

archiefexemplaar

DE MORFOLOGISCHE ONTWIKKELING
IN DE OOSTERSCHELDE EN HET AAN-
GRENZENDE KUSTGEBIED NA AANLEG
VAN EEN STORMVLOEDKERING IN DE
MOND.

Nota W- 76.013

K.75.M.209.D

VRAAG GESTELD DOOR: Projectgroep Oosterschelde
VAN:
TE:

MONDELING
~~TELEFONISCH~~ AAN: sektie K.
BIJ SCHRIJVEN NR.:

VRAAG: De Morfologische Ontwikkeling in de Oosterschelde en het aangrenzende kustgebied na aanleg van een stormvloedkering in de mond.

REDEN:

BIJLAGEN: 1 t/m 12.

zie bijlagenlijst
blz. 18

GEZ. EN ACC.

AANGEBODEN BIJ SCHR.NR.:

~~MET~~
ZONDER OPMERKINGEN VAN HET HOOFD VAN DE
WATERLOOPKUNDIGE AFDELING

ANTWOORD:

1. Inleiding

Na de afsluiting van de Oosterschelde door middel van een stormvloedkering zal de hydrografische situatie in het Oosterscheldebekken en in het aangrenzende kustgebied gaan veranderen als gevolg van een wijziging in het getijregiem en door het wegvallen van hoge stormvloed met de daarmee gepaard gaande golfbeweging in het Oosterscheldebekken.

Deze wijzigingen zullen als gevolg hebben dat veranderingen in het huidige erosie- en sedimentatieproces gaan optreden. In het Oosterscheldebekken tot in de mond overheerst thans de erosie de sedimentatie, terwijl verder zeewaarts een verdere uitbouw van de onderwaterdelta plaatsvindt, met andere woorden hier overheerst de sedimentatie. Bij verandering van de hydraulische toestand, als gevolg van een verkleining van het doorstroomprofiel in de mond van de Oosterschelde, kan mogelijk het erosieve karakter van het Oosterscheldebekken omslaan in een sedimentatief karakter, terwijl in het buitengebied erosie zou kunnen gaan overheersen. Teneinde hier meer inzicht in te verkrijgen wordt een hydrografisch onderzoek verricht. Eerst wordt de morfologische ontwikkeling van de Oosterschelde en het buitengebied gedurende de afgelopen eeuw nagegaan. Deze ontwikkeling is grotendeels bepaald door de in die tijd opgetreden veranderingen in de hydraulische toestand, welke o.a. veroorzaakt werden door de volgende werken: doorgraving Amer-Bergsche Maas (1904), verruiming Nieuwe Merwede (1920-1930), aanleg Hellegatdam (1931), op de meeste rivieren baggerwerken ten behoeve van de scheepvaart,

Grevelingenafsluiting (1962-1964), afsluiting Volkerak (1969), afsluiting Haringvliet (1970) en afsluiting Brouwershavense Gat (1971).

Aan de hand van deze studie en met behulp van prognoses over de veranderingen in de hydraulische toestand, zal getracht worden een prognose te geven over de toekomstige evenwichtssituatie. Voorts zal getracht worden het tijdsverloop tot het bereiken van de toekomstige evenwichtssituatie te voorspellen, waartoe tevens een onderzoek verricht dient te worden naar de sedimentbeweging, welke niet alleen afhankelijk is van de hydraulische factoren, maar tevens van de bodemsamenstelling in het beïnvloede gebied en van de sedimenteigenschappen.

In deze nota zal een overzicht worden gegeven van de morfologische ontwikkeling van het geulen- en bankenstelsel van de Oosterschelde gedurende de laatste eeuw (paragraaf 2), van de oevers (paragraaf 3) en van het buitengebied (paragraaf 4) en vervolgens een voorlopige prognose van de toekomstige evenwichtssituatie na afsluiting van de Oosterschelde door middel van een stormvloedkering, waarbij een gereduceerd getij op het Oosterscheldebekken wordt gehandhaafd (paragraaf 5). In paragraaf 6 zal een overzicht worden gegeven over de opzet en de doelstelling van het verdere onderzoek, dat thans wordt voorbereid, teneinde een meer gedetailleerde toekomstverwachting, met name qua tijdsverloop, te kunnen geven.

Daar bij dit onderzoek nog een groot aantal natuurmetingen verricht dienen te worden, zal deze studie eerst over een aantal jaren kunnen worden afgerond. In paragraaf 7 volgen tenslotte enige conclusies.

Deze nota is tot stand gekomen in samenwerking tussen de Waterloopkundige Afdeling en de studiedienst Vlissingen.

2. De ontwikkeling van het geulen- en bankenstelsel in de Oosterschelde en in de mond van de Oosterschelde gedurende de periode 1870-1975.

De morfologische ontwikkeling gedurende de laatste eeuw heeft duidelijk in het teken gestaan van een toename van het getijvolume in de mond van de Oosterschelde.

De vergroting van het getijvolume zal in hoofdzaak ontstaan zijn door de voortdurende kunstmatige verruiming van het binnenwaarts gelegen bekken Krammer-Volkerak-Hellegat-Hollandsch Diep-Nieuwe Merwede-Amer-Biesbosch) o.a. door de volgende werken: doorgraving Amer-Bergsche Maas (1904); verruiming Nieuwe Merwede (1920-1930), aanleg Hellegatdam (1931); op de meeste rivieren baggerwerken ten behoeve van de scheepvaart; Grevelingenafsluiting 1962 (zuid) en 1964 (noord).

Het getij drong door deze werken steeds verder door naar boven, hetgeen geleid heeft tot vergroting van het getijvolume in de mond van de Oosterschelde. Alle uitgevoerde werken hadden daarbij een aandeel in dit effect.

De in de afgelopen eeuw als gevolg van de toename van het getijvolume opgetreden veranderingen in het hydrografisch patroon van geulen en banken zal thans worden toegelicht aan de hand van een aantal figuren. De bijlagen 1 t/m 3 geven de hydrografische situatie weer van de mond van de Oosterschelde tot aan het Keeten respectievelijk voor de jaren 1827, 1860, 1872, 1886, 1899, 1912, 1933 en 1953, 1968 en 1970.

De bijlagen 4 t/m 9 geven een beeld van de ontwikkeling van het geulen- en bankenstelsel, waarbij de volgende verschijnselen kunnen worden opgemerkt.

De beide grote stroomgeulen Westgat (Hammen) en Roompot zijn ter hoogte van de mond op een afstand van ca. 5 km zeewaarts van het huidige damtracé in het algemeen niet in aanzienlijke mate in ligging veranderd gedurende de laatste eeuw (zie bijlage 5).

Waar de toenemende getijstroom meer naar binnen toe de ruimte had tot verplaatsing van de geul in de richting van de oevers, zijn echter wel verplaatsingen opgetreden, waarbij tevens sterke verdiepingen van de geulen plaats vonden; er ontstond tussen de beide hoofdgeulen Roompot

en Westgat in een breder bankengebied met hoger gelegen banken, zie o.a. bijlage 4.

In de eigenlijke Oosterschelde zijn op verschillende plaatsen eveneens sterke verplaatsingen van de geulen naar de oevers toe waargenomen over de perioden 1872-1885-1933-1947-1953 (zie de bijlagen 5 en 9).

Een vloodschaar van het Westgat vertoonde in ca. 1870 een ruime verbinding met een ebschaar uit de zuidelijk gelegen Roompot (langs de Noord-Bevelandse oever).

In ca. 1885 bereikte deze "Geul" haar grootste capaciteit (zie bijlage 6).

Na ca. 1900 is de "Geul" in capaciteit gaan afnemen en is een meer naar binnen gelegen verbinding tussen de beide hoofdgeulen het Westgat en de Roompot tot stand gekomen, nl. de Schaar van Roggenplaat (zie bijlage 7).

De Schaar van Roggenplaat nam de functie van verbindingsgeul (tussen Westgat en Roompot) snel over toen een vloodschaar vanuit het Westgat zich ging verenigen met een ebschaar vanuit de noordelijk gelegen Roompot (richting Zierikzee → Keeten). Rond 1974 kan men deze geul een indifferente geul noemen, waarbij het oorspronkelijk karakter van een afzonderlijke vloed- en ebschaar is verdwenen (zie bijlage 8).

Deze gewijzigde ligging van de verbindingsgeul tussen de beide hoofdgeulen Westgat en Roompot is een van de meest essentiële veranderingen in het geulen- en bankenstelsel van de Oosterschelde en haar mondingsgebied gedurende de periode 1872-1968. De toegenomen vloedstroom van zee uit zocht blijkbaar een kortere weg naar het kombergingsgebied van de Oosterschelde en het Keeten-Mastgat-Zijpe-Krammer-Volkerak-Hellegat, dat voor het grootste deel door Oosterschelde-water gevuld werd en voor een veel kleiner deel vanuit het Haringvliet; de toegenomen ebstroom vanuit het Keeten zocht daarbij eveneens een kortere weg naar zee.

Van 1872-1933 is het gemiddelde profieloppervlak in de mond met ca. 9% toegenomen en van 1933-1968 nog eens met ca. 7% (resp. gemiddeld ca. $\frac{1}{7}$ % per jaar en ca. $\frac{1}{5}$ % per jaar).

Deze profieltoename is tot uitdrukking gekomen in de vorm van geulverdieping. Dit moet veroorzaakt zijn door een ongeveer even sterk toegenomen getijvolume in de mond, maar deze toename kan helaas niet met exacte cijfers bevestigd worden m.b.v. afvoermetingen gedurende de periode 1872-1933. Volgens de wel bekende afvoermetingen van 1933 en 1959 is over deze periode de toename van het getijvolume vrijwel even groot als die van het profiel.

De toegenomen komberging van het trajekt Krammer-Volkerak-Hellegat etc. is ook waarneembaar aan de zeer sterke verdieping van het riviertrajekt Keeten-Mastgat-Zijpe (na 1930 nog sterker dan daarvoor); door dit smalle riviertrajekt moest steeds meer water naar boven toe worden gevoerd en met de ebstroom weer naar zee worden teruggevoerd.

De afsluiting van het Volkerak (april 1969) vergrootte het getijvolume in de mond van de Oosterschelde nog eens met ca. 8%. Van 1969-1972 reageerde de bodem tussen de mond en Zierikzee hierop met een gemiddelde profieltoename van ca. 2%. Dit proces kan nog voortduren tot ca. 1978, indien als aanpassingstijd voor het te bereiken nieuwe evenwichtsprofiel aan een periode van ca. 9-10 jaar wordt gedacht. De ervaring heeft geleerd dat de aanpassing in de mond het snelst gaat (ca. 6-7 jaar). Zie bijv. de mond van het Brielsche Gat en de mond van het Veersche Gat. Een van de laatste ontwikkelingen in het bekken van de Oosterschelde betreft de samensmelting van de vloodschaar van de Roompot ten zuiden van Neeltje Jansplaat met de ebschaar "Schaar van Vuilbaard" (zie bijlage 13).

Deze ebschaar is sinds 1960 in capaciteit toegenomen, vermoedelijk als gevolg van de afsluiting van het Veersche Gat in 1961. De afsluiting van het Volkerak in 1969 en de afsluiting van de Geul hebben dit proces aanzienlijk versneld.

3. De ontwikkeling van de aangrenzende oevers.

Nu zal in het kort de ontwikkeling van de aangrenzende oevers worden behandeld waarbij het beschouwde gebied beperkt is tot het eigenlijke Oosterscheldebekken, dus met uitzondering van de oevers van het Mastgat, Zijpe, Krammer en Volkerak. Naast gebruik van de hydrografische opnamen is daarvoor geput uit de gegevens van de oeverlodingen, die jaarlijks door de aangrenzende waterschappen worden verricht langs de oevers van de Oosterschelde, welke als volgt kunnen worden ingedeeld.

- 1 De noord- en oostkust van Noord-Beveland.
- 2 De noordkust van Zuid-Beveland.
- 3 De zuidkust van Tholen.
- 4 De zuidkust van Schouwen-Duiveland.

ad. 1 De noord- en oostkust van Noord-Beveland.

De ondergrond van de noord- en de zuidoostkust van Noord-Beveland is voor het merendeel opgebouwd uit jong zeezand waarvan de basis reikt tot N.A.P. -ong. 30 m en plaatselijk tot N.A.P. -40 m. Ongeveer 2 km ten westen van Colijnsplaat bevindt zich over ruim 1,5 km het restant van een z.g. oude kern.

De ontwikkeling van bovengenoemd oevervak kan voor de laatste decennia in het kort als volgt worden samengevat.

De situatie langs de noordkust van Noord-Beveland was in 1951 van dien aard dat over het algemeen van een zeker evenwicht kon worden gesproken. Langs de zuidoostelijke oever van Noord-Beveland was de stroomaanval nog zwaar; vooral de Leendert Abrahampolder had het zwaar te verduren.

Na 1951 is de situatie, wat betreft de topografie, aanzienlijk gewijzigd. Een viertal havens werden aangelegd (veerhaven Kats, Vissershaven Colijnsplaat en de werkhavens a/d Sophiapolder en aan de Jacobapolder). De oeververdediging op het gedeelte tussen de Jacobapolder en de Nieuw Noord-Bevelandpolder werd aanmerkelijk uitgebreid. Aan de zuidoostkust traden aan de Leendert Abrahampolder na 1951 een viertal grote zettingsvloeiingen op. Als gevolg van de zware stroomaanval werd de oeververdediging daar in de periode 1951 - 1965 uitgebreid tot een aaneengesloten verdediging.

ad. 2 De noordkust van Zuid-Beveland.

Dit oevervak is te onderscheiden in het gedeelte dat ligt tussen de mond van de Zandkreek en Kattendijke, grotendeels opgebouwd uit jong zeezand, en het gebied ten oosten van Kattendijke dat merendeels uit z.g. oude kerngronden is samengesteld. Bovendien is op laatstgenoemd gedeelte ten oosten van Yerseke een enkele km breed voorland aanwezig, bekend als het verdronken land van Zuid-Beveland (grotendeels bestemd als visserijpercelen) zodat oeverbescherming daar niet aan de orde is.

De ontwikkeling in de laatste decennia is voor het oevervak tussen de Zandkreek en Yerseke vrij gunstig verlopen. Als uitzondering daarop kan genoemd worden het periodiek optreden van een plaatval ongeveer ten noordwesten van het Goese Sas. Vanaf 1922 traden daar nl. om de 11 à 13 jaar zandverplaatsingen van enige miljoenen m³ op, te weten in 1922, 1934, 1945 en 1958. Het kon daarbij gebeuren dat de ongeveer 52 m diepe trog even ten noordwesten van het Goese Sas binnen korte tijd met ca 20 m was verondiept. De jongste plaatval werd in juli 1973 geconstateerd; de geul verondiepte toen plaatselijk van ong. 52 m naar 38 m onder N.A.P.

ad. 3 De zuidkust van Tholen.

De zuidkust van Tholen bestaat in feite uit twee gedeelten nl. het gebied ten oosten van de afgedamde Pluimpot bij Gorishoek dat merendeels uit samenhangende gronden is opgebouwd maar waar de hoofdgeul dicht langs de hoofdwaterkering stroomt en het gebied ten noordwesten van de Pluimpot waar echter de hoofdgeul van de waterkering is gescheiden door een zeer breed voorland -de slikken van de Dortsman-.

Na 1951 zijn enkele wijzigingen in de topografische situatie ontstaan door afdamming van de Pluimpot in 1957 en door aanleg van de Schelde-Rijnverbinding achterin de Oosterschelde.

Ten oosten van Gorishoek zijn plaatselijk oeververdedigingen aangebracht terwijl aan de Nol van Gorishoek een vrij uitgebreide verdediging ligt, verband houdend met in de loop der jaren opgetreden oevervallen in de mond van de Pluimpot. Sinds in 1946 en 1951 ten westen van die nol een tweetal zettingsvloeiingen hebben plaats gevonden zijn daar echter geen erosieverschijnselen van betekenis meer geconstateerd.

Voor de overige zuidkust van Tholen is de ontwikkeling tot heden rustig verlopen echter met enige wisseling in voor- en achteruitgang langs de oever van de Schakerloopolder.

ad. 4 De zuidkust van Schouwen-Duiveland.

Vrijwel de gehele zuidkust van Schouwen is opgebouwd uit z.g. oude kerngronden, die plaatselijk kleine insnijdingen vertonen in het Hollandveen en soms doordringen in de oude wadklei zoals bij de havenmond van Zierikzee en van Schelphoek.

De grootste verandering, die na 1951 aan de zuidkust van Schouwen plaats vond, was wel de aanleg van de ringdijk bij Schelphoek om de gevolgen van de bij de stormvloed van 1953 ontstane dijkdoorbraak van Schelphoek ongedaan te maken.

De oever wordt in het westelijk gedeelte aangestroomd door de Hammen, één der hoofdgeulen in de Oosterschelde, die bij het haventje van Kerkwerpe de oever in zuidelijke richting verlaat. Langs de Schouwse oever stroomt verder tot de havenmond van Zierikzee een nevengeul, die door het Nunnenplaatje van de hoofdgeul is gescheiden.

Vooraf op het westelijk oevergedeelte is in de loop der tijd een aantal ontgrondingskuilen ontstaan, waarvan de diepte varieert tussen de 30 m en 55 m onder N.A.P. Over het algemeen is de ontwikkeling van het geulstelsel de laatste decennia vrij evenwichtig verlopen.

Bij de Punt van Westenschouwen liggen de oeverwerken dik onder het zand. Direct ten westen van Schelphoek bestaat de neiging tot afname van het oevertalud; overigens is daar nog voldoende voorland aanwezig.

Ten oosten van Schelphoek is het evenwicht in 1974 verstoord door het optreden van een "dijkval" aan de Weversinlaag.

Langs het district Borrendamme varieert de geuldiepte tussen 10 m en 30 m onder N.A.P. en eindigt voor de havenmond van Zierikzee in een ca 55 m diepe trog. De diepte van deze trog varieert als gevolg van het optreden van enkele plaatvallen langs het Nunnenplaatje en langs de noordoostzijde van de zandplaat "Vuilbaard".

Ten oosten van de havenmond van Zierikzee ligt de oever van het district Zuidhoek waarvan alleen een vooruitstekend punt -de Plaatdijk- van oeververdediging is voorzien. De langsstromende geul is daar ruim

35 m diep. Op het onverdedigde gedeelte waarlangs een nevengeul stroomt blijven de oeverwaluds stabiel en vertonen de laatste decennia geen aanzanding noch verdieping.

Tussen de Zuidhoek bij Zierikzee en de Zuidbout bij Ouwerkerk ligt een onverdedigde oever met een breed voorland dat weinig of niets te verduren heeft van de langsstromende geul, die daar betrekkelijk ondiep is.

4. De morfologische ontwikkeling van het kustgebied.

Het sedert 1872 uit de Oosterschelde geërodeerde materiaal (zie paragraaf 2) is grotendeels afgezet op de onderwaterdelta voor de mond, zodat sedert 1872 een toenemende aangroei van de onderwaterdelta heeft plaats gevonden (zie bijlage 10). Deze toenemende aangroei verliep parallel aan een versterkte uitschuring van de Oosterschelde na 1933.

Volgens bijlage 11 verandert het gedrag van de onderwaterdelta sedert 1966. In deze grafiek is de gehele onderwaterdelta van Goeree tot Walcheren beschouwd. Deze verandering in tendens zal dan ook mogelijk te verklaren zijn uit de afsluiting van de zeegaten Brouwershavense Gat en Haringvliet. Voor de mond van de Oosterschelde heeft de aanzanding zich nog wel doorgezet maar is sedert 1966 betrekkelijk gering. Het gebied onmiddellijk zeewaarts van de mond van de Oosterschelde heeft sedert 1872 aan erosie blootgestaan (zie bijlage 10). Hier is rond 1960 een verandering opgetreden, waarbij de afsluiting van het Veerse Gat mogelijk een rol heeft gespeeld. Door het wegvallen van de getijbeweging door het Veerse Gat (1961) is er in het gebied ten noordwesten van de huidige Veerse Gatdam een ander zandtransportpatroon ontstaan, waarbij een deel van het uit de Oosterschelde met de ebstroom meegevoerde zand minder ver zeewaarts werd afgezet dan voorheen. De aanzanding in dit gebied heeft zich praktisch geheel afgespeeld in de periode tot 1966, waarna stabilisatie is ingetreden.

Recentelijk is er een verbinding tot stand gekomen tussen de ebschaar van de Roompot en het Westgat. Gezien de ontwikkeling van de dieptelijnen van 125 dm-NAP tussen 1968 en 1974 (op bijlage 14) schijnt deze doorbraak door de ebstroom via de ebschaar van de Roompot tot stand te zijn gekomen.

Hierbij dient te worden opgemerkt dat reeds sinds 1860, het begin van de meer nauwkeurige hydrografische opnamen, de ebschaar van de Roompot hier de neiging had tot uitschuren in noordelijke richting (bijlage 6).

5. Prognose van de ontwikkeling van het profiel in de Oosterschelde en mondingsgebied na afsluiting door middel van een stormvloedkering, waarbij het getijvolume in de mond gereduceerd wordt.

5.1. De prognose, die hieronder gegeven wordt is gebaseerd op de kennis opgedaan bij de historische ontwikkeling van het profiel van de Oosterschelde en haar mondingsgebied gedurende de periode 1872-1975. Bij deze prognose worden de te verwachten morfologische veranderingen afhankelijk gesteld van de reductie van het getijvolume, evenredig verdeeld over de grote stroomgeulen. De veranderingen in het hydraulische patroon welke eveneens als gevolg van de afsluiting zullen gaan optreden, zijn thans nog onvoldoende onderzocht. Met behulp van het één-dimensionale getijmodel IMPLIC, kan de verandering van de debieten bepaald worden, zodat een algemene tendens van de hydrografische wijzigingen kan worden gegeven.

De morfologische veranderingen in de omgeving van de stormvloedkering worden geheel bepaald door de vorm en de aard van de doorstroomopeningen, die eveneens de grootte van het beïnvloede gebied bepalen. Bij de z.g. "brievenbus" doorstroomopening ontstaat een zeer sterke oppervlaktestroom, welke in mindere mate consequenties heeft voor de bodem, maar mogelijk in sterke mate voor de oeververdediging in de omgeving.

Bij de z.g. verticale spleetopening ontstaat een duidelijk gerichte stroom, die zich door zijn hoge snelheid slechts langzaam zal verbreden met als gevolg een slechts geringe afname van de snelheid.

Hierdoor kunnen aanzienlijke verdiepingen van de bodem optreden ter plaatse van deze stroom. Ook zal de invloedssfeer tot ver na de dam merkbaar zijn. Is de stroom enigszins op de oevers gericht, dan kan dit tot zware aanval van de oeververdedigingen leiden. In dit verband zal ook de mogelijkheid moeten worden onderzocht van instabiliteit van het stroombeeld en van meanderen van de stroomgeulen.

Bij een gelijkmatige spreiding van de doorstroomopeningen zal het gebied dat door de stroomversnellingen en vertragingen tengevolge van de profielvernauwing wordt beïnvloed waarschijnlijk het kleinst zijn en zullen morfologische consequenties eveneens relatief gering zijn. Bij de hierna volgende prognoses is het gebied in de omgeving van de stormvloedkering verder buiten beschouwing gelaten.

De morfologische ontwikkeling gedurende de laatste eeuw heeft duidelijk in het teken gestaan van een toename van het getijvolume in de mond van de Oosterschelde. In het algemeen past het profieloppervlak zich aan bij het getijvolume. Dit streven van het bekken naar een bepaald evenwicht, kan uitgedrukt worden in een relatie tussen de oppervlakte van het doorstroomprofiel en het hierdoor trekkende getijvolume (zie bijlage 5). Voor de zeearmen in het Deltagebied geldt dat het quotiënt van het getijvolume en het profieloppervlak nagenoeg constant is. Dit betekent dat bij een stormvloedkering met $A = 10.000 \text{ m}^2$ (gemiddeld getijverschil ca. 2,30 m te Yerseke) of $A = 20.000 \text{ m}^2$ (gemiddeld getijverschil ongeveer 2,90 m te Yerseke) waarbij het getijvolume met ca. 45 % resp. 30 % gereduceerd wordt, het bekken zal streven naar een verondieping, zodanig dat het profieloppervlak in dezelfde mate verkleind wordt. Indien men zou aannemen dat de breedte der geulen niet verandert, zou de diepte der geulen met 45 % resp. 30 % afnemen. Een dergelijke verondieping zal zeker vele decennia, mogelijk zelfs enige eeuwen in beslag nemen. Uit IMPLIC berekeningen met verondiepte geulen blijkt dat de getijvolumina en waterhoogten van dit verondiegingsproces nauwelijks invloed zullen ondervinden, de snelheden zullen uiteraard wel geleidelijk gaan toenemen naarmate de geulen ondieper worden.

5.2. Zandbeweging.

Tengevolge van de afname van de stroomsnelheden in de geulen van het Oosterscheldebekken zal in de bochten een afname van de spiraalstroming optreden waardoor minder of zelfs geen zand meer uit de buitenbocht naar de binnenbocht wordt getransporteerd. Het is mogelijk dat het materiaal, dat bijvoorbeeld door afkalving van de plaatranden onder onvloed van golfwerking naar de diepere delen van de geul wordt getransporteerd, niet meer door optredende spiraalstromingen teruggevoerd wordt met als gevolg een opzanding van de buitenbocht en een afname van de plaat in de binnenbocht. Als gevolg hiervan mag verwacht worden dat er een bepaalde nivellering van geulen en banken zal optreden. De kennis van de verschillende mechanismen, die een rol spelen bij het meanderproces van de geulen is thans nog te beperkt om te verwachten dat hierover enige kwantitatieve uitspraken in de nabije toekomst mogelijk zijn. Afhankelijk van de toekomstige verdeling van het getijvolume over de drie sluitgaten is het mogelijk dat er verschuivingen in de faseverschillen van het getij in de verschillende geulen optreden, waardoor er geulen zijn welke relatief meer of minder stroom gaan voeren, met als mogelijk gevolg geulverleggingen.

Tengevolge van de veranderingen in het getijregime van de kust kan mogelijk afname van de onderwaterdelta in de richting van de kust plaatsvinden, waarbij het kustwaarts gelegen deel verondiept (profielversteiling); een verschijnsel dat zich ook reeds voordoet in de mond van het Haringvliet en het Brouwershavense Gat.

Deze afname van de onderwaterdelta zal waarschijnlijk langzamer verlopen bij handhaving van een weliswaar gereduceerd getij dan bij volledig sluiting.

Bij het verder onderzoek naar deze processen zullen de resultaten van het tweedimensionaal mathematische getijmodel aanvullende gegevens kunnen verstrekken. Het materiaal dat van de onderwaterdelta wordt geërodeerd, zal deels sedimenteren in de huidige getijdegeulen voor de mond ten gevolge van de daar optredende lagere stroomsnelheden na aanleg van de stormvloedkering. Bij het opzanden van deze geulen zullen de stroomsnelheden weer gaan toenemen, waarna de sedimentatiezone zal verschuiven naar het binnengebied. Aanvankelijk zal als gevolg van het op zandingsproces in het gebied zeewaarts van de s.v.k. naar verhouding minder zand naar binnen gevoerd worden, te meer daar de ontgrondingskuil, welke aan de westzijde van de stormvloedkering zal ontstaan, bij vloed mogelijk enigszins als zandvang zal dienen voor het naar binnen gaande transport. Bij eb zal het zand weer uit deze ontgrondingskuil geërodeerd worden en verder zeewaarts worden afgezet in de geulen, hiermee het sedimentatieproces in deze geulen versnellend.

Het materiaal dat bij vloed wordt geërodeerd uit de ontgrondingskuil (enkele miljoenen m³) aan de oostzijde van de stormvloedkering zal overwegend sedimenteren in de geulen in het binnengebied.

Samenvattend kan gesteld worden, dat de zandsedimentatie in eerste instantie vooral zeewaarts van de stormvloedkering zal optreden en in de geulen ten oosten van de ontgrondingskuil aan de binnenzijde van de stormvloedkering. De sedimentatiezone zal in de loop van de tijd verder oostwaarts opschuiven.

5.3. Slibbeweging.

Onder de huidige omstandigheden wordt het slib afgezet op de rand van het bekken (schorren en slikken) terwijl er in de geulen vrijwel geen slib wordt afgezet. Na plaatsing van een stormvloedkering met compartimentering (C3) van het Oosterscheldebekken zullen de stroomsnelheden belangrijk reduceren, waardoor het slibsedimentatie patroon zich eveneens zal wijzigen.

In een groot gedeelte van het bekken zal tijdens de stroomkentering slib worden afgezet. Maar slechts op die plaatsen waar zeer rustige condities voor wat betreft de stromingen en/of de golfwerking heersen, zal het slib blijvend worden afgezet. In het algemeen bestaat het gebied waar slib sedimenteert, uit een relatief nauwe zone, terwijl zij wordt voorafgegaan en gevolgd door zones waar weinig sedimentatie optreedt. Het sedimentatiegebied in de hoofdgeulen ligt in de omgeving van de meest westelijke plaats waar de stromingsomstandigheden zodanig zijn dat daar blijvende slib sedimentatie kan optreden ("point of no scouring").

Naarmate de effectieve doorstroomopening van de stormvloedkering kleiner zal zijn, zal het gebied waar slib zal sedimenteren meer naar het Westen opschuiven, een verschijnsel dat zich vooral voordoet in het noordelijk deel van de Oosterschelde (Zijpe-Krabbegat-Mastgat-Keeten), en in mindere mate in de eigenlijke Oosterschelde (Tholense Gat). Een consequentie hiervan is dat de bestaande schorren minder sediment zullen ontvangen dan onder de huidige omstandigheden. Hierdoor, maar ook door een gewijzigd golfaanvalpatroon en door het wegvallen van hoge vloedstanden zullen deze schorren deels en mogelijk zelfs geheel verdwijnen.

Een ander gevolg van het naar het westen verschuiven van het sedimentatiegebied is het ontstaan van een groter slibconcentratieverhang indien men aanneemt dat de slibconcentratie in de mond van de Oosterschelde niet verandert. Hierdoor is het mogelijk dat het dispersie-transport groter wordt dan onder huidige omstandigheden. Naar de actuele slib transport-mechanismen zal verder onderzoek verricht worden.

5.4. Stabiliteit van de oevers.

Vergelijkt men nu de vloodsnelheden en de ebsnelheden voor de nieuwe toestand (met stormvloedkering en compartimentering C3) met die van de huidige toestand, dan blijkt dat vrijwel in het gehele Oosterscheldebekken deze snelheden beduidend afnemen, behoudens uiteraard in de doorstroomopening van het kunstwerk en in de naaste omgeving ervan. Daar het sedimenttransport exponentieel met de snelheid toeneemt mag men in het algemeen verwachten dat de aantasting van de vooroevers ten gevolge van de getijstromen beduidend zal afnemen. Ten gevolge van de eerdergenoemde faseverschillen van het getij in de verschillende geulen en als gevolg van een mogelijke aanpassing van de meanderlengte, kunnen echter goulverleggingen optreden.

Daarnaast is het mogelijk dat oevers welke aan een buitenbocht van een meander liggen minder aan erosie onderhevig zullen zijn dan onder de huidige omstandigheden. Daarbij bestaat de kans dat bij binnenbochten een sterkere oevererosie gaat optreden.

Na de aanleg van de stormvloedkering zal het getijverschil afnemen, waardoor golfaanval zich op een kleinere oeverzone zal concentreren.

Het zal duidelijk zijn dat ondanks het afnemen van de bodemaantasting ten gevolge van getijstromen door geulverleggingen en gewijzigd golfaanvalspatroon bij realisering van een stormvloedkering en bij compartimentering (C3) van het Oosterscheldebekken als gevolg daarvan mogelijk nog omvangrijke additionele bezinkingen en/of bestortingen nodig zijn. Dit geldt met name voor de bezinkingen in de omgeving van de stormvloedkering in verband met ter plaatse mogelijk optredende stroomconcentraties. De stroomsnelheden hier zijn afhankelijk van de detaillering van de constructie. Bij de verdere uitwerking van het ontwerp zal met betrekking tot dit aspect dan ook nadere studie nodig zijn. Tenslotte moeten teenbestortingen, kreukelbermen en taludverdedigingen worden aangepast in verband met het gewijzigd golfaanvalspatroon.

6. Opzet en doelstellingen verder onderzoek.

Teneinde de morfologische veranderingen in de Oosterschelde en het aangrenzend kustgebied tijdens en na de bouw van de stormvloedkering in de mond van de Oosterschelde meer gedetailleerd te kunnen voorspellen dan via de algemene prognose van de mogelijke eindtoestand, welke is gegeven in paragraaf 5, dienen de veranderingen in het hydraulisch patroon en in de sedimentbeweging en hun onderlinge relatie eveneens meer gedetailleerd bepaald te worden.

De snelheid waarmee de eindtoestand bereikt zal worden en op welke plaatsen de morfologische veranderingen zich het eerst zullen voltrekken is afhankelijk van de optredende stroomsnelheden tijdens en na uitvoering van de werken en van het aanbod van sediment uit zee.

De wijzigingen in het hydraulisch systeem kunnen beter worden nagegaan met behulp van een tweedimensionaal mathematisch model dan met behulp van een hydraulisch model (zie o.a. nota W-74.106), of met behulp van het ééndimensionale mathematische model IMPLIC.

Voor het tweedimensionaal mathematisch model zijn twee modellen opgezet: een overzichtsmodel het z.g. RD II model en een detailmodel het z.g. Scheldesmodel. Het RD II model heeft een maaswijdte van 800 m en omvat zowel de Ooster- en Westerschelde als het zeegebied tot ongeveer 30 km uit de kust (zie bijlage 13). Dit model, waarmee de interacties met het zeegebied bepaald kunnen worden, heeft als voornaamste functie het leveren van randvoorwaarden voor het Scheldesmodel met een maaswijdte van 400 m. Dit model omvat eveneens de Ooster- en Westerschelde, maar slechts een veel kleiner gedeelte van het zeegebied (zie bijlage 12). De randvoorwaarden voor deze modellen worden gevormd door waterstanden en stroomsnelheden en de daarin optredende variaties gedurende het getij. Ter bepaling van deze randvoorwaarden zijn op 3 en 4 september 1975 simultaan op een groot aantal punten gedurende tweemaal 13 uur om het halfuur stroomsnelheden met bijbehorende richting en waterstanden gemeten.

Gezien de toch nog relatief grote maaswijdten zullen de berekende waarden van de optredende stroomsnelheden tijdens en na de bouw van de stormvloedkering in gebieden met een sterk bodemrelief, dus met name in de onmiddellijke omgeving van de oevers en langs de randen van de geulen geen juist beeld geven door de grote dieptevariatiën van naast elkaar gelegen vakken. Ter bepaling van de relatieve veranderingen in het hydraulisch systeem zullen de berekeningen echter goed bruikbaar zijn. Verwacht wordt dat deze modellen medio 1976 operationeel zijn.

7. Conclusies.

1. De uitspraken in dit rapport zijn gebaseerd op de gegevens van begin 1975. Eerst met behulp van twee-dimensionale getij berekeningen (nog niet operationeel) kunnen meer bijzonderheden verwacht worden.
2. In de huidige situatie is de Oosterschelde een erosief bekken, waarvan het bodemprofiel nog niet geheel is aangepast aan de toename van de getijvolumina, welke in de laatste eeuw heeft plaats gevonden. Bij de aanpassing aan de toename van de getijvolumina zijn de geulen over het algemeen verdiept, waarbij materiaal werd afgezet op de banken in de Oosterschelde en afgevoerd naar de onderwaterdelta.
3. Na de aanleg van de stormvloedkering zal de Oosterschelde als gevolg van een reductie van de stroomsnelheden, een sedimentatiebekken worden, waarbij aanzanding en beslibbing in de geulen, en een verlaging van de platen kan optreden, dus een algeheel nivelleringsproces. Het verondiepingsproces zal vele decennia mogelijk zelfs enige eeuwen in beslag nemen. Plaatselijk zal een ophoging van de geulen in de orde van enige decimeters per jaar kunnen optreden.
4. Tengevolge van de veranderingen in het getijregime voor de kust kan mogelijk een afname van de onderwaterdelta in de richting van de kustplaats vinden. Hierbij zal het kustwaartse gedeelte aanzanden (profielversteiling). Deze zone waar zandsedimentatie plaats vindt zal in de loop van de tijd oostwaarts opschuiven.
5. In vergelijking met de huidige toestand zal de zone waar slibsedimentatie optreedt bij het compartimenteringsmodel C3 en bij effectieve doorstroomopening van resp. 30.000, 15.000 en 10.000 m² meer naar het westen verschuiven en mogelijk in kwantitatieve zin toenemen, naarmate de A kleiner wordt.
6. De slibsedimentatie manifesteert zich in een zone in de omgeving van het z.g. "point of no scouring" en vindt voornamelijk plaats in de geulen. Afhankelijk van de A kunnen met name het Mastgat, Keeten, Zijpe, Krabbegat en Tholense Gat aan belangrijke opslibbing onderhevig zijn.
7. In het algemeen zal de aantasting van de oevers als gevolg van de reductie der stroomsnelheden afnemen. Daarbij dient opgemerkt te worden dat als gevolg van de veranderingen in het hydraulisch patroon, er geulverleggingen kunnen optreden, waardoor plaatselijk een versterkte oevererosie kan plaatsvinden.

8. Waarschijnlijk zullen de huidige schorren deels of mogelijk zelfs volledig verdwijnen, mede als gevolg van een verminderd slib aanbod ter plaatse.
9. 30% verondieping als gevolg van slib- en zandsedimentatie behoort tot de reële mogelijkheden.

Vlissingen,

Den Haag,

ing. M.H. Wilderom

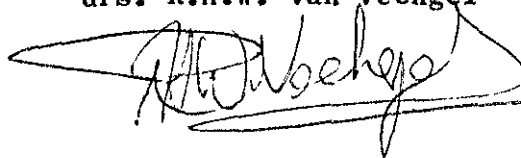
ing. Jac. Haring

b/a

ir. H. Speekenbrink

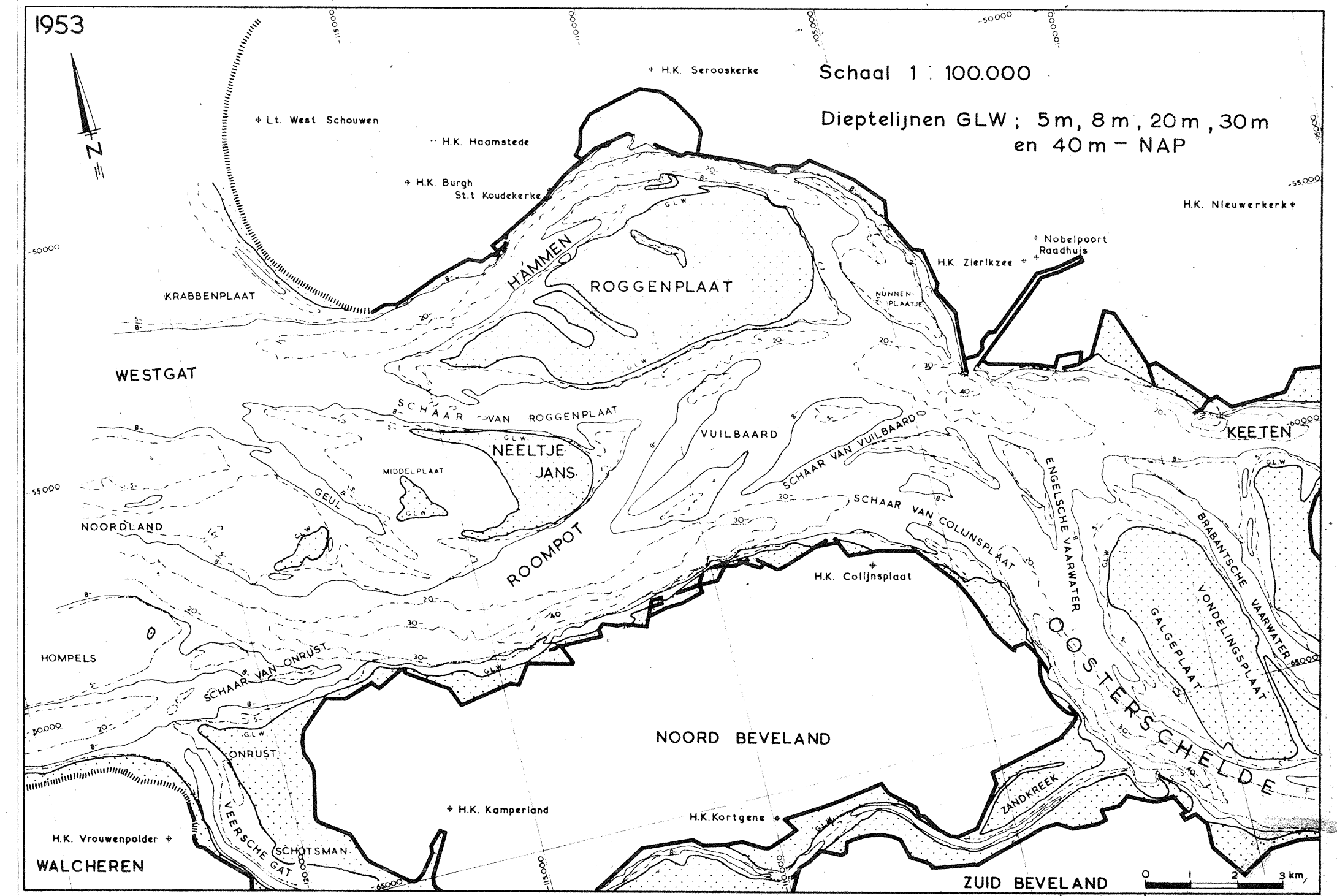
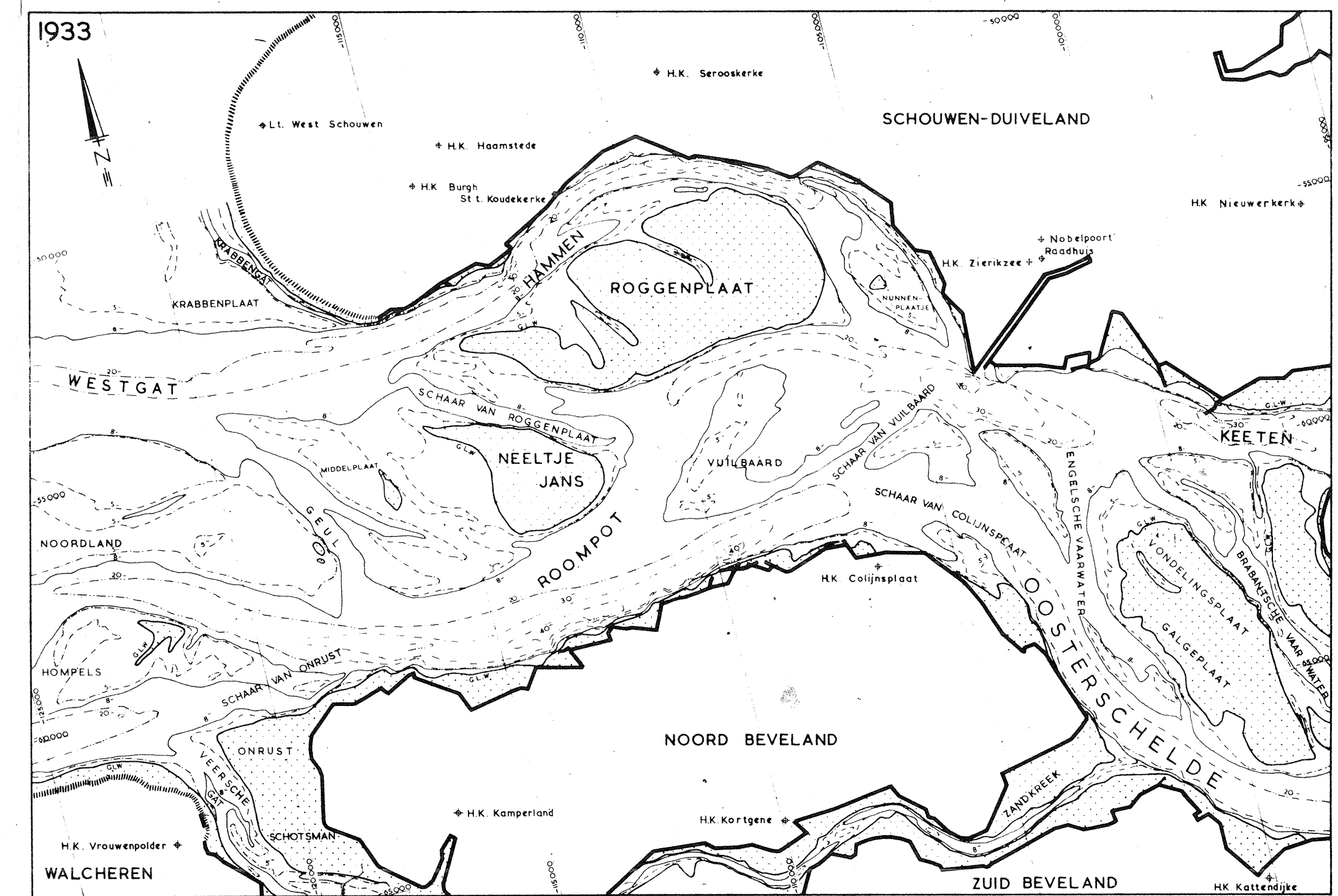
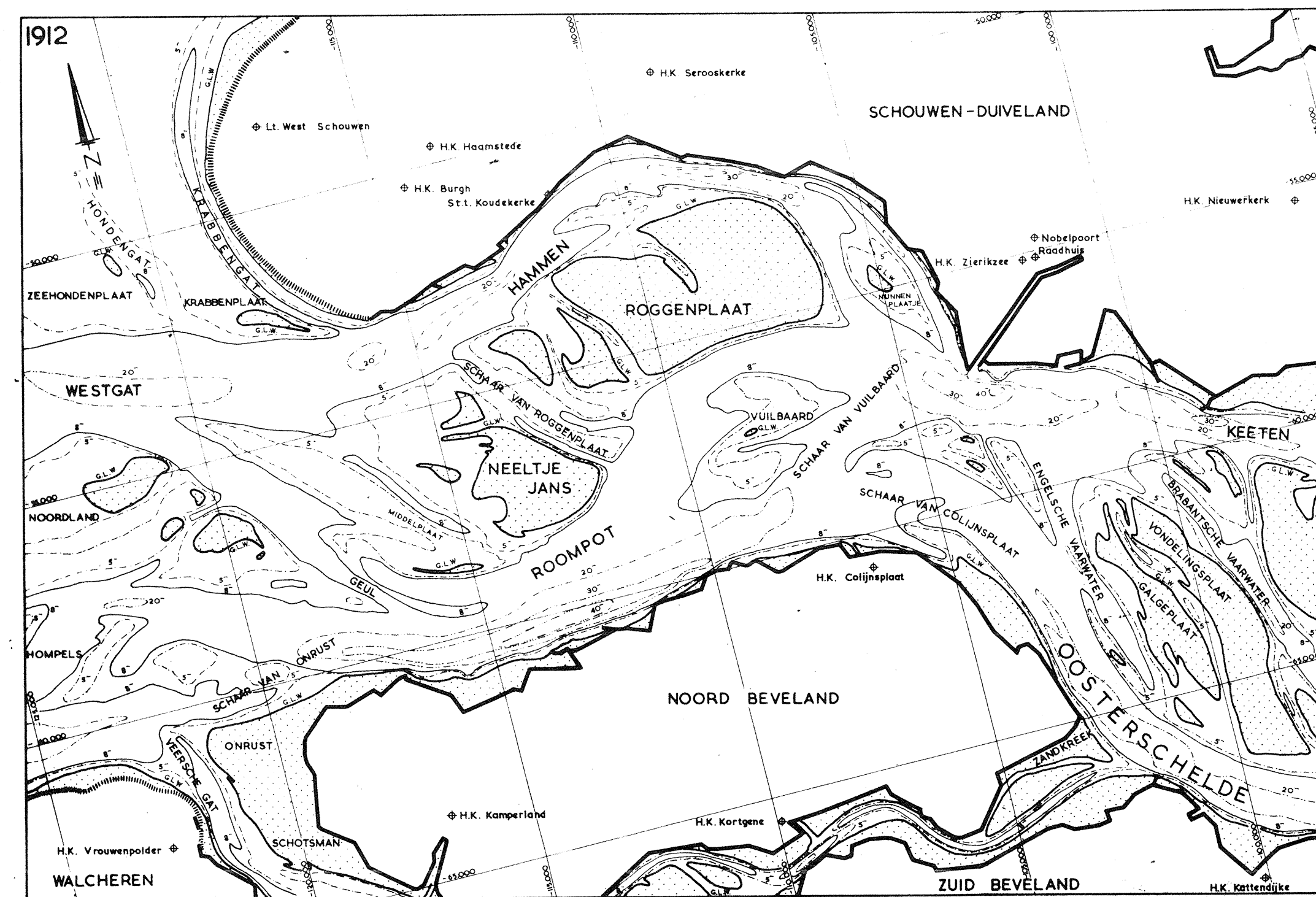
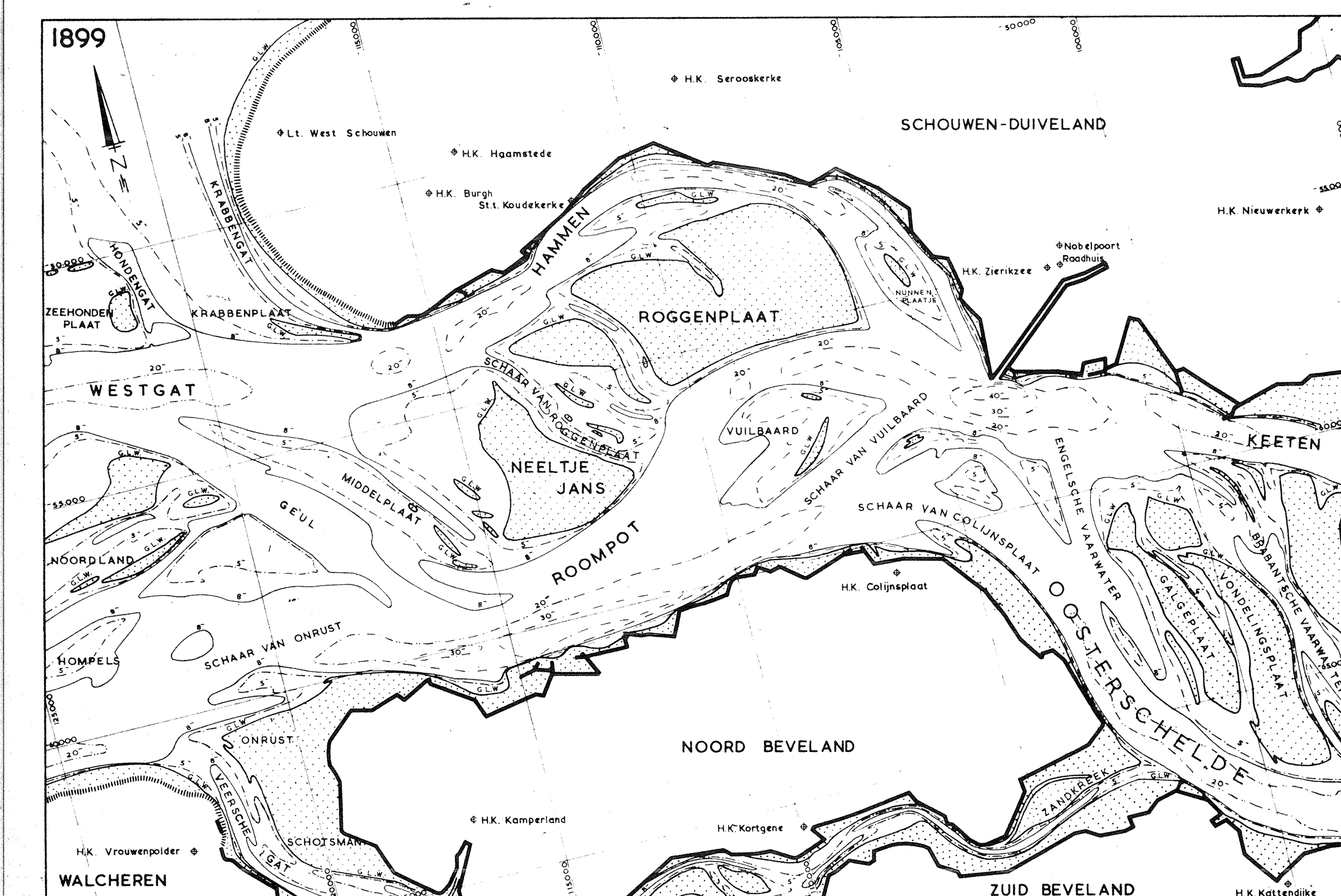
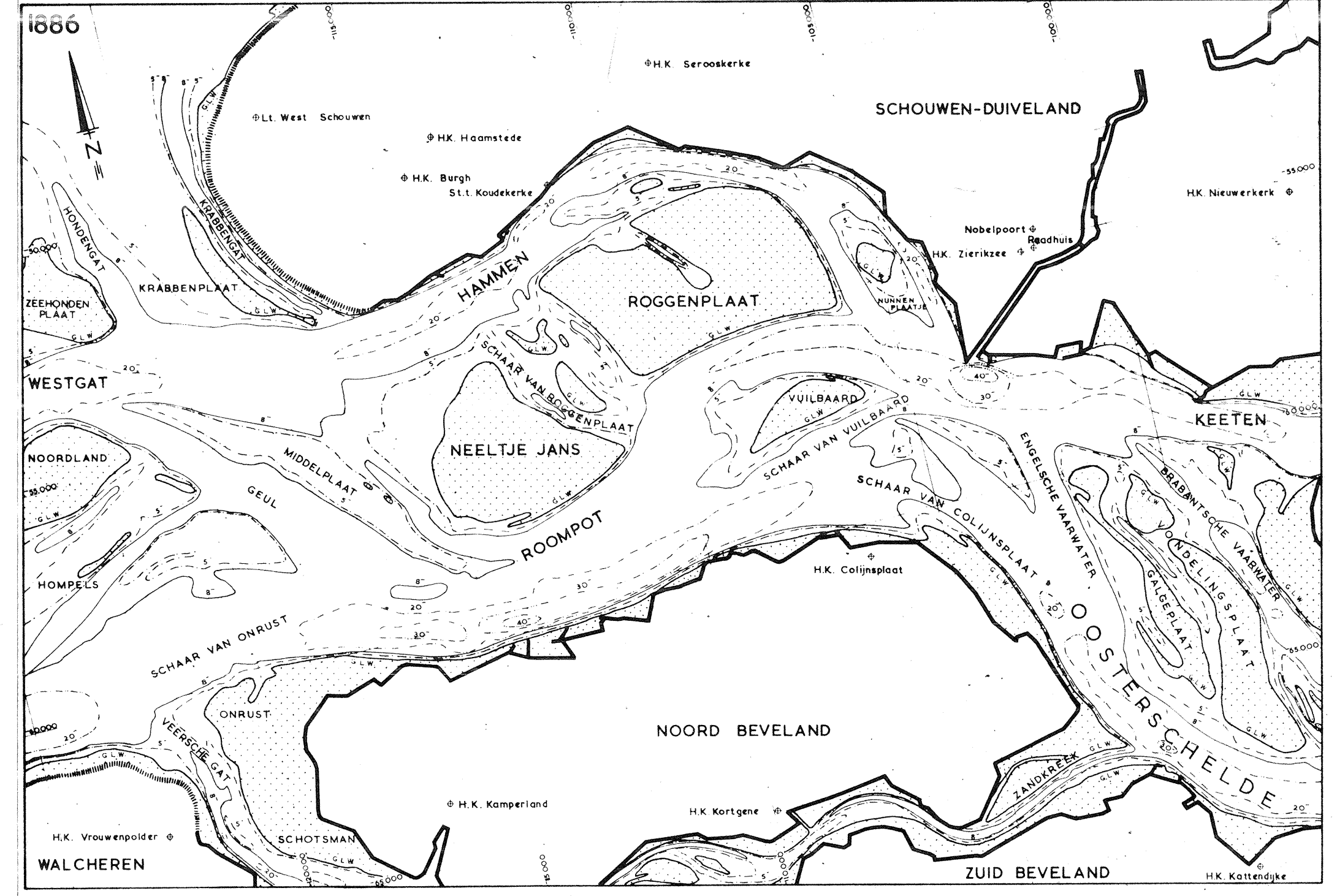
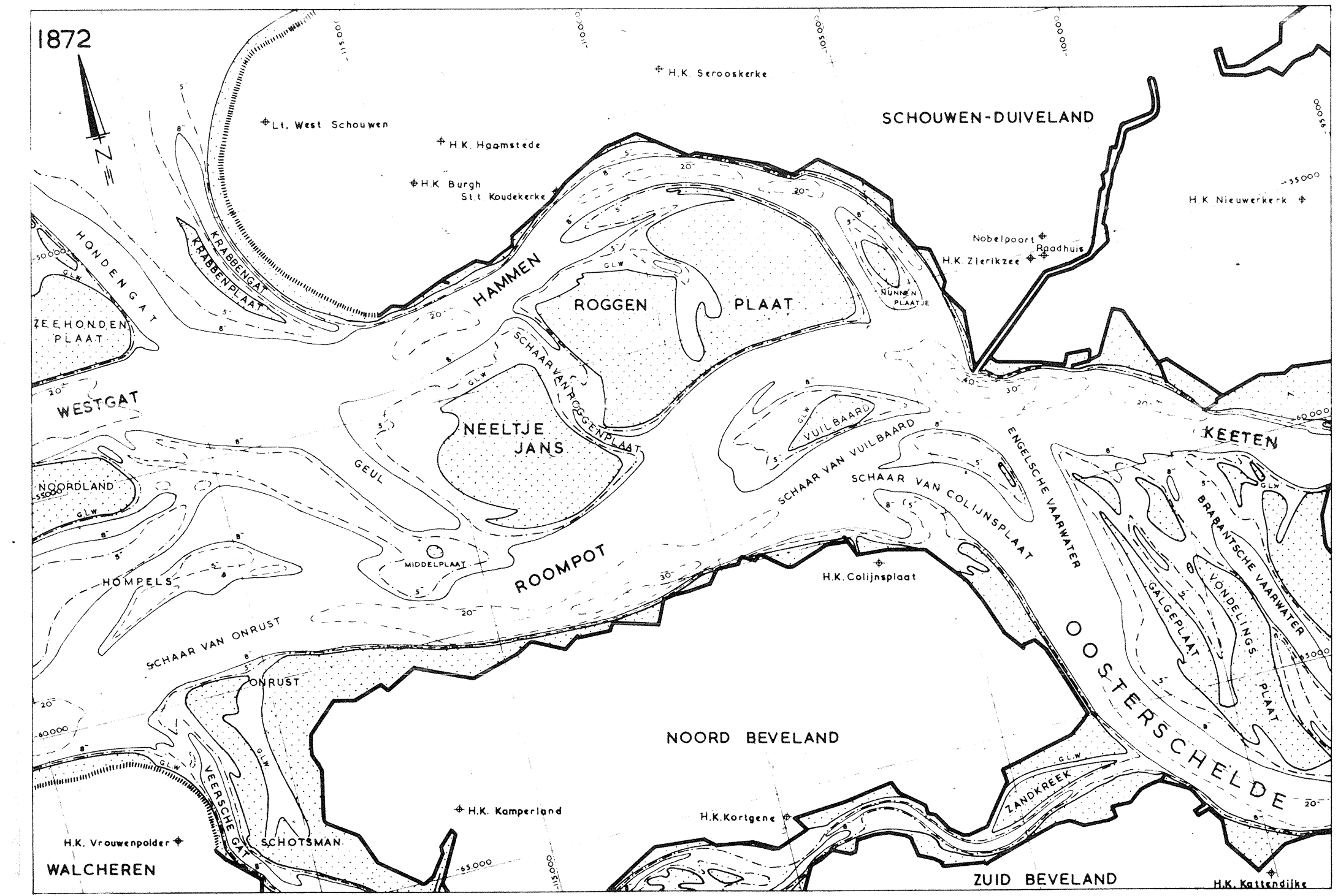
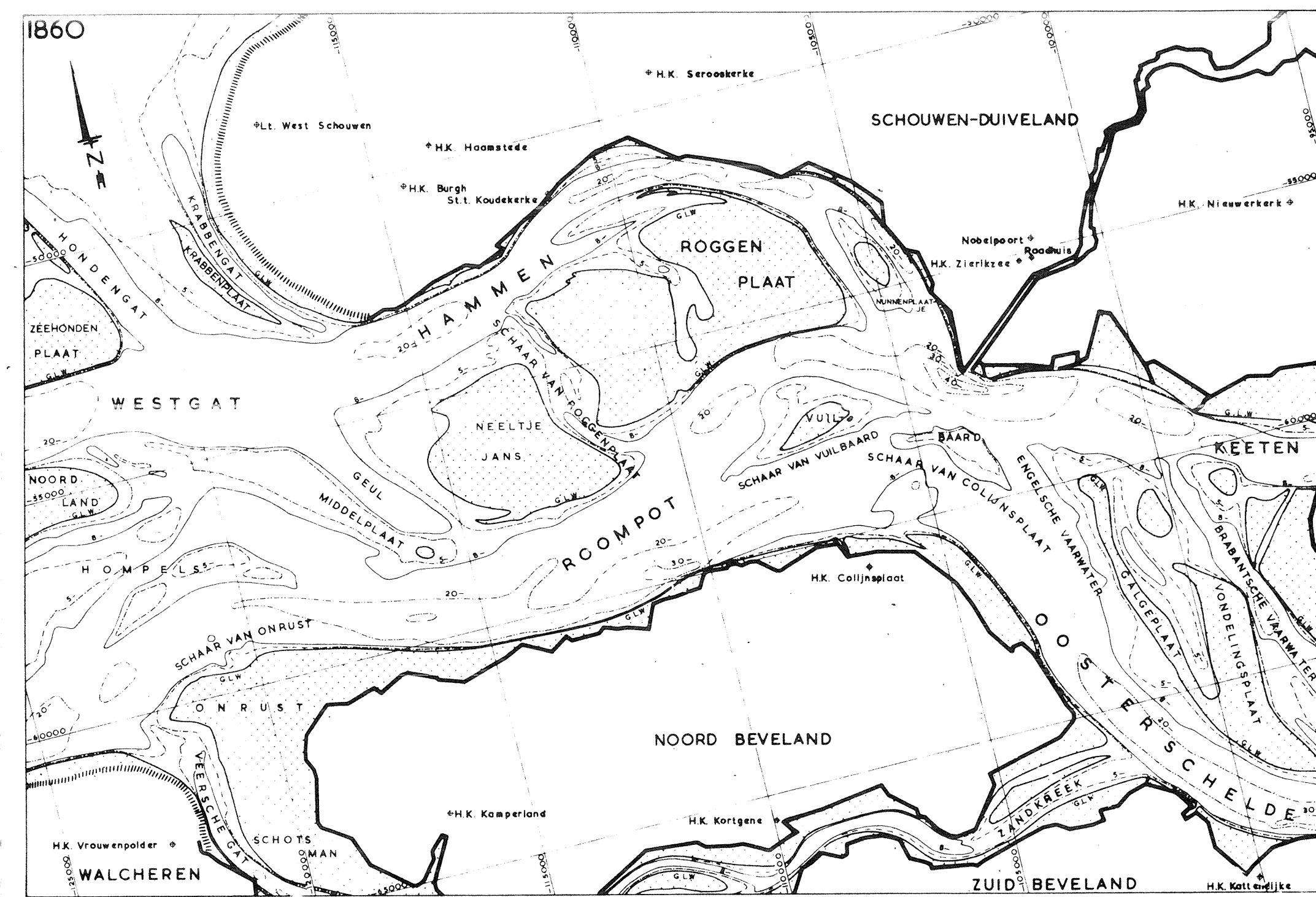
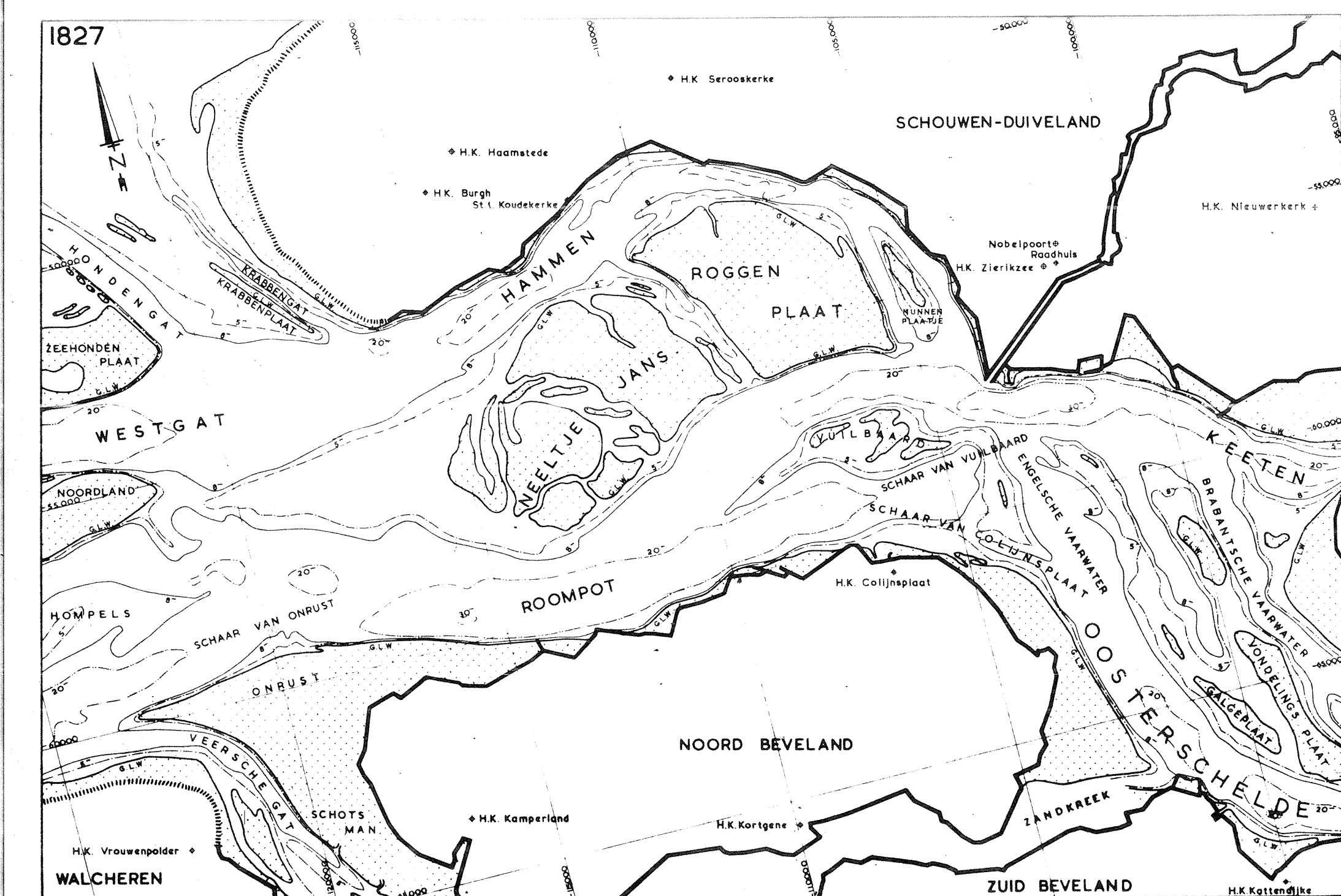
b/a

drs. R.H.W. van Vechgel

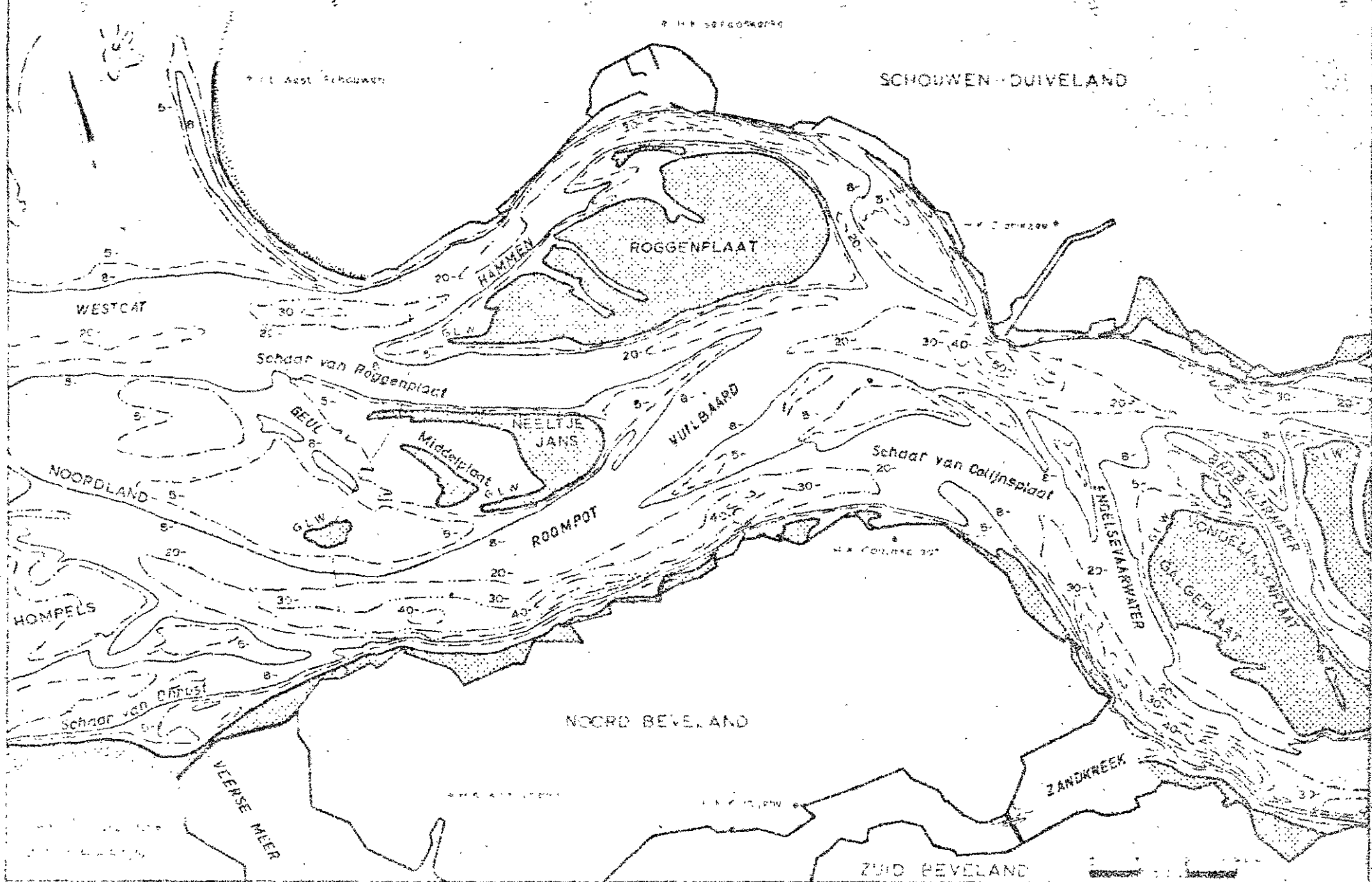


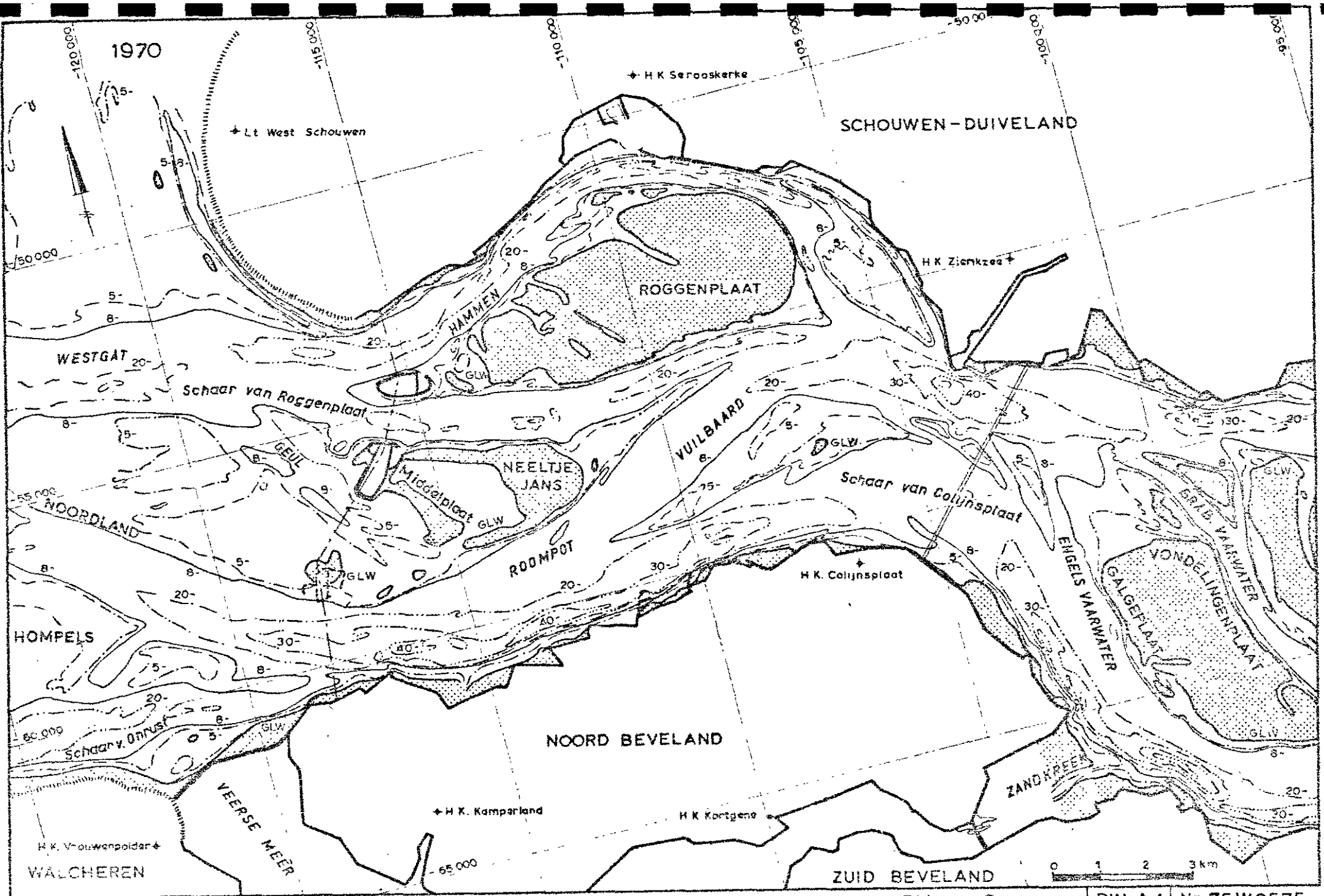
LIJST VAN BIJLAGEN

Bijlage:	Tekst:	Tek. nr:
1.	Hydrografische situatie van de mond van de Oosterschelde tot aan het Keeten voor de jaren: 1827, 1860, 1872, 1886, 1899, 1912, 1933 en 1953.	DIN A0 75.W.0573
2.	Hydrografische situatie van de mond van de Oosterschelde tot aan het Keeten voor het jaar 1968.	DIN A4 75.W.0574
3.	Hydrografische situatie van de mond van de Oosterschelde tot aan het Keeten voor het jaar 1970.	DIN A4 75.W.0575
4.	Profiel AA ₁ van de jaren 1827, 1860, 1872, 1885, 1912, 1933, 1953 en 1959.	DIN A2 75.W.0576
5.	Gegevens van de hoofdgeulen 1872-1899 en 1933-1953 in de mond van de Oosterschelde.	DIN A1 75.W.0577
6.	Mond Oosterschelde; ligging diepste punten van de geulen 1827-1959.	DIN A1 75.W.0578
7.	Eb- en vloedcharen 1912-1947.	DIN A3 75.W.0579
8.	Eb- en vloedcharen 1947-1964.	DIN A3 75.W.0580
9.	Gem. verdiepingen en verplaatsingen van de geulen in <u>m</u> over de perioden 1885-1933 en 1933-1947.	DIN A0 75.W.0581
10.	Inhouds- en diepteveranderingen Oosterschelde en Kustgebied ten opzichte van 1872.	DIN A3 75.W.0582
11.	Inhouds- en diepteveranderingen kustgebied ten opzichte van 1872.	DIN A4 75.W.0583
12.	Overzicht mathematische getijmodellen.	DIN A1 75.W.0584
13.	Geulontwikkeling Oosterschelde.	DIN A1 75.W.0659
14.	Mond Oosterschelde.	DIN A1 75.W.0660
15.	Verband tussen getijvolume en profieloppervlakte voor de zeegaten in zuidwest Nederland.	DIN A4 64.1794



1968





1970

SCHOUWEN - DUIVELAND

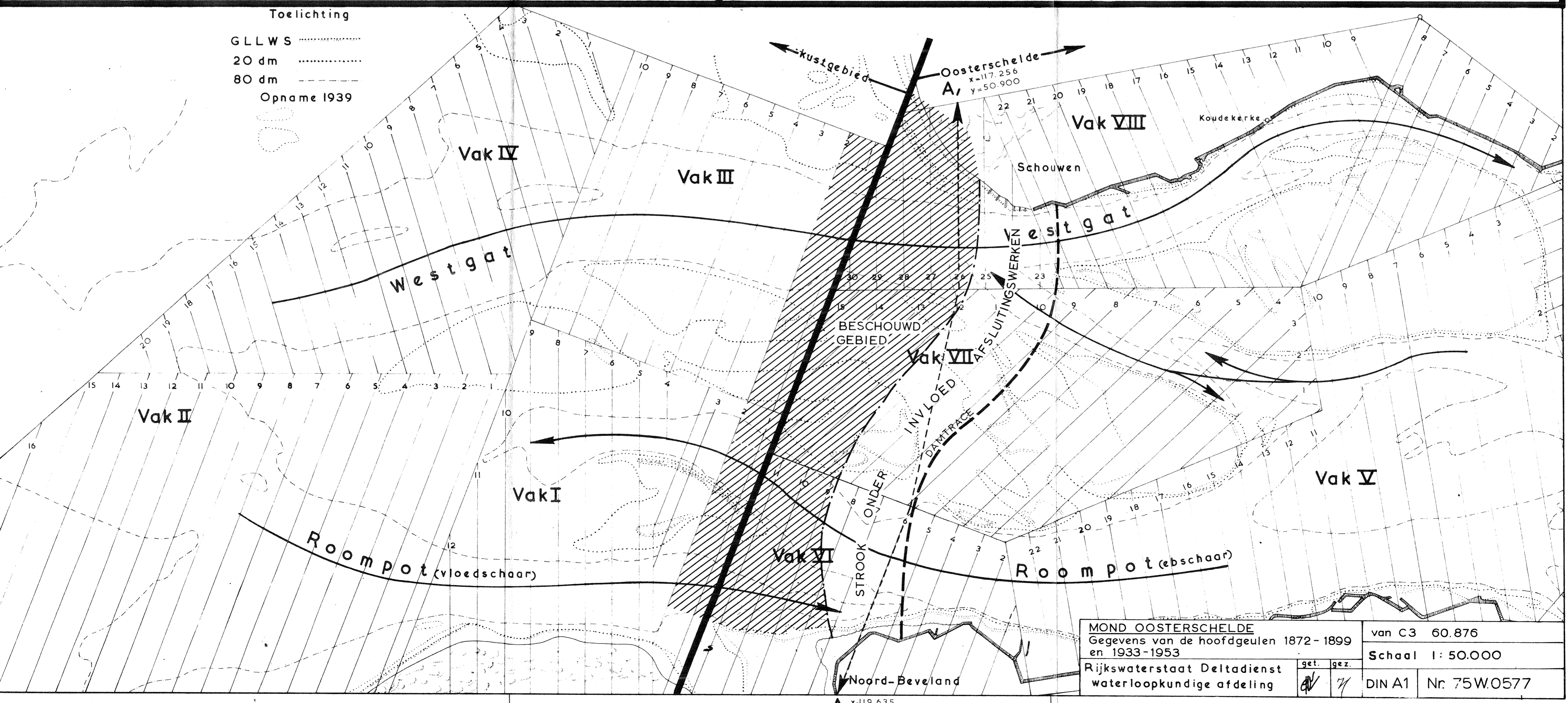
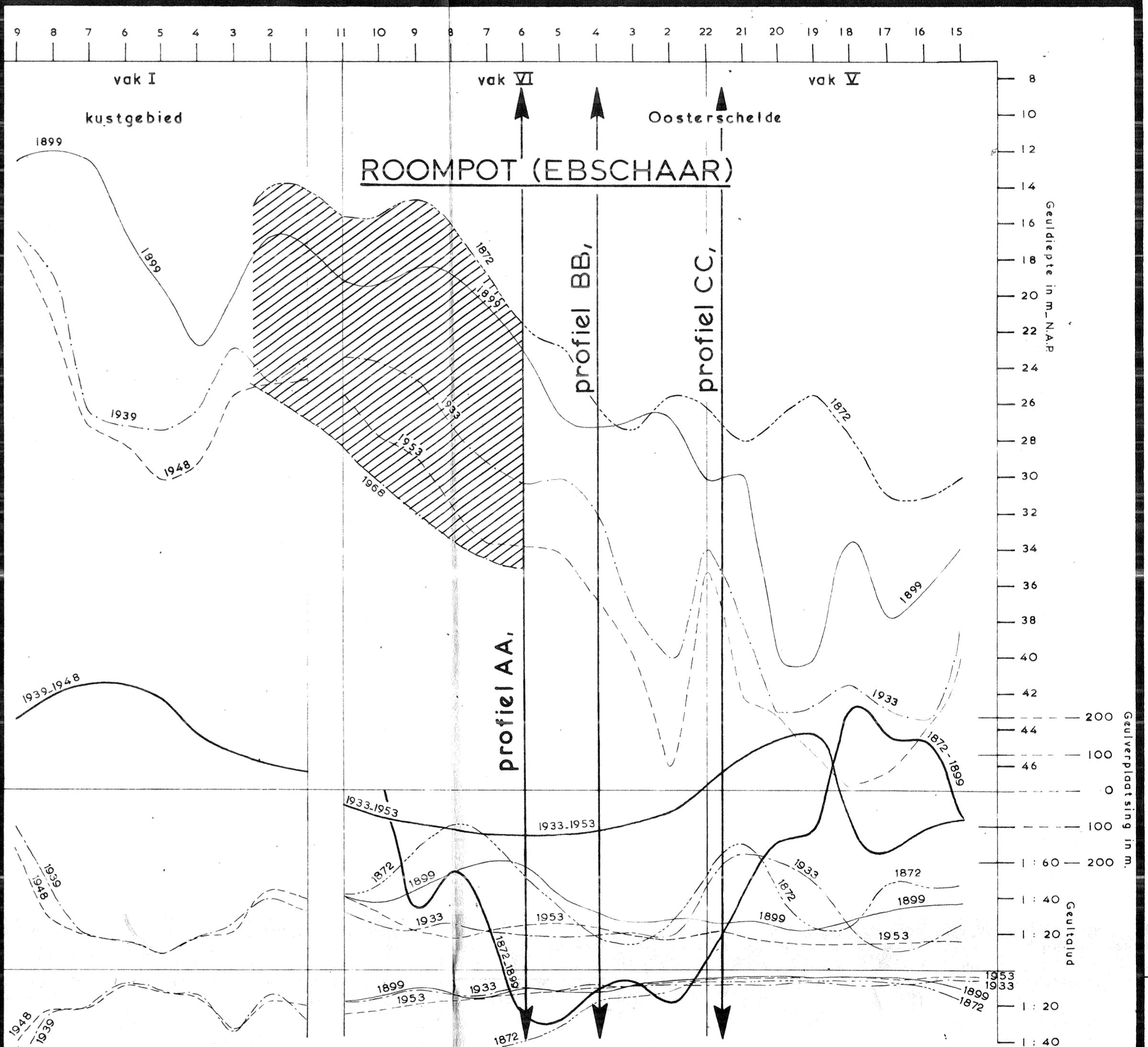
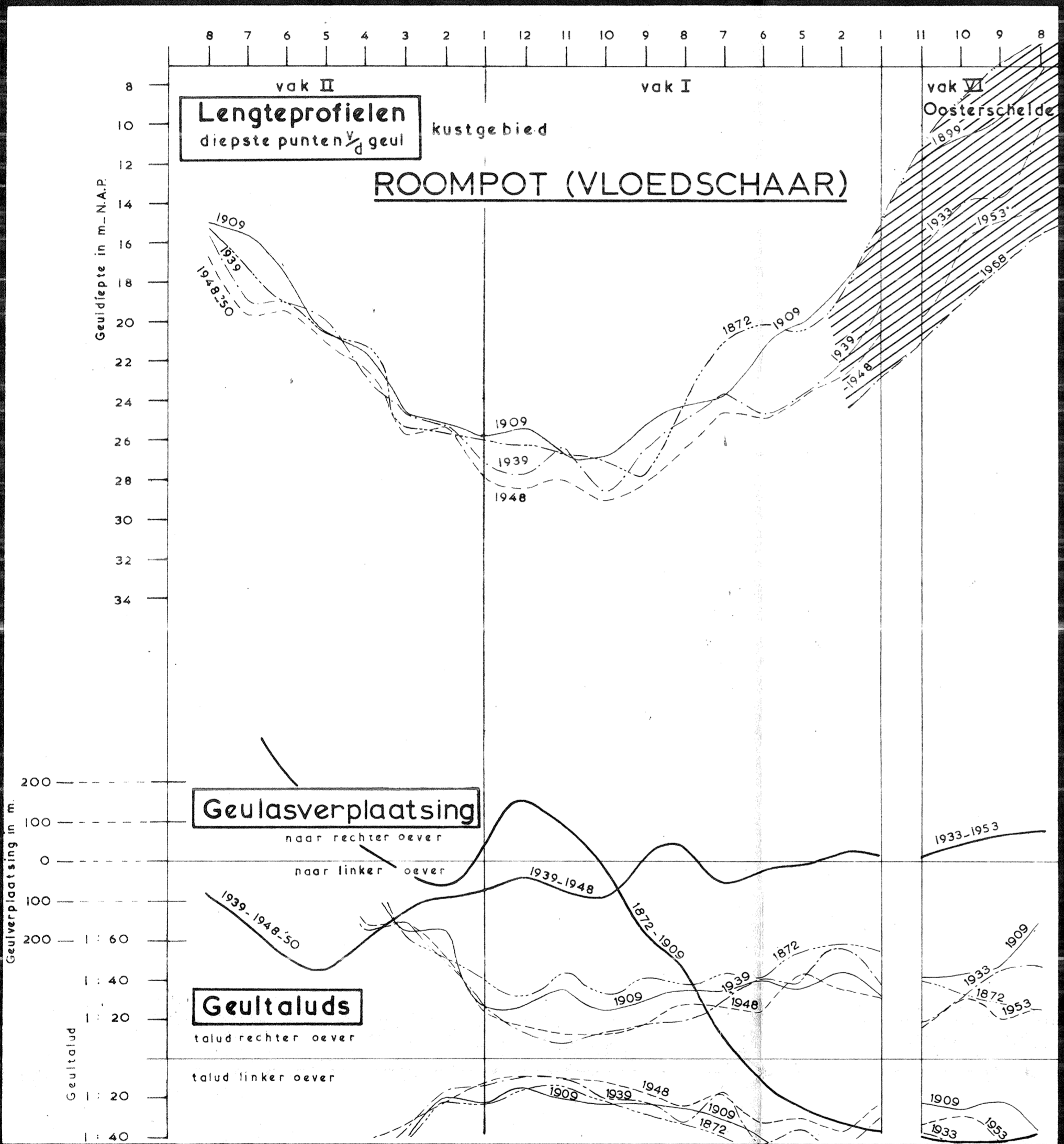
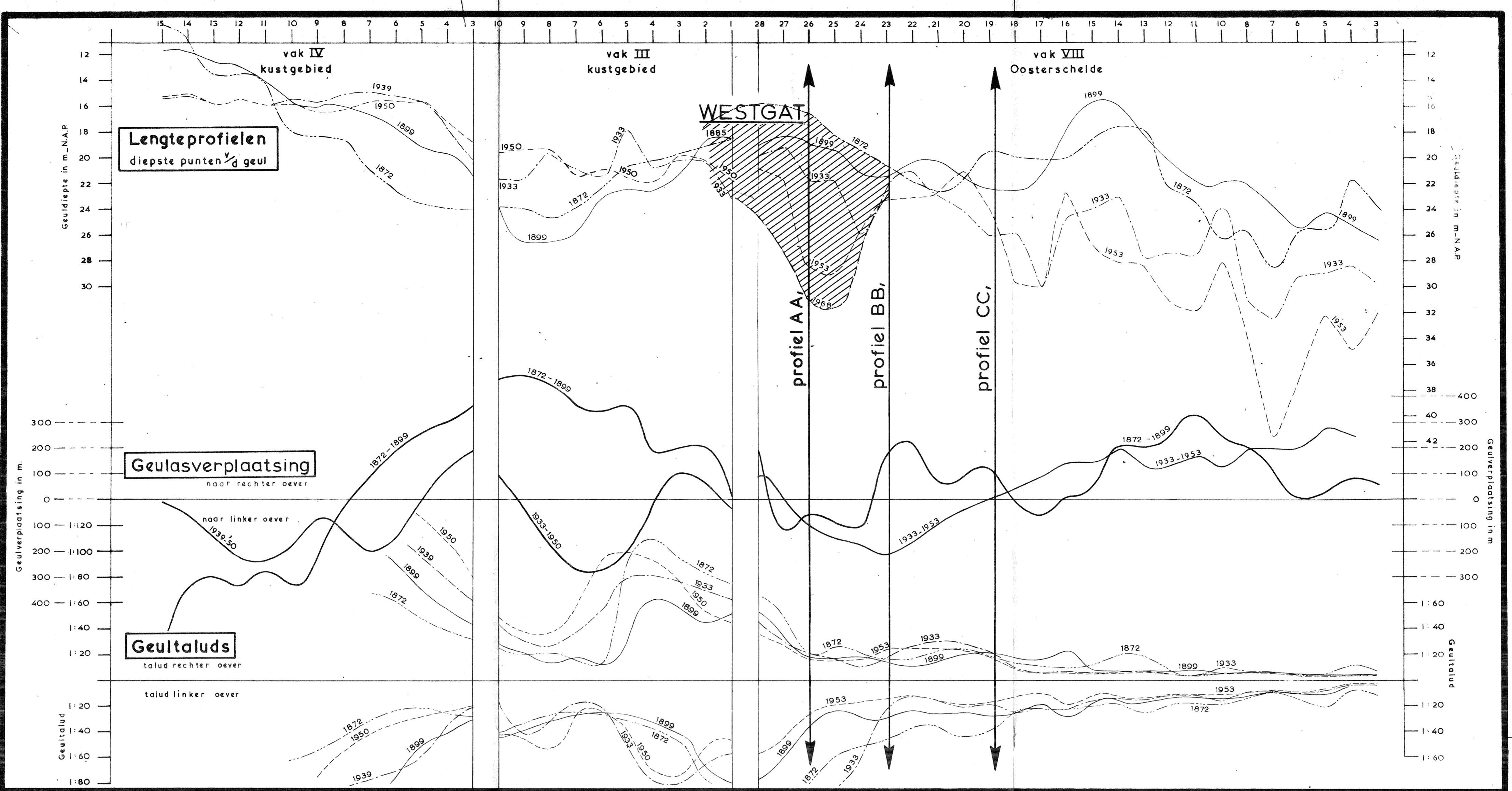
NOORD BEVELAND

ZUID BEVELAND

Behoort bij nota W-75.067

Bijlage 3

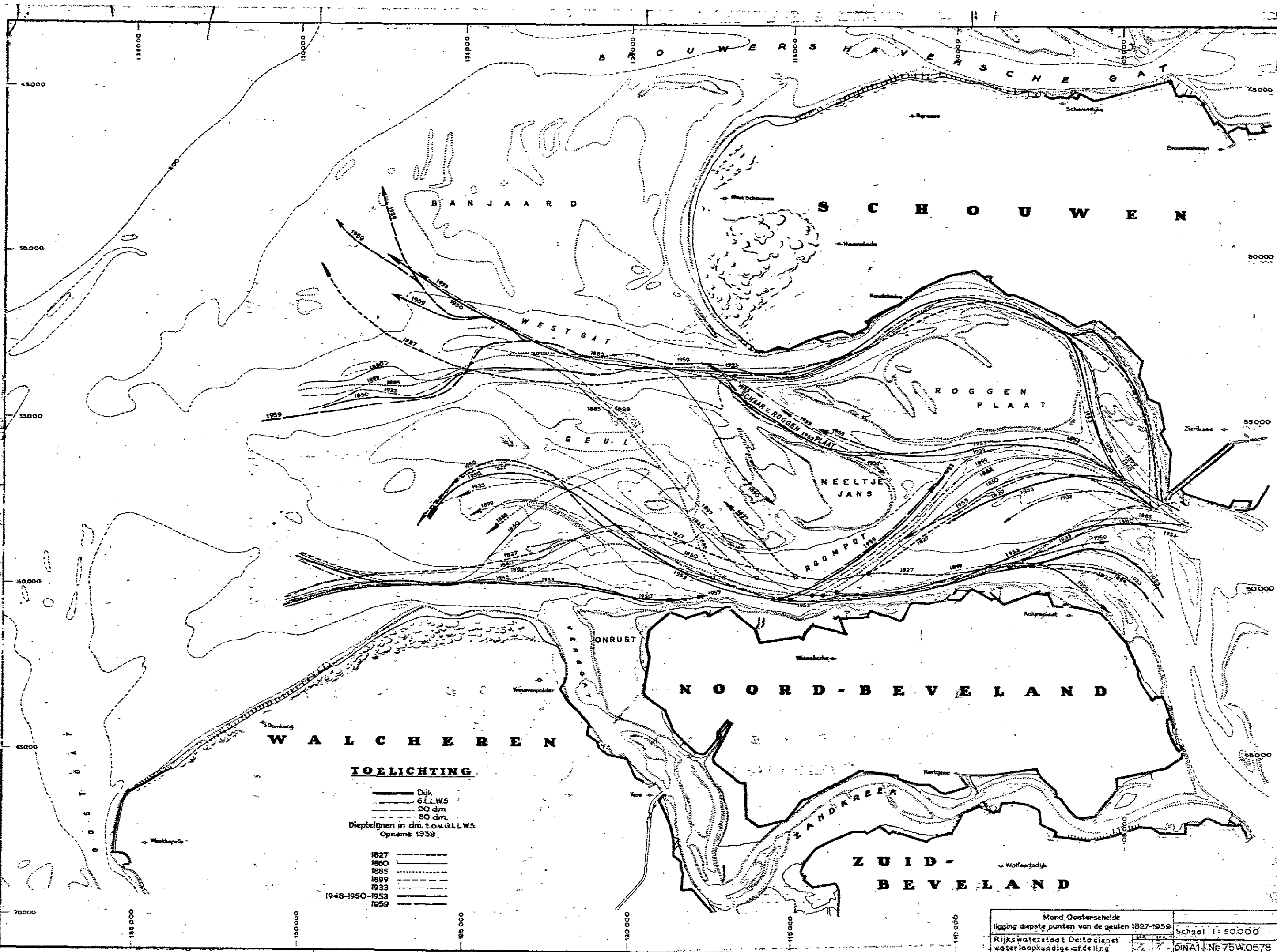
DIN A4 Nr. 75W.0575



MOND OOSTERSCHELDE
 Gegevens van de hoofdgeulen 1872-1899
 en 1933-1953
 Rijkswaterstaat Deltadienst
 waterloopkundige afdeling

van C3 60.876
 Schaal 1: 50.000
 DIN A1 Nr 75W.0577

Behoort bij nota W-75.067 Bijlage 5



TOELICHTING

- Dijk
- G.L.L.W.S.
- 20 dm
- 30 dm
- Dieptelijnen in dm. t.o.v. G.L.L.W.S.
- Oprname 1939.
- 1827 ———
- 1860 ———
- 1885 ———
- 1899 ———
- 1933 ———
- 1948-1950-1953 ———
- 1959 ———

Mond Oosterschelde		Schaal 1: 50.000	
ligging diepste punten van de geulen 1827-1959		DINA 1, Nr. 75W.0578	
Rijkswaterstaat Deltadienst		waterloopkundige afdeling	

Schouwen

Serooskerke

Koudekerke

Oosterschelde

eb-en vloedscharen 1912-1947

- 1912
- 1922
- 1933
- 1947

Als schaar beschouwd: een door een drempel begrensde geul dieper dan 80 dm - l.l.w.s. (l.l.w.s. = 19 dm - NAP)

- Vloedschaar
- Ebschaar
- Doorlopende geul

Schaal 1: 50.000

WESTGAT

Roggenplaat

SCHAAR VAN ROGGENPLAAT

Neeltje Jans

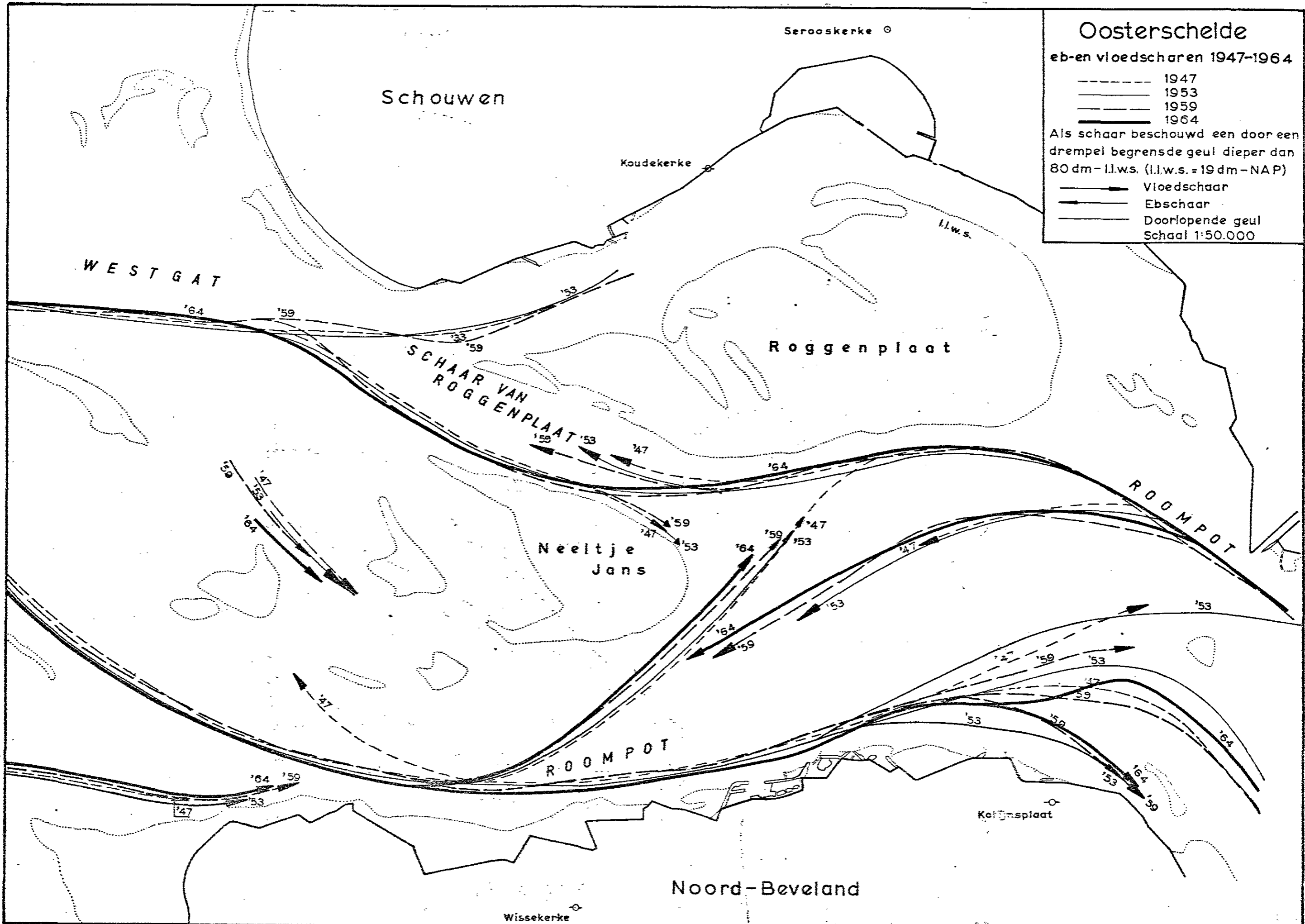
ROOMPOT

ROOMPOT

Koijnsplaat

Noord-Beveland

Wissekerke



Oosterschelde
 eb-en vloedscharen 1947-1964

- - - - - 1947
 ———— 1953
 ———— 1959
 ———— 1964

Als schaar beschouwd een door een drempel begrenste geul dieper dan 80 dm - I.l.w.s. (I.l.w.s. = 19 dm - NAP)

———— Vloedschaar
 ———— Ebschaar
 ———— Doorlopende geul
 Schaal 1:50.000

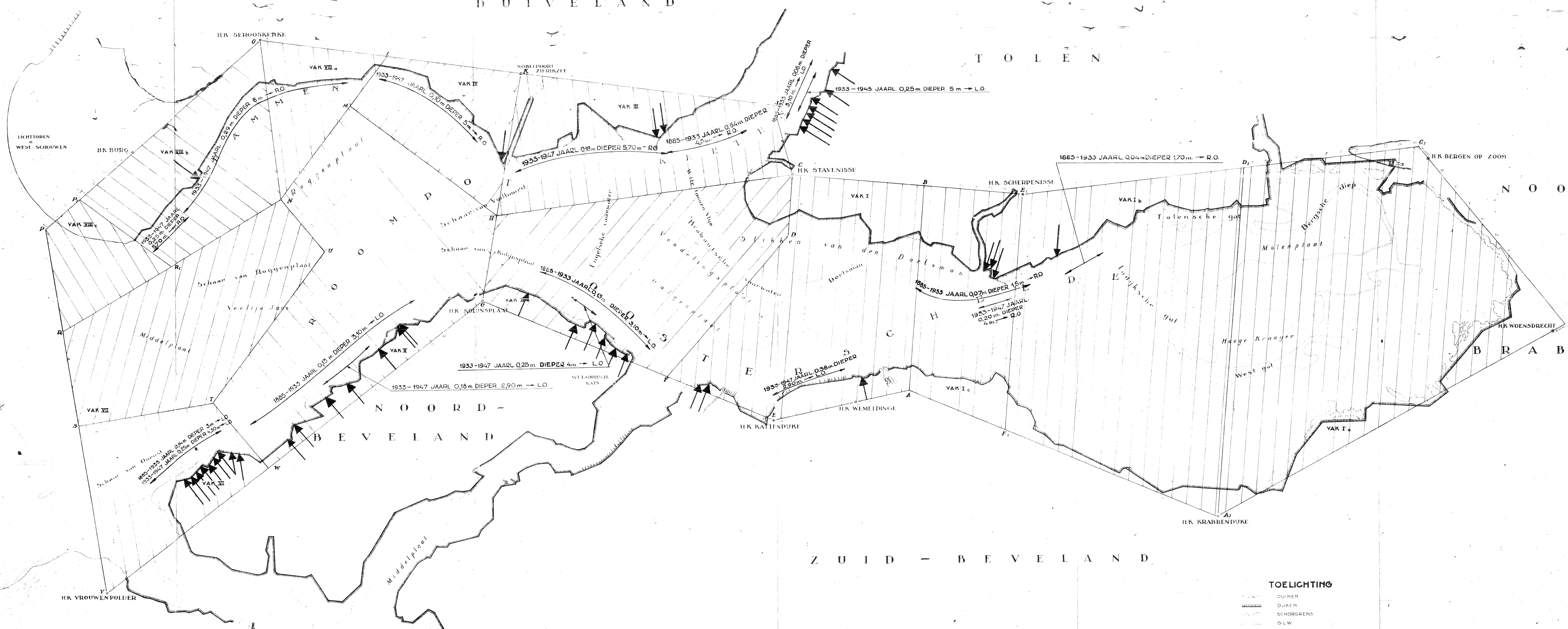
SCHOUWEN -
DUIVELAND

TOLEN

NOORD -

BRABANT

ZUID - BEVELAND



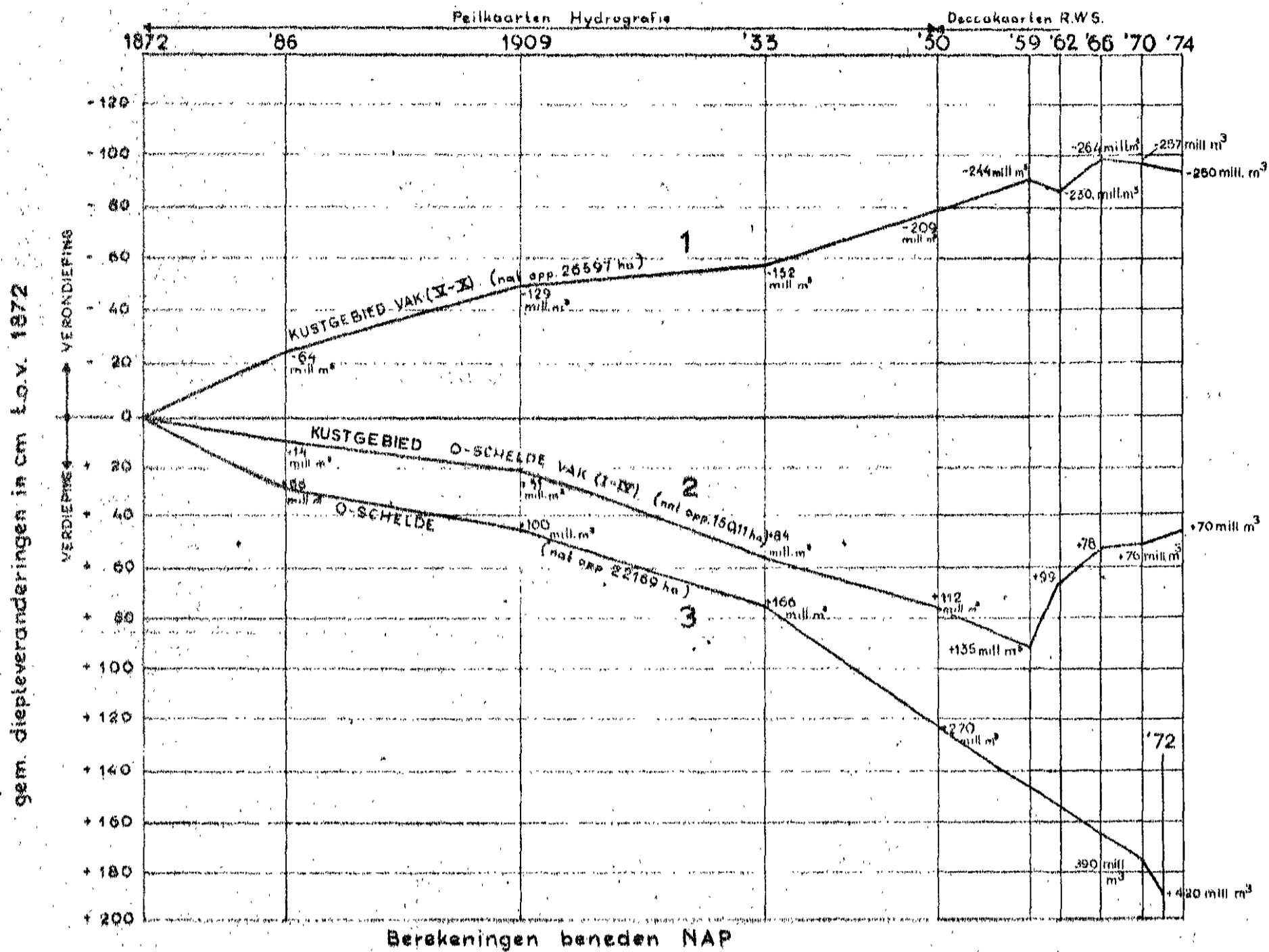
TOELICHTING

- DUINEN
- DIJKEN
- SCHORRGRENS
- GLW
- DUK-OF-OEVERVAL

RIJKSWATERSTAAT-DIR. BENEENRIVIEREN			
OOSTER-SHELDE			
GEM. VERDIEPINGEN EN VERPLAATSINGEN			
VAN DE GEULEN IN m OVER DE			
PERIODEN 1885-1933 EN 1933-1947.			
TEK.	DEZ.	BULAGE	9
OP.	ACC.	SCHAAL	1:50000
OP.	ACC.	DIN A0	Nr 75W.0581

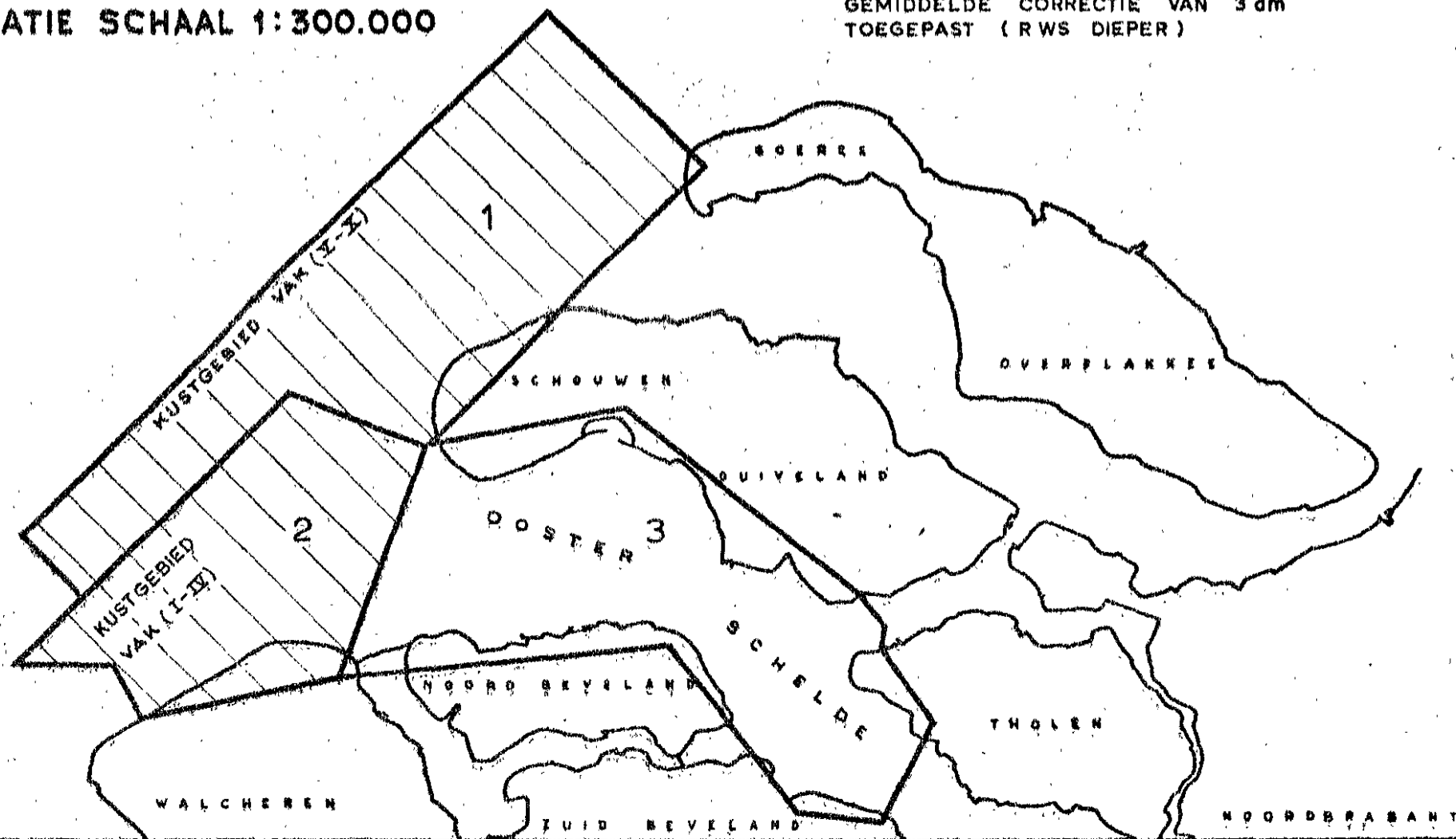
OOSTERSCHELDE EN KUSTGEBIED

INHOUDS- EN DIEPTEVERANDERINGEN t.o.v. 1872



TOELICHTING:
 BIJ DE OVERGANG VAN PEILMETHODE VAN
 HYDROGRAFIE NAAR DECCAARTEN RWS
 IN DE PERIODE 1950-1959 IS EEN
 GEMIDDELDE CORRECTIE VAN 3 dm
 TOEGEPAST (RWS DIEPER)

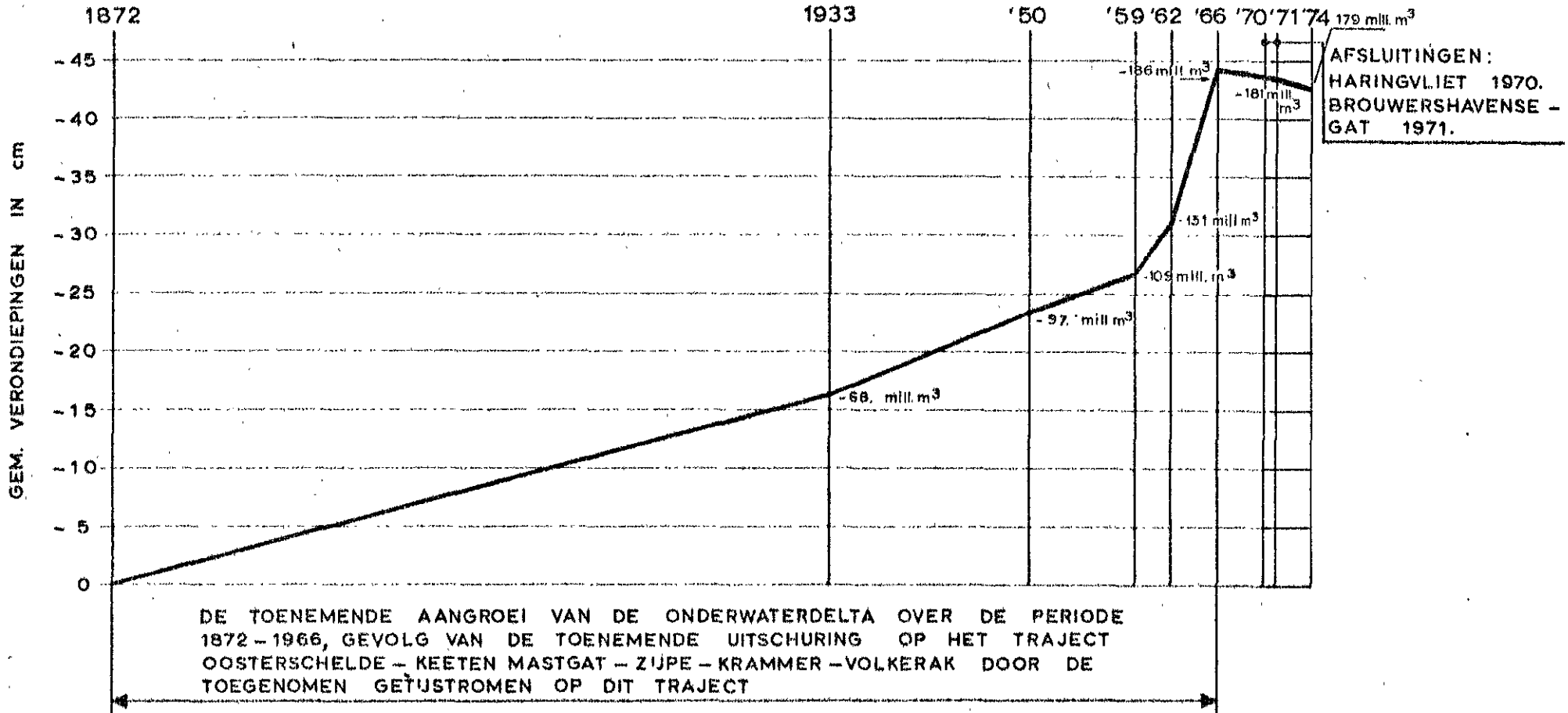
SITUATIE SCHAAL 1:300.000



Behoort bij nota W-75.067

DIN A3 Nr. 75W.0582

KUSTGEBIED GOEREE - WALCHEREN VAK I t/m X
 NAT OPP. 41608 ha.



TOELICHTING:

BIJ DE OVERGANG VAN PEILMETHODE VAN HYDROGRAFIE NAAR DECCAARTEN RWS IN DE PERIODE 1950 - 1959 IS EEN GEMIDDELDE CORRECTIE VAN 3dm TOEGEPAST (RWS DIEPER)

INHOUDS - EN DIEPTEVERANDERINGEN
 GEHELE GEBIED t.o.v. 1872

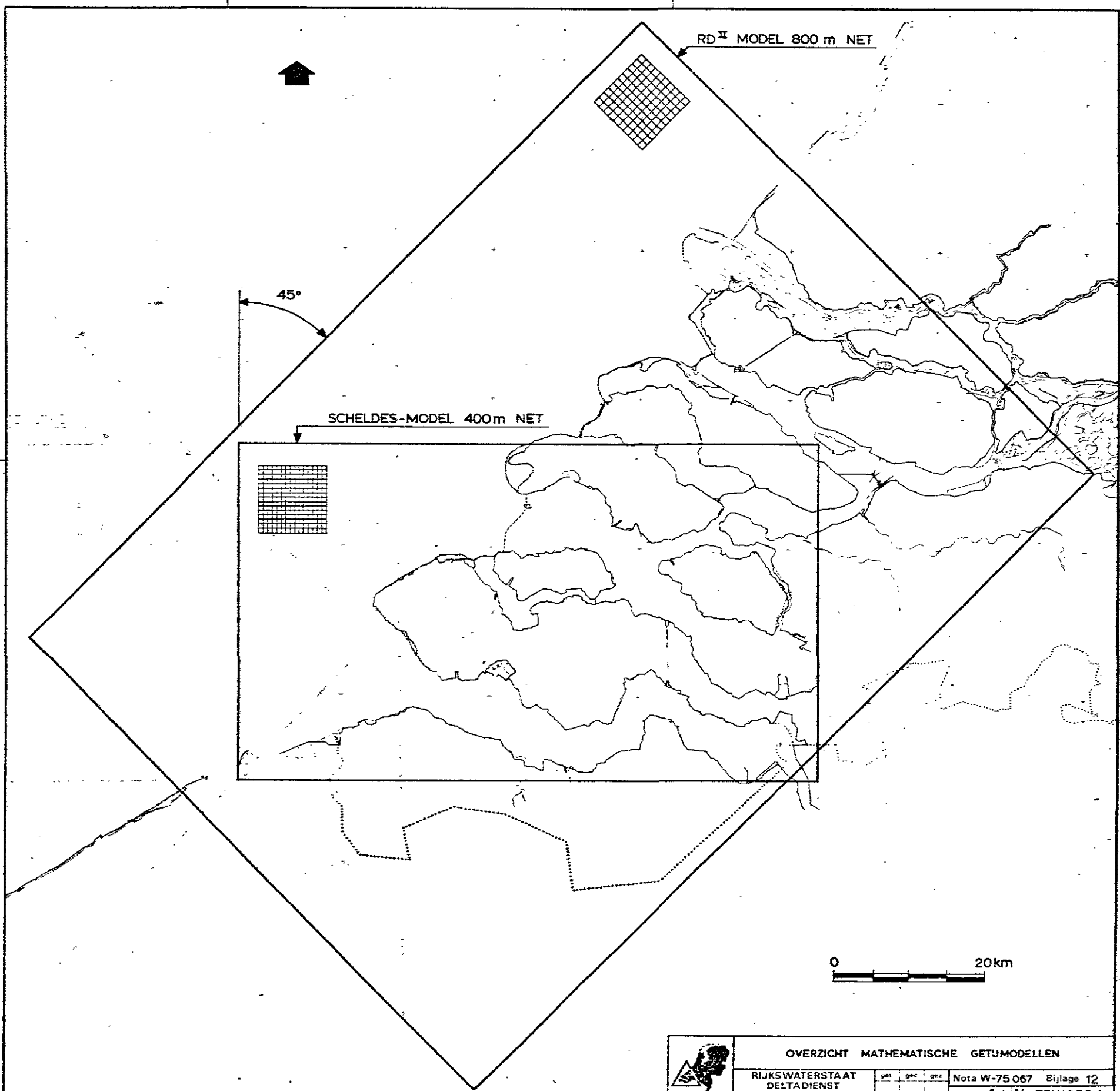
VOOR SITUATIE ZIE BIJLAGE 11

RIKSWATERSTAAT
 DELTADIENST
 Waterloopkundige Afdeling

get.	goc.	gez.
31-9-78		4

DINA 4 Nr. 75W.0583

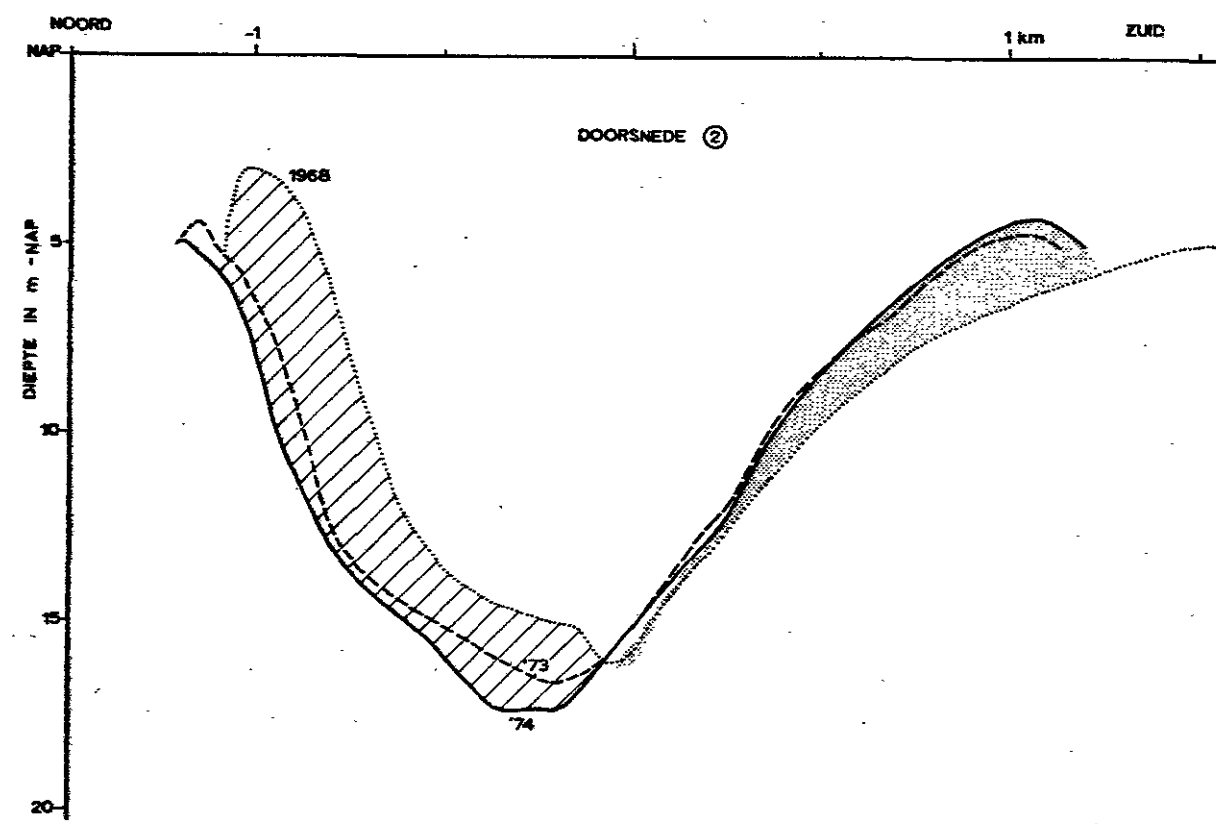
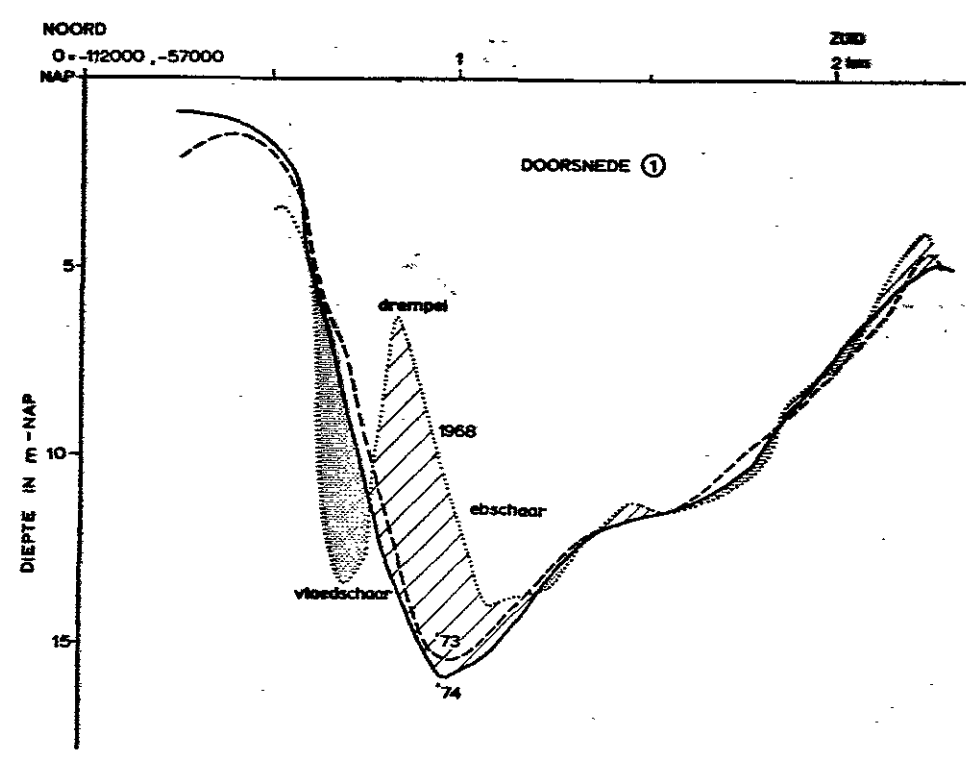
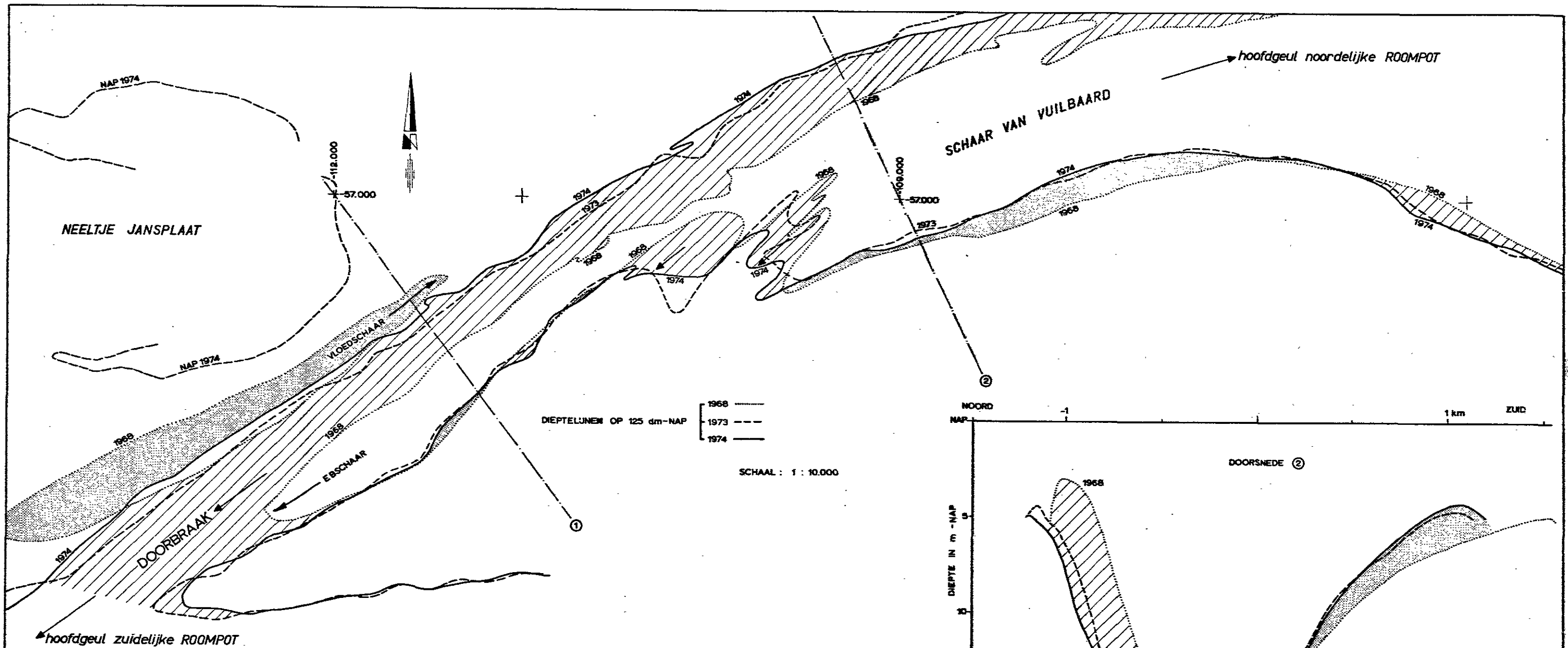
Behoort bij nota W-75.067



OVERZICHT MATHEMATISCHE GETIJMODELLEN

RIJKSWATERSTAAT
DELTA DIENST
Warteroepkundige Afdeling

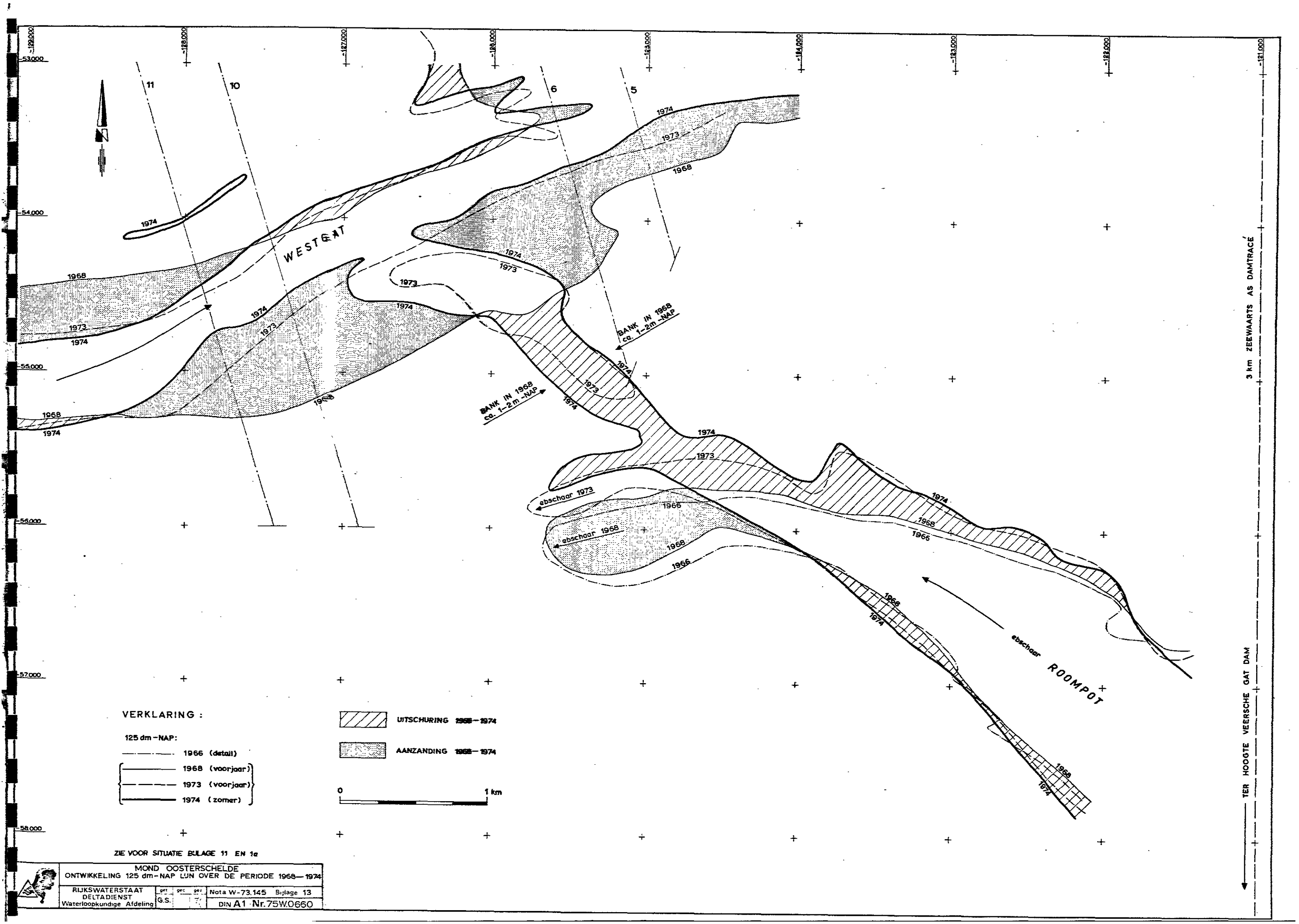
gri	gpc	gpa	Nota W-75 067 Bijlage 12
			DIN A1 Nr. 75W.0584



 UITSCHURING 1968 - 1974
 AANZANDING 1968 - 1974

DIEPTESCHAAL : 1:100



ZIE VOOR SITUATIE BIJLAGE 11 EN 1



VERKLARING :

125 dm -NAP:

- 1966 (detail)
- 1968 (voorjaar)
- 1973 (voorjaar)
- 1974 (zomer)

-  **UITSCHURING 1968-1974**
-  **AANZANDING 1968-1974**

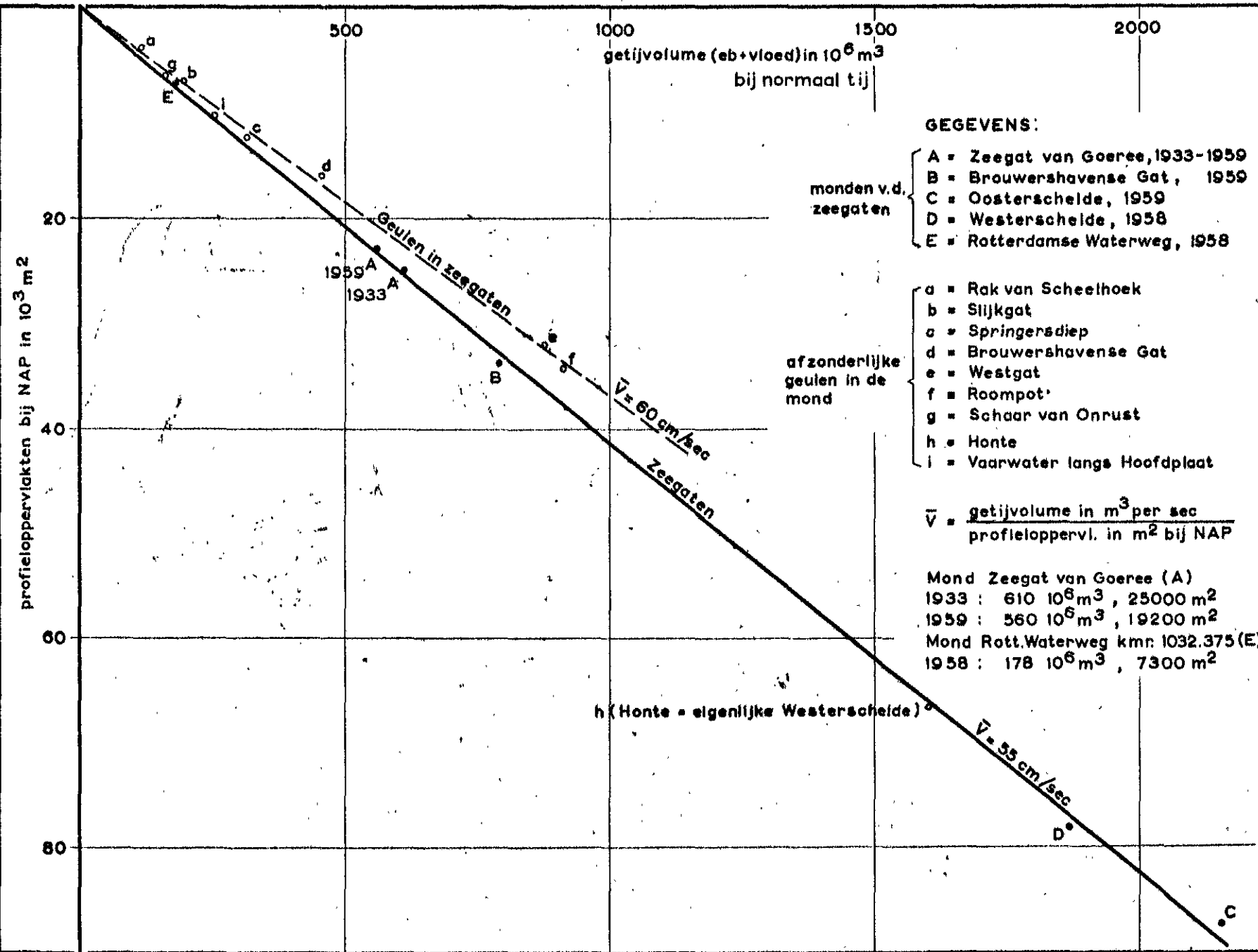


ZIE VOOR SITUATIE BIJLAGE 11 EN 1a

MOND OOSTERSCHELDE			
ONTWIKKELING 125 dm-NAP LUN OVER DE PERIODE 1968-1974			
RIJKSWATERSTAAT	get	sec	sec
DELTADIENST	G.S.		
Waterloopkundige Afdeling		Nota W-73.145	Bijlage 13
		DIN A1 - Nr. 75W0660	

3 km ZEEWAARTS AS DAMTRACÉ

TER HOOGTE VEERSCHIE GAT DAM



GEGEVENS:

- monden v.d. zeegaten
- A = Zeegat van Goeree, 1933-1959
 - B = Brouwershavense Gat, 1959
 - C = Oosterschelde, 1959
 - D = Westerschelde, 1958
 - E = Rotterdamse Waterweg, 1958

- afzonderlijke geulen in de mond
- a = Rak van Scheelhoek
 - b = Slijkgat
 - c = Springersdiep
 - d = Brouwershavense Gat
 - e = Westgat
 - f = Roompot
 - g = Schaar van Onrust
 - h = Honte
 - i = Vaarwater langs Hoofdplaat

$\bar{V} = \frac{\text{getijvolume in m}^3 \text{ per sec}}{\text{profieloppervl. in m}^2 \text{ bij NAP}}$

Mond Zeegat van Goeree (A)
 1933 : 610 10^6 m^3 , 25000 m^2
 1959 : 560 10^6 m^3 , 19200 m^2
 Mond Rott. Waterweg kmr: 1032.375 (E)
 1958 : 178 10^6 m^3 , 7300 m^2

VERBAND TUSSEN GETIJVOLUME EN PROFIELOPPERVLAKE VOOR DE ZEEGATEN IN ZUIDWEST NEDERLAND		get.	gez.
		7	7
RUKSWATERSTAAT DELTADIENST Waterloopkundige Afdeling		A1 Nr. 64.1794	

(Behoort bij rapport Nr 1 1963)