrens uitkomt:

$$\frac{H_s}{\Delta D} = 6 \cdot \xi_{op}^{-2/3}$$

Bij de onderhavige constructie geldt dat  $H_s/\Delta D = 4,3$  en  $6\xi_{op}^{-2/3} = 4,0$ , zodat er gesteld kan worden dat we met deze constructie aan de verkeerde kant van de grens zitten tussen voldoende vertrouwen en onvoldoende vertrouwen in de stabiliteit.

### Beoordeling t.o.v. ANAMOS

Gezien het feit dat de constructie volgens ANAMOS bij de zwaardere golfbelasting boven NAP+2,00 m al stabiel is, is het te verwachten dat ook onder NAP+2,00 m de constructie volgens ANAMOS stabiel is.

### Conclusie

In het bovenstaande is op drie verschillende manieren de bekleding beoordeeld. Resumerend zijn de resultaten voor vak 19b onder NAP+2,00 m:

- t.o.v. grootschalige meetresultaten: stabiliteit is net voldoende
- t.o.v. bovengrens van steenzettingstabilditeit: stabiliteit is onvoldoende
- met ANAMOS berekeningen: zetting is goed.

Verder kan gesteld worden dat de golfbelasting ( $H_s = 1,7$  m) binnen ons ervaringsgebied ligt.

Doorslaggevend in de eindbeoordeling is het feit dat de verhouding belasting/sterkte de bovengrens van de steenzettingstabilditeit overschrijdt, in combinatie met een matige staat van de bekleding. Dit laatste is in hoofdstuk 2 nader omschreven.

De bekleding is derhalve onvoldoende.

## 4 Conclusie

Bij de geavanceerde toetsing van de basalt op vak 19a en 19b nabij Borssele is onderscheid gemaakt tussen de bekleding boven NAP+2,00 m en eronder. Verder is de beoordeling uitgevoerd door de stabiliteit vanuit verschillende invalshoeken te beschouwen.

De conclusie luidt als volgt:

- De basalt in vak 19a is zowel onder als boven NAP+2,00 m onvoldoende. Hier geldt dat de belasting/sterkte verhouding duidelijk hoger is dan bij bezwijken van een vergelijkbare zetting in de Deltagoot van WL.
- De basalt in vak 19b is boven NAP+2,00 m onvoldoende. Hier geldt dezelfde argumentatie als in vak 19a.
- De basalt in vak 19b is onder NAP+2,00 m onvoldoende. Hierbij speelt de matige staat van de bekleding (verzakte zuilen, zonnebrand, palenrijen, slecht zetwerk) in combinatie met de grote belasting/sterkte verhouding een doorslaggevende rol.

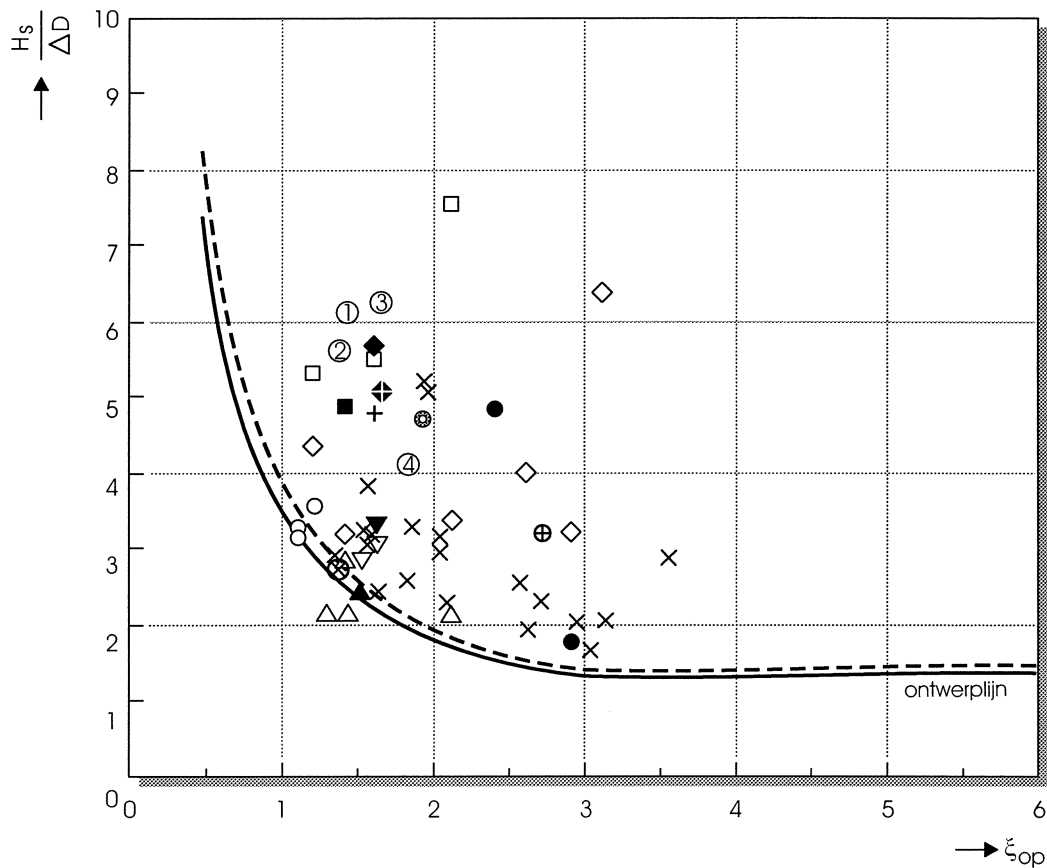
## 5 Symbolenlijst

- $b$  = filterlaagdikte (m)  
 $D$  = toplaagdikte (m)  
 $D_{f15}$  = karakteristieke korrelgrootte van het filter (m)  
 $h$  = maatgevende waterstand t.o.v. NAP (m)  
 $h_{\text{hoog}}$  = niveau bovenrand van de te toetsen bekleding t.o.v. NAP (m)  
 $H_s$  = inkomende significante golfhoogte bij de dijk (m)  
 $n$  = porositeit van het filter (-)  
 $T_p$  = golfperiode bij de piek van het spectrum (s)  
 $\alpha$  = taludhelling ( $^\circ$ )  
 $\Delta$  = relatieve soortelijke massa (-)  
=  $(\rho_b - \rho)/\rho$   
 $\Gamma_{\text{klem}}$  = invloedsfactor voor klemming van de basaltstenen (-)  
 $\xi_{\text{op}}$  = brekerparameter (-)  
=  $\tan\alpha/\sqrt{(H_s/(1,56T_p^2))}$   
 $\rho$  = soortelijke massa van water ( $\text{kg/m}^3$ )  
 $\rho_b$  = soortelijke massa van basalt ( $\text{kg/m}^3$ )  
 $\Omega$  = relatief open oppervlak tussen de basalt (-)



Steenzetting nabij Borssele

foto's van GD



① = vak 19a boven NAP +2.00m

② = vak 19a onder NAP +2.00m

③ = vak 19b boven NAP +2.00m

④ = vak 19b onder NAP +2.00m

+ proef 4ao07 (dichtgeslibde granietblokken op dichtgeslibd filter)

⊗ proef 4co01 (dichtgeslibde blokken op dichtgeslibd filter)

⊕ proef 4bo04 (blokken met open spleten op dichtgeslibd filter)

⊕ proef 4do10 (dichtgeslibde granietblokken op dichtgeslibd filter)

⊗ proef 5o06 (blokken met open spleten op schoon filter)

▼ proef t3r08 (dichtgeslibd basalt, overgoten met gietasfalt)

● serie f & g = blokken met brede spleten [ 5 ]

○ serie h = blokken met gaten en berm [ 8 ]

■ serie i = niet ingewassen Basalton [ 7 ]

□ ◆ serie j = niet ingewassen Armorflex zonder kabels [ 6 ]

◇ serie k, l & m = Gobi-blokken op geotextiel [ 9 ]

△ serie n = Vilvoortse steen (niet meegewogen bij bepaling lijnen) [ 10 ]

▽ serie o = Basalt op puin [ 10 ]

▲ serie s = Haringmanblokken [ 10 ]

× serie ac = losse blokken op filter [ 15 ]

▼ ● □ ◆ × regelmatige golven

⊕ ⊗ ⊗ + ○ ■ ◆ △ ▽ ▲ onregelmatige golven

Metingen grootschalig modelonderzoek  
(normale constructie) (type 3b)

032

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

H 3167

FIG. 2