

sept. 1975

TECHNISCHE HOGESCHOOL - AFD. CIVIELE TECHNIEK  
VAKGROEP KUSTWATERBOUWKUNDE  
TECHNISCH RAPPORT 75-3

Bibliotheek  
afd. Civiele Techniek T.H.  
Stevinweg 1. - Delft.

door  
J.A. CASTELEYN

TCLN  
75-02

GLW  
Dg P3  
Cast.3

NUMERIEKE BEREKENING VAN DE VERANDERING VAN  
KUSTVORMEN ONDER INVLOED VAN GOLFAANVAL

DEEL III

Toetsing van de programmatuur op de kust-  
ontwikkeling van het eiland Texel.

75-11.719

Bibliotheek TU Delft CT



1954244

CT -GW D9 P3 Cas

Inhoud

Inhoud	I <sub>I</sub> - I <sub>2</sub>
Symbolenlijst	S <sub>1</sub>
Literatuurlijst	L <sub>1</sub> - L <sub>4</sub>
4 Deel III	
4.1. Algemene inleiding	
4.1.1. Probleemstelling	1
4.1.2. Inleiding Texel (algemeen)	
4.1.2.1. Inleiding in de problematiek van het eiland Texel	2
4.1.2.2. Het zeegat van Texel	4
4.1.2.3. Het Eyerlandse Gat	8
4.2. Kustconstanten	
4.2.1. Algemeen	11
4.2.2. Het langstransport	
4.2.2.1. Schematisatie gebied	12
4.2.2.2. De berekeningswijze van het langstransport	16
4.2.2.3. De gebruikte coëfficiënten	18
4.2.2.4. De gebruikte gegevens	19
4.2.2.5. De daadwerkelijke bepaling van Q	20
4.2.3. Vergelijking van de berekeningswijze van Wijnant en de hiergevolgde berekeningswijze	23
4.2.4. Vergelijking erosie van berekende en gemeten kustlijn	32
4.2.5. Invloed van de verdediging met strandhoofden op het langstransport	33
4.2.6. Het dwarstransport	35
4.2.7. Daadwerkelijke bepaling q	37
4.3. Bepaling kustlijn	
4.3.1. Algemeen	38
4.3.2. Bepaling gemiddelde kustrichting	38
4.3.3. De kustontwikkeling van 1850-1963	40
4.3.4. De kustontwikkeling van 1910-1963	41
4.3.5. De verwachte kustontwikkeling van 1963-2000	42

4.4. Slotopmerkingen	46
4.5. Erkentelijkheid	47
Appendix A: Samenvatting afleiding volgens Wijnant	A <sub>1</sub> -A <sub>4</sub>
Lijst van bijlagen	B <sub>1</sub> -B <sub>2</sub>
Computerbijlage	CB

Symbolenlijst

A	transport coëfficiënt
b	breedte tussen twee golfstralen
B	evenredigheidfactor (vergl. 3.20)
c	voortplantingssnelheid golf
d	waterdiepte
$d_{x_2}$	waterdiepte op de $x_z$ -lijn (zie deel I)
$F_r$	Froude coëfficiënt
g	versnelling van de zwaartekracht ( $9,81 \text{ t/m S}^2$ )
h	duinhoogte
H	golfhoogte
$H_{\text{sign}}$	significante golfhoogte
L	afstanden tussen twee raaien
n	verhouding fasesnelheid/groepssnelheid
p	dwarstransport
p	functie van verloren hoeveelheid energie (vergl. 3.4)
p	energieflux
$P_1$	"energiefluxcomponent" evenwijdig aan kust
q	kustconstante
Q	totale langstransport
$Q_L$	langstransport door linkerdoorsnede van beschouwd gebied
$Q_o$	langstransport // referentielijn
$Q_R$	langstransport door rechterdoorsnede van beschouwd gebied
$Q_x$	langstransport // kustring
QXO	langstransport door linker gebied grens
QXR	langstransport door rechter gebied grens
R	rechterraand van het gebied
T	golfperiode
$T_{\text{eq}}$	equivalente golfperiode
$T_{\text{ge}}$	golfperiode op het lichtschip Goeree
$T_m$	gemiddelde golfperiode
x	coördinatenas, evenwijdig kustlijn
y	coördinatenas, loodrecht kustlijn (zeewaartspositief)
$\Delta y$	achteruitgang van de kustlijn / per eenheid van tijd.
$\alpha$	strandhelling (vergl. 3.4.)
$\beta$	transport coëfficiënt van Wijnant
$\gamma_{\text{br}}$	verhouding ( $H_{\text{sign}}_{\text{br}}$ ) tot $d_{\text{br}}$
$\delta$	hoek tussen strand en vooroever
$\theta$	hoek tussen raai- en strandrichting
$\lambda$	golflengte
$\pi$	coëfficiënt (3.1614....)
$\rho_w$	soortelijke dichtheid water
$\phi$	hoek van golfinval
$\psi$	hoek welke kustlijn maakt met het assenstelsel

Algemeen gebruikte coëfficiënten

$b_r$	geldend op brekerlijn
o	geldend op diepwater
T	geldend voor lichtschip Texel
Wijn	geldend voor Wijnant
zand	geldend voor berekening volgens zand

Literatuurlijst

- (1) Langstransport bij Texel  
W. Th. Bakker en J. Th. Wijnant  
Rijkswaterstaat, Directie Waterhuishouding en Waterbeweging  
afd. Kustonderzoek  
conceptverslag 1968
- (2) De grootte en de consequenties van het zandtransport door  
golven voor de Noordzee van het eiland Texel  
C.J. Vriesman  
afstudeerverslag Kustwaterbouwkunde
- (3) Geulbewegingen in de buitendelta's van de Waddenzee  
D. Sj. Joustra  
Rijkswaterstaat, Directie Waterhuishouding en Waterbeweging  
afd. Kustonderzoek  
studierapport W.W.K. 71 - 14
- (4) Verslag Zeegat van Texel  
H.A. Ferguson  
Rijkswaterstaat Directie Beneden Rivieren (mei 1943)
- (5) Nota betreffende het Zeegat van Texel en de aangrenzende  
oeveren  
J.A. Beckering Vinckers  
Rijkswaterstaat, Studiedienst Hoorn  
nota 51.1 (1951)
- (6) Scheepvaartdrempels Mond Zeegat van Texel  
S.H. Ringsma  
Rijkswaterstaat, Studiedienst Hoorn  
nota 53.2 (1953)
- (7) Studie Zeegat Texel  
J.A. Battjes  
Rijkswaterstaat, Studiedienst Hoorn  
nota 62.4 (1961)

- (8) Beschouwingen over de grondslagen van de kustverdediging  
L. van Bendegom  
Rijkswaterstaat, Directie Benedenrivieren - Noordelijke  
Afdeling  
Studiedienst Hoorn (1949)
- (9) Verdedigingsplan Zuidwestkust Texel  
Rijkswaterstaat, Studiedienst Hoorn  
nota 59-1 (1959)
- (10) TEXEL, Zuidwestkust - de aanleg van strandhoofd 1  
G. Severs  
Rijkswaterstaat, Studiedienst Hoorn  
nota 74.8 (1974)
- (11) Berekening van het langstransport door golven met  
de methode der evenwijdige dieptelijnen  
W. Th. Bakker  
Rijkswaterstaat, Directie Waterhuishouding en Waterbeweging  
afd. Kcstonderzoek  
studierapport W.W.K. 69 - 7
- (12) Korrelatie van golfgegevens Triton - 1964/65 met  
overeenkomende gegevens van het lichtschip Goerree  
K. van Harreveld  
Rijkswaterstaat, Deltadienst, Waterloopkundige afdeling  
Nota K 288
- (13) Brief nr. 366/B/IV (19 maart 1968) van J.A. Battjes aan  
J.H. Svašek  
Rijkswaterstaat
- (14) Wind and Wave data of Netherlands Lightvessels since 1949  
R. Dorrestein  
K.N.M.I. Mededelingen en Verhandelingen no. 90  
Staatuitgeverij 1967

- (21) A mathematical theory about sand waves and its application  
on the Dutch Wadden Island of Vlieland  
W.Th. Bakker  
Rijkswaterstaat, Directie Waterhuishouding en Waterbeweging  
afd. Kustonderzoek  
Shore and Beach, october 1968
- (22) Dynamica van kusten  
W.Th. Bakker  
Rijkswaterstaat, Directie Waterhuishouding en Waterbeweging  
afd. Kustonderzoek
- (23) Strandmetingen van het eiland Texel.  
Meetdienst Hoorn.  
Rijkswaterstaat, Studiedienst Hoorn
- (24) Zeehonderdjaar water en land  
H. Schoorl  
Verhandeling van het Koninklijk Nederlands Aardrijkskundig  
Genootschap nr. 2. (1973)
- (25) Onderzoekingen in de Hoofden.  
Joh. van Veen  
Rijkswaterstaat 1936
- (26) Duinvorming aan het Marsdiep  
J. Versluys.  
Rapporten en mededelingen van het Rijksbureau voor drinkwater-  
voorziening (1917).

### DEEL III.

Toetsing van de ontwikkelde numerieke computerprogramma's door berekening van de kustontwikkeling van het eiland Texel.

#### 4.1 Algemene inleiding

##### 4.1.1 Probleemstelling

In twee rapporten, Technische Rapport 75-1 en 75-2, welke bij de vakgroep kustwaterbouwkunde van de studierichting Civiele Techniek van de Technische Hogeschool te Delft zijn uitgebracht is ingegaan op de problematiek van kustontwikkeling langs een zandige kust.

Het eerste rapport beschrijft hoe uitgaande van een gegeven golfklimaat kustconstanten kunnen worden berekend, terwijl in het tweede rapport hiervan uitgaande kustvormen worden berekend.

In dit deel wordt uitgaande van genoemde berekeningswijze getracht de kustontwikkeling van het eiland TEXEL van 1850 - 1963 te beschrijven, waarna een prognose voor de kustontwikkeling tot 2000 wordt gegeven.

Dit deel wordt als hoofdontwerp van schrijver's afstudeerrapport beschouwd.



4.1.2 Inleiding Texel (algemeen)

4.1.2.1 Inleiding in de problematiek van het eiland Texel

Erosie aan onze Nederlandse kust is een bekend verschijnsel. Dat een kust ook weer aangroeit is een minder bekend, waarschijnlijk doordat dit proces geleidelijker plaats vindt, geen schade veroorzaakt en derhalve minder opvalt. Ook bij onze Waddenkust vindt afslag plaats, zowel aan de Noordzeekust als aan de Waddenkust.

Uit studies van Edelman en Lang is naar voren gekomen dat de Waddeneilanden zich in het algemeen zowel oostwaarts als binnenwaarts zouden verplaatsen, zodat van een blijvende erosie zou kunnen worden gesproken. Deze theorie gaat misschien voor de meest oostelijk gelegen Nederlandse en waarschijnlijk de Duitse Waddeneilanden wel op, doch zeker niet voor ieder van de eilanden afzonderlijk.

Het transport van sediment langs een kust wordt i.h.a. veroorzaakt door een samenspel van golf- en stroom-invloeden.

Beschouwt men een relatief rechte kust zoals onze Nederlandse kust, dan zal de invloed van de getijstroom i.h.a. klein zijn t.o.v. de brandingsstroom door golven. Slechts daar waar door stroomcontractie (riviermonding etc.) een sterke getijstroom dicht bij de kust ontstaat zal men tevens de invloed van stroom in de transportberekening moeten betrekken.

In het Waddengebied maakt de bij het heersende golfklimaat behorende resulterende windrichting (≈ west) een hoek met de oost-west georiënteerde waddeneilanden (zie fig. 1 en fig. 2).

Hierdoor vindt een resulterend zandtransport van west naar oost plaats.

Hierbij wordt opgemerkt dat dit transport bij de koppen van de eilanden door zowel een andere oriëntatie t.o.v. de resulterende windrichting als door reeds genoemde sterke stroominvloeden hiervan kan afwijken.

De voortgaande erosie stelt de beheerder van de vele kustgebieden voor problemen daar op sommige plaatsen waardevolle gebieden aangetast dreigen te worden. Op het eiland Texel bijvoorbeeld is men de laatste jaren er toe overgegaan te trachten de erosie door een verdediging te temperen.

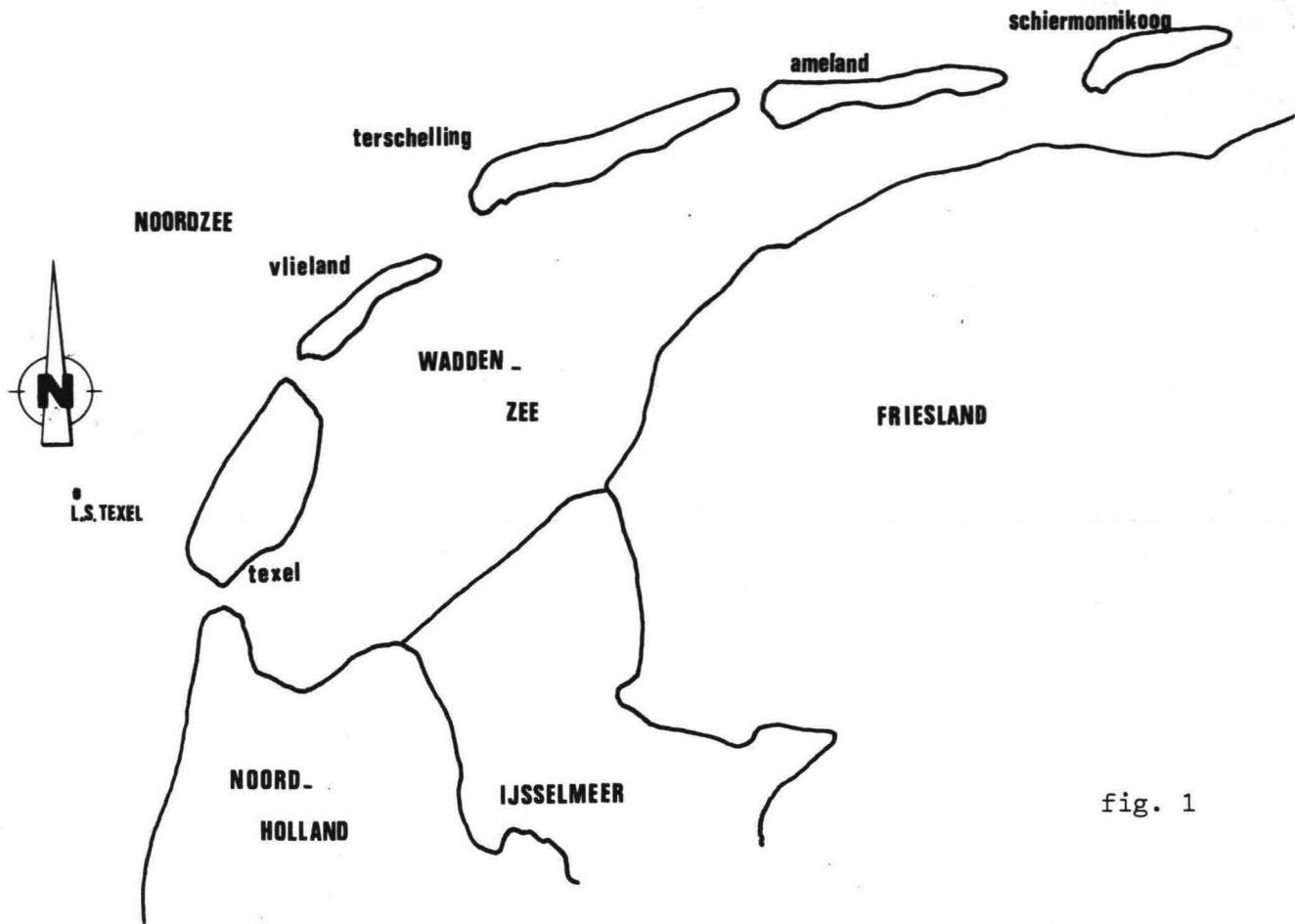


fig. 1

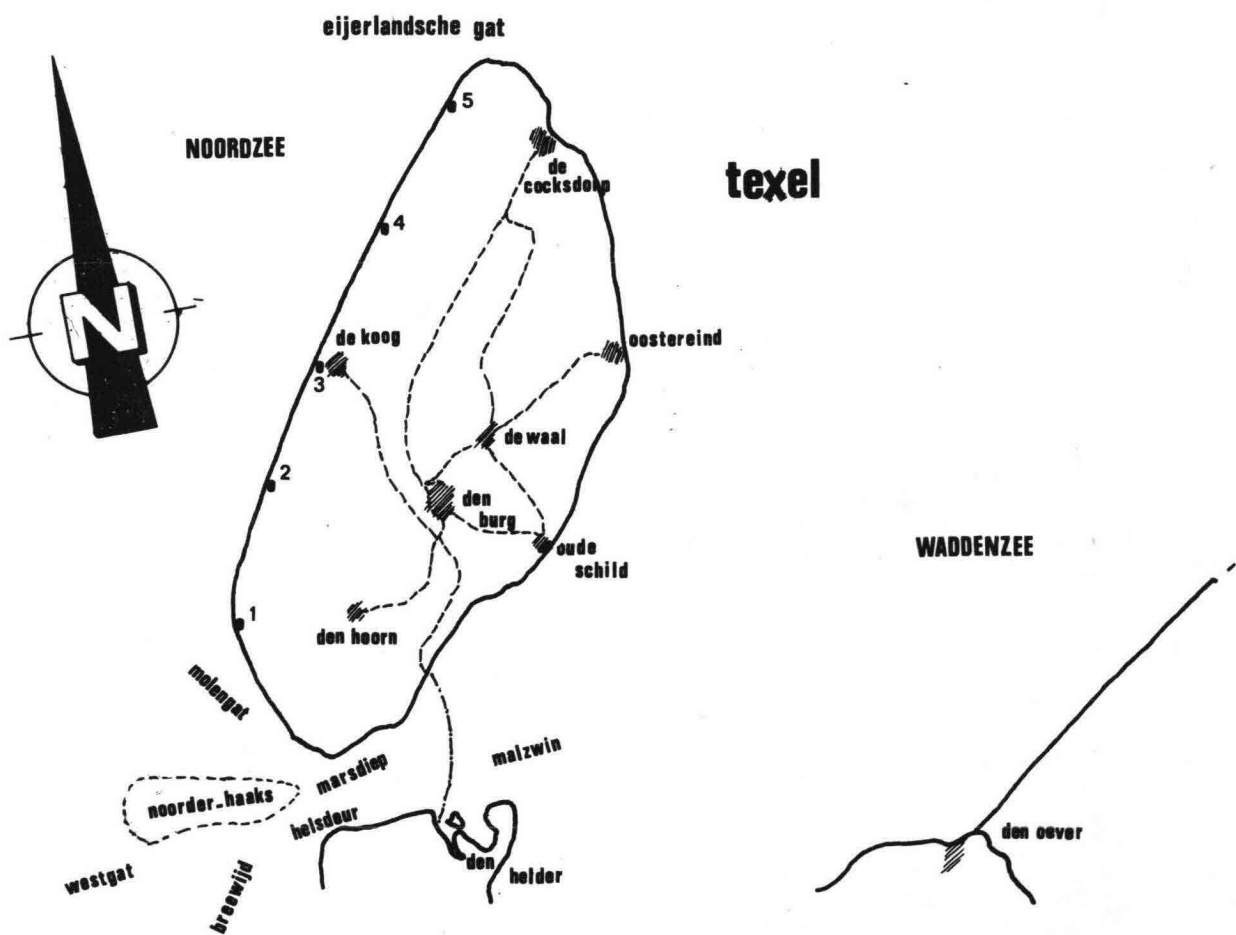


fig. 2

Wijnant (lit.(1)) trachtte als eerste m.b.v. "met de hand" uitgevoerde berekeningen het langstransport voor het eiland te beperken, om zodoende iets meer inzicht in het fysisch gebeuren te krijgen.

Vriesman (lit. (2)) deed het zelfde doch dan m.b.v. een computerprogramma. Dit rapport moet als een voortzetting van dit laatste rapport gezien worden. Met een sterk verbeterde programmatuur en nieuwe gegevens wordt getracht de kustontwikkeling van de laatste 60 jaar te beschrijven waarna een prognose tot het jaar 2000 wordt gegeven.

Uit het oogpunt van erosie kan men Texel verdelen in drie gebieden.

- 1) Het invloedsgebied van "Zeegat van Texel"
- 2) Een middengebied
- 3) Het invloedsgebied van "Eyerlandse Gat"

De erosie in het middengebied wordt zeer waarschijnlijk hoofdzakelijk bewerkstelligd door golven, terwijl de erosie aan zowel de zuidwest punt als dan de noordwest punt door golven én stroom wordt veroorzaakt.

In dit kader zal alleen dat deel van de kust van TEXEL worden beschouwd waar het zandtransport hoofdzakelijk door golven wordt veroorzaakt. De reden hiertoe moet in de probleemstelling gezocht worden nl. de toetsing van de ontwikkelde programmatuur voor langstransport door golven. In dit middengebied zijn 5 punten gekozen waarin de kustconstanten zullen worden bepaald. Fig. 2 geeft een globaal inzicht in de ligging van de punten terwijl bijl. 10 een meer gedetailleerde ligging geeft.

De randvoorwaarden voor het middengebied worden zoals reeds is gesuggereerd, opgelegd door de kustontwikkeling aan de koppen van het eiland. Het sedimenttransport in deze gebieden is sterk afhankelijk van de vorm en de ontwikkeling van de buitendelta's.

Daar in dit kader niet verder op deze problematiek wordt ingegaan en het voorfysisch inzicht in de ontwikkeling van de kust van Texel wel van wezenlijk belang is, wordt nu eerst een overzicht gegeven van de geulbeweging in de buitendelta's van het eiland.

Dit geschiedt aan de hand van een rapport van Joustra <sup>1)</sup> (lit.(3)), die een studie voor alle buitendelta's van de waddenzee heeft gemaakt.

#### 4.1.2.2 Het zeegat van Texel (bijl. 1 t/m 3).

Het zeegat van Texel, is al verschillende keren een onderwerp van studie geweest. Fergusson (lit. (4)) onderzocht in 1943 stroom- en getijmetingen welke in de 1938 en 1939 zijn gedaan in de buitendelta en de hals van het zeegat.

Bekijkt men de resultaten van deze metingen in onderstaande tabel dan ziet men dat de eb-debieten van het Westgat en Schulpengat groter zijn dan de vloeddebieten, zodat hier van ebgeulen gesproken wordt, terwijl het Molengat dan een vloodschaar blijkt te zijn.

eb	Molengat	Westgat	Schulpengat
eb	175	465	$271 * 10^6 \text{ m}^3$
vloed	227	406	$228 * 10^6 \text{ m}^3$

De debieten zijn onder voorbehoud gegeven. Nadere gegevens van weersomstandigheden en soortgetij zijn de auteur niet bekend. Sinds 1933 is het Molengat dieper geworden en de Texelstroom ondieper. Er blijft bij Ferguson twijfel bestaan over de reden van deze verdieping en verondieping. Men is geneigd dit toe te schrijven aan de aanleg van de afsluitdijk in 1932, maar dit proces is al in 1925 begonnen. Beckering Vinckers (lit.(5)-1959) behandelt na een historische ontwikkeling van het zeegat de aanval op de Helderse zeewering. Dit zou worden veroorzaakt door de draaiing van het zuidelijk deel van het Schulpengat, waardoor de kust steeds meer open kwam te liggen

<sup>1)</sup> De studie van Joustra had als doel een universele wetmatigheid in de beweging van de geulenstelsels te vinden, speciaal betreffende het draaien van deze geulenstelsels. De resultaten van dit onderzoek welke betrekking hebben op de zeegaten bij Texel zijn in dit hoofdstuk gedeeltelijk geciteerd.

voor de golfval uit het zuidwesten. Voorts veronderstelde hij dat het opdringen van de Razende Bol de grotere diepte van de Helsdeur zou veroorzaken.

Ringma (lit.(6)-1953) verwijst gedeeltelijk naar het rapport van Bec-  
kering Vinckers en stelt dan dat er vroeger geregelde draaiing "met  
zon" van de geulen plaats vond. Sinds het begin van deze eeuw is t.g.v.  
het verplaatsen van het zwaartepunt van het kombergingsgebied,  
de Helsdeur gaan draaien waardoor het Westgat niet meer als ebgeul  
voldoet. In tegenstelling met Vinckers stelt hij dat de draaiing  
van de Helsdeur veroorzaakt wordt door de verplaatsing van het  
zwaartepunt van het kombergingsgebied, of in ieder geval aan  
veranderingen in de morfologie van de Westelijke Waddenzee  
en niet aan de invloed van de veranderende geulenstelsel in  
de buitendelta.

Battjes (lit.(7)-1961) stelt dat de draaiing van de Helsdeur is ver-  
oorzaakt door de afsluiting van de Zuiderzee. Dit zou tot gevolg  
hebben, gezien het grotere getijvolume dat sinds die afsluiting door  
het zeegat trekt, dat het Schulpengat sterker in grootte is toegenomen  
dan de andere geulen. Dit is in tegenspraak met het rapport van  
Ringma die in een grafiek laat zien dat de draaiing van de Helsdeur  
reeds rond 1900 is begonnen.

Hij geeft ook het resultaat van in 1951 en 1958 gedane debietmetingen  
in vergelijking met die van 1939.

	1939			1951			1958		
	vl.	eb	tot.	vl.	eb	tot.	vl.	eb	tot.
Molengat	227	175	402	187	122	309	179	132	311 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
Westgat-Breewijd	406	465	871	409	581	990	302	393	695 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
Schulpengat	228	271	499	290	297	587	443	485	928 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
Totaal	861	911	1772	886	1000	1886	924	1010	1934 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>

Hij acht een fout van ca. 10% waarschijnlijk in deze cijfers dus over  
het totale getijvolume valt weinig te zeggen. Uit de getijvolumes valt  
echter wel degelijk op te maken dat zich een richtingsverandering van

van de hoofdstromen heeft voorgedaan. Hij verwacht dan ook een doorbraak over de Bollen vanuit het Breewijd naar het Zuidelijk deel van het Schulpengat.

De grote ebgeul in het midden- het Westgat- ligt in het verlengde van de hoofdgeul in het zeegat, met aan weerszijden kleine geulen te weten het Schulpengat en het Noordergat- later het Molengat (lit(7)). De ebgeul is gedurende bijna de gehele beschouwde periode tot ongeveer 1945 erg groot geweest (fig. 1, bijl. 3) ( $\pm 30.10^3 \text{ m}^2$ ). Tot ongeveer 1930 is de richting ervan weinig veranderd. Sindsdien is hij echter ongeveer  $20^\circ$  "met zon" gedraaid (fig. 2, bijl. 3). Bovendien is op te merken dat het natte oppervlak van het Westgat sinds 1945 bijzonder sterk is verminderd.

Het Schulpengat is tot ongeveer 1930 vrij constant geweest in grootte en richting. Sindsdien is het ongeveer  $15^\circ$  "met zon" gedraaid (naar het Westen gedraaid) en ongeveer anderhalf maal zo groot geworden (fig. 1 enz., bijl. 3). De oorzaak van de veranderingen van deze twee geulen ligt waarschijnlijk in een oriëntatie verandering van de Helseur, de geul in de hals van het zeegat, van ongeveer  $10^\circ$  "tegen zon" (4).

Het Noordergat is door het opdringen van de Onrust "met zon" gedraaid tegen Texel aangedrongen en tenslotte verzand.

Het Molengat, aanvankelijk de meest noordelijke van een aantal betrekkelijk kleine geultjes over de Noorderhaaks is, toen de grootte van het Noordergat snel minder werd, sterk in grootte toegenomen. Deze liep op van  $7000 \text{ m}^2$  in 1860 tot  $22.000 \text{ m}^2$  in 1930. Na dat jaar is deze weer afgenomen tot  $13.000 \text{ m}^2$  nu. Sinds ongeveer 1850 is het bovendien  $55^\circ$  "met zon" gedraaid (fig. 1 en 2, bijl. 3).

Op de kaarten van na 1945 is te zien dat aan het oosteinde van het Westgat zich een drempel vormt. Dit duidt erop dat het Westgat zijn functie als ebgeul aan het verliezen is. Het ziet er naar uit dat het Schulpengat deze zal overnemen. Hiervoor zal het nog ongeveer  $15^\circ$  à  $20^\circ$  "met zon" moeten draaien opdat het weer in het verlengde ligt van de Helseur.

Op bijlage 2 is de beweging van de assen van de geulen in de loop der tijden schematisch aangegeven. De getrokken lijnen geven geulassen

dieper dan 10 m, de gestreepte geulassen met diepte 5 tot 10 m aan (t.o.v. N.A.P.).

Een open vraag blijft of het Molengat het Noordergat achterna gaat en er een nieuwe vloedschaar door de Noorderhaaks zal ontstaan. De Noorderhaaks is de laatste jaren sterk aan de westzijde afgenomen en heeft zich in de noordelijke en zuidelijke richting uitgebreid. Zoals reeds is opgemerkt betekende dit deels een verkleining van het dwarsprofiel doch ook een verplaatsing naar de kust.

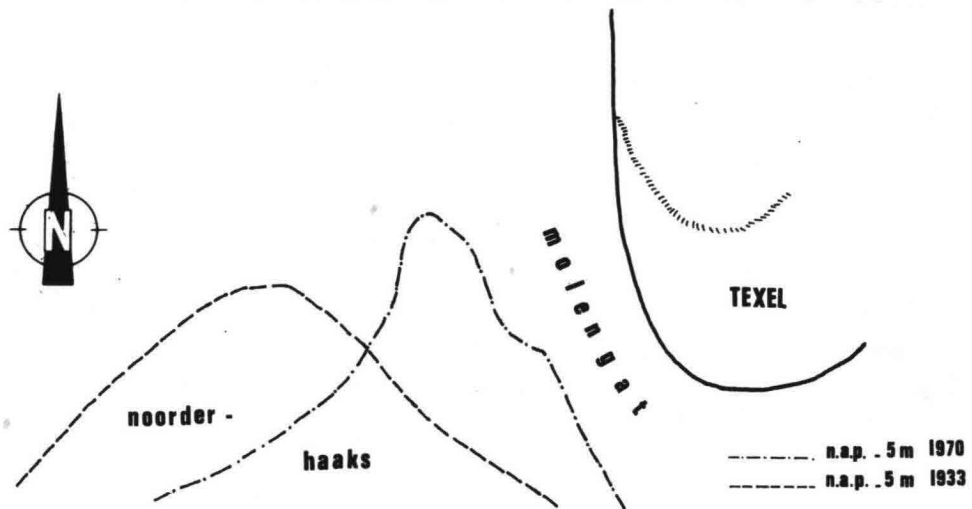


fig. 4.

Bovendien heeft de geul zich met de uitbreiding in noordelijke richting van de Noorderhaaks zich verlengd.

Fig. 4 brengt boven beschreven verandering in beeld.

Studies van Lang, Schoorl, Van Veen en Versluis (lit. (24), (25) en (26)) geven een verklaring van de bewegingen van dit platen-geul-systeem. Globaal stellen zij dat de zandverplaatsing in de nabijheid van de onderwaterdelta schoksgewijs geschiedt. Door o.m. golfslag en stroming op de gronden zal het zand van het westen naar het oosten worden getransporteerd, hierdoor vindt aan de oostzijde van de plaat sedimentatie plaats.

T.g.v. een doorbraak door de plaat kan een op zodanige wijze ontstaane afgescheiden zandbank zich met de kop van het nabij gelegen Waddeneiland verenigen. Dit noemt men het z.g.n. "verhelen".

Beschouwt men de kaart van Texel (bijl 10) dan ziet men dat zich midden in het eiland een estuarium bevindt "de Slufter".

Dit getij-gebied heeft een zodanige komberging dat het debiet een eventuele "natuurlijke" afsluiting tegengaat.

Hoewel men een geleidelijke dichtslibbing zou verwachten blijkt dit niet het geval te zijn. Dit kan worden verklaard door het feit dat de mond van het estuarium zich telkens verlegt en daardoor het geulenstelsel zich ook telkens verplaatst.

Wat de invloed op het transport van de Slufter is, is moeilijk te zeggen. Waarschijnlijk is dit gering, mede gezien het dieptelijnen verloop bij de mond van het gebied.

Bij de berekening is er dan ook geen rekening met de aanwezigheid van de Slufter gehouden.

#### 4.1.2.3. Het Eijerlandse Gat(bijl. 4 t/m 6)

Op de eerste kaarten die gebruikt zijn staan twee bijna geheel gescheiden stroomsystemen aangegeven: De Kolk met in de buitendelta het Engelsmangat en het Vogelzwin met in de buitendelta het Eijerlandse Gat. Op de opname van 1886 is een grote verandering waar te nemen: Het Vogelzwin en De Kolk komen samen in het zeegat en monden beiden uit in het Engelsmangat wat ongeveer  $35^{\circ}$  "met zon" is gedraaid sinds de eerst opname (fig. 2, bijl. 6). Van het Eijerlandse Gat is dan nog slechts een klein geultje over vlak onder de kop van Eijerland.

Doordat het Vogelzwin binnen het zeegat voortdurend verandert komt het de ene keer wel en de andere keer niet samen met De Kolk. Wanneer beide geulen niet samen komen vindt het water vanuit het Vogelzwin zijn weg terug tussen en over de banken van de buitendelta. Tot echte geulvorming komt het door de afvoer van het Vogelzwin nauwelijks meer.

Het Engelsmangat draait steeds verder "met zon", na 1866 nog ongeveer  $25^{\circ}$ . Het natte oppervlak van de doorsnede wordt daarbij steeds groter tot  $\pm 5500 \text{ m}^2$  bij de laatste opname (fig. 1, bijl. 6).

Door afslag van de kop van Eijerland en van de Vliehors is de breedte van het zeegat toegenomen van 2 km in 1852 tot 3,5 km in 1967, terwijl het getijvolume waarschijnlijk hetzelfde is gebleven. Hetgevolg hiervan is dat, vooral in het zuidelijk deel van het zeegat nog minder van geulvorming sprake is dan in de vorige eeuw.

Op bijlage 6 is de beweging in de loop der tijden weergegeven. Uit fig. 2, bijl. 6 blijkt dat de geul het Eijerlandse Gat, steeds dezelfde richting heeft gehouden gedurende zijn bestaan. De richting van het geultje dat later rond de kop van Eijerland loopt is



daaraan gelijk. Kennelijk is er een geringe voorkeur voor geulvorming in die richting maar zijn de omstandigheden binnen het zeevat, zoals de aanstroomrichting, daar niet gunstig voor.

Uit de voortdurende draaiing van het Engelsmangat blijkt dat er verder niet direct een bepaalde voorkeursrichting is aan te wijzen.

Na dit globale overzicht van de geulbeweging in de buitendelta's rond het eiland zal iets verder worden ingegaan op de plaatselijke verdedigingen welke langs de Noordzeekust van Texel zijn aangebracht. De noordwestkust wordt verdedigd door het vastleggen van strand en vooroever door middel van asfalt-en zinkwerken het z.g.n. Bolwerk (lit. (8)), de zuidwestkant door een aantal equidistante strandhoofden (lit. (9)). Een en ander is weergegeven op bijl. 10. Met de aanleg van de verdediging is men in de jaren vijftig begonnen. De verdediging van de zuidwestpunt is in 1959 gestart. Het plan bestaat uit een gefaseerde bouw van strandhoofden, waarbij wordt afgestemd op de achteruitgang van de kust. Bijlage 7 geeft een overzicht van de situatie ter plaatse.

Op bijlage 8 t/m 9 wordt uit verloop van de duinvoetlijn, gemiddelde hoogwater en laagwaterlijn en de dieptelijnen van 2,5 m, 5 m en 7,5 m weergegeven in tijd-afstand grafieken (z.g.n. bliksemgrafieken). Sedert de aanleg van de strandhoofden is van strandhoofd 7 t/m 19 sprake van enige stabilisatie van het regressieproces van de lijn G.L.W. G.H.W. en duinvoet. Ter zuiden van strandhoofd 6 gaat de regressie van genoemde lijn echter onverminderd voort. De waarnemingsperiode is hier echter te kort om hier conclusies aan te verbinden. De aanleg volgens het oorspronkelijke plan is inmiddels gevorderd (lit. (10)) tot en met het kopeinde van strandhoofd 2. Op grond van de achteruitgang van de vooroever ter plaatse van het ontworpen strandhoofd 1 zou tot de aanleg van het kopeinde van dit strandhoofd moeten worden overgegaan indien men het oorspronkelijke plan handhaaft.

De aanleg van strandhoofd 1 wordt mede gezien de voortgaande uitbouw van de Haaksgronden naar het noorden en de verwachte doorbraak van een nieuwe vloodschaar door de "Haaks" een penibele zaak. De mogelijkheid bestaat immers, dat binnen een niet te lange tijd een door duinen beschermde strandhoofden rij kan worden verwacht.

Deze gedachtengang dient men in het achterhoofd te houden wanneer in hoofdstuk 4,3,4 een prognose van de verwachte ontwikkeling van de kustlijn van 1963 - 2000 wordt gemaakt.

Alles valt of staat met de aangenomen randvoorwaarden welke worden aangehouden.

Hierbij wordt opgemerkt dat de randvoorwaarde op zich reeds een voldoende hoeveelheid stof van één of enkele afstudeeronderwerpen zou zijn.

Opm.: Door onzekere ontwikkeling van de beweging van het Molen-  
gat heeft Rijkswaterstaat, mede gezien het relatieve onbelang-  
rijke duinengebied achter "strandhoofd 1" besloten deze verde-  
ding "voorlopig" niet aan te brengen.

## 4.2 Kustconstanten

### 4.2.1 Algemeen

Zoals in de algemene inleiding is aangenomen wordt het sediment in het beschouwde kustgebied van TEXEL in hoofdzaak door golven getransporteerd.

In dit rapport wordt dit fenomeen dan ook als de enige van invloed zijnde factor voor de vervorming van de kustlijn aangenomen. Hierbij wordt dan nog wel onderscheid gemaakt tussen langs- en dwars-transport.

Het langstransport is door Wijnant (lit. (1)) reeds met de hand berekend. De uitkomsten van deze berekeningen lijken zeer representatief voor Texel.

De gevolgde rekenwijze is echter, zoals Bakker reeds in een bijlage van genoemd rapport opmerkte, niet geheel juist.<sup>1)</sup> Tevens zijn van bepaalde coëfficiënten waardengenomen die thans achterhaald zijn. Daar de erosie berekening van Wijnant volgens zijn gegevens en vergelijkingen overeen blijkt te komen met de erosie bepaald uit kustmetingen, werd het nuttig geacht om dieper op deze berekening in te gaan.

De door Wijnant gebruikte formules zijn derhalve in appendix A gegeven terwijl in hoofdstuk 4.2.3 op de verschillen met de in deel I afgeleide vergelijkingen wordt ingegaan.

Vriesman (lit. (2)) berekende voor het eerst het transport met een computerprogramma.

De in dit afstudeerrapport gevonden waarden van  $q(x)$  en  $Q(x)$  voldoen echter niet aan de verwachte waarden.

In hoofdstuk 4.2.2 wordt ingegaan op de gebruikte gegevens voor de berekening van het langstransport zoals in deel I is beschreven, terwijl in hoofdstuk 4.2.5 een berekening van het langstransport uit kustmetingen wordt gegeven.

In 4.2.4 wordt een beschouwing gehouden over de invloed op het langstransport bij een verdediging van de kustlijn door strandhoofden. Hoofdstuk 4.2.6 gaat in op het dwarstransport terwijl in 4.2.7 tot slot een beschouwing wordt gegeven over verandering van het langstransport bij verandering van de kustlijn.

<sup>1)</sup> D.w.z. is niet juist in details, doch wel in essentie.

#### 4.2.2 Het langstransport

##### 4.2.2.1 Schematisatie gebied

Het gebied wordt verdeeld in vier vakken welke door vijf, reeds in de algemene inleiding genoemde punten worden begrensd.

De ligging van deze punten is op bijlage 10 op een kaart ingetekend. De bijlagen 16A t/m 16D geven voorts een nadere detaillering van het raaiensstelsel hetgeen o.a. voor de kustlijnberekening in een later stadium van belang is. De vier vakken zijn als volgt ingedeeld.

vak 1	:	punt 1 - punt 2	(raai 10 - raai 15)
vak 2	:	punt 2 - punt 3	(raai 15 - raai 19)
vak 3	:	punt 3 - punt 4	(raai 19 - raai 23)
vak 4	:	punt 4 - punt 5	(raai 23 - raai 28)

Beschouwt men de situatie op bijl. 10 dat zal het opvallen dat het dieptelijnenverloop in de punten 1 en 5 aanzienlijk afwijkt van het verloop bij de punten 2 t/m 4.

Zeewaarts van de punten 2,3 en 4 kan worden gesproken van een evenwijdig dieptelijnenprofiel. Het langstransport kan hier dan ook direct met de in deel I besproken theorie der evenwijdige dieptelijnen worden bepaald.

Voor de punten 1 en 5 zullen bij bepaalde windrichtingen (zie bijl. 10) door het grillige platen- en geulenstelsel zodanige refractiepatronen ontstaan dat een benadering met evenwijdige dieptelijnen niet relevant zou zijn.

Naast afwijkende refractiepatronen wordt hierbij gedacht aan diffractie achter de platen en golfdemping op de platen.

Dit probleem wordt gedeeltelijk getracht op te lossen door uit te gaan van een refractieberekening welke door Wijnant met de hand is uitgevoerd. (lit.(1)).

Gedeeltelijk oplossen, want de punten waar Wijnant **refractieberekening** uitvoerde komen niet exact overeen met de genoemde punten 1 en 5.

M.B.v. de volgende schematisatie is getracht hier een oplossing voor te vinden.

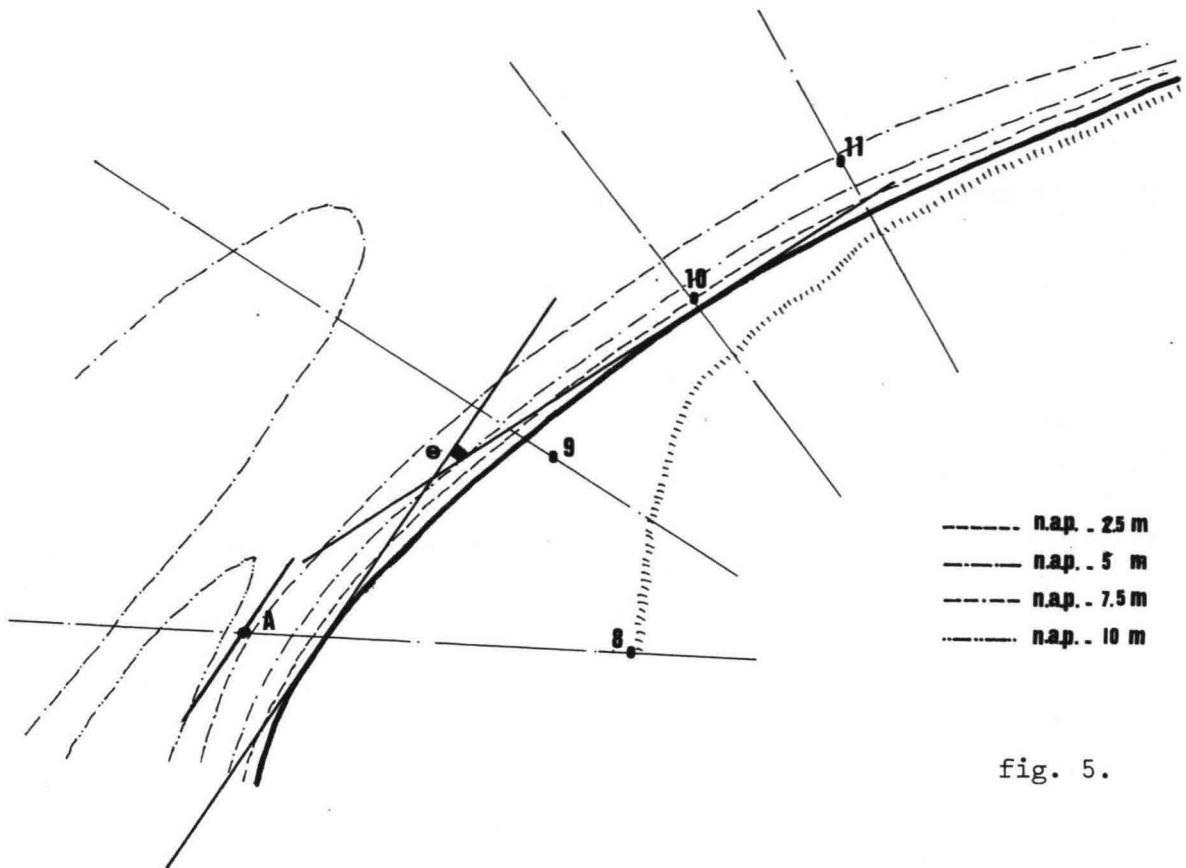


fig. 5.

In raai 8 (zie fig. 5 en bijl. 10) is een refractieberekening door Wijnant uitgevoerd.

Van dieptelijnen N.A.P. - 8 m tot N.A.P. lopen de dieptelijnen weer evenwijdig aan de kust. De refractie en de shoaling coëfficiënten ( $K'_s$ ) zijn voor de in bijl. 10 aangegeven golfrichtingen tot op de N.A.P. - 8m lijn bepaald (zie bijl. 11<sup>a</sup>), waarbij tevens de hoek van golfinval in dit punt (punt A van fig. 5) op deze dieptelijn is opgemeten.

Voor de berekening moet men deze waarden echter in raai 10 weten.

Daar het niet verantwoord is deze waarden in raai 8 en raai 10 aan elkaar gelijk te stellen, zijn twee berekeningen uitgevoerd.

1. Uitgaande van de gegevens van de refractieberekening van Wijnant op de N.A.P. - 8 m dieptelijn zijn de kustconstanten bepaald bij een kustrichting // aan de kustrichting in raai 10 (M.a.w. de kust in raai 8 is een hoek  $\theta$  gedraaid t.o.v. de werkelijke kustlijn).  
Deze gegevens zijn weergegeven in de tweede kolom van bijl. 22A.
2. De kustconstanten zijn tevens bepaald voor het geval dat wordt uitgegaan van evenwijdige dieptelijnen vanaf diepwater bij een kustrichting gelijk aan de richting in raai 10.  
Deze waarden zijn weergegeven in kolom 3 van bijl. 22 A.

Stelt men nu dat het geulenstelsel gelijkmatig van raai 8 naar raai 15 overgaat in evenwijdige dieptelijnen, dan kan door interpolatie tussen beide transporten de "geschematiseerde" kustconstanten in raai 10 worden bepaald.

Het verschil in de waarden van de kustconstanten staat vermeld in de kolom  $\Delta Var.$ , terwijl de aangehouden waarden voor de kustconstanten in de 5<sup>e</sup> kolom zijn weergegeven.

Opm. Beschouwt men bijl. 10 dan lijkt genoemde aanname verantwoord daar de loop van de geulen en de sterke kromming van de kust zich tot ongeveer raai 15 doorzet.

Voor punt 5 wordt een identieke berekening opgesteld. Hier vindt een geschematiseerde refractieberekening plaats in raai 26 en raai 28, waarna door interpolatie tussen raai 26 en 30 de geschematiseerde waarden voor de kustconstanten worden gevonden voor punt 5.

Bijl. 11<sup>b</sup> geeft de verschillende waarden aan welke voor de berekening zijn gebruikt, terwijl in bijl. 22<sup>b</sup> de interpolatie is weergegeven.

Opm. De draaiing van de kustlijn wordt in de punten 1 en 5 geschematiseerd op de N.A.P. - 8 m lijn terwijl in de punten 2, 3 en 4 een diepte van N.A.P. - 5 m is aangehouden (waarde  $d_{x2}$  in deel I). Dit is principieel niet juist, doch dit zal voor de waarde van het langstransport weinig invloed hebben. De aangehouden waarden voor  $q$  kunnen echter 0 - 25 % afwijken van de juiste waarden.

De kustconstanten worden in de 5 punten 2x uitgevoerd, en wel voor:

- a) gemiddelde kustrichting over het tijdvak waarvoor de berekening wordt uitgevoerd in het beschouwde punt. (Hiermee wordt de transportverandering langs de kust verkregen waaruit de erosie wordt bepaald).
- b) voor een geschematiseerde rechte kustlijn. (Deze berekening is nodig daar bij berekening van de kustlijn wordt uitgegaan van de gegevens  $Q_0$  en  $q$ , resp. het langstransport en de verandering van het langstransport bij een verdraaiing van de kustrichting bij een rechte kustlijn (zie deel II, vergl. 2.4)).

Voor de geschematiseerde rechte kustlijn dient de voornoemde schematisatië voor de punten 1 en 5 ook waarden uitgevoerd alleen met dit verschil dat voor de hoek nu het verschil tussen de kustrichting in raai 8 en de richting van de gekozen schematische kustlijn moet worden aangehouden.

Voor de berekening van Texel is uitgegaan van een geschematiseerde referentielijn welke overeenkomt met de nullijn van het raaiensstelsel van Texel tot 1964 en wel van raai 19 t/m raai 27 (zie bijl. 16<sup>a,b,c</sup>). Deze lijn maakt een hoek van  $35^{\circ}$  met het Noorden en strookt globaal met de gemiddelde kustrichting.

#### 4.2.2.2 De berekeningswijze van het langstransport

De berekening van het langstransport geschiedt met de methode der evenwijdige dieptelijnen en wordt uitgevoerd volgens de in deel I beschreven wijze.

De voor de berekening benodigde golfgegevens worden verkregen van het lichtschip Texel (lit. (14)).

Bij gebruik van waarnemingsmateriaal van lichtschepen voor de Nederlandse kust moet men rekening houden met verschillen tussen de aldaar gemeten waarden en de in werkelijkheid optredende waarden.

Harreveld (lit. (12)) trachtte tussen deze waarden een korrelatie te leggen door de visueel gemeten golfgegevens van het lichtschip Goeree te koppelen aan de met een stappenbaak gemeten waarnemingen op het boorplatform Triton.

Uit dit onderzoek blijkt dat:

$$T_{ge} = 1.50 T_m \quad (3.1)$$

( $T_{ge}$  is de visueel gemeten periode op het lichtschip Goeree,  $T_m$  is de gemiddelde periode). De periode die een reëel golfbeeld zo goed mogelijk beschrijft, lijkt die periode, waarbij de energie/oppeervlak alsmede het energie-transport/m' van de enkelvoudige golf gelijk zijn aan die van het golfbeeld. Battjes (lit. (13)) vindt dan dat

$$T_{eq} = 1.23 T_m \quad (3.2)$$

zodat met (3.1) vergelijking (3.2) overgaat in.

$$T_{eq} = 0.82 T_{ge} \quad (3.3)$$

De visueel gemeten perioden op de lichtschepen worden ingedeeld in 4 klassen en wel perioden tussen 5 - 7, tussen 7 - 9, groter dan 9 en kleiner dan 5 seconden. Met bovenstaande vergelijking (3.3) geeft dit in tabelvorm:



golfperiode gem. $T_{\text{lichtschip}}$	$T_{\text{equivalent}}$
< 5	4
5 - 7	5
7 - 9	6
> 9	8

Ook voor de golfhoogten is een dergelijke korrelatie opgezet. Verschillende onderzoeken hebben echter aangetoond dat achter deze korrelatie een groot vraagteken mag worden geplaatst. Dat er verschillen zijn tussen waargenomen golfhoogten en optredende golfhoogten is zeer waarschijnlijk, doch een korrelatie te maken tussen golfhoogten op het lichtschip TEXEL en "gevonden" korrelatie tussen lichtschip Goeree en TRITON gaat schrijver mede gezien genoemde resultaten van andere onderzoeken te ver.

#### 4.2.2.3 De gebruikte coëfficiënten

Bij overgang van golfgegevens naar langstransport worden naast de verschillende aannamen ook meerdere coëfficiënten ingevoerd. De coëfficiënten welke bij beschreven overgang gebruikt worden zijn:

- $\gamma_{br}$  : verhouding significante golfhoogte en waterdiepte bij breken van de golf
- $F_r$  : verhouding tussen voortplantingssnelheid in de brekerzone en de voortplantingssnelheid op ondiep water ( $\sqrt{gd}$ ).
- $A$  : evenredigheidsfactor tussen langstransport en energiefluxcomponent evenwijdig aan de kust.

Op de waarden van de verschillende coëfficiënten wordt nu ingegaan.

Voor de  $\gamma_{br}$  werd door Svašek uit metingen op de Maasvlakte een waarde van 0.4 afgeleid. Recente metingen in Egmond aan Zee wijzen op een waarde van 0.8 (lit. (15)).

Swart (lit. (16)) vond met anderen dat voor regelmatige golven de waarde een functie is van steilheid van de golf ( $\frac{h_0}{\lambda_0}$ ), de helling van de bodem ( $\tan \alpha$ ) en een waarde  $p$  welke een functie is van de verloren hoeveelheid energie voor breken van de golf ( $p = 1.0$  bij plunging breken en 0 bij "spilling" breken).

$$\gamma = 0.752 \cdot 10^6 p \cdot \left(\frac{H_0}{\lambda_0}\right)^4 (\tan \alpha)^{0.83} + 0.48 \quad (3.4)$$

Voor  $p = 0$ , dus geen energie dissipatie op het punt van begin breken is  $\gamma = .48$  hetgeen altijd nog meer dan 0.4.  $\gamma$  kan voor de verschillende reële waarden van de genoemde grootheden oplopen tot waarden groter dan een (zie fig. 29, lit. (16)).

Voor Texel is voor  $\gamma$  een waarde van 0.8 aangehouden.<sup>1)</sup>

Dit geeft voor het resulterend transport bij heersend golfklimaat een reductie van 25 % t.o.v.  $\gamma_{br} = .4$ .

Een en ander is m.b.v. vergelijkingen 59 en 64 uit deel I direct te zien. De factor  $\gamma$  komt nl. tot de macht  $-2/5$  voor.

<sup>1)</sup> Betreffende een nadere berekening van deze factor 0,8 is bij de Vakgroep Kustwaterbouwkunde een rapport in voorbereiding.

Voor  $F_r$  (van Froude) is de waarde 1 aangehouden. Otten en Roose (lit. (17)) bevestigden het vermoeden dat de tot op heden gebruikte vergelijking voor de voortplantingssnelheid op ondiep water - de 2<sup>e</sup>orde benadering van de solitary wave volgens Bernouilli - niet in overeenstemming is met de optredende voortplantingssnelheid.

In hun afstudeerverslag (lit. (17)) wordt een aanzet gegeven (jan. 1975) tot een oplossing volgens een hogere orde theorie. Uit de voorlopige resultaten blijkt, dat een waarde van één de werkelijkheid beter dekt dan de voorheen gebruikte aanname.

In deel I wordt in hoofdstuk 2.2.4 reeds ingegaan op de vele waarden voor A welke verschillende onderzoekers tot op heden hebben gecreëerd. De waarde 2000 leek bij de laatste onderzoeken steeds aanvaardbare resultaten te geven.

Voor het eiland Texel blijkt een andere waarde benodigd te zijn om tot een reële berekening van de kustlijn te komen, en wel  $A = 1300$ . Hierop wordt na de beschouwing van de handberekening volgens Wijnant (hoofdstuk 3.2.3) dieper ingegaan.

#### 4.2.2.4 De gebruikte gegevens

De golfgegevens zijn verkregen uit "Wind and wave data of the Netherlands lightvessels (lit (14, tabel A/B)).

Op bijl. 12 staan de waarden uit tabel A voor het lichtschip TEXEL aangegeven. Voor de langstransportberekening is uitgegaan van vijf golfrichtingen welke de gemiddelde windrichtingen weergeven voor een sector van  $30^\circ$  (zie fig. 10).

$240^\circ$ ,  $270^\circ$ ,  $300^\circ$ ,  $330^\circ$  en  $360^\circ$  t.o.v. het Noorden.

De kans op één golfbeeld wordt verkregen door de kans dat een golf uit één bepaalde richting met één bepaalde golfhoogte en golfperiode komt, te vermenigvuldigen met de kans dat er inderdaad golven uit die bepaalde richting komen.

Bijvoorbeeld: De kans op golven uit het noorden

$$(360^\circ) = 121^\circ/\text{oo} \quad (\text{zie bijl. 6})$$

De kans op golven uit die richting met  $H = 0 \text{ m}$

$$T \leq 5 \text{ sec} = 32^\circ/\text{oo}$$

De kans op een bepaalde golf

$(\phi, H, T)$  is dan:

$$P_r\{\phi, H, T\} = 121 \cdot 0.032 = 3,872^\circ/\text{oo}$$

In bijlage 12, 13 en 14 zijn zowel tabel A en B uit lit (14), als de berekende resultaten opgesomd.

Het aangehouden dieptelijnenprofiel ter berekening van de refractie voor de punten 2,3 en 4 is bepaald met behulp van bijlage 4 lit. (2) en wel in het midden van het berekende gebied (punt 3).

Dit dieptelijnenpatroon was van N.A.P. - 12 m tot N.A.P. - 5 m benodigd, daarvoor dit deel van de refractieberekening gebruik is gemaakt van de berekeningswijze volgens evenwijdige dieptelijnen zoals is behandeld in hoofdstuk 2.2.3 van deel I.

De aangehouden afstanden tussen de dieptelijnen N.A.P.- 12, N.A.P.-11 m, N.A.P.- 10 m etc. zijn respectievelijk:

- 750 , 500 , 175 , 200 , 175 , 200 , 250 - (in meters).

De diepte tot waar het langstransport aan de ontwikkeling van de kust wordt geacht bij te dragen is gesteld op N.A.P. - 5 m. Deze keuze is arbitrair, doch lijkt redelijk.

Opm. Een refractieberekening zoals hiervoor gesteld is met het programma überhaupt niet nodig. (Er kan direct van diepwater naar  $d_{x2}$  gerekend worden - zie deel I). Daar constant met het programma getest is, is wel gerefracteerd.

#### 4.2.2.5 Daadwerkelijke bepaling van Q

Om de transporten te bepalen welke gemiddeld over het beschouwde tijdvak optreden dient men eerst de gemiddelde kustrichtingen over dit tijdvak te bepalen. Daar de ligging van de kust over dit tijdvak in getalvorm bekend is, zijn deze met behulp van een klein programma numeriek bepaald.

(zie voor berekeningswijze hoofdstuk 4.3.3).

Op deze wijze zijn de kustrichtingen t.o.v. de geschematiseerde referentielijn - evenwijdig aan de kustrichting in punt 4 - bepaald.

De waarden voor de transporten  $Q_x$  langs de vijf hoofdpunten zijn hier voor de gemiddelde kustrichting over de periode van 1910 tot 1963 voor transport vanaf de dieptelijn N.A.P.- 5 m van de punten 2, 3, en 4 en N.A.P.- 8 m van de punten 1 en 5 in de onderstaande tabel weergegeven.

punt	raai no.	hoek t.o.v. N. van 1910-1963	$Q_x$ ( $m^3$ /jaar)	Computer bijl.
1	10 1)	$5^\circ$	- 492.100	1 <sup>a</sup> en 1 <sup>b</sup>
2	15	$26^\circ$	90.100	2
3	19	$33^\circ$	169.900	3
4	23	$34^\circ$	180.000	4
5	28 1)	$37^\circ$	380.500	5 <sup>a</sup> en 5 <sup>b</sup>

Voor verantwoording van deze waarden wordt verwezen naar computer bijl. 1 t/m 5.

1) Deze waarden zijn door interpolatie verkregen (zie bijl. 22).

Bij de gegevens benodigd voor de berekening bij de referentielijn, welke zoals gesteld is, evenwijdig is aan de kustrichting in punt 4, is het volgende op te merken:

In de punten 2,3, en 4 heerst zoals reeds is opgemerkt nagenoeg hetzelfde golfklimaat zodat:

$$(Q_o)_2 = (Q_o)_3 = (Q_o)_4$$

De waarden  $(Q_o)_2$  en  $(Q_o)_5$  worden volgens de in de schematisatie beschreven methoden opnieuw bepaald.

De resultaten van een en ander zijn de volgende:

$$\begin{aligned}(Q_o)_1 &= 190.000 \text{ m}^3/\text{jaar} \\(Q_o)_{2,3,4} &= 191.000 \text{ m}^3/\text{jaar} \\(Q_o)_5 &= 341.000 \text{ m}^3/\text{jaar}\end{aligned}$$

Voor de berekening van  $(Q_o)_1$  en  $(Q_o)_5$  wordt verwezen naar bijl. 22<sup>a</sup> en <sup>b</sup>, waarbij wordt opgemerkt dat de voor de berekening gebruikte waarden in resp. raai 10 en raai 28 door interpolatie zijn verkregen uit de gegevens van comp. bijl. 6, 7 en 8.

- 1) Opm. Daar de gemiddelde kustrichting in punt 4 afwijkt ( $1^\circ$ ) met de richting van de gekozen x-as is de waarde van  $(Q_o)_4$  anders dan de waarde  $Q_{x4}$  in het hier voorgaande. De berekening van  $(Q_o)_4$  wordt verantwoord in comp. bijl. 8.

#### 4.2.3 Vergelijking van de berekeningswijze van Wijnant en de hier gevolgde berekeningswijze

In appendix A van dit deel is een samenvatting gegeven van de afleidingen welke Wijnant voor zijn langstransportberekening geeft.

In dit verslag zal getracht worden zowel een kwalitatieve als een kwantitatieve vergelijking te geven tussen hetgeen Wijnant vond en de berekeningswijze welke in deel I is beschreven.

Hiertoe zal eerst een opsomming worden gegeven van afwijkingen welke grotendeels reeds door Bakker waren gevonden, waarna door vergelijking van de uiteindelijke formules van beide beschouwingen tot een kwantitatief verschil wordt gekomen.

Voor de duidelijkheid zullen eerst de vergelijkingen voor zowel langstransport als voor  $d_{br}$  hier worden opgesomd.

Dit zowel voor de in deel I gevonden vergelijkingen als wel de door Wijnant bepaalde.

Vergelijking (59) uit deel I voor energiefluxcomponent luidt:

$$P_1 = \frac{1}{16} \rho_{zand} \gamma_{zand}^2 \cdot g^2 \cdot F_r^2 \cdot d_{br}^3 \cdot \frac{\sin \phi_o}{c_o} \quad (3.5)$$

vergelijking (64) voor  $d_{br}$  uit deel I

$$(d_{br})_{zand} = \left( \frac{(H_{sign}^2)_{dx2} \cdot c_{dx2} \cdot n_{dx2}}{\gamma^2 \cdot F_r \cdot \sqrt{g}} \cdot \frac{\cos \phi_{dx2}}{\cos \phi_{br}} \right)^{2/5} \quad (3.6)$$

Vergelijking (A19) uit appendix A volgens Wijnant geeft een transport:

$$Q_{Wijn} = \frac{5}{48} \gamma^2 \cdot \beta_{Wijn} \cdot \rho_{Wijn} \cdot g^{3/2} \cdot F_r \cdot d_{br}^{5/2} \cdot \sin \phi_{br} \quad (3.7)$$

( $\beta$  wordt in de notatie van Wijnant " $\gamma$ " genoemd.)

(A10) uit appendix A geeft de vergelijking voor  $d_{br}$ .

$$(d_{br})_{Wijn} = \left( \frac{g}{4\pi} \cdot \frac{0,82}{(1,45)^2} \cdot \frac{1}{\gamma \cdot F_r \cdot \sqrt{g}} \cdot \frac{b_o}{b_{br}} \cdot H_T^2 \cdot T_T \right)^{2/5} \quad (3.8)$$

N.B. Opgemerkt wordt, dat (3.5) met een coëfficiënt A dient te worden vermenigvuldigd om het langstransport te verkrijgen.  
(zie vergl. (47) deel I.)

$$\text{nl.} \quad Q_{\text{zand}}^{1)} = A_{\text{zand}} \cdot P_1 \quad (3.9)$$

1)  $Q_{\text{zand}}$  is afgeleid uit het computerprogramma ZAND, waarmee bij de hier aangehouden coëfficiënten voor A, en  $F_r$  het langstransport kan worden berekend (lit. (8)).

Gevonden afwijkingen:

- 1<sup>e</sup> Wijnant gaat uit van  $H_{\text{sign}}^2$  i.p.v.  $\overline{H^2}$   
Dit levert zoals in appendix A van deel I wordt opgemerkt een twee maal zo hoog transport op.  
Teneinde voor de beide berekeningswijzen een gelijk transport te krijgen, dient wat bovenstaande opm. betreft

$$A_{\text{zand}} = 2 \cdot \beta_{\text{wijn}}$$

waarin  $A_{\text{zand}}$  en  $\beta_{\text{wijn}}$  resp. de transportcoëfficiënten volgens ZAND en Wijnant zijn ((3.7) en (3.9)).

- 2<sup>e</sup>  $\beta$  in (3.4) is de evenredigheidsfactor tussen het langstransport tussen twee evenwijdige dieptelijnen enerzijds en de "langskomponente van het energieverlies" per seconde tussen twee dieptelijnen anderzijds. Daarentegen betreft A in (3.6) de evenredigheidsfactor tussen de totale "langskomponent van de energieflux" en het totale langstransport.  
Zoals in lit. (1) wordt berekend zou wat dit betreft moeten gelden

$$A_{\text{zand}} = 5/6 \beta_{\text{wijn}}$$

- 3<sup>e</sup> Wijnant vergroot het totale transport met 10% zonder dit in de evenredigheidsfactor  $\beta$  te verwerken. Zodat

$$A_{\text{zand}} = 1,1 \cdot \beta_{\text{wijn}}$$



- 4<sup>e</sup> Wijnant noemt  $\rho_w = 1000 \text{ kg/m}^3$  i.p.v.  $\rho_w = 1025 \text{ kg/m}^3$  wat de werkelijke waarde is, hetgeen dan ook in deel I aangehouden is. Dit resulteert in

$$A_{\text{zand}} = 0,925 \beta_{\text{Wijn}}$$

- 5<sup>e</sup> In vergelijking (A7) in appendix A wordt de Harreveld correlatie voor de golfhoogte ingevoerd. Zoals in hoofdstuk 4.2.2.2 is gemotiveerd, is in dit verslag van gebruik van deze correlatie wordt afgezien.

Dit geeft een transport van een factor  $\frac{1}{(1,45)^2}$  kleiner dan zonder gebruik van de correlatie of wel wat dit betreft

$$A_{\text{zand}} = \frac{1}{(1,45)^2} \beta_{\text{Wijn}}$$

Wijnant's coëfficiënt  $\beta_{\text{Wijn}}$  zou derhalve met bovenstaande factoren vermenigvuldigd moeten worden om tot een zelfde transport te komen. Derhalve zou de volgende relatie tussen  $\beta_{\text{Wijn}}$  en  $A_{\text{Wijn}}$  moeten bestaan, om te kunnen stellen dat  $Q_{\text{zand}} = Q_{\text{Wijn}}$

$$A_{\text{Wijn}} = 2 \cdot 5/6 \cdot 0,925 \cdot 1,1 \cdot \frac{1}{(1,45)^2} \beta_{\text{Wijn}} \rightarrow$$

$$A_{\text{Wijn}} = 0,81 \beta_{\text{Wijn}} \quad (3.10)$$

Indien men bedenkt dat Wijnant's berekende transporten vrij goed corresponderen met de gemeten transporten zou hieruit derhalve volgen, dat ook het programma ZAND goede resultaten zou moeten opleveren als  $A_{\text{Wijn}} = 0,81 \beta_{\text{Wijn}}$  werd ingevoerd. Wijnant vond voor  $\beta$  een waarde 1000, zodat hieruit voor  $A_{\text{Wijn}}$  zou volgen:

$$A_{\text{Wijn}} = \beta_{\text{Wijn}} \cdot 0,81 = 810 \quad (3.11)$$

Opm. Bij de berekening van  $d_{\text{br}}$  bestaat tussen vergelijking (3.6) en (3.8) nog een verschil van wat betreft de in rekening te brengen periode. Zoals in 4.2.2.2 wordt gesteld dienen de gemeten perioden op de lichtscheperen nog gecorrigeerd te worden met een bepaalde factor (0.82). In vergelijking (3.6)

is deze factor **in de vergelijking** ingevoerd zodat hier ook geme-  
ten perioden ingelezen moeten worden.

In (3.8) wordt uitgegaan, dat voor berekening met een bepaalde  
periode eerst de gemeten periode wordt gecorrigeerd en zodoende  
met een gecorrigeerde periode wordt gerekend.

Dit laatste lijkt juist.

Voor de duidelijkheid worden de vergelijkingen nu voor zowel  $Q_{\text{zand}}$  als  
 $Q_{\text{Wijn}}$  geheel uitgeschreven waarna ze aan elkaar gelijk worden gesteld  
zodat direct de verschillen naar voren komen.

$$Q_{\text{zand}} = \frac{1}{16} \rho_{\text{zand}}^1 g^2 \cdot A_{\text{zand}} F_r^2 \cdot \gamma^2 \cdot \frac{\sin \phi_o}{c_o} \cdot d_{\text{br}}^3 \quad (3.12)$$

$$Q_{\text{Wijn}} = \frac{5}{48} \cdot \gamma^2 \cdot \beta_{\text{Wijn}} \cdot \rho_{\text{Wijn}} \cdot g^{3/2} \cdot F_r \cdot d_{\text{br}}^{5/2} \cdot \sin \phi_{\text{br}} \quad (3.7)$$

(herhaald)

met  $d_{\text{br}}$  volgens (3.8) geeft dit dan:

$$Q_{\text{Wijn}} = \frac{5}{6} \cdot \frac{1}{8} \cdot \frac{\rho_{\text{Wijn}} g^2}{4\pi} \cdot \frac{0.82}{(1.45)^2} \cdot \beta_{\text{Wijn}} \cdot \frac{b_o}{b_{\text{br}}} \cdot H_T^2 \cdot T_T \cdot \sin \phi_{\text{br}} \quad (3.13)$$

wordt gesteld dat:

$$\frac{b_o}{b_{\text{br}}} = \frac{\cos \phi_o}{\cos \phi_{\text{br}}} \quad (3.14)$$

dan gaat met  $\cos \phi_{\text{br}} = 1$  (3.13) over in:

$$Q_{\text{Wijn}} = \frac{5}{6} \cdot \frac{1}{8} \cdot \frac{\rho_{\text{Wijn}}}{4\pi} \cdot \frac{0.82}{(1.45)^2} \cdot \beta_{\text{Wijn}} \cdot \cos \phi_o \cdot H_T^2 \cdot T_T \cdot \sin \phi_{\text{br}} \quad (3.15)$$

Om (3.12) en (3.15) nu met elkaar te vergelijken dienen de vergelijkin-  
gen in  $\sqrt{d_{\text{br}}}$  uitgedrukt te worden.

Hiertoe moet in  $Q_{\text{Wijn}}$  de factor  $\sin \phi_{\text{br}}$  geelimineerd worden.

$$\sin \phi_{\text{br}} = \frac{\sin \phi_o}{c_o} \cdot c_{\text{br}} \quad (3.16)$$

$$\text{waarin: } c_{\text{br}} = F_r \cdot \sqrt{g} \cdot \sqrt{d_{\text{br}}} \quad (3.17)$$

1)  $\rho_{\text{zand}}$  betekend:  $\rho_{\text{water}}$  volgens het programma "zand".

Ingevuld in (3.15) volgt dan:

$$Q_{\text{Wijn}} = \frac{5}{6} \cdot \frac{1}{8} \cdot \frac{\rho_{\text{Wijn}} \cdot g^2}{4\pi} \cdot \frac{0,82}{(1,45)^2} \cdot \beta_{\text{Wijn}} \cdot \cos \phi_o \cdot H_T^2 \cdot T_T \cdot \frac{\sin \phi_o}{c_o} \cdot F_r \cdot \sqrt{g} \cdot (\sqrt{d_{\text{br}}})_{\text{Wijn}}$$

$$Q_{\text{Wijn}} = \frac{5}{6} \cdot \frac{1}{8} \cdot \frac{\rho_{\text{Wijn}} \cdot g^{5/2}}{4\pi} \cdot \frac{0,82}{(1,45)^2} \cdot F_r \cdot \beta_{\text{Wijn}} \cos \phi_o \cdot H_T^2 \cdot T_T \cdot \frac{\sin \phi_o}{c_o} \cdot (\sqrt{d_{\text{br}}})_{\text{Wijn}} \quad (3.18)$$

vergelijking (3.12) geeft met (3.6):

$$Q_{\text{zand}} = \frac{1}{16} \cdot \rho_{\text{zand}} \cdot g^2 \cdot A_{\text{zand}} \cdot F_r^2 \cdot \gamma^2 \cdot \frac{\sin \phi_o}{c_o} \cdot \frac{H_o^2 \cdot g / 4\pi \cdot T \cdot \cos \phi_o}{\gamma^2 \cdot F_r \cdot \sqrt{g}} \cdot (\sqrt{d_{\text{br}}})_{\text{zand}}$$

$$= \frac{1}{16} \rho_{\text{zand}} g^{5/2} / 4\pi \cdot F_r \cdot A_{\text{zand}} \cdot \cos \phi_o \cdot H_o^2 \cdot T \cdot \frac{\sin \phi_o}{c_o} \cdot (\sqrt{d_{\text{br}}})_{\text{zand}} \quad (3.19)$$

De gelijkstelling geschiedt als volgt:

$$Q_{\text{Wijn}} = B \cdot Q_{\text{zand}} \quad (3.20)$$

waarin B de evenredigheidsfactor.

De verhouding wordt dan:

$$B = \frac{Q_{\text{Wijn}}}{Q_{\text{zand}}} = \frac{\frac{5}{6} \cdot \frac{1}{8} \cdot \frac{\rho_{\text{Wijn}} \cdot g^{5/2}}{4\pi} \cdot \frac{0,82}{(1,45)^2} \cdot F_r \cdot \beta_{\text{Wijn}} \cdot \cos \phi_o \cdot T_T \cdot \frac{\sin \phi_o}{c_o} \cdot (\sqrt{d_{\text{br}}})_{\text{Wijn}}}{\frac{1}{16} \cdot \frac{\rho_{\text{zand}} \cdot g^{5/2}}{4\pi} \cdot F_r \cdot A_{\text{zand}} \cdot \cos \phi_o \cdot T \cdot \frac{\sin \phi_o}{c_o} \cdot (\sqrt{d_{\text{br}}})_{\text{zand}}}$$

$$B = \frac{5}{6} \cdot 2 \cdot \frac{\rho_{\text{Wijn}}}{\rho_{\text{zand}}} \cdot \frac{0,82}{(1,45)^2} \cdot \frac{\beta_{\text{Wijn}}}{A_{\text{zand}}} \cdot \frac{(\sqrt{d_{\text{br}}})_{\text{Wijn}}}{(\sqrt{d_{\text{br}}})_{\text{zand}}} \quad (3.21)$$

Deze componenten komen op twee na overeen met vergelijking (3.10).  
Er ontbreekt een factor 1.1 doch dit is logisch daar deze factor

door Wijnant juist niet in de vergelijking was opgenomen. En op factor 0,82 wordt in de N.B. onder (3.10) ingegaan.

Naast genoemde principiële verschillen is het echter nog de vraag of genoemde vergelijkingen (3.7) en (3.12)voorts dezelfde resultaten zouden geven.

Om dit te verifiëren zijn beide vergelijkingen aan elkaar gelijk gesteld waarbij voor de coëfficiënten  $F_r$  en  $\gamma$  in (3.12)dezelfde waarden zijn genoemd als in (3.7) of wel:

$$\begin{aligned} F_r &= \sqrt{(1 + \gamma)} \\ \text{en} \\ \gamma &= 0.4 \end{aligned}$$

Voor de coëfficiënt  $\beta_{\text{Wijn}}$  van Wijnant wordt 1000 aangehouden terwijl voor de everedigheidsfactor  $A_{\text{zand}}$  de waarde 2000 wordt genomen.

Wordt in (3.19) deze coëfficiënt ingevuld dan krijgt men

$$Q_{\text{Wijn}} = 0,309 \cdot \beta_{\text{Wijn}} \cdot H_T^2 \cdot T \cdot \sin \phi_{br} \cdot \cos \phi_o \cdot 10^3 \quad (3.22)$$

$Q_{\text{zand}}$  zal nog uitgeschreven moeten worden.

Volgens (3.9) geldt:

$$Q_{\text{zand}} = \frac{1}{16} \rho_w g^2 \cdot A_{\text{zand}} \cdot F_r^2 \cdot \gamma^2 \cdot d_{br}^3 \cdot \frac{\sin \phi_o}{c_o} \quad (3.12)$$

met  $d_{br}$  uit (3.6) geeft dit

$$Q_{\text{zand}} = \frac{1}{16} \cdot \left\{ \frac{c_o n_o}{\gamma^2 \cdot F_r^2 \cdot \sqrt{g}} \right\}^{6/5} \cdot \rho_w g^2 \cdot A_{\text{zand}} F_r^2 \cdot \gamma^2 \cdot \left( \frac{\cos \phi_o}{\cos \phi_o} \right)^{6/5} \cdot \frac{\sin \phi_o}{c_o} \quad (3.23)$$

met de gegeven coëfficiënten gaat (3.23) over in

$$Q_{\text{zand}} = 2,00 \cdot A_{\text{zand}}^{12/5} \cdot H^{12/5} \cdot T^{6/5} \cdot \cos \phi_o^{6/5} \cdot \frac{\sin \phi_o}{c_o} \cdot 10^3 \quad (3.24)$$

Voor evenredigheidsfactor B uit (3.20) kan nu worden geschreven

$$B = \frac{S_{Wijn}}{Q_{zand}} = \frac{0,309 \cdot \beta_{Wijn} \cdot H_T^2 \cdot T \cdot \sin \phi_{br} \cdot \cos \phi_o \cdot 10^3}{2,00 \cdot A_{zand} \cdot H^{12/5} \cdot T^{6/5} \cdot \sin \phi_o / c_o \cdot \cos^{6/5} \phi_o \cdot 10^3}$$

$$= 0,155 \cdot \frac{\beta_{Wijn}}{A_{zand}} \cdot H^{-2/5} \cdot T^{-1/5} \cdot \frac{\sin \phi_{br}}{\sin \phi_o} \cdot c_o \cdot \cos^{-1/5} \phi_o \quad (3.25)$$

Wordt  $\sin \phi_{br}$  nu geelimineerd met (3.6) en (3.7) dan gaat de verhouding over in

$$B = 0,207 \cdot H^{-2/5} \cdot T^{-1/5} \cdot \cos \phi_o^{-1/5} \cdot (\sqrt{d_{br}})_{Wijnant} \quad (3.26)$$

Vergelijking (3.20) blijkt een functie van 4 variabelen te zijn, of eigenlijk van 3, daar  $(d_{br})_{Wijn}$  weer een functie van de andere drie grootheden is.

Voor de verschillende combinaties van genoemde grootheden kan de waarde van B bepaald worden. In bijl. 15<sup>a</sup> en <sup>b</sup> is dit voor de volgende waarden van de variabelen gebeurd.

H 0.5, 1.0  $\rightarrow$  4.5

$\phi$  35° en - 55° t.o.v. kustrichting in punt 4.

T 5 sec.

Dit levert voor B - zoals in bijl.15 is te zien - een waarde van ongeveer 0.18 op.

Deze coëfficiënt komt ook zeer goed overeen met de waarden welke voor  $Q_{zand}$  en  $Q_{Wijn}$  in punt 4 zijn gevonden.

$$Q_{zand} = 540.000 \text{ m}^3/\text{jaar}$$

$$Q_{Wijnant} = 111.000 \text{ m}^3/\text{jaar}^{1)}$$

1) Wijnant heeft zijn berekening uitgevoerd voor één gemiddelde periode (T = 6 sec (gemetenwaarde)).

In  $Q_{zand}$  worden alle klassen van periode apart berekend. Ter controle is  $Q_{zand}$  ook eenmaal met de gemiddelde periode T = 5 sec. (rekenwaarde) gerekend, hetgeen een afwijking van  $\pm 5$  % opleverde.

Van dit laatste geval dient dan 10% afgetrokken te worden, daar dit zandtransport niet in de vergelijking is ondervangen zodat:

$$Q_{\text{Wijnant}} = 100.000 \text{ m}^3/\text{jaar}$$

$$\text{Dit geeft } B_{\text{berekend}} = \frac{100.000}{540.000} = 0,185$$

De conclusie welke uit vergelijking van de berekeningswijzen kan worden getrokken is dat naast de principiële onjuistheden in de door Wijnant gebruikte benadering ook andere afwijkingen t.o.v. de in deel I afgeleide transport vergelijking voorkomen.

Deze afwijking bleek voort te komen uit de factor  $\sin \phi_{\text{br}}$ .

In het programma zand wordt deze waarde benaderd door

$$\sin \phi_{\text{br}} = \frac{\sin \phi_0}{c_0} \cdot c_{\text{br}} = \frac{\sin \phi_0}{c_0} \cdot F_r \cdot \sqrt{g} \cdot (\sqrt{d_{\text{br}}})_{\text{zand}} \quad (3.27)$$

Wijnant verkreeg de waarde van  $\phi_{\text{br}}$  direct uit zijn refractieberekening. Door het achterwege laten van de Harreveld correlatie zijn de waarden van  $H_{\text{br}}$  een factor 1.45 groter dan met correlatie. Dit heeft direct tot gevolg dat de waarden  $\sin \phi_{\text{br}}$  uit de refractieberekening van Wijnant aanzienlijk kleiner zijn dan de waarden welke numeriek volgens vergelijking (3.27) worden gevonden.

Bijl. 17 geeft een vergelijking van de waarde van  $\sin \phi_{\text{br}}$  van het geval.

$$\begin{aligned} \phi_{\text{br}} &= 240^\circ \text{ t.o.v. Noorden} \\ &\text{golfhoogten } 0, .5, 1.0 \rightarrow 4.5 \\ T &= 5 \text{ sec.} \end{aligned}$$

Zoals deze bijlage laat zien geeft die een factor varieerend van 1.55 - 2.19

Vermenigvuldigt men deze factor met de factor  $A_{\text{ZAND}}/A_{\text{Wijn}}(2000/810)$  dan vindt men dat het transport volgens ZAND een factor 3.9 - 5.5 hoger moet zijn dan volgens de berekening van Wijnant.

Resumerend worden de belangrijkste factoren welke dit verschil veroorzaken nog eens opgesomd, waarbij tevens nog enige niet genoemde punten worden aangeduid.

- het verschil tussen  $A_{\text{Wijn}} = 810$  en  $A_{\text{zand}} = 2000$ .
- verschil van berekening van  $\phi_{\text{br}}$  (factor 1.55 - 2.19).
- Wijnant rekent met  $b_0/b_r$  welke breedten uit zijn refractieberekening op te meten zijn. In ZAND wordt gerekend met  $\cos \phi_0 / \cos \phi_{\text{br}}$ . De verschillen welke dit geeft zijn voor de schrijver niet na te gaan daar de gebruikte waarden van  $b_0/b_r$  van Wijnant niet meer te achterhalen zijn.
- Wijnant neemt  $T = \text{constant} = 5$  seconden (rekenwaarde). In het resultaat van de berekening blijkt dit bij heersend golfveld slechts een geringe afwijking te geven. (5 %). Het blijkt nl. dat de kleinere transporten bij  $T < 5$  sec. ongeveer worden gecompenseerd door de grotere transporten bij  $T > 5$  sec.
- Als laatste punt wordt aangevoerd dat zonder de nauwgezetheid van Wijnant in twijfel te trekken, een computerberekening nauwkeuriger is dan een handberekening.

Aan het eind van dit hoofdstuk over de vergelijking van de berekening volgens Wijnant en volgens Zand wil de schrijver nog opmerken dat het geenszins de bedoeling is om het werk van Wijnant te kleineren. De bedoeling van dit hoofdstuk is om door middel van zowel een kwalitatieve als kwantitatieve berekening de verschillen tussen beide berekeningen te geven en aan de hand daarvan een konklusie te trekken.

Voorts is schrijver er zich van bewust, dat van de lezer veel inspanning wordt verwacht om dit hoofdstuk te doorgronden. Dit is echter het logisch gevolg indien men twee berekeningswijzen vergelijkt, waar twee volledige verslagen aan zijn gewijd.

#### 4.2.4 Vergelijking erosie van berekende en gemeten kustlijn

De gemeten erosie van de kust in het beschouwde gebied geeft de ontbrekende randvoorwaarde voor het langstransport.

Fig. 6 geeft een schematisch overzicht van het transport zoals het bij het eiland Texel optreedt. De erosie welke nu in beschouwd gebied optreedt is gelijk aan het dwarstransport  $Q_{\text{dwars}}$  plus datgene wat aan de randen van het gebied verdwijnt.

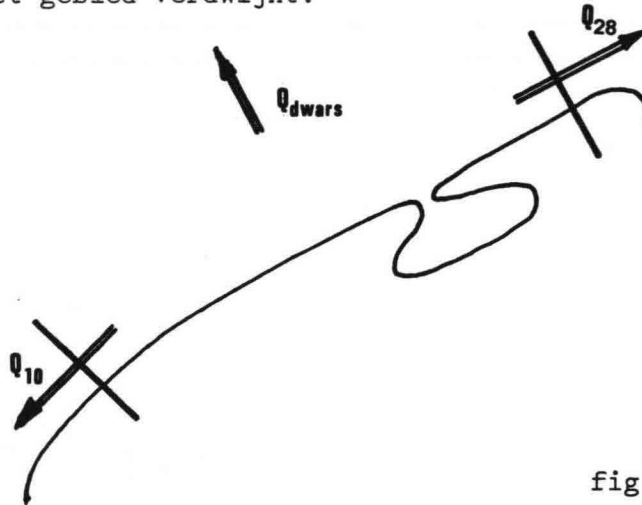


fig 6

De erosie van de kust speelt zoals in hoofdstuk 4.2.2.4 is gesteld zich grofweg af tot N.A.P. - 5 m. Stelt men de gemiddelde duinhoogte over het gebied tussen raai 10 en raai 28 op  $h$  meter dan wordt bij een gemiddelde achteruitgang van  $\Delta y$  meter/jaar er  $\Delta y(h+5)m^{3/m^1}$  kust geerodeerd. De gemiddelde duin - hoogte is bepaald m.b.v. bijl. 18: een langsdoorsnede van de zeereephoogte langs de kust van Texel. Deze bedraagt  $\approx 10$  m.

De integratie van de erosie van raai 10 tot raai 28 geeft het totale debiet wat door het verschil in langstransport in raai 28 en raai 10 en dwarstransport in dit gebied wordt afgevoerd. Opgemerkt wordt dat het dwarstransport zoals in 4.2.5 zal blijken in dit gebied gelijk aan nul gesteld kan worden.

De transporten worden nu verkregen door de coëfficiënt  $A$  (vergl. (64) deel I) zodanig te kiezen dat de erosie veroorzaakt door deze transporten overeenkomt met de gemeten transporten.

Bij de waarden voor  $F_p = 1$  en  $\gamma = .8$  bleek dit het geval te zijn voor  $A = 1300$



Ter controle van het mathematische model is nu nagegaan of de debieten in de randen van het beschouwde gebied overeenkomen met de geïntegreerde erosie. Dit is geverifieerd door deze gegevens uitgezet op bijl. 19 en 20 op elkaar te leggen. Indien men dit doet blijkt dit redelijk te voldoen.

Opm. Een deel van het raaiensstelsel - het z.g.n. oude raaiensstelsel tot 1963 - loopt niet meer evenwijdig aan de kust (raai 10 - 12).

De achteruitgang  $\perp$  de kust is dan

$\Delta y \cos \theta$  en de lengte van de

eroderende kust  $l / \cos \theta$

De erosie is dan toch weer:

$$\begin{aligned} \Delta y \cdot \cos \theta \frac{l}{\cos \theta} \cdot (5+h) &= \\ = \Delta y \cdot l \cdot (h+5) \text{ m}^3/\gamma & \end{aligned}$$

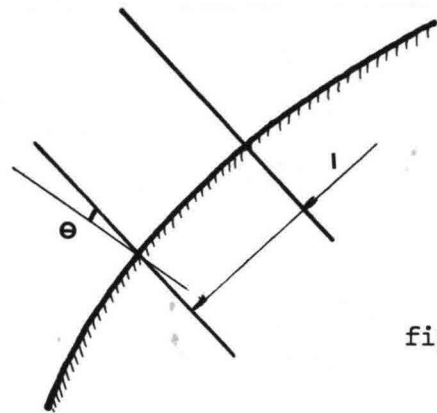


fig 7

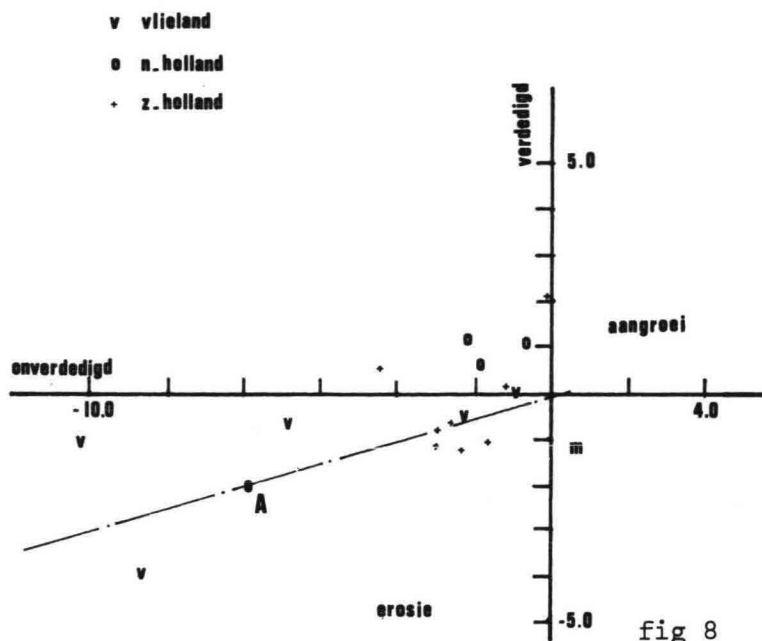
Hierbij dienen de raaien op zich wel weer evenwijdig te zijn.

#### 4.2.5 Invloed van de verdediging met strandhoofden op het langstransport

In 1959 is begonnen met de aanleg van strandhoofden langs de zuidwestkust van Texel (zie situatie bijl. 7). Twee nota's van Studiedienst Hoorn van de Rijkswaterstaat Verdediging zuidwestkust Texel en Waterwinning P.W.N (lit. (19)) en Verdedigingsplan zuidwest Texel (lit. (9)) geven de noodzaak van deze aanleg aan.

Het spreekt dat de waarden van de kustconstanten veranderen als de kustlijn wordt verdedigd. De mate waarin dit gebeurt is door Bakker en Joustra (lit. (29)) bekeken voor verschillende plaatsen in Nederland.

Figuur 8 is overgenomen uit dit rapport.



In deze figuur is uitgezet de verhouding van aangroei (+) of erosie (-) bij resp. verdedigde of onverdedigde kust. Deze verhoudingen werden verkregen door de erosie/sedimentatie van een verdedigd gebied te vergelijken met de erosie/sedimentatie van een onverdedigd gebied uit het zelfde kustvak. De symbolen in de linker bovenhoek geven aan op welke kusten in Nederland dit

betrekking heeft. Dus b.v. punt A geeft bij een verdedigde kust een erosie van 2 m en bij een onverdedigde kust een erosie van 6 m/jaar.

Hoewel het verband niet eenduidig is kan met een beetje goede wil toch een lijn door de figuur getrokken worden, welke de verhouding tussen een verdedigde en een onverdedigde kust aangeeft.

Gedacht kan worden aan een lijn 3 : 1 of 4 : 1 .

Voor Texel is gekozen voor een verhouding 3 : 1 zodat de kustconstanten voor de berekening van de kustlijn van 1963 - 2000 indien verdedigd met een factor 3 worden gereduceerd.

#### 4.2.6 Het dwarstransport

Het dwarstransport speelt een belangrijke rol in de problematiek van kustvorming. Het ontstaat door een samenspel van vele factoren zoals turbulentie, wind, getij, corioliskracht, etc.

Deze veelheid aan complexe factoren heeft ertoe geleid dat tot enige jaren terug over dwarstransport weinig bekend was. Recente onderzoekingen hebben wel een beter inzicht in de problematiek geleid doch panklare formules voor afwisselende golfstandigheden bestaan nog niet.

Om in dit kader toch iets over het dwarstransport te kunnen zeggen wordt een globale berekening gemaakt naar voorbeeld van lit (21) van Bakker.

In deze publicatie over het eiland Vlieland stelde Bakker het volgende.

- indien geen dwarstransport optreedt dan moet de hoeveelheid geroodeerde of gesedimenteerde zand gelijk zijn aan het verschil in langstransport aan de linkerrand  $Q_L$  en de rechterrاند  $Q_R$  in het beschouwde gebied.

Dit wordt nu bekeken voor Texel, en wel in van 1850 - 1960 over de volgende kustvakken.

- van raai 11 tot raai 15 (I)
- van raai 15 tot raai 20 (II)
- van raai 20 tot raai 24 (III)
- van raai 24 tot raai 27 (IV)

Beschouwt men gebied I van raai 11 tot 15 dan kan uitgaande van vergl. (2.4) uit deel II voor het langstransport in raai 11 - de linkerrand - geschreven worden

$$Q_L = Q_o - q \frac{y_{12} - y_{10}}{L} \quad (3.28)$$

waarin  $y_{10}$  voorstelt de y-coördinaat van punt 10 in meters op tijdstip t. De waarde L is de afstand in meters tussen raai 10 en raai 12 en is gelijk aan 2000 m.

Op overeenkomstige wijze vindt men voor de rechterrاند

$$Q_R = Q_o - q \frac{y_{14} - y_{16}}{L} \quad (3.29)$$

waarin L = 2000 m.

uit het verschil van (3.28) en (3.29) volgt de aanwas van het beschouwde gebied in een jaar.

$$Q_L - Q_R = q_L \{(y_{10} - y_{12})/L\} - q_R \{(y_{14} - y_{16})/L\} \quad (3.30)$$

Bepaalt men de gemiddelde duinhoogte in het beschouwde gebied met bijl. 18, en telt men hier de diepte waarover het onderwatertalud met de kustlijn meebeweegt bij op (in 4.2.2.1 op 5 meter gesteld), dan is de aanwas of erosie gelijk aan

$$\frac{Q_L - Q_R}{L \cdot d} = \frac{q_L}{L \cdot d} \cdot 10^{-6} \{(y_{10} - y_{12})/L\} - \frac{q_R}{L \cdot d} \cdot 10^{-6} \{(y_{14} - y_{16})/L\} \quad (3.31)$$

De werkelijk optredende aanwas of erosie wordt bepaald met:

erosie/aanwas =

$$\frac{1}{5} \{(y_{11} + y_{12} + y_{13} + y_{14} + y_{15})_{t+\Delta t} - (y_{11} + y_{12} + y_{13} + y_{14} + y_{15})_t\} \quad (3.32)$$

Het verschil tussen de resultaten van vergelijkingen (3.31) en 3.32) komt overeen met het optredende dwarstransport.

Op bijl. 21 A t/m D zijn de resultaten voor de vier gebieden weergegeven. Met uitzondering van gebied I (raai 11 tot raai 15) vallen de lijnen nagenoeg samen.

Gebied I geeft als enige een reeël dwarstransport te zien, hoewel het in de loop der jaren geleidelijk afneemt. De verklaring voor deze suppletie kan gezocht worden in de aangroeiing van de "Onrust".

Als conclusie wordt hier gesteld dat het dwarstransport van weinig of geen betekenis is voor de kustontwikkeling van het eiland Texel tussen 1850 - 1960. Deze kustconstante is dan ook voor het gehele gebied gelijk aan nul gesteld.

#### 4.2.7. Daadwerkelijke bepaling q.

De q-waarden zijn voor de 5 hoofdpunten m.b.v. het computerprogramma KC bepaald en wel volgens deel I vergl. (77).

De aangehouden hoeken  $\Delta\psi$  zijn +5 en -5 graden t.o.v. optredende hoek van golfval t.o.v. de kust.

De aangehouden waarden zijn m.b.v. computerbijl. 6/7 bepaald.

$q_{(1)}$	= 1.777.400	$m^3 / \text{jaar} / \text{rad}$
$q_{(2)}, q_{(3)}, q_{(4)}$	= 2.047.000	$m^3 / \text{jaar} / \text{rad}$
$q_{(5)}$	= 1.605.000	$m^3 / \text{jaar} / \text{rad}$

De waarden voor punt 1 en 5 zijn op de in bijl. 22 a en b aangegeven wijze geïttereerd, volgens de in hoofdstuk 4.2.2.1 beschreven schematisatie.

### 4.3. Bepaling kustlijn

#### 4.3.1. Algemeen

Alvorens over op de problematiek van de kustlijn berekening in te gaan wordt in navolging van Bakker (lit. (22)) gedefinieerd wat hier onder kustlijn wordt verstaan:

- De kustlijn is het gemiddelde van de hoog- en laagwaterlijn

Met de in het vorige hoofdstuk berekende kustconstante wordt volgens de in deel II beschreven wijze de kustontwikkeling tussen de raaien 10 en 28 bepaald. (Bijl. 16<sup>a</sup> t/m c geeft het raaien stelsel zoals dit tot 1962 is gebruikt).

Deze berekening is uitgevoerd voor drie perioden, te weten:

- 1850 - 1963
- 1910 - 1963
- 1963 - 2000

De eerste twee perioden zijn gebruikt voor de ijking van de kustconstanten van het beschouwde gebied. Voor de laatste periode is uitgaande van de gevonden kustconstanten getracht een prognose van de kustontwikkeling te maken. Alvorens tot de beschrijving van de genoemde perioden over te gaan zal in hoofdstuk 4.3.2. eerst de gemiddelde kustring in de verschillende raaien worden bepaald.

De gebruikte begin- en randvoorwaarden zijn verkregen uit de jaarlijkse kustmetingen (litt. (23)). Deze waarden zijn overgenomen van lit. (2) bijl. 24.

#### 4.3.2. Bepaling gemiddelde kustring

Zoals duidelijk zal zijn, is het optredende transport in een bepaald punt van de kust, gemiddeld over een bepaald tijdvak, afhankelijk van de over dat tijdvak gemiddelde kustring.

De moeilijkheid is nu echter de gemiddelde kustrichting over een bepaald tijdvak te bepalen.

Ter bepaling van de optredende transporten (hoofdstuk 4.2.2.5), was het echter wel gewenst de gemiddelde kustrichting te weten, daar in een tijdvak van 50 jaar deze in sommige punten 10 tot 15 graden veranderde.

Om de gemiddelde richting te bepalen is een simpel rekenprogramma ontwikkeld, welke gebruik maakt van de gemeten kustgegevens in beschouwd tijdvak.

Aan de hand van fig. 9 zal de berekeningswijze globaal worden aangegeven.

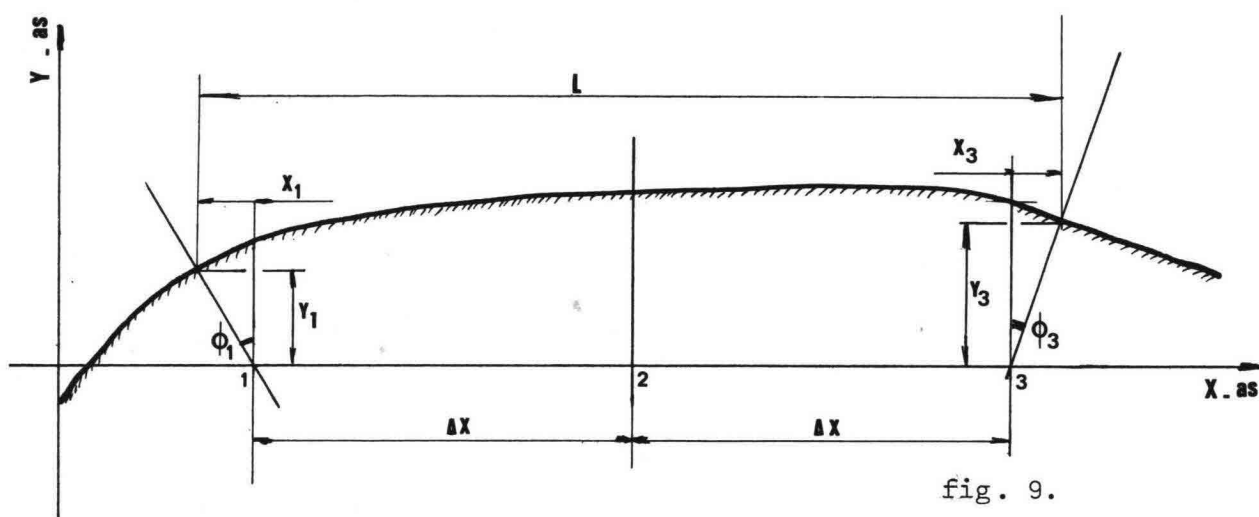


fig. 9.

Gezocht wordt de kustrichting in punt 2. ( $\psi$ ) indien de loodrechte afstanden tot het gekozen coördinatiestelsel  $y_1$  en  $y_3$  (zie deel II vergelijking (2.3.3)) en tevens de hoeken  $\phi_1$  en  $\phi_3$ , welke de raai-assen met de y-as maak gegeven zijn.

De horizontale afstand tussen de kustlijn in punt 1 en 3 is dan:

$$L^{1)} = y_1 \operatorname{tg} \phi_1 + y_3 \operatorname{tg} \phi_3 + 2\Delta x \quad (3.26)$$

zodat:

$$\operatorname{tg} \psi_2 = (y_3 - y_1) / L \quad (3.27)$$

Computer bijl 9 geeft zowel een listing als de berekening van de gemiddelde kustrichting van de punten 10 t/m 28 voor het tijdvak 1910 - 1963.

1) in het programma Q genoemd, dit symbool heeft niets met langstransporten te maken.

#### 4.3.3. De kustontwikkeling van 1850 - 1963

In eerste instantie is getracht een kustlijnberekening op te stellen voor genoemde periode van 113 jaar. (Zie computerbijl. 10 - kustlijn 1850 - 1963).

Uitgaande van de gestelde randvoorwaarden, dat de gemeten erosie overeen dient te komen met de berekende erosie geeft dit echter een onbevredigend resultaat.

In de eerste plaats worden dan veel kleinere transporten verkregen ( $A = 600$ ). Doch bovendien blijkt de berekende kustlijn dan aanzienlijk af te wijken van de gemeten kustlijn.

Mogelijke verklaringen hiervan zouden kunnen zijn:

- ander golfklimaat dan is aangehouden.

Aangehouden zijn golfgegevens vanaf het jaar 1949 (lit. (14)). Het is niet onwaarschijnlijk dat er sinds de vorige eeuw zich een enigszins gewijzigd golfklimaat heeft ingesteld onder invloed van veranderende klimatologische verandering.

- zandsuppletie door aanwas van Onrust.

Omstreeks 1880 - 1900 heeft zich zoals in voorgaande hoofdstukken is beschreven een aanwas van een plaat van de Noorderhaaks voorgedaan (zie o.a. bijl. 1). Deze aanwas is niet in de continuïteitsvergelijking opgenomen, hetgeen van invloed is, op de kustlijnontwikkeling.

- verandering van platen of geulenstelsel

Door een andere oriëntatie en ligging van genoemd stelsel zullen andere kustconstanten verkregen worden welke vooral van invloed zullen zijn bij de randen van het beschouwde gebied.

M.b.v. genoemde drie punten is misschien de grote sedimentatie tussen 1850 en 1910 te verklaren (zie bijl. 23).

Deze aanwas is in ieder geval wel de verklaring van het onbevredigde resultaat van de vergelijking van de berekende en gemeten kustlijn. Om deze reden is afgestapt van deze periode voor ijking van de kustconstanten van het beschouwde gebied.



#### 4.3.4. De kustontwikkeling van 1910 - 1963

Op bijl. 23 is te zien dat de aanwas van de kust voor 1910 is beëindigd. Dit jaar is dan ook als begin van de ijking van het rekenmodel zoals, in 4.2.4. beschreven aangenomen.

Bij gegeven verhouding van de kustconstanten over de raaien bleek bij een transportcoëfficiënt  $A = 1300$ <sup>1)</sup>, de berekende erosie redelijk overeen te komen met de gemeten erosie.

$$\begin{aligned} \text{gemeten erosie} &= 46.170.000 \text{ m}^3 \text{ in 53 jaar} \\ &\hat{=} 870.000 \text{ m}^3/\text{jaar} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{berekende erosie} &= 45.448.000 \text{ m}^3 \text{ in 53 jaar} \\ &860.000 \text{ m}^3/\text{jaar} \end{aligned}$$

Ook het kustlijnverloop in 1963 komt over de berekende en gemeten waarden zeer goed overeen zoals uit de geplotte kustlijnen in computerbijl. 11 duidelijk blijkt.

De berekende kustconstanten bij een transportcoëfficiënt  $A = 1300$  worden derhalve ook zeer representatief geacht in dit gebied over de beschouwde periode.

1) Zie voor dimensie van A deel I Appendix A.

#### 4.3.5. De verwachte kustontwikkeling van 1963 - 2000

Uitgaande van de in het vorige hoofdstuk berekende randvoorwaarden voor het transport is getracht de kustontwikkeling tot het jaar 2000 te bepalen.

Alvorens hiertoe over te gaan, dient men zich te realiseren, dat het hier om een prognose gaat welke, valt of staat met de aangenomen randvoorwaarden (zie inleiding).

Hierbij komt nog het probleem dat men op Texel in 1959 begonnen is een verdediging van de kust aan te leggen, welke het gebruik van voornoemde r.v.w. niet zondermeer mogelijk gemaakt.

In overleg met Studiedienst Hoorn van de Rijkswaterstaat zijn derhalve twee situaties bekeken en wel,

- 1) de kustontwikkeling bij een verdedigd strand van kilometer-raai 10 t/m 17.
- 2) de kustontwikkeling bij een volledig door strandhoofden verdedigde kust.

Het eerste geval komt dus neer op een handhaving van de thans (1975) aangebrachte verdediging tot 2000. Het tweede geval komt overeen met een uitwerking van het oorspronkelijk plan ter verdediging van het eiland volgens (lit. (9)).

Computerbijlage 12 geeft het resultaat van de eerste aanname. De aangehouden rand- en beginvoorwaarden zijn hier als volgt:

- a) begin v.w. gemeten kustlijn in 1963.
- b) waarden van de kustconstanten van raai 10 t/m raai 17 bedragen 1/3 van de oorspronkelijke waarden (zie 4.2.4)
- c) aangenomen wordt dat door de linker rand een transport optreedt  

$$QXO = - 164.000 \text{ m}^3/\text{jaar}^*$$
 (Dit komt overeen met 1/3 van het huidige transport in raai 10).
- d) aangenomen wordt dat door de rechterrand van beschouwd gebied een transport optreedt van  

$$QXR = 380.500 \text{ m}^3/\text{jaar}^*.$$
 (Dit komt overeen met het transport in raai 28).

\* Zie hoofdstuk 3.3.12 deel II.

Aan de hand van computerbijl.12 kan hierbij het volgende worden opgemerkt.

- tussen raai 10 om raai 15 lijkt de toestand redelijk gestabiliseerd te zijn, in raai 10 treedt nog een erosie van  $\pm 4$  m/jaar op.
- van raai 15 t/m 24 treedt een erosie tot  $\pm 5$  m/jaar op (raai 18), doch gemiddeld niet meer dan  $\pm 2$  m/jaar.
- van raai 24 t/m raai 28 treedt een aanzienlijke erosie op welke toeneemt naarmate men dichterbij raai 28 komt.

Opm. 1: door het "loslaten" van de randen, d.w.z. overgaan van bekende randvoorwaarden (zoals van 1910 - 1963 het geval was) naar bekende transporten is het de vraag in hoeverre de randen representatief zijn.

De verregaande erosie in punt 28 is zelfs niet relevant, daar door fixatie van de punt van het eiland (het bolwerk - zie bijl. 23) een dergelijke erosie niet mogelijk moet worden geacht.

Opm. 2: In het programma wordt gewerkt met een constante diepte  $d$ . Deze waarde welke gelijk is aan de duinhoogte plus dat deel van het onderwatertalud dat geacht wordt deel te nemen aan het kustgebeuren, varieert sterk en is vooral tussen raai 25 en 28 aanzienlijk groter dan de aangenomen 10 meter. De kustlijn vergelijking volgens Pelnard Considère zoals deze o.a. in deel II vergl. 2.5 is weergegeven is een functie van  $\frac{q}{d}$ . Door  $d$  nu constant te nemen wordt de invloed van diepte op de kustlijn berekening dus niet meegenomen.

De kustontwikkeling bij een volledig door strandhoofden verdedigde kust (geval 2) is weergegeven in computerbijl. 13.

De begin- en randvoorwaarden in dit geval zijn:

- a) beginvoorwaarde gemeten kustlijn in 1963
- b) waarden van de kustconstante bedragen in het gehele gebied  $1/3$  van de oorspronkelijke waarden (zie 4.2.4.).
- c) aangenomen wordt dat door de linkerrand en transport  $QX0 = -164.000 \text{ m}^3/\text{jaar}$ .
- d) aangenomen wordt dat door de rechterrand een transport van  $126.800 \text{ m}^3/\text{jaar}$  optreedt.

De berekende erosie neemt in dit geval voor een tijdsbestek van 37 jaar van  $20.3.10^6 \text{ m}^3$  tot  $10.5.10^6 \text{ m}^3$  toe.

Dit had echter ook direct uit de opgegeven randvoorwaarden berekend kunnen worden.

Het is weinig zinvol om uitgaande van deze berekeningen i.v.m. de onnauwkeurigheid van de randvoorwaarden in raai 28 verdere conclusies te trekken.

Een betere schematisatie van de rechterrandoorwaarde is, zo werd verwacht, de kustlijn in punt 28 van 1963-2000 gelijk te houden aan die in 1963, waardoor de voorwaarde d) van QXR komt te vervallen.

In het programma is dit gerealiseerd door in B700 = 710.

kaart: INREAL (O,Y (T,R));

te vervangen door

kaart: Y(T,R) = Y(O,R);

(zie voor verklaring deel II hoofdstuk 3.3.12).

Voor de situatie van een gedeeltelijk verdedigde kust van raai 10 t/m raai 17, neemt de erosie vergeleken met het geval van een variabele ligging van punt 28 voor een tijdsbestek van 37 jaar van  $20.3.10^6 \text{ m}^3$  tot  $16.5.10^6 \text{ m}^3$  af.

Het kustlijnverloop geeft nu over de hele kust ook een erosie te zien variërend van 0-3 m/jaar (zie computerbijl. 14).

Computerbijl. 15 geeft het geval weer van een geheel verdedigde kustlijn met strandhoofden.

In dit geval neemt in vergelijking tot een variabele ligging van punt 28 de erosie van  $10,5.10^6 \text{ m}^3$  tot  $9,9.10^6 \text{ m}^3$  af in 37 jaar.

De optredende erosie varieert van 0-2 jaar terwijl op sommige plaatsen door het rechte trekken van de kust zelfs aanwas optreedt.

De vraag is nu dient men tot aanleg van de strandhoofden tot aan het Bolwerk over te gaan.

Het aanbrengen van strandhoofden, zal de erosie zeker doen afnemen (vergelijk resultaten computerbijl. 14-15).

Deze resultaten leren tevens dat na aanleg van de strandhoofden op een blijvende erosie van 1-2 m/jaar moet worden gerekend.

Het is dan ook de vraag of een zandsuppletie eens in de 5 jaar niet veel goedkoper zal zijn.

Stelt men een erosie van gemiddeld 2 m/jaar bij duinen van 10 m hoogte.

Dan geeft dit van raai 17 t/m raai 31 een netto suppletie van

$$2 \cdot (10+5) \cdot 14 \cdot 10^3 = 420.000 \text{ m}^3/\text{jaar}.$$

#### 4.4. Slotopmerkingen

- De coëfficiënten welke in dit rapport zijn gebruikt zijn in geen geval eenduidig bepaald.  
Onderzoek naar betere waarden van de coëfficiënten  $F_r$  en  $\gamma$  zullen het inzicht in de problematiek vergroten waardoor het aantal coëfficiënten kan worden teruggebracht.
- In het rapport wordt de invloed van stroom verwaarloosd. De invloed hiervan zal zeker bij de koppen van het eiland aanzienlijk zijn.  
In een eventueel aansluitend onderzoek zal hier dan ook nader naar gekeken moeten worden.
- Zoals reeds is gesteld, is de kustvergelijking een functie van  $\frac{q}{d}$ .  
In het huidige programmaatuur is  $d$  nog een constante. Door deze grootte in de toekomst variabel te maken wordt een realistischer benadering verkregen.
- De kustlijn is in dit rapport bepaald met de z.g.n. één-lijn theorie. (zie inleiding deel II).  
Bij deze schematisatie wordt het fysische gebeuren op een diepte groter dan 5 m (in het algemeen  $d_{x2}$ ) buiten beschouwing gelaten.  
Het is duidelijk dat deze schematisatie, zeker bij een steil strandprofiel van invloed kan zijn.
- Aan het einde van dit onderzoek is een kustlijn ontwikkeling onderzocht met strandhoofden. Aansluitend op vorige opmerkingen kan worden gesteld dat bij gebruik van de tweelijnen theorie een betere schematisatie kan worden gegeven dan de nu aangehouden verhouding.

$$Q_{\text{strandhoofden}} = 1/3 Q_{\text{onverdedigd}}$$

#### 4.5. Erkentelijkheid

Verschillende personen en instanties hebben bijgedragen tot het tot stand komen van dit verslag.

Met name de staf van het Rekencentrum van de Technische Hogeschool is dank verschuldigd voor de hulp welke zij bij talloze problemen hebben gegeven.

Deze dank geldt tevens voor de Studiedienst Hoorn en de Afdeling Kustonderzoek van de Rijkswaterstaat voor het ter beschikking stellen van het documentatiemateriaal.

Veel bijlagen zijn copieën van bijlagen die eerder in Rijkswaterstaatsrapporten zijn verschenen. In de kop van de bijlage is systematisch de bron van herkomst vermeld.

Hierbij is met "Kustonderzoek" bedoeld: de Afdeling Kustonderzoek van de Directie Waterhuishouding en Waterbeweging van de Rijkswaterstaat.

Tot slot is dank verschuldigd aan de heer ir. W.Th. Bakker voor de prettige begeleiding van het gehele rapport, waarbij nog wordt opgemerkt dat een groot deel van het rapport is gestoeld op zijn geestelijke ontspruitingen.

Appendix A: Samenvatting afleidingen volgens Wijnant  
uit Lit. (1).

a) Berekening  $d_{br}$

Uitgaande van de aanname dat het energietransport tussen twee golfstralen buiten de brandingszone gelijk blijft, vindt men

$$b_o \cdot E_o \cdot (c_{gr})_o = b_{br} \cdot E_{br} \cdot (c_{gr})_{br} \quad (A1)$$

$b$  = breedte tussen de golfstralen

$E$  = golfenergie

$c_{gr}$  = groepssnelheid

met indices 0: geldend voor diepwater

br: geldend op brekerlijn

Op diep water is voor de groepssnelheid te schrijven

$$(c_{gr})_o = \frac{1}{2} c_o = \frac{g}{4\pi} T \quad (A2)$$

waarin  $g$  = versnelling v/d zwaartekracht

$T$  = golfperiode

$c_o$  = voortplantingssnelheid op diepwater

Voor de groepssnelheid in de brekerszône is te schrijven bij aanname dat in de brandingszone de fasesnelheid gelijk is aan de groepssnelheid.

$$(c_{gr})_{br} = c_{br} = F_r \sqrt{gd} \quad (A3)$$

$F_r$  = evenredigheidsconstante

Wijnant ging uit een de benadering van Bernouilli van de Solitary wave, welke de coëfficiënt gelijkstelt aan:

$$F_r = \sqrt{g(d + H)_{br}} \quad (A4)$$

waarin:  $d$  = diepte

$H$  = golfhoogte

Indien er een lineair verband tussen de significante golfhoogte

$(H_{sign})_{br}$  en waterdiepte  $d_{br}$  gesteld wordt, en wel

$$(H_{sign})_{br} = \gamma \cdot d_{br} \quad (A5)$$



dan is met  $E = \frac{1}{8} \rho g H^2$  (A1) te herschrijven tot:

$$b_o H_o^2 \cdot \frac{g}{4\pi} \cdot T = b_{br} \cdot \gamma^2 \cdot d_{br}^2 \cdot \sqrt{(1+\gamma)gd_{br}} \quad (A6)$$

in het verslag worden nu  $H_o$  en  $T$  nog verder beschouwd.

Voor de gemeten golfhoogten op het lichtschip Texel wordt de z.g.n. Harreveldcorrelatie toegepast (zie lit. (2)).

Door ijking van simultane waarnemingen op het lichtschip Goeree en het booreiland Triton heeft men een correlatie opgezet voor de golfhoogten en wel z.d.d.

$$H_g = 1.45 H_{1/3} \quad (A7)$$

$H_{1/3} = H$  significant

$H_g = H$  gemiddeld

Voor de golfperiode is een soortgelijke correlatie gemaakt, hierbij bleek dat:

$$T_g = 1.50 T_m \quad (A8)$$

$T_g =$  periode op l.s. Goeree

$T_m =$  gemiddelde periode v/e

onregelmatige golfpatroon

De periode welke echter zo goed mogelijk het golfbeeld beschrijft lijkt die periode waarbij de energie per opp en het energietransport per m' van een enkelvoudige golf gelijk zijn aan die van het golfbeeld.

Stelt men deze periode  $T_{eq}$  dan is volgens Battjes (lit. 13)

$$T_{eq} = 0.82 T_g \quad (A9)$$

zodat Wijnant vindt:

$$d_{br} = \left\{ \frac{g}{4\pi} \cdot \frac{0.82}{(1.45)^2} \cdot \frac{1}{\gamma^2 (1+\gamma) \cdot g} \cdot \frac{b_o}{b_{br}} \cdot H_T^2 \cdot T_T \right\}^{2/5} \quad (A10)$$

waarin:  $H_T =$  significante golfhoogte  
op L.S. Texel

$T_T =$  golfperiode op L.S.  
Texel

b) Het langstransport.

Is  $N_b$  de maximale hoeveelheid energie welke zich tussen twee golfstralen kan voortplanten dan is deze gelijk aan

$$N_b = E \cdot n \cdot c \cdot b = \frac{1}{8} \rho g \gamma^2 d^2 \cdot n \cdot c \cdot b = \quad (A11)$$

waarin  $n$  = verhouding groepssnelheid/fasesnelheid

Bij  $b = \cos \phi$ , dit geldt bij een gekozen breedte bij de strandlijn van één en  $n_{br} = 1$ , gaat (A11) m.b.v. (A3) en (A4) over in:

$$N_b = \frac{1}{8} \rho g \gamma^2 \cdot d^2 \cdot \sqrt{g(1+\gamma) \cdot d} \cdot \cos \phi = \frac{1}{8} \gamma^2 \cdot \sqrt{(1+\gamma)} \cdot \rho g^{3/2} \cdot d^{5/2} \cdot \cos \phi \quad (A12)$$

Het verlies aan de energie tussen twee dieptelijnen  $d + \frac{1}{2} \Delta d$  en  $d - \frac{1}{2} \Delta d$  is dan te schrijven als

$$\Delta N_b = \Delta d \cdot \frac{\partial N_b}{\partial d} = \Delta d \cdot \frac{1}{8} \gamma^2 \sqrt{(1+\gamma)} \cdot \rho g^{3/2} \cdot \left\{ \frac{5}{2} d^{3/2} \cos \phi + d^{5/2} \frac{\partial \cos \phi}{\partial d} \right\} \quad (A13)$$

waarin voor het laatste differentiaal quotient wordt afgeleid:

$$\frac{\partial \cos \phi}{\partial d} = - \frac{\sin^2 \phi_{br}}{2 d_{br} \cos \phi} \quad (A14)$$

Het sedimenttransport is zoals gesteld recht evenredig met het verlies van energie in langsrichting van de kust ( $N_b \cdot \sin \phi$ ) zodat:

$$\Delta S = \beta \cdot \Delta d \cdot \frac{1}{8} \gamma^2 \sqrt{(1+\gamma)} d^{3/2} \cdot \rho g^{3/2} \cdot \sin \phi \cdot \cos \phi \left\{ 5/2 - \frac{1}{2} \frac{d}{d_{br}} \cdot \frac{\sin^2 \phi_{br}}{\cos^2 \phi_{br}} \right\} \quad (A15)$$

( $\beta$  wordt  $\gamma$  genoemd in de notatie van Wijnant.)

De waarde van  $\frac{1}{2} \frac{d}{d_{br}} \cdot \frac{\sin^2 \phi_{br}}{\cos^2 \phi_{br}}$  is i.h.a.  $\ll 5/2$ , terwijl de term  $\cos \phi$  redelijk overeen blijkt te komen met 1. (zie lit. 1) waarna (3.15) overgaat in

$$\Delta S = \frac{5}{2} \beta \cdot \frac{1}{8} \gamma^2 \sqrt{(1+\gamma)} \cdot \rho g^{3/2} \cdot d^{3/2} \cdot \Delta d \cdot \sin \phi \quad (A16)$$

$$\text{met } \sin \phi = \sqrt{\frac{d}{d_{br}}} \sin \phi_{br} \quad (\text{volgens Snellius}) \quad (A17)$$

Hieruit volgt:

$$\Delta S = 5/2 \cdot \beta \cdot \frac{1}{8} \gamma^2 \sqrt{(1+\gamma)} \rho g^{3/2} \cdot d^{3/2} \cdot \Delta d \cdot \sin \phi / \sqrt{d_{br}} \quad (A18)$$

Het totale transport door een profiel wordt door Wijnant dan voorgesteld tot

$$S = \frac{5}{2} \cdot \beta \cdot \frac{1}{8} \gamma^2 \sqrt{(1+\gamma)} \cdot \rho g^{3/2} \cdot \frac{\sin \phi_{br}}{\sqrt{d_{br}}} \int_0^{d_{br}} d^2 \cdot \partial d$$

$$= \frac{5}{6} \cdot \beta \cdot \frac{1}{8} \cdot \gamma^2 \cdot \sqrt{(1+\gamma)} \cdot \rho \cdot g^{3/2} \cdot d_{br}^{5/2} \cdot \sin \phi_{br} \quad (A19)$$

Lijst van bijlagen

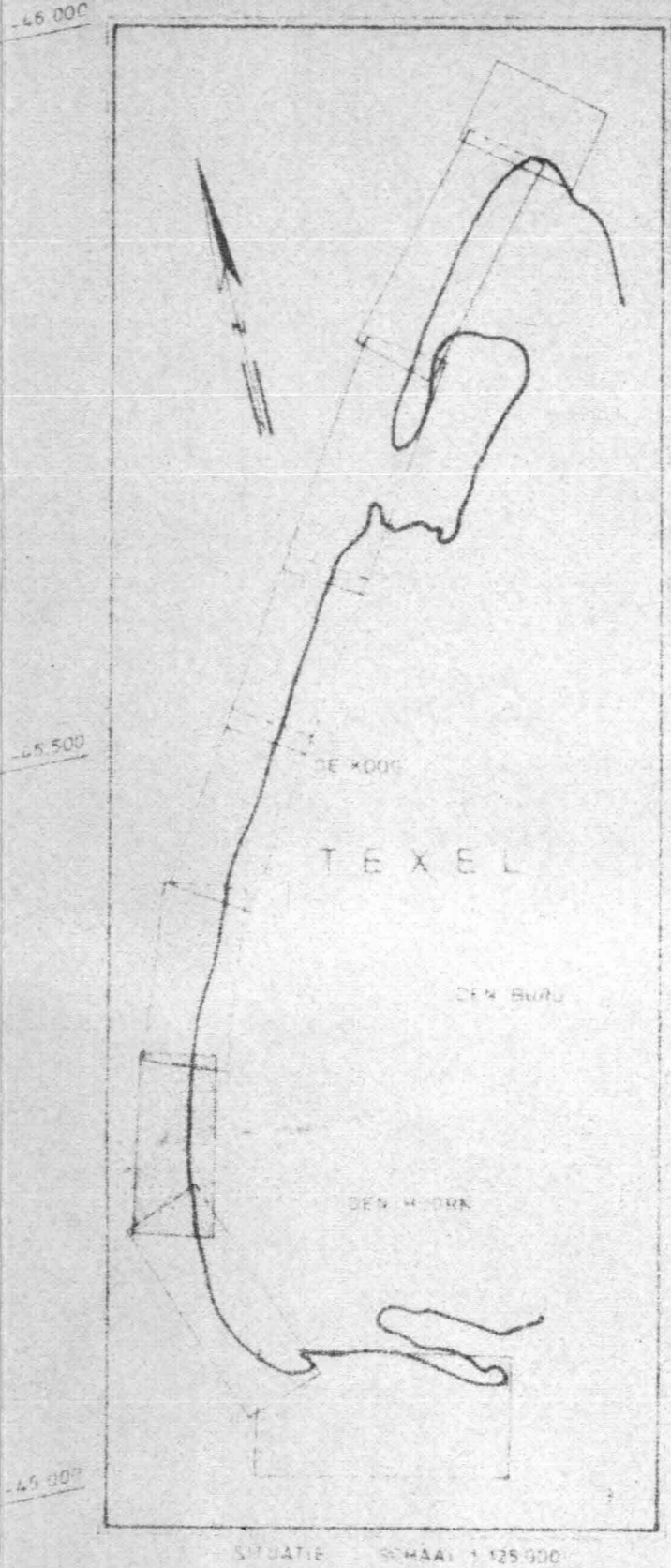
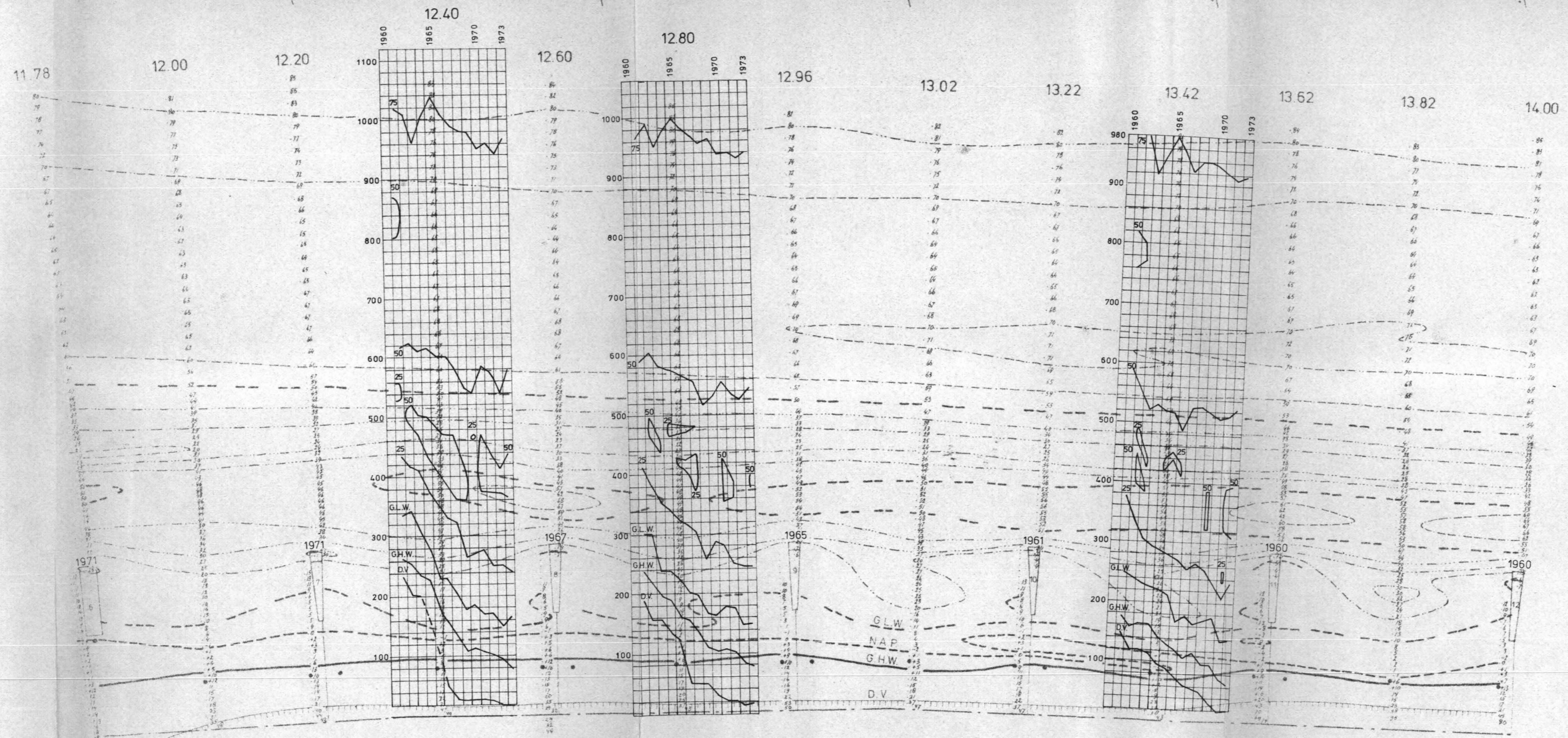
- 1A. Zeegat van Texel 1838, 1851, 1863, 1874, 1896 met de plaatsen der geuldoorsneden.
- 1B. Zeegat van Texel 1901, 1908, 1916, 1917, 1921, 1925 met de plaatsen der geuldoorsneden.
- 1C. Zeegat van Texel 1930, 1933, 1936, 1939, 1942 met de plaatsen der geuldoorsneden.
- 1D. Zeegat van Texel 1945, 1950, 1956/1958, 1965/1967 met de plaatsen der geuldoorsneden.
2. Het zeegat van Texel: geulbeweging.
3. Het zeegat van Texel: verloop van de grootte van het natte oppervlak en de richting van de geulen.
- 4A. Het Eijerlandse gat 1852, 1864, 1886, 1902, 1926 met de plaatsen der geuldoorsneden.
- 4B. Het Eijerlandse gat 1934, 1947, 1952, 1957, 1963/1967 met de plaatsen der geuldoorsneden.
5. Het Eijerlandse gat: geulbeweging.
6. Het Eijerlandse gat: verloop van de grootte van het natte oppervlak en van de richting der geulen.
7. Situatie kustverdediging Texel van het Zuid-Westelijke deel van het eiland 1973 (1968).
8. Kustmeting Texel 1972; raai 11 - raai 14.
9. Kustmeting Texel 1972; raai 8 - raai 11.
10. Situatieschets Texel.
- 11A. Refractiegegevens punt 1.
- 11B. Refractiegegevens punt 5.
12. Golfgegevens voor alle richtingen van lichtschip Texel.
13. Golfgegevens per richting in waarnemingsaantallen.

- 14A. Golfgegevens per richting in %.
- 14B. Golfgegevens per richting in %.
- 15A. Bepaling evenredigheidsfactor B.
- 15B. Bepaling evenredigheidsfactor B.
- 16A. Raaiensstelsel van Texel.  
Strandmeting raai 6 t/m raai 11.
- 16B. Raaiensstelsel van Texel.  
Strandmeting raai 20-23.
- 16C. Raaiensstelsel van Texel.  
Strandmeting raai 23-33.
- 17. Bepaling  $\sin \phi_{br}$ .
- 18. Grootste zeereephoogten volgens kustmeting 1966.
- 19. Cumulatieve erosielijn van 1910 tot 1963.
- 20. Berekende langstransporten in  $m^3$ /jaar.
- 21A. Dwarstransport van raai 11 - raai 15.
- 21B. Dwarstransport van raai 15 - raai 20.
- 21C. Dwarstransport van raai 20 - raai 24.
- 21D. Dwarstransport van raai 24 - raai 27.
- 22A. Berekening  $Q_x$ ,  $Q_o$  en  $q$  in punt 1.
- 22B. Berekening  $Q_x$ ,  $Q_o$  en  $q$  in punt 5.
- 23. Laagwater lijnen 1850 - 1958 en koppenlijnen strandhoofden van de Z.W.kust van Texel.

Computerbijlagen

- 1 a+b) Kustconstanten punt 1.
- 2) Kustconstanten punt 2.
- 3) Kustconstanten punt 3.
- 4) Kustconstanten punt 4.
- 5 a+b) Kustconstanten punt 5.
- 6) Kustconstanten punt 1 // referentielijn.
- 7) Kustconstanten punt 2, 3 en 4 // referentielijn.
- 8) Kustconstanten punt 5 // referentielijn.
- 9) Listing en berekening gemiddelde kustrichting.
- 10) Gemeten en berekende kustlijn 1850-1963.
- 11) Gemeten en berekende kustlijn 1910-1963.
- 12) Verwachte kustontwikkeling van 1963-2000 bij gedeeltelijk verdedigde kust (raai 28 "los").
- 13) Verwachte kustontwikkeling van 1963-2000 bij geheel verdedigde kust (raai 28 "los").
- 14) Verwachte kustontwikkeling van 1963-2000 bij gedeeltelijk verdedigde kust (raai 28 gefixeerd).
- 15) Verwachte kustontwikkeling van 1963-2000 bij geheel verdedigde kust (raai 28 gefixeerd).

Opm. De gebruikte data invoer komt niet geheel overeen met de in deel II aangehouden invoer, waarvan nota.



**TOELICHTING**

- HOOFDMETERPAAL
- HOEFKILOMETERPAAL
- HOEFKILOMETERPAAL
- HOEFMETERPAAL

VAN DE TOEGANGEN VAN  
 DE METERSPALEN EN VAN DE  
 HOEFKILOMETERPAAL

HOEFKILOMETERPAAL: 11.78, 12.00, 12.20, 12.40, 12.60, 12.80, 12.96, 13.02, 13.22, 13.42, 13.62, 13.82, 14.00

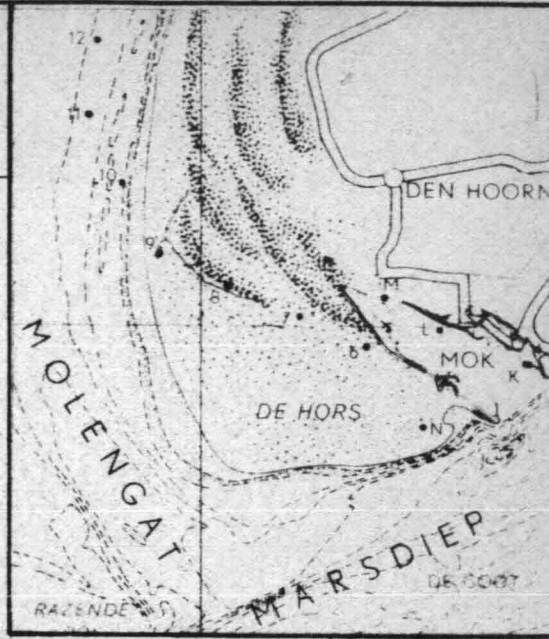
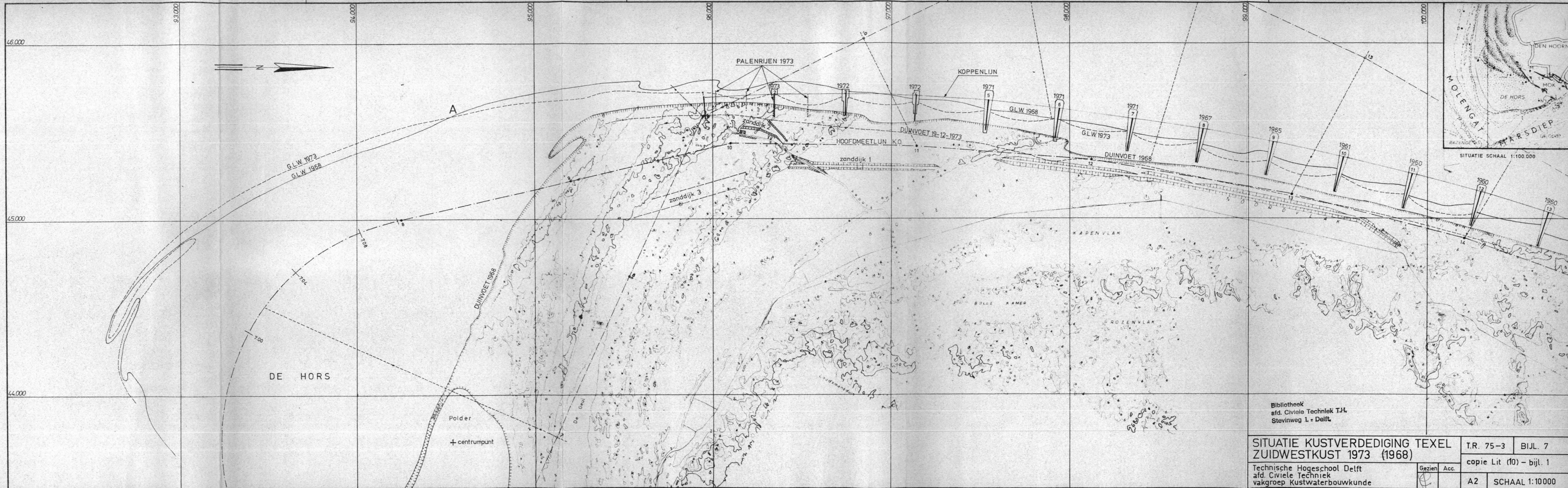
HOEFMETERPAAL: 11.78, 12.00, 12.20, 12.40, 12.60, 12.80, 12.96, 13.02, 13.22, 13.42, 13.62, 13.82, 14.00

DIEPTEN IN dm T.O.V. N.A.P.

Bibliotheek  
 afd. Civiele Techniek T.R.  
 Stevinweg 1 - Delft

Waarin verloop dieptelijnen N.A.P. -75 dm -50 dm -25 dm  
 G.H.W. en G.L.W. DV 1961 tot heden

SITUATIE NOORDZEEKUST TEXEL KUSTMETING 1972 KM 11 - KM 14		T.R. 75-3	BIJL. 8
Technische Hogeschool Delft afd. Civiele Techniek vakgroep Kustwaterbouwkunde		Gezien	Acc.
		A2	SCHAAL 1:5000



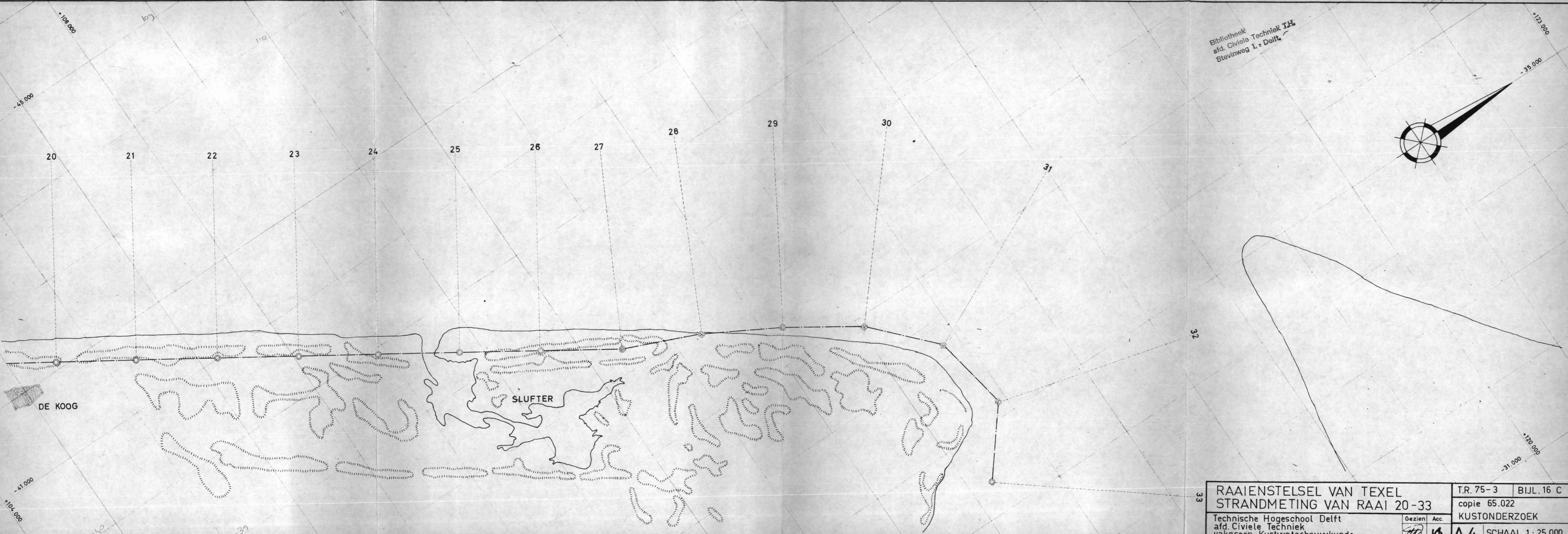
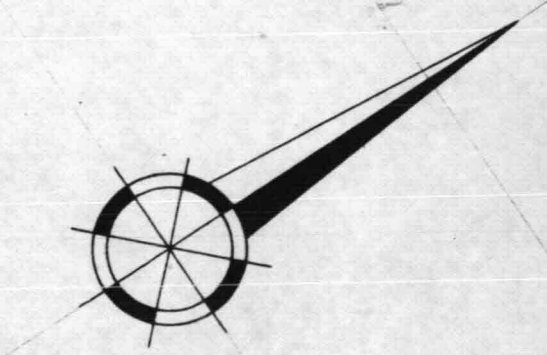
SITUATIE SCHAAL 1:100.000

Bibliotheek  
afd. Civiele Techniek T.H.  
Stevinweg 1 - Delft.

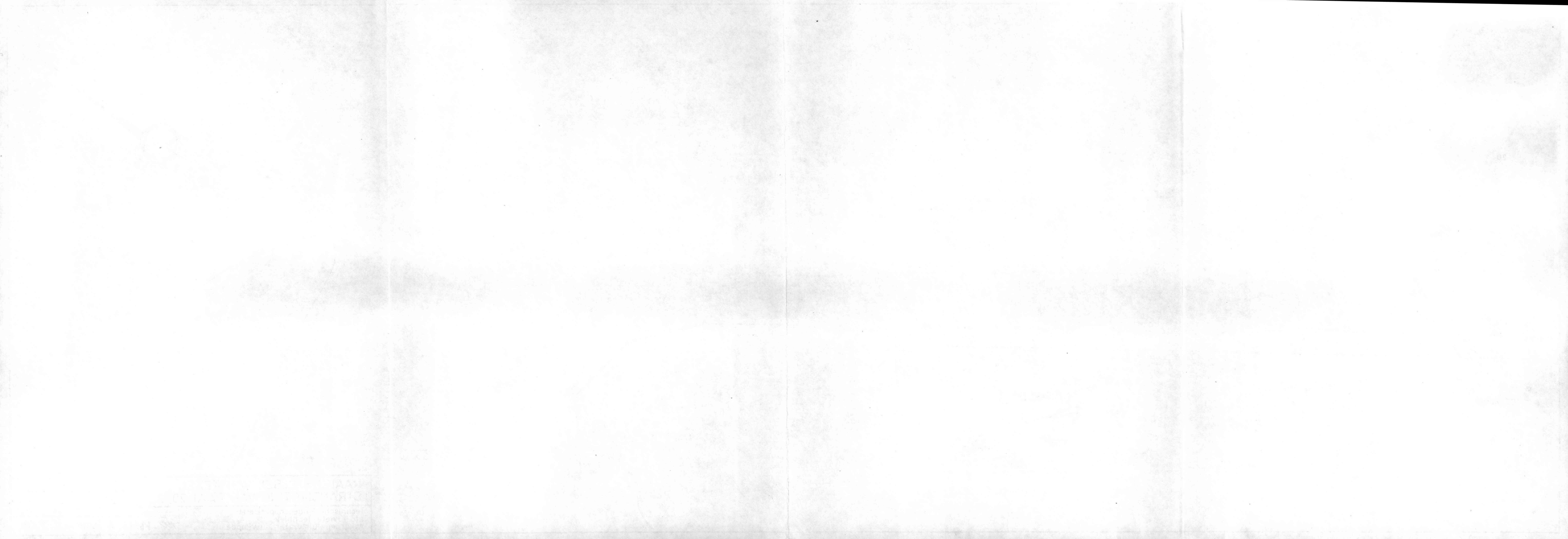
SITUATIE KUSTVERDEDIGING TEXEL ZUIDWESTKUST 1973 (1968)		T.R. 75-3	BIJL. 7
Technische Hogeschool Delft afd. Civiele Techniek vakgroep Kustwaterbouwkunde		copie Lit (10) - bijl. 1	
Gezien	Acc.	A2	SCHAAL 1:10000

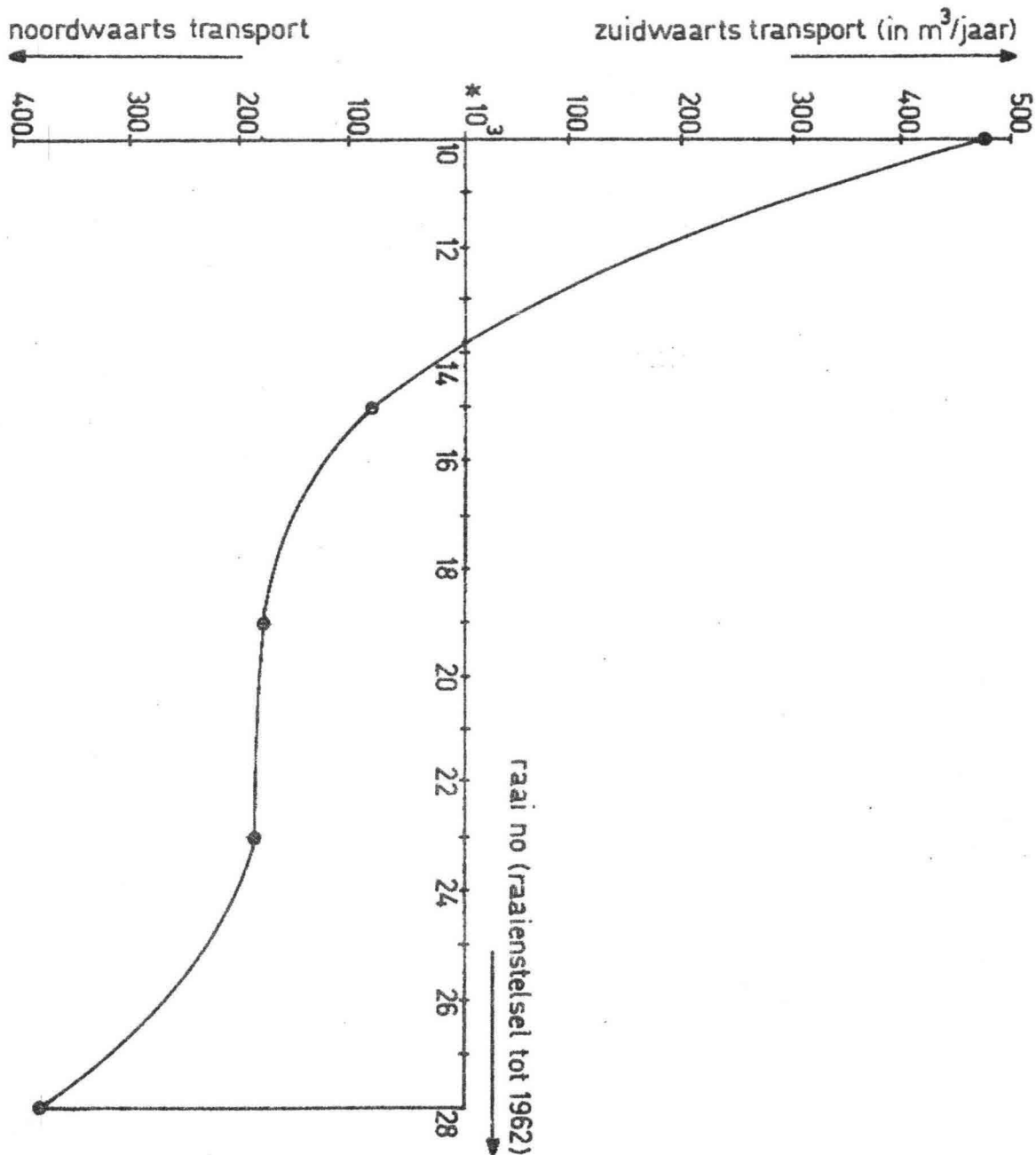


Bibliotheek  
afd. Civiele Techniek I.H.  
Stevinweg 1 - Delft



RAAIENSTELSEL VAN TEXEL		T.R. 75-3	BIJL. 16 C
STRANDMETING VAN RAAI 20-33		copie 65.022	
Technische Hogeschool Delft afd. Civiele Techniek vakgroep Kustwaterbouwkunde		Gezien <i>[Signature]</i>	Acc. <i>[Signature]</i>
		A 4	SCHAAL 1:25.000





Bibliotheek  
 afd. Civiele Techniek T.H.  
 Stevinweg 1. - Delft

# Berekende Langtransporten

in m<sup>3</sup>/jaar

T. R. 75 - 3

BIJL. 20

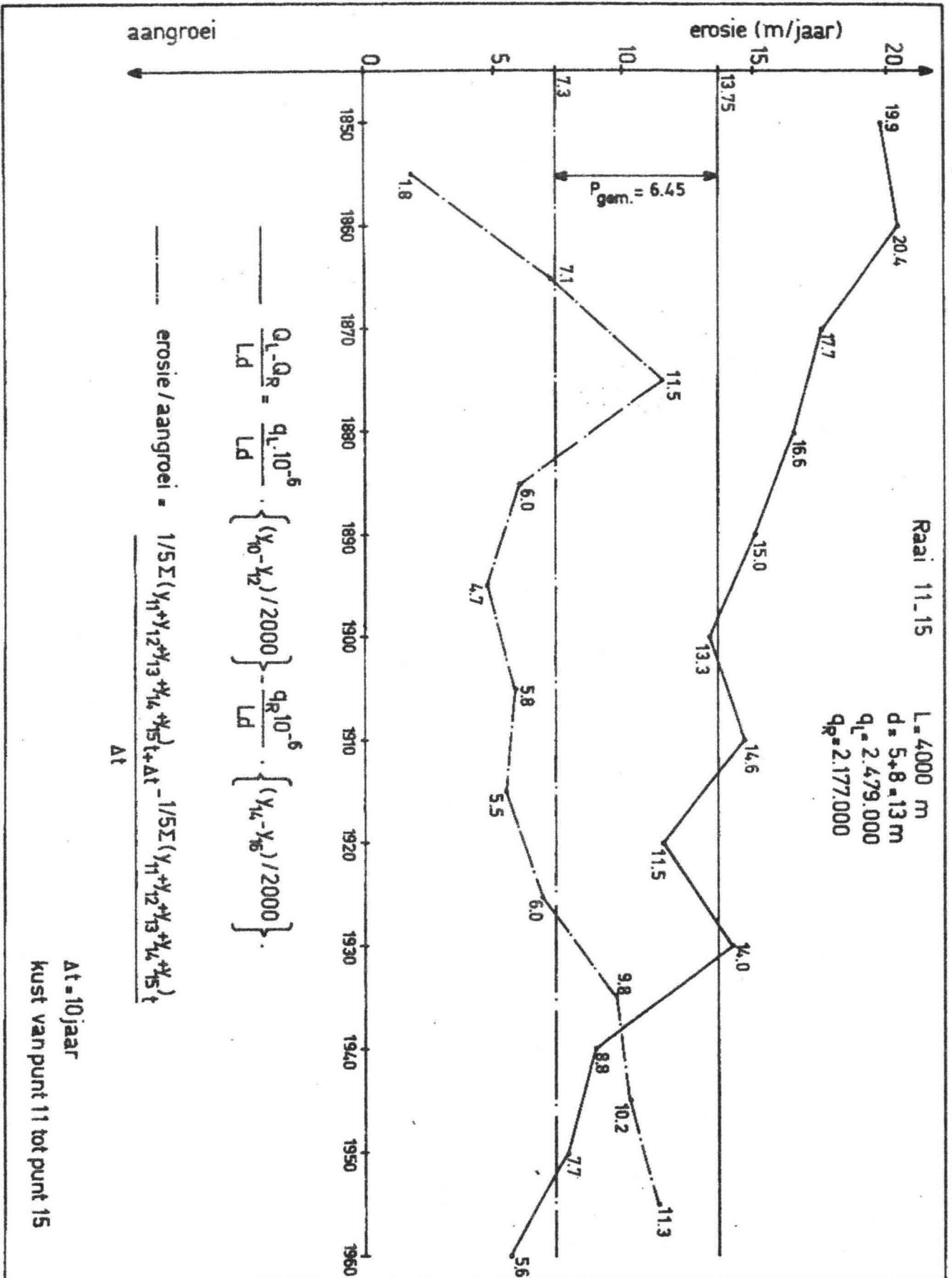
Technische Hogeschool Delft  
 afd. Civiele Techniek  
 vakgroep Kustwaterbouwkunde

Gezien

Acc.

*[Signature]*

A4



# DWARSTRANSPORT

Raai 11 - Raai 15

T. R. 75-3

BIJL 21A

Technische Hogeschool Delft  
 afd. Civiele Techniek  
 vakgroep Kustwaterbouwkunde

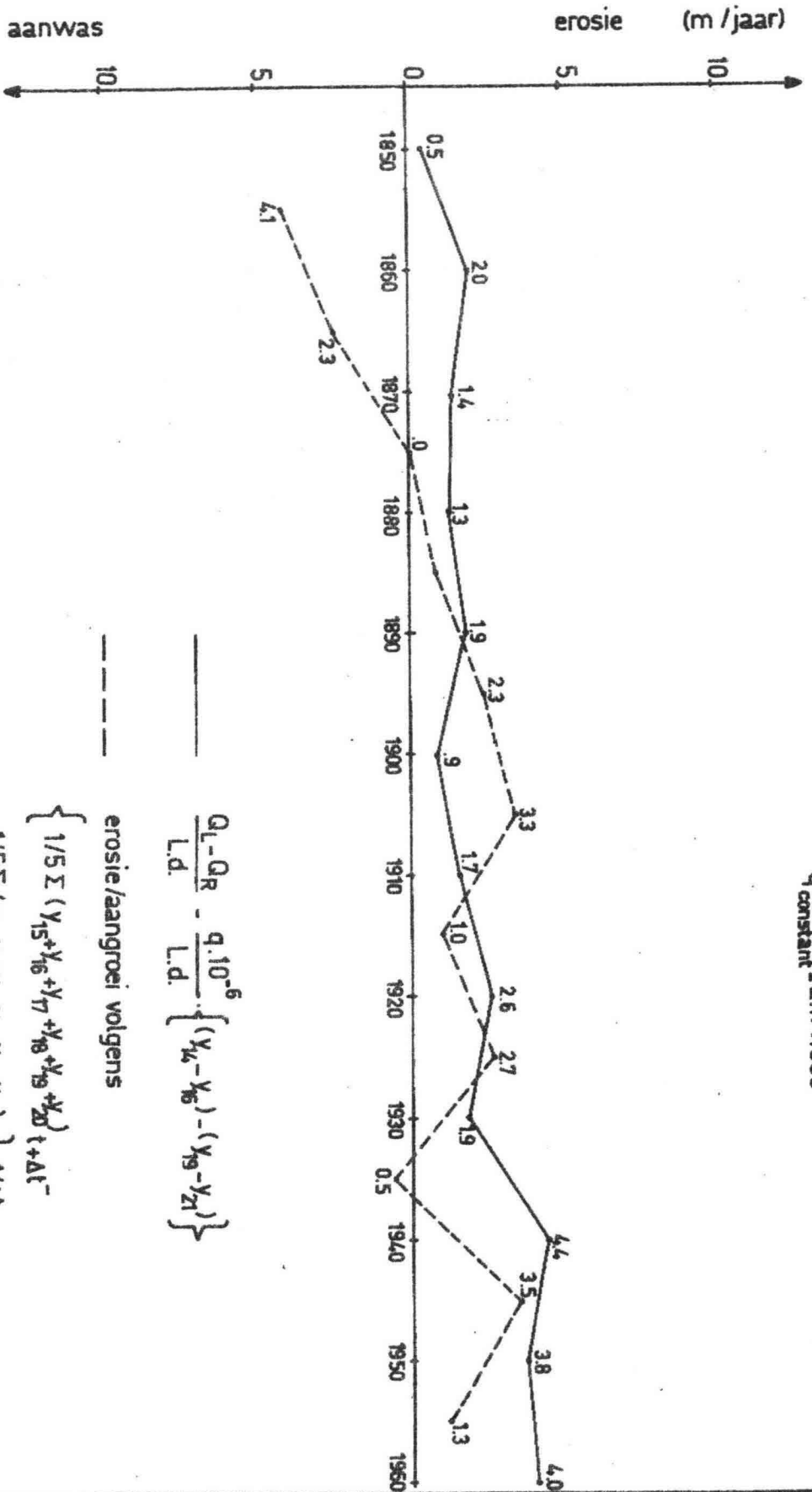
Gesien Acc.

*[Handwritten signature]*

A4

Bibliotheek  
 afd. Civiele Techniek T.H.  
 Stevinweg 1 - Delft

d = (5+12) = 17m  
 L = 5.000m  
 q constant = 2.177.000



$$\frac{Q_L - Q_R}{L \cdot d} - \frac{q \cdot 10^{-6}}{L \cdot d} \cdot \left\{ (Y_{14} - Y_{16}) - (Y_{19} - Y_{21}) \right\}$$

erosie/aaingroei volgens

$$\frac{1}{5} \sum (Y_{15} + Y_{16} + Y_{17} + Y_{18} + Y_{19} + Y_{20}) \cdot \Delta t - \frac{1}{5} \sum (Y_{15} + Y_{16} + Y_{17} + Y_{18} + Y_{19} + Y_{20}) \cdot \Delta t$$

Δt = 10 jaar

# DWARSTRANSPORT

Raai 15 - Raai 20

Technische Hogeschool Delft  
 afd. Civiele Techniek  
 vakgroep Kustwater bouwkunde

Gezien Acc.

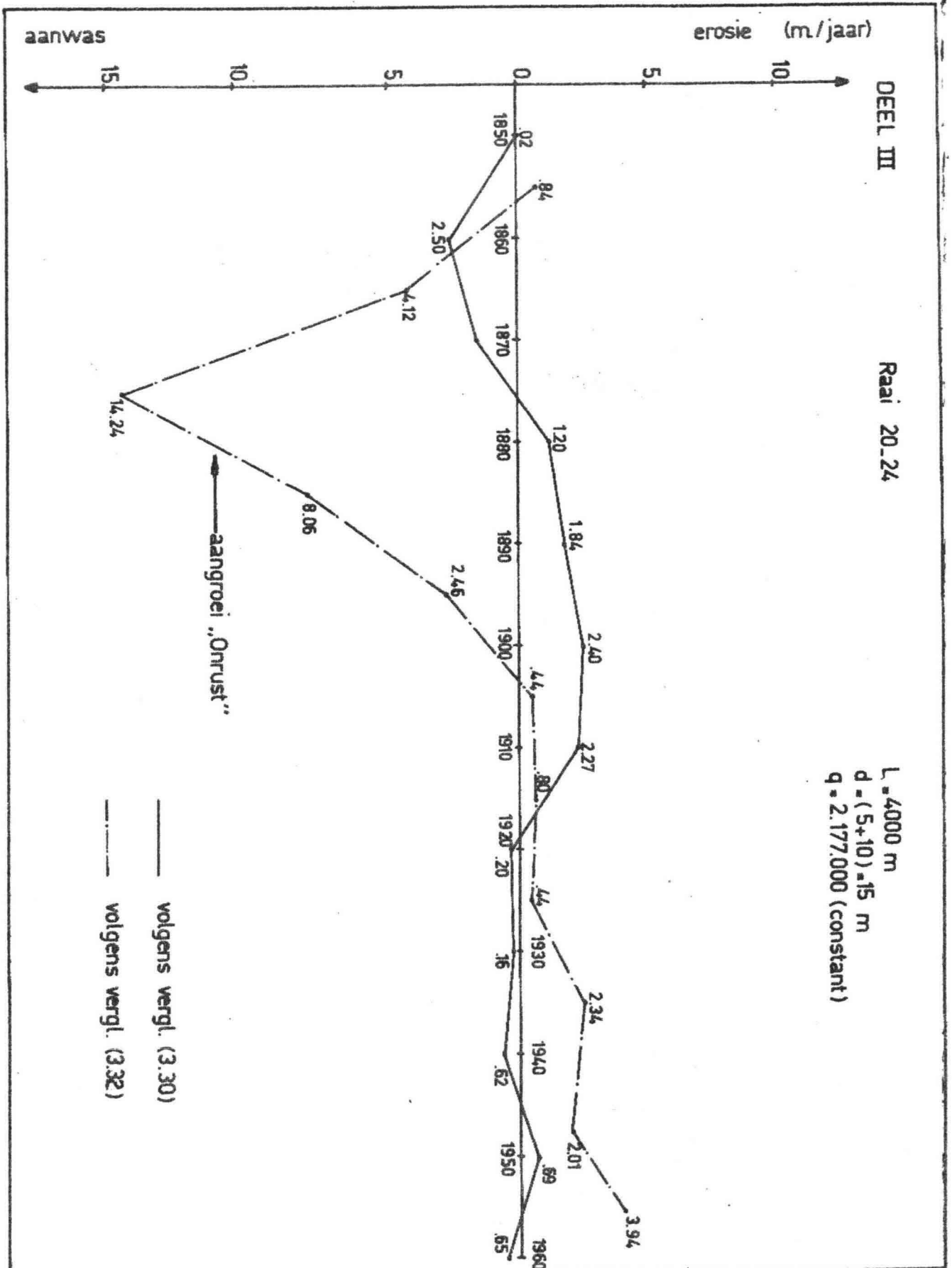
T.R. 75-3

BIJL 21B

A 4

Bibliotheek  
 afd. Civiele Techniek I.H.  
 Stevinweg 1 - Delft





# DWARSTRANSPORT

Raai 20 - Raai 24

T.R. 75-3

BIJL 21 C

Technische Hogeschool Delft  
afd. Civiele Techniek  
vakgroep Kustwaterbouwkunde

Gezien Acc.

*[Signature]*

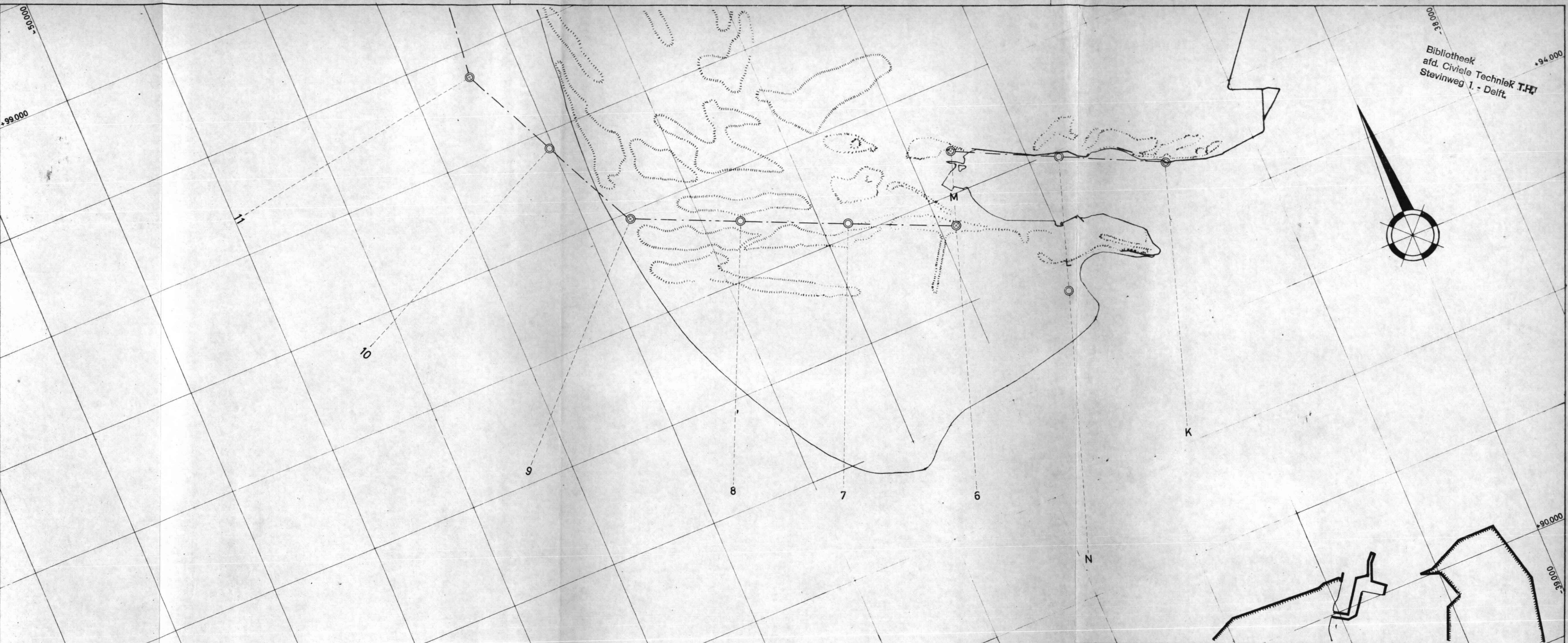
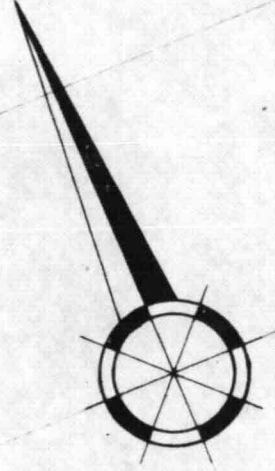
A4

Bibliotheek  
afd. Civiele Techniek T.H.  
Stevinweg 1 - Delft





Bibliotheek  
afd. Civiele Techniek T.H.T.  
Stevinweg 1 - Delft.

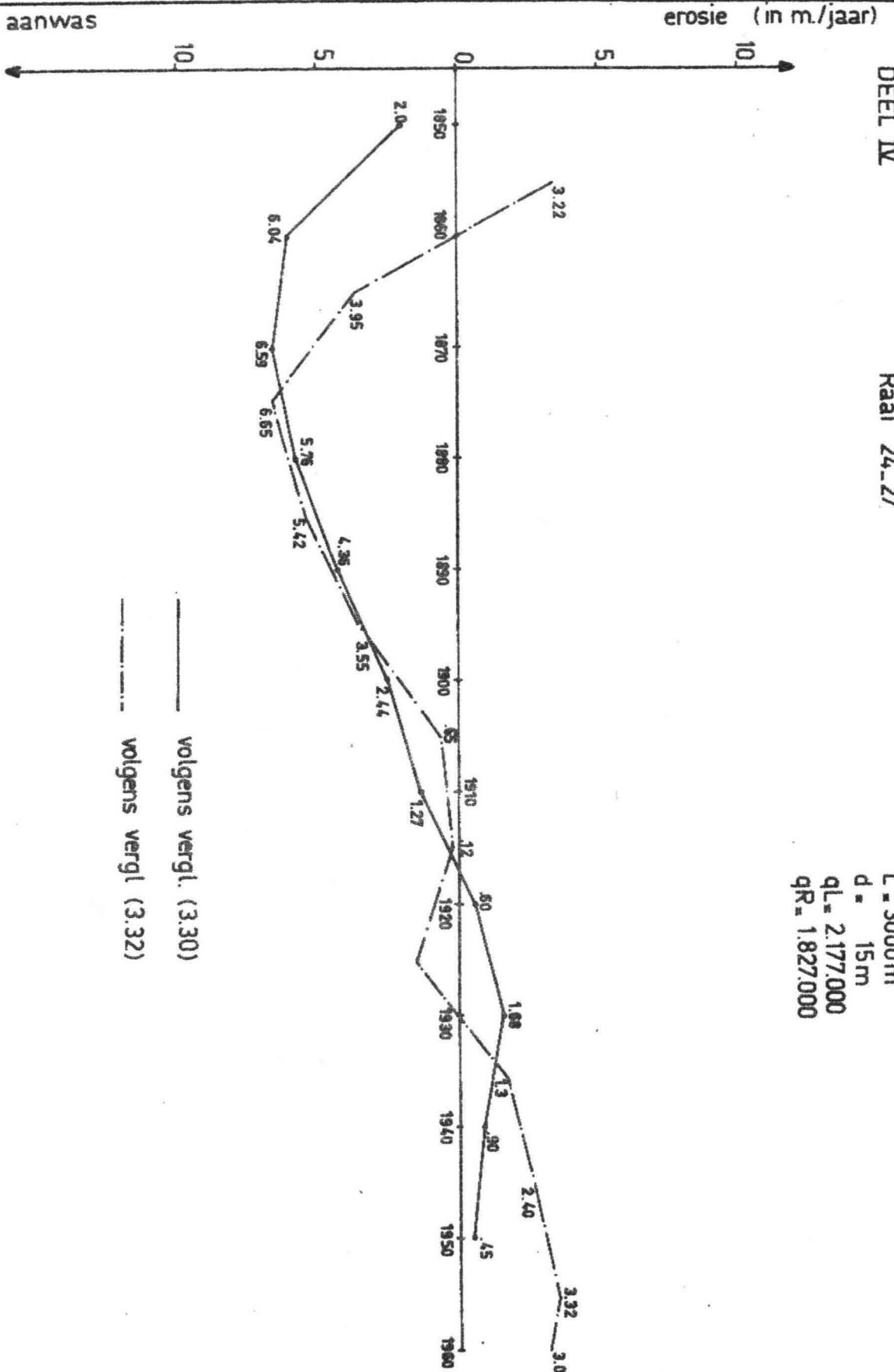


RAAIENSTELSEL VAN TEXEL		T.R. 75-3	BIJL. 16 A
STRANDMETING VAN RAAI 6 - 11		copie 65.020	
Technische Hogeschool Delft		Gezien	Acc.
afd. Civiele Techniek		<i>AD.</i>	<i>VD</i>
vakgroep Kustwaterbouwkunde		A 3	SCHAAL 1:25.000

DEEL IV

Raai 24-27

L = 3000 m  
 d = 15 m  
 ql = 2.177.000  
 qR = 1.827.000



— volgens vergl. (3.30)  
 - - - volgens vergl. (3.32)

DWARSTRANSPORT  
 raai 24 - raai 27

T.R. 75-3 BIJL. 21 D

Technische Hogeschool Delft  
 afd. Civiele Techniek  
 vakgroep Kustwaterbouwkunde

Gezien Acc.

A 4

Bibliotheek  
 afd. Civiele Techniek T.H.  
 Oude Delftseweg 1. - Delft.

Variabele	Waarde volgens refractie ber. Wijnant	Waarde volgens refractie evenw. dieptel.	$\Delta$ Var.	Waarde in raai 10	Comp. Bijl.
$Q_x$	- 621.500 1)	- 169.100 1)	452.000	- 492.100	1 <sup>a</sup> - 1 <sup>b</sup>
$Q_o$	189.500 2)	191.000 2)	--	191.000	6 - 7
q	1.650.800 2)	2.047.000 2)	396.200	1.777.400	6 - 7

1) Kustlijn evenwijdig raai 10.

2) Kustlijn evenwijdig met referentielijn.

Waarde raai 10 = waarde ref.ber. volgens Wijnant  $\frac{2}{7}$  VAR.

Berekening  $Q_x, Q_o, q$  in punt 1  
(raai 10)

T.R. 73-3

BIJL. 22a

Technische Hogeschool Delft  
afd. Civiele Techniek  
vakgroep Kustwaterbouwkunde

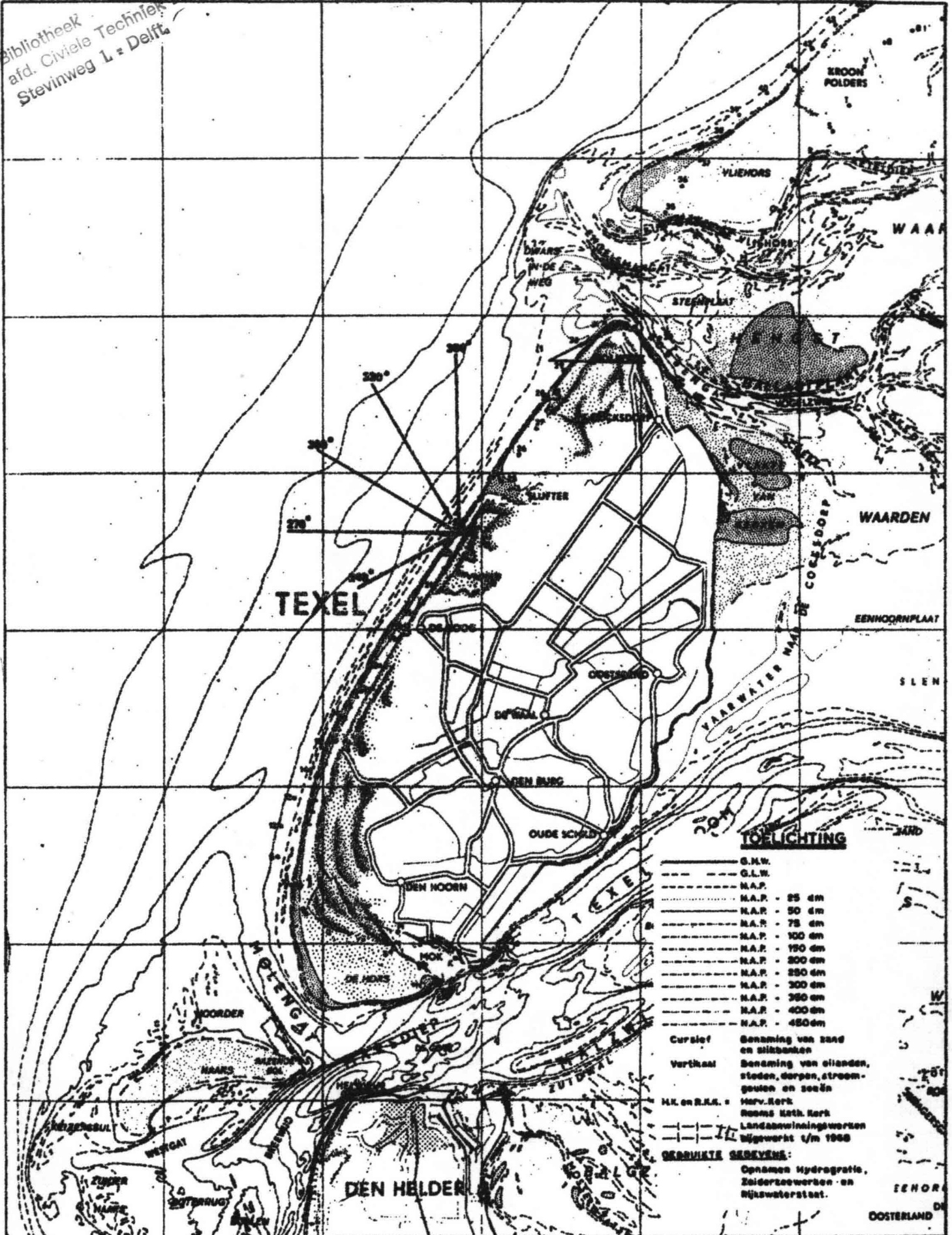
Gezien Acc.



A4

Bibliotheek  
afd. Civiele Techniek TH  
Stevinweg 1 = Delft.





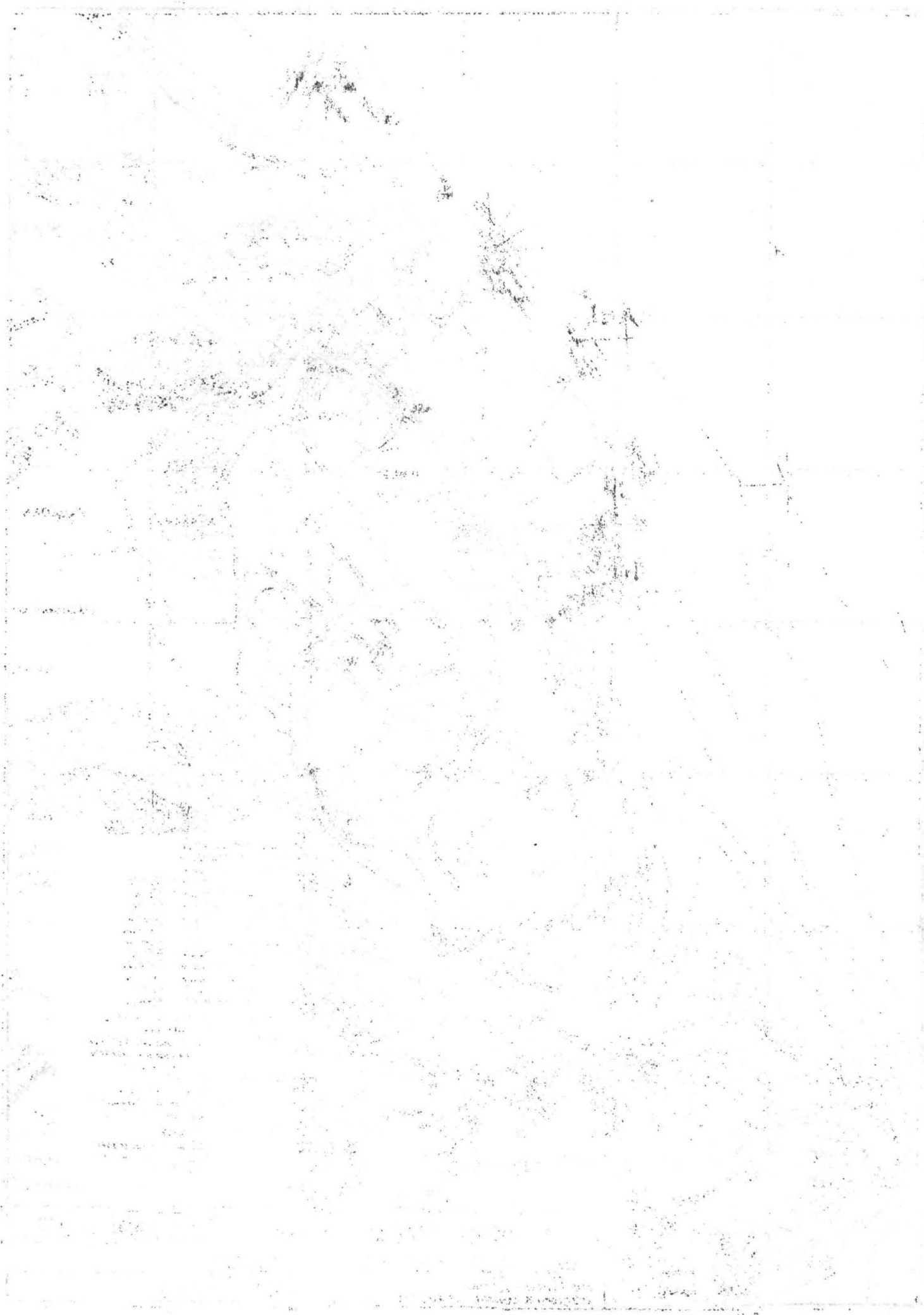
**TOELICHTING**

- G.M.W.
- - - G.L.W.
- ..... N.A.P.
- N.A.P. - 25 cm
- N.A.P. - 50 cm
- N.A.P. - 75 cm
- N.A.P. - 100 cm
- N.A.P. - 150 cm
- N.A.P. - 200 cm
- N.A.P. - 250 cm
- N.A.P. - 300 cm
- N.A.P. - 350 cm
- N.A.P. - 400 cm
- N.A.P. - 450 cm

Cursief Benaming van zand en slikbanken  
 Verticaal Benaming van eilanden, steden, dorpen, stroomgebouwen en zeeën  
 H.K. en R.S.S. = Hov. Kort  
 Romm. Kath. Kort  
 Landaanwinningssymbolen  
 Bijgewerkt 1/1968

**GERUWTE GEGEVENS:**  
 Opnamen Hydrografie,  
 Zeeoerzeewerven en  
 Rijkswaterstaat.

<b>OVERZICHT SITUATIE TEXEL</b>		T.R. 75-3	Bijl. 10
Technische Hogeschool Delft afd. Civiele Techniek van groep Kustwaterbouwkunde		gaz.	acc.
		A3	



Variabele	Waarde volgens refr. ber. Wijnant	Waarde volgens ref. ber. evenw. dieptel.	$\Delta$ Var.	Waarde in raai 10	Comp. Bijl.
$Q_x$	549.900	211.100	169.400	380.500	5 <sup>a</sup> - 5 <sup>b</sup>
$Q_0$	507.000	191.000	316.000	349.000	8 - 6
$q$	1.182.900	2.047.000	864.100	1.605.000	8 - 6

1) Kustlijn evenwijdig raai 28

2) Kustlijn evenwijdig referentielijn

Waarde raai 28 = waarde ref. ber. volgens Wijnant + 1/2 VAR.

Berekening  $Q_x, Q_0, q$  in punt 5  
(raai 28)

T.R. 75-3

BIJL. 22b

Technische Hogeschool Delft  
afd. Civiele Techniek  
vakgroep Kustwaterbouwkunde

Gezien Acc.

A4

Bibliotheek  
afd. Civiele Techniek TH  
Stevinweg 1 - Delft





$$\phi_0 = 65^\circ$$

I.  $\sin \phi_{br}$  (Wijnant) uit opgemeten  $\phi_{br}$

II.  $\sin \phi_{br}$  (zand) uit  $\sin \phi_{br} = \sin \phi_0 \cdot \frac{c_{br}}{c_0}$

$$c_{br} = \sqrt{(1+\gamma)g} \cdot (\sqrt{d_{br}} \text{ zand})$$

$\phi_{br}$	I		II				
	$\sin \phi_{br}$	H	$d_{br}$	$\sqrt{d_{br}}$	$\sin \phi_{br}$	$\sin \phi_{br} \frac{II}{I}$	
19	.29	.5	.898	.946	.45	1.55	
24	.37	1.0	1.612	1.27	.60	1.62	
27	.37	1.5	2.30	1.52	.71	1.73	
32	.48	2.0	3.00	1.73	.82	1.71	
35	.52	2.5	3.71	1.93	.91	1.75	
38	.56	3.0	4.55	2.13	1.02	1.82	
42	.61	3.5	5.48	2.34	1.12	1.83	
42	.61	4.0	6.67	2.58	1.22	2.00	
44	.64	4.5	8.62	2.94	1.40	2.19	

Bibliotheek  
afd. Civiele Techniek T.H.  
Stevinweg 1. - Delft,

BEPALING  $\sin \phi_{br}$

T.R. 75-3

BIJL. 17

Technische Hogeschool Delft  
afd. Civiele Techniek  
vakgroep Kustwaterbouwkunde

Gezier Acc

A4



Hoogte (H <sub>s</sub> )	210° (141)				240° (124)			
	4	5	6	8	4	5	6	8
0	6,204	0,282	-	-	4,340	0,372	-	-
½	37,647	4,794	0,423	-	28,520	4,588	0,248	-
1	21,573	15,933	0,705	0,141	18,600	14,136	0,992	-
1½	7,050	17,484	2,679	0,141	7,068	18,476	3,720	0,327
2	1,692	10,857	4,230	0,423	0,620	7,936	5,208	0,620
2½	-	2,820	2,961	0,141	-	1,984	2,852	0,496
3	-	0,705	1,269	0,141	-	0,496	0,868	0,744
3½	-	0,282	0,141	-	-	0,248	0,372	0,124
4	-	0,141	0,141	-	-	-	-	0,124
4½	-	-	0,141	-	-	-	-	-

Hoogte (H <sub>s</sub> )	270° (117)				300° (83) <del>240° (124)</del>			
	4	5	6	8	4	5	6	8
0	2,808	0,117	-	-	2,241	0,083	-	0,083
½	22,230	4,446	0,234	-	10,956	4,814	1,411	-
1	12,285	12,806	2,223	0,234	6,308	12,118	2,739	0,166
1½	3,978	16,382	5,382	0,234	1,992	10,707	5,810	0,498
2	0,702	8,892	7,020	0,351	0,332	5,727	5,395	0,415
2½	0,117	2,925	6,084	0,351	-	1,328	3,652	0,581
3	-	0,468	2,808	0,234	-	0,166	2,407	0,332
3½	-	0,234	0,936	0,234	-	-	0,747	0,332
4	-	-	0,468	0,351	-	-	0,931	0,083
4½	-	0,117	0,117	0,234	-	-	0,332	0,332

GOLLEGEGEVENS PER RICHTING

T.R. 75-3

BIJL. 14 A

Technische Hogeschool Delft  
afd. Civiele Techniek  
vakgroep Kustwaterbouwkunde

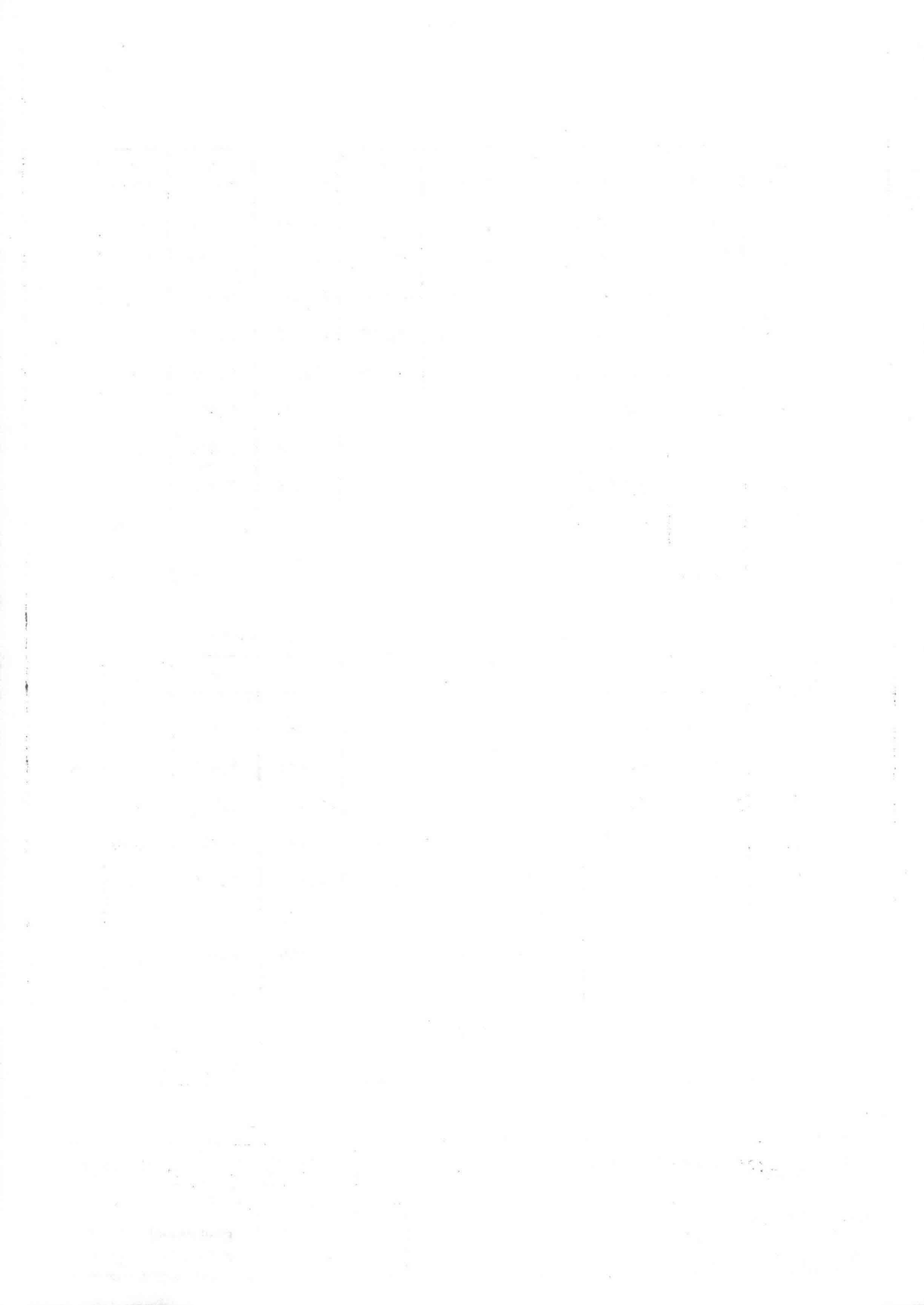
Gezien Acc.



copie lit (14)

A4

Bibliotheek  
afd. Civiele Techniek T.H.  
Stevinweg 1 - Delft



Shoaling coëf. = .93509

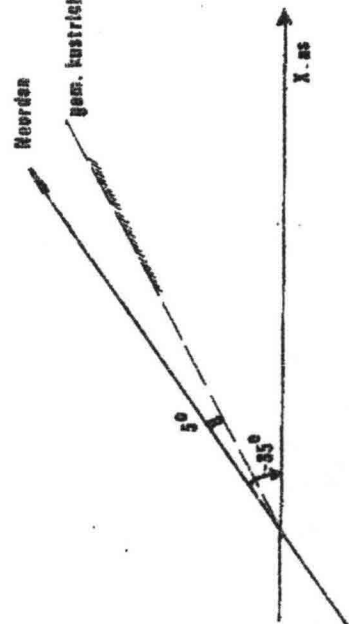
$K_S = .84975$

$K_S = .80631$

$K_S = .83708$

HOEK (t.o.v. N) <sup>†</sup> diepwater	HOEK (golfstraal t.o.v. kustnormaal op N.A.P. - 8 m)	HOEK (golfstraal t.o.v. y-as op N.A.P. - 8 m)	b <sub>o</sub> m	b <sub>8</sub> m	$K_R = \frac{b_o}{b_8}$	$K_R \cdot K_S$ T=4s	$K_R \cdot K_S$ T=5s	$K_R \cdot K_S$ T=6s	$K_R \cdot K_S$ T=8s
240	+ 18	+ 48	40	80	.7071	.6612	.6009	.5701	.5919
270	- 4	+ 26	60	82	.8553	.7997	.7268	.6896	.7160
300	- 23	+ 7	40	32	1.118	1.0454	.9500	.9015	.9359
330	- 49	- 19	40	45	.9428	.8816	.8814	.7602	.7892
360	- 61	- 31	10	25	.633	.5914	.5374	.5100	.5294

Heerden  
gem. kustrichting punt 4



opm. b<sub>o</sub> = breedte op diepte bij lichtschip  
Hoek = hoek van golfinval

†) hoek van golfstraal t.o.v. Noorden  
in lit. (1) worden richtingen t.o.v. Noorden  
opgegeven.

GOLFREFRACTIE PUNT 1

T.R 75-3

BIJL. 11 A

Technische Hogeschool Delft  
afd. Civiele Techniek  
vakgroep Kustwaterbouwkunde

Gezien Acc.

A4

Bibliotheek  
afd. Civiele Techniek T.H.  
Stevinweg 1 - Delft

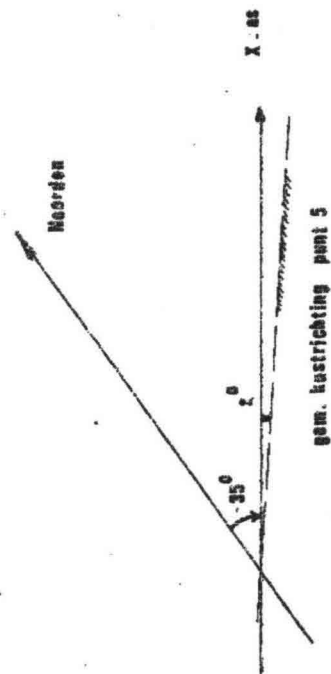
$$K_S = .93504$$

$$K_S = .84975$$

$$K_S = .80631$$

$$K_S = .83708$$

Hoek(t.o.v.N) diepwater in graden	Hoek (golfstraal t.o.v. kustnormaal N.A.P. - 8 m)	Hoek (golfstraal t.o.v. y-as op N.A.P. - 8 m)	b <sub>0</sub> m	b <sub>g</sub> m	$K_T = \frac{b_0}{b_g}$	$K_T \cdot K_S$ T=4s	$K_T \cdot K_S$ T=5s	$K_T \cdot K_S$ T=6s	$K_T \cdot K_S$ T=8s.
290	+ 60	+ 58	40	41	.98	.915	.832	.790	.820
270	+ 33	+ 31	40	41	.98	.915	.832	.790	.820
300	+ 10	+ 8	40	40	1.0	.935	.850	.806	.837
330	- 17	- 19	40	44	.91	.890	.774	.734	.762
360	- 16	- 18	40	105	.385	.377	.327	.303	.322



GOLFREFRACTIE PUNT 5

T.R. 75-3

BIJL 11B

Technische Hogeschool Delft  
afd. Civiele Techniek  
vakgroep Kustwaterbouwkunde

Gezien Acc.

*[Handwritten signature]*

A4

Bibliotheek  
afd. Civiele Techniek T.H.  
Stevinweg 1 - Delft



Tabel A Parts per thousand (fractions of time)

All months  
26296 obs.

Texel

Wave height (m)	All directions	Direction of waves (tens of degrees)												Calm		
		36 N	03	06	09 E	12	15	18 S	21	24	27 W	30	33			
0	61	5	5	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	2	17
½	321	45	37	17	22	17	18	18	22	17	18	18	30	25	16	36
1	267	40	21	10	13	6	8	10	13	6	8	10	33	28	22	37
1½	187	20	10	5	6	3	3	5	6	3	3	5	31	27	20	28
2	97	7	3	3	3	0.3	0.8	2	3	0.3	0.8	2	16	18	12	14
2½	41	3	0.5	0.9	1.2	0.0	0.2	0.8	0.2	0.0	0.2	0.8	6	10	6	6
3	14	1.0	0.2	0.2				0.3	2				2	3	3	2
3½	5	0.2						0.1	0.4				0.7	2	1.1	0.6
4	2	0.0											0.3	0.9	0.8	0.2
4½	0.6												0.2	0.1	0.2	0.2
5	0.8												0.1	0.1	0.2	0.1
5½	0.4												0.1	0.2	0.3	0.1
6	0.3												0.0	0.2	0.2	0.1
≥6½	0.3												0.0	0.2	0.2	0.1
ALL	1000	121	77	38	49	29	34	41	141	124	117	83	127	17		

Bibliotheek  
afd. Civiele Techniek TH  
Stevinweg 1 = Delft

GOLFGEGEVENS VOOR ALLE  
RICHTINGEN

T.R. 75-3

BIJL 12

Lit (14) - Tabel A (24)

Technische Hogeschool Delft  
afd. Civiele Techniek  
vakgroep Kustwaterbouwkunde

Gezien Acc.

*[Handwritten signature]*

A4



All months		Texel				
Direction of waves 170°-190°		1014 obs.				
Wave height (m)	All periods	Period of waves (seconds)				
		≤ 5	5-7	7-9	9-11	> 11
0	114	114				
½	452	434	17			
1	239	190	48	1		
1½	120	47	67	6	1	
2	50	7	37	5	2	
2½	17		9	8		
3	6		1	5		
3½	2			2		
4						
≥ 4½						
All	1000	792	118	26	2	

All months		Texel				
Direction of waves 200°-220°		3476 obs.				
Wave height (m)	All periods	Period of waves (seconds)				
		≤ 5	5-7	7-9	9-11	> 11
0	45	44	2			
½	304	267	34	3	0	
1	273	153	113	5	1	
1½	194	50	124	19	1	
2	122	12	77	30	2	1
2½	42		20	21	1	
3	15		5	9	1	
3½	3		2	1		
4	2		1	1		
≥ 4½	2		0	1		
All	1000	526	378	90	6	1

All months		Texel				
Direction of waves 230°-250°		3032 obs.				
Wave height (m)	All periods	Period of waves (seconds)				
		≤ 5	5-7	7-9	9-11	> 11
0	39	35	3			
½	269	230	37	2		
1	272	150	114	8		
1½	238	57	149	30	3	0
2	115	5	64	42	4	1
2½	43		16	23	4	
3	17		4	7	6	
3½	6		2	3	1	
4	6		2	3	1	
≥ 4½	0		0	0	1	
All	1000	477	388	116	17	1

All months		Texel				
Direction of waves 260°-280°		2802 obs.				
Wave height (m)	All periods	Period of waves (seconds)				
		≤ 5	5-7	7-9	9-11	> 11
0	25	24	1			
½	230	190	38	2		
1	245	105	118	19	1	1
1½	223	34	140	46	2	
2	144	6	76	60	3	
2½	80	1	25	52	3	
3	29		4	24	2	
3½	12		2	8	2	0
4	8		0	4	1	2
≥ 4½	4		1	1	2	
All	1000	360	406	215	15	4

All months		Texel				
Direction of waves 290°-310°		2025 obs.				
Wave height (m)	All periods	Period of waves (seconds)				
		≤ 5	5-7	7-9	9-11	> 11
0	29	27	1			1
½	207	132	58	17		
1	257	76	146	33	2	
1½	229	24	129	70	6	
2	142	4	69	65	4	1
2½	68		16	44	7	
3	35		2	29	4	0
3½	14		0	9	3	1
4	12			11	1	
≥ 4½	8			4	4	
All	1000	263	421	282	30	4

All months		Texel				
Direction of waves 320°-340°		3094 obs.				
Wave height (m)	All periods	Period of waves (seconds)				
		≤ 5	5-7	7-9	9-11	> 11
0	21	13	8	9		
½	279	153	102	23	1	
1	302	74	176	45	5	2
1½	212	25	127	52	6	2
2	109	6	53	45	4	2
2½	50		18	27	7	
3	18		4	11	4	
3½	5		0	2	3	
4	2			1	0	1
≥ 4½	1				1	
All	1000	271	486	206	28	7

All months		Texel				
Direction of waves 350°-010°		2998 obs.				
Wave height (m)	All periods	Period of waves (seconds)				
		≤ 5	5-7	7-9	9-11	> 11
0	44	32	10	2		
½	381	197	146	35	3	0
1	317	89	170	54	3	2
1½	162	28	94	35	5	1
2	60	4	27	23	4	2
2½	25	0	8	14	2	
3	8		0	8	0	
3½	2			1	1	
4	0				0	
≥ 4½						
All	1000	350	455	172	18	5

All months		Texel				
Direction of waves 020°-040°		1855 obs.				
Wave height (m)	All periods	Period of waves (seconds)				
		≤ 5	5-7	7-9	9-11	> 11
0	83	73	10	1		
½	476	375	80	20	1	
1	270	130	112	25	2	1
1½	115	24	68	19	4	1
2	45	8	29	8		
2½	7		2	5	1	
3	4			4	1	
3½						
4						
≥ 4½						
All	1000	610	291	82	9	3

**GOLFGEGEVENS TEXEL**

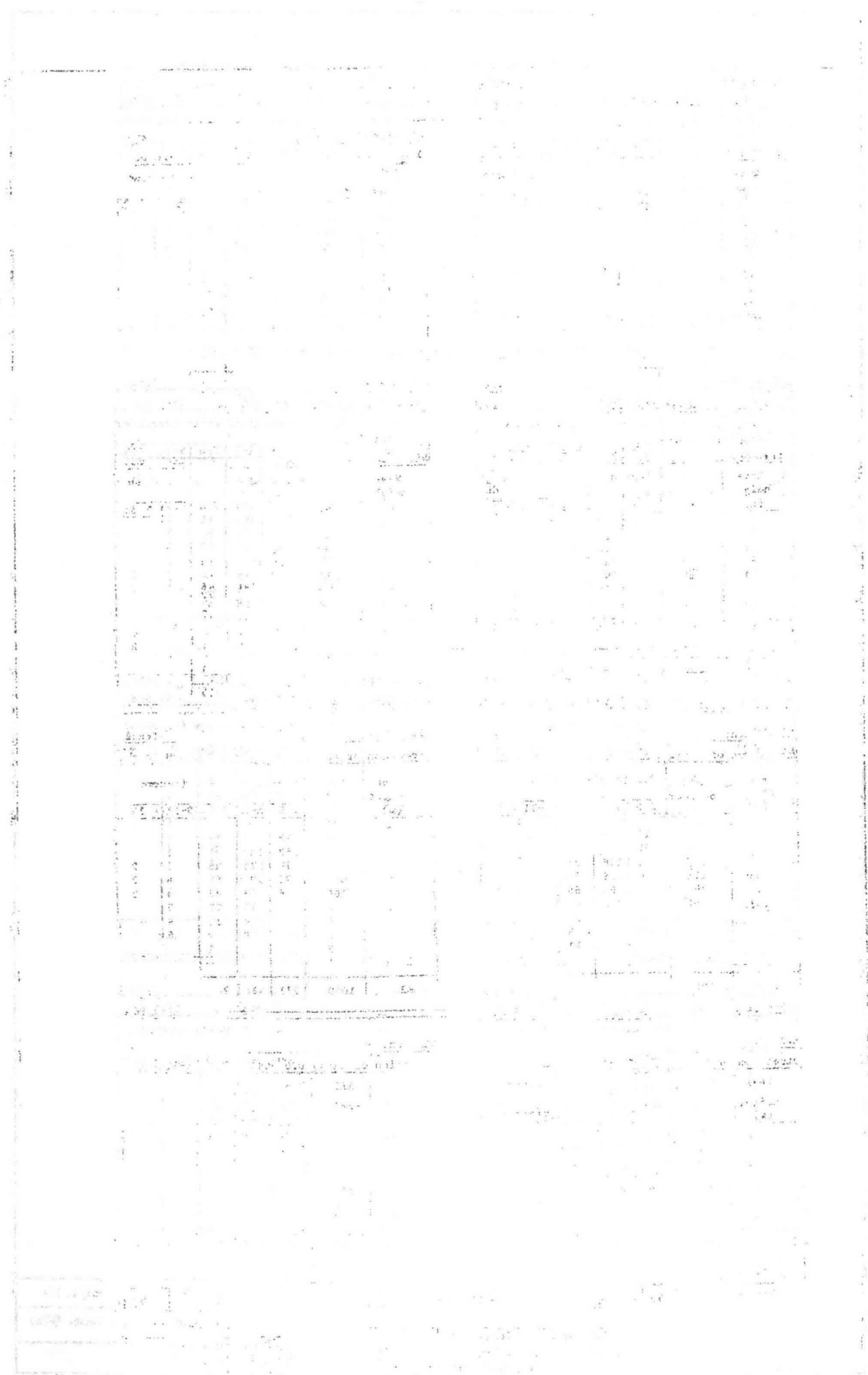
T.R. 75-3 Bijl. 13

Technische Hogeschool Delft  
afd. Civiele Techniek  
vakgroep Kustwaterbouwkunde

Origin. Acc.

copie Lit (14) - tabel B24)

A 4



Part	Material	Quantity	Notes
1	Steel	1	
2	Steel	1	
3	Steel	1	
4	Steel	1	
5	Steel	1	
6	Steel	1	
7	Steel	1	
8	Steel	1	
9	Steel	1	
10	Steel	1	
11	Steel	1	
12	Steel	1	
13	Steel	1	
14	Steel	1	
15	Steel	1	
16	Steel	1	
17	Steel	1	
18	Steel	1	
19	Steel	1	
20	Steel	1	
21	Steel	1	
22	Steel	1	
23	Steel	1	
24	Steel	1	
25	Steel	1	
26	Steel	1	
27	Steel	1	
28	Steel	1	
29	Steel	1	
30	Steel	1	
31	Steel	1	
32	Steel	1	
33	Steel	1	
34	Steel	1	
35	Steel	1	
36	Steel	1	
37	Steel	1	
38	Steel	1	
39	Steel	1	
40	Steel	1	
41	Steel	1	
42	Steel	1	
43	Steel	1	
44	Steel	1	
45	Steel	1	
46	Steel	1	
47	Steel	1	
48	Steel	1	
49	Steel	1	
50	Steel	1	

1. 1/2" Dia. x 1.5" Long  
 2. 1/2" Dia. x 1.5" Long  
 3. 1/2" Dia. x 1.5" Long  
 4. 1/2" Dia. x 1.5" Long  
 5. 1/2" Dia. x 1.5" Long  
 6. 1/2" Dia. x 1.5" Long  
 7. 1/2" Dia. x 1.5" Long  
 8. 1/2" Dia. x 1.5" Long  
 9. 1/2" Dia. x 1.5" Long  
 10. 1/2" Dia. x 1.5" Long  
 11. 1/2" Dia. x 1.5" Long  
 12. 1/2" Dia. x 1.5" Long  
 13. 1/2" Dia. x 1.5" Long  
 14. 1/2" Dia. x 1.5" Long  
 15. 1/2" Dia. x 1.5" Long  
 16. 1/2" Dia. x 1.5" Long  
 17. 1/2" Dia. x 1.5" Long  
 18. 1/2" Dia. x 1.5" Long  
 19. 1/2" Dia. x 1.5" Long  
 20. 1/2" Dia. x 1.5" Long  
 21. 1/2" Dia. x 1.5" Long  
 22. 1/2" Dia. x 1.5" Long  
 23. 1/2" Dia. x 1.5" Long  
 24. 1/2" Dia. x 1.5" Long  
 25. 1/2" Dia. x 1.5" Long  
 26. 1/2" Dia. x 1.5" Long  
 27. 1/2" Dia. x 1.5" Long  
 28. 1/2" Dia. x 1.5" Long  
 29. 1/2" Dia. x 1.5" Long  
 30. 1/2" Dia. x 1.5" Long  
 31. 1/2" Dia. x 1.5" Long  
 32. 1/2" Dia. x 1.5" Long  
 33. 1/2" Dia. x 1.5" Long  
 34. 1/2" Dia. x 1.5" Long  
 35. 1/2" Dia. x 1.5" Long  
 36. 1/2" Dia. x 1.5" Long  
 37. 1/2" Dia. x 1.5" Long  
 38. 1/2" Dia. x 1.5" Long  
 39. 1/2" Dia. x 1.5" Long  
 40. 1/2" Dia. x 1.5" Long  
 41. 1/2" Dia. x 1.5" Long  
 42. 1/2" Dia. x 1.5" Long  
 43. 1/2" Dia. x 1.5" Long  
 44. 1/2" Dia. x 1.5" Long  
 45. 1/2" Dia. x 1.5" Long  
 46. 1/2" Dia. x 1.5" Long  
 47. 1/2" Dia. x 1.5" Long  
 48. 1/2" Dia. x 1.5" Long  
 49. 1/2" Dia. x 1.5" Long  
 50. 1/2" Dia. x 1.5" Long

330° (127)

360° (121)

Hoogte	4	5	6	8	4	5	6	8
0	1,651	0,016	0,127	-	3,872	1,210	0,242	-
1/2	19,431	12,954	2,921	0,127	23,837	17,666	4,235	0,363
1	9,398	22,352	5,715	0,889	10,769	20,570	6,534	0,605
1 1/2	3,175	16,129	6,604	1,016	3,388	11,374	4,235	0,726
2	0,762	6,731	5,715	0,762	0,184	3,267	2,783	0,726
2 1/2	-	2,032	3,429	0,889	-	0,968	1,694	0,242
3	-	0,508	1,397	0,508	-	-	0,968	-
3 1/2	-	-	0,254	0,381	-	-	0,121	0,121
4	-	-	0,127	0,127	-	-	-	-
4 1/2	-	-	-	0,127	-	-	-	-

30° (77)

Hoogte	4	5	6	8
0	5,621	0,770	0,077	-
1/2	28,875	6,160	1,540	0,077
1	10,010	8,624	1,925	0,231
1 1/2	1,848	5,236	1,463	0,385
2	0,616	2,233	0,616	0,077
2 1/2	-	0,154	0,385	0,077
3	-	-	0,308	0,077
3 1/2	-	-	-	-
4	-	-	-	-
4 1/2	-	-	-	-

Bibliotheek  
afd. Civiele Techniek T.H.  
Stevinweg 1 - Delft

GOLFGEGEVENS PER RICHTING

T.R. 75 -3

BIJL. 14 B

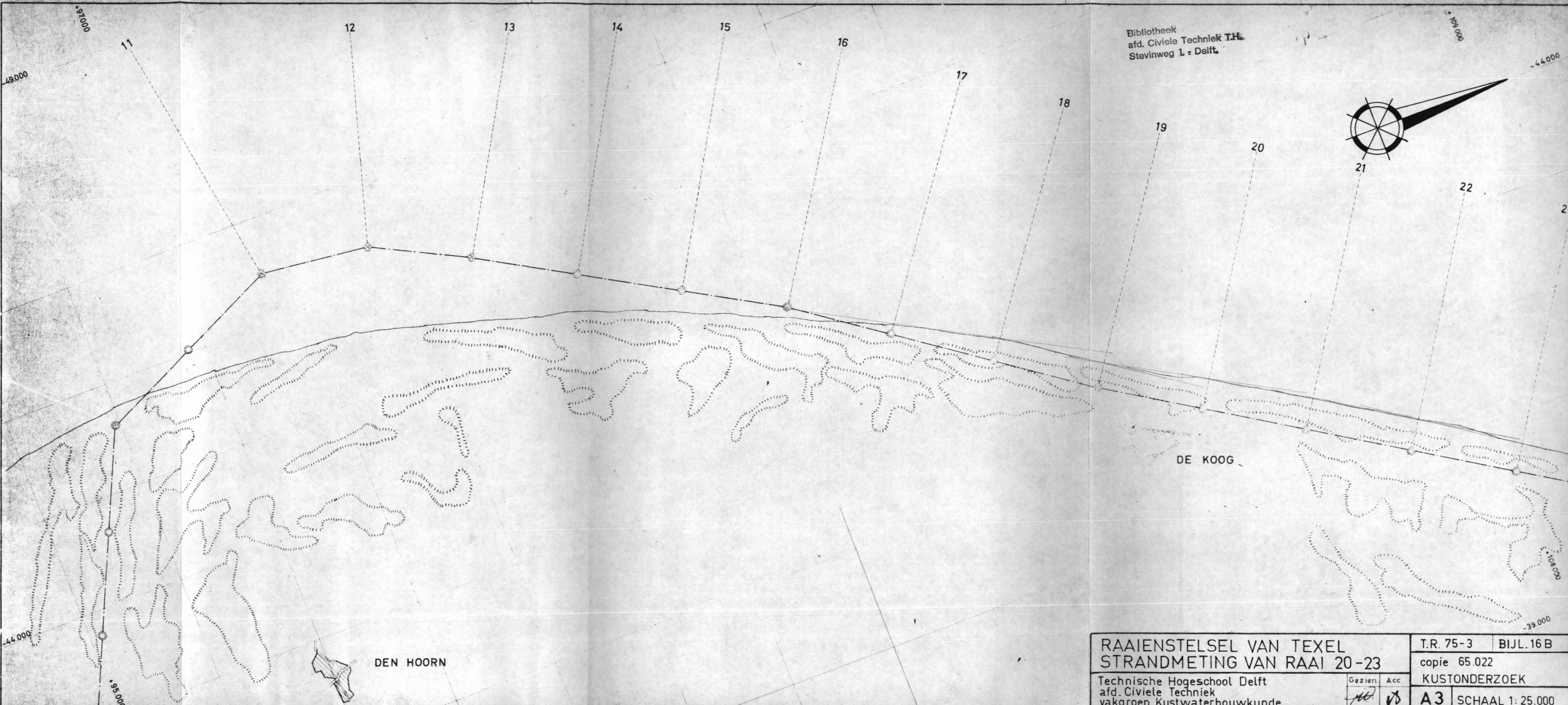
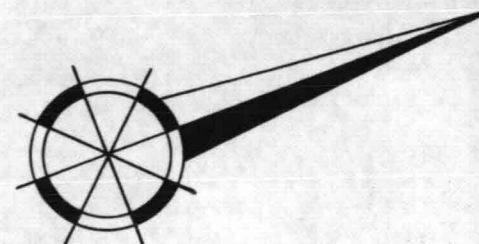
Technische Hogeschool Delft  
afd. Civiele Techniek  
vakgroep Kustwaterbouwkunde

Gezien Acc.

copie lit. (24)

A4

Bibliotheek  
afd. Civiele Techniek T.H.  
Stevinweg 1 - Delft.



RAAIENSTELSEL VAN TEXEL  
STRANDMETING VAN RAAI 20-23

Technische Hogeschool Delft  
afd. Civiele Techniek  
vakgroep Kustwaterbouwkunde

Gezien	Acc
<i>AC</i>	<i>VS</i>

T.R. 75-3	BIJL. 16 B
copie 65.022	
KUSTONDERZOEK	
A3	SCHAAL 1: 25.000

$$B = .207 H^{2/5} \cdot T^{-1/5} \cdot \cos \phi_o^{-1/5} (\sqrt{d_{br}}) \text{ Wijnant}$$

$$(d_{br}) \text{ Wijnant} = \left( \frac{\cos \phi_o}{\cos \phi_{br}} \right) \cdot H^2 \cdot T^{2/5}$$

$$\phi_o = 330^\circ \rightarrow -55^\circ \text{ t.o.v. kust in punt 4} : \cos \phi^{-1/5} = 7.12$$

$$T = 5s : T^{1/5} = .7248$$

H <sup>2</sup>	H <sup>2</sup>	d <sub>br</sub> <sup>5/2</sup>	d <sub>br</sub>	H <sup>-2/5</sup>	√d <sub>br</sub>	B
.5	.25	.366	.669	1.32	.818	.181
1.0	1.00	1.462	1.16	1.00	1.080	.181
1.5	2.25	3.29	2.61	.850	1.268	.181
2.0	4.00	5.85	2.03	.758	1.425	.181
2.5	6.25	9.14	2.42	.693	1.56	.181
3.0	9.00	13.16	2.80	.644	1.67	.180
3.5	12.25	17.92	3.17	.605	1.78	.181
4.0	16.00	23.40	3.53	.574	1.88	.181
4.5	20.50	29.98	3.90	.548	1.97	.181

Bibliotheek  
afd. Civiele Techniek T.H.  
Stevinweg 1. - Delft

BEPALING EVENREDIGHEIDS -  
FACTOR B

T.R. 75 - 3

BIJL 15 B

Technische Hogeschool Delft  
afd. Civiele Techniek  
vakgroep Kustwaterbouwkunde

Gezien Acc.



A4



$$B = .207 H^{-2/5} \cdot T^{-1/5} \cdot \cos \phi_0^{-1/5} \cdot (\sqrt{d_{br}}) \text{ Wijnant}$$

$$(\sqrt{d_{br}}) \text{ Wijnant} = (0.51) \cdot \frac{\cos \phi_0}{\cos \phi_{br}} \cdot H^2 \cdot T^{2/5}$$

$$\phi_0 = 270^\circ + 35^\circ \text{ t.o.v. kust in punt 4} \quad ; \cos \phi_0^{-1/5} = 7.04 \quad b \rightarrow n$$

$$T = 5s \quad ; T^{-1/5} = .7248$$

H	H <sup>2</sup>	d <sub>br</sub> <sup>5/2</sup>	d <sub>br</sub>	H <sup>-2/5</sup>	√d <sub>br</sub>	B
5	.25	.522	.771	1.32	.878	.1813
1.0	1.00	2.089	1.342	1.00	1.158	.1811
1.5	2.25	4.70	1.857	.850	1.363	.1812
2.0	4.00	8.36	2.238	.758	1.496	.1773
2.5	6.25	13.06	2.795	.693	1.671	.1811
3.0	9.00	18.80	3.233	.644	1.798	.1810
3.5	12.25	25.59	3.658	.605	1.913	.1810
4.0	16.00	33.42	4.070	.574	2.017	.1811
4.5	20.50	42.82	4.494	.548	2.120	.1816

Bibliotheek  
afd. Civiele Techniek I.H.  
Stevinweg 1 = Delft

BEPALING EVENREDIGHEIDS-  
FACTOR B

T.R 75 - 3

BIJL. 15A

Technische Hogeschool Delft  
afd. Civiele Techniek  
vakgroep Kustwaterbouwkunde

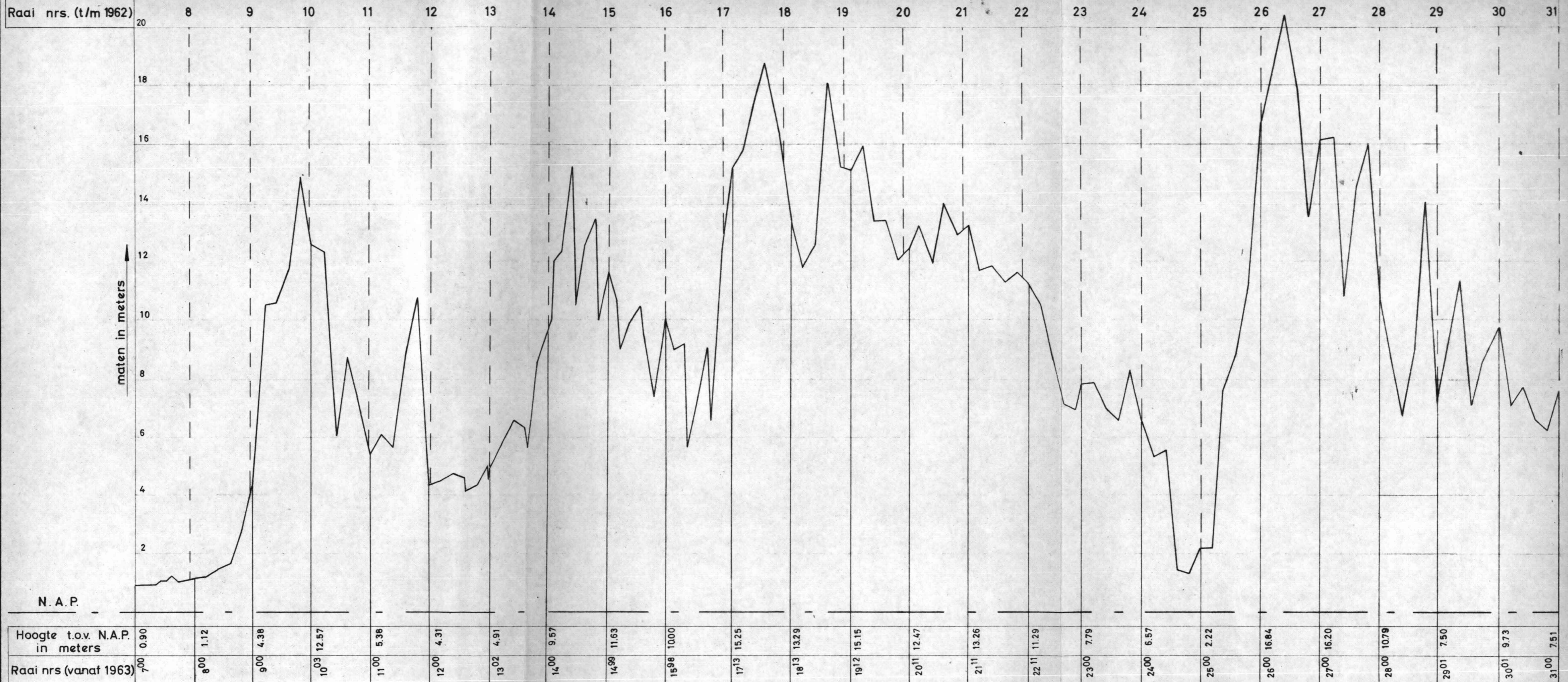
Gezien Acc.



A4



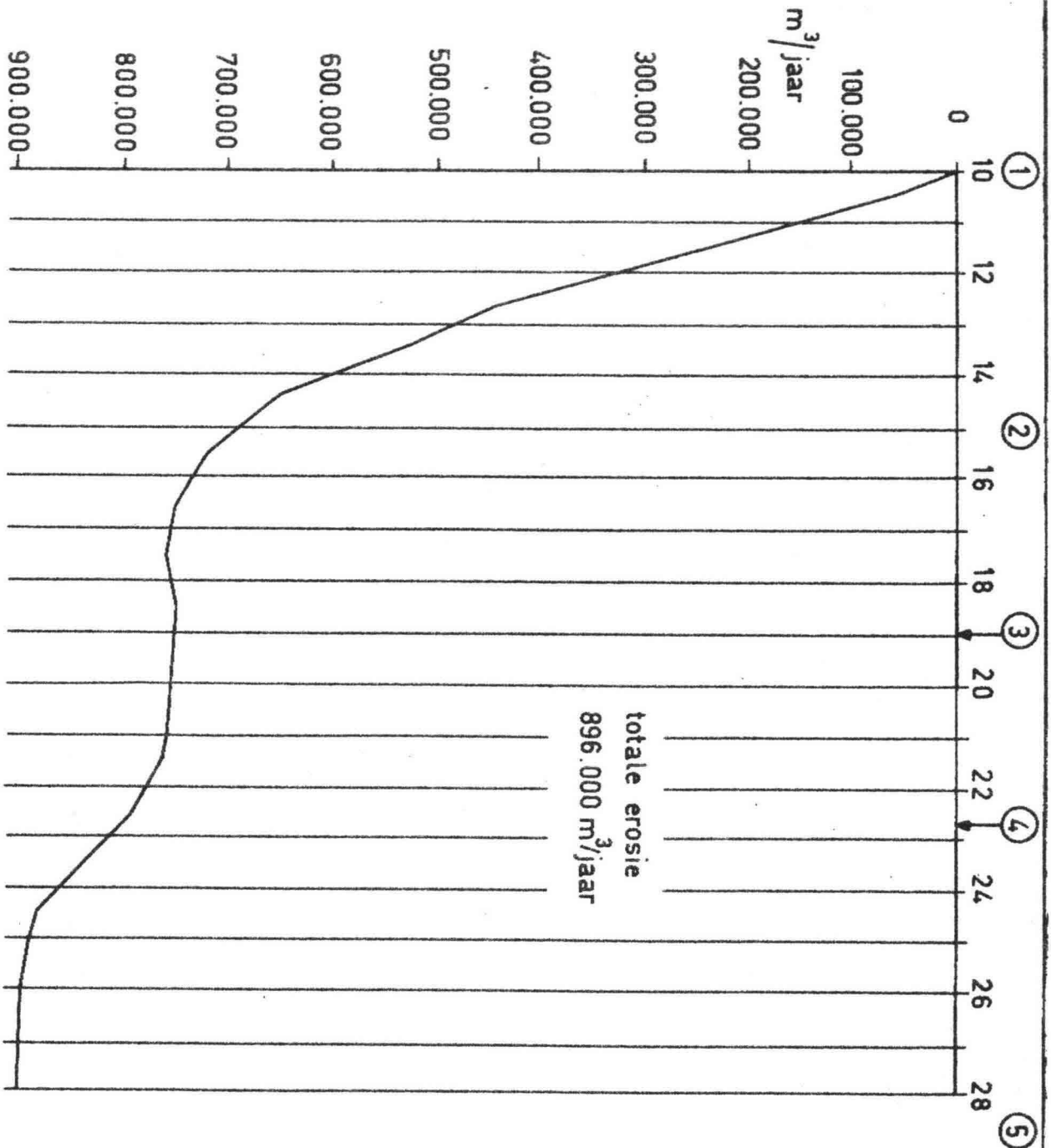




**TEXEL**  
**GROOTSTE ZEEREEPHOOGTEN VOLGENS**  
**KUSTMETINGEN 1966**

Technische Hogeschool Delft  
 afd. Civiele Techniek  
 vakgroep Kustwaterbouwkunde

T.R. 75-3 BIJL. 18  
 copie lit.(1) - bijl. 11  
**A3** Nr. *Bibliotheek afd. Civiele Techniek T.H. Stevinweg 1 - Delft.*



Bibliotheek  
 afd. Civiele Techniek T.H.  
 Stevinweg 1. - Delft.

# CUMULATIEVE EROSION LIJN

van 1910\_1963

T. R. 75-3

BIJL. 19

Technische Hogeschool Delft  
 afd. Civiele Techniek  
 vakgroep Kustwaterbouwkunde

Gezien	Acc.
--------	------

*[Handwritten signature]*

A4



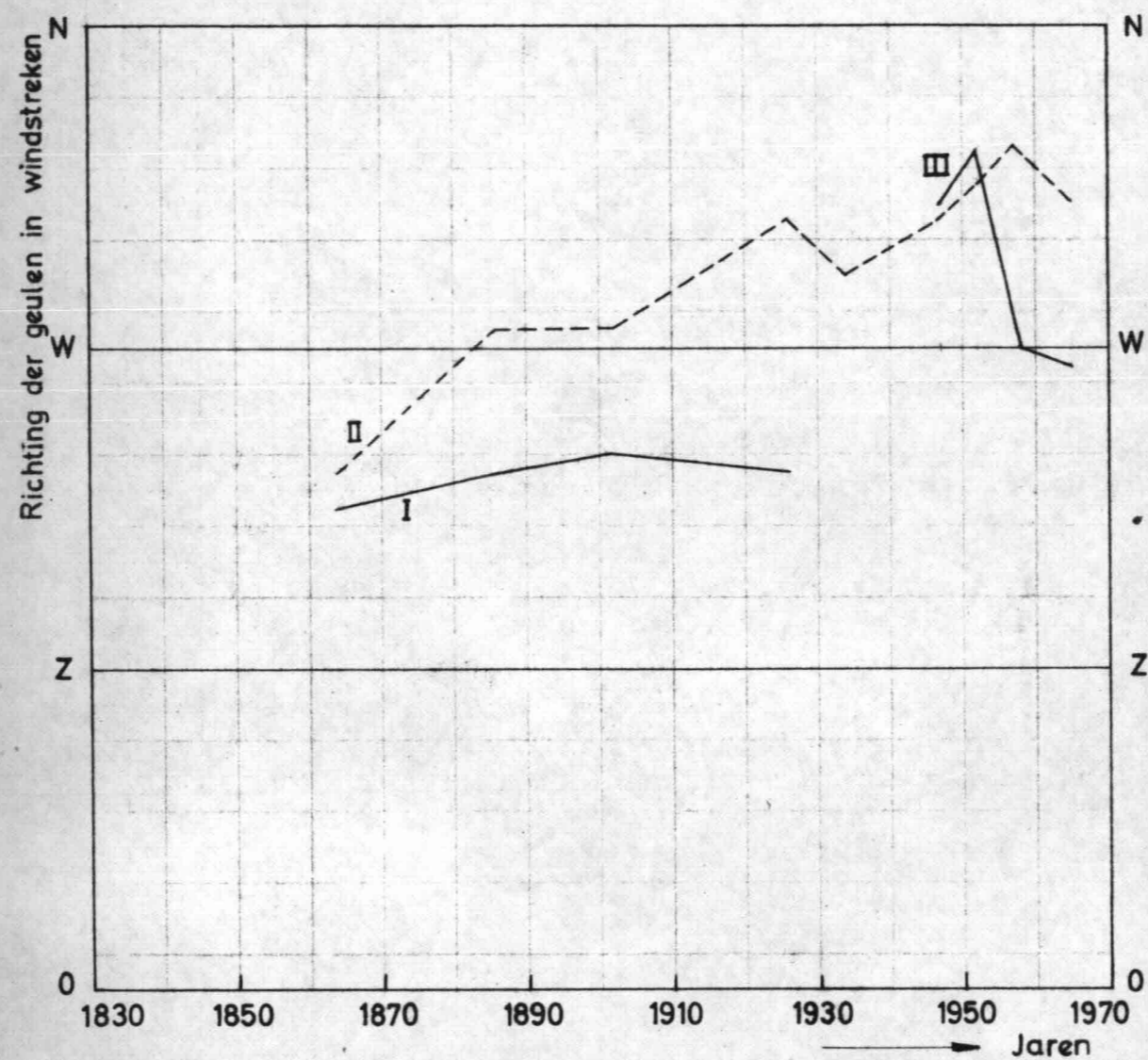


Fig. 2 Verloop van de richting van de geulen

I Eyerlandsegat  
II Engelsmangat

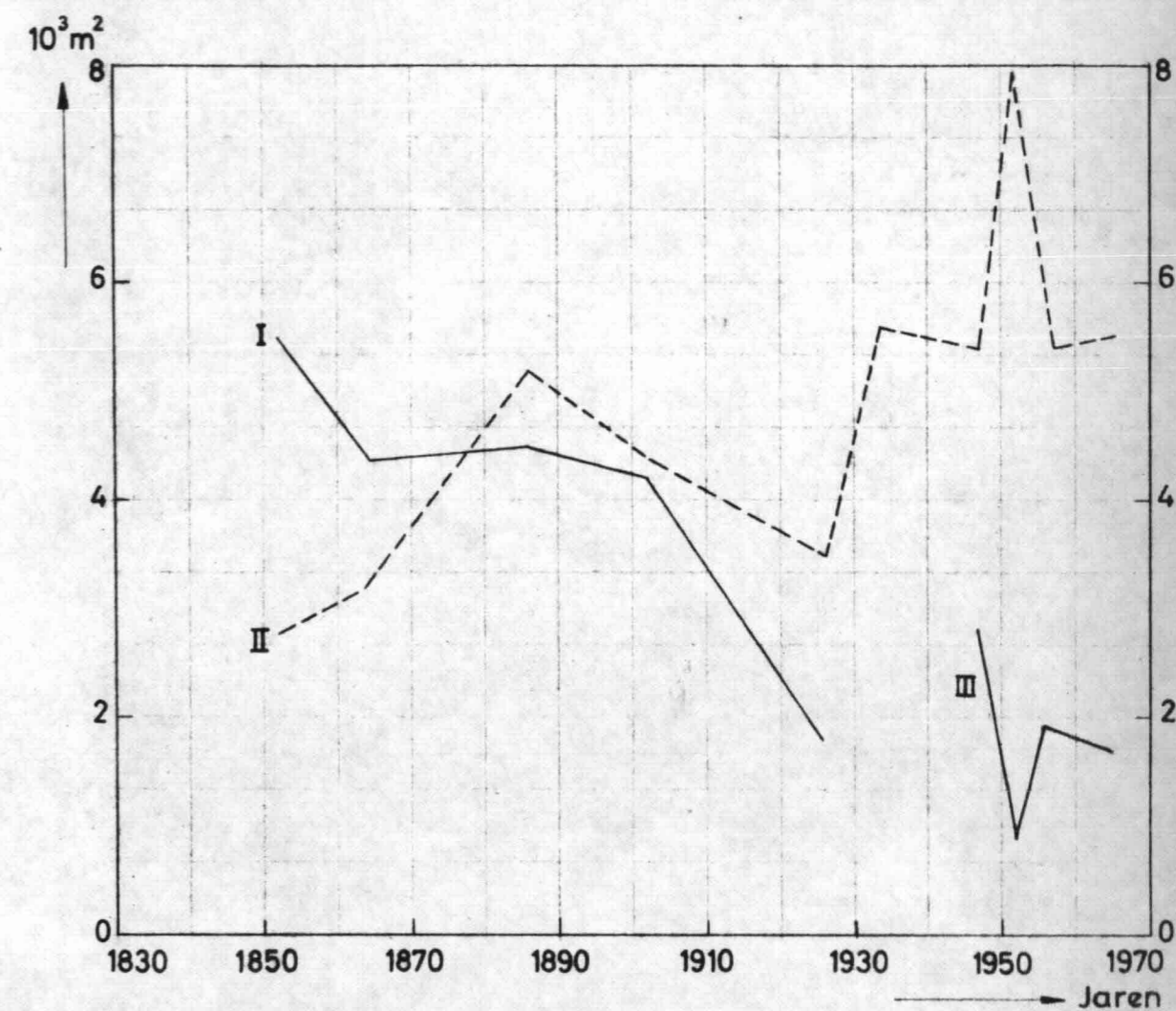


Fig. 1 Verloop van de grootte van het natte oppervlak van de doorsneden der geulen

Bibliotheek  
afd. Civiele Techniek T.H.  
Stevinweg 1 - Delft.

HET EYERLANDSE GAT: VERLOOP VAN DE  
GROOTTE VAN HET NATTE OPPERVLAK  
EN VAN DE RICHTING DER GEULEN

TR-75-3 Bijlage 6

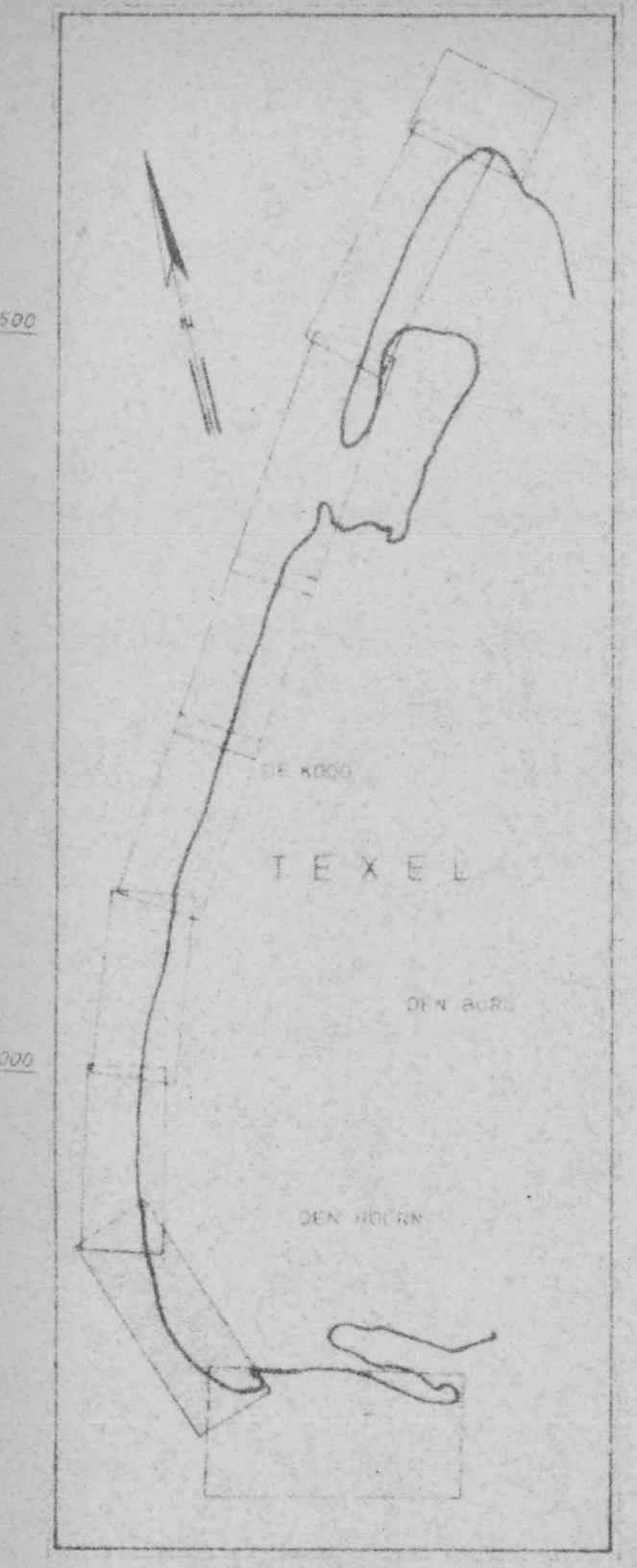
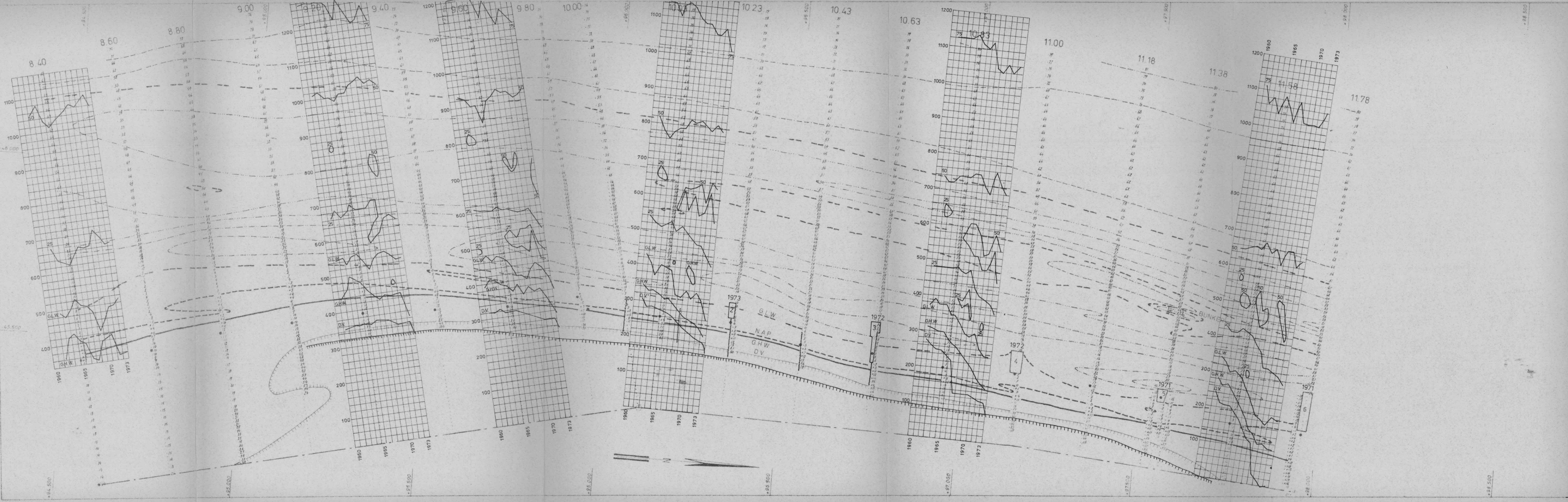
copie lit.(1) - bijl. 8

Technische Hogeschool Delft  
afd. Civiele Techniek  
vakgroep Kustwaterbouwkunde

Gezien Acc.

*AD* *MB*

A3



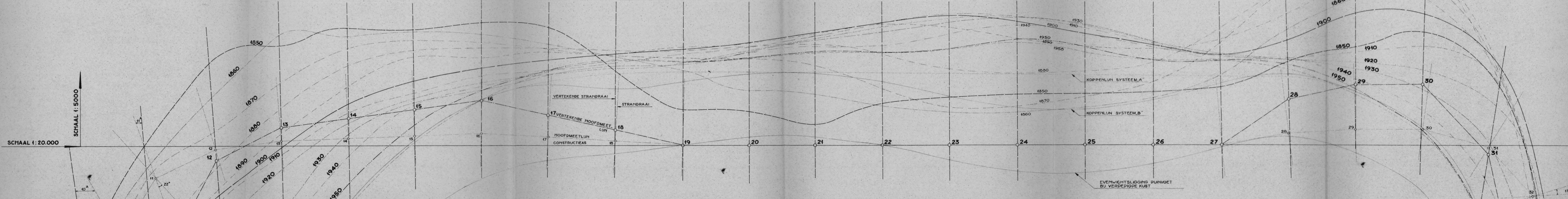
- TOELICHTING**
- HOOFDMEETRAAL
  - HOEPMETERPAAL
  - HOEFDILOMETERPAAL
  - HOEFDIAALPAAL
  - MILJEAALPAAL
- VOOR COORDINATEN VAN  
HOOFDMETERPALEN EN MILJEAALPALEN  
ZIE PALENREGISTRIERBLAD
- LIJN VAN DV: G.H.W. NAAR 6.6 dm  
N.A.P. NAAR 8.7 dm  
N.A.P. NAAR 10.0 dm  
N.A.P. NAAR 11.0 dm  
N.A.P. NAAR 12.0 dm  
N.A.P. NAAR 13.0 dm  
N.A.P. NAAR 14.0 dm  
N.A.P. NAAR 15.0 dm
- DIEPTEN IN dm T.O.V. N.A.P.

Bibliotheek  
afd. Civiele Techniek T.H.  
Stevinweg 1 - Delft

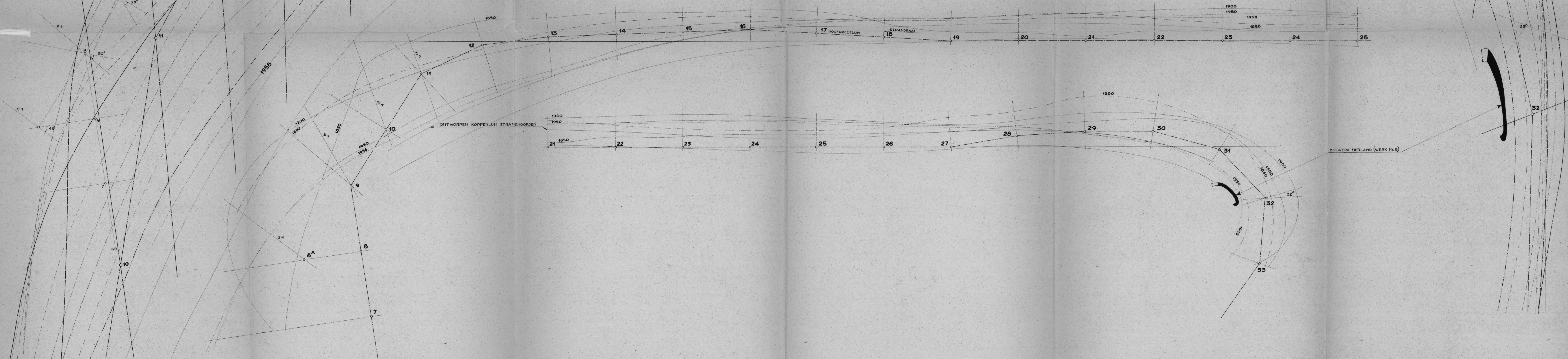
Waarin verloop dieptelijnen N.A.P. -75 dm -50 dm -25 dm  
G.H.W. en G.L.W. DV. 1961 tot heden.

<b>SITUATIE NOORDZEEKUST TEXEL</b>		T.R. 75-3	BIJL. 9
<b>KUSTMETING 1972 KM 8 - KM 11</b>		copie Lit. (10) - bijl. 3	
Technische Hogeschool Delft		Gezien	Acc.
afd. Civiele Techniek		A 2	
vakgroep Kustwaterbouwkunde		SCHAAL 1:5000	

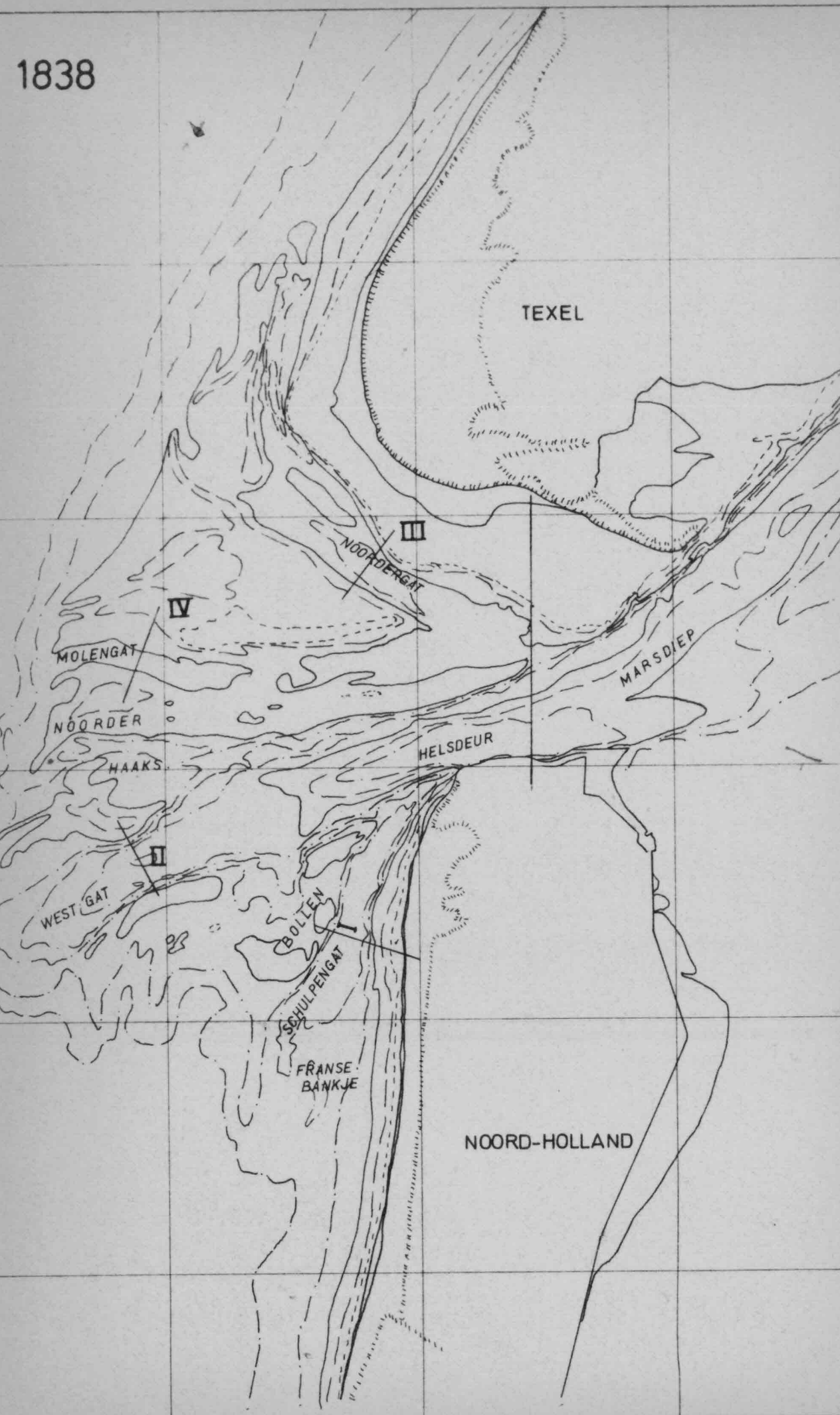
VERTEKEND CHRONOLOGISCH VERLOOP LAAGWATERLIJN 1850-1958



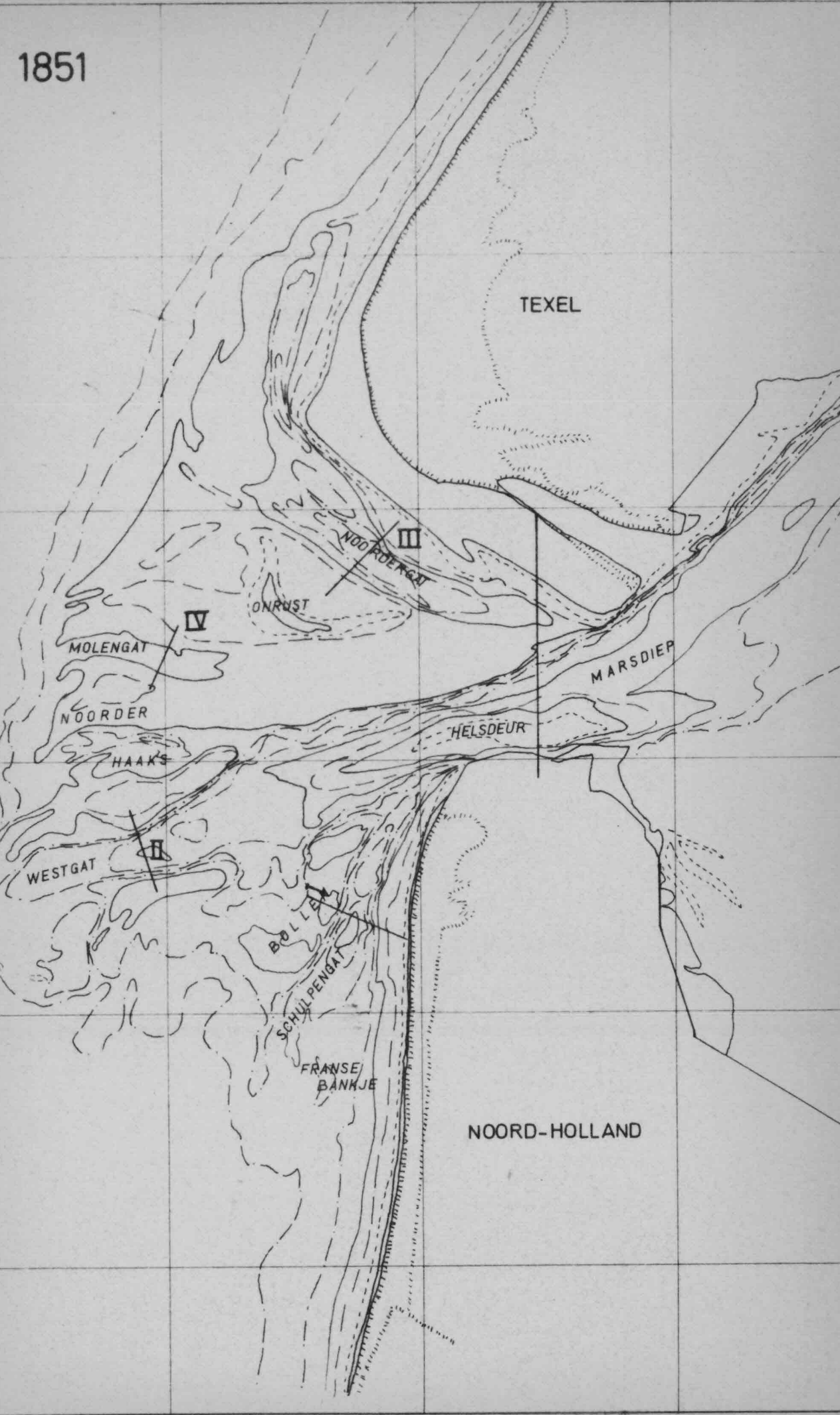
KOPPENLIJN STRANDHOOFDEN EN EVENWICHTSLIGGING LAAGWATERLIJN NA AANLEG  
SCHAAL 1:20.000



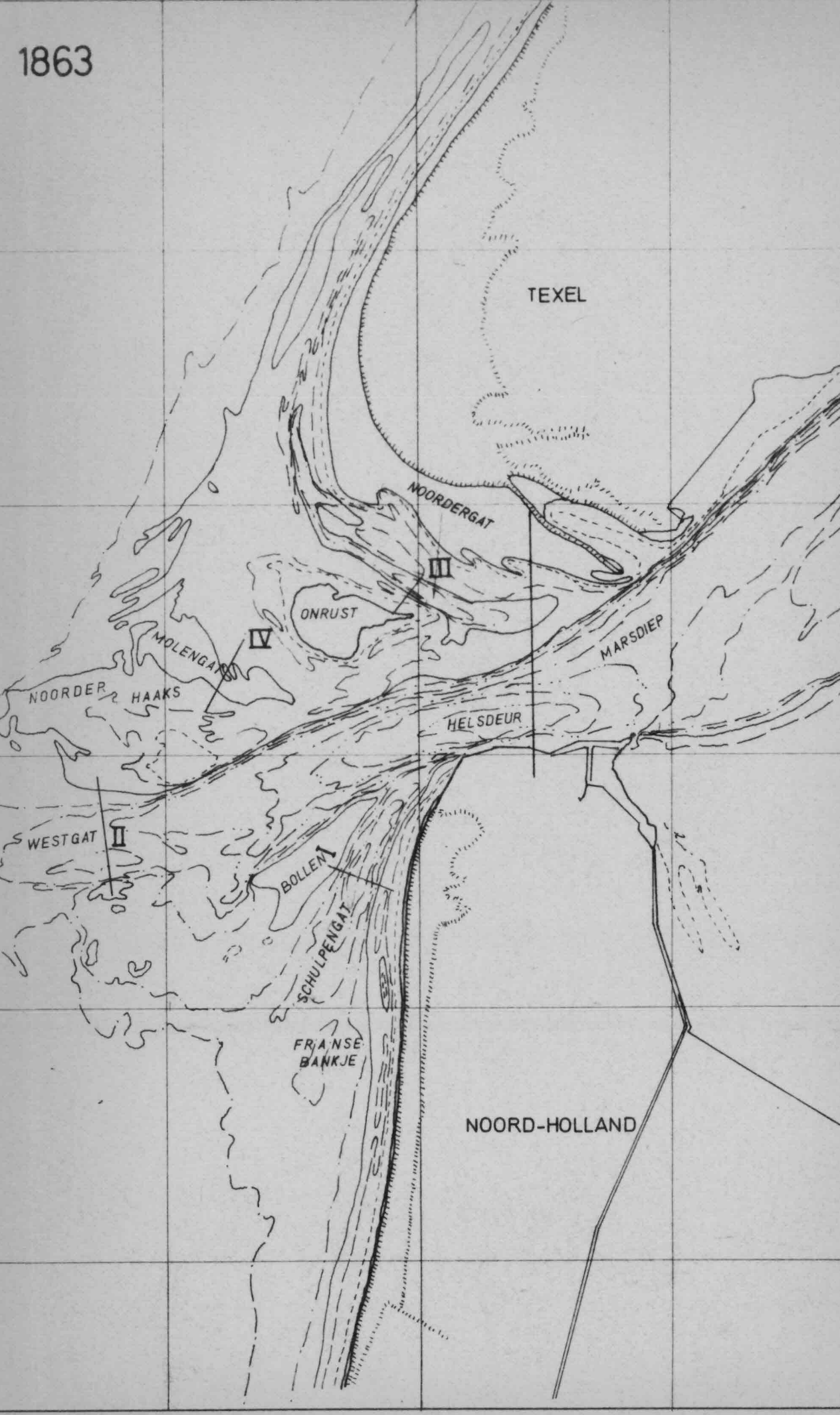
1838



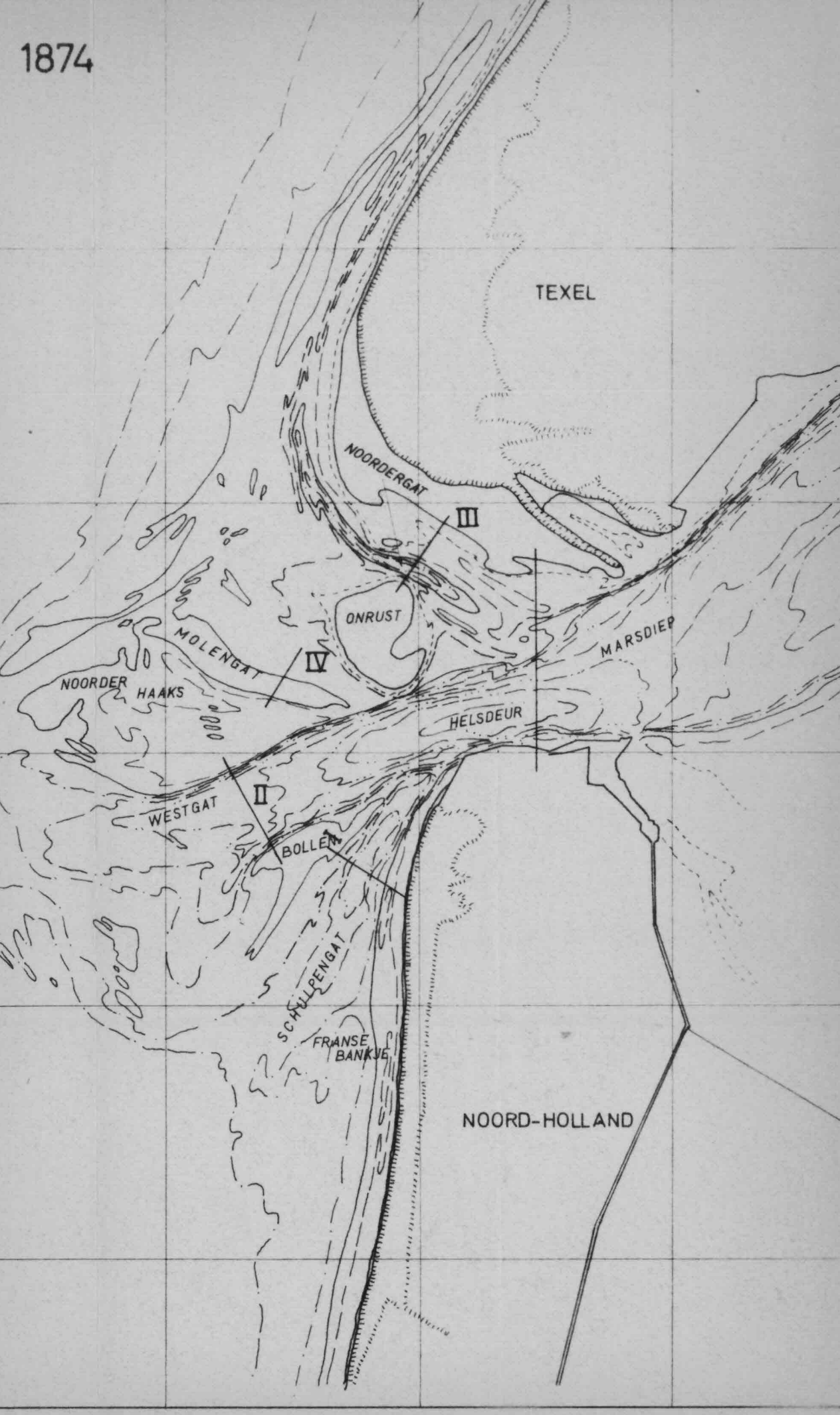
1851



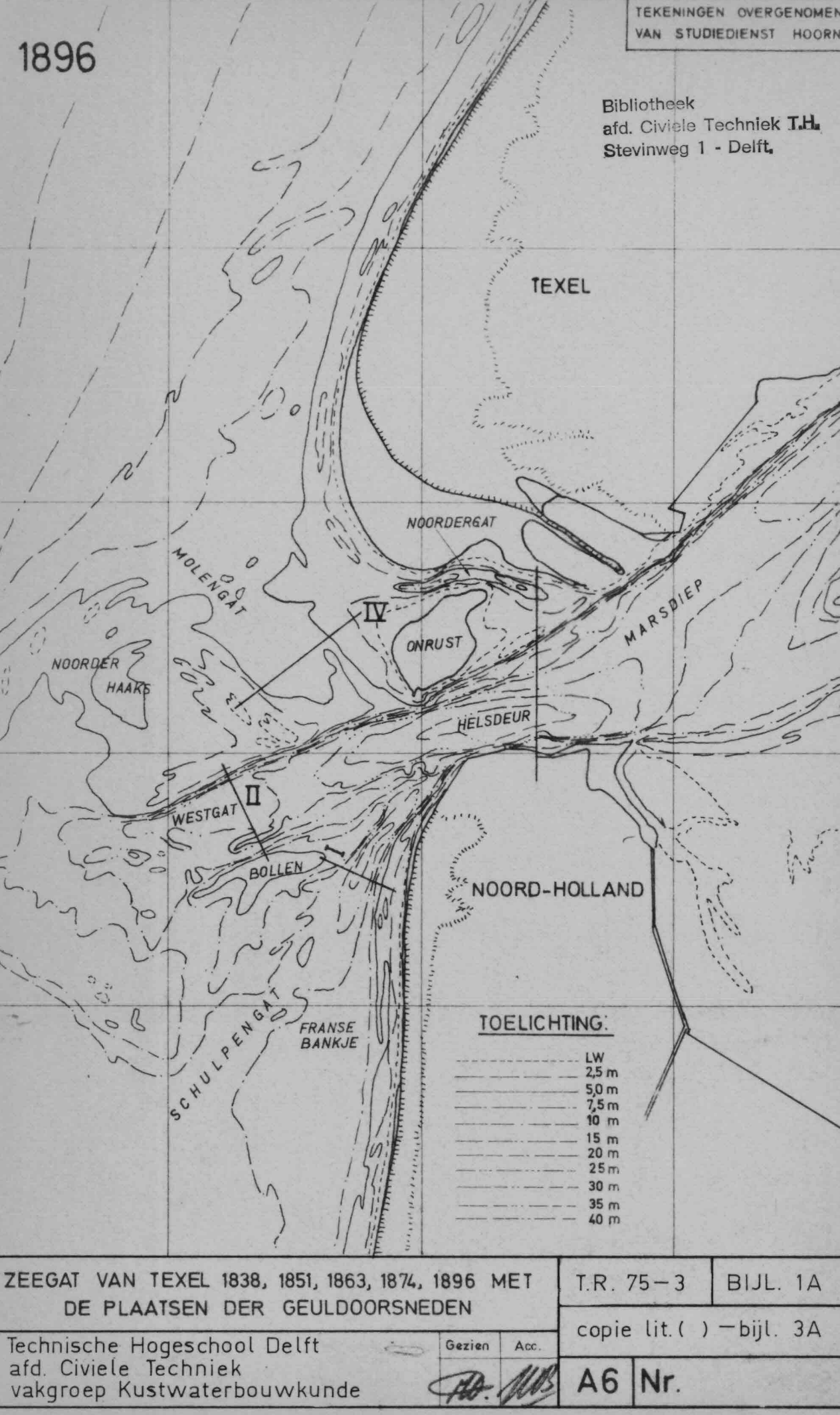
1863



1874



1896



TOELICHTING:

- ..... LW
- ..... 2,5 m
- ..... 5,0 m
- ..... 7,5 m
- ..... 10 m
- ..... 15 m
- ..... 20 m
- ..... 25 m
- ..... 30 m
- ..... 35 m
- ..... 40 m

ZEEGAT VAN TEXEL 1838, 1851, 1863, 1874, 1896 MET DE PLAATSEN DER GEULDORSNEDEN

T.R. 75-3 BIJL. 1A

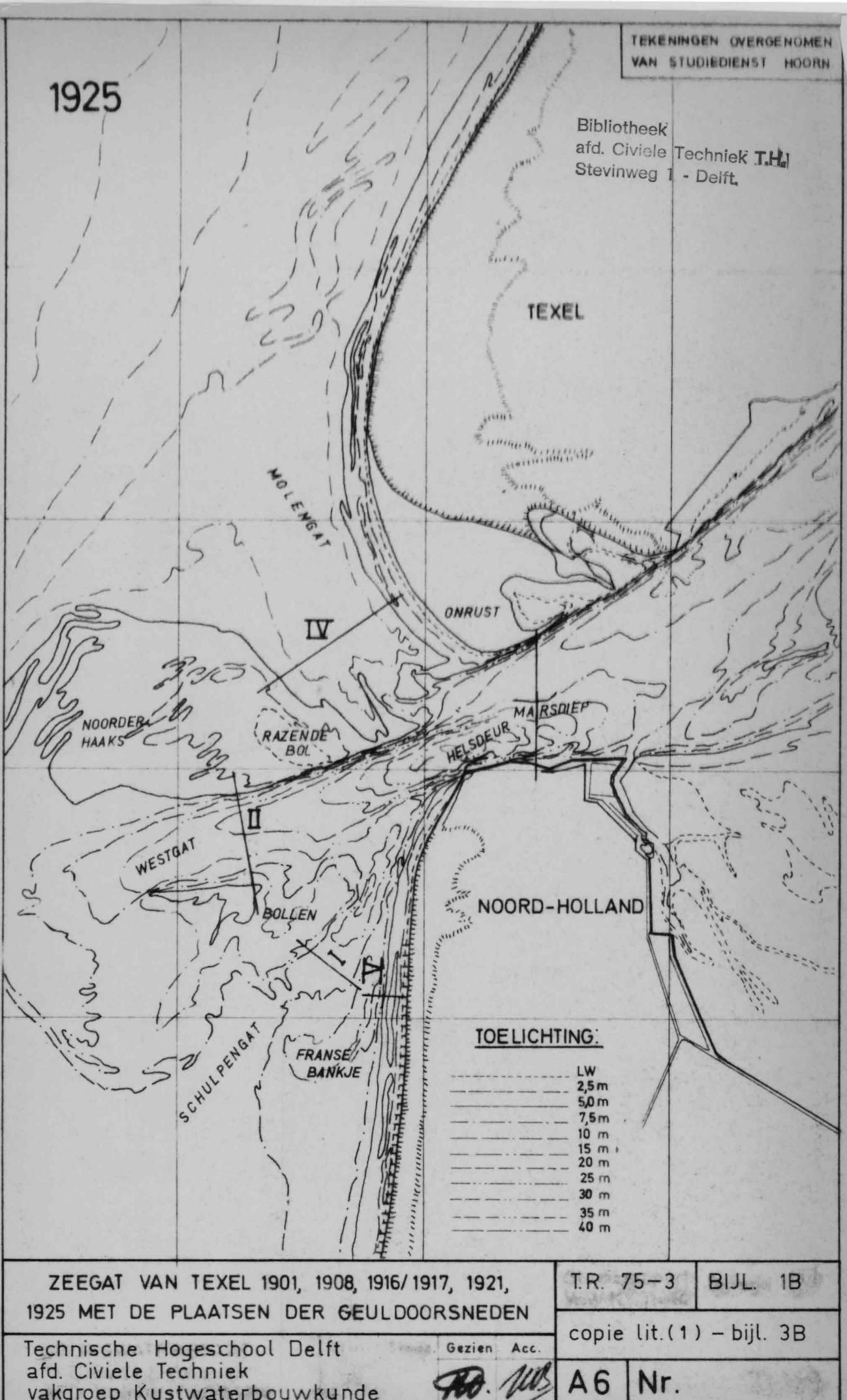
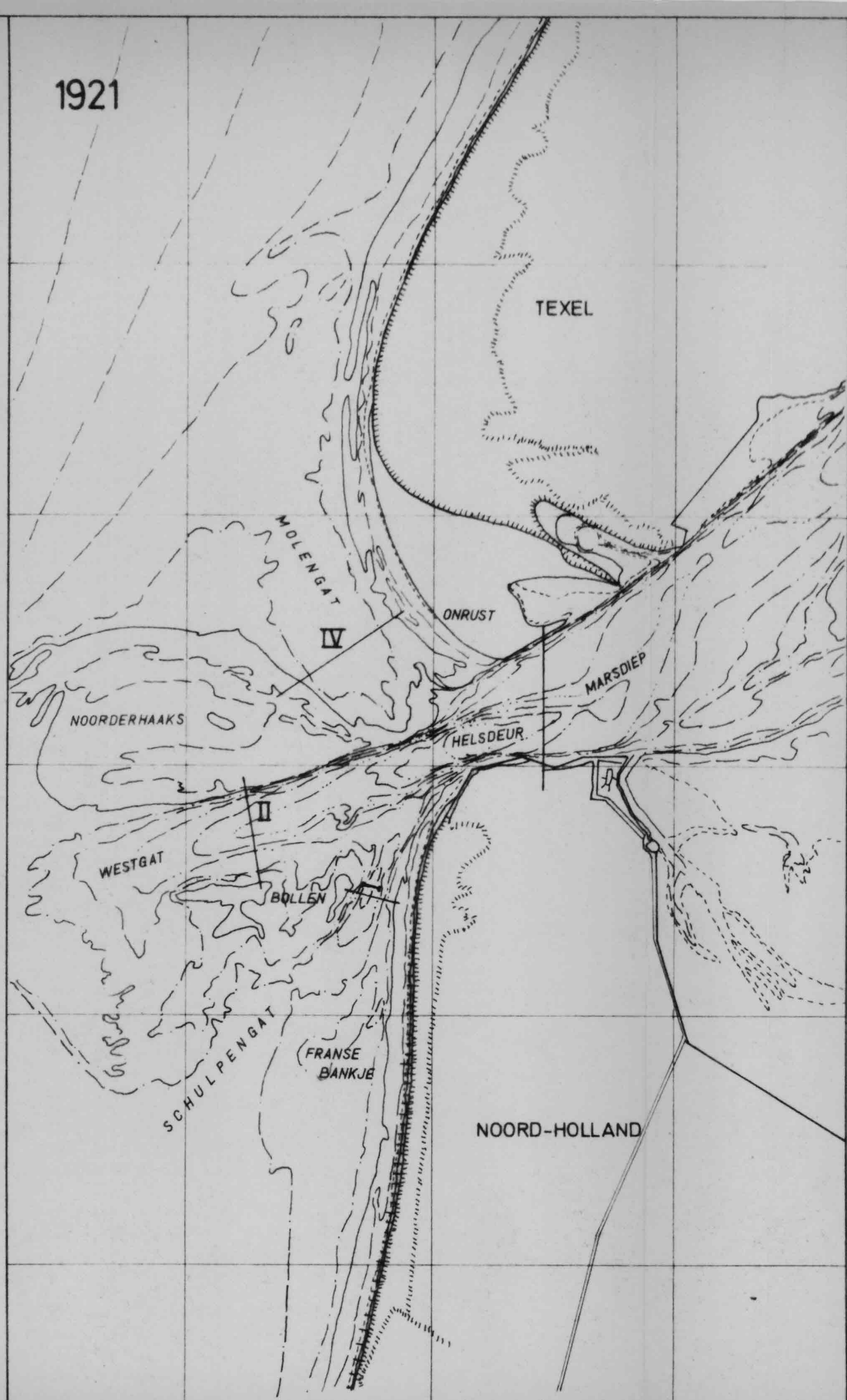
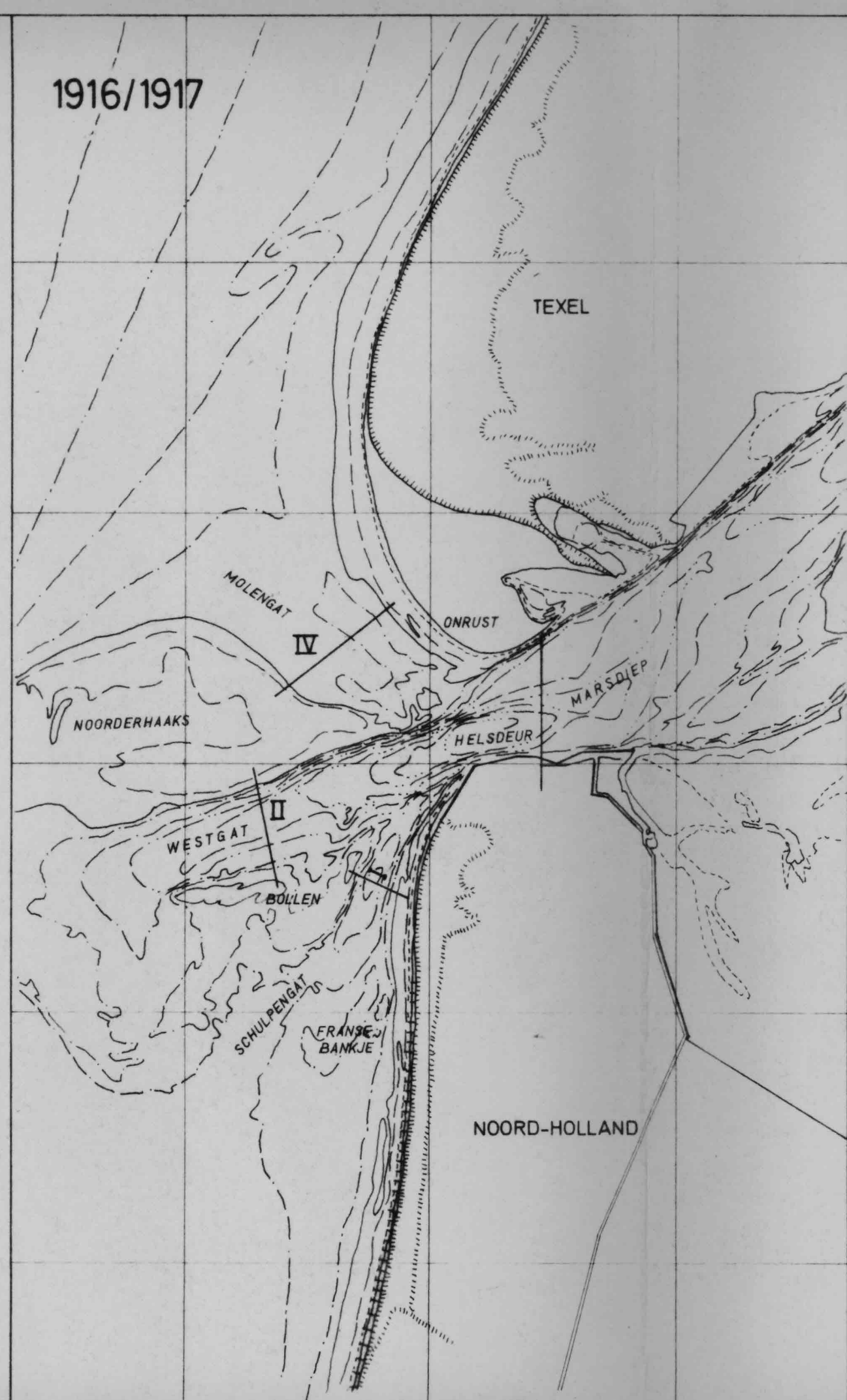
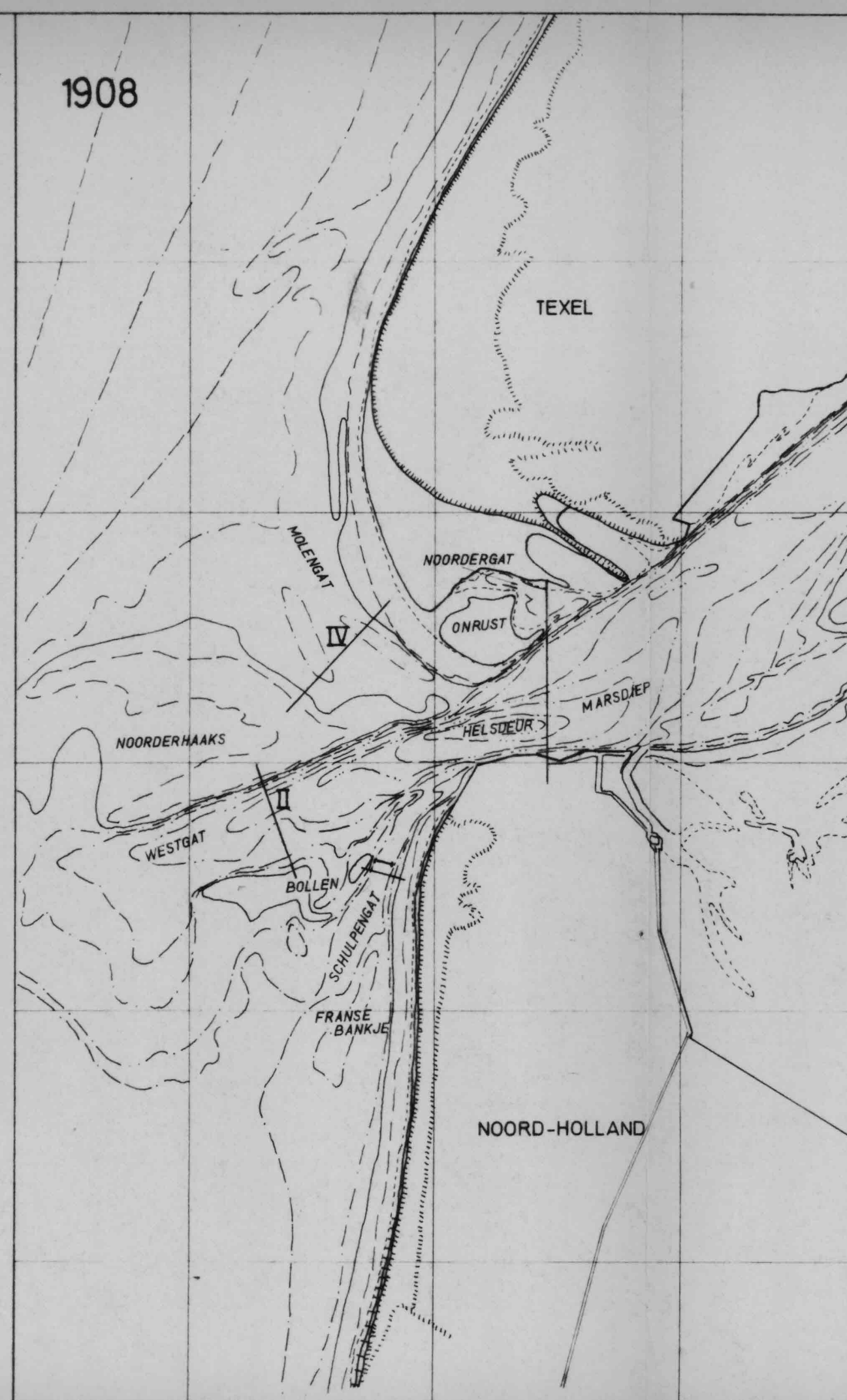
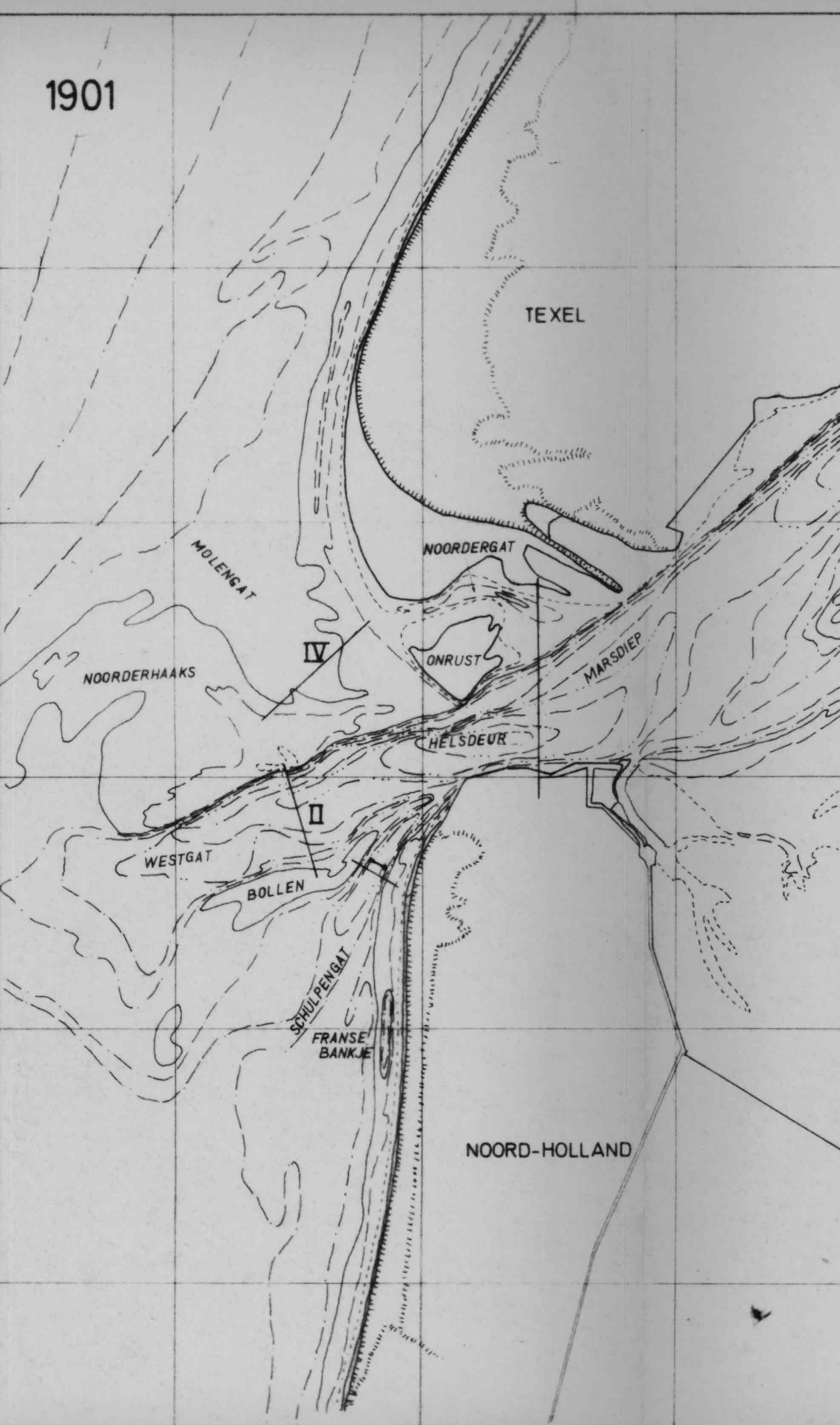
Technische Hogeschool Delft  
 afd. Civiele Techniek  
 vakgroep Kustwaterbouwkunde

Gezien

Acc.

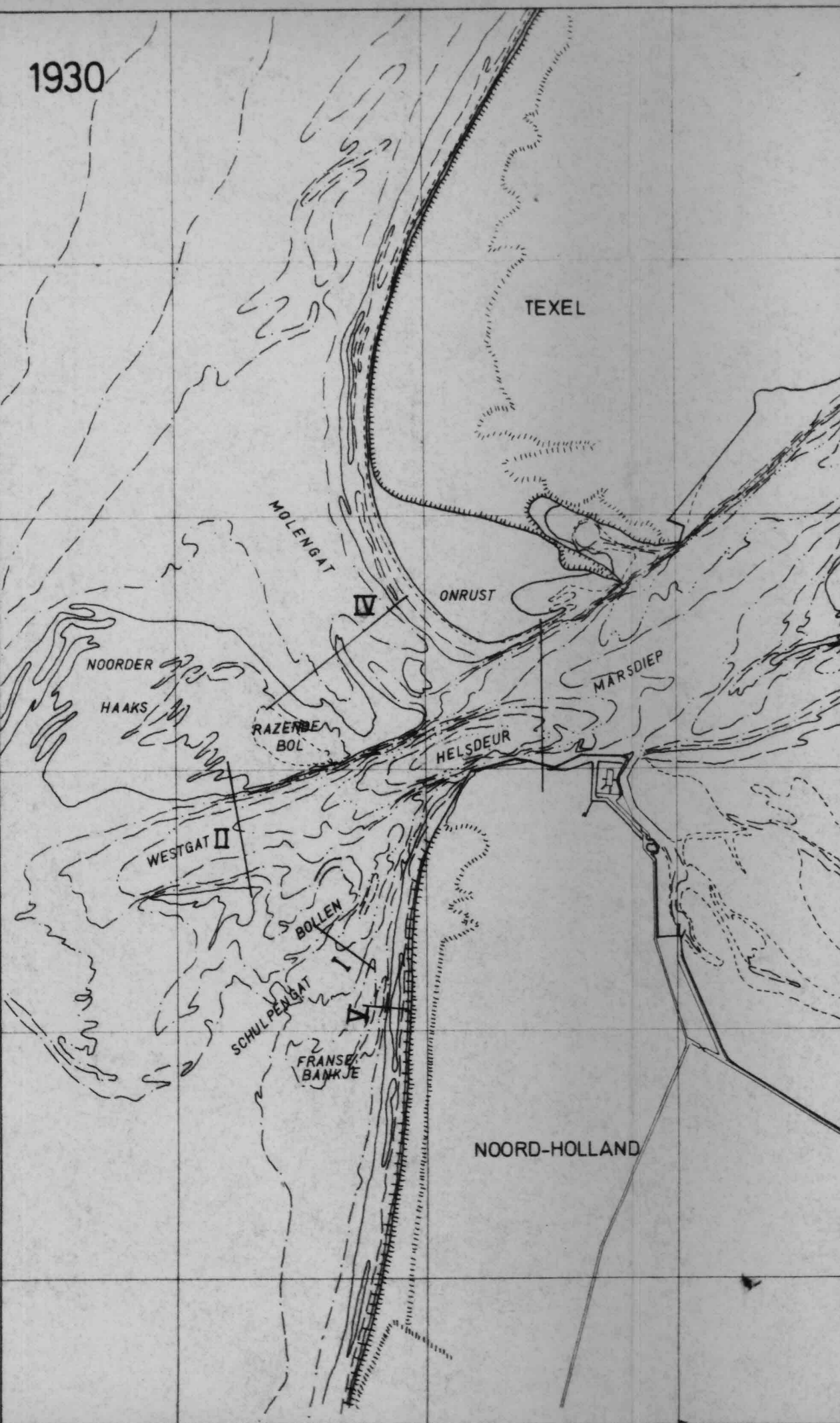
copie lit. ( ) - bijl. 3A

A6 Nr.

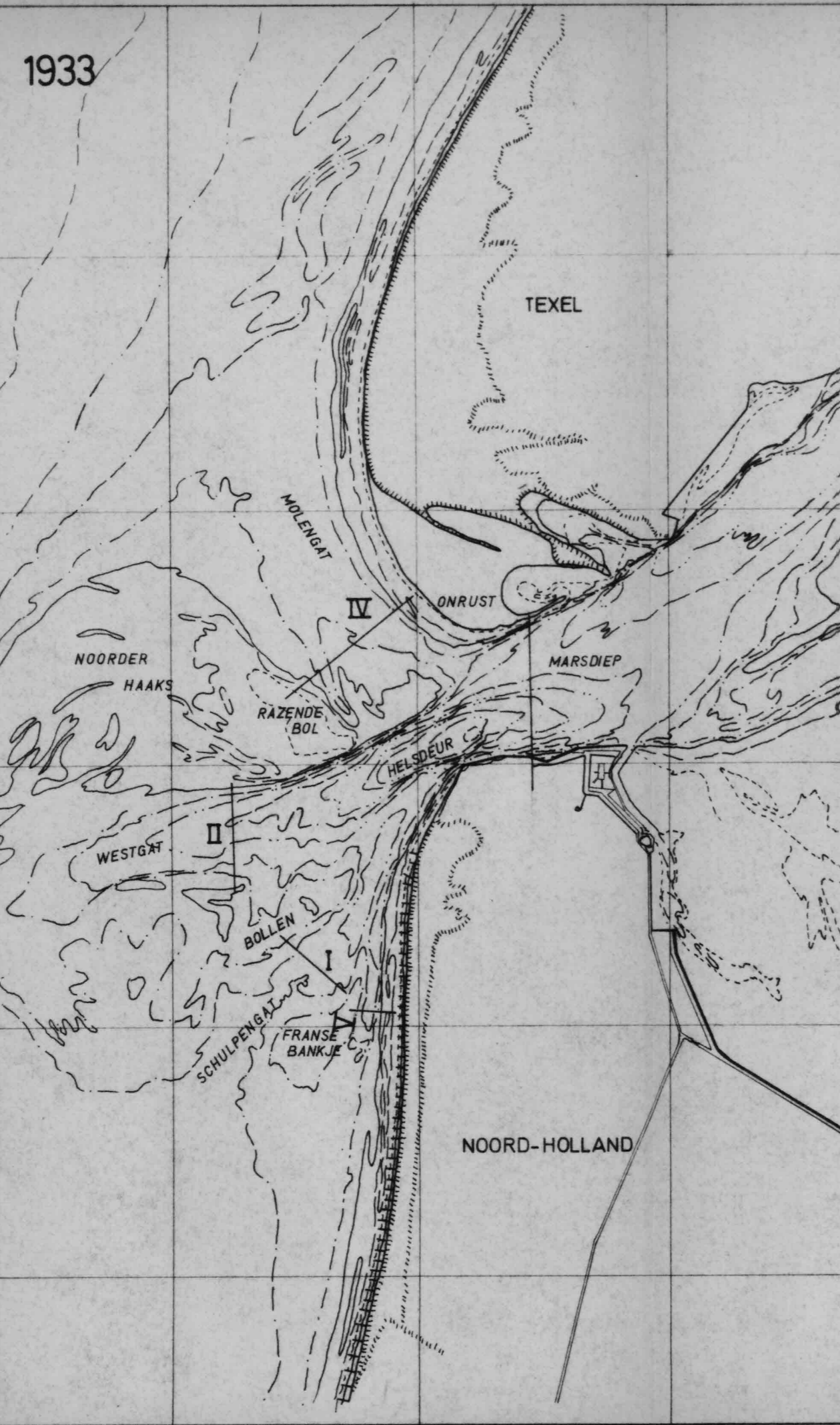




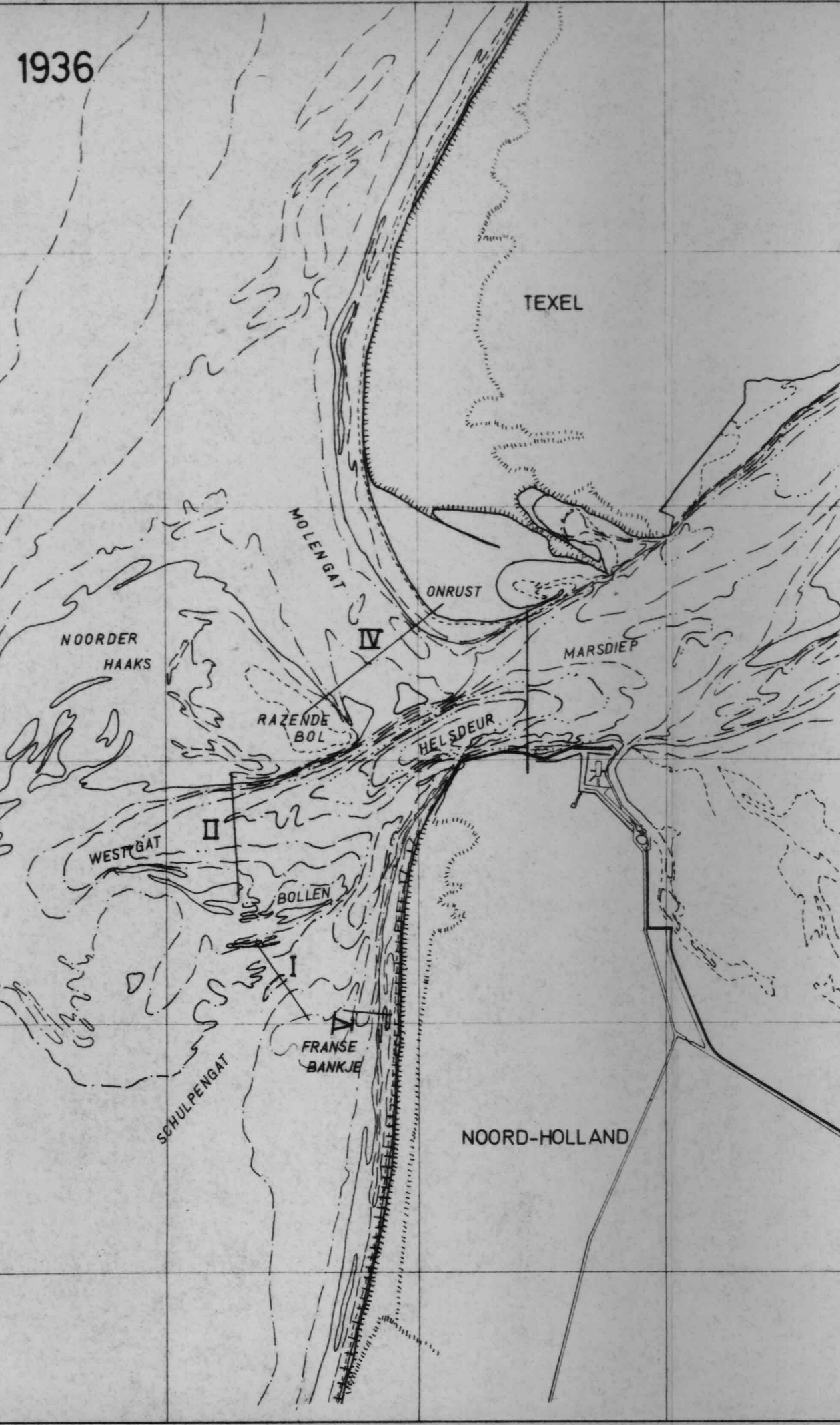
1930



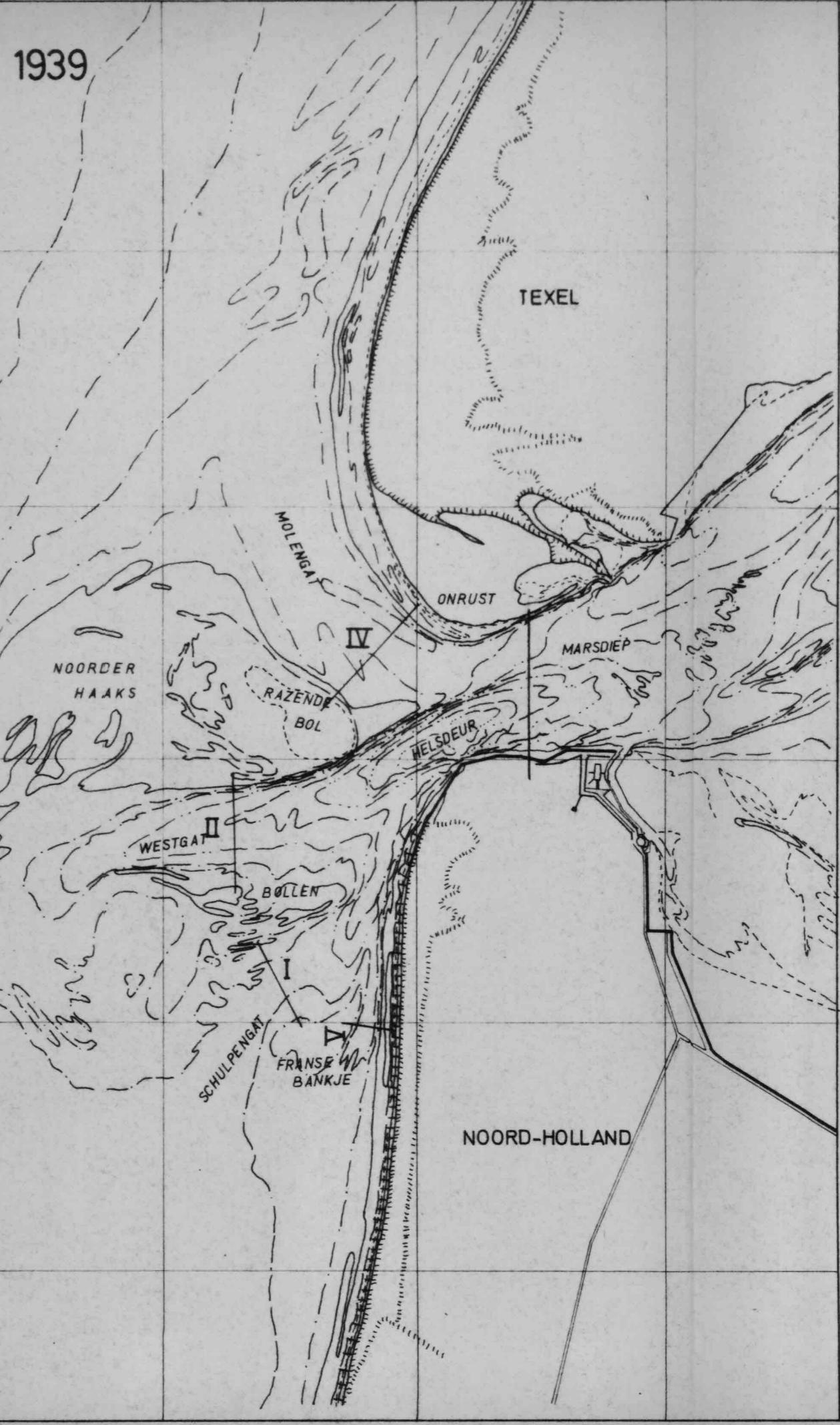
1933



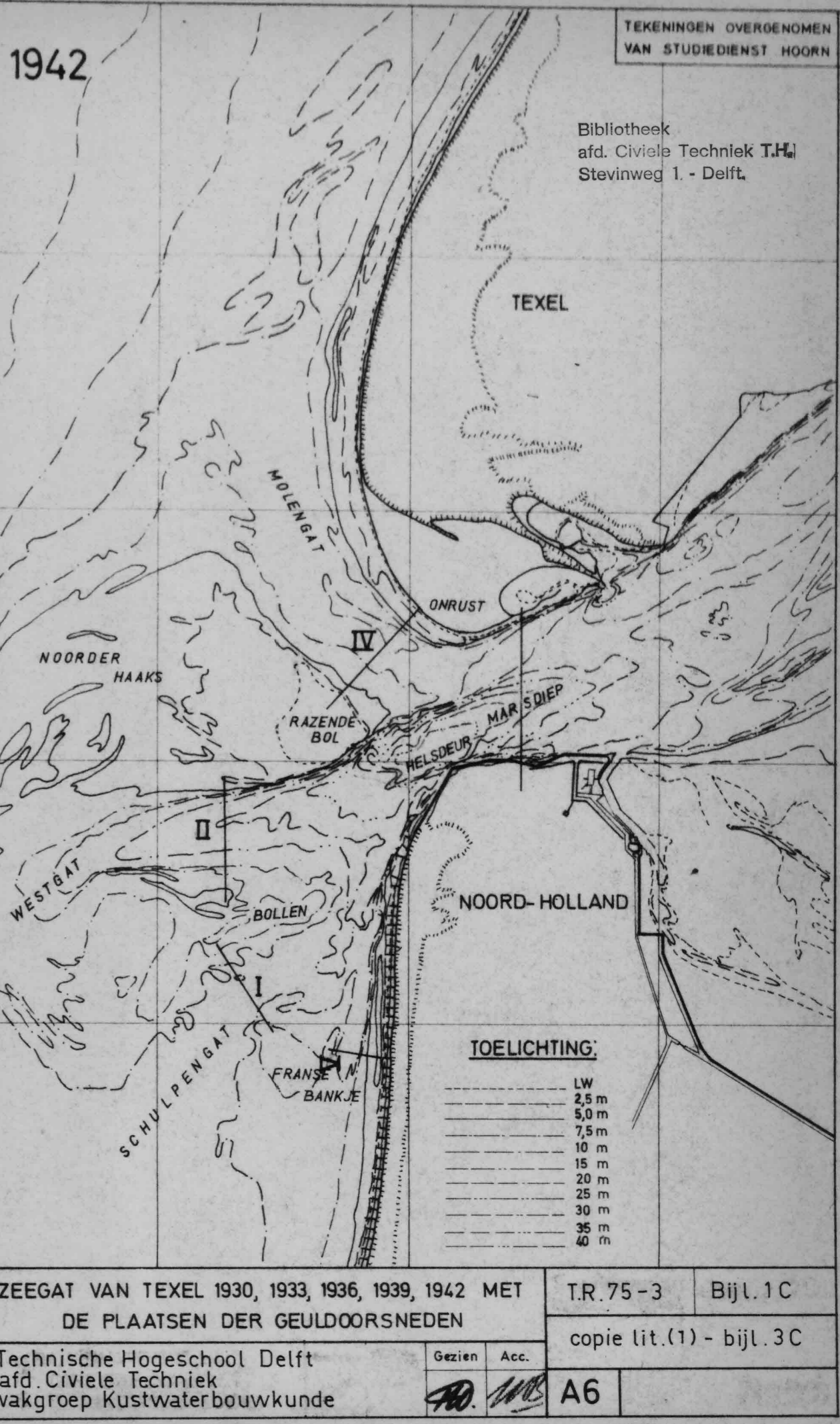
1936



1939



1942



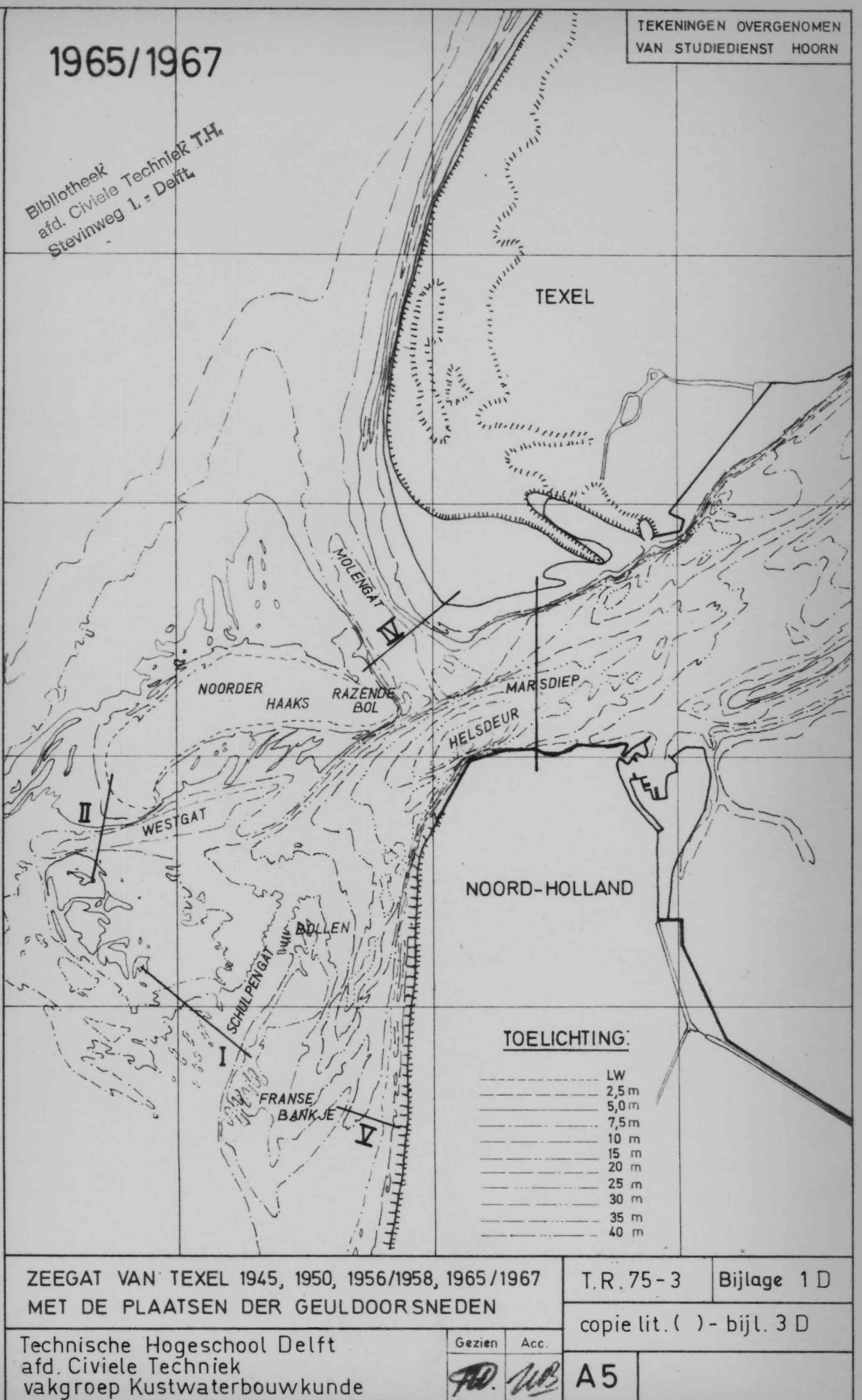
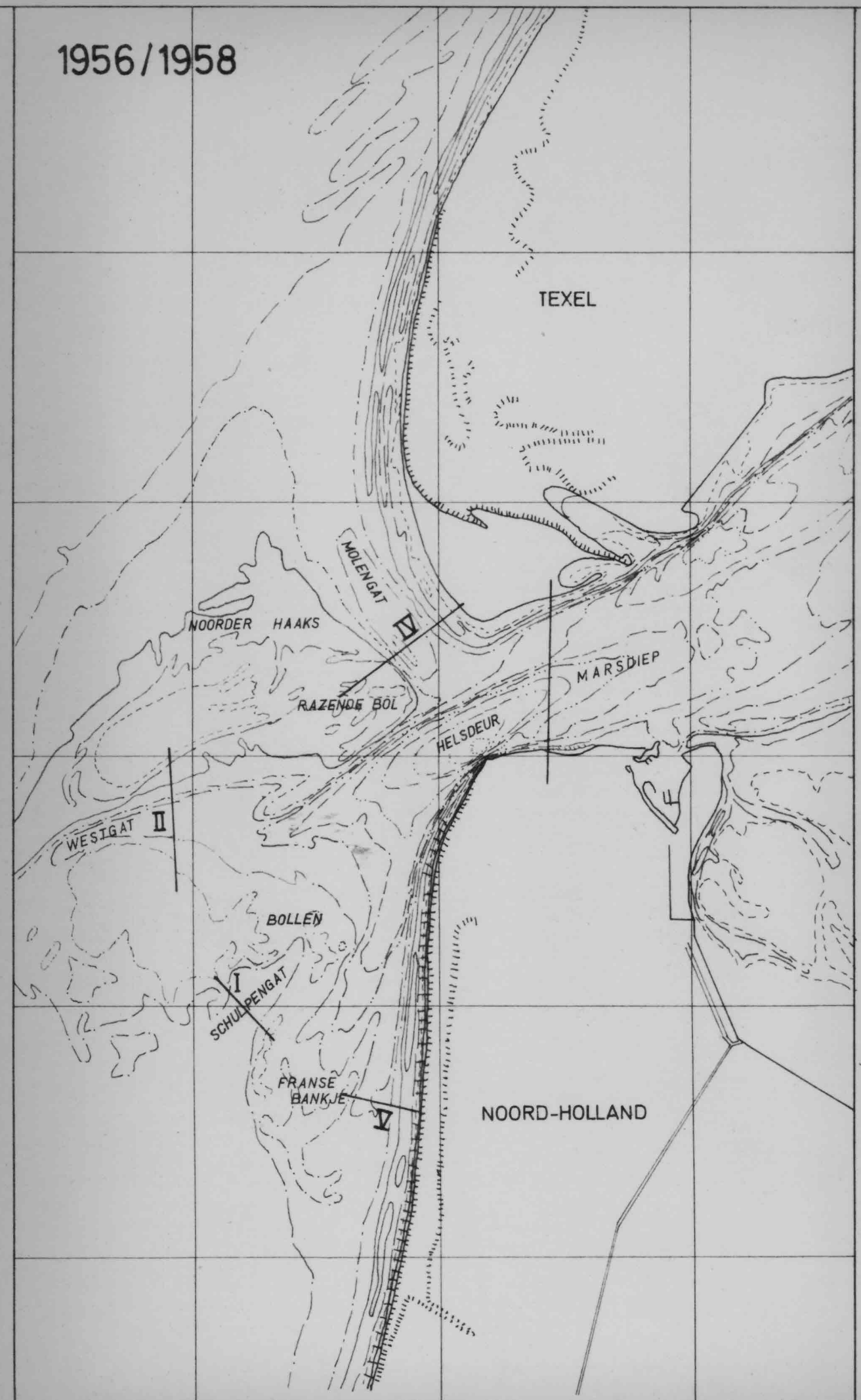
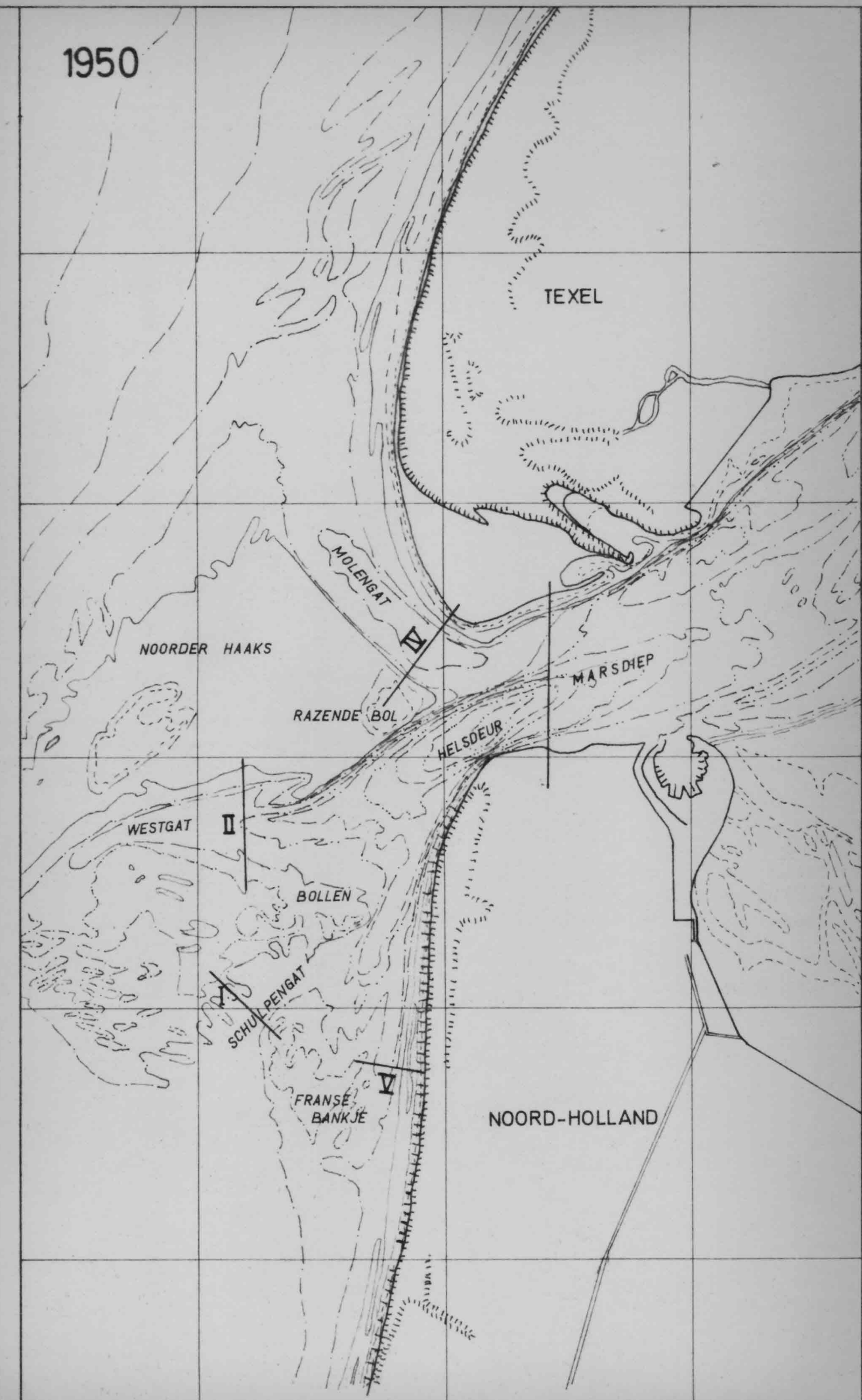
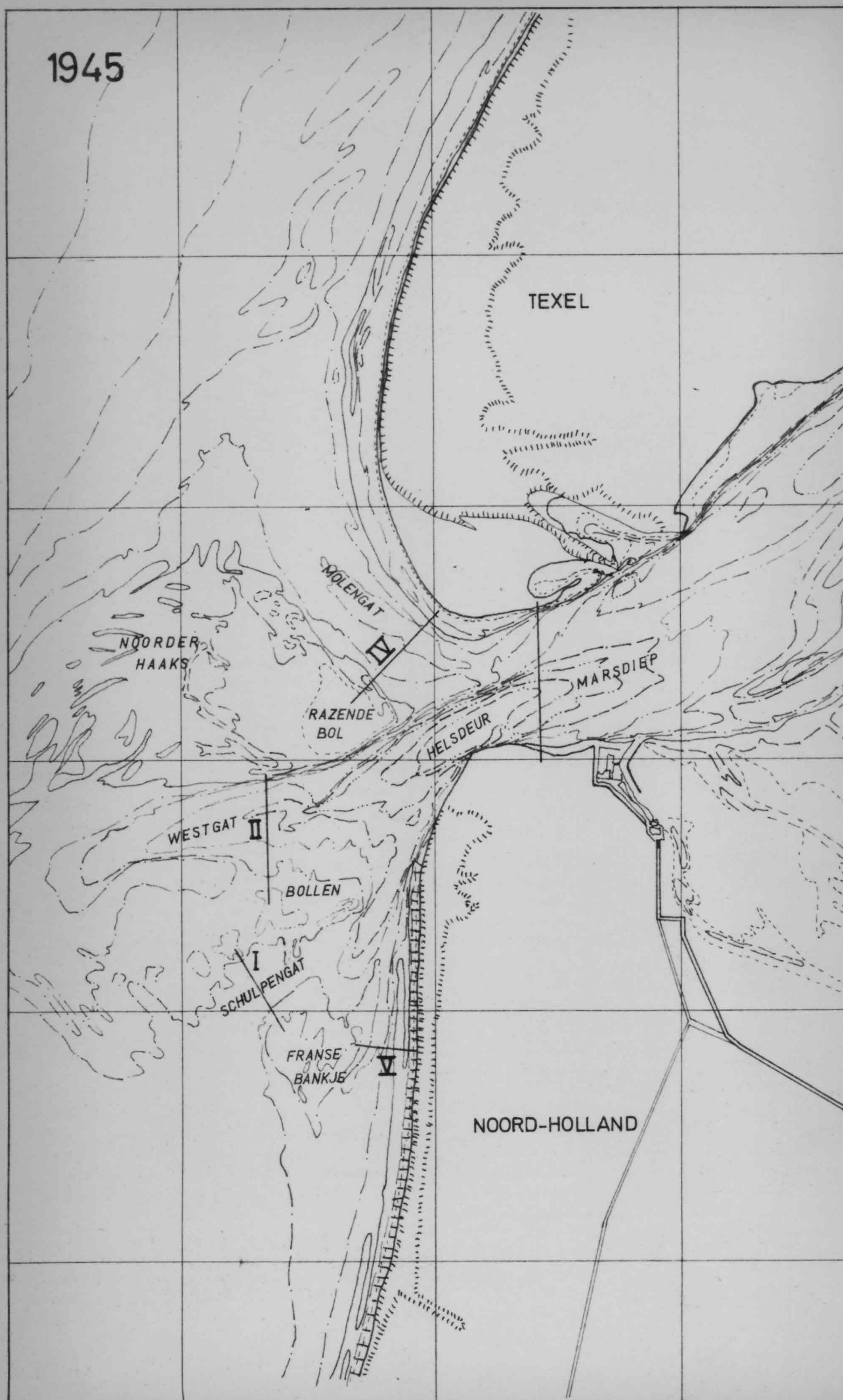
TEKENINGEN OVERGEGEVEN VAN STUDIEDIENST HOORN

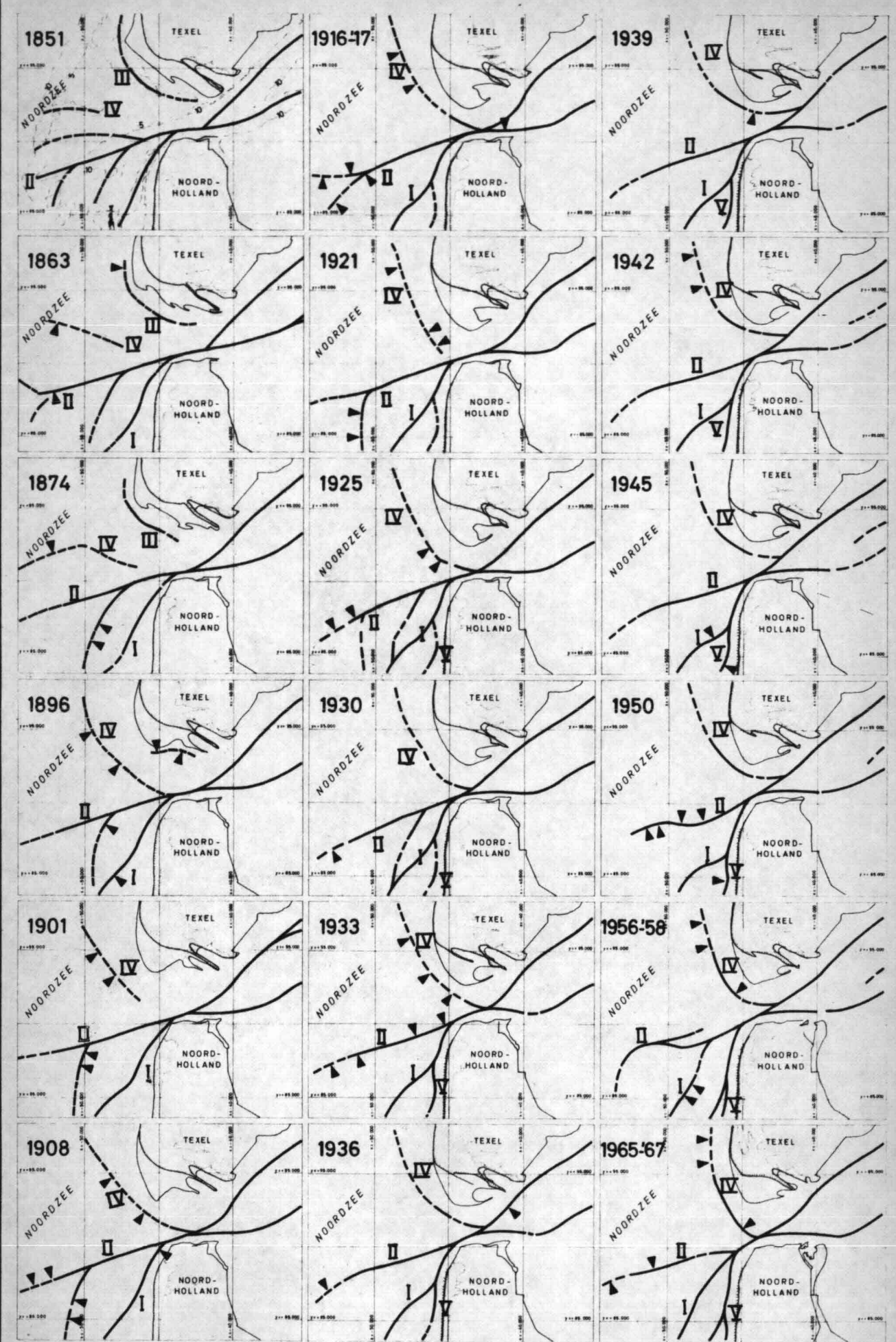
Bibliotheek afd. Civiele Techniek T.H. Stevinweg 1. - Delft.

TOELICHTING:

- LW
- 2,5 m
- 5,0 m
- 7,5 m
- 10 m
- 15 m
- 20 m
- 25 m
- 30 m
- 35 m
- 40 m

ZEEGAT VAN TEXEL 1930, 1933, 1936, 1939, 1942 MET DE PLAATSEN DER GEULDOORSNEDEN		T.R. 75-3	Bijl. 1C
Technische Hogeschool Delft afd. Civiele Techniek vakgroep Kustwaterbouwkunde		Gezien	Acc.
		<i>AD</i>	<i>MS</i>
		A6	copie lit. (1) - bijl. 3C





HET ZEEGAT VAN TEXEL : GEULBEWEGING

Bibliotheek  
 afd. Civiele Techniek T.H.  
 Stevinweg 1. - Delft.

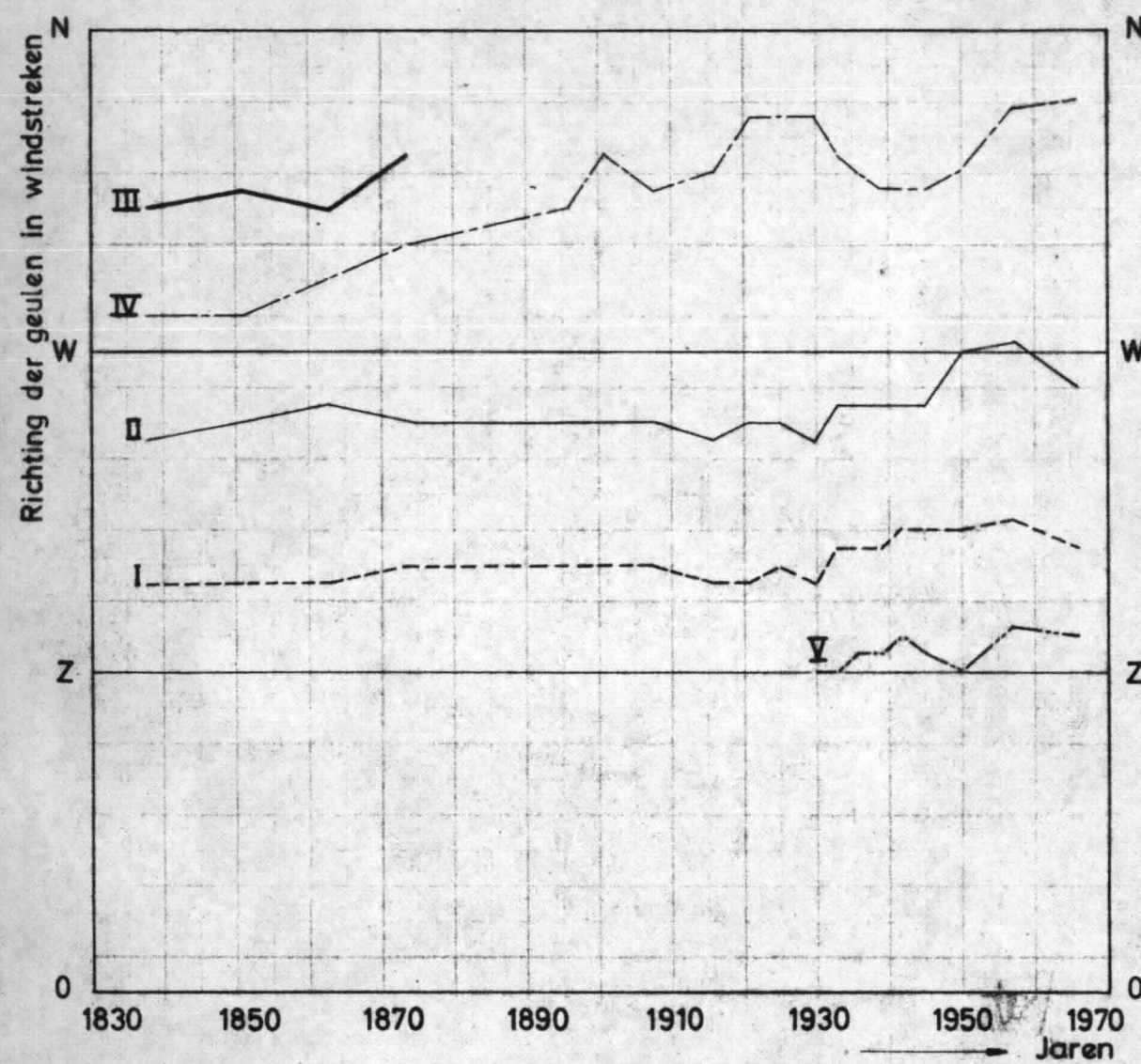


Fig. 2 Verloop van de richting van de geulen

- I Schulpengat
- II Westgat
- III Noordergat
- IV Molengat
- V Geul tussen het Franse bankje en de kust:  
„Het Nieuwe Landsdiep”

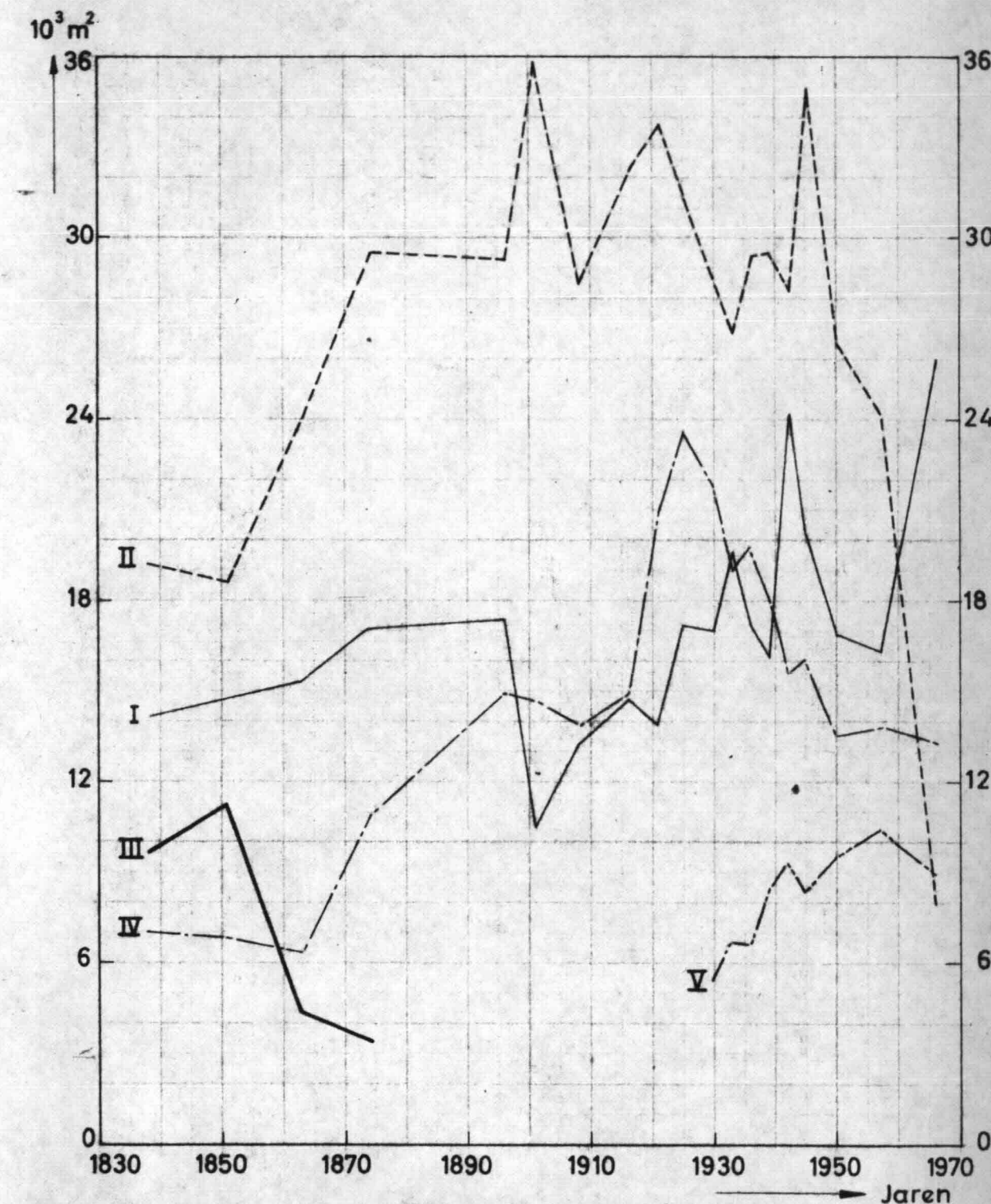


Fig. 1 Verloop van de grootte van het natte oppervlak van de doorsneden der geulen

HET ZEEGAT VAN TEXEL: VERLOOP VAN  
DE GROOTTE VAN HET NATTE OPPERVLAK  
EN VAN DE RICHTING DER GEULEN

T.R. 75-3 Bijlage 3

copie lit (1) - bijl. 4

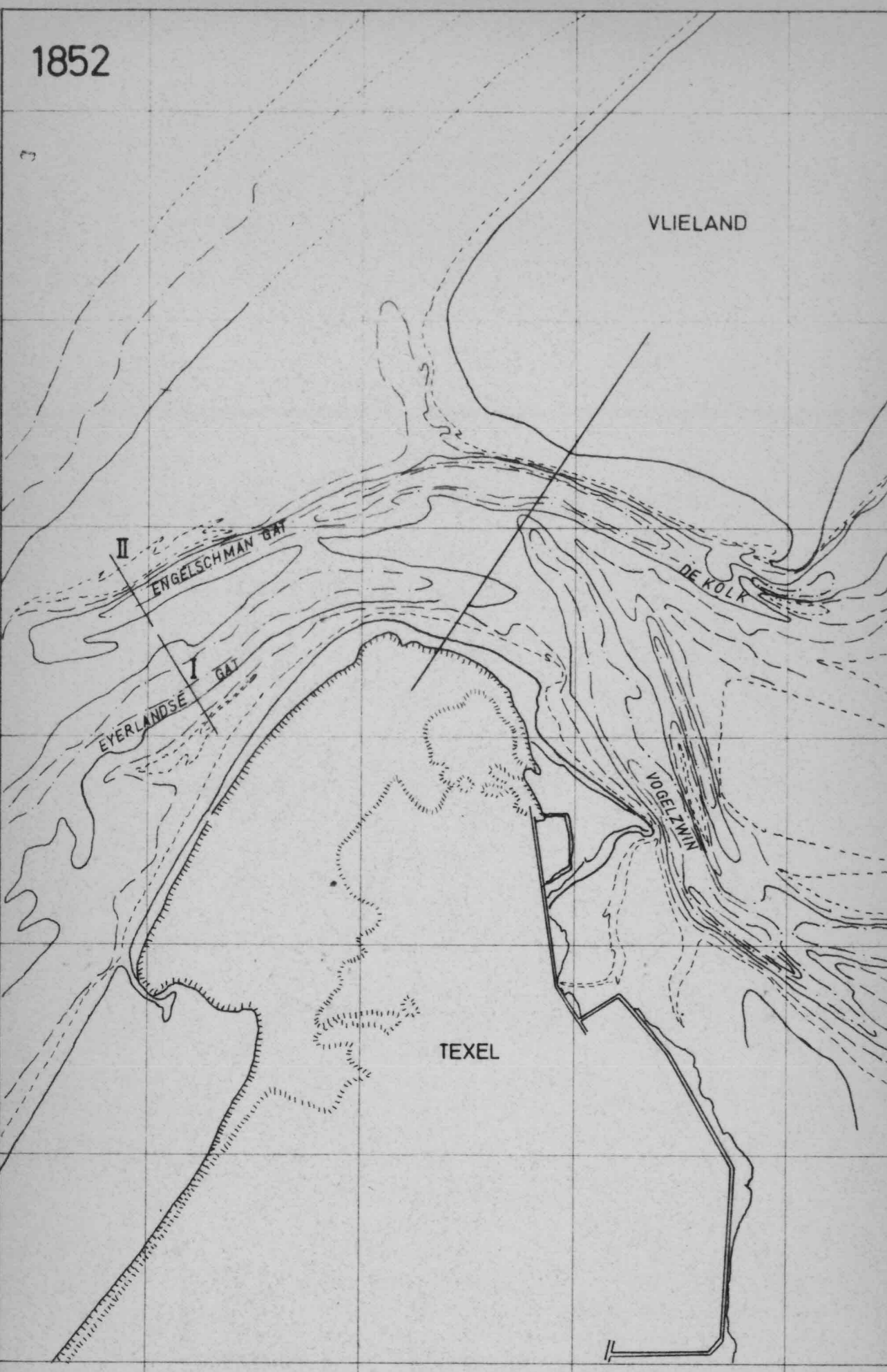
Technische Hogeschool Delft  
afd. Civiele Techniek  
vakgroep Kustwaterbouwkunde

Gezien Acc.

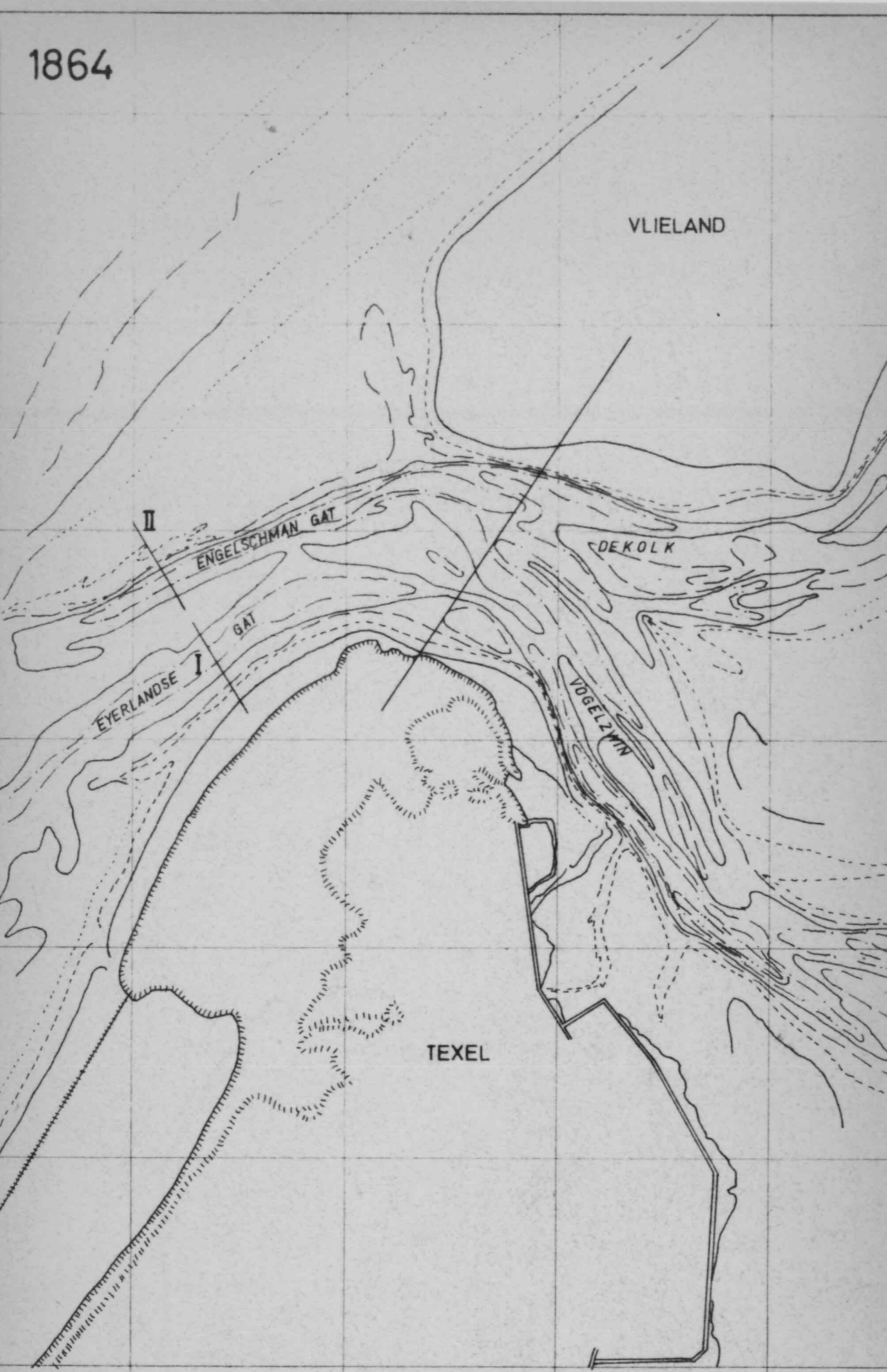
*AD.* *W.*

A3

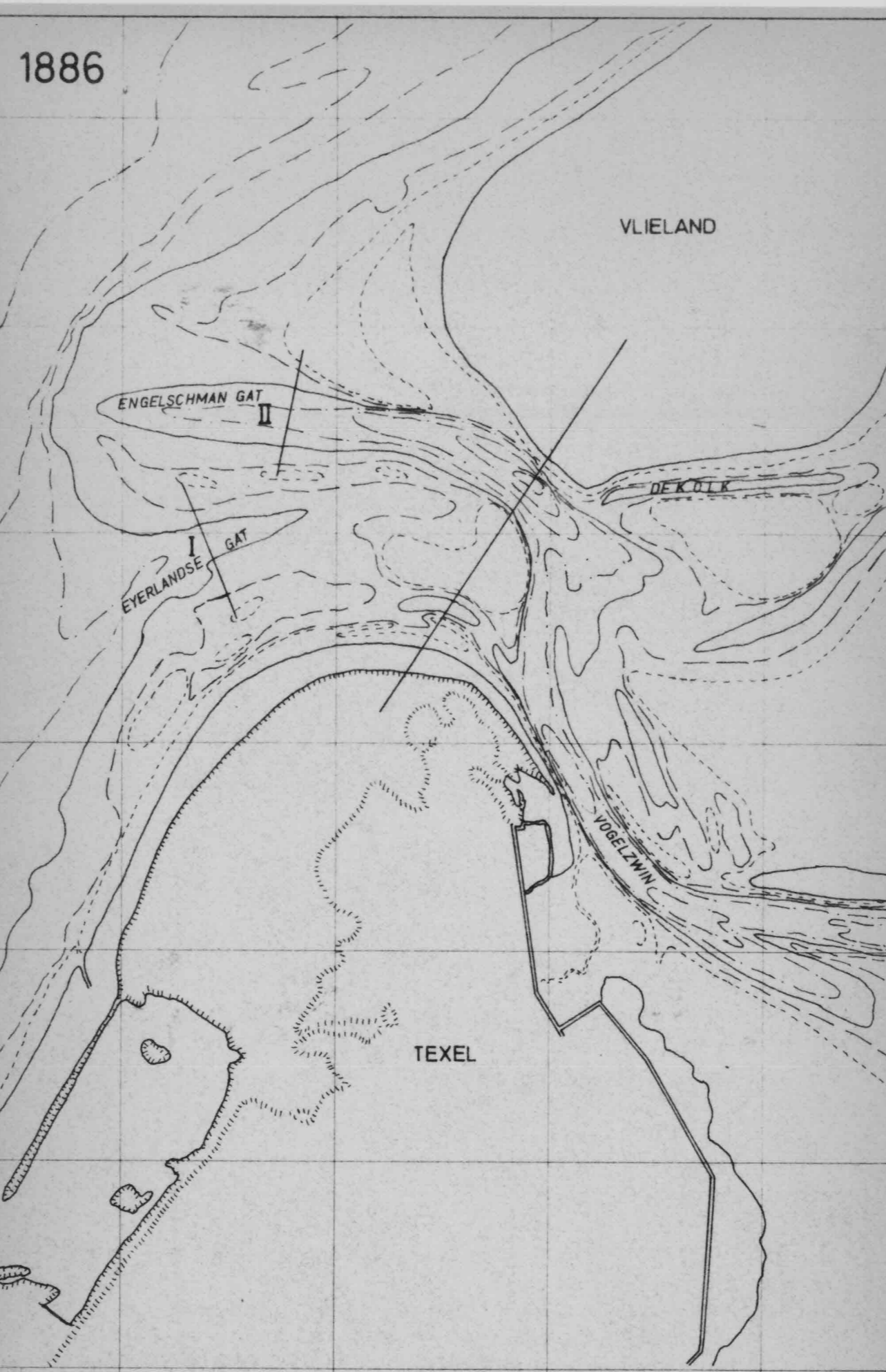
1852



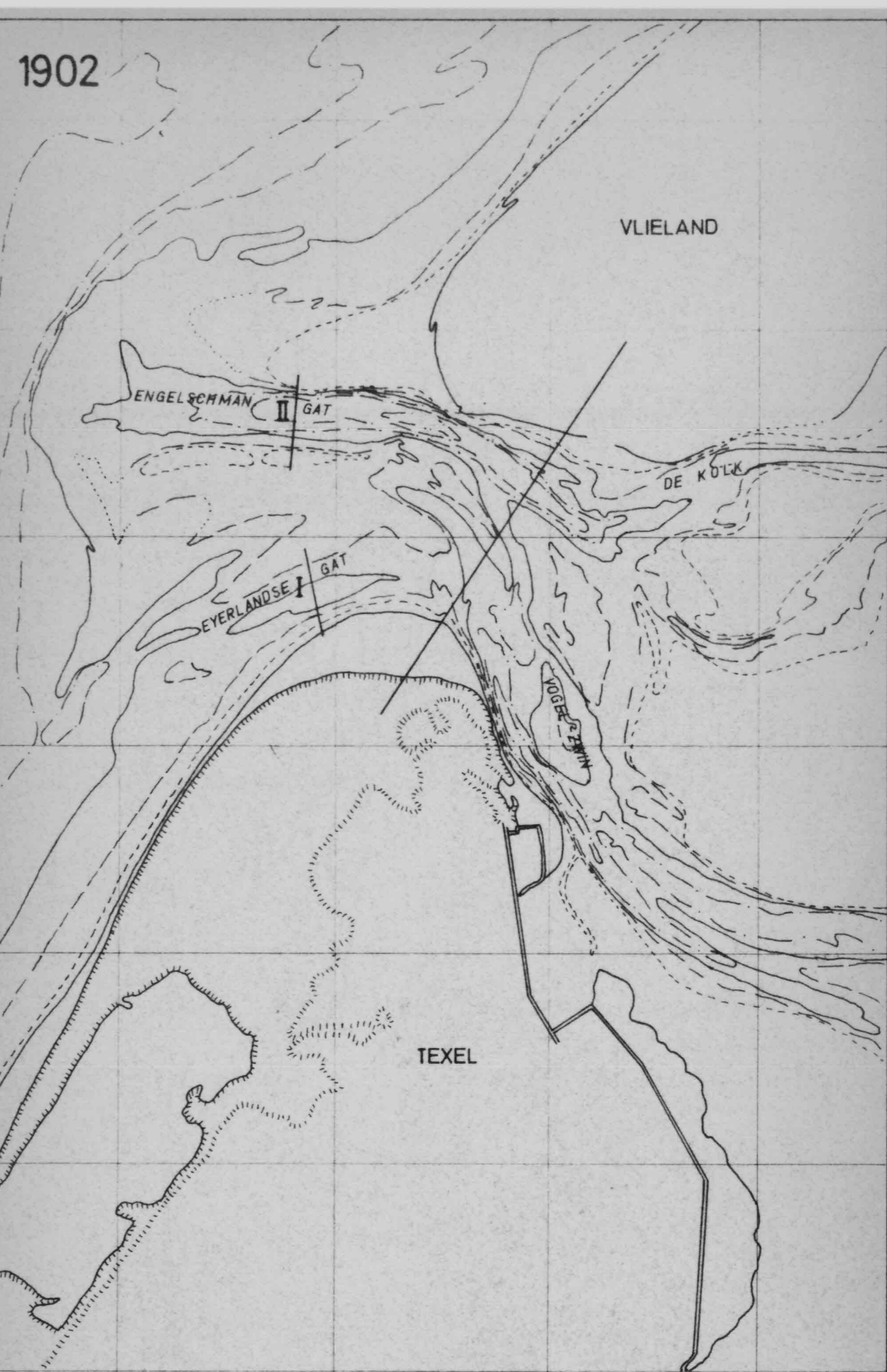
1864



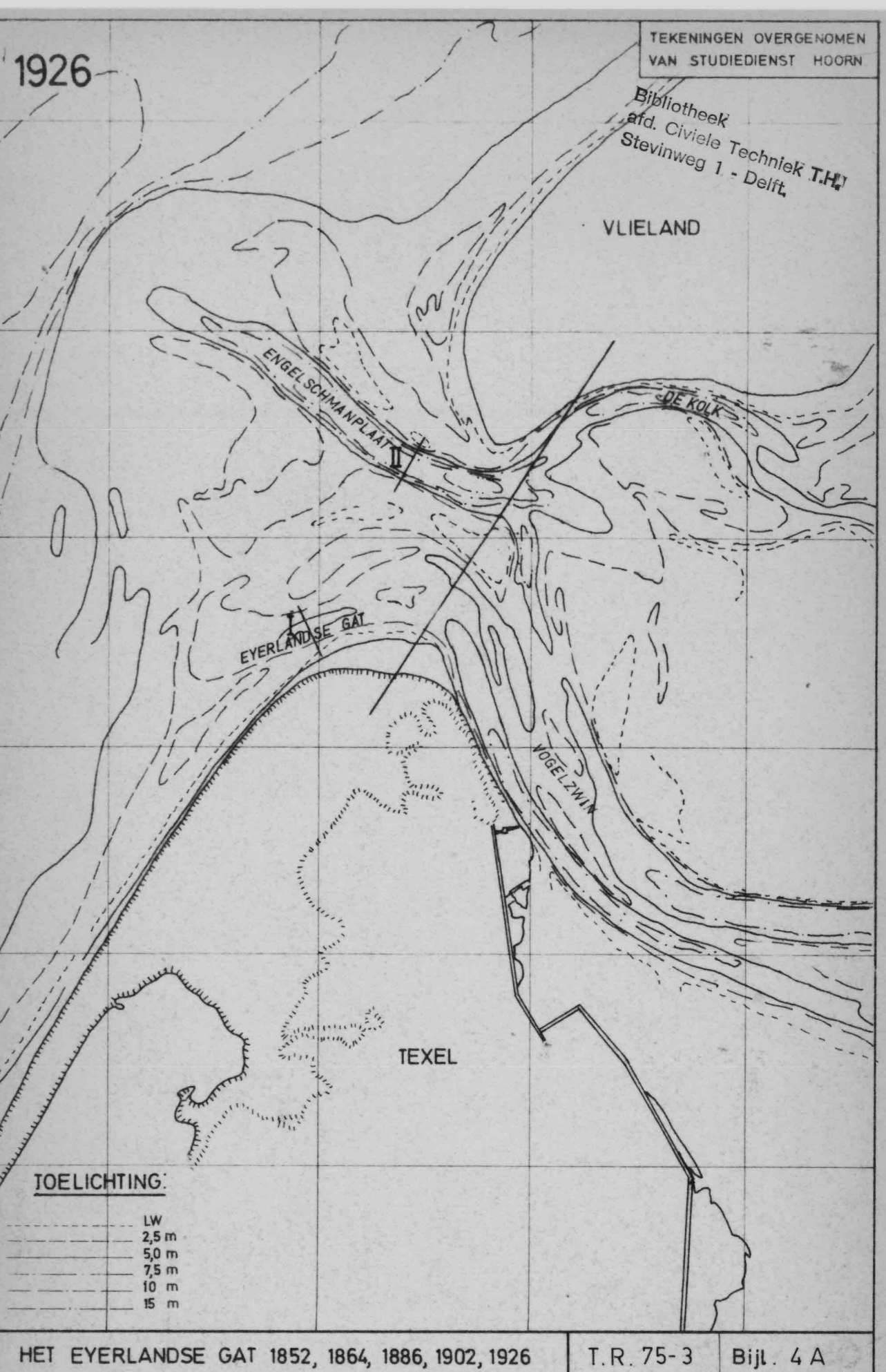
1886



1902



1926



TEKENINGEN OVERGONOMEN VAN STUDIEDIENST HOORN

Bibliotheek afd. Civiele Techniek T.H. Stevinweg 1 - Delft

TOELICHTING:

- LW
- 2,5 m
- 5,0 m
- 7,5 m
- 10 m
- 15 m

HET EYERLANDSE GAT 1852, 1864, 1886, 1902, 1926 MET DE PLAATSEN DER GEULDOORSNEDEN

T.R. 75-3 Bijl. 4 A

copie lit.(1) - bijl. 6 A

Technische Hogeschool Delft afd. Civiele Techniek vakgroep Kustwaterbouwkunde

Gezien Acc.

*[Handwritten signatures]*

A6

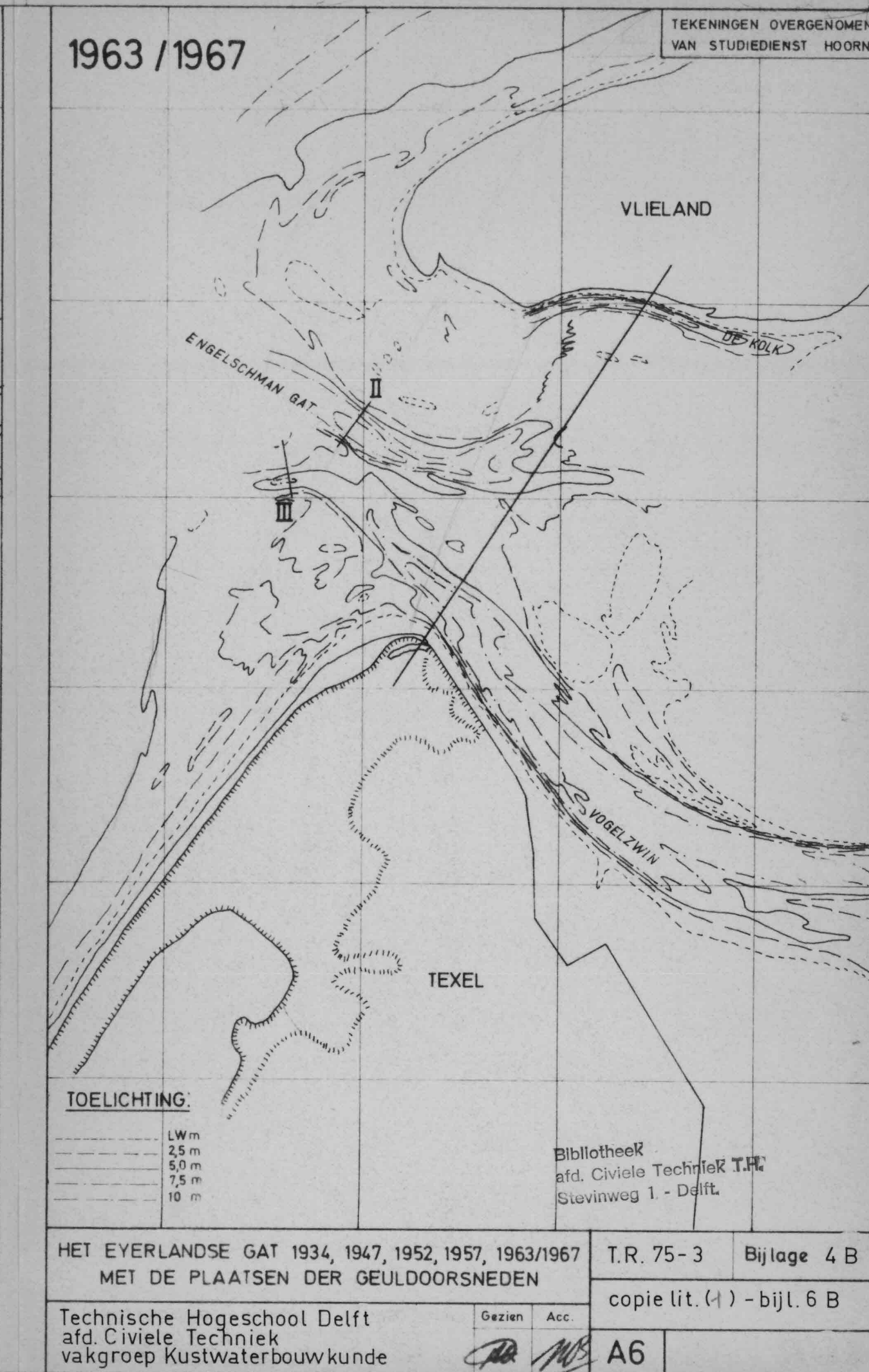
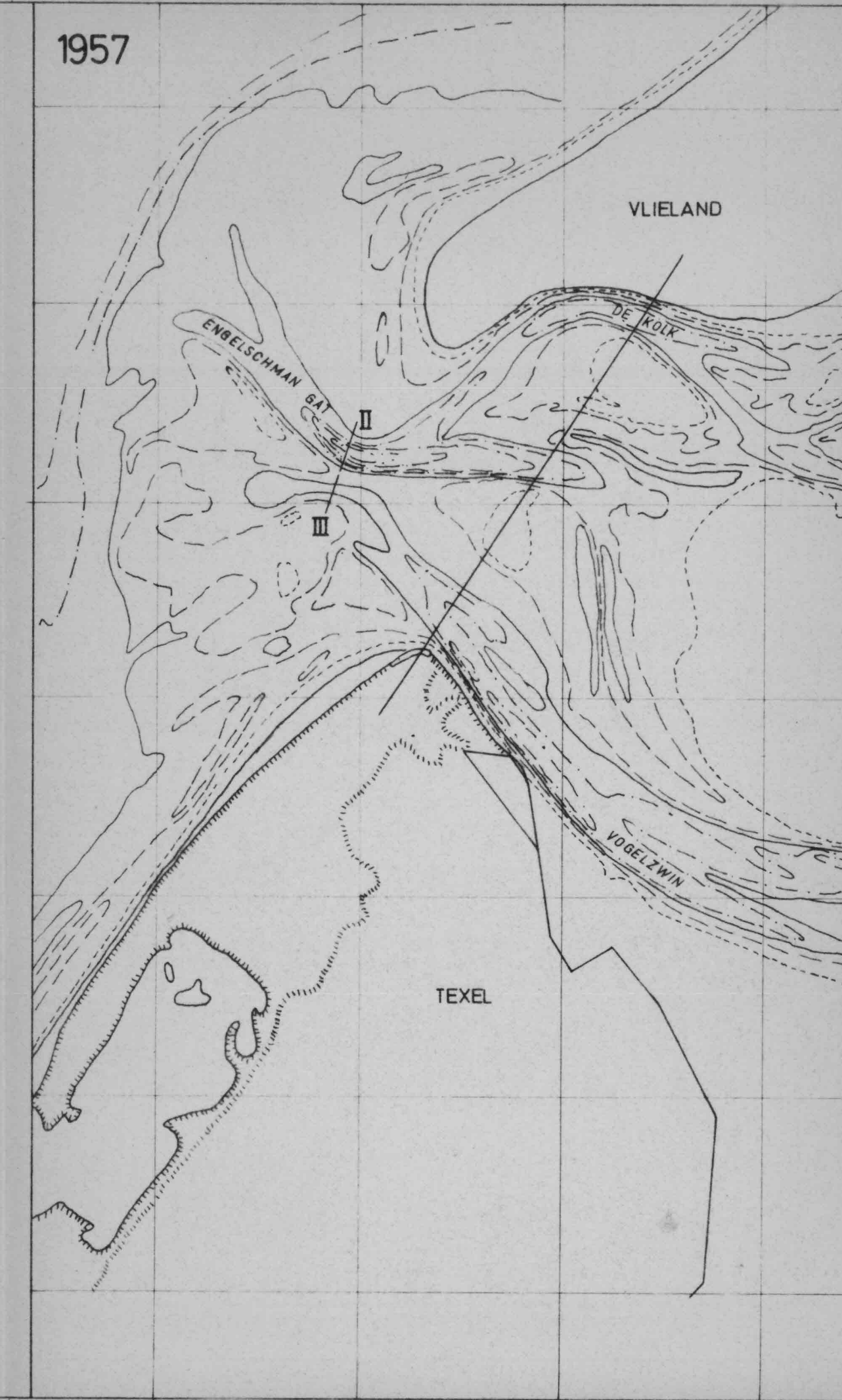
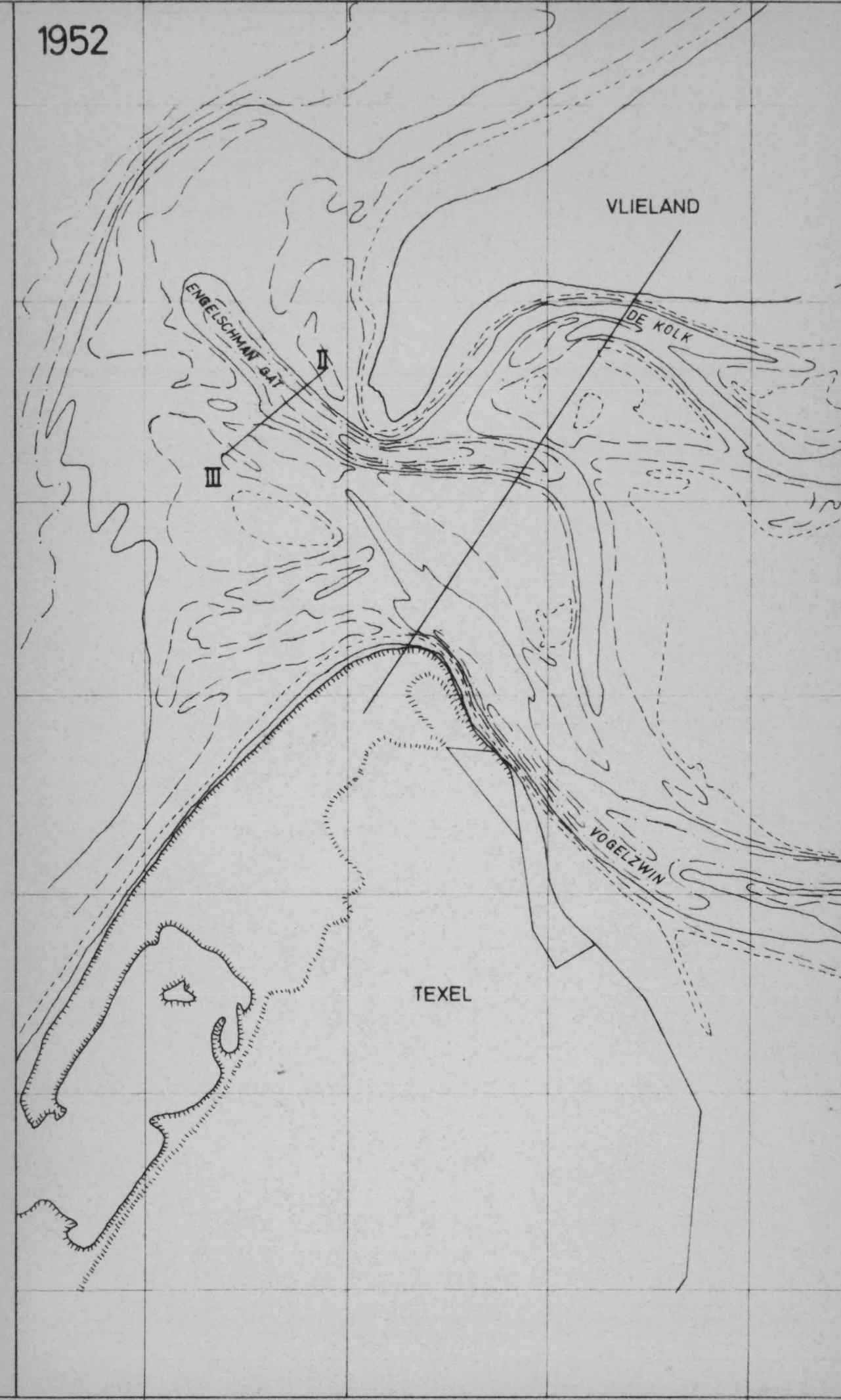
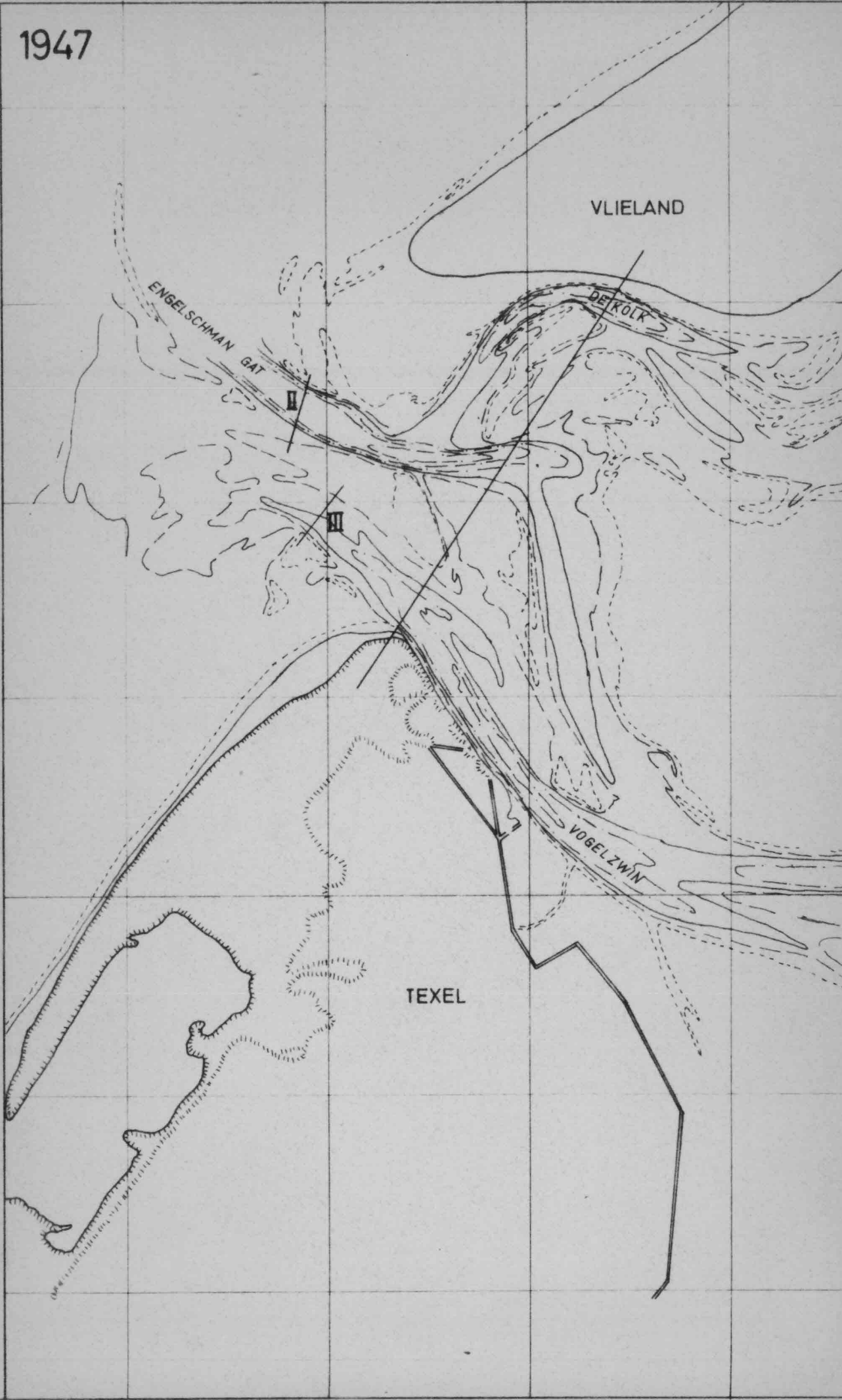
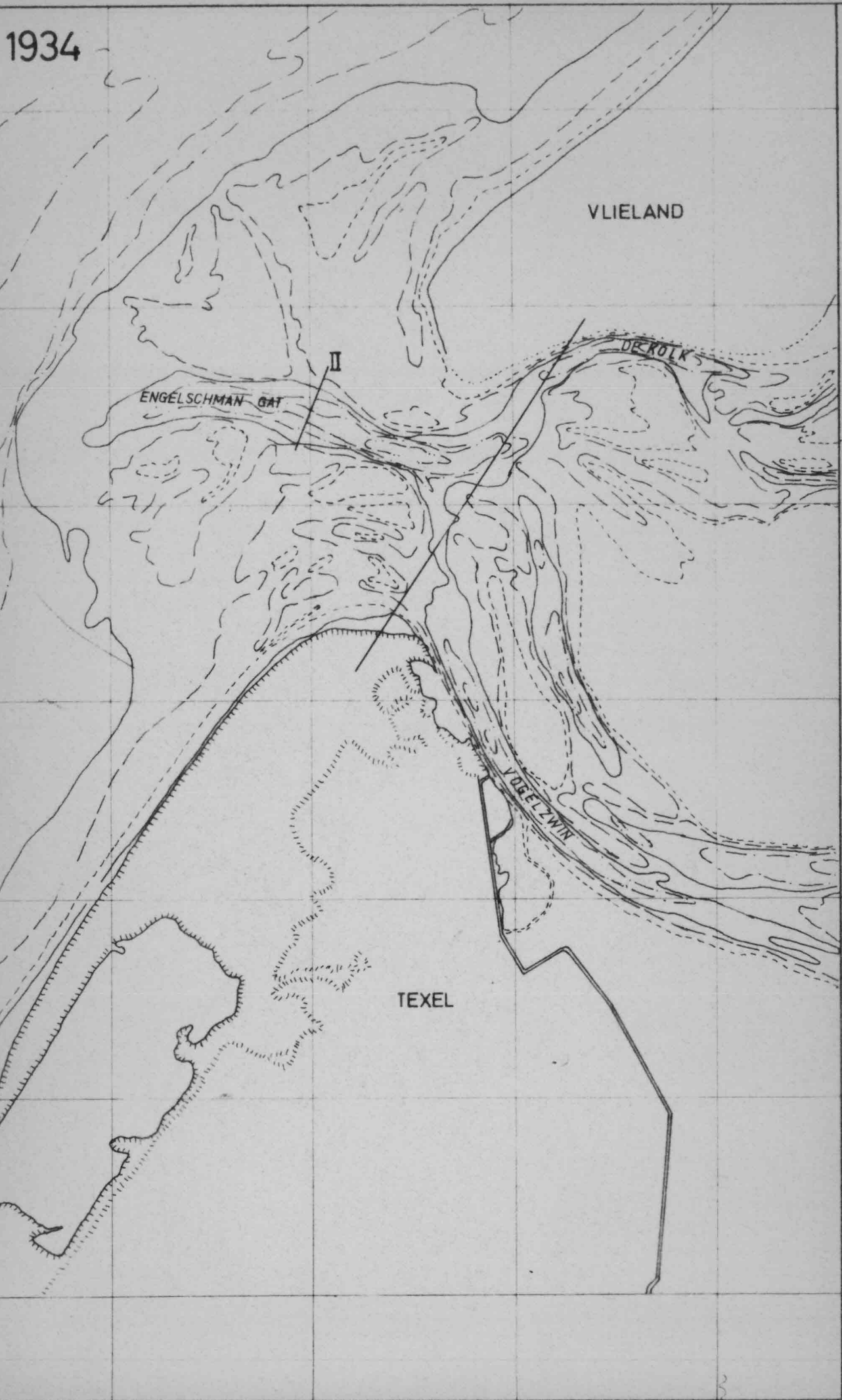
1934

1947

1952

1957

1963 / 1967



TOELICHTING:

- LWm
- 2,5 m
- 5,0 m
- 7,5 m
- 10 m

Bibliotheek  
afd. Civiele Techniek T.H.  
Stevinweg 1 - Delft.

HET EYERLANDSE GAT 1934, 1947, 1952, 1957, 1963/1967  
MET DE PLAATSEN DER GEULDOORSNEDEN

T.R. 75-3 Bijlage 4 B

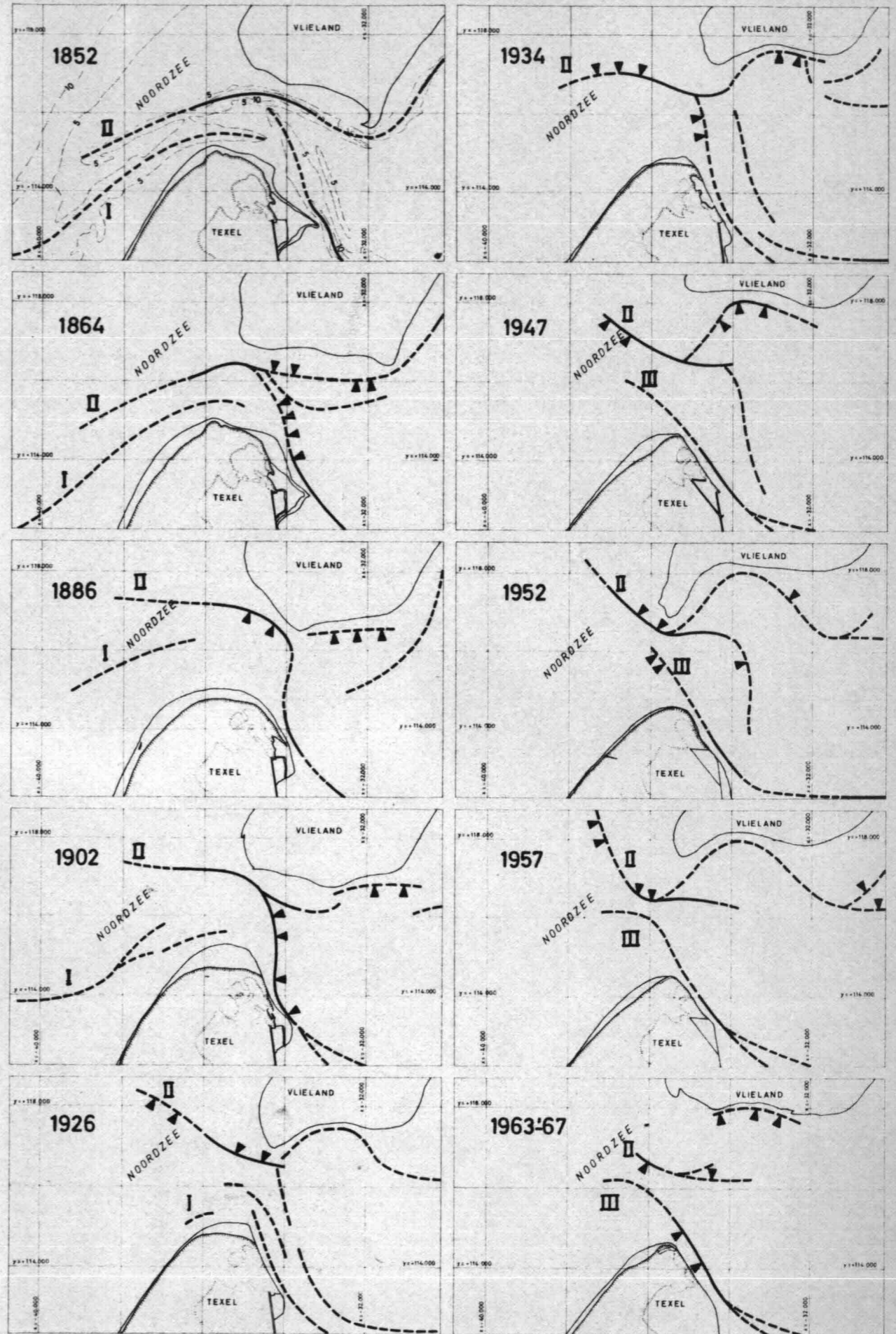
copie lit. (1) - bijl. 6 B

Technische Hogeschool Delft  
afd. Civiele Techniek  
vakgroep Kustwaterbouwkunde

Gezien Acc.

*[Handwritten initials]*

A6



HET EYERLANDSE GAT : GEULBEWEGING

Bibliotheek  
afd. Civiele Techniek T.H.  
Stevinweg 1. - Delft.





36 bilagen.







**Verwijderd uit catalogus**

**TU Delft Library**