

454^A

1980



SALDANHA BAY ZANDDAM

A.J. Vrijhof

Technische Hogeschool Delft
Afdeling der Civiele Techniek
Vakgroep Kustwaterbouwkunde

S A L D A N H A B A Y Z A N D D A M

A.J.Vrijhof

Begeleider: ir.R.Reinalda

Technische Hogeschool Delft
Afdeling der Civiele Techniek
Vakgroep Kustwaterbouwkunde

februari 1980

I N H O U D

	<u>blz.</u>
INLEIDING	3
1. SITUATIE	4
2. ONTWERPPROCEDURE	6
3. HET D-PROFIEL	15
4. RANDVOORWAARDEN KUSTLIJNBEREKENING	20
5. KRACHTEN AANWEZIG IN HET KUSTGEBIED	22
6. BEREKENING ORIËNTATIE KUSTLIJN	31
7. BEREKENING LANGSSTROOMSNELHEDEN	41
8. ZANDTRANSPORTEN	50
9. ONTWIKKELING ZANDDAM 1976 - heden	56
 Erkentelijkheid	 59
Literatuur	60
Bijlagen	62

I N L E I D I N G

In de baai van Saldanha (Zuid-Afrika) is een golfbreker van zand gebouwd. Deze golfbreker heeft tot doel de ertsoverslaginstallaties te beschermen tegen golfaanvallen. Deze golfbreker is zodanig georiënteerd dat geen langstransport optreedt, waarbij men is uitgegaan van een oriëntatie parallel aan de golfkammen zoals deze de kust naderen.

Ten gevolge van refractie en diffractie is echter langs de golfbreker een golfhoogtevariatie aanwezig. Dit heeft tot resultaat dat langs de kust een wave setup-variatie aanwezig is, wat resulteert in een verhangkracht die een langsstroom kan aandrijven.

In het verslag is een evenwichtskustlijn berekend, waarbij rekening is gehouden met deze golfhoogtevariatie.

Niet alleen in langsrichting maar ook loodrecht op de kustlijn moet de kust in evenwicht zijn. Bij de berekening is gedeeltelijk uitgegaan van het D-profiel zoals dat is aangegeven door Swart. Met behulp van modelgegevens zijn nu langs de 6-meterlijn de golfparameters bepaald. Deze parameters zijn de randvoorwaarden voor de berekening van de nieuwe kustlijn. De aandrijvende krachten binnen de brekerzone zijn geïntegreerd over het gehele brekersgebied, waarna uit een krachtenbalans de oriëntatie van de kustlijn volgt.

Uit de krachtverdeling over de brekerzone blijkt dat de kracht ontstaan ten gevolge van scheefinvallende golven nabij het brekergebied groter is dan de verhangkrachten, terwijl dicht onder de kust de verhangkrachten overheersen. Dit heeft tot gevolg dat binnen de brekerzone twee tegengestelde stromen kunnen bestaan.

Tevens is voor het brekergebied een zandbalansberekening uitgevoerd, waaruit volgt dat de langsstroomsnelheden in de tijd afnemen. Een snelheidsverdeling voor de langsstroom die ontwikkeld is door Komar geeft met de berekende kustlijnnoriëntatie dat $v_{\text{langsstroom}} = 0$.

Ten slotte is de berekende kustlijn vergeleken met de huidige ontwikkeling van de zanddam, dit aan de hand van profielmetingen van de dam.

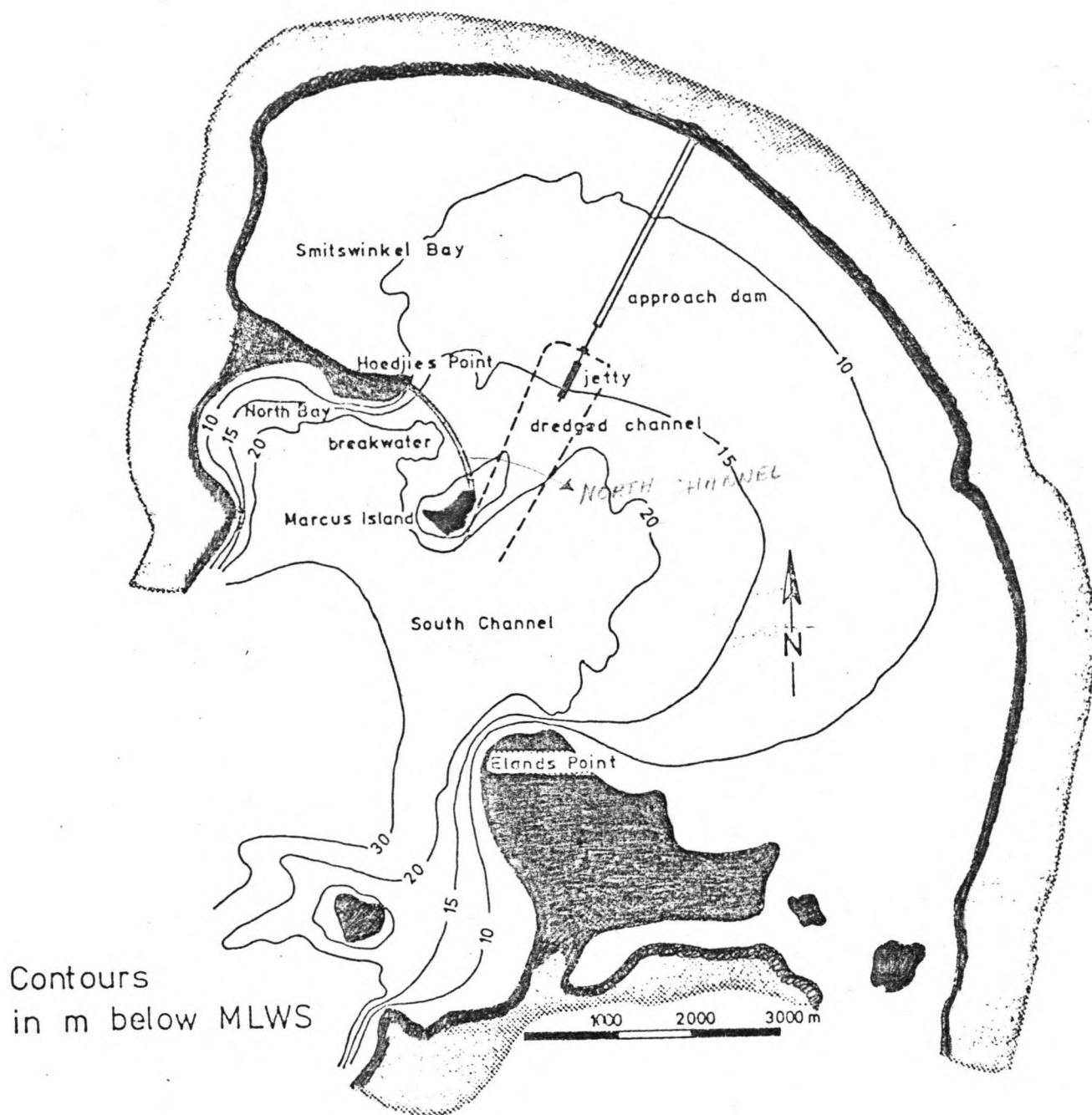
1. SITUATIE

Voor de uitvoer van erts uit Zuid-Afrika is in Saldanha Bay, gelegen aan de Atlantische Oceaan op ± 150 km ten noorden van Kaapstad, een ertsterminal gebouwd. Deze terminal bestaat uit een lange dam met een grote opslagplaats voor erts en een steiger vanwaar het erts in bulk-carriers (tot 250.000 DWT) geladen wordt (zie figuur 1.1).

Een golfbreker tussen Marcus Island en Hoedjies Point moet ervoor zorgen dat deze terminal en de schepen die er gemeerd liggen, beschermd worden tegen golfaanvallen.

Van zowel een stenen golfbreker als van een golfbreker van zand heeft een ingenieursbureau een ontwerp gemaakt. Gekozen is voor een zanddam (1).

FIGUUR 1.1



Contours
in m below MLWS

SALDANHA BAY

2. ONTWERPPROCEDURE

Voorafgaande aan het ontwerp is een uitgebreid meetprogramma uitgevoerd in Saldanha Bay. Over een periode van twee jaar zijn op diverse plaatsen de golf- en windparameters bepaald (2). Tevens is in het Waterloopkundig Laboratorium te Stellenbosch een model van het betreffende gebied gebouwd en zijn de effecten van de golfbreker op de terminal en omgeving onderzocht (3).

2.1 Het golfklimaat

Resultaten van de golfmetingen in diep water tijdens de meetperiode zijn te zien in de bijlagen 1 t/m 3. Achtereenvolgens is de cumulatieve verdeling gegeven van de golfhoogte, de golfperiode en de golfrichting, terwijl in tabel I en II de seizoenverdeling van de golfhoogte en de golfperiode is gegeven (bijlage 4).

Bovendien is een refractieberekening uitgevoerd waarvan de resultaten zijn gegeven in bijlage 5A t/m D voor $T = 14$ seconden en de overheersende golfrichtingen SSW en SW. In deze figuren zijn ook de punten aangegeven waar de golfparameters gemeten zijn.

Voor station 2 blijkt dat de verhouding van optredende golfhoogte tot diepzeegolfhoogte ($\frac{H}{H_0}$) ongeveer 0.7 à 0.8 is.

In bijlage 6 is een frequentiekromme gegeven voor de golfhoogte nabij station 2.

2.2 Getijinformatie

Van het getij zijn de volgende gegevens beschikbaar:

H.H.W.S. : 1.46 m

L.L.W.S. : 0.03 m

M.H.W.N. : 1.03 m

M.L.W.N. : 0.45 m

De stroomsnelheid ten gevolge van de eb en vloedbeweging in North Channel gelegen tussen Hoedjies Point en Marcus Island is tijdens eb ± 0.10 m/sec en tijdens vloed ± 0.15 m/sec (1).

2.3 Windgegevens

De lokaal door wind opgewekte golven zijn alleen van belang voor de oostelijke zijde van de zanddam. In bijlage 7 is het resultaat te zien van windmetingen verricht op Elands Point (zie figuur 1).

2.4 Schaalmodel

In een schaalmodel met vaste bodem in het Waterloopkundig Laboratorium te Stellenbosch is onderzoek gedaan aan de voorgestelde golfbreker en het effect hiervan op het golfklimaat in de omgeving van de ertsterminal. In het model werd tevens een aantal varianten getest van de toenaderingsgeul tot de steiger. De maximaal toelaatbare golfhoogte in het schaduwgebied mocht niet groter zijn dan $0.15 H_0$.

In bijlage 8 is een overzicht gegeven van Saldanha Bay waarin de lay out van de ertsterminal en de modelgrenzen zijn aangegeven (3).

In bijlage 9 en 10 is de golfhoogteverdeling gegeven in het gebied van de voorgestelde golfbreker zoals deze is gemeten in het model.

De waarde $\frac{H}{H_0}$ varieert van 0.7 à 0.8 in het midden tot 0.3 à 0.5 aan de rand van North Channel.

In bijlage 11 en 12 zijn de golfkammen getekend voor golven uit SSW- en SW-richting.

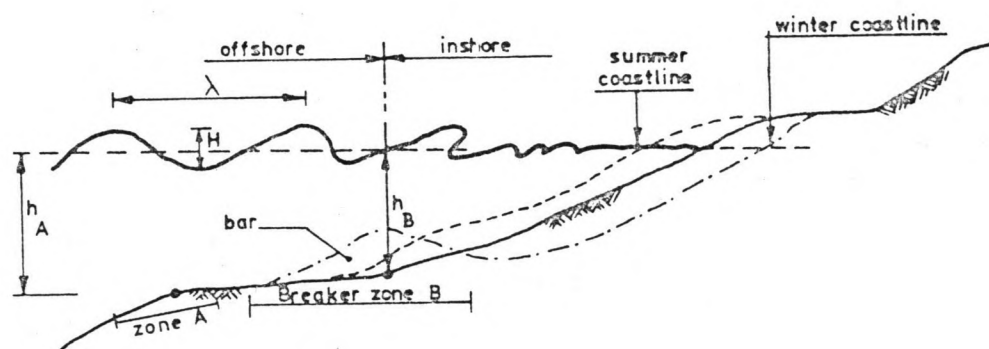
De oriëntatie van de golfbreker is bepaald uit het gemiddelde van de golfkammen zoals deze de kust naderen.

2.5 Ontwerp dwarsprofiel

Het evenwichtsprofiel als dat aanwezig is zal een dynamisch karakter hebben, daar de golfparameters niet constant zijn. Het profiel zal zich daarom voortdurend aanpassen aan de heersende golfomstandigheden.

Globaal zal worden aangegeven hoe het dwarsprofiel door de consultant berekend is. Bij het berekenen van het dwarsprofiel is men uitgegaan van het profiel zoals is aangegeven in figuur 2.1 (zie blz. 8).

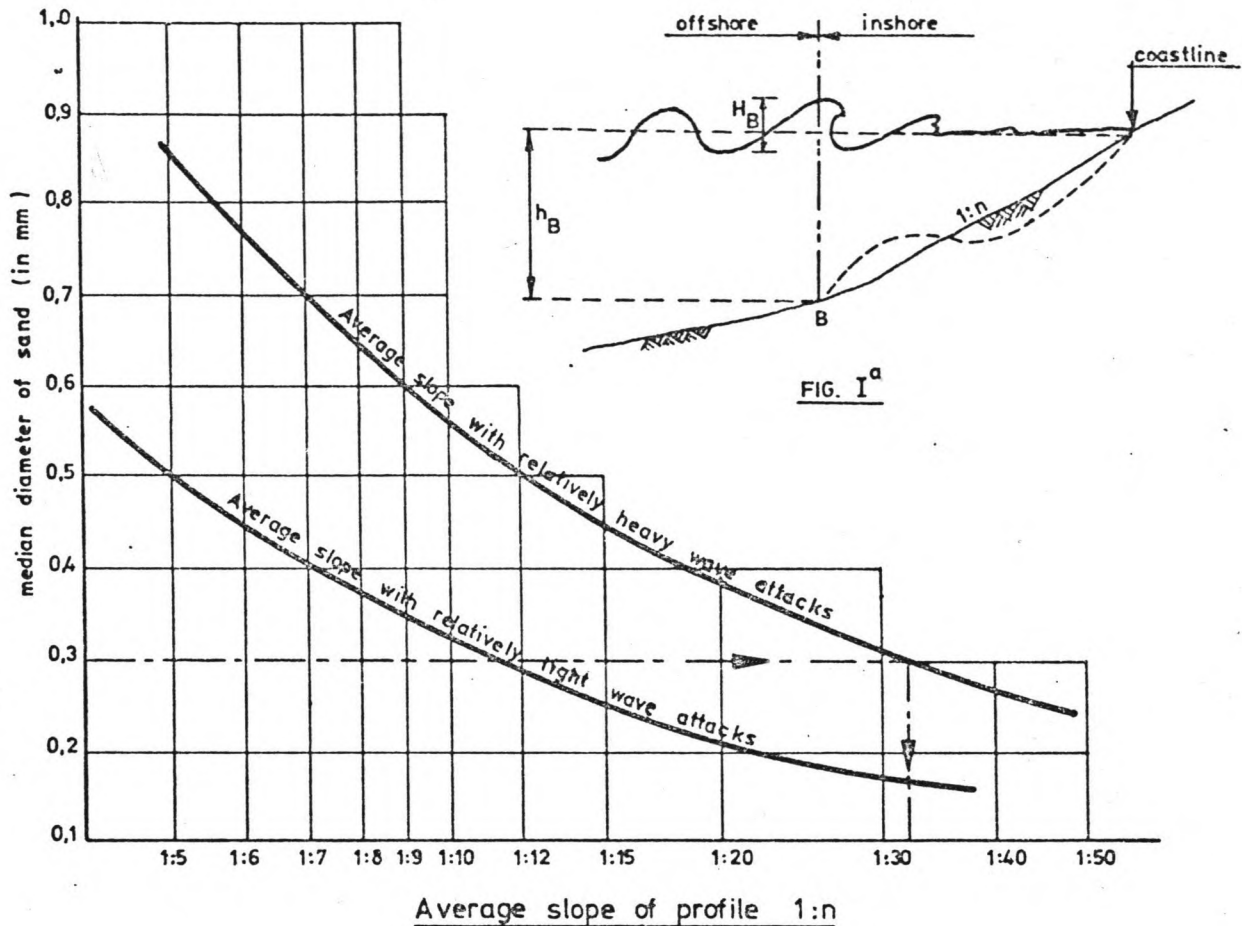
FIGUUR 2.1



Bij de berekening van het dwarsprofiel is van belang de ligging van punt A, dat is het punt waar ten gevolge van de golfbeweging de eerste beweging van het bodemmateriaal optreedt en het punt B waar de eerste brekers ontstaan.

2.5.1 De helling van het inshore profiel is bepaald op empirische gronden, daar indertijd (1971-1972) geen theoretische oplossing voorhanden was. Op grond van vele waarnemingen heeft men de volgende grafiek samengesteld (blz. 9) - (bron: Wiegel, Oceanographical Eng. - C.E.R.C., Shore Protection Manuel - King, Beaches and Coasts).

Voor $D_{50} = 300 \mu\text{m}$ is de meest ongunstige inshore helling bepaald, nl. 1/35.



2.5.2 Het punt B tot waar het inshore profiel met de helling 1:35 wordt toegepast, is berekend voor een golf die 1% van de tijd wordt overschreden:

$$H_{1\%} = 5.15 \text{ m (station 2)}$$

$$T_{1\%} = 16.6 \text{ sec}$$

De brekerdiepte welke hiermede berekend kan worden is $d_b = 9.20 \text{ m}$.

2.5.3 Punt A is berekend door de orbitaalsnelheid aan de bodem gelijk te stellen aan de kritieke snelheid waarbij de korrels in beweging komen. Voor de golfparameters is gekozen voor de gemiddelde golfcondities:

$$H = 1.75 \text{ m (station 2)}$$

$$T = 13.4 \text{ sec}$$

Deze keuze is gedaan omdat zeewaarts van de brekerzone geen snel optredende, grote zandtransporten zullen plaatsvinden en de bodemconfiguratie daar voornamelijk bepaald wordt door gemiddelde golfcondities. Het resultaat is dat $d_a = 22.50 \text{ m}$.

2.5.4 In het Technical Memorandum 126 "Equilibrium characteristics

of sandbeaches in the offshorezone" van het C.E.R.C. is een uitdrukking gegeven voor het berekenen van de helling van het profiel in het offshoregebied tussen de punten A en B.

Eagleson heeft de invloed van de golf op een korreldeeltje bestudeerd, gelegen op de bodem buiten de brekerzone. Voor de evenwichtsbodemhelling werd de volgende uitdrukking gevonden:

$$\sin \alpha = \frac{K}{J} f_1\left(\frac{h}{\lambda_0}\right)$$

met:

$$\frac{K}{J} = 15.23 \frac{H_0^2}{T \lambda_0^2 D_{50}^2} \left(\frac{D_{50}}{T}\right)^{0.57}$$

$$f_1\left(\frac{h}{\lambda_0}\right) = \frac{\cot^2\left(\frac{2\pi h}{\lambda}\right)}{\sinh^2\left(\frac{2\pi h}{\lambda} + \frac{2\pi h}{\lambda_0}\right)} \quad (\text{zie ook figuur 2.2})$$

waarin:

α = hoek tussen profiel en horizontaal op diepte h

H_0 = golfhoogte op diep water (m)

λ_0 = golflengte op diep water (m)

T = golfperiode (sec)

h = diepte ten opzichte van SWL (m)

D_{50} = 50% korreldiameter (mm)

λ = golflengte op diepte h (m)

Indien de waterdiepte en de golfcondities bekend zijn dan is de bodemhelling buiten de brekerzone een functie van de korreldiameter.

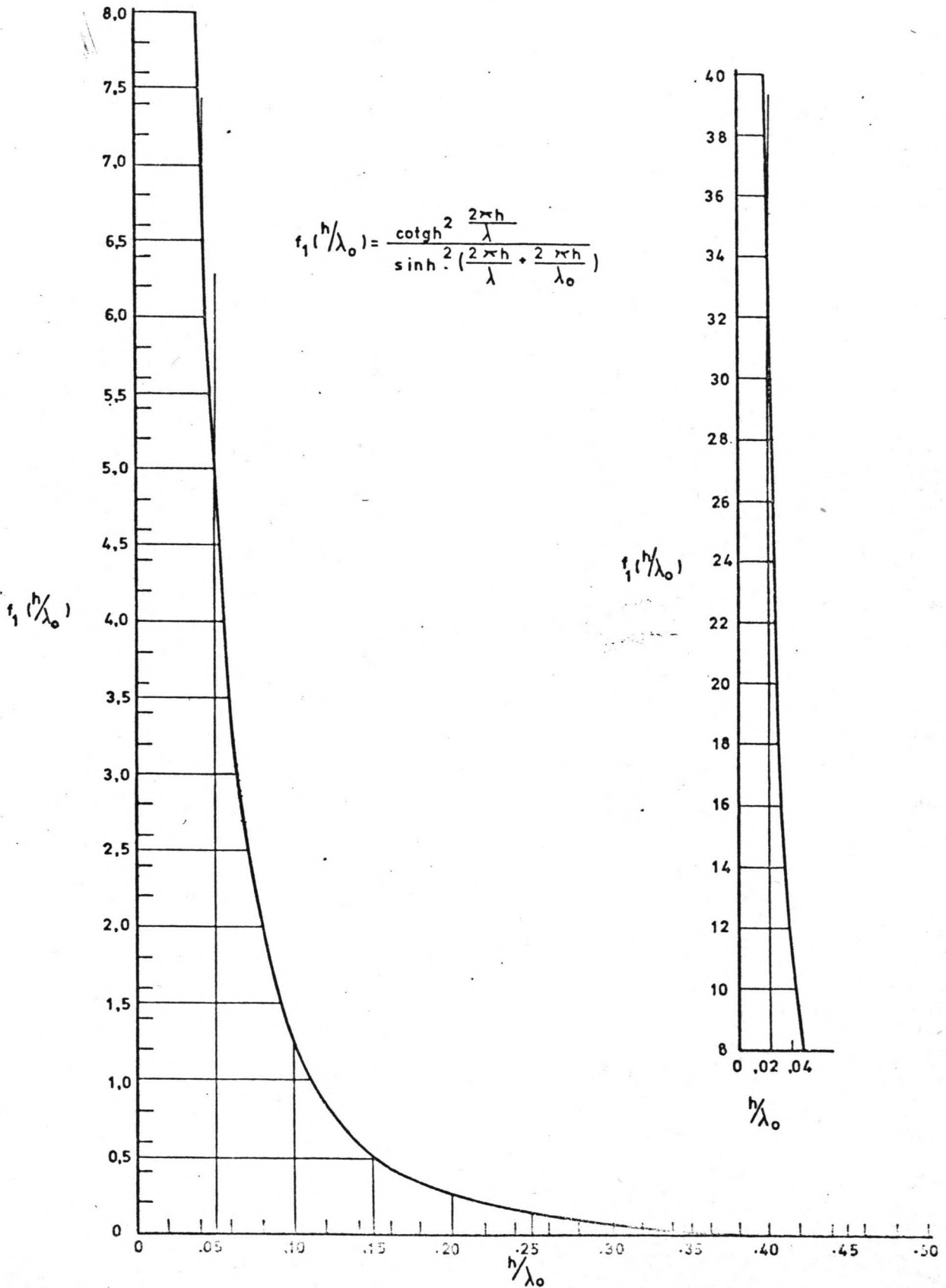
Het resultaat is dat voor:

$h = 10 - 15 \text{ m} \quad \sin \alpha = 1/20$

$h = 15 - 20 \text{ m} \quad \sin \alpha = 1/40$

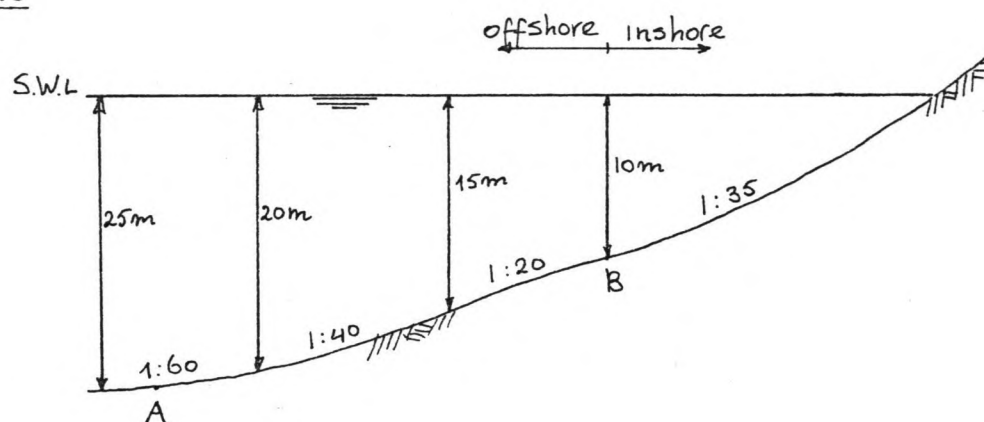
$h = 20 - 25 \text{ m} \quad \sin \alpha = 1/60$

FIGUUR 2.2



Het evenwichtsprofiel ziet er nu als volgt uit:

FIGUUR 2.3



2.6 Bestaande profielen in Saldanha Bay

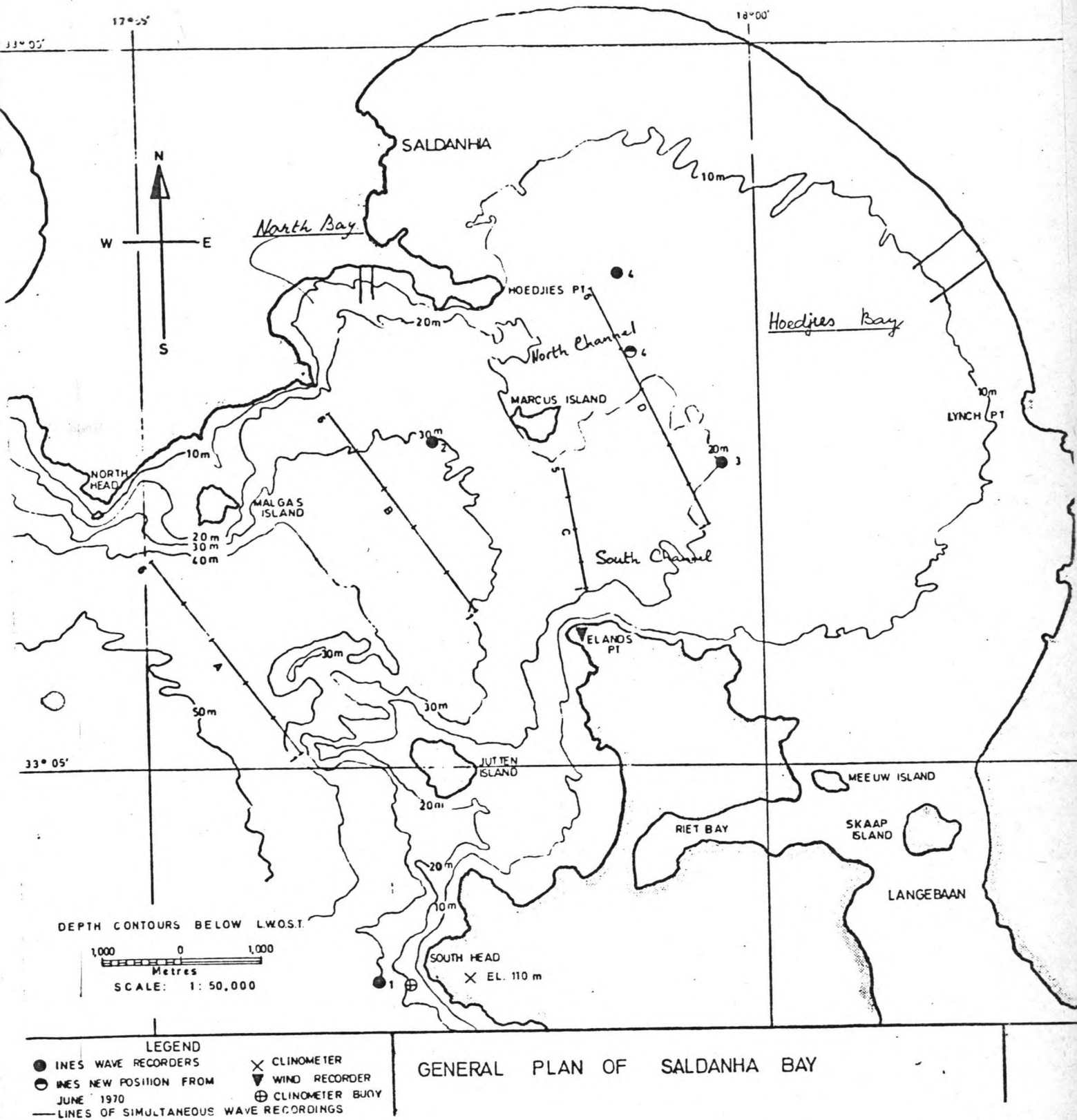
In North Bay zijn twee profielen opgemeten (figuur 2.4). Deze profielen zijn gemeten in april 1972 en zijn als "zomerprofielen" aangemerkt (bijlage 13).

Het verloop van de korreldiameter in deze profielen is gegeven in de bijlagen 14 en 15. Blijkbaar wordt het sediment door de golfbeweging "uitgesorteerd" over het profiel. De korreldiameter in het profiel varieert van $\pm 450 \mu\text{m}$ in de brandingszone tot $\pm 175 \mu\text{m}$ in de offshorezone.

De golfhoogte in dit gebied is iets lager dan in het gebied van de zanddam. In bijlage 13 is ook het profiel getekend zoals dat is berekend in de vorige paragraaf.

De helling van het profiel, gemeten in North Bay, zeewaarts van brekerbank, komt redelijk overeen met de helling van de ontworpen golfbreker. De helling gemeten in de brekerzone van de profielen in North Bay is 1:18. Deze waarde benadert de waarde 1:12 tot 1:20 welke berekend kan worden met de grafiek op blz. 9 met $D_{50} = 400 \mu\text{m}$ (zie ook de foto's op blz. 14, waarop de steilheid van het profiel duidelijk zichtbaar is).

FIGUUR 2.4





Eastern part of North Bay Beach, looking towards Hoedjies Point



Centre part of North Bay Beach. "Indicating" slope of the Beach.

3. HET D-PROFIEL

3.1

In zijn proefschrift heeft Swart een methode aangegeven voor de berekening van een evenwichtsdwarsprofiel (4). Dit profiel, het D-profiel genoemd, kan berekend worden als functie van de korreldiameter D_{50} en de golfkarakteristieken op diep water. Het dwarstransport speelt zich hoofdzakelijk af binnen de grenzen van het D-profiel. De bovengrens van het D-profiel is gelijk aan het peil van de maximale golfoploop, terwijl de benedengrens wordt bepaald door het begin van beweging van het bodemmateriaal (figuur 3.1).

De bovengrens h_0 wordt berekend met:

$$\frac{h_0}{D_{50}} = 7644 - 7706 \exp \left(-0.000143 \frac{H_0^{0.488} T^{0.93}}{D_{50}^{0.786}} \right) \quad (2.1)$$

De benedengrens h_m wordt berekend met:

$$\frac{h_m}{\lambda_0} = 0.0063 \exp \left(\frac{4.347 H_0^{0.473}}{T^{0.894} D_{50}^{0.093}} \right) \quad (2.2)$$

waarin:

- H_0 = golfhoogte op diep water (m)
- T = golfperiode (sec)
- λ_0 = golflengte op diep water (m)
- D_{50} = 50% korreldiameter

Ten aanzien van het dwarstransport op een tijdstip t is gesteld dat dit transport evenredig is met het verschil tussen de evenwichtshelling en de momentane helling op het tijdstip t .

Bakker heeft dit beschreven met de volgende uitdrukking:

$$S_y = s_y (W - (L_2 - L_1)) \quad (2.3)$$

waarin:

- S_y = zandtransport loodrecht op de kust per eenheid van breedte op tijdstip t
 s_y = kustconstante
 L_1, L_2 = geschematiseerde "onshore"- en offshore"profiellengte
 W = evenwichtslengte op tijdstip t tussen het "onshore"- en "offshore"-profiel op tijdstip $t = \infty$

Het continue D-profiel kan berekend worden met:

$$Y/W_r = (h_r + Q) + 2.1z^2 - (1.4 + 2Q)z + P(1 - 2z)(h_r - z)^E + E(z^2 - z)(h_r - z)^{E-1} \quad (2.4)$$

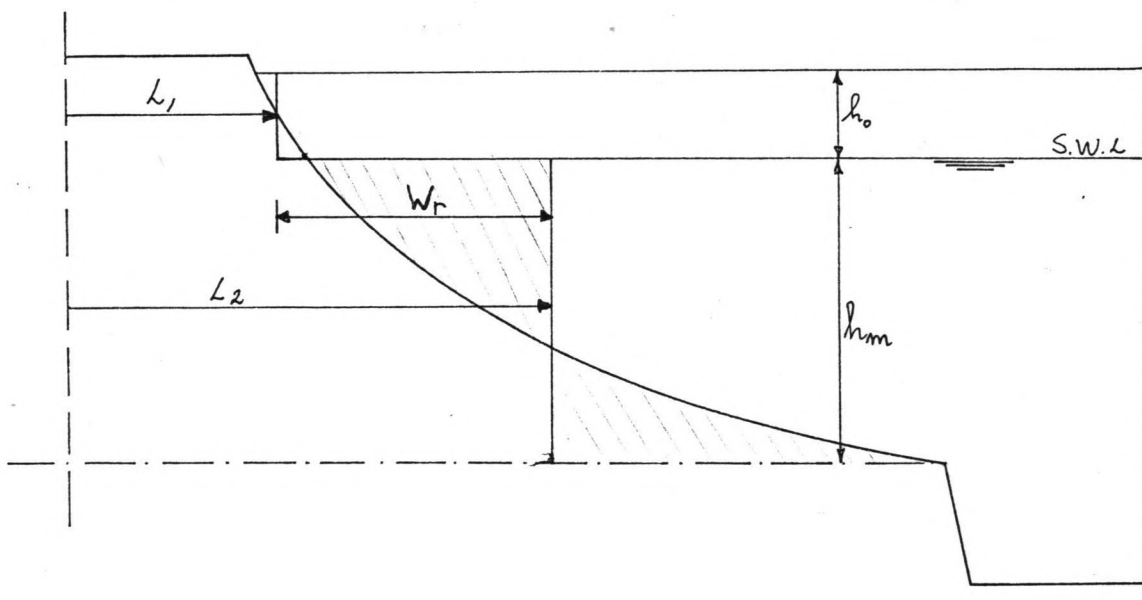
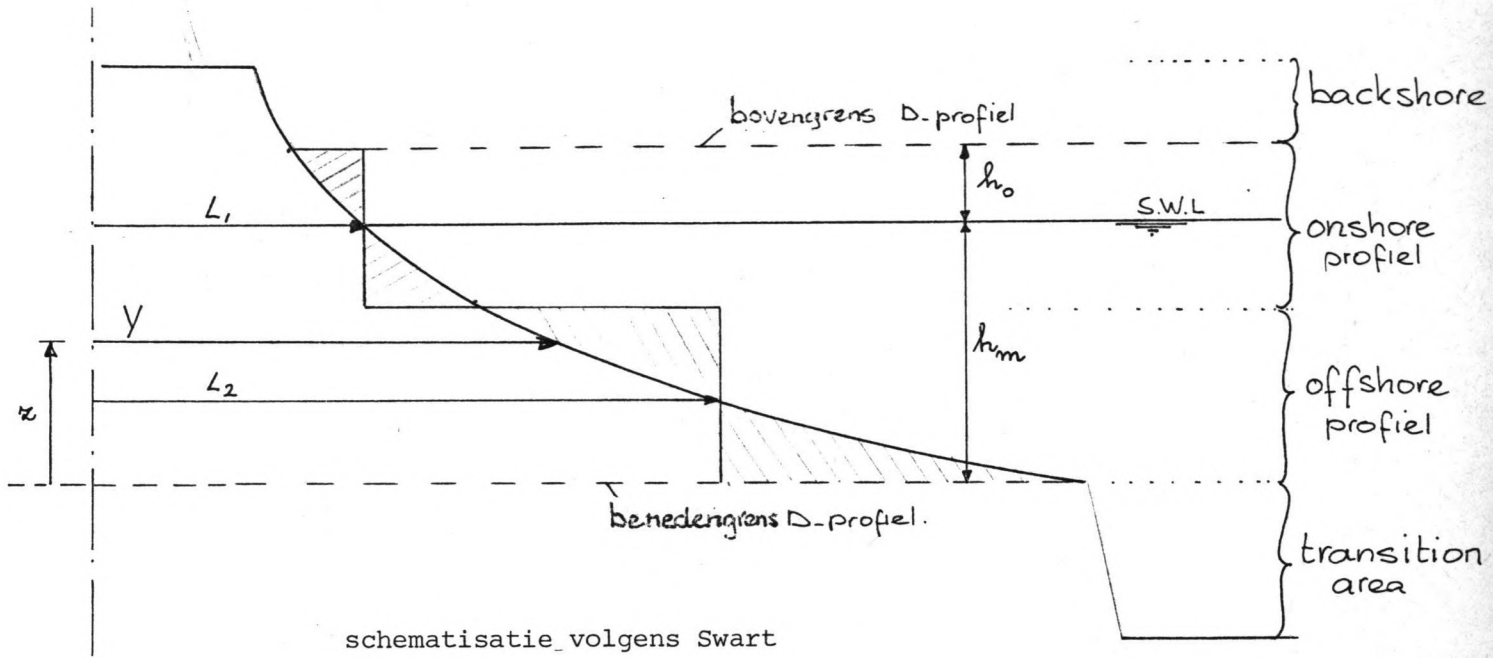
waarin:

- W_r = evenwichtslengte t.p.v. de waterlijn (m) (figuur 3.2)
 h_r = dimensieloze positie van waterlijn t.o.v. de benedengrens ($= \frac{h_m}{\sigma}$)
 z = dimensieloze positie in het D-profiel t.o.v. de benedengrens ($= \frac{z}{\sigma}$)
 Q = $0.7h_r + 1$
 P = $3.97 * 10^7 * b * D_{50}^2$
 σ = $h_m + h_0$
 E = $1.36 * 10^4 * D_{50}$

Nu is een aantal D-profielen berekend voor:

- D_{50} = 300 μm
 T_0 = 14 sec
 H_0 = 1, 2, 3, 4, 5 m (bijlage 16)

FIGUUR 3.1 + 3.2



evenwichtslengte W_r

Uit bijlage 16 blijkt in de eerste plaats dat de lengte van het D-profiel bij toenemende golfhoogte snel groter wordt.

L _{D-profiel}	=	<u>+</u> 2000 m	H ₀	=	5.00 m	h _m	=	12.50 m
L "	=	<u>+</u> 1500 m	H ₀	=	4.00 m	h _m	=	10.50 m
L "	=	<u>+</u> 1050 m	H ₀	=	3.00 m	h _m	=	8.50 m
L "	=	<u>+</u> 625 m	H ₀	=	2.00 m	h _m	=	6.75 m
L "	=	<u>+</u> 260 m	H ₀	=	1.00 m	h _m	=	4.60 m

Voorts neemt de helling van het profiel toe in ondiep water naarmate de golfhoogte kleiner wordt.

Voor de twee raaien van North Bay waarvan de profielen zijn opgemeten (par.2.6), zijn tevens de D-profielen berekend (bijlage 13). Deze profielen zijn berekend voor H₀ = 1.00 m, H₀ = 2.00 m en T = 14 sec.

Dit zijn de meest voorkomende golfparameters in de zomer.

Afgezien van de brekerzone is er van enige overeenkomst tussen de D-profielen en de gemeten profielen nauwelijks sprake.

De lengte van het D-profiel zal indien T = 8 sec. wordt gekozen slechts met + 100 meter afnemen, terwijl de benedengrens h_m vrijwel gelijk blijft ten opzichte van S.W.L.

Opgemerkt moet worden dat Swart's theorie voornamelijk gebaseerd is op laboratoriumproeven veelal met een kleine periode.

Bij de bepaling van het evenwichtsprofiel in het gebied van North Bay zullen 3 dimensionale effecten zeker een rol spelen.

Volgens de parameter $\frac{H_0}{\lambda_0 m^2}$, waarin m de taludhelling aangeeft, treden

spillende brekers op in North Bay. Het profiel van North Bay geeft nabij de brekerlijn een brekerbank te zien, wat zou kunnen wijzen op een profiel dat herstellend is van een zware golfaanval. Foto's van het strand (blz.14) geven een steil verloop aan van het strand en laten begroeiing zien op de backshore. Nabij Hoedjies Point is onder water een rotsformatie aanwezig die sedimenttransport naar het North Channel blokkeert.

Als toets is ook het evenwichtsprofiel berekend voor twee raaien in Hoedjies Bay (bijlage 17 en figuur 2.4). Het korrelmateriaal is fijn op deze plaats. Het actuele profiel is bepaald van de hydrografische kaart van Saldanha Bay en geeft alleen wat betreft de lengte en de benedengrens van het D-profiel een redelijke overeenkomst.

3.2 Het profiel van de zanddam

De grote lengte van het D-profiel kan problemen geven bij de aansluiting nabij Marcus Island. De teen van het profiel komt tot voorbij de uiterste punt van Marcus Island te liggen, waarbij de mogelijkheid bestaat dat het profiel aangetast wordt door stromingen welke langs Marcus Island trekken en zandverlies aan het profiel kunnen veroorzaken.

Ook bij de aansluiting van het D-profiel nabij North Bay ontstaat een discontinuïteit. Swart heeft in (5) voorgesteld het D-profiel op een bepaald punt af te snijden, vanwaar met een steilere "transition"-helling het profiel wordt aangesloten op de bestaande zeebodem. Uitvoeringstechnisch geeft dit een grote besparing te zien in de hoeveelheid zand dat geklapt moet worden voor de zanddam.

Besloten is in het onderhavige onderzoek ten dele het ontwerp-profiel aan te houden, dit mede omdat golfonderzoek is verricht aan dit profiel in het schaalmodel in het Waterloopkundig Laboratorium te Stellenbosch. Het profiel ziet er uit als volgt: Vanaf $d = 15.75$ m onder een helling van $1 : 25$ naar het D-profiel toe. Het D-profiel is het profiel voor $H_0 = 3.00$ m, $T = 14$ sec. en $D_{50} = 300 \mu\text{m}$ (bijlage 18).

Het snijpunt van D-profiel en "transition"-helling ligt op $d = 6.00$ m.

4. RANDVOORWAARDEN KUSTLIJNBEREKENING

De resultaten van de metingen uitgevoerd in Saldanha Bay en voor de kust van Saldanha Bay wijzen op een hoge deining die hier vrijwel altijd aanwezig is.

Om de gemiddelde kustlijnnoriëntatie te bepalen, zullen in feite diverse berekeningen met verschillende randvoorwaarden moeten worden uitgevoerd. Met inachtneming van de frequentie van voorkomen van deze randvoorwaarden zal dan uit de diverse berekende kustlijnnoriëntaties een gemiddelde kustlijn kunnen worden bepaald.

Gezien de omvang van de bovengenoemde berekeningen wordt in dit verslag slechts voor één randvoorwaarde de kustlijnnoriëntatie berekend. Voor deze randvoorwaarde worden de mediane waarden van de golfhoogte en golfperiode gekozen.

Uit bijlage 1 en 2 blijkt dat de mediane waarden voor de diepzeegolfhoogte en de golfperiode zijn: $H_0 = 2.85$ m en $T = 13.6$ sec.

Tevens blijkt dat 25% van de golven hoger is dan 3.60 meter en dat de periode $T = 14$ sec. zelfs door 40% van de golven wordt overschreden.

De verdeling van de golfrichtingen in bijlage 3 geeft te zien dat 80% van de golven uit SW- en SSW-richting komt. Vrij arbitrair wordt uitgegaan van de golfrichting SW.

De randvoorwaarden voor de uit te voeren berekeningen zijn nu als volgt:

$$H_0 = 2.85 \text{ m}$$

$$T = 14 \text{ sec}$$

golfrichting SW

Om toch een indruk te krijgen van het effect van de golfhoogte op de kustlijn is ook een berekening uitgevoerd met $H_0 = 3.60$ m.

Voor de berekening van de kustlijnnoriëntatie is het nodig de randvoorwaarden ten aanzien van de golfbeweging nabij de kust te kennen. Hiervoor is gekozen de -6 meterdieptelijn. In bijlage 19 en 20 zijn de golfkammen getekend zals die zijn gemeten in het schaalmodel met het ontworpen profiel. Langs de eerste golfkam, zeewaarts gezien waar de waterdiepte 24 meter is, zijn de golfhoogten bepaald (bijlage 21). Deze waarden zijn afgeleid uit de golfmetingen verricht in station 2 en uit de golfhoogteverdeling langs de lijnen A en B (figuur 2.4).

Uitgaande van een aangenomen bodemligging is het in principe mogelijk de golfhoogte- en golfrichtingverandering vanaf -24 meter tot -6 meter te berekenen. Een probleem vormt hierbij het gebied bij Marcus Island, waar zowel refractie als diffractie optreedt.

Nauwkeuriger waarden van de golfrandvoorwaarden op de -6 meterlijn worden wellicht gevonden door uit te gaan van de gemeten golfkammen in het schaalmodel. Loodrecht op de gegeven golfkammen zijn de golfstralen getekend tot aan de -6 meterlijn. Overeenkomstig het profiel zoals dat is voorgesteld in par.3.2.

In het gebied waar uitsluitend refractie optreedt kan uit het verloop van de golfstralen de golfhoogte op de -6 meterlijn worden bepaald. In het diffractiegebied bij Marcus Island wordt eerst over een afstand van twee golflengten de golfhoogteverdeling langs de golfkam bepaald met behulp van de diffractietheorie. Daarna wordt aangenomen dat alleen refractie optreedt.

Het verloop van de golfhoogte H_1 langs de -6 meterlijn, nu n-lijn genoemd, is gegeven in bijlage 22.

In bijlage 23 is de hoek Φ , gegeven langs de n-lijn, dit is de hoek tussen de golfstraal en de dieptelijn d_1 ($d_1 = 6.00$ m).

5. KRACHTEN AANWEZIG IN HET KUSTGEBIED

Bij het berekenen van de snelheidsverdeling in een raai loodrecht op de kust zijn de volgende krachten van belang (figuur 5.1):

- . de radiaton stress termen S_{xx} en S_{yx}
- . een verhangkracht ten gevolge van een verschil in wave set up, F_v
- . een getijkracht F_g
- . de laterale wrijving τ_l
- . de bodemschuifspanning τ_{cw}

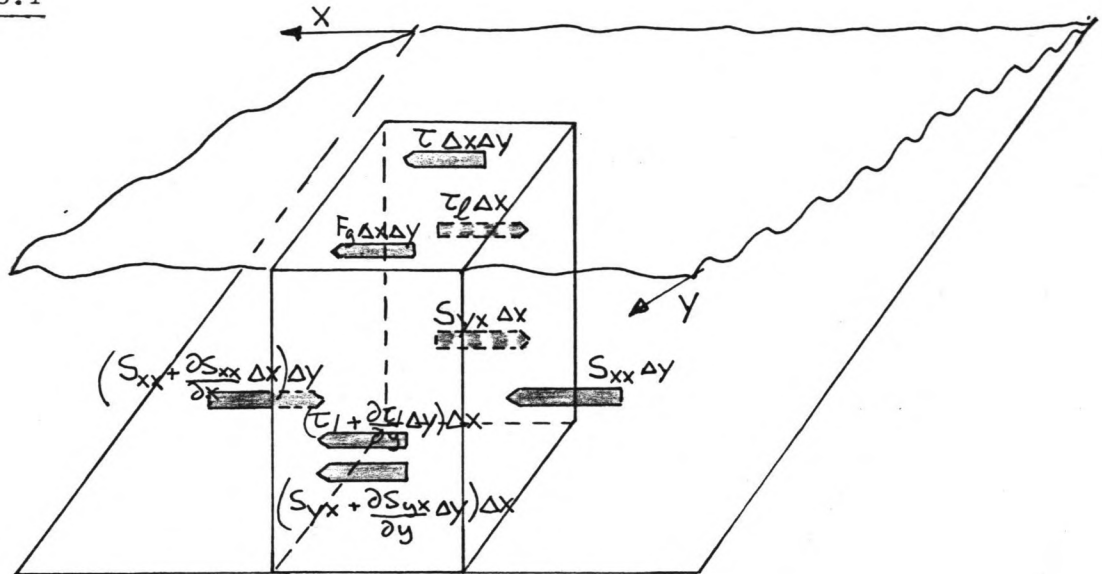
Voor de krachten kan een krachtenbalans geschreven worden, waarvan de termen in de volgende paragrafen uitgewerkt worden (zie ook figuur 5.1):

$$\begin{aligned} & (S_{xx} - (S_{xx} + \frac{\partial S_{xx}}{\partial x} dx)) dy + ((S_{yx} + \frac{\partial S_{yx}}{\partial y} dy) - S_{yx}) dx + \\ & ((\tau_l + \frac{\partial \tau_l}{\partial y} dy) - \tau_l) dx + F_g dx dy - F_v dx dy = \tau_{cw} dx dy \end{aligned}$$

of

$$-\frac{\partial S_{xx}}{\partial x} + \frac{\partial S_{yx}}{\partial y} + \frac{\partial \tau_l}{\partial y} + F_g - F_v = \tau_{cw} \quad (5.1)$$

FIGUUR 5.1



5.1.1 De radiation stress of golfspanning is de bijdrage van de golven aan de gemiddelde impulsiebalans. De formule voor S_{XX} en S_{YY} luidt:

$$S_{XX} = (n - \frac{1}{2})E \quad (5.2)$$

$$S_{YY} = (2n - \frac{1}{2})E \quad (5.3)$$

waarin:

XX en YY = resp. de hoofdspanningsrichting parallel aan de golfkam en parallel aan de golfstraal

n = verhouding groepssnelheid en voortplantingssnelheid van golven $(= \frac{1}{2} + \frac{kd}{\sinh 2kd})$

k = golfgetal $(= 2\pi/\lambda)$ (m^{-1})

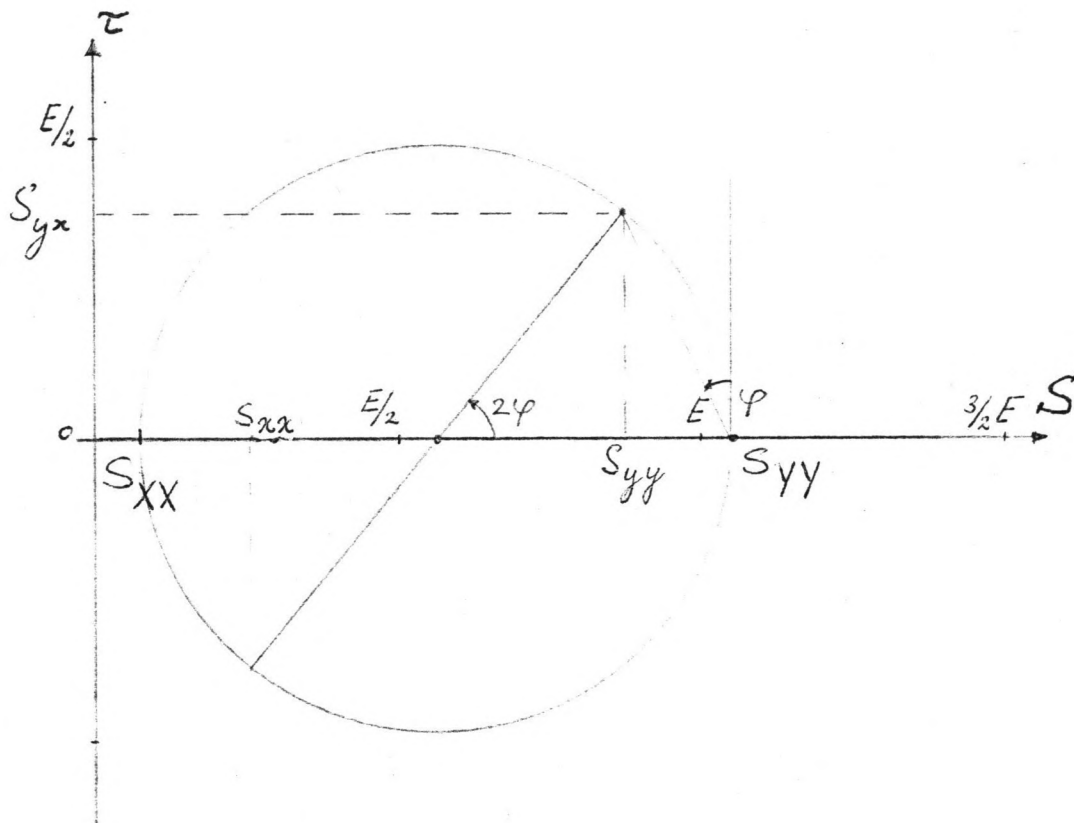
d = waterdiepte (m)

λ = golflengte (m)

E = energie per eenheid van oppervlak

Met behulp van de cirkel van Mohr wordt, indien de kustlijn een hoek Φ maakt met de voortplantingsrichting der golven het volgende gevonden voor S_{yy} , S_{xx} en S_{yx} (figuur 5.2):

FIGUUR 5.2



Cirkel van Mohr toegepast op de radiation stress

$$S_{yy} = \frac{1}{2} E n (2 + \cos 2\Phi) \quad (5.4)$$

$$S_{xx} = \frac{1}{2} E n (2 - \cos 2\Phi) \quad (5.5)$$

$$S_{yx} = E n \sin \Phi \cos \Phi \quad (5.6)$$

5.1.2 Voor kleine waarden van Φ mag binnen de brekerzone worden aangenomen dat:

$$\cos 2\Phi \approx 1 \quad (5.7)$$

en wegens de relatief geringe waterdiepte:

$$n \approx 1 \quad (5.8)$$

Voorts wordt aangenomen:

$$E = \frac{1}{8} \rho g H^2 \quad (5.9)$$

waarin:

ρ = soortelijke massa

g = versnelling van de zwaartekracht

H = golfhoogte

en binnen het brekergebied:

$$H = \gamma d \quad (\text{spillende brekers}) \quad (5.10)$$

Differentiatie van (5.5) geeft de volgende betrekking binnen de brekerzone voor $\frac{\partial S_{xx}}{\partial x}$:

$$\frac{\partial S_{xx}}{\partial x} = \frac{1}{8} \rho g \gamma^2 d^2 \frac{\partial d}{\partial x} \quad (5.11)$$

5.1.3 Voor S_{yx} is een duidelijk onderscheid te maken tussen toepassing binnen en buiten de brekerzone.

Buiten de brekerzone geldt: $S_{yx} = \text{constant}$ en dus $\frac{\partial S_{yx}}{\partial y} = 0$

Binnen de brekerzone: toepassing van de wet van Snellius:

$$\frac{\sin \Phi_k}{c_k} = \frac{\sin \Phi}{c} \quad (5.12)$$

en van (5.9) en (5.10) in (5.6) geeft:

$$S_{yx} = \frac{1}{8} \rho g \gamma^2 d^2 n \cos \Phi \frac{\sin \Phi_k}{c_k} \quad (5.13)$$

Differentiatie naar y geeft:

$$\frac{\partial S_{yx}}{\partial y} = \frac{1}{8} \rho g \gamma^2 \frac{\sin \Phi_k}{c_k} \frac{\partial}{\partial y} (d^2 n \cos \Phi) \quad (5.14)$$

Aanname:

$$n = 1 \quad (5.8)$$

$$\cos \Phi = 1 \quad (5.7)$$

$$c = \sqrt{gd} \rightarrow \frac{\partial c}{\partial y} = \frac{1}{2} d^{-\frac{1}{2}} g^{\frac{1}{2}} \frac{\partial d}{\partial y} \quad (5.15)$$

Substitutie van deze aannamen en uitwerking van (5.14) geeft:

$$\frac{\partial S_{yx}}{\partial y} = \frac{5}{16} \rho \gamma^2 (gd)^{\frac{3}{2}} \frac{\sin \Phi_k}{c_k} \frac{\partial d}{\partial y} \quad (5.16)$$

5.2.1 Ten gevolge van een gradiënt in de wave set up zal binnen de brekerzone een verhang optreden van het gebied met hoge golven naar het gebied met lage golven.

De formule voor deze kracht luidt:

$$F_v = \rho g d \frac{\partial \bar{\eta}}{\partial x} \quad (5.17)$$

waarin:

$$\frac{\partial \bar{\eta}}{\partial x} = \text{gradiënt van de gemiddelde waterstand langs de kust}$$

5.2.2 Indien een golfveld onderhevig is aan shoaling, refractie, diffractie of breken als gevolg van een variërende bodemligging, dan zal de golfspanning variëren met de plaats. Dit heeft tot gevolg dat variaties in de gemiddelde waterstand kunnen optreden, de wave setup en wave setdown.

Een krachtenevenwicht loodrecht op de kust geeft:

$$\frac{\partial S_{yy}}{\partial y} + \rho g d \frac{\partial \bar{\eta}}{\partial y} = 0 \quad (5.18)$$

waarin:

$$\frac{\partial S_{yy}}{\partial y} = \text{gradiënt van } S_{yy} \text{ loodrecht op de kust}$$

$$\frac{\partial \bar{\eta}}{\partial y} = \text{gradiënt van de gemiddelde waterstand loodrecht op de kust}$$

Substitutie van (5.7), (5.8), (5.9) en (5.10) in (5.4) geeft voor S_{yy} de volgende uitdrukking:

$$S_{yy} = \frac{3}{16} \rho g \gamma^2 d^2 \quad (5.19)$$

Uitwerking van (5.18) geeft:

$$\frac{\partial}{\partial y} \left\{ \frac{\frac{3}{8} \gamma^2}{1 + \frac{3}{8} \gamma^2} h + \bar{\eta} \right\} = 0 \quad (5.20)$$

of

$$\frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{3}{8} \gamma^2 d^2 + \bar{\eta} \right) = 0 \quad \text{waarin: } d = h + \bar{\eta}$$

Hieruit volgt dat de gemiddelde waterstand stijgt over Δy evenredig met de stijging van de bodem over Δy . Wanneer de bodem dus vlak hellend is, zal de gradiënt van de gemiddelde waterstand in de brekerzone dus constant zijn.

Uit (5.20) volgt door substitutie van $d = h + \bar{\eta}$ en van $\frac{\partial h}{\partial y} = \tan \alpha$ (figuur 5.3) dat:

$$\frac{\partial \bar{\eta}}{\partial y} = K \tan \alpha \quad (5.21)$$

waarin:

$$K = \frac{\frac{3}{8} \gamma^2}{1 + \frac{3}{8} \gamma^2} \quad (5.22)$$

Volgens Longuet-Higgins is de wave setdown t.p.v. het breekpunt van de golven gelijk aan:

$$\bar{\eta}_b = - \frac{1}{8} \left(\frac{k H^2}{\sinh 2kd} \right) b \quad (5.23)$$

Indien $\sinh 2kd \approx 2 kd$ en $H_b = \gamma d_b$, dan wordt (5.23):

$$\bar{\eta}_b = - \frac{1}{16} \gamma^2 d_b \quad (5.24)$$

De maximale wave setup in de brekerzone is volgens (5.2):

$$\bar{\eta}'_{\max} = \frac{3}{8} \gamma^2 d_b \quad (5.25)$$

De vergelijking voor $\bar{\eta}$ over de brekerzone luidt nu (figuur 5.3):

$$\bar{\eta} = -\frac{3}{8}\gamma^2 d + \frac{5}{16}\gamma^2 d_b$$

of met substitutie van $d = h + \eta$

$$\bar{\eta} = -Kh + \frac{5}{8}Kd_b \quad (5.26)$$

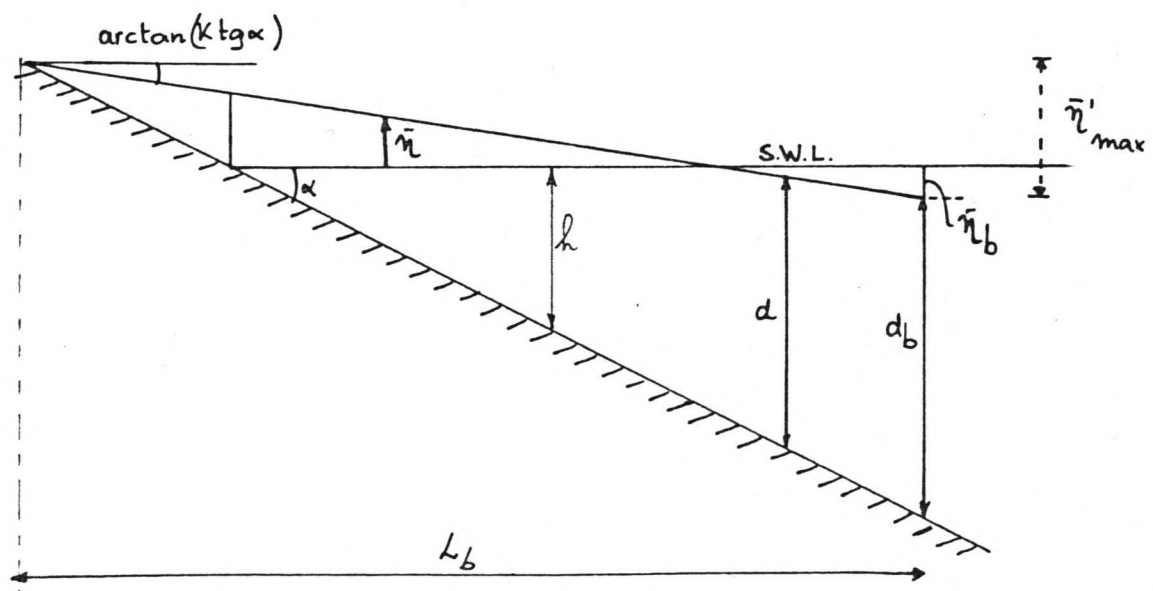
De gradiënt van de waterspiegel t.o.v. de bodem is (5.3):

$$\frac{\partial d}{\partial y} = (1-K) \tan \alpha \quad (5.27)$$

De totale lengte van de brekerzone l_b is:

$$l_b = \frac{\frac{3}{8}\gamma^2 d_b}{K \tan \alpha} \quad (5.28)$$

FIGUUR 5.3



5.3 De getijkracht wordt verder niet in beschouwing genomen, daar de invloed van het getij niet merkbaar is in het gebied waar de snelheidsverdeling wordt berekend.

Om de berekening te vereenvoudigen is ook de laterale wrijving verwaarloosd.

5.4 De bodemschuifspanning is benaderd met de formule van Byker (6):

$$\tau_{cw} = \tau_c (0.75 + 0.45 (\xi \frac{\hat{u}_b}{v})^{1.13}) \quad (5.29)$$

Hierin is:

τ_{cw} = bodemschuifspanning t.g.v. stroom en golven in de richting van de stroom

τ_c = bodemschuifspanning t.g.v. alleen stroom ($= \rho g \frac{v^2}{C^2}$)

v = stroomsnelheid (m/sec)

C = Chezycoëfficiënt ($= 18 \log \frac{12d}{r}$) (m^{1/2}/sec)

r = bodemruwheid (m)

$\hat{u}_b$ = amplitude van de orbitaalsnelheid (m/sec)

ξ = $(f_w / 2g)^{1/2} C$

f_w = wrijvingscoëfficiënt ten gevolge van golven:
($= \exp (-5.977 + 5.213 (\frac{a_b}{r})^{-0.194})$)

a_b = amplitude van de orbitaalbeweging aan de bodem (m)

Bijker heeft (5.29) aangepast voor gebruik in ondiep water:

$$\tau_{cw} = \frac{\rho g}{\sqrt{2\pi} C} \gamma \sqrt{d} \sqrt{f_w} \cdot v \quad (5.30)$$

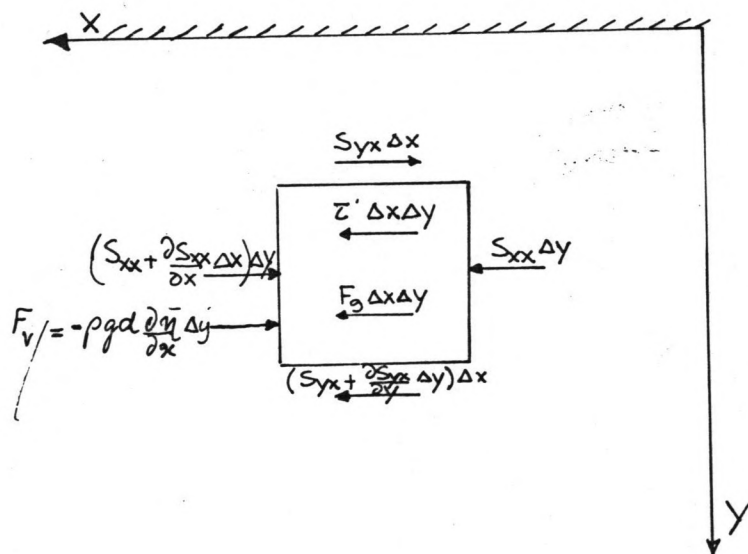
5.6 De krachtenbalans in x-richting kan nu opgesteld worden (figuur 5.4):

$$\left(s_{xx} - \left(s_{xx} + \frac{\partial s_{xx}}{\partial x} dx \right) \right) dy + \left(\left(s_{yx} + \frac{\partial s_{yx}}{\partial y} dy \right) - s_{yx} \right) dx + \left(\rho g d - \left(\rho g d + \rho g d \frac{\partial \eta}{\partial x} dx \right) \right) dy = \tau_{cw} dx dy \quad (5.31)$$

Delen door $dx dy$ geeft:

$$-\frac{\partial s_{xx}}{\partial x} + \frac{\partial s_{yx}}{\partial y} - \rho g d \frac{\partial \eta}{\partial x} = \tau_{cw} \quad (5.32)$$

FIGUUR 5.4



6. BEREKENING ORIENTATIE KUSTLIJN

In het vorige hoofdstuk zijn de krachten afgeleid welke van belang zijn in de brekerzone.

De kracht $\frac{\partial S_{yx}}{\partial y}$ is het resultaat van scheef op de kust inkomende golven en de verhangkrachten $\frac{\partial S_{xx}}{\partial x}$ en $\rho g d \frac{\partial \bar{\eta}}{\partial x}$ zijn het gevolg van golfhoogtevariatiës langs de kust.

Uitgangspunt bij het berekenen van de evenwichtskustlijn is de eis dat de langsstroomsnelheid nul moet zijn.

$$v_{\text{langsstroom}} = 0 \quad (6.1)$$

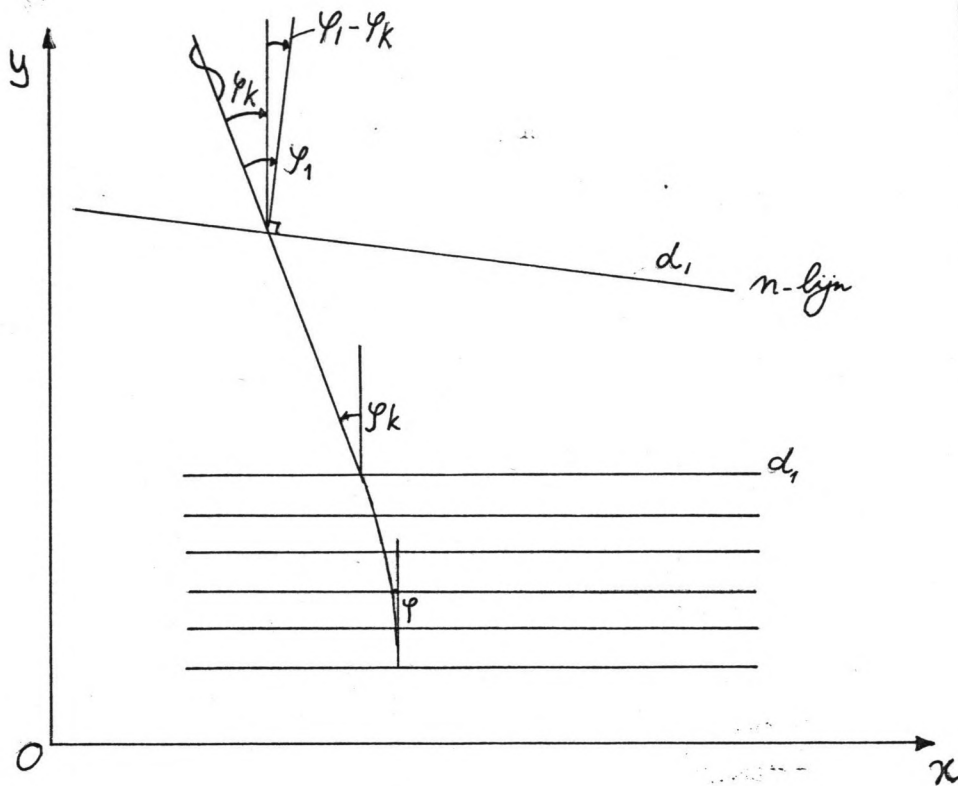
Daartoe worden de afzonderlijke krachten uit (5.32) geïntegreerd over de brekerzone en vervolgens gesommeerd.

$$\int_0^{y=l_b} \frac{\partial S_{yx}}{\partial y} dy - \int_0^{y=l_b} \frac{\partial S_{xx}}{\partial x} dy - \int_0^{y=l_b} \rho g d \frac{\partial \bar{\eta}}{\partial x} dy = 0 \quad (6.2)$$

6.1 Schematisatie

Bij de berekening van de krachten in de brekerzone wordt een schematisatie aangehouden, waarbij de krachten worden berekend parallel aan de kustlijn in de richting van de langsstroom. Het krachtenevenwicht kan nu worden gevonden door de kustlijn over een hoek ϕ_k te laten draaien zodanig dat de som van de aandrijvende krachten voor de langsstroom nul wordt.

FIGUUR 6.1



Schematisatie (figuur 6.1)

- . Alle dieptelijnen kleiner dan d_1 zijn recht en evenwijdig aan de x-as
- . Op diepte d_1 is een horizontaal vlak
- . ϕ_k is de hoek tussen de golfstraal en de kustlijn op $d = d_1$
- . c_k is de golfsnelheid op diepte d_1
- . ϕ_1 is de hoek tussen de golfstraal en de n-lijn
- . $d_1 = -6.00$ m (par.3.2)
- . $d_1 > d_b$
- . ϕ_1 positief als $\frac{\partial S}{\partial y}$ positief

6.2

In hoofdstuk 5 zijn voor de krachten in x-richting de volgende formules afgeleid:

$$\frac{\partial S_{yx}}{\partial y} = \frac{1}{6} \rho \gamma^2 (gd)^3 \frac{\sin \phi_k}{c_k} \frac{\partial d}{\partial y} \quad (5.16)$$

$$\frac{\partial S_{xx}}{\partial x} = \frac{1}{8} \rho g \gamma^2 d \frac{\partial d}{\partial x} \quad (5.11)$$

$$F_v = \rho g d \frac{\partial \bar{h}}{\partial x} \quad (5.17)$$

Substitutie van:

$$\frac{\partial d}{\partial y} = (1-K) \tan \alpha \quad (5.27)$$

$$\frac{\partial \bar{h}}{\partial x} = \frac{5}{6} K \frac{\partial d_b}{\partial x} \quad (5.26)$$

$$\frac{\partial d}{\partial x} = \frac{\partial (h + \bar{h})}{\partial x} = \frac{5}{6} K \frac{\partial d_b}{\partial x} \quad (6.3)$$

$$\frac{\partial d_b}{\partial x} = \frac{1}{\cos(\phi_1 - \phi_k)} \frac{\partial d_b}{\partial n} \quad (\text{figuur 6.1}) \quad (6.4)$$

en $c_k = c_1$ (=snelheid op diepte d_1) in (5.16), (5.11) en (5.17) geeft:

$$\frac{\partial S_{yx}}{\partial y} = \frac{1}{6} \rho \gamma^2 (gd)^3 \frac{\sin \phi_k}{c_1} (1-K) \tan \alpha \quad (6.5)$$

$$F_v = \rho g d \frac{5}{6} K \frac{\partial d_b}{\partial n} \frac{1}{\cos(\phi_1 - \phi_k)} \quad (6.6)$$

$$\frac{\partial S_{xx}}{\partial x} = \frac{1}{8} \rho g \gamma^2 d \frac{5}{6} K \frac{\partial d_b}{\partial n} \frac{1}{\cos(\phi_1 - \phi_k)} \quad (6.7)$$

Om de integratie (6.2) uit te voeren moeten l_b of d_b en $\frac{\partial d_b}{\partial n}$ nog bepaald worden.

6.3

De relatie tussen l_b en d_b is bepaald in (5.28):

$$l_b = \frac{\frac{3}{8}\gamma^2 d_b}{K \tan \alpha}$$

Uitgaande van constante energieflex tussen twee golfstralen kan worden afgeleid dat:

$$H_1^2 c_1 \frac{b_1}{b_b} = H_b^2 c_b \frac{n_b}{n_1} \quad (6.8)$$

Substitutie van $n_b = 1$, $H_b = \gamma d_b$ en $c_b = \sqrt{g d_b}$ geeft voor d_b :

$$d_b = \left[\frac{c_1 n_1}{\gamma^2 \sqrt{g}} \right]^{\frac{2}{5}} \left[\frac{b_1}{b_b} \right]^{\frac{2}{5}} H_1^{\frac{4}{5}}$$

Indien wordt aangenomen dat $\left(\frac{b_1}{b_b} \right) \approx 1$, dan wordt d_b :

$$d_b = \left[\frac{c_1 n_1}{\gamma^2 g} \right]^{\frac{2}{5}} H_1^{\frac{4}{5}} \quad (6.9)$$

Uitgaande van de golfhoogte op 6 meter diepte (bijlage 22), zijn met (6.9) d_b en $\frac{\partial d_b}{\partial n}$ berekend. De waarden hiervan zijn uitgezet in bijlage 24 en 25.

6.4

De berekening van (6.2) kan nu uitgevoerd worden:

$$\int_0^{y=l_b} \frac{\partial S_{yx}}{\partial y} dy = \int_0^{y=l_b} \frac{1}{16} \rho \gamma^2 g^{\frac{3}{2}} \left(\frac{K y \tan \alpha}{\frac{3}{8} \gamma^2} \right)^{\frac{3}{2}} \frac{\sin \phi_k}{c_1} (1-K) \tan \alpha dy \quad (6.10)$$

$$\int_0^{y=l_b} \frac{\partial S_{xx}}{\partial x} dy = \int_0^{y=l_b} \frac{1}{8} \rho g \gamma^2 \left(\frac{K y \tan \alpha}{\frac{3}{8} \gamma^2} \right)^{\frac{5}{2}} K \frac{\partial d_b}{\partial n} \cdot \frac{1}{\cos(\phi_1 - \phi_k)} dy \quad (6.11)$$

$$\int_0^{y=l_b} \rho g d \frac{\partial \bar{\eta}}{\partial x} dy = \int_0^{y=l_b} \rho g \left(\frac{K y \tan \alpha}{\frac{3}{8} \gamma^2} \right)^{\frac{5}{2}} K \frac{\partial d_b}{\partial n} \cdot \frac{1}{\cos(\phi_1 - \phi_k)} dy \quad (6.12)$$

Sommatie van deze integralen geeft:

$$a \sin \phi_k + \frac{b}{\cos(\phi_1 - \phi_k)} + \frac{c}{\cos(\phi_1 - \phi_k)} = 0 \quad (6.13)$$

waarin:

$$a = \frac{1}{8} \rho \gamma^2 (g d_b)^{\frac{3}{2}} \frac{(1-K) \tan \alpha}{c_1}$$

$$b = \frac{5}{96} \rho g \gamma^2 d_b K \frac{\partial d_b}{\partial n} l_b$$

$$c = \frac{5}{12} \rho g d_b K \frac{\partial d_b}{\partial n} l_b$$

Uitwerking van (6.13) geeft:

$$\sin \phi_k \cos(\phi_1 - \phi_k) = z \quad \text{met } z = \frac{-(b-c)}{a} \quad (6.14)$$

Substitutie van $\sin \phi_1 = q$ en $\cos \phi_1 = p$ geeft een oplossing voor $\sin \phi_k$:

$$\sin \phi_k = \left(\frac{2zq + p^2 \pm \sqrt{(2zq + p^2)^2 - 4z^2}}{2} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (6.15)$$

6.5

Bij de berekening van ϕ_k hebben de constanten in (6.2) de volgende waarden gekregen: $\gamma = 0.8$, $\tan \alpha = 1/37.5$, $K = 0.194$, $g = 9.81$ m/sec, $\rho = 1025$ kg/m³ en $c_1 = 7.578$ m/sec.

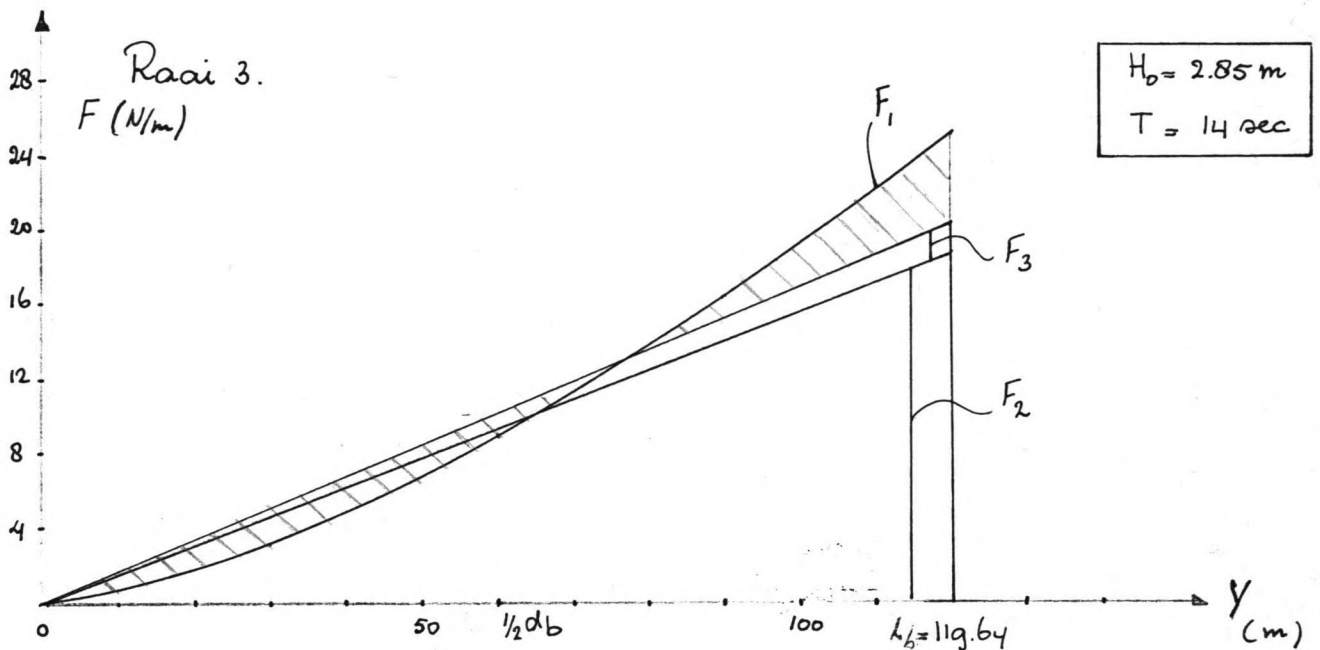
In bijlage 26 is de kustlijn getekend voor zowel $H_0 = 2.85$ m als $H_0 = 3.60$ m. Uit bijlage 26 blijkt dat er een verschil is tussen de berekende kustlijn en de kustlijn (n-lijn) waarvoor de randvoorwaarden zijn berekend. Herhaling van de berekening is in feite nodig met als uitgangspositie de nieuwe kustlijn als n-lijn, langs deze lijn moeten dus de nieuwe randvoorwaarden bepaald worden.

Uit bijlage 26 mag geconcludeerd worden dat de kustlijnen voor $H_0 = 2.85$ m en $H_0 = 3.60$ m vrijwel gelijk zijn en nauwelijks verschillen aangeven.

6.6 Verloop van de krachten over brekerzone

In figuur 6.2 zijn de aandrijvende krachten voor de langsstroom zoals deze optreden voor raai 3 berekend.

FIGUUR 6.2



$$\begin{aligned} \frac{\partial d}{\partial x} &= 4.44 \cdot 10^{-3} & F_1 &= \frac{\partial S_{yx}}{\partial y} \\ d_b &= 2,58 \text{ m} & F_2 &= -\rho g d \frac{\partial \bar{\eta}}{\partial x} \\ \phi_k &= 19.9^\circ & F_3 &= -\frac{\partial S_{xx}}{\partial x} \\ \phi_b &= 12.9^\circ \\ \tan \alpha &= 1/37.5 \end{aligned}$$

Het gearceerde gedeelte in figuur 6.2 is de resulterende nettokracht.

De twee gearceerde oppervlakken aan weerszijden van het snijpunt op

$l = \pm 80 \text{ m}$ zijn gelijk van oppervlak.

Uit dit figuur blijkt ook dat de kracht $\frac{\partial S_{yx}}{\partial y}$ vanaf $l = l_b$ tot $l = \pm 80 \text{ m}$ overheersend is; naarmate de golven de kust naderen wordt het verhang t.o.v. $\frac{\partial S_{yx}}{\partial y}$ sterker.

6.7

In par.5.3 is bij de afleiding van de formule van $\frac{\partial S_{yx}}{\partial y}$ gesteld dat:

$$\cos \phi = 1 \quad (5.7)$$

Voor raai 3 is het effect bekeken van deze aanname op het verloop van $\frac{\partial S_{yx}}{\partial y}$.

$$\text{Gegeven (5.14): } \left(\frac{\partial S_{yx}}{\partial y}\right)' = \frac{1}{8} \rho g \gamma^2 \frac{\sin \phi_k}{c_k} \frac{\partial}{\partial y} (d^2 n c \cos \phi)$$

$$\text{Binnen brekerzone } n = 1 \quad (5.8)$$

Differentiatie van (5.14) geeft de volgende uitdrukking:

$$\left(\frac{\partial S_{yx}}{\partial y}\right)' = \frac{1}{8} \rho g \gamma^2 \frac{\sin \phi_k}{c_k} \left\{ 2dc \cos \phi \frac{\partial d}{\partial y} + d^2 + \cos \phi \frac{\partial c}{\partial y} + d^2 c \frac{\partial \cos \phi}{\partial y} \right\} \quad (6.16)$$

$$\text{Stel voor } d < d_1 \text{ geldt } c = \sqrt{gd} \text{ (ondiep water)} \quad (6.17)$$

$$\text{Volgens Snellius: } \frac{\sin \phi}{\sin \phi_k} = \frac{c}{c_k} = \sqrt{\frac{d}{d_1}} \quad (6.18)$$

$$\text{zodat: } \cos \phi = \sqrt{1 - \sin^2 \phi_k \frac{d}{d_1}} \quad (6.19)$$

Differentiatie van (6.19):

$$\frac{\partial \cos \phi}{\partial y} = \frac{1}{2} (1 - \sin^2 \phi_k \frac{d}{d_1})^{-\frac{1}{2}} \cdot \frac{-\sin^2 \phi_k}{d_1} \cdot \frac{\partial d}{\partial y} \quad (6.20)$$

Substitutie van (6.17), (6.19) en (6.20) in (6.16) geeft:

$$\left(\frac{\partial S_{yx}}{\partial y}\right)' = \frac{1}{16} \rho g \gamma^2 (gd)^{\frac{3}{2}} \frac{\sin \phi_k}{c_k} \cdot \frac{\partial d}{\partial y} \left(\cos \phi - \frac{\sin^2 \phi_k}{5 \cos \phi} \right) \quad (6.21)$$

Voor raai 3 betekent dit (figuur 6.3):

$$\begin{array}{lll} d = d_b & \text{en } \phi_b = 12.9^\circ & \left(\frac{\partial S_{yx}}{\partial y}\right)' = 0.97 \frac{\partial S_{yx}}{\partial y} \\ d = \frac{1}{2} d_b & \text{en } \phi = 9.1^\circ & \left(\frac{\partial S_{yx}}{\partial y}\right)' = 0.98 \frac{\partial S_{yx}}{\partial y} \end{array}$$

Bij de afleiding van $\frac{\partial S_{xx}}{\partial x}$ is aangenomen dat $\cos 2\Phi = 1$ (5.7)

Differentiatie van (5.5) geeft:

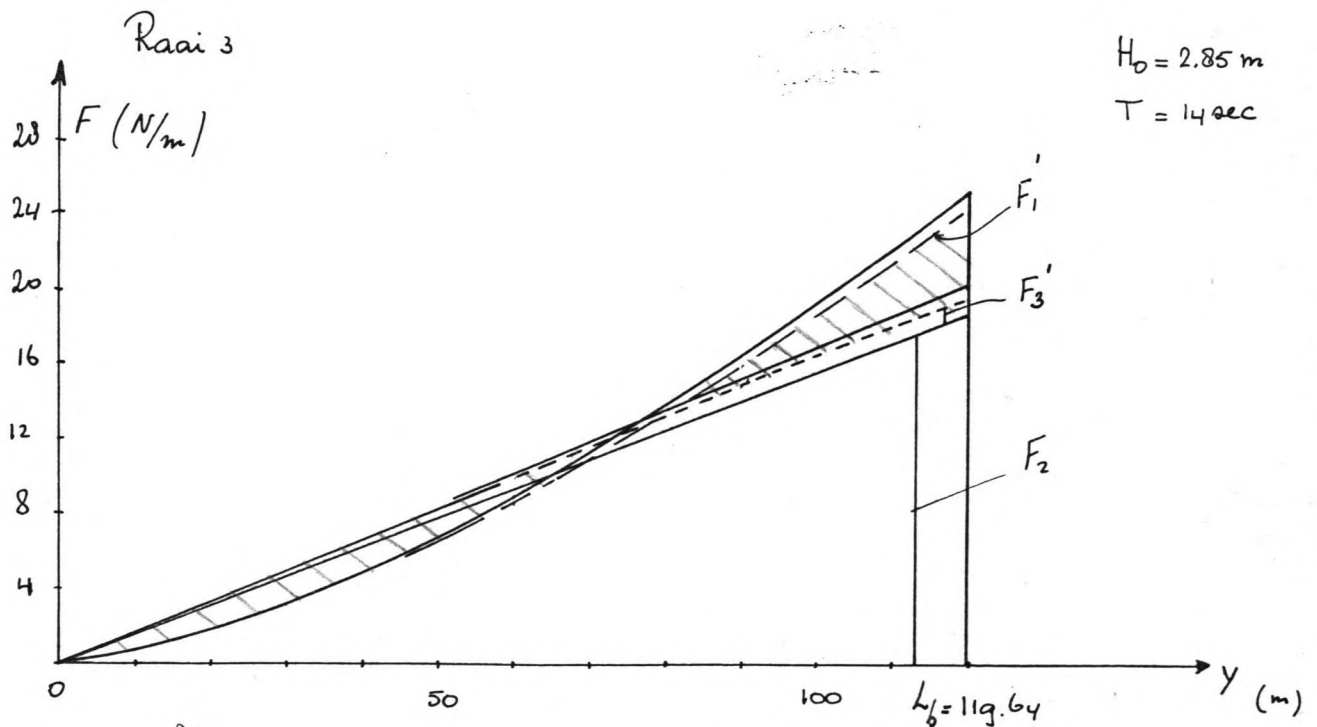
$$\left(\frac{\partial S_{xx}}{\partial x}\right)' = \frac{1}{8} \rho g d \gamma^2 \frac{\partial d}{\partial x} (2 - \cos 2\Phi) + \frac{1}{8} \rho g d^2 \gamma^2 \sin 2\Phi \frac{\partial \Phi}{\partial x} \quad (6.22)$$

Aanname:

$$\frac{\partial \Phi}{\partial n} = \frac{\partial \Phi}{\partial n} b = -3.1 \cdot 10^{-4} \quad (\text{op grond van bijlage 26})$$

Voor raai 3 betekent dit (figuur 6.3) dat de totale verhangkracht $\frac{\partial S_{xx}}{\partial x} + F_v$ met maximaal 3% afneemt voor $d = d_b$, dit is vrijwel gelijk aan de afname van $\frac{\partial S_{yx}}{\partial x}$.

Door refractie zal verder kustwaarts Φ afnemen en dus zal ook de fout in $\frac{\partial S_{yx}}{\partial y}$ en $\frac{\partial S_{xx}}{\partial x}$ afnemen.



$$F'_1 = \left(\frac{\partial S_{yx}}{\partial y}\right)'$$

$$F'_2 = -\rho g d \frac{\partial \bar{n}}{\partial x}$$

$$F'_3 = -\left(\frac{\partial S_{xx}}{\partial x}\right)'$$

FIGUUR 6.3

Uit figuur 6.3 blijkt dat met het kleiner worden van Φ als gevolg van refractie in de brekerzone de afwijking zal afnemen. Daar raai 3 in het diffractiegebied ligt, kan men concluderen dat de berekening van Φ_k voldoende nauwkeurig is geweest.

7. DE BEREKENING VAN DE LANGSSTROOMSNELHEID V

7.1

In hoofdstuk 5 is de krachtenbalans parallel aan de kust opgesteld.

$$-\frac{\partial S_{xx}}{\partial x} + \frac{\partial S_{yx}}{\partial y} - \rho g d \frac{\partial \bar{\eta}}{\partial x} = \tau_{cw} \quad (5.32)$$

Substitutie van de krachten zoals deze zijn bepaald in hoofdstuk 5 en van τ_{cw} (5.30) geeft voor V de volgende uitdrukking:

$$V = \frac{5}{16} \pi \gamma \sqrt{2g} \frac{C}{\sqrt{f_w}} \frac{\sin \phi_k}{c_1} \cdot d (1-K) \tan \alpha - \frac{5\pi}{6} \frac{K}{\gamma} \frac{C}{\sqrt{f_w}} \cdot \sqrt{2d} \frac{\partial d}{\partial x} \frac{1}{d_b} (1 + \frac{1}{8} \gamma^2) \quad (7.1)$$

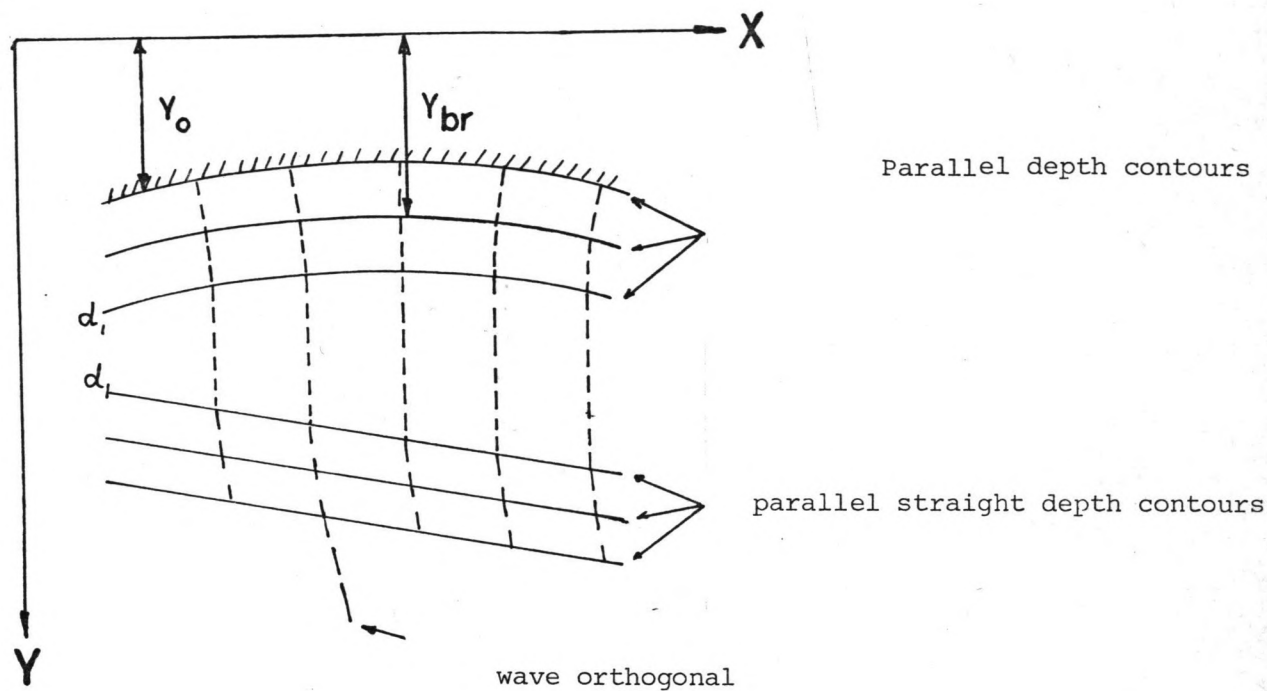
Bakker heeft in "The influence of longshore variation of the wave height on the littoral current" (7) een formule voor V gegeven (figuur 7.1):

$$V = \frac{-5\pi \gamma C \sqrt{d}}{16pK} \left\{ \sqrt{\frac{d}{d_1}} \frac{dy_0}{dx} + (1 + \frac{1}{8} \gamma^2) \frac{\partial d}{\partial x} \frac{1}{\tan \alpha} \right\} \frac{\tan \alpha}{1 + \frac{3}{8} \gamma^2} \quad (7.2)$$

waarin:

- $\frac{dy_0}{dx}$ = hoek tussen golfstraal en dieptelijn d_1 ($= \tan \phi_k$)
- p = dimensieloze parameter ($= 0.45$)
- K = Von Karman Constante ($= 0.4$)
- d_1 > d_b
- C = Chezy coëfficiënt

FIGUUR 7.1



Bakker berekent de aandrijvende krachten en dus ook de langsstroom V in een raai evenwijdig aan de y -as, welke niet loodrecht op de kustlijn behoeft te staan.

Dit betekent dat hij de aandrijvende krachten van de langsstroom berekent in een richting welke niet de richting van de stroom is. Voor kleine hoeken tussen raai en kustlijn ($\frac{dy_0}{dx}$) zal dit in de berekening van V niet veel uitmaken.

7.2

Voor de waarden van Φ_k is in alle 18 raaien de snelheidsverdeling in de brekerzone berekend met (7.1). Hiervoor is een algolprogramma geschreven waarin tevens het debiet door de raai is berekend (bijlage 27 a t/m d).

In bijlage 28 a t/m c zijn de snelheidsverdelingen gegeven. Hieruit blijkt dat nabij Marcus Island (raai 1 t/m 3) de snelheden absoluut gezien het grootst zijn, dit ten gevolge van een grote golf invalshoek. De snelheden zijn berekend om de 10 meter en op $\pm 0.6 d_b$ verandert de stroom van richting. Bakker beschrijft in (7) dat binnen de brekerzone tegengestelde stromingen kunnen ontstaan. Daar het effect van de laterale mening niet in de berekening is meegenomen, wordt een discontinuïteit geïntroduceerd nabij het breekpunt van de golven. Feitelijk zal een meer uitgestreken snelheidsverdeling optreden. Naar het midden van de golfbreker toe neemt ook de brekerzone toe, als gevolg van het feit dat de hier aanwezige hogere golven eerder zullen breken. Ook Komar beschrijft in (8) een krachtenvenwicht in de brekerzone t.g.v. scheefinvallende golven en een verhang t.g.v. een golfhoogtevariatie. Het in evenwicht blijven van cusps wordt op deze gronden door hem verklaard.

In figuur 7.2 is een snelheidsverdeling gegeven in de brekerzone voor verschillende waarden van $\frac{\partial \eta}{\partial y}$ '). Hij komt tot de conclusie dat een krachtenevenwicht in de brekerzone kan worden bereikt door $V = 0$ te stellen op $d = \frac{1}{2}d_b$.

') In figuur 7.2 is een afwijkende kustlijnoriëntatie gebruikt.

FIGUUR 7.2

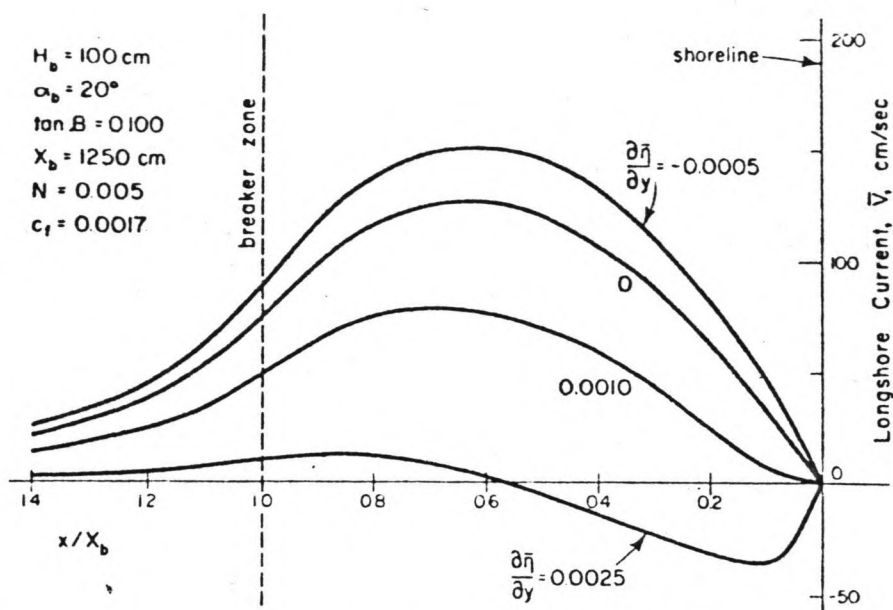


Figure 2.16. Examples of complete solutions of the distribution of longshore current velocities through the surf zone obtained with Equation 2.23 for a series of values for the longshore variation in the wave set-up ($\partial\eta/\partial y$). With $\partial\eta/\partial y = 0.0025$ the set-up slope in the longshore direction nearly opposes and balances the thrust due to the oblique wave approach and the velocities are greatly weakened.

Helaas zijn er nauwelijks metingen waaruit het bestaan van twee tegengestelde stromingen binnen de brekerzone kan worden aangetoond. In de natuur kan een getijstroom dit beeld makkelijk verstoren.

7.2.1 Komar heeft voor de langsstroomsnelheid de volgende uitdrukking afgeleid (8)

$$V = \frac{\pi}{2c_f} \mu_m \left[\frac{5}{4} \frac{1}{1+\frac{3}{8}\gamma^2} \tan \alpha \sin \Phi \cos \Phi - \frac{4}{\gamma^3} \left(1 + \frac{3\gamma^2}{8} - \frac{\gamma^2}{4} \cos^2 \Phi \right) \frac{\partial H}{\partial x} \right] \quad (7.3)$$

Deze uitdrukking is tot stand gekomen door de aandrijvende krachten gelijk te stellen aan de bodemwrijving zoals deze is aangegeven door Longuet-Higgins (9), nl. $\tau = \frac{2}{\pi} c_f \rho \mu_m V$.

waarin:

$$\begin{aligned} c_f &= \text{wrijvingscoëfficiënt } (\approx 0.01) \\ \mu_m &= \text{maximale orbitaalsnelheid } (= \gamma/2 \sqrt{gh}) \\ h &= \text{waterdiepte} \end{aligned}$$

Indien $\frac{\partial H}{\partial x} = 0$ en $\cos\phi = 1$, dan wordt (7.3):

$$v = \frac{5\pi}{16} \gamma \frac{\tan\alpha}{c_f} gh \frac{\sin\phi_0}{c_0}$$

Deze uitdrukking is gelijk aan de formule zoals deze is afgeleid door Longuet-Higgins (9). Over de waarde van $\cos\phi$ lopen de meningen uiteen. Longuet-Higgins neemt aan dat ϕ klein is en dus $\cos\phi = 1$, terwijl Bowen voor $\cos\phi$ de waarde $\cos\phi_b$ hanteert en deze constant houdt binnen het brekergebied, wat Komar ook heeft gedaan.

Komar heeft het effect van de laterale wrijving in de berekening van de snelheidsverdeling meegenomen en gebruik gemaakt van de dynamische eddy-viscositeit μ_e zoals deze is gegeven door Longuet-Higgins (9):

$$\mu_e = N\rho\gamma(gh)^{\frac{1}{2}} \quad (7.4)$$

waarin:

$$N = \text{dimensieloze parameter } (0 < N < 0.016)$$

Het resultaat is:

$$py^{\frac{3}{2}} - qy - r \frac{\partial}{\partial y} (y^{\frac{5}{2}} \frac{\partial v}{\partial y}) - sy^{\frac{1}{2}} v = 0 \quad (7.5)$$

waarin:

$$\begin{aligned} p &= \frac{5}{16} \rho g \gamma^2 (\xi \tan\alpha)^2 (g \xi \tan\alpha)^{\frac{1}{2}} \left(\frac{\sin\phi}{c} \right) \cos\phi \\ q &= \rho g \tan\alpha \left(1 + \frac{3\gamma^2}{8} - \frac{\gamma^2}{4} \cos^2\phi \right) \frac{\partial \bar{\eta}}{\partial x} \\ r &= N\rho (g \xi \tan\alpha)^{\frac{1}{2}} \xi \tan\alpha \\ s &= \frac{\gamma}{\pi} \rho c_f (g \xi \tan\alpha)^{\frac{1}{2}} \text{ met } \xi = \frac{1}{1 + \frac{3}{8}\gamma^2} \end{aligned}$$

Een hanteerbare uitdrukking voor (7.5) is:

$$V = B_1 y^{P_1} + A_1 y + A_2 y \quad \text{voor } y_b > y > 0 \quad (7.6)$$

$$V = B_2 y^{P_2} \quad \text{voor } \infty > y > y_b \quad (7.7)$$

y_b = positie van de brekerlijn

De constanten in (7.6) en (7.7) zijn:

$$P_1 = -\frac{3}{4} + \left(\frac{9}{16} + \frac{S}{r}\right)^{\frac{1}{2}}$$

$$P_2 = -\frac{3}{4} - \left(\frac{9}{16} + \frac{S}{r}\right)^{\frac{1}{2}}$$

$$A_1 = \frac{-1}{(1-P_1)(1-P_2)} \left(\frac{p}{r}\right)$$

$$A_2 = \frac{1}{(0.5-P_1)(0.5-P_2)} \left(\frac{q}{r}\right)$$

$$B_1 = \frac{A_1 (1-P_2) y_b^{1-P_1}}{P_2-P_1} + \frac{A_2 (0.5-P_2) y_b^{0.5-P_1}}{P_2-P_1}$$

$$B_2 = \frac{A_1 (1-P_1) y_b^{1-P_2}}{P_2-P_1} + \frac{A_2 (0.5-P_1) y_b^{0.5-P_2}}{P_2-P_1}$$

Van raai 3,8 & 17 zijn de snelheidsprofielen, berekend waarbij voor c_f en N resp. de waarden 0.01 en 0.005 gekozen zijn.

Het resultaat is te zien op bijlage 29-30. Uit deze figuren blijkt dat met de berekende kustlijnoriëntatie uit hoofdstuk 6 een goed evenwicht verkregen wordt voor de snelheidsverdeling, indien de formule van Komar gebruikt wordt. Bij de afleiding van (7.3) is Komar uitgegaan van de volgende uitdrukking

$$\text{voor } \frac{\partial S}{\partial y}, \text{ nl. } \frac{\partial S}{\partial y} = \frac{5}{16} \rho g d \gamma^2 (1-K) \tan \alpha \sin \phi \cos \phi \quad (7.8)$$

terwijl in hoofdstuk 5 voor $\frac{\partial S}{\partial y}$ is gevonden:

$$\frac{\partial S}{\partial y} = \frac{5}{16} \rho \gamma^2 (gd)^{\frac{3}{2}} \frac{\sin \phi_k}{c_1} (1-K) \tan \alpha \quad (7.9)$$

De eerste uitdrukking (7.8) geeft voor $\frac{\partial S}{\partial y} y^x$ t.o.v. (7.9) lagere waarden nabij de brekerlijn dan (7.9), wat in de snelheidsverdeling tot uitdrukking komt in enigzins overheersende verhangkrachten.

Het niet meenemen van de laterale wrijving heeft voor de berekening van de kustlijnnoriëntatie in hoofdstuk 5 nauwelijks invloed, gezien het redelijke snelheidsprofiel met medeneming van laterale wrijving. Conclusie berekende kustlijnnoriëntatie kennelijk goed.

De invloed op de snelheidsverdeling van de aanname $\cos \phi = 1$ blijkt gering te zijn (bijlage 29), wat overeenkomt met de conclusie in par.6.7.

Een vergelijking met de snelheidsverdeling indien $\frac{\partial \bar{\eta}}{\partial x} = 0$ leert dat het verhang van grote invloed is op de snelheidsverdeling (bijlage 29, onderste figuur).

Voor $N = 0.01$ en $c_f = 0.015$ is ook een snelheidsberekening uitgevoerd, waaruit blijkt dat de grootte van N van invloed is op de snelheidsgradiënten, terwijl de grootte van c_f van invloed is op de snelheden. Longuet-Higgins heeft een parameter P gedefinieerd welke een relatie legt tussen de stroom in het onshore- en in het offshoregebied (10).

$$P = \frac{\pi N \tan \alpha}{\gamma_b c_f}$$

Hoe groter deze parameter des te groter de relatie tussen beide gebieden en hoe groter de snelheid van de langsstroom buiten de brekerzone.

Volgens Longuet-Higgins ligt de waarde van deze parameter ergens tussen $P = 0.1$ en $P = 0.4$.

Komar stelt dat $P \approx 0.1$ en mogelijk iets lager, daar volgens Komar grote waarden van P ook overdreven grote snelheden buiten de brekerzone geven.

Bij de berekening van de snelheidsverdeling van raai 3,8 en 17 is voor P de waarde 0.052 aangehouden. Het is mogelijk dat de invloed van het verhang welke het snelheidsprofiel sterk afvlakt een grotere waarde van P niet noodzakelijk maakt, vooral daar buiten de brekerzone het verhang t.g.v.

het verschil in wave setdown, dat in tegengestelde richting werkt als binnen de brekerzone, gecompenseerd wordt door de $\frac{\partial S_{xx}}{\partial x}$ -term.

Bovendien is buiten de brekerzone de aandrijvende kracht $\frac{\partial S}{\partial y} y^x$ gelijk aan 0.

7.2.2 Van raai 3,8 & 17 zijn ook de zandtransporten berekend met het "Bijkzand"-programma (zie hoofdstuk 8). Randvoorwaarden zijn de snelheidsverdelingen berekend volgens (7.6). De resultaten van deze berekening staan op bijlage 31 a t/m c.

Voor raai 3 is deze berekening eenmaal uitgevoerd met de aanname $\cos\Phi = 1$ en eenmaal met $\cos\Phi = \cos\Phi_b$. Het resulterend zandtransport is van richting veranderd voor $\cos\Phi = 1$.

Op jaarbasis is er een transport door raai 3 van $\approx 34.000 \text{ m}^3$ zand en indien $c_f = 0.015$ een zandtransport richting Marcus Island van $\approx 15.000 \text{ m}^3$.

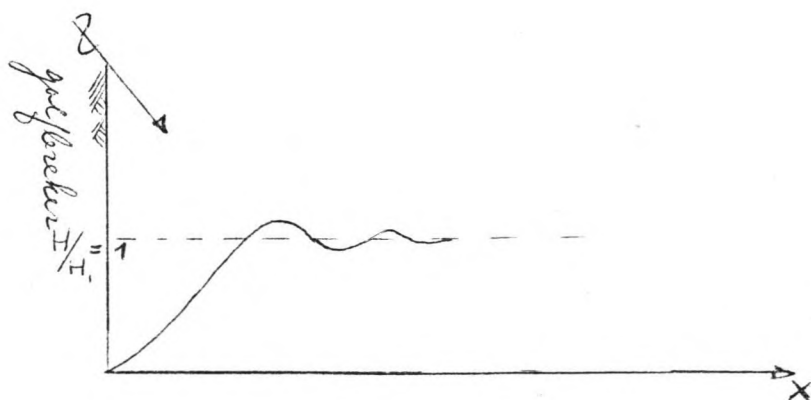
Indien $\frac{\partial \bar{\eta}}{\partial x} = 0$ en $\Phi_b = 12.9^\circ$ dan zou er een zandtransport optreden van $1.3 \cdot 10^6 \text{ m}^3$.

7.3

In bijlage 32 en 33 is het verloop van de debieten gegeven langs de golfbreker. Het debiet nabij de brekerlijn is groter ten gevolge van de grotere waterdiepte. Voorts is in raai 8 en 9 een piek te zien in het debiet wat het gevolg is van een variatie in de brekerdiepte. In bijlage 22 is hier eerst een afname te zien van de golfhoogte langs de n-lijn, waarna een minder snelle afname van H volgt.

Dit is een soort uitslingereffect ten gevolge van diffractie (figuur 7.3).

FIGUUR 7.3



Een factor die zeker ook van belang is, is het traagheidsverschijnsel. Volgens Galvin en Eagleson (11) is uit laboratoriumproeven gebleken dat de stroom volledig ontwikkeld is over een afstand van $\pm 10 \times$ de brekerzone.

8. ZANDTRANSPORTEN

8.1

De zandtransporten door de raaien zijn berekend met het programma Bijkszand (12). Dit programma is gebaseerd op de Bijkerformule (6):

$$S_b = b D_{50} \frac{V}{C} g^{\frac{1}{2}} \exp \left\{ \frac{-0.27 \Delta D_{50} C^2}{\mu V^2 (1 + \frac{1}{2} (\xi \frac{\hat{\mu}_b}{V})^2)} \right\} \quad (8.1)$$

waarin:

- S_b = bodemtransport in m³/s/m'
- b = constante
- D_{50} = 50% korreldiameter
- Δ = relatieve dichtheid van het bodemmateriaal
- μ = ribbelfactor $(= (C/C_{D90})^{\frac{3}{2}})$
- C_{D90} = $18 \log \frac{12h}{D_{90}}$
- D_{90} = 90% korreldiamter

$$S_{sus} = 1.83 S_b (I_1 \ln (33h/r + I_2)) \quad (8.2)$$

waarin:

- S_{sus} = suspensietransport in m³/s/m'
- $I_1 = R \int_A^{\frac{1}{A} \frac{(1-y)}{y} z_*^* dy}$
- $I_2 = R \int_A^{\frac{1}{A} \frac{(1-y)}{y} z_*^* \ln y dy}$
 $(z_*^* - 1)$
- $R = 0.216 \frac{A}{(1-A) z_*^*}$
- $z_*^* = \frac{W}{KV_*^*}$
- W = valsnelheid korrelmateriaal
- $V_*^* = g^{\frac{1}{2}} \left(\frac{V}{C} \right) (1 + \frac{1}{2} (\xi \frac{\hat{\mu}_b}{V})^2)^{\frac{1}{2}}$
- $A = r/h$

Het totale transport wordt berekend met:

$$S = S_b + S_{\text{sus}} \quad (8.3)$$

In bijlage 34a t/m c is het programma Bijkzand gegeven en in bijlage 32 en 33 zijn de transporten door de raaien gegeven.

De waarden van S zijn momentane waarden en deze zijn moeilijk te schatten voor een langere termijn. Variërende golfhoogten en golfrichtingen kunnen een omdraaien aan de stroom veroorzaken.

Echter als voorbeeld is het jaartransport door raai 2 en raai 18 gegeven met $H_0 = 2.85$ m.

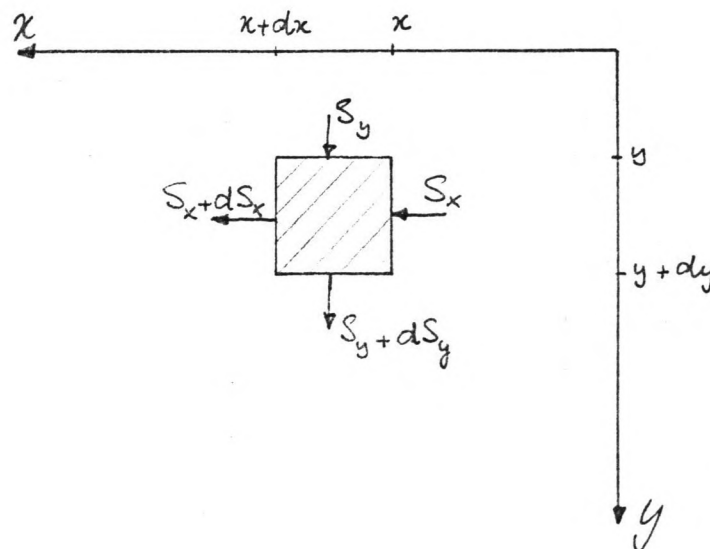
raai 18 : $S_{\text{tot}} = -27.250$ m³/jaar (richting Marcus Island)

raai 2 : $S_{\text{tot}} = 92.950$ m³/jaar (richting Hoedjies Point)

8.2

Voor de zandtransporten is continuïteitsvergelijking op te stellen (figuur 8.1).

FIGUUR 8.1



$$\left(\left(S_x + \frac{\partial S_x}{\partial x} dx \right) - S_x \right) dy + \left(\left(S_y + \frac{\partial S_y}{\partial y} dy \right) - S_y \right) dx dt - \frac{\partial z}{\partial t} dt dx dy = 0 \quad (8.4)$$

waarin:

S_x, S_y = transport in x- en y-richting per eenheid van breedte

$\frac{\partial S_x}{\partial x} dx, \frac{\partial S_y}{\partial y} dy$ = toename van het transport in x- en y-richting

$\frac{\partial z}{\partial t}$ = verhoging van de bodem

Uitwerking van (8.4) geeft:

$$\frac{\partial S_x}{\partial x} + \frac{\partial S_y}{\partial y} - \frac{\partial z}{\partial t} = 0 \quad (8.5)$$

Op deze wijze is ook de continuïteitsvergelijking op te stellen voor het water:

$$\frac{\partial q_x}{\partial x} + \frac{\partial q_y}{\partial y} - \frac{\partial h}{\partial t} = 0 \quad (8.6)$$

waarin:

q_x, q_y = debiet per eenheid van breedte

$\frac{\partial h}{\partial t}$ = waterdiepteverandering

Indien de waterstand niet verandert in de tijd dan wordt (8.6):

$$\frac{\partial q_x}{\partial x} + \frac{\partial q_y}{\partial y} = 0 \quad (8.7)$$

Nu is:

$$Q_x = q_x dy \text{ en}$$

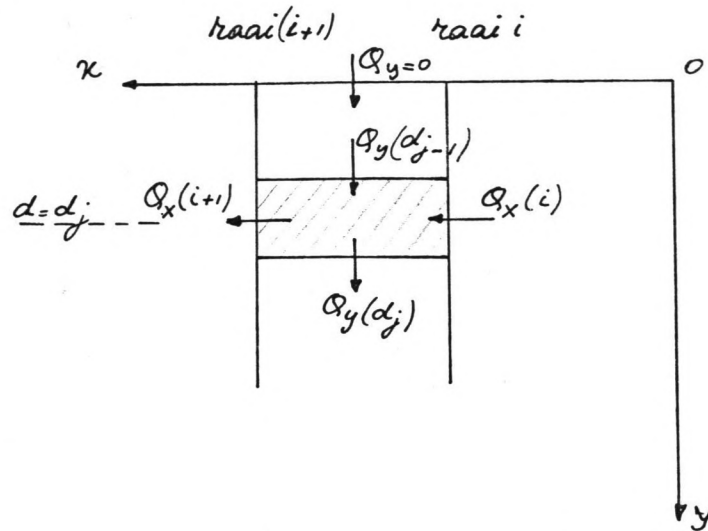
$$Q_y = q_y dx$$

Het debiet Q_x op diepte d is bekend daar met (7.1) de langsstroomsnelheid v is berekend. Het verschil van Q_x tussen twee raaien samen met de continuïteit in y-richting geeft het debiet Q_y op diepte d (figuur 8.2).

Randvoorwaarde is dat:

$$Q_y = 0 \quad \text{voor } d = 0 \quad (8.8)$$

FIGUUR 8.2



Het debiet in y-richting transporteert zand in suspensie zodat een zand-transport S_y aanwezig is dat aanzanding of erosie kan veroorzaken.

$$S_y = Q_y \cdot c$$

waarin:

c = concentratie in het gebied tussen de raaien i en i+1 op diepte d_j
 $(= \frac{c_i + c_{i+1}}{2})$

$$c_{i+1} = \frac{S_x(d=d_{j,i+1})}{Q_x(d=d_{j,i+1})}$$

$$c_i = \frac{S_x(d=d_{j,i})}{Q_x(d=d_{j,i})}$$

Met discrete stappen is nu de berekening volgens (8.5) uitgevoerd:

$$\frac{\Delta S_x}{\Delta x} + \frac{\Delta S_y}{\Delta y} - \frac{\Delta z}{\Delta t} = 0$$

waarin:

$$\Delta x = 10 \text{ m}$$

$$\Delta y = \text{afstand tussen raai i en raai (i+1)}$$

$$\Delta t = 10 \text{ dagen}$$

In bijlage 35 is de continuïteitsvergelijking voor de debieten toegepast en op bijlage 36 is het verloop van de concentraties gegeven.

De concentraties zijn tamelijk uniform verdeeld over het profiel, alleen dicht onder de kust zijn deze iets hoger.

In bijlage 37 is het zandtransport in x- en y-richting voor elk vak gegeven. Vervolgens is over een periode van 10 dagen de erosie en aanzanding berekend (bijlage 38).

Deze laatste berekeningen zijn uitgevoerd om een indicatie te krijgen van de orde van grootte van de aanzanding en erosie binnen de brekerzone.

Uit bijlage 38 valt op te maken dat vanaf het midden van de dam over het algemeen aanzanding optreedt. Vanaf raai 1 t/m 10 treedt aanzanding op nabij de brekerlijn en erosie nabij de kustlijn.

De horizontale verplaatsing van het gebied tussen twee raaien is berekend met:

$$(\Delta S_x \Delta y + \Delta S_y \Delta x) \Delta t = \Delta z \Delta x \Delta y \quad (8.10)$$

nu met:

$$\Delta z = \Delta d \quad (\text{m}) \quad (\text{figuur 8.3})$$

$$\Delta S_x \Delta y = \Delta S_x 10 \quad (\text{m}^3)$$

$$\Delta x = \text{afstand tussen raai i en raai (i+1)}$$

$$\Delta y = \Delta y(i_k, i_d)$$

De horizontale verplaatsing van de i_d -de dieptelijn in de raai i_k wordt gevonden met (13):

$$\Delta y(i_k, i_d) = \left\{ \Delta S_x \cdot 10 + \Delta S_y \right\} \frac{\Delta t}{\Delta d \Delta x}$$

Voor raai 3 en 4 is in bijlage 39 en 40 het profiel getekend voor $\Delta t = 10$ dagen. In onderstaande tabel is het verloop van $\tan \alpha$ gegeven na $\Delta t = 10$ dagen ($\tan \alpha$ was $1/37.5$).

Raai 2	-	$1/37.8$
3	-	$1/38.3$
4	-	$1/38.2$
5	-	$1/37.9$
6	-	$1/37.5$
7	-	$1/37.3$
8	-	$1/38.5$
9	-	$1/38.4$

De helling is bepaald door een rechte lijn te trekken door de uiterste grenzen van het nieuwe profiel.

Uit het verloop van de nieuwe waarden van $\tan \alpha$ valt op te maken dat het verloop van $\tan \alpha$ langs de zanddam niet meer constant is en bij een nieuwe snelheidsberekening dient de variatie in $\tan \alpha$ dan ook meegenomen te worden.

Met de nieuwe waarden voor $\tan \alpha$ zijn nu met vergelijking 7.1 de snelheidsprofielen van raai 3, 4 en 8 opnieuw berekend.

De afname van $\tan \alpha$ heeft tot gevolg dat de verhangkracht sterker wordt t.o.v. de kracht ontwikkeld door de scheefinvallende golven.

Het resultaat is dat de snelheden nabij de brekerlijn zullen afnemen en nabij de kustlijn zullen toenemen (bijlage 41a t/m c). De zandtransporten zijn berekend voor de nieuwe waarden van V met als resultaat dat het zandtransport door raai 3 met 33% afneemt en voor raai 4 en 8 is dit resp. 31 en 38% (bijlage 42a t/m c).

9. ONTWIKKELING ZANDDAM 1976 - heden

Na het gereedkomen van de zanddam in februari 1976 zijn jaarlijks profielmetingen uitgevoerd.

In bijlage 43 is een overzicht gegeven van de raaien die zijn uitgezet loodrecht op de kruinlijn van de zanddam.

Van de raaien 2, 6, 10, 14, 18 en 22 zijn over de periode maart 1976 tot april 1979 profielmetingen beschikbaar. De interpretatie van de meetresultaten dient met de nodige zorgvuldigheid te geschieden door de omstandigheden waaronder gemeten is vrij sterk variëren.

De vrijwel altijd aanwezige deining is er de oorzaak van dat de peilingen soms vrij sterk uiteenlopen. Een voorbeeld van deze spreiding is raai 10 (bijlage 45A).

Deze raai snijdt de restanten van Blink Klip Rock. Uit de peilingen blijkt dat de gepeilde pieken van deze rotsformatie zeer verspreid liggen en in de vertikaal zijn verschillen te zien van wel enkele meters.

Bijlage 45B geeft een heel ander beeld te zien van raai 10. De rotsformatie is aanzienlijk duidelijker te onderscheiden, terwijl de verschillen in gemeten waterdiepten zijn afgenomen. Blijkbaar was er nauwelijks deining tijdens het peilen op die dagen, waardoor het ook mogelijk was om tot dicht onder de kust te peilen.

In de periode februari - september 1976 is nog zand geklapt in het offshore gebied op ≈ 600 m uit de kruin.

Het profiel zoals dat gemeten is op 14-9-1976 kan beschouwd worden als het definitieve profiel, dat wel enigszins afwijkt van het ontwerpprofiel met name in het offshore gebied.

Evenwijdig aan de kust ter hoogte van de hoogwaterlijn ligt een steenstorting gedeeltelijk onder als boven het zand. Deze steenstorting heeft men tijdens het uitbouwen van de zanddam aangebracht om de kop van de dam te beschermen tegen erosie. De meest effectieve voortgang van de uitbouw werd bereikt door aan de zeezijde het zand te spuiten dat gedeeltelijk om de kop trok en hierachter bleef liggen. Zoals op de peilkaarten te zien is, is deze steenstorting (ongegradeerd) nog steeds aanwezig en vrijwel volledig intact.

RAAI 2

Bijlage 43A geeft vertikaal een grote spreiding te zien van de peilingen; zelfs op 850 m uit de kruin is nog een variatie van enkele meters aanwezig. T.o.v. het profiel van september 1976 is het profiel tot 650 m uit de kust naar achteren verplaatst. Bijlage 43B geeft hiervan een duidelijker beeld. De peilingen liggen dicht bij elkaar en op grotere diepten is er nauwelijks enig verschil. Tussen de peiling van 20-10-1978 en 26-4-1979 valt een onderscheid te maken dat het hier een winter- en een zomerprofiel betreft. De backshore vertoont een lichte achteruitgang.

RAAI 6

Het profiel van raai 6 vertoont in iets mindere mate hetzelfde beeld als raai 2 (bijlage 44A en B).

De helling, hoewel iets vlakker, komt redelijk overeen met het ontwerp-profiel.

RAAI 10

Zoals reeds eerder opgemerkt is, lopen de peilingen van profiel 10 op bijlage 45 sterk uiteen. Bijlage 45B geeft een duidelijk beeld van profiel 10. Opvallend is dat de meting van 6-4-1979 tot dicht onder de kust kon worden uitgevoerd (hoog water, mooi weer?). Het profiel is blijkens de peilingen redelijk stabiel. Het verschil van de peiling op 20-10-1978 (winter) in het nearshore-gebied met die van zomer 1979 is treffend.

RAAI 14

De peilingen van raai 14 geven een stabiel profiel aan. De helling van het profiel in het nearshore-gebied is vrijwel gelijk aan dat van het ontwerp-profiel (bijlage 46A en B).

RAAI 18

Hier hetzelfde beeld als bij raai 14 (bijlage 47A en B).

In het gebied buiten de brekerzone op $\pm$ 500 m uit de kruin zijn de profielen aanzienlijk vlakker dan het ontwerp-profiel en treedt nog aanzanding op t.o.v. het profiel van september 1976.

RAAI 22 (bijlage 48A en B)

Een stabiel profiel met een grote overeenkomst met het ontwerpprofiel. De backshore vertoont weinig veranderingen en uit observaties is gebleken dat de steenstorting welke achtergebleven is na de bouw, door golfaanvallen niet aangetast wordt.

Peilingen van raaien in de nabijheid van Marcus Island zijn op dit moment niet beschikbaar. In dit gebied heeft de kust de neiging achteruit te gaan (persoonlijke communicatie, ir. Zwemmer).

Om de kustlijn vast te houden, heeft men aan beide zijden van de zanddam een steenstorting aangebracht.

Men heeft in dit gebied voldoende backshore nodig daar ook de achterzijde van de dam wordt aangevallen door diffracterende golven rondom Marcus Island.

RESUME

De kustlijn is vrij stabiel doch heeft de neiging in het diffractiegebied en nabij Hoedjies Point iets achteruit te gaan.

Een bescherming is aangebracht nabij Marcus Island kort na de bouw van de zanddam, daar men hier afgeweken heeft van het uitgangspunt dat de dam parallel aan de golfkam gelegd wordt. In dit gebied is de dam naar Marcus Island toe getrokken.

Nabij Hoedjies Point is voldoende backshore aanwezig en mag de kustlijn achteruitgaan om zich tot een evenwichtspositie te ontwikkelen.

De huidige ontwikkeling van de kustlijn komt vrij goed overeen met de berekende kustlijnoriëntatie. Het dwarsprofiel komt goed overeen met het ontwerpprofiel. Van een overeenkomst tussen het dwarsprofiel met het D-profiel van Swart is nauwelijks sprake. De helling van het profiel neemt blijkens de peilingen richting Hoedjies Point waar de kust iets achteruitgaat iets toe.

Helaas zijn aan de profielen van North Bay geen peilingen gedaan. Het zou interessant zijn om te weten hoe de profielen van North Bay zich sinds de peiling van april 1972 ontwikkeld hebben.

Een uitsorteren van het korrelmateriaal is nog niet waargenomen.

Stroommetingen zijn niet uitgevoerd en uit luchtfoto's is niet gebleken dat ripcurrents aanwezig zijn.

ERKENDEL I J K H E I D

Ondergetekende is dank verschuldigd aan ir.R.Reinalda voor de begeleiding bij het tot stand komen van dit verslag.

Voor het afstaan van de vele gegevens van het Saldanha Bay-project ben ik het ingenieursbureau L.Lievense zeer erkentelijk.

Dank aan Tineke Bruinsma voor het uittypen van dit verslag.

A.J.Vrijhof

L I T E R A T U U R

- (1) L.W.Lievense: Consulting Engineers;
Saldanha Bay Breakwater Design, 1972
- (2) W.L.Stellenbosch: Zuid Afrika;
Saldanha Bay - Wave Studies
- (3) W.L.Stellenbosch: Zuid Afrika;
Saldanha Bay - Meg 1009
- (4) H.Swart: Offshore sediment transport and equilibrium beach profiles;
Delft, W.L.-publikatie 131, 1974
- (5) Saldanha Bay Breakwater Design, effect of grain diameter;
Delft, W.L.-publikatie R825, 1974
- (6) Coastal Engineering Volume II Harbour & Beach Problems;
Collegedictaat Vakgroep Kustwaterbouwkunde T.H.Delft
- (7) W.T.Bakker: The influence of longshore variation of the wave height
on the littoral current
R.W.S.-publikatie
- (8) Paul D.Komar: Nearshore currents: Generation by oblique Incident
Waves and Longshore Variations in Wave Height;
Nearshore Sediment Dynamics and Sedimentation, Publ.: John Wiley & Sons
- (9) M.S.Longuet-Higgins: Longshore currents generated by obliquely Incident
sea waves;
Journal of Geophysical Research, 1970, p.6678-6801
- (10) M.S.Longuet-Higgins: Longshore currents, Waves on beaches and resulting
sediment transport - Meyer;
Publikatie 28 - University of Wisconsin
- (11) Shore Protection Manuel
C.E.R.C.

- (12) J.van Overeem: Overzicht van kleine algol-computerprogramma's voor
morphologische problemen

T.H.Delft, 1978

- (13) J.van Overeem: Numeriek model voor de berekening van kustlijnver-
anderingen t.g.v. golven en getij

Afstudeerverslag Vakgroep Kustwaterbouwkunde T.H.Delft, 1978

DEEP SEA CUMULATIVE WAVE HEIGHT DISTRIBUTION FOR SALDANHA BAY

Bylage
1

LEGEND

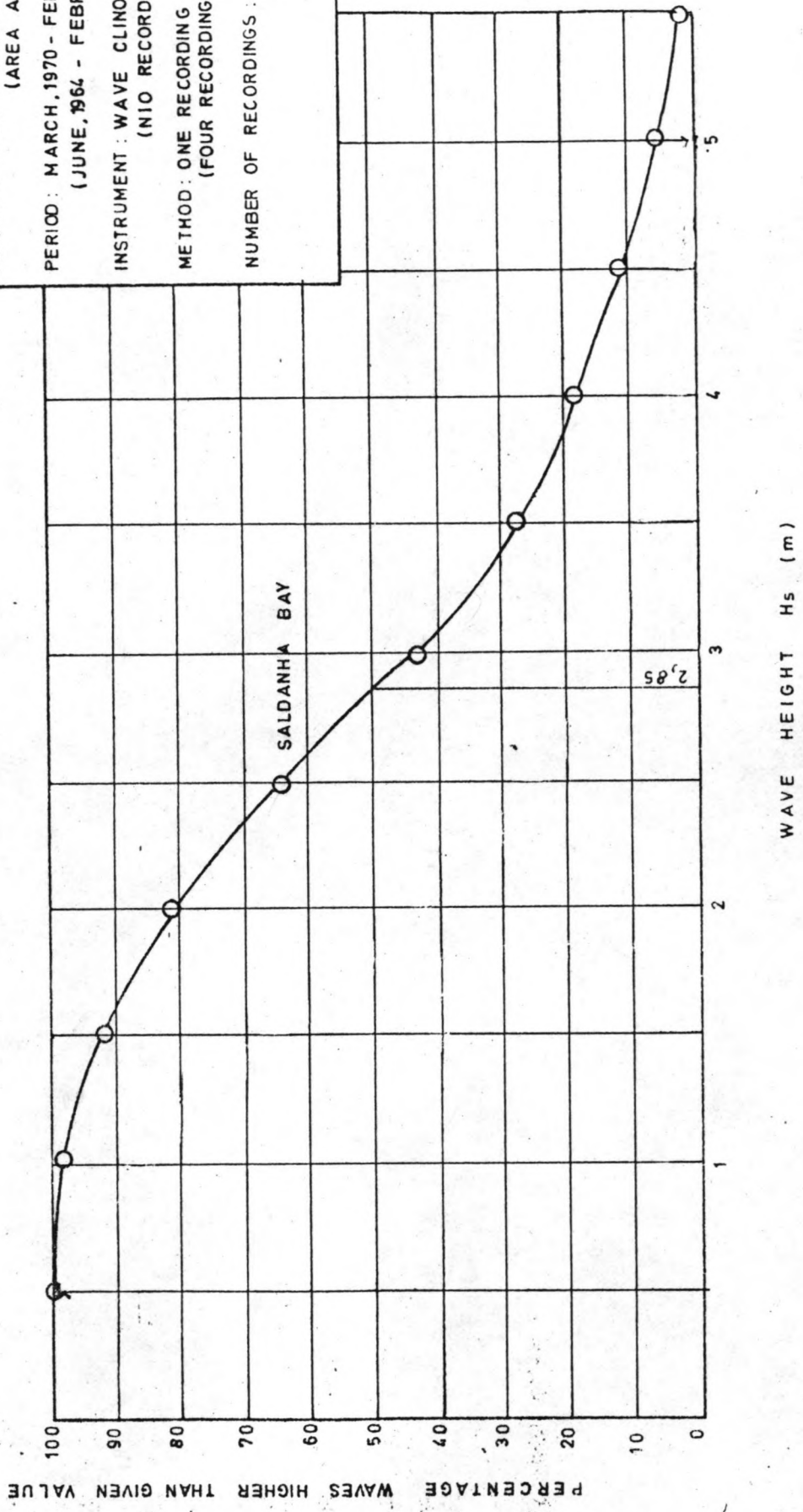
RECORDING AREA : SALDANHA BAY
(AREA A)

PERIOD : MARCH, 1970 - FEBRUARY, 1971
(JUNE, 1964 - FEBRUARY, 1967)

INSTRUMENT : WAVE CLINOMETER
(NIO RECORDER)

METHOD : ONE RECORDING DAILY
(FOUR RECORDINGS DAILY)

NUMBER OF RECORDINGS : 322
(1240)



LEGEND

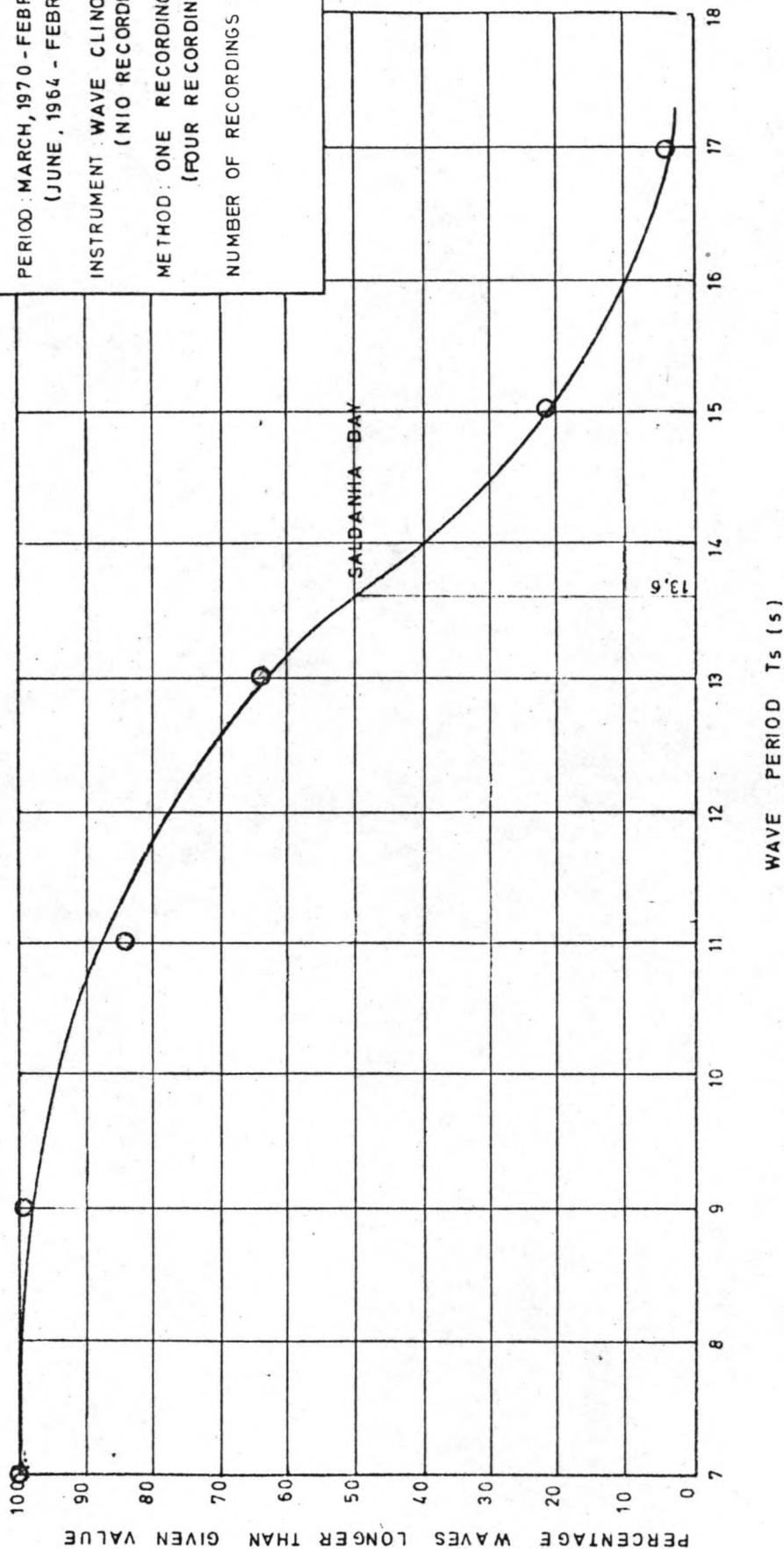
RECORDING AREA: SALDANHA BAY
(AREA A)

PERIOD: MARCH, 1970 - FEBRUARY, 1971
(JUNE, 1964 - FEBRUARY, 1967)

INSTRUMENT: WAVE CLINOMETER
(NIO RECORDER)

METHOD: ONE RECORDING DAILY
(FOUR RECORDINGS DAILY)

NUMBER OF RECORDINGS: 322
(---)



DEEP SEA CUMULATIVE WAVE PERIOD
DISTRIBUTION FOR SALDANHA BAY

Bylage
2

LEGEND

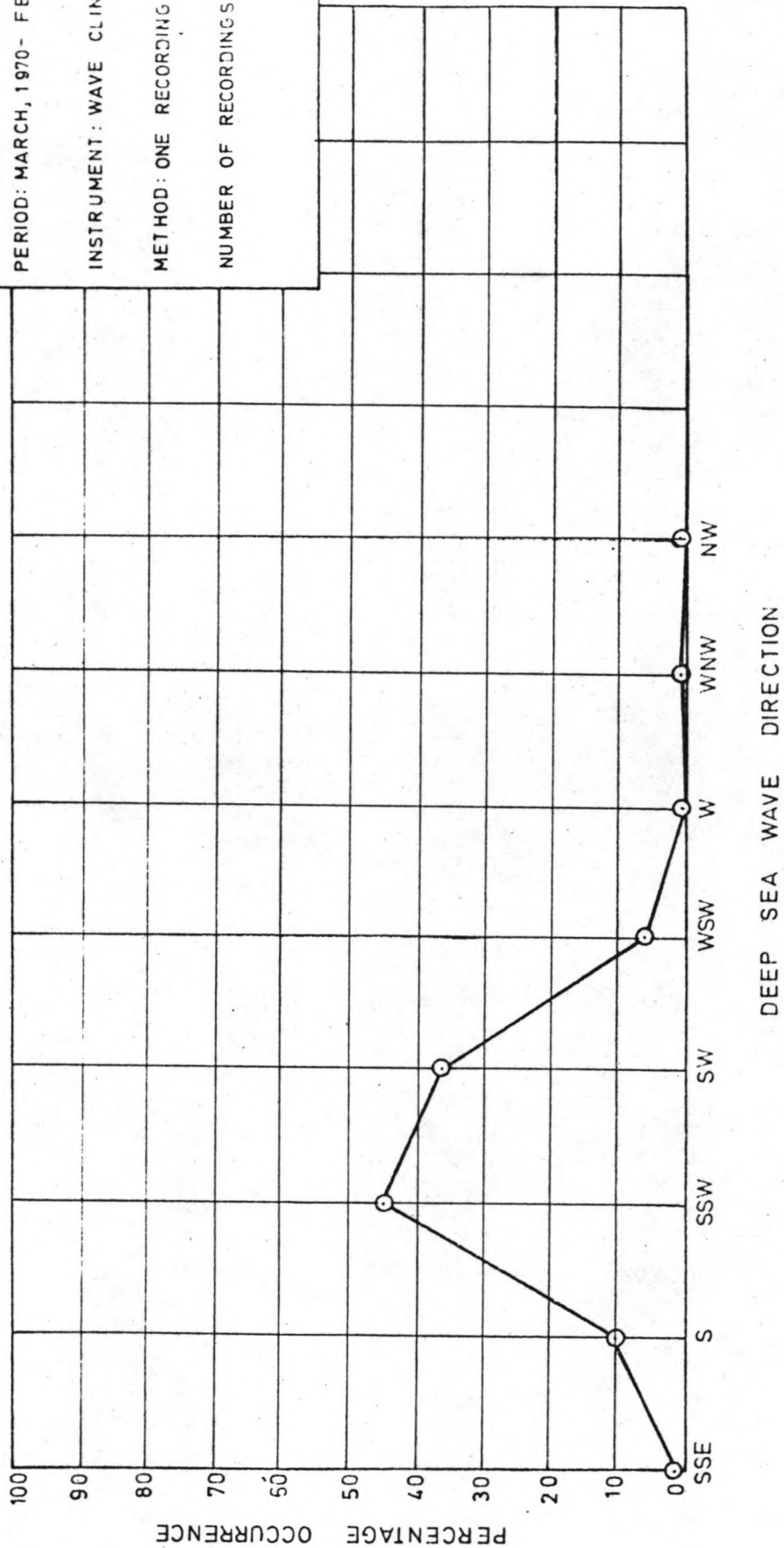
RECORDING AREA: SALDANHA BAY

PERIOD: MARCH, 1970 - FEBRUARY, 1972

INSTRUMENT: WAVE CLINOMETER

METHOD: ONE RECORDING DAILY

NUMBER OF RECORDINGS 66



DIRECTIONAL DISTRIBUTION OF WAVES FOR
SALDANHA BAY

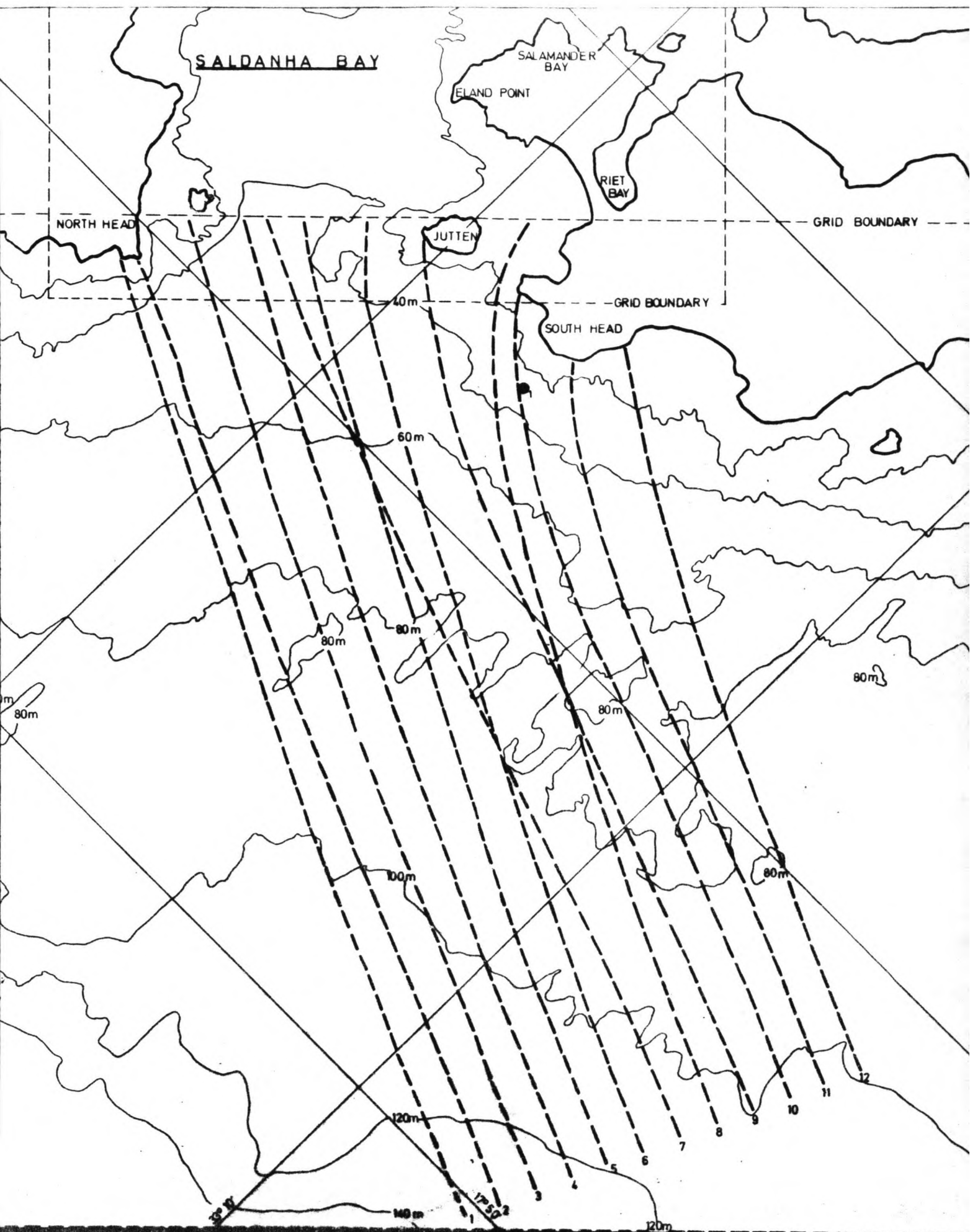
Bylage
3

Tabel I: Gemiddelde golfhoogte voor Saldanha Bay. (in m)

Richting	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
Jaar	2,3	3,2	2,9	2,9	3,1	4,0	3,3	3,9
Zomer	2,9	2,7	2,7	2,4	-	2,2	-	-
Herfst	1,6	2,8	2,8	3,2	3,0	5,7	2,2	-
Winter	1,8	4,1	3,0	4,2	-	-	5,2	-
Lente	2,2	2,9	3,0	3,0	-	-	-	3,7

Tabel II: Gemiddelde golfperiode voor Saldanha Bay. (in sec)

Richting	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
Jaar	13,2	13,9	13,5	13,6	14,3	16,3	13,5	12,6
Zomer	13,3	13,0	13,2	13,6	-	18,0	-	-
Herfst	13,0	12,9	12,8	14,0	14,0	14,0	12,0	-
Winter	13,6	14,9	14,3	14,0	-	-	16,0	-
Lente	13,0	14,1	13,5	13,3	-	-	-	12,0



DEEP SEA WAVE REFRACTION DIAGRAM

WAVE DIRECTION SSW
WAVE PERIOD 14 sec.

Bylage 5a

SALDANHA BAY



1 MALGAS ISLAND
 2 MARCUS ISLAND
 3 MEEUW ISLAND
 SCALE: 1:50 000

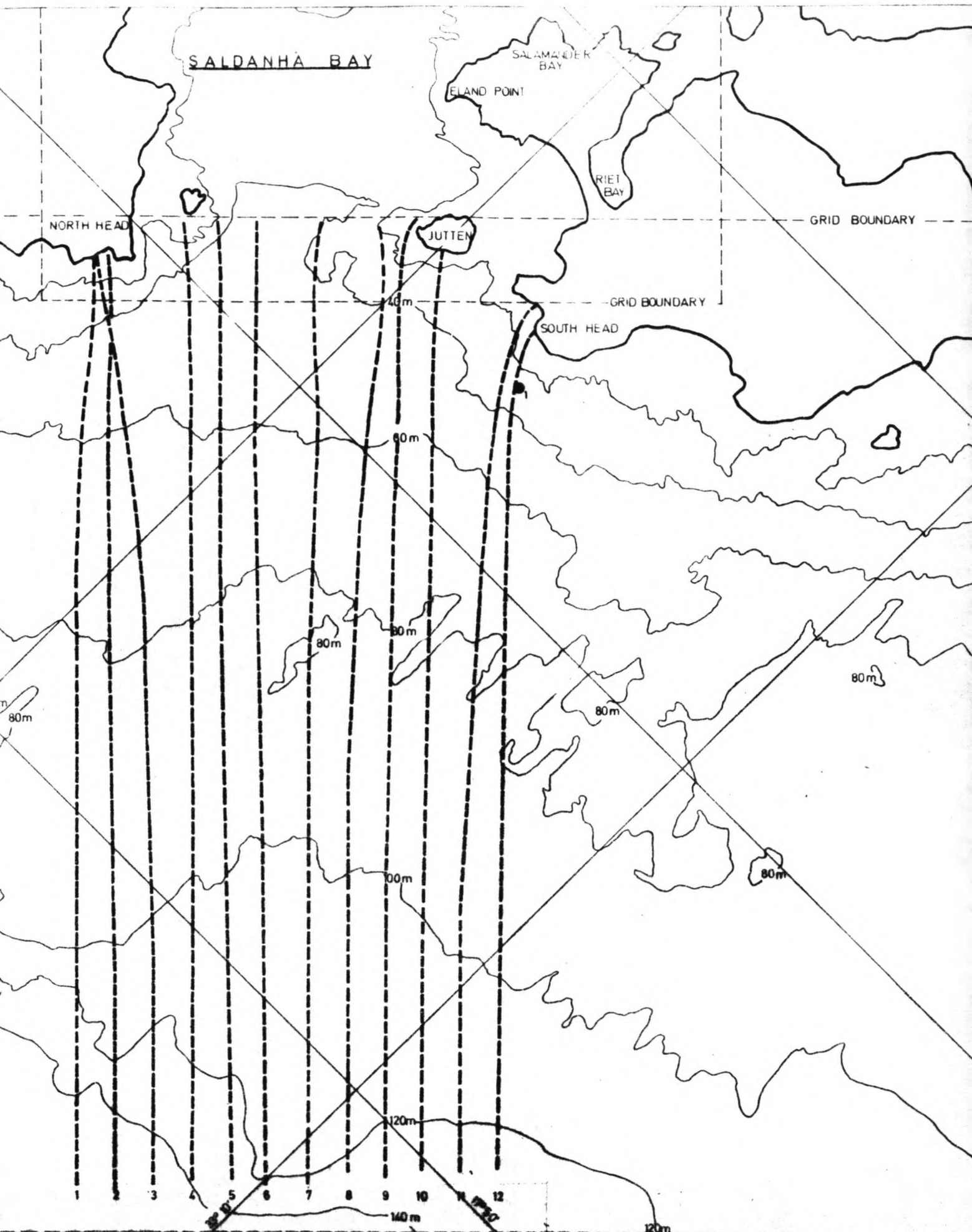
WAVE REFRACTION DIAGRAM

WAVE DIRECTION SSW
 WAVE PERIOD 14 sec

Bylage 5b

FIGURE

55

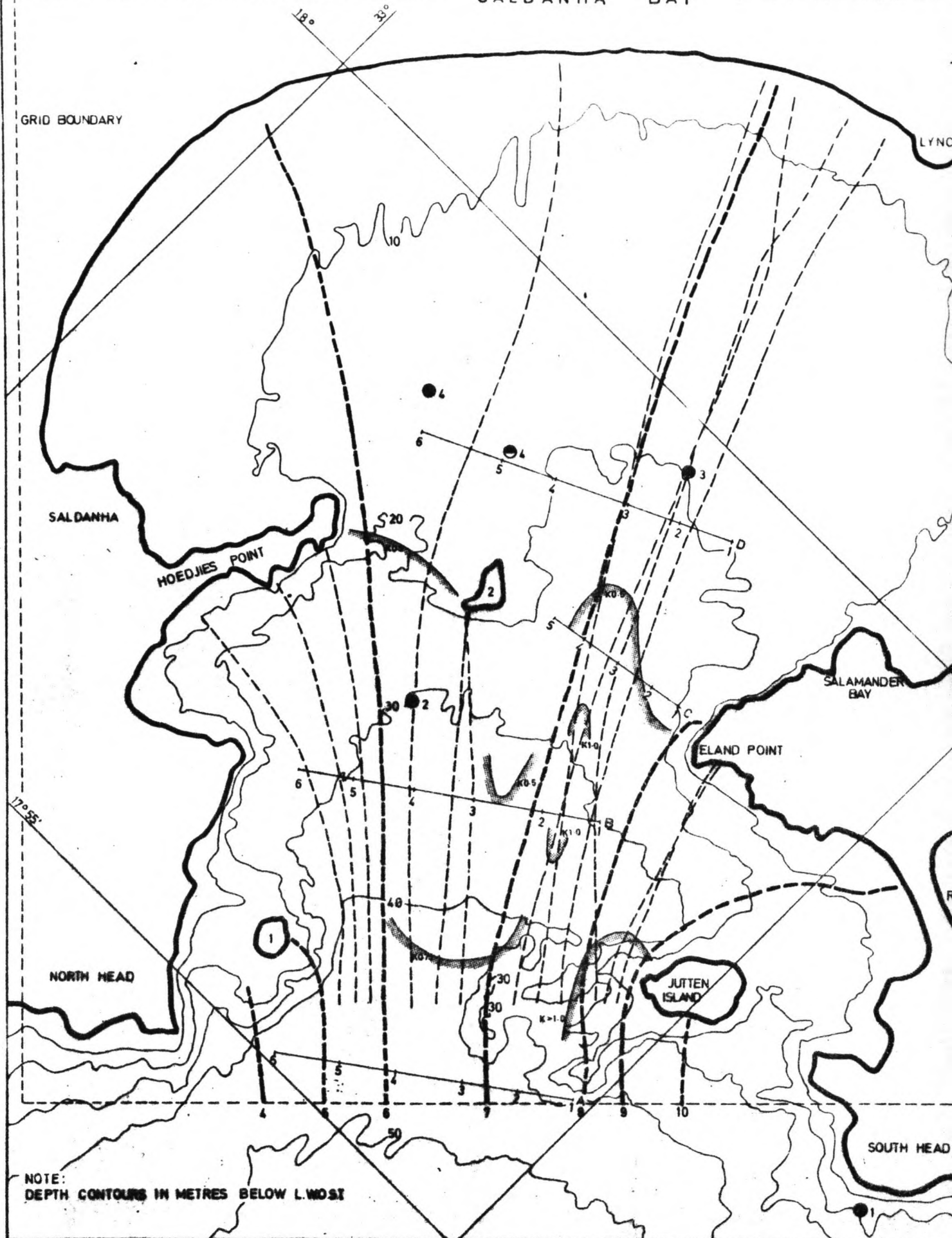


DEEP SEA WAVE REFRACTION DIAGRA

WAVE DIRECTION SW
WAVE PERIOD 14 sec.

Bylage 5c

SALDANHA BAY



NOTE:
DEPTH CONTOURS IN METRES BELOW L.W.O.S.T.

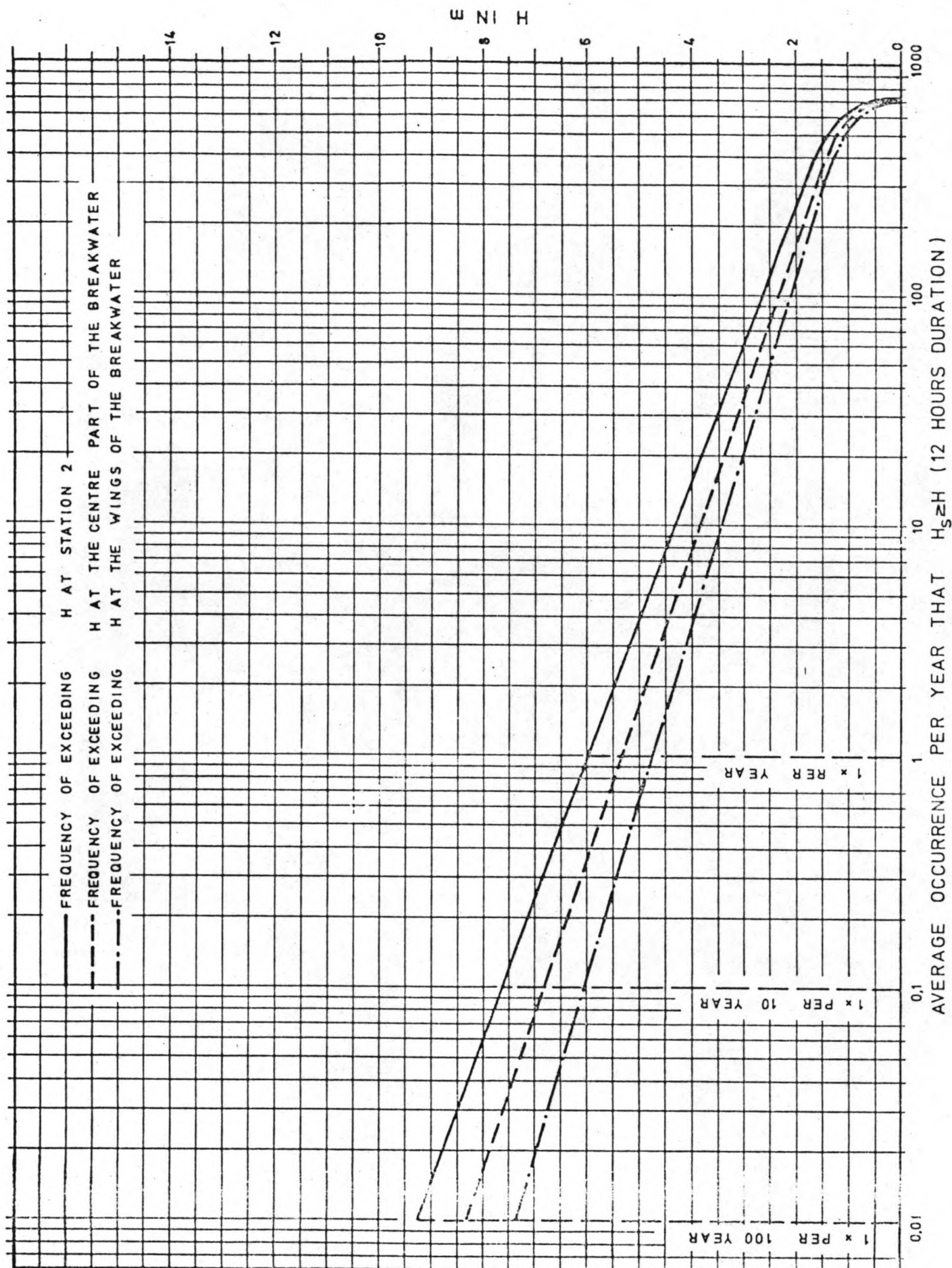
LEGEND: ● HES RECORDERS
● HES NEW POSITION FROM JUNE 1970
--- DEEP SEA WAVE ORTHOGONAL
--- SUB DIVIDED ORTHOGONAL
--- LINES OF SIMULTANEOUS WAVE RECORDINGS

1 NALGAS ISLAND
2 MARCUS ISLAND
3 NEEUW ISLAND
SCALE: 1:50 000

WAVE REFRACTION DIAGRAM

WAVE DIRECTION SW
WAVE PERIOD 16 sec

Bylage 5d



WAVE HEIGHT PROBABILITY CURVES

Bylage 6

LEGEND

RECORDING AREA: ELANDSPUNT

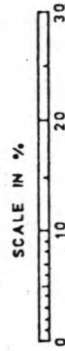
PERIOD: AUGUST 1970 - JULY 1971

INSTRUMENT: LAMBRECHT RECORDER

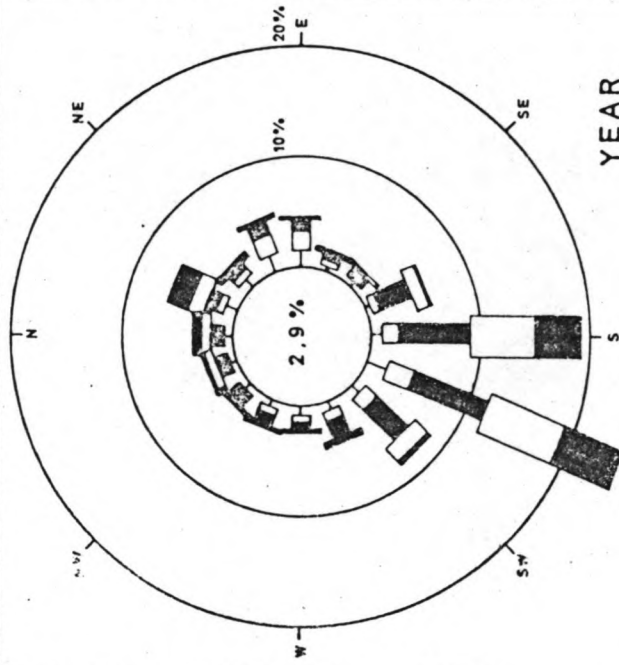
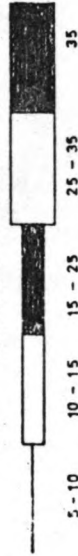
METHOD: HOURLY RECORDS

NUMBER OF RECORDINGS: 2882

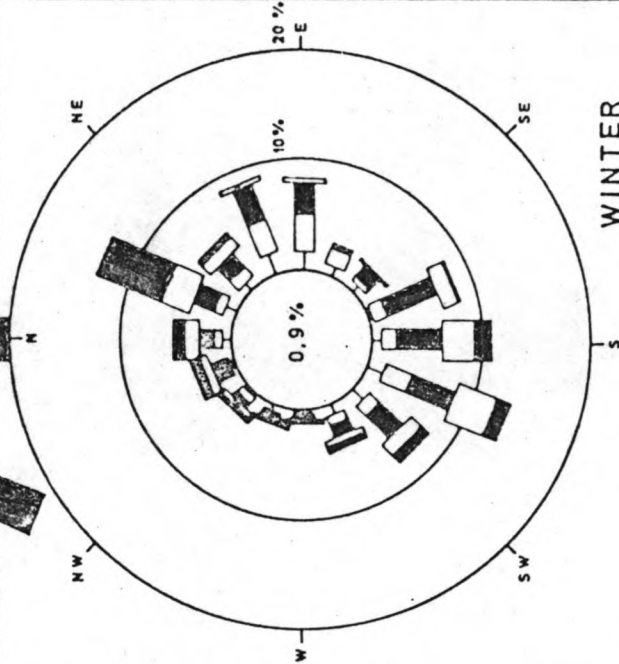
PERCENTAGE OF CALMS WITHIN THE CIRCLE



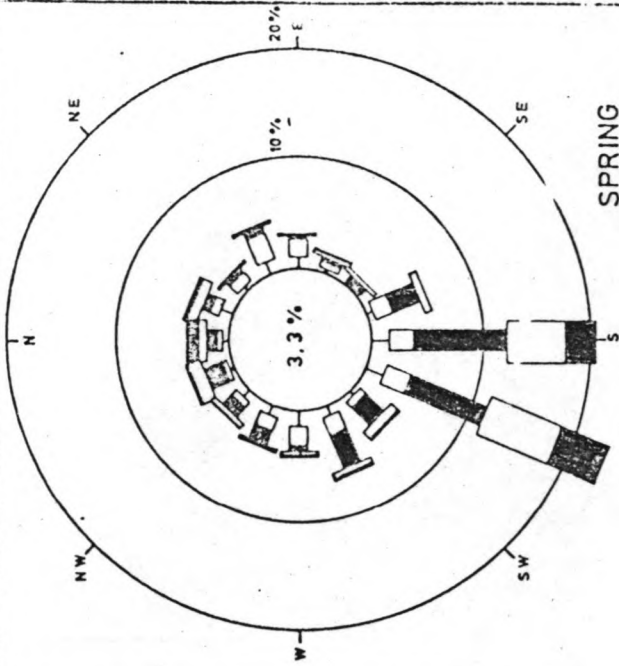
WIND SPEED IN KM/HR



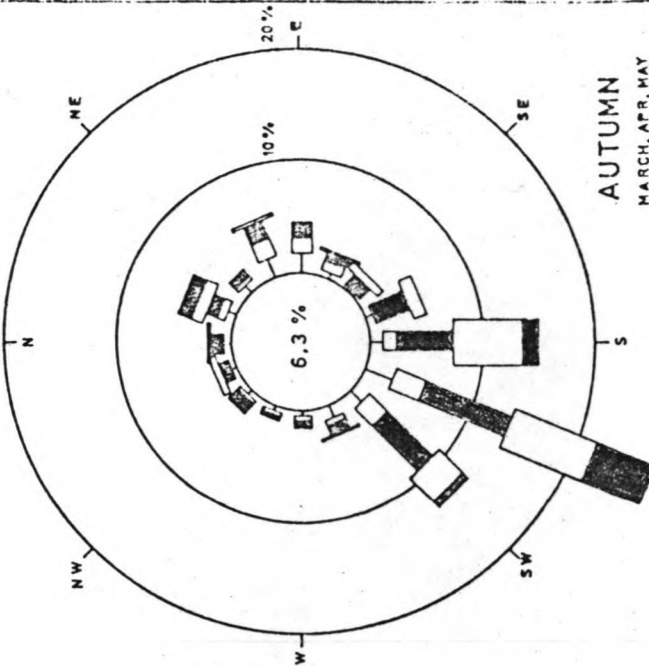
YEAR



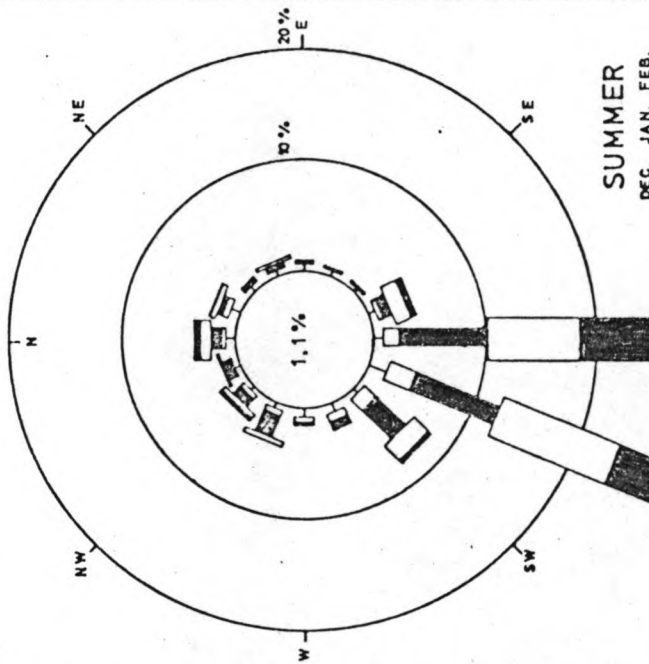
WINTER
JUNE JULY AUG.



SPRING
SEPT. OCT. NOV.



AUTUMN
MARCH, APR. MAY



SUMMER
DEC. JAN. FEB.

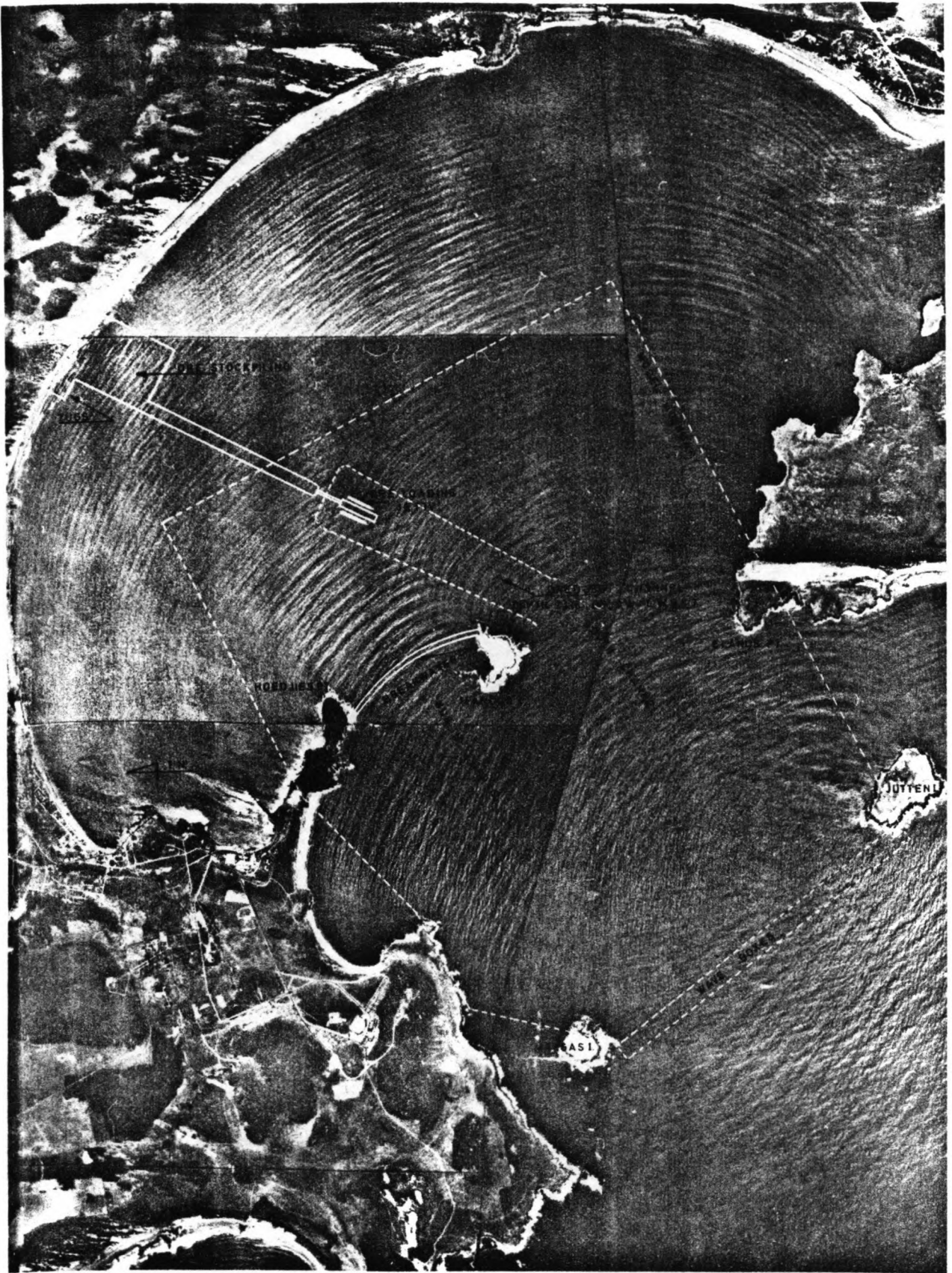
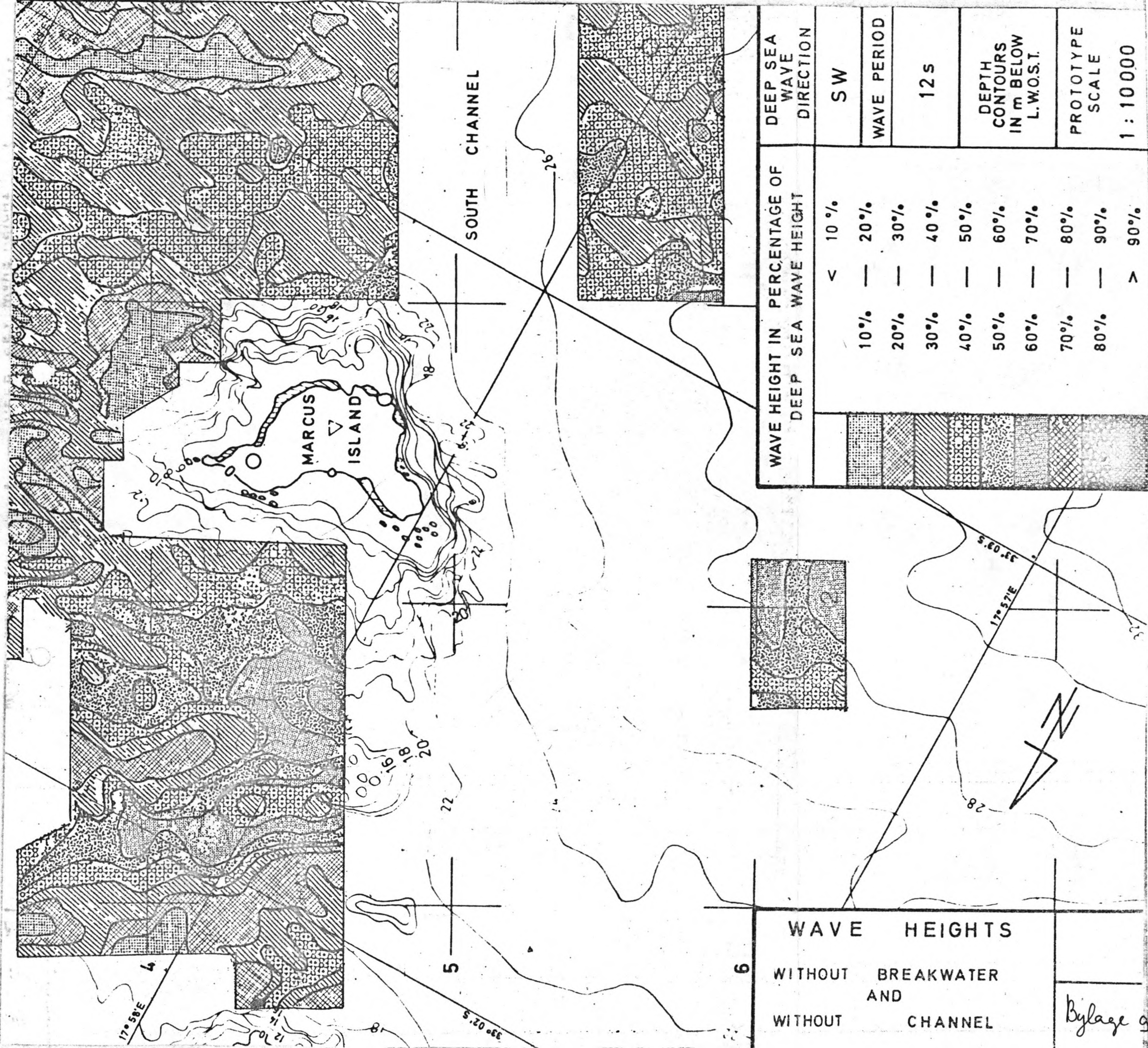
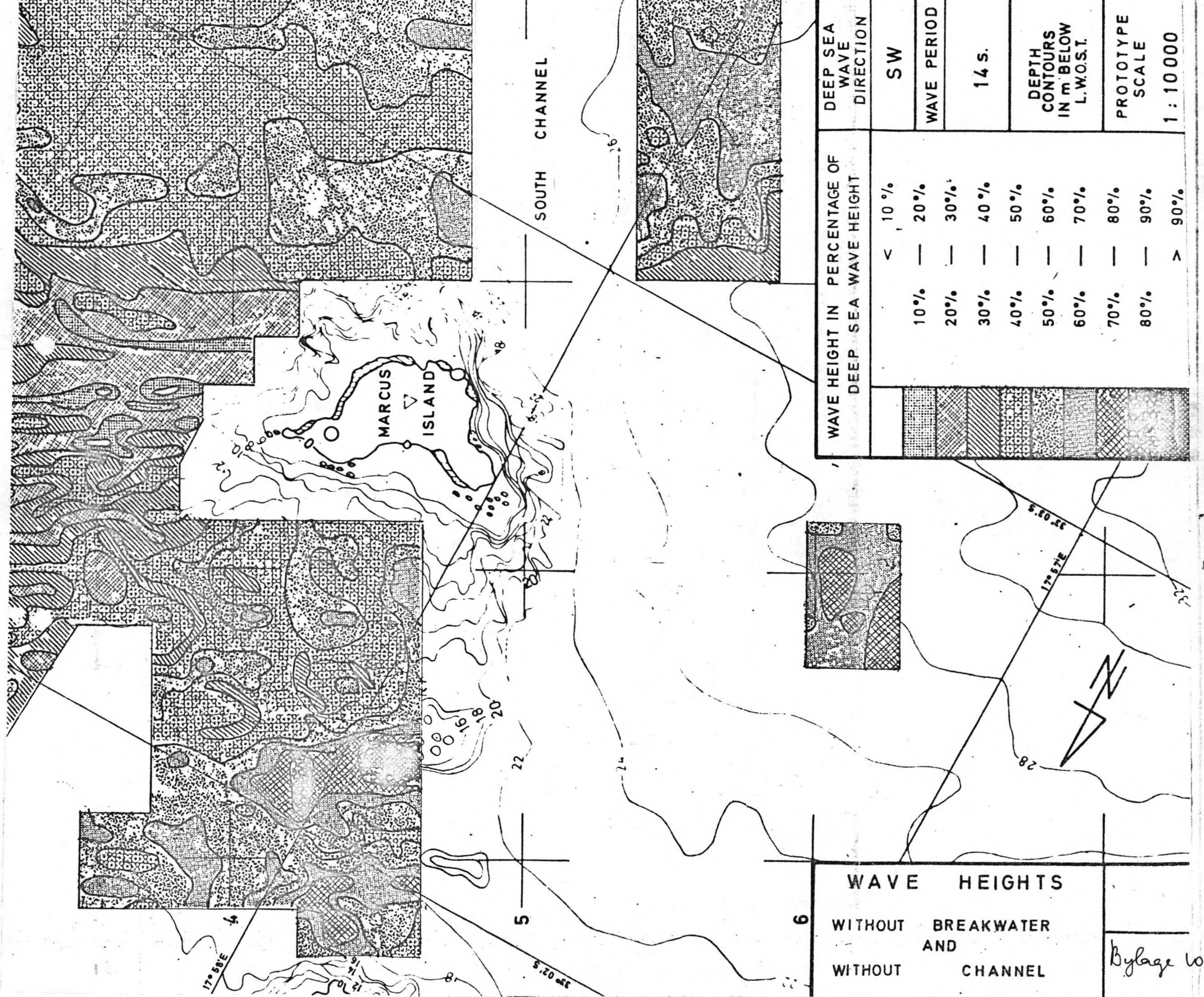
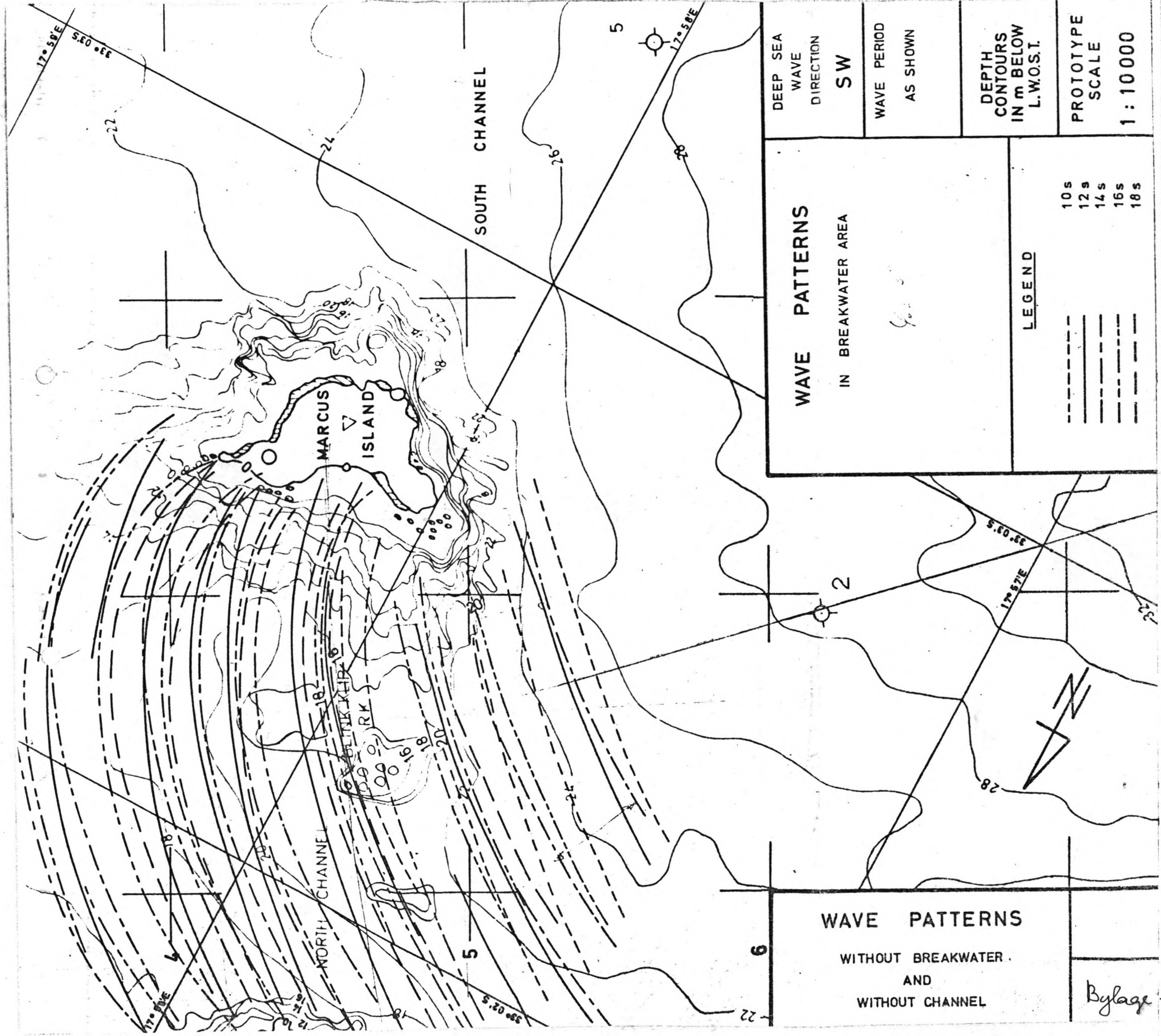
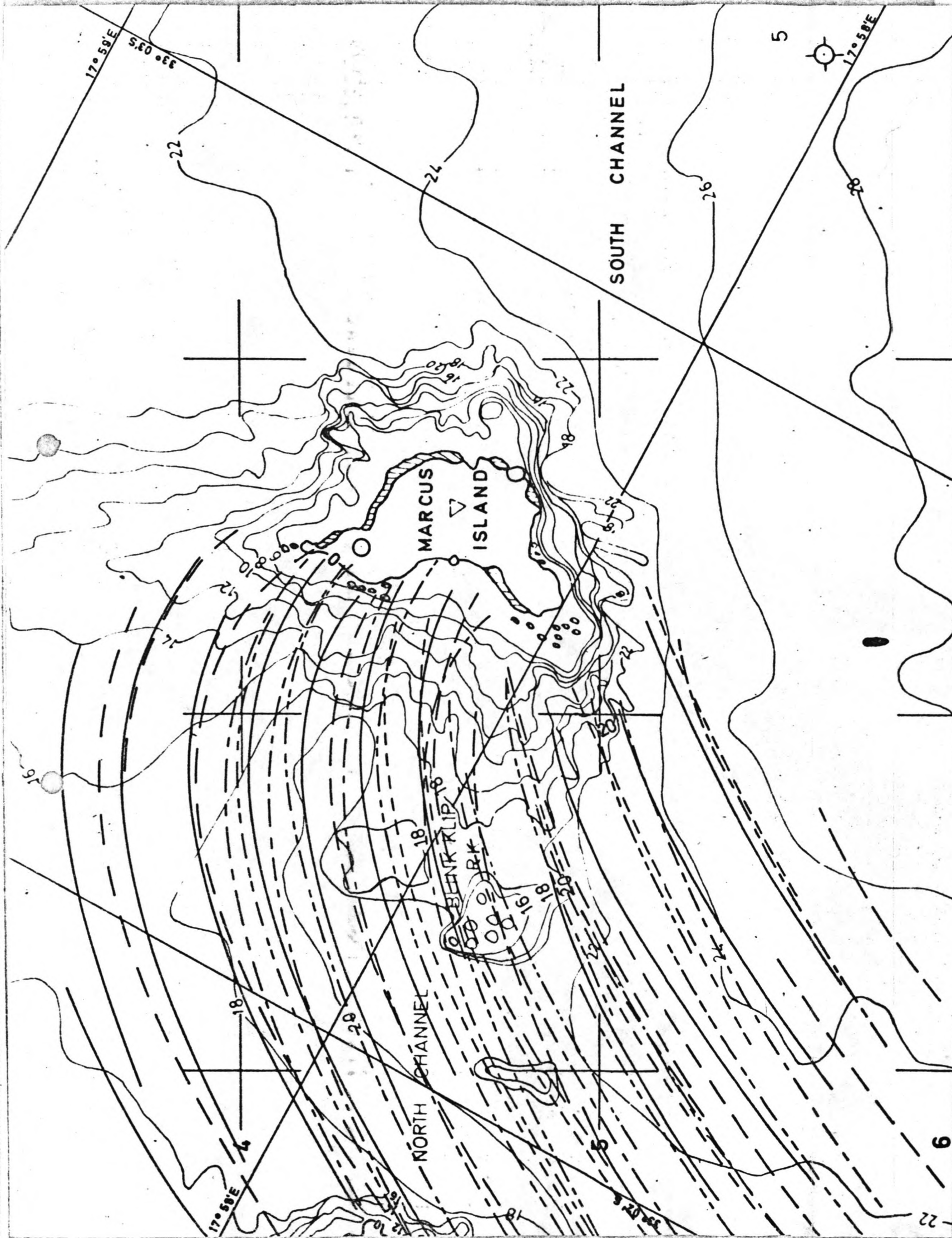


FIGURE 1 : Aerial photograph of Saldanha Bay showing model boundary and layout of iron ore loading terminal.









DEEP SEA WAVE DIRECTION SSW	WAVE PERIOD SEE LEGEND	DEPTH CONTOURS IN m BELOW L.W.O.S.T.	PROTOTYPE SCALE 1:10000
WAVE PATTERNS IN BREAKWATER AREA		LEGEND	
WAVE PATTERNS WITHOUT BREAKWATER AND WITHOUT CHANNEL		10s 12s 14s 16s 18s	

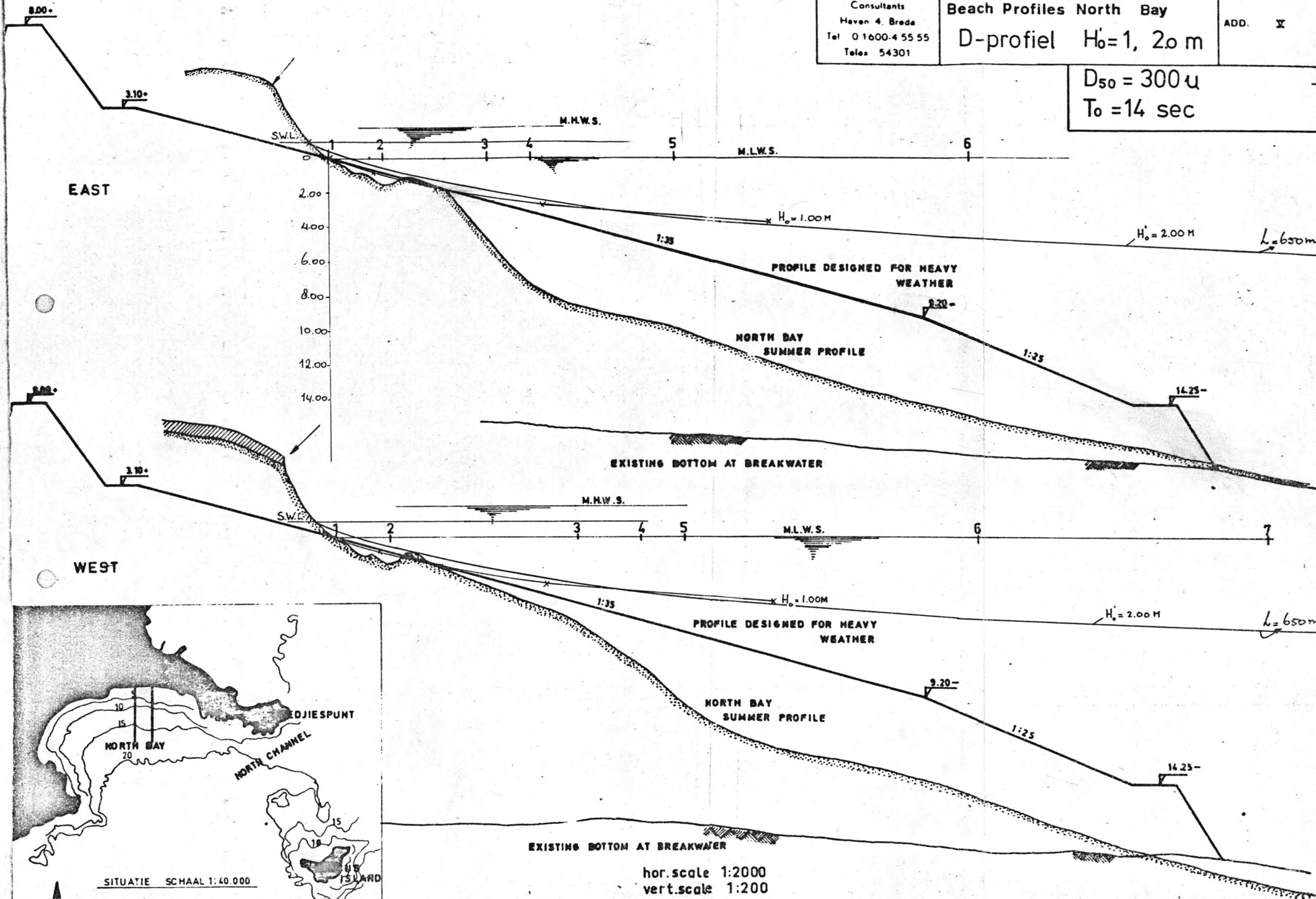
Harbour
Ir. L. W. LIEVENSE
Consultants
Haven 4, Breda
Tel. 01600-45555
Tele. 54301

SISHEN - SALOANHA PROJECT
Beach Profiles North Bay
D-profiel $H_0 = 1, 2.0 \text{ m}$

Date AUG. 1972

ADD. V

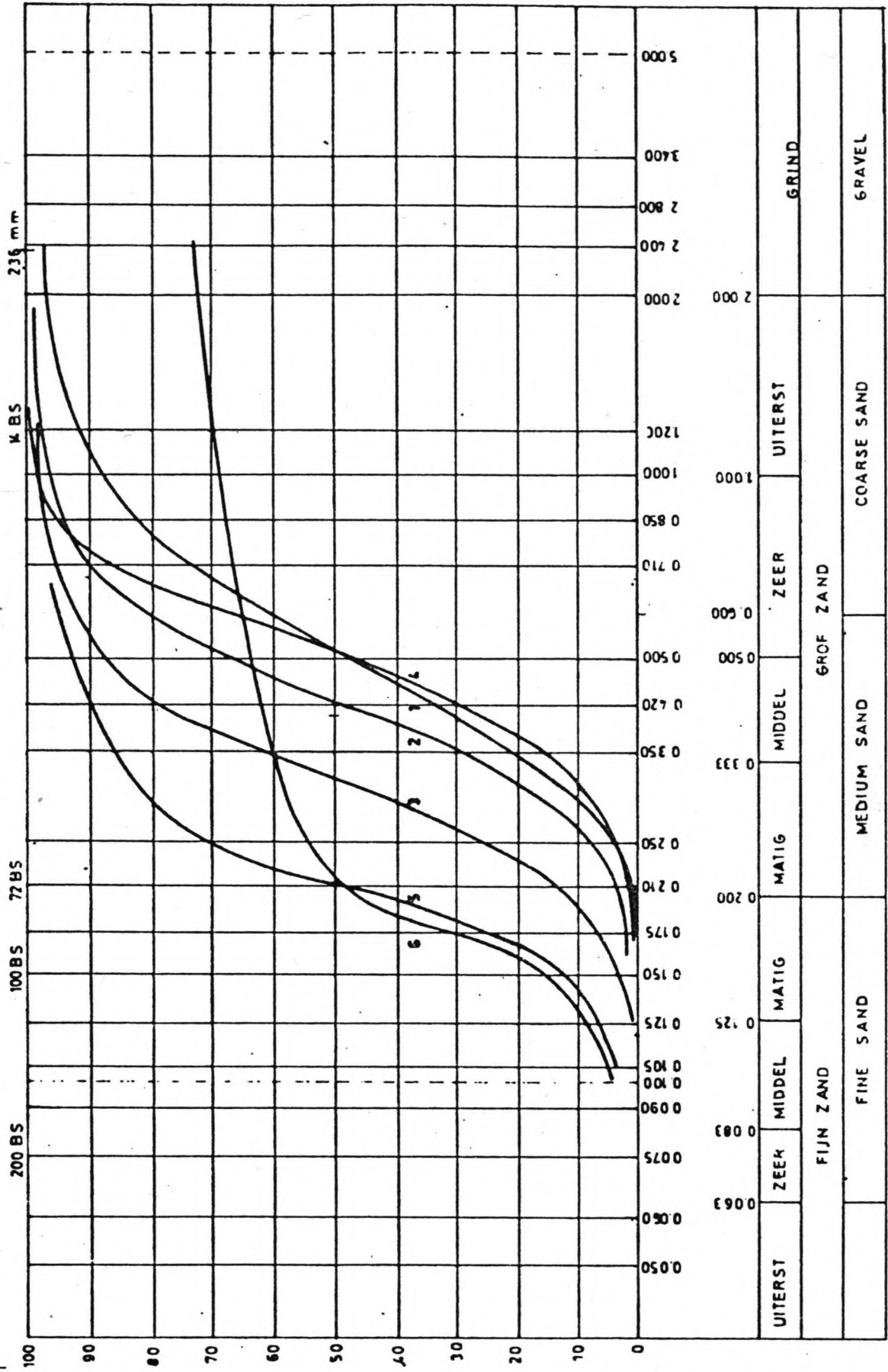
$D_{50} = 300 \mu$
 $T_0 = 14 \text{ sec}$



EAST

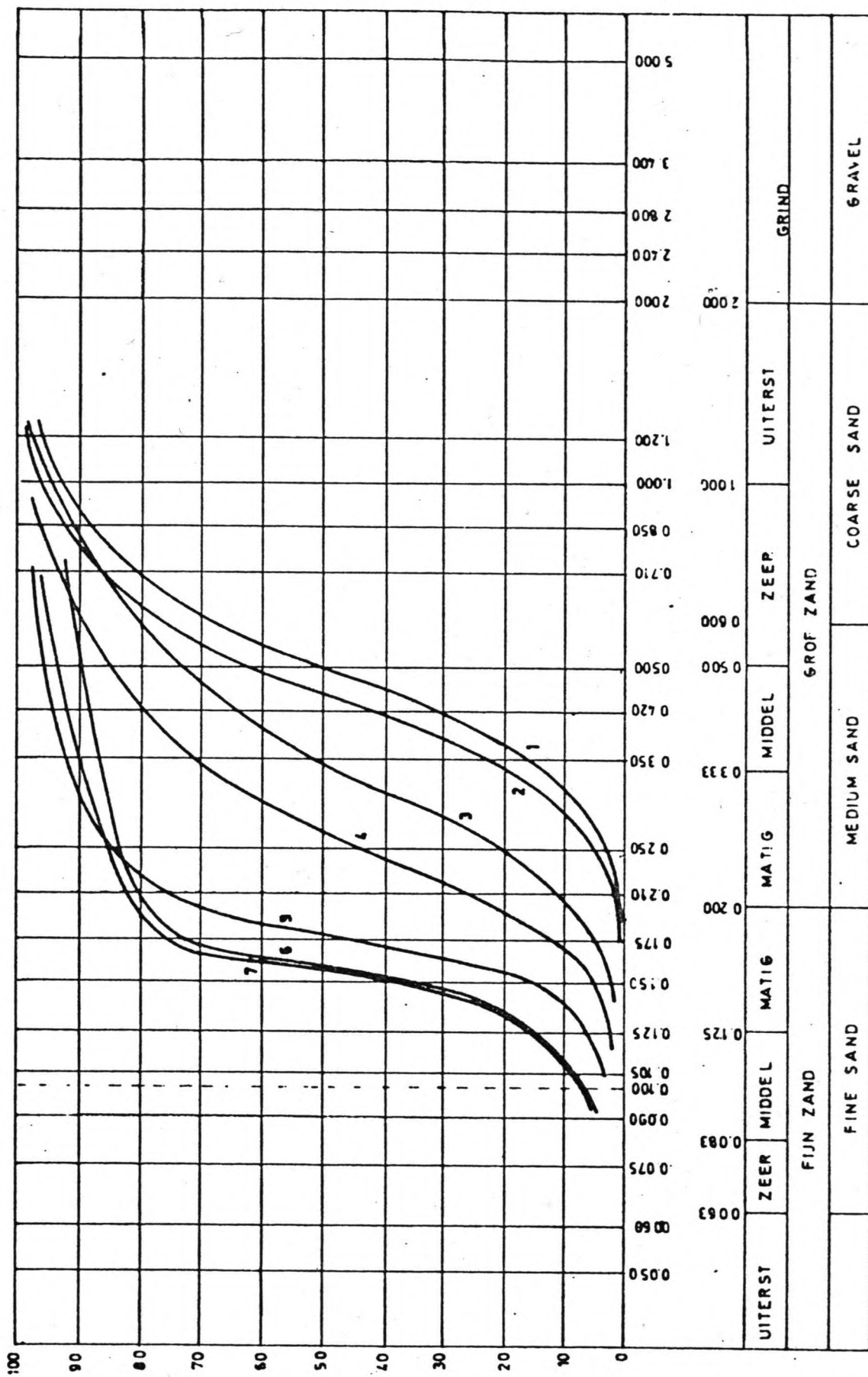
BS 410/69

% PASSING



WEST

% PASSING



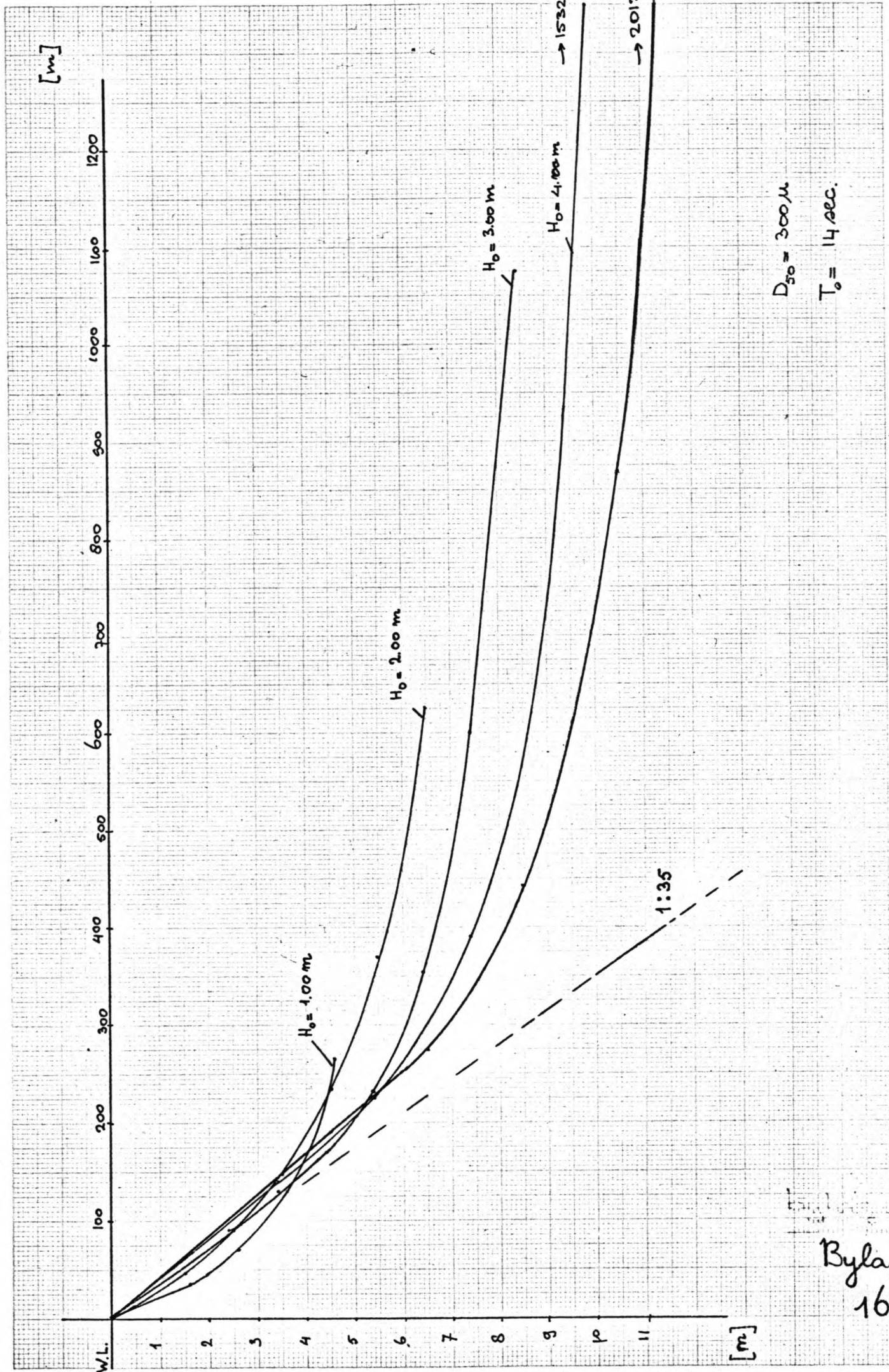
Harbour:
 Ir. L. W. LIEVENSE
 Consultants
 Haven 4, Breda
 Tel.: 0 1600-4 55 55
 Telex: 54301

SISHEN - SALDANHA PROJECT

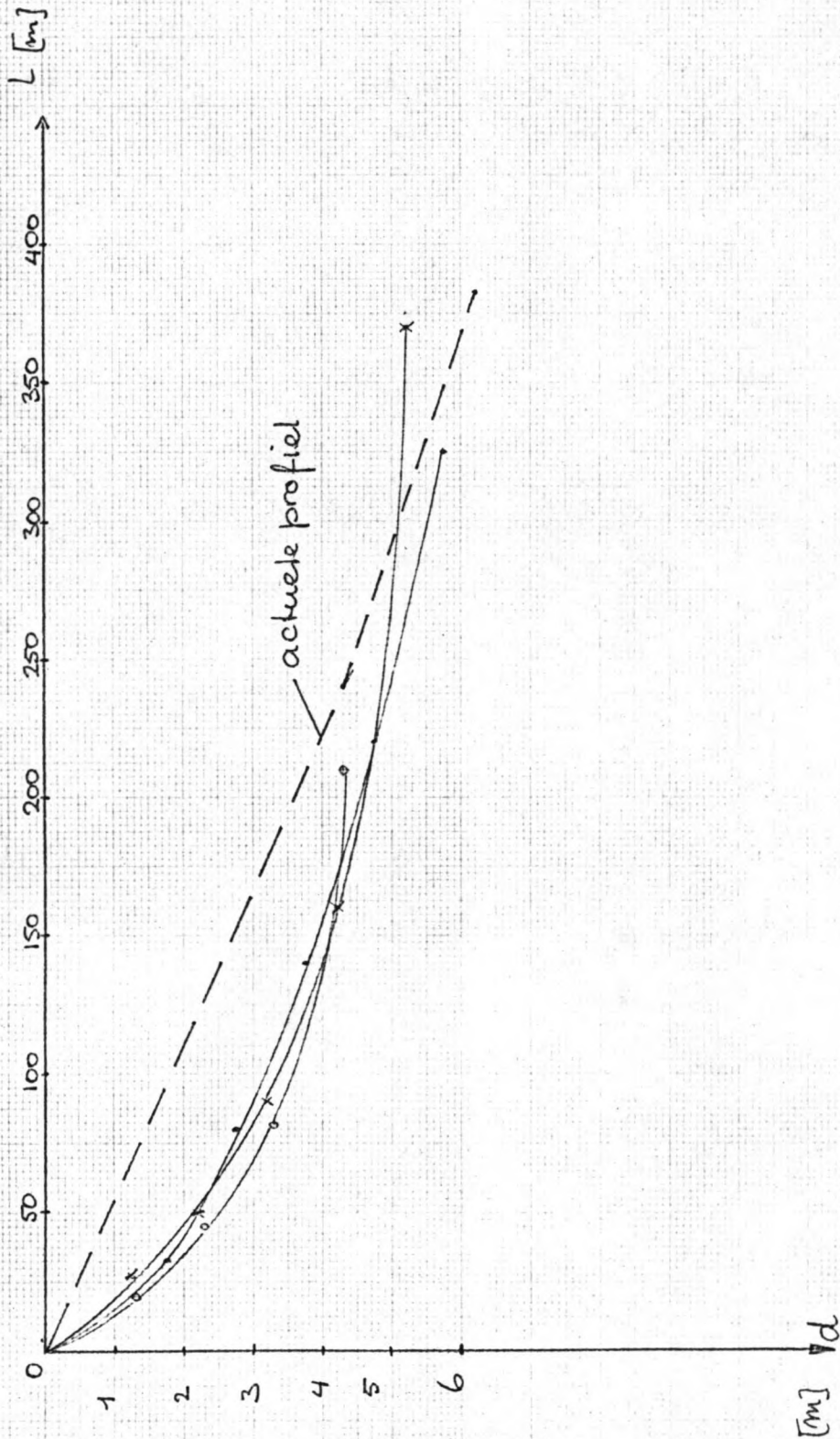
Particle distribution sand
 samples Nort Bay(west)

Date : AUG. 197

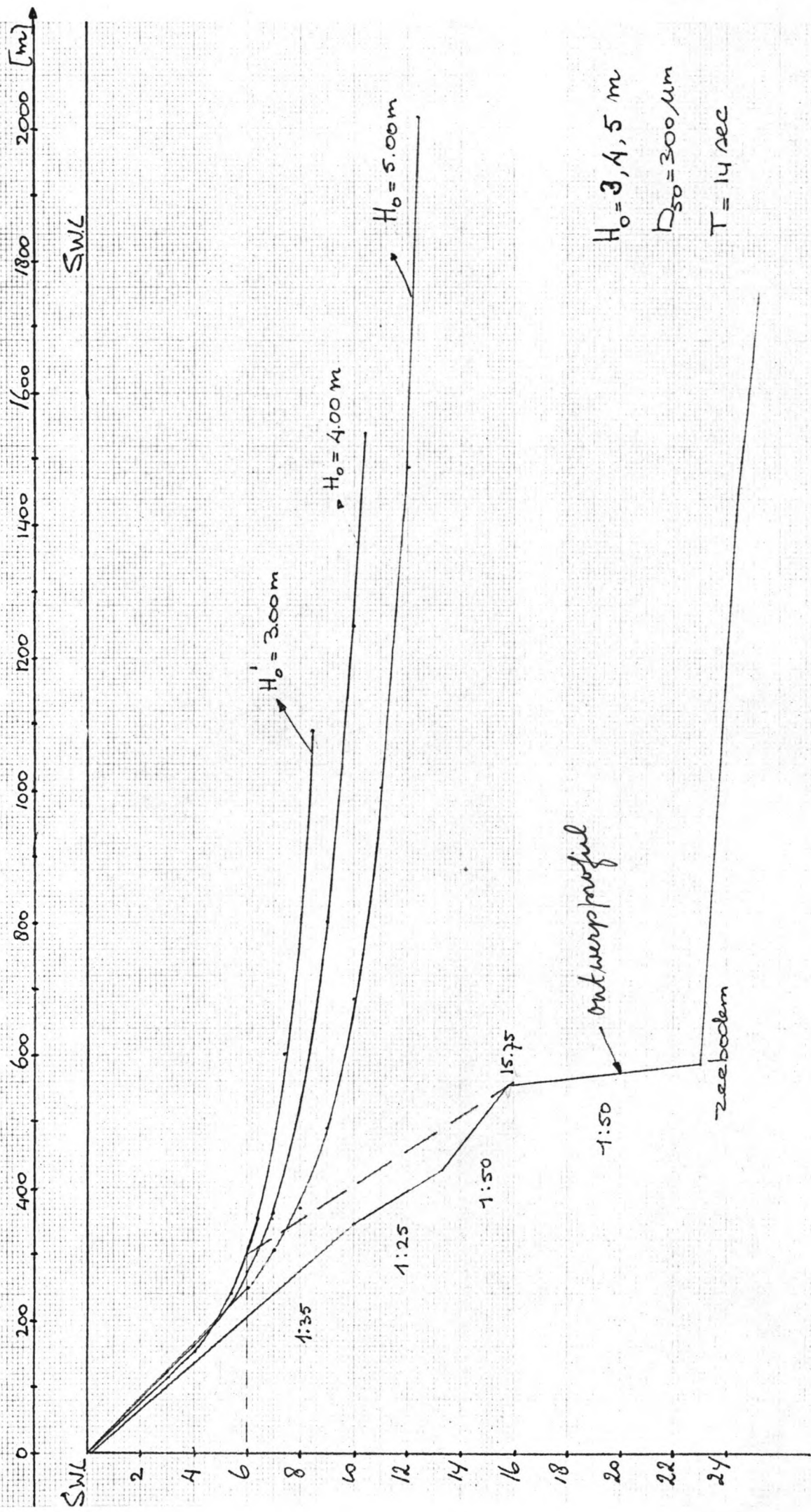
ADD. IV
 bylage 15



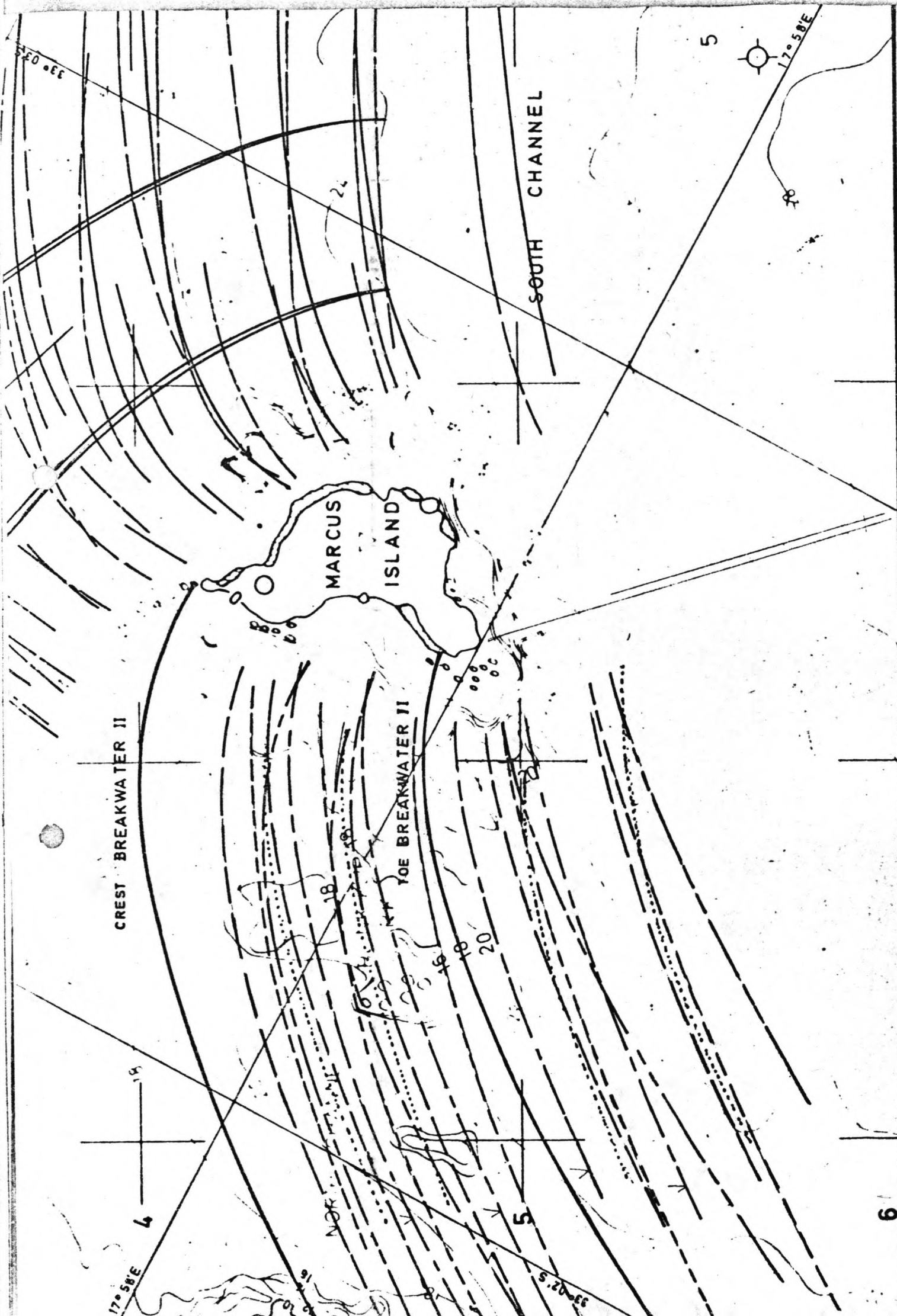
$D_{50} = 300\mu$
 $T_0 = 14\text{ sec.}$



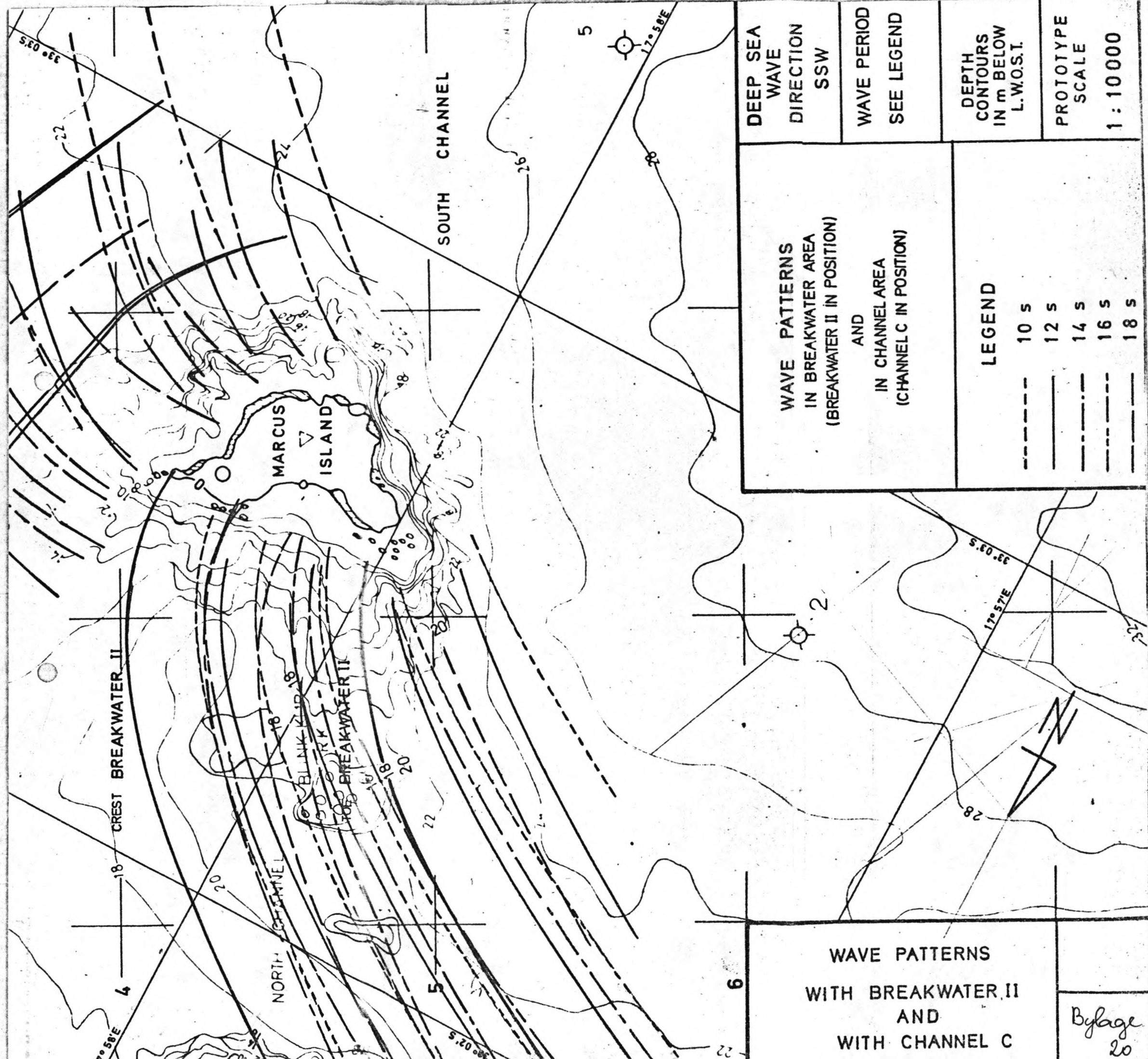
D - profielen
" Sinner Bay "

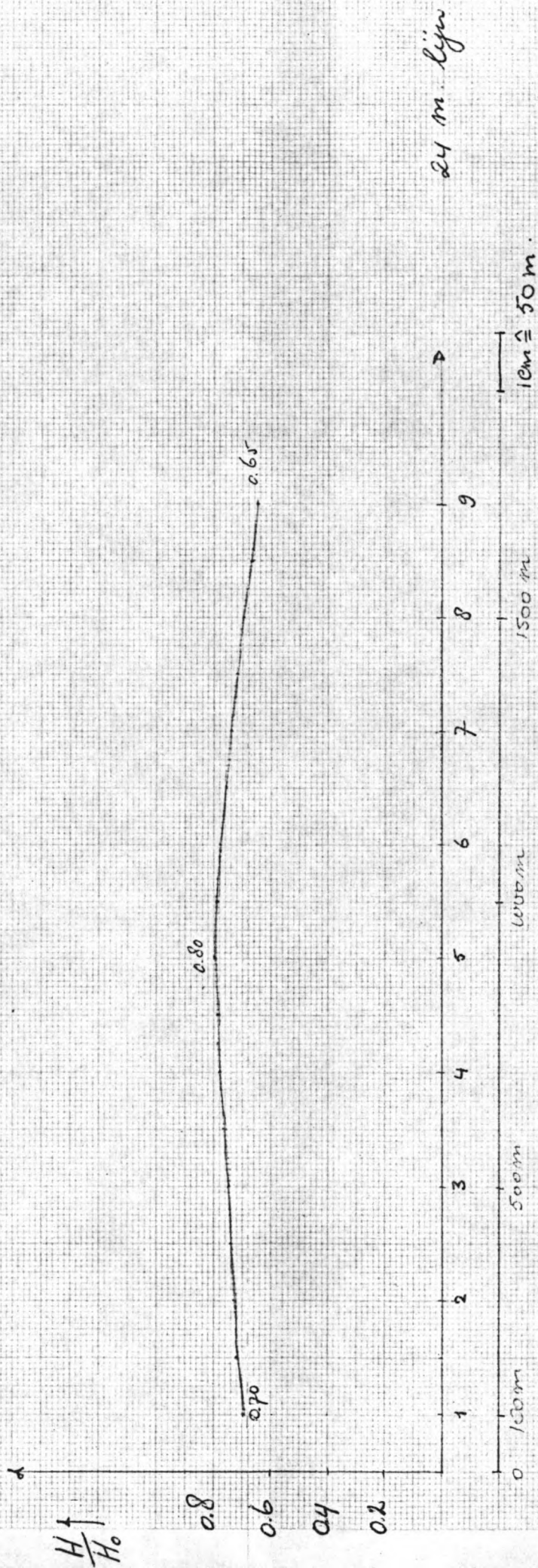


$H_0 = 3, 4, 5 \text{ m}$
 $D_{50} = 300 \mu\text{m}$
 $T = 14 \text{ sec}$

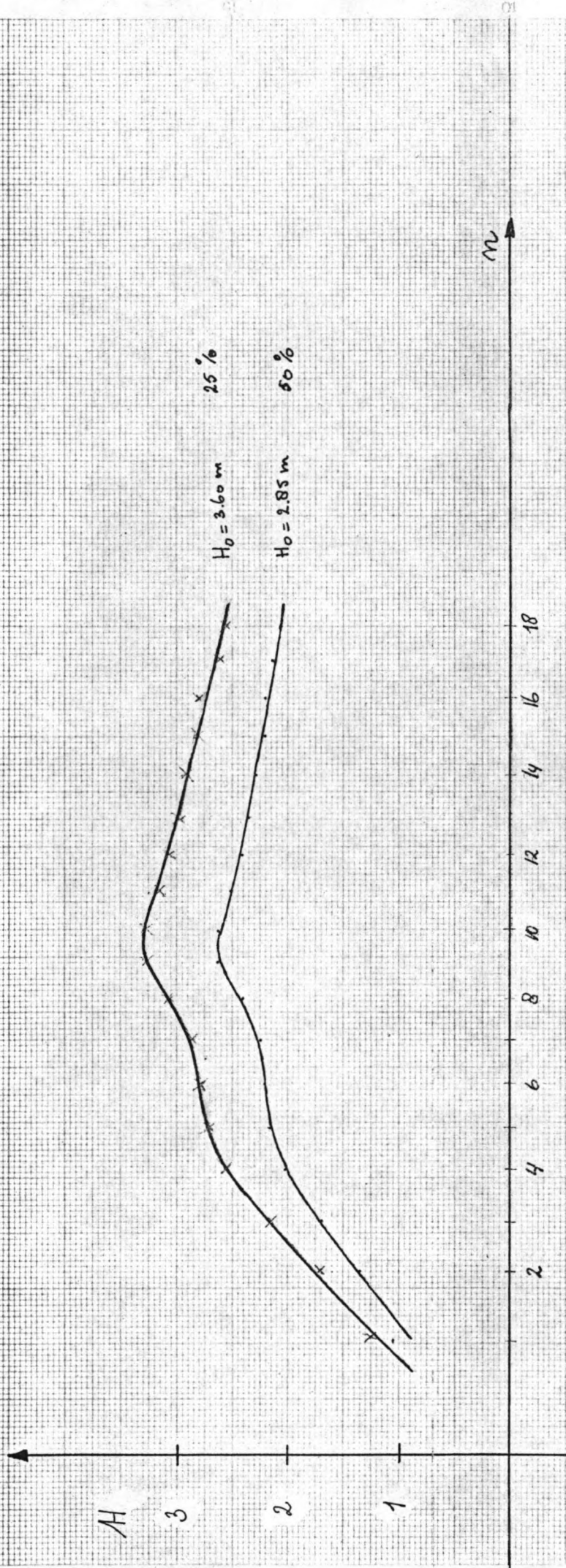


DEEP SEA WAVE DIRECTION	WAVE PATTERNS IN BREAKWATER AREA (BREAKWATER II IN POSITION)	WAVE PATTERNS WITH BREAKWATER II. AND WITH CHANNEL C.
SW	AND	
WAVE PERIOD	IN CHANNEL AREA. (CHANNEL C IN POSITION)	
AS SHOWN.		
DEPTH CONTOURS IN m BELOW L.W.O.S.T.	LEGEND	
PROTOTYPE SCALE 1 : 10000	10s. 12s. 14s. 16s. 18s. 20s.	



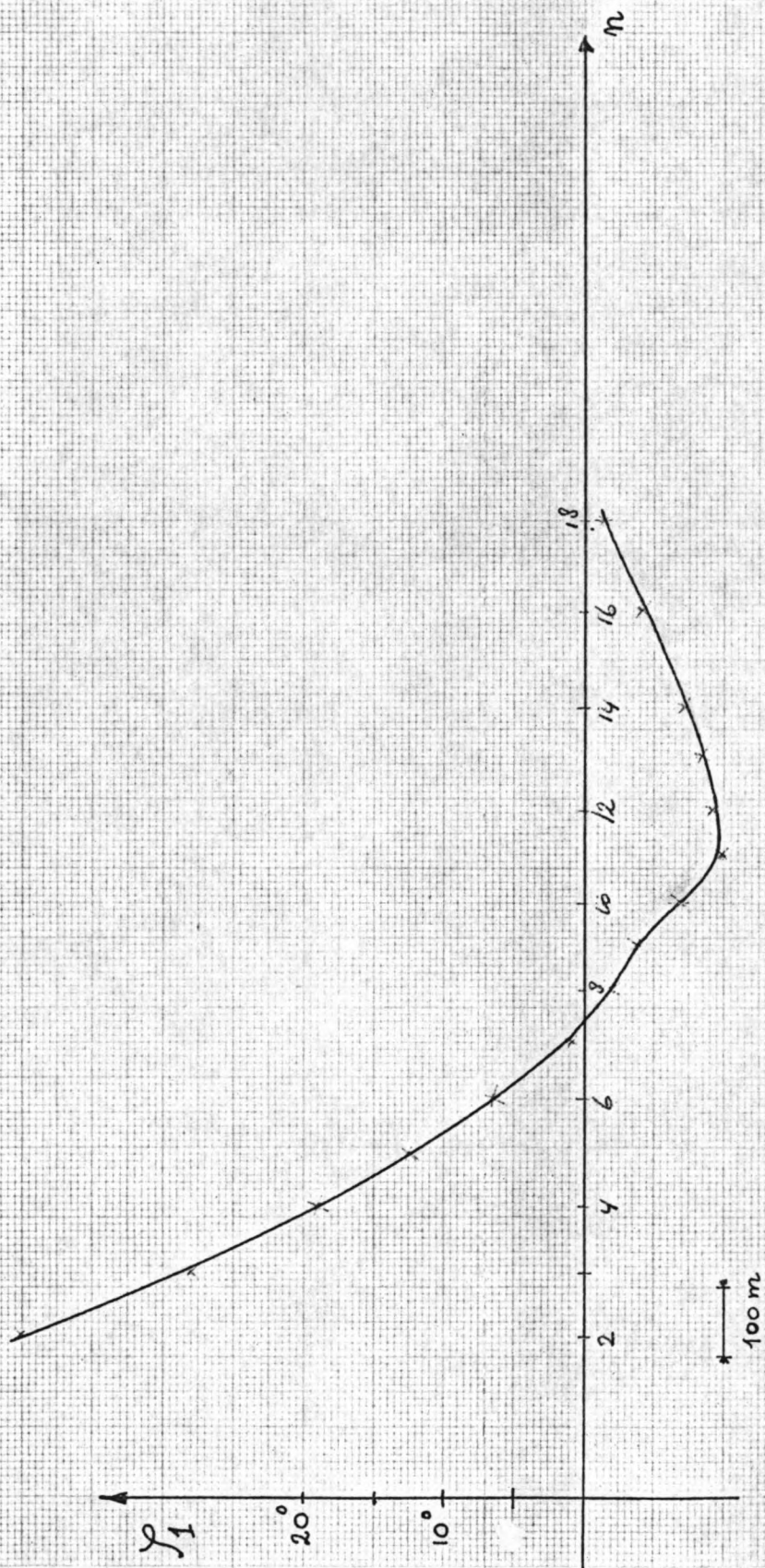


Golfhoopje verdeling langs $d=24$ m



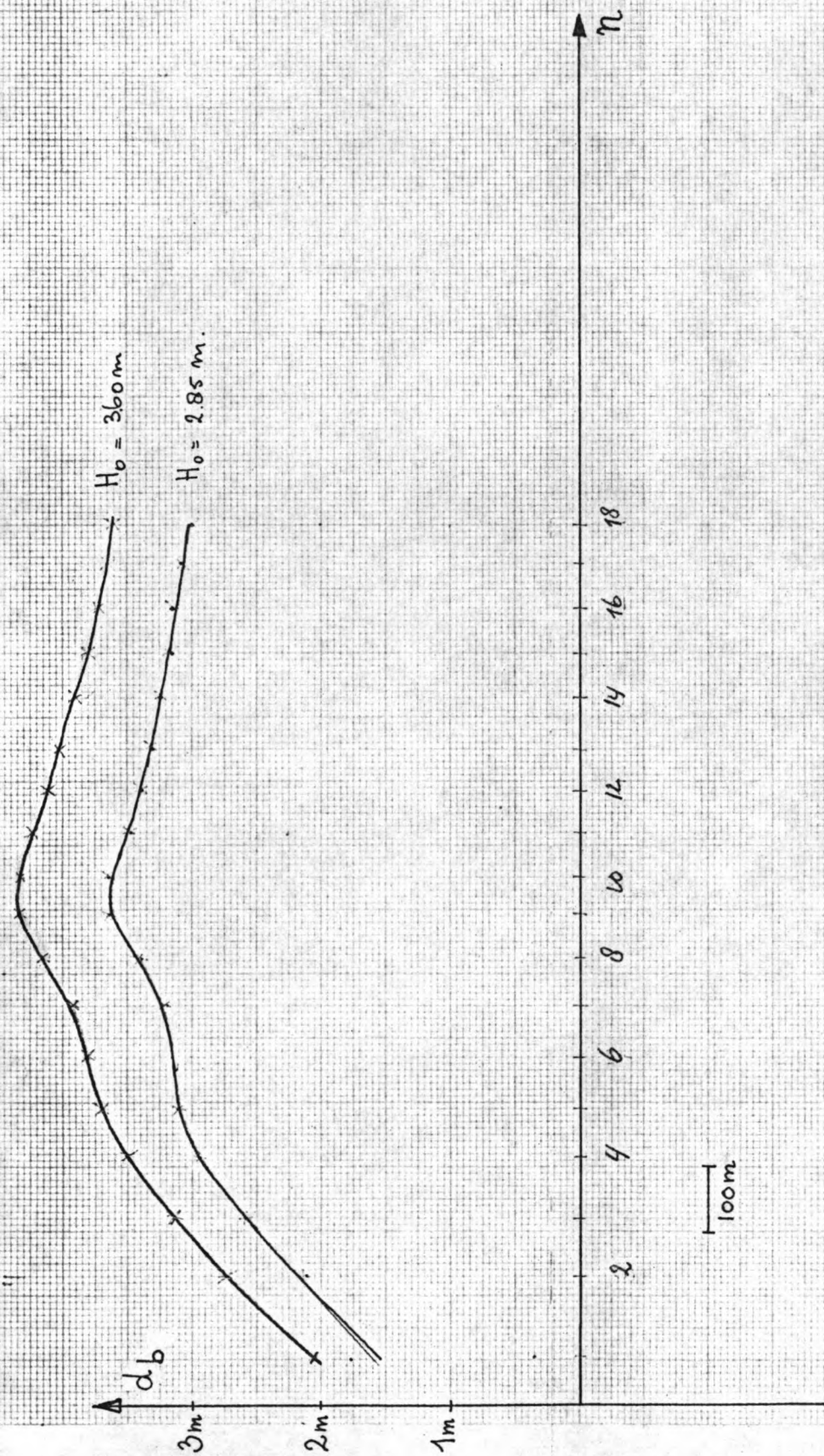
$$T_0 = 14 \text{ sec}$$

$$d = 6.00 \text{ m}$$

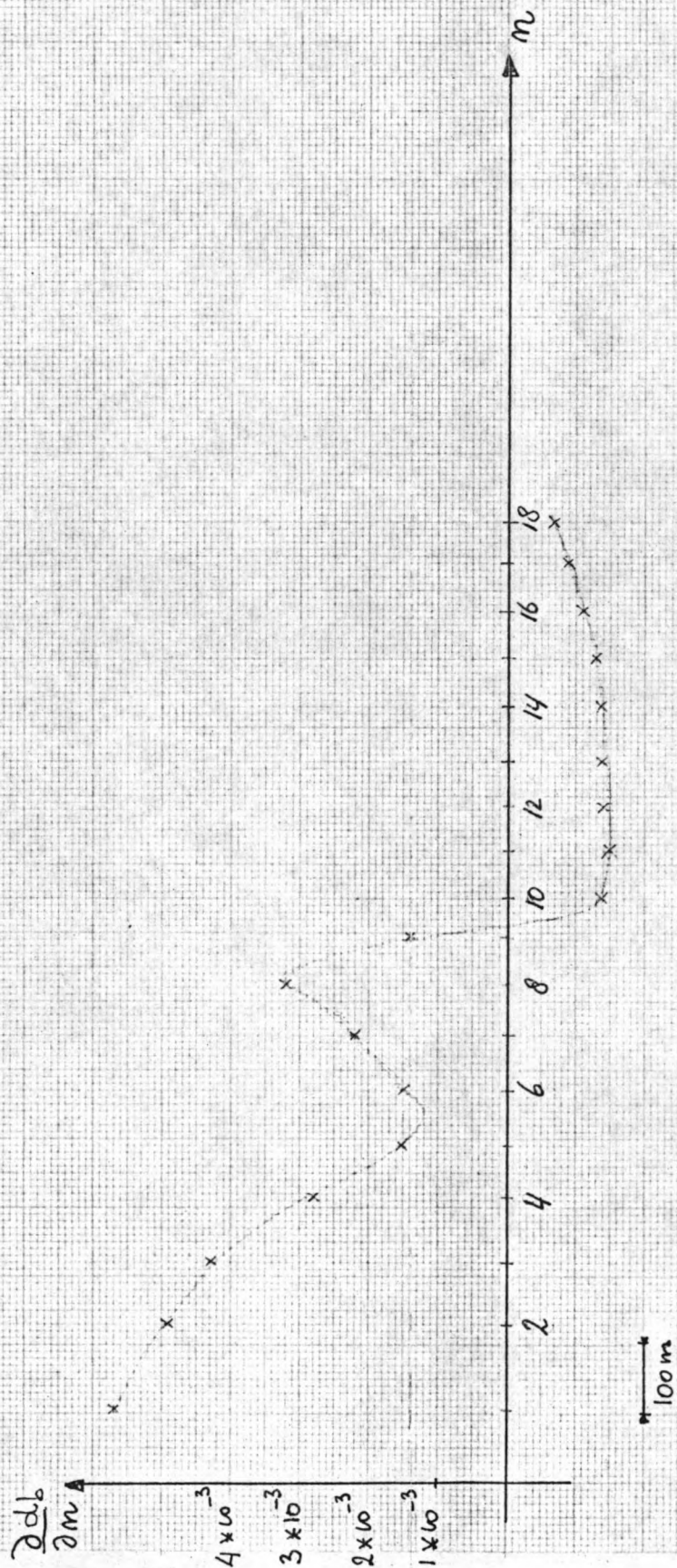


$T = 14 \text{ sec}$

$d = 6.00 \text{ m}$

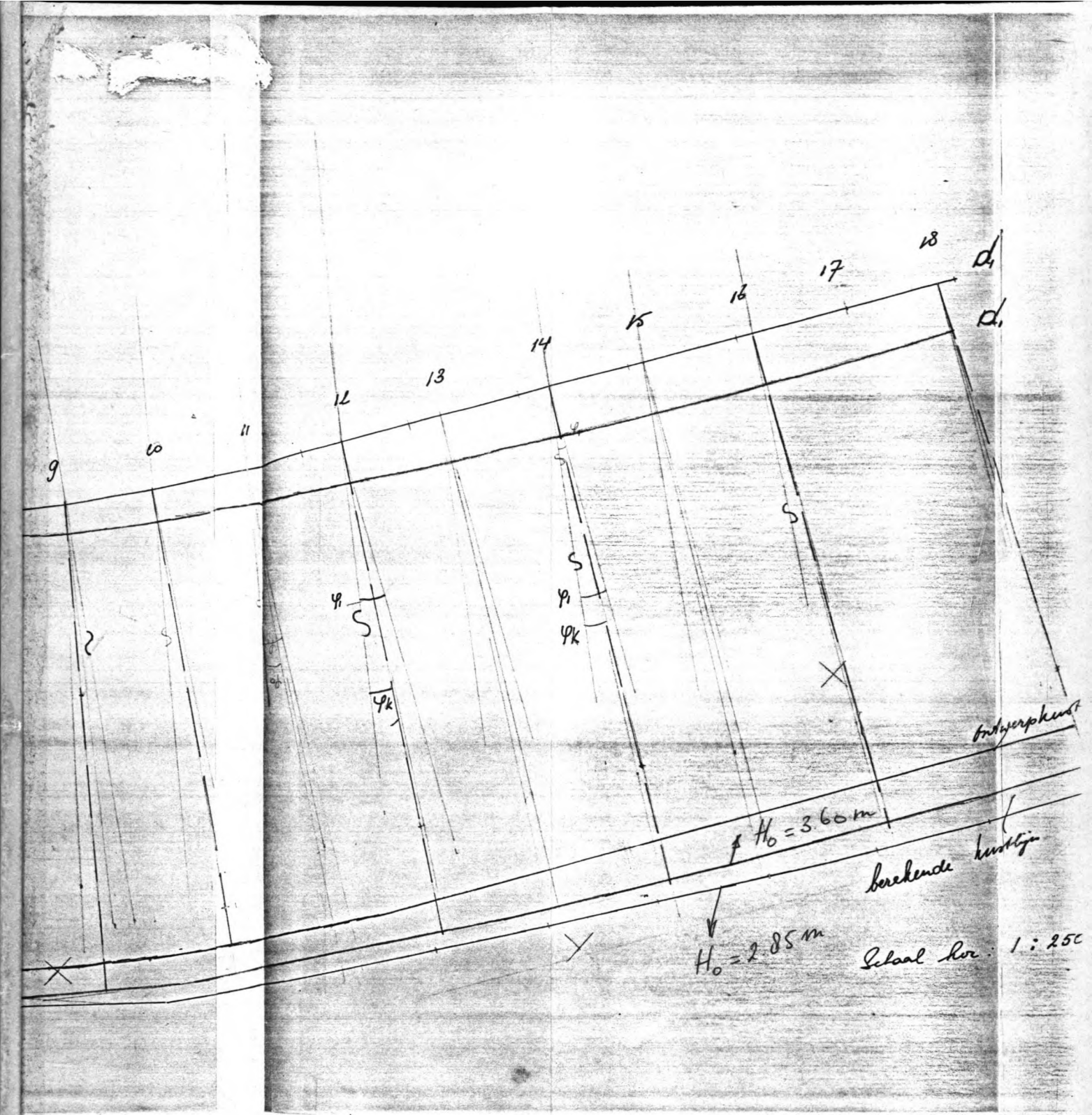
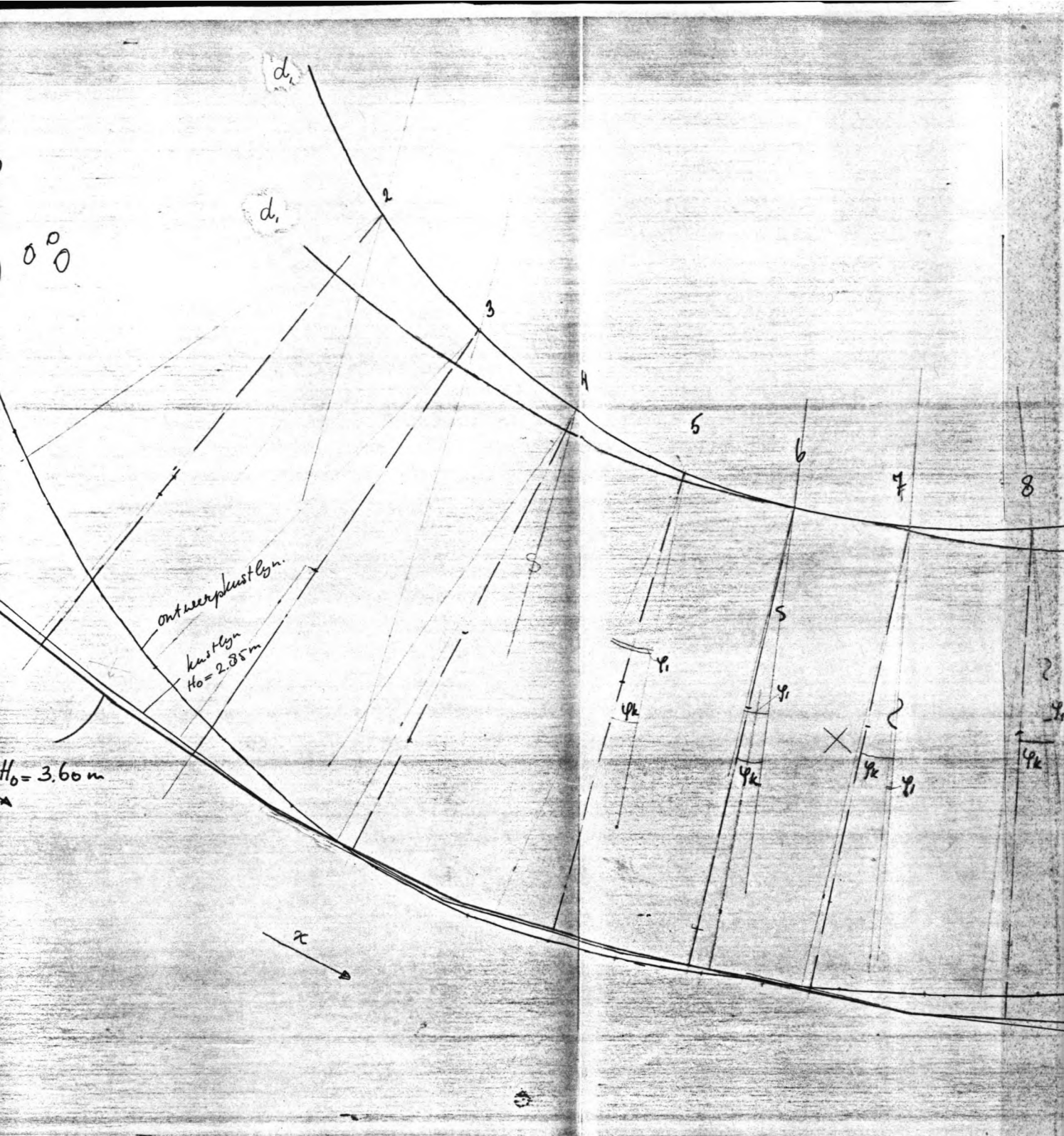


$$T_0 = 14 \text{ sec}$$



$$H_0 = 2.85 \text{ m}$$

$$T_0 = 14 \text{ sec.}$$




```
86 U:=FOI;
87 Q:=UD*5;
88 ERK:=1;
89 D:=FND:=FND;
89 C:=C(D);
90 V(N/):=F(D);
90 D:=FND:=FND;
90 C:=C(D);
90 V(N+1/):=F(D);
90 IF (N*10+5-LBR)>0
90 THEN
90 BEGIN
90 L:=LBR+10*N-5)/2;
90 D:=L*46.39;
90 FND:=FND;
90 C:=C(D);
90 U:=QDAK:=(LBR-N*10+5);
90 D:=DB;
90 FND:=FND;
90 C:=C(D);
90 VR:=F(D);
90 COMMENT: QDAK; DEBET TWEEDE DEEL BREKERZONE;
90 N:=N-1;
90 GOTO: EINDE;
90 END
90 BEGIN
90 IF (V(N/)) * V(N+1/)<0 THEN BEGIN
90 LA:=N*10; LB:=(N+1)*10; Z:=LA;
90 VA:=V(N/); VB:=V(N+1/);
90 CHRIS: D:=L*VB-LB*VA)/(VB-VA);
90 FND:=FND;
90 C:=C(D);
90 D:=L+(PS)/46.39; D:=D1;
90 FND:=FND;
90 C:=C(D);
90 D:=L+(PS)/46.39; D:=D2;
90 FND:=FND;
90 C:=C(D);
90 VR:=F(D);
90 IF (U*3*U)<0 THEN
90 BEGIN
90 L:=L-(N*10+5)>0 THEN
90 BEGIN
90 L1:=L+N*10+5)/2; LD:=L-N*10-5;
90 QDAK:=V(N/)*10*N*DELTAD; Q:=Q + QDAK;
90 END
90 END
90 END
```

```
86 U:=FOI;
87 Q:=UD*5;
88 ERK:=1;
89 D:=FND:=FND;
89 C:=C(D);
90 V(N/):=F(D);
90 D:=FND:=FND;
90 C:=C(D);
90 V(N+1/):=F(D);
90 IF (N*10+5-LBR)>0
90 THEN
90 BEGIN
90 L:=LBR+10*N-5)/2;
90 D:=L*46.39;
90 FND:=FND;
90 C:=C(D);
90 U:=QDAK:=(LBR-N*10+5);
90 D:=DB;
90 FND:=FND;
90 C:=C(D);
90 VR:=F(D);
90 COMMENT: QDAK; DEBET TWEEDE DEEL BREKERZONE;
90 N:=N-1;
90 GOTO: EINDE;
90 END
90 BEGIN
90 IF (V(N/)) * V(N+1/)<0 THEN BEGIN
90 LA:=N*10; LB:=(N+1)*10; Z:=LA;
90 VA:=V(N/); VB:=V(N+1/);
90 CHRIS: D:=L*VB-LB*VA)/(VB-VA);
90 FND:=FND;
90 C:=C(D);
90 D:=L+(PS)/46.39; D:=D1;
90 FND:=FND;
90 C:=C(D);
90 D:=L+(PS)/46.39; D:=D2;
90 FND:=FND;
90 C:=C(D);
90 VR:=F(D);
90 IF (U*3*U)<0 THEN
90 BEGIN
90 L:=L-(N*10+5)>0 THEN
90 BEGIN
90 L1:=L+N*10+5)/2; LD:=L-N*10-5;
90 QDAK:=V(N/)*10*N*DELTAD; Q:=Q + QDAK;
90 END
90 END
90 END
```


[illegible]

FAST ALGOL COMPILER OF DELFT, RELEASE OF 1/2/1977

```

*IF J<(N+1-P) *THEN*
  BEGIN
    BLANK(1,10); APIX(1,2,0,(J+P)); BLANK(1,4);
    BLANK(1,2,2,((1+5)*0.216)); BLANK(1,5);
    APIX(1,3,3,V((J+P)/));
  END;
LINE(1,2);
J:=J+1;
*IF J>N/2 *THEN*
  BEGIN
    IF J>P *THEN* GOTO SLOT;
    IF J<N/2 *THEN*
      BEGIN
        IF J>P *THEN*
          BEGIN BLANK(1,33);
            END;

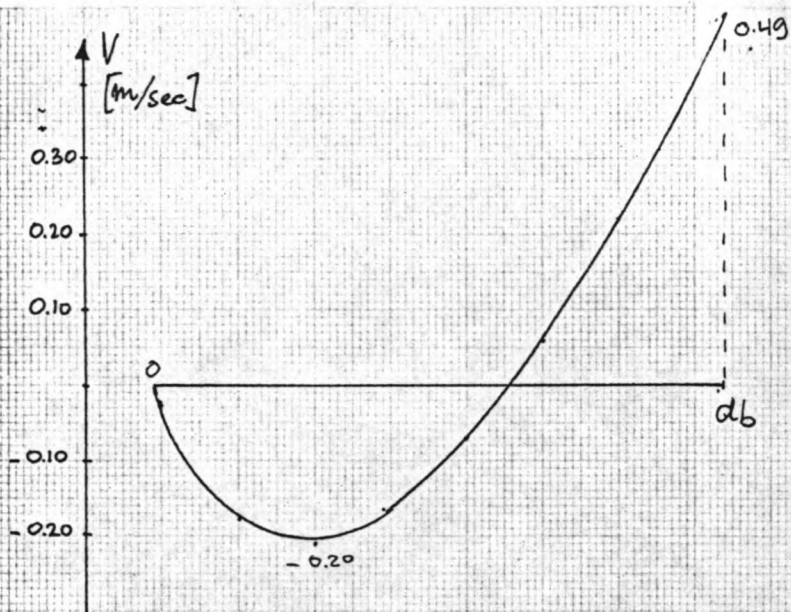
```

PAGE 4

[illegible]

NO ERRORS FOUND

Bylage 27d



Raai 1.

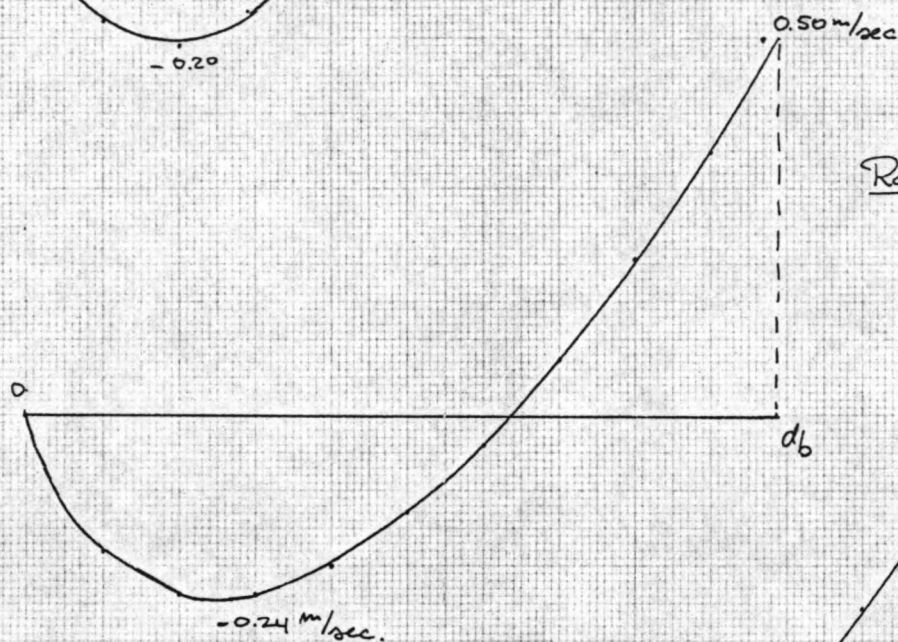
$$\varphi_b = 15.8^\circ$$

$$\frac{\partial d_b}{\partial x} = 0.0053$$

$$d_b = 1.60 \text{ m}$$

$$L_b = 74.22 \text{ m}$$

$$\tan \alpha = 1/37.5$$



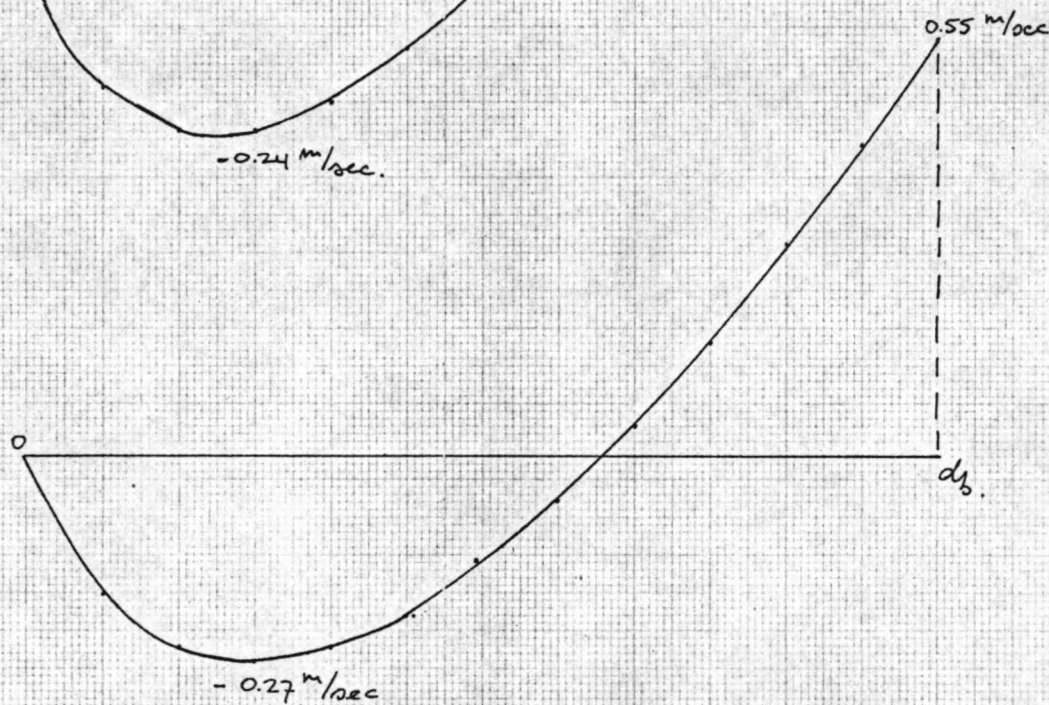
Raai 2

$$\varphi_b = 13.6^\circ$$

$$\frac{\partial d_b}{\partial x} = 0.0047$$

$$d_b = 2.15 \text{ m}$$

$$L_b = 99.74 \text{ m}$$



Raai 3.

$$\varphi_b = 12.9^\circ$$

$$\frac{\partial d_b}{\partial x} = 0.0044$$

$$d_b = 2.58 \text{ m}$$

$$L_b = 119.64 \text{ m}$$

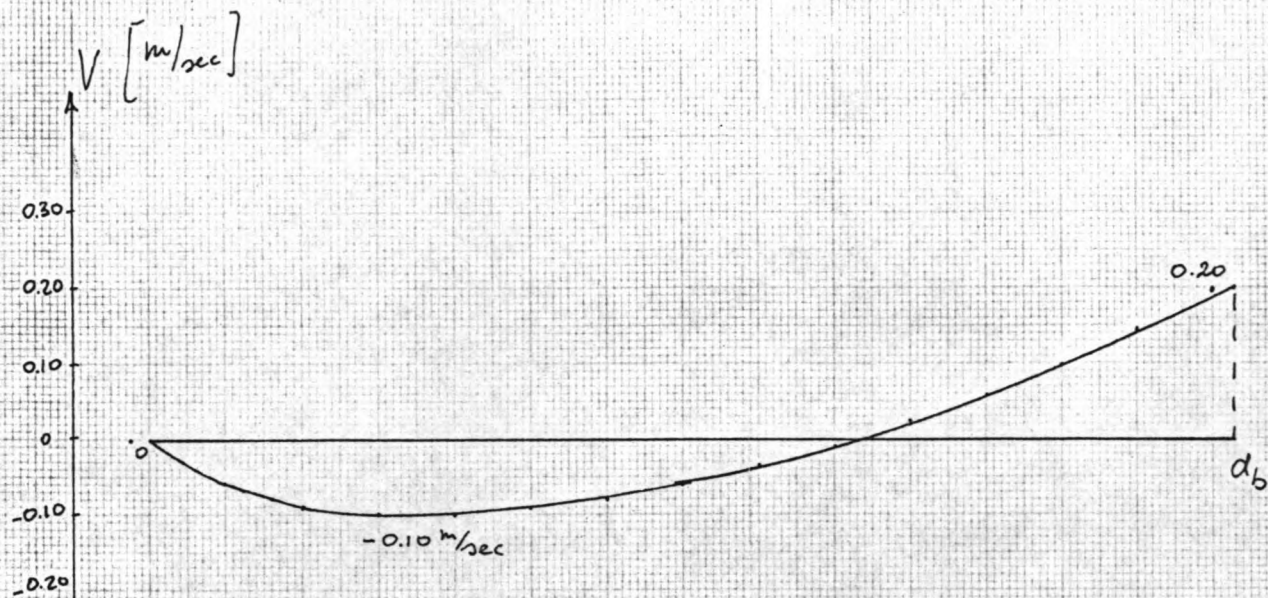
Snelheidsverdeling
over de brekerzone

$$H_0 = 2.85 \text{ m}$$

$$T = 14 \text{ sec}$$

$$\tan \alpha = 1/37.5$$

Bylage 28a



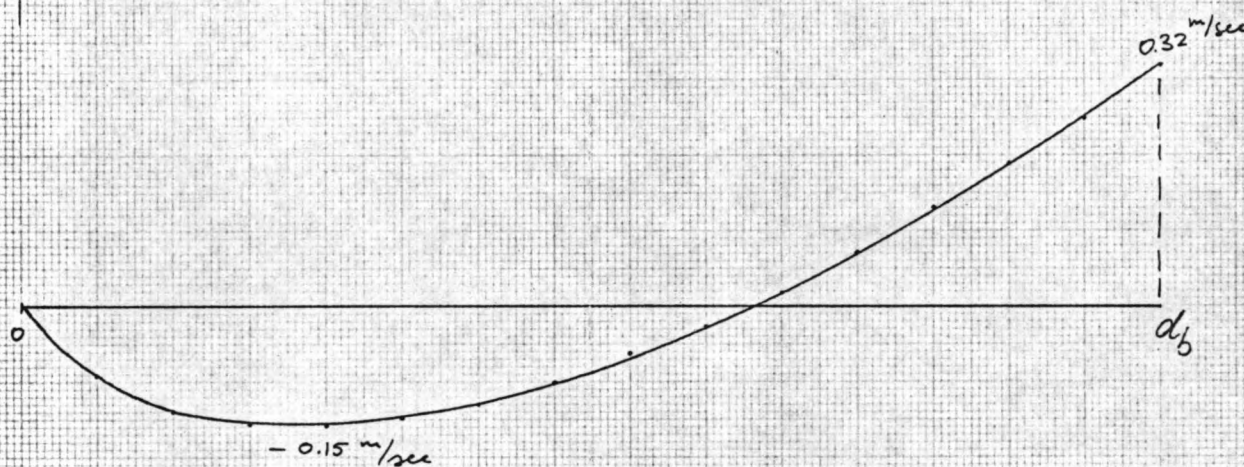
Raai 5

$$\varphi_b = 4^\circ$$

$$\frac{\partial d_b}{\partial x} = 0.0014$$

$$d_b = 3.10$$

$$L_b = 143 \text{ m}$$



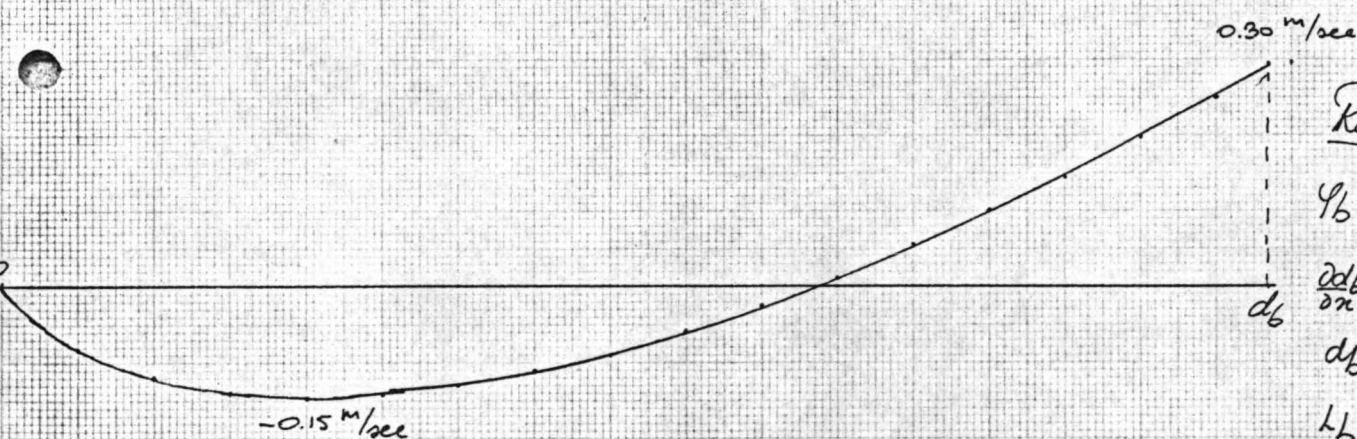
Raai 7

$$\varphi_b = 6.4^\circ$$

$$\frac{\partial d_b}{\partial x} = 0.0022$$

$$d_b = 3.25 \text{ m}$$

$$L_b = 150.77 \text{ m}$$



Raai 9

$$\varphi_b = 5.3^\circ$$

$$\frac{\partial d_b}{\partial x} = 0.0018$$

$$d_b = 3.62 \text{ m}$$

$$L_b = 167.93 \text{ m}$$

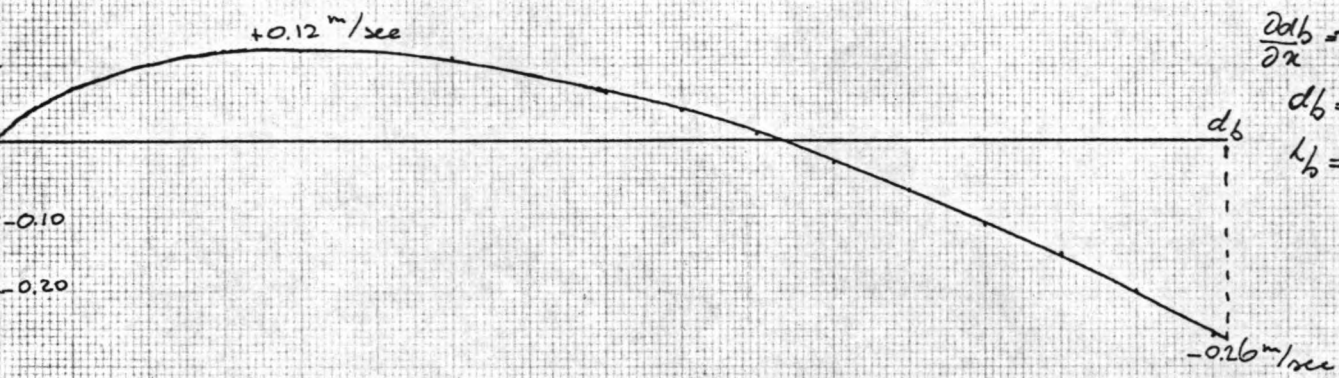
Snelheidsverdeling
over de brekingszone

$$\begin{aligned} H_0 &= 2.85 \text{ m} \\ T &= 14 \text{ sec} \\ \tan \alpha &= 1/37.5 \end{aligned}$$

Bylage 28b

$V [m/sec]$

0.30
0.20
-0.10
-0.20



Raai 11.

$\varphi_b = -4.6^\circ$

$\frac{\partial d_b}{\partial x} = 0.0016$

$d_b = 3.50 m$

$L_b = 162.37 m$



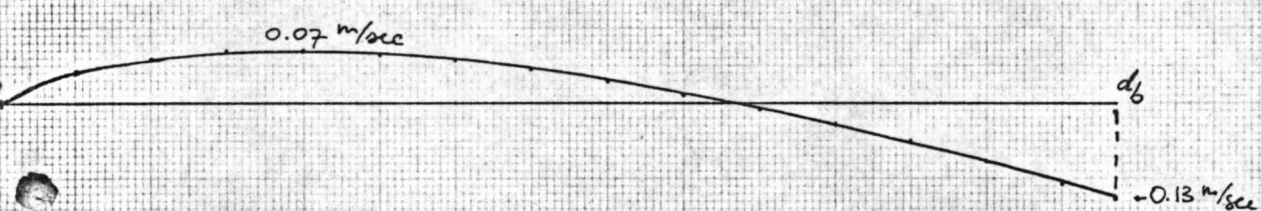
Raai 13.

$\varphi = -3.2^\circ$

$\frac{\partial d_b}{\partial x} = -0.0011$

$d_b = 3.30 m$

$L_b = 153.09 m$



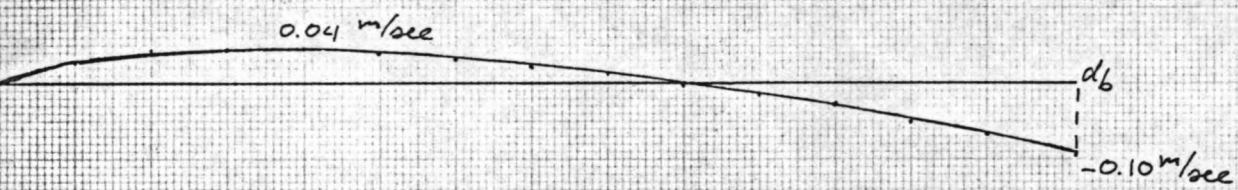
Raai 15

$\varphi = 2.6^\circ$

$\frac{\partial d_b}{\partial x} = -0.0009$

$d_b = 3.10$

$L_b = 147.52$



Raai 17

$\varphi = 1.9^\circ$

$\frac{\partial d_b}{\partial x} = -0.0006$

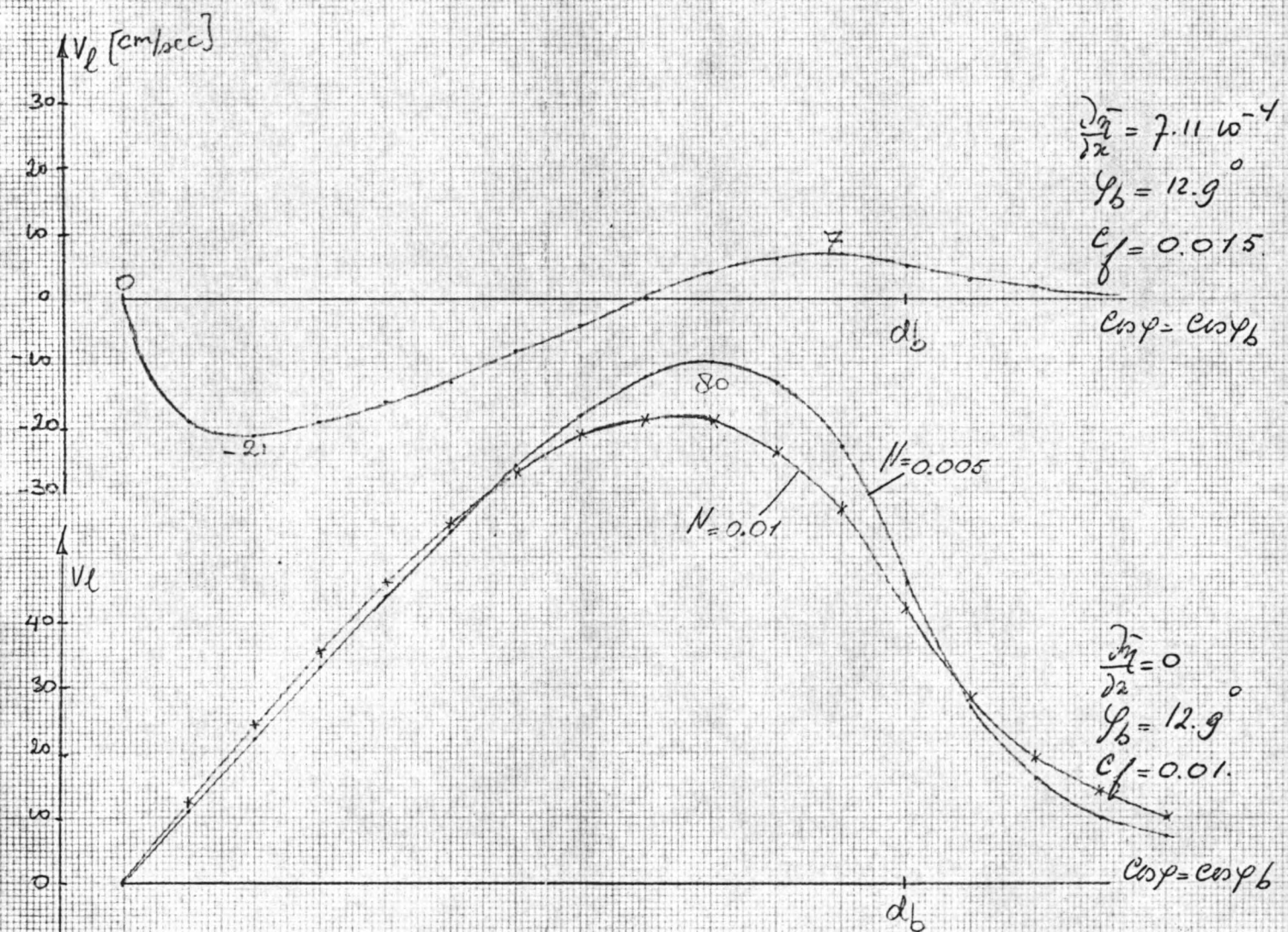
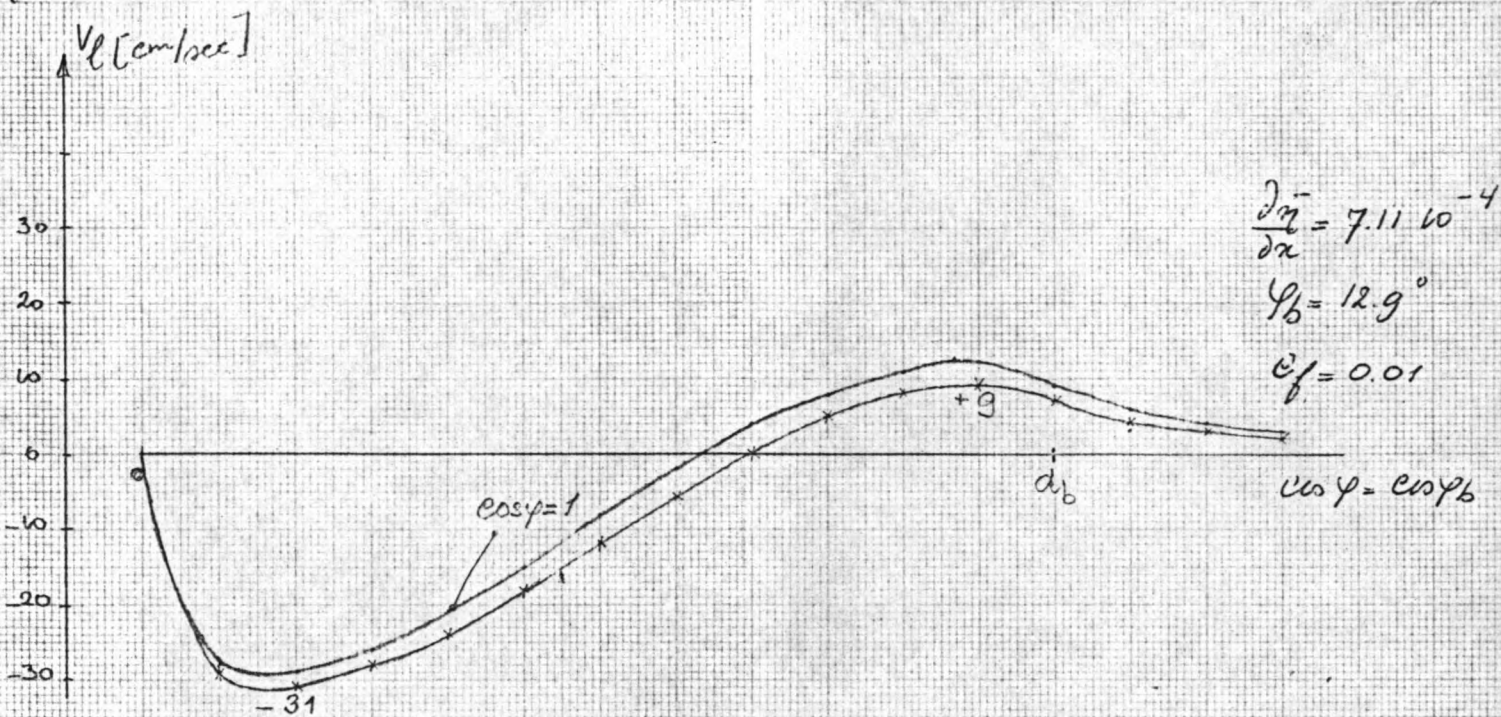
$d_b = 3.07 m$

$L_b = 142.42 m$

Snelheidsverdeling over de brekerzone.

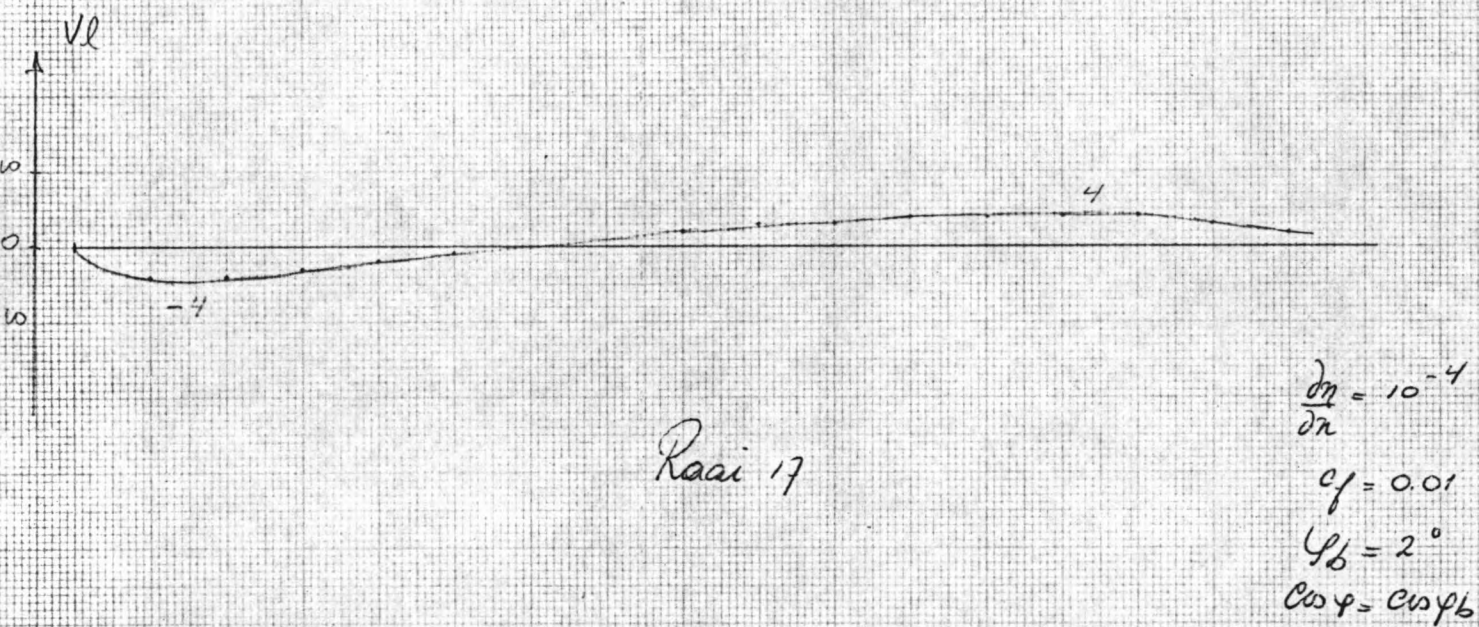
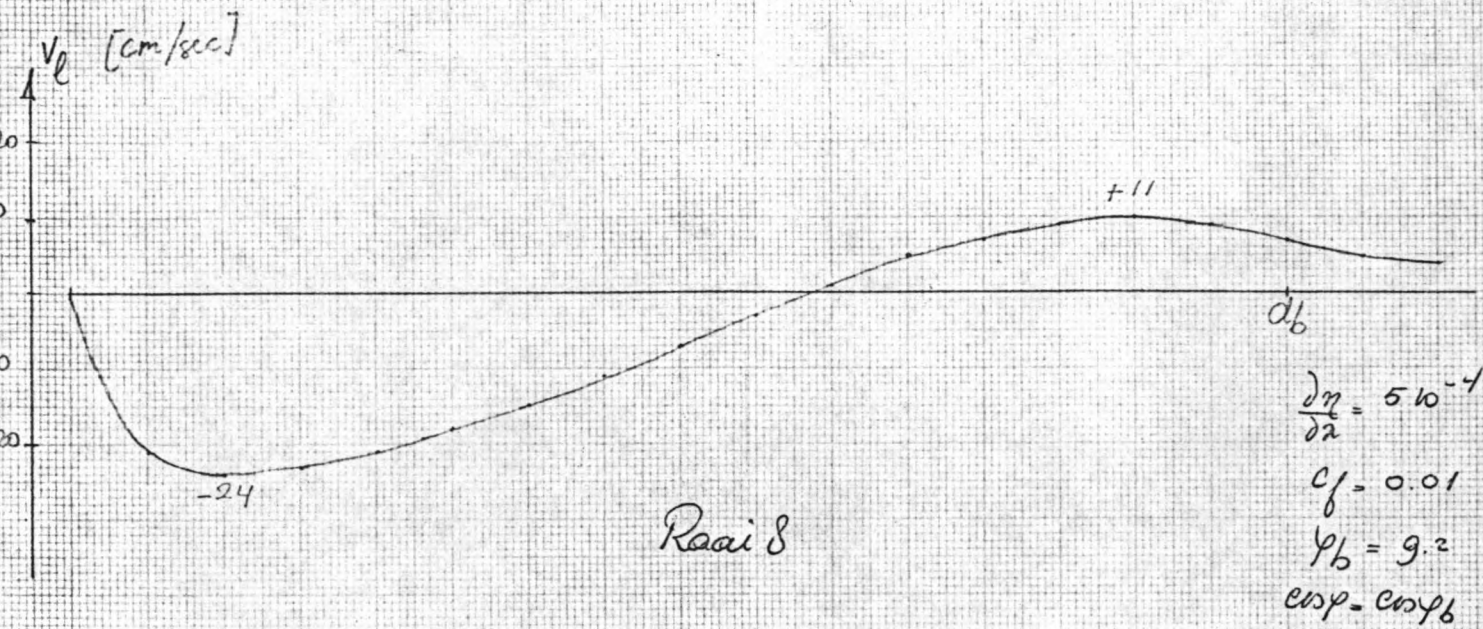
$H_0 = 2.85 m$
 $T = 14 sec$
 $k_{aux} = 1/37.5$

Bylage 28C



Rasi 3.

Bylage 29



BEREKENING ZANDTRANSPORTEN MET METHODE BIJCKER / EINSTEIN

VERSIE 1 INVOER VAN GOLFGEGEVENS

BEREKENING 3.00

SUSLOAD='TRUE' TIJDVAK= 1 SEC

KORRELGEGEVENS: DM=+.301-3 D90=+.581-3 W= .0500

H= 5.0 T= 14.00 SEC

K= .060 M

MEET- PUNT	BREEDTE (M)	V (M/SEC)	H (M)	GOLFH (M)	GOLFL (M)	RODEM (M)	TRANSPORT IN M3 PER ZWEVENDE	TOTAAL	UO (M/SEC)	C0	C1
1	15	290	220	18	20.55	28451-03	18921-03	47381-03	61	29.58	65.85
2	10	310	430	34	28.71	24071-03	30841-03	54911-03	81	34.82	71.09
3	10	280	430	52	35.26	23271-03	4441-03	67681-03	169	38.05	74.32
4	10	240	460	69	40.54	2041-03	5491-03	71901-03	22	40.24	76.50
5	10	180	400	86	49.77	1541-03	3521-03	63931-03	53	43.47	78.73
6	10	060	300	104	57.33	1031-03	39461-03	50191-03	77	45.64	80.97
7	10	000	110	128	57.67	5171-04	20001-00	28781-03	82	45.70	81.86
8	10	050	130	155	60.67	42891-04	26121-03	30471-03	82	46.60	83.70
10	10	080	160	173	63.97	76501-04	37651-03	3441-03	90	47.20	84.46
11	10	090	230	190	67.10	5971-04	57141-03	57341-03	83	48.86	85.12
12	10	070	380	207	69.72	3321-04	38221-03	31441-03	76	49.50	85.76
13	10	040	310	207	73.74	3321-04	38221-03	32671-03	83	50.61	86.87
14	10	030	310	207	75.04	2601-04	15401-03	14501-03	76	50.61	86.87
15	10	020	3240	207	78.04	1601-04	15401-03	14501-03	76	50.61	86.87
						94991-03	11541-03	10651-03			

Raai 3
BEREKENING 3.00

VERSIE 1 INVOER VAN GOLFGEGEVENS

$\gamma_b = 12.9^\circ$
Cn γ_b - 1
cf - 0.01

SUSLOAD=TRUE
TIJDVAK= 1 SEC

KORRELGEGEVENS:
DH=+.30'-3 D90=+.58'-3 W= .0500

R= 5.0
Y= 14.00 SEC

K= .060 M

MEET- PUNT	BREEDTE (M)	V (M/SEC)	H (M)	GOLF (M)	GOLF (M)	GOEFL (M)	RODEM (M)	TRANSPORT IN M3 PER TIJDVAK	TOTAAL (M/SEC)	UD (M/SEC)	C0	C1
1	15	280	220	18	20.55	2715	2715	1797	4511	1.81	29.58	65.85
2	100	290	430	34	28.71	2234	2234	2837	5071	1.01	34.83	71.09
3	100	260	650	52	35.26	1511	1511	4089	6240	1.01	38.05	74.32
4	100	210	860	69	40.54	1782	1782	4468	5307	1.19	40.24	76.50
5	100	150	1080	86	45.40	1283	1283	4024	3337	1.22	42.02	78.29
6	100	100	1300	104	49.77	883	883	2649	2337	1.52	43.47	79.73
7	100	020	1730	121	53.60	723	723	2640	1581	1.62	44.60	80.97
8	100	040	1940	138	57.33	483	483	1825	1101	1.72	45.70	81.86
9	100	080	2160	155	60.67	381	381	1251	728	1.82	46.64	82.70
10	100	110	2380	173	63.97	940	940	6557	4981	1.80	47.20	83.46
11	100	120	2590	190	67.10	1020	1020	7971	4981	1.98	48.86	84.12
12	100	190	2810	207	69.92	730	730	6219	7371	1.90	49.50	85.16
13	100	060	3020	220	72.78	498	498	4297	3023	1.63	49.50	85.32
14	10	030	3240	230	75.40	326	326	2697	2171	1.76	50.61	86.87
15	10	030	3240	230	78.04	202	202	1936	1171	1.76	50.61	86.87
16						6205	6205	1536	9152	1.02		

VERSIE 1 INVOER-VAN GOLFGEGEVENS

Raai 3
BEREKENING 3.00

$\gamma_b = 12.9^\circ$

Cop - ca 96
cf = 0.0015

SUSLOAP=TRUE! TIJDVAK= 1 SEC

KORRELGEVENS: DM=+.301-3 D90=+.581-3 W= .0500

R= 5.0 T= 14.00 SEC

K= .060 M

MEET- PUNT	BREEDTE (M)	V (M/SEC)	H (M)	GOLFH (M)	GOLFL (M)	RODEM TRANSPORT IN M3 PER ZWEVENDE	TOTAAL TIJDVAK	UO (M/SEC)	C0	C1
1	15	.190	.220	.18	20.55	16711-03	27381-03	.81	29.58	65.85
2	15	.210	.430	.34	28.71	15731-03	35121-03	.81	34.82	71.09
3	10	.190	.450	.52	35.26	19081-03	44641-03	.01	38.05	74.32
4	10	.160	.460	.59	40.54	33661-03	47181-03	1.1	40.24	76.50
5	10	.130	.380	.46	49.77	11111-03	45891-03	1.1	43.47	79.73
6	10	.100	.350	.21	53.60	68471-04	33371-03	1.1	44.60	80.91
7	10	.040	.230	.11	60.37	34001-00	19171-00	1.1	45.70	81.86
8	10	.040	.170	.11	63.97	00001-00	00001-00	1.1	46.60	83.70
9	10	.060	.160	.23	63.97	34311-04	24331-03	1.1	47.44	84.46
10	10	.070	.180	.23	67.10	59581-04	40831-03	1.1	48.26	85.12
11	10	.050	.190	.07	69.92	24911-04	40941-03	1.1	48.86	85.76
12	10	.030	.210	.07	72.78	24911-04	23581-03	1.1	49.50	86.32
13	10	.020	.230	.07	75.40	16311-05	15111-03	1.1	50.06	86.87
14	10	.010	.240	.07	78.04	80071-05	72521-04	1.1	50.61	86.87
15	10					59301-03	48331-03			

E

VERSIE 1 INVOER VAN GOLFGEGEVENS

Rai 3

BEREKENING 3.00

$$\frac{dy}{dx} = 0$$

$$C_f = 0.01$$

$$\psi_b = 12.9^\circ$$

SUSLOAD=TRUE 1 SEC

KORRELGEGEVENS:

DM=+.301-3

D90=+.581-3

W= .0500

B= 5.0

T= 14.00 SEC

K= .060 M

MEET- PUNT	BREEDTE (M)	V (M/SEC)	H (M)	GOLF (M)	GOLF (M)	TRANSPORT IN M3 PER 7 MEVEND	RDREM	RODEEM	TIJDVAK TOTAAL	UO (M/SEC)	CO	C1
1	15	110	220	18	20.55	56751-04	90641-04	90641-04	14741-03	.81	29.58	65.85
2	10	220	430	34	28.71	52044-03	86541-03	86541-03	36971-03	.81	34.82	71.32
3	10	330	650	52	35.24	53771-03	87631-03	87631-03	81341-03	1.016	38.05	74.50
4	10	440	860	69	40.54	51022-02	84752-03	84752-03	14041-02	1.11	40.20	76.29
5	10	540	1080	86	49.77	52452-02	87521-03	87521-03	21121-02	1.11	42.47	79.73
6	10	640	1300	104	53.60	53312-02	86771-03	86771-03	39491-02	1.11	44.64	81.97
7	10	720	1510	121	57.33	47175-01	87081-03	87081-03	38421-02	1.11	45.70	83.70
8	10	800	1730	138	60.67	48501-02	87081-03	87081-03	55511-02	1.11	46.60	84.46
9	10	880	1940	155	63.97	51841-02	86911-03	86911-03	54331-02	1.11	47.44	85.12
10	10	970	2160	173	67.10	48461-02	86911-03	86911-03	54331-02	1.11	48.20	85.12
11	10	1060	2380	190	69.92	35081-02	86911-03	86911-03	39001-02	1.11	48.86	85.12
12	10	1150	2590	207	72.78	32461-03	86911-03	86911-03	21501-02	1.11	49.50	85.12
13	10	1240	2810	227	75.40	10841-03	86911-03	86911-03	12151-02	1.11	50.06	85.12
14	10	1330	3020	247	78.04	64661-03	86911-03	86911-03	72671-03	1.11	50.61	86.87
15	10	1400	3240	267	80.04	64661-03	86911-03	86911-03	72671-03	1.11	50.61	86.87
16	10	1400	3240	267	80.04	64661-03	86911-03	86911-03	72671-03	1.11	50.61	86.87
17	10	1400	3240	267	80.04	64661-03	86911-03	86911-03	72671-03	1.11	50.61	86.87
18	10	1400	3240	267	80.04	64661-03	86911-03	86911-03	72671-03	1.11	50.61	86.87
19	10	1400	3240	267	80.04	64661-03	86911-03	86911-03	72671-03	1.11	50.61	86.87
20	10	1400	3240	267	80.04	64661-03	86911-03	86911-03	72671-03	1.11	50.61	86.87
21	10	1400	3240	267	80.04	64661-03	86911-03	86911-03	72671-03	1.11	50.61	86.87
22	10	1400	3240	267	80.04	64661-03	86911-03	86911-03	72671-03	1.11	50.61	86.87
23	10	1400	3240	267	80.04	64661-03	86911-03	86911-03	72671-03	1.11	50.61	86.87
24	10	1400	3240	267	80.04	64661-03	86911-03	86911-03	72671-03	1.11	50.61	86.87
25	10	1400	3240	267	80.04	64661-03	86911-03	86911-03	72671-03	1.11	50.61	86.87
26	10	1400	3240	267	80.04	64661-03	86911-03	86911-03	72671-03	1.11	50.61	86.87
27	10	1400	3240	267	80.04	64661-03	86911-03	86911-03	72671-03	1.11	50.61	86.87
28	10	1400	3240	267	80.04	64661-03	86911-03	86911-03	72671-03	1.11	50.61	86.87
29	10	1400	3240	267	80.04	64661-03	86911-03	86911-03	72671-03	1.11	50.61	86.87
30	10	1400	3240	267	80.04	64661-03	86911-03	86911-03	72671-03	1.11	50.61	86.87
31	10	1400	3240	267	80.04	64661-03	86911-03	86911-03	72671-03	1.11	50.61	86.87
32	10	1400	3240	267	80.04	64661-03	86911-03	86911-03	72671-03	1.11	50.61	86.87
33	10	1400	3240	267	80.04	64661-03	86911-03	86911-03	72671-03	1.11	50.61	86.87
34	10	1400	3240	267	80.04	64661-03	86911-03	86911-03	72671-03	1.11	50.61	86.87
35	10	1400	3240	267	80.04	64661-03	86911-03	86911-03	72671-03	1.11	50.61	86.87
36	10	1400	3240	267	80.04	64661-03	86911-03	86911-03	72671-03	1.11	50.61	86.87
37	10	1400	3240	267	80.04	64661-03	86911-03	86911-03	72671-03	1.11	50.61	86.87
38	10	1400	3240	267	80.04	64661-03	86911-03	86911-03	72671-03	1.11	50.61	86.87
39	10	1400	3240	267	80.04	64661-03	86911-03	86911-03	72671-03	1.11	50.61	86.87
40	10	1400	3240	267	80.04	64661-03	86911-03	86911-03	72671-03	1.11	50.61	86.87
41	10	1400	3240	267	80.04	64661-03	86911-03	86911-03	72671-03	1.11	50.61	86.87
42	10	1400	3240	267	80.04	64661-03	86911-03	86911-03	72671-03	1.11	50.61	86.87
43	10	1400	3240	267	80.04	64661-03	86911-03	86911-03	72671-03	1.11	50.61	86.87
44	10	1400	3240	267	80.04	64661-03	86911-03	86911-03	72671-03	1.11	50.61	86.87
45	10	1400	3240	267	80.04	64661-03	86911-03	86911-03	72671-03	1.11	50.61	86.87
46	10	1400	3240	267	80.04	64661-03	86911-03	86911-03	72671-03	1.11	50.61	86.87
47	10	1400	3240	267	80.04	64661-03	86911-03	86911-03	72671-03	1.11	50.61	86.87
48	10	1400	3240	267	80.04	64661-03	86911-03	86911-03	72671-03	1.11	50.61	86.87
49	10	1400	3240	267	80.04	64661-03	86911-03	86911-03	72671-03	1.11	50.61	86.87
50	10	1400	3240	267	80.04	64661-03	86911-03	86911-03	72671-03	1.11	50.61	86.87

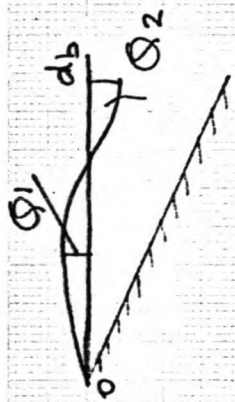
VERSIE 1 INVOER VAN GOLFGEGEVENS

Paai 17
BEREKENING 17.00

$\frac{\partial \bar{q}}{\partial x} = 60^{-4}$
 $C_f = 0.01$
 $\phi_b = 2^\circ$

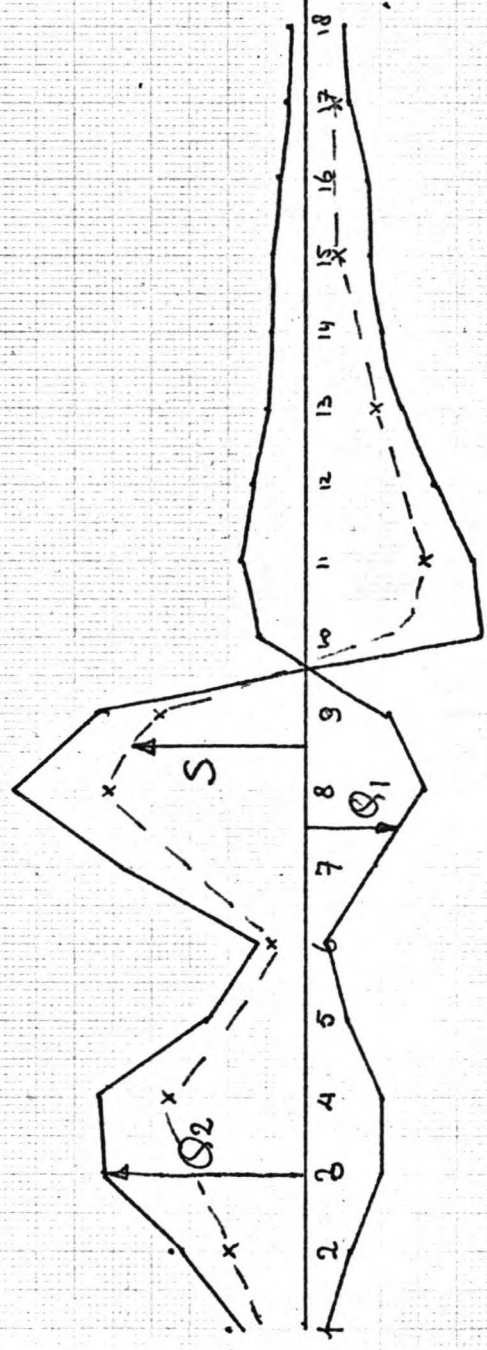
SUSLOAD=TRUE! TIJDVAK= 1 SEC
KORRELGEVENS: DM=+.301-3 D90=+.581-3 W= .0500
H= 5.0 T= 14.00 SEC
K= .060 M

MEET- PUNT	BREEDTE (M)	V (M/SEC)	H (M)	GOLFH (M)	GOLFL (M)	RODEN (M)	TRANSPORT IN M3 PER TIJDVAK	TOTAAL (M/SEC)	C0	C1
1	15	-.040	220	8	20.55	31941-04	-.19841-04	-.51781-04	29.58	65.85
2	10	-.030	430	34	28.71	24291-04	-.34451-04	-.63551-04	38.05	77.32
3	10	-.020	650	59	35.26	16831-04	-.41411-04	-.68791-04	40.24	76.50
4	10	-.010	880	84	40.54	15281-04	-.26541-04	-.35241-04	42.02	78.29
5	10	+.000	1100	104	45.77	00001+00	+.00001+00	+.00001+00	43.47	79.91
6	10	+.020	1300	124	53.60	00001+00	+.00001+00	+.00001+00	44.64	80.97
7	10	+.030	1500	144	57.37	17191-04	+.91271-03	+.10841-03	45.70	81.86
8	10	+.040	1700	164	60.97	25651-04	+.15671-03	+.18241-03	46.60	83.77
9	10	+.040	1900	184	63.10	34041-04	+.17821-03	+.20401-03	47.44	84.44
10	10	+.040	2100	204	67.92	34901-04	+.26361-03	+.32751-03	48.86	85.17
11	10	+.030	2300	224	72.78	33761-04	+.32461-03	+.35851-03	49.50	85.63
12	10	+.020	2500	244	75.40	25221-04	+.32661-03	+.29121-03	50.61	86.32
13	10	+.020	2700	264	78.04	16671-03	+.18601-03	+.20271-03		
14	10		2900	284						
15	10		3100	304						
16	10		3300	324						
17	10		3500	344						
18	10		3700	364						
19	10		3900	384						
20	10		4100	404						
21	10		4300	424						
22	10		4500	444						
23	10		4700	464						
24	10		4900	484						
25	10		5100	504						
26	10		5300	524						
27	10		5500	544						
28	10		5700	564						
29	10		5900	584						
30	10		6100	604						
31	10		6300	624						
32	10		6500	644						
33	10		6700	664						
34	10		6900	684						
35	10		7100	704						
36	10		7300	724						
37	10		7500	744						
38	10		7700	764						
39	10		7900	784						
40	10		8100	804						
41	10		8300	824						
42	10		8500	844						
43	10		8700	864						
44	10		8900	884						
45	10		9100	904						
46	10		9300	924						
47	10		9500	944						
48	10		9700	964						
49	10		9900	984						
50	10		10100	1004						
51	10		10300	1024						
52	10		10500	1044						
53	10		10700	1064						
54	10		10900	1084						
55	10		11100	1104						
56	10		11300	1124						
57	10		11500	1144						
58	10		11700	1164						
59	10		11900	1184						
60	10		12100	1204						
61	10		12300	1224						
62	10		12500	1244						
63	10		12700	1264						
64	10		12900	1284						
65	10		13100	1304						
66	10		13300	1324						
67	10		13500	1344						
68	10		13700	1364						
69	10		13900	1384						
70	10		14100	1404						
71	10		14300	1424						
72	10		14500	1444						
73	10		14700	1464						
74	10		14900	1484						
75	10		15100	1504						
76	10		15300	1524						
77	10		15500	1544						
78	10		15700	1564						
79	10		15900	1584						
80	10		16100	1604						
81	10		16300	1624						
82	10		16500	1644						
83	10		16700	1664						
84	10		16900	1684						
85	10		17100	1704						
86	10		17300	1724						
87	10		17500	1744						
88	10		17700	1764						
89	10		17900	1784						
90	10		18100	1804						
91	10		18300	1824						
92	10		18500	1844						
93	10		18700	1864						
94	10		18900	1884						
95	10		19100	1904						
96	10		19300	1924						
97	10		19500	1944						
98	10		19700	1964						
99	10		19900	1984						
100	10		20100	2004						



$S [m^3/hr]$

$\Delta S [m^3/sec]$

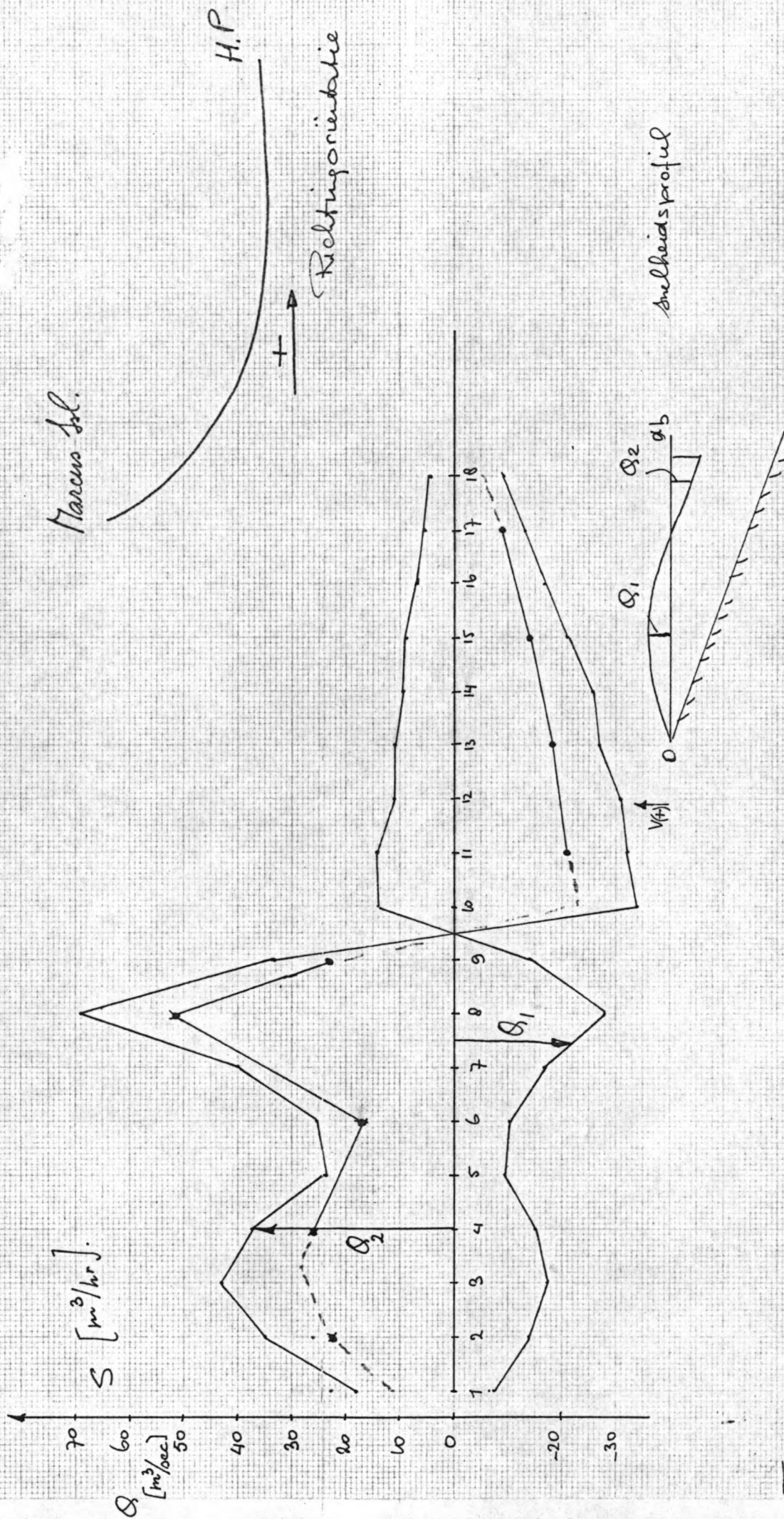


$H_0 = 2.85 m.$
 $T_0 = 14 sec.$

MARCUS I

Rekeningoriëntatie
 +
 HEDJIES P

Verloop debieten door de roaien 1 t/m 18
 idem zandtransport



Verloop debieten door de raaien + zand transport 1 t/m 18

$H_0 = 3.60 \text{ m}$

$T_0 = 14 \text{ sec}$

[illegible][illegible][illegible]

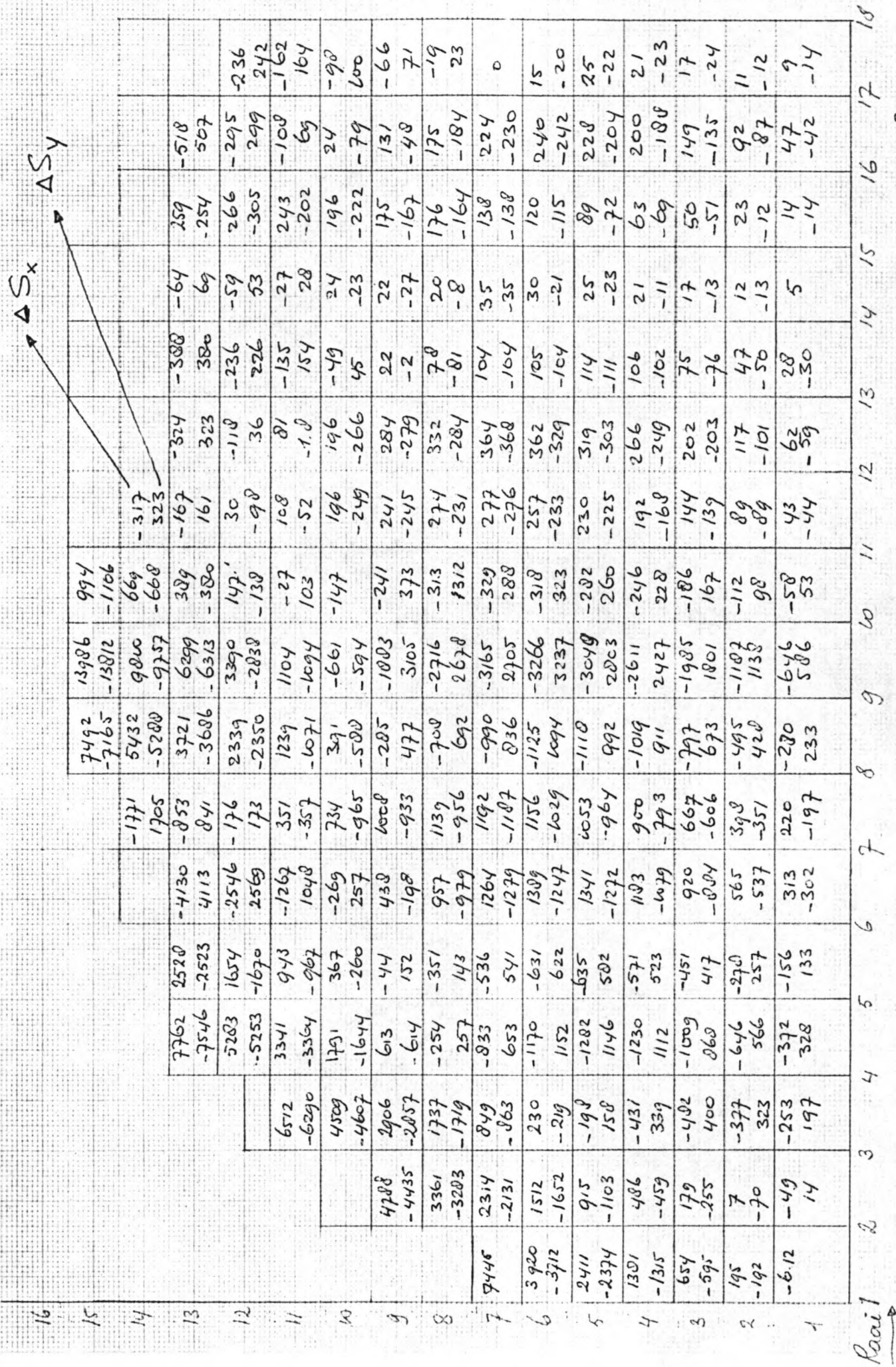

```
204 NERRISCH:
205 LINE(1,1):AFIX(1,2,0,1):AFIX(1,5,0,HR(1/1)):FIX(1,2,3,V(1/1)):
206 AFIX(1,2,3,1/1):
207 IF(SOORT(1/1)):
208   THEN:BLANK(1,18):ELSE:BEGIN
209   AFIX(1,3,2,GOLFH(1/1)):AFIX(1,3,2,GOLFL(1/1)):END:
210   FLU(1,4,2,SB(1/1)):
211   IF(SUSLOAD THEN:BEGIN
212     FLU(1,4,2,SSUS(1/1)):BLANK(1,2):
213     FLU(1,4,2,SSUS(1/1)):SB(1/1):
214     END:ELSE:BLANK(1,24):
215     AFIX(1,1,2,4,2,SSUS(1/1)):AFIX(1,3,2,C1(1/1)):END:ILUS:
216     SOMT:=SOMS+SOMS:
217     FOR I:=1 STEP 1 UNTIL N DO: SOMB:=SOMB+SB(1/1):
218     IF(SUSLOAD THEN:BEGIN:FOR I:=1 STEP 1 UNTIL N DO: SOMS:=SOMS+SSUS(1/1):
219     END:
220     SOMT:=SOMS+SOMB:
221     LINE(1,1):BLANK(1,50):OUTSTRING(1,1):
222     LINE(1,1):
223     LINE(1,1):BLANK(1,49):FLU(1,4,2,SOMB):IF(SUSLOAD THEN:BEGIN:
224     FLU(1,4,2,SOMS):BLANK(1,2):FLU(1,4,2,SOMT):END:
225     LINE(1,1):
226     ILUS:=END:ILUS:=IF(SOORT(1/3)):THEN:GOTO:INOGES:
227     HOMAR:=END:DECLUST:INREAL(0,MODEL):IF(MODEL>0 THEN:
228     BEGIN:PAGE(1):GOTO:LB1:END:
229     END:
230
231
232
233
234
235
236
237
238
239
240
241
242
243
244
245
246
247
248
249
250
251
252
253
254
255
256
257
258
259
260
261
262
263
264
```

26 NO ERRORS FOUND

[illegible]

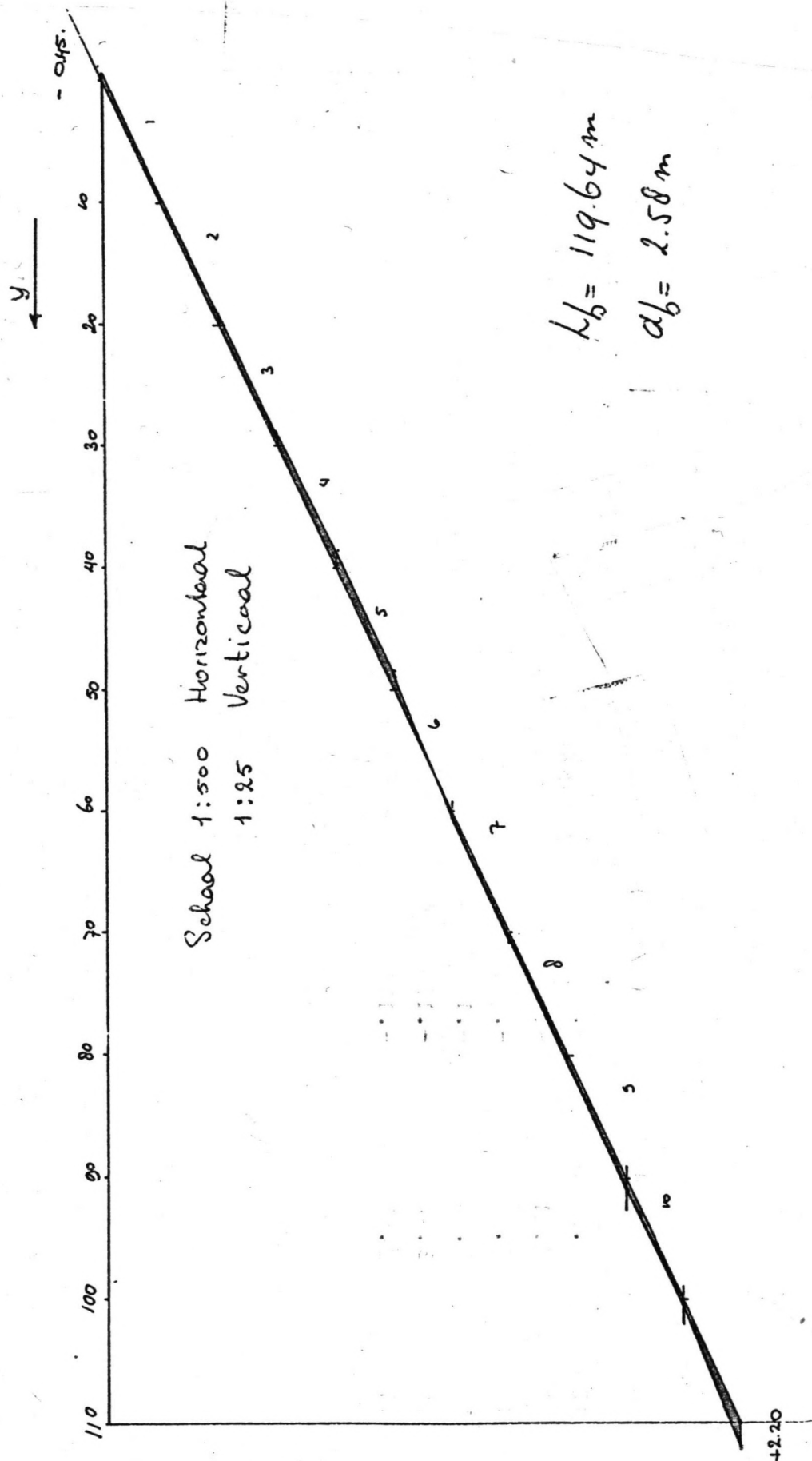
richtung Marous 3. Continuität debieten in x-y richtung in m^3/sec

ruclning Hoedjes Pont



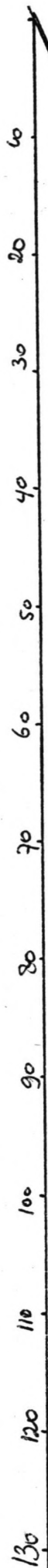
- erosie
- + aanzanding

Ravi


$$h_b = 119.64 \text{ m}$$

$$d_b = 2.58 \text{ m}$$

7



Schaal 1: 500 Horizontal
1: 25 Verticaal

erosie

aanzanding

$$L_b = 136.85 \text{ m}$$

$$d_b = 2.95 \text{ m}$$

Raai 4

* LANGSSTROOMSNELHEID EN DIEPTET BINNEN BREKERZONE *

Berekening Raai 3.
na t = 10 dagen.

kanal = 1/38.3

R = 0.06 M
GAMMA = 0.8

* BEREKENING RAAI 3 *

BEMONSTERINGSINTERVAL 10 M

DELTA D 0.211 M

BREKERDIEPTE 2.58 M

BREKERZONE 122.24 M

PHI 0 +.362

ODS/DX +.0044

N	D (M)	V (M/SEC)	N	D (M)	V (M/SEC)
1	.22	-.177	9	1.94	+.090
2	.43	-.253	10	2.16	+.203
3	.65	-.277	11	2.38	+.327
4	.86	-.267			
5	1.08	-.231			
6	1.30	-.175			
7	1.51	-.101			
8	1.73	-.012			

VBR +.492

Q1	-11.788	CUBS/SEC	Q2	+21.779	CUBS/SEC
----	---------	----------	----	---------	----------

5

 $R = 0.06 \text{ M}$

BEREKENING RAAI 74

DFLTA 0 0.212 M

DFLTA 0 0.212

BREKEROIETE 2.95 M

BREKERZONE 139.41

PHI 0 +.237

008/OX +.0032

N	D (M)	V (M/SEC)	N	D (M)	V (M/SEC)
1	1.0	1.0	1	1.0	1.0
2	2.0	2.0	2	2.0	2.0
3	3.0	3.0	3	3.0	3.0
4	4.0	4.0	4	4.0	4.0
5	5.0	5.0	5	5.0	5.0
6	6.0	6.0	6	6.0	6.0
7	7.0	7.0	7	7.0	7.0
8	8.0	8.0	8	8.0	8.0
9	9.0	9.0	9	9.0	9.0
10	10.0	10.0	10	10.0	10.0
11	11.0	11.0	11	11.0	11.0
12	12.0	12.0	12	12.0	12.0
13	13.0	13.0	13	13.0	13.0
14	14.0	14.0	14	14.0	14.0
15	15.0	15.0	15	15.0	15.0
16	16.0	16.0	16	16.0	16.0
17	17.0	17.0	17	17.0	17.0
18	18.0	18.0	18	18.0	18.0
19	19.0	19.0	19	19.0	19.0
20	20.0	20.0	20	20.0	20.0
21	21.0	21.0	21	21.0	21.0
22	22.0	22.0	22	22.0	22.0
23	23.0	23.0	23	23.0	23.0
24	24.0	24.0	24	24.0	24.0
25	25.0	25.0	25	25.0	25.0
26	26.0	26.0	26	26.0	26.0
27	27.0	27.0	27	27.0	27.0
28	28.0	28.0	28	28.0	28.0
29	29.0	29.0	29	29.0	29.0
30	30.0	30.0	30	30.0	30.0
31	31.0	31.0	31	31.0	31.0
32	32.0	32.0	32	32.0	32.0
33	33.0	33.0	33	33.0	33.0
34	34.0	34.0	34	34.0	34.0
35	35.0	35.0	35	35.0	35.0
36	36.0	36.0	36	36.0	36.0
37	37.0	37.0	37	37.0	37.0
38	38.0	38.0	38	38.0	38.0
39	39.0	39.0	39	39.0	39.0
40	40.0	40.0	40	40.0	40.0
41	41.0	41.0	41	41.0	41.0
42	42.0	42.0	42	42.0	42.0
43	43.0	43.0	43	43.0	43.0
44	44.0	44.0	44	44.0	44.0
45	45.0	45.0	45	45.0	45.0
46	46.0	46.0	46	46.0	46.0
47	47.0	47.0	47	47.0	47.0
48	48.0	48.0	48	48.0	48.0
49	49.0	49.0	49	49.0	49.0
50	50.0	50.0	50	50.0	50.0
51	51.0	51.0	51	51.0	51.0
52	52.0	52.0	52	52.0	52.0
53	53.0	53.0	53	53.0	53.0
54	54.0	54.0	54	54.0	54.0
55	55.0	55.0	55	55.0	55.0
56	56.0	56.0	56	56.0	56.0
57	57.0	57.0	57	57.0	57.0
58	58.0	58.0	58	58.0	58.0
59	59.0	59.0	59	59.0	59.0
60	60.0	60.0	60	60.0	60.0
61	61.0	61.0	61	61.0	61.0
62	62.0	62.0	62	62.0	62.0
63	63.0	63.0	63	63.0	63.0
64	64.0	64.0	64	64.0	64.0
65	65.				

1	.22	10	2.16	+.055
1	.133	10	2.16	+.055

	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050	2051	2052	2053	2054	2055	2056	2057	2058	2059	2060	2061	2062	2063	2064	2065	2066	2067	2068	2069	2070	2071	2072	2073	2074	2075	2076	2077	2078	2079	2080	2081	2082	2083	2084	2085	2086	2087	2088	2089	2090	2091	2092	2093	2094	2095	2096	2097	2098	2099	2100	2101	2102	2103	2104	2105	2106	2107	2108	2109	2110	2111	2112	2113	2114	2115	2116	2117	2118	2119	2120	2121	2122	2123	2124	2125	2126	2127	2128	2129	2130	2131	2132	2133	2134	2135	2136	2137	2138	2139	2140	2141	2142	2143	2144	2145	2146	2147	2148	2149	2150	2151	2152	2153	2154	2155	2156	2157	2158	2159	2160	2161	2162	2163	2164	2165	2166	2167	2168	2169	2170	2171	2172	2173	2174	2175	2176	2177	2178	2179	2180	2181	2182	2183	2184	2185	2186	2187	2188	2189	2190	2191	2192	2193	2194	2195	2196	2197	2198	2199	2200	2201	2202	2203	2204	2205	2206	2207	2208	2209	2210	2211	2212	2213	2214	2215	2216	2217	2218	2219	2220	2221	2222	2223	2224	2225	2226	2227	2228	2229	2230	2231	2232	2233	2234	2235	2236	2237	2238	2239	2240	2241	2242	2243	2244	2245	2246	2247	2248	2249	2250	2251	2252	2253	2254	2255	2256	2257	2258	2259	2260	2261	2262	2263	2264	2265	2266	2267	2268	2269	2270	2271	2272	2273	2274	2275	2276	2277	2278	2279	2280	2281	2282	2283	2284	2285	2286	2287	2288	2289	2290	2291	2292	2293	2294	2295	2296	2297	2298	2299	2300	2301	2302	2303	2304	2305	2306	2307	2308	2309	2310	2311	2312	2313	2314	2315	2316	2317	2318	2319	2320	2321	2322	2323	2324	2325	2326	2327	2328	2329	2330	2331	2332	2333	2334	2335	2336	2337	2338	2339	2340	2341	2342	2343	2344	2345	2346	2347	2348	2349	2350	2351	2352	2353	2354	2355	2356	2357	2358	2359	2360	2361	2362	2363	2364	2365	2366	2367	2368	2369	2370	2371	2372	2373	2374	2375	2376	2377	2378	2379	2380	2381	2382	2383	2384	2385	2386	2387	2388	2389	2390	2391	2392	2393	2394	2395	2396	2397	2398	2399	2400	2401	2402	2403	2404	2405	2406	2407	2408	2409	2410	2411	2412	2
--	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	---

[illegible]

70.3

CT

C27.1-

98.

4

5 1.08 1.206

6 1.30 =.175

7 1.51 1.132

1.73 -0.078

0 1-94 -015

1. The first part of the document is a letter from the author to the editor, dated 10/10/1964. The letter discusses the author's interest in the topic of the journal and the importance of the research presented in the article. The author expresses his appreciation for the editor's efforts in publishing the journal and his hope that the article will be of interest to the readers.

VBR
+397

1. *Staphylococcus aureus* (Gram positive, cocci in clusters)
 2. *Streptococcus pneumoniae* (Gram positive, cocci in pairs)
 3. *Escherichia coli* (Gram negative, rods)
 4. *Pseudomonas aeruginosa* (Gram negative, rods)
 5. *Salmonella enterica* (Gram negative, rods)
 6. *Shigella flexneri* (Gram negative, rods)
 7. *Yersinia enterocolitica* (Gram negative, rods)
 8. *Campylobacter jejuni* (Gram negative, rods)
 9. *Legionella pneumophila* (Gram negative, rods)
 10. *Mycobacterium tuberculosis* (Gram positive, acid fast, rods)

[Faint, illegible handwritten notes]

1

1

100

100

10

1. The first part of the document is a title page. It contains the title "THE HISTORY OF THE UNITED STATES OF AMERICA" and the author's name "BY JAMES M. SMITH".

1

Bylage 41b

Berekening Raai 8

na t = 10 dagen

$$\tan \alpha = 1/38.5$$

R = 0.06 M

GAMMA = 0.8

BEREKENING RAAI 8

BEMONSTERINGSINTERVAL 10 M

DELTA D 0.210 M

BREKERDIEPTE 3.42 M

BREKERZONE 162.89 M

PHI 0 +.211

DOB/DX +.0031

N	D (M)	V (M/SEC)	N	D (M)	V (M/SEC)
1	.22	-.132	11	2.38	+0.003
2	.43	-.200	12	2.59	+0.069
3	.65	-.234	13	2.81	+0.141
4	.86	-.246	14	3.02	+0.218
5	1.08	-.242	15	3.24	+0.300
6	1.30	-.224			
7	1.51	-.196			
8	1.73	-.158			
9	1.94	-.111			
10	2.16	-.057			

$$V_{br} = +0.412$$

$$Q_1 = -19.023 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_2 = 31.709 \text{ m}^3/\text{s}$$

VERSIE 1 INVOER VAN GOLFGEGEVENS

na $t = 10 \text{ da}$

$\log K = 1/38.3$

BEREKENING 3.00

SUSLOAD=TRUE! TIJDVAK= 1 SEC

KORRELGEVENS: DM=+30'-3 D90=+58'-3 W= .0500

B= 5.0 T= 14.00 SEC

K= .060 M

MEET- PUNT	BREEDTE (M)	V (M/SEC)	H (M)	GOLFH (M)	GOLFL (M)	BUDEM	TRANSPORT IN M3 PER ZIEVENDE	TIJDVAK TOTAAL	UO (M/SEC)	CO	C1
1	15	177	220	18	20.55	15381-03	97761-04	25161-03	.60	29.58	65.85
2	10	253	430	34	28.71	19231-03	24051-03	43281-03	.81	34.82	71.09
3	10	277	650	52	35.26	22941-03	43901-03	66811-03	1.01	38.05	74.32
4	10	261	860	69	40.54	22761-03	57781-03	80211-03	1.16	40.24	76.50
5	10	231	1080	86	45.40	19821-03	62901-03	82731-03	1.29	42.02	78.29
6	10	175	1300	104	49.77	15091-03	58501-03	73581-03	1.42	43.47	79.74
7	10	101	1510	121	53.60	87081-04	39821-03	85531-03	1.53	44.64	80.91
8	10	090	1730	138	57.33	10311-04	54701-04	85041-04	1.62	45.70	81.97
9	10	203	1940	155	60.67	77211-03	47091-03	84811-03	1.72	46.60	82.86
10	10	327	2160	173	63.97	77381-03	12181-02	13921-02	1.82	47.44	83.70
11	10	492	2380	190	67.10	27901-03	22151-02	14941-02	1.90	48.20	84.46
12	7		2580	206	69.78	30351-03	27151-02	16191-02	1.97	48.83	85.09
						41651-03	35971-02	31801-02			

VERSIE 1 INVOER VAN GOLFGEGEVENS

na t = 10 dagen

la_{max} = 1/38.2

BEREKENING 4.00

SUSLOAD=TRUE! TIJDVAK= 1 SEC

KORRELGEGEVENS: DM=+.301-3 D90=+.581-3 W= .0500

B= 5.0 T= 14.00 SEC

K= .060 M

MEET- PUNT	BRFEDTE (M)	V (M/SEC)	H (M)	GOLFH (M)	GOLFL (M)	BODEM (M)	TRANSPORT IN M3 PER ZEEVEND	TOTAAL TIJDVAK	UO (M/SEC)	CO	C1
1	15	133	220	1.2	20.55	1141-03	7002-04	18141-03	60	29.58	65.85
2	10	195	430	1.4	28.71	1451-03	11941-03	32381-03	81	34.02	71.09
3	10	121	450	1.52	35.26	18181-03	34201-03	52381-03	101	38.05	74.32
4	10	223	860	1.69	40.54	18941-03	47611-03	66551-03	116	40.22	76.50
5	10	206	1080	1.84	45.40	17641-03	55501-03	73461-03	129	42.02	78.29
6	10	175	1300	1.04	43.77	15091-03	58501-03	73581-03	142	43.47	79.73
7	10	132	1510	1.21	53.60	1391-03	52711-03	63561-03	153	44.64	80.91
8	10	178	1730	1.35	57.53	17061-04	32831-03	63561-03	162	45.70	81.86
9	10	015	1940	1.11	60.97	12461-03	32911-03	91191-03	172	46.60	83.70
10	10	055	2160	1.73	63.97	14701-03	39141-03	91191-03	190	47.44	85.46
11	10	134	2380	1.90	67.92	18501-03	46441-02	10051-02	198	48.20	86.12
12	10	218	2590	2.07	72.74	16501-03	46441-02	17991-02	206	48.86	85.76
13	10	309	2810	2.35	74.54	14771-03	46441-02	16911-02	211	49.50	85.14
14	10	397	2950	2.56		3941-03	46441-02	33641-02		49.88	86.14

BEREKENING ZANDTRANSPORTEN MET METHODE RIJCKER / EINSTEIN

$$\tan \alpha = 1/38.5$$

VERSIE 1 INVOER VAN GOLFGEGEVENS

BEREKENING 8.00

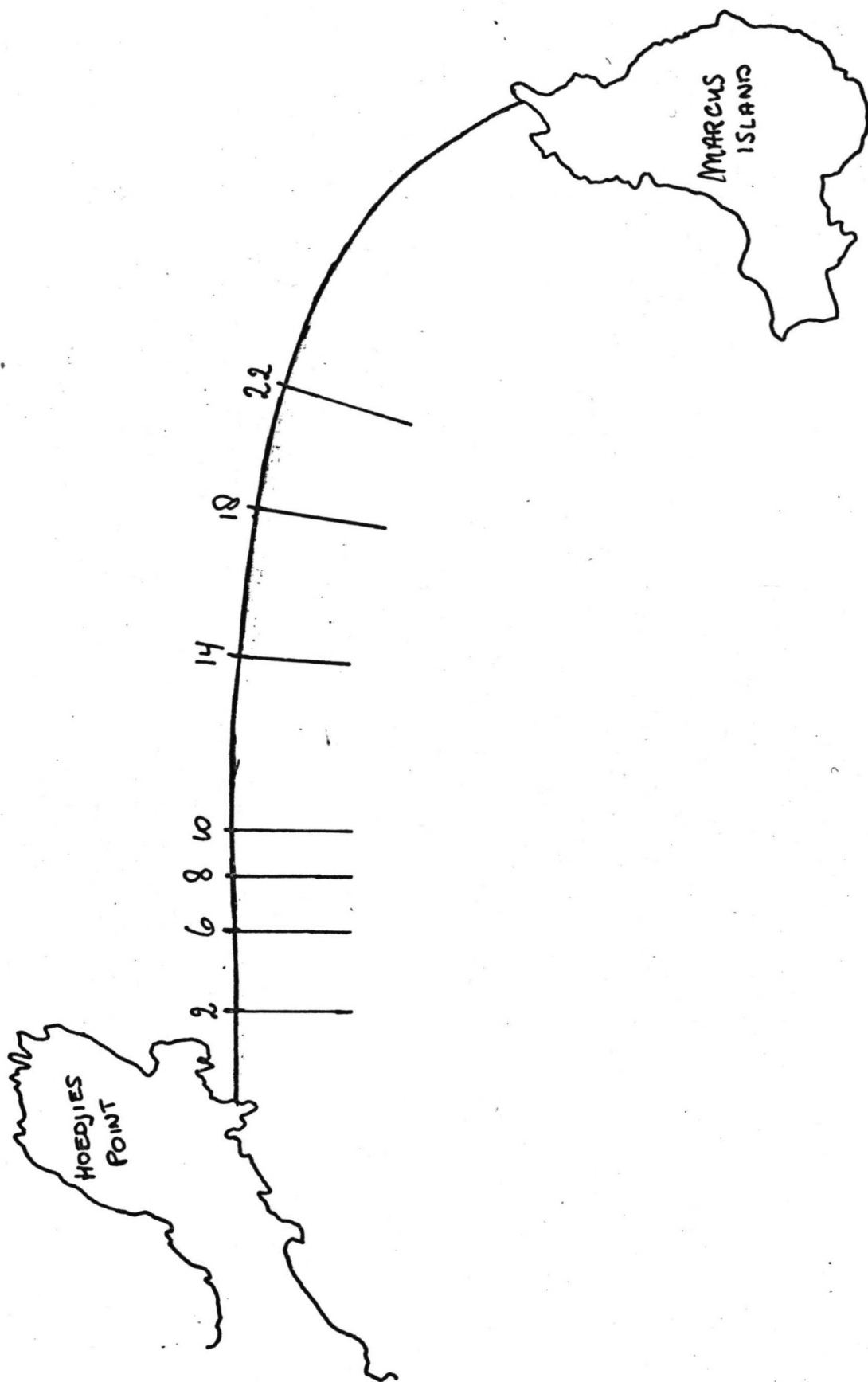
SUSLOAD='TRUE'
TIJDVAK= 1 SEC

KORRELGEGEVENS:
DELTA= 1.65
DM=+.30'-3
D90=+.58'-3
WM .0500

8 = 5.0 T = 14.00 SEC

 $\kappa = .060 \text{ M}$

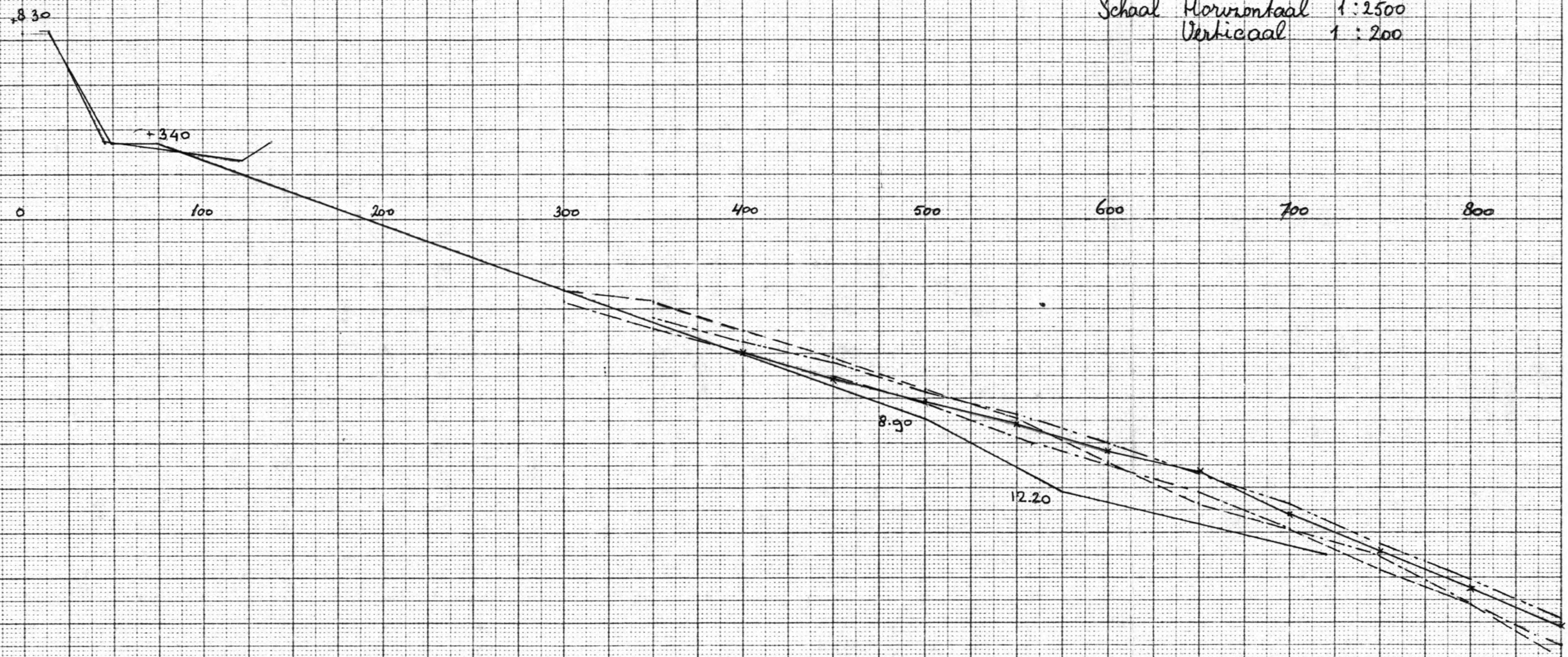
MEET- POINT	BREEDTE (M)	V (M/SEC)	GOLF (M)	GOLF (M)	GULF (M)	TRUCK RUMBLE	TRANSPORT IN M3 PER 24 HOURS	PER EVEND	PER TJDVAK	TOTAL	UO (M/SEC)	CO	CI
1	150	1300	18	20	20	104	103	04	1799	103	1	29	65
2	150	1300	32	230	28	1104	03	04	1799	103	1	38	71
3	150	1300	52	430	35	1283	03	03	3329	103	1	52	74
4	150	1300	59	600	40	1928	03	03	5568	103	1	76	76
5	150	1300	80	800	45	2078	03	03	8685	103	1	91	77
6	150	1300	124	1100	53	1493	03	03	9479	103	1	97	80
7	150	1300	243	2100	57	1350	03	03	8616	103	1	97	82
8	150	1300	337	3300	60	1274	03	03	3878	103	1	97	83
9	150	1300	377	3700	63	1324	03	03	3224	103	1	97	83
10	150	1300	409	4000	65	1523	03	03	5257	103	1	97	83
11	150	1300	470	4600	69	1449	03	03	3254	103	1	97	83
12	150	1300	529	5100	72	1491	03	03	5257	103	1	97	83
13	150	1300	554	5400	75	1342	03	03	3254	103	1	97	83
14	150	1300	574	5600	78	1512	03	03	3254	103	1	97	83
15	150	1300	594	5800	80	1716	03	03	3701	103	1	97	83
16	150	1300	629	6100	81	1661	03	03	4361	103	1	97	83



ligging raaien
profilmedingen
(niet op schaal)

Profiel 2

Schaal Horizontaal	1:2500
Verticaal	1:200

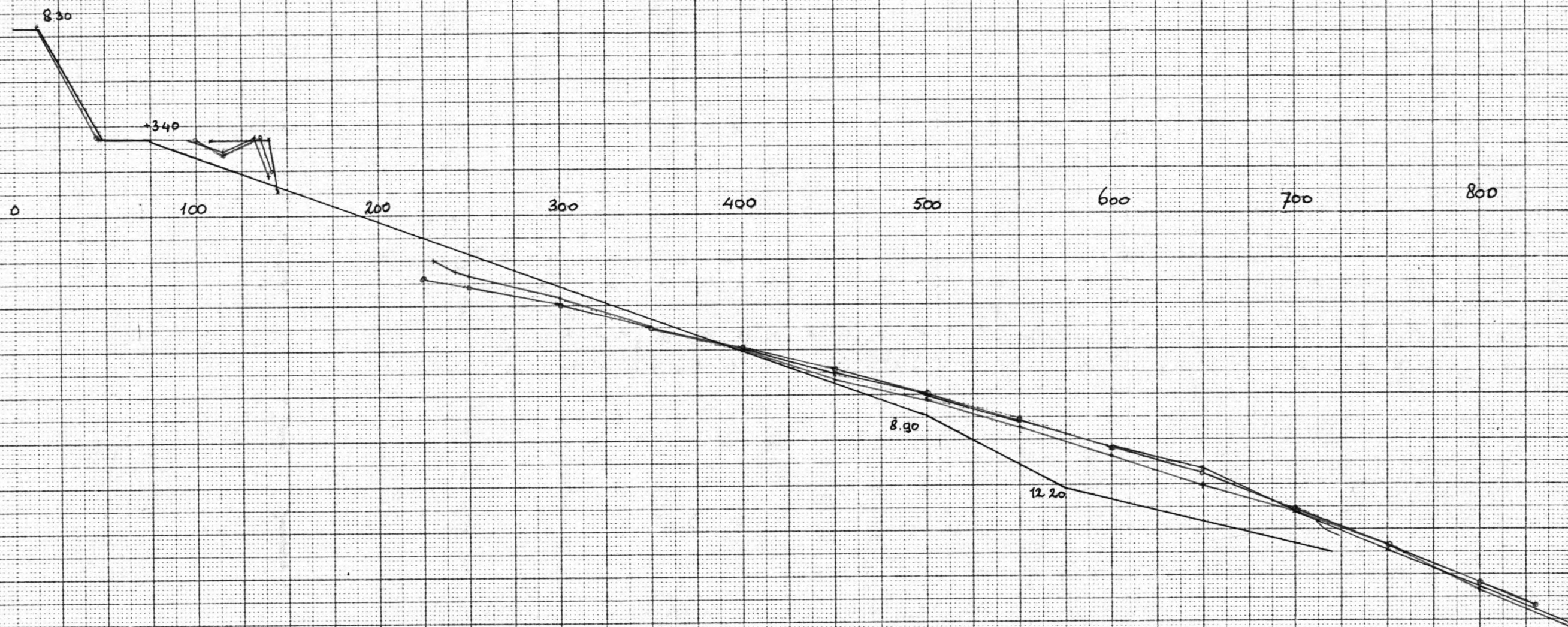


Peeling um m

[illegible]

Bylage 43A

Schaal Horizontaal 1:2500
Verticaal 1:200



Peeling in row

	31		31 11					60	71	80	92	104	113	132	149	165	182	
	35	34	35 21	28	32		40	50	59	69	80	91	104	117	131	147	163	174
	36	34	35 19	2	25	27	37	50	60	73	82	94	107	120	132	147	166	183

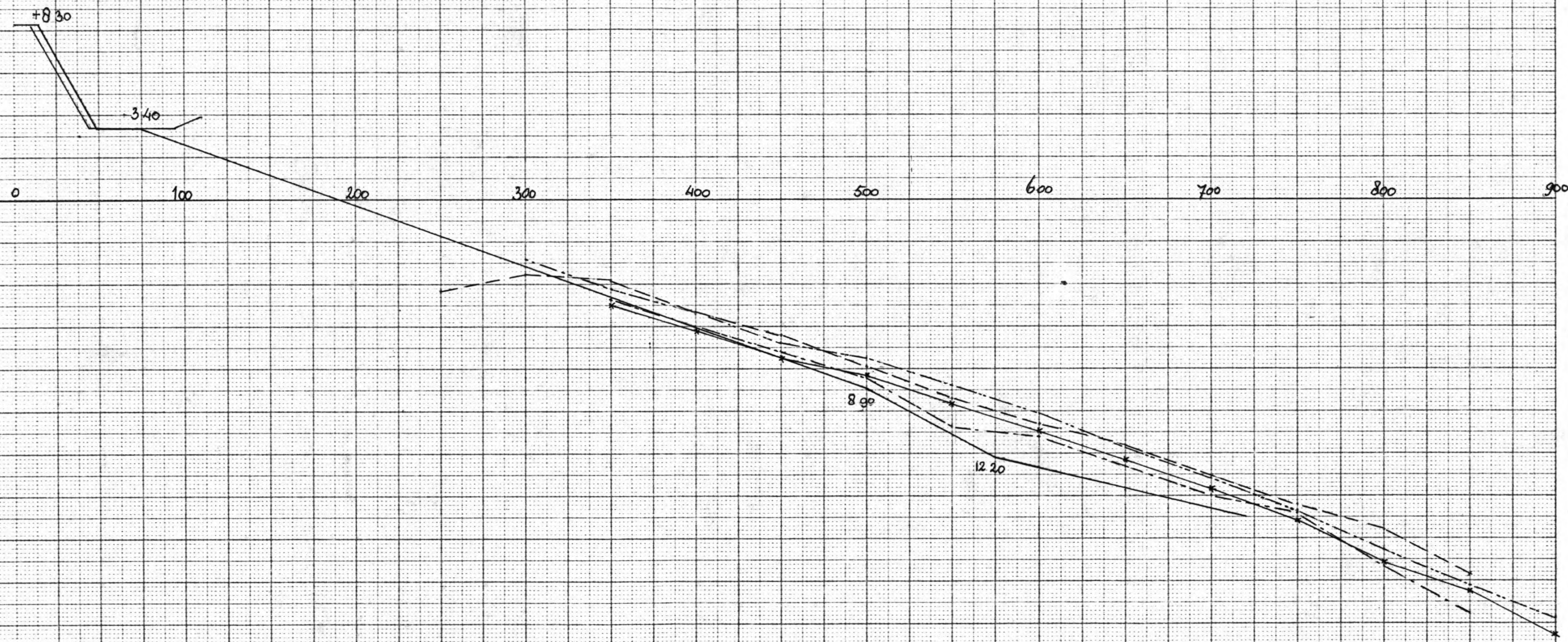
Bylage 43B

* * * * 27-6-1978 Z

----- 14-9-1976 W
 ----- 5-4-1977 Z
 ----- 15-9-1977 W
 ----- 25-1-1978 (alleen strandprofiel)

Profiel 6

Schaal Horizontaal 1:2500
 Verticaal 1:200



Peilung in m

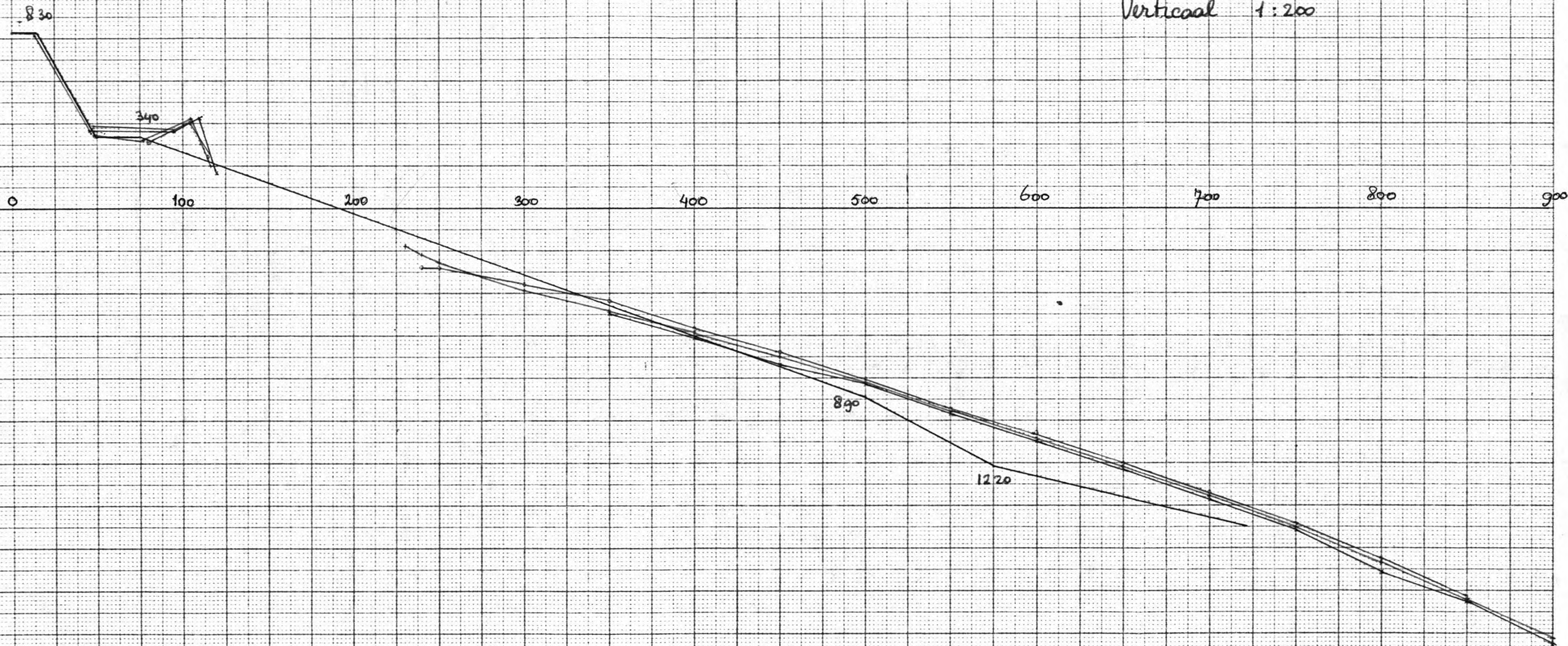
-----				43	35	39	53	64	79	94	106	116	130	144	156	177	
-----						47	60	72	84	107	112	126	140	148	173	185	
-----					28	42	53	68	75	88	101	117	131	147	165	182	197
* * *						50	61	74	83	97	110	125	137	152	172	185	205
-----	82	34	34	39													

Bylage 44A

27.6.1978
20.10.1978
6.4.1979

Profiel 6

Schaal Horizontaal 1:2500
Verticaal 1:200



Peiling in m

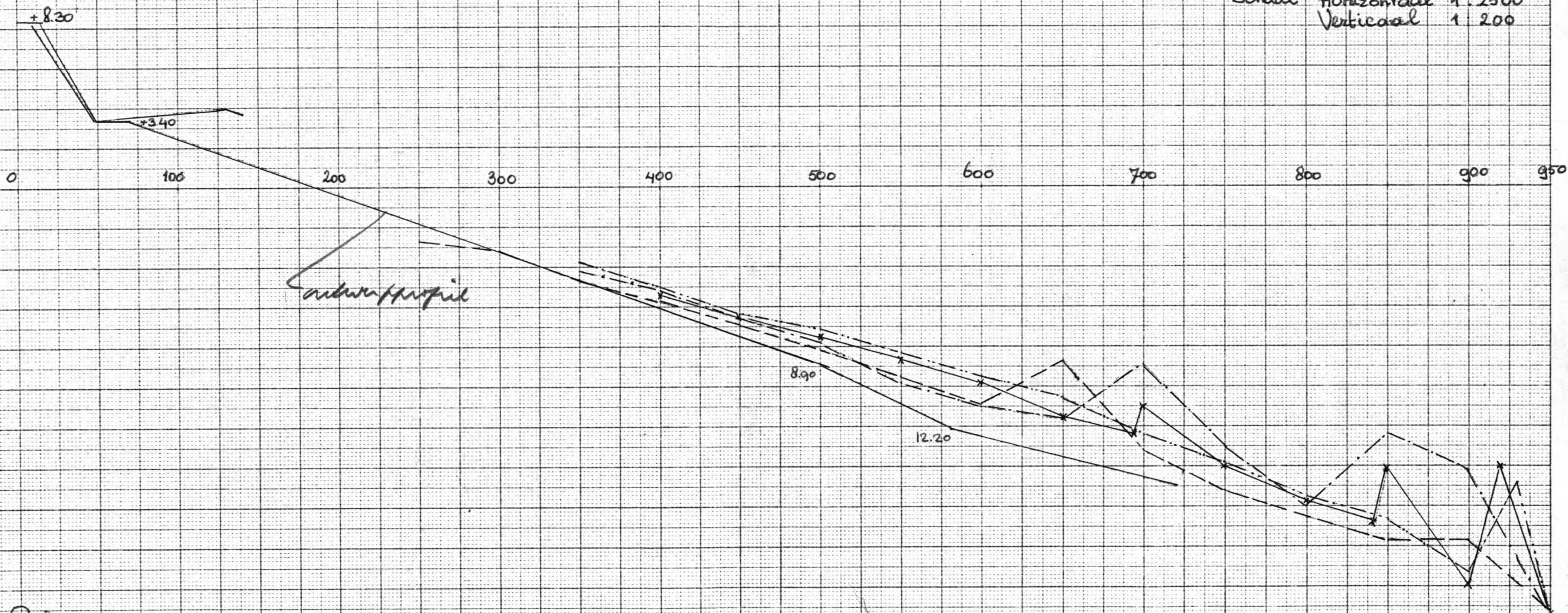
81	38	36	42.17				50	61	74	83	97	110	123	137	152	172	185	205
81	34	31	40.14		28.23	36	44	57	68	81	95	106	120	134	149	165	183	
82	37	32	42.20		18.22	26	39	49	59	70	83	95	108	122	136	151	167	202

Bylage 44B

20-1-1970

(allene
(strandprofil))

Schaal Horizontaal 1:2500
Verticaal 1:200



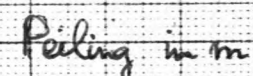
Peeling in m

[illegible]

Bylage 45A

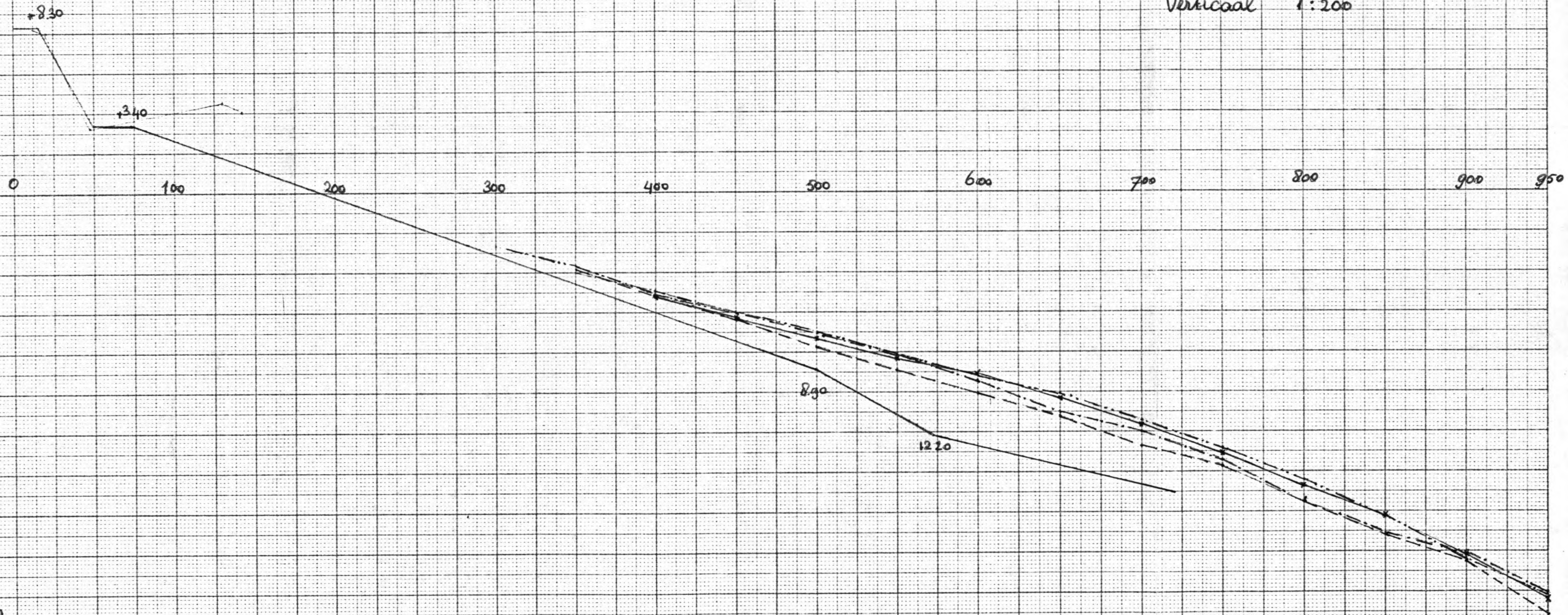
Profiel is

Schaal	Horizontaal	1:2500
	Verticaal	1:200



Bylage 45B

Schaal Horizontaal 1:2500
Verticaal 1:200



Peeling in m

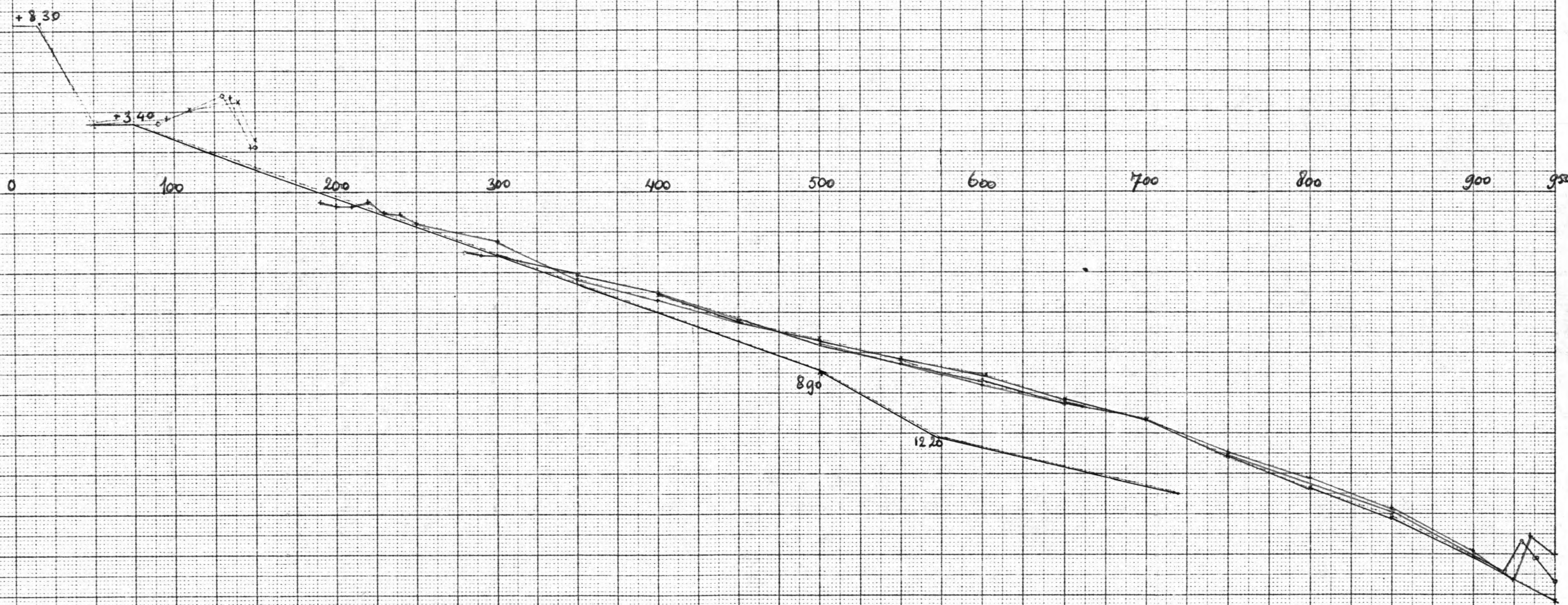
[illegible]

Bylage 46A

— x —	27-6-1978	✓
— o —	20-10-1978	✓
— + —	6-4-1979	✓

Profiel 14

Schaal Horizontaal 1:2500
 Verticaal 1:200

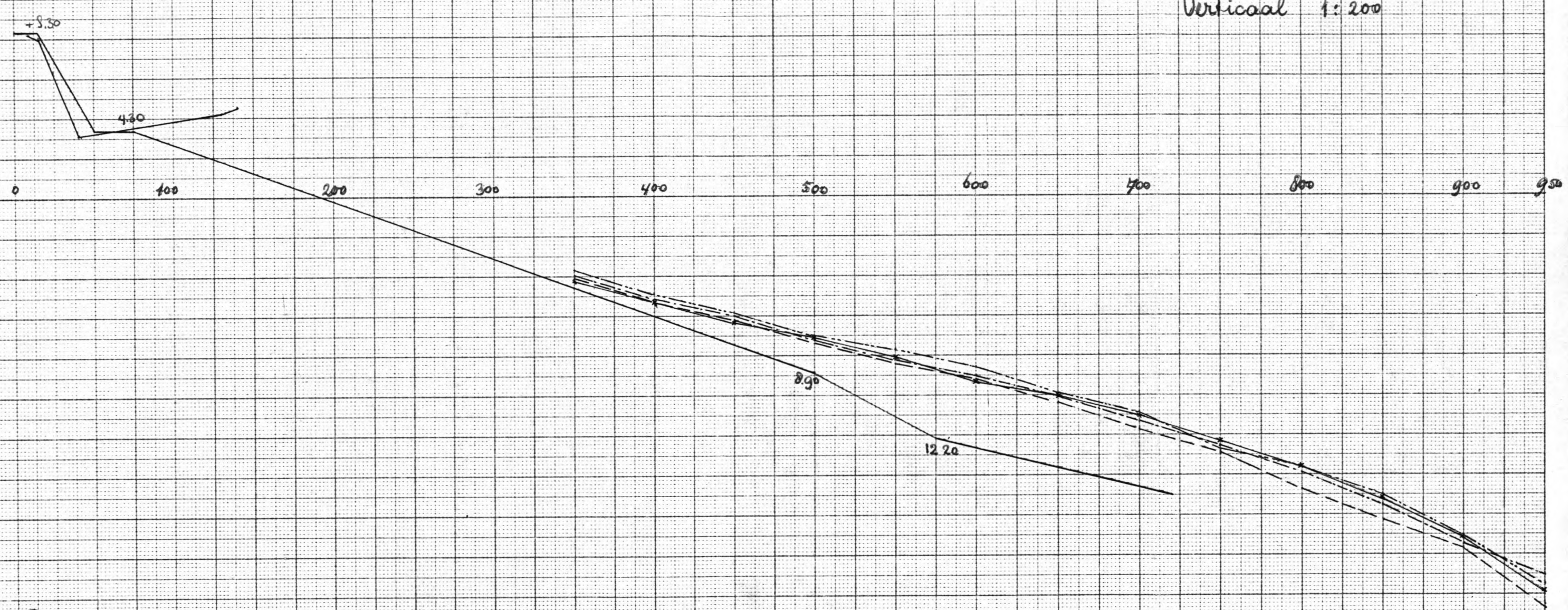


Peiling in m

	82	33	41	45	26				51	64	73	83	91	103	116	131	147	162	181	203		
	82	34	36	49	22			30 31 31	41	50	63	76	85	94	105	116	132	147	161	181	194	
	81	36	37	47	22	05 07	05 11 15		24	43	54	64	75	84	95	104	116	129	142	157	179	180

----- 14-9-1976
 ----- 5-4-1977
 ----- 15-9-1977
 ----- 27-6-1978
 ----- * * ----- 25-1-1978 alleen strandprofiel

Profiel 18
 Schaal Horizontaal 1:2500
 Verticaal 1:200



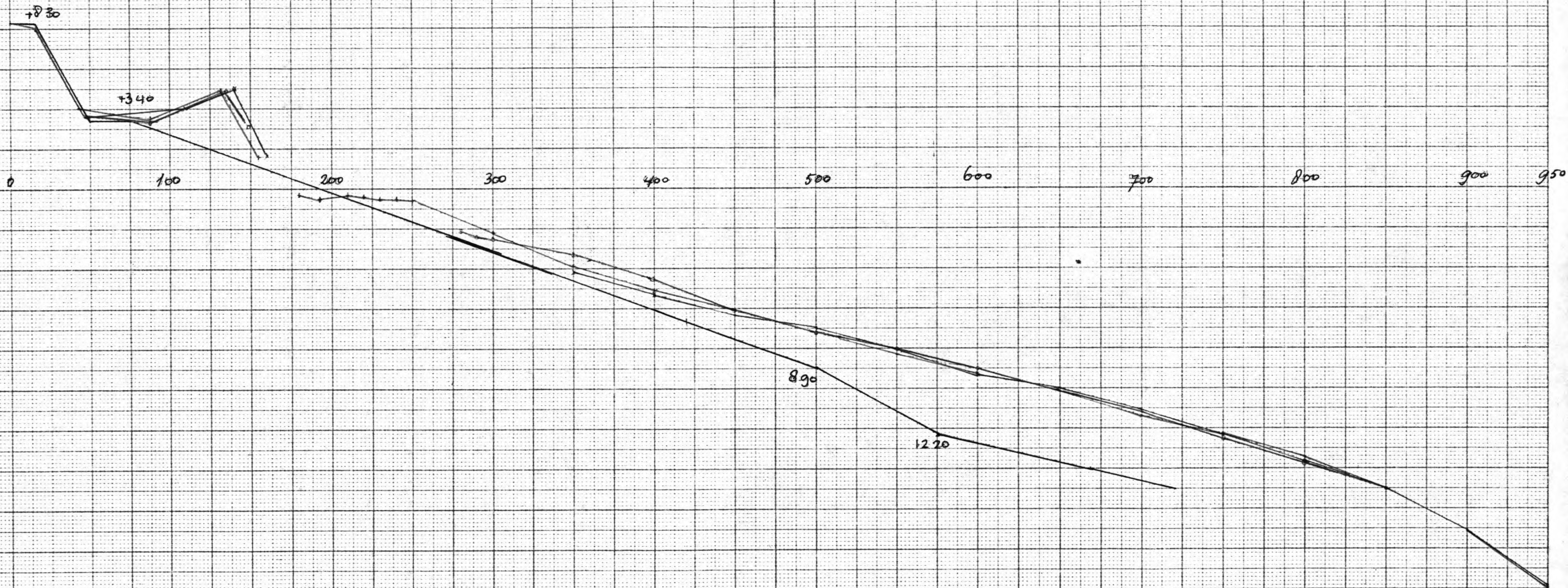
Peiling in m

-----	41	53	62	74	84	92	104	117	129	147	163	177	207
-----	40	52	60	73	82	90	101	113	125	139	155	175	190
-----	37	49	59	70	79	86	99	109	126	137	150	170	195
* * -----	42	53	63	71	81	93	100	111	123	136	151	171	198
-----	8.280	31	4.2	4.5									

27-6-1978
 22-10-1978
 6-4-1979

Profiel 18

Schaal Horizontaal 1 : 2500
 Verticaal 1 : 200



Weg in m

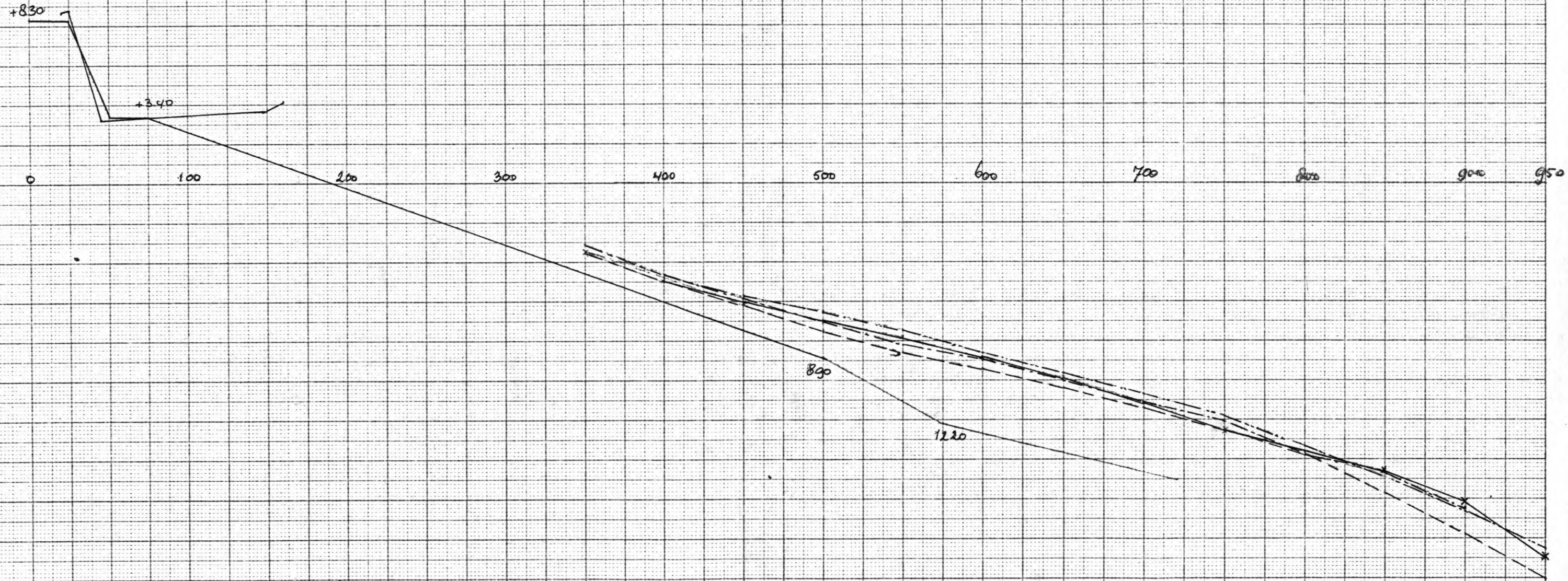
x	0	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	850	900	950
+	830	810	790	770	750	730	710	690	670	650	630	610	590	570	550	530	510	490	470	450
o	340	330	320	310	300	290	280	270	260	250	240	230	220	210	200	190	180	170	160	150
+	340	330	320	310	300	290	280	270	260	250	240	230	220	210	200	190	180	170	160	150

Bylage 47B

14-9-1976
 5-4-1977
 15-9-1977
 27-6-1978
 25-1-1978

alleen strandprofiel

Profiel 22
 Schaal Horizontaal 1:2500
 Verticaal 1:200



Peiling in m

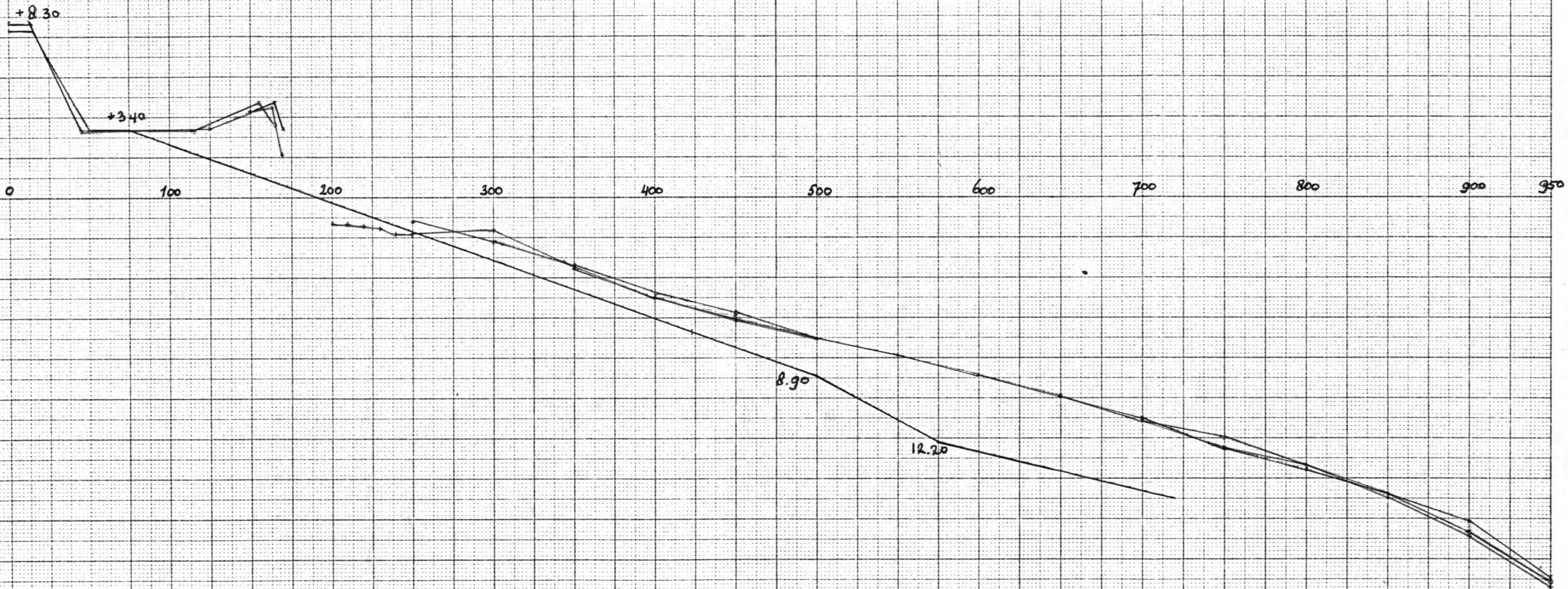
-----	35	48	62	75	86	94	104	114	125	137	157	170	201
-----	35	47	58	70	82	90	100	111	121	138	147	165	
-----	32	46	57	65	75	86	96	107	118	134	149	166	185
* * *	35	49	60	70	78	89	99	111	125	136	148	162	189

06 07 35
 36 41

x x x 27-6-1978
 o o o 20-10-1978
 + + + 26-4-1979

Profil 22

Schaal Horizontaal 1:2500
 Verticaal 1:200



Peiling in m

x x x	87	32		47	34			35	49	60	70	78	89	99	111	125	136	148	162	189
o o o	86	33		47	36		12	22	34	48	58	69	79	88	98	110	120	135	148	167
+ + +	87	33	43	46	21	1.3	15	18	16	35	48	61	71	79	90	100	110	123	135	149

Bylage 48 B

