

H3271.24 H3471

Opdrachtgever:

Rijkswaterstaat,
Dienst Weg- en Waterbouwkunde

Oploop- en overslagmetingen op een
ondiep voorland

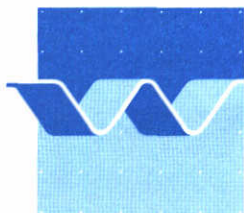
september 1999

wl | delft hydraulics

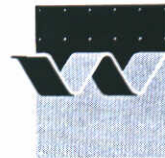
	Bibliotheek postbus 177 - 2600 MH Delft waterlookundig laboratorium/WL
BB 0056544	
WL H3271.24/H3471	
EXPL	 R0007193

Oploop- en overslagmetingen op een ondiep voorland

ir G.M. Smith



wL | delft hydraulics



OPDRACHTGEVER Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat
Dienst Weg- en Waterbouwkunde
Van der Burghweg 1
2628 CS Delft

TITEL: Oploop- en overslagmetingen op een ondiep voorland

SAMENVATTING:

Onlangs is vastgesteld dat vrijwel alle waterkeringen onder maatgevende condities belast worden door sterk gebroken golven. Sterk gebroken golven zijn golven die door breking op het voorland gereduceerd zijn tot een waarde die lager ligt dan 50% van de diepwatergolfhoogte.

Het voorliggende verslag beschrijft het fysisch modelonderzoek, dat uitgevoerd werd om de invloeden van een ondiep voorland op de golfhoogtes, oploop en overslag te bestuderen. Het model werd dusdanig ontworpen, dat overslagdebieten van ca. 1 à 10 l/s/m in prototype gemeten konden worden (bij een golfhoogte van $H_s \approx 3$ m bij de waterkering). Twee voorlandhellingen werden getest: 1:100 en 1:40. Tevens werd een aantal referentieproeven uitgevoerd in condities waar geen voorland aanwezig was ('diep' voorland conditie). Bij alle proeven werd de golfoploop en gemiddelde overslagdebiet gemeten. De resultaten werden vergeleken met de bestaande formuleringen, die gebaseerd zijn op proefresultaten met diepe voorlanden.

REFERENTIES: DWW contractnummer DWW-1327a

REV.	AUTEUR	DATUM	OPMERKINGEN	REVIEW	GOEDKEURING
0	G.M. Smith	juni 1998	concept	M. Klein Breteler	W.M.K. Tilmans
1	G.M. Smith	juni 1999	tweede concept	M. Klein Breteler	W.M.K. Tilmans
2	G.M. Smith	sept. 1999	definitief	M. Klein Breteler	W.M.K. Tilmans
TREFWOORDEN			INHOUD		STATUS
Fysisch modeonderzoek Ondiep voorland Gebroken golven Oploop, Overslag			TEKST: TABELLEN: FIGUREN: APPENDICES:		☐ VOORLOPIG ☐ CONCEPT ☒ DEFINITIEF
PROJECTNUMMER: H3271.24					

Inhoud

Lijst van Symbolen

Lijst van Tabellen

Lijst van Figuren

1	Inleiding	1
1.1	Achtergrond en doelstelling	1
1.2	Contract.....	1
2	Modelopzet en proevenprogramma	3
2.1	Modelopzet	3
2.2	Randvoorwaarden	4
2.3	Proevenprogramma	5
3	Golfcondities.....	6
3.1	Definities.....	6
3.2	Golfhoogte-verloop over het voorland	7
3.3	Bepaling van de inkomende golfhoogte bij de teen van het talud.....	7
3.4	Golfhoogte bij de teen als functie van de waterdiepte en diep water golfhoogte	9
3.5	Vergelijking van de gemeten golfhoogtes met SWAN en ENDEC	10
4	Golfoploop	13
4.1	Controle van de oploopmetingen	14
4.2	Gevoeligheid voor de inkomende golfhoogte.....	15
4.3	Referentieproeven zonder voorland.....	15
4.4	Verhouding tussen oploophoogte en golfhoogte bij de teen van het talud.....	16
4.5	Verhouding tussen oploophoogte en golfcondities op diep water.....	18
5	Golfoverslag.....	20
6	Conclusies	23

Referenties

Tabellen

Figuren

Bijlage I Concept rapport 'Scheldegootonderzoek met sterk gebroken golven;
Golfoploop en -overslagproeven achter een zandbank'

Lijst van Symbolen

B	bermbreedte	(m)
d	waterdiepte bij de teen van de constructie	(m)
d_h	bermdiepte t.o.v. SWL, ter plaatse van het midden van de berm	(m)
$E(f)$	energiedichtheid bij frequentie f	($m^2 \cdot s$)
f	frequentie	(s^{-1})
g	versnelling door de zwaartekracht	(m/s^2)
h	waterdiepte (m)	
h_c	vrije kruinhoogte boven stilwaterniveau	(m)
$H_{1/3}$	totaal significante golfhoogte, gemiddelde van de 33% hoogste golven	(m)
H_{m0}	totaal spectrale significante golfhoogte = $4\sqrt{m_0}$	(m)
H_s	inkomende significante golfhoogte op een willekeurige locatie	(m)
H_{s0}	inkomende significante golfhoogte op diep water	(m)
H_{si}	inkomende golfhoogte bij de teen van de constructie	(m)
$H_{2\%}$	golfhoogte die overschreden wordt door 2% van de golven in de reeks	(m)
L_b	horizontale afstand tussen de punten op de dijkprofiel, die $\pm 1,0H_s$ boven en onder de referentielijn ter hoogte van het midden van de berm liggen	(m)
m_0	nulde moment (oppervlakte) van het spectrum = $\int E(f)df$	(m^2)
q	gemiddelde overslagdebiet, per m dijklenkte	($m^3/s/m$)
Q_b	dimensieloze overslagdebiet voor brekende golven	(-)
Q_n	maximum dimensieloze overslagdebiet voor niet-brekende golven	(-)
r	reflectiecoëfficiënt	(-)
R_b	dimensieloze kruinhoogte voor brekende golven	(-)
R_n	dimensieloze kruinhoogte voor niet-brekende golven	(-)
s_{op}	golfsteilheid, op basis van de piekperiode = $2\pi H_s / gT_p^2$	(-)
T_p	piekperiode (s)	
$z_{2\%}$	oploophoogte die door 2% van de inkomende golven wordt overschreden	(m)
α	taludhelling	($^\circ$)
α_v	voorlandhelling	($^\circ$)
ξ_{op}	brekerparameter = $\tan(\alpha) / \sqrt{s_{op}}$	(-)
γ_b	invloedsfactor voor een berm	(-)
γ_f	invloedsfactor voor ruwheid	(-)
γ_h	invloedsfactor voor een ondiep voorland	(-)
γ_β	invloedsfactor voor scheve golfaanval	(-)

Lijst van Tabellen

- | | |
|---|---------------------------------|
| 1 | Schematisch proevenprogramma |
| 2 | Golfcondities op diep water |
| 3 | Oploop- en overslagresultaten |
| 4 | Golfhoogtes langs het voorland |
| 5 | Golfperioden langs het voorland |

Lijst van Figuren

- 1.1 Definitieschets

- 2.1 Modelopzet voor proeven zonder voorland
- 2.2 Modelopzet met 1:100 voorland
- 2.3 Modelopzet met 1:40 voorland
- 2.4 Oploop- en overslag meetopstelling

- 3.1 H_{m0} verloop over het voorland: P01-P08
- 3.2 H_{m0} verloop over het voorland: P09-P16
- 3.3 H_{m0} verloop over het voorland: P17-P24
- 3.4 H_{m0} verloop over het voorland: P25-P32
- 3.5 H_{m0} verloop over het voorland: P33-P36
- 3.6 H_{m0} verloop over het voorland: P101-P109
- 3.7 H_{m0} verloop over het voorland: P201-P205
- 3.8 H_{m0} verloop over het voorland: P206-P220
- 3.9a Gereflecteerde energie verloop over het voorland nabij de teen van het talud
- 3.9b H_{moi} verloop over het voorland nabij de teen van het talud
- 3.10 H_{si}/H_{s0} vs. d/H_{s0} voor de oploopprouwen en vergelijking gemeten golfhoogtes in H3271 en H3471
- 3.11 Vergelijking metingen met SWAN en ENDEC, proeven p1021, p1023 en p1024b
- 3.12 Golfspectra op verschillende locaties lang het voorland, proeven p1021, p1023 en p1024b

- 4.1 Gevoeligheid oploopformule (4.1) voor fout in H_{si}
- 4.2 Oploopresultaten - proeven zonder voorland
- 4.3 $z_{2\%}/H_{si}$ vs. ξ_{op} voor voorland 1:100 en talud 1:3 - invloed d/H_{s0}
- 4.4 $z_{2\%}/H_{si}$ vs. ξ_{op} voor voorland 1:100 en talud 1:3 - invloed s_{op} op diep water
- 4.5 $z_{2\%}/H_{si}$ vs. ξ_{op} voor voorlanden 1:100 en 1:40 en talud 1:4 - invloed d/H_{s0}
- 4.6 $z_{2\%}/H_{si}$ vs. ξ_{op} voor voorland 1:100 en talud 1:4 - invloed s_{op} op diep water
- 4.7 $z_{2\%}/H_{si}$ vs. ξ_{op} voor voorland 1:100 en talud 1:4 - invloed T_p op diep water
- 4.8 $z_{2\%}/H_{si}$ vs. ξ_{op} voor voorland 1:100 en talud 1:4 - invloed T_p op diep water (golfhoogtes berekend met ENDEC)
- 4.9 $z_{2\%}/H_{si}$ vs. ξ_{op} voor voorland 1:100 en talud 1:6 - invloed d/H_{s0}
- 4.10 $z_{2\%}/H_{si}$ vs. ξ_{op} voor voorland 1:100 en talud 1:6 - invloed s_{op} op diep water
- 4.11 Samenvatting oploopresultaten $z_{2\%}/H_{si}$ vs. ξ_{op} voor alle taluds (voorland 1:100)
- 4.12 $z_{2\%}/H_{si}$ vs. d/H_{s0} voor voorland 1:100 en talud 1:4 - invloed s_{op} op diep water
- 4.13 $z_{2\%}/H_{s0}$ vs. d/H_{s0} voor voorland 1:100 en talud 1:4 - invloed s_{op} op diep water
- 4.14 $z_{2\%}/H_{s0}$ vs. d/H_{s0} voor voorland 1:100 en taluds 1:3 en 1:6 - invloed s_{op} op diep water
- 4.15 M1084 oploopresultaten $z_{2\%}/H_{s0}$ vs. d/H_{s0} voor voorland 1:40 en talud 1:4 - invloed s_{op} op diep water

- 5.1 Invloed van fout in H_s op overslagresultaten
- 5.2 Overslagresultaten voor referentieproeven zonder voorland
- 5.3 Overslagresultaten voor talud 1:3
- 5.4 Overslagresultaten voor talud 1:4
- 5.5 Overslagresultaten voor talud 1:6

I Inleiding

I.1 Achtergrond en doelstelling

Onlangs is vastgesteld dat vrijwel alle waterkeringen onder maatgevende condities belast worden door sterk gebroken golven. Sterk gebroken golven zijn golven die door breking op het voorland gereduceerd zijn tot een waarde die lager ligt dan 50% van de diepwatergolfhoogte.

Met prototypemetingen nabij Petten is gebleken dat de golfoploop door de bijzondere spectrumvorm en afwijkende golfhoogteverdeling hoger is dan bij gewone golfaanval (waarbij op normale wijze rekening wordt gehouden met golfhoogtereductie door breking). Wellicht is dit een gevolg van het feit dat er veel meer lange golven in het golfveld aanwezig zijn.

Het doel van de proeven die in dit rapport beschreven worden was de invloed te vinden van sterke golfbreking op een voorland op de golfoploop en -overslag. Het model werd dusdanig ontworpen, dat overslagdebieten van ca. 1 à 10 l/s/m in prototype gemeten konden worden (bij een golfhoogte van $H_s \approx 3$ m bij de waterkering). Twee voorlandhellingen werden getest: 1:100 en 1:40. Tevens is een aantal referentieproeven uitgevoerd in condities waar geen voorland aanwezig was ('diep' voorland conditie). Bij de proeven was de golfoploop en gemiddelde overslagdebiet gemeten. De resultaten werden vergeleken met de bestaande formuleringen, die gebaseerd zijn op proefresultaten met diepe voorlanden.

Na afloop van het oorspronkelijke proevenprogramma werd ontdekt dat, door een probleem destijds met de oplooppeter, de oplooppeteringen niet bruikbaar waren. De meeste proeven werden later met dezelfde proefopstelling herhaald waarbij alleen de golfoploop gemeten werd. De oorspronkelijke proevenserie werd uitgevoerd in het voorjaar van 1998 onder projectnummer H3271. De herhalingsproeven werden uitgevoerd in november 1998 onder projectnummer H3471. In deze rapportage wordt nu als volgt onderscheid gemaakt tussen de twee proevenseries:

- overslagproeven: oorspronkelijk uitgevoerde proeven voorjaar 1998 (H3271)
- oploopproeven: herhalingsproeven november 1998 (H3471)

Tevens is als bijlage opgenomen de rapportage van een proevenserie waarbij de golftransmissie over een zeer ondiepe zandbank en de golfoploop en -overslag bij een achter de zandbank liggende dijk gemeten werd.

I.2 Contract

Met haar brief AG975180 d.d. 18 november 1997 verleende de Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde (DWW) opdracht voor dit project (overeenkomst nr. DWW-1327A). Het verplichtingnummer is 3100.0300.

De overslagproeven werden uitgevoerd in februari en maart 1998 en de oploopprouven (herhalingsproeven) werden in november 1998 uitgevoerd. Alle prouven werden uitgevoerd in de Scheldegootfaciliteit van WL| DELFT HYDRAULICS onder leiding van de heer G.M. Smith (M.Sc.). Projectleider van DWW was ir. R. 't Hart.

2 Modelopzet en proevenprogramma

2.1 Modelopzet

De proeven werden uitgevoerd in de Scheldegoot van WL| DELFT HYDRAULICS. In de goot werd een verstelbaar talud gebouwd op een afstand van 36.0 m vanaf het golfschot. Het scharnier waarmee de taludhelling veranderd kon worden bevond zich op een hoogte van 0,45 m boven de gootbodem.

Drie proevenseries werden uitgevoerd, eerst met een voorland met helling 1:100, daarna een voorland met helling 1:40 en als laatste zonder voorland. Bij de proeven zonder voorland werd het talud doorgetrokken naar de gootbodem door een teen aan te brengen met beton op de juiste helling (zie Figuur 2.1). Omdat de proeven met het 1:100 voorland als eerste uitgevoerd werden sloot het voorland zich aan bij het talud op de hoogte van 0,45 m (Figuur 2.2). Het 1:40 voorland sloot zich aan bij het talud op een hogere hoogte, 0,53 m (Figuur 2.3), om vergelijkbare proefcondities te kunnen realiseren met het oude onderzoek M1084 (WL, 1971).

Het talud zelf bestond uit een stijf stalen frame van I-balken. Daarop werden multiplex platen geschroefd. Het talud werd in drie delen gesplitst over de gootbreedte. In het middelste deel werd het talud tot aan de bovenkant van de goot doorgetrokken en daar werd de golfoploop gemeten. In de linker en rechter delen werd de golfoverslag gemeten door opvangbakken te plaatsen op verschillende hoogtes. Er werd getracht de hoogtes zo in te stellen, dat overslagdebieten van 0,006 tot 0,060 l/s/m gemeten konden worden. Op een schaal van 30 komen deze hoeveelheden overeen met prototype waarden van 1 tot 10 l/s/m. Deze opstelling wordt schematisch weergegeven in Figuur 2.4.

Taludhellingen van 1:3, 1:4 en 1:6 werden getest. Bij elke helling werd het talud vastgezet door middel van steunbalken aan de onderkant om te zorgen dat geen beweging van het talud optrad onder de golfaanval.

Bij enkele proeven met het 1:100 voorland werd ook de invloed van een berm getest. Deze berm had een lengte van 1 m met helling 1:15. De berm werd van multiplex gemaakt en met schroeven op het talud vastgezet.

Instrumentatie

De golfcondities in diep water werden gemeten door drie golfhoogtemeters (ghm's) op een afstand van ca. 9 m vanaf het golfschot. Met deze ghm's kon de inkomende en gereflecteerde golfenergie van elkaar worden gescheiden door middel van standard spectrale analyse technieken. Bij proeven met een voorland waren een aantal ghm's geplaatst op het voorland om een idee te krijgen van het over het voorland. Op één locatie was een golf-richtingspreidingsmeter (grsm) geplaatst. Dit instrument bestond uit een golfhoogtemeter en twee elektro-magnetische snelheidsmeters. De snelheidsmeters meten de snelheid in twee richtingen in een horizontale vlak. Met deze metingen kunnen andere

technieken worden gebruikt om de inkomende en gereflecteerde energie van elkaar te scheiden (Method of Maximum Entropy). Een gedetailleerde beschrijving van deze methode wordt gegeven in Klopman en Van der Meer (1999). Dit instrument werd dus gebruikt om de inkomende golfhoogte bij de teen van de constructie te bepalen. Deze methode wordt in paragraaf 3.3 verder behandeld. De locaties van alle ghm's en de grsm worden in Figuren 2.1, 2.2 en 2.3 weergegeven voor alle proevenseries.

Het gemiddelde overslagdebiet werd gemeten door het water in elke opvangbak af te voeren naar een overslagbak waarin de waterstand gemeten werd. De slangen tussen de opvangbakken en de overslagbakken werden door middel van een stalen rooster op de bodem van de goot gehouden. Dit om te zorgen dat er geen lucht in de leiding zat. Voor elke proef werd dit gecontroleerd. De opvangbakken hadden beide een breedte van 0,32 m en elke overslagbak had een afmeting van 0,30 x 0,60 m.

De golfoploop werd gemeten met een oplooppeter die bestond uit 64 detectiepenntjes. De onderlinge afstand tussen de onderste 40 penntjes (pen 1 tot en met pen 40) bedroeg 0,025 m in de richting van het talud en tussen de bovenste 24 penntjes was deze afstand 0,050 m. Het onderste penntje bevond zich ter plaatse van de waterlijn op het talud. De oplooppeter registreerde alleen waterlaagjes die dikker waren dan ca. 3 mm. Bij elke oplopende golf werd het aantal 'natte' penntjes geteld en vermenigvuldigd met de ijkfactor om tot een hoogte te komen. De ijkfactor was de waarde in voltages tussen de penntjes (150 mV voor de penntjes met onderlinge afstand van 0,025 m en 300 mV voor de penntjes met onderlinge afstand van 0,050 m). Hiermee kon de oploophoogte voor iedere golf worden bepaald. Overschrijdingskrommen werden gemaakt voor elke proef, op basis van het aantal inkomende golven. Bij de proeven gericht alleen op de golfoploop werden steeds visuele waarnemingen van de oploophoogte gemaakt en vergeleken met de door de oplooppeter geregistreeerde waarden.

Om enige waterstandsopzet bij de teen van het talud te meten werd gebruikt gemaakt van een stijgbuisje. Dit buisje werd vastgezet op de teen in het midden van de goot. Voor en na elke proef werd het waterniveau geregistreerd. Tijdens de proeven werd het niveau elke 10 minuten afgelezen.

2.2 Randvoorwaarden

Alle proeven zijn uitgevoerd met een Pierson-Moscovitz spectrum.

Om de resultaten te vergelijken met prototype condities met golfhoogtes bij de teen van de dijk in de orde van 1 à 3 m, moet een schaalfactor van $n_L = 30$ worden toegepast. Alle resultaten worden in dit rapport gepresenteerd in modelmaten. Om de overslagresultaten op te schalen naar prototype moeten de modelwaarden worden vermenigvuldigd met factor $n_L^{1,5}$.

De meeste proeven zijn uitgevoerd met een 1:100 voorland. Dit voorland had een lengte van 20 m waarna een 1:10 helling werd gebruikt om de aansluiting te maken met de gootbodem. Golfcondities en waterstanden zijn zodanig gekozen, dat 30 tot 70% breken gerealiseerd kon worden. Met het 1:100 voorland zijn proeven gedaan op 3 taludhellingen: 1:3, 1:4 en 1:6 voor golfsteilheden op diep water van 0.02 tot 0.05. Ook werden 10 proeven

uitgevoerd met een 1 m brede berm bij de teen van het talud. Relatieve bermdieptes van d_b/H_{s0} van -0,5 tot +0,8 zijn getest op het 1:3 talud.

Voor het 1:40 voorland is een beperkt aantal proeven uitgevoerd met taludhelling 1:4. Het voorland was 6,67 m lang waarna een 1:5 talud het voorland op de gootbodem aansloot. De referentieproeven zonder voorland zijn uitgevoerd met taludhelling 1:3 en 1:4 voor steilheden 0.02, 0.03 en 0.04 op diep water.

2.3 Proevenprogramma

Het proevenprogramma wordt in de Tabellen 1a,b en 2a,b weergegeven. De proeven in Tabellen 1 en 2a zijn voor de oorspronkelijke uitgevoerde serie, gericht op de golfoverslag. De proeven in Tabellen 1b en 2b zijn de herhalingsproeven, gericht op de golfoploop.

De oorspronkelijke proevenserie ten behoeve van de overslagmetingen werd uitgevoerd met proeven p001 t/m p405. De herhaalde proevenserie ten behoeve van de oplooppmetingen werd uitgevoerd met proeven p1001 t/m/ p1328. De relatie tussen de overslagproeven en de oplooppreeven is als volgt: Het proefnummer van de oplooppreef met vergelijkbare golfcondities als overslagproef p001 is p1001.

De meeste proeven werden uitgevoerd met een T_p van ongeveer 1,8s en verschillende golfhoogtes en waterdieptes. Op deze manier konden de gewenste waarden van d/H_{s0} en s_{op} gerealiseerd worden, waarbij zuiver de invloeden van d en H_s op de resultaten gezien konden worden. Om de mogelijke invloed van de periode ook te bestuderen werd een serie proeven uitgevoerd met variërende T_p waarden (p101 t/m p109 en p1101 t/m p1109 op het 1:100 voorland en 1:4 talud).

Twee proevenseries werden uitgevoerd als referentie, zonder voorland, om aansluiting te geven met voorgaande onderzoeken. Dit waren p301 t/m p309 (talud 1:3) en p310 t/m p318 (talud 1:4).

Tevens werd één serie uitgevoerd als referentie, met een 1:40 voorland en talud 1:4. Dit gaf aansluiting op het onderzoek M1084 (WL, 1971) maar nu werd ook de overslag gemeten voor dezelfde proefcondities.

Tenslotte is een aantal proeven uitgevoerd met een berm voor het talud om het gecombineerde effect van het 1:100 voorland en de berm op de golfoverslag te bepalen.

3 Golfcondities

3.1 Definities

De golfhoogte kan worden beschreven door de parameters $H_{1/3}$, H_{m0} of H_s . Deze parameters worden als volgt gedefinieerd:

$H_{1/3}$: statistische gemiddelde van de hoogste 33% van de gemeten golfhoogtes (totale golfhoogte = inkomende + gereflecteerde).

H_{s0} : *inkomende* significante golfhoogte op diep water $= \frac{1}{\sqrt{1+r^2}} \cdot H_{1/3}$.

H_{si} : *inkomende*, significante golfhoogte bij de teen, $H_{1/3}$ (bij de teen) gecorrigeerd met de reflectie-coëfficiënt.

H_{m0} : uit de spectrale analyse bepaalde (totale) golfhoogte $= 4\sqrt{m_0}$.

H_{m0i} : uit de spectrale analyse bepaalde (*inkomende*) golfhoogte $= 4\sqrt{m_{0i}}$.

In diep water met weinig breking van de golven is de waarde van H_{m0} vrijwel gelijk aan die van $H_{1/3}$. Bij de meeste proeven in het onderhavige studie waren de gemeten waarden van $H_{1/3}$ en H_{m0} binnen 1% van elkaar op elke meetlocatie. Alleen bij de proeven met een zeer lage waterstand en dan op de locaties bij de overgang van de 1:10 voorlandhelling tot de 1:100 voorlandhelling en bij de teen van het talud waren de verschillen groter (orde 10%, met $H_{1/3}$ altijd kleiner dan H_{m0}).

De golfcondities op diep water voor het begin van het voorland waren gemeten met drie golfhoogtemeters (ghm) 1, 2 en 3. Door bewerkingen van de kruis-correlaties van deze metingen kon de hoeveelheid energie in de inkomende richting en in de gereflecteerde richting van elkaar worden gescheiden. Deze methode is de zogenaamde drie-punts methode. Uit de golfhoogte-overschrijdingskrommen kon worden geconcludeerd, dat de golfhoogtes redelijk Rayleigh verdeeld waren, zodat er vrijwel geen sprake was van breken op die locatie. Op een aantal locaties over het voorland was de golfhoogte gemeten met één ghm. Op deze locaties kon de gereflecteerde golfhoogte niet worden gescheiden van de inkomende golfhoogte en de gepresenteerde resultaten zijn dus de totale golfhoogte (H_{m0}). Op één locatie waren de golven gemeten met een golf- richtingspreidingsmeter (grsm). Op deze locatie kon de inkomende en gereflecteerde energie in de spectrum dus wel bepaald worden, waaruit de reflectiecoëfficiënt op die locatie bekend werd. Dit hoofdstuk behandelt de resultaten van het verloop van de significante golfhoogte over het voorland en de manier waarop de inkomende golfhoogte bij de teen van het talud bepaald werd. Voor de analyse van de metingen is steeds de H_{m0} waarde gebruikt.

3.2 Golfhoogte-verloop over het voorland

In de Figuren 3.1 t/m 3.8 zijn de gemeten waarden van H_{m0} gepresenteerd voor alle overslagproeven. De golfcondities bij de herhaalde oploopprouven waren nagenoeg vergelijkbaar en daarom worden die resultaten niet weergegeven in deze figuren. Uit deze figuren kan in globale zin de afname in energie door het breken van de golven goed worden gezien. Door deze metingen te extrapoleren tot aan de teen van het talud kan de golfhoogte bij de teen worden bepaald. Echter, dicht bij de teen van het talud is de golfhoogte bij sommige proeven vaak gelijk aan of zelfs iets hoger dan de golfhoogte daarvoor. Het meten van de golfhoogte dicht bij een constructie kan worden verstoord door de buik- en knoppatroon van de gereflecteerde energie (Klopman en van der Meer, 1995) tenzij een methode gebruikt wordt om de inkomende en gereflecteerde energie van elkaar te scheiden. De driepunts methode, die hiervoor gebruikt wordt in diep water is niet geschikt als er sprake is van veel breken en een niet-constante waterdiepte. De grsm geeft wellicht een betrouwbaardere meting, omdat dat instrument de golfhoogte en snelheid op één locatie meet. In het algemeen kunnen metingen binnen twee golflengtes van de constructie door reflectiepatronen beïnvloed worden. Een indicatie van het verloop van de golfhoogte dicht bij de teen is gekregen door één proef steeds te herhalen met de grsm en golfhoogtemeter ghm 8 (nabij de teen) steeds op een andere afstand vanaf de teen van het talud. Dit waren de proeven p906a..h. De testcondities voor deze proeven waren:

$$\begin{aligned} h &= 0,585 \text{ m} \\ H_{s0} &= 0,15 \text{ m} \\ T_p &= 1,8 \text{ s} \\ \cot(\alpha) &= 3. \end{aligned}$$

Voor deze testconditie kunnen slingeringen in de gemeten golfhoogte worden verwacht over een lengte van ca. 4 m vanuit de teen. Door de gemeten H_{m0} uit te tekenen tegen de locatie kan de bovengenoemde slingeringen in de golfhoogte gezien worden (Figuur 3.9b).

3.3 Bepaling van de inkomende golfhoogte bij de teen van het talud

Uit de metingen van de grsm kon de hoeveelheid gereflecteerde energie bepaald worden en door de aanname te maken dat dezelfde hoeveelheid gereflecteerde energie aanwezig was bij de teen van het talud kon ook de reflectiecoëfficiënt daar worden afgeleid. Deze werd berekend met de volgende formule:

$$r_t = \sqrt{\frac{m_{0,r}}{m_{0,t} - m_{0,r}}} \quad (3.1)$$

waarin

- r_t = reflectiecoëfficiënt bij de teen
- $m_{0,t}$ = totale energie in het spectrum *bij de teen van het talud*
- $m_{0,r}$ = gereflecteerde energie.

De totale energie ($m_{0,t}$) bij de teen van het talud werd bepaald uit de geëxtrapoleerde H_{m0}

waarde op die locatie (zie paragraaf 3.1) door

$$m_{0,t} = \left(\frac{H_{m0,t}}{4} \right)^2 \quad (3.2)$$

Door het breken van de golven varieert de reflectiecoëfficiënt met de locatie in de goot omdat de inkomende golfhoogte steeds afneemt met de lagere waterdiepte, terwijl verwacht wordt dat de gereflecteerde energie min of meer constant blijft. De metingen bevestigen echter deze aanname niet (zie Figuur 3.9a). Door bodemwrijving zou een afname in gereflecteerde energie met grotere afstand van de teen verklaard kunnen worden maar rond $x = 34$ m is juist een toename in gereflecteerde energie te zien. De reden hiervoor ligt wellicht aan de meettechniek en meer onderzoek is nodig om dit goed te verklaren en eventueel te verbeteren.

Echter, uit een analyse van de invloed van de $m_{0,r}$ waarde op de berekende inkomende golfhoogte blijkt deze laatste niet erg gevoelig te zijn voor $m_{0,r}$ waarden tussen de maximum en minimum gemeten waarden (Figuur 3.9b). De conclusie is dat het toepassen van de $m_{0,r}$ waarde van de locatie van de grsm acceptabel is, met de kanttekening dat de metingen in Figuur 3.9b gelden voor slechts één combinatie van golfhoogte, golfperiode, waterstand, voorlandhelling en taludhelling.

De waarde van H_{m0} bij de teen werd bepaald door de metingen van een aantal ghm's op het voorland te extrapoleren naar de teen. Bij de proeven met de hogere waterstanden was de afname van de golfhoogte met de afstand van de teen ongeveer lineair en de extrapolatie naar de teen was daardoor eenduidig. Echter, bij de proeven met een lagere waterstand weken de metingen van de ghm bij de teen af van de lineaire afname, die te zien was met de andere ghm's. In dit geval was de extrapolatie gemaakt met en zonder de metingen van de ghm bij de teen, welk tot een maximum en minimum golfhoogte bij de teen leidde. De gemiddelde waarde werd genomen in de analyse.

Er is bij het onderzoek naar de stabiliteit van breuksteen (Kant, 1998) een aantal referentieproeven uitgevoerd met de 1:100 voorland waarbij er geen constructie aanwezig was. De resultaten van die proeven worden gebruikt om een idee te krijgen over de betrouwbaarheid van de huidige methode van het bepalen van de inkomende golfhoogte. Helaas was er maar één referentieproef uitgevoerd met vergelijkbare randvoorwaarden met de huidige proeven. Het betreft proef o13 van het breuksteenonderzoek. Deze proef was een herhaling van proef o3, waarbij een 1:3 talud aanwezig was. De meest vergelijkbare proef uit de huidige serie is P105. De relevante testcondities zijn in onderstaande tabel samengevat:

proef	cot(α)	h (m)	ghm1,2,3		ghm8	teen
			H_{s0} (m)	T_p (s)	$H_{1/3}$ (m)	H_{si} (m)
o3	3	.545	.225	2.46	.079	.064
o13	∞	.545	.217	2.42	.068	.064
P105	4	.550	.200	2.41	.079	.062

Deze resultaten geven ondersteuning dat de manier van het bepalen van H_{si} een redelijk resultaat geeft.

3.4 Golfhoogte bij de teen als functie van de waterdiepte en diep water golfhoogte

In Figuur 3.10 wordt voor de oplooppoeven de relatieve golfhoogte bij de teen (H_{si}/H_{s0}) uitgezet tegen de relatieve waterdiepte (d/H_{s0}) waarbij d de diepte bij de teen is. Ook zijn de resultaten voor een aantal proeven uit het onderzoek H1256 (de Waal en van der Meer, 1993) erbij getekend. In dat onderzoek werd de inkomende golfhoogte gemeten door proeven uit te voeren zonder constructie. De meeste proeven uit H1256 komen zeer goed overeen met de huidige metingen maar een aantal liggen duidelijk hoger. Deze laatste zijn proeven met een zeer lage steilheid op diep water ($s_{op} \approx 0,01$). Tevens is de lijn, berekend met ENDEC ($s_{op} = 0,03$) in de figuur getekend. In ondieper water ($d/H_{s0} < 0,5$) en diep water ($d/H_{s0} > 2$) overschat ENDEC de gemeten golfhoogtes bij orde 5 à 10%. In het tussengebied onderschat ENDEC de gemeten golfhoogtes bij dezelfde orde. Hier wordt verder op ingegaan in Paragraaf 3.5.

Uit Figuur 3.10 kan de mate van breken van de golven over het voorland worden afgeleid als een functie van de relatieve waterdiepte. Voor waarden van $d/H_{s0} < 2$ begint significante golfhoogtereductie door breken op te treden en bij $d/H_{s0} \approx 0,9$ is er sprake van 50% breken.

In de onderste grafiek in Figuur 3.10 wordt de vergelijking gemaakt tussen de golfhoogtemetingen bij de overslagproeven (H3271) en de oplooppoeven (H3471). De meeste resultaten komen goed met elkaar overeen. Echter bij de proeven met talud 1:3 zijn de golfhoogtes bij de oplooppoeven wat lager dan bij de vergelijkbare overslagproef. Een reden hiervoor is dat bij de oplooppoeven de golfhoogtes in diep water waren niet precies gelijk aan die van de overslagproeven. De verschillen in golfhoogte bij de teen tussen de oploop en overslagproeven zijn de grootste voor de proeven met de meest breking. Ook een reden voor het verschil is dat bij de eerste twaalf overslagproeven (p001 t/m p012) minder golfhoogtemeters aanwezig waren bij de teen van het talud (ghm's 10 en 11 ontbraken). Hierdoor moest de extrapolatie naar de teen worden gemaakt met ghm 8 en dit gaf misschien een te hoge waarde. Pas na proef p012 werden de twee extra ghm's aangebracht. Bij de oplooppoeven p1001 t/m p1012 waren deze extra ghm's wel aanwezig.

De maximale waterstandsopzet bij de teen is in Tabel 3 voor iedere proef weergegeven. Voor de meeste proeven was de maximale opzet kleiner dan 5 mm en in enkele gevallen was er een negatieve opzet (setdown) van enkele millimeters. Dit laatste komt waarschijnlijk door verlies van water door overslag. In de analyse van de metingen is rekening gehouden met de opzet, hoewel het effect van de opzet gering was voor vrijwel alle proeven.

3.5 Vergelijking van de gemeten golfhoogtes met SWAN en ENDEC

Om te proberen de betrouwbaarheid van de gemeten inkomende golfhoogtes beter te beoordelen, zijn de golfhoogtes voor een drietal proefcondities berekend met de modellen SWAN en ENDEC. Beide modellen werken op basis van energievergelijkingen en niet op basis van in het tijdsdomein gesimuleerde golven. Daarom wordt steeds de H_{m0} berekend en niet de $H_{1/3}$ uit het tijdsdomein.

Het verloop van de H_{m0} over het voorland wordt voor de volgende proeven bekeken:

proef	voorland	h (m)	d (m)	H_{m0i} (m)	T_p (s)	talud
sp1021	1:100	0,750	0,30	0,206	1,82	1:4
sp1023	1:100	0,590	0,14	0,194	1,86	1:4
sp1024b	1:100	0,510	0,06	0,183	1,87	1:4

Tabel 3.2 Testcondities

waarin

h = totale waterdiepte voor het voorland

d = waterdiepte bij de teen van het talud

H_{m0i} = inkomende significante golfhoogte op diep water

T_p = piekperiode op diep water

De golfhoogtes gemeten tijdens de proeven zijn de totale golfhoogtes, die niet gecorrigeerd zijn voor de effecten van reflecties van het talud. Daarom zullen de werkelijk inkomende gemeten golfhoogtes iets lager moeten zijn. De resultaten zijn in Figuur 3.11 te zien (voor beide modellen zijn de standaard parameterinstellingen gebruikt). Uit deze figuur is eerst het verschil tussen de ENDEC en SWAN resultaten te zien. Dit verschil komt door verschillende brekercriteria in de beide modellen en omdat in SWAN gebruik wordt gemaakt van hogere orde energie verschuivingen die niet in ENDEC zitten. De trend in de golfhoogtes is vergelijkbaar voor beide modellen. Doel van deze exercitie is een indicatie te krijgen over de betrouwbaarheid van de metingen en niet om de verschillende rekenmodellen te kalibreren. Daarom worden de berekeningen niet herhaald met andere instellingen om ze beter op elkaar te laten aansluiten. Dezelfde trend in golfhoogtes is niet in de metingen te zien. Uit de metingen blijkt dat het verloop van de H_{m0} over het voorland een minder uniforme afname toont dan wordt berekend. Het

verschil tussen de metingen en berekeningen is in de orde van 15 % vanaf een afstand van $x=30$ m. Dit kan onder meer komen door verschillende redenen:

1. de metingen worden beïnvloed door reflecties van het talud;
2. de metingen zouden beïnvloed kunnen worden door een hogere setup, dan met de modellen berekend wordt;
3. de berekeningen houden geen rekening met, door breken van korte golven opgewekte lange golven (surfbeat). Deze wordt niet gemodelleerd in de gebruikte modellen.

1. Invloed van reflecties

Door de invloed van de gereflecteerde golven moet een reductie in H_{m0} worden toegepast. De grootte van deze reductie varieert, afhankelijk van de reflectiecoëfficiënt. De reflectiecoëfficiënt echter varieert ook met de golfcondities en locatie langs het voorland (waterdiepte), met een toenemende waarde naarmate de waterdiepte afneemt. Globaal gezegd kan deze reductie in golfhoogte in de orde van 2% (diep water) à 10% (ondiep water) zijn.

2. Invloed van golfset-up

Beide modellen berekenen meer golfset-up, dan door de golfhoogte-registraties gemeten werd:

	set-up (m) bij whm 11 [$x = 35,55$ m]		
proef	meting	SWAN	ENDEC
sp1021	-0,001	0,000	0,004
sp1023	0,005	0,010	0,014
sp1024b	0,007	0,010	0,016

Tabel 3.3 Gemeten en berekende golfset-up waarden

In beide gevallen is de set-up klein ten opzichte van de waterdiepte. De conclusie is dat de gemeten set-up de oorzaak niet kan zijn voor alle verschillen tussen metingen en berekeningen.

3. Invloed van surf-beat

Surf-beat is het effect van gebonden lange golfenergie, die vrijkomt wanneer de golven gaan breken. Het is te zien in de spectra als een verschuiving van de energiedichtheid naar de lagere frequenties. Dit effect is te zien in de gemeten spectra, vooral bij de locaties dicht bij de teen van het talud (whm09 en whm11 in Figuur 3.12). De gemeten golfhoogtes (de rondjes in Figuur 3.11) omvatten (terecht) de bijdrage van het surfbeat proces. De invloed van surfbeat in de gemeten golfhoogtes kan worden gezien door ook de H_{m0} te berekenen voor alleen het deel van het spectrum met alleen de korte golfenergie (frequenties $> 0,35$ Hz). Deze waarden zijn met plusjes getekend in Figuur 3.11. De

invloed van surfbeat is het verschil tussen de golfhoogtes op basis van het hele spectrum en het korte deelspectrum. Deze waarden zijn in de volgende tabel samengevat, voor één locatie (whm09, $x=32,5$ m):

proef	locatie (ghm)	hele spectrum $0 < f < 2,5$ Hz		deel spectrum $0,35 < f < 2,5$ Hz		% H_{m0} door surfbeat
		m_0 (m ²)	H_{m0} (m)	m_0 (m ²)	H_{m0} (m)	
1021	9	0,00209	0,183	0,00185	0,172	6
1023	9	0,00089	0,119	0,00061	0,099	17
1024b	9	0,00033	0,073	0,00017	0,052	29

Tabel 3.4 Bijdrage van surfbeat in de totale golfhoogte

De golfhoogtes van het deelspectrum (zonder surfbeat) komen beter overeen met de berekende waarden (Figuur 3.11). Dit betekent dat surfbeat een groot deel van het verschil tussen metingen en berekeningen kan verklaren.

Conclusie

De gemeten golfhoogtes, inclusief het effect van surfbeat, lijken goed te zijn. Een correctie voor de reflectie moet worden toegepast om de werkelijke inkomende golfhoogte te kunnen bepalen. Om de inkomende golfhoogte bij de teen (H_{si}) te bepalen werd dit inderdaad gedaan, op de manier beschreven in Paragraaf 3.3. Het blijkt echter dat het niet goed mogelijk is precies te bepalen hoe betrouwbaar de berekende waarde van H_{si} is. Vooral bij de lagere golfhoogtes zal de fout dan relatief groot kunnen zijn. De enige manier om deze betrouwbaarheid beter te bepalen is proeven uit te voeren zonder constructie en de golfhoogtes over het voorland

4 Golfoploop

De hoogte van de golfoploop (hier beschreven door de 2%-overschrijdingsniveau) op een recht, ondoorlatend talud is bepaald door de parameters

$$z_{2\%} = f\{H_s, T, g, d, \tan(\alpha), \tan(\alpha_v), L_v\} \quad (4.1)$$

waarin:

- $z_{2\%}$ = oploophoogte die overschreden wordt door 2% van de inkomende golven
- H_s = significante golfhoogte
- T = golfperiode
- g = zwaartekracht versnelling
- d = water diepte bij de teen van het talud
- $\tan(\alpha)$ = taludhelling
- $\tan(\alpha_v)$ = voorlandhelling
- L_v = voorlandlengte

In dit rapport wordt de piekperiode gekozen voor de analyse. In gevallen van veel breken is bij de constructie vaak geen duidelijke piek in het spectrum te definiëren ('platgeslagen spectrum'). Verschillende karakteristieke perioden kunnen worden gedefinieerd voor de analyse, zoals

- T_p op diep water
- T_z uit de tijdsignalen van de gemeten golven
- Spectrale golfperioden zoals $T_{m-1,0}$, $T_{m-2,0}$, $T_{m-2,-1}$ enz.

Omdat de metingen vergeleken zullen worden met een ontwerpformule gebaseerd op de T_p op diep water, is voorlopig gekozen deze te gebruiken in de analyse.

De relatie (4.1) kan in dimensieloze vorm worden beschreven als:

$$\frac{z_{2\%}}{H_s} = \phi\left\{\frac{H_s}{gT_p^2}, \frac{d}{H_s}, \tan(\alpha), \tan(\alpha_v), \frac{L_v}{gT_p^2}\right\}. \quad (4.2)$$

Door de golfhoogte bij de teen van het talud te gebruiken zullen voor relatieve diepe voorlanden ($d/H_s > \text{ca. } 2$) de parameters d/H_s , $\tan(\alpha_v)$ en L_v/gT_p^2 geen rol spelen, waardoor de relatie wordt:

$$\frac{z_{2\%}}{H_{si}} = \phi\left\{\frac{H_{si}}{gT_p^2}, \tan(\alpha)\right\}. \quad (4.3)$$

De vorm van deze relatie is in voorgaande onderzoeken reeds bepaald als zijnde

$$\frac{z_{2\%}}{H_{si}} = c_1 \cdot \frac{\tan(\alpha)}{\sqrt{\frac{2\pi H_{si}}{gT_p^2}}} \text{ met een maximum van 3.0} \quad (4.4)$$

waarin H_{si} de inkomende golfhoogte bij de teen is en T_p de piek golfperiode op diep water. De waarde van c_1 is 1,43 om de meetresultaten van het onderzoek H1256 het beste te beschrijven. Voor ontwerp-doeleinden is een waarde van $c_1 = 1,6$ aanbevolen in combinatie met een maximum waarde voor $z_{2\%}/H_{si}$ van 3.2.

Het doel van de onderhavige studie is de invloed van de parameters d/H_{si} , $\tan(\alpha_v)$ en L_v/gT_p^2 op de oploop te beschrijven. De invloed van $\tan(\alpha_v)$ is onderzocht door de resultaten van het onderzoek M1084 uit 1971 opnieuw te analyseren. De invloed van L_v/gT_p^2 is onderzocht door een beperkt aantal proeven te herhalen op het 1:4 talud met drie verschillende piekperioden ($T_p = 1,7s, 1,8s$ en $2,4s$). Deze parameter kan ook worden uitgedrukt als de verhouding tussen voorlandlengte en de golflengte op diep water (L_v/L_{op}). De beproefde perioden, gecombineerd met de voorlandlengte van $L_v = 20$ m geven de volgende waarden van de relatieve voorlandlengtes:

T_p	L_v/gT_p^2	L_v/L_{op}
1,7	0,71	4,46
1,8	0,63	3,95
2,4	0,35	2,20

Tabel 4.1 Relatieve voorlandlengtes ($L_v=20m$)

4.1 Controle van de oplooppmetingen

Bij de oorspronkelijk uitgevoerde proeven bleek achteraf dat de oplooppmetingen verstoord waren door problemen met de oplooppmeter. Na het corrigeren van deze problemen zijn de meeste oplooppmetingen herhaald. De meetopstelling en de locatie van de golfhoogtemeters zijn gelijk gehouden met die van de oorspronkelijke proeven. Echter, de nummering van enkele golfhoogtemeters week bij de herhalingsproeven af van de oorspronkelijke nummering. De locaties en nummering van de golfhoogtemeters is in Figuur 2.2 weergegeven.

De serie herhalingsproeven wordt genummerd p1nnn waarbij nnn het oorspronkelijke proefnummer was.

Tijdens de herhalingsproeven zijn, onder meer, steeds visuele waarnemingen van de oploop gemaakt om het functioneren van het instrument te controleren. Bij alle proeven kwamen de metingen van de hoogste oplopen goed overeen met de waarnemingen, zodat nu geen twijfel meer bestaat over de nieuwe resultaten.

4.2 Gevoeligheid voor de inkomende golfhoogte

Zoals in het vorige hoofdstuk werd beschreven, is in sommige gevallen de nauwkeurigheid van de inkomende golfhoogte bij de teen niet bekend. Vooral bij de proeven met veel breken is de golfhoogte bij de teen zeer laag, waarbij de mogelijke fout relatief groot kan zijn. De invloed van deze fout op het resultaat, in de vorm van de bekende $z_{2\%}/H_{si} - \xi$ grafiek, wordt gegeven in Figuur 4.1. In deze figuur is de lijn, berekend met Formule 4.4, getekend, samen met de lijnen die het resultaat zouden zijn van een fout van 10% en 20% in de H_{si} . In deze figuur is te zien dat bij $\xi_{op} > 2$ de fout relatief groot is. Bij sterk gebroken golven zullen de resultaten juist in dit gebied komen te liggen, als de brekerparameter gedefinieerd is op basis van de piekperiode in diep water.

Normaal wordt een dergelijk proevenprogramma aangevuld met proeven zonder constructie, zodat de inkomende golfhoogte gemeten kan worden. In dit onderzoek is bewust gekozen om dat niet te doen en te trachten de H_{si} bij de constructie uit de metingen met constructie te bepalen door middel van een golfrichtingspreidingsmeter (grsm).

4.3 Referentieproeven zonder voorland

Ter vergelijking met voorgaande onderzoeken is een aantal proeven uitgevoerd zonder voorland. Dit zijn de proeven

proeven	talud
p1301 - p1309	1:3
p1310 - p1318	1:4
p1319 - p1328	1:6

Tabel 4.2 Referentieproeven

De resultaten zijn gepresenteerd in Figuur 4.2. Uit deze figuur is te zien dat de meeste resultaten goed overeenkomen met de lijn van formule (4.4) met $c_1=1,43$. De proefresultaten met talud 1:6 liggen ca. 5% hoger dan formule (4.4) en voor ξ waarden groter dan 2 liggen de meetpunten significant onder de lijn van formule (4.4). In dit gebied tonen de proefresultaten een vloeiend verloop in plaats van een knik. De meeste proeven in dit gebied zijn uitgevoerd met een talud van 1:3. Om te zien of de resultaten beïnvloed werden door deze taludhelling is één proef uitgevoerd met een 1:6 talud en een ξ waarde van 2,0. Dit resultaat valt midden in de resultaten voor het 1:3 talud en bevestigt daardoor die resultaten.

De conclusie is dat de resultaten van de referentieproeven betrouwbaar zijn en redelijk overeenkomen met de huidige formulering van golfoploop. In de volgende paragraaf worden de resultaten met ondiep water op het voorland vergeleken met dezelfde formulering.

4.4 Verhouding tussen oploophoogte en golfhoogte bij de teen van het talud

De vraag is in feite of formule (4.4) ook geldig is voor ondiepe voorlanden. Om dit te toetsen zijn de meetresultaten met ondiep water getekend samen met de lijn van de formule in de Figuren 4.3, 4.5 en 4.9, voor taluds 1:3, 1:4 en 1:6, respectievelijk. In deze figuren is onderscheid gemaakt in de mate van breken van de golven. Dit is uitgedrukt in termen van de parameter d/H_{s0} . Op de horizontale as is ξ_{op} uitgezet; dit is berekend met de inkomende golfhoogte bij de teen van het talud en de piekperiode in diep water. De H_{si} term op de verticale as is ook de inkomende golfhoogte bij de teen van het talud.

Uit Figuur 4.3 is gezien, dat voor het talud 1:3 de meeste punten onder de lijn liggen. De steeds toenemende trend van de resultaten zonder voorland lijkt te worden doorgezet. Het valt op, dat de punten met de laagste relatieve oploop niet de proeven zijn met de meeste breking. Bij relatieve waterdieptes van d/H_{s0} lager dan 0,7 is de relatieve oploop het hoogst. Dezelfde data is getekend in Figuur 4.4 maar nu met onderscheid in de waarde van de steilheid op diep water, s_{op} . In deze figuur is geen significante afhankelijkheid van s_{op} te zien.

In de bovenste grafiek van Figuur 4.5 zijn de data voor het talud 1:4 (voorland 1:100) getekend, met onderscheid in de mate van breken. Voor ξ_{op} -waarden groter dan 2,5 ligt een aantal punten hoger dan de maximum waarde van $z_{2\%}/H_{s0} = 3.0$. Dit zijn data waarbij de relatieve waterdiepte kleiner is dan 1.0. Een aantal punten met een relatieve diepte van 1,5 á 1,0 ligt beduidend lager dan de formule voorspelt. Deze trend is al eerder geconstateerd in voorgaande onderzoeken (zie bvb. Figuur 6 in de Waal en van der Meer 1992b).

Dezelfde data zijn in Figuur 4.6 getekend met onderscheid in de diepwater steilheid. Net als bij het talud 1:3 is geen afhankelijkheid van s_{op} te zien in de resultaten. In Figuur 4.7 zijn weer dezelfde data getekend maar nu met onderscheid in de piekperiode op diep water. Hieruit kan worden geconcludeerd, dat geen afhankelijkheid van de oploophoogte op de diepwater piekperiode te zien is. De vraag werd gesteld of een andere trend gezien zou worden als de analyse gebaseerd was op golfhoogtes berekend met ENDEC, in plaats van de gemeten waarden. Hiervoor werd de inkomende golfhoogte berekend voor een aantal proefcondities voor het 1:100 voorland en 1:4 talud. De gemeten oploophoogtes werden daaraan gepaard en de resultaten zijn getekend in Figuur 4.8. De data in deze figuur tonen nu geen relatie met de brekerparameter ξ_{op} . De reden hiervoor is dat in sommige gevallen ENDEC een overschatting van de golfhoogte geeft, ten opzichte van de metingen, en in andere gevallen geeft ENDEC een onderschatting. Dit wordt ook gezien in Figuur 3.11. Omdat er geen consequent verschil tussen de metingen en berekeningen is verdwijnt de relatie van oploophoogte met de brekerparameter (Figuur 4.7) wanneer de berekende golfhoogtes gebruikt worden. Hieruit wordt geconcludeerd, dat de gemeten golfhoogtes gebruikt moeten worden in de analyse van de oploop en overslagmetingen.

De relatieve oploophoogte als functie van d/H_{si} is getekend in Figuur 4.9 voor het 1:4 talud met voorland 1:100. Uit deze figuur kan worden gezien dat de meeste data geconcentreerd is rond een waarde van $d/H_{si} \approx 1,7$ (ofwel $H_{si} \approx 0,6d$). Dit is in feite de diepte beperking van de brekende golven en bij deze waarde de relatieve oploophoogte varieert tussen 2,2 en 3,5.

Voor hogere waarde van $d/H_{s,i}$ varieert de relatieve oploophoogte tussen 2,0 en 2,6. Geen eenduidige relatie bestaat tussen de parameters in deze grafiek.

Voor het talud 1:6 en voorland 1:100 (Figuur 4.10) zijn geen metingen gedaan voor ξ_{op} waarden hoger dan ca. 2. Uit de metingen kunnen daarom geen conclusies worden getrokken voor de geldigheid van formule 4.4 in dat gebied. Voor de lagere ξ_{op} waarden valt op, dat een aantal punten boven de lijn valt en een aantal eronder. Dit is voor vrijwel alle relatieve waterdiepten. Alle punten met relatieve waterdiepten van $d/H_{s0} < 1,5$ die boven de lijn vallen hebben een steilheid van $s_{op} = 0,04$ op diep water (Figuur 4.11). De drie punten met relatieve waterdiepten van $d/H_{s0} < 1,5$ die onder de lijn vallen hebben een steilheid van $s_{op} = 0,02$ op diep water. Dit geeft aan dat de steilheid op diep water toch een invloed heeft op de oploop voor flauwere taludhellingen.

Voorland 1:40 en talud 1:4 - M1084 onderzoek

Resultaten van een 1:40 voorland en talud 1:4 uit het onderzoek M1084 (WL, 1971) zijn getekend in de onderste grafiek in Figuur 4.5. Ook van der Meer (1997) heeft deze data geanalyseerd. In dat onderzoek werden de golven alleen gemeten in diep water zonder voorland. Van der Meer heeft de golfcondities bij de teen van het talud berekend met ENDEC voor zijn analyse en dezelfde golfhoogtes zijn gebruikt in Figuur 4.5. De resultaten in deze figuur tonen vrijwel dezelfde trend als die voor het 1:100 voorland. Gezien de verschillen tussen de gemeten en met ENDEC berekende golfhoogtes in het onderhavige onderzoek, beschreven in paragraaf 3.5, moeten deze resultaten met enige voorzichtigheid worden beschouwd. In van der Meer's analyse van de metingen uit M1084 heeft hij de golfset-up berekend met ENDEC. In sommige gevallen was deze aanzienlijk en van der Meer heeft de oploophoogtes daarvoor gecorrigeerd (deze correctie werd niet toegepast op de resultaten in Figuur 4.5). Van der Meer concludeerde dat formule 4.4 (met $c_1 = 1,5$) de oploopresultaten redelijk voorspelt. Zelfs zonder deze correctie kan dezelfde conclusie worden gemaakt op basis van de data in Figuur 4.5. Voor de proefcondities met de meeste breking ($H_{s,i}/H_{s0} = 0,3 - 0,5$) liggen de datapunten onder de formule. Van der Meer constateerde dat bij steeds toenemende breking de relatieve oploop afneemt met toenemende ξ_{op} waarden; mogelijk zou de relatieve oploop weer toenemen bij nog hogere ξ_{op} waarden. Van der Meer maakt vervolgens de suggestie, dat voor minder dan 50% breking ($H_{s,i}/H_{s0} > 0,5$) formule (4.4) de resultaten goed voorspelt maar voor meer dan 50% breking de oploop afneemt. Dit laatste lijkt echter tegenstrijdig te zijn met de huidige metingen op een voorland van 1:100.

Samenvatting

Een samenvatting van alle huidige metingen op het 1:100 voorland en alle taludhellingen wordt gepresenteerd in Figuur 4.12. Ook de lijn van Formule 4.4 en de betrouwbaarheidslijnen voor een 10% en 20% fout in de golfhoogte zijn getekend. Formule 4.4 (met $c_1 = 1,43$) voorspelt de oploop redelijk goed in de meeste gevallen. Voor het talud 1:4 lijken de resultaten met $d/H_{s0} < 1$ hoger te komen, dan wordt aangegeven door het maximum van $z_{2\%}/H_{s0} = 3,0$. Het kan zijn dat een onderschatting van 10 à 20% in de inkomende golfhoogte tot dergelijke resultaten leidt maar het blijft nog onduidelijk of dit de reden is voor die resultaten.

Voor taluds van 1:3 en 1:4 wordt geen afhankelijkheid van s_{op} gezien in de resultaten. Dit in tegenstelling tot de resultaten van het talud 1:6. Voor dit talud zijn de resultaten voor $s_{op} = 0,04$ hoger dan voorspeld door formule (4.4) en voor $s_{op} = 0,02$ zijn de resultaten lager dan voorspeld.

Wanneer de golfhoogte bij de teen van het talud gebruikt wordt in de analyse hebben de diep water piekperiode noch voorlandhelling invloed op de oploop-resultaten.

Gebruik maken van met ENDEC berekende golfhoogtes leidt niet tot een verbetering van de resultaten van de analyse met de gemeten golfhoogtes. Gezien de mogelijk onzekerheid in de bepaling van de inkomende golfhoogte bij de teen worden de oploopresultaten onderstaand ook bestudeerd op basis van de diep water golfhoogte.

4.5 Verhouding tussen oploophoogte en golfcondities op diep water

Om de oploopresultaten te kunnen bekijken zonder de onzekerheid in de inkomende golfhoogte in beschouwing te nemen, kan de relatie (4.2) ook worden bepaald op basis van de golfhoogte vóór het voorland (H_{s0}). De invloed van de waterdiepte d/H_{s0} wordt gezien door $z_{2\%}/H_{s0}$ uit te zetten tegen d/H_{s0} . Dit is gedaan voor het 1:4 talud met het 1:100 voorland in Figuur 4.13. Ook data van het onderzoek H1256 (de Waal en van der Meer, 1993) zijn getekend. In de bovenste figuur zijn de data voor de proeven zonder voorland erbij getekend. Volgens formule (4.4) met $c_1 = 1,43$ heeft de relatieve oploop bij een diep voorland de volgende waarden voor verschillende steilheden en taludhellingen:

s_{op}	$(z_{2\%}/H_{s0})_{\text{diep water}}$		
	Talud 1:3	Talud 1:4	Talud 1:6
0,02	3,37	2,53	1,69
0,03	2,74	2,06	1,38
0,04	2,39	1,79	1,19

De lijnen met deze waarden zijn in de bovenste grafiek in Figuur 4.13 erbij getekend voor talud 1:4. De metingen komen goed overeen met deze waarden voor $d/H_{s0} > 2$. Voor ondiep water ($d/H_{s0} < \text{ca. } 2$) vallen alle metingen met verschillende steilheden maar dezelfde golfperiode (gevulde punten) redelijk op één rechte lijn. Bij ondiep water heeft de steilheid s_{op} dus geen invloed op de relatieve oploop. Bij de overgang van ondiep naar diep water scheiden de resultaten zich van elkaar op basis van de steilheid en de overgang is ook afhankelijk van de steilheid. Het gebied $0 < d/H_{s0} < 2$ is uitvergroot in de onderste grafiek in Figuur 4.9. Alle data met $T_p = 1,8$ s en verschillende steilheden vallen allemaal op één lijn. In deze figuur is zowel het brekerproces als het oploopproces verwerkt. Bij ondiep water is het brekerproces dominant en daarom vallen de punten met verschillende steilheden op een strakke, rechte lijn, wanneer zowel de oploop als de diepte gerelateerd is aan de golfhoogte op diep water. Dit betekent in feite dat de golfhoogte in ondiep water niet erg afhankelijk meer is van de diepwater condities.

De data met verschillende perioden volgen deze lijn echter niet. De langere perioden ($T_p = 2,4$ s) hebben een hogere relatieve oploop en de kortere perioden ($T_p = 1,7$ s) hebben een

lagere relatieve oploop. Dit is duidelijk de invloed van de relatieve voorlandlengte, weergegeven door de parameter L_v/L_{op} .

De resultaten van de taluds 1:3 en 1:6 alsmede resultaten van H1256 zijn getekend in Figuur 4.14. Alle proeven van het onderhavige onderzoek op deze taluds werden uitgevoerd met een T_p van 1,8s; de proeven van H1256 hadden verschillende perioden maar die waren uitgevoerd met relatief diep water. Het ontbreken van de invloed van de golfsteilheid voor een constante periode is ook in deze resultaten te zien. In Figuur 4.15 zijn de data van het M1084 onderzoek met voorland 1:40 en talud 1:4 getekend. Ook deze data tonen dezelfde trend als de data voor een 1:100 voorland.

Een constante waarde van 0,20 voor het snijpunt Y_0 op y-as kan redelijkerwijs worden aangenomen voor alle resultaten; de helling van de lijnen is echter een functie van de taludhelling, de voorlandhelling en de relatieve voorlandlengte. De relatie kan als volgt worden geformuleerd:

$$\frac{z_{2\%}}{H_{so}} = Y_0 + m \left(\frac{d}{H_{so}} \right) \quad (4.5)$$

met

$$m = f \left\{ \frac{L_v}{L_{op}}; \tan(\alpha); \tan(\alpha_v) \right\}. \quad (4.6)$$

De waarden van de coëfficiënten Y_0 en m voor de testcondities zijn bepaald als:

Voorland	Talud	L_v/L_{op}	Y_0	m
1:100	1:3	3,95	0,2	1,33
	1:4	2,22	0,2	1,42
	1:4	3,95	0,2	1,20
	1:4	4,46	0,2	1,10
	1:6	3,95	0,2	1,00
1:40	1:4	1,06	0,2	1,70
	1:4	1,77	0,2	1,32

Tabel 4.3 Snijpunt Y_0 en helling m voor formule (4.5)

Dit dataset is te beperkt om een formule voor m voor alle praktisch relevante situaties af te leiden.

5 Golfoverslag

Dit hoofdstuk behandelt de analyse van het gemiddelde overslagdebiet van alle proeven. De meetopstelling werd in paragraaf 2.1 beschreven. Per proef werd het overslagdebiet gemeten voor twee verschillende kruinhoogtes in afzonderlijke taluddelen (zie Figuur 2.4). Getracht werd om per proef de kruinhoogtes dusdanig in te stellen, dat overslagdebieten tussen de 1 à 10 l/s/m (prototype) gemeten konden worden. De schaalfactor voor het gemiddelde overslagdebiet is $n_q = n_L^{1.5}$. Dus voor een lengte schaal van 30 wordt de overslagschaal gelijk aan 164, welk betekent dat overslagdebieten tussen 0,006 en 0,060 l/s/m gemeten moesten worden in het model. De werkelijk gemeten waarden zijn in Tabel 3 samengevat.

Voor een relatief diep voorland kan het gemiddelde overslagdebiet worden berekend met de formules (van der Meer 1997):

voor *brekende golven* ($\gamma_b \xi_{op} < \approx 2$)

$$Q_b = 0,06 \exp(-5,2 R_b) \quad (5.1)$$

met

$$Q_b = \frac{q}{\sqrt{gH_s^3}} \sqrt{\frac{s_{op}}{\tan(\alpha)}} \cdot \frac{1}{\gamma_b}; \text{ en} \quad (5.2)$$

$$R_b = \frac{h_c}{H_s} \frac{\sqrt{s_{op}}}{\tan(\alpha)} \cdot \frac{1}{\gamma_b \gamma_f \gamma_v \gamma_\beta} \quad (5.3)$$

en voor *niet-brekende golven* ($\gamma_b \xi_{op} > \approx 2$):

$$Q_n = 0,2 \exp(-2,6 R_b) \quad (5.4)$$

$$Q_n = \frac{q}{\sqrt{gH_s^3}}; \text{ en} \quad (5.5)$$

$$R_n = \frac{h_c}{H_s} \cdot \frac{1}{\gamma_\beta \gamma_f} \quad (5.6)$$

waarin

- Q_b = dimensieloze overslagdebiet voor brekende golven (-)
- Q_n = maximum dimensieloze overslagdebiet voor niet-brekende golven (-)

q	= gemiddelde overslagdebiet	(m ³ /s/m)
g	= versnelling door de zwaartekracht	(m/s ²)
H_s	= significante golfhoogte bij de teen van de constructie	(m)
s_{op}	= golfsteilheid = $2\pi H_s / (g T_p^2)$	(-)
T_p	= piekperiode	(-)
$\tan(\alpha)$	= representatieve taludhelling	(-)
R_b	= dimensieloze kruinhoogte voor brekende golven	(-)
R_n	= dimensieloze kruinhoogte voor niet-brekende golven	(-)
h_c	= vrije kruinhoogte boven de stilwaterlijn	(m)
$\gamma_f \gamma_b \gamma_v \gamma_\beta$	= invloedsfactoren voor ruwheid, berm, verticale wand op het talud en scheve golfaanval. Het minimum bij een combinatie van invloedsfactoren is 0,4	(-)

Omdat er een onzekerheid bestaat over de berekende waarde van de inkomende golfhoogte bij de teen van de constructie wordt de gevoeligheid van deze formules voor de golfhoogte eerst bekeken. In Figuur 5.1 is de formule voor brekende golven getekend, met de 95% betrouwbaarheidsbanden. Deze banden beschrijven de spreiding in meetgegevens, waarop de formule is gebaseerd. Ook getekend in de figuur zijn de resultaten voor het gemiddelde overslagdebiet, aangenomen dat er een $\pm 10\%$ fout in de golfhoogte is. In Figuur 5.2 is dezelfde data getekend voor niet-brekende golven. In beide figuren is duidelijk te zien dat bij een fout van deze orde grootte in de golfhoogte de fout in overslagdebiet binnen de normale spreiding valt. Voor pas een $\pm 25\%$ fout in de golfhoogte komt de fout in overslagdebiet ongeveer overeen met de 95% betrouwbaarheidsbanden. Om deze reden wordt geconcludeerd dat de nauwkeurigheid van de inkomende golfhoogte voldoende is om de invloed van het voorland op het overslagdebiet te kunnen bepalen.

Nu worden de metingen van de proeven zonder voorland eerst vergeleken met de standaard formuleringen, formules (5.1) en (5.4). Deze resultaten zijn gepresenteerd in Figuur 5.2 voor zowel brekende als niet-brekende golven. Met uitzondering van twee punten vallen de resultaten binnen de 95% betrouwbaarheidsbanden. In Figuren 5.3, 5.4 en 5.5 zijn alle resultaten gepresenteerd voor de taluds 1:3, 1:4 en 1:6, respectievelijk. Ook in deze figuren vallen de meeste punten binnen de betrouwbaarheidsbanden van de formules. Dit betekent dat de formules voor overslag, gebaseerd op de golfhoogte bij de teen en de piekperiode op diep water, de resultaten met zelfs zeer sterk gebroken golven (op een 1:100 en 1:40 voorland) goed (binnen factor 2 à 3) kunnen voorspellen.

Opvallend is dat de resultaten van vele proeven met een berm bij het 1:3 talud ook dicht op de lijn vallen, *zonder de invloedsfactor voor de berm (γ_b) toe te passen (Figuur 5.3)*. Wel liggen de meeste punten boven de lijn van de formules (orde factor 2), vooral voor niet-brekende golven op het 1:4 talud (Figuur 5.4) en voor brekende golven op het 1:6 talud (Figuur 5.5). Dit zou kunnen komen door de invloed van de lange golven die door het brekerproces ontstaan.

De punten die niet binnen de betrouwbaarheidsbanden liggen zijn:

Proef ¹⁾	opstelling	Figuur	opmetkingen
p201L,R	berm met 1:3 talud	Figuur 5.2a	hoge berm ($d_w/H_{s0} \leq 0$)
p202L,R	berm met 1:3 talud	Figuur 5.2a	hoge berm ($d_w/H_{s0} \leq 0$)
p208L,R	berm met 1:3 talud	Figuur 5.2a	hoge berm ($d_w/H_{s0} \leq 0$)
p004L,R	1:3 talud	Figuur 5.2a	veel breken ($d/H_{s0} = .3$), lage steilheid (.02)
p16bL,R	1:4 talud	Figuur 5.3a	veel breken ($d/H_{s0} = .3$), lage steilheid (.02)
p220L,R	berm met 1:4 talud	Figuur 5.3a	hoge berm ($d_w/H_{s0} \leq 0$)
p405L,R	1:40 voorland met 1:4 talud	Figuur 5.3a	$d = 0$ m, H_{si} niet betrouwbaar

¹⁾ L = linker gootdeel (hoge kruin)
R = rechter gootdeel (lage kruin)

De invloed van de berm op de overslag is wel aanwezig als de berm boven de stilwaterlijn ligt. De resultaten van proeven p004 en p16b liggen ver boven de verwachte waarden. Deze proeven hadden beide veel breken met een lage steilheid maar aan de golfcondities en de overslagsignalen was niets bijzonders om op te merken, ten opzichte van de andere proefresultaten. De reden voor deze afwijking blijft dus onbekend. Voor wat proef 405 betreft is al eerder beschreven dat door de kleine waterdiepte bij de teen de schatting van de golfhoogtemetingen nabij de teen niet betrouwbaar wordt geacht. De geschatte golfhoogte was $H_s \approx 0,01$ m. Zelfs als deze klopt, is het nog mogelijk dat schaaleffecten niet te verwaarlozen zijn voor de oploop- en overslagmetingen.

6 Conclusies

Uit de analyse van de metingen kunnen de volgende conclusies met betrekking tot de invloed van een ondiep voorland worden getrokken:

Golven

De inkomende golfhoogte bij de teen van een constructie lijkt redelijk goed te bepalen met de in deze studie gebruikte methodiek. De enige manier om dit beter vast te stellen is de huidige resultaten te vergelijken met proeven zonder constructie. De huidige formulering voor de golfoploop (Formule 4.4) is gevoelig voor de golfhoogte voor ξ_{op} waarden hoger dan 2. De proeven met $\xi_{op} > 2$ zijn uitgevoerd met relatief kleine H_{si} waarden. Juist dan is een kleine absolute fout relatief ernstig. Bovendien geeft een fout in H_{si} bij $\xi_{op} < 2$ een kleine afwijking ten opzichte van de formule, in tegenstelling tot bij $\xi_{op} > 2$ (zie Figuur 4.1).

Voor proeven met veel breken lijkt het noodzakelijk de waterdiepte en de golfhoogte op diep water nauwkeurig in te stellen, zodat een zuivere vergelijking met de betreffende oploop- of overslagproef gemaakt kan worden.

De gemiddelde golfperiode blijft redelijk constant over de lengte van het voorland, in tegenstelling tot de piekperiode. Door breken op het 1:100 voorland schuift de piekperiode naar de lagere frequenties (surf-beat effect).

Oploop

Een samenvatting van alle huidige metingen op het 1:100 voorland en alle taludhellingen wordt gepresenteerd in Figuur 4.12. Ook de lijn van Formule 4.4 en de betrouwbaarheidslijnen voor een 10% en 20% fout in de golfhoogte zijn getekend. Formule 4.4 (met $c_1 = 1,43$) voorspelt de oploop redelijk goed in de meeste gevallen:

$$\frac{z_{2\%}}{H_{si}} = c_1 \cdot \frac{\tan(\alpha)}{\sqrt{\frac{2\pi H_{si}}{gT_p^2}}} \quad \text{met een maximum van 3.0} \quad (4.4)$$

Voor het talud 1:4 lijken de resultaten met $d/H_{s0} < 1$ hoger te komen, dan wordt aangegeven door het maximum van $z_{2\%}/H_{s0} = 3.0$ (Figuur 4.12). Het kan zijn dat een onderschatting van 10 à 20% in de inkomende golfhoogte tot dergelijke resultaten leidt maar het blijft nog onduidelijk of dit de reden is voor die resultaten. Gebruik te maken van met ENDEC berekende golfhoogtes leidt niet tot een verbetering van de resultaten van de analyse met de gemeten golfhoogtes.

Voor taluds van 1:3 en 1:4 wordt geen afhankelijkheid van s_{op} gezien in de resultaten. Dit in tegenstelling tot de resultaten van het talud 1:6. Voor dit talud zijn de resultaten voor $s_{op} = 0,04$ hoger dan voorspeld door formule (4.4) en voor $s_{op} = 0,02$ zijn de resultaten lager dan voorspeld.

Wanneer de golfhoogte bij de teen van het talud gebruikt wordt in de analyse hebben de diep water piekperiode noch voorlandhelling invloed op de oploop-resultaten. Wanneer de golfhoogte op diep water gebruikt wordt in de analyse hebben deze parameters wel invloed op de resultaten voor ondiep water condities. Tabel 4.3 geeft een indicatie van de invloed van de voorlandhelling, taludhelling en relatieve voorlandlengte op de oploopresultaten.

Overslag

Als de inkomende golfhoogte bij de teen van het talud met een nauwkeurigheid van ca. 10% à 20% bepaald kon worden, dan vallen de resultaten binnen de normale spreiding van overslagmetingen.

De huidige metingen worden goed beschreven door de standaard formulering voor het gemiddelde overslagdebiet zonder enige extra invloedsfactor voor het voorland toe te passen, behalve de reductie in golfhoogte die plaatsvindt door het brekerproces. Deze reductie wordt goed verdisconteerd door H_{si} in de berekening te gebruiken. De meeste punten liggen factor 2 à 3 hoger dan de met de formules voorspelde waarde maar gezien het feit dat 'normale' spreiding in dit soort meting factor 5 à 10 is, wordt de vergelijking met de formule als 'goed' beoordeeld.

Een berm voor het talud met een 1:100 voorland heeft meestal weinig invloed op de overslag. Alleen bij condities met lage golfsteilheid en een hoge berm is een aanzienlijke invloed te zien.

Referenties

Kant, G., (1988). Stabiliteit van breuksteenoverlaging op een steenzetting. WL| DELFT HYDRAULICS rapport nr. H3271.34 (2^e concept).

Klein Breteler, M. (1990). Golfoploop. Literatuurstudie en kleinschalig modelonderzoek. WL rapport nr.H1638, april 1993.

Klopman, G. and J.W. van der Meer (1999). Random wave measurements in front of reflective structures. J. Water, Ports, Coastal and Ocean Eng, v. 125, pp. 39-45 Jan. 1999

Van der Meer, J.W. and J.P. de Waal (1990). Invloed van scheve golfval en richtingspreiding op golfoploop en overslag - verslag modelonderzoek. WL rapport nr. H638.

Van der Meer, J.W. (1997). Golfoploop en overslag bij dijken. WL rapport nr.H2458/H3051, juni 1997.

De Waal, J.P. en J.W. van der Meer (1993). Waterbeweging op taluds - invloed van berm, ruwheid, ondiep voorland en scheve lang- en kortkammige golfaanval. WL rapport nr.H1256, april 1993.

Waterloopkundig Laboratorium (1971). Golfoploop op een dijk met hoog voorland - verslag modelonderzoek. WL rapport nr. M1084.

Tabellen

d/Hso	Voorland 1:100								
	talud 1:3			talud 1:4			talud 1:6		
	s _{op}			s _{op}			s _{op}		
	.02	.03	.04	.02	.03	.04	.02	.03	.04
0.3	004	008	012	016b	020b	024b			
0.5					020	024	028	032	036
0.7	003	007	011	015	019	023	027	031	035
0.85		906a..h ¹⁾							
1.0	002	006	010	014	018	022	026	030	034
1.5	001	005	009	013	017	021	025	029	033

¹⁾ proeven 906a..h werden uitgevoerd om de variaties in golfhoogte dicht bij de teen te onderzoeken
Proeven op 1:100 voorland met constante periode (T_p = 1.8 s op diep water)

d/Hso	Voorland 1:100								
				talud 1:4					
				s _{op}					
				.02	.04	.05 ¹⁾			
0.3				108		109			
0.5				105	106	107			
0.7				103		104			
1.0				101		102			
1.5									

¹⁾ Gewenste steilheid was .06 maar de maximale haalbare was .05 tijdens de proeven
Proeven op 1:100 voorland met verschillende periodes

d/Hso	Voorland 1:40								
				talud 1:4					
				s _{op}					
					.035				
0.0					405				
0.25					404				
0.5					403				
1.0					402				
1.5					401				

Proeven op 1:40 voorland (herhaling van de proeven uit M1084)

h/Hso	Geen voorland								
	talud 1:3			talud 1:4					
	s _{op}			s _{op}					
	.02	.03	.04	.02	.03	.04			
2.5	303	306	309	312	315	318			
3.3	302	305	308	311	314	317			
5.0	301	304	307	310	313	316			

Proeven zonder voorland (met verschillende periodes)

Tabel 1a: Schematisch proevenprogramma, overslagproeven H3271

	Taludhelling 1:3											
	.02				.03				.04			
d/H _{so}	rel. Bermdiepte d _b /H _{so}											
	-.5	0	+5	+1	-.5	0	+3	+1	-.7	0	+3	+8
0									209			
.3					205 (3216)							
.7						204 (3212)				208 (3209)		
1	202 (3215)						203 (3204 ¹)				207 (3206 ²)	
1.5		201 (3213)										206 (3201)

(2222) = vergelijkbare proef uit H1256 onderzoek

¹⁾ bij p3204 was $d_b/H_{s0} = 0.46$

²⁾ bij p3206 was $d_b/H_{s0} = 0.47$

	Taludhelling 1:4											
	.02				.03				.04			
d/H _{so}	rel. Bermdiepte d _B /H _{so}											
	-5	0	+5	+1	-5	0	+3	+1	-7	0	+3	+8
0												
.3												
.7						220 (4205)						
1												
1.5												

Proeven met 1:100 voorland en een berm

Tabel 1a: Schematisch proevenprogramma, overslagproeven H3271 (vervolg)

d/H _{so}	Voorland 1:100								
	talud 1:3			talud 1:4			talud 1:6		
	S _{op}			S _{op}			S _{op}		
	.02	.03	.04	.02	.03	.04	.02	.03	.04
0.3	1004	1008	1012	1016b	1020b	1024b			
0.5					1020	1024	1028	1032	1036
0.7	1003	1007	1011	1015	1019	1023	1027	1031	1035
1.0	1002	1006	1010	1014	1018	1022	1026	1030	1034
1.5	1001	1005	1009	1013	1017	1021	1025	1029	1033

¹⁾ proeven 906a..h werden uitgevoerd om de variaties in golfhoogte dicht bij de teen te onderzoeken

Proeven op 1:100 voorland met constante periode (T_p = 1.8 s op diep water)

d/H _{so}	Voorland 1:100								
				talud 1:4					
				S _{op}					
				.02	.04	.05 ¹⁾			
0.3				1108		1109			
0.5				1105	1106	1107			
0.7				1103		1104			
1.0				1101		1102			
1.5									

¹⁾ Gewenste steilheid was .06 maar de maximale haalbare was .05 tijdens de proeven

Proeven op 1:100 voorland met verschillende periodes

h/H _{so}	Geen voorland								
	talud 1:3			talud 1:4			talud 1:6		
	S _{op}			S _{op}			S _{op}		
	.02	.03	.04	.02	.03	.04	.02	.03	.04
2.5	1303		1309	1312	1315	1318	1321		1327
3.3	1302	1305	1308	1311		1317	1320	1323	1326
5.0			1307			1316			1325

Proeven zonder voorland (met verschillende periodes)

Tabel 1b: Schematisch proevenprogramma, oplooppoeven H3471

Proef	Diepwater condities								sop (-)	h/Hs0 (-)	d/Hs0 (-)
	h (m)	H1/3 (m)	Hm0 (m)	Tp (s)	Tm (s)	R (-)	Hm0i (m)	Hs0 (m)			
VOORLAND 1:100 + TALUD 1:3											
P01	0.602	0.112	0.116	1.83	1.38	0.34	0.108	0.106	0.020	5.670	1.432
P02	0.551	0.107	0.111	1.80	1.38	0.26	0.106	0.105	0.021	5.265	0.965
P03	0.517	0.105	0.108	1.79	1.37	0.19	0.105	0.103	0.021	5.014	0.650
P04	0.484	0.105	0.107	1.78	1.38	0.16	0.105	0.104	0.021	4.666	0.328
P05	0.677	0.164	0.166	1.81	1.43	0.32	0.157	0.156	0.031	4.336	1.454
P06	0.602	0.161	0.165	1.82	1.43	0.26	0.155	0.156	0.030	3.863	0.975
P07	0.551	0.155	0.157	1.83	1.42	0.20	0.151	0.152	0.029	3.627	0.665
P08	0.501	0.151	0.151	1.82	1.43	0.15	0.146	0.149	0.029	3.355	0.342
P09	0.753	0.207	0.209	1.82	1.49	0.29	0.199	0.199	0.038	3.789	1.525
P09b	0.753	0.206	0.207	1.82	1.49	0.29	0.198	0.198	0.038	3.808	1.532
P10	0.652	0.202	0.205	1.82	1.49	0.26	0.193	0.195	0.038	3.338	1.034
P11	0.585	0.195	0.196	1.83	1.50	0.22	0.186	0.19	0.036	3.074	0.709
P12	0.517	0.182	0.185	1.85	1.51	0.17	0.178	0.18	0.034	2.865	0.371
VOORLAND 1:100 + TALUD 1:3 + BERM											
P201	0.600	0.108	0.111	1.75	1.37	0.18	0.107	0.106	0.022	5.646	1.487
P202	0.550	0.106	0.109	1.77	1.38	0.13	0.106	0.104	0.021	5.286	1.038
P202a	0.550	0.105	0.108	1.77	1.39	0.14	0.106	0.104	0.021	5.286	1.038
P203	0.670	0.228	0.230	2.16	1.72	0.28	0.215	0.221	0.030	3.035	1.033
P204	0.604	0.217	0.216	2.20	1.71	0.19	0.208	0.214	0.028	2.819	0.756
P205	0.513	0.184	0.183	2.08	1.61	0.16	0.176	0.182	0.027	2.825	0.391
P206	0.780	0.227	0.228	1.90	1.56	0.29	0.214	0.217	0.039	3.595	1.558
P207	0.670	0.218	0.219	1.92	1.57	0.26	0.206	0.211	0.037	3.175	1.080
P208	0.604	0.207	0.208	1.91	1.58	0.18	0.200	0.205	0.036	2.948	0.791
P209	0.450	0.178	0.180	1.91	1.62	0.16	0.173	0.176	0.031	2.559	0.045
VOORLAND 1:100 + TALUD 1:6											
P25	0.600	0.108	0.111	1.77	1.39	0.156	0.108	0.107	0.022	5.623	1.406
P26	0.550	0.106	0.110	1.79	1.38	0.164	0.106	0.105	0.021	5.257	0.956
P27	0.520	0.105	0.108	1.78	1.38	0.154	0.105	0.104	0.021	5.013	0.675
P28	0.500	0.105	0.107	1.78	1.37	0.140	0.105	0.104	0.021	4.810	0.481
P29	0.675	0.160	0.161	1.78	1.42	0.141	0.157	0.158	0.032	4.261	1.420
P29b	0.675	0.160	0.162	1.78	1.41	0.141	0.157	0.158	0.032	4.261	1.420
P30	0.600	0.158	0.159	1.80	1.41	0.163	0.154	0.156	0.031	3.847	0.962
P31	0.555	0.155	0.156	1.81	1.43	0.161	0.151	0.153	0.030	3.628	0.686
P32	0.525	0.152	0.154	1.84	1.42	0.152	0.149	0.150	0.028	3.492	0.499
P33	0.750	0.202	0.204	1.83	1.47	0.184	0.199	0.199	0.038	3.777	1.511
P33b	0.750	0.201	0.203	1.80	1.47	0.183	0.198	0.199	0.039	3.773	1.509
P34	0.625	0.194	0.196	1.84	1.49	0.159	0.189	0.192	0.036	3.261	0.913
P34b	0.650	0.198	0.198	1.83	1.49	0.154	0.191	0.196	0.037	3.323	1.022
P35	0.590	0.193	0.194	1.82	1.50	0.163	0.161	0.190	0.037	3.097	0.735
P36	0.550	0.187	0.190	1.87	1.51	0.163	0.182	0.185	0.034	2.980	0.542
VOORLAND 1:100 + TALUD 1:4											
P13	0.600	0.110	0.113	1.76	1.39	0.244	0.108	0.107	0.022	5.617	1.404
P14	0.550	0.108	0.110	1.79	1.38	0.216	0.106	0.106	0.021	5.207	0.947
P15	0.520	0.105	0.108	1.80	1.38	0.181	0.105	0.103	0.020	5.033	0.678
P16b	0.480	0.105	0.107	1.81	1.36	0.122	0.105	0.104	0.020	4.604	0.288
P17	0.675	0.161	0.164	1.80	1.41	0.280	0.155	0.155	0.031	4.354	1.451
P18	0.600	0.160	0.161	1.80	1.42	0.216	0.154	0.156	0.031	3.838	0.960
P19	0.555	0.155	0.158	1.80	1.42	0.192	0.151	0.152	0.030	3.646	0.690
P20	0.525	0.153	0.154	1.80	1.43	0.170	0.148	0.151	0.030	3.480	0.497
P20b	0.495	0.151	0.150	1.82	1.42	0.149	0.146	0.149	0.029	3.315	0.301
P21	0.750	0.203	0.203	1.82	1.48	0.218	0.197	0.199	0.039	3.763	1.505
P22	0.650	0.199	0.203	1.85	1.50	0.210	0.193	0.196	0.037	3.320	1.021
P23	0.590	0.195	0.197	1.84	1.49	0.200	0.188	0.191	0.036	3.084	0.732
P24	0.550	0.188	0.189	1.86	1.51	0.186	0.181	0.185	0.034	2.976	0.541
P24b	0.510	0.181	0.183	1.87	1.50	0.163	0.176	0.179	0.033	2.855	0.336

TABEL 2a Golfcondities op diep water, overslagproeven H3271

Proef	Diepwater condities								sop (-)	h/Hs0 (-)	d/Hs0 (-)
	h (m)	H1/3 (m)	Hm0 (m)	Tp (s)	Tm (s)	R (-)	Hm0i (m)	Hs0 (m)			
VOORLAND 1:100 + TALUD 1:4											
P101	0.650	0.214	0.214	2.42	1.90	0.271	0.201	0.207	0.023	3.148	0.968
P102	0.650	0.181	0.182	1.52	1.32	0.209	0.176	0.177	0.049	3.668	1.129
P103	0.590	0.208	0.205	2.45	1.90	0.235	0.194	0.202	0.022	2.915	0.692
P104	0.590	0.175	0.176	1.52	1.31	0.216	0.170	0.171	0.047	3.447	0.818
P105	0.550	0.204	0.197	2.41	1.88	0.211	0.189	0.200	0.022	2.757	0.501
P106	0.550	0.189	0.189	1.83	1.51	0.183	0.182	0.186	0.036	2.957	0.538
P107	0.550	0.172	0.173	1.52	1.32	0.204	0.168	0.169	0.047	3.263	0.593
P108	0.510	0.200	0.193	2.44	1.87	0.185	0.184	0.196	0.021	2.607	0.307
P109	0.510	0.165	0.167	1.54	1.33	0.187	0.162	0.162	0.044	3.144	0.370
VOORLAND 1:100 + TALUD 1:4 + BERM											
P220	0.590	0.203	0.200	2.08	1.65	0.162	0.193	0.200	0.030	2.945	0.699
VOORLAND 1:40 + TALUD 1:4											
P401	0.783	0.158	0.158	1.59	1.28	0.199	0.154	0.155	0.039	5.052	1.290
P402	0.716	0.156	0.157	1.56	1.30	0.214	0.152	0.153	0.040	4.693	0.872
P403	0.650	1.430	1.430	1.56	1.27	0.177	0.140	0.141	0.037	4.615	0.476
P404	0.616	0.142	0.143	1.54	1.27	0.144	0.141	0.141	0.038	4.382	0.235
P405	0.583	0.140	0.140	1.53	1.28	0.125	0.139	0.139	0.038	4.198	0.000
GEEN VOORLAND											
P301	0.500	0.126	0.129	1.87	1.41	0.399	0.119	0.117	0.021	4.272	4.272
P302	0.500	0.167	0.169	2.23	1.71	0.472	0.150	0.152	0.020	3.292	3.292
P303	0.500	0.225	0.224	2.52	1.92	0.543	0.187	0.197	0.020	2.539	2.539
P304	0.500	0.109	0.111	1.45	1.18	0.312	0.105	0.103	0.031	4.848	4.848
P305	0.500	0.168	0.169	1.88	1.48	0.345	0.156	0.159	0.029	3.149	3.149
P306	0.500	0.203	0.203	2.14	1.68	0.413	0.182	0.188	0.026	2.666	2.666
P307	0.500	0.103	0.104	1.28	1.08	0.276	0.100	0.099	0.039	5.036	5.036
P308	0.500	0.163	0.164	1.63	1.35	0.274	0.155	0.157	0.038	3.182	3.182
P309	0.500	0.199	0.199	2.06	1.64	0.384	0.179	0.186	0.028	2.693	2.693
P310	0.500	0.123	0.126	1.84	1.38	0.251	0.120	0.119	0.023	4.191	4.191
P311	0.500	0.160	0.162	2.24	1.69	0.307	0.151	0.153	0.020	3.269	3.269
P312	0.500	0.217	0.214	2.50	1.90	0.382	0.190	0.203	0.021	2.467	2.467
P313	0.500	0.114	0.115	1.43	1.17	0.207	0.112	0.112	0.035	4.480	4.480
P314	0.500	0.167	0.167	1.85	1.45	0.228	0.158	0.163	0.030	3.071	3.071
P315	0.500	0.207	0.207	2.17	1.69	0.284	0.192	0.201	0.027	2.487	2.487
P316	0.500	0.103	0.103	1.26	1.06	0.204	0.101	0.101	0.041	4.953	4.953
P317	0.500	0.162	0.163	1.60	1.33	0.195	0.157	0.159	0.040	3.143	3.143
P318a	0.500	0.197	0.201	1.88	1.55	0.223	0.188	0.191	0.035	2.614	2.614

TABEL 2a Golfcondities op diep water, overslagproeven H3271 (vervolg)

Proef	Diepwater condities								sop (-)	h/Hs0i (-)	d/Hs0i (-)
	h (m)	H1/3 (m)	Hm0 (m)	Tp (s)	Tm (s)	R (-)	Hm0i (m)	Hs0i (m)			
VOORLAND 1:100 + TALUD 1:3											
P1001	0.601	0.119	0.123	1.753	1.390	0.312	0.115	0.114	0.024	5.217	1.311
P1002	0.550	0.116	0.120	1.797	1.390	0.232	0.116	0.113	0.023	4.758	0.865
P1003	0.516	0.114	0.117	1.820	1.390	0.170	0.114	0.112	0.022	4.542	0.581
P1004	0.483	0.113	0.115	1.789	1.370	0.122	0.113	0.112	0.023	4.271	0.292
P1005	0.676	0.172	0.177	1.811	1.440	0.281	0.166	0.166	0.033	4.063	1.358
P1006	0.601	0.169	0.172	1.838	1.450	0.245	0.164	0.164	0.031	3.667	0.921
P1007	0.550	0.164	0.166	1.815	1.440	0.193	0.159	0.161	0.031	3.459	0.629
P1008	0.500	0.159	0.160	1.831	1.440	0.151	0.155	0.157	0.030	3.220	0.322
P1009	0.752	0.217	0.219	1.823	1.510	0.256	0.208	0.210	0.040	3.619	1.453
P1010	0.651	0.212	0.213	1.828	1.520	0.251	0.201	0.206	0.039	3.242	1.001
P1011	0.584	0.201	0.204	1.854	1.530	0.209	0.195	0.197	0.036	2.995	0.687
P1012	0.516	0.190	0.192	1.864	1.540	0.163	0.185	0.188	0.034	2.795	0.358
VOORLAND 1:100 + TALUD 1:6											
P1025	0.600	0.115	0.119	1.782	1.380	0.152	0.115	0.114	0.023	5.208	1.302
P1026	0.550	0.114	0.117	1.779	1.390	0.156	0.114	0.113	0.023	4.833	0.879
P1027	0.520	0.114	0.117	1.808	1.380	0.147	0.114	0.113	0.022	4.577	0.616
P1028	0.500	0.123	0.115	1.781	1.380	0.135	0.113	0.122	0.023	4.425	0.442
P1033	0.750	0.208	0.214	1.820	1.490	0.191	0.209	0.204	0.040	3.595	1.438
P1034	0.625	0.206	0.207	1.829	1.520	0.156	0.200	0.204	0.038	3.131	0.877
P1035	0.590	0.200	0.203	1.850	1.510	0.166	0.194	0.197	0.036	3.035	0.720
P1036	0.550	0.193	0.197	1.835	1.530	0.165	0.189	0.190	0.036	2.912	0.529
VOORLAND 1:100 + TALUD 1:4											
P1013	0.599	0.117	0.121	1.790	1.380	0.235	0.115	0.114	0.023	5.227	1.300
P1014	0.549	0.115	0.118	1.765	1.380	0.199	0.114	0.113	0.023	4.828	0.871
P1015	0.519	0.114	0.117	1.786	1.380	0.166	0.114	0.112	0.023	4.569	0.607
P1016b	0.479	0.112	0.115	1.808	1.360	0.117	0.112	0.111	0.022	4.262	0.258
P1017	0.674	0.170	0.173	1.807	1.430	0.200	0.166	0.167	0.033	4.058	1.349
P1018	0.599	0.168	0.170	1.831	1.450	0.207	0.163	0.165	0.031	3.673	0.914
P1019	0.554	0.164	0.166	1.811	1.440	0.182	0.159	0.161	0.031	3.482	0.654
P1020	0.524	0.162	0.163	1.849	1.440	0.164	0.157	0.160	0.029	3.338	0.471
P1020b	0.494	0.159	0.160	1.839	1.450	0.146	0.155	0.157	0.029	3.197	0.285
P1021	0.749	0.214	0.215	1.825	1.500	0.178	0.206	0.211	0.040	3.629	1.449
P1022	0.649	0.207	0.209	1.827	1.510	0.209	0.199	0.203	0.038	3.261	1.000
P1023	0.589	0.200	0.203	1.857	1.500	0.197	0.194	0.196	0.036	3.033	0.716
P1024	0.549	0.194	0.197	1.842	1.530	0.180	0.189	0.191	0.036	2.908	0.524
P1024b	0.509	0.187	0.190	1.867	1.520	0.162	0.183	0.185	0.034	2.786	0.323
P1101	0.649	0.225	0.224	2.398	1.900	0.263	0.210	0.218	0.023	3.089	0.947
P1102	0.649	0.197	0.198	1.631	1.410	0.229	0.191	0.192	0.046	3.398	1.042
P1103	0.589	0.220	0.215	2.424	1.890	0.234	0.207	0.214	0.023	2.852	0.673
P1104	0.589	0.190	0.194	1.677	1.400	0.216	0.187	0.186	0.043	3.148	0.743
P1105	0.549	0.216	0.208	2.425	1.880	0.216	0.201	0.211	0.022	2.733	0.493
P1106	0.549	0.195	0.197	1.831	1.530	0.224	0.191	0.190	0.037	2.873	0.518
P1107	0.549	0.185	0.188	1.684	1.410	0.226	0.182	0.180	0.041	3.010	0.543
P1108	0.509	0.209	0.201	2.440	1.880	0.187	0.192	0.205	0.021	2.657	0.308
P1109	0.509	0.177	0.180	1.664	1.410	0.158	0.174	0.175	0.040	2.924	0.339

TABEL 2b Golfcondities op diep water, oploopproeven H3471

Proef	Diepwater condities										
	h (m)	H1/3 (m)	Hm0 (m)	Tp (s)	Tm (s)	R (-)	Hm0i (m)	Hs0i (m)	sop (-)	h/Hs0i (-)	d/Hs0i (-)
GEEN VOORLAND											
Talud 1:3											
P1301	0.500	0.128	0.121	1.848	1.400	0.396	0.121	0.119	0.022	4.132	4.322
P2302	0.500	0.177	0.157	2.210	1.730	0.470	0.157	0.160	0.021	3.185	3.392
P2303	0.500	0.230	0.193	2.542	1.930	0.531	0.193	0.204	0.020	2.591	2.619
P1304	0.500	0.116	0.111	1.460	1.190	0.305	0.111	0.111	0.033	4.505	4.899
P1305	0.500	0.176	0.164	1.876	1.500	0.342	0.164	0.167	0.030	3.049	3.159
P1306	0.500	0.203	0.182	2.144	1.680	0.415	0.182	0.188	0.026	2.747	2.934
P1307	0.500	0.109	0.106	1.295	1.090	0.276	0.106	0.105	0.040	4.717	5.155
P1308	0.500	0.165	0.157	1.637	1.350	0.277	0.157	0.159	0.038	3.185	3.386
P1309	0.500	0.198	0.179	2.074	1.640	0.388	0.179	0.184	0.027	2.793	2.946
Talud 1:4											
P1310	0.500	0.123	0.120	1.800	1.390	0.236	0.120	0.120	0.024	4.167	4.361
P1311	0.500	0.164	0.155	2.226	1.700	0.302	0.155	0.157	0.020	3.226	3.480
P1312	0.500	0.223	0.195	2.480	1.900	0.375	0.195	0.209	0.022	2.564	2.658
P1313	0.500	0.113	0.111	1.453	1.180	0.200	0.111	0.111	0.034	4.505	4.863
P1314	0.500	0.164	0.156	1.840	1.450	0.219	0.156	0.160	0.030	3.205	3.321
P1315	0.500	0.209	0.195	2.159	1.700	0.281	0.195	0.202	0.028	2.564	2.714
P1316	0.500	0.102	0.101	1.261	1.060	0.198	0.101	0.100	0.040	4.950	5.418
P1317	0.500	0.162	0.158	1.591	1.330	0.190	0.158	0.159	0.040	3.165	3.367
P1318	0.500	0.196	0.187	1.884	1.550	0.216	0.187	0.191	0.035	2.674	2.780
Talud 1:6											
P1320	0.500	0.154	0.151	2.193	1.670	0.205	0.151	0.151	0.020	3.311	3.570
P1321	0.500	0.212	0.193	2.409	1.900	0.234	0.193	0.206	0.023	2.591	2.690
P1323	0.500	0.154	0.152	1.867	1.420	0.230	0.152	0.150	0.028	3.289	3.555
P1325	0.500	0.102	0.100	1.282	1.060	0.212	0.100	0.100	0.039	5.000	5.489
P1326	0.500	0.156	0.154	1.601	1.320	0.231	0.154	0.152	0.038	3.247	3.531
P1327	0.500	0.196	0.195	1.879	1.570	0.229	0.195	0.191	0.035	2.564	2.804
P1328	0.500	0.107	0.101	3.009	2.160	0.309	0.101	0.102	0.007	4.950	5.248

TABEL 2b Golfcondities op diep water, oploopprouven H3471 (vervolg)

Proef	Conditie bij de teen										berm				overslag			
	tan(a)	d	nax opzē	Hsi	Tm	sp	sm	ξop	ξm	d/Hsi	dh	B	Lb	Yb	zL	zR	qL	qR
	(-)	(m)	(m)	(m)	(s)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(m)	(m)	(m)	(-)	(m)	(m)	(l/s/m)	(l/s/m)
VOORLAND 1:100 + TALUD 1:3																		
P01	0.333	0.152	0.000	0.088	1.43	0.017	0.030	2.57	2.01	1.727					0.820	0.751	0.044	0.343
P02	0.333	0.101	0.000	0.068	1.36	0.013	0.020	2.87	2.17	1.485					0.705	0.664	0.041	0.197
P03	0.333	0.067	0.004	0.047	1.31	0.009	0.020	3.44	2.52	1.426					0.657	0.622	0.006	0.048
P04	0.333	0.034	0.003	0.035	1.25	0.007	0.010	3.96	2.78	0.971					0.570	0.545	0.068	0.218
P05	0.333	0.227	0.000	0.140	1.58	0.027	0.040	2.01	1.76	1.621					1.025	0.929	0.003	0.191
P06	0.333	0.152	0.003	0.096	1.42	0.019	0.030	2.45	1.91	1.583					0.840	0.770	0.037	0.344
P07	0.333	0.101	0.004	0.066	1.41	0.013	0.020	2.97	2.29	1.530					0.725	0.680	0.022	0.106
P08	0.333	0.051	0.005	0.041	1.39	0.008	0.010	3.74	2.86	1.244					0.600	0.573	0.019	0.130
P09	0.333	0.303	0.000	0.170	1.67	0.033	0.040	1.84	1.69	1.782					1.200	1.093	0.005	0.124
P09b	0.333	0.303	0.000	0.164	1.66	0.032	0.040	1.87	1.71	1.848					1.200	1.093	0.007	0.130
P10	0.333	0.202	0.001	0.128	1.56	0.025	0.030	2.12	1.82	1.578					1.000	0.903	0.006	0.169
P11	0.333	0.135	0.004	0.086	1.49	0.016	0.020	2.60	2.12	1.570					0.850	0.774	0.004	0.089
P12	0.333	0.067	0.007	0.056	1.49	0.010	0.020	3.25	2.62	1.196					0.630	0.600	0.068	0.118
VOORLAND 1:100 + TALUD 1:3 + BERM																		
P201	0.333	0.158	0.000	0.095	1.37	0.020	0.030	2.36	1.85	1.663	0.033	1	1.369	0.31	0.754	0.736	0.008	0.019
P202	0.333	0.108	0.001	0.068	1.36	0.014	0.020	2.83	2.17	1.588	-0.017	1	1.357	0.29	0.641	0.627	0.027	0.053
P202a	0.333	0.108	-	0.068	1.41	0.014	0.020	2.83	2.25	1.588	-0.017	1	1.357	0.29	0.000	0.000	0.000	0.000
P203	0.333	0.228	0.001	0.118	1.58	0.016	0.030	2.62	1.91	1.932	0.103	1	1.069	0.42	0.996	0.926	0.015	0.125
P204	0.333	0.162	0.003	0.086	1.56	0.011	0.020	3.12	2.21	1.884	0.037	1	1.303	0.3	0.811	0.768	0.023	0.103
P205	0.333	0.071	0.008	0.045	2.08	0.007	0.010	4.08	4.08	1.578	-0.054	1	0.570	0.51	0.628	0.609	0.006	0.023
P206	0.333	0.338	0.000	0.177	1.67	0.031	0.040	1.88	1.65	1.910	0.213	1	0.481	0.43	1.185	1.135	0.041	0.150
P207	0.333	0.228	0.000	0.121	1.50	0.021	0.030	2.30	1.80	1.884	0.103	1	1.123	0.43	0.996	0.926	0.006	0.053
P208	0.333	0.162	0.002	0.101	1.50	0.018	0.030	2.50	1.97	1.604	0.037	1	1.393	0.33	0.811	0.768	0.013	0.056
P209	0.333	0.008	-	0.020	1.44	0.004	0.010	5.62	4.24	0.400	-0.117	1	1.284	13.55	nvt	nvt	nvt	nvt
VOORLAND 1:100 + TALUD 1:6																		
P25	0.167	0.15	0.000	0.089	1.40	0.018	0.030	1.24	0.98	1.685					0.742	0.700	0.050	0.325
P26	0.167	0.1	0.002	0.062	1.44	0.012	0.020	1.50	1.20	1.613					0.680	0.656	0.013	0.048
P27	0.167	0.07	0.003	0.040	1.48	0.008	0.010	1.85	1.54	1.750					0.628	0.611	0.010	0.030
P28	0.167	0.05	0.004	0.037	1.41	0.007	0.010	1.93	1.53	1.351					0.595	0.582	0.005	0.012
P29	0.167	0.225	0.000	0.121	1.49	0.024	0.030	1.07	0.89	1.860					0.850	0.788	0.054	0.562
P29b	0.167	0.225	0.000	0.120	1.50	0.024	0.030	1.07	0.90	1.875					0.900	0.781	0.005	0.771
P30	0.167	0.15	0.001	0.092	1.45	0.018	0.030	1.24	1.00	1.630					0.742	0.700	0.108	0.462
P31	0.167	0.105	0.003	0.062	1.46	0.012	0.020	1.51	1.22	1.694					0.687	0.661	0.027	0.097
P32	0.167	0.075	0.006	0.046	1.46	0.009	0.010	1.79	1.42	1.630					0.628	0.611	0.019	0.040
P33	0.167	0.3	0.000	0.152	1.60	0.029	0.040	0.98	0.85	1.974					0.955	0.885	0.061	0.570
P33b	0.167	0.3	0.002	0.152	1.60	0.030	0.040	0.96	0.85	1.974					0.989	0.845	0.012	n.t.b.
P34	0.167	0.175	0.002	0.106	1.52	0.020	0.030	1.18	0.97	1.651					0.825	0.772	0.019	0.168
P34b	0.167	0.2	0.002	0.116	1.56	0.022	0.030	1.12	0.95	1.724					0.869	0.745	0.018	n.t.b.
P35	0.167	0.14	0.003	0.085	1.54	0.016	0.020	1.30	1.10	1.647					0.730	0.690	0.108	0.493
P36	0.167	0.1	0.006	0.063	1.55	0.012	0.020	1.55	1.29	1.587					0.658	0.640	0.107	0.251
VOORLAND 1:100 + TALUD 1:4																		
P13	0.25	0.15	0.000	0.092	1.46	0.019	0.030	1.81	1.50	1.630					0.866	0.800	0.000	0.028
P14	0.25	0.1	0.001	0.064	1.48	0.013	0.020	2.21	1.83	1.563					0.770	0.720	0.000	0.007
P15	0.25	0.07	0.003	0.045	1.37	0.009	0.020	2.65	2.02	1.556					0.650	0.615	0.011	0.051
P16b	0.25	0.03	0.004	0.020	1.05	0.004	0.010	4.00	2.32	1.500					0.553	0.536	0.007	0.025
P17	0.25	0.225	0.000	0.129	1.54	0.026	0.030	1.56	1.34	1.744					1.019	0.924	0.000	0.064
P18	0.25	0.15	0.002	0.094	1.55	0.019	0.030	1.83	1.58	1.596					0.866	0.800	0.002	0.051
P19	0.25	0.105	0.003	0.064	1.51	0.013	0.020	2.22	1.86	1.641					0.740	0.696	0.006	0.052
P20	0.25	0.075	0.004	0.047	1.48	0.009	0.010	2.59	2.13	1.596					0.609	0.590	0.217	0.371
P20b	0.25	0.045	0.008	0.034	1.57	0.007	0.010	3.08	2.66	1.324					0.589	0.569	0.013	0.056
P21	0.25	0.3	0.000	0.159	1.59	0.031	0.040	1.43	1.25	1.887					1.150	1.045	0.000	0.081
P22	0.25	0.2	0.001	0.121	1.60	0.023	0.030	1.66	1.44	1.653					0.999	0.899	0.001	0.082
P23	0.25	0.14	0.002	0.075	1.52	0.014	0.020	2.10	1.73	1.667					0.830	0.776	0.006	0.061
P24	0.25	0.1	0.004	0.061	1.55	0.011	0.020	2.35	1.96	1.639					0.699	0.665	0.053	0.175
P24b	0.25	0.06	0.006	0.044	1.64	0.008	0.010	2.78	2.44	1.364					0.640	0.616	0.011	0.037
VOORLAND 1:100 + TALUD 1:4 + BERM																		
P101	0.25	0.2	0.001	0.114	1.91	0.012	0.020	2.24	1.77	1.754					1.015	0.990	0.008	0.017
P102	0.25	0.2	0.000	0.112	1.42	0.031	0.040	1.42	1.32	1.786					0.869	0.800	0.056	0.481
P103	0.25	0.14	0.004	0.080	1.87	0.009	0.010	2.70	2.06	1.750					0.869	0.800	0.005	0.063
P104	0.25	0.14	0.001	0.084	1.38	0.023	0.030	1.64	1.49	1.667					0.764	0.712	0.059	0.336
P105	0.25	0.1	0.007	0.062	1.91	0.007	0.010	3.02	2.40	1.613					0.789	0.747	0.002	0.014
P106	0.25	0.1	0.006	0.063	1.56	0.012	0.020	2.28	1.94	1.587					0.712	0.692	0.023	0.052
P107	0.25	0.1	0.004	0.060	1.34	0.017	0.020	1.94	1.71	1.667					0.712	0.692	0.010	0.028
P108	0.25	0.06	0.006	0.050	2.21	0.005	0.010	3.41	3.09	1.200					0.659	0.630	0.009	0.031
P109	0.25	0.06	0.005	0.041	1.33	0.011	0.010	2.37	2.05	1.463					0.640	0.616	0.005	0.017
VOORLAND 1:100 + TALUD 1:4 + BERM																		
P220	0.333	0.14	0.003	0.094	1.56	0.014	0.020	2.82	2.12	1.489					0.770	0.729	0.021	0.090

TABEL 3a Golfcondities en overslagresultaten, H3271

Proef	Conditie bij de teen										berm				overslag			
	tan(a)	d	nax opze	Hsi	Tm	steilheid		ξop	ξm	d/Hsi	dh	B	Lb	Yb	zL	zR	qL	qR
	(-)	(m)	(m)	(m)	(s)	sp	sm	(-)	(-)	(-)	(m)	(m)	(m)	(-)	(m)	(m)	(l/s/m)	(l/s/m)
VOORLAND 1:40 + TALUD 1:4																		
P401	0.25	0.2	-0.005	0.112	1.39	0.028	0.040	1.48	1.30	1.786					1.049	0.950	0.005	0.281
P402	0.25	0.133	-0.004	0.095	1.39	0.025	0.030	1.58	1.41	1.400					0.951	0.863	0.003	0.195
P403	0.25	0.067	-0.003	0.057	1.31	0.015	0.020	2.04	1.71	1.175					0.800	0.742	0.004	0.118
P404	0.25	0.033	0.001	0.033	1.28	0.009	0.010	2.65	2.20	1.000					0.701	0.661	0.010	0.187
P405	0.25	0	0.004	0.013	1.39	0.004	0.000	4.19	3.81	0.000					0.620	0.600	0.059	0.323
GEEN VOORLAND																		
P301	0.333	0.5		0.115	1.44	0.021	0.036	2.30	1.77	4.352					0.780	0.701	0.048	0.284
P302	0.333	0.5		0.138	1.66	0.018	0.032	2.50	1.86	3.615					0.970	0.841	0.007	0.087
P303	0.333	0.5		0.184	2.09	0.019	0.027	2.44	2.03	2.713					1.147	0.992	0.000	0.028
P304	0.333	0.5		0.096	1.17	0.029	0.045	1.94	1.57	5.182					0.780	0.701	0.010	0.089
P305	0.333	0.5		0.150	1.49	0.027	0.043	2.02	1.60	3.325					0.970	0.841	0.002	0.059
P306	0.333	0.5		0.171	1.70	0.024	0.038	2.15	1.71	2.919					1.147	0.992	0.000	0.008
P307	0.333	0.5		0.093	1.10	0.036	0.049	1.75	1.51	5.403					0.780	0.701	0.006	0.047
P308	0.333	0.5		0.146	1.37	0.035	0.050	1.78	1.49	3.425					0.970	0.841	0.006	0.040
P309	0.333	0.5		0.171	1.63	0.026	0.041	2.08	1.64	2.932					1.147	0.992	0.000	0.007
P310	0.25	0.5		0.114	1.38	0.022	0.038	1.70	1.28	4.388					0.751	0.660	0.024	0.113
P311	0.25	0.5		0.139	1.63	0.018	0.034	1.87	1.36	3.588					0.890	0.790	0.009	0.120
P312	0.25	0.5		0.157	1.95	0.016	0.027	1.97	1.54	3.180					1.050	0.920	0.001	0.052
P313	0.25	0.5		0.104	1.19	0.033	0.047	1.39	1.15	4.817					0.751	0.660	0.009	0.135
P314	0.25	0.5		0.150	1.47	0.028	0.045	1.49	1.18	3.328					0.890	0.790	0.003	0.059
P315	0.25	0.5		0.181	1.71	0.025	0.040	1.59	1.26	2.764					1.050	0.920	0.000	0.012
P316	0.25	0.5		0.092	1.10	0.037	0.049	1.29	1.13	5.408					0.690	0.631	0.019	0.129
P317	0.25	0.5		0.146	1.35	0.037	0.051	1.31	1.10	3.421					0.810	0.720	0.018	0.149
P318a	0.25	0.5		0.178	1.58	0.032	0.046	1.39	1.17	2.802					0.929	0.815	0.002	0.080

TABEL 3a
Golfcondities en overslagresultaten, H3271 (vervolg)

Proef	Conditie bij de teen											
	tan(a) (-)	d (m)	Hsi (m)	bij teen Tm (s)	sop (-)	som (-)	ξop (-)	ξom (-)	d/Hsi (-)	oploop z2% (m)	z2%/Hs0 (-)	z2%/Hsi (-)
VOORLAND 1:100 + TALUD 1:3												
P1001	0.333	0.151	0.091	1.39	0.024	0.030	2.41	1.91	1.651	0.221	1.922	2.42
P1002	0.333	0.100	0.062	1.39	0.023	0.020	3.01	2.33	1.619	0.156	1.352	2.53
P1003	0.333	0.066	0.037	1.39	0.022	0.012	3.95	3.01	1.787	0.107	0.942	2.90
P1004	0.333	0.033	0.021	1.37	0.023	0.007	5.12	3.92	1.556	0.065	0.576	3.07
P1005	0.333	0.226	0.131	1.44	0.033	0.040	2.09	1.66	1.730	0.340	2.043	2.60
P1006	0.333	0.151	0.092	1.45	0.031	0.028	2.53	1.99	1.644	0.244	1.488	2.65
P1007	0.333	0.100	0.058	1.44	0.031	0.018	3.14	2.49	1.728	0.153	0.964	2.65
P1008	0.333	0.050	0.032	1.44	0.030	0.010	4.25	3.34	1.556	0.097	0.622	3.01
P1009	0.333	0.302	0.168	1.51	0.040	0.047	1.85	1.53	1.798	0.419	2.016	2.49
P1010	0.333	0.201	0.123	1.52	0.039	0.034	2.17	1.81	1.636	0.323	1.606	2.62
P1011	0.333	0.134	0.073	1.53	0.036	0.020	2.85	2.35	1.830	0.218	1.116	2.97
P1012	0.333	0.066	0.040	1.54	0.034	0.011	3.90	3.22	1.667	0.120	0.648	3.02
VOORLAND 1:100 + TALUD 1:6												
P1025	0.167	0.150	0.086	1.38	0.023	0.029	1.26	0.98	1.735	0.152	1.319	1.76
P1026	0.167	0.100	0.058	1.39	0.023	0.019	1.54	1.20	1.728	0.115	1.011	1.99
P1027	0.167	0.070	0.040	1.38	0.022	0.014	1.88	1.43	1.739	0.095	0.832	2.35
P1028	0.167	0.050	0.030	1.38	0.023	0.010	2.14	1.66	1.662	0.070	0.619	2.32
P1033	0.167	0.300	0.161	1.49	0.040	0.046	0.95	0.77	1.866	0.243	1.163	1.51
P1034	0.167	0.175	0.121	1.52	0.038	0.034	1.10	0.91	1.449	0.218	1.091	1.80
P1035	0.167	0.140	0.079	1.51	0.036	0.022	1.37	1.12	1.777	0.177	0.909	2.24
P1036	0.167	0.100	0.051	1.53	0.036	0.014	1.68	1.40	1.943	0.136	0.718	2.63
VOORLAND 1:100 + TALUD 1:4												
P1013	0.250	0.149	0.089	1.38	0.023	0.030	1.87	1.44	1.665	0.200	1.746	2.24
P1014	0.250	0.099	0.058	1.38	0.023	0.020	2.29	1.79	1.707	0.146	1.280	2.51
P1015	0.250	0.069	0.036	1.38	0.023	0.012	2.94	2.27	1.916	0.103	0.908	2.86
P1016b	0.250	0.029	0.018	1.36	0.022	0.006	4.25	3.19	1.640	0.062	0.551	3.50
P1017	0.250	0.224	0.129	1.43	0.033	0.040	1.57	1.24	1.737	0.297	1.789	2.30
P1018	0.250	0.149	0.088	1.45	0.031	0.027	1.93	1.52	1.688	0.218	1.338	2.47
P1019	0.250	0.104	0.055	1.44	0.031	0.017	2.41	1.91	1.882	0.158	0.991	2.85
P1020	0.250	0.074	0.041	1.44	0.029	0.013	2.86	2.23	1.817	0.115	0.734	2.83
P1020b	0.250	0.044	0.028	1.45	0.029	0.009	3.42	2.69	1.556	0.097	0.628	3.43
P1021	0.250	0.299	0.165	1.50	0.040	0.047	1.40	1.15	1.814	0.358	1.734	2.17
P1022	0.250	0.199	0.116	1.51	0.038	0.033	1.67	1.38	1.710	0.285	1.432	2.45
P1023	0.250	0.139	0.074	1.50	0.036	0.021	2.13	1.72	1.874	0.212	1.093	2.86
P1024	0.250	0.099	0.054	1.53	0.036	0.015	2.48	2.06	1.840	0.158	0.835	2.93
P1024b	0.250	0.059	0.034	1.52	0.034	0.009	3.17	2.58	1.746	0.121	0.664	3.59
P1101	0.250	0.199	0.110	1.90	0.023	0.019	2.26	1.79	1.816	0.339	1.616	3.10
P1102	0.250	0.199	0.118	1.41	0.046	0.038	1.48	1.28	1.686	0.261	1.365	2.21
P1103	0.250	0.139	0.072	1.89	0.023	0.013	2.82	2.20	1.933	0.243	1.179	3.39
P1104	0.250	0.139	0.077	1.40	0.043	0.025	1.89	1.58	1.805	0.194	1.037	2.52
P1105	0.250	0.099	0.058	1.88	0.022	0.011	3.15	2.44	1.710	0.181	0.902	3.13
P1106	0.250	0.099	0.054	1.53	0.037	0.015	2.46	2.05	1.825	0.152	0.793	2.79
P1107	0.250	0.099	0.054	1.41	0.041	0.017	2.27	1.90	1.845	0.139	0.764	2.60
P1108	0.250	0.059	0.040	1.88	0.021	0.007	3.83	2.95	1.490	0.131	0.683	3.30
P1109	0.250	0.059	0.035	1.41	0.040	0.011	2.76	2.34	1.665	0.101	0.579	2.85

TABLE 3b Golfcondities bij de teen en oplooppresultaten H3471

Proef	Conditie bij de teen									oploop		
	tan(a) (-)	d (m)	Hsi (m)	bij teen Tm (s)	sop (-)	som (-)	ξop (-)	ξom (-)	d/Hsi (-)	z2% (m)	z2%/Hs0 (-)	z2%/Hsi (-)
GEEN VOORLAND												
Talud 1:3												
P1301	0.333	0.500	0.116	1.44	0.022	0.036	2.26	1.76	4.322	0.313	2.705	2.71
P2302	0.333	0.500	0.147	1.70	0.019	0.033	2.40	1.84	3.392	0.436	2.957	2.96
P2303	0.333	0.500	0.191	2.03	0.019	0.030	2.42	1.93	2.619	0.540	2.829	2.83
P1304	0.333	0.500	0.102	1.18	0.031	0.047	1.90	1.54	4.899	0.261	2.556	2.56
P1305	0.333	0.500	0.158	1.51	0.029	0.044	1.96	1.58	3.159	0.410	2.590	2.59
P1306	0.333	0.500	0.170	1.70	0.024	0.038	2.16	1.71	2.934	0.466	2.736	2.74
P1307	0.333	0.500	0.097	1.11	0.037	0.050	1.73	1.48	5.155	0.221	2.283	2.28
P1308	0.333	0.500	0.148	1.38	0.035	0.050	1.77	1.50	3.386	0.372	2.517	2.52
P1309	0.333	0.500	0.170	1.63	0.025	0.041	2.10	1.65	2.946	0.440	2.593	2.59
Talud 1:4												
P1310	0.250	0.500	0.115	1.40	0.023	0.037	1.66	1.29	4.361	0.265	2.311	2.31
P1311	0.250	0.500	0.144	1.40	0.019	0.047	1.83	1.15	3.480	0.368	2.561	2.56
P1312	0.250	0.500	0.188	1.40	0.020	0.062	1.79	1.01	2.658	0.480	2.551	2.55
P1313	0.250	0.500	0.103	1.40	0.031	0.034	1.42	1.36	4.863	0.220	2.140	2.14
P1314	0.250	0.500	0.151	1.40	0.028	0.049	1.48	1.13	3.321	0.325	2.159	2.16
P1315	0.250	0.500	0.184	1.40	0.025	0.060	1.57	1.02	2.714	0.407	2.207	2.21
P1316	0.250	0.500	0.092	1.40	0.037	0.030	1.30	1.44	5.418	0.176	1.905	1.90
P1317	0.250	0.500	0.148	1.40	0.038	0.049	1.29	1.13	3.367	0.285	1.919	1.92
P1318	0.250	0.500	0.180	1.40	0.032	0.059	1.39	1.03	2.780	0.365	2.029	2.03
Talud 1:6												
P1320	0.167	0.500	0.140	1.40	0.019	0.046	1.22	0.78	3.570	0.259	1.848	1.85
P1321	0.167	0.500	0.186	1.40	0.021	0.061	1.16	0.68	2.690	0.341	1.837	1.84
P1323	0.167	0.500	0.141	1.40	0.026	0.046	1.04	0.78	3.555	0.218	1.549	1.55
P1325	0.167	0.500	0.091	1.40	0.036	0.030	0.88	0.97	5.489	0.120	1.317	1.32
P1326	0.167	0.500	0.142	1.40	0.035	0.046	0.89	0.77	3.531	0.193	1.364	1.36
P1327	0.167	0.500	0.178	1.40	0.032	0.058	0.93	0.69	2.804	0.259	1.452	1.45
P1328	0.167	0.500	0.095	1.40	0.007	0.031	2.03	0.94	5.248	0.250	2.627	2.63

TABLE 3b Golfcondities bij de teen en oploopresultaten H3471 (vervolg)

Proef	ghm 4 H1/3 (m)	Hm0 (m)	ghm 5 H1/3 (m)	Hm0 (m)	ghm 6 H1/3 (m)	Hm0 (m)	ghm 7 H1/3 (m)	Hm0 (m)	ghm 8 H1/3 (m)	Hm0 (m)	ghm 9 H1/3 (m)	Hm0 (m)	ghm 10 H1/3 (m)	Hm0 (m)	ghm 11 H1/3 (m)	Hm0 (m)
VOORLAND 1:100 + TALUD 1:3																
P01	0.113	0.117	0.116	0.117	0.117	0.117	0.115	0.114	0.111	0.109	0.116	0.117	-	-	-	-
P02	0.113	0.114	0.112	0.111	0.111	0.109	0.102	0.100	0.079	0.081	0.104	0.103	-	-	-	-
P03	0.112	0.111	0.109	0.104	0.105	0.102	0.083	0.082	0.054	0.060	0.088	0.087	-	-	-	-
P04	0.113	0.111	0.105	0.100	0.098	0.093	0.072	0.070	0.040	0.046	0.075	0.073	-	-	-	-
P05	0.166	0.168	0.162	0.162	0.158	0.158	0.154	0.155	0.156	0.153	0.155	0.154	-	-	-	-
P06	0.165	0.166	0.154	0.152	0.147	0.146	0.134	0.135	0.114	0.115	0.139	0.140	-	-	-	-
P07	0.164	0.159	0.135	0.132	0.128	0.126	0.107	0.108	0.078	0.083	0.109	0.109	-	-	-	-
P08	0.162	0.153	0.111	0.110	0.100	0.097	0.073	0.073	0.044	0.051	0.078	0.076	-	-	-	-
P09	0.205	0.207	0.196	0.196	0.189	0.189	0.184	0.186	0.190	0.187	0.186	0.184	-	-	-	-
P09b	0.205	0.204	0.196	0.194	0.189	0.187	0.183	0.183	0.189	0.185	0.184	0.185	-	-	-	-
P10	0.205	0.204	0.182	0.180	0.173	0.175	0.162	0.164	0.148	0.147	0.165	0.165	-	-	-	-
P11	0.205	0.195	0.158	0.157	0.145	0.147	0.130	0.132	0.102	0.107	0.134	0.136	-	-	-	-
P12	0.193	0.185	0.122	0.120	0.112	0.111	0.085	0.087	0.058	0.070	0.089	0.090	-	-	-	-
VOORLAND 1:100 + TALUD 1:3 + BERM																
P201	0.110	0.113	0.113	0.112	0.113	0.111	0.112	0.109	0.099	0.100	0.112	0.109	0.110	0.106	0.104	0.100
P202	0.111	0.111	0.109	0.107	0.108	0.105	0.097	0.094	0.072	0.075	0.099	0.096	0.088	0.085	0.078	0.076
P202a	0.110	0.111	0.110	0.107	0.107	0.105	0.097	0.093	0.072	0.074	0.098	0.095	0.087	0.085	0.077	0.075
P203	0.241	0.235	0.204	0.201	0.195	0.192	0.181	0.180	0.169	0.169	0.185	0.184	0.172	0.172	0.161	0.161
P204	0.230	0.221	0.171	0.168	0.154	0.153	0.139	0.138	0.116	0.121	0.141	0.142	0.130	0.128	0.115	0.117
P205	0.196	0.186	0.120	0.118	0.107	0.107	0.085	0.085	0.066	0.075	0.088	0.088	0.071	0.073	0.062	0.066
P206	0.226	0.228	0.217	0.218	0.209	0.210	0.204	0.205	0.196	0.197	0.204	0.206	0.194	0.194	0.197	0.196
P207	0.220	0.218	0.190	0.189	0.184	0.184	0.176	0.175	0.157	0.162	0.174	0.176	0.165	0.165	0.159	0.160
P208	0.217	0.209	0.165	0.164	0.151	0.154	0.137	0.139	0.112	0.117	0.143	0.142	0.130	0.130	0.113	0.114
P209	0.184	0.176	0.089	0.088	0.072	0.072	0.043	0.048	0.018	0.030	0.049	0.053	0.019	0.025	0.018	0.026
VOORLAND 1:100 + TALUD 1:6																
P25	0.110	0.113	0.113	0.113	0.111	0.111	0.111	0.108	0.095	0.095	0.111	0.109	-	-	-	-
P26	0.111	0.112	0.110	0.109	0.108	0.106	0.097	0.095	0.074	0.074	0.100	0.098	0.088	0.087	0.079	0.078
P27	0.111	0.111	0.108	0.104	0.104	0.100	0.083	0.082	0.056	0.058	0.086	0.084	0.071	0.071	0.062	0.062
P28	0.113	0.112	0.105	0.100	0.097	0.093	0.071	0.070	0.042	0.048	0.074	0.074	0.059	0.060	0.050	0.051
P29	0.157	0.160	0.155	0.154	0.151	0.150	0.145	0.144	0.128	0.128	0.147	0.147	-	-	-	-
P29b	0.157	0.160	0.155	0.154	0.152	0.150	0.145	0.145	0.128	0.129	0.148	0.148	0.141	0.141	0.134	0.134
P30	0.162	0.160	0.145	0.143	0.138	0.138	0.127	0.127	0.100	0.103	0.128	0.128	-	-	-	-
P31	0.162	0.157	0.134	0.131	0.125	0.124	0.104	0.105	0.076	0.079	0.107	0.108	0.094	0.094	0.082	0.082
P32	0.162	0.157	0.120	0.119	0.110	0.109	0.085	0.084	0.056	0.061	0.089	0.089	0.074	0.074	0.064	0.064
P33	0.199	0.201	0.188	0.189	0.183	0.184	0.176	0.177	0.162	0.161	0.180	0.180	-	-	-	-
P33b	0.198	0.199	0.189	0.188	0.183	0.184	0.175	0.176	0.160	0.160	0.179	0.180	0.172	0.172	0.165	0.165
P34	0.198	0.195	0.165	0.165	0.155	0.157	0.140	0.142	0.114	0.118	0.144	0.146	-	-	-	-
P34b	0.198	0.196	0.172	0.171	0.162	0.164	0.151	0.152	0.127	0.127	0.155	0.156	0.143	0.144	0.133	0.134
P35	0.200	0.193	0.152	0.151	0.140	0.143	0.126	0.128	0.097	0.099	0.129	0.131	-	-	-	-
P36	0.197	0.189	0.135	0.136	0.125	0.127	0.102	0.103	0.075	0.081	0.107	0.108	0.092	0.094	0.079	0.080
VOORLAND 1:100 + TALUD 1:4																
P13	0.112	0.115	0.114	0.113	0.114	0.113	0.111	0.110	0.106	0.105	0.113	0.111	0.109	0.106	0.106	0.103
P14	0.112	0.113	0.110	0.110	0.110	0.107	0.101	0.098	0.077	0.078	0.102	0.100	0.092	0.090	0.085	0.082
P15	0.112	0.111	0.109	0.103	0.105	0.101	0.084	0.083	0.056	0.060	0.087	0.085	0.071	0.071	0.064	0.064
P16b	0.114	0.112	0.099	0.094	0.088	0.084	0.057	0.056	0.025	0.031	0.062	0.061	0.045	0.047	0.034	0.036
P17	0.161	0.163	0.158	0.157	0.153	0.153	0.147	0.147	0.140	0.138	0.150	0.150	0.146	0.145	0.141	0.141
P18	0.163	0.162	0.148	0.146	0.142	0.142	0.128	0.128	0.109	0.111	0.133	0.133	0.122	0.121	0.115	0.114
P19	0.164	0.159	0.136	0.133	0.127	0.127	0.107	0.108	0.080	0.083	0.110	0.111	0.098	0.098	0.089	0.088
P20	0.162	0.155	0.123	0.121	0.113	0.112	0.087	0.088	0.061	0.066	0.094	0.094	0.077	0.078	0.066	0.067
P20b	0.161	0.152	0.110	0.108	0.097	0.095	0.069	0.069	0.042	0.050	0.074	0.074	0.057	0.059	0.048	0.052
P21	0.200	0.198	0.190	0.188	0.184	0.184	0.177	0.176	0.166	0.165	0.182	0.182	0.175	0.175	0.174	0.172
P22	0.203	0.201	0.177	0.176	0.167	0.169	0.154	0.156	0.138	0.137	0.160	0.162	0.150	0.150	0.141	0.142
P23	0.203	0.197	0.156	0.156	0.145	0.147	0.129	0.131	0.100	0.105	0.134	0.136	0.121	0.121	0.111	0.109
P24	0.199	0.189	0.139	0.138	0.128	0.129	0.106	0.107	0.078	0.084	0.110	0.110	0.096	0.096	0.083	0.084
P24b	0.192	0.181	0.119	0.117	0.107	0.107	0.081	0.082	0.055	0.065	0.085	0.086	0.070	0.073	0.059	0.063
P101	0.230	0.224	0.193	0.187	0.176	0.175	0.168	0.165	0.143	0.144	0.175	0.171	0.164	0.159	0.152	0.146
P102	0.179	0.173	0.155	0.156	0.151	0.152	0.141	0.144	0.121	0.124	0.143	0.146	0.134	0.136	0.126	0.128
P103	0.226	0.216	0.169	0.164	0.152	0.151	0.135	0.133	0.102	0.109	0.139	0.138	0.125	0.123	0.114	0.111
P104	0.175	0.167	0.143	0.144	0.136	0.137	0.121	0.124	0.098	0.101	0.124	0.127	0.110	0.113	0.101	0.103
P105	0.225	0.211	0.149	0.145	0.128	0.128	0.108	0.108	0.079	0.090	0.111	0.112	0.099	0.099	0.088	0.089
P106	0.199	0.189	0.139	0.138	0.128	0.130	0.106	0.107	0.078	0.085	0.109	0.110	0.096	0.097	0.086	0.086
P107	0.170	0.165	0.130	0.131	0.122	0.123	0.102	0.104	0.076	0.080	0.106	0.108	0.091	0.093	0.081	0.082
P108	0.220	0.205	0.127	0.123	0.103	0.105	0.081	0.084	0.058	0.073	0.086	0.089	0.070	0.075	0.061	0.067
P109	0.166	0.160	0.114	0.115	0.104	0.105	0.079	0.080	0.052	0.058	0.083	0.084	0.068	0.070	0.058	0.060
VOORLAND 1:100 + TALUD 1:4 + BERM																
P220	0.214	0.203	0.158	0.156	0.145	0.144	0.128	0.128	0.104	0.109	0.131	0.131	0.119	0.117	0.106	0.106

TABEL 4a

Golfhoogtes langs het voorland, overslagproeven H3271

Proef	ghm 4		ghm 5		ghm 6		ghm 7		ghm 8		ghm 9		ghm 10		ghm 11	
	H1/3	Hm0	H1/3	Hm0	H1/3	Hm0	H1/3	Hm0	H1/3	Hm0	H1/3	Hm0	H1/3	Hm0	H1/3	Hm0
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
VOORLAND 1:40 + TALUD 1:4																
P401	0.150	0.149	0.14	0.14	0.15	0.14	0.14	0.13	0.13	0.13	0.13	0.12	0.12	0.13	0.13	
P402	0.152	0.151	0.13	0.13	0.13	0.13	0.12	0.12	0.12	0.11	0.12	0.11	0.10	0.10	0.10	0.10
P403	0.144	0.140	0.11	0.10	0.10	0.10	0.09	0.09	0.08	0.08	0.08	0.08	0.10	0.09	0.09	0.09
P404	0.143	0.139	0.09	0.09	0.08	0.08	0.07	0.07	0.06	0.06	0.06	0.06	0.08	0.08	0.07	0.07
P405	0.145	0.138	0.07	0.07	0.06	0.06	0.05	0.05	0.04	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
GEEN VOORLAND																
P301	0.121	0.126	0.12	0.13	0.13	0.13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P302	0.158	0.164	0.16	0.17	0.15	0.16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P303	0.209	0.218	0.20	0.21	0.21	0.22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P304	0.102	0.105	0.10	0.10	0.10	0.10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P305	0.159	0.163	0.16	0.16	0.16	0.17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P306	0.186	0.194	0.19	0.20	0.18	0.19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P307	0.097	0.098	0.10	0.98	0.10	0.10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P308	0.153	0.156	0.15	0.15	0.15	0.16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P309	0.185	0.190	0.19	0.19	0.18	0.19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P310	0.115	0.120	0.12	0.12	0.12	0.12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P311	0.150	0.156	0.15	0.16	0.15	0.15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P312	0.199	0.204	0.20	0.20	0.19	0.20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P313	0.106	0.107	0.11	0.11	0.11	0.11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P314	0.154	0.159	0.15	0.16	0.16	0.16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P315	0.189	0.197	0.20	0.20	0.19	0.19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P316	0.094	0.095	0.09	0.10	0.10	0.10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P317	0.150	0.151	0.151	0.151	0.151	0.153	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P318a	0.181	0.187	0.185	0.188	0.187	0.191	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

TABEL 4a

Golfhoogtes langs het voorland, overslagproeven H3271 (vervolg)

Proef	ghm 4		ghm 5		ghm 6		ghm 7		ghm 8		ghm 9		ghm 10		ghm 11	
	H1/3 (m)	Hm0 (m)	H1/3 (m)	Hm0 (m)	H1/3 (m)	Hm0 (m)	H1/3 (m)	Hm0 (m)	H1/3 (m)	Hm0 (m)	H1/3 (m)	Hm0 (m)	H1/3 (m)	Hm0 (m)	H1/3 (m)	Hm0 (m)
VOORLAND 1:100 + TALUD 1:3																
P1001	0.122	0.125	0.120	0.121	0.122	0.120	0.200	0.119	0.117	0.117	0.115	0.114	0.111	0.109	0.108	0.107
P1002	0.121	0.122	0.116	0.114	0.114	0.111	0.102	0.101	0.099	0.098	0.091	0.091	0.083	0.082	0.073	0.077
P1003	0.122	0.120	0.109	0.106	0.104	0.101	0.085	0.083	0.079	0.078	0.067	0.069	0.059	0.061	0.050	0.057
P1004	0.124	0.118	0.099	0.095	0.087	0.084	0.060	0.060	0.055	0.055	0.044	0.047	0.035	0.040	0.026	0.033
P1005	0.176	0.177	0.168	0.167	0.162	0.163	0.156	0.155	0.159	0.158	0.153	0.150	0.151	0.148	0.155	0.152
P1006	0.175	0.172	0.152	0.152	0.145	0.146	0.135	0.136	0.131	0.132	0.125	0.126	0.117	0.117	0.109	0.111
P1007	0.172	0.166	0.134	0.131	0.125	0.124	0.108	0.108	0.103	0.103	0.094	0.095	0.082	0.084	0.074	0.080
P1008	0.169	0.160	0.109	0.107	0.097	0.097	0.075	0.075	0.070	0.071	0.058	0.062	0.049	0.055	0.044	0.054
P1009	0.215	0.217	0.201	0.202	0.194	0.194	0.186	0.188	0.188	0.190	0.184	0.184	0.185	0.182	0.192	0.190
P1010	0.213	0.211	0.185	0.182	0.173	0.175	0.162	0.164	0.161	0.163	0.155	0.155	0.148	0.148	0.142	0.142
P1011	0.210	0.203	0.154	0.152	0.143	0.146	0.130	0.132	0.128	0.129	0.117	0.119	0.106	0.107	0.096	0.103
P1012	0.196	0.187	0.120	0.117	0.107	0.108	0.087	0.088	0.081	0.084	0.072	0.077	0.061	0.066	0.056	0.068
VOORLAND 1:100 + TALUD 1:6																
P1025	0.118	0.120	0.118	0.117	0.114	0.114	0.112	0.110	0.112	0.110	0.107	0.106	0.101	0.098	0.094	0.094
P1026	0.120	0.119	0.115	0.113	0.110	0.108	0.098	0.097	0.094	0.094	0.085	0.085	0.076	0.075	0.069	0.070
P1027	0.121	0.118	0.110	0.107	0.103	0.100	0.082	0.081	0.079	0.078	0.066	0.067	0.058	0.058	0.051	0.055
P1028	0.123	0.118	0.105	0.100	0.094	0.091	0.070	0.069	0.065	0.065	0.055	0.056	0.045	0.046	0.038	0.044
P1033	0.208	0.209	0.195	0.194	0.186	0.188	0.182	0.181	0.182	0.182	0.180	0.180	0.173	0.173	0.165	0.164
P1034	0.207	0.204	0.173	0.174	0.161	0.164	0.153	0.155	0.151	0.153	0.145	0.145	0.133	0.136	0.127	0.128
P1035	0.207	0.199	0.151	0.152	0.137	0.160	0.126	0.128	0.123	0.126	0.113	0.114	0.100	0.100	0.094	0.097
P1036	0.201	0.192	0.134	0.133	0.122	0.123	0.104	0.103	0.100	0.100	0.091	0.091	0.078	0.078	0.072	0.078
VOORLAND 1:100 + TALUD 1:4																
P1013	0.120	0.123	0.119	0.119	0.117	0.117	0.116	0.114	0.114	0.112	0.110	0.108	0.106	0.104	0.104	0.103
P1014	0.120	0.120	0.116	0.114	0.112	0.110	0.100	0.098	0.097	0.096	0.087	0.088	0.081	0.080	0.072	0.074
P1015	0.122	0.119	0.111	0.107	0.104	0.101	0.086	0.084	0.080	0.080	0.068	0.069	0.060	0.061	0.052	0.057
P1016b	0.123	0.118	0.098	0.095	0.084	0.081	0.056	0.057	0.052	0.052	0.042	0.044	0.033	0.037	0.021	0.028
P1017	0.169	0.171	0.163	0.162	0.156	0.157	0.152	0.150	0.151	0.150	0.149	0.147	0.142	0.142	0.140	0.138
P1018	0.172	0.170	0.151	0.150	0.142	0.143	0.131	0.131	0.126	0.127	0.122	0.121	0.112	0.111	0.105	0.106
P1019	0.171	0.165	0.136	0.135	0.127	0.127	0.107	0.107	0.103	0.104	0.094	0.094	0.083	0.083	0.074	0.079
P1020	0.171	0.163	0.122	0.120	0.110	0.109	0.089	0.088	0.084	0.085	0.074	0.077	0.062	0.065	0.056	0.064
P1020b	0.167	0.159	0.107	0.106	0.094	0.093	0.069	0.070	0.066	0.066	0.054	0.058	0.046	0.050	0.039	0.048
P1021	0.211	0.211	0.195	0.195	0.187	0.189	0.182	0.184	0.184	0.184	0.182	0.182	0.178	0.177	0.170	0.170
P1022	0.212	0.207	0.176	0.177	0.163	0.167	0.159	0.161	0.157	0.157	0.149	0.149	0.140	0.140	0.135	0.136
P1023	0.208	0.201	0.153	0.153	0.141	0.143	0.130	0.131	0.127	0.128	0.118	0.118	0.105	0.105	0.098	0.102
P1024	0.204	0.194	0.136	0.136	0.126	0.127	0.106	0.107	0.102	0.104	0.094	0.096	0.080	0.082	0.074	0.083
P1024b	0.193	0.184	0.118	0.116	0.102	0.104	0.081	0.082	0.077	0.079	0.067	0.071	0.056	0.061	0.051	0.063
P1101	0.241	0.233	0.193	0.187	0.175	0.175	0.170	0.167	0.168	0.163	0.164	0.157	0.150	0.145	0.141	0.141
P1102	0.196	0.193	0.170	0.170	0.159	0.163	0.150	0.153	0.148	0.150	0.142	0.144	0.134	0.135	0.127	0.129
P1103	0.235	0.223	0.168	0.164	0.149	0.148	0.135	0.133	0.130	0.130	0.122	0.121	0.110	0.108	0.097	0.105
P1104	0.194	0.187	0.149	0.151	0.140	0.144	0.126	0.129	0.123	0.125	0.112	0.115	0.103	0.104	0.096	0.098
P1105	0.233	0.217	0.149	0.145	0.126	0.126	0.106	0.107	0.103	0.105	0.096	0.097	0.085	0.086	0.076	0.088
P1106	0.203	0.194	0.137	0.137	0.125	0.127	0.105	0.106	0.102	0.103	0.093	0.094	0.080	0.081	0.073	0.081
P1107	0.187	0.180	0.133	0.134	0.123	0.126	0.105	0.106	0.099	0.102	0.090	0.092	0.079	0.080	0.071	0.077
P1108	0.226	0.209	0.125	0.122	0.100	0.102	0.081	0.085	0.079	0.083	0.068	0.074	0.059	0.066	0.056	0.071
P1109	0.180	0.172	0.114	0.114	0.102	0.103	0.080	0.081	0.075	0.077	0.064	0.069	0.055	0.061	0.050	0.060

TABEL 4b Golfhoogtes langs het voorland (oploopproeven H3471)

Proef	ghm 4		ghm 5		ghm 6		ghm 7		ghm 8		ghm 9		ghm 10		ghm 11	
	H1/3 (m)	Hm0 (m)	H1/3 (m)	Hm0 (m)	H1/3 (m)	Hm0 (m)	H1/3 (m)	Hm0 (m)	H1/3 (m)	Hm0 (m)	H1/3 (m)	Hm0 (m)	H1/3 (m)	Hm0 (m)	H1/3 (m)	Hm0 (m)
GEEN VOORLAND																
Talud 1:3																
P1301	0.124	0.128	0.128	0.131	0.126	0.130	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P2302	0.169	0.175	0.163	0.169	0.162	0.170	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P2303	0.208	0.214	0.222	0.223	0.224	0.232	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P1304	0.108	0.110	0.108	0.110	0.107	0.109	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P1305	0.168	0.172	0.170	0.174	0.168	0.171	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P1306	0.189	0.195	0.185	0.189	0.183	0.187	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P1307	0.101	0.102	0.102	0.102	0.101	0.102	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P1308	0.153	0.155	0.154	0.157	0.155	0.157	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P1309	0.188	0.191	0.183	0.187	0.179	0.183	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Talud 1:4																
P1310	0.118	0.121	0.120	0.124	0.118	0.122	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P1311	0.159	0.162	0.149	0.154	0.145	0.150	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P1312	0.200	0.202	0.198	0.202	0.204	0.207	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P1313	0.106	0.109	0.106	0.109	0.104	0.106	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P1314	0.155	0.159	0.156	0.160	0.153	0.157	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P1315	0.196	0.201	0.191	0.196	0.186	0.192	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P1316	0.095	0.096	0.095	0.095	0.093	0.094	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P1317	0.153	0.155	0.152	0.154	0.150	0.153	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P1318	0.186	0.188	0.186	0.188	0.181	0.184	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Talud 1:6																
P1320	0.143	0.149	0.144	0.150	0.143	0.150	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P1321	0.189	0.194	0.191	0.195	0.191	0.194	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P1323	0.143	0.148	0.145	0.149	0.144	0.149	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P1325	0.093	0.095	0.093	0.096	0.093	0.095	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P1326	0.144	0.147	0.146	0.149	0.147	0.149	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P1327	0.180	0.187	0.183	0.188	0.185	0.188	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P1328	0.105	0.109	0.100	0.104	0.095	0.098	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

TABEL 4b Golfhoogtes langs het voorland, oploopproeven H3471 (vervolg)

Proef	ghm 4		ghm 5		ghm 6		ghm 7		ghm 8		ghm 9		ghm 10		ghm 11	
	Tp	Tm	Tp	Tm	Tp	Tm	Tp	Tm	Tp	Tm	Tp	Tm	Tp	Tm	Tp	Tm
	(s)	(s)	(s)	(s)	(s)	(s)	(s)	(s)	(s)	(s)	(s)	(s)	(s)	(s)	(s)	(s)
VOORLAND 1:100 + TALUD 1:3																
P01	1.84	1.39	1.89	1.42	2.00	1.42	2.11	1.43	2.05	1.43	2.11	1.40	-	-	-	-
P02	1.85	1.42	1.90	1.44	2.01	1.42	2.16	1.38	10.20	1.36	2.06	1.36	-	-	-	-
P03	1.86	1.42	1.97	1.43	2.07	1.44	2.89	1.33	10.20	1.31	2.16	1.36	-	-	-	-
P04	1.86	1.42	1.97	1.41	2.08	1.46	3.14	1.33	10.60	1.25	2.89	1.35	-	-	-	-
P05	1.86	1.49	1.97	1.49	1.99	1.54	2.00	1.53	2.07	1.58	2.15	1.53	-	-	-	-
P06	1.86	1.50	1.90	1.52	1.98	1.54	2.09	1.47	2.04	1.42	2.14	1.50	-	-	-	-
P07	1.88	1.48	1.99	1.52	2.08	1.52	2.77	1.42	10.30	1.41	2.07	1.40	-	-	-	-
P08	1.91	1.48	2.08	1.48	2.14	1.50	9.60	1.38	10.10	1.39	4.01	1.45	-	-	-	-
P09	1.87	1.55	1.94	1.58	2.02	1.59	1.94	1.62	2.16	1.67	2.25	1.63	-	-	-	-
P09b	1.87	1.56	1.97	1.58	2.13	1.60	1.95	1.62	2.16	1.66	2.08	1.64	-	-	-	-
P10	1.87	1.54	1.97	1.57	2.04	1.60	2.04	1.57	2.14	1.56	2.20	1.59	-	-	-	-
P11	1.94	1.58	2.04	1.55	2.09	1.57	3.14	1.50	9.69	1.49	2.54	1.50	-	-	-	-
P12	1.94	1.59	2.08	1.53	2.08	1.51	9.63	1.43	10.50	1.49	11.10	1.42	-	-	-	-
VOORLAND 1:100 + TALUD 1:3 + BERM																
P201	1.82	1.40	1.83	1.43	1.95	1.45	2.09	1.49	2.07	1.37	2.04	1.48	2.16	1.47	2.20	1.41
P202	1.84	1.43	1.89	1.44	2.03	1.47	2.06	1.48	10.80	1.36	2.11	1.46	2.22	1.47	2.32	1.41
P202a	1.83	1.43	1.95	1.45	2.02	1.47	2.05	1.48	10.50	1.41	2.11	1.48	2.27	1.46	2.38	1.41
P203	2.27	1.80	2.29	1.76	2.35	1.74	2.67	1.74	2.69	1.58	2.30	1.76	2.50	1.62	2.23	1.52
P204	2.29	1.81	2.39	1.78	2.44	1.73	8.10	1.75	10.60	1.56	5.10	1.72	3.54	1.71	2.67	1.56
P205	2.17	1.71	2.26	1.59	8.28	1.56	8.85	1.59	10.10	2.08	9.85	1.54	7.07	1.52	15.10	1.57
P206	1.96	1.62	2.03	1.65	2.11	1.67	2.22	1.69	2.44	1.67	2.08	1.69	2.02	1.63	2.14	1.68
P207	1.95	1.65	2.03	1.62	2.16	1.68	2.07	1.65	2.57	1.50	2.28	1.63	2.11	1.57	2.20	1.50
P208	2.04	1.65	2.10	1.64	2.18	1.66	4.18	1.65	11.20	1.50	3.33	1.65	3.42	1.61	2.33	1.48
P209	2.06	1.67	3.42	1.56	8.62	1.44	ntb	ntb	ntb	ntb	ntb	ntb	ntb	ntb	ntb	ntb
VOORLAND 1:100 + TALUD 1:6																
P25	1.82	1.42	1.84	1.44	1.97	1.47	2.03	1.54	3.21	1.40	2.11	1.50	-	-	-	-
P26	1.85	1.42	1.90	1.44	2.04	1.48	2.07	1.49	4.62	1.44	2.10	1.49	3.00	1.49	3.23	1.43
P27	1.84	1.42	1.92	1.46	2.04	1.47	2.85	1.44	11.30	1.48	2.14	1.43	7.71	1.44	4.91	1.46
P28	1.85	1.41	1.93	1.43	2.07	1.47	3.36	1.42	10.60	1.41	2.84	1.41	8.41	1.43	5.37	1.40
P29	1.82	1.46	1.88	1.48	1.98	1.54	2.07	1.56	2.10	1.49	2.00	1.56	-	-	-	-
P29b	1.82	1.45	1.87	1.49	1.99	1.54	2.12	1.58	2.10	1.50	2.00	1.58	2.08	1.58	1.99	1.52
P30	1.86	1.47	1.89	1.51	2.05	1.56	2.12	1.61	6.32	1.45	2.11	1.60	-	-	-	-
P31	1.90	1.50	1.99	1.52	2.07	1.54	2.89	1.54	10.70	1.46	2.17	1.53	7.15	1.57	3.89	1.48
P32	1.91	1.48	2.04	1.49	2.09	1.52	9.91	1.48	10.50	1.46	4.27	1.51	7.76	1.50	5.08	1.52
P33	1.87	1.53	1.92	1.55	1.99	1.61	2.06	1.62	2.02	1.60	2.00	1.64	-	-	-	-
P33b	1.85	1.52	1.89	1.56	2.00	1.61	2.06	1.63	2.02	1.60	2.03	1.64	2.11	1.64	2.10	1.61
P34	1.89	1.54	1.93	1.57	2.03	1.62	2.29	1.62	5.29	1.52	2.07	1.63	-	-	-	-
P34b	1.89	1.54	1.95	1.57	2.02	1.63	2.13	1.67	3.60	1.56	2.03	1.68	2.19	1.66	2.28	1.61
P35	1.90	1.57	1.98	1.58	2.06	1.61	8.66	1.64	10.80	1.54	2.87	1.63	-	-	-	-
P36	1.92	1.57	2.01	1.58	2.09	1.61	9.02	1.57	10.40	1.55	10.20	1.57	7.24	1.61	5.02	1.51
VOORLAND 1:100 + TALUD 1:4																
P13	1.82	1.40	1.90	1.45	2.00	1.45	2.11	1.48	2.13	1.46	2.04	1.47	2.24	1.48	2.21	1.48
P14	1.85	1.43	1.92	1.44	2.01	1.44	2.17	1.42	3.95	1.48	2.08	1.42	2.38	1.44	2.35	1.41
P15	1.85	1.42	1.90	1.45	2.07	1.47	2.74	1.39	10.70	1.37	2.16	1.39	7.42	1.35	3.77	1.37
P16b	1.89	1.42	1.93	1.43	2.08	1.44	9.06	1.31	12.20	1.05	8.82	1.34	9.02	1.25	6.08	1.06
P17	1.83	1.48	1.85	1.51	2.05	1.55	2.08	1.56	2.20	1.54	2.07	1.58	2.14	1.56	2.18	1.56
P18	1.86	1.45	1.91	1.52	2.05	1.54	2.21	1.54	2.17	1.55	2.02	1.55	2.24	1.52	2.23	1.51
P19	1.88	1.48	2.00	1.51	2.09	1.54	2.60	1.51	10.40	1.51	2.13	1.47	3.49	1.50	2.26	1.48
P20	1.89	1.49	2.00	1.53	2.09	1.51	9.39	1.42	10.40	1.48	2.63	1.45	7.49	1.44	4.59	1.40
P20b	1.96	1.48	2.06	1.48	2.10	1.48	8.77	1.38	10.40	1.57	8.11	1.39	8.16	1.35	5.62	1.34
P21	1.89	1.54	1.98	1.56	2.06	1.62	2.04	1.64	2.16	1.59	2.15	1.63	2.09	1.62	2.16	1.63
P22	1.89	1.56	1.93	1.58	2.06	1.64	2.11	1.63	2.29	1.60	2.15	1.64	2.17	1.64	2.22	1.59
P23	1.91	1.58	1.93	1.57	2.05	1.61	3.71	1.55	9.98	1.52	2.79	1.55	3.38	1.56	2.69	1.57
P24	1.92	1.58	2.02	1.55	2.12	1.54	8.75	1.50	9.67	1.55	4.22	1.53	7.00	1.54	2.95	1.53
P24b	1.94	1.59	2.04	1.55	2.04	1.51	9.92	1.44	10.20	1.64	11.40	1.49	7.63	1.45	4.81	1.48
P101	2.63	1.99	2.65	1.84	2.64	1.81	3.66	1.89	5.12	1.91	3.03	1.88	3.10	1.90	3.54	1.83
P102	1.56	1.39	1.63	1.42	1.65	1.46	1.73	1.46	2.17	1.42	1.64	1.45	1.69	1.46	1.63	1.44
P103	2.67	1.99	2.86	1.80	3.30	1.81	8.21	1.83	10.30	1.87	9.06	1.76	4.61	1.82	3.93	1.81
P104	1.56	1.39	1.63	1.42	1.70	1.44	1.73	1.43	3.01	1.38	1.73	1.44	2.16	1.41	1.81	1.38
P105	2.68	2.03	2.86	1.76	8.08	1.69	8.93	1.69	10.40	1.91	9.67	1.69	7.17	1.73	8.04	1.75
P106	1.93	1.57	2.05	1.55	2.12	1.55	8.69	1.54	9.95	1.56	3.72	1.52	7.07	1.53	2.93	1.55
P107	1.56	1.39	1.65	1.42	1.70	1.43	2.33	1.38	10.40	1.34	1.88	1.39	7.06	1.40	2.76	1.33
P108	2.72	2.04	2.95	1.78	8.79	1.61	10.50	1.63	13.60	2.21	11.90	1.61	7.89	1.66	13.20	1.73
P109	1.63	1.37	1.73	1.43	1.76	1.40	10.00	1.31	9.52	1.33	3.29	1.34	7.78	1.31	4.58	1.28
VOORLAND 1:100 + TALUD 1:4 + BERM																
P220	2.08	1.73	2.30	1.71	2.41	1.72	7.91	1.75	10.40	1.56	4.48	1.75	3.86	1.69	2.77	1.60

TABEL 5a

Golfperioden langs het voorland, overslagproeven H3271

Proef	ghm 4		ghm 5		ghm 6		ghm 7		ghm 8		ghm 9		ghm 10		ghm 11	
	Tp (s)	Tm (s)	Tp (s)	Tm (s)	Tp (s)	Tm (s)	Tp (s)	Tm (s)	Tp (s)	Tm (s)	Tp (s)	Tm (s)	Tp (s)	Tm (s)	Tp (s)	Tm (s)
VOORLAND 1:40 + TALUD 1:4																
P401	1.63	1.38	0.17	0.14	1.63	1.42	1.80	1.42	1.63	1.39	1.81	1.42	1.60	1.36	1.78	1.44
P402	1.62	1.38	1.85	1.37	1.71	1.39	1.86	1.42	1.64	1.39	1.82	1.42	2.08	1.32	1.76	1.44
P403	1.62	1.36	1.77	1.31	1.78	1.28	1.99	1.33	1.74	1.31	1.89	1.33	1.75	1.31	1.78	1.29
P404	1.60	1.36	1.73	1.28	1.74	1.27	2.08	1.28	5.56	1.28	4.05	1.28	1.82	1.29	1.78	1.27
P405	1.62	1.38	1.79	1.34	1.82	1.31	2.30	1.31	6.83	1.39	7.17	1.35	1.83	1.29	1.87	1.31
GEEN VOORLAND																
P301	1.94	1.42	1.86	1.43	2.01	1.43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P302	2.23	1.74	2.35	1.74	2.02	1.66	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P303	3.05	2.05	2.48	1.97	3.10	2.05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P304	1.58	1.19	1.63	1.18	1.51	1.17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P305	2.02	1.52	1.99	1.48	2.02	1.49	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P306	2.23	1.73	2.35	1.74	2.04	1.69	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P307	1.28	1.11	1.31	1.09	1.26	1.11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P308	1.68	1.39	1.63	1.37	1.56	1.37	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P309	2.18	1.66	2.28	1.70	2.02	1.63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P310	1.86	1.38	1.74	1.37	2.11	1.39	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P311	2.31	1.72	2.44	1.72	2.19	1.64	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P312	3.15	2.05	2.62	1.93	3.19	1.89	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P313	1.48	1.20	1.48	1.18	1.55	1.18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P314	2.00	1.49	1.87	1.46	2.07	1.47	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P315	2.32	1.73	2.41	1.77	2.18	1.71	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P316	1.29	1.10	1.25	1.08	1.27	1.09	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P317	1.60	1.39	1.61	1.38	1.54	1.34	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P318a	1.97	1.61	1.85	1.59	2.05	1.58	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

TABEL 5a

Golfperioden langs het voorland, overslagproeven H3271 (vervolg)

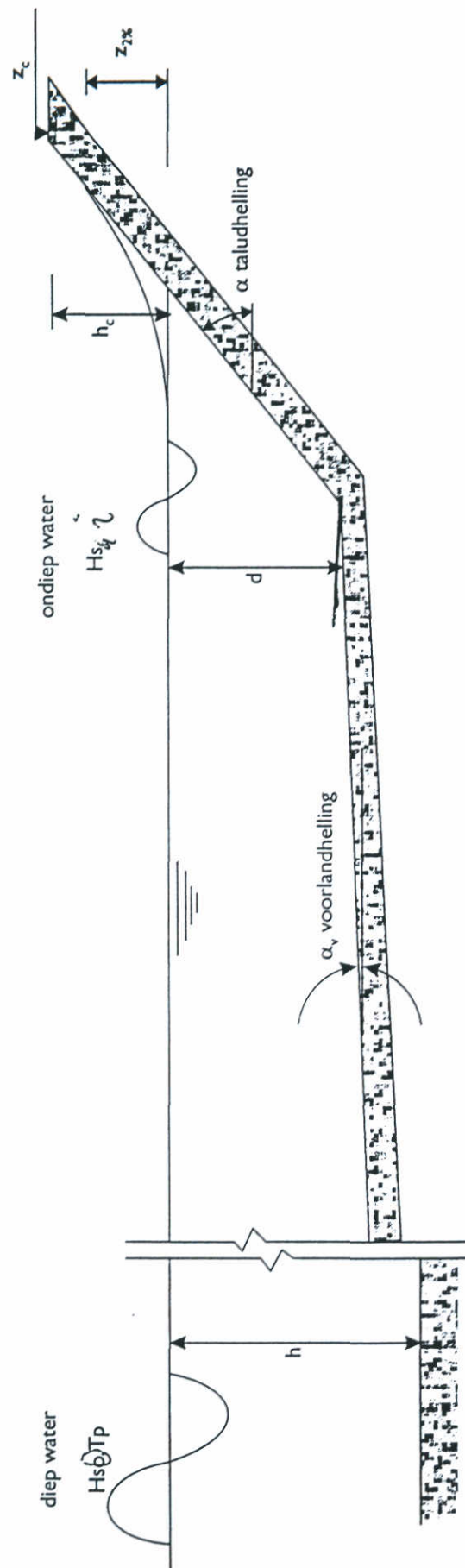
Proef	ghm 4		ghm 5		ghm 6		ghm 7		ghm 8		ghm 9		ghm 10		ghm 11	
	Tp (s)	Tm (s)	Tp (s)	Tm (s)	Tp (s)	Tm (s)	Tp (s)	Tm (s)	Tp (s)	Tm (s)	Tp (s)	Tm (s)	Tp (s)	Tm (s)	Tp (s)	Tm (s)
VOORLAND 1:100 + TALUD 1:3																
P1001	1.790	1.390	1.870	1.420	2.000	1.460	2.080	1.430	2.130	1.400	2.150	1.400	2.080	1.410	1.990	1.450
P1002	1.880	1.430	1.930	1.450	2.040	1.460	2.080	1.380	2.340	1.380	2.350	1.350	2.230	1.340	11.600	1.330
P1003	1.890	1.410	1.940	1.450	2.050	1.460	2.630	1.380	10.360	1.340	7.670	1.280	4.930	1.270	10.060	1.360
P1004	1.880	1.430	2.020	1.460	2.090	1.470	8.820	1.320	9.060	1.300	9.110	1.220	8.510	1.170	11.900	1.370
P1005	1.860	1.520	1.880	1.500	2.000	1.560	2.150	1.570	2.020	1.530	2.050	1.540	2.050	1.550	2.110	1.560
P1006	1.880	1.490	1.910	1.540	2.040	1.540	2.190	1.490	2.120	1.460	2.140	1.440	2.100	1.440	2.300	1.460
P1007	1.900	1.500	2.050	1.520	2.080	1.520	2.110	1.440	7.360	1.430	6.920	1.430	2.770	1.380	9.850	1.410
P1008	1.910	1.520	2.050	1.510	1.930	1.460	8.880	1.400	10.800	1.390	8.200	1.320	5.550	1.310	9.340	1.640
P1009	1.900	1.560	1.960	1.590	2.020	1.630	2.060	1.680	1.950	1.610	2.010	1.610	2.060	1.620	2.160	1.660
P1010	1.880	1.560	2.000	1.600	2.040	1.620	2.180	1.590	2.040	1.590	2.060	1.570	2.060	1.550	2.060	1.550
P1011	1.910	1.600	2.050	1.580	2.070	1.590	3.270	1.530	8.180	1.530	6.850	1.500	3.170	1.450	9.190	1.470
P1012	1.990	1.610	2.080	1.580	2.110	1.490	11.380	1.450	9.960	1.410	7.670	1.420	4.460	1.390	11.680	1.630
VOORLAND 1:100 + TALUD 1:6																
P1025	1.860	1.420	1.880	1.450	1.970	1.480	2.110	1.510	2.040	1.510	2.030	1.500	2.180	1.490	3.550	1.390
P1026	1.840	1.430	1.910	1.450	2.060	1.500	2.130	1.480	2.100	1.480	3.290	1.500	4.920	1.440	11.200	1.480
P1027	1.870	1.410	1.930	1.440	2.050	1.500	2.890	1.430	3.570	1.440	7.800	1.440	5.230	1.450	11.100	1.500
P1028	1.840	1.410	2.000	1.450	2.110	1.460	3.200	1.410	8.440	1.410	8.580	1.430	5.700	1.420	11.200	1.520
P1033	1.850	1.550	1.920	1.590	2.000	1.620	2.060	1.660	2.070	1.660	2.140	1.640	2.100	1.610	1.920	1.610
P1034	1.890	1.570	1.940	1.610	2.040	1.660	2.030	1.670	2.140	1.640	2.290	1.660	2.310	1.610	4.970	1.560
P1035	1.910	1.580	2.010	1.590	2.060	1.640	4.480	1.650	8.630	1.650	7.250	1.640	4.120	1.580	10.500	1.540
P1036	1.930	1.610	2.040	1.590	2.130	1.630	10.300	1.570	9.180	1.600	7.330	1.630	5.130	1.550	10.800	1.580
VOORLAND 1:100 + TALUD 1:4																
P1013	1.850	1.430	1.910	1.440	2.010	1.440	2.040	1.490	2.100	1.500	2.310	1.520	2.300	1.470	2.170	1.510
P1014	1.840	1.430	1.930	1.460	2.070	1.460	2.130	1.420	2.180	1.420	2.590	1.410	2.360	1.420	11.100	1.450
P1015	1.860	1.420	1.950	1.450	2.060	1.490	2.350	1.410	3.270	1.370	7.680	1.350	4.940	1.370	11.200	1.450
P1016b	1.900	1.420	2.020	1.460	2.080	1.460	9.350	1.350	9.600	1.320	9.550	1.270	6.650	1.280	13.800	1.250
P1017	1.840	1.480	1.880	1.520	2.050	1.570	2.150	1.590	2.090	1.590	2.170	1.610	2.210	1.580	2.220	1.570
P1018	1.890	1.480	1.920	1.530	2.060	1.560	2.040	1.580	2.270	1.520	2.300	1.560	2.300	1.530	2.220	1.560
P1019	1.900	1.490	2.050	1.520	2.090	1.550	2.130	1.460	4.780	1.470	7.000	1.520	3.070	1.480	10.300	1.500
P1020	1.920	1.510	2.050	1.530	2.080	1.510	11.100	1.480	9.820	1.420	7.550	1.460	3.700	1.440	10.300	1.550
P1020b	1.920	1.510	2.040	1.490	1.980	1.470	8.720	1.410	11.500	1.440	8.270	1.370	5.900	1.440	9.680	1.750
P1021	1.880	1.550	1.920	1.580	1.980	1.630	2.120	1.670	2.030	1.680	2.090	1.640	2.140	1.650	2.160	1.620
P1022	1.860	1.560	1.970	1.600	2.090	1.640	2.140	1.660	2.100	1.650	2.180	1.630	2.220	1.620	2.230	1.630
P1023	1.900	1.600	2.000	1.590	2.080	1.600	4.540	1.560	8.270	1.560	6.980	1.620	3.020	1.570	9.560	1.600
P1024	1.930	1.610	2.030	1.570	2.150	1.550	9.990	1.510	8.930	1.480	7.110	1.540	3.070	1.510	9.990	1.600
P1024b	1.940	1.610	2.070	1.560	2.060	1.490	11.900	1.460	10.600	1.430	7.990	1.460	5.250	1.470	12.200	1.770
P1101	2.610	2.010	2.700	1.840	2.660	1.810	3.040	1.870	4.190	1.890	3.130	1.930	3.400	1.820	7.710	1.940
P1102	1.740	1.450	1.700	1.510	1.850	1.550	1.920	1.550	1.920	1.550	1.900	1.550	2.130	1.540	2.090	1.490
P1103	2.670	2.030	2.850	1.800	4.490	1.800	9.100	1.750	8.300	1.780	6.800	1.830	4.140	1.860	10.000	1.930
P1104	1.750	1.460	1.810	1.510	1.900	1.530	1.960	1.500	2.490	1.480	3.150	1.480	2.610	1.460	3.890	1.480
P1105	2.700	2.030	2.890	1.790	8.120	1.710	9.900	1.680	9.040	1.660	7.310	1.760	7.210	1.810	11.000	2.010
P1106	1.930	1.610	2.040	1.580	2.150	1.560	9.950	1.520	8.900	1.510	7.150	1.550	3.090	1.510	10.100	1.590
P1107	1.750	1.480	1.780	1.510	1.940	1.500	3.640	1.470	9.350	1.440	7.110	1.470	3.600	1.420	12.300	1.450
P1108	2.750	2.080	3.030	1.810	8.790	1.620	11.900	1.640	10.600	1.650	8.110	1.680	5.230	1.760	14.000	2.370
P1109																

TABEL 5b Golfperioden langs het voorland, oplooptoeven H3471

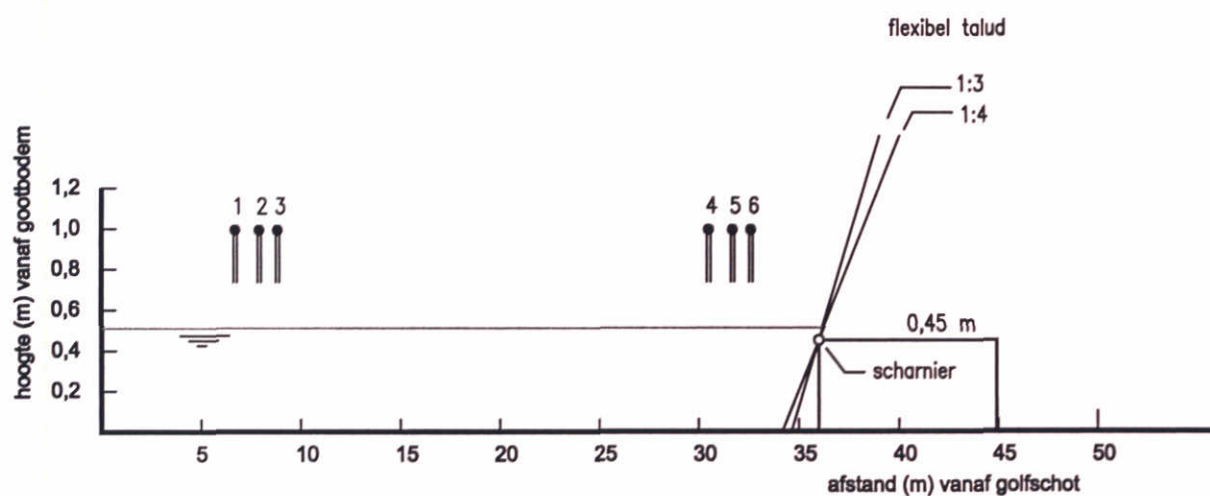
Proef	ghm 4		ghm 5		ghm 6		ghm 7		ghm 8		ghm 9		ghm 10		ghm 11	
	Tp	Tm	Tp	Tm	Tp	Tm	Tp	Tm	Tp	Tm	Tp	Tm	Tp	Tm	Tp	Tm
	(s)	(s)	(s)	(s)	(s)	(s)	(s)	(s)	(s)	(s)	(s)	(s)	(s)	(s)	(s)	(s)
GEEN VOORLAND																
Talud 1:3																
P1301	1.934	1.420	2.017	1.440	1.959	1.450	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P2302	2.356	1.730	2.019	1.700	2.455	1.670	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P2303	2.697	2.000	3.072	2.030	2.934	2.050	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P1304	1.466	1.190	1.499	1.180	1.464	1.180	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P1305	2.225	1.510	2.029	1.510	1.974	1.520	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P1306	2.341	1.740	2.040	1.680	1.920	1.700	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P1307	1.301	1.050	1.252	1.110	1.226	1.120	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P1308	1.631	1.380	1.568	1.360	1.637	1.380	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P1309	2.291	1.670	2.016	1.620	1.960	1.610	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Talud 1:4																
P1310	1.749	1.380	2.077	1.400	2.025	1.390	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P1311	2.430	1.770	2.190	1.660	2.107	1.660	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P1312	2.598	1.950	3.180	1.890	3.110	1.970	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P1313	1.446	1.180	1.520	1.160	1.491	1.170	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P1314	1.857	1.470	2.052	1.470	2.013	1.480	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P1315	2.406	1.790	2.161	1.710	2.051	1.700	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P1316	1.259	1.090	1.255	1.080	1.243	1.080	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P1317	1.609	1.360	1.536	1.350	1.516	1.350	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P1318	1.837	1.590	1.955	1.590	1.986	1.570	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Talud 1:6																
P1320	2.278	1.660	2.258	1.660	2.374	1.650	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P1321	2.858	1.970	2.831	1.930	2.790	1.960	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P1323	1.901	1.440	1.977	1.440	1.900	1.430	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P1325	1.293	1.090	1.260	1.080	1.259	1.080	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P1326	1.541	1.360	1.582	1.350	1.610	1.360	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P1327	2.041	1.600	2.006	1.630	1.978	1.600	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P1328	3.332	2.200	3.007	2.060	2.787	2.030	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

TABEL 5b Golfperioden langs het voorland, oplooproeven H3471 (vervolg)

Figuren



Definitie schets



golfhoogte meter (ghm)	afstand van golfschot (m)
1, 2, 3	8 – 11
4, 5, 6	30 – 33

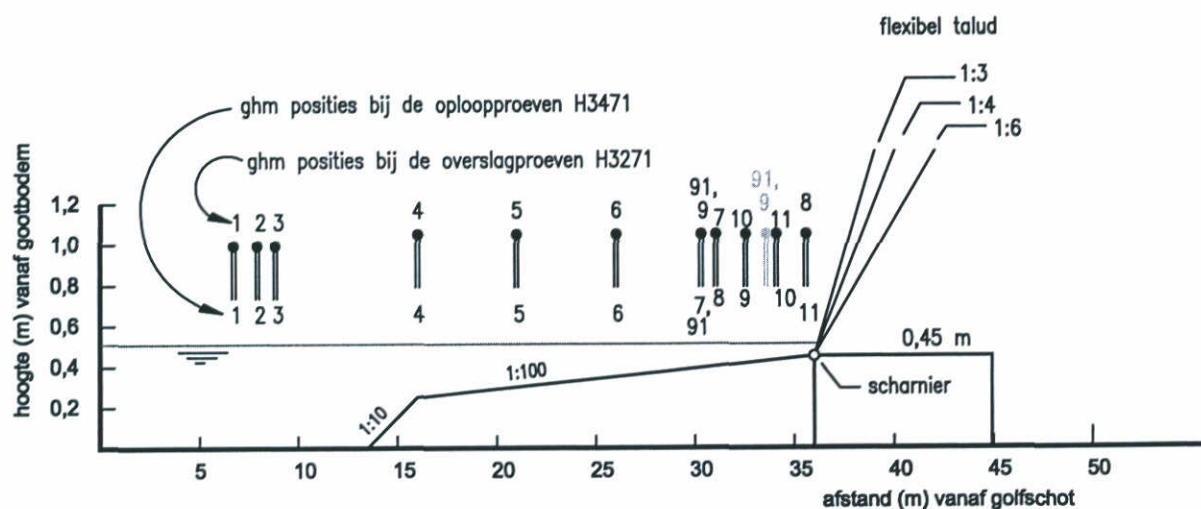
Modelopzet voor proeven zonder voorland

file: Fig2_1.DWG

WLJ DELFT HYDRAULICS

H3271

FIG. 2.1



Overslagpoeven H3271

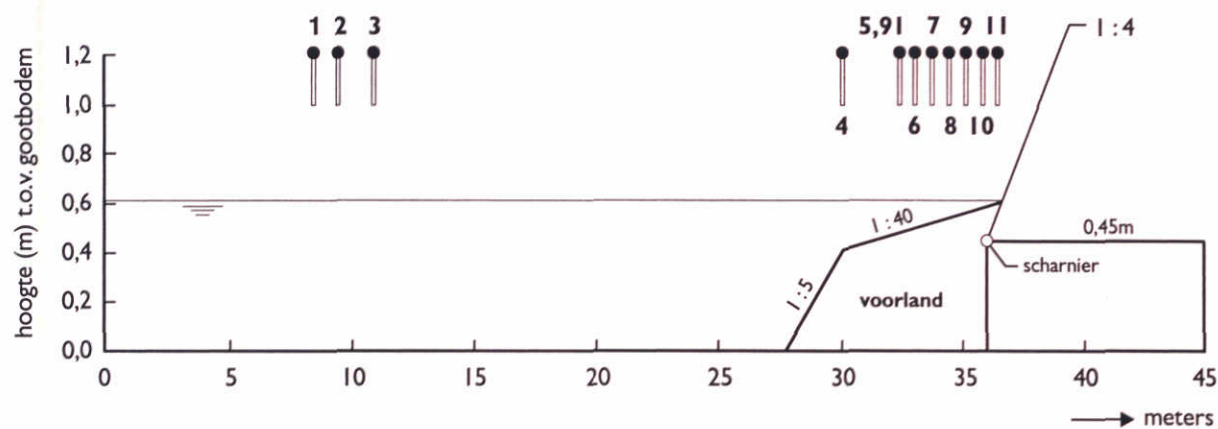
golfhoogte meter (ghm)	afstand van golfschot (m)	opmerkingen
1, 2, 3	8 – 11	
4	16,0	
5	21,0	
6	26,0	
7	31,0	
8	35,55	
9, 91	33,5	p01 – p12
	30,3	vanaf p13
10	32,5	vanaf p13
11	34,0	vanaf p13

Oplooppoeven H3471

golfhoogte meter (ghm)	afstand van golfschot (m)	opmerkingen
1, 2, 3	8 – 11	
4	16,0	
5	21,0	
6	26,0	
7, 91	30,3	
8	31,0	
9	32,5	
10	34,0	
11	35,55	

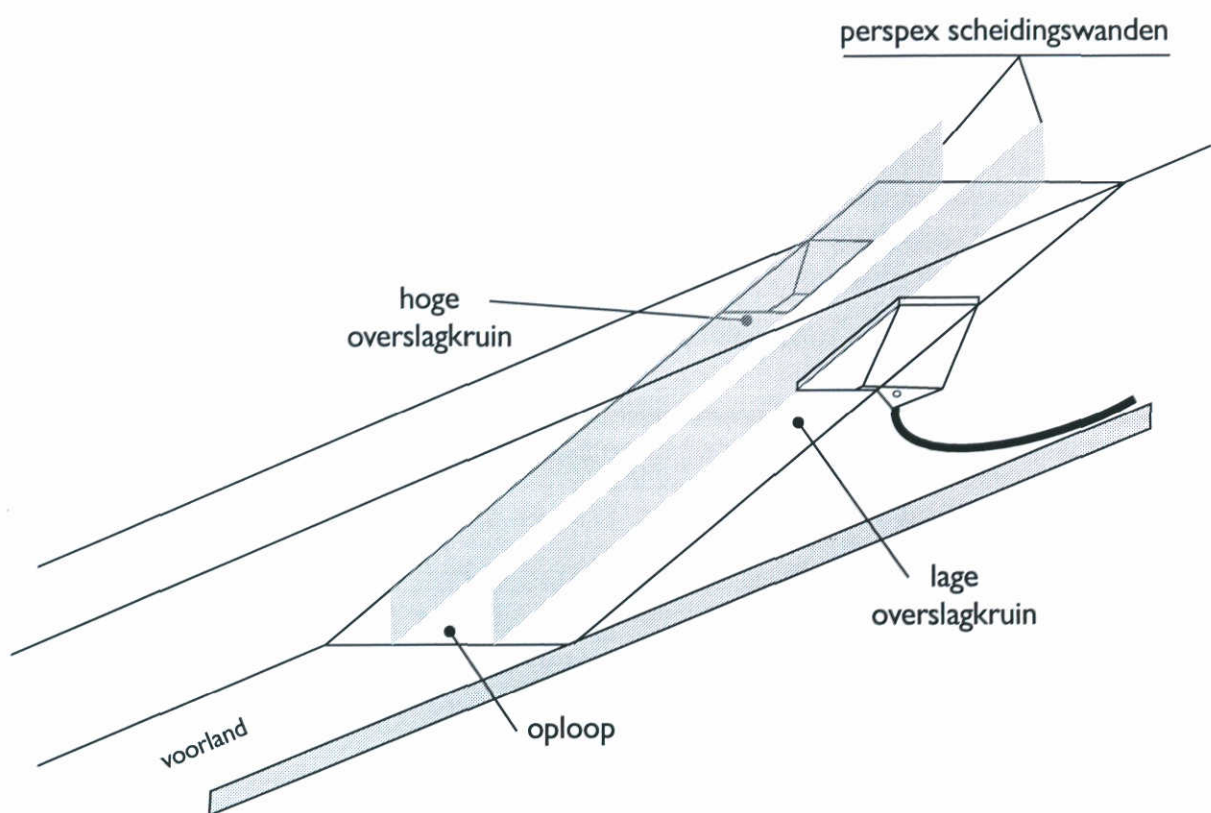
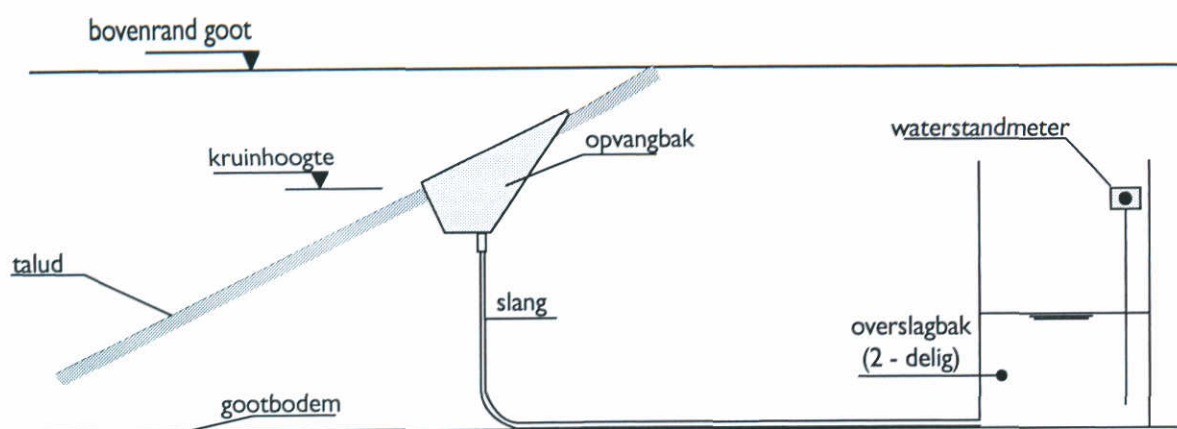
Modelopzet met 1:100 voorland

file: Fig2_2.DWG



golfhoogte meter (ghm)	afstand van golfschot (m)
4	29.78
5	32.45
91 (grsm)	32.45
6	33.12
7	33.79
8	34.46
9	35.12
10	35.79 p401-p402
10	33.34 p403-p405
11	36.45 p401-p402
11	33.57 p403-p405

Modelopzet met 1 : 40 voorland		008
WL DELFT HYDRAULICS	H 3271.24	FIG. 2.3

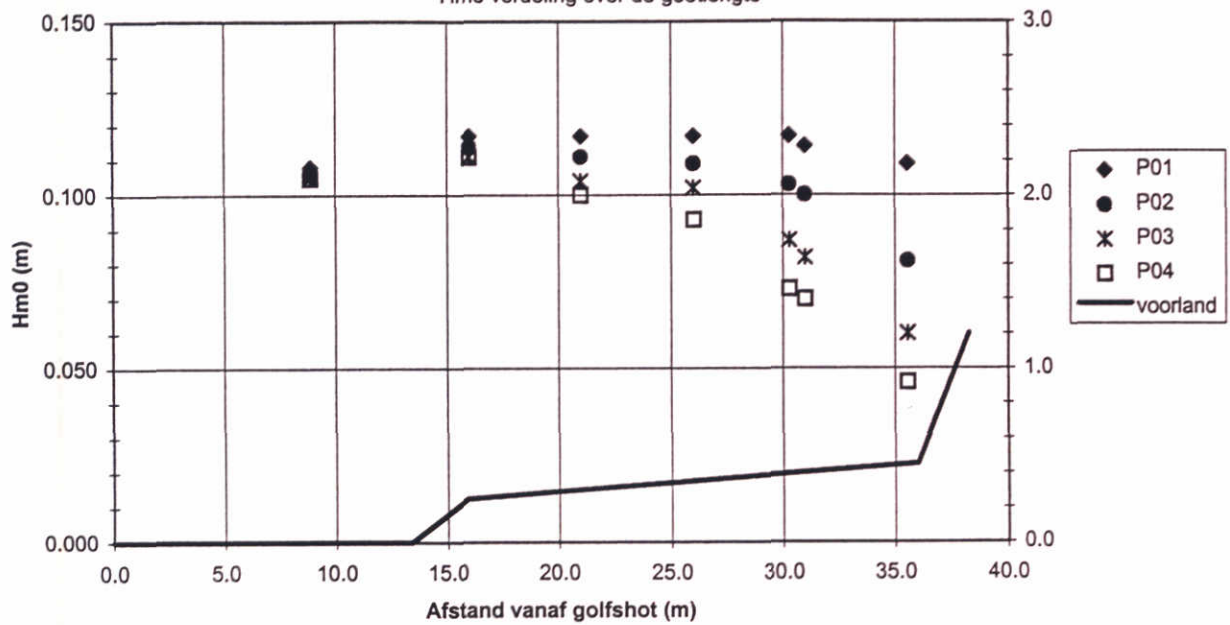


Schematische meetopstelling, overslag en oploop

Talud 1:3; sop = 0,02

P01 - P04

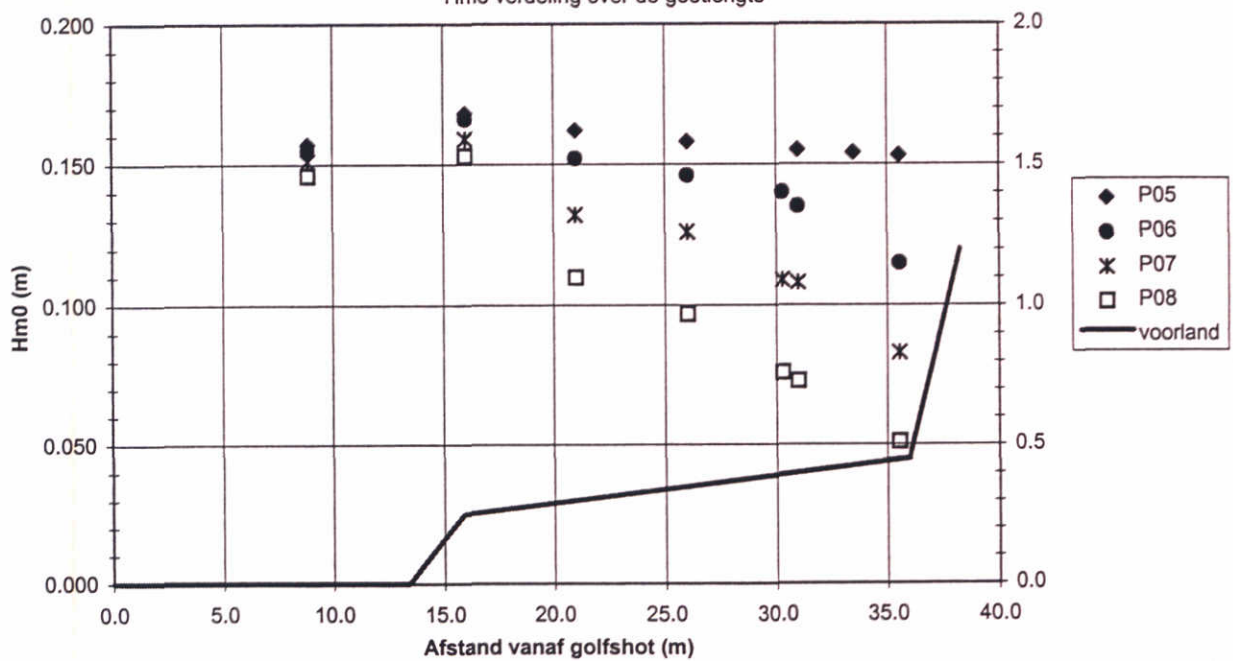
Hm0 verdeling over de gootlengte



Talud 1:3; sop = 0,03

P05 - P08

Hm0 verdeling over de gootlengte

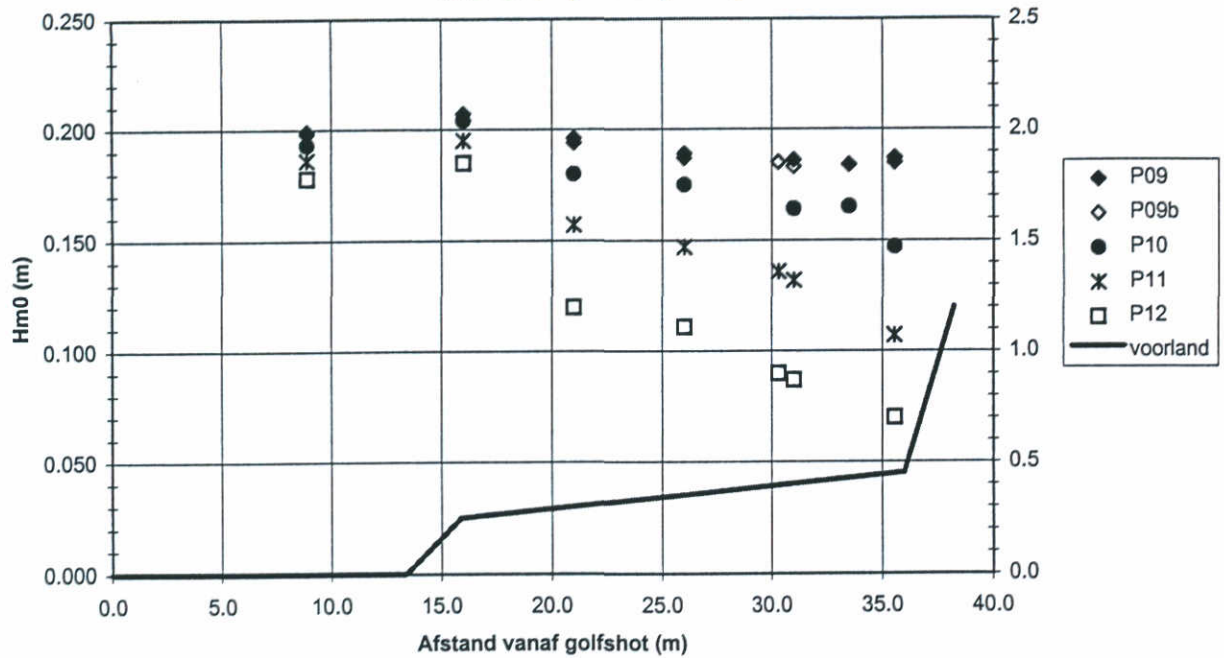


Hm0 verloop over het 1:100 voorland: P01 - P08

Talud 1:3; sop = 0,04

P09 - P12

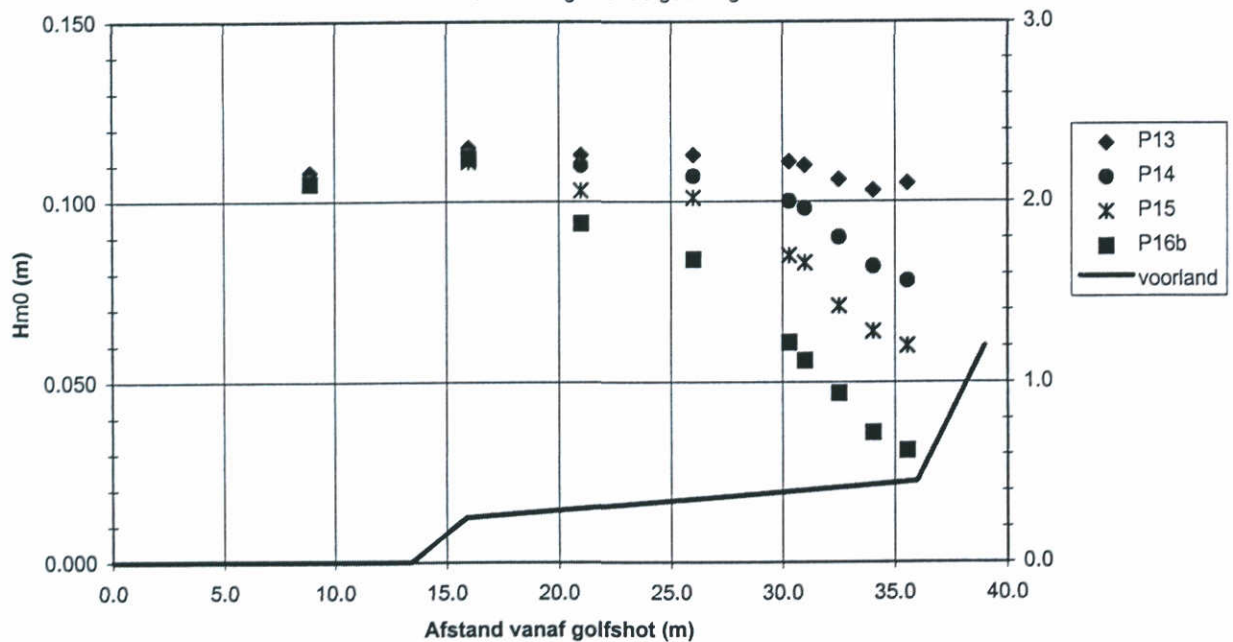
Hm0 verdeling over de gootlengte



Talud 1:4; sop = 0,02

P13 - P16b

Hm0 verdeling over de gootlengte

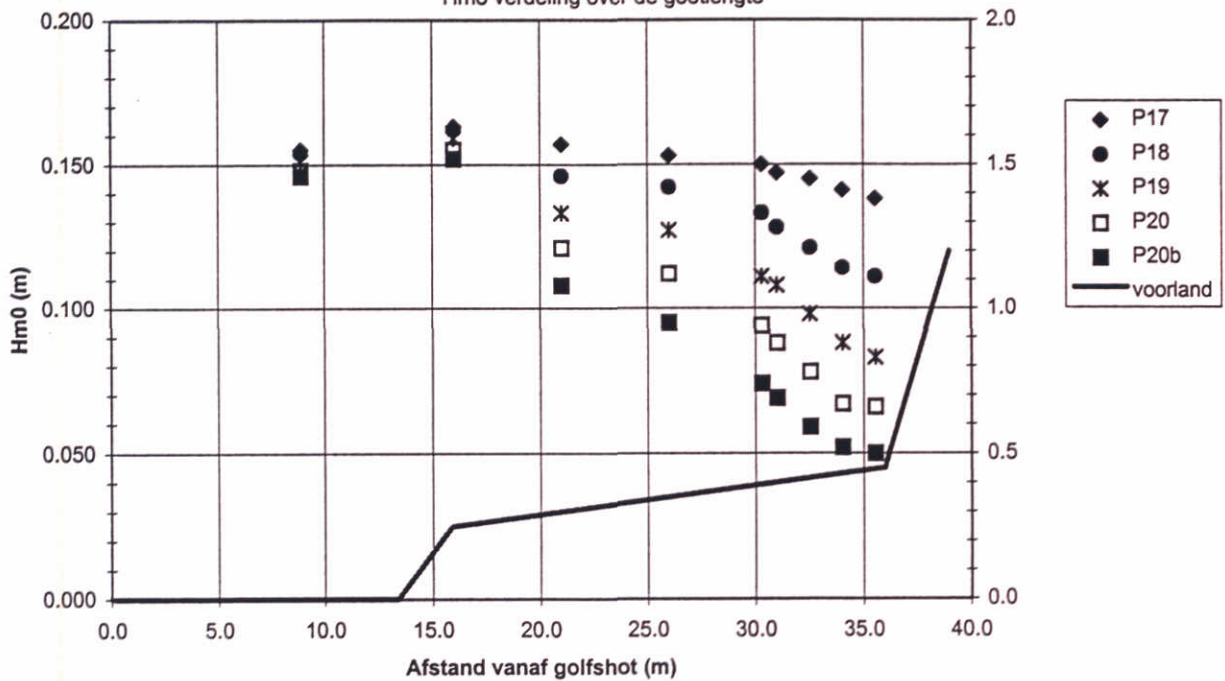


Hm0 verloop over het 1:100 voorland: P09 - P16b

Talud 1:4; sop = 0,03

P17 - P20

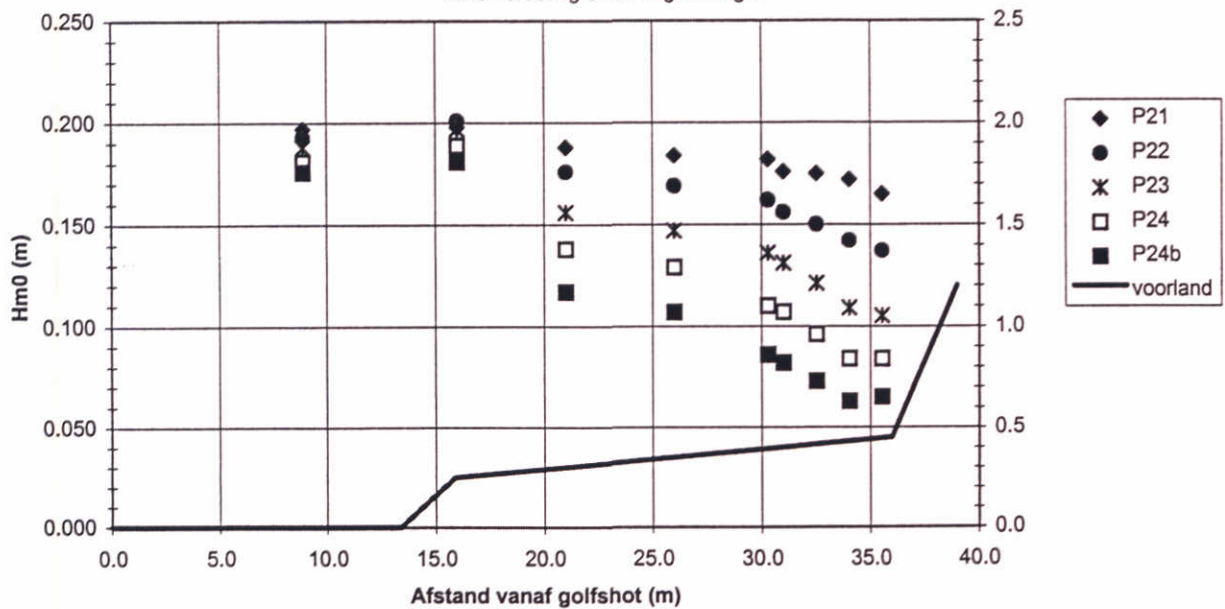
Hm0 verdeling over de gootlengte



Talud 1:4; sop = 0,04

P21 - P24b

Hm0 verdeling over de gootlengte

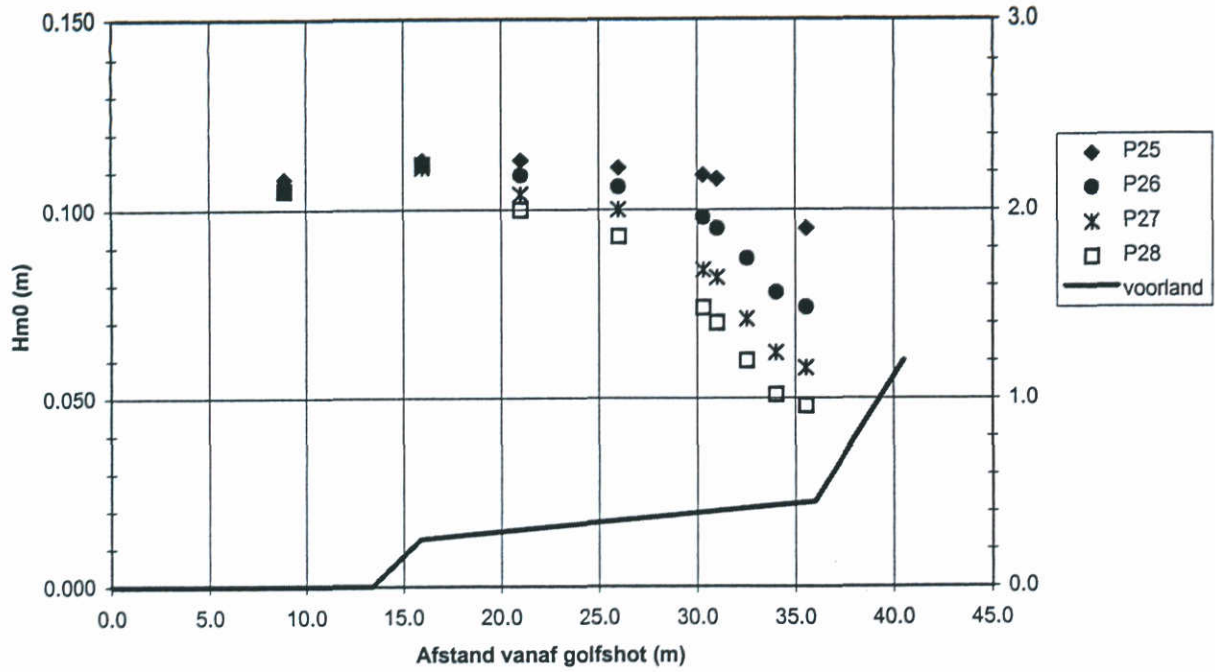


Hm0 verloop over het 1:100 voorland: P17 - P24

Talud 1:6; sop = 0,02

P25 - P28

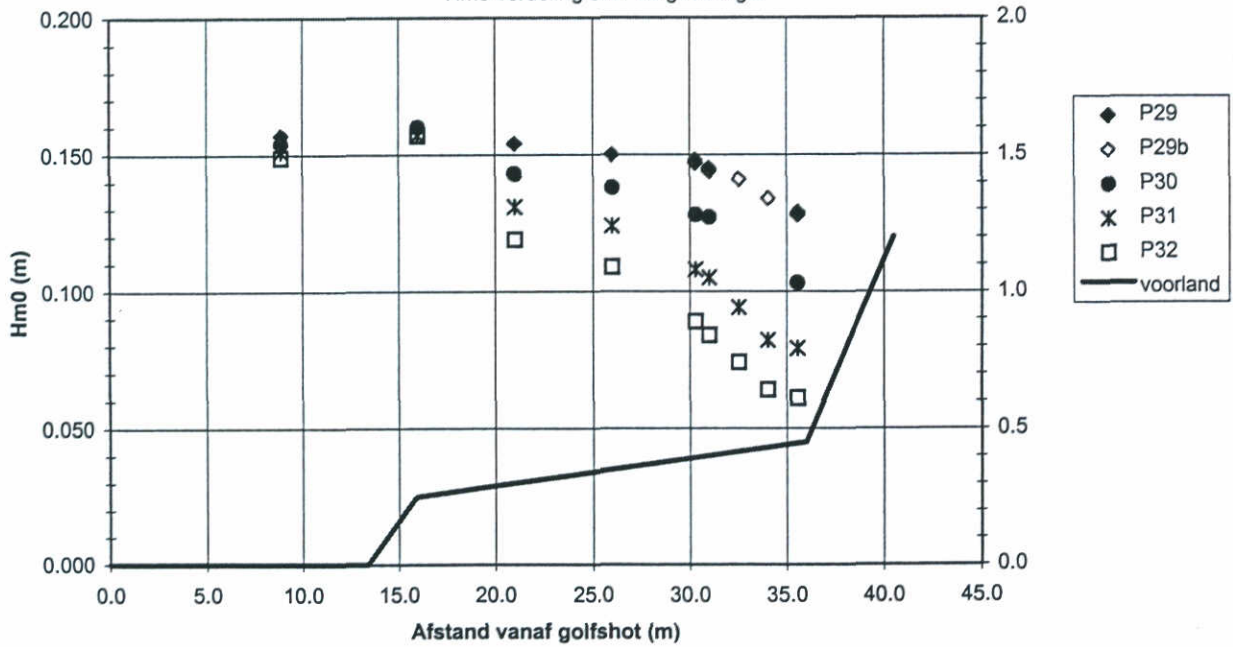
Hm0 verdeling over de gootlengte



Talud 1:6; sop = 0,03

P29 - P32

Hm0 verdeling over de gootlengte

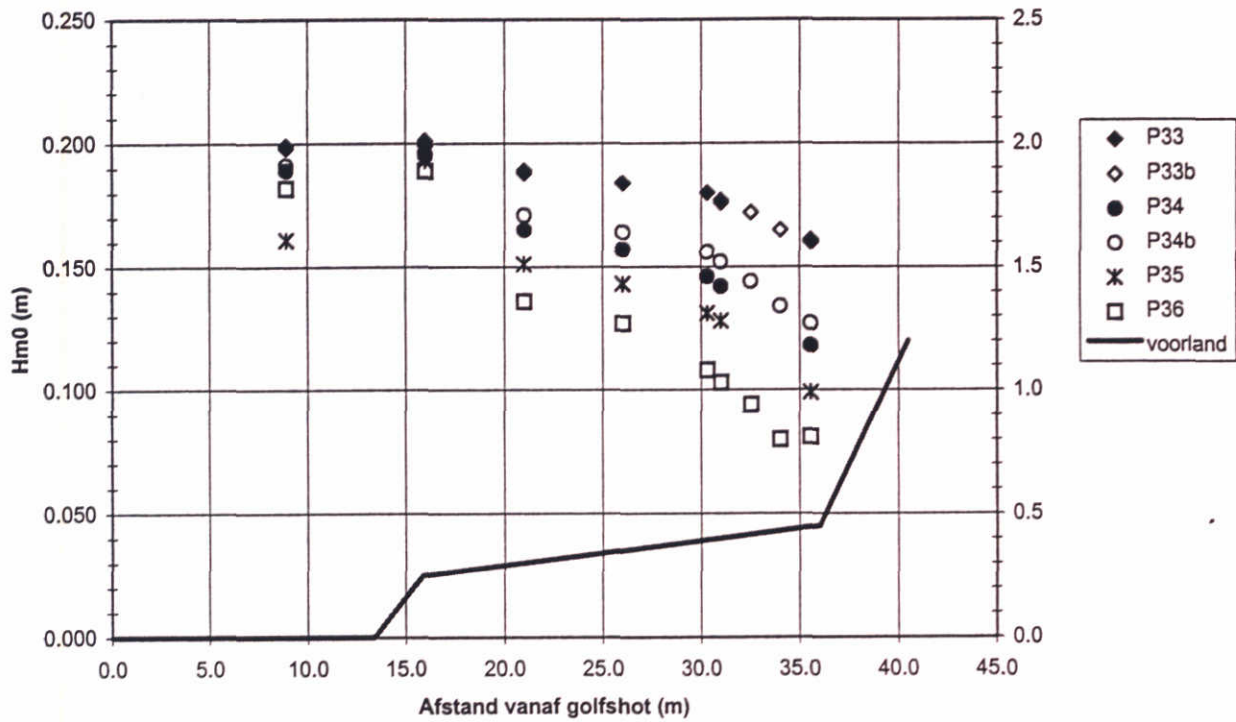


Hm0 verloop over het 1:100 voorland: P25 - P32

Talud 1:6; sop = 0,04

P33 - P36

Hmo verdeling over de gootlengte

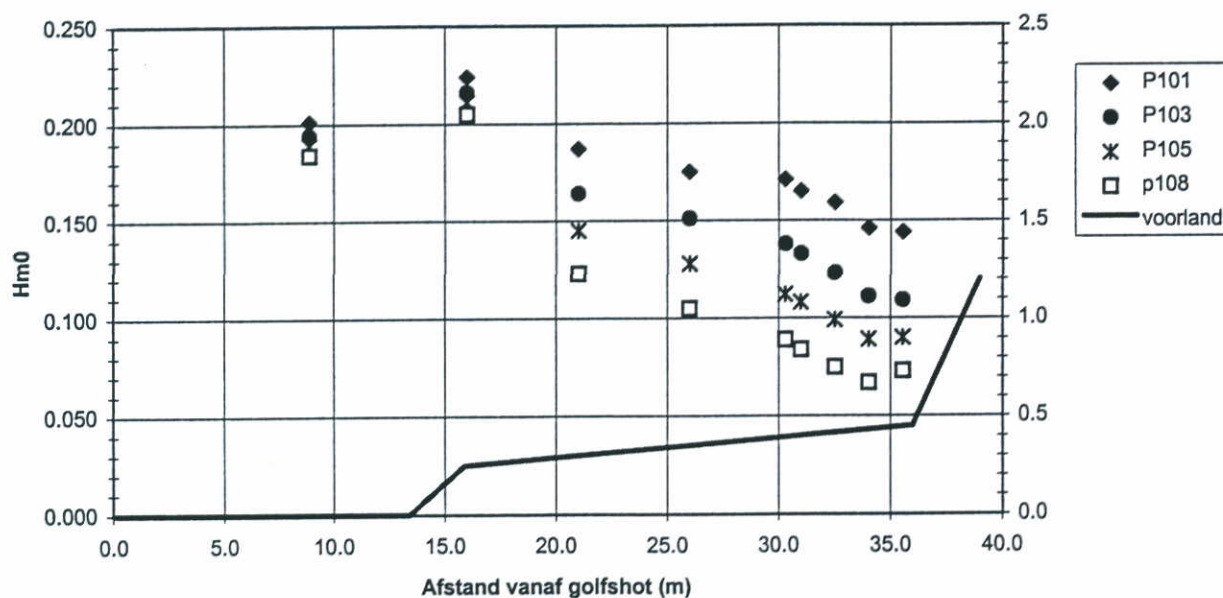


Hm0 verloop over het 1:100 voorland: P33 - P36

Talud 1:4; sop = 0,02 (Tp varieert)

P101, P103, P105, P108

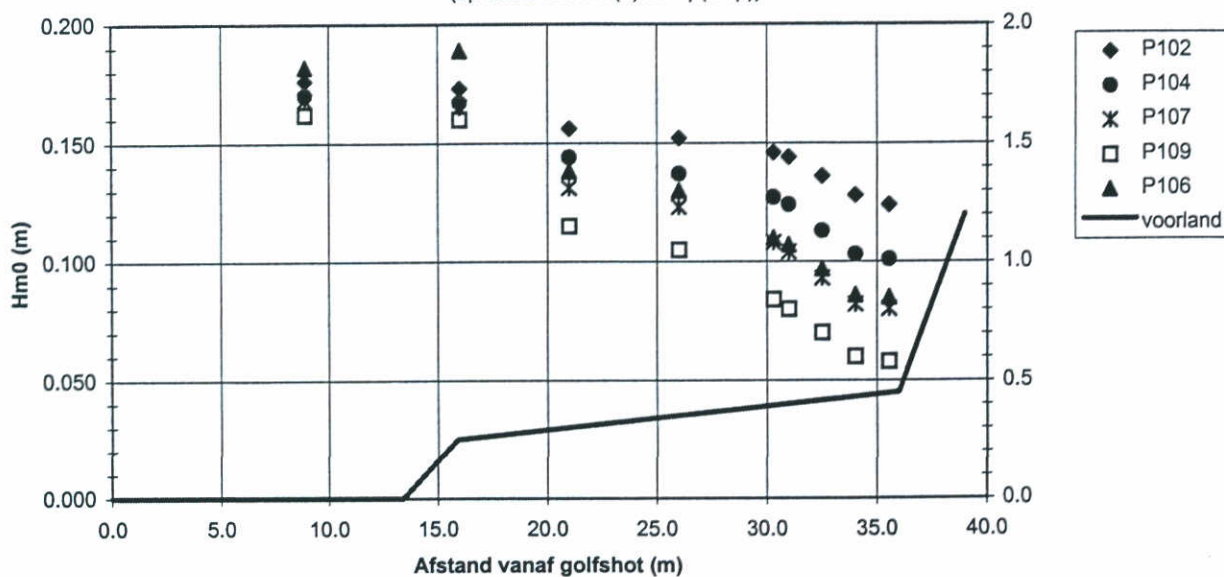
Hm0 verdeling over de gootlengte
(op basis van Hsi(8) en Tp(diep))



Talud 1:4; sop = 0,04 en 0,05 (Tp varieert)

P102, P104, P106, P107, P109

Hm0 verdeling over de gootlengte
(op basis van Hsi(8) en Tp(diep))

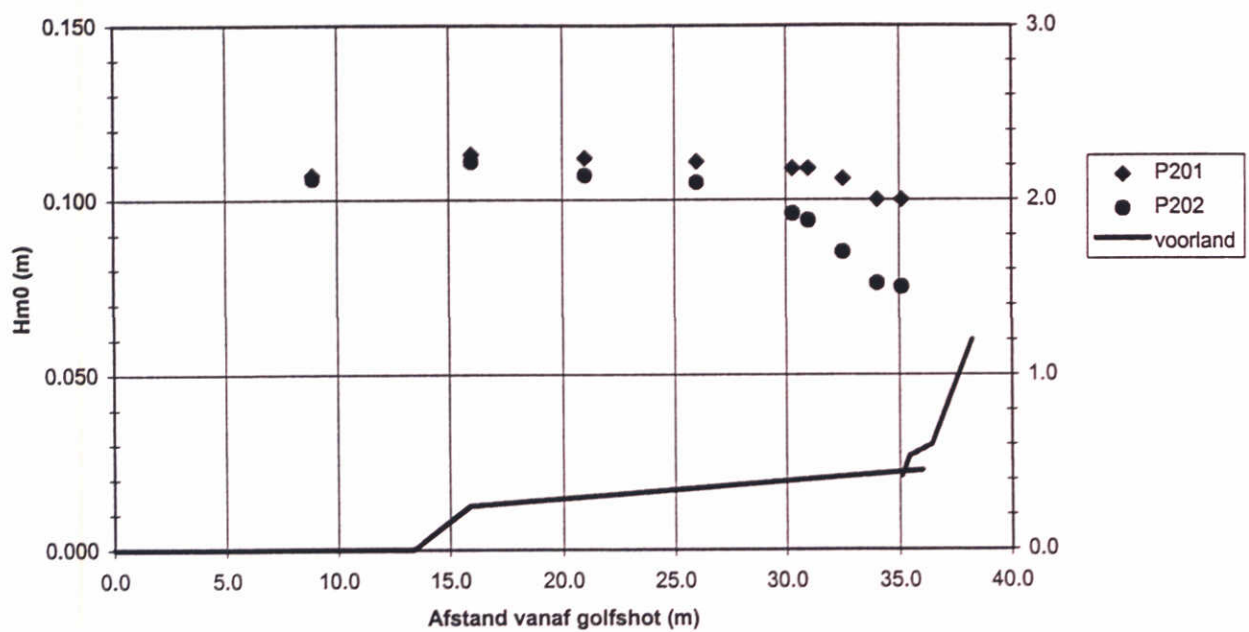


Hm0 verloop over het 1:100 voorland: P101 - P109

Talud 1:3 met berm; sop = 0,02

P201 - P202

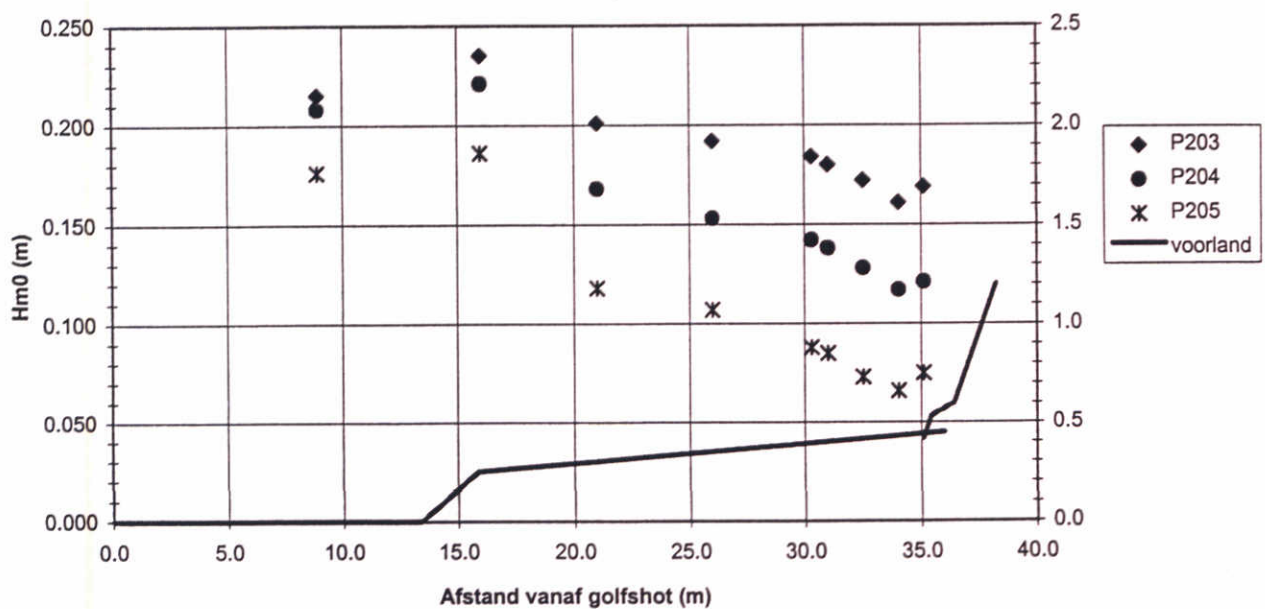
Hmo verdeling over de gootlengte



Talud 1:3 met berm; sop = 0,03

P203 - P205

Hmo verdeling over de gootlengte

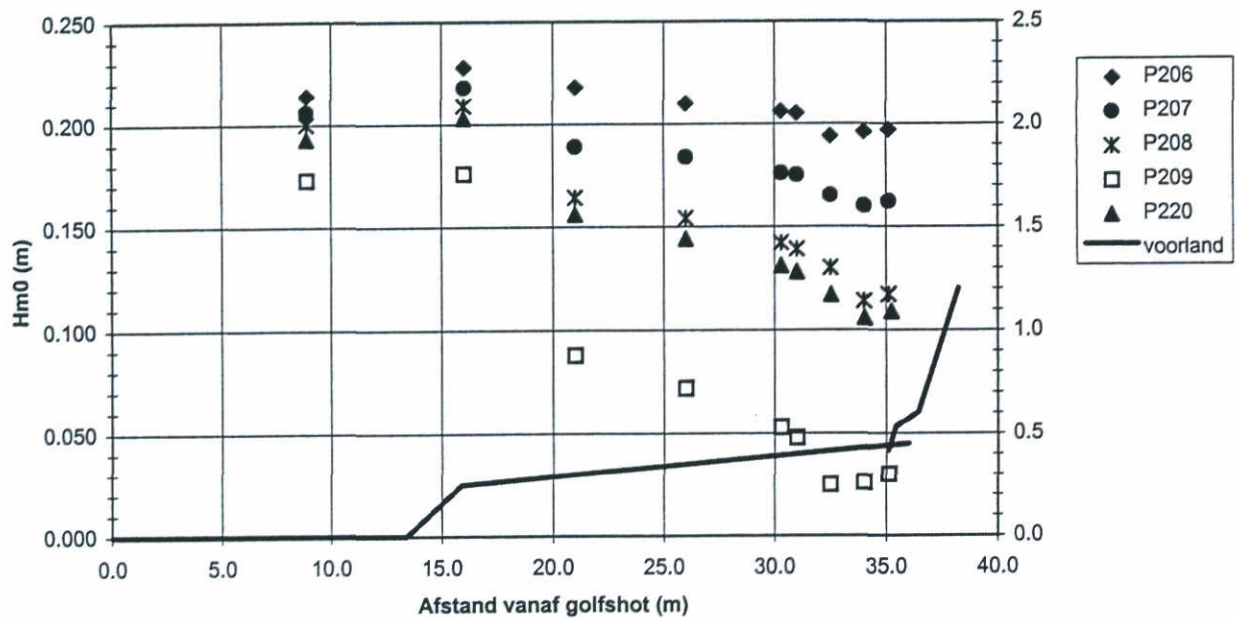


Hm0 verloop over het 1:100 voorland: P201 - P205

Talud 1:3 met berm; sop = 0,04

P206 - P220

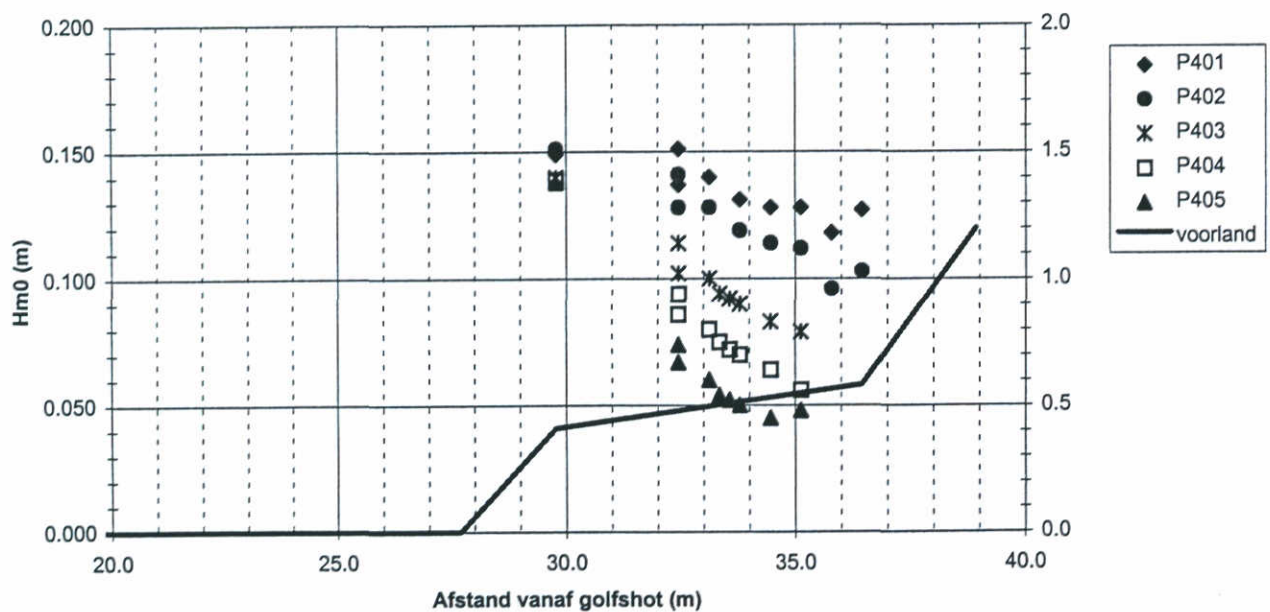
Hmo verdeling over de gootlengte



Talud 1:4; voorland 1:40; sop = 0,035

P401-405

Hmo verdeling over de gootlengte
Voorland 1:40 + Talud 1:4



Hm0 verloop over 1:100 en 1:40 voorlanden: P206 - P405

p206 - p220 en p401 - p405

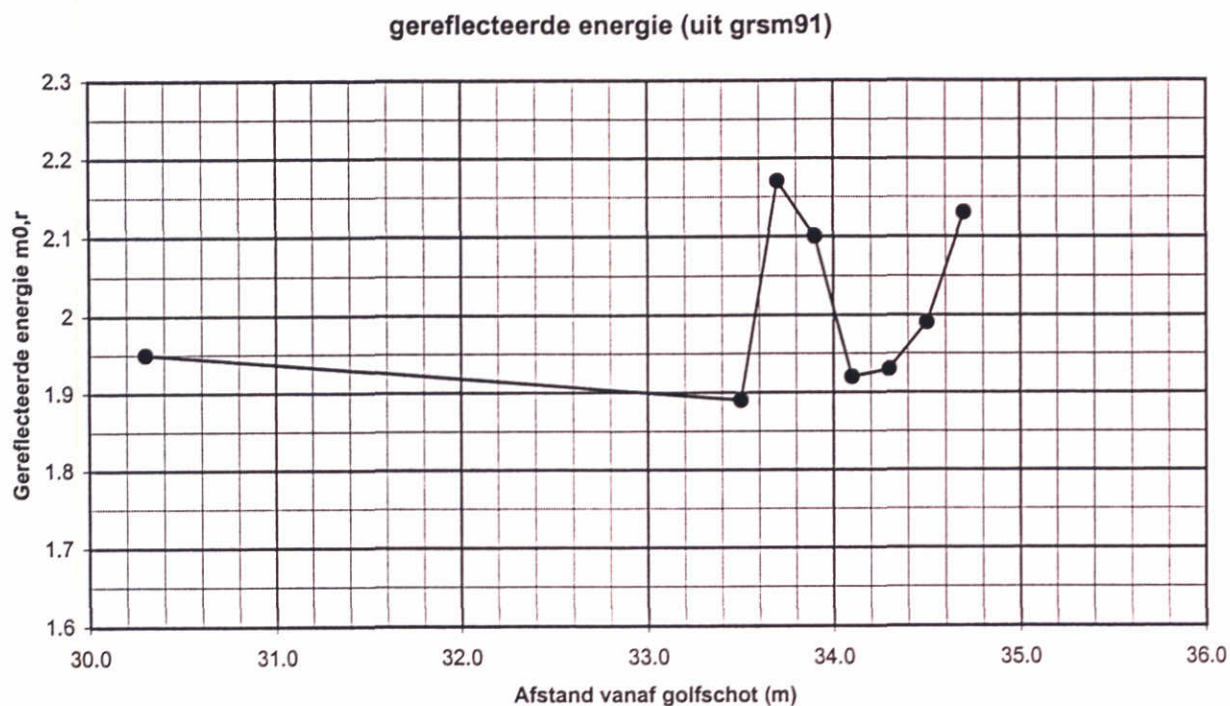


Fig 3.9a Gereflecteerde energie verloop over het voorland nabij de teen van het talud

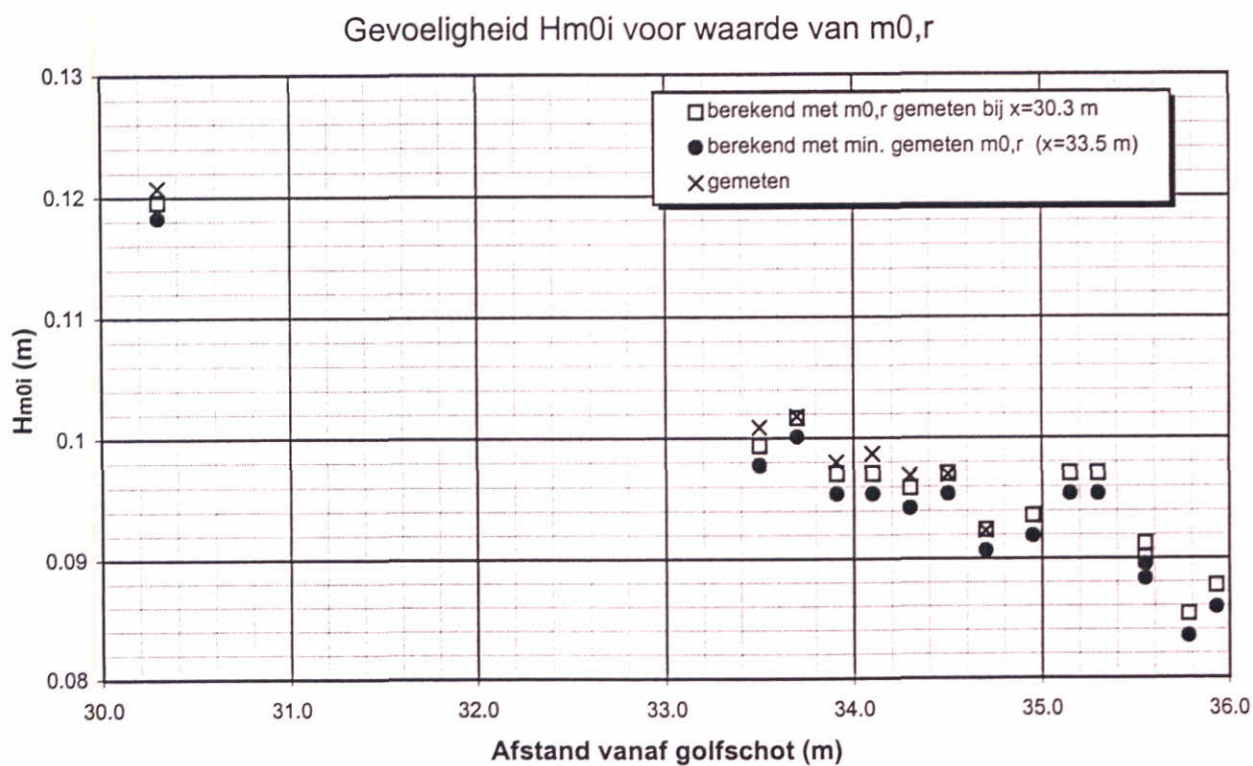
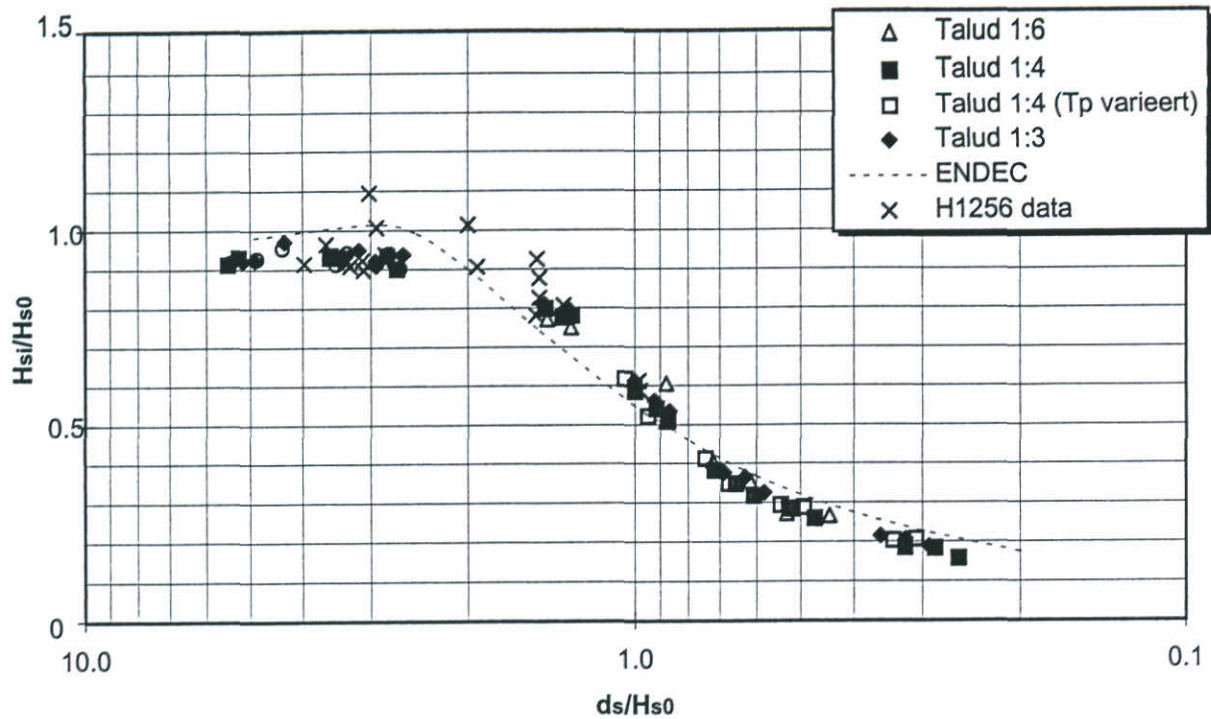


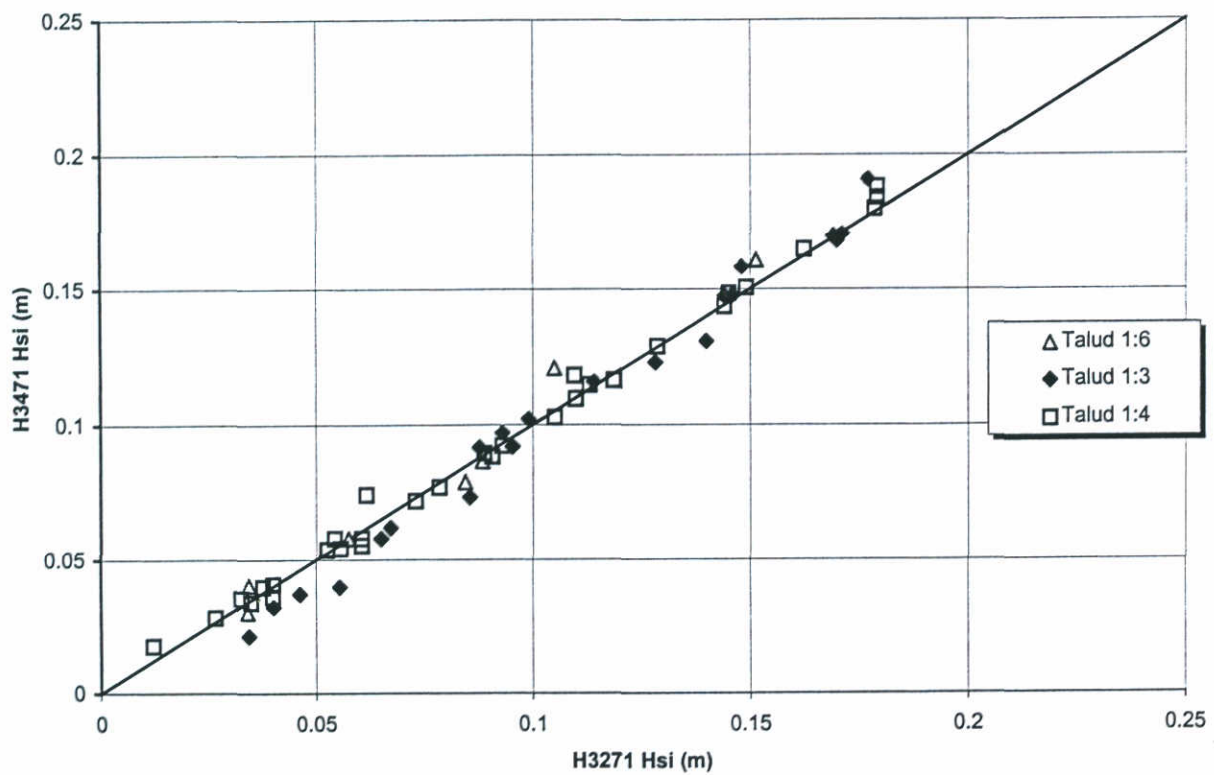
Fig 3.9b H_{m0} verloop over het voorland nabij de teen van het talud

Gereflecteerde energie verloop en H_{m0} verloop
over het voorland nabij de teen van het talud

H3471 data

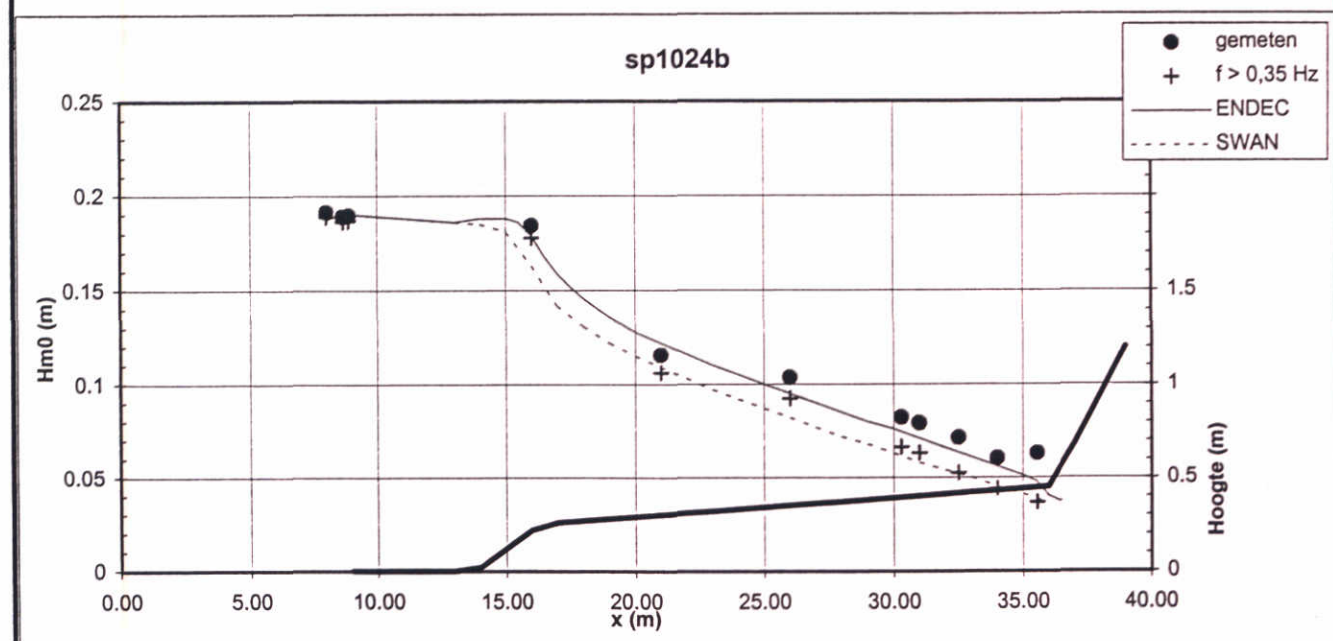
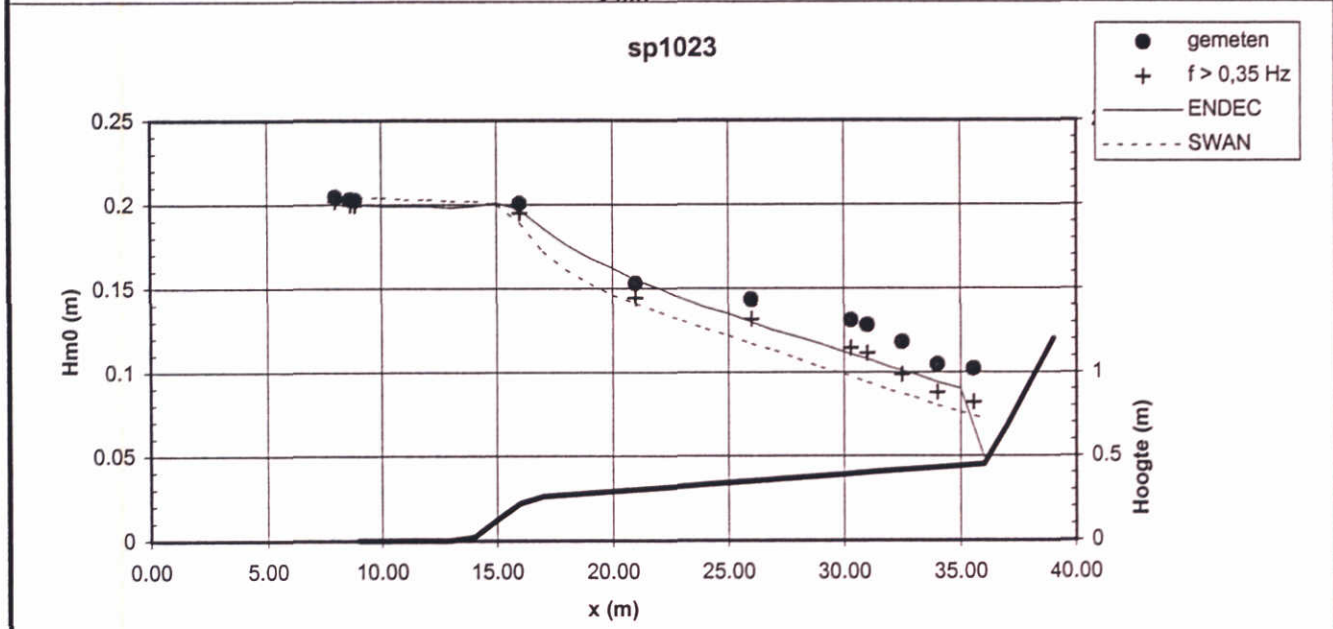
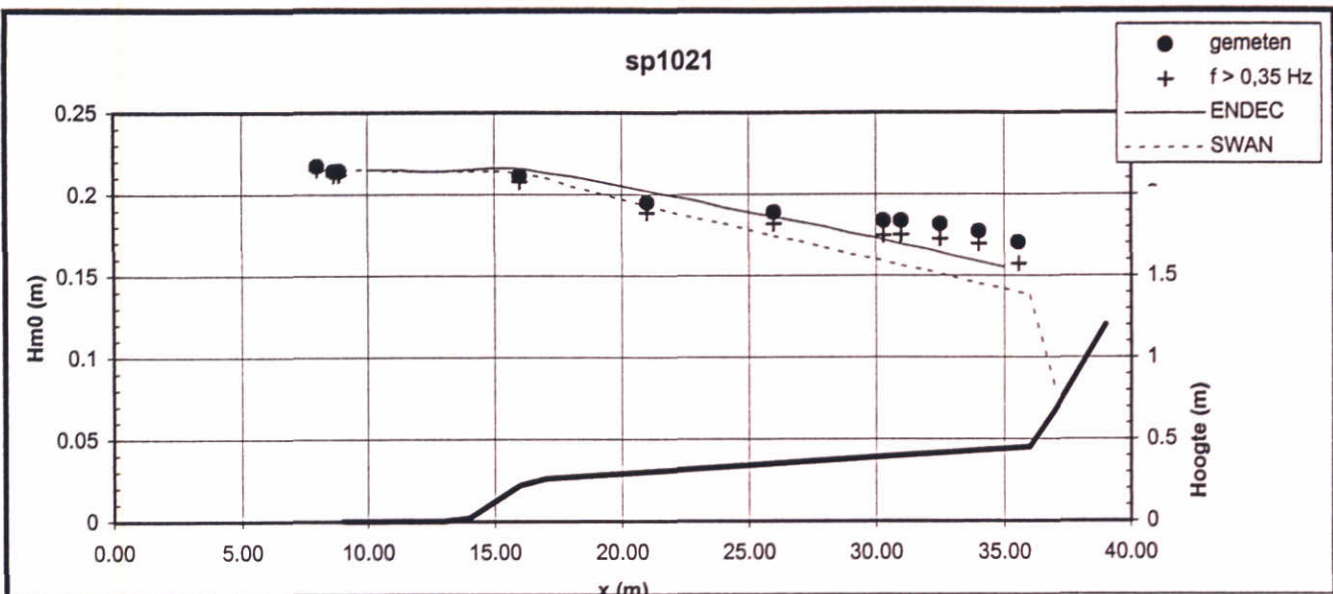


Vergelijking gemeten golfhoogtes

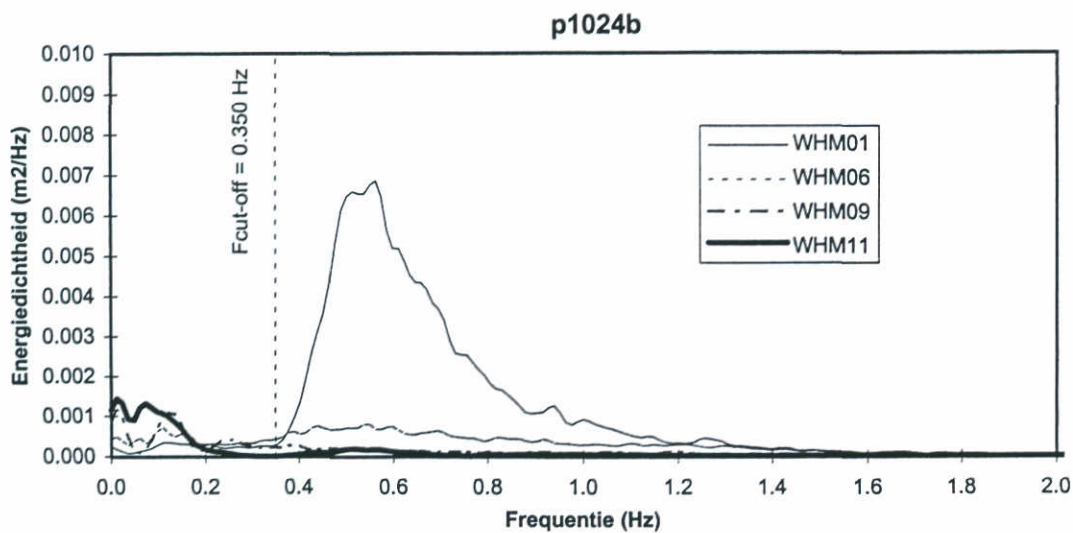
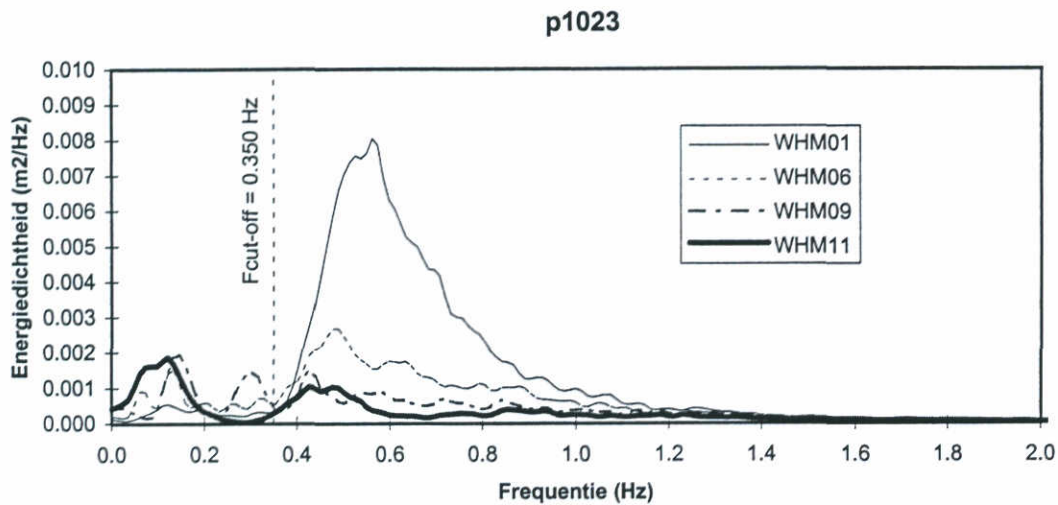
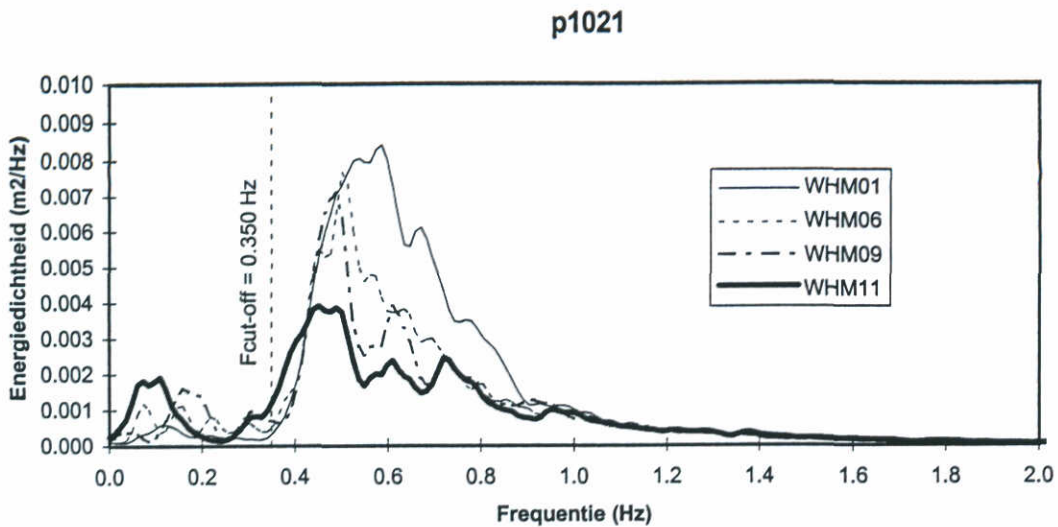


H_{si}/H_{s0} vs. d/H_{s0} voor de oploopproeven
en vergelijking gemeten golfhoogtes in H3271 en H3471

Fig3_x.xls:05-05-99



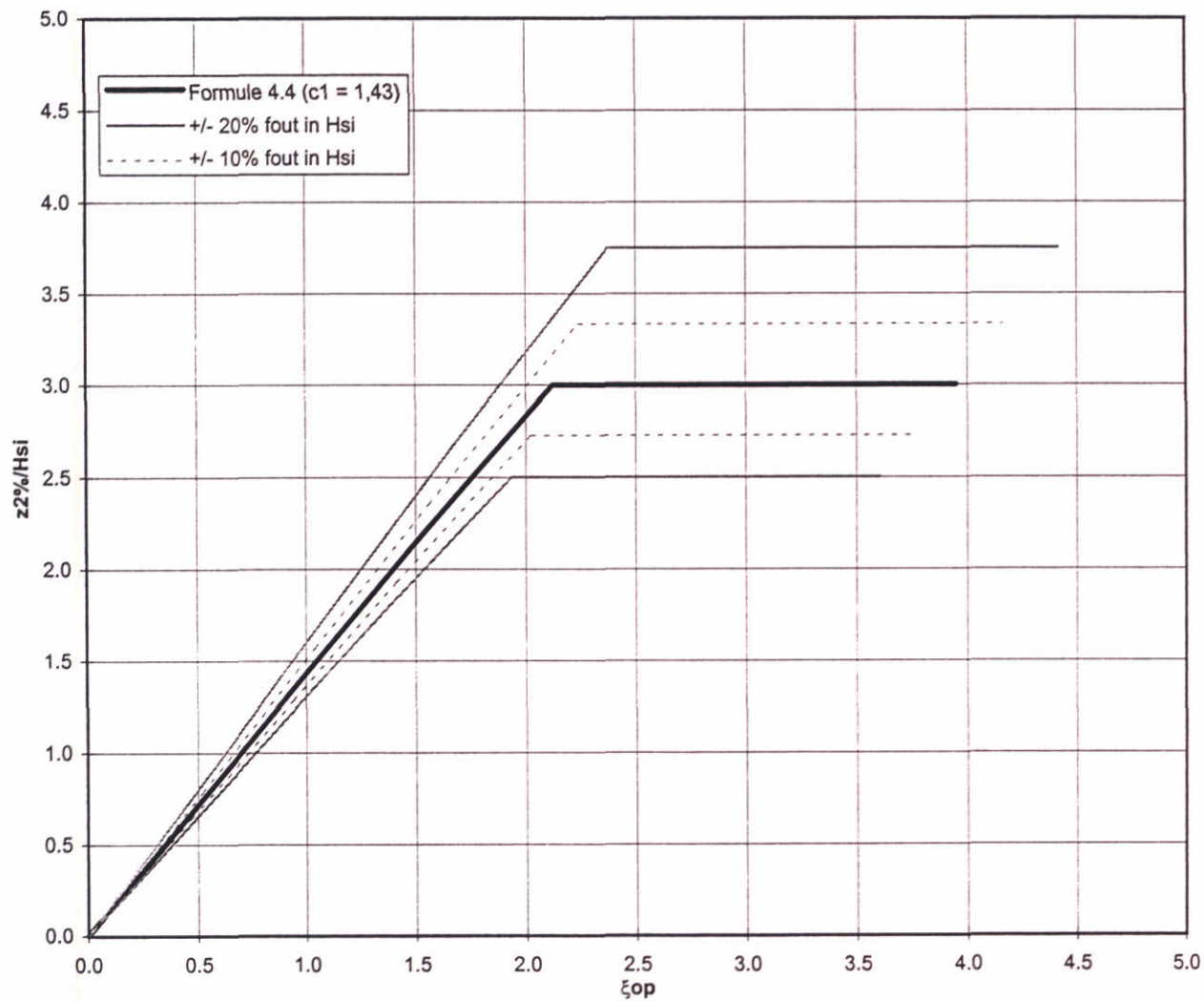
Vergelijking metingen met SWAN en ENDEC proeven sp1021, sp1023 en sp1024b		Fig3_x.xls; 22-12-98	
WL delft hydraulics	H3471	FIG. 3.11	



Golfspectra op verschillende locaties langs het voorland
proeven sp1021, sp1023 en sp1024b

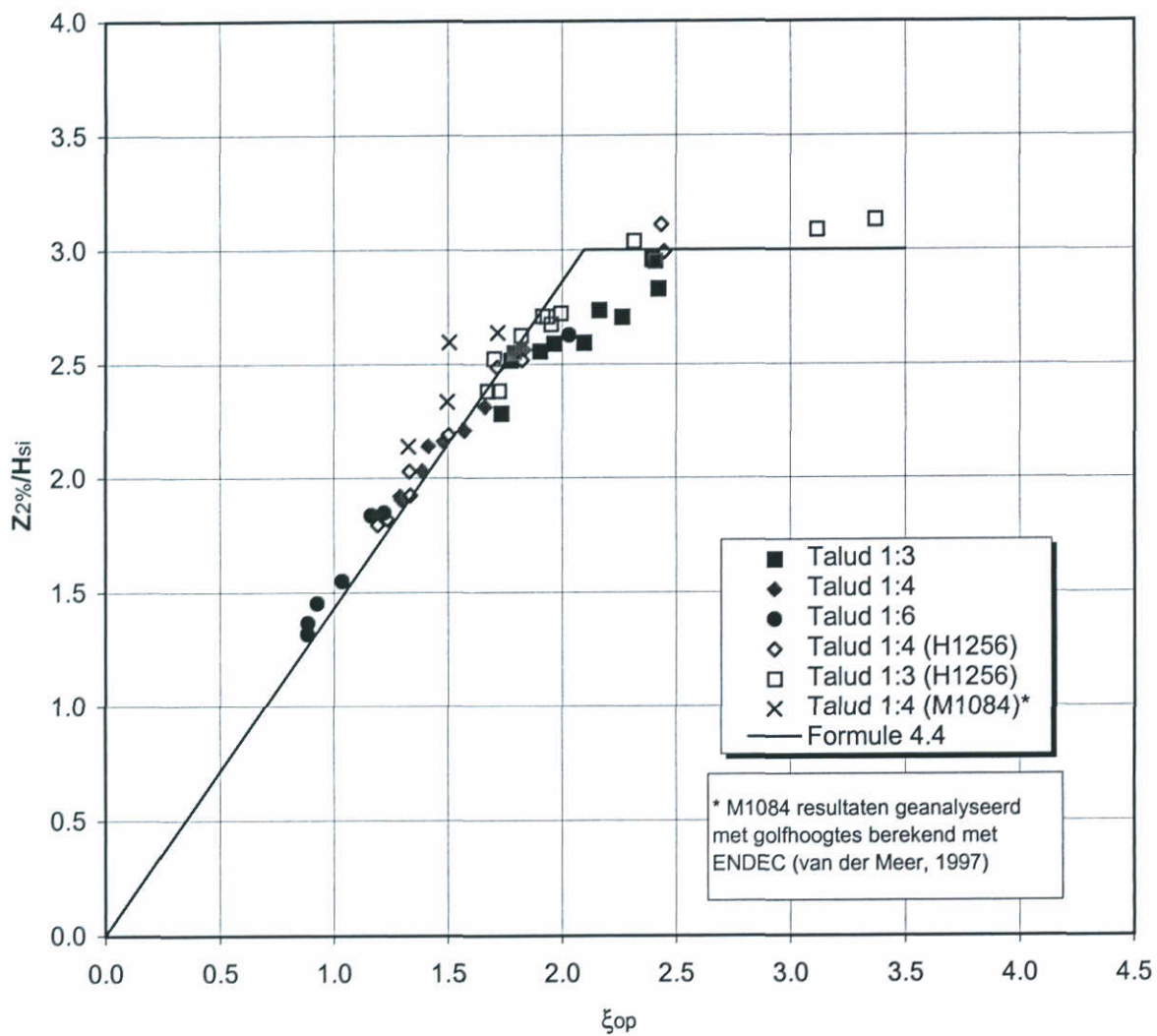
Fig3_x.xls; 22-12-98

Gevoeligheid voor Oploopformule voor fout in Hsi



Gevoeligheid oploopformule (4.4)
voor fout in Hsi

Gev_Hsi.xls; 15-12-98

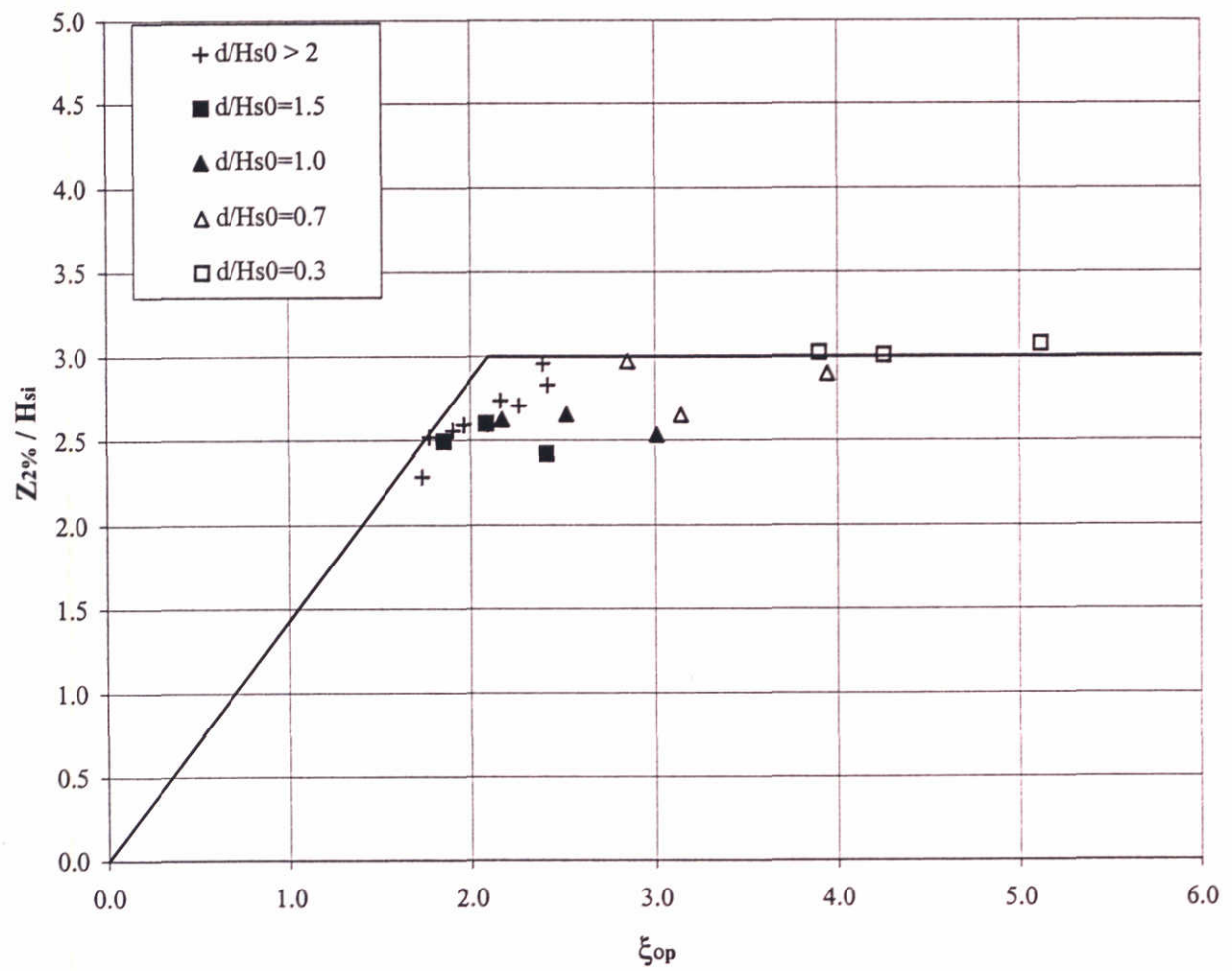


Oploopresultaten
proeven zonder voorland

Results 1.xls; 04-05-99

(Tp123)

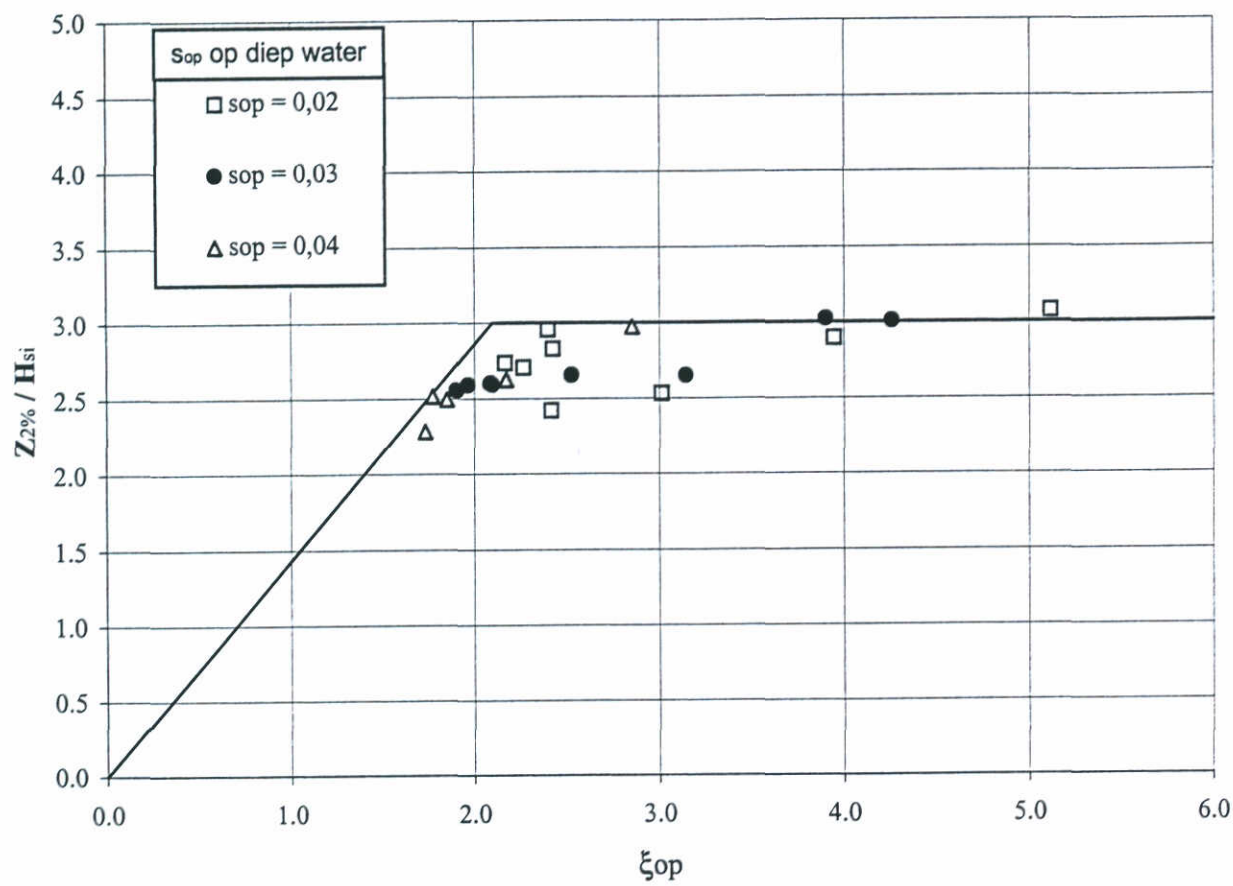
Talud 1:3



$Z_{2\%}/H_{si}$ vs ξ_{op} voor talud 1:3
invloed d/H_{s0}

Fig4_345.xls; 02-05-99

Talud 1:3

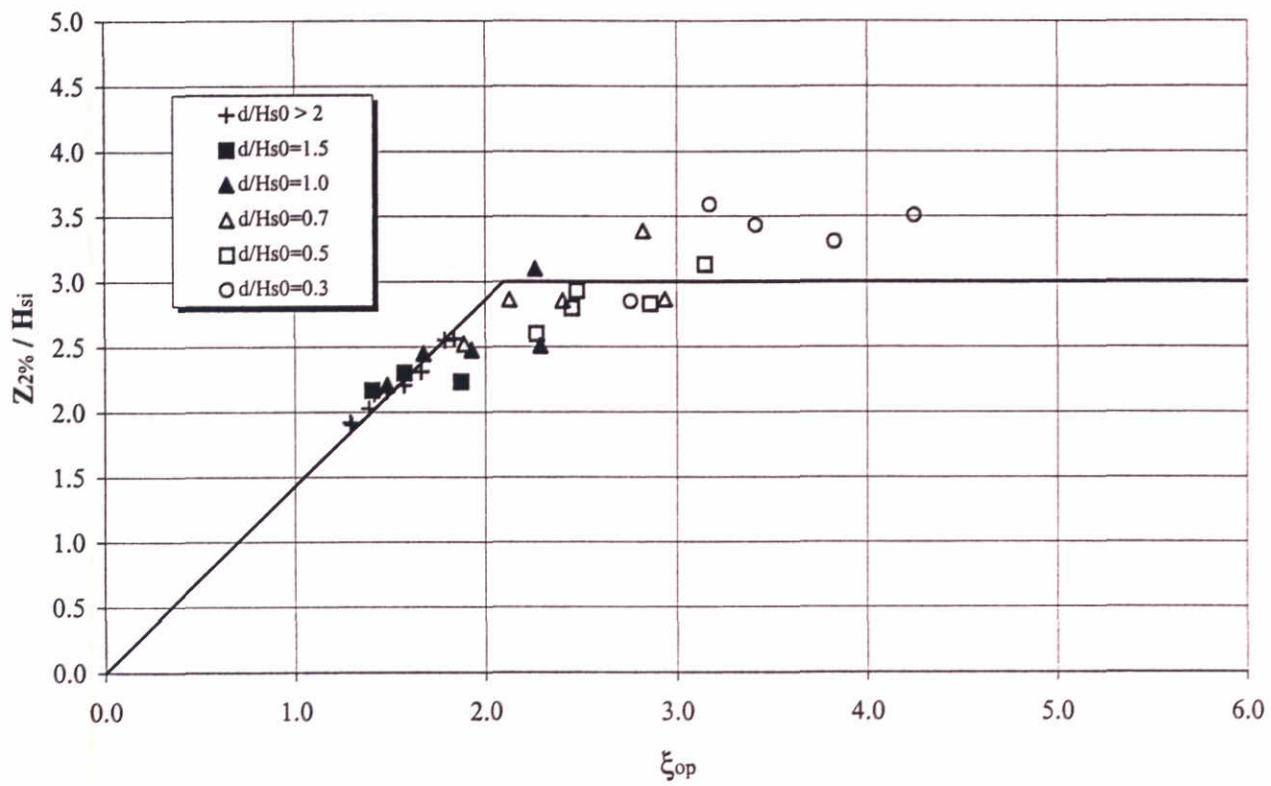


$Z_{2\%}/H_s$ vs ξ_p voor talud 1:3

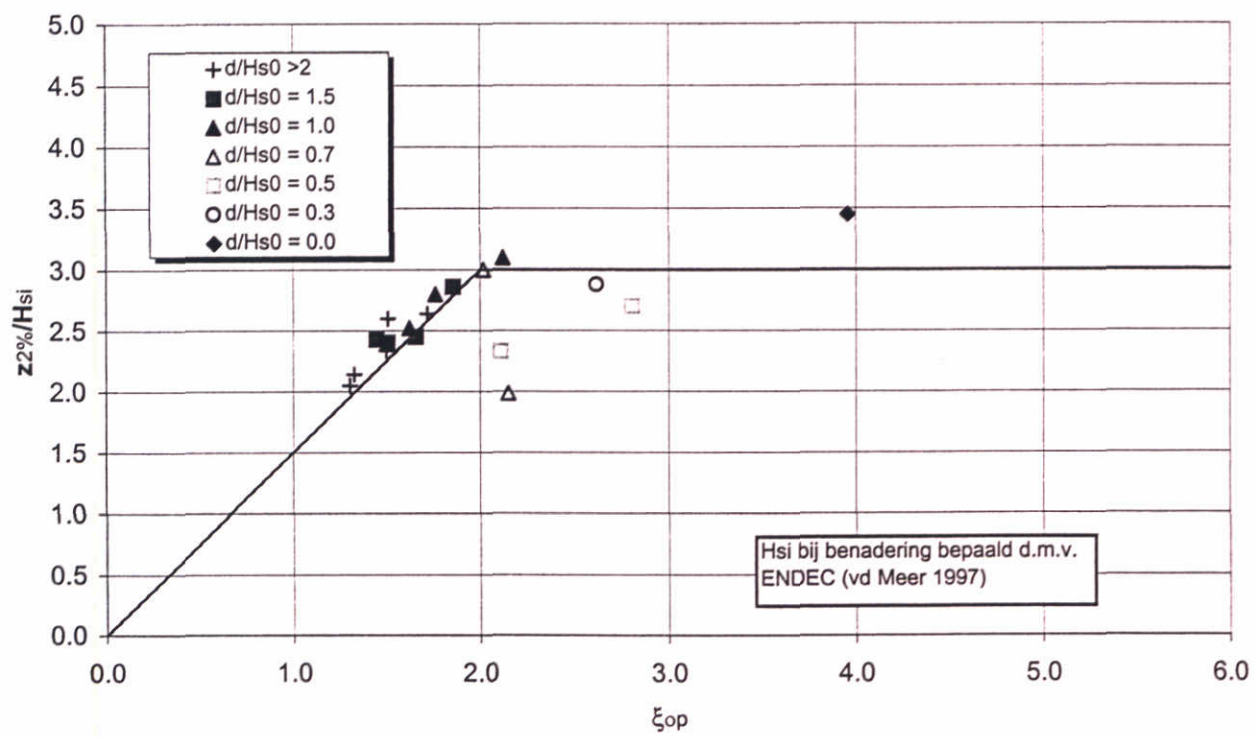
invloed s_{op}

Fig4_345.xls; 02-05-99

Talud 1:4



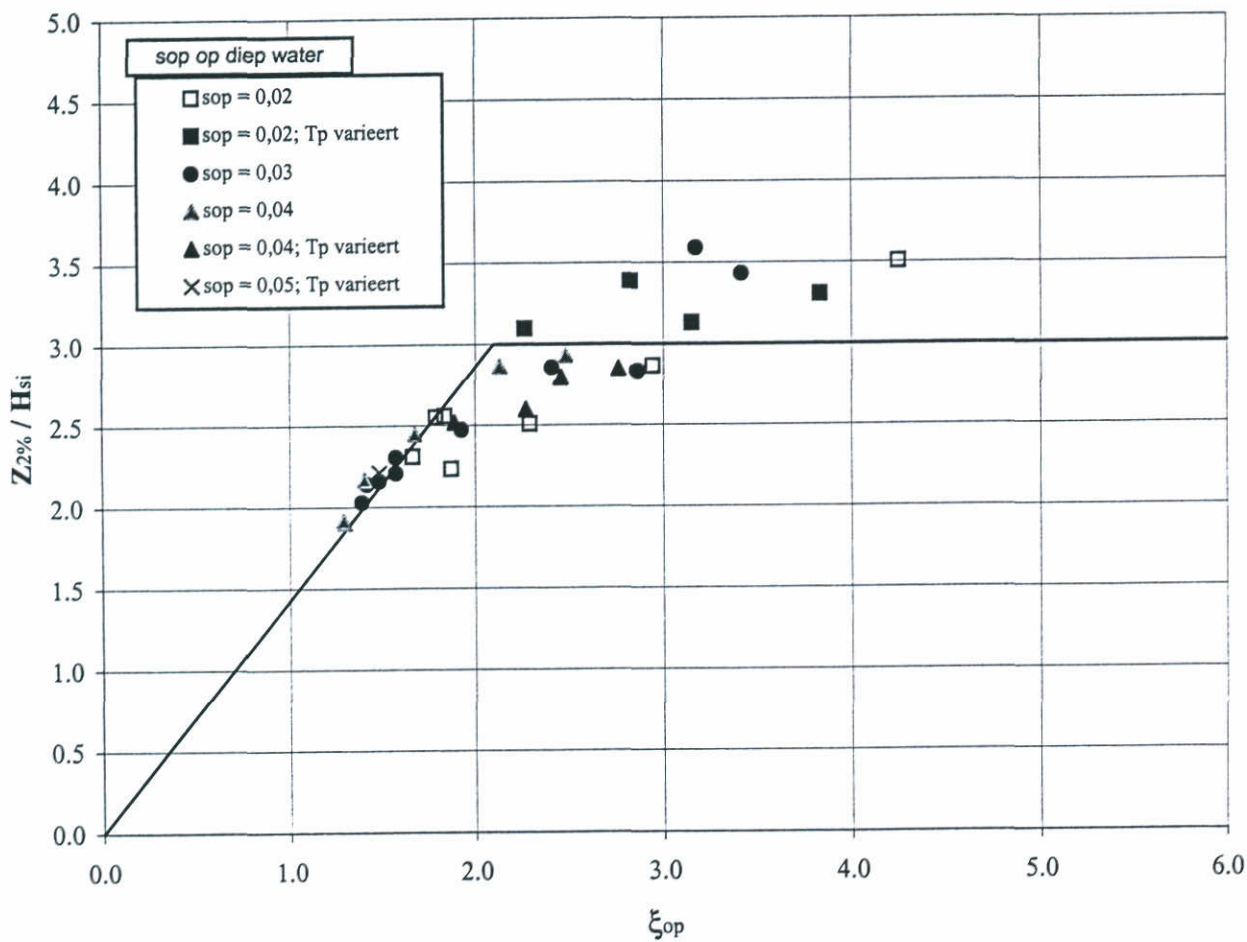
M1084 data
Voorland 1:40; Talud 1:4



$Z_{2\%}/H_{si}$ vs ξ_{op} voor talud 1:4
invloed d/H_{s0}

Fig4_345.xls; 02-05-99

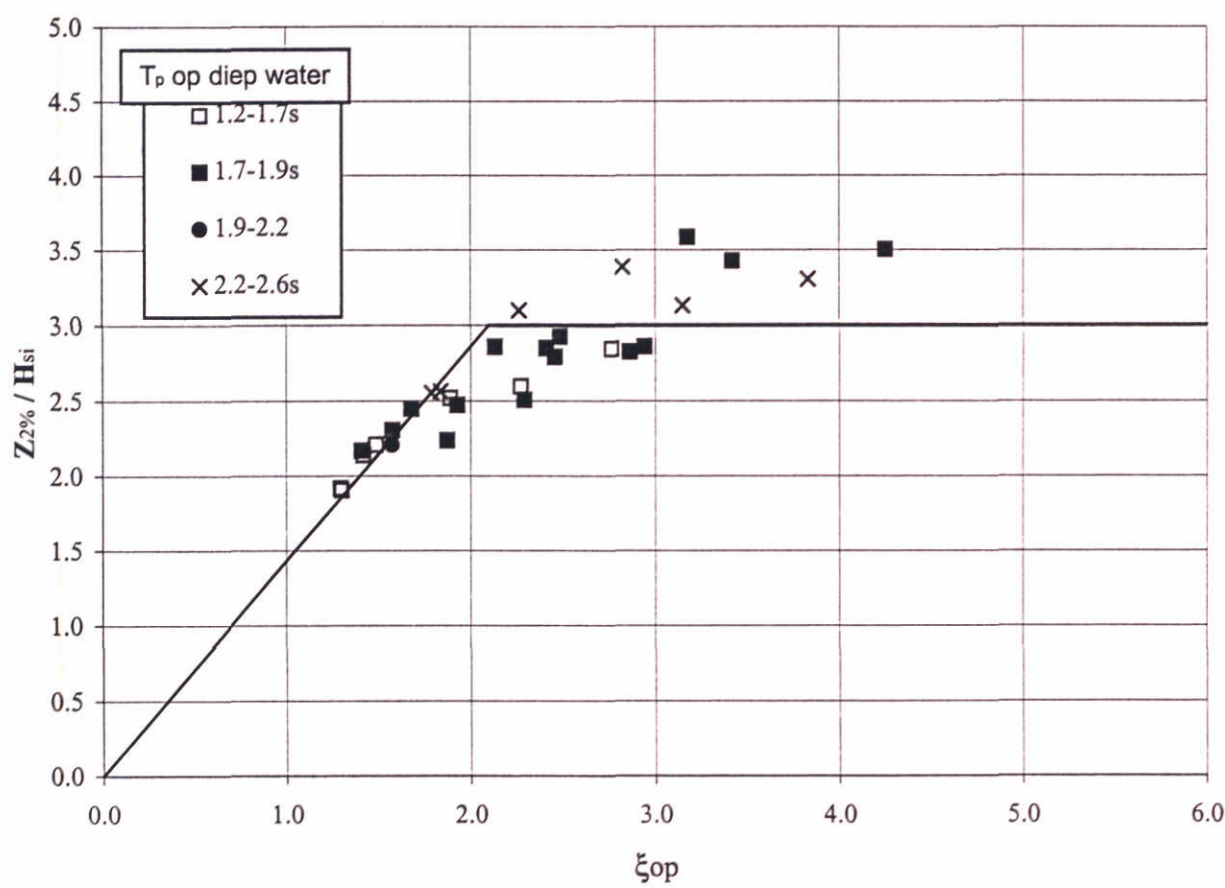
Talud 1:4



$Z_{2\%}/H_{si}$ vs ξ_{op} voor talud 1:4
invloed sop

Fig4_345.xls; 02-05-99

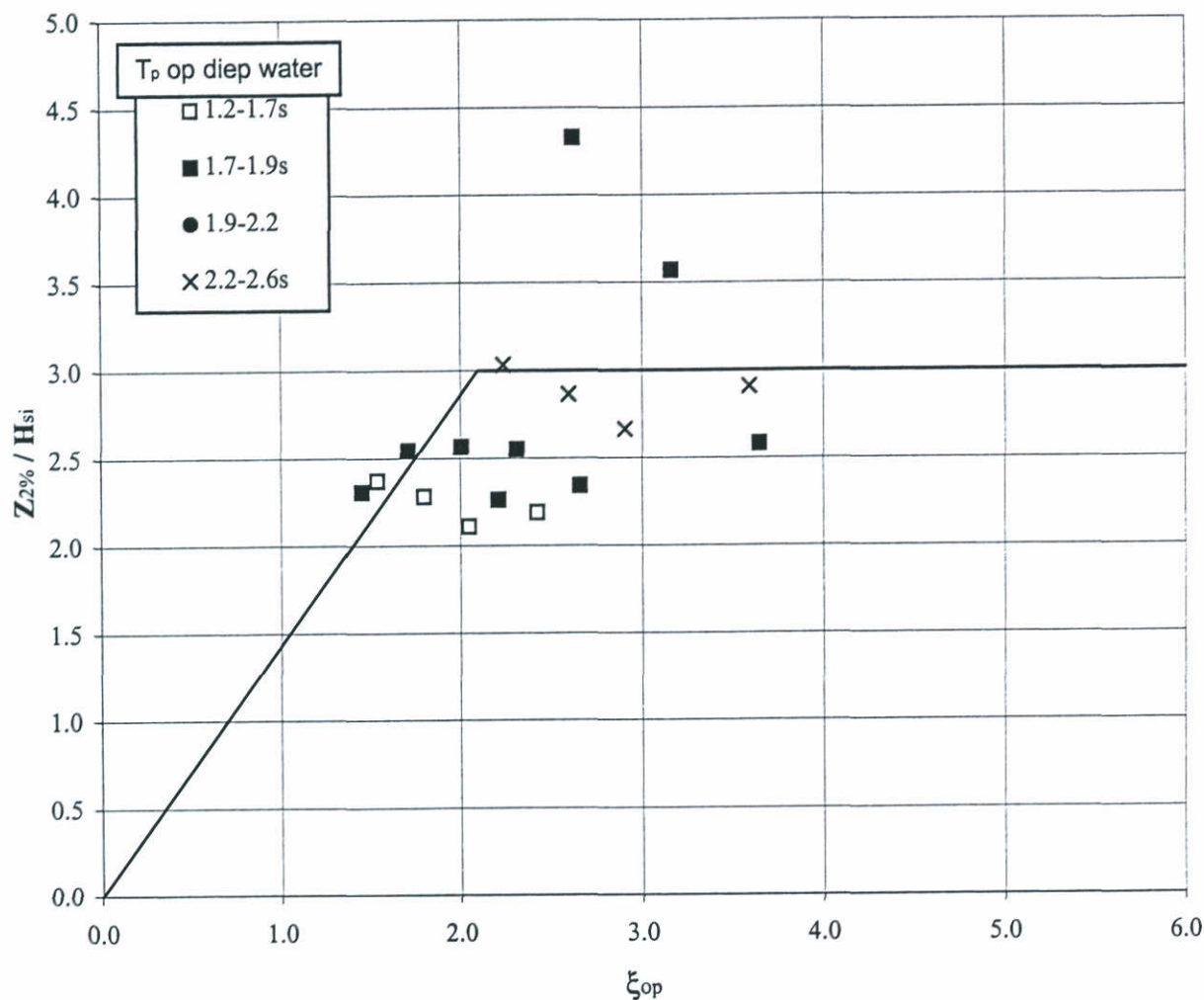
Talud 1:4



$Z_{2\%}/H_{si}$ vs ξ_{op} voor talud 1:4
invloed van de T_p op diep water

Fig4_345.xls; 05-05-99

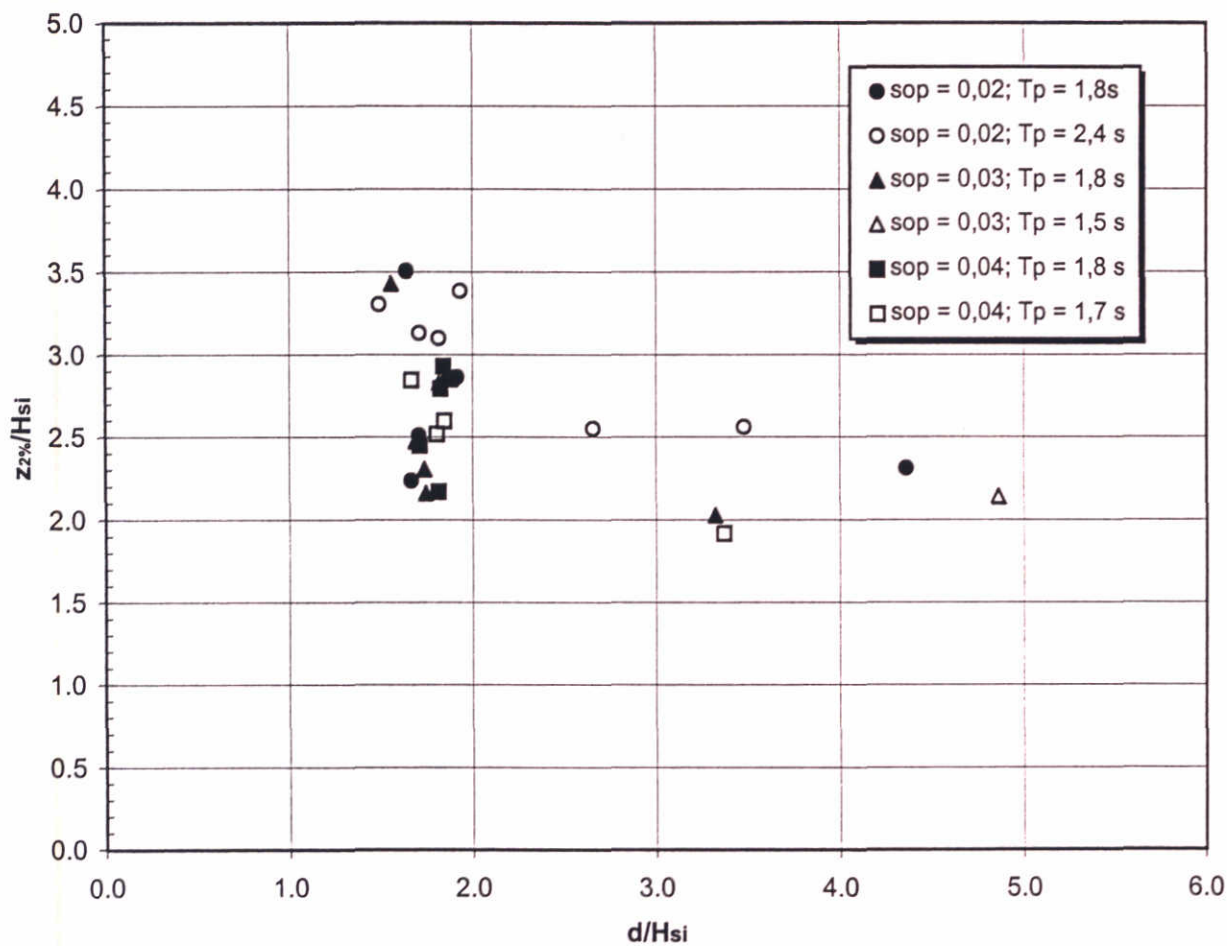
Talud 1:4
Golfhoogtes berekend met ENDEC



$Z_{2\%}/H_s$ vs ξ_p voor talud 1:4 - invloed T_p op diep water
(golfhoogtes berekend met ENDEC)

Fig4_345.xls; 05-05-99

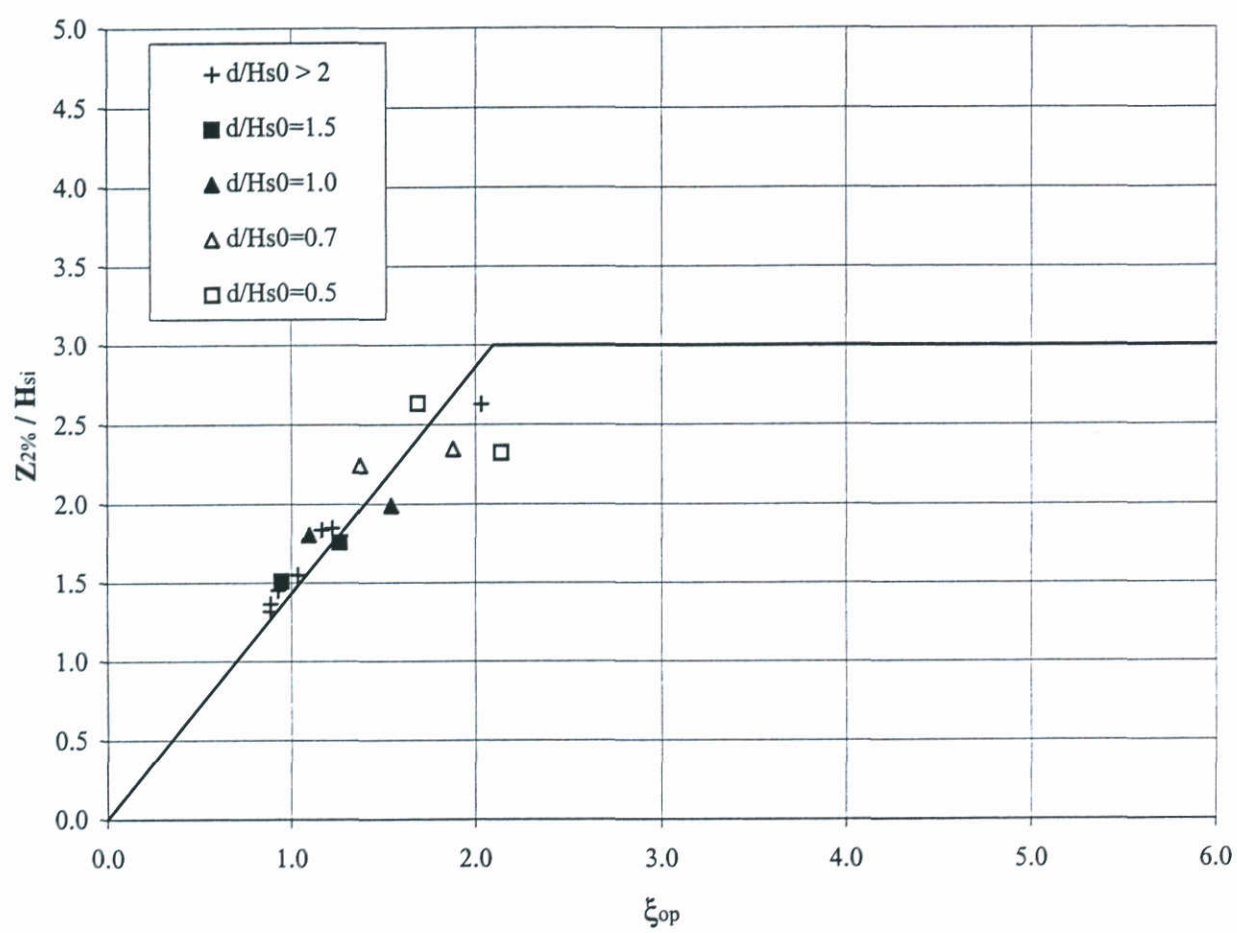
voorland 1:100; $L_v = 20\text{ m}$
Talud 1:4



$z_{2\%}/H_{si}$ vs d/H_{si} voor talud 1:4
invloed sop en T_p op diep water

Fig4_345.xls; 05-05-99

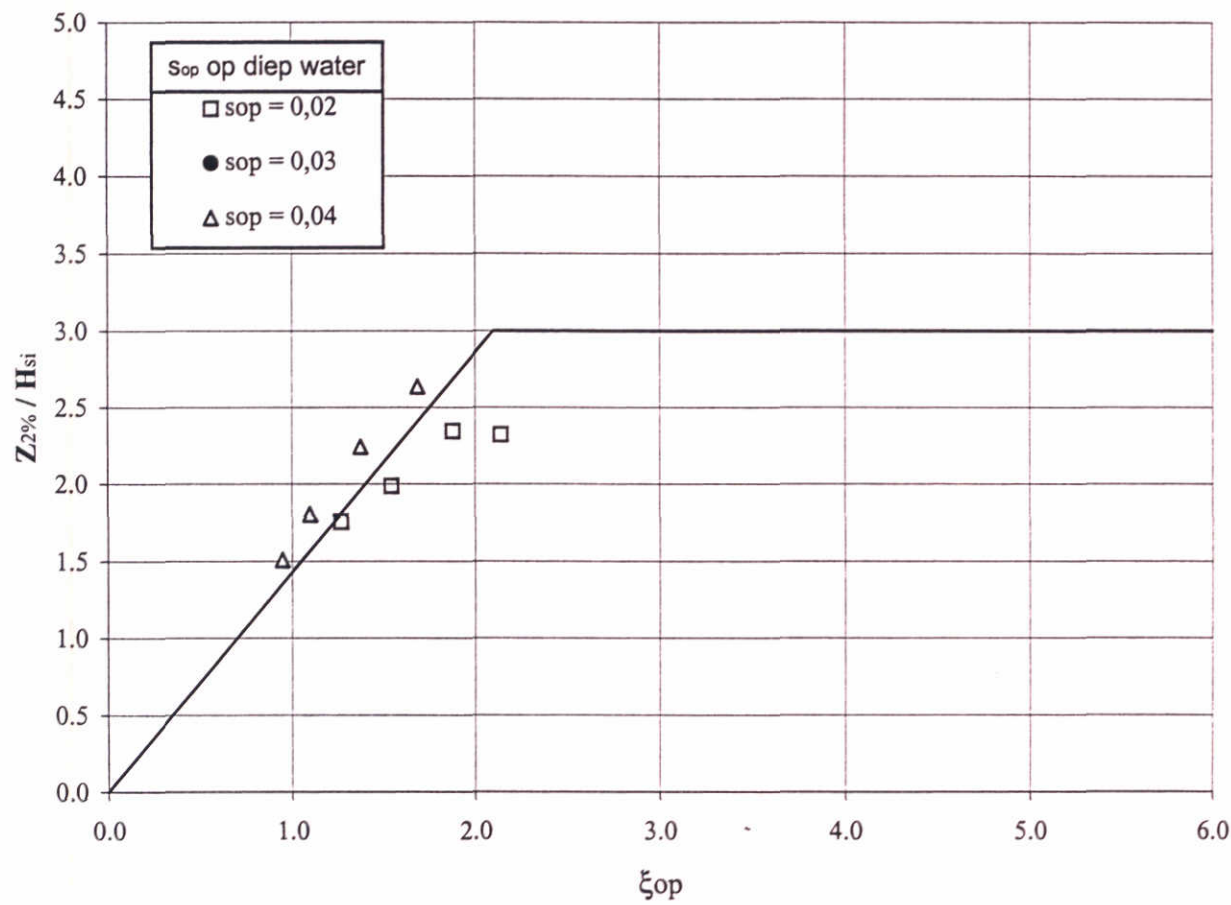
Talud 1:6



$Z_{2\%}/H_{si}$ vs ξ_{op} voor talud 1:6
invloed d/H_{s0}

Fig4_345.xls; 05-05-99

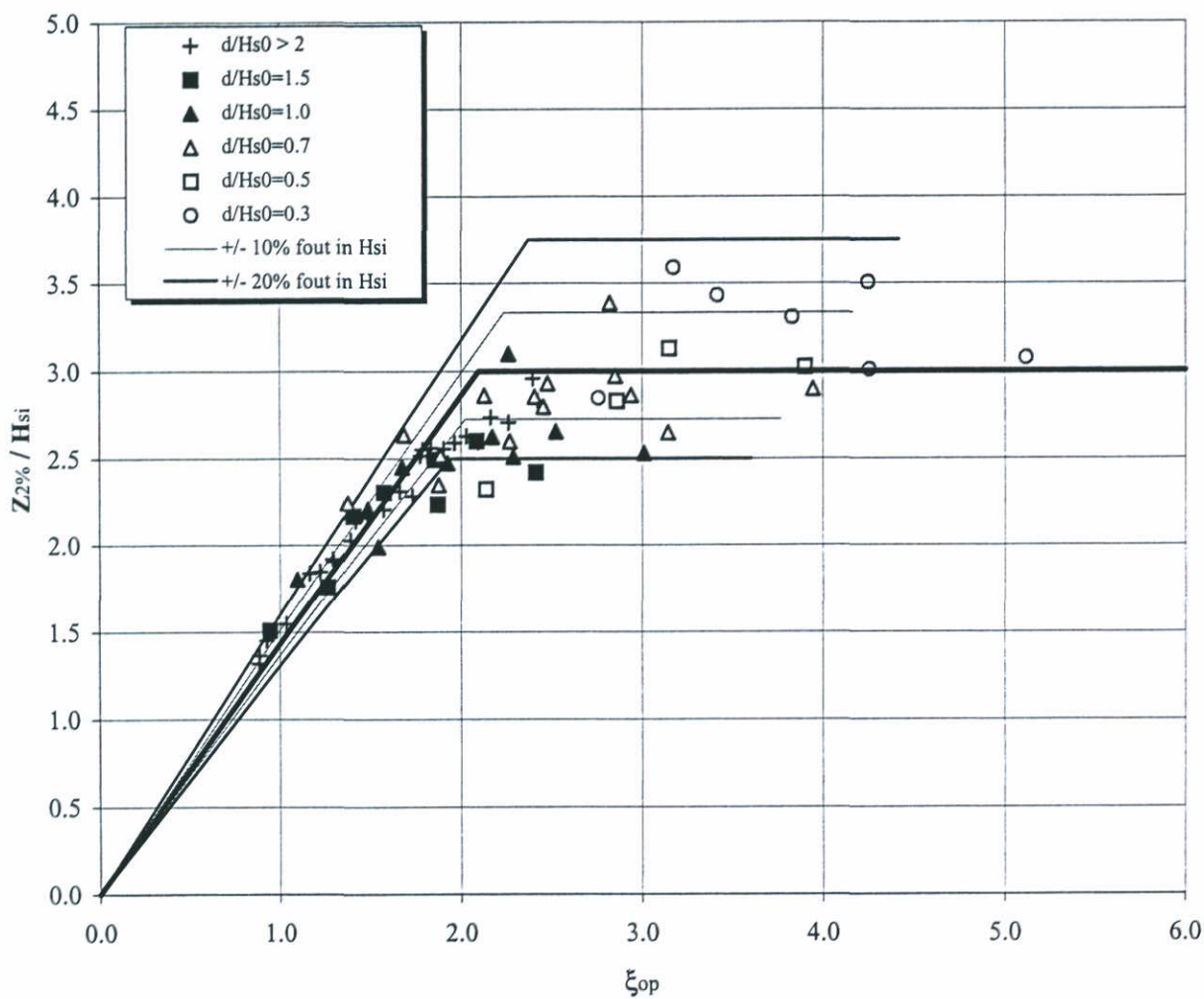
Talud 1:6



$Z_{2\%}/H_{si}$ vs ξ_{op} voor talud 1:6
invloed s_{op}

Fig4_345.xls; 05-05-99

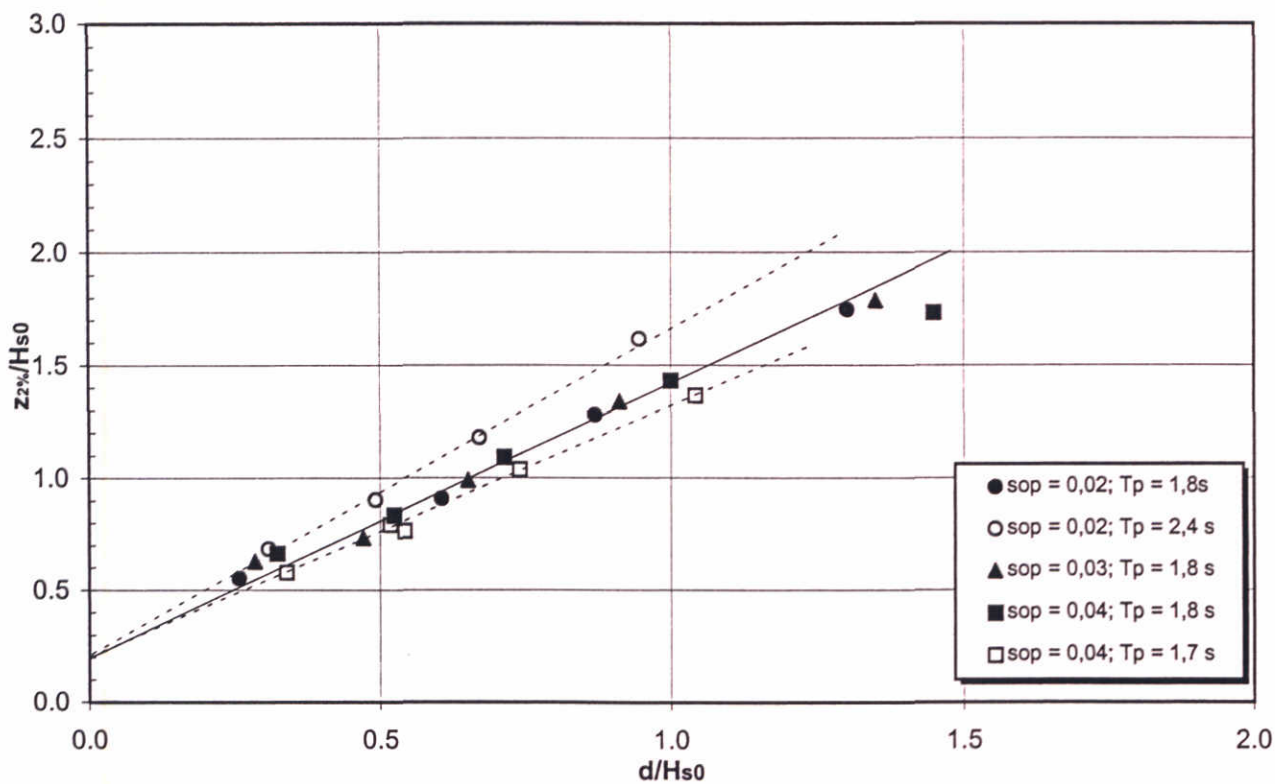
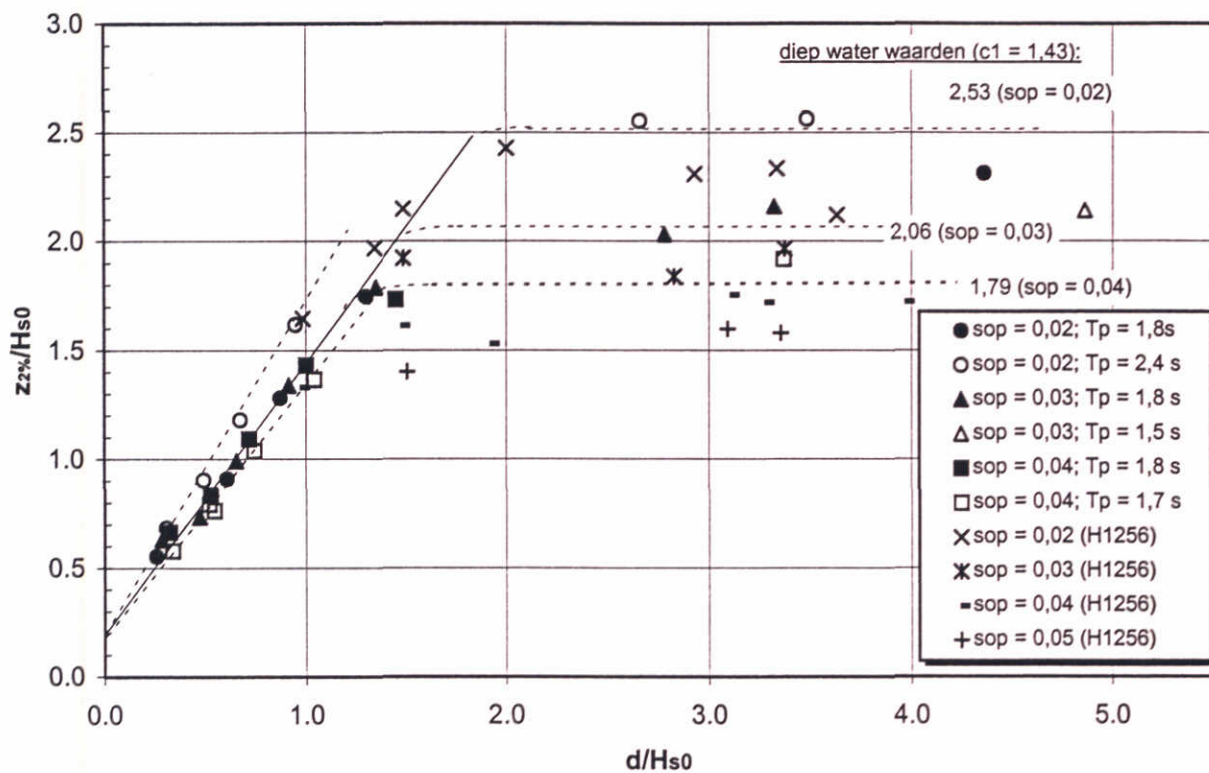
Samenvatting alle resultaten



samenvatting oploopresultaten $Z_{2\%}/H_{si}$ vs ξ_{op}
voor alle taluds

Fig4_345.xls; 05-05-99

voorland 1:100; Talud 1:4

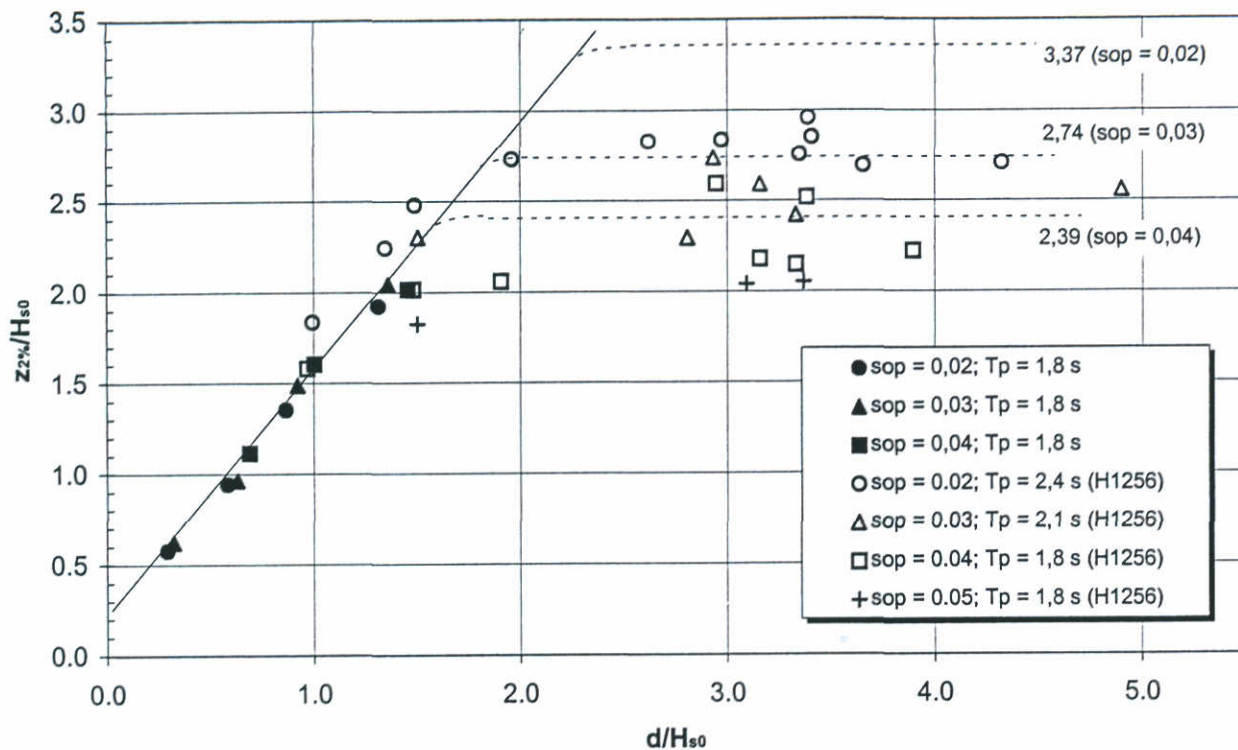


oploopresultaten $z_{2\%}/H_{s0}$ vs d/H_{s0}
voorland 1:100 en talud 1:4

Fig4_345.xls; 05-05-99

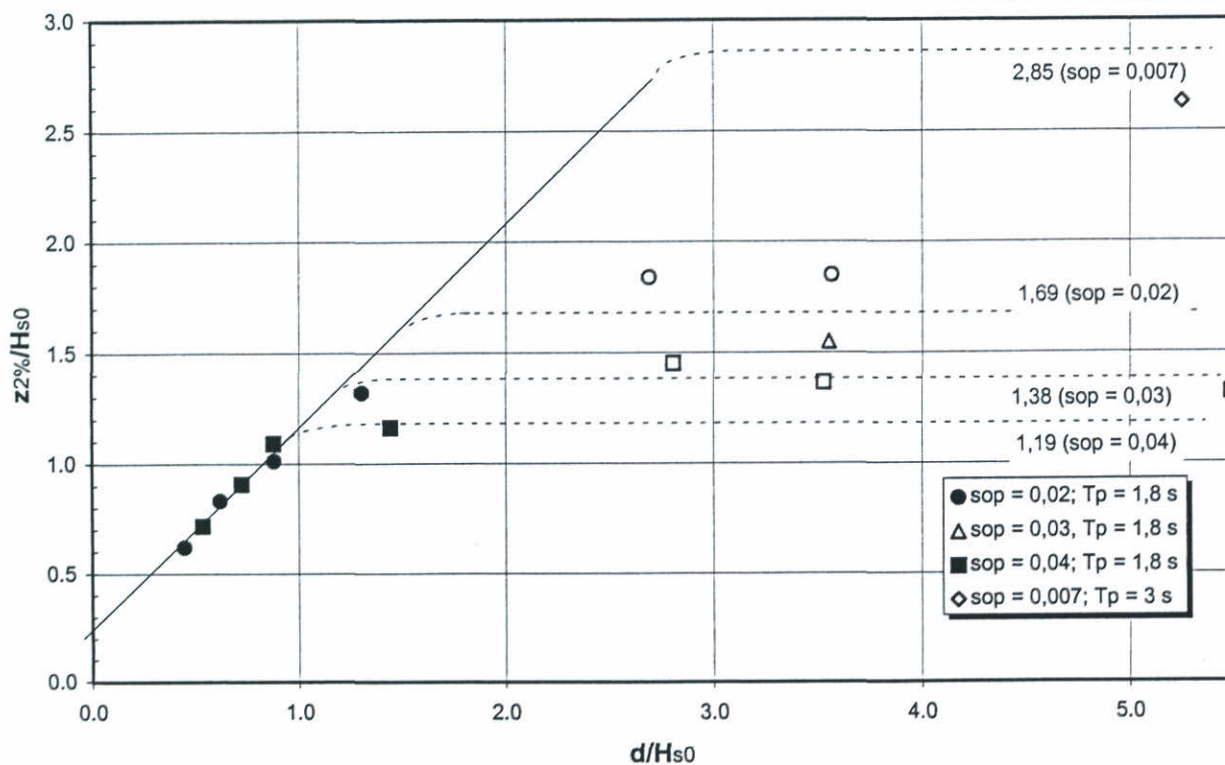
voorland 1:100; Talud 1:3

diep water waarden ($c_1 = 1,43$):



voorland 1:100; Talud 1:6

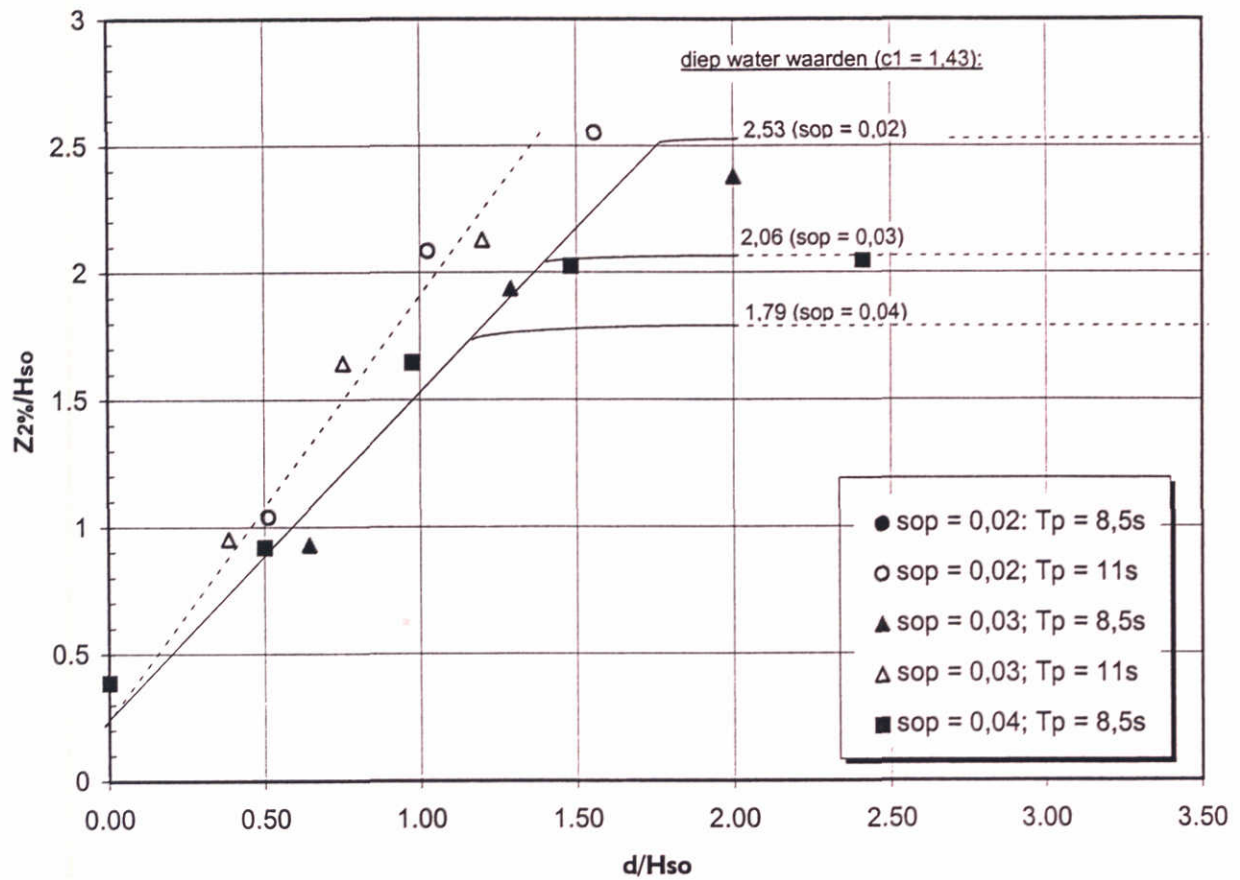
diep water waarden ($c_1 = 1,43$):



oplooppresultaten $z_{2\%}/H_{s0}$ vs d/H_{s0}
voor taluds 1:3 en 1:6

Fig4_345.xls; 05-05-99

M1084 Resultaten
VOORLAND 1:40 + Talud 1:4



M1084 oplooppresultaten $Z_{2\%}/H_{s0}$ vs d/H_{s0}
voor talud 1:4

Fig4_345.xls; 05-05-99

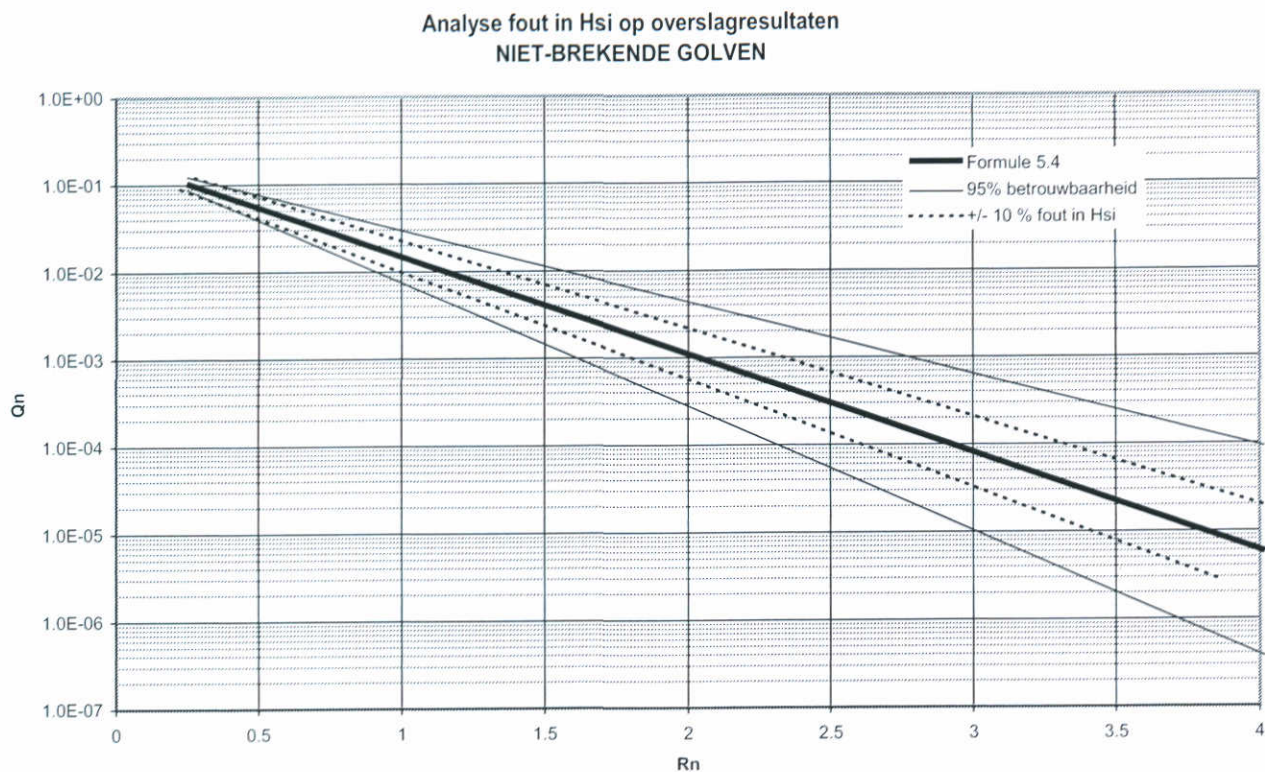


FIG. 5.1a

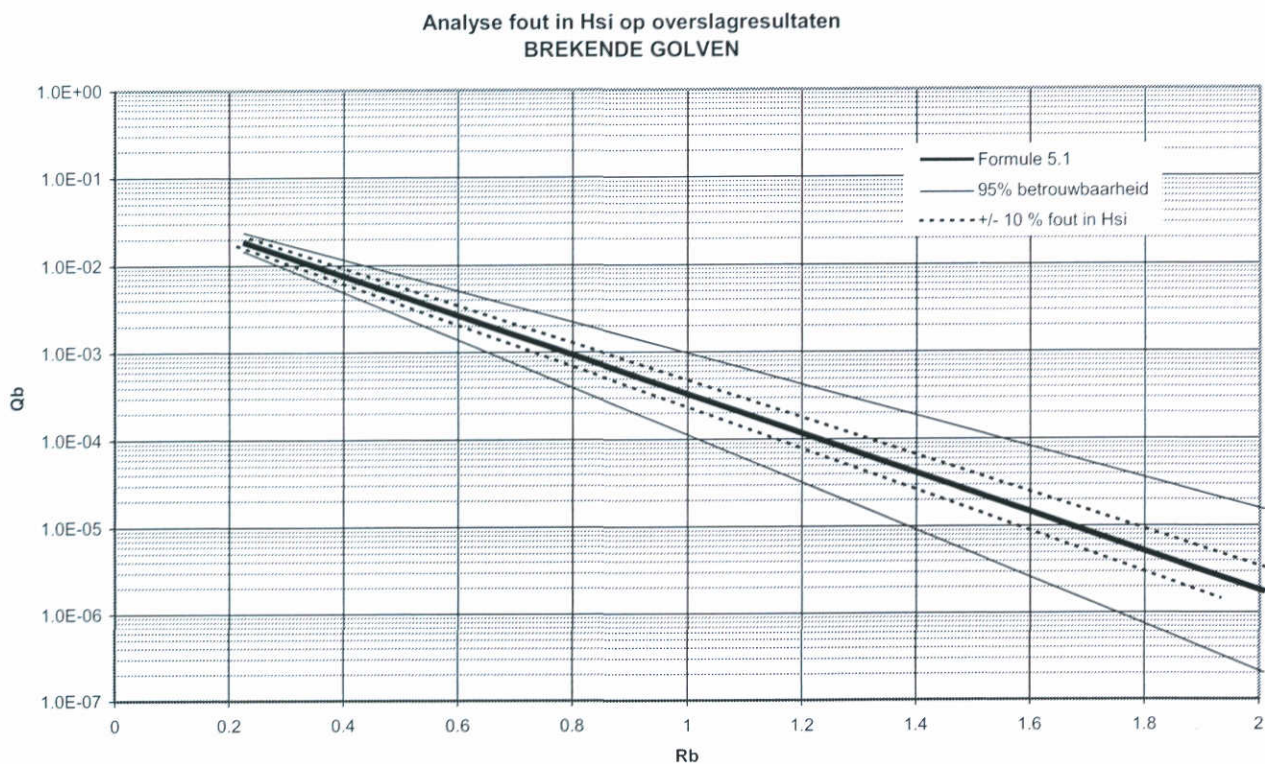


FIG. 5.1b

invloed van fout in H_s op overslagresultaten

Niet-brekende golven - Geen voorland

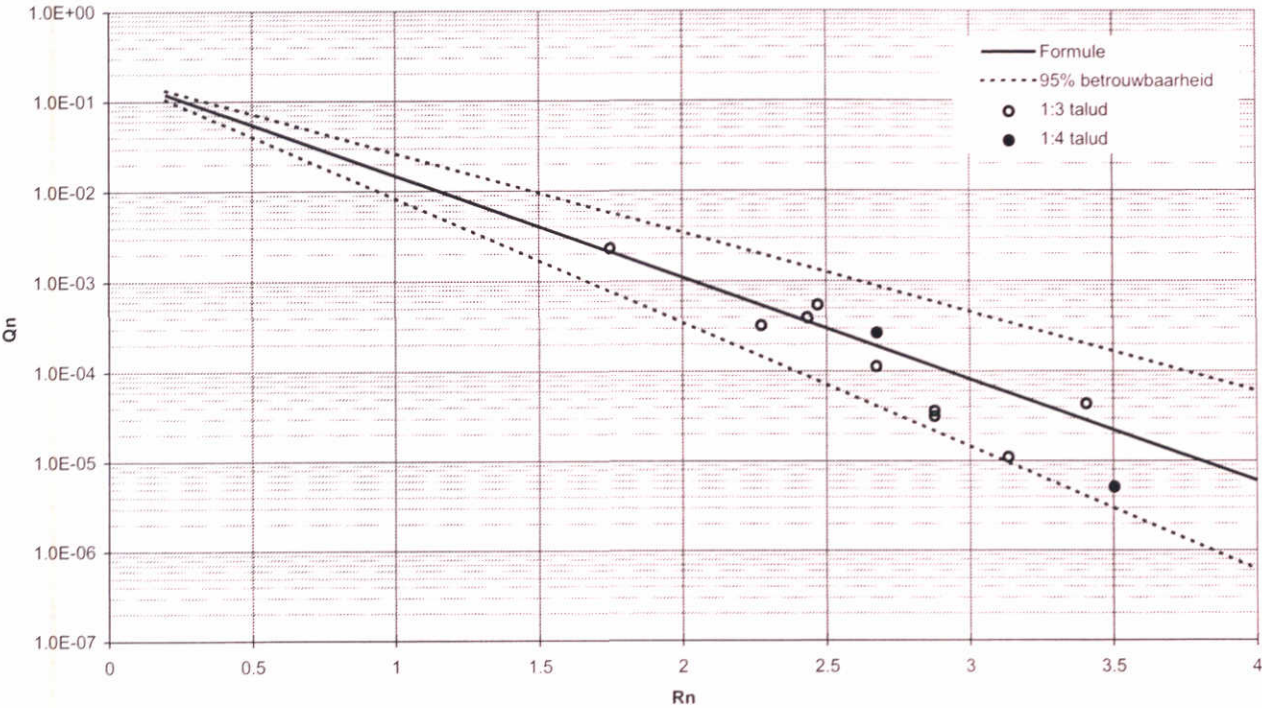


FIG. 5.2a

Brekende golven - Geen voorland

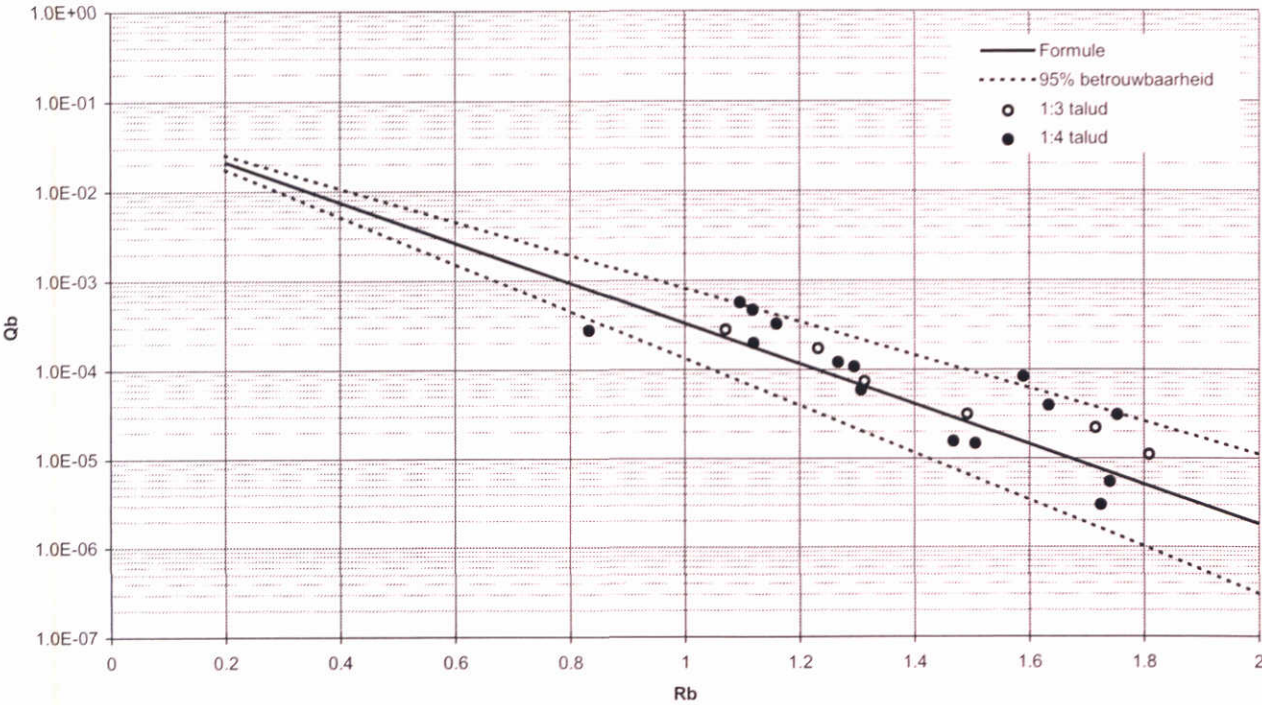


FIG. 5.2b

overslagresultaten voor referentieproeven zonder voorland		
WL DELFT HYDRAULICS	H 3271.24	FIG. 5.2

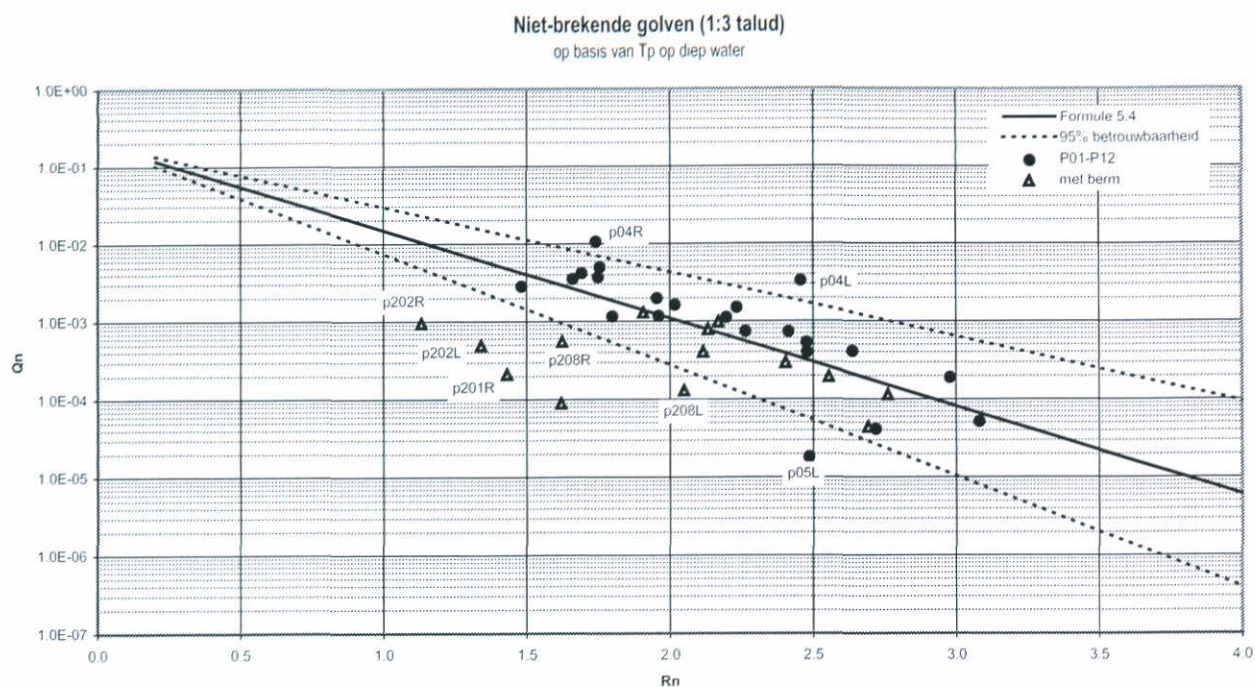


FIG. 5.3a

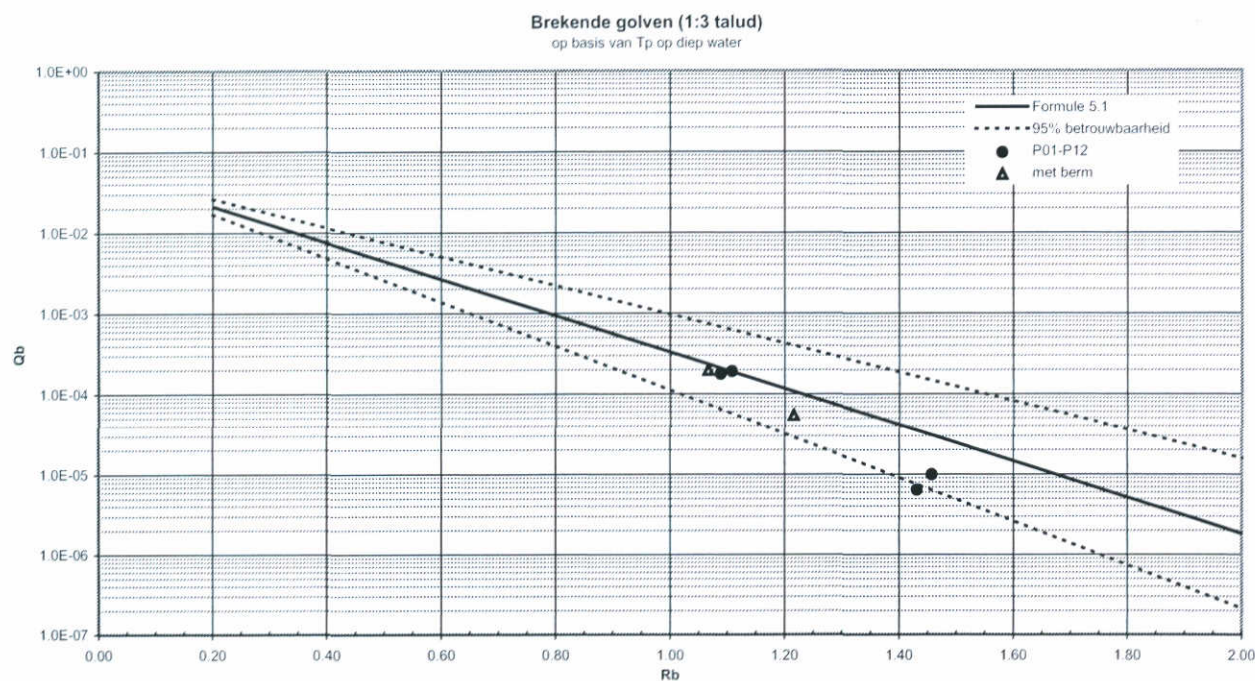


FIG. 5.3b

overslagresultaten voor talud 1:3

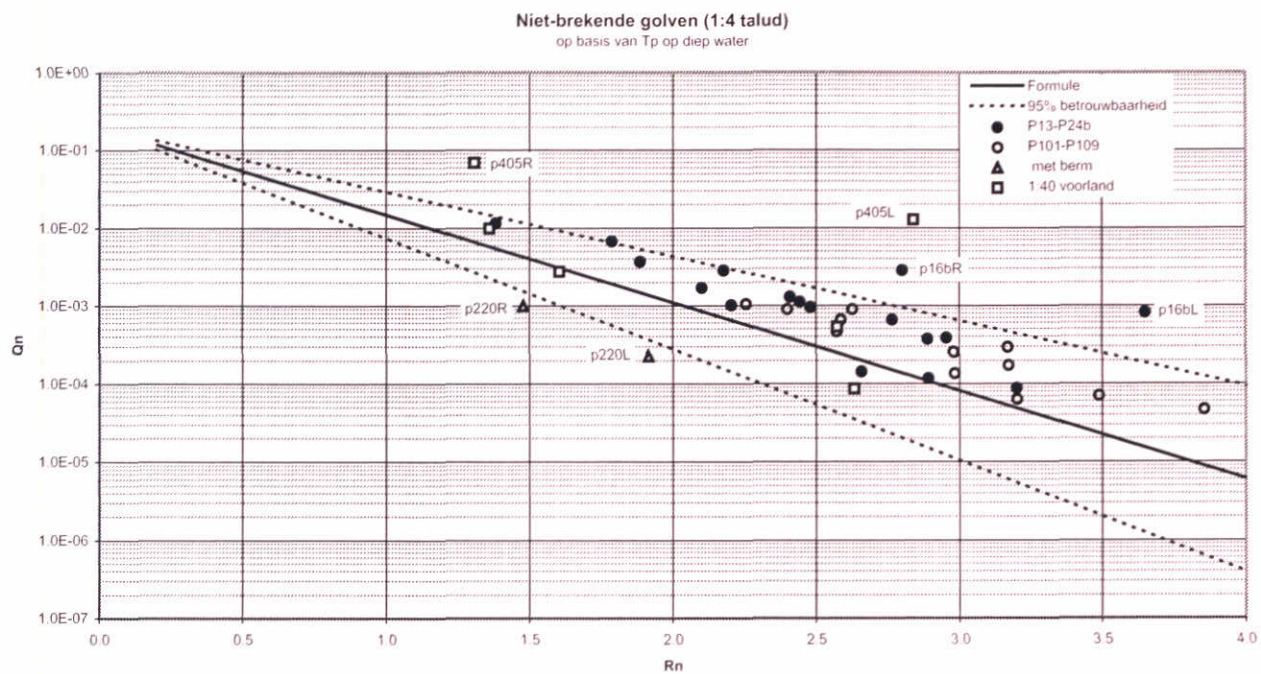


FIG. 5.4a

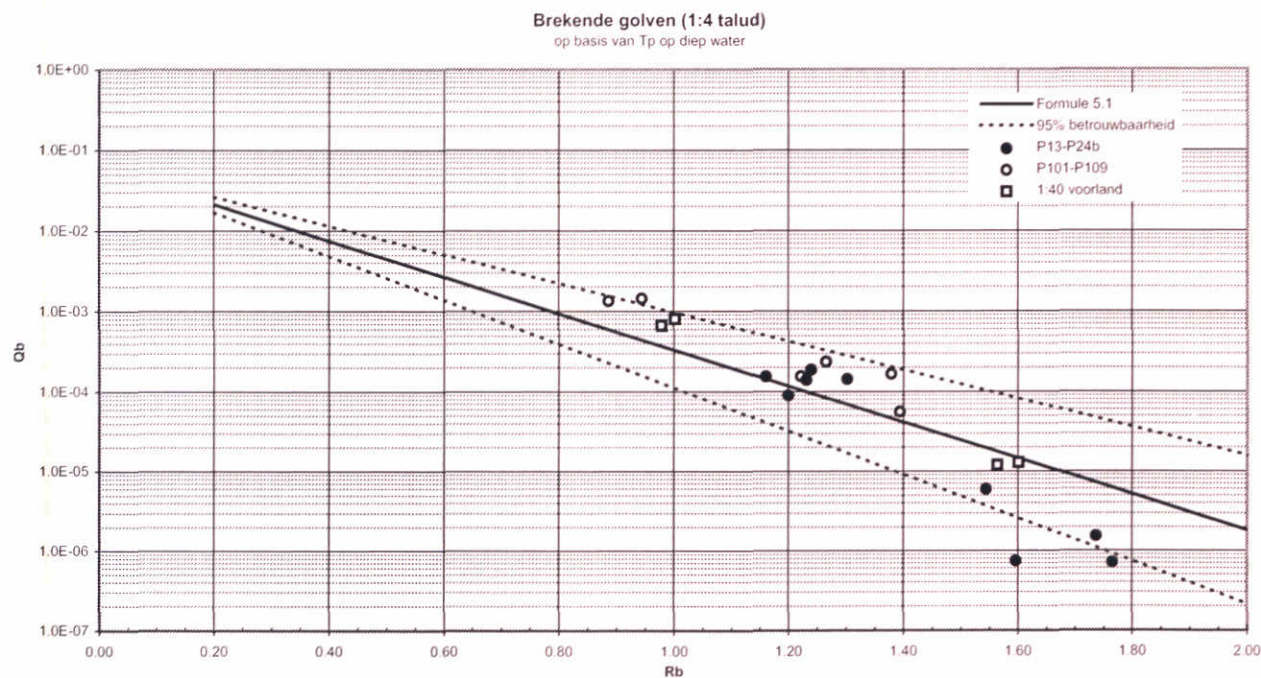


FIG. 5.4b

overslagresultaten voor talud 1:4

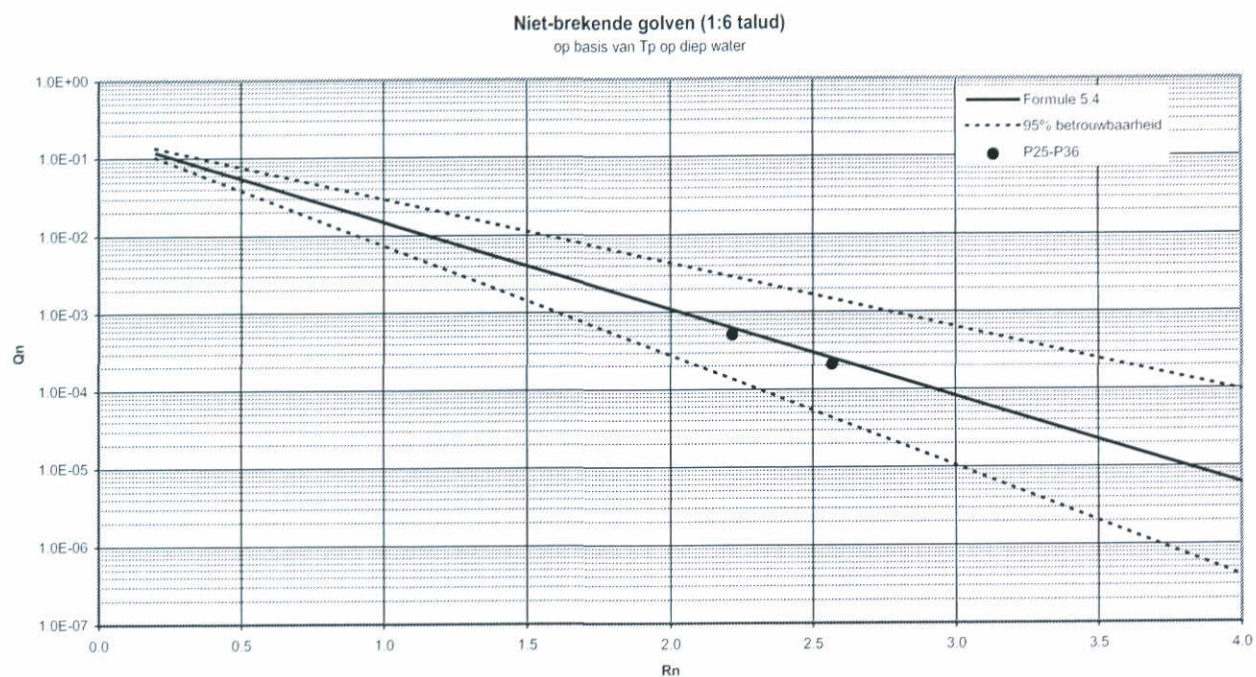


FIG. 5.5a

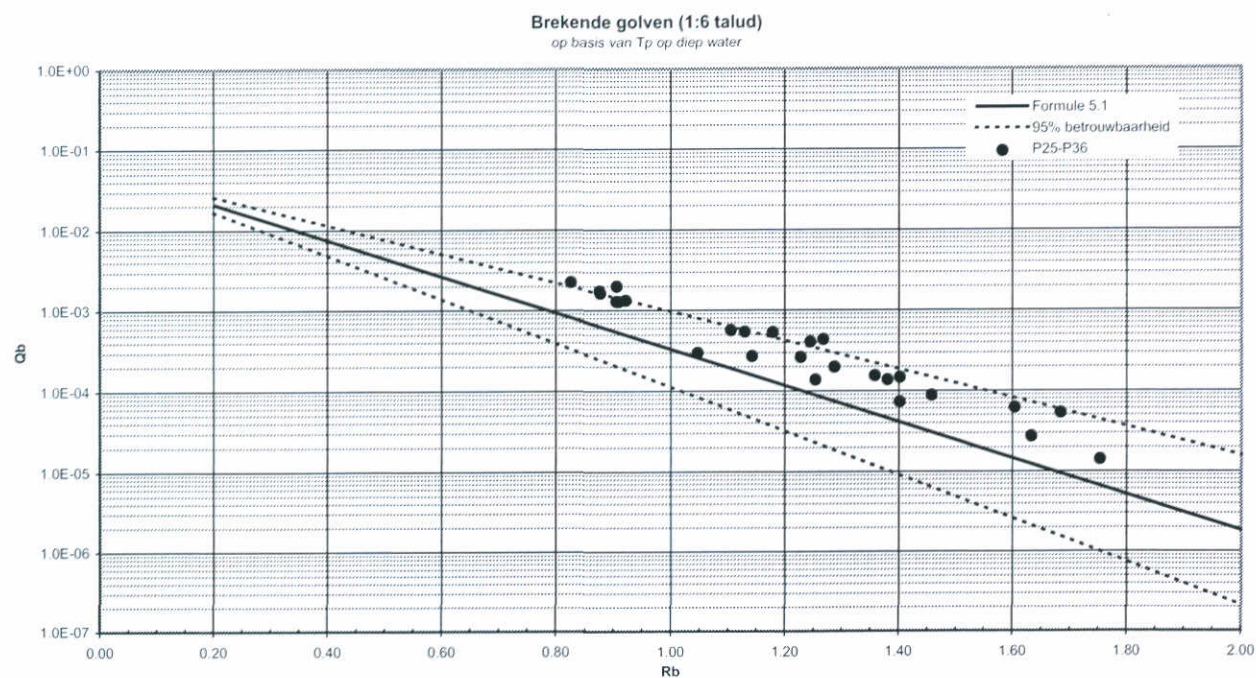
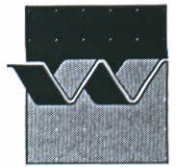


FIG. 5.5b

overslagresultaten voor talud 1:6

Bijlage I



KLANT : Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat
Dienst Weg- en Waterbouwkunde
Van der Burghweg 1
2628 CS Delft

TITEL : Scheldegootonderzoek met sterk gebroken golven. Golfoploop en -overslag achter een zandbank

SAMENVATTING : Het voorliggende verslag maakt deel uit van een onderzoek dat door het WL in de Deltagoot en Scheldegoot wordt uitgevoerd in het kader van de renovatie van de Nederlandse steenzettingen. Binnen dit onderzoek wordt in de Scheldegoot een drietal onderzoeksfasen doorlopen. Dit verslag presenteert de resultaten van de eerste onderzoeksfase in de Scheldegoot. Het betreft proeven waarbij de golftransmissie over een zeer ondiepe zandbank en de golfoploop op en golfoverslag over een achter de zandbank gelegen dijk is onderzocht. Tevens zijn de golfcondities op het achtereinde van de zandbank gesimuleerd met behulp van een speciale golfschotsturing. Daarvoor is de gemeten tijdreeks van de golven (waterspiegeluitwijking als functie van de tijd) omgewerkt naar een geschikte golfschotsturing. Deze sturing is ook geschikt voor gebruik in de Deltagoot waardoor daar geen voorland gebouwd hoeft te worden voor het simuleren van deze condities.

REFERENTIES : DWW contractnummer DWW-1327

REV.	AUTEUR	DATUM	OPMERKINGEN	REVIEW	GOEDKEURING
0	G. Kant	9-1-1998	concept	M. Klein Breteler	W.M.K. Tilmans
1	G. Kant	september '99	definitief	M. Klein Breteler	W.M.K. Tilmans

TREFWOORD(EN)	INHOUD	STATUS
Fysisch modelonderzoek	TEKST :	☐ VOORLOPIG
Scheldegoot	FIGUREN :	☐ CONCEPT
Zeeuwse dijken	APPENDICES :	☒ DEFINITIEF
Gebroken golven	PROJECTNUMMER:	H3271.14

Inhoud

1	Inleiding	1
2	Achtergrond proevenprogramma	2
3	Randvoorwaarden en modelopstelling.....	4
	3.1 Transmissieproeven	4
	3.2 Golfoploop/overslagproeven	5
	3.3 Verificatieproeven	5
4	Resultaten	7
	4.1 Transmissieproeven	7
	4.2 Golfoploop/overslagproeven	8
	4.3 Verificatieproeven	12
5	Conclusies	17

Lijst van Symbolen

d	[m]	waterdiepte op de zandbank
f	[Hz]	frequentie
h	[m]	waterdiepte voor de zandbank
h_k	[m]	vrije kruinhoogte
H_{s0}	[m]	significante golfhoogte op diep water, berekend als gemiddelde van het hoogste derde deel van de golven
$H_{1/3}$	[m]	significante golfhoogte van de inkomende plus reflecterende golf
$H_{1\%}$	[m]	som van de inkomende plus reflecterende golf die door 1% van de golven wordt overschreden
H_{m0i}	[m]	significante golfhoogte van de inkomende golven, berekend op basis van energie
H_{si}	[m]	significante golfhoogte van de inkomende golven, berekend als gemiddelde van het hoogste derde deel van de golven.
L_{op}	[m]	diep water golflengte gebaseerd op T_p
q_1	[l/m/s]	golfoverslagvolume bij kruin 1
q_2	[l/m/s]	golfoverslagvolume bij kruin 2
Q_b	[-]	dimensieloos overslagdebiet bij brekende golven, $\gamma_b \xi_{op} < \approx 2$
Q_n	[-]	dimensieloos overslagdebiet bij niet-brekende golven, $\gamma_b \xi_{op} > \approx 2$
R	[-]	reflectiecoëfficiënt
R_b	[-]	dimensieloze kruinhoogte bij brekende golven, $\gamma_b \xi_{op} < \approx 2$
R_n	[-]	dimensieloze kruinhoogte bij niet-brekende golven, $\gamma_b \xi_{op} > \approx 2$
S_{op}	[-]	golfsteilheid op diep water uitgaande H_{s0}/L_{op}
T_p	[s]	piekgolfperiode behorende bij de piek van het golfspectrum. Deze waarde wordt bepaald door de ligging van het zwaartepunt van het oppervlak rond de piek waarin zich 20 % van de golfenergie bevindt. Deze waarde wordt door het programma AUKE-PC bepaald.
T_{p1}	[s]	piekgolfperiode behorende bij de laagfrequente piek van het gemeten golfspectrum, deze waarde is handmatig bepaald. De verstoringen in het spectrum door reflecterende golven zijn hierbij zo goed mogelijk buiten beschouwing gelaten.
T_{p2}	[s]	piekgolfperiode behorende bij de hoogfrequente piek van het gemeten golfspectrum, deze waarde is handmatig bepaald.
$T_{p, \text{gewogen}}$	[s]	gewogen piekgolfperiode berekend volgens tweetoppenanalyse
T_m	[s]	gemiddelde golfperiode, berekend op basis van nuldoorgangen
z	[m]	golfoploophoogte, verticaal gemeten ten opzichte van de stilwaterlijn
$z_{2\%}$	[m]	golfoploophoogte die door 2% van de inkomende golven wordt overschreden
z_1	[m]	kruinhoogte van kruin 1
z_2	[m]	kruinhoogte van kruin 2
γ_b	[-]	reductiefactor voor een berm
γ_f	[-]	reductiefactor voor de ruwheid
γ_β	[-]	reductiefactor voor de hoek van golfaanval
γ_v	[-]	reductiefactor voor een (verticale) wand op een talud
ξ_{op}	[-]	brekerparameter berekend op basis van H_{si} en T_p
ξ_{op1}	[-]	brekerparameter berekend op basis van H_{si} en T_{p1}
ξ_{op2}	[-]	brekerparameter berekend op basis van H_{si} en T_{p2}
$\xi_{op, \text{gewogen}}$	[-]	brekerparameter berekend op basis van H_{si} en $T_{p, \text{gewogen}}$

Lijst van Tabellen

- 1 Proevenserie 1 en 2
- 2 Golf- en waterstandscombinaties
- 3 Meetresultaten proevenserie 1
- 4 Dimensieloze parameters proevenserie 1
- 5 Meetresultaten proevenserie 2
- 6 Dimensieloze parameters proevenserie 2

Lijst van Figuren

- 3.1 Proefopstellingen proevenserie 1,2 en 3
- 4.1 Golfhoogteverdeling en energiespectrum proef T5, golfhoogtemeters 1, 2 en 3
- 4.2 Golfhoogteverdeling en energiespectrum proef T5, golfhoogtemeters 24, 25 en 26
- 4.3 Golfhoogteverdeling en energiespectrum proef T11, golfhoogtemeters 1, 2 en 3
- 4.4 Golfhoogteverdeling en energiespectrum proef T11, golfhoogtemeters 24, 25 en 26
- 4.5 Verhouding $H_{1\%}/H_{m0i}$ voor en achter de zandbank
- 4.6 Golfhoogte reductie door de aanwezigheid van de zandbank
- 4.7 Golfoploopresultaten
- 4.8 Golfoverslagresultaten, brekende golven benadering
- 4.9 Golfoverslagresultaten, niet brekende golven benadering

I Inleiding

In het kader van de renovatie van de Nederlandse steenzettingen wordt in de Scheldegoet en Deltagoet van WL een onderzoek uitgevoerd naar de golfbelasting op en de stabiliteit van dijkbekledingen. De opdracht voor dit onderzoek is namens het Projectbureau Zeeweringen te Goes gegeven door de Dienst Weg- en Waterbouwkunde van RWS (contract DWW-1327), die in de begeleiding van het onderzoek wordt bijgestaan door de TAW.

Het voorliggende verslag betreft de rapportage van een serie proeven in de Scheldegoet, waarbij de golftransmissie over een zeer ondiepe zandbank en de golfoploop en overslag over een achter de zandbank liggende dijk is onderzocht. Deze proevenserie is de eerste fase van een drie fases tellend programma met sterk gebroken golven. Sterk gebroken golven zijn door breking op een relatief ondiep voorland (bodem) tot minder dan de halve hoogte van de oorspronkelijke golven gereduceerd. De tweede fase van het onderzoek betreft de stabiliteit van breuksteen op een te zwakke steenzetting. In de derde fase wordt de invloed van een zeer ondiep voorland op de oploop en overslag over dijken onderzocht.

In de in dit verslag gerapporteerde eerste onderzoeksfase is aandacht besteed aan de volgende onderwerpen:

1. De golfhoogte, de golfhoogteverdeling en het spectrum op en achter een zeer ondiepe zandbank, die niet kan eroderen.
2. De golfoploop en overslag over een glad dijktafval met helling van 1:4, waarbij de golven eerst over de zeer ondiepe zandbank zijn gegaan.
3. De simulatie van de golfcondities op het achtereinde van de zandbank met behulp van een speciale golfschotsturing. Daarvoor is de gemeten tijdreeks van de golven (waterspiegeluitwijking als functie van de tijd) omgewerkt naar een geschikte golfschotsturing. Deze sturing is ook in de Deltagoet bruikbaar, waardoor daar geen voorland gebouwd hoefde te worden.

Deze onderwerpen zijn onderzocht middels een drietal proefopstellingen en daarop afgestemde proevenseries:

1. proevenserie met zandbank en golfdempend talud aan het einde van de goet.
2. proevenserie met zandbank en dijk.
3. proevenserie zonder zandbank en met dijk ter verificatie van de speciale golfschotsturing.

De rapportage van deze proeven kent de volgende opbouw. Volgend op deze inleiding wordt in hoofdstuk twee aandacht besteed aan de achtergrond van de problematiek van de aanval van sterk gebroken golven op dijkconstructies. Vervolgens worden in de hoofdstuk 3 de drie meetopstellingen en proevenprogramma's gepresenteerd. Aansluitend worden in hoofdstuk 4 de resultaten gepresenteerd van de uitgevoerde proevenseries. Tevens worden in dit hoofdstuk vergelijkingen gemaakt met bestaande formuleringen en wordt aangegeven waar eventuele verschillen optreden. De rapportage wordt afgesloten met samenvattende conclusies in hoofdstuk 5.

2 Achtergrond proevenprogramma

Onder superstormomstandigheden worden er op de Noordzee zeer hoge golven opgewekt. In het noorden van de Noordzee kunnen deze een significante golfhoogte van meer dan 30 m bereiken. Bij een Noordwesterstorm zullen deze hoge golven ook naar onze kust lopen. Onderweg zijn er diverse fysische processen die de golven beïnvloeden. Door de grote afstand die ze afleggen zijn processen zoals divergentie door verschillen in de voortplantingsrichting, dissipatie door bodemwrijving en breken van grote invloed. De golflengte van deze golven is zodanig groot dat een storm er nog maar langzaam energie aan kan toevoegen.

Op vrijwel alle locaties langs de Nederlandse kust komen onder superstormomstandigheden golfcondities voor die het restant genoemd kunnen worden van deze oorspronkelijk zeer hoge golven.

In het Zuidelijke deel van de Noordzee is de waterdiepte slechts 25 tot 50 m en worden golven van geringere omvang opgewekt. De significante golfhoogte is hier orde 10 m (Kamsteeg 1997).

Doordat deze golven wat kleiner zijn en het windveld zich ongetwijfeld tot aan de kust uitstrekt, kunnen deze golven in volle omvang tot vrij dicht onder de kust komen. Hierbij zijn processen zoals divergentie en dissipatie door bodemwrijving van veel minder invloed. De golflengte is zodanig dat zelfs bij vrij kleine waterdiepte de dissipatie door bodemwrijving volledig wordt gecompenseerd door energietoevoer door de wind.

Op zo'n 10 tot 25 km uit onze Noordzeekust is de waterdiepte afgenomen tot ongeveer 20 m en wordt de waterdiepte zodanig beperkt dat de golven gaan breken. Op enkele kilometers van de kust kan de waterdiepte plaatselijk nog wel zeer groot zijn, maar wordt de golfhoogte meer en meer bepaald door het breken op zandbanken.

Deze van oorsprong hoge golven zijn aan de kust nog te herkennen aan de componenten in het golfspectrum met grote golfperiode. De golven uit het noorden van de Noordzee hebben een golfperiode groter dan orde 15 s. Uit het zuiden van de Noordzee komen de golven met een periode tussen orde 10 en 15 s. Lokaal onder de kust worden de golven opgewekt met een periode tussen 5 en 10 s.

Uit diverse publikaties over de golfcondities voor de Nederlandse kust blijkt de piek van het spectrum bij een golfperiode van 10 tot 15 s te liggen. Soms is wel 17 s genoemd (Kamsteeg 1997).

De gebroken of brekende golven hebben specifieke eigenschappen:

- het spectrum is breed en/of tweetoppig;
- de golven hebben een sterk niet-lineaire golfvorm;
- de golfhoogteverdeling wijkt af van die van Rayleigh (bij de hoge golven is er een horizontale asymptoot in de verdeling);
- er zijn tijdens het brekerproces gebonden lange golven vrij gekomen.

Als de golven in de buurt van de constructie komen, dan zijn er twee mogelijkheden:

1. De golven zijn nog steeds aan het breken omdat de waterdiepte geleidelijk afneemt (hellend voorland).
2. De golven zijn gebroken, maar gaan vervolgens over een ongeveer horizontaal voorland of zijn weer in iets dieper water gekomen (achter een zandbank).

Voor beide typen gelden de bovenstaande specifieke eigenschappen. Het simuleren van deze golven in modelonderzoek wordt op een verschillende wijze aangepakt. Bij brekende golven is het noodzakelijk het voorland in de modelfaciliteit te bouwen daar het onmogelijk is om met een golfschot een brekende golf op te wekken. Echter, gebroken golven kunnen waarschijnlijk wel worden opgewekt met een golfschot. Gebroken golven, en de reproductie hiervan zijn derhalve, naast de golfoploop en golfoverslag op een dijktaalud ten gevolge van deze golven, onderwerp van deze modelstudie.

3 Randvoorwaarden en modelopstelling

Het in deze fase samengestelde proevenprogramma voor de Scheldegoot valt in drie delen op te delen.

1. transmissieproeven: proevenserie met zandbank, maar zonder constructie (paragraaf 3.1)
2. golfoploop/overslagproeven: proevenserie met zandbank en constructie (paragraaf 3.2)
3. verificatieproeven: proevenserie zonder zandbank ter verificatie van afgeleide stuursignalen (paragraaf 3.3)

De aanpak, randvoorwaarden en modelopstelling behorende bij elk van deze drie onderdelen wordt in dit hoofdstuk gepresenteerd.

De significante golfhoogte zeewaarts van de zandbank ligt in werkelijkheid tussen de 1 en 4 m. De modelschaal bedraagt daarom ongeveer 10 à 30.

3.1 Transmissieproeven

Doelstelling: Het meten van het golfhoogteverloop voor, op en achter de zandbank waarbij een zo laag mogelijke reflectie van het eind van de goot optreedt. De gemeten tijdreeksen van deze proeven zijn daarom, mits de verificatie succesvol is, in principe geschikt om te gebruiken als stuursignaal voor de Deltagoot.

Modelopstelling: De modelopstelling wordt gepresenteerd in figuur 3.1a. In de opstelling waren in totaal 26 golfhoogtemeters geïnstalleerd. Landwaarts van de zandbank was een golfdempend talud geplaatst om de reflecties zo laag mogelijk te houden. Om de waterstandsopzet achter de zandbank te minimaliseren is aan het einde van de goot, achter het talud, een overstortbak met pomp (capaciteit 30 l/s) geplaatst. Het water in de overstortbak werd terug gepompt naar het begin van de goot, achter het golfschot.

Randvoorwaarden: Golfhoogte voor de bank $H_{s0}=0.16$ m.
Drie waarden voor de diep water golfsteilheid s_{op} : 2, 3 en 4 %.
Pierson Moskowitz energiedichtheidsspectrum.
Vijf waarden voor de relatieve waterdiepte H_{s0}/d .

Proefnummers: T1 t/m T15 (zie ook tabel 1 en 2).

3.2 Golfoploop/overslagproeven

- Doelstelling:** Het meten van de golfoploop en het golfoverslagvolume op een glad, niet doorlatend 1:4 talud waarbij de inkomende golven sterk zijn gebroken door de zandbank. Tevens wordt het golfhoogteverloop voor, op en achter de zandbank gemeten.
- Modelopstelling:** De modelopstelling wordt gepresenteerd in figuur 3.1b. In de opstelling waren 26 golfhoogtemeters geïnstalleerd. Het talud was in de breedte in drie delen van elk 0.33 m verdeeld, gescheiden door verticale perspex schotten. Het middelste gedeelte loopt door tot aan de bovenrand van de goot; op dit deel wordt de golfoploop gemeten met behulp van een golfoploopmeter (eerste pen op stilwaterlijn, voor de eerste meter een onderlinge penafstand van 2.5 cm, daarna om de 5 cm). De twee buitenste delen hebben een verstelbare kruinhoogte. Deze delen worden gebruikt om per proef voor twee verschillende kruinhoogten het overslagdebiet te meten. Deze opstelling is vergelijkbaar met de opstelling in het eerder uitgevoerde onderzoek H1256 - Waterbeweging op taluds [1]. Om voor en achter de zandbank een gelijke waterstand te creëren is de onderste 10 cm van het 1:4 talud open gelaten en is achter het 1:4 talud een overloopbak geïnstalleerd om het rondpompen mogelijk te maken.
- Randvoorwaarden:** Golfhoogte voor de bank $H_{s0}=0.16$ m.
Drie waarden voor de diep water golfsteilheid s_{op} : 2, 3 en 4 %.
Pierson Moskowitz energiedichtheidsspectrum.
Vier waarden voor de relatieve waterdiepte H_{s0}/d .
- Proefnummers:** T24 t/m T35 (zie tabel 1 en 2).

3.3 Verificatieproeven

- Doelstelling:** Het verifiëren van de reproduceerbaarheid van de golfcondities en golfoploop waarbij het stuursignaal van het golfschot is aangemaakt met behulp van gemeten tijdreeksen uit het eerste deel van het proevenprogramma. De golfcondities en de golfoploop en overslag worden hierbij vergeleken met de oorspronkelijke metingen uit de eerste twee proevenseries.
- Modelopstelling:** De modelopstelling wordt gepresenteerd in figuur 3.1c. Voor de metingen waren 9 golfhoogtemeters geïnstalleerd. Voor de meting van golfoploop is het talud zoals omschreven in paragraaf 3.2 geïnstalleerd.

Randvoorwaarden: gemeten tijdreeks van GHM 4 uit proef T8, T11 en T14
 gemeten tijdreeks van GHM 25 uit proef T8, T11 en T14
 gemeten tijdreeks van GHM 25 uit proef T14

Proefnummers: T108, T111 en T114
 T208, T211 en T214
 T314

4 Resultaten

De resultaten van het proevenprogramma worden gepresenteerd volgens de indeling die in het voorgaande hoofdstuk is gemaakt:

1. transmissieproeven: proevenserie met zandbank, maar zonder constructie (paragraaf 3.1)
2. golfoploop/overslagproeven: proevenserie met zandbank en constructie (paragraaf 3.2)
3. verificatieproeven: proevenserie zonder zandbank ter verificatie van afgeleide stuursignalen (paragraaf 3.3)

In de presentatie van de resultaten wordt gebruik gemaakt van parameters die in de parameterlijst voor in het rapport zijn gedefinieerd.

4.1 Transmissieproeven

Tijdens de uitvoering van de proeven werd geconstateerd dat de waterstandsopzet over de zandbank ongewenste neveneffecten met zich mee bracht. Deze effecten, waaronder retourstroming over de zandbank, waren niet gewenst aangezien deze een conditieafhankelijk karakter hebben. Bovendien treedt deze situatie in de praktijk niet, of in beperkte mate, op aangezien waterstandsopzet achter zandbanksystemen wordt gereduceerd door muivorming. Het water dat over de zandbank spoelt stroomt in het algemeen terug naar zee door een muisysteem. De golfopzet zal daarom alleen in uitzonderlijke situaties de waarden bereiken zoals gemeten in de goot. Daarom is er voor gekozen om een overstortbak aan het einde van de goot te plaatsen. Het water uit de bak werd terug naar het begin van de goot gepompt om de hoeveelheid water in de goot constant te houden. Hiermee werd bereikt dat de waterstand voor en achter de bank nagenoeg gelijk werd gehouden tijdens de proevenseries. Deze situatie benadert de prototypesituatie.

Enkele meetresultaten van de proevenserie worden gepresenteerd in tabel 3. De uit deze waarden afgeleide dimensieloze parameters worden gepresenteerd in tabel 4. De posities van de verschillende golfhoogtemeters worden gepresenteerd in figuur 3.1.

De proeven T1 t/m T6 worden gekarakteriseerd door zeer sterke breking ($H_{st}/d > 2.5$) waarbij achter de zandbank de oorspronkelijke spectrumvorm geheel is verdwenen. De overgebleven golfenergie bevindt zich op de bank in laagfrequente golven (orde 12 s in het model) die tijdens het brekingsproces vrijkomen (figuren 4.1 en 4.2). Naarmate de verhouding tussen de inkomende significante golfhoogte en de waterdiepte op de bank groter wordt, wordt tevens het golfspectrum meer 'platgeslagen'. Bij de proeven met zeer sterke breking (proeven T1 t/m T6, $H_{st}/d > 2.5$) kan achter de zandbank eigenlijk niet meer van een gewoon golfspectrum worden gesproken. Vrijwel al de energie die de bank passeert bevindt zich in de vrijgekomen laagfrequente golven.

De proeven T7 t/m T15 ($H_{st}/d < 1.5$) tonen een soortgelijk proces. Echter, bij deze proeven is achter de bank het oorspronkelijke golfspectrum nog herkenbaar (figuren 4.3 en 4.4).

Wel is ook hier een duidelijk herkenbare laagfrequente component aanwezig welke de door het brekingsproces geïnitieerde lange golven weergeeft.

Op de zandbank neemt de hoeveelheid energie in het laagfrequente deel ($f < 0.25$ Hz) van het spectrum af. Ook tijdens het 'deshoaling'-proces achter de bank (toenemende waterdiepte) neemt de hoeveelheid energie in het laagfrequente deel van het spectrum nog enigszins af. Het overige deel van het spectrum lijkt tijdens het 'deshoaling'-proces enigszins te verschuiven naar de hoogfrequente richting (afnemende golfperiodes). De golfhoogte neemt na het passeren van de bank af ten gevolge van het toenemen van de waterdiepte.

De resultaten van de proevenseries worden grafisch gepresenteerd in de figuren 4.5 en 4.6. Uit figuur 4.5 blijkt dat de verhouding $H_{1\%}$ en $H_{1/3}$ voor de bank 1.4 à 1.52 is (volgens de Rayleigh verdeling is deze op diep water 1.52). Op de zandbank is er een zeer sterke spreiding (waarden tussen 1.23 en 2.00). Achter de bank neemt deze spreiding vervolgens weer af. Er lijkt een verband te bestaan tussen de mate van breken en de verandering van de verhouding $H_{1\%}$ en $H_{1/3}$ op en achter de bank. Zeer sterke breking ($H_{si}/d = 4$) leidt tot hoge waarden terwijl matige breking ($H_{si}/d = 0.8$) juist tot een lage waarde van deze factor leidt. Echter, in beide gevallen neigt de verdeling achter de zandbank weer naar de Rayleigh verdeling.

In figuur 4.6 wordt, op basis van de metingen uit deze proeven, een verband gepresenteerd tussen de relatieve waterdiepte op de zandbank enerzijds en de relatieve golfhoogte achter de zandbank (ter plekke van ghm 25). Het verband is afgeleid voor $H_{1/3}$ en $H_{1\%}$ en is geldig in samenhang met de vorm en dimensies van de beproefde zandbank. Uit deze figuur blijkt dat bij zeer sterke breking ($d/H_{si} = 0.25$) de reductie van $H_{1/3}$ groter is dan die van $H_{1\%}$. Dit betekent dat de verhouding tussen deze twee parameters toe neemt in plaats van afneemt. Bij minder sterke breking daarentegen is de situatie omgekeerd. Hier is de reductie van de hoogste golven groter dan die van $H_{1/3}$. In dit geval is de verhouding $H_{1\%}/H_{1/3}$ afgenomen. Deze bevinding blijkt ook uit figuur 4.5.

4.2 Golfoploop/overslagproeven

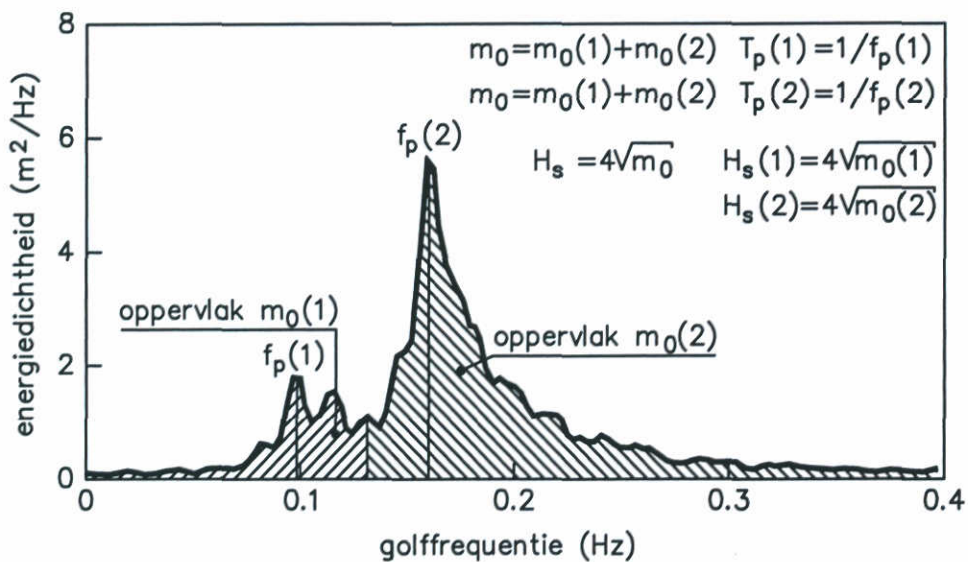
Golfoploopproeven

Zoals beschreven in hoofdstuk 4 van het rapport 'Oploop- en overslagmetingen op een ondiep voorland' was het functioneren van de oplooppeter in twijfel gebracht. Het is niet duidelijk of de problemen die zich in dat onderzoek voordeden ook aanwezig waren in de onderhavige studie en de oploopresultaten moeten met enige voorzichtigheid worden beschouwd.

De meetresultaten van de golfoploop- en overslagproeven worden gepresenteerd in tabel 5. De uit deze resultaten afgeleide dimensieloze parameters worden gepresenteerd in tabel 6. De golfcondities zijn vergelijkbaar met de proeven die in het eerste deel van het onderzoek zijn uitgevoerd. Echter, een deel van de golven zal op het 1:4 talud reflecteren zodat de metingen zowel een inkomende golf meten als een gereflecteerde golf. De gereflecteerde golfenergie is met behulp van het programma REFLEC uit de signalen van de

golfhoogtemeters 24, 25 en 26 bepaald. Gebruik makend van deze resultaten kan de inkomende significante golfhoogte worden bepaald.

Uit het eerste deel van het onderzoek is gebleken dat sterke breking op de zandbank laagfrequente golven genereert. Hoe sterker de breking hoe sterker de laagfrequente component en hoe platter de spectrumvorm. De spectrumvorm, en in het bijzonder de waarde van de piekperiode, is van belang om een vergelijking te maken met de bestaande formuleringen voor golfoploop. In tabel 5 worden voor de golfhoogtemeters 24,25 en 26 (direct voor het talud) twee piekperiodes gepresenteerd. Deze waarden zijn handmatig afgeleid uit de gemeten golfspectra. De eerste waarde (T_{p1}) geeft de karakteristieke periode weer van de eerste piek (lange golf component), de tweede waarde (T_{p2}) de karakteristieke periode van de tweede piek van het spectrum (zie onderstaande figuur).



Figuur 1 Voorbeeld tweetoppig spectrum met parameter definities

In de gevallen dat zeer sterke breking is opgetreden (proef T24 en T26) is, door de zeer platte spectrumvorm achter de zandbank, de waarde van T_{p2} niet nauwkeurig te bepalen.

In figuur 4.7 worden de resultaten gepresenteerd van de metingen van de golfoploop. Hierbij is de brekerparameter ξ_{op2} , gebaseerd op de T_{p2} waarde uit tabel 5. Uit de figuur blijkt dat alleen de proeven met matig gebroken golven ($H_{si}/d=0.8$) binnen de verwachtingswaarde van de golfoploop vallen. De verwachtingswaarde van de golfoploopresultaten is gebaseerd op de volgende formule (van der Meer [2]):

$$z_{2\%}/H_s = 1.5 \gamma_b \gamma_f \gamma_\beta \xi_{op2} \text{ met een maximum van } 3.0 \gamma_f \gamma_\beta \quad (1)$$

De resultaten van de andere proeven geven hoofdzakelijk een lagere golfoploop dan het gemiddelde dat bij een normaal golfveld verwacht kan worden. Dit is het gevolg van de moeilijk te bepalen T_{p2} achter de zandbank in gevallen van veel breken. De spectrumvorm achter de zandbank kan worden opgevat als een speciaal soort tweetoppig spectrum. Voor de analyse van de een tweetoppig spectrum kan de analysemethode worden zoals omschreven in Van der Meer [2]. Hierbij wordt het tweetoppige spectrum in tweeën gesplitst en wordt van beide delen het oppervlak m_0 (het nulde moment) en de piekperiode

T_{p1} en T_{p2} bepaald. De grootte van de afzonderlijke oppervlakken levert de golfhoogte in totaal en per deel:

$$H_{m0} = 4\sqrt{m_0} \quad (2)$$

$$H_{m0}(1) = 4\sqrt{m_0(1)} \quad (3)$$

$$H_{m0}(2) = 4\sqrt{m_0(2)} \quad (4)$$

Voor elk onderdeel van het spectrum kan de bijbehorende golfoploop $z_{2\%}(1)$ en $z_{2\%}(2)$ worden bepaald met formule (1). De uiteindelijke golfoploop wordt dan:

$$z_{2\%} = \sqrt[4]{z_{2\%}^4(1) + z_{2\%}^4(2)} \quad (5)$$

De resultaten van de berekeningen volgens bovenstaande methoden worden in onderstaande tabel gepresenteerd:

Proef	meting $z_{2\%}/H_{si} [-]$	volgens formule (1) $z_{2\%}/H_{si} [-]$	volgens formule (5) $z_{2\%}/H_{si} [-]$
T24	2.26	1.72	2.37
T26	1.50	2.32	2.38
T27	1.81	1.83	1.85
T28	1.55	2.27	2.25
T30	1.98	2.48	2.35
T31	1.98	2.67	2.54
T31b	1.93	2.39	2.32
T33	2.30	2.21	2.13
T33a	2.34	2.20	2.12
T34	2.21	2.16	2.09
T35	2.06	2.07	2.01

Tabel 4.1 oploopresultaten

Uit Tabel 4.1 blijkt dat de tweetoppenanalyse in dit geval geen uitkomst biedt. Uit de resultaten van de proeven kan de conclusie getrokken worden dat voor sterk gebroken golven ($H_{si}/d \geq 0.95$) in het algemeen een lagere golfoploop verwacht kan worden in vergelijking tot een situatie met ongebroken golven.

Golfoverslagproeven

In figuur 4.8 en 4.9 worden de resultaten gepresenteerd van de metingen van de golfoverslag. Het is gebruikelijk de golfoverslaganalyse te baseren op het type golven op het talud. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen brekende ($\gamma_b \xi_{op} < \approx 2$) niet brekende golven ($\gamma_b \xi_{op} > \approx 2$). In de proefopstelling was zowel sprake van niet brekende golven (uitgaande van T_{p1}) als brekende golven (uitgaande van T_{p2}). Daarom worden in de figuren 4.8 en 4.9 de metingen gepresenteerd uitgaande van respectievelijk brekende en niet brekende golven. Per proef zijn twee metingen verricht (twee taludhoogten) die beide in de figuren zijn opgenomen. In de figuren zijn tevens de gemiddelde en de 95% betrouwbaarheidslijnen getekend die zijn afgeleid uit voorgaand onderzoek (van der Meer, 1997 [2]). Deze lijnen zijn gebaseerd op de volgende formuleringen:

Het dimensieloze overslag debiet Q_b (de index b voor brekende golven) wordt in figuur 4.8 op de verticale as gegeven met:

$$Q_b = \frac{q}{\sqrt{gH_s^3}} \sqrt{\frac{s_{op}}{\tan \alpha}} \frac{1}{\gamma_b} \quad (6)$$

en de dimensieloze kruinhoogte R_b (toepassingsgebied $0.3 < R_b < 2$) met:

$$R_b = \frac{h_k}{H_s} \frac{\sqrt{s_{op}}}{\tan \alpha} \frac{1}{\gamma_b \gamma_f \gamma_\beta \gamma_v} \quad (7)$$

Het gemiddelde van al de waarnemingen in voorgaand onderzoek wordt beschreven door:

$$Q_b = 0,06 \exp(-5.2 R_b) \quad \text{voor } (\gamma_b \xi_{op} < \approx 2) \quad (8)$$

Het dimensieloze overslag debiet Q_n (de index n voor niet brekende golven) wordt in figuur 4.9 op de verticale as gegeven met:

$$Q_n = \frac{q}{\sqrt{gH_s^3}} \quad (9)$$

en de dimensieloze kruinhoogte R_n met:

$$R_n = \frac{h_k}{H_s} \frac{1}{\gamma_f \gamma_b} \quad (10)$$

Het gemiddelde van al de waarnemingen in voorgaand onderzoek wordt beschreven door:

$$\text{met } Q_n = 0,2 \exp(-2,3 R_n) \quad \text{voor } (\gamma_b \xi_{op} > \approx 2) \quad (11)$$

Uit figuur 4.8 blijkt dat de golfoverslag voor gebroken golven in het algemeen hoger uitvalt dan op basis van de bestaande formuleringen verwacht mag worden. De aanwezigheid van de lange component in het golfspectrum heeft tot gevolg dat de golfoverslag wordt vergroot in vergelijking tot een vergelijkbaar spectrum waarbij de lange component afwezig is. In figuur 4.9 daarentegen liggen al de metingen rond de verwachtingswaarde van Van der Meer als uitgegaan wordt van niet brekende golven. Op basis van de figuren 4.8 en 4.9 kan gesteld worden dat de langegolfcomponenten en de lagere waarde van $H_{1\%}/H_{1/3}$ achter een zandbank een belangrijke rol spelen bij de golfoverslaghoeveelheden.

Ook voor golfoverslag kan een tweetoppenanalyse worden uitgevoerd zoals beschreven in Van der Meer [2]. Hierbij worden beide pieken in het spectrum in rekening gebracht om een representatieve golfperiode te berekenen. Deze gewogen golfperiode leidt in al de proeven tot een $\xi_{op, \text{gewogen}}$ die veel groter is dan 2. Daardoor dient er gebruik gemaakt te worden van de analyse voor niet gebroken golven waarvan de resultaten in figuur 4.9 zijn gepresenteerd. In dit geval volgen de metingen de verwachtingswaarde van de analyse. De tweetoppenanalyse lijkt voor de golfoverslag te leiden tot overeenstemming tussen de metingen en de reeds bestaande formuleringen. Echter, de tweetoppenanalyse stemt bij golfoploop niet overeen met de metingen. In de tweetoppenanalyse voor golfoverslag wordt ook gebruik gemaakt van de golfoploop zodat het resultaat van de analyse geen fysische onderbouwing heeft en dus eigenlijk niet toepasbaar is.

4.3 Verificatieproeven

De resultaten van de proeven zonder zandbank maar met constructie worden gepresenteerd in de volgende tabellen, samen met de vergelijkbare proeven *met* zandbank zonder constructie en met zandbank en met constructie. Het doel van de proeven was het reproduceren van golfoploop en golfoverslagkarakteristieken die in de eerste proevenserie waren gemeten. Elke proevenserie is daarom direct beoordeelt waarna de keuze voor de volgende serie werd gemaakt. Op deze wijze is naar een bruikbaar resultaat toegewerkt.

In die tabellen worden behalve de resultaten van de reproduceringsproeven tevens de resultaten van de eerdere proeven gepresenteerd. Op basis van een vergelijking met deze eerdere proeven wordt beoordeeld of het reproduceren al dan niet geslaagd is. Deze beoordeling vindt plaats op basis van een vergelijking van de spectrumvorm en de kengetallen d , $H_{1\%}$, $H_{1/3}$ en $z_{2\%}$.

Proeven T108, T111 en T114

Bij deze proeven is de golfschotsturing gebaseerd op de golfmetingen op de zandbank (ghm 4). Deze procedure is uitgevoerd uitgaande van de proeven T8, T11 en T14. De tijdreeks van het meetsignaal is aangepast om o.a. een schaalfactor te kunnen toepassen om hogere golven en dieper water in de Scheldegoot te creëren. De resultaten kunnen het beste vergeleken worden met respectievelijk proef T28, T31 en T34 omdat die, zoals de verificatieproeven, zijn uitgevoerd met een constructie in de goot.

Proeven T8 en T28 hadden een dermate geringe waterdiepte op de bank dat slechts lange golven overbleven. Dit kon in proef T108 niet behoorlijk gereproduceerd worden.

De resultaten van de reproductie van proeven T31 en T34 met de gemeten golfreeksen uit T11 en T14 wordt gepresenteerd in onderstaande tabellen.

Proef	d [m]	H_{si} [m]	H_{m0i} [m]	$H_{1/3}$ [m]	$H_{1\%}$ [m]	T_p [s]	$H_{1\%}/H_{1/3}$ [-]	$z_{2\%}$ [m]
T11	0.160	-	-	0.076	0.098	1.8	1.29	-
T31	0.160	-	-	0.083	0.114	2.4	1.37	0.127
T111	0.384	0.144	0.129	0.159	0.223	8.2	1.40	0.354
T111a	0.384	0.155	0.143	0.172	0.236	3.6	1.37	0.342

Tabel 4.2 Vergelijking golven Series 1, 2 en 3

Proef T111 en T111a zijn uitgevoerd met een schaal 2.4 t.o.v. proef T11 en T31. De resultaten van proeven T111 en T111a (ghm 11) kunnen het beste worden vergeleken met de resultaten van proef T31 (ghm 4).

Proef	d [m]	H_{si} [m]	H_{m0i} [m]	$H_{1/3}$ [m]	$H_{1\%}$ [m]	T_p [s]	$H_{1\%}/H_{1/3}$ [-]	$z_{2\%}$ [m]
T14	0.224	-	-	0.107	0.131	2.2	1.22	-
T34	0.224	-	-	0.118	0.144	2.2	1.22	0.212
T114	0.361	0.136	0.124	0.151	0.208	8.6	1.38	0.308
T114a	0.361	0.149	0.136	0.165	0.220	2.8	1.33	0.326

Proef T114 en T114a zijn uitgevoerd met een schaal 1.6 t.o.v. proef T14 en T34. De resultaten van proeven T114 en T114a (ghm 11) kunnen het beste worden vergeleken met de resultaten van proef T34 (ghm 4).

Uit de bovenstaande tabellen blijkt dat de golfhoogte te laag is gebleven ten opzichte van de bedoelde schaal. Dit is bij proef T111 en T114 vrij sterk het geval. Daarom zijn deze nog eens herhaald, waarbij echter het stuursignaal m.b.v. filtering is aangepast. Door de filtering zijn golven met lagere frequenties dan respectievelijk 0.15 Hz (T111a) en 0.20 Hz (T114a) uit het meetsignaal verwijderd. Desondanks blijft de golfhoogte iets te laag (respectievelijk 14 en 13 %). De verhouding $H_{1\%}/H_{1/3}$ is bij verificatieproef T111a gelijk aan de waarde in proef T31. Bij proef 114a is deze echter hoger dan de waarde in proef T34 (9 %). De relatieve golfoploop $z_{2\%}/H_{1\%}$ van proeven T111 en T111a is veel te hoog (ca.. 35%). Deze verhouding blijkt bij proef T34 en T114a echter gelijk te zijn.

Proeven T208, T211, T214 en T314

Bij deze proeven is de golfschotsturing gebaseerd op de golfmetingen achter de zandbank (ghm 25). Deze procedure is uitgevoerd uitgaande van de gemeten tijdreeksen van de proeven T8, T11 en T14.

De resultaten van de reproductie van proeven T8, T11 en T14 wordt gepresenteerd in onderstaande tabellen. Al de proeven zijn uitgevoerd op een gelijke schaal waardoor de resultaten direct vergelijkbaar zijn. De waarden voor de golfoverslag (q_1 en q_2) zijn gerelateerd aan de tijdens de proef ingestelde taludhoogte. De onderlinge vergelijking van de proeven concentreert zich op T28 en T208, T31 en T211 en T34, T214 en T314 (alle met constructie).

Proef	d [m]	H _{si} [m]	T _p [s]	$\frac{H_{1\%}}{H_{1/3}}$ [-]	Z _{2%} [m]	$\frac{Z_{2\%}}{H_{1\%}}$ [-]	$\frac{Z_{2\%}}{H_{si}}$ [-]	q ₁ [l/m/s]	q ₂ [l/m/s]
T8	0.562	0.041	1.8	1.43	-	-	-	-	-
T28	0.562	0.047	7.0 1.1	1.43	0.073	1.00	1.55	0.0300	0.0013
T208	0.562	0.040	9.0	1.42	0.068	1.08	1.70	0.0173	0.0014

Proef	d [m]	H _{si} [m]	T _p [s]	$\frac{H_{1\%}}{H_{1/3}}$ [-]	Z _{2%} [m]	$\frac{Z_{2\%}}{H_{1\%}}$ [-]	$\frac{Z_{2\%}}{H_{si}}$ [-]	q ₁ [l/m/s]	q ₂ [l/m/s]
T11	0.160	0.062	1.3	1.40	-	-	-	-	-
T31	0.160	0.064	7.0 1.4	1.41	0.127	1.31	1.98	0.0430	0.0011
T211	0.160	0.060	2.7	1.45	0.119	1.26	1.98	0.0208	0.0001

Proef	d [m]	H _{si} [m]	T _p [s]	$\frac{H_{1\%}}{H_{1/3}}$ [-]	Z _{2%} [m]	$\frac{Z_{2\%}}{H_{1\%}}$ [-]	$\frac{Z_{2\%}}{H_{si}}$ [-]	q ₁ [l/m/s]	q ₂ [l/m/s]
T14	0.674	0.094	2.2	1.43	-	-	-	-	-
T34	0.674	0.096	7.0, 1.4	1.40	0.212	1.48	2.21	0.0035	0.0590
T214	0.674	0.093	2.5	1.41	0.191	1.38	2.06	0.0019	0.0504
T314	0.674	0.093	2.5	1.39	0.182	1.40	1.96	0.0018	0.0503

Uit de bovenstaande tabellen blijkt dat de golfhoogte ongeveer 3 tot 15% te laag is gebleven ten opzichte van de te reproduceren proef. De spectrumvorm is breed en goed toepasbaar in de Deltagoot. De relatieve golfoploop is bij proef T208 ca. 10% te hoog, hetgeen het gevolg is van de grote laagfrequente component in het spectrum. Bij de proeven T211, T214 en T314 is deze laagfrequente component in het golfspectrum veel kleiner. De relatieve golfoploop is bij deze proeven daarom lager (orde 10%) dan de referentieproeven.

De golfoverslag blijkt in het algemeen te laag (tot 52%) in vergelijking tot de te reproduceren proef. Echter, de spreiding bij golfoverslagmetingen is in het algemeen zeer groot. Op basis van voorgaand onderzoek (van der Meer, 1997 [2]) blijkt dat de spreiding van de golfoverslag binnen het 95% betrouwbaarheidsinterval een factor 10 of groter is. Dit betekent dat de gevonden verschillen binnen het gangbare betrouwbaarheidsinterval vallen.

Proef T314 is uitgevoerd om na te gaan wat de invloed is van de open teenconstructie. De onderste 10 cm van het talud was immers bij de golfoploop- en golfoverslagproeven open gelaten om de waterstandsopzet over de zandbank te kunnen rondpompen. Het talud is bij de verificatieproeven gesloten zodat deze ononderbroken doorloopt tot aan de gootbodem. Om de invloed van de open teenconstructie op de resultaten na te gaan is proef T314 uitgevoerd waarbij de onderste 10 cm van het talud weer geopend is (zoals bij de tweede

proevenserie). Door de opening bij de bodem wordt de golfoploop en -overslag op het talud enigszins gereduceerd. Echter, de verschillen zijn kleiner dan 5 % hetgeen acceptabel is.

Voor de proeven in de Deltagoot is met name de vorm van de golfhoogte-overschrijdingskromme van belang. Op diep water volgt deze de Rayleigh verdeling wat tot uitdrukking komt in een verhouding $H_{1\%}/H_{1/3}$ van 1.52. Naar mate de golven op ondieper water komen vervormt deze verdeling en nadert deze factor naar ca. 1.27 (bij brekende golven op ondiep water). Bij de uitgevoerde proeven varieert deze factor van proef tot proef. De gerealiseerde waarden in proef T111a en T114a geven aan dat de golfhoogte niet volgens Rayleigh verdeeld is. Bij deze proeven zijn de hoogste golven ($H_{1\%}$) ongeveer 10% lager dan bij een golfveld waarbij de golfhoogte de Rayleigh verdeling volgt.

De conclusie die uit de bovenstaande proevenserie getrokken kan worden is dat de gevolgde methodiek praktisch uitvoerbaar is. Voor deze specifieke situatie geldt dat de spectrumvorm goed wordt gereproduceerd, de golfhoogte in het algemeen enigszins lager wordt gereproduceerd terwijl de golfoploop hogere waarden oplevert. De opgewekte golven volgen, zoals bedoeld, niet de Rayleigh verdeling.

5 Conclusies

De volgende conclusies kunnen getrokken worden op basis van het verrichtte modelonderzoek:

- Sterke breking op een zandbank in een golfgoot leidt tot stromingen over, en waterstandsvariaties achter, de zandbank. De waterstandsvariaties achter de zandbank zullen in de praktijk door zijwaarts afstroming veel beperkter blijven. De retourstroming over de zandbank waarmee periodiek de waterstandsopzet achter de zandbank weer ongedaan werd gemaakt, verhinderde de golftransmissie over de zandbank. Door een overstortbak achter de zandbank met een retourbemaling naar achter het golfschot is in de golfgoot een situatie gecreëerd die redelijk goed met prototype situaties overeenkomt.
- Door het sterke brekingsproces op de zandbank worden laagfrequente golven op zich gewekt. Bij zeer sterke breking ($H_{si}/d > 2.5$) bevindt vrijwel al de golfenergie in deze laagfrequente component. Het inkomende golfspectrum is in dit geval achter de zandbank niet meer herkenbaar.
- Achter de zandbank ontstaat een tweetoppig spectrum waarbij de eerste piek de vrijgekomen laagfrequente component weergeeft. De tweede piek hoort bij het vervormde inkomende golfspectrum.
- Voor de zandbank is de verhouding $H_{1\%}/H_{1/3}$ 1.4 à 1.5. Bij een Rayleigh golfhoogteverdeling op diep water is deze factor 1.52. Op de zandbank varieert deze factor tussen de 1.2 en 2.0. Achter de zandbank neemt de spreiding in de resultaten weer af tot waarden tussen 1.35 en 1.65 nabij het talud.
- Door het sterke brekingsproces op de zandbank, en het sterk vervormde spectrum achter de zandbank, is het lastig karakteristieke piekperioden te definiëren. Dit is van belang om de resultaten te kunnen vergelijken met bestaande formuleringen voor golfoploop en golfoverslag.
- De golfoploop bij sterk gebroken golven ($H_{si}/d \geq 0.95$) is lager dan volgens bestaande formuleringen verwacht zou worden. De metingen die zijn verricht aan minder sterk gebroken golven ($H_{si}/d = 0.8$) volgen echter wel de verwachtingswaarde. De tweetoppigspectrumanalyse leidt in deze situatie niet tot overeenstemmende resultaten.
- Daarentegen is de golfoverslag hoger dan de verwachtingswaarde op basis van brekende golven. De metingen stemmen echter wel overeen indien de resultaten worden vergeleken met de verwachtingswaarden op basis van niet brekende golven. De tweetoppenanalyse leidt voor golfoverslag wel tot juiste resultaten echter, de fysische onderbouwing in de analyse ontbreekt. Er wordt in de analyse gebruik gemaakt van de golfoploop berekend volgens de tweetoppenanalyse. Aangezien de resultaten van deze golfoploopberekeningen niet in overeenstemming zijn met de metingen kan de tweetoppenanalyse niet voor golfoverslag gebruikt worden.
- Er is aangetoond dat het mogelijk is een aangepaste tijdreeks van een golfhoogtemeter te gebruiken als stuursignaal voor het golfschot. Hiermee kan een golfveld van gebroken golven worden opgewekt. Voor de beproefde situaties geldt dat de spectrumvorm goed wordt gereproduceerd en dat de golfhoogte enigszins lagere waarden oplevert. Voor de relatieve golfoploop geldt dat zowel positieve als negatieve afwijkingen (ca. 10%) zijn

gemeten ten opzichte van de referentiesituatie. De opgewekte golven zijn, zoals kenmerkend is voor gebroken golven, niet Rayleigh verdeeld.

Literatuurlijst

- [1] Waterbeweging op taluds, Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde, TAW-A1, WL rapportage H1256, April 1993.
- [2] Golfoploop en golfoverslag bij dijken, Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde, TAW, WL rapportage H2458/H3151, J.W. van der Meer, juni 1997.

Tabellen

Tabellen

H_{s0}/d [-]	s_{op}					
	0.02		0.03		0.04	
	zonder talud	met talud	zonder talud	met talud	zonder talud	met talud
4.0	T01		T02		T03	
2.5	T04	T24	T05		T06	T26
1.4	T07	T27	T08	T28	T09	
1.0	T10	T30	T11	T31	T12	
0.7	T13	T33a	T14	T34	T15	T35

Tabel 1 proevenserie 1 en 2

H_{s0}/d [-]	s_{op}								
	0.02			0.03			0.04		
	H_{s0} [m]	T_p [s]	h [m]	H_{s0} [m]	T_p [s]	h [m]	H_{s0} [m]	T_p [s]	h [m]
4.0	0.16	2.27	0.490	0.16	1.85	0.490	0.16	1.60	0.490
2.5	0.16	2.27	0.514	0.16	1.85	0.514	0.16	1.60	0.514
1.4	0.16	2.27	0.562	0.16	1.85	0.562	0.16	1.60	0.562
1.0	0.16	2.27	0.610	0.16	1.85	0.610	0.16	1.60	0.610
0.7	0.16	2.27	0.674	0.16	1.85	0.674	0.16	1.60	0.674

Tabel 2 golf- en waterstandscombinaties (gewenste waarden)

proef	h [m]	ghm 1,2,3					
		H1/3 [m]	H1% [m]	Hmoi [m]	R [-]	Hsi [m]	Tp [s]
T1	0.490	0.167	0.243	0.160	0.142	0.165	2.13
T2	0.490	0.160	0.224	0.156	0.140	0.158	1.87
T3	0.490	0.152	0.212	0.149	0.140	0.151	1.56
T4	0.514	0.160	0.240	0.156	0.137	0.158	2.15
T5	0.514	0.157	0.227	0.153	0.134	0.156	1.88
T6	0.514	0.150	0.212	0.147	0.139	0.149	1.58
T7	0.562	0.149	0.227	0.148	0.112	0.148	2.19
T8	0.562	0.154	0.228	0.152	0.126	0.153	1.87
T9	0.562	0.141	0.207	0.140	0.123	0.140	1.57
T10	0.610	0.153	0.230	0.151	0.122	0.152	2.23
T11	0.610	0.156	0.230	0.153	0.131	0.155	1.86
T12	0.610	0.151	0.222	0.150	0.132	0.150	1.57
T13	0.674	0.185	0.282	0.179	0.138	0.183	2.22
T14	0.674	0.180	0.266	0.176	0.141	0.178	1.86
T15	0.674	0.173	0.251	0.171	0.147	0.171	1.53

proef	h [m]	ghm 4			ghm 13			ghm 22		
		H1/3 [m]	H1% [m]	Tp [s]	H1/3 [m]	H1% [m]	Tp [s]	H1/3 [m]	H1% [m]	Tp [s]
T1	0.490	0.023	0.045	12.2	0.017	0.030	13.4	0.017	0.027	12.3
T2	0.490	0.020	0.040	12.4	0.016	0.026	14.0	0.017	0.026	12.9
T3	0.490	0.017	0.030	12.5	0.016	0.024	13.4	0.015	0.022	12.6
T4	0.514	0.032	0.058	12.1	0.026	0.041	15.1	0.027	0.040	13.6
T5	0.514	0.029	0.051	11.7	0.024	0.038	13.4	0.026	0.039	12.5
T6	0.514	0.028	0.041	11.8	0.024	0.035	13.4	0.026	0.037	12.5
T7	0.562	0.053	0.079	11.2	0.047	0.070	14.0	0.045	0.063	13.5
T8	0.562	0.051	0.071	11.3	0.046	0.066	13.5	0.043	0.061	13.0
T9	0.562	0.050	0.068	11.8	0.045	0.065	1.6	0.043	0.062	3.9
T10	0.610	0.075	0.103	8.9	0.067	0.099	1.6	0.064	0.089	1.5
T11	0.610	0.076	0.098	1.8	0.068	0.098	1.5	0.064	0.092	1.3
T12	0.610	0.075	0.099	1.7	0.067	0.096	1.4	0.064	0.091	1.3
T13	0.674	0.108	0.133	2.7	0.101	0.133	1.9	0.096	0.131	1.5
T14	0.674	0.107	0.131	2.2	0.101	0.137	2.2	0.097	0.140	2.1
T15	0.674	0.106	0.130	1.8	0.101	0.135	1.9	0.099	0.139	1.9

proef	h [m]	ghm 24,25,26					
		H1/3 [m]	H1% [m]	Hmoi [m]	R [-]	Hsi [m]	Tp [s]
T1	0.490	0.016	0.026	0.013	0.403	0.015	9.2
T2	0.490	0.015	0.023	0.012	0.430	0.014	9.6
T3	0.490	0.014	0.020	0.011	0.521	0.012	8.2
T4	0.514	0.024	0.036	0.021	0.384	0.022	10.3
T5	0.514	0.024	0.036	0.022	0.403	0.022	9.3
T6	0.514	0.024	0.034	0.022	0.390	0.022	8.0
T7	0.562	0.043	0.064	0.042	0.164	0.042	4.5
T8	0.562	0.042	0.060	0.042	0.203	0.041	1.8
T9	0.562	0.041	0.058	0.041	0.173	0.040	1.2
T10	0.610	0.062	0.085	0.063	0.185	0.061	1.2
T11	0.610	0.063	0.088	0.064	0.198	0.062	1.3
T12	0.610	0.063	0.088	0.064	0.188	0.062	1.3
T13	0.674	0.095	0.133	0.096	0.187	0.093	1.6
T14	0.674	0.096	0.137	0.097	0.186	0.094	2.2
T15	0.674	0.099	0.138	0.099	0.185	0.097	1.8

Tabel 3 meetresultaten proevenserie 1

proef	h [m]	ghm 1,2,3					
		Sop [-]	H _{1/3} /h [-]	H _{1%} /H _{1/3} [-]	H _{1/3} /d [-]	d/H _{1/3} [-]	d/H _{1%} [-]
T1	0.490	0.023	0.34	1.46	4.13	0.24	0.17
T2	0.490	0.029	0.32	1.40	3.95	0.25	0.18
T3	0.490	0.040	0.31	1.39	3.78	0.27	0.19
T4	0.514	0.022	0.31	1.50	2.47	0.40	0.27
T5	0.514	0.028	0.30	1.45	2.44	0.41	0.28
T6	0.514	0.038	0.29	1.41	2.33	0.43	0.30
T7	0.562	0.020	0.26	1.52	1.32	0.76	0.50
T8	0.562	0.028	0.27	1.48	1.37	0.73	0.50
T9	0.562	0.036	0.25	1.47	1.25	0.80	0.55
T10	0.610	0.020	0.25	1.50	0.95	1.05	0.70
T11	0.610	0.029	0.25	1.47	0.97	1.03	0.70
T12	0.610	0.039	0.25	1.47	0.94	1.07	0.73
T13	0.674	0.024	0.27	1.52	0.82	1.22	0.80
T14	0.674	0.033	0.26	1.48	0.79	1.26	0.85
T15	0.674	0.047	0.25	1.45	0.76	1.31	0.90

proef	h [m]	ghm 4	ghm 13	ghm22
		H _{1%} /H _{1/3} [-]	H _{1%} /H _{1/3} [-]	H _{1%} /H _{1/3} [-]
T1	0.490	1.96	1.76	1.59
T2	0.490	2.00	1.63	1.53
T3	0.490	1.76	1.50	1.47
T4	0.514	1.81	1.58	1.48
T5	0.514	1.76	1.58	1.50
T6	0.514	1.46	1.46	1.42
T7	0.562	1.49	1.49	1.40
T8	0.562	1.39	1.43	1.42
T9	0.562	1.36	1.44	1.44
T10	0.610	1.37	1.48	1.39
T11	0.610	1.29	1.44	1.44
T12	0.610	1.32	1.43	1.42
T13	0.674	1.23	1.32	1.36
T14	0.674	1.22	1.36	1.44
T15	0.674	1.23	1.34	1.40

proef	h [m]	ghm 24,25,26		verhouding H ghm25 en ghm 2	
		H _{1/3} /h [-]	H _{1%} /H _{1/3} [-]	H _{1/3} (25) / H _{1/3} (2) [-]	H _{1%} (25) / H _{1%} (2) [-]
T1	0.490	0.030	1.625	0.09	0.10
T2	0.490	0.028	1.533	0.09	0.10
T3	0.490	0.025	1.429	0.08	0.08
T4	0.514	0.044	1.500	0.14	0.14
T5	0.514	0.043	1.500	0.14	0.15
T6	0.514	0.044	1.417	0.15	0.15
T7	0.562	0.076	1.488	0.29	0.28
T8	0.562	0.073	1.429	0.27	0.26
T9	0.562	0.072	1.415	0.29	0.28
T10	0.610	0.100	1.371	0.40	0.37
T11	0.610	0.101	1.397	0.40	0.38
T12	0.610	0.102	1.397	0.41	0.39
T13	0.674	0.139	1.400	0.51	0.47
T14	0.674	0.140	1.427	0.53	0.51
T15	0.674	0.144	1.394	0.57	0.55

Tabel 4 dimensieloze parameters proevenserie 1

proef	h [m]	ghm 1,2,3					
		H1/3 [m]	H1% [m]	Hm0i [m]	R [-]	Hs1 [m]	Tp [s]
T24	0.514	0.164	0.243	0.158	0.140	0.162	2.2
T26	0.514	0.151	0.212	0.149	0.142	0.150	1.6
T27	0.562	0.156	0.235	0.155	0.145	0.154	2.2
T28	0.562	0.152	0.224	0.150	0.148	0.150	1.9
T30	0.610	0.158	0.236	0.155	0.181	0.155	2.2
T31	0.610	0.156	0.233	0.152	0.189	0.153	1.9
T31b	0.626	0.172	0.256	0.168	0.195	0.169	1.9
T33	0.674	0.171	0.260	0.166	0.229	0.167	2.2
T33a	0.674	0.191	0.288	0.185	0.217	0.187	2.2
T34	0.674	0.186	0.273	0.180	0.215	0.182	1.9
T35	0.674	0.177	0.255	0.171	0.205	0.173	1.5

proef	h [m]	ghm 4			ghm 13			ghm 22		
		H1/3 [m]	H1% [m]	Tp [s]	H1/3 [m]	H1% [m]	Tp [s]	H1/3 [m]	H1% [m]	Tp [s]
T24	0.514	0.037	0.068	11.0	0.033	0.049	12.8	0.032	0.048	12.0
T26	0.514	0.033	0.05	12.3	0.027	0.038	12.8	0.028	0.040	12.3
T27	0.562	0.058	0.089	8.3	0.055	0.081	8.5	0.051	0.075	7.8
T28	0.562	0.056	0.081	8.4	0.053	0.078	2.8	0.051	0.074	1.2
T30	0.610	0.083	0.114	7.9	0.075	0.108	3.9	0.071	0.104	1.9
T31	0.610	0.083	0.114	2.4	0.073	0.103	2.3	0.070	0.097	1.7
T31b	0.626	0.09	0.123	2.0	0.082	0.116	2.3	0.077	0.108	2.0
T33	0.674	0.114	0.141	2.6	0.104	0.140	2.7	0.099	0.140	2.6
T33a	0.674	0.115	0.142	3.0	0.105	0.141	2.7	0.101	0.138	2.6
T34	0.674	0.118	0.144	2.2	0.107	0.144	2.3	0.102	0.143	2.3
T35	0.674	0.114	0.141	1.9	0.106	0.144	1.9	0.103	0.143	1.9

proef	h [m]	ghm 24,25,26							talud				
		H1/3 [m]	H1% [m]	Hm0i [m]	R [-]	Hs1 [m]	Tp1* [s]	Tp2* [s]	z2% [m]	z1 [m]	q1 [l/s/m]	z2 [m]	q2 [l/s/m]
T24	0.514	0.030	0.045	0.025	0.497	0.027	6.60	0.65	0.061	0.54	0.260	0.56	0.100
T26	0.514	0.027	0.039	0.023	0.537	0.024	7.00	0.80	0.036	0.54	0.230	0.56	0.040
T27	0.562	0.051	0.072	0.048	0.417	0.047	6.60	0.83	0.085	0.66	0.036	0.70	0.003
T28	0.562	0.051	0.073	0.047	0.421	0.047	7.00	1.05	0.073	0.66	0.030	0.70	0.001
T30	0.610	0.069	0.096	0.066	0.401	0.064	6.80	1.30	0.127	0.76	0.048	0.83	0.005
T31	0.610	0.069	0.097	0.066	0.390	0.064	7.00	1.40	0.127	0.76	0.043	0.83	0.001
T31b	0.626	0.077	0.106	0.073	0.390	0.072	7.00	1.35	0.139	0.76	0.130	0.83	0.008
T33	0.674	0.098	0.134	0.094	0.376	0.092	7.00	1.40	0.212	0.97	0.002	0.89	0.051
T33a	0.674	0.099	0.134	0.095	0.368	0.093	7.00	1.40	0.218	0.97	0.005	0.89	0.056
T34	0.674	0.102	0.143	0.098	0.352	0.096	7.00	1.40	0.212	0.97	0.004	0.89	0.059
T35	0.674	0.102	0.143	0.099	0.336	0.097	7.00	1.35	0.200	0.97	0.002	0.89	0.048

Tp1 en Tp2 zijn handmatig uit de golfspectra afgeleid

Tabel 5 meetresultaten proevenserie 2

proef	h [m]	ghm 1,2,3				
		Sop [-]	h/H _{1/3} [-]	H _{1%} /H _{1/3} [-]	H _{1/3} /d [-]	d/H _{1/3} [-]
T24	0.514	0.022	3.17	1.48	2.53	0.40
T26	0.514	0.039	3.43	1.40	2.34	0.43
T27	0.562	0.021	3.65	1.51	1.38	0.73
T28	0.562	0.027	3.75	1.47	1.34	0.75
T30	0.610	0.020	3.94	1.49	0.97	1.03
T31	0.610	0.027	3.99	1.49	0.96	1.05
T31b	0.626	0.031	3.70	1.49	0.96	1.04
T33	0.674	0.022	4.04	1.52	0.75	1.34
T33a	0.674	0.025	3.60	1.51	0.83	1.20
T34	0.674	0.034	3.70	1.47	0.81	1.23
T35	0.674	0.047	3.90	1.44	0.77	1.29

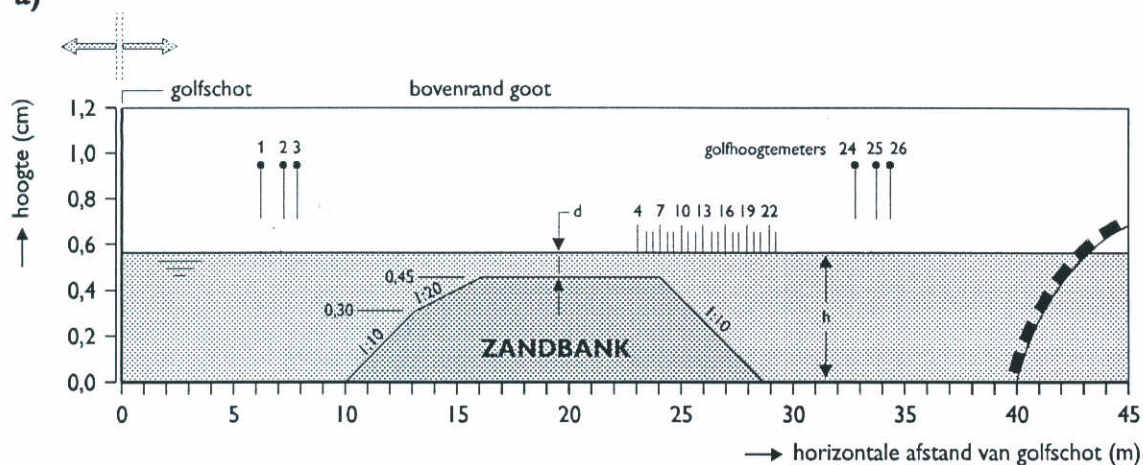
proef	h [m]	ghm 4 H _{1%} /H _{1/3} [-]	ghm 13 H _{1%} /H _{1/3} [-]	ghm 22 H _{1%} /H _{1/3} [-]
T24	0.514	1.84	1.48	1.50
T26	0.514	1.52	1.41	1.43
T27	0.562	1.53	1.47	1.47
T28	0.562	1.45	1.47	1.45
T30	0.610	1.37	1.44	1.46
T31	0.610	1.37	1.41	1.39
T31b	0.626	1.37	1.41	1.40
T33	0.674	1.24	1.35	1.41
T33a	0.674	1.23	1.34	1.37
T34	0.674	1.22	1.35	1.40
T35	0.674	1.24	1.36	1.39

proef	h [m]	ghm 24,25,26						
		h/H _{1/3} [-]	H _{1%} /H _{1/3} [-]	Sop1 [-]	Sop2 [-]	ξ _{op1} [-]	ξ _{op2} [-]	z _{2%} /H _{1/3} [-]
T24	0.514	19.04	1.50	0.000	0.041	12.5	1.2	2.26
T26	0.514	21.42	1.44	0.000	0.024	14.1	1.6	1.50
T27	0.562	11.96	1.41	0.001	0.044	9.5	1.2	1.81
T28	0.562	11.96	1.43	0.001	0.027	10.1	1.5	1.55
T30	0.610	9.53	1.39	0.001	0.024	8.4	1.6	1.98
T31	0.610	9.53	1.41	0.001	0.021	8.6	1.7	1.98
T31b	0.626	8.69	1.38	0.001	0.025	8.1	1.6	1.93
T33	0.674	7.33	1.37	0.001	0.030	7.2	1.4	2.30
T33a	0.674	7.25	1.35	0.001	0.030	7.2	1.4	2.34
T34	0.674	7.02	1.40	0.001	0.031	7.1	1.4	2.21
T35	0.674	6.95	1.40	0.001	0.034	7.0	1.4	2.06

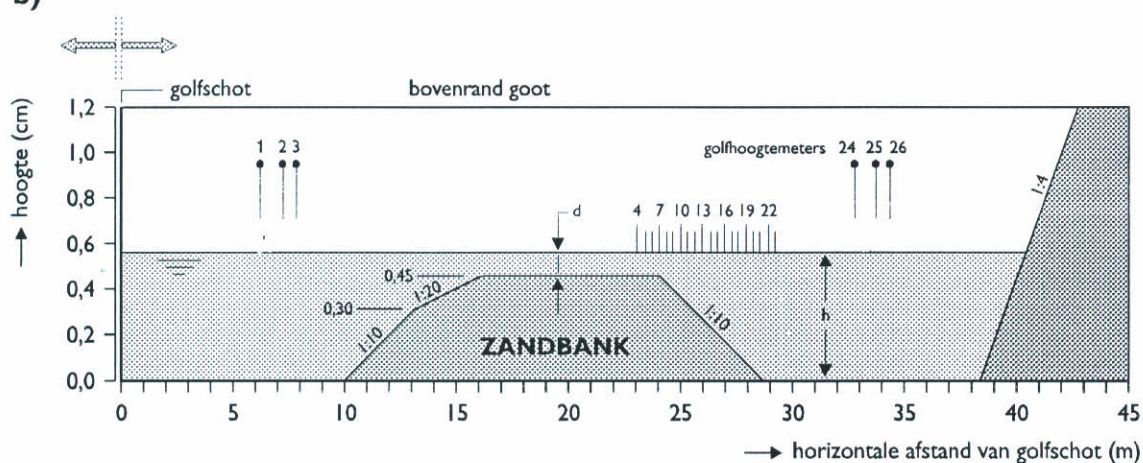
Tabel 6 dimensieloze parameters proevenserie 2

Figuren

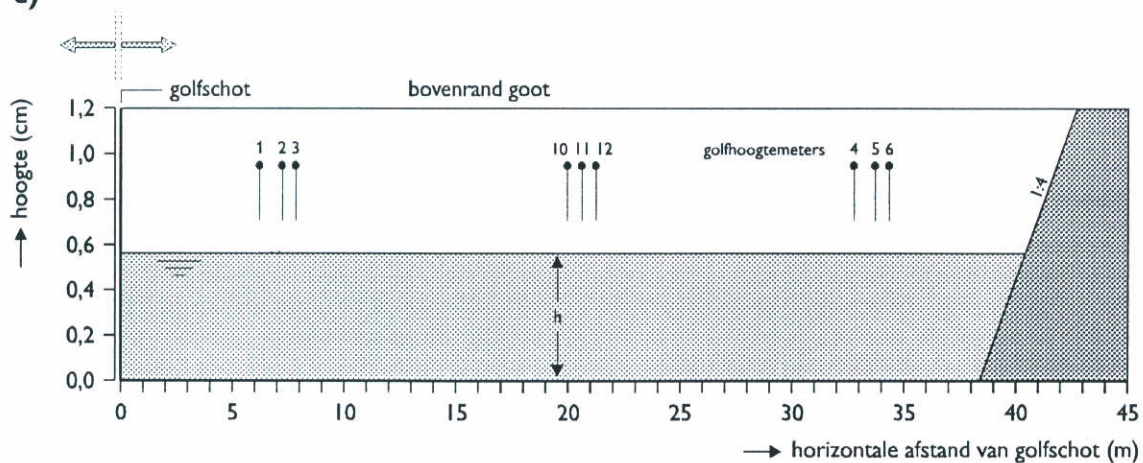
a)



b)



c)



Modelopstellingen in de goot

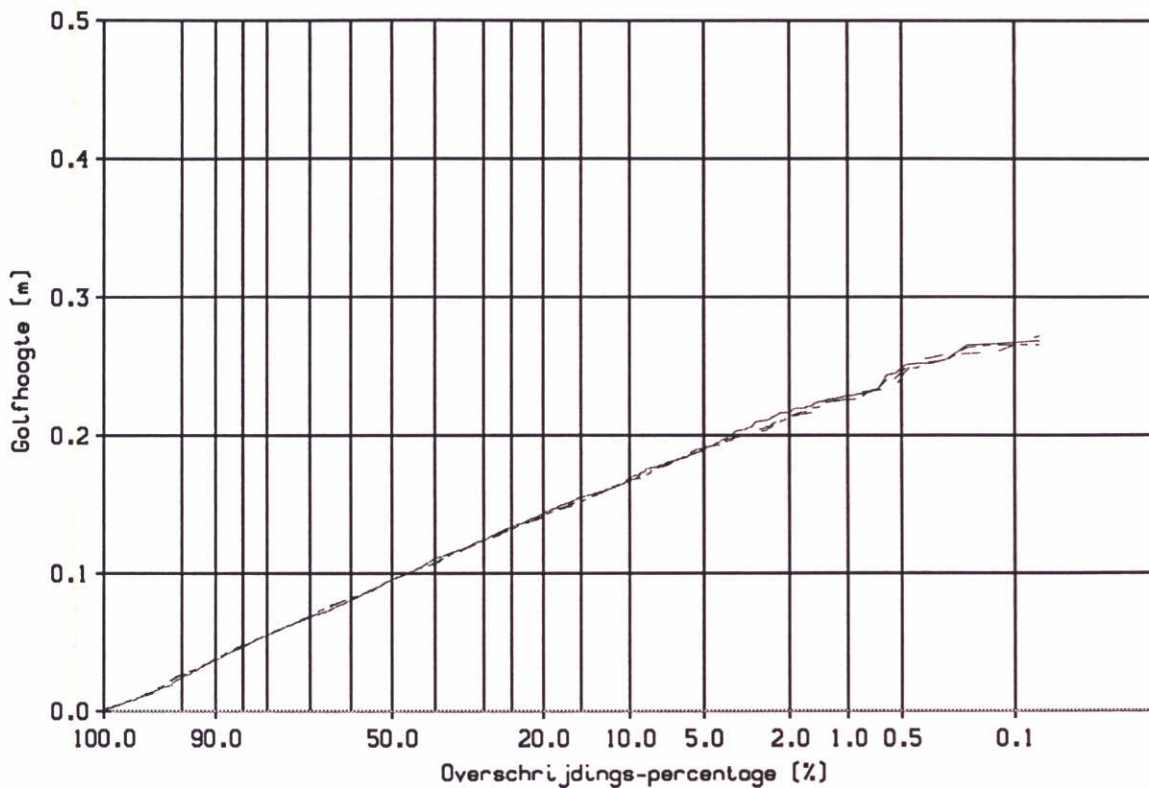
006

maten in m model schaal
verticale vertekening 10x

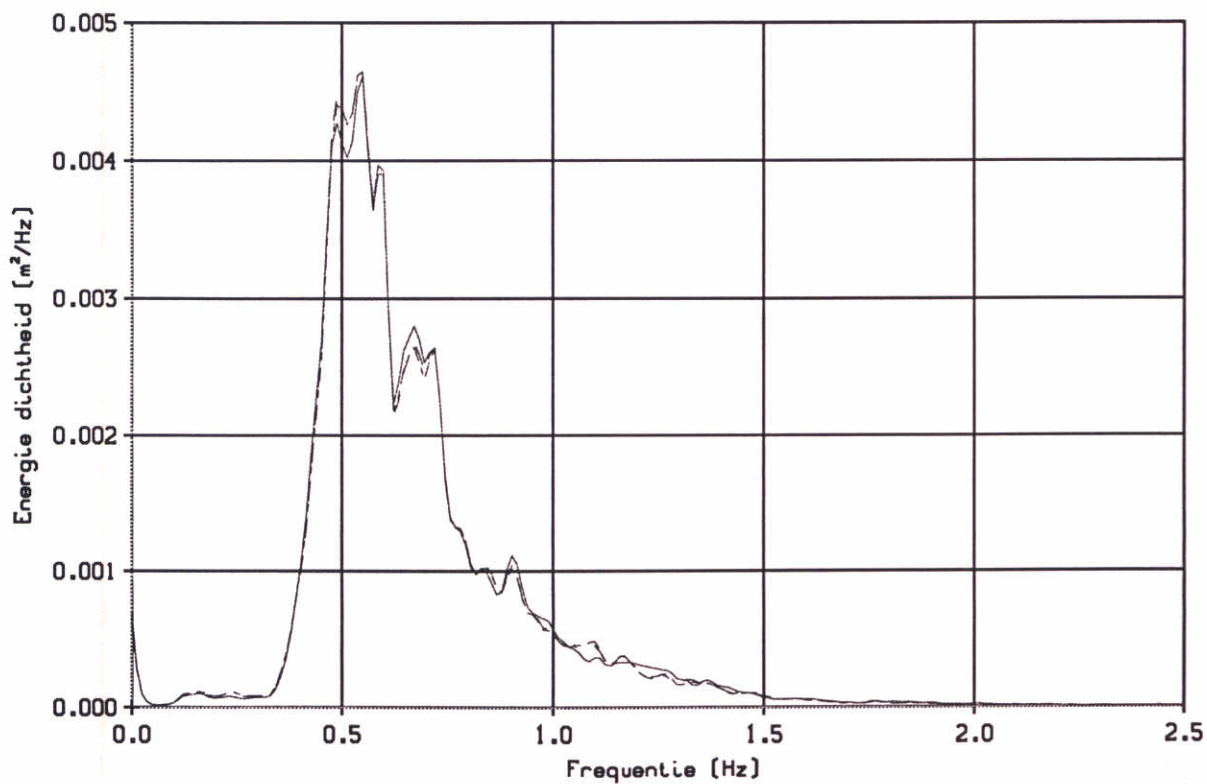
wl | delft hydraulics

H 3271.14

FIG. 3.1

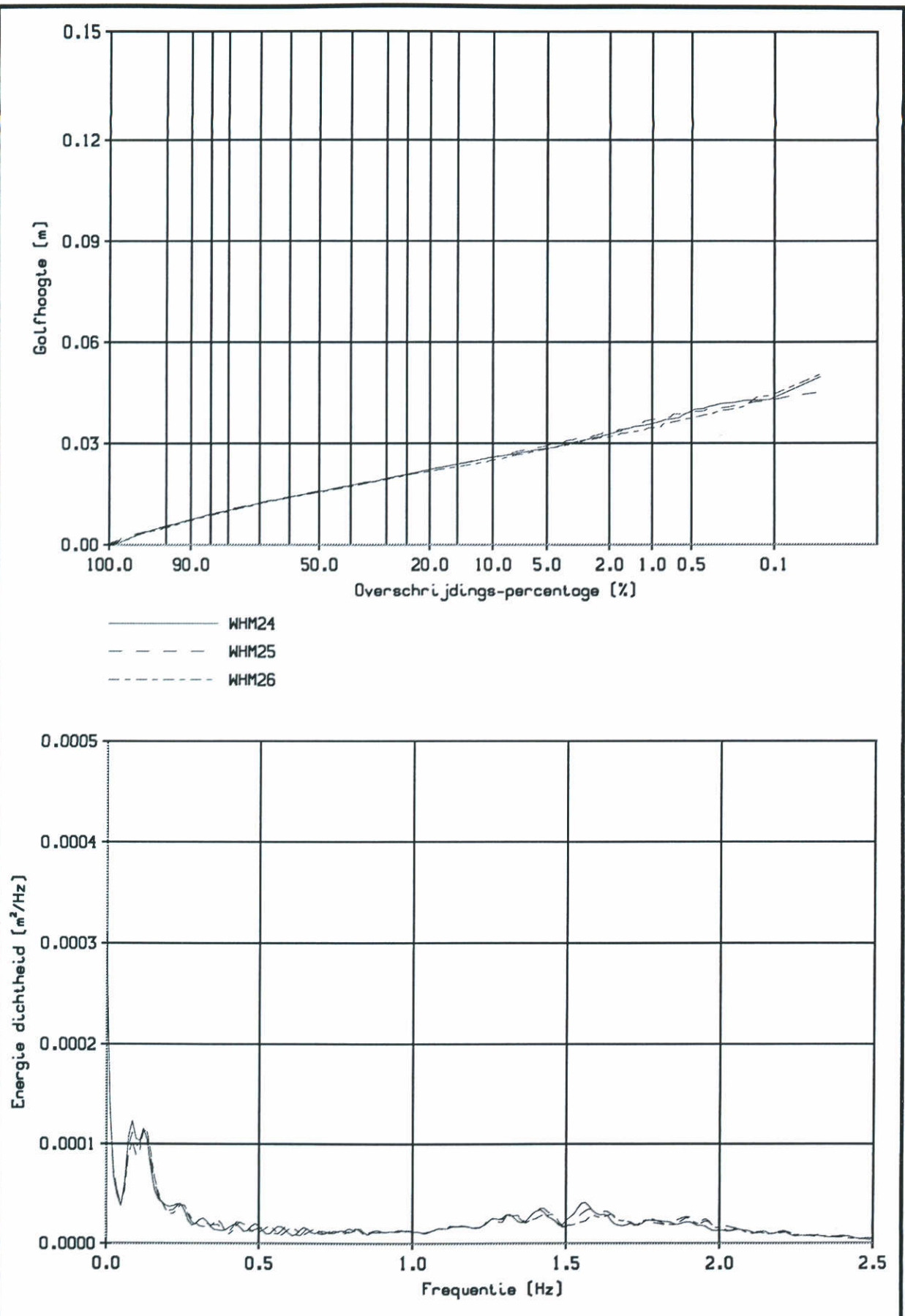


— WHM01
 - - - WHM02
 - . - WHM03

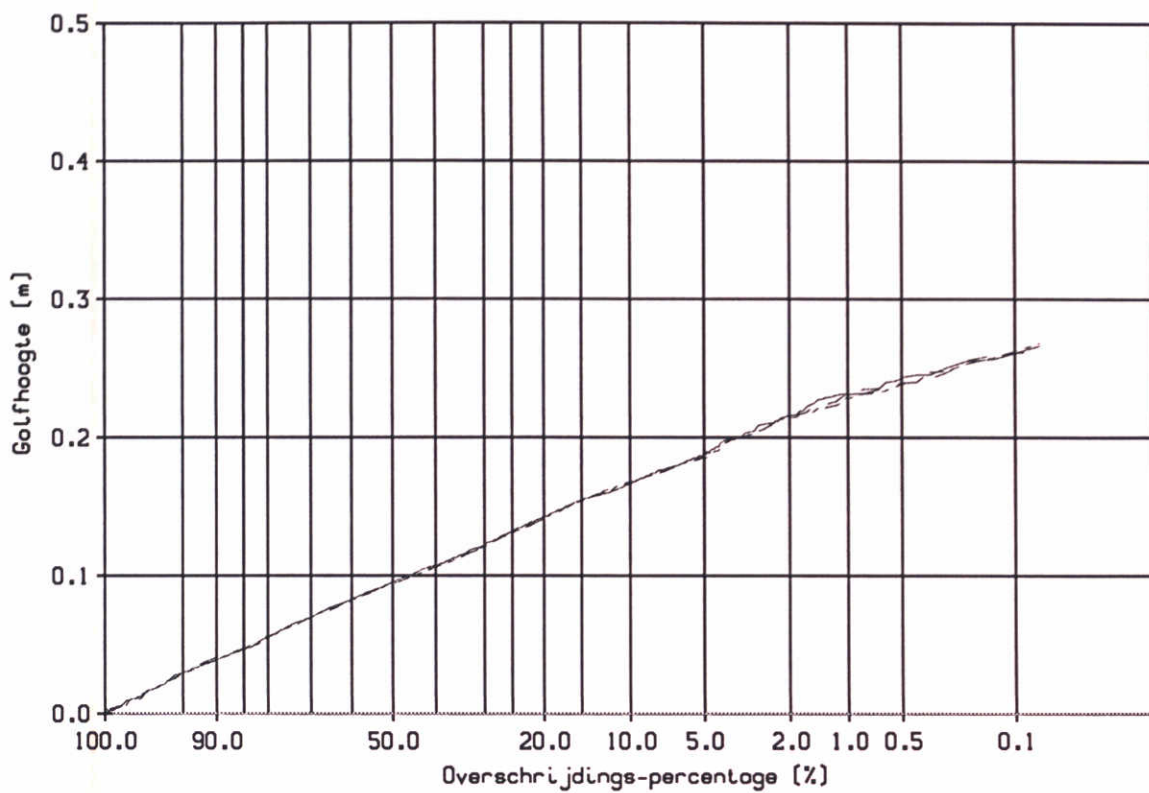


Golfoohteverdeling en energiedichtheidsspectrum
 proef T5, golfoohtemeters 1,2 en 3

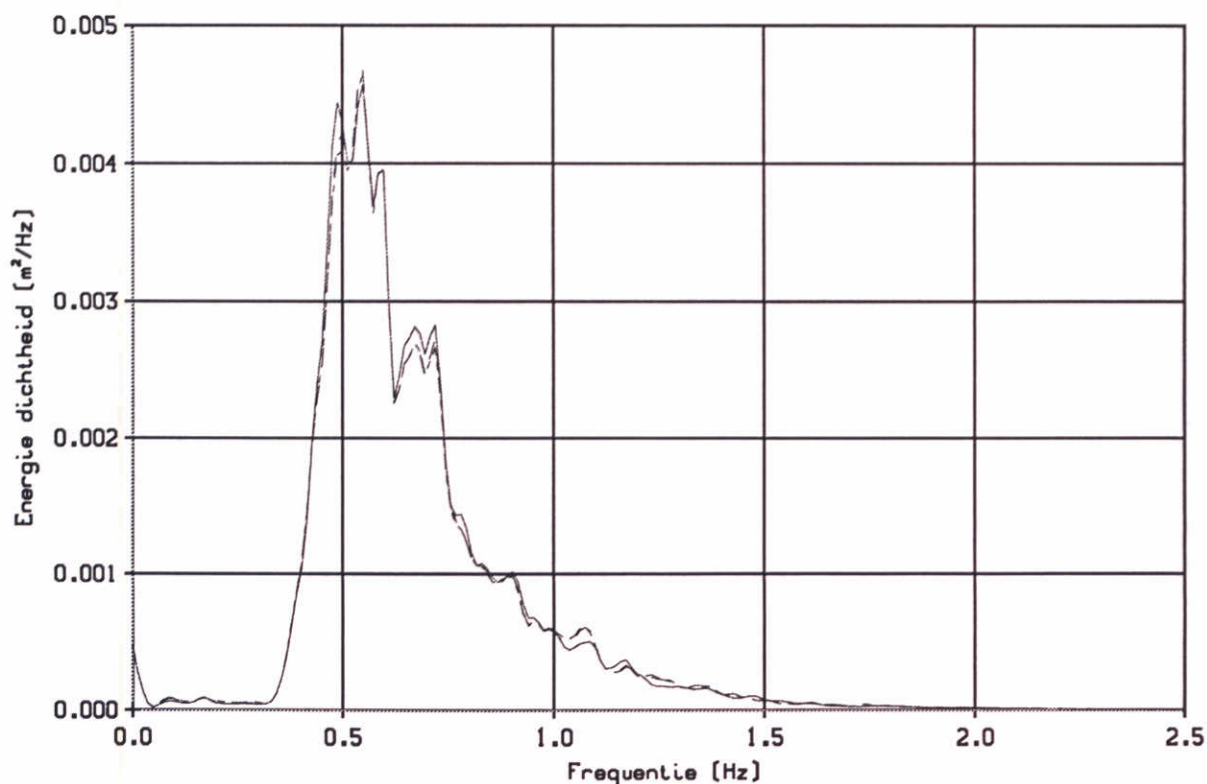
A4



Golfoohteverdeling en energiedichtheidsspectrum proef T5, golfoohtemeters 24,25 en 26		A4
WL DELFT HYDRAULICS	FIGUUR 4.2	

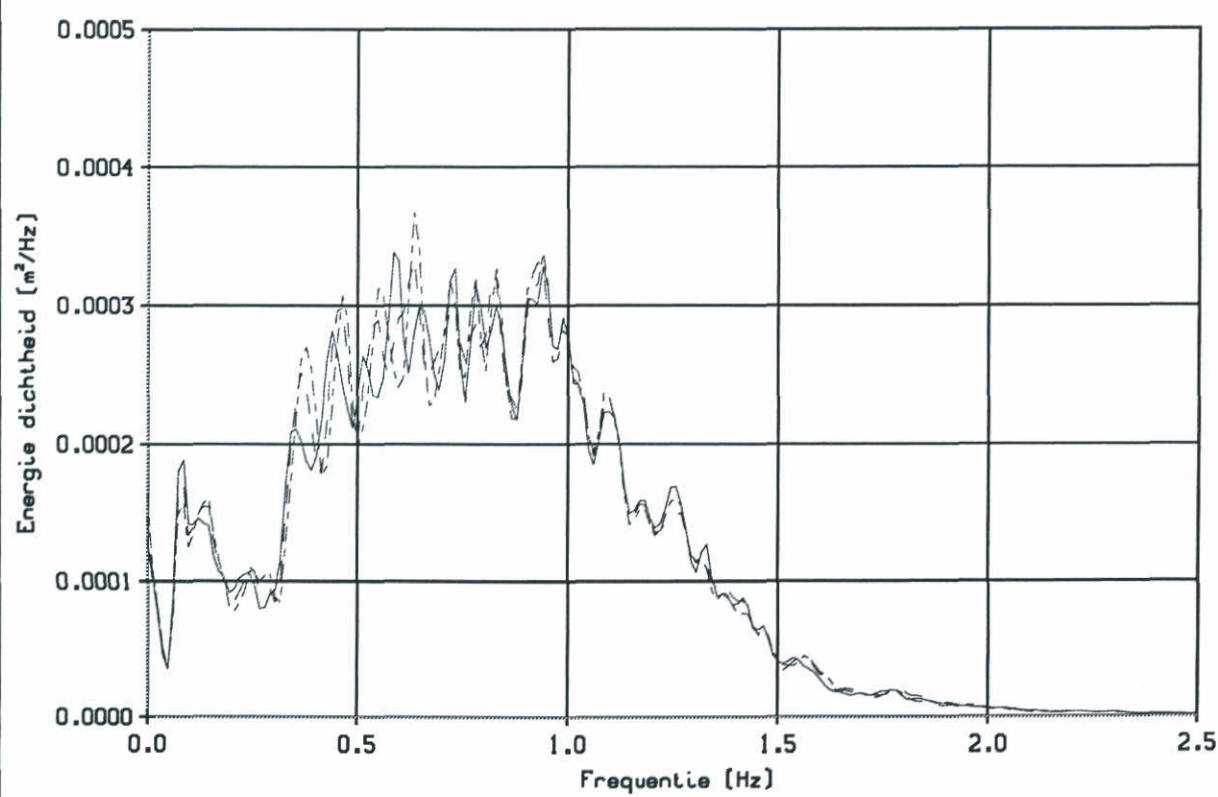
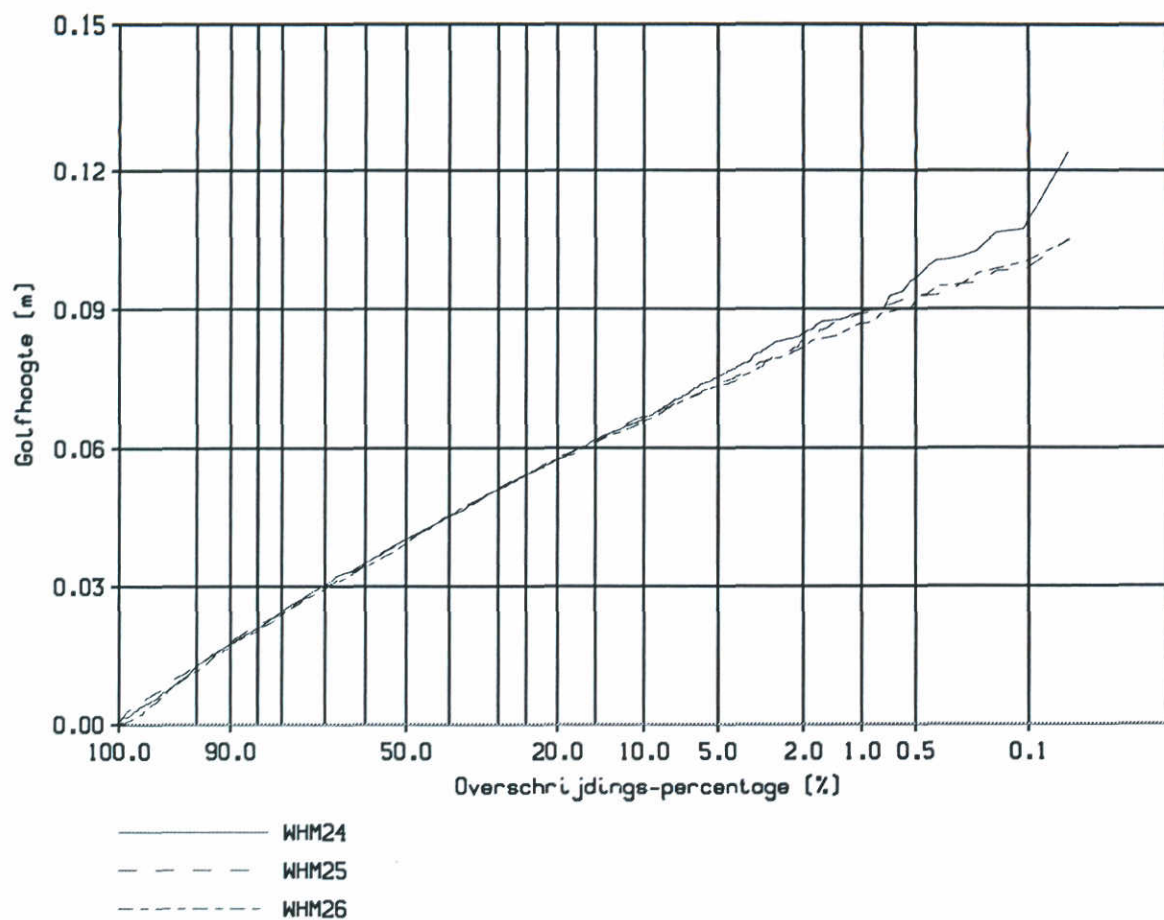


— WHM01
 - - - WHM02
 . . . WHM03



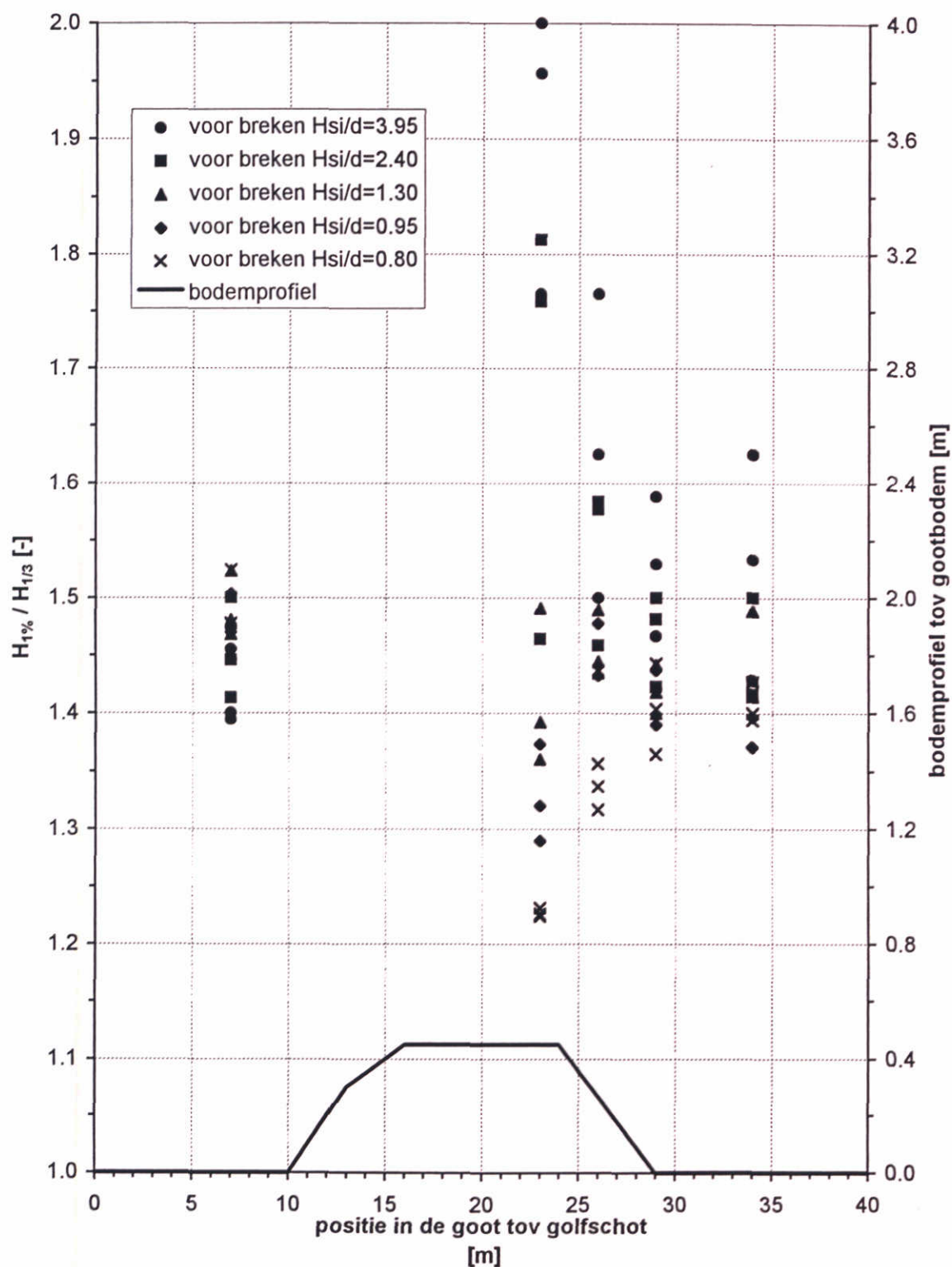
Golfhoogteverdeling en energiedichtheidsspectrum
 proef T11, golfhoogtemeters 1,2 en 3

A4



Golffhoogteverdeling en energiedichtheidsspectrum proef T I I, golffhoogtemeters 24,25 en 26		A4
WL DELFT HYDRAULICS	FIGUUR 4.4	

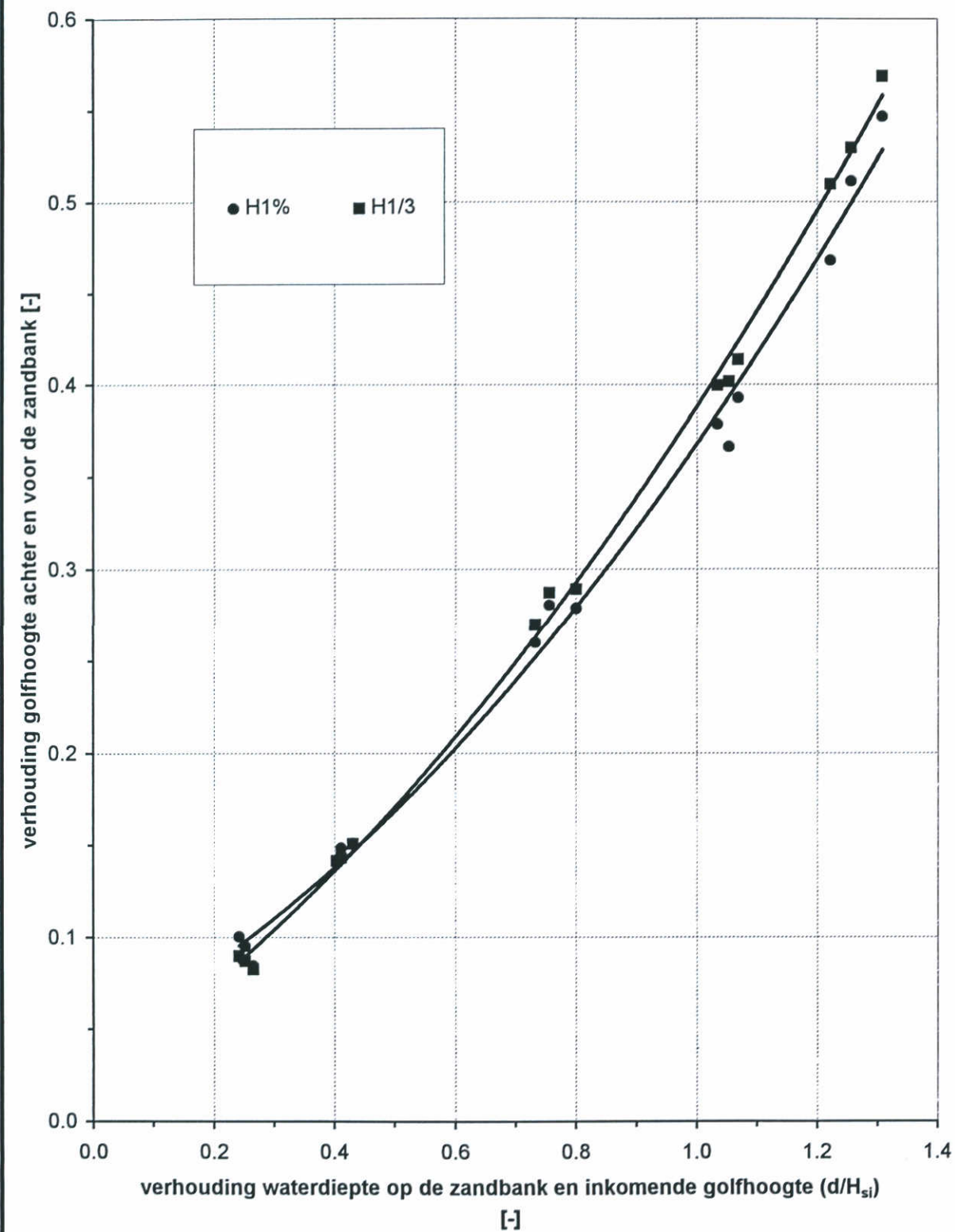
Verhouding $H_{1\%} / H_{1/3}$ voor, op en achter de zandbank proevenserie 1



Verhouding $H_{1\%}/H_{1/3}$ voor, op en achter de zanbank

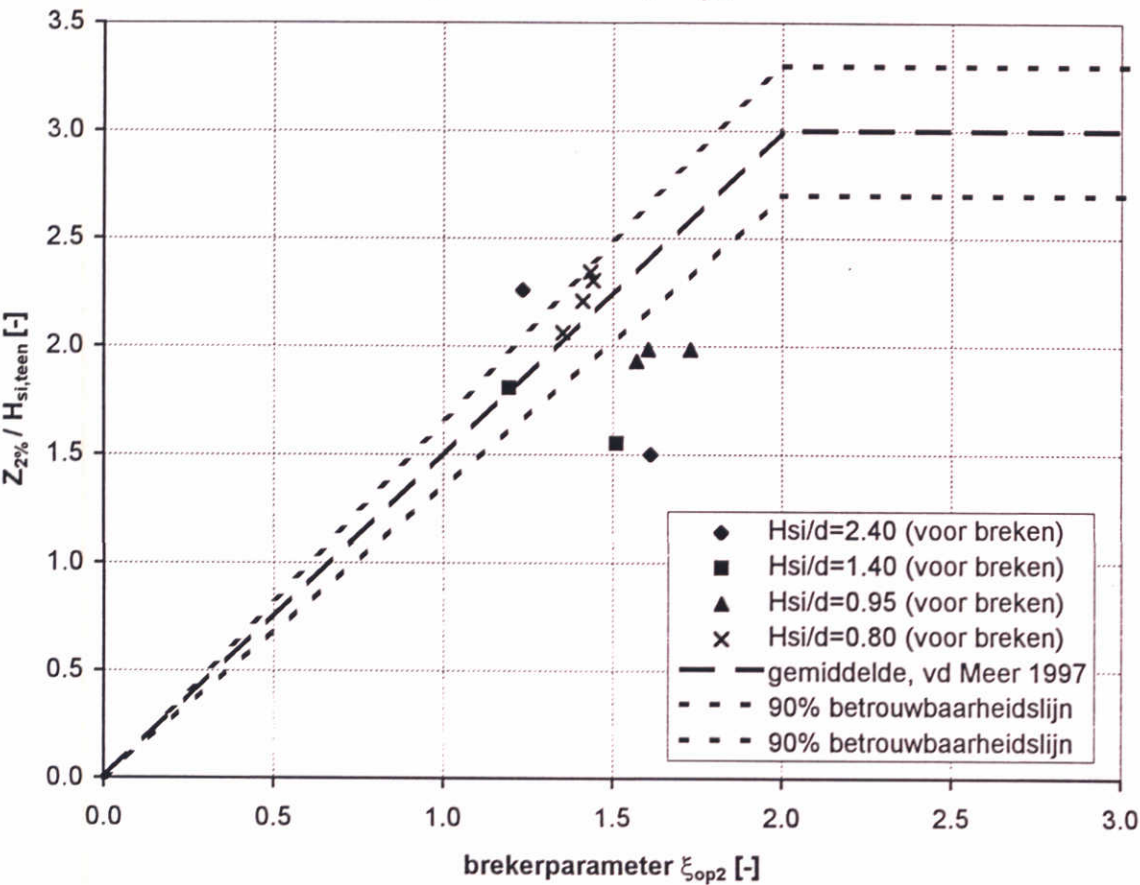
A4

Golfhoogtereductie door aanwezigheid zandbank proevenserie 1

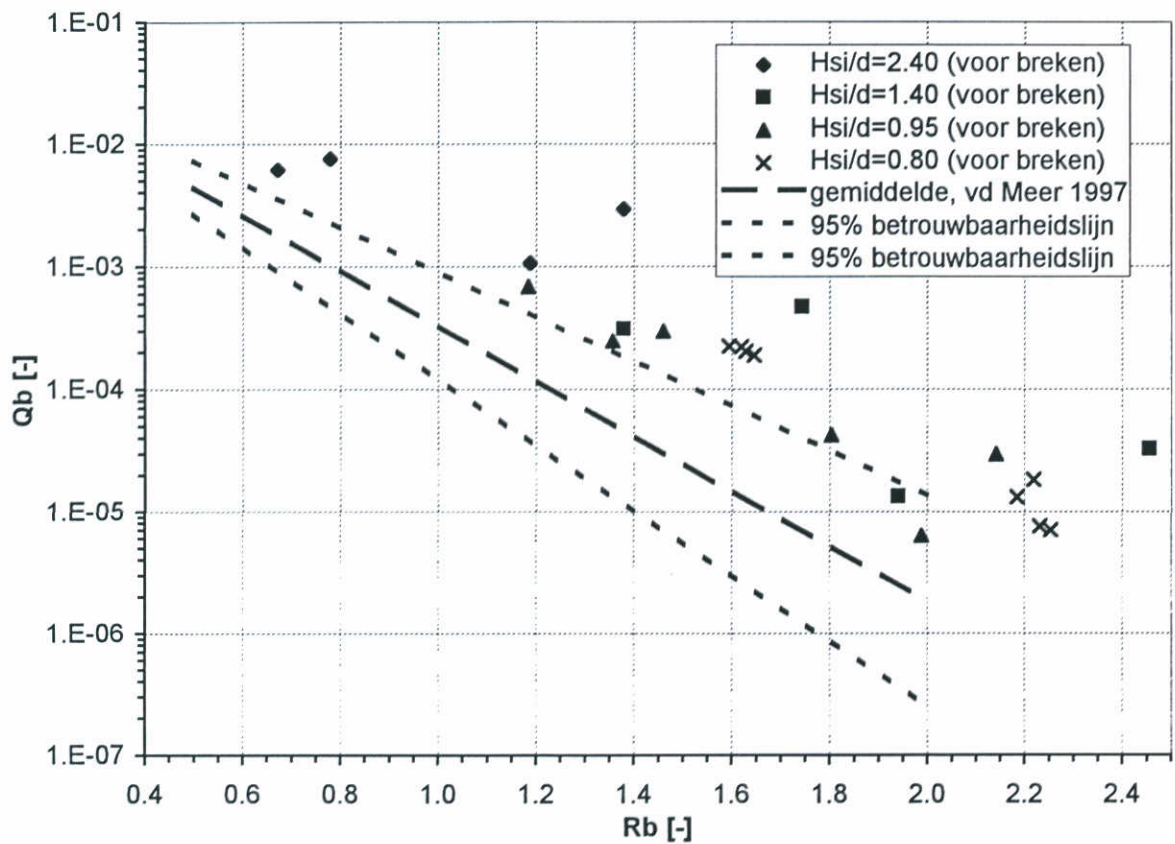


Golfhoogtereductie door aanwezigheid zandbank		A4
WL DELFT HYDRAULICS	FIGUUR 4.6	

Golfoploopresultaten gebaseerd op T_{p2}



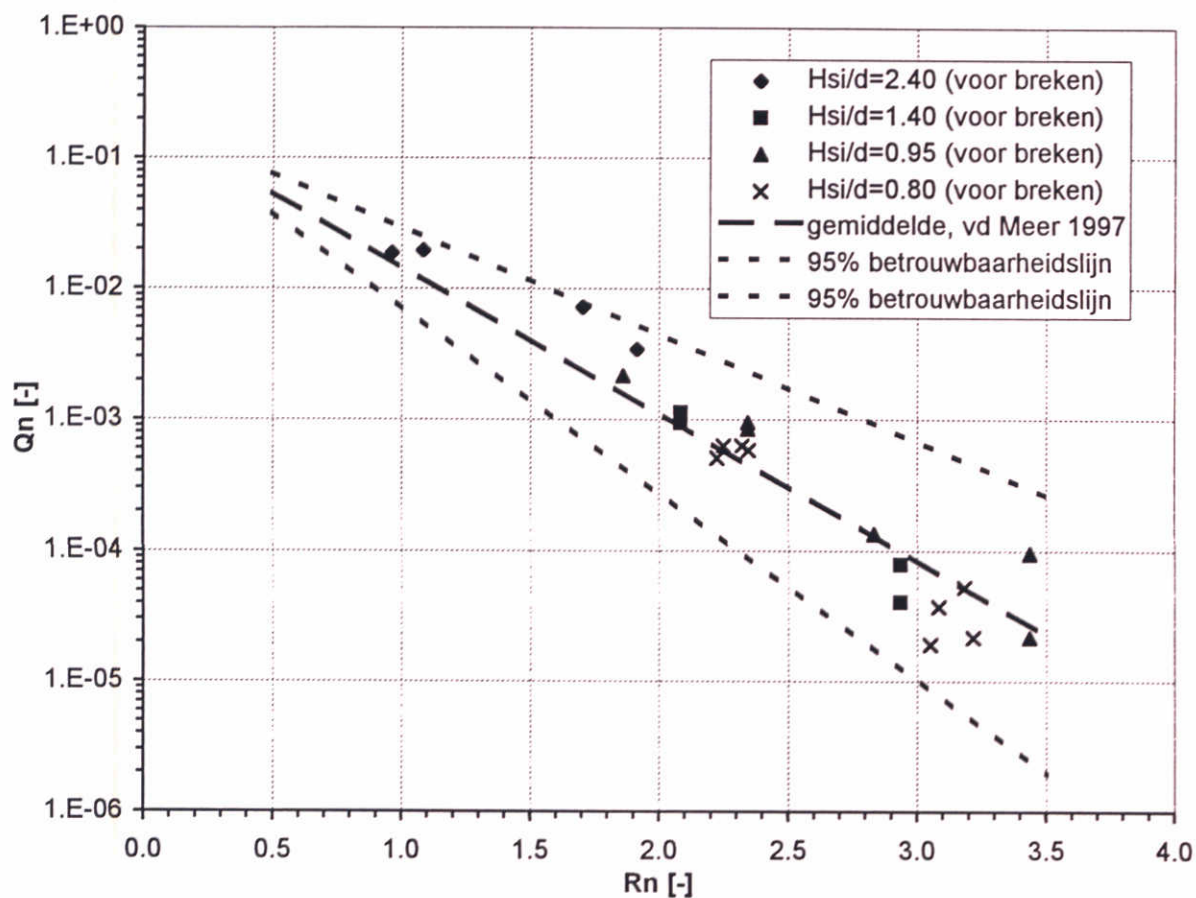
Golfoverslagresultaten, brekende golven



Resultaten golfoverslagmetingen in vergelijking tot
formuleringen voor brekende golven

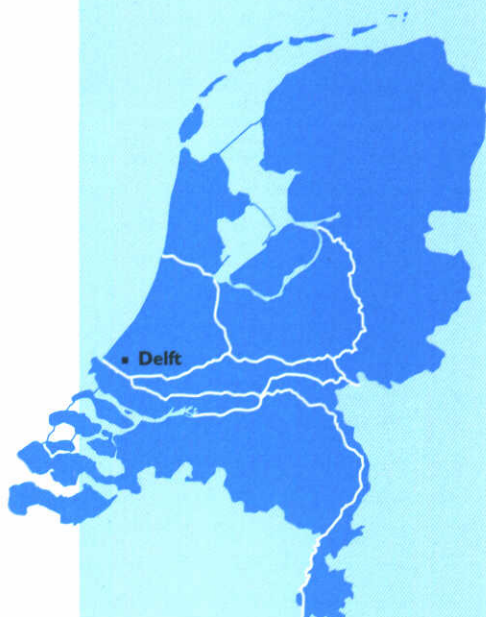
A4

Golfoverslagresultaten, niet brekende golven



Resultaten golfoverslagmetingen in vergelijking tot
formuleringen voor niet brekende golven

A4



wL | delft hydraulics

Rotterdamseweg 185
postbus 177
2600 MH Delft
telefoon 015 285 85 85
telefax 015 285 85 82
e-mail info@wldelft.nl
internet www.wldelft.nl

Rotterdamseweg 185
p.o. box 177
2600 MH Delft
The Netherlands
telephone +31 15 285 85 85
telefax +31 15 285 85 82
e-mail info@wldelft.nl
internet www.wldelft.nl

