

KW-BEB- 3211
Dixhoo- 1976

Ir. W.T. Bakker
Rijkswaterstaat
Directie waterhuishouding en waterbeweging
Studiedienst Vlissingen
Prins Hendrikweg 3
Vlissingen

493

1977-02-21

1977-03-18

Hiermee bevestig ik de goede ontvangst van een exemplaar van het afstudeerverslag van K. van Dixhoorn, getiteld "Onderzoek naar de refractie van galven naar de zuid-west-kust van Walcheren".

Het verslag geeft mij geen aanleiding tot commentaar.

Ik dank u voor uw medewerking.

J.A. Battjes

rijkswaterstaat

directie waterhuishouding en waterbeweging
studiedienst vlissingen

Aan: dr. J.A. Battjes,
Technische Hogeschool,
Afdeling Weg- en Waterbouwkunde,
Stevinweg 1,
Delft.

21 FEB. 1977

uw kenmerk:

vlissingen,

uw brief van:

ons kenmerk: 493

projectcode

verzonden:

bijlagen: 1

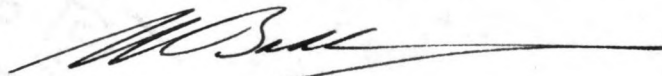
in behandeling bij: **ir. W.T. Bakker**

onderwerp: **Toezening verslag.**

Naar aanleiding van Uw verzoek zend ik U hierbij een exemplaar van het afstudeerverslag van ir. K. van Dixhoorn, getiteld: "Onderzoek naar de refractie van golven naar de zuidwest-kust van Walcheren".

Eventueel commentaar zal ik gaarne van U vernemen.

Het Hoofd van de Studiedienst Vlissingen,



(ir. W.Th.J.N.P. Bakker)

ONDERZOEK NAAR DE REFRACTIE VAN GOLVEN NAAR DE
ZUIDWEST-KUST VAN WALCHEREN.

HOOFDAFSTUDEERONTWERP KUSTWATERBOUWKUNDE

BEGELEIDING: ir. W. T. BAKKER.

JUNI 1976.

K. VAN DIXHOORN.

Inhoud.

<u>Hoofdstuk I</u>	<u>Inleiding.</u>	blz 1
<u>Hoofdstuk II</u>	<u>De golfbeweging.</u>	blz 8
<u>Hoofdstuk III</u>	<u>Golfdemping en Golfopwekking.</u>	blz 20
<u>Hoofdstuk IV</u>	<u>Luchtfoto's van de brekerzone.</u>	blz 28
<u>Hoofdstuk V</u>	<u>Toepassing van de resultaten.</u>	blz 40
<u>Hoofdstuk VI</u>	<u>Samenvatting en conclusies.</u>	blz 44
<u>Summary.</u>		blz 48
<u>Lijst van gebruikte symbolen.</u>		blz 49
<u>Literatuurlijst.</u>		blz 51
<u>Appendix A.</u>		blz 54
<u>Lijst van Bijlagen.</u>		blz 55

Hoofdstuk I.

Inleiding.

Dit hoofdafstudeerontwerp kustwaterbouwkunde is een⁽¹⁾ onderzoek naar de toekomstige ontwikkeling van de kust van Walcheren tussen Westkapelle en Vlissingen (zie bijlage 1). Bij het onderzoek wordt ervan uitgegaan, dat de huidige toestand met een open Oosterschelde gehandhaafd blijft. Men kan zich afvragen in hoeverre een gehele of gedeeltelijke sluiting van de Oosterschelde van invloed is op de kustlijnontwikkeling van Zuidwest-Walcheren.

Uit getijberekeningen van Rijkswaterstaat blijkt, dat de snelheden van de getijstromen in de geul vlak voor de kust slechts enkele procenten zullen wijzigen.

De kust van Westkapelle vaar Vlissingen wordt getypeerd door een smalle en soms hoge (tot c.a. 50 m) duinenrij met daarvoor een diepe geul (Oostgat-Sardijngeul).

(zie bijlage 2)

Bij Zoutelande is de duinenrij in het kader van de Delta-wet omstreeks 1958 verhoogd en is de reeds aanwezige taludbescherming verder uitgebreid. Dit gedeelte is daarvoor als een dijk te beschouwen. Bij Westkapelle en Vlissingen gaan de duinen eveneens in een dijk over. Dit zijn respectievelijk de "Westkapelse Zeedijk" en de "Nolledijk".

Voor de aanduiding van een bepaald kustgedeelte zal vaak een plaatsnaam worden gebruikt. Dit zijn Westkapelle, Zoutelande, Valkenisse, Dishoek en Vlissingen (zie bijlage 1)

De Zuidwest-kust van Walcheren gaat al sinds 1500 geleidelijk achteruit (zie lit. 1). Overeenkomstig gegevens van de Studiedienst Vlissingen van Rijkswaterstaat zijn de verplaatsingen van de Laagwaterlijn van 1500 tot 1960 getekend op bijlage 3a. Tussen Dishoek en Vlissingen is wat duinvorming opgetreden, maar zelfs dit gedeelte is meer

(1) aanzet tot het

achteruit dan vooruit gegaan. De gevormde duinen blijken gedeeltelijk boven en achter een oude zeedijk te liggen. Bij de storm begin januari 1976 werd plaatselijk wat duin bij Dishoek weggeslagen. Hierbij werd op de grens van weggeslagen en niet-aangetaste duin het laatste binnenste deel van het profiel van de oude zeedijk zichtbaar.

Op Walcheren is men al vroeg begonnen met het aanbrengen van een kustverdediging. Bij Vlissingen werden al in de 16^{de} eeuw de eerste paalhoofden aangelegd, die echter later door paalwormen werden vernield. In de 18^{de} eeuw is de kust tussen Westkapelle en Zoutelande sterk achteruit gegaan. Van ca. 1850 tot 1900 heeft men langs de gehele kust, uitgezonderd het gedeelte bij Valkenisse, strandhoofden (voornamelijk paalrijen versterkt met steen) aangelegd. Vanaf 1950 tot ca. 1960 zijn de koppen van een aantal strandhoofden versterkt.

De plaats van de Laag- en Hoogwaterlijn in 1900, 1920, 1940 en 1960 en de gemiddelde verplaatsing van de L.W.-lijn van 1880 tot 1940 zijn weergegeven op bijlage 3b en 3c. Ter plaatse van Dishoek waren de veranderingen gering, maar voor de overige kust zijn de L.W. en H.W.-lijn achteruit gegaan. Het gelijkblijven van de H.W.-lijn bij Zoutelande wordt veroorzaakt door de aanwezigheid van een taludbescherming. Bij Vlissingen is voor de inlaagdijk voor de in 1944 gebombardeerde "Nolledijk" duinvorming opgetreden.

De veranderingen van de kust zijn het gevolg van de aanval van golven en getijstromen. Om de wijzigingen te kunnen verklaren is het nodig een inzicht in de zandbeweging te krijgen. Beschouwen we enkele dwarsdoorsneden van het strand (bijlage 4a en 4b) dan zien we, dat de strandhelling vrij groot is. Er zijn twee verschillende zones te onderscheiden. Ten eerste het gebied vanaf ongeveer de koppen van de strandhoofden tot aan de duinen. De diepte is hier ook bij hoge waterstand kleiner dan ca. 5-6 m en

het zandtransport zal voornamelijk veroorzaakt worden door de brekende golven (brandingstransport). De tweede zone is de geul met een diepte groter dan ca. 5 - 6 m, waar het zand door de getijstroom wordt getransporteerd (geultransport). De invloed van de golven bestaat uit een grotere schuifkracht op het bodemmateriaal.

Langs de kust zijn de dieptelijnen vrijwel overal als evenwijdig te beschouwen. Het strand en de geul kunnen beide tot één lijn geschematiseerd worden.

De kust- en geullijnontwikkeling zou volgens de "Twee-lijn theorie" van Bakker (zie lit. 2) kunnen worden berekend. (zie schema 1 op blz. 7)

Ter beperking van de hoeveelheid werk kan men ook met een vereenvoudigd model de zandbeweging trachten weer te geven. Hierbij wordt het strand en de geul tot één lijn geschematiseerd en wordt de kustlijn uit het brandings- en dwarstransport berekend. Het dwarstransport is te schatten uit een continuïteitsbeschouwing van de transporten in de geul. De bepaling van de kustlijnontwikkeling volgens het vereenvoudigde model kan met behulp van een computerprogramma (zie lit. 3) worden uitgevoerd, waarin een door Svasek-Bakker ontwikkelde zandtransportformule is toegepast. De berekening van het geultransport zal bestaan uit een berekening van het zwevend-transport en het bodemtransport (formule van Bijker).

Met de berekende en werkelijk opgetreden kustlijnontwikkeling van bijvoorbeeld 1920 tot 1970 is de toegepaste schematisatie van de zandbeweging te toetsen. Vervolgens kan men een berekening uitvoeren voor de toekomstige kustlijnontwikkeling.

De zandtransporten en de kustlijnontwikkeling worden per jaar berekend. Door de sterke variatie van de transporten in een jaar is het zinvol aandacht te besteden aan de transporten tijdens stormen in vergelijking met het totale transport per jaar.

De benodigde gegevens zijn de frequenties in een jaar van de parameters, die de golfbeweging weergeven, langs de kust van Zuidwest-Walcheren, gemiddeld over een groot aantal jaren, en gegevens over de getijstromen in het "Oostgat" en de "Sardijngeul".

De golfgegevens over een wat langere periode bestaan uit de visuele metingen door het K.M.N.I. op enkele lichtscheperen voor de zeeuwse- en hollandse kust en de visuele golfwaarnemingen tijdens stormen aan de kust van Walcheren. Bij golf (wind)-richtingen tussen Noord en Westzuidwest zijn de gegevens van het K.M.N.I. te gebruiken, als men de golfvoortplanting naar de kust (golfrefractie) kan bepalen. Voor één bepaalde storm (28 nov. 1974) wordt, uitgaande van een gegeven golfbeweging op zee (energiedichtheids-spectrum van het lichtschip "Goeree"), getracht met refractieberekeningen de golfbeweging ter plaatse van de kust te bepalen. Hierbij wordt rekening gehouden met de golfdemping bij de golfvoortplanting over een groot ondiep gedeelte in de Westerscheldemond (Vlakte van de "Raan" , zie bijlage 1).

Tevens is een onderzoek verricht naar de mogelijke golfopwekking in het "Oostgat, waardoor de golfaanval op de kust groter zou kunnen zijn, dan uit de refractieberekeningen zou volgen.

De resultaten van de refractieberekeningen voor de storm op 28 nov. 1974 worden vergeleken met enkele visuele golfmetingen aan de kust en de uitwerking van luchtfoto's van de brekerzone, gefotografeerd tijdens dezelfde storm.

Op de foto's is het schuim, afmomstig van brekende golven, duidelijk te herkennen. Er is een onderzoek gedaan naar de relatie tussen de diepte ter plaatse van de schuimrand en de significante golfhoogte ter plaatse van de rand van de brekerzone.

Het blijkt mogelijk om met behulp van de foto's en enkele golfmetingen de significante golfhoogte te berekenen en op deze wijze de verandering van de golfhoogteverdeling

langs de kust te bepalen.

Het onderzoek van de storm op 28 nov. 1974 maakte duidelijk, dat refractieberekeningen waarbij een golfbeweging door één golfhoogte, periode en richting wordt weergegeven moeilijk te interpreteren resultaten geeft. Slechts wanneer de golfbeweging wordt opgevat als de som van een (oneindig) groot aantal golfcomponenten met verschillende perioden uit verschillende richtingen en met een willekeurig faseverschil (Random phase model), is er met behulp van refractieberekeningen iets zinnigs over de golfbeweging te zeggen.

De refractieberekeningen laten ook duidelijk zien, dat de golfcomponenten uit westelijke richting de grootste bijdrage leveren aan de totale energiedichtheid bij de kust.

Voor het verkrijgen van de benodigde gemiddelde golfgegevens is het noodzakelijk om in plaats van de visuele metingen op de lichtscheperen van één golfhoogte, periode en richting over energiedichtheidsspectra te beschikken. Helaas bestaan er nog geen frequenties van energiespectra en moeten deze bijvoorbeeld uit de frequenties van bepaalde windsnelheden berekend worden.

Bij windrichtingen tussen Zuidwest en Zuid worden de golven in de Westerscheldemond opgewekt. De golfgegevens over een wat lange periode zijn te bepalen met de visuele golfwaarnemingen tijdens stormen op 2 plaatsen aan de Zuidwest-kust.

De grootte van de getijstromen kunnen met een getijberekening worden berekend. In een deelontwerp Vloeistofmechanica (zie lit. 4) is reeds een één-dimensionale schematisatie voor de Westerscheldemond gemaakt en voor één getij gecontroleerd.

Door de beperking van de beschikbare tijd handelt dit

ontwerp over het bepalen van de benodigde golfgegevens en het aangeven van een mogelijke voortzetting van de berekening.

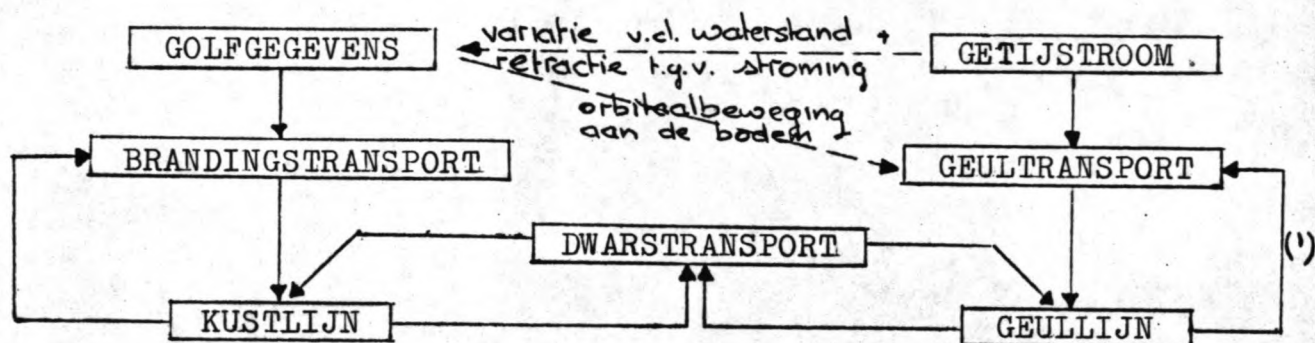
In hoofdstuk II wordt nader ingegaan op de bepaling van de golfgegevens bij de kust, waarbij bijzondere aandacht wordt besteed aan de golfvoortplanting in de Westerschelde-
mond voor de storm op 28 nov. 1974.

Hoofdstuk III behandelt de golfdemping op de Vlakte van de Raan en de mogelijke golfopwekking in het "Oostgat".

In hoofdstuk IV wordt uit luchtfoto's van de brekerzone en enkele golfmetingen het verloop van de significante golfhoogte langs de kust bepaald.

In hoofdstuk V worden de berekende sign. golfhoogten uit de refractieberekeningen en de sign. golfhoogten, afgeleid uit de luchtfoto's, met elkaar vergeleken. Vervolgens wordt aangegeven op welke wijze de berekening voortgezet kan worden.

Hoofdstuk VI geeft tenslotte een samenvatting van dit ontwerp met enige conclusies.



Schema 1. Twee-lijn theorie. (1) is te verwaarlozen

GOLFGEGEVENS

- a. bepaling van frequenties van energiespectra.
refractieberekeningen (controle storm 1974)
golfdemping op de "Vlakte van de Raan".
- b. relatie H en de windsnelheid .
relatie T en de windsnelheid.
frequenties van windsnelheden.

GETIJSTROMEN

: zie deelontwerp Vloeistofmechanica.

GEULTRANSPORTEN

: getijstroom
orbitaalbeweging aan de bodem.

KUSTLIJNONTWIKKELING

: berekening van de kustconstanten .
schatting van het dwarstransport.

— : reeds gedaan

----- : berekend voor storm op 28 nov. 1974.

Schema 2. Overzicht verrichte en nog uit te voeren berekeningen.

Hoofdstuk II. De golfbeweging

Par. 1 Inleiding.

De benodigde gegevens over de golfbeweging langs de Zuidwest-kust van Walcheren moeten deze over een groot aantal jaren redelijk weergeven. Er zijn dus gegevens nodig over een gemiddelde golfbeweging (golfklimaat).

Hiervoor zijn beschikbaar de visuele waarnemingen op enkele lichtschepen door het K.M.N.I. (zie lit.5) en visuele golfmetingen tijdens stormen door Rijkswaterstaat op twee plaatsen aan de kust.

De mogelijke toepassing is afhankelijk van de golfrichting (\approx windrichting). Bij windrichtingen tussen WZW en N vindt de golfopwekking op de Noordzee plaats. In dit geval zijn de waarnemingen op de lichtschepen bruikbaar. Wel is het dan nodig om de golfvoortplanting vanaf het lichtschip naar de kust te bepalen (refractieberekeningen) om daaruit tenslotte de gewenste gegevens te berekenen.

Par. 2 Windrichting tussen WZW en N.

Op de lichtschepen wordt om de 3 uur visueel de golfhoogte, periode en de windrichting bepaald. De waarnemingen, verricht van 1949 t/m 1957, zijn ingedeeld in klassen voor respectievelijk H, \bar{T} en ϵ en zijn in de vorm van frequentietabellen vermeld in lit. 5.

Uit twee frequentietabellen is op eenvoudige wijze de frequentie van een bepaalde H, \bar{T} en ϵ te berekenen (zie lit.6).

Het gunstigst gelegen lichtschip is "Noordhinder" (zie bijlage 5). Van 1949 tot 1953 werden daar echter geen waarnemingen verricht en de periode van 1953 tot en met 1957 werd in lit.5 te kort geacht om uit de metingen frequentietabellen samen te stellen. Noodgedwongen moeten de gegevens van "Goeree" worden gebruikt.

Om enig inzicht te krijgen in eventuele verschillen in het golfklimaat t.p.v. beide lichtschepen zijn de waarnemingen

van een willekeurig gekozen jaar (1957) met elkaar vergeleken (zie bijlage 6). Het blijkt, dat de frequenties (in %) voor de verschillende klassen van H, T en ξ redelijk met elkaar overeenkomen, hoewel hier en daar wat verschillen zijn. Omdat het niet eenvoudig is de frequentiegegevens voor "Noordhinder" uit die van "Goeree" af te leiden, wordt in deze berekening van de gegevens van "Goeree" uitgegaan.

Par. 3 Refractieberekeningen.

Zoals reeds in de eerste par. is opgemerkt moet de golfvoortplanting (refractie) naar de kust worden bepaald. Bij een diepte kleiner dan ca. de helft van de golflengte is de golfvoortplanting afhankelijk van de periode en de bodemtopografie (zie lit.7). Uit de afstand tussen naast elkaar gelegen golfstralen (denkbeeldige lijn loodrecht op de golfkam) kan men de verhouding van de golfhoogte op een willekeurige plaats langs de golfstraal en de golfhoogte aan het begin van de golfstraal berekenen. Wordt namelijk verondersteld, dat er geen energietoe- en afvoer plaatsvindt, dan is het energietransport per seconde tussen twee golfstralen constant.

$$V = E \cdot n \cdot c \cdot b = \text{constant}$$

$$E = \frac{1}{2} \rho g H^2 \quad (\text{golfenergie/m}^2)$$

$n \cdot c$ = groepssnelheid

b = afstand tussen 2 golfstralen

$$\left. \begin{array}{l} V = \frac{1}{2} \rho g H_0^2 n_0 c_0 b_0 = \\ = \frac{1}{2} \rho g H_1^2 n_1 c_1 b_1 \end{array} \right\}$$



$$\frac{H_1}{H_0} = \sqrt{\frac{n_0 \cdot c_0}{n_1 \cdot c_1}} \cdot \sqrt{\frac{b_0}{b_1}}$$

index 0 : aan het begin van de golfstraal.

1 : op willekeurige plaats langs de straal.

Hierin is $\sqrt{\frac{n_0 \cdot c_0}{n_1 \cdot c_1}} = k_s$ de "shoalingcoefficient" en $\sqrt{\frac{b_0}{b_1}} = k_r$ de "refractiecoefficient".

Het berekenen van de golfsnelheid en daarna tekenen van de golfstralen kan door een computer worden uitgevoerd. In dit ontwerp is een door de Vakgroep Vloeistofmechanica ontwikkeld computerprogramma toegepast. (zie lit.8)

In het programma worden de gegevens over de bodemtopografie ingevoerd door het opgeven van de gemiddelde diepte in elke rechthoek van een denkbeeldig netwerk in het betreffende gebied.

De schematisatie van de Westerscheldemond is beschikbaar gesteld door de Studiedienst Vlissingen van Rijkswaterstaat. Het netwerk heeft een maaswijdte van 800 m en beslaat het zeegebied tot ruim 30 km uit de kust. De diepte aan de westelijke rand van de schematisatie varieert nogal door de aanwezigheid van zandbanken (van 17 tot ca 30 m). De ligplaats van "Goeree" was ca 20 km uit de kust, waar de zeebodem op 22 m - NAP. ligt. De schematisatie strekt zich dus ver genoeg in zeewaartse richting uit. Als startpunt van de golfstralen is de westelijke rand van de schematisatie aangehouden.

Een aardig beeld van de zandbanken in en voor de Westerschelde geven de bijlagen 7 en 8.

Verder moet men de begingolfrichting, de golfperiode en het aantal stralen opgeven.

In de frequentietabel van het K.M.N.I. zijn de waargenomen perioden in klassen ingedeeld. In lit.6 is een onderzoek gedaan naar de periode, die het meest representatief is voor een periodeklasse (T_{eq}). Hierbij is de T_{eq} tevens gecorrigeerd vanwege de visuele waarneming (de z.g.n. Harreveld-correlatie). In de onderstaande tabel zijn de T_{eq} voor de verschillende periodeklassen vermeld.

periodeklasse	T_{eq}
$T < 5$ sec	4 sec
$5 < T < 7$ sec	5 sec
$7 < T < 9$ sec	6 sec
$T > 9$ sec	8 sec

De eerste refractieberekeningen gaven teleurstellende resultaten. Bijlage 11 laat een aantal golfstralen zien voor $T = 4$ en 8 sec. voor golven uit ^{noord-noord}westelijke richting. De zandbanken voor en in de Westerscheldemond veroorzaken veelvuldig snijdende golfstralen en brandpunten. Dit heeft tot gevolg, dat naar bepaalde kustgedeelten geen golfstralen lopen, wat betekent dat daar alleen zeer lage golven zouden komen. Dit resultaat is niet aannemelijk en in tegenspraak met golfmetingen aan de kust, waar bij ^{noord-noord}harde westelijke wind wel degelijk golven met hoogten tot 3 m worden waargenomen. De conclusie is dat de refractieberekeningen de golfvoortplanting slecht weergeven en dat een nauwkeuriger onderzoek nodig is.

Par 4 Refractieberekening voor de storm op 28 nov 1974.

Ter verbetering van de resultaten wordt de refractie voor een bepaalde storm onderzocht. Hiervoor is gekozen de storm op 28 nov 1974 met windsnelheid $w = 19$ m/s en windrichting ongeveer WNW (300°).

Tijdens deze storm zijn er namelijk luchtfoto's van de brekerzone gemaakt. Tezamen met visuele golfmetingen aan de kust blijkt het mogelijk de significante golfhoogte aan de rand van de brekerzone te berekenen (zie hoofdstuk IV). Ongeveer gelijktijdig met de fotoopnamen is op "Goeree" een golfregistratie van ca 20 min. uitgevoerd. Zodat het mogelijk wordt de uitkomsten van de refractieberekeningen te controleren.

Bij de vorige berekeningen werd de golfbeweging door één golfhoogte, periode en richting weergegeven. Een andere manier van weergeven is de golfbeweging te beschouwen als de som van een zeer groot (∞) aantal golfcomponenten (sinus-golven) met verschillende (hoek)frequenties en met een zeer kleine (∞) amplitude. De componenten hebben t.o.v. elkaar een willekeurige faseverschuiving (Random phase model, zie lit.9).

De amplitude en daarmee de energie van de golfcomponenten

is alleen afhankelijk van de (hoek)frequentie. De energie per (hoek)frequentie is de "energiedichtheid" en wordt als functie van ω of f weergegeven in een energiedichtheids-spectrum. Is Δf de breedte van een frequentiebandje, dan is de gesommeerde energie van alle componenten met een frequentie tussen f en $f+\Delta f$ gelijk aan het oppervlak onder de energiedichtheidskromme ($\Delta E = \Delta f \cdot S(f)$).

Als de golfhoogten een Rayleighverdeling ($F(h) = 1 - e^{-\frac{h^2}{\sigma^2 m_0}}$, zie lit. 9) hebben, dan is de significante golfhoogte $H_{1/3} \approx 4 \sqrt{m_0}$, waarbij m_0 het totale oppervlak onder de energiedichtheidskromme voorstelt ($m_0 = \int S(f) df$).

Uit de golfregistratie van "Goeree" om 12.30 op 28 nov '74 is door het K.M.N.I. het energiedichtheidsspectrum bepaald. (zie bijlage 9)

Is het energietransport per sec tussen 2 golfstralen constant, dan is:

$$V = E \cdot n \cdot c \cdot b = \text{const.} \quad \Rightarrow \quad E_1 = E_0 \cdot \frac{n_0 \cdot c_0}{n_1 \cdot c_1} \cdot \frac{b_0}{b_1}$$

$$\frac{n_0 \cdot c_0}{n_1 \cdot c_1} = k_s^2 \quad (\text{kwadraat van de shoalingcoëf.})$$

$$\frac{b_0}{b_1} = k_r^2 \quad (\text{kwadraat van de refractiecoëf.})$$

Voor E_0 en E_1 kan men ook de energie van een frequentiebandje uit een energiespectrum denken (resp. $S_0(f) \cdot \Delta f$ en $S_1(f) \cdot \Delta f$). k_s^2 en k_r^2 zijn functies van T en de bodemtopografie, terwijl $S_0(f)$ alleen van $f = \frac{1}{T}$ afhangt.

$S_1(f)$ is eveneens een functie van T en de bodemtopografie en moet in principe voor elke frequentie apart worden berekend. Ter besparing van de hoeveelheid werk en computerkosten is de energiedichtheid over een aantal frequenties verdeeld. De energie van de frequenties uit een freq. band wordt geacht bij één freq. te behoren. Op deze wijze is de energie verdeeld over de frequenties met $\frac{1}{T} = T$ is 3, 4, 5,, 10 sec.

De golfrichting wordt ook bij deze berekening verondersteld samen te vallen met de windrichting.

Bij de kust wordt $S_1(f)$ bepaald op een diepte van 5,5 - 6 m bij elk km-nulpunt van de hoofdraai. Vervolgens kan uit $m_0 = S_1(f) \cdot df$ de $H_{\frac{1}{3}}$ worden berekend.

De waterstand bij deze storm was om 12.15 ongeveer 3 m + N.A.P. Ten opzichte van de vorige berekening in par 3 wordt een beter resultaat verwacht, omdat nu voor meerdere perioden de refractie wordt onderzocht.

Par. 5 Snijdende golfstralen en brandpunten.

De refractieberekeningen zullen met dezelfde schematisatie en computerprogramma worden uitgevoerd als in de berekening uit par 3. Zeer waarschijnlijk treden weer veel snijdende golfstralen en brandpunten op.

Uit onderzoeken naar de golfbeweging bij brandpunten (zie lit.10 en 11, Appendix A) blijkt, dat de golven zonder energieverlies t.g.v. breken een brandpunt kunnen passeren. Over de golfhoogten achter een brandpunt worden in beide rapporten geen uitspraken gedaan.

De golfrichtingen blijken redelijk goed overeen te komen met de richtingen uit een refractieberekening.

Op grond van bovenstaande is aangenomen, dat de golven zonder energieverlies de brandpunten passeren en dat de richting van de golfstralen met een refractieberekening kunnen worden bepaald.

Par. 6 Resultaten van de refractieberekeningen.

Bijlage 10 geeft een overzicht van de berekende waarden voor $\frac{b_0}{b_1} k_r^2$, wat de verhouding is tussen het energietransport per m' breedte t.p.v. het begin van de golfstraal en voor de kust op een diepte van 5,5 tot 6 m.

Tussen Zoutelande en Valkenisse (km.raai 25.000 t/m 29.000) is $\frac{b_0}{b_1}$ voor alle perioden zeer klein, terwijl voor km.raai 30.000 tot en met 33.000 $\frac{b_0}{b_1}$ zeer grote waarden heeft.

De piekwaarden van $\frac{b_0}{b_1}$ worden veroorzaakt door het plaatselijk samenkomen van meerdere golfstralen. Langs de kust zal $m_0 = \int S_1(f) \cdot df$ zeer sterk variëren en daardoor hoewel

in wat mindere mate de H_v . Bekijken we de golfmetingen dan blijkt dat de H veel minder varieert. Voor Westkapelle is de $H = 1.94$ m, voor Zoutelande 1,74 m en voor Dishoek 2,34 m. De plaatsen van de piekwaarden zijn voor de verschillende perioden telkens iets verschoven.

Voor deze berekeningen is de energiedichtheid over een aantal frequentiebanden geschematiseerd. In werkelijkheid is de energiedichtheid continu verdeeld over de frequenties. In een berekening met een betere schematisatie van het energiespectrum (met zeer kleine frequentiebandjes) zal de energie gelijkmatiger over de kust worden verdeeld. Zonder nog een groot aantal refractieberekeningen uit te voeren is het mogelijk de resultaten te verbeteren door de golfenergie tussen naast elkaar gelegen golfstralen met een kleine tussenafstand (b) over een groter kustgedeelte te verdelen.

De grotere waarden voor b zijn echter niet groter genomen dan de dubbele afstand, wat uit de gegeven pieken bij de verschillende frequenties niet onredelijk lijkt.

Hierdoor worden echter de uitkomsten wat subjectief.

Desondanks zal het verschil in m , t.p.v. de km.raaien 25.000 t/m 29.000 en 30.000 t/m 33.000 vrij groot blijven en is een verder onderzoek naar de refractie nog nodig.

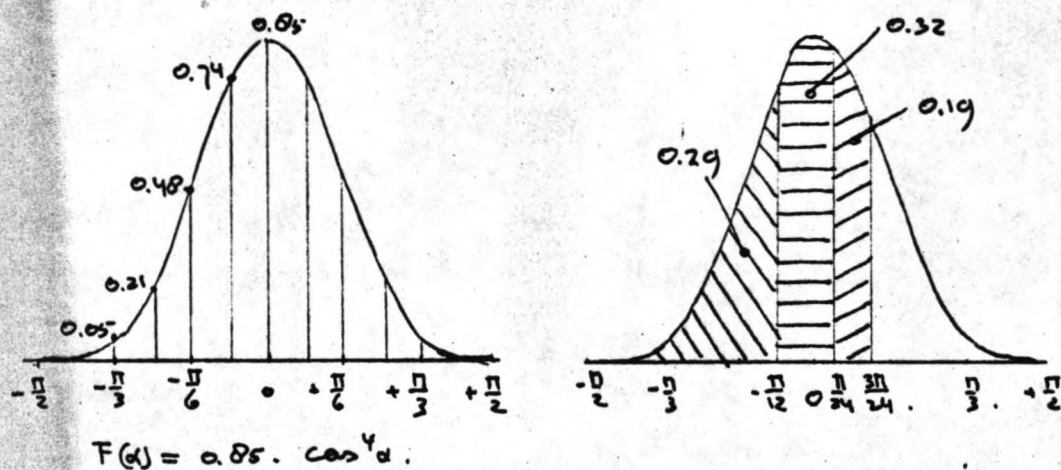
Par. 7 Refractieberekeningen voor een 2-dimensionaal energiedichtheidsspectrum.

In het laatste refractie onderzoek wordt het golfbeeld weer beschouwd als de som van een groot aantal componenten, maar die ook een andere golfrichting dan alleen de windrichting kunnen hebben. (windrichting is 300° t.o.v. Noord) De energiedichtheid is een functie van de frequentie (f) en de hoek t.o.v. de windrichting (α). Het 2-dimensionale spectrum is te vereenvoudigen tot het produkt van een 1-dim. spectrum en een richtingsfunctie. $[S(f, \alpha) = S(f) \cdot F(\alpha).]$ Hierbij is dus de verdeling van de energie over α voor elke frequentie gelijk.

De vereenvoudiging is nodig, omdat alleen het 1-dim. spectrum van "Goeree" bekend is. Uit onderzoekingen naar de richtingsfunctie (zie lit. 9) blijkt, dat $F(\alpha) = A_n \cdot \cos^4 \alpha$ met $A_n = \int_{-\frac{\pi}{2}}^{\frac{\pi}{2}} \frac{1}{\cos^4 \alpha} d\alpha = \frac{2}{3} \pi \approx 0.85$ een redelijke benadering is.

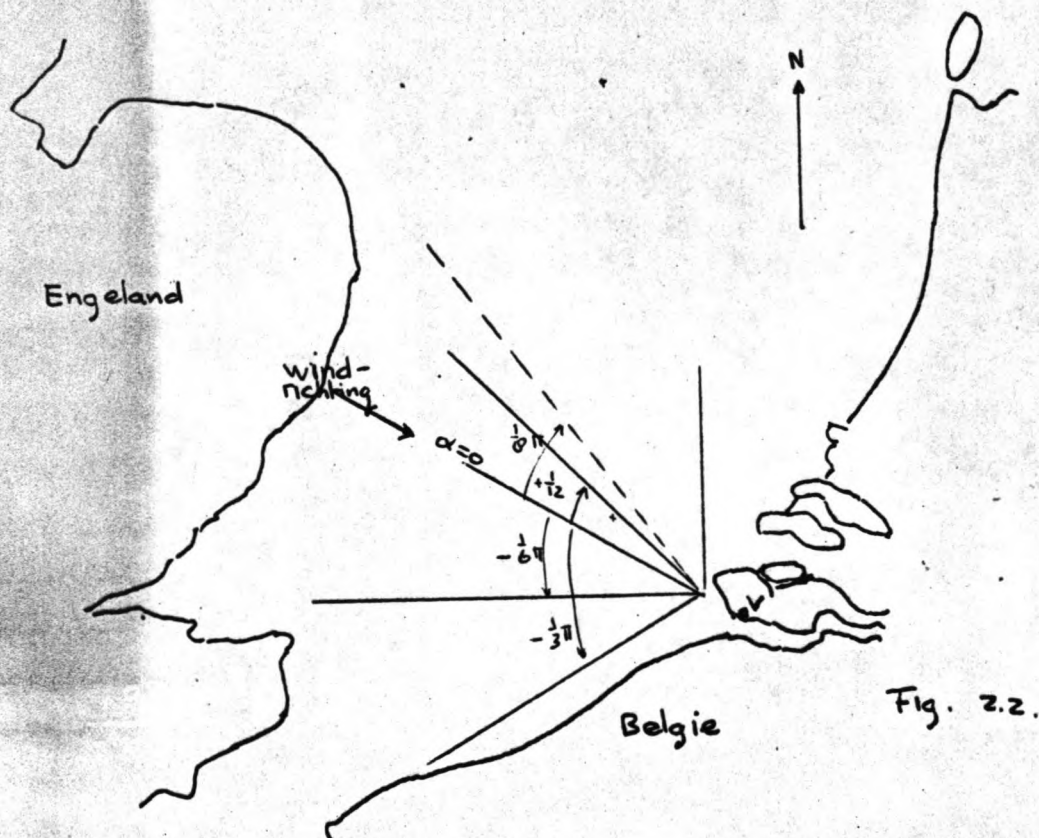
In principe zou voor elke richting een aparte berekening nodig zijn. Ter besparing van rekenwerk wordt het richtings-

spectrum in een aantal delen gesplitst. De energie van elk deel $\left(\int_{\alpha_1}^{\alpha_2} F(\alpha) \cdot d\alpha \right)$ wordt aangenomen bij één richting te behoren.



Beschouwen we een kaartje van de Noordzee (zie fig. 2.2) dan blijkt, dat voor componenten met $\alpha < -\frac{\pi}{3}$ nauwelijks een energiebijdrage zullen geven.

De componenten met $\alpha > \frac{1}{6}\pi$ geven ondanks refractie invloeden geen of slechts een zeer kleine energiebijdrage. Voor alle perioden is b_0/b_1 praktisch nul (zie bijlagell).



De componenten met $\alpha > \frac{1}{8}\pi$ staan langer onder invloed van de wind. De verdeling van de energie over de richtingen zal waarschijnlijk niet geheel symmetrisch zijn t.o.v. $\alpha = 0$. Omdat echter over de werkelijke verdeling geen gegevens beschikbaar waren, is van een symmetrisch richtingsspectrum uitgegaan.

De overige richtingen zijn in 3 groepen verdeeld n.l. van $-\frac{1}{3}\pi$ tot $-\frac{1}{12}\pi$, $-\frac{1}{12}\pi$ tot $\frac{1}{24}\pi$ en van $\frac{1}{24}\pi$ tot $\frac{3}{24}\pi$, waarbij de $\Delta\alpha$ van de laatste groep zo smal is gekozen om toch enige bijdrage aan het energiedichtheidsspectrum t.p.v. de kust te kunnen geven. De representatieve richtingen van de groepen zijn respectievelijk $-\frac{1}{6}\pi$, 0 en $+\frac{1}{12}\pi$.

$$\text{Stel } G(\alpha_i) = \int_{\alpha_1}^{\alpha_2} F(\alpha) \cdot d\alpha = \int_{\alpha_1}^{\alpha_2} 0.85 \cos^4 \alpha \cdot d\alpha .$$

$$\text{Voor } \alpha_0 = 0 \text{ (windrichting) is } G(\alpha_0) = \int_{-\frac{1}{24}\pi}^{\frac{1}{24}\pi} 0.85 \cos^4 \alpha \, d\alpha = 0.32$$

$$\alpha_{-1} = -\frac{1}{6}\pi$$

$$G(\alpha_{-1}) = \int_{-\frac{1}{12}\pi}^{-\frac{1}{24}\pi} 0.85 \cos^4 \alpha \, d\alpha = 0.29$$

$$\alpha_{+1} = +\frac{1}{12}\pi$$

$$G(\alpha_{+1}) = \int_{\frac{1}{24}\pi}^{\frac{3}{24}\pi} 0.85 \cos^4 \alpha \, d\alpha = 0.19$$

Evenals in par 6 wordt ook nu $S(f)$ weer in een aantal delen opgesplitst. De verdeling is over $T = \frac{1}{f}$ is 3, 5, 7 en 9 sec met een energie ΔE_0 is resp. 0.05, 0.15, 0.26 en 0.40 .

Voor elke combinatie van T en α is een refractieberekening uitgevoerd. De berekende b_0/b_1 staan op bijlage 12 en 13. Hieruit volgt voor elke α en T : $\Delta E_1' = \Delta E_0 \cdot \frac{n_0 c}{n_1 c_1} \cdot \frac{b_0}{b_1} G(\alpha)$ (bijlage 14).

Op bijlage 15 is $\Delta E_1'$ gesommeerd over α en is dan alleen nog een functie van T ($= \frac{1}{f}$). Daarna is m_0 bepaald en vervolgens is de H_{γ} berekend met $H_{\gamma} = 4 \sqrt{m_0}$.

De laatste formule geldt als de golfhoogten Rayleigh verdeeld zijn. Bij de kust op 6 tot 7 m diepte wordt nog aan deze voorwaarde voldaan (zie hoofdstuk IV par 1).

Over de resultaten valt het volgende op te merken.

a. De berekende H_y zijn groter dan de waarden uit de metingen.

H_y in m	Westkapelle	Zoutelande	Dishoek
refractieberekening	2,30	2,30	2,54
visuele golfmeting	1,94	1.75	2,34

In vergelijking met de resultaten van de uitwerking van de luchtfoto's (zie hoofdstuk IV) zijn de berekende H_y eveneens een stuk groter (zie bijlage 16). In grote lijn komen de berekende H_y en de resultaten uit de foto's met elkaar overeen. Een uitzondering vormt het kustgedeelte t.p.v. km.raai 28.000 t/m 31.000.

Een mogelijke oorzaak is de toegepaste schematisatie van het richtingsspectrum. De energie behorende bij de richtingen met $\alpha = -\frac{\pi}{3}$ tot $\alpha = -\frac{\pi}{2}$ t.o.v. de windrichting wordt verondersteld bij $\alpha = -30^\circ$ te behoren.

De golfstralen voor $T=7$ en 9 sec die de grote energiedichtheid t.p.v. km.raai 28.000 veroorzaken zijn "teruggekaast" op de geul de "Wielingen" (zie bijlage 16 B). Een kleine verandering van de begingolfrichting kan een behoorlijke verschuiving langs de kust geven van de eindpunten van de golfstralen.

Om deze reden zijn zowel voor $T=7$ en 9 sec nog 2 refractieberekeningen uitgevoerd met een begingolfrichting die 10° verschilt met de geschematiseerde richting $\alpha = -30^\circ$.

De resultaten van b/b geven inderdaad een verschuiving van de grote b_o/b -waarden (zie bijlagen 17 A+B en 12 C+D).

De energie voor $T=7$ en 9 sec wordt in de volgende berekening van m_o over 5 richtingen verdeeld.

Uit de refractiecoefficienten (bijlage 18) volgt de H_y volgens de op blz 16 omschreven wijze (bijlage 20).

Het verloop van de uiteindelijk berekende H_y komt nu in grote lijn goed overeen met de resultaten uit de luchtfoto's, alleen zijn de waarden wat groter. Op de oorzaak hiervan (golfdamping) wordt in hoofdstuk III en V teruggekomen.

Bijl. 21?

b. Uit het energiedichtheidsspectrum is de \bar{T} te berekenen met $\bar{T} = \sqrt{\frac{m_1}{m_2}}$, waarbij $m_2 = \int_{-\frac{\pi}{2}}^{\frac{\pi}{2}} f^2 \cdot S(\alpha, f) \, d\alpha \propto \sum_f f^2 \cdot \Delta E_f$.

\bar{T} in sec	Westkapelle	Zoutelande	Dishoek
visuele golfmeting	5,5	5,6	7,3
refractieberekening	5,4	6,3	5,8

(zie bijlage 20 en 22)

Alleen bij Westkapelle is er een goede overeenkomst. Uit bijlage 22 blijkt dat de grote \bar{T} bij Dishoek volgens de refractieberekening meer naar Vlissingen toe zou optreden. (')

Het feit dat bij Dishoek de grootste \bar{T} optreedt zou verklaard kunnen worden door de "terugkaatsing" van golven met een grote periode op de geul de "Wielingen" (bijlage 18).

c. Met behulp van bijlage 23, waarin de hoek van golfinval in intervallen van 10° is gegeven voor de verschillende energiecomponenten, is een "gemiddelde" golfrichting bepaald. Voor elk km.- nulpunt van de hoofd draai zijn de energiecomponenten met dezelfde golfrichting gesommeerd (bijlage 24) en vervolgens achter elkaar als bij een krachtenfiguur uitgezet. De "gemiddelde" richtingen zijn vergeleken met de golfrichtingen uit de luchtfoto's (bijlage 25).

De diepte t.p.v. de golfkammen op de luchtfoto's varieert nog al, waardoor refractieinvloeden een goede vergelijking van de richtingen bemoeilijkt. De golfrichtingen uit de luchtfoto's zijn, in zoverre dit mogelijk is, gecorrigeerd voor de refractieinvloeden. De golfrichting t.p.v. de diepte van 6 m is berekend met gemiddelde periode en met de aanname dat de dieptelijnen evenwijdig zijn.

(') Eenzelfde tendens wordt ook aangetroffen bij de afname van de golfhoogte, welke uit de luchtfoto's bij Dishoek wordt gevonden, terwijl uit de refractieberekeningen deze afname enige km. zuidoostwaarts zou optreden. (zie bijlage 21)

Bijlage 25 laat zien dat de golfrichtingen redelijk met elkaar overeenkomen.

De luchtfoto's geven voor km.raai 26.000 tot 33.000 enige verschillen in de golfrichting aan. Een mogelijke verklaring voor de praktisch zuidwestelijke golfrichtingen kan de "terugkaatsing" van golven op de geul de "Wielingen" zijn (Zie bijlage 26).

d. In het "Oostgat" zou door de wind golfopwekking kunnen plaatsvinden, waardoor er meer energie naar de kust getransporteerd kan worden. Dit wordt in hoofdstuk III nader onderzocht.

Par. 8 Windrichting tussen Zuidwest en Zuid.

Bij windrichtingen tussen ZW en Z worden de golven in de Westerscheldemond opgewekt. De gegevens over een wat langere periode zijn de visuele golfwaarnemingen tijdens stormen van \bar{H} , $H_{1/2}$, \bar{T} en $T_{1/2}$ te Westkapelle en Vlissingen. Volgens (') is voor niet te grote strijklengte de $H_{1/2}$ evenredig met de windsnelheid en $T_{1/2}$ evenredig met \sqrt{w} . Met de stormgegevens is onderzocht of de relaties ook voor de metingen van Westkapelle en Vlissingen gelden (zie bijlage 27). De veronderstelde relaties zijn in grote lijnen aanwezig. Voor w groter dan ca 5 m/s zijn deze:

richting	Vlissingen		Westkapelle,	
ZW	$0.1 \cdot w - 0.18$	$3.0 \sqrt{w} - 5.4$	$0.09 w + 0.3$	$6.15 \sqrt{w} - 15.1$
ZZW	$0.115 w - 0.42$	$2.5 \sqrt{w} - 3.25$	—	—
Z	$0.086 w - 0.40$	$1.43 \sqrt{w} - 1.11$	—	—
	$H_{1/2}$	$T_{1/2}$	$H_{1/2}$	$T_{1/2}$

Voor de plaatsen tussen Westkapelle en Vlissingen worden de gegevens lineair geïnterpoleerd.

Uit de gevonden relaties volgen m.b.v. de frequentieverdeling van de windsnelheden te Vlissingen (zie bijlage 28) de frequenties voor bepaalde $H_{1/2}$, $T_{1/2}$ en windrichting.

(') Bakker in lit. 12

Hoofdstuk III. Golfdemping en Golfopwekking.

Par. 1 Golfdemping op de "Vlakte van de Raan".

De afname van de golfhoogte ontstaat door wrijving aan de bodem van de orbitaalbeweging. Door de Studiedienst Vlissingen van Rijkswaterstaat is de golfdemping op de "Vlakte van de Raan" onderzocht (zie lit. 13). De wrijvingscoëfficiënt f is zodanig berekend, dat de optredende afname van de golfhoogte bepaald kan worden met de door Bretschneider opgestelde grafieken (zie lit. 13). De wrijvingscoëfficiënt f bedraagt voor een diepte van 10 m ca 0.005 (geïnterpoleerd).

In de grafiek van Bretschneider is de golfhoogteafname in % uitgezet voor bepaalde waarden van $f \cdot H_{\frac{1}{2}} \cdot L / d^2$ en $T_{\frac{1}{2}}^2 / d$. De grootte van de demping is afhankelijk van de grootte van de aanvangsgolfhoogte, de significante periode, de diepte en de wrijvingsafstand.

De golfdemping wordt onderzocht voor het gebied met een diepte kleiner dan 10 m - NAP + 3 m (waterstand) = 13 m. De gemiddelde diepte van het gebied tussen -5 en -7,5 t.o.v. NAP bedraagt ca 10 m en voor het gebied tussen -7,5 en -10 m t.o.v. NAP ca 12 m (de waterstand is 3 m + NAP).

Ter vereenvoudiging van de berekening wordt met een diepte van 10 m gerekend.

De golfhoogte-afname is voor bepaalde f en $H_{\frac{1}{2}}$ bij benadering evenredig met L/d^2 (zie ev. de grafiek van Bretschneider). De groter gemiddelde diepte (12 m) voor het gebied tussen -10 en -7,5 m t.o.v. NAP kan door een ca 1,5 kleinere wrijvingsafstand in de berekening met een diepte van 10 m in rekening worden gebracht. De totale wrijvingsafstand L is bepaald m.b.v. een kaartje van de Westerscheldemond (zie bijlage 29). Voor golven naar de kust t.p.v. km-raai 32.000 is L ca 19 km en t.p.v. km-raai 22.000 ca 9 km. De significante golfperiode bedraagt ca 8 à 9 sec (golfmetingen aan de kust).

Voor de aanvangsgolfhoogte t.p.v. de "Vlakte van de RAAN" is 3 m aangehouden. De $H_{\frac{1}{2}}$ t.p.v. "Goeree" bedraagt namelijk 3,6 m en t.p.v. de kust ca 2 m.

Uit de eerder genoemde gegevens volgt een golfhoogteafname voor golven naar de kust t.p.v. km-raai 32.000 van ca 30 % en t.p.v. km.-raai 22.000 van ca 16 %.

Behalve energieafvoer door bodemwrijving zal er tevens energietoevoer door de wind plaatsvinden. Hoewel bij de berekening van de wrijvingscoëfficiënt f ook wat energietoevoer door de wind is meegenomen wordt deze invloed verder verwaarloosd. Op bijlage 30 is berekend dat de energietoevoer door de wind ca 1/8 bedraagt van de energieafvoer door bodemwrijving. De percentages van de golfhoogteafname worden dus iets kleiner n.l. 26% en 14%.

Voor de plaatsen tussen km-raai 22.000 en 32.000 wordt het percentage lineair geïnterpoleerd en voor de plaatsen vanaf km-raai 32.000 is het percentage constant gehouden.

De invloed van de golfdemping op de resultaten van de H_y uit de refractieberekeningen wordt besproken in hoofdstuk V.

Par. 2 Golfopwekking in het "Oostgat".

In het "Oostgat" zal behalve energieafvoer ook energietoevoer kunnen optreden. Het zou mogelijk kunnen zijn, dat er een evenwicht ontstaat tussen de energietoe- en afvoer. Het energietransport naar de kust is in dat geval groter dan uit de refractieberekeningen van hoofdstuk II zou volgen. Achtereenvolgens wordt de energietoevoer en de energieafvoer nader bekeken, waarbij afhankelijk van de schematisatie van het dwarsprofiel de energieafvoer veroorzaakt wordt door refractie dan wel door diffractie.

Par. 3 Energietoevoer.

De energietoevoer door de wind wordt verondersteld alleen door het drukverschil tussen de loef- en lijzijde van de golf plaats te vinden. Volgens lit 12 is de energietoevoer per eenheid van lengte, breedte en tijd gelijk aan

$$V = \frac{1}{4} \rho_1 (\omega - c)^2 \cdot \frac{H_y}{T_y} \quad \text{met } \rho_1 = \frac{5}{16} \frac{\rho_w}{\rho_1} \cdot C_1 \cdot C_2 \quad \text{zodat uiteindelijk}$$

$$V = \frac{1}{4} \cdot \frac{5}{16} \cdot \rho_w \cdot C_1 \cdot C_2 (\omega - c)^2 \cdot \frac{H_y}{T_y}$$

w : windsnelheid (19 m/s)

c : fasesnelheid (12 m/s voor $d=30$ m)

ρ_w : dichtheid van water (10^3 kg/m³)

C_1 en C_2 : constanten voorkomend in formule [11] uit lit.12.

$$C_1 = 2.9 \cdot 10^{-3} \quad \text{en} \quad C_2 = 4.4 \cdot 10^{-2} \quad \text{en} \quad T_{\frac{1}{3}} \approx 8 \text{ sec.}$$

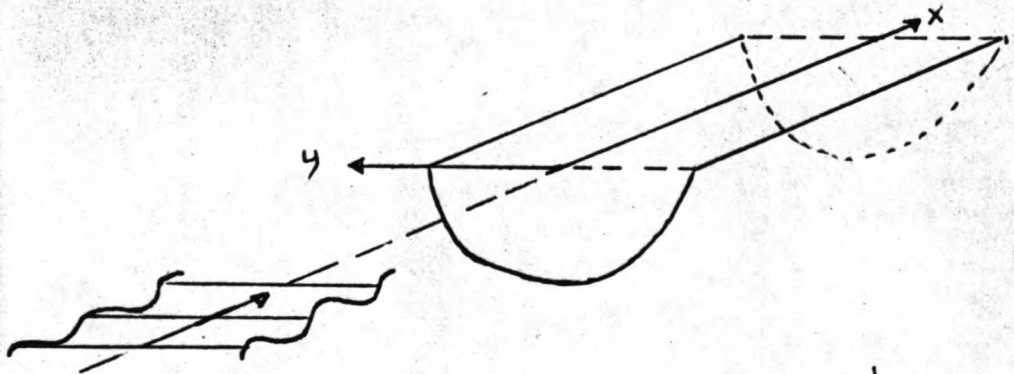
$$V = \frac{1}{4} \cdot \frac{5}{16} \cdot 10^3 \cdot 2.9 \cdot 10^{-3} \cdot 4.4 \cdot 10^{-2} \cdot (19-12)^2 \cdot \frac{H_{\frac{1}{3}}}{\rho} = 0.63 H_{\frac{1}{3}}$$

Na x m is totaal per sec aan energie $E(x) = 0.63 H(x) \cdot x$ toegevoerd. Voor de gehele geul is de energietoevoer per sec $V(x) = 63 H(x) \cdot x \cdot B$ (x in 100 m).

Opmerking: de energietoevoer is door $H(x)$ afhankelijk van de grootte van het energietransport $V(x) = \frac{1}{8} \rho g H^2(x) \cdot c_g(x) \cdot B$.

Par 4 Energieafvoer door refractie.

Munk en Arthur hebben de verandering van de golfhoogte langs een golfstraal onderzocht (zie lit. 14). Zij leidden een uitdrukking af waarin de refractiecoëfficiënt rechtstreeks uit de baan van de golfstraal volgt. In lit 14 wordt o.a. een toepassing gegeven voor de situatie, waarin golfkammen loodrecht op een geul met parallelle dieptelijnen aankomen. De refractiecoëfficiënt t.p.v. de geulas is zonder het tekenen van golfstralen te berekenen.



x -as : geulas

y -as \perp geulas

Per definitie is $\beta = \frac{1}{k_r^2}$, k_r = refractiecoëfficiënt.

Voor $\lambda^2 > 0$ is $\beta = \beta_0 \cdot e^{-a \cdot x} \left[\cosh(\lambda x) + \frac{a+k_0}{\lambda} \cdot \sinh(\lambda x) \right]$.

$$\lambda^2 = a^2 - b^2$$

$$a = -\frac{1}{2} \left(\frac{1}{c} \cdot \frac{\partial c}{\partial x} \right)_{y=0}$$

$$b^2 = \left(\frac{1}{c} \cdot \frac{\partial^2 c}{\partial y^2} \right)_{y=0}$$

k_0 = kromming van de golfkam t.p.v. $x=0$.

β_0 : beginvoorwaarde ($= \beta(x=0)$); wordt gelijk aan 1 gesteld.

c = fasesnelheid; is een functie van de diepte $d=d(x,y)$ en is dus ook een functie van x en y ($c = c(x,y)$).

Blijft het profiel in x-richting gelijk dan is de diepte en daardoor ook de fasesnelheid $c(x,y)$ alleen nog een functie van y en wordt $a=0$ en $\beta = \beta_0 \cdot \cosh(\lambda x)$ met $\lambda^2 = -b^2 = -\left(\frac{1}{c} \cdot \frac{\partial^2 c}{\partial y^2}\right)_{y=0}$.

De fasesnelheid is een functie van de diepte en omdat de diepte alleen nog van y afhangt, kan men voor een gegeven dwarsprofiel de fasesnelheid als functie van y berekenen. Het gemiddelde profiel van het "Oostgat" staat weergegeven in fig 3.2. Met behulp van tabellen van c als functie van T en d is de fasesnelheid voor elke gewenste y -waarde bekend (fig 3.3).

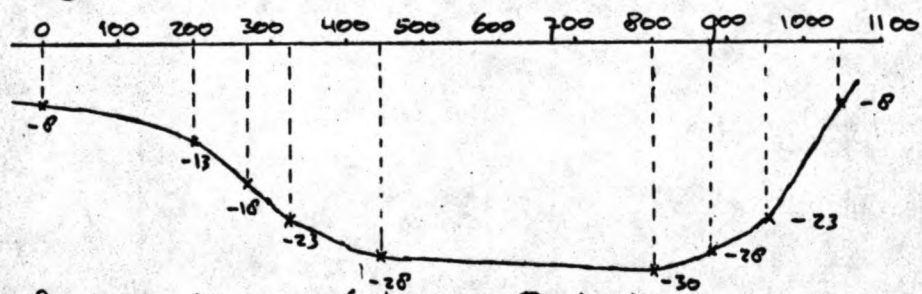


fig 3.2 Dwarsprofiel van Oostgat.

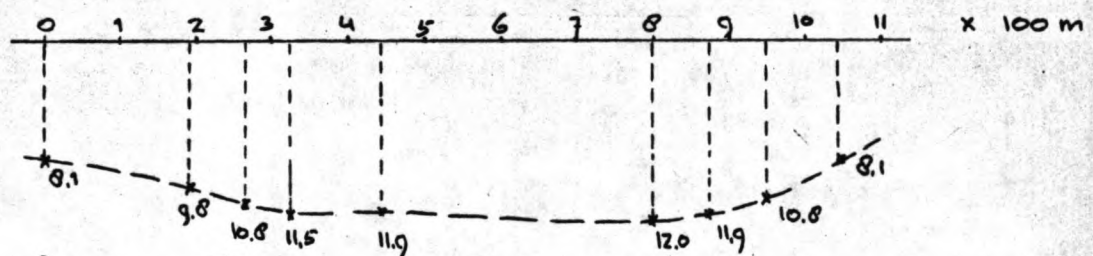


fig 3.3 $c(y)$

Door een kromme door een aantal waarden van c te leggen wordt tenslotte de fasesnelheid als functie van y gevonden. Vanwege de geringe variatie van c met de diepte is dit een vijfde graads kromme geworden $c(y) = -0.00064 y^5 - 0.01 y^4 - 0.05 y^3 + 0.39 y^2 - 0.33 y + 12$.

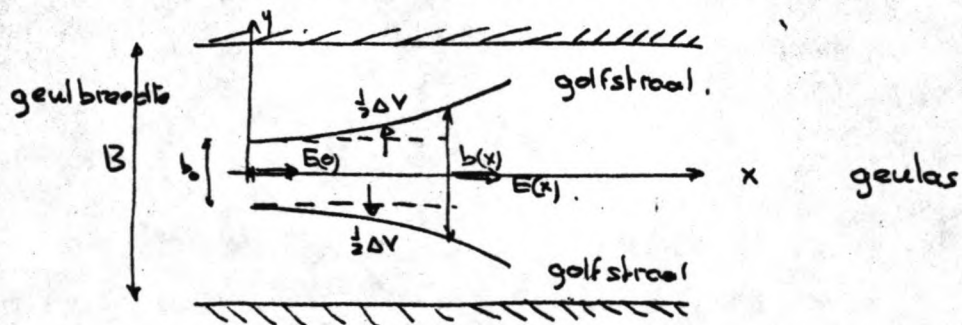
$$\frac{\partial^2 c}{\partial y^2} = -0.0128 y^3 - 0.12 y^2 - 0.3 y - 0.38, \text{ zodat } \lambda^2 = -\left(\frac{1}{c} \cdot \frac{\partial^2 c}{\partial y^2}\right)_{y=0} = \frac{-0.38}{12} = 0.032.$$

$$\lambda^2 = 0.032 \quad \rightarrow \quad \lambda = 0.18 \quad \text{dus } \beta = \cosh(0.18 x) \quad x \text{ in } 100 \text{ m.}$$

Aangenomen wordt dat het energietransport in x-richting over de dwarsrichting van de geul met dezelfde grootte afneemt. De totale afname in de geul van de energie per sec

is gelijk aan de afname /m' t.p.v. de geulas vermenigvuldigd met de geulbreedte.

De afname /m' t.p.v. de geulas is als volgt te berekenen.



Het energietransport /m' s t.p.v. de geulas is

$$v(x) = E(x) \cdot c_{gr}(x) \text{ en t.p.v. } x=0 \quad v(0) = E(0) \cdot c_{gr}(0).$$

De energieafvoer over een afstand x in dwarsrichting is

$$\Delta V = v(0) - v(x) = E(0) \cdot c_{gr}(0) - E(x) \cdot c_{gr}(x) = E_0 c_{gr}(0) \cdot \left\{ 1 - \frac{E(x) \cdot c_{gr}(x)}{E(0) \cdot c_{gr}(0)} \right\}$$

$$\frac{E(x) \cdot c_{gr}(x)}{E(0) \cdot c_{gr}(0)} = \frac{b_0}{b_x} = k_r^2 \quad \text{Dit volgt direct uit het constante}$$

energietransport tussen twee golfstralen.

$$\text{Per definitie was } \beta = \frac{1}{k_r^2} \text{ zodat } \frac{E(x) \cdot c_{gr}(x)}{E(0) \cdot c_{gr}(0)} = \frac{1}{\beta}$$

Over de gehele geulbreedte is de energieafname :

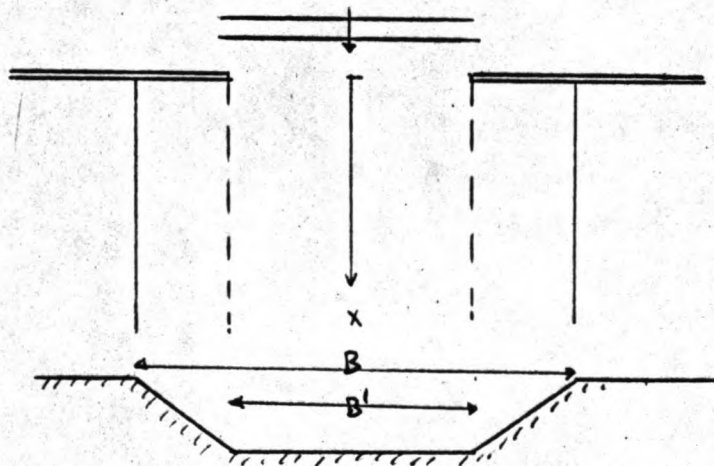
$$\Delta V = E(0) \cdot c_{gr}(0) \cdot \left\{ 1 - \frac{1}{\beta} \right\} \cdot B = v(0) \cdot R(x) \cdot B \quad (x \text{ in } 100 \text{ m})$$

$$E(0) \cdot c_{gr}(0) = v(0)$$

$$1 - \frac{1}{\beta} = 1 - \frac{1}{\cosh^2(0,10 x)} = R(x)$$

Par 5 Energieafvoer door diffractie.

Wordt het "Oostgat" tot een prismatisch kanaal geschematiseerd, dan kan men de verandering van de golfhoogte in het midden van de geul met de diffractietheorie bepalen.



Bakker leidde in lit 15 af, dat voor $x \gg B'$ $\frac{H(x)}{H(0)} = \frac{B'}{\sqrt{\lambda x}}$
 met B' : breedte van de geul waar de diepte constant is.
 λ : de golflengte op $d = 27$ m.

$$B' = 5,5 \times 100 \text{ m}, \quad \text{en} \quad \lambda = 0,95 \times 100 \text{ m}. \quad (T = 0,2 \text{ sec})$$

$$\begin{aligned} \text{De energieafname na } x \text{ m is } \Delta V'(x) &= V'(0) - V'(x) = \\ &= \frac{1}{2} \rho g H^2(0) \cdot c_{gr} \cdot B' - \frac{1}{2} \rho g H^2(x) \cdot c_{gr} \cdot B' = \frac{1}{2} \rho g H^2(0) \cdot c_{gr} \cdot B' \left\{ 1 - \left(\frac{B'}{\sqrt{\lambda x}} \right)^2 \right\} \end{aligned}$$

$$\Delta V'(x) = V_0 \cdot B' \cdot D(x)$$

$$D(x) = 1 - \frac{B'^2}{\lambda x} = 1 - \frac{(5,5)^2}{0,95 \cdot x} = 1 - \frac{32}{x} \quad (x \gg 100 \text{ m})$$

Par 6 Vergelijking van de energietoe- en afvoer per m' breedte en sec.

In eerste instantie wordt aangenomen, dat $V(x)$ en $V(0)$ ongeveer gelijk zijn. Later kan eventueel door iteratie de werkelijke $V(x)$ in rekening worden gebracht.

$$\text{De energietoevoer/ } V(0) = \frac{63 \cdot H(x) \cdot x \cdot B}{V(0)} = \frac{63 \cdot H(x) \cdot x \cdot B}{\frac{1}{2} \rho g H^2(0) \cdot c_{gr} \cdot B} =$$

$$H(x) = H(0) = 2,7 \text{ m} \quad = 2,7 \cdot 10^{-3} \cdot x$$

$$c_{gr} = 6,9 \text{ m/s} \quad (d = 30 \text{ m})$$

De energieafvoer/ $V(0)$ is $\frac{V(0) \cdot B \cdot R(x)}{V(0)} = R(x)$ in de beschouwing van de energieafname t.g.v. refractie (par 4).

De energieafvoer/ $V'(0)$ is $\frac{V(0) \cdot B' \cdot D(x)}{V'(0)} = D(x)$ in het tweede geval (par 5).

zie vervolg op blz 26

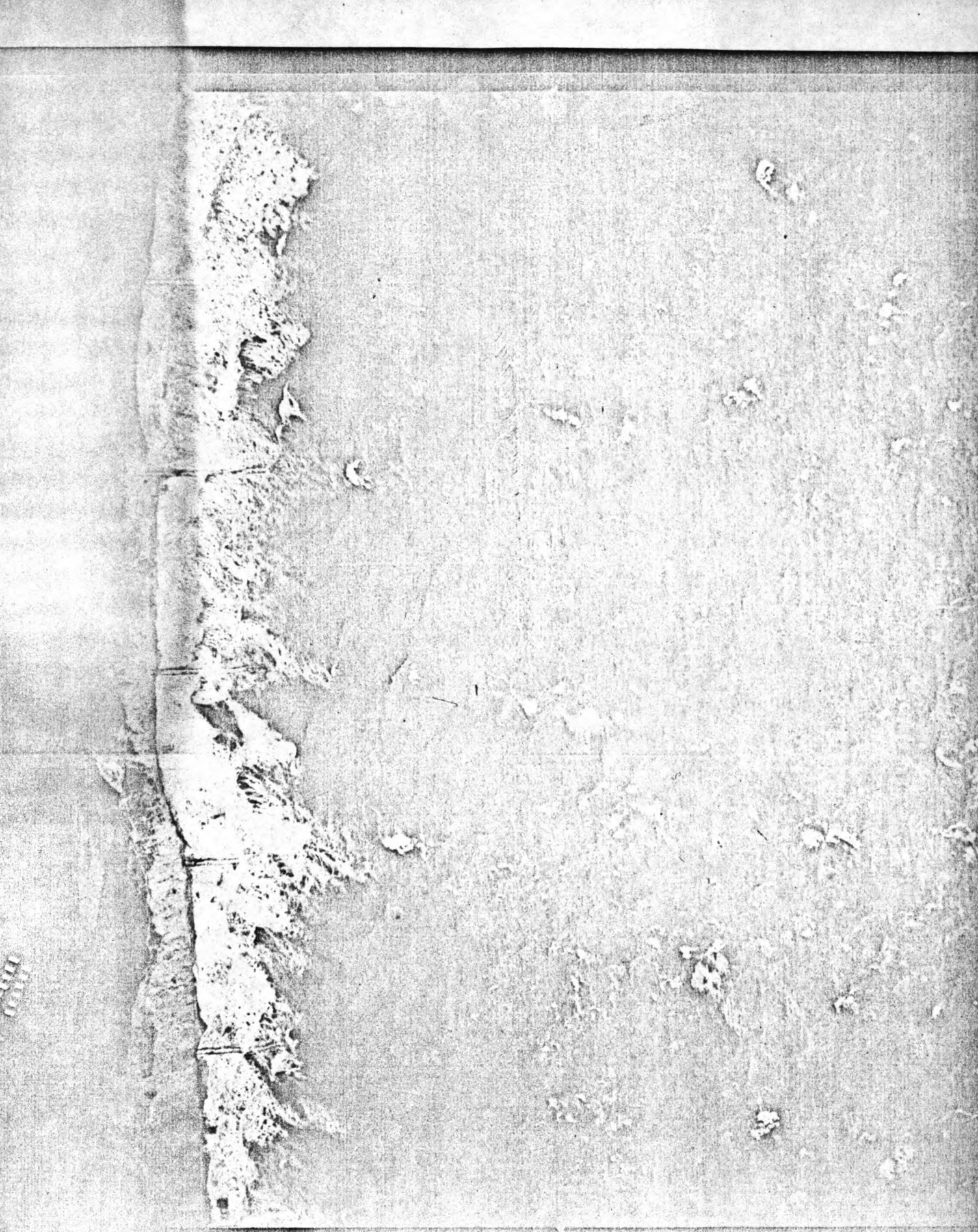
x in 100 m	energietoevoer/V(0)	energieafvoer/V(0)	
		refractie	diffRACTIE
1	0.003	0.02	—
2	0.005	0.06	—
4	0.011	0.21	—
6	0.016	0.39	—
8	0.022	0.55	—
10	0.027	0.68	—
15	0.041	0.87	—
20	0.054	0.95	—
25	0.068	0.98	—
30	0.081	0.991	—
35	0.095	0.996	0.086
40	0.11	0.999	0.20
45	0.12	0.999	0.29
50	0.14	1.0	0.36
60	0.16	1.0	0.47
70	0.19	1.0	0.54
80	0.22	1.0	0.60
90	0.24	1.0	0.64
100	0.27	1.0	0.68

Wordt de golfhoogte afname als het gevolg van diffractie beschouwd, dan is de afname groter dan de toename. Pas na zeer grote afstand zal een kleine evenwichtsgolfhoogte mogelijk zijn.

Wordt de golfhoogteafname door refractie veroorzaakt dan is

de energieafname zeer groot t.o.v. de toename. Na ca 3 km is er in het "Oostgat" vrijwel geen golfenergie meer over. De golfenergie komt dus terecht op het kustgedeelte van ca 3 km, gerekend vanaf Westkapelle.

Het energietransport naar de kust bij deze refractie is reeds in rekening gebracht bij de berekeningen in hoofdstuk II.



Luchtfoto van de brekerzone om ca 12.30 op 28 nov. '74.

Hoofdstuk IV Luchtfoto's van de brekerzone.

Par 1 Inleiding.

Voor de Studiedienst Vlissingen van Rijkswaterstaat zijn tijdens twee stormen op 21 nov 1972 en 28 nov 1974 luchtfoto's van de kust van ZW-Walcheren gemaakt. Bij de eerste storm is tevens een deel van de Westerscheldemond gefotografeerd. Helaas heeft men toen het kustgedeelte Westkapelle - Zoutelande overgeslagen. Tijdens de storm op 28 nov '74 zijn van de gehele kust van Westkapelle tot Vlissingen foto's genomen, echter niet van het overige deel van de Westerscheldemond. Omdat alleen van de storm op 28 nov '74 foto's van de gehele kust beschikbaar zijn, zijn alleen deze foto's verder uitgewerkt.

Van de storm op 21 nov '72 werden de zichtbare golfkammen op een kaart overgetekend (Studiedienst Vlissingen) en is als bijlage 31 toegevoegd.

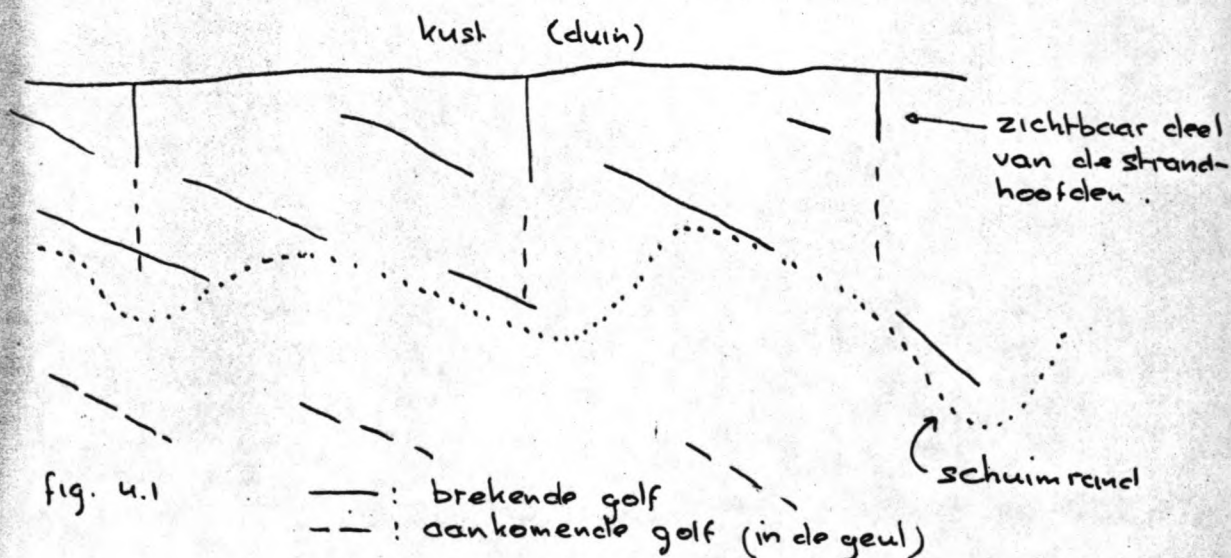
De foto's van '74 werden gemaakt om 12.10 tot 12.25 uur bij hoog water (H.W. Vlissingen 3.50 +NAP om 12.25 uur). Tijdens en na het fotograferen werden aan de kust enkele visuele golfmetingen verricht. Afwisselend zijn in meetperioden van 10 tot 15 min de golfhoogten en perioden m.b.v. een baak en verrekijker gemeten. De diepte bedroeg voor de meting te Westkapelle, Zoutelande en Dishoek resp 6.2 , 7.6 en 7.0 m.

De golfhoogten van een registratie zijn tegen de overschrijdingspercentages uitgezet op Rayleigh- papier (zie bijlage 32). De punten liggen vrijwel op een rechte lijn, die ontstaat voor Rayleigh verdeelde golfhoogten.

Met behulp van de luchtfoto's en de golfmetingen wordt getracht de significante golfhoogte op ca 6 m diepte voor een groot aantal punten langs de kust te bepalen.

Par 2 Interpretatie van de luchtfoto's.

De belangrijkste details, waarneembaar op de luchtfoto's zijn in fig 4.1 geschetst.



Letten we op het verst van de kust verwijderde schuim (schuimrand) afkomstig van brekende golven, dan blijkt de afstand tot de kust sterk te variëren. De oorzaken zijn de strandhoofden, veranderingen in de bodemtopografie en verschillen in de golfhoogte van de brekende golven. Om de beïnvloeding van de strandhoofden te vermijden beschouwen we in het vervolg de schuimrand ongeveer halverwege de strandhoofden. Aangenomen wordt dat de golven gaan breken, zodra de golfhoogte gelijk wordt aan een constante x de diepte ($H_{br} = \gamma \cdot d_{br}$).

Is de diepte t.p.v. de schuimrand bekend, dan duiden verschillen in de diepte t.p.v. de schuimrand op verschillen in de golfhoogte van de brekende golven.

Uit eigen waarnemingen (Pier te Scheveningen) blijkt, dat het schuim tot ongeveer 20 sec na breken redelijk zichtbaar blijft. De gemiddelde periode bedroeg voor de storm op 28 nov '74 5 à 7 sec. In ca 20 sec konden zo'n 3 golven een vast punt passeren.

De schuimrand is te interpreteren als de plaats, waar de grootste van tenminste 3 opeenvolgende golven begint met breken. Immers het schuim op de foto is afkomstig van een golf, die minder dan 20 sec voor de opzame is gaan breken. De golfhoogte H_{br} is evenredig met γ , zodat het verst van de kust verwijderde schuim bij een hellende bodem afkomstig is van de grootste van de golven, die in de 20 sec voor de

opname begonnen met breken.

Van windgolven kan men de "schijnbare golfhoogte" als een stochastische variabele (H) beschouwen. Onder de "schijnbare golfhoogte" wordt verstaan het grootste verschil in hoogte tussen twee opeenvolgende opwaartse of neerwaartse nuldoorgangen van een golfregistratie (zie lit 9).

Eveneens zal de grootste van 3 achtereenvolgende ("schijnbare") golfhoogten een stochastische variabele (g_3) zijn. De verdelingsfunctie van g_3 volgt uit die van de "schijnbare golfhoogten". De laatste is echter alleen buiten de brekerzone op eenvoudige wijze te bepalen.

Nu wordt aangenomen, dat de golfhoogten vanaf de rand van de brekerzone tot aan de plaats van breken niet veranderen. Anders gezegd de invloeden van shoaling en refractie worden verwaarloosd.

De schuimrand op de foto toont dus één realisatie van de stoch. var. g_3 .

Beschouwen we vervolgens de schuimrand op enige afstand van de eerste raai dan toont de rand een andere realisatie van dezelfde stoch. var. g_3 .

Hierbij wordt aangenomen dat de golfhoogten in de beide raaien (stochastisch) onafhankelijk van elkaar zijn.

Voor dwarsraaiafstanden van 100 tot 200 m is de aanname mogelijk niet helemaal juist, maar de optredende onnauwkeurigheid ten gevolge hiervan lijkt (zeker bij gebrek aan beter) aanvaardbaar.

Vervolgens passen we $H_{br} = \gamma \cdot d_{br}$ toe t.p.v. de schuimrand. Door de diepte t.p.v. de schuimrand in een aantal raaien te vermenigvuldigen met γ ontstaan verschillende waarden van de stoch. var. g_3 (de grootste golfhoogte van drie opeenvolgende golven). Het gemiddelde van de waarden ($\overline{\gamma \cdot d_{br}}$) is te beschouwen als de verwachtingswaarde van g_3 .

Een noodzakelijke voorwaarde is dat het golfklimaat slechts langzaam langs de kust verandert.

De verwachtingswaarde van g_3 is een functie van de verdelingsfunctie van g_3 , welke op zijn beurt volgt uit de verdelingsfunctie van H ("schijnbare golfhoogte").

Er is nu een relatie gevonden tussen $\gamma \cdot \overline{d_{br}}$ en een parameter van de golfhoogteverdeling aan de rand van de brekerzone (bv H_3). Wanneer d_{br} en γ berekend kunnen worden is de golfhoogteverdeling aan de rand van de brekerzone te bepalen.

Op 3 plaatsen langs de kust zijn door de golfmetingen de golfhoogteverdelingen bekend, waarmee de γ berekend kan worden (zie par 4).

Par 3. Relatie tussen de verdeling van de "schijnbare golfhoogte" en de verwachtingswaarde van g_3 t.p.v. de rand van de brekerzone.

De schijnbare golfhoogte \underline{H} is op diep water Rayleigh verdeeld (zie lit 9). De kans dat een golfhoogte \underline{H} kleiner is dan h is $Pr\{H < h\} = 1 - e^{-h^2/2\sigma_0^2} \approx 1 - e^{-2h^2/H^2/3}$ en wordt de verdelingsfunctie van de stoch. var. \underline{H} genoemd.

De golfhoogtemetingen (par 1) geven aan dat ook in ondiep water de \underline{H} praktisch Rayleigh verdeeld is.

Gezocht wordt de kans dat de grootste van 3 opeenvolgende golven kleiner is dan h ($Pr\{g_3 < h\}$). Als de grootste golfhoogte kleiner dan h is betekent dat de hoogte van alle 3 golven kleiner dan h moeten zijn. Als kan worden aangenomen, dat de golfhoogten stochastisch onafhankelijk zijn, dan is $Pr\{g_3 < h\}$ gelijk aan het product van de kansen dat de hoogte van de drie afzonderlijke golven kleiner dan h zijn. De $Pr\{H < h\}$ is voor alle drie golven gelijk, zodat

$$Pr\{g_3 < h\} = [Pr\{H < h\}]^3 = [1 - e^{-2h^2/H^2/3}]^3 =$$

$$= 1 - 3 \cdot e^{-2h^2/H^2/3} + 3 \cdot e^{-4h^2/H^2/3} - e^{-6h^2/H^2/3}$$

$$\text{Stel } \alpha = 2/H^2/3 \Rightarrow Pr\{g_3 < h\} = 1 - 3e^{-\alpha h^2} + 3e^{-2\alpha h^2} - e^{-3\alpha h^2}$$

De verwachtingswaarde van g_3 is $E(g_3) = \int_0^{\infty} h \cdot f(h) \cdot dh$, waarin $f(h)$ de kansdichtheid van g_3 is.

$$f(h) = \frac{dF(h)}{dh} \quad F(h) = Pr(g_3 < h) \text{ verdelingsfunctie van } g_3$$

$$f(h) = 6 \cdot \alpha h \cdot e^{-\alpha h^2} - 12\alpha h \cdot e^{-2\alpha h^2} + 6\alpha h \cdot e^{-3\alpha h^2}$$

$$E(g_3) = \int_0^{\infty} 6\alpha h^2 \cdot e^{-\alpha h^2} - 12\alpha h^2 \cdot e^{-2\alpha h^2} + 6\alpha h^2 \cdot e^{-3\alpha h^2} \cdot dh$$

De integraal is te berekenen met behulp van de Gamma-functie (zie lit16)

$$\Gamma(t) = \int_0^{\infty} x^{t-1} \cdot e^{-x} \cdot dx$$

met eigenschappen $\Gamma(t+1) = t \cdot \Gamma(t)$

$$\Gamma(1) = \int_0^{\infty} e^{-x} \cdot dx = 1$$

$$\Gamma\left(\frac{1}{2}\right) = \int_0^{\infty} \frac{e^{-x}}{\sqrt{x}} \cdot dx = \sqrt{\pi}$$

$$\text{De integraal: } \int_0^{\infty} 6\alpha h^2 \cdot e^{-\alpha h^2} dh = 6 \int_0^{\infty} x \cdot e^{-x} \cdot \frac{1}{2\sqrt{\alpha}} \cdot \frac{1}{\sqrt{x}} \cdot dx =$$

$$\text{stel } x = \alpha h^2 \quad h = \frac{1}{\sqrt{\alpha}} \cdot \sqrt{x}$$

$$dh = \frac{1}{2\sqrt{\alpha}} \cdot \frac{1}{\sqrt{x}}$$

$$= \frac{3}{\sqrt{\alpha}} \int_0^{\infty} \sqrt{x} \cdot e^{-x} \cdot dx = \frac{3}{\sqrt{\alpha}} \cdot \Gamma\left(\frac{3}{2}\right) = \frac{3}{\sqrt{\alpha}} \cdot \frac{1}{2} \Gamma\left(\frac{1}{2}\right) = \frac{3}{2\sqrt{\alpha}} \cdot \sqrt{\pi}$$

$$\text{Op dezelfde wijze is } \int_0^{\infty} -12\alpha h^2 \cdot e^{-2\alpha h^2} dh = -\frac{3}{2} \frac{1}{\sqrt{2\alpha}} \cdot \sqrt{\pi} \quad \text{en}$$

$$\int_0^{\infty} 6\alpha h^2 \cdot e^{-3\alpha h^2} \cdot dh = \frac{1}{2\sqrt{3\alpha}} \cdot \sqrt{\pi}$$

$$E(g_2) = \frac{3}{2\sqrt{\alpha}} \cdot \sqrt{\pi} - \frac{3}{2\sqrt{2\alpha}} \cdot \sqrt{\pi} + \frac{1}{2\sqrt{3\alpha}} \cdot \sqrt{\pi} \quad \left. \vphantom{E(g_2)} \right\} E(g_2) = 0,91 \cdot H_{1/2}$$

$$\alpha = \frac{2}{H_{1/2}^2}$$

Par 4 Berekening van γ

Op drie plaatsen langs de kust is de golfhoogteverdeling bekend (golfmetingen). De diepte t.p.v. de meetpunten was 6.2, 7.6 en 7.0 m. De diepte aan de rand van de brekerzone (d_{rand}) is bij benadering gelijk aan de grootste golfhoogte uit de registratie gedeeld door γ (≈ 0.6 geschat).

Voor Westkapelle, Zoutelande en Dishoek is d_{rand} resp $3.0/0.6 = 5$, $3.0/0.6 = 5$ en $3.6/0.6 = 6$ m.

De golfhoogteverdeling t.p.v. de rand van de brekerzone wordt bepaald door de golfhoogteverdeling uit de golfmeting

te vermenigvuldigen met de shoaling- en refractiecoëfficiënt (k_s en k_r).

Berekening van k_s en k_r met de \bar{T} en voor evenwijdige dieptelijnen.

a. Meting te Westkapelle (km.raai 23.110), $H_{1/3} = 1.94$ m.

$$\begin{aligned} d_{\text{meetpunt t.o.v. NAP}} &= 3.1 \text{ m} \\ \text{waterstand t.o.v. NAP} &= 3.1 \text{ m} \\ \hline \text{diepte t.p.v. meetpunt} &: 6.2 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\bar{T} = 5 \text{ sec}$$

$$\begin{aligned} \alpha &: \text{hoek tussen golfkam en dieptelijin} = 10^\circ \text{ op } d=3 \text{ m} \\ \frac{\sin \alpha}{c} &= \text{constant} \quad (\text{Snellius}) \end{aligned} \quad \left. \begin{array}{l} \alpha_{6.2} = 13^\circ \\ \alpha_{5.0} = 12^\circ \end{array} \right\}$$

$$k_s = \sqrt{\frac{(n.c)_{d=6.2}}{(n.c)_{d=5}}} = 1.0$$

mb.v. tabellen van
Wiegel (lit 18)

$$k_r = 1.0$$

$$H_{1/3 \text{ rand}} = H_{1/3} \cdot k_r \cdot k_s = 1.94 \text{ m}$$

b. Meting te Zoutelande (km.raai 25.880), $H_{1/3} = 1.75$ m.

$$\begin{aligned} d_{\text{meetpunt t.o.v. NAP}} &= 4.5 \text{ m} \\ \text{waterstand t.o.v. NAP} &= 3.1 \text{ m} \\ \hline \text{diepte t.p.v. meetpunt} &: 7.6 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\bar{T} = 5.2 \text{ sec}$$

$$\alpha_{d=7.6} = 25^\circ$$

$$\alpha_{7.6} = 35^\circ$$

$$\alpha_{5.0} = 30^\circ$$

$$\Rightarrow k_r = 0.97$$

$$k_s = \sqrt{\frac{(n.c)_{d=7.6}}{(n.c)_{d=5.0}}} = 1.0$$

$$H_{1/3 \text{ rand}} = 1.75 \cdot 0.97 = 1.70 \text{ m}$$

c. Meting te Dishoek (km.raai 30.270), $H_{1/3} = 2.34$ m.

$$\begin{aligned} d_{\text{meetpunt t.o.v. NAP}} &= 3.7 \text{ m} \\ \text{waterstand t.o.v. N.A.P.} &= 3.3 \text{ m} \\ \hline \text{diepte t.p.v. meetpunt} &: 7.0 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\bar{T} = 7.2 \text{ sec}$$

$$\alpha = 0^\circ$$

$$k_r = 1.0$$

$$k_s = \sqrt{\frac{mC)_{d=7.6}}{mC)_{d=5}}} = 1.02$$

$$H_{1/3 \text{ rand}} = 2.34 \cdot 1.02 = 2.39 \text{ m.}$$

$$f = \frac{E(g^3)}{d_{br}} = \frac{0.91 \cdot H_{1/3 \text{ rand}}}{d_{br}} \quad (\text{voor } d_{br} \text{ zie par. 5})$$

Westkapelle :	$f = \frac{0.91 \cdot 1.94}{2.96} = 0.60$	}	$f_{\text{gemiddeld}} = 0.54$
Zoutelande :	$f = \frac{0.91 \cdot 1.70}{3.2} = 0.40$		
Dishoek :	$f = \frac{0.91 \cdot 2.39}{3.96} = 0.55$		

Langs de kust is de $H_{1/3 \text{ rand}}$ te berekenen met $\frac{f \cdot \overline{d_{br}}}{0.91} = 0.59 \cdot \overline{d_{br}}$ (zie bijlage 33).

Voor zover mogelijk zijn de golfrichtingen t.p.v. de schuimrand bepaald (bijlage 34).

Par 5 Berekening van $\overline{d_{br}}$.

De belangrijkste gegevens van de foto's zijn op transparant papier overgetekend. Met behulp van kustkaarten (schaal 1 : 5000) zijn met zowel op de luchtfoto's als kaarten herkenbare punten (b.v. strandhoofden, wegkruisingen, huizen) de schalen van de foto's bepaald. Hierna kon de hoofdraai en dwarsraaien met km.-aanduiding worden ingetekend.

Elk jaar meet men in een groot aantal dwarsraaien het strandprofiel tussen L.W. en duinvoet op. Om de 10 m uit de hoofdraai wordt de hoogte t.o.v. NAP opgemeten. Met de strandprofielen van 1974 werd de diepte t.p.v. het verst uit de kust zichtbare schuim berekend. (bijlage 33)

De afstand waarover d_{br} gemiddeld wordt, moet enerzijds groot zijn vanwege de nauwkeurigheid, maar anderzijds klein om de verandering van d_{br} in langsricting goed weer te geven. Voor deze afstand is 720 tot 1000 m genomen, zo dat over 5 tot 7 waarden wordt gemiddeld.

Par 6 Bespreking van de resultaten.

De nauwkeurigheid van de berekende $H_{1/2}$ is in het bijzonder afhankelijk van de mate waarin de aanname, dat de diepte t.p.v. de schuimrand, vermenigvuldigd met γ , overeenkomt met de stochastische variabele g_3 (de grootste van drie opeenvolgende golven) juist is.

De in par 2 en 3 afgeleide verdelingsfunctie van g_3 :

$Pr\{g_3 < h\} = \{1 - Pr\{H < h\}\}^3$ wordt vergeleken met de verdelingsfunctie van de $\gamma \cdot d_{br}$ - waarden voor een bepaald kustgedeelte. We kiezen het gedeelte t.p.v. een golfmeetpunt, waar de $H_{1/2}$ het nauwkeurigst bekend is.

In plaats van de $Pr\{g_3 < h\}$ kan men evengoed de overschrijdingskans $\rightarrow Pr\{g_3 > h\} = 1 - Pr\{g_3 < h\} = 3 \cdot e^{-ah^2} - 3e^{-2ah^2} + e^{-3ah^2}$ (1) controleren. Dit heeft als voordeel dat de krommen op Rayleigh-papier uitgezet eenvoudiger zullen zijn.

Bepaling van de overschrijdingspercentages:

$\frac{h}{H_{1/2}}$	$ah^2 = \frac{zh^2}{H_{1/2}^2}$	$Pr\{g_3 > h\}$	$\gamma \cdot d_{br} / H_{1/2}$		
			Westkapelle	Zoutelande	Dishoek
0	0	100 %	100% > 0.60	100% > 0.50	100% > 0.66
0.2	0.08	≈ 100	93 > 0.71	94 > 0.61	92 > 0.60
0.4	0.32	98	87 > 0.74	88 > 0.70	85 > 0.70
0.6	0.72	87	80 > 0.79	82 > 0.79	77 > 0.75
0.8	1.28	62	60 > 0.87	76 > 0.80	69 > 0.77
1.0	2.0	35	53 > 0.90	64 > 0.91	62 > 0.91
1.2	2.88	16	47 > 0.93	53 > 0.94	54 > 0.95
1.4	3.92	5.0	33 > 0.90	41 > 1.00	38 ^s > 0.97
1.6	6.12	1.0	13 > 1.04	35 > 1.03	31 > 1.00
			6.7 > 1.12	23 ^s > 1.06	23.1 > 1.02
				12 > 1.10	15 > 1.06
				5.9 > 1.21	7.7 > 1.22
			15 waarnemingen van km. roai 21.950 Hm 24.000 $H_{1/2} = 1.94$	17 waarnemingen van km. roai 24.705 Hm 26.945 $H_{1/2} = 1.70$	13 waarnemingen van km. roai 29.100 Hm 31.600 $H_{1/2} = 2.39$

(1)

de eerste term is gelijk aan 3 x de overschrijdingskans van H voor grote waarden van h .

De overschrijdingslijnen van g_3 en de $\gamma \cdot d_{br}$ -waarden (bijlage 35) komen ongeveer met elkaar overeen voor $0.7 < h/H_{v_3} < 1.1$. Voor kleine h/H_{v_3} (< 0.7) en grote h/H_{v_3} (> 1.2) nemen de verschillen toe. Men kan zich afvragen of de verwachtingswaarde van g_3 en $\gamma \cdot d_{br}$ wel gelijk zullen zijn. Is dit niet het geval dan is $\gamma = E(g_3) / \overline{d_{br}}$ niet goed berekend.

Beschouwen we weer bijlage 35 dan lijken de overschrijdingskansen van $\gamma \cdot d_{br}$ op die van een Rayleigh-verdeling, waarvan de lage en hoge waarden niet voorkomen.

Een verklaring voor het ontbreken van de lage waarden is dat er op elk ogenblik wel een aantal golven aan het breken zijn. Bij een momentopname (foto) duidt de schuimrand op de grootste van de brekende golven op dat ogenblik. De hoge waarden kunnen ontbreken, omdat de kans van optreden van de grote golfhoogten klein is en bovendien de schuimrand in een aantal punten (dwarsraaien) wordt bekeken. Bij een momentopname is de kans dat er juist een grote golf breekt t.p.v. een dwarsraai zeer klein.

Bij deze beschouwing wordt de schuimrand geïnterpreteerd als de plaats waar een golf begint met breken. Op bijlage 36 is de overschrijdingskans voor de stoch. var \underline{H}_{af} (') bepaald. \underline{H}_{af} is de stoch. var. $\underline{H} = \Pr(\underline{H} > h)$ (Rayleigh-verdeeld) met een kansdichtheid is nul voor lage en hoge waarden van h .

Na het bepalen van de verdelings- en kansdichtheidsfunctie van \underline{H}_{af} , wordt de verwachtingswaarde voor \underline{H}_{af} berekend.

De kansdichtheidsfunctie van \underline{H}_{af} is:

$$\begin{aligned}
 f_{\underline{H}_{af}}(h) &= 0 && \text{voor } h < h_1. \\
 f_{\underline{H}_{af}}(h) &= \delta \cdot f_{\underline{H}}(h) = \frac{1}{F_{\underline{H}}(h_2) - F_{\underline{H}}(h_1)} \cdot f_{\underline{H}}(h) && \text{voor } h_1 < h < h_2. \\
 f_{\underline{H}_{af}}(h) &= 0 && \text{voor } h > h_2.
 \end{aligned}$$

(') index is afkomstig van "afgekapt".

De constante δ is nodig om aan de axioma's uit de waarschijnlijkheidsrekening te voldoen n.l. $\int_{-\infty}^{\infty} f(h) \cdot dh = 1$ of $F(\infty) = 1$. De grootte van δ volgt direct uit deze voorwaarde.

$$\int_{-\infty}^{\infty} f_{H_{at}}(h) \cdot dh = \lim_{\Delta h \rightarrow 0} \left\{ \int_{-\infty}^{h_1 - \Delta h} f_{H_{at}}(h) \cdot dh + \int_{h_1 + \Delta h}^{h_2 - \Delta h} \delta \cdot f_H(h) \cdot dh + \int_{h_2 + \Delta h}^{\infty} f_{H_{at}}(h) \cdot dh \right\} = 1$$

$$\Rightarrow \delta \cdot \{ F_H(h_2) - F_H(h_1) \} = 1 \quad \Rightarrow \quad \delta = \frac{1}{F_H(h_2) - F_H(h_1)}$$

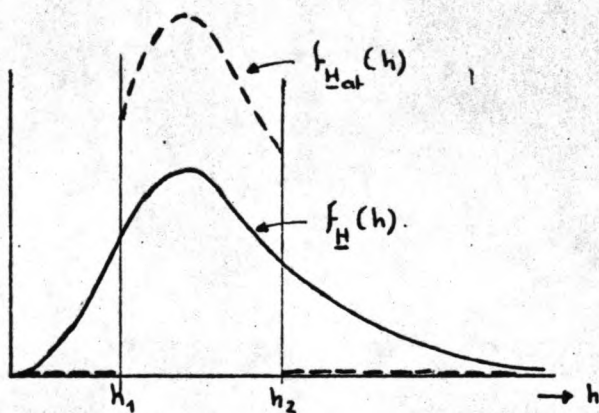
De verdelingsfunctie van H_{at} is:

$$F_{H_{at}}(h) = 0 \quad \text{voor } h \leq h_1$$

$$F_{H_{at}}(h) = 1 \quad \text{voor } h > h_2$$

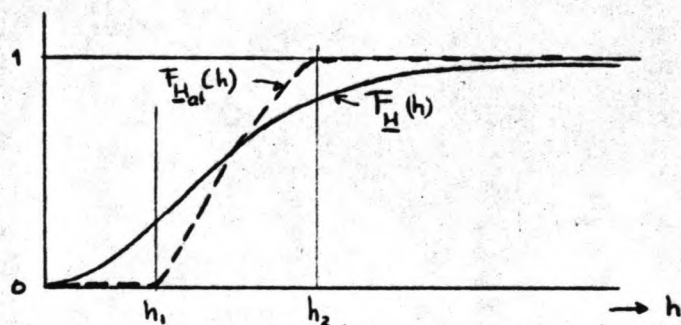
$$\text{Voor } h_1 < h \leq h_2 \text{ is } F_{H_{at}}(h) = \int_{-\infty}^h f_{H_{at}}(h) \cdot dh =$$

$$= \lim_{\Delta h \rightarrow 0} \left\{ \int_{-\infty}^{h_1 - \Delta h} f_{H_{at}}(h) \cdot dh + \int_{h_1 + \Delta h}^h \delta \cdot f_H(h) \cdot dh \right\} = \delta \cdot \{ F_H(h) - F_H(h_1) \}.$$



$$f_H(h) = \frac{4h}{H^2} \cdot e^{-2h^2/H^2}$$

$$f_{H_{at}}(h) = \frac{\delta \cdot 4h}{H^2} \cdot e^{-2h^2/H^2}$$



$$F_H(h) = 1 - e^{-2h^2/H^2}$$

$$F_{H_{at}}(h) = \delta \left\{ e^{-2h_1^2/H^2} - e^{-2h^2/H^2} \right\}$$

$$\delta = \frac{1}{F_H(h_2) - F_H(h_1)} = \frac{1}{e^{-2h_1^2/H^2} - e^{-2h_2^2/H^2}}$$

De verwachtingswaarde van H_{at} is $E\{H_{at}\} = \int_{-\infty}^{\infty} h \cdot p_{H_{at}}(h) \cdot dh =$

$$= \int_{h_1}^{h_2} \delta \cdot h \cdot f_H(h) \cdot dh = \delta \cdot \int_{h_1}^{h_2} \frac{4h^2}{H^2} \cdot e^{-2h^2/H^2} \cdot dh.$$

Stel $\frac{2}{H_{V_3}} = \alpha$ en $\alpha h^2 = x$, dan is $E(\underline{H}_{af}) = 2\delta \int_{h_1}^{h_2} dh^2 \cdot e^{-\alpha h^2} \cdot dh^2 =$

$$= 2\delta \int_{x_1}^{x_2} x \cdot e^{-x} \cdot \frac{1}{2\sqrt{\alpha}} \cdot \frac{1}{\sqrt{x}} \cdot dx =$$

$$= \frac{H_{V_3}}{\sqrt{2}} \cdot \delta \cdot \int_{x_1}^{x_2} \sqrt{x} \cdot e^{-x} \cdot dx.$$

met $x_1 = \alpha h_1^2 = \frac{2h_1^2}{H_{V_3}^2}$
 $x_2 = \alpha h_2^2 = \frac{2h_2^2}{H_{V_3}^2}$

$\int_{x_1}^{x_2} \sqrt{x} \cdot e^{-x} \cdot dx$ is een incomplete γ -functie en het is

niet eenvoudig deze analytisch op te lossen. Om deze reden wordt deze integraal numeriek geïntegreerd

Uit $E(\underline{H}_{af})$ is op identieke wijze als in par 4 γ te berekenen ($\gamma = E(\underline{H}_{af})/\bar{d}$).

Voor Westkapelle (a) is $h_1 = 0,68 \cdot H_{V_3}$ en $h_2 = 1,225 \cdot H_{V_3}$ (zie bijlage 35A).

$$\left. \begin{aligned} x_1 &= 2h_1^2/H_{V_3}^2 = 2 \cdot (0,68)^2 = 0,92 \\ x_2 &= 2h_2^2/H_{V_3}^2 = 2 \cdot (1,225)^2 = 3,0 \end{aligned} \right\} \begin{aligned} &\rightarrow \delta = 2,87 \\ &\rightarrow \int_{x_1}^{x_2} \sqrt{x} \cdot e^{-x} dx = 0,438 \end{aligned}$$

$H_{V_3} = 1,94$ m en $\bar{d} = 2,96$ m.

dus $\gamma = \frac{E(\underline{H}_{af})}{\bar{d}} = \frac{H_{V_3} \cdot \delta}{\sqrt{2} \cdot \bar{d}} \cdot \int_{x_1}^{x_2} \sqrt{x} \cdot e^{-x} dx = \frac{1,94 \cdot 2,87 \cdot 0,438}{\sqrt{2} \cdot 2,96} = 0,58$

Voor Zoutelande (b) is $h_1 = 0,70 \cdot H_{V_3}$ en $h_2 = 1,325 \cdot H_{V_3}$ (zie bijlage 35B).

$$\left. \begin{aligned} x_1 &= 2h_1^2/H_{V_3}^2 = 2 \cdot (0,70)^2 = 0,98 \\ x_2 &= 2h_2^2/H_{V_3}^2 = 2 \cdot (1,325)^2 = 3,51 \end{aligned} \right\} \begin{aligned} &\rightarrow \delta = 2,96 \\ &\rightarrow \int_{x_1}^{x_2} \sqrt{x} \cdot e^{-x} dx = 0,451 \end{aligned}$$

$H_{V_3} = 1,70$ m en $\bar{d} = 3,2$ m.

dus $\gamma = \frac{E(\underline{H}_{af})}{\bar{d}} = \frac{H_{V_3} \cdot \delta}{\sqrt{2} \cdot \bar{d}} \cdot \int_{x_1}^{x_2} \sqrt{x} \cdot e^{-x} dx = \frac{1,70 \cdot 2,9 \cdot 0,451}{\sqrt{2} \cdot 3,2} = 0,49$

Voor Dishoek (c) is $h_1 = 0,70 \cdot H_{V_3}$ en $h_2 = 1,27 \cdot H_{V_3}$ (zie bijlage 35C).

$$\left. \begin{aligned} x_1 &= 2h_1^2/H_{V_3}^2 = 2 \cdot (0,70)^2 = 0,98 \\ x_2 &= 2h_2^2/H_{V_3}^2 = 2 \cdot (1,27)^2 = 3,225 \end{aligned} \right\} \begin{aligned} &\rightarrow \delta = 2,98 \\ &\rightarrow \int_{x_1}^{x_2} \sqrt{x} \cdot e^{-x} dx = 0,433 \end{aligned}$$

$H_y = 2,39$ m en $\bar{d} = 3,95$ m.

$$\text{dus } \gamma = \frac{E \cdot H_{\text{alt}}}{\bar{d}} = \frac{\int \cdot H_y}{\sqrt{z} \cdot \bar{d}} \cdot \int_{x_1}^{x_2} \sqrt{x} \cdot e^{-x} \cdot dx = \frac{2,39 \cdot 290 \cdot 0,433}{\sqrt{2} \cdot 3,95} = 0,55.$$

De gemiddelde waarde van $\gamma = \frac{0,50 + 0,49 + 0,55}{3} = 0,54$.

Ondanks de betere benadering van de verdelingsfunctie voor $\underline{\gamma}_{br}$ geeft ook deze berekening een $\bar{\gamma}$ rond 0,55.

Hoofdstuk V. Toepassing van de resultaten.

Par 1. Vergelijking van de significante golfhoogten.

Voor 28 nov. '74 is de H langs de kust op ca 6 m diepte bepaald m,b,v, refractieberekeningen en m.b.v. luchtfoto's met enkele metingen.

In de uitkomsten van de refractieberekeningen wordt vervolgens een correctie voor de golfdemping op de "Vlakte van de Raan" aangebracht. De grootte van de correctie is bepaald in hoofdstuk III.

De significante golfhoogten met de invloed van golfdemping zijn kleiner dan de uitkomsten van de uitwerking van de luchtfoto's (zie bijlage 37).

Wordt de invloed van de demping^y gehalveerd, dan komen de resultaten goed overeen met de metingen en de resultaten van de luchtfoto's. De oorzaak waarom de demping geringer zou zijn is nog niet duidelijk.

De luchtfoto's geven de sterke afname van de H_y op een grotere afstand van Vlissingen dan de refractieberekeningen. Hierop is al gewezen in de noot op blz 18.

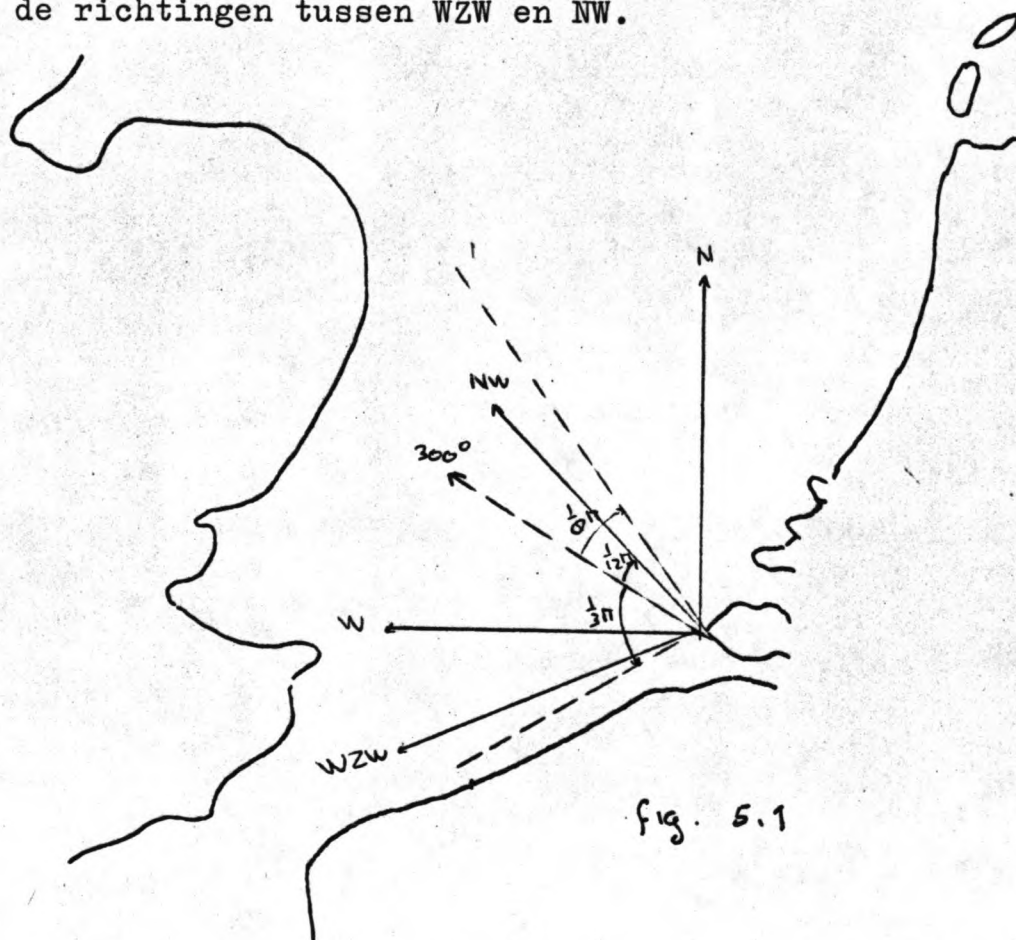
Par 2 Opmerkingen over de voortzetting van het onderzoek.

In de berekeningen tot nu toe is geen rekening gehouden met de wisselende waterstand t.g.v. de getijbeweging. Bij lagere waterstanden zal de invloed van de refractie groter zijn. Tevens zal de golfdemping op de Vlakte van de Raan toenemen. Het zal daarom nodig zijn de refractieberekeningen nog eens bij veel lagere waterstand uit te voeren.

Voor de zandtransportberekeningen zijn uiteindelijk gemiddelde golfgegevens van een heel jaar nodig. De eerste opzet was om de golfwaarnemingen van het l.s. "Goeree" te gebruiken. De waarnemingen geven echter van het golfbeeld één golfhoogte, de gemiddelde periode en de windrichting, terwijl

^y d.w.z. de coefficient f wordt gehalveerd

voor een redelijke bepaling van de golfbeweging aan de kust energiedichtheidsspectra gebruikt moeten worden. We kunnen dit probleem oplossen door van frequentiegegevens van windsnelheden uit te gaan en daaruit voor bepaalde klassen van windsnelheden en richtingen de energiespectra berekenen. Het richtingsspectrum moet geschat worden. Uit de uitgevoerde refractieberekeningen bleek dat voor golfrichtingen tussen NW en N praktisch geen golven aan de ZW-kust van Walcheren te verwachten zijn (bijlage 11). In hoofdstuk II is reeds opgemerkt dat de richtingen waarvoor de spectra berekend moeten worden beperkt blijft tot de richtingen tussen WZW en NW.



De golfopwekking vindt voornamelijk in het zuidelijk deel van de Noordzee plaats, waarbij in eerste benadering de fetchlengte voor elke richting gelijk te stellen is. Door de richtingsspectra tot 3 à 4 richtingen te schematiseren blijft het aantal refractieberekeningen beperkt. (zie voorbeeld op de volgende bladzijde)

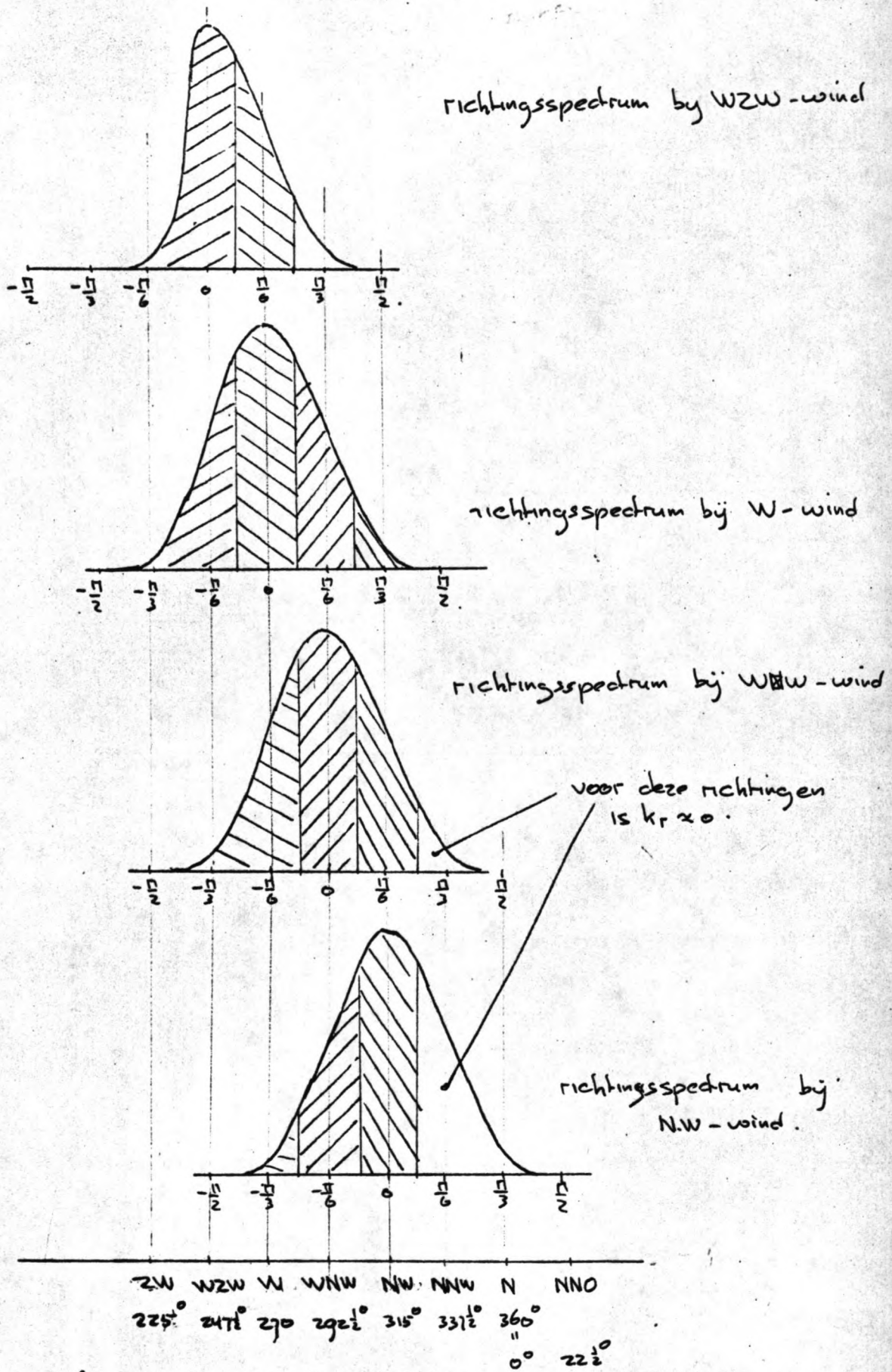


Fig. 5.2 Geschatte richtingspectra en een mogelijke schematische

Uit de berekeningen voor de verschillende windsnelheden en richtingen zijn t.p.v. de kust weer de 2-dim. energiespectra samen te stellen. Bij een indeling in b.v. vier richtingsklassen en vijf windsnelheidsklassen krijgen we voor elke plaats aan de kust 20 energiespectra met de frequenties per jaar.

De frequenties van de golven bij windrichtingen tussen ZW en Z zijn reeds in hoofdstuk II behandeld.

Par 3. Berekening van het zandtransport uit een 2-dim. energiedichtheidsspectrum.

Een gemiddelde frequentieverdeling over een jaar van de golfbeweging stelt ons in staat het zandtransport per jaar te berekenen.

Voor de windrichtingen tussen Z.W en Z. zijn de frequenties van $H_{1/2}$ bekend (zie hoofdstuk II par 8). De zandtransporten kunnen bijvoorbeeld met de formule van Bijker (lit. 18) of Svasek-Bakker (lit. 19) worden berekend.

Voor de windrichtingen van ZW tot N kunnen m.b.v. refractie-berekenen de frequenties van energiespectra ($S(f, \alpha)$) worden bepaald. De berekening van de zandtransporten kan (1) via een berekening van de snelheid van de brandingsstroom. Battjes heeft in lit. 20 aangegeven hoe uit een 2-dim. energiedichtheidsspectrum $G(\omega, \theta)$ op diep water de snelheid van de brandingsstroom kan worden berekend. De berekening is eenvoudiger, wanneer men het spectrum schematiseert tot een zeer smal spectrum met $\omega = \bar{\omega}$ en $\theta = \bar{\theta}$.

De brandingsstroomsnelheid is dan te berekenen met:

$$v = \frac{5 \pi \cdot \rho \cdot d}{16 c_f} \cdot \gamma (1 + 3/8 \gamma^2)^{-1} \cdot \sin \theta_0 \cdot \frac{g \cdot D}{c_0} \quad (\text{zie lit. 20})$$

Battjes onderzoekt de afwijking t.g.v. de schematisatie van het spectrum tot een smal spectrum. Voor ondiep water is alleen de invloed van θ belangrijk en kan een snelheid geven die 100 tot 150 %, afhankelijk van het richtingspectrum, groter is dan bij een smal spectrum.

Voor de berekening van v t.p.v. de kust van Walcheren is het energiespectrum op een diepte van ca 6 m bekend. In plaats van de gegevens op diep water kunnen deze voor een diepte van 6 m worden toegepast.

(1) geschieden

Hoofdstuk VI Samenvatting en Conclusies.

Het onderzoek van het zandtransport langs de zuidwest-kust van Walcheren zou dienen te geschieden volgens de schema's weergegeven op blz 7. Deze schema's worden nader besproken in hoofdstuk I.

De studie in dit rapport beperkt zich tot de onderstreepte onderwerpen.

In hoofdstuk II, dat handelt over de golfbeweging, wordt allereerst getracht om de benodigde frequentiegegevens van golfhoogte, periode en richting m.b.v. refractieberekeningen af te leiden uit die van het lichtschip "Goeree". Dit blijkt op deze manier geen redelijke resultaten te geven. Daarom wordt de refractie tijdens de storm op 28 nov. '74 nader geanalyseerd. Voor de controle van de resultaten staan ter beschikking:

- a. visuele golfwaarnemingen op drie plaatsen aan de kust (verdeling van golfhoogten en perioden).
- b. luchtfoto's van de brekerzone.

Bij de refractieberekeningen is aandacht besteed aan het probleem van snijdende golfstralen en van brandpunten. De eerste refractieberekeningen zijn uitgevoerd onder de aanname, dat alle golfenergie uit de windrichting komt. De uitkomsten voor $b_0/b = K_{r,1}^2$ zijn gegeven in bijlage 10. Deze resultaten zijn nog niet bevredigend, wat de aanleiding was om ook het richtingspectrum in de berekening te betrekken (blz 15).

De resultaten van H_v en ϵ langs de kust op een diepte van ca 5,5 tot 6 m zijn vergeleken met de resultaten van de uitwerking van de luchtfoto's. De gemiddelde periode uit de refractieberekeningen zijn vergeleken met de metingen.

Uit de vergelijking volgt;

De significante golfhoogte neemt van Westkapelle naar Zoutelande iets af, maar neemt vanaf Zoutelande naar Dishoek geleidelijk toe en wordt daarna snel kleiner. (zie bijlage 21)

De gemiddelde golfperiode zou volgens de metingen vanaf Zouteland naar Dishoek toe moeten nemen (zie bijlage 22). De refractieberekeningen geven een wat kleinere toename, die bovendien in de richting naar Vlissingen is verschoven. De toename van de gemiddelde periode kan verklaard worden enerzijds doordat het "Bankje van Zoutelande" de golven met grote periode periode naar zich toetrekt en pas aan de zuidoostzijde "loslaat", anderzijds door de invloed van "terugkaatsing" van golven op de geul de "Wielingen". Dit verschijnsel dat eveneens bij licht optreedt, wanneer de grenshoek wordt overschreden, doet zich ook bij golven voor wanneer deze van ondiep water ("Vlakte van de Raan") in diep water (geulen "Oostgat" of "Wielingen") komen (zie bijlage 26 en 7 of 8, waarin de bodemtopografie is weergegeven).

De golfrichtingen uit de refractieberekeningen zijn "gemiddelde" richtingen, die bepaald zijn door de energiecomponenten van het energiedichtheidsspectrum achter elkaar als bij een krachtenfiguur uit te zetten. De "gemiddelde" richtingen komen redelijk overeen met de golfrichtingen uit de luchtfoto's. De luchtfoto's geven ook richtingen aan, die duidelijk verschillen met de richtingen uit de refractieberekeningen. De oorzaak is waarschijnlijk de reeds eerder genoemde invloed van "terugkaatsing" van golven op de "Wielingen"

In hoofdstuk III is achtereenvolgens nader ingegaan op de golfdemping op de "Vlakte van de Raan" (resultaat: dichte stippen op bijlage 37) en de golfopwekking en demping t.g.v. refractie en diffractie in het "Oostgat". De energieafname t.g.v. refractie overheerst zeer sterk de energietoename door de wind. Praktisch alle golfenergie, aanwezig bij het beginpunt, komt over een afstand van 3 km op de kust bij Westkapelle terecht.

De uitwerking van de luchtfoto's wordt in hoofdstuk IV behandeld. De schuimrand kan gedefinieerd worden als de plaats waar de grootste van drie opeenvolgende golven is begonnen met breken. De golfhoogte t.p.v. breken wordt evenredig gesteld met de diepte t.p.v. breken ($H_{br} = \gamma \cdot d_{br}$). Door refractie en shoaling in de brekerzone te verwaarlozen is de schuimrand op de foto te interpreteren als een realisatie van de grootste golfhoogte van ca drie golven t.p.v. de rand van de brekerzone. De grootste golfhoogte van drie golven is een stochastische variabele (g_3) en is uit te drukken in de "schijnbare golfhoogte" (H) (is volgens metingen op een diepte van ca 6 m ook Rayleigh verdeeld). De gemiddelde waarde van de diepte t.p.v. de schuimrand in een aantal dwarsraaien langs de kust vermenigvuldigd met γ is gelijk gesteld aan de verwachtingswaarde van g_3 , welke laatste afhangt van één parameter van de golfhoogteverdeling (b.v. $H_{\frac{1}{3}}$).

Op deze wijze is een relatie tussen $\gamma \cdot \bar{d}_{br}$ en $H_{\frac{1}{3}}$ verkregen. Bij gegeven γ en d_{br} volgt direct de $H_{\frac{1}{3}}$ of de golfhoogteverdeling t.p.v. de brekerzone.

De d_{br} is m.b.v. de foto's, kustkaarten en strandprofielen voor een groot aantal raaien te bepalen.

Met behulp van drie visuele golfmetingen is γ te berekenen. Uit $\gamma \cdot \bar{d}_{br} = E(g_3) = 0,91 \cdot H_{\frac{1}{3}}$ volgt de $H_{\frac{1}{3}}$ langs de kust.

De berekende waarden van $H_{\frac{1}{3}}$ zijn op bijlage 37 weergegeven door kruisjes. Hoewel de verdeling van de $\gamma \cdot d_{br}$ niet geheel overeenkomt met de verdeling van g_3 , blijkt een betere benadering voor de verdeling van $\gamma \cdot d_{br}$ toch eenzelfde γ te geven (zie hoofdstuk IV par 6).

In hoofdstuk V wordt de invloed van golfdemping in de sign. golfhoogte uit de refractieberekeningen in rekening gebracht (dichte stippen in bijlage 37). De sign. golfhoogten zijn kleiner dan de waarden uit de uitwerking van de luchtfoto's. Met de gehalveerde waarde voor de wrijvingscoëfficiënt f komen de resultaten wel goed met elkaar overeen. De oorzaak of reden waarom de demping geringer zou zijn is niet

duidelijk. De berekening van de zandtransporten zou kunnen geschieden door eerst de snelheid van de brandingsstroom uit het energiespectrum op de door Battjes in lit. 20 aangegeven wijze te berekenen.

Summary

This report deals with the obtaining of wave characteristics in a year, as average values for a long period, along the South-west coast of Walcheren.

At first is attempted to use visual measurements from the light-vessel "Goeree". The measurements, involved the classification of the wave-pictures, has been given in classes characterized by one wave height, period and direction. The wave characteristics along the coast can be obtained from these measurements by computation of wave refraction. Because of the intricate course of the contour-lines in the mouth of the Westerschelde the computations give results on wave heights along the coast, which are in contradiction with observations.

After this discouraging result the investigation of refraction is focussed on one storm, for which relatively much is known, namely airphotographs of the breaker zone and wave observations in three places along the coast.

For a number of frequencies of the energy density spectrum from "Goeree" the refraction coefficients are determined near the coast at a depth of 5,5 - 6 m. In the first instance the wave direction has been taken equal to the wind direction. The results vary still too much along the coast. Therefore the investigation has been extended by investigation the influence of the directional spectrum. Unfortunately this directional spectrum had to be estimated for "Goeree". From the refraction coefficients the significant wave height is calculated along the coast. After that the energy dissipation at the shallow part of the mouth of the Westerschelde is determined, which reduces the significant wave height. A study has been made of the possibility of wave generation in the "Oostgat", but this appears to be negligible.

The values of the significant wave height, calculated with a rather low friction coefficient agree well with the results obtained from the analyses of airphotographs of the breaker zone. The reason, why this friction coefficient is so low, is not obvious. Finally a possibility is pointed out to obtain all necessary wave data, required for a coastline calculation.

Lijst van gebruikte symbolen.

- A_n : constante in de formule voor de richtingsfunctie.
 B : geulbreedte.
 b : afstand tussen twee golfstralen.
 $c, c(x), c(y), c(x,y)$: fasesnelheid.
 $d, d(x,y)$: diepte t.o.v. N.A.P.
 d_{br} : diepte t.p.v. breken.
 E : golfenergie per m^2 oppervlak.
 ΔE : golfenergie per m^2 oppervlak, behorende bij een richtings- en frequentieband uit het energiespectrum.
 $\Delta E'$: golfenergie per m^2 oppervlak, behorende bij een frequentieband.
 $F(\alpha)$: richtingsfunctie.
 $F_H(h)$: verdelingsfunctie van de stoch. variabele H .
 f : frequentie.
 f : wrijvingscoëfficiënt (hoofdstuk III).
 $f_H(h)$: kansdichtheidfunctie van de stoch. var. H .
 $G(\alpha_i)$: deel van oppervlak onder de richtingsfunctie voor α_i .
 g_3 : grootste golfhoogte van drie opeenvolgende golven.
 $H, H(x), h$: golfhoogte.
 H_{af} : golfhoogte uit een "afgekapte" Rayleigh-verdeling.
 H_{br} : golfhoogte t.p.v. breken.
 $H_{1/2}$: significante golfhoogte.
 K_r : $\sqrt{b_o/b_s}$, refractiecoëfficiënt.
 K_s : shoalingcoëfficiënt.
 L : wrijvingsafstand.
 m_o : $S(f).df$, oppervlak onder energiedichtheidskromme.
 m_s : $f^2.S(f).df$.
 n : verhouding groepssnelheid en fasesnelheid.
 $S(f)$: energiedichtheid (één-dimensionaal).
 $S(f, \alpha)$: energiedichtheid (twee-dimensionaal).
 T : golfperiode.
 T_{eq} : equivalente golfperiode voor een periodeklasse.
 \bar{T} : gemiddelde periode.
 $T_{1/2}$: significante periode.

- V : energietransport per sec.
 v : toe- of afvoer van energie per m' en sec.
 w : windsnelheid.
 α : hoek van de golfrichting t.o.v. de windrichting.
 α_i : geschematiseerde richting van het richtingspectrum.
 β : $1/K_r^2$
 γ : verhouding van H_{br} en d_{br} .
 $\Gamma(t)$: Gamma-functie (zie lit 16)
 ϵ : golfrichting
 κ_0 : kromming van de golfkam t.p.v. $x=0$.
 ρ_l : dichtheid van lucht.
 ρ_w : dichtheid van water.
 ω : $2\pi/T$, hoekfrequentie.

- index \bullet : t.p.v. de westelijke ran de bodemschematisatie.
 \ast : t.p.v. de Zuidwest-kust van Walcheren op een diepte van ca 6 m.
 af : afgekapt (hoofdstuk IV).

Literatuurlijst.

- lit. 1 : M.H. Wilderom
Tussen Afsluitdammen en Deltadijken (3) , 1968.
- lit. 2 : W.T. Bakker
One aspect of the dynamics of a coast, partly protected
by a row of groynes.
Rijkswaterstaat, Studierapport WWK 67-5.
- lit. 3 : J.A. Casteleijn
Numerieke berekening van de verandering van kustvormen
onder invloed van golfaanval.
T.H.- Delft, Vakgroep Kustwaterbouwkunde, 1975.
- lit. 4 : K. van Dixhoorn
Eén-dimensionale berekening van de getijbeweging in de
mond van de Westerschelde.
Deelontwerp Vloeistofmechanica, 1975.
- lit. 5 : R. Dorrestein
Wind and wave data of the Netherlands lightvessels
since 1949.
Mededelingen en Verhandelingen van het K.M.N.I no 90.
- lit. 6 : W.T. Bakker
Berekening van het zandtransport door golven met de
methode van evenwijdige dieptelijnen.
Rijkswaterstaat, Studierapport WWK 69-7.
- lit. 7 : J.A. Battjes
Collegedictaat Korte Golven (b 76).
T.H.- Delft, Vakgroep Vloeistofmechanica.
- lit. 8 : K. Popp
Ray Refraction program.
T.H.- Delft, Vakgroep Vloeistofmechanica, 1975.

- lit. 9 : J.A. Battjes
Collegedictaat Windgolven (b 78)
T.H.- Delft, Vakgroep Vloeistofmechanica.
- lit. 10 : W.J. Pierson jr.
The interpretation of crossed orthogonals in wave
refraction phenomena.
Beach Erosion Board. Techn. Memo 21, 1951.
- lit. 11 : L.H. Holthuysen
An investigation of two-dimensional wave propagation
problems.
T.H.- Delft, Vakgroep Vloeistofmechanica, 1971.
- lit. 12 : W.T. Bakker
Beschouwing omtrent de golfhoogte en golfperiode bij
het dijkvak Wirum en Paesens.
Rijkswaterstaat, Studierapport WWK 64-3.
- lit. 13 : P. Roelse
Golfdemping op de Vlakte van de Raan. (Voorlopig rapport
Rijkswaterstaat, Studiedienst Vlissingen, 1975.
- lit. 14 : W.H. Munk en R.S. Arthur.
Wave intensity along a refracted ray.
- lit. 15 : W.T. Bakker
Maximale golfdemping in kanalen.
Rijkswaterstaat, Studierapport Memo 67-2.
- lit. 16 : M. Abramowitz en I.A. Stegun
Handbook of mathematical functions.
Nat. Bureau of Standards, Applied Mathematics, Series 55
1964.
- lit. 17 : R.L. Wiegel
Oceanographical engineering.
1964.

- lit. 18 : E.W. Bijker
Lecture notes for Topics in Coastal Engineering.
Collegedictaat, T.H.-Delft, Vakgroep Kustwaterbouwkunde.
- lit. 19 : W.T. Bakker
Berekening van het zandtransport volgens de methode
Svasek bij een strand en een vooroever, die een hoek
met elkaar maken.
Rijkswaterstaat, Studierapport WWK 71-18.
- lit. 20 : J.A. Battjes
Computation of set-up, longshore currents, run-up and
overtopping due to wind-generated waves.
Proefschrift, T.H.- Delft, 1974.

APPENDIX A. Beknopte weergave van enkele punten uit de rapporten van Pierson en Holthuysen.

Al. The interpretation of crossed orthogonal in wave refraction phenomena. - W.J. Pierson jr.

Pierson bespreekt o.a. twee rapporten van Lowell : The interpretation of waves in shallow water (1949) en The interpretation of waves in shallow water, communications on pure and applied mathematics (1949). Hierin laat Lowell zien, dat er een zeer goede overeenkomst bestaat tussen de vergelijkingen voor golfrefractie in een 2-dimensionaal vlak en vergelijkingen uit de geometrische optica (toegepast in de studie van de optische instrumenten).

Lowell past de basisaannamen van de gelineariseerde ondiep-water theorie toe op de 3 bewegingsvergelijkingen, de continuïteitsvergelijking en de randvoorwaarden t.p.v. de bodem en het vrije oppervlak. Hij krijgt voor het vrije oppervlak de vergelijking :

$$\frac{\partial^2 \zeta}{\partial t^2} = \frac{\partial}{\partial x} \left(g \cdot h \cdot \frac{\partial \zeta}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(g \cdot h \cdot \frac{\partial \zeta}{\partial y} \right) \quad [2.2]$$

Hieruit kunnen zonder verdere aannamen vergelijkingen voor golfkammen, orthogonalen, de wet van Snellius worden afgeleid.

Pierson stelt voor om i.p.v. $g \cdot h = c_{\text{ondiep water}}^2$ het kwadraat van de golfsnelheid voor het "tussengebied" ($c = \sqrt{\frac{g \cdot h}{2\pi} \cdot \frac{2\pi}{\lambda}} = \sqrt{\frac{g \cdot h}{\lambda}}$)

te substitueren in verg. 2.2. Dan ontstaat de volgende vergelijking: $\frac{\partial^2 \zeta}{\partial t^2} = \frac{\partial}{\partial x} \left[\frac{g \cdot h}{2\pi} \cdot \frac{2\pi}{\lambda} \cdot \frac{\partial \zeta}{\partial x} \right] + \frac{\partial}{\partial y} \left[\frac{g \cdot h}{2\pi} \cdot \frac{2\pi}{\lambda} \cdot \frac{\partial \zeta}{\partial y} \right]$. [2.4]

De vergelijking is analoog aan de verg. 4.1, die voor radio-, licht- en geluidsgolven uit fysische basis principes is afgeleid.

$$\frac{\partial^2 \zeta}{\partial t^2} = \frac{\partial}{\partial x} \left[c^2(x,y,T) \cdot \frac{\partial \zeta}{\partial x} \right] + \frac{\partial}{\partial y} \left[c^2(x,y,T) \cdot \frac{\partial \zeta}{\partial y} \right] \quad [4.1]$$

De analogie tussen radio-, licht- en geluidsgolven en watergolven is ⁽¹⁾ gebruikt om in een golftank antenneeigenschappen in een homogeen medium en geluidsgolven in een niet-homogeen medium te onderzoeken. De verkregen resultaten kwamen in beide gevallen overeen met de theoretische beschouwingen.

(1) door natuurkundigen

Hierdoor denkt Pierson aan mogelijke toepassingen van verg. 4.1 in de studie van oceaangolven.

Bijzondere gevallen van deze vergelijking zijn reeds toegepast.

a. Eén oplossing is gebruikt in de studie van diffractie bij een golfbreker (Blue en Johnson).

b. Alle problemen van golfrefractie zijn oplossingen van deze vergelijking, wanneer geen brandpunten optreden en wanneer de golflengte klein is t.o.v. de afmetingen van het refractie veroorzakende voorwerp.

Vergelijking 4.1 bevat dus zowel eigenschappen van refractie en diffractie. Pierson vermeldt dat (in 1951) complete oplossingen van verg. 4.1 niet bekend zijn.

De algemene methode van oplossen van dergelijke vergelijkingen geeft hij grof weer.

De eerste voorwaarde is, dat de oplossing periodiek is:

$\xi = U \cdot e^{-i\omega t}$. Dit in verg. 4.1 gesubstitueerd geeft een elliptische differentiaalverg. in U.

$$\frac{\partial}{\partial x} [c^2(x,y,t) \cdot \frac{\partial u}{\partial x}] + \frac{\partial}{\partial y} [c^2(x,y,t) \cdot \frac{\partial u}{\partial y}] + \omega^2 \cdot u = 0$$

Gewoonlijk kan voor verg. 4.3 alleen m.b.v. benaderingen een oplossing worden verkregen.

Uit oplossingen m.b.v. nauwkeurige benaderingen door andere onderzoekers, geïnteresseerd in geluids- en elektromagnetische golven, volgt dat er een faseverschuiving in de golven door het brandpunt moet zijn. Experimenten bevestigen het bestaan van de faseverschuiving bij watergolven (zie volgende blz.).

In verband met praktische toepassingen is het nodig te weten op welke wijze de golfhoogten op grote afstand achter het brandpunt kunnen worden bepaald.

De eerste mogelijkheid is, dat de geometrische optica geldt na het brandpunt.

De tweede mogelijkheid is, dat de golfenergie zich over zo'n groot gebied uitspreidt, dat de golven erg klein

worden.

Welke mogelijkheid optreedt hangt van de geometrische eigenschappen van het beschouwde brandpunt af. Op welke wijze dit afhangt, wordt niet nader aangeduid.

Pierson heeft in een kleine golftank de golfvoortplanting over een cirkelvormige bank (in het model weergegeven door een klokkeglas) onderzocht.

Het optredende golfbeeld is gefotografeerd.

Figuur 8 toont het orthogonale patroon volgens een theoretische beschouwing van Arthur.

Figuur 11 toont de schematische weergave van het golfbeeld.

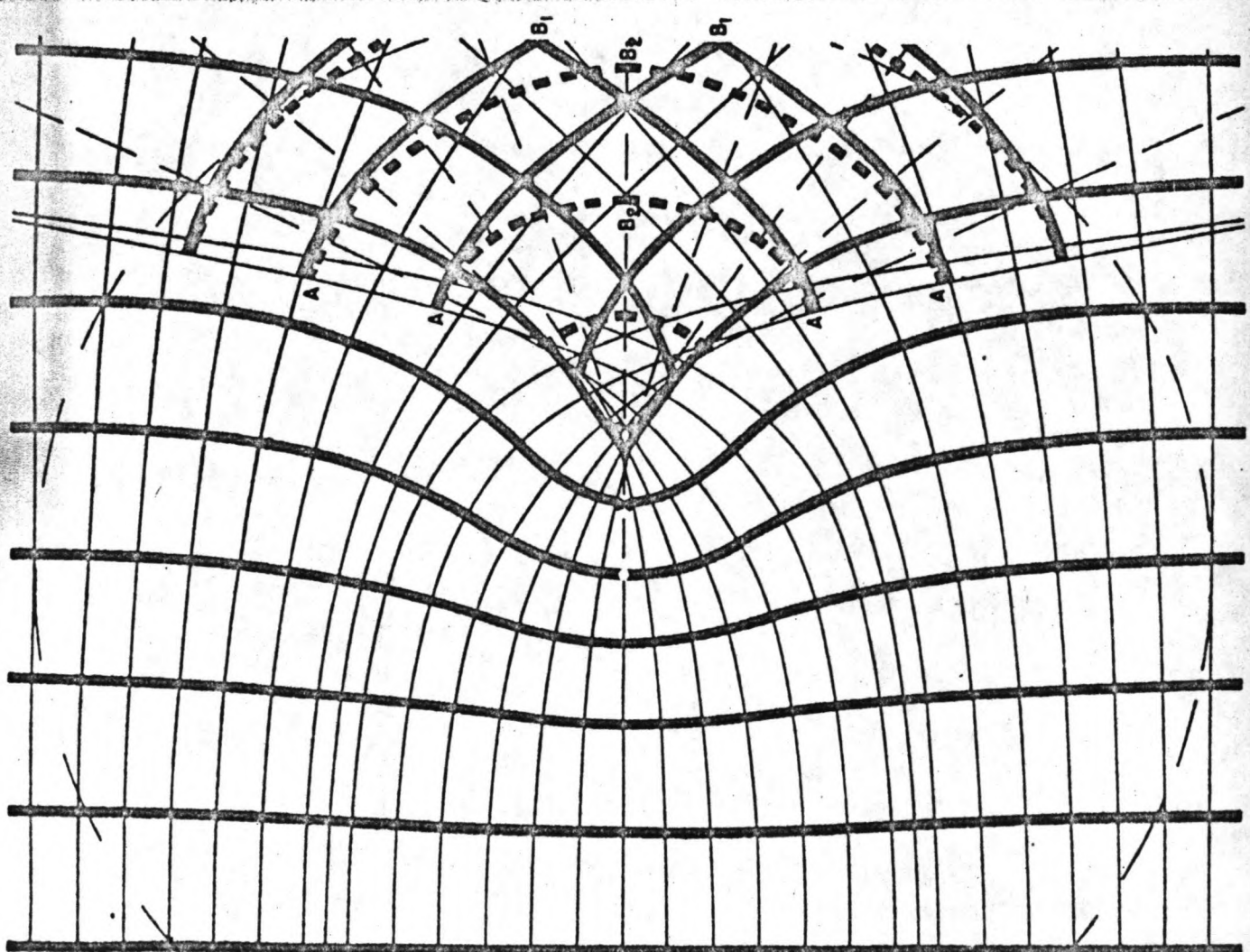
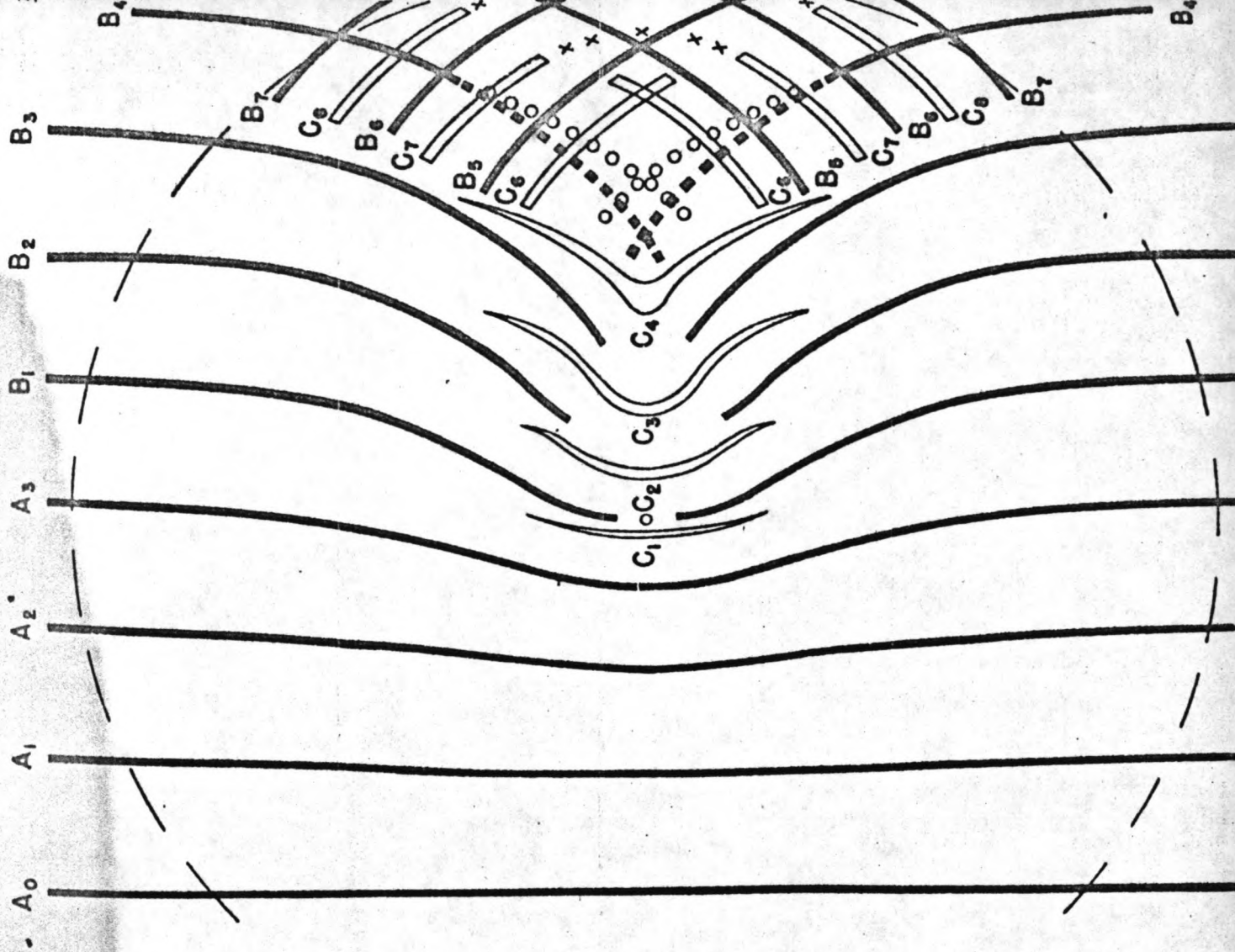
Figuur 12 is de oorspronkelijke foto van het golfbeeld.

Enkele opmerkingen over figuur 11:

- Er treedt duidelijk een faseverschuiving (180°) op, die voor het brandpunt begint en op enige afstand na het brandpunt is voltooid.
- De kammen C_1, C_2, \dots passeren het ondiepste gedeelte van het klokkeglas vergeleken met de kammen B_1, B_2, \dots , zo dat er een extra tijdinterval met grootte T nodig is. Hierdoor is kam C_8 achter kam B_7 .
- Er bestaat één tegenstrijdigheid. Wanneer de tekens ■ en o uit figuur 11 worden beschouwd, dan zijn er twee mogelijkheden:
 - a. ■■■ is een vervolg van B_4 , dan is de golflengte tussen B_4 en B_5 te groot. De o-tekens stelt dan kam C_5 voor, maar dan is de golflengte tussen C_5 en C_6 te klein.
 - b. ooo. is een vervolg van B_4 en ■■■ is kam C_5 . Dan is de golflengte tussen B_3 en B_4 te groot en tussen C_4 en C_5 te klein.
- In termen van oceaan golven geeft figuur 11 een bank weer met diameter = 1 mijl en golven met een periode van 11 sec.

Pierson heeft nog twee proeven gedaan met een gewijzigde golflengte. In figuur 13 en 14 is de golflengte resp. $6/5$ en $3/5$ maal de golflengte in figuur 12.

Door de invloed van de oppervlakte spanning op de golfsnelheid zal voor een andere golfperiode het klokkeglas in het model een bank met een ander profiel weergeven. In figuur 13 is de faseverschuiving weer zichtbaar. Achter het brandpunt ontstaat een zeer verward beeld. De kam door het brandpunt lijkt zich direct na het brandpunt weer te ordenen. In figuur 14 is geen brandpunt meer aanwezig. Er ontstaan twee kruisende golftreinen.



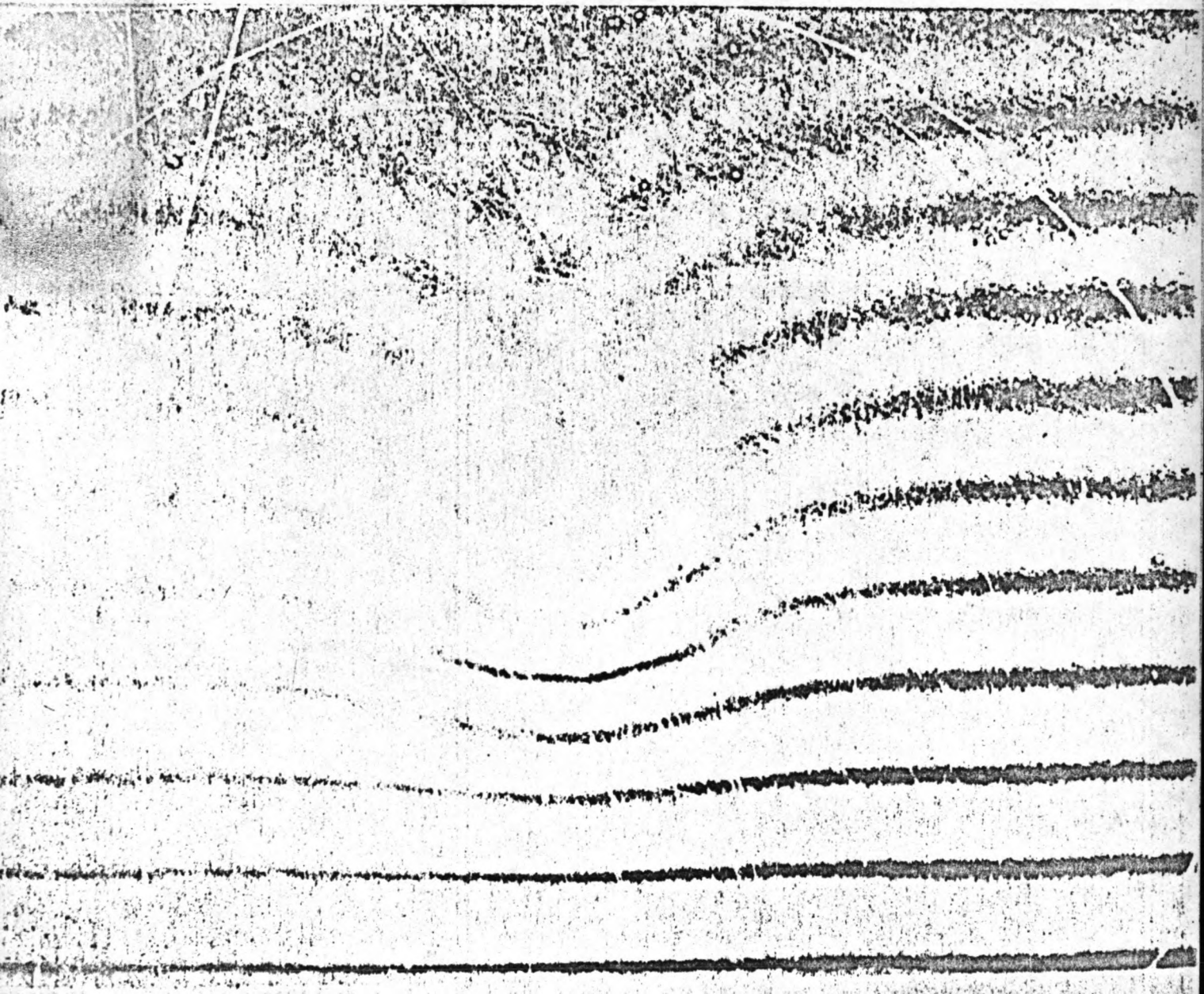


Figuur 12. Schaduwfoto van golfkampeetron.



Figuur 13. Schaduwfoto van golfkampeetron voor golven met een grotere golflengte.

Figuur 14. Schaduwfoto van golfkam patroon voor golven met een kleinere golflengte.



A2. An investigation of two-dimensional wave propagation problems.- L.H. Holthuysen.

Holthuysen maakt gebruik van een theorie, waarin zowel refractie als diffractie effecten begrepen zijn, ontwikkeld door Schönfeld.

De golven worden verondersteld 3-dimensionale zwaarte-krachtsgolven te zijn in een ideale vloeistof. De golven zijn harmonisch in de tijd en de amplitude zo klein, dat de lineaire theorie toepasbaar is. Het wateroppervlak kan worden voorgesteld door $\eta = \text{Re} \{ e^{i\omega t} \cdot f(x,y) \}$.

Schönfeld gaat uit van de bekende continuïteits- en bewegingsvergelijking. Hij introduceert een bodemvervorming door de horizontale schaal te veranderen met een parameter λ . Er wordt een potentiaal functie ϕ gedefinieerd zo dat $f(x,y) = \frac{i\omega}{g} \phi$. Schönfeld vindt uiteindelijk een homogene 2^{de} orde lineaire differentiaalvergelijking van het elliptische soort, waaraan ϕ moet voldoen.

$$\bar{\nabla}^2 \phi + m \cdot \bar{\nabla} d \cdot \bar{\nabla} \phi + k^2 \phi = 0 \quad m = \beta_1(k, p, d)$$

$\bar{\nabla}^2$: 2-dim. operator van Laplace.

$$P = \beta_2(\omega)$$

$\bar{\nabla}$: 2-dim. gradient operator.

Wordt de diepte constant gehouden dan is $\bar{\nabla} d = 0$ en is de vergelijking identiek aan de vergelijking van Helmholtz, die de basis is van normale diffractie problemen.

Holthuysen stelt $\phi = a \cdot e^{i\psi}$ voor een vergelijking met formules uit andere literatuur. Uit deze vergelijking ^{in ψ} volgt door verwaarlozing van enkele termen de vergelijking $k^2 = (\Delta \psi)^2$, die gewoonlijk wordt gebruikt voor refractie problemen.

Holthuysen heeft de door Schönfeld afgeleide differentiaalvergelijking numeriek opgelost. Hiertoe is de d.v. veranderd in een differentievergelijking. Voor de oplossing is een computerprogramma ontwikkeld, dat een efficiënt gebruik maakt van het (beperkte) geheugen.

Met de theorie is de golfbeweging over een cirkelvormige bank berekend. Ter vergelijking zijn tevens modelproeven uitgevoerd.

Enkele opmerkingen over de resultaten. (zie volgende blz)

- Het patroon van de golfkammen die niet beïnvloed zijn door het brandpunt, verkregen met de Stralen-methode, valt samen met dat, verkregen uit de theorie van Schönfeld.
- De door de theorie voorspelde faseverschuiving in de golfkam door het brandpunt blijkt in het model ook op te treden. Een faseverschuiving die voor het brandpunt begint (zoals waargenomen door Pierson) werd niet opgemerkt. Het effect trad op in een tamelijk klein gebied achter de brandlijn.
- De golfrichting in het model na de brandlijn kwam overeen met de richtingen uit de Stralen-methode.
- De berekende en elektronisch gemeten golfhoogten waren redelijk goed met elkaar in overeenstemming.
- Gedurende de experimenten werd opgemerkt, dat een sterke vervorming van de golven over de top van de bank golven van hogere orde opwekte.

— : golfkam uit Stralen -methode
 --- : golfkam uit Stralen -methode na het passeren van het brandpunt
 •••• : golfkam uit fotografische metingen
 ○○○○ : golfkam uit computer berekeningen volgens de theorie van Schönfeld .

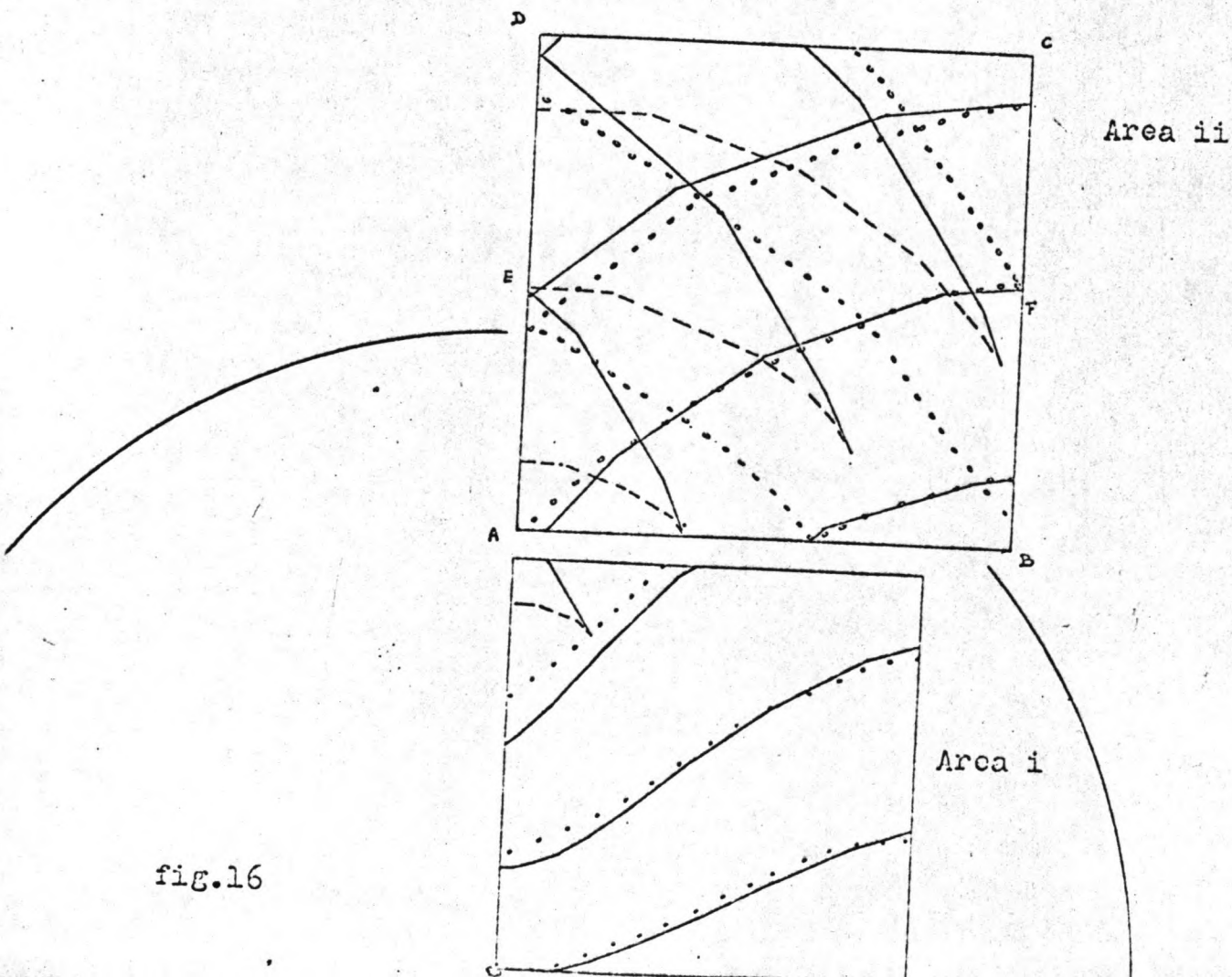


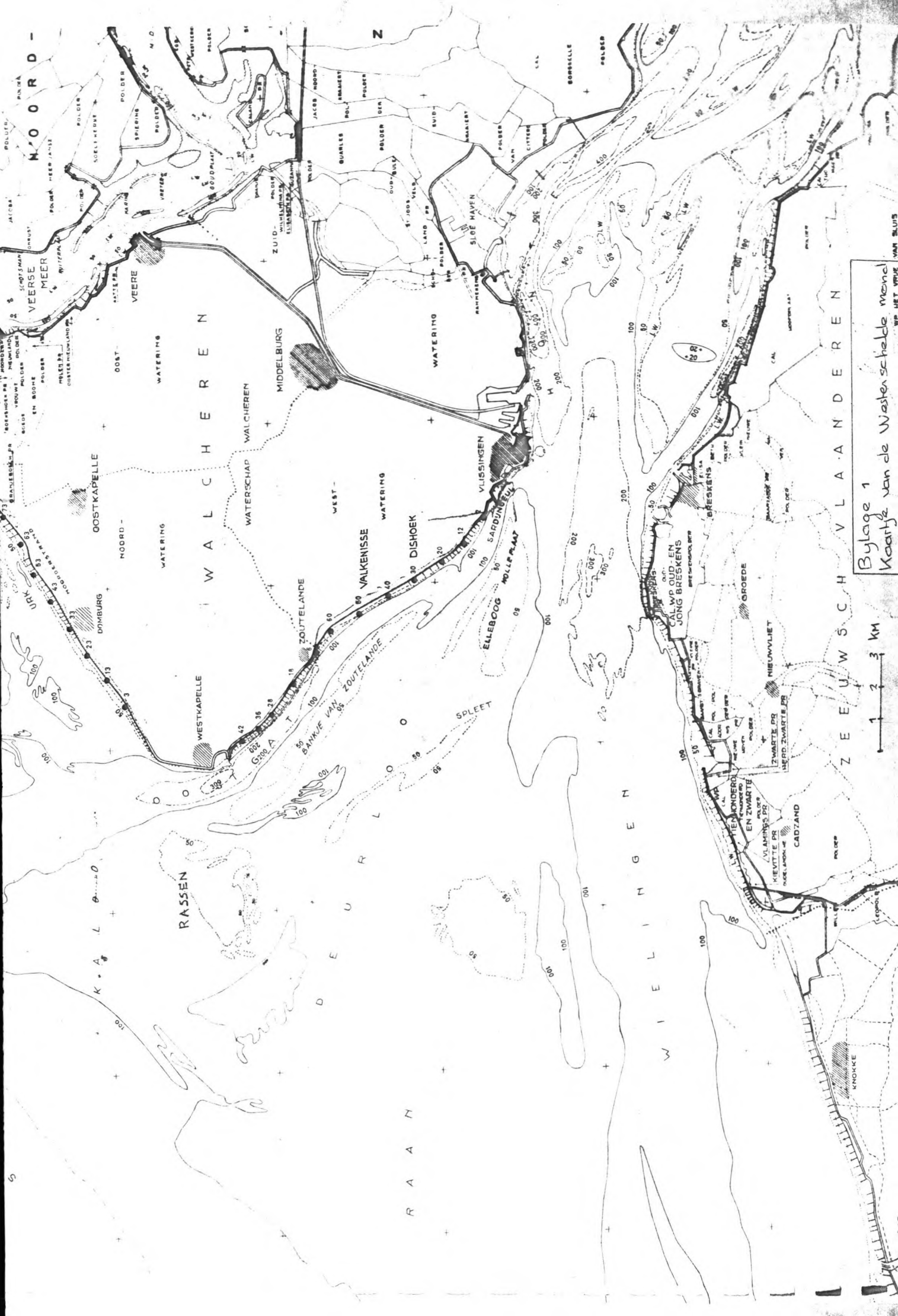
fig.16

Lijst van Bijlagen.

- Bijlage 1 : Kaartje van de Westerscheldemond.
- Bijlage 2 : Kenmerken van de Zuidwest-kust van Walcheren (plaats HW- en LW- lijn, duinhoogte, lengteprofiel van geul).
- Bijlage 3 : a. Verandering van de LW-lijn van 1500-1960.
b. Gemiddelde verplaatsing van de LW-lijn van 1880 - tot 1940.
c. Verandering van de LW- en HW-lijn van 1900-1960.
- Bijlage 4 : a en b. Enkele dwarsprofielen van het strand.
- Bijlage 5 : Plaats van de Lichtschepen "Goeree" en "Noordhinder".
- Bijlage 6 : Frequenties van waarnemingen in 1957 ingedeeld in klassen van H, T en ϵ voor "Goeree" en "Noordhinder".
- Bijlage 7 : Dieptelijnenkaartje (geplote schematisatie).
- Bijlage 8 : Drie-dimensionale tekeningen (computer) van de mond.
- Bijlage 9 : Energiedichtheidsspectrum van "Goeree" op 28-11-'74.
- Bijlage 10 : $K_R^2 = b_o/b_a$ langs de kust op $d=5,5-6$ m voor $T=3,4,\dots,10$ sec., waarbij de begingolfrichting gelijk is aan de windrichting.
- Bijlage 11 : Geplote golfstralen voor $T=4$ en 8 sec. met begingolfrichting ongeveer NNW.
- Bijlage 12 : $K_R^2 = b_o/b_a$ langs de kust op $d=5,5-6$ m voor $T=3,5,7$ en 9 sec voor drie begingolfrichtingen ($\alpha = -30^\circ, 0^\circ$ en $+15^\circ$ t.o.v. de windrichting).
- Bijlage 13 : Numeriek overzicht van b_o/b_a uit bijlage 12 t.p.v. elk km.-nulpunt van de hoofdraai.
- Bijlage 14 : Golfenergie/ e_g per m^2 opp. t.p.v. de kust op $d=5,5-6$ m, verdeeld over 4 perioden (3,5,7 en 9 sec) en 3 richtingen ($-30^\circ, 0^\circ$ en 15°).
- Bijlage 15 : Golfenergie/ e_g per m^2 opp. t.p.v. de kust op $d=5,5 - 6$ m behorende bij 4 perioden;
 m_o (golfenergie/ e_g per m^2 opp.);
 H_{ν} (significante golfhoogte).
- bijlage 16A: Vergelijking van de H_{ν} , berekend m.b.v. refractie, uit metingen en uit een uitwerking van luchtfoto's.
B: Golfstralenpatroon voor $T=7$ en 9 sec en $\alpha = -30^\circ$ t.o.v. de windrichting.

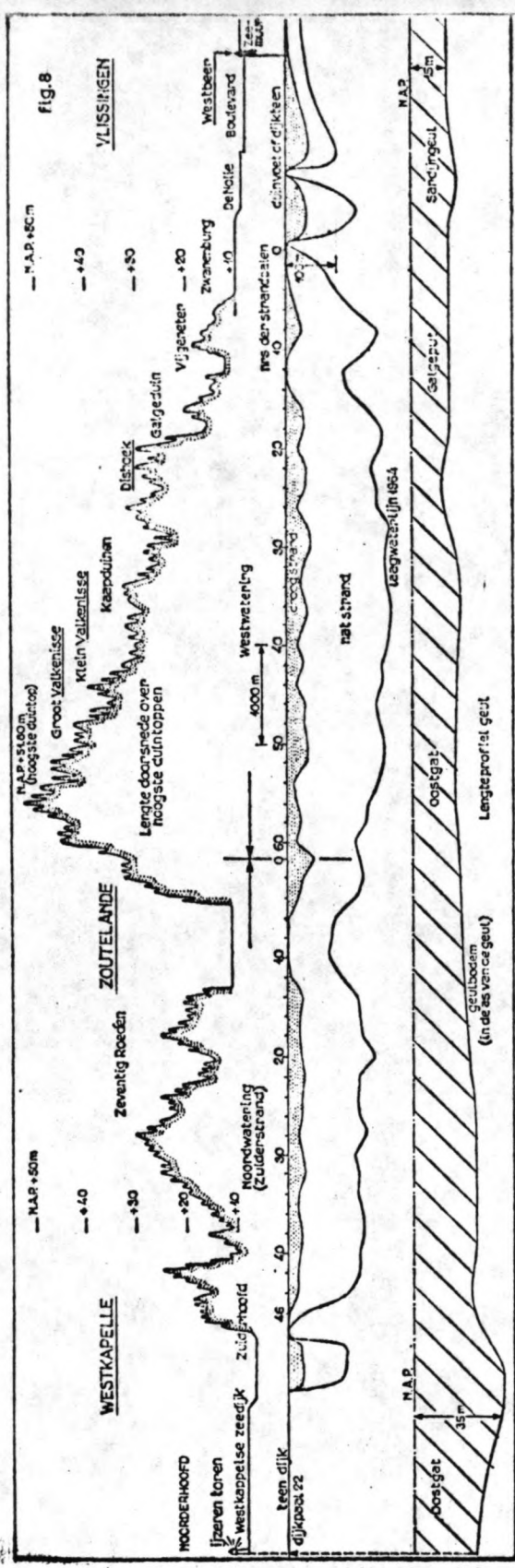
- Bijlage 17 : $K_R^2 = b_0/b_1$ langs de kust op $d=5,5-6$ m voor $T=7$ en 9 sec en 2 begingolfrichtingen ($\alpha = -20^\circ$ en -40°).
- Bijlage 18 : Numeriek overzicht van $K_R^2 = b_0/b_1$ uit bijlagen 13 en 17 t.p.v. elk km-nulpunt van de hoofdraai.
- Bijlage 19 : Golfenergie/ ρg per m^2 opp t.p.v. de kust op $d=5,5-6$ m verdeeld over 4 perioden (3,5,7 en 9 sec) en 3 begingolfrichtingen ($T=3$ en 5) respectievelijk 5 richtingen ($T=7$ en 9 sec).
- Bijlage 20 : Golfenergie/ ρg per m^2 opp t.p.v. de kust op $d=5,5-6$ m verdeeld over 4 perioden;
 m_0 (golfenergie/ ρg per m^2 opp);
 bepaling van m_1 en \bar{T} .
- Bijlage 21 : Vergelijking van de H_y , berekend m.b.v. refractie en uit metingen en uit een uitwerking van luchtfoto's.
- Bijlage 22 : Vergelijking van de \bar{T} , berekend m.b.v. refractie en uit metingen.
- Bijlage 23 : Golfrichting t.o.v. Noord op $d=5,5-6$ m voor 4 perioden en 3 of 5 begingolfrichtingen.
- Bijlage 24 : Verdeling van de golfenergie/ ρg per m^2 opp over de richting ($\Delta E_x / \rho g$, afgeleid uit bijlagen 19 en 23).
- Bijlage 25 : Vergelijking van de golfrichting op $d = ca 6$ m uit de uitwerking van de luchtfoto's en een "gemiddelde" richting uit de refractieberekeningen (bijlage 24).
- Bijlage 26 : Geplote golfstralen voor $T=9$ sec en begingolfrichting ongeveer WNW.
- Bijlage 27 : Relatie H_y en de windsnelheid (w) en T_y en \sqrt{w} uit metingen tijdens storm te Vlissingen (A,B) en Westkapelle (C).
- Bijlage 28 : Frequenties van windsnelheden te Vlissingen (gemiddelde waarden over 30 jaar).
- Bijlage 29 : Bepaling van de wrijvingslengte.
- Bijlage 30 : Berekening van energieafvoer t.g.v. bodemwrijving en energietoevoer door de wind.
- Bijlage 31 : Golfkammenpatroon in de Westerscheldemond afgeleid uit luchtfoto's door de Studiedienst Vlissingen.
- Bijlage 32 : Verdeling van de golfhoogten uit golfmetingen voor Westkapelle (A), Zouteland (B) en Dishoek (C).

- Bijlage 33 : Overzicht van d_{br} , \bar{d}_{br} en $H_{\frac{1}{2}}$ voor 28 nov. 74.
- Bijlage 34 : Golfrichting uit de luchtfoto's van de brekerzone; de hoeken zijn m.b.v. Snellius omgewerkt voor $d=6$ m .
- Bijlage 35 : Overschrijdingskans voor g_3 , $\gamma \cdot d_{br}$ en H_{af} voor Westkapelle (A), Zoutelande (B) en Dishoek (C).
- Bijlage 36 : Berekening van de overschrijdingskans van golfhoogten voor H_{af} .
- Bijlage 37 : Vergelijking van $H_{\frac{1}{2}}$ uit de refractieberekeningen met de invloed van golfdemping en de $H_{\frac{1}{2}}$ uit metingen en de uitwerking van de luchtfoto's.



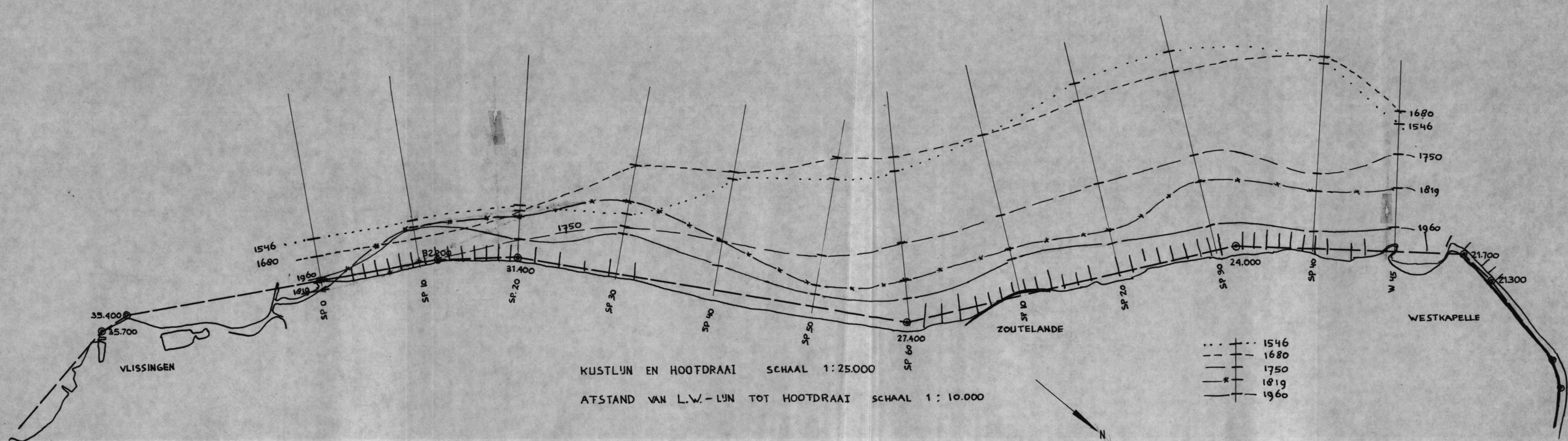
Bylage 1
Kaart van de Westerschelde mond

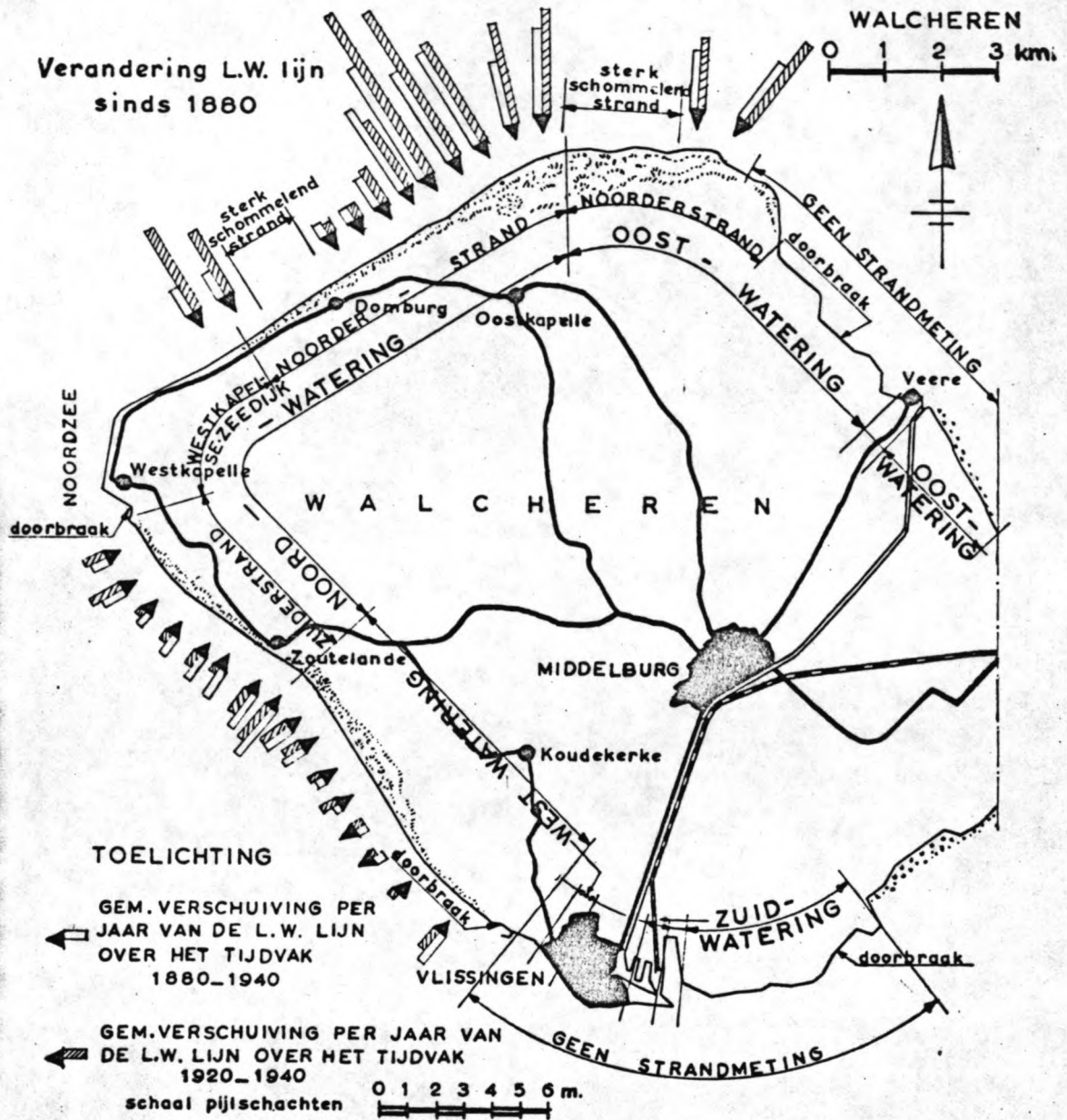
1 2 3 KM



Bijlage 2

KENMERKEN v. d. Z.W.-KUST v. WALCHEREN
 PLAATS H.W.- EN L.W.-LIJN (1964) ;
 DUINHOOGTE ; DIEPTE v. d. GEUL ;
 UIT LIT. 1 : M.H. WILDEROM -
 TUSSEN AFSLUITDAMMEN EN DELTADIJKEN



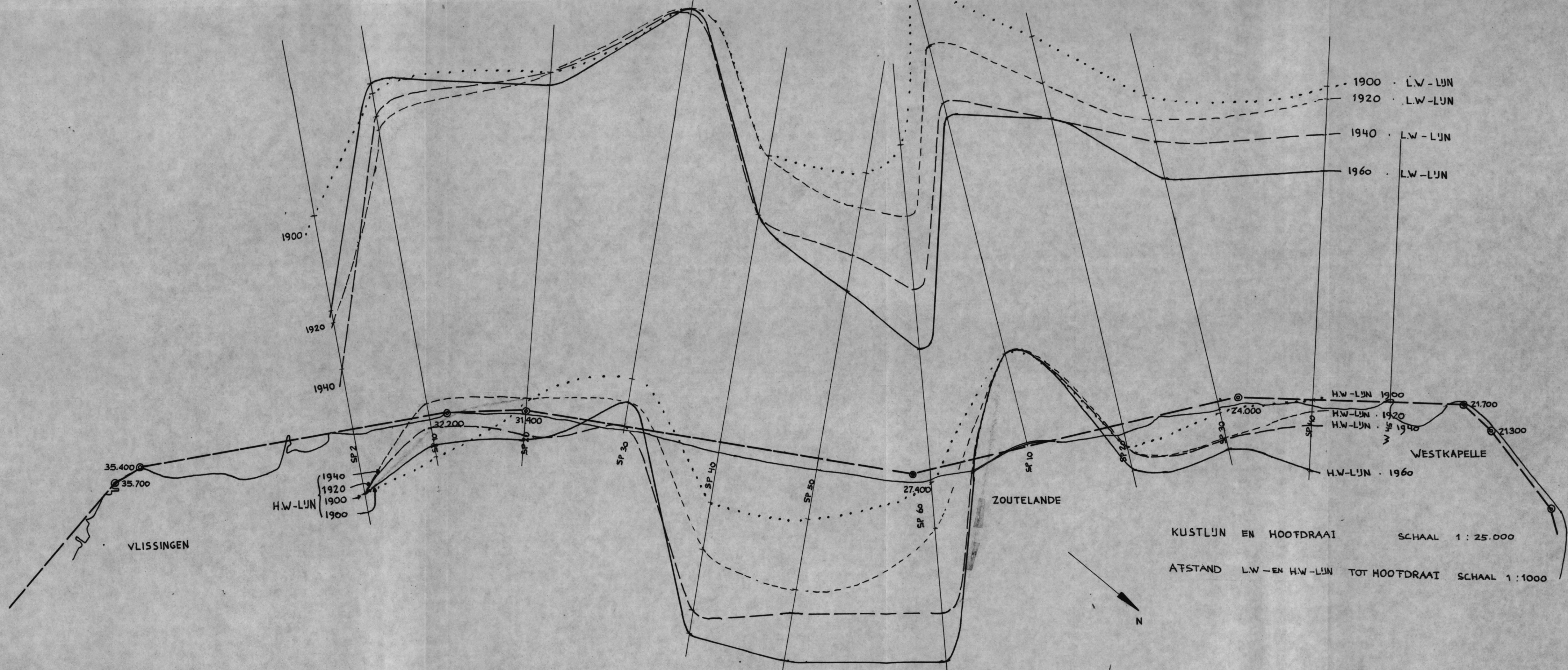


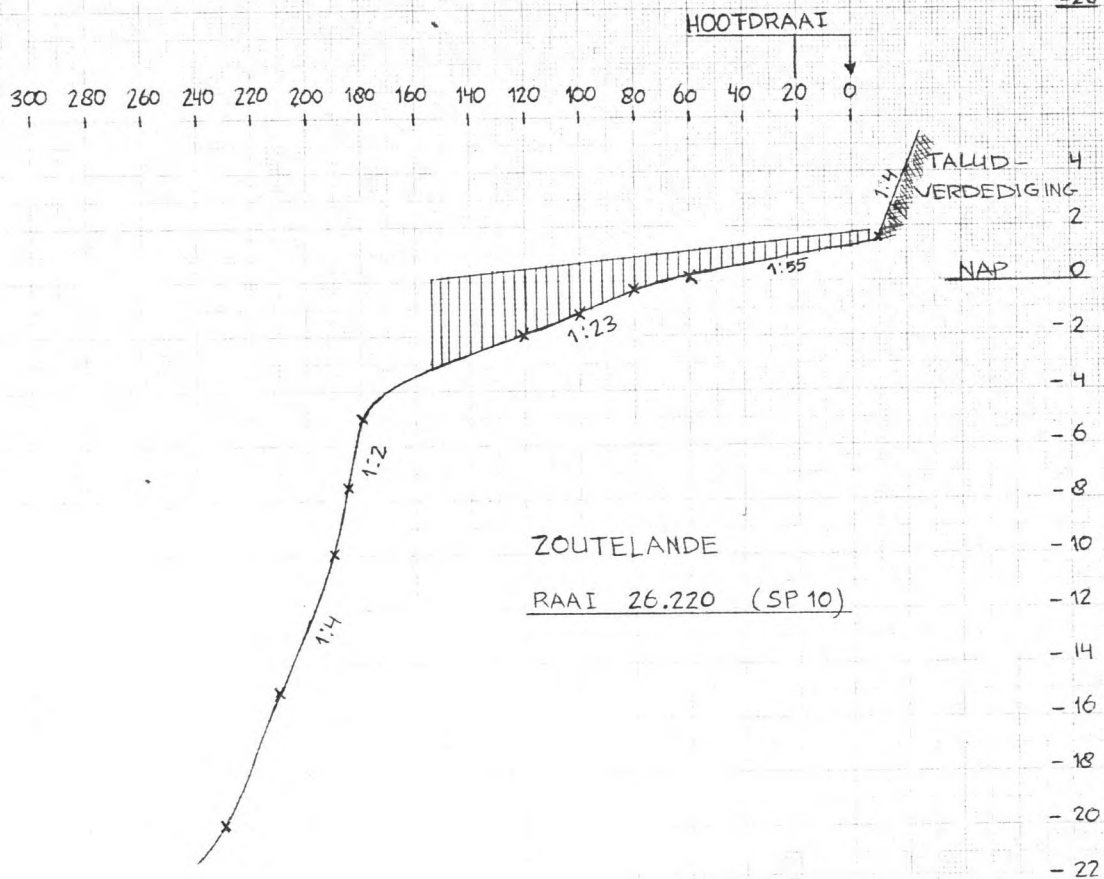
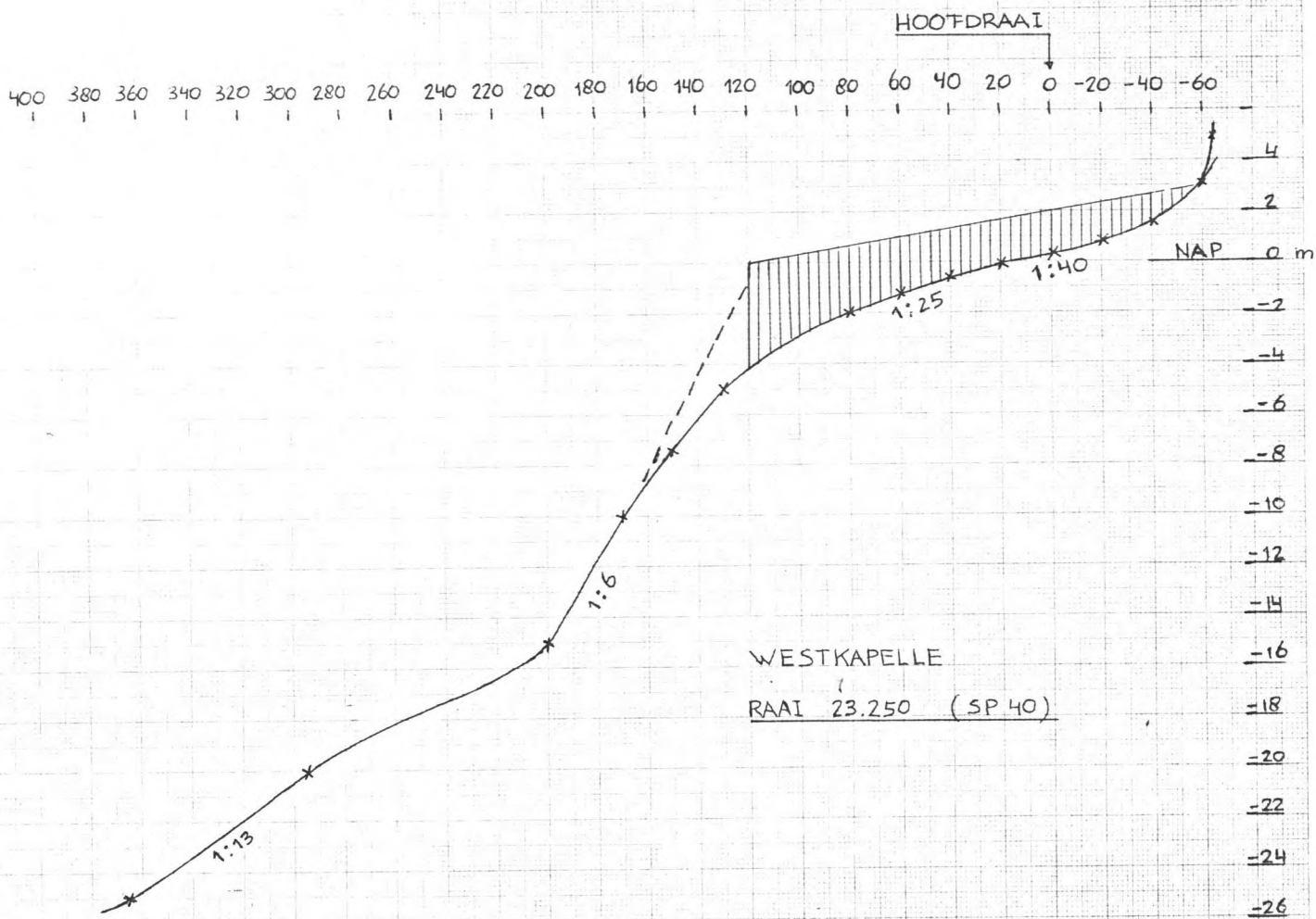
34. Verandering L.W.-lijn sinds 1880 (Studiedienst Rijkswaterstaat Vlissingen).

Bijlage 3B

VERANDERINGEN v. d. L.W.-LIJN (M/JAAR)
VAN 1880-1940.

UIT: M.P. de BRUIN - DE KUST VAN
WALCHEREN.





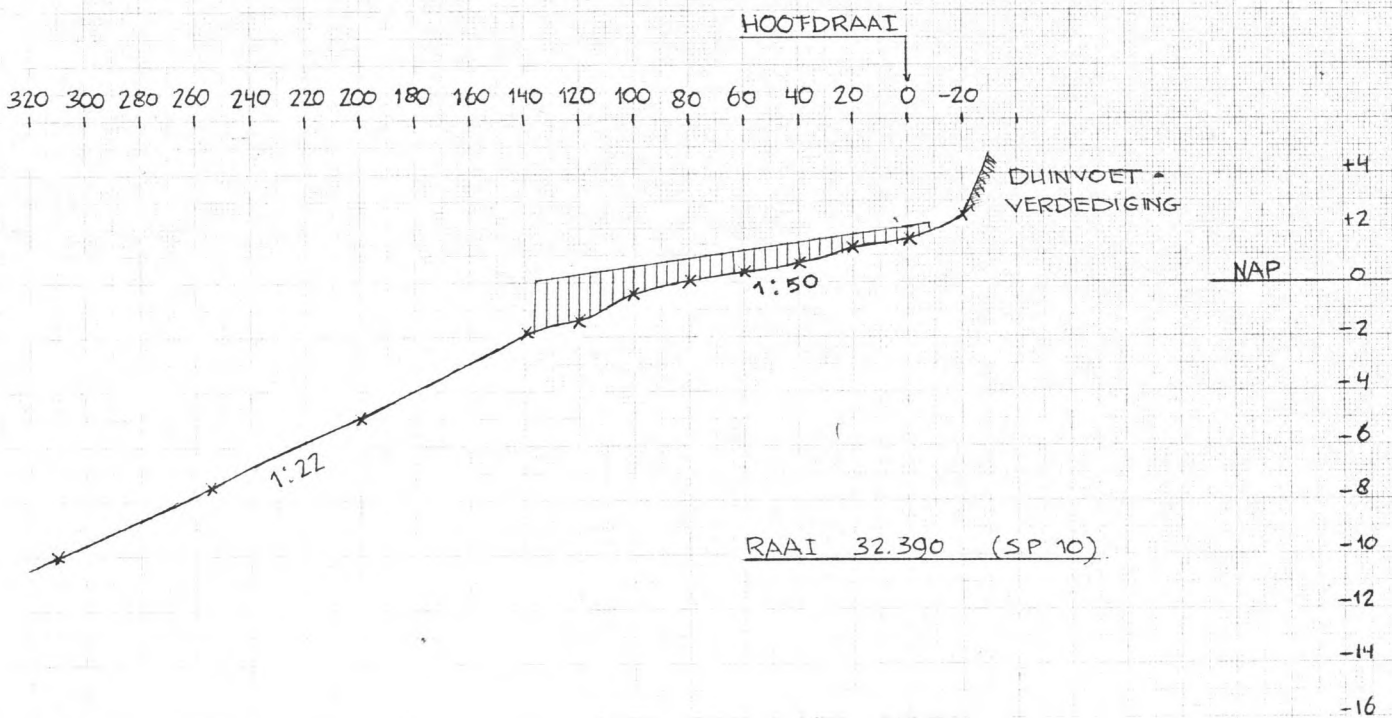
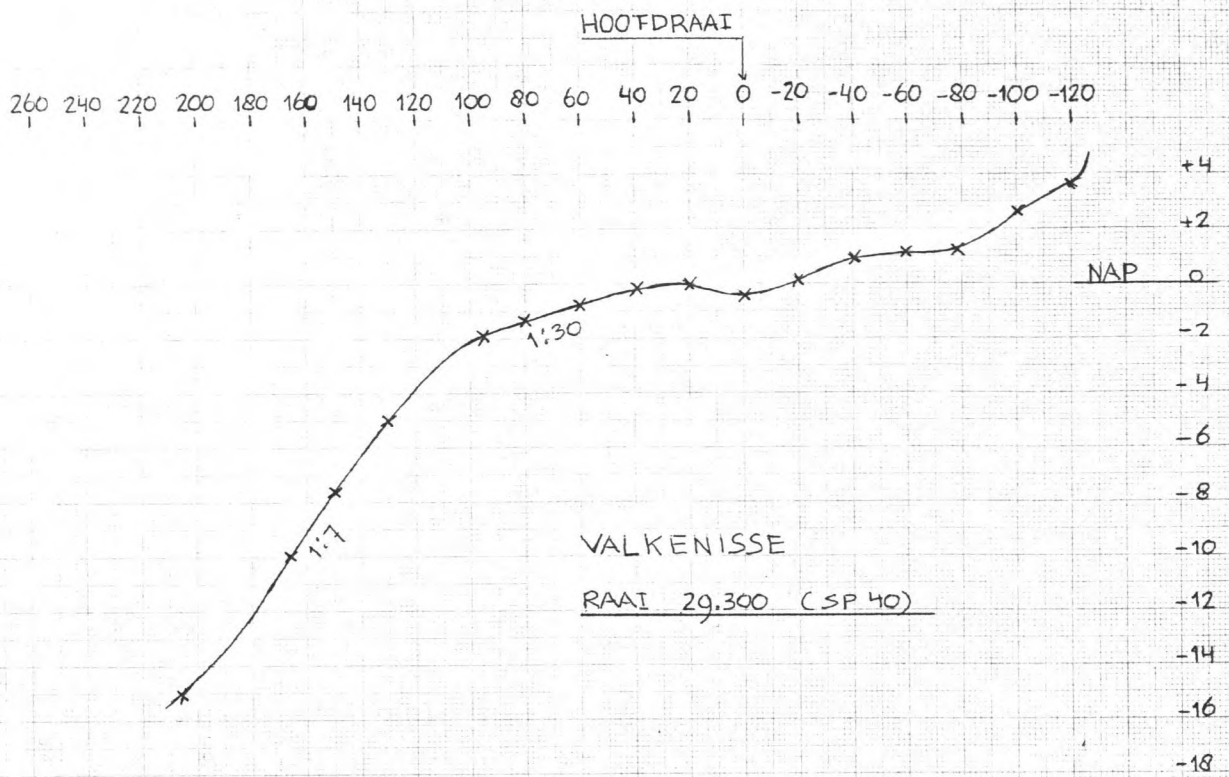
STRANDPROFIEL

t.p. v. RAAI 23.250 EN 26.220

HOR. SCHAAL 1 : 2000

VERT. SCHAAL 1 : 200

BYLAGE 4A



STRANDPROTIEL

t.p.v. RAAI 29.300 EN 32.390

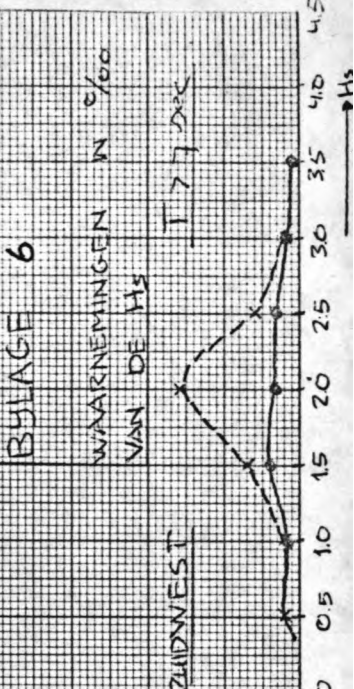
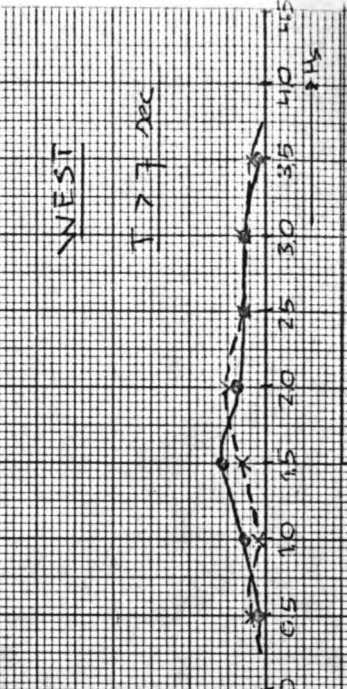
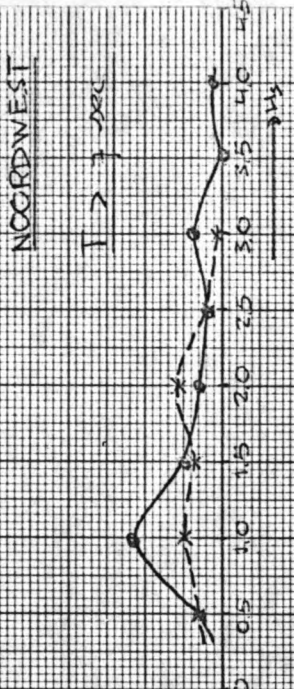
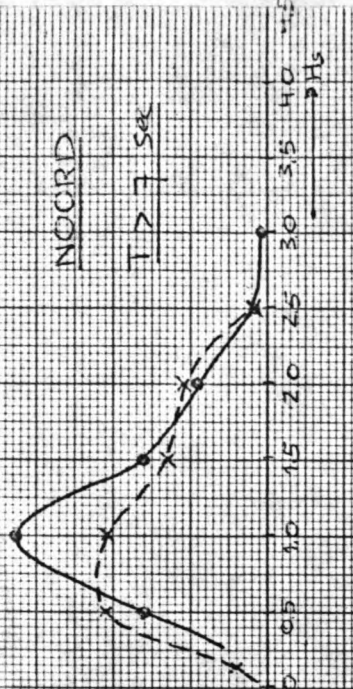
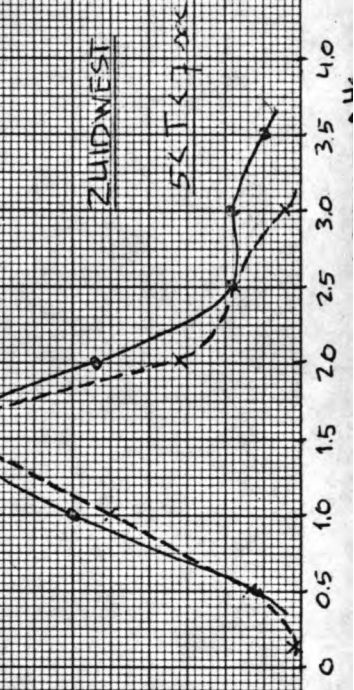
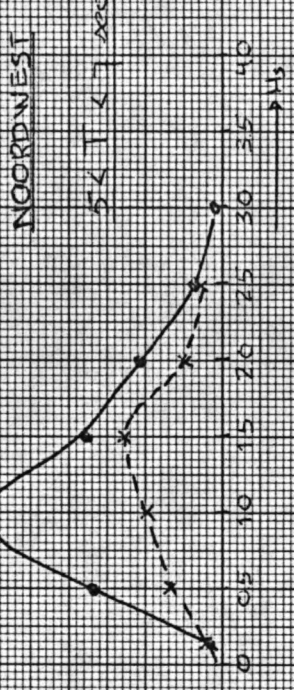
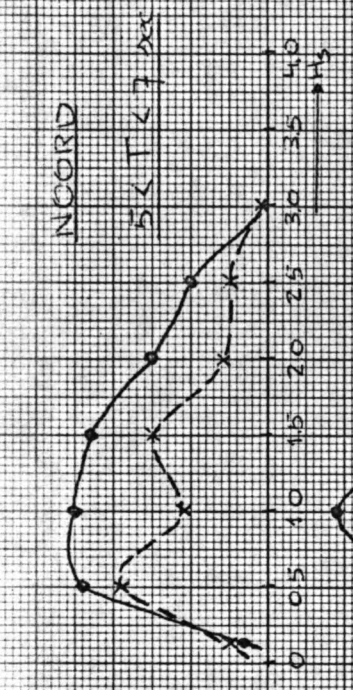
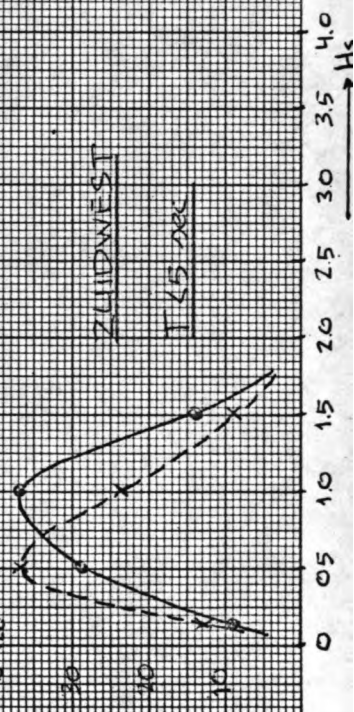
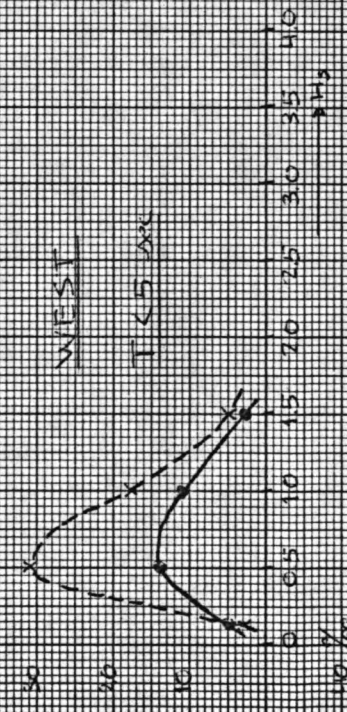
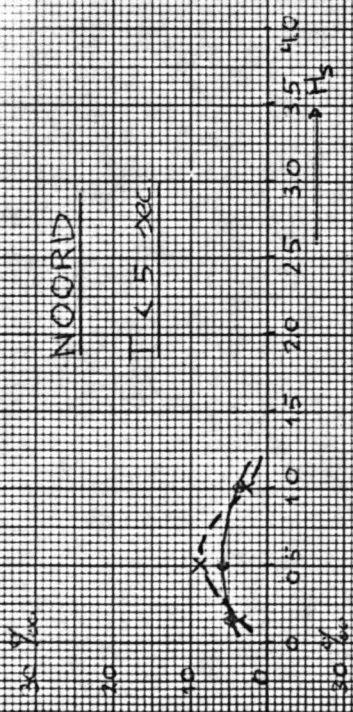
HOR. SCHAAL 1 : 2000

VERT. SCHAAL 1 : 200

BYLAGE 4B

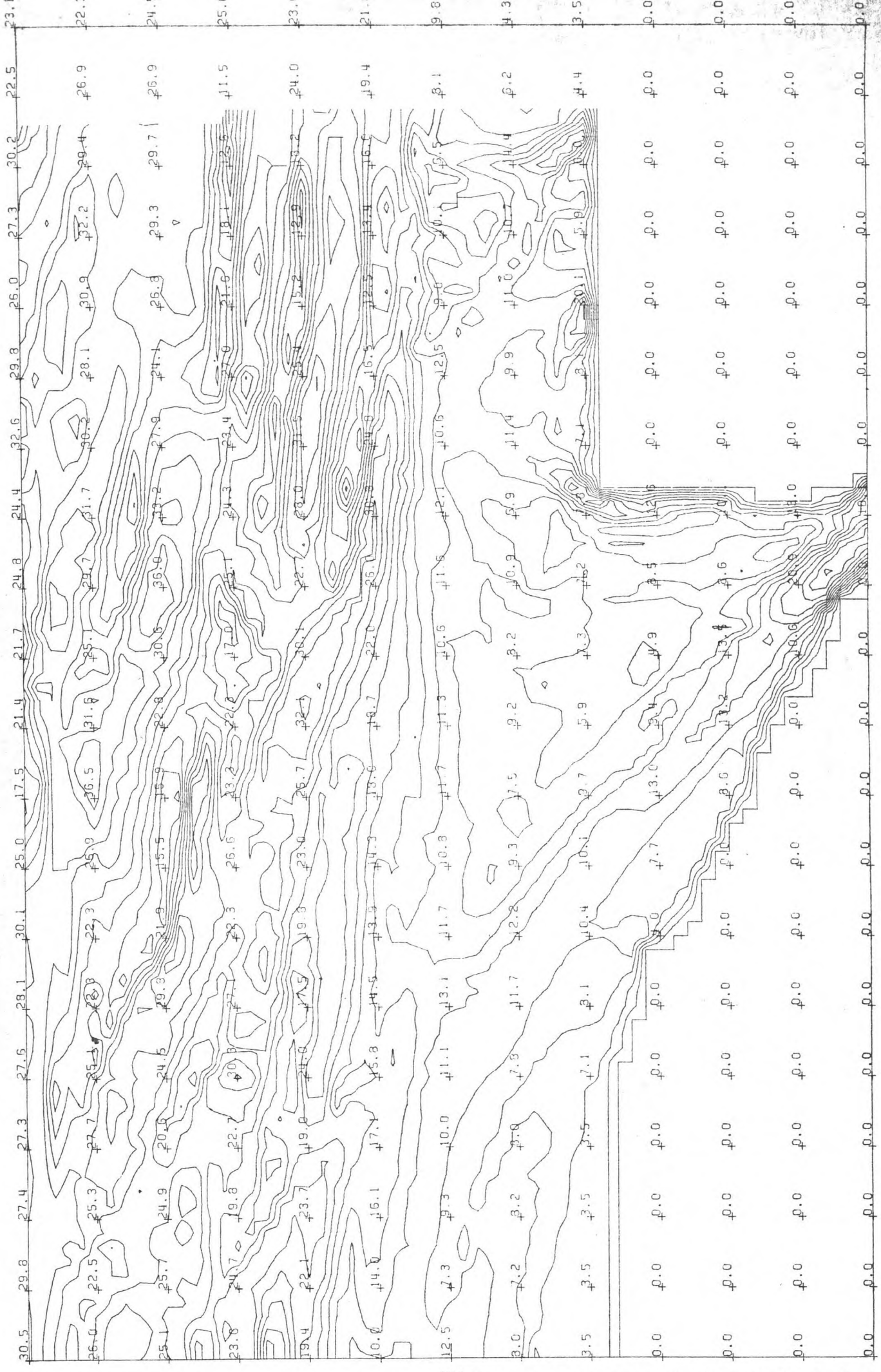


X: LS NOORDHINDER ●: LS GOEREE

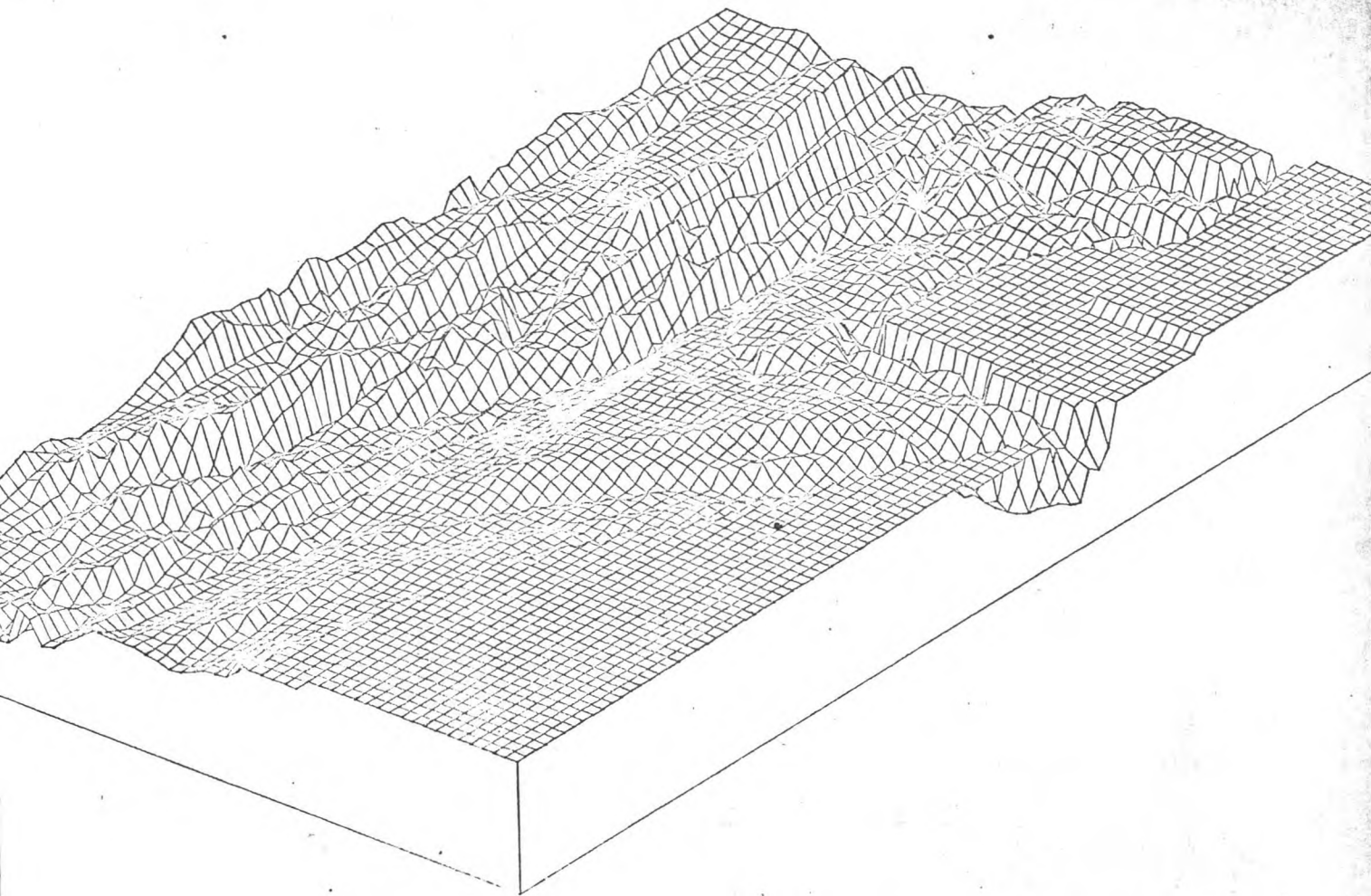


BIJLAGE 6

WAARNEMINGEN IN %
VAN DE Hs

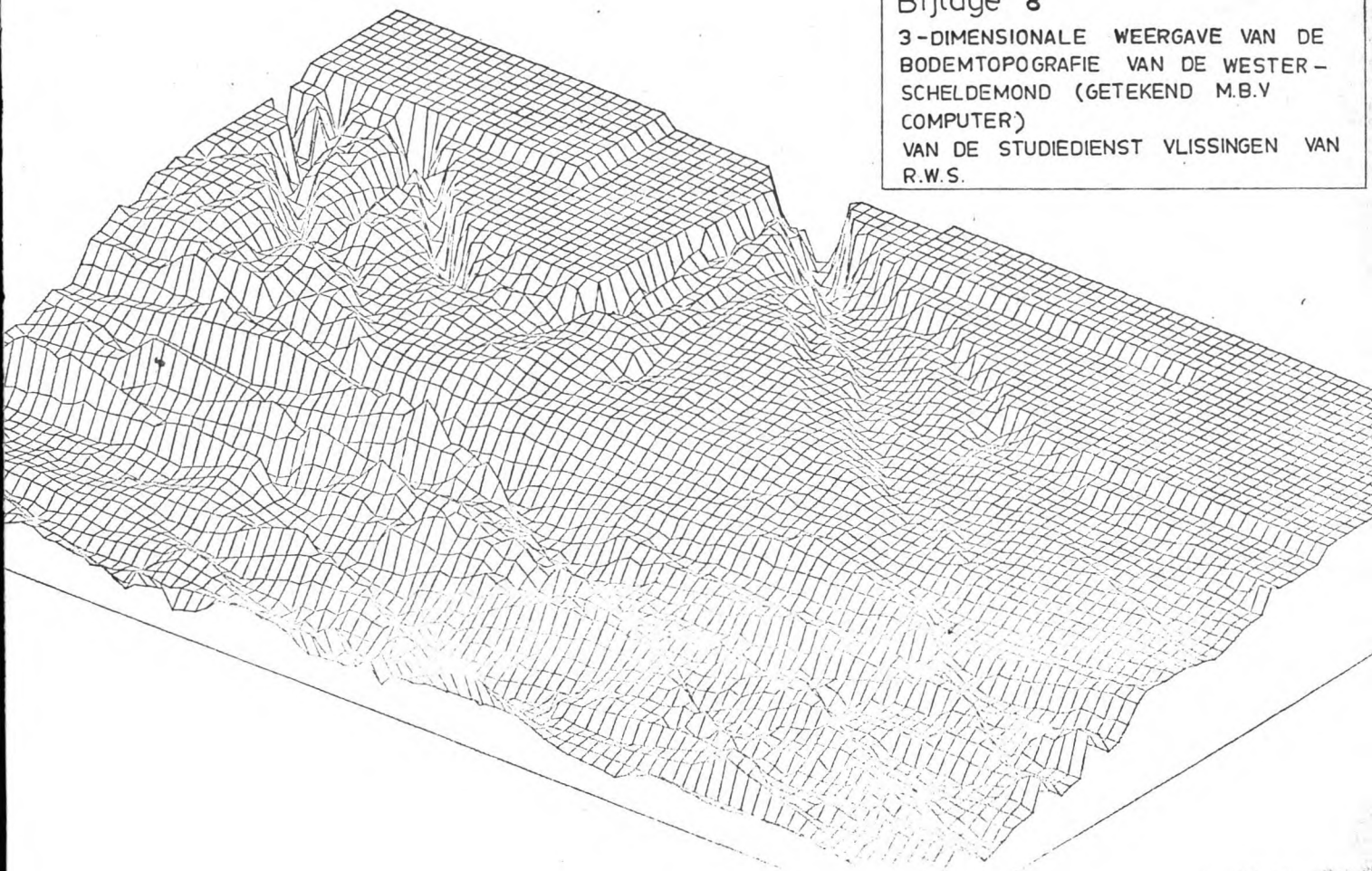


Bijlage 7
 Geplotte schematische van de Westerscheldemond
 schaal 1:288.000



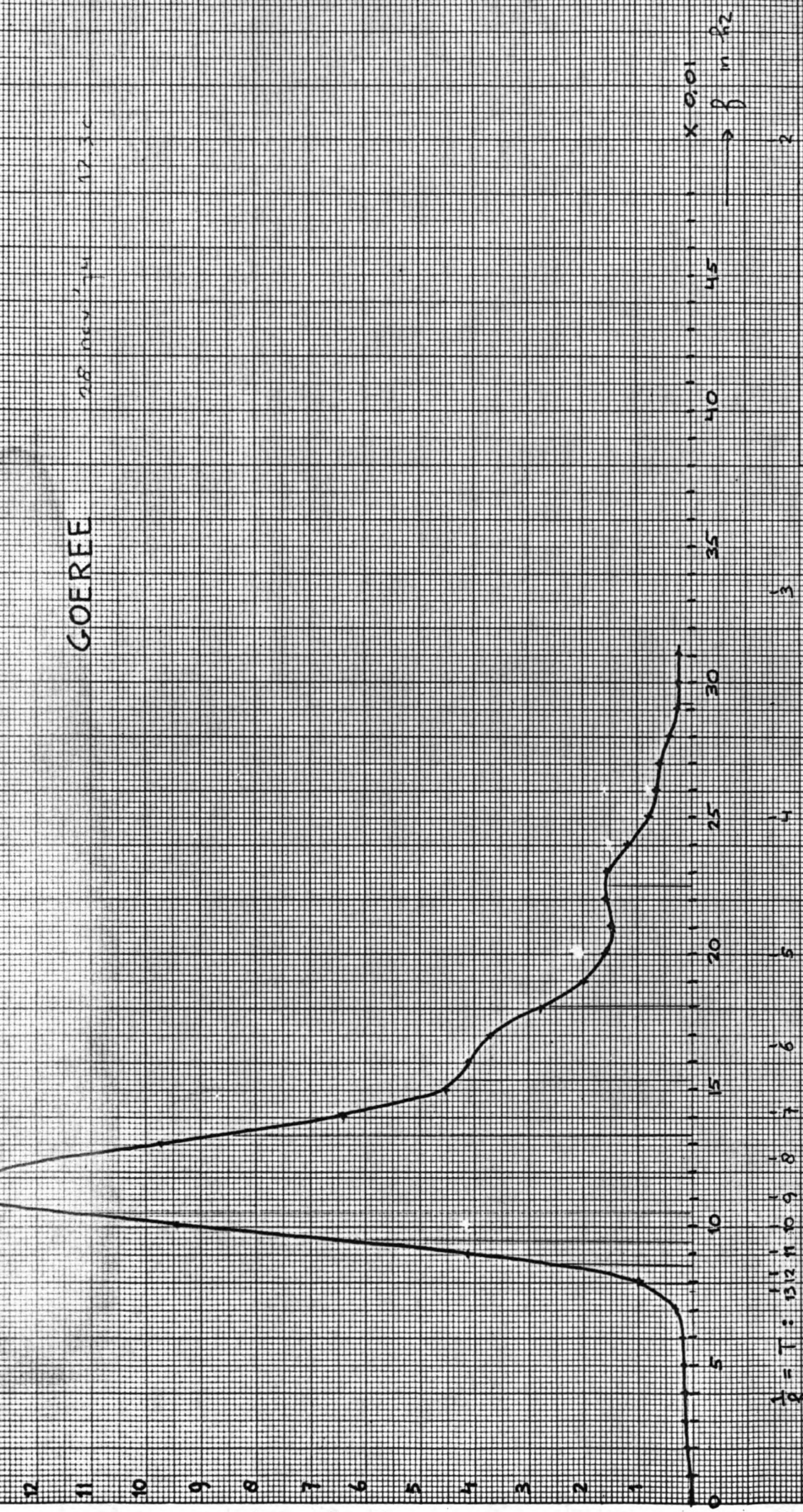
Bijlage 8

3-DIMENSIONALE WEERGAVE VAN DE
BODEMTOPOGRAFIE VAN DE WESTER-
SCHELDEMOND (GETEKEND M.B.V
COMPUTER)
VAN DE STUDIEDIENST VLISSINGEN VAN
R.W.S.



GOEREE

28 NOV 1974 12.30



Bijlage 9

ENERGIEDICHTHEIDSSPECTRUM VAN
GOEREE UIT METING OM 12.30 UUR
OP 28 NOV. 1974 DOOR KMN.I.

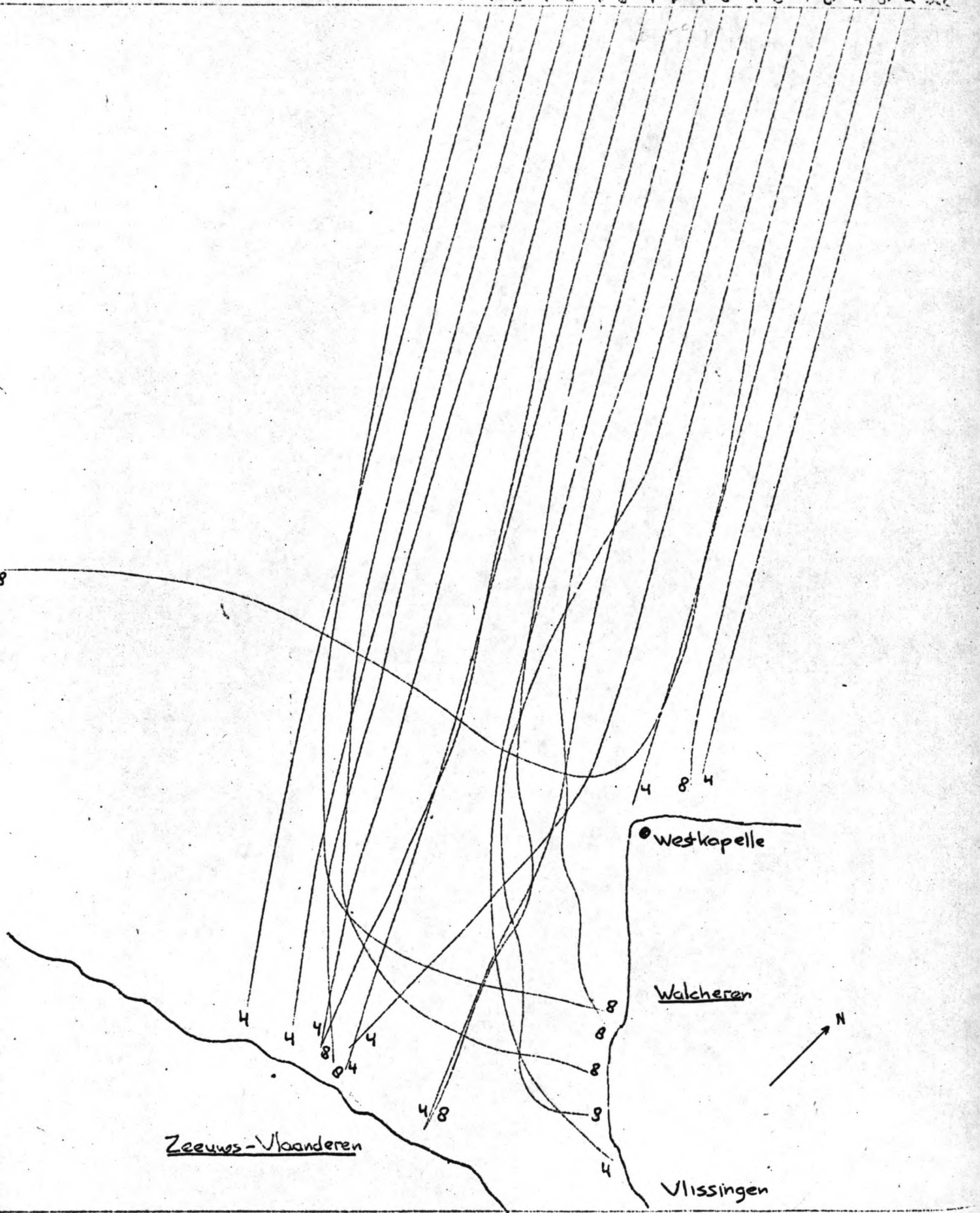
WINDRICHTING 300° (≈ WNW)
 $M_0 = 0.88 \Rightarrow H_{V_3} \approx 4 \cdot \sqrt{M_0} = 3.75$
 $\bar{T} = \sqrt{\frac{m_0}{m_2}} = 6.3 \text{ dec}$

Bijlage 10

RESULTAAT REFRACTIEBEREKENINGEN
 VOOR $T = 3, 4, 5, \dots, 10$ sec
 MET GOLFRICHTING IS WINDRICHTING,
 UITGEZET IS $b_{\%} = K_R^2$ OP CA $5\frac{1}{2}$ -6 M DIEPTE

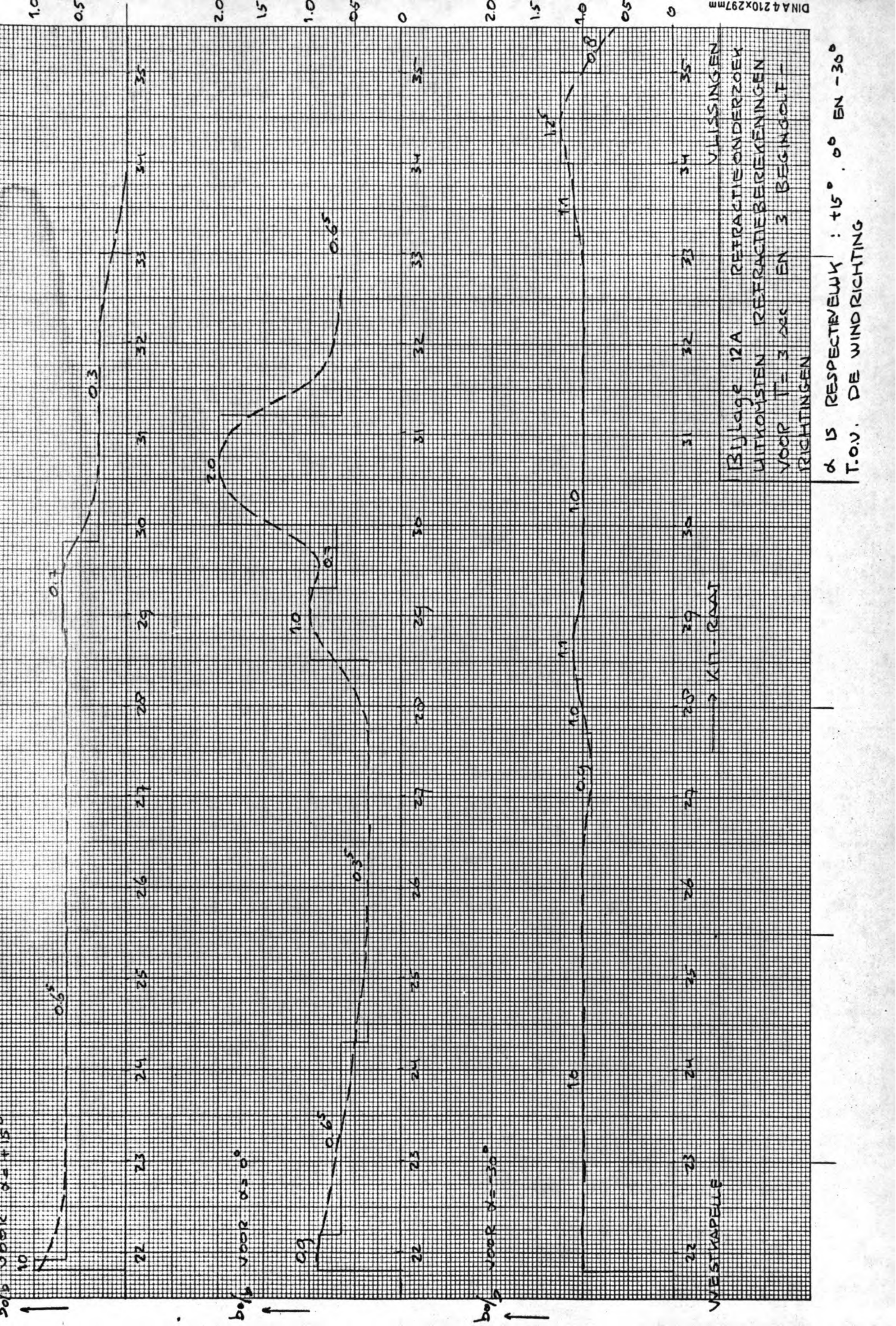


T = 4 8 4 8 4 8 4 8 4 8 4 8 4 8 4 8 4 8



Bijlage 11

GEPLORTE GOLFSSTRALEN VOOR $T = 4$ en 8 sec
GOLFRICHTING 330° (\approx NNW)



20/3 VDBK $\alpha = +15^\circ$

$b_0/5$ voor $\alpha = 0^\circ$

0.9

$b_0/5$ voor $\alpha = -30^\circ$

VESTKAPELLE

→ KIT-RENAS

Bijlage 12A REFRACTIEONDERZOEK
 UITKOMTEN REFRACTIEBEREKENINGEN
 VOOR $T = 3^\circ \text{C}$ EN 3 BEGINGOLF-
 RICHTINGEN

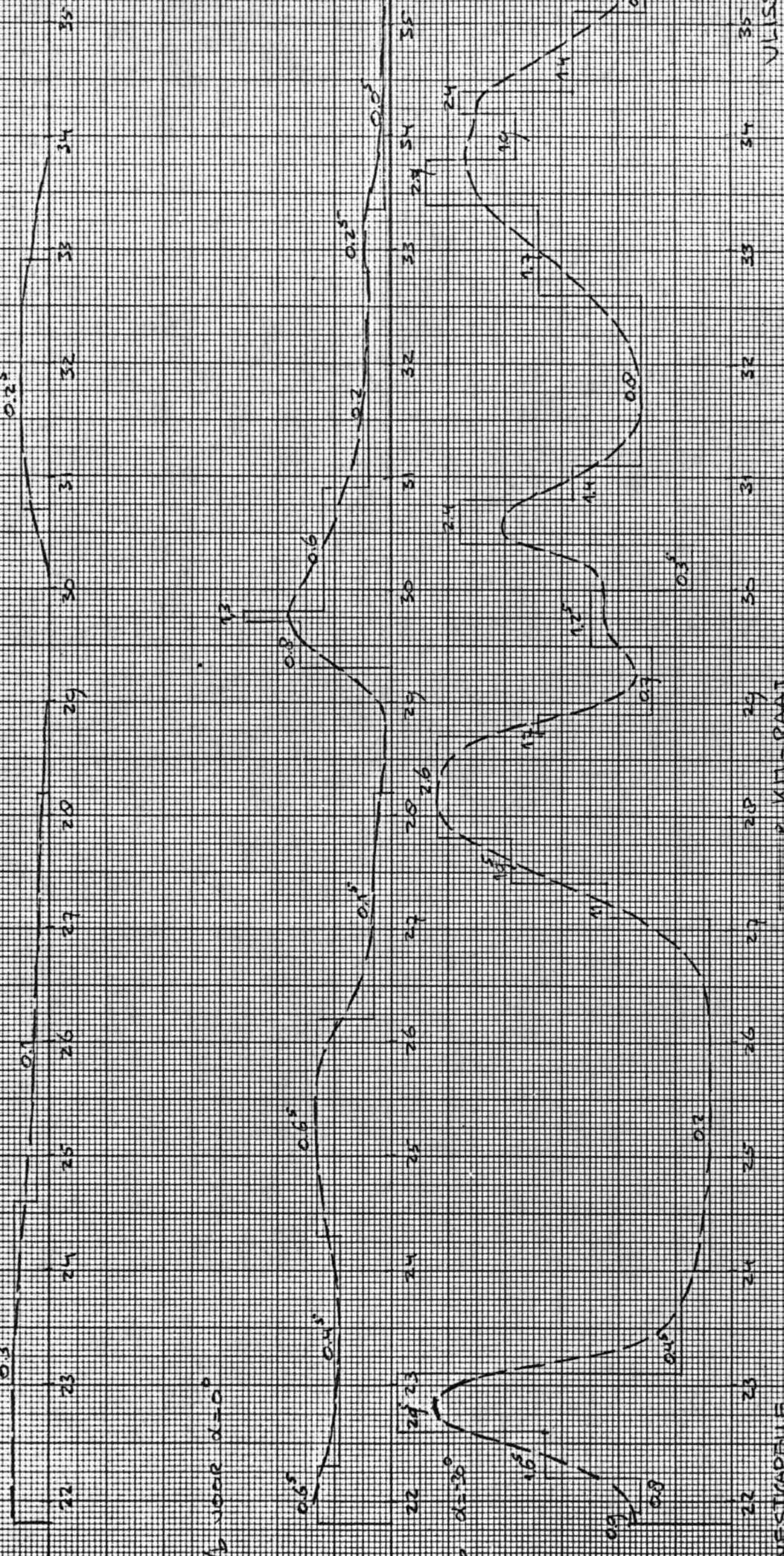
α IS RESPECTIEVEWK : $+15^\circ$, 0° EN -30°
 T.O.V. DE WINDRICHTING

DINA4210X297mm

bo/b voor $\alpha = 15^\circ$

bo/b voor $\alpha = 0^\circ$

bo/b $\alpha = 30^\circ$



WESTVAPDELF

P KN-RAAI

VLISSINGE

Bijlage 12.8 REFRACTIEONDERZOEK
 UITKOMSTEN REFRACTIEBEREKENINGEN
 VOOR T = 5 SEC EN 3 BESINGLOUF-
 RICHTINGEN

α IS RESPECTIEVELIJK: $+15^\circ$, 0° EN -30° T.O.V
 DE WINDRICHTING

$\frac{b}{a}$ VOOR $\alpha = +15^\circ$
 ↑
 0.2 0.1
 22 23 24

22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35

$\frac{b}{a}$ VOOR $\alpha = 0^\circ$
 ↑
 0.2 0.4
 22 23 24

0.2 0.3 0.3 0.2 0.8 0.7 0.6
 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35

$\frac{b}{a}$ VOOR $\alpha = -30^\circ$
 ↑
 0.8 0.6
 22 23

20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35
 1.4 1.9 1.0
 0.3 0.3 0.3 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2

WESTKAPELLE

→ KAT-RANAAL

VLISINGEN

BIJLAGE 12 C REFRACTIEONDERZOEK
 UITKOMSTEN REFRACTIEBEREKENINGEN
 VOOR $T = 7$ EN EN 3 BEGINGOUT-
 RICHTINGEN,

$\alpha \neq$ RESPECTIEVELIJK : $+15^\circ, 0^\circ$ EN -30°
 T.O.V DE WINDRICHTING

Km. Paaic	$\alpha = +15^\circ$			$\alpha = 0^\circ$			$\alpha = -30^\circ$					
	$\alpha = +15^\circ$	$\alpha = 0^\circ$	$\alpha = -30^\circ$	$\alpha = +15^\circ$	$\alpha = 0^\circ$	$\alpha = -30^\circ$	$\alpha = +15^\circ$	$\alpha = 0^\circ$	$\alpha = -30^\circ$			
22	0.8 ^s	0.9	1.0	0.3	0.6 ^s	0.9	0.2	0.2 ^s	0.7 ^s	0.2	0.1	0.4
23	0.6 ^s	0.7	1.0	0.3	0.4 ^s	2.5	0.1	0.2 ^s	0.6	0.2	0.1 ^s	0.4 ^s
24	0.6 ^s	0.5 ^s	1.0	0.2 ^s	0.5	0.3 ^s	0	0.4	0.4 ^s	0.1 ^s	0.4	0.6 ^s
25	0.6 ^s	0.4	1.0	0.2	0.6 ^s	0.2	0	0.1	0.3	0	0.3	0.6
26	0.6 ^s	0.3 ^s	1.0	0.1 ^s	0.5 ^s	0.2	0	0.2	1.3	0	0.1 ^s	1.0
27	0.6 ^s	0.3 ^s	0.9 ^s	0.1	0.1 ^s	0.7	0	0.3 ^s	2.1	0	0.1	1.0 ^s
28	0.6 ^s	0.4 ^s	1.0	0.0 ^s	0.1	2.5 ^s	0	0.3	2.2	0	0.1	1.0
29	0.7	1.0	1.0 ^s	0	0.1	1.1	0	0.2	1.6	0	0.1	1.4
30	0.4 ^s	1.5	1.0	0	0.8	1.1	0	0.7 ^s	0.4 ^s	0	0.1	1.3
31	0.3	1.9	1.0	0.2	0.4	1.3	0	0.6	0.3	0.1	0.2	0.7 ^s
32	0.3	0.7 ^s	1.0	0.2 ^s	0.2	0.8	0	0.3	0.3	0.1 ^s	1.2	1.0
33	0.1 ^s	0.6 ^s	1.0 ^s	0.1 ^s	0.2	1.7	0	0	0.3	0.1 ^s	1.3	0.3
34	0	0.6 ^s	1.2	0	0.1	2.3	0	0	0.3	0.1 ^s	0.4	0.6 ^s
35	0	0.6 ^s	1.0	0	0	1.1 ^s	0	0.6	0.2	0.1 ^s	0.1	0.6

Bijlage 13 REFRACTIE ONDERZOEK
 UITKOMSTEN REFRACTIEBEREKENINGEN
 VOOR T = 3.5, 7 en 9 sec. EN VOOR
 3 RICHTINGEN : $\alpha = +15^\circ, 0^\circ$ EN -30°
 VAN DE WINDRICHTING

km. Raai	T = 3 sec			T = 5 sec			T = 7 sec			T = 9 sec		
	$\alpha = 15^\circ$	$\alpha = 0^\circ$	$\alpha = -30^\circ$	$\alpha = 15^\circ$	$\alpha = 0^\circ$	$\alpha = -30^\circ$	$\alpha = 15^\circ$	$\alpha = 0^\circ$	$\alpha = -30^\circ$	$\alpha = 15^\circ$	$\alpha = 0^\circ$	$\alpha = -30^\circ$
22	.008	.014	.014	.007	.026	.032	.010	.021	.056	.014	.016	.059
23	.006	.011	.014	.007	.018	.090	.005	.021	.045	.019	.025	.067
24	.006	.008	.014	.006	.020	.013	—	.033	.034	.015	.066	.097
25	.006	.006	.014	.005	.026	.007	—	.008	.023	—	.049	.089
26	.006	.005	.014	.004	.022	.007	—	.017	.098	—	.025	.148
27	.006	.005	.013	.002	.006	.025	—	.029	.158	—	.016	.156
28	.006	.007	.014	.001	.004	.092	—	.025	.166	—	.016	.148
29	.006	.015	.015	—	.004	.040	—	.017	.121	—	.016	.208
30	.004	.023	.014	—	.032	.040	—	.062	.034	—	.016	.193
31	.003	.029	.014	.005	.016	.047	—	.050	.023	.010	.033	.111
32	.003	.012	.014	.006	.008	.029	—	.025	.023	.015	.197	.148
33	.001	.010	.015	.004	.008	.061	—	—	.023	.015	.213	.045
34	—	.010	.017	—	.004	.083	—	—	.023	.015	.066	.097
35	—	.010	.014	—	—	.042	—	.050	.015	.015	.016	.089

T=3	5	7	9 sec
0.05	0.15	0.26	0.40
0.96	0.83	1.00	1.28

Bijlage 14 REFRACTIE ONDERZOEK.
 GOLFENERGIE/eg T.P.V. GOERES" GESCHEMATISEERD OVER 4 PER.: T.P.V. DE KUS
 SHOALING-COEFFICIENT IN HET KWADRAAT
 GESCHEMATISEERDE VERDELING OVER 3 RICHTINGEN : $G(\alpha=15^\circ) = 0.19$
 $G(\alpha=0^\circ) = 0.32$
 $G(\alpha=-30^\circ) = 0.24$
 GOLFENERGIE/eg PER M² OPP. T.P.V. DE KUS
 OP D=5.5-6 M. VOOR DE K.N.-NULPUNTEN
 VAN DE HOOFDRAAI,
 GESCHEMATISEERD OVER 4 PERIODEN EN 3
 $\Delta E_1/eg = \Delta E_0/eg \cdot G(\alpha) \cdot K_3^2 \cdot K_R$ RICHTINGEN

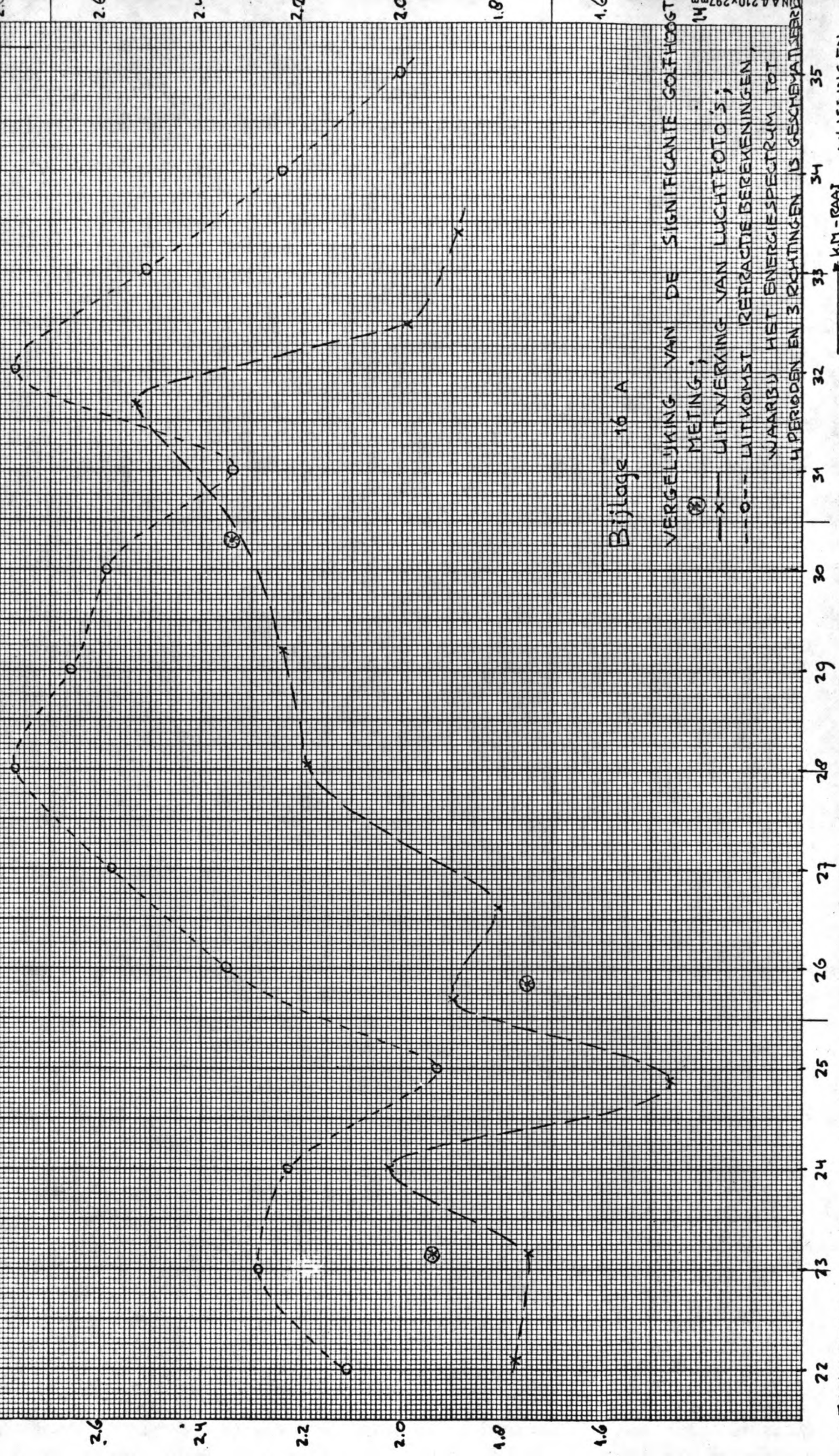
GOLFENERGIE/eg T.P.V. GOERES" GESCHEMATISEERD OVER 4 PER.: T.P.V. DE KUS
 SHOALING-COEFFICIENT IN HET KWADRAAT
 GESCHEMATISEERDE VERDELING OVER 3 RICHTINGEN : $G(\alpha=15^\circ) = 0.19$
 $G(\alpha=0^\circ) = 0.32$
 $G(\alpha=-30^\circ) = 0.24$
 VOOR DE REFRACTIE COEFFICIENTEN : ZIE BIJLAGE 13.

$\Delta E_1 / e g$

km. raai	T=3 sec	T=5	T=7	T=9 sec	m_0	$H_{1/3}$ [m]
22	.036	.061	.087	.094	.278	2.11
23	.031	.115	.071	.111	.328	2.29
24	.028	.039	.067	.178	.312	2.23
25	.026	.038	.031	.138	.233	1.93
26	.025	.033	.115	.173	.346	2.35
27	.024	.033	.187	.172	.416	2.58
28	.027	.097	.191	.164	.479	2.77
29	.036	.044	.138	.224	.442	2.66
30	.041	.072	.096	.209	.418	2.59
31	.046	.068	.073	.154	.341	2.34
32	.029	.043	.048	.360	.480	2.77
33	.026	.073	.023	.273	.395	2.51
34	.027	.087	.023	.178	.315	2.24
35	.024	.042	.065	.120	.251	2.00

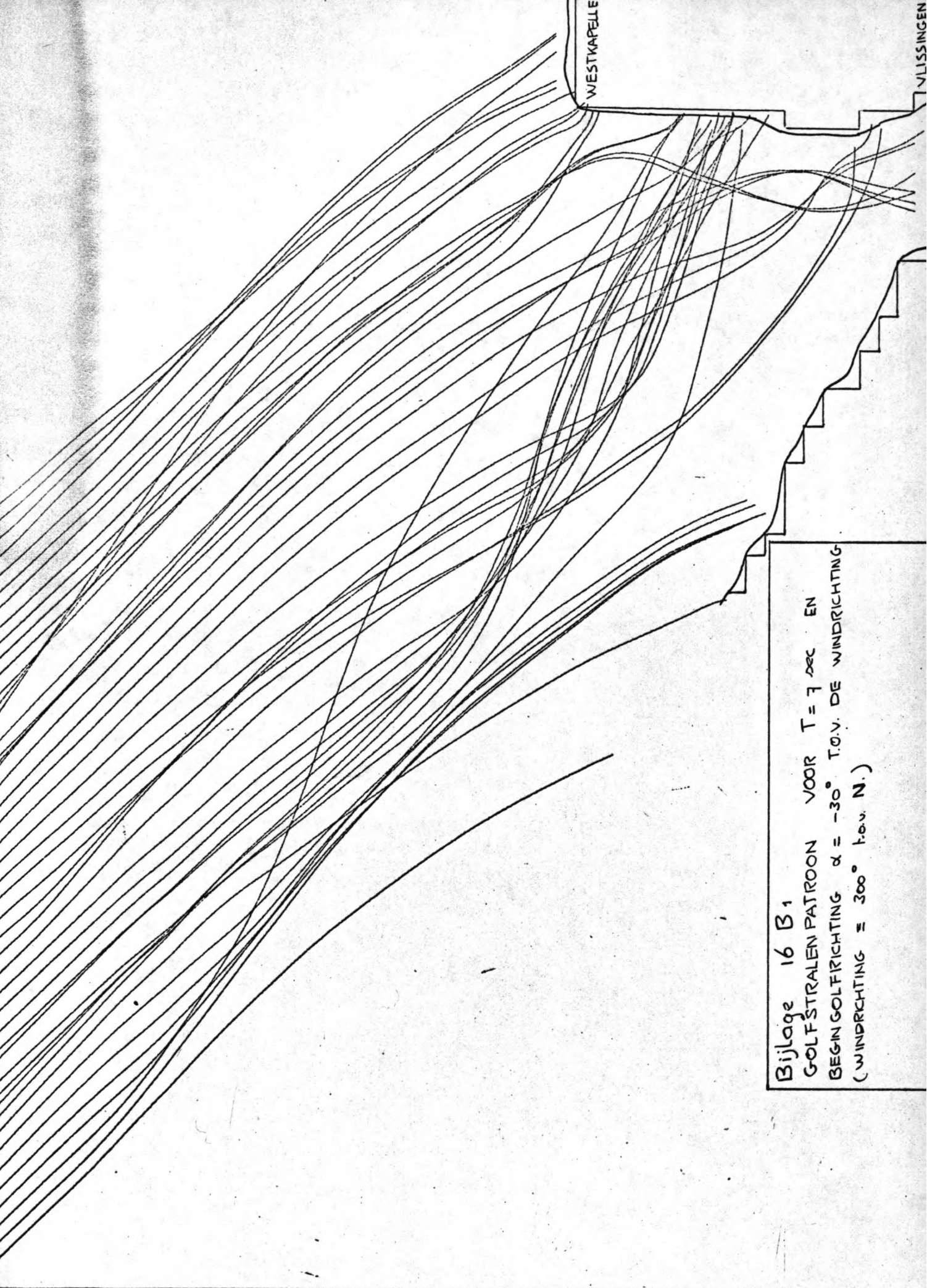
Bijlage 15 · REFRACTIEONDERZOEK

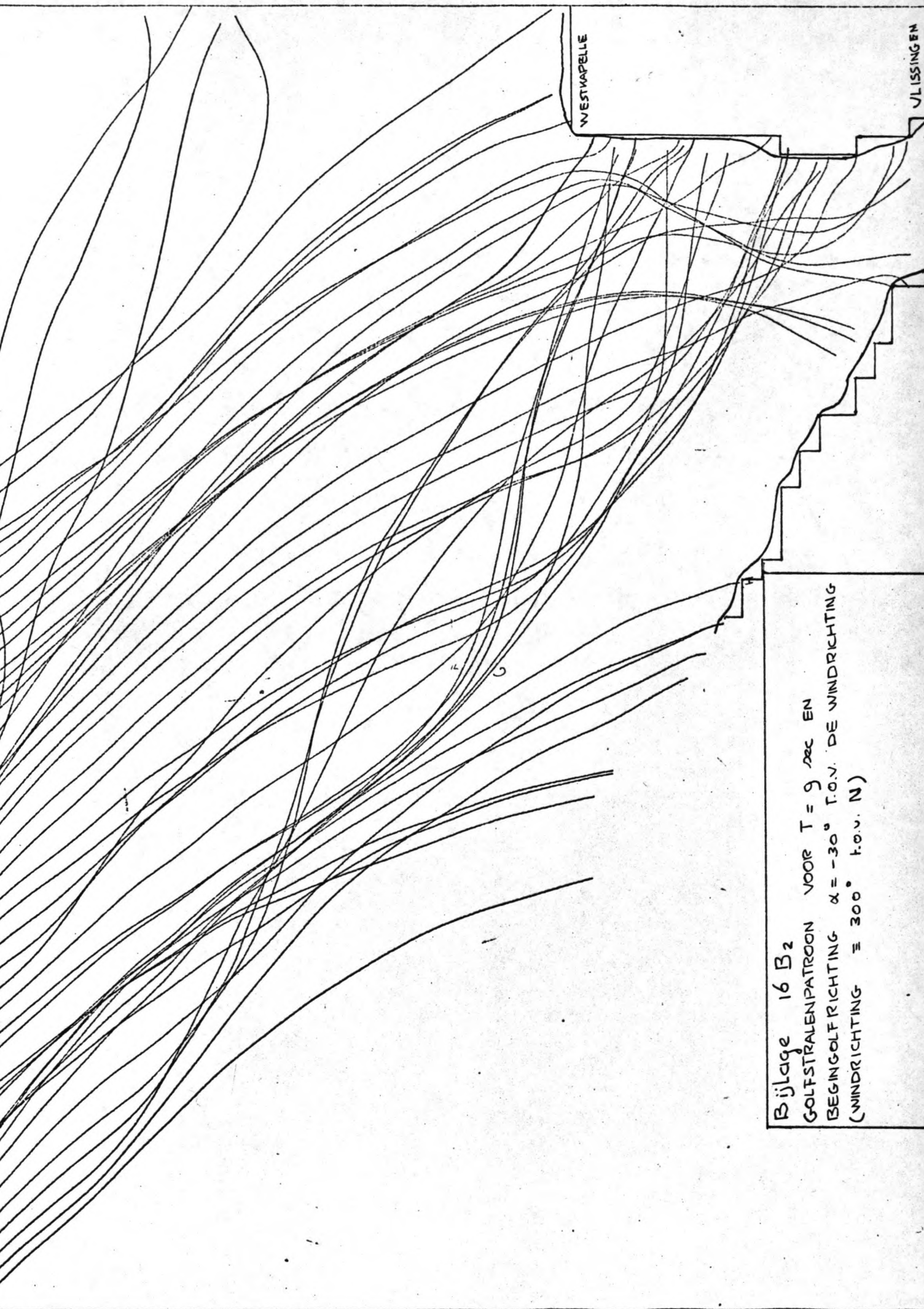
GOLFENERGIE / eg PER M² OPP. T.P.V. DE KUST DE
D=55 -6 M. VOOR DE K.M.-NULPUNTEN VAN DE
HOOFDRAAI, VERDEELD OVER 4 PERIODEN
 $\Delta E_1 / eg = \sum \Delta E_1 / eg$ (ZIE BIJLAGE 14)
 $m_0 = \sum \Delta E_1 / eg$; $H_{1/3} \approx 4 \sqrt{m_0}$



Bijlage 16 A

VERGELIJKING VAN DE SIGNIFICANTE GOLFHOOGT
 (O) METING;
 —x— LITWERKING VAN LUCHTFOTOS;
 --o-- LITKOMST REFRACTIE BEREKENINGEN,
 WAARBIJ HET ENERGIESPECTRUM TOT
 4 PERIODEN EN 3 RIJTINGEN IS GESCHETST.



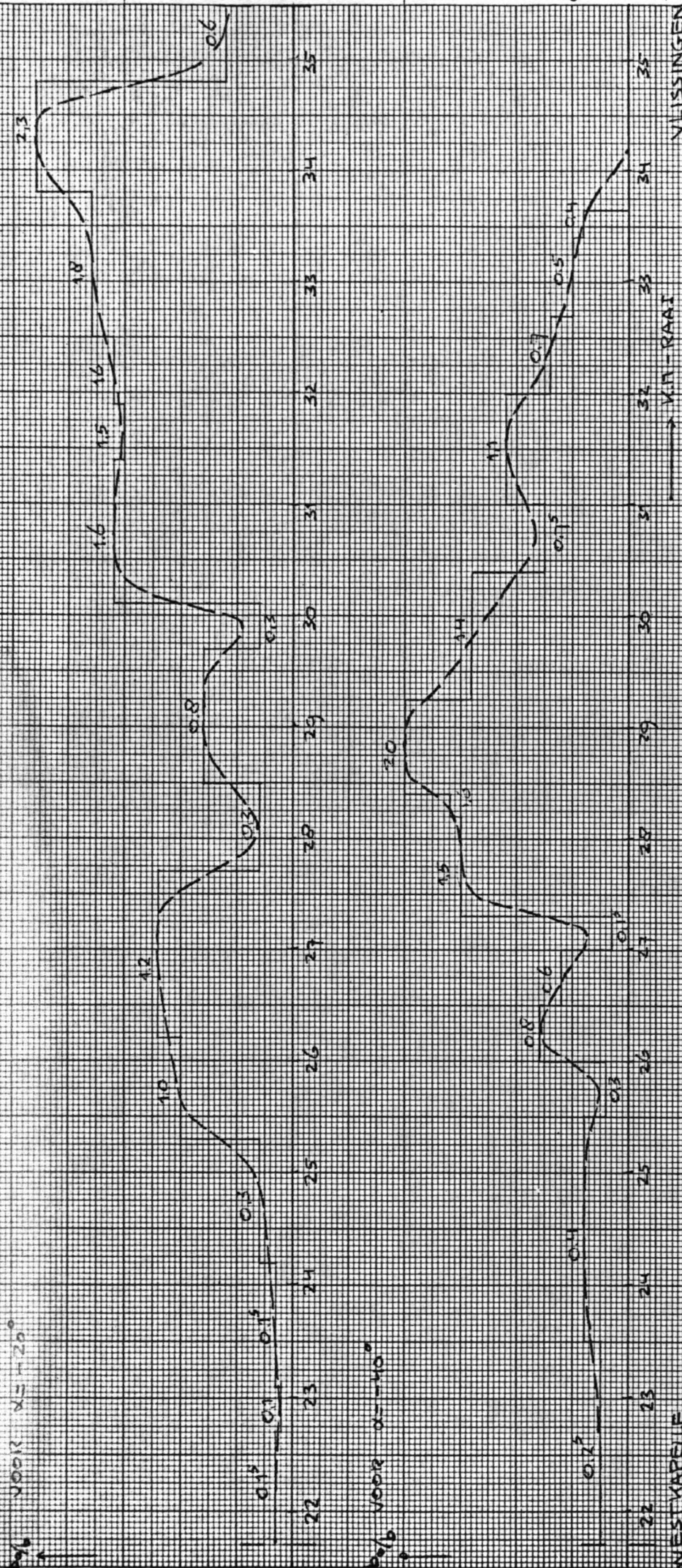


WESTKAPPELLE

VLISSINGEN

Bijlage 16 B₂
GOLFSTRALENPATROON VOOR T = 9 sec EN
BEGINGOLFRICHTING $\alpha = -30^\circ$ f.o.v. DE WINDRICHTING
(WINDRICHTING $\approx 300^\circ$ f.o.v. N)

voor $\alpha = 20^\circ$



voor $\alpha = 40^\circ$

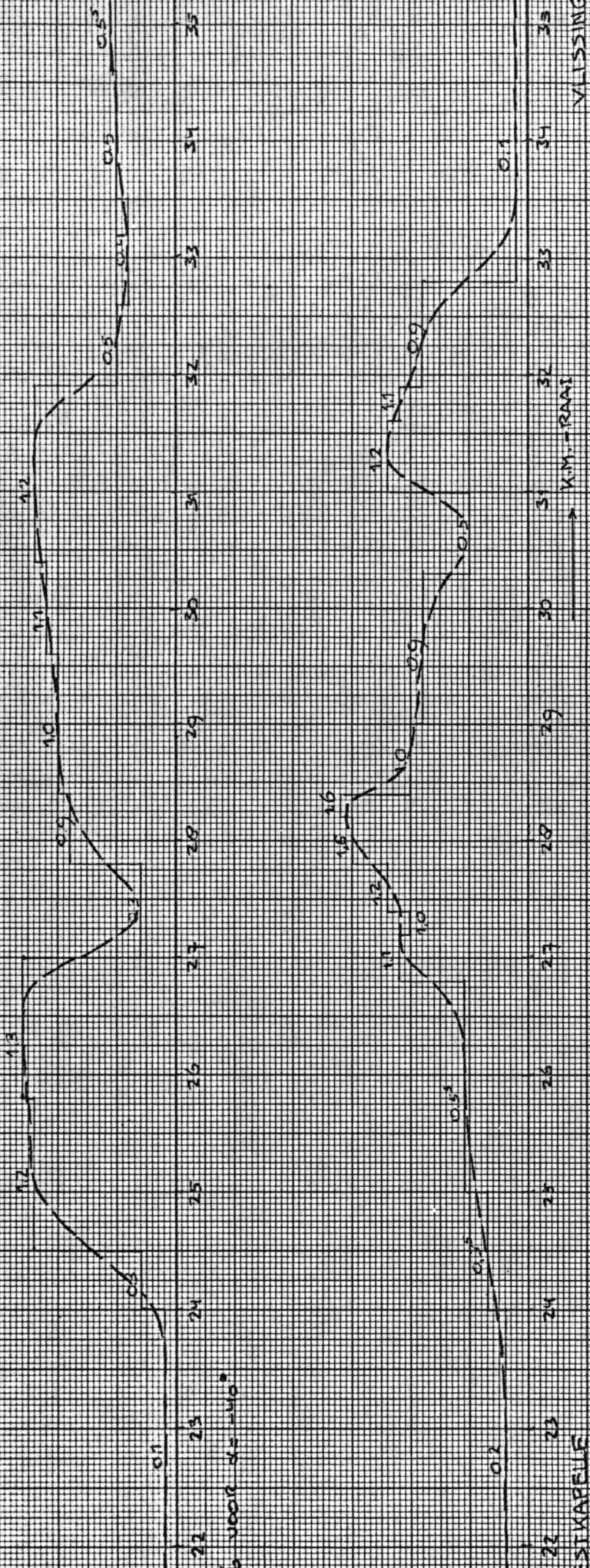
WESTKAPPEL

V.M. - RAAI

VLISSINGEN

Bijlage 17A REFRACTIEONDERZOEK
 UITKOMSTEN REFRACTIEBEREKENINGEN
 VOOR $T = 7.20c$ EN BEGIN GOLRICHTINGEN
 $\alpha = 20^\circ$ EN $\alpha = 40^\circ$ TON DE WIND -
 RICHTING

voor $\alpha = -20^\circ$



voor $\alpha = -40^\circ$

WESTKAPELLE

KM - RAAS

VLISSINGEN

Bijlage 17 B REFRACTIEONDERZOEK

UITKOMSTEN REFRACTIEBEREKENINGEN

VOOR $T = 9$ DEC EN 2 BEGINGOLFRICHTINGEN

$\alpha = -20^\circ$ EN $\alpha = -40^\circ$ T.O.V. DE WINDRICHTING

Km. Relat.	$\alpha = 0^\circ$					$\alpha = 15^\circ$					$\alpha = 30^\circ$					$\alpha = 45^\circ$				
	$\alpha = 0^\circ$	$\alpha = 30^\circ$	$\alpha = 45^\circ$	$\alpha = 60^\circ$	$\alpha = 90^\circ$	$\alpha = 0^\circ$	$\alpha = 30^\circ$	$\alpha = 45^\circ$	$\alpha = 60^\circ$	$\alpha = 90^\circ$	$\alpha = 0^\circ$	$\alpha = 30^\circ$	$\alpha = 45^\circ$	$\alpha = 60^\circ$	$\alpha = 90^\circ$	$\alpha = 0^\circ$	$\alpha = 30^\circ$	$\alpha = 45^\circ$	$\alpha = 60^\circ$	$\alpha = 90^\circ$
22	0.8 ^s	0.9	1.0	1.0	0.9	0.3	0.6 ^s	0.6 ^s	0.9	0.2	0.2 ^s	0.1 ^s	0.7 ^s	0.2 ^s	0.2	0.1	0.1	0.4	0.2	0.2
23	0.6 ^s	0.7	1.0	1.0	0.4 ^s	0.3	0.4 ^s	2.5	0.3	0.1	0.2 ^s	0.1 ^s	0.6	0.3	0.2	0.1 ^s	0.1	0.4 ^s	0.2	0.2
24	0.6 ^s	0.5 ^s	1.0	1.0	0.2 ^s	0.2 ^s	0.5	0.3 ^s	0.2	—	0.4	0.2	0.4 ^s	0.4	0.1 ^s	0.4	0.2	0.6 ^s	0.2	0.2
25	0.6 ^s	0.4	1.0	1.0	0.2	0.2	0.6 ^s	0.2	0.1	—	0.1	0.3 ^s	0.3	0.4	—	0.3	1.2	0.6	0.4 ^s	0.4 ^s
26	0.6 ^s	0.3 ^s	1.0	1.0	0.1 ^s	0.1 ^s	0.5 ^s	0.2	0.2	—	0.2	1.1	1.3	0.6	—	0.1 ^s	1.3	1.0	0.5 ^s	0.5 ^s
27	0.6 ^s	0.3 ^s	0.9 ^s	0.9 ^s	0.1	0.1	0.1 ^s	0.7	—	0.3 ^s	1.2	2.1	0.4	0.4	—	0.1	0.7 ^s	1.0 ^s	1.0	1.0
28	0.6 ^s	0.4 ^s	1.0	1.0	0.0 ^s	0.0 ^s	0.1	2.5 ^s	—	0.3	0.3 ^s	2.2	1.5 ^s	1.5 ^s	—	0.1	0.7 ^s	1.0	1.5	1.5
29	0.7	1.0	1.0 ^s	1.0 ^s	—	—	0.1	1.1	—	0.2	0.8	1.6	2.0	2.0	—	0.1	1.0	1.4	0.9 ^s	0.9 ^s
30	0.4 ^s	1.5	1.0	1.0	—	—	0.8	1.1	—	0.7 ^s	0.5	0.4 ^s	1.3	1.3	—	0.1	1.1	1.3	0.8	0.8
31	0.3	1.9	1.0	1.0	0.2	0.2	0.4	1.3	—	0.6	1.6	0.3	0.9	0.9	0.1	0.2	1.2	0.7 ^s	0.9	0.9
32	0.3	0.7 ^s	1.0	1.0	0.2 ^s	0.2 ^s	0.2	0.8	—	0.3	1.5 ^s	0.3	0.8 ^s	0.8 ^s	0.1 ^s	1.2	0.6 ^s	1.0	1.0	1.0
33	0.1 ^s	0.6 ^s	1.0 ^s	1.0 ^s	0.1 ^s	0.1 ^s	0.2	1.7	—	—	1.8	0.3	0.5	0.5	0.1 ^s	1.3	0.4	0.3	0.3	0.3
34	—	0.6 ^s	1.2	1.2	—	—	0.1	2.3	—	—	2.3	0.3	0.2	0.2	0.1 ^s	0.4	0.5	0.6 ^s	0.1	0.1
35	—	0.6 ^s	1.0	1.0	—	—	—	1.1 ^s	—	0.6	0.8 ^s	0.2	—	—	0.1 ^s	0.1	0.5 ^s	0.6	0.1	0.1

Bijlage 18 REFRACTIE ONDERZOEK

LITHOMSTEN REFRACTIE BEREKENINGEN
 VOOR T = 3,5.7 en 9 sec EN VOOR
 3 (T = 3 en 5 sec) RESP. 5 (T = 7 en 9 sec)
 RICHTINGEN.
 * : HOEK T.O.V DE WINDRICHTING VAN DE
 BEGIN GOLRICHTING.

Km. Toel.	$\alpha = +15^\circ$		$\alpha = 0^\circ$		$\alpha = -30^\circ$		$\alpha = +15^\circ$		$\alpha = 0^\circ$		$\alpha = -20^\circ$		$\alpha = -40^\circ$		
	$\alpha = +15^\circ$	$\alpha = 0^\circ$	$\alpha = 0^\circ$	$\alpha = -30^\circ$	$\alpha = -20^\circ$	$\alpha = -30^\circ$	$\alpha = -40^\circ$	$\alpha = +15^\circ$	$\alpha = 0^\circ$	$\alpha = -20^\circ$	$\alpha = -30^\circ$	$\alpha = -40^\circ$	$\alpha = +15^\circ$	$\alpha = 0^\circ$	$\alpha = -20^\circ$
22	.008	.014	.007	.026	.032	.010	.021	.004	.017	.006	.019	.016	.006	.017	.010
23	.006	.011	.007	.018	.090	.005	.021	.004	.013	.007	.019	.025	.006	.020	.010
24	.006	.008	.006	.020	.013	-	.033	.006	.010	.010	.015	.066	.011	.029	.014
25	.006	.006	.005	.026	.007	-	.008	.010	.007	.010	-	.049	.068	.026	.022
26	.006	.005	.004	.022	.007	-	.017	.032	.029	.015	-	.025	.074	.044	.026
27	.006	.005	.002	.006	.025	-	.029	.035	.046	.010	-	.016	.043	.046	.048
28	.006	.007	.001	.004	.092	-	.025	.010	.049	.038	-	.016	.043	.044	.072
29	.006	.015	-	.004	.040	-	.017	.023	.035	.049	-	.016	.057	.061	.046
30	.004	.023	-	.032	.040	-	.062	.014	.010	.032	-	.016	.063	.057	.039
31	.003	.029	.005	.016	.047	-	.050	.046	.007	.022	.010	.033	.068	.033	.043
32	.003	.012	.006	.008	.029	-	.025	.045	.007	.021	.015	.197	.037	.044	.048
33	.001	.010	.004	.008	.061	-	-	.052	.007	.012	.015	.213	.023	.013	.014
34	-	.010	.017	.004	.083	-	-	.066	.007	.005	.015	.066	.028	.028	.005
35	-	.010	.014	-	.042	-	.050	.025	.004	-	.015	.016	.031	.026	.005

T=3	5	7	9
.005	.015	.026	.040
.096	.083	1.00	1.28

GOLFENERGIE/EG T.P.V. "GOERBE" GESCHEMATISEERD OVER 4 PER:
 SHOALINGCOEFFICIENT IN HET KWADRAAT.
 GESCHEMATISEERDE VERDELING OVER 3 OF 5 RICHTINGEN : $G(\alpha)$.

3 RICHTINGEN : $G(\alpha = +15^\circ) = 0.19$ $G(\alpha = 0^\circ) = 0.32$
 5 RICHTINGEN : $G(\alpha = +15^\circ) = 0.19$ $G(\alpha = 0^\circ) = 0.32$

VOOR DE REFRACTIECOEFFICIENTEN : ZIE BIJLAGE 18.

Bijlage 19 REFRACTIEONDERZOEK
 GOLFENERGIE/EG PER M² OPP. T.P.V. DE KUST
 OP D = 5.5 - 6 M. VOOR DE KM-NULPUNTEN
 VAN DE HOOFDRAAI, VERDEELD OVER
 4 PERIOPEN EN 3 (T=3 EN 5 sec) RESP.
 5 (T=7 EN 9 sec) RICHTINGEN.
 $\Delta E_1/eg = \Delta E_0/eg \cdot G(\alpha) \cdot K_3 \cdot K_R$

$\Delta E_1 / \rho g$

km. r.o.a.i	T=3	T=5	T=7	T=9.000
22	.036	.061	.058	.068
23	.031	.115	.050	.080
24	.028	.039	.059	.135
25	.026	.038	.035	.165
26	.025	.033	.093	.169
27	.024	.033	.128	.153
28	.027	.097	.122	.175
29	.036	.044	.124	.100
30	.041	.072	.118	.175
31	.046	.068	.125	.187
32	.029	.043	.098	.341
33	.026	.073	.071	.278
34	.027	.087	.078	.142
35	.024	.042	.079	.093

(T) · $\Delta E_1 / \rho g$	T=3	T=5	T=7	T=9.000
	.0040	.0024	.0012	.0008
	.0034	.0046	.0010	.0010
	.0031	.0016	.0012	.0017
	.0029	.0015	.0007	.0020
	.0028	.0013	.0019	.0021
	.0027	.0013	.0026	.0019
	.0030	.0039	.0025	.0022
	.0040	.0018	.0025	.0022
	.0046	.0029	.0024	.0022
	.0051	.0027	.0026	.0023
	.0032	.0017	.0020	.0042
	.0029	.0029	.0014	.0034
	.0030	.0035	.0016	.0018
	.0027	.0017	.0016	.0011

m_2	T
.0084	5.15
.0100	5.25
.0076	5.9
.0071	6.1
.0081	6.3
.0085	6.3
.0116	6.0
.0105	6.0
.0121	5.8
.0127	5.8
.0111	6.8
.0106	6.5
.0099	5.8
.0071	5.8

Bijlage 20. REFRACTIEONDERZOEK

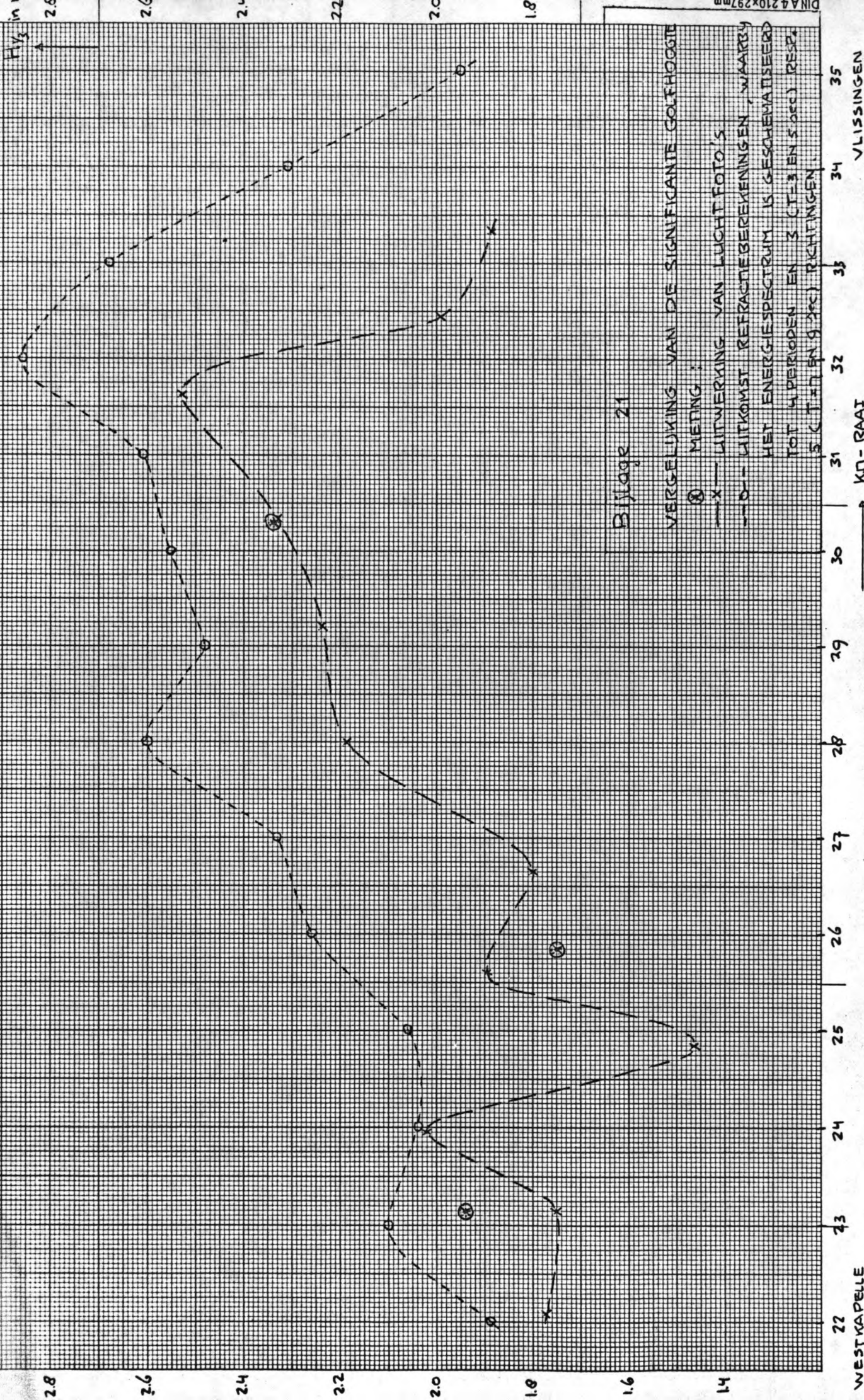
GOLFENERGIE / ρg PER M² OPP. T.P.V. DE KRAST OP D=5.5 - 6.17. VOOR DE KN.-NULPUNTEN VAN DE HOOFDRAAT, VERDEELD OVER 4 PERIODEN.

$\Delta E_i / \rho g = \sum \Delta E_i'$ (ZIE BIJLAGE 19)

$m_0 = \sum \frac{\Delta E_i}{\rho g}$; $H_{1/2} \approx 4 \cdot \sqrt{m_0}$;

$m_2 = \sum \left(\frac{1}{T}\right)^2 \cdot \Delta E_i / \rho g$; $T = \sqrt{m_0 / m_2}$.

met juwt →



WESTKAPPELLE

KN-RAAI

VLISSINGEN

DINA A4 210x297

8.0 [sec]

7.0

6.0

5.0

4.0

32

31

30

29

28

27

26

25

24

23

22

21

20

19

18

17

16

15

14

13

12

11

10

9

8

7

6

5

4

3

2

1

WESTKAPPEL

VLASSINGEN

⊗ GOELEMETING

Bijlage 22

$$T = \sqrt{m_y/m_x}$$

UIT DE RESULTATEN
VAN DE REFRACTIEBEREKENINGEN

(Voor de berekening: zie Bijlage 20)

T ↑

8.0 [sec]

7.0

6.0

5.0

4.0

32

31

30

29

28

27

26

25

24

23

22

21

20

19

18

17

16

15

14

13

12

11

10

9

8

7

6

5

4

3

2

1

WESTKAPPEL

VLASSINGEN

⊗ GOELEMETING

Bijlage 22

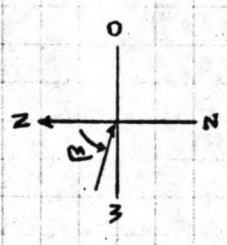
$$T = \sqrt{m_y/m_x}$$

UIT DE RESULTATEN
VAN DE REFRACTIEBEREKENINGEN

(Voor de berekening: zie Bijlage 20)

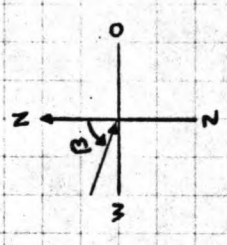
Km. Totaal	$\alpha = +15^\circ$		$\alpha = 0^\circ$		$\alpha = -30^\circ$		$\alpha = +15^\circ$		$\alpha = 0^\circ$		$\alpha = -20^\circ$		$\alpha = -30^\circ$		$\alpha = -40^\circ$	
	$\alpha = +15^\circ$	$\alpha = 0^\circ$	$\alpha = -30^\circ$	$\alpha = 0^\circ$	$\alpha = +15^\circ$	$\alpha = 0^\circ$	$\alpha = -20^\circ$	$\alpha = 0^\circ$	$\alpha = +15^\circ$	$\alpha = 0^\circ$	$\alpha = -20^\circ$	$\alpha = 0^\circ$	$\alpha = -30^\circ$	$\alpha = -40^\circ$		
22	55°	95°	95°	75°	75°	65°	95°	85°	125°	95°	75°	75°	85°	105°		
23	55°	105°	95°	65°	75°	65°	95°	95°	125°	105°	75°	85°	105°	115°		
24	55°	105°	95°	65°	65°	-	95°	105°	115°	115°	75°	95°	105°	125°		
25	55°	105°	95°	65°	65°	-	95°	115°	105°	115°	-	105°	115°	105°		
26	55°	105°	95°	65°	65°	-	95°	115°	115°	115°	-	95°	105°	115°		
27	55°	115°	95°	65°	75°	-	95°	115°	125°	125°	-	95°	115°	$\frac{105^\circ}{125^\circ}$		
28	55°	115°	95°	65°	75°	-	$\frac{95^\circ}{125^\circ}$	105°	125°	125°	-	95°	105°	$\frac{105^\circ}{125^\circ}$		
29	55°	115°	95°	-	75°	-	85°	95°	115°	125°	-	95°	125°	115°		
30	55°	115°	95°	-	75°	-	95°	105°	105°	115°	-	95°	105°	125°		
31	55°	115°	95°	75°	75°	-	105°	105°	105°	115°	125°	75°	115°	105°		
32	65°	115°	95°	75°	75°	-	95°	125°	115°	105°	125°	$\frac{135^\circ}{75^\circ}$	135°	105°	95°	
33	65°	105°	95°	75°	75°	-	95°	125°	125°	106°	125°	$\frac{135^\circ}{85^\circ}$	135°	105°	95°	
34	-	95°	95°	-	75°	-	-	135°	125°	115°	135°	$\frac{135^\circ}{95^\circ}$	135°	135°	115°	
35	-	85°	95°	-	-	-	125°	125°	115°	-	135°	135°	135°	135°	125°	

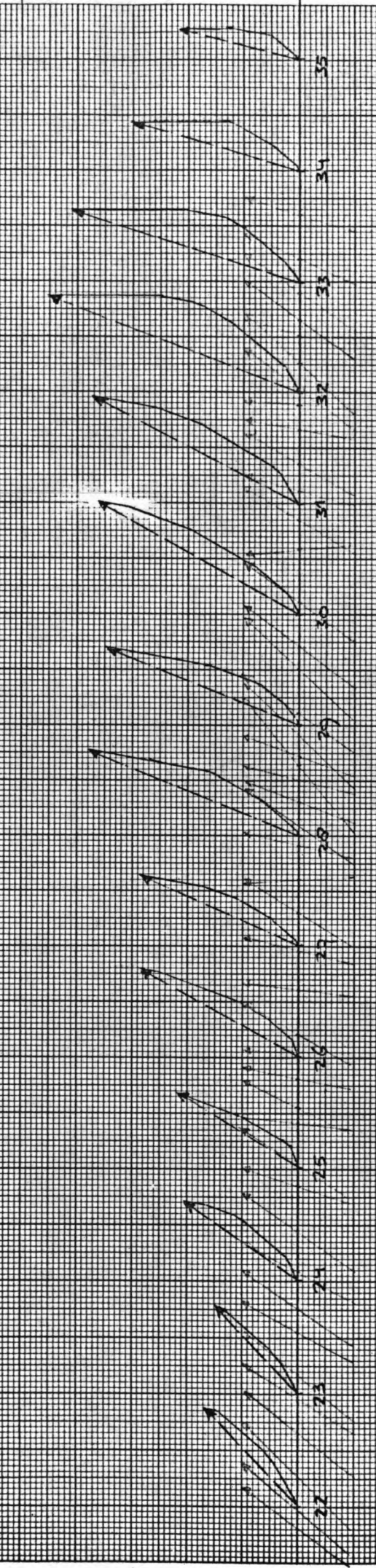
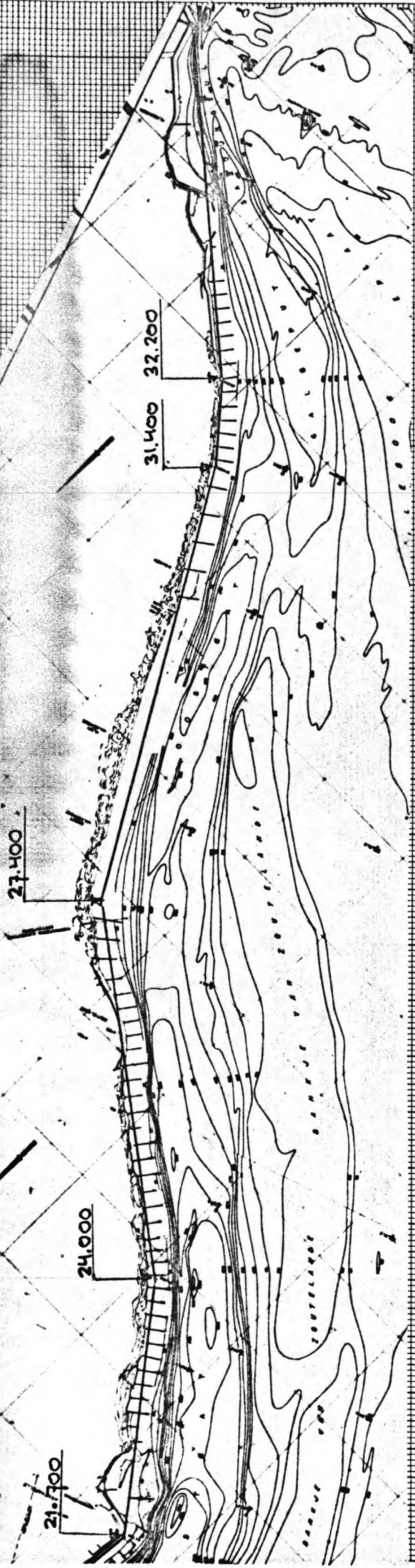
Bijlage 23 REFRACTIEONDERZOEK
 HOEK VAN GOLFINVAL (β) T.O.V. NOORD OP
 D = 5,5 - 6 M IN KLASSEN VAN 10° VOOR
 4 PERIODEN EN 3 OF 5 BEGIN GOLFRICHTING



km. ranci	β :	25°	35°	45°	55°	65°	75°	85°	95°	105°	115°	125°	135°	145°	m_0
22		-	-	-	.008	.010	.068	.027	.087	.010	-	.017	-	-	.227
23		-	-	-	.006	.012	.037	.046	.108	.044	.010	.013	-	-	.276
24		-	-	-	.006	.026	.015	-	.093	.025	.053	.043	-	-	.261
25		-	-	-	.006	.031	-	-	.021	.084	.122	-	-	-	.264
26		-	-	-	.006	.026	-	-	.046	.049	.161	.032	-	-	.320
27		-	-	-	.006	.002	.006	-	.054	.070	.077	.115	-	-	.330
28		-	-	-	.006	.001	.004	-	.076	.104	.007	.223	-	-	.421
29		-	-	-	.006	-	.004	.040	.047	-	.097	.190	-	-	.384
30		-	-	-	.004	-	.032	-	.070	.129	.118	.053	-	-	.406
31		-	-	-	.003	-	.054	-	.014	.147	.084	.124	-	-	.426
32		-	-	-	-	.003	.045	-	.116	.065	.019	.060	.203	-	.511
33		-	-	-	-	.001	.012	.031	.090	.035	-	.074	.205	-	.448
34		-	-	-	-	.001	.004	-	.058	.083	.010	.007	.172	-	.334
35		-	-	-	-	-	-	.010	.056	-	.004	.080	.088	-	.238

Bijlage 24 REFRACTIEONDERZOEK
 VERDELING VAN DE GOLFENERGIE/PG PER
 M² OPP. OVER DE RICHTING, ($\Delta E_1/P_1$)
 β : HOEK VAN GOLFINVAL T.O.V. NOORD
 (AFGELEID UIT BULAGE 19 EN 23)





Bijlage 25

VERGELYKING VAN DE GOLFRICHTING

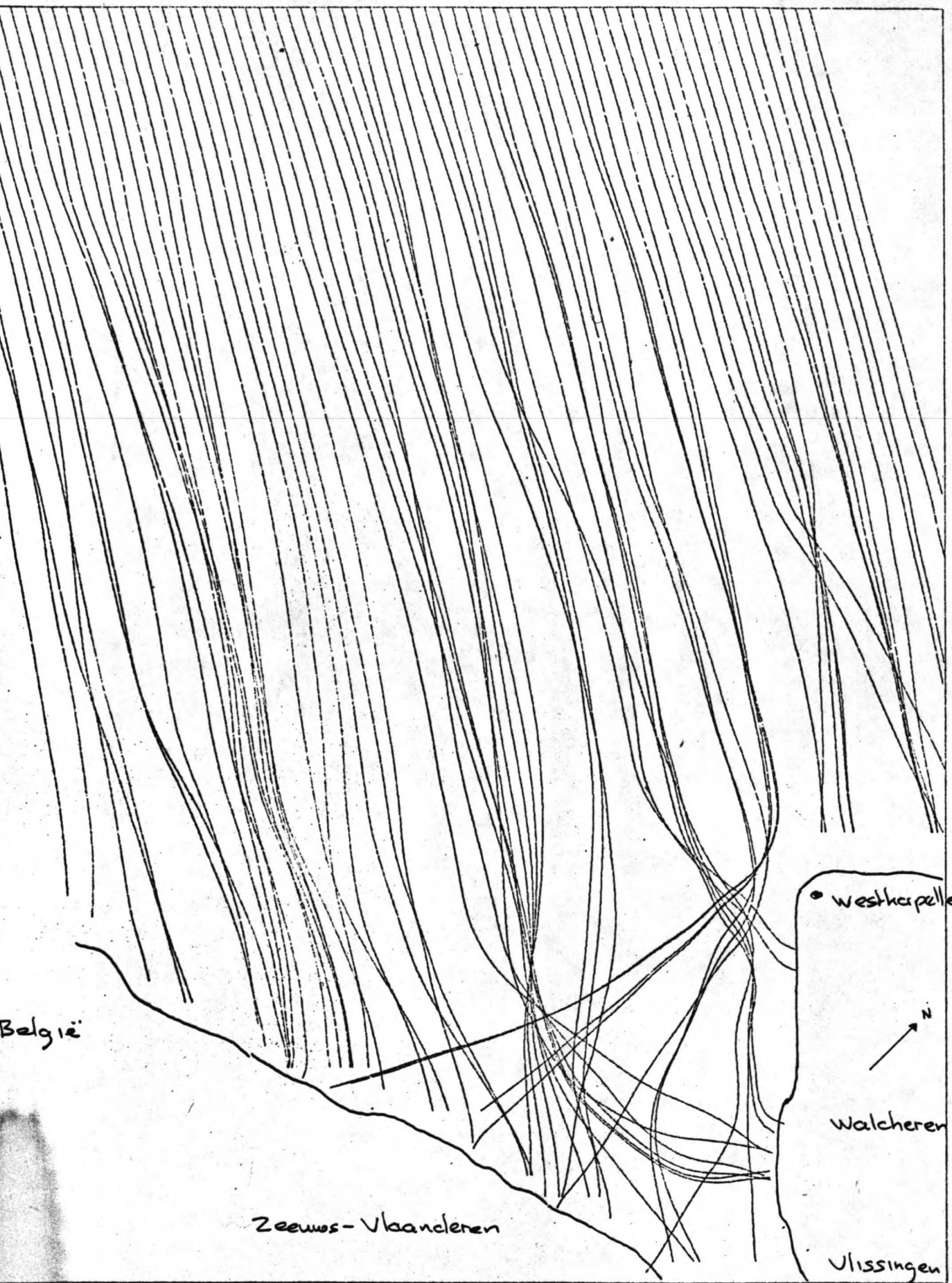
DE DIEPTE IS CA 55-6 m.

RICHTING UIT DE LUCHT FOTOS

"GEMIDDELTE" RICHTING UIT REËLE-
BEREKENINGEN.

WIND RICHTING

60°



Bijlage 26

Golfstralen voor $T = 9$ sec en
 golfrichting 205° ten N (\approx WNW).

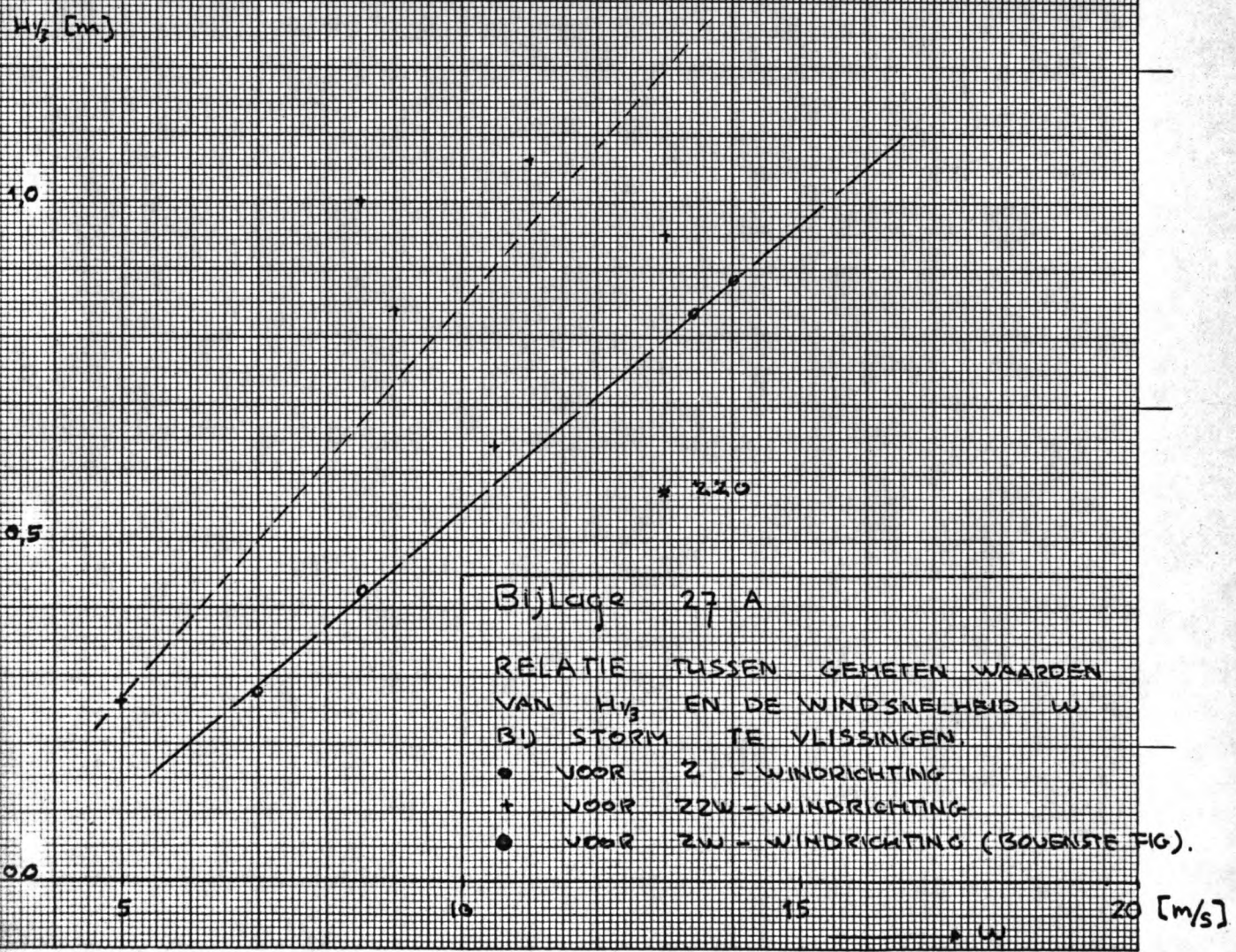
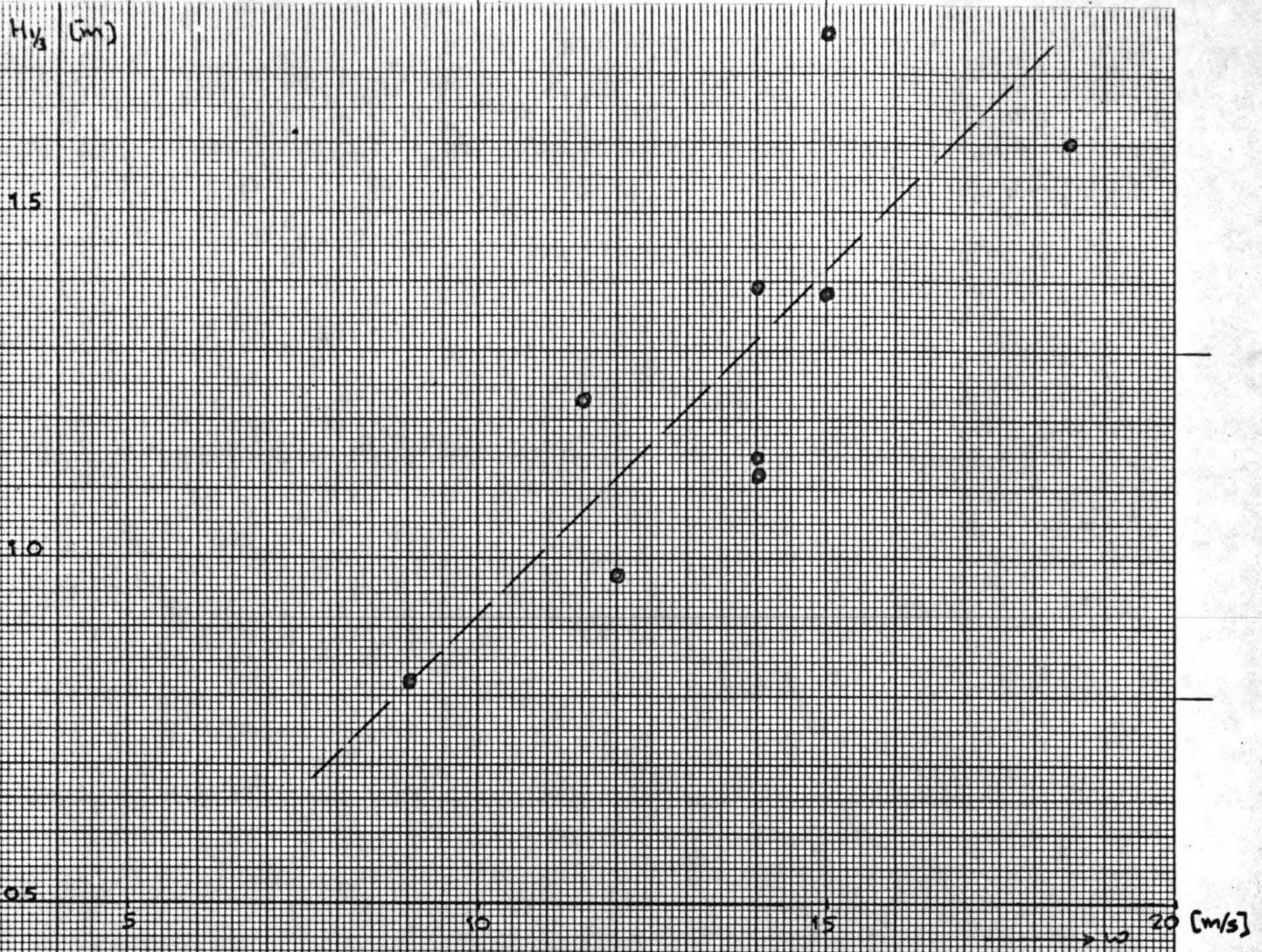
A=2.52

S=0.50

T=9.00

N=0.00

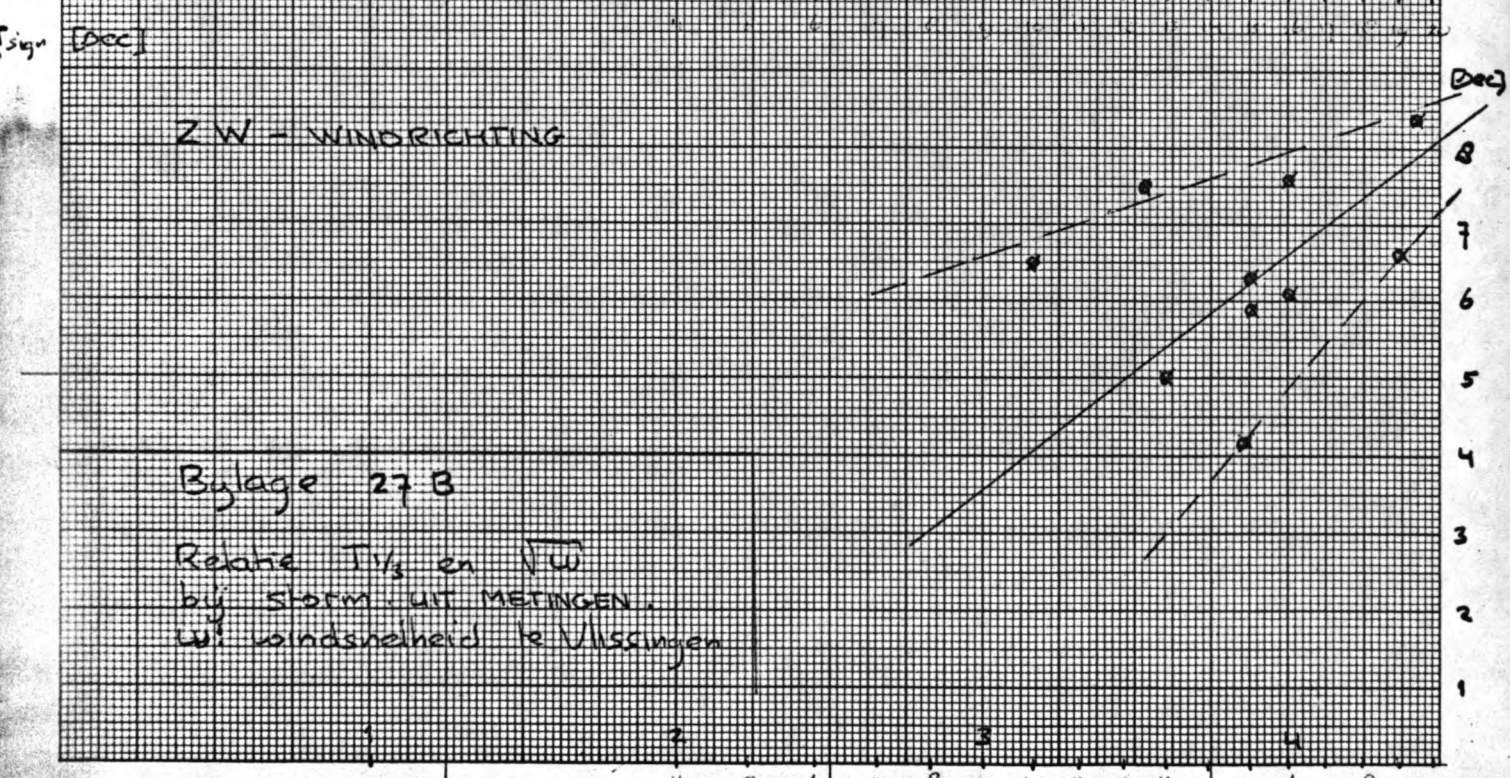
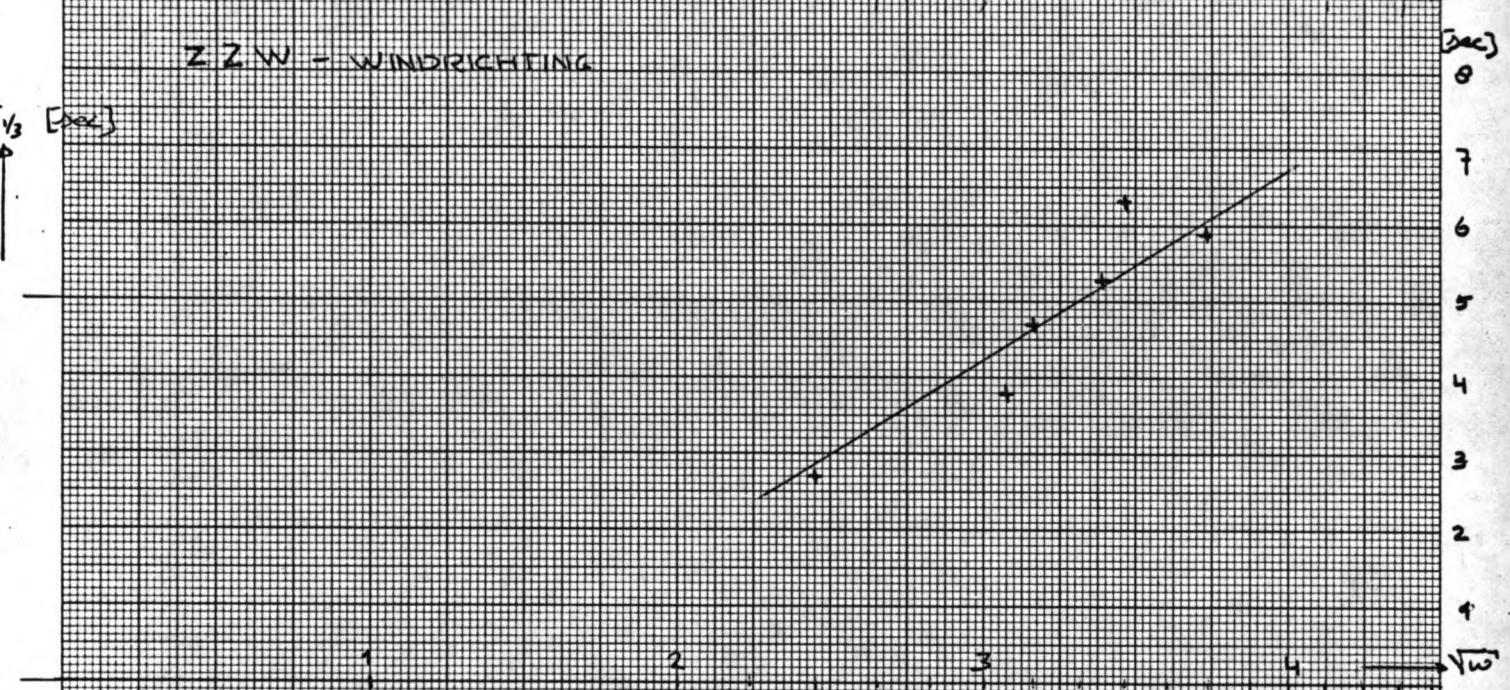
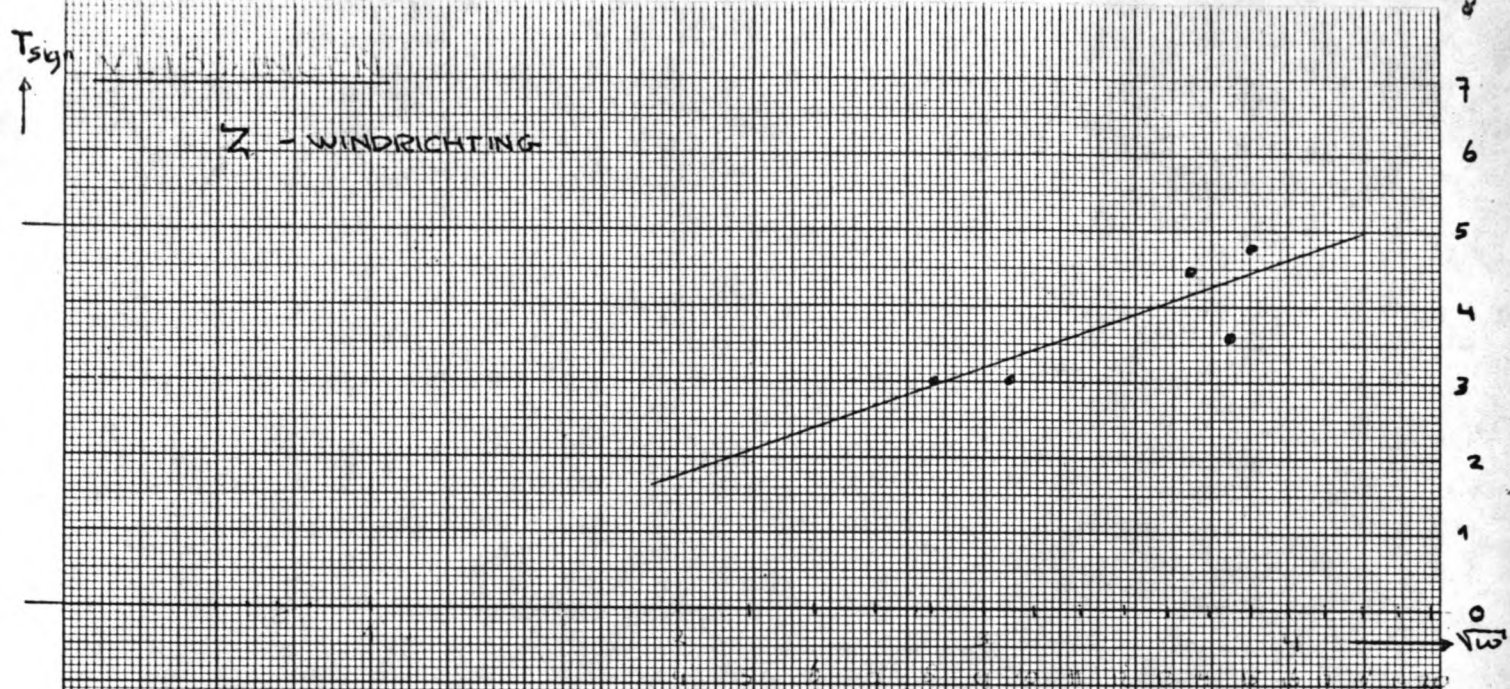
W=0.70



Bijlage 27 A

RELATIE TUSSEN GEMETEN WAARDEN VAN $H_{1/2}$ EN DE WINDSNELHEID W BIJ STORM TE VLISINGEN.

- VOOR Z - WINDRICHTING
- + VOOR ZZW - WINDRICHTING
- VOOR ZW - WINDRICHTING (BOVENSTE FIG).



Bylage 27 B

Relatie $T_{1/3}$ en \sqrt{w}
 bij storm uit metingen.
 w: windsnelheid te Vlissingen

20

$H_{1/3}$ m [M]

15

10

5

10

15

20

[m/s]

ZZW

$T_{1/3}$ m [sec]

8

7

6

5

4

3

2

1

0

1

2

3

4

[sec]

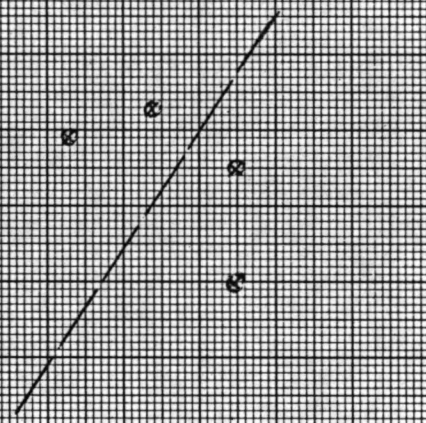
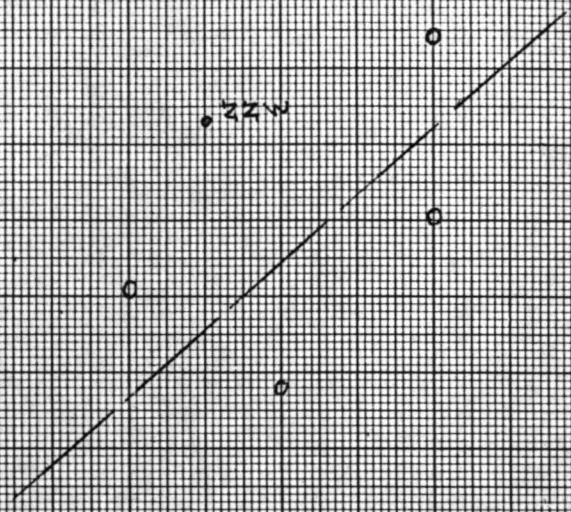
$[m^{1/2}/s^{1/2}]$

W

\sqrt{w}

Bijlage 27 C

RELATIE TUSSEN $H_{1/3}$ EN DE WIND-SNELHEID (w) RESP. $T_{1/3}$ EN \sqrt{w} UIT MEETGEGEVENS TE WESTKAPELLE VOOR ZW - WINDRICHTING. (TJDENS STORM)



METEOROLOGIE

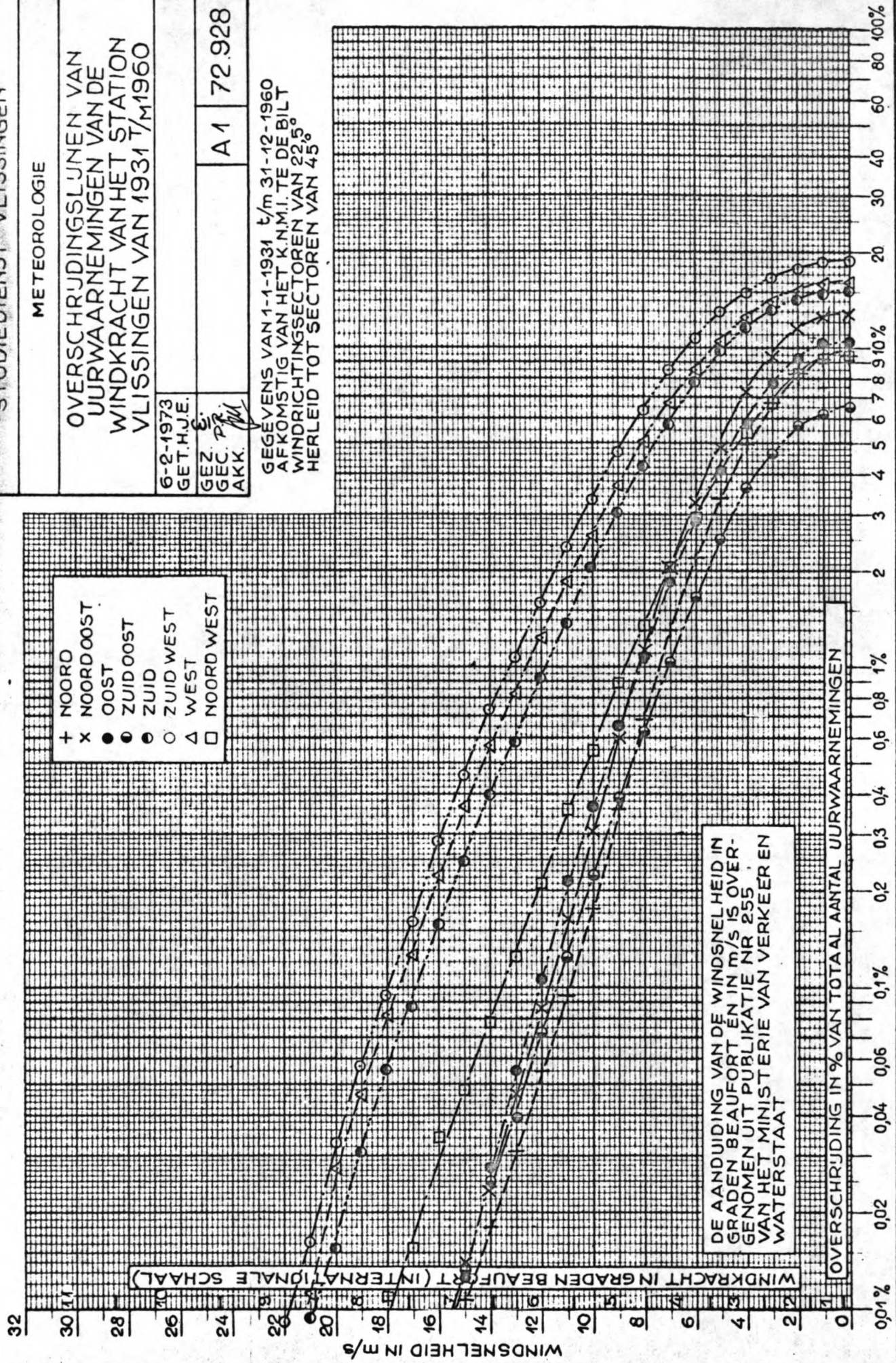
OVERSCHRUIJINGSLIJNEN VAN
UURWAARNEMINGEN VAN DE
WINDKRACHT VAN HET STATION
VLISSINGEN VAN 1931 T/M 1960

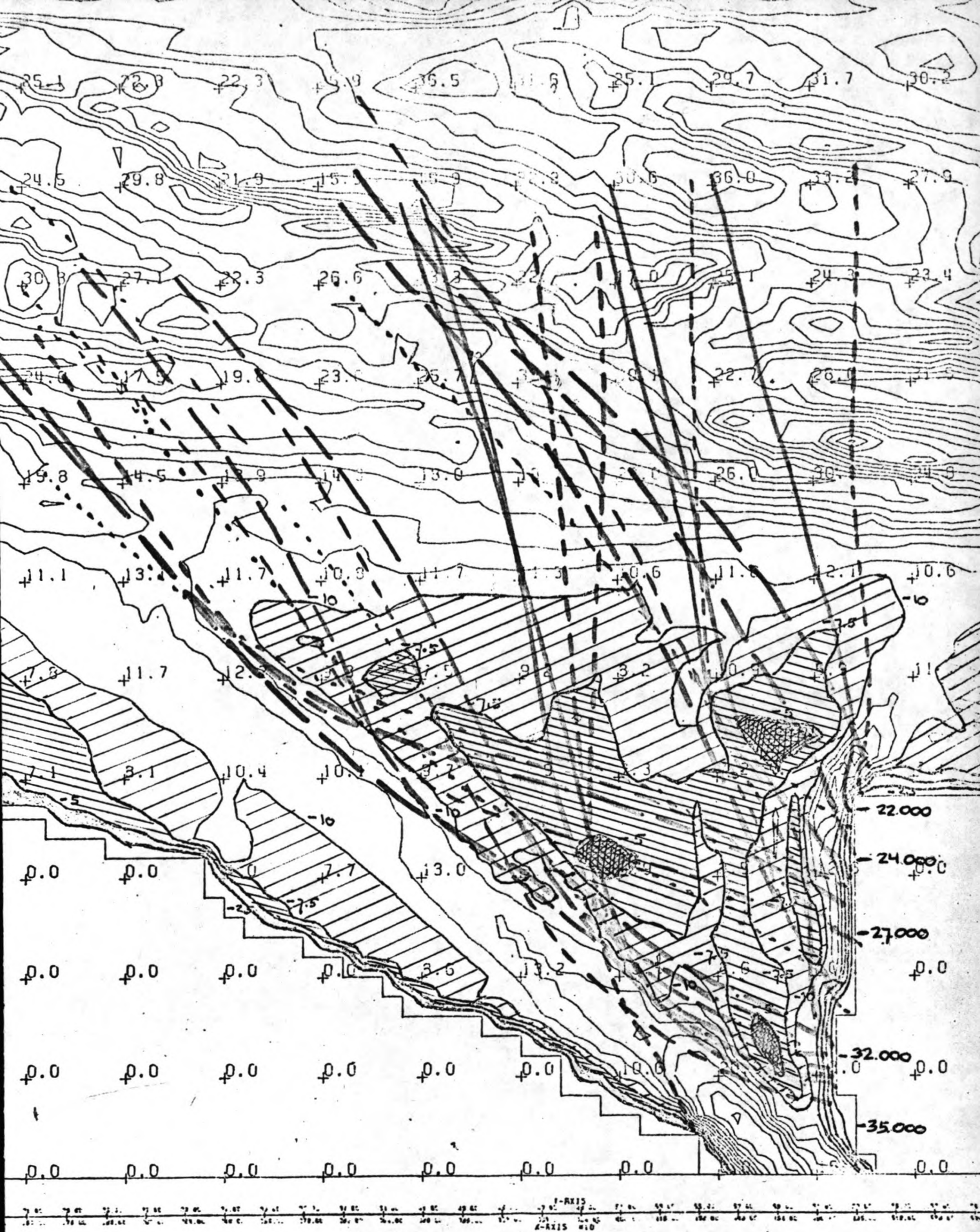
6-2-1973
GET.H.J.E.

GEZ.
GEC. P.M.
AKK.

A1 72.928

GEGEVENS VAN 1-1-1931 t/m 31-12-1960
AFKOMSTIG VAN HET K.N.M.I. TE DE BILT
WINDRICHTINGSECTOREN VAN 22,5°
HERLEID TOT SECTOREN VAN 45°





-  DIEPTE ≤ 13 M
-  DIEPTE ≤ 10.5 M
-  DIEPTE ≤ 5 M

SCHAAL 1 : 200.000

Bijlage 29
 BEPALING VAN DE WRIJVINGSLENGTE.

A. Energieafvoer per sec door bodemwrijving.

$$\begin{aligned}
 H_{1/3} &= 3 \text{ m} && \text{(aanvangsgolfhoogte)} \\
 T_{1/3} &\approx 8\frac{1}{2} \text{ sec} \\
 d &= 10 \text{ m} && \text{(diepte)} \\
 l_1 &= 19 \text{ km} && \text{(wrijvingslengte)} \\
 l_2 &= 9 \text{ km} && \text{(wrijvingslengte)} \\
 f &= 0.005 && \text{(wrijvingscoëfficiënt)}.
 \end{aligned}$$

$$1) \quad \frac{H_{1/3} \cdot f \cdot l_1}{d^2} = \frac{3 \cdot 0.005 \cdot 19000}{(10)^2} = 2.85$$

$$\frac{T_{1/3}^2}{d} = \frac{(8.5)^2}{10} = 7.2 \quad \text{m/s}^2$$

$$2) \quad \frac{H_{1/3} \cdot f \cdot l_2}{d^2} = \frac{3 \cdot 0.005 \cdot 9000}{(10)^2} = 1.35$$

grafiek van Bretschneider (zie lit. 13) \rightarrow golfhoogte-afname = 30%
 \rightarrow golfhoogte-afname = 16%

De energieafvoer per sec is $\Delta E \cdot n \cdot c = E_0 \cdot n \cdot c_0 - E_1 \cdot n \cdot c_1 =$
 $= \frac{1}{2} \rho g (H_0^2 - H_1^2) \cdot n \cdot c.$

$$\Rightarrow \frac{1}{2} \cdot 10^3 \cdot 9.81 \{ 3.0^2 - (0.7 \cdot 3.0)^2 \} \cdot 7.5 = 42.2 \cdot 10^3 \quad \text{voor geval 1}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2} \cdot 10^3 \cdot 9.81 \{ 3.0^2 - (0.84 \cdot 3.0)^2 \} \cdot 7.5 = 24.4 \cdot 10^3 \quad \text{voor geval 2}$$

B. Energietoevoer per sec door wind.

Volgens Bakker (zie lit. 12) is de energietoevoer door wind per m' en sec: $\frac{1}{4} \{ \rho_p \cdot (\omega - c)^2 \cdot \frac{H_{1/3}}{T_{1/3}} \}$ met $f = \frac{5}{16} \cdot \frac{\rho_w}{\rho_p} \cdot C_1 \cdot C_2$.

de energietoevoer per sec: $\frac{1}{4} \cdot \frac{5}{16} \cdot \rho_w \cdot C_1 \cdot C_2 \cdot (\omega - c)^2 \cdot \frac{H_{1/3}}{T_{1/3}} \cdot l.$

C_1 en C_2 zijn constanten uit formule [91] uit lit. 12.

ω : windsnelheid in m/s (19 m/s).

c : golfnelheid in m/s

ρ_w : dichtheid van water (10^3 kg/m^3).

voor geval 1) is de energietoevoer/sec = $\frac{5}{64} \cdot 10^3 \cdot 2.9 \cdot 10^{-3} \cdot 4.4 \cdot 10^{-2} \cdot (19-9)^2 \cdot \frac{2.6}{0.5} \cdot 19 \cdot 10^3 = 5.8 \cdot 10^3$

voor geval 2) is de energietoevoer/sec = $\frac{5}{64} \cdot 10^3 \cdot 2.9 \cdot 10^{-3} \cdot 4.4 \cdot 10^{-2} \cdot (19-9)^2 \cdot \frac{3.7}{0.5} \cdot 9 \cdot 10^3 = 2.8 \cdot 10^3$

C. Resultaat van energieafvoer door bodemwrijving en energietoevoer door wind

De energieafvoer \gg energietoevoer per sec. De energieafvoer wordt in totaal iets minder.

Voor geval 1 is de energieafvoer per sec: $(42.2 - 5.8) \cdot 10^3 = 36.4 \cdot 10^3$

Voor geval 2 is de energieafvoer per sec: $(24.4 - 2.8) \cdot 10^3 = 21.6 \cdot 10^3$

Dit komt overeen met een golfhoogte-afname van 25% voor geval 1 en 14% voor geval 2.

Bijlage 30

Berekening van de golfkemping door bodemwrijving in % van de aanvangsgolfhoogte, waarbij rekening wordt gehouden met energietoevoer door wind

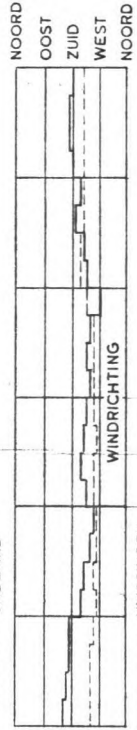
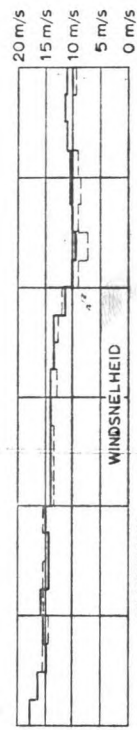
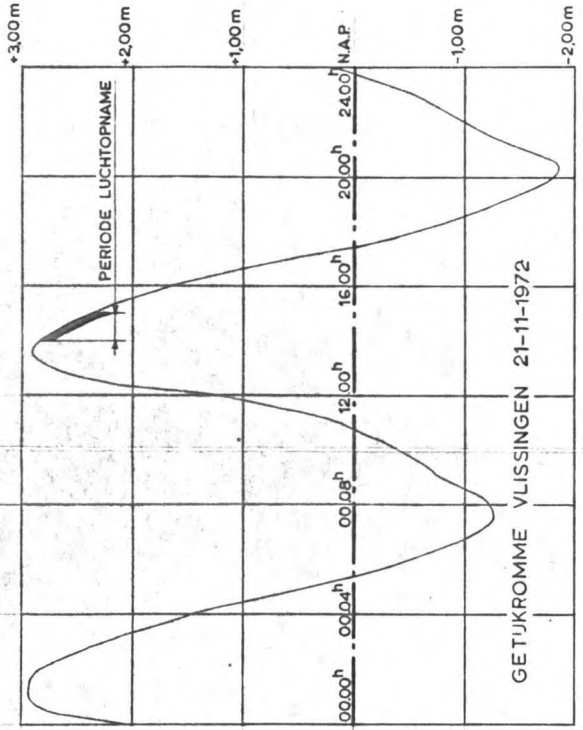
**GOLFBEEELD VOLGENS LUCHTFOTOGRAFIE
ZUIDWESTERSTORM d.d. 21-11-1972**

MEI 1974	SCHAAL 1:25 000
GET. A.S.B.	B2
GEC. <i>SPR</i>	74.296
AKK. <i>MB</i>	

TOELICHTING

— GOLF KAM Z.W. RICHTING
— GOLF KAM DIVERSE RICHTINGEN
VAN CA. 8 GOLVEN IS EEN KAM GESTYLEERD WEERGEGEVEN
 L_{zw} = LENGTE VAN GOLVEN MET OORSPRONKELIJK Z.W.
RICHTING, AFGELEID VAN LUCHTFOTO'S
 $H_{1/3}$ = DOMINERENDE GOLFHOOGTE
 $T_{1/3}$ = DOMINERENDE GOLFPERIODE

Bylage 31
GOLFKAMMENPATTERN IN DE
WESTERSCHDELDE MOND TYDENS
DE STORM OP 21 NOV '72



GOLFMETPOST
ZOUTELANDE
 $H_{1/3} = 1,78 \text{ m}$
 $T_{1/3} = 7,0 \text{ s}$

$L_{zw} = \text{ca. } 45 \text{ m}$

$L_{zw} = \text{ca. } 47 \text{ m}$

GOLFMETPOST
VLISSINGEN NOLLE
 $H_{1/3} = 1,09 \text{ m}$
 $T_{1/3} = 6,0 \text{ s}$

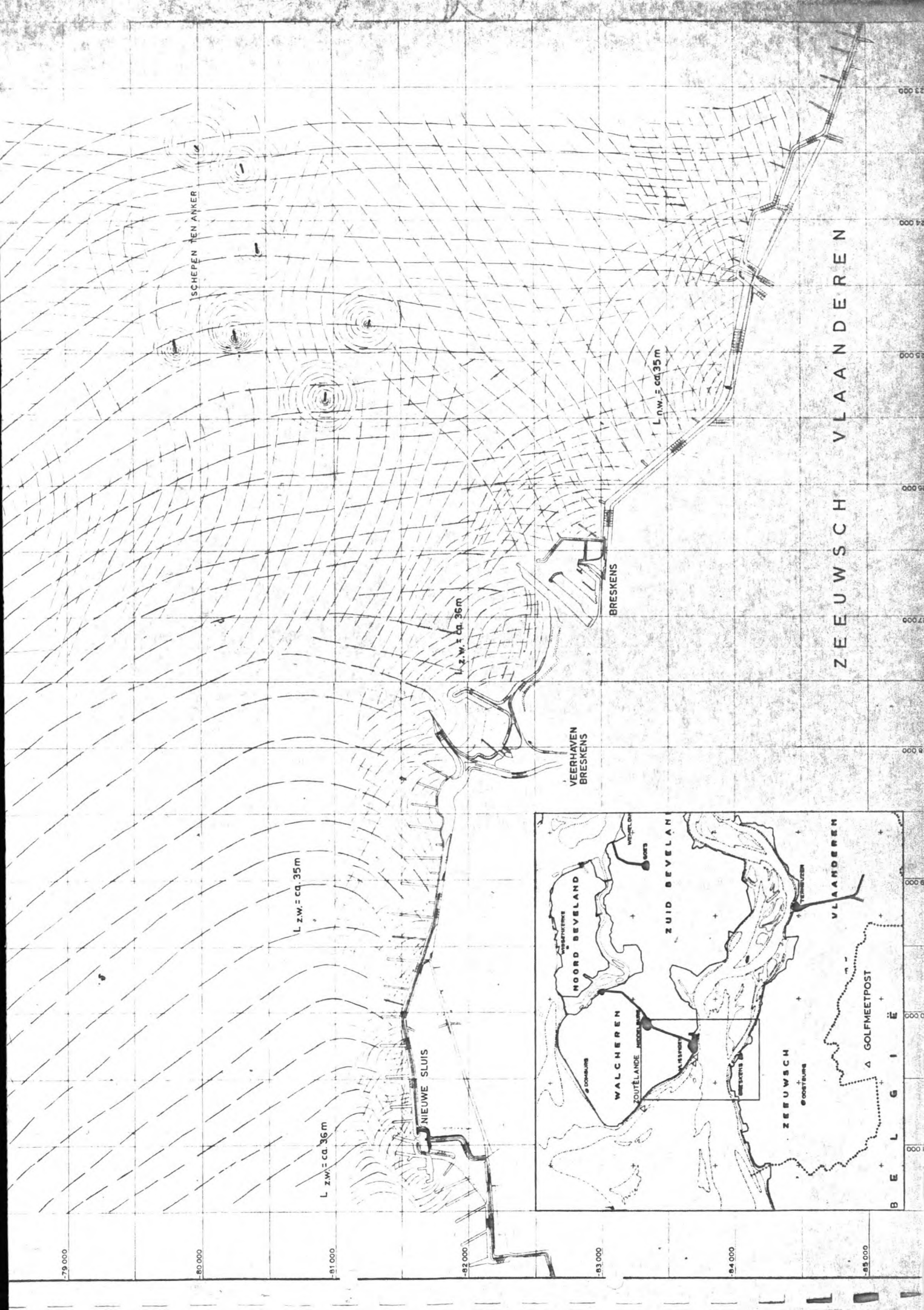
GOLFMETPOST
BOULEVARD
 $H_{1/3} = 1,10 \text{ m}$
 $T_{1/3} = 5,2 \text{ s}$

$L_{zw} = \text{ca. } 30 \text{ m}$

$L_{zw} = \text{ca. } 32 \text{ m}$

BUITENHAVEN
VLISSINGEN

VLISSINGEN



Golfhoogtemetingen. (overschrijdingspercentage)

a. Westkapelle

0,3	m	:	100	%
0,4	m	:	99	"
0,5	"	:	88	"
0,6	"	:	80	"
0,7	"	:	73	"
0,8	"	:	70	"
0,9	"	:	63	"
1,0	"	:	56	"
1,1	"	:	52	"
1,2	"	:	50	"
1,3	"	:	46	"
1,4	"	:	40	"
1,5	"	:	31	"
1,6	"	:	27	"
1,7	"	:	22	"
1,8	"	:	16	"
1,9	"	:	12	"
2,0	"	:	11	"
2,1	"	:	9	"
2,2	"	:	7	"
2,3	"	:	6	"
2,6	"	:	4	"
2,8	"	:	2	"
3,0	"	:	1	"

b. Zoutelande

0,2	m	:	100	%
0,3	"	:	96	%
0,4	"	:	93	"
0,5	"	:	85	"
0,6	"	:	80	"
0,7	"	:	73	"
0,8	"	:	64	"
0,9	"	:	55	"
1,0	"	:	49	"
1,1	"	:	42	"
1,2	"	:	37	"
1,3	"	:	35	"
1,4	"	:	28	"
1,5	"	:	21	"
1,6	"	:	19	"
1,7	"	:	15	"
1,8	"	:	12	"
1,9	"	:	9	"
2,4	"	:	5	"
2,5	"	:	3	"
2,7	"	:	2	"
3,0	"	:	1	"

c. Dishoek.

0,5	m	:	100	%
0,6	m	:	99	"
0,7	"	:	98	"
0,8	"	:	96	"
0,9	"	:	93	"
1,0	"	:	85	"
1,1	"	:	82	"
1,2	"	:	77	"
1,3	"	:	67	"
1,4	"	:	62	"
1,5	"	:	58	"
1,6	"	:	48	"
1,7	"	:	40	"
1,8	"	:	35	"
1,9	"	:	30	"
2,0	"	:	26	"
2,1	"	:	23	"
2,2	"	:	20	"
2,3	"	:	15	"
2,4	"	:	14	"
2,5	"	:	11	"
2,6	"	:	9	"
2,7	"	:	7	"
2,8	"	:	5	"
3,0	"	:	4	"
3,4	"	:	2	"
3,6	"	:	1	"

meetduur 12 min.

H_{max} : 3,0 m.
 H_{sign} : 1,94 m.
 H : 1,10 m.

meetduur 10 min.

3,0 m.
 1,75 m.
 0,98 m.

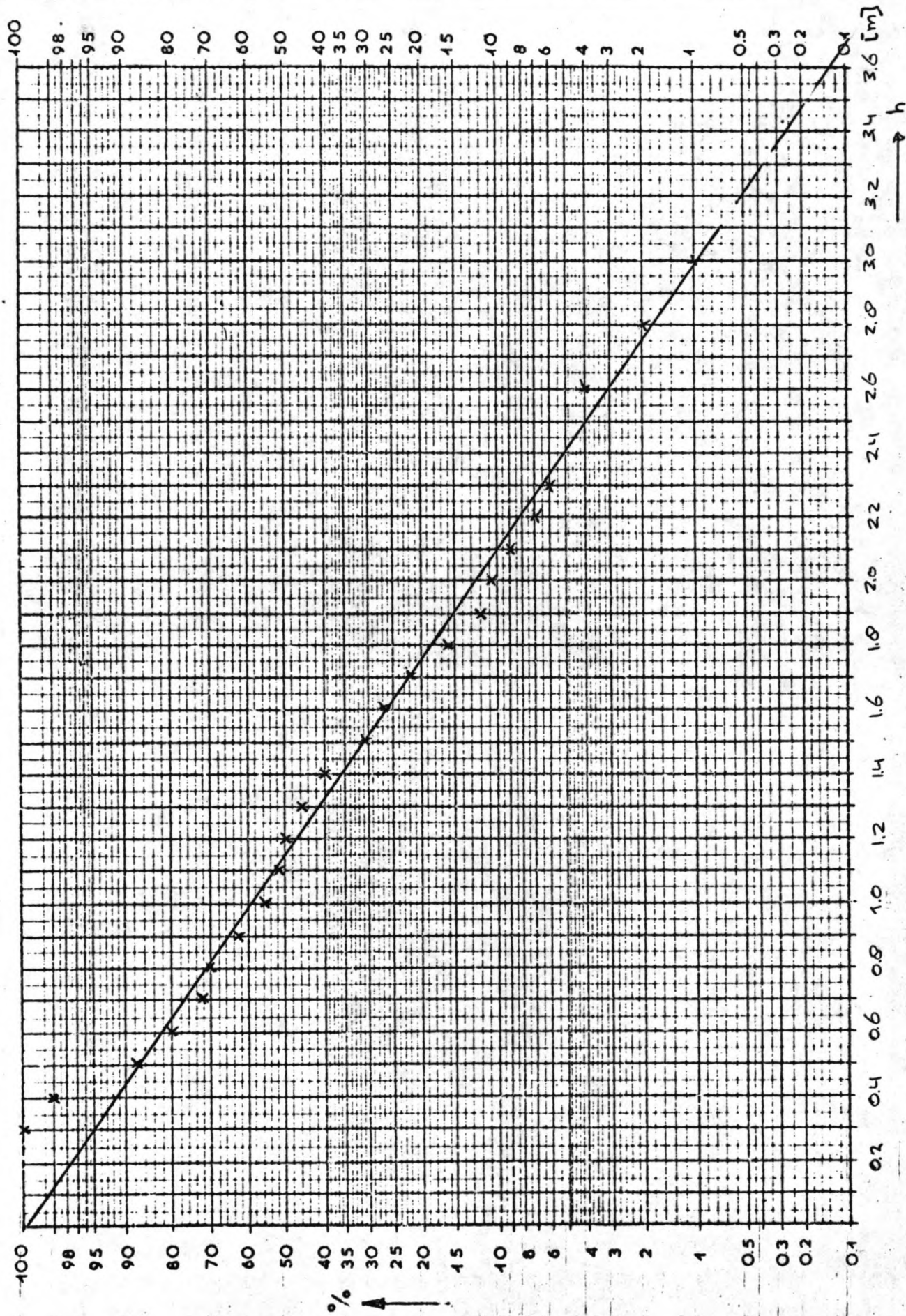
meetduur 15 min.

3,6 m.
 2,34 m.
 1,62 m.

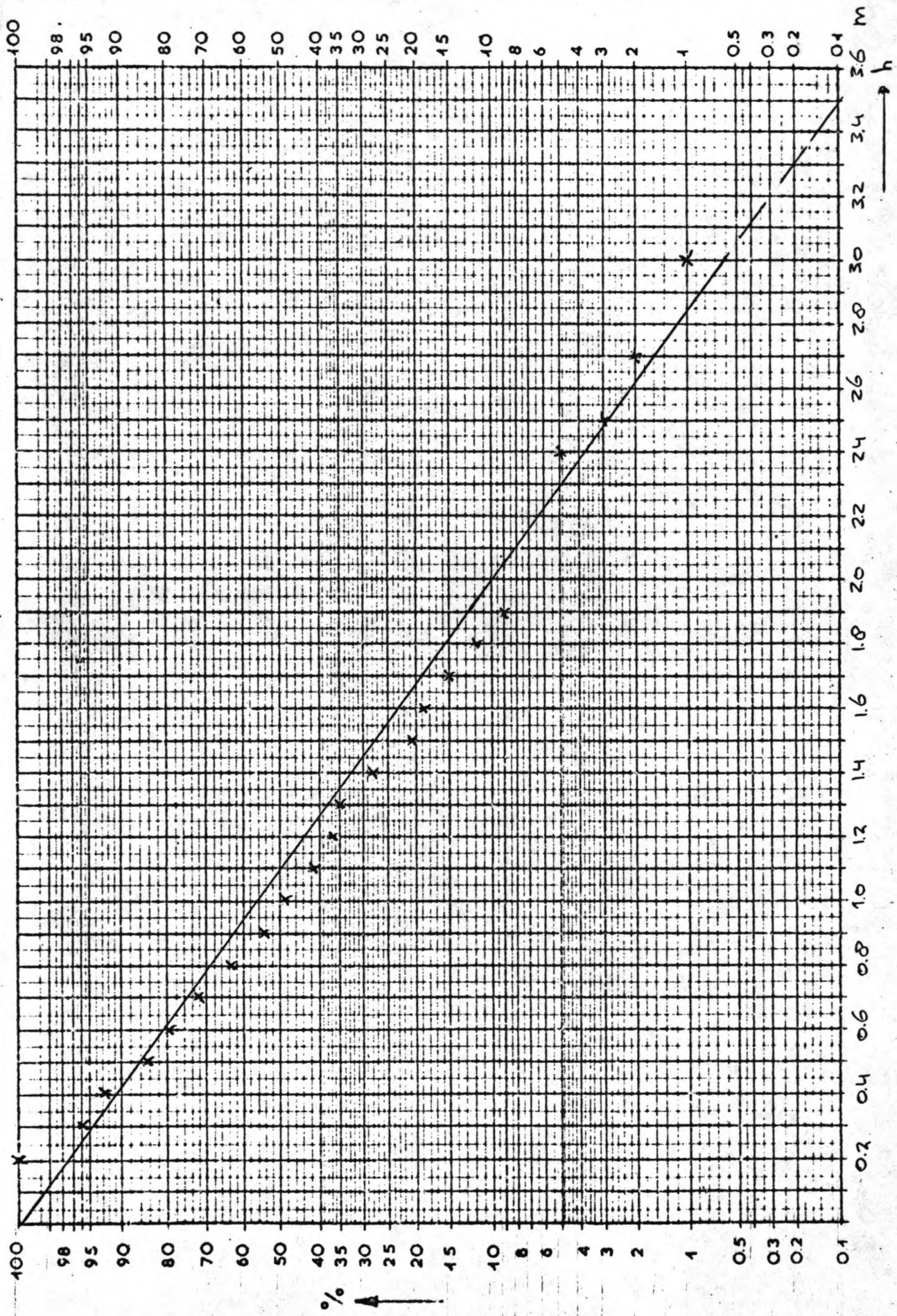
Bijlage 32

Golfmeting R.W.S. -
 Studiedienst Vlissingen.

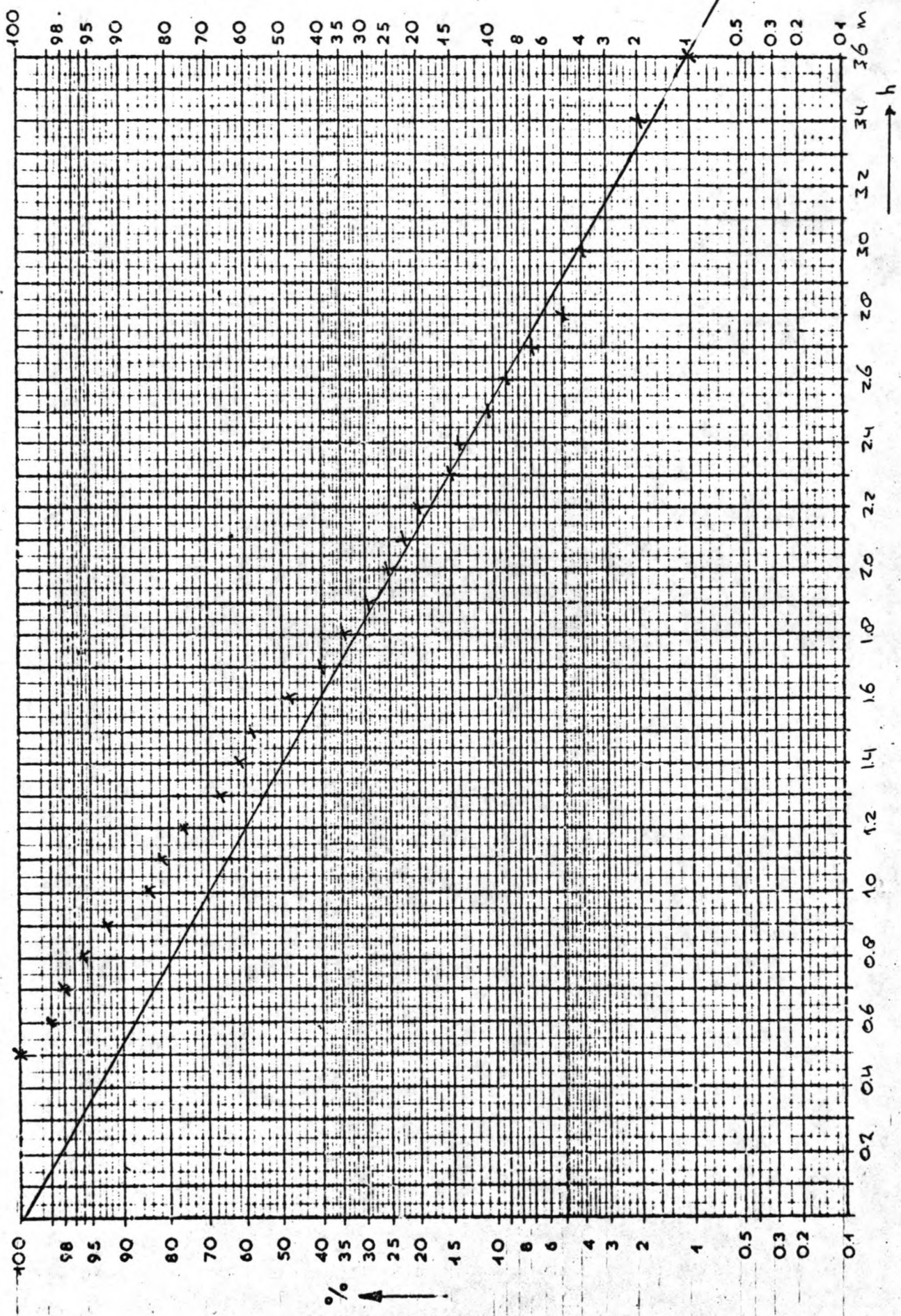
12.10 - 12.25 uur 28 nov. 1974



Bijlage 32 A
 Overschrijdingspercentages voor de golfmeting te
 Westkapelle (Storm 28-11-'74)



Bylage 32 B
 Overschrydingspercentages voor de golfmeting te
 Zoutelande (Storm 28-11-74)



Bijlage 32 C
 Overschrijdingspercentages voor de golfmeting te
 Dishock (storm 28-11-74)

km. raai no	dbr [m]	\bar{dbr} [m]	$H_{1/3}$ [m]	km raai no	dbr [m]	\bar{dbr} [m]	$H_{1/3}$ [m]
21.000	—			20.700	4.5		
21.950	3.4	3.0	1.77	.900	3.7	3.0	2.24
22.150	2.7			29.100	3.4		
.250	2.9			.300	4.2		
.550	—			.500	3.0		
.750	2.6			.700	4.0		
.075	2.2	2.96	1.75	.900	4.3	3.96	2.33
.995	3.2			30.100	3.1		
23.125	3.6			.335	3.3		
.250	3.3			.590	4.4		
.375	2.9			.840	4.7		
.495	2.9	3.44	2.03	31.100	5.4	4.29	2.53
.620	3.0			.345	4.5		
.745	3.4			.530	4.2		
.865	3.6			.650	2.9		
.975	3.6			.770	3.2		
24.000	4.1	2.47	1.46	.890	5.0	3.37	1.99
.190	2.4			32.025	4.0		
.300	3.2			.125	4.2		
.430	2.2			.265	3.9		
.565	2.9			.390	3.5		
.705	3.1	3.22	1.90	.515	3.3	3.2	1.09
.845	2.0			.640	4.5		
.990	2.9			.765	1.5		
25.130	1.9			.890	2.7		
.270	2.3			33.015	2.0		
.410	2.9	.200	3.4				
.550	4.0	3.09	1.02	.400	3.6	3.0	
.690	3.5			.600	3.0		
.830	2.6						
.970	3.0						
26.100	3.5			3.72	2.19		
.220	3.5						
.350	3.0						
.475	3.4						
.605	3.4						
.775	3.3	3.72	2.19				
.945	3.9						
27.135	2.2						
.300	2.4						
.500	3.1						
.700	3.4	3.72	2.19				
.900	3.7						
28.100	3.9						
.300	3.6						
.500	4.6						

Bijlage 33

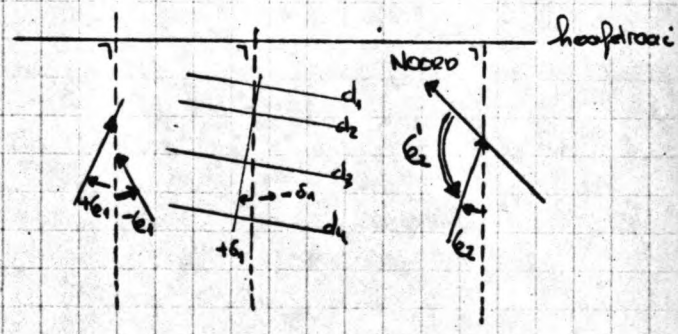
Overzicht van dbr, \bar{dbr} en $H_{1/3}$

$$H_{1/3} = \frac{\gamma \cdot \bar{dbr}}{0.91} = 0.59 \bar{dbr}$$

$$\gamma = 0.54$$

Km. raai	ϵ_1	d [m]	δ	ϵ_2	ϵ_2'
21.000	29°	5.5	≈ 0°	30°	99°
.950	30°	3.4	15°	34°	95°
22.100	18°	2.7	- 10°	31°	98°
.250	30°	2.9	10°	38°	91°
.420	41°	20.5	≈ 0°	29°	100°
.650	40°	11	0°	32°	97°
.810	22°	3.1	12°	25°	104°
.935	25°	3.4	23°	26°	103°
23.160	25°	2.7	5°	33°	96°
.375	10°	2.9	2°	13°	116°
.560	17°	3.1	0°	22°	107°
.620	30°	3.8	10°	34°	95°
.745	22°	3.4	0°	28°	101°
.925	28°	4.3	15°	30°	99°
24.000	24°	7	10°	23°	106°
.300	31°	3.0	0°	41°	102°
.470	38°	3.7	15°	43°	100°
.530	24°	3.2	≈ 15°	27°	116°
.705	19°	1.9	0°	32°	112°
.845	26°	5.7	8°	26°	117°
25.000	23°	2.3	0°	36°	107°
.130	29°	5.5	10°	30°	113°
.270	12°	2.2	0°	32°	111°
.410	15°	2.3	15°	15°	128°
.550	53°	18	- 5°	34°	109°
.690	10°	3.5	6°	11°	132°
.800	21°	21	13°	19°	124°
26.000	10°			10°	133°
.220	28°	3.5	6°	38°	105°
.475	18°	7	0°	17°	126°
.775	21°	3.0	0°	28°	115°
.945	27°	10	0°	22°	121°
27.135	25°	2.2	5°	37°	106°
.300	26°	2.4	≈ 0°	40°	103°
.500	- 2°	2.7	0°	- 3°	124°
.600	- 16°	4.3	- 10°	- 17°	138°
.900	- 6°	3.2	- 5°	- 6°	127°
28.100	17°	3.5	0°	21°	100°
.200	3°	3.0	0°	4°	117°
.300	6°	3.3	0°	8°	113°
.500	0°	4.1	0°	0°	121°
.625	33°	4.3	0°	38°	83°
.700	5°	3.2	0°	6°	115°
.900	18°	2.0	0°	30°	91°

Km. raai	ϵ_1	d [m]	δ	ϵ_2	ϵ_2'
29.100	16°	3.0	0°	21°	100°
.300	18°	3.2	5°	22°	99°
.500	23°	3.0	5°	29°	92°
.700	19°	3.3	5°	23°	98°
.900	32°	3.8	7°	37°	84°
30.100	16°	2.2	5°	22°	99°
.350	- 5°	3.3	0°	- 6°	127°
.590	- 15°	3.4	0°	- 19°	140°
.700	18°	3.9	0°	21°	100°
.840	14°	4.1	- 5°	17°	104°
31.100	0°	3.2	- 5°	1°	120°
.345	14°	3.4	5°	16°	105°
.530	15°	1.7	0°	27°	104°
.650	3°	2.9	- 5°	6°	125°
.700	14°	8	0°	13°	118°
.890	0°	3.4	0°	0°	131°
32.025	26°	3.4	0°	33°	98°
.150	25°	2.3	- 5°	43°	88°
.265	34°	3.9	10°	39°	92°
.390	30°	2.5	5°	43°	88°
.515	10°	3.1	0°	13°	118°
.640	20°	2.8	0°	32°	99°
.765	55°	6	- 5°	55°	76°
.890	20°	2.3	0°	31°	100°
33.015	16°				
.200	54°	30	- 10°	30°	105°
.400	30°	3.0	10°	37°	103°
.600	19°	3.0	10°	22°	118°



ϵ_1 : hoek tussen de golfstaal en de normaal van de hooftraai op diepte d.

d : diepte t.p.v. de golfham.

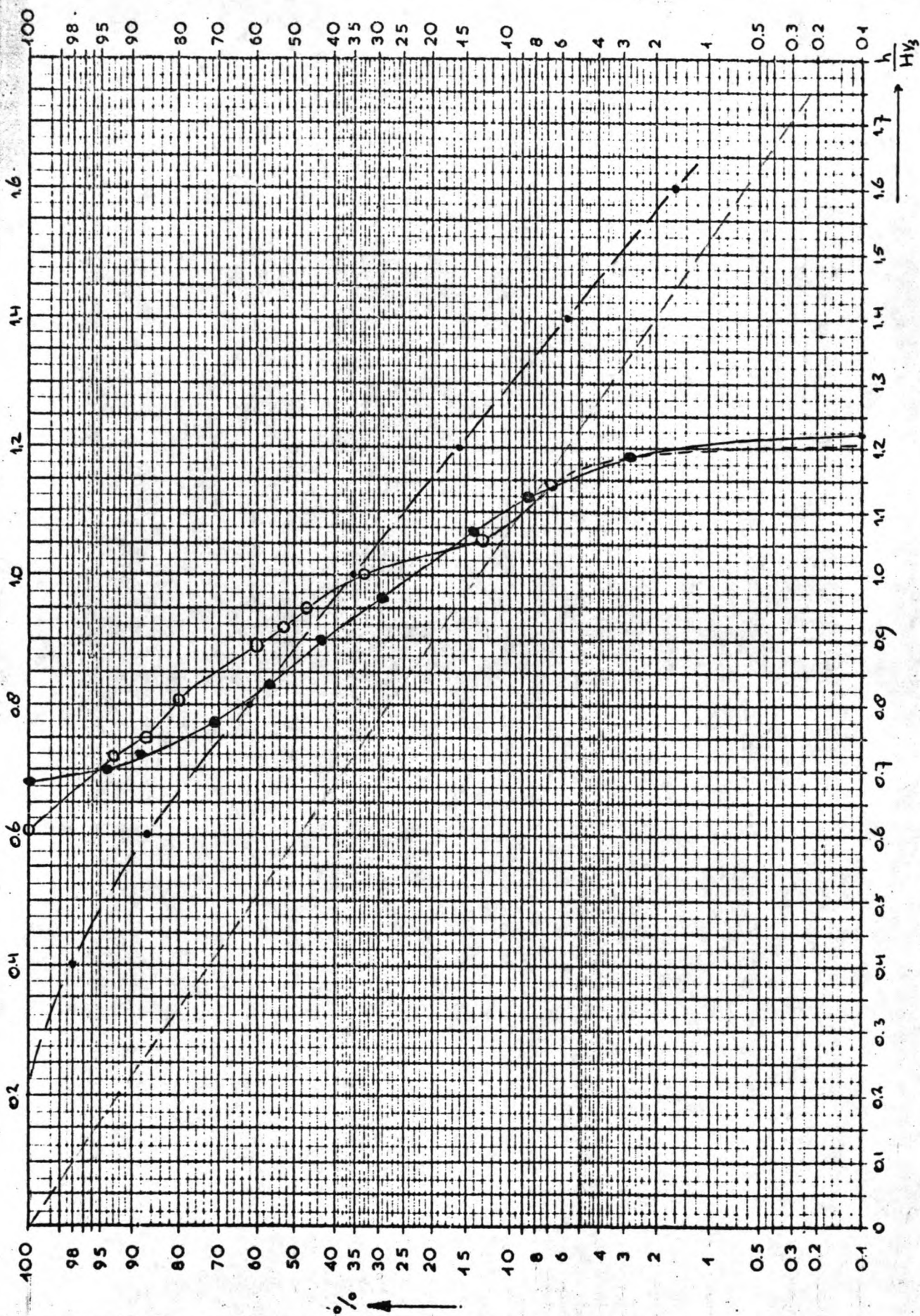
δ : hoek tussen de normaal van de evenwijdige cheptelijnen en de normaal van de hooftraai.

ϵ_2 : idem ϵ_1 , nu op diepte = 6 m.

ϵ_2' : hoek van de golfstaal t.o.v. Noord

Bijlage 34

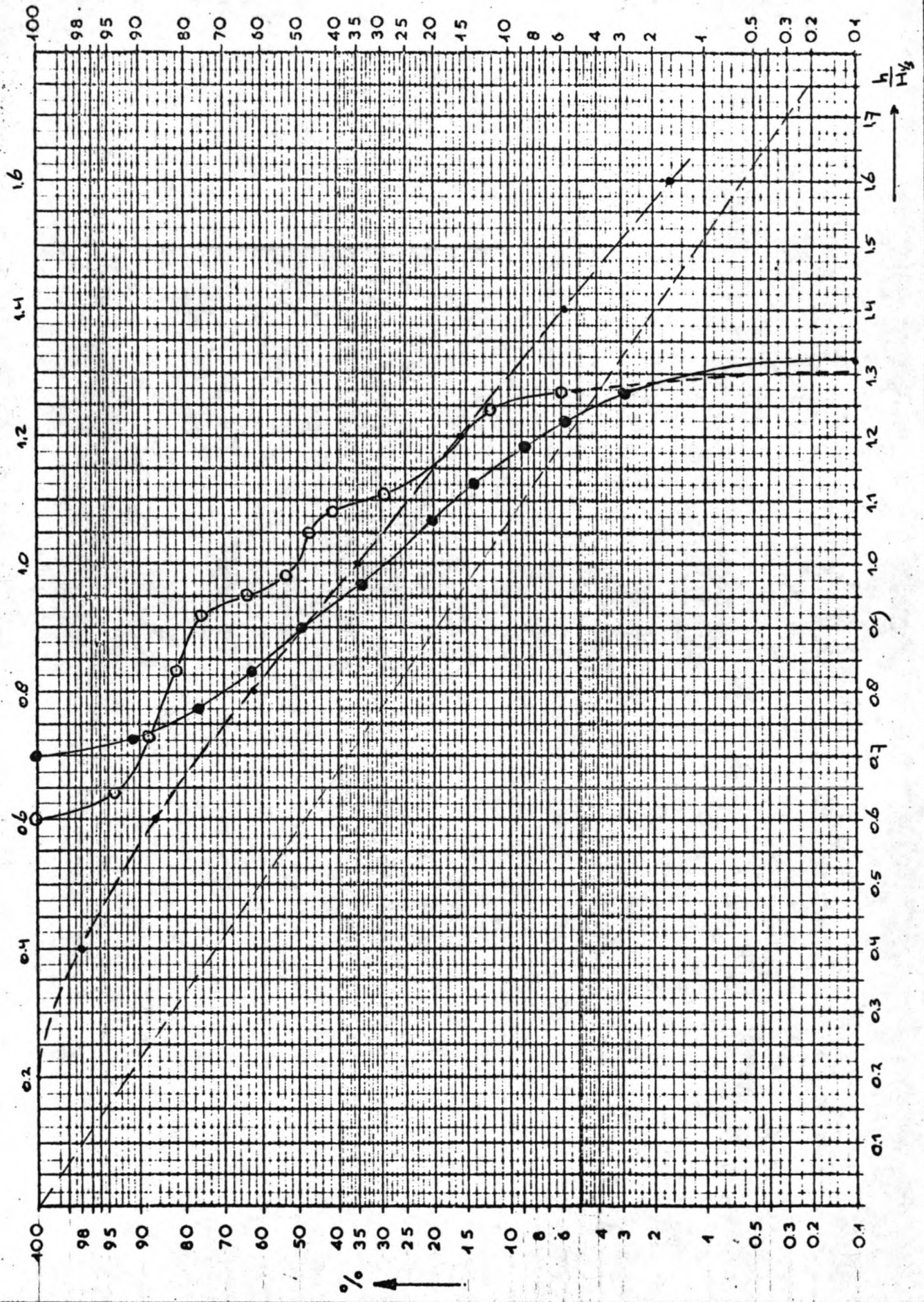
GOLFRICHTING UIT DE LKHTFOTO'S T.P.V. DIEPTE d(ϵ_1) ONGEWERT VOOR DIEPTE VAN 6 m. (ϵ_2). DE HOEK ϵ_2 T.O.V. NOORD IS ϵ_2' .



—●— g3
 —○— t.dbr
 —●— Hot

Overschrijvingspercentages voor de stochastische variabelen : g_3
Westkapelle

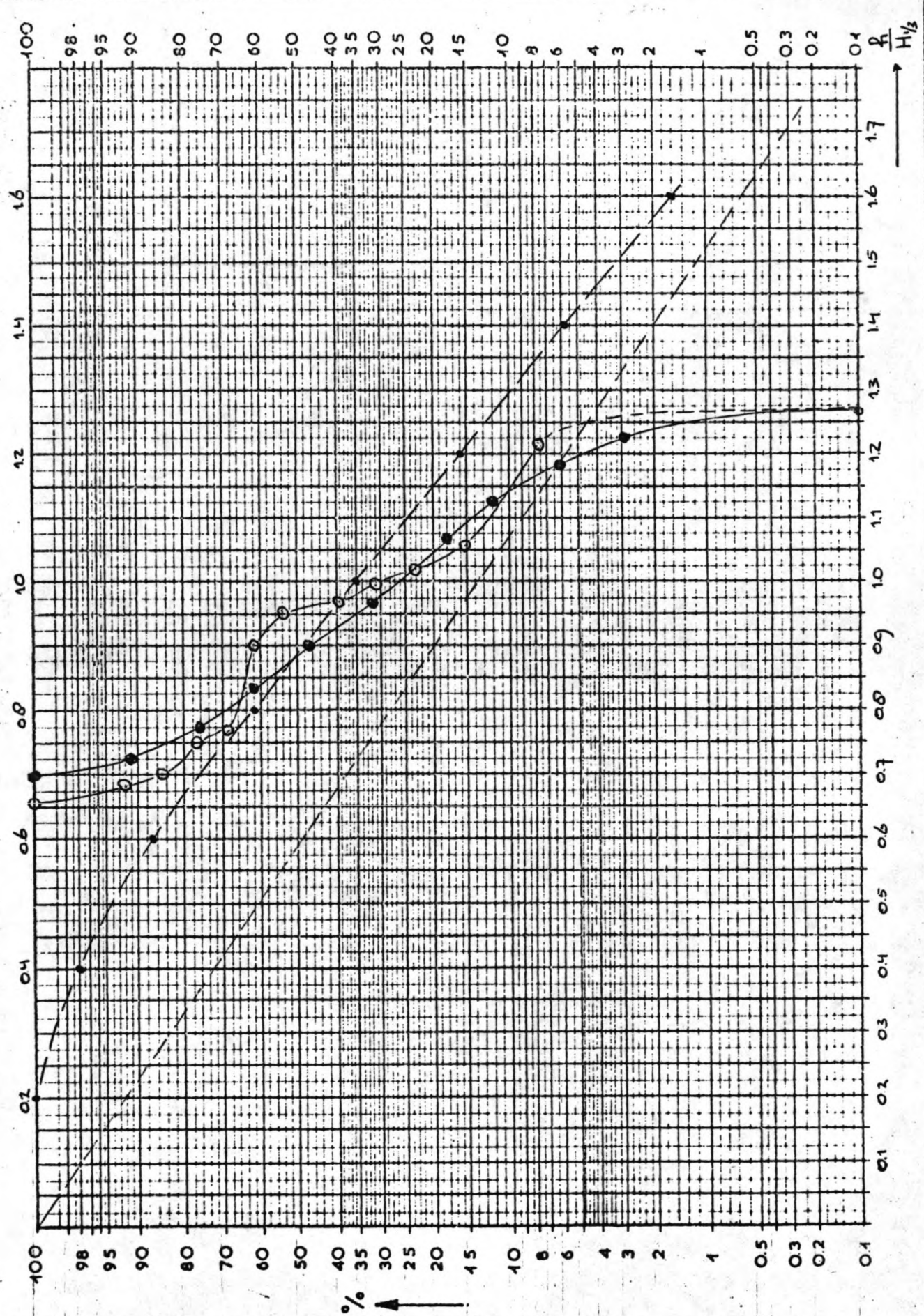
Bijlage 35 A.



Bijlage 35 B
 Overschijtingspercentages voor
 Zoutebankde

Plot

Druck



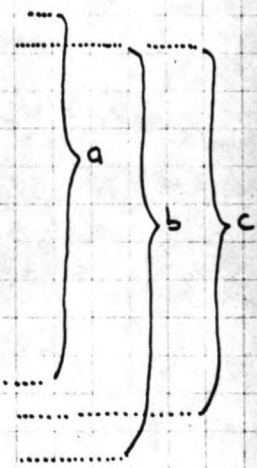
Bepaling van de overschrijdingskans van Haf

Voor de oorspronkelijke golfhoogteverdeling is een Rayleigh-verdeling aangenomen ($P_r(H < h) = 1 - e^{-h^2/H_{1/2}^2}$).

De golfhoogten worden ingedeeld in klassen, waarbij wordt aangenomen, dat 100% met 100 golven overeenkomt. Vervolgens werden de overschrijdingspercentages bepaald van de golfhoogten in een "afgekapt" Rayleigh-verdeling.

Rayleigh-verdeling:

100 %	>	0	×	$H_{1/2}$	10	golven	met	0	×	$H_{1/2} < h \leq 0.225 \cdot H_{1/2}$
90 %	>	0.225	×	$H_{1/2}$	10	"	"	0.225	×	$H_{1/2} < h \leq 0.33 \cdot H_{1/2}$
80 %	>	0.33	×	$H_{1/2}$	10	"	"	0.33	×	$h \leq 0.425 \cdot H_{1/2}$
70 %	>	0.425	×	$H_{1/2}$	10	"	"	0.425	×	$h \leq 0.50 \cdot H_{1/2}$
60 %	>	0.50	×	$H_{1/2}$	10	"	"	0.50	×	$h \leq 0.585 \cdot H_{1/2}$
50 %	>	0.585	×	$H_{1/2}$	5	"	"	0.585	×	$h \leq 0.63 \cdot H_{1/2}$
45 %	>	0.63	×	$H_{1/2}$	5	"	"	0.63	×	$h \leq 0.66 \cdot H_{1/2}$
42 %	>	0.66	×	$H_{1/2}$	2	"	"	0.66	×	$h \leq 0.60 \cdot H_{1/2}$
40 %	>	0.68	×	$H_{1/2}$	2	"	"	0.60	×	$h \leq 0.70 \cdot H_{1/2}$
38 %	>	0.70	×	$H_{1/2}$	3	"	"	0.70	×	$h \leq 0.725 \cdot H_{1/2}$
35 %	>	0.725	×	$H_{1/2}$	5	"	"	0.725	×	$h \leq 0.775 \cdot H_{1/2}$
30 %	>	0.775	×	$H_{1/2}$	5	"	"	0.775	×	$h \leq 0.83 \cdot H_{1/2}$
25 %	>	0.83	×	$H_{1/2}$	5	"	"	0.83	×	$h \leq 0.90 \cdot H_{1/2}$
20 %	>	0.90	×	$H_{1/2}$	5	"	"	0.90	×	$h \leq 0.97 \cdot H_{1/2}$
15 %	>	0.97	×	$H_{1/2}$	5	"	"	0.97	×	$h \leq 1.07 \cdot H_{1/2}$
10 %	>	1.07	×	$H_{1/2}$	5	"	"	1.07	×	$h \leq 1.125 \cdot H_{1/2}$
8 %	>	1.125	×	$H_{1/2}$	2	"	"	1.125	×	$h \leq 1.185 \cdot H_{1/2}$
6 %	>	1.185	×	$H_{1/2}$	2	"	"	1.185	×	$h \leq 1.225 \cdot H_{1/2}$
5 %	>	1.225	×	$H_{1/2}$	1	golf	met	1.185	×	$h \leq 1.225 \cdot H_{1/2}$
4 %	>	1.27	×	$H_{1/2}$	1	"	"	1.225	×	$h \leq 1.27 \cdot H_{1/2}$
3 %	>	1.325	×	$H_{1/2}$	1	"	"	1.27	×	$h \leq 1.325 \cdot H_{1/2}$
2 %	>	1.40	×	$H_{1/2}$	1	"	"	1.325	×	$h \leq 1.40 \cdot H_{1/2}$
1 %	>	1.515	×	$H_{1/2}$	1	"	"	1.40	×	$h \leq 1.515 \cdot H_{1/2}$



Het totaal aantal golven in het afgekapte deel van de Rayleigh-verdeling wordt gelijk gesteld aan 100%, waarna de overschrijdingspercentages van de golfhoogten in het afgekapte deel op een eenvoudige wijze zijn te berekenen.

Westkapelle (a)
(35 golven \equiv 100%)

100 %	>	0.68	×	$H_{1/2}$
94 %	>	0.70	×	$H_{1/2}$
86 %	>	0.725	×	$H_{1/2}$
71 %	>	0.775	×	$H_{1/2}$
57 %	>	0.83	×	$H_{1/2}$
43 %	>	0.90	×	$H_{1/2}$
29 %	>	0.97	×	$H_{1/2}$
14 %	>	1.07	×	$H_{1/2}$
8.5 %	>	1.125	×	$H_{1/2}$
2.9 %	>	1.185	×	$H_{1/2}$
0 %	>	1.225	×	$H_{1/2}$

Zhoude lande (b)
(35 golven \equiv 100%)

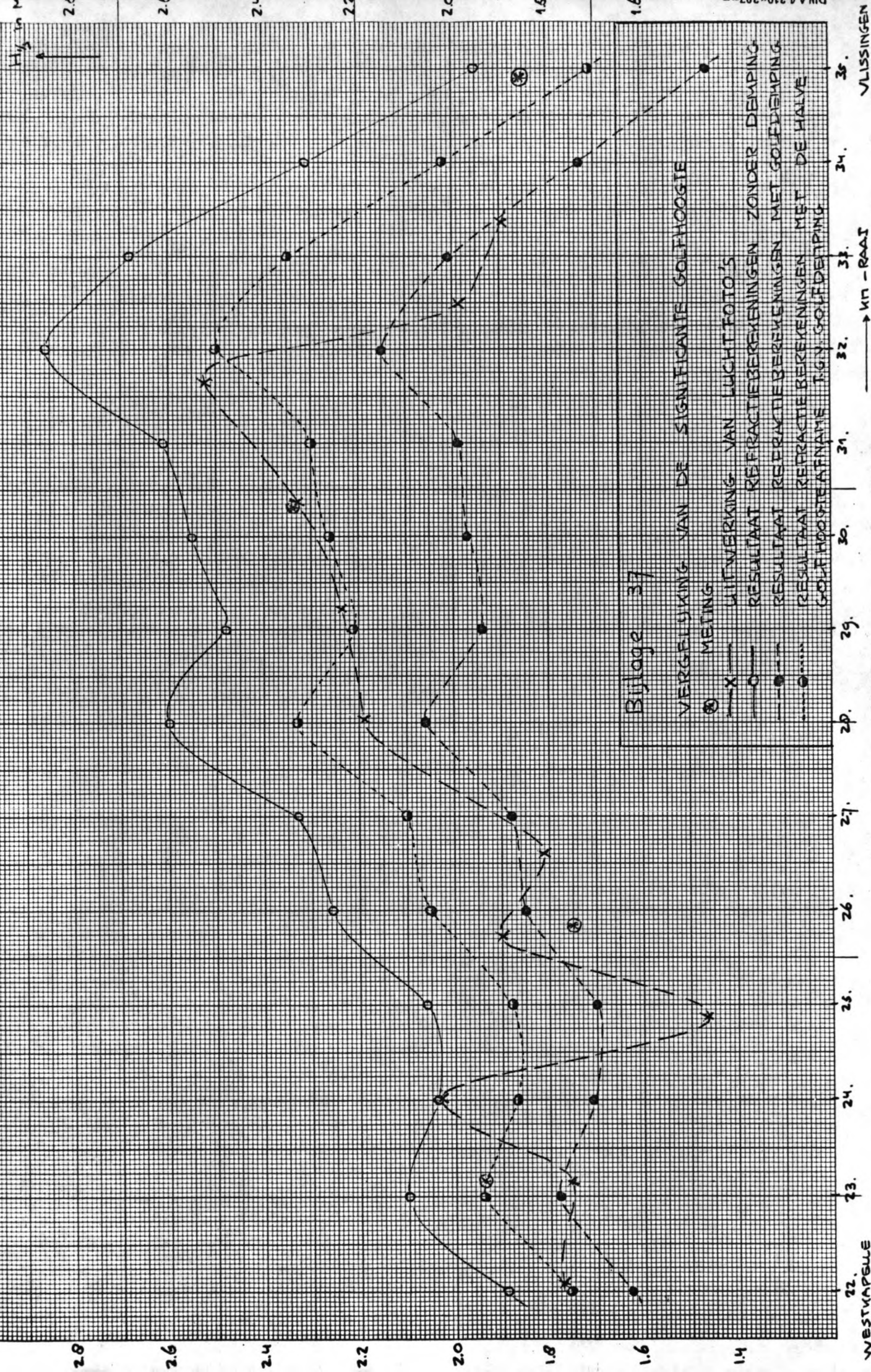
100 %	>	0.70	×	$H_{1/2}$
91 %	>	0.725		
77 %	>	0.775		
63 %	>	0.83		
49 %	>	0.90		
34 %	>	0.97		
20 %	>	1.07		
14 %	>	1.125		
8.6 %	>	1.185		
5.7 %	>	1.225		
2.9 %	>	1.27		
0 %	>	1.325		

Diohoek (c)
(34 golven \equiv 100%)

100 %	>	0.70	×	$H_{1/2}$
91 %	>	0.725		
76 %	>	0.775		
62 %	>	0.83		
47 %	>	0.90		
32 %	>	0.97		
18 %	>	1.07		
12 %	>	1.125		
6 %	>	1.185		
2.9 %	>	1.225		
0 %	>	1.27		

Bijlage 36

Berekening van de overschrijdingskans voor Haf



Bijlage 37

VERGELIJKING VAN DE SIGNIFICANTE GOLFHOOGTE
 (O) MEETING
 (X) LITWERKING VAN LUCHTFOTO'S
 (—) RESULTAAT REFRACTIEBEREKENINGEN ZONDER DEMPING
 (---) RESULTAAT REFRACTIEBEREKENINGEN MET GOLFDAMPING
 (.....) RESULTAAT REFRACTIEBEREKENINGEN MET DE HALVE GOLFHOOGTEAFNAME T.G.V. GOLFDAMPING

WESTVAPEL 22. 23. 24. 25. 26. 27. 28. 29. 30. 31. 32. 33. 34. 35. VLISSINGEN
 —————> KN - RAAT

