

VM-GLF- 3044
Teeska- 1986



R/1986/D/10

Golfveld en brandingsstroomberekening
in de baai te Laem Chabang (Thailand).

B. Reeskamp

DEEL 1

GOLFVELD

EN

BRANDINGSSTROOM

B. REESKAMP

DELFT SEPTEMBER 1986

1/00/86

INHOUDSOPGAVE

	Pagina
Voorwoord	1
Overzicht afstudeerverslag	1
1. Inleiding	4
2. Aanpak	4
3. Gegevens	8
3.1 Beschrijving van het studiegebied	8
3.2 Klimaat	8
3.3 Getijgegevens	9
3.4 Extreme waterstanden	10
3.5 Bodemmaterialem en bodemligging	11
3.6 Strandprofiel	13
3.7 Dichtheid zeewater	13
3.8 Golfgegevens	15
3.8.1 Inleiding	15
3.8.2 Overschrijdingskromme van significante golfhoogte	17
3.8.3 Golfgegevens samengesteld door Haskoning	17
3.8.4 Verwerking van de golfgegevens	19

4. Refractieberekeningen

4.1	Inleiding	26
4.2	Golfrichtingen en golfhoogten	29
4.3	Schematisaties en aannames	30
4.4	Beschrijving van het numerieke model	30
4.4.1	Beschrijving van de invoergegevens	
4.4.1.1	Dieptelijnen en golfhoeken	
4.4.1.2	Referentie niveau	31
4.4.1.3	De brekerindex	
4.4.1.4	Bodemhellingen	32
4.4.1.5	Golfrichringen, golfhoogten en perioden	
4.4.2	Beschrijving gedeelten van programma	
4.4.2.1	Refractie voor niet evenwijdige rechte dieptelijnen	32
4.4.2.2	Golflengte bepaling	34
4.4.2.3	De n-waarde	35
4.4.2.4	De shoaling- en refractie-factor	35
4.4.2.5	De wrijvingsfactor	37
4.4.2.6	Waterdiepte t.p.v. de brekerlijn	39
4.4.2.7	Betekenis van het gedeelte onder de tabellen	40
4.4.3	Stroomschema van de procedure BRDEPTH(L,D,A,H)	41
4.4.4	Stroomschema van het hoofdprogramma	42
4.5	Uitgevoerde controles	43
4.6	Beschrijving van het golfveld voor raai 1	43
4.6.1	Invoergegevens	
4.6.2	Bespreking van de uitvoergegevens	44
4.7	Beschrijving van het golfveld voor raai 4	45
4.7.1	Motivering van de gekozen brekerindex	46
4.7.2	Te beschouwen golfrichtingen	47
4.7.2.1	Kontrolle van de richtingen N.W. en W.N.W.	48
4.7.3	Bespreking van de uitvoergegevens	54

5.	Stroming en sedimenttransporten	
5.1	Inleiding	55
5.2	Brandingsstroom	55
5.2.1	Inleiding	55
5.2.2	Aannames en schematisaties	56
5.2.3	Brandingsstroomberekening	56
5.2.3.1	De golfspanningsgradiënt	57
5.2.3.2	De bodemschuifspanning	58
5.2.3.3	Het dynamisch krachtenevenwicht	59
5.2.3.4	Toelichting van variabelen	59
	Referenties	62
	Bijlage 1: Het programma geschreven in Algol 60	1 - 6
	Bijlage 2: Invoer- en uitvoer-gegevens voor raai 1	
	. Invoergegevens	8 - 9
	. Uitvoergegevens	10 - 20
	Bijlage 3: Invoer- en uitvoer-gegevens voor raai 4	
	. Invoergegevens	22 - 23
	. Uitvoergegevens	24 - 35

Voorwoord

Voor het tot stand komen van deel 1 gaat mijn dank vooral uit naar de volgende personen:

- Prof. dr. ir. J. A. Battjes voor het verbeteren van het verslag, het geven van adviezen en de kritische opmerkingen waarvan ik veel geleerd heb.
- Mijn algemeen begeleider ir. R. Reinalda voor de assistenties en adviezen tijdens mijn afstudeer-periode.
- De heer ir. G. Biesheuvel, van Haskoning, voor het verstrekken van dit projekt en voor zijn steun en enthousiasme.
- Ook wil ik V. Smits bedanken voor het beschikbaar stellen van haar "Appel II" en haar hulp. Zonder die computer was het verslag nooit in deze vorm afgerond.

Overzicht afstudeerverslag

Inhoud van deel 1

Deel 1 van het afstudeerverslag bevat de verzamelde gegevens van het studiegebied, de verwerking van deze tot voor dit afstudeer-
projekt bruikbare gegevens.

De konklusies uit dat deel zijn dat in het zuidelijk deel van de baai (zie fig. 4.1 in hoofdstuk 4) bijna alle golfenergie door wrijving en niet door breking vernietigd wordt, zodat in dat gebied geen tot weinig zandtransport zal plaats vinden, zodat de studie zich dus op het gebied ten noorden van de Khlong Bang Lamung rivier zal richten.

Voor raai nummer 4 is ook een golfveld beschrijving gegeven daar deze raai de zuidelijke begrenzing vormt van het gebied ten noorden van de rivier.

Deel 1 is gemaakt bij de vakgroep vloeistofmechanika, afdeling

der Civiele Techniek, onder begeleiding van prof. dr. ir. J. A. Battjes.

Inhoud van deel 2

In deel 2 van het afstudeerproject worden de zandtransporten en kustlijnveranderingen behandeld ten gevolge van de mogelijke bouw van van een havencomplex te Laem Chabang.

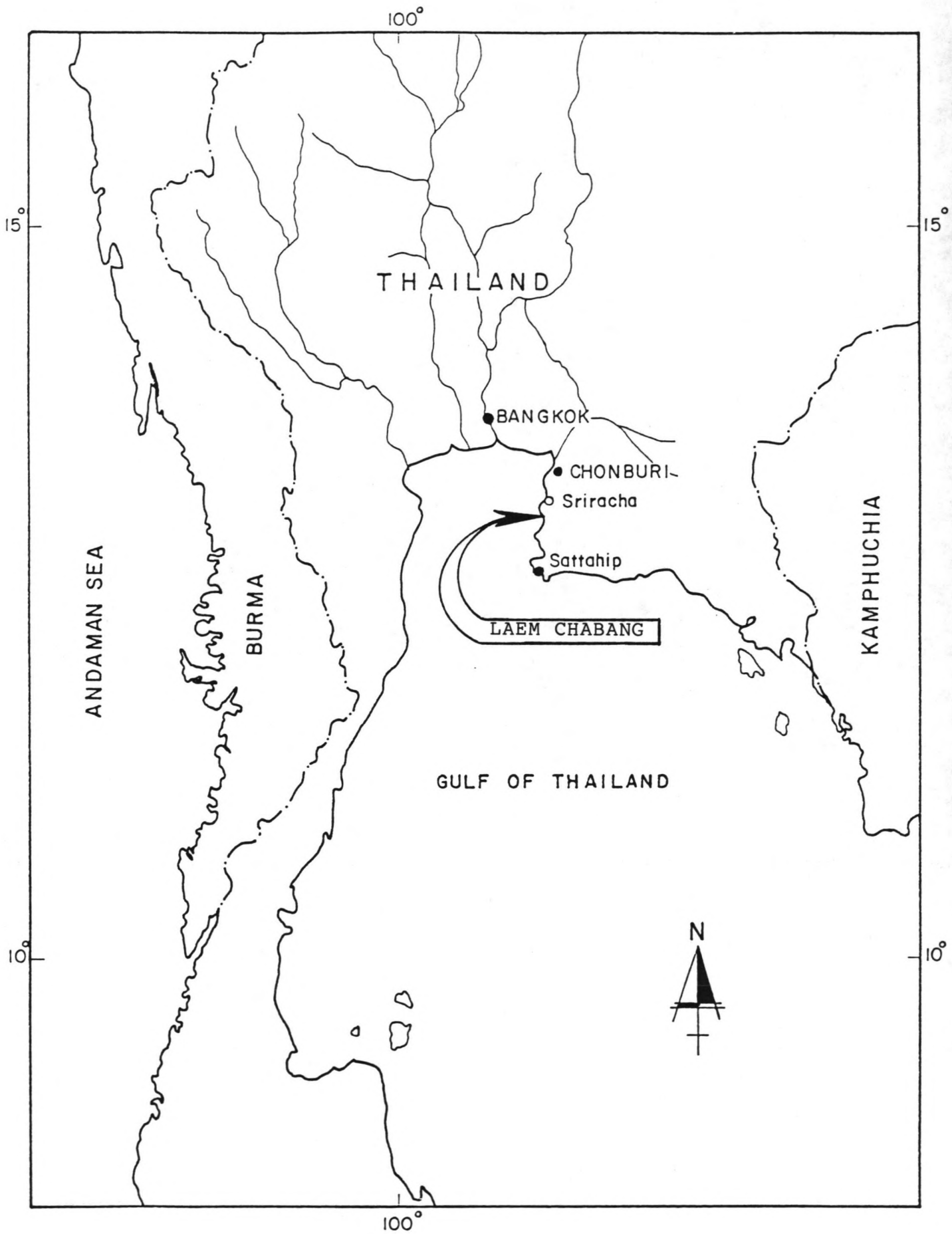
De berekeningen zijn uitgevoerd door middel van ontwikkelde numerieke modellen.

Deel 2 van het afstudeerproject is afgelegd bij de vakgroep Morfologie, afdeling der Civiele Techniek, bij prof. dr. ir. E.W. Bijker.

Inhoud van deel 3

In deel 3 van het afstudeerverslag worden de toe te passen ontgravings- en ophoog-technieken, de werkmethoden en de kosten behandeld bij de mogelijke bouw van het havencomplex te Laem Chabang (zie figuur 4.1 in hoofdstuk 4).

Dit laatste deel van het afstudeerverslag is als deelontwerp gemaakt bij de vakgroep Grondverzet, afdeling der Werktuigbouwkunde, onder begeleiding van prof. ir. J. De Koning.



FIGUUR 1.1: LIGGING STUDIEGEBIED

1. Inleiding

Laem Chabang ligt aan de oostkust van de baai van Bangkok, het meest noordelijke gedeelte van de golf van Thailand (zie fig. 1.1). De stad Laem Chabang zelf ligt in het noorden van een baai die ongeveer 12 km breed is en zo'n 5 km diep landinwaarts (fig. 1.2).

Voor het noordelijk deel van de baai van Laem Chabang is door NEDECO (Netherlands Engineering Consultants) een havenontwerp doorgerekend.

Het doel van dit afstudeerproject is de gevolgen te bepalen van de bouw van het havencomplex op de kustlijn van de baai, door middel van numerieke modellen. Verder zullen tijdens dit afstudeerproject de toe te passen ontgravingswerktuigen, werkmethoden en de geschatte kosten van het ontgravings- en ophoogwerk voor de bouw van het havencomplex behandeld worden.

Om ervaring op te doen met numerieke modellen zijn alle numerieke modellen zelf ontwikkeld.

Opmerking:

Volgens de nieuwste ontwikkelingen (aug.86) zal het havencomplex waarschijnlijk niet gebouwd worden. De Wereldbank is namelijk niet bereid om het project te financieren en stelt voor om een verlaten militaire-haven, die ongeveer 50 km ten zuiden van Laem Chabang ligt, nu voor civiele doeleinden in gebruik te nemen.

2. Aanpak

Eerst worden verschillende gegevens verzameld zoals golfgegevens, getijgegevens, strandprofielen, dieptelijnkaarten, soortelijk gewicht en zeefkromme van het zand.

Om het doel te verwezenlijken zijn verder de volgende zaken achtereenvolgens aangepakt:

FUTURE PORT OF LAEM CHABANG

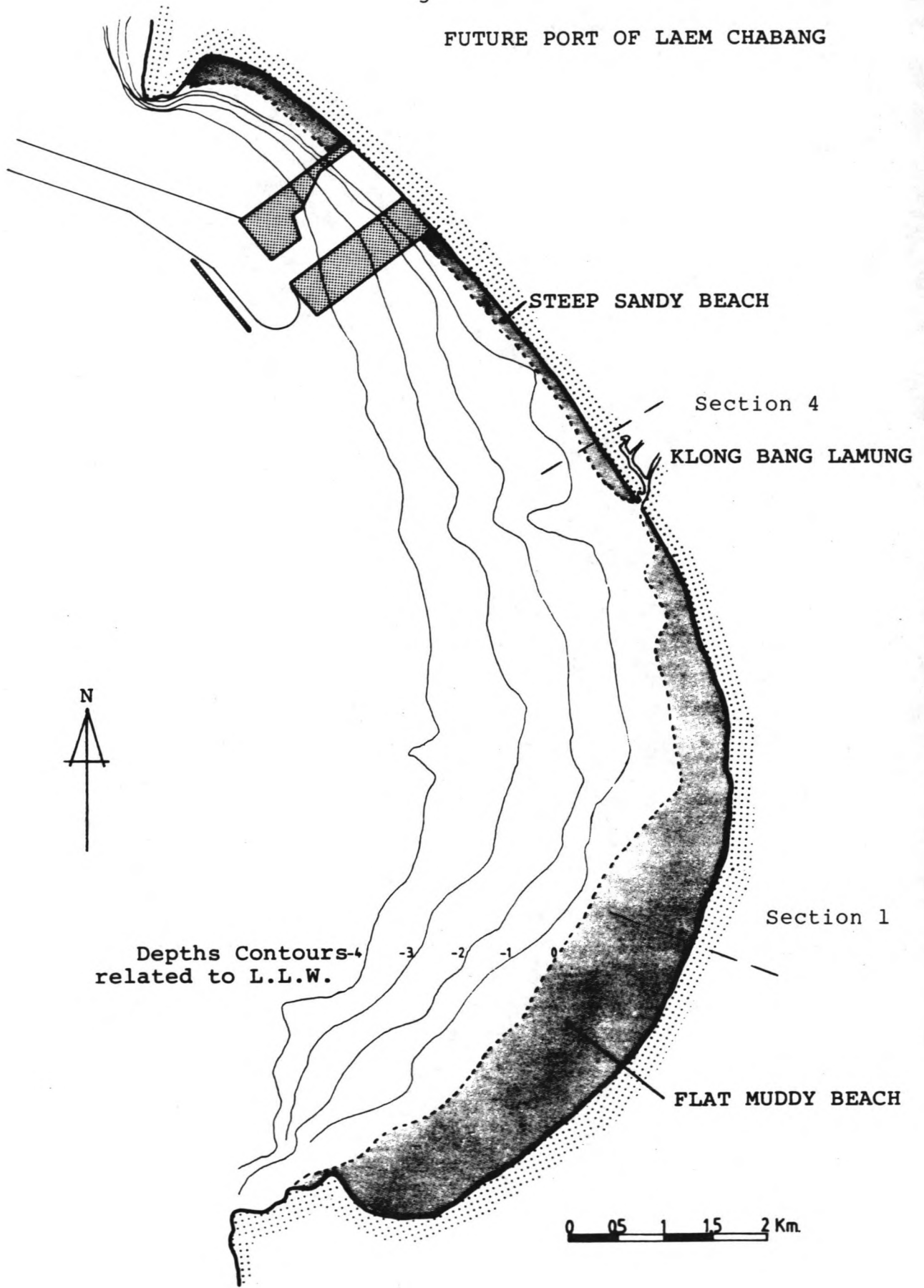


Figure 1.2: Laem Chabang with layout of future port

- 1) De beschrijving van het golfveld van diep- tot ondiep-water door middel van een numeriek model.
- 2) De beschrijving van stromingen en zandtransporten.
- 3) De berekeningen van de kustlijn veranderingen.

Deze drie worden achtereenvolgens toegelicht.

ad 1) De berekening van het golfveld.

De beschouwde baai bezit flauwe bodemhellingen (zie fig. 1.2); dit heeft tot gevolg dat de golven een deel van hun energie verliezen. In een ontwikkeld programma voor refractie-berekeningen is de wrijving ~~is~~ daarom ook meegenomen. Van dit programma zijn, voor de verschillende beschouwde gebieden langs de kust (zie fig. 1.2), de dieptelijnen tot rechte lijnen geschematiseerd. Het al dan niet evenwijdig zijn van deze dieptelijnen is in de berekeningen ook meegenomen. Gezien de geringe kromming van de kustlijn en omdat verder in de beschouwde gebieden geen grote golfhoogte gradiënten optreden kan de diffractie verwaarloosd worden. Een diffractie-refractie model is hier niet nodig.

De invoer voor het ontwikkelde refractie model bestaat uit de geschematiseerde dieptelijnen van het te beschouwen gebied en uit een aantal diepwatergolfhoogten met bijbehorende perioden. Daar de wrijving meegenomen wordt zal vanaf de diepwaterrand naar een te beschouwen kustdeel, de refractie met niet al te grote stappen berekend moeten worden. Voor de verschillende gekozen richtingssectoren levert dit, voor een te beschouwen kustgebied langs de kust, per gekozen diepwatergolfhoogte steeds een aantal berekeningsstappen op.

Per richtingssector en beschouwde diepwatergolfhoogte is gekozen voor een weergave in tabelvorm. Elke stap in de refractieberekening is weergegeven door een rij in een tabel. De verschillende kolommen in de tabellen (zie bijl. 2 pag. 10 e.v.), geven weer de ter plaatse aanwezige waterdiepte, golflengte, wrijvingsfactor, shoalingcoëfficiënt, golfhoek, refractiefactor en de golfhoogte. Als laatste regel in de

tabellen levert het het programma als uitvoer, per golf-richting en diepwatergolfhoogte, onder andere de afstand uit de kust waar de beschouwde golf gaat breken met de dan aanwezige golfhoogte en golfhoek.

Deze uitvoergegevens op de rand van de brekingszone zijn weer de invoergegevens voor een volgend numeriek model voor de beschrijving van de stromingen en de zandtransporten.

ad 2) De beschrijving van de stromingen en zandtransporten.

De stromingsberekeningen zijn gebaseerd op de lineaire theorie. Voor de berekening van de zandtransporten worden in dit programma de Bijker-formule en de CERC-formule toegepast. De CERC-formule is toegepast als controle van de met dit numerieke model berekende zandtransporten.

Uit de beschrijving van het golfveld in het zuidelijk deel van de baai zal blijken dat daar zowat alle golfenergie verloren gaat aan wrijving. Deze golfenergie is dus ook niet meer beschikbaar voor het zandtransport van de sedimenten in dit deel van de kust. Een gevolg is dat verderop in het verslag de aandacht zich meer gaat richten op het gebied ten noorden van de Khlong Bang Lamung rivier (zie fig. 1.2); daarom is voor een raai net ten noorden van de rivier het golfveld berekend (raai 4), zodat daar de stromingen en de zandtransporten bepaald kunnen worden.

Het voor deze raai berekende totale jaarlijkse zandtransport zal als randvoorwaarde dienen voor het volgende numerieke model van de kustlijnberekeningen.

ad 3) De berekening van de kustlijnveranderingen.

Voor het kustdeel ten noorden van de rivier tot aan de haven, kan met de Pelnard-Consideré methode een kustlijnberekeningsmodel opgezet worden daar nu de verschillende rand- en beginvoorwaarden voor het gebied nu als bekend kunnen worden verondersteld.

3. Gegevens

3.1 Beschrijving van het studiegebied

Laem Chabang ligt aan de oostkust van de baai van Bangkok, het meest noordelijke gedeelte van de golf van Thailand (zie fig. 1.1).

De hele oostkust van deze baai bestaat uit rotsformaties afgewisseld door gekromde kustlijnen van verschillende afmetingen.

Laem Chabang ligt in het meest noordelijk deel van een baai die ongeveer 12 km breed is en zo'n 5 km landinwaarts (fig. 1.2). Het zuidelijke deel van de baai wordt beëindigd door kleine uitstekende rotsformaties.

Bij Laem Chabang zelf eindigt een bergketen met hoogtes tussen de 100 m en 200 m. Deze keten strekt zich uit vanaf Bang Phra langs de kust in zuidelijke richting. De keten bevat drie kleine depressies met hoogten van een paar meter boven het gemiddelde zeeniveau (G.Z.N.). Bang Phra ligt aan de kust zo'n 10 km ten noorden van Laem Chabang.

3.2 Klimaat

Thailand heeft een tropisch moesson klimaat dat gekarakteriseerd wordt door twee hoofdseizoenen.

Van half mei tot eind september heerst de zuidwest-moesson. In dit seizoen trekken warme vochtige equatoriale luchtmassa's over het land, vergezeld door lichte tot hevige regens en winden uit het zuidwesten tot het westen.

De noordoost-moesson, van november tot februari, brengt een tegenovergestelde richting van de luchtbeweging met als gevolg lagere temperaturen.

In oktober is er een wisselende windrichting met de hoofdrichting zich langzaam verplaatsend naar noordoost. Gedurende de maanden

maart, april en mei is de windrichting ook wisselend binnen de richtingen oost, zuidoost en zuid.

De wind is meestal zwak. De maandgemiddelden wisselen van 1 tot 4 m/s en de dagelijkse maxima zijn 3 tot 4 keer zo groot. Zeer sterke winden zijn zeldzaam; deze treden vooral op in de overgangperiode tegen het eind van de zuidwest-moesson.

De temperatuur bedraagt gemiddeld zo'n 27° C met als absolute maximum 45,5° C.

De gemiddelde jaarlijkse relatieve vochtigheid bedraagt 73%. De relatieve vochtigheid kan oplopen tot zo'n 100% in de vroege ochtend ongeacht de maand van het jaar.

3.3 Getijgegevens

De getijgegevens zijn ontleend aan het NEDECO rapport, Deep Seaport of Laem Chabang (Den Haag 1972).

De van de Zuid-Chinese zee binnenkomende getijkomponenten reflecteren tegen het eind van de golf resulterend in een systeem van staande golven.

Het getij in de buurt van Laem Chabang is van een wisselend gemengd type met een grote variatie in amplitude, tussen bijna enkeldaags en dubbeldaags getij.

Tijdens het veldonderzoek, vericht door NEDECO van april 1969 tot februari 1970, zijn getijmetingen vericht ter plaatse van de steiger van de ESSO-fabriek die net iets ten noorden van Laem Chabang ligt. Deze metingen zijn gebruikt voor de bepaling van de getij-constanten. Er blijkt weinig verschil te zijn tussen het getij bij Laem Chabang en het getij bij de Bangkok Bar, alleen de amplitude is kleiner. De zandbank in zee onder Bangkok wordt de Bangkok Bar genoemd en ligt zo'n 30 tot 40 km ten noorden van Laem Chabang.

In de tabel (3.1) worden enige getijgegevens weergegeven.

tabel 3.1: De karakteristieke gegevens van het getij bij de Bangkok bar en Ko Sichang.

	Bangkok Bar (in cm)	Ko Sichang (in cm)
Highest H.W.	+ 201	+ 171.0
M.H.H.W.	+ 113	+ 94.0
M.H.W.S.		+ 87.6
M.H.W.	+ 91	+ 74.2
M.H.W.N.		+ 56.9
M.S.L.	0	0
M.L.W.N.		- 74.7
M.L.W.	- 76	- 81.2
M.L.W.S.		- 97.3
M.L.L.W.	- 131	- 133.8
Lowest L.W.	- 233	- 248.0

Ko Sichang is een eiland dat net iets ten noordwesten ligt van Laem Chabang.

3.4 Extreme waterstanden

De gegevens zijn ontleend aan het Nedeco rapport "Deep Seaport of Laem Chabang" (Den Haag 1972).

De korte duur van het veldonderzoek bij Laem Chabang levert geen mogelijkheid voor de bepaling van karakteristieke waterniveau's daar ter plaatse.

Door Nedeco zijn hiervoor wel schattingen gemaakt door gebruik te maken van de informatie van hoogst hoogwater (H.H.W.) en laagst laagwater (L.L.W.) ter plaatse van de Bangkok Bar. Van belang voor deze schattingen is dat de amplitude van het astronomisch getij bij Laem Chabang zo'n 5% lager is dan bij de Bangkok Bar.

De gemiddelde effecten van de moesson op het getij zullen niet veel verschillen voor de twee beschouwde plaatsen.

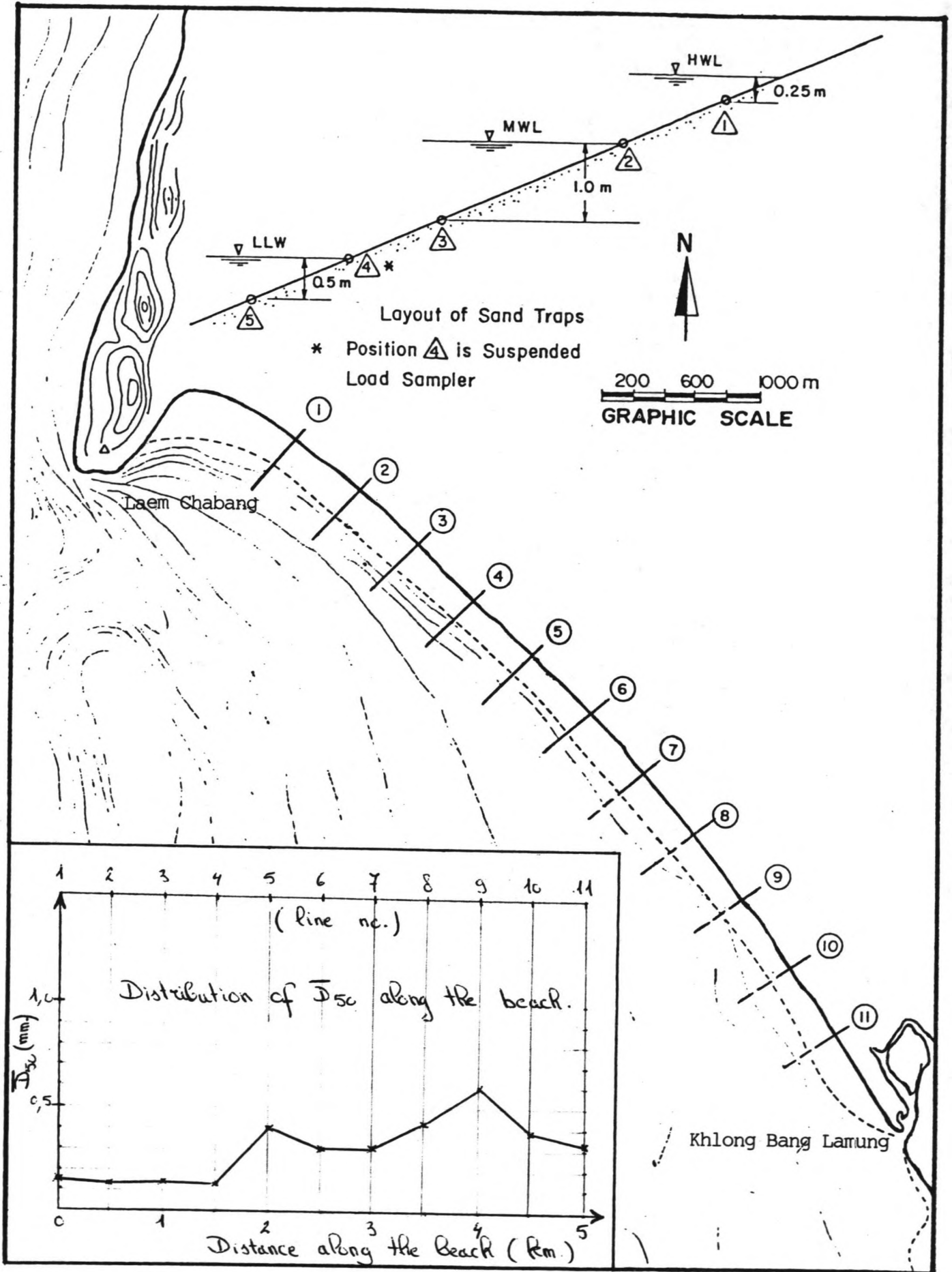
Tabel 3.2: Frequenties van de extreme waterniveau's bij Laem Chabang.

Hoogst hoogwater (H.H.W.)		Laagst laagwater (L.L.W.)	
niveau boven G.Z.N. (m)	aantal van HHW per jaar hoger dan weergegeven	niveau onder G.Z.N. (m)	aantal van LLW per jaar lager dan weergegeven
2.00	0.01	-1.25	150
1.75	0.2	-1.50	75
1.50	5	-1.75	30
1.25	40	-2.00	5
1.00	150	-2.25	1
		-2.50	0.1
		-2.75	0.01

3.5 Bodemmaterialen en bodemligging

In het algemeen genomen bestaat de hele oostkust van de baai van Bangkok uit rotsformaties, afgewisseld door diep ingesneden baaien. Dit aanzien wijst op een geringe hoeveelheid sedimenten en haast geen transport van sedimenten langs de kust. In het studiegebied zorgen voornamelijk de stroming en golven voor sedimenttransport. De sedimenten worden geleverd door lokale erosie, door de kleine rivieren die in de baai uitmonden en door het transport langs de kust.

Hoofdzakelijk bestaat de bodem in de baai uit grof zand, fijn zand gemengd met slib en puur slib. Het slib is vooral te vinden in het zuidelijk deel van de baai.



Figuur 3.5: Zandgegevens voor het kustdeel ten noorden van de Khlong Bang Lamung rivier.

De bodemhellingen in het studiegebied zijn gering (zie fig. 1.2). In het zuidelijke deel van de baai, in het ondiepere gedeelte boven L.L.W. (laagst laagwater), zijn de bodemhellingen zelfs zo'n 1:800.

Voor de dieptelijnen is gebruik gemaakt van een kaart van de "Marine Survey Division, Marine Department, P.A.T. august 1983" met een schaal van 1:20.000.

Zandgegevens.

Door het ingenieursbureau Haskoning zijn aan de schrijver zandgegevens verstrekt, voor het kustgedeelte ten noorden van de rivier de Khlong Bang Lamung.

De verstrekte zandgegevens zijn:

- De gemiddelde dichtheid van het zand dat aan het bodemtransport meedoet, namelijk $\rho_s = 2670 \text{ kg/m}^3$.
- De verdeling van de gemiddelde korreldiameter (D_{50}) langs het kustdeel; zie figuur 3.5, waarin lineaire verdelingen zijn aangenomen tussen de meetpunten.
- Voor D_{90} is gegeven dat deze vrij hoog is, ongeveer twee maal D_{50} .

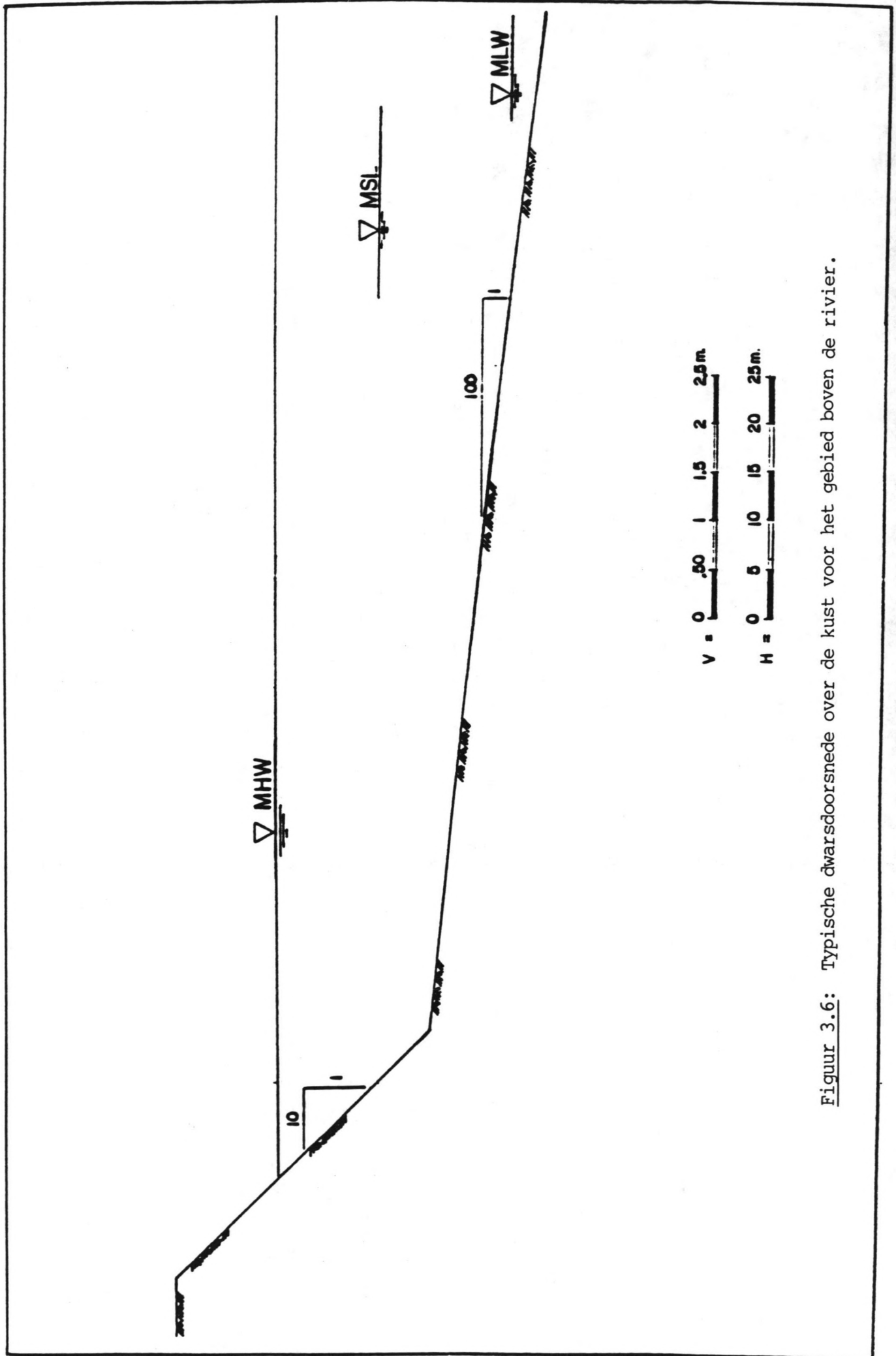
3.6 Strandprofiel

Door het ingenieursbureau Haskoning is aan de schrijver ook een typische doorsnede geleverd voor de gebieden ten noorden van de rivier de Khlong Bang Lamung (zie fig. 3.6).

3.7 Dichtheid zeewater

Als dichtheid van het zeewater is aangenomen:

$$\rho_w = 1025 \text{ kg/m}^3$$



Figuur 3.6: Typische dwarsdoorsnede over de kust voor het gebied boven de rivier.

3.8 Golfgegevens

3.8.1 Inleiding

Door het ingenieursbureau Haskoning zijn aan de schrijver verschillende golfgegevens verstrekt. Deze golfgegevens waren een door het Waterloopkundig Laboratorium opgestelde significante golfhoogte-overschrijdingskromme (fig. 3.8) en door het bureau zelf opgestelde gegevens.

Voor het studiegebied geldt een gematigd golfklimaat. Uit de golfgegevens zal blijken dat golven groter dan 2 meter statistisch gezien maar zelden voorkomen. In de refraktieberekening zijn daarom om de volgende diepwatergolfhoogten toegepast:

0.25 m, 0.50 m, 0.75 m, 1.00 m, 1.25 m en 1.50 m.

De diepwatergolfhoogte 0.25 m is meegenomen daar in vergelijking met wat grotere golven kleinere golven toch aardig vaak voorkomen en dus een redelijke invloed op het zandtransport hebben.

Bij deze diepwatergolfhoogten zijn de volgende golfhoogte-intervallen aangehouden voor de berekening van de gemiddelde tijden van optreden van golven in deze intervallen:

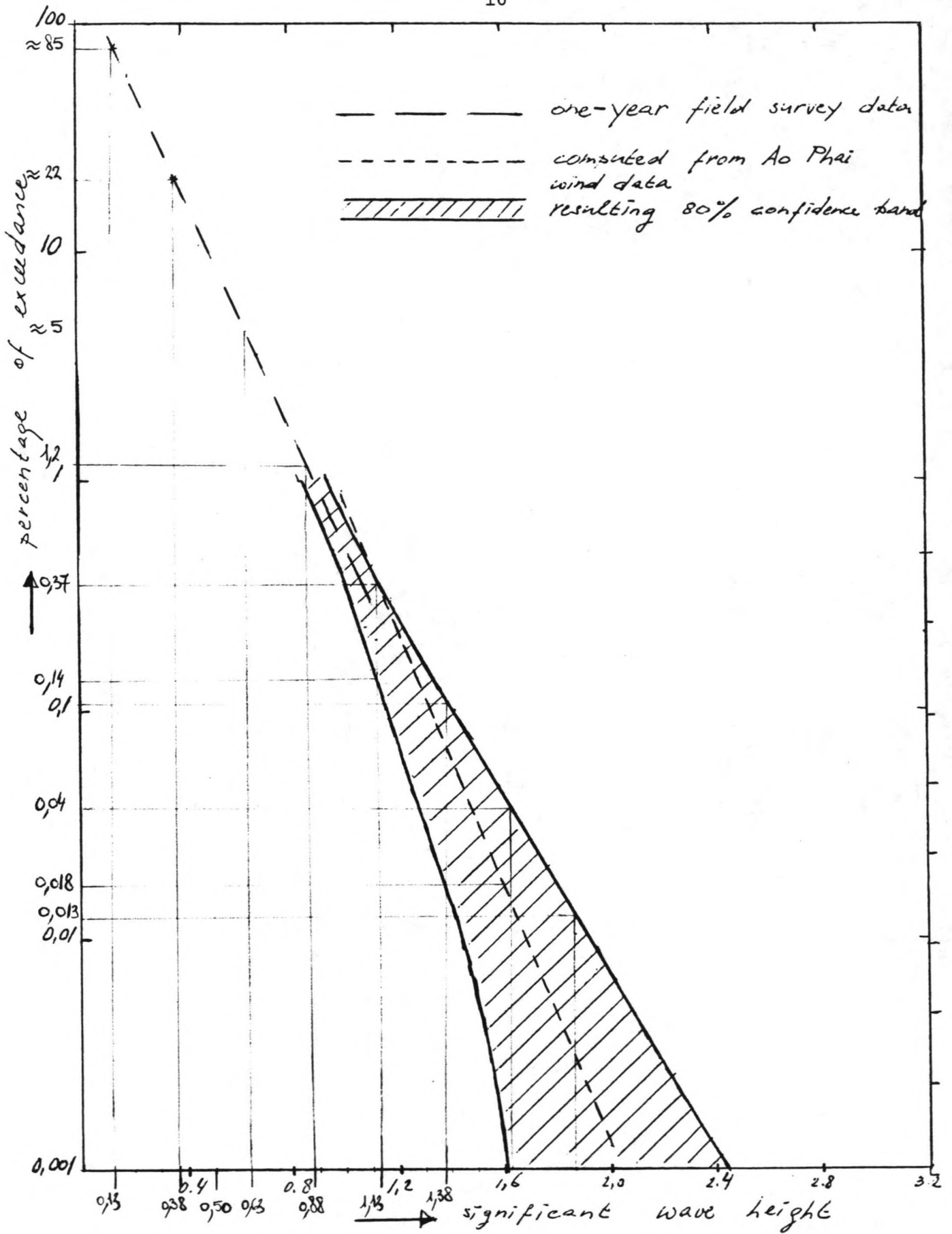
0.13 m - 0.38 m, 0.38 m - 0.63 m, 0.63 m - 0.88 m, 0.88 m -

1.13 m, 1.13 m - 1.38 m, 1.38 m - 1.63 m en 1.63 m - 1.88 m.

Aangezien de door Haskoning geleverde golfgegevens samengevat waren voor de diepwatergolfrichtingen Z.Z.W., Z.W., W.Z.W., W., W.N.W., en N.W. zijn in dit verslag deze richtingssectoren ook aangehouden. Gezien de omvang van de golfgegevens die door Haskoning zijn opgesteld (12 tabellen voor maandgemiddelden over de perioden 1969-1970 en 1973-1984, met reeksen golfhoogte-intervallen) zijn deze voor de overzichtelijkheid weggelaten. Wel wordt een controle- en aanpassings-berekening uitgevoerd door een vergelijking van de verkregen gegevens met de golfhoogte-overschrijdingskromme opgesteld door het W.L..

In de hierna volgende paragrafen 3.8.2 en 3.8.3 worden de aan de schrijver verstrekte golfgegevens behandeld. In hoofdstuk 3.8.4 worden de verstrekte gegevens verwerkt tot voor dit projekt bruikbare gegevens.

*0,25 m =
ander?
meer?*



WAVE HEIGHT EXCEEDANCE CURVES WITH 80% CONFIDENCE BAND

Figure 3.8.

3.8.2 Overschrijdingskromme van de significante golfhoogte voor alle richtingen

De overschrijdingskromme voor de significante golfhoogte, opgesteld door het Waterloopkundig Laboratorium, is door Haskoning aan de schrijver verstrekt en te vinden in figuur 3.8. De kromme is samengesteld op grond van metingen van een jaar veldonderzoek door NEDECO (van april 1969 tot februari 1970) en door middel van windgegevens gemeten ter plaatse van de nucleaire installatie van Ao Phai over de periode 1973 - 1984. Ao Phai ligt aan de kust, iets ten noorden van Laem Chabang.

Aan de schrijver is door Haskoning mondeling medegedeeld dat de overschrijdingskromme geldt voor de richtingssectoren:

Z., Z.Z.W., Z.W., W.Z.W., W., W.N.W., N.W., N.N.W. en N.

Voor de verwerking van de windgegevens tot golfgegevens is door het Waterloopkundig Laboratorium de Sverdrup, Munk en Bretschneider methode toegepast (S.M.B.-methode).

3.8.3 Golfgegevens samengesteld door Haskoning

De golfgegevens voor dit studiegebied, opgesteld door het ingenieursbureau Haskoning, zijn ook aan de schrijver verstrekt. Voor het opstellen van de golfgegevens zijn door Haskoning windgegevens gebruikt, die gemeten zijn te Ao Phai in de periode 1973 - 1984. Net als bij het Waterloopkundig Laboratorium is hier ook voor de berekening van de golfgegevens de S.M.B.-methode toegepast. De aan de schrijver verstrekte golfgegevens betreffen alleen gegevens voor golven groter dan of gelijk aan een halve meter. Dit omdat deze gegevens opgesteld waren met het oog op de mogelijke bouw van het havencomplex en voor de bouw was men eerder geïnteresseerd in de wat grotere golven. Ook zijn alleen golfgegevens berekend voor windsnelheden groter of gelijk aan 8 knopen (15 km/uur).

De aan de schrijver verstrekte golfgegevens betreffen:

- Golfperiode-gegevens (zie hoofd. 3.8.3.1).
- Voor de diepwatergolfrichtingen Z.Z.W., Z.W., W.Z.W., W., W.N.W. en N.W. gegevens over de tijd van voorkomen van significante golfhoogten in een aantal golfhoogte-intervallen. In totaal betroffen het hier 12 tabellen met gemiddelden per maand over de perioden 1969-1970 en 1973-1984. Voor de overzichtelijkheid zijn deze gegevens niet in het verslag opgenomen. In hoofdstuk 3.8.4 worden deze verstrekte gegevens verwerkt tot voor dit projekt bruikbare gegevens.

3.8.3.1 Gegevens golfperiode

Daar de door Haskoning opgestelde golfgegevens alleen gelden voor golfhoogten groter dan of gelijk aan 0.5 m, moet een schatting gemaakt worden van de gemiddelde periode van de diepwatergolfhoogte 0.25 m daar deze hier ook toegepast wordt in de refractieberekening (zie 3.8.1).

Bij deze schatting is gebruikt de beschikbare golfperiode van 2.8 s voor de diepwatergolfhoogte 0.5 m (zie tabel 3.3) en uitgegaan van het steilheids-criterium voor de golven.

Voor de steilheid van een beschouwde golf geldt H/T^2 ongeveer constant. Dit levert voor de golfperiode van de diepwatergolfhoogte 0.25 m:

$$0.25/T^2 = 0.5/2.8 \quad \Rightarrow \quad T = 2 \text{ s}$$

De bij de verschillende diepwatergolfhoogten horende golfperioden zijn samengevat in tabel 3.3.

Tabel 3.3: golfperioden voor de in de refractieberekening gebruikte diepwatergolfhoogten.

Diewatergolfhoogten (m)						
0.25	0.50	0.75	1.00	1.25	1.50	1.75
Bijbehorende golfperioden (s)						
2	2.8	3.5	4.0	4.4	4.9	5.3

3.8.4 Verwerking van de golfgegevens

Voor de gekozen golfhoogte-intervallen (zie hoofd. 3.8.1) zijn de gemiddelde tijden van optreden per jaar berekend van golven in deze intervallen, door middel van de door Haskoning verstrekte golfgegevens.

Daar de door Haskoning opgestelde golfgegevens alleen gelden voor significante golven groter dan 0.5 m is het golfhoogte-interval 0.38 m - 0.63 m voorlopig in tweeën gesplitst. Voor het nu verkregen golfhoogte-interval 0.38 m - 0.50 m en het interval 0.13 m - 0.38 m, zullen per richtingssector schattingen gemaakt moeten worden voor de tijden van voorkomen van golven in deze intervallen. Deze schattingen zullen verderop behandeld worden.

Allereerst worden de door Haskoning geleverde gegevens over de gemiddelde tijden van optreden per maand van golven in de verschillende golfhoogte-intervallen opgeteld voor de gekozen golfhoogte-intervallen in een tabel. Vervolgens zijn de gegevens voor de verschillende golfhoogte-intervallen opgeteld over de maanden. Deze optelling was zinvol daar het gemiddelde zeeniveau in het studiegebied gedurende het jaar maar weinig blijkt te veranderen (Nedeco-rapport). Tabel 3.4 geeft als resultaat per

gekozen golfhoogte-interval en richting de gemiddelde tijd van voorkomen van golven in procenten van de tijd.

De waarden uit tabel 3.4 kunnen nu per golfhoogte-interval worden vergeleken met de gevonden waarden voor dezelfde golfhoogte-intervallen opgemeten in de overschrijdingskromme van de significante golfhoogte (zie fig. 3.8). De in de golfhoogte-overschrijdingskromme opgemeten waarden voor de gemiddelde tijden van voorkomen in procenten van de tijd, (over de periode 1973 - 1984) zijn voor golven groter dan 0.5 m, per richting, in de gekozen golfhoogte-intervallen samengevat in tabel 3.5.

Tabel 3.4: Voor golven groter dan 0.5 m, gemiddelde tijd van voorkomen over de periode 1973 - 1984, in procenten van de tijd, in de gekozen golfhoogte-intervallen per richting.

Diepwatergolfrichting							
Golfhoogte interval (m.)	Z.Z.W. in % v. de tijd	Z.W. %	W.Z.W. %	W. %	W.N.W. %	N.W. %	SOM %
0.50<H<0.63	2.21/11	15.56/11	1.7/11	1.67/11	0.22/11	0.48/11	2
0.63<H<0.88	2.71/11	24.25/11	2.53/11	1.91/11	0.16/11	0.27/11	2.9
0.88<H<1.13	1.19/11	9.67/11	1.22/11	0.64/11	0.02/11	0.05/11	1.2
1.13<H<1.38	0.15/11	3.68/11	0.22/11	0.22/11	-	-	0.4
1.38<H<1.63	0.03/11	1.15/11	0.11/11	0.06/11	-	-	0.12
1.63<H<1.88	-	0.20/11	0.02/11	0.05/11	-	-	0.03
Aangepast golfhoogte-interval (m)	Z.Z.W. in % v. de tijd	Z.W. %	W.Z.W. %	W. %	W.N.W. %	N.W. %	SOM %
0.50<H<0.63	5.71/11	19.1/11	5.2/11	5.2/11	3.72/11	4.0/11	3.9

Als de waarden uit tabel 3.5 vergeleken worden met de in tabel 3.4 onder SOM gevonden waarden, blijken deze aardig overeen te komen. Uit deze vergelijking komt naar voren dat de grootste afwijking geldt voor het interval 0.5 m - 0.63 m; voor dit golfhoogte-interval geldt 2% volgens tabel 3.4 en 5% volgens tabel 3.5. Dit verschil in tijd van optreden voor golven in dit interval komt waarschijnlijk doordat de tabellen, opgesteld door Haskoning, alleen gelden voor windsnelheden groter dan of gelijk aan 8 knopen. Bij iets lagere windsnelheden dan 8 knopen maar bij een grote strijklengte en lange duur, kunnen met de S.M.B.-methode ook golven gevonden worden groter dan 0.5 m tot 0.6 m.

Tabel 3.5: gemiddelde tijd van voorkomen in procenten van de tijd, van golfhoogten in de gekozen golfhoogte-intervallen (over de perioden 1969 - 1970 en 1973 - 1984) bepaald met de golfhoogte-overschrijdingskromme.

Golfhoogte-interval (m)	Tijd van optreden over alle richtingen (in % van de tijd)
0.50 < H < 0.63	5
0.63 < H < 0.88	3.8
0.88 < H < 1.13	0.8 < tijd van optreden < 1.1
1.13 < H < 1.38	0.04 < tijd van optreden < 0.35
1.38 < H < 1.63	0.065 < tijd van optreden < 0.1
1.63 < H < 1.88	0 < tijd van optreden < 0.04

Het gevolg is dat de gegevens in tabel 3.4 voor het golfhoogte-interval 0.5 m - 0.63 m te laag uitvallen.

Opgemerkt moet worden dat de golfhoogte-overschrijdingskromme geldt voor alle golfrichtingen, terwijl in tabel 3.4 de golfrichtingen Zuid, Noord-Noordwest en Noord niet voorkomen daar

deze niet meespelen voor de baai. Dit heeft tot gevolg de waarde van 5% voor de tijd van voorkomen van golven in het golfhoogte-interval 0.5 m - 0.63 m bepaald met figuur 3.8 gekorrigeerd moet worden. Voorgesteld wordt om i.p.v. 5%, 4% aan te houden voor de tijd van voorkomen van golven in dit golfhoogte-interval. In tabel 3.4 moet dus nu nog 2% (=4-2) over de gebruikte richtingssectoren verdeeld worden, hierbij wordt voorgesteld om de 2% gelijkmatig over de richtingen te verdelen. Per richting levert dit voor het beschouwde golfhoogte-interval een sommatie van 3.5/11 % (is ongeveer 2/6). De aldus aangepaste gegevens voor dit interval zijn onder aan tabel 3.4 te vinden.

Voor golven lager dan 0.5 m is de golfhoogte-overschrijdingskromme gebruikt (fig. 3.8), bij de bepaling van de tijden van voorkomen van golfhoogten voor de resterende gekozen golfhoogte-intervallen. Voor de overblijvende golfhoogte-intervallen 0.13 m - 0.38 m en 0.38 m - 0.50 m is de tijd van optreden van golven in deze intervallen over alle richtingen met figuur 3.8 bepaald. Uit figuur 3.8 volgt dat:

- Gemiddeld 63% van de tijd liggen de golfhoogten in het interval 0.13 m - 0.38 m.
- Gemiddeld 12% van de tijd liggen de golfhoogten in het interval 0.38 m - 0.50 m.

Bovengenoemde tijden van voorkomen gelden voor richtingssectoren Z., Z.Z.W., Z.W., W.Z.W., W., W.N.W., N.W., N.N.W. en N. (zie 3.8.4). De waarden voor de tijden van voorkomen van golfhoogten in de intervallen 0.13 m - 0.38 m en 0.38 m - 0.50 m, zullen bij de hier meespelende richtingssectoren zeker lager liggen omdat de richtingssectoren Z., N.N.W. en N. hier niet meespelen wordt grofweg geschat dat deze waarden zo'n 10% lager zullen liggen; deze schatting wordt aangehouden maar kan verder niet verantwoord worden. De nieuwe waarden van de tijden van voorkomen van golfhoogten in de intervallen 0.13 m - 0.38 m en 0.38 m - 0.50 m zijn te vinden in de kolom SOM in tabel 3.6. Deze nieuwe waarden moeten nu nog per golfhoogte-interval verdeeld worden over de

gebruikte richtingssectoren. Voor deze verdeling is aangenomen dat de waarden over de golfrichtingen zich hetzelfde verhouden als de waarden in het golfhoogte-interval 0.50 m - 0.88 m. Deze aanname levert de verdelings-coëfficiënten op voor de in tabel 3.6 onder SOM geplaatste tijden van voorkomen van golven in de intervallen 0.13 m - 0.38 m en 0.38 m - 0.50 m.

Met de verdelingscoëfficiënten kunnen voor de beschouwde golfhoogte-intervallen de bijbehorende tijden van voorkomen over de verschillende richtingen worden berekend. Tabel 3.6 geeft het resultaat weer.

Tabel 3.6: gemiddelde tijd van voorkomen, in procenten van de tijd, in gekozen golfhoogte-intervallen per richting (over de periode 1973 - 1984).

Diepwatergolfrichting							
Golfhoogte interval (m.)	Z.Z.W. in % v. de tijd	Z.W. %	W.Z.W. %	W. %	W.N.W. %	N.W. %	SOM %
0.50<H<0.88	8.42/11	43.4/11	7.7/11	7.1/11	3.9/11	4.27/11	6.8
Verdelings-coëfficiënten							SOM
	0.113	0.58	0.103	0.095	0.052	0.057	1.
Golfhoogte interval (m.)	Z.Z.W. in % v. de tijd	Z.W. %	W.Z.W. %	W. %	W.N.W. %	N.W. %	SOM %
0.13<H<0.38	6.44	33.06	5.87	5.42	2.96	3.25	57
0.38<H<0.50	1.24	6.38	1.13	1.05	0.57	0.63	11

De waarden van het volledige golfhoogte-interval 0.38 m - 0.63 m kunnen nu bepaald worden. Dit is in tabel 3.7 weergegeven.

Tabel 3.7: gemiddelde tijden van voorkomen, in procenten van de tijd, van golven in het golfhoogte-interval 0.375 m - 0.625 m (over de periode 1973 - 1984).

Diepwatergolfrichting							
Golfhoogte interval (m)	Z.Z.W. in % v. de tijd	Z.W. %	W.Z.W. %	W. %	W.N.W. %	N.W. %	SOM %
0.38<H<0.63	1.76	8.12	1.60	1.52	0.91	1.00	15

Tabel 3.8: gemiddelde tijd van voorkomen per jaar, in procenten van de tijd van golven in de gekozen golfhoogte-intervallen (over de periode 1973 - 1984).

Diepwatergolfrichting						
Golfhoogte interval (m.)	Z.Z.W. in % v. de tijd	Z.W. %	W.Z.W. %	W. %	W.N.W. %	N.W. %
0.13<H<0.38	6.44	33.06	5.87	5.42	2.96	3.25
0.38<H<0.63	1.76	8.12	1.60	1.52	0.91	1.00
0.63<H<0.88	0.25	2.21	0.23	0.17	0.01	0.02
0.88<H<1.13	0.11	0.88	0.11	0.06	-	-
1.13<H<1.38	0.02	0.34	0.02	0.02	-	-
1.38<H<1.63	-	0.11	0.01	-	-	-
1.63<H<1.88	-	0.02	-	-	-	-

In tabel 3.8 zijn de gegevens uit de tabellen 3.4, 3.6 en 3.7 samengevat.

Handiger is het soms om de gemiddelde tijden van optreden niet per richting weer te geven in procenten van de tijd maar in uren van optreden per jaar per golfhoogte-interval; dit is in tabel 3.9 in beeld gebracht.

Tabel 3.9: gemiddelde tijd van voorkomen in uren per jaar, van de gekozen golfhoogte-intervallen (over de periode 1973 - 1984).

Golfhoogte interval (m.)	Diepwatergolfrichting					
	Z.Z.W.	Z.W.	W.Z.W.	W.	W.N.W.	N.W.
0.13<H<0.38	564	2896	514	475	259	285
0.38<H<0.63	154	711	141	133	80	88
0.63<H<0.88	22	193	20	15	1	2
0.88<H<1.13	9	77	10	5	-	-
1.13<H<1.38	1	29	2	2	-	-
1.38<H<1.63	-	9	1	-	-	-
1.63<H<1.88	-	2	-	-	-	-

In het volgende hoofdstuk komt de refractie-berekening aan de orde en het hiervoor ontwikkelde model.

4. Refractieberekeningen

4.1 Inleiding

De refractieberekening is uitgevoerd met een zelf ontwikkeld numeriek model. Dit model levert, in een beschouwd gebied, de beschrijving van het golfveld van diep- tot ondiep-water.

De beschouwde baai bezit flauwe bodemhellingen (zie fig. 4.1). In het zuidelijk deel van de baai, in het ondiepere gedeelte boven L.L.W., zijn de bodemhellingen zelfs ongeveer 1:800. Deze flauwe bodemhellingen hebben tot gevolg dat de golven een deel van hun energie zullen verliezen. De wrijving is daarom ook meegenomen in de refractieberekeningen.

Voor dit programma zijn, voor beschouwde gebieden langs de kust (zie fig. 4.1), de dieptelijnen tot rechte lijnen geschematiseerd. Het al dan niet evenwijdig zijn van deze geschematiseerde dieptelijnen is ook meegenomen in het model.

Gezien de geringe kromming van de kustlijn en omdat verder de te beschouwen gebieden geen grote golfhoogtegradiënten optreden kan de diffractie verwaarloosd worden. Een diffractie-refractie model is hier niet nodig.

Ontwikkeld is een numeriek model waarvan de invoer, per gekozen richtingsector, bestaat uit een aantal diepwatergolfhoogten met bijbehorende perioden en de geschematiseerde dieptelijnen van het beschouwde gebied. Daar de wrijving wordt meegenomen zal vanaf de diepwaterrand naar een te beschouwen kustdeel, de refractie met niet al te grote stappen berekend moeten worden.

Voor een te beschouwen gebied levert dit per richting en gekozen diepwatergolfhoogte steeds een aantal berekeningsstappen op.

Gekozen is per golfrichtingssector en beschouwde diepwatergolfhoogte voor een weergave in tabelvorm (zie b.v. bijl. 2 pag. 10). Elke nieuwe refractieberekening is weergegeven door een rij in de tabel. De verschillende kolommen in de tabellen geven de ter

FUTURE PORT OF LAEM CHABANG

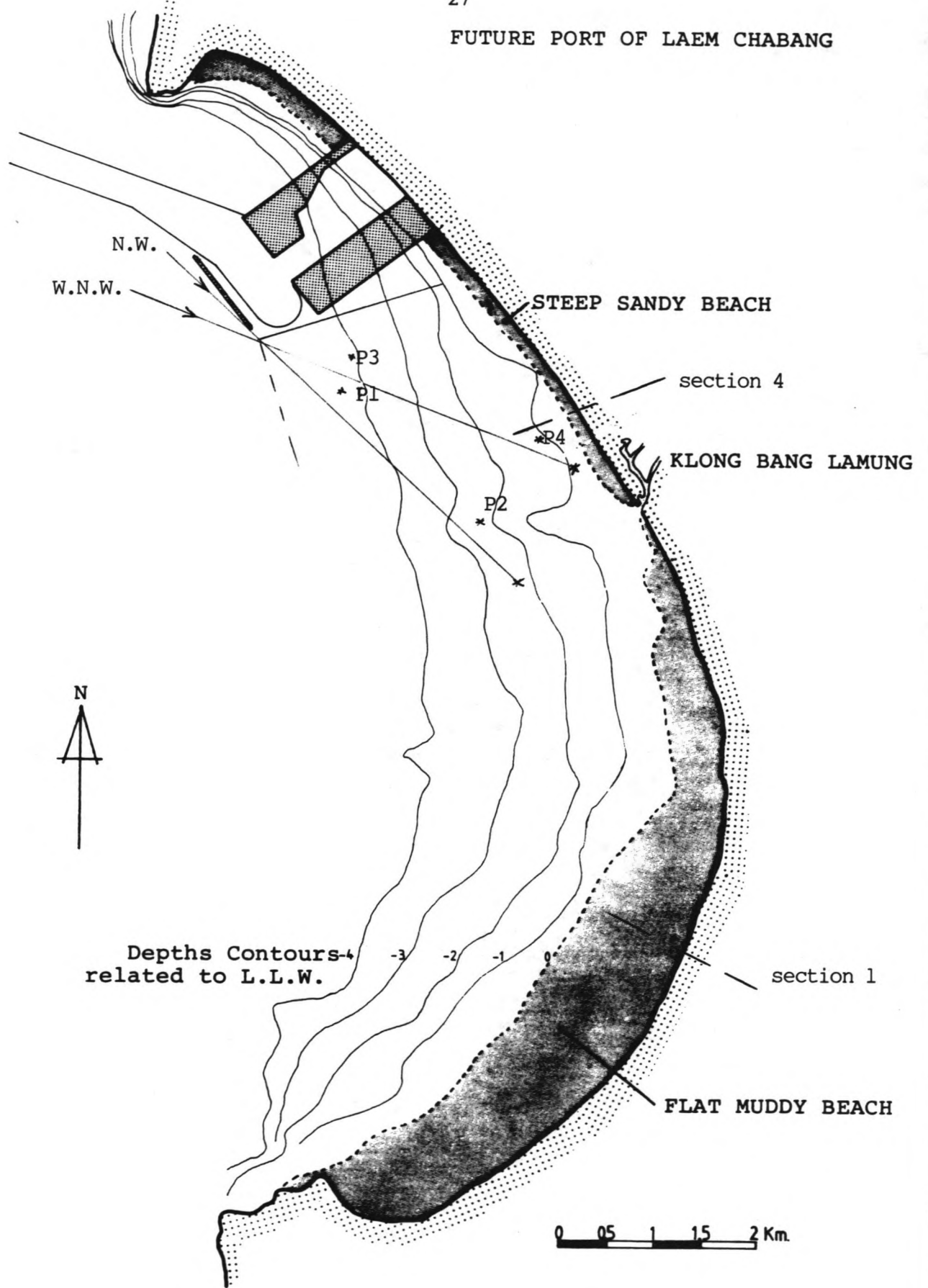


Figure 4.1: Laem Chabang with layout of future port.

plaatsse aanwezige waterdiepte, golflengte, wrijvingsfactor, shoalingcoëfficiënt, golfhoek, refractiecoëfficiënt en golfhoogte.

Als laatste regel in de tabellen levert het programma als uitvoer, per golfrichting en beschouwde diepwatergolfrichting, onderandere de afstand uit de kust waar de beschouwde golf gaat breken met de dan aanwezige golfhoek en golfhoogte.

Zoals ook al eerder vermeld is, zijn de uitvoergegevens op de rand van de brekerzone weer de invoergegevens van het numerieke model voor de beschrijving van de stromingen en de zandtransporten.

In dit hoofdstuk beperken we ons voorlopig tot de refractieberekening van het golfveld.

Eerst zal globaal bekeken worden welke diepwatergolfrichtingen en diepwatergolfhoogten van belang zijn. De keuze van de diepwatergolfhoogten is gemaakt in hoofdstuk 4.2; afhankelijk van het beschouwde gebied zijn de diepwatergolfrichtingen behandeld in hoofdstukken 4.2 en 4.7.

Na hoofdstuk 4.2 volgen de hier toegepaste schematisaties en aannames, de beschrijving van het numerieke model en de uitgevoerde controles.

Vervolgens volgt een beschrijving van het golfveld in raai 1 (zie fig. 4.1). Hieruit zal blijken dat in het zuidelijk deel van de baai bijna alle golfenergie verloren gaat aan wrijving. In het zuidelijk deel van de baai zal dus geen of weinig transport van sedimenten plaats vinden.

Het gevolg hiervan is dat van het gebied net ten noorden van de rivier de Khlong Bang Lamung, gebied 4 genoemd, het golfveld beschreven moet worden, daar de studie zich verder op het noordelijke kustdeel zal richten.

4.2 Golfrichtingen, golfhoogten en perioden

Uit het hoofdstuk golfgegevens blijkt dat het in het studiegebied gaat om een gematigd golfklimaat. Tabel 3.9 uit datzelfde hoofdstuk geeft weer dat kleinere golfhoogten ten opzichte van grotere golfhoogten toch vaak voorkomen. De kleinere golven kunnen dus een behoorlijke invloed hebben op het uiteindelijke zandtransport en worden daarom ook meegenomen in de refractie-berekeningen.

Een samenvatting van tabel 3.9 en tabel 3.3 is per golfrichting en gekozen golfhoogteinterval in tabel 4.1 weergegeven.

Tabel 4.1: Te beschouwen diepwatergolfhoogten per richting met bijbehorende golfperioden.

	Hs (m)	0.25	0.50	0.75	1.25	1.50	1.75
	T (s)	2	2.8	3.5	4.0	4.9	5.3
Diepwatergolfrichting							
Z.Z.W.	+	+	+	+			
Z.W.	+	+	+	+	+	+	+
W.Z.W.	+	+	+	+	+		
W.	+	+	+	+			
W.N.W.	+	+	+				
N.W.	+	+	+				

Zoals ook al in het overzicht van het afstudeerverslag vermeld is zal het golfveld in de raaien 1 en 4 (zie fig. 4.1) beschreven worden. Voor raai 1 moeten alle in tabel 4.1 per golfrichting aangegeven diepwatergolfhoogten meegenomen worden in de

refractieberekening. Voor het raai 4 zal in paragraaf 4.7 behandeld worden welke golfrichtingen met bijbehorende diepwatergolfhoogten volgens tabel 4.1 nog meegenomen moeten worden.

4.3 Schematisaties en aannames

- 1) Uitgegaan wordt van de lineaire golftheorie.
- 2) Per gebied langs de kust worden de dieptelijnen geschematiseerd tot rechte lijnen.
- 3) Boven het L.L.W. niveau (dit niveau ligt 2.48 m. ten opzichte van G.Z.N.) (zie fig. 4.1) worden de dieptelijnen parallel aangenomen aan de geschematiseerde rechte kustlijn van het beschouwde kustgebied.

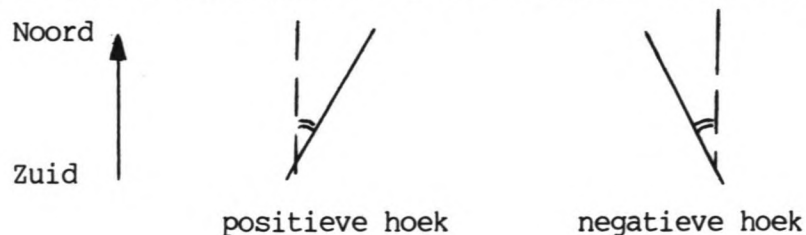
Opmerking: in het programma worden dieptelijnen gegenereerd in de procedure voor de bepaling van de waterdiepte bij het breken van de golven.

4.4 Beschrijving van programma

4.4.1 Beschrijving van de invoergegevens

4.4.1.1 Dieptelijnen en golfhoeken

Zoals al eerder is opgemerkt in het hoofdstuk "Schematisaties en aannames" (4.3), worden de dieptelijnen per gebied langs de kust tot rechte lijnen geschematiseerd. De hoek van de dieptelijnen wordt opgemeten ten opzichte van de Noord-Zuid richting. Wat de tekens van de hoeken betreft is het volgende aangehouden:



Voor de beschouwde gebieden zijn de invoerwaarden van de geschematiseerde dieptelijnen in de bijlagen te vinden.

4.4.1.2 Referentieniveau

In de berekeningen worden alle waterdiepten weergegeven ten opzichte van G.Z.N..

Volgens het rapport "Deep Seaport of Laem Chabang, survey and design" (Den Haag 1972) opgesteld door NEDECO, ligt het G.Z.N. hier 2.48 m. boven het L.L.W. niveau (zie de getijdegegevens).

Opmerking: de dieptelijnen in figuur 4.1 zijn weergegeven ten opzichte van het L.L.W. niveau (dit is ook in de figuur vermeld).

4.4.1.3 De brekerindex

Referentie: collegediktaat F11A, Coastal Engineering hoofdstuk 8. Om de brekerindex voor een te beschouwen kustdeel te berekenen zijn de volgende vergelijkingen gebruikt:

$$\gamma = \xi_0^{0.17} + 0.08 \quad (4.1)$$

$$\text{met: } \xi_0 = \frac{m}{\sqrt{H_0/L_0}} \quad \text{en} \quad 0.05 < \xi_0 < 2$$

In de vergelijkingen is:

- H_0 de diepwatergolfhoogte
- m de bodemhelling waarop de golven breken
- L_0 de diepwatergolflengte
- ξ_0 de brekingsparameter
- γ de brekerindex

4.4.1.4 Bodemhellingen

Per gebied dat bekeken wordt, zijn de bodemhellingen bepaald tussen dieptelijnen door middel van de kaart van de "Marine Survey Division" van Thailand.

4.4.1.5 Golfrichtingen, golfhoogten en perioden

Deze invoergegevens volgen uit het hoofdstuk 4.2 "Golfrichtingen en golfhoogten" en het hoofdstuk 3.8, "Golfgegevens".

Voor de kustgebieden 1, 2 en 3 (zie ook fig. 4.1) zijn de te beschouwen diepwatergolfhoogten samengevat in tabel (4.1).

Voor het kustgebied 4 geldt dezelfde tabel maar dan zonder de diepwatergolfrichtingen West-Noordwest en Noordwest; dit zal in het hoofdstuk 4.7 "Golfveld beschrijving van gebied 4" verduidelijkt worden.

De invoergegevens van gebieden 1 en 4 zijn ook te vinden in bijlage 2 en 3 op respectievelijk pagina's 8 en 22.

4.4.2 Beschrijving van gedeelten uit het numerieke model

4.4.2.1 Refractie voor niet-evenwijdige rechte dieptelijnen

De methode is afkomstig uit het boek "Development in geotechnical engineering" van Silvester deel A, pag. 222 (Coastal Engineering I - Elsevier Scientific Publishing Company 1974).

In figuur 4.4 is de refractie voor niet-evenwijdige rechte dieptelijnen weergegeven.

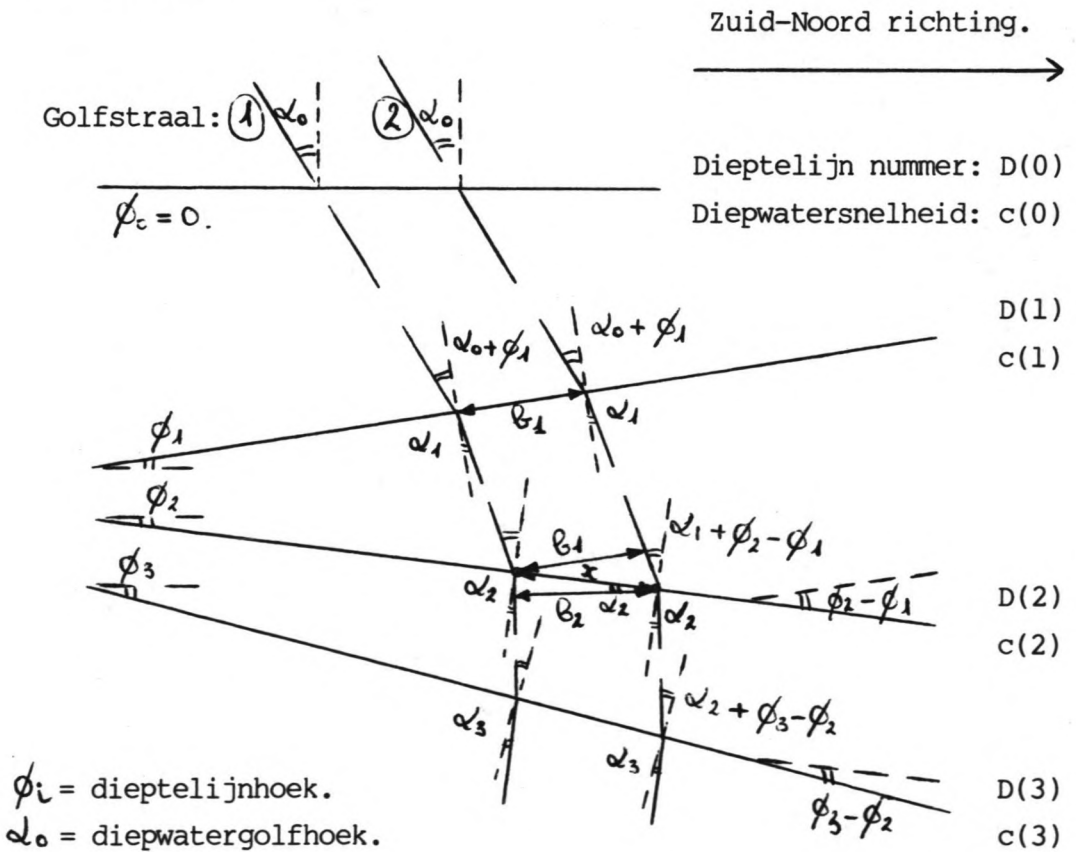
De eerder behandelde schematisaties zijn ook hier van toepassing. Voor de golfstralen uit figuur 4.4 gelden de volgende vergelijkingen als Snellius toegepast wordt:

$$\frac{\sin(\alpha_1)}{\sin(\alpha_0 + \phi_1)} = \frac{c_1}{c_0} = \frac{L_1}{L_0} \quad (\text{verhouding van golflengten}) \quad (4.2)$$

$$\frac{\sin(\alpha_2)}{\sin(\alpha_1 + \phi_1 + \phi_2)} = \frac{c_2}{c_1} = \frac{L_2}{L_1} \quad (4.3)$$

$$\frac{\sin(\alpha_3)}{\sin(\alpha_2 + \phi_3 - \phi_2)} = \frac{c_3}{c_2} = \frac{L_3}{L_2} \quad (4.4)$$

Als ter plaatse van de ingevoerde of gegenereerde dieptelijnen de fasesnelheden of golflengten bekend zijn, is bij een gegeven diepwatergolfhoek met bovenstaande vergelijkingen de refractie van de golfstralen, ofwel de voortplantingsrichting, te bepalen. Hoe de golflengte ter plaatse van de ingevoerde of gegenereerde dieptelijnen wordt bepaald, wordt in het hierna volgende stuk uiteengezet.



Figuur 4.4: Refractie voor niet evenwijdige rechte dieptelijnen.

4.4.2.1 De golflengte bepaling

Referentie: collegediktaat F11A coastal engineering, volume I. Introduction (revised edition 1982). Hoofdstuk 6.

In het programma wordt de golflengte ter plaatse van een dieptelijn bepaald door middel van de aanroep van de procedure:

WAVELENGTH (L,D,T,I).

Voor sinusoidale golfvormen in de lineaire korte-golf theorie geldt:

$$L = L_0 \left[\frac{\tanh(2 \pi D(I))}{L} \right] \quad (4.5)$$

met: L de golflengte in waterdiepte D(I)

L₀ de diepwatergolflengte

D(I) de waterdiepte

Om de golflengte uit vergelijking (4.5) te bepalen is in de programmaprocedure "WAVELENGTH (L,D,T,I)" de volgende iteratie opgenomen:

$$L_{2j+1} = L_0 \left[\frac{\tanh(2 \pi D(I))}{L_{2j}} \right]$$

$$L_{2j+2} = 2 \frac{L_{2j+1} + L_{2j}}{3}$$

met: j= 0,1,2,...

Voor de programma procedure zelf, geschreven in Algol 60, wordt verwezen naar de bijlage 1.

4.4.2.3 De n-waarde

Referentie: college diktaat B76 korte golven (jan. 1983).

De verhouding tussen de groepssnelheid en de fasesnelheid wordt in het programma bepaald door middel van de aanroep van procedure: NFACTOR (N,L,D,I).

$$N(I) = 1/2 + \frac{2 \pi/L(I) \cdot D(I)}{\frac{\sinh[4\pi \cdot D(I)]}{L(I)}} \quad (4.6)$$

met: D(I) de waterdiepte ter plaatse van de dieptelijn met index I.
 L(I) de golflengte ter plaatse van D(I)
 N(I) de n-waarde ter plaatse van D(I)

4.4.2.4 De shoaling- en refractie-factor

Referenties: college diktaat B76, korte golven (deel III jan. 1983) en diktaat F11A, Inleiding kustwaterbouwkunde (1982).

Bij het overgaan in het programma van de eene ingevoerde of gegenereerde dieptelijn naar de volgende, worden eerst de refractie- en shoaling-factoren berekend zonder demping.

De demping wordt hierna in rekening gebracht door een wrijvings-factor; de waarde hiervan wordt berekend door tussen twee beschouwde dieptelijnen de bodem als konstant te veronderstellen.

Tot aan de brekerzone is in het programma gekozen om steeds naar een waterdiepte te stappen die een meter ondieper is dan de vorige (zie bijl. 2 pag. 9).

- Bepaling van de factoren

Gebruikmakend van figuur 4.4 levert de beschouwing van de energiestroom tussen de twee golfstralen 1 en 2 en de dieptelijnen D(I) en D(I+1) het volgende op:

$$E_i \cdot n_i \cdot c_i \cdot b_i = E_{i+1} \cdot n_{i+1} \cdot c_{i+1} \cdot b_{i+1} \quad (4.7)$$

met: $E_i = 1/8 \rho_w \cdot g \cdot H_i^2$ de golfenergie t.p.v. dieptelijn I
 n_i de n-waarde t.p.v. dieptelijn I
 c_i de fasesnelheid t.p.v. dieptelijn I
 b_i de loodrechte afstand tussen de 2 beschouwde golfstralen t.p.v. dieptelijn I
 ρ_w de dichtheid van het water
 g zwaartekrachtsversnelling
 H_i de golfhoogte t.p.v. de dieptelijn I

Uitwerking van vergelijking (4.7) levert:

$$H_{i+1} = \sqrt{\frac{n_i \cdot c_i}{n_{i+1} \cdot c_{i+1}}} \sqrt{\frac{b_i}{b_{i+1}}} \cdot H_i = Ksh \cdot Kr \cdot H_i \quad (4.8)$$

met: Ksh de shoalingsfactor, deze wordt in het programma KSH genoemd.

Krf is de refractiefactor, deze wordt in het programma KRF genoemd.

Gebruikmakend van figuur 4.4 kan de refractiefactor ook uitgedrukt worden in golfhoeken.

Voor de twee beschouwde golfstralen geldt:

$$X = \frac{b_i}{\cos(\alpha_i + \phi_{i+1} - \phi_i)} = \frac{b_{i+1}}{\cos(\alpha_{i+1})} \quad ==>$$

$$\frac{b_i}{b_{i+1}} = \frac{\cos(\alpha_i + \phi_{i+1} - \phi_i)}{\cos(\alpha_{i+1})}$$

$$\text{ofwel: } K_{rf} = \sqrt{\frac{\cos(\alpha_i + \phi_{i+1} - \phi_i)}{\cos(\alpha_{i+1})}}$$

De refractie- en shoaling-factoren kunnen berekend worden als de van toepassing zijnde n -waarden, fasesnelheden, dieptelijn en golfhoeken bekend zijn. Als verder de golfhoogte bekend is t.p.v. de voorlaatste beschouwde dieptelijn, kan met vergelijking (4.8) de voorlopige nieuwe golfhoogte berekend worden.

4.4.2.5 De wrijvingsfactor

Referentie: B76, het collegediktaat korte golven (deel I, jan. 1983).

Als nu de energiebalans wordt opgesteld voor een gebied G tussen twee golfstralen geldt de differentiaalvergelijking:

$$\frac{\partial(P \partial b)}{\partial s} + \partial b F_g = 0 \quad (4.9)$$

Waarin: ∂b de afstand langs de golfkam tussen 2 golfstralen
 ∂s een stukje afstand een golfstraal
 P het vermogen binnen gebied G
 F_g het gedissipeerde vermogen binnen gebied G

Vergelijking (4.9) geldt alleen voor een zuiver periodieke toestand, waarin over een periode de gemiddelde energie voorraad in G niet verandert en bij afwezigheid van energieproductie binnen dit gebied. Tussen twee beschouwde dieptelijnen is gemakshalve aangenomen ∂b constant. In de lineaire benadering is:

$$F_g = \frac{4}{3\pi} \cdot \text{cf} \cdot \rho_w \cdot \frac{\omega^3}{\sinh^3(k \cdot h)} \cdot \frac{H^3}{8} = \left[\frac{1}{6\pi} \cdot \text{cf} \cdot \rho_w \cdot \frac{\omega^3}{\sinh^3(k \cdot h)} \right] \cdot H^3 \quad (4.10)$$

met: $\text{cf} = 0.01$ realistische waarde voor de weerstandscoeffi-

ciënt

- ρ_w = de dichtheid van het water
 ω = $2\pi/T$ is de frekwentie met T de golfperiode
 k = $2\pi/L$ het golfgetal met L de golflengte
 h = de waterdiepte
 H = de van toepassing zijnde golfhoogte

P is het vermogen met als dimensie: $P = (J/(m s)) = (W/m)$

$$P = E.n.c \quad (4.11)$$

- met: $E = 1/8 \rho_w . g . H^2$ de totale gemiddelde golfenergie.
 n de n-waarde.
 c de fasesnelheid van de golf.

Tussen twee beschouwde dieptelijnen wordt de bodem horizontaal geschematiseerd. Invulling van (4.10) en (4.11) in (4.9) levert na enige bewerkingen (zie ook B76 deel I pag. (32-33)):

$$\frac{1}{H_{i+1}} = \frac{1}{H_i} + \frac{\beta . DS}{2} \quad (4.12)$$

- met: H de golfhoogte ter plaatse van dieptelijijn I.
 DS de afstand, langs de golfstraal gemeten, tussen dieptelijijn (I) en dieptelijijn (I+1).

$$\beta = \frac{4}{3\pi} . cf. \frac{\omega^3}{g . \sinh^3(k.h)} \quad (4.13)$$

$cg = n.c$ is de groepssnelheid

De frequentie (ω) is bekend omdat de periode een van de invoergegevens is. De factor $(4/3\pi . cf/g)$ is een, als bekend te beschouwen constante. Opgemerkt moet worden dat in feite is DS afhankelijk ^{van} de diepwatergolfrichting, gemakshalve is tussen twee beschouwde dieptelijnen voor alle richtingen een zelfde opgemeten afstand aangehouden.

De waterdiepte (h) is tijdens een programmastap bekend; dankzij



de procedures WAVELENGTH en NFACTOR is de n-waarde, de fase-snelheid c (= golflengte/T) en het golfgetal (=2/golflengte) als bekend te beschouwen.

De diepwatergolfhoogte is ook een invoergegeven.

Beginnend in diepwater kunnen de H_{i+1} waarden berekend worden. Bij elke stap naar een volgende dieptelijn wordt een wrijvingsfactor (Kf) berekend:

$$Kf = H_{i+1}/H_i \quad (4.14)$$

Bij elke stap wordt de uiteindelijke golfhoogte ter plaatse van de beschouwde dieptelijn (I+1):

$$H_{i+1} = H_i \cdot Ksh \cdot Krf \cdot Kf \quad (4.15)$$

4.4.2.6 Waterdiepte ter plaatse van de brekingslijn

Referentie: college diktaat F11B Kustwaterbouwkunde bijzondere onderwerpen. (pagina 84)

In het programma wordt deze waterdiepte bepaald bij de aanroep van de procedure: BRDEPTH(L,D,A,H).

In het programma wordt deze procedure aangeroepen als de berekende golfhoogte groter is dan de waterdiepte ter plaatse maal de brekingsindex. In dat geval wordt in de berekening een stap teruggedaan om door middel van een iteratieproces te bepalen waar de golf gebroken is.

Hierbij zijn $D(I)$, $H(I)$, $L(I)$, $N(I)$ en $A(I)$ de respectievelijk door het hoofdprogramma berekende waterdiepte, golfhoogte, golflengte, n-waarde en golfhoek ter plaatse van dieptelijn (I). Deze dieptelijn (I) is de gegenereerde of ingevoerde dieptelijn waar de golf nog net niet breekt. (zie 4.4.3)

Gebruikmakend van de toegelichte procedures WAVELENGTH, NFACTOR, FRICTION en de factoren Ksh en Krf, is het stroomschema van deze

procedure te vinden onder hoofdstuk 4.3.

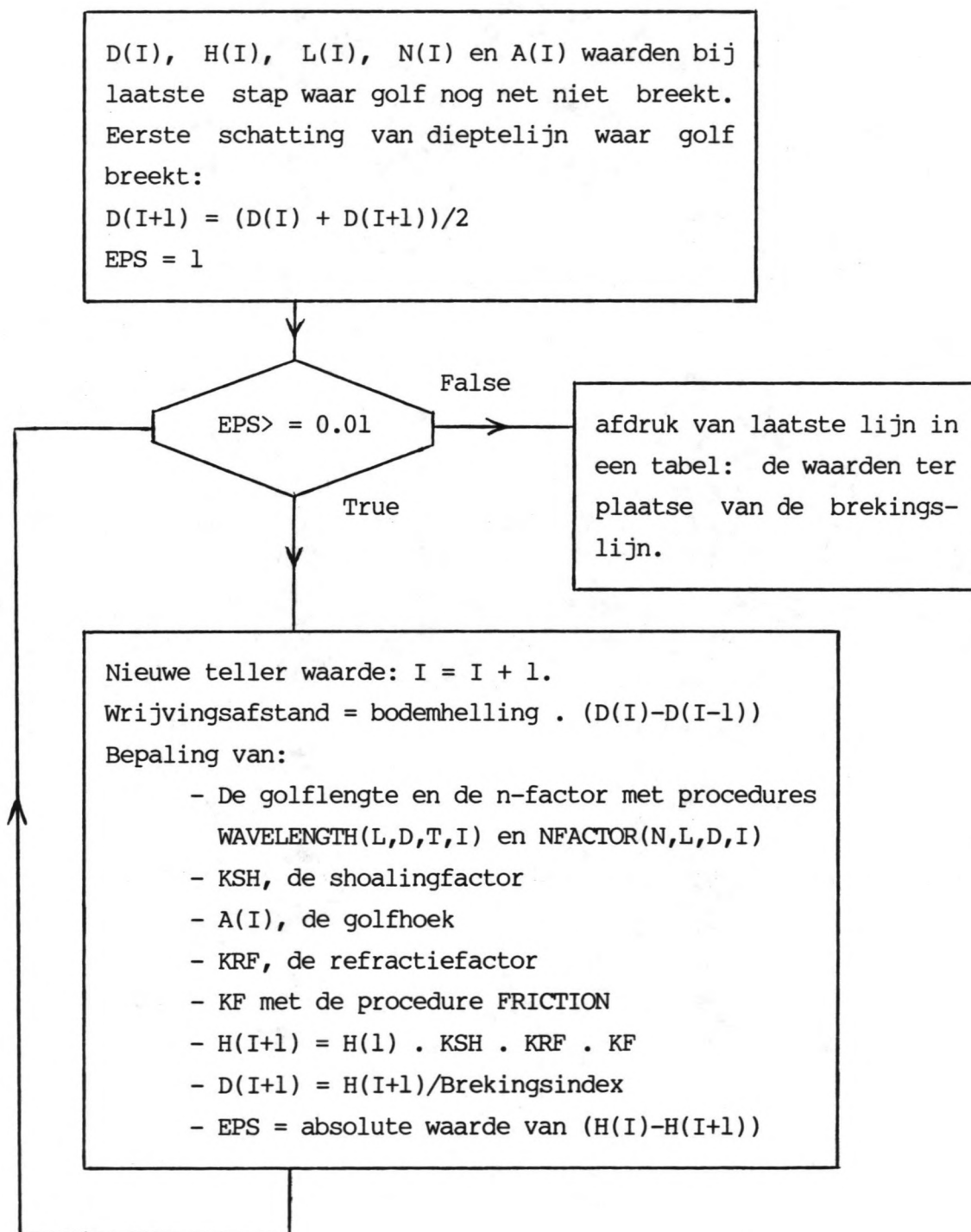
NB: in het programma is $D(I)$ de waterdiepte ter plaatse van de dieptelijn I genoemd.

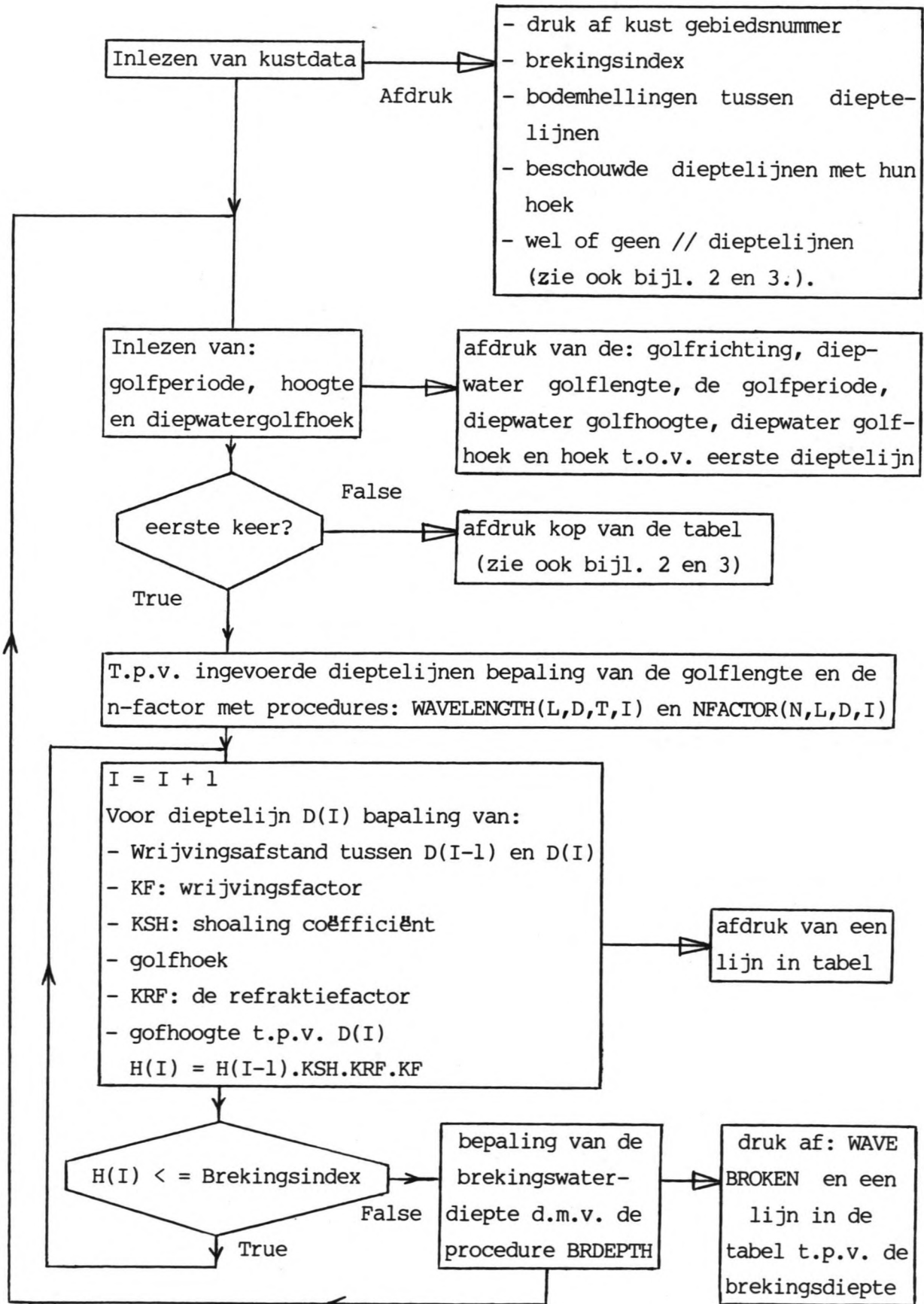
4.4.2.7 Betekenis van het gedeelte onder elke tabel

In het gedeelte onder elke tabel is een fictieve diepwater-golfhoek weergegeven (zie bijl. 2 en 3). Voor een beschouwde richting en golfhoogte, is deze hoek bepaald door terug te rekenen vanaf de plaats waar de golven net niet breken tot aan het diepwater.

Hierbij zijn de dieptelijnen parallel aan de geschematiseerde kustlijn van het beschouwde gebied genomen.

Deze gegevens worden verder niet gebruikt. Gekozen is namelijk voor de bepaling van de golfgedreven stromingen door middel van de golfhoogte- en golfhoek-gegevens ter plaatse van het punt waar de beschouwde golf nog net niet breekt.

4.4.3 Stroomschema van de procedure BRDEPTH(L,D,A,H)

4.4.4 Stroomschema van het hoofdprogramma

4.5 Uitgevoerde controles van het programma

Voor raai 1 (zie fig. 4.1) zijn voor een golfrichting en een diepwatergolfhoogte, stappen met de hand doorgerekend. De gevonden waarden voor de golflengte, de wrijvingsfactor, de shoaling-coëfficiënt, de golfhoek, de refractiefactor en de golfhoogte kwamen goed overeen met de waarden berekend door middel van het numerieke model.

4.6 Beschrijving van het golfveld voor raai 1

Raai 1 ligt in het zuidelijk deel van de beschouwde baai (zie fig. 4.1). In het zuidelijk deel van de baai is de bodem, in vergelijking met de noordelijke gebieden, meer slibachtig. De bodemhellingen zijn ter plaatse van raai 1 ook zeer flauw; in het ondiepere gedeelte boven L.L.W. zijn de bodemhellingen zelfs zo'n 1:800.

Eerst zullen de invoergegevens van raai 1 besproken worden, daarna volgt een bespreking van de uitvoergegevens.

4.6.1 Invoergegevens voor raai 1

Verwezen wordt ook naar het hoofdstuk 4.4.1, "Beschrijving van de invoergegevens".

4.6.1.1 Dieptelijnen

De ingevoerde dieptelijnen voor raai 1 staan op pagina 8 en 9 van bijlage 2. Zoals ook al in hoofdstuk 4.4.1 beschreven is, zijn ter plaatse van de ingevoerde dieptelijnen de waterdiepten ten opzichte van G.Z.N. gegeven en de ingevoerde dieptelijnen ten opzichte van de Noord-Zuidrichting bepaald.

4.6.1.2 Bodemhellingen en brekerindex

Tot de dieptelijnen nummer 6 (zie bijl. 2 pag. 8 en 9) is voor alle richtingen ter plaatse van raai 1 een bodemhelling 1:600 aangehouden. In het ondiepere gedeelte is de bodemhelling 1:800 aangehouden.

Voor dit gebied was geen strandprofiel aanwezig zoals voor de noordelijke gebieden (fig. 3.6). Daarom is een profiel aangenomen, en wel een bodemhelling van 1:30 van de kust tot een bodemligging van 0.50 m. beneden G.Z.N..

Met de gebruikte vergelijking (4.1) voor de brekerindex wordt:

$$\gamma = 0.82.$$

Aangenomen is verder dat alle golven op de bodemhelling 1:30 breken (als van breken sprake is).

4.6.1.3 Golfrichtingen, golfhoogten en perioden

Zie ook hoofdstuk 4.4.1.5.

Deze gegevens zijn ook samengevat in bijlage 2 pagina 8 in de verschillende onder elkaar staande blokken.

4.6.2 Bespreking van de uitvoer voor raai 1

De uitvoer voor de verschillende diepwatergolfrichtingen en golfhoogten is voor raai 1 in bijlage 2, pagina 10 tot 20, geplaatst. Om een wat duidelijker beeld te geven, zijn in deze bijlage alleen refractieberekeningen uitgevoerd voor de diepwater golfhoogten die, per richting in de gekozen golfhoogte-intervallen, gemiddeld meer dan 2 uur per jaar voorkomen. Hierbij is gebruik gemaakt van tabel 3.9 uit het hoofdstuk "Verwerking van de golfgegevens" (3.8.4).

Uit de gegevens in bijlage 2 (pag. 10 tot 20), blijkt dat voor de verschillende beschouwde richtingen en diepwatergolfhoogten steeds bijna alle golfenergie aan wrijving verloren gaat.

De berekende grootste brekende golf treedt op bij een diepwatergolfhoogte van 1.00 m met als golfrichting het Westen (bijl. 2 pag. 18). Deze golf breekt namelijk in 26 cm waterdiepte en heeft dan een hoogte van zo'n 21 cm, maar als nu in tabel 3.9 de tijd van voorkomen van de beschouwde diepwatergolfhoogte voor deze richting wordt afgelezen, in het gekozen golfhoogte interval (0.875 m tot 1.125 m) dan blijkt een golf in dit interval maar gemiddeld 5 uur per jaar voor te komen. Het hierdoor veroorzaakte sedimenttransport is dus wel te verwaarlozen.

Uit de resultaten in bijlage 2 blijkt in raai 1 een groot deel van de golfenergie verloren te gaan aan wrijving. Aanvaardbaar lijkt het, gezien de uitvoer voor raai 1, om aan te nemen dat in het zuidelijk deel van de baai weinig of geen transport van sedimenten zal plaats vinden.

Het gevolg hiervan is dat de studie zich nu verder op het noordelijk deel van de baai zal richten. Voor de raai ten noorden van de rivier de Klong Bang Lamung, raai 4 genoemd, is het golfveld ook beschreven.

4.7 Beschrijving van het golfveld voor raai 4

Raai 4 ligt net ten noorden van de Klong Bang Lamung rivier (zie fig. 4.1). Voor deze raai is in figuur 3.6 een typische doorsnede over het strand gegeven.

Uit deze figuur volgt dat langs de kustlijn de bodemhelling ongeveer 1:10 bedraagt. Als de vergelijking (4.1) voor de brekerindex op deze helling wordt toegepast (zie hoofd. 4.4.1.3) levert dit voor de brekerindex:

$$\gamma = (1/10 \cdot 1/\sqrt{1/25})^{0.17} + 0.08 = 0.97$$

Aangehouden is hierbij $H = 1$ m, hiervoor is de golfperiode 4 s en dus $L = 1.56 \cdot 4^2 = 25$ m.

Deze brekerindex verandert weinig door een andere keuze van de golfhoogte omdat hierbij ook een andere golfperiode en dus golf-

lengte hoort. Gekozen is om voor raai 4, om de brekerindex $\gamma = 0.97$ aan te houden. Aangenomen wordt dus, dat alle golven op de helling 1:10 breken.

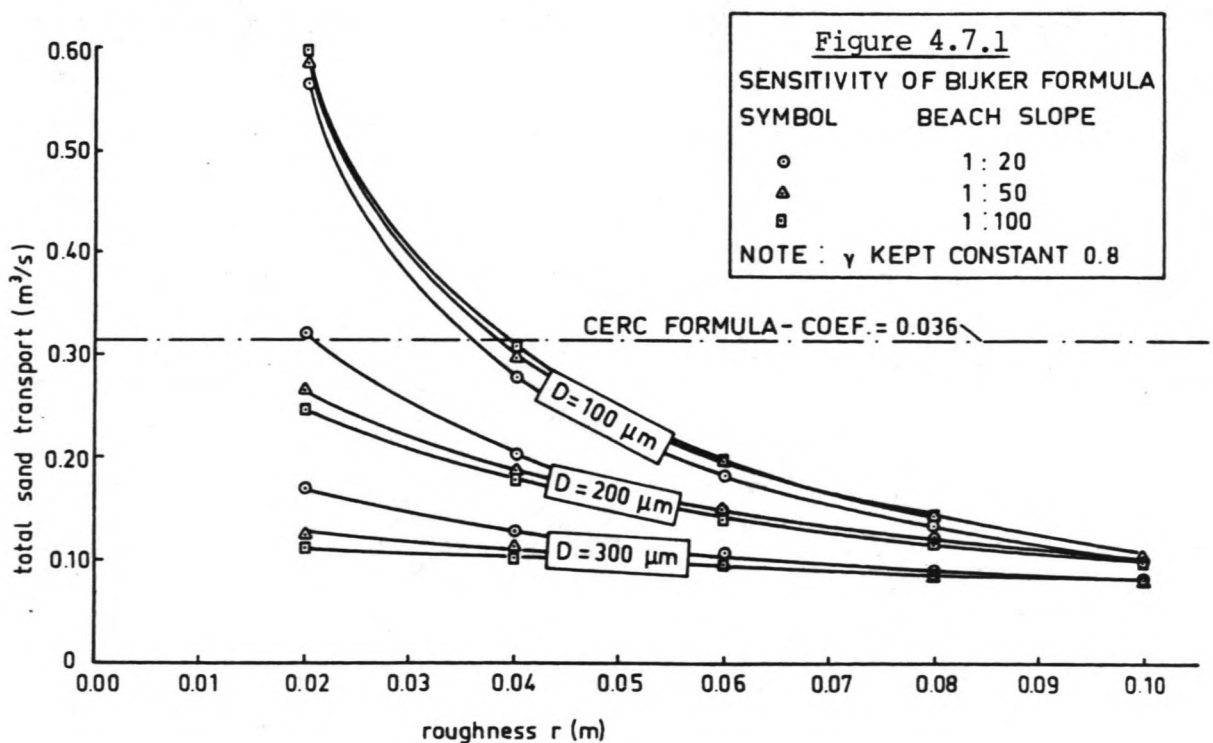
4.7.1 Motivering van de gekozen brekerindex

Uiteindelijk gaat het in deze studie om de ^(er) zandtransporten te berekenen. ^{het is om} Van belang is dus om te bepalen of de keuze van een andere bodemhelling invloed heeft op het totale zandtransport ten gevolge van golfgedreven stromingen. ^{hier is}

Geb~~ruikt~~ is hier een gevoeligheidsanalyse van de Bijker- en CERC-zandtransportformule uit het collegediktaat Fl1B, Coastal Engineering (vol. II). Figuur 4.7.1 geeft de resultaten van deze gevoeligheidsanalyse weer.

In figuur 4.7.1 is weergegeven het totale zandtransport berekend met de Bijker-formule bij een onregelmatig golfveld zonder laterale wrijving, als functie van de bodemruwheid, r , voor verschillende korreldiameters en bodemhellingen.

De CERC formule is geheel onafhankelijk van bovengenoemde parameters. Bij deze analyse zijn de diepwatergolf-kondities constant gehouden.



Uit de verdeling van D langs de kust (fig. 3.5), blijkt dat de gemiddelde korreldiameter voor de beschouwde raai 4 zo'n 0.400 mm bedraagt. De ruwheid r wordt geschat op 0.05 m.

Het vergroten van de bodemhelling leidt tot grotere langs de kust gerichte stromingssnelheden. Deze grotere snelheden hebben een groter sedimenttransport per eenheid van breedte tot gevolg. Maar het vergroten van de bodemhelling geeft een smallere brekerzone, zodat het totale sedimenttransport in een steile maar smalle brekerzone niet veel verschilt van dat in een vlakke, brede brekerzone. Dit is in figuur 4.7.1 in beeld gebracht.

Het is dus voor dit afstudeerproject wel verantwoord om aan te nemen dat alle golven op de helling 1:10 breken. Gekozen is om de bodemhelling van 1:10 door te zetten tot 1.75 m waterdiepte t.o.v. G.Z.N.. Uit de golfgegevens in de tabellen uit bijlage 3 blijken alle beschouwde golven op deze helling 1 op 10 te breken. De ingevoerde bodemhellingen zijn opgemeten uit de dieptelijnenkaart van de "Marine Survey Division" van Thailand. Dit leverde een bodemhelling van 1:800 tot dieptelijnnummer 5 (zie bijl. 3 p. 22 en 23), waarna de bodemhelling 1:200 is aangenomen tot de waterdiepte 1.75 m G.Z.N. en dan een helling van 1:10 tot aan de kustlijn.

4.7.2 Te beschouwen golfrichtingen voor raai 4

Gezien de ligging van raai 4 ten opzichte van het havencomplex (zie fig. 4.1 pag. 27), is het van belang om te weten welke golfrichtingen in de berekeningen nog meegenomen moeten worden. Dit is nodig omdat in het programma de loop van de golfstralen niet met een assenstelsel vast gelegd wordt. Voor de diepwatergolfrichtingen N.W. en W.N.W. is het dus heel wel mogelijk dat de golfstralen van de te volgen diepwatergolfhoogten niet het golfveld in of ten noorden van de brekerzone van raai 4 zullen beïnvloeden. Of dit al dan niet het geval is zal in de volgende paragraaf 4.7.2.1 gecontroleerd worden.

Als een diepwatergolfrichting een verwaarloosbare invloed heeft

op het golfveld in de brekerzone van een beschouwde raai, zal deze richting ook geen bijdrage leveren aan het sedimenttransport; voor deze richting hoeven dus ook geen refractieberekeningen uitgevoerd te worden; dit scheelt weer een hoeveelheid berekeningen.

Een samenvatting van de resultaten voor de diepwatergolfrichtingen N.W. en W.N.W. is in paragraaf 4.7.2.2 te vinden.

4.7.2.1 Controle van de diepwatergolfrichtingen N.W. en W.N.W.

Voor de diepwatergolfrichtingen N.W. en W.N.W. worden golfstralen gevolgd vanuit een punt net ten zuiden van de golfbreker van de haven (zie fig. 4.1 pag. 27) tot dicht aan de kustlijn.

Hierbij worden de dieptelijnen tot rechte parallelle lijnen geschematiseerd.

Aangezien in dezelfde waterdiepte kortere golven minder de bodem voelen dan langere golven zullen langere golven dus ook meer refracteren. Voor beide beschouwde richtingen is het dus voldoende om uit tabel 3.9 (pag. 25) de langere golven te kiezen en deze d.m.v. refractie te volgen.

Voor beide beschouwde richtingssectoren geldt dat alle golven die korter zijn dan de langere golven uit tabel 3.9, minder zullen refracteren en dus zuidelijker aan de kustlijn zullen aankomen.

Beide richtingssectoren zullen achtereenvolgens behandeld worden.

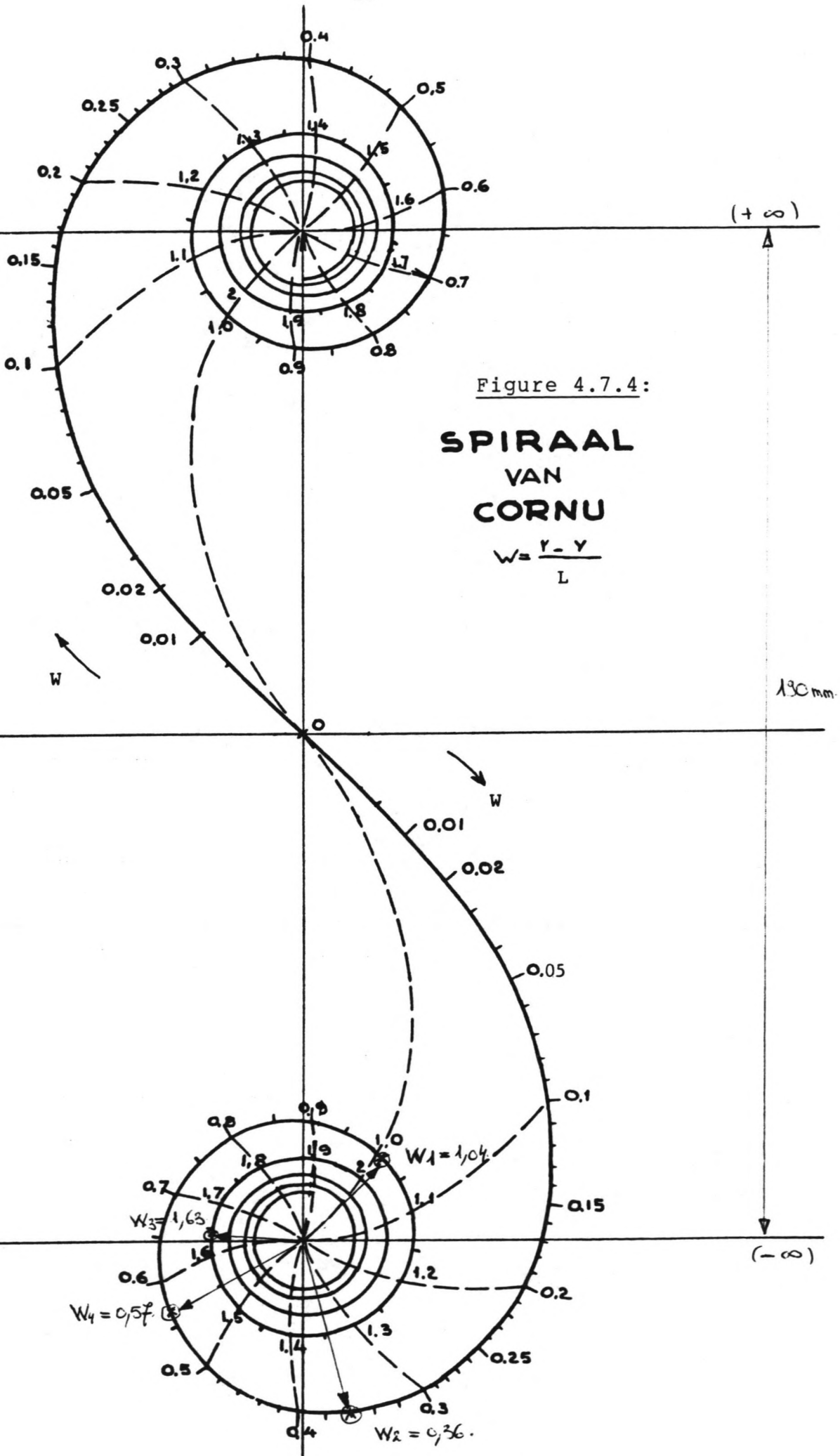
4.7.2.1.1 De diepwatergolfrichting N.W.

Voor de richtingssector N.W. wordt de diepwatergolfhoogte 0.75 m gevolgd (tabel 3.9 pag. 25). Uit tabel 4.1 (pag. 29) is een bijbehorende periode van 3.5 s af te lezen. De diepwatergolf-lengte is dus 19.1 m. Bij benadering ligt de diepwaterrand op een kwart van de diepwatergolf-lengte, ofwel in 4.8 m waterdiepte. Tot 4.8 m waterdiepte kan dus worden aangenomen dat de golfstraal niet refracteert. Voor de diepwatergolfhoogte 0.75 m levert het

*Handig:
sectie NW
hoeveelheid
den NW rekes
ook niet*

*L
→ meegen
14/15
→ verloop*

*Tabel 4.1
(pag. 29)
In tabel 3.9
hand langte
niet voor*



Dit punt is ook aangegeven in de spiraal van Cornu (fig. 4.7.4). De gediffracteerde inkomende golf levert hier een golfhoogte van:

$$H_p = 21/190 \cdot H = 21/190 \cdot 0.75 = 0.08 \text{ m.}$$

Met 190 mm. de afstand van - tot + en 21 mm. de afstand van - tot Wl.

- Voor punt P2:

$$r_2 = (200) + (3000) = 3007 \text{ m. en } y_2 = 3000 \text{ m.}$$

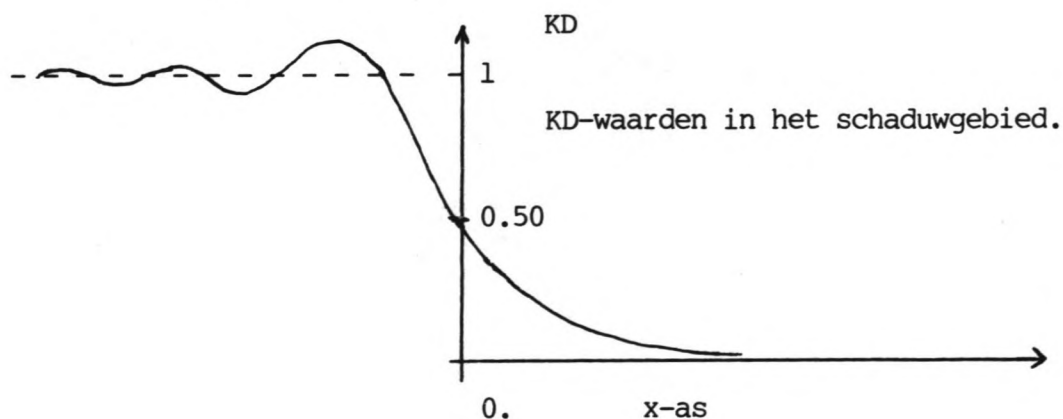
$$W_2 = (r_2 - y_2)/L = 0.36$$

Dit punt is ook aangegeven in de spiraal van Cornu (zie fig. 4.7.4). De beschouwde gediffracteerde inkomende golf levert hier een golfhoogte van:

$$H_p = 32/190 \cdot 0.75 = 0.126 \text{ m.}$$

De gekozen punten P1 en P2 zijn ook in figuur 4.1 geplaatst. Gezien de redelijke afstand, vooral van het punt P2 tot raai 4 en het in figuur 4.7.5 geschetste KD-verloop, lijkt het voor deze richting verantwoord om de diffractie-effecten in raai 4 te verwaarlozen.

Opmerking: de KD-waarde is de golfhoogte door diffractie in een beschouwd punt gedeeld door de ongestoorde beschouwde ~~diep-~~ ~~watergolf.~~ $KD = H(x,y)/H(\text{ongestoord})$.



Figuur 4.10: verloop van de KD-waarde voor gekozen afstand y .

4.7.2.1.2 De diepwatergolfrichting W.N.W.

(2 uur $\frac{1}{2}$ voor
werk wel
meegenomen)

Omdat voor de richtingssector W.N.W. golven in het golfhoogte-interval 0.63 m - 0.88 m gemiddeld maar 1 uur per jaar optreden en omdat dit t.o.v. andere intervallen ~~relatief gezien~~ erg weinig is, is gekozen om de golfstraal van de diepwatergolfhoogte 0.50 m te volgen; uit tabel 4.1 is een bijbehorende periode van 2.8 s af te lezen. De diepwatergolflengte is hier dus 12.2 m. De diepwaterrand wordt ook hier op een kwart van de diepwatergolflengte aangenomen; dit levert een diepwaterrand die ligt op 3 m waterdiepte. Aangenomen wordt dat tot deze diepwaterrand de golfstraal van de diepwatergolfhoogte 0.50 m niet zal refracteren. Voor de richtingssector W.N.W. levert voor de 0.5 m diepwatergolfhoogte het volgen van de golfstraal die de zuidelijke tip van de golfbreker snijdt tot 3 m waterdiepte levert een punt op die al ongeveer 500 m ten zuiden van de brekerzone van raai 4 ligt.

dubbel

Wat is het
onderwerp
van deze
kin?

Om een indruk te krijgen van diffractie-effecten worden wederom ter plaatse van twee punten met diffractie de golfhoogten berekend. Ten opzichte van de golfstraal zijn dit dezelfde punten P1 en P2, maar voor de duidelijkheid zijn deze echter hier P3 en P4 genoemd (zie fig. 4.7.3).

Wat is
dit nu
weer
voor
mogelijk
zijn

Het verhaal verloopt nog steeds geheel analoog als dat voor de richting N.W..

- Voor punt P3

$$r_3 = 1020 \text{ m. en } y_3 = 1000 \text{ m.}$$

$$W_3 = (r_3 - y_3)/L = 20/12.23 = 1.63$$

$$H_p = 17/190 \cdot H = 17/190 \cdot 0.50 = 0.045 \text{ m.} = 5 \text{ cm.}$$

- Voor punt P4

$$r_4 = 3007 \text{ m. en } y_4 = 3000 \text{ m.}$$

$$W_4 = (r_4 - y_4)/L = 0.57$$

$$H_p = 28/190 \cdot 0.50 = 0.07 \text{ m.} = 7 \text{ cm.}$$

Koude
P3, P4?

De punten P3 en P4 zijn in figuur 4.1 geplaatst (pag. 27).

Voor de maatgevende diepwatergolf $H = 0.50 \text{ m.}$ blijken, voor de hier beschouwde richting W.N.W., de diffractie-effecten al zeer

gering dicht langs de schaduwlijn. Gezien verder het geschetste verloop van de KD-waarde voor gekozen afstand y , is het ook voor deze richting verantwoord om de diffractie effecten voor raai 4 te verwaarlozen.

4.7.2.2 Resultaten voor de richtingen N.W. en W.N.W

Gezien hoofdstuk 4.7.2.1 kan gekonkludeerd worden dat golven vanuit de richtingen N.W. en W.N.W. door refractie niet zullen uitkomen ter plaatse van of ten noorden van de brekerzone van raai nummer 4. De diffractie-effecten van golven voor deze twee richtingen op het golfveld in de brekerzone van raai 4 of ten noorden van raai 4 zullen verder verwaarloosd worden.

Bij de berekeningen van het golfveld voor raai 4 worden dus alleen de volgende diepwatervolfrichtingen meegenomen:

Z.Z.W., Z.W., W.Z.W. en W.

Deze aangehouden richtingen zijn te vinden in bijlage 3 pagina 22 in de onder elkaar geplaatste blokken invoergegevens.

4.7.3 Bespreking van de uitvoergegevens voor raai 4

De beschrijving van het golfveld voor de gekozen golfrichtingen en diepwatergolfhoogten, is weergegeven in de tabellen in bijlage 3 pagina 24 en volgende.

Zoals uit de beschrijving van het golfveld voor raai 1 blijkt, zal in het zuidelijk deel van de baai geen of weinig sedimenttransport plaats vinden. De studie zal zich dus verder richten op het gebied ten noorden van de rivier.

Voor de verschillende beschouwde richtingen en diepwatergolfhoogten, zijn voor raai 4 in bijlage 3 de nodige gegevens op de rand van de brekerzone weergegeven.

Het deel golfveldbeschrijving kan nu afgesloten worden. In het volgende deel zullen de hierboven genoemde gegevens, geldend voor de rand van de brekerzone, weer de invoergegevens zijn van het volgende numerieke model voor de beschrijving van de stromingen en transporten.

5. Stromingen en sedimenttransporten

5.1 inleiding

De brandingstroomsnelheid is van belang bij de berekening van de zandtransporten door middel van de moderne zandtransportformules. Allereerst zal dan ook de berekening van de brandingstroomsnelheid behandeld worden. Daarna zullen in deel 2 van het afstudeerverslag, de zandtransportberekeningen door middel van de CERC- en de Bijker-formule behandeld worden (hoofd. 5.3).

Na een toelichting van verschillende variabelen uit de verschillende formules, volgt een beschrijving van het numerieke model voor de berekening van de snelheden en transporten in brekerzone voor de beschouwde raai nummer 4. Als laatste volgt in hoofdstuk 5.5, de bespreking van de uitvoergegevens van het numerieke model voor raai 4 (zie fig. 4.1).

5.2 Brandingstroom

5.2.1 Inleiding

De door de golven opgewekte langs de kust gerichte brandingstroom, wordt vaak berekend uit een evenwichtsbeschouwing waarbij slechts twee krachten worden betrokken die bijna altijd aanwezig zijn in de brekerzone. Dit zijn de bodemwrijving en de golfspanningsgradiënt.

Verwaarloosd zijn de turbulente krachten en de krachten ten gevolge van een waterspiegelverhang langs de kustlijn.

Na een uiteenzetting van de hier toegepaste aannames en schematisaties in paragraaf 5.2.2, volgt in paragraaf 5.2.3 een uitwerking van bodemwrijving en golfspanningsgradiënt en van het evenwicht daartussen.

5.2.2 Aannames en schematisaties

Bij de stromingsberekeningen in de brandingzone worden de volgende vereenvoudigingen en aannamen gedaan:

- De lineaire theorie wordt toegepast.
- Vanaf de brekerlijn tot aan de kust worden de dieptelijnen parallel aangenomen aan de geschematiseerde rechte kustlijn van het beschouwde gebied.
- Ondiepwater vereenvoudigingen worden toegepast.
- De turbulente krachten worden verwaarloosd.
- Verwaarloosd worden de krachten ten gevolge van een eventueel waterspiegelverhang langs de kustlijn.
- Bij de brekerlijn zijn de hoeken van de golfval klein aangenomen ($\phi < 20^\circ$).
- Voor de golfhoogte in de brekerzone wordt aangenomen dat deze afneemt in rechte evenredigheid met de gemiddelde waterdiepte:

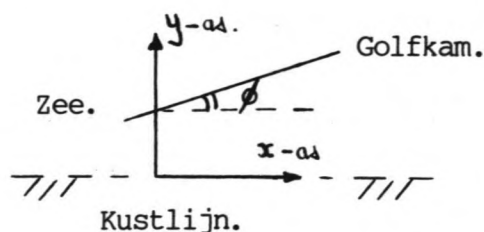
$$H = h \cdot \gamma \quad (5.1)$$

met: γ de brekerindex.

h de waterdiepte

5.2.3 Brandingstroomberekening

De brandingstroom volgt uit de beschouwing van het evenwicht tussen de golfspanningsgradiënt en de bodemwrijving evenwijdig aan de kust. In hoofdstukken 5.3.3.1 en 5.3.3.2 worden de twee hierboven genoemde spanningen behandeld en in 5.3.3.3 de brandingstroom. Voor de orientatie van het assenstelsel en de golfhoek in de brekerzone is het volgende aangehouden:



5.2.3.1 De golfspanningsgradiënt

De gemiddelde kracht, per eenheid van lengte, in de richting evenwijdig aan de kust, in een vlak vertikaal en evenwijdig aan de kust is:

$$S_{YX} = E n \sin(\phi) \cos(\phi) = 1/2 E n \sin(2 \phi) \quad (5.2)$$

$$\text{met: } E = 1/8 \rho g H^2 = 1/8 \rho g \gamma^2 h^2$$

De afgeleide van S_{YX} naar y , levert de golfspanningsgradiënt in de y -richting:

$$\frac{\partial S_{YX}}{\partial y} = 1/2 \frac{\partial E}{\partial y} n \sin(2 \phi) + E n \cos(2 \phi) \frac{\partial \phi}{\partial y} + 1/2 E \frac{\partial n}{\partial y} \sin(2 \phi) \quad (5.3)$$

$$\text{Aangenomen wordt } n = 1 \implies \frac{dn}{dy} = 0$$

Vergelijking (5.3) levert met deze aanname:

$$\frac{\partial S_{YX}}{\partial y} = 1/2 \frac{\partial E}{\partial y} \sin(2 \phi) + E \cos(2 \phi)$$

$$\text{waarin: } \frac{\partial E}{\partial y} = (1/8 \rho g \gamma^2) (2 h \frac{\partial h}{\partial y})$$

$\partial h / \partial y$ is de bodemhelling m .

Vergelijking (5.3) levert uiteindelijk:

$$\frac{\partial S_{YX}}{\partial y} = (1/8 \rho g \gamma^2) (h m \sin(2 \phi) + h^2 \cos(2 \phi) \frac{\partial \phi}{\partial y})$$

(5.4)

5.2.3.2 De bodemschuifspanning

Voor een uitvoerige behandeling van de bodemschuifspanning wordt verwezen naar het college diktaat F11B. Hier worden alleen de essentie en de gebruikte formules weergegeven.

De bodemschuifspanning is afhankelijk van de stroomsnelheid van het water. Voor de orbitale snelheidscomponenten is aangenomen dat deze beschreven kunnen worden met eenvoudige sinusfuncties. Maar zelfs met deze aanname blijkt het nog steeds niet eenvoudig om de bodemwrijving accuraat te beschrijven.

Voor de gemiddelde bodemschuifspanning is de volgende relatie gebruikt :

$$\bar{\tau}_{\text{CWx}} = \frac{\rho g \gamma \sqrt{h} \sqrt{f_w} U}{\sqrt{2} \pi C} \quad (5.5)$$

waarin: $\bar{\tau}_{\text{CWx}}$ is de gemiddelde langs de kust gerichte bodemschuifspanning is, ten gevolge van stroming en golven.

C is de Chezy wrijvingsfactor.

$$f_w = \exp(-5.977 + 5.213 (\hat{a}_b/r)^{-0.194}) \quad (5.6)$$

Vergelijking (5.6) is de empirische relatie tussen f_w , de bodemruwheid, r , en de amplitude van de verplaatsing bij de bodem, \hat{a}_b . In het college diktaat F11B is vergelijking (5.6) verkregen door middel van de volgende aannames:

$$\sin \varnothing = 0 \quad \text{en} \quad \xi \hat{u}_b \gg U$$

hierin is: \varnothing de golfhoek in de brekerzone.

is een combinatie van parameters:

$$\xi = \frac{C \sqrt{f_w}}{2g} \quad (5.7)$$

\hat{u}_b de snelheidscomponent bij de bodem.

U de stroomsnelheid.

5.2.3.3 Het krachtenevenwicht

Het krachtenevenwicht van de golfspanningsgradiënt volgens de vergelijking (5.4) met de bodemschuifspanning volgens (5.6), levert voor de brandingstroomsnelheid, U:

$$(1/8 \rho g \gamma^2 h) (m \sin(2 \phi) + h \cos(2 \phi) \frac{\partial \phi}{\partial y}) = \frac{\rho g \gamma \sqrt{h} \sqrt{f_w} U}{\sqrt{2} \pi C}$$

$$\Rightarrow U = \frac{\sqrt{2} h \pi C \gamma}{8 \sqrt{f_w}} (m \sin(2 \phi) + h \cos(2 \phi) \frac{\partial \phi}{\partial y}) \quad (5.8)$$

Deze uitdrukking voor de brandingstroomsnelheid is gebruikt in het ontwikkelde numerieke.

De brandingstroomsnelheid is nodig bij de bepaling van de zandtransporten met de Bijker-formule, die in deel 2 van het afstudeerverslag worden behandeld. Daarbij komen tevens de berekeningen aan de orde de kustlijnveranderingen van het kustdeel ten noorden van de Khlong Bang Lamung rivier tot aan de haven.

Als afsluiting van deel 1 zullen de variabelen uit de brandingsstroomvergelijking toegelicht worden.

5.2.3.4 Toelichting van de variabelen

In deze paragraaf zullen de verschillende variabelen uit de brandingsstroomvergelijking behandeld worden.

Gezien de in het algemeen geringe waterdiepte waarin de gevolgde diepwatergolfhoogten breken (zie b.v. bijl. 3 pag. 25), zijn in het tweede programma vanuit de kust tot en met de brekerlijn steeds in waterdiepten oplopend met 0.15 m de stroming en de transporten berekend. Dit tweede programma voor de berekening van de zandtransporten in de brekerzone zal in deel 2 van het afstudeerverslag behandeld worden.

?
Een
golfruimte
brekelt
met

- De variabele fw.

De term fw is bepaald met vergelijking (5.6). De bodemruwheid r is hierbij op 0.05 m geschat. Voor de orbitaalbeweging bij de bodem is berekend met:

$$\hat{a}_b = H/(2 \sinh(k.h))$$

met: $k = 2\pi/L$ het golfgetal.

h de waterdiepte in de brekerzone bepaald met vergelijking (5.1).

Zin
??

- De brekerindex.

Voor raai 4 is een brekerindex van $\gamma = 0.97$ aangehouden (zie hoofdstuk 4.7 pag. 45).

- De Chézy-coëfficiënt, C, wordt berekend met:

$$C = 18 \log(12.h/r)$$

- Voor gebieden ten noorden van de rivier is in de brekerzone een bodemhelling van $m = 1/10$ aangehouden (zie hoofdstuk 4.7).

- De golfhoek ϕ .

In de brekerzone zijn de dieptelijnen parallel geschematiseerd. Ter plaatse van een beschouwde doorsnede in de brekerzone is de golfhoek als volgt bepaald:

$$\phi = \arcsin(L/L_{br} \cdot \sin(\phi_{br}))$$

met: L_{br} de golflengte t.p.v. de brekerlijn.

L de golflengte t.p.v. de beschouwde waterdiepte in de brekerzone.

ϕ_{br} de golfhoek t.p.v. de brekerlijn.

ϕ de golfhoek t.p.v. de beschouwde waterdiepte in de brekerzone.

Hierbij is door de toegepaste ondiepwater benaderingen L benaderd door $\sqrt{g.h}$. De waarden van L_{br} en ϕ_{br} zijn per richting en diepwatergolfhoogte uitvoergegevens van het eerste programma

X

en als data in het tweede programma ingevoerd.

- De term $\partial\phi/\partial y$.

Ter plaatse van een beschouwde doorsnede in de brekerzone is $\partial\phi/\partial y$ benaderd worden door:

$$\frac{\phi_1 - \phi_2}{Y_1 - Y_2}$$

met: ϕ_1 de golfhoek t.p.v. de beschouwde waterdiepte.

Y_1 de afstand uit de kust t.p.v. de beschouwde waterdiepte.

ϕ_2 de golfhoek t.p.v. de vorige beschouwde waterdiepte.

Y_2 de afstand uit de kust t.p.v. de vorige beschouwde waterdiepte.

- Voor de zwaartekrachtsversnelling is aangehouden:

$$g = 9.81 \text{ m/s}^2.$$

- De dichtheid van het zeewater is aangenomen op:

$$\rho_w = 1025 \text{ kg/m}^3 \text{ (zie paragraaf 3.7).}$$

REFERENTIES

- Netherlands engineering consultants (NEDECO), Deep-Seaport of Laem Chabang, Survey and Design (the Hague 1972)

- College diktaat F11B, Coastal engineering volume II, Harbor and Beach Problems (Delft 1978),
prof. dr. ir. E. W. Bijker.

- College diktaat B76, Korte Golven (januari 1983),
prof. dr. ir. J. A. Battjes.

- Coastal Engineering II
Elsevier, Amsterdam 1974
Silvester, R.

B I J L A G E 1

INHOUD:

Computer programma voor de beschrijving
van het golfveld van diepwater tot dicht
aan de kust.

pagina:

1 - 6

```

PILER VERSION :BATCH
IONS IN EFFECT:SIZE(KBYTES)= 898,IDL= 6,SEG=SEGM,
                EBCDIC(EB),NOIDLST,LOAD(L),LONG(LP),OPT0,NOPAG,
                SE,SOURCE(S),NST,SWAP0,TEST(T),W,NODUMP

0
0  *BEGIN*
1  *INTEGER*I,J,TELLER;
2  *REAL*T,E,G,KSH,KRF,EPS,PARALLEL,X,M,SI,CO,S,BRINDEX,
3      NR,Z,V,W,KF,CF,Y,DS,DSO,ND,DSN,DSNN,DKN;
3  *REAL*'ARRAY'L(/0:20/),N(/0:20/),C(/0:20/),A(/0:20/),Q(/-1:12/)
4  ,D(/-1:20/),O(/-1:20/),H(/0:20/),F(/0:20/),R(/0:20/);
4
4  *PROCEDURE*WAVELENGTH(L,D,T,I);
5  *REAL*'ARRAY'L,D;
6  *REAL*T;
7  *INTEGER*I;
8  *BEGIN*
9      *INTEGER*J;
10     *REAL*E,EPS;
11     *REAL*'ARRAY'F(/0:20/);
12     EPS:=1;
13     *FOR*J:=0,J+1*WHILE*EPS>0.01*DO*
14     *BEGIN*
15         *COMMENT*BEPALING GOLFLENGTE;
15         F(/0/):=L(/0/);
16         E:=2*J;
17         F(/E+1/):=L(/0/)*(EXP(2*PI/F(/E/)*D(/I/))-EXP(-2*PI/F(/E/)*
18             *D(/I/)))/(EXP(2*PI/F(/E/)*D(/I/))+EXP(-2*PI/F(/E/)*D(/I/)));
18         F(/E+2/):=(2*(F(/E+1/))+F(/E/))/3;
19         EPS:=ABS(F(/E+2/)-F(/E+1/));
20     *END*;
21     L(/I+1/):=F(/E+2/);
22     C(/I+1/):=F(/E+2/)/T;
23 *END*;
24
24 *PROCEDURE*NFACTOR(N,L,D,I);
25 *REAL*'ARRAY'N,D,L;
26 *INTEGER*I;
27 *BEGIN*
28     N(/I+1/):=0.5+2*(2*PI/L(/I+1/)*D(/I/))/
29         (EXP(4*PI/L(/I+1/)*D(/I/))-EXP(-4*PI/L(/I+1/)*D(/I/)));
29 *END*;
30
30 *PROCEDURE*BRDEPTH(L,D,A,H);
31 *REAL*'ARRAY'L,D,A,H;
32 *BEGIN*
33     *REAL*HO,DO,AO,LO,NO;
34     DO:=D(/I-1/);
35     D(/I+1/):=(D(/I-1/)+D(/I/))/2;
36     LO:=L(/I/);NO:=N(/I/);
38     HO:=H(/I/);AO:=A(/I/);
40     EPS:=1;
41     *FOR*I:=I+1*WHILE*EPS>0.01*DO*

```

```

42     'BEGIN'
43     D(/I-1/):=D0;
44     DS:=(D(/I-1/)-D(/I/))*DSN;
45     WAVELENGTH(L,D,T,I);
46     NFACTOR(N,L,D,I);
47     KSH:=SQRT((NO*L0)/(N(/I+1/)*L(/I+1/)));
48     SI:=L(/I+1/)/L0*SIN(A0);
49     CO:=SQRT(1-SI**2);
50     A(/I+1/):=ARCTAN(SI/CO);
51     KRF:=SQRT(COS(A0)/COS(A(/I+1/)));
52     'COMMENT' BEPALING WRIJVINGS-FACTOR D.M.V. PROCEDURE;;
52     FRICTION;
53     H(/I+1/):=H0*KSH*KRF*KF;
54     D(/I+1/):=H(/I+1/)/BRINDEX;
55     EPS:=ABS(H(/I/)-H(/I+1/));
56     'END';
57     M:=A(/I/)*180/PI;
58     OUTSTRING(1, '(' ;));FIX(1,2,2,D(/I/));
60     OUTSTRING(1, '(' ;));FIX(1,3,2,L(/I/));OUTSTRING(1, '(' ;));
63     FIX(1,2,3,KF);OUTSTRING(1, '(' ;));FIX(1,2,3,KSH);
66     OUTSTRING(1, '(' ;));FIX(1,3,2,M);OUTSTRING(1, '(' ;));
69     FIX(1,2,3,KRF);OUTSTRING(1, '(' ;));FIX(1,2,3,H(/I/));
72     OUTSTRING(1, '(' ;));LINE(1,1);
74     S:=1;
75     'END';
76     'PROCEDURE' WAVEANGLE;
77     'BEGIN'
78     OUTSTRING(1, '(' ;));
79     OUTSTRING(1, '(' ;));LINE(1,1);
81     'COMMENT' BACKWARDS CALC. DEEPWATER WAVE ANGLE WITH // DEPTHLINES TO
81     THE NEAR SHORE DEPTHLINE;
81     SI:=L(/0/)/L(/I-1/)*SIN(A(/I-1/));
82     CO:=SQRT(1-SI**2);
83     M:=ARCTAN(SI/CO);
84     M:=180*M/PI;
85     OUTSTRING(1, '(' ;));
86     OUTSTRING(1, '(' ;));LINE(1,1);
88     OUTSTRING(1, '(' ;));
89     OUTSTRING(1, '(' ;));
90     FIX(1,3,2,M);LINE(1,1);
92     OUTSTRING(1, '(' ;));
93     OUTSTRING(1, '(' ;));
94     'END';
95
96     'PROCEDURE' FRICTION;
97     'BEGIN'
98     'REAL' D0;
98     G:=9.81;W:=2*PI/T;
100     'IF' CF=0 'THEN' KF:=1 'ELSE'
103     'BEGIN'
104     'IF' I>=1 'THEN' D0:=(D(/I-1/)+D(/I/))/2 'ELSE' D0:=D(/I/);
108     Y:=(16*CF*W**3)/(3*PI*G*N(/I+1/)*C(/I+1/)*(EXP(2*PI/L(/I+1/)*
109     D0)-EXP(-2*PI/L(/I+1/)*D0))**3);
109     Y:=1/H(/I/)+Y*DS;

```

```

110      'COMMENT'1/Y IS DE NIEUWE GOLFHOOGTE H(/I+1/) T.G.V. DE WRIJVING
110      KF:=1/(Y*H(/I/));
111      'IF'KF>1'THEN'KF:=1;
112      'END';
113      'END';
114      'END';
115
115      READ(0,NR,X,PARALLEL,BRINDEX,DSO,ND,DSN,DSNN,DKN,CF);
116      'FOR'I:=-1'STEP'1'UNTIL'X'DO'
117          'BEGIN'
118              READ(0,0(/I/));D(/I/):=0(/I/);
119          'END';
120
121      'FOR'I:=-1'STEP'1'UNTIL'X'DO'
122          'BEGIN'
123              READ(0,Q(/I/));Q(/I/):=Q(/I/)*PI/180;
124          'END';
125
126      READ(0,T,H(/O/),A(/O/));LINE(1,5);
127      OUTSTRING(1,'('====='))';
128      OUTSTRING(1,'('====='))';
129      LINE(1,2);
130      OUTSTRING(1,'('====='))';
131      OUTSTRING(1,'('====='))';
132      FIX(1,2,0,NR);LINE(1,2);
133      OUTSTRING(1,'('====='))';
134      OUTSTRING(1,'('====='))';
135      LINE(1,4);
136      OUTSTRING(1,'('====='))';
137      OUTSTRING(1,'('====='))';
138      FIX(1,1,2,BRINDEX);LINE(1,2);
139      OUTSTRING(1,'('====='))';
140      OUTSTRING(1,'('====='))';
141      FIX(1,3,0,DSO);LINE(1,2);
142      OUTSTRING(1,'('====='))';
143      OUTSTRING(1,'('====='))';
144      FIX(1,3,0,DSN);LINE(1,2);
145      OUTSTRING(1,'('====='))';
146      OUTSTRING(1,'('====='))';
147      FIX(1,3,0,DSNN);
148      OUTSTRING(1,'('====='))';
149      OUTSTRING(1,'('====='))';
150      LINE(1,3);
151      'FOR'I:=-1'STEP'1'UNTIL'X'DO'
152          'BEGIN'
153              OUTSTRING(1,'('====='))';FIX(1,2,0,I);
154              OUTSTRING(1,'('====='))';FIX(1,2,2,D(/I/));
155              OUTSTRING(1,'('====='))';M:=Q(/I/)*180/PI;
156              OUTSTRING(1,'('====='))';FIX(1,2,0,M);
157              OUTSTRING(1,'('====='))';
158              LINE(1,2);
159          'END';
160      LINE(1,2);BLANK(1,5);
161      'COMMENT'ALS PARALLEL=1 DAN ZIJN DE DIEPTELIJNEN //;
162      'IF'PARALLEL=1'THEN'
163          'BEGIN'
164              OUTSTRING(1,'('====='))';
165          'END'
166      'ELSE'
167          'BEGIN'
168              OUTSTRING(1,'('====='))';
169          'END';
170      LINE(1,4);
171      OUTSTRING(1,'('====='))';

```



```

176  OUTSTRING(1,('====='));
177  PAGE(1);
178
178  TELLER:=0;
179
179  'FOR'I:=I'WHILE'H(/0/)>0'DO''BEGIN'
181
181  TELLER:=TELLER+1;
182  'IF'TELLER>1'THEN'
183  'BEGIN'
184  'IF'TELLER=ENTIER(TELLER/2)*2'THEN'LINE(1,3)'ELSE'
187  'BEGIN'
188  PAGE(1);LINE(1,0);
190  'END';
191  'END';
192
192  N(/0/):=0.5;
193  L(/0/):=1.56*T**2;C(/0/):=1.56*T;
195
195  OUTSTRING(1,('      WAVE DIRECTION '));
196  'IF'A(/0/)=22.5'THEN'OUTSTRING(1,(': S.S.W. '))'ELSE'
199  'IF'A(/0/)=45'THEN'OUTSTRING(1,(': S.W. '))'ELSE'
202  'IF'A(/0/)=67.5'THEN'OUTSTRING(1,(': W.S.W. '))'ELSE'
205  'IF'A(/0/)=90'THEN'OUTSTRING(1,(': W. '))'ELSE'
208  'IF'A(/0/)=112.5'THEN'OUTSTRING(1,(': W.N.W. '))'ELSE'
211  'IF'A(/0/)=135'THEN'OUTSTRING(1,(': N.W. '));
213  LINE(1,1);
214  OUTSTRING(1,('      WAVE LENGTH LO ='));
215  FIX(1,3,2,L(/0/));OUTSTRING(1,('[M.]'));
217  A(/0/):=90-A(/0/);LINE(1,1);
219  OUTSTRING(1,('      WAVE PERIOD T='));FIX(1,2,2,T);
221  OUTSTRING(1,('[SEC.] '));
222  OUTSTRING(1,('      WAVEHEIGHT HO='));FIX(1,2,2,H(/0/));
224  OUTSTRING(1,('[M.]'));LINE(1,1);
226  'COMMENT'A0 WAVE ANGLE IN DIEPWATER;
226  OUTSTRING(1,('      WAVE ANGLE AO='));FIX(1,3,2,A(/0/));
228  OUTSTRING(1,('[DEGREE. '));
229  'COMMENT'G NEW INCOMING WAVE ANGLE AT D0;
229  A(/0/):=A(/0/)*PI/180;
230  V:=Q(/0/);
231  V:=V+A(/0/);
232  M:=V*180/PI;
233  OUTSTRING(1,('      WAVE ANGLE AT D(0)'));FIX(1,3,2,M);
235  OUTSTRING(1,('[DEGREE]'));LINE(1,2);
237  A(/0/):=V;
238  BLANK(1,5);
239  OUTSTRING(1,('====='));
240  OUTSTRING(1,('====='));
241  LINE(1,1);BLANK(1,5);
243  OUTSTRING(1,('; WATER ; WAVE ; FRICTION: SHOALING: WAVE '));
244  OUTSTRING(1,('; REFRACTION: WAVE '));
245  LINE(1,1);BLANK(1,5);
247  OUTSTRING(1,('; DEPTH ; LENGTH ; FACTOR ; COEFF. ; ANGLE '));
248  OUTSTRING(1,('; COEFF. ; HEIGHT '));
249  LINE(1,1);BLANK(1,5);

```

```

251 OUTSTRING(1, '('; [M] ; [M] ; ; ; [DEGREE]')');
252 OUTSTRING(1, '('; ; [M] ;')');
253 LINE(1,1);BLANK(1,5);
255 OUTSTRING(1, '('=====')');
256 OUTSTRING(1, '('=====')');
257 LINE(1,1);
258 S:=0;
259 'FOR'I:=0'STEP'1'UNTIL'X'DO'
260 'BEGIN'
261 'IF'S=0'THEN'
262 'BEGIN'
263 'COMMENT'BEPALING GOLFLENGTE EN N-FACTOR;
263 WAVELENGTH(L,D,T,I);
264 NFACTOR(N,L,D,I);
265 OUTSTRING(1, '(' ;')');FIX(1,2,2,D(/I/));
266 'COMMENT'AFDRUK GOLFLENGTE;
267 OUTSTRING(1, '(';')');FIX(1,3,2,L(/I+1/));OUTSTRING(1, '(';')');
270 'IF'I<=ND'THEN'DS:=DSO*(D(/I-1/)-D(/I/))
272 'ELSE' 'IF'D(/I-1/)<=DKN'THEN'DS:=DSNN*(D(/I-1/)-D(/I/))
275 'ELSE'DS:=DSN*(D(/I-1/)-D(/I/));
277 'COMMENT'DS=WRIJVINGS AFSTAND, KF=WRIJVINGS COEFFICIENT BEPAALD
277 D.M.V. DE PROCEDURE::FRICTION;
278 FIX(1,2,3,KF);OUTSTRING(1, '(';')');
280
280 'IF'PARALLEL=1'THEN'
281
281 'BEGIN'
282 'COMMENT'BEPALING KSHOALING, A0, KRF EN HI+1 MET // DIEPTELIJNEN;
282
282 KSH:=SQRT((N(/0/)*C(/0/))/(N(/I+1/)*C(/I+1/)));
283 FIX(1,2,3,KSH);OUTSTRING(1, '(';')');
285 'COMMENT'BEPALING "A0" MET SNELLIUS;
285 A(/0/)=V;
286 SI:=C(/I+1/)*SIN(A(/0/))/C(/0/);
287 CO:=SQRT(1-SI**2);
288 A(/I+1/)=ARCTAN(SI/CO);
289 'COMMENT'M IS THE WAVE ANGLE IN DEGREES;
289 M:=180*A(/I+1/)/PI;
290 FIX(1,3,2,M);OUTSTRING(1, '(';')');
292 KRF:=SQRT(COS(A(/0/))/COS(A(/I+1/)));
293 FIX(1,2,3,KRF);OUTSTRING(1, '(' ;')');
295 'COMMENT'GOLFHOOGTE OP DIEPTE DI;
295 H(/I+1/)=H(/0/)*KSH*KRF*KF;
296 FIX(1,2,3,H(/I+1/));OUTSTRING(1, '(';')');
298 LINE(1,1);
299 'IF'H(/I+1/)>=(D(/I/)*BRINDEX)'THEN'
300 'BEGIN'
301 OUTSTRING(1, '(' ;')');
302 BLANK(1,58);OUTSTRING(1, '('WAVE BROKEN')');
304 OUTSTRING(1, '(';')');LINE(1,1);
306 'COMMENT'BEPALING BRDEPTH, A(BR), H(BR)...D.M.V. PROCEDURE::
306 BRDEPTH(L,D,A,H);
307 'END';
308 'END'
309

```

```

309  'ELSE'
310  'BEGIN'
311  'COMMENT' BEPALING KSH, A0, KRF EN HI MET NIET // DIEPTELIJNEN;
311
311    KSH:=SQRT((N(/I/))*C(/I/))/(N(/I+1/))*C(/I+1/));
312    FIX(1,2,3,KSH);OUTSTRING(1,('( : )'));
314    'COMMENT' SNELLIUSACHTIGE METHODE VOOR BEPALING "A0";
314    'IF' I=0 'THEN'
315    SI:=C(/I+1/)/C(/I/)*SIN(A(/I/))
316    'ELSE'
317    SI:=C(/I+1/)/C(/I/)*SIN(A(/I/)+Q(/I/)-Q(/I-1/));
318    CO:=SQRT(1-SI**2);
319    A(/I+1/):=ARCTAN(SI/CO);
320    'COMMENT' M IS THE WAVE ANGLE IN DEGREES;
320    M:=180*A(/I+1/)/PI;
321    FIX(1,3,2,M);OUTSTRING(1,('( : )'));
323    'COMMENT' BEPALING KRF;
323    'IF' I=0 'THEN'
324    KRF:=SQRT(COS(A(/I/))/COS(A(/I+1/)))
325    'ELSE'
326    KRF:=SQRT(ABS(COS(A(/I/)+Q(/I/)-Q(/I-1/))/COS(A(/I+1/))));
327    FIX(1,2,3,KRF);OUTSTRING(1,('( : )'));
329    'COMMENT' NIEUWE GOLFHOOGTE HI+1=HI*KHSI+1*KRFI+1;
329    H(/I+1/):=H(/I/)*KSH*KRF*KF;
330    FIX(1,2,3,H(/I+1/));OUTSTRING(1,('( : )'));
332    LINE(1,1);
333    'IF' H(/I+1/)>(D(/I/)*BRINDEX) 'THEN'
334    'BEGIN'
335      OUTSTRING(1,('( : )'));
336      BLANK(1,58);OUTSTRING(1,('WAVE BROKEN')));
338      OUTSTRING(1,('( : )'));LINE(1,1);
340      'COMMENT' BEPALING BRDEPTH, A(BR), H(BR)...D.M.V. PROCEDURE : ;
340      BRDEPTH(L,D,A,H);
341    'END';
342  'END';
343 'END';
344
344 'END';
345
345 'COMMENT' DIEPWATER GOLFHOEK BIJ DIEPTELIJNEN // T.O.V.
345 LIJNEN BIJ DE KUST D.M.V. PROCEDURE : ;
345 'IF' PARALLEL=0 'THEN' WAVEANGLE 'ELSE'
348 'BEGIN'
349   BLANK(1,5);
350   OUTSTRING(1,('====='));
351   OUTSTRING(1,('====='));
352 'END';
353 'FOR' I:=-1 'STEP' 1 'UNTIL' X 'DO'
354   D(/I/):=0(/I/);
355 READ(0,T,H(/0/),A(/0/));
356
356 'END'
357 'END'
358

```

B I J L A G E 2

INHOUD:

	pagina:
Invoer gegevens voor gebied 1	8 - 9
Golfveld beschrijvingen van gebied 1	10 - 20

Voor de ligging van gebied 1 zie figuur 4.1

 INVOER DATA VOOR GEBIED 1

TOELICHTING VAN GEBRUIKTE AFKORTINGEN :

NR : NUMMER KUST GEBIED
 X : AANTAL INGEVOERDE DIEPTELIJNEN
 DSI : 1/(DE BODEM HELLING)
 ND : DIEPTELIJN NUMMER WAAR DE BODEM HELLING VERANDERD
 DKNIK: WATERDIEPTE BIJ DE VOLGENDE VERANDERING IN HELLING
 CF : WEERSTANDSCOEFFICIENT
 DI : DIEPTELIJNEN
 QI : HOEK VAN DE DIEPTELIJNEN
 T : DE GOLFPERIODE
 HO : DIEP WATER GOLFHOOGTE
 SSW : EEN VOORBEELD VAN EEN GOLFRICHTING
 (GEBRUIKTE EENHEDEN : [M.],[SEC.] EN [GRADEN]).

NR=1,X=12,PARALLEL=0,BREAKINGSINDEX=0.82,
 DSO=600,DN=6,DSN=800,DSNN=30,
 DKNIK=0.5,CF=0.015,
 D=9.48,8.48,7.48,6.48,5.48,4.48,3.48,2.48,1.48,1.00,0.75,0.5,0.25,0.10
 QI= 0, 11, 25, 33, 36, 40, 40, 40, 40, 40, 40, 40, 40,
 T=4,HO=0.25,SSW=22.5,
 4,0.5,22.5,
 4,0.75,22.5,
 4,1.00,22.5,

T=4,HO=0.25,SW=45,
 4,0.5,45,
 4,0.75,45,
 4,1.00,45,
 4,1.25,45,
 4,1.5,45,

4,0.25,WSW=67.5,
 4,0.5,67.5,
 4,0.75,67.5,
 4,1.00,67.5,

4,0.25,W=90,
 4,0.5,90,
 4,0.75,90,
 4,1.00,90,

4,0.25,WNW=112.5,
 4,0.5,112.5,

4,0.25,NW=135,
 4,0.5,135,

4,0,0,(DIT WORDT INGEVOERD OM HET PROGRAMMA TE STOPPEN)

=====

BEACH SECTION NUMBRE +1

=====

BREAKINGSINDEX : = +.82

BOTOM SLOPE : DSO = 1/600

AFTER D(I) NR : +6 DSN = 1/800

NEAR SHORE : DSN = 1/ +30

DEPTHLINE NUMBRE :	-1	D= +9.48 [M.]	Q= +0 [DEGREE].
DEPTHLINE NUMBRE :	+0	D= +8.48 [M.]	Q=+11 [DEGREE].
DEPTHLINE NUMBRE :	+1	D= +7.48 [M.]	Q=+25 [DEGREE].
DEPTHLINE NUMBRE :	+2	D= +6.48 [M.]	Q=+33 [DEGREE].
DEPTHLINE NUMBRE :	+3	D= +5.48 [M.]	Q=+36 [DEGREE].
DEPTHLINE NUMBRE :	+4	D= +4.48 [M.]	Q=+40 [DEGREE].
DEPTHLINE NUMBRE :	+5	D= +3.48 [M.]	Q=+40 [DEGREE].
DEPTHLINE NUMBRE :	+6	D= +2.48 [M.]	Q=+40 [DEGREE].
DEPTHLINE NUMBRE :	+7	D= +1.48 [M.]	Q=+40 [DEGREE].
DEPTHLINE NUMBRE :	+8	D= +1.00 [M.]	Q=+40 [DEGREE].
DEPTHLINE NUMBRE :	+9	D= +.75 [M.]	Q=+40 [DEGREE].
DEPTHLINE NUMBRE :	+10	D= +.50 [M.]	Q=+40 [DEGREE].
DEPTHLINE NUMBRE :	+11	D= +.25 [M.]	Q=+40 [DEGREE].
DEPTHLINE NUMBRE :	+12	D= +.10 [M.]	Q=+40 [DEGREE].

REFRACTON CALCULATIONS FOR NON // DEPTHLINES

=====

WAVE DIRECTION : S.S.W.
 WAVE LENGTH L0 = +6.24 [M.]
 WAVE PERIOD T= +2.00 [SEC.] WAVEHEIGHT H0= +.25 [M.]
 WAVE ANGLE A0= +67.50 [DEGREE] WAVE ANGLE AT D(0) +78.50 [DEGREE]

WATER DEPTH [M]	WAVE LENGTH [M]	FRICTION FACTOR	SHOALING COEFF.	WAVE ANGLE [DEGREE]	REFRACTION COEFF.	WAVE HEIGHT [M]
+8.48	+6.24	+1.000	+1.000	+78.50	+1.000	+.250
+7.48	+6.24	+1.000	+1.000	+87.50	+1.000	+.250
+6.48	+6.24	+1.000	+1.000	+84.50	+1.000	+.250
+5.48	+6.24	+1.000	+1.000	+87.47	+.995	+.249
+4.48	+6.24	+1.000	+.999	+88.24	+.916	+.228
+3.48	+6.23	+1.000	+.995	+86.85	+.747	+.169
+2.48	+6.17	+.999	+.980	+81.16	+.598	+.099
+1.48	+5.77	+.994	+.952	+67.47	+.633	+.059
+1.00	+5.21	+.987	+.984	+56.62	+.835	+.048
+.75	+4.74	+.983	+1.008	+49.38	+.919	+.044
+.50	+4.05	+.965	+1.037	+40.50	+.925	+.041
+.25	+3.00	+.997	+1.115	+28.70	+.931	+.042
+.10	+1.95	+.990	+1.209	+18.20	+.961	+.048

BACKWARDS CALCULATION DEEPWATER WAVE ANGLE WITH //
 DEPTHLINES TO NEAR SHORE DEPTHLINE LINE : A0= +88.57

WAVE DIRECTION : S.S.W.
 WAVE LENGTH L0 = +12.23 [M.]
 WAVE PERIOD T= +2.80 [SEC.] WAVEHEIGHT H0= +.50 [M.]
 WAVE ANGLE A0= +67.50 [DEGREE] WAVE ANGLE AT D(0) +78.50 [DEGREE]

WATER DEPTH [M]	WAVE LENGTH [M]	FRICTION FACTOR	SHOALING COEFF.	WAVE ANGLE [DEGREE]	REFRACTION COEFF.	WAVE HEIGHT [M]
+8.48	+12.23	+1.000	+.999	+78.44	+.997	+.493
+7.48	+12.22	+1.000	+.998	+87.08	+.914	+.454
+6.48	+12.20	+1.000	+.996	+83.95	+.917	+.415
+5.48	+12.15	+1.000	+.991	+84.05	+.716	+.294
+4.48	+12.01	+.999	+.984	+81.02	+.467	+.135
+3.48	+11.67	+.998	+.975	+73.63	+.744	+.098
+2.48	+10.91	+.996	+.973	+63.73	+.798	+.076
+1.48	+9.31	+.985	+1.002	+49.95	+.829	+.062
+1.00	+8.01	+.976	+1.035	+41.20	+.925	+.058
+.75	+7.10	+.970	+1.040	+35.73	+.963	+.056
+.50	+5.93	+.944	+1.071	+29.19	+.964	+.055
+.25	+4.29	+.995	+1.150	+20.67	+.966	+.061
+.10	+2.75	+.985	+1.233	+13.08	+.980	+.072

BACKWARDS CALCULATION DEEPWATER WAVE ANGLE WITH //
 DEPTHLINES TO NEAR SHORE DEPTHLINE LINE : A0= +83.94

WAVE DIRECTION : S.W.
 WAVE LENGTH LO = +6.24 [M.]
 WAVE PERIOD T= +2.00 [SEC.]
 WAVE ANGLE A0= +45.00 [DEGREE]
 WAVEHEIGHT H0= +.25 [M.]
 WAVE ANGLE AT D(0) +56.00 [DEGREE]

WATER DEPTH [M]	WAVE LENGTH [M]	FRICTION FACTOR	SHOALING COEFF.	WAVE ANGLE [DEGREE]	REFRACTION COEFF.	WAVE HEIGHT [M]
+8.48	+6.24	+1.000	+1.000	+56.00	+1.000	+.250
+7.48	+6.24	+1.000	+1.000	+70.00	+1.000	+.250
+6.48	+6.24	+1.000	+1.000	+78.00	+1.000	+.250
+5.48	+6.24	+1.000	+1.000	+80.99	+1.000	+.250
+4.48	+6.24	+1.000	+.999	+84.90	+.991	+.247
+3.48	+6.23	+1.000	+.995	+84.27	+.943	+.232
+2.48	+6.17	+.999	+.980	+79.96	+.757	+.172
+1.48	+5.77	+.990	+.952	+66.99	+.663	+.108
+1.00	+5.21	+.977	+.984	+56.32	+.839	+.087
+.75	+4.74	+.969	+1.008	+49.15	+.921	+.079
+.50	+4.05	+.939	+1.037	+40.33	+.926	+.071
+.25	+3.00	+.994	+1.115	+28.59	+.932	+.073
+.10	+1.95	+.984	+1.209	+18.13	+.961	+.084
+.08	+1.70	+.714	+1.291	+15.71	+.955	+.065

WAVE BROKEN:

BACKWARDS CALCULATION DEEPWATER WAVE ANGLE WITH //
 DEPTHLINES TO NEAR SHORE DEPTHLINE LINE : A0= +35.01

WAVE DIRECTION : S.W.
 WAVE LENGTH LO = +12.23 [M.]
 WAVE PERIOD T= +2.80 [SEC.]
 WAVE ANGLE A0= +45.00 [DEGREE]
 WAVEHEIGHT H0= +.50 [M.]
 WAVE ANGLE AT D(0) +56.00 [DEGREE]

WATER DEPTH [M]	WAVE LENGTH [M]	FRICTION FACTOR	SHOALING COEFF.	WAVE ANGLE [DEGREE]	REFRACTION COEFF.	WAVE HEIGHT [M]
+8.48	+12.23	+1.000	+.999	+55.93	+1.000	+.499
+7.48	+12.22	+1.000	+.998	+69.92	+.999	+.498
+6.48	+12.20	+1.000	+.996	+77.49	+.983	+.487
+5.48	+12.15	+1.000	+.991	+79.21	+.940	+.453
+4.48	+12.01	+.999	+.984	+78.92	+.784	+.349
+3.48	+11.67	+.996	+.975	+72.42	+.798	+.271
+2.48	+10.91	+.988	+.973	+62.99	+.815	+.212
+1.48	+9.31	+.958	+1.002	+49.51	+.836	+.170
+1.00	+8.01	+.936	+1.035	+40.88	+.927	+.153
+.75	+7.10	+.925	+1.040	+35.46	+.963	+.142
+.50	+5.93	+.871	+1.071	+28.98	+.965	+.128
+.25	+4.29	+.988	+1.150	+20.53	+.966	+.140
+.10	+2.75	+.967	+1.233	+12.99	+.980	+.164
+.13	+3.01	+.635	+1.182	+14.21	+.983	+.103

WAVE BROKEN:

BACKWARDS CALCULATION DEEPWATER WAVE ANGLE WITH //
 DEPTHLINES TO NEAR SHORE DEPTHLINE LINE : A0= +87.72

WAVE DIRECTION : S.W.
 WAVE LENGTH L0 = +19.11 [M.]
 WAVE PERIOD T= +3.50 [SEC.]
 WAVE ANGLE A0= +45.00 [DEGREE]

WAVEHEIGHT H0= +.75 [M.]
 WAVE ANGLE AT D(0) +56.00 [DEGREE]

WATER DEPTH [M]	WAVE LENGTH [M]	FRICTION FACTOR	SHOALING COEFF.	WAVE ANGLE [DEGREE]	REFRACTION COEFF.	WAVE HEIGHT [M]
+8.48	+18.98	+ .999	+ .984	+55.41	+ .992	+ .732
+7.48	+18.86	+ .999	+ .990	+68.47	+ .979	+ .709
+6.48	+18.63	+ .998	+ .987	+73.91	+ .919	+ .641
+5.48	+18.25	+ .996	+ .983	+72.57	+ .870	+ .546
+4.48	+17.61	+ .992	+ .982	+69.78	+ .820	+ .436
+3.48	+16.57	+ .985	+ .986	+61.97	+ .858	+ .363
+2.48	+14.91	+ .971	+1.002	+52.59	+ .879	+ .311
+1.48	+12.24	+ .917	+1.045	+40.72	+ .895	+ .267
+1.00	+10.36	+ .886	+1.059	+33.50	+ .953	+ .238
+.75	+9.10	+ .876	+1.052	+29.00	+ .976	+ .215
+.50	+7.54	+ .804	+1.084	+23.69	+ .977	+ .183
+.25	+5.40	+ .982	+1.165	+16.73	+ .978	+ .204
+.10	+3.45	+ .951	+1.241	+10.59	+ .987	+ .238
+.18	+4.58	+ .683	+1.082	+14.12	+ .994	+ .150

WAVE BROKEN:

BACKWARDS CALCULATION DEEPWATER WAVE ANGLE WITH //
 DEPTHLINES TO NEAR SHORE DEPTHLINE LINE : A0= +79.32

WAVE DIRECTION : S.W.
 WAVE LENGTH L0 = +24.96 [M.]
 WAVE PERIOD T= +4.00 [SEC.]
 WAVE ANGLE A0= +45.00 [DEGREE]

WAVEHEIGHT H0= +1.00 [M.]
 WAVE ANGLE AT D(0) +56.00 [DEGREE]

WATER DEPTH [M]	WAVE LENGTH [M]	FRICTION FACTOR	SHOALING COEFF.	WAVE ANGLE [DEGREE]	REFRACTION COEFF.	WAVE HEIGHT [M]
+8.48	+24.34	+ .997	+ .961	+53.96	+ .975	+ .935
+7.48	+23.99	+ .997	+ .987	+65.98	+ .960	+ .883
+6.48	+23.46	+ .994	+ .986	+70.03	+ .899	+ .778
+5.48	+22.68	+ .990	+ .987	+67.60	+ .875	+ .665
+4.48	+21.55	+ .984	+ .991	+64.39	+ .855	+ .554
+3.48	+19.95	+ .974	+1.000	+56.58	+ .886	+ .478
+2.48	+17.66	+ .953	+1.020	+47.65	+ .904	+ .420
+1.48	+14.28	+ .877	+1.066	+36.71	+ .917	+ .360
+1.00	+12.00	+ .842	+1.069	+30.13	+ .963	+ .312
+.75	+10.51	+ .837	+1.057	+26.08	+ .981	+ .271
+.50	+8.67	+ .758	+1.089	+21.26	+ .982	+ .220
+.25	+6.19	+ .977	+1.171	+15.02	+ .982	+ .247
+.21	+5.73	+ .643	+1.215	+13.87	+ .980	+ .168

WAVE BROKEN:

BACKWARDS CALCULATION DEEPWATER WAVE ANGLE WITH //
 DEPTHLINES TO NEAR SHORE DEPTHLINE LINE : A0= +73.90

WAVE DIRECTION : S.W.
 WAVE LENGTH LO = +30.20 [M.]
 WAVE PERIOD T= +4.40 [SEC.] WAVEHEIGHT HO= +1.25 [M.]
 WAVE ANGLE AO= +45.00 [DEGREE] WAVE ANGLE AT D(0) +56.00 [DEGREE]

WATER DEPTH [M]	WAVE LENGTH [M]	FRICTION FACTOR	SHOALING COEFF.	WAVE ANGLE [DEGREE]	REFRACTION COEFF.	WAVE HEIGHT [M]
+8.48	+28.76	+0.994	+0.943	+52.12	+0.954	+1.118
+7.48	+28.14	+0.993	+0.988	+63.48	+0.952	+1.045
+6.48	+27.29	+0.989	+0.989	+66.89	+0.900	+0.920
+5.48	+26.15	+0.984	+0.992	+64.13	+0.888	+0.798
+4.48	+24.63	+0.976	+0.999	+60.92	+0.875	+0.680
+3.48	+22.59	+0.962	+1.010	+53.27	+0.902	+0.596
+2.48	+19.82	+0.936	+1.031	+44.69	+0.917	+0.528
+1.48	+15.89	+0.841	+1.078	+34.33	+0.928	+0.444
+1.00	+13.30	+0.806	+1.075	+28.16	+0.968	+0.373
+0.75	+11.62	+0.808	+1.061	+24.35	+0.984	+0.314
+0.50	+9.57	+0.727	+1.092	+19.85	+0.984	+0.245
+0.25	+6.83	+0.975	+1.174	+14.02	+0.985	+0.276
						WAVE BROKEN:
+0.22	+6.57	+0.634	+1.196	+13.47	+0.983	+0.183

BACKWARDS CALCULATION DEEPWATER WAVE ANGLE WITH //
 DEPTHLINES TO NEAR SHORE DEPTHLINE LINE : AO= +70.22

WAVE DIRECTION : S.W.
 WAVE LENGTH LO = +37.46 [M.]
 WAVE PERIOD T= +4.90 [SEC.] WAVEHEIGHT HO= +1.50 [M.]
 WAVE ANGLE AO= +45.00 [DEGREE] WAVE ANGLE AT D(0) +56.00 [DEGREE]

WATER DEPTH [M]	WAVE LENGTH [M]	FRICTION FACTOR	SHOALING COEFF.	WAVE ANGLE [DEGREE]	REFRACTION COEFF.	WAVE HEIGHT [M]
+8.48	+34.26	+0.988	+0.925	+49.32	+0.926	+1.270
+7.48	+33.26	+0.989	+0.992	+60.17	+0.950	+1.184
+6.48	+32.00	+0.983	+0.995	+63.26	+0.909	+1.053
+5.48	+30.41	+0.976	+1.000	+60.43	+0.903	+0.929
+4.48	+28.39	+0.966	+1.008	+57.38	+0.895	+0.809
+3.48	+25.82	+0.949	+1.020	+50.00	+0.916	+0.717
+2.48	+22.48	+0.917	+1.042	+41.82	+0.929	+0.636
+1.48	+17.89	+0.804	+1.090	+32.05	+0.938	+0.523
+1.00	+14.91	+0.774	+1.081	+26.25	+0.972	+0.425
+0.75	+13.00	+0.783	+1.063	+22.69	+0.986	+0.349
+0.50	+10.69	+0.702	+1.095	+18.49	+0.986	+0.265
+0.25	+7.61	+0.972	+1.177	+13.06	+0.987	+0.299
						WAVE BROKEN:
+0.24	+7.52	+0.630	+1.134	+12.89	+0.986	+0.195

BACKWARDS CALCULATION DEEPWATER WAVE ANGLE WITH //
 DEPTHLINES TO NEAR SHORE DEPTHLINE LINE : AO= +66.44

WAVE DIRECTION : W.
 WAVE LENGTH LO = +6.24 [M.]
 WAVE PERIOD T= +2.00 [SEC.] WAVEHEIGHT HO= +.25 [M.]
 WAVE ANGLE AO= +.00 [DEGREE] WAVE ANGLE AT D(0) +11.00 [DEGREE]

WATER DEPTH [M]	WAVE LENGTH [M]	FRICTION FACTOR	SHOALING COEFF.	WAVE ANGLE [DEGREE]	REFRACTION COEFF.	WAVE HEIGHT [M]
+8.48	+6.24	+1.000	+1.000	+11.00	+1.000	+.250
+7.48	+6.24	+1.000	+1.000	+25.00	+1.000	+.250
+6.48	+6.24	+1.000	+1.000	+33.00	+1.000	+.250
+5.48	+6.24	+1.000	+1.000	+36.00	+1.000	+.250
+4.48	+6.24	+1.000	+.999	+39.99	+1.000	+.250
+3.48	+6.23	+1.000	+.995	+39.94	+1.000	+.248
+2.48	+6.17	+.999	+.980	+39.45	+.996	+.243
+1.48	+5.77	+.986	+.952	+36.44	+.980	+.223
+1.00	+5.21	+.954	+.984	+32.43	+.977	+.204
+.75	+4.74	+.930	+1.008	+29.21	+.983	+.188
+.50	+4.05	+.866	+1.037	+24.68	+.980	+.166
+.25	+3.00	+.986	+1.115	+17.99	+.977	+.178
+.10	+1.95	+.961	+1.209	+11.58	+.985	+.204
+.16	+2.42	+.670	+1.095	+14.46	+.991	+.130

WAVE BROKEN:

BACKWARDS CALCULATION DEEPWATER WAVE ANGLE WITH //
 DEPTHLINES TO NEAR SHORE DEPTHLINE LINE : AO= +40.00

WAVE DIRECTION : W.
 WAVE LENGTH LO = +12.23 [M.]
 WAVE PERIOD T= +2.80 [SEC.] WAVEHEIGHT HO= +.50 [M.]
 WAVE ANGLE AO= +.00 [DEGREE] WAVE ANGLE AT D(0) +11.00 [DEGREE]

WATER DEPTH [M]	WAVE LENGTH [M]	FRICTION FACTOR	SHOALING COEFF.	WAVE ANGLE [DEGREE]	REFRACTION COEFF.	WAVE HEIGHT [M]
+8.48	+12.23	+1.000	+.999	+11.00	+1.000	+.499
+7.48	+12.22	+1.000	+.998	+24.99	+1.000	+.498
+6.48	+12.20	+1.000	+.996	+32.93	+1.000	+.496
+5.48	+12.15	+1.000	+.991	+35.76	+.999	+.491
+4.48	+12.01	+.998	+.984	+39.21	+.996	+.480
+3.48	+11.67	+.994	+.975	+37.88	+.991	+.461
+2.48	+10.91	+.980	+.973	+35.02	+.982	+.432
+1.48	+9.31	+.919	+1.002	+29.33	+.969	+.386
+1.00	+8.01	+.866	+1.035	+24.93	+.981	+.339
+.75	+7.10	+.848	+1.040	+21.94	+.989	+.295
+.50	+5.93	+.764	+1.071	+18.13	+.988	+.239
+.25	+4.29	+.977	+1.150	+13.06	+.988	+.265
+.22	+4.13	+.655	+1.171	+12.54	+.987	+.181

WAVE BROKEN:

BACKWARDS CALCULATION DEEPWATER WAVE ANGLE WITH //
 DEPTHLINES TO NEAR SHORE DEPTHLINE LINE : AO= +40.06

WAVE DIRECTION : W.
 WAVE LENGTH LO = +19.11 [M.]
 WAVE PERIOD T= +3.50 [SEC.]
 WAVE ANGLE AO= +.00 [DEGREE]
 WAVEHEIGHT HO= +.75 [M.]
 WAVE ANGLE AT D(0) +11.00 [DEGREE]

WATER DEPTH [M]	WAVE LENGTH [M]	FRICTION FACTOR	SHOALING COEFF.	WAVE ANGLE [DEGREE]	REFRACTION COEFF.	WAVE HEIGHT [M]
+8.48	+18.98	+.999	+.984	+10.92	+1.000	+.737
+7.48	+18.86	+.999	+.990	+24.76	+.999	+.729
+6.48	+18.63	+.998	+.987	+32.32	+.998	+.716
+5.48	+18.25	+.995	+.983	+34.50	+.995	+.697
+4.48	+17.61	+.990	+.982	+36.91	+.989	+.670
+3.48	+16.57	+.977	+.986	+34.40	+.984	+.636
+2.48	+14.91	+.950	+1.002	+30.55	+.979	+.593
+1.48	+12.24	+.852	+1.045	+24.68	+.974	+.514
+1.00	+10.36	+.801	+1.059	+20.68	+.986	+.430
+.75	+9.10	+.797	+1.052	+18.08	+.992	+.357
+.50	+7.54	+.711	+1.084	+14.90	+.992	+.273
+.25	+5.40	+.973	+1.165	+10.61	+.992	+.307
+.25	+5.42	+.640	+1.163	+10.65	+.992	+.202

WAVE BROKEN:

BACKWARDS CALCULATION DEEPWATER WAVE ANGLE WITH //
 DEPTHLINES TO NEAR SHORE DEPTHLINE LINE : AO= +40.67

WAVE DIRECTION : W.
 WAVE LENGTH LO = +24.96 [M.]
 WAVE PERIOD T= +4.00 [SEC.]
 WAVE ANGLE AO= +.00 [DEGREE]
 WAVEHEIGHT HO= +1.00 [M.]
 WAVE ANGLE AT D(0) +11.00 [DEGREE]

WATER DEPTH [M]	WAVE LENGTH [M]	FRICTION FACTOR	SHOALING COEFF.	WAVE ANGLE [DEGREE]	REFRACTION COEFF.	WAVE HEIGHT [M]
+8.48	+24.34	+.997	+.961	+10.73	+1.000	+.958
+7.48	+23.99	+.997	+.987	+24.34	+.998	+.941
+6.48	+23.46	+.994	+.936	+31.54	+.996	+.918
+5.48	+22.68	+.988	+.987	+33.24	+.992	+.889
+4.48	+21.55	+.979	+.991	+35.10	+.986	+.850
+3.48	+19.95	+.960	+1.000	+32.16	+.983	+.803
+2.48	+17.66	+.924	+1.020	+28.12	+.980	+.741
+1.48	+14.28	+.802	+1.066	+22.41	+.977	+.619
+1.00	+12.00	+.757	+1.069	+18.67	+.988	+.495
+.75	+10.51	+.765	+1.057	+16.28	+.993	+.397
+.50	+8.67	+.682	+1.089	+13.37	+.993	+.293
+.25	+6.19	+.970	+1.171	+9.51	+.993	+.331
+.26	+6.36	+.636	+1.156	+9.77	+.994	+.214

WAVE BROKEN:

BACKWARDS CALCULATION DEEPWATER WAVE ANGLE WITH //
 DEPTHLINES TO NEAR SHORE DEPTHLINE LINE : AO= +41.76

B I J L A G E 3

INHOUD:

pagina:

Invoer gegevens voor gebied 4	22 - 23
Golfveld beschrijving van gebied 4	24 - 35

Voor de ligging van gebied 4 zie figuur 4.1

 INVOER DATA VOOR GEBIED 4

TOELICHTING VAN GEBRUIKTE AFKORTINGEN :

=====

NR : NUMMER KUST GEBIED
 X : AANTAL INGEVOERDE DIEPTELIJNEN
 DSI : 1/(BODEM HELLINGEN)
 ND : DIEPTELIJN NUMMER WAAR DE BODEM HELLING VERANDERD
 DKNIK: WATERDIEPTE BIJ DE VOLGENDE VERANDERING IN HELLING
 CF : WEERSTANDSCOEFFICIENT
 DI : DIEPTELIJNEN
 QI : HOEK VAN DE DIEPTELIJNEN
 T : GOLFPERIODE
 HO : DIEP WATER GOLFHOOGTE
 SSW : VOORBEELD VAN EEN GOLFRICHTING

(GEBRUIKTE EENHEDEN : [M.],[SEC.] EN [GRADEN])

NR=4,X=12,PARALLEL=0,BRINGSINDEX=0.97,
 DSO=800,ND=5,DSN=200,DSNN=10,
 DKNIK=1.75,CF=0.01,
 D=9.48,8.48,7.48,6.48,5.48,4.48,3.48,2.48,1.48,1.00,0.75,0.5,0.25,0.15,
 QI= 0, -5, -3,-13, -20, -20, -34,-34, -34,-34, -34,-34, -34, -34,

T=2.0,HO=0.25,SSW=22.5,
 2.8,0.50,22.5,
 3.5,0.75,22.5,
 4.0,1.00,22.5,
 4.4,1.25,22.5,

T=2.0,HO=0.25,SW=45,
 2.8,0.50,45,
 3.5,0.75,45,
 4.0,1.00,45,
 4.4,1.25,45,
 4.9,1.50,45,
 5.3,1.75,45,

2.0,0.25,WSW=67.5,
 2.8,0.50,67.5,
 3.5,0.75,67.5,
 4.0,1.00,67.5,
 4.4,1.25,67.5,

2.0,0.25,W=90,
 2.8,0.50,90,
 3.5,0.75,90,
 4.0,1.00,90,
 4.4,1.25,90,
 4.9,1.50,90,

4,0,0,(OM HET PROGRAMMA TE STOPPEN)

=====
 BEACH SECTION NUMBRE +4
 =====

BREAKINGSINDEX : = +.97

BOTOM SLOPE : DSO = 1/+800

AFTER D(I) NR : +5 DSN = 1/+200

NEAR SHORE : DSN = 1/ +10

DEPTHLINE NUMBRE :	-1	D= +9.48 [M.]	Q= +0 [DEGREE].
DEPTHLINE NUMBRE :	+0	D= +8.48 [M.]	Q= -5 [DEGREE].
DEPTHLINE NUMBRE :	+1	D= +7.48 [M.]	Q= -3 [DEGREE].
DEPTHLINE NUMBRE :	+2	D= +6.48 [M.]	Q=-13 [DEGREE].
DEPTHLINE NUMBRE :	+3	D= +5.48 [M.]	Q=-20 [DEGREE].
DEPTHLINE NUMBRE :	+4	D= +4.48 [M.]	Q=-20 [DEGREE].
DEPTHLINE NUMBRE :	+5	D= +3.48 [M.]	Q=-34 [DEGREE].
DEPTHLINE NUMBRE :	+6	D= +2.48 [M.]	Q=-34 [DEGREE].
DEPTHLINE NUMBRE :	+7	D= +1.48 [M.]	Q=-34 [DEGREE].
DEPTHLINE NUMBRE :	+8	D= +1.00 [M.]	Q=-34 [DEGREE].
DEPTHLINE NUMBRE :	+9	D= +.75 [M.]	Q=-34 [DEGREE].
DEPTHLINE NUMBRE :	+10	D= +.50 [M.]	Q=-34 [DEGREE].
DEPTHLINE NUMBRE :	+11	D= +.25 [M.]	Q=-34 [DEGREE].
DEPTHLINE NUMBRE :	+12	D= +.15 [M.]	Q=-34 [DEGREE].

 REFRACTON CALCULATIONS FOR NON // DEPTHLINES
 =====

WAVE DIRECTION : S.S.W.
 WAVE LENGTH LO = +6.24 [M.]
 WAVE PERIOD T= +2.00 [SEC.]. WAVEHEIGHT HO= +.25 [M]
 WAVE ANGLE AO= +67.50 [DEGREE]. WAVE ANGLE AT D(0) +62.50 [DEGREE]

```
=====
: WATER   : WAVE   : FRICTION: SHOALING: WAVE    : REFRACTION: WAVE    :
: DEPTH  : LENGTH : FACTOR  : COEFF.  : ANGLE   : COEFF.    : HEIGHT  :
: [M]    : [M]    :         :         : [DEGREE]:           : [M]    :
=====
: +8.48  : +6.24  : +1.000  : +1.000  : +62.50  : +1.000    : +.250  :
: +7.48  : +6.24  : +1.000  : +1.000  : +64.50  : +1.000    : +.250  :
: +6.48  : +6.24  : +1.000  : +1.000  : +54.50  : +1.000    : +.250  :
: +5.48  : +6.24  : +1.000  : +1.000  : +47.50  : +1.000    : +.250  :
: +4.48  : +6.24  : +1.000  : +.999   : +47.49  : +1.000    : +.250  :
: +3.48  : +6.23  : +1.000  : +.995   : +33.45  : +1.000    : +.248  :
: +2.48  : +6.17  : +1.000  : +.980   : +33.06  : +.998     : +.243  :
: +1.48  : +5.77  : +.998   : +.952   : +30.66  : +.987     : +.228  :
: +1.00  : +5.21  : +1.000  : +.984   : +27.45  : +.985     : +.221  :
: +.75   : +4.74  : +.999   : +1.008  : +24.77  : +.989     : +.220  :
: +.50   : +4.05  : +.999   : +1.037  : +21.01  : +.986     : +.224  :
: +.25   : +3.00  : +.996   : +1.115  : +15.37  : +.984     : +.245  :
:                                     :                                     : WAVE BROKEN:
: +.24   : +2.88  : +.919   : +1.134  : +14.74  : +.982     : +.230  :
=====
```

BACKWARDS CALCULATION DEEPWATER WAVE ANGLE WITH //
 DEPTHLINES TO NEAR SHORE DEPTHLINE LINE : A0= +33.50

WAVE DIRECTION : S.S.W.
 WAVE LENGTH LO = +12.23 [M.]
 WAVE PERIOD T= +2.80 [SEC.]. WAVEHEIGHT HO= +.50 [M]
 WAVE ANGLE AO= +67.50 [DEGREE]. WAVE ANGLE AT D(0) +62.50 [DEGREE]

```
=====
: WATER   : WAVE   : FRICTION: SHOALING: WAVE    : REFRACTION: WAVE    :
: DEPTH  : LENGTH : FACTOR  : COEFF.  : ANGLE   : COEFF.    : HEIGHT  :
: [M]    : [M]    :         :         : [DEGREE]:           : [M]    :
=====
: +8.48  : +12.23 : +1.000  : +.999   : +62.48  : +1.000    : +.499  :
: +7.48  : +12.22 : +1.000  : +.998   : +64.43  : +.999     : +.498  :
: +6.48  : +12.20 : +1.000  : +.996   : +54.30  : +.998     : +.495  :
: +5.48  : +12.15 : +1.000  : +.991   : +47.05  : +.998     : +.489  :
: +4.48  : +12.01 : +.999   : +.984   : +46.34  : +.993     : +.478  :
: +3.48  : +11.67 : +.995   : +.975   : +31.30  : +.994     : +.461  :
: +2.48  : +10.91 : +.996   : +.973   : +29.05  : +.989     : +.441  :
: +1.48  : +9.31  : +.985   : +1.002  : +24.49  : +.980     : +.427  :
: +1.00  : +8.01  : +.999   : +1.035  : +20.90  : +.987     : +.435  :
: +.75   : +7.10  : +.998   : +1.040  : +18.43  : +.992     : +.448  :
: +.50   : +5.93  : +.996   : +1.071  : +15.31  : +.992     : +.474  :
: +.25   : +4.29  : +.990   : +1.150  : +11.02  : +.991     : +.535  :
:                                     :                                     : WAVE BROKEN:
: +.49   : +5.84  : +.988   : +1.006  : +15.07  : +.999     : +.471  :
=====
```

BACKWARDS CALCULATION DEEPWATER WAVE ANGLE WITH //
 DEPTHLINES TO NEAR SHORE DEPTHLINE LINE : A0= +33.00

WAVE DIRECTION : S.S.W.
 WAVE LENGTH LO = +19.11 [M.]
 WAVE PERIOD T= +3.50 [SEC.]. WAVEHEIGHT HO= +.75 [M]
 WAVE ANGLE AO= +67.50 [DEGREE]. WAVE ANGLE AT D(0) +62.50 [DEGREE]

WATER DEPTH [M]	WAVE LENGTH [M]	FRICTION FACTOR	SHOALING COEFF.	WAVE ANGLE [DEGREE]	REFRACTION COEFF.	WAVE HEIGHT [M]
+8.48	+18.98	+1.000	+0.984	+61.74	+0.987	+0.728
+7.48	+18.86	+0.999	+0.990	+63.02	+0.988	+0.712
+6.48	+18.63	+0.998	+0.987	+52.13	+0.990	+0.694
+5.48	+18.25	+0.996	+0.983	+43.96	+0.990	+0.672
+4.48	+17.61	+0.991	+0.982	+42.05	+0.985	+0.644
+3.48	+16.57	+0.981	+0.986	+26.25	+0.992	+0.618
+2.48	+14.91	+0.989	+1.002	+23.45	+0.989	+0.606
+1.48	+12.24	+0.971	+1.045	+19.08	+0.985	+0.606
+1.00	+10.36	+0.998	+1.059	+16.05	+0.992	+0.635
+0.75	+9.10	+0.997	+1.052	+14.06	+0.995	+0.663
+0.50	+7.54	+0.994	+1.084	+11.61	+0.995	+0.710
+0.67	+8.60	+0.963	+1.024	+13.28	+0.998	+0.652

WAVE BROKEN:

BACKWARDS CALCULATION DEEPWATER WAVE ANGLE WITH //
 DEPTHLINES TO NEAR SHORE DEPTHLINE LINE : A0= +30.68

WAVE DIRECTION : S.S.W.
 WAVE LENGTH LO = +24.96 [M.]
 WAVE PERIOD T= +4.00 [SEC.]. WAVEHEIGHT HO= +1.00 [M]
 WAVE ANGLE AO= +67.50 [DEGREE]. WAVE ANGLE AT D(0) +62.50 [DEGREE]

WATER DEPTH [M]	WAVE LENGTH [M]	FRICTION FACTOR	SHOALING COEFF.	WAVE ANGLE [DEGREE]	REFRACTION COEFF.	WAVE HEIGHT [M]
+8.48	+24.34	+0.998	+0.961	+59.90	+0.959	+0.920
+7.48	+23.99	+0.997	+0.987	+60.37	+0.976	+0.884
+6.48	+23.46	+0.995	+0.986	+48.86	+0.985	+0.854
+5.48	+22.68	+0.990	+0.987	+40.17	+0.987	+0.824
+4.48	+21.55	+0.982	+0.991	+37.81	+0.983	+0.788
+3.48	+19.95	+0.967	+1.000	+21.94	+0.993	+0.757
+2.48	+17.66	+0.983	+1.020	+19.32	+0.991	+0.753
+1.48	+14.28	+0.960	+1.066	+15.52	+0.990	+0.763
+1.00	+12.00	+0.997	+1.069	+12.99	+0.994	+0.808
+0.75	+10.51	+0.996	+1.057	+11.35	+0.997	+0.848
+0.82	+10.95	+0.945	+1.039	+11.83	+0.998	+0.792

WAVE BROKEN:

BACKWARDS CALCULATION DEEPWATER WAVE ANGLE WITH //
 DEPTHLINES TO NEAR SHORE DEPTHLINE LINE : A0= +27.88

WAVE DIRECTION : S.S.W.
 WAVE LENGTH LO = +30.20 [M.]
 WAVE PERIOD T= +4.40 [SEC.]
 WAVE ANGLE AO= +67.50 [DEGREE]. WAVEHEIGHT HO= +1.25 [M]
 WAVE ANGLE AT D(0) +62.50 [DEGREE]

WATER DEPTH [M]	WAVE LENGTH [M]	FRICTION FACTOR	SHOALING COEFF.	WAVE ANGLE [DEGREE]	REFRACTION COEFF.	WAVE HEIGHT [M]
+8.48	+28.76	+0.995	+0.943	+57.62	+0.929	+1.088
+7.48	+28.14	+0.994	+0.988	+57.58	+0.971	+1.039
+6.48	+27.29	+0.991	+0.989	+45.73	+0.983	+1.001
+5.48	+26.15	+0.985	+0.992	+36.84	+0.987	+0.965
+4.48	+24.63	+0.974	+0.999	+34.37	+0.985	+0.924
+3.48	+22.59	+0.955	+1.010	+18.62	+0.995	+0.887
+2.48	+19.82	+0.978	+1.031	+16.27	+0.994	+0.889
+1.48	+15.89	+0.950	+1.078	+12.98	+0.993	+0.903
+1.00	+13.30	+0.996	+1.075	+10.84	+0.996	+0.963
+0.75	+11.62	+0.995	+1.061	+9.45	+0.998	+1.014
+0.99	+13.23	+0.996	+1.002	+10.78	+1.000	+0.961

WAVE BROKEN!

BACKWARDS CALCULATION DEEPWATER WAVE ANGLE WITH //
 DEPTHLINES TO NEAR SHORE DEPTHLINE LINE : AO= +25.27

WAVE DIRECTION : S.W.
 WAVE LENGTH LO = +6.24 [M.]
 WAVE PERIOD T= +2.00 [SEC.]
 WAVE ANGLE AO= +45.00 [DEGREE]. WAVEHEIGHT HO= +0.25 [M]
 WAVE ANGLE AT D(0) +40.00 [DEGREE]

WATER DEPTH [M]	WAVE LENGTH [M]	FRICTION FACTOR	SHOALING COEFF.	WAVE ANGLE [DEGREE]	REFRACTION COEFF.	WAVE HEIGHT [M]
+8.48	+6.24	+1.000	+1.000	+40.00	+1.000	+0.250
+7.48	+6.24	+1.000	+1.000	+42.00	+1.000	+0.250
+6.48	+6.24	+1.000	+1.000	+32.00	+1.000	+0.250
+5.48	+6.24	+1.000	+1.000	+25.00	+1.000	+0.250
+4.48	+6.24	+1.000	+0.999	+25.00	+1.000	+0.250
+3.48	+6.23	+1.000	+0.995	+10.98	+1.000	+0.249
+2.48	+6.17	+1.000	+0.980	+10.87	+1.000	+0.244
+1.48	+5.77	+0.998	+0.952	+10.15	+0.999	+0.231
+1.00	+5.21	+1.000	+0.984	+9.17	+0.999	+0.227
+0.75	+4.74	+0.999	+1.008	+8.33	+0.999	+0.228
+0.50	+4.05	+0.998	+1.037	+7.12	+0.999	+0.236
+0.25	+3.00	+0.996	+1.115	+5.26	+0.998	+0.262
+0.25	+2.95	+0.918	+1.122	+5.18	+0.998	+0.243

WAVE BROKEN!

BACKWARDS CALCULATION DEEPWATER WAVE ANGLE WITH //
 DEPTHLINES TO NEAR SHORE DEPTHLINE LINE : AO= +11.00

WAVE DIRECTION : S.W.
 WAVE LENGTH LO = +12.23 [M.]
 WAVE PERIOD T= +2.80 [SEC.]
 WAVE ANGLE AO= +45.00 [DEGREE]. WAVEHEIGHT HO= +.50 [M]
 WAVE ANGLE AT D(0) +40.00 [DEGREE]

WATER DEPTH [M]	WAVE LENGTH [M]	FRICTION FACTOR	SHOALING COEFF.	WAVE ANGLE [DEGREE]	REFRACTION COEFF.	WAVE HEIGHT [M]
+8.48	+12.23	+1.000	+.999	+39.99	+1.000	+.499
+7.48	+12.22	+1.000	+.998	+41.97	+1.000	+.498
+6.48	+12.20	+1.000	+.996	+31.91	+1.000	+.496
+5.48	+12.15	+1.000	+.991	+24.80	+1.000	+.491
+4.48	+12.01	+.999	+.984	+24.50	+.999	+.482
+3.48	+11.67	+.995	+.975	+10.19	+1.000	+.467
+2.48	+10.91	+.996	+.973	+9.52	+.999	+.452
+1.48	+9.31	+.985	+1.002	+8.12	+.998	+.445
+1.00	+8.01	+.999	+1.035	+6.98	+.999	+.460
+.75	+7.10	+.998	+1.040	+6.18	+.999	+.477
+.50	+5.93	+.996	+1.071	+5.16	+.999	+.508
						WAVE BROKEN:
+.49	+5.85	+.920	+1.077	+5.09	+.999	+.471

BACKWARDS CALCULATION DEEPWATER WAVE ANGLE WITH //
 DEPTHLINES TO NEAR SHORE DEPTHLINE LINE : A0= +10.69

WAVE DIRECTION : S.W.
 WAVE LENGTH LO = +19.11 [M.]
 WAVE PERIOD T= +3.50 [SEC.]
 WAVE ANGLE AO= +45.00 [DEGREE]. WAVEHEIGHT HO= +.75 [M]
 WAVE ANGLE AT D(0) +40.00 [DEGREE]

WATER DEPTH [M]	WAVE LENGTH [M]	FRICTION FACTOR	SHOALING COEFF.	WAVE ANGLE [DEGREE]	REFRACTION COEFF.	WAVE HEIGHT [M]
+8.48	+18.98	+1.000	+.984	+39.66	+.998	+.736
+7.48	+18.86	+.999	+.990	+41.34	+.998	+.726
+6.48	+18.63	+.998	+.987	+30.93	+.998	+.714
+5.48	+18.25	+.996	+.983	+23.41	+.998	+.697
+4.48	+17.61	+.991	+.982	+22.54	+.997	+.676
+3.48	+16.57	+.980	+.986	+8.03	+.999	+.653
+2.48	+14.91	+.988	+1.002	+7.22	+.999	+.646
+1.48	+12.24	+.969	+1.045	+5.93	+.999	+.654
+1.00	+10.36	+.997	+1.059	+5.01	+.999	+.690
+.75	+9.10	+.997	+1.052	+4.40	+1.000	+.723
+.50	+7.54	+.993	+1.084	+3.65	+1.000	+.778
						WAVE BROKEN:
+.74	+9.05	+.996	+1.002	+4.38	+1.000	+.722

BACKWARDS CALCULATION DEEPWATER WAVE ANGLE WITH //
 DEPTHLINES TO NEAR SHORE DEPTHLINE LINE : A0= +9.28

WAVE DIRECTION : S.W.
 WAVE LENGTH LO = +24.96 [M.]
 WAVE PERIOD T= +4.00 [SEC.].
 WAVE ANGLE AO= +45.00 [DEGREE].
 WAVEHEIGHT HO= +1.00 [M]
 WAVE ANGLE AT D(0) +40.00 [DEGREE]

WATER DEPTH [M]	WAVE LENGTH [M]	FRICTION FACTOR	SHOALING COEFF.	WAVE ANGLE [DEGREE]	REFRACTION COEFF.	WAVE HEIGHT [M]
+8.48	+24.34	+.998	+.961	+38.82	+.992	+.951
+7.48	+23.99	+.997	+.987	+40.11	+.995	+.931
+6.48	+23.46	+.995	+.986	+29.37	+.996	+.909
+5.48	+22.68	+.990	+.987	+21.59	+.997	+.886
+4.48	+21.55	+.981	+.991	+20.47	+.996	+.858
+3.48	+19.95	+.964	+1.000	+5.98	+1.000	+.827
+2.48	+17.66	+.981	+1.020	+5.30	+.999	+.828
+1.48	+14.28	+.956	+1.066	+4.28	+.999	+.843
+1.00	+12.00	+.996	+1.069	+3.60	+1.000	+.898
+.75	+10.51	+.995	+1.057	+3.15	+1.000	+.944
+.91	+11.47	+.969	+1.019	+3.44	+1.000	+.886

WAVE BROKEN!

BACKWARDS CALCULATION DEEPWATER WAVE ANGLE WITH //
 DEPTHLINES TO NEAR SHORE DEPTHLINE LINE : A0= +7.50

WAVE DIRECTION : S.W.
 WAVE LENGTH LO = +30.20 [M.]
 WAVE PERIOD T= +4.40 [SEC.].
 WAVE ANGLE AO= +45.00 [DEGREE].
 WAVEHEIGHT HO= +1.25 [M]
 WAVE ANGLE AT D(0) +40.00 [DEGREE]

WATER DEPTH [M]	WAVE LENGTH [M]	FRICTION FACTOR	SHOALING COEFF.	WAVE ANGLE [DEGREE]	REFRACTION COEFF.	WAVE HEIGHT [M]
+8.48	+28.76	+.995	+.943	+37.74	+.984	+1.153
+7.48	+28.14	+.994	+.988	+38.72	+.993	+1.125
+6.48	+27.29	+.990	+.989	+27.78	+.996	+1.097
+5.48	+26.15	+.983	+.992	+19.88	+.997	+1.067
+4.48	+24.63	+.971	+.999	+18.67	+.996	+1.031
+3.48	+22.59	+.950	+1.010	+4.28	+1.000	+.989
+2.48	+19.82	+.975	+1.031	+3.76	+1.000	+.995
+1.48	+15.89	+.944	+1.078	+3.01	+1.000	+1.012
+1.00	+13.30	+.995	+1.075	+2.52	+1.000	+1.083
+1.03	+13.48	+.923	+1.069	+2.55	+1.000	+.998

WAVE BROKEN!

BACKWARDS CALCULATION DEEPWATER WAVE ANGLE WITH //
 DEPTHLINES TO NEAR SHORE DEPTHLINE LINE : A0= +9.08

WAVE DIRECTION : S.W.
 WAVE LENGTH LO = +37.46 [M.]
 WAVE PERIOD T= +4.90 [SEC.]
 WAVE ANGLE A0= +45.00 [DEGREE].
 WAVEHEIGHT HO= +1.50 [M]
 WAVE ANGLE AT D(0) +40.00 [DEGREE]

WATER DEPTH [M]	WAVE LENGTH [M]	FRICTION FACTOR	SHOALING COEFF.	WAVE ANGLE [DEGREE]	REFRACTION COEFF.	WAVE HEIGHT [M]
+8.48	+34.26	+0.990	+0.925	+36.01	+0.973	+1.336
+7.48	+33.26	+0.989	+0.992	+36.72	+0.991	+1.301
+6.48	+32.00	+0.984	+0.995	+25.63	+0.995	+1.267
+5.48	+30.41	+0.975	+1.000	+17.67	+0.997	+1.232
+4.48	+28.39	+0.960	+1.008	+16.47	+0.997	+1.188
+3.48	+25.82	+0.935	+1.020	+2.24	+1.000	+1.133
+2.48	+22.48	+0.969	+1.042	+1.95	+1.000	+1.144
+1.48	+17.89	+0.932	+1.090	+1.55	+1.000	+1.162
+1.00	+14.91	+0.995	+1.081	+1.29	+1.000	+1.249
+1.18	+16.08	+0.939	+1.046	+1.40	+1.000	+1.141

WAVE BROKEN!

BACKWARDS CALCULATION DEEPWATER WAVE ANGLE WITH //
 DEPTHLINES TO NEAR SHORE DEPTHLINE LINE : A0= +11.29

WAVE DIRECTION : S.W.
 WAVE LENGTH LO = +43.82 [M.]
 WAVE PERIOD T= +5.30 [SEC.]
 WAVE ANGLE A0= +45.00 [DEGREE].
 WAVEHEIGHT HO= +1.75 [M]
 WAVE ANGLE AT D(0) +40.00 [DEGREE]

WATER DEPTH [M]	WAVE LENGTH [M]	FRICTION FACTOR	SHOALING COEFF.	WAVE ANGLE [DEGREE]	REFRACTION COEFF.	WAVE HEIGHT [M]
+8.48	+38.61	+0.984	+0.917	+34.49	+0.964	+1.522
+7.48	+37.30	+0.985	+0.996	+35.07	+0.991	+1.481
+6.48	+35.70	+0.978	+1.000	+23.92	+0.995	+1.441
+5.48	+33.74	+0.967	+1.005	+15.97	+0.998	+1.398
+4.48	+31.34	+0.950	+1.014	+14.81	+0.997	+1.343
+3.48	+28.37	+0.921	+1.026	+0.73	+1.000	+1.270
+2.48	+24.58	+0.964	+1.049	+0.63	+1.000	+1.283
+1.48	+19.47	+0.922	+1.097	+0.50	+1.000	+1.297
+1.00	+16.19	+0.994	+1.084	+0.42	+1.000	+1.398
+1.32	+18.45	+0.964	+1.023	+0.48	+1.000	+1.279

WAVE BROKEN!

BACKWARDS CALCULATION DEEPWATER WAVE ANGLE WITH //
 DEPTHLINES TO NEAR SHORE DEPTHLINE LINE : A0= +1.13

WAVE DIRECTION : W.S.W.
 WAVE LENGTH LO = +6.24 [M.]
 WAVE PERIOD T= +2.00 [SEC.]
 WAVE ANGLE AO= +22.50 [DEGREE].
 WAVEHEIGHT HO= +.25 [M]
 WAVE ANGLE AT D(0) +17.50 [DEGREE]

WATER DEPTH [M]	WAVE LENGTH [M]	FRICTION FACTOR	SHOALING COEFF.	WAVE ANGLE [DEGREE]	REFRACTION COEFF.	WAVE HEIGHT [M]
+8.48	+6.24	+1.000	+1.000	+17.50	+1.000	+.250
+7.48	+6.24	+1.000	+1.000	+19.50	+1.000	+.250
+6.48	+6.24	+1.000	+1.000	+9.50	+1.000	+.250
+5.48	+6.24	+1.000	+1.000	+2.50	+1.000	+.250
+4.48	+6.24	+1.000	+.999	+2.50	+1.000	+.250
+3.48	+6.23	+1.000	+.995	-11.49	+1.000	+.249
+2.48	+6.17	+1.000	+.980	-11.37	+1.000	+.244
+1.48	+5.77	+.998	+.952	-10.62	+.999	+.231
+1.00	+5.21	+1.000	+.984	-9.59	+.998	+.227
+.75	+4.74	+.999	+1.008	-8.71	+.999	+.228
+.50	+4.05	+.998	+1.037	-7.44	+.998	+.236
+.25	+3.00	+.996	+1.115	-5.50	+.998	+.261
+.25	+2.95	+.918	+1.122	-5.41	+.998	+.243

WAVE BROKEN!

BACKWARDS CALCULATION DEEPWATER WAVE ANGLE WITH //
 DEPTHLINES TO NEAR SHORE DEPTHLINE LINE : A0= -11.50

WAVE DIRECTION : W.S.W.
 WAVE LENGTH LO = +12.23 [M.]
 WAVE PERIOD T= +2.80 [SEC.]
 WAVE ANGLE AO= +22.50 [DEGREE].
 WAVEHEIGHT HO= +.50 [M]
 WAVE ANGLE AT D(0) +17.50 [DEGREE]

WATER DEPTH [M]	WAVE LENGTH [M]	FRICTION FACTOR	SHOALING COEFF.	WAVE ANGLE [DEGREE]	REFRACTION COEFF.	WAVE HEIGHT [M]
+8.48	+12.23	+1.000	+.999	+17.50	+1.000	+.499
+7.48	+12.22	+1.000	+.998	+19.49	+1.000	+.498
+6.48	+12.20	+1.000	+.996	+9.47	+1.000	+.496
+5.48	+12.15	+1.000	+.991	+2.46	+1.000	+.492
+4.48	+12.01	+.999	+.984	+2.43	+1.000	+.483
+3.48	+11.67	+.995	+.975	-11.23	+.999	+.468
+2.48	+10.91	+.995	+.973	-10.49	+.999	+.453
+1.48	+9.31	+.985	+1.002	-8.94	+.998	+.446
+1.00	+8.01	+.999	+1.035	-7.68	+.998	+.460
+.75	+7.10	+.998	+1.040	-6.81	+.999	+.477
+.50	+5.93	+.996	+1.071	-5.68	+.999	+.508
+.49	+5.85	+.920	+1.077	-5.60	+.999	+.472

WAVE BROKEN!

BACKWARDS CALCULATION DEEPWATER WAVE ANGLE WITH //
 DEPTHLINES TO NEAR SHORE DEPTHLINE LINE : A0= -11.78

WAVE DIRECTION : W.S.W.
 WAVE LENGTH LO = +19.11 [M.]
 WAVE PERIOD T= +3.50 [SEC.].
 WAVE ANGLE A0= +22.50 [DEGREE].
 WAVEHEIGHT HO= +.75 [M]
 WAVE ANGLE AT D(0) +17.50 [DEGREE]

WATER DEPTH [M]	WAVE LENGTH [M]	FRICTION FACTOR	SHOALING COEFF.	WAVE ANGLE [DEGREE]	REFRACTION COEFF.	WAVE HEIGHT [M]
+8.48	+18.98	+1.000	+.984	+17.37	+1.000	+.737
+7.48	+18.86	+.999	+.990	+19.25	+1.000	+.729
+6.48	+18.63	+.998	+.987	+9.14	+1.000	+.718
+5.48	+18.25	+.996	+.983	+2.09	+1.000	+.703
+4.48	+17.61	+.991	+.982	+2.02	+1.000	+.684
+3.48	+16.57	+.979	+.986	-11.26	+.999	+.660
+2.48	+14.91	+.988	+1.002	-10.12	+.998	+.652
+1.48	+12.24	+.969	+1.045	-8.30	+.997	+.659
+1.00	+10.36	+.997	+1.059	-7.01	+.998	+.695
+.75	+9.10	+.997	+1.052	-6.16	+.999	+.728
+.70	+8.87	+.926	+1.064	-6.00	+.999	+.683

WAVE BROKEN:

BACKWARDS CALCULATION DEEPWATER WAVE ANGLE WITH //
 DEPTHLINES TO NEAR SHORE DEPTHLINE LINE : A0= -13.02

WAVE DIRECTION : W.S.W.
 WAVE LENGTH LO = +24.96 [M.]
 WAVE PERIOD T= +4.00 [SEC.].
 WAVE ANGLE A0= +22.50 [DEGREE].
 WAVEHEIGHT HO= +1.00 [M]
 WAVE ANGLE AT D(0) +17.50 [DEGREE]

WATER DEPTH [M]	WAVE LENGTH [M]	FRICTION FACTOR	SHOALING COEFF.	WAVE ANGLE [DEGREE]	REFRACTION COEFF.	WAVE HEIGHT [M]
+8.48	+24.34	+.998	+.961	+17.05	+.999	+.958
+7.48	+23.99	+.997	+.987	+18.77	+.999	+.942
+6.48	+23.46	+.994	+.986	+8.57	+1.000	+.923
+5.48	+22.68	+.990	+.987	+1.52	+1.000	+.901
+4.48	+21.55	+.981	+.991	+1.44	+1.000	+.876
+3.48	+19.95	+.964	+1.000	-11.61	+.998	+.843
+2.48	+17.66	+.981	+1.020	-10.26	+.998	+.842
+1.48	+14.28	+.955	+1.066	-8.29	+.997	+.855
+1.00	+12.00	+.996	+1.069	-6.95	+.998	+.909
+.75	+10.51	+.995	+1.057	-6.08	+.999	+.956
+.93	+11.54	+.973	+1.016	-6.68	+1.000	+.898

WAVE BROKEN:

BACKWARDS CALCULATION DEEPWATER WAVE ANGLE WITH //
 DEPTHLINES TO NEAR SHORE DEPTHLINE LINE : A0= -14.58

WAVE DIRECTION : W.S.W.
 WAVE LENGTH LO = +30.20 [M.]
 WAVE PERIOD T= +4.40 [SEC.].
 WAVE ANGLE AO= +22.50 [DEGREE].
 WAVEHEIGHT HO= +1.25 [M]
 WAVE ANGLE AT D(0) +17.50 [DEGREE]

WATER DEPTH [M]	WAVE LENGTH [M]	FRICTION FACTOR	SHOALING COEFF.	WAVE ANGLE [DEGREE]	REFRACTION COEFF.	WAVE HEIGHT [M]
+8.48	+28.76	+0.995	+0.943	+16.64	+0.998	+1.169
+7.48	+28.14	+0.994	+0.988	+18.22	+0.999	+1.147
+6.48	+27.29	+0.990	+0.989	+7.97	+1.000	+1.123
+5.48	+26.15	+0.983	+0.992	+0.93	+1.000	+1.095
+4.48	+24.63	+0.971	+0.999	+0.88	+1.000	+1.061
+3.48	+22.59	+0.949	+1.010	-12.02	+0.998	+1.015
+2.48	+19.82	+0.975	+1.031	-10.53	+0.997	+1.018
+1.48	+15.89	+0.943	+1.078	-8.42	+0.997	+1.031
+1.00	+13.30	+0.995	+1.075	-7.04	+0.998	+1.102
+1.05	+13.59	+0.925	+1.065	-7.19	+0.999	+1.014

WAVE BROKEN!

BACKWARDS CALCULATION DEEPWATER WAVE ANGLE WITH //
 DEPTHLINES TO NEAR SHORE DEPTHLINE LINE : A0= -17.74

WAVE DIRECTION : W.
 WAVE LENGTH LO = +6.24 [M.]
 WAVE PERIOD T= +2.00 [SEC.].
 WAVE ANGLE AO= +0.00 [DEGREE].
 WAVEHEIGHT HO= +0.25 [M]
 WAVE ANGLE AT D(0) -5.00 [DEGREE]

WATER DEPTH [M]	WAVE LENGTH [M]	FRICTION FACTOR	SHOALING COEFF.	WAVE ANGLE [DEGREE]	REFRACTION COEFF.	WAVE HEIGHT [M]
+8.48	+6.24	+1.000	+1.000	-5.00	+1.000	+0.250
+7.48	+6.24	+1.000	+1.000	-3.00	+1.000	+0.250
+6.48	+6.24	+1.000	+1.000	-13.00	+1.000	+0.250
+5.48	+6.24	+1.000	+1.000	-20.00	+1.000	+0.250
+4.48	+6.24	+1.000	+0.999	-20.00	+1.000	+0.250
+3.48	+6.23	+1.000	+0.995	-33.96	+1.000	+0.249
+2.48	+6.17	+1.000	+0.980	-33.56	+0.998	+0.243
+1.48	+5.77	+0.998	+0.952	-31.11	+0.987	+0.228
+1.00	+5.21	+1.000	+0.984	-27.85	+0.984	+0.220
+0.75	+4.74	+0.999	+1.008	-25.13	+0.988	+0.219
+0.50	+4.05	+0.999	+1.037	-21.30	+0.986	+0.224
+0.25	+3.00	+0.996	+1.115	-15.59	+0.983	+0.245
+0.24	+2.87	+0.919	+1.134	-14.93	+0.982	+0.229

WAVE BROKEN!

BACKWARDS CALCULATION DEEPWATER WAVE ANGLE WITH //
 DEPTHLINES TO NEAR SHORE DEPTHLINE LINE : A0= -34.00

WAVE DIRECTION : W.
 WAVE LENGTH LO = +12.23 [M.]
 WAVE PERIOD T= +2.80 [SEC.].
 WAVE ANGLE AO= +.00 [DEGREE].
 WAVEHEIGHT HO= +.50 [M]
 WAVE ANGLE AT D(0) -5.00 [DEGREE]

WATER DEPTH [M]	WAVE LENGTH [M]	FRICTION FACTOR	SHOALING COEFF.	WAVE ANGLE [DEGREE]	REFRACTION COEFF.	WAVE HEIGHT [M]
+8.48	+12.23	+1.000	+0.999	-5.00	+1.000	+0.499
+7.48	+12.22	+1.000	+0.998	-3.00	+1.000	+0.498
+6.48	+12.20	+1.000	+0.996	-12.98	+1.000	+0.496
+5.48	+12.15	+1.000	+0.991	-19.89	+1.000	+0.492
+4.48	+12.01	+0.999	+0.984	-19.65	+0.999	+0.483
+3.48	+11.67	+0.995	+0.975	-32.57	+0.994	+0.465
+2.48	+10.91	+0.996	+0.973	-30.20	+0.987	+0.445
+1.48	+9.31	+0.985	+1.002	-25.43	+0.978	+0.430
+1.00	+8.01	+0.999	+1.035	-21.69	+0.986	+0.438
+0.75	+7.10	+0.998	+1.040	-19.12	+0.992	+0.450
+0.50	+5.93	+0.996	+1.071	-15.88	+0.991	+0.476
+0.25	+4.29	+0.990	+1.150	-11.42	+0.991	+0.537
+0.49	+5.85	+0.990	+1.006	-15.66	+0.999	+0.474

WAVE BROKEN:

BACKWARDS CALCULATION DEEPWATER WAVE ANGLE WITH //
 DEPTHLINES TO NEAR SHORE DEPTHLINE LINE : A0= -34.35

WAVE DIRECTION : W.
 WAVE LENGTH LO = +19.11 [M.]
 WAVE PERIOD T= +3.50 [SEC.].
 WAVE ANGLE AO= +.00 [DEGREE].
 WAVEHEIGHT HO= +.75 [M]
 WAVE ANGLE AT D(0) -5.00 [DEGREE]

WATER DEPTH [M]	WAVE LENGTH [M]	FRICTION FACTOR	SHOALING COEFF.	WAVE ANGLE [DEGREE]	REFRACTION COEFF.	WAVE HEIGHT [M]
+8.48	+18.98	+1.000	+0.984	-4.96	+1.000	+0.737
+7.48	+18.86	+0.999	+0.990	-2.95	+1.000	+0.730
+6.48	+18.63	+0.998	+0.987	-12.79	+1.000	+0.718
+5.48	+18.25	+0.996	+0.983	-19.37	+0.999	+0.702
+4.48	+17.61	+0.991	+0.982	-18.66	+0.998	+0.682
+3.48	+16.57	+0.979	+0.986	-30.51	+0.989	+0.651
+2.48	+14.91	+0.988	+1.002	-27.18	+0.984	+0.635
+1.48	+12.24	+0.970	+1.045	-22.04	+0.980	+0.630
+1.00	+10.36	+0.997	+1.059	-18.51	+0.989	+0.658
+0.75	+9.10	+0.997	+1.052	-16.19	+0.994	+0.686
+0.50	+7.54	+0.994	+1.084	-13.36	+0.993	+0.734
+0.70	+8.80	+0.976	+1.014	-15.65	+0.999	+0.678

WAVE BROKEN:

BACKWARDS CALCULATION DEEPWATER WAVE ANGLE WITH //
 DEPTHLINES TO NEAR SHORE DEPTHLINE LINE : A0= -35.85

WAVE DIRECTION : W.
 WAVE LENGTH LO = +24.96 [M.]
 WAVE PERIOD T= +4.00 [SEC.].
 WAVE ANGLE AO= +.00 [DEGREE].
 WAVEHEIGHT HO= +1.00 [M]
 WAVE ANGLE AT D(0) -5.00 [DEGREE]

WATER DEPTH [M]	WAVE LENGTH [M]	FRICTION FACTOR	SHOALING COEFF.	WAVE ANGLE [DEGREE]	REFRACTION COEFF.	WAVE HEIGHT [M]
+8.48	+24.34	+.998	+.961	-4.88	+1.000	+.959
+7.48	+23.99	+.997	+.987	-2.83	+1.000	+.944
+6.48	+23.46	+.994	+.986	-12.54	+.999	+.925
+5.48	+22.68	+.990	+.987	-18.87	+.998	+.901
+4.48	+21.55	+.981	+.991	-17.90	+.997	+.873
+3.48	+19.95	+.964	+1.000	-29.28	+.987	+.830
+2.48	+17.66	+.981	+1.020	-25.66	+.984	+.818
+1.48	+14.28	+.956	+1.066	-20.50	+.981	+.818
+1.00	+12.00	+.996	+1.069	-17.11	+.990	+.863
+.75	+10.51	+.996	+1.057	-14.93	+.995	+.903
+.87	+11.26	+.959	+1.026	-16.03	+.997	+.847

WAVE BROKEN!

BACKWARDS CALCULATION DEEPWATER WAVE ANGLE WITH //
 DEPTHLINES TO NEAR SHORE DEPTHLINE LINE : A0= -37.74

WAVE DIRECTION : W.
 WAVE LENGTH LO = +30.20 [M.]
 WAVE PERIOD T= +4.40 [SEC.].
 WAVE ANGLE AO= +.00 [DEGREE].
 WAVEHEIGHT HO= +1.25 [M]
 WAVE ANGLE AT D(0) -5.00 [DEGREE]

WATER DEPTH [M]	WAVE LENGTH [M]	FRICTION FACTOR	SHOALING COEFF.	WAVE ANGLE [DEGREE]	REFRACTION COEFF.	WAVE HEIGHT [M]
+8.48	+28.76	+.995	+.943	-4.76	+1.000	+1.172
+7.48	+28.14	+.994	+.988	-2.70	+1.000	+1.151
+6.48	+27.29	+.990	+.989	-12.31	+.999	+1.126
+5.48	+26.15	+.983	+.992	-18.48	+.998	+1.095
+4.48	+24.63	+.971	+.999	-17.36	+.997	+1.058
+3.48	+22.59	+.949	+1.010	-28.51	+.986	+1.000
+2.48	+19.82	+.975	+1.031	-24.76	+.984	+.989
+1.48	+15.89	+.944	+1.078	-19.63	+.982	+.989
+1.00	+13.30	+.996	+1.075	-16.32	+.991	+1.048
+1.00	+13.32	+.920	+1.074	-16.34	+.991	+.968

WAVE BROKEN!

BACKWARDS CALCULATION DEEPWATER WAVE ANGLE WITH //
 DEPTHLINES TO NEAR SHORE DEPTHLINE LINE : A0= -47.78

WAVE DIRECTION : W.
 WAVE LENGTH LO = +37.46 [M.]
 WAVE PERIOD T= +4.90 [SEC.].
 WAVE ANGLE A0= +.00 [DEGREE].
 WAVEHEIGHT H0= +1.50 [M]
 WAVE ANGLE AT D(0) -5.00 [DEGREE]

WATER DEPTH [M]	WAVE LENGTH [M]	FRICITION: FACTOR	SHOALING: COEFF.	WAVE ANGLE [DEGREE]	REFRACTION: COEFF.	WAVE HEIGHT [M]
+8.48	+34.26	+.990	+.925	-4.57	+1.000	+1.372
+7.48	+33.26	+.989	+.992	-2.50	+1.000	+1.347
+6.48	+32.00	+.983	+.995	-12.02	+.999	+1.317
+5.48	+30.41	+.974	+1.000	-18.03	+.997	+1.279
+4.48	+28.39	+.959	+1.008	-16.80	+.997	+1.231
+3.48	+25.82	+.932	+1.020	-27.76	+.985	+1.154
+2.48	+22.48	+.969	+1.042	-23.92	+.984	+1.146
+1.48	+17.89	+.932	+1.090	-18.82	+.983	+1.144
+1.00	+14.91	+.995	+1.081	-15.60	+.991	+1.219
						WAVE BROKEN:
+1.15	+15.94	+.936	+1.050	-16.71	+.994	+1.117

BACKWARDS CALCULATION DEEPWATER WAVE ANGLE WITH //
 DEPTHLINES TO NEAR SHORE DEPTHLINE LINE : A0= -66.70

