

opdrachtgever

Rijkswaterstaat

TAW projectgroep A1: Belastingen

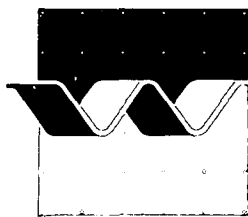
invloed van scheve inval en
richtingspreiding op golfloop
en overslag

verslag modelonderzoek

november 1990

**invloed van scheve inval en
richtingspreiding op golfoploop
en overslag**

J.W. van der Meer en J.P. de Waal



waterloopkundig laboratorium | WL

SAMENVATTING

In opdracht van de projectgroep TAW-A1 is modelonderzoek uitgevoerd naar de invloed van richtingspreiding en scheve golfaanval op golfoploop en overslag. Tevens is de invloed van de waterdiepte h (voor $h/H_S > 3$, waarin H_S de significante golfhoogte is) en de invloed van een berm bepaald. Er zijn drie constructies onderzocht: een recht talud 1:4, een talud 1:4 met een berm op de stilwaterlijn en een recht talud 1:2.5. Per proef is de oploop gemeten en voor twee kruinhoogtes het overslagdebiet. In totaal zijn 158 proeven uitgevoerd, alle met onregelmatige golven. Het onderzoek heeft plaatsgevonden in de richtingspreidingsfaciliteit (Vinjé-bak) van het Waterloopkundig Laboratorium in de Voorst.

De invloed van de verschillende randvoorwaarden is bestudeerd in de vorm van invloedsfactoren r op de relatieve oploop R_u/H_S . Hierin is R_u de oploophoogte ten opzichte van de stilwaterlijn. Vervolgens is bij de analyse van de overslag gekeken of bovenstaande invloedsfactoren voor oploop kunnen worden verwerkt in de kruinhoogte bij overslag.

INHOUD

LIJST VAN TABELLEN

LIJST VAN FIGUREN

LIJST VAN SYMBOLEN

	Blz.
1. <u>Inleiding</u>	1
1.1 Algemene projectbeschrijving.....	1
1.2 Samenvatting en conclusies.....	2
2. <u>Beschrijving van het fysisch model</u>	9
2.1 Opzet van het modelonderzoek.....	9
2.2 Analyse van de golfrandvoorwaarden.....	17
3. <u>Golfoploop</u>	22
3.1 Theorie.....	22
3.2 Referentieproeven (LL).....	24
3.3 Scheve inval (SL).....	27
3.4 Richtingspreiding (LK).....	31
3.5 Combinatie van scheve inval en richtingspreiding (SK).....	33
4. <u>Golfoverslag</u>	37
4.1 Bestaande kennis m.b.t. overslag.....	37
4.2 Referentieproeven (LL).....	48
4.3 Scheve inval (SL).....	52
4.4 Richtingspreiding (LK).....	53
4.5 Combinatie van scheve inval en richtingspreiding (SK).....	54

REFERENTIES

TABELLEN

FIGUREN

LIJST VAN TABELLEN

1. Proevenprogramma
2. Gemeten randvoorwaarden
3. Gemeten oploopgegevens
4. Gemeten overslaggegevens
5. Geïnterpoleerde oploopgegevens
6. Overslaggegevens LL (inclusief ander onderzoek)

LIJST VAN FIGUREN

1. Basisformules oploop
2. Overslagkans
3. Basisformule voor overslagdebiet
4. Invloed scheve golfaanval, langkammig en kortkammig
5. Invloed berm
6. Invloed waterdiepte
7. Modelopstelling, positie GHM's en GRSM's
8. Overschrijdingskrommen en spectra van GHM's
9. Overschrijdingskrommen en spectra van GRSM's
10. Spectrum, hoofdrichting en spreiding van GRSM 4
11. Oploopoverschrijdingskromme
12. Oploop LL talud 1:4, Vergelijking visueel-meting
13. Oploop LL talud 1:2.5, Vergelijking visueel-meting
14. Voorbeeld registratie (LK08)
15. Invloed golfbrekerkoppen op oploop
16. Realisatie golfrandvoorwaarden $H_{s,diep}^{-H}$, $m_{o,diep}^{-H}$, $s_{,teen}^{-H}$
17. Reflectiecoëfficiënt
18. Piek- en gemiddelde periode
19. Gestuurde en gemeten hoofdrichting, lang- en kortkammig
20. Gemeten spreiding en golfsteilheid, lang- en kortkammig
21. Gemeten spreiding en hoofdrichting, lang- en kortkammig
22. Spectrumvorm ϵ
23. Gegroeptheidsparameters $\gamma_{HH.t}$ en $\kappa_{HH.t}$ volgens M1983
24. Gegroeptheidsparameters κ_f en $\kappa_{HH.t}$ volgens M1983
25. Gegroeptheidsparameters $\gamma_{HH.t}$, $\kappa_{HH.t}$ en κ_f in dit onderzoek
26. Oploop meetgegevens
27. Oploop talud 1:4, Verwachting
28. Oploop talud 1:4 met berm, Verwachting
29. Oploop talud 1:2.5, Verwachting
30. Oploop Invloed berm Verwachting
31. Oploop Invloed scheve golfaanval Verwachting (langkammig) -
32. Oploop LL talud 1:4, Invloed golfsteilheid
33. Oploop LL talud 1:4 met berm, Invloed golfsteilheid
34. Oploop LL talud 1:2.5, Invloed golfsteilheid
35. Oploop LL talud 1:4, Invloed waterdiepte
36. Oploop LL talud 1:4, Invloed berm

LIJST VAN FIGUREN (vervolg)

37. Oploop LL Invloed taludhelling en golfsteilheid
38. Oploop SL talud 1:4, Invloed hoek van golfaanval $s_{op} = 0.02$
39. Oploop SL talud 1:4, Invloed hoek van golfaanval $s_{op} = 0.04$
40. Oploop SL talud 1:4, Invloed golfsteilheid
41. Oploop SL talud 1:4 met berm, Invloed hoek van golfaanval
42. Oploop SL talud 1:2.5, Invloed hoek van golfaanval
43. Oploop SL talud 1:4, Invloed waterdiepte $\theta = 20$
44. Oploop SL talud 1:4, Invloed waterdiepte $\theta = 40$
45. Oploop SL talud 1:4, Invloed berm
46. Oploop SL Vergelijking taluds
47. Oploop LK talud 1:4, Invloed richtingspreiding
48. Oploop LK talud 1:4, Invloed golfsteilheid
49. Oploop LK talud 1:4 met berm, Invloed golfsteilheid
50. Oploop LK talud 1:2.5, Invloed golfsteilheid
51. Oploop LK talud 1:4, Invloed waterdiepte
52. Oploop LK talud 1:4, Invloed berm
53. Oploop LK talud 1:4, Invloed taludhelling en golfsteilheid
54. Oploop SK talud 1:4, Invloed hoek van golfaanval $s_{op} = 0.02$
55. Oploop SK talud 1:4, Invloed hoek van golfaanval $s_{op} = 0.04$
56. Oploop SK talud 1:4, Invloed richtingspreiding
57. Oploop SK talud 1:4, Invloed golfsteilheid
58. Oploop SK talud 1:4, Invloed richtingspreiding, $\theta = 20$
59. Oploop SK talud 1:4, Invloed richtingspreiding, $\theta = 40$
60. Oploop SK talud 1:4 met berm, Invloed hoek van golfaanval
61. Oploop SK talud 1:4 met berm, Invloed richtingspreiding
62. Oploop SK talud 1:2.5, Invloed hoek van golfaanval
63. Oploop SK talud 1:2.5, Invloed richtingspreiding
64. Oploop SK talud 1:4, Invloed waterdiepte, $\theta = 20$
65. Oploop SK talud 1:4, Invloed waterdiepte, $\theta = 40$
66. Oploop SK talud 1:4, Invloed berm
67. Oploop SK Vergelijking taluds
68. Oploop Invloed waterdiepte, algemeen
69. Overslag volgens leidraad
70. Overslag Vergelijking leidraad-HRS
71. Overslag LL talud 1:4, (incl. ander onderzoek) Keuze tussen T_m en T_p
72. Overslag LL (incl. ander onderzoek) Bepaling invloed taludhelling

LIJST VAN FIGUREN (vervolg)

73. Overslag SL talud 1:4, Verwachting
74. Overslag SL talud 1:4 met berm, Verwachting
75. Overslag SL talud 1:2.5, Verwachting
76. Overslag SK talud 1:4, Verwachting
77. Overslag SK talud 1:4 met berm, Verwachting
78. Overslag SK talud 1:2.5, Verwachting
79. Overslag LL Invloed brekende of niet-brekende golven
80. Overslag LL talud 1:4, Overslagpercentage
81. Overslag LL talud 1:4 met berm, Overslagpercentage
82. Overslag LL talud 1:2.5, Overslagpercentage
83. Overslag LL talud 1:4, Invloed kruinhoogte
84. Overslag LL talud 1:4 met berm, Invloed kruinhoogte
85. Overslag LL talud 1:2.5, Invloed kruinhoogte
86. Overslag LL talud 1:4, Invloed berm
87. Overslag SL talud 1:4, Invloed hoek van golfaanval
88. Overslag SL talud 1:4 met berm, Invloed hoek van golfaanval
89. Overslag SL talud 1:4, Invloed berm
90. Overslag SL talud 1:2.5, Invloed hoek van golfaanval
91. Overslag LK talud 1:4, Invloed kruinhoogte
92. Overslag LK talud 1:4, Invloed richtingspreiding
93. Overslag LK talud 1:4 met berm, Invloed kruinhoogte
94. Overslag LK talud 1:4 met berm, Invloed richtingspreiding
95. Overslag LK talud 1:2.5, Invloed kruinhoogte
96. Overslag LK talud 1:2.5, Invloed richtingspreiding
97. Overslag SK talud 1:4, Invloed hoek van golfaanval
98. Overslag SK talud 1:4, Invloed richtingspreiding, $\theta = 20$
99. Overslag SK talud 1:4, Invloed richtingspreiding, $\theta = 40$
100. Overslag SK talud 1:4 met berm, Invloed hoek van golfaanval
101. Overslag SK talud 1:4, Invloed berm
102. Overslag SK talud 1:2.5, Invloed hoek van golfaanval
103. Golfopwekking met de reflectiemethode

LIJST VAN SYMBOLEN

B	bermbreedte	(m)
g	zwaartekrachtsversnelling	(m/s ²)
H	golfhoogte	(m)
H _m	gemiddelde golfhoogte	(m)
H _{m₀}	golfhoogte bepaald uit spectrum, $4\sqrt{m_0}$	(m)
H _s	significante golfhoogte, gemiddelde van hoogste 1/3 deel	(m)
h	waterdiepte	(m)
h _d	kruinhoogte t.o.v. de stilwaterlijn	(m)
L ₀	golflengte op diep water ($L_0 = (g/2\pi) * T_p^2$)	(m)
m ₀	nulde moment (oppervlakte) van het spectrum, $m_0 = \int E(f)df$	(m ²)
m ₂	tweede moment van het spectrum, $m_2 = \int f^2 E(f)df$	(m ²)
m ₄	vierde moment van het spectrum, $m_4 = \int f^4 E(f)df$	(m ²)
N	aantal golven	-
Q	dimensieloos overslagdebiet	-
q	gemiddeld overslagdebiet per strekkende meter kruin	(m ³ /ms)
R _u	golfoploop, verticaal gemeten ten opzichte van de stilwaterlijn	(m)
R _{ux%}	x% overschrijdingswaarde van de golfoploop	(m)
R _{um}	gemiddelde golfoploop	(m)
R _{us}	significante golfoploop	(m)
R	dimensieloze kruinhoogte	-
r	reflectiecoëfficiënt	-
r _x	invloedsfactor met betrekking tot randvoorwaarde x	-
r _B	invloedsfactor van de berm	-
r _θ	invloedsfactor van de hoek van golfaanval	-
r _σ	invloedsfactor van de richtingspreiding	-
r _h	invloedsfactor van de waterdiepte	-
s _{op}	golfsteilheid, $s_{op} = H_s/L_0$	-
T _m	gemiddelde periode	(s)
T _p	piekperiode	(s)
α	taludhelling	(°)
γ _{AA.t}	correlatiecoëfficiënt van opeenvolgende amplitudes	-
γ _{HH.t}	correlatiecoëfficiënt van opeenvolgende golfhoogtes	-
ε	spectrumbreedte parameter, $\epsilon = \sqrt{1 - m_2^2/m_0 m_4}$	-
θ	hoofdrichting van de golven, gemeten t.o.v. de normaal op de kust	(°)

LIJST VAN SYMBOLEN (vervolg)

$\kappa_{HH.t}$	vormparameter van de twee-dimensionale Rayleigh-kansdichtheids- functie, bepaald uit tijdsregistratie van golfhoogtes	-
κ_f	idem, bepaald in het frequentiedomein	-
σ	richtingspreiding	(°)
ξ_{op}	surf similarity parameter, $\xi_{op} = \tan(\alpha)/\sqrt{s_{op}}$	-

INVLOED VAN SCHEVE INVAL EN RICHTINGSPREIDING OP GOLFOLOOP EN OVERSLAG

1. Inleiding

1.1 Algemene projectbeschrijving

Kader

Er is reeds veel geschreven over golfoploop en golfoverslag. De literatuur met betrekking tot golfoploop is samengevat in de literatuurstudie van Klein Breteler (1990). Hierin is naar voren gekomen dat bij loodrechte golfinval en bij rechte taluds genoeg bekend is om ontwerprelaties op te stellen. Verschillende aspecten zijn echter nog niet of onvoldoende onderzocht.

- Een eerste aspect dat niet duidelijk genoeg is onderzocht, is de invloed van de waterdiepte/golfhoogte verhouding (h/H_s) met $h/H_s > 3$. Hierbij is h de waterdiepte ter plaatse van de teen van de constructie en H_s is de significante golfhoogte op diezelfde plaats.
- De invloed van scheve regelmatige golfaanval voor de oploop op gladde taluds is in verschillende onderzoeken beschreven. De invloed van onregelmatige scheve golfaanval is echter niet onderzocht.
- Tot slot is er geen enkel onderzoek bekend waar de invloed van richtingspreiding op golfoploop en golfoverslag wordt beschreven.

Doelstelling

Het doel van het onderhavige onderzoek is het bepalen van de invloed van scheve onregelmatige golfaanval, met en zonder richtingspreiding, voor oploop en overslag op rechte taluds en een talud met een berm.

Uitvoering

Het onderzoek is uitgevoerd met een drietal taluds:

- | | |
|-----------------------|---|
| Een recht talud 1:4 | Dit is een talud dat veel voorkomt bij de Nederlandse zeedijken. Bij dit talud is het meest uitgebreide proevenprogramma uitgevoerd. |
| Een recht talud 1:2.5 | Dit talud is het steilste talud dat toch nog vaak voorkomt bij de boven- en benedenrivieren. Hierbij is met name gekeken naar het taludgedeelte dat bepalend is voor de oploop en overslag van de beklede taluds. |

Een talud 1:4 met een berm Gekozen is voor een berm op ontwerppeil, omdat dit het meest reëel blijkt te zijn bij zeedijken (1:4). Voor de breedte is $5 * H_s$ gekozen omdat dit volgens proeven met regelmatige golven de breedte is waarbij de effectiviteit van verbreding van de berm vrij plotseling afneemt (Pilarczyk en Moret, 1976). Voor bermen smaller dan $5H_s$ kan eventueel geïnterpoleerd worden.

Faciliteit

Het modelonderzoek is uitgevoerd in de richtingspreidingsfaciliteit (Vinjé-bak) van het Waterloopkundig Laboratorium in de Voorst.

Personen

Het onderzoek heeft plaatsgevonden in opdracht van de projectgroep TAW-A1 (Belastingen op dijken). De opzet, uitvoering en eerste analyse is uitgevoerd door dr. ir. J.W. van der Meer en het definitieve verslag is geschreven door ir. J.P. de Waal, beiden werkzaam bij het Waterloopkundig Laboratorium.

1.2 Samenvatting en conclusies

In opdracht van de projectgroep TAW-A1 is modelonderzoek uitgevoerd naar de invloed van richtingspreiding en scheve golfaanval op golfoploop en overslag. Tevens is de invloed van de waterdiepte h (voor $h/H_s > 3$, waarin H_s de significante golfhoogte is) en de invloed van een berm bepaald. Er zijn drie constructies onderzocht: een recht talud 1:4, een talud 1:4 met een berm op de stilwaterlijn en een recht talud 1:2.5. Per proef is de oploop gemeten en voor twee kruinhoogtes het overslagdebiet. In totaal zijn 158 proeven uitgevoerd, alle met onregelmatige golven. Het onderzoek heeft plaatsgevonden in de richtingspreidingsfaciliteit (Vinjé-bak) van het Waterloopkundig Laboratorium in de Voorst.

De invloed van de verschillende randvoorwaarden is bestudeerd in de vorm van invloedsfactoren r op de relatieve oploop R_u/H_s :

$$r_{\theta} = \frac{R_u/H_s \text{ bij golfaanval onder hoek } \theta}{R_u/H_s \text{ bij loodrechte golfaanval } (\theta = 0)}$$

$$r_{\sigma} = \frac{R_u/H_s \text{ bij richtingspreiding } \sigma}{R_u/H_s \text{ bij langkammige golfaanval } (\sigma = 0)}$$

$$r_B = \frac{R_u/H_s \text{ bij talud met berm op SWL, breedte B}}{R_u/H_s \text{ bij recht talud } (B = 0)}$$

$$r_h = \frac{R_u/H_s \text{ bij relatieve waterdiepte } h/H_s}{R_u/H_s \text{ bij relatieve waterdiepte } h/H_s = 6}$$

Hierin is R_u de oploophoogte ten opzichte van de stilwaterlijn. Vervolgens is bij de analyse van de overslag gekeken of bovenstaande invloedsfactoren voor oploop kunnen worden verwerkt in de kruinhoogte bij overslag.

OPLOOP

Algemeen

De trend in de gemeten oploopwaarden wijkt enigszins af van de verwachting op grond van de formules uit de literatuur (Klein Breteler, 1990): het buigpunt tussen de golfsteilheden 0.01 en 0.05 wordt bij de taluds 1:4 niet teruggevonden, en bij het talud 1:2.5 treedt het gemeten maximum op voor een lagere golfsteilheid dan verwacht.

De gemeten relatieve oploop is in veel gevallen lager dan op grond van de literatuur (met name de formules van Klein Breteler) verwacht kan worden. Dit wordt veroorzaakt door het feit dat waterlaagjes dunner dan 3 à 4 mm niet gedetecteerd worden.

De invloed van de golfbrandvoorwaarden op de oploop is in het algemeen voor elk oploopercentage vrijwel gelijk. Een (verdere) analyse van deze invloed kan daarom in het algemeen wel worden beperkt tot bijvoorbeeld alleen de 0.5% en 5% oploopwaarden.

De invloed van de taludhelling kan beter in rekening worden gebracht met behulp van de parameter $\sqrt{\tan\alpha/s_{op}}$ in plaats van de surf similarity parameter $\xi_{op} = \tan\alpha/\sqrt{s_{op}}$. Hierbij is α de taludhelling, en s_{op} is de golfsteilheid. Overigens is de overeenstemming alleen goed gebleken voor duidelijk brekende golven, dat betekent hier dat de surf similarity parameter ξ_{op} kleiner dan ca. 2.2 moet zijn. De onderlinge verhoudingen tussen de oplopen voor de

verschillende taluds en golfsteilheden bij de verschillende hoeken van golfaanval voldoen eveneens redelijk aan de verwachting van een hogere golfoploop bij een hogere waarde van $\sqrt{\tan\alpha/s_{op}}$.

Hoek van golfaanval

langkammig, recht talud

De hoek van golfaanval θ wordt gemeten ten opzichte van de lijn loodrecht op de kust. Voor invalshoeken groter dan ongeveer 60° wordt de oploop tot ongeveer 60 % gereduceerd ten opzichte van de oploop bij loodrechte inval. Voor hoeken tot ongeveer 30° treedt geen oploopreductie op. Afhankelijk van de golfsteilheid en de taludhelling kan voor deze kleine hoeken een maximum oploop optreden. In het onderhavige onderzoek zijn voor het talud 1:4 en $s_{op} = 0.02$ en het talud 1:2.5 bij $s_{op} = 0.04$ maxima gevonden welke ongeveer 5% hoger zijn dan de oploop bij loodrechte golfaanval.

Richtingspreiding

loodrecht, recht talud

De richtingspreiding σ is een maat voor de variatie in golfvoortplantingsrichting rond de hoofdrichting θ . Tegelijkertijd is σ daarmee een maat voor de kortkammigheid van de golven. (Bij $\sigma = 0$ is sprake van langkammige golven). De invloed van richtingspreiding bij loodrecht invallende golven is gering. De invloedsfactor als gevolg van richtingspreiding ligt voor alle maten van richtingspreiding globaal tussen 0.9 en 1.0.

Hoek van golfaanval

kortkammig, recht talud

Bij kortkammige golven is de invloed van scheve inval zwakker ten opzichte van langkammige golven. Bij de grootste hoeken is de reductie het sterkst, maar de invloedsfactor bedraagt toch nog ongeveer 0.8. Er kan nog wel een maximum optreden voor een hoek tussen de 10° en 40° , maar dit maximum is dan lager dan bij langkammige golven.

Richtingspreiding

scheef, recht talud

De richtingspreiding zorgt voor vermindering van de invloed van de hoek van golfaanval. Voor kleine hoeken van golfaanval verkleint de richtingspreiding de oploop en voor grote hoeken van golfaanval vergroot de richtingspreiding de oploop (ten opzichte van de oploop bij langkammige golven). De invloedsfactor als gevolg van richtingspreiding bedraagt 0.9 à 1.0 voor hoeken van 20° en 40°. Voor grote hoeken bedraagt de invloedsfactor 1.3 à 1.4 (ten opzichte van langkammige golven bij deze hoeken van golfinval). De gecombineerde invloed van scheve inval en kortkammigheid voor zeer grote hoeken van golfaanval is bijvoorbeeld als volgt:

$$r_{\theta=80, \sigma=32} = r_{\theta=80}(\sigma=0) * r_{\sigma=32}(\theta=80) = 0.60 * 1.35 = 0.8$$

Berm

De gemeten invloed van een berm op de oploop is iets sterker dan volgens de literatuur. De aanwezigheid van de berm zorgt voor een reductie van de oploop tot iets minder dan ongeveer 70% (in vergelijking met de oploop bij dezelfde randvoorwaarden op het talud zonder berm). Dit geldt voor alle oplooperpercentages en situaties. Alleen bij hoeken van golfaanval groter dan 60° is de reductie iets sterker dan 70%, namelijk ongeveer 60%.

Waterdiepte

De invloed van de waterdiepte is aan vrij grote spreiding onderhevig. De gemiddelde trend is echter als volgt:

Voor langkammige golven zorgt de invloed van de waterdiepte bij $h/H_s = 3$ voor een reductie tot ongeveer 85% van de oploop bij $h/H_s = 6$. Bij kortkammige golven is de invloed van de waterdiepte echter verwaarloosbaar.

OVERSLAG

Uitgaande van een oploopformule is voor $\xi_{op} \leq 2.2$ (brekende golven) een verband gevonden tussen de overslagkans en de relatieve kruinhoogte:

$$P(\text{overslag}) = \exp\left[-\left\{\frac{h_d/H_s}{0.81 \xi_{op}}\right\}^2\right]$$

Er is een schatting gevonden voor een algemene overslagformule, gebaseerd op beschikbare meetgegevens, geldend voor loodrecht invallende brekende golven ($\xi_{op} \leq \text{ca. } 2.5$):

$$Q = 0.10 \exp(-11.5 R)$$

Hierin is:

$$Q = \text{dimensieloos overslagdebiet} \quad Q = \frac{q}{\sqrt{gH_s^3}} \sqrt{\frac{s_{op}}{\tan\alpha}}$$

$$R = \text{dimensieloze kruinhoogte} \quad R = \frac{h_d}{H_s} \sqrt{\frac{s_{op}}{\tan\alpha}}$$

- g = zwaartekrachtsversnelling (m/s²)
- H_s = significante golfhoogte (m)
- h_d = kruinhoogte ten opzichte van SWL (m)
- s_{op} = golfsteilheid (-)
- q = gemiddeld overslagdebiet per meter kruin (m³/ms)

Ook voor niet-brekende golven wordt de bovenstaande overslagformule aanbevolen, zij het dat in veel gevallen deze berekening een overschatting van het overslagdebiet zal opleveren.

Er kunnen verwachtingen worden opgesteld voor de invloed van scheve golfaanval, richtingspreiding en een berm op de overslag, uitgaande van de invloed van deze factoren op de oploop. Een eenvoudig verband tussen de proefresultaten bij oploop en die bij overslag kan gevonden worden door de invloedsfactor voor de oploop te verwerken in de kruinhoogte bij overslag.

Het verschil tussen de gemeten overslagpercentages en de gemeten oplooperpercentages wordt veroorzaakt doordat de oplooppeter dunne waterlaagjes (3 à 4 mm) niet detecteert. Het verschil tussen de gemeten overslagpercentages bij het talud 1:2.5 en de overslagpercentages, gebaseerd op de oploopformule van Klein Breteler (1990), wordt waarschijnlijk vooral veroorzaakt door het feit dat niet bij alle proeven voldoende sprake is geweest van brekende golven.

Het gemeten overslagdebiet komt voor het talud 1:4 redelijk goed overeen met die in de overslagformule. Het verband voor het talud 1:4 met de berm geeft

een gelijkvormig (rechtlijnig) beeld met alleen beduidend lagere overslag-debieten. Voor het talud 1:2.5 is de overeenkomst met de overslagformule zeer matig. Dit komt vooral tot uiting in het feit dat de meetgegevens bij de twee kruinhoogtes niet goed met elkaar in overeenstemming zijn te brengen door de kruinhoogtes dimensieloos te maken. Bovendien worden afwijkingen veroorzaakt door het voorkomen van niet-brekende golven.

De invloed van de berm is redelijk in overeenstemming met de verwachting op grond van de invloed van de berm op de oploop.

Hoewel de spreiding in de meetresultaten betrekkelijk groot is, komt de trend van de invloed van de hoek van golfaanval vrij goed overeen met de verwachting op basis van de invloed op oploop. Alleen de hoogte van de eventuele maxima voor een hoek kleiner dan 30° voldoet niet goed aan de verwachting op basis van de invloed op oploop: het komt enerzijds voor dat een duidelijk maximum in de overslagmetingen ontbreekt terwijl er wél een maximum was verwacht en anderzijds komt het voor dat een duidelijk maximum rond de hoek van 30° gevonden wordt terwijl bij de oploopmetingen een minder duidelijk maximum was aangetroffen. Dit wordt waarschijnlijk veroorzaakt door de spreiding, zowel in de oploop- als in de overslagmetingen.

De invloed van de richtingspreiding bij loodrecht invallende golven is nagenoeg verwaarloosbaar. Dit is goed in overeenstemming met de gemeten invloed op golfoploop.

De invloed van de combinatie van richtingspreiding en scheve golfaanval op de overslag is (behalve voor het talud met de berm) redelijk goed in overeenstemming met de verwachting, gebaseerd op de invloed op de oploop.

De invloed van de hoek van golfaanval wordt (net als bij oploop) kleiner door de richtingspreiding. Dit geldt echter alleen voor de rechte taluds. Bij het talud met de berm neemt het gemeten maximum voor $\theta=20^\circ$ zelfs nog toe ten opzichte van het overeenkomstige maximum bij langkammige golven.

De resultaten zijn voor praktisch gebruik samengevat in Figuur 1 tot en met 6.

Aanbeveling

In dit verslag is een verband tussen enerzijds oploop en overslag en anderzijds de taludhelling en de golfsteilheid gevonden waarin de parameter $\tan(\alpha)/s_{op}$ een belangrijke rol blijkt te spelen. Een nadere bureaustudie zou informatie kunnen verschaffen over de optimale keuze van de "brekerparameter" in dit kader, die waarschijnlijk een variant is op:

$$\frac{\tan^m(\alpha)}{s_{op}^n}$$

Voor ξ_{op} geldt $m = 1$, $n = \frac{1}{2}$. In deze studie blijkt de keuze $m = n (= \frac{1}{2})$ vaak geschikt.

2. Beschrijving van het fysisch model

2.1 Opzet van het modelonderzoek

De richtingspreidingsfaciliteit

Richtingspreiding (kortkammigheid) kan worden opgewekt door een golfschot op te delen in veel kleine afzonderlijke golfschotjes, met ieder een eigen aansturing. De "zee" wordt gekenmerkt door een groot aantal sinuscomponenten op te tellen, die ieder worden gekarakteriseerd door een amplitude, een frequentie, een fase en een richting. Bij het opwekken van een langkammig golfveld hebben alle componenten dezelfde richting en kan het golfveld in principe door een spectrum worden beschreven. De enige extra parameter bij een kortkammig golfveld is dus de richting van iedere component.

Bij richtingspreiding wordt naast het spectrum ook een verdelingsfunctie gevraagd, die aangeeft hoe groot de spreiding is van de verschillende componenten rondom de hoofdrichting. Een voorschrift voor zo'n functie (het "cosinus-2s-model"), die ook voor dit onderzoek gold, is:

$$D(f, \theta) = A(f) \cos^{2s}((\theta - \theta_m)/2) \quad (2.1)$$

waarin:

$D(f, \theta)$ = de verdelingsfunctie

$A(f)$ = een functie afhankelijk van s , uitmondend in een konstante

$2s$ = een coëfficiënt (groter dan 1)

θ = de richting

θ_m = de hoofdrichting

In feite bepaalt de waarde van de macht $2s$ of de verdelingsfunctie, gegeven door een cosinus tot de macht $2s$, smal is of breed. Een lage waarde van $2s$ geeft een brede verdeling en een hoge waarde een smalle. Een langkammige golf ontstaat theoretisch als $2s$ naar oneindig gaat. Alhoewel andere typen verdelingsfuncties zijn ontstaan, is bij de ontwikkeling van de faciliteit gekozen voor dit model en wordt de mate van spreiding bepaald door de parameter $2s$. Voor een goed overzicht van generatie van richtingsspreiding en analyse wordt verwezen naar Sand and Mynett (1987).

Voor de uitwerking van richtingspreidingsmetingen wordt vaak een model gekozen dat afwijkt van het bovenstaande. De richtingspreidingsmaat (kortweg spreiding) wordt dan gedefinieerd door een normale verdeling met bijbehorende standaardafwijking σ , zie ook Sand and Mynett (1987). De relatie tussen $2s$ en σ is voor de volgende waarden:

$2s$	σ (graden)
2	65
4	51
10	34
20	25
80	12
∞	0 (langkammig)

Het golfveld werd dus opgewekt met het cosinus- $2s$ -model en de analyse van de meetgegevens werd gedaan op basis van de spreiding σ . Het spektrum werd opgewekt met maximaal 80 componenten, inclusief de componenten die nodig waren voor de reflektiemethode (zie volgende paragrafen). De verdelingsfunctie werd door dit aantal componenten beschreven. De verdelingsfunctie was dus ook dezelfde over het volledige frekwentiegebied, evenals de hoofdrichting.

Meer recentere technieken maken gebruik van generatie met ongeveer 2000 componenten, waarbij de verdelingsfunctie alleen over een klein frekwentiegebiedje konstant is en daar gesimuleerd wordt door een 50-tal componenten. Het spektrum bestaat dan uit een 40-tal frekwentiegebiedjes met daarbinnen nog eens 50 componenten die de verdelingsfunctie simuleren. Met deze techniek kan zowel de hoofdrichting als de spreiding worden gevarieerd over het volledige frekwentiegebied. Deze techniek was nog niet beschikbaar tijdens het onderzoek.

Bij generatie van richtingsspreiding ontstaan er ongewenste reflecties op de zijwanden, zodat het gebied waar een homogeen golfveld ontstaat maar erg klein is, zie figuur 103 A - effective area for conventional method. Door het canadese NRC is een methode ontwikkeld om het effectieve gebied veel groter te maken. Hierbij worden de componenten die op een zijwand zouden reflektieren door de betreffende golfschotjes niet weggezonden, zie figuur 103b - de rechter zijde.

Componenten echter die "naast" het golfschot vandaan zouden moeten komen, worden door de schotjes in een tegengestelde hoek weggestuurd zodat ze na reflectie op de zijwanden de goede richting hebben, zie figuur 103 B - de linker zijde. Hierdoor wordt het gebied met een homogeen golfveld veel groter, zie Figuur 103a - effective area for corner reflector method. Zie voor meer informatie over dit systeem Funke and Miles (1987). Dit systeem is toegepast bij het onderzoek.

Modelopstelling

De proeven zijn uitgevoerd in de richtingspreidingsfaciliteit (Vinjé-bak). De totale breedte van het golfschot bedraagt 26.4 m. Aan beide zijden is gebruik gemaakt van een verticale reflectiewand van 10 m lang. De overige zijden zijn voorzien van een golfdempend grindtalud. In Figuur 7 is deze faciliteit weergegeven, waarbij tevens het gebied is aangegeven waarbinnen een homogeen golfveld kan worden gecreëerd.

Uit deze figuur blijkt dat de totale lengte van de constructie waaraan wordt gemeten niet groter mag zijn dan ongeveer 15 m. Bij iedere combinatie van hydraulische randvoorwaarden moet gelijktijdig zowel de oploop als de overslag gemeten worden. Voor de meting van oploop is een talud nodig dat zo hoog is dat er geen water overheen gaat. Voor de meting van overslag moet de kruinhoogte juist lager gekozen worden dan de maximale oploop, terwijl de kruinhoogte zelf een variabele is. Op grond van deze voorwaarden is de volgende modelopstelling gekozen.

De constructie met een lengte van 15 m is onderverdeeld in drie secties van 5 m, waarbij iedere sectie een andere kruinhoogte heeft. Hiermee is naast de oploop voor twee kruinhoogtes de overslag bepaald. De kruinhoogtes van de twee overslagsecties zijn bepaald aan de hand van het verwachte overslagpercentage: de ene kruinhoogte moest kleine hoeveelheden overslag (0 à 10% overslaande golven) opleveren en de andere meer (> 10%), zodat het meest interessante gebied zo goed mogelijk zou worden gedekt. Het bij deze kruinhoogtes verwachte overslagdebiet is bepaald met behulp van de overslagformules van Owen (1980). De lengte van 5 m per sectie is nodig om beïnvloeding van de naastgelegen secties bij scheve golfaanval te dempen. Het effect van beïnvloeden is het grootst bij de meest scheve golfaanval.

Proevenprogramma

Bij gegeven constructie zijn de variabelen:

- golfhoogte H_s (m)
- golfsteilheid s_{op} (-)
- waterdiepte h (m)
- hoek van golfaanval θ ($^\circ$)
- richtingspreiding σ ($^\circ$)

Hierbij geldt:

$$s_{op} = H_s/L_o;$$

$$L_o = \text{golflengte op diep water, } L_o = (g/2\pi) T_p^2.$$

De golfhoogte H_s is voor vrijwel alle proeven gelijk aan 0.12 m geweest. De golfsteilheid is gevarieerd van 0.01 tot 0.05. De waterdiepte h is voor veruit de meeste proeven gelijk geweest aan 0.72 m.

Tussen 0° en 80° is de invloed van scheve golfaanval onderzocht. Om dit effectief te laten gebeuren is de lengterichting van de constructie onder een hoek van 15° met het golfschot geplaatst. Loodrechte golfaanval op de constructie betekent dat de golven onder een hoek van 15° met de golfmachine zijn weggestuurd. Scheve golfaanval met 80° betekent dat de golven onder een hoek van -65° zijn weggestuurd. Bij deze grote hoek zijn de golven voor het grootste deel via reflectie op de zijwand naar het model gestuurd.

Richtingspreiding $\sigma = 0^\circ$ is langkammig, $\sigma = 25^\circ$ à 43° zijn waarden die in de praktijk voorkomen, $\sigma = 12^\circ$ is net niet langkammig maar de richtingspreiding is uiterst klein. $\sigma = 12^\circ$ kan worden gezien als een tussenstap tussen langkammige golfaanval (zoals vrijwel in elk golfbasin) en de praktijk, waar langkammige golven vrijwel niet voorkomen. De meeste kortkammige proeven zijn uitgevoerd met $\sigma = 32^\circ$.

De meetduur is gesteld op ongeveer 1000 golven, wat afhankelijk van de golfperiode neerkomt op 20 à 40 minuten.

Er zijn drie constructies onderzocht. Het meest uitgebreide proevenprogramma is uitgevoerd bij een recht talud met een helling van 1:4. Vervolgens is een verkort meetprogramma uitgevoerd bij een talud onder een helling van 1:4 met

een berm en een talud met een helling van 1:2.5. De programma's zijn onderverdeeld in vier blokken, waarbij de hoek van golfaanval wel of niet loodrecht is en waarbij wel of geen richtingspreiding is toegepast. Tabel 1 geeft het volledige proevenprogramma.

Instrumentatie en data-acquisitie

Vier golfrichtingspreidingsmeters (grsm) en drie golfhoogtemeters (ghm) hebben de golfbrandvoorwaarden geregistreerd. De positie van de meters is aangegeven in Figuur 7.

Een grsm is een door WL ontwikkeld instrument, dat de richtingspreiding kan meten. Het principe van meten is vrijwel gelijk aan die van de WAVEC boei die in prototype wordt gebruikt en door de Rijkswaterstaat is ontwikkeld. In één punt worden de golfhoogte gemeten met een golfhoogtemeter en twee watersnelheden loodrecht op elkaar in het horizontale vlak met een onderaan de golfhoogtemeter geplaatste electromagnetische snelheidsmeter. In drie richtingen wordt dus simultaan de waterbeweging gemeten.

In Figuur 8 zijn overschrijdingskrommen en energiedichtheidsspectra van de golfhoogtemeters gegeven en in Figuur 9 die van de grsm's, zoals deze vrijwel standaard bij WL worden berekend.

De uitwerking van een eenpuntsmeting met een grsm is door Sand and Mynett (1987) beschreven. Een korte samenvatting volgt hier. De verdelingsfunctie van de spreiding kan in een Fourierserie als volgt worden beschreven:

$$D(f, \theta) = a_0/2 + \sum_{n=1}^N \{a_n \cos(n\theta) + b_n \sin(n\theta)\} \quad (2.2)$$

waarin a_0 , a_n en b_n constanten zijn. Met behulp van kruisspectrale analyse zijn deze constanten te berekenen. De kruisspectrale analyse op de drie simultaan gemeten signalen levert de auto-spectra $S_{\eta\eta}$ (met η voor de waterbeweging in verticale zin), S_{xx} (snelheid in x-richting) en S_{yy} (snelheid in y-richting). Verder levert deze analyse de co-spectra $C_{\eta x}$, $C_{\eta y}$, C_{xy} en de quad-spectra $Q_{\eta x}$, $Q_{\eta y}$, Q_{xy} . De constanten in formule 2.2 die hiermee kunnen worden berekend, zijn dan:

$$a_0 = 1 \quad (2.3)$$

$$a_1 = \frac{C_{\eta x}(f)}{R(f) S_{\eta\eta}(f)} \quad b_1 = \frac{C_{\eta y}(f)}{R(f) S_{\eta\eta}(f)} \quad (2.4)$$

$$a_2 = \frac{S_{xx}(f) - S_{yy}(f)}{R^2(f) S_{\eta\eta}(f)} \quad b_2 = \frac{C_{xy}(f)}{R^2(f) S_{\eta\eta}(f)} \quad (2.5)$$

$$\text{met: } R(f) = \sqrt{\{S_{xx}(f) + S_{yy}(f)\}/S_{\eta\eta}(f)} \quad (2.6)$$

De hoofdrichting van de golven wordt dan bepaald met:

$$\theta_m = \tan^{-1} b_1/a_1 \quad (2.7)$$

Voor het cosinus-2s model kan de s worden bepaald met:

$$s = \frac{\sqrt{a_1^2 + b_1^2}}{a_0 - \sqrt{a_1^2 + b_1^2}} \quad (2.8)$$

De richtingspreidingsmaat σ kan bepaald worden met:

$$\sigma = \sqrt{2 \{1 - (a_1^2 + b_1^2)^{0.5}\}} \quad (2.9)$$

In Figuur 10 is de uitwerking van een van de grsm's gegeven. De energiedichtheid, de hoofdrichting en de spreidingsmaat zijn gegeven als functie van de frequentie. De spectrumvorm is iets gladder dan in figuur 9 door een iets andere uitwerking. De hoofdrichting voor de proef is bepaald door het gemiddelde te nemen van het gedeelte waar de meeste energie van het spectrum zit. Dit is in het midden van figuur 10 in het frequentiegebied 0,3 - 0,8 Hz. De spreidingsmaat voor een proef is bepaald door een gemiddelde te nemen rondom de hoogste concentratie van de energie. Dit is het laagste deel van de lijn in de onderste grafiek van figuur 10 voor ongeveer 0,7 Hz.

De golfoploop R_u is de hoogte van de oplooptong, verticaal gemeten ten opzichte van SWL. De oploop is gemeten met een stappenbaak. De onderlinge afstand tussen de detectiepenen bedroeg 5 cm in het gebied waar de oploop werd verwacht (en 10 cm daarbuiten). In verticale zin was de afstand tussen de penen dus 1.2 cm bij het talud 1:4 en 1.9 cm bij het talud 1:2.5.

Figuur 11 geeft een oploop-overschrijdingskromme. Deze werd bepaald voor verschillende niveó's van "nuldoorgangen". Dit heeft de volgende achtergrond. De positie van de watertong op het talud is te beschouwen als een golfbeweging. De verschillende golven worden van elkaar gescheiden door de (opwaartse) passage van een bepaald referentieniveau in het tijdsignaal (een "nuldoorgang"). Per golf wordt dan de maximale waarde van de oploop bepaald. Het is echter enerzijds mogelijk dat een (hoog) dal niet onder het referentievlak ligt en anderzijds dat een (lage) top niet boven het referentieniveau ligt. Met name voor de kleine oploopwaarden kan het dan ook van belang zijn welk referentieniveau gekozen wordt, omdat het aantal lage golven en daarmee het aantal lage pieken hierdoor wordt beïnvloed. Hierbij wordt er van uitgegaan dat een hoge top vrijwel altijd wordt vergezeld van een laag dal.

De overschrijdingskans van oploopwaarden wordt aan het totaal aantal inkomende golven gerelateerd, en is dus niet afhankelijk van het referentieniveau voor de oploop. De overschrijdingskrommen, gebaseerd op verschillende referentieniveaus zullen dan ook alleen afwijkingen vertonen bij de lage oploopwaarden. Een lijn die de verbinding vormt tussen de hoogste punten geeft de uiteindelijke oploopkromme. Uit deze kromme werden de 0.5%, 2%, 5%, 10% en 20% waarde afgelezen (in mm) en getabelleerd.

De oploopmeter registreerde alleen waterlaagjes die dikker zijn dan 3 à 4 mm. De laatste dunne oploop wordt dus niet door de oploopmeter geregistreerd. Daarom is een visuele waarneming gedaan en vergeleken met de meting. Figuur 12 geeft de resultaten voor proef SL1A bij het talud 1:4. Figuur 13 geeft de resultaten voor een proef bij het talud 1:2.5. Het verschil tussen de visuele meting en de oploopmeting is in beide figuren bij oplooppercentages kleiner dan 20% vrijwel constant en bedraagt gemiddeld ongeveer 3.2 cm.

Als wordt aangenomen dat de gemeten oploop consequent 3.2 cm kleiner is dan de werkelijke oploop, dan geldt voor de meetfout in R_u/H_s :

$$\frac{R_u}{H_s} (\text{werkelijk}) - \frac{R_u}{H_s} (\text{gemeten}) = \frac{0.032}{H_s (\text{gemeten})} \quad (2.10)$$

Hierin is R_u = oploop (m)

Omdat de gemeten waarde van H_s niet voor alle proeven gelijk is geweest aan de gestuurde waarde van 0.12 m, is de fout in R_u/H_s ook niet voor alle proeven precies gelijk. Het blijkt dat de fout in R_u/H_s gemiddeld 0.269 is met een standaardafwijking van 0.028. De minimale afwijking bedraagt 0.208 en de maximale afwijking 0.395. Het zou mogelijk zijn om bij alle gemeten waarden van R_u 0.032 m op te tellen en vervolgens deze nieuwe waarden te analyseren.

Voor het eigenlijke doel van het onderzoek, namelijk de invloed nagaan van scheve golfaanval en richtingspreiding op oploop en overslag, is het nauwelijks belangrijk dat de werkelijke oploop wordt onderschat. Aangenomen kan worden dat de afwijking systematisch in alle proeven zit, waardoor een onderlinge vergelijking mogelijk blijft. Daarom is van een correctie van de oploopmeetgegevens afgezien.

Met een golfhoogtemeter op de kruin is het aantal overslaande golven bepaald in de beide gedeelten met een lage kruin. Bij elke overslag geeft een schrijver een piek op het meetpapier. De percentages oplopen (gerelateerd aan het aantal inkomende golven), die overeenkomen met de twee kruinhoogtes waarbij overslag is gemeten, zijn vervolgens afgelezen van de oplooppromme. De waarden voor elke proef zijn gegeven in Tabel 4.

Het overslagdebiet q is het gemiddelde overslagdebiet per strekkende meter kruin. Kleine overslaghoeveelheden werden in een emmer opgevangen en gemeten, grotere hoeveelheden (meer dan 20-30 liter) werden gemeten door een golfhoogtemeter in de overslagbak. Deze bak had de afmetingen 1.0 x 1.0 x 0.7 m³. Bij zeer grote hoeveelheden overslag werd de bak enkele malen tijdens de proef snel leeggepompt, terwijl de tijd waarin de bak weer door overslag werd gevuld werd opgenomen.

Figuur 14 geeft een deel van de registratie die voor iedere proef is gemaakt. De golfhoogtemeter 3 (ter plaatse van de teen van het talud) en de oploop zijn opgenomen. De overslaghoeveelheid en het aantal overslagen zijn eveneens geregistreerd voor beide kruinhoogtes.

De proeven met langkammige golven zijn uitgevoerd met een constructie zoals gegeven in Figuur 7, waarbij de einden van de constructie loodrecht naar beneden liepen. Er was dus een abrupte overgang. In sommige proeven, met name bij de proeven met een langere periode bestond de indruk dat deze

abrupte overgang in meer of mindere mate invloed had op de wijze van oploop en overslag. Na de uitvoering van de loodrecht kortkammige proeven bij het talud 1:4 is besloten de overgang minder abrupt te maken door een soort "golfbrekerkoppen" van grof grind te maken. Dit bleek voor de langere perioden inderdaad een mooier golfbeeld op te leveren. Om het effect van deze verandering na te gaan, was het noodzakelijk om een aantal proeven over te doen. Dit zijn de proeven in de Tabellen 1 tot en met 4 met de toevoeging "A" achter het proefnummer.

In Figuur 15 worden de resultaten van de proeven met en zonder grindkoppen met elkaar vergeleken. De oploopwaarden liggen in het algemeen iets lager voor de herhalingsproeven, maar het verschil is van dezelfde orde van grootte als de spreiding in de meetresultaten in het algemeen. Er mag worden geconcludeerd dat de beide constructies, met en zonder grindkoppen, wat betreft de oplopen niet veel van elkaar afwijken.

2.2 Analyse van de golfrandvoorwaarden

De gemeten waarden van de golfrandvoorwaarden zijn gegeven in Tabel 2.

Golfhoogte

In Figuur 16a (dat wil zeggen de bovenste figuur van Figuur 16) is de significante golfhoogte H_s uitgezet tegen de golfhoogte bepaald uit het spectrum H_{m_0} . De significante golfhoogte is gedefinieerd als het gemiddelde van hoogste 1/3 deel van de golven en H_{m_0} wordt bepaald uit de oppervlakte van het spectrum m_0 : $H_{m_0} = 4\sqrt{m_0}$. De waarden van de golfhoogtes zijn de gemiddelden van golfrichtingspreidingsmeter (grsm) 2, 3 en 4 en golfhoogtemeter (ghm) 1 en 2. De overeenkomst tussen H_s en H_{m_0} is erg goed. Bij de uitwerking is verder alleen H_s gebruikt. Figuur 16b geeft de golfhoogte ter plaatse van de teen als functie van H_s . De spreiding is groter dan in Figuur 16a en de golfhoogte voor de constructie is gemiddeld iets hoger dan ter plaatse van de teen. Het gemiddelde waternivo van de golfhoogtemeter bij de teen week vrijwel niet af van de ingestelde waterstand, zodat daar geen opzet aanwezig was. Het verschil wordt veroorzaakt doordat bij de teen invloed is van reflectie. Doordat de ghm bij de ene proef in een knoop en bij de andere in een buik kan hebben gestaan is de meting van H_s ter plaatse van de teen niet betrouwbaar.

Reflectie

Figuur 17a geeft de reflectiecoëfficiënt r als functie van de golfsteilheid. Deze kan alleen worden bepaald voor loodrechte langkammige golfaanval. Bij de twee rechte taluds is deze bepaling uitgevoerd. De reflectie van het talud 1:4 is voor een golfsteilheid $s_{op} > 0.025$ ongeveer 0.25 en stijgt snel tot 0.60 voor lagere golfsteilheden.

Bij het talud 1:2.5 zijn de waarden van r nog aanzienlijk hoger, voor één proef zelfs groter dan 0.80. Met name bij de lage golfsteilheid blijkt r zo groot te zijn doordat er niet of nauwelijks sprake is van brekende golven. Als de reflectiecoëfficiënt tegen de brekerparameter ξ_{op} wordt uitgezet (Figuur 17b) blijken de meetpunten redelijk in elkaars verlengde te liggen. De reflectie kan ervoor zorgen dat de waarden van de golfhoogterandvoorwaarde (inkomende golven) niet nauwkeurig bekend zijn. Door middeling over de meetresultaten van de verschillende golfhoogtemeters wordt in het algemeen wel een betrouwbare schatting verkregen. Het is echter denkbaar dat bij bepaalde combinaties van golflengte en -richting de invloed van de reflectie niet voldoende wordt uitgemiddeld.

Door de reflectie wordt de inkomende golfhoogte overschat door uit te gaan van de gemeten (totale) golfhoogte. Buiten het patroon van knopen en buiken geldt:

$$r = \frac{H_{m_0, \text{gereflecteerd}}}{H_{m_0, \text{inkomend}}} \quad (2.11)$$

$$\begin{aligned} H_{m_0, \text{gemeten}} &= H_{m_0, \text{totaal}} = \sqrt{H_{m_0, \text{inkomend}}^2 + H_{m_0, \text{gereflecteerd}}^2} \\ &= \sqrt{1 + r^2} * H_{m_0, \text{inkomend}} \end{aligned} \quad (2.12)$$

$$H_{m_0, \text{inkomend}} = \frac{1}{\sqrt{1 + r^2}} * H_{m_0, \text{gemeten}} \quad (2.13)$$

Bij een reflectiecoëfficiënt $r = 0.50$ geldt dat de gemeten golfhoogte een factor 1.12 groter is dan de werkelijk inkomende golfhoogte. Dit geldt alleen voor loodrecht invallende langkammige golven.

Golfperiode

Figuur 18 geeft de verhouding tussen de piekperiode T_p en gemiddelde periode T_m als functie van de golfsteilheid. Voor een hoge golfsteilheid is de verhouding ongeveer 1.1 en voor een lage golfsteilheid ongeveer 1.3. Bij de lage golfsteilheden komen enkele uitschieters voor door het optreden van een secundair golfje in het lange dal. Hierdoor wordt een lagere T_m gemeten. Bij de analyse van de oploop is gebruik gemaakt van de gemeten piekperiode. Bij de analyse van de overslag is zowel de piekperiode als de gemiddelde periode gebruikt.

Hoofdrichting

Figuur 19 geeft het verband tussen de gemeten en gestuurde hoofdrichting θ . De richting 0° is loodrecht op de constructie en komt onder een hoek van 15° vanaf de golfgenerator. Voor langkammige golven komen de gemeten en gestuurde richting redelijk goed overeen (Figuur 19a), behalve bij het talud 1:2.5, waar de gemeten hoek veelal 10° à 15° groter is dan de gestuurde hoek. De gemeten hoofdrichting voor kortkammige proeven is aan grotere spreiding onderhevig (Figuur 19b). Bij de taluds 1:4 (met en zonder berm) is de gemeten hoofdrichting meestal iets lager dan de gestuurde hoofdrichting, terwijl bij het talud 1:2.5 het omgekeerde het geval is. Waarschijnlijk is de hogere reflectie bij dit laatste talud van invloed op de gemeten hoofdrichting. Bij de analyse is uitsluitend uitgegaan van de gestuurde hoofdrichting.

Richtingspreiding

De Figuren 20 en 21 geven een overzicht van de gemeten en gestuurde spreiding σ . De gestuurde spreiding voor langkammige golven is 0° . Uit Figuur 20a blijkt dat voor $s_{op} > 0.025$ voor langkammige golven bij de taluds 1:4 een spreiding wordt gevonden van 15° à 25° . Voor lagere golfsteilheden en het talud 1:2.5 worden veel hogere spreidingen gevonden, waarschijnlijk door de veel hogere reflecties, zie ook Figuur 17. Uit de vergelijking van Figuur 14b met Figuur 14a blijkt dat inderdaad een hogere spreiding wordt gevonden als een hogere spreiding is opgewekt.

Figuur 21 geeft het verband tussen de gemeten spreiding en de gestuurde hoofdrichting. De figuur geeft hetzelfde beeld als Figuur 20. De hoge reflectie is waarschijnlijk de oorzaak van de grote gemeten richtingspreiding (en de variatie hierin) bij het talud 1:2.5. Bij de analyse is uitsluitend uitgegaan van de gestuurde richtingspreiding.

Bij betere uitwerking met nieuwe analyseprogrammatuur (Maximum Entropy Method, M.E.M.) zijn mogelijk de gemeten θ en σ betrouwbaarder. Met name bij langkammige golven worden met de M.E.M. methode waarden van 0 à 4° voor σ gevonden in plaats van 15° à 25° .

Spectrumvorm en gegroeptheid

Bij alle proeven is een Jonswap spectrum opgewekt. In Figuur 22 is de gemeten vormparameter $\varepsilon_{5\%}$ van het spectrum uitgezet tegen de golfsteilheid. De parameter ε wordt berekend met behulp van verschillende momenten van het spectrum en is als volgt gedefinieerd:

$$\varepsilon = \sqrt{1 - \frac{m_2^2}{m_0 m_4}} \quad (2.14)$$

De waarde van het vierde moment van het spectrum is sterk afhankelijk van de gemeten energiedichtheid voor hoge frequenties, ook al zijn deze energiedichtheden klein. Omdat deze energiedichtheden niet nauwkeurig bekend zijn, is bovenstaande definitie van ε niet goed bruikbaar. Daarom is gekozen voor de bepaling van ε met (2.14) maar dan alleen voor dat deel van het spectrum met een gemeten energiedichtheid groter dan 5% van de maximale energiedichtheid. Deze parameter wordt daarom aangeduid met $\varepsilon_{5\%}$. De trend komt overeen met de trend van T_p/T_m in Figuur 18. Bij de analyse is verondersteld dat alle proeven dezelfde spectrumvorm hebben, zoals de opzet was.

Door Stam (1988) is als onderdeel van zijn afstudeerwerk gekeken naar de correlatieparameter in de twee-dimensionale Rayleigh kansdichtheids-functie voor opeenvolgende golfhoogtes. Figuren 23 en 24 zijn uit dat verslag overgenomen. De correlatiecoëfficiënt $\gamma_{HH.t}$ ligt iets hoger dan de theoretische lijn (Figuur 23). Als niet van de opeenvolgende golfhoogtes wordt uitgegaan, maar van opeenvolgende amplituden (toppen of dalen) dan is de overeenkomst tussen theorie en meting volgens Stam (1988) erg goed. In dit onderzoek zijn alleen de opeenvolgende golfhoogtes geanalyseerd. De vormparameter κ kan zowel in het tijdsdomein als het frequentiedomein worden bepaald. Figuur 24 geeft de onderlinge relatie bepaald voor opeenvolgende golfhoogtes. Bij bepaling uit opeenvolgende golfhoogtes is $\kappa_{HH.t}$ steeds te groot. Bij de standaarduitwerking van de golfhoogtemeters worden $\gamma_{HH.t}$, $\kappa_{HH.t}$ en κ_f berekend. Voor de berekening van de κ 's met opeenvolgende amplitudes is een andere uitwerking nodig die niet is uitgevoerd. De Figuren 25a en 25b (dit onderzoek) geven dezelfde uitwerking als Figuren 19 en 20 (Stam (1988)) en

geven ook hetzelfde beeld. Het blijkt dat de kortkammige golven goed overeenkomen met de langkammige golven wat betreft de relatie tussen de spectrumvorm en de gegroeptheid.

3. Golfoploop

3.1 Theorie

Literatuur

Over golfoploop bestaat al veel literatuur. In een literatuuronderzoek (Klein Breteler, 1990) wordt hiervan een uitgebreid overzicht gegeven. Een voorbeeld van een verzameling meetgegevens is weergegeven in figuur 26. Bekende ophoopformules zijn afkomstig van Ahrens (1981 en 1983). Deze formules hebben de volgende vorm:

$$\frac{R_{ux}}{H_s} = C_1 + C_2 * \frac{H_s}{g T_p^2} + C_3 * \left(\frac{H_s}{g T_p^2}\right)^2$$

Hierin staat R_{ux} voor $R_{u2\%}$, R_{us} of R_{um} . De constanten C_1 , C_2 en C_3 zijn best-fit constanten die in tabelvorm gegeven zijn voor verschillende taludhellingen en R_{ux} .

De invloeden van verschillende randvoorwaarden kunnen in het algemeen worden aangegeven met de invloedsfactor r :

$$r_\theta = \frac{R_u/H_s \text{ bij golfaanval onder hoek } \theta}{R_u/H_s \text{ bij loodrechte golfaanval } (\theta = 0)}$$

$$r_\sigma = \frac{R_u/H_s \text{ bij richtingspreiding } \sigma}{R_u/H_s \text{ bij langkammige golfaanval } (\sigma = 0)}$$

$$r_B = \frac{R_u/H_s \text{ bij talud met berm}}{R_u/H_s \text{ bij recht talud } (B = 0)}$$

$$r_h = \frac{R_u/H_s \text{ bij relatieve waterdiepte } h/H_s}{R_u/H_s \text{ bij relatieve waterdiepte } h/H_s = 6}$$

De conclusies van het literatuuronderzoek (Klein Breteler, 1990) kunnen als volgt samengevat worden:

- Voor het berekenen van de ophoop op gladde rechte taluds met $\cot(\alpha) > 2$ worden de volgende formules (gebaseerd op het werk van Ahrens) geadviseerd:

	$\xi_{op} \leq 2.2$	$2.2 < \xi_{op} < 7$
$R_{u2\%}/H_s =$	$1.61 \xi_{op}$	3.5
	$\xi_{op} \leq 2.1$	$2.1 < \xi_{op} < 7$
$R_{us}/H_s =$	$1.25 \xi_{op}$	$2.9 - 0.14 \xi_{op}$
	$\xi_{op} \leq 2.0$	$2.0 < \xi_{op} < 7$
$R_{um}/H_s =$	$0.84 \xi_{op}$	$1.9 - 0.13 \xi_{op}$

- **De invloed van de waterdiepte**

De invloed van de waterdiepte h , als $h/H_s > 3$, is nog onvoldoende bekend.

- **De invloed van de schaal**

Als de golfhoogte in het model groter is dan 5 à 10 cm en bovendien de schaalfactor niet groter is dan 20, dan mogen schaalears effecten verwaarloosd worden.

- **De invloed van een berm op SWL-niveau**

Voor een berm op SWL in een talud met een helling 1:3 of flauwer geldt globaal de volgende invloedsfactor:

$$r_B = 1 \quad \text{als} \quad B^2/(H_s L_{op}) < 0.01$$

$$r_B = 0.65^{3 \tan(\alpha)} (B^2/(H_s L_{op}))^{-0.3 \tan(\alpha)} \quad \text{als} \quad 0.01 < B^2/(H_s L_{op}) < 1.00$$

$$r_B = 0.65^{3 \tan(\alpha)} \quad \text{als} \quad 1.00 < B^2/(H_s L_{op})$$

- **De invloed van scheve golfaanval**

De invloedsfactor als gevolg van scheve golfaanval bij regelmatige, langkammige golven kan als volgt berekend worden:

$$r_\theta = \cos(\theta) * (2 - \cos^3(2\theta))^{0.33} \quad \text{als} \quad \theta < 60^\circ$$

$$r_\theta = 0.6 \quad \text{als} \quad \theta \geq 60^\circ$$

In Figuur 27 tot en met 31 zijn voor de modelproefomstandigheden de verwachte ophoopresultaten weergegeven, gebaseerd op de voorgaande formules. Tabel 3 geeft de gemeten ophoopgegevens.

3.2 Referentieproeven (LL)

De opbouw van de paragrafen waarin de proefresultaten besproken worden is als volgt:

Tussenkopje	Inhoud
talud 1:4	Beschouwing van proefresultaten bij alleen dit talud (en bij waterstand gelijk aan 0.72 m)
talud 1:4 met berm	Beschouwing van proefresultaten bij alleen dit talud
talud 1:2.5	Beschouwing van proefresultaten bij alleen dit talud
invloed waterdiepte	Vergelijking tussen proefresultaten bij de proeven met verschillende waterstand (alleen bij talud 1:4)
invloed berm	Vergelijking tussen de resultaten van talud 1:4 en talud 1:4 met berm
invloed taludhelling	Vergelijking tussen de resultaten van talud 1:4 en talud 1:2.5

Talud 1:4

Figuur 32 geeft alle relatieve ophopen voor $h = 0.72$ m en $H_s = 0.12$ m van de proeven met loodrecht invallende langkammige golven (LL). Het verloop van de ophoop is voor elk ophoopercentage vrijwel gelijk. Opvallend is echter dat de hogere ophoopwaarden van de proef met $s_{op} = 0.02$ duidelijk onder de trend van de overige metingen vallen. Daardoor komt de trend voor kleine golfsteilheid niet goed overeen met de verwachtingen op grond van de formules, zoals die zijn aangegeven.

Uit een kwantitatieve vergelijking van deze ophoopresultaten met de verwachting blijkt dat deze meetresultaten veelal lagere ophoopwaarden geven. Dit wordt veroorzaakt door het feit dat de ophoopmeter dunne waterlaagjes niet registreert.

Talud 1:4 met berm

Figuur 33 geeft vrijwel hetzelfde beeld als Figuur 32: bij toenemende golfsteilheid neemt de relatieve golfophoop af. De afname tussen $s_{op} = 0.04$ en

$s_{op} = 0.05$ is overigens in dit geval zeer gering. In dit geval blijkt de trend beter overeen te komen met de verwachting, al is er geen sprake van een buigpunt bij de lage golfsteilheid.

Talud 1:2.5

In Figuur 34 is voor golfsteilheden groter dan 0.02 weer een vloeiend dalend verloop van de relatieve oploop te zien. Alleen de proef met $s_{op} = 0.01$ geeft consequent lagere oploopwaarden, waardoor de trend een maximum vertoont. Een dergelijk maximum wordt ook in de verwachting gevonden, maar dan minder sterk gepiekt en voor een grotere golfsteilheid.

Invloed waterdiepte en schaal

Figuur 35 geeft de relatieve oploop R_u/H_s van alle proeven met loodrechte langkammige golfaanval als functie van de golfsteilheid. De waarden van 0.5% en 5% zijn in de figuren uitgezet en onderscheid is gemaakt tussen de proevenseries met een verschillende waterdiepte. De trend is overeenkomstig Figuur 32: een hogere golfsteilheid geeft een lagere oploop en de proeven met een lagere waterdiepte, maar ook met een lagere golfhoogte, geven eveneens lagere waarden. De proevenserie met $h = 0.36$ m en $H_s = 0.06$ m is een schaalserie van de eerste serie met $h = 0.72$ m, $H_s = 0.12$ m. Het verschil is ten dele te wijten aan de bovenomschreven methode voor oploopmeting. Als aangenomen wordt dat ook bij $H_s = 0.06$ m de gemeten oploop 0.032 m te laag is dan bedraagt het verschil in R_u/H_s ongeveer 0.27. Het is mogelijk dat ook de ruwheid van het talud een klein verschil veroorzaakt. In verhouding tot de golfhoogte is het betontalud ruwer voor de serie met de laagste golfhoogte.

Invloed berm

De invloedsfactor van de berm is uitgezet tegen de golfsteilheid in Figuur 36. Uit deze figuur blijkt dat de reductie door de berm vrijwel onafhankelijk is van de golfsteilheid en het beschouwde oplooppercentage. De relatieve oploop wordt in alle gevallen tot ongeveer 70% gereduceerd. Dit komt vrij goed overeen met de verwachting (Figuur 30).

Invloed taludhelling

In Figuur 37a is voor de beide rechte taluds de relatieve oploop uitgezet tegen de parameter ξ_{op} . Er blijkt toch duidelijk onderscheid te zijn tussen de resultaten van de twee taludhellingen, zodat geconcludeerd moet worden

dat het gebruik van de parameter ξ_{op} (zoals in de literatuurstudie is voorgesteld) in dit geval niet zinvol is.

In Figuur 37b is de relatieve oploop uitgezet tegen de parameter $\sqrt{\tan\alpha/s_{op}}$. De resultaten stemmen nu opvallend goed overeen. Slechts één meting van $R_{u0.5\%}/H_s$ bij het talud 1:4 wijkt enigszins af van de trend, maar dit was ook al in Figuur 32 geconstateerd. De knik in de trend in beide figuren duidt op de overgang van brekende naar niet-brekende golven ($\xi_{op} = 2.0$ à 2.5).

Conclusies:

1. De trend in de gemeten oploopwaarden wijkt enigszins af van de verwachting op grond van de formules uit de literatuur (Klein Breteler, 1990): het buigpunt tussen de golfsteilheden 0.01 en 0.05 wordt bij het talud 1:4 niet teruggevonden, en bij het talud 1:2.5 treedt het gemeten maximum op voor een lagere golfsteilheid dan verwacht.
2. De gemeten relatieve oploop is in veel gevallen lager dan op grond van de literatuur (met name de formules van Klein Breteler) verwacht kan worden. Dit wordt veroorzaakt door het feit dat dunne waterlaagjes niet gedetecteerd worden.
3. Het verloop van de oploop onder invloed van de golfsteilheid is voor de verschillende oplooperpercentages (< 20%) voldoende gelijkvormig om een verdere analyse te kunnen beperken tot bijvoorbeeld alleen de 0.5% en 5% oploopwaarden. In de meeste gevallen kan de gemeten oploopoverschrijdingskromme voor de kleine oplooperpercentages redelijk benaderd worden door een Rayleigh-verdeling. Er is echter wel sprake van enige spreiding in deze waarnemingen, waarbij geen duidelijk verband is gevonden met de golfrandvoorwaarden.
4. De gemeten invloed van een berm op de oploop komt vrij goed overeen met de literatuur. De gemeten invloedsfactor bedraagt voor iedere golfsteilheid ongeveer 0.7.

5. De invloed van de taludhelling kan goed in rekening worden gebracht met behulp van de parameter $\sqrt{\tan\alpha/s_{op}}$.
6. De invloed van de waterdiepte is klein. Voor $h/H_s = 3$ is de relatieve oploop ongeveer 85% van de waarde bij $h/H_s = 6$.

3.3 Scheve inval (SL)

Talud 1:4

Bij de proeven is getracht om de golfsteilheden van 0.01, 0.02, 0.03, 0.04 en 0.05 in te stellen. Dit is natuurlijk niet precies gelukt, zodat de proeven niet zonder meer onderling vergelijkbaar zijn. De trend is namelijk dat voor een toenemende golfsteilheid de golfoploop afneemt. Een betere methode is om bij proeven met gelijke hoek van golfaanval op de precieze waarde van de golfsteilheid (0.02 en 0.04) de waarde van de relatieve oploop met behulp van lineaire interpolatie of extrapolatie te bepalen.

In Tabel 5 zijn de waarden van de relatieve oploop voor de precieze waarden 0.01, 0.02, 0.03, 0.04 en 0.05 van de golfsteilheid gegeven. hierbij is zoveel mogelijk gebruik gemaakt van (lineaire) interpolatie. Dat wil zeggen dat bekeken werd tussen welke twee proefrealisaties de gewenste golfsteilheid zich bevond. De benadering voor de relatieve oploop $R_{ux\%}/H_s$ op de precieze waarde van de golfsteilheid werd via lineaire interpolatie bepaald, uitgaande van de twee proefresultaten. Hierbij is overigens geen gebruik gemaakt van de herhalingsproeven (met het achtervoegsel "A").

Als voorbeeld wordt hier de berekening van de relatieve oploop bij loodrecht invallende langkammige golven voor $s_{op} = 0.02$ uitgewerkt. Deze golfsteilheid ligt tussen de realisaties van de proeven LL1 en LL2.

$$(R_u/H_s)_{(s=0.02)} = (R_u/H_s)_{(LL1)} + \frac{(0.02-s_{(LL1)})}{(s_{(LL2)}-s_{(LL1)})} * ((R_u/H_s)_{(LL2)} - (R_u/H_s)_{(LL1)})$$

$$(R_u/H_s)_{(s=0.02)} = 2.925 + \frac{0.0200 - 0.0138}{0.0223 - 0.0138} * (2.245 - 2.925) = 2.429$$

De figuren geven de relatieve oploop voor scheve langkammige golfaanval, die met bovenstaande methode is bepaald. In de figuren is de oploop gegeven als functie van de hoek van golfaanval. In iedere tweede figuur is voor dezelfde

gegevens de verhouding weergegeven tussen de relatieve oploop bij de betreffende hoek van golfaanval en de relatieve oploop bij loodrechte inval. Dit laatste is alleen voor de 0.5%, 5% en 20% waarde van de oploop gedaan.

Golfsteilheid $s_{op} = 0.02$

In Figuur 38 zijn de resultaten van de proeven voor golfsteilheid $s_{op} = 0.02$ gegeven. Het blijkt dat voor hoeken kleiner dan ongeveer 30° geen sprake is van oploopreductie. Voor hoeken groter dan 60° bedraagt de invloedsfactor ongeveer 0.6. Verder is opvallend dat er een sprong optreedt tussen 50° en 60° in het overigens nagenoeg horizontale verloop. Dit geldt vooral voor de lagere oploopwaarden. Tenslotte valt nog op dat de resultaten bij de hoek van 5° beneden de trend liggen. Bij deze figuur moet overigens worden opgemerkt dat de referentieproef met loodrecht invallende golven enigszins afwijkt van de trend, met name voor de hogere oploopwaarden (zie Figuur 32). Bij de interpretatie van de berekende invloed van de hoek van golfaanval dient dus enige voorzichtigheid betracht te worden.

Golfsteilheid $s_{op} = 0.04$

In Figuur 39 zijn de resultaten van de proeven voor golfsteilheid $s_{op} = 0.04$ gegeven. De gemeten invloed van de hoek van golfaanval geeft voor kleine hoeken geen vloeiend verloop te zien. Bij $\theta = 10^\circ$ is de oploop zelfs duidelijk hoger dan voor loodrechte golfaanval. Het is in ieder geval duidelijk dat voor hoeken tot ongeveer 30° geen sprake van reductie van de oploop is. Voor hoeken groter dan 30° neemt de relatieve oploop geleidelijk af naar ongeveer 60% van de loodrechte oploop. In deze figuur blijkt dat bij invalshoeken groter dan 30° in het algemeen de hogere oploopwaarden sterker gereduceerd worden dan de lagere oploopwaarden. Voor de hoeken van golfaanval van 20° en 40° is het verband tussen de oploop en de golfsteilheid gegeven in Figuur 40.

Talud 1:4 met berm

De invloed van scheve golfaanval bij de berm is uitgezet in Figuur 41. Bij iedere hoek van inval is de relatieve oploop vergeleken met de relatieve oploop bij de proef met loodrechte golfaanval. De resultaten van de proeven met de invalshoek gelijk aan 10° en vooral 50° vallen enigszins buiten de tendens bij de overige proeven. Er is wederom sprake van een sprong tussen de hoeken 50° en 60° .

De reductie door scheve aanval is voor de verschillende oplooppersentages bij iedere hoek van golfaanval vrijwel gelijk. Ook uit deze figuren volgt: geen reductie voor hoeken kleiner dan ongeveer 30° , daarna een geleidelijke afname van de oploop, in dit geval tot ongeveer 50%.

Talud 1:2.5

Zie Figuur 42. De trend komt in grote lijnen overeen met de resultaten bij de twee andere constructies. De resultaten van de proeven met de invalshoek gelijk aan 30° respectievelijk 80° zijn echter opvallend. In het algemeen zijn echter de meetresultaten bij zeer grote hoeken van golfaanval (70° en 80°) minder betrouwbaar. Net als bij het talud 1:4 blijkt dat door scheve inval in het algemeen de hogere oploopwaarden sterker gereduceerd worden dan de lagere oploopwaarden.

Invloed waterdiepte

In Figuur 43 en 44 zijn ook de proeven met een tweemaal zo kleine waterdiepte (maar dezelfde golfhoogte) uitgezet. De oploopwaarden bij de kleinere waterdiepte liggen consequent iets lager dan voor de grotere waterdiepte.

Invloed berm

De invloed van de berm bij scheve langkammige golfaanval is uitgezet in Figuur 45. Bij iedere hoek van inval is de relatieve oploop bij de proef met berm vergeleken met de relatieve oploop bij de proef zonder berm. Deze figuur geeft een vrij warrig beeld. Gemiddeld wordt de relatieve oploop tot 60 à 70% gereduceerd. Enerzijds bestaat de indruk dat alleen de resultaten bij de golfaanval van 10° en 50° afwijken van het licht dalende verloop dat in de overige resultaten te zien is. Anderzijds kan verondersteld worden dat de meetresultaten bij 10° en 50° een indruk geven van de spreiding in de meetresultaten, hetgeen tot de conclusie leidt dat de invloed van de berm bij benadering onafhankelijk is van de hoek van golfaanval.

De voorzichtige conclusie is dat de invloed van de berm vrijwel onafhankelijk is van de hoek van golfaanval, met een zeer lichte tendens naar een grotere reductie voor grotere hoeken van golfaanval.

Invloed taludhelling

In Figuur 46 zijn de relatieve oploopgegevens van de twee proevenseries met een recht talud met elkaar vergeleken. Opvallend is dat de punten voor talud

1:2.5 en $s_{op} = 0.04$ veel overeenstemming vertonen met de punten voor talud 1:4 en $s_{op} = 0.02$. Nadere bestudering wijst uit dat de eerstgenoemde punten globaal nèt iets lager liggen (orde 1 à 5%), behalve bij een aanvalshoek van 30° . De punten voor talud 1:4 en $s_{op} = 0.04$ liggen beduidend lager (orde 20 à 30%). Deze constatering is vrij goed in overeenstemming met de stelling in het voorgaande hoofdstuk dat de invloed van de taludhelling goed in rekening kan worden gebracht met de parameter $\sqrt{\tan\alpha/s_{op}}$.

Nadere beschouwing

Het is onjuist om scheve inval te vertalen in een flauwer talud, vervolgens hierop de waarde van de brekerparameter te baseren en daaruit tenslotte de oploop te bepalen. Dit zou namelijk betekenen dat door scheve inval de taludhelling kleiner wordt en daardoor zou de oploop ook altijd kleiner zijn dan bij loodrechte golfaanval. Dit is in tegenspraak met de meetgegevens. Anderzijds is het onjuist om onafhankelijk van de taludhelling en de golfsteilheid een invloedsfactor r_θ te bepalen, zoals in de literatuur is voorgesteld.

Door een vloeiende lijn door de meetgegevens te trekken zijn de volgende waarden voor het maximum bij kleine hoeken naar voren gekomen:

$\tan(\alpha)$	s_{op}	θ	$r_{\theta,max}$
0.25	0.02	12	1.04
0.25	0.04	-	1.00
0.25(*)	0.04	-	1.00
0.40	0.04	20	1.07

(* met berm)

Voor praktische doeleinden kan echter wel aangenomen worden dat tussen 10° en 30° de invloedsfactor r_θ globaal 1.05 is, ongeacht taludhelling en golfsteilheid.

Conclusies:

1. In het algemeen geldt dat voor hoeken tot 30° de oploop niet gereduceerd wordt. Voor hoeken groter dan 60° bedraagt de reductie 60%. Voor kleine hoeken kan een maximum in de oploop optreden. De combinatie van waarden

van θ en r_θ , die bij dit maximum gelden, is afhankelijk van de taludhelling en de golfsteilheid. Er zijn echter te weinig meetgegevens beschikbaar om de precieze onderlinge relatie te bepalen.

2. De af te leiden relatie tussen θ en r_θ is zeer gevoelig voor de nauwkeurigheid van de referentieproef en de wijze waarop de lijn door de punten getrokken wordt. Daarom wordt voor de praktijk voorgesteld om de invloedsfactor voor scheve golfaanval grofweg als volgt te karakteriseren:
 - tussen 10° en 30° is r_θ maximaal, gelijk aan 1.05;
 - voor hoeken groter dan 60° is r_θ gelijk aan 0.60;
 - Voor tussenliggende hoeken wordt lineair geïnterpoleerd.
3. De onderlinge verhoudingen tussen de oplopen voor de verschillende taluds en golfsteilheden bij de verschillende hoeken van golfaanval voldoen redelijk aan de verwachting van een hogere golfoploop bij een hogere waarde van $\sqrt{\tan\alpha/s_{op}}$.
4. De invloed van de berm is vrijwel onafhankelijk van de hoek van golfaanval. Alleen voor zeer grote hoeken wordt de oploopreductie door de berm iets sterker.
5. De invloed van de waterdiepte is bij benadering onafhankelijk van de hoek van golfaanval.

3.4 Richtingspreiding (LK)

Talud 1:4

Figuur 47a geeft de vergelijking van de loodrechte kortkammige aanval met de loodrechte langkammige golfaanval voor $s_{op} = 0.02$. Figuur 47b geeft dezelfde parameters voor $s_{op} = 0.04$. Voor deze figuren geldt dezelfde opmerking als voor Figuur 38 en verder. Uit Figuur 47 volgt dat de invloed van richtingspreiding erg klein tot vrijwel nihil is. De proeven met de grootste spreiding liggen wel het laagst. In Figuur 48a is voor $\sigma = 32$ de relatieve oploop uitgezet tegen de golfsteilheid. Deze figuur vertoont grote overeenkomst met Figuur 32 voor langkammige golven. In Figuur 48b is voor $\sigma = 32$ de invloed van de richtingspreiding (vergeleken met langkammige golven) uitgezet tegen de golfsteilheid. Het verschil is ook in deze figuur beperkt tot maximaal ongeveer 10%.

Bij de 0.5% oploopwaarde in Figuur 47a moet worden opgemerkt dat de referentiewaarde (loodrecht langkammig bij $s_{op} = 0.02$) enigszins afweek ten opzichte van de trend (zie Figuur 32). Overigens lijkt de conclusie gerechtvaardigd dat de invloed van de richtingspreiding voor elk oplooperpercentage gelijk is.

Talud 1:4 met berm

Zie Figuur 49. De kortkammige golven geven hetzelfde vloeiende verloop van de oploop te zien als de langkammige golven, met dien verstande dat voor $\sigma = 32$ ook hier de oploop ongeveer 10% lager is dan voor $\sigma = 0$.

Talud 1:2.5

Zie Figuur 50. Voor zowel de 0.5% als de 5% oploop blijkt de invloed van de kortkammigheid zeer klein te zijn, hoewel de kortkammige golven vrij consequent een iets lagere oploop te zien geven. De afwijking is het grootst bij $s_{op} = 0.02$.

Invloed waterdiepte

Figuur 51 geeft de meetgegevens van de proeven met loodrecht invallende kortkammige golven met een kleinere waterdiepte. De waarden stemmen vrijwel precies overeen met die voor een grotere waterdiepte.

Invloed berm

In Figuur 52 is de invloed van de berm bij richtingspreiding gegeven. Hierbij zijn twee proeven met berm vergeleken met de corresponderende proeven zonder berm. De invloed van de berm is zowel bij langkammige golven ($\sigma = 0$) als bij kortkammige golven ($\sigma = 32$) voor alle oplooperpercentages vrijwel gelijk. De relatieve oploop wordt tot 60 à 70% gereduceerd.

Invloed taludhelling

In Figuur 53 zijn de oploopresultaten van de twee rechte taluds met elkaar vergeleken door ze uit te zetten tegen respectievelijk ξ_{op} en $\sqrt{\tan\alpha/s_{op}}$. Ook bij kortkammige golven blijken de resultaten het best met elkaar in overeenstemming te zijn als gebruik gemaakt wordt van de parameter $\sqrt{\tan\alpha/s_{op}}$. De knik in de trend in beide figuren duidt op de overgang van brekende naar niet-brekende golven ($\xi_{op} = 2.0$ à 2.5).

Conclusies:

1. De invloed van de richtingspreiding bij loodrecht invallende golven is zeer klein. Er bestaat een lichte tendens naar sterkere oploopreductie voor grotere hoeken van richtingspreiding, maar r_{σ} is vrijwel altijd nog groter dan 0.90. Het gemiddelde voor r_{σ} is ongeveer 0.95.
2. De invloed van de berm is onafhankelijk van de richtingspreiding.
3. Bij kortkammige golven is de invloed van de waterdiepte voor $h/H_s > 3$ verwaarloosbaar.

3.5 Combinatie van scheve inval en richtingspreiding (SK)

Talud 1:4

Figuur 54a geeft de oploop voor scheve kortkammige golfaanval met $\sigma = 32$ en $s_{op} = 0.02$ als functie van de hoek van golfaanval. In figuur 54b is de vergelijking met de loodrecht invallende (kortkammige) golven gegeven. Figuur 55 geeft dezelfde informatie als figuur 54, maar dan voor $s_{op} = 0.04$. Uit deze figuren blijkt wel dat loodrechte golfaanval de hoogste oploop geeft, maar dat de reductie zelfs voor grotere hoeken (tot bijna strijk-golven) maar uiterst beperkt is. Overigens zijn de proeven met 70° en 80° niet de meest nauwkeurige wat betreft het opgewekte golfbeeld. Een groot deel van de golven werd via reflectie op de zijwand langs de constructie gestuurd. Het golfbeeld in het bassin was wel bevredigend, maar de proeven zijn minder betrouwbaar dan de proeven met kleinere hoeken. De conclusie dat voor hoeken groter dan 60° de oploop weer toeneemt, is daarom niet gerechtvaardigd.

Uit een vergelijking met Figuur 38 en 39 volgt dat de invloed van de hoek van golfaanval bij kortkammige golven kleiner is dan bij langkammige golven. Net als bij langkammige golven blijkt dat door scheve inval in het algemeen de hogere oploopwaarden sterker gereduceerd worden dan de lagere oploopwaarden.

De invloedsfactor van de richtingspreiding is bepaald door vergelijking van de relatieve oploop bij gelijke hoek van golfaanval. Deze invloed is gegeven in Figuur 56.

Bij de hoeken 20° en 40° is naast de golfsteilheid ook de spreidingsmaat gevarieerd. Figuur 57 geeft de invloed van de golfsteilheid op de relatieve oploop. Figuur 58a geeft de invloed van de richtingspreiding op de 0.5%, 5% en 20% oploopwaarden voor een hoek van 20° bij $s_{op} = 0.02$. Figuur 58b geeft dezelfde parameters voor $s_{op} = 0.04$. Figuur 59 geeft dezelfde informatie als Figuur 58, maar dan voor $\theta = 40^\circ$.

De invloed van de richtingspreiding blijkt voor deze kleine hoeken zeer klein te zijn. De relatieve oploop wordt in geen enkele proef tot minder dan 80% gereduceerd, terwijl de meeste metingen duiden op een reductie tot niet minder dan 90% ten opzichte van langkammige golven. Behalve bij de proeven met $\theta = 20$ en $s_{op} = 0.02$ blijkt dat de hogere oploopwaarden minder gereduceerd worden door de richtingspreiding dan de lagere oploopwaarden.

Talud 1:4 met berm

De Figuren 60 en 61 geven hetzelfde beeld te zien van de invloed van de hoek van golfaanval bij kortkammige golven bij een berm: de invloed van de hoek van golfaanval is zwakker dan bij langkammige golven. De invloedsfactor r_σ vertoont dan ook de omgekeerde trend van de invloedsfactor r_θ : reductie van de oploop voor kleine θ , vergroting van de oploop voor grote θ in vergelijking met langkammige golven.

Talud 1:2.5

Ook de Figuren 62 en 63 geven weer hetzelfde beeld te zien: de invloed van de hoek van golfaanval is zwakker dan bij langkammige golven. De invloedsfactor r_σ vertoont dan ook weer de omgekeerde trend van de invloedsfactor r_θ .

Invloed waterdiepte

In Figuur 64 en 65 zijn ook de proeven met een kleinere waterdiepte uitgezet. De waarden voor een kleinere waterdiepte komen vrijwel overeen met die voor de grotere waterdiepte en zijn in sommige gevallen zelfs iets hoger.

Invloed berm

In Figuur 66 is de invloed van de berm uitgezet voor de olooppereentages 0.5%, 5% en 20%. Zoals eerder bij scheve langkammige golfaanval is geconstateerd blijkt ook bij kortkammige golven de invloed van de berm vrijwel onafhankelijk van de hoek van golfaanval en het beschouwde olooppereentage. Bovendien blijkt uit een vergelijking met Figuur 45 dat de richtingspreiding geen invloed heeft op de invloedsfactor van de berm omdat deze in beide gevallen 0.60 à 0.70 bedraagt.

Invloed taludhelling

De vergelijking tussen de relatieve oloopgegevens van de scheve kortkammige golven voor de twee rechte taluds is gegeven in Figuur 67. Afgezien van het feit dat de invloed van de hoek van golfaanval kleiner is dan bij langkammige golven komen de relaties tussen de drie series goed overeen met die bij de langkammige golven:

De punten voor talud 1:2.5 en $s_{op} = 0.04$ vertonen veel overeenstemming met de punten voor talud 1:4 en $s_{op} = 0.02$. Nadere bestudering wijst uit dat de eerstgenoemde punten globaal net iets lager liggen (orde 1 à 5%). De punten voor talud 1:4 en $s_{op} = 0.04$ liggen beduidend lager (orde 20 à 30%). Deze constatering is weer vrij goed in overeenstemming met de stelling dat de invloed van de taludhelling goed in rekening kan worden gebracht met de parameter $\sqrt{\tan\alpha/s_{op}}$.

Nadere beschouwing

De invloed van richtingspreiding kan kwalitatief beschouwd worden als het uitmiddelen van de invloed van de hoek van golfaanval bij langkammige golven over een groot interval van hoeken rond de beschouwde hoofdrichting bij kortkammige golven. De invloed van de richtingspreiding is voor kleine aanvalshoeken (inclusief loodrechte aanval) klein omdat de invloed van scheve golfaanval klein is voor hoeken tot 30°. Een directe vertaling in de kwantitatieve invloed van richtingspreiding (bijvoorbeeld door r_{θ} te middelen over een interval van θ -waarden) is echter niet helemaal in overeenstemming met de meetgegevens.

In Figuur 68 is voor de verschillende golfkenmerken de invloed van de waterdiepte uitgezet tegen de verhouding h/H_s . De punten geven de gemiddelde verhouding (over de oloppercentages) aan ten opzichte van de overeenkomstige proef met $h/H_s = 6$. (Deze referentiewaarde is overigens weliswaar gemiddeld vrijwel gelijk aan zes, maar de afzonderlijke waarden liggen tussen 5 en 7.) Uit deze figuur valt af te lezen dat voor langkammige golven de invloed van de waterdiepte bij $h/H_s = 3$ zorgt voor een reductie tot ongeveer 85% van de oloop bij $h/H_s = 6$. Bij kortkammige golven is de invloed van de waterdiepte echter verwaarloosbaar.

Conclusies:

1. Bij kortkammige golven is de invloed van de hoek van golfinval op de oloop veel kleiner dan bij langkammige golven. De sterkste reductie bedraagt 80% en wordt pas bij $\theta = 80^\circ$ bereikt. Alleen bij het talud 1:2.5 ($s_{op} = 0.04$) treedt in de meetgegevens pas reductie op voor hoeken groter dan 50° . Dit is redelijk in overeenstemming met de verwachte uitmiddeling van r_θ bij langkammige golven, omdat juist bij deze omstandigheden een duidelijk maximum optreedt voor kleine hoeken bij langkammige scheve golfaanval. Voor de beide andere taluds (en golfsteilheden) daalt de invloedsfactor ongeveer lineair tussen $\theta = 0^\circ$ en $\theta = 80^\circ$ van 1.0 naar 0.8. Kennelijk is de uitmiddeling bij deze taluds sterker omdat met name bij het talud 1:4 en $s_{op} = 0.02$ ook een maximum optreedt voor kleine hoeken bij langkammige scheve golfaanval.
2. Voor praktijkberekeningen wordt aanbevolen om bij kortkammige golven de invloed van de richtingspreiding als volgt te schematiseren:
 $0 < \theta < 30 \quad r_\theta = 1.00$
 $\theta > 30 \quad r_\theta$ neemt lineair af van 1.00 naar 0.80 (voor $\theta = 80^\circ$)
3. De invloed van de berm is vrijwel onafhankelijk van de mate van richtingspreiding en de hoek van golfaanval, $r_B = 0.65$. Alleen voor zeer grote hoeken wordt de oloopreductie door de berm iets sterker.
4. Ook voor scheef invallende kortkammige golven is de invloed van de waterdiepte verwaarloosbaar, $r_h = 1.0$.

4. Golfoverslag

4.1 Bestaande kennis m.b.t. overslag

Het verschijnsel overslag kan op verschillende manieren bestudeerd worden. Een eerste methode is het analyseren van het overslagpercentage. Een tweede methode is het analyseren van het gemiddelde overslagdebiet. De bestudering van het verschijnsel overslag beperkt zich in dit project tot de overslag bij een **glad talud zonder kruinconstructie**.

Overslagpercentage

Het overslagpercentage is gebaseerd op de verhouding van het aantal overslaande golven tot het totaal aantal inkomende golven. De overslagpercentages voor loodrecht invallende golven kunnen theoretisch worden afgeleid uit een berekening vanuit de oploop. Dit geldt echter alleen voor kleine overslagpercentages omdat dan de terugstromende hoeveelheid water nauwelijks afwijkt ten opzichte van de situatie zonder overslag. Bij zeer grote overslagpercentages wijkt het golfbeeld voor de constructie wèl af.

De relatieve oploop is voor brekende golven ($\xi_{op} \leq 2.2$) recht evenredig met de brekerparameter ξ_{op} [Klein Breteler, 1990]:

$$\frac{R_u}{H_s} = c_0 \xi_{op} \quad \text{bijvoorbeeld: } \frac{R_{u2\%}}{H_s} = 1.61 \xi_{op} \quad (4.1)$$

Door nu aan te nemen dat de oploop Rayleigh verdeeld is:

$$P(\underline{R_u/H_s} > R_u/H_s) = \exp\left(-\left(\frac{R_u/H_s}{c_1}\right)^2\right) \quad (4.2)$$

kan de overslagkans bepaald worden bij kruinhoogte h_d :

$$P(\text{overslag}) = P(\underline{R_u/H_s} > h_d/H_s) \quad (4.3)$$

Hieruit kan de waarde van de constante c_1 worden afgeleid:

$$P(\underline{R_u/H_s} > R_{u2\%}/H_s) = 0.02 \quad (4.4)$$

$$\exp\left(-\left(\frac{R_{u2\%}/H_s}{c_1}\right)^2\right) = 0.02$$

$$\begin{aligned} \exp\left(-\left(\frac{1.61 \xi_{op}}{c_1}\right)^2\right) &= 0.02 \\ c_1 &= \frac{1.61}{\sqrt{-\ln(0.02)}} \xi_{op} \\ c_1 &= 0.81 \xi_{op} \end{aligned} \quad (4.5)$$

Voor brekende golven is hiermee een verband gevonden tussen het overslagpercentage en een dimensieloze kruinhoogte:

$$P(\text{overslag}) = \exp\left(-\left(\frac{h_d/H_s}{0.81 \xi_{op}}\right)^2\right) \quad (4.6)$$

Overslagdebiet

De in de literatuur meest gebruikte **overslagformules** zijn afkomstig van TAW (1972) en Owen (1980). Deze formules zullen later in deze paragraaf ter sprake komen. Ook zullen **overslagmeetgegevens** van ander onderzoek in de beschouwing betrokken worden. De herkomst van deze meetgegevens wordt hieronder kort beschreven. De meetgegevens zijn opgenomen in Tabel 6.

Eind 1983 zijn proeven uitgevoerd in het kader van het testen van een systeem van reflectiecompensatie. Hierbij is ook overslag gemeten. De resultaten van dit onderzoek zijn echter niet gerapporteerd. Het onderzoek is uitgevoerd in de Deltagoot van het Waterloopkundig Laboratorium. De taludhelling was 1:6 en de significante golfhoogte is gevarieerd van ongeveer 0.6 m tot 1.5 m. De waterdiepte bedroeg bij alle proeven 4.5 m, en de kruinhoogte is gevarieerd van 1.3 m tot 2.3 m ten opzichte van SWL. Er zijn 13 proeven met overslag beschikbaar (zie Tabel 6).

Van der Meer (1987) beschrijft een modelonderzoek naar overslag bij de Afsluitdijk. Het betreft een gebogen talud dat globaal overeenkomt met een talud 1:4. Het totaal aantal proeven is 18, voornamelijk met een Jonswap spectrum.

Perdijk (1987) beschrijft een modelonderzoek naar overslag waarbij gebruik is gemaakt van 3 taluds (1:2, 1:4 en 1:7) en zowel regelmatige golven als twee spectra bij onregelmatige golven. Het totaal aantal proeven met onregelmatige golven bedraagt 67.

Owen (1980) geeft een algemene overslagformule met daarbij een aantal tabellen en grafieken met waarden voor de coëfficiënten in deze formule, afhankelijk van de taludhelling, eventuele bermafmetingen en de hoek van golfaanval. De formules zijn gebaseerd op meetgegevens bij drie taluds (1:1, 1:2 en 1:4). Het totaal aantal beschikbare proeven met overslag bedraagt 92.

Het verslag zelf bevat niet de meetgegevens van de 92 proeven, maar alleen de formules en de coëfficiënten. Hydraulics Research, Wallingford, in de persoon van Owen, was echter bereid de oorspronkelijke meetgegevens aan WL af te staan. WL is Hydraulics Research hiervoor zeer erkentelijk.

Als referentiebasis zijn ook in het onderhavige onderzoek proeven uitgevoerd met loodrecht invallende langkammige golven. Deze resultaten worden (ook) in samenhang met de resultaten van bovengenoemde onderzoeken beschouwd.

Uitgaande van de belangrijkste literatuur en meetgegevens op het gebied van de overslagdebieten wordt hieronder getracht een geschikt referentiekader te scheppen voor de studie naar de invloed van scheve inval en richtingspreiding. Het doel in dit hoofdstuk is het bepalen van een handzame formule voor loodrecht invallende golven.

Voor de analyse van het overslagdebiet moet gebruik gemaakt worden van een dimensieloze kruinhoogte en een dimensieloos overslagdebiet. Voor deze parameters zijn verschillende formuleringen in gebruik. Twee van deze formuleringen worden hieronder behandeld.

TAW (1985) geeft een grafiek om de overslag te bepalen. Figuur 69 geeft deze grafiek. Deze figuur is overigens overgenomen uit Van der Meer (1987), waarbij ook zijn meetpunten zijn weergegeven. Het blijkt dat voor de Afsluitdijk de meetpunten goed overeenkomen met de lijn voor de maximale schatting. De dimensieloze parameters zijn gebaseerd op TAW (1972).

Overslagdebiet:

$$y = \frac{q T_m \sqrt{\cot(\alpha)}}{0.1 H_m L_{om}} \quad (4.7)$$

Hierin zijn H_m en T_m respectievelijk de gemiddelde golfhoogte en de gemiddelde golfperiode.

Kruinhoogte (zie ook de analyse van het overslagpercentage):

$$x = \frac{h_d \cot(\alpha)}{\sqrt{H_m L_{om}}} \quad (4.8)$$

Beide parameters kunnen enigszins herschreven worden om de structuur duidelijk te maken:

$$y \sim \frac{q}{\sqrt{gH^3}} \sqrt{H/L} \frac{1}{\sqrt{\tan\alpha}} \quad (4.9)$$

$$x \sim \frac{h_d}{H} \sqrt{H/L} \frac{1}{\tan\alpha} \quad (4.10)$$

In beide parameters blijkt de hoofdparameter (q respectievelijk h_d) met de golfhoogte dimensieloos gemaakt te zijn, waarna deze term met een macht van de golfsteilheid en de taludhelling (beide eveneens dimensieloos) wordt vermenigvuldigd.

Owen (1980) geeft overslagformules voor rechte taluds en taluds met bermen. De volgende dimensieloze parameters worden voorgesteld:

Overslagdebiet:

$$Q^* = \frac{q}{T_m g H_s} \quad (4.11)$$

Kruinhoogte:

$$R^* = \frac{h_d}{T_m \sqrt{gH_s}} \quad (4.12)$$

Met een andere schrijfwijze wordt meer inzicht verkregen in de rol van de fysische parameters:

$$Q^* \sim \frac{q}{\sqrt{gH^3}} \sqrt{H/L} \quad (4.13)$$

$$R^* \sim \frac{h_d}{H} \sqrt{H/L} \quad (4.14)$$

De structuur vertoont grote overeenkomst met de formulering volgens TAW (1972). Alleen ontbreekt nu de term met de taludhelling.

Het verband tussen de overslag en de kruinhoogte wordt gegeven door een exponentiële kromme:

$$Q^* = A \exp(-B R^*) \quad (4.15)$$

waarin A en B coëfficiënten zijn, welke afhangen van de taludhelling. Voor een talud 1:4 is A = 0,0192 en B = 46,97.

Synthese

Bovenstaande twee formuleringen blijken goed met elkaar vergelijkbaar te zijn. Na enige herleiding kunnen de dimensieloze parameters rechtstreeks in elkaar uitgedrukt worden:

dimensieloze kruinhoogte:

$$\frac{x}{R^*} = \sqrt{2\pi} \cot\alpha \sqrt{H_s/H_m} \quad (4.16)$$

dimensieloos overslagdebiet:

$$\frac{y}{Q^*} = 10 (2\pi) \sqrt{\cot\alpha} (H_s/H_m) \quad (4.17)$$

De lijnen volgens TAW (1985) zijn dus rechtstreeks te vergelijken met de lijnen volgens Owen (1980). Figuur 70 geeft deze vergelijking, waarbij verschillende taluds voor de lijnen volgens Owen zijn uitgezet. Deze lijnen liggen grotendeels net onder de maximale schatting volgens TAW (1985) en komen alleen voor erg grote overslagdebieten ($x < 0.5$) en erg kleine overslagdebieten ($x > 2.5$) erboven. Zoals later in de beschikbare meetgegevens zal blijken, ligt in praktische gevallen de waarde van x echter meestal wel tussen de waarden 0.5 en 2.5, zodat gesteld kan worden dat de formule volgens Owen (1980) in de praktijk dicht bij de maximum schatting volgens TAW (1985) ligt.

De lijn voor het talud 1:3 springt er iets uit voor lage overslagdebieten. Dit komt waarschijnlijk doordat deze lijn een interpolatie is van een 1:2 en

1:4 talud en niet is gebaseerd op meetwaarden. Het talud 1:5 is een extrapolatie. Uitgaande van Figuur 70 lijkt het geen gek idee om de verschillende taluds tot één lijn samen te brengen.

De relatieve oploop R_u/H_s geeft bij gladde rechte taluds in de meeste gevallen een maximum te zien voor een bepaalde combinatie van taludhelling en golfsteilheid. Dit hangt samen met de overgang van brekende naar niet-brekende golven. Verwacht mag worden dat ook de overslag bij deze combinatie een maximum vertoont. In overslagrelaties neemt de dimensieloze overslag logischerwijze monotoon af voor toenemende dimensieloze kruinhoogte. Het inbrengen van de golfsteilheid (en de taludhelling) in deze parameters is dan ook alleen bruikbaar als brekende golven beschouwd worden.

Opmerkelijk is echter dat juist bij een talud 1:4 een duidelijk maximum in de oploop ontbreekt. Bij een talud 1:2.5 is zo'n maximum wèl duidelijk aanwezig en komt ook uit de meetresultaten naar voren (zie Figuur 34). Op grond hiervan kan worden verwacht dat het lineaire verband tussen $\log(Q^*)$ en R^* wellicht goed van toepassing is voor het talud 1:4, maar niet goed voor het talud 1:2.5 bij de volledige range van golfsteilheden.

Voorgesteld wordt nu de volgende algemene vorm van de dimensieloze parameters aan te nemen:

Overslagdebiet:

$$Q = \frac{q}{\sqrt{gH^3}} \sqrt{H/L} (\tan\alpha)^{c_3} \quad (4.18)$$

Kruinhoogte:

$$R = \frac{h_d}{H} \sqrt{H/L} (\tan\alpha)^{c_4} \quad (4.19)$$

Omgeschreven ziet de relatie volgens Owen (1980) er nu in de algemene vorm als volgt uit:

$$Q = c_5 \exp(-c_6 R) \quad (4.20)$$

In bovenstaande formules moeten de constanten c_3 , tot en met c_6 , nog bepaald worden. Bovendien moeten de golfhoogte en de golflengte (golfperiode) nog gedefinieerd worden.

1. Keuze tussen H_m en H_s
2. Keuze tussen T_m en T_p
3. Bepaling van optimale waarden van c_3 en c_4 (invloed taludhelling)
4. Bepaling van optimale waarden van c_5 en c_6 (relatie Q-R)

1. Keuze tussen H_m en H_s

De verhouding tussen H_m en H_s is afhankelijk van de golfhoogte-overschrijdingskromme. Als de golfhoogte-overschrijdingskromme gelijk is (inderdaad veelal een Rayleighverdeling) dan is de keuze tussen H_m en H_s triviaal. Bij de beschikbare overslaggegevens is geen informatie met betrekking tot de overschrijdingskromme van de golfhoogte aanwezig. Het is echter aannemelijk dat een maat voor de hoogste golven (H_s) meer bepalend is voor de overslag dan een maat voor de gemiddelde golven (H_m). In de praktijk wordt bovendien vaker melding gemaakt van meetwaarden van H_s dan van H_m . Uit praktische overwegingen wordt daarom gekozen voor het gebruik van H_s .

2. Keuze tussen T_m en T_p

De verhouding tussen T_m en T_p is afhankelijk van de spectrumvorm. Gezocht wordt naar de golfperiode waarbij de relatie tussen Q en R het minst afhangt van de spectrumvorm. Voor het talud 1:4 zijn voldoende geschikte meetgegevens beschikbaar om te bepalen bij welke combinatie de overslag het best met de voorgestelde overslagformule beschreven kan worden. In Figuur 71a en 71b zijn deze gegevens weergegeven voor de twee verschillende golfperiodes. (Hierbij is, vooruitlopend op de latere keuze, $c_3 = c_4 = -\frac{1}{2}$ gesteld.) Bij deze figuren kunnen de volgende conclusies getrokken worden:

- De gegevens bevestigen een rechte lijn op log-lineair papier, zodat de vorm van de voorgestelde overslagformule goed bruikbaar is.
- De overslaggegevens bij de proeven met de verschillende spectrumvormen komen het best overeen als wordt uitgegaan van de piekperiode T_p .

3. Bepaling van optimale waarden van c_3 en c_4 (invloed taludhelling)

Vervolgens moet de invloed van de taludhelling in rekening worden gebracht, uitgaande van de voorgestelde vergelijking. Hiervoor zijn (tenminste) drie methoden. Ter wille van de eenvoud worden uitsluitend veelvouden van $\frac{1}{2}$ bekeken.

- a. Owen (1980) geeft een tabel van waarden voor A en B bij verschillende $\tan\alpha$. Er is getracht om in deze tabel een relatie te vinden in de vorm:

$$A \sim (\tan\alpha)^{c_3} \quad (4.21)$$

$$B \sim (\tan\alpha)^{c_4} \quad (4.22)$$

Dit is echter niet gelukt. De tabel is overigens gebaseerd op meetwaarden bij alleen de taluds 1:1, 1:2 en 1:4. De overige waarden zijn inter- en extrapolaties.

- b. In navolging van de formulering volgens TAW (1972) kan voorgesteld worden:

$$c_3 = -\frac{1}{2} \quad (4.23)$$

$$c_4 = -1 \quad (4.24)$$

In Figuur 72a is de relatie Q-R voor deze combinatie uitgezet. Uit deze figuur blijkt dat de meetresultaten van de verschillende taluds niet goed samenvallen.

- c. In het verslaggedeelte met betrekking tot oploop is geconstateerd dat de verhouding van de taludhelling ($\tan\alpha$) tot golfsteilheid (H_s/L_o) een goede basis kan zijn om oploopgegevens van verschillende taluds met elkaar te vergelijken. Deze verhouding kan in de dimensioneloze overslagparameters worden opgenomen door de volgende waarden voor c_3 en c_4 te kiezen:

$$c_3 = -\frac{1}{2} \quad (4.25)$$

$$c_4 = -\frac{1}{2} \quad (4.26)$$

In Figuur 72b is bij deze combinatie $\log(Q)$ uitgezet tegen R . Uit een vergelijking met Figuur 72a blijkt dat met deze formulevorm de meetresultaten van de verschillende taluds beter samenvallen dan volgens methode b. Alleen de meetresultaten bij het talud 1:7 liggen net iets onder de trend.

Andere combinaties van c_3 en c_4 zijn nog uitgetoet, maar de resultaten bij $c_3 = c_4 = -\frac{1}{2}$ zijn nog het best gebleken. Hoewel beseft wordt dat deze formule verder geoptimaliseerd zou kunnen worden, wordt hiervan binnen het kader van dit project afgezien.

4. Bepaling van optimale waarden van c_5 en c_6 (relatie Q-R)

Met behulp van lineaire regressie is voor alle meetgegevens van Figuur 72b de optimale combinatie van c_5 en c_6 bepaald. Het resultaat is:

$$c_5 = 0.10 \quad (4.27)$$

$$c_6 = 11.5 \quad (4.28)$$

Hiermee is nu een schatting gevonden voor een algemene overslagformule, geldend voor loodrecht invallende brekende golven ($\xi_{op} < 2.5$):

$$Q = 0.10 \exp(-11.5 R) \quad (4.29)$$

$$\text{Met: } Q = \frac{q}{\sqrt{gH_s^3}} \sqrt{\frac{s_{op}}{\tan\alpha}} \quad (4.30)$$

$$R = \frac{h_d}{H_s} \sqrt{\frac{s_{op}}{\tan\alpha}} \quad (4.31)$$

Deze formule kan beschouwd worden als middel om de meetgegevens van het huidige onderzoek te vergelijken met de resultaten van eerder onderzoek.

In het algemeen kunnen voor de invloed van scheve golfaanval en richtingspreiding op overslag dezelfde trends verwacht worden als bij ophoop. (Hierbij wordt er van uitgegaan dat de overslagpercentages zo klein zijn dat de waterbeweging voor de constructie nauwelijks afwijkt ten opzichte van de situatie zonder overslag.) In de literatuur is hierover nog niet veel bekend:

- **Invloed scheve inval**

Owen (1980) geeft in grafieken correctiefactoren voor scheve golfaanval voor de constanten A en B. De correctiefactor voor A is maximaal 1.65 voor $\theta = 17^\circ$, neemt vervolgens af naar 1.0 voor $\theta \approx 35^\circ$ en daalt verder naar 0.45 voor $\theta = 60^\circ$. De correctiefactor voor B is voor $\theta < 30^\circ$ vrijwel constant gelijk aan 1.0, voor grotere hoeken neemt de factor geleidelijk toe tot 1.37 voor $\theta = 60^\circ$.

- **De invloed van richtingspreiding en de invloed van de combinatie van scheve inval en richtingspreiding is niet bekend.**

- **Invloed berm**

Owen (1980) geeft in grafieken waarden van A en B voor verschillende taludhellingen, bermbreedtes en bermdieptes. Vanwege het feit dat de laatste twee maten niet dimensieloos zijn en vanwege de grove aard van deze grafieken wordt deze informatie niet bruikbaar geacht.

Het is niet goed mogelijk om de invloed van de verschillende parameters onder te brengen in een invloedsfactor, zoals dat bij oploop kan. Dit wordt met name veroorzaakt door de grote onderlinge verschillen in overslagdebiet. In theorie bestaat echter de mogelijkheid om de oloopresultaten te vergelijken met de overslaggegevens door de invloedsfactor(en) r in de dimensieloze kruinhoogte te verwerken. Als namelijk de relatieve oloop door een bepaalde invloed (berm, scheve inval, etc.) met een factor r wordt vermenigvuldigd, kan voor de overslag beschouwd worden als een vermenigvuldiging van de relatieve kruinhoogte met een factor $1/r$. Als de oloop dus kleiner wordt, wordt de schijnbare kruinhoogte groter, waardoor de overslagkans en het overslagdebiet kleiner worden. In de overslagformule kan dit als volgt worden opgenomen:

$$Q = 0.10 \exp(-11.5 \frac{R}{r_1}) \quad (4.32)$$

Vanwege de grote verschillen in debiet wordt gekeken naar de invloed van de verschillende factoren op $\log(Q)$. De invloeden worden dan aangeduid als $\log(r_2)$:

$$\log(r_2) = \log(Q/Q_{ref}) = \log(Q) - \log(Q)_{ref} \quad (4.33)$$

Met bovenstaande aanname voor r geldt op grond van de oploopresultaten:

$$\log(r_2) = \log(\exp(-11.5 (\frac{1}{r_1} - 1) R)) \quad (4.34)$$

Het is echter niet mogelijk om een debiet gelijk aan nul in de beschouwing op te nemen. Op grond van de oploopresultaten bij de proevenseries op de verschillende constructies worden nu de volgende invloeden op de overslag verwacht:

1. De invloed van de richtingspreiding is verwaarloosbaar.
2. De invloed van de hoek van golfaanval voor langkammige golven is gegeven in Figuur 73 tot en met 75.
3. De invloed van de hoek van golfaanval voor kortkammige golven is gegeven in Figuur 76 tot en met 78.
4. De overslag onder invloed van de berm kan worden gebaseerd op $r_B = 0.65$ à 0.70 bij oploop. De dimensieloze kruinhoogte wordt door de berm met een factor $1/r_B$ vermenigvuldigd:

$$Q = 0.10 \exp(-11.5 * 1.5 * R) \quad (4.35)$$

De richtingscoëfficiënt van de lijn voor $\log(Q)$ wordt dus 1.5 maal zo groot. Voor $R = 0.500$ geldt dat de waarde van $\log(Q)$ ongeveer 1.25 lager is voor het talud met berm dan voor het talud zonder berm.

Overslagdebiet bij niet-brekende golven

In Figuur 79 zijn de meetgegevens bij brekende golven ($\xi_{op} < 2.5$) vergeleken met de meetgegevens bij niet-brekende golven ($\xi_{op} > 2.5$). De meeste meetgegevens van niet-brekende golven hebben betrekking op vrij steile taluds ($\cot \alpha \leq 2$).

De conclusie uit deze figuur is dat de het overslagdebiet bij niet-brekende golven in het algemeen niet groter is dan het overslagdebiet bij brekende golven. Daarom wordt als benadering aanbevolen om ook voor brekende golven de afgeleide overslagformule te hanteren. In veel (maar zeker niet alle!) gevallen zal deze benadering een overschatting van het debiet opleveren.

Conclusies:

1. Uitgaande van een ophoopformule is voor $\xi_{op} \leq 2.2$ (brekende golven) een verband gevonden tussen de overslagkans en de relatieve kruinhoogte:

$$P(\text{overslag}) = \exp\left[-\left(\frac{h_d/H_s}{0.81 \xi_{op}}\right)^2\right] \quad (4.)$$

2. Er is een schatting gevonden voor een algemene overslagformule, gebaseerd op beschikbare meetgegevens, geldend voor loodrecht invallende brekende golven ($\xi_{op} \leq \text{ca. } 2.5$) :

$$Q = 0.10 \exp(-11.5 R) \quad (4.)$$

Hierin is:

$$Q = \text{dimensieloos overslagdebiet} \quad Q = \frac{q}{\sqrt{gH_s^3}} \sqrt{\frac{s_{op}}{\tan\alpha}} \quad (4.)$$

$$R = \text{dimensieloze kruinhoogte} \quad R = \frac{h_d}{H_s} \sqrt{\frac{s_{op}}{\tan\alpha}} \quad (4.)$$

$$\xi_{op} = \text{brekerparameter} \quad \xi_{op} = \frac{\tan\alpha}{\sqrt{s_{op}}}$$

3. Op grond van de invloed van scheve golfaanval, richtingspreiding en een berm op de ophoop kunnen verwachtingen worden opgesteld voor de invloed van deze factoren op de overslag door de invloedsfactor voor de ophoop te verwerken in de kruinhoogte.
4. Ook voor niet-brekende golven wordt de bovenstaande overslagformule aanbevolen, zij het dat in veel gevallen deze berekening een overschatting van het overslagdebiet zal opleveren.

4.2 Referentieproeven (LL)

Voor zover gegevens beschikbaar zijn, wordt de opbouw van de paragrafen waarin de proefresultaten besproken worden gelijk gehouden aan de opbouw vermeld in paragraaf 3.2 (bij de ophoopresultaten).

Vergelijking overslagpercentages met olooppercentages

Talud 1:4

In Figuur 80a zijn de gemeten olooppercentages voor de respectievelijke kruinhoogtes uitgezet tegen de gemeten overslagpercentages. Een duidelijke trend is aanwezig dat het olooppercentage kleiner is dan het overslagpercentage. Het verschil is gemiddeld enkele procenten voor kleine overslagpercentages tot tien procent voor overslagpercentages groter dan 30-40 %. De spreiding is vrij groot.

Ook bij de vergelijking van het overslagpercentage met de afgeleide formule voor de overslagkans (Figuur 80b) geeft een grote spreiding te zien. Globaal is de overeenkomst echter redelijk.

Talud 1:4 met berm

Voor de vergelijking van de gemeten olooppercentages en de gemeten overslagpercentages (Figuur 81a) geldt hetzelfde als bij het talud 1:4.

De vergelijking met de afgeleide formule in Figuur 81b geeft al aan hoe groot de invloed van de berm is op de overslag.

Talud 1:2.5

Globaal geldt ook hier voor de vergelijking van de gemeten olooppercentages en de gemeten overslagpercentages hetzelfde als bij het talud 1:4. Beide percentages zijn overigens in dit geval vrij klein, zie Figuur 82a.

De spreiding in Figuur 82b, waarin de overslagpercentage met de afgeleide formule voor de overslagkans wordt vergeleken, is zeer groot. Dit wordt veroorzaakt doordat de formule geldt voor brekende golven. Bij het talud 1:2.5 zijn bij veel proeven de golven niet echt gebroken, waardoor lagere overslagpercentages gevonden worden. Dit geldt vooral voor de lage golfsteilheden.

Het verschil tussen de gemeten olooppercentages en de overslagpercentages wordt verklaard uit het feit dat de olooppeter waterlaagjes van 3 à 4 mm registreerde, terwijl de waterlaagjes bij de overslag al bij een dikte van minder dan 1 mm geregistreerd werden.

Analyse overslagdebieten

Talud 1:4

In Figuur 83 zijn is het gemeten verband tussen $\log(Q)$ en R gegeven met onderscheid tussen de twee kruinhoogtes. Het blijkt dat de resultaten van de twee kruinhoogtes redelijk goed met elkaar overeenkomen. De overeenstemming met de algemene formule is redelijk, al is de trend in de meetgegevens iets minder steil. (De richtingscoëfficiënt van de lijn voor $\log(Q)$ bedraagt ongeveer 3.5.)

Talud 1:4 met berm

Het verband tussen $\log(Q)$ en R is ook bij een talud met een berm bij benadering lineair, zie Figuur 84. De trend ligt echter duidelijk lager dan het verband dat voor rechte taluds geldt.

Talud 1:2.5

In Figuur 85 is het gemeten verband tussen $\log(Q)$ en R gegeven met onderscheid tussen de twee kruinhoogtes. De punten met $\xi_{op} > 2.2$ zijn weer apart aangegeven. Bij beide kruinhoogtes geeft de proef met de kleinste golfsteilheid (kleinste waarde voor (R) een duidelijk kleiner overslagdebiet dan de proeven met grotere golfsteilheid. Een dergelijk verschijnsel was ook bij golfoploop geconstateerd. De overeenkomst met de algemene overslagformule is zeer matig. Opvallend hierbij is dat de meetgegevens van de verschillende kruinhoogtes een onderling afwijkend verband tonen.

Invloed waterdiepte en schaal

Overslag trad niet op voor waterstanden die lager waren dan de meest gehandhaafde waterstand van 0.72 m. (Een uitzondering is alleen proef LL6.) De invloed van de waterstand en de schaal op de overslag kan dus met deze gegevens niet onderzocht worden. Dit was ook bij de opstelling van het proevenprogramma voorzien.

Invloed berm

In Figuur 86 is voor de overeenkomstige kruinhoogte de overslag bij de berm vergeleken met de overslag bij het vlakke talud. De trend is bij de berm duidelijk steiler. De richtingscoëfficiënt van de lijn voor $\log(Q)$ bedraagt ongeveer 7.0. Dit is 2.0 maal zo groot als de richtingscoëfficiënt zonder berm in de meetgegevens en 1.4 maal zo groot als de richtings-coëfficiënt

zonder berm volgens de overslagformule. Een factor 1.5 was verwacht. De invloed van de berm volgt overigens vrijwel rechtstreeks uit een vergelijking van de verbanden tussen $\log(Q)$ en R. Deze invloed zal dan ook verder niet afzonderlijk behandeld worden.

Invloed taludhelling

Het verband tussen de kruinhoogte R en de overslag Q is niet voor beide rechte taluds gelijk. Bovendien zijn de kruinhoogtes alle vier verschillend. Het is daarom niet goed mogelijk de meetresultaten rechtstreeks met elkaar te vergelijken. De gegevens kunnen alleen indirect met elkaar vergeleken worden door de mate van overeenkomst met de algemene overslagformule te bepalen. Deze vergelijking wordt al in de beschrijving van de resultaten bij de afzonderlijke taluds gemaakt. Ook deze invloed zal daarom verder niet nog eens apart behandeld worden.

Conclusies:

1. Het verschil tussen de gemeten overslagpercentages en de gemeten ophooppercentages wordt veroorzaakt doordat de ophoometer kleine waterlaagjes niet detecteert.
2. Het verschil tussen de gemeten overslagpercentages bij het talud 1:2.5 en de overslagpercentages, gebaseerd op de formule voor de overslagkans (afgeleid uit ophoopformules), wordt veroorzaakt door het feit dat niet bij alle proeven voldoende sprake is geweest van brekende golven. Dit is reeds bij de ophoop gebleken in de vorm van een knik in de ophooptrend voor $\xi_{op} = 2.0$ à 2.5.
3. Het gemeten overslagdebiet komt voor het talud 1:4 redelijk goed overeen met de in hoofdstuk 1 bepaald overslagformule. Het verband voor het talud 1:4 met de berm geeft een gelijkvormig (rechtlijnig) beeld met alleen beduidend lagere overslagdebieten. Voor het talud 1:2.5 is de overeenkomst met de overslagformule zeer matig. Dit komt vooral tot uiting in het feit dat de meetgegevens bij de twee kruinhoogtes niet goed met elkaar in overeenstemming zijn te brengen door de kruinhoogtes dimensieloos te maken. Bovendien worden afwijkingen veroorzaakt door het voorkomen van niet-brekende golven.

4. De invloed van de berm is redelijk in overeenstemming met de verwachting op grond van de invloed van de berm op de ophoop.

4.3 Scheve inval (SL)

Talud 1:4

Figuur 87 geeft de resultaten voor scheve langkammige golfaanval waarbij $\log(Q)$ is uitgezet als functie van de hoek van golfaanval. Onderscheid is gemaakt voor verschillende R-waarden. Net als bij ophoop moet interpolatie worden toegepast om de meetgegevens goed met elkaar te kunnen vergelijken. (Deze vergelijking is niet zonder meer mogelijk omdat het niet precies gelukt is om de gewenste golfsteilheden te verkrijgen.) Een geschikte methode is om bij proeven met gelijke hoek van golfaanval op de precieze waarde van R de waarde van $\log(Q)$ te bepalen. Hierbij kan worden uitgegaan van het rechtlijnige verband tussen $\log(Q)$ en R met richtingscoëfficiënt -5.0.

Het verband voor loodrecht invallende golven bij het talud 1:4 gaf echter een iets flauwer verloopend verband te zien (richtingscoëfficiënt -3.5). Daarom is de volgende correctieformule toegepast:

$$\log(Q)_{\text{gewenst}} = \log(Q)_{\text{aanwezig}} - 3.5 * \{(R)_{\text{gewenst}} - (R)_{\text{aanwezig}}\}$$

Uit de figuur volgt dat tot een hoek van 30° vrijwel geen reductie in $\log(Q)$ aanwezig is en dat reductie plaatsvindt tussen 30° en 60°. Daarna blijft waarschijnlijk de overslag op een min of meer constant nivo. De proeven met hoeken van 70° en 80° zijn minder betrouwbaar. Hoewel de referentiewaarden niet precies overeenkomen met de verwachting is de trend van de invloed van de hoek van golfaanval vrij goed in overeenstemming met de verwachting.

Talud 1:4 met berm

Zie Figuur 88. Bij het talud met berm is een iets andere correctieformule toegepast, namelijk:

$$\log(Q)_{\text{gewenst}} = \log(Q)_{\text{aanwezig}} - 7.0 * \{(R)_{\text{gewenst}} - (R)_{\text{aanwezig}}\}$$

Dit houdt verband met de afwijking van het verband voor loodrecht invallende golven ten opzichte van de algemene formule. Bij scheve golfaanval treedt een maximum op tussen een hoek van golfaanval tussen de 10° en de 20°. Voor

grotere hoeken neemt de overslag bij de hoge kruin snel af terwijl dit bij de lage kruin pas na $\theta = 50^\circ$ gebeurt. Voor $R = 0.500$ kan een vergelijking gemaakt worden tussen de waarden van $\log(Q)$ met en zonder berm (zie Figuur 89). Het verschil in $\log(Q)$ bedraagt gemiddeld ongeveer 1.4. (Verwacht was 1.25.)

Talud 1:2.5

Bij het talud 1:2.5 is geen correctieformule toegepast, in verband met het feit dat de overslag bij de verschillende steilheden nauwelijks verschillen vertoont (voor de afzonderlijke kruinhoogtes). Bij de lage kruin is een maximum in de overslag te zien bij $\theta = 30^\circ$ (zie Figuur 90). Voor grotere hoeken van golfaanval neemt de overslag snel af. Bij de hoge kruin bevindt het maximum zich bij $\theta = 20^\circ$. Het verschil in overslag tussen de twee kruinen neemt toe voor grotere hoeken van golfaanval. De overslagreductie is sterker dan verwacht al moet vermeld worden dat de spreiding vooral voor kleine debieten groot is.

Conclusie:

1. Hoewel de spreiding in de meetresultaten betrekkelijk groot is komt de trend van de invloed van de hoek van golfaanval vrij goed overeen met de verwachting op basis van de invloed op oploop. Alleen de hoogte van de eventuele maxima voor een hoek kleiner dan 30° blijkt moeilijk te voorspellen. Dit wordt waarschijnlijk veroorzaakt door de spreiding, zowel in de oploop- als in de overslagmetingen.

4.4 Richtingspreiding (LK)

Talud 1:4

Figuur 91 geeft het verband tussen $\log(Q)$ en R bij loodrecht invallende kortkammige golven. Figuur 92a geeft de invloed van richtingspreiding bij loodrechte golfaanval. Figuur 92b geeft de invloed van de mate van richtingspreiding. De invloed is duidelijk: alle punten liggen op een lijn en de mate van richtingspreiding bij loodrechte golfaanval heeft vrijwel geen effect op de overslag.

Talud 1:4 met berm

Ook voor het talud 1:4 met berm blijkt de richtingspreiding nauwelijks invloed op de overslag te hebben. Dit blijkt uit Figuur 93 en 94.

Talud 1:2.5

Ook voor het talud 1:2.5 blijkt de richtingspreiding nauwelijks invloed op de overslag te hebben, zie Figuur 95 en 96. Opvallend hierbij is wel dat de overslag voor kortkammige golven in het algemeen net iets hoger ligt dan voor langkammige golven, terwijl dit bij het talud 1:4 eerder andersom is.

Conclusie:

1. De invloed van de richtingspreiding bij loodrecht invallende golven is nagenoeg verwaarloosbaar. Dit is goed in overeenstemming met de gemeten invloed op golfoploop.

4.5 Combinatie van scheve inval en richtingspreiding (SK)

Talud 1:4

Figuur 97 geeft de overslag als functie van de hoek van golfaanval. De trend is vrijwel rechtlijnig en komt redelijk goed overeen met de verwachting. De invloed van de hoek van golfaanval is duidelijk veel kleiner voor kortkammige, dan voor langkammige golven.

De invloed van de mate van richtingspreiding is ook onderzocht bij hoeken van 20° en 40° . De resultaten zijn in Figuur 98 en 99 gegeven. Dezelfde conclusie kan worden getrokken als bij loodrechte golfaanval. Alleen bij $\theta = 40^\circ$ geldt dat de richtingspreiding zorgt voor een licht toename van de overslag. Dit geldt met name voor het geval bij langkammige golven de invalshoek van 40° al een aanzienlijke overslagreductie geeft. De richtingspreiding verkleint deze invloed.

Talud 1:4 met berm

Zie Figuur 100. Bij het talud 1:4 met berm treedt een maximum op voor een aanvalshoek van 20° . Dit maximum is nog duidelijker dan bij langkammige golven. Voor grotere hoeken wordt de spreiding in de resultaten groter, maar er blijft wel sprake van overslag in tegenstelling tot de trend bij langkammige golven. Het maximum voor de kleine hoek van golfaanval wijkt duidelijk af van de verwachting. Voor $R = 0.500$ kan een vergelijking gemaakt worden tussen de waarden van $\log(Q)$ met en zonder berm (zie Figuur 101). Het verschil in $\log(Q)$ bedraagt gemiddeld ongeveer 1.5. (Verwacht was 1.25.)

Talud 1:2.5

Zie Figuur 102. Bij het talud 1:2.5 wordt de invloed van de hoek van golfaanval op de overslag verkleind door de richtingspreiding. Enerzijds is er hierdoor nauwelijks meer sprake van een maximum overslag bij scheve inval, anderzijds is zelfs voor grote invalshoeken nog sprake van overslag. De overeenkomst met de verwachting is weer redelijk goed.

Conclusies:

1. De invloed van de combinatie van richtingspreiding en scheve golfaanval op de overslag is (behalve voor het talud met de berm) redelijk goed in overeenstemming met de verwachting, gebaseerd op de invloed op de oploop.
2. De invloed van de hoek van golfaanval wordt (net als bij oploop) kleiner door de richtingspreiding. Dit geldt echter alleen voor de rechte taluds. Bij het talud met de berm neemt het maximum voor $\theta = 20$ zelfs nog toe ten opzichte van het overeenkomstige maximum bij langkammige golven.

Recht talud 1:4
 Kruinhoogtes (m) 1.25 (oploop)
 .96 (overslag)
 .87 (overslag)

proef	h (m)	H _s (m)	Sop (-)	θ (°)	σ	proef	h (m)	H _s (m)	Sop (-)	θ (°)	σ	proef	h (m)	H _s (m)	Sop (-)	θ (°)	σ
LL1	.72	.12	.01	0	0	LK1	.72	.12	.02	0	12	SL3A	.72	.12	.01	20	0
LL2	.72	.12	.02	0	0	LK2	.72	.12	.04	0	12	SL6A	.72	.12	.04	20	0
LL3	.72	.12	.03	0	0	LK3	.72	.12	.01	0	32	SL10A	.72	.12	.01	40	0
LL4	.72	.12	.04	0	0	LK4	.72	.12	.02	0	32	SL13A	.72	.12	.04	40	0
LL5	.72	.12	.05	0	0	LK5	.72	.12	.03	0	32	SL18A	.72	.12	.04	60	0
LL6	.54	.12	.01	0	0	LK6	.72	.12	.04	0	32	SL26A	.72	.12	.04	80	0
LL7	.54	.12	.03	0	0	LK7	.72	.12	.05	0	32	LK6A	.72	.12	.04	0	32
LL8	.54	.12	.05	0	0	LK8	.72	.12	.02	0	25	SK2A	.72	.12	.04	10	32
LL9	.36	.12	.01	0	0	LK9	.72	.12	.04	0	25						
LL10	.36	.12	.03	0	0	LK10	.72	.12	.02	0	43						
LL11	.36	.12	.05	0	0	LK11	.72	.12	.04	0	43						
LL12	.36	.06	.01	0	0	LK12	.36	.12	.02	0	32						
LL13	.36	.06	.03	0	0	LK13	.36	.12	.04	0	32						
LL14	.36	.06	.05	0	0	SK1	.72	.12	.02	10	32						
SL1	.72	.12	.02	10	0	SK2	.72	.12	.04	10	32						
SL2	.72	.12	.04	10	0	SK3	.72	.12	.01	20	32						
SL3	.72	.12	.01	20	0	SK4	.72	.12	.02	20	32						
SL4	.72	.12	.02	20	0	SK5	.72	.12	.03	20	32						
SL5	.72	.12	.03	20	0	SK6	.72	.12	.04	20	32						
SL6	.72	.12	.04	20	0	SK7	.72	.12	.05	20	32						
SL7	.72	.12	.05	20	0	SK8	.72	.12	.02	30	32						
SL8	.72	.12	.02	30	0	SK9	.72	.12	.04	30	32						
SL9	.72	.12	.04	30	0	SK10	.72	.12	.01	40	32						
SL10	.72	.12	.01	40	0	SK11	.72	.12	.02	40	32						
SL11	.72	.12	.02	40	0	SK12	.72	.12	.03	40	32						
SL12	.72	.12	.03	40	0	SK13	.72	.12	.04	40	32						
SL13	.72	.12	.04	40	0	SK14	.72	.12	.05	40	32						
SL14	.72	.12	.05	40	0	SK15	.72	.12	.02	50	32						
SL15	.72	.12	.02	50	0	SK16	.72	.12	.04	50	32						
SL16	.72	.12	.04	50	0	SK17	.72	.12	.02	60	32						
SL17	.72	.12	.02	60	0	SK18	.72	.12	.04	60	32						
SL18	.72	.12	.04	60	0	SK19	.72	.12	.02	20	43						
SL19	.36	.12	.02	20	0	SK20	.72	.12	.04	20	43						
SL20	.36	.12	.04	20	0	SK21	.72	.12	.02	20	25						
SL21	.36	.12	.02	40	0	SK22	.72	.12	.04	20	25						
SL22	.36	.12	.04	40	0	SK23	.72	.12	.02	20	12						
SL23	.72	.12	.02	70	0	SK24	.72	.12	.04	20	12						
SL24	.72	.12	.04	70	0	SK25	.72	.12	.02	40	43						
SL25	.72	.12	.02	80	0	SK26	.72	.12	.04	40	43						
SL26	.72	.12	.04	80	0	SK27	.72	.12	.02	40	25						
SL27	.72	.12	.01	10	0	SK28	.72	.12	.04	40	25						
SL28	.72	.12	.03	10	0	SK29	.72	.12	.02	40	12						
SL29	.72	.12	.05	10	0	SK30	.72	.12	.04	40	12						
SL30	.72	.12	.02	5	0	SK31	.36	.12	.02	20	32						
SL31	.72	.12	.04	5	0	SK32	.36	.12	.04	20	32						
SL32	.72	.12	.02	15	0	SK33	.36	.12	.02	40	32						
SL33	.72	.12	.04	15	0	SK34	.36	.12	.04	40	32						
						SK35	.72	.12	.02	70	32						
						SK36	.72	.12	.04	70	32						
						SK37	.72	.12	.02	80	32						
						SK38	.72	.12	.04	80	32						

Tabel 1 Proevenprogramma

Talud 1:4 met berm						Recht talud 1:2.5					
Kruinhoogtes (m)		1.25 (oploop)				Kruinhoogtes (m)		1.25 (oploop)			
		.87 (overslag)						1.02 (overslag)			
		.82 (overslag)						.93 (overslag)			
proef	h	H _s	s _{op}	θ	σ	proef	h	H _s	s _{op}	θ	σ
	(m)	(m)	(-)	(°)	(°)		(m)	(m)	(-)	(°)	(°)
LL1B	.72	.12	.01	0	0	LL1C	.72	.12	.01	0	0
LL2B	.72	.12	.02	0	0	LL2C	.72	.12	.02	0	0
LL3B	.72	.12	.03	0	0	LL3C	.72	.12	.03	0	0
LL4B	.72	.12	.04	0	0	LL4C	.72	.12	.04	0	0
LL5B	.72	.12	.05	0	0	LL5C	.72	.12	.05	0	0
SL6B	.72	.12	.04	10	0	SL6C	.72	.12	.04	10	0
SL7B	.72	.12	.04	20	0	SL7C	.72	.12	.04	20	0
SL8B	.72	.12	.04	30	0	SL8C	.72	.12	.04	30	0
SL9B	.72	.12	.04	40	0	SL9C	.72	.12	.04	40	0
SL10B	.72	.12	.04	50	0	SL10C	.72	.12	.04	50	0
SL11B	.72	.12	.04	60	0	SL11C	.72	.12	.04	60	0
SL12B	.72	.12	.04	70	0	SL12C	.72	.12	.04	70	0
SL13B	.72	.12	.04	80	0	SL13C	.72	.12	.04	80	0
LK14B	.72	.12	.01	0	32	LK14C	.72	.12	.01	0	32
LK15B	.72	.12	.02	0	32	LK15C	.72	.12	.02	0	32
LK16B	.72	.12	.03	0	32	LK16C	.72	.12	.03	0	32
LK17B	.72	.12	.04	0	32	LK17C	.72	.12	.04	0	32
LK18B	.72	.12	.05	0	32	LK18C	.72	.12	.05	0	32
SK19B	.72	.12	.04	10	32	SK19C	.72	.12	.04	10	32
SK20B	.72	.12	.04	20	32	SK20C	.72	.12	.04	20	32
SK21B	.72	.12	.04	30	32	SK21C	.72	.12	.04	30	32
SK22B	.72	.12	.04	40	32	SK22C	.72	.12	.04	40	32
SK23B	.72	.12	.04	50	32	SK23C	.72	.12	.04	50	32
SK24B	.72	.12	.04	60	32	SK24C	.72	.12	.04	60	32
SK25B	.72	.12	.04	70	32	SK25C	.72	.12	.04	70	32
SK26B	.72	.12	.04	80	32	SK26C	.72	.12	.04	80	32

Tabel 1 Proevenprogramma (vervolg)

Proevenprogramma		Gemeten golftrandvoorwaarden																					
proef h	H _s	H _s	H _{mo}	H _s	H _{mo}	H _s	H _{mo}	T _m	T _p	Som	Sop	ξ _s	γ _{HH,t}	K _{HH,t}	K _f	ε	θ	σ	N	r			
(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(s)	(s)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(°)	(°)	(-)	(-)			
LL1	.72	.12	.01	0	0	.147	.146	.147	.141	2.02	2.61	.023	.014	2.13	.377	.615	529	.457	1	40	1192	.40	
LL2	.72	.12	.02	0	0	.139	.134	.129	1.56	2.00	.037	.022	1.68	.447	.672	.609	.386	0	0	22	1157	.27	
LL3	.72	.12	.03	0	0	.130	.127	.129	1.33	1.60	.047	.033	1.39	.358	.577	.547	.434	-3	16	1139	.23		
LL4	.72	.12	.04	0	0	.118	.116	.121	1.17	1.38	.055	.040	1.25	.365	.573	.528	.421	-2	16	1052	.22		
LL5	.72	.12	.05	0	0	.123	.119	.119	1.09	1.23	.066	.052	1.10	.366	.581	.564	.366	-3	15	1128	.22		
LL6	.54	.12	.01	0	0	.113	.110	.130	1.25	2.00	2.73	.018	0.10	2.54	.417	.651	.612	.472	3	48	1210	.55	
LL7	.54	.12	.03	0	0	.104	.102	.115	1.13	1.29	1.64	.040	0.25	1.59	.337	.589	.536	.440	-1	21	1171	.31	
LL8	.54	.12	.05	0	0	.109	.105	.113	1.10	1.06	1.21	.062	0.48	1.14	.317	.534	.520	.384	-3	15	968	.29	
LL9	.36	.12	.01	0	0	.092	.089	.109	1.02	1.88	3.00	.017	.007	3.09	.348	.591	.543	.564	8	41	1284	.62	
LL10	.36	.12	.03	0	0	.081	.087	.076	.077	1.26	1.67	.033	0.19	1.83	.325	.572	.483	.512	0	22	1198	.43	
LL11	.36	.12	.05	0	0	.101	.098	.090	.088	1.03	1.23	.061	.043	1.21	.301	.524	.458	.444	-2	16	999	.61	
LL12	.36	.06	.01	0	0	.066	.065	.057	.057	1.55	1.98	.018	0.11	2.41	.445	.673	.618	.433	-3	40	1162	.61	
LL13	.36	.06	.03	0	0	.057	.058	.054	.054	.92	1.11	.043	0.30	1.45	.297	.514	.474	.448	0	19	1106		
LL14	.36	.06	.05	0	0	.061	.060	.061	.059	.78	.86	.064	.053	1.09	.357	.544	.593	.368	-5	14	1053		
SL1	.72	.12	.02	10	0	.113	.110	.117	.111	1.54	1.94	.031	0.19	1.80	.422	.655	.587	.409	7	25	1167		
SL2	.72	.12	.04	10	0	.116	.114	.109	.106	1.16	1.38	.055	0.39	1.27	.342	.570	.531	.414	10	17	1059		
SL3	.72	.12	.01	20	0	.123	.123	.123	1.22	2.02	2.70	.019	0.11	2.40	.341	.583	.496	.480	24	43	1195		
SL4	.72	.12	.02	20	0	.126	.123	.119	.114	1.58	1.96	.032	0.21	1.72	.462	.678	.650	.364	17	26	1144		
SL5	.72	.12	.03	20	0	.126	.123	.106	.106	1.32	1.64	.046	0.30	1.44	.363	.582	.559	.417	16	21	1152		
SL6	.72	.12	.04	20	0	.120	.118	.107	.105	1.15	1.38	.058	0.40	1.24	.364	.579	.536	.405	16	19	1067		
SL7	.72	.12	.05	20	0	.118	.115	.108	.104	1.06	1.22	.067	0.51	1.11	.380	.599	.589	.358	15	17	962		
SL8	.72	.12	.02	30	0	.124	.122	.114	.112	1.53	1.95	.034	0.21	1.73	.440	.664	.600	.409	30	28	1178		
SL9	.72	.12	.04	30	0	.124	.124	.118	.116	1.17	1.39	.058	0.41	1.23	.372	.588	.567	.393	28	20	1048		
SL10	.72	.12	.01	40	0	.124	.123	.146	.145	1.99	2.92	.020	0.09	2.59	.410	.647	.567	.470	43	35	1220		
SL11	.72	.12	.02	40	0	.130	.127	.120	.115	1.57	1.98	.034	0.21	1.71	.455	.674	.604	.418	36	26	1151		
SL12	.72	.12	.03	40	0	.135	.133	.125	.124	1.33	1.64	.049	0.32	1.39	.388	.604	.557	.413	37	23	1140		
SL13	.72	.12	.04	40	0	.127	.125	.120	.118	1.17	1.40	.059	0.42	1.23	.384	.597	.575	.364	38	25	1052		
SL14	.72	.12	.05	40	0	.129	.125	.126	.121	1.09	1.23	.070	0.55	1.07	.429	.639	.639	.312	40	23	939		
SL15	.72	.12	.02	50	0	.117	.114	.135	.134	1.46	1.92	.035	0.20	1.75	.409	.650	.609	.428	54	27	1245		
SL16	.72	.12	.04	50	0	.121	.119	.148	.142	1.15	1.38	.059	0.41	1.24	.385	.609	.564	.407	52	25	1073		
SL17	.72	.12	.02	60	0	.149	.144	.110	.111	1.54	1.91	.040	0.26	1.55	.427	.705	.666	.369	61	22	1169		
SL18	.72	.12	.04	60	0	.148	.144	.136	.132	1.18	1.43	.068	0.46	1.16	.388	.588	.569	.375	63	21	1038		
SL19	.36	.12	.02	20	0	.110	.104	.093	.093	1.52	1.97	.031	0.18	1.85	.414	.647	.625	.428	20	29	1189		
SL20	.36	.12	.04	20	0	.113	.111	.101	.100	1.12	1.40	.058	0.37	1.30	.303	.538	.450	.481	19	16	1097		
SL21	.36	.12	.02	40	0	.120	.117	.104	.102	1.48	1.87	.035	0.22	1.69	.413	.665	.606	.512	40	36	1219		
SL22	.36	.12	.04	40	0	.124	.120	.103	.101	1.13	1.42	.062	0.39	1.26	.336	.523	.492	.460	38	23	1087		
SL23	.72	.12	.02	70	0	.131	.128	.102	.101	1.45	1.94	.040	0.22	1.67	.357	.607	.545	.454	66	1244			
SL24	.72	.12	.04	70	0	.136	.134	.116	.114	1.13	1.39	.068	0.45	1.18	.383	.596	.605	.360	66	1087			
SL25	.72	.12	.02	80	0	.121	.119	.104	.101	1.39	1.91	.040	0.21	1.71	.368	.611	.579	.465		1303			
SL26	.72	.12	.04	80	0	.126	.124	.091	.089	1.18	1.41	.058	0.41	1.24	.475	.667	.678	.305	11	47	1121		
SL27	.72	.12	.01	10	0	.129	.124	.112	.112	2.16	2.73	.018	0.11	2.37	.410	.637	.585	.408		11	47	1121	
SL28	.72	.12	.03	10	0	.114	.112	.114	.113	1.31	1.66	.044	0.27	1.52	.356	.576	.541	.444	5	20	1148		
SL29	.72	.12	.05	10	0	.114	.109	.111	.107	1.07	1.22	.064	0.49	1.13	.397	.602	.571	.358	3	15	957		
SL30	.72	.12	.02	5	0	.120	.116	.123	.118	1.56	1.99	.032	0.19	1.79	.454	.677	.625	.370	0	27	1157		
SL31	.72	.12	.04	5	0	.114	.113	.116	.112	1.16	1.40	.054	0.37	1.29	.379	.594	.525	.427	0	16	1059		
SL32	.72	.12	.02	15	0	.108	.106	.118	.114	1.54	1.98	.029	0.18	1.88	.436	.666	.599	.398	11	27	1169		
SL33	.72	.12	.04	15	0	.114	.110	.113	.109	1.16	1.40	.054	0.37	1.29	.369	.584	.548	.405	11	27	1059		

Tabel 2 Gemeten randvoorwaarden

Proevenprogramma		Gemeten golfrandvoorwaarden																			
proef h	H _s	H _s Sop	θ	σ	H _s Diep	H _{mo}	H ₅ Teen	H _{mo} T _m	T _p	Som Sop	ξ _s	γ _{HH.t} κ _{HH.t}	κ _f	ε	θ	σ	N	r			
(m)	(m)	(-)	(°)	(°)	(m)	(m)	(m)	(s)	(s)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(°)	(°)	(-)	(-)			
LK1	.72	.12	.02	0	12	.140	.139	.136	.134	1.56	1.99	.037	.023	1.66	.409	.639	.556	.441	-5	27	1153
LK2	.72	.12	.04	0	12	.121	.119	.113	.111	1.17	1.40	.057	.040	1.26	.391	.610	.532	.410	-6	24	1048
LK3	.72	.12	.01	0	32	.154	.154	.151	.150	2.08	2.64	.023	.014	2.10	.352	.590	.507	.503	-1	49	1162
LK4	.72	.12	.02	0	32	.115	.116	.102	.101	1.54	1.87	.031	.021	1.72	.410	.638	.573	.425	-3	42	1166
LK5	.72	.12	.03	0	32	.105	.106	.093	.094	1.30	1.57	.040	.027	1.51	.463	.666	.593	.426	0	39	1162
LK6	.72	.12	.04	0	32	.114	.116	.108	.108	1.13	1.40	.057	.037	1.29	.370	.606	.499	.458	0	34	1084
LK7	.72	.12	.05	0	32	.118	.117	.110	.107	1.05	1.23	.069	.050	1.12	.416	.632	.473	.379	-1	37	973
LK8	.72	.12	.02	0	25	.135	.134	.122	.121	1.57	1.95	.035	.023	1.66	.446	.668	.603	.382	-9	36	1147
LK9	.72	.12	.04	0	25	.110	.111	.110	.109	1.16	1.38	.052	.037	1.30	.371	.593	.520	.412	-5	34	1060
LK10	.72	.12	.02	0	43	.112	.111	.093	.092	1.56	1.95	.030	.019	1.82	.479	.691	.619	.414	-6	47	1153
LK11	.72	.12	.04	0	43	.129	.127	.116	.115	1.22	1.38	.056	.043	1.20	.438	.650	.607	.350	0	44	1010
LK12	.36	.12	.02	0	32	.105	.105	.090	.090	1.50	1.97	.030	.017	1.90	.390	.627	.551	.522	8	34	1205
LK13	.36	.12	.04	0	32	.120	.120	.109	.107	1.06	1.31	.068	.045	1.18	.271	.509	.395	.497	4	29	1161
SK1	.72	.12	.02	10	32	.109	.109	.104	.103	1.59	1.99	.028	.018	1.88	.466	.680	.596	.429	6	41	1132
SK2	.72	.12	.04	10	32	.123	.122	.120	.120	1.18	1.40	.057	.040	1.25	.405	.632	.579	.401	5	35	1038
SK3	.72	.12	.01	20	32	.123	.122	.115	.113	1.29	1.72	.016	.011	2.42	.447	.661	.571	.402	17	51	1105
SK4	.72	.12	.02	20	32	.136	.135	.122	.122	1.58	1.92	.035	.024	1.63	.484	.690	.607	.366	14	39	1138
SK5	.72	.12	.03	20	32	.117	.117	.105	.105	1.35	1.60	.041	.029	1.46	.450	.666	.592	.395	14	37	1120
SK6	.72	.12	.04	20	32	.127	.127	.108	.109	1.19	1.49	.057	.037	1.31	.401	.625	.561	.369	12	39	1030
SK7	.72	.12	.05	20	32	.120	.114	.095	.095	1.12	1.29	.061	.046	1.16	.480	.675	.749	.217	18	40	913
SK8	.72	.12	.02	30	32	.116	.115	.104	.102	1.58	1.94	.030	.020	1.78	.485	.690	.611	.380	24	38	1139
SK9	.72	.12	.04	30	32	.113	.114	.104	.104	1.05	1.15	1.39	.055	0.37	1.29	.416	.631	.523	27	33	1092
SK10	.72	.12	.01	40	32	.106	.106	.093	.092	2.08	2.73	.016	.009	2.62	.417	.635	.542	.450	41	48	1162
SK11	.72	.12	.02	40	32	.124	.124	.115	.114	1.57	1.96	.032	.021	1.74	.441	.660	.580	.411	34	37	1147
SK12	.72	.12	.03	40	32	.120	.120	.109	.108	1.32	1.59	.044	.030	1.43	.432	.641	.562	.413	37	39	1144
SK13	.72	.12	.04	40	32	.122	.123	.116	.116	1.15	1.42	.059	.039	1.27	.386	.609	.495	.419	28	33	1067
SK14	.72	.12	.05	40	32	.121	.120	.112	.110	1.04	1.20	.072	.054	1.08	.404	.604	.556	.377	36	34	982
SK15	.72	.12	.02	50	32	.133	.132	.113	>>>	1.56	1.92	.035	.023	1.64	.462	.676	.603	.404	44	37	1156
SK16	.72	.12	.04	50	32	.119	.119	.107	.107	1.14	1.39	.059	.039	1.26	.361	.594	.501	.422	41	36	1078
SK17	.72	.12	.02	60	32	.124	.124	.111	.111	1.51	2.02	.035	.019	1.79	.404	.641	.538	.447	50	38	1189
SK18	.72	.12	.04	60	32	.132	.132	.108	.106	1.18	1.39	.061	.044	1.19	.388	.607	.539	.408	47	35	1042
SK19	.72	.12	.02	20	43	.116	.116	.104	.103	1.56	1.96	.031	.019	1.80	.421	.634	.555	.408	22	40	1154
SK20	.72	.12	.04	20	43	.106	.107	.098	.098	1.15	1.35	.051	.037	1.29	.376	.599	.502	.401	17	35	1069
SK21	.72	.12	.02	20	25	.114	.114	.107	.106	1.60	1.97	.029	.019	1.82	.465	.669	.577	.359	16	35	1125
SK22	.72	.12	.04	20	25	.111	.111	.099	.099	1.00	1.17	1.39	.052	0.37	1.30	.380	.603	.549	16	28	1053
SK23	.72	.12	.02	20	12	.119	.119	.116	.116	1.52	1.98	.033	.019	1.79	.438	.666	.577	.459	19	29	1182
SK24	.72	.12	.04	20	12	.114	.114	.105	.103	1.14	1.39	.056	.038	1.29	.383	.588	.524	.425	17	21	1080
SK25	.72	.12	.02	40	43	.118	.117	.106	.106	1.57	1.95	.031	.020	1.77	.449	.659	.598	.428	35	40	1152
SK26	.72	.12	.04	40	43	.116	.116	.106	.105	1.14	1.41	.057	.037	1.29	.365	.598	.494	.408	28	37	1578
SK27	.72	.12	.02	40	25	.131	.130	.119	.118	1.54	1.96	.035	.022	1.69	.485	.696	.621	.415	41	36	1167
SK28	.72	.12	.04	40	25	.128	.128	.117	.116	1.18	1.38	.059	.043	1.20	.391	.613	.532	.419	36	32	1042
SK29	.72	.12	.02	40	12	.134	.135	.128	.126	1.58	1.98	.034	.022	1.69	.443	.674	.592	.461	45	30	1140
SK30	.72	.12	.04	40	12	.132	.131	.123	.121	1.18	1.42	.061	.042	1.22	.410	.622	.583	.384	38	24	1038
SK31	.36	.12	.02	20	32	.110	.107	.106	.104	1.55	1.98	.029	.018	1.86	.483	.699	.608	.505	12	35	1159
SK32	.36	.12	.04	20	32	.115	.113	.103	.102	1.50	2.02	.033	.018	1.86	.406	.641	.561	.486	29	34	1202
SK33	.36	.12	.02	40	32	.117	.116	.103	.102	1.07	1.41	.066	.038	1.29	.291	.526	.429	.483	31	32	1152
SK34	.36	.12	.04	40	32	.113	.111	.098	.097	1.54	1.93	.031	.019	1.79	.445	.663	.611	.393	1174	1066	
SK35	.72	.12	.02	70	32	.111	.112	.111	.109	1.15	1.36	.054	.038	1.27	.356	.579	.515	.452	1066	1196	
SK36	.72	.12	.04	70	32	.104	.103	.104	.106	1.51	1.91	.029	.018	1.85	.471	.689	.648	.430	31	32	1152
SK37	.72	.12	.02	80	32	.104	.104	.095	.093	1.15	1.42	.050	.033	1.37	.387	.611	.548	.422	9	31	1083
SK38	.72	.12	.04	80	32	.104	.104	.095	.093	1.15	1.42	.050	.033	1.37	.387	.611	.548	.422	9	31	1083

Proevenprogramma		Gemeten golfrandvoorwaarden																			
proef h	H _s Sop	θ	σ	H _s Diep	H _{mo}	H ₅ Teen	H _{mo} T _m	T _p	Som Sop	ξ _s	γ _{HH.t} κ _{HH.t}	κ _f	ε	θ	σ	N	r				
(m)	(m)	(-)	(°)	(m)	(m)	(m)	(s)	(s)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(°)	(°)	(-)	(-)				
SL3A	.72	.12	.01	20	0	.131	.129	.120	.117	2.12	2.70	.019	.012	2.33	.416	.639	.572	.401	23	50	1141
SL6A	.72	.12	.04	20	0	.119	.116	.102	.101	1.15	1.39	.058	.039	1.26	.360	.575	.529	.412	18	17	1069
SL10A	.72	.12	.01	40	0	.124	.123	.140	.138	2.10	2.78	.018	.010	2.47	.389	.621	.526	.471	45	38	1150
SL13A	.72	.12	.04	40	0	.134	.130	.116	.115	1.19	1.41	.061	.043	1.20	.396	.608	.584	.358	37	23	1035
SL18A	.72	.12	.04	60	0	.153	.148	.137	.133	1.22	1.41	.066	.049	1.13	.400	.604	.610	.340	61	21	1006
SL26A	.72	.12	.04	80	0	.119	.116	.102	.097	1.18	1.41	.055	.038	1.28	.437	.654	.641	.321	9	31	1042
LK6A	.72	.12	.04	0	32	.100	.104	.090	.091	1.13	1.36	.050	.035	1.34	.374	.603	.505	.464	31	32	1152
SK2A	.72	.12	.04	10	32	.111	.111	.107	.105	1.17	1.39	.052	.037	1.30	.367	.590	.546	.434	32	32	1056

Tabel 2 Gemeten randvoorwaarden (vervolg)

Proevenprogramma		Gemeten golftrandvoorwaarden										N				
proef h	H _s	H _s	H _m	H _m	H _m	H _m	T _p	Som	Sop	ξ _s	γ _{HH.t}	K _f	ε	θ	σ	r
(m)	(m)	Diep (m)	H _s (m)	H _m (m)	T _m (s)	T _p (s)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(°)	(°)	(-)
LL1B	.72	.12	.110	.123	.118	1.56	2.64	.030	.010	2.45	.284	.575	.527	-5	43	1218
LL2B	.72	.12	.119	.132	.130	1.48	1.92	.036	.022	1.70	.371	.625	.591	0	33	1218
LL3B	.72	.12	.121	.118	.124	1.34	1.61	.043	.030	1.45	.369	.589	.554	0	22	1134
LL4B	.72	.12	.115	.113	.120	1.17	1.41	.053	.037	1.30	.367	.579	.506	0	21	1044
LL5B	.72	.12	.119	.115	.122	1.17	1.09	1.24	.064	.050	1.12	.356	.579	0	19	937
SL6B	.72	.12	.111	.110	.112	1.10	1.18	1.39	.051	.037	1.30	.367	.581	9	21	1046
SL7B	.72	.12	.115	.113	.111	1.11	1.16	1.36	.055	.040	1.25	.341	.555	20	21	1053
SL8B	.72	.12	.114	.113	.113	1.13	1.15	1.40	.055	.037	1.29	.376	.684	30	21	1065
SL9B	.72	.12	.125	.121	.124	1.21	1.18	1.40	.058	.041	1.24	.387	.601	42	21	1044
SL10B	.72	.12	.114	.111	.144	1.36	1.14	1.40	.056	.037	1.29	.392	.590	56	21	1074
SL11B	.72	.12	.119	.116	.113	1.10	1.18	1.39	.055	.039	1.26	.408	.608	66	18	1037
SL12B	.72	.12	.132	.127	.113	1.07	1.18	1.41	.061	.043	1.21	.393	.593	75	21	1042
SL13B	.72	.12	.106	.103	.082	.079	1.17	1.39	.050	.035	1.33	.490	.680	84	52	1048
LK14B	.72	.12	.101	.099	.112	1.09	1.54	2.78	.027	.008	2.73	.237	.522	-11	48	1240
LK15B	.72	.12	.096	.094	.100	.097	1.45	1.91	.029	.017	1.92	.393	.641	0	40	1240
LK16B	.72	.12	.102	.102	.107	1.06	1.30	1.57	.039	.027	1.53	.365	.599	498	35	1161
LK17B	.72	.12	.105	.105	.105	1.04	1.14	1.40	.052	.034	1.35	.385	.617	-5	32	1074
LK18B	.72	.12	.107	.106	.104	1.02	1.06	1.21	.061	.047	1.16	.446	.658	-2	35	968
SK19B	.72	.12	.112	.112	.113	1.14	1.17	1.40	.052	.037	1.31	.394	.610	2	36	1055
SK20B	.72	.12	.109	.108	.105	1.05	1.17	1.36	.051	.038	1.29	.339	.569	24	34	1046
SK21B	.72	.12	.109	.108	.109	1.08	1.16	1.37	.052	.037	1.30	.398	.606	30	34	1062
SK22B	.72	.12	.110	.110	.114	1.14	1.14	1.46	.054	.033	1.37	.338	.565	35	34	1075
SK23B	.72	.12	.103	.102	.100	1.00	1.13	1.42	.052	.033	1.38	.367	.596	51	34	1088
SK24B	.72	.12	.107	.107	.104	1.03	1.16	1.43	.051	.034	1.37	.400	.626	56	34	1061
SK25B	.72	.12	.107	.105	.106	1.03	1.14	1.42	.053	.034	1.36	.368	.580	60	32	1082
SK26B	.72	.12	.115	.114	.100	.099	1.15	1.31	.056	.043	1.21	.412	.616	66	33	1066

Proevenprogramma		Gemeten golftrandvoorwaarden										N				
proef h	H _s	H _s	H _m	H _m	H _m	H _m	T _p	Som	Sop	ξ _s	γ _{HH.t}	K _f	ε	θ	σ	r
(m)	(m)	Diep (m)	H _s (m)	H _m (m)	T _m (s)	T _p (s)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(°)	(°)	(-)
LL1C	.72	.12	.150	.148	.163	.160	2.13	2.67	.021	.013	3.44	.490	.699	-5	43	1138
LL2C	.72	.12	.141	.138	.155	.151	1.66	2.05	.033	.022	2.73	.487	.684	11	54	1453
LL3C	.72	.12	.130	.127	.117	.113	1.38	1.72	.044	.028	2.38	.454	.655	5	42	1099
LL4C	.72	.12	.119	.117	.128	.125	1.22	1.45	.051	.036	2.10	.426	.635	3	37	1011
LL5C	.72	.12	.120	.115	.121	.116	1.11	1.21	.062	.053	1.75	.438	.637	3	32	919
SL6C	.72	.12	.119	.115	.121	.118	1.19	1.41	.054	.038	2.04	.431	.636	14	39	1036
SL7C	.72	.12	.130	.127	.123	.119	1.20	1.42	.058	.041	1.97	.412	.629	26	41	1028
SL8C	.72	.12	.133	.130	.133	1.33	1.19	1.35	.060	.047	1.85	.421	.625	44	47	1036
SL9C	.72	.12	.142	.140	.139	.137	1.15	1.40	.063	.046	1.86	.437	.639	57	44	1066
SL10C	.72	.12	.130	.127	.121	.123	1.16	1.39	.062	.043	1.93	.435	.640	63	38	1060
SL11C	.72	.12	.125	.122	.109	.109	1.18	1.39	.058	.041	1.96	.432	.640	620	29	1047
SL12C	.72	.12	.115	.111	.118	.115	1.13	1.42	.058	.037	2.09	.387	.593	81	26	1088
SL13C	.72	.12	.107	.104	.130	.123	1.14	1.40	.053	.035	2.14	.465	.665	90	42	1075
LK14C	.72	.12	.150	.149	.142	.138	2.11	2.83	.022	.012	3.65	.443	.674	-11	48	1148
LK15C	.72	.12	.129	.129	.137	.135	1.61	2.02	.032	.020	2.81	.465	.677	3	55	1117
LK16C	.72	.12	.123	.124	.112	.112	1.33	1.67	.045	.028	2.38	.397	.616	8	49	1140
LK17C	.72	.12	.124	.124	.118	.116	1.19	1.38	.056	.042	1.96	.403	.628	2	41	1035
LK18C	.72	.12	.115	.115	.118	.114	1.07	1.24	.064	.048	1.83	.380	.602	2	40	960
SK19C	.72	.12	.120	.119	.116	.116	1.19	1.47	.054	.036	2.12	.394	.615	6	43	1031
SK20C	.72	.12	.125	.125	.123	.123	1.20	1.42	.056	.040	2.01	.412	.628	27	44	1029
SK21C	.72	.12	.127	.127	.125	.126	1.17	1.37	.059	.043	1.92	.424	.651	44	46	1051
SK22C	.72	.12	.138	.137	.124	.122	1.19	1.38	.062	.046	1.86	.400	.621	56	45	1028
SK23C	.72	.12	.143	.140	.146	.142	1.16	1.38	.068	.048	1.82	.347	.566	57	46	1064
SK24C	.72	.12	.132	.130	.129	.128	1.16	1.40	.063	.043	1.93	.366	.591	74	42	1064
SK25C	.72	.12	.133	.130	.134	.132	1.18	1.41	.061	.043	1.93	.419	.643	63	39	1042
SK26C	.72	.12	.109	.109	.110	.108	1.13	1.36	.055	.038	2.06	.370	.590	71	39	1089

Tabel 2 Gemeten randvoorwaarden (vervolg)

Proevenprogramma						Gemeten golfvrv				Oploop										
proef	h	H _s	s _{op}	θ	σ	H _s	T _p	s _{op}	ξ _p	R _u	R _u	R _u	R _u	R _u	R _u /H _s	R _u /H _s	R _u /H _s	R _u /H _s	R _u /H _s	R _u /H _s
(m)	(m)	(-)	(°)	()	(m)	(s)	(-)	(-)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
LL1	.72	.12	.01	0	0	.147	2.61	.014	2.13	.430	.370	.322	.278	.232	2.93	2.52	2.19	1.89	1.58	
LL2	.72	.12	.02	0	0	.139	2.00	.022	1.68	.312	.281	.256	.228	.188	2.24	2.02	1.84	1.64	1.35	
LL3	.72	.12	.03	0	0	.130	1.60	.033	1.39	.290	.254	.223	.188	.158	2.23	1.95	1.72	1.45	1.22	
LL4	.72	.12	.04	0	0	.118	1.38	.040	1.25	.233	.206	.176	.156	.130	1.97	1.75	1.49	1.32	1.10	
LL5	.72	.12	.05	0	0	.123	1.23	.052	1.10	.208	.185	.158	.145	.106	1.69	1.50	1.28	1.18	.86	
LL6	.54	.12	.01	0	0	.113	2.73	.010	2.54	.363	.293	.258	.220	.168	3.21	2.59	2.28	1.95	1.49	
LL7	.54	.12	.03	0	0	.104	1.64	.025	1.59	.238	.205	.170	.158	.133	2.29	1.97	1.63	1.52	1.28	
LL8	.54	.12	.05	0	0	.109	1.21	.048	1.14	.205	.166	.153	.130	.108	1.88	1.52	1.40	1.19	.99	
LL9	.36	.12	.01	0	0	.092	3.00	.007	3.09	.281	.235	.202	.170	.136	3.05	2.55	2.20	1.85	1.48	
LL10	.36	.12	.03	0	0	.081	1.67	.019	1.83	.178	.154	.140	.125	.105	2.20	1.90	1.73	1.54	1.30	
LL11	.36	.12	.05	0	0	.101	1.23	.043	1.21	.166	.145	.121	.108	.088	1.64	1.44	1.20	1.07	.87	
LL12	.36	.06	.01	0	0	.066	1.98	.011	2.41	.133	.130	.116	.103	.083	2.02	1.97	1.76	1.56	1.26	
LL13	.36	.06	.03	0	0	.057	1.11	.030	1.45	.082	.075	.066	.055	.044	1.44	1.32	1.16	.96	.77	
LL14	.36	.06	.05	0	0	.061	.86	.053	1.09	.073	.064	.054	.047	.039	1.20	1.05	.89	.77	.64	
SL1	.72	.12	.02	10	0	.113	1.94	.019	1.80	.291	.251	.227	.205	.168	2.58	2.22	2.01	1.81	1.49	
SL2	.72	.12	.04	10	0	.116	1.38	.039	1.27	.239	.214	.193	.166	.145	2.06	1.84	1.66	1.43	1.25	
SL3	.72	.12	.01	20	0	.123	2.70	.011	2.40	.400	.330	.283	.253	.205	3.25	2.68	2.30	2.06	1.67	
SL4	.72	.12	.02	20	0	.126	1.96	.021	1.72	.288	.258	.230	.205	.169	2.29	2.05	1.83	1.63	1.34	
SL5	.72	.12	.03	20	0	.126	1.64	.030	1.44	.248	.213	.188	.166	.139	1.97	1.69	1.49	1.32	1.10	
SL6	.72	.12	.04	20	0	.120	1.38	.040	1.24	.208	.188	.166	.148	.121	1.73	1.57	1.38	1.23	1.01	
SL7	.72	.12	.05	20	0	.118	1.22	.051	1.11	.183	.161	.146	.131	.115	1.55	1.36	1.24	1.11	.97	
SL8	.72	.12	.02	30	0	.124	1.95	.021	1.73	.271	.241	.216	.198	.166	2.19	1.94	1.74	1.60	1.34	
SL9	.72	.12	.04	30	0	.124	1.39	.041	1.23	.205	.188	.166	.150	.130	1.65	1.52	1.34	1.21	1.05	
SL10	.72	.12	.01	40	0	.124	2.92	.009	2.59	.350	.300	.258	.228	.188	2.82	2.42	2.08	1.84	1.52	
SL11	.72	.12	.02	40	0	.130	1.98	.021	1.71	.266	.245	.220	.200	.173	2.05	1.88	1.69	1.54	1.33	
SL12	.72	.12	.03	40	0	.135	1.64	.032	1.39	.243	.225	.209	.190	.170	1.80	1.67	1.55	1.41	1.26	
SL13	.72	.12	.04	40	0	.127	1.40	.042	1.23	.198	.180	.165	.149	.129	1.56	1.42	1.30	1.17	1.02	
SL14	.72	.12	.05	40	0	.129	1.23	.055	1.07	.168	.158	.144	.130	.113	1.30	1.22	1.12	1.01	.88	
SL15	.72	.12	.02	50	0	.117	1.92	.020	1.75	.238	.216	.200	.181	.159	2.03	1.85	1.71	1.55	1.36	
SL16	.72	.12	.04	50	0	.121	1.38	.041	1.24	.170	.160	.145	.131	.115	1.40	1.32	1.20	1.08	.95	
SL17	.72	.12	.02	60	0	.149	1.91	.026	1.55	.216	.200	.175	.160	.133	1.45	1.34	1.17	1.07	.89	
SL18	.72	.12	.04	60	0	.148	1.43	.046	1.16	.169	.151	.134	.125	.109	1.14	1.02	.91	.84	.74	
SL19	.36	.12	.02	20	0	.110	1.97	.018	1.85	.219	.189	.173	.158	.129	1.99	1.72	1.57	1.44	1.17	
SL20	.36	.12	.04	20	0	.113	1.40	.037	1.30	.193	.170	.148	.130	.113	1.71	1.50	1.31	1.15	1.00	
SL21	.36	.12	.02	40	0	.120	1.87	.022	1.69	.219	.190	.166	.145	.123	1.83	1.58	1.38	1.21	1.03	
SL22	.36	.12	.04	40	0	.124	1.42	.039	1.26	.170	.160	.140	.128	.113	1.37	1.29	1.13	1.03	.91	
SL23	.72	.12	.02	70	0	.131	1.94	.022	1.67	.200	.178	.160	.144	.120	1.53	1.36	1.22	1.10	.92	
SL24	.72	.12	.04	70	0	.136	1.39	.045	1.18	.135	.116	.103	.090	.076	.99	.85	.76	.66	.56	
SL25	.72	.12	.02	80	0	.121	1.91	.021	1.71	.190	.166	.150	.133	.116	1.57	1.37	1.24	1.10	.96	
SL26	.72	.12	.04	80	0	.126	1.41	.041	1.24	.134	.126	.115	.105	.088	1.06	1.00	.91	.83	.70	
SL27	.72	.12	.01	10	0	.129	2.73	.011	2.37	.344	.293	.255	.221	.188	2.67	2.27	1.98	1.71	1.46	
SL28	.72	.12	.03	10	0	.117	1.66	.027	1.52	.250	.215	.198	.169	.137	2.14	1.84	1.69	1.44	1.17	
SL29	.72	.12	.05	10	0	.114	1.22	.049	1.13	.178	.165	.144	.125	.104	1.56	1.45	1.26	1.10	.91	
SL30	.72	.12	.02	5	0	.120	1.99	.019	1.79	.260	.237	.215	.194	.164	2.17	1.98	1.79	1.62	1.37	
SL31	.72	.12	.04	5	0	.114	1.40	.037	1.29	.235	.200	.171	.150	.121	2.06	1.75	1.50	1.32	1.06	
SL32	.72	.12	.02	15	0	.108	1.98	.018	1.88	.283	.248	.220	.200	.168	2.62	2.30	2.04	1.85	1.56	
SL33	.72	.12	.04	15	0	.114	1.40	.037	1.29	.210	.185	.161	.140	.119	1.84	1.62	1.41	1.23	1.04	

Tabel 3 Gemeten olopgegevens

Proevenprogramma proef	h (m)	H _s (m)	s _{op} (-)	θ (°)	σ (°)	Gemeten golfvrv				Oploop									
						H _s Diep	T _p (s)	s _{op} (-)	ξ _p (-)	R _u .5%	R _u 2%	R _u 5%	R _u 10%	R _u 20%	R _u /H _s .5%	R _u /H _s 2%	R _u /H _s 5%	R _u /H _s 10%	R _u /H _s 20%
						(m)	(s)	(-)	(-)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
LK1	.72	.12	.02	0	12	.140	1.99	.023	1.66	.363	.305	.266	.230	.185	2.59	2.18	1.90	1.64	1.32
LK2	.72	.12	.04	0	12	.121	1.40	.040	1.26	.223	.200	.175	.158	.128	1.84	1.65	1.45	1.31	1.06
LK3	.72	.12	.01	0	32	.154	2.64	.014	2.10	.435	.363	.315	.273	.218	2.82	2.36	2.05	1.77	1.42
LK4	.72	.12	.02	0	32	.115	1.87	.021	1.72	.285	.235	.205	.178	.150	2.48	2.04	1.78	1.55	1.30
LK5	.72	.12	.03	0	32	.105	1.57	.027	1.51	.215	.179	.160	.139	.123	2.05	1.70	1.52	1.32	1.17
LK6	.72	.12	.04	0	32	.114	1.40	.037	1.29	.222	.188	.165	.145	.118	1.95	1.65	1.45	1.27	1.04
LK7	.72	.12	.05	0	32	.118	1.23	.050	1.12	.180	.161	.144	.123	.100	1.53	1.36	1.22	1.04	.85
LK8	.72	.12	.02	0	25	.135	1.95	.023	1.66	.304	.270	.239	.210	.179	2.25	2.00	1.77	1.56	1.33
LK9	.72	.12	.04	0	25	.110	1.38	.037	1.30	.217	.184	.163	.146	.123	1.97	1.67	1.48	1.33	1.12
LK10	.72	.12	.02	0	43	.112	1.95	.019	1.82	.248	.218	.198	.173	.146	2.21	1.95	1.77	1.54	1.30
LK11	.72	.12	.04	0	43	.129	1.38	.043	1.20	.215	.188	.163	.148	.121	1.67	1.46	1.26	1.15	.94
LK12	.36	.12	.02	0	32	.105	1.97	.017	1.90	.238	.216	.200	.166	.138	2.27	2.06	1.90	1.58	1.31
LK13	.36	.12	.04	0	32	.120	1.31	.045	1.18	.210	.183	.157	.134	.109	1.75	1.53	1.31	1.12	.91
SK1	.72	.12	.02	10	32	.109	1.99	.018	1.88	.258	.229	.200	.175	.149	2.37	2.10	1.83	1.61	1.37
SK2	.72	.12	.04	10	32	.123	1.40	.040	1.25	.210	.193	.170	.130	.121	1.71	1.57	1.38	1.06	.98
SK3	.72	.12	.01	20	32	.123	2.72	.011	2.42	.336	.285	.249	.220	.190	2.73	2.32	2.02	1.79	1.54
SK4	.72	.12	.02	20	32	.136	1.92	.024	1.63	.296	.255	.225	.208	.175	2.18	1.88	1.65	1.53	1.29
SK5	.72	.12	.03	20	32	.117	1.60	.029	1.46	.225	.202	.175	.160	.130	1.92	1.73	1.50	1.37	1.11
SK6	.72	.12	.04	20	32	.127	1.49	.037	1.31	.210	.180	.164	.140	.123	1.65	1.42	1.29	1.10	.97
SK7	.72	.12	.05	20	32	.120	1.29	.046	1.16	.165	.143	.127	.112	.090	1.38	1.19	1.06	.93	.75
SK8	.72	.12	.02	30	32	.116	1.94	.020	1.78	.265	.221	.204	.181	.156	2.28	1.91	1.76	1.56	1.34
SK9	.72	.12	.04	30	32	.113	1.39	.037	1.29	.181	.160	.148	.130	.110	1.60	1.42	1.31	1.15	.97
SK10	.72	.12	.01	40	32	.106	2.73	.009	2.62	.250	.232	.181	.161	.131	2.36	2.19	1.71	1.52	1.24
SK11	.72	.12	.02	40	32	.124	1.96	.021	1.74	.268	.225	.208	.194	.156	2.16	1.81	1.68	1.56	1.26
SK12	.72	.12	.03	40	32	.120	1.59	.030	1.43	.221	.193	.169	.154	.129	1.84	1.61	1.41	1.28	1.08
SK13	.72	.12	.04	40	32	.122	1.42	.039	1.27	.200	.174	.149	.128	.108	1.64	1.43	1.22	1.05	.89
SK14	.72	.12	.05	40	32	.121	1.20	.054	1.08	.165	.150	.128	.116	.100	1.36	1.24	1.06	.96	.83
SK15	.72	.12	.02	50	32	.133	1.92	.023	1.64	.249	.223	.206	.180	.155	1.87	1.68	1.55	1.35	1.17
SK16	.72	.12	.04	50	32	.119	1.39	.039	1.26	.196	.170	.150	.127	.110	1.65	1.43	1.26	1.07	.92
SK17	.72	.12	.02	60	32	.124	2.02	.019	1.79	.243	.213	.200	.179	.153	1.96	1.72	1.61	1.44	1.23
SK18	.72	.12	.04	60	32	.132	1.39	.044	1.19	.180	.152	.136	.122	.103	1.36	1.15	1.03	.92	.78
SK19	.72	.12	.02	20	43	.116	1.96	.019	1.80	.236	.215	.195	.164	.136	2.03	1.85	1.68	1.41	1.17
SK20	.72	.12	.04	20	43	.106	1.35	.037	1.29	.185	.160	.139	.112	.103	1.75	1.51	1.31	1.06	.97
SK21	.72	.12	.02	20	25	.114	1.97	.019	1.82	.277	.243	.221	.198	.163	2.43	2.13	1.94	1.74	1.43
SK22	.72	.12	.04	20	25	.111	1.39	.037	1.30	.213	.172	.153	.131	.111	1.92	1.55	1.38	1.18	1.00
SK23	.72	.12	.02	20	12	.119	1.98	.019	1.79	.285	.259	.230	.206	.165	2.39	2.18	1.93	1.73	1.39
SK24	.72	.12	.04	20	12	.114	1.39	.038	1.29	.205	.176	.156	.135	.114	1.80	1.54	1.37	1.18	1.00
SK25	.72	.12	.02	40	43	.118	1.95	.020	1.77	.254	.228	.205	.181	.153	2.15	1.93	1.74	1.53	1.30
SK26	.72	.12	.04	40	43	.116	1.41	.037	1.29	.178	.160	.141	.126	.105	1.53	1.38	1.22	1.09	.91
SK27	.72	.12	.02	40	25	.131	1.96	.022	1.69	.258	.229	.205	.180	.149	1.97	1.75	1.56	1.37	1.14
SK28	.72	.12	.04	40	25	.128	1.38	.043	1.20	.194	.175	.159	.133	.110	1.52	1.37	1.24	1.04	.86
SK29	.72	.12	.02	40	12	.134	1.98	.022	1.69	.265	.235	.212	.200	.168	1.98	1.75	1.58	1.49	1.25
SK30	.72	.12	.04	40	12	.132	1.42	.042	1.22	.185	.165	.153	.138	.119	1.40	1.25	1.16	1.05	.90
SK31	.36	.12	.02	20	32	.110	1.98	.018	1.86	.259	.236	.211	.193	.158	2.35	2.15	1.92	1.75	1.44
SK32	.36	.12	.04	20	32	.115	1.41	.037	1.30	.210	.175	.158	.139	.115	1.83	1.52	1.37	1.21	1.00
SK33	.36	.12	.02	40	32	.115	2.02	.018	1.86	.268	.220	.200	.173	.144	2.33	1.91	1.74	1.50	1.25
SK34	.36	.12	.04	40	32	.117	1.41	.038	1.29	.195	.171	.158	.135	.113	1.67	1.46	1.35	1.15	.97
SK35	.72	.12	.02	70	32	.113	1.93	.019	1.79	.233	.208	.186	.168	.136	2.06	1.84	1.65	1.49	1.20
SK36	.72	.12	.04	70	32	.111	1.36	.038	1.27	.175	.158	.140	.123	.104	1.58	1.42	1.26	1.11	.94
SK37	.72	.12	.02	80	32	.104	1.91	.018	1.85	.218	.205	.183	.158	.130	2.10	1.97	1.76	1.52	1.25
SK38	.72	.12	.04	80	32	.104	1.42	.033	1.37	.150	.135	.121	.106	.088	1.44	1.30	1.16	1.02	.85

Proevenprogramma proef	h (m)	H _s (m)	s _{op} (-)	θ (°)	σ (°)	Gemeten golfvrv				Oploop									
						H _s Diep	T _p (s)	s _{op} (-)	ξ _p (-)	R _u .5%	R _u 2%	R _u 5%	R _u 10%	R _u 20%	R _u /H _s .5%	R _u /H _s 2%	R _u /H _s 5%	R _u /H _s 10%	R _u /H _s 20%
						(m)	(s)	(-)	(-)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
SL3A	.72	.12	.01	20	0	.131	2.70	.012	2.33	.385	.315	.268	.235	.200	2.94	2.40	2.05	1.79	1.53
SL6A	.72	.12	.04	20	0	.119	1.39	.039	1.26	.198	.175	.155	.134	.110	1.66	1.47	1.30	1.13	.92
SL10A	.72	.12	.01	40	0	.124	2.78	.010	2.47	.316	.263	.226	.200	.169	2.55	2.12	1.82	1.61	1.36
SL13A	.72	.12	.04	40	0	.134	1.41	.043	1.20	.194	.170	.154	.139	.121	1.45	1.27	1.15	1.04	.90
SL18A	.72	.12	.04	60	0	.153	1.41	.049	1.13	.150	.136	.125	.113	.100	.98	.89	.82	.74	.65
SL26A	.72	.12	.04	80	0	.119	1.41	.038	1.28	.123	.113	.100	.089	.075	1.03	.95	.84	.75	.63
LK6A	.72	.12	.04	0	32	.100	1.36	.035	1.34	.184	.160	.136	.119	.100	1.84	1.60	1.36	1.19	1.00
SK2A	.72	.12	.04	10	32	.111	1.39	.037	1.30	.198	.175	.159	.140	.115	1.78	1.58	1.43	1.26	1.04

Tabel 3 Gemeten oploopgegevens (vervolg)

Proevenprogramma					Gemeten golftrw					Oploop												
proef	h	H _s	S _{op}	θ	σ	H _s Diep	T _p	S _{op}	ξ _p	R _u	R _u 2%	R _u 5%	R _u 10%	R _u 20%	R _u /H _s	R _u /H _s	R _u /H _s	R _u /H _s	R _u /H _s	R _u /H _s	R _u /H _s	
(m)	(m)	(-)	(°)	(°)	(°)	(m)	(s)	(-)	(-)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
L11B	.72	.12	.01	0	0	.113	2.64	.010	2.45	.263	.220	.194	.163	.130	2.33	1.95	1.72	1.44	1.15			
L12B	.72	.12	.02	0	0	.124	1.92	.022	1.70	.213	.185	.160	.140	.120	1.72	1.49	1.29	1.13	.97			
L13C	.72	.12	.03	0	0	.121	1.61	.030	1.45	.168	.150	.138	.123	.104	1.39	1.24	1.14	1.02	.86			
L14B	.72	.12	.04	0	0	.115	1.41	.037	1.30	.140	.125	.115	.103	.083	1.22	1.09	1.00	.90	.72			
L15B	.72	.12	.05	0	0	.119	1.24	.050	1.12	.145	.124	.108	.093	.076	1.22	1.04	.91	.78	.64			
L16B	.72	.12	.04	0	0	.111	1.39	.037	1.30	.138	.126	.114	.100	.083	1.26	1.08	.97	.87	.72			
L17B	.72	.12	.04	0	0	.115	1.36	.040	1.25	.145	.126	.114	.100	.083	1.26	1.10	.99	.87	.72			
L18B	.72	.12	.04	0	0	.114	1.40	.037	1.29	.129	.118	.105	.094	.079	1.03	.94	.84	.75	.63			
L19B	.72	.12	.04	0	0	.125	1.40	.041	1.24	.119	.108	.100	.089	.073	1.04	.95	.88	.78	.64			
L110B	.72	.12	.04	0	0	.119	1.39	.039	1.26	.119	.108	.100	.089	.073	1.04	.95	.88	.78	.64			
L111B	.72	.12	.04	0	0	.119	1.39	.039	1.26	.119	.108	.100	.089	.073	1.04	.95	.88	.78	.64			
L112B	.72	.12	.04	0	0	.132	1.41	.043	1.21	.086	.071	.063	.053	.044	.65	.54	.48	.40	.33			
L113B	.72	.12	.04	0	0	.106	1.39	.035	1.33	.070	.059	.050	.043	.034	.66	.56	.47	.41	.32			
LK148	.72	.12	.01	0	0	.101	2.78	.008	2.73	.210	.181	.160	.140	.115	2.08	1.79	1.58	1.39	1.14			
LK15B	.72	.12	.02	0	0	.096	1.91	.017	1.92	.164	.143	.122	.108	.089	1.71	1.49	1.27	1.13	.93			
LK16B	.72	.12	.03	0	0	.102	1.57	.027	1.53	.140	.121	.109	.096	.081	1.37	1.19	1.07	.94	.79			
LK17B	.72	.12	.04	0	0	.105	1.40	.034	1.35	.125	.105	.093	.083	.071	1.19	1.00	.89	.79	.68			
LK18B	.72	.12	.05	0	0	.112	1.21	.047	1.16	.109	.096	.085	.075	.063	1.02	.90	.79	.70	.59			
LK19B	.72	.12	.04	0	0	.117	1.40	.037	1.31	.121	.109	.096	.086	.073	1.08	.97	.86	.77	.65			
SK20B	.72	.12	.04	0	0	.109	1.36	.038	1.29	.118	.104	.094	.083	.070	1.08	.95	.85	.76	.64			
SK21B	.72	.12	.04	0	0	.109	1.37	.037	1.30	.118	.104	.093	.083	.070	1.08	.95	.85	.76	.64			
SK22B	.72	.12	.04	0	0	.110	1.46	.033	1.37	.125	.105	.093	.080	.068	1.14	.95	.85	.73	.62			
SK23B	.72	.12	.04	0	0	.103	1.42	.033	1.38	.110	.100	.089	.078	.063	1.07	.97	.86	.76	.61			
SK24B	.72	.12	.04	0	0	.107	1.43	.034	1.37	.104	.096	.085	.074	.059	1.07	.90	.79	.69	.55			
SK25B	.72	.12	.04	0	0	.107	1.42	.034	1.36	.104	.094	.083	.073	.059	1.04	.88	.78	.68	.55			
SK26B	.72	.12	.04	0	0	.115	1.31	.043	1.21	.096	.085	.075	.064	.050	.83	.74	.65	.56	.43			

Proevenprogramma					Gemeten golftrw					Oploop												
proef	h	H _s	S _{op}	θ	σ	H _s Diep	T _p	S _{op}	ξ _p	R _u	R _u 2%	R _u 5%	R _u 10%	R _u 20%	R _u /H _s	R _u /H _s	R _u /H _s	R _u /H _s	R _u /H _s	R _u /H _s	R _u /H _s	
(m)	(m)	(-)	(°)	(°)	(°)	(m)	(s)	(-)	(-)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
L11C	.72	.12	.01	0	0	.150	2.67	.013	3.44	.390	.334	.279	.239	.191	2.60	2.23	1.86	1.59	1.27			
L12C	.72	.12	.02	0	0	.141	2.05	.022	2.73	.419	.343	.300	.259	.216	2.97	2.43	2.13	1.84	1.53			
L13C	.72	.12	.03	0	0	.130	1.72	.028	2.38	.365	.313	.269	.240	.196	2.81	2.41	2.07	1.85	1.51			
L14C	.72	.12	.04	0	0	.119	1.45	.036	2.10	.300	.250	.221	.194	.158	2.52	2.10	1.86	1.63	1.33			
L15C	.72	.12	.05	0	0	.120	1.21	.053	1.75	.260	.228	.196	.170	.145	2.17	1.90	1.63	1.42	1.21			
L16C	.72	.12	.04	0	0	.119	1.41	.038	2.04	.315	.261	.224	.191	.156	2.65	2.19	1.88	1.61	1.31			
L17C	.72	.12	.04	0	0	.130	1.42	.041	1.97	.320	.269	.241	.210	.170	2.46	2.07	1.85	1.62	1.31			
L18C	.72	.12	.04	0	0	.133	1.35	.047	1.85	.315	.275	.253	.220	.185	2.37	2.07	1.90	1.65	1.39			
L19C	.72	.12	.04	0	0	.142	1.40	.046	1.86	.273	.250	.225	.198	.164	1.92	1.76	1.58	1.39	1.15			
SL10C	.72	.12	.04	0	0	.130	1.39	.043	1.93	.222	.200	.180	.161	.140	1.71	1.54	1.38	1.24	1.08			
SL11C	.72	.12	.04	0	0	.125	1.39	.041	1.96	.190	.169	.150	.133	.115	1.52	1.35	1.20	1.06	.92			
SL12C	.72	.12	.04	0	0	.115	1.42	.037	2.09	.156	.141	.130	.120	.100	1.36	1.23	1.13	1.04	.87			
SL13C	.72	.12	.04	0	0	.107	1.40	.035	2.14	.175	.150	.135	.124	.105	1.64	1.40	1.26	1.16	.98			
LK14C	.72	.12	.01	0	0	.150	2.83	.012	3.65	.348	.306	.268	.235	.194	2.32	2.04	1.79	1.57	1.29			
LK15C	.72	.12	.02	0	0	.129	2.02	.020	2.81	.340	.284	.246	.214	.174	2.64	2.20	1.91	1.66	1.35			
LK16C	.72	.12	.03	0	0	.123	1.67	.028	2.38	.338	.288	.248	.210	.169	2.75	2.34	2.02	1.71	1.37			
LK17C	.72	.12	.04	0	0	.124	1.38	.042	1.96	.280	.238	.210	.180	.145	2.26	1.92	1.69	1.45	1.17			
LK18C	.72	.12	.05	0	0	.115	1.24	.048	1.83	.266	.230	.191	.164	.139	2.31	2.00	1.66	1.43	1.21			
SK19C	.72	.12	.04	0	0	.120	1.47	.036	2.12	.285	.245	.205	.170	.140	2.38	2.04	1.71	1.48	1.22			
SK20C	.72	.12	.04	0	0	.125	1.42	.040	2.01	.275	.249	.217	.185	.153	2.20	2.00	1.84	1.62	1.43			
SK21C	.72	.12	.04	0	0	.127	1.37	.043	1.92	.272	.234	.206	.181	.153	2.14	1.84	1.62	1.43	1.20			
SK22C	.72	.12	.04	0	0	.138	1.38	.046	1.86	.274	.250	.215	.183	.149	1.99	1.81	1.56	1.33	1.08			
SK23C	.72	.12	.04	0	0	.143	1.38	.048	1.82	.275	.254	.226	.195	.159	1.92	1.78	1.58	1.36	1.11			
SK24C	.72	.12	.04	0	0	.132	1.40	.043	1.93	.250	.216	.191	.164	.138	1.89	1.64	1.45	1.24	1.05			
SK25C	.72	.12	.04	0	0	.133	1.41	.043	1.93	.223	.196	.174	.152	.125	1.68	1.47	1.31	1.14	.94			
SK26C	.72	.12	.04	0	0	.109	1.36	.038	2.06	.195	.169	.145	.129	.110	1.79	1.55	1.33	1.18	1.01			

Tabel 3 Gemeten oploopgegevens (vervolg)

Proevenprogramma		H _s Sop		Θ	σ	Gemeten golfvrv			Hoge kruin		Lage kruin		
proef	h	H _s	Sop	(°)	(°)	H _s	T _p	Sop	ξ _p	Kruin Op- loop slag	q	Kruin Op- loop slag	q
(m)	(m)	(m)	(-)	(°)	(°)	(m)	(s)	(-)	(-)	(m)	(%)	(m)	(%/sm)
LL1B	.72	.12	.01	0	0	.113	2.64	.010	2.45	.15	14.0	17.0	.22680
LL2B	.72	.12	.02	0	0	.124	1.92	.022	1.70	.15	7.0	16.1	.07460
LL3B	.72	.12	.03	0	0	.121	1.61	.030	1.45	.15	2.0	8.8	.02560
LL4B	.72	.12	.04	0	0	.115	1.41	.037	1.30	.15	.3	2.7	.00570
LL5B	.72	.12	.05	0	0	.119	1.24	.050	1.12	.15	.3	2.6	.00380
SL6B	.72	.12	.04	10	0	.111	1.39	.037	1.30	.15	1.1	2.6	.00640
SL7B	.72	.12	.04	20	0	.115	1.36	.040	1.25	.15	.3	2.8	.00610
SL8B	.72	.12	.04	30	0	.114	1.40	.037	1.29	.15	0	2.8	.00390
SL9B	.72	.12	.04	40	0	.125	1.40	.041	1.24	.15	0	.5	.00035
SL10B	.72	.12	.04	50	0	.114	1.40	.037	1.29	.15	0	0	.00000
SL11B	.72	.12	.04	60	0	.119	1.39	.039	1.26	.15	0	0	.00000
SL12B	.72	.12	.04	70	0	.132	1.41	.043	1.21	.15	0	0	.00000
SL13B	.72	.12	.04	80	0	.106	1.39	.035	1.33	.15	0	0	.00000
LK14B	.72	.12	.01	0	32	.101	2.78	.008	2.73	.15	7.0	13.0	.10890
LK15B	.72	.12	.02	0	32	.096	1.91	.017	1.92	.15	1.4	7.5	.02660
LK16B	.72	.12	.03	0	32	.102	1.57	.027	1.53	.15	.3	3.7	.01190
LK17B	.72	.12	.04	0	32	.105	1.40	.034	1.35	.15	0	.7	.00180
LK18B	.72	.12	.05	0	32	.107	1.21	.047	1.16	.15	0	.2	.00021
SK19B	.72	.12	.04	10	32	.112	1.40	.037	1.31	.15	0	1.4	.00380
SK20B	.72	.12	.04	20	32	.109	1.36	.038	1.29	.15	0	1.7	.00400
SK21B	.72	.12	.04	30	32	.110	1.46	.037	1.30	.15	0	1.4	.00320
SK22B	.72	.12	.04	40	32	.110	1.46	.033	1.37	.15	0	1.4	.00290
SK23B	.72	.12	.04	50	32	.103	1.42	.033	1.38	.15	0	.8	.00035
SK24B	.72	.12	.04	60	32	.107	1.43	.034	1.37	.15	0	.7	.00280
SK25B	.72	.12	.04	70	32	.107	1.42	.034	1.36	.15	0	.2	.00035
SK26B	.72	.12	.04	80	32	.115	1.31	.043	1.21	.15	0	0	.00000

Proevenprogramma		H _s Sop		Θ	σ	Gemeten golfvrv			Hoge kruin		Lage kruin		
proef	h	H _s	Sop	(°)	(°)	H _s	T _p	Sop	ξ _p	Kruin Op- loop slag	q	Kruin Op- loop slag	q
(m)	(m)	(m)	(-)	(°)	(°)	(m)	(s)	(-)	(-)	(m)	(%)	(m)	(%/sm)
LL1C	.72	.12	.01	0	0	.150	2.67	.013	3.44	.30	3.5	1.7	.01470
LL2C	.72	.12	.02	0	0	.141	2.05	.022	2.73	.30	5.0	4.2	.02290
LL3C	.72	.12	.03	0	0	.130	1.72	.028	2.38	.30	3.0	2.9	.02000
LL4C	.72	.12	.04	0	0	.119	1.45	.036	2.10	.30	.5	2.1	.00730
LL5C	.72	.12	.05	0	0	.120	1.21	.053	1.75	.30	0	1.3	.00620
SL6C	.72	.12	.04	10	0	.119	1.41	.038	2.04	.30	.7	1.4	.00484
SL7C	.72	.12	.04	20	0	.130	1.42	.041	1.97	.30	.8	2.4	.01210
SL8C	.72	.12	.04	30	0	.133	1.35	.047	1.85	.30	.7	.7	.00145
SL9C	.72	.12	.04	40	0	.142	1.40	.046	1.86	.30	0	0	.00017
SL10C	.72	.12	.04	50	0	.130	1.39	.043	1.93	.30	0	0	.00000
SL11C	.72	.12	.04	60	0	.125	1.39	.041	1.96	.30	0	0	.00000
SL12C	.72	.12	.04	70	0	.115	1.42	.037	2.09	.30	0	0	.00000
SL13C	.72	.12	.04	80	0	.107	1.40	.035	2.14	.30	0	0	.00000
LK14C	.72	.12	.01	0	32	.150	2.83	.012	3.65	.30	2.5	4.2	.04660
LK15C	.72	.12	.02	0	32	.129	2.02	.020	2.81	.30	1.3	4.3	.02720
LK16C	.72	.12	.03	0	32	.123	1.67	.028	2.38	.30	1.4	7.2	.05260
LK17C	.72	.12	.04	0	32	.124	1.38	.042	1.96	.30	2.5	2.3	.00972
LK18C	.72	.12	.05	0	32	.115	1.24	.048	1.83	.30	.2	1.1	.00284
SK19C	.72	.12	.04	10	32	.120	1.47	.036	2.12	.30	.4	2.5	.01360
SK20C	.72	.12	.04	20	32	.125	1.42	.040	2.01	.30	0	3.0	.01090
SK21C	.72	.12	.04	30	32	.127	1.37	.043	1.92	.30	.2	1.1	.00287
SK22C	.72	.12	.04	40	32	.138	1.38	.046	1.86	.30	.2	.6	.00088
SK23C	.72	.12	.04	50	32	.143	1.38	.048	1.82	.30	.1	1.3	.00288
SK24C	.72	.12	.04	60	32	.132	1.40	.043	1.93	.30	0	.6	.00084
SK25C	.72	.12	.04	70	32	.133	1.41	.043	1.93	.30	0	0	.00029
SK26C	.72	.12	.04	80	32	.109	1.36	.038	2.06	.30	0	0	.00000

Tabel 4 Gemeten overslaggegevens (vervolg)

proef	h (m)	H _s (m)	s _{op} (-)	θ (°)	σ (°)	Oploop INTERPOLATIES				
						R _u /H _s	R _u /H _s	R _u /H _s	R _u /H _s	R _u /H _s
						5%	2%	5%	10%	20%
(-)	(-)	(-)	(-)	(-)						
LL1	.72	.12	.01	.00	.00	3.23	2.74	2.35	2.01	1.68
LL2	.72	.12	.02	.00	.00	2.43	2.16	1.94	1.71	1.41
LL3	.72	.12	.03	.00	.00	2.23	1.97	1.75	1.49	1.25
LL4	.72	.12	.04	.00	.00	1.97	1.74	1.49	1.32	1.10
LL5	.72	.12	.05	.00	.00	1.74	1.55	1.32	1.20	.90
LL6	.54	.12	.01	.00	.00	3.20	2.58	2.27	1.94	1.48
LL7	.54	.12	.03	.00	.00	2.20	1.87	1.58	1.45	1.21
LL8	.54	.12	.05	.00	.00	1.84	1.48	1.38	1.16	.96
LL9	.36	.12	.01	.00	.00	2.81	2.37	2.06	1.76	1.43
LL10	.36	.12	.03	.00	.00	1.94	1.68	1.48	1.32	1.10
LL11	.36	.12	.05	.00	.00	1.48	1.30	1.04	.93	.74
LL12	.36	.06	.01	.00	.00	2.04	2.00	1.78	1.59	1.28
LL13	.36	.06	.03	.00	.00	1.44	1.31	1.15	.96	.77
LL14	.36	.06	.05	.00	.00	1.23	1.08	.92	.79	.66
SL1	.72	.12	.02	10.00	.00	2.56	2.21	2.00	1.80	1.48
SL2	.72	.12	.04	10.00	.00	2.04	1.83	1.65	1.41	1.24
SL3	.72	.12	.01	20.00	.00	3.33	2.73	2.34	2.09	1.69
SL4	.72	.12	.02	20.00	.00	2.38	2.11	1.87	1.67	1.37
SL5	.72	.12	.03	20.00	.00	1.97	1.69	1.49	1.32	1.10
SL6	.72	.12	.04	20.00	.00	1.74	1.57	1.39	1.24	1.01
SL7	.72	.12	.05	20.00	.00	1.57	1.38	1.25	1.12	.98
SL8	.72	.12	.02	30.00	.00	2.21	1.96	1.76	1.61	1.35
SL9	.72	.12	.04	30.00	.00	1.68	1.54	1.36	1.23	1.06
SL10	.72	.12	.01	40.00	.00	2.78	2.39	2.06	1.82	1.51
SL11	.72	.12	.02	40.00	.00	2.13	1.94	1.73	1.57	1.35
SL12	.72	.12	.03	40.00	.00	1.85	1.71	1.58	1.43	1.27
SL13	.72	.12	.04	40.00	.00	1.60	1.46	1.34	1.21	1.06
SL14	.72	.12	.05	40.00	.00	1.39	1.29	1.18	1.07	.93
SL15	.72	.12	.02	50.00	.00	2.04	1.86	1.72	1.55	1.37
SL16	.72	.12	.04	50.00	.00	1.43	1.34	1.22	1.10	.97
SL17	.72	.12	.02	60.00	.00	1.54	1.44	1.26	1.14	.94
SL18	.72	.12	.04	60.00	.00	1.24	1.12	.99	.92	.79
SL19	.36	.12	.02	20.00	.00	1.96	1.70	1.55	1.41	1.16
SL20	.36	.12	.04	20.00	.00	1.66	1.47	1.27	1.10	.97
SL21	.36	.12	.02	40.00	.00	1.88	1.62	1.41	1.23	1.04
SL22	.36	.12	.04	40.00	.00	1.36	1.28	1.12	1.03	.91
SL23	.72	.12	.02	70.00	.00	1.58	1.41	1.27	1.14	.95
SL24	.72	.12	.04	70.00	.00	1.11	.97	.86	.76	.64
SL25	.72	.12	.02	80.00	.00	1.60	1.40	1.26	1.12	.98
SL26	.72	.12	.04	80.00	.00	1.08	1.01	.92	.84	.71
SL27	.72	.12	.01	10.00	.00	2.70	2.30	2.00	1.73	1.48
SL28	.72	.12	.03	10.00	.00	2.06	1.79	1.64	1.40	1.14
SL29	.72	.12	.05	10.00	.00	1.54	1.43	1.25	1.08	.90
SL30	.72	.12	.02	5.00	.00	2.16	1.97	1.78	1.61	1.36
SL31	.72	.12	.04	5.00	.00	2.05	1.72	1.46	1.27	1.01
SL32	.72	.12	.02	15.00	.00	2.53	2.22	1.96	1.78	1.49
SL33	.72	.12	.04	15.00	.00	1.73	1.53	1.33	1.14	.97

Tabel 5 Geïnterpoleerde oploopgegevens

Proevenprogramma						Gemeten golfvrv				Hoge kruin				Lage kruin			
proef	h	H _s	s _{op}	θ	σ	H _s	T _p	s _{op}	ξ _p	Kruin	Op-	Over-	q	Kruin	Op-	Over-	q
(m)	(m)	(-)	(°)	(°)	(m)	(s)	(-)	(-)	(m)	(%)	(%)	(1/sm)	(m)	(%)	(%)	(1/sm)	
LL1	.72	.12	.01	0	0	.147	2.61	.014	2.13	.24	18.0	25.2	.57500	.15	44.0	54.4	1.36100
LL2	.72	.12	.02	0	0	.139	2.00	.022	1.68	.24	8.0	8.6	.11900	.15	34.0	30.7	.67800
LL3	.72	.12	.03	0	0	.130	1.60	.033	1.39	.24	3.5	6.1	.06200	.15	23.0	28.6	.32100
LL4	.72	.12	.04	0	0	.118	1.38	.040	1.25	.24	.4	1.2	.01000	.15	12.0	13.6	.12400
LL5	.72	.12	.05	0	0	.123	1.23	.052	1.10	.24	.0	.2	.00031	.15	7.0	5.5	.07200
LL6	.54	.12	.01	0	0	.113	2.73	.010	2.54	.42	.0	.0	.00000	.33	.0	1.4	.01200
LL7	.54	.12	.03	0	0	.104	1.64	.025	1.59	.42	.0	.0	.00000	.33	.0	.0	.00000
LL8	.54	.12	.05	0	0	.109	1.21	.048	1.14	.42	.0	.0	.00000	.33	.0	.0	.00000
LL9	.36	.12	.01	0	0	.092	3.00	.007	3.09	.60	.0	.0	.00000	.51	.0	.0	.00000
LL10	.36	.12	.03	0	0	.081	1.67	.019	1.83	.60	.0	.0	.00000	.51	.0	.0	.00000
LL11	.36	.12	.05	0	0	.101	1.23	.043	1.21	.60	.0	.0	.00000	.51	.0	.0	.00000
LL12	.36	.06	.01	0	0	.066	1.98	.011	2.41	.60	.0	.0	.00000	.51	.0	.0	.00000
LL13	.36	.06	.03	0	0	.057	1.11	.030	1.45	.60	.0	.0	.00000	.51	.0	.0	.00000
LL14	.36	.06	.05	0	0	.061	.86	.053	1.09	.60	.0	.0	.00000	.51	.0	.0	.00000
SL1	.72	.12	.02	10	0	.113	1.94	.019	1.80	.24	4.0	4.7	.01740	.15	26.0	4.5	.60500
SL2	.72	.12	.04	10	0	.116	1.38	.039	1.27	.24	.5	.7	.00300	.15	16.5	16.1	.11300
SL3	.72	.12	.01	20	0	.123	2.70	.011	2.40	.24	12.0	5.1	.04400	.15	38.0	41.3	.58600
SL4	.72	.12	.02	20	0	.126	1.96	.021	1.72	.24	4.0	5.1	.03000	.15	29.0	43.2	.52900
SL5	.72	.12	.03	20	0	.126	1.64	.030	1.44	.24	.7	2.2	.00820	.15	16.0	33.4	.30600
SL6	.72	.12	.04	20	0	.120	1.38	.040	1.24	.24	.0	.5	.00150	.15	9.5	17.6	.10700
SL7	.72	.12	.05	20	0	.118	1.22	.051	1.11	.24	.0	.0	.00000	.15	4.0	8.7	.03300
SL8	.72	.12	.02	30	0	.124	1.95	.021	1.73	.24	2.0	5.4	.03100	.15	28.5	39.2	.53200
SL9	.72	.12	.04	30	0	.124	1.39	.041	1.23	.24	.0	.1	.00000	.15	10.0	22.5	.10900
SL10	.72	.12	.01	40	0	.124	2.92	.009	2.59	.24	8.0	5.5	.03600	.15	33.5	27.1	.26600
SL11	.72	.12	.02	40	0	.130	1.98	.021	1.71	.24	2.5	6.3	.01600	.15	31.0	56.2	.28300
SL12	.72	.12	.03	40	0	.135	1.64	.032	1.39	.24	.7	.9	.00040	.15	29.0	26.6	.16000
SL13	.72	.12	.04	40	0	.127	1.40	.042	1.23	.24	.0	.0	.00000	.15	9.0	14.8	.05400
SL14	.72	.12	.05	40	0	.129	1.23	.055	1.07	.24	.0	.0	.00000	.15	3.5	7.7	.01300
SL15	.72	.12	.02	50	0	.117	1.92	.020	1.75	.24	.4	.4	.00000	.15	23.0	12.6	.04800
SL16	.72	.12	.04	50	0	.121	1.38	.041	1.24	.24	.0	.0	.00000	.15	4.0	5.5	.02000
SL17	.72	.12	.02	60	0	.149	1.91	.026	1.55	.24	.0	.0	.00026	.15	13.0	13.3	.05100
SL18	.72	.12	.04	60	0	.148	1.43	.046	1.16	.24	.0	.0	.00000	.15	2.0	2.7	.00250
SL19	.36	.12	.02	20	0	.110	1.97	.018	1.85	.60	.0	.0	.00000	.51	.0	.0	.00000
SL20	.36	.12	.04	20	0	.113	1.40	.037	1.30	.60	.0	.0	.00000	.51	.0	.0	.00000
SL21	.36	.12	.02	40	0	.120	1.87	.022	1.69	.60	.0	.0	.00000	.51	.0	.0	.00000
SL22	.36	.12	.04	40	0	.124	1.42	.039	1.26	.60	.0	.0	.00000	.51	.0	.0	.00000
SL23	.72	.12	.02	70	0	.131	1.94	.022	1.67	.24	.0	.0	.00000	.15	8.0	12.5	.04900
SL24	.72	.12	.04	70	0	.136	1.39	.045	1.18	.24	.0	.0	.00000	.15	.0	1.9	.00440
SL25	.72	.12	.02	80	0	.121	1.91	.021	1.71	.24	.0	.0	.00000	.15	5.0	23.4	.12600
SL26	.72	.12	.04	80	0	.126	1.41	.041	1.24	.24	.0	.0	.00000	.15	.0	8.9	.02400
SL27	.72	.12	.01	10	0	.129	2.73	.011	2.37	.24	8.0	9.4	.10810	.15	33.0	44.1	.73130
SL28	.72	.12	.03	10	0	.117	1.66	.027	1.52	.24	.8	2.4	.01000	.15	15.5	30.0	.27100
SL29	.72	.12	.05	10	0	.114	1.22	.049	1.13	.24	.0	.0	.00000	.15	4.2	7.8	.03827
SL30	.72	.12	.02	5	0	.120	1.99	.019	1.79	.24	1.8	4.4	.01834	.15	28.4	29.9	.45410
SL31	.72	.12	.04	5	0	.114	1.40	.037	1.29	.24	.4	.7	.00378	.15	10.0	15.2	.10467
SL32	.72	.12	.02	15	0	.108	1.98	.018	1.88	.24	2.7	3.7	.01667	.15	28.0	40.6	.58040
SL33	.72	.12	.04	15	0	.114	1.40	.037	1.29	.24	.0	.5	.00106	.15	7.8	10.4	.12590

Tabel 4 Gemeten overslaggegevens

Proevenprogramma						Gemeten golfrvw				Hoge kruin				Lage kruin			
proef	h	H _s	s _{op}	θ	σ	H _s Diep	T _p	s _{op}	ξ _p	Kruin	Op-	Over-	q	Kruin	Op-	Over-	q
	(m)	(m)	(-)	(°)	(°)	(m)	(s)	(-)	(-)	(m)	(%)	(%)	(l/sm)	(m)	(%)	(%)	(l/sm)
LK1	.72	.12	.02	0	12	.140	1.99	.023	1.66	.24	8.5	13.3	.09300	.15	40.0	52.5	1.13000
LK2	.72	.12	.04	0	12	.121	1.40	.040	1.26	.24	.1	1.1	.00420	.15	12.0	20.9	.14200
LK3	.72	.12	.01	0	32	.154	2.64	.014	2.10	.24	15.5	23.3	.42200	.15	42.0	55.1	1.29300
LK4	.72	.12	.02	0	32	.115	1.87	.021	1.72	.24	1.8	3.2	.01600	.15	20.0	31.2	.36500
LK5	.72	.12	.03	0	32	.105	1.57	.027	1.51	.24	.2	.5	.00180	.15	6.5	17.3	.11600
LK6	.72	.12	.04	0	32	.114	1.40	.037	1.29	.24	.1	.5	.00230	.15	8.5	18.6	.11500
LK7	.72	.12	.05	0	32	.118	1.23	.050	1.12	.24	.0	.0	.00000	.15	3.7	12.0	.06200
LK8	.72	.12	.02	0	25	.135	1.95	.023	1.66	.24	5.0	9.1	.07300	.15	32.0	54.5	.95700
LK9	.72	.12	.04	0	25	.110	1.38	.037	1.30	.24	.0	.3	.00220	.15	8.5	20.7	.15700
LK10	.72	.12	.02	0	43	.112	1.95	.019	1.82	.24	.7	3.6	.02080	.15	18.5	37.6	.48400
LK11	.72	.12	.04	0	43	.129	1.38	.043	1.20	.24	.1	.6	.00290	.15	9.0	22.4	.14800
LK12	.36	.12	.02	0	32	.105	1.97	.017	1.90	.60	.0	.0	.00000	.51	.0	.0	.00000
LK13	.36	.12	.04	0	32	.120	1.31	.045	1.18	.60	.0	.0	.00000	.51	.0	.0	.00000
SK1	.72	.12	.02	10	32	.109	1.99	.018	1.88	.24	1.5	3.0	.01500	.15	18.5	27.6	.26200
SK2	.72	.12	.04	10	32	.123	1.40	.040	1.25	.24	.0	.6	.00290	.15	10.0	20.3	.13400
SK3	.72	.12	.01	20	32	.123	2.72	.011	2.42	.24	6.8	6.1	.05800	.15	34.0	33.2	.44500
SK4	.72	.12	.02	20	32	.136	1.92	.024	1.63	.24	3.7	9.8	.06300	.15	30.0	31.8	.59500
SK5	.72	.12	.03	20	32	.117	1.60	.029	1.46	.24	.3	1.7	.00910	.15	13.5	25.6	.17900
SK6	.72	.12	.04	20	32	.127	1.49	.037	1.31	.24	.0	1.2	.00290	.15	8.4	21.6	.14700
SK7	.72	.12	.05	20	32	.120	1.29	.046	1.16	.24	.0	.0	.00000	.15	1.8	8.5	.02500
SK8	.72	.12	.02	30	32	.116	1.94	.020	1.78	.24	.7	3.7	.01690	.15	22.0	30.6	.26100
SK9	.72	.12	.04	30	32	.113	1.39	.037	1.29	.24	.0	.1	.00072	.15	4.0	13.1	.09400
SK10	.72	.12	.01	40	32	.106	2.73	.009	2.62	.24	.8	.8	.00590	.15	13.5	16.4	.12800
SK11	.72	.12	.02	40	32	.124	1.96	.021	1.74	.24	1.6	3.1	.00950	.15	22.0	38.9	.46100
SK12	.72	.12	.03	40	32	.120	1.59	.030	1.43	.24	.0	.5	.00250	.15	11.5	22.2	.12900
SK13	.72	.12	.04	40	32	.122	1.42	.039	1.27	.24	.0	.3	.00072	.15	5.5	14.4	.08000
SK14	.72	.12	.05	40	32	.121	1.20	.054	1.08	.24	.0	.0	.00000	.15	2.0	6.1	.02500
SK15	.72	.12	.02	50	32	.133	1.92	.023	1.64	.24	1.0	4.4	.01020	.15	21.5	31.0	.29500
SK16	.72	.12	.04	50	32	.119	1.39	.039	1.26	.24	.0	.1	.00037	.15	6.5	12.0	.04770
SK17	.72	.12	.02	60	32	.124	2.02	.019	1.79	.24	.7	1.9	.00890	.15	21.0	20.4	.14860
SK18	.72	.12	.04	60	32	.132	1.39	.044	1.19	.24	.0	.0	.00000	.15	2.5	11.5	.05060
SK19	.72	.12	.02	20	43	.116	1.96	.019	1.80	.24	.4	2.8	.01034	.15	15.0	26.9	.34980
SK20	.72	.12	.04	20	43	.106	1.35	.037	1.29	.24	.0	.1	.00110	.15	3.2	12.0	.06600
SK21	.72	.12	.02	20	25	.114	1.97	.019	1.82	.24	2.2	3.5	.01460	.15	24.0	37.2	.46700
SK22	.72	.12	.04	20	25	.111	1.39	.037	1.30	.24	.1	.3	.00109	.15	6.0	12.0	.06290
SK23	.72	.12	.02	20	12	.119	1.98	.019	1.79	.24	3.8	5.2	.02320	.15	26.0	38.3	.51700
SK24	.72	.12	.04	20	12	.114	1.39	.038	1.29	.24	.0	.4	.00108	.15	6.0	11.4	.06170
SK25	.72	.12	.02	40	43	.118	1.95	.020	1.77	.24	1.3	3.1	.00770	.15	21.5	31.9	.34200
SK26	.72	.12	.04	40	43	.116	1.41	.037	1.29	.24	.0	.1	.00023	.15	4.0	14.8	.07460
SK27	.72	.12	.02	40	25	.131	1.96	.022	1.69	.24	1.7	4.3	.01870	.15	20.5	33.0	.32180
SK28	.72	.12	.04	40	25	.128	1.38	.043	1.20	.24	.0	.1	.00030	.15	7.0	13.1	.05940
SK29	.72	.12	.02	40	12	.134	1.98	.022	1.69	.24	1.9	4.0	.00530	.15	29.0	33.8	.32000
SK30	.72	.12	.04	40	12	.132	1.42	.042	1.22	.24	.0	.1	.00000	.15	5.8	15.1	.03700
SK31	.36	.12	.02	20	32	.110	1.98	.018	1.86	.60	.0	.0	.00000	.51	.0	.0	.00000
SK32	.36	.12	.04	20	32	.115	1.41	.037	1.30	.60	.0	.0	.00000	.51	.0	.0	.00000
SK33	.36	.12	.02	40	32	.115	2.02	.018	1.86	.60	.0	.0	.00000	.51	.0	.0	.00000
SK34	.36	.12	.04	40	32	.117	1.41	.038	1.29	.60	.0	.0	.00000	.51	.0	.0	.00000
SK35	.72	.12	.02	70	32	.113	1.93	.019	1.79	.24	.4	1.2	.00051	.15	15.0	17.9	.18800
SK36	.72	.12	.04	70	32	.111	1.36	.038	1.27	.24	.0	.0	.00000	.15	3.0	9.4	.06800
SK37	.72	.12	.02	80	32	.104	1.91	.018	1.85	.24	.0	.0	.00000	.15	12.0	15.5	.22300
SK38	.72	.12	.04	80	32	.104	1.42	.033	1.37	.24	.0	.0	.00000	.15	.5	3.7	.01900

Proevenprogramma						Gemeten golfrvw				Hoge kruin				Lage kruin			
proef	h	H _s	s _{op}	θ	σ	H _s Diep	T _p	s _{op}	ξ _p	Kruin	Op-	Over-	q	Kruin	Op-	Over-	q
	(m)	(m)	(-)	(°)	(°)	(m)	(s)	(-)	(-)	(m)	(%)	(%)	(l/sm)	(m)	(%)	(%)	(l/sm)
SL3A	.72	.12	.01	20	0	.131	2.70	.012	2.33	.24	9.5	4.4	.03050	.15	34.0	33.7	.48400
SL6A	.72	.12	.04	20	0	.119	1.39	.039	1.26	.24	.0	.3	.00072	.15	6.0	14.2	.07100
SL10A	.72	.12	.01	40	0	.124	2.78	.010	2.47	.24	3.8	5.3	.03060	.15	27.0	21.1	.17500
SL13A	.72	.12	.04	40	0	.134	1.41	.043	1.20	.24	.0	.0	.00000	.15	6.5	10.4	.03000
SL18A	.72	.12	.04	60	0	.153	1.41	.049	1.13	.24	.0	.0	.00000	.15	.5	5.7	.00600
SL26A	.72	.12	.04	80	0	.119	1.41	.038	1.28	.24	.0	.0	.00000	.15	.0	11.9	.05200
LK6A	.72	.12	.04	0	32	.100	1.36	.035	1.34	.24	.0	.0	.00000	.15	3.4	10.4	.12400
SK2A	.72	.12	.04	10	32	.111	1.39	.037	1.30	.24	.0	.3	.00091	.15	7.0	17.1	.09900

Tabel 4 Gemeten overslaggegevens (vervolg)

proefn	H _s (m)	s _{op} (-)	θ (°)	σ (°)	Oploop INTERPOLATIES					
					R _u /H _s 5%	R _u /H _s 2%	R _u /H _s 5%	R _u /H _s 10%	R _u /H _s 20%	
LK1	.72	.12	.02	.00	12.00	2.71	2.26	1.97	1.70	1.36
LK2	.72	.12	.04	.00	12.00	1.82	1.64	1.43	1.30	1.05
LK3	.72	.12	.01	.00	32.00	3.03	2.55	2.20	1.91	1.48
LK4	.72	.12	.02	.00	32.00	2.53	2.09	1.82	1.58	1.32
LK5	.72	.12	.03	.00	32.00	2.02	1.69	1.50	1.31	1.13
LK6	.72	.12	.04	.00	32.00	1.86	1.59	1.40	1.22	1.00
LK7	.72	.12	.05	.00	32.00	1.53	1.36	1.22	1.04	.85
LK8	.72	.12	.02	.00	25.00	2.31	2.06	1.83	1.60	1.37
LK9	.72	.12	.04	.00	25.00	1.91	1.60	1.42	1.28	1.07
LK10	.72	.12	.02	.00	43.00	2.19	1.92	1.74	1.53	1.29
LK11	.72	.12	.04	.00	43.00	1.74	1.53	1.33	1.20	.99
LK12	.36	.12	.02	.00	32.00	2.22	2.01	1.85	1.54	1.28
LK13	.36	.12	.04	.00	32.00	1.84	1.62	1.41	1.20	.98
SK1	.72	.12	.02	10.00	32.00	2.30	2.05	1.79	1.55	1.33
SK2	.72	.12	.04	10.00	32.00	1.71	1.57	1.39	1.06	.99
SK3	.72	.12	.01	20.00	32.00	2.76	2.34	2.04	1.80	1.56
SK4	.72	.12	.02	20.00	32.00	2.33	2.00	1.76	1.60	1.36
SK5	.72	.12	.03	20.00	32.00	1.90	1.70	1.48	1.34	1.10
SK6	.72	.12	.04	20.00	32.00	1.56	1.34	1.21	1.04	.89
SK7	.72	.12	.05	20.00	32.00	1.26	1.10	.97	.87	.66
SK8	.72	.12	.02	30.00	32.00	2.28	1.90	1.75	1.55	1.34
SK9	.72	.12	.04	30.00	32.00	1.51	1.35	1.25	1.09	.92
SK10	.72	.12	.01	40.00	32.00	2.34	2.16	1.71	1.52	1.24
SK11	.72	.12	.02	40.00	32.00	2.17	1.84	1.68	1.56	1.26
SK12	.72	.12	.03	40.00	32.00	1.86	1.62	1.42	1.30	1.08
SK13	.72	.12	.04	40.00	32.00	1.62	1.41	1.21	1.04	.88
SK14	.72	.12	.05	40.00	32.00	1.43	1.29	1.10	.98	.84
SK15	.72	.12	.02	50.00	32.00	1.92	1.72	1.60	1.41	1.21
SK16	.72	.12	.04	50.00	32.00	1.64	1.42	1.25	1.06	.92
SK17	.72	.12	.02	60.00	32.00	1.95	1.71	1.60	1.43	1.22
SK18	.72	.12	.04	60.00	32.00	1.46	1.24	1.12	1.01	.85
SK19	.72	.12	.02	20.00	43.00	2.02	1.84	1.67	1.40	1.17
SK20	.72	.12	.04	20.00	43.00	1.70	1.46	1.26	1.00	.94
SK21	.72	.12	.02	20.00	25.00	2.40	2.09	1.90	1.70	1.40
SK22	.72	.12	.04	20.00	25.00	1.83	1.45	1.28	1.08	.92
SK23	.72	.12	.02	20.00	12.00	2.38	2.16	1.92	1.71	1.38
SK24	.72	.12	.02	20.00	12.00	1.73	1.47	1.30	1.12	.95
SK25	.72	.12	.04	40.00	43.00	2.15	1.93	1.73	1.53	1.29
SK26	.72	.12	.04	40.00	43.00	1.44	1.30	1.14	1.02	.85
SK27	.72	.12	.02	40.00	25.00	2.01	1.78	1.59	1.40	1.16
SK28	.72	.12	.04	40.00	25.00	1.58	1.42	1.29	1.09	.90
SK29	.72	.12	.02	40.00	12.00	2.03	1.80	1.62	1.54	1.29
SK30	.72	.12	.04	40.00	12.00	1.46	1.30	1.20	1.09	.94
SK31	.36	.12	.02	20.00	32.00	2.30	2.08	1.86	1.70	1.39
SK32	.36	.12	.04	20.00	32.00	1.75	1.43	1.29	1.13	.93
SK33	.36	.12	.02	40.00	32.00	2.27	1.87	1.70	1.47	1.22
SK34	.36	.12	.04	40.00	32.00	1.59	1.41	1.31	1.11	.93
SK35	.72	.12	.02	70.00	32.00	2.05	1.83	1.63	1.48	1.20
SK36	.72	.12	.04	70.00	32.00	1.54	1.39	1.23	1.08	.92
SK37	.72	.12	.02	80.00	32.00	2.02	1.89	1.69	1.46	1.20
SK38	.72	.12	.04	80.00	32.00	1.14	.98	.88	.78	.66

Tabel 5 Geïnterpoleerde oploopgegevens (vervolg)

proefh (m)	H _s (m)	sop (-)	θ (°)	σ (°)	Oploop INTERPOLATIES					
					R _u /H _s (-)	R _u /H _s 2%	R _u /H _s 5%	R _u /H _s 10%	R _u /H _s 20%	R _u /H _s (-)
LL1B	.72	.12	.01	.00	2.35	1.96	1.73	1.45	1.16	
LL2B	.72	.12	.02	.00	1.80	1.56	1.35	1.17	.99	
LL3B	.72	.12	.03	.00	1.39	1.24	1.14	1.02	.86	
LL4B	.72	.12	.04	.00	1.22	1.08	.98	.87	.70	
LL5B	.72	.12	.05	.00	1.22	1.04	.90	.78	.64	
SL6B	.72	.12	.04	10.00	1.22	1.05	.94	.84	.69	
SL7B	.72	.12	.04	20.00	1.26	1.09	.99	.87	.72	
SL8B	.72	.12	.04	30.00	1.15	1.03	.93	.84	.70	
SL9B	.72	.12	.04	40.00	1.04	.95	.85	.76	.64	
SL10B	.72	.12	.04	50.00	1.02	.92	.85	.75	.61	
SL11B	.72	.12	.04	60.00	.71	.65	.57	.49	.41	
SL12B	.72	.12	.04	70.00	.67	.56	.51	.43	.36	
SL13B	.72	.12	.04	80.00	.62	.51	.41	.35	.27	
LK14B	.72	.12	.01	.00	2.01	1.73	1.52	1.34	1.10	
LK15B	.72	.12	.02	.00	1.60	1.39	1.21	1.07	.88	
LK16B	.72	.12	.03	.00	1.29	1.10	.99	.87	.74	
LK17B	.72	.12	.04	.00	1.11	.95	.84	.75	.64	
LK18B	.72	.12	.05	.00	.98	.87	.77	.68	.57	
SK19B	.72	.12	.04	10.00	1.02	.93	.81	.73	.62	
SK20B	.72	.12	.04	20.00	1.04	.92	.83	.74	.62	
SK21B	.72	.12	.04	30.00	1.03	.91	.82	.73	.61	
SK22B	.72	.12	.04	40.00	1.02	.86	.75	.65	.55	
SK23B	.72	.12	.04	50.00	.94	.87	.77	.67	.54	
SK24B	.72	.12	.04	60.00	.86	.81	.71	.62	.49	
SK25B	.72	.12	.04	70.00	.87	.79	.69	.61	.49	
SK26B	.72	.12	.04	80.00	.89	.78	.69	.59	.46	

proefh (m)	H _s (m)	sop (-)	θ (°)	σ (°)	Oploop INTERPOLATIES					
					R _u /H _s (-)	R _u /H _s 2%	R _u /H _s 5%	R _u /H _s 10%	R _u /H _s 20%	R _u /H _s (-)
LL1C	.72	.12	.01	.00	2.44	2.14	1.74	1.49	1.16	
LL2C	.72	.12	.02	.00	2.90	2.39	2.08	1.79	1.48	
LL3C	.72	.12	.03	.00	2.74	2.34	2.02	1.80	1.47	
LL4C	.72	.12	.04	.00	2.44	2.05	1.81	1.58	1.30	
LL5C	.72	.12	.05	.00	2.22	1.93	1.67	1.45	1.23	
SL6C	.72	.12	.04	10.00	2.60	2.16	1.85	1.58	1.29	
SL7C	.72	.12	.04	20.00	2.50	2.10	1.88	1.64	1.32	
SL8C	.72	.12	.04	30.00	2.55	2.21	2.02	1.77	1.47	
SL9C	.72	.12	.04	40.00	2.09	1.89	1.70	1.51	1.23	
SL10C	.72	.12	.04	50.00	1.79	1.60	1.44	1.29	1.12	
SL11C	.72	.12	.04	60.00	1.56	1.38	1.23	1.09	.94	
SL12C	.72	.12	.04	70.00	1.27	1.15	1.07	.98	.83	
SL13C	.72	.12	.04	80.00	1.50	1.30	1.17	1.07	.92	
LK14C	.72	.12	.01	.00	2.24	2.00	1.76	1.54	1.28	
LK15C	.72	.12	.02	.00	2.63	2.20	1.90	1.66	1.35	
LK16C	.72	.12	.03	.00	2.69	2.29	1.97	1.67	1.35	
LK17C	.72	.12	.04	.00	2.32	1.97	1.74	1.48	1.20	
LK18C	.72	.12	.05	.00	2.33	2.03	1.65	1.42	1.22	
SK19C	.72	.12	.04	10.00	2.28	1.97	1.63	1.35	1.13	
SK20C	.72	.12	.04	20.00	2.19	1.99	1.73	1.48	1.22	
SK21C	.72	.12	.04	30.00	2.22	1.90	1.68	1.47	1.23	
SK22C	.72	.12	.04	40.00	2.13	1.92	1.67	1.42	1.13	
SK23C	.72	.12	.04	50.00	2.10	1.92	1.73	1.48	1.18	
SK24C	.72	.12	.04	60.00	1.96	1.69	1.50	1.29	1.07	
SK25C	.72	.12	.04	70.00	1.74	1.52	1.36	1.18	.96	
SK26C	.72	.12	.04	80.00	1.74	1.51	1.29	1.15	.99	

Tabel 5 Geïnterpoleerde oploopgegevens (vervolg)

Bron (-)	proef (-)	cot(a) (-)	H _{si} (m)	T _p (s)	T _z (s)	kruin hoogte (m)	kruin breedte (m)	overslag q (m ³ /s/m)	overslag aantal (%)	teen diepte (m)	spectrum type (-)	spectrum E5% (-)
3	1	4.0	2.20	6.97	5.50	2.40	2.20	3.37e-2	35	5.8	1	-
3	2	4.0	1.69	6.05	4.85	2.40	2.20	6.4e-3	14	5.8	1	-
3	3	4.0	1.96	6.38	5.24	2.40	2.20	1.68e-2	25	5.8	1	-
3	4	4.0	2.50	7.38	5.90	2.40	2.20	7.03e-2	46	5.8	1	-
3	5	4.0	2.75	7.65	6.20	2.40	2.20	1.336e-1	54	5.8	1	-
3	6	4.0	3.02	8.19	6.54	2.40	2.20	2.155e-1	62	5.8	1	-
3	7	4.0	2.20	8.24	6.30	2.40	2.20	6.33e-2	45	5.8	1	-
3	8	4.0	2.15	9.15	7.13	2.40	2.20	1.034e-1	52	5.8	1	-
3	9	4.0	2.24	6.83	5.57	3.10	2.20	1.8e-2	23	5.1	1	-
3	10	4.0	2.28	6.82	5.65	3.90	2.20	5.3e-3	11	4.3	1	-
3	11	4.0	2.30	6.82	5.69	4.70	2.20	1.2e-3	5	3.5	1	-
3	12	4.0	2.17	6.75	5.60	1.70	2.20	9.06e-2	61	6.5	1	-
3	13	4.0	2.45	7.38	5.83	1.70	2.20	2.115e-1	67	6.5	1	-
3	14	4.0	3.00	8.19	6.56	1.70	2.20	3.451e-1	77	6.5	1	-
3	15	4.0	2.22	6.08	5.55	2.40	2.20	4.71e-2	36	5.8	2	-
3	16	4.0	2.23	9.69	5.97	2.40	2.20	1.11e-1	44	5.8	3	-
3	17	4.0	2.10	6.08	5.44	2.40	2.20	5.34e-2	34	5.8	3	-
3	18	4.0	2.29	6.79	5.55	1.70	2.20	1.284e-1	61	5.8	1	-
4	1	1.0	1.25	5.85	4.50	2.50	-	2.138e-2	21		3	-
4	2	1.0	1.76	6.76	5.20	2.50	-	9.578e-2	42		3	-
4	3	1.0	2.26	7.72	5.94	2.50	-	1.767e-1	59		3	-
4	4	1.0	2.62	8.28	6.37	2.50	-	2.6554e-1	74		3	-
4	5	1.0	1.23	5.54	4.26	3.00	-	9.92e-3	10		3	-
4	6	1.0	1.76	6.75	5.19	3.00	-	5.404e-2	28		3	-
4	7	1.0	2.22	7.71	5.93	3.00	-	1.0665e-1	44		3	-
4	8	1.0	2.71	8.66	6.66	3.00	-	2.0945e-1	58		3	-
4	9	1.0	2.61	8.32	6.40	3.00	-	1.6735e-1	57		3	-
4	10	1.0	1.25	5.88	4.52	3.50	-	3.31e-3	5		3	-
4	11	1.0	1.79	6.81	5.24	3.50	-	3.02e-2	23		3	-
4	12	1.0	2.28	7.75	5.96	3.50	-	7.826e-2	37		3	-
4	13	1.0	2.70	8.65	6.65	3.50	-	1.3099e-1	45		3	-
4	14	1.0	2.65	8.32	6.40	3.50	-	9.776e-2	43		3	-
4	15	1.0	1.27	5.82	4.48	4.00	-	7.5e-4	3		3	-
4	16	1.0	1.77	6.86	5.28	4.00	-	1.19e-2	13		3	-
4	17	1.0	2.24	7.74	5.95	4.00	-	3.142e-2	24		3	-
4	18	1.0	2.75	8.71	6.70	4.00	-	6.573e-2	35		3	-
4	19	1.0	2.60	8.35	6.42	4.00	-	4.909e-2	35		3	-
4	20	2.0	1.30	5.89	4.53	1.50	-	4.531e-2	47		3	-
4	21	2.0	1.74	6.85	5.27	1.50	-	1.6154e-1	68		3	-
4	22	2.0	1.31	5.93	4.56	2.00	-	5.609e-2	28		3	-
4	23	2.0	1.78	6.84	5.26	2.00	-	2.4446e-1	50		3	-
4	24	2.0	2.13	7.80	6.00	2.00	-	1.6427e-1	63		3	-
4	25	2.0	1.28	5.97	4.59	2.50	-	1.001e-2	16		3	-
4	26	2.0	1.75	6.86	5.28	2.50	-	5.127e-2	36		3	-
4	27	2.0	2.14	7.83	6.02	2.50	-	1.055e-1	50		3	-
4	28	2.0	2.31	8.13	6.25	2.50	-	1.9014e-1	63		3	-
4	29	2.0	1.27	5.90	4.54	3.00	-	4.82e-3	9		3	-
4	30	2.0	1.78	6.83	5.25	3.00	-	3.053e-2	28		3	-
4	31	2.0	2.15	7.87	6.05	3.00	-	7.305e-2	43		3	-
4	32	2.0	2.50	8.66	6.66	3.00	-	1.6842e-1	62		3	-
4	33	2.0	2.37	7.75	5.96	3.00	-	1.3812e-1	52		3	-
4	34	4.0	1.31	5.81	4.47	1.50	-	1.377e-2	14		3	-
4	35	4.0	1.82	6.77	5.21	1.50	-	4.833e-2	46		3	-
4	36	4.0	2.40	7.72	5.94	1.50	-	1.6894e-1	71		3	-
4	37	4.0	2.63	8.11	6.24	1.50	-	2.3484e-1	77		3	-
4	38	4.0	1.27	5.81	4.47	2.00	-	2.56e-3	6		3	-
4	39	4.0	1.79	6.79	5.22	2.00	-	2.75e-2	31		3	-
4	40	4.0	2.35	7.77	5.98	2.00	-	8.933e-2	55		3	-
4	41	4.0	2.78	8.65	6.65	2.00	-	1.967e-1	69		3	-
4	42	4.0	2.55	8.14	6.26	2.00	-	1.5499e-1	61		3	-
4	43	4.0	1.77	6.79	5.22	2.50	-	8.07e-3	12		3	-
4	44	4.0	2.34	7.72	5.94	2.50	-	5.742e-2	37		3	-
4	45	4.0	2.80	8.55	6.58	2.50	-	1.1227e-1	56		3	-
4	46	4.0	2.57	8.15	6.27	2.50	-	8.035e-2	46		3	-
4	47	4.0	2.31	7.72	5.94	3.00	-	1.93e-2	24		3	-
4	48	4.0	2.69	8.58	6.60	3.00	-	5.353e-2	36		3	-
4	49	4.0	2.54	8.05	6.19	3.00	-	4.366e-2	28		3	-
4	50	1.0	.79	3.95	3.04	1.00	-	1.42e-2	28		3	-
4	51	1.0	1.23	4.91	3.78	1.00	-	8.65e-2	72		3	-
4	52	1.0	1.73	5.85	4.50	1.00	-	2.142e-1	85		3	-
4	53	1.0	.86	3.95	3.04	1.50	-	6.479e-3	19		3	-
4	54	1.0	1.29	4.97	3.82	1.50	-	6.329e-2	59		3	-
4	55	1.0	1.75	5.90	4.54	1.50	-	1.428e-1	72		3	-
4	56	1.0	.86	3.95	3.04	2.00	-	2.02e-3	11		3	-
4	57	1.0	1.29	4.97	3.82	2.00	-	3.51e-2	43		3	-
4	58	1.0	1.75	5.90	4.54	2.00	-	8.59e-2	60		3	-
4	59	1.0	2.34	6.83	5.25	2.00	-	1.704e-1	75		3	-
4	60	1.0	1.40	5.15	3.96	2.50	-	6.5e-3	18		3	-
4	61	1.0	1.85	5.99	4.61	2.50	-	3.251e-2	40		3	-
4	62	1.0	2.42	6.88	5.29	2.50	-	1e-1	66		3	-
4	63	1.0	1.25	4.95	3.81	3.00	-	5.42e-3	15		3	-
4	64	1.0	1.69	5.84	4.49	3.00	-	2.67e-2	28		3	-

Tabel 6 Overslaggegevens LL (inclusief ander onderzoek)

Bron (-)	proef (-)	cot(α) (-)	H _{si} (m)	T _p (s)	T _z (s)	kruin hoogte (m)	kruin breedte (m)	overslag q (m ³ /s/m)	overslag aantal (%)	teen diepte (m)	spectrum type (-)	spectrum ε5% (-)
1	21	6.0	.72	7.30	4.70	1.80	.00	5.9e-4	-	4.5	1	-
1	22	6.0	1.48	6.02	4.60	2.30	.00	3.3e-4	-	4.5	1	-
1	25b	6.0	1.22	5.00	3.80	1.80	.00	6e-4	-	4.5	1	-
1	25c	6.0	1.23	5.00	3.90	1.80	.00	5.5e-4	-	4.5	1	-
1	26a	6.0	.80	7.20	4.70	1.80	.00	5.7e-4	-	4.5	1	-
1	27	6.0	1.39	5.00	4.00	1.80	.00	9.7e-4	-	4.5	1	-
1	29	6.0	.82	5.00	3.60	1.80	.00	3e-5	-	4.5	1	-
1	29a	6.0	.83	5.00	3.70	1.80	.00	4e-5	-	4.5	1	-
1	32	6.0	.81	5.73	4.10	1.80	.00	1.3e-4	-	4.5	1	-
1	36	6.0	.83	5.00	3.60	1.55	.00	2.4e-4	-	4.5	1	-
1	39	6.0	1.24	5.00	3.90	1.55	.00	1.8e-3	-	4.5	1	-
1	40	6.0	.83	5.00	3.60	1.30	.00	1.06e-3	-	4.5	1	-
1	43	6.0	.56	5.06	3.50	1.30	.00	1e-4	-	4.5	1	-
2	10	2.0	.10	1.57	1.30	.30	.12	9.029e-6	3	.5	2	.390
2	11	2.0	.10	1.57	1.29	.30	.12	1.072e-5	3	.5	2	.390
2	20	2.0	.11	1.57	1.30	.27	.12	2.505e-5	5	.5	2	.390
2	21	2.0	.10	1.57	1.28	.27	.12	2.38e-5	5	.5	2	.390
2	22	2.0	.10	1.57	1.28	.27	.12	2.285e-5	4	.5	2	.390
2	23	2.0	.10	1.57	1.28	.27	.12	2.036e-5	5	.5	2	.390
2	30	2.0	.10	1.57	1.30	.23	.12	6.185e-5	11	.5	2	.390
2	40	2.0	.10	1.57	1.29	.20	.12	1.095e-4	15	.5	2	.390
2	41	2.0	.10	1.57	1.29	.20	.12	1.087e-4	16	.5	2	.390
2	101	2.0	.14	1.57	1.41	.35	.12	1.244e-5	3	.5	2	.420
2	102	2.0	.14	1.57	1.39	.35	.12	1.405e-5	3	.5	2	.420
2	110	2.0	.14	1.57	1.40	.30	.12	7.687e-5	10	.5	2	.420
2	111	2.0	.14	1.57	1.40	.30	.12	6.597e-5	11	.5	2	.420
2	120	2.0	.14	1.57	1.40	.27	.12	1.393e-4	17	.5	2	.420
2	121	2.0	.14	1.57	1.40	.27	.12	1.323e-4	12	.5	2	.420
2	130	2.0	.14	1.57	1.39	.23	.12	2.354e-4	26	.5	2	.420
2	210	4.0	.06	1.46	1.47	.15	.12	1.563e-6	1	.5	1	.210
2	220	4.0	.06	1.46	1.46	.12	.12	1.217e-5	7	.5	1	.210
2	230	4.0	.06	1.46	1.46	.10	.12	6.084e-5	19	.5	1	.210
2	310	4.0	.10	1.46	1.48	.23	.12	1.076e-6	1	.5	1	.250
2	311	4.0	.11	1.46	1.46	.23	.12	1.934e-6	1	.5	1	.250
2	320	4.0	.10	1.46	1.47	.20	.12	4.393e-6	2	.5	1	.250
2	321	4.0	.10	1.46	1.46	.20	.12	4.649e-6	2	.5	1	.250
2	330	4.0	.10	1.46	1.47	.18	.12	1.262e-5	6	.5	1	.250
2	331	4.0	.10	1.46	1.47	.18	.12	1.893e-5	9	.5	1	.250
2	340	4.0	.10	1.46	1.45	.15	.12	5.699e-5	19	.5	1	.250
2	350	4.0	.10	1.46	1.45	.12	.12	1.844e-4	34	.5	1	.250
2	410	4.0	.11	1.57	1.30	.24	.12	3.484e-6	0	.5	2	.390
2	411	4.0	.10	1.57	1.30	.24	.12	3.048e-6	0	.5	2	.390
2	420	4.0	.10	1.57	1.30	.23	.12	7.3e-6	1	.5	2	.390
2	421	4.0	.10	1.57	1.30	.23	.12	8.53e-6	2	.5	2	.390
2	430	4.0	.11	1.57	1.30	.20	.12	2.599e-5	5	.5	2	.390
2	431	4.0	.10	1.57	1.30	.20	.12	2.86e-5	5	.5	2	.390
2	440	4.0	.10	1.57	1.31	.18	.12	6.37e-5	11	.5	2	.390
2	441	4.0	.10	1.57	1.30	.18	.12	6.122e-5	9	.5	2	.390
2	450	4.0	.10	1.57	1.29	.15	.12	1.311e-4	18	.5	2	.390
2	510	4.0	.14	1.57	1.41	.30	.12	2.818e-6	1	.5	2	.420
2	511	4.0	.13	1.57	1.40	.30	.12	3.881e-6	1	.5	2	.420
2	520	4.0	.14	1.57	1.40	.24	.12	2.536e-5	5	.5	2	.420
2	521	4.0	.13	1.57	1.41	.24	.12	2.555e-5	4	.5	2	.420
2	530	4.0	.14	1.57	1.41	.23	.12	4.926e-5	9	.5	2	.420
2	531	4.0	.14	1.57	1.41	.23	.12	4.603e-5	8	.5	2	.420
2	540	4.0	.14	1.57	1.41	.20	.12	1.084e-4	17	.5	2	.420
2	541	4.0	.14	1.57	1.41	.20	.12	1.072e-4	15	.5	2	.420
2	550	4.0	.14	1.57	1.41	.18	.12	1.684e-4	24	.5	2	.420
2	551	4.0	.14	1.57	1.41	.18	.12	1.729e-4	23	.5	2	.420
2	610	4.0	.15	1.70	1.65	.30	.12	6.621e-6	1	.5	3	-
2	611	4.0	.14	1.70	1.62	.30	.12	5.558e-6	1	.5	3	-
2	620	4.0	.14	1.92	1.91	.24	.12	1.285e-4	12	.5	2	.550
2	621	4.0	.15	2.04	1.93	.24	.12	1.358e-4	14	.5	2	.550
2	630	4.0	.15	1.92	1.90	.23	.12	2.016e-4	19	.5	2	.550
2	631	4.0	.13	1.92	1.88	.23	.12	1.201e-4	16	.5	2	.550
2	640	4.0	.15	1.86	1.91	.20	.12	4.15e-4	35	.5	2	.550
2	641	4.0	.16	1.92	1.91	.20	.12	5.028e-4	41	.5	2	.550
2	642	4.0	.15	1.92	1.92	.20	.12	5.092e-4	42	.5	2	.550
2	650	4.0	.14	1.92	1.91	.18	.12	6.949e-4	45	.5	2	.550
2	651	4.0	.14	1.92	1.93	.18	.12	6.784e-4	43	.5	2	.550
2	710	7.0	.10	1.57	1.30	.15	.12	3.637e-6	1	.5	2	.390
2	720	7.0	.10	1.57	1.29	.13	.12	1.242e-5	3	.5	2	.390
2	730	7.0	.10	1.57	1.31	.12	.12	2.328e-5	5	.5	2	.390
2	740	7.0	.10	1.57	1.30	.11	.12	4.759e-5	8	.5	2	.390
2	750	7.0	.10	1.57	1.30	.08	.12	1.776e-4	21	.5	2	.390
2	760	7.0	.10	1.57	1.31	.08	.12	1.401e-4	20	.5	2	.390
2	810	7.0	.14	1.57	1.40	.15	.12	2.267e-5	5	.5	2	.420
2	820	7.0	.14	1.57	1.40	.13	.12	5.821e-5	8	.5	2	.420
2	830	7.0	.14	1.57	1.40	.12	.12	9.07e-5	12	.5	2	.420
2	840	7.0	.14	1.57	1.41	.11	.12	1.97e-4	23	.5	2	.420

Tabel 6 Overslaggegevens LL (inclusief ander onderzoek) (vervolg)

Bron (-)	proefcot(α) (-)(-)	H _{si} (m)	T _p (s)	T _z (s)	kruin hoogte (m)	kruin breedte (m)	oversl overslagte aantal diepte (%)(m)	oversl overslagte aantal diepte (%)(m)	spectrum type (-)	spectrum E5% (-)
4	65	2.0	2.26	6.80	5.23	3.00	- 8.24e-2	55	3	-
4	66	2.0	.81	3.97	3.05	1.00	- 2.45e-2	59	3	-
4	67	2.0	1.24	5.01	3.85	1.00	- 1.17e-1	83	3	-
4	68	2.0	1.75	5.80	4.46	1.00	- 2.74e-1	89	3	-
4	69	2.0	.77	4.00	3.08	1.50	- 2.77e-3	13	3	-
4	70	2.0	1.23	4.88	3.75	1.50	- 5.479e-2	61	3	-
4	71	2.0	1.73	5.81	4.47	1.50	- 1.695e-1	81	3	-
4	72	2.0	.77	3.97	3.05	2.00	- 8.7e-4	3	3	-
4	73	2.0	1.23	4.94	3.80	2.00	- 3.89e-2	39	3	-
4	74	2.0	1.69	5.88	4.52	2.00	- 9.2e-2	59	3	-
4	75	2.0	2.27	6.83	5.25	2.00	- 1.91e-1	78	3	-
4	76	2.0	1.46	5.20	4.00	2.50	- 1.66e-2	38	3	-
4	77	2.0	1.82	6.07	4.67	2.50	- 6.6e-2	56	3	-
4	78	2.0	2.36	6.88	5.29	2.50	- 1.31e-1	72	3	-
4	79	2.0	1.24	4.97	3.82	3.00	- 7.23e-3	13	3	-
4	80	2.0	1.71	5.86	4.51	3.00	- 3.7e-2	36	3	-
4	81	4.0	2.32	6.80	5.23	3.00	- 1.12e-1	61	3	-
4	82	4.0	.78	3.99	3.07	1.00	- 5.154e-4	4	3	-
4	83	4.0	1.22	4.95	3.81	1.00	- 2.346e-2	50	3	-
4	84	4.0	1.70	5.86	4.51	1.00	- 1.057e-1	79	3	-
4	86	4.0	1.26	4.95	3.81	1.50	- 3.98e-3	22	3	-
4	87	4.0	1.75	5.84	4.49	1.50	- 3.55e-2	50	3	-
4	88	4.0	2.35	6.81	5.24	1.50	- 9.93e-2	73	3	-
4	90	4.0	1.26	4.95	3.81	2.00	- 1.33e-3	12	3	-
4	91	4.0	1.71	5.84	4.49	2.00	- 1.334e-2	31	3	-
4	92	4.0	2.29	5.51	4.24	2.00	- 5.21e-2	60	3	-
4	94	4.0	1.72	5.86	4.51	3.00	- 1.595e-3	8	3	-
4	95	4.0	2.32	6.86	5.28	3.00	- 1.073e-2	28	3	-
5	LL1	4.0	.15	2.61	2.02	.24	- 5.75e-4	25	.7	1 .457
5	LL2	4.0	.14	2.00	1.56	.24	- 1.19e-4	9	.7	1 .386
5	LL3	4.0	.13	1.60	1.33	.24	- 6.2e-5	6	.7	1 .434
5	LL4	4.0	.12	1.38	1.17	.24	- 1e-5	1	.7	1 .421
5	LL5	4.0	.12	1.23	1.09	.24	- 3.1e-7	0	.7	1 .366
5	LL1C	2.5	.15	2.67	2.13	.30	- 1.47e-5	2	.7	1 .474
5	LL2C	2.5	.14	2.05	1.66	.30	- 2.29e-5	4	.7	1 .340
5	LL3C	2.5	.13	1.72	1.38	.30	- 2e-5	3	.7	1 .350
5	LL4C	2.5	.12	1.45	1.22	.30	- 7.3e-6	2	.7	1 .325
5	LL5C	2.5	.12	1.21	1.11	.30	- 6.2e-6	1	.7	1 .310
5	LL1	4.0	.15	2.61	2.02	.15	- 1.361e-3	54	.7	1 .457
5	LL2	4.0	.14	2.00	1.56	.15	- 6.78e-4	31	.7	1 .386
5	LL3	4.0	.13	1.60	1.33	.15	- 3.21e-4	29	.7	1 .434
5	LL4	4.0	.12	1.38	1.17	.15	- 1.24e-4	14	.7	1 .421
5	LL5	4.0	.12	1.23	1.09	.15	- 7.2e-5	6	.7	1 .366
5	LL6	4.0	.11	2.73	2.00	.33	- 1.2e-5	1	.5	1 .472
5	LL1C	2.5	.15	2.67	2.13	.21	- 8.48e-5	8	.7	1 .474
5	LL2C	2.5	.14	2.05	1.66	.21	- 2.832e-4	21	.7	1 .340
5	LL3C	2.5	.13	1.72	1.38	.21	- 1.424e-4	17	.7	1 .350
5	LL4C	2.5	.12	1.45	1.22	.21	- 9.31e-5	15	.7	1 .325
5	LL5C	2.5	.12	1.21	1.11	.21	- 8.15e-5	12	.7	1 .310

TOELICHTING

Bron 1 Reflektie compensatie tests
Bron 2 M1258
Bron 3 H24 Afsluitdijk (talud ca. 1:4)
Bron 4 Gegevens Wallingford HRS
Bron 5 H638 (LL)
Spectrumtype 1 JONSWAP
Spectrumtype 2 PM
Spectrumtype 3 Overig (o.a. tweetoppig)

Tabel 6 Overslaggegevens LL (inclusief ander onderzoek) (vervolg)

REFERENTIES

M. Klein Breteler

Golfoploop

Literatuurstudie en kleinschalig modelonderzoek

Waterloopkundig Laboratorium, H638, 1990

E.R. Funke and M.D. Miles

Multi-directional wave generation with corner reflectors

NRC report TR-HY-021, No. 28081, 1987

J.W. van der Meer

Golfoverslag Afsluitdijk

Verslag modelonderzoek

Waterloopkundig Laboratorium, H24, 1987

M.W. Owen

Design of seawalls allowing for wave overtopping

Hydraulics Research Station

Wallingford, England, report Ex 924 b, 1980

H.W.R. Perdijk

Golfoverslag bij dijken

Verslag modelonderzoek

Waterloopkundig Laboratorium, H181/M1258, 1987

K.W. Pilarczyk en G.E. Moret

Invloed van bermen op de oploop van regelmatige golven

Verslag modelonderzoek

Waterloopkundig Laboratorium M1130, Rijkswaterstaat Deltadienst Waterloopkundige afdeling W73. H900L, 1976

S.E. Sand and A.E. Mynett

Directional wave generation and analysis

Proc. IAHR seminar, Lausanne, 1987.

REFERENTIES (vervolg)

C.J.M. Stam

De korrelatieparameter in de twee-dimensionale Rayleigh kansdichtheidsfunctie voor opeenvolgende golfhoogten; een vergelijking van berekeningsmethoden; Deelstudie (TU Delft) Waterloopkundig Laboratorium, M1983, 1988

TAW

Golfoploop en golfoverslag

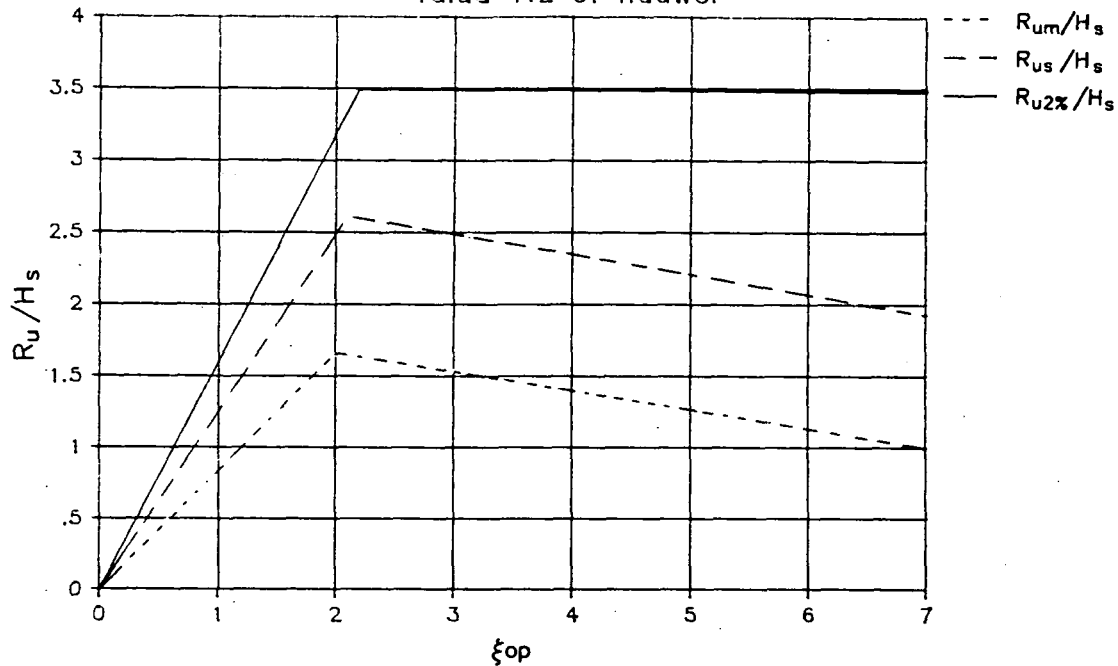
Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen, 1972

TAW

Leidraad voor het ontwerpen van rivierdijken, deel 1 - bovenrivierengebied
Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen, 1985

Oploop, basisformule

Talud 1:2 of flauwer



Klein Breteler (1990):

	$\xi_{op} \leq 2.2$	$2.2 < \xi_{op} < 7$
$R_{u2\%}/H_s =$	$1.61 \xi_{op}$	3.5
	$\xi_{op} \leq 2.1$	$2.1 < \xi_{op} < 7$
$R_{us}/H_s =$	$1.25 \xi_{op}$	$2.9 - 0.14 \xi_{op}$
	$\xi_{op} \leq 2.0$	$2.0 < \xi_{op} < 7$
$R_{um}/H_s =$	$0.84 \xi_{op}$	$1.9 - 0.13 \xi_{op}$

R_u = golfoploop, verticaal gemeten t.o.v. SWL (m)

R_{um} = gemiddelde golfoploop (m)

R_{us} = significante golfoploop (m)

$R_{u2\%}$ = golfoploop met overschrijdingskans van 2% (m)

H_s = significante golfhoogte (m)

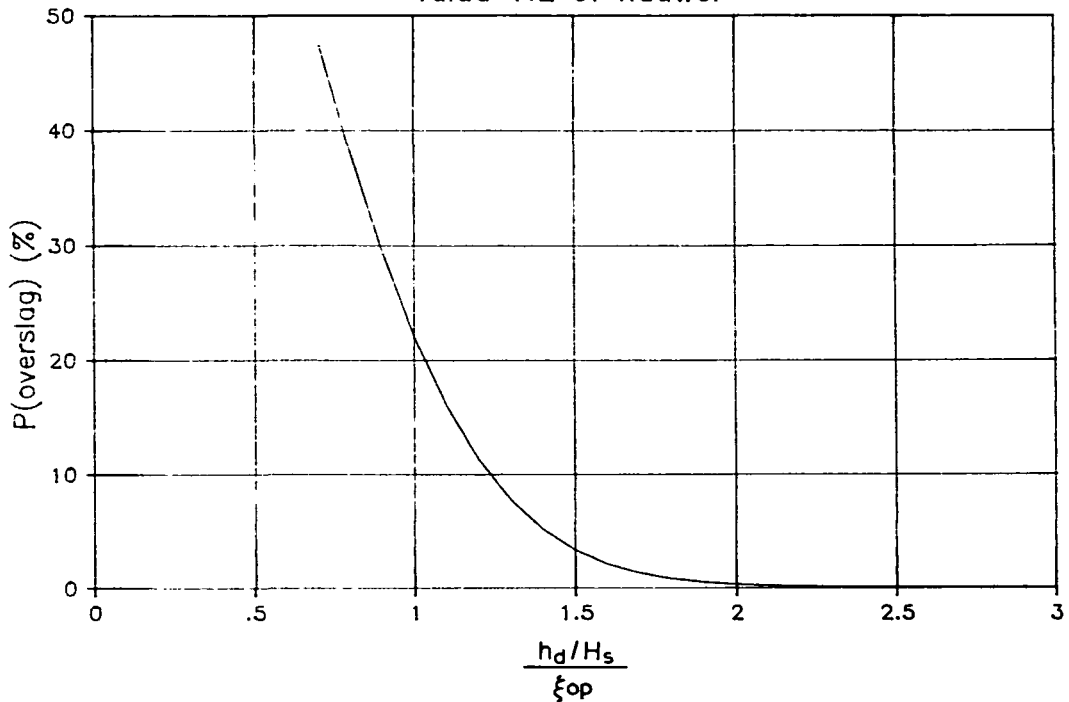
ξ_{op} = surf similarity parameter (-), $\xi_{op} = \tan(\alpha) / \sqrt{H_s/L_o}$

Verwerking invloeden: $\frac{R_u}{H_s} = \frac{R_u}{H_s}(\text{basis}) * r$

$$r = r_{\sigma} * r_{\theta} * r_h * r_B$$

BASISFORMULES OPLOOP

Overslagkans
Talud 1:2 of flauwer



Voor brekende golven ($\xi_{op} \leq 2.5$):

$$P(\text{overslag}) = \exp\left(-\left(\frac{h_d/H_s}{0.81 \xi_{op}}\right)^2\right)$$

H_s = significante golfhoogte (m)

h_d = kruinhoogte t.o.v. SWL (m)

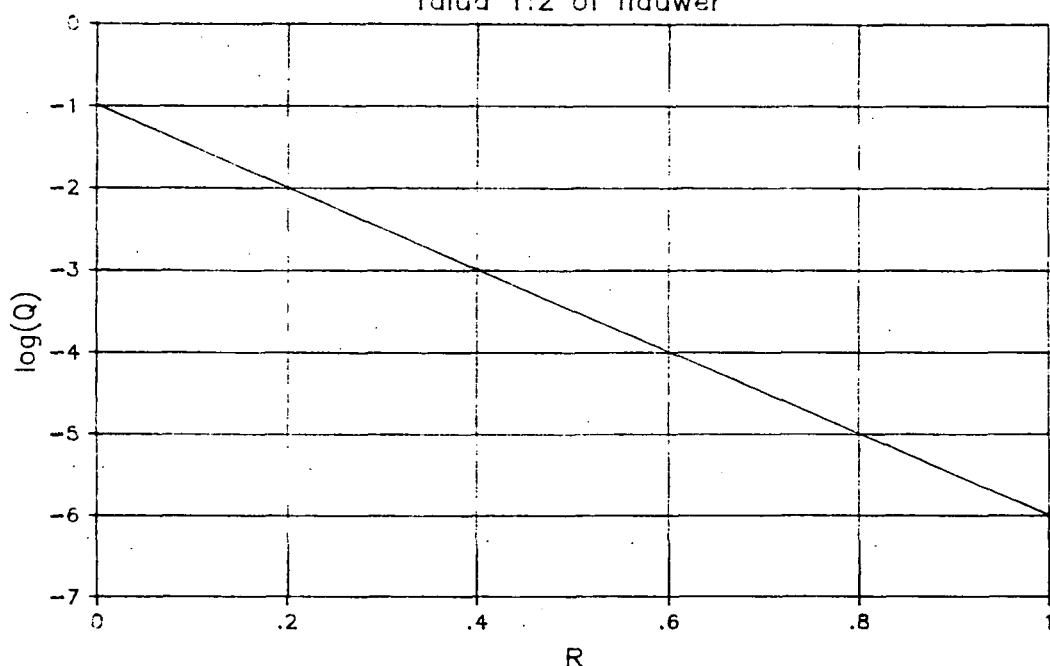
ξ_{op} = surf similarity parameter (-), $\xi_{op} = \tan(\alpha)/\sqrt{H_s/L_o}$

Voor niet-brekende golven geeft deze formule meestal een overschatting van de overslagkans.

OVERSLAGKANS

Overslagdebiet, basisformule

Talud 1:2 of flauwer



Voor brekende golven ($\xi_{op} \leq 2.5$): $Q = 0.10 \exp(-11.5 R)$

Hierin is:

$$Q = \text{dimensieloos overslagdebiet} \quad Q = \frac{q}{\sqrt{gH_s^3}} \sqrt{\frac{H_s/L_o}{\tan\alpha}}$$

$$R = \text{dimensieloze kruinhoogte} \quad R = \frac{h_d}{H_s} \sqrt{\frac{H_s/L_o}{\tan\alpha}}$$

q = gemiddeld overslagdebiet per meter kruin (m^3/ms)

H_s = significante golfhoogte (m)

L_o = golflengte op diep water (gebaseerd op piekperiode) (m)

α = taludhelling ($^\circ$)

h_d = kruinhoogte t.o.v. SWL (m)

ξ_{op} = surf similarity parameter (-), $\xi_{op} = \tan(\alpha)/\sqrt{H_s/L_o}$

Voor niet-brekende golven geeft deze formule meestal een overschatting van het overslagdebiet.

Verwerking invloeden:

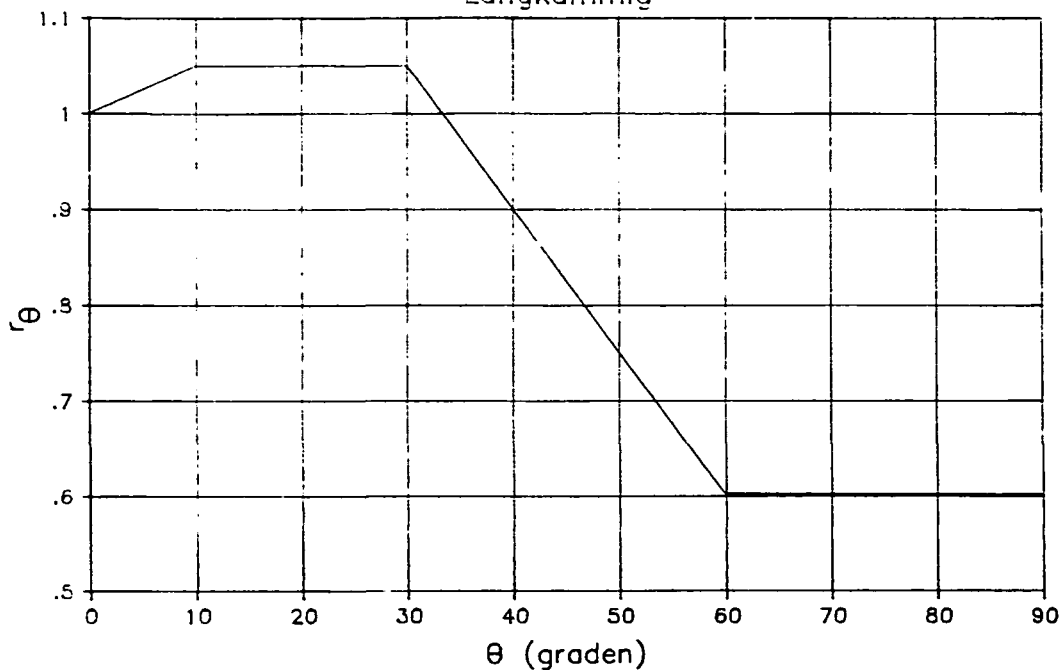
$$R = R(\text{basis}) / r$$

$$r = r_\sigma * r_\theta * r_h * r_B$$

BASISFORMULE VOOR OVERSLAGDEBIET

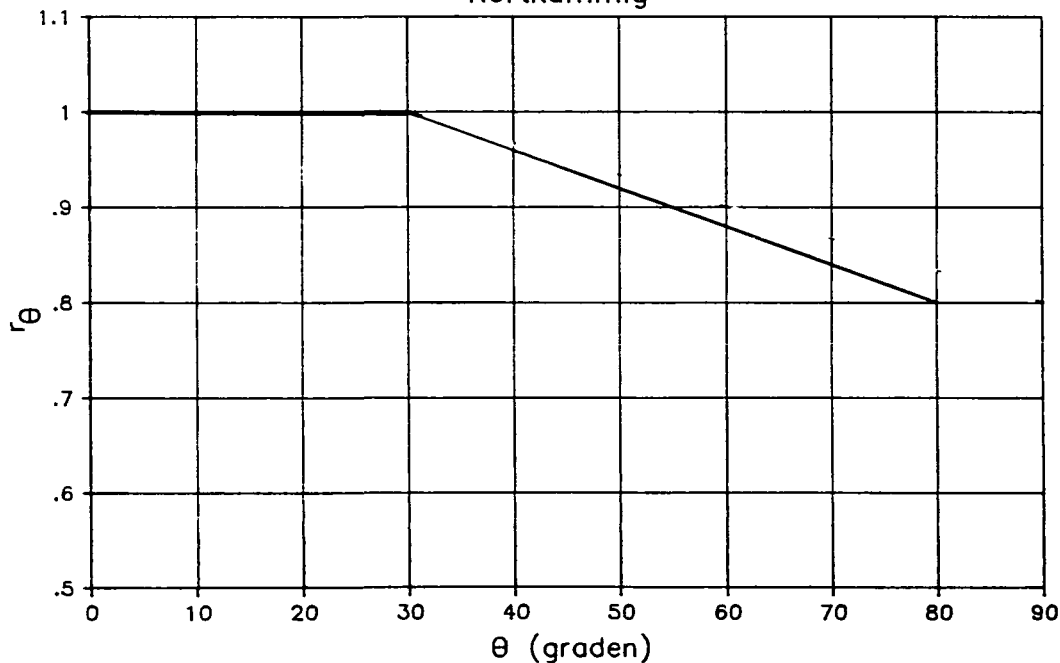
Invloedsfactor scheve inval

Langkammig



Invloedsfactor scheve inval

Kortkammig



θ = hoofdrichting van de golven, gemeten t.o.v. de normaal op de kust ($^\circ$)

Invloed richtingspreiding bij loodrecht invallende golven:

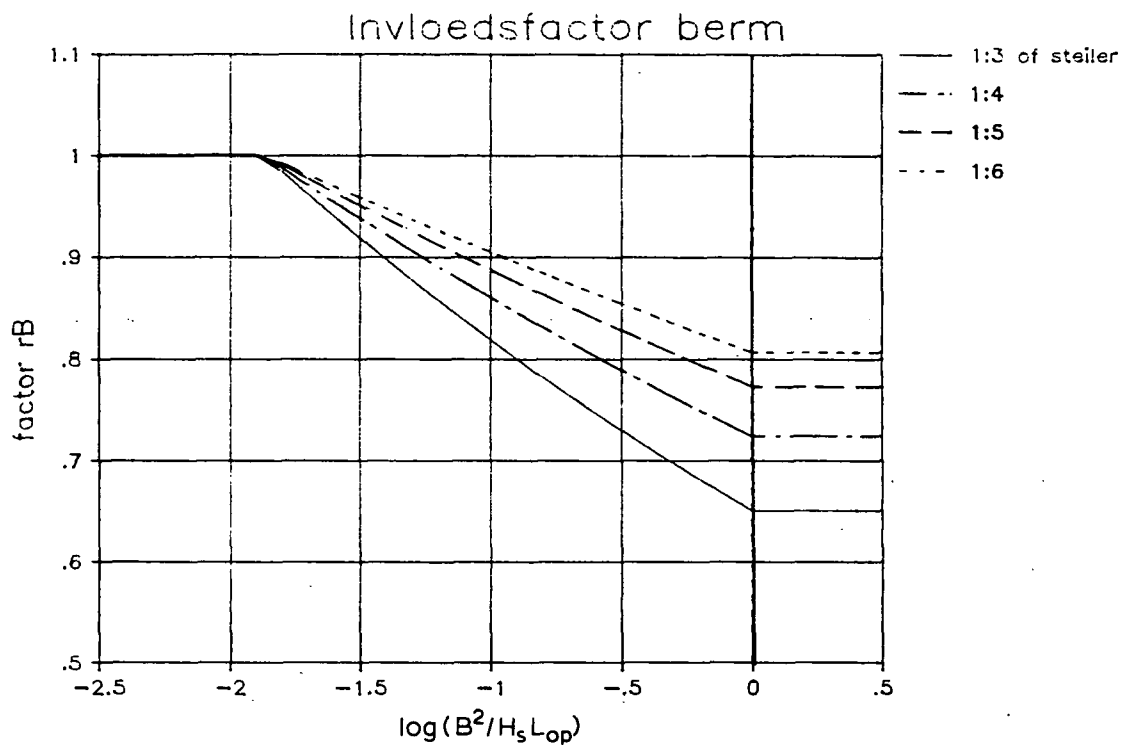
$$r_\sigma = 1.00$$

INVLOED SCHEVE GOLFAANVAL, LANGKAMMIG
EN KORTKAMMIG

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

H 638

FIG. 4



Klein Breteler (1990):

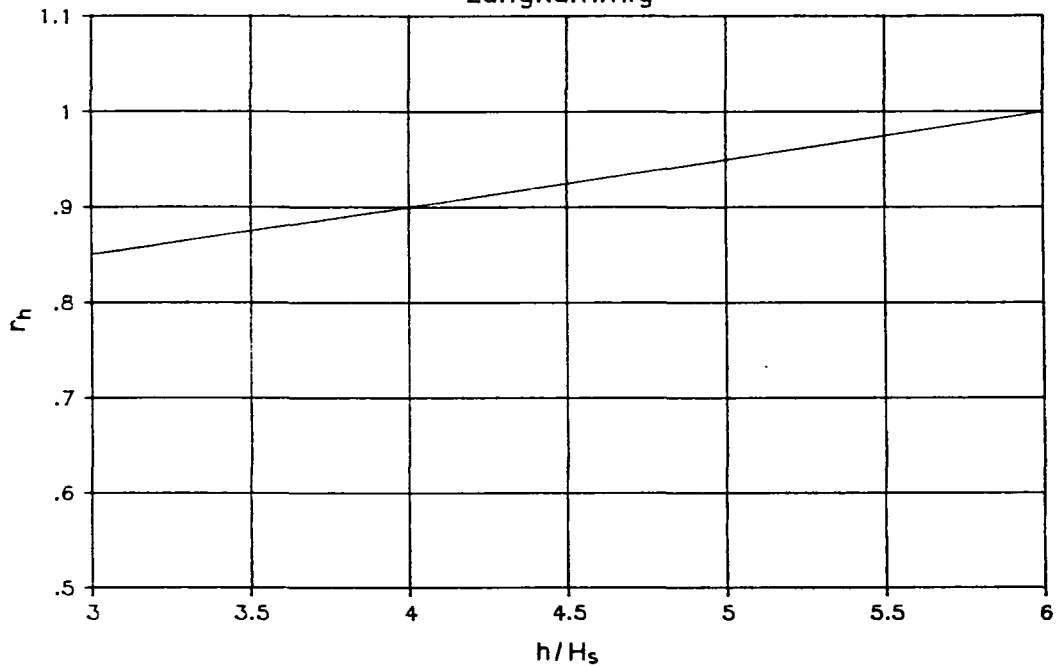
Voor $\tan \alpha \leq 0.333$ en berm op SWL:

$B^2/(H_s L_{op})$	r_B
< 0.01	1.00
$0.01 < \dots < 1.00$	$0.65^{3 \tan(\alpha)} (B^2/(H_s L_{op}))^{-0.3 \tan(\alpha)}$
> 1.00	$0.65^{3 \tan(\alpha)}$

- B = bermbreedte (m)
- H_s = significante golfhoogte (m)
- L_o = golflengte op diep water (m)
- α = taludhelling ($^\circ$)

INVLOED BERM

Invloedsfactor waterdiepte
Langkammig



Invloed waterdiepte bij kortkammige golven: $r_h = 1.00$

h = waterdiepte (m)

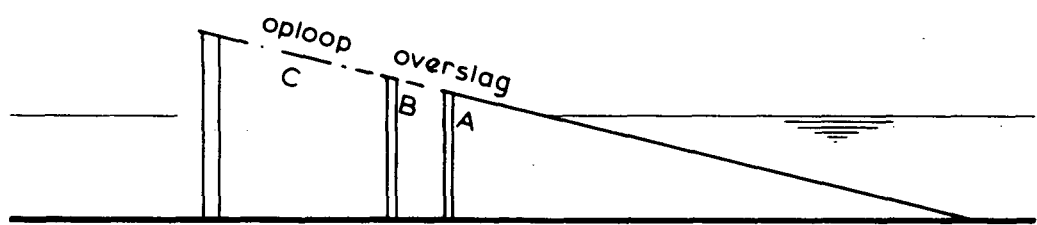
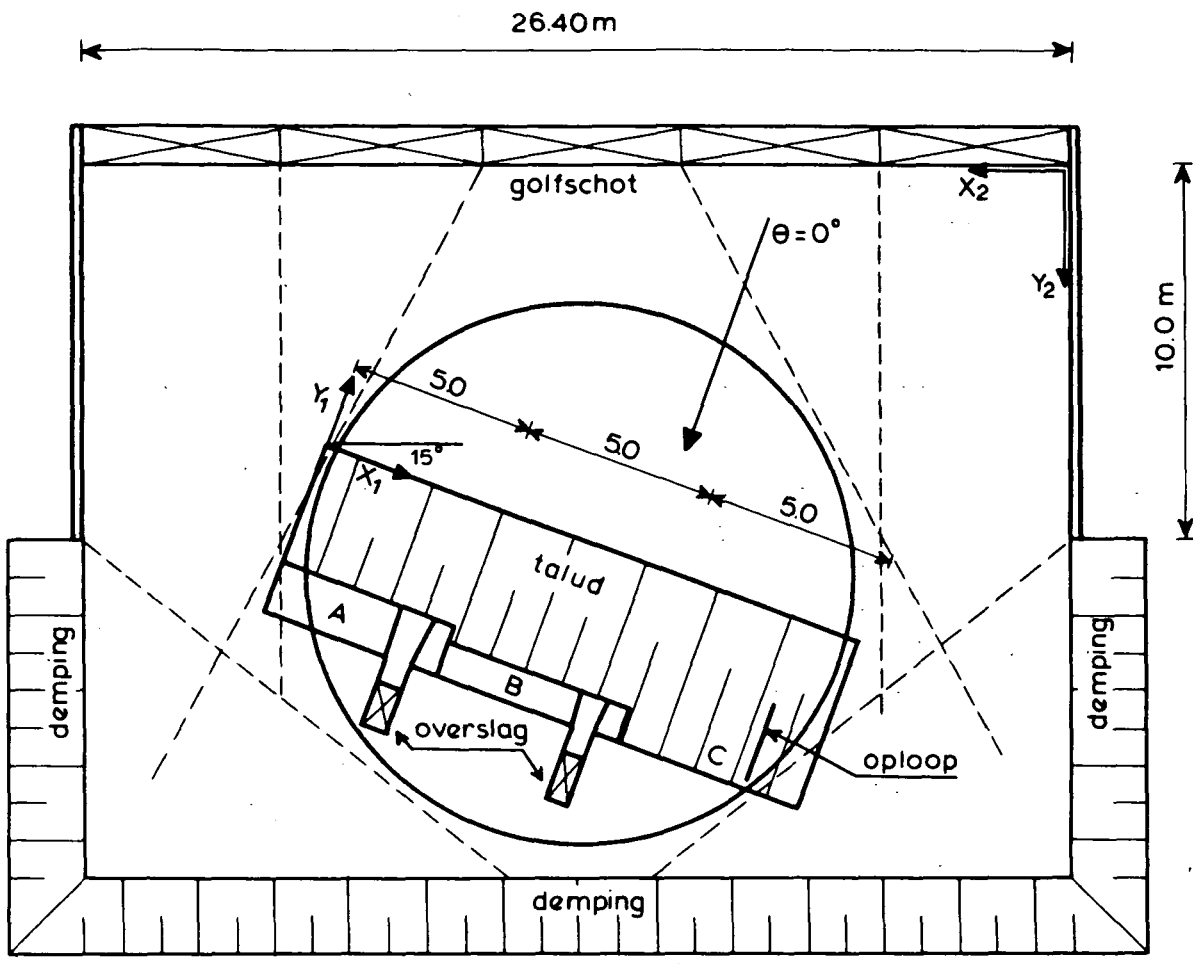
H_s = significante golfhoogte (m)

INVLOED WATERDIEPTE

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

H 638

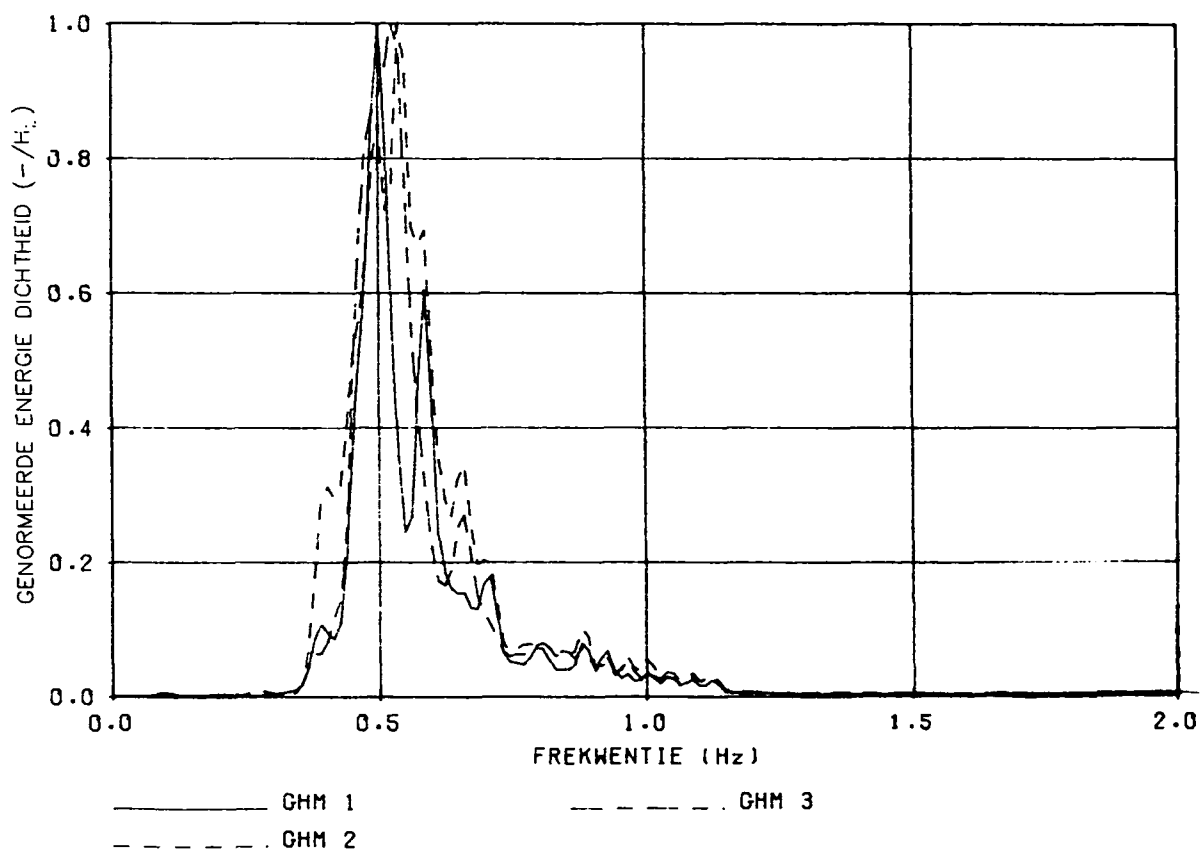
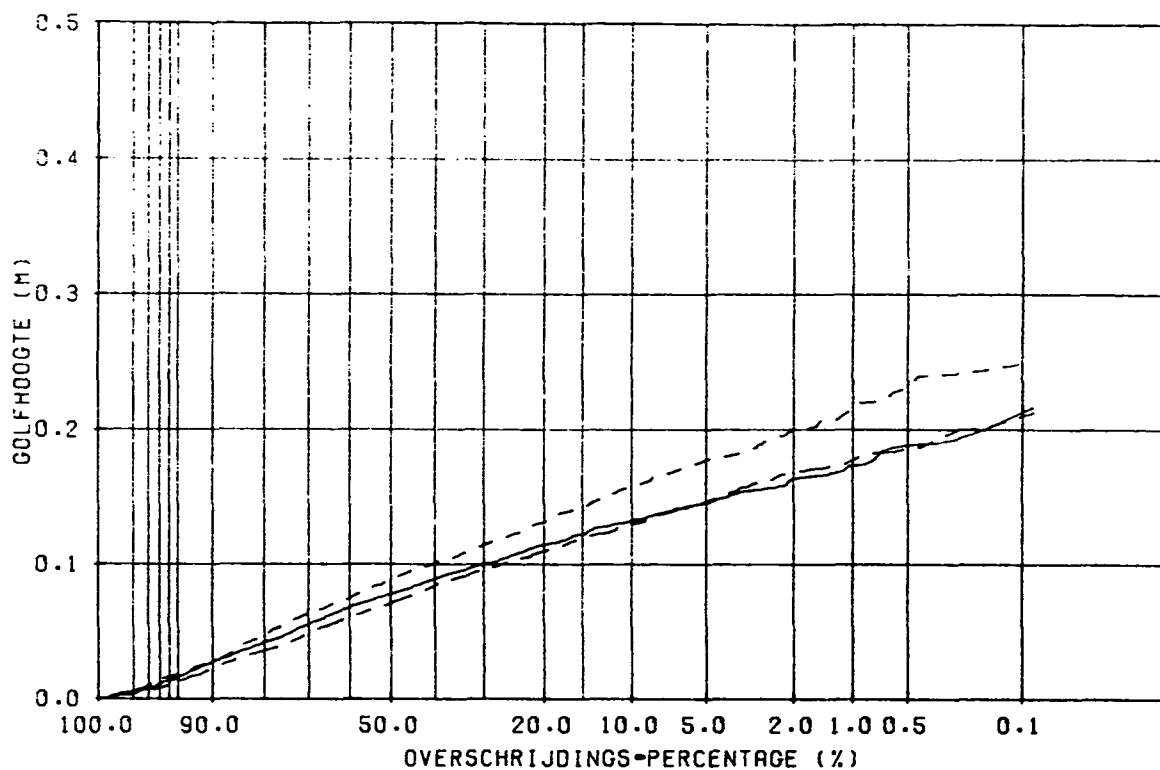
FIG. 6



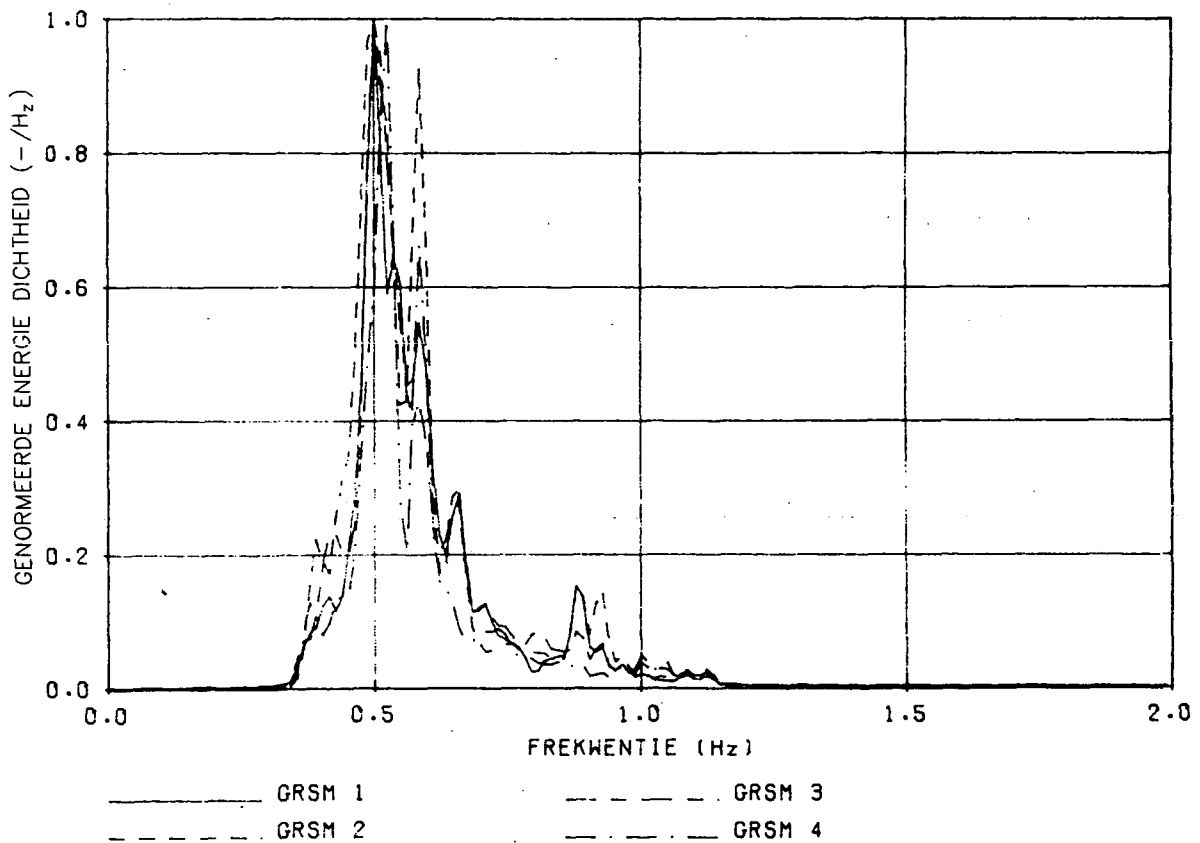
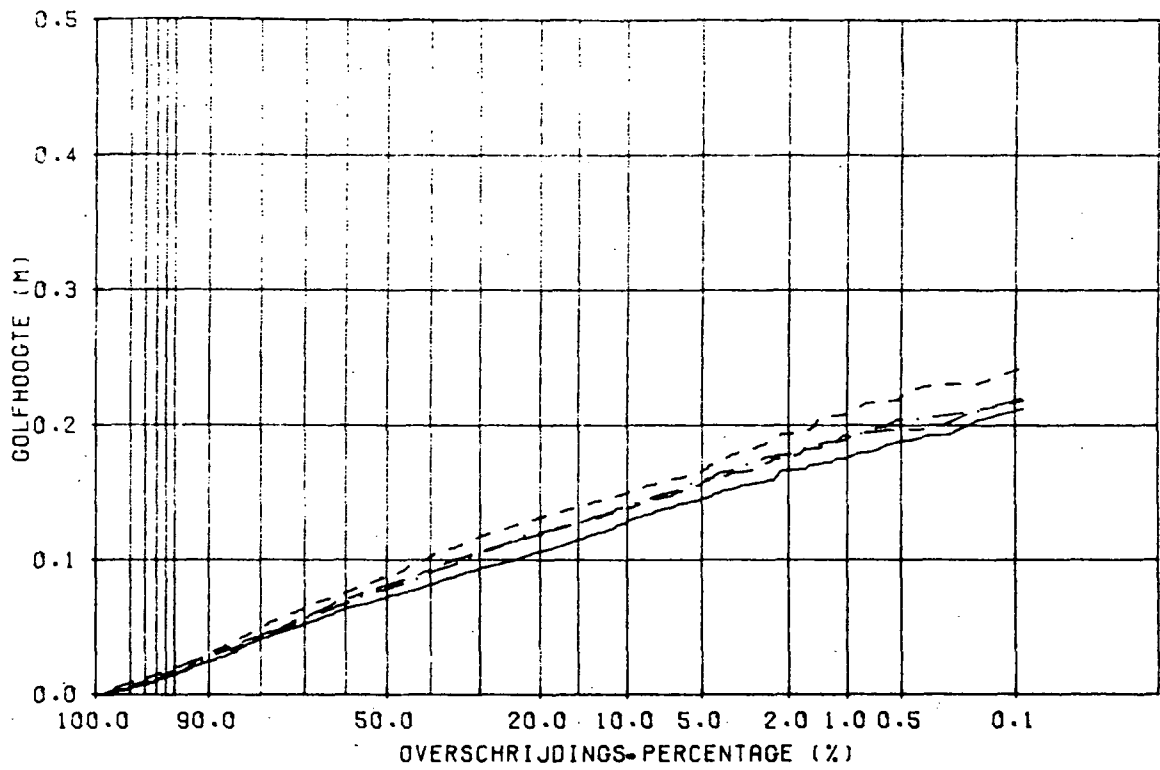
doorsnede konstruktie

Talud 1:4					Talud 1:2.5				
	Tov teen aan lage kruin		Tov golfschot			Tov teen aan lage kruin		Tov golfschot	
	X ₁	Y ₁	X ₂	Y ₂		X ₁	Y ₁	X ₂	Y ₂
GRSM 1	15.00	5.00	4.66	7.11	GRSM 1	-	-	-	-
GRSM 2	12.50	5.00	7.08	6.46	GRSM 2	12.50	5.00	7.08	7.34
GRSM 3	7.50	5.00	11.91	5.17	GRSM 3	7.50	5.00	11.91	6.05
GRSM 4	2.50	5.00	16.74	3.88	GRSM 4	2.50	5.00	16.74	4.76
GRSM 5	.00	5.00	19.15	3.23	GRSM 5	-	-	-	-
GHM 1	11.25	3.00	8.80	8.07	GHM 1	12.50	3.00	7.59	9.28
GHM 2	11.25	1.50	9.19	9.52	GHM 2	12.50	1.50	7.98	10.73
GHM 3	11.25	.00	9.58	10.97	GHM 3	12.50	.00	8.37	12.17
GHM 4	11.25	3.70	8.62	7.40	GHM 4	12.50	3.70	7.41	8.60

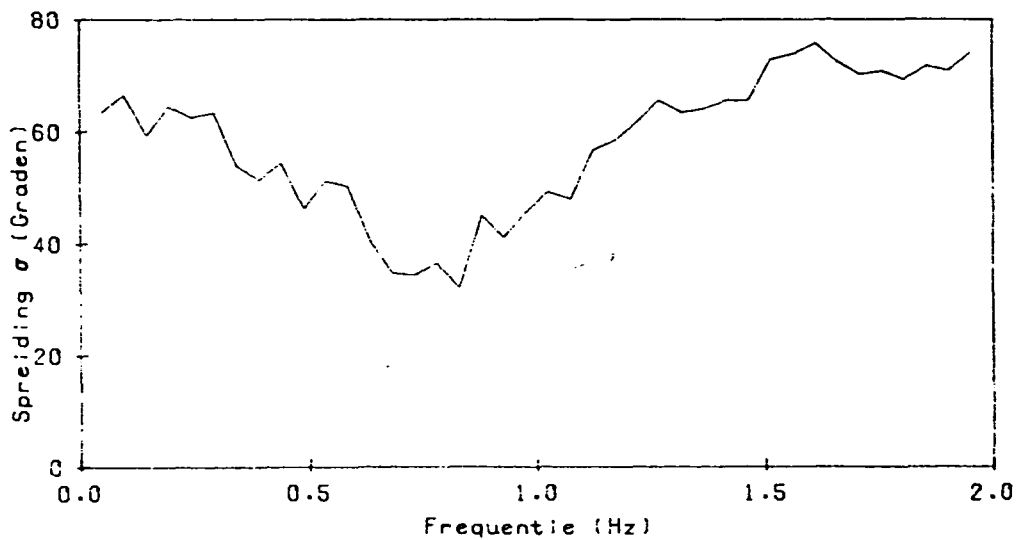
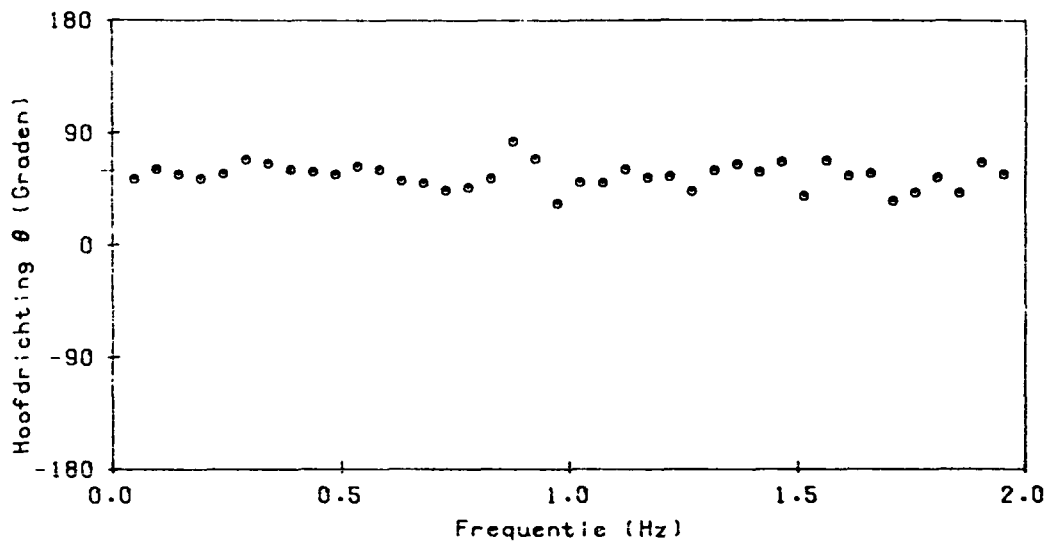
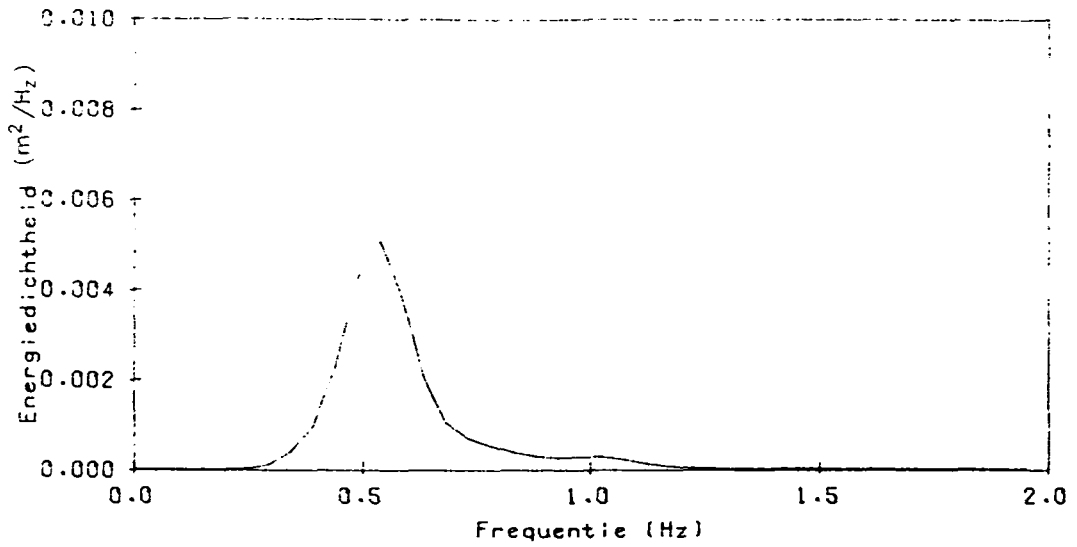
MODELOPSTELLING, POSITIE GHM's EN GRSM's



OVERSCHRIJDINGSKROMMEN EN SPECTRA VAN GHM's



OVERSCHRIJDINGSKROMMEN EN SPECTRA VAN GRSM's

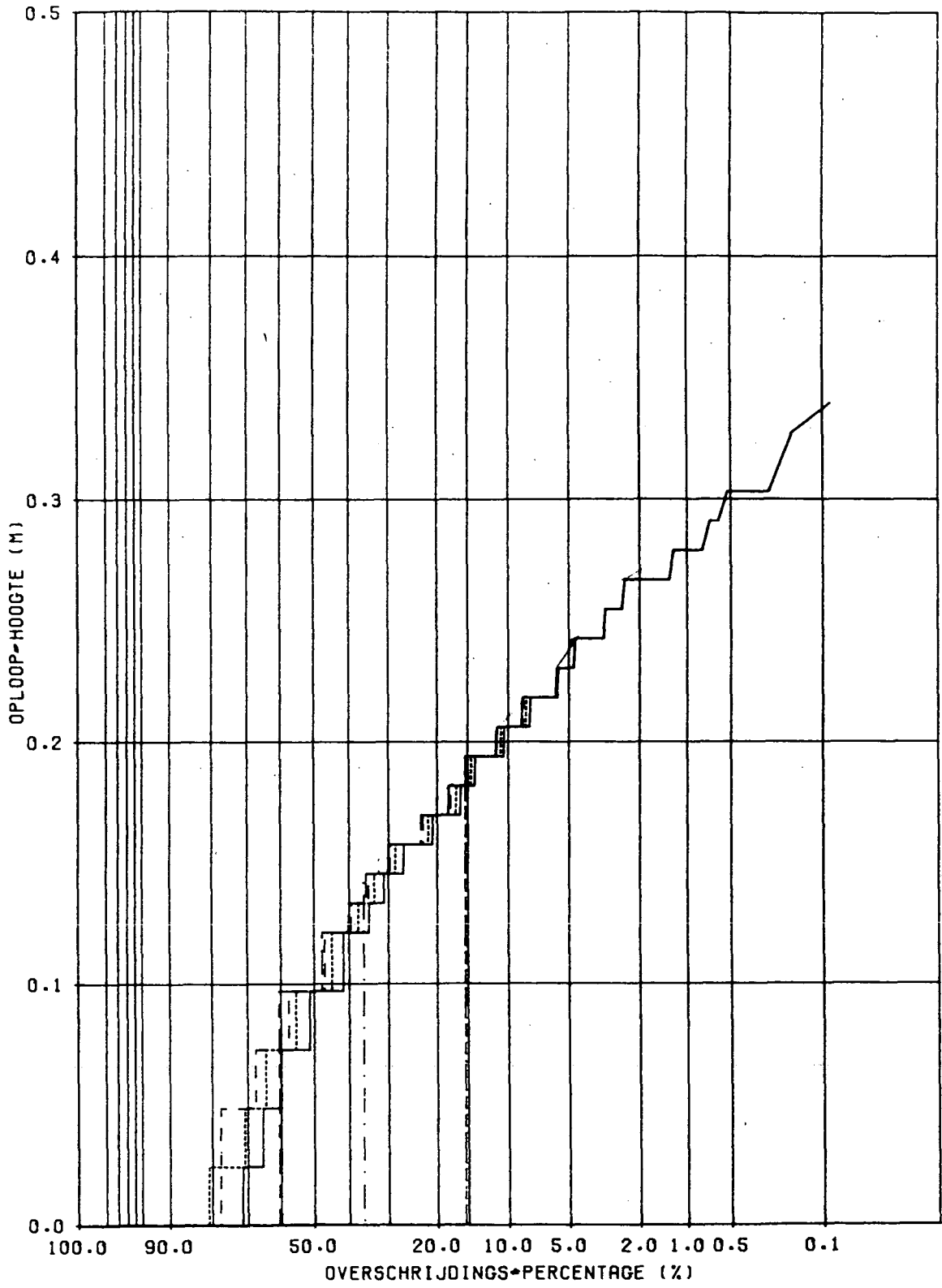


SPECTRUM, HOOFDRICHTING EN SPREIDING
VAN GRSM 4

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

H 638

FIG. 10

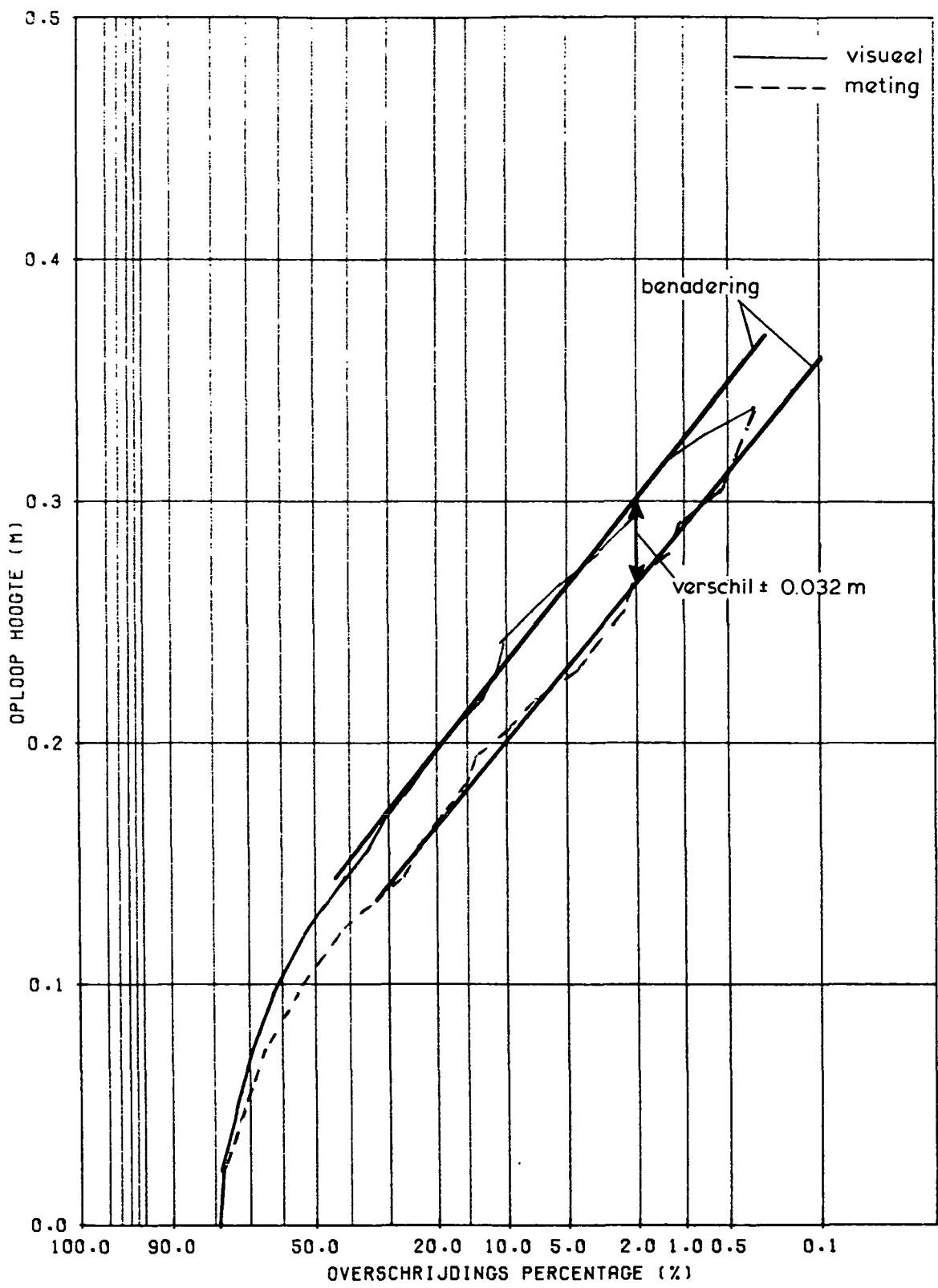


OPLOOPOVERSCHRIJDINGSKROMME

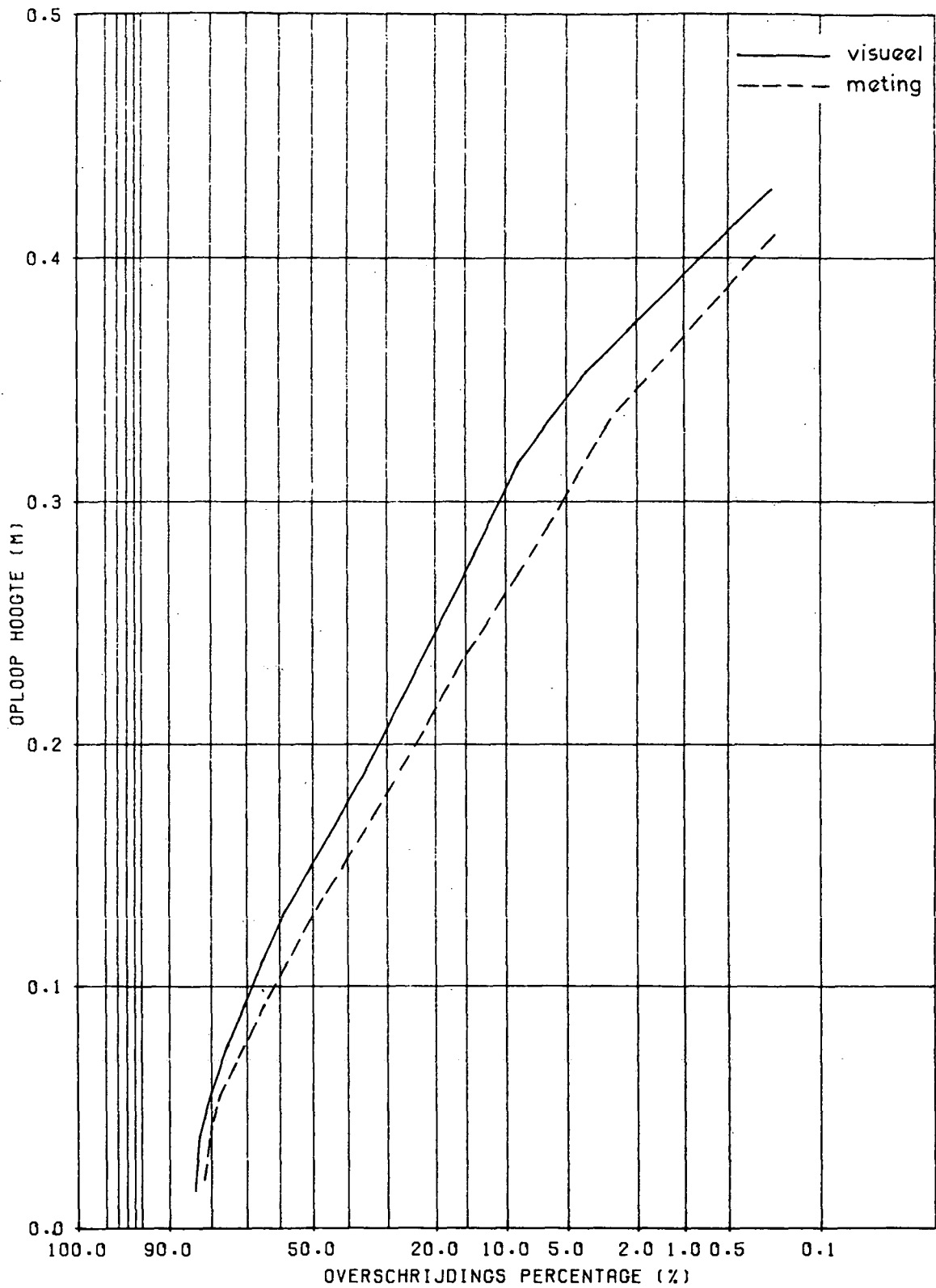
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

H 638

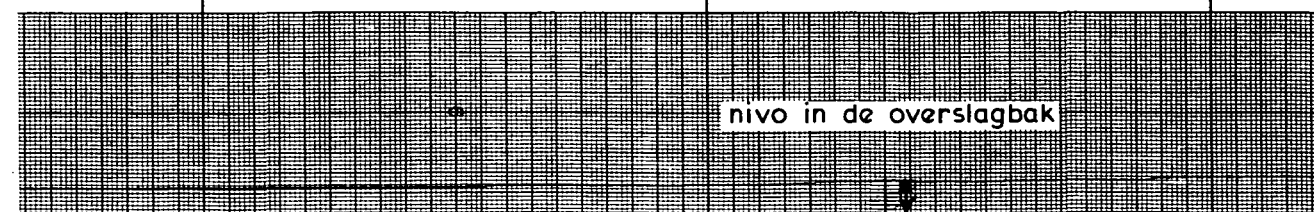
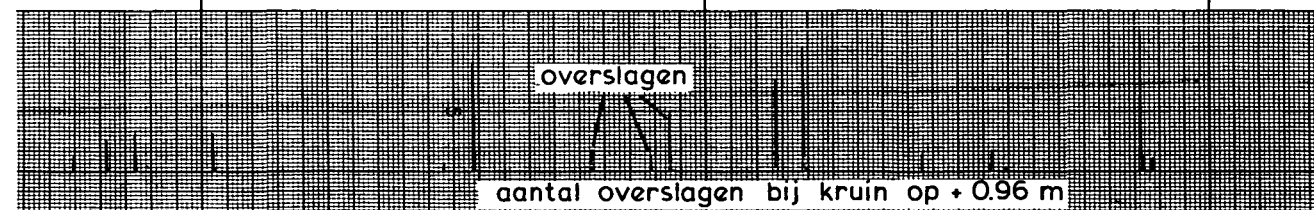
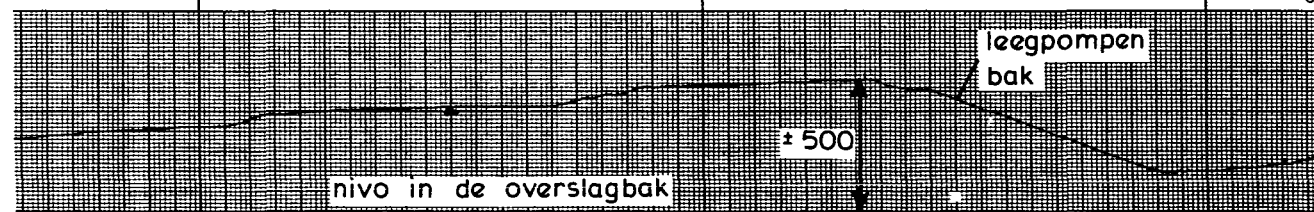
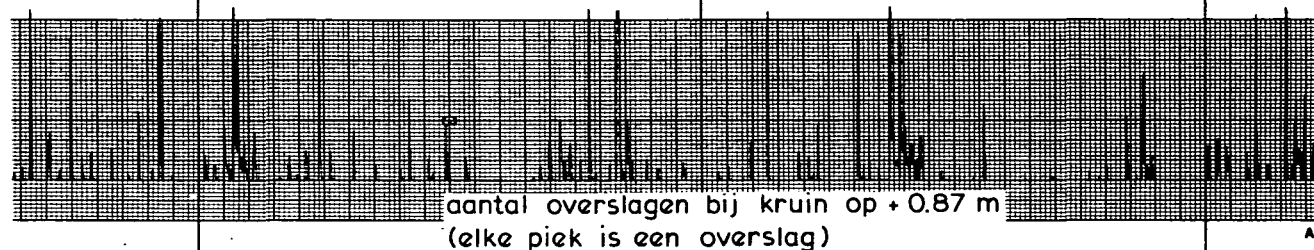
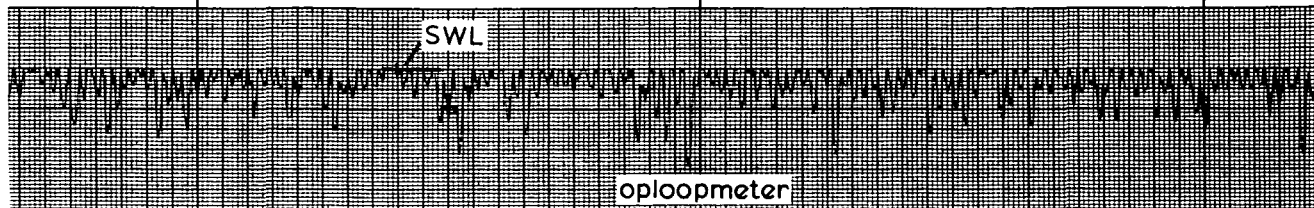
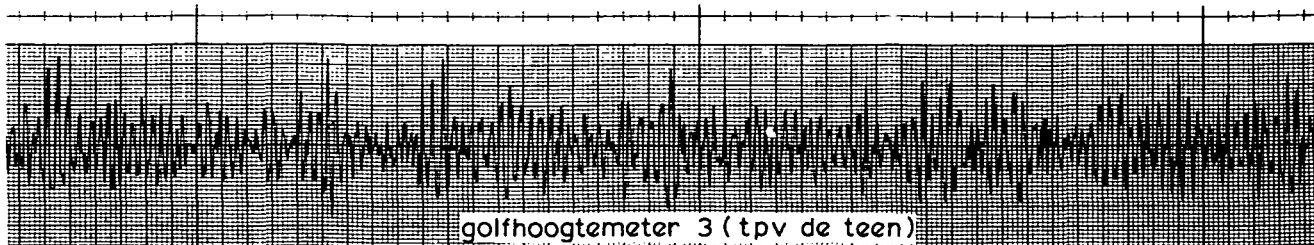
FIG. 11



OPLOOP LL TALUD 1: 4, VERGELIJKING
VISUEEL-METING



OPLOOP LL TALUD 1:2.5, VERGELIJKING
VISUEEL-METING



VOORBEELD REGISTRATIE

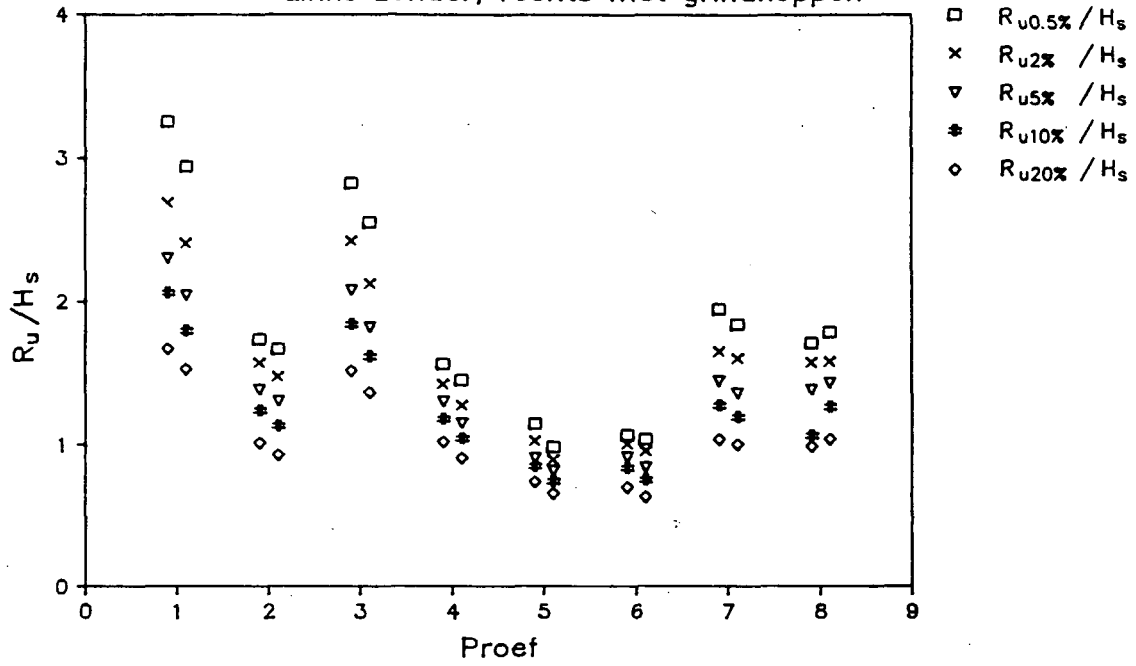
LK08

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

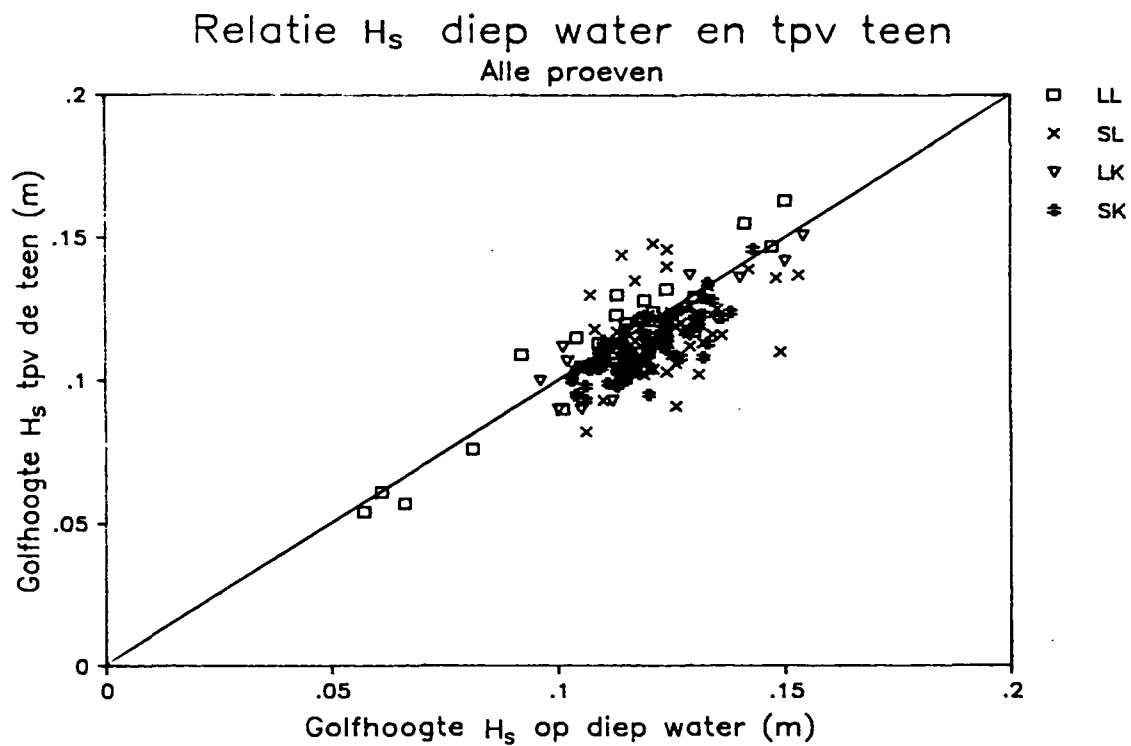
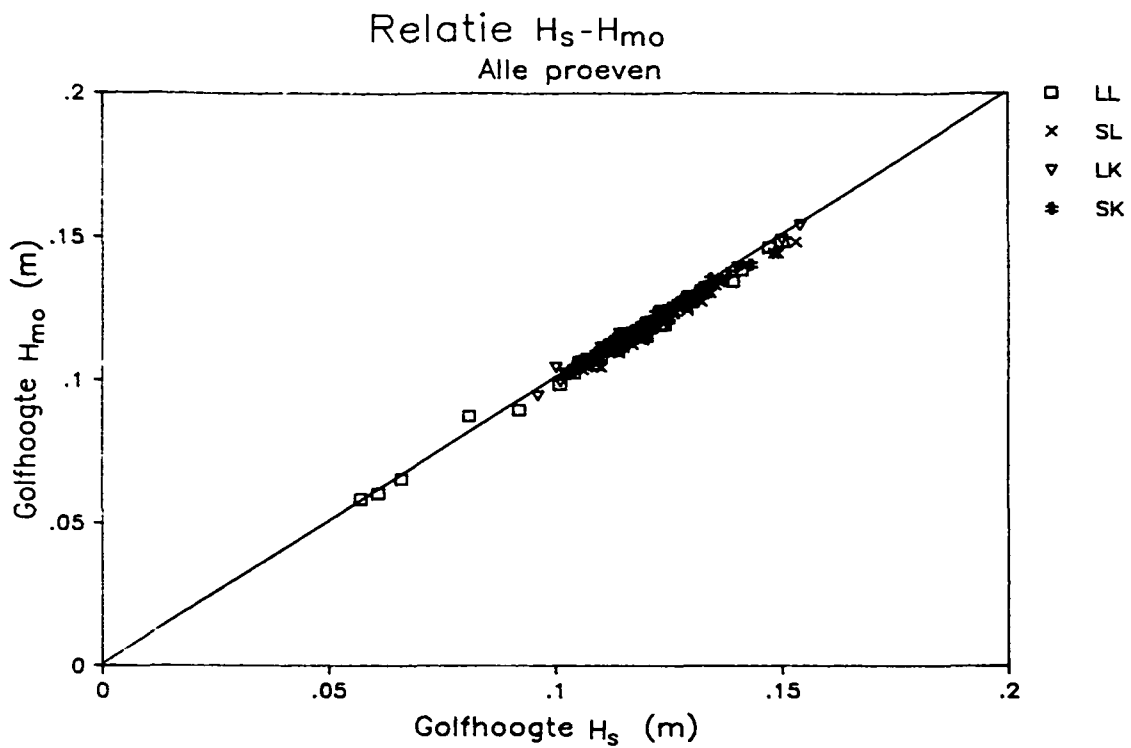
H 638

FIG. 14

Invloed grindkoppen op ophoop
 Links zonder, rechts met grindkoppen



Proefnummer	Proefcode
1	SL3
2	SL6
3	SL10
4	SL13
5	SL18
6	SL26
7	LK6
8	SK2



REALISATIE GOLFRANDVOORWAARDEN

$H_{s, \text{diep}} - H_{mo, \text{diep}} - H_{s, \text{teen}}$

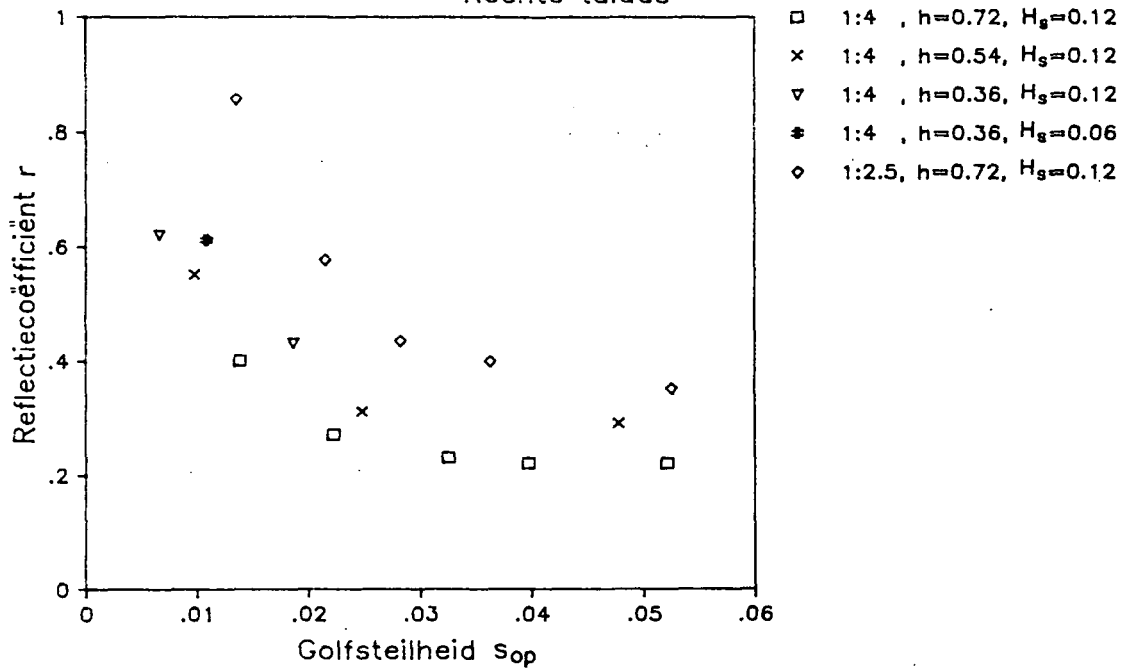
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

H 638

FIG. 16

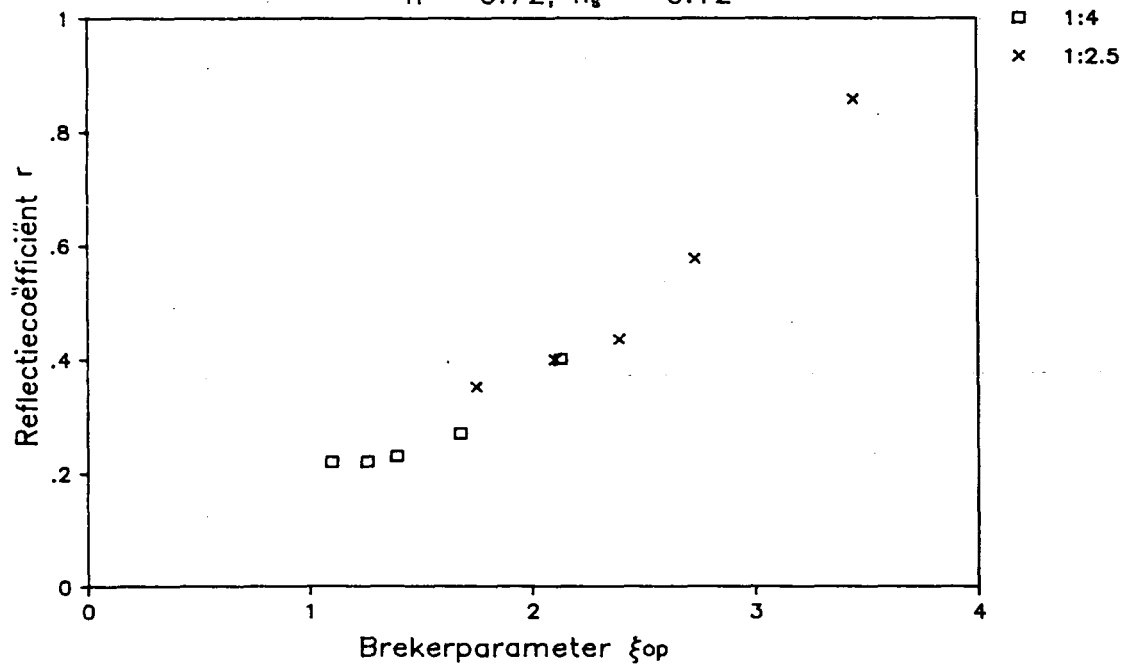
Reflectiecoëfficiënt loodrecht langkammig

Rechte taluds



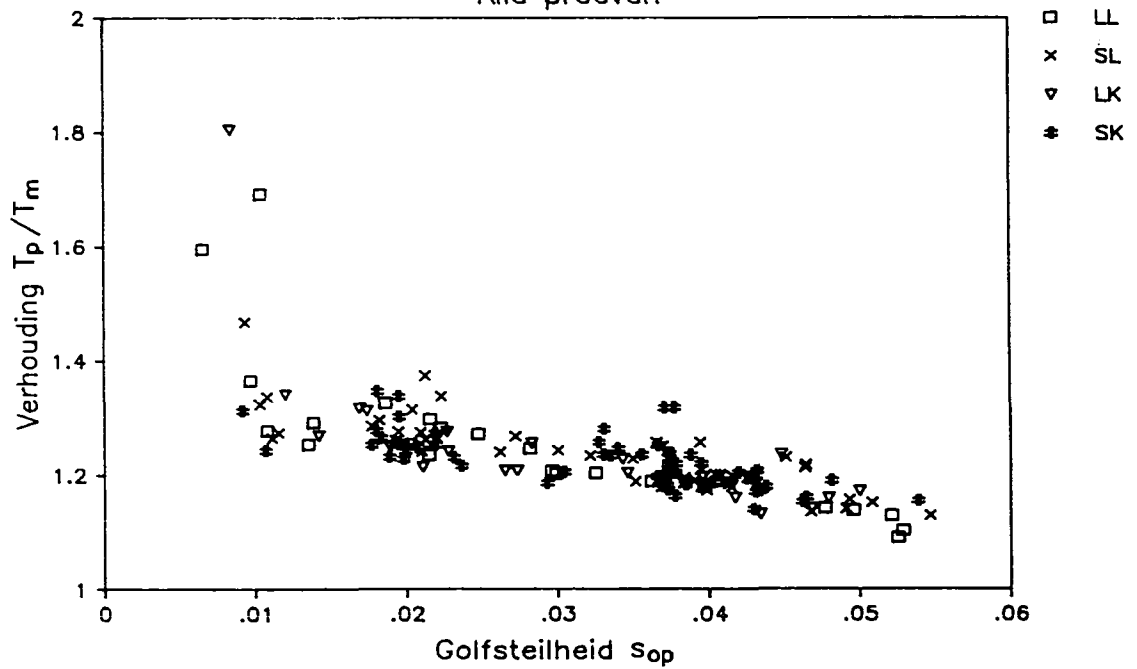
Reflectiecoëfficiënt loodrecht langkammig

$h = 0.72$; $H_g = 0.12$



REFLECTIECOEFFICIENT

Verhouding T_p/T_m als functie van s_{op}
Alle proeven



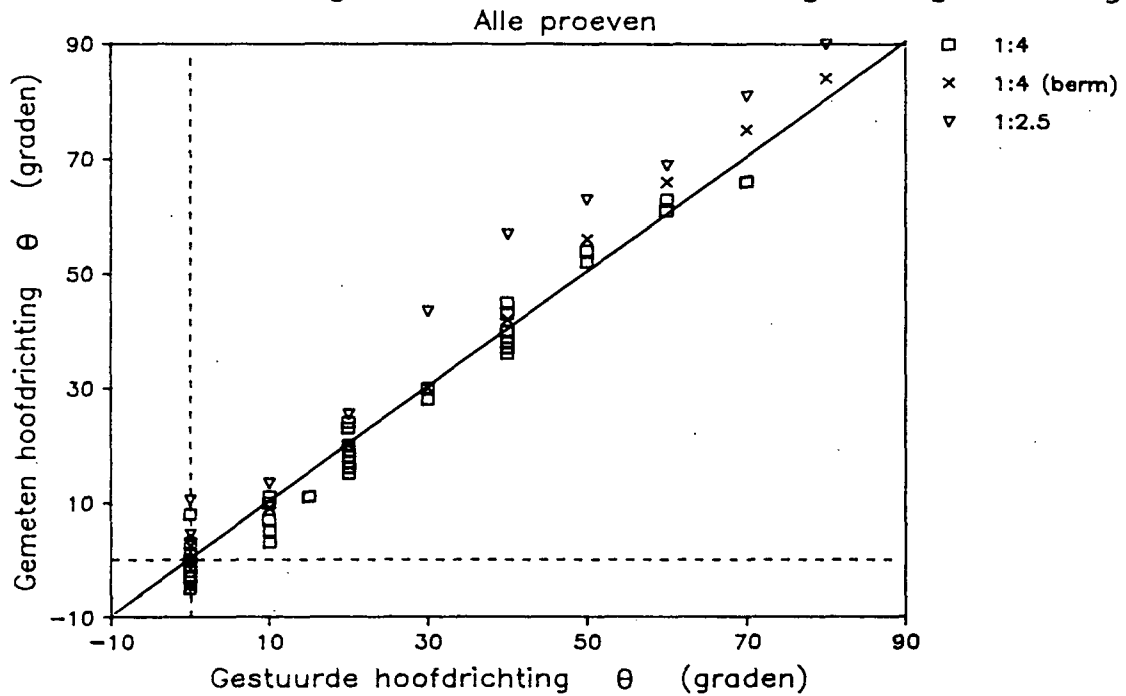
PIEK- EN GEMIDDELDE PERIODE

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

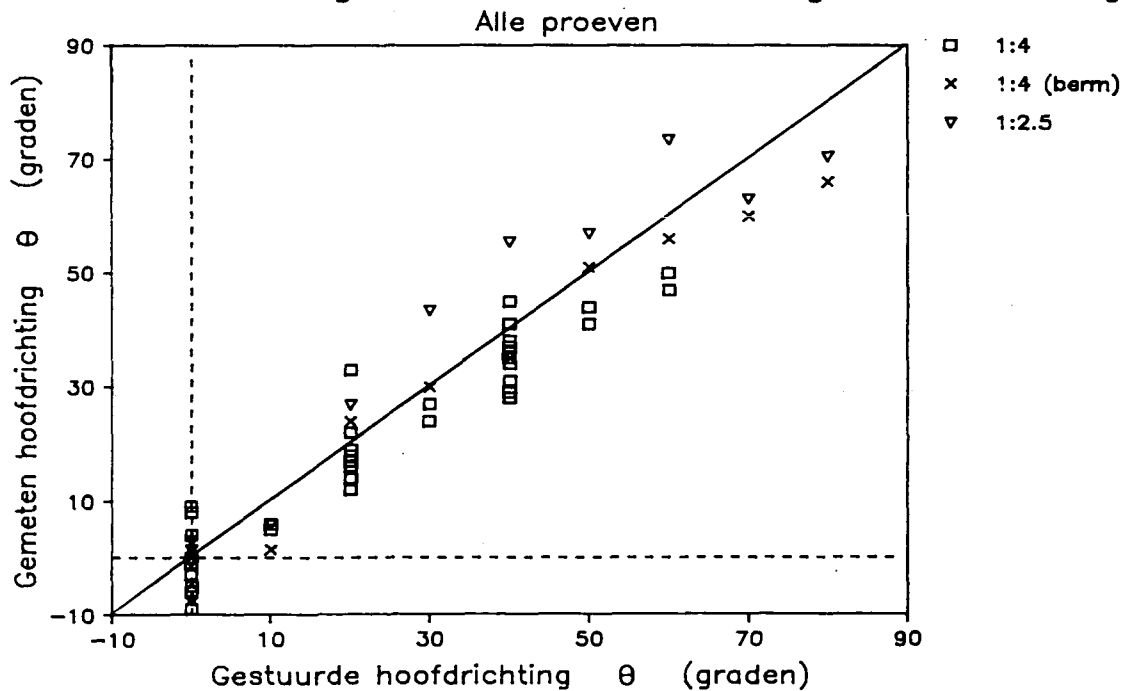
H 638

FIG. 18

Gestuurde en gemeten hoofdrichting, langkammig



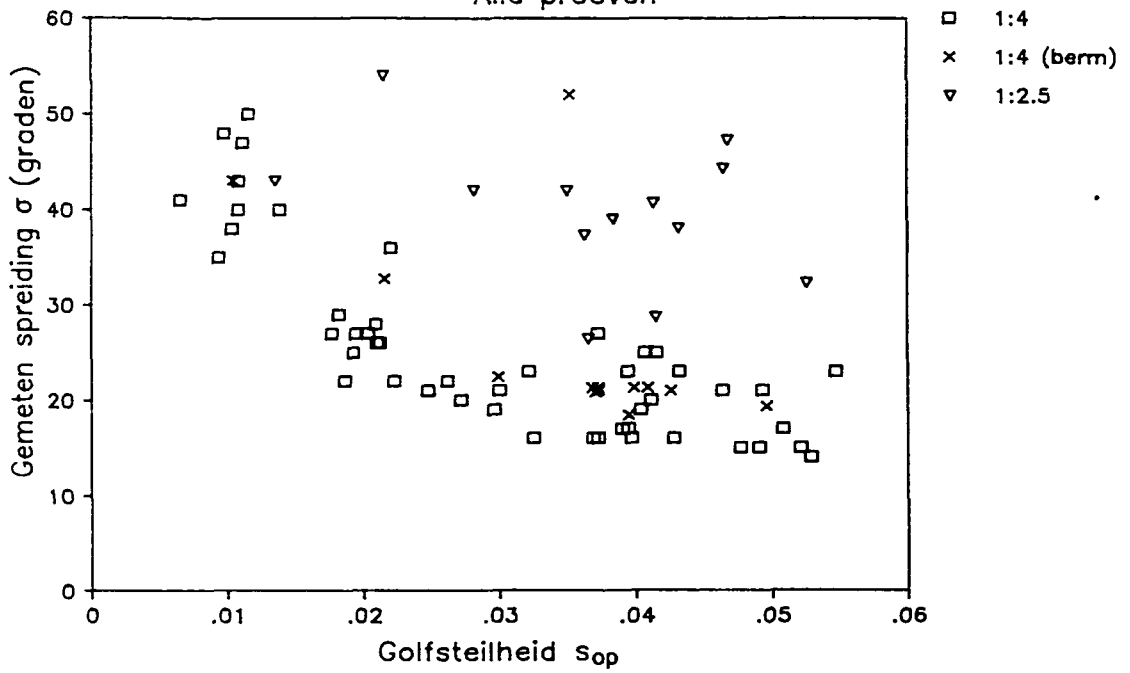
Gestuurde en gemeten hoofdrichting, kortkammig



GESTUURDE EN GEMETEN HOOFDRICHTING,
LANG- EN KORTKAMMIG

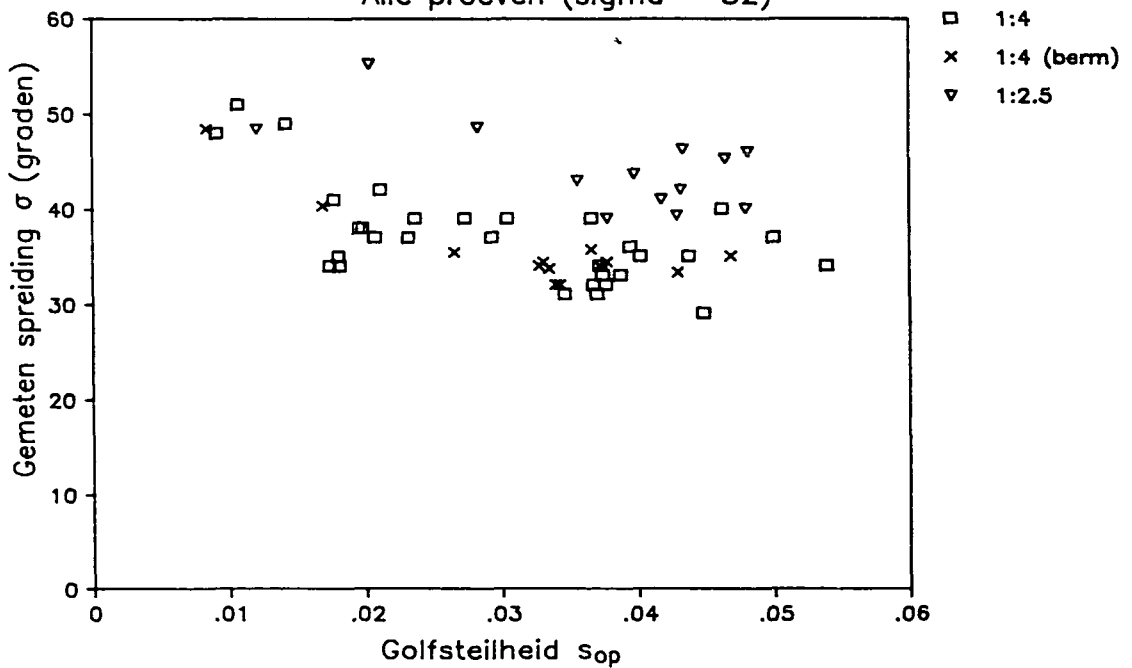
Gemeten spreiding bij langkammige golven

Alle proeven



Gemeten spreiding bij kortkammige golven

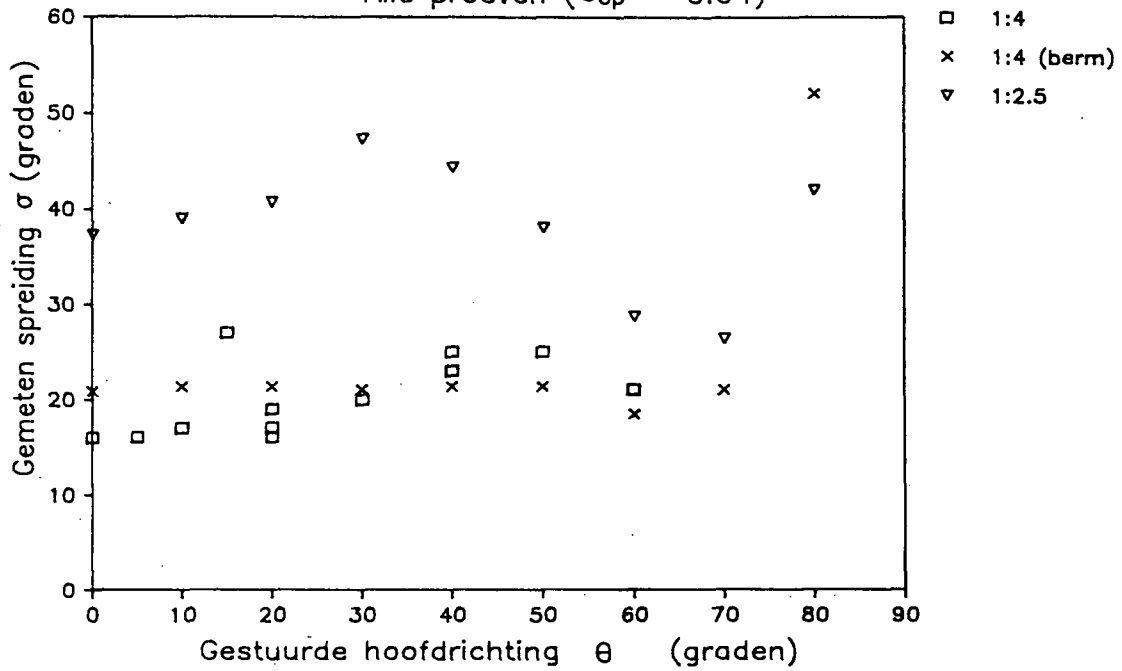
Alle proeven (sigma = 32)



GEMETEN SPREIDING EN GOLFSTELHEID,
LANG- EN KORTKAMMIG

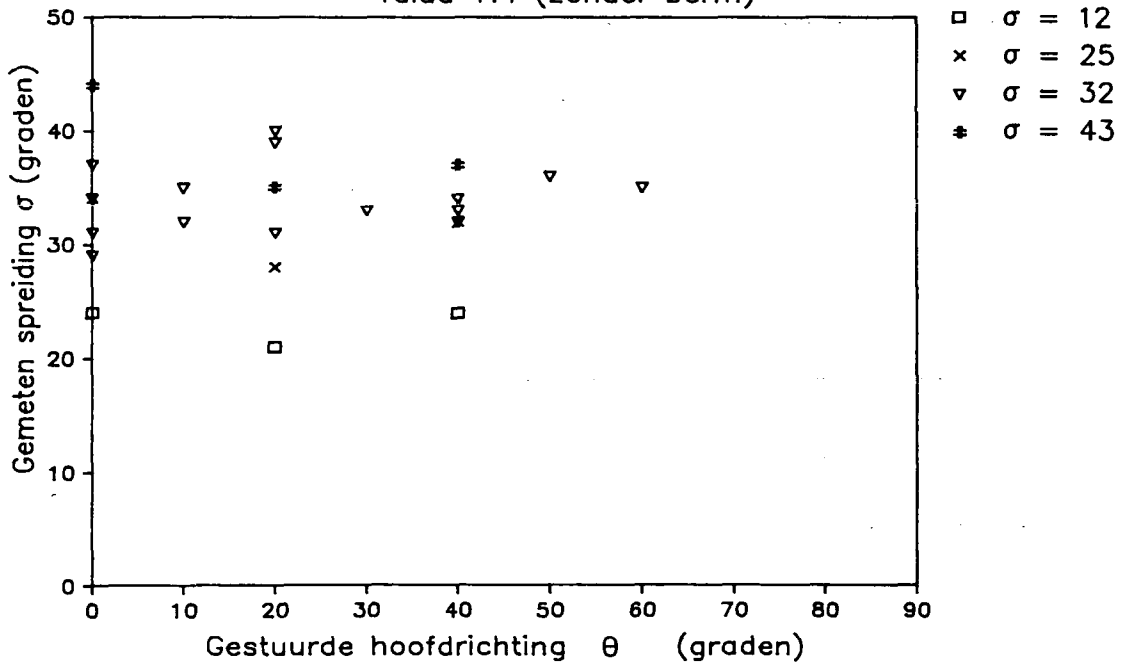
Gemeten spreiding bij langkammige golven

Alle proeven ($S_{op} = 0.04$)



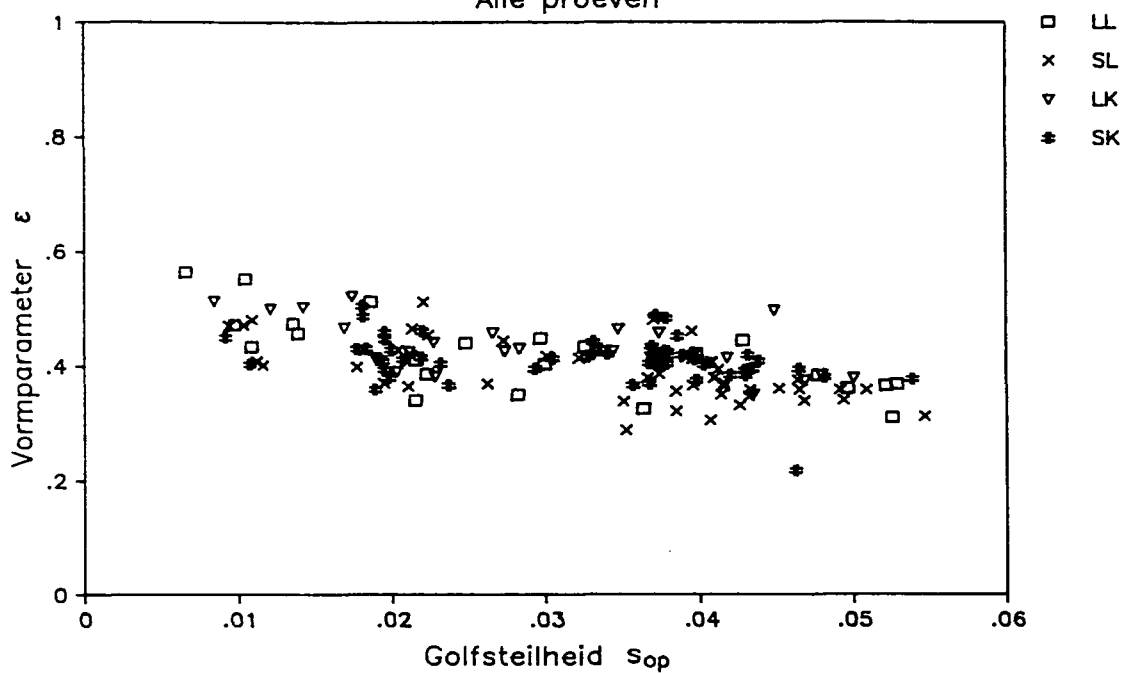
Gemeten spreiding bij kortkammige golven

Talud 1:4 (zonder berm)

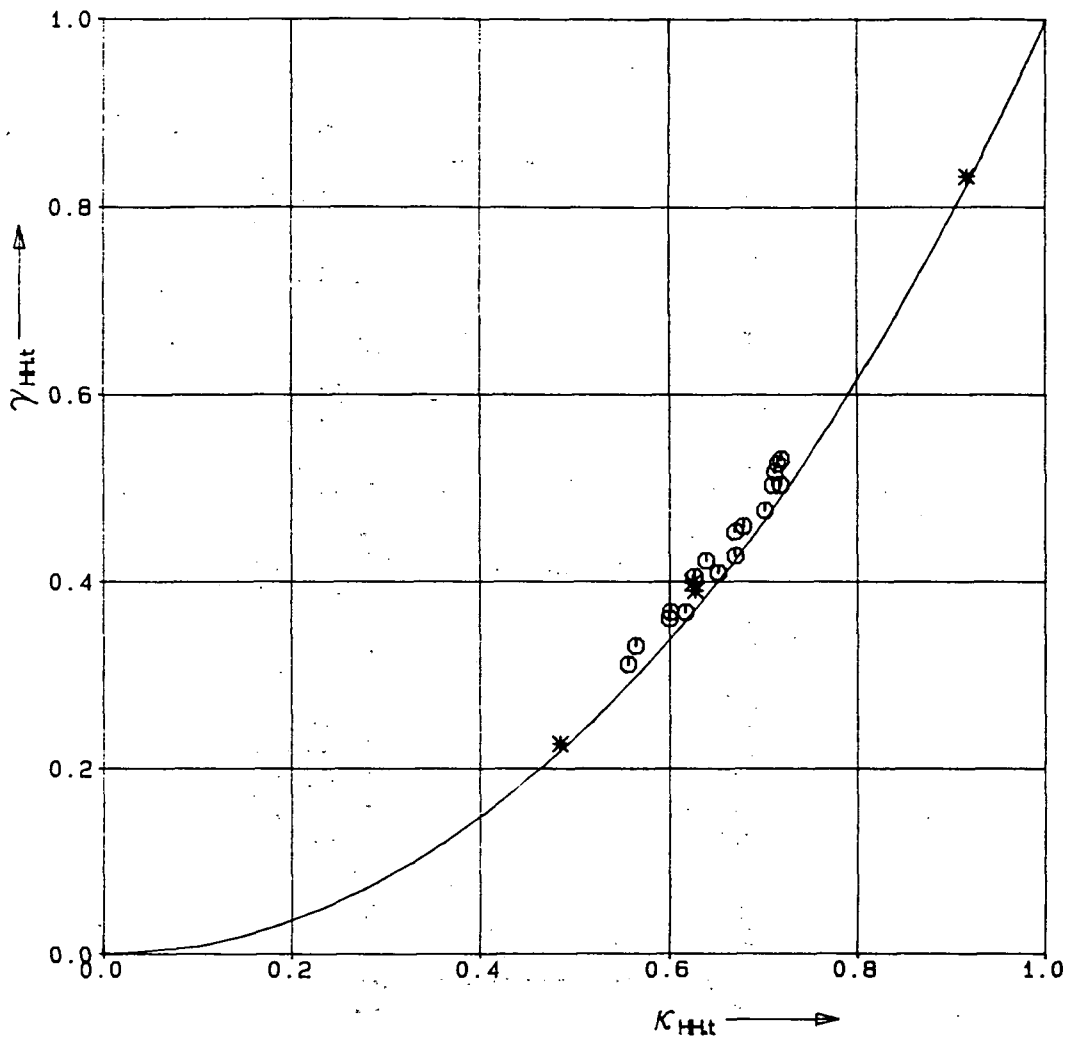


GEMETEN SPREIDING EN HOOFDRICHTING,
LANG- EN KORTKAMMIG

Spectrumvorm Alle proeven

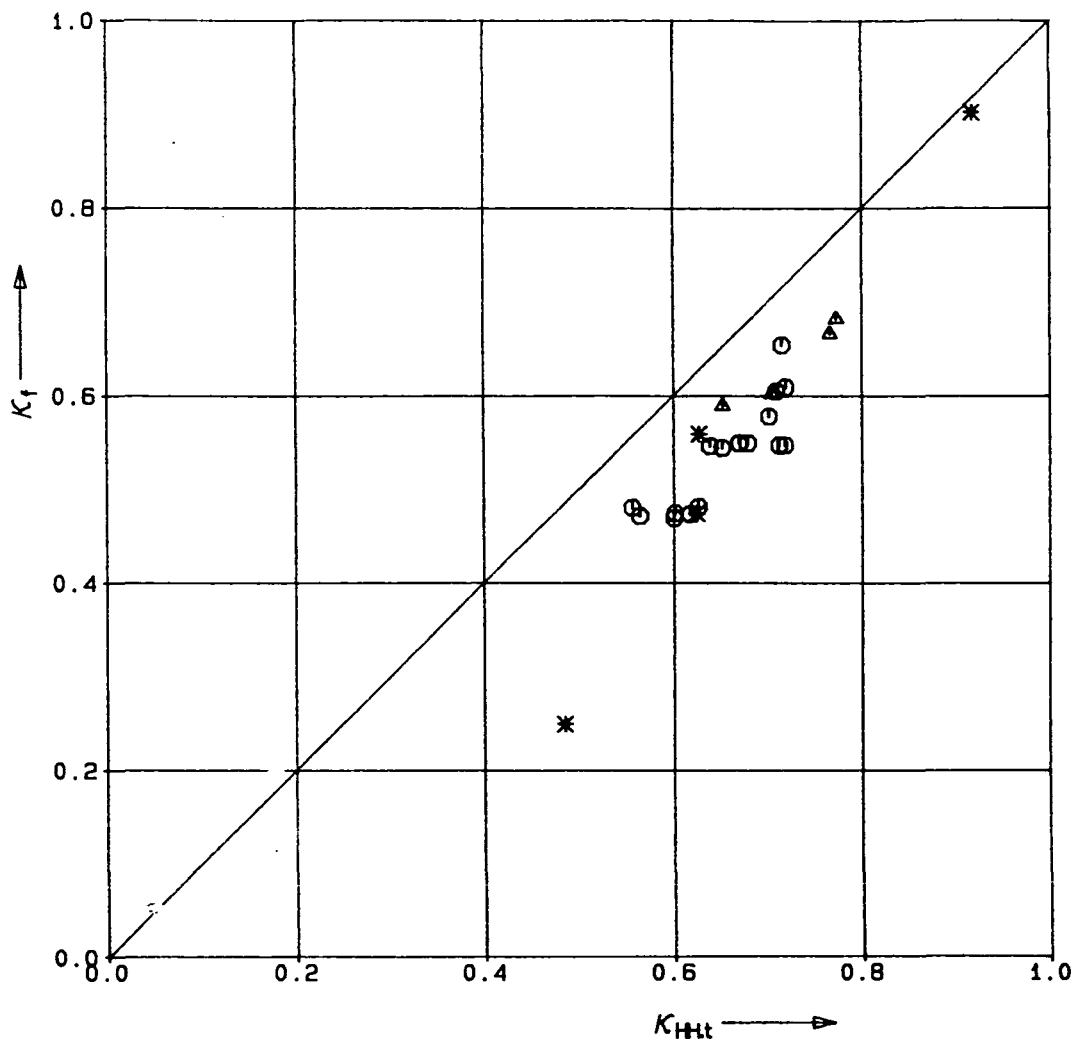


SPECTRUMVORM ϵ



- * Scheldegootproeven
- o Simulaties met JONSWAP-spektra
- Relatie (2.3.18)

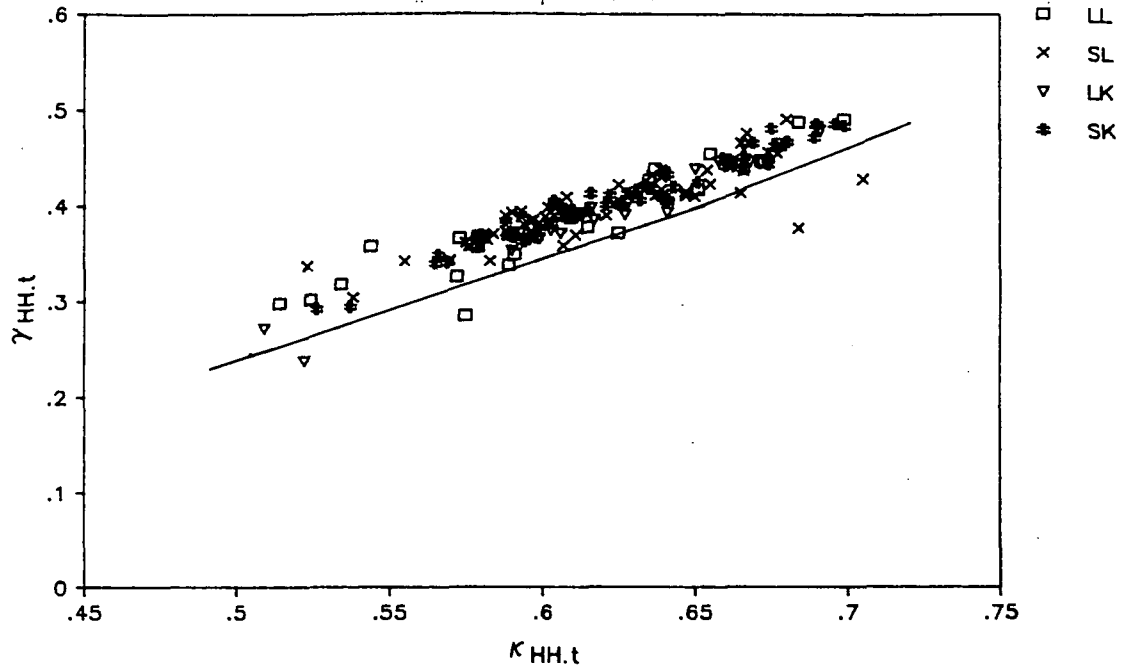
GEGROEPTHEIDSPARAMETERS $\gamma_{HH,t}$ EN $\kappa_{HH,t}$
VOLGENS M1983



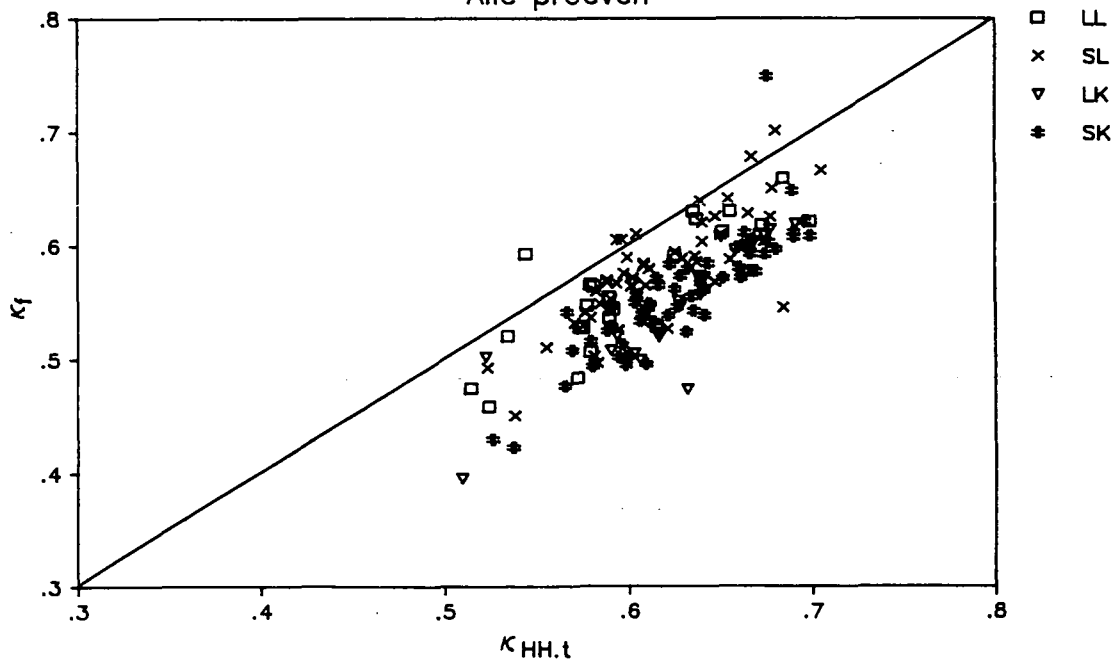
- * Scheldegootproeven
- Δ JONSWAP-metingen, afkomstig van Van Vledder (1983)
- \odot Simulaties met JONSWAP-spektra

GEGROEPTHEIDSPARAMETERS κ_f EN $\kappa_{HH.t}$
VOLGENS M1983

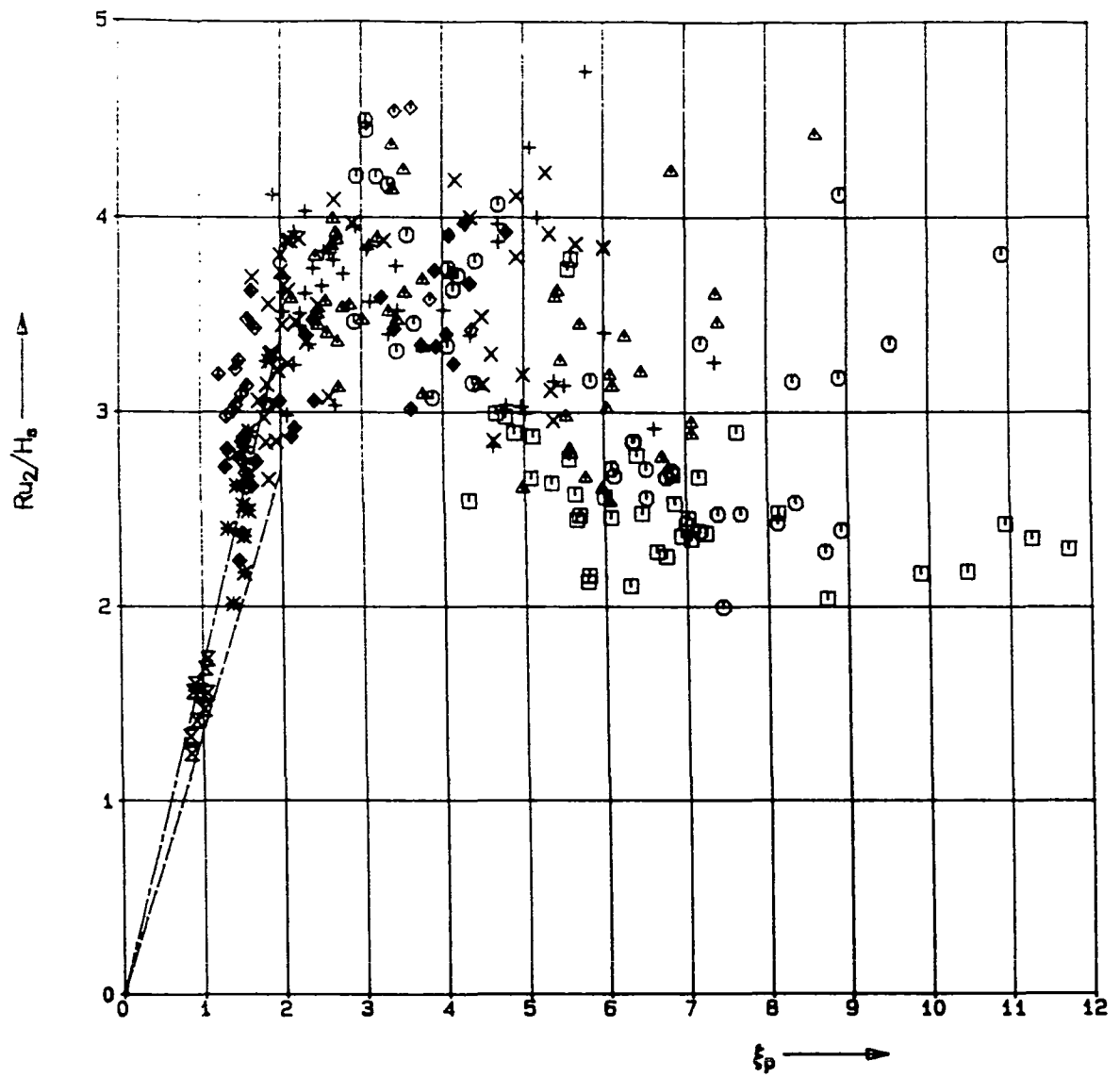
Relatie γ en κ
Alle proeven



κ in frequentie- en tijdsdomein
Alle proeven

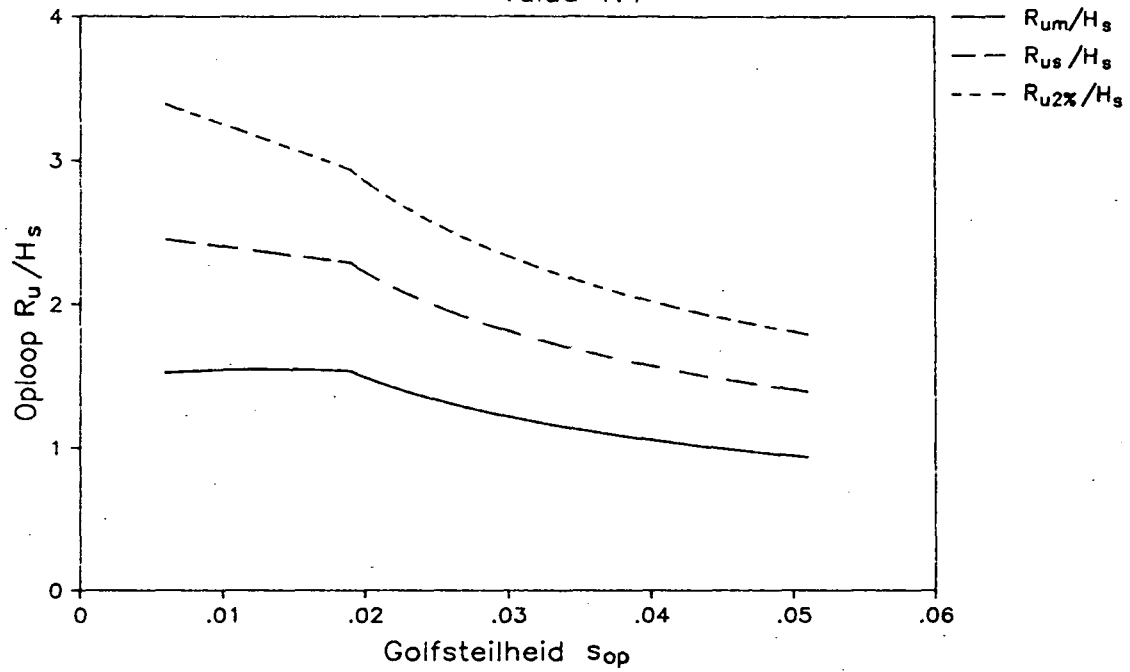


GEGROEPTHEIDSPARAMETERS $\gamma_{HH.t}$, $\kappa_{HH.t}$ EN κ_f
IN DIT ONDERZOEK



OPLOOP MEETGEGEVENS

Verwachting volgens literatuur
Talud 1:4



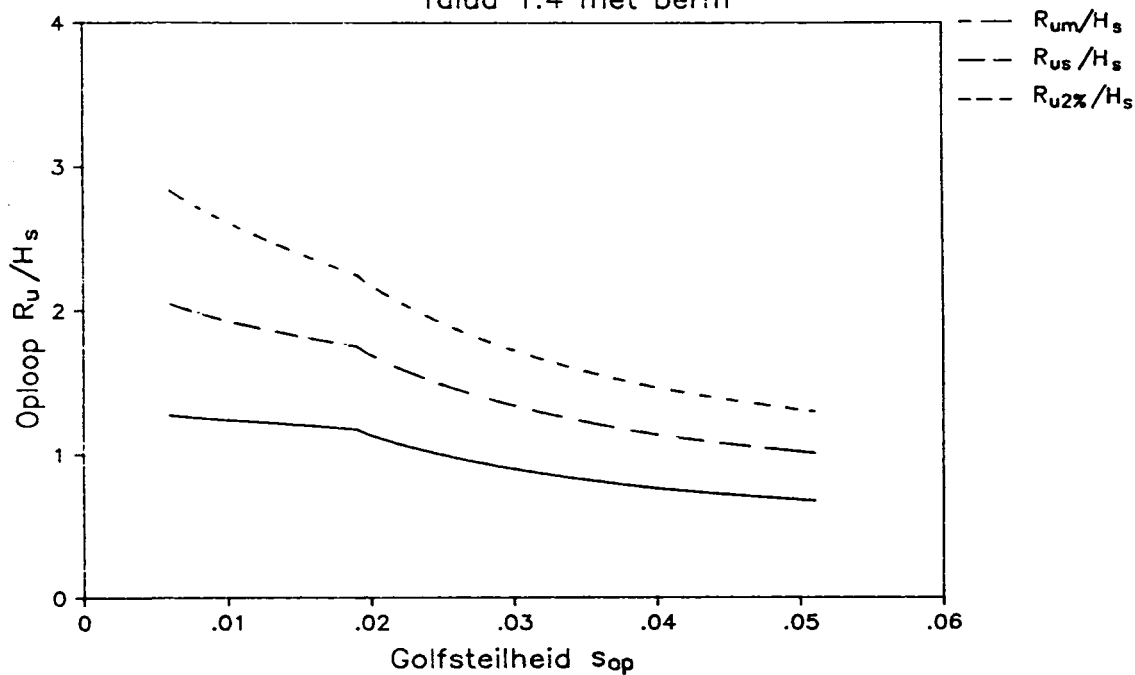
OPLOOP TALUD 1:4, VERWACHTING

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

H 638

FIG. 27

Verwachting volgens literatuur
Talud 1:4 met berm



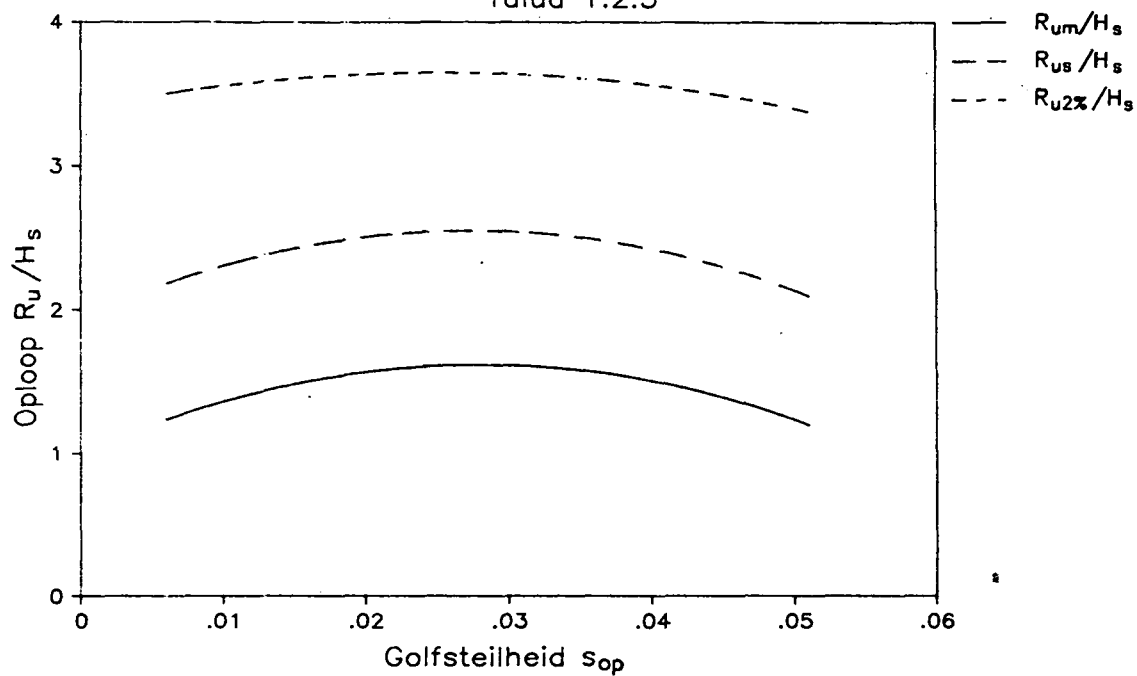
OPLOOP TALUD 1:4 MET BERM, VERWACHTING

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

H 638

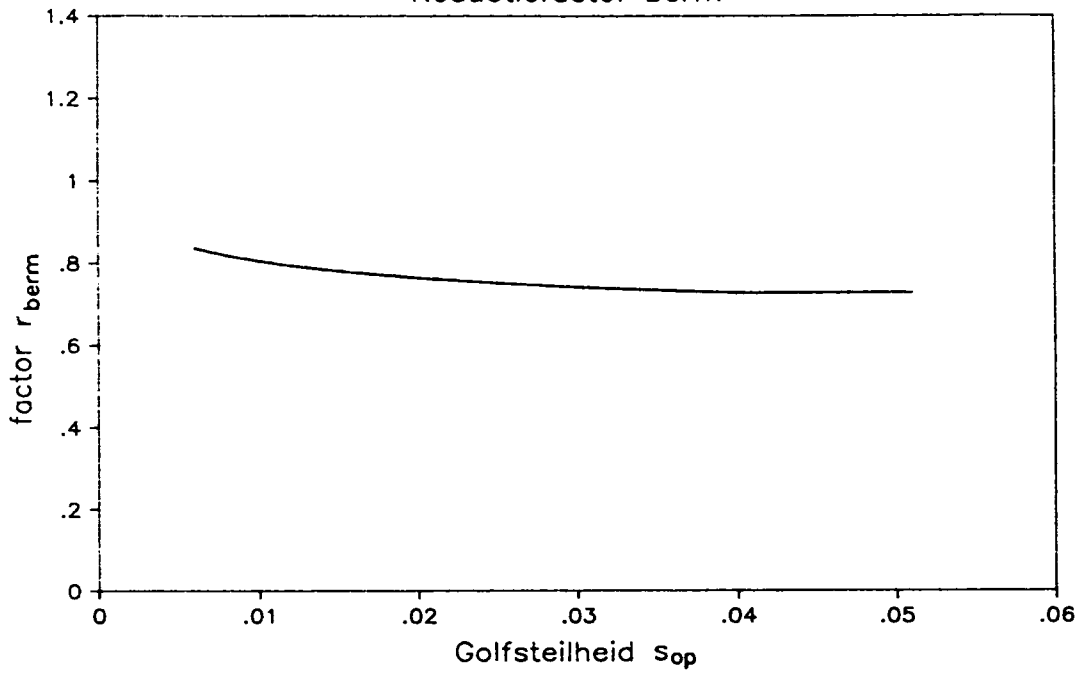
FIG. 28

Verwachting volgens literatuur
Talud 1:2.5



OPLOOP TALUD 1:2.5, VERWACHTING

Verwachting volgens literatuur
Reductiefactor berm



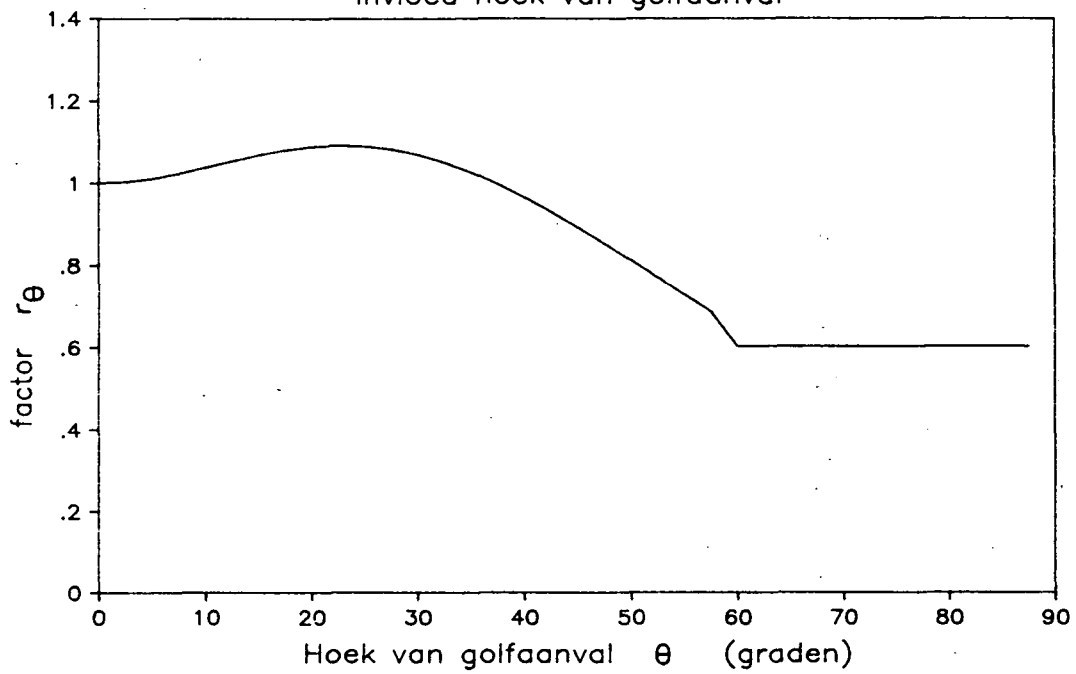
OPLOOP INVLOED BERM VERWACHTING

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

H 638

FIG. 30

Verwachting volgens literatuur
Invloed hoek van golfaanval



OPLOOP INVLOED SCHEVE GOLFAANVAL
VERWACHTING LANGKAMMIG

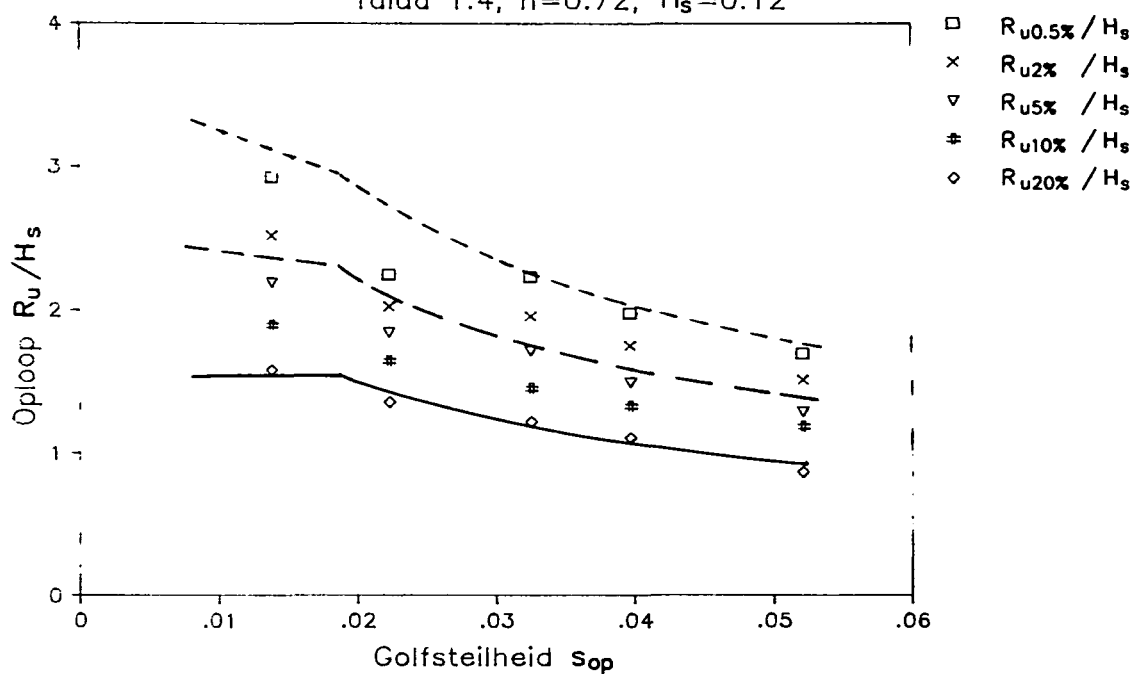
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

H 638

FIG. 31

Loodrecht langkammig, invloed golfsteilheid

Talud 1:4, $h=0.72$, $H_s=0.12$



OPLOOP LL TALUD 1:4, INVLOED GOLFSTEILHEID

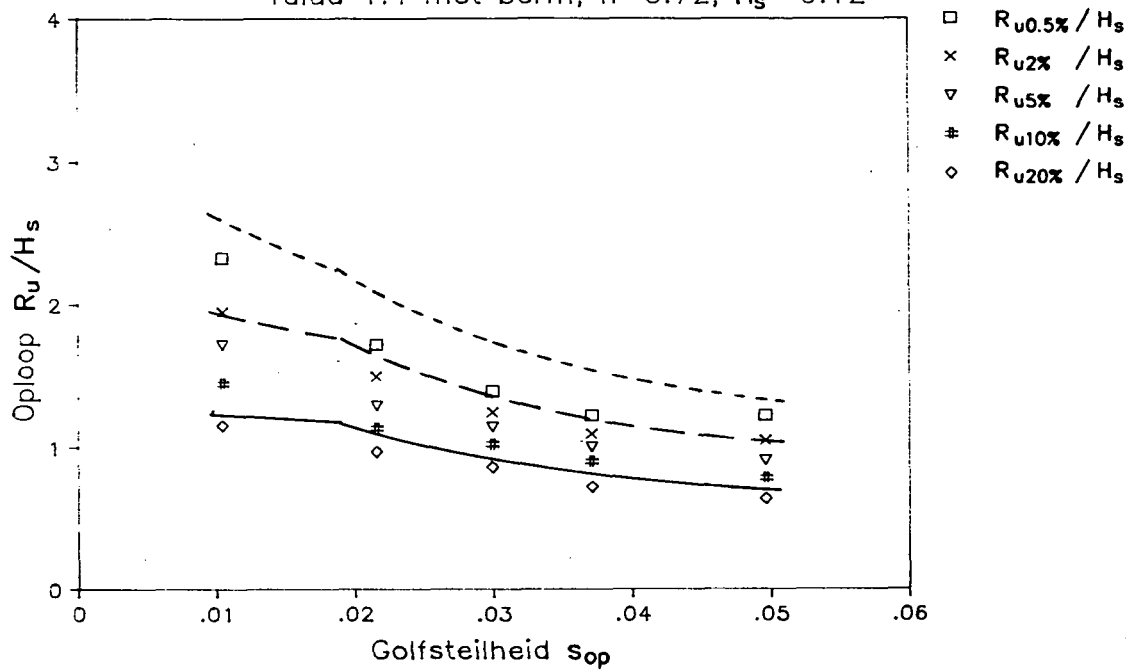
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

H 638

FIG. 32

Loodrecht langkammig, invloed golfsteilheid

Talud 1:4 met berm, $h=0.72$, $H_s=0.12$



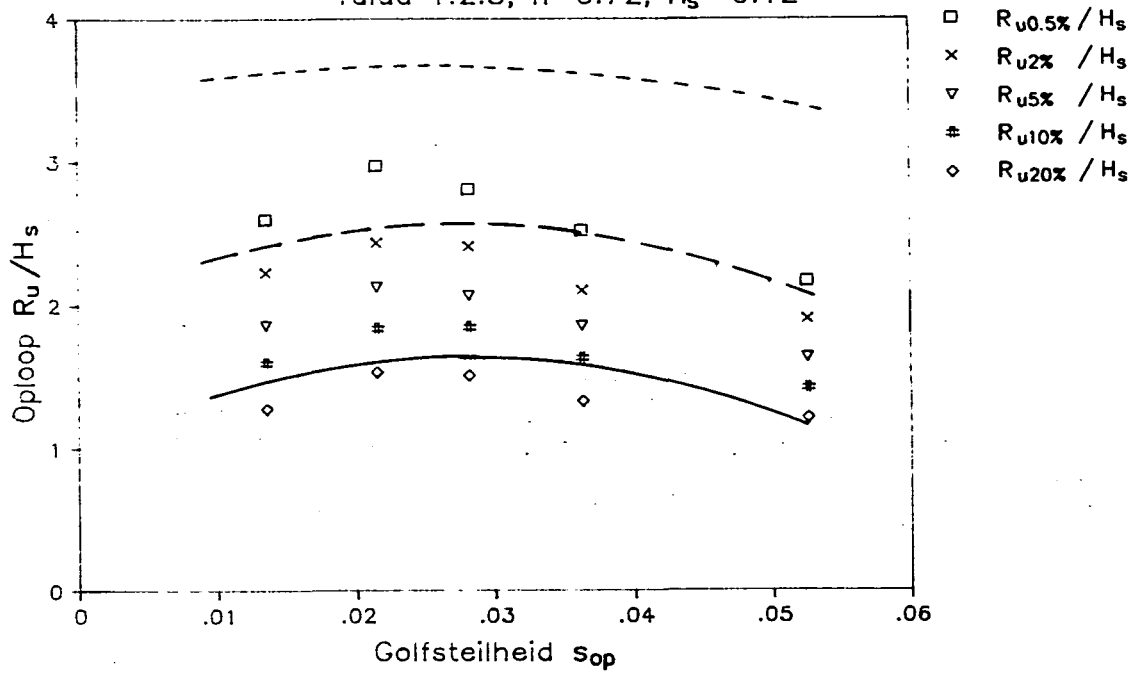
OPLOOP LL TALUD 1:4 MET BERM,
INVLOED GOLFSTEILHEID

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

H 638

FIG. 33

Loodrecht langkammig, invloed golfsteilheid
 Talud 1:2.5, $h=0.72$, $H_s=0.12$



OPLOOP LL TALUD 1:2.5, INVLOED GOLFSTEILHEID

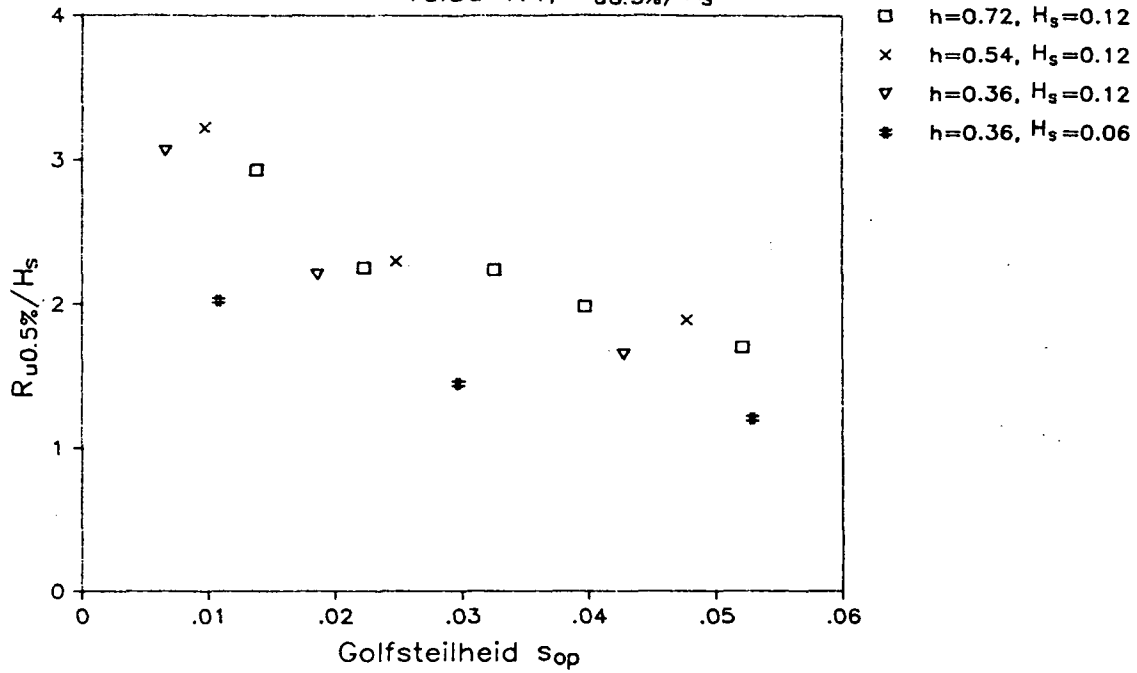
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

H 638

FIG: 34

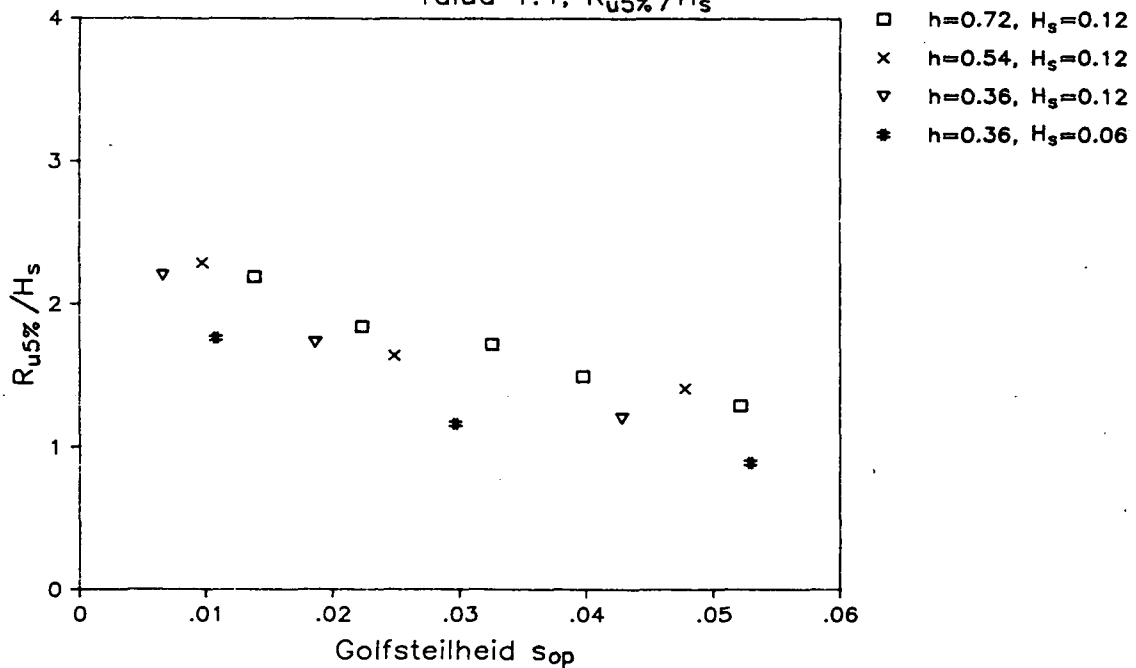
Loodrecht langkammig, invloed waterdiepte

Talud 1:4, $R_{u0.5\%}/H_s$



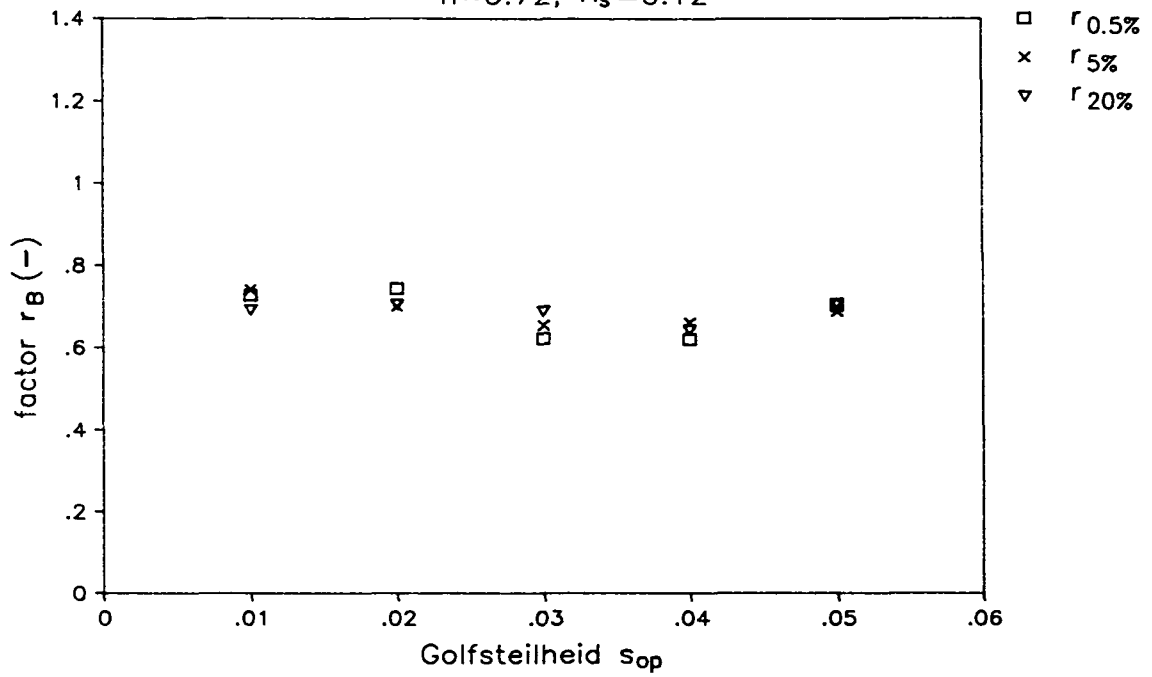
Loodrecht langkammig, invloed waterdiepte

Talud 1:4, $R_{u5\%}/H_s$



OPLOOP LL TALUD 1:4, INVLOED WATERDIEPTE

Loodrecht langkammig, invloed berm
 $h=0.72, H_s=0.12$



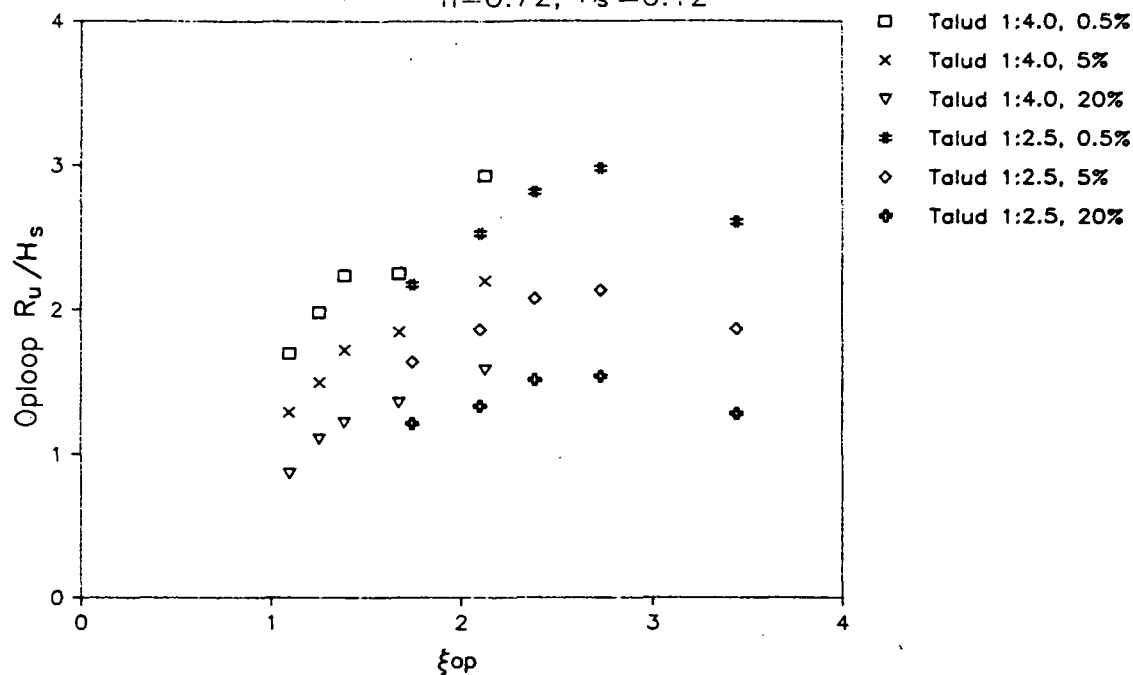
OPLOOP LL TALUD 1:4, INVLOED BERM

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

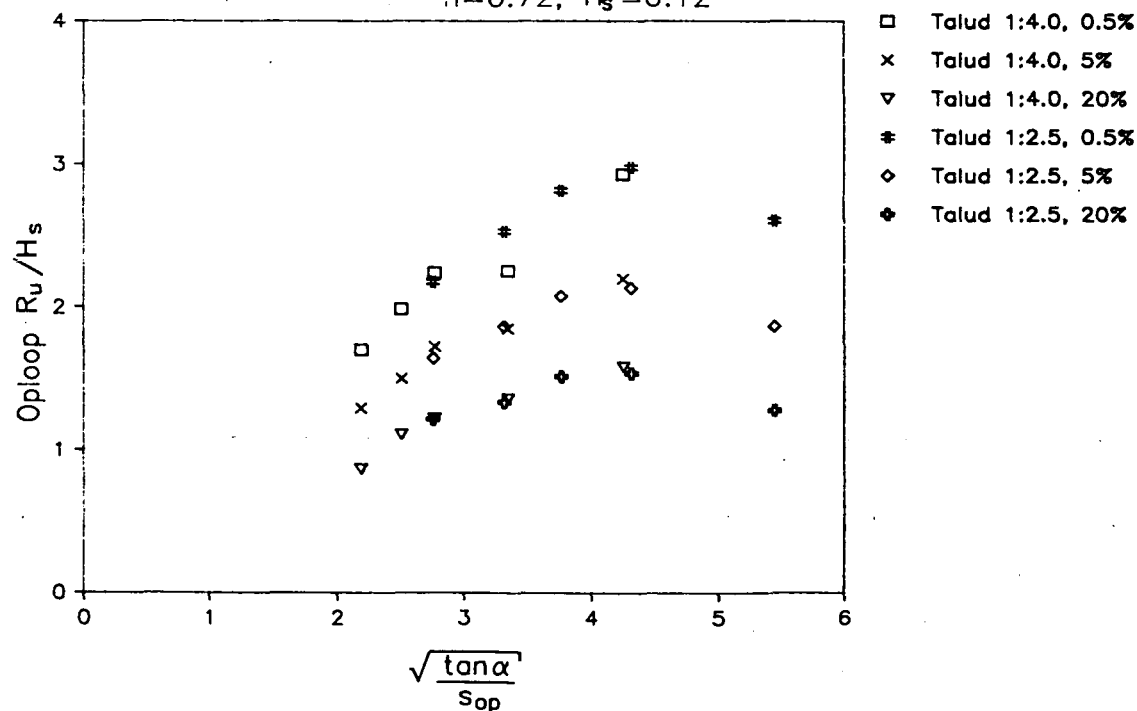
H 638

FIG. 36

Loodrecht langkammig, vergelijking 1:4 met 1:2.5
 $h=0.72, H_s=0.12$



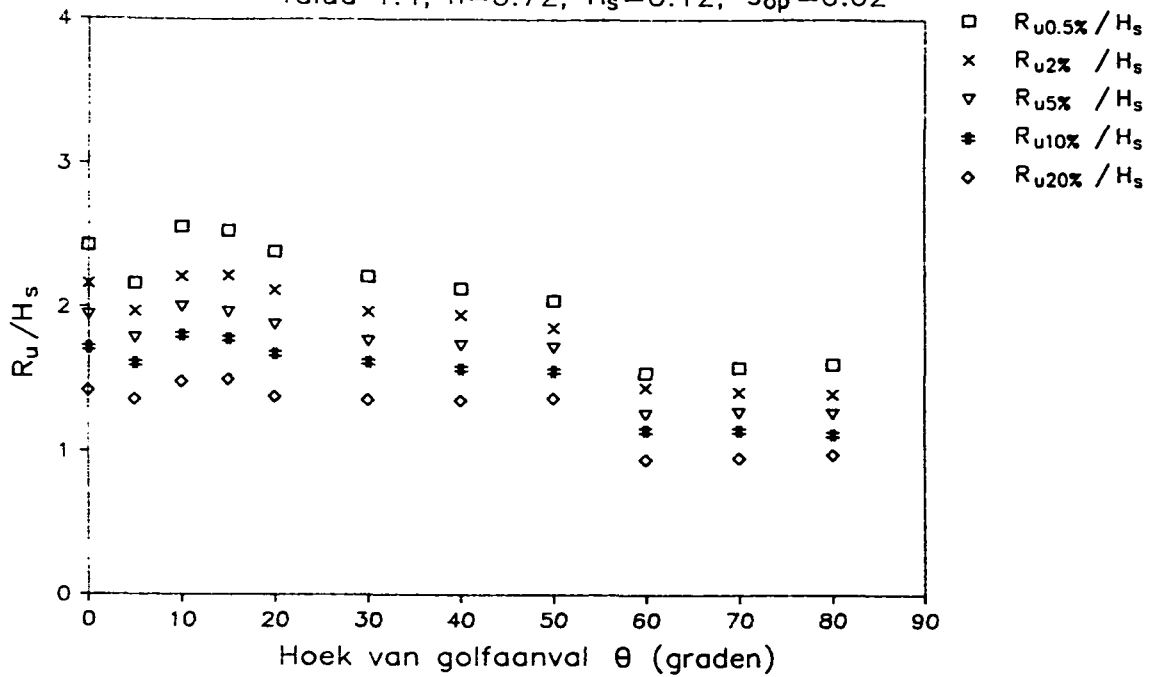
Loodrecht langkammig, vergelijking 1:4 met 1:2.5
 $h=0.72, H_s=0.12$



OPLOOP LL INVLOED TALUDHELLING EN
 GOLFSTEILHEID

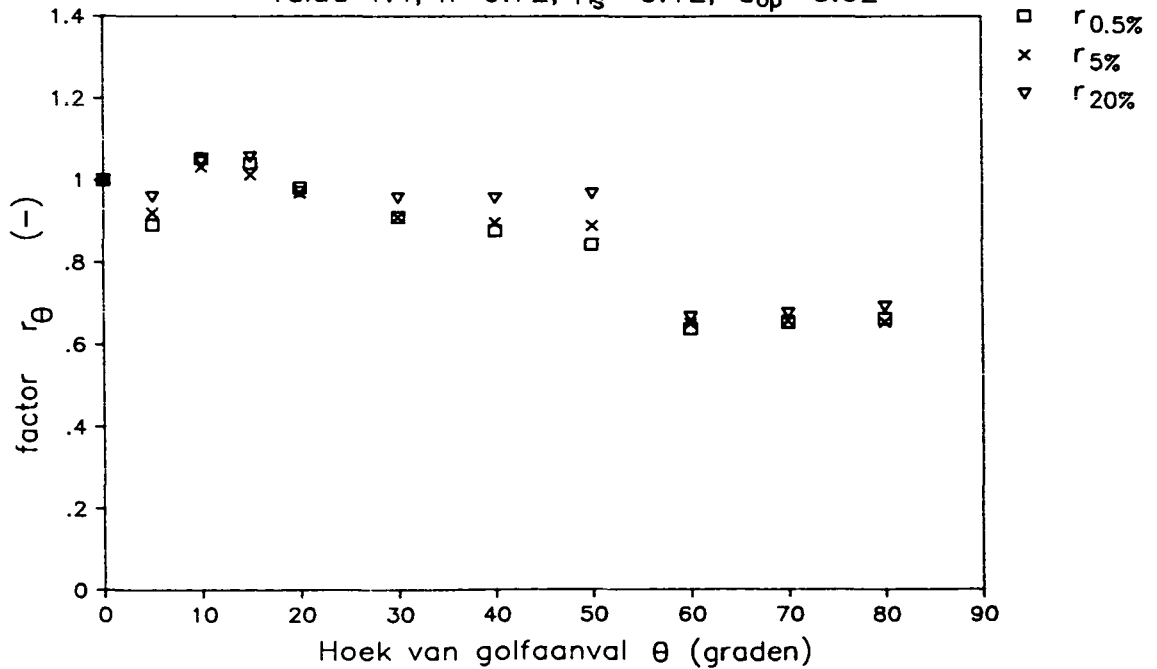
Scheef langkammig, invloed hoek van golfaanval

Talud 1:4, $h=0.72$, $H_s=0.12$, $s_{op}=0.02$



Scheef langkammig, invloed hoek van golfaanval

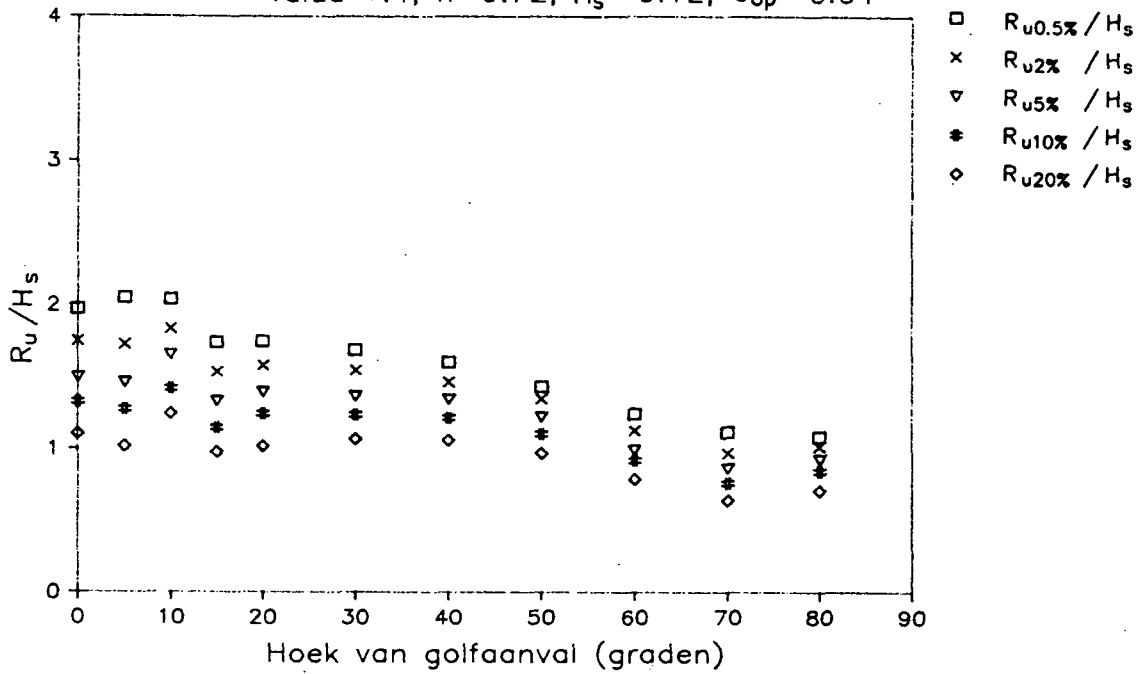
Talud 1:4, $h=0.72$, $H_s=0.12$, $s_{op}=0.02$



OPLOOP SL TALUD 1:4,
INVLOED HOEK VAN GOLFAANVAL $s_{op} = 0.02$

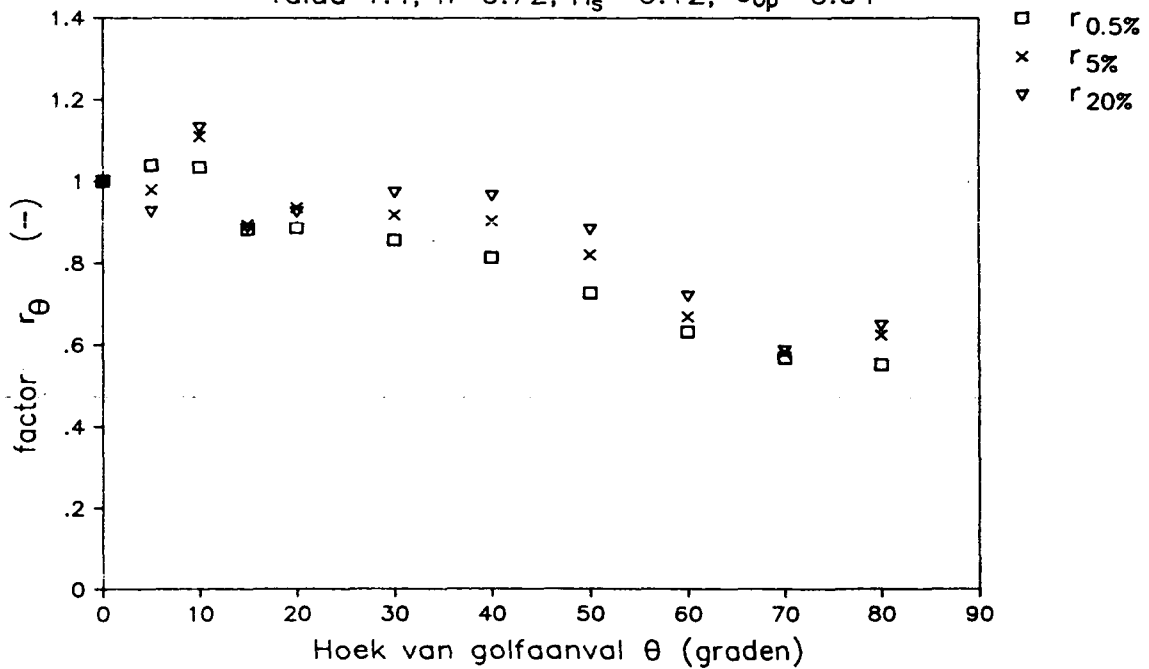
Scheef langkammig, invloed hoek van golfaanval

Talud 1:4, $h=0.72$, $H_s=0.12$, $s_{op}=0.04$



Scheef langkammig, invloed hoek van golfaanval

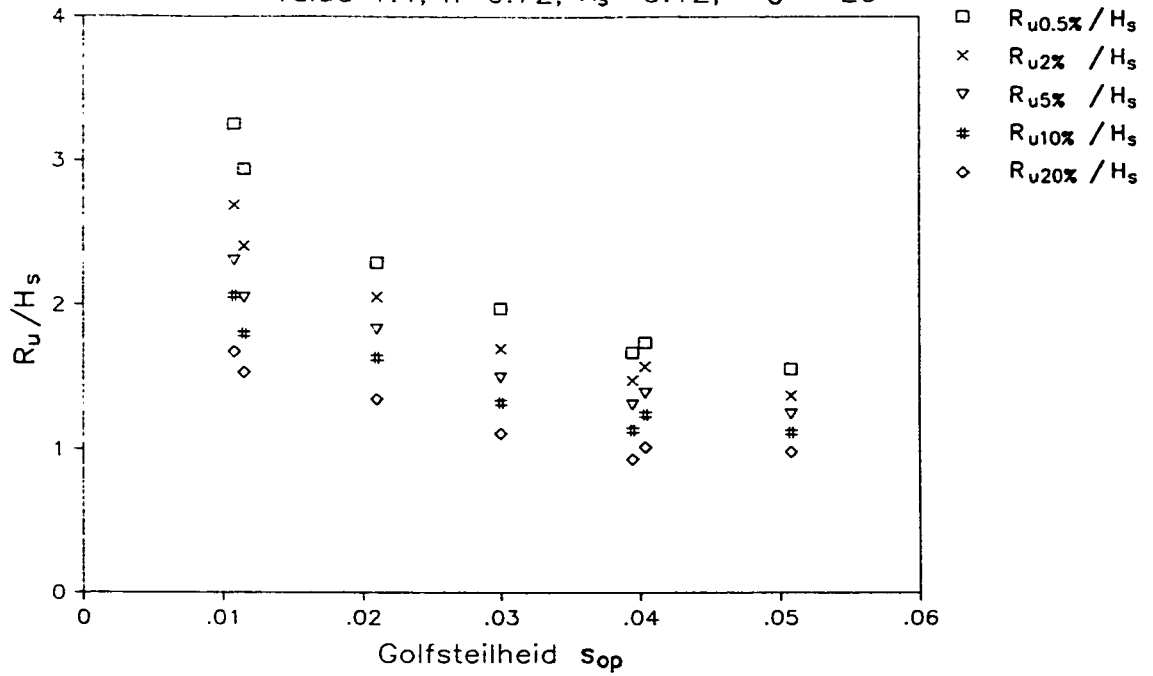
Talud 1:4, $h=0.72$, $H_s=0.12$, $s_{op}=0.04$



OPLOOP SL TALUD 1:4,
INVLOED HOEK VAN GOLFAANVAL $s_{op} = 0.04$

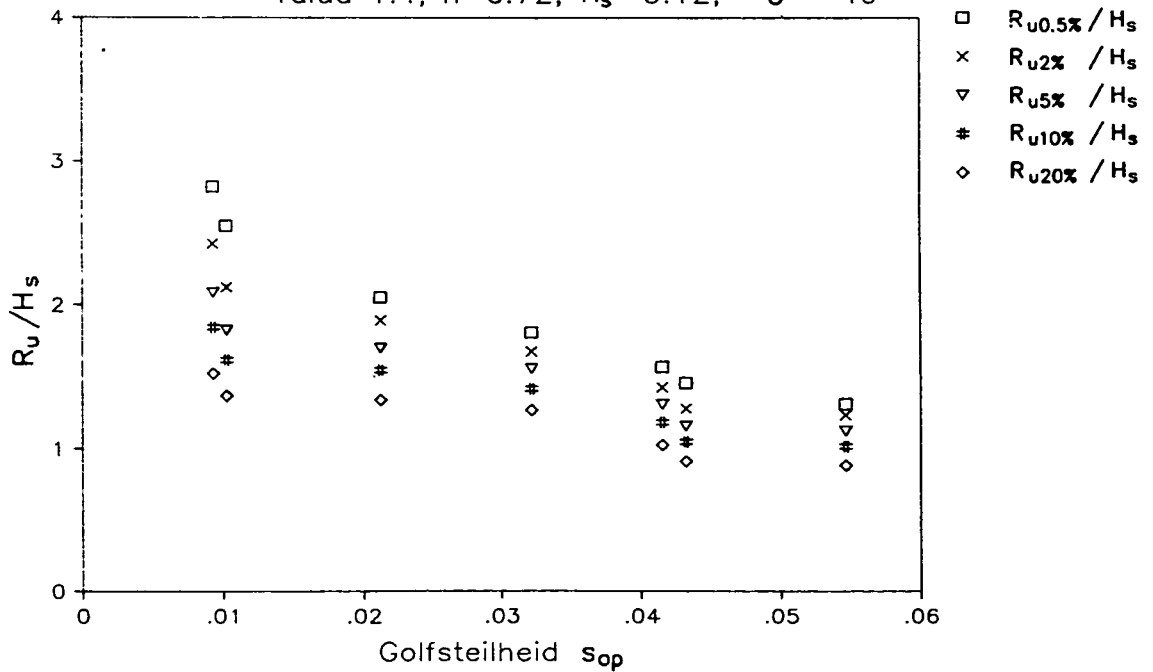
Scheef langkammig, invloed golfsteilheid

Talud 1:4, $h=0.72$, $H_s=0.12$, $\theta = 20$



Scheef langkammig, invloed golfsteilheid

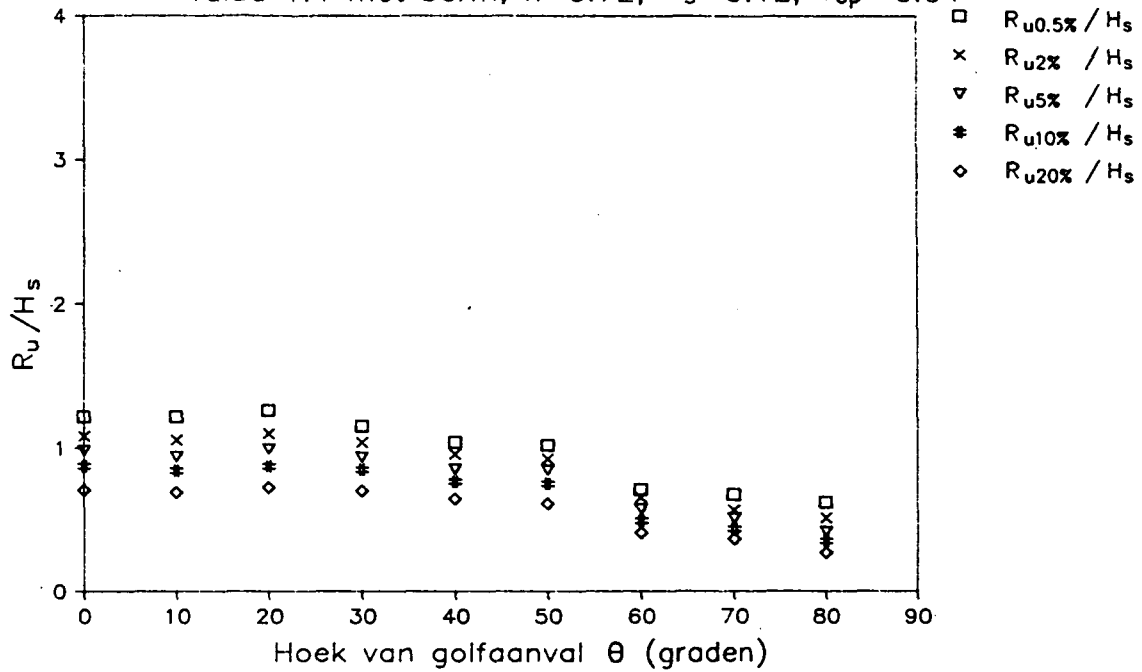
Talud 1:4, $h=0.72$, $H_s=0.12$, $\theta = 40$



OPLOOP SL TALUD 1:4,
INVLOED GOLFSTEILHEID

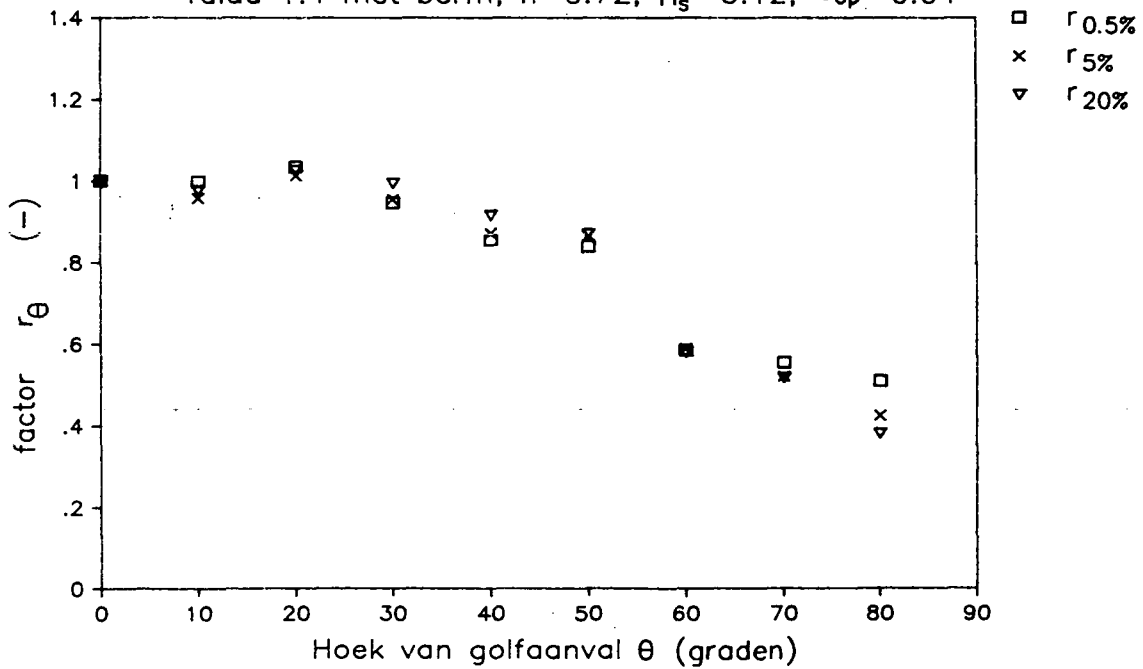
Scheef langkammig, invloed hoek van golfaanval

Talud 1:4 met berm, $h=0.72$, $H_s=0.12$, $s_{op}=0.04$



Scheef langkammig, invloed hoek van golfaanval

Talud 1:4 met berm, $h=0.72$, $H_s=0.12$, $s_{op}=0.04$



OPLOOP SL TALUD 1:4 MET BERM,
INVLOED HOEK VAN GOLFAANVAL

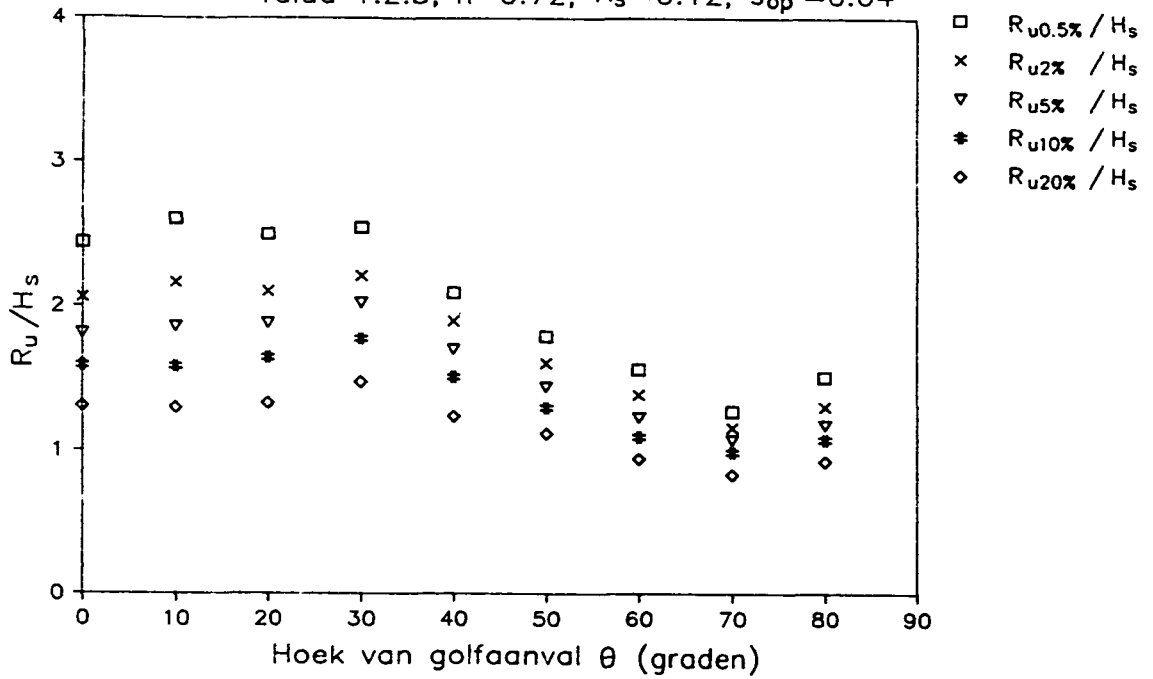
WATERLOOPKUNDIG. LABORATORIUM

H 638

FIG. 41

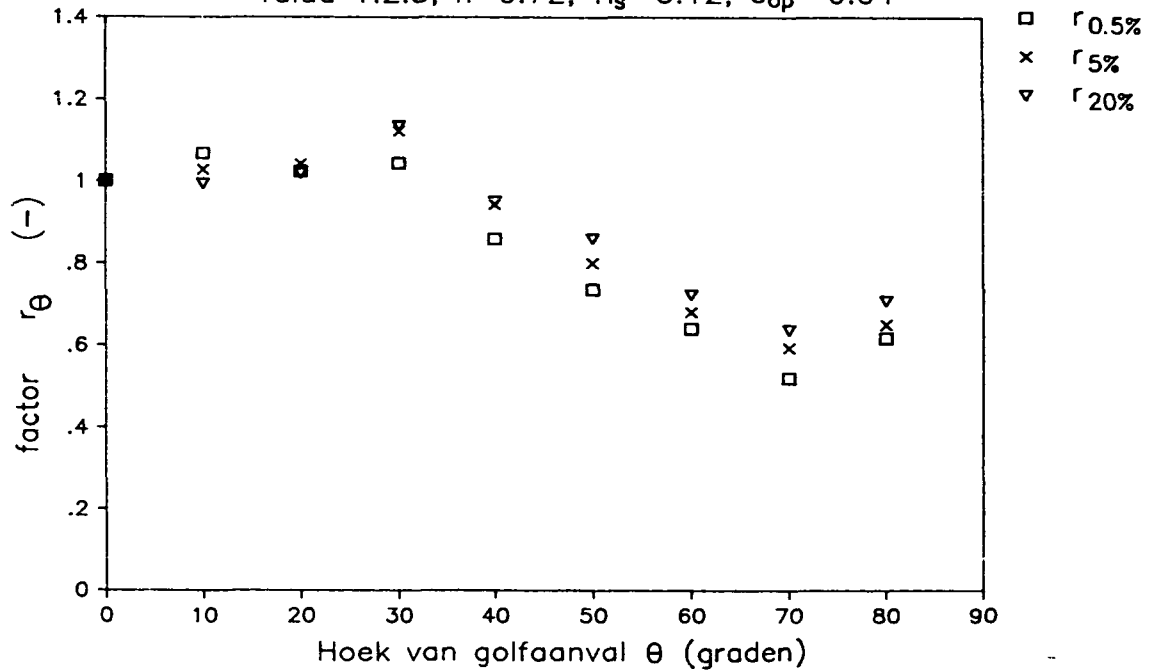
Scheef langkammig, invloed hoek van golfaanval

Talud 1:2.5, $h=0.72$, $H_s=0.12$, $s_{op}=0.04$



Scheef langkammig, invloed hoek van golfaanval

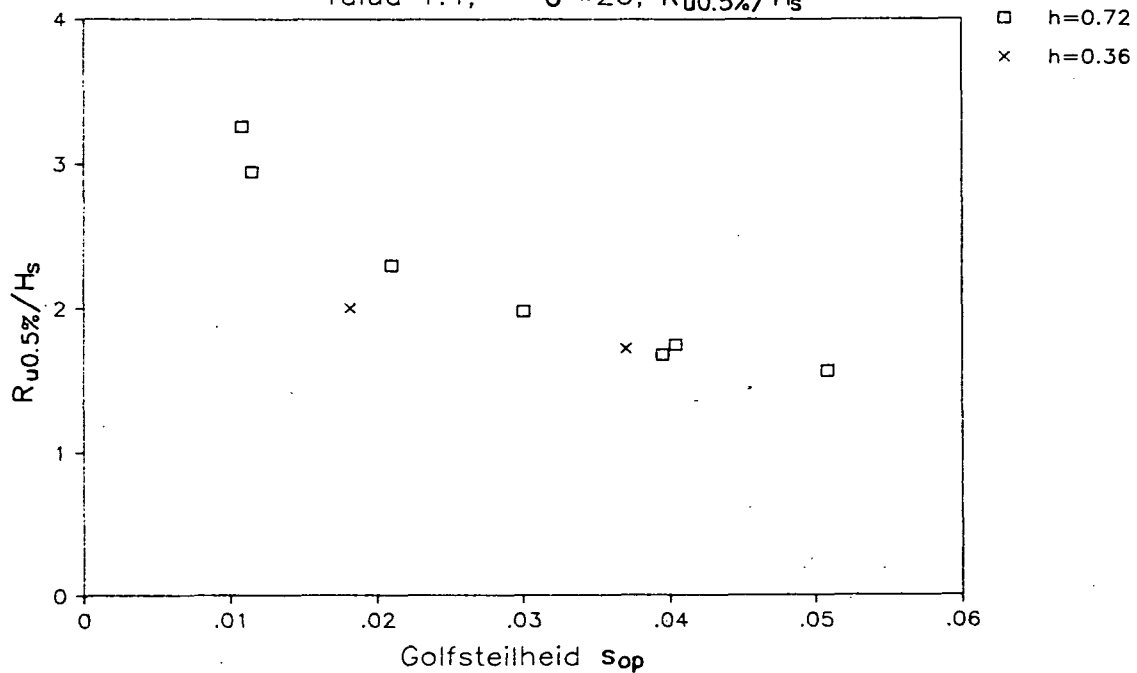
Talud 1:2.5, $h=0.72$, $H_s=0.12$, $s_{op}=0.04$



OPLOOP SL TALUD 1:2.5,
INVLOED HOEK VAN GOLFAANVAL

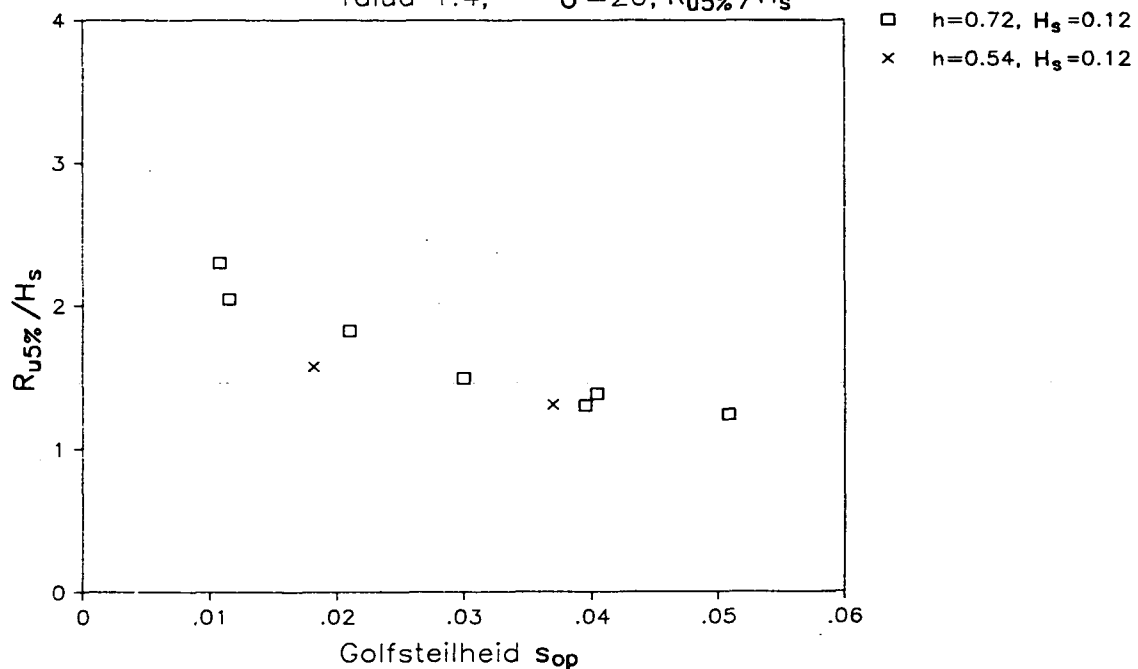
Scheef langkammig, invloed waterdiepte

Talud 1:4, $\theta = 20$, $R_{u0.5\%}/H_s$



Scheef langkammig, invloed waterdiepte

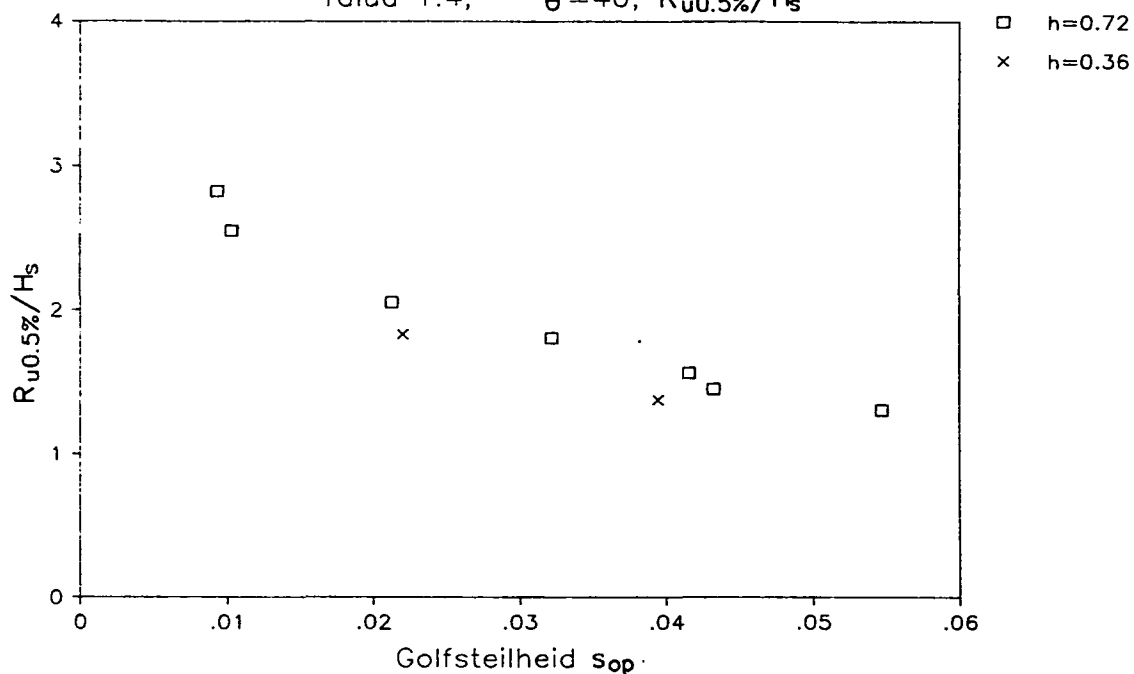
Talud 1:4, $\theta = 20$, $R_{u5\%}/H_s$



OPLOOP SL TALUD 1:4,
INVLOED WATERDIEPTE $\theta = 20$

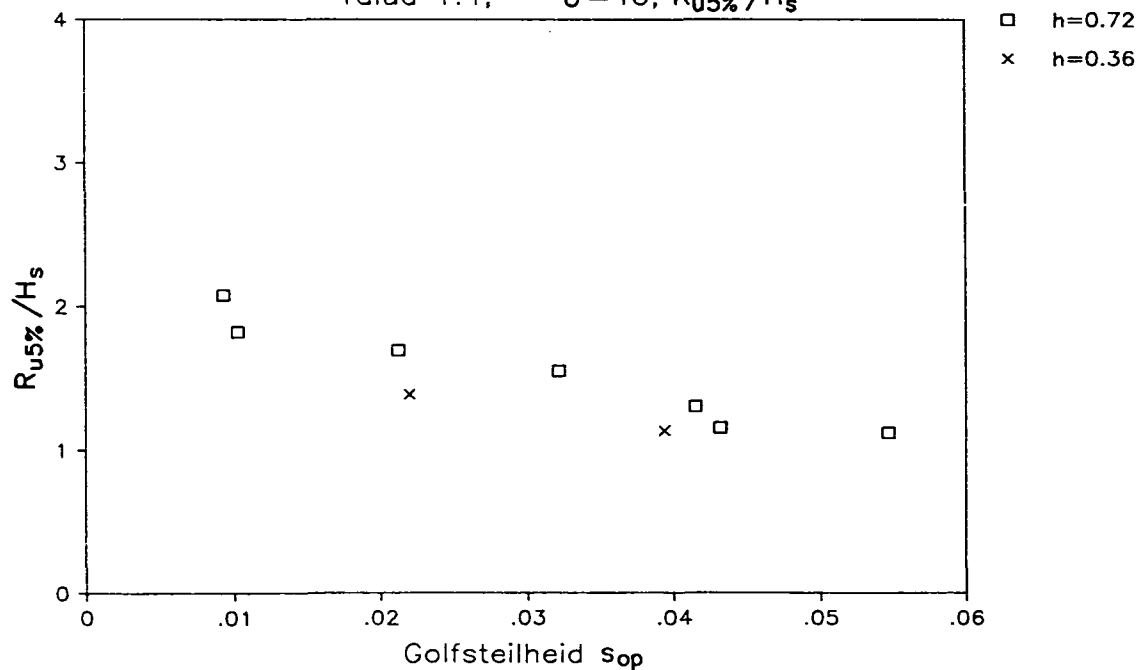
Scheef langkammig, invloed waterdiepte

Talud 1:4, $\theta = 40$, $R_{u0.5\%}/H_s$



Scheef langkammig, invloed waterdiepte

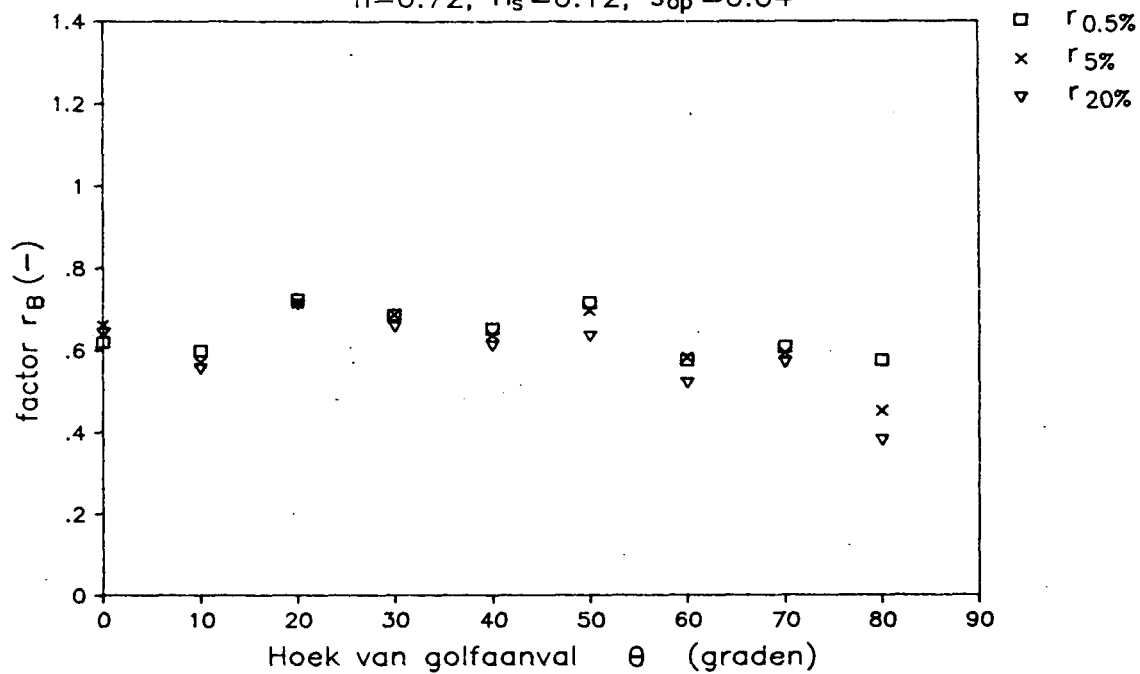
Talud 1:4, $\theta = 40$, $R_{u5\%}/H_s$



OPLOOP SL TALUD 1:4,
INVLOED WATERDIEPTĒ $\theta = 40$

Scheef langkammig, invloed berm

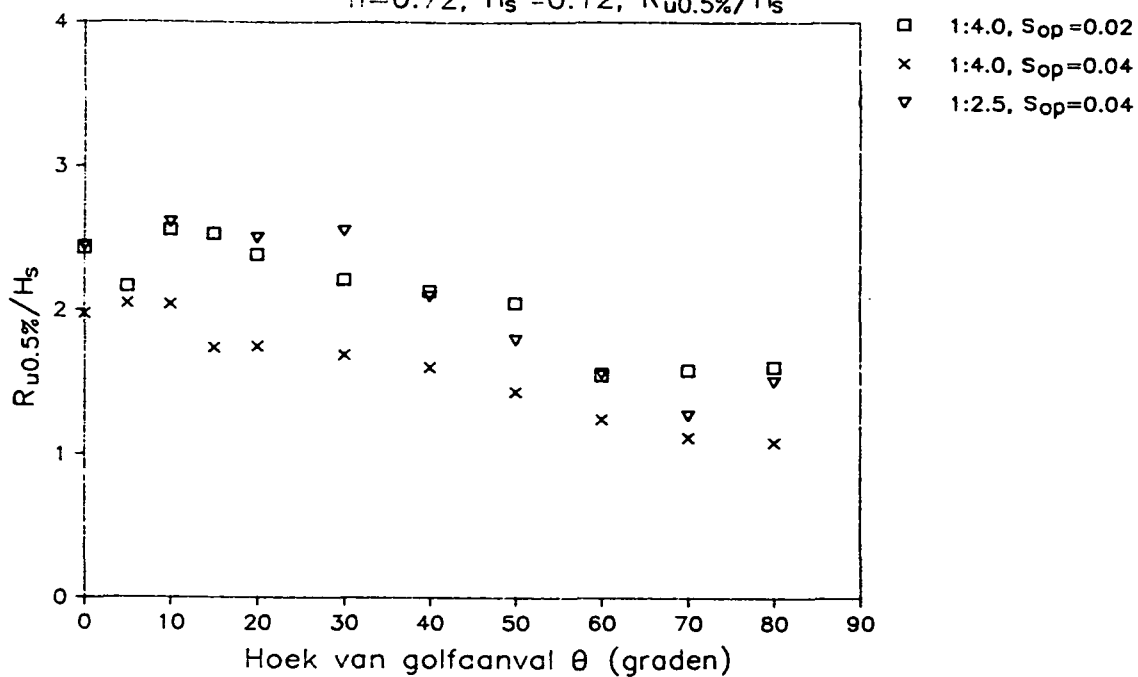
$h=0.72, H_s=0.12, s_{op}=0.04$



OPLOOP SL TALUD 1:4,
INVLOED BERM

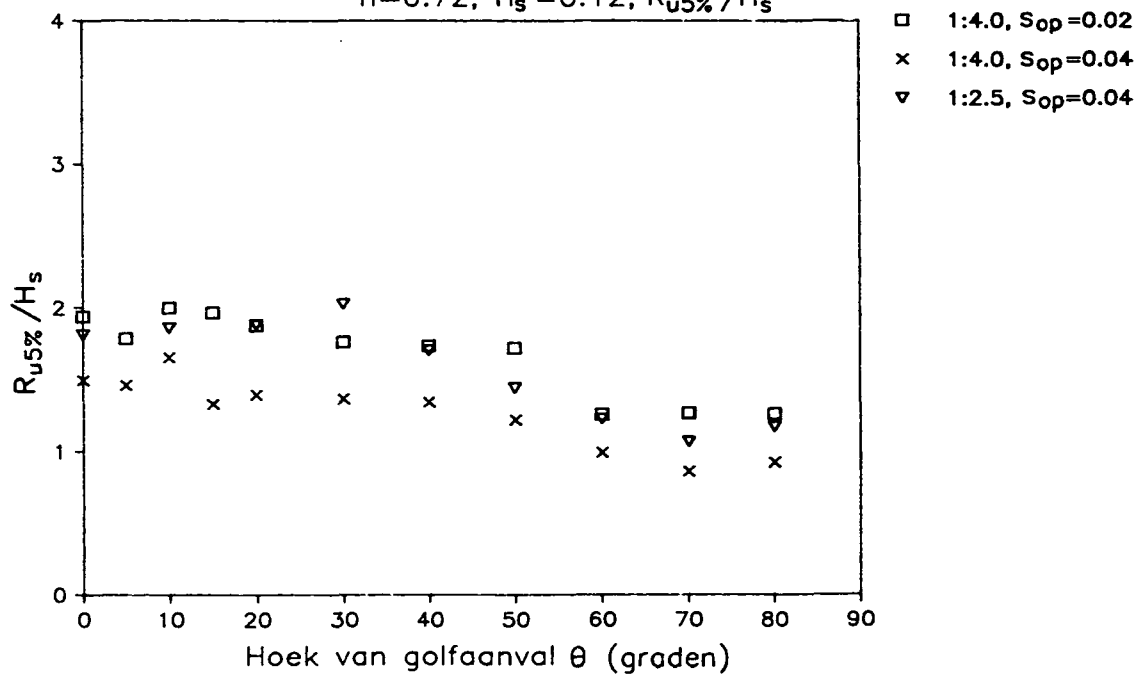
Scheef langkammig, invloed taludhelling

$h=0.72, H_s=0.12, R_{u0.5\%}/H_s$



Scheef langkammig, invloed taludhelling

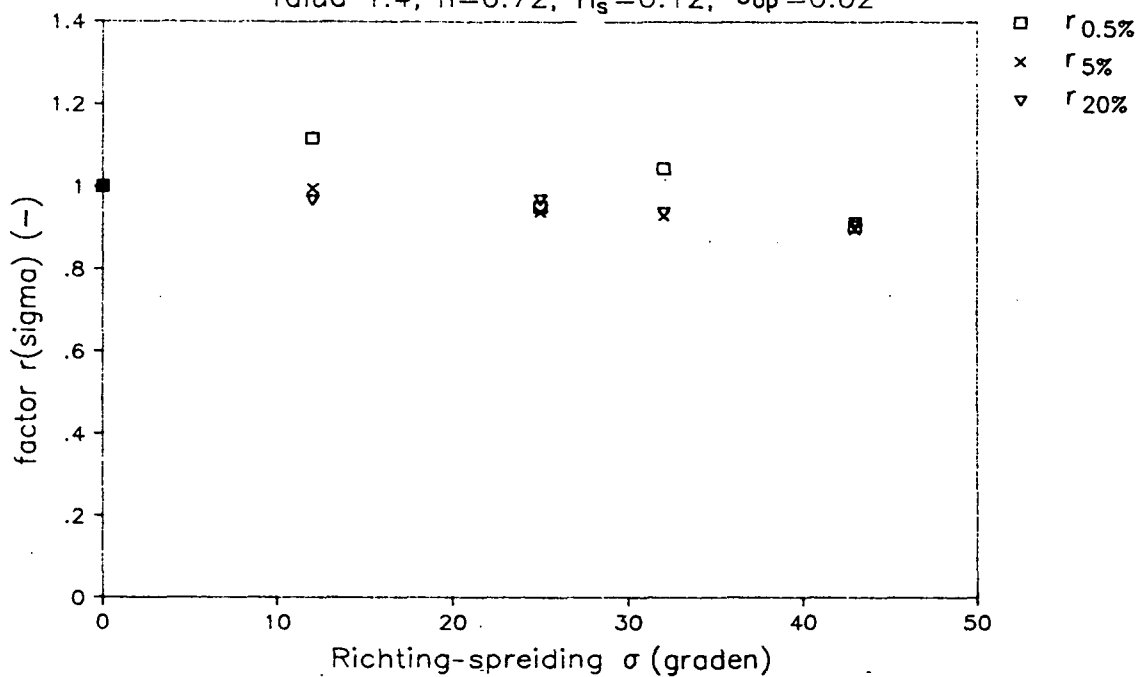
$h=0.72, H_s=0.12, R_{u5\%}/H_s$



OPLOOP SL VERGELIJKING TALUDS

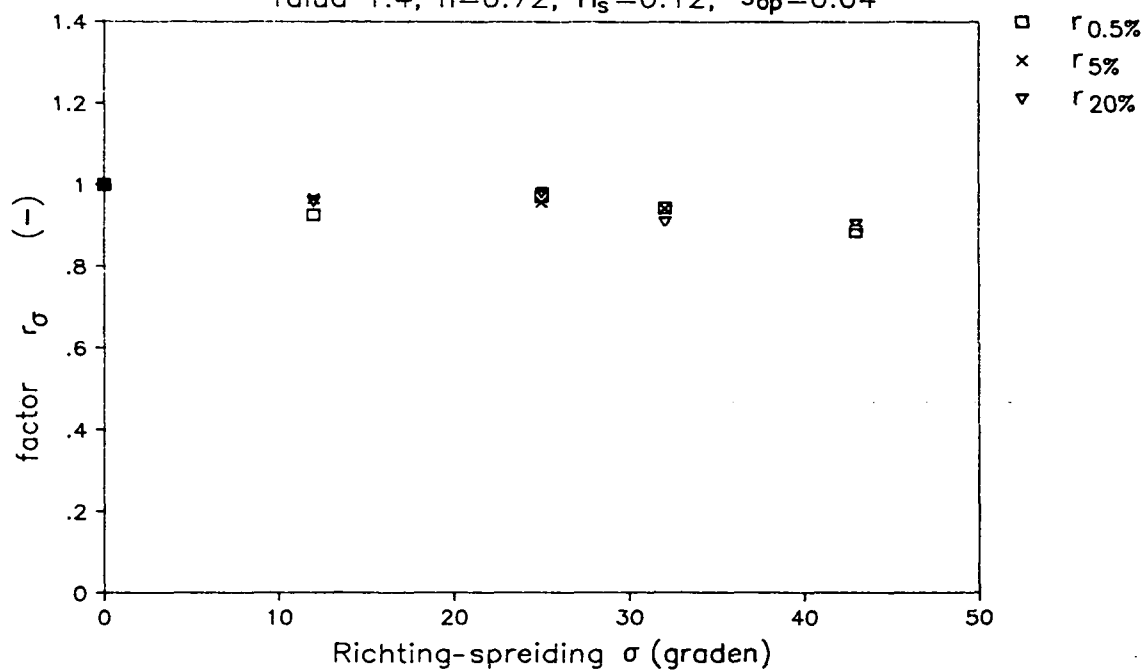
Loodrecht kortkammig, invloed richting-spreiding

Talud 1:4, $h=0.72$, $H_s=0.12$, $S_{op}=0.02$



Loodrecht kortkammig, invloed richting-spreiding

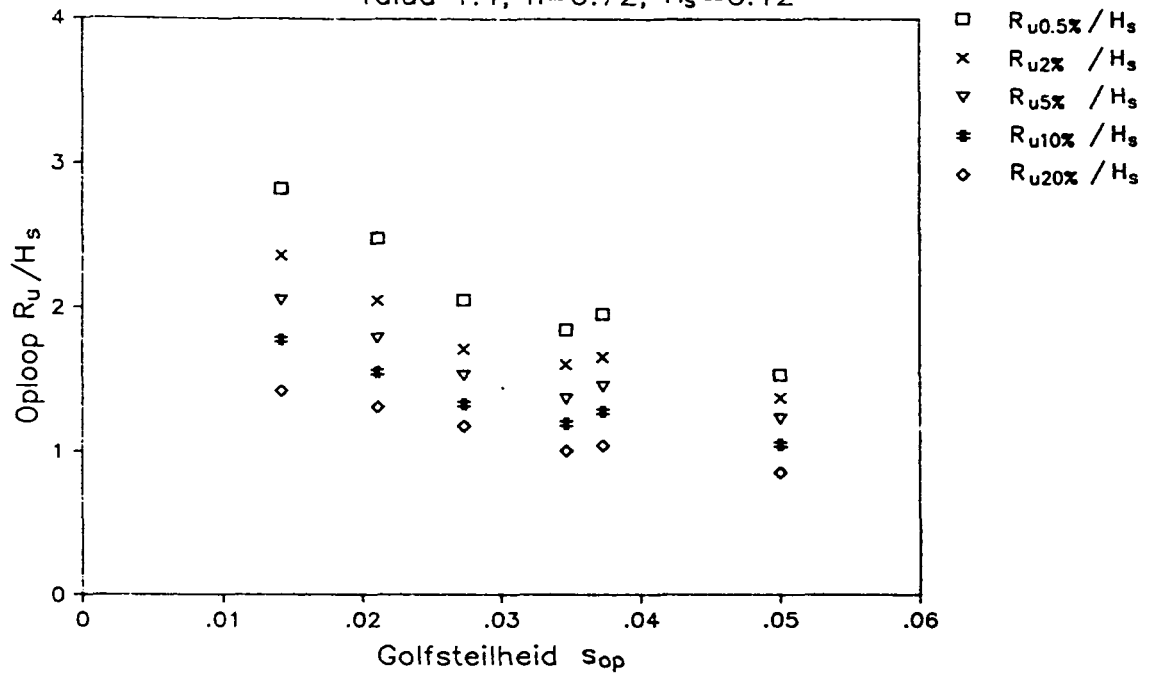
Talud 1:4, $h=0.72$, $H_s=0.12$, $S_{op}=0.04$



OPLOOP LK TALUD 1:4,
INVLOED RICHTINGSPREIDING

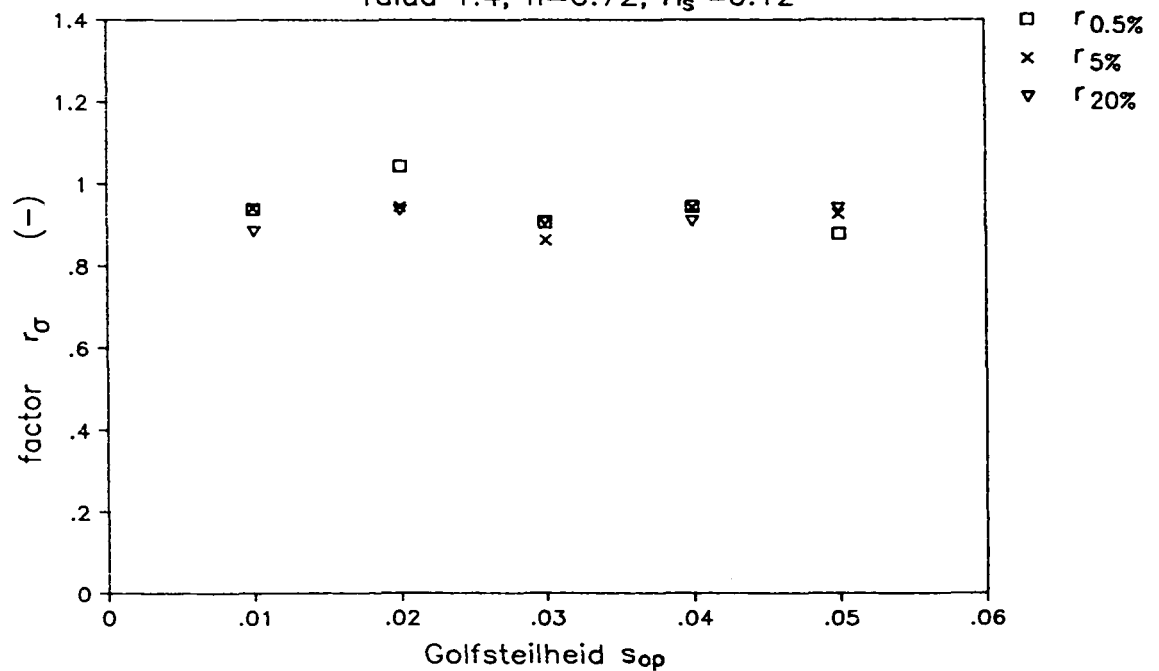
Loodrecht kortkammig, invloed golfsteilheid

Talud 1:4, $h=0.72$, $H_s=0.12$



Loodrecht, invloed richting-spreiding

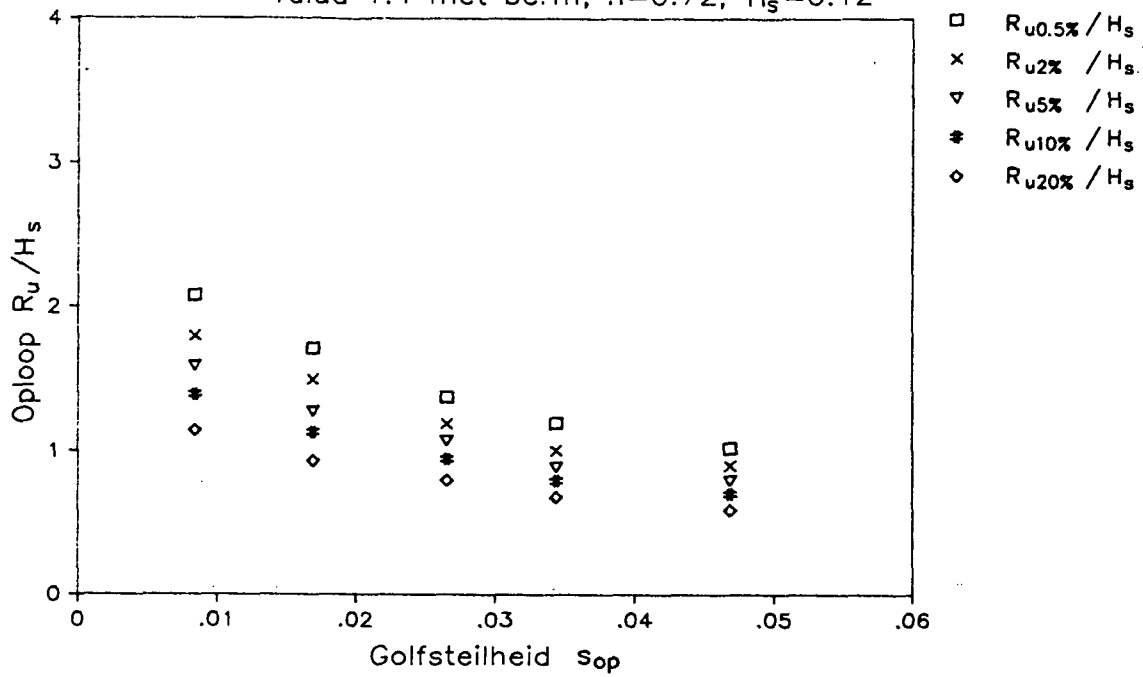
Talud 1:4, $h=0.72$, $H_s=0.12$



OPLOOP LK TALUD 1:4,
INVLOED GOLFSTEILHEID

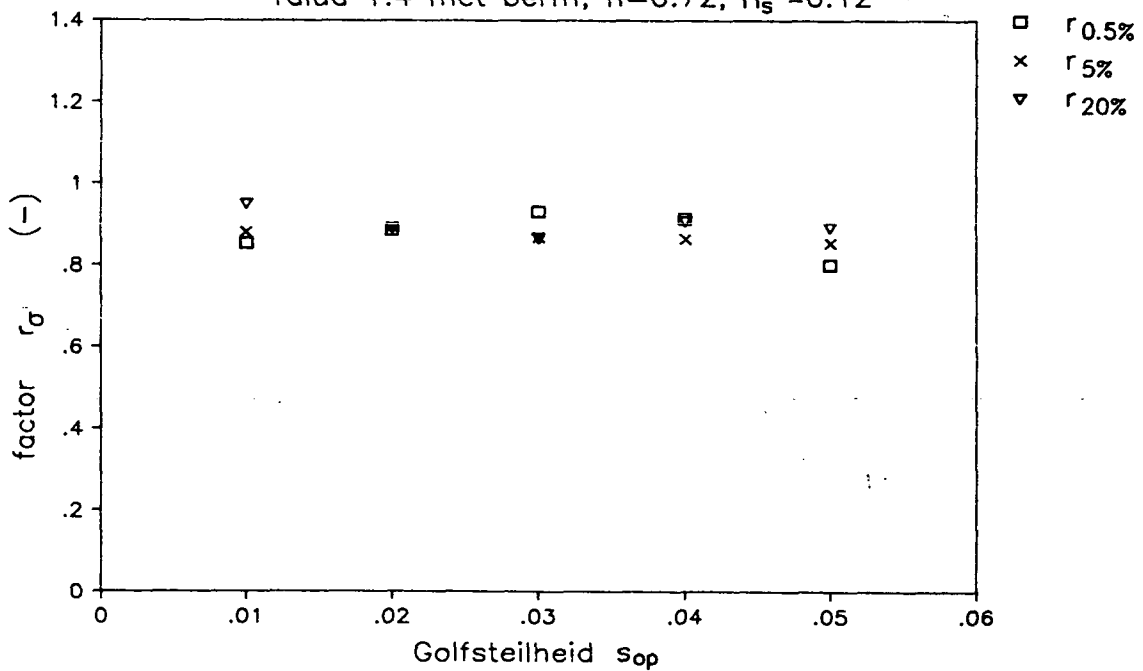
Loodrecht kortkammig, invloed golfsteilheid

Talud 1:4 met berm, $h=0.72$, $H_s=0.12$



Loodrecht, invloed richting-spreiding

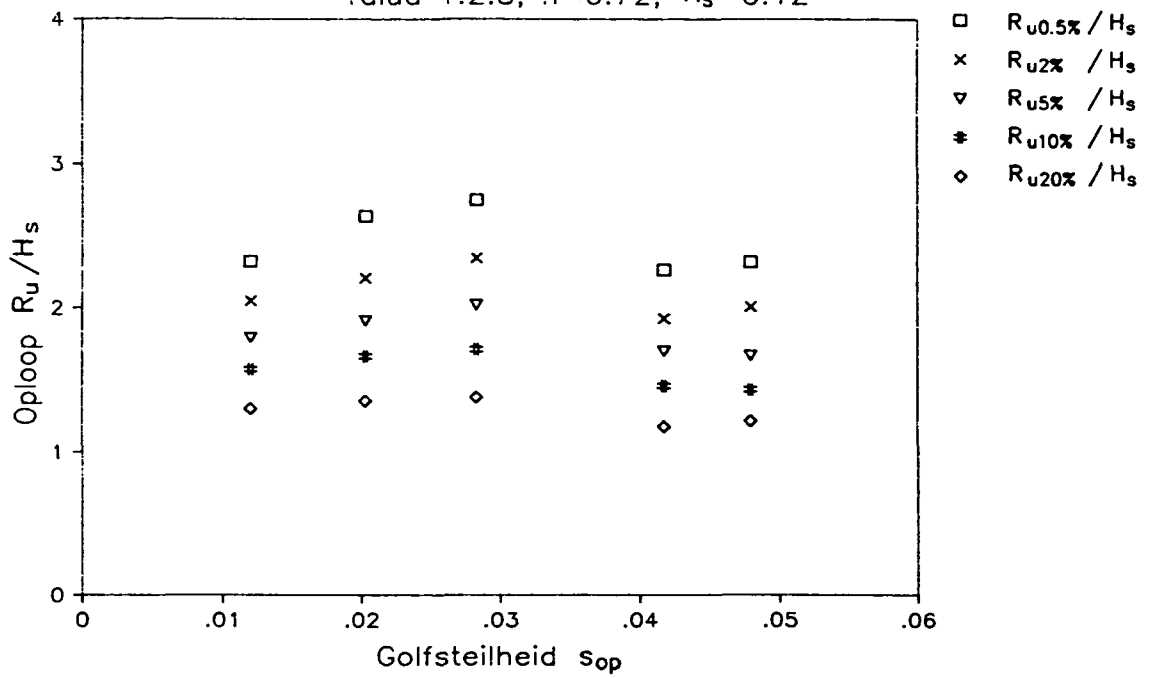
Talud 1:4 met berm, $h=0.72$, $H_s=0.12$



OPLOOP LK TALUD 1:4 MET BERM,
INVLOED GOLFSTEILHEID

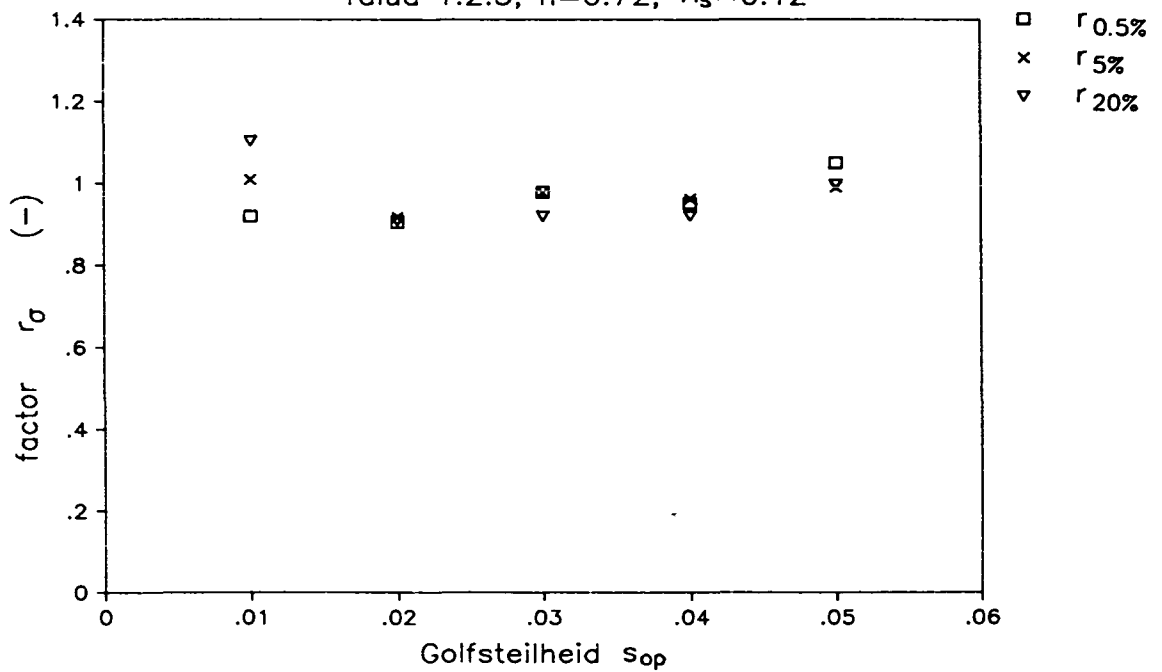
Loodrecht kortkammig, invloed golfsteilheid

Talud 1:2.5, $h=0.72$, $H_s=0.12$



Loodrecht, invloed richting-spreiding

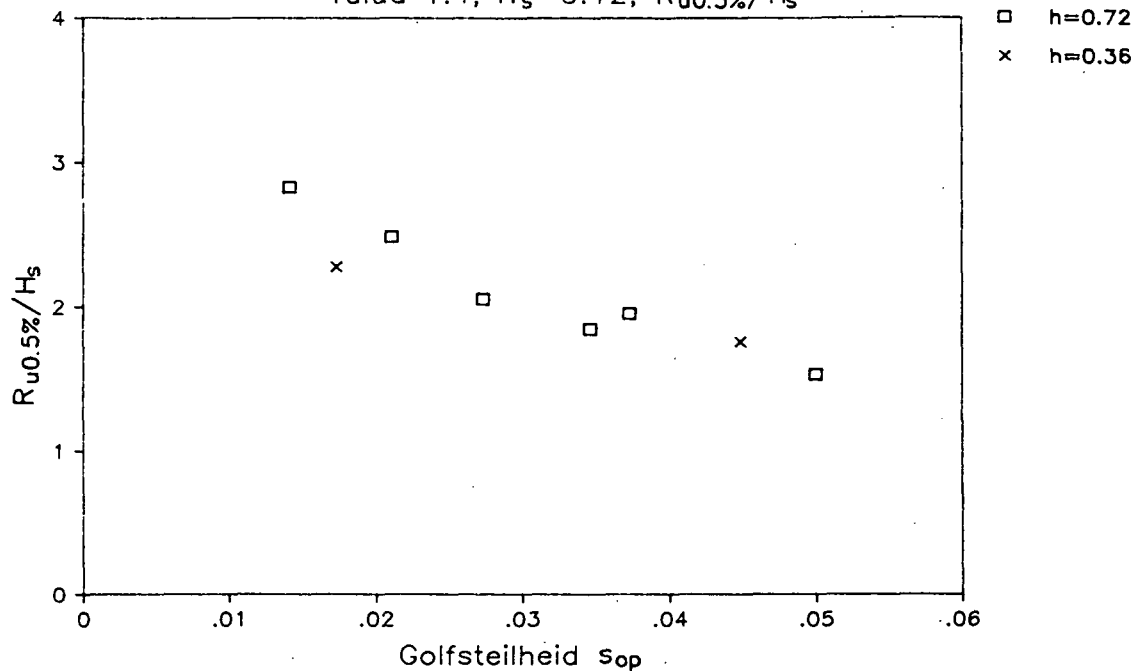
Talud 1:2.5, $h=0.72$, $H_s=0.12$



OPLOOP LK TALUD 1:2.5
INVLOED GOLFSTEILHEID

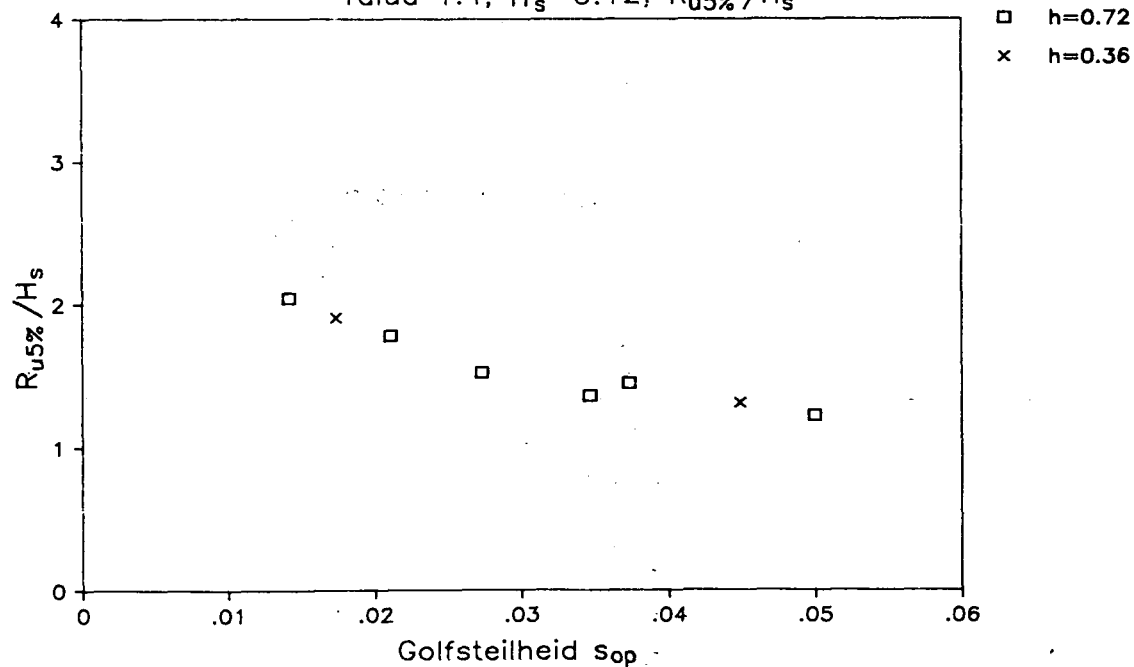
Loodrecht kortkammig, invloed waterdiepte

Talud 1:4, $H_s = 0.12$, $R_{u0.5\%}/H_s$



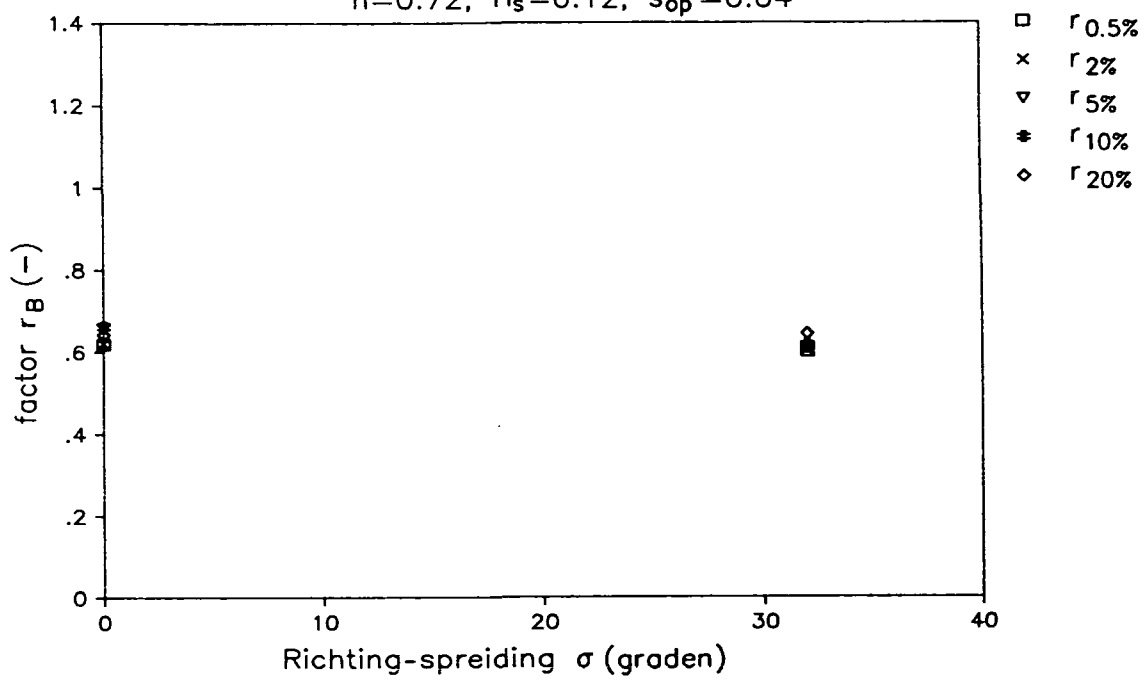
Loodrecht kortkammig, invloed waterdiepte

Talud 1:4, $H_s = 0.12$, $R_{u5\%}/H_s$



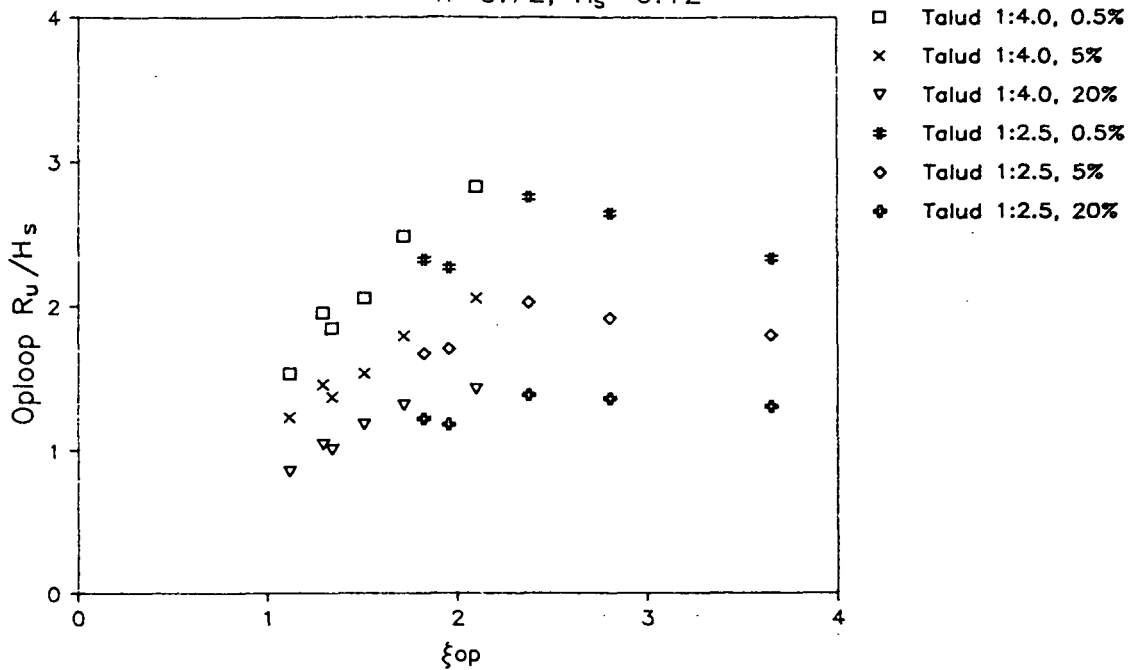
OPLOOP LK TALUD 1:4,
INVLOED WATERDIEPTE

Loodrecht kortkammig, invloed berm
 $h=0.72, H_s=0.12, s_{op}=0.04$

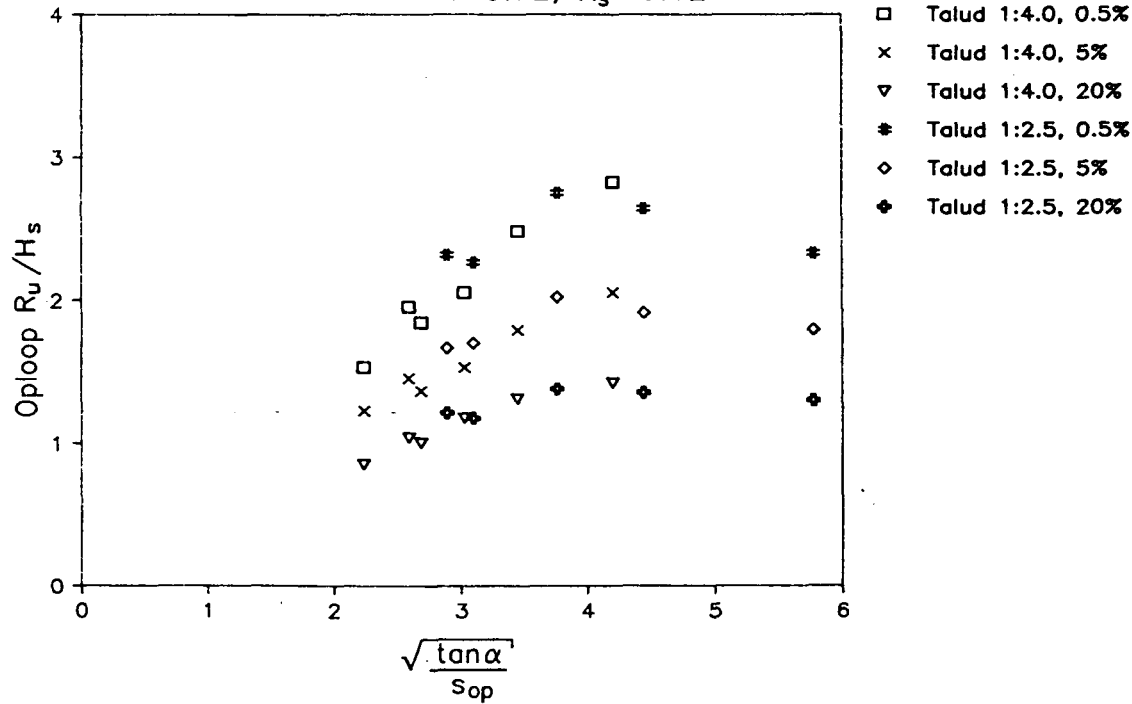


OPLOOP LK TALUD 1:4,
 INVLOED BERM

Loodrecht kortkammig, vergelijking 1:4 met 1:2.5
 $h=0.72, H_s=0.12$



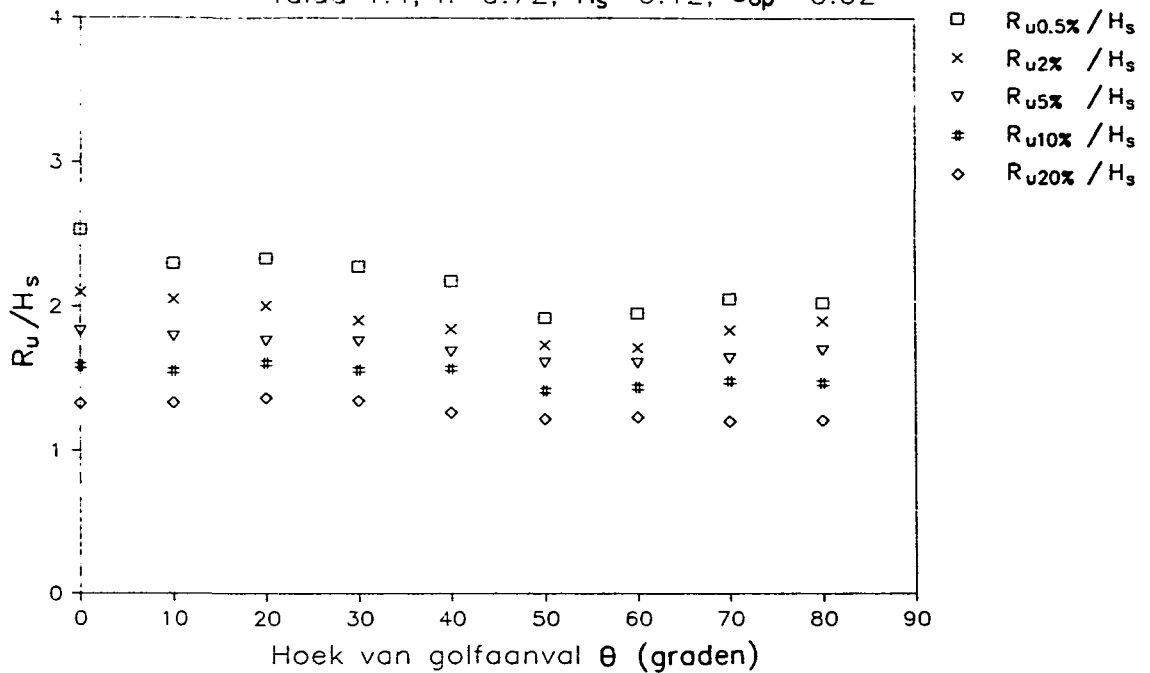
Loodrecht kortkammig, vergelijking 1:4 met 1:2.5
 $h=0.72, H_s=0.12$



OPLOOP LK TALUD 1:4,
 INVLOED TALUDHELLING EN GOLFSTEILHEID

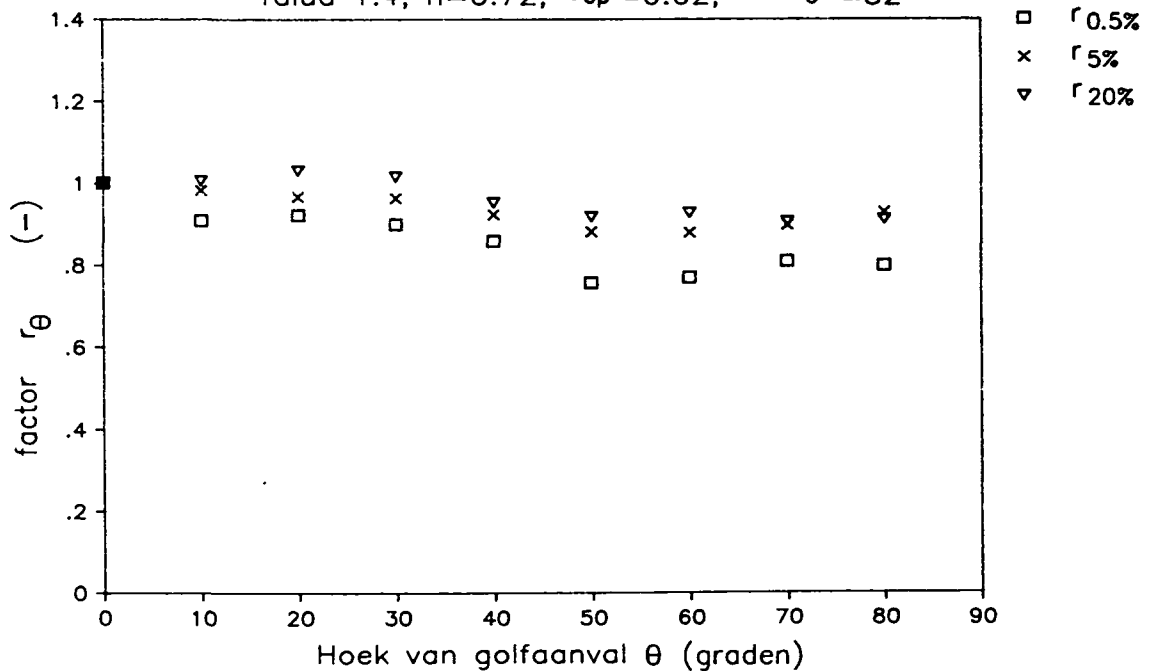
Scheef kortkammig, invloed hoek van golfaanval

Talud 1:4, $h=0.72$, $H_s=0.12$, $s_{op}=0.02$



Scheef kortkammig, invloed hoek van golfaanval

Talud 1:4, $h=0.72$, $s_{op}=0.02$, $\sigma=32$

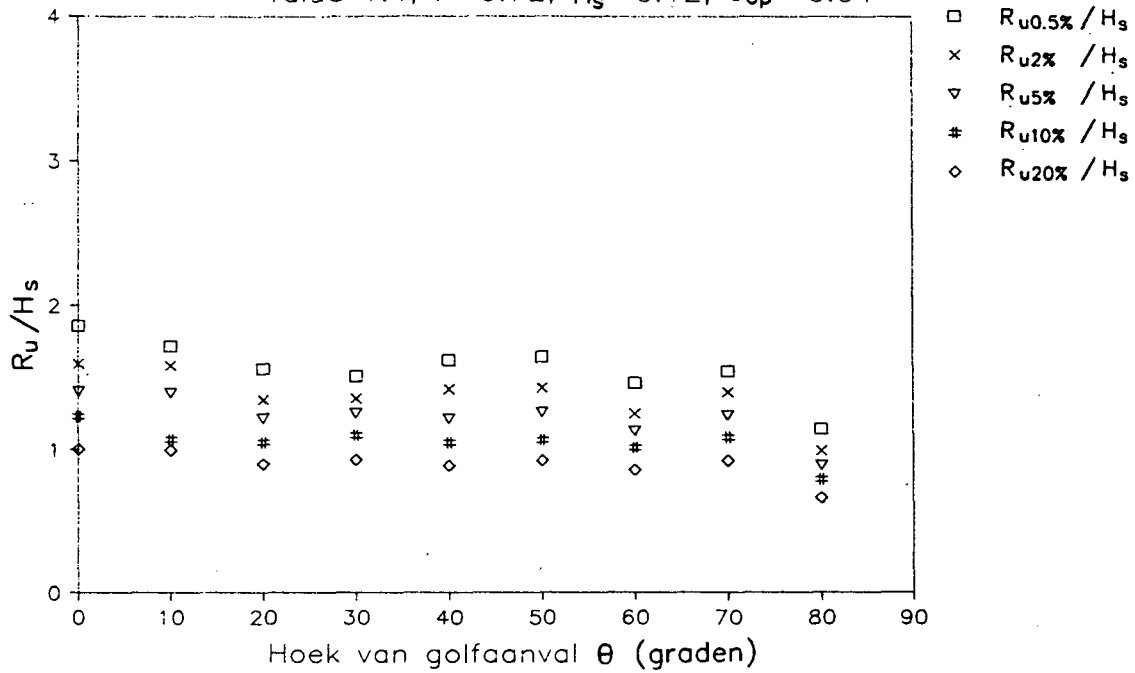


OPLOOP SK TALUD 1:4,

INVLOED HOEK VAN GOLFAANVAL $s_{op} = 0.02$

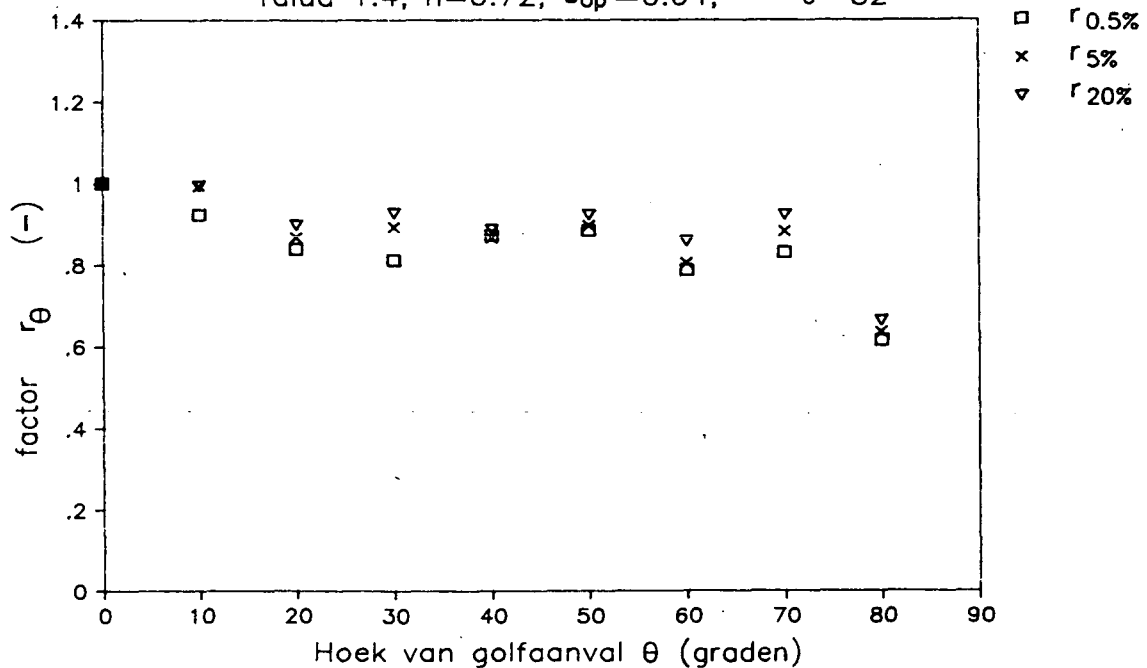
Scheef kortkammig, invloed hoek van golfaanval

Talud 1:4, $h=0.72$, $H_s=0.12$, $s_{op}=0.04$



Scheef kortkammig, invloed hoek van golfaanval

Talud 1:4, $h=0.72$, $s_{op}=0.04$, $\sigma=32$

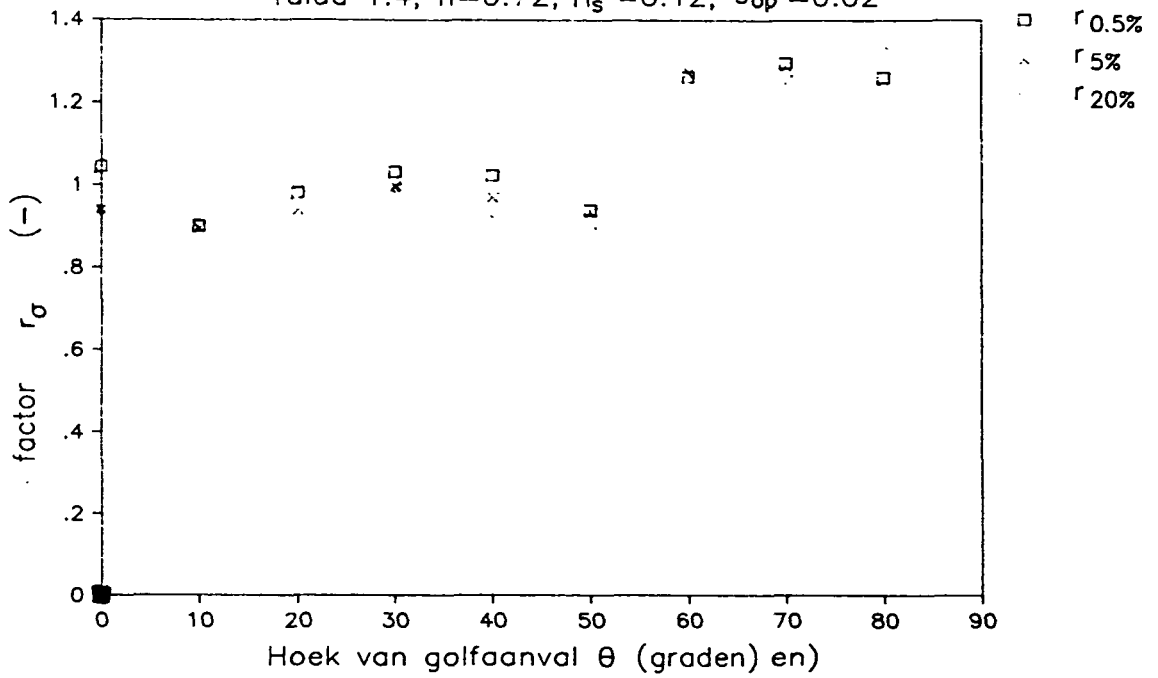


OPLOOP SK TALUD 1:4,

INVLOED HOEK VAN GOLFAANVAL $s_{op} = 0.04$

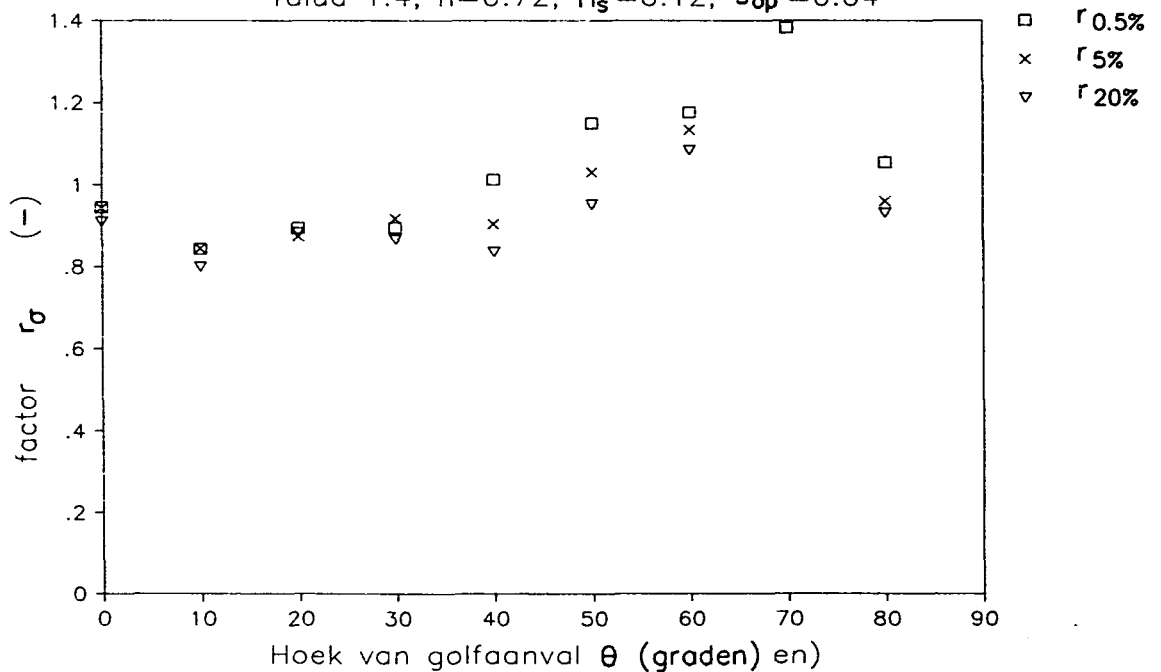
Scheef, invloed richting-spreiding

Talud 1:4, $h=0.72$, $H_s=0.12$, $s_{op}=0.02$



Scheef, invloed richting-spreiding

Talud 1:4, $h=0.72$, $H_s=0.12$, $s_{op}=0.04$



OPLOOP SK TALUD 1:4,
INVLOED RICHTINGSPREIDING

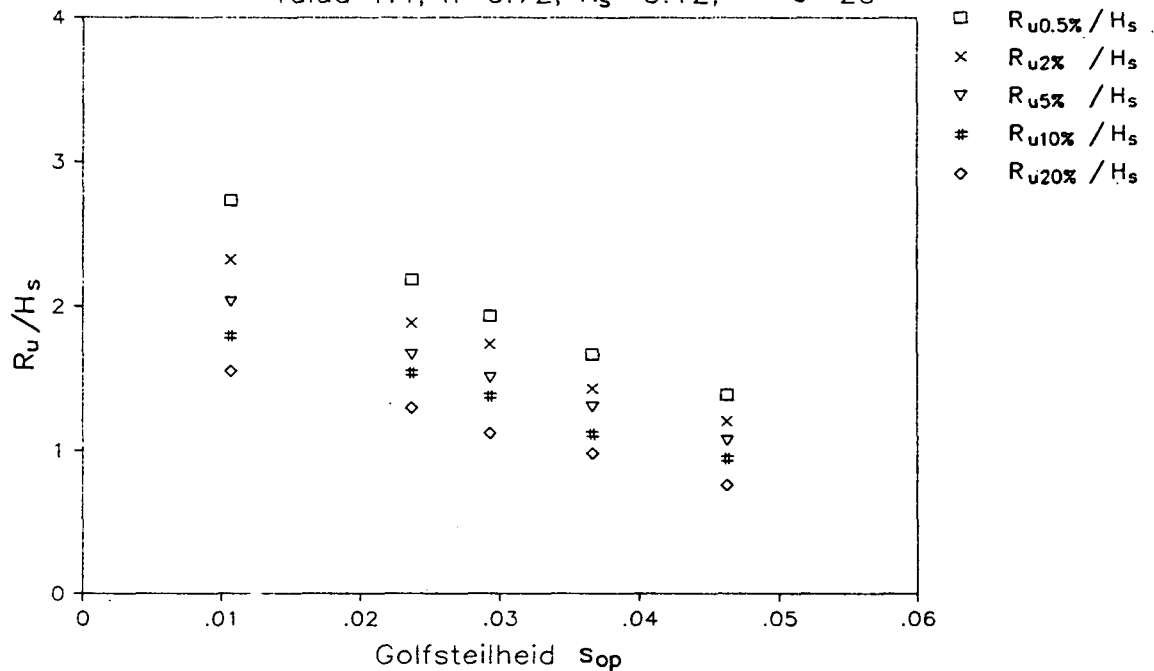
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

H 638

FIG. 56

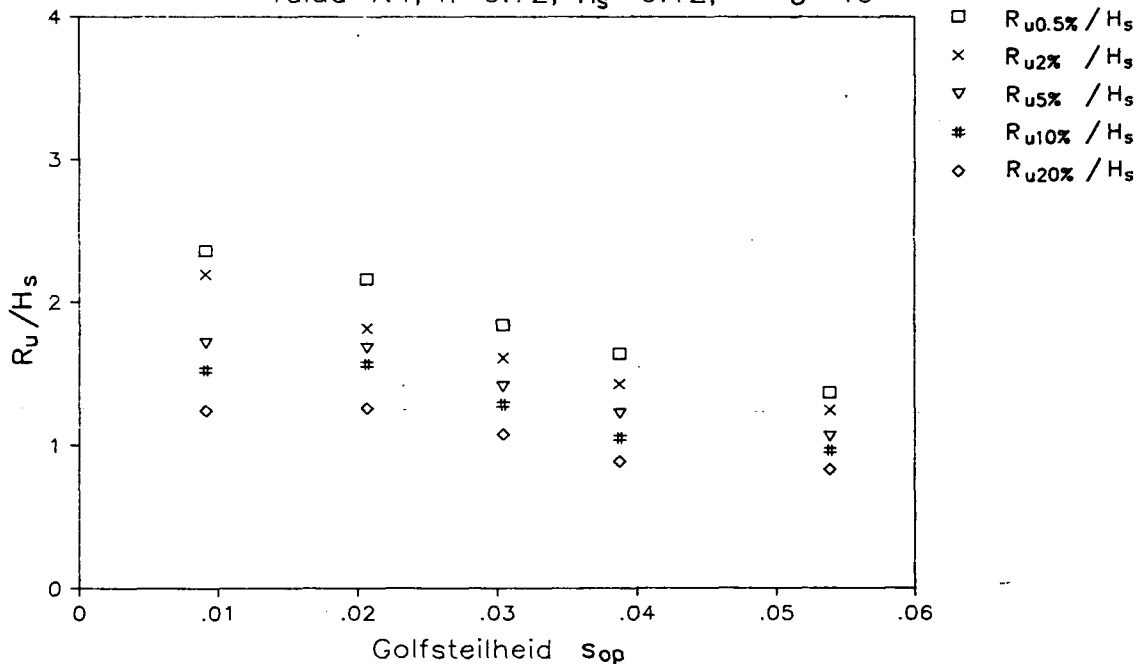
Scheef kortkammig, invloed golfsteilheid

Talud 1:4, $h=0.72$, $H_s=0.12$, $\theta=20$



Scheef kortkammig, invloed golfsteilheid

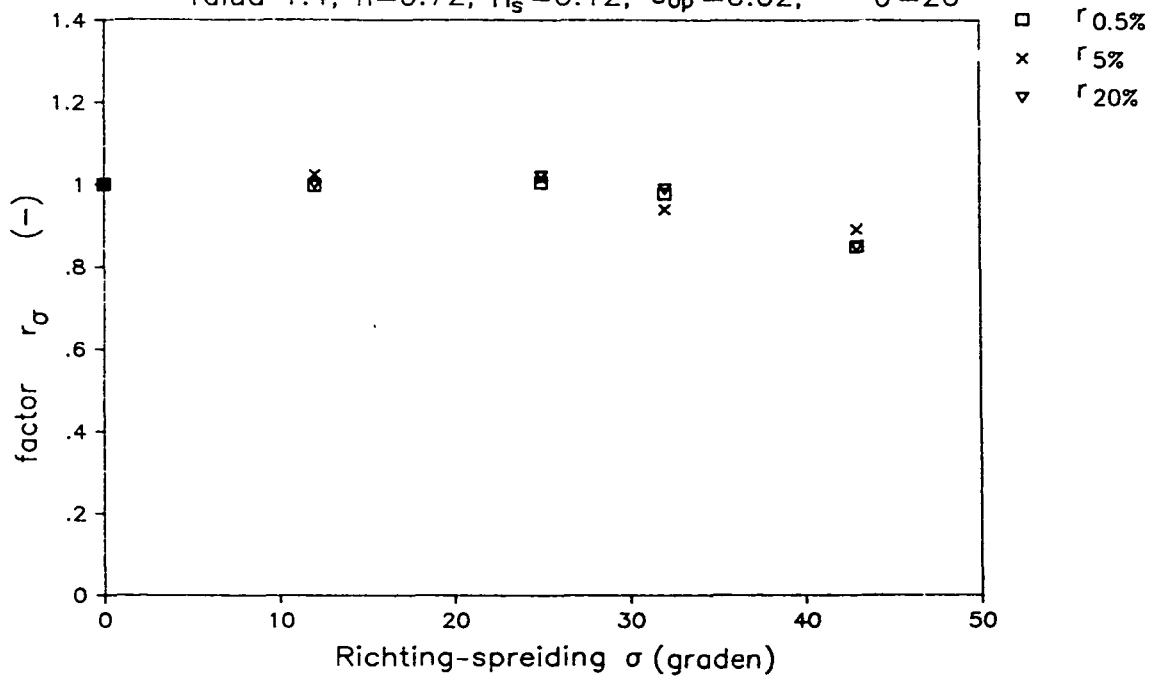
Talud 1:4, $h=0.72$, $H_s=0.12$, $\theta=40$



OPLOOP SK TALUD 1:4,
INVLOED GOLFSTEILHEID

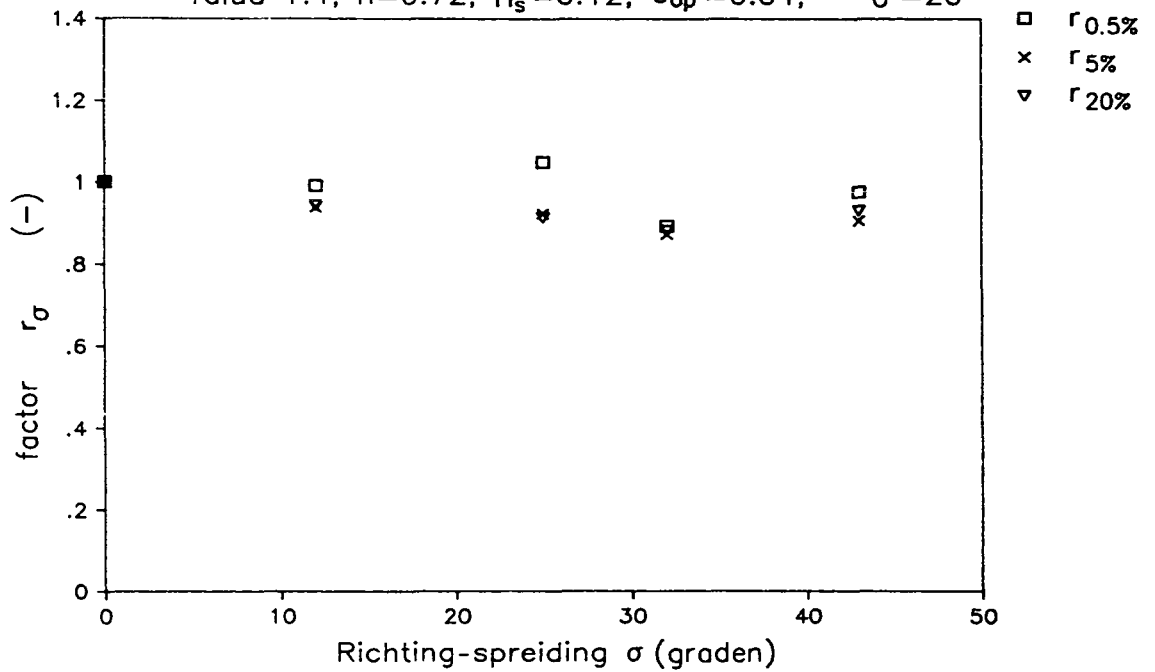
Scheef kortkammig, invloed richting-spreiding

Talud 1:4, $h=0.72$, $H_s=0.12$, $s_{op}=0.02$, $\theta=20$



Scheef kortkammig, invloed richting-spreiding

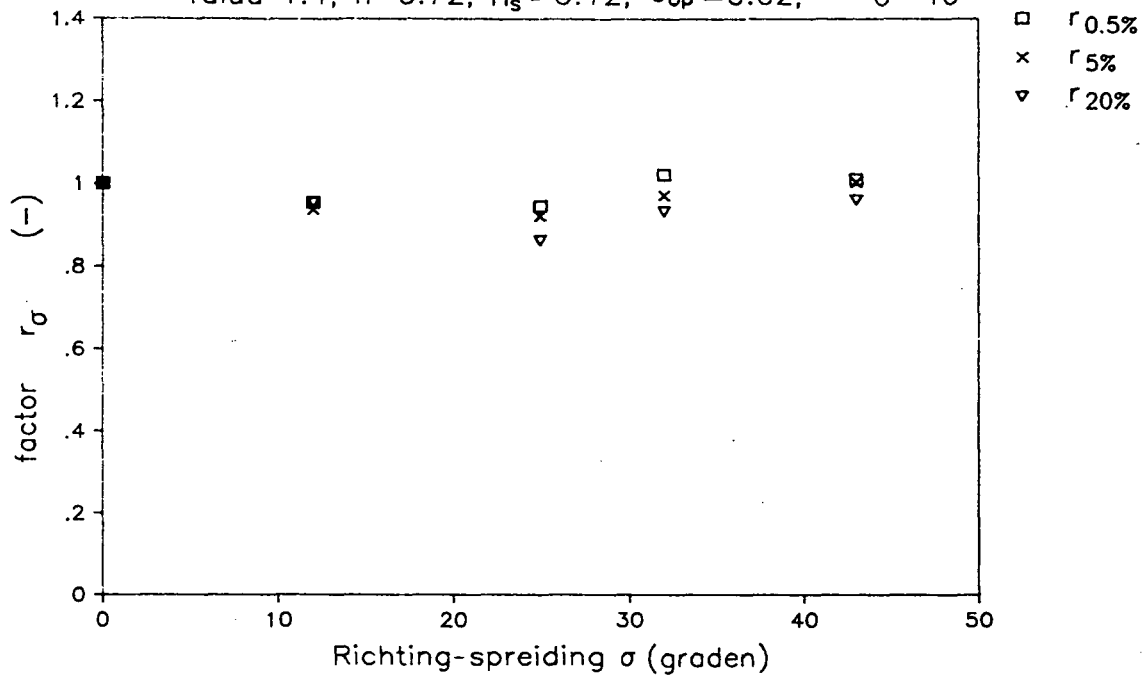
Talud 1:4, $h=0.72$, $H_s=0.12$, $s_{op}=0.04$, $\theta=20$



OPLOOP SK TALUD 1:4,
INVLOED RICHTINGSPREIDING, $\theta = 20$

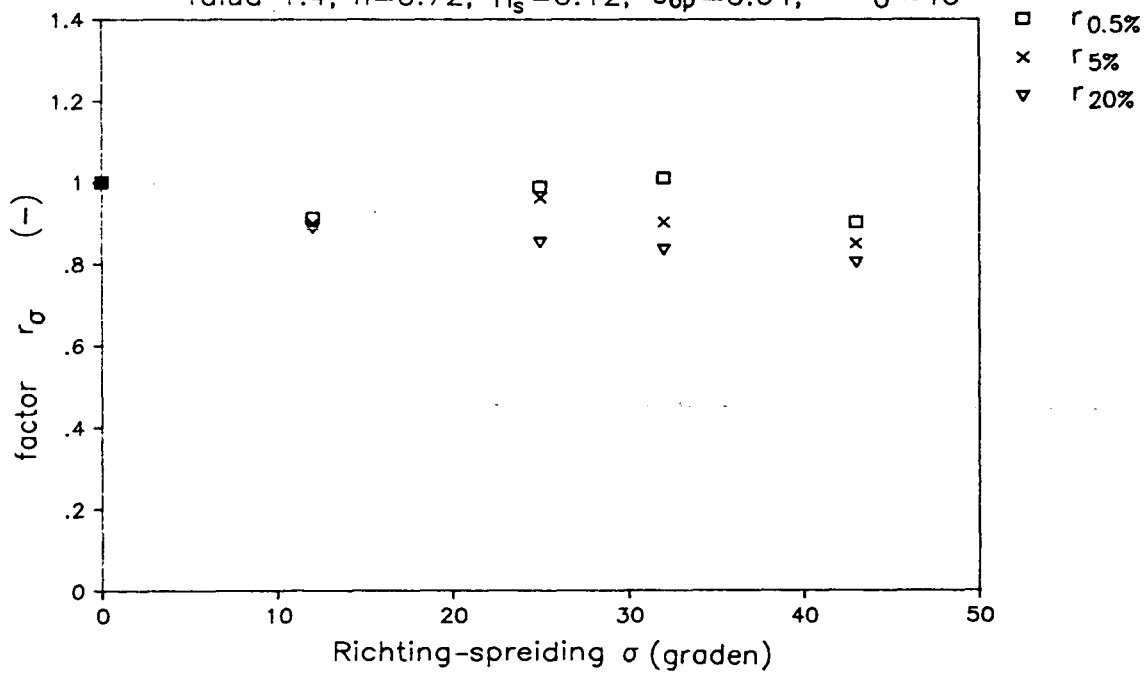
Scheef kortkammig, invloed richting-spreiding

Talud 1:4, $h=0.72$, $H_s=0.12$, $s_{op}=0.02$, $\theta=40$



Scheef kortkammig, invloed richting-spreiding

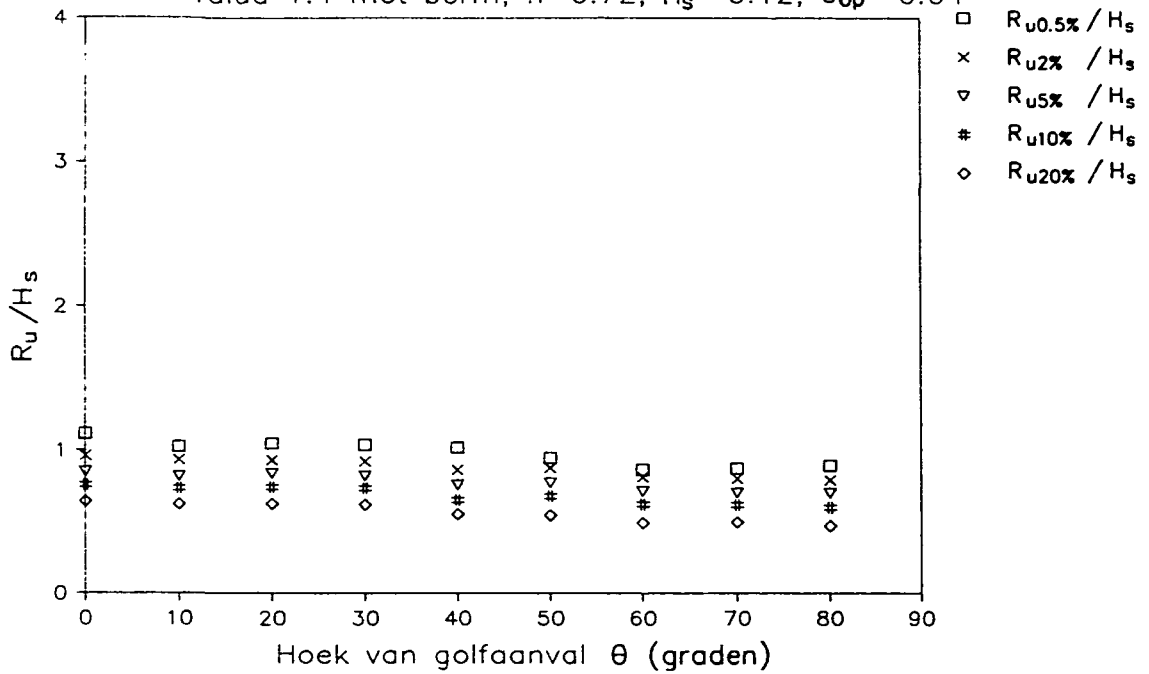
Talud 1:4, $h=0.72$, $H_s=0.12$, $s_{op}=0.04$, $\theta=40$



OPLOOP SK TALUD 1:4,
INVLOED RICHTINGSPREIDING, $\theta = 40$

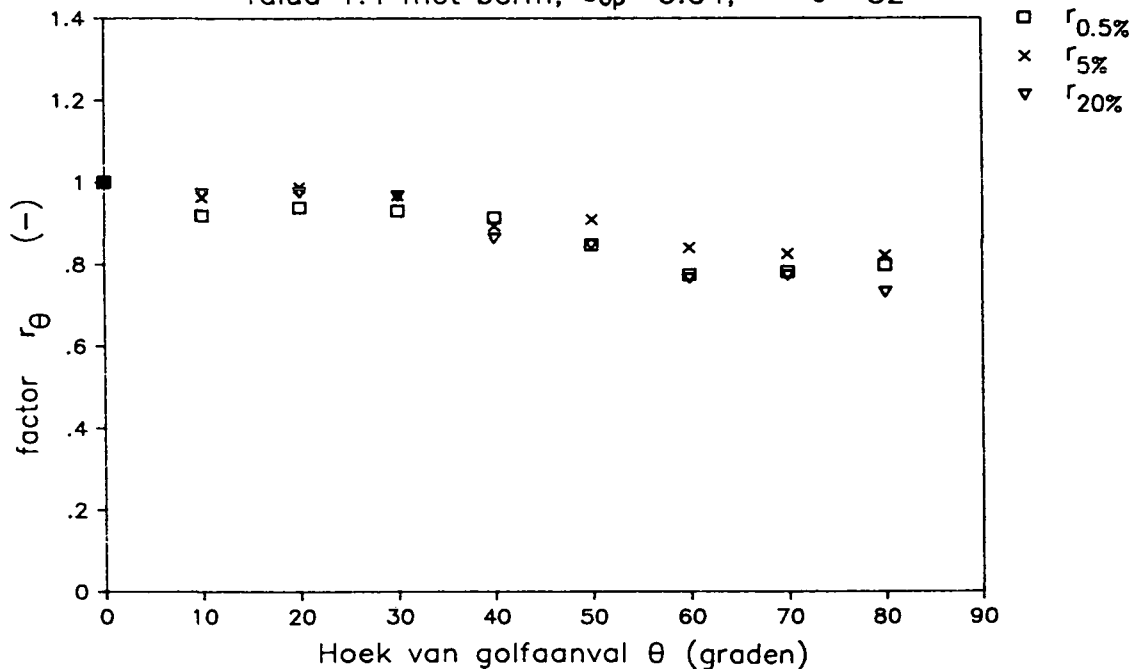
Scheef kortkammig, invloed hoek van golfaanval

Talud 1:4 met berm, $h=0.72$, $H_s = 0.12$, $s_{op} = 0.04$



Scheef kortkammig, invloed hoek van golfaanval

Talud 1:4 met berm, $s_{op} = 0.04$, $\sigma = 32$



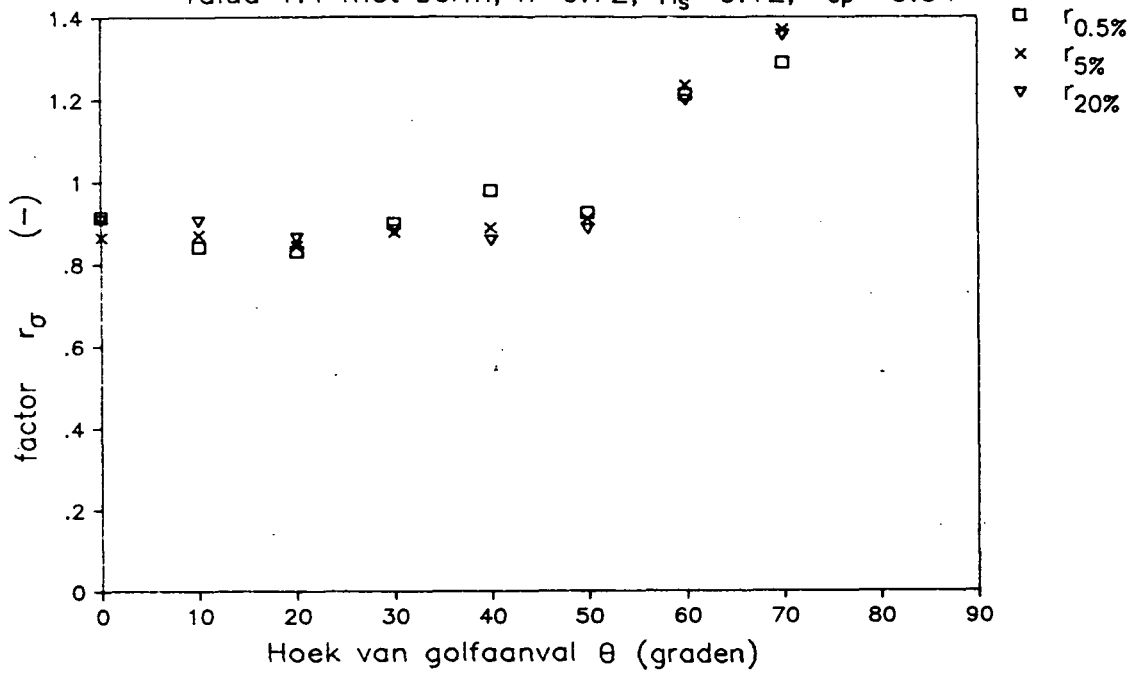
OPLOOP SK TALUD 1:4 MET BERM,
INVLOED HOEK VAN GOLFAANVAL

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

H 638

FIG. 60

Scheef, invloed richting-spreiding
 Talud 1:4 met berm, $h=0.72$, $H_s=0.12$, $s_{op}=0.04$



OPLOOP SK TALUD 1:4 MET BERM,
 INVLOED RICHTINGSPREIDING

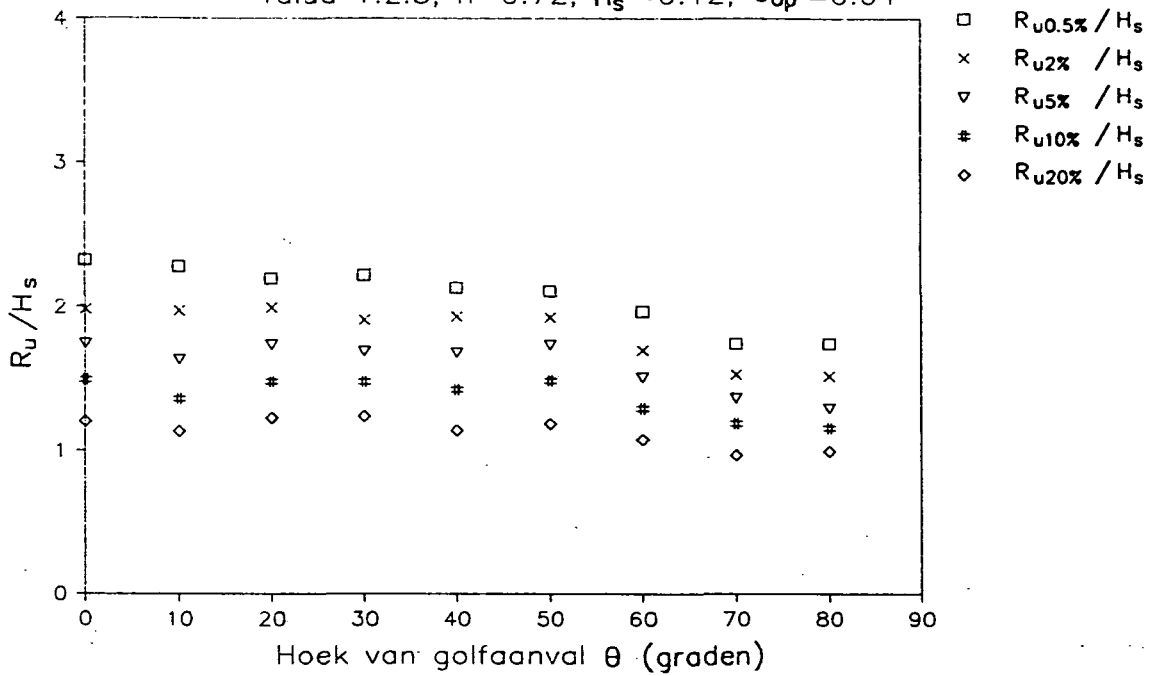
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

H 638

FIG. 61

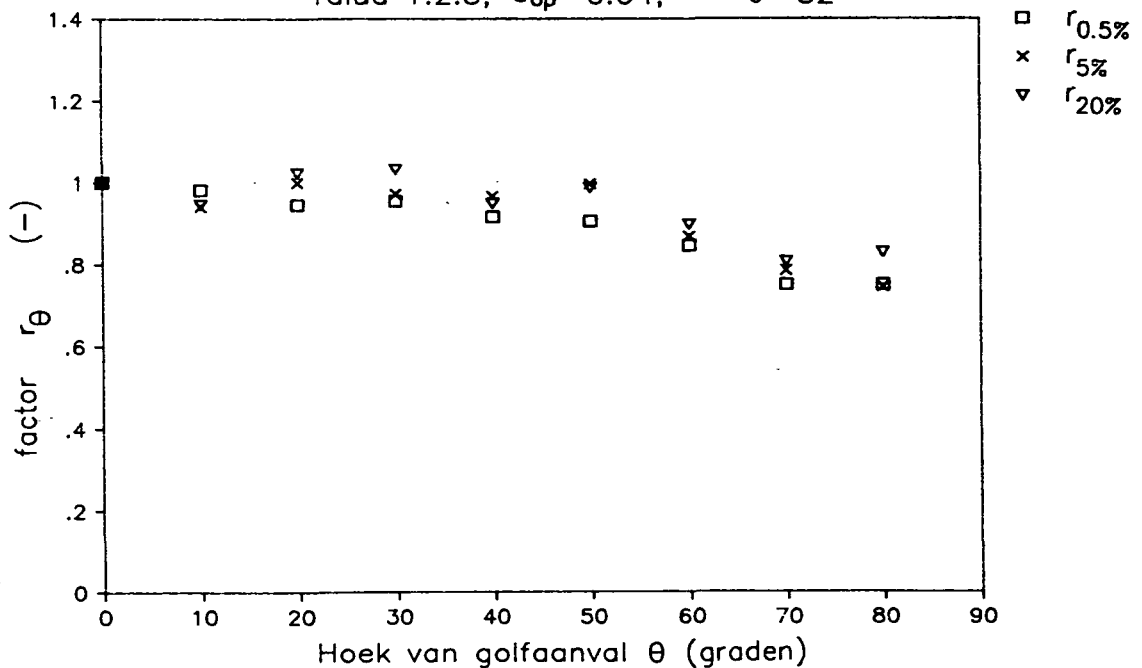
Scneef kortkammig, invloed hoek van golfaanval

Talud 1:2.5, $n=0.72$, $H_s=0.12$, $s_{op}=0.04$



Scheef kortkammig, invloed hoek van golfaanval

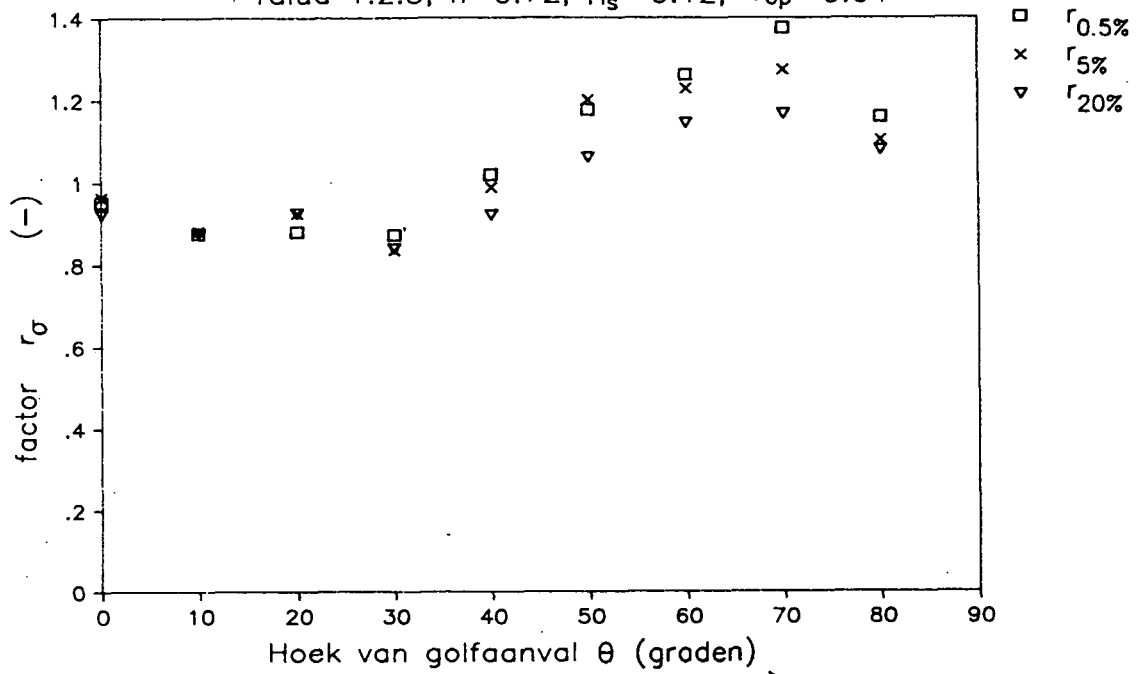
Talud 1:2.5, $s_{op}=0.04$, $\sigma=32$



OPLOOP SK TALUD 1:2.5,
INVLOED HOEK VAN GOLFAANVAL

Scheef, invloed richting spreiding

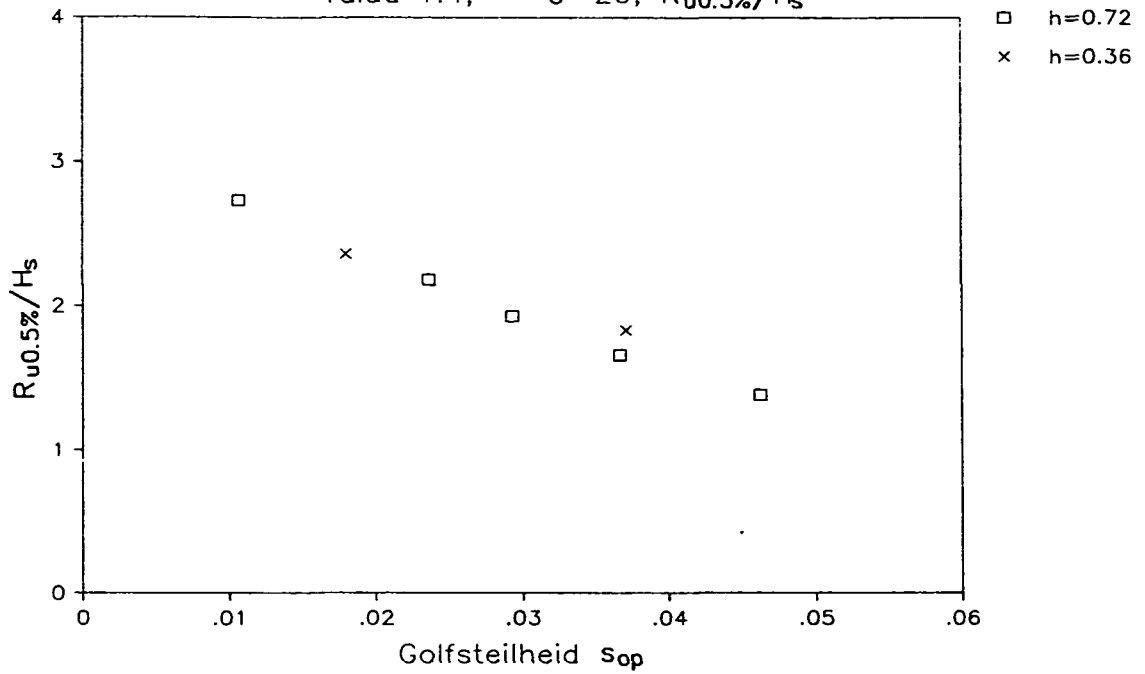
Talud 1:2.5, $h=0.72$, $H_s=0.12$, $s_{op}=0.04$



OPLOOP SK TALUD 1:2.5,
INVLOED RICHTINGSPREIDING

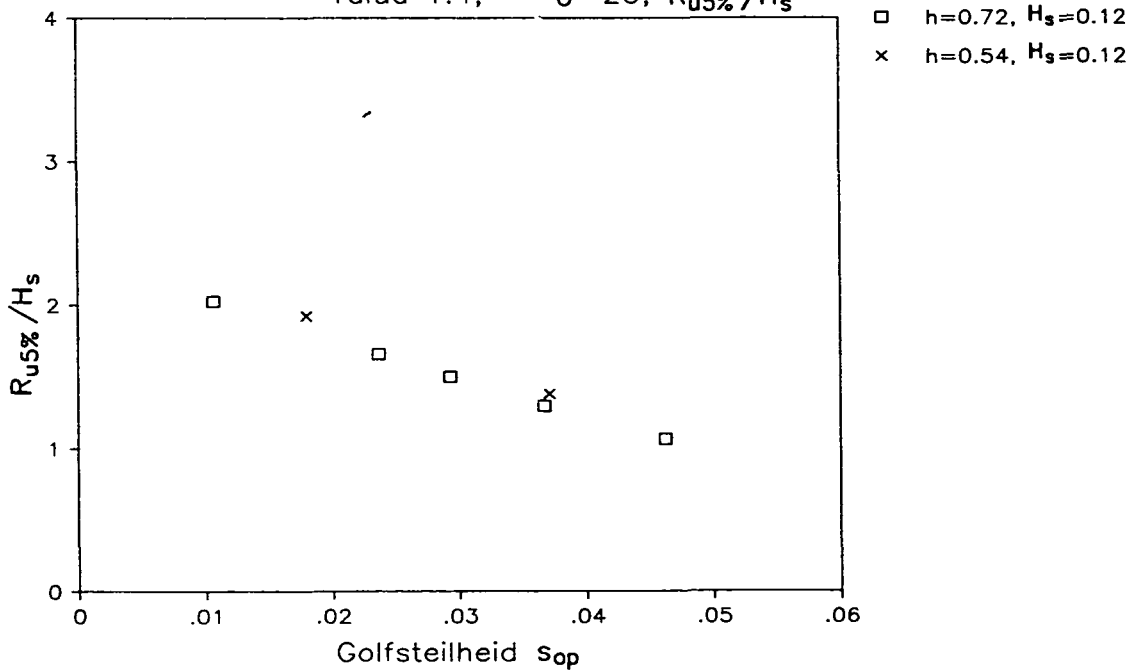
Scheef kortkammig, invloed waterdiepte

Talud 1:4, $\theta = 20$, $R_{u0.5\%}/H_s$



Scheef kortkammig, invloed waterdiepte

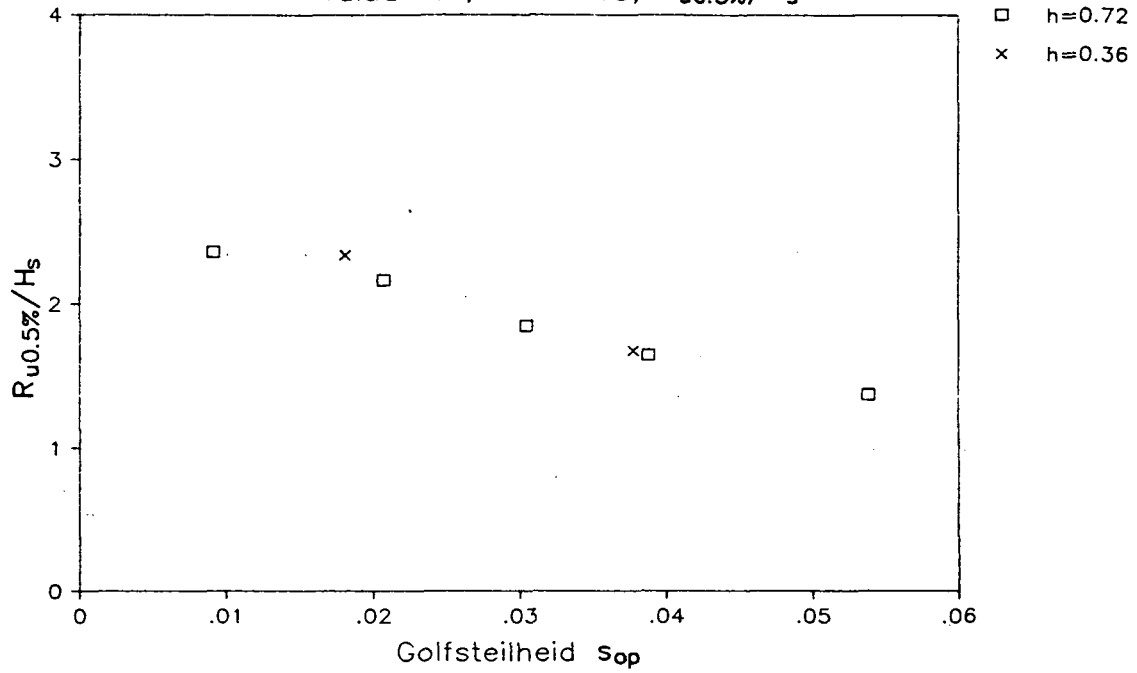
Talud 1:4, $\theta = 20$, $R_{u5\%}/H_s$



OPLOOP SK TALUD 1:4,
INVLOED WATERDIEPTE, $\theta = 20$

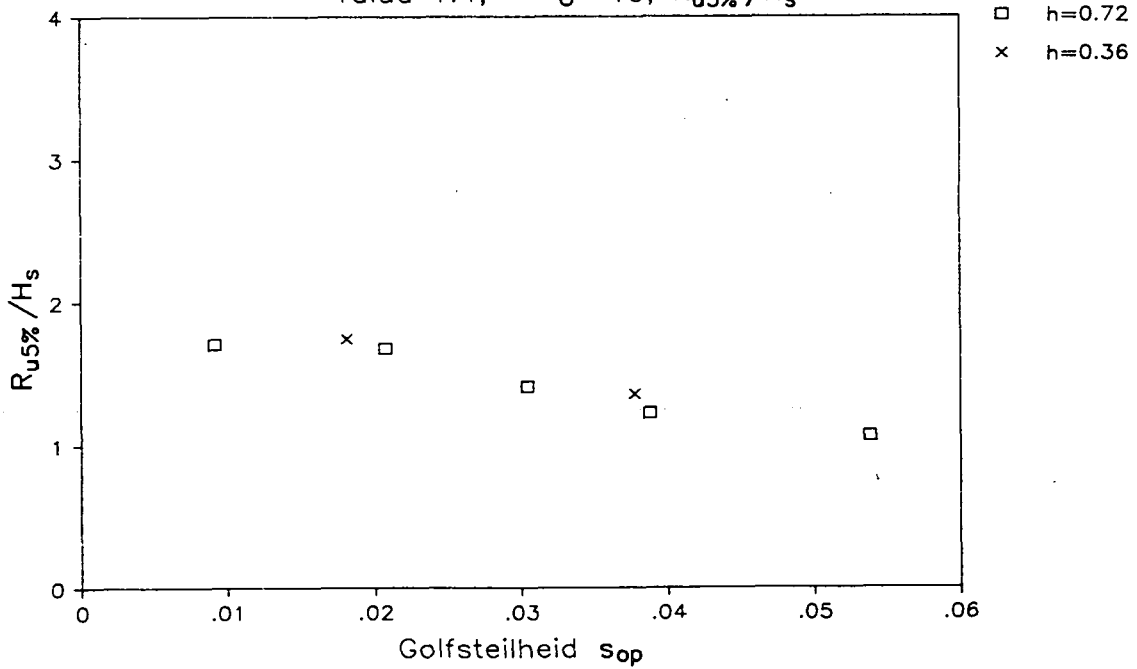
Scheef kortkammig, invloed waterdiepte

Talud 1:4, $\theta = 40$, $R_{u0.5\%}/H_s$



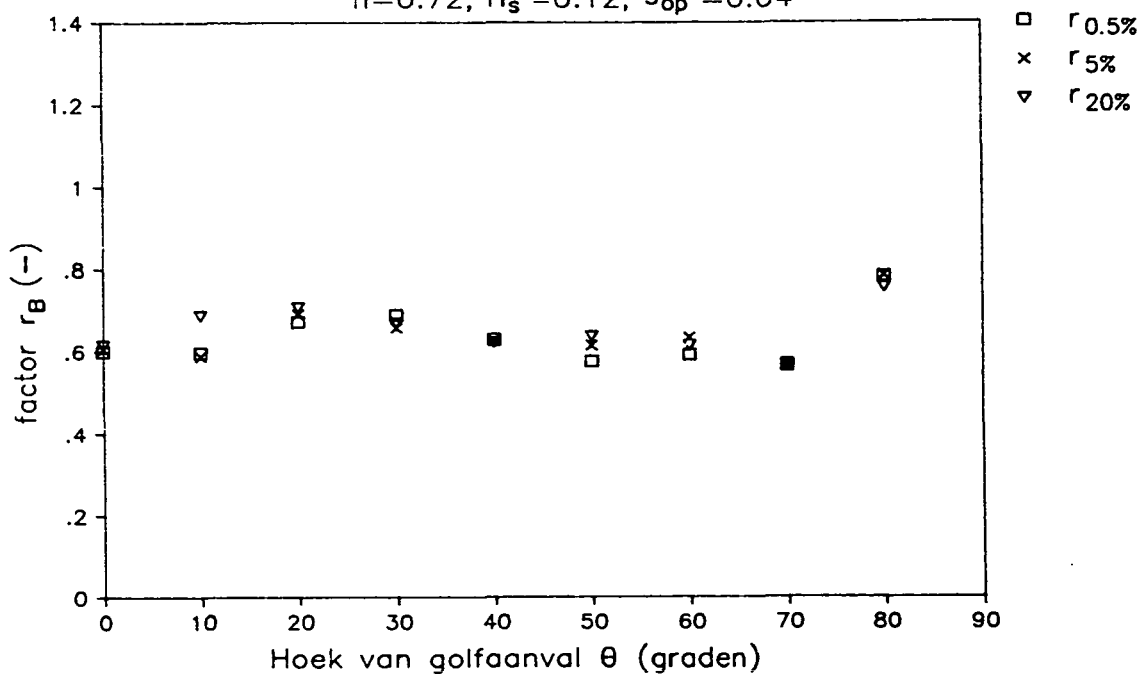
Scheef kortkammig, invloed waterdiepte

Talud 1:4, $\theta = 40$, $R_{u5\%}/H_s$



OPLOOP SK TALUD 1:4,
INVLOED WATERDIEPTE, $\theta = 40$

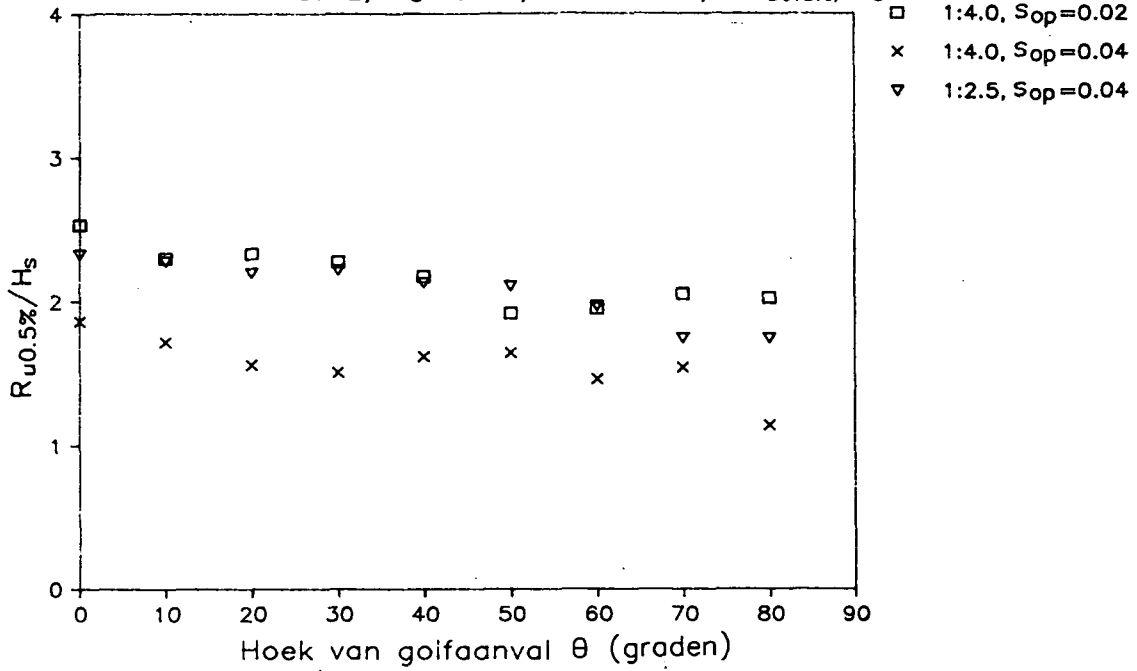
Scheef kortkammig, invloed berm
 $h=0.72, H_s=0.12, s_{op}=0.04$



OPLOOP SK TALUD 1:4,
 INVLOED BERM

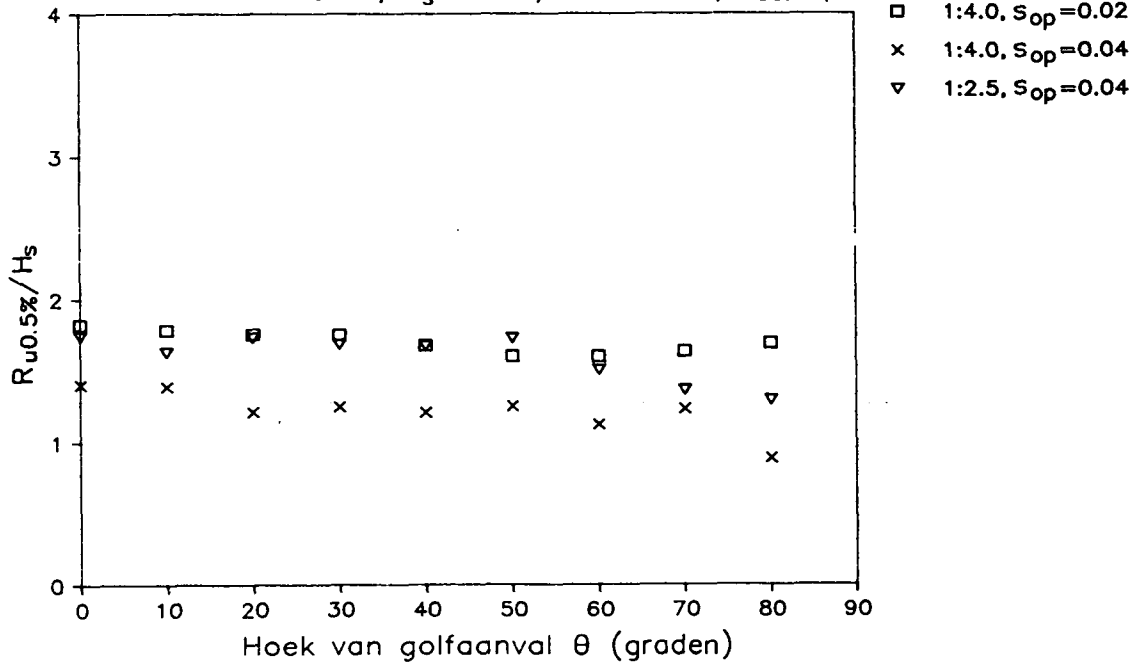
Scheef kortkammig, invloed taludhelling

$h=0.72, H_s=0.12, \sigma=32, R_{u0.5\%}/H_s$



Scheef kortkammig, invloed taludhelling

$h=0.72, H_s=0.12, \sigma=32, R_{u0.5\%}/H_s$



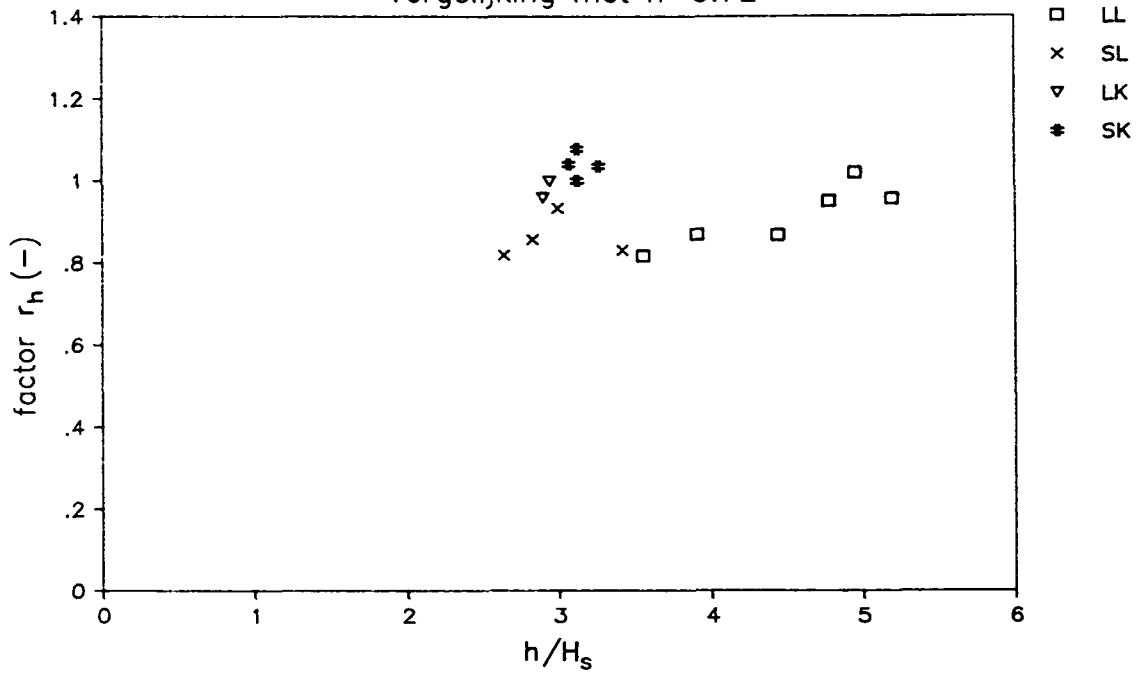
OPLOOP SK VERGELIJKING TALUDS

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

H 638

FIG. 67

Invloed waterstand, algemeen
 Vergelijking met $h=0.72$

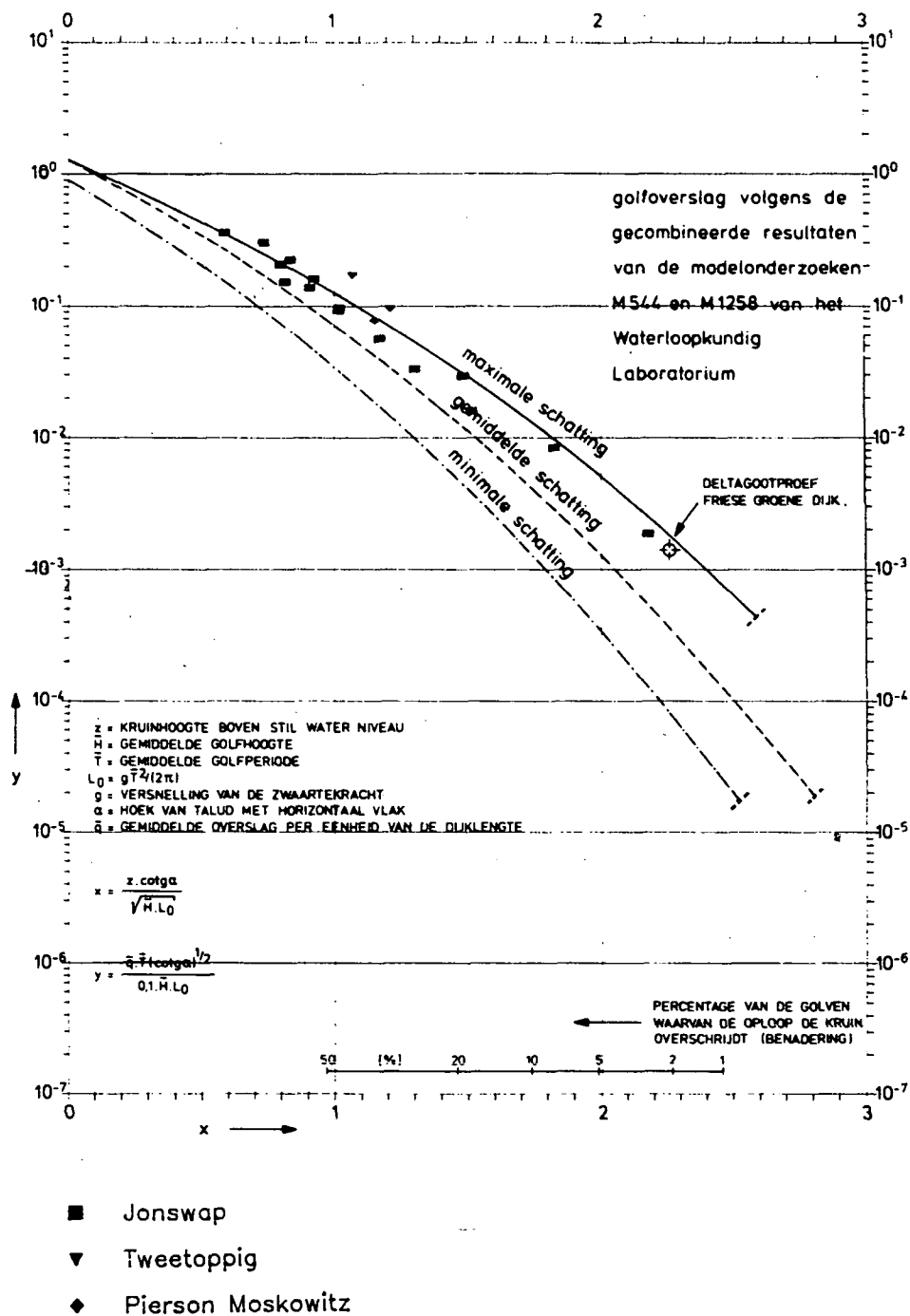


OPLOOP INVLOED WATERDIEPTE, ALGEMEEN

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

H 638

FIG. 68



Figuur overgenomen uit de Leidraad voor het ontwerpen van rivierdijken deel1 – boverrivierengebied

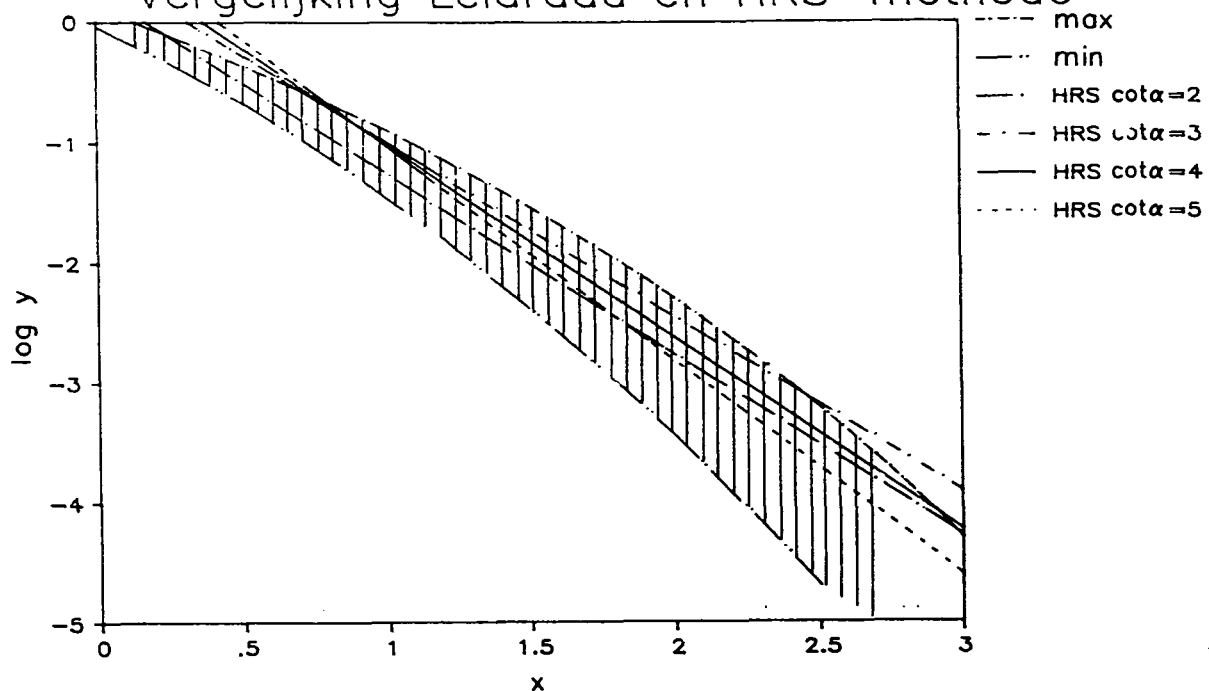
OVERSLAG VOLGENS LEIDRAAD

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

H 638

FIG. 69

Vergelijking Leidraad en HRS-methode



OVERSLAG VERGELIJKING LEIDRAAD-HRS

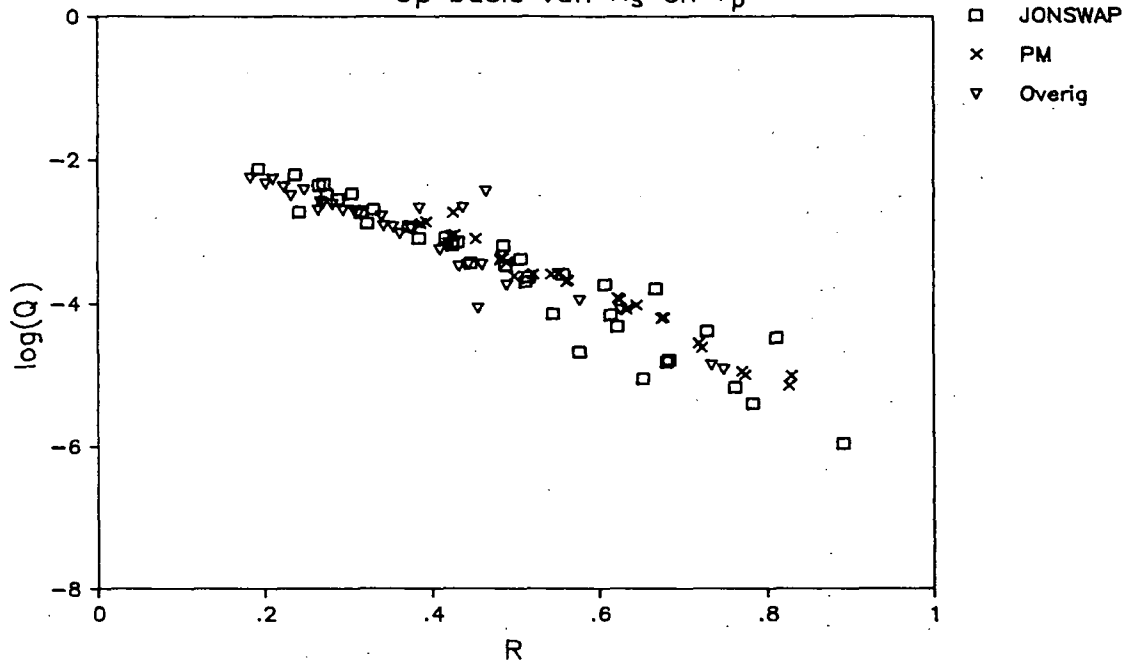
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

H 638

FIG. 70

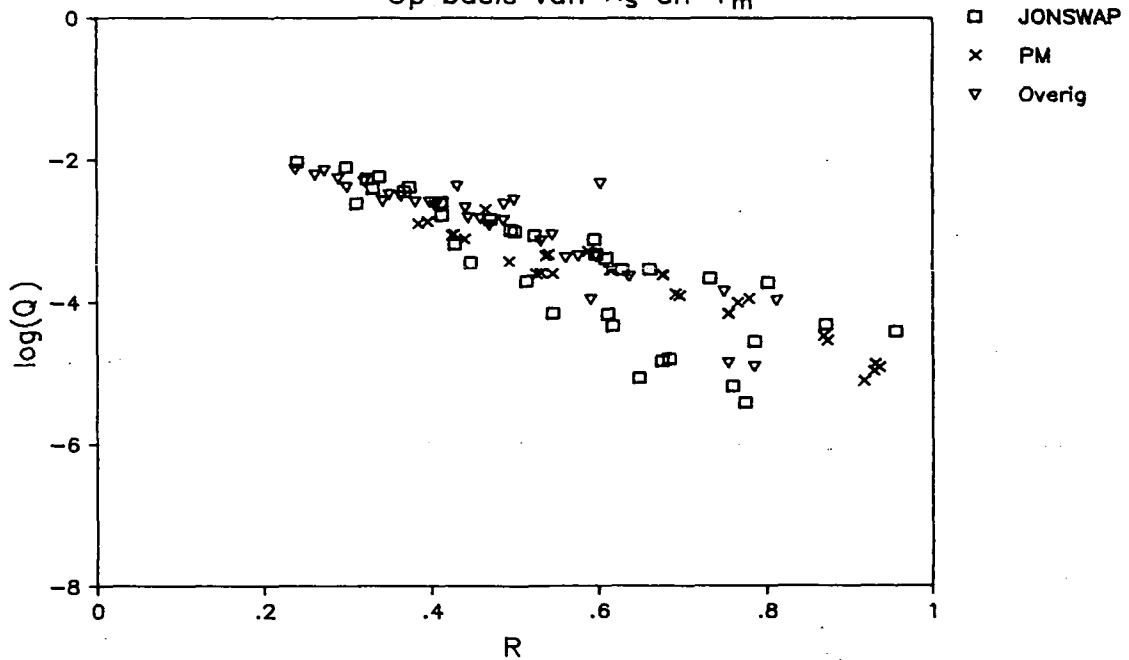
Meetgegevens talud 1:4

Op basis van H_s en T_p



Meetgegevens talud 1:4

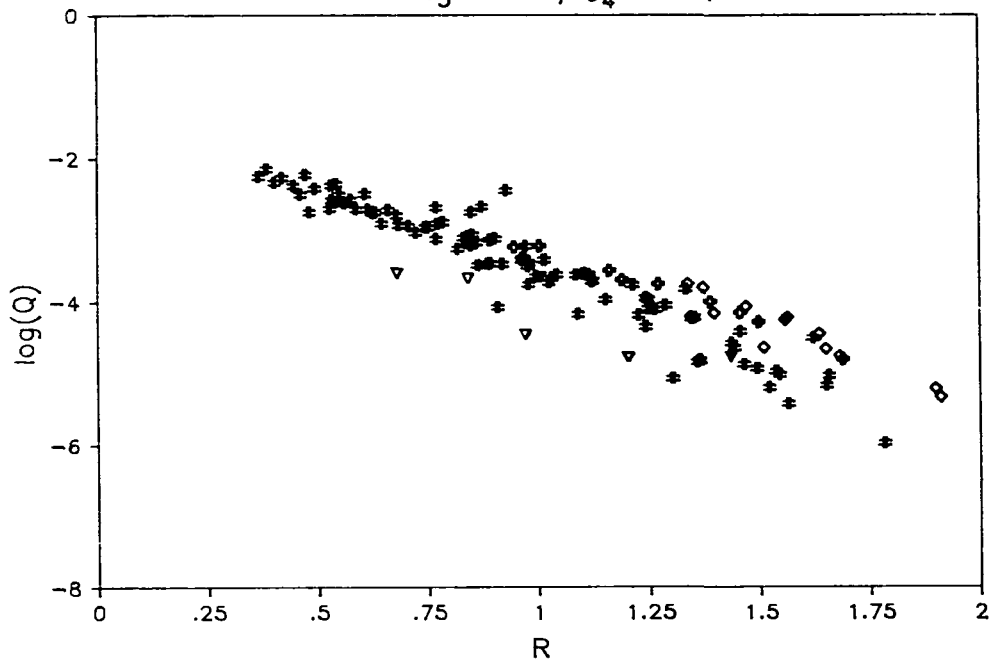
Op basis van H_s en T_m



OVERSLAG LL TALUD 1:4, (INCL. ANDER ONDERZOEK)
KEUZE TUSSEN T_m EN T_p

Meetgegevens overslag, $\xi_{op} < 2.5$

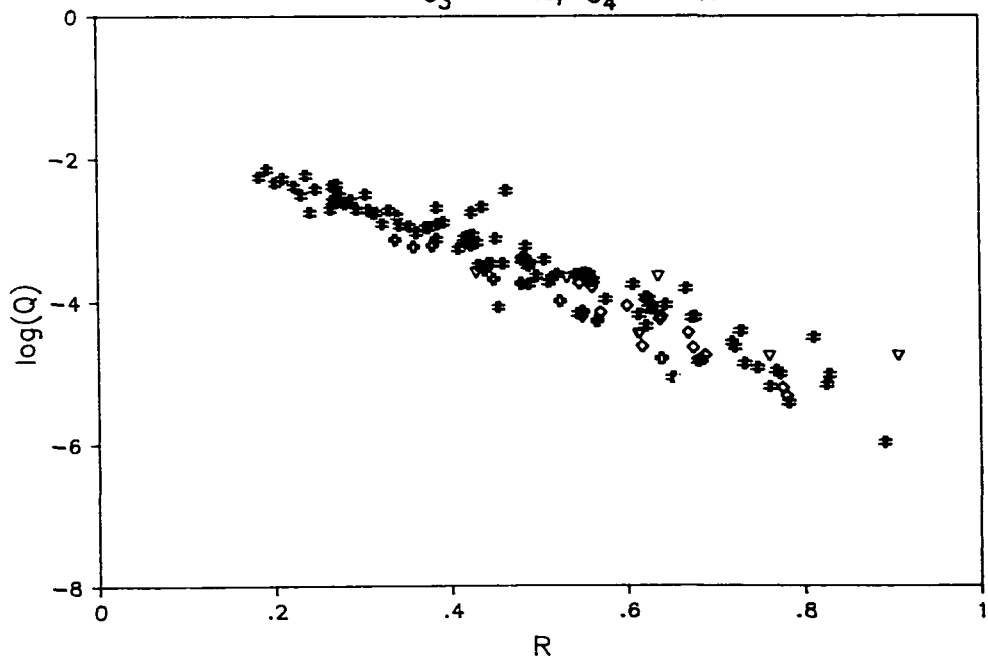
$c_3 = -\frac{1}{2}, c_4 = -1$



- ▽ 1:2.5
- * 1:4
- ◇ 1:6
- ◻ 1:7

Meetgegevens overslag, $\xi_{op} < 2.5$

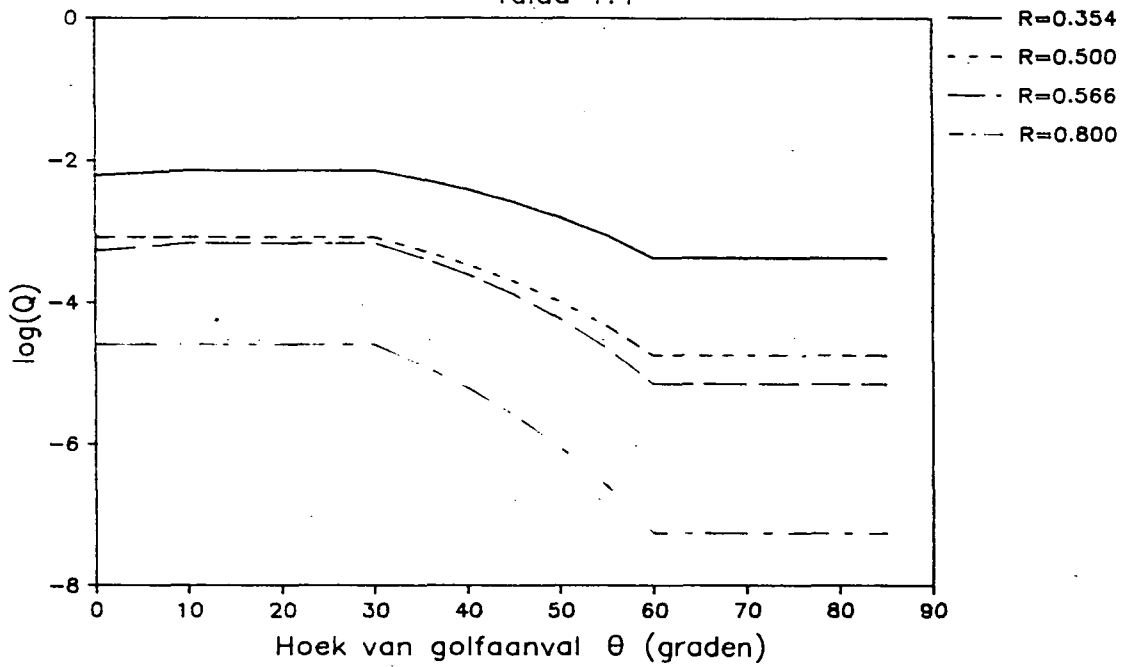
$c_3 = -\frac{1}{2}, c_4 = -\frac{1}{2}$



- ▽ 1:2.5
- * 1:4
- ◇ 1:6
- ◻ 1:7

OVERSLAG LL (INCL. ANDER ONDERZOEK)
BEPALING INVLOED TALUDHELLING

Scheef langkammig, verwachte overslag
Talud 1:4



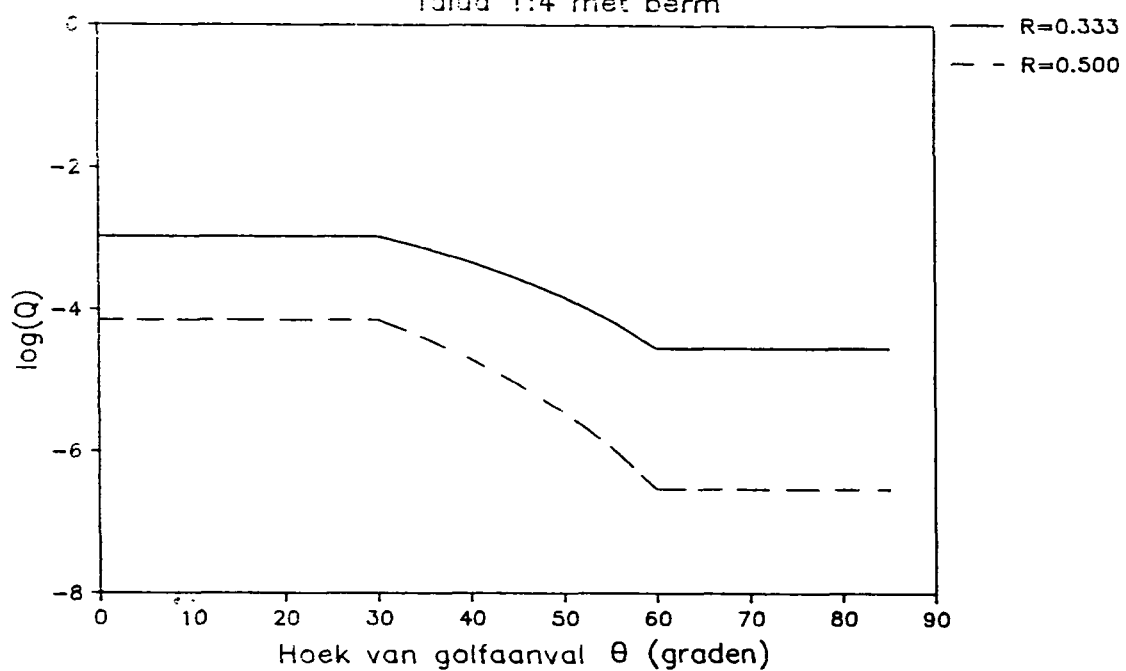
OVERSLAG SL TALUD 1:4, VERWACHTING

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

H 638

FIG. 73

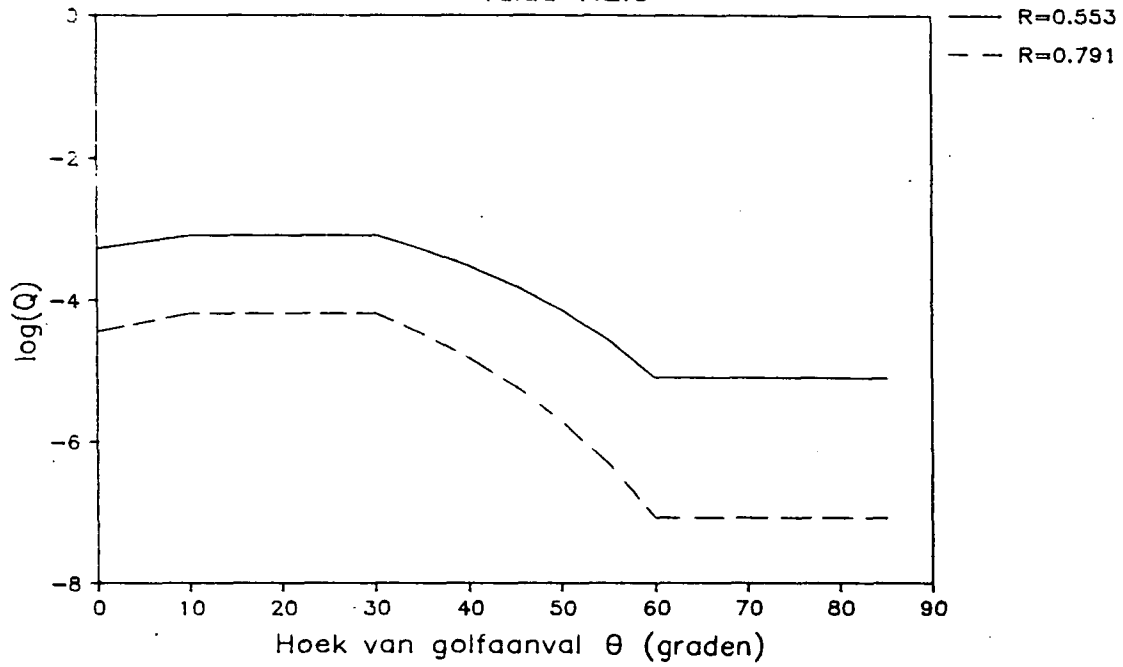
Scheef langkammig, verwachte overslag
 Talud 1:4 met berm



OVERSLAG SL TALUD 1: 4 MET BERM, VERWACHTING

Scheef langkammig, verwachte overslag

Talud 1:2.5



OVERSLAG SL TALUD 1:2.5, VERWACHTING

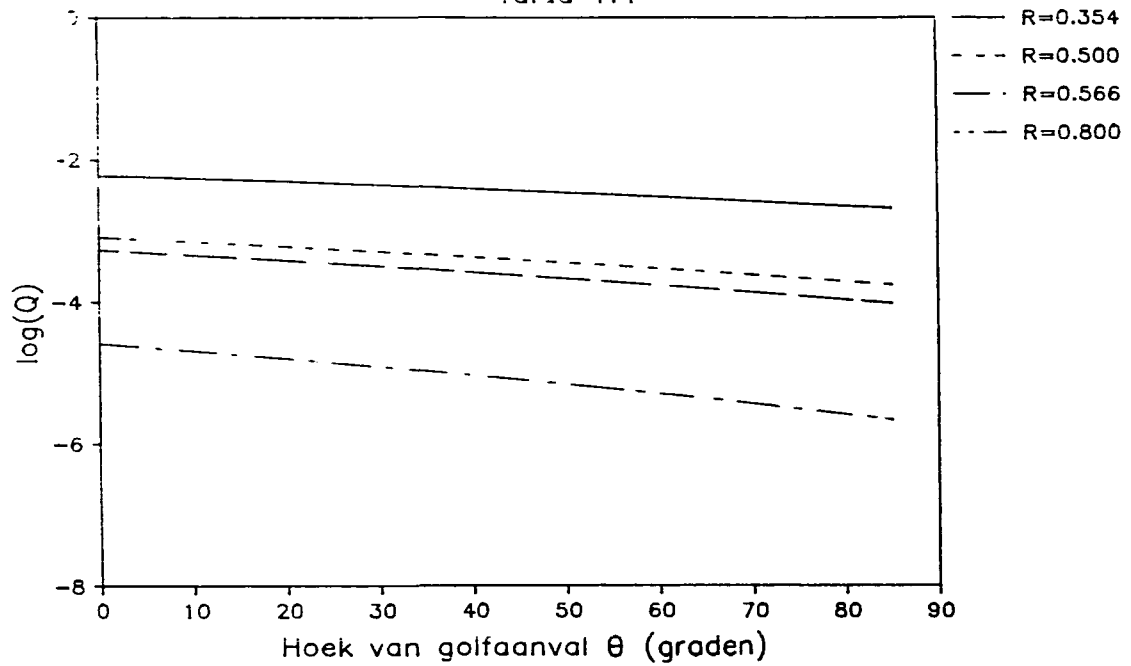
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

H 638

FIG. 75

Scheef kortkammig, verwachte overslag

Talud 1:4



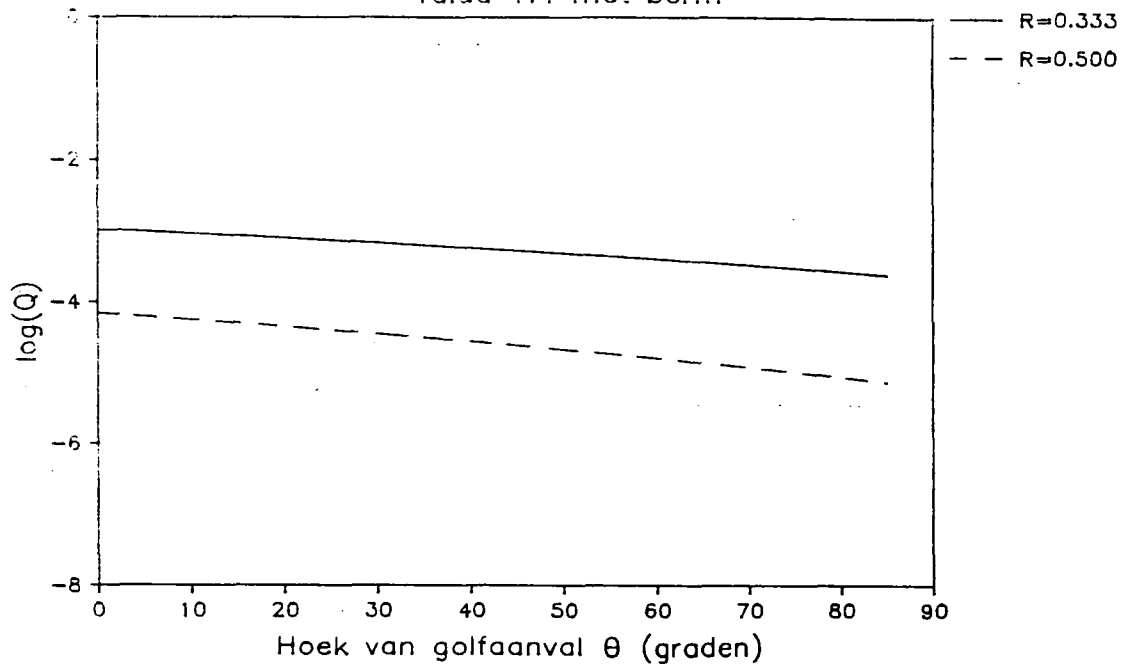
OVERSLAG SK TALUD 1:4, VERWACHTING

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

H 638

FIG. 76

Scheef kortkammig, verwachte overslag
 Talud 1:4 met berm



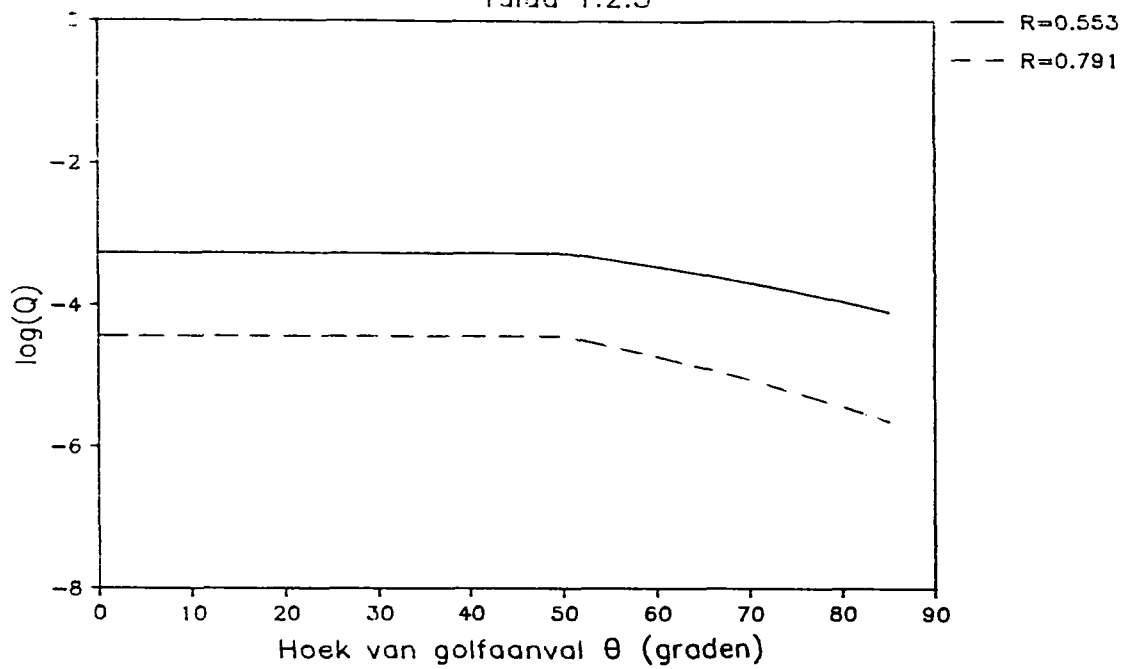
OVERSLAG SK TALUD 1:4 MET BERM, VERWACHTING

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

H 638

FIG. 77

Scheef kortkammig, verwachte overslag
 Talud 1:2.5



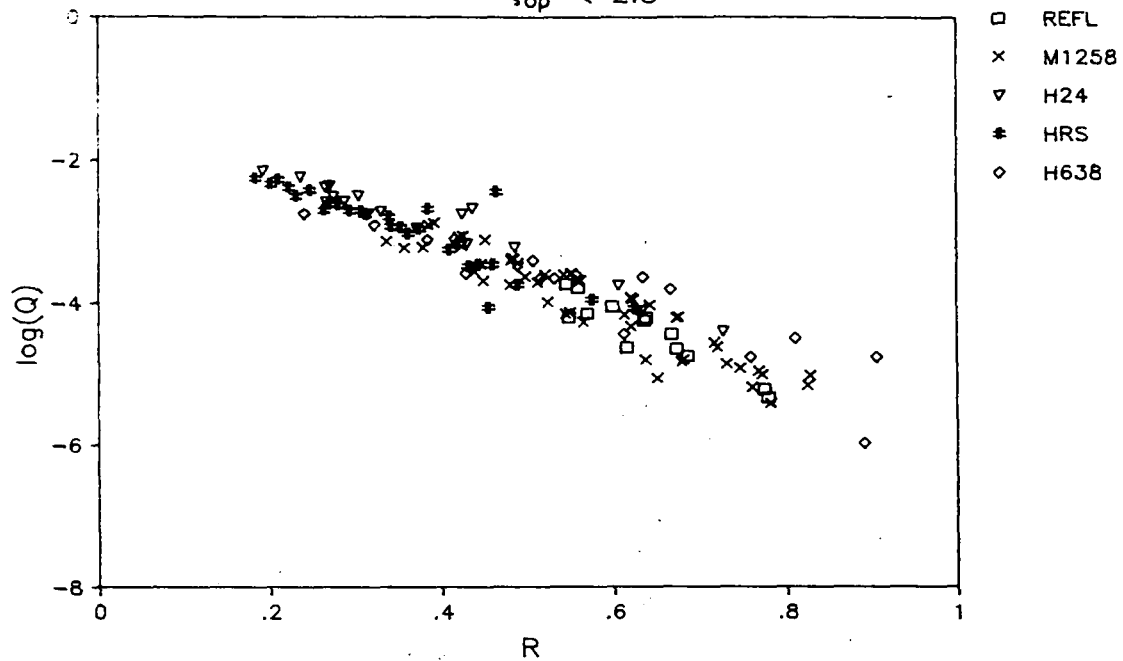
OVERSLAG SK TALUD 1:2.5, VERWACHTING

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

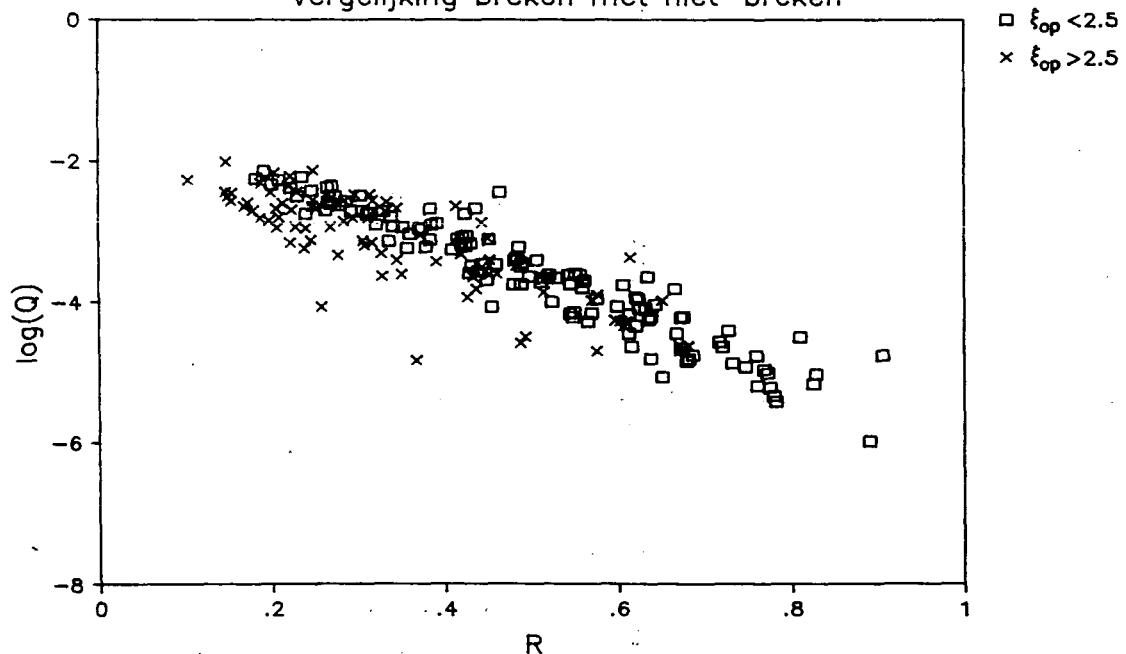
H 638

FIG. 78

Meetgegevens overslag
 $\xi_{op} < 2.5$



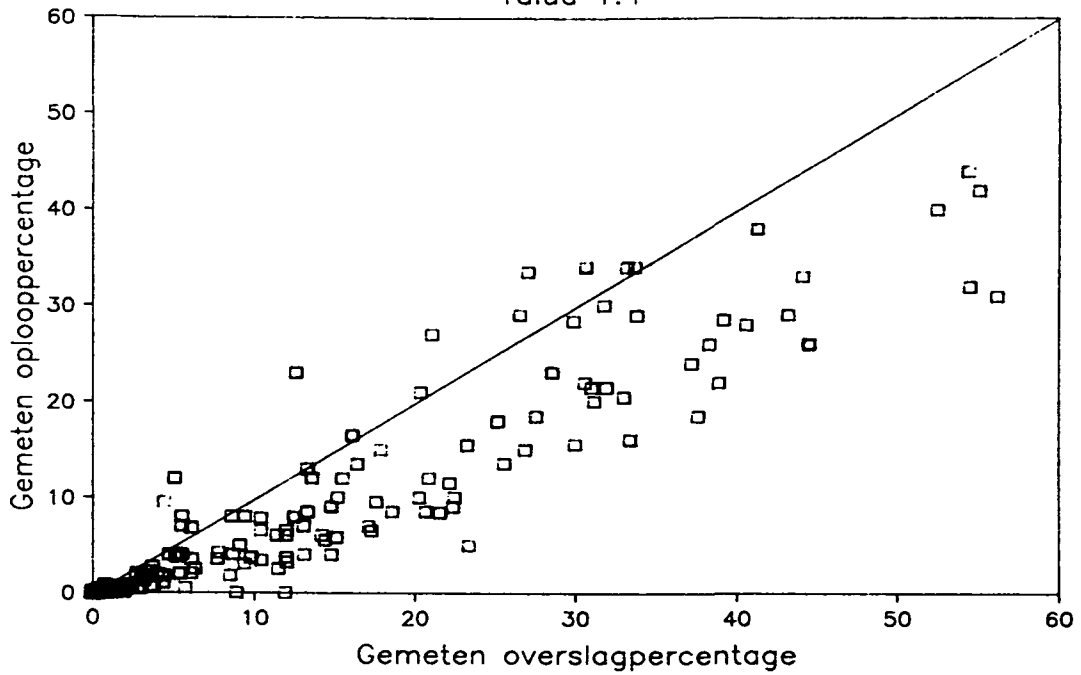
Meetgegevens overslag
 Vergelijking brekende met niet-breken



OVERSLAG LL,
 INVLOED BREKENDE OF NIET-BREKENDE GOLVEN

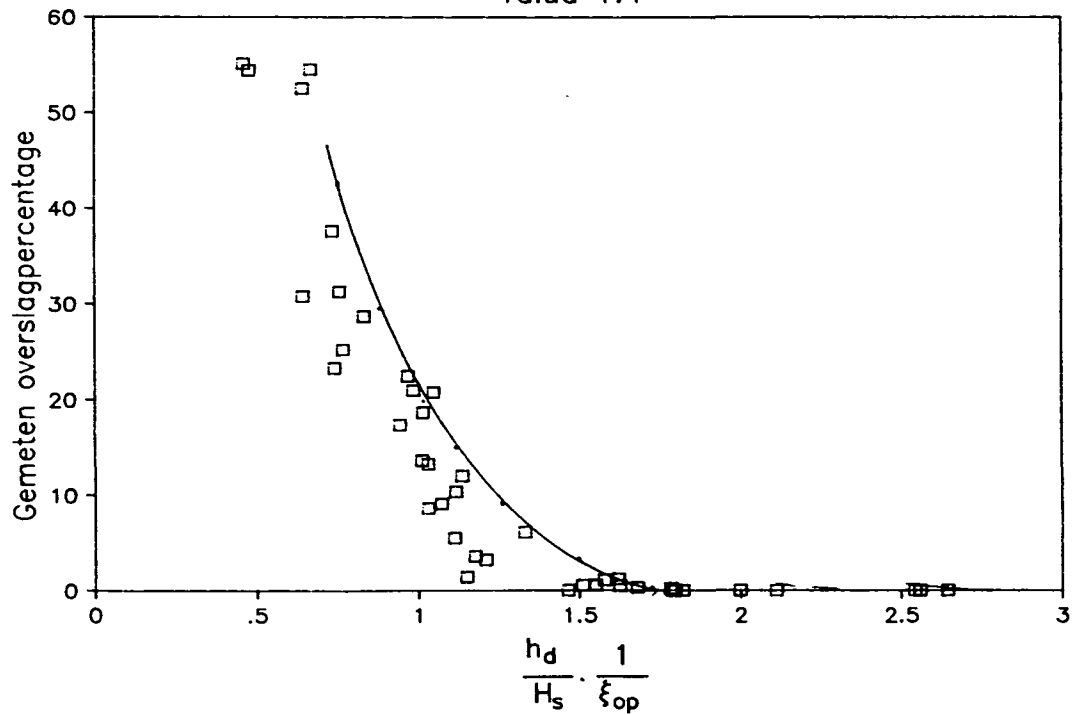
Vergelijking percentage overslag

Talud 1:4



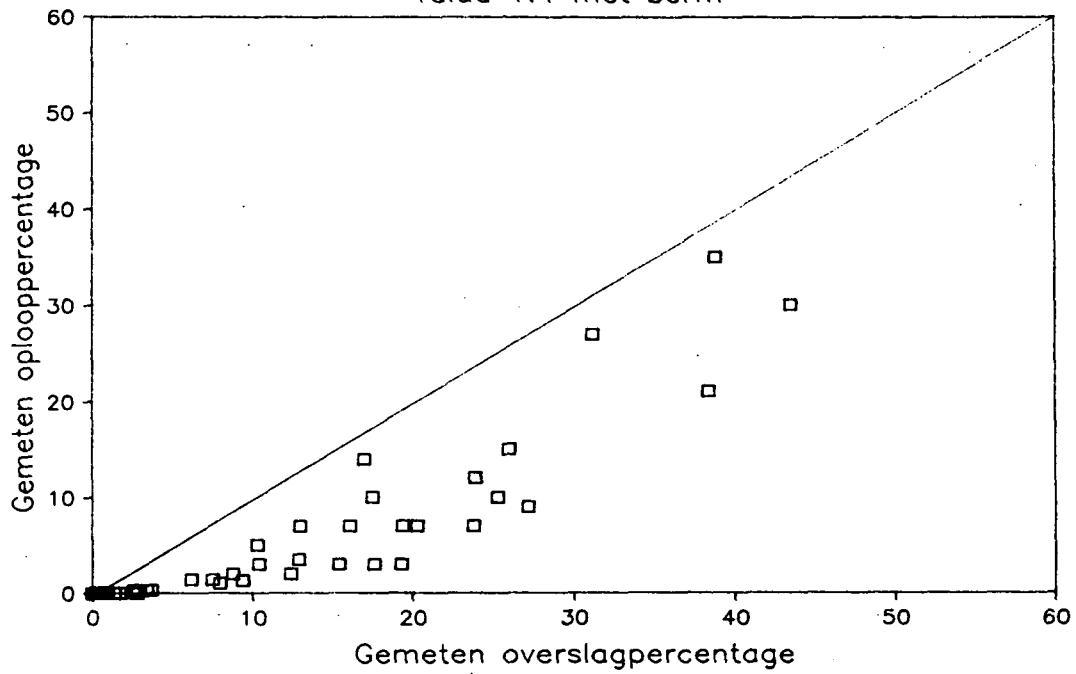
Loodrecht, vergelijking percentage overslag

Talud 1:4

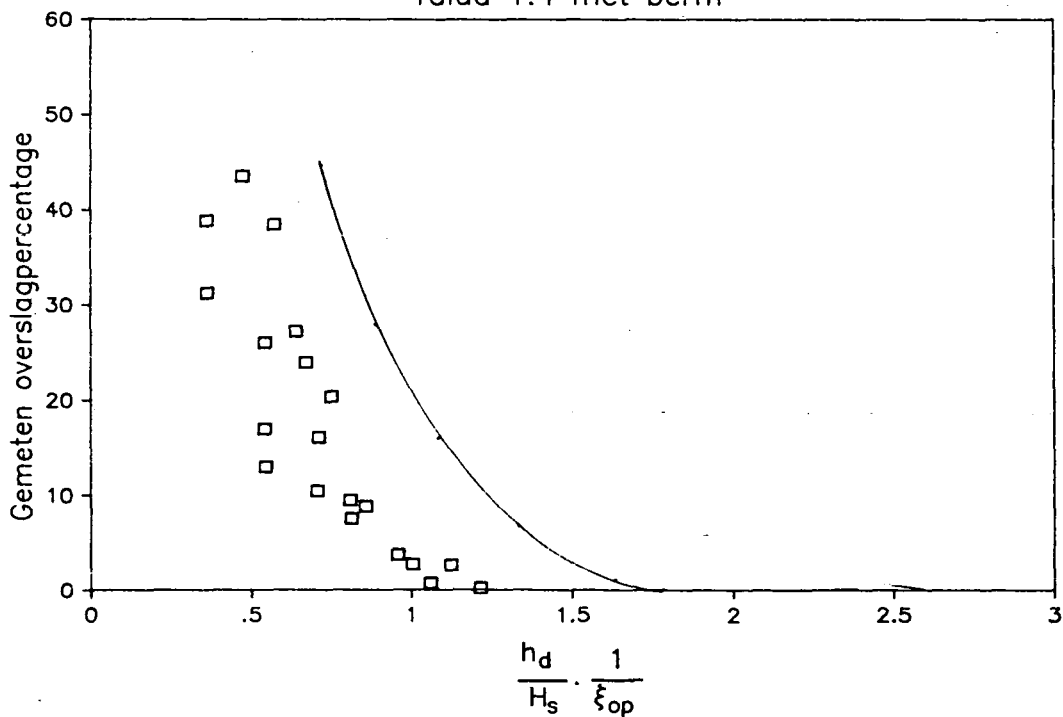


OVERSLAG LL TALUD 1:4, OVERSLAGPERCENTAGE

Vergelijking percentage overslag
Talud 1:4 met berm



Loodrecht, vergelijking percentage overslag
Talud 1:4 met berm



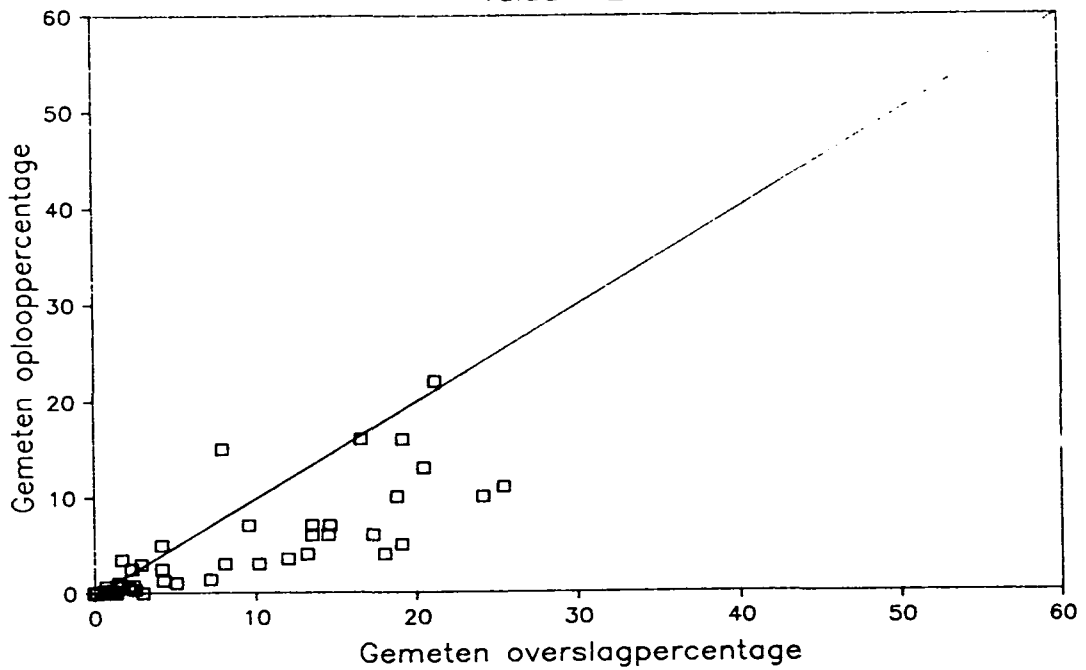
OVERSLAG LL TALUD 1:4 MET BERM,
OVERSLAGPERCENTAGE

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

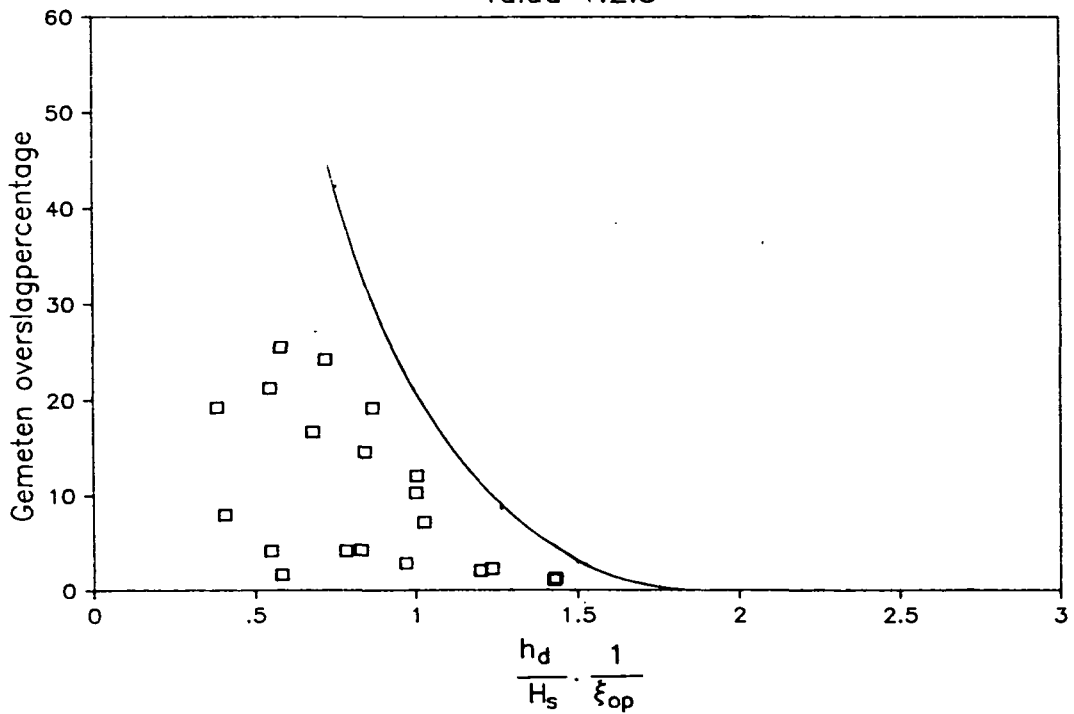
H 638

FIG. 81

Vergelijking percentage overslag
Talud 1:2.5



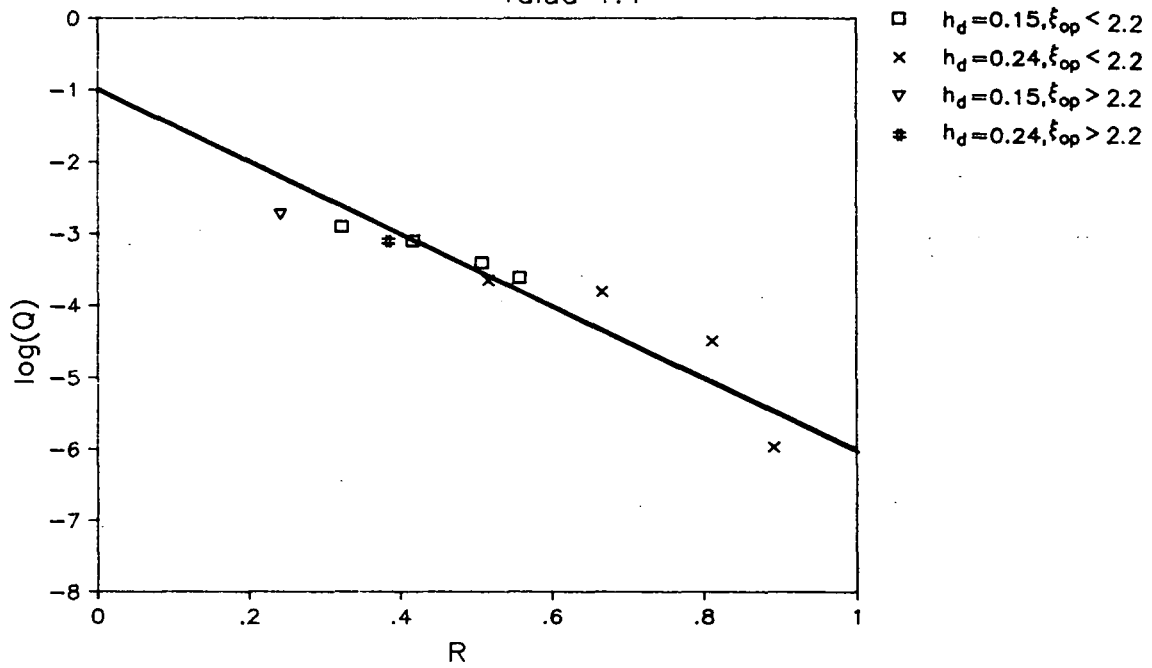
Loodrecht, vergelijking percentage overslag
Talud 1:2.5



OVERSLAG LL TALUD 1:2.5, OVERSLAGPERCENTAGE

Loodrecht langkammig, invloed kruinhoogte

Talud 1:4



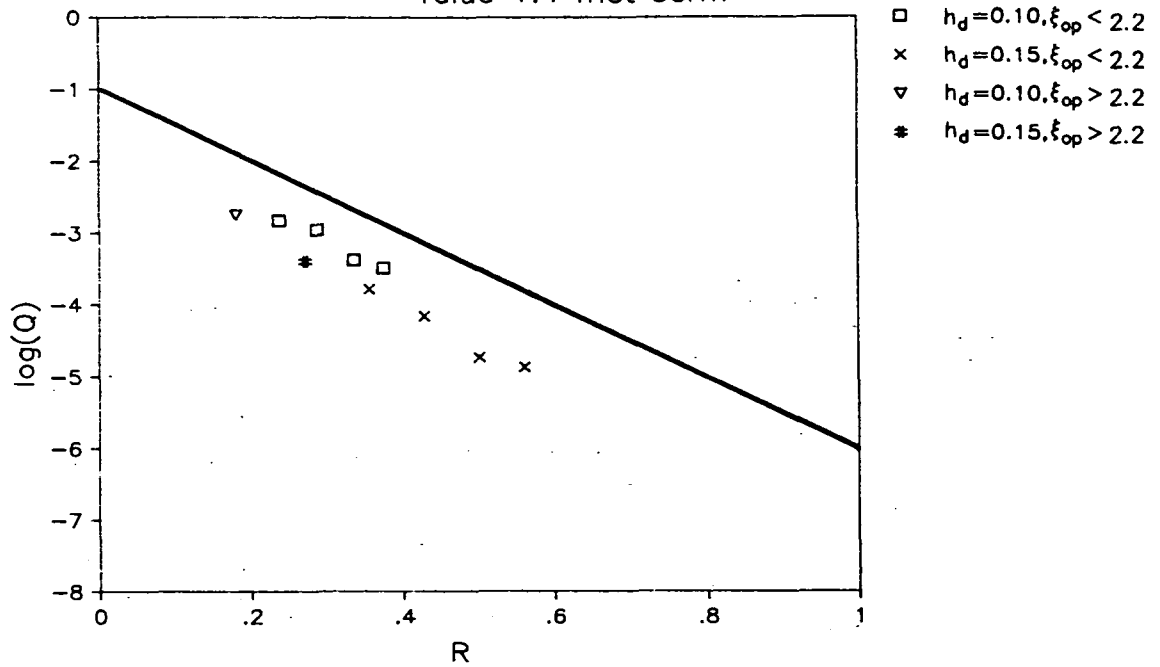
OVERSLAG LL TALUD 1:4, INVLOED KRUIHOOGTE

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

H 638

FIG. 83

Loodrecht langkammig, invloed kruinhoogte
 Talud 1:4 met berm



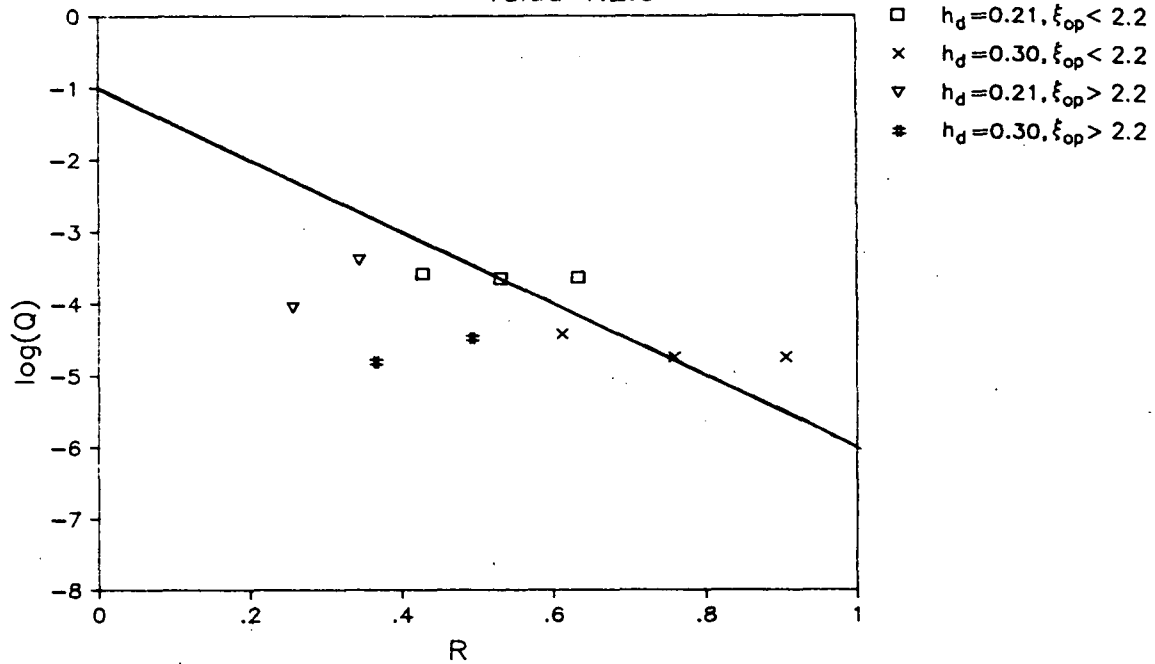
OVERSLAG LL TALUD 1:4 MET BERM,
 INVLOED KRUIHOOGE

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

H 638

FIG. 84

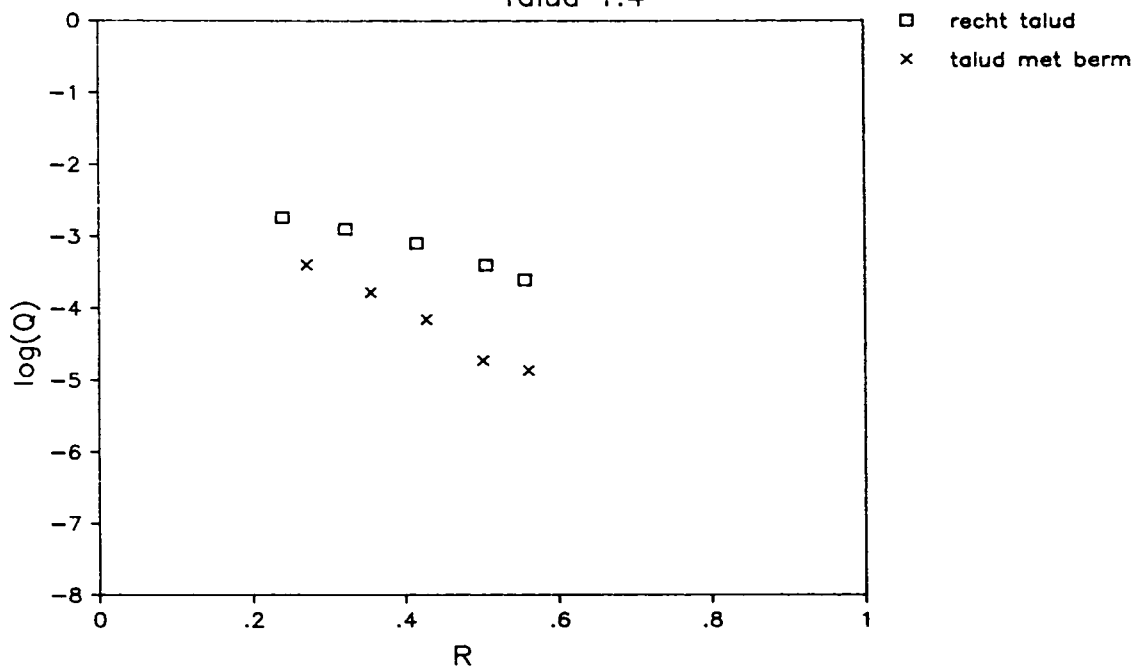
Loodrecht langkammig, invloed kruinhoogte
Talud 1:2.5



OVERSLAG LL TALUD 1:2.5, INVLOED KRUIHOOGTE

Loodrecht langkammig, invloed berm

Talud 1:4



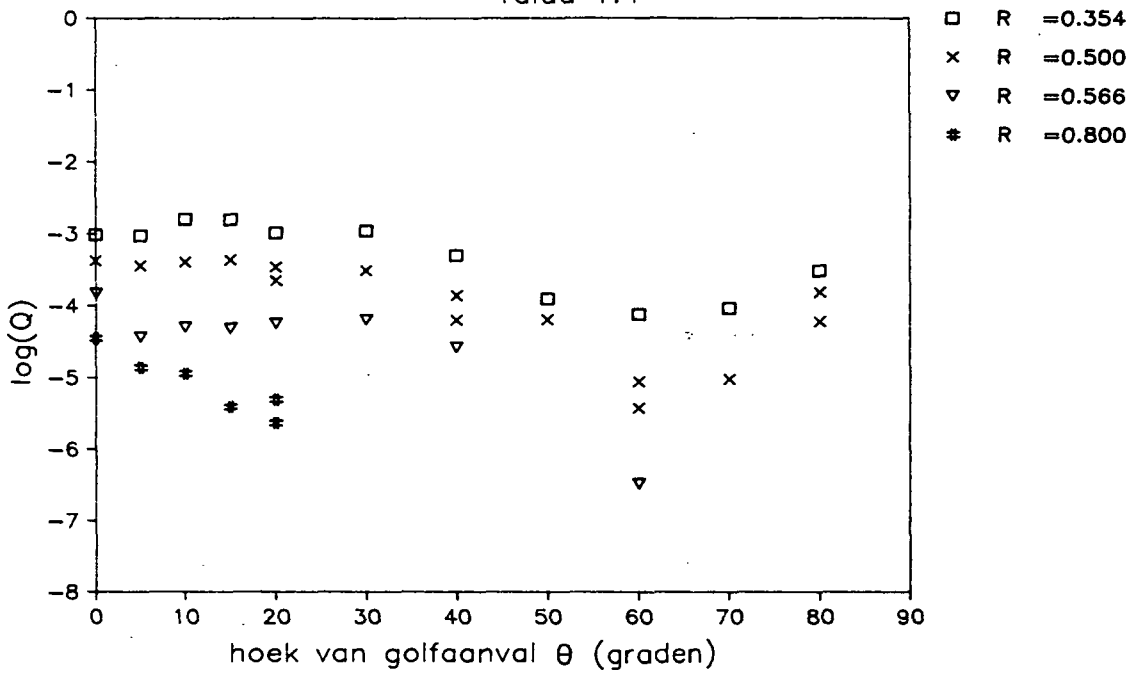
OVERSLAG LL TALUD 1: 4, INVLOED BERM

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

H 638

FIG. 86

Scheef langkammig, invloed hoek van golfaanval
 Talud 1:4



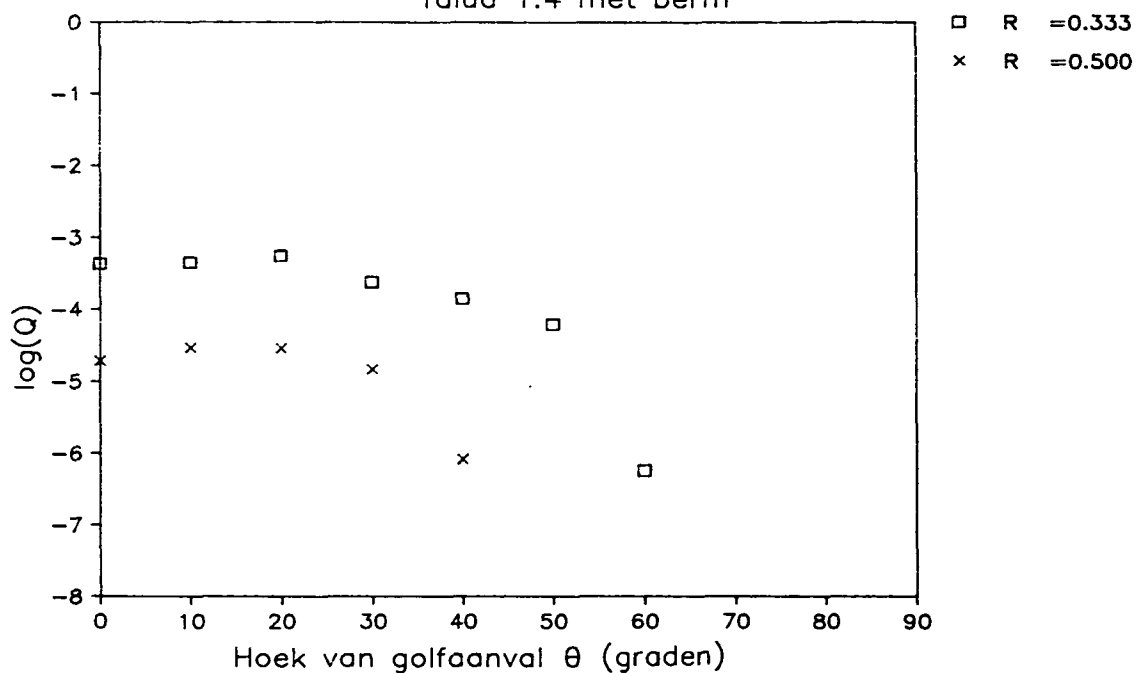
OVERSLAG SL TALUD 1:4,
 INVLOED HOEK VAN GOLFAANVAL

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

H 638

FIG. 87

Scheef langkammig, invloed hoek van golfaanval
 Talud 1:4 met berm



OVERSLAG SL TALUD 1:4 MET BERM,
 INVLOED HOEK VAN GOLFAANVAL

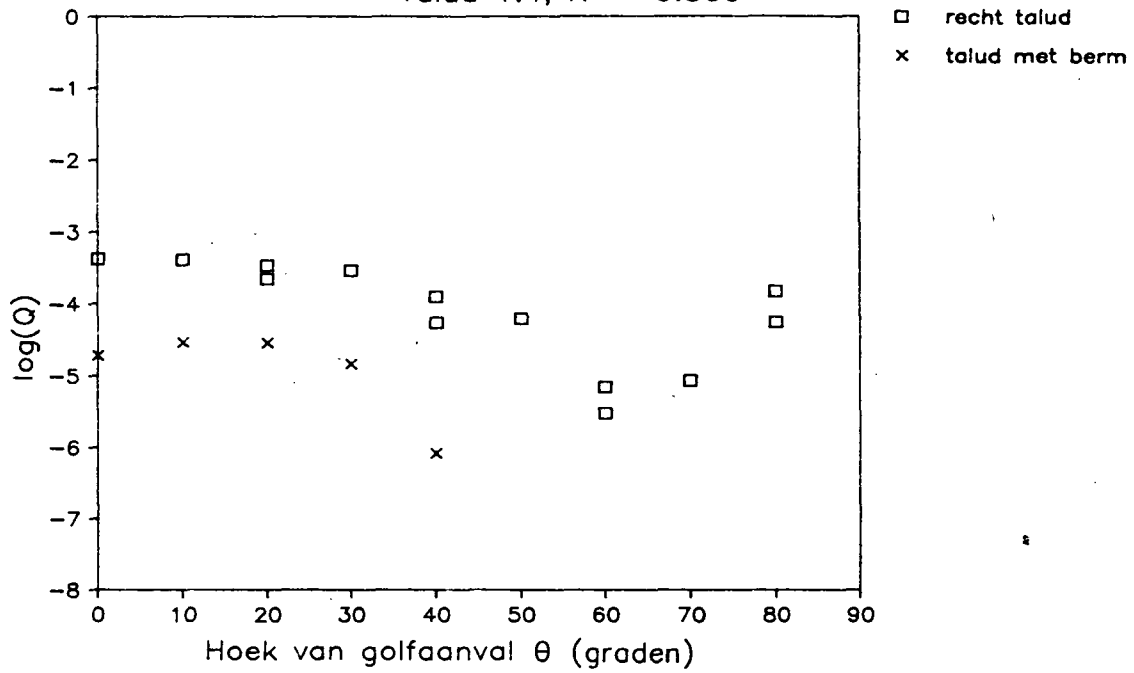
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

H 638

FIG. 88

Scheef langkammig, invloed berm

Talud 1:4, $R = 0.500$



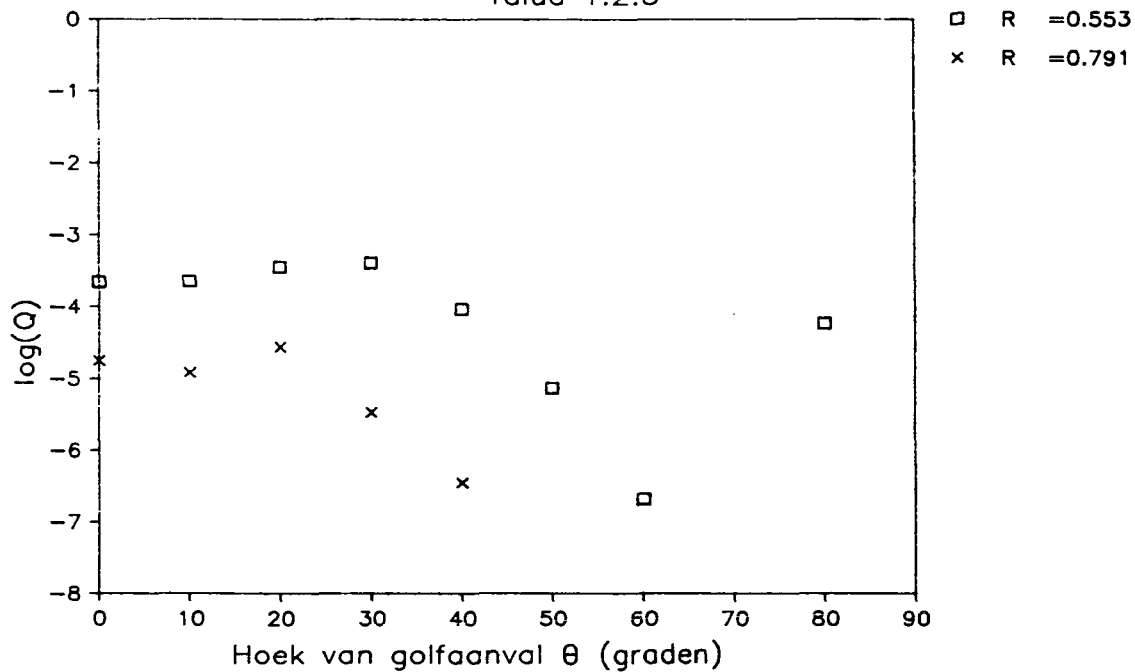
OVERSLAG SL TALUD 1:4, INVLOED BERM

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

H 638

FIG. 89

Scheef langkammig, invloed hoek van golfaanval
 Talud 1:2.5



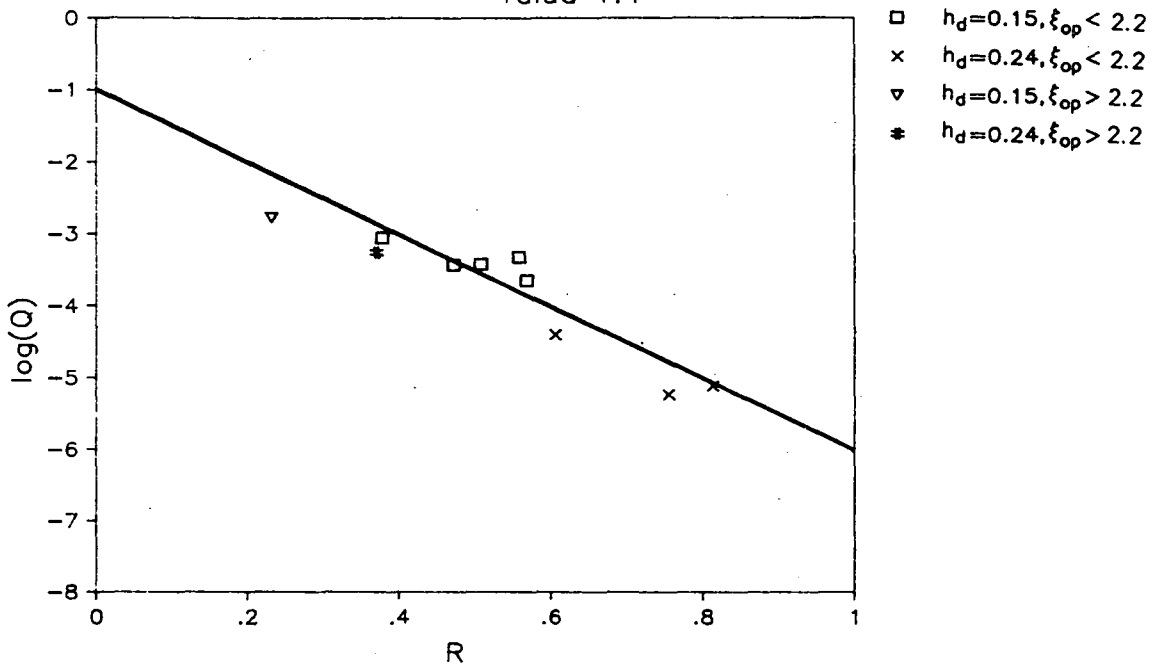
OVERSLAG SL TALUD 1:2.5,
 INVLOED HOEK VAN GOLFAANVAL

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

H 638

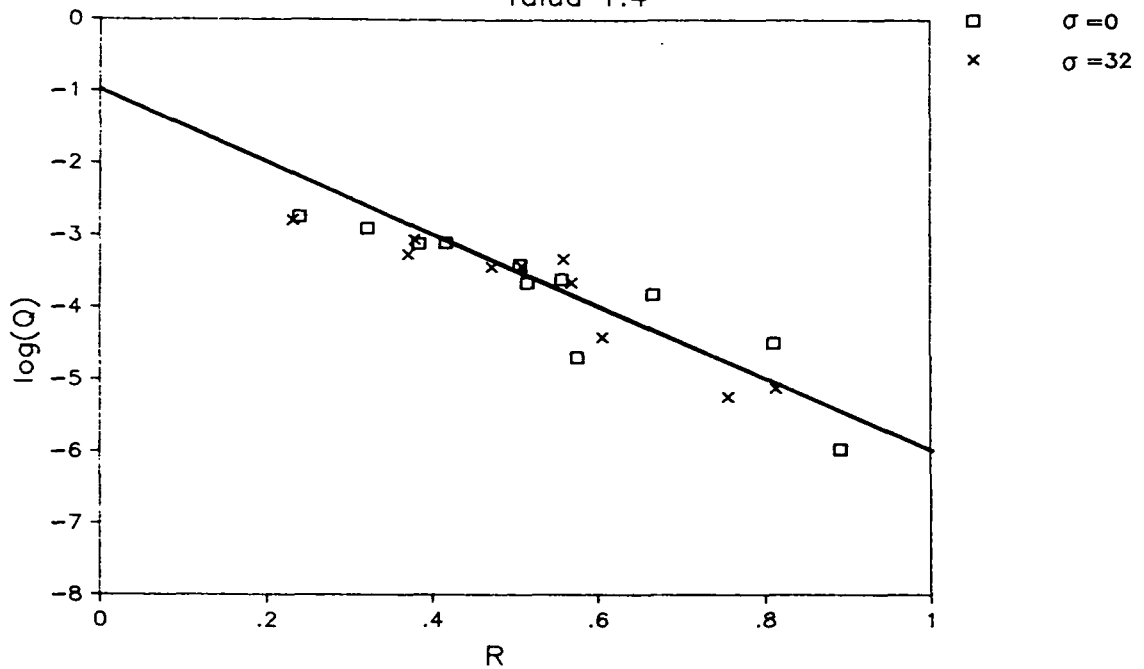
FIG. 90

Loodrecht kortkammig, invloed kruinhoogte
Talud 1:4

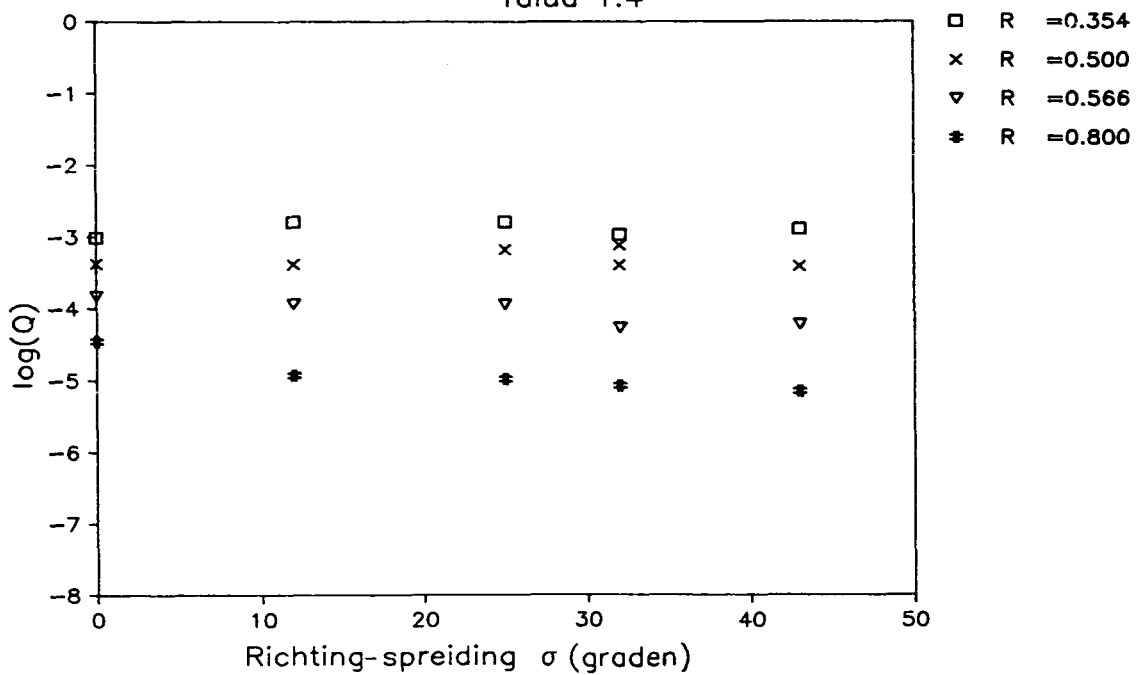


OVERSLAG LK TALUD 1:4, INVLOED KRUIHOOGTE

Loodrecht kortkammig, invloed richting-spreiding
Talud 1:4

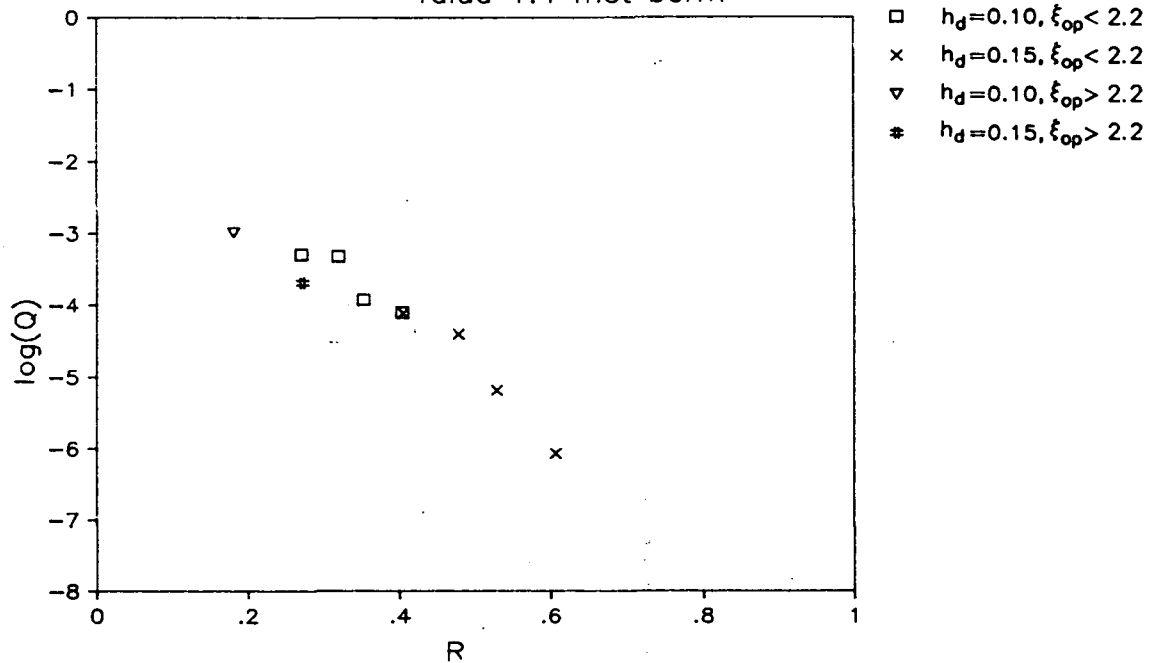


Loodrecht, invloed richting-spreiding
Talud 1:4



OVERSLAG LK TALUD 1:4,
INVLOED RICHTINGSPREIDING

Loodrecht kortkammig, invloed kruinhoogte
 Talud 1:4 met berm



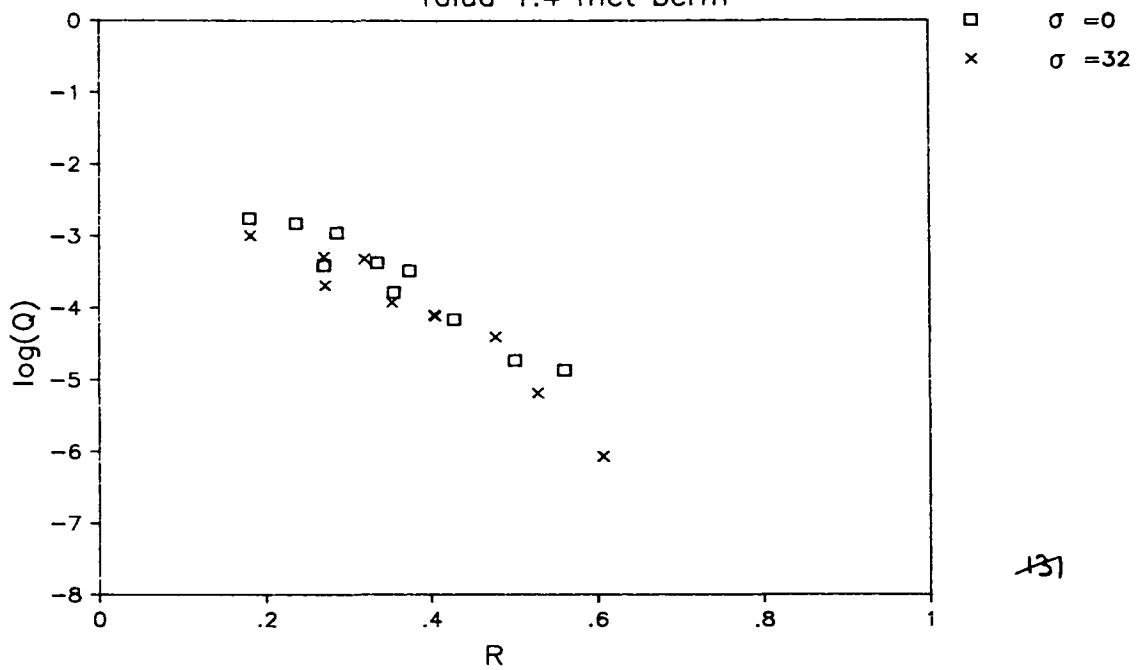
OVERSLAG LK TALUD 1:4 MET BERM,
 INVLOED KRUINHOOGTE

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

H 638

FIG. 93

Loodrecht kortkammig, invloed richting-spreiding
 Talud 1:4 met berm



OVERSLAG LK TALUD 1:4 MET BERM,
 INVLOED RICHTINGSPREIDING

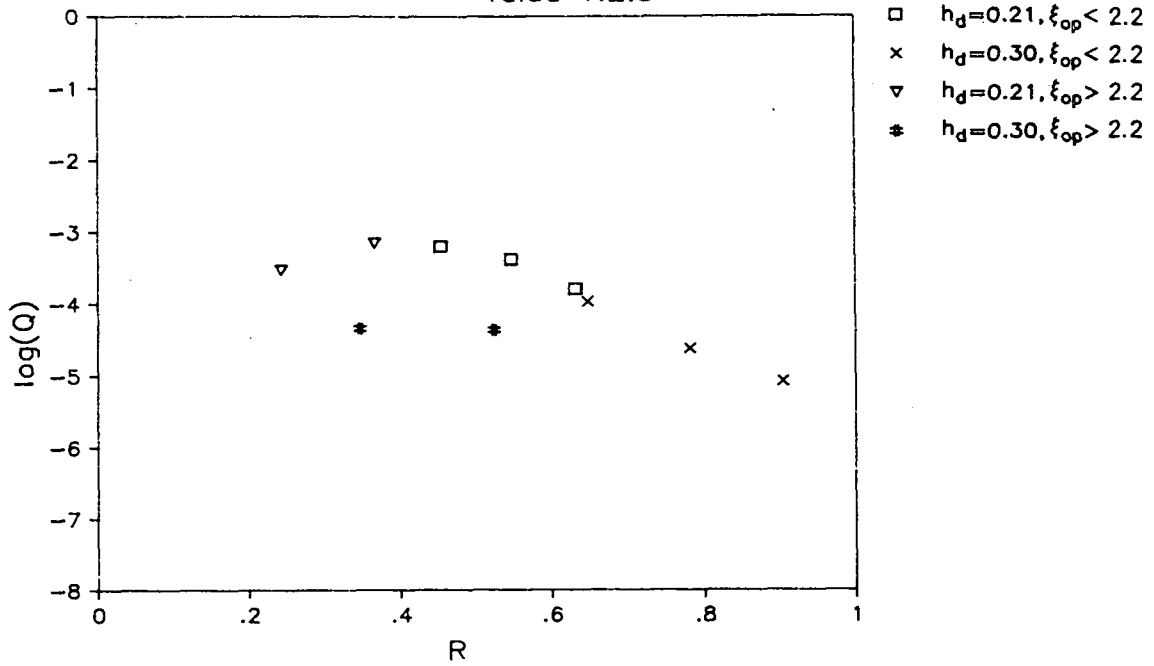
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

H 638

FIG. 94

Loodrecht kortkammig, invloed kruinhoogte

Talud 1:2.5



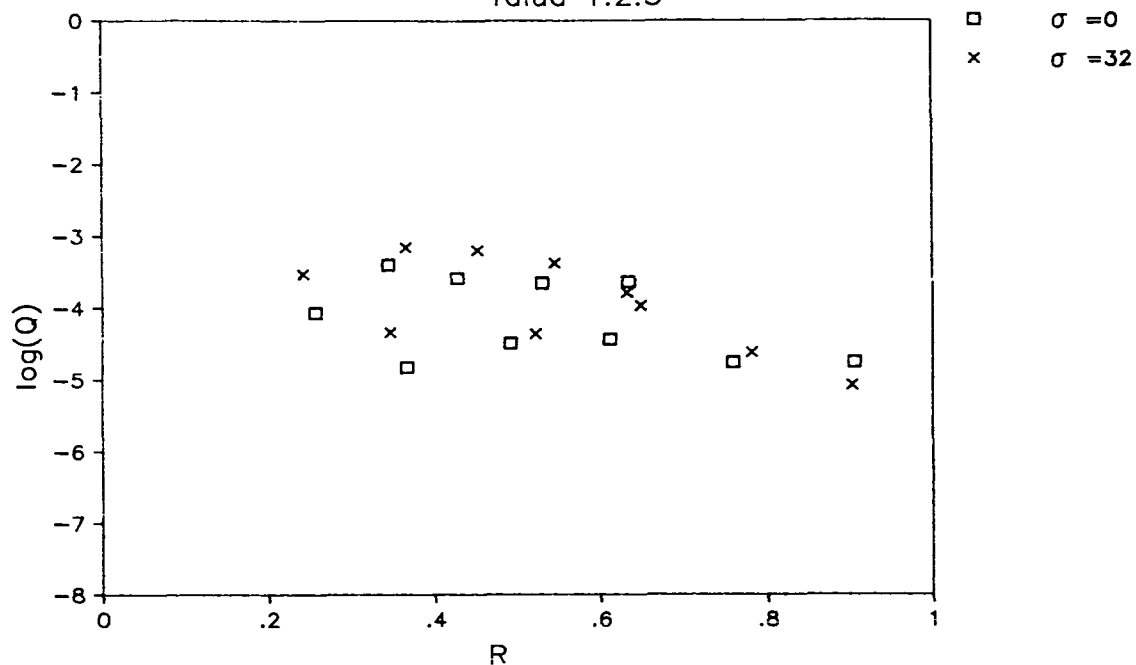
OVERSLAG LK TALUD 1:2.5, INVLOED KRUIHOOGTE

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

H 638

FIG. 95

Loodrecht kortkammig, invloed richting-spreiding
 Talud 1:2.5



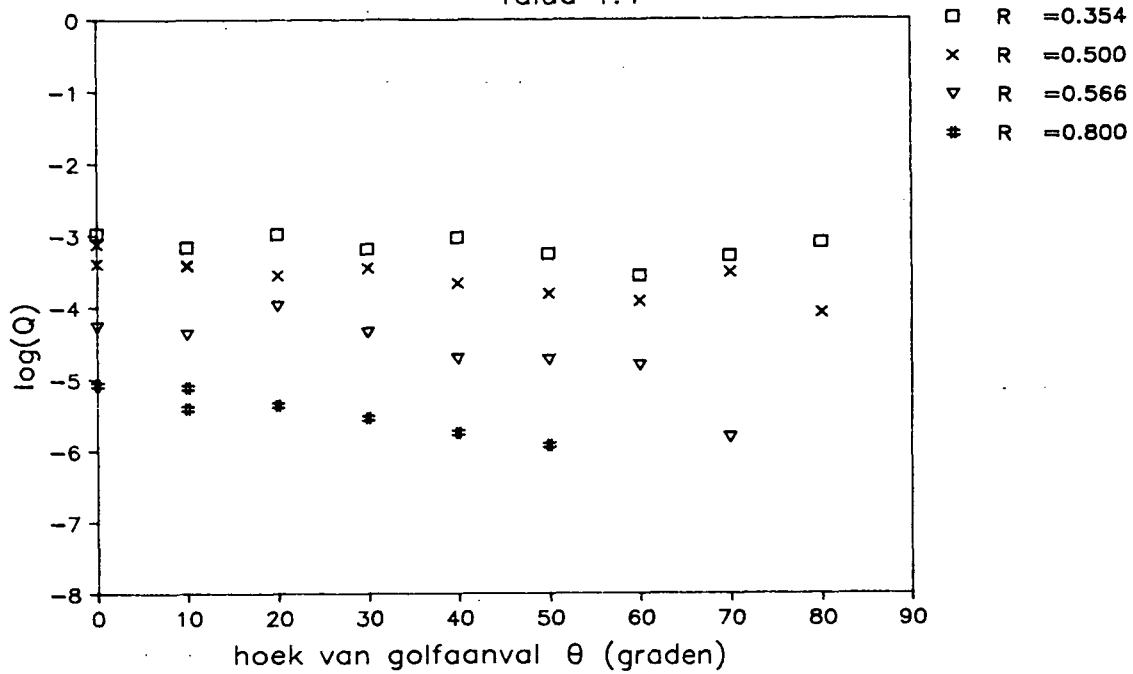
OVERSLAG LK TALUD 1: 2.5,
 INVLOED RICHTINGSPREIDING

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

H 638

FIG. 96

Scheef kortkammig, invloed hoek van golfaanval
Talud 1:4



OVERSLAG SK TALUD 1:4,
INVLOED HOEK VAN GOLFAANVAL

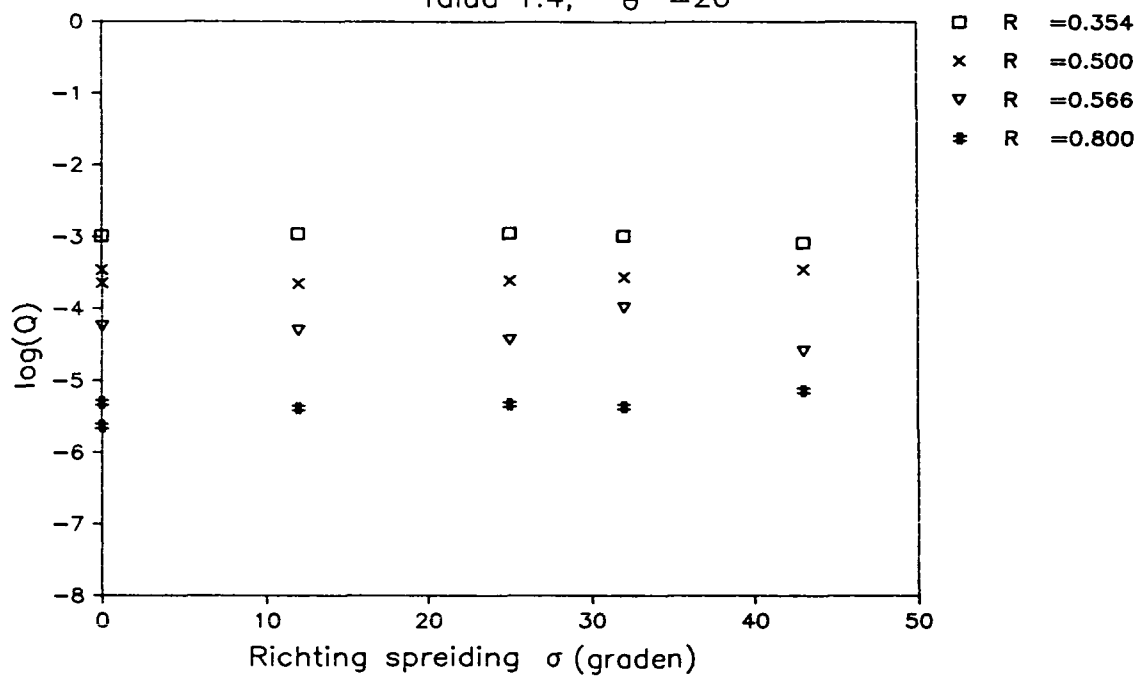
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

H 638

FIG. 97

Scheef, invloed richting spreiding

Talud 1:4, $\theta = 20$



OVERSLAG SK TALUD 1:4,
INVLOED RICHTINGSPREIDING, $\theta = 20$

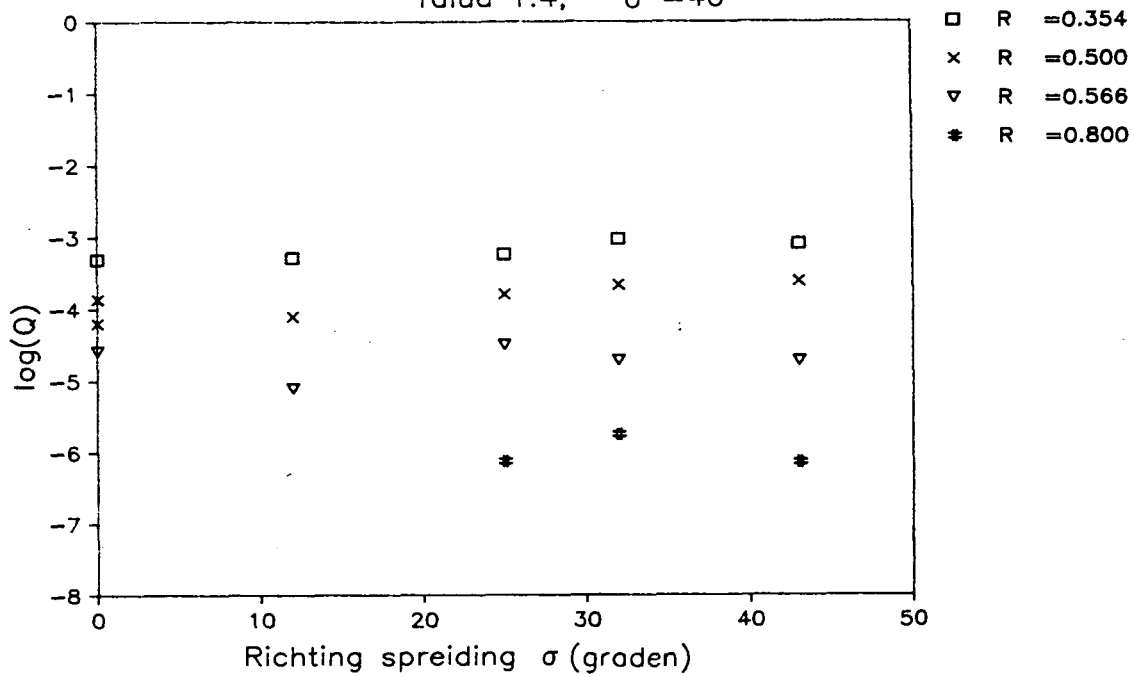
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

H 638

FIG. 98

Scheef, invloed richting spreiding

Talud 1:4, $\theta = 40$



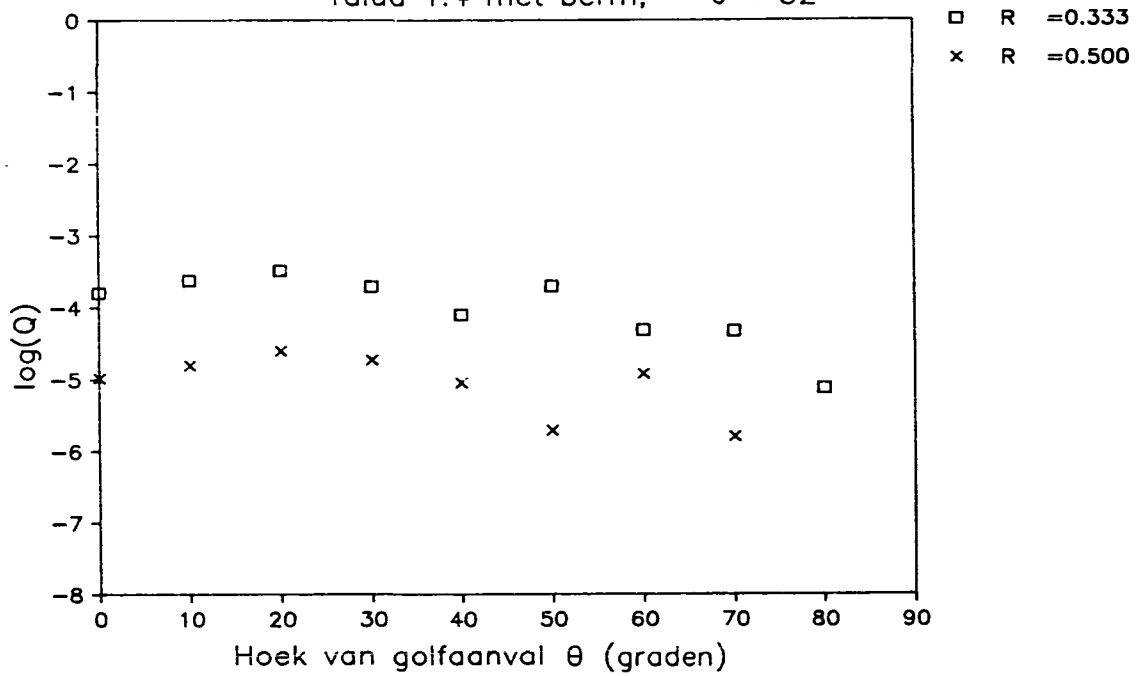
OVERSLAG SK TALUD 1:4,
INVLOED RICHTINGSPREIDING, $\theta = 40$

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

H 638

FIG. 99

Scheef kortkammig, invloed hoek van golfaanval
 Talud 1:4 met berm, $\sigma = 32$



OVERSLAG SK TALUD 1:4 MET BERM,
 INVLOED HOEK VAN GOLFAANVAL

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

H 638

FIG. 100

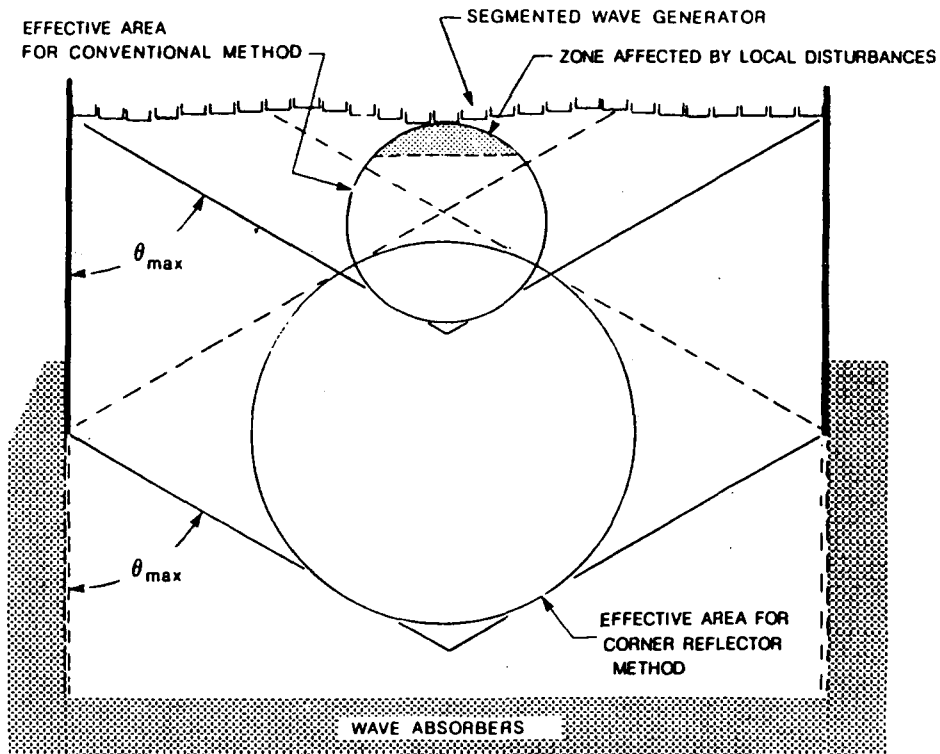


FIG. 2 EFFECTIVE AREAS OF HOMOGENEOUS SEA STATE SIMULATION AS A FUNCTION OF THE MAXIMUM SPREADING ANGLE

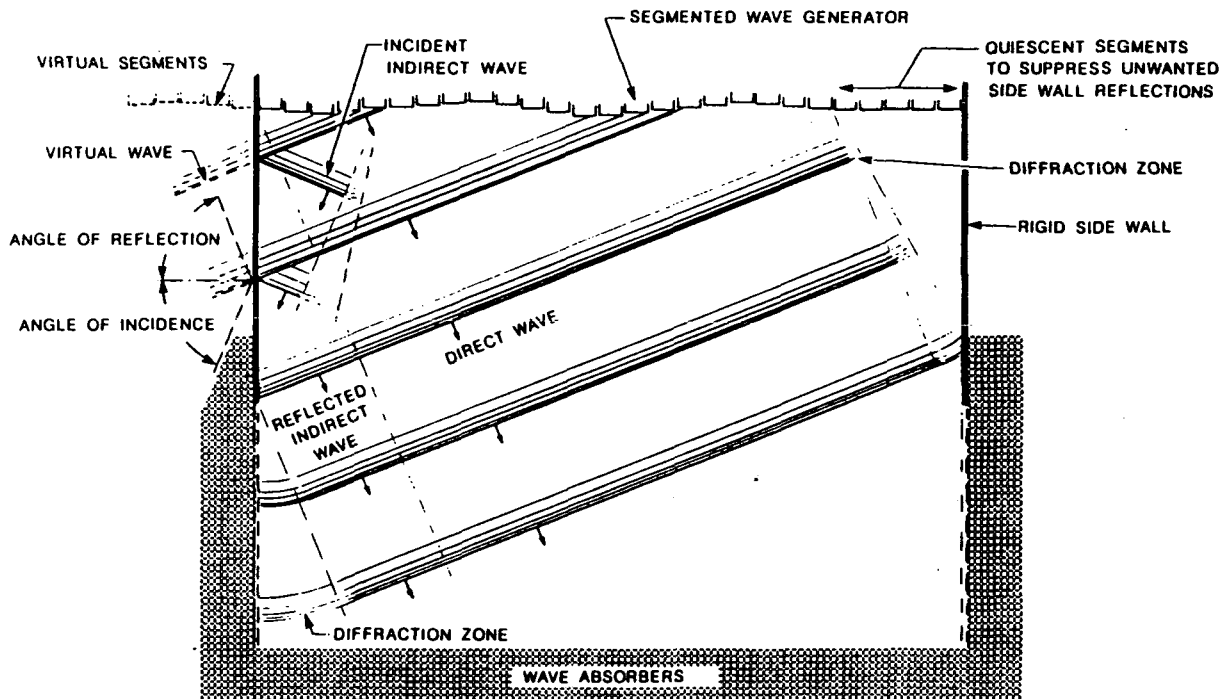


FIG. 6 SUPERPOSITION OF DIRECT AND REFLECTED INDIRECT WAVES

GOLFOPWEKKING MET DE REFLEKTIEMETHODE

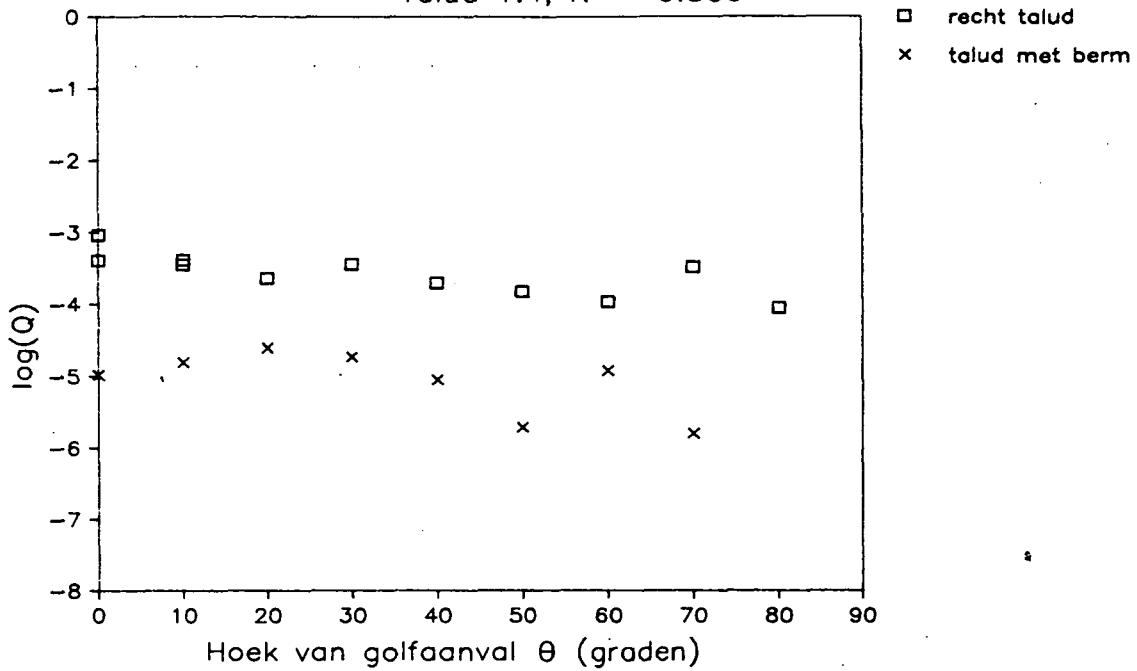
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

H 638

FIG. 103

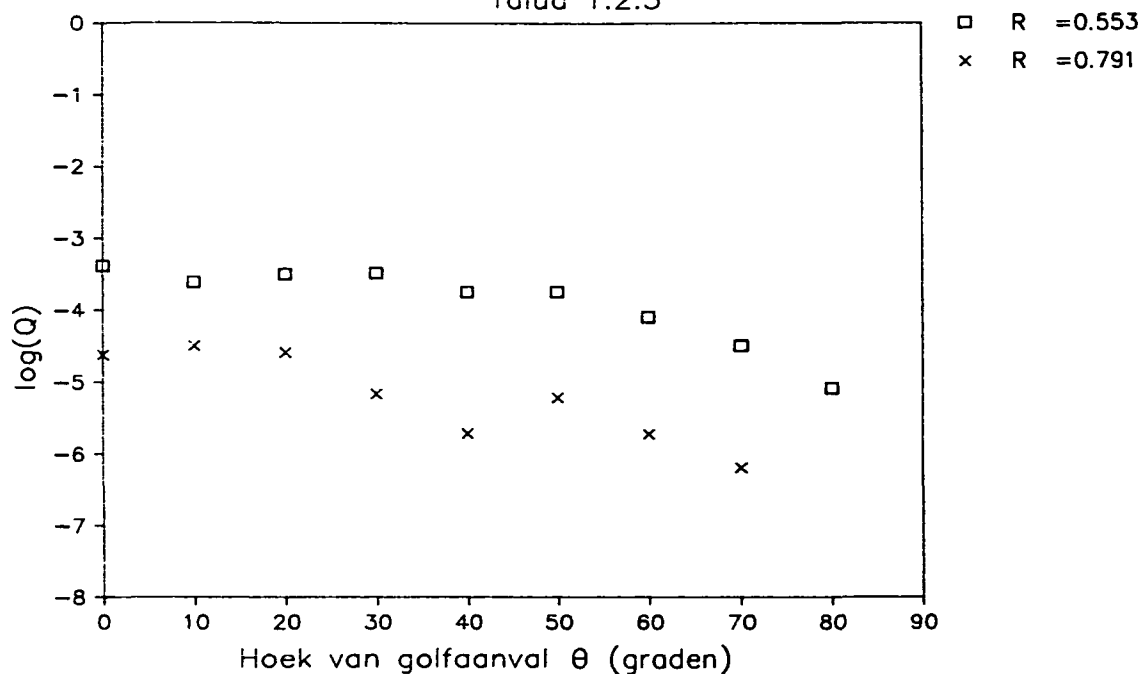
Scheef kortkammig, invloed berm

Talud 1:4, $R = 0.500$



OVERSLAG SK TALUD 1:4, INVLOED BERM

Scheef kortkammig, invloed hoek van golfaanval
 Talud 1:2.5



OVERSLAG SK TALUD 1:2.5,
 INVLOED HOEK VAN GOLFAANVAL

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

H 638

FIG. 102

• locatie 'De Voorst'

• hoofdkantoor

hoofdkantoor
Rotterdamseweg 185
postbus 177
2600 MH Delft
telefoon (015) 56 93 53
telefax (015) 61 96 74
telex 38176 hydel-nl

locatie 'De Voorst'
Voorsterweg 28, Marknesse
postbus 152
8300 AD Emmeloord
telefoon (05274) 29 22
telefax (05274) 35 73
telex 42290 hylvo-nl

