

Rijkswaterstaat
Directie Waterhuishouding
en Waterbeweging
Studiedienst Vlissingen

Nota 77.4
met 7 bijlagen

~~WV 62-77.1004~~

Onderzoek naar de mogelijkheden tot en
de gevolgen van zandwinning in de
Westerschelde.

6

Vlissingen, november 1977

INHOUD.

	<u>blz.</u>
par. 1 Inleiding	1
par. 2 Zandhuishouding Westerschelde 1878 - 1971/72	3
2.1 Inhoudsberekeningen 1878 - 1952	3
2.2 Inhoudsberekeningen 1955 - 1971/72	4
2.3 Zandbalans 1878 - 1971/72	5
par. 3 Ontwikkeling verticaalgetij 1891-1970	8
par. 4 Resultaten getijberekening bij een sterk verdiepte drempelliging	11
par. 5 Zandhuishouding Westerschelde 1971/72 - 1976	15
5.1 Afgevoerde en gestorte hoeveelheden specie	15
5.2 Verlaging drempels door baggerwerken Antwerpse Zeediensten	15
5.3 Geschatte zandbalans	16
par. 6 Schatting zandbehoefte in de komende 5 à 10 jaar	18
6.1 Afvoer specie vanwege Antwerpse Zeediensten	18
6.2 Zandwinning in de Westerschelde t.b.v. uitvoering werken	19
6.3 Zandwinning door concessiehouders	20
6.4 Totaal geschatte zandbehoefte	21
par. 7 Zandwinplaatsen	23
par. 8 Mogelijke gevolgen verdieping Westerschelde op langere termijn	27
8.1 Te verwachten getijontwikkeling	27

INHOUD. (vervolg)

	<u>blz.</u>
8.2 Uitbreiding oevervoorzieningen	28
8.3 Overige gevolgen m.b.t. het beheer in het Westerscheldebekken.	32
par. 9 Samenvatting en conclusies	35

Onderzoek naar de mogelijkheden tot en de gevolgen van
zandwinning in de Westerschelde.

par. 1 INLEIDING.

Naar verwachting zal de zandwinning in het Veerse Meer door concessiehouders binnen afzienbare tijd moeten worden beëindigd. In verband hiermee wordt door de Arrondissements-ingenieur in het Arrondissement Vlissingen bij brief nr. 2641 d.d. 23 mei 1977 aan het Hoofd van de Studiedienst Vlissingen verzocht mede te delen:

- a welke bezwaren verbonden zouden zijn aan een verhoging van de te baggeren hoeveelheid zand in concessie in de Westerschelde met ong. 375 000 m³ en waar de eventuele winning het beste kan worden voorgeschreven en voorts
- b of enig inzicht kan worden verschaft over de toelaatbare zandwinhoewelheden in concessie en over de winplaatsen in de komende 5 tot 10 jaar ten aanzien van de rivierbelangen; dit met het oog op het te bepalen beleid ten aanzien van het uitgeven in concessie van zandwinplaatsen en hoeveelheden.

Voor het vaststellen van de mogelijkheden tot zandwinning in de Westerschelde dient ter beantwoording van de onder a en b gestelde vragen met name de zandhuishouding in deze rivier in de beschouwingen te worden betrokken. Naast de mogelijkheden tot zandwinning door concessiehouders wordt in het navolgende onderzoek tevens aan de zandbehoefte ten behoeve van werken en de afvoer van specie vanwege de Antwerpse Zeediensten aandacht besteed. Met name de invloed op het getij moet bij een eventuele sterke ontzanding en verdieping van de Westerschelde van belang worden geacht.

De zandhuishouding in de Westerschelde over de periode 1878 - 1971/72 wordt besproken in par. 2. In samenhang daarmee komt de ontwikkeling van het verticale getij over het tijdvak 1891 - 1970 ter sprake in par. 3. De resultaten van een voor een situatie met sterk verdiepte drempels (in de hoofdgeul) uitgevoerde getijberekening voor de Westerschelde worden in par. 4 beschouwd. In par. 5 wordt

-2-

een beschouwing gegeven over de zandhuishouding in het tijdvak 1971/72 - 1976. Een schatting van de zandbehoefte en de daarmee mogelijk samenhangende ontzanding van de rivier in de komende 5 à 10 jaar wordt gegeven in par. 6. De diverse zandwinplaatsen worden besproken in par. 7. Paragraaf 8 betreft een beschouwing over de te verwachten gevolgen bij een verdieping en ontzanding van de Westerschelde op langere termijn. Hierbij is de tekst van par. 8.2 ontleend aan het memo Vl. 77.16 van de hand van ing. M.H. Wilderom (Enkele notities over de oeververdediging langs de Westerschelde). Ook de bij de onderhavige nota gevoegde bijlage 7 is aan memo Vl. 77.16 ontleend. Een samenvatting van het verrichte onderzoek alsmede enkele conclusies worden tenslotte gegeven in par. 9.

6

par. 2 ZANDHUISHOUDING WESTERSCHELDE 1878 - 1971/72.

2.1 Inhoudsberekeningen 1878 - 1952.

Bij de Directie Benedenrivieren van de Rijkswaterstaat zijn destijds inhoudsberekeningen voor de Westerschelde uitgevoerd voor de periode 1878 - 1931. De resultaten van deze berekeningen zijn opgenomen in het rapport: "Inhouds- en diepteveranderingen in de Westerschelde over de periode 1878 - 1931" (lit.1).

In aansluiting op deze berekeningen zijn naderhand op overeenkomstige wijze inhoudsberekeningen verricht voor het tijdvak 1931 - 1952. De resultaten hiervan zijn weergegeven in het eveneens door vorengenoemde dienst uitgebrachte rapport: "Inhouds- en diepteveranderingen in de Westerschelde over de periode 1931 - 1952" (lit.2). Het bij de bewuste berekeningen gebruikte kaartmateriaal alsmede de gevolgde berekeningsmethode (de z.g. "profielmethode" met raaiafstand 500 m) komt zowel in vorengenoemde rapporten als in lit. 3 ("Enkele opmerkingen over de nauwkeurigheid van de bij de inhoudsberekeningen voor de Westerschelde toegepaste methode") ter sprake.

Op bijlage 1 zijn de beneden het peil van g.h.w. voor de perioden 1878 - 1931 en 1931 - 1952 berekende inhoudsveranderingen nader aangegeven. Naast de in het eigenlijke rivierbed gelegen vakken A t/m E zijn bij deze berekeningen de z.g. grote "schorgebieden" (Sloe, Braakman, Saaftinge en Schorren van Ossendrecht) afzonderlijk beschouwd. Blijkens bijlage 1 vertoonde het rivierbed van de Westerschelde over de periode 1878 - 1931 een gemiddelde jaarlijkse aanzanding van $1,24 \text{ mln m}^3$; de aangrenzende "schorgebieden" waren hierbij inbegrepen. Zonder de schorgebieden was in het betreffende tijdvak van een gemiddelde verdieping van $0,25 \text{ mln m}^3$ per jaar sprake. Gedurende de periode 1931 - 1952 nam de inhoud van de Westerschelde (met inbegrip van de schorgebieden) met $1,46 \text{ mln m}^3$ per jaar af. Voor het eigenlijke rivierbed (dus zonder de

- schorgebieden -

schorgebieden) werd een gemiddelde aanzanding van 0,24 mln m³ per jaar berekend. Op grond van de resultaten van de uitgevoerde berekeningen zou kunnen worden vastgesteld dat de totale gemiddelde jaarlijkse aanzanding in de tweede beschouwde periode (ten opzichte van de voorafgaande) wat was toegenomen. De betrekkelijke nauwkeurigheid van de uitgevoerde berekeningen (vooral de oudste gebruikte lodingkaart bevatte naar verhouding weinig peilgegevens) noopt ook op dit punt echter tot voorzichtigheid (lit.3).

2.2 Inhoudsberekeningen 1955 - 1971/72.

Voor de inhoudsberekeningen over de periode 1878 - 1952 kon worden beschikt over de gegevens van de diverse hydrografische kaarten (schaal 1 : 25 000 à 1 : 50 000). Vanaf 1955 worden door de Rijkswaterstaat aanmerkelijk gedetailleerder rivierlodingkaarten op schaal 1 : 10 000 samengesteld. Door het sterk verschillende kaartmateriaal is een rechtstreekse aansluiting van de later bij de Studiedienst Vlissingen uitgevoerde inhoudsberekeningen op de berekeningen over het tijdvak 1878 - 1952 (par.2.1) achterwege gebleven. Op grond van de gegevens van de rivierlodingen zijn inhoudsberekeningen verricht voor de perioden 1955 - 1963/64 en 1963/64 - 1971/72. Het ontbreken van berekeningen over de periode 1952 - 1955 moet voor het bepalen van de gemiddelde ontwikkelingen over het tijdvak 1878 - 1971/72 van weinig belang worden geacht. Bijlage 1 geeft een overzicht van de totale inhoudsveranderingen over de periode 1955 - 1971/72. De bij deze berekeningen aangehouden raaibreedte (500 m) sluit aan op de berekeningen over het tijdvak 1878 - 1952. Overigens is de gevolgde berekeningsmethode ter verkrijging van een zekere werkbeparing sterk vereenvoudigd (lit.3). Mede hierdoor verschilt de indeling van de vakken I t/m IX aanzienlijk van die van de berekeningen van de Directie Benedenrivieren. Rekening houdend met de in het rivierbed gebaggerde en gestorte hoeveelheden specie kan de aanzanding

van de Westerschelde voor de periode 1955 - 1971/72 volgens de gegevens van bijlage 1 gesteld worden op 35,1 mln m³. Dit betekent een gemiddelde jaarlijkse aanzanding door "natuurlijk effect" in het betreffende tijdvak van ong. 2 mln m³.

Uit de resultaten van een voor een beperkt gebied verricht onderzoek (lit.3) blijkt dat de gemiddelde diepte-veranderingen bij een inhoudsberekening met een raaibreedte van 500 m in vergelijking met die bij een raaibreedte van 200 m (de maximale afstand tussen de peilraaien) tot op 2,5 cm (naar boven en naar beneden) worden benaderd. Indien deze benadering ook voor de gehele rivier zou gelden, zou bij een aangehouden natte oppervlakte van de Westerschelde op g.h.w. van 280 km² de aanzanding in de periode 1955 - 1971/72 ten minste 28 mln m³ en ten hoogste 42 mln m³ hebben bedragen. De gemiddelde jaarlijkse aanzanding van het Nederlandse deel van de Westerschelde bedraagt bij deze benadering 1,7 à 2,5 mln m³.

2.3 Zandbalans 1878 - 1971/72.

Een aantal gegevens van de in de par. 2.1 en 2.2 besproken inhoudsberekeningen is in tabelvorm samengevat in bijlage 2. Staat 1 van deze bijlage bevat de gegevens van de zandbalans van de gehele Westerschelde zonder de schorgebieden (het eigenlijke rivierbed). De zandbalansgegevens met betrekking tot de beschouwde riviervakken (A t/m E en I t/m IX; bijlage 1) zijn vermeld in staat 2. In staat 3 is met betrekking tot de periode 1878 - 1931, 1931 - 1952 en 1955 - 1971/72 tenslotte de gemiddelde jaarlijkse zandwinst per vak opgenomen.

Zoals uit de gegevens van staat 1 blijkt was de zandbalans van de Westerschelde (zonder de schorgebieden) aan het einde van de periode 1878 - 1971/72 juist in evenwicht. Dit evenwicht kwam tot stand door een gemiddelde jaarlijkse afvoer van specie gedurende de periode 1955 - 1971/72 van ong. 1,5 mln m³ (in profiel). Gerekend

in middelen van vervoer kan de afgevoerde hoeveelheid (bij een uitlevering van 20%) op ong. 2 mln m³ per jaar worden gesteld. Binnen het Nederlandse deel van de Westerschelde vertoont met name het ter hoogte van Ossenisse gelegen gebied reeds jarenlang een opmerkelijke aanzanding (bijlage 1 en 2). Daarentegen was in het ten westen van Baarland gelegen riviergedeelte in de loop der jaren overwegend van een zekere verdieping sprake. Het sinds jaren van nature aanzandende bovenstroomse deel van de Westerschelde wordt in toenemende mate beïnvloed door de onderhoudsbaggerwerken vanwege de Antwerpse Zeediensten (baggeren, storten en afvoeren van specie).

Naast de invloed van het onttrekken en storten van specie wordt de zandhuishouding in het Nederlandse deel van de Westerschelde in feite bepaald door de resulterende zandtransporten ter hoogte van Vlissingen en bij de Nederlands-Belgische grens bovenstrooms van Bath. Als gevolg van de aanleg van de leidam op de Ballastplaat (1968 - 1971) zijn de resulterende transporten bij genoemde grens de laatste jaren aanzienlijk gewijzigd. Op grond van de resultaten van zandtransportberekeningen voor een ter hoogte van de grens gelegen raai (lit.4) en inhoudsberekeningen voor het bovenstroomse Belgische gebied kan de meest waarschijnlijke waarde van het vóór de aanleg van de leidam op de Ballastplaat nabij de grens in de vloedrichting optredende resulterende zandtransport op 0,75 à 1 mln m³ per jaar worden gesteld. Uit voor de situatie met leidam uitgevoerde zandtransportberekeningen is gebleken dat thans bij de grens niet van een resulterend zandtransport van enige betekenis kan worden gesproken.

Gerekend met de in par. 2.2 voor de periode 1955 - 1971/72 genoemde gemiddelde jaarlijkse aanzanding voor de Westerschelde van 1,7 à 2,5 mln m³ en de voor de situatie vóór de aanleg van de leidam

-7-

op de Ballastplaat berekende doorvoer van 0,75 à 1 mln m³ per jaar in stroomopwaartse richting bij de Nederlands-Belgische grens, kan het resulterende zandtransport ter hoogte van Vlissingen (in de vloedrichting) op 2,5 à 3,5 mln m³ per jaar worden gesteld. Gelet op de thans ter hoogte van de grens aanwezige situatie (geen resulterend transport van betekenis) kan worden verwacht dat deze hoeveelheid de laatste jaren vrijwel volledig in het Nederlandse deel van de Westerschelde wordt afgezet.

De juistheid van de genoemde waarden van de verwachte jaarlijkse aanzanding van de Westerschelde is vooral afhankelijk van de nauwkeurigheid van de op betrekkelijk eenvoudige wijze uitgevoerde inhoudsberekeningen. Hoewel reeds thans in verband met de vrij grote toegepaste raaibreedte (500 m) een zekere spreiding in de waarden van de aanzanding is aangebracht (par. 2.2) zullen de inhoudsveranderingen van de Westerschelde de komende jaren naar verwachting nauwkeuriger kunnen worden vastgesteld. Dit zou te bereiken zijn door middel van het uitvoeren van een naar verhouding groot aantal meer gedetailleerde inhoudsberekeningen (b.v. voor perioden van 4 jaar, met raaiafstanden van 200 m) op grond van de gegevens van de sedert 1955 verrichte twee-jaarlijkse rivierlodingen.

Voorshands staan echter uitsluitend de hiervoor genoemde waarden ter beschikking. Op grond hiervan zal in de navolgende beschouwingen voor de huidige jaarlijkse aanzanding van de Westerschelde een hoeveelheid van 2,5 à 3,5 mln m³ in profiel of 3 à 4 mln m³ in middelen van vervoer worden aangehouden.

par. 3 ONTWIKKELING VERTICAAL GETIJ 1891 - 1970.

De invloed van de in de Westerschelde uitgevoerde baggerwerken op het verticale getij is voor de periode 1891 - 1970 reeds eerder beschouwd in de nota "Over de cyclus der zogenaamde drempelgeulen in de oostelijke uitloop van de Zimmermangeul" (lit.5). De aan de onderhavige nota toegevoegde bijlagen 3 en 4 zijn aan de bewuste nota (lit.5) ontleend. Voor de samenstelling van de tabellen van bijlage 3 en de grafieken van bijlage 4 is destijds gebruik gemaakt van de gegevens vermeld in het "Tienjarig overzicht der Waterhoogten" (Rijkswaterstaat) en van de Belgische uitgave: "Tijwaarnemingen in het Zeescheldebekken".

De tabellen I, II en III van bijlage 3 bevatten met betrekking tot de stations Vlissingen, Hansweert, Bath en Antwerpen diverse gemiddelde waarden over 10-jarige perioden gedurende het tijdvak 1911/20 - 1961/70. Bijlage 4 toont het grafisch verloop van de verschillen van de tienjaarlijkse getijgemiddelden te Hansweert, Bath en Antwerpen ten opzichte van Vlissingen over de periode 1891/1900 - 1961/70. Door het beschouwen van deze relatieve veranderingen is de invloed van de 18,6-jarige periode van de variatie in de helling van de maanbaan geëlimineerd (lit.5).

Aan de stations Hansweert en Bath (bijlage 4) blijken zowel de wijzigingen van de relatieve verschillen van de hoog- als van de laagwaters slechts van geringe betekenis. Voor het station Antwerpen werd daarentegen naast een relatieve stijging van het hoogwater met 8 cm in de periode 1961 - 1970, over de gehele beschouwde periode een doorgaande daling van het laagwater vastgesteld. Het relatieve tijverschil nam hierdoor in het tijdvak 1891/1900 - 1961/70 aan het station Antwerpen vergeleken met Vlissingen met 40 cm toe.

- Blijkens -

Blijkens de op bijlage 3 voor de periode 1911/20 - 1961/70 weergegeven gemiddelde getijwaarden zijn de hoogwaterstanden op de Westerschelde (van Vlissingen tot Bath) in de loop der jaren met ong. 20 cm toegenomen; de laagwaterstanden stegen met maximaal ruim 10 cm. De veranderingen in de vloed- en ebduur waren van geen betekenis. Vergeleken met de stations langs de Westerschelde was aan het station Antwerpen duidelijk van een afwijkend beeld sprake: de G.H.W. stand werd 24 cm hoger, de G.L.W. stand 7 cm lager; bovendien werd de vloedduur 12 minuten korter en de ebduur 12 minuten langer. Voor het tijdstip van hoogwater werd aan het station Antwerpen een verkorting van de vertraging ten opzichte van Vlissingen over de periode 1911/20 - 1961/70 bepaald van 25 minuten; deze verkorting bedroeg voor het tijdstip van laagwater 14 minuten. Aan het station Hansweert bedroeg de bewuste verkorting voor het tijdstip van hoogwater 5 minuten en voor het tijdstip van laagwater 6 minuten.

Blijkens het voorafgaande zijn de belangrijkste getijveranderingen tot dusver tot Belgisch gebied beperkt gebleven. Dit ondanks het feit dat de natuurlijke ontwikkeling in het bovenstroomse deel van de Westerschelde reeds sinds 1905 door onderhoudsbaggerwerken vanwege de Antwerpse Zeediensten wordt verstoord. Met name vanaf 1923 is de betekenis van deze baggerwerken steeds toegenomen; sinds een aantal jaren worden ook in het westelijk deel van de Westerschelde baggerwerken vanwege vorengenoemde diensten uitgevoerd. Ook in het Belgische deel van de Schelde zijn in de loop der jaren omvangrijke onderhouds- en verbeteringsbaggerwerken uitgevoerd. Hierbij zijn vooral de laatste jaren aanzienlijke hoeveelheden specie buiten de rivier gebracht.

De over de gehele Westerschelde vrij gelijkmatig opgetreden wijzigingen in de waterstanden (bijlagen 3 en 4) kunnen in feite tot natuurlijke ontwikkelingen worden teruggebracht. Op Belgisch gebied is daarentegen

-10-

van een duidelijke invloed van de uitgevoerde baggerwerken op de wijzigingen van de waterstanden sprake. De overigens beperkte verkorting van de vertraging van de tijdstippen van hoog- en laagwater te Hansweert (bijlage 3; tabel III) kan beïnvloed zijn door de in de loop der jaren opgetreden natuurlijke verdiepingen in het benedenstroomse deel van de Westerschelde (par. 2.1 en 2.2). In het bovenstroomse deel van de Westerschelde -en met name te Antwerpen- is van een duidelijke invloed van de uitgevoerde baggerwerken op de vertraging van de tijdstippen van hoog- en laagwater sprake.

par. 4 RESULTATEN GETIJBEREKENING BIJ EEN STERK VERDIEPTE DREMPELLIGGING.

Gelet op de ontwikkelingen op Belgisch gebied (par. 3) lijkt het niet uitgesloten dat een voortgaande verdieping van het Nederlandse deel van de Westerschelde op den duur ook tot een versterking van het getij in dit riviergedeelte zal kunnen leiden. Naast verdiepingen als gevolg van de baggerwerken vanwege de Antwerpse Zeediensten op de diverse drempels in het hoofdvaarwater, kan de verdieping van de Westerschelde mede door het verrichten van zandwinning ten behoeve van derden en in uitvoering zijnde werken tot stand worden gebracht.

Ter verkrijging van enig inzicht in de gevolgen voor het getij bij een eventuele toekomstige drastische verlaging van de drempels in de hoofdgeul van de Westerschelde is bij de Studiedienst Vlissingen een getijberekening met een ééndimensionaal wiskundig getijmodel uitgevoerd. Bij deze berekeningen is uitgegaan van een bodemschematisatie voor de situatie 1968/69. De bij deze situatie aanwezige ligging van de drempels in de hoofdgeul op N.A.P. -11 à -13 m is in het kader van de uitgevoerde berekeningen op N.A.P. -17,5 m gebracht. Overigens zijn de berekeningen verricht voor het matig ontwikkelde springtij van 11 mei 1971 (getijfactor 1,08 à 1,09). Een overzicht van de ligging van het bij de berekeningen beschouwde geulgedeelte geeft bijlage 5. De geulbreedte (op de bodem) toont een verloop van 500 m ter hoogte van Vlissingen tot 300 m bij de Nederlands-Belgische grens. Bovenstrooms van de grens zijn geen verdiepingen ter plaatse van de drempels aangebracht; overigens is ook dit gebied bij de berekeningen opgenomen.

Bij het uitvoeren van de berekeningen met verdiepte geul (T1) kon de ijking van de To situatie nog niet als optimaal worden aangemerkt. Dit betrof met name de geconstateerde verschillen in de waterverdeling over de ebgeulen en de vloedscharen. Overigens werden de hoog- en

laagwaterstanden wel zeer redelijk weergegeven. In afwijking van de in werkelijkheid aanwezige situatie zijn de beide berekeningen (To en T1) destijds uitgevoerd met een onoverstroombare leidam op de Ballastplaat (bij de Nederlands-Belgische grens). Later uitgevoerde detailberekeningen hebben aangetoond dat een onoverstroombare leidam ten opzichte van een overstroombare dam aanzienlijke verschillen in de waterverdeling ter plaatse oplevert.

Gelet op het voorafgaande geldt voor de resultaten van de uitgevoerde berekeningen enig voorbehoud. Naar verwachting geven de verkregen resultaten echter de tendenties van de als gevolg van een belangrijke verdieping der geulen optredende getijveranderingen redelijk weer.

Bij de berekeningen met tot N.A.P. -17,5 m verdiepte drempels (T1) is gerekend dat alle bij deze verdiepingen vrijkomende specie uit de rivier wordt verwijderd. Naast de gevolgen van een verdieping der drempels geven de resultaten van de verrichte berekeningen hierdoor mede de invloed van de in dit kader buiten de rivier gebrachte specie weer. Voor het benedenstrooms van Baarland gelegen deel van de Westerschelde kan de bij de ingevoerde verdieping van de drempels te verwijderen hoeveelheid specie gesteld worden op 17 mln m³ (in profiel); tussen Baarland en Perkpolder bedroeg deze hoeveelheid 11 mln m³ en bovenstrooms van Hansweert 28 mln m³. De totaal te verwijderen hoeveelheid specie bedraagt derhalve 56 mln m³ in profiel gemeten.

In de navolgende tabel zijn de resultaten van de voor het springtij van 11 mei 1971 uitgevoerde berekeningen samengevat.

Station	verschillen To-T1 in cm		toeneming tijver- schil
	hoogwater (+=hoger dan To)	laagwater (-=lager dan To)	
Terneuzen	0	0	0
Baarland	+ 1	- 2	+ 3
Ossenissee	+ 1	-	-
Hansweert	+ 3	- 4	+ 7
Baalhoek	+ 7	-14	+21
Bath	+ 6	-20	+26
Hedwigpolder	+ 7	-20	+27
Antwerpen	+10	-21	+31
Schelle	+ 6	-	-

Uit de in het staatje vermelde gegevens blijkt dat in stroomopwaartse richting beschouwd ongeveer vanaf Hansweert met een duidelijk merkbare invloed op het verticale getij moet worden gerekend onmiddellijk benedenstrooms van Hansweert (omgeving Baarland - Ossenissee) blijkt deze invloed nog gering. De laagwaters dalen volgens de berekeningen (afgerond op 0,5 dm) met 0,5 dm bij Hansweert, met 1,5 dm bij Baalhoek en met 2 dm bij Bath, Hedwigpolder en Antwerpen. Voor de hoogwaters valt bij Hansweert een verhoging te verwachten van 0,5 dm en bij Antwerpen van 1 dm; aan de tussen gelegen stations dient bij hoogwater met een verhoging van ruim 0,5 dm te worden gerekend.

Een naderhand voor het stormvloedgetij van 3 januari 1976 uitgevoerde getijberekening voor de situatie met en zonder verdiepte geul (resp. T1 en To) heeft voor wat de hoogwaterstanden betreft geen verschillen van betekenis met de situatie bij een matig springtij aangetoond. Verwacht kan worden dat de hoogwaterstanden bij een tot N.A.P. -17,5 m verdiepte geul (onder afvoer van de bij het verdiepen der drempels vrijkomende specie) tijdens een stormvloedgetij -vergeleken met de uitgangssituatie van 1968/69- een ongeveer overeenkomstige verhoging zullen

- vertonen -

vertonen als bij een matig springtij.

Uit de resultaten van de voor het getij van 11 mei 1971 uitgevoerde berekeningen blijkt overigens een zekere toeneming van de maximumdebieten in de volgens T1 verdiepte hoofdgeulen (o.a. Middelgat, Zuidergat, Nauw van Bath en Vaarwater boven Bath). In het stroomopwaarts gelegen deel van de rivier (ongeveer vanaf het Nauw van Bath) blijkt deze toeneming (met name bij eb) gepaard te gaan met enige verhoging van de maximum stroomsnelheden (gemiddelden over het dwarsprofiel). Stroomafwaarts is in de verdiepte hoofdgeulen -ondanks een toeneming der debieten- echter veeleer van enige achteruitgang van de maximum stroom-snelheden sprake.

In de zijdelings van de verdiepte hoofdgeulen gelegen geulgedeelten (o.a. Gat van Ossenissee, Schaar van Waarde) dient volgens de resultaten van de uitgevoerde berekeningen met enige achteruitgang van de maximum debieten rekening te worden gehouden. Deze achteruitgang zou volgens de verkregen uitkomsten ook gelden voor de in het Nauw van Bath uitmondende uitloop van de Zimmerangeul. Overigens konden aan de uitkomsten van de verrichte berekeningen geen duidelijke gegevens betreffende de eventueel bij een verdiepte hoofdgeul optredende wijzigingen in de eb- en vloedduur worden ontleend.

Ogenschojnlijk vertonen de voor de verdiepte geul met het model berekende uitkomsten voor het verticale getij een redelijke aansluiting op het tot 1970 op Belgisch gebied in het prototype onder invloed van baggerwerken vastgestelde verloop der waterstanden (par. 3). Op de Belgische Schelde bleek de invloed van de baggerwerken op de laagwaters immers ook groter dan op de hoogwaters.

par. 5 ZANDHUISHOUDING WESTERSCHELDE 1971/72 - 1976.

5.1 Afgevoerde en gestorte hoeveelheden specie.

Gerekend in middelen van vervoer is gedurende de periode 1971/72 - 1976 in het rivierbed van de Westerschelde een hoeveelheid van in totaal 5,79 mln m³ specie afkomstig van diverse werken ingebracht. Door concessiehouders en ten behoeve van de uitvoering van diverse werken werd in het bewuste tijdvak in totaal 13,93 mln m³ specie aan de rivier onttrokken. In het kader van de (onderhouds) baggerwerken vanwege de Antwerpse Zeediensten werd in totaal (met inbegrip van de drempel van Zandvliet) 16,93 mln m³ specie buiten de rivier (hoofdzakelijk naar België) afgevoerd.

Ten behoeve van rechtstreekse zandwinning en afvoer van specie naar België in het kader van de onderhoudsbaggerwerken werd in het tijdvak 1971/72 - 1976 in totaal 30,86 mln m³ specie aan de rivier onttrokken. Gerekend met de in de betreffende periode gestorte hoeveelheid specie kan de afgevoerde hoeveelheid tot 25,07 mln m³ (gemeten in middelen van vervoer) worden teruggebracht. Gereduceerd tot hoeveelheden in profiel (gerekend met een uitlevering van 20%) kan de in het beschouwde tijdvak uit de rivier afgevoerde hoeveelheid specie op 20 mln m³ worden gesteld. Deze hoeveelheid komt nog nader ter sprake in par. 5.3 bij het vaststellen van de geschatte zandbalans over de periode 1971/72 - 1976.

5.2 Verlaging drempels door baggerwerken Antwerpse Zeediensten.

Zoals reeds in par. 4 is gesteld vertoonden de drempels in de hoofdgeul van de Westerschelde omstreeks 1968/69 een diepteligging van N.A.P. -11 à -13 m. Omstreeks 1960/61 varieerden de diepten van deze drempels nog tussen N.A.P. -10 en -12 m. Oorzaak van deze verdieping is de invloed van de voortgaande baggerwerken

- vanwege -

vanwege de Antwerpse Zeediensten op de diverse drempels. Hoewel in het tijdvak 1961 - 1970 duidelijk sprake was van een zekere verdieping van de drempels op Nederlands gebied (met ongeveer 1 m) was van een duidelijke toeneming van de getij-ontwikkeling in dit gebied geen sprake (par. 3). Bij een voortgaande verdieping van de drempels dient blijkens de resultaten van een uitgevoerde getijberekening (par. 4) met name in het bovenstrooms van Hansweert gelegen deel van de Westerschelde echter met een toenemende getijontwikkeling rekening te worden gehouden.

De in het tijdvak 1961 - 1970 reeds waar te nemen verdieping van de diverse drempels door baggerwerken is sindsdien in versterkte mate voortgezet. Gedurende het jaar 1976 was de diepte van de verschillende drempels veelal gelegen tussen N.A.P. -12,5 en -14 m. Plaatselijk (met name op de drempel van Borssele) werd tijdelijk zelfs een verdieping tot ruim N.A.P. -16 m vastgesteld (lit. 6).

In hoeverre de na 1970 voortgezette verdieping van de drempels in het Nederlandse deel van de Westerschelde de getijontwikkeling op de Westerschelde beïnvloedt zal eerst duidelijk blijken als de gemiddelde getijwaarden over het tijdvak 1971 - 1980 (slotgemiddelden 1981.0) zullen zijn vastgesteld. Gelet op de resultaten van de reeds meermalen genoemde getijberekening lijkt enige invloed niet uitgesloten. Deze invloed zal nog worden versterkt naarmate naast een verdieping van de drempels grotere hoeveelheden specie buiten het rivierbed worden afgevoerd (zandbalans par. 5.3).

5.3 Geschatte zandbalans.

Hoewel voor het jaar 1976 over een volledige opname van de Westerschelde wordt beschikt staat een op het tijdvak 1955 - 1971/72 aansluitende inhoudsberekening (par. 2.2) voor de periode 1971/72 - 1976 niet ter beschikking.

Een op grond van de gegevens van peilingen en baggergegevens gebaseerde zandbalans (als voor de periode 1955 - 1971/72) kan thans voor het onderhavige tijdvak derhalve niet zonder meer worden vastgesteld.

Uitgaande van de resultaten van de voor het tijdvak 1955 - 1971/72 uitgevoerde berekeningen zou voor de huidige natuurlijke aanzanding van de Westerschelde volgens par. 2.3 een waarde kunnen worden aangehouden van 2,5 à 3,5 mln m³ per jaar (in profiel gemeten). Gerekend over een periode van 4½ jaar houdt dit een totale aanzanding in van 11 à 16 mln m³. Zoals in par. 5.1 is vermeld kan de in het tijdvak 1971/72 - 1976 in het kader van baggerwerken en zandwinning netto aan de rivier onttrokken hoeveelheid specie op in totaal 20 mln m³ (in profiel gemeten) worden gesteld. Op grond van deze gegevens zou voor het Nederlandse deel van de Westerschelde gedurende de periode 1971/72 - 1976 een totale ontzanding van 4 à 9 mln m³ of 1 à 2 mln m³ per jaar (in profiel gemeten) kunnen worden vastgesteld.

Gerekend over de periode 1878 - 1971/72 was de zandbalans van de Westerschelde nog juist in evenwicht (par. 2.3; bijlage 2, staat 1). Op grond van de gegevens van de voor de periode 1971/72 geschatte zandbalans zou thans van een negatief saldo van 4 à 9 mln m³ sprake zijn.

par. 6 SCHATTING ZANDBEHOEFTE IN DE KOMENDE 5 À 10 JAAR.

6.1 Afvoer specie vanwege Antwerpse Zeediensten.

De mogelijkheden tot het eventueel binnen bepaalde grenzen houden van de jaarlijks aan de Westerschelde te onttrekken hoeveelheden specie, worden in belangrijke mate beperkt door de omstandigheid dat in de jaarlijks aan de Belgische Staat te verlenen baggervergunning het afvoeren van specie afkomstig van op Nederlands gebied in het vaarwater gelegen drempels onbeperkt wordt toegestaan. Bovendien worden buiten de vergunning vanwege de Antwerpse Zeediensten jaarlijks nog aanzienlijke hoeveelheden specie afkomstig van de onmiddellijk aan het Nederlandse gebied grenzende drempel van Zandvliet afgevoerd. Van de belangrijkste hiervoor genoemde drempels is de ligging globaal aangegeven op bijlage 7.

Vooropgesteld zij dat voor zover in de par. 6.1 t/m 6.4 over hoeveelheden specie wordt gesproken hiermee -tenzij anders is vermeld- hoeveelheden gemeten in middelen van vervoer worden bedoeld.

Aangenomen dat de mogelijkheden tot het onbeperkt afvoeren van specie vanwege de Antwerpse Zeediensten ook voor de komende jaren zullen gelden, zullen de uit dien hoofde af te voeren hoeveelheden specie hoofdzakelijk door de Belgische behoefte aan zand worden bepaald. Met name met het oog op het ten behoeve van het winnen van zand in concessie te voeren beleid, zou door de rivierbeheerder (ter verkrijging van een vollediger inzicht in de te verwachten afvoer van specie) b.v. bij de Antwerpse Zeediensten een opgave van de in de komende 5 à 10 jaar naar verwachting uit de Westerschelde af te voeren hoeveelheden specie kunnen worden gevraagd. Een indicatie van de in de komende jaren door de Antwerpse Zeediensten af te voeren hoeveelheden specie geeft wellicht de gemiddelde

specieafvoer gedurende de laatste jaren. In het kader van de aan de Belgische Staat verleende baggervergunningen is gedurende de jaren 1972 tot en met 1976 in totaal 10,6 mln m³ specie aan de Westerschelde onttrokken (gemiddeld 2,1 mln m³ per jaar). Van de drempel van Zandvliet werd in de betreffende periode bovendien gemiddeld nog 1,25 mln m³ specie per jaar buiten de rivier afgevoerd. Vanwege de Antwerpse Zeediensten werd in de voorafgaande jaren derhalve gemiddeld 3,35 mln m³ specie per jaar buiten het beschouwde deel van de Westerschelde (Vlissingen - Nederlands/Belgische grens) gebracht. Bij gebrek aan exactere gegevens zal met betrekking tot de te verwachten afvoer van specie vanwege de Antwerpse Zeediensten in de komende jaren voorspands met een jaarlijkse afvoer van 3 à 3,5 mln m³ rekening moeten worden gehouden.

6.2 Zandwinning in de Westerschelde ten behoeve van uitvoering werken.

Te verwachten valt dat de komende 5 à 10 jaar een aantal tot op heden nog niet verzwaarde dijkgedeelten langs de Zuidbevelandse en Zeeuwschvlaamse oevers op delta-sterkte zal worden gebracht. Dit betreft o.a. de dijkgedeelten van:

- de Zuidwatering op Walcheren;
- de Borssele polder (reeds in 1977 aangevangen);
- de Ellewoutsdijkpolder;
- de Baarlandpolder;
- de Zimmermanpolder (1978);
- de Reigersbergsepolder;
- Oost-Zeeuwsch Vlaanderen, vanaf de Wilhelmuspolder tot en met de Hedwigpolder.

Voor de in het betreffende tijdvak eveneens op delta-sterkte te brengen hoogwaterkering van West-Zeeuwsch-Vlaanderen tussen het Zwin en Breskens zal de benodigde specie wellicht voor een groot deel aan de Mond van de Westerschelde (Wielingen) kunnen worden onttrokken.

Naast aanzienlijke hoeveelheden specie voor genoemde dijksverbeteringen dient de komende jaren tevens op een zekere zandbehoefte ten behoeve van diverse werken te worden gerekend. Hierbij dient vooral aan de werken in het gebied van de Haven Vlissingen-Oost te worden gedacht. Gedurende de periode 1972 - 1976 is ten behoeve van de werken tot het op deltasterkte brengen van diverse dijkgedeelten alsmede voor de uitvoering van diverse werken (o.a. gebied Haven Vlissingen-Oost) gemiddeld $2,2 \text{ mln m}^3$ specie per jaar buiten de rivier gebracht. Afgezien van de eventuele zandbehoefte ten behoeve van thans niet te voorziene werken zal de komende 5 à 10 jaar -met name gelet op de afgevoerde hoeveelheden in de voorafgaande periode- naar schatting op een jaarlijkse zandbehoefte ten behoeve van werken van 2 à $2,5 \text{ mln m}^3$ dienen te worden gerekend.

6.3 Zandwinning door concessiehouders.

Op basis van de voor het jaar 1977 aan de verschillende concessiehouders op grond van de Ontgrondingenwet c.q. het Baggerreglement verleende vergunningen is een in totaal aan de Westerschelde te onttrekken hoeveelheid specie van $1,725 \text{ mln m}^3$ toegestaan. Zowel in 1975 als in 1976 werd door de concessiehouders bij een overeenkomstig toegestaan kwantum in totaal ong. $1,25 \text{ mln m}^3$ specie onttrokken. Gerekend over de periode 1972 - 1976 bedroeg de gemiddelde afvoer ong. 1 mln m^3 per jaar. Bij een te verwachten toeneming van de zandbehoefte lijkt het in de toekomst vrijwel volledig onttrekken van de maximaal toegestane hoeveelheden echter zeer waarschijnlijk.

In verband met het vervallen van de mogelijkheden tot zandwinning in het Veerse Meer dienen thans de mogelijkheden tot uitbreiding van de jaarlijkse vergunningen aan de concessiehouders met betrekking tot de Westerschelde met in totaal $375\,000 \text{ m}^3$ te worden gezien (par. 1; vraag a). Gelet op de in de jaren 1972 - 1976

in totaal door de Antwerpse Zeediensten (par. 6.1) ten behoeve van werken (par. 6.2) en door concessiehouders (par. 6.3) aan de Westerschelde onttrokken hoeveelheden specie (totaal gemiddeld 6,55 mln m³ per jaar) is de thans gewenste verhoging van het aan concessiehouders toe te wijzen totale kwantum met 0,375 mln m³ naar verhouding gering. Gezien de eerst bij een vrij drastische ingreep in de rivier te verwachten gevolgen voor het getij (par. 4) is enige invloed van betekenis van een verhoging van het door concessiehouders in de Westerschelde te winnen kwantum specie met 375 000 m³ op de getijontwikkeling dan ook niet te verwachten. Indien de gewenste verhoging van het totale kwantum met 375 000 m³ zou worden toegestaan, zou het door concessiehouders de komende jaren in totaal te winnen kwantum hierdoor op 2,1 mln m³ worden gebracht. Dit betekent dat in dat geval de komende 5 à 10 jaar op een jaarlijkse afvoer door concessiehouders van maximaal ong. 2 mln m³ dient te worden gerekend. De gemiddelde jaarlijks te verwachten afvoer zou hierbij op 1,5 à 2 mln m³ kunnen worden gesteld.

Hoewel zoals hiervoor reeds gesteld een verhoging van het aan concessiehouders toegestane totale kwantum met 375 000 m³ slechts weinig bezwaarlijk lijkt, is een goede verdeling hiervan over de verschillende winplaatsen zeker gewenst. Deze aangelegenheid komt nader ter sprake in par. 7.

6.4 Totaal geschatte zandbehoefte.

Als gevolg van de omstandigheid dat de vanwege de Belgische Staat op de drempels in de Westerschelde gebaggerde specie op grond van de verleende vergunning ongelimiteerd kan worden afgevoerd, kan de uit dien hoofde gedurende de komende 5 à 10 jaar te verwachten af te voeren hoeveelheid specie slechts zeer globaal worden benaderd (par. 6.1). Gelet op de gedurende het tijdvak 1972 - 1976 afgevoerde hoeveelheden zou voor de

- toekomstige -

toekomstige jaarlijkse afvoer vanwege de Antwerpse Zee-diensten (met inbegrip van de drempel van Zandvliet) een hoeveelheid van 3 à 3,5 mln m³ kunnen worden aangehouden. De afvoer van specie ten behoeve van werken zou -gerekend met de omvang van de baggerwerken in de voorafgaande jaren en de in de toekomst in uitvoering komende werken- op 2 à 2,5 mln m³ kunnen worden gesteld (par. 6.2). Bij een eventueel toe te stane verhoging van het aan concessiehouders totaal toegewezen kwantum met 375 000 m³ (par. 6.3) zal de op grond hiervan af te voeren hoeveelheid specie naar verwachting 1,5 à 2 mln m³ per jaar bedragen.

Op grond van het voorgaande zou de gedurende de komende 5 à 10 jaar aan het rivierbed te onttrekken hoeveelheid specie op 6,5 à 8 mln m³ per jaar kunnen worden geschat. Gereduceerd tot hoeveelheden in profiel (reductie 20%) zou deze hoeveelheid op 5 à 6,5 mln m³ per jaar kunnen worden gesteld. Over een periode van 10 jaar gerekend zou dit voor het Nederlandse deel van de Westerschelde (met inbegrip van de drempel van Zandvliet) derhalve een totaal netto zandafvoer van 50 à 65 mln m³ inhouden.

Het onttrekken van specie zal ook de komende jaren wellicht enigszins worden gecompenseerd door het in het rivierbed inbrengen van specie afkomstig van werken. Zo zal o.a. in 1977/78 een hoeveelheid van ong. 4 mln m³ bij de werken in het gebied van de Haven Vlissingen-Oost vrijkomende specie (hoofdzakelijk slib) via een persleiding in de Honte worden geloosd. Als gevolg van de samenstelling (hoofdzakelijk slib) is de uit dien hoofde geloosde specie voor de zandhuishouding over het algemeen echter van weinig belang.

par. 7 ZANDWINPLAATSEN.

Op bijlage 6 is de ligging van de aan concessiehouders aangewezen winvakken I t/m IV aangegeven volgens de voor het jaar 1977 verleende vergunningen. Aan enkele concessiehouders is tevens het winnen van zand in het als "omgeving Baalhoek" aangegeven gebied langs de zuidelijke rand van de Platen van Valkenisse toegestaan. Zandwinning is in deze ook op bijlage 7 aangegeven vakken uitsluitend buiten het betonde vaarwater tot een diepte van maximaal g.l.w. -10 m toegestaan. De begrenzingen van de vakken I t/m IV zijn in de loop der jaren regelmatig op de ontwikkelingen in de rivier aangepast. Bij eventuele uitvoering van het project Vaste Oeververbinding Westerschelde zullen de begrenzingen van vak IV opnieuw dienen te worden vastgesteld. In feite blijven de mogelijkheden tot zandwinning aldaar in dat geval beperkt tot de linkeroever van het Middelgat.

Met betrekking tot vak I wordt de zandwinning aan concessiehouders sinds enkele jaren toegestaan volgens op grond van de Ontgrondingenwet verleende vergunningen. Voor 1977 is met betrekking tot vak I een in totaal te winnen hoeveelheid van 500 000 m³ toegestaan. De vergunningen met betrekking tot de vakken II t/m IV (en eventueel het gebied "omgeving Baalhoek") worden op grond van de Rivierenwet en het Baggerreglement verleend. Op grond van deze vergunningen kan in 1977 in totaal 1,225 mln m³ specie aan de bewuste vakken worden onttrokken. Zoals in par. 6.3 reeds vermeld bedraagt de totale voor 1977 toegestane te baggeren hoeveelheid specie 1,725 mln m³. Gerekend met de mogelijkheid dat de jaarlijks te winnen hoeveelheden voor de komende jaren met 0,375 mln m³ zullen worden verhoogd (compensatie Veerse Meer; par. 6.3) zal het totale te winnen kwantum specie hierdoor op 2,1 mln m³ per jaar worden gebracht.

Bij de verdeling van het eventueel te verhogen kwantum specie met 0,375 mln m³ over de diverse winvakken is het van belang het gebied van vak I geheel buiten beschouwing te laten. In dit van nature reeds verdiepende gebied (par. 2) is ook dan nog immers de winning van ong. 25% (0,5 mln m³) van het dan door concessiehouders te winnen totale kwantum (2,1 mln m³) toegestaan. Rekening houdend met genoemde beperking zou de eventuele verhoging van het te winnen kwantum specie opgenomen dienen te worden in de op grond van het Baggerreglement en de Rivierenwet te verlenen vergunningen. Naast de vakken II, III en IV kan hierbij ook aan de zandwinplaats "Omgeving Baalhoek" worden gedacht.

Bij de verschillende concessiehouders is (naast zandwinning in vak I) tot op heden een duidelijke voorkeur voor zandwinning in de vakken II en III aanwezig gebleken. Dit zowel in verband met de gunstige ligging ten opzichte van Terneuzen als met het oog op de kwaliteit van het zand. Teneinde in de toekomst een wat evenrediger verdeling van de zandwinning in de vakken II, III en IV te verkrijgen (mede met het oog op een eventuele verhoging van het totale te winnen kwantum) is het van belang de komende jaren te streven naar een toeneming van de zandwinning in het van nature sterk aanzandende gebied van vak IV (bijlagen 1 en 6). Dit is te bereiken door de in totaal aan de concessiehouders voor de vakken II, III en IV toegewezen hoeveelheden naderhand -in overleg met de concessiehouders- over de bewuste vakken te verdelen. Overigens is dit voor enkele "grote" concessiehouders sinds enkele jaren reeds het geval. Deze regeling zou de komende jaren eventueel ook tot de andere concessiehouders kunnen worden uitgebreid.

Hoewel aan enkele "grote" concessiehouders het winnen van bepaalde hoeveelheden zand in de reeds genoemde winplaats "omgeving Baalhoek" is toegestaan is het gebruik hiervan tot op heden zeer beperkt gebleven. In feite wordt dit gebied door de betreffende concessiehouders

voor zandleveranties naar Belgisch gebied gereserveerd. Gezien de vrij oostelijke ligging is de zandwinplaats nabij Baalhoek voor zandleveranties naar Nederlands gebied wellicht minder aantrekkelijk. Desondanks zou ook dit gebied (naast de vakken II, III en IV) eventueel voor het winnen van een deel van het met 375 000 m³ te verhogen totale kwantum in aanmerking kunnen worden gebracht. Met name met het oog op de belangen van de scheepvaart (verruimen vaarwater) moet het winnen van zand langs de ter hoogte van Baalhoek gelegen rand van de Platen van Valkenisse als gunstig worden aangemerkt.

Ook ten behoeve van werken(dijksverzwaringen werken Haven Vlissingen-Oost enz.) zal de komende jaren in het aanwijzen van diverse zandwinplaatsen dienen te worden voorzien (par. 6.2). Met name in het ten westen van de lijn Borssele - Hoofdplaat gelegen deel van de Westerschelde is vooral het op kortere termijn aanwijzen van winplaatsen sinds het in werking treden van de Ontgrondingenwet zeer bezwaarlijk; de mogelijkheden tot aanwijzing van winplaatsen in dit gebied op langere termijn zijn overigens ook zeer beperkt. Hierdoor zullen de ook de komende jaren waarschijnlijk nog benodigde grote hoeveelheden specie ten behoeve van de werken in het gebied van de Haven Vlissingen-Oost hoofdzakelijk aan het ten oosten van genoemde lijn gelegen gebied dienen te worden onttrokken. Als uitbreiding van de mogelijkheden tot het winnen van de ten behoeve van de bewuste (en eventuele andere) werken benodigde specie, is in de aan de Arrondissementsingenieur in het Arrondissement Vlissingen gerichte brief nr. 1890 d.d. 7 juli 1977 van het Hoofd van de Studiedienst Vlissingen gewezen op de mogelijkheid tot het eventueel ontfemen van specie aan de (in dat geval enigszins aan te passen) in de inloop van de Everingen gelegen stortplaats voor baggerspecie afkomstig van de drempel van Borssele (bijlage 6). Overigens zullen voor elke ten behoeve van werken incidenteel benodigde

winplaats de mogelijkheden telkenmale afzonderlijk dienen te worden gezien. Bij het bepalen hiervan is naast de rivierkundige situatie ook de kwaliteit van het aanwezige bodemmateriaal in het geding.

Een min of meer permanente zandwinplaats ten behoeve van concessiehouders zou in de toekomst bij gebleken behoefte eventueel gecreëerd kunnen worden in het aan de Antwerpse Zeediensten als stortplaats voor baggerspecie aangewezen deel van het Schaar van Waarde (bijlage 6). In dit in de westelijke inloop van het bewuste vloedschaar gelegen gebied worden jaarlijks enkele mln m³ baggerspecie ingebracht. Hierdoor zijn de diepten aldaar in de loop van de tijd reeds vrij sterk achteruit gegaan. Tot op heden is de zandwinning in dit gebied beperkt gebleven tot het gebruik ten behoeve van enkele in de omgeving uitgevoerde (c.q. nog uit te voeren) werken. Overigens is een eventuele winplaats in het Schaar van Waarde ten behoeve van concessiehouders met name ten opzichte van de havens te Terneuzen en Vlissingen naar verhouding ongunstig gelegen.

par. 8 MOGELIJKE GEVOLGEN VERDIEPING WESTERSCHELDE OP
LANGERE TERMIJN.

8.1 Te verwachten getijontwikkeling.

Blijkens de resultaten van de in par. 4 besproken getijberekening is (uitgaande van de in 1968/69 aanwezige bodemligging) bij een eventuele toekomstige verdieping van de drempels in de hoofdgeul tot N.A.P. -17,5 m en het in samenhang daarmee aan de rivier onttrekken van in totaal 56 mln m³ specie, met name in het bovenstroomse deel van de Westerschelde enige invloed op het getij te verwachten. In het tussen Hansweert en Antwerpen gelegen deel van de rivier zouden o.a. de laagwaterstanden hierdoor met 0,5 à 2 dm kunnen verlagen, terwijl de hoogwaterstanden met 0,5 à 1 dm zouden stijgen.

Voor de komende jaren is het streven van de Belgische instanties gericht op het bevaarbaar maken van de rivier voor schepen tot 48'. Door middel van een verdere verlaging met 1 à 1,5 m zullen de verschillende drempels hiertoe op ong. N.A.P. -15 m worden gebracht. Deze, met enige aanpassing van de geulbreedte gepaard gaande verdiepingen houden (gerekend met de bodemligging van 1976) naast het te verwachten gebruikelijke onderhoudsbaggerwerk een extra grondverzet (in profiel) in van 4,5 à 8,5 mln m³. Gelet op het te verrichten extra grondverzet is de omvang van deze voorgenomen verdieping in vergelijking met de in het model onderzochte mogelijkheid nog vrij beperkt.

Op basis van de thans ter beschikking staande gegevens kan voor het Nederlandse deel van de Westerschelde met een jaarlijkse aanzanding (in profiel) van 2,5 à 3,5 mln m³ worden gerekend (par. 2.3). De totale netto afvoer van specie kan voor de komende jaren op 5 à 6,5 mln m³ worden geschat (par. 6.4). Op grond van genoemde gegevens betekent dit dat thans, met een jaarlijkse netto ontzanding van 1,5 à 4 mln m³ rekening dient te worden gehouden.

Zou een verdieping van de in de Westerschelde gelegen drempels tot N.A.P. -17,5 m in een periode van 20 jaar kunnen worden gerealiseerd (wat ongetwijfeld een zeer grote inspanning zou vergen) dan zou de te verwachten ontzanding op basis van de thans beschikbare gegevens in het overeenkomstige tijdvak tussen 30 en 80 mln m³ zijn gelegen. De bij de uitgevoerde getijberekening op basis van de situatie 1968/69 ingevoerde hoeveelheid van 56 mln m³ aan buiten de rivier gebracht materiaal zou gerekend naar de huidige situatie met enkele miljoenen m³ kunnen worden verminderd. Overigens komt deze hoeveelheid ook dan nog in belangrijke mate overeen met de -gerekend vanaf 1977- over een periode van 20 jaar gemiddeld te verwachten ontzanding van 55 mln m³.

Tenzij de verlaging van de drempels in de komende jaren in een zeer hoog tempo zou worden gerealiseerd en/of de verwachte afvoer van specie van 5 à 6,5 mln m³ per jaar (in profiel) aanzienlijk zou worden overschreden, zou voorshands kunnen worden aangenomen dat de komende 20 jaar geleidelijk aan een getijsituatie zal ontstaan die de situatie die op grond van de resultaten van de in par. 4 genoemde getijberekening kan worden verwacht in belangrijke mate benadert.

8.2 Uitbreiding oevervoorzieningen.

Zoals in par. 1 reeds gesteld is de tekst van dit paragraaf-gedeelte ontleend aan de inhoud van memo Vl. 77.16 (lit. 7).

Wat betreft de oeververdediging langs de Westerschelde kan ervan worden uitgegaan dat de oevers momenteel van een afdoende bescherming zijn voorzien en dat in de komende jaren, afgezien van eventueel ingrijpende veranderingen, slechts incidentele versterkingen en/of uitbreidingen nodig zullen zijn.

Ingrijpende veranderingen op lange termijn -waarbij dan ware te denken aan enkele decennia- zouden veroorzaakt kunnen worden door het steeds meer intensief winnen

en afvoeren van zand, met in samenhang daarmee mogelijke geulverlegging en/of geulverdieping. De steeds verdergaande verlaging van de drempels in het hoofdvaarwater die de Belgische instanties ook voor de eerstkomende jaren voor ogen staat teneinde de vaarweg naar en van Antwerpen op peil te houden en/of te verbeteren (par. 8.1) is daarbij van grote invloed.

Omdat niet exact is aan te geven welke verdiepingen en geulverleggingen bij doorlopende zandonttrekking in het kader van "onderhoudsbaggerwerken" op de drempels en ten behoeve van directe zandwinning zullen optreden, kan niet anders dan een globale schatting worden gemaakt van de oppervlakten van die gebieden waar mogelijk de oeververdediging versterkt en/of uitgebreid zal moeten worden. Die oppervlakten zijn voor zover mogelijk wel bepaald met inachtneming van de optredingscriteria en van de schadecriteria zoals die de afgelopen jaren zijn ontwikkeld voor het optreden van zettingsvloeiingen en afschuivingen en voor het al of niet aanbrengen van oeververdediging om schade of calamiteiten aan de hoogwaterkering te voorkomen. De ontwikkeling van genoemde criteria is behandeld in memo 75.11 van de Studiedienst Vlissingen. Naar verwachting komen de z.g. criteriakaarten van alle Westerscheldeoevers in de loop van 1978 gereed. Deze kaarten zullen met name bij de definitieve bepaling voor eventuele uitbreiding en/of versterking van de oeververdediging van dienst kunnen zijn.

Tenslotte zij er op gewezen dat indien zich tengevolge van zandwinning c.q. drempelverlaging extreme situaties zouden voordoen, men rekening zal dienen te houden dat de op bijlage 7 aangeduide verdedigingen nodig kunnen zijn, maar dat de daaraan ontleende en in het navolgende overzicht vermelde oppervlakten geenszins als definitief kunnen worden beschouwd. Men zal telkens als de noodzaak daartoe aanwezig is de eventueel te verdedigen of te versterken oppervlakte moeten toetsen

-30-

aan de realiteit aler men tot uitvoering overgaat. Het kan dan zeer wel mogelijk zijn dat bijsturing van de oorspronkelijke plannen nodig is. Bovendien kan uitvoering van bepaalde projecten (afsnijding Bocht van Bath, aanleg Baalhoekkanaal c.a.) tot drastische wijzigingen aanleiding geven.

- Globaal overzicht -

Globaal overzicht van mogelijk te verdedigen oevervakken wanneer zich tengevolge van voortdurende zandwinning extreme situaties zouden gaan voordoen. Eenvoudigheidshalve is de gemiddelde breedte van de eventuele verdediging op 100 m gesteld.

polder of oevervak	nadere aan- duiding	lengte x breedte in m	oppervl. in ha	
			uitbrei- ding	overbe- storting
Rechteroever Westerschelde:				
Ellewoutsdijk	bij het fort	1000x100	5	5
Everinge	langs het Boeren- gat	2000x100	15	5
Baarland/ Hoedekenskerke	langs het Middel- gat	6000x100	30	30
Kruiningen	weerszijden van de veerhaven	3000x100	30	-
Waarde	Westveerpr. c.a.	2000x100	20	-
Zimmermanpolder	middenvak	1000x100	10	-
Reigersbergsche polder	weerszijden van Bath	1000x100	10	-
			120	40
			160 ha	
Linkeroever Westerschelde:				
Breskens-Hoofd- plaat	diverse plaatsen	2000x100	20	-
Thomaespolder	bij oeverwerk B en C	1000x100	10	-
Braakmanpolder	voor de dijk van 1976	2000x100	20	-
Terneuzen- Eendragtpolder	Ser Lippens/Nieuw Othenepolder c.a.	2000x100	20	-
Eendragtpolder/ Ossenis	zuid- en noord- flank	1000x100	10	-
Perkpolder	weerszijden veerhaven	1000x10	10	-
Walsoorden- Baalhoek	ten zuiden van de haven en bij Baalhoek	2000x10	20	-
			110	-
Totaal 270 ha oeververdediging				

Samengevat komt het er op neer dat in geval van extreme situaties de kans bestaat dat aan de rechter- en aan de linkeroever van de Westerschelde de oeververdediging respectievelijk overeen lengte van ong. 16 km en ong. 11 km uitgebreid en/of versterkt zal moeten worden. Gerekend tegen een kostprijs van f 50,-- à f 60,-- per m² komt dat neer op een totale investering van 135 à 162 mln gulden, te verdelen over een periode van ong. 20 jaar. Zou er eventueel aan gedacht worden de kostprijs van de in de toekomst mogelijk uit te voeren verdedigingswerken uitsluitend om te slaan op het naar verwachting jaarlijks in totaal af te voeren kwantum zand van 6,5 à 8 mln m³ (par. 6.4) dan zou dat de zandprijs met ong. f 1,-- per m³ kunnen verhogen. Eventueel zou ook de verdieping van de drempels in relatie tot de kosten voor een uitbreiding van de oeververdediging kunnen worden gebracht.

8.3 Overige gevolgen met betrekking tot het beheer in het Westerscheldebekken.

De bij een doorgaande zandwinning en verdieping van de drempels geleidelijk aan te verwachten invloed op het getij zal zich wat de wijzigingen in de waterstanden betreft aanvankelijk voornamelijk tot het riviergedeelte bovenstrooms van Hansweert beperken. Bij eventuele verwezenlijking van de situatie overeenkomstig de in par. 4 genoemde berekeningen zouden de hoogwaterstanden op Nederlands gebied met maximaal 6 à 7 cm kunnen stijgen. Met name op plaatsen met een voorgelegen hoog voorland zou de golfoploop bij stormvloed -bij vorengenoemde maximale stijging van de hoogwaterstand, uitgaande van dijkbelopen onder 1 : 4 en in samenhang met een aangenomen verlaging van de platen met 10 cm- bovendien met ong. 10 cm kunnen toenemen. Dit betekent in deze situatie een totale toeneming van de hoogte van de golfoploop met 16 à 17 cm. Ter plaatse van de aan diep water gelegen hoogwaterkeringen zal de hoogte van de golfoploop

- overeenkomstig -

overeenkomstig de mogelijke stijging van de hoogwaterstand met minstens 6 à 7 cm toenemen. Vooral op plaatsen met een wat grotere toeneming van de golfoploop zal de bij het ontwerp van de waterkering aangenomen veiligheid ($2,5 \times 10^{-4}$) wat worden teruggebracht. In voorkomend geval zou dit op langere termijn eventueel tot schadeclaims van de zijde van de Waterschappen kunnen leiden.

De te verwachten verlaging van de laagwaterstanden (toenemend van 0,5 dm te Hansweert tot 2 dm bij Bath en Antwerpen; par. 4) houdt enige beperking in voor de scheepvaart omstreeks laagwater. Dit geldt zowel voor de scheepvaart op de rivier via het hoofd- of nevenvaarwater (drempels) als bij het passeren van de sluizen.

In het gebied van het Verdronken land van Saaftinge zullen de hoogwaterstanden onder de in par. 4 aangenomen omstandigheden met ruim 0,5 dm kunnen stijgen, terwijl de laagwaters aldaar met 1,5 à 2 dm kunnen dalen. In hoeverre een toeneming van het tijverschil met ong. 2,5 dm -eventueel in samenhang met een nog nader te noemen mogelijke toeneming van de zoutgehalten- uit milieuoogpunt van ongunstige invloed op de ontwikkeling van dit natuur-gebied zou kunnen zijn valt dezerzijds niet te overzien.

Volgens de uitgevoerde berekeningen dient bij een verdieping van de hoofdgeulen met name in het bovenstroomse deel van de rivier (vanaf het Middelgat) met een zekere toeneming van de maximumdebieten in deze geulen te worden gerekend. Hoewel deze toeneming bij de berekeningen niet zonder meer in alle beschouwde geulen tot een verhoging van de maximum stroomsnelheden (gemiddelden over het gehele dwarsprofiel) bleek te leiden, lijkt met name enige verhoging van de stroomsnelheden in de buitenbochten (schaaroevers) bij eb onder de bewuste omstandigheden zeer waarschijnlijk. De in dit kader als gevolg van een versterkte stroomaanval te verwachten noodzakelijke oevervoorzieningen zijn reeds besproken in par. 8.2.

Omtrent een eventuele verkorting van de vloedduur geven de uitgevoerde berekeningen (par. 4) geen uitsluitsel. Een wellicht geringe verkorting en een daarmee samenhangende versterking van het zandtransport in bovenstroomse richting lijkt echter zeker niet uitgesloten. Gerekend dient te worden dat een omvangrijke zandwinning en verlaging van de drempels op den duur tot een zekere verlaging van de platengebieden zal kunnen leiden. Deze bij de meermalen genoemde getijberekeningen niet ingevoerde factor zou met name de vloedduur mede kunnen verkorten. De diffusie zal waarschijnlijk wat toenemen, waardoor het Westerscheldewater wat zouter en de concentratie van opgeloste, via de Schelde ingebrachte stoffen wat geringer wordt. Speciaal voor wat het oostelijk deel van de Westerschelde betreft zal ook de warmtetoevoer ten gevolge van koelwater uit elektrische centrales enz. wat sneller worden afgevoerd. Een toeneming van de zoutgradiënt in het oostelijk deel van de rivier kan tot gevolg hebben dat de snelheidsverticalen over de vloed nog wat "voller" en over de eb nog wat "magerder" worden. Dit zou de in samenhang met een eventuele verkorting van de vloedduur reeds genoemde te verwachten toeneming van het resulterend sedimenttransport in stroomopwaartse richting nog wat kunnen versterken. Het uitwerken van deze gedachte valt buiten het kader van deze nota.

Tenslotte zal een voortgaande ontzanding en verdieping van de hoofdgeulen tot een voortdurende contrôle op de ontwikkelingen in met name de vloedscharen en nevengeulen nopen. In samenhang met een verlaging van de platen is een versterking van de dwarsstromingen via deze geulen zeker niet uitgesloten.

par. 9 SAMENVATTING EN CONCLUSIES.

Ter beantwoording van de door de Arrondissements-ingenieur in het Arrondissement Vlissingen gestelde vragen betreffende de bezwaren verbonden aan een verhoging van het met betrekking tot de Westerschelde jaarlijks aan concessiehouders toe te wijzen kwantum zand met ong. $375\ 000\ m^3$ en de mogelijkheden tot zandwinning in de betreffende rivier in de komende 5 à 10 jaar is met name de zandhuishouding in de Westerschelde nader beschouwd (par.2). De resultaten van de hiertoe beschouwde inhoudsberekeningen zijn weergegeven op bijlage 1. Over de periode 1878 - 1931 werd met gebruikmaking van hydrografische kaarten en minuutbladen de gemiddelde jaarlijkse aanzanding van de rivier (met inbegrip van de grote "schorgebieden") op $1,24\ mln\ m^3$ vastgesteld. Voor het eigenlijke rivierbed was in dit tijdvak echter van een verdieping met $0,25\ mln\ m^3$ per jaar sprake. Uit overeenkomstige volgens de z.g. "profiel-methode" uitgevoerde berekeningen voor het tijdvak 1931 - 1952 blijkt een aanzanding van de rivier als geheel van $1,46\ mln\ m^3$ per jaar. Zonder de "schorgebieden" (dus voor het eigenlijke rivierbed) werd de jaarlijkse aanzanding op $0,24\ mln\ m^3$ bepaald. Op grond van de resultaten van de rivierlodingen zijn de inhoudsveranderingen naderhand met gebruikmaking van een enigszins aangepaste berekeningsmethode voor het tijdvak 1955 - 1971/72 vastgesteld. Hierbij zijn de schorgebieden in verband met de dan aanwezige hoge ligging geheel buiten beschouwing gebleven. Voor het eigenlijke rivierbed werd over de beschouwde periode een aanzanding van $35,1\ mln\ m^3$ bepaald. Bij het vaststellen van deze waarde is met de gebaggerde en gestorte hoeveelheden specie rekening gehouden. Rekening houdend met een mogelijke onnauwkeurigheid in de uitgevoerde berekeningen (par. 2.2) kan deze aanzanding op ten hoogste $42\ mln\ m^3$ en ten minste $28\ mln\ m^3$ worden gesteld. Bij deze benadering kan over de periode 1955 - 1971/72

- beschouwd -

beschouwd voor de Westerschelde een gemiddelde jaarlijkse aanzanding van 1,7 à 2,5 mln m³ worden aangehouden. Sinds de aanleg van de leidam op de Ballastplaat in de jaren 1968 - 1971 zijn de resulterende zandtransporten bij de Nederlands - Belgische grens aanzienlijk gewijzigd. Volgens uitgevoerde berekeningen kan het resulterende transport in de vloedrichting met betrekking tot de periode vóór de aanleg van de leidam op 0,75 à 1 mln m³ per jaar worden gesteld. Bij de huidige situatie kan niet van een resulterend transport van enige betekenis worden gesproken. Dit betekent dat de hoeveelheid van 2,5 à 3,5 mln m³ specie die gerekend met vorengenoemde gegevens in de voorafgaande jaren jaarlijks bij Vlissingen in stroomopwaartse richting werd getransporteerd thans wellicht volledig in het Nederlandse deel van de Westerschelde wordt afgezet.

Conclusie 1: Op basis van de met een beperkte graad van nauwkeurigheid voor de periode 1955 - 1971/72 uitgevoerde inhouds- en zandtransportberekeningen kan voor de huidige situatie een jaarlijkse aanzanding van de Westerschelde van 2,5 à 3,5 mln m³ in profiel of 3 à 4 mln m³ in middelen van vervoer worden aangehouden.

Bij de verrichte inhoudsberekeningen vertoonde met name het meest benedenstroomse deel van de rivier een zekere verdieping. In het ter hoogte van Ossenisse gelegen deel was daarentegen van een aanzienlijke aanzanding sprake. Het bovenstrooms van Hansweert gelegen deel van de Westerschelde wordt in sterke mate beïnvloed door het baggeren en storten van specie vanwege de Antwerpse Zeediensten.

De invloed van de in de Westerschelde uitgevoerde baggerwerken op het getij is tot op heden van weinig betekenis gebleken (par. 3; bijlagen 3 en 4). In feite kunnen de tot en met 1970 opgetreden wijzigingen grotendeels tot natuurlijke ontwikkelingen worden teruggebracht.

De omstandigheid dat de zandbalans van de Westerschelde voor het tijdvak 1878 - 1971/72 (bijlage 2; staat 1) nog juist in evenwicht was speelt hierbij mogelijk een zekere rol. Op Belgisch gebied, waar aanzienlijke hoeveelheden specie buiten de rivier zijn gebracht, is een duidelijker invloed op het getij aanwezig gebleken. Aan het station Antwerpen was o.a. naast een verkorting van de vloedduur met 12 minuten over het tijdvak 1911/20 - 1961/70, voor de periode 1891/1900 - 1961/70 tevens van een relatieve toeneming van het tijverschil (ten opzichte van Vlissingen) met 40 cm sprake. Hierbij vertoonden met name de laagwaters een aanzienlijke verlaging.

Uit de resultaten van een met een ééndimensionaal wiskundig getijmodel uitgevoerde berekening met aanzienlijk verdiepte drempels in het hoofdvaarwater (tot N.A.P. -17,5 m) is gebleken dat de invloed van een dergelijke ingreep in het benedenstroomse deel van de rivier (stroomafwaarts Baarland) als vrij gering kan worden aangemerkt (par. 4; bijlage 5). Dit geldt zowel voor springtij als voor stormvloedgetij. Bovenstrooms van Hansweert is o.a. een zekere invloed op de waterstanden te verwachten. Van Hansweert tot Bath kunnen de laagwaterstanden in stroomopwaartse richting beschouwd geleidelijk aan met 0,5 à 2 dm verlagen, terwijl de hoogwaters tussen Hansweert en Antwerpen met 0,5 à 1 dm kunnen stijgen. Ook bij Antwerpen dient met een daling van de laagwaterstand van ong. 2 dm te worden gerekend. Bij de bewuste berekeningen werd het ten behoeve van het verdiepen van de drempels te verrichten grondverzet op 56 mln m³ (in profiel) vastgesteld. Deze hoeveelheid werd bij de bewuste berekeningen als volledig buiten het rivierbed afgevoerd beschouwd. Duidelijke gegevens betreffende eventueel te verwachten wijzigingen in de eb- en vloedduur konden aan het verrijchte modelonderzoek niet worden ontleend. De in een aantal hoofdgeulen waar te nemen toeneming van de maximum debieten ging over het algemeen niet gepaard met een

toeneming van de maximale stroomsnelheden (gemiddelden over het dwarsprofiel). De maximum debieten in de zijdelings van de verdiepte hoofdgeulen gelegen vloedscharen vertoonden een zekere achteruitgang. Overigens behoeft een (geringe) vermindering van de gemiddelde maximale stroomsnelheden over het dwarsprofiel bij een toeneming van de maximum debieten in de hoofdgeulen niet te betekenen dat de stroomsnelheden ook plaatselijk niet zouden kunnen toenemen. Met name langs de buitenbochten (schaaroevers) van de verschillende hoofdgeulen zal in het onderhavige geval met een zekere toeneming van de stroomsnelheden dienen te worden gerekend.

Een op de reeds genoemde inhoudsberekeningen aansluitende berekening over het tijdvak 1971/72 - 1976 is niet beschikbaar. Uit de in deze periode netto afgevoerde hoeveelheid specie van 20 mln m³ en de in conclusie 1 genoemde berekende jaarlijkse aanzanding van 2,5 à 3,5 mln m³, kan voor het betreffende tijdvak een netto zandverlies van 4 à 9 mln m³ worden vastgesteld. Gerekend met de omstandigheid dat de zandbalans voor het jaar 1971/72 (ten opzichte van 1878) nog juist in evenwicht bleek te zijn, kan op basis van vorengenoemd zandverlies voor het jaar 1976 een negatief saldo van 4 à 9 mln m³ worden vastgesteld (par. 5.3). In samenhang met de door de Antwerpse Zeediensten uitgevoerde baggerwerken zijn de drempeldiepten in de Westerschelde geleidelijk aan toegenomen van N.A.P. -10 à 12 m omstreeks 1960/61 tot N.A.P. -11 à 13 m omstreeks 1968/69 (par. 5.2). Na voortzetting van de bewuste baggerwerken bleek de diepte van de diverse drempels bij de opnemingen van 1976 over het algemeen te zijn gelegen tussen N.A.P. -12,5 en -14 m. Op de drempel van Borssele was zelfs een diepte van ruim N.A.P. -16 m aanwezig. Op grond van de resultaten van de uitgevoerde getijberekening dient bij een overigens vrij aanzienlijke verdieping en ontzanding van de Westerschelde met name in het bovenstroomse deel van de rivier met een

zekere invloed op het getij te worden gerekend. De eventuele invloed op het getij van de na 1970 veroorzaakte, tot op heden naar verhouding nog beperkte verdieping en ontzanding van de rivier zal eerst blijken bij het beschikbaar komen van de gemiddelde getijgegevens over het tijdvak 1971 - 1980.

In de jaarlijks aan de Belgische Staat verleende baggervergunningen tot het uitvoeren van baggerwerken in het hoofdvaarwater is tot op heden niet in een maximum af te voeren hoeveelheid specie voorzien (par. 6.1). Op basis van de afvoer in de laatste jaren zou de voor de komende 5 à 10 jaar uit dien hoofde te verwachten jaarlijkse afvoer op 3 à 3,5 mln m³ (in middelen van vervoer) kunnen worden geschat. Een nauwkeuriger inzicht in de naar verwachting af te voeren specie valt wellicht te verkrijgen indien door de Antwerpse Zeediensten (op verzoek van de rivierbeheerder) een opgave van de Belgische zandbehoefte voor de komende jaren zou kunnen worden verstrekt. Met name gelet op de ook de komende jaren nog uit te voeren werken in het kader van het op deltasterkte brengen van de hoogwaterkeringen langs de Westerschelde, dient voor de komende 5 à 10 jaar ten behoeve van de uitvoering van werken op Nederlands gebied op een zandbehoefte van 2 à 2,5 mln m³ per jaar (in middelen van vervoer) te worden gerekend (par. 6.2).

Over de periode 1972 - 1976 beschouwd bedroeg de jaarlijkse afvoer van specie op grond van aan concessiehouders verleende vergunningen gemiddeld ong. 1 mln m³ (par. 6.3). De totale gemiddeld per jaar vanwege de Belgische Staat, ten behoeve van werken en door concessiehouders in het tijdvak 1972 - 1976 buiten de rivier gebrachte hoeveelheid specie kan op 6,55 mln m³ worden gesteld. Gelet op deze hoeveelheid is de thans gewenste verhoging met 0,375 mln m³ van het jaarlijks aan concessiehouders toegestane kwantum (in verband met vervallen zandwinning Veerse Meer) in feite vrij gering. Gerekend met de

eerst bij een vrij drastische ingreep in de rivier (par. 4) te verwachten invloed op de getijontwikkeling zijn de te verwachten gevolgen van een verhoging van het aan concessiehouders toegestane kwantum met 375 000 m³ ook uit dien hoofde wellicht van weinig betekenis (par. 6.3).

Conclusie 2: Gelet op de eerst bij een drastische ingreep in de rivier te verwachten gevolgen voor de getijontwikkeling en de omvang van de huidige totale zandwinning (ruim 6,5 mln m³ per jaar) bestaat tegen een beperkte verhoging (met 375 000 m³) van het thans jaarlijks aan concessiehouders toegestane te baggeren kwantum specie geen overwegend bezwaar.

Op basis van het thans toegestane kwantum (1,725 mln m³) zou de door concessiehouders in de komende jaren te baggeren hoeveelheid (bij het doorvoeren van de gewenste verhoging met 0,375 mln m³) op maximaal 2,1 mln m³ worden gebracht. De hierbij te verwachten gemiddelde jaarlijkse afvoer door concessiehouders zou op 1,5 à 2 mln m³ (in middelen van vervoer) kunnen worden geschat (par. 6.3).

Gerekend met vorengenoemde hoeveelheden kan de totale jaarlijkse afvoer van specie ten behoeve van de Antwerpse Zeediensten, de diverse grote werken en de concessiehouders voor de komende jaren op 6,5 à 8 mln m³ (in middelen van vervoer) worden geschat (par. 6.4). Tot hoeveelheden in profiel gereduceerd kan deze hoeveelheid op 5 à 6,5 mln m³ worden gesteld. Afgezien van het eventueel in de rivier inbrengen van thans niet te voorzien hoeveelheden specie wordt de verwachte jaarlijkse zandonttrekking aan de rivier door baggerwerken (5 à 6,5 mln m³) enigermate gecompenseerd door de te verwachten natuurlijke aanzanding van 2,5 à 3,5 mln m³ (conclusie 1).

- Conclusie 3: -

Conclusie 3: Gerekend met een geschatte netto jaarlijkse zandonttrekking door baggerwerken van 5 à 6,5 mln m³ en een verwachte jaarlijkse natuurlijke aanzanding van 2,5 à 3,5 mln m³ kan de te verwachten ontzanding van de Westerschelde voor de komende jaren op 1,5 à 4 mln m³ worden gesteld.

De zandwinning door concessiehouders vindt hoofdzakelijk plaats in de op bijlage 6 aangegeven baggervakken I t/m IV (par. 7). Ook bij een eventuele verhoging van het aan concessiehouders thans toegestane kwantum met 375 000 m³ is het van belang dat de zandwinning in vak I niet verder wordt uitgebreid. Dit in verband met de sinds jaren in dit gebied optredende natuurlijke ontzanding en het reeds thans toegestane vrij hoge kwantum van 500 000 m³. Van de overige vakken II, III en IV vindt reeds sinds jaren een onevenredig grote zandwinning in de beide eerstgenoemde vakken plaats. Het verdient aanbeveling het van nature aanzandende gebied van vak IV de komende jaren in toenemende mate in de zandwinning te betrekken. Ook van de meer oostwaarts gelegen winplaats "Omgeving Baalhoek" (bijlage 6) zou zonder bezwaar een groter gebruik kunnen worden gemaakt.

Conclusie 4: Voor de komende jaren is een zo evenwichtig mogelijk gebruik van de aan concessiehouders aangewezen zandwingebieden van belang.

De bij afzonderlijke vergunning aan te wijzen winplaatsen ten behoeve van werken zullen telkenmale op basis van de beschikbare mogelijkheden dienen te worden vastgesteld. Toekomstige mogelijkheden tot min of meer permanente zandwinning zijn wellicht gelegen in het als zandwinplaats in gebruik nemen van de stortplaatsen "Everingen" en "Schaar van Waarde". Met name in het thans reeds sterk verondiepte Schaar van Waarde worden jaarlijks enkele miljoenen m³ specie ingebracht.

Gelet op het gestelde in conclusie 3 dient gerekend te worden dat de voor het tijdvak 1971/72 - 1976 naar verwachting opgetreden ontzanding van de Westerschelde ($4 \text{ à } 9 \text{ mln m}^3$; par. 5.3) de komende jaren wellicht in versterkte mate zal worden voortgezet. Tevens dient met een voortgaande verlaging van de drempels in het hoofdvaarwater te worden gerekend. Voorshands wordt door de Antwerpse Zeediensten gestreefd naar het bevaarbaar maken van de rivier voor schepen tot 48', hetgeen een verdieping van de huidige drempels met $1 \text{ à } 1,5 \text{ m}$ betekent (par. 8.1). Vergeleken met de bij de reeds genoemde getijberekening ingevoerde drempelverlaging (tot N.A.P. -17,5 m) is de omvang van de voorshands door de Antwerpse Zeediensten nagestreefde verdieping (tot ong. N.A.P. -15 m) nog zeer beperkt. Laatstgenoemde werken gaan gerekend met de situatie van 1976 gepaard met een extra grondverzet van $4,5 \text{ à } 8,5 \text{ mln m}^3$, terwijl verdieping tot N.A.P. -17,5 m (uitgaande van de situatie van 1968/69) ong. 56 mln m^3 aan baggerwerk (in profiel) betekent. Bij de uitgevoerde getijberekening is laatstgenoemde hoeveelheid (die gerekend naar de huidige situatie enkele mln m^3 kleiner zal zijn) als buiten het rivierbed afgevoerd zijnde beschouwd.

Gezien de grote hoeveelheid te verrichten netto baggerwerk moet verdieping van de Westerschelde tot N.A.P. -17,5 m als een zeer omvangrijk werk worden gezien. Zou dit werk (hoewel daar thans nog niet naar wordt gestreefd) gedurende de komende 20 jaar desondanks worden gerealiseerd, dan zou de ontzanding van de Westerschelde in het overeenkomstige tijdvak op grond van de gegevens van conclusie 3 minimaal 30 mln m^3 en maximaal 80 mln m^3 kunnen bedragen. De in de betreffende periode gemiddeld te verwachten ontzanding van 55 mln m^3 komt derhalve in belangrijke mate overeen met de eerder genoemde, bij de getijberekeningen op basis van de situatie 1968/69 buiten de rivier afgevoerd beschouwde hoeveelheid van 56 mln m^3 . Tenzij de afvoer van specie de komende jaren aanzienlijk zou toe-

- nemen -

nemen en/of de verlaging van de drempels zeer snel zou worden gerealiseerd, is de komende 20 jaar met name in het bovenstroomse deel van de Westerschelde een versterking van het getij te verwachten die de uit de resultaten van de verrichte getijberekeningen af te leiden veranderingen geleidelijk aan in belangrijke mate zal benaderen.

Conclusie 5: Bij een voortgaande zandonttrekking aan de Westerschelde volgens de gegevens van conclusie 3 (5 à 6,5 mln m³ per jaar) en een drastische verlaging van de drempels (tot N.A.P. -17,5 m) is de komende 20 jaar een geleidelijke getijontwikkeling te verwachten waarbij met name in het bovenstroomse deel van de rivier de laagwaters (relatief) maximaal 2 dm kunnen dalen en de hoogwaters (relatief) maximaal 1 dm kunnen stijgen.

Bij een sterke verlaging van de drempels, een voortgaande ontzanding en een daarmee samenhangende versterking van het getij op de Westerschelde dient met een toeneming van de stroomaanval op de oevers rekening te worden gehouden. Momenteel zijn de betreffende oevers van een afdoende bescherming voorzien (par. 8.2). In geval van extreme situaties (als gevolg van doorgaande sterke verdieping) bestaat de kans dat de verdediging langs de rechteroever over ong. 16 km en langs de linkeroever over ong. 11 km geleidelijk aan zal moeten worden uitgebreid of versterkt (bijlage 7). Voor het tijdvak waarbinnen deze werken eventueel noodzakelijk zullen moeten worden uitgevoerd zou voorshands aan een periode van ong. 20 jaar kunnen worden gedacht. Op basis van een kostprijs van f 50,-- à f 60,-- per m² komen de bewuste verbeteringswerken neer op een investering van f 135 à 162 mln gulden. Uitsluitend omgeslagen op de naar verwachting jaarlijks af te voeren hoeveelheid zand (6,5 à 8 mln m³; par. 6.4) zouden de in de toekomst mogelijk noodzakelijke verdedigingswerken de zandprijs met ong.

f 1,-- per m³ verhogen. Zou ook de relatie tussen de kosten van de eventueel noodzakelijke uitbreiding van de oeververdediging en de voortgaande verdieping van de drempels door de Antwerpse Zeediensten bij een eventuele kostenbeschouwing in aanmerking worden gebracht dan zou dit de hiervoor genoemde verhoging van de zandprijs naar verhouding verlagen.

Naast de reeds genoemde invloed op de oevers kan een met een verlaging van de waterstanden (tot maximaal 2 dm) gepaard gaande getijontwikkeling ook van enige invloed zijn op de mogelijkheden voor de scheepvaart omstreeks laagwater (par. 8.3). Deze overigens vrij geringe beperkingen betreffen zowel de mogelijkheden voor de scheepvaart in het hoofd- en nevenvaarwater (drempels) als bij het passeren van sluizen. In hoeverre de in de toekomst eventueel te verwachten getijontwikkeling (daling laagwater, toeneming tijverschil, verhoging zoutgehalten) uit milieu-oogpunt van ongunstige invloed zou kunnen zijn op het Verdrongen Land van Saaftinge (natuurgebied) valt dezerzijds niet te overzien. Als gevolg van een voortgaande omvangrijke zandwinning zal op den duur ook met een mogelijke verlaging van de platengebieden rekening moeten worden gehouden. De voor de kruinshoogtebepaling van de hoogwaterkering van belang zijnde golfoploop zou mede hierdoor (in samenhang met de te verwachten stijging van de hoogwaterstand) ter plaatse van dijkgedeelten met een hooggelegen voorland met maximaal 16 à 17 cm kunnen toenemen. De hiermee samenhangende achteruitgang van de voor de kruinshoogte van de zeewering aangenomen veiligheidsnorm zou op langere termijn in voorkomend geval aanleiding tot het indienen van schadeclaims door de betreffende waterschappen kunnen geven. Naast de reeds genoemde versterking van de golfoploop zou een eventuele verlaging van de platen(mede) de vloedduur kunnen verkorten. Hierbij dient tevens met een toenemend resulterend zand-

transport in bovenstroomse richting te worden gerekend, terwijl hier en daar ook een versterking van de dwarsstromingen in de hoofdgeul zeker niet lijkt uitgesloten. Uit dien hoofde is een regelmatige contrôle op de ontwikkelingen in het rivierbed zeker gewenst. Overigens zal de diffusie vooral in het bovenstroomse deel van de rivier waarschijnlijk wat toenemen, hetgeen als gunstig voor wat betreft de afvoer van in het rivierwater ingebrachte opgeloste stoffen en koelwater kan worden aangemerkt.

Conclusie 6: Bij een te verwachten verdere verdieping en ontzanding van de Westerschelde is de noodzaak tot een voortgaande contrôle op de bodemontwikkeling en de mogelijke wijzigingen in de stromingssituatie ook de komende jaren zeker aanwezig.

Hoewel het voorafgaande een zeker inzicht in de te verwachten ontzanding van de Westerschelde in de komende jaren geeft, dienen met name de aan de inhoudsberekeningen ontleende waarden als betrekkelijk globaal te worden aangemerkt. Met gebruikmaking van de gegevens van de vanaf 1955 ter beschikking staande rivierlodingen zal zoals in par. 2.2 reeds is gesteld de komende jaren getracht worden het inzicht in de zandhuishouding in de Westerschelde te verbeteren. De beschikbare rivierlodingen zullen hiertoe (voorshands wellicht voor opéénvolgende opnemingen om de 4 jaar) met gebruikmaking van een vergeleken met de berekeningen 1955 - 1971/72 sterk verdicht raaiennet, door middel van een computer dienen te worden verwerkt. Na het beschikbaar komen van deze gegevens zullen de thans zo goed mogelijk

-46-

benaderde waarden betreffende de te verwachten ontzanding van de Westerschelde -met inachtneming van de dan wellicht beter bekende waarden van de naar verwachting door de Antwerpse Zeediensten af te voeren hoeveelheden specie- dienen te worden herzien.

Gezien:

Het Hoofd van de Studiedienst
Vlissingen,



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

De technisch hoofdamtenaar
1^e klasse,



(ing. D. de Looff)

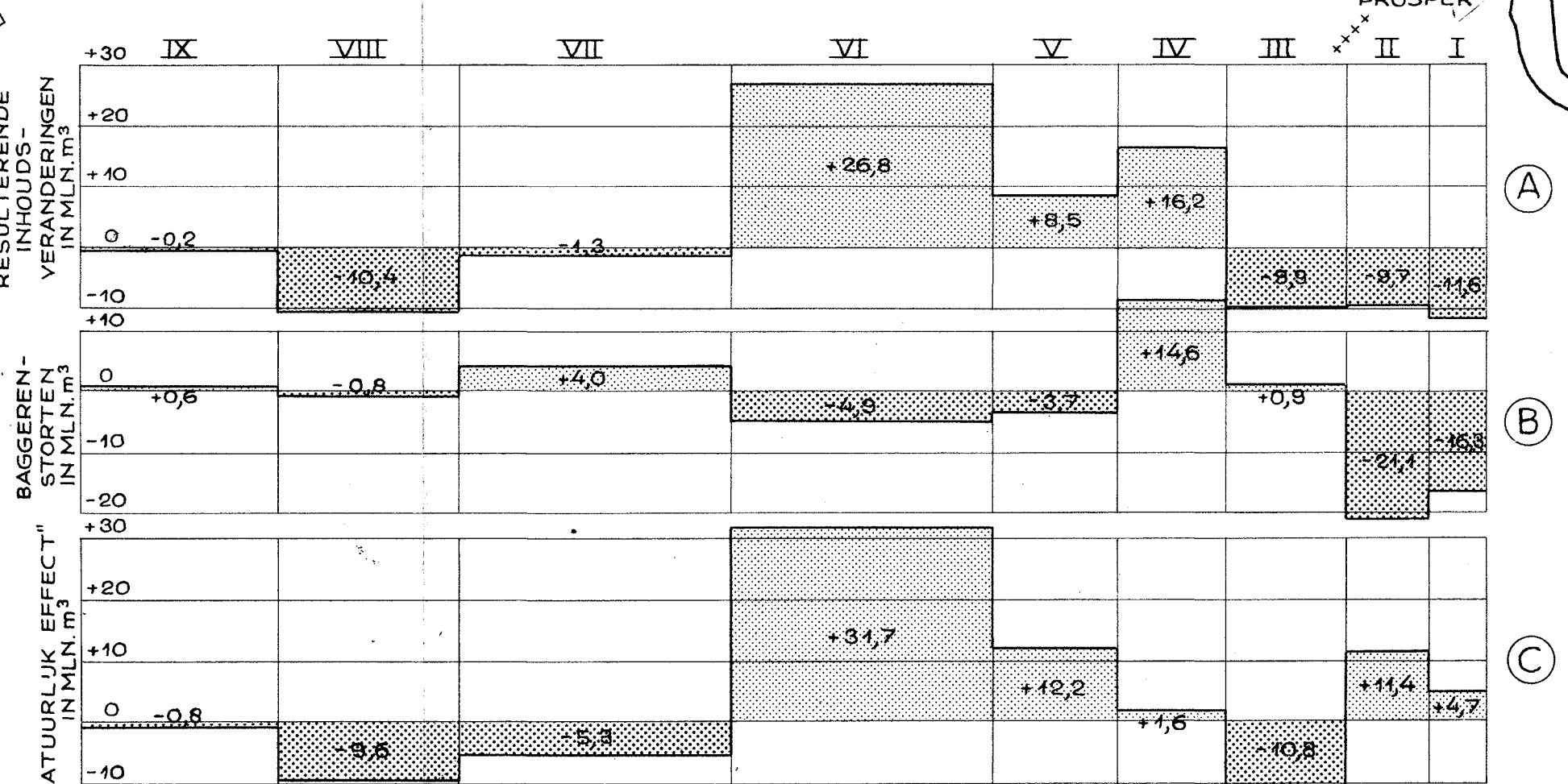
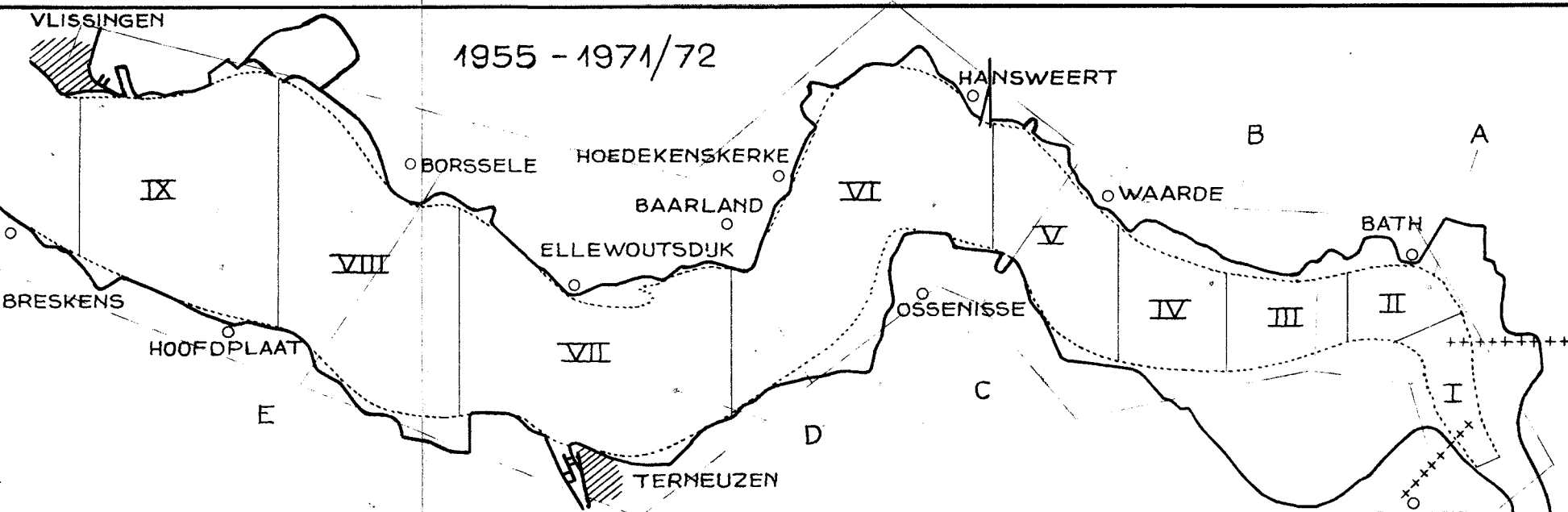
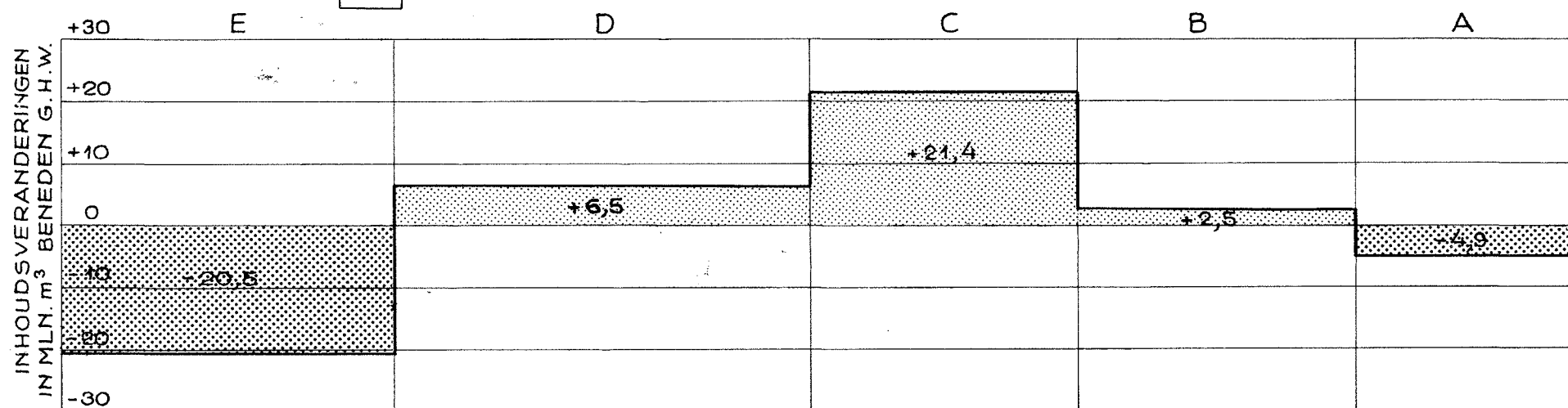
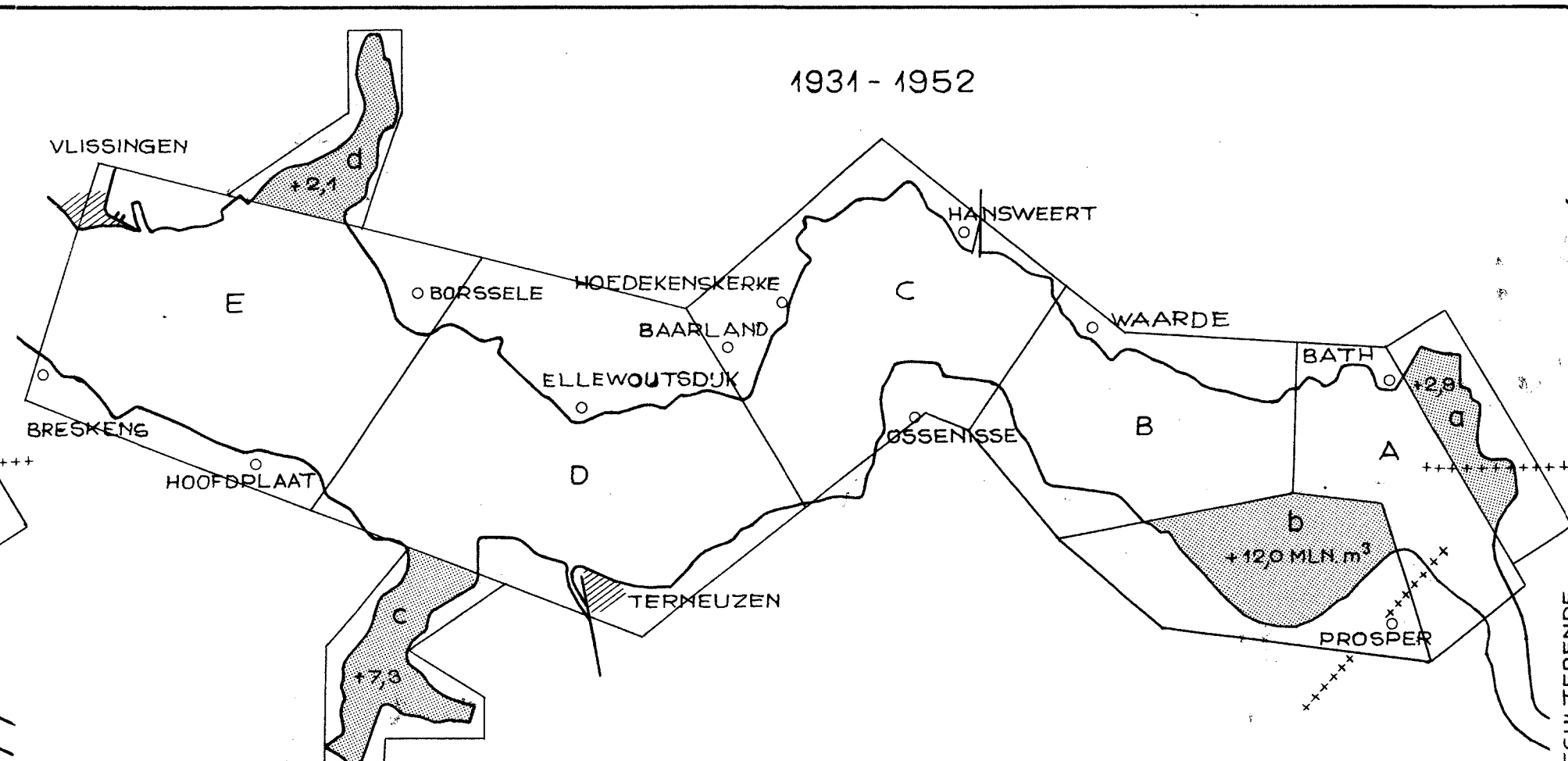
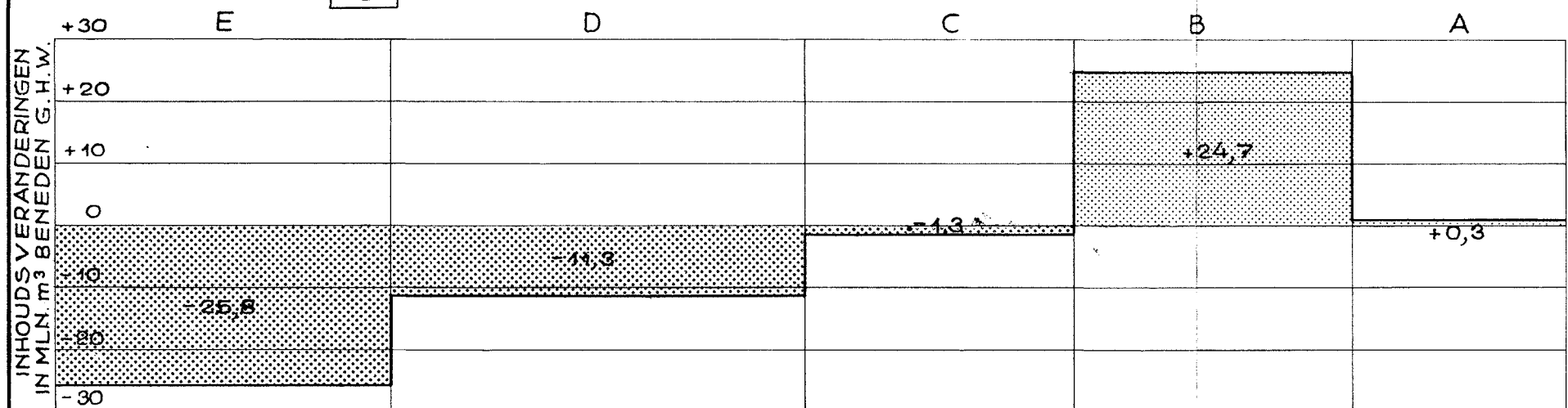
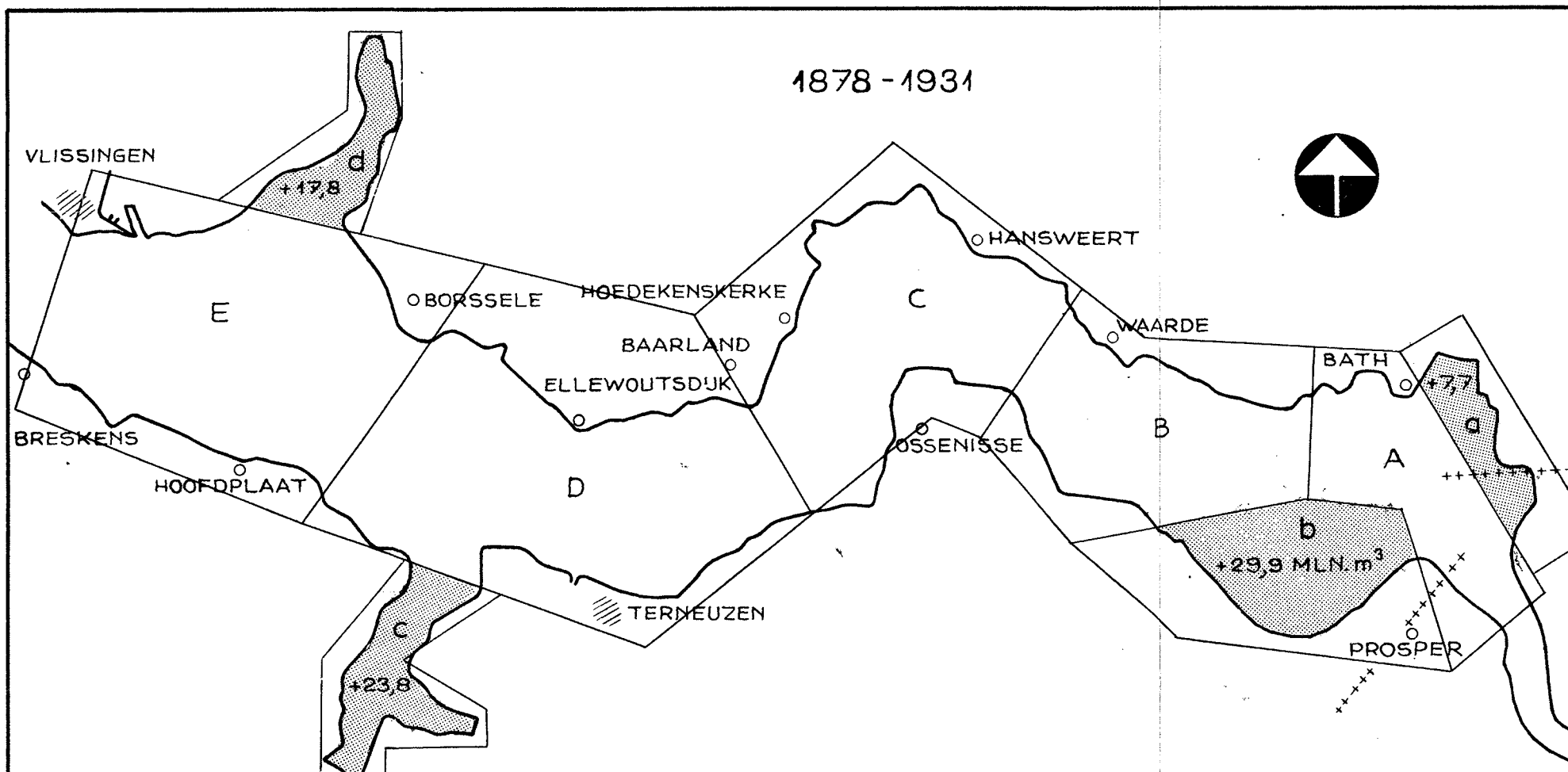
Vlissingen, november 1977

Geraadpleegde literatuur.

1. Jac. Haring: Inhouds- en diepteveranderingen in de Westerschelde over de periode 1878 - 1931.
Rijkswaterstaat, Directie Benedenrivieren; 1949.
2. Jac. Haring: Inhouds- en diepteveranderingen in de Westerschelde over de periode 1931 - 1952.
Rijkswaterstaat, Directie Benedenrivieren; 1955.
3. Ing. D. de Looff: Enkele opmerkingen over de nauwkeurigheid van de bij inhoudsberekeningen voor de Westerschelde toegepaste methode.
Rijkswaterstaat, Directie Waterhuishouding en Waterbeweging, memo 75.1; 1975.
4. Werkgroep Technische Schelde Commissie: Aanzanding en aanslibbing noordelijk bekken na realisering bochtafsnijding bij Bath.
Rijkswaterstaat, Directie Waterhuishouding en Waterbeweging, nota 76.2; 1976.
5. Ing. D. de Looff en Mr. J. van Malde: Over de cyclus der zogenaamde drempelgeulen in de oostelijke uitloop van de Zimmermangeul.
Rijkswaterstaat, Directie Zeeland, nota 73.4; 1973.
6. Ing. P. Roelse: De bevaarbaarheid van de Westerschelde in 1976.
Rijkswaterstaat, Directie Waterhuishouding en Waterbeweging, nota 77.1; 1977.
7. Ing. M.H. Wilderom: Enkele notities over de oeeververdediging langs de Westerschelde.
Rijkswaterstaat, Directie Waterhuishouding en Waterbeweging, memo Vl. 77.16; 1977.

Staat van bijlagen behorende bij Nota 77.4.

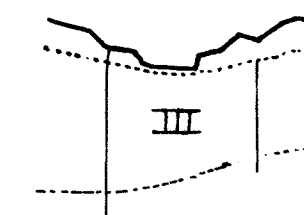
Bijlage nr.	Omschrijving	For- maat	Stamboek nr.
1	Zandhuishouding 1878 - 1971/72 Inhoudsveranderingen	A4	77.1190
2	Zandbalans gegevens Westerschelde 1878 - 1971/72	A1	77.1191
3	Westerschelde-Schelde. Getijgegevens 1911/20 - 1961/70	A1	77.1192
4	Verschillen tienjaarlijkse getijge- middelden Hansweert, Bath en Antwerpen t.o.v. Vlissingen. 1891/1900 - 1961/ 1970	A2	77.1193
5	Eén-dimensionale getijberekening Westerschelde voor tot N.A.P. -17,50 m verdiepte geul	A6	77.1194
6	Overzicht ligging zandwinplaatsen concessiehouders met mogelijke toe- komstige uitbreidingen	A3	77.1195
7	Globaal overzicht eventuele uitbreiding oeververdediging Westerschelde	A3	77.1196



TOELICHTING.

GEGEVENS 1878-1931 EN 1931-1952
ONTLEEND AAN BULAGE 14 VAN
RAPPORT Nr 1/1955 VAN DIRECTIE
BENEDENRIVIEREN.
GEGEVENS 1955-1971/72 VOLGENS
BEREKENINGEN STUDIEDIENST
VLISSINGEN.
+ = AANZANDING RESP. NETTO GESTORT
- = VERDIEPING " " GEBAGGERD

	TOTALE AANZANDING RESP. VERDIEPING IN MLN. m³			
	1878 - 1931		1931 - 1952	
	MET GROTE SCHOR- GEBIEDEN a 1/2 m d	ZONDER GROTE SCHOR- GEBIEDEN a 1/2 m d	MET GROTE SCHOR- GEBIEDEN a 1/2 m d	ZONDER GROTE SCHOR- GEBIEDEN a 1/2 m d
TO TAAL	+65,8	-13,4	+30,6	+5,0
GEM. PER JAAR	+1,24	-0,25	+1,46	+0,24



N.B. DE GEBAGGERDE EN GESTORTE HOEVEEL-
HEDEN SPECIE ZIJN HERLEID TOT
HOEVEELHEDEN GEMETEN IN PROFIEL

VAKBEGRENTZING (MET Nr.)
T.B.V. BEREKENING
INHOUDSVERANDERINGEN

TUDVAK	VAKKEN I 1/2 M IX TOTAAL		
	MLN. m³		
	(A)	(B)	(C)
1955-1971/72	+8,4	-26,7	+35,1
GEM. AANZANDING DOOR "NATUURLIJK EFFECT" ONG. 2 MLN. m³ PER JAAR			

RUKSWATERSTAAT
DIRECTIE WATERHUISSHOUING EN WATERBEWEGING
STUDIEDIENST VLISSINGEN

WESTERSCHDELDE

ZANDHUISSHOUING 1878-1971/72
INHOUDSVERANDERINGEN

21-6-1973
GET. H.J.E.

GEZ. *Ech*
GEC. *ach*
AKK. *ach*

SCHAAL 1:200 000

A4 77.1190

STAAT 1: ZANDBALANS GEHELE WESTERSCHELDE ZONDER SCHORGEBIEDEN

(hoeveelheden in mln m³)

periode	totale zandwinst	balanspost i.v.m. spe- cie-afvoer	"natuurlijk" effect
1878 - 1931	- 13,4	-	- 13,4
1931 - 1952	+ 5,0	-	+ 5,0
1955 - 1971/ 72	+ 8,4	- 26,7	+ 35,1
1878-1971/72	0	- 26,7	+ 26,7

STAAT 2: ZANDBALANSGECEEVENS WESTERSCHELDE PER VAK

(hoeveelheden in mln m³)

periode	vak E		vak D		vak C		vak B		vak A		baggerwerk in vak A
1878 - 1931	- 25,8		- 11,3		- 1,3		+ 24,7		+ 0,3		ong. 13
1931 - 1952	- 20,5		+ 6,5		+ 21,4		+ 2,5		- 4,9		ong. 33
1955 - 1971/72	- 0,2	- 10,4	- 1,3	+ 26,8	+ 8,5	+ 16,2	- 9,9	- 9,7	- 11,6		
vak	IX	VIII	VII	VI	V	IV	III	II	I		

STAAT 3: GEMIDDELDE JAARLIJKSE ZANDWINST PER VAK

(hoeveelheden in mln m³)

periode	vak E		vak D		vak C		vak B		vak A	
1878 - 1931	- 0,49		- 0,21		- 0,02		+ 0,47		+ 0,01	
1931 - 1952	- 0,98		+ 0,31		+ 1,02		+ 0,12		- 0,23	
1955-1971/72	- 0,01	- 0,61	- 0,08	+ 1,58	+ 0,5	+ 0,95	- 0,58	- 0,57	- 0,68	
vak	IX	VIII	VII	VI	V	IV	III	II	I	

+ □ aanzanding

- = verdieping

WESTERSCHELDE-SCHELDE; GETIJGEGEVENS 1911/20 - 1961/70

Tabel I. HOOG- EN LAAGWATER; TIJVERSCHIL

Station	Gem.hoog- en laagwaterstanden in m t.o.v. N.A.P.						
		1911-20		1941-50		1961-70	
		N.A.P.	amplitu- de (m)	N.A.P.	amplitu- de (m)	N.A.P.	amplitu- de (m)
Vlissingen	g.h.w.	+ 1,79		+ 1,88		+ 1,98	
	g.l.w.	- 1,93	3,72	- 1,85	3,73	- 1,82	3,80
Hansweert	g.h.w.	+ 2,12		+ 2,18		+ 2,32	
	g.l.w.	- 2,17	4,29	- 2,15	4,33	- 2,08	4,40
Bath	g.h.w.	+ 2,39		+ 2,45		+ 2,59	
	g.l.w.	- 2,13	4,52	- 2,08	4,53	- 1,99	4,58
Antwerpen	g.h.w.	+ 2,51		+ 2,58		+ 2,75	
	g.l.w.	- 2,08	4,59	- 2,15	4,73	- 2,15	4,90

Tabel II. GETIJVERANDERINGEN 1911/20 - 1961/70

Station		vloed- en ebduur in uren en minuten			veranderingen 1911/20 - 1961/70				
		1911 - '20	1941 - '50	1961 - '70	waterstandsverande- ringen in cm		duur verande- ringen in min.		
					g.h.w.	g.l.w.	ampl.	vloed- duur	eb- duur
Vlissingen	vl	5.57	5.55	5.56	+ 19		+ 8	- 1	+ 1
	eb	6.28	6.30	6.29		+ 11			
Hansweert	vl	6.04	6.00	6.04	+ 20		+11	0	0
	eb	6.21	6.25	6.21		+ 9			
Bath	vl	-	5.48	5.47	+ 20		+ 6	-	-
	eb	-	6.37	6.38		+ 14			
Antwerpen	vl	5.27	5.16	5.15	+ 24		+31	-12	+12
	eb	6.58	7.09	7.10		- 7			

Tabel III. TIJDVERSCHILLEN TUSSEN DIVERSE STATIONS BIJ H.W. RESP. L.W.

Stations	tijdverschillen hoogwater in uren en minuten						tijdverschillen laagwater in uren en minuten					
	1911 - '20	1921 - '30	1931 - '40	1941 - '50	1951 - '60	1961 - '70	1911 - '20	1921 - '30	1931 - '40	1941 - '50	1951 - '60	1961 - '70
Vlissingen	1.10	1.10	1.05	1.05	1.03	1.05	1.03	1.02	1.00	1.00	0.58	0.57
Hansweert												
Hansweert	-	0.27	-	0.29	0.24	0.26	-	0.40	-	0.41	0.41	0.43
Bath	-	0.36	-	0.30	0.33	0.22	-	1.04	-	1.02	1.01	0.54
Antwerpen												
Hansweert	1.08	1.03	0.59	0.59	0.57	0.48	1.45	1.44	1.43	1.43	1.42	1.37
Antwerpen												
Vlissingen	2.18	2.13	2.04	2.04	2.00	1.53	2.48	2.46	2.43	2.43	2.40	2.34
Antwerpen												

Gegevens ontleend aan "Tienjarig overzicht der waterhoogten" en
"Overzicht van de tijwaarnemingen in het Zeescheldebekken".

VERSCHILLEN TIENJAARLUKSE GETJUGEMIDDELDEN IN m

HANSWEERT-VLISSINGEN

BATH-VLISSINGEN

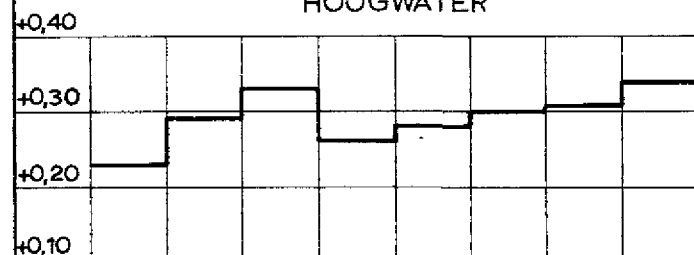
ANTWERPEN-VLISSINGEN

TOELICHTING

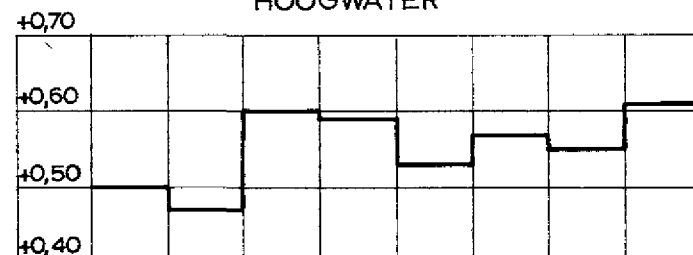
DE GRAFIEKEN HANSWEERT-VLISSINGEN EN BATH-VLISSINGEN ZIJN VOOR DE PERIODE 1891 t/m 1960 SAMENGESTELD NAAR DE GEGEVENS VAN HET "TIENJARIG OVERZICHT DER WATERHOOGTEN EN AFVOEREN" EN VOOR DE PERIODE 1961-1970 VOLGENS VOORLOPIGE GEGEVENS VAN DIRECTIE WATERHUISHOUDING EN WATERBEWEGING

DE GRAFIEKEN ANTWERPEN-VLISSINGEN ZIJN ONTLEEND AAN FIG. 8 VAN DE "NOTA OVER DE EVOLUTIE VAN HET GETUJ IN DE WESTERSCHELDE" (UITGAVE ANTWERPSE ZEEDIENSTEN, MAART 1973)

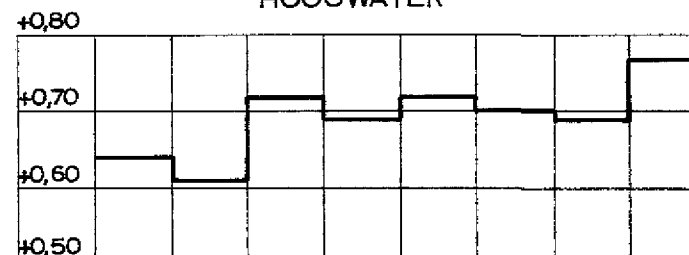
HOOGWATER



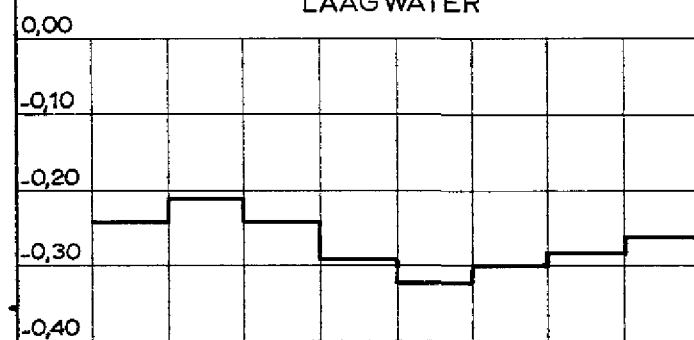
HOOGWATER



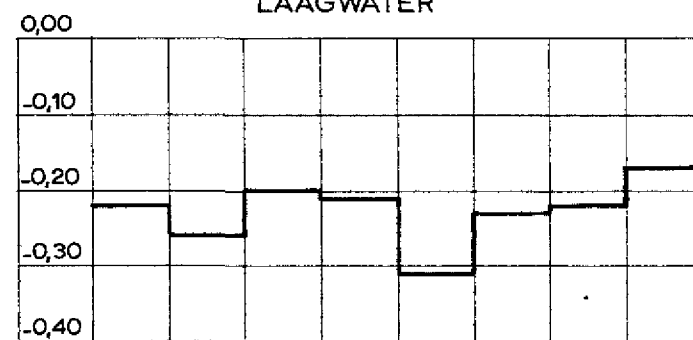
HOOGWATER



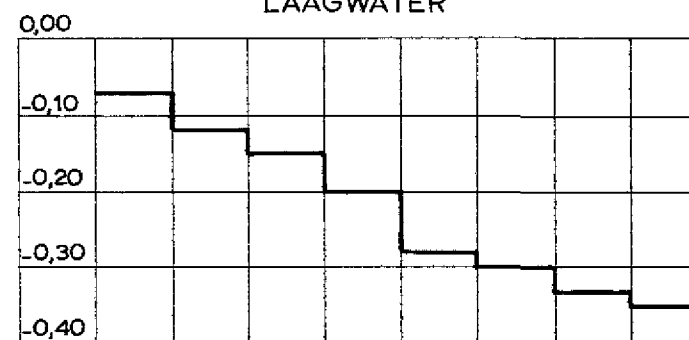
LAAGWATER



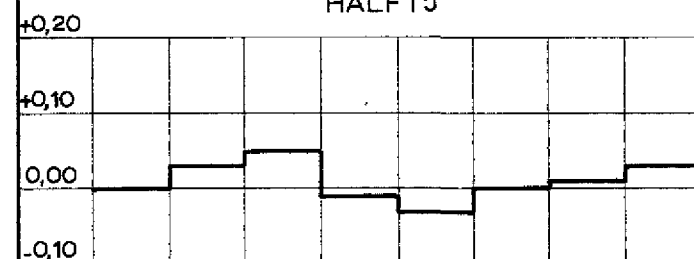
LAAGWATER



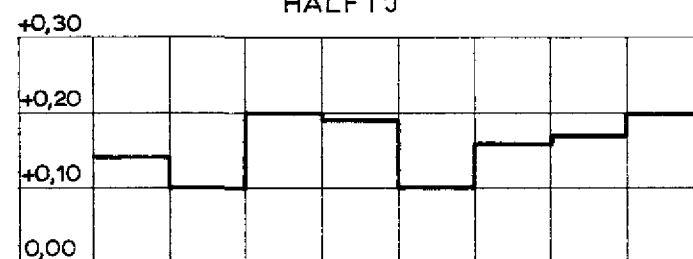
LAAGWATER



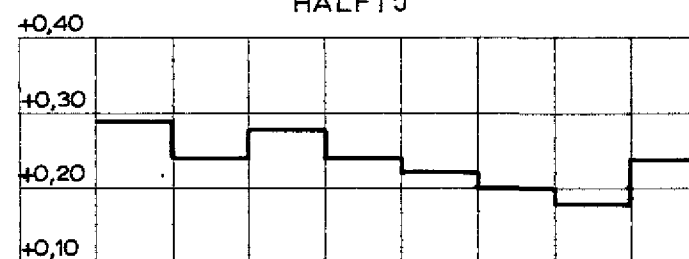
HALFTUJ



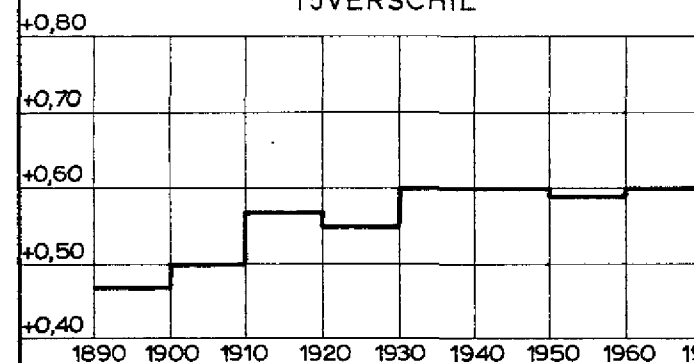
HALFTUJ



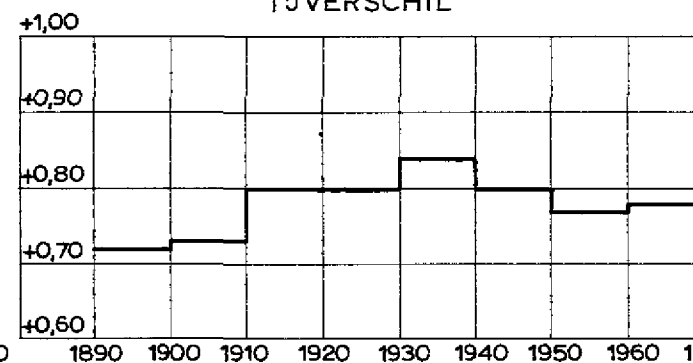
HALFTUJ



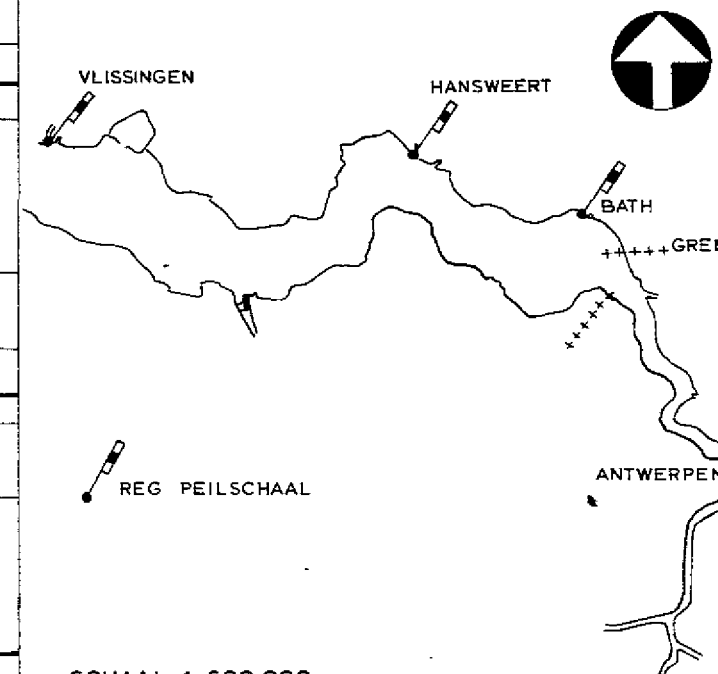
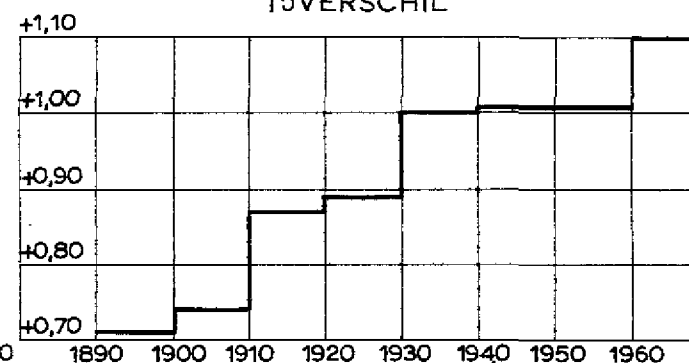
TUVERSCHIL



TUVERSCHIL



TUVERSCHIL



SCHAAL 1:600 000

RUKSWATERSTAAT
DIRECTIE WATERHUISHOUDING EN WATERBEWEGING
STUDIEDIENST VLISSINGEN

WESTERSCHELDE - SCHELDE

VERSCHILLEN TIENJAARLUKSE GETJUGEMIDDELDEN
HANSWEERT, BATH EN ANTWERPEN
T.O.V. VLISSINGEN 1891/1900 - 1961/1970

21-6-1973

GET. W.M.

GEZ. E.

GEC. *ach*AKK. *ach*

A2 77.1193

RUKSWATERSTAAT
DIRECTIE WATERHUISHOUDING EN WATERBEWEGING
STUDIEDIENST VLISSINGEN

WESTERSCHELDE

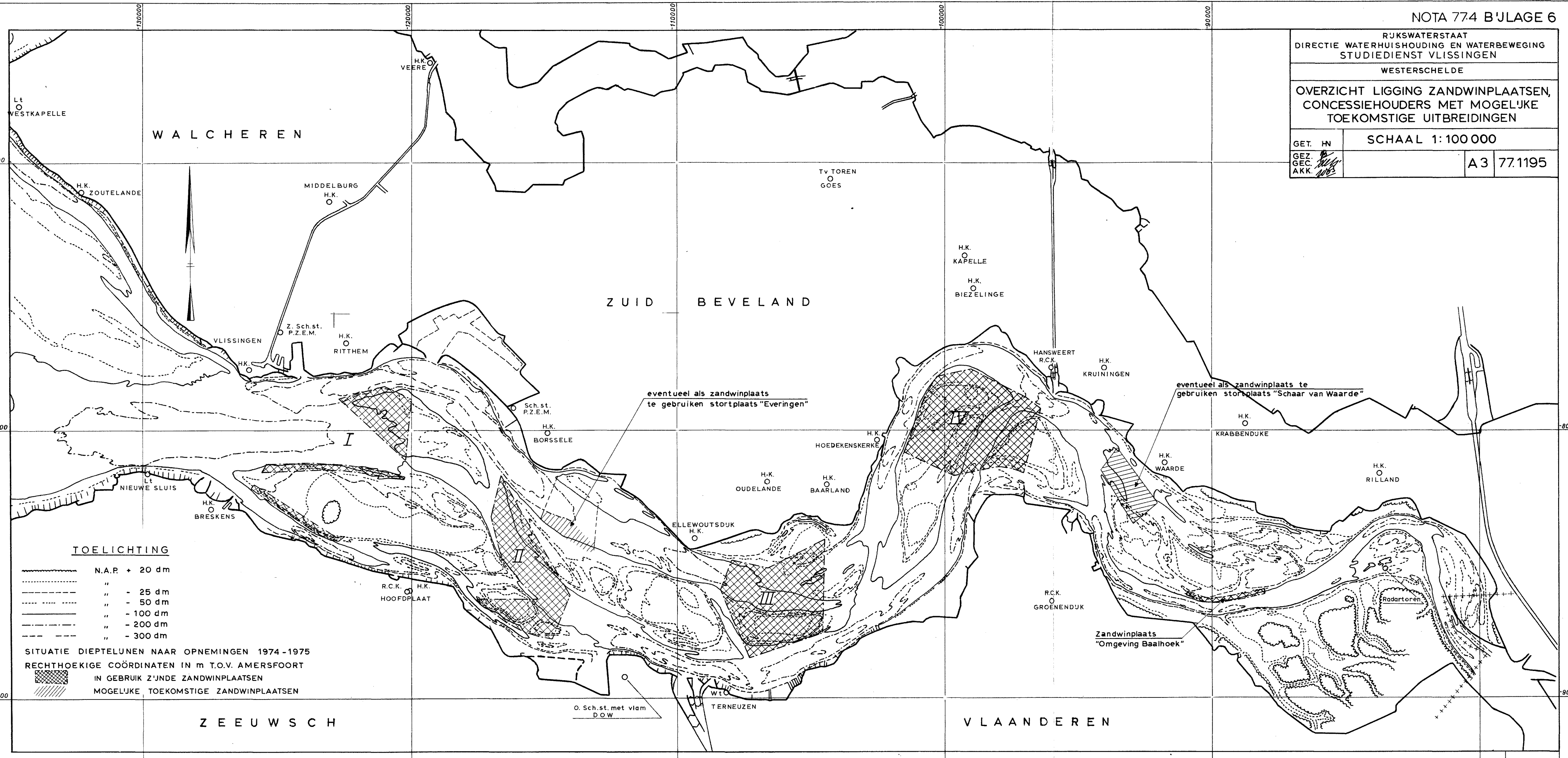
OVERZICHT LIGGING ZANDWINPLAATSEN,
CONCESSIEHOUDERS MET MOGELIJKE
TOEKOMSTIGE UITBREIDINGEN

GET. HN

SCHAAL 1:100 000

GEZ.
GEC.
AKK.

A3 77.1195



RUKSWATERSTAAT
DIRECTIE WATERHUISHOUDING EN WATERBEWEGING
STUDIEDIENST VLISSINGEN

WESTERSCHDELDE

GBLAAL OVERZICHT
EVENTUELE UITBREIDING OEVERWERKEN
BIJ DOORGAANDE GEULVERDIEPING
ANNEX EXTREME ZANDWINNING

19 okt 1977
GET. L.P.
GEZ. *E.*
GEC. *M. de V.*
AKK. *W. de V.*

SCHAAI 1:100 000

A3 77.1196

