



Resultaten zandbalans Westerschelde en monding

November 2003

Werkdocument RIKZ/OS/2003.163x

RIKZ



Resultaten zandbalans Westerschelde en monding

Werkdocument RIKZ/OS/2003.163x

November 2003

G.A. Liek
G. Nederbragt
C. van der Male

Inhoudsopgave

.....

Inhoudsopgave	3
Voorwoord	4
1 Inleiding	5
2 Het opstellen van de zandbalans	6
2.1 Vakindelingen	6
2.1.1 Westerschelde	6
2.1.2 Monding Westerschelde	7
2.2 Beschikbaarheid van gegevens	7
2.2.1 Westerschelde	7
2.2.2 Monding Westerschelde	7
2.3 Inhoudsberekeningen	8
2.4 Opstellen zandbalans	8
2.4.1 Westerschelde	9
2.4.2 Monding Westerschelde	9
3 Resultaten	10
3.1 Meerjarige trends	10
3.2 Interpretatie	12
3.2.1 Westerschelde	12
3.2.2 Nederlands deel van de monding	12
4 Opmerkingen en discussie	13
Literatuur	14
Bijlage 1	15
Bijlage 2	16
Bijlage 3	17

Voorwoord

.....

In het kader van de projecten K2005*WSmond en ZEEKENNIS wordt gewerkt aan het opstellen van een zandbalans voor Westerschelde en monding. Voor de Westerschelde is hiermee al jaren lang ervaring opgedaan. Voor het mondingsgebied is RIKZ dit jaar begonnen met het doorlopen van het traject dat nodig is voor het opstellen van een zandbalans.

Volgend jaar (2004) zal dit traject worden afgerond en wordt een rapport opgeleverd met een beschrijving van de zandbalans voor Westerschelde en monding en een analyse van de resultaten. Vooruitlopend op die analyse heeft Rijkswaterstaat, directie Zeeland het RIKZ gevraagd om een werkdocument te maken met daarin de resultaten van de zandbalans-berekening.

Dit werkdocument geeft de eerste resultaten van de zandbalans van de Westerschelde en de monding. Voor de monding wordt uitsluitend het Nederlandse deel gepresenteerd, omdat er voor het Belgische deel van de monding eerst aantal zaken nader moet worden onderzocht. Er worden met betrekking tot de resultaten nog geen analyses uitgevoerd, met andere woorden er zijn nog geen verklaringen gezocht voor "wat we zien".

1 Inleiding

In het MOVE evaluatierapport 2003 (Peters et al., 2003) is geconcludeerd dat de Westerschelde het laatste decennium een zandexporterend systeem is geworden en dat het dit na de tweede verruiming ook is gebleven. In dat rapport werd geconstateerd dat het onduidelijk is of dit zand in het mondingsgebied blijft, of dat het verdwijnt naar de Noordzee. Kennis over of het systeem exporterend danwel importerend is, is van belang om beslissingen te kunnen nemen over alle zandexport bevorderende activiteiten, zoals bijvoorbeeld zandwinning (Peters et al., 2003).

Van de beheerder, Rijkswaterstaat, directie Zeeland, wordt in 2005 een evaluatie verwacht van het huidige zandwinbeleid. Dit beleid gaat uit van een netto import van sediment in de Westerschelde. Nu de Westerschelde exporterend lijkt te zijn kan dit gevolgen hebben voor het beleid. Voor de evaluatie is het belangrijk om te weten of het materiaal uit de Westerschelde in de monding behouden blijft. Daarom wil directie Zeeland weten hoe de zandbalans van de Westerschelde inclusief de monding er uit ziet.

In dit werkdocument worden de resultaten van de zandbalansberekening gepresenteerd, op de schaal van de gehele Westerschelde en het Nederlands deel van de monding. Er wordt binnen deze twee gebieden dus geen onderscheid gemaakt in deelgebieden. Dit is gedaan, omdat het hier gaat om de onderlinge uitwisseling van sediment enerzijds tussen de Westerschelde en het Nederlandse deel van de monding en anderzijds tussen dit deel van de monding en de omgeving (het Belgische deel van de monding, de Noordzee en de rest van de Voordelta).

Benadrukt wordt dat het hier om het Nederlandse deel van de monding gaat. Hiervoor is gekozen in verband met de beschikbaarheid en betrouwbaarheid van de gegevens in het Belgische deel van de monding.

2 Het opstellen van de zandbalans

In de totstandkoming van de zandbalans Westerschelde en monding is een aantal verschillende onderdelen te onderscheiden:

1. Het maken van de vakindelingen van de Westerschelde en monding
2. Het op orde brengen van de benodigde datasets
3. Het berekenen van de inhoudsveranderingen
4. Het opstellen van de zandbalans

2.1 Vakindelingen

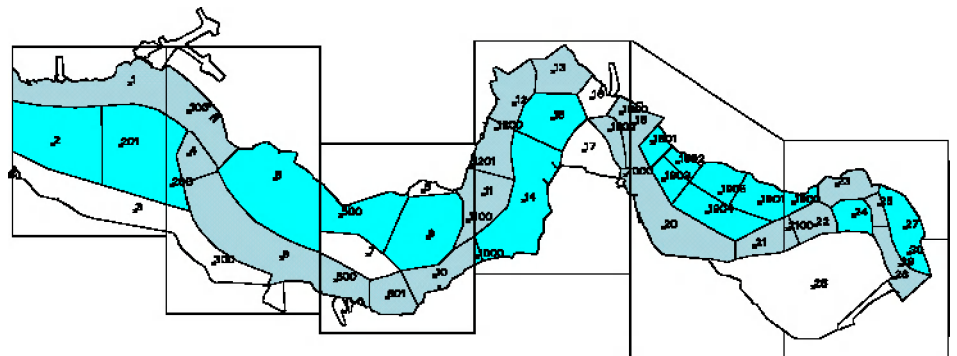
2.1.1 Westerschelde

Voor de schematisatie van de Westerschelde vormen morfologische eenheden (hoofd- en nevengeulen, platen) het uitgangspunt. Dit houdt in dat er in ieder geval rekening gehouden moet worden met de configuratie van het systeem van geulen en platen en de veranderingen daarvan in de tijd (Jeuken et al., 2002). Jeuken et al. (2002) stelt vervolgens een aantal randvoorwaarden op voor de morfologische schematisatie:

- De vakindeling is vast, dus verandert niet in de tijd. Een in de tijd variërende morfologische vakindeling maakt de interpretatie van de resultaten in termen van een zandbalans onmogelijk.
- Op mesoschaal moet onderscheidt gemaakt worden tussen : 1) de inloop, 2) het centrale middendeel en 3) het drempelgebied van de grote geulen. Bij de grote vloedgeulen is van belang om het drempelgebied te definiëren als dat gebied waar migrerende kortsluitgeulen voorkomen of voorkwamen.
- De mesoschaal eenheden moeten kunnen worden geaggregeerd tot individuele hoofdgeulen, plaatcomplexen en bochtgroepen.

Voor de Westerschelde was er reeds een geulgeoriënteerde morfologische vakindeling beschikbaar die aan bovenstaande randvoorwaarden voldoet, genaamd "rvaksas3", zie Figuur 1.

Figuur 1
Vakindeling geulen van de Westerschelde. De vloedgeulen zijn donkerblauw en de ebgeulen blauwgrijs.

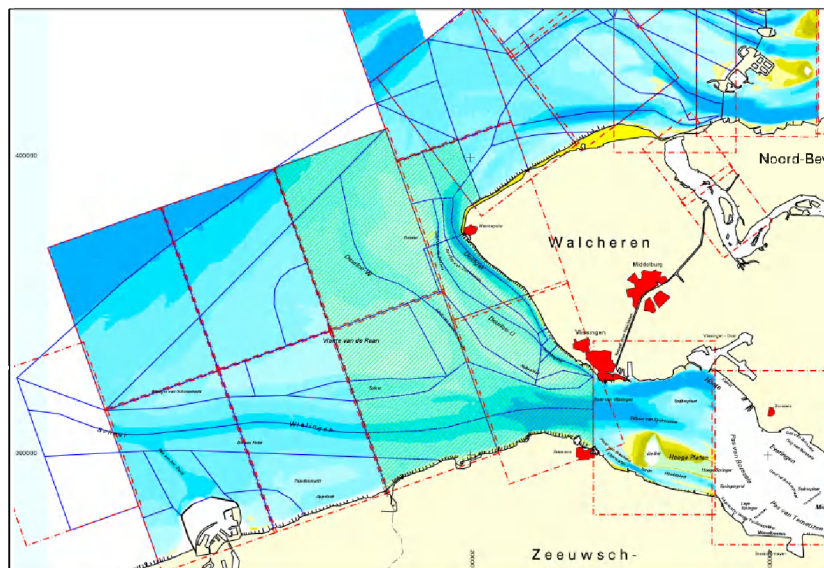


2.1.2 Monding Westerschelde

Voor de monding is een nieuwe morfologische en zoveel mogelijk geulgeoriënteerde vakindeling gemaakt. Dit is door RIKZ gedaan, waarbij zoveel mogelijk de methodiek van de indeling van de Westerschelde is gevolgd. Er is rekening gehouden met een zo goed mogelijke aansluiting op de grenzen van de lodingsvakken. De vakindeling van de monding is te zien in Figuur 2.

Figuur 2

Vakindeling van de monding De blauwe lijnen vormen de morfologische vakindeling. De rode stippellijnen zijn de lodingsvakken. Het geel gearceerde gedeelte wordt in dit werkdocument als het Nederlandse deel van de monding beschouwd.



2.2 Beschikbaarheid van gegevens

Voor het maken van een zandbalans is een groot aantal basisgegevens nodig. Naast gebiedsdekkende lodingskaarten moet namelijk op het niveau van de vakken in de schematisatie precies bekend zijn waar er in het systeem ingrepen hebben plaatsgevonden.

2.2.1 Westerschelde

In de Westerschelde bestaan de ingrepen uit baggeren, storten en zandwinning. Deze gegevens worden jaarlijks bijgehouden en zijn beschikbaar in datasets. Ook zijn voor de Westerschelde zeer veel gebiedsdekkende lodingskaarten digitaal beschikbaar (zie bijvoorbeeld het overzicht in De Bok, 2002). In eerdere zandbalansstudies voor de Westerschelde is dit materiaal reeds geschikt gemaakt voor toepassing.

2.2.2 Monding Westerschelde

Bodemdieptegegevens

Voor de monding zijn er minder gebiedsdekkende lodingkaarten, aangezien de monding met een veel lagere frequentie wordt gelood dan de Westerschelde (De Bok, 2002). Bovendien gaat de beschikbare data minder ver terug in de tijd. Vanaf 1970 is lodingsdata digitaal beschikbaar, met uitzondering van vak 44, hiervan zijn sinds 1976 digitale data aanwezig.

De digitaal beschikbare lodingen zijn eerst gebiedsdekkend gemaakt. Anders dan in de Westerschelde, waar de oevers allemaal bedijkt zijn, bestaan de oevers die het mondingsgebied begrenzen uit stranden en duinen, die moeten worden meegenomen in de zandbalansberekening. Dit is nodig om, net zo als

voor de Westerschelde, inhoudsberekeningen beneden NAP+3,5m mogelijk te maken. Daartoe zijn de bestaande lodingkaarten aangevuld met data uit JARKUS (jaarlijkse kustmetingen).

Bagger-, stort- en zandwingegevens

In het Nederlandse deel van de monding vinden minder bagger-, stort- en zandwinactiviteiten plaats dan in de Westerschelde. Er worden echter wel andere ingrepen, namelijk kustsuppleties, uitgevoerd die moeten worden meegenomen in de berekening van de zandbalans. In het Belgische deel van de monding wordt wel veel onderhoudsbaggerwerk verricht, maar zandwinning vindt niet plaats.

Voor het Nederlandse deel van de monding zijn de bagger-, stort- en zandwingegevens compleet. Voor het Belgische deel van de monding zijn deze gegevens geïnventariseerd door HAECON (2000). De beschikbare data loopt van 1960 tot en met 1996. Naast het feit dat deze dataset dus onvolledig is, wordt tevens getwijfeld aan de kwaliteit van de getallen, welke een factor 2-4 te hoog zouden zijn (Jeuken, persoonlijke communicatie).

2.3 Inhoudsberekeningen

Op basis van de lodingsgegevens kan voor elk balansvak en voor elk jaar de inhoudsverandering berekend worden. Hierbij worden alle beschikbare digitale lodingen gebruikt (dit in tegenstelling tot bijvoorbeeld de methode die De Bok (2002) hanteert). Als een balansvak een of meerdere jaren niet gelood is, worden voor dit vak lineair geïnterpoleerde waarden gebuikt.

Uit de bagger-, stort- en zandwingegevens kunnen de netto ingrepen per balansvak worden berekend. Voor de Westerschelde zijn deze berekeningen reeds uitgevoerd in de studie die WLIDelft Hydraulics in opdracht van RIKZ gedaan heeft in het kader van het project MOVE (Jeuken, 2003). Voor de monding zijn deze berekeningen door RIKZ uitgevoerd.

Noemen we het berekende geërodeerde of gesedimenteerde volume per vak ΔV_{tot} en de netto hoeveelheid gebaggerd of gestort materiaal V_i , dan vormt het verschil tussen deze twee volumes de 'natuurlijke' erosie of sedimentatie (ΔV_{nat}). Oftwel:

$$\Delta V_{\text{nat}} = \Delta V_{\text{tot}} - V_i.$$

Omdat gerekend wordt met sedimentvolumes, worden erosie en baggeren als negatieve waarden genomen en sedimentatie en storten als positieve waarden. Voor de gecorrigeerde waarde is niet te achterhalen of dit ook daadwerkelijk het echte natuurlijke effect is.

2.4 Opstellen zandbalans

De jaarlijkse volumeveranderingen en netto ingrepen per balansvak volgen uit de inhoudsberekeningen. De hier gehanteerde definitie van een zandbalans bestaat uit het aangeven van de uitwisseling van sediment tussen de verschillende vakken. Zonder aanvullende informatie is dit alleen mogelijk door verschillende vakken te aggregeren tot grotere eenheden (Jeuken et al., 2002). Bovendien moet op een van de randen een aanname worden gedaan.

2.4.1 Westerschelde

In dit werkdocument worden de Westerschelde, het gebied tussen de Belgisch-Nederlandse grens en de lijn Vlissingen-Breskens, in zijn geheel bekeken. Alle vakken in Figuur 1 worden dus samengenomen.

Als aangenomen wordt dat het zandtransport over de Belgisch-Nederlandse grens gelijk is aan nul, dan is de sedimentuitwisseling tussen de Westerschelde en de monding gelijk aan de som van alle ΔV_{nat} van de afzonderlijke balansvakken in de Westerschelde. Een positieve waarde duidt op een toename van sediment in de Westerschelde (import), een negatieve waarde op een afname (export). Deze waarde kan per jaar worden berekend.

2.4.2 Monding Westerschelde

Van de monding zal enkel het Nederlandse gedeelte gepresenteerd worden (zie Figuur 2, het gearceerde gedeelte). Dit heeft drie redenen:

1. De ingreepgegevens van het Belgische deel van de monding gaan slechts tot en met het jaar 1996. Ten tijde van het schrijven van dit werkdocument waren recentere data nog niet (volledig) beschikbaar.
2. RIKZ twijfelt sterk aan de betrouwbaarheid van de ingreepgegevens van het Belgische deel van de monding die op dit moment beschikbaar zijn. Dit is een punt voor nader onderzoek in het vervolgtraject van dit werkdocument.
3. Bij het verkrijgen van een zo lang mogelijke tijdreeks voor de monding vormt vak 44 een beperking. Het ligt voor de hand dit vak niet mee te nemen. Echter, in vak 44 ligt wel een belangrijke stortlocatie. Dit kan van invloed zijn op de resultaten van de zandbalans, omdat de stortlocatie buiten het balansgebied komt te liggen.

De monding wordt ook als een eenheid benaderd om zo de uitwisseling van de monding met Belgische kust / Noordzee / Voordelta te kunnen vaststellen. Deze uitwisseling kan dus bepaald worden door de ΔV_{nat} van de monding op te tellen bij de ΔV_{nat} van de Westerschelde.

3 Resultaten

3.1 Meerjarige trends

In Bijlagen 1 t/m 3 zijn de grafieken voor de volumeveranderingen in de periode 1970 t/m 2001 gepresenteerd voor respectievelijk de Westerschelde, het Nederlandse deel van de monding en voor de Westerschelde en Nederlandse deel van de monding als geheel. In deze grafieken worden de volume ontwikkelingen voor V_{tot} , V_i en V_{nat} gepresenteerd (voor de definitie zie 2.3). Een stijgende lijn in deze grafieken betekent sedimentatie (of netto storten in het geval van V_{nat}) en een dalende lijn betekend erosie (of netto baggeren in het geval van V_{nat}).

De zandbalans wordt vervolgens gepresenteerd als een reeks van gemiddelde trends over een meerjarige periode. De (arbitraire) indeling in periodes is als volgt:

1955 t/m 1970: deze periode wordt niet beschouwd, omdat alleen data van de Westerschelde beschikbaar is en niet van de monding.

1971 t/m 1980: voor deze periode is data voor Westerschelde en monding beschikbaar.

1981 t/m 1990: deze periode loopt ongeveer tot het moment waarop de Westerschelde omslaat van importerend naar exporterend (Peters et al., 2003)

1991 t/m 2001: de periode waarover voor de Westerschelde een export is geconstateerd.

De periode 1991 t/m 2001 is bovendien nog onderverdeeld in een periode voor en een periode na de tweede verdieping:

1991 t/m 1996: de periode van vóór de tweede verdieping.

1997 t/m 2001: de periode van tijdens en na de tweede verdieping.

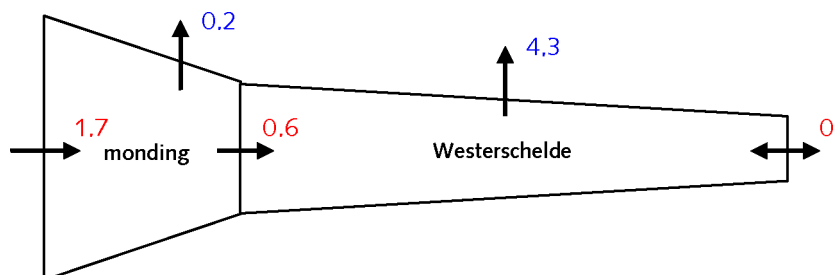
In Tabel 1 worden de meerjarige trends van de volumeveranderingen in de Westerschelde en het Nederlandse deel van de monding weergegeven. Daar waar de optelling niet geheel klopt ($V_{nat} = V_{tot} + V_i$) zijn afrondingsfouten de oorzaak.

Tabel 1
meerjarige trends in volumeveranderingen
(Mm^3/j) voor de Westerschelde en het
Nederlandse deel van de monding. +
betekent aanzanding, - betekent erosie. Zie
2.3 voor V_{tot} , V_i en V_{nat} .

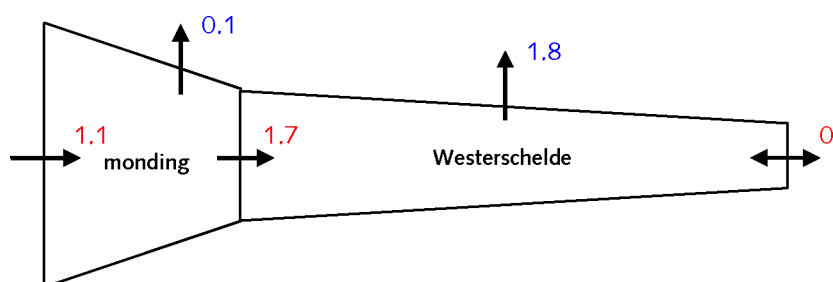
	Westerschelde			Monding (NL-deel)			WS+mondig		
	V_{tot}	V_i	V_{nat}	V_{tot}	V_i	V_{nat}	V_{tot}	V_i	V_{nat}
71 t/m 80	-3,8	-4,3	0,6	1,0	-0,2	1,1	-2,8	-4,5	1,7
81 t/m 90	-0,2	-1,8	1,7	-0,7	-0,1	-0,6	-0,9	-2,0	1,1
91 t/m 2001	-3,4	-2,0	-1,4	-2,5	0,5	-3,1	-6,0	-1,5	-4,5
91 t/m 96	-2,7	-2,0	-0,8	-2,1	0,3	-2,4	-4,9	-1,7	-3,2
97 t/m 2001	-4,3	-2,0	-2,2	-3,0	0,8	-3,8	-7,3	-1,3	-6,0

De zandbalans voor de Westerschelde inclusief het Nederlandse deel van de monding kan dus grafisch als volgt worden weergegeven voor de verschillende perioden, waarbij de horizontale pijlen (rode getallen) de zandtransporten weergeven en de verticale pijlen (blauwe getallen) de netto ingrepen:

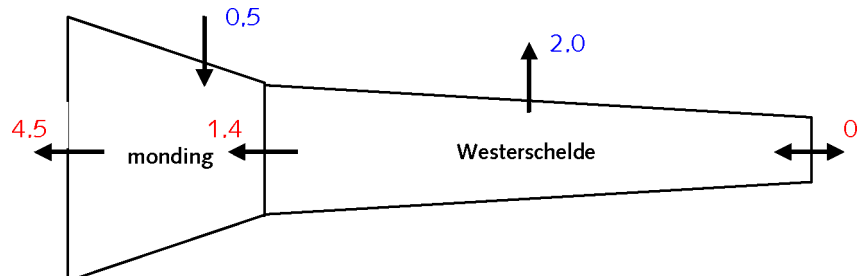
1971 t/m 1980:



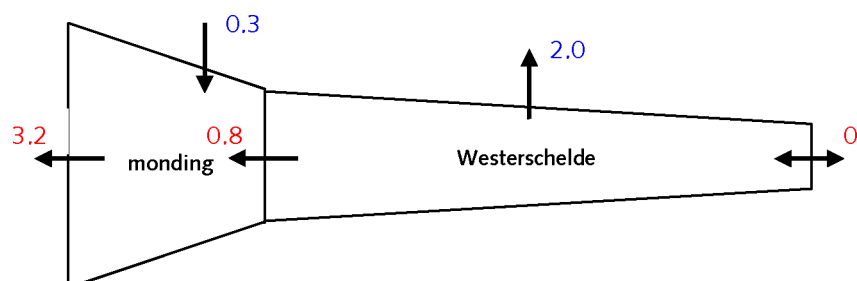
1981 t/m 1990:



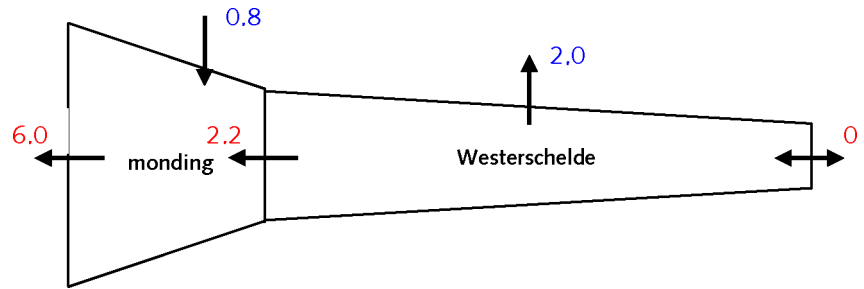
1991 t/m 2001:



1991 t/m 1996:



1997 t/m 2001:



3.2 Interpretatie

3.2.1 Westerschelde

Aan de gecorrigeerde cijfers (V_{natr} zie ook Bijlage 1) is te zien dat rond 1990 de Westerschelde omslaat van importerend naar exporterend. In de periode tijdens en na de tweede verdieping is export groter dan in de periode voor de tweede verdieping.

3.2.2 Nederlands deel van de monding

Voor het Nederlandse deel van de monding is het beeld veel grilliger. In de periode 1978-1986 en ook na 1994 vindt export plaats. (zie Bijlage 2). De export na 1990 is gemiddeld 4,5 Mm³/j. Na de tweede verruiming is de export gemiddeld echter groter dan in de periode 1991 t/m 1997.

4 Opmerkingen en discussie

Invloed grenzen van de zandbalans

De grens van deze zandbalans is de scheidingslijn tussen het Nederlandse en Belgische deel van de monding. Dit is geen 'morfologische grens'. De invloed van de gekozen begrenzing op de uitkomsten van de zandbalans zullen in 2004 nader onderzocht worden, door het Belgische deel ook aan de zandbalans toe te voegen.

Nauwkeurigheid van de lodingen

De nauwkeurigheid van de lodingen in de monding is minder groot dan die in de Westerschelde. In hoeverre dit doorwerkt in de zandbalans is nog onduidelijk. Hier zal in 2004 meer aandacht aan besteed worden.

Nauwkeurigheid bagger- en stortgegevens

Bij de nauwkeurigheid van de bagger- en stortgegevens van met name het Belgische deel van de monding worden vraagtekens gesteld. Ook hier zal in 2004 meer aandacht aan worden besteed.

'Interne' zandbalans

Er wordt alleen gekeken naar de import/export van de gehele Westerschelde en de gehele monding en niet naar interne zandbalansen. In de uit te voeren analyse (2004) zal deze onderverdeling wel worden gehanteerd.

Literatuur

Bok, C. de, 2002.

Zandbalans van het deelsysteem "Delta". Werkdocument
RIKZ/OS/2002.114x, Rijksinstituut voor Kust en Zee.

HAECON, 2000.

Zandbalans WS-mond Belgische gedeelte. Rapport NST2155 25.

Jeuken, C., G. Ruessink en Z.B. Wang, 2002.

Adviezen voor het maken van een gezamenlijke zandbalans voor
Westerschelde en monding. Rapport Z3213, WLIDelft hydraulics, Delft.

Jeuken, C., I. Tanczos en Z.B. Wang, 2003.

Evaluatie van het beleid voor vaargeulonderhoud en zandwinning sinds de
tweede vaargeulverdieping op basis van veldwaarnemingen en het verbeterde
cellenconcept Westerschelde. Rapport Z3467, WLIDelft hydraulics, Delft.

**Peters, B.G.T.M., G.A. Liek, J.W.M. Wijsman, M.W.M Kuijper en
G. Th. Van Eck, 2003.**

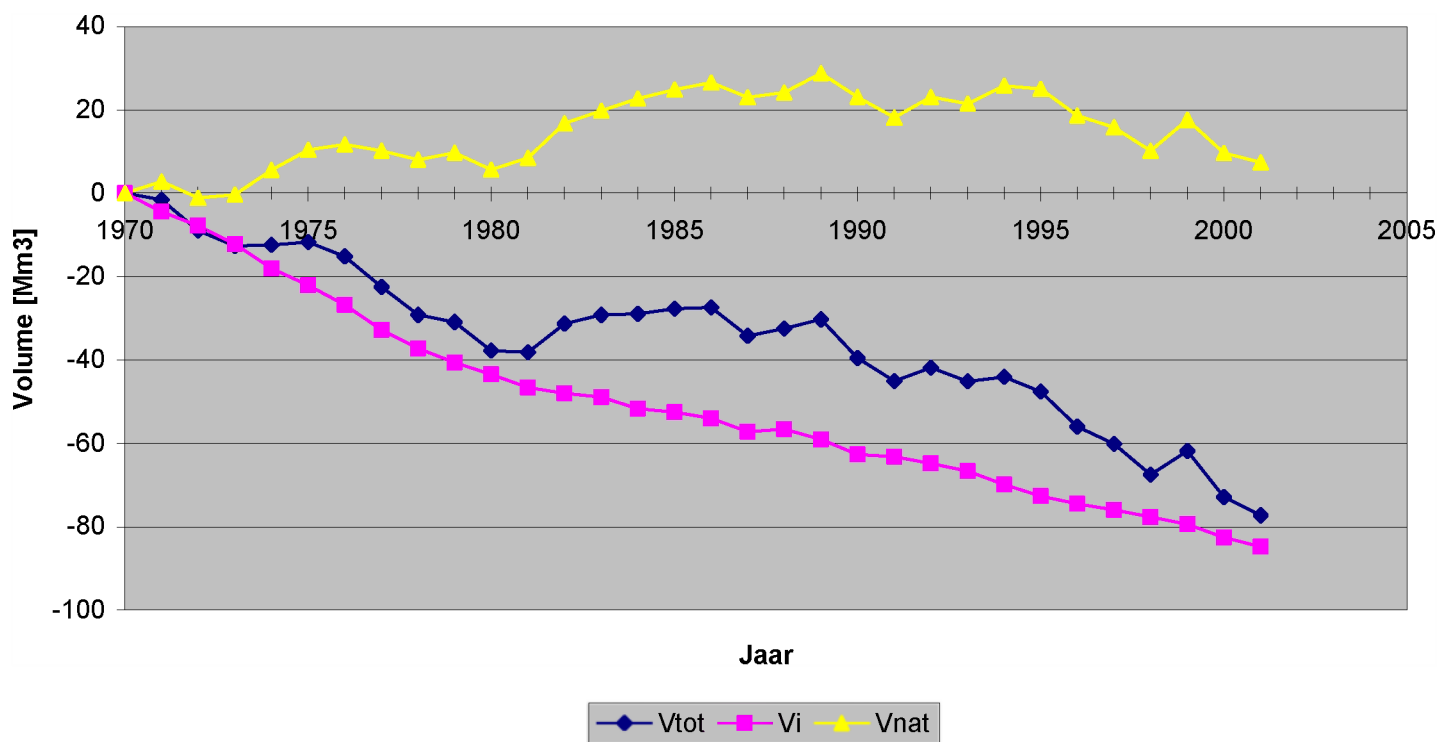
Monitoring van de effecten van de verruiming 48'/43', 'een verruimde blik op
waargenomen ontwikkelingen', MOVE evaluatierapport 2003. Rapport
RIKZ/2003.027, Rijksinstituut voor Kust en Zee, Middelburg.

**Stikvoort, E. (ed.), C. Berevoets, M. Kuijper, F. Lefèvre, G-J. Liek, M. Lievaart,
D. van Maldegem, P. Meiniger, B. Peters, A. Pouwer, H. Schippers, J.
Wijsman, 2003.**

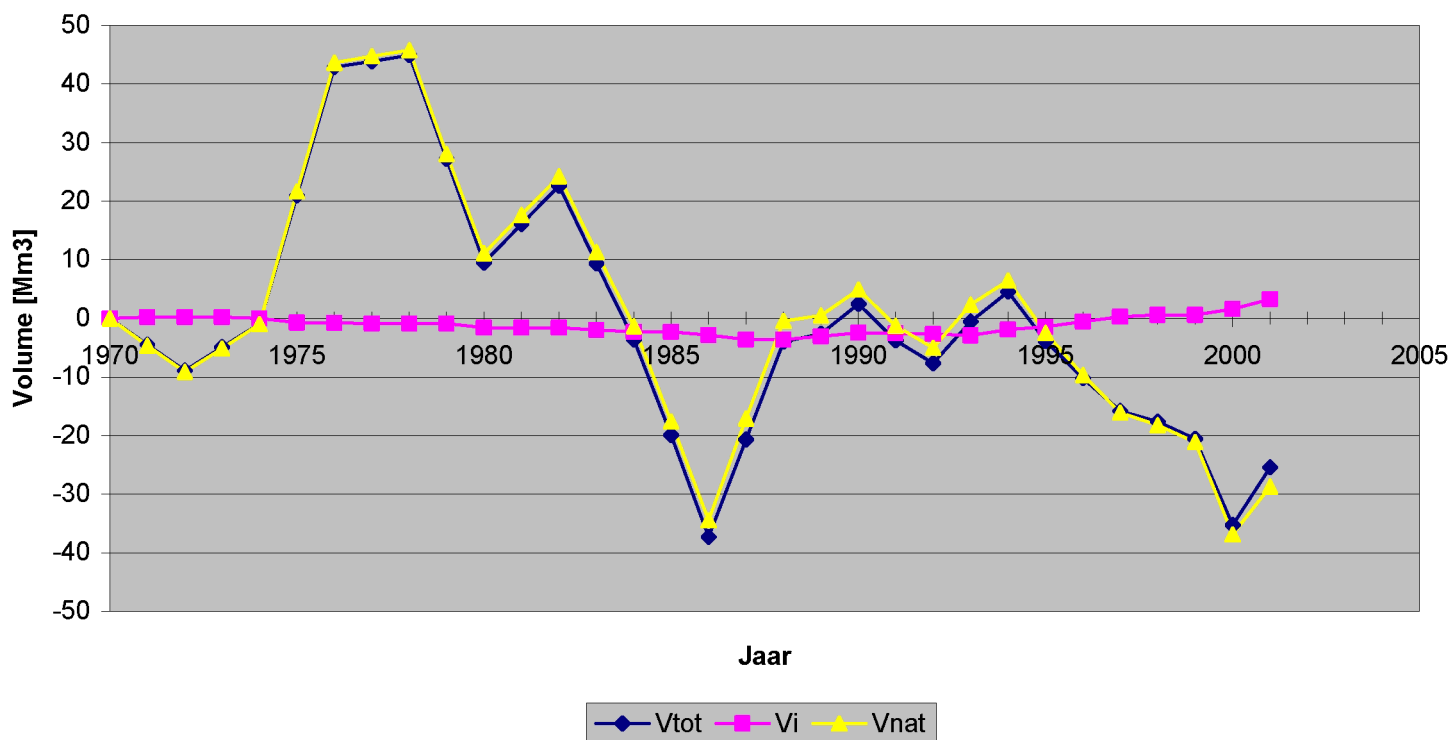
Monitoring van de effecten van de verruiming 48'-43'. MOVE-rapport 7:
MOVE Hypothesedocument 2003. Onderliggende rapportage bij MOVE-
rapport 8 (deel A en B) Evaluatierapport 2003. Rapport RIKZ/2003.009.
Rijkswaterstaat, Rijksinstituut voor Kust en Zee.

Bijlage 1

Cumulatieve volumeveranderingen Westerschelde



Cumulatieve volumeveranderingen Nederlandse deel monding



Bijlage 3

Cumulatieve volumeveranderingen Westerschelde en NL deel monding

