

nota WWKZ-83.V003

Inhoudsveranderingen en
zandbalans Westerschelde,
op basis van de resultaten
van vroeger over de perio-
de 1878 - 1971/72 en recent
over de periode 1971/72 -
1980 uitgevoerde bereke-
ningen.

projectcode							
V	8	2	3	5	B	1	3

auteur(s) : Ing. D. de Looff

datum : januari 1983

bijlagen : 4

samenvatting : Op basis van de resultaten van enkele over het tijdvak 1878 - 1971/72 uitgevoerde inhoudsberekeningen is de zandbalans voor het feitelijke rivierbed de Westerschelde (zonder de grote schorgebieden) in de betreffende periode vrijwel in evenwicht gebleken. De door baggeren aan het rivierbed onttrokken hoeveelheden specie werden via natuurlijke aanzanding vrijwel volledig gecompenseerd.

Gedurende de periode 1955 - 1971/72 kon de aanzanding van het rivierbed door "natuurlijk effect" op ongeveer $2 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{jr}$ worden gesteld.

Blijkens de resultaten van een aansluitende over de periode 1971/72 - 1980 uitgevoerde inhoudsberekening was in dat tijdvak van een duidelijke ontzanding van het rivierbed sprake. Hierbij werd de door baggeren onttrokken hoeveelheid specie ($31,6 \cdot 10^6 \text{ m}^3$) nog door een ontzanding door "natuurlijk effect" van $5,2 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ versterkt ($0,6 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{jr}$). Over de periode 1971/72 - 1980 heeft de totale ontzanding derhalve $36,8 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ bedragen.

Voor de periode 1878 - 1980 kan de ontzanding van het rivierbed van de Westerschelde op $36 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ worden gesteld.

Inhoudsopgave

	<u>blz</u>
1. Inleiding.	1
2. Omschrijving methode inhoudsberekeningen; nauwkeurigheid.	3
2.1 Gevolgde berekeningsmethode.	3
2.2 Resultaat beperkt onderzoek naar nauw- keurigheid inhoudsberekeningen.	5
3. Uitkomsten berekeningen 1971/72 - 1980.	7
3.1 Resulterende inhoudsveranderingen.	7
3.2 Gebaggerde en gestorte hoeveelheden specie.	11
3.3 Het "natuurlijk effect".	13
4. Inhoudsveranderingen over een langere termijn bezien.	16
4.1 Inhoudsveranderingen 1878 - 1952.	16
4.2 Inhoudsveranderingen 1955 - 1980.	17
4.3 Zandbalans 1878 - 1980.	19
5. Nabeschouwing.	22
Geraadpleegde literatuur.	25
Lijst van bijlagen.	26

behoort bij: nota WWKZ nr. 83.V003
datum: januari 1983
bladnr: 1

. 1. Inleiding.

In het kader van de werkzaamheden van de Projectgroep Zandhuishouding, Morfologie en Stabiliteit oevers (VWZ) van de Subcommissie Verdiepen Westerschelde, zijn in 1981 bij de Adviesdienst Vlissingen inhoudsberekeningen voor het tussen Vlissingen en de Nederlands/Belgische grens gelegen deel van de Westerschelde uitgevoerd. Op grond van de resultaten van de verrichte rivierlodingen (situaties dieptecijfers schaal 1 : 10 000) werden hierbij de veranderingen over het tijdvak 1971/72 - 1980 beschouwd. De verkregen uitkomsten dienden mede ter vaststelling van de in het Belgische tweedimensionale getijmodel in te voeren bodemschematisatie, bij een te voorziene "eindsituatie" na het toegankelijk maken van de Westerschelde (door middel van het verdiepen van de drempels) voor schepen tot 48'/43'.

In de voorliggende nota worden vorengenoemde inhoudsberekeningen -mede door het in rekening brengen van de grote hoeveelheden gebaggerde en gestorte specie- nader uitgewerkt. Bovendien zijn de aanvankelijk verrichte berekeningen nog met het riviergedeelte Nederlands/Belgische grens - Zandvliet-sluis uitgebreid. Dit in aansluiting op de reeds eerder voor de periode 1955 - 1971/72 volgens de "raaienmethode" (par. 2.1) uitgevoerde berekeningen.

De resultaten van de inhoudsberekeningen "1955 - 1971/72" zijn eerder bij een onderzoek naar de mogelijkheden tot en de gevolgen van zandwinning in de Westerschelde in [1] nader beschouwd. Bij dit eerdere onderzoek zijn destijds tevens de reeds eerder volgens de "profielmethode" (par. 2.1) uitgevoerde inhoudsberekeningen voor de jaren 1878 - 1931 [2] en 1931 - 1952 [3] in beschouwing genomen.

- De -

behoort bij: nota WWKZ nr. 83.V003
datum: januari 1983
bladnr: 2

De beide genoemde berekeningsmethoden worden in par. 2.1 nader besproken. Dit mede op grond van de hieromtrent in de reeds genoemde rapporten ([1], [2] en [3]) opgenomen informatie. Hierbij zullen tevens gegevens aan het destijds met betrekking tot een verricht onderzoek naar de nauwkeurigheid van inhoudsberekeningen opgestelde memo 75.1 [4] worden ontleend. De resultaten van genoemd onderzoek komen in par. 2.2 ter sprake.

De resultaten van de voor de periode 1971/72 - 1980 uitgevoerde inhoudsberekeningen worden besproken in par. 3. Hierbij worden de feitelijk opgetreden inhoudsberekeningen, de gebaggerde en gestorte hoeveelheden specie en het z.g. "natuurlijk effect" achtereenvolgens in de par. 3.1, 3.2 en 3.3 beschouwd.

Op grond van de resultaten van eerder verrichte inhoudsberekeningen worden in par. 4 de inhoudsveranderingen en de zandbalans van de Westerschelde over een langere periode (vanaf 1878) gezien. Een nabeschouwing over het verrichte onderzoek volgt tenslotte in par. 5.

behoort bij: nota WWKZ nr. 83.V003
 datum: januari 1983
 bladnr: 3

2. Omschrijving methode inhoudsberekeningen; nauwkeurigheid.

2.1 Gevolgde berekeningsmethode.

De inhoudsberekeningen voor de jaren 1878 - 1931 en 1931 - 1952 (respectievelijk [2] en [3]) zijn destijds bij de directie Benedenrivieren volgens de z.g. "profielmethode" uitgevoerd. Hiervoor dienden voor een groot aantal, binnen vastgestelde vakken op onderlinge afstanden van 500 m geprojecteerde raaien, profielen te worden getekend (schaal 1 : 25000, 1 : 200) en geplanimetreerd. Als basismateriaal is bij deze berekeningen van diverse hydrografische kaarten (schaal 1 : 25000 en 1 : 50000) gebruik gemaakt. In lit. 2 staat over de inhoudsbepaling volgens de profielmethode o.a. het volgende vermeld:

"De oppervlakte van een raaiprofiel wordt bij de berekening steeds vermenigvuldigd met de raai breedte, dit is de afstand tussen de raaien onderling, dus 500 m, met dien verstande echter dat naar weerszijden van de raai 250 m gedacht wordt. Zo'n raaiprofiel wordt dus verondersteld te gelden voor een strook van 250 m breedte aan weerszijden van de raai."

Bij deze berekeningen zijn naast een vijftal in de rivier geprojecteerde vakken tevens de inhoudsveranderingen ter plaatse van een vijftal aangrenzende nevenvakken (Sloe e.d.) beschouwd. Overigens worden bij de profielmethode voor alle vakken de inhoudsveranderingen zowel beneden het peil van gemiddeld laag water als beneden gemiddeld hoog water bepaald.

De profielmethode kan als een zeer arbeidsintensieve methode van inhoudsberekening worden aangemerkt. Teneinde op kortere termijn toch een redelijk inzicht in de inhoudsveranderingen na 1952 te verkrijgen, zijn destijds bij de Studiedienst

Vlissingen voor de perioden 1955 - 1963/64 en 1963/64 - 1971/72 inhoudsberekeningen volgens de "raaienmethode" uitgevoerd. Bij deze methode is in zoverre aansluiting met de "profielmethode" gezocht, dat de beschouwde raaien eveneens op onderlinge afstanden van 500 m zijn gelegen. Overigens zijn voor de diverse raaien geen profielen getekend, doch worden de voor vaste afstanden bepaalde diepteverschillen cijfermatig (tot dusver met de hand) verwerkt. Gerekend met de omstandigheid dat bij deze methode (door middel van interpolatie) uitsluitend van de bij de rivierlodingen bepaalde diepten gebruik wordt gemaakt betekent dit, dat (globaal) in de inhoudsveranderingen ter plaatse van de boven het peil van N.A.P. gelegen oevergedeelten geen inzicht wordt verkregen. Inhoudsveranderingen ten opzichte van bepaalde niveau's (g.l.w./g.h.w.) worden bij de raaienmethode (in tegenstelling tot de profielmethode) niet vastgesteld. De raaienmethode wordt volgens par. 3 van lit. 4 als volgt omschreven:

- a) Uitgegaan wordt van een vakindeling, waarbij voor de beneden- en bovenstroomse grenzen veelal de noord-zuid-richting is aangehouden.
- b) Binnen de vastgestelde grenzen worden op onderlinge afstanden van 500 m de veelal eveneens op de noord-zuid-richting georiënteerde raaien geprojecteerd; op enkele plaatsen is in verband met een zo goed mogelijke haakse snijding der geulen een afwijkende raairichting aangehouden.
- c) In de onder b genoemde raaien worden op onderlinge afstanden van 50 m vaste punten bepaald, waarvoor per beschouwde opneming door middel van interpolatie (uitsluitend in de lengterichting van de raai) een diepte wordt vastgesteld.

- d) -

behoort bij: nota WWKZ nr. 83.V003
datum: januari 1983
bladnr: 5

- d) Per raai worden voor de opeenvolgende punten de diepteverschillen tussen de beschouwde opnemingen bepaald.
- e) Door vermenigvuldiging van de per raai gesommeerde diepteverschillen met de tussenafstand van 50 m (c) worden de oppervlakteverschillen per raai tussen twee opnemingen verkregen.
- f) Uit de oppervlakteverschillen worden tenslotte (rekening houdend met de "werkende raai breedte" van veelal 500 m) de inhoudsverschillen per "raai" en per "vak" vastgesteld.

2.2 Resultaat beperkt onderzoek naar nauwkeurigheid inhoudsberekeningen.

Naar de nauwkeurigheid van de in par. 2.1 genoemde "profielmethode" is voor zover bekend tot dusver geen onderzoek verricht. Gezien de omstandigheid dat de naderhand ingevoerde "raai en methode" (par. 2.1) in belangrijke mate op de profielmethode is afgestemd (beiden evenwijdige raai en op afstanden van 500 m) lijkt een belangrijk verschil in nauwkeurigheid tussen beide methoden niet waarschijnlijk. Wel is bij de berekeningen volgens de raai en methode van aanmerkelijk gedetailleerder kaartmateriaal (schaal 1 : 10000) dan bij de profielmethode gebruik gemaakt (par. 2.1).

In het kader van het onderzoek naar de te verwachten aanzanding van het z.g. noordelijk bekken na eventuele uitvoering van de bochtafsnijding van het Nauw van Bath, is in 1975 door de Studiedienst Vlissingen enig onderzoek naar de nauwkeurigheid van de bij inhoudsberekeningen toegepaste "raai en methode" verricht [4]. Hierbij is met name aandacht besteed aan de eventuele invloed van:

- de aangehouden raai breedte;
- de aangehouden afstand tussen de te interpoleren diepten in de raai;

- de persoonlijke invloed bij interpolatie van de diepten.

Aan dit -overigens voor een beperkt deel van de Westerschelde verricht- onderzoek kunnen de navolgende conclusies worden ontleend:

- "Bij een inhoudsberekening met een raai breedte van 500 m kunnen de gemiddelde diepte veranderingen in vergelijking met die bij een raai breedte van 200 à 100 m op 2,5 à 5 cm nauwkeurig (naar boven en naar beneden) worden benaderd."
- "Het is van belang dat de afstand tussen de te interpoleren diepten zo klein mogelijk wordt gehouden. De bij de beschouwde berekeningen toegepaste afstand van 50 m moet als een maximum worden beschouwd."
- "Over een groter aantal raaien beschouwd is de persoonlijke invloed op het resultaat van een door middel van interpolaties der diepten uitgevoerde inhoudsberekening -mits over een zekere deskundigheid voor het verrichten van deze werkzaamheden wordt beschikt- wellicht gering."

De in par. 3 te beschouwen berekeningen over de periode 1971/72 - 1980 zijn volgens de "raaienmethode" met een onderlinge raai afstand van 500 m en geïnterpoleerde diepten in de raaien op vaste afstanden van 50 m uitgevoerd. Voor het gebruik bij de inhoudsberekeningen waren rivierlodingkaarten met een maximum afstand tussen de peilraaien onderling van ruim 200 m beschikbaar. Het gebruik van raaien om de 500 m uit een kaart met raaien om de 200 m betekent dus -gelet op het voorafgaande- dat voor de uitkomsten van de in par. 3 omschreven berekeningen een afwijking van $\pm 2,5$ cm kan worden aangehouden. Het betreft hier dus een relatieve (on)nauwkeurigheid, waarbij de nauwkeurigheid van de kaart met 200 m raaien (bij het ontbreken van betere gegevens) als absolute norm (referentieniveau) is genomen. Overigens valt op te merken dat bij het verrichte onderzoek geen rekening met peilonnauwkeurigheden is gehouden.

3. Uitkomsten berekeningen 1971/72 - 1980.

3.1 Resulterende inhoudsveranderingen.

Voor de inhoudsberekeningen 1971/72 - 1980 is de raailigging en de vakindeling aangehouden, zoals die destijds voor de berekeningen "1955 - 1963/64" en "1963/64 - 1971/72" is vastgesteld. Een overzicht van de vakindeling en de raailigging met betrekking tot het oostelijk deel van de Westerschelde geeft bijlage 1. Het westelijk riviergedeelte (tussen Hoedekenskerke en Vlissingen) wordt met aanduiding van de diverse raaien en de vakindeling weergegeven op bijlage 2.

Voor het bepalen van de diepteveranderingen is van de ter beschikking staande situaties met dieptecijfers en -lijnen (schaal 1 : 10000) gebruik gemaakt. Hiertoe kon voor de oostelijk gelegen rivierlodingvakken 1, 2 en 3 over de gegevens van 1971 en 1980 worden beschikt. Aan deze gegevens zijn de op bijlage 1 met betrekking tot de raaien 2 tot en met 80 weergegeven diepteverschillen ontleend. De op bijlage 2 weergegeven diepteverschillen zijn met betrekking tot de raaien 82 tot en met 142 bepaald aan de hand van de resultaten van de rivierlodingen 1972 en 1980 (rivierlodingvakken 4, 5 en 6).

behoort bij: nota WWKZ nr. 83.V003
datum: januari 1983
bladnr: 8

In onderstaand staatje (tabel I) zijn de tekeningenummers van de gebruikte lodingkaarten nader vermeld.

Tabel I:

Tekeningenummers situaties met dieptecijfers en -lijnen rivierlodingen 1971/72 en 1980 (schaal 1 : 10000).						
jaar	vak 1.	vak 2	vak 3	vak 4	vak 5	vak 6
1971	C5-72.60	C6-71.848	C6-71.717	-	-	-
1972	-	-	-	C5-73.38	C7-73.168	C5-73.58
1980	C5-81.14	C6-81.30	C6-81.416	C5-80.486	C7-80.448	C5-80.496

Evenals bij de berekeningen over de periode 1955 - 1971/72 is het beschouwde gebied -als aanvulling op het bij de rivierlodingen opgenomen gebied- ook bij de berekeningen 1971/72 - 1980 met enkele op Belgisch gebied gelegen raaien uitgebreid (raaien I t/m IV; bijlage 1). Voor dit geulgedeelte zijn de inhoudsveranderingen door middel van het tekenen en planimetreren van profielen bepaald. De gegevens voor het samenstellen van deze profielen zijn aan enkele opnemingen van de Antwerpse Zeediensten met betrekking tot de Drempel van Zandvliet/Schaar- en Plaat van Doel ontleend.

Binnen de op de bijlagen 1 en 2 aangegeven grenzen van de vakken I tot en met IX, zijn voor het bij de inhoudsberekeningen in beschouwing genomen gebied (blijkend uit de verschilcijfers) door middel van planimetrering de oppervlakten van de verschillende vakken vastgesteld. Aan de hand van deze oppervlakten kunnen op grond van de bepaalde inhoudsveranderingen de gemiddelde diepteveranderingen per vak worden bepaald.

- Tabel II -

rijkswaterstaat

behoort bij: nota WWKZ nr. 83.V003
 datum: januari 1983
 bladnr: 9

Tabel II:

Inhoudsberekeningen 1971/72 - 1980 oppervlakten (m ²) vakken I t/m IX			
vak	oppervlakte	vak	oppervlakte
I	8.912.500	VI	48.706.250
II	8.437.500	VII	48.718.750
III	10.781.250	VIII	52.125.000
IV	14.612.500	IX	42.206.250
V	20.618.750		
I t/m V	63.362.500	VI t/m IX	191.756.250
Totaal oppervlakte I t/m IX			255.118.750

De per vak bepaalde resulterende inhoudsveranderingen zijn weergegeven in tabel III. In deze tabel (als ook in de navolgende beschouwingen) wordt aanzanding als positief (+) en verdieping als negatief (-) aangemerkt. Tevens zijn in deze tabel de mede aan de hand van de in tabel II vermelde oppervlakten bepaalde gemiddelde diepteveranderingen (in cm) per vak aangegeven.

- Tabel III -

behoort bij: nota WWKZ nr. 83.V003
datum: januari 1983
bladnr: 10

Tabel III:

	Inhoudsberekeningen 1971/72 - 1980				
Vak	Raaien	Resulterende inhouds- veranderingen ($10^6 m^3$)		Gemiddelde diepte- veranderingen (cm)	
		+	-	+	-
I	I t/m IV + 2 tot 8		9,61		107,8
II	8 tot 16		5,46		64,7
III	16 tot 24		9,01		83,6
IV	24 tot 31		2,39		16,4
V	31 tot 50		12,82		62,2
VI	51 tot 81	12,60		25,9	
VII	82 tot 100		0,83		1,7
VIII	100 tot 127		11,10		21,3
IX	127 t/m 139	1,78		4,2	
I t/m IX	I t/m 139	+14,38	-51,22	-14,4	
I t/m IX	I t/m 139	-36,84			

Bij een nauwkeurigheid van de uitgevoerde inhoudsberekening van $\pm 2,5$ cm (par. 2.2) dient bij het totale beschouwde gebied ($255.118.750 m^2$; tabel II) met een verschil in de bepaalde resulterende inhoudsverandering van $\pm 6,38 \cdot 10^6 m^3$ te worden gerekend. De over de periode 1971/72 - 1980 bepaalde resulterende inhoudsverandering kan derhalve op $-30,46$ à $-43,22 \cdot 10^6 m^3$ worden gesteld. Voor de gemiddelde diepte veranderingen zijn de betreffende waarden tussen $-11,9$ en $-16,9$ cm gelegen.

Gerekend met een periode van $8\frac{1}{2}$ jaar kan de resulterende inhoudsverandering op $-3,58$ à $-5,08 \cdot 10^6 m^3/jr$ en de gemiddelde diepte verandering op $-1,4$ à -2 cm/jr worden gesteld.

behoort bij: nota WWKZ nr. 83.V003
datum: januari 1983
bladnr: 11

. 3.2 Gebaggerde en gestorte hoeveelheden specie.

Als oorzaak voor de in het tijdvak 1971/72 - 1980 opgetreden inhoudsveranderingen in het gebied van de vakken I t/m IX (par. 3.1) dient voornamelijk de invloed van de verrichte baggerwerken en de uitgevoerde speciéstortingen in aanmerking te worden gebracht. Hierbij dient te worden gerekend met:

- a) de baggerwerken op de diverse drempels vanwege de Antwerpse Zeediensten;
- b) zandwinning ten behoeve van concessiehouders en de uitvoering van werken (b.v. dijksverbeteringen);
- c) speciéstortingen door vergunninghouders en ten behoeve van werken.

Ad_a:

De op de diverse drempels gebaggerde specie wordt grotendeels elders, in daartoe in het rivierbed aangewezen stortplaatsen teruggestort. Een betrekkelijk klein deel van de totale gebaggerde hoeveelheid specie wordt naar België afgevoerd. Met het oog op het vaststellen van de zandbalans dient op de gebaggerde, gestorte en afgevoerde hoeveelheden specie (gemeten in middelen van vervoer) een kortingspercentage van 20% (voor uitlevering) te worden toegepast.

Ad_b:

Aan concessiehouders worden jaarlijks vergunningen tot het winnen van aan derden te leveren hoeveelheden specie (tot een bepaald maximum) verleend. De hierbij aan bepaalde riviergedeelten maximaal te onttrekken hoeveelheden specie worden tevoren vastgesteld. Ten behoeve van de uitvoering van werken worden de zandwinplaatsen per object bepaald. Ook op de in dit kader aan het rivierbed onttrokken hoeveelheden specie (hoeveelheden gemeten in middelen van vervoer) dient voor het

- bepalen -

rijkswaterstaat

behoort bij: nota

WWKZ nr. 83.V003

datum: januari 1983

bladnr: 12

bepalen van de zandbalans een korting van 20% te worden toegepast.

Ad_c:

Voor zover de in de rivier ingebrachte hoeveelheden specie in middelen van vervoer zijn bepaald wordt ook hierop een korting van 20% toegepast. Bij de veelal omvangrijke specielozingen (o.a. ten behoeve van werken Sloehaven en Braakmanhaven) zijn de ingebrachte hoeveelheden specie echter in profiel vastgesteld. Deze hoeveelheden worden derhalve voor 100% in rekening gebracht.

De in de periode 1971/72 - 1980 in de rivier, in de vakken I t/m IX gebaggerde en gestorte hoeveelheden specie worden in de navolgende tabel IV samengevat. Hierbij zijn de in het voorafgaande vermelde kortingspercentages in rekening gebracht.

Tabel IV :

Baggeren/storten 1971/72 - 1980 ($10^6 m^3$)						
Vak	A Baggeren (-)		B Storten/lozen (+)		Totaal A + B	
	A.Z.	derden	A.Z.	derden	storten (+)	baggeren (-)
I	13,77	4,19	9,07	-	-	8,89
II	18,72	0,70	5,24	-	-	14,18
III	20,72	-	3,80	-	-	16,92
IV	-	0,51	16,69	0,03	16,21	-
V	27,20	2,73	15,75	0,03	-	14,15
VI	6,93	2,39	19,19	0,21	10,08	-
VII	0,11	3,78	-	1,32	-	2,57
VIII	8,63	5,40	8,63	3,76	-	1,64
IX	-	4,69	-	5,13	0,44	-
I t/m IX	-96,08	-24,39	+78,37	+10,48	+26,73	-58,35
	-120,47		+88,85		-31,62	

N.B.: A.Z. = Antwerpse Zeediensten

- Uit -

behoort bij: nota WWKZ nr. 83.V003
 datum: januari 1983
 bladnr: 13

Uit tabel IV blijkt dat in totaal $31,62 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ specie aan het rivierbed is onttrokken. Hiervan is $96,08 - 78,37 = 17,71 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ door de Antwerpse Zeediensten naar België afgevoerd. Het overige deel ($13,91 \cdot 10^6 \text{ m}^3$) is het verschil tussen de door derden gewonnen ($24,39 \cdot 10^6 \text{ m}^3$) en teruggestorte specie ($10,48 \cdot 10^6 \text{ m}^3$). Van de door derden gewonnen hoeveelheid specie is in elk geval de in vak I gebaggerde hoeveelheid ($4,19 \cdot 10^6 \text{ m}^3$) naar Belgisch gebied afgevoerd. Een en ander betekent dat het door baggeren/storten resterende zandverlies voor ongeveer $2/3$ deel door afvoer naar Belgisch gebied is veroorzaakt. De rest is op Nederlands gebied verwerkt.

3.3 Het "natuurlijk effect".

Naast de invloed van baggeren en storten (par. 3.2) wordt de zandhuishouding in de verschillende riviergedeelten mede door het tijdens eb- en vloedstroom optredende materiaaltransport beïnvloed. Met name uit het per vak als "natuurlijk effect" aan te merken verschil tussen de resulterende inhoudsveranderingen (tabel III) en de netto gebaggerde/gestorte hoeveelheden specie (tabel IV) komt deze invloed duidelijk naar voren. Een overzicht van het in de periode 1971/72 - 1980 per vak opgetreden "natuurlijk effect" geeft tabel V. Deze tabel is op basis van de in de tabellen III en IV opgenomen gegevens samengesteld.

- Tabel V -

Tabel V:

Samenvattend overzicht inhoudsberekeningen 1971/72 - 1980, inclusief "natuurlijk effect" ($10^6 m^3$)						
Vak	A Inhoudsberekening		B netto baggeren/storten		C "natuurlijk effect" (A - B)	
	aanz (+)	verd (-)	storten (+)	baggeren (-)	aanz (+)	verd (-)
I	-	9,61	-	8,89	-	0,72
II	-	5,46	-	14,18	8,72	-
III	-	9,01	-	16,92	7,91	-
IV	-	2,39	16,21	-	-	18,60
V	-	12,82	-	14,15	1,33	-
VI	12,60	-	10,08	-	2,52	-
VII	-	0,83	-	2,57	1,74	-
VIII	-	11,10	-	1,64	-	9,46
IX	1,78	-	0,44	-	1,34	-
I t/m IX	+14,38	-51,22	+26,73	-58,35	+23,56	-28,78
	-36,84		-31,62		-5,22	

Van de in tabel V vermelde waarden wordt een grafisch overzicht gegeven op bijlage 3.

Uit tabel V blijkt dat in het gebied van de vakken I t/m IX in het tijdvak 1971/72 - 1980 naast een zandverlies door het netto effect van baggeren en storten ($31,62 \cdot 10^6 m^3$) een zandverlies is opgetreden door "natuurlijk effect" van $5,22 \cdot 10^6 m^3$. Dit in tegenstelling tot de periode 1955 - 1971/72, toen nog van een gemiddelde jaarlijkse aanzanding door "natuurlijk effect" van ongeveer $2 \cdot 10^6 m^3/jr$ sprake was [1].

behoort bij: nota WWKZ nr. 83.V003
datum: januari 1983
bladnr: 15

Uit een reeds eerder voor een ter hoogte van de Belgisch-Nederlandse grens gelegen debietmeetraai uitgevoerde materiaaltransportberekening is gebleken, dat aldaar sinds de in 1968/71 op de Ballastplaat aangelegde leidam niet van een resulterend zandtransport (in stroomopwaartse of stroomafwaartse richting) van enige betekenis meer kan worden gesproken [1]. Dit betekent in feite dat de via het "natuurlijk effect" aan de rivier onttrokken hoeveelheid materiaal ($5,22 \cdot 10^6 \text{ m}^3$) in zeewaartse richting zal zijn afgevoerd. Rekening houdend met de in par. 2.2 en 3.1 vermelde gegevens met betrekking tot de beperkte nauwkeurigheid van de uitgevoerde inhoudsberekeningen dient bij het bepaalde "natuurlijke effect" ($\pm 5,22 \cdot 10^6 \text{ m}^3$) met een mogelijke afwijking van $\pm 6,38 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ te worden gerekend. Op basis van deze gegevens kan het "natuurlijk effect" op $+1,16$ à $-11,60 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ worden gesteld. Gerekend met een periode van $8\frac{1}{2}$ jaar was in de periode 1971/72 - 1980 van een aanzanding/verdieping van tussen $+0,14$ en $-1,36 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{jr}$ sprake. Het gemiddelde zandverlies kan op $0,61 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{jr}$ worden gesteld.

Uit een beschouwing van bijlage 3 komt met name in het gebied van de door baggerwerken (vanwege de Antwerpse Zeediensten) sterk beïnvloede vakken II en III een aanzienlijke aanzanding door "natuurlijk effect" (ongeveer 50%) naar voren. Ter plaatse van het door het storten van aanzienlijke hoeveelheden specie sterk beïnvloede aangrenzende vak IV (benedenstrooms) was desondanks van een beperkte resulterende verdieping sprake. Naar het zich laat aanzien heeft de sterke verdieping van de vakken II en III door baggerwerken, in eerste aanleg tot het door stroominvloeden onttrekken van aanzienlijke hoeveelheden specie aan het aangrenzende vak IV geleid. Overigens was ook bij de over de periode 1955 - 1971/72 uitgevoerde inhoudsberekeningen in het bovenstroomse deel van de Westerschelde van overeenkomstige ontwikkelingen sprake [1].

behoort bij: nota WWKZ nr. 83.V003
 datum: januari 1983
 bladnr: 16

4. Inhoudsveranderingen over een langere termijn bezien.

4.1 Inhoudsveranderingen 1878 - 1952.

Voor de tijdvakken 1878 - 1931 en 1931 - 1952 zijn destijds inhoudsberekeningen bij de Directie Benedenrivieren van de Rijkswaterstaat uitgevoerd [2 en 3]. Bij de uitvoering van deze berekeningen is van de in par. 2.1 genoemde "profiel-methode" gebruik gemaakt.

Een overzicht van de resultaten van de uitgevoerde inhoudsberekeningen geeft bijlage 4. Deze tekening was destijds als bijlage 1 aan de reeds eerder genoemde nota 77.4 [1] toegevoegd. Op bijlage 4 zijn de beneden het peil van gemiddeld hoog water 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 4 vertoonde het rivierbed van de Westerschelde over de periode 1878 - 1931 een gemiddelde jaarlijkse aanzanding van $1,24 \cdot 10^6 \text{ m}^3$; de aangrenzende "schorgebieden" waren hierbij inbegrepen. Zonder de schorgebieden was in de betreffende periode van een gemiddelde verdieping van $0,25 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ per jaar sprake. In het tijdvak 1931 - 1952 nam de inhoud van de Westerschelde (inclusief de "schorgebieden") met $1,46 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ per jaar af. Voor het eigenlijke rivierbed (minus de "schorgebieden") werd een gemiddelde jaarlijkse aanzanding van $0,24 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ bepaald. De uitkomsten van de bewuste inhoudsberekeningen zijn in tabel VI samengevat.

- Tabel VI -

behoort bij: nota WWKZ nr. 83.V003
 datum: januari 1983
 bladnr: 17

Tabel VI:

Resultaten inhoudsberekeningen 1878 - 1952 in 10 m ; + = aanzanding - = verdieping		
periode	Westerschelde	
	met grote schor- gebieden	zonder grote schor- gebieden
1878-1931	+65,8	-13,4
1931-1952	+30,6	+ 5,0
1878-1952	+96,4	- 8,4

In het feitelijke rivierbed was gedurende de periode 1878 - 1952 derhalve van een ontzending van in totaal $8,4 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ sprake (ongeveer $0,11 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ per jaar).

4.2 Inhoudsveranderingen 1955 - 1980.

Door het sterke verschil in het beschikbare kaartmateriaal (1952: minuutblad hydrografie schaal 1 : 25000; 1955: rivierlodingbladen schaal 1 : 10000) kon geen rechtstreekse aansluiting van de inhoudsberekeningen 1955 - 1980 op die over de periode 1878 - 1952 (par. 4.1) worden verkregen. Ten behoeve van de totale zandbalans 1878 - 1980 (par. 4.3) kan op grond van de gegevens over de periode 1931 - 1952 (gemiddelde aanzanding $0,24 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ per jaar; par. 4.1) voor het tijdvak 1952 - 1955 (3 jaar) een aanzanding van het feitelijke rivierbed van $0,7 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ worden verondersteld.

De inhoudsberekeningen over de periode 1955 - 1971/72 zijn op overeenkomstige wijze als die over het tijdvak 1971/72 - 1980 uitgevoerd (par. 3). De grafieken en de hierbij voor de diverse beschouwde vakken op bijlage 4 vermelde waarden geven

van de resultaten van deze berekeningen een overzicht. Blijkens de gegevens van bijlage 4 kan de feitelijke (resulterende) inhoudsverandering voor het totale beschouwde gebied over de periode 1955 - 1971/72 op $+8,4 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ (aanzanding) worden gesteld. Gelet op de omstandigheid dat in de overeenkomstige periode een netto hoeveelheid van $26,7 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ door baggerwerk aan het rivierbed werd onttrokken kan het zogenaamde "natuurlijk effect" op $+35,1 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ worden gesteld. Dit komt overeen met een gemiddelde aanzanding door "natuurlijk effect" van ongeveer $2 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ per jaar. Blijkens de gegevens van par. 3 heeft deze aanzanding door "natuurlijk effect" zich in de periode 1971/72 - 1980 niet voortgezet. In deze periode blijkt door "natuurlijk effect" n.l. een jaarlijks zandverlies van $0,61 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{jr}$ te zijn opgetreden (par. 3.3).

Een samenvatting van de gegevens van de inhoudsberekeningen over de periode 1955 - 1971/72 met die (op basis van de gegevens uit tabel V; par. 3.3) over de periode 1971/72 - 1980 geeft tabel VII.

Tabel VII:

Samenvattend overzicht inhoudsberekeningen 1955 - 1980, inclusief "natuurlijk effect" (10^6 m^3).						
Vak	A Inhoudsberekening		B netto baggeren/storten		C "natuurlijk effect" (A-B)	
	aanz (+)	verd (-)	storten (+)	baggeren (-)	aanz (+)	verd (-)
I	-	21,2	-	25,2	4,0	-
II	-	15,2	-	35,3	20,1	-
III	-	18,9	-	16,0	-	2,9
IV	13,8	-	30,8	-	-	17,0
V	-	4,3	-	17,9	13,6	-
VI	39,4	-	5,2	-	34,2	-
VII	-	2,1	1,4	-	-	3,5
VIII	-	21,5	-	2,4	-	19,1
IX	1,6	-	1,0	-	0,6	-
I t/m IX	+54,8	-83,2	+38,4	-96,8	+72,5	-42,5
	-28,4		-58,4		+30,0	

Uit de gegevens van tabel VII volgt dat over de totale periode 1955 - 1980 beschouwd door "natuurlijk effect" een gemiddelde aanzanding van $1,2 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{jr}$ is opgetreden. De afzonderlijke berekeningen over de perioden 1955 - 1971/72 en 1971/72 - 1980 hebben echter aangetoond dat naast een aanzanding van $2,10^6 \text{ m}^3/\text{jr}$ over de periode 1955 - 1971/72 voor het tijdvak 1971/72 - 1980 met een zandverlies van $0,6 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{jr}$ moet worden gerekend. Als oorzaak voor de -mede uit een oogpunt van toekomstige zandwinning- in feite ongunstiger ontwikkeling in de laatste jaren (zandverlies), dient met name de door de baggerwerken vanwege de Antwerpse Zeediensten sterk beïnvloede geulontwikkeling in het bovenstroomse deel van de Westerschelde (verruiming hoofdgeulen, verondieping vloedscharen) in aanmerking te worden gebracht. Ook op de ontwikkeling van het verticale getij (vooral verlaging laagwaters) zijn deze baggerwerken de afgelopen jaren in het betreffende riviergedeelte van invloed gebleken [5]. De zandhuishouding in de Westerschelde is in de laatst beschouwde periode zoals in par. 3.3 reeds gesteld mede beïnvloed door de in 1968/71 nabij de Belgische grens aangelegde leidam op de Ballastplaat [1]. Het enige tijd vóór de aanleg van deze dam in de vloedrichting bepaalde resulterende zandtransport van $0,75 \text{ à } 1 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{jr}$ bleek na aanleg van de dam in feite tot nul te zijn afgenomen. Bij eventueel gelijkblijven van het natuurlijk effect in de periode 1971/72 - 1980 ten opzichte van 1955 - 1971/72 mocht over eerstgenoemde periode een aanzanding van $2,75 \text{ à } 3,0 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{jr}$ worden verwacht. Het thans geconstateerde verschil is dus feitelijk nog groter dan uit de betreffende cijfers ($+2 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ ten opzichte van $-0,6 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{jr}$) blijkt.

4.3 Zandbalans 1878 - 1980.

Op grond van de resultaten van de met verschillende methoden uitgevoerde inhoudsberekeningen (par. 3, 4.1 en 4.2) kan -zij het met zekere beperkingen in de nauwkeurigheid (par. 2.2)- een

- zandbalans -

behoort bij: nota WWKZ nr. 83.V003
 datum: januari 1983
 bladnr: 20

zandbalans voor het feitelijke rivierbed van de Westerschelde worden opgesteld over de periode 1878 - 1980. Door het ontbreken van gegevens over de grote schorgebieden met betrekking tot de perioden na 1952 zijn deze bij het samenstellen van de balans (tabel VIII) buiten beschouwing gebleven. Hierbij dient overigens te worden opgemerkt dat van de aanvankelijk aanwezige grote schorgebieden -de Schorren van Ossendrecht, het Verdronken Land van Saeftinge, de Braakman en het Sloe- als gevolg van indijking en/of ingebruikneming als industriegebied, thans in feite nog slechts het inmiddels hoog opgeslibde Verdronken Land van Saeftinge resteert.

Tabel VIII:

Zandbalans Westerschelde 1878 - 1980 ten opzichte van ongeveer g.h.w. in 10^6 m^3 (zonder grote schorgebieden)			
periode	resulterende inhoudsveranderingen	netto baggeren/storten	natuurlijk effect
1878-1931	-13,4	$\pm 0^1$)	-13,4 ²⁾
1931-1952	+ 5,0	$\pm 0^1$)	+ 5,0 ²⁾
1952-1955	+ 0,7	$\pm 0^1$)	+ 0,7 ²⁾
1955-1971/72	+ 8,4	-26,7	+35,1
1971/72-1980	-36,8	-31,6	- 5,2
1878-1980	-36,1	-58,3	+22,2

¹⁾ geen gegevens baggeren/storten bekend; netto verschil wellicht gering

²⁾ onnauwkeurig door ontbreken gegevens baggeren/storten

Blijkens de gegevens van tabel VIII is in het feitelijke rivierbed van de Westerschelde in de in totaal beschouwde periode (1878 - 1980) een resulterend zandverlies opgetreden van ongeveer $36 \cdot 10^6 \text{ m}^3$. In feite is dit zandverlies eerst in de

behoort bij: nota WWKZ nr. 83.V003
datum: januari 1983
bladnr: 21

laatst beschouwde periode ontstaan (1971/72 - 1980). Tot 1971/72 was nog van een zekere evenwichtssituatie sprake. Dit met name doordat over het tijdvak 1955 - 1971/72 -ondanks een aanzienlijk zandverlies door het onttrekken van specie- een zekere resulterende zandwinst (ruim $8 \cdot 10^6 \text{ m}^3$) als gevolg van een belangrijk positief "natuurlijk effect" werd vastgesteld. Door het ontbreken van nauwkeurige gegevens over de gebaggerde en gestorte hoeveelheden specie in de periode 1878- 1955 kan aan het voor de periode 1978 - 1980 totaal bepaalde netto zandverlies als gevolg van baggeren en storten (ongeveer $58 \cdot 10^6 \text{ m}^3$) slechts een beperkte nauwkeurigheid worden toegekend (tabel VIII). Dit geldt ook voor de mede op basis van dit gegeven voor de periode 1878 - 1980 vastgestelde aanzanding als gevolg van "natuurlijk effect" (ongeveer $22 \cdot 10^6 \text{ m}^3$). Doordat ook in de periode 1878 - 1955 mogelijk enig netto zandverlies in het kader van baggeren en storten kan zijn ontstaan is het totaal bepaalde "natuurlijk effect" mogelijk wat aan de lage kant. Voor de beoordeling van de zandbalans over de laatste jaren 1955 - 1980 maakt dit overigens geen verschil. Zoals ook reeds in par. 4.2 tot uitdrukking is gebracht blijkt, dat het aanvankelijk nog als een sedimentatiebekken in aanmerking te brengen rivierbed van de Westerschelde (1955 - 1971/72; $2,0 \cdot 10^6 \text{ m}^3$) over het tijdvak 1971/72 - 1980 als een erosiebekken met een gemiddeld zandverlies door "natuurlijk effect" van ongeveer $0,6 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{jr}$ moet worden aangemerkt. In feite is het verschil tussen de aanvankelijke zandwinst en het thans geconstateerde zandverlies nog wat groter dan uit laatstgenoemde cijfers blijkt. Als gevolg van de aanleg van de leidam op de Ballastplaat in 1968/71 mag in de navolgende jaren in het bekken van de Westerschelde immers een extra zandwinst (ten opzichte van de voorafgaande jaren) van $0,75 \text{ à } 1,0 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ worden verwacht (par. 4.2).

behoort bij: nota WWKZ nr. 83.V003
datum: januari 1983
bladnr: 22

5. Nabeschuwing.

Aan de resultaten van de eerder over de periode 1878 - 1952 uitgevoerde inhoudsberekeningen alsmede ook aan die van latere datum (1955 - 1971/72 en 1971/72 - 1980) kan op grond van het gebruikte kaartmateriaal en de gevolgde berekeningsmethoden slechts een beperkte nauwkeurigheid worden toegekend (par. 2). Op basis van de resultaten van een voor een beperkt gebied voor de raaienmethode (1955 - 1980) verricht onderzoek [4] zou voor de bepaalde inhoudsveranderingen tussen twee in beschouwing genomen opnemingen een gemiddelde afwijking van $\pm 2,5$ cm kunnen worden aangehouden. De fouten als gevolg van onnauwkeurigheden in de verrichte metingen (dieptebepaling plaatsbepaling, waterstandsvereffening e.d.) zijn hierbij niet in aanmerking gebracht.

Uit de thans ter beschikking staande gegevens blijkt dat voor wat het feitelijke rivierbed betreft (dus zonder grote schor-gebieden) tot omstreeks 1971/72 (tabel VIII, par. 4.3) nog van een zeker evenwicht tussen de natuurlijke aanzanding en de onttrokken hoeveelheden sprake kon worden gesproken. Tot dat tijdstip bleek de zandbalans vrijwel in evenwicht. Gedurende het tijdvak 1955 - 1971/72 werd nog een aanzanding door "natuurlijk effect" van ongeveer $2 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{jr}$ bepaald, dat -bij overigens gelijkblijvende omstandigheden- na de aanleg van de leidam op de Ballastplaat (par. 4.2 en 4.3) nog met $0,75 \text{ à } 1,0 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{jr}$ zou zijn verhoogd. Dit bleek op grond van de resultaten van de inhoudsberekeningen over de periode 1971/72 - 1980 echter niet het geval. In deze periode was duidelijk van enig zandverlies ($5,2 \cdot 10^6 \text{ m}^3$) sprake (tabel VIII). Gelet op de omstandigheid dat het resulterende transport ter hoogte van de grens bij de huidige situatie op nul kan worden gesteld (par. 4.2) kan over de periode 1971/72 - 1980 beschouwd voor het rivierbed van de Westerschelde van een resulterend zandverlies van ongeveer $0,6 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{jr}$ in zeewaartse richting worden

- gesproken -

behoort bij: nota WWKZ nr. 83.V003
datum: januari 1983
bladnr: 23

gesproken. Rekening houdend met een onnauwkeurigheid in de uitgevoerde inhoudsberekening van $\pm 2,5$ cm is het gemiddelde jaarlijkse "natuurlijk effect" in par. 3.3 tussen een zandwinst van $0,14$ en een zandverlies van $1,36.10^6$ m bepaald. In het eerste geval is vrijwel van een evenwichtssituatie sprake, terwijl in het andere geval het zandverlies meer dan 100% groter is dan uit de gemiddelde waarde ($0,6.10^6 \text{ m}^3/\text{jr}$) blijkt. Op zandwinst van enige betekenis dient op basis van deze gegevens in elk geval niet te worden gerekend.

Uit de gegevens van tabel V (par. 3.3) en uit bijlage 3 komt over de periode 1971/72 - 1980 beschouwd een duidelijke invloed van het onttrekken van grote hoeveelheden specie aan het bovenstroomse deel van de Westerschelde (vakken II en III) op het onmiddellijk stroomafwaarts gelegen riviergedeelte (vak IV) naar voren. Ondanks het storten van aanzienlijke hoeveelheden specie in het gebied van vak IV ($16,21.10^6 \text{ m}^3$) was aldaar nog van een zekere verdieping ($2,39.10^6 \text{ m}^3$) sprake. De blijkens deze cijfers door stroominvloeden aan het gebied van vak IV onttrokken hoeveelheid specie ($18,6.10^6 \text{ m}^3$; "natuurlijk effect") zal grotendeels in stroomopwaartse richting naar het gebied van de vakken II en III zijn getransporteerd. Dit met name gelet op de omstandigheid dat bij de vastgestelde aanzanding van de vakken II en III door natuurlijk effect van ruim $16,6.10^6 \text{ m}^3$ (tabel V) geen invloed vanuit het stroomopwaarts gelegen gebied kan worden verwacht (materiaaltransport bij Nederlands-Belgische grens ≈ 0 ; par. 4.2).

Gelet op de resultaten van de voor de periode 1971/72 - 1980 verrichte inhoudsberekeningen dient ook voor de komende jaren met een zeker zandverlies uit het bekken van de Westerschelde door "natuurlijk effect" te worden gerekend. Afhankelijk van de omvang van het tevens te verwachten zandverlies uit de Westerschelde door afvoer van specie ten behoeve van werken,

behoort bij: nota WWKZ nr. 83.V003
datum: januari 1983
bladnr: 24

concessiehouders en de Belgische Staat, zal het thans voor de periode 1878 - 1980 bepaalde resulterende negatieve saldo van 36.10^6 m^3 (tabel VIII; par. 4.3) in de komende periode verder toenemen. Beseft dient te worden dat mogelijk een punt "of no return" in de bekkenmorfologie is gepasseerd. Dit zou in kunnen houden dat bij verdere onttrekking van zand aan de Westerschelde -hetzij door het erosie karakter, hetzij ten behoeve van werken e.d.- de hydraulisch morfologische dynamiek gaat toenemen. Dit kan in de toekomst zowel gevolgen hebben voor de waterkeringen langs de Westerschelde als voor de rivierreguleringswerken (baggerwerk ten behoeve van scheepvaart). Gezien het ondoorzichtige karakter van de ordegröte van de eventueel toenemende dynamiek zullen verdere verdiepingsoorzaken met grote zorg dienen te worden behandeld. Een op het zoveel mogelijk beperken van zandafvoer uit de Westerschelde door concessiehouders e.d. gericht beleid moet in dit kader van groot belang worden geacht.

De technisch hoofdamtenaar
1e klasse,

Ing. D. de Looff.

Gezien:

Het Hoofd van de Adviesdienst
Vlissingen,

Ir. A. Hoekstra.

behoort bij: nota WWKZ nr. 83.V003
datum: januari 1983
bladnr: 25

Geraadpleegde literatuur

- [1] Ing. D. de Looff:
Onderzoek naar de mogelijkheden tot en de gevolgen van
zandwinning in de Westerschelde.
Directie Waterhuishouding en Waterbeweging, Studiedienst
Vlissingen. Nota 77.4 (1977).
- [2] Jac. Haring:
Inhouds- en diepteveranderingen in de Westerschelde over
de periode 1878 - 1931.
Rijkswaterstaat, Directie Benedenrivieren, 1949.
- [3] Jac. Haring:
Inhouds- en diepteveranderingen in de Westerschelde over
de periode 1931 - 1952.
Rijkswaterstaat, Directie Benedenrivieren, 1955.
- [4] Ing. D. de Looff:
Enkele opmerkingen over de nauwkeurigheid van de bij de
inhoudsberekeningen voor de Westerschelde toegepaste me-
thode.
Rijkswaterstaat, Directie Waterhuishouding en Waterbewe-
ging, Studiedienst Vlissingen. Memo 75.1; 1975.
- [5] Ing. D. de Looff:
Onderzoek gevolgen verdieping Westerschelde, met betrek-
king tot morfologie, zandhuishouding, stortplaatsen en
stabiliteit oevers.
Rijkswaterstaat, Directie Waterhuishouding en Waterbewe-
ging, Studiedienst Vlissingen. Nota WWKZ-80.V018; 1980.

rijkswaterstaat

behoort bij: nota

WWKZ nr. 83.V003

datum: januari 1983

bladnr: 26

Lijst van bijlagen

bijlage nr.	omschrijving	tekening nr.
1	Westerschelde (oostelijk deel) verdieping en verondieping 1971 - 1980.	B5-82.376
2	Westerschelde (westelijk deel) verdieping en verondieping 1971 - 1980.	B5-82.375
3	Westerschelde. Zandhuishouding - Inhouds- berekeningen 1971/1972 - 1980.	A3-83.140
4	Zandhuishouding 1878 - 1971/72. Inhoudsveranderingen.	A4-77.1190