

directie waterhuishouding en waterbeweging  
studiedienst vliissingen

**nota** WWKZ-80.V024

Verandering van de Zeeuwse  
kusten door mens en natuur.

projectcode
V 7 9 1 9 A 1 0

**auteur(s)** : prof. ir. J.F. Agema, ir. W.T. Bakker, ir. H. Speekenbrink, drs.  
R. van Vegchel en ing. C. de Smit

**datum** : december 1980

**bijlagen** :

**samenvatting** : Deze nota geeft (iets bekort) de tekst van een lezing,  
gegeven op 16 mei 1979 door prof. ir. J.F. Agema ten  
gehore van de Contactgroep Kust.

Bij deze lezing werd de Zeeuwse kust van Noord naar Zuid  
gaande nader beschouwd. Achtereenvolgens werd ingegaan op  
de vragen:

Hoe ziet de kust eruit ?

Wat is ermee gebeurd ?

Wat zijn de oorzaken van de veranderingen ?

Is het mogelijk op grond van de huidige ervaringen een  
prognose te maken ?

De lezing werd voorbereid door de overige auteurs.

rijkswaterstaat

behoort bij: nota

WWKZ nr: 80.V024

datum:

bladnr: 1

Op 16 mei 1979 werd door prof. ir. J.F. Agema een lezing gehouden ten behoeve van de Contactgroep Deltaversterkingen Kust. Het betreffende deel van de notulen van deze vergadering van de contactgroep is als appendix A aan deze nota toegevoegd. De onderhavige nota geeft de tekst van de voordracht van prof. Agema, welke door de overige auteurs was voorbereid. Gezien het feit, dat de publicatie van een deel van deze voordracht wordt overwogen (zie projectomschrijving V79.19.A.10, verzonden bij brief nr. 2292 d.d. 3 oktober 1979 door het Hoofd van de Studiedienst Vlissingen aan prof. ir. J.F. Agema) is de tekst enigszins bewerkt tot een eerste concept van een artikel en iets bekort.



Fig. 1. De in 1971 aangelegde Brouwersdam.  
Foto: Slagboom & Peeters (1977)

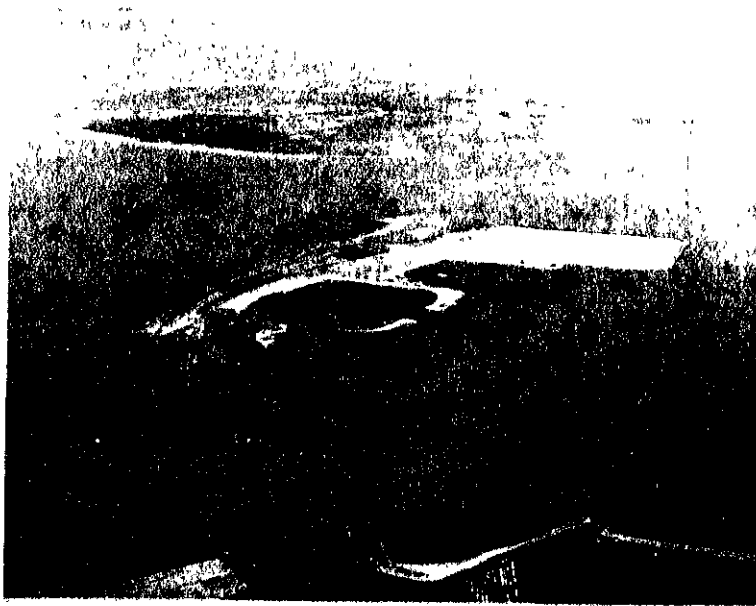
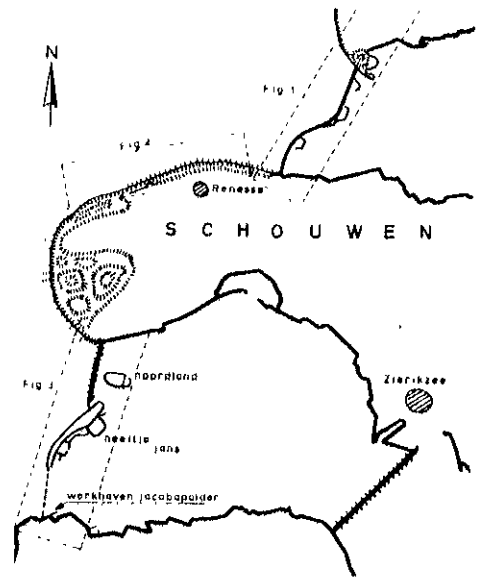


Fig. 3. De 4 km brede duinen op Schouwen, de eilanden Noordland en Neeltje Jans (men ziet de hulpbrug) en de werkhaven in de Jacobapolder op Noord-Beveland.  
Foto: Slagboom & Peeters (1979)



Fig. 2. De Zoute en de Zoete Haard op Schouwen. Sinds de aanleg van de Brouwersdam gaat dit kustgedeelte met 2 à 5m. vooruit.  
Foto: KLM-Aerocarto (1954)

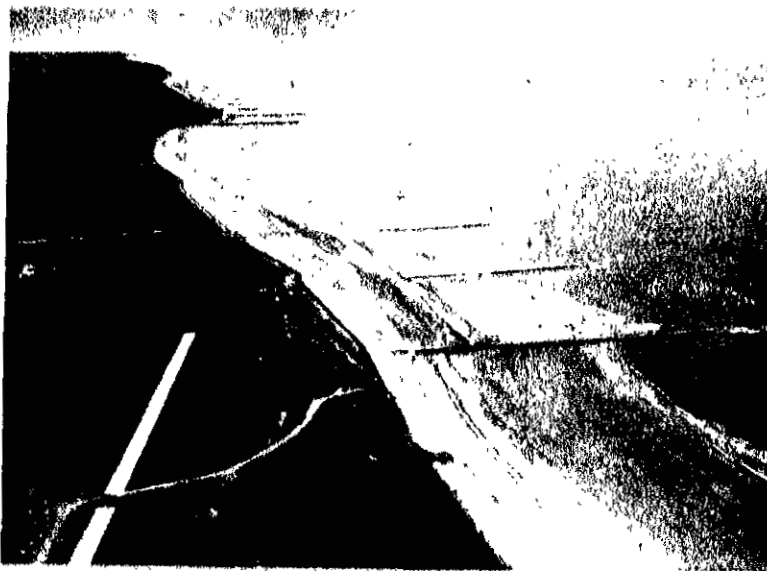


Fig. 4. Op de voorgrond het Waterwingebied bij Oranjezon. N.B. de inscharing achter de in 1850-1890 aangelegde hoofden voor Domburg. De hoofden op de voorgrond werden in 1955 aangelegd. Geheel op de achtergrond Westkapelle.

Foto: KLM-Aerocarto (1961)

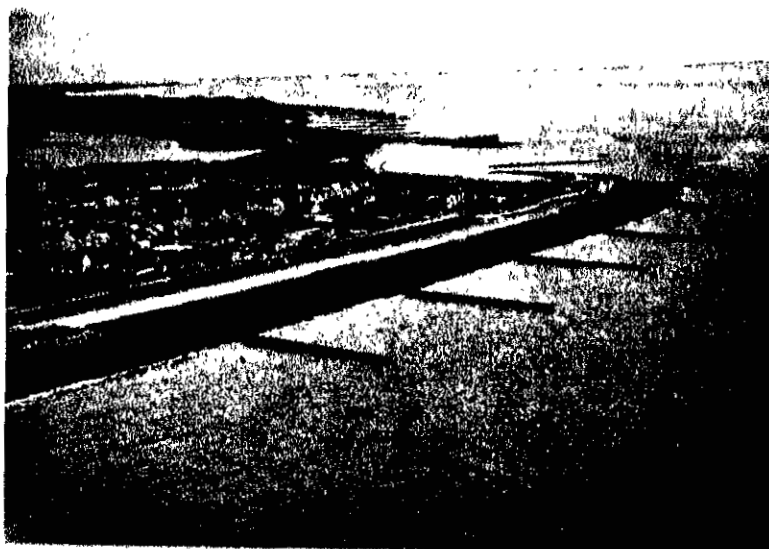
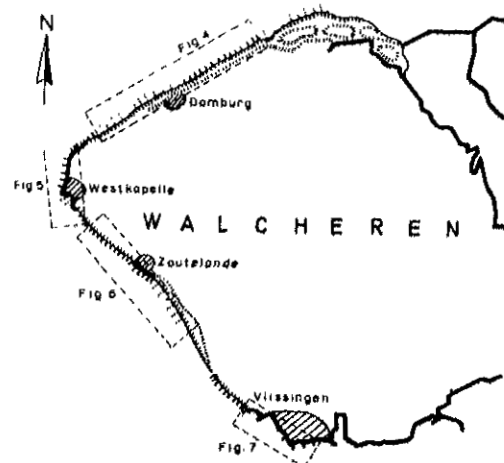


Fig. 5. Het in 1944 ontstane en in 1945 weer gedichte dijkgat bij Westkapelle

Foto: KLM-Aerocarto (1961)



Fig. 6. De duinverdediging te Zoutelande. Door de eeuwenlange achteruitgang van de aangrenzende kust is een uitstekend bolwerk ontstaan.  
Foto: KLM-Aerocarto (1954)

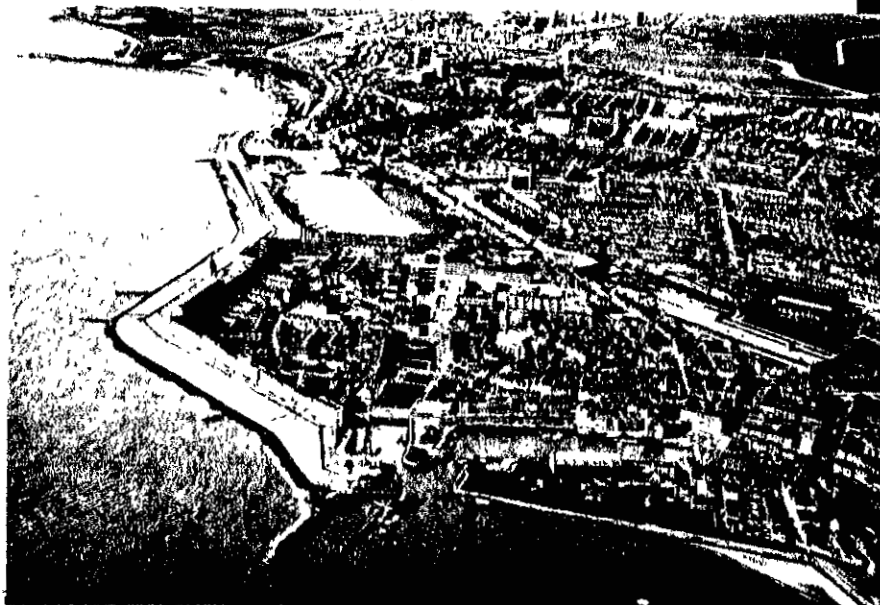


Fig. 7. Vlissingen met zijn boulevards. Op de voorgrond de Vissers- en de Koopmanshaven.  
Foto: Slagboom & Peeters (1974).

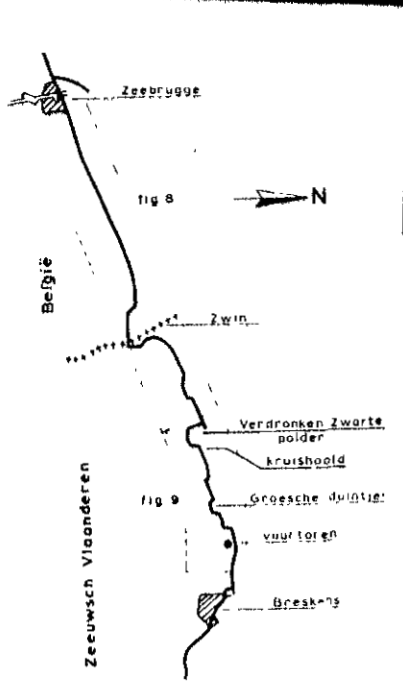
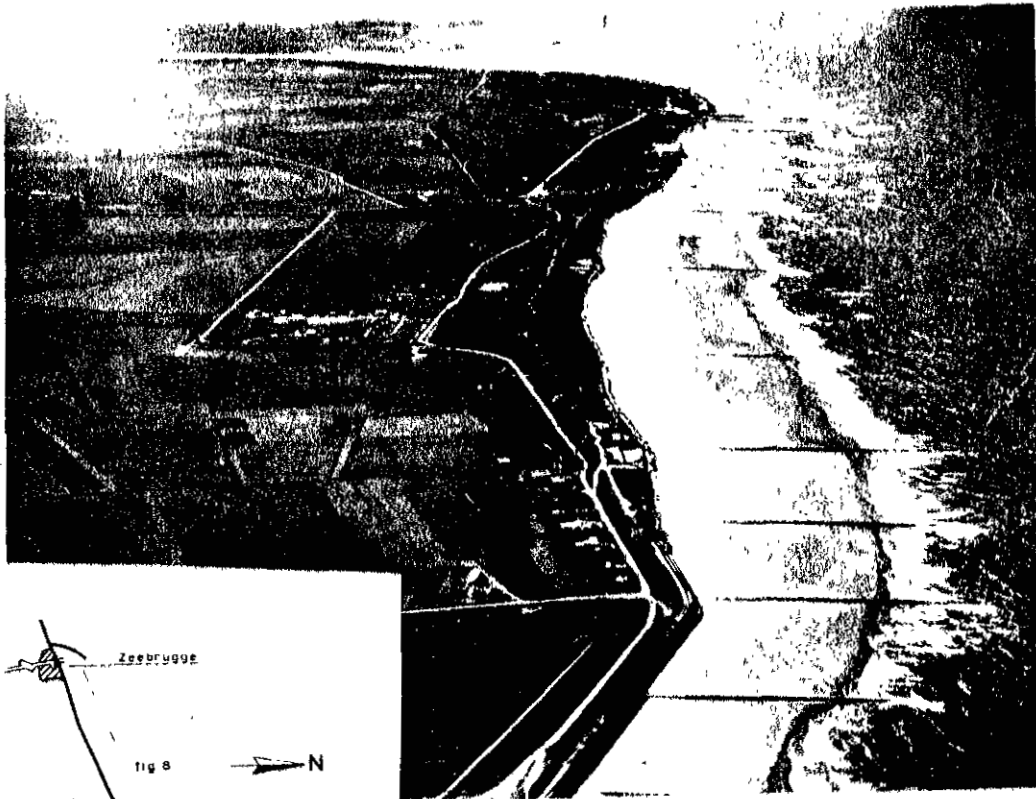
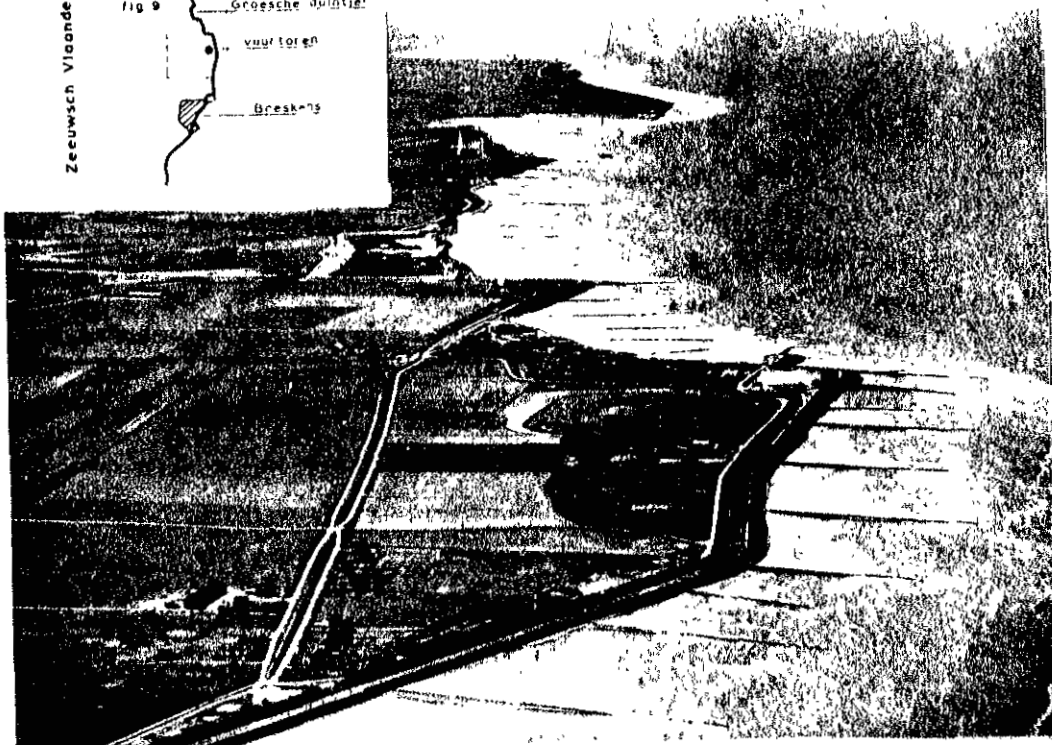


Fig. 8. Cadzand en de Kievittepolder. Op de achtergrond het Zwin, de in de 14e eeuw verzande toegangseu naar Brugge. Foto: KLM-Aerocarto (1954)



- Zeebrugge
- Zwin
- Kruishoofd
- Groesche duintjes
- Vuurtoren

Fig. 9. Het gehele Zeeuws-Vlaamse Kustgebied. Op de voorgrond de vuurtoren van Nieuwe Sluis. Heel vaag geheel bovenaan de foto nog de haven van Zeebrugge. Foto: KLM-Aerocarto (1954)

behoort bij:

nr:

datum:

bladnr: 4

Verandering van de Zeeuwse Kusten  
door mens en natuur.

Dit artikel zal bestaan uit een algehele inleiding, waarna de Zeeuwse Kust van Noord naar Zuid gaande onder de loupe zal worden genomen. De in dit artikel ontwikkelde gedachten zijn uiteraard niet alle van de auteurs, doch stammen gedeeltelijk reeds van Van Veen [1] en Edelman [2].

Allereerst zal in vogelvlucht over het te beschouwen gebied heen worden gegaan (fig. 1 t/m 9). Zeeland binnenkomend over de Brouwersdam ziet men Westwaarts gaande na de Zoute en Zoete Haard de duinen zich bij Renesse verbreden tot de breedste duinen van Zeeland -4 km maximaal- en dan weer versmallen bij Westenschouwen, waar men via de damaanzet van de stormvloedkering, de hulpbrug en de eilanden Noordland en Neeltje Jans en verder de Oosterschelde overstekend terecht komt in Kamperland op Noord-Beveland; vervolgens via de Veerse Gat dam naar het Breezand bij Vrouwenpolder op Walcheren. Daarna komt men aan de in 1965/69 geplaatste paalschermen bij het Waterwingebied bij Oranjezon en vervolgens bij de smalle duinenrij bij het golfterrein bij Domburg, de Westkapelse Zeewering, het in 1944 ontstane en in 1945 weer gedichte dijkgat bij Westkapelle; de duinverdediging -bijna een dijk gelijk- vóór Zoutelande, de inscharing met de smalle hoge duinen ten zuiden van Zoutelande en vervolgens bij Vlissingen met zijn boulevards. De Westerschelde overstekend vindt men na Breskens westwaarts gaande eerst de Vuurtoren bij Nieuwe Sluis, de Groesche duintjes, de hoofden Groede en Baanst, het Kruishoofd, De Verdronken Zwarte Polder en tenslotte Cadzand met het Zwin.

Wat is er met deze kust gebeurd ?

Voor wat betreft de ontwikkeling van Schouwen vanaf 1900 tot de afsluiting van het Brouwershavense Gat in 1971 wordt in fig. 10 de aangroei en erosie van de duinvoet getoond:

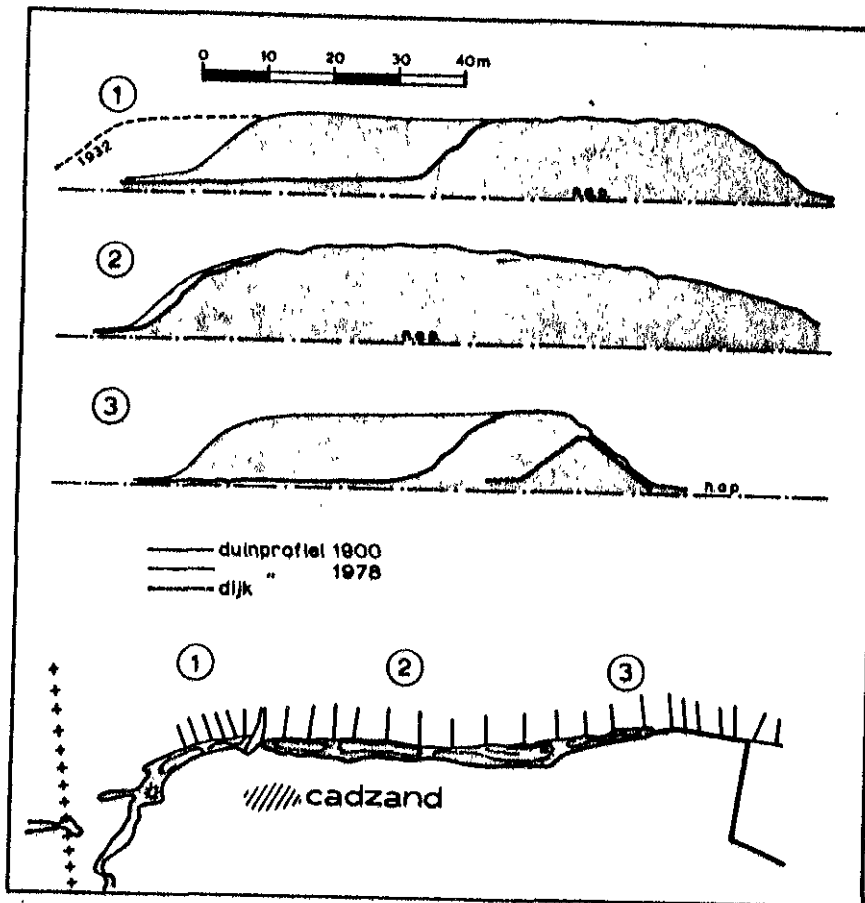
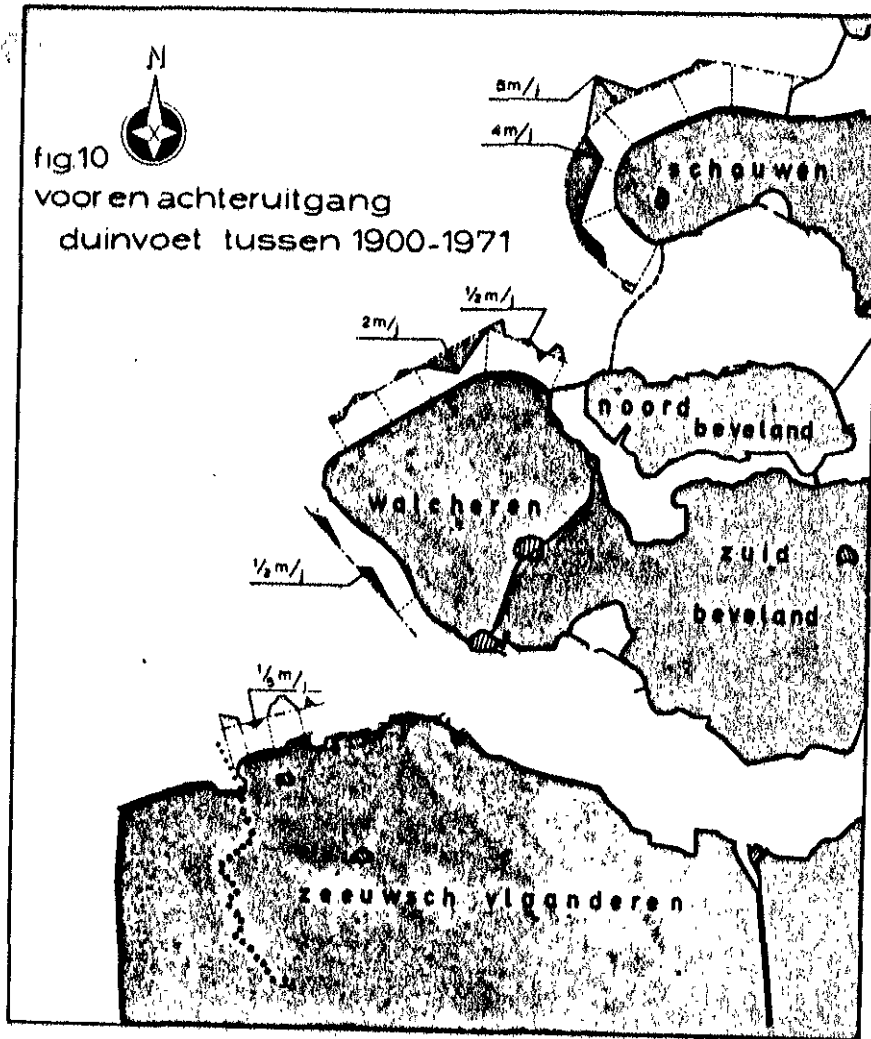


Fig. 11. Duinprofielen in 1900, 1932 en 1978 in de omgeving Cadzand.

behoort bij:

nr:

datum:

bladnr: 5

erosie maximaal 4 m/jaar aan de ZW-zijde en aangroei tot 5 m/jaar bij de Noordzijde. Op de ontwikkeling na afsluiting van het Brouwershavense Gat wordt straks nog ingegaan.

Bij Walcheren vindt men op dezelfde wijze uitgezet een achteruitgang over vrijwel de gehele kust van maximaal  $\frac{1}{2}$  m/jaar, uitgezonderd bij Oranjezon waar de achteruitgang ongeveer 1,5 tot 2 m/jaar bedraagt.

Bij het Breezand vond een aangroei plaats van ongeveer  $\frac{1}{2}$  tot 1 m/jaar. De achteruitgang van de kust van Zeeuws-Vlaanderen bleef beperkt tot 1 à 2 decimeter per jaar.

De aangroei of erosie vond niet plaats met de regelmaat van een klok.

Zo toont fig. 11 duinprofielen van de kust van Zeeuws-Vlaanderen. Men ziet, dat de aangroei bij Cadzand-West (profiel 1) na 1900 het resultaat is van een grotere aangroei tot 1932 en erosie sindsdien.



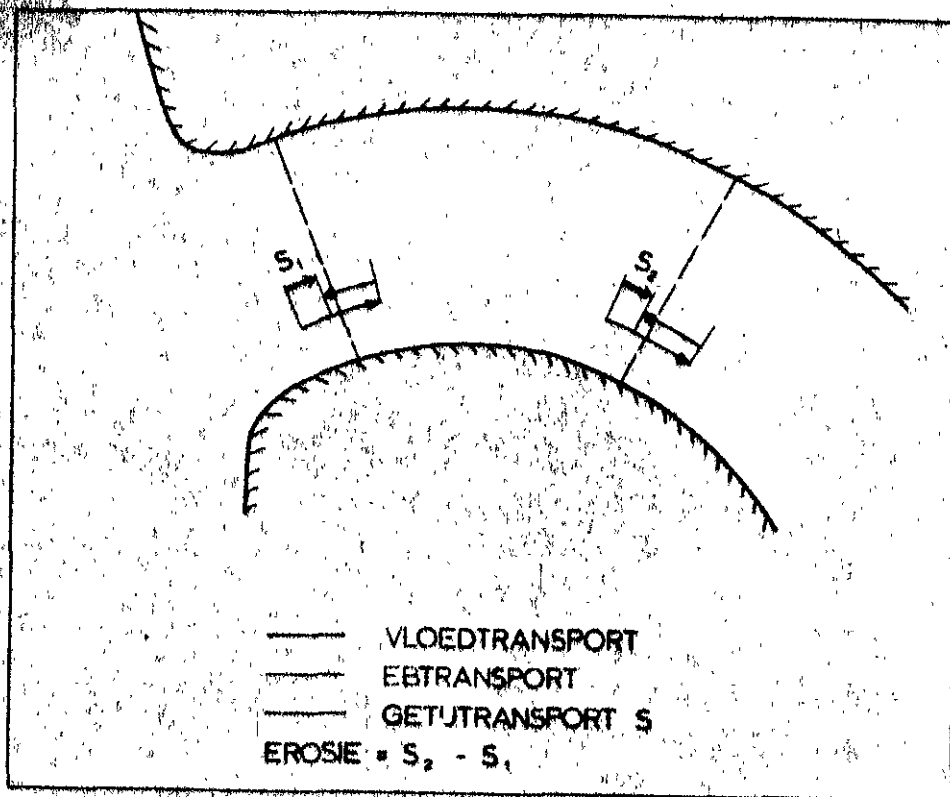


Fig. 12. Erosie als verschil van zandtransport tussen 2 doorsneden.

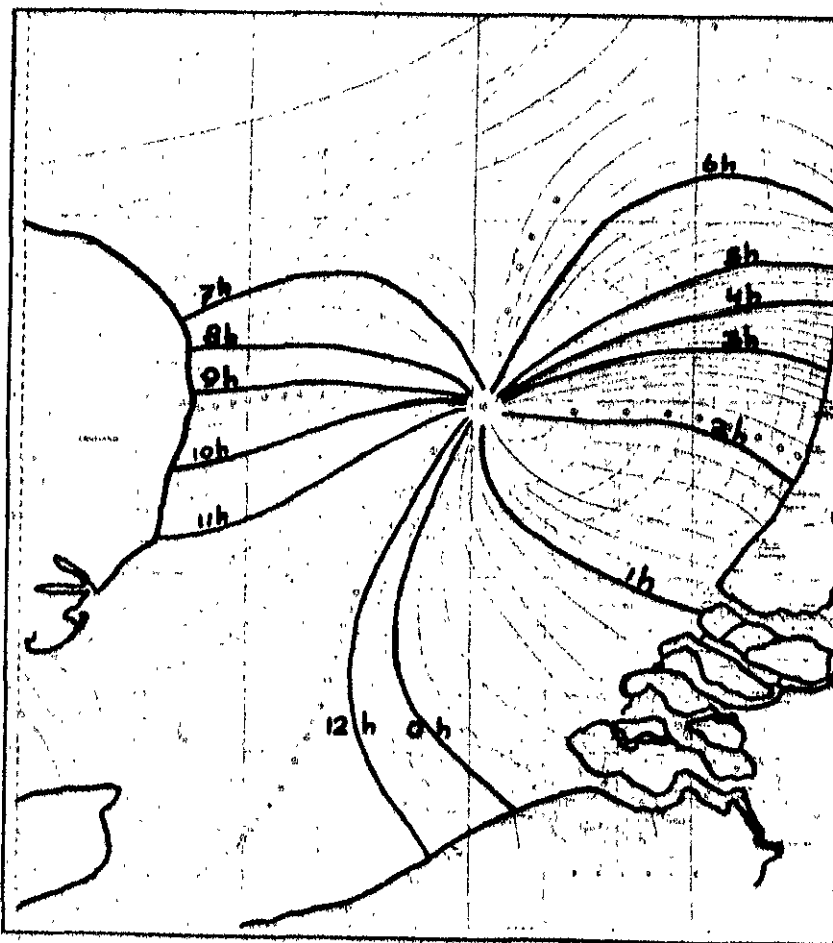


Fig. 13. De „Kam” van de hoogwatergolf op verschillende tijdstippen (getrokken lijnen). De stippellijnen geven punten aan met gelijke hoogte van het hoogwater. In het midden ligt het zgn. „amfidromisch punt” (getijlhoogte nul).

behoort bij:

nr:

datum:

bladnr: 6

Hoe komt dit alles nu ?

Kort gezegd: door getij, golf en wind, waarbij uit verkennend onderzoek blijkt, dat de invloed van de wind relatief klein is.

Beschouw eerst het getij fig. 12. Gedurende de vloedperiode wordt in vloedrichting zand verplaatst, bij eb in tegenovergestelde richting: Het verschil tussen vloed- en ebtransport noemen wij het getijtransport; dit is meestal klein ten opzichte van vloed of ebtransporten. Doordat men het berekent door het aftrekken van twee grote en relatief onnauwkeurige getallen is het alleen zeer onnauwkeurig te bepalen.

Het bestaan van een getijtransport betekent nog niet, dat de kust aan verandering onderhevig is: immers, als dit transport overal gelijk is, is de kust stabiel. Aangroei ontstaat als het getijtransport afneemt in de richting van dat transport; erosie in het omgekeerde geval. De grootte van de aangroei of erosie is nog onnauwkeuriger te bepalen dan de getijtransporten, omdat daartoe nogmaals het verschil tussen twee relatief grote, onnauwkeurige getallen moet worden bepaald. Meestal is de berekende aanwas of erosie ver binnen de standaardafwijking van de berekening.

Ondanks al dit voorbehoud is kwalitatief wel iets van het getijtransportmechanisme te zeggen (fig. 13).

Het zuidelijk deel van de Noordzee (grootweg tussen Den Helder-Cromer aan de noordzijde en het Nauw van Calais aan de zuidzijde) heeft een lengte van ongeveer een kwart van de golflengte van de getijgolf. Hierdoor zou een knopen-buiken-systeem ontstaan met een groot verticaal getij bij Calais en praktisch geen verticaal getij bij Den Helder-Cromer, ware het niet dat door de invloed der aardrotatie het vloedwater tegen de Engelse kust en het ebwater tegen de Nederlandse kust wordt gedrukt. Daardoor loopt de getij-

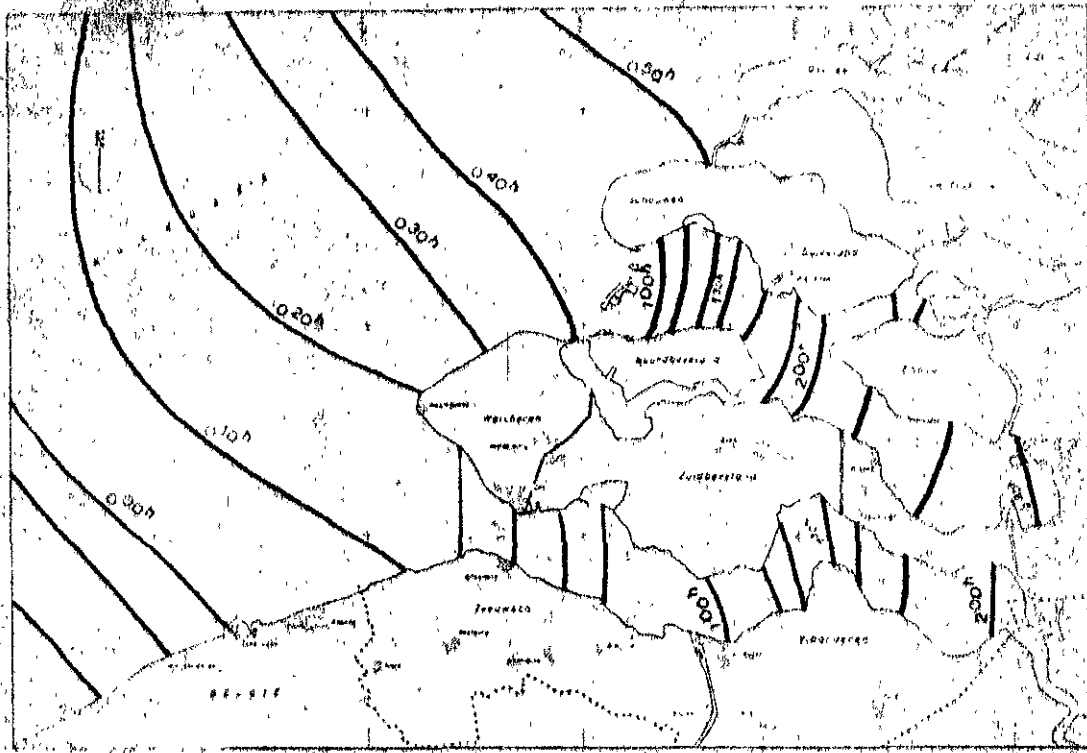


Fig. 14. De kam van de hoogwatergolf in het Zeeuws getijgebied op verschillende tijdstippen.

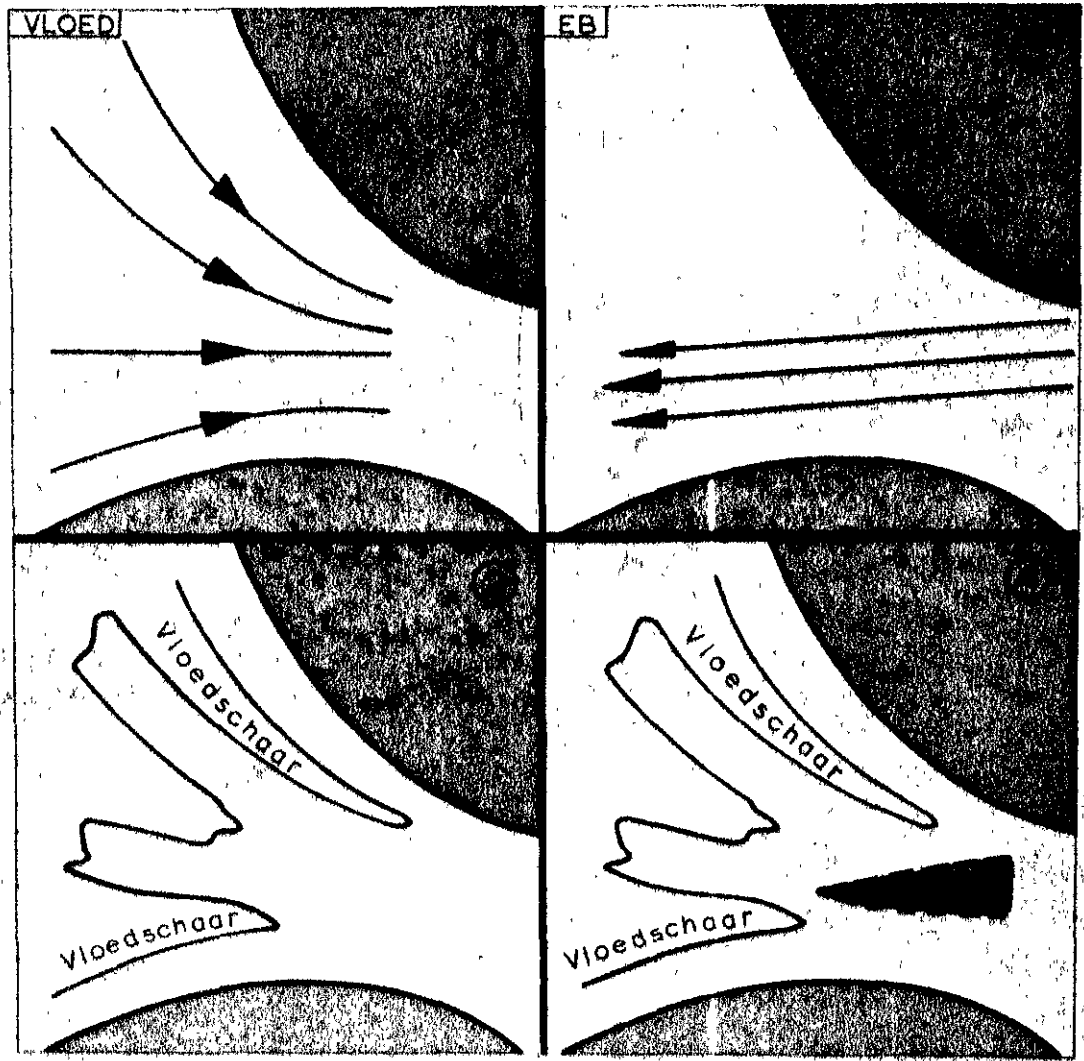


Fig. 15. Vloedschaar- en ebbebarvorming in een getij-estuarium.

behoort bij:

nr:

datum:

bladnr: 7

golf de Noordzee rond: van Noord naar Zuid langs de Engelse kust en van Zuid naar Noord langs de Belgische en Nederlandse.

Dit houdt dus in, dat in Nederland de getijgolf van de zuidzijde in de estuaria binnendringt. In fig. 14 ziet men de lijnen van gelijktijdig H.W. in de mond van Ooster- en Westerschelde. De "kam" van de getijgolf loopt dus vanuit de zuidzijde het estuarium binnen. In de richting van de kam zijn de waterhoogten op eenzelfde tijdstip (bij benadering) even hoog en aangezien water de neiging heeft van hoog naar laag te stromen zijn de watersnelheden in de richting van de kam gering. Op dezelfde wijze is duidelijk te maken dat de helling van het wateroppervlak het grootste is loodrecht op de kam en het water heeft dus de meeste neiging in deze richting te stromen. Het is tevens duidelijk dat geulen uitslypen in de richting waarin het water stroomt, dus in principe loodrecht op de kammen van de getijgolf, de lijnen van gelijktijdig H.W. Dit houdt dus in, dat de hoofdgeulen in de estuaria meestal zuidelijk georiënteerd zijn. Dat desondanks toch nog anders gerichte geulen aanwezig zijn komt door de over-simplificatie van de bovengenoemde gedachtengang. Eén van de verwaarloosde effecten is het verschil in gedrag tussen eb en vloed.(fig. 15). Het vloedwater wordt in een estuarium een trechter ingezogen, het ebwater spuit vanuit een nauwe opening in een zich verbredend basin. Nu is één van de eigenschappen van water, dat het wel van alle kanten aan kan komen stromen als het zich versnelt, maar dat het de neiging heeft als een straal recht door te lopen als het zich vertraagt in een zich verbredend bekken. De hiervoor genoemde hoofdgeul, zal dus i.h.a. een ebgeul zijn, terwijl zich langs de kanten zogenaamde "vloedscharen" zullen ontwikkelen.

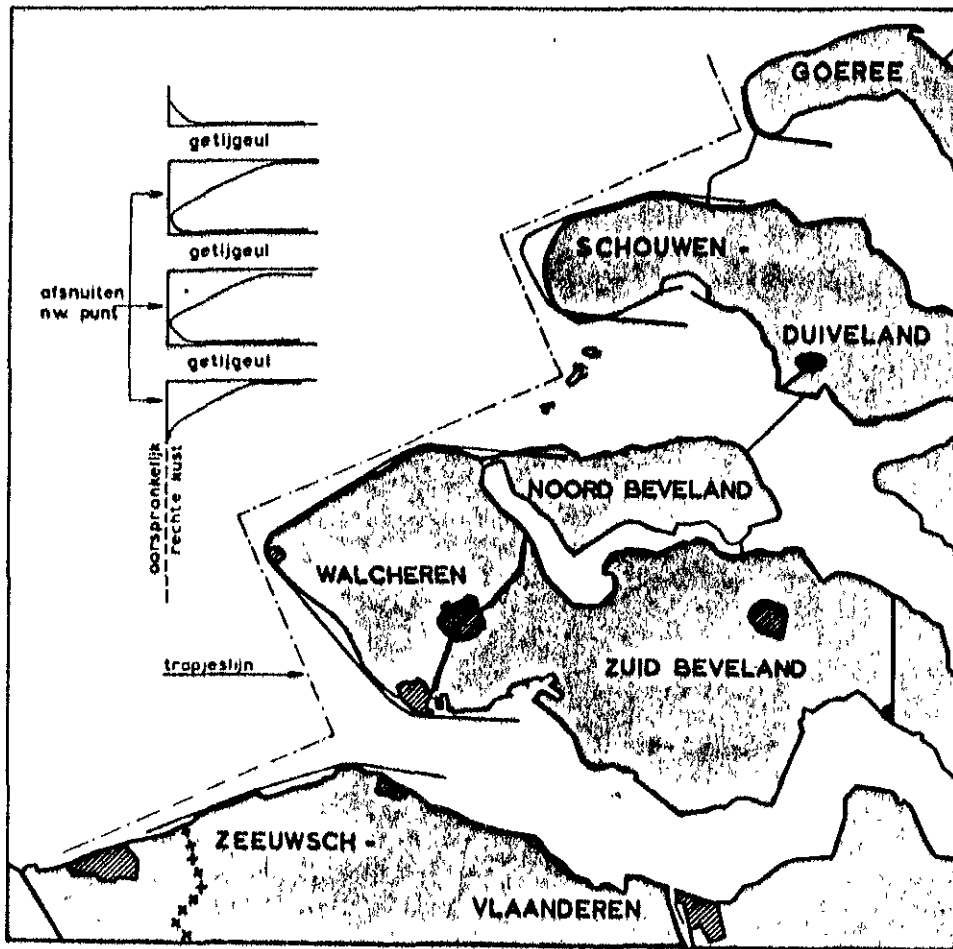


Fig. 16. Het ontstaan van een kustvorm volgens een trapjeslijn uit een oorspronkelijk rechte kust ten gevolge van het afsluiten van de NW-hoeken.

behoort bij:

nr:

datum:

bladnr: 8

Gaat men in een denkschema uit van een Noord-Zuid lopende kust met daarin een aantal Oost-West lopende estuaria, dan zal i.h.a. ten gevolge van de oriëntatie van de hoofdgeul de NW-punt sterk afgesnoten worden, terwijl dit in mindere mate voor de ZW-punt geldt (invloed vloed-schaar). Daardoor ontstaat het soort "trapjeslijn", dat men in Zeeland aantreft, maar wat ook bij de Waddeneilanden wordt gevonden (fig. 16).

In Zeeland heeft dit mechanisme tot gevolg, dat als het ware 3 invloedsferen ontstaan:

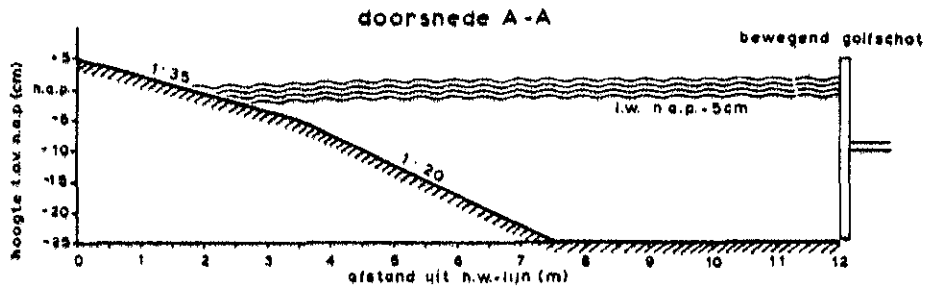
- a. die van het Brouwershavense Gat;
- b. die van de Oosterschelde;
- c. die van de Westerschelde.

Het voorafgaande betreft de invloed van het getij. Beschouw nu de invloed van de golven. Deze wekken, evenals de lange getijgolf met de golfperioden heen en weer gaande stromingen langs de bodem op. Bij golven heten deze orbitaalsnelheden.

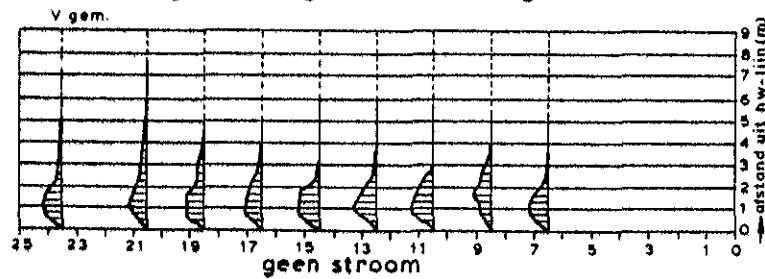
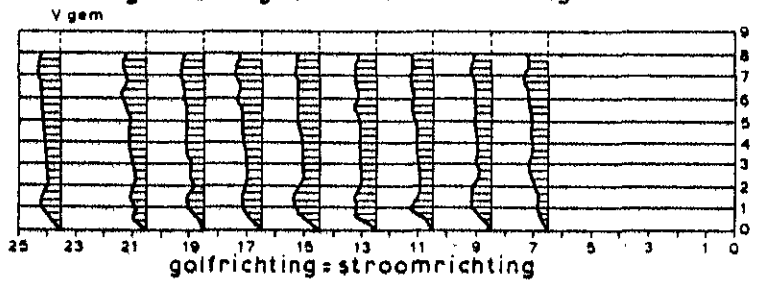
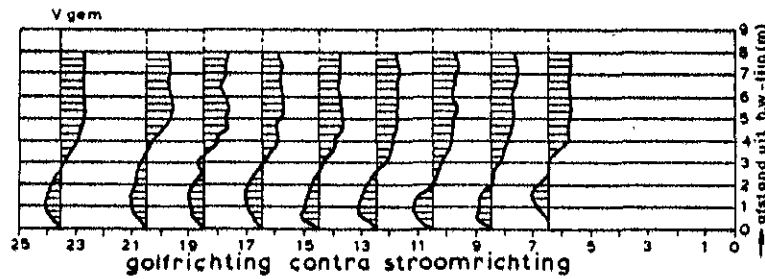
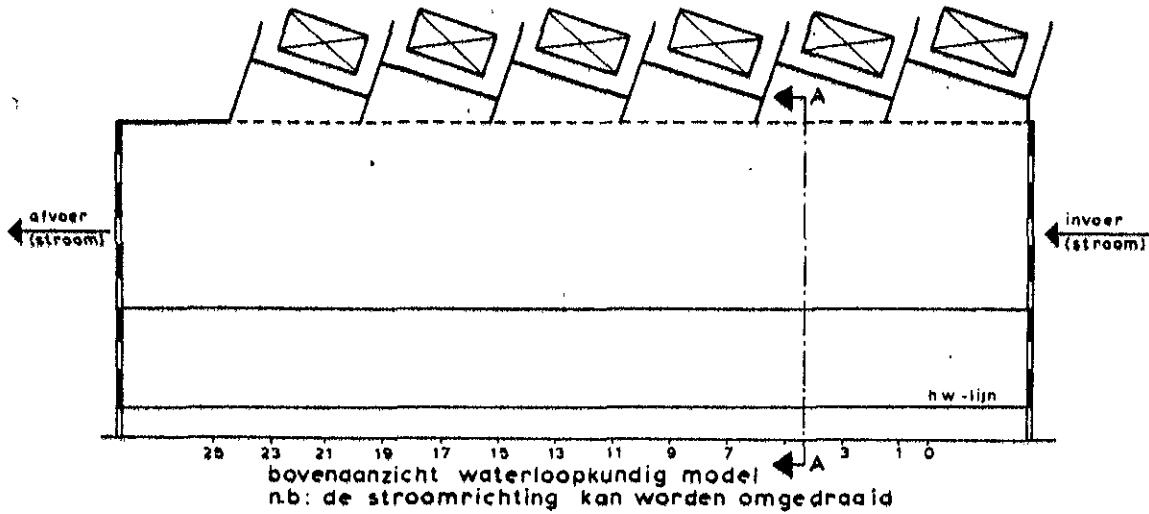
Over een vlakke bodem wordt het zand meestal in de voortplantingsrichting van de golven vervoerd. Bij een kust lopen de golven tegen een kusthelling op, hetgeen betekent dat de zwaartekrachtswerking de neiging heeft zand zeewaarts te verplaatsen.

Bij een steile kust zal de zeewaartse verplaatsing van zand door de zwaartekracht winnen, bij een flauw hellende kust het landwaarts kruien van zand door de golven. In zijn algemeenheid volgt hieruit, dat flauw hellende kusten de neiging hebben aan te groeien en steil hellende de neiging om te eroderen.

Tijdens storm, dus bij hoge waterstanden en grote golven wordt naast het natte strand ook het droge strand en het duin in het spel van golven en stromingen betrokken. Het afkomende zand sedimenteert op het lager gelegen



golfmachine voor golfopwekkers



golfhoogte = 3 cm  
 golfperiode = 1,04 s  
 golfrichting = 15°

Fig. 17. Stroommetingen in een waterloopkundig model. In de brandingszône houdt de stroom dezelfde richting, ook als de verhang richting (= stroomrichting buiten de brandingszône) wordt omgedraaid.

behoort bij:

nr:

datum:

bladnr: 9

deel van het strand en de zeebodem tot ongeveer de brekerdiepte.

De nu geplaatste opmerkingen gelden voor het transport dwars op de kust. Bij scheef invallende golven blijft het gestelde wel van kracht, echter binnen de brekerzone ontwikkelt zich bovendien een brandingsstroom langs de kust. Berekeningen en metingen hebben aangetoond, dat deze de getijstroom binnen de brandingszone in het algemeen overheerst. Dit kan met behulp van fig. 17 worden geïllustreerd.

Deze figuur toont het resultaat van stroommetingen in een golfbak in het Waterloopkundig Laboratorium, waarin de stroom werd gemeten in een bak met scheef invallende golven, achtereenvolgens zonder stroom (dan blijft alleen de brandingsstroom over), met een ingestelde stroom in dezelfde richting als de golven en met stroom tegen de voortplantingsrichting van de golf in.

De stroom aan de strandzijde van de bak is de genoemde brandingsstroom, welke veel zand kan transporteren, het zgn. brandingsstroomtransport. Het maximale transport wordt bij een hoek van golfinval van ca.  $45^{\circ}$  bereikt; dit maximum wordt groter naarmate de golven groter zijn.

Aangezien de golfparameters, waaronder de richting, een statistische verdeling hebben, zullen ook de zandtransporten statistisch verdeeld zijn naar hoeveelheid en richting. Door optellen van de transporten voor een bepaalde tijd kan het resulterende transport worden bepaald. Dezelfde opmerkingen die voor wat betreft de nauwkeurigheid van getijtransport zijn gemaakt gelden ook hier. Onder degenen, die zich met de studie betreffende deze fenomenen bezig houden bestaat een soort consensus betreffende berekeningsmethoden, gebaseerd op theorie en op een wankelende basis van vaak onnauwkeurige metingen in model en prototype.

In werkelijkheid zullen getij- en golfinvloeden tegelijkertijd optreden.



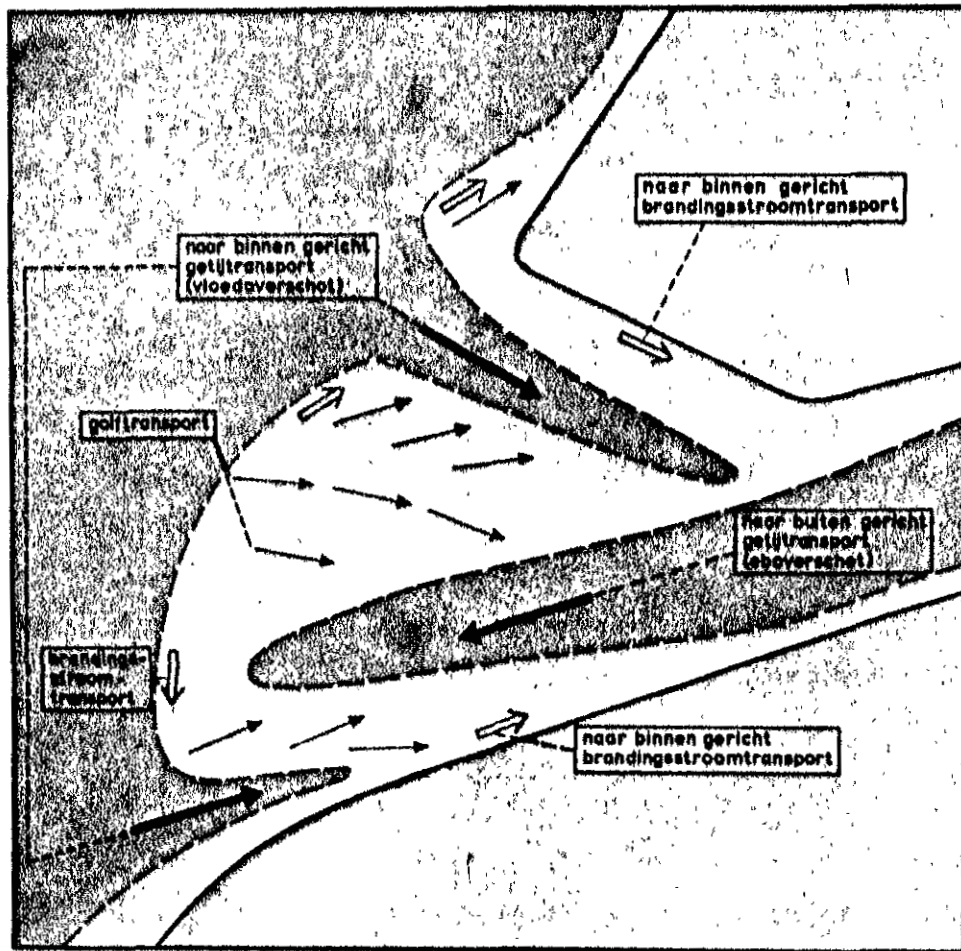


Fig. 18. Principeschets van het zandtransport in het mondingsgebied van een getijestuarium.

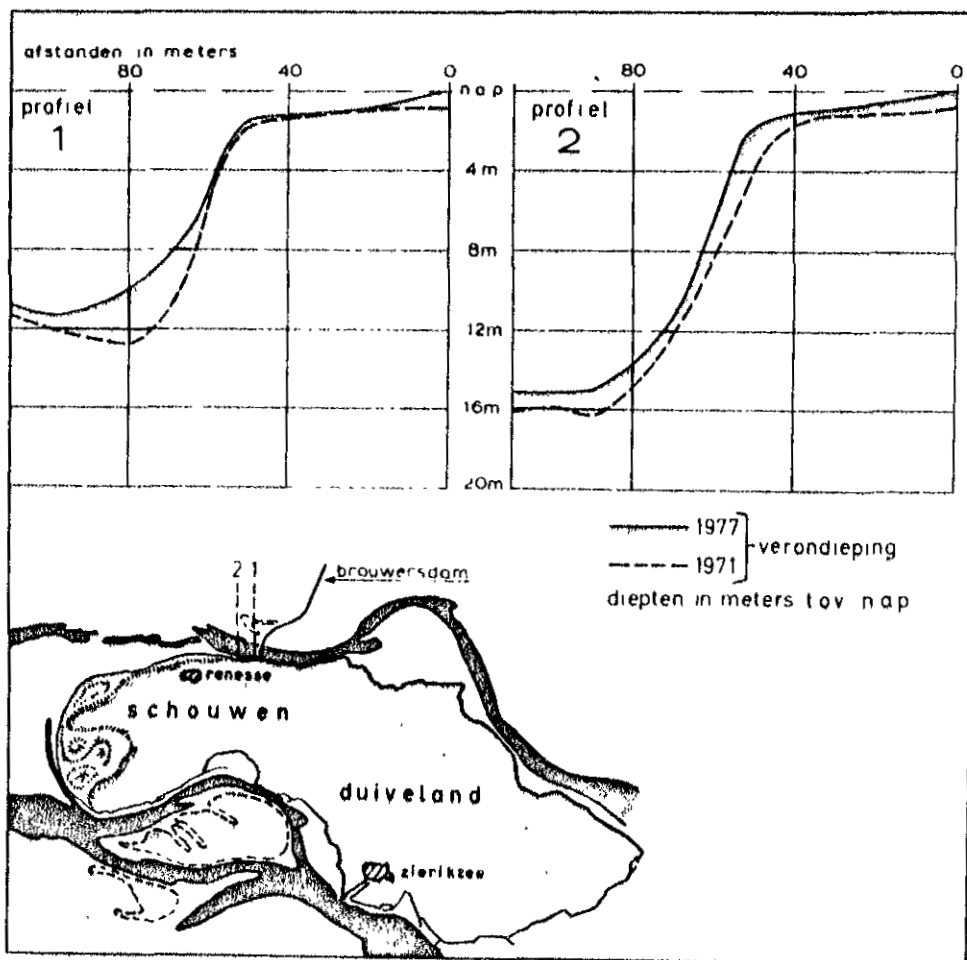


Fig 19. Verondieping in het Brouwershavense Gat na de aanleg van de Brouwersdam.

behoort bij:

nr:

datum:

bladnr: 10

Fig. 18 geeft een principeschets van wat naar verwachting gebeurt. Door de hoofd-ebgeul treedt naar buiten gericht sedimenttransport op, dat een buitendelta opbouwt. Hierdoor ontstaat een betrekkelijk vlak platengebied.

Op de rand ervan breken de grote golven en geven een langs deze rand gericht brandingsstroomtransport. Over het platengebied zelf transportereren de golven het zand naar binnen. Langs de kusten ontstaan eveneens naar binnen gerichte brandingsstroomtransporten, terwijl eveneens door de vloedscharen het transport naar binnen is gericht. Een groot gedeelte van dit zand kan na verloop van tijd weer in de ebgeul terecht komen. Op deze wijze kan een soort dynamisch evenwicht ontstaan.

Met deze algemene theorie op de achtergrond zullen nu meer in detail de verschillende zeegaten worden beschouwd:

- Wat is met het Brouwershavense Gat gebeurd na de afsluiting ?
- Waardoor wordt de buitendelta van de Oosterschelde beïnvloed, in het verleden nu en in de toekomst ?
- Wat gebeurde in de mond van de Westerschelde en welke invloed zullen de werken bij Zeebrugge hebben ?

Fig. 19 toont de mond van het Brouwershavense Gat na de afsluiting. De belangrijkste geul van het systeem is het Brouwershavense Gat zelf, waaraan deze mond zijn naam ontleent. De geul leunde bij Scharendijke tegen de oever van Schouwen -de herkomst van de naam Scharendijke laat zich raden- en groef zich in, waarbij putten tot 47 m diep ontstonden.

Na de afdamming werd de stroom verlamd.

Hierdoor werd in de eerste plaats het geschetste evenwicht tussen buitendelta en estuarium verbroken, met als gevolg, dat de rand van de voordelta in landwaartse richting opschuift (fig. 20).

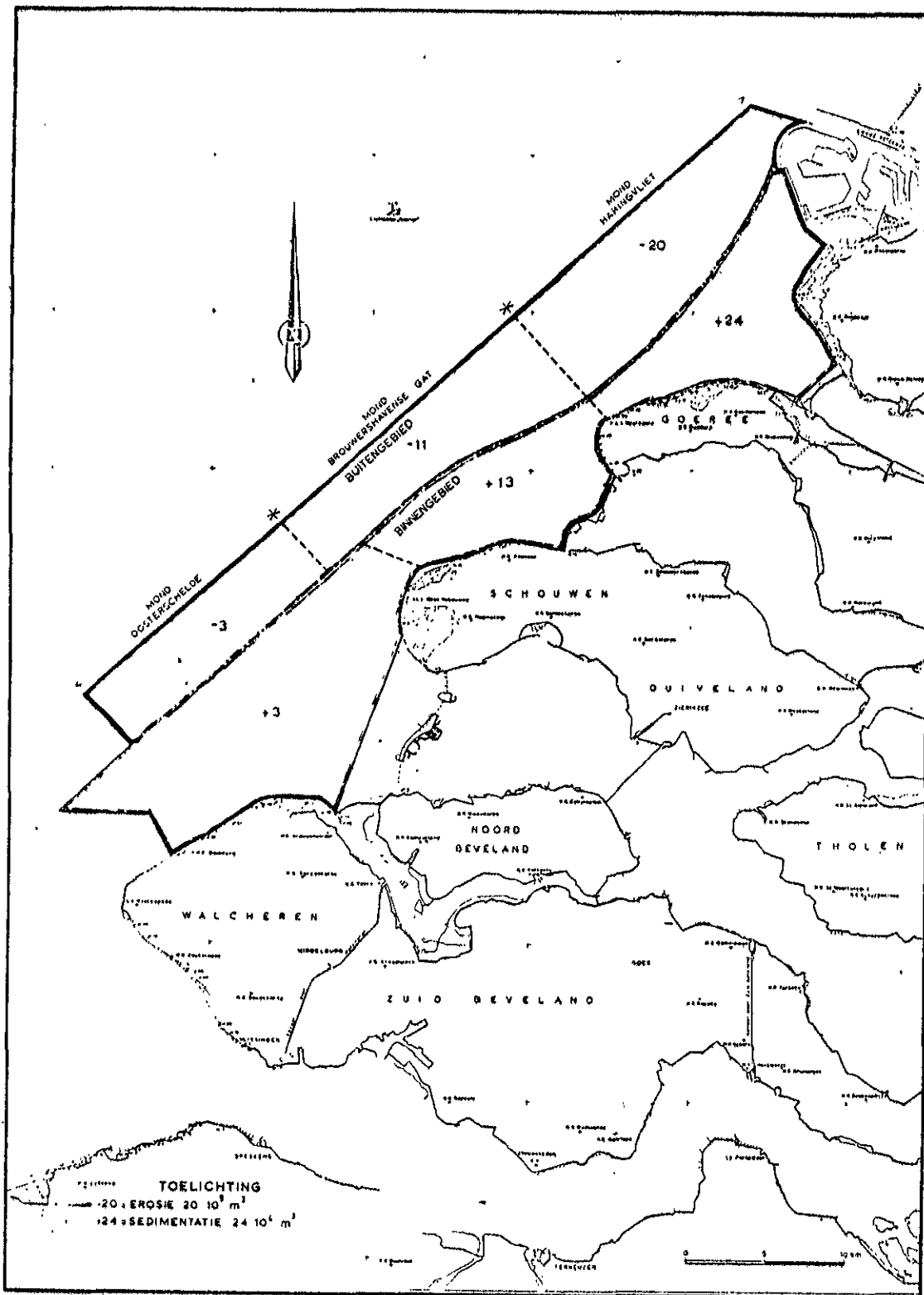


Fig. 20. Erosie en aanzanding in het Noordelijk deel van de monding van het Deltagebiet.

behoort bij:

nr:

datum:

bladnr: 11

In de tweede plaats worden hierdoor de oude geulen potentiële sedimentatie gebieden. Figuur 21 toont de aanzanding en erosie bij de dam zelf. Rode cijfers betekenen erosie, groene aanzanding. I.h.a. ziet men aanzanding van de geulen en erosie van de platen.

Voor wat betreft de herkomst en wijze van transport van het betreffende sediment moet men denken aan een aantal mogelijkheden, welke waarschijnlijk in combinatie zijn voorgekomen:

- 1° tot bezinking gekomen vloedtransport, dat met de eb niet meer wordt afgevoerd; hier denke men speciaal aan fijn materiaal zoals slib;

- 2° zand, dat van de platen wordt afgevoerd;

Als gevolg van de reductie van de stroomsnelheden zullen deze platen geen aanvoer van zand meer krijgen; de balans tussen aanvoer door stroom en erosie door golfwerking zal doorslaan ten gunste van de laatste. Het gevolg is, dat de platen zich verlagen. Zo verlaagt bijvoorbeeld de Middelplaat voor de Brouwersdam zich na de afsluiting.

- 3° brandingsstroomtransport (dus zand afkomstig van de koppen van de eilanden en van de randen van de platen) dat in de geul terecht komt en niet meer wordt afgevoerd.

Voor wat betreft de Noordkant van Schouwen wordt de ontwikkeling waarschijnlijk voornamelijk door brandingsstroom bepaald; deze is sinds 1971 niet zoveel anders als daarvóór, zoals fig. 22 toont.

Alleen in de onmiddellijke omgeving van de Brouwersdam is een duidelijk sterkere aanzanding opgetreden. De aanzanding bij de Zeepeduinen is waarschijnlijk een gevolg van de geplaatste paalschermen.

Is nu op grond van de huidige ervaringen een prognose te maken ?

Voor de prognose op korte termijn kan gesteld worden dat de veranderingen dermate langzaam gaan, dat het nog erg lang

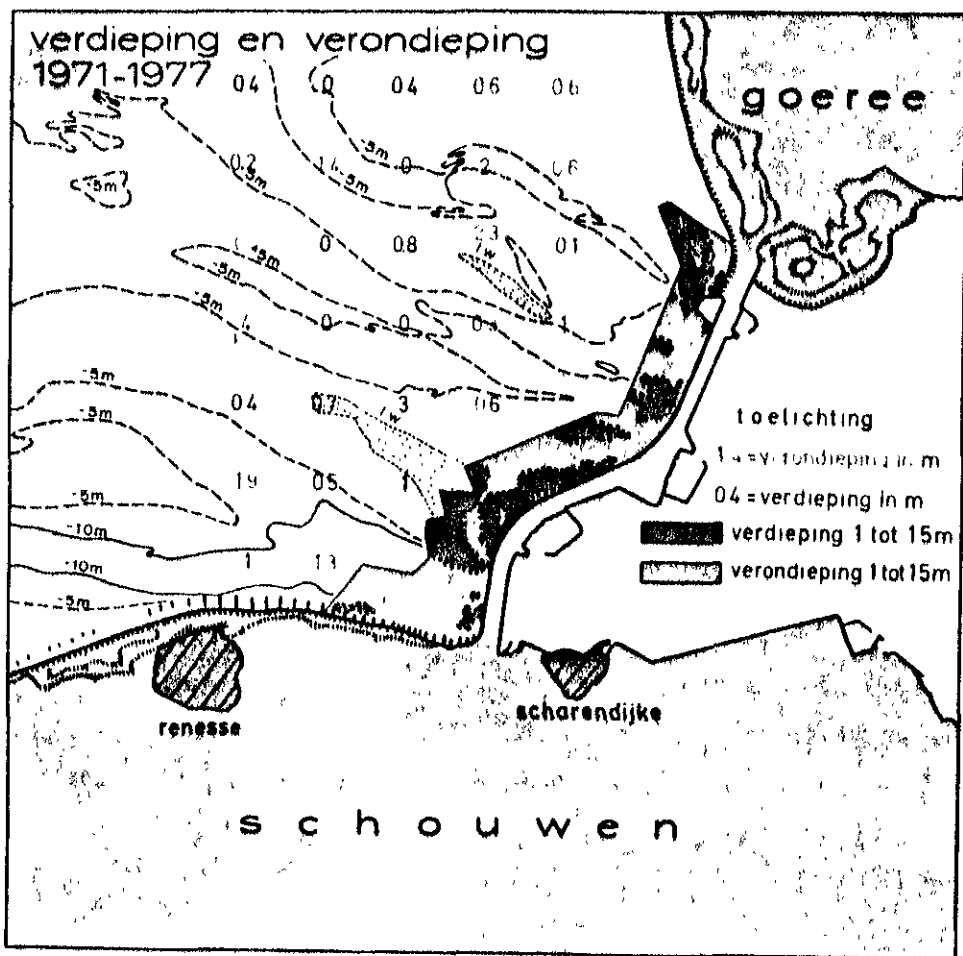


Fig. 21. Erosie en aanzanding in het mondingsgebied van het Brouwershavense Gat. In de strook met breedte 700 m ten Westen van de Brouwersdam zijn de gebieden met gelijke aanwas en erosie weergegeven. Zeewaarts daarvan is de bodemtopografie aangegeven met daarin in een rooster van punten de verdieping en verondieping.

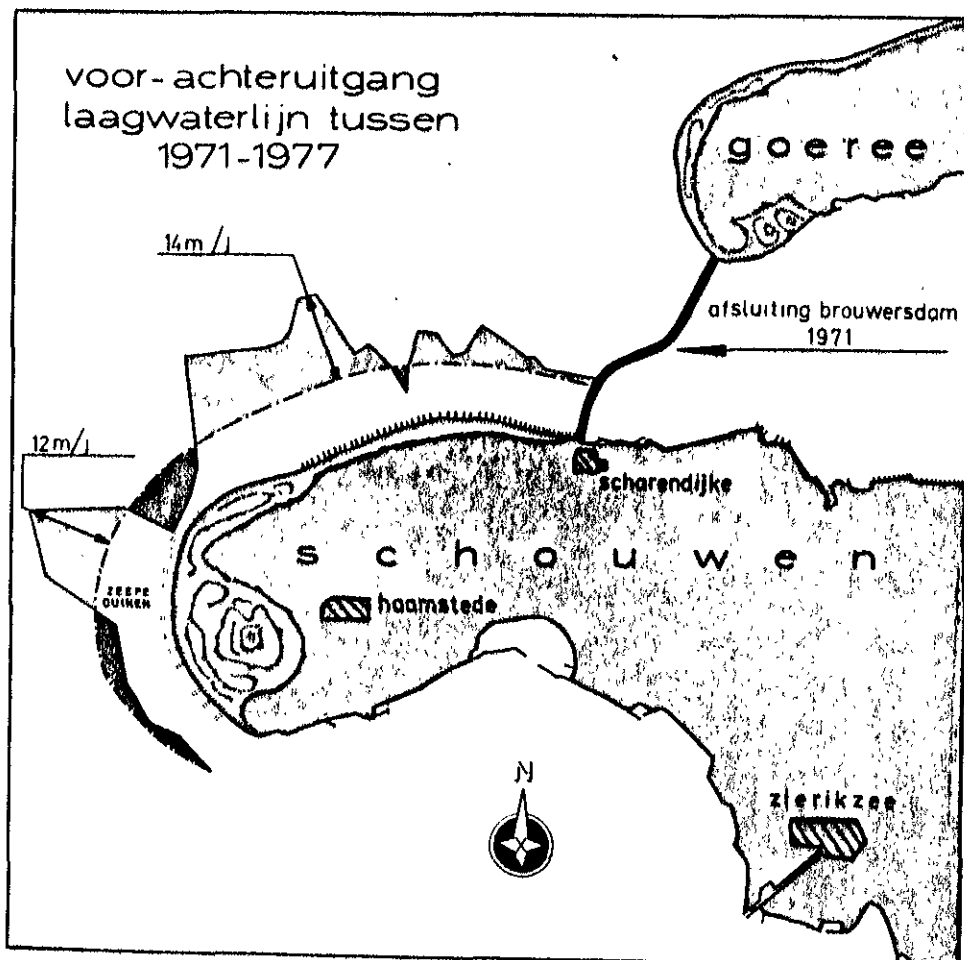


Fig. 22. Veranderingen van de kust van Schouwen na de aanleg van de Brouwersdam.

# rijkswaterstaat

---

behoort bij:

nr:

datum:

bladnr: 12

zal duren voor de randvoorwaarden in het proces sterk wijzigen, met andere woorden, dat zich bijvoorbeeld strand zal ontwikkelen waar nu het Brouwershavense Gat ligt. Evenzo gaat de verplaatsing van de buitendelta zo langzaam, dat de golfstrandvoorwaarden bij de kust nog lang praktisch onbeïnvloed zullen blijven. Er is dus geen reden aan te nemen, dat de ontwikkeling de komende jaren anders zal zijn dan tot dusver is gevonden.

Op zeer lange termijn -orde een halve of hele eeuw- zal waarschijnlijk een rechtekking van de kust plaats vinden, aannemend, dat de mens vóór die tijd niet opnieuw ingrijpt.

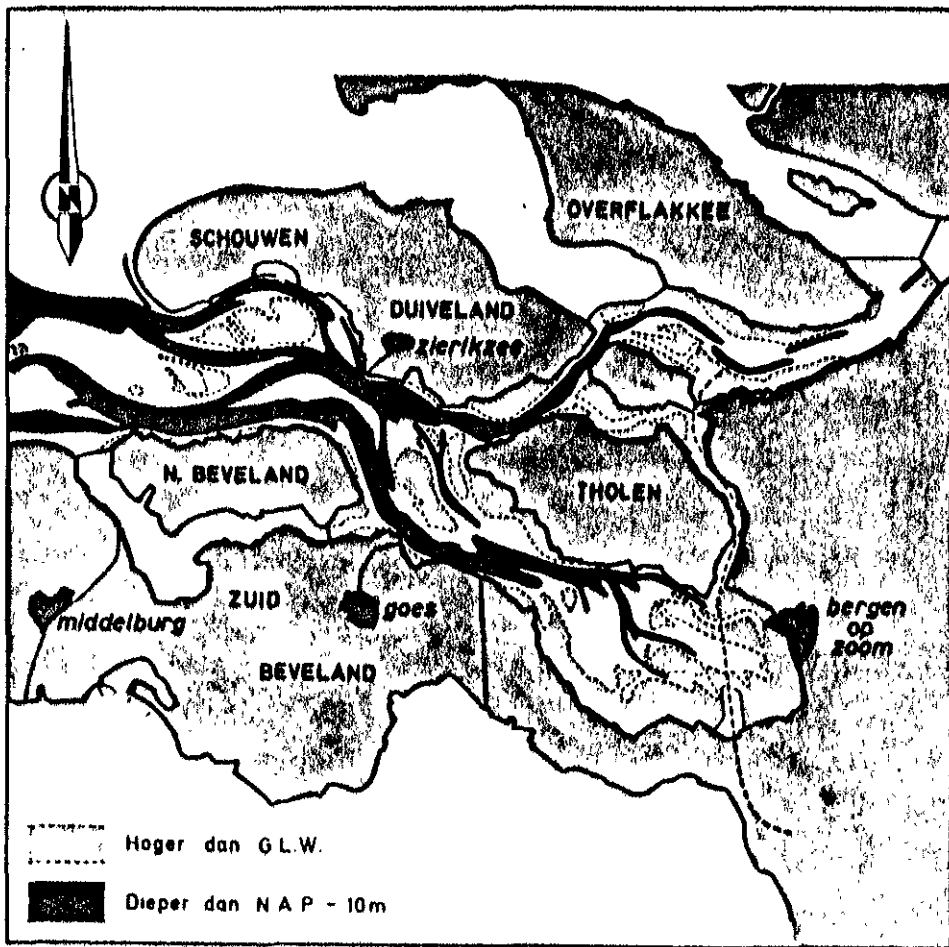


Fig. 23. Het geulenstelsel in de Oosterschelde.

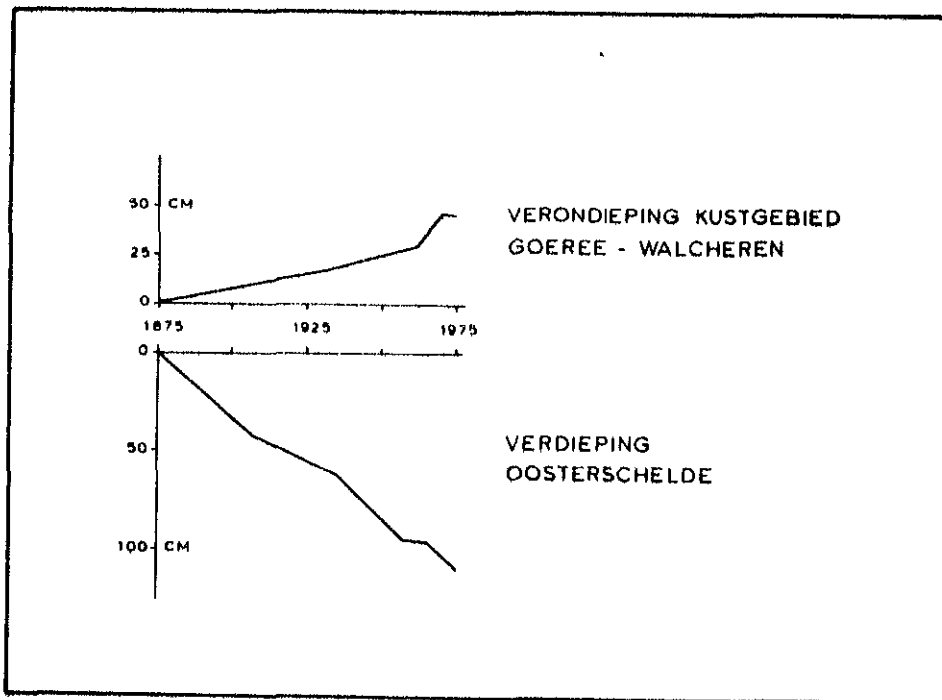


Fig. 24. Gedrag van het Oosterscheldebekken tussen 1872 en 1972: Parallel aan de uitschuring van de Oosterschelde is een toenemende aangroei van de buitendelta waar te nemen.

behoort bij:

nr:

datum:

bladnr: 13

Richt men zijn aandacht vervolgens op de Oosterschelde (fig. 23), dan vindt men daar bij wijze van spreken een dubbel systeem:

- 1° het Noordelijk kombergingsgebied, uitlopend aan de oostzijde in Keeten-Mastgat-Zijpe en in de huidige situatie uitlopend tot de Volkerakdam en de dam over de Hellegatplaten.
- 2° het Zuidelijk kombergingsgebied: de eigenlijke Oosterschelde.

Hoewel in de mond een en ander in elkaar overgaat en er dwarsverbindingen zijn, kan men enigszins schematiserend de Hammen als voeding van het Noordelijk kombergingsgebied en de Roompot als voeding van het Zuidelijk deel zien.

Nu is speciaal het Noordelijk deel voortdurend kunstmatig verruimd, in het bijzonder door de afsluiting van de Grevelingen in 1964 en het Volkerak in 1969, maar ook al eerder, sinds 1900 door diverse verruimingen en normaliseringen.

Doordat méér water de Oosterschelde in- en uit moest, namen de stroomsnelheden toe met als gevolg een groter transporterend vermogen. Daar een profielvergroting niet in horizontale zin kon plaatsvinden, verdiepte het bekken zich, wat met een zeewaarts gericht zandtransport gepaard ging.

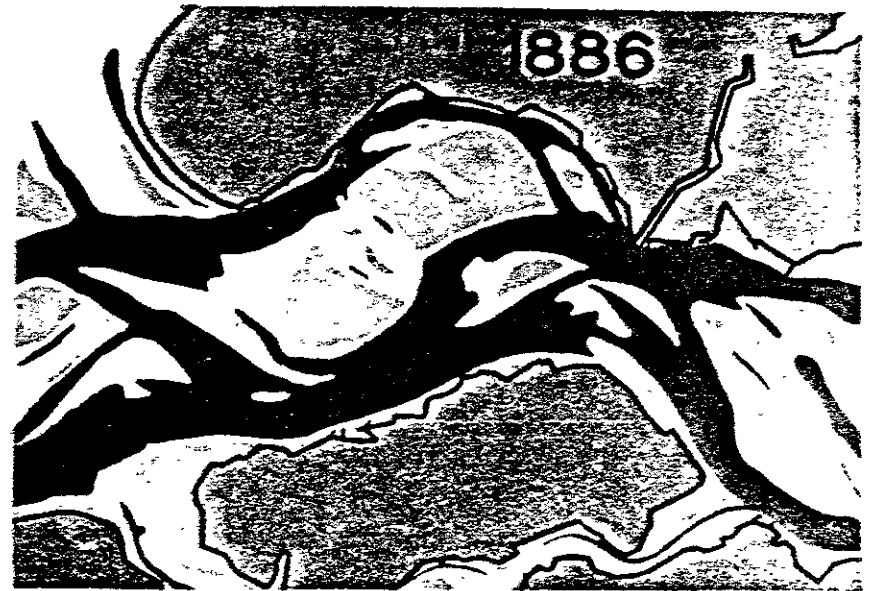
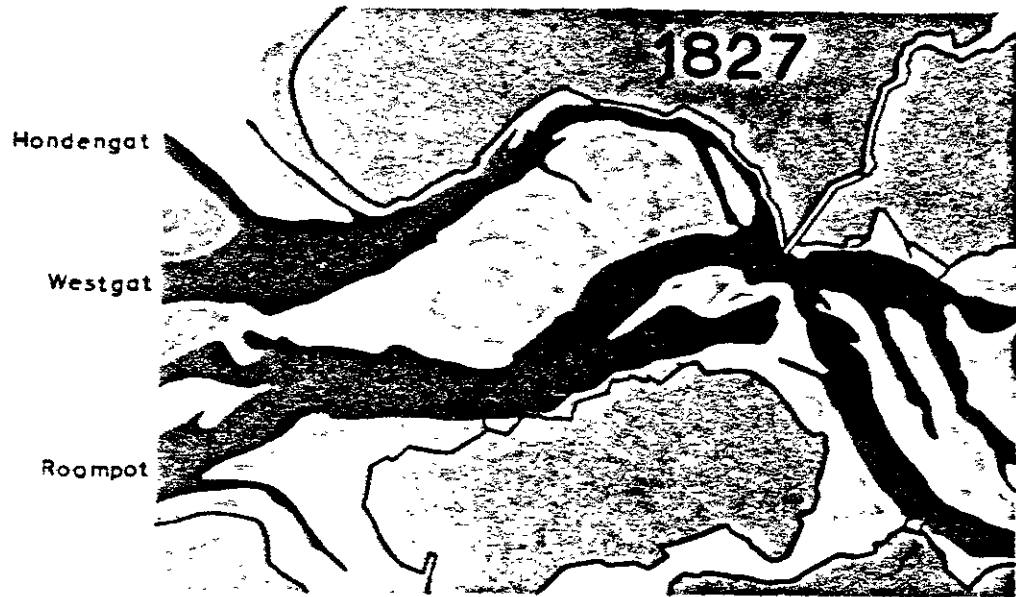
Fig. 24 toont de gemiddelde verdieping van het bekken tussen 1872 tot 1972. Parallel aan de uitschuring is een toenemende aangroei van de buitendelta waar te nemen.

Fig. 25 toont de verplaatsing van de geulen in horizontale zin in de afgelopen eeuw.

1827 In de eerste figuur ziet men in de mond van de Oosterschelde de twee hoofdgeulen de Hammen-Westgat en de Roompot, met daartussen een bankengebied zonder verbindingsgeul tussen de twee hoofdgeulen. In aanleg is het Schaar van de Roggenplaat reeds te zien, terwijl het Hondengat, de geul langs

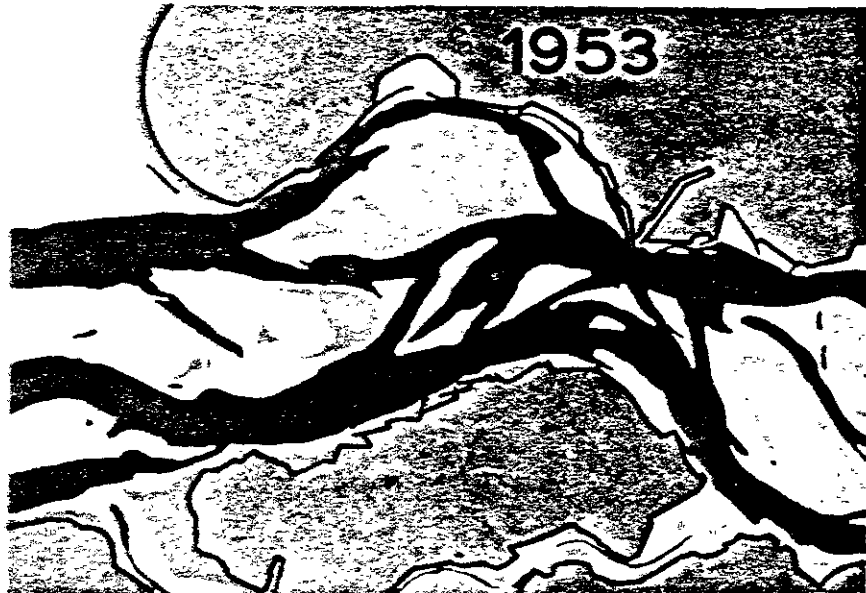


Fig. 25. Ontwikkeling van de geulen in de Oosterscheldemond



G=Geul

S=Schaar v.d. Roggenplaat



V=Vloedschaar v d Roompot, E=Ebschaar v d Vuilbaard



behoort bij:

nr:

datum:

bladnr: 14.

de Kop van Schouwen, in die tijd een behoorlijk diepe geul was.

1886 Deze geul is in 1886 al kleiner geworden. Het opvallendste in deze figuur is dat er een verbindingsgeul -de Geul- tussen de Hammen en de Roompot bestaat, welke omstreeks deze tijd haar grootste capaciteit heeft.

1953 Na circa 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 nl. het Schaar van de Roggenplaat ontstaan. Het Hondengat is intussen verdwenen. Ook staat op deze figuur het ebschaar van de Vuilbaard en het vloed-schaar van de Roompot; hier nog duidelijk onderscheid in eb- en vloed-schaar.

1970 In de situatie van 1970 is dit systeem al bijna een indifferente geul geworden. Ook is hierop de kortsluiting tussen het ebschaar via het ebschaar van de Roompot met het Westgat al enigszins te zien. De Geul is ten naaste bij verdwenen terwijl zij in 1971 door "damvak Geul" wordt afgesloten.

Door de bouw van de stormvloedkering zal een situatie ontstaan voor het kustgebied, die ligt tussen volledig afsluiten en openhouden van de Oosterschelde. De stroomsnelheden zullen afnemen. Op een afstand van circa 12 km uit de stormvloedkering zal de invloed nihil zijn en gaande naar de stormvloedkering zal de reductie van de stroomsnelheid toenemen tot circa 25%. De gevolgen hiervan zijn tot op heden nauwelijks te kwantificeren. Hiervóór is besproken wat de invloed was van vergroting van het kombergingsgebied en het getijvolume; men kan verwachten dat verkleining van het getijvolume de weg terug zal betekenen, in casu ver-

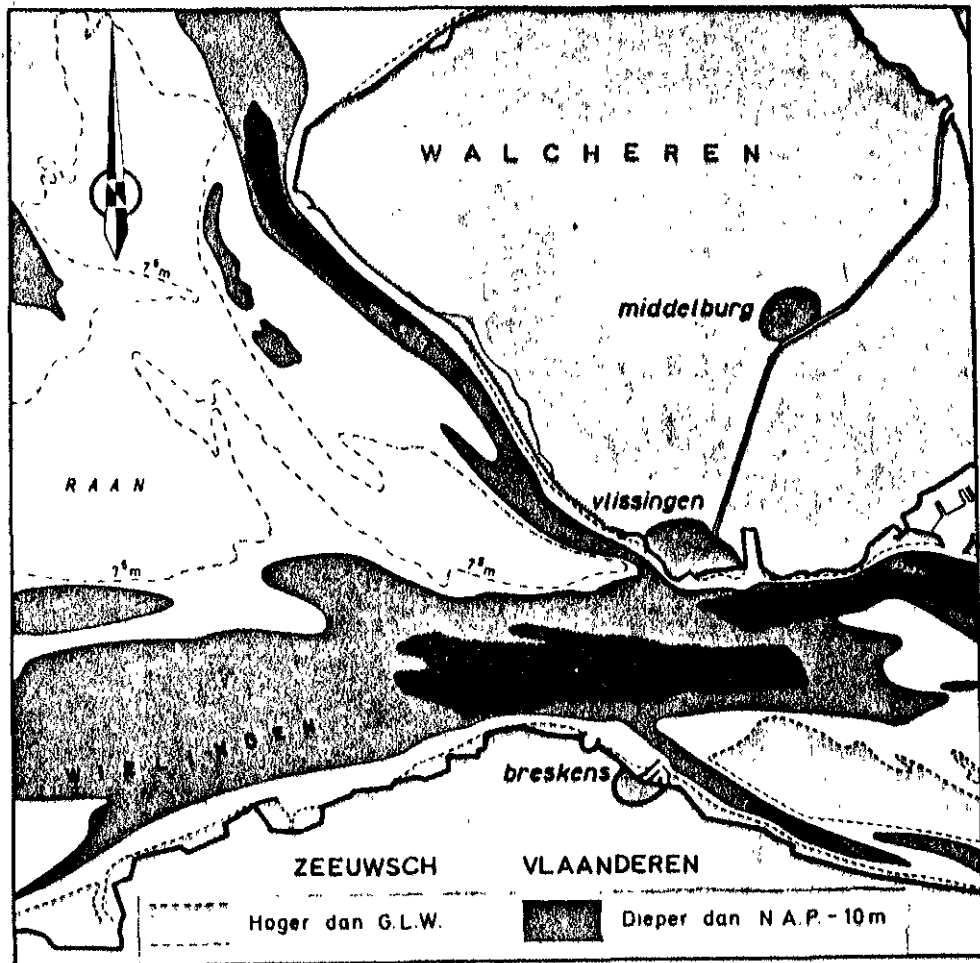


Fig. 26. Het geulenselsel in de Westerscheldemond.

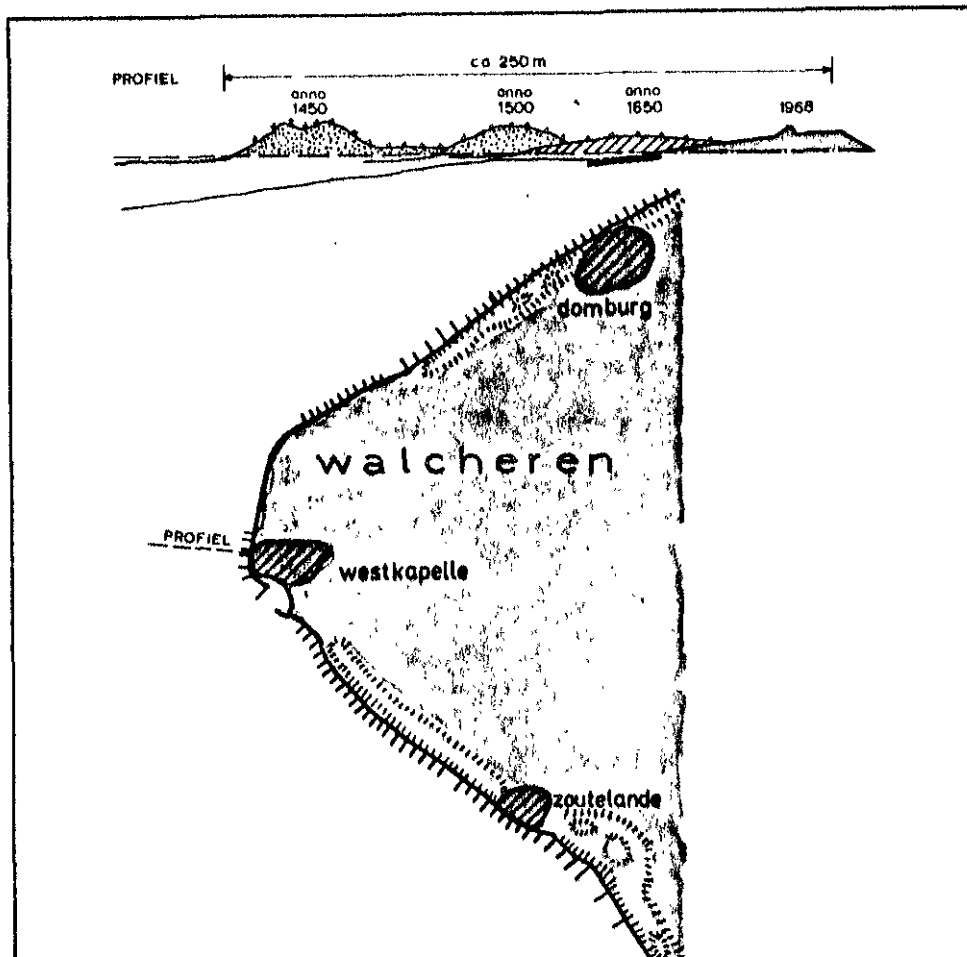


Fig. 27. Erosie van de kust bij Westkapelle.

behoort bij:

nr:

datum:

bladnr: 15

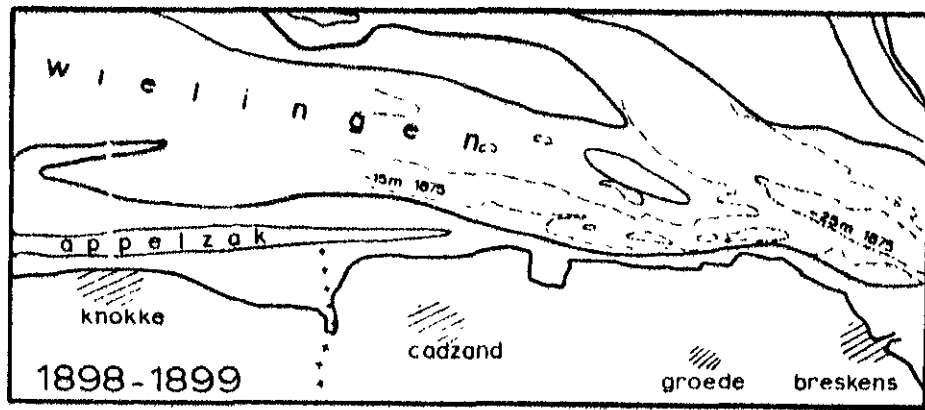
kleining van de buitendelta en aanzanding van de Oosterschelde.

Ongetwijfeld zullen de geulen zich gaan verleggen, als gevolg van de verandering in de getijvoortplanting, maar vermoedelijk zal dit geen effect sorteren voor de koppen van de eilanden. Immers, het brandingsstroomtransport verandert niet of nauwelijks. Het verdient uiteraard wel aanbeveling de ontwikkeling zo nauwgezet mogelijk te volgen. Zelfs als de verwachting beschaamd mocht worden blijft het technisch zeer goed mogelijk door middel van kustbeschermende maatregelen, zoals zandsuppleties de ongewenste gevolgen te ondervangen.

Verplaatst men vervolgens zijn aandacht naar de Westerscheldemoënd, dan ziet men daar een geulenstelsel (fig. 26) dat redelijk de principeschets benadert.

Aan de noordzijde het stelsel Oostgat-Galgeput, waarvan het Oostgat zeker een vloedoverschot heeft. Zuidelijker de hoofdgeul de Wielingen, waarvan wij theoretisch een eboverschot verwachten. Inderdaad wijst tevens het feit dat de Wielingen veel minder zout is dan het Oostgat (t.g.v. de afvoer van de Schelde) in dezelfde richting. Uit stroom- en debietmetingen daarentegen ontstaat een zeer warrig beeld. De Wielingen en het Oostgat omsluiten de Vlake van de Raam, waarin wij nog de Deurlo aantreffen. Ten zuiden van de Wielingen vindt men tenslotte de Appelzak, welke, in het verleden, een vloodschaarkarakter had.

Hoewel het Oostgat tamelijk stabiel van karakter is, is toch door de combinatie van een brandingsstroomtransport, dat in het Noorden weinig voeding uit de buitendelta had en de vlak langs de kust gelegen geul in de loop der eeuwen een aanzienlijke erosie ontstaan.



— gebied beneden n a p. -100dm

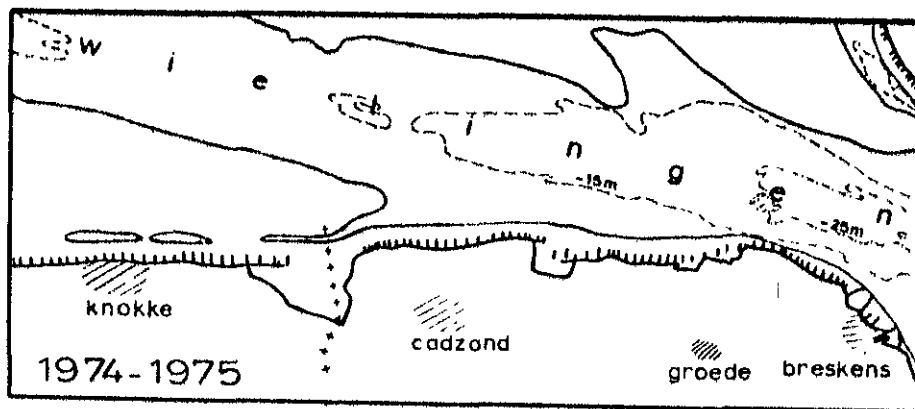


Fig. 28. Ontwikkeling van de geulen in de Westerscheldemonde.

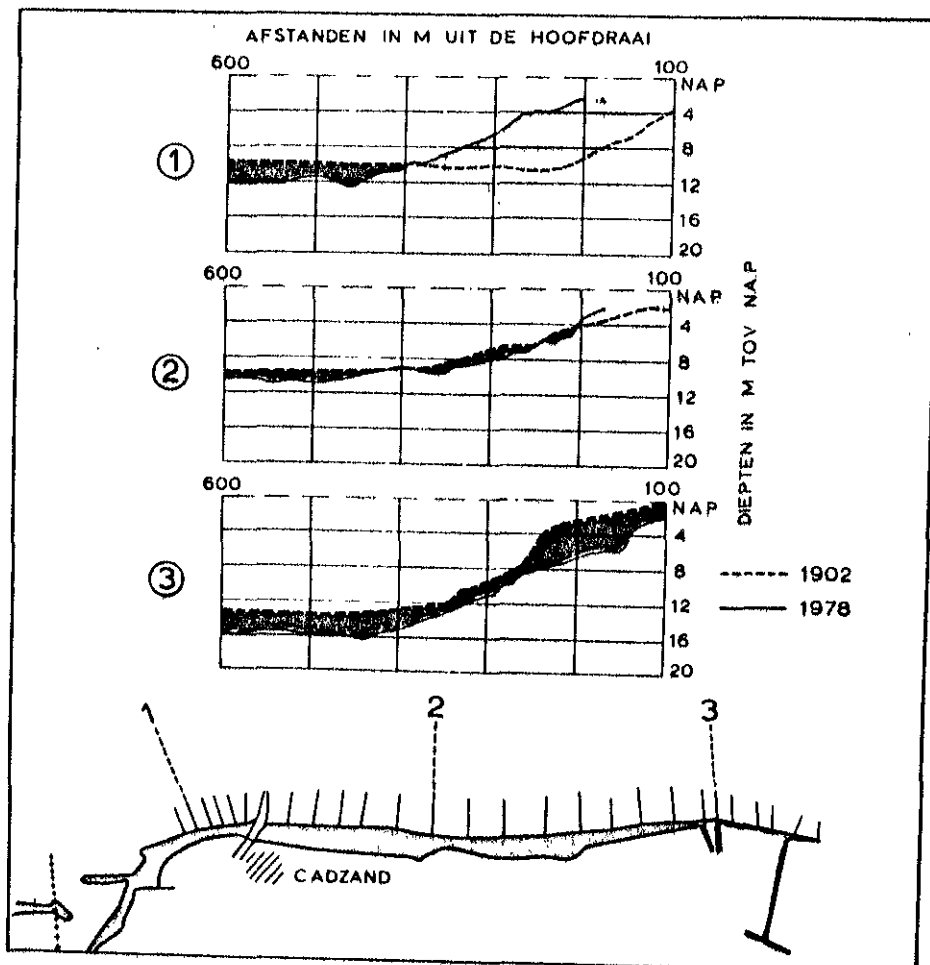


Fig. 29. Verdieping van de Appelzak nabij Cadzand.

behoort bij:

nr.

datum:

bladnr: 16

Zo verdween bijvoorbeeld bij Westkapelle sinds 1450 circa 250 m duin in zee (fig. 27).

Vóór de Zeeuwschvlaamse kust valt speciaal op, dat de Wielingen zich tussen Cadzand en de Zwarte Polder wat meer naar het zuiden en het westen heeft verlegd waarbij deze in de diepere regionen verbreed is (fig. 28). De geul verondiepte van 25 m tot 12 m bij Groede en verdiepte in het westelijk deel. De scheiding tussen Wielingen en Appelzak is grotendeels verdwenen: de tussengelegen rug de Binnen-Paardenmarkt heeft zich verdiept, terwijl de Appelzak zelf is verondiept, evenals het zuidelijk deel van de Wielingen op Belgisch gebied. Alleen de oostelijke uitloop van de Appelzak heeft meer het karakter van een uitloper van de Wielingen gekregen en is verdiept en verplaatst, zoals de profielen van figuur 29 tonen.

Ook hier worden door mensenhanden wijzigingen tot stand gebracht.

Bij de Belgische overheid zijn plannen in uitvoering tot uitbouw van de haven van Zeebrugge. Ter voorkoming van kusterosie oostwaarts van de havendammen werd tevens het strand tussen Zeebrugge en de Nederlands-Belgische grens gevoed met een zandsuppletie van ca. 9 mln m<sup>3</sup>.

Maatregelen ter voorkoming van de afvoer van dit zand door golf en stroom worden overwogen. Deze maatregelen moeten echter niet alleen effectief zijn, maar mogen tevens geen kusterosie elders veroorzaken; bovendien moeten de kosten voorspelbaar significant lager zijn dan de gekapitaliseerde zandverliezen.

De gevolgen van de bovengenoemde werken worden bekeken in de Subcommissie Uitbouw Voorhaven Zeebrugge van de Technische Schelde Commissie; deze laatste is een Nederlands-Belgisch overlegorgaan, waarin regeringsdeskundigen van beide landen zitting hebben.

behoort bij:

nr:

datum:

bladnr: 17

Uit het tot op heden uitgevoerde onderzoek blijkt, dat de invloedsfeer van de havendammen zich nauwelijks verder dan de Nederlands-Belgische grens uitstrekt: de maximale getijstroomsnelheden ter plaatse van de Nederlands-Belgische grens zullen in de orde van 3 cm/s afnemen.

De suppletie als zodanig is gunstig voor de Nederlandse kust.

Tenslotte wordt nog even ingegaan op de resultaten van de profielmetingen aangaande de invloed van de zandsuppletie. Tot op heden doet deze invloed zich op een afstand van 1 km van de suppletie nauwelijks en verderop in het geheel niet voelen.

In figuur 30 is voor een tweetal raalen, één aan de oostrand van de kustsuppletie en één raai 1 km verder oostwaarts, even ter westen van de Nederlands-Belgische grens, de verandering van het profiel voor en na de kustsuppletie aangegeven.

behoort bij:

nr:

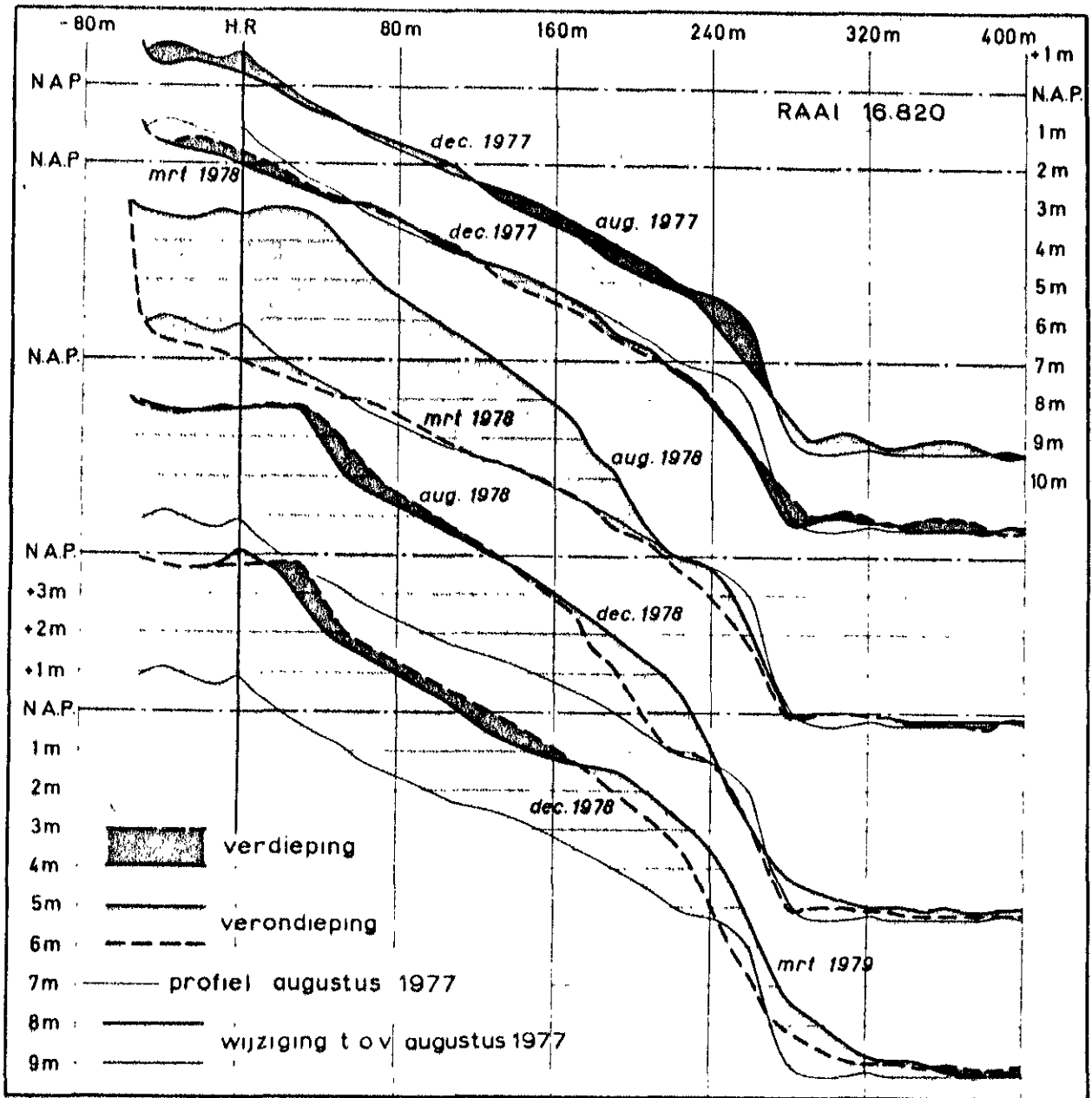
datum:

bladnr: 18

De reis, begonnen bij de Brouwersdam, is over de Nederlands-Belgische grens geëindigd. Dit is begrijpelijk: het zandtransport weet immers evenmin van grenzen.

In het voorgaande is getracht een globaal beeld te geven van de verandering van de Zeeuwse kusten door mens en natuur. Bij de beheerders rust de taak, een antwoord te geven op de uitdagingen die de natuur voor wat betreft de kust stelt, zodanig, dat aan de wensen van de mens optimaal wordt tegemoet gekomen. Hoewel zij uiteraard een beroep kunnen doen op de deskundigheid waar de Rijksoverheid over beschikt, zal toch tevens veel van hun zeer noodzakelijk eigen initiatief afhangen. Hun kan wijsheid worden toegewenst.





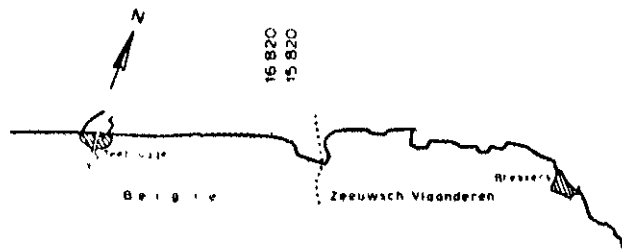
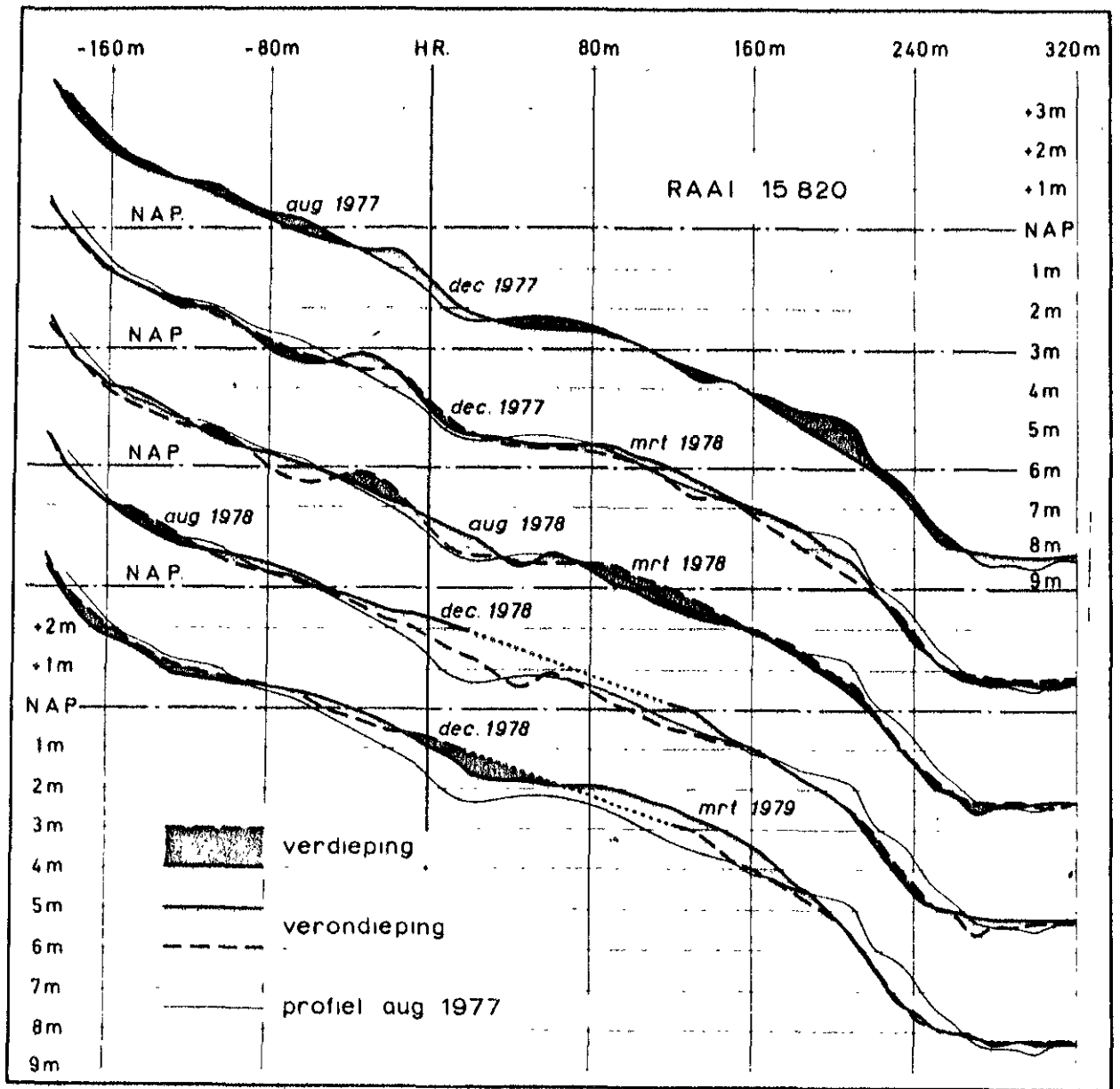


Fig. 30. De verandering van het kustprofiel in een tweetal raaien bij de Oostelijke rand van de zandsuppletie bij Zeebrugge/Knokke in de periode kort voor en na deze suppletie.

behoort hij:

nr:

datum:

bladnr: 20

Appendix A

Verslag van de op woensdag 16 mei 1979 om 09.30 uur ter provinciale griffie gehouden vergadering van de Contactgroep Deltaversterking Kust.

Aanwezig de heren:

A.L. van Geesbergen, lid van gedeputeerde staten, voorzitter;  
van de zijde van de waterschappen:

A.M. Geluk, J.B. Decu, S.J. van Langeraad en mr. J.A. Lantsheer;  
van de zijde van de rijkswaterstaat:

ir. O.H. Boom en ir. M.J. van der Hoff;

van de zijde van de provinciale planologische dienst:

dr. ir. W.H. Ubbink;

van de zijde van de provinciale waterstaat:

ir. W. de Beijl, ir. A.M. de Graauw en ing. P. Hengst (techn. secr.);

van de zijde van de provinciale griffie:

J.C. de Haan (secr.).

Voorts zijn aanwezig van de zijde van de rijkswaterstaat in verband met de verzorging van agendapunt 4 de heren ir. J.F. Agema, ir. W.Th.J.N.P. Bakker en ing. P. van der Leijé<sup>1)</sup>.

1. Opening.

De voorzitter opent de vergadering en heet de aanwezigen welkom, in het bijzonder de heer Lantsheer, die voor de eerste maal als dijkgraaf van het waterschap Walcheren aanwezig is, alsmede de heren Agema, Bakker en Van der Leijé.

Voorgesteld wordt eerst agendapunt 4 te behandelen.

Hiervoor wordt het woord gegeven aan de heren van rijkswaterstaat, welke vervolgens de inleiding verzorgen. Na afloop van de inleiding vindt een discussie plaats.

1) lees: ir. J.P. v.d. Leijé

## rijkswaterstaat

---

behoort bij:

nr:

datum:

bladnr: 21

Hierin wordt o.m. aandacht gevestigd op de invloed van strandhuisjes op de duinvoet en op zandsuppletie als mogelijkheid tot kustverbetering. De heer Agema geeft aan dat op Goeree met de laatste ontwikkeling proeven worden genomen. Hoewel het niet de oplossing kan zijn voor alle problemen, pleit hij er voor zandsuppletie steeds mede in overweging te nemen bij het opstellen van plannen.

De voorzitter bedankt hierna de inleiders voor hun komst en voor hun boeiende inleiding. Afgesproken wordt dat rijkswaterstaat de inleiding in een verslag zal samenvatten en aan de leden van de contactgroep zal toezenden. Te zijner tijd zal het vervolg van de kustontwikkeling nogmaals in een lezing worden toegelicht. Vervolgens wordt overgegaan tot behandeling van de overige agendapunten.

behoort bij:

nr:

datum:

bladnr: 22

LITERATUUR

- [1] Van Veen, dr. ir. J.  
Eb- en vloodschaarsystemen in de Nederlandse  
getijwateren.  
Tijdschrift Kon. Ned. Aardrijkskundig Genootschap.  
Jg. 67, pp 45-65.
- [2] Edelman, ir. T.  
Verstoringsen in de kustlijn t.g.v. de aanwezigheid  
van zeegaten.  
Rijkswaterstaat, Directie Waterhuishouding en  
Waterbeweging, Afdeling Kustonderzoek.  
Studierapport WWK 61-3.

behoort bij:

nr:

datum:

bladnr: 23

. Deze nota werd verzonden bij brief nr. 3226 d.d. 30 december 1980 door het Hoofd van de Studiedienst Vlissingen aan het Hoofd van de Hoofdafdeling AX van de Directie Zeeland.

Voorgaande versies van deze nota WWKZ-80.V024:

nota WWKZ-80.V016:

Deze is vrijwel gelijkloidend aan de onderhavige nota WWKZ-80.V024 doch op enige details wordt nog wat dieper ingegaan.

Verzonden bij brief nr. 2685 d.d. 7 november 1980 door het Hoofd van de Studiedienst Vlissingen aan het Hoofd van de Hoofdafdeling AX van de Directie Zeeland (afschrift van brief plus bijlagen verzonden aan de auteurs en ir. J.P. v.d. Leijé).

notitie WWKZ-79.V202a:

Een inhoudsopgave van de voordracht van prof. ir. J.F. Agema, ter verspreiding onder de leden van de Contactgroep Kust.

Verzonden bij brief nr. 1163 d.d. 10 mei 1979 door het Hoofd van de Studiedienst Vlissingen aan het Hoofd van de Hoofdafdeling AX van de Directie Zeeland.

2e concept: notitie WWKZ-80.V202b:

(zie projectplan V79.19.A.10, verzonden bij brief nr. 1081 d.d. 2 mei 1979 van de Studiedienst Vlissingen gericht aan het Hoofd van het District Kust en Zee).

Een eerste versie van dit 2e concept werd verzonden bij brief nr. 1114 d.d. 7 mei 1979 van de Studiedienst Vlissingen, gericht aan het Hoofd van de Waterloopkundige Hoofdafdeling van de Deltadienst. De tweede versie werd verzonden bij brief nr. 1163 d.d. 10 mei 1979 aan het Hoofd van de Hoofdafdeling AX van de Directie Zeeland. De definitieve versie geeft de tekst van de lezing, zoals gepresenteerd door ir. J.F. Agema bij de vergadering van de Contactgroep Kust d.d. 16 mei 1979.

1e concept: notitie WWKZ-79.V202a:

Verzonden bij brief nr. 1081 d.d. 2 mei 1979 van het Hoofd van de Studiedienst Vlissingen aan het Hoofd van het District Kust en Zee.