

Ontwikkeling ondiepwater zône rond de Platen van Valkenisse periode 1990-heden

Dirk van Maldegem
Bart Willemse
Aline Arends

december 2000

Werkdocument RIKZ/AB/2000/823x



Opdrachtgever Rijkswaterstaat directie Zeeland (NWL)

Project ZEEMOVE
kwaliteitsborging Bart Kornman

Inhoud

1. Inleiding.....	3
2. Achtergrond.....	5
3. Methodiek.....	13
4. Analyse.....	14
4.1 Algemeen	
4.2 Geulontwikkeling	
4.3 Plaatontwikkeling	
4.4 Ondiepwatergebied	
4.5 Komberging	
5. Discussie/synthese.....	25
6. Conclusies en aanbevelingen.....	27
Geraadpleegde literatuur.....	28

Bijlagen

1. Inleiding

In de periode 1997 - 1999 is de Westerschelde verruimd naar een diepgang 48'-43'. Er is voornamelijk in het oostelijk deel van de Westerschelde gebaggerd, waarbij een belangrijk deel is gestort in het westelijk deel [Ref. 3 en 4]. De effecten hiervan worden, zoals in de MER is aanbevolen, geëvalueerd. RIKZ voert samen met RWS Directie Zeeland deze monitoring en evaluatie uit.

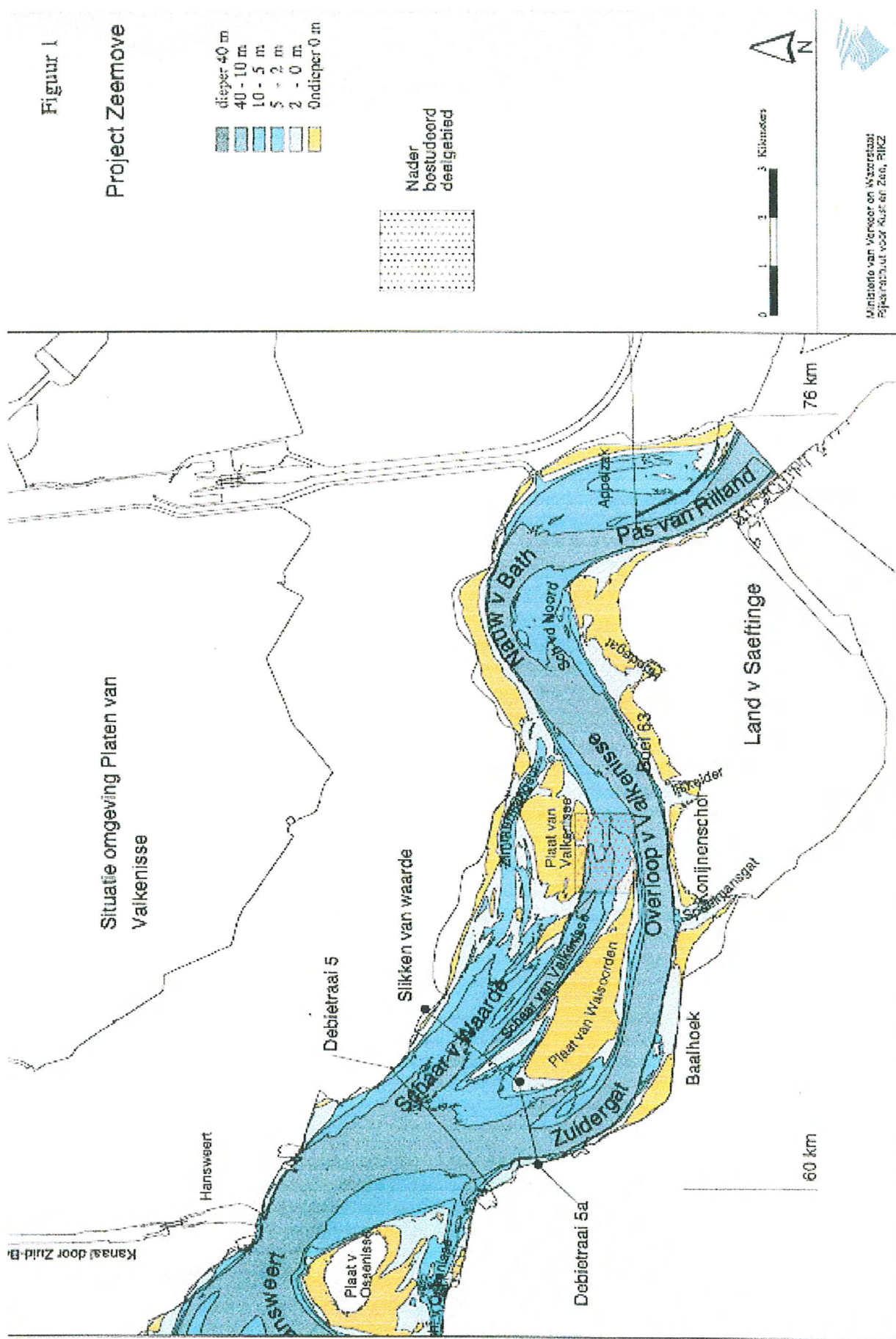
Bij de eerste evaluatie [Ref. 3 en 4] is in tegenstelling tot de verwachting gemeten dat het ondiepwaterareaal rond de Platen van Valkenisse (figuur 1) in de periode 1997-1998 met 17 ha is toegenomen. Het ondiepwaterareaal is hierbij gedefinieerd als het gebied tussen NAP-2m en NAP-5m. Rijkswaterstaat directie Zeeland heeft RIKZ middels brief nr. 2919 van 7 april 2000 gevraagd na te gaan hoe dit komt en of deze ontwikkeling zal doorgaan.

Doelstelling van deze studie is meer Inzicht krijgen in de ontwikkeling van het ondiepwater areaal, de ontwikkelingen van de nevengeulen en de verdeling tussen hoofd- en nevengeulen in het Oostelijk deel en de mogelijke oorzaken van deze ontwikkelingen. Geconcentreerd is op het gebied rond de Platen van Valkenisse.

In de periode 1987-1997 heeft in de gehele Westerschelde afname van het ondiepwaterareaal met 230 ha plaatsgevonden. De verwachting is dat door het verdiepen van geulen en terugstorten in ondiepe gebieden meer ondiepwaterareaal verloren zou gaan. Volgens de eerste evaluatie [Ref. 3 en 4] is deze verwachting niet uitgekomen, met uitzondering van het middendeel. Het is door de korte tijdsschaal niet duidelijk of de omslag naar een toename blijvend is of dat sprake is van een tussenstadium. Omdat sinds de 48'/43' verruiming veel minder in het oostelijk deel wordt gestort, wordt verwacht dat daar de grootste morfologische veranderingen zullen optreden. Directie Zeeland heeft daarom gevraagd de ontwikkelingen van het gebied rond de Platen van Valkenisse nader te bestuderen. Dit draagt bij aan het kunnen evalueren van de verruiming 48'-43'. De resultaten hiervan zijn ook van belang voor het stortbeleid.

Eerste verklaring voor de bepaalde omslag naar toename van het ondiepwaterareaal in het oostelijk deel is dat door de verminderde stortactiviteit in het oostelijk deel de getijvolumes door het schaar van Waarde groter zijn geworden en het "oude" stortmateriaal als het ware wordt opgeruimd. Onduidelijk is of deze toename een tijdelijk of blijvend fenomeen is en hoe het komt. Deze nieuwe ontwikkeling is heel gering vergeleken bij het totaal ondiepwatergebied rondom de Platen van Valkenisse van ca 700 ha. De toename van 17 ha valt binnen de foutenmarge van de lodingen.

Deze studie vormt onderdeel van het MOVE programma (speciale studies).



2. Achtergrond

In dit hoofdstuk komt achtergrondinformatie aan de orde, die nodig is geweest voor het kunnen verrichten van deze studie. Een deel belangrijk deel gaat over de condities, die zijn geweest tijdens de morfologische ontwikkelingen. Soms is van de gegeven informatie methode en analyse direct bijgevoegd, wat feitelijk vooruitloopt op de hoofdstukken methodiek en analyse (hoofdstuk 3 en 4). Dit is een gevolg van het karakter van deze studie, waarin veel gebruik is gemaakt van kleine stukjes detailonderzoek. We hopen dat u begrip heeft voor deze inconsequentie in het werkdocument.

Gebiedsafbakening

De studie heeft betrekking op de morfologische ontwikkeling van het gebied rond de Platen van Valkenisse. Deze ontwikkeling staat echter niet op zichzelf, en moet worden gezien tegen de achtergrond van de ontwikkeling van het Oostelijk deel en in mindere mate het totale Schelde-estuarium. Desondanks blijft deze studie beperkt voor het gebied wat is ingesloten tussen Schaar van Waarde/Zuidergat en Overloop van Valkenisse/Pas van Rilland.

Belangrijke aandachtspunten bij deze studie zijn de infrastructurele zaken zoals onderhoudsbaggerwerken en geulwandverdedigingen, die samenhangen met de morfologische ontwikkeling.

De periode, die wordt onderzocht, betreft de ontwikkeling door de verdieping 48'-43'. Deze loopt vanaf 1997. De ontwikkeling zal worden gezien tegen de achtergrond van de ontwikkeling in de loop van de tijd, met onderscheid naar perioden, waarin wel en niet verdiept is.

Morfologie

Als gevolg van het verdiepen en onderhoud van de vaarroute naar Antwerpen zijn gedurende de laatste decennia de hoofdgeulen van de Westerschelde verruimd en de nevengeulen verkleind. Deze ontwikkeling heeft de natuurlijke estuariene ontwikkeling van met name het Valkenissegebied in belangrijke mate beïnvloed. Hierdoor is een gebied met ebgeulen en vloedscharen veranderd in een gebied met hoog gelegen plaatdelen, welke zijn omgeven door een diepe brede geul. Door het versteilen van de geul-plaat overgangen is het ondiepwaterareaal afgenomen.

Het ondiepwaterareaal is gedefinieerd als het gebied tussen NAP-2m en NAP-5m. Beneden NAP-5m ligt het geulgebied. Boven NAP-2 ligt het intergetijdegebied, wat bestaat uit platen, slikken en schorren.

De ontwikkelingen van het ondiepwaterareaal zijn gebaseerd op de lodingen in vak 2 van de Westerschelde over de periode 1986-heden (Tabel 1). De ontwikkelingen zijn op jaarbasis gevolgd. Er is in tijd niet verder teruggegaan omdat de lodingsfrequentie vóór deze tijd niet constant is geweest, maar varieerde van 1 tot 3 jaar. De analyse zou dan veel omvangrijker zijn geworden, wat buiten de bedoeling van deze studie is.

Tabel 1. Lodingen vak2 Westerschelde periode 1986-heden

Jaar	Periode 1 ^e opname	Tussenliggende periode [mnd]	Periode 2 ^e opname
1986	1/6 - 31/10		-
1987	5/3 - 4/6	9	-
1988	13/1 - 17/2	8	-
1989	6/3 - 20/3	13	-
1990	23/4 - 27/4	13	4/9 - 23/10
1991	13/5 - 5/6	9	1/10 - 22/11
1992	5/2 - 18/2	14	-
1993	6/4 - 19/4	14	14/10 - 27/10
1994	7/3 - 7/9	7	-
1995	12/1 - 27/1	12	-
1996	9/1 - 22/1	16	30/10 - 14/11
1997	24/3 - 20/5	14	17/12 - 10/2 1998
1998	2/6 - 16/6	10	1/11 - 3/12
1999	1/3 - 8/4	12	27/10 - 22/11
2000	6/3 - 9/5		

De lodingskaarten vormen het basismateriaal. De kwaliteit van de kaarten is belangrijk. In feite zijn de ontwikkelingen te zien tussen de periode van 2 lodingen. Het gebied is 1 of 2 keer per jaar gelood. De loding vindt meestal in een aaneengesloten periode van enkele weken plaats. Over het algemeen wordt gestreefd de loding zoveel mogelijk in dezelfde maand te laten plaatsvinden.

Over het algemeen is de 1^e opname in het jaar gebruikt voor het maken van de lodingskaarten. Deze vindt meestal in het voorjaar plaats. Uitgezonderd in 1997, waar per abuis gebruik is gemaakt van de 2^e opname. Dit betekent dat tussen de opname in 1996 en 1997 een periode zit van ca 24 maanden, terwijl tussen 1997 en 1998 een periode zit van 5 maanden. De periode tussen de 1^e opnamen varieert over het algemeen tussen 7 en 16 maanden. Het verschil tussen 1997 en 1998 is feitelijk het verschil tussen de winter en de zomer. Het is niet bekend of hiertussen een systematisch verschil zit.

Getijvolumes

De ontwikkeling van de getijvolumes rondom de Platen van Valkenisse is af te leiden uit de gemeten en berekende getijvolumes [Ref.6 en 7]. De ontwikkeling is gegeven voor de periode 1988-1999.

Gemeten getijvolumes

Vanaf 1990 worden de getijvolumes gemeten in raai 5a (Figuur 1). De meetraai is gelegen over het Zuidergat en de inloop van het Schaar van Waarde. De ontwikkelingen zijn als volgt:
Het Zuidergat transporteert zowel tijdens eb als vloed ca. 60% van het totale getijvolume. Het ebvolume van het Schaar van Waarde is minder groot dan het vloedvolume. Tot 1997 neemt het debiet door het Schaar van Waarde wat toe en het debiet door het Zuidergat wat af. Na 1997 neemt het vloeddebiet door het Schaar van Waarde met ca 5% af, terwijl het debiet door het Zuidergat met ca 5% toeneemt. Het ebvolume verandert weinig na 1997. Het totale debiet door de raai neemt in de periode 1990 - 1999 wat toe. Hieruit kunnen nog geen conclusies worden getrokken omdat de veranderingen kleiner zijn dan de nauwkeurigheid van de debietmetingen.

Berekende getijvolumes

De effecten van de verdieping voor het getij (o.a. getijvolumes) zijn gesimuleerd met het Scaldis100 rekenmodel, dat gevalideerd is aan de hand van de opgetreden waterstanden. Hierbij is het effect van de prognose voor de bodemligging bij verdieping 48'/43' inclusief aanpassing bepaald voor de gemeten bodemligging 1988 zonder terugstorten van de baggerspecie. Recentelijk is nagegaan wat het effect is van de bodemligging in 1999 op het getij. In deze bodemligging zijn de effecten van de verdieping 48'/43' nog niet uitgewerkt. De resultaten zijn gegeven voor debietraai 5 (Figuur 1). Deze raai ligt ca 2 km westelijk van debietraai 5a. De berekende veranderingen zijn procentueel en indicatief (Tabel 2). De nauwkeurigheid van de indicatie is heel bepaald.

Tabel 2. Indicatie (%) van de veranderingen van de getijvolumes in raai 5 voor de scenario's:

- Prognose verdieping 48'/43' zonder terugstorten in vergelijking met bodemligging 1988
- Gemeten bodemligging 1999 in vergelijking met gemeten bodemligging 1988

Geul t.p.v. raai 5	Effect verdieping 48'/43' zonder terugstorten		Effect bodemligging 1999	
	Eb	Vloed	Eb	Vloed
Zuidergat	+7	+11	- 4	- 3
Schaar van Valkenisse	-5	- 8	+22	+12
Schaar van Waarde	-1	- 9	- 5	+ 4
Totaal Zuidergat en Schaar	+4	+4	+1	+ 2

De prognose verdieping 48'/43' geeft als indicatie voor de getijvolumes een toename door het Zuidergat en een afname door het Schaar van Valkenisse en het Schaar van Waarde. In totaliteit dringt het getij wat sterker door. Eb en vloed laten vergelijkbare indicaties zien.

Het effect van de gemeten bodemligging 1999, de situatie na het realiseren van de verdieping, maar zonder aanpassing, geeft als indicatie een geringe afname door het Zuidergat en een forse toename door het Schaar van Valkenisse. Bij het Schaar van Waarde is de vloed wat sterker en de eb wat zwakker. In totaliteit dringt het getij ook wat sterker door.

De resultaten van de rekenmodellen komen vrij goed overeen met de gemeten getijvolumes [Ref. 9]. De tendens van de toename van de getijdoordringing in de periode 1990 - 1999 geldt zowel voor de debietmetingen als het rekenmodel.

18,6 jarige cyclus van het getij

De morfologische veranderingen worden in verband met de frequentie van de lodingopname op jaarbasis gevolgd. Dit betekent dat de effecten van de getijvariatie binnen de frequentie van een jaar niet kunnen worden geanalyseerd. Het getij heeft ook frequenties die groter zijn dan een jaar. De bekendste hiervan - en waarvan bekend is dat deze van belang is voor de morfologie - is de 18,6 jarige getijcyclus. De variatie hierdoor bedraagt maximaal 10 cm getijverschil. De dalen en toppen hiervan in de 2^e helft van de 20^e eeuw treden op omstreeks 1951, 1959, 1969, 1978, 1987, 1996 [Ref. 12]. De schatting is dat deze getijvariatie kan leiden tot orde 5% variatie in de stroomsnelheid, orde 3% in het getijvolume en orde 20% variatie in het sedimenttransport.

Dwarsstromen

De scheepvaart kan hinder ondervinden van sterke stroomsnelheden, die dwars uitkomen op de vaarroute.

Voorbeeld:

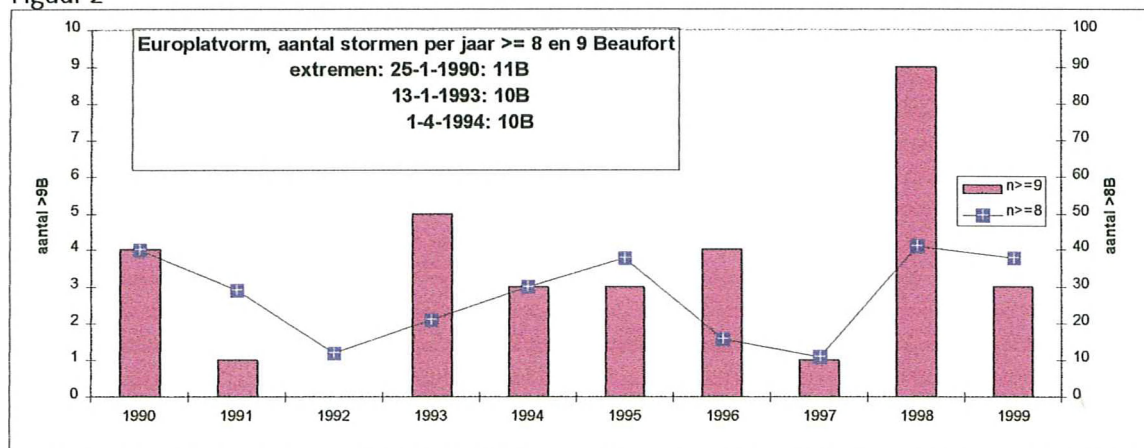


In het verleden is dit voorgekomen in de omgeving van de Platen van het Valkenisse (Schaar van Valkenisse en Zimmermangeul). In de huidige situatie is dit niet mogelijk, aangezien de nevengeulen meer parallel lopen met de vaarroute of weinig ontwikkeld zijn. Er zijn hierover ook geen klachten vanuit scheepvaartkringen [Mondelinge informatie van NWL, directie Zeeland 4 september 2000]. Vanwege de dynamiek van de geulen blijft dit fenomeen altijd een punt van aandacht.

Stormen

Het mogelijk effect van stormen is nagegaan voor een periode van 10 jaar, namelijk 1990 - 1999. In deze periode zijn een aantal stormen opgetreden (figuur 2). In 1998 heeft het opvallend veel meer gestormd dan in de andere jaren. 1991, 1992 en 1997 waren heel rustige jaren. De meest extreme storm in deze periode is opgetreden op 25 januari 1990.

Figuur 2



Baggeren, storten en zanwinning in de omgeving van het Valkenissegebied

De bagger- en storthoeveelheden voor het op diepte houden en verdiepen van de drempels in de omgeving van het Valkenissegebied (zgn Westerschelde Oost) is grofweg in 4 perioden te verdelen [Ref 3]. De verdeling is als volgt:

- periode tot 1973: weinig baggeren met evenveel terugstorten
- periode 1974 - 1989: veel baggeren met minder terugstorten, met een terugval in baggeren en storten begin tachtiger jaren.
- periode 1990 - 1996: minder baggeren met minder terugstorten, aangepast aan het systeem
- periode 1997 - heden: wat meer baggeren met heel weinig terugstorten

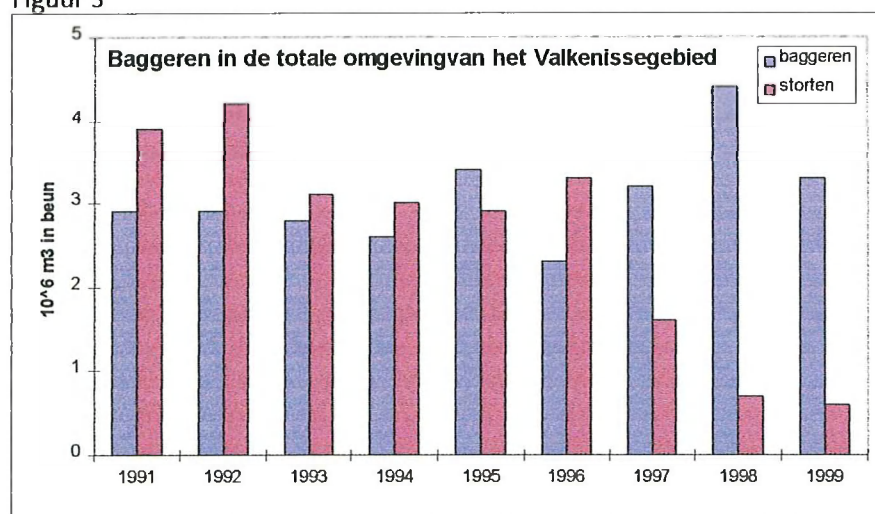
Deze perioden hebben te maken met het beleid t.a.v. de vaarweg en het estuarium. De reden van de terugval begin tachtiger jaren is onbekend.

Stortlocaties



In deze studie gaat het met name om de ontwikkeling vanaf 1990. Gebleken is dat het gebied "vol" is geraakt. In de laatste periode, waarin tevens de verdieping 48' - 43' is gestart, is een groot deel van het materiaal in het westelijk deel van de Westerschelde gestort. In deze periode is uit het totale oostelijk deel ca 16 miljoen m³ zand uit het gebied onttrokken. Figuur 3 geeft de statistiek van het baggeren en storten voor de drempels (inclusief verdieping) in de omgeving van het Valkenissegebied. Dit betreft het totaal van baggeren op en nabij de Drempel-, Overloop- en Platen van Valkenisse en Plaat van Valkenisse, en het storten bij het Konijnenschor, Baalhoek, Boei 63 en Schaar van Waarde. Voor de verruiming 48'/43' werd voornamelijk in hetzelfde gebied gebaggerd en teruggestort. Na de verruiming wordt de meeste baggerspecie gestort in het Midden en Westelijk deel van de Westerschelde.

Figuur 3



In de figuur komt duidelijk naar voren de periode 1997 t/m 1999, waarin veel minder gestort is dan gebaggerd. Het veel meer baggeren in 1998 dan de anderen jaren (ongeveer 1 miljoen kubieke meter extra) is het gevolg van extra baggerinspanning op de Overloop van Valkenisse. De verdeling van de baggerinspanning in deze periode is gegeven in tabel 3:

Tabel 3. Verdeling onderhoudsbaggerwerk in het Valkenissegebied [10^6m^3]

Baggerlocatie	1997	1998	1999
Drempel van Valkenisse	1,7	1,9	1,4
Overloop van Valkenisse		1,7	0,1
Platen van Valkenisse	0,9		1,4
Plaat van Walsoorden	0,6	0,7	0,5
Totaal	3,2	4,3	3,3

In 1998 is minder gebaggerd nabij de plaatgebieden, doordat geen baggerwerk is uitgevoerd bij de Platen van Valkenisse. De baggerhoeveelheden variëren, afhankelijk van de sedimentatie in de vaargeul. De baggeraar moet hierbij rekening houden met de vastgestelde maximale diepten en breedten van de vaargeul [mondelinge informatie van dienstkring Midden Zeeland van Rijkswaterstaat].

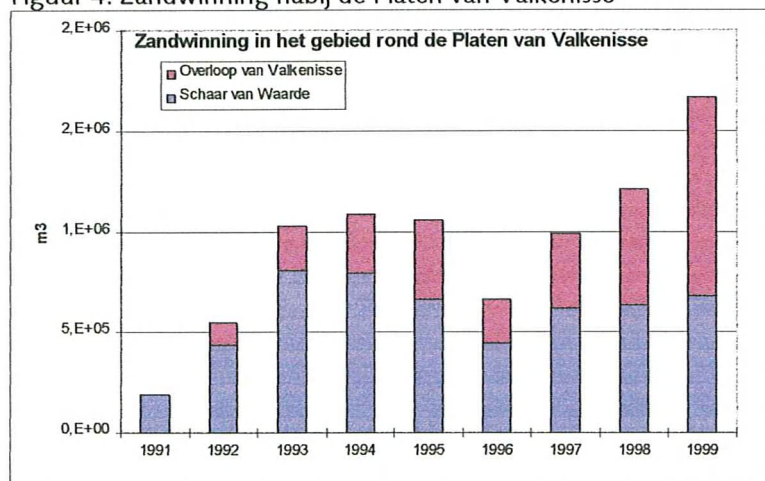
In 1998 en 1999 is veel minder gestort dan in 1997. Dit komt doordat vanwege het nieuwe baggerbeleid storten bij Konijnenschor, Baalhoek en Boei 63 achterwege is gebleven.

Zanwinlocaties



Vanaf 1974 is in de Westerschelde veel zand gewonnen. De zandwinning in de omgeving van de platen van Valkenisse is in 1991 gestart. In het gebied rond de Platen van Valkenisse waren deze hoeveelheden tot 1992 minder dan $\frac{1}{2}$ miljoen kubieke meter. Vanaf 1993 is de zandwinning ongeveer verdubbeld. De zandwinning bedraagt gemiddeld over de periode 1991 t/m 1998 gemiddeld $1 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{jaar}$. Ongeveer de helft van de zandwinning heeft plaatsgevonden in het schaar van Waarde / schaar van Valkenisse. De standaardafwijking hiervan is $0,3 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{jaar}$. De gegevens over 1999 zijn nog niet definitief (figuur 4).

Figuur 4. Zandwinning nabij de Platen van Valkenisse

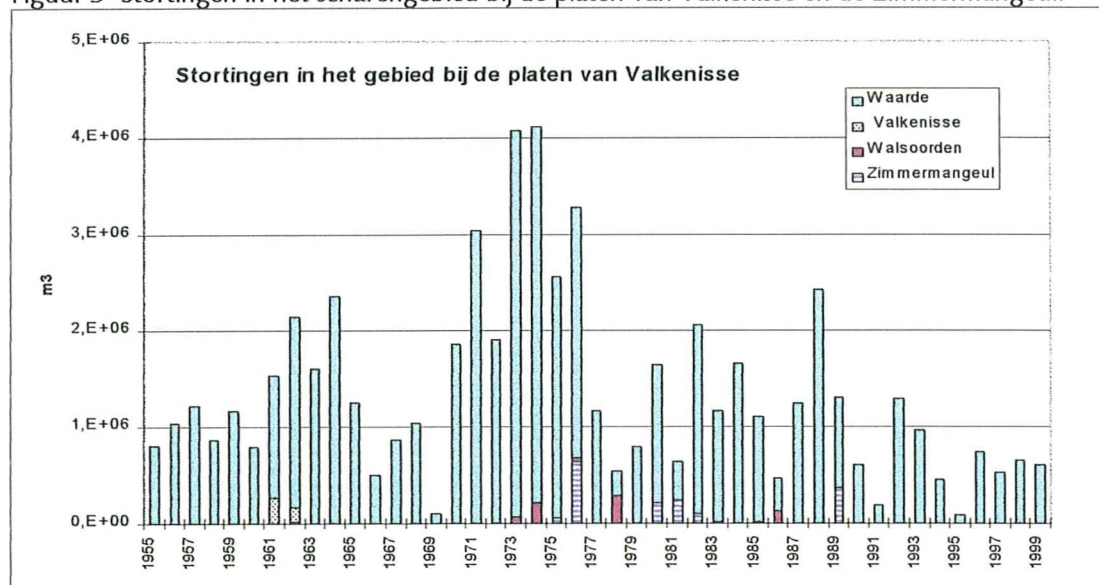


Stortingen en zandwinning in het schaargebied

Deze studie gaat met name om de ontwikkeling van het ondiepwatergebied rond de platen van Valkenisse. Dit zijn het Schaar van Waarde, Valkenisse, Walsoorden en de Zimmermangeul. Het verloop van de stortingen in dit gebied zijn daarom specifiek gegeven (figuur 5). De gegevens zijn vanaf 1955 ontleend aan

de database van NWL van directie Zeeland. In deze gegevens zijn niet opgenomen de hoeveelheden slib en veen van de verbreding van het kanaal door Zuid Beveland, die medio 1987 via 3 pijpen nabij het slik van Waarde zijn geloosd. Aangenomen is dit fijne sediment de morfologische ontwikkeling van de geulen niet heeft beïnvloed. Wel kan het slik zelf hierdoor zijn beïnvloed.

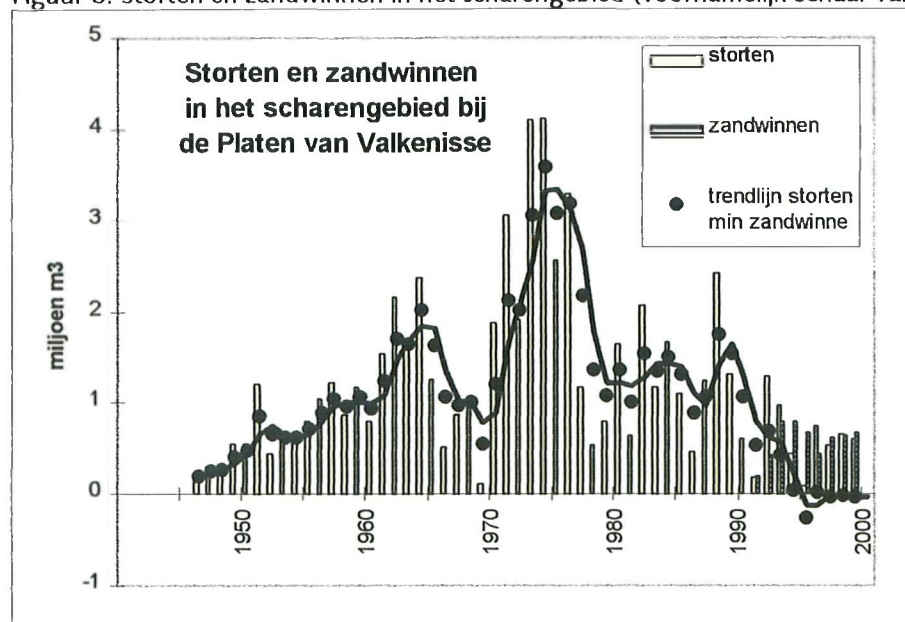
Figuur 5 Stortingen in het scharengedeb bij de platen van Valkenisse en de Zimmermangeul.



Uit figuur 5 blijkt dat de stortingen van drempelspecie bij de Platen van Valkenisse voornamelijk hebben plaatsgevonden in het Schaar van Waarde.

De zandwinning in dit gebied is in 1991 gestart. Vanaf 1993 verloopt de hoeveelheid zandwinning vrij konstant met uitzondering van 1996 en 1999. Het merendeel van de zandwinning in het oostelijk deel heeft plaatsgevonden in het Schaar van Waarde. De hoeveelheid gewonnen zand hier verloopt zeker de laatste jaren heel constant (zie figuur 4). De hoeveelheid zand, die op jaarbasis netto wordt gestort in het Schaar van Waarde is het verschil tussen de stortingen en de zandwinning (figuur 6).

Figuur 6. Storten en zandwinnen in het scharengedeb (voornamelijk Schaar van Waarde) vanaf 1955



De trendlijn van het verschil tussen storten en zandwinnen in het Schaar van Waarde laat een duidelijke toename vanaf 1950 tot 1975 zien. De dip in dit verloop tussen 1965 tot 1976 is toe te schrijven aan afname van baggerwerken aan de drempel van Hansweert en langs de plaat van Walsoorden. De toename tussen 1970 en 1976 is het gevolg van verdiepen tot de maximale toegestane baggerdiepte die in overleg tussen Vlaanderen en Nederland waren afgesproken. De afname daarna heeft te maken met een periode van stabilisatie, waarbij de bereikte drempeldiepten werden vastgehouden. Door steeds maar blijven storten

van grote hoeveelheden in dit gebied was dit omstreeks 1990 volgeraakt. In de periode tot 1996 is een ander stort- en zandwinbeleid ontwikkeld, dat vanaf 1997 is uitgevoerd.

Orde grootte van baggeren, storten en zandwinnen in afgelopen 10 jaar

Het baggeren, storten en zandwinning varieert per deelgebied in de periode 1991 - 1999 als volgt:

■ Baggeren op Dr.v. Valkenisse	1 tot $2 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{jr}$
■ Baggeren op Ov.v.Valkenisse	0 tot $2 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{jr}$
■ Baggeren langs Pl.v.Valkenisse	0 tot $2 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{jr}$
■ Baggeren langs Pl.v. Walsoorden	$0,5 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{jr}$
■ Terugstorten in schareng gebied	0,5 tot maximaal $1 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{jr}$
■ Terugstorten in geulengebied	$2 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{jr}$ tot 1996 (daarna niet meer)
■ Zandwinning Sch.v.Waarde	$0,5 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{jr}$
■ Zandwinning Ov.v. Valkenisse	minder dan $1 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{jr}$

Uit het baggeren, storten en zandwinnen blijkt dat uit het totale gebied vooral vanaf 1997 veel sediment is onttrokken. Dit betreft voornamelijk de geulen. De balans hiervan is als volgt:

Baggerbalans 1997 -1999:	
Onderhoudsbaggerwerken:	$+11 \cdot 10^6 \text{ m}^3$
Terugstorten	: $- 3 \cdot 10^6 \text{ m}^3$
Zandwinning	: $+ 4 \cdot 10^6 \text{ m}^3$
Onttrokken	: $12 \cdot 10^6 \text{ m}^3$

Wat betreft het schareng gebied kan worden gesteld dat terugstorten en zandwinning vanaf 1997 elkaar opheft.

Geulwandverdedigingen

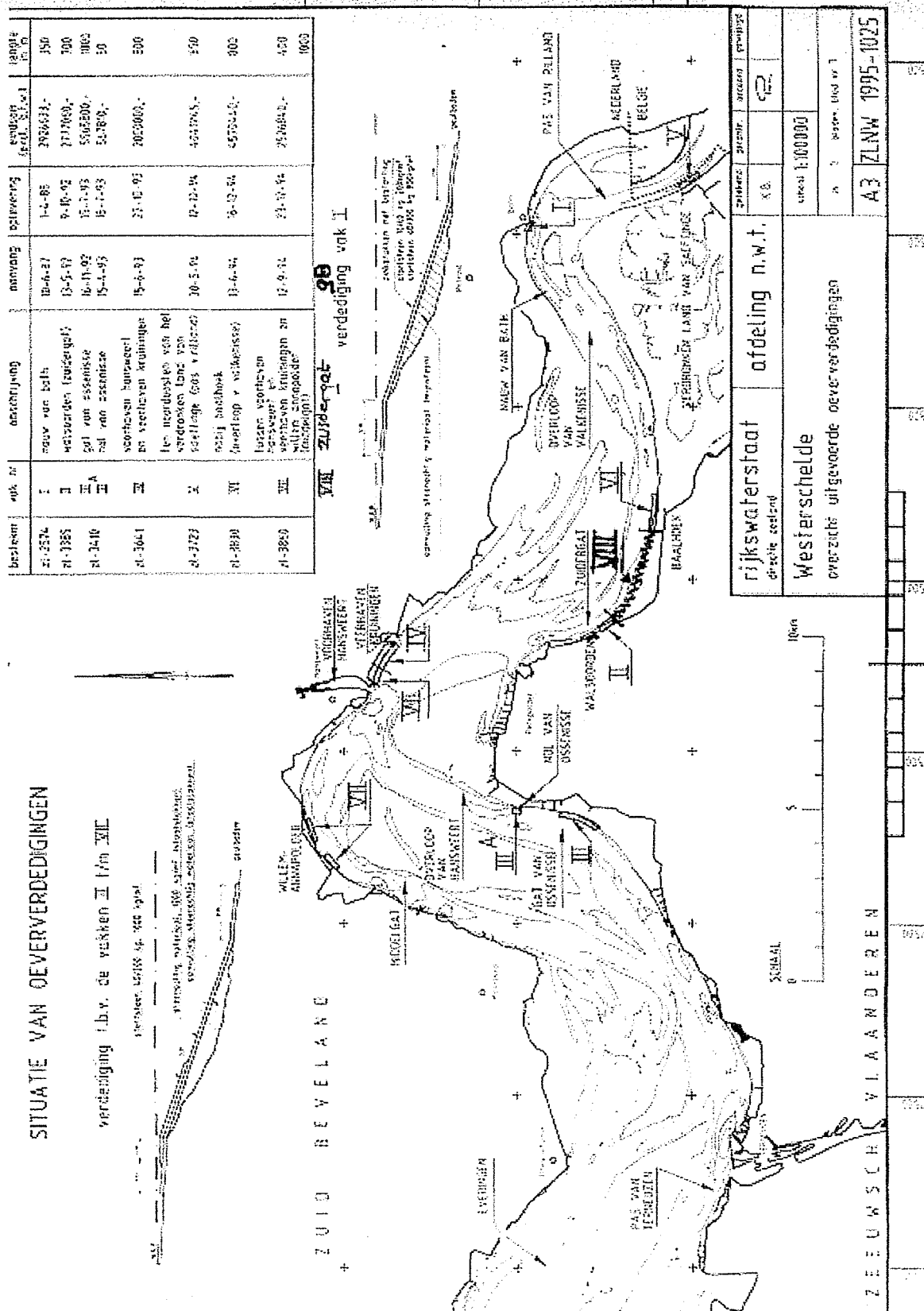
Langs de zuidelijke oever van het Zuidergat zijn in de periode 1992 t/m 1998 geulwand-/oeververdedigingen aangelegd (figuur 7). Het meeste hiervan is uitgevoerd in 1998. Deze systemen zorgen ervoor dat de verdedigde oevers niet verder kunnen uitbochten. De getijstroom wordt duidelijk geleid. Verder uitschuren en uitbochten van het Zuidergat wordt hiermee voorkomen [Ref.10]. Dit kan t.z.t. gevolg hebben voor de lopende ontwikkeling van de binnenbocht langs de plaat van Walsoorden. De periode lijkt te kort om er nu al iets concreets over te kunnen zeggen. Verwacht wordt dat neveneffecten kunnen optreden [Ref. 5].

Het is niet bekend of er andere omvangrijke aanpassingen aan nollen en oevers in de omgeving zijn uitgevoerd. Aangenomen wordt dat het reguliere onderhoud van de onderwateroever lokaal heeft plaatsgevonden.

Figuur 7 Situatie van oeververdedigingen

SITUATIE VAN OEVERVERDEDIGINGEN

verderging i. b. v. de velden i. t. m. xii



3. Methodiek

Dit hoofdstuk geeft een overzicht van de gebruikte methoden bij de aanpak. Het materiaal wat hierbij is gebruikt is, is in hoofdstuk 2 al aan de orde geweest.

Morfologie

De morfologie is bekeken aan de hand van een aantal kaartbewerkingen, waarmee de ontwikkeling is te volgen. Het materiaal is zoveel mogelijk gepresenteerd met behulp van GIS.

De ontwikkeling van de geul- en plaatgebieden in het algemeen is bestudeerd aan de hand van:

1. Een animatie van de lodingkaarten
2. Een 3D plot om inzicht te krijgen in de ontwikkeling van de geulgeometrie
3. Verschilkaarten om specifiek te zien waar erosie en sedimentatie is opgetreden
4. Veranderingen van de dieptelijnen om te zien waar uitbochting, inscharing, uitruiming is voorgekomen
5. De helling van de geulranden om na te gaan of deze zijn versteild of vervlakt

Waterbeweging

De drijvende kracht voor de verandering van de morfologie is de getij- en waterbeweging en omgekeerd verandert de getij- en waterbeweging bij veranderde morfologische toestand. De interactie tussen morfologie en getij is zodoende belangrijk voor deze analyse. In deze studie is gebruik gemaakt van de gemeten- en berekende getijvolumes in raai 5 (zie hoofdstuk 2). Dit is het transect Zuidergat-Schaar van Waarde. Andere relevante informatie zoals verhanglijnen en stroomsnelheden zijn niet voorhanden. Meer informatie hieromtrent is zo nodig uit de modelresultaten te ontleen.

Infrastructuur

De morfologische ontwikkeling van de Westerschelde is voor een deel gestuurd door regelmatig ingrijpen in de infrastructuur. Hierbij zijn mogelijk ook trendbreuken aan te geven. De informatie hiervan wordt meegenomen bij de analyse van de morfologische ontwikkelingen. De belangrijkste informatie gaat over:

- Baggeren, storten en zandwinning: waarvan tijdgrafieken en locaties (zie hoofdstuk 2). Het baggeren vindt voornamelijk plaats in het vaarwater binnen de begrenzing van de tonnenlijn nabij NAP-10m. De zandwinning vindt juist plaats op sedimentatiegebieden buiten de tonnenlijn op de geulrand. Het storten vindt veelal plaats op erosiegebieden. Vanaf 1997 wordt een groot deel van het gebaggerde materiaal gestort in de het westelijk deel van de Westerschelde.
- Aanleg geulwandverdediging (zie hoofdstuk 2). Dit soort ingrepen legt de infrastructuur vast. Het gaat hierbij om aanzienlijke werken die in het kader van de verdieping van de Westerschelde worden aangelegd en voorzover deze trendbreuk kunnen veroorzaken.
- Werken aan nollen en oeververdedigingen: voorzover deze trendbreuk kunnen geven (zie hoofdstuk 2).

Nauwkeurigheid van de informatie

De nauwkeurigheid van de informatie is van belang om te kunnen beoordelen of ontwikkelingen significant of niet significant zijn. In [4] is aangegeven dat de opgetreden veranderingen op grote ruimteschaal niet significant zijn. Daarom kunnen alleen effecten op kleine ruimteschaal worden onderzocht. De nauwkeurigheid van de morfologische gegevens is in dit werkdocument gesteld op $\pm 5\%$. Deze is gebaseerd op 1 dm lodingsonnauwkeurigheid en ± 3 tot 4 m afwijking van de theoretisch te varen raailijn. De raailijn is vooral van belang bij steile oevers. Dit betekent dat het ondiepwatergebied van Valkenisse, orde grootte 600 ha, een werkelijke grootte heeft tussen de 570 en 630 ha. Voor het verschil tussen 2 opnamen is dezelfde nauwkeurigheid aangehouden.

De nauwkeurigheid van de berekende getijvolumes is, zoals in hoofdstuk 2 vermeld, eveneens op $\pm 5\%$ gesteld. De nauwkeurigheid van het baggeren/storten is vermoedelijk niet meer dan $\pm 10\%$.

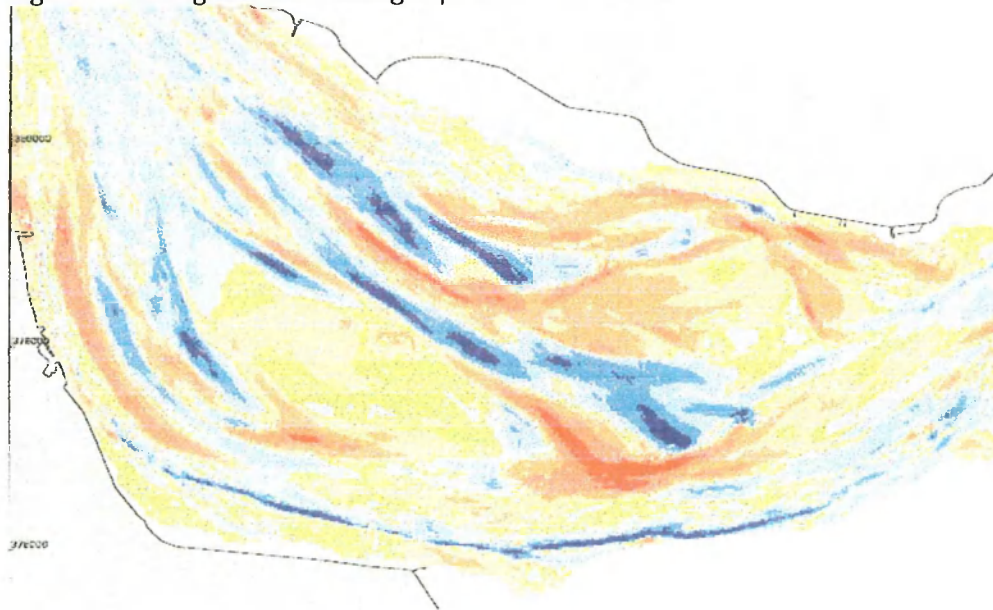
4. Analyse

Dit hoofdstuk geeft naast een algemene beschouwing een analyse van de ontwikkeling van de diverse geulen en platen in het gebied rond de Platen van Valkenisse. Bij de analyse van geulen wordt ook de ontwikkeling van de getijvolumes vermeld [Ref. 6 en 7]. Daarnaast wordt apart ingegaan op de ontwikkeling van het ondiepwatergebied. Tenslotte wordt nog aandacht geschonken aan de komberging.

4.1 Algemeen

De morfologische veranderingen van het gebied rond van de Platen van Valkenisse vanaf 1990 is geïllustreerd door verschilkaarten voor de periode 1990 - 1997 en 1997 - 1999 (Figuur 8 en 9).

Figuur 8 Morfologische veranderingen periode 1990 - 1997

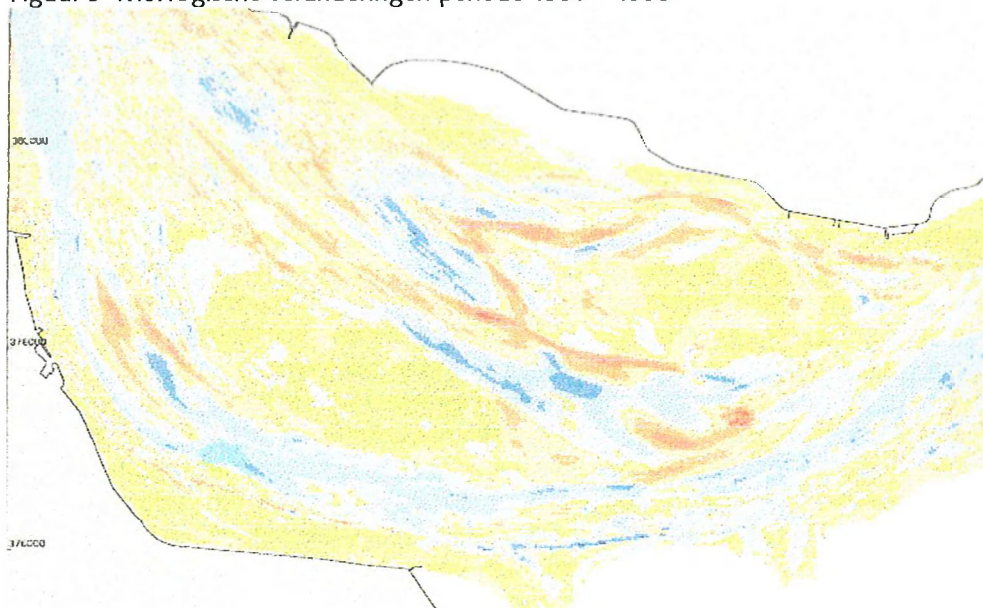


Legenda

Verskil in m

	verdieping meer dan 5 m
	-5 tot -2.5 m
	-2.5 tot -1 m
	-1 tot -0.2 m
	-0.2 tot 0.2 m
	0.2 tot 1 m
	1 tot 2.5 m
	2.5 tot 5 m
	Verdieping meer dan 5 m

Figuur 9 Morfologische veranderingen periode 1997 - 1999



Legenda

Verskil in m

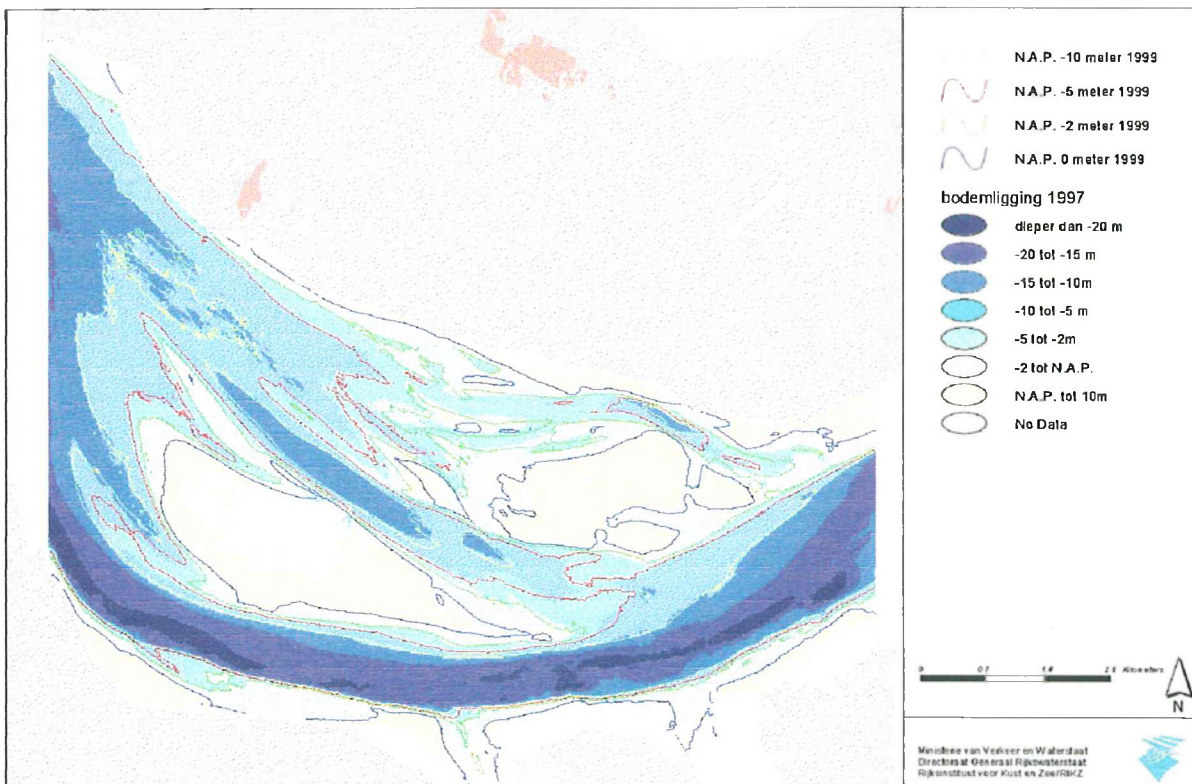
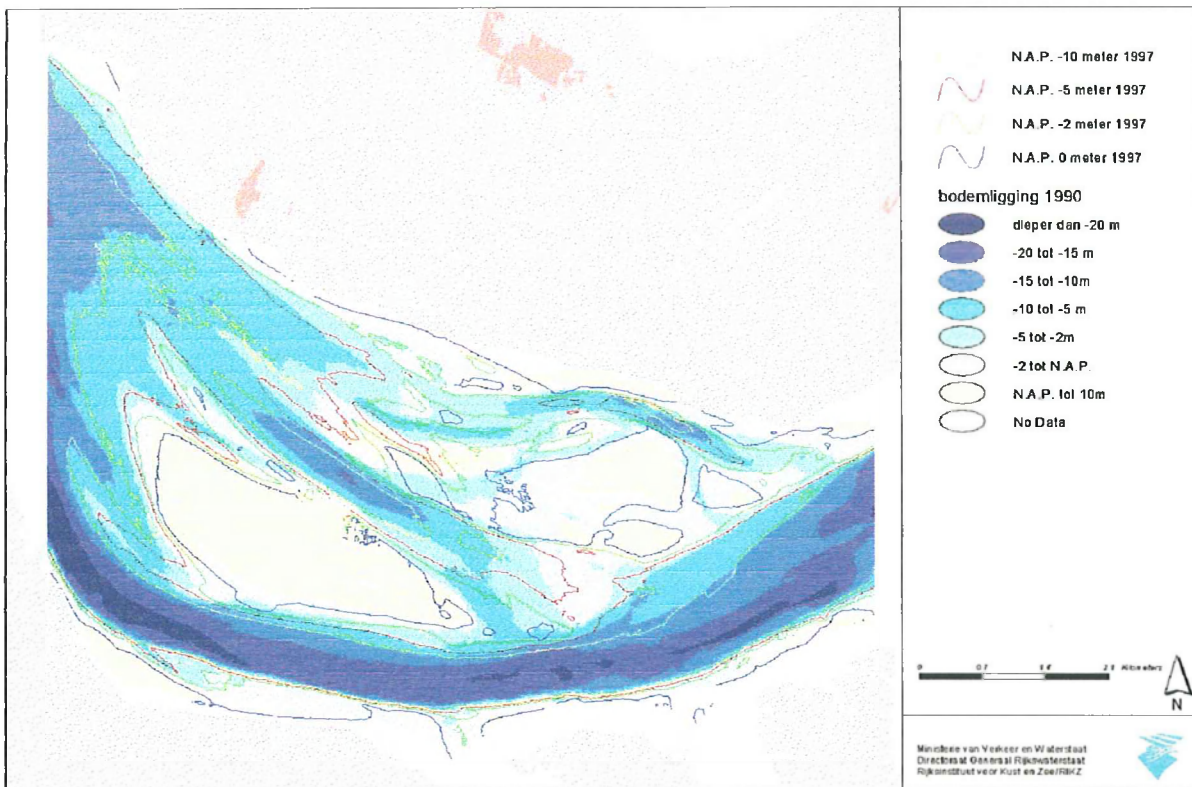


De veranderingen in het stroomgebied hebben voornamelijk plaatsgevonden in de erodeerbare holocene afzettingen. De oevers van het gebied zijn over het algemeen afgedekt door een harde veenlaag op het niveau NAP-2 tot NAP-3 m. Deze laag is ongeveer ½ m dik en soms doorbroken. Deze afzetting geeft weerstand tegen erosie. De ondiep gelegen oevergebieden hebben hierdoor al van nature weerstand tegen erosie. Indien de oever langs een diepe geul is gelegen kan ondergraving afkalving veroorzaken. In deze situaties is de geulwand soms verdedigd.

De morfologie van het gebied is de afgelopen decennia, mede door de sterke groei van diepgaande zeescheepvaart, duidelijk veranderd. Vanaf 1950 is door de sterke verhoging van de platen het plaatvolume in het oostelijk deel van de Westerschelde meer dan verdubbeld. Tegelijkertijd is het geulvolume toegenomen. Deze situatie is het gevolg van de ommezwaai van een systeem met waar ebgeulen (Overloop van Hansweert en Zimmermangeul) en vloedcharen (Schaar van Waarde en Valkenisse) zich vrij kunnen ontwikkelen naar een veel meer gedwongen één geul gedomineerd systeem (Overloop van Hansweert). Tot 1990 was veel meer sprake van een duidelijk meergeulen systeem. De verandering heeft voornamelijk plaatsgevonden in de periode 1965 - 1980. Na 1980 tot 1996 is het volume van de nevengeulen weer iets aan het toenemen.

De verandering van de helling van de geulranden in de perioden 1990 - 1997 en 1997 - 1999 is in bijlage 1 gegeven. In de bespreking van de afzonderlijke geulen en platen komt dit aan de orde.

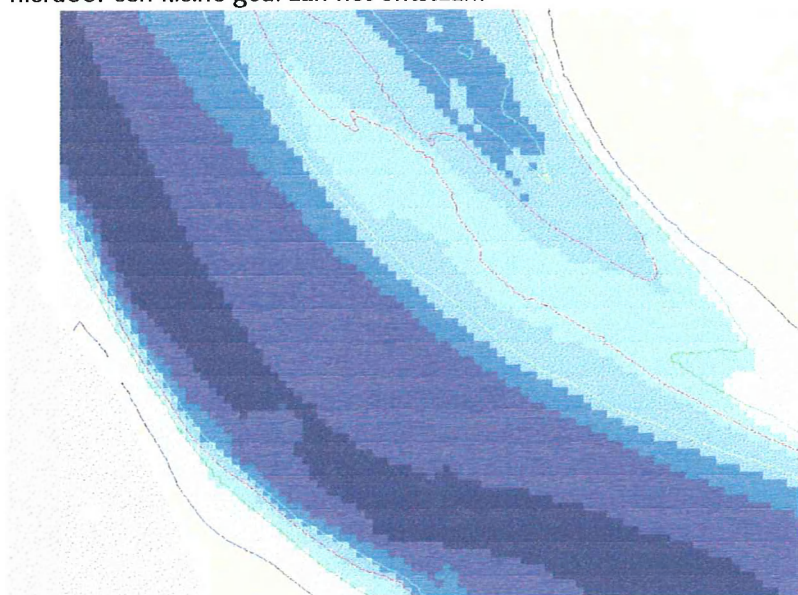
De verandering van de dieptelijnen t.o.v. een eerdere opname zijn voor dezelfde perioden te zien in de volgende kaarten. Bij de bespreking van de afzonderlijke geulen en platen zijn hiervan details getoond.



4.2 Geulontwikkeling

Zuidergat/Overloop van Valkenisse

Uit profielmetingen blijkt dat het Zuidergat in de periode 1997 - 1999 in geringe mate is geërodeerd in de buitenbocht en aangezand in de binnenbocht. De grootste deel van de geulwand is nog te kort aangelegd (1998) om hiervan effecten te kunnen zien. Langs de plaatrand van de Plaat van Walsoorden wordt gebaggerd om verder opdringen van de plaat te voorkomen. Bij de westelijke inloop van het Zuidergat heeft wat inscharing plaatsgevonden aan de zuidwestelijke oever van de Plaat van Walsoorden. Er is hierdoor een kleine geul aan het ontstaan.



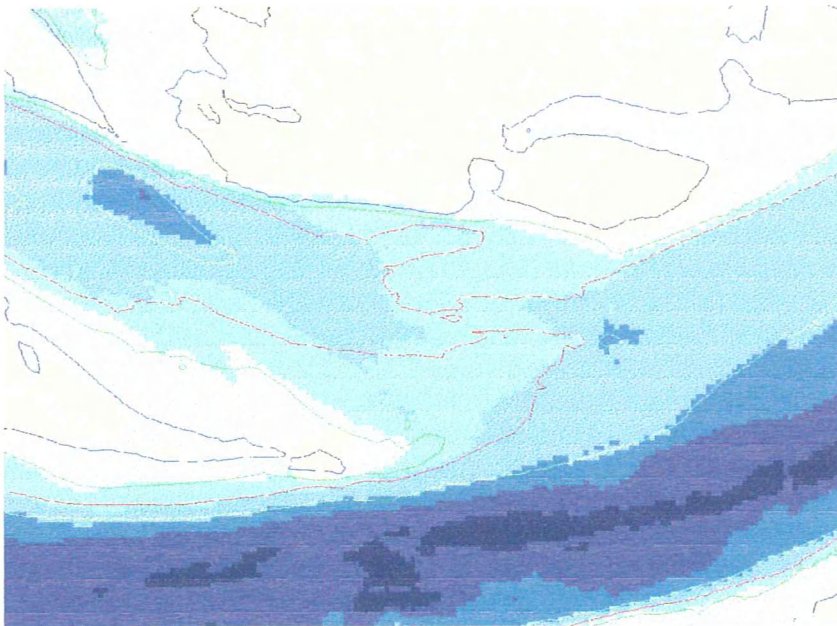
De oever langs de zuidoostelijke zijde van de Plaat van Walsoorden is wat verondiept en versteild. De zuidelijke oever is geërodeerd in de periode 1990 - 1997. Daarna is de oever vrijwel stabiel gebleven. Dit komt doordat vrij recent langs deze oever geulwandverdedigingen zijn aangelegd. De dieptelijnen op het niveau NAP -7,5 m geven verder hetzelfde beeld als op het niveau NAP-5 m.

Getijvolumes

De getijvolumes in het Zuidergat zijn volgens de modelberekeningen [Ref. 6 en 7] weinig veranderd. De indicatie van de modeluitkomsten is een lichte afname voor 1999 t.o.v. 1988.

Schaar van Valkenisse

Het Schaar van Valkenisse heeft een duidelijker geulprofiel gekregen. Dit komt o.a. doordat het westelijke en oostelijke deel van de Plaat van Walsoorden verder aan elkaar zijn gegroeid. Vanaf 1995 is de noordelijke geulrand langs de zuidzijde van de Platen van Valkenisse aan het versteilen. In 1997 zijn duidelijke doorgaande dieptelijnen van de oostelijke uitloop tot stand gekomen. De noordoostzijde rand langs de Platen van Walsoorden is daarentegen verflauwt. In de periode 1997 - 1999 is met name deze oostelijke uitloop ook verder verdiept. De ondiepten boven NAP -5 m zijn verdwenen. De uitloop in het Overloop van Valkenisse is bovendien noordelijker komen te liggen.



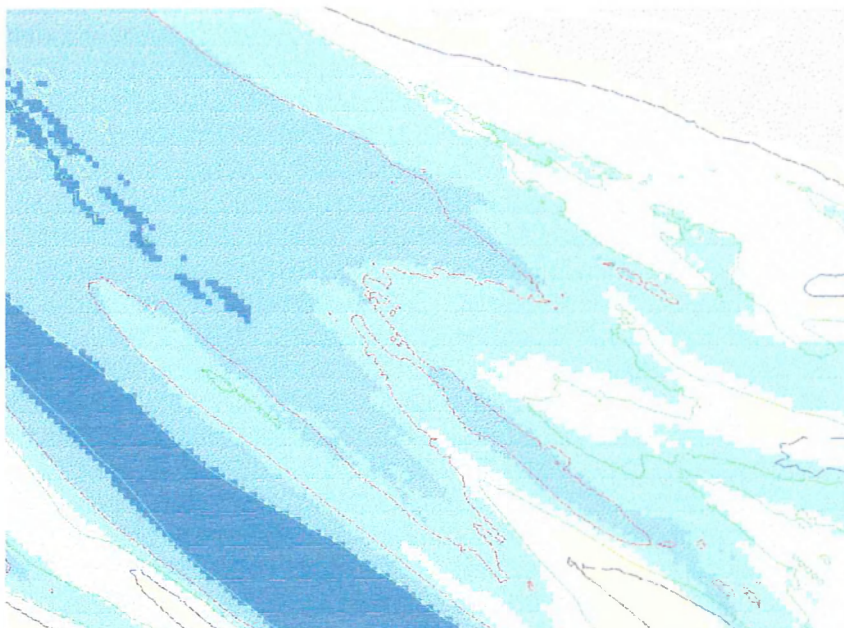
De in- en doorstroming van de geul is verbeterd. Een aanwijzing hiervoor is veel steilere geul-plaat overgang langs de noordwest zijde van de Plaat van Walsoorden. Dit alles wijst erop dat ook het debiet door de geul is toegenomen, wat overeenkomt met de modelberekeningen. Mogelijk heeft dit te maken met minder terugstorten in dit gebied. Erosie langs zuidelijke oever met tegelijkertijd sedimentatie langs de noordelijke (maximaal 1 m) oever van de inloop zorgt voor bijdraaiing van de geul. Ditzelfde is te zien in de diepere delen van de geul. Verwacht mag worden dat de natuurlijke ontwikkeling van de geul zal zijn dat deze zich in de komende tijd sterker zal gaan ontwikkelen, waarbij enige uitbochtig zal plaatsvinden langs de noordelijke rand van de Plaat van Walsoorden en wat afkalving langs de zuidelijke rand van de Platen van Valkenisse.

Getijvolumes

De getijvolumes in het Schaar van Valkenisse zijn volgens de modelberekeningen duidelijk toegenomen t.g.v. de veranderde bodemligging in 1999. De toename van de ebstroom is hierbij het sterkst, wat vermoedelijk komt door de verbeterde instroming tijdens eb.

Schaar van Waarde

In de periode 1990 - 1999 is een duidelijke uitruiming geweest van het schaar van Waarde in oostelijke richting. Hierdoor is de zogenaamde "Bananen" plaat, een ondiepte ten westen van de Platen van Valkenisse als zodanig niet meer herkenbaar. Deze inscharing is vooral sterk geweest na 1994. Het gaat hierbij om honderden meters. De eerst meer doorgaande dieptelijnen naar de Zimmergeul zijn veranderd in een gebied van meerdere kleine nevengeultjes met een onduidelijk patroon.



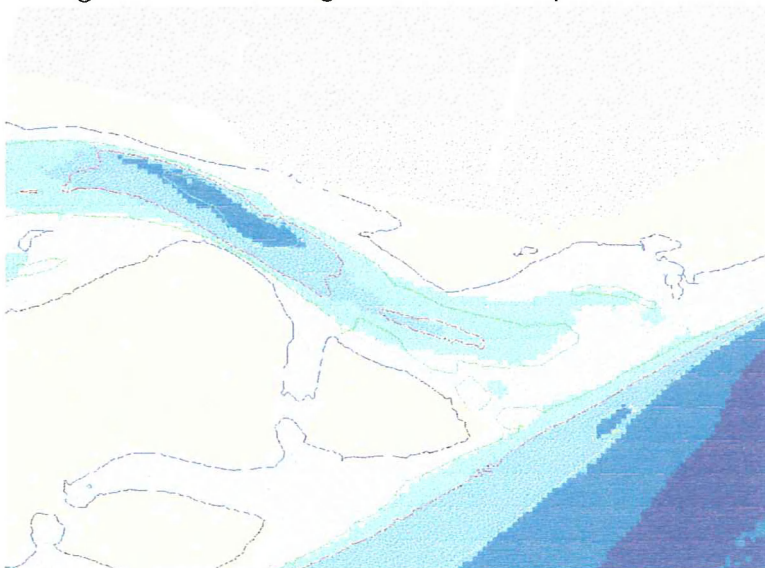
Mogelijk komt dit doordat in dit gebied vanaf 1997 veel zandwinning plaatsvindt en weinig specie meer wordt teruggestort. Verwacht wordt dat door de toegenomen diepte de erosie door stroom en golven in dit gebied is toegenomen.

Getijvolumes

De berekende getijvolumes in het Schaar van Waarde voor de bodemligging 1999 wijzen op een geringe toename van de vloed en een geringe afname van de eb. De toename van de vloed komt overeen met de vastgestelde inscharing. Dat de eb wat minder water trekt kan te maken hebben met de in betekenis afnemende Zimmermangeul.

Zimmermangeul

De Zimmermangeul lijkt in de periode 1990 - 1999 iets te verondiepen. Na 1997 is er alleen sprake van sedimentatie. De dieper gelegen niveau's zijn in omvang wat kleiner geworden. Het geulprofiel van het overgangsgebied naar het Nauw van Bath neemt af. De doorgaande NAP -2m dieptelijn bestaat niet meer, wat betekent dat deze geul tijdens eb nauwelijks meer water trekt. Ook de eerder aanwezige in zuidelijke richting stromende kortsluitgeul naar de overloop van Valkenisse is praktisch verdwenen.



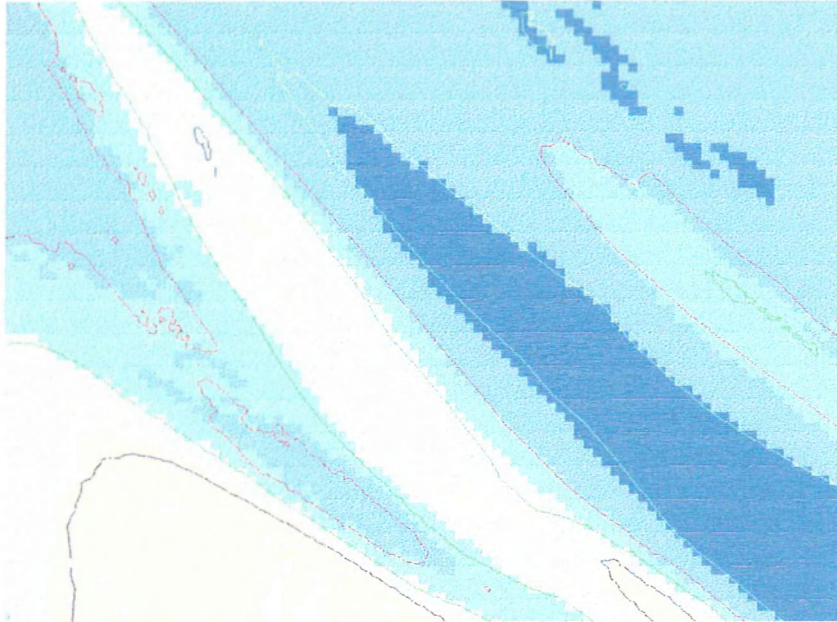
Getijvolume

De modelberekeningen (resultaten niet vermeld in dit werkdocument) geven als indicatie aan dat de Zimmermangeul wat minder water trekt, hetgeen overeenkomt met de waargenomen morfologische ontwikkelingen.

4.3 Plaatontwikkeling

Plaat van Walsoorden

De oostelijke uitloper van de Plaat van Walsoorden is vanaf 1997 een vast geheel gaan vormen met het westelijk deel en verder in oostelijke richting uitgebreid. Langs de westelijke- en noordelijke plaatrand heeft door de opdringende geul erosie plaatsgevonden.



De zuidelijke plaatrand is juist wat uitgebouwd. De periode 1997 - 1999 is echter weinig veranderd, behalve dat de plaat is uitgebouwd in oostelijke richting langs de Overloop van Valkenisse.

Platen van Valkenisse

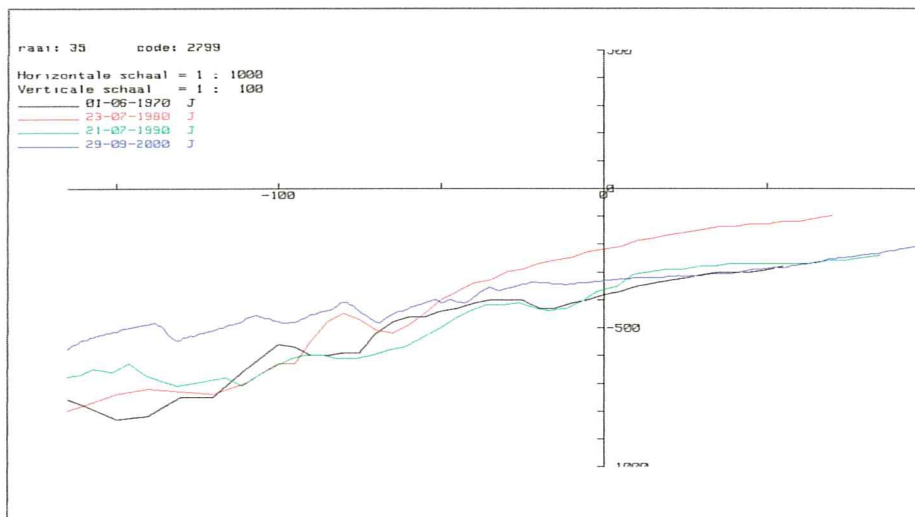
De Platen van Valkenisse zijn meer één geheel aan het vormen vanaf 1997, hoewel de omvang wat geringer lijkt. Dit hangt mogelijk samen met de inscharing van het Schaar van Waarde. Het westelijke deel is hierbij geërodeerd. In het oostelijk deel heeft lichte sedimentatie plaatsgevonden. Het oostelijk deel is erg dynamisch.

Slik van Waarde

Vanaf 1984 neemt het slik zelf regelmatig af. De erosie is het grootst in het westelijk deel en neemt af in oostelijke richting. Mogelijk heeft deze ontwikkeling te maken met het geultje dat zich ontwikkeld langs de rand van het slik. De LW rand van het slik van Waarde is in de periode 1990 - 2000 aan weinig veranderingen onderhevig geweest.

Het dwarsprofiel van de vooroever nabij de westelijke punt van het schor van Waarde (Figuur 10) laat zien dat de vooroever in de periode 1970 - 1980 sterk is gesedimenteerd. Dit kan te maken hebben met de stortingen van drempelspecie in het Schaar van Waarde. In 1990 is deze sedimentatie weer verdwenen. Deze laatste ontwikkeling is overeenkomstig de ontwikkeling van het slik. Uit de ligging van 2000 blijkt dat sedimentatie heeft plaatsgevonden op wat dieper gelegen delen. Rond 1987 is in dit gebied nabij het slik ongeveer $3 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ baggerspecie gestort uit de verbreding van het kanaal door Zuid Beveland, wat mogelijk de oorzaak is van deze sedimentatie [Ref. 11]. Nadere analyse van de ontwikkeling van dit slik is buiten de context van deze studie.

Figuur 10. Dwarsprofiel slik van polder Waarde / Westveer in raai 2799/35.
Dit profiel is ter hoogte van de meest westelijk punt van het schor.



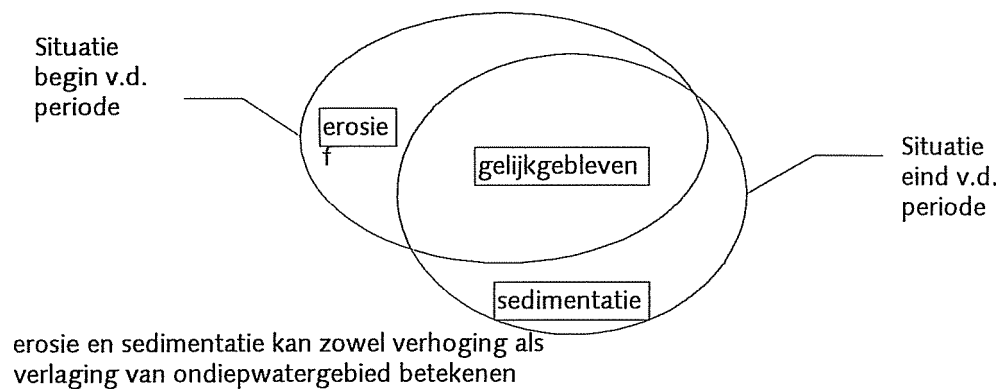
Resumé

De delen van de plaatgebieden boven NAP zijn meer aan elkaar gegroeid. De ondiepe gebieden langs het Schaar van Waarden en schaar van Valkernisse zijn dynamischer geworden. Er zijn minder kortsluitgeulen over de plaat.

4.4 Ondiepwatergebied

De specifieke ontwikkeling van het ondiepwatergebied is nagegaan voor een periode van een aantal jaren. Hierbij zijn de volgende begrippen gehanteerd (zie figuur):

- totaal : het totale ondiepwatergebied dat in de aangegeven periode bij de ontwikkeling is betrokken.
- sedimentatie: het ondiepwatergebied dat er in de periode is bijgekomen. Kan zowel in diepte als in hoogte zijn.
- erosie : het ondiepwatergebied dat er in de periode is verdwenen. Kan zowel in diepte als in hoogte zijn.
- gelijk : het ondiepwatergebied dat in de periode gelijk is gebleven



Uit de figuur volgt dat Situatie begin v.d. periode = gelijkgebleven + erosie of afname
 Situatie eind v.d. periode = gelijkgebleven + sedimentatie of toename

Het ondiepwatergebied is van belang voor de ecologische ontwikkelingen van een estuarium. De veranderingen van dit gebied zijn in eerste instantie totaal beschouwd. De kaarten van de jaarlijkse veranderingen vanaf 1986 zijn weergegeven in bijlage 2. De samenvattende veranderingen vanaf 1986 zijn getalsmatig weergegeven in tabel 4.

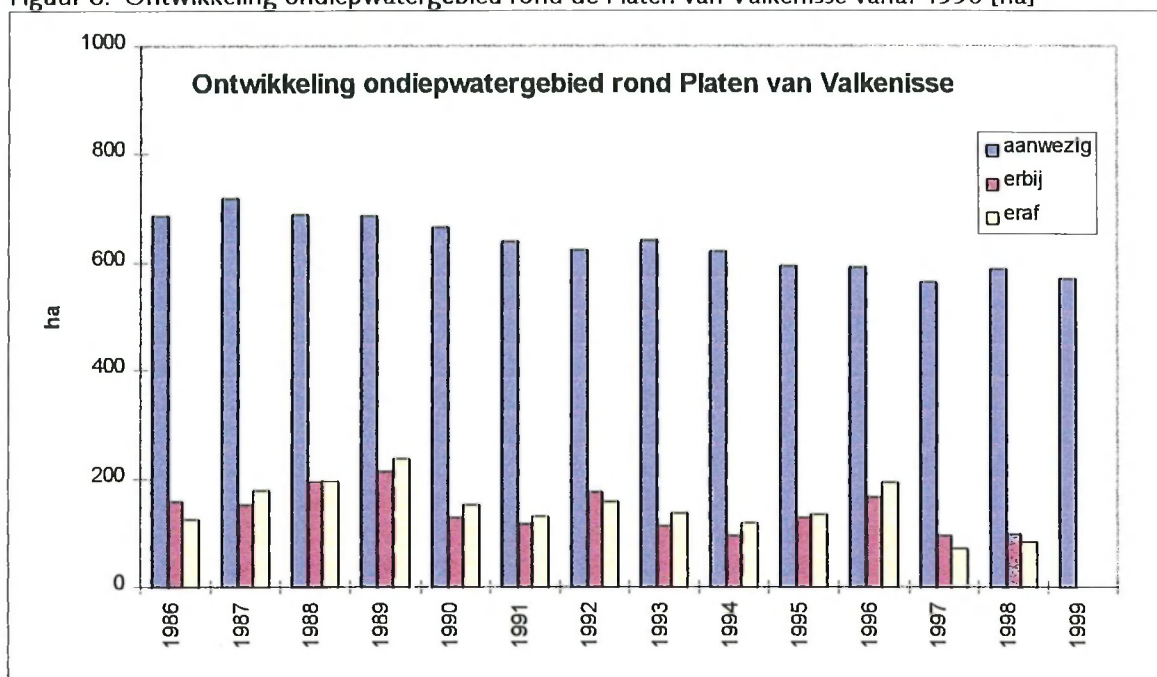
Tabel 4. Oppervlakte en verandering oppervlakte gebied rond Platen van Valkenisse vanaf 1986 [ha]

jaar	aanwezig	toename	afname	netto verandering
1986	684	157	125	33
1987	717	151	179	-28
1988	689	193	196	-3
1989	686	214	236	-23
1990	664	127	152	-25
1991	639	117	131	-14
1992	624	174	156	18
1993	642	114	137	-24
1994	619	94	119	-25
1995	594	129	132	-4
1996	590	167	194	-27
1997	563	94	70	24
1998	587	83	99	-16
1999	571			
gem	633	139	148	-9
std		40	44	21

Het ondiepwatergebied rond de Platen van Valkenisse is orde 600 ha groot. De trend is een afname van 700 ha in 1986 naar minder dan 600 ha in de huidige situatie, gemiddelde 10 ha/jaar. De jaarlijkse spreiding in de netto veranderingen (verschil tussen toename en afname) bedraagt ca 20 ha. Deze is iets kleiner dan de aangenomen onnauwkeurigheid. Ieder jaar komt er gemiddeld ca. 140 ha aan ondiepwatergebied bij en gaat er tegelijkertijd 150 ha aan ondiepwatergebied weer af. De veranderingen komen overeen met plus en min ca $0.4 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ sediment (oppervlak maal 3 m schijfdikte). De grootste veranderingen zijn toe te schrijven aan enerzijds het overgangsgebied tussen het Schaar van Valkenisse en Overloop van Valkenisse en anderzijds het overgangsgebied tussen het Schaar van Waarde, de Zimmermangeul en de Overloop van Valkenisse en de Platen van Valkenisse.

De algehele tendens in de periode 1986 - 1999 is een afname van het ondiepwatergebied met ca. 15%. In totaal is dit ca. 100 ha. Tussen 1997 en 1998 is een toename berekend van ca 20 ha. Deze toename is mede aanleiding geweest tot deze studie [Ref 2]. Van 1998 tot 1999 is toename weer teniet gedaan. De ontwikkelingen laten voor het totale gebied weinig variatie zien (Figuur 8). Dit geldt eveneens voor de periode 1997 - 1999.

Figuur 8. Ontwikkeling ondiepwatergebied rond de Platen van Valkenisse vanaf 1990 [ha]



Het ondiepwatergebied, dat er op jaarbasis bekeken bijkomt en afgaat is groter dan de onnauwkeurigheid van de lodingen. De variatie laat zien dat het gebied heel dynamisch is. In de periode tot 1989 was deze variatie relatief groot. Ook in 1996 was de variatie groot. In 1990, 1991 en 1997, 1998 was deze variatie heel gering. Over het algemeen verloopt de variatie tot 1989 en na 1991 vrij constant. Na 1996 is er wat terugval. Opvallend is dat er vaker afname is dan toename. De variatie zit vooral in de ontwikkeling van de platen en geulen in het groter geheel. Bij uitbreiden van de geul wordt ondiepwatergebied geërodeerd. Aan het uiteinde ontstaat nieuw areaal. De variatie langs de plaatranden is gering. Het westelijk deel van het gebied vertoont afname van het areaal, terwijl het oostelijk deel toename laat zien.

De versteiling van de plaatranden laat zien dat de hellingen tot 20% voorkomen (Bijlage 1). De hellingen zijn steil waar sprake is van uitbocht en inscharing en flauw in de luwte zijde hiervan. Er is een redelijke overeenkomst met waar erosie en sedimentatie optreedt.

In 1997 is een gebied geconstateerd met - no data- zowel op de plaat als in de zone tot NAP-5 m. Dit gebied heeft echter nauwelijks invloed op de grootte van het ondiepwatergebied. De grootte van het ondiepwatergebied in 1997 betreft de wintersituatie - eind 1997 - en de situatie van 1998 betreft de zomersituatie 1998. De periode tussen deze opnamen is ca. 5 maanden. De geconstateerde veranderingen kunnen daarom voor een deel te maken hebben met seizoensvariatie in de morfologie. Het is echter niet bekend in hoeverre er sprake is van seizoensvariatie. Dit is niet verder onderzocht met behulp van de meerdere lodingen in één jaar (tabel 1). De overige perioden zijn zowel verschillen tussen winter en zomer als zomer en winter (vergelijk tabel 1).

De morfologische ontwikkeling van het estuarium wordt voornamelijk bepaald door de werking van het getij in een alluviaal bed. Deze werking zorgt voor uitruiming van geulen, ophoging van de platen enz. Golfwerking veroorzaakt erosie van de plaatranden. Het is niet bekend of de morfologische ontwikkelingen in de zomerperiode systematisch anders zijn dan in de winterperiode. Uit langjarige getijwaarnemingen [Ref. 13] blijkt dat het gemiddelde getijverschil buiten het stormseizoen (april t/m augustus) hoger is dan in het stormseizoen. Een eerste verkenning leert dat dit verschil redelijk omgekeerd evenredig verloopt met de variatie van de Schelde-afvoer. Een hypothese kan zijn dat de Scheldeafvoer de getijkracht dempt. De variatie van het getijverschil tussen het stormseizoen en buiten het stormseizoen bedraagt maximaal 15 cm, wat aanzienlijke variatie in het sedimenttransport kan geven (orde 50%).

De veranderingen van het ondiepwaterareaal voor het deelgebied de oostelijke uitloop van het Schaar van Valkenisse (Figuur 1) laten zien dat na 1996 in de periode 1996 - 1999 het ondiepwaterareaal met 20% is afgenomen. Tussen de opname van 1997 en 1998 verandert er netto weinig (Tabel 5).

Tabel 5. Oppervlakte en verandering oppervlakte ondiepwaterareaal in de Oostelijke uitloop van het Schaar van Valkenisse in de periode 1996 - 1999 [ha]

Jaar	Aanwezig	Erbij	Eraf
1996	110	36	25
1997	99	11	12
1998	100	23	10
1999	87		

Opvallend is dat de jaarlijkse veranderingen wat minder zijn geworden, wat overeenkomt met het totaal beeld in de periode 1996 - 1999 (vergelijk tabel 4).

Invloed van stormen

Het is niet bekend wat de invloed is van éénmalige stormen op de morfologie, laat staan op het ondiepwatergebied in een estuarium. Voor de periode 1990 - 1999 is daarom een overzicht gemaakt van de periode waarin de loding is uitgevoerd, de opgetreden stormen > 9 Beaufort met een tijdsduur > ½ getijperiode en de gemeten verandering van het ondiepwatergebied in kwalitatieve zin (Tabel 6).

Tabel 6. Overzicht van lodingen, meting ondiepwatergebied (ODW) en stormen > 9 B (duur > ½ T)

Jaar	Periode opname loding	storm	verandering ODW t.o.v. vorige opname
1990	april	25 januari 1990	-3%
1991	mei		-4%
1992	februari		-2%
1993	april		+3%
1994	maart - september	9 december 1993	-4%
1995	januari		-4%
1996	januari		<1%
1997	maart - mei		-5%
1998	juni		+4%
1999	maart - april	25 oktober 1998	-3%
2000	maart - mei		

De algemene indruk is dat de verandering van het ODW niet anders wijzigt wanneer een storm is opgetreden. De opnamen zijn waarschijnlijk te globaal om te weten wat de effecten zijn van golferosie op het ondiepwatergebied.

4.5 Kominhoud

De komberging van het gebied ten oosten van de veerhaven Perkpolder tot aan de grens (Figuur 1) is tussen 1988 en 1994 veranderd. Het gebied rond Platen van Valkenisse maakt hier deel van uit. Tussen 1994 en 1999 is de inhoud van de kom met ca. 25 miljoen m³ toegenomen [Ref 6]. Dit komt overeen met 10% van de totale inhoud. De toename zit vooral in de geulen.

5. Discussie/synthese

Getijvolumes

De resultaten van de berekende en gemeten getijvolumes komen overeen met de verwachting op basis van de gemeten bodemligging in 1999. De consolidatie voor de uitgevoerde verdieping 48'/43' duurt nog ca. 10 jaar. Mogelijk dat hierdoor de verdeling van de debieten over de geulen nog wat wijzigt. Kleine veranderingen zijn moeilijk aantoonbaar in verband met de nauwkeurigheid van de debietmetingen. De verdeling van de getijvolumes over de geulen is door de verdieping van het Schaar van Valkenisse heel anders dan uitgaande van 1988 werd verwacht. De toename van het debiet door het Zuidergat is daardoor wat minder dan verwacht. Het ebvolume is extra toegenomen door de onstane doorgebroken ligging t.o.v. het algehele stroombeeld. Dat de vloedstroom hierbij minder toeneemt komt waarschijnlijk doordat minder water over de plaat wordt getransporteerd. Dat het Schaar van Waarde in vergelijking met vloedstroom toch wat minder ebstroom trekt kan komen doordat de Zimmermangeul door z'n situering tijdens eb meer stroombergend dan stroomvoerend werkt. Hierop kan van invloed zijn dat de ebstroom belemmerd wordt door het terugstorten van specie in het Schaar van Waarde. In het Schaar van Valkenisse daarentegen wordt niet teruggestort, maar zand gewonnen.

Ontwikkeling van geulen en platen

Het Zuidergat en de Overloop van Valkenisse zijn lokaal wat verdiept. Het Schaar van Valkenisse verdiept en beweegt aan de oostelijke uitloop noordwaarts naar de zuidelijke rand van de Platen van Valkenisse. Het Schaar is wat dieper geworden in de inloop. De Zimmermangeul is in geringe mate verondiept, maar verandert niet in ligging. De Plaat van Walsoorden is wat verdiept langs de zuidwestelijke rand en is hoger geworden langs de oostelijke uitloop. De Platen van Valkenisse zijn meer aan elkaar gegroeid, ten koste van wat plaatgebied in het westelijk deel. Langs de oostzijde bij de Zimmermangeul is wat plaatgebied ontstaan. Het slik van Waarde is lokaal wat verdiept. Door deze ontwikkelingen is het ondiepwatergebied ook veranderd.

Ontwikkeling Schaar van Valkenisse

Uit de ontwikkeling van zowel eb- als vloedstroom in het Schaar van Valkenisse en de geconstateerde morfologische ontwikkeling vanaf 1990 mag worden verwacht dat verdere uitruiming zal doorgaan. Belemmering van ontwikkeling kan optreden door stortingen en door drempelvorming in de overgang met het Overloop van Valkenisse. Dit laatste zal minder snel gebeuren, doordat de drempels steeds worden opgeruimd. Eén en ander betekent een versterking van het Schaar van Valkenisse, indien het debiet groter is dan het natuurlijke evenwicht. Dit laatste is na te gaan.

Ontwikkeling Schaar van Waarde en Zimmermangeul

Bij de huidige ontwikkeling van het Schaar van Valkenisse mag worden verwacht dat de doorgang van de Zimmermangeul zal afnemen. Mogelijk is dat de inscharing van het Schaar van Waarde bijdraagt aan een vergroting van de westelijk inloop van het Schaar van Valkenisse, waardoor deze Schaar nog sterker gaat ontwikkelen.

Ontwikkeling van Platen van Walsoorden en Valkenisse

Een duidelijker manifesteren van het Schaar van Valkenisse kan leiden tot duidelijker geul/plaat overgangen, waardoor de plaatgebieden meer gehelen zullen vormen. Dit wijst op "verdrinken" in plaats van "verlanden" van het gebied, waardoor de natuurlijke dynamiek toeneemt en mogelijk andere kortsluitgeulen kunnen ontstaan.

Sedimenttransport

Bij de vergelijking van de sedimentbronnen en putten volgt dat voor het totale gebied geldt dat na 1996 de jaarlijkse netto zandonttrekking in het gebied rond de Platen van Valkenisse van dezelfde orde van grootte is als de jaarlijkse verandering van het ondiepwatergebied. Dit is waarschijnlijk toevallig omdat niet alleen de ondiepwatergebieden, maar ook de geulen en het intergetijdegebied verandert.

Voor het Schaar van Waarde en - Valkenisse geldt dat er netto geen sediment wordt gestort. Het Schaar van Waarde ruimt bovendien uit, wat betekent dat minder sediment wordt uitgevoerd dan aangevoerd. Het netto uitgevoerde sediment verdwijnt via de geul of over de plaat.

Ontwikkeling ondiepwatergebieden

De ondiepwatergebieden veranderen dynamisch door verschuiving, vermindering en vermeerdering van geulen en platen. De gegevens zijn op een te grote tijdschaal om mogelijk iets te kunnen zeggen over het effect van stormen hierop. De dynamiek is vooral groot in het gebied van de platen van Valkenisse. Er is hiermee geen aantoonbare relatie. Het oppervlak aan ondiepwatergebied bedraagt orde 600 ha. De analyse

laat in grote lijnen een afname van ondiepwaterareaal zien in de periode 1986 tot nu. De afname bedraagt gemiddeld 10 ha per jaar. Het lijkt erop dat vanaf 1997 een stabilisatie optreedt. Dit valt samen met de omslag is van weinig baggeren en veel storten naar veel baggeren en weinig storten. Na 1996 is minder teruggestort.

In de periode 1997 - 1998 is een toename gemeten van 17 ha. Deze toename valt binnen de meetnauwkeurigheid van 30 ha. Daarom is op korte termijn niet aan te geven waar de veranderingen zitten. Gedetailleerd inzoomen op de oostelijke uitloop van het Schaar van Valkenisse geeft hetzelfde beeld als het totale gebied.

De periode, die is geanalyseerd, is te kort om te kunnen beoordelen in hoeverre de veranderingen worden beïnvloed door de 18, 6 jarige cyclus van het getij. Wel is het zo dat het dal (1987) en de top (1996) samenvalt met veel ODW en weinig ODW. Als hypothese is verder gegeven dat de binnen een jaar variatie kan optreden door systematische verschillen binnen een jaar in getijhoogte, wat kan leiden tot aanzienlijke verschillen van het sedimenttransport. Als mogelijke oorzaak is de dempende werking van de Schelde-afvoer op het getijgenoemd. Nadere analyse hiervan is niet uitgevoerd.

Komberging

De toename van de kom is voor de helft te verklaren uit de baggerwerken. Het overige deel is mogelijk het gevolg van de toename van het getijverschil.

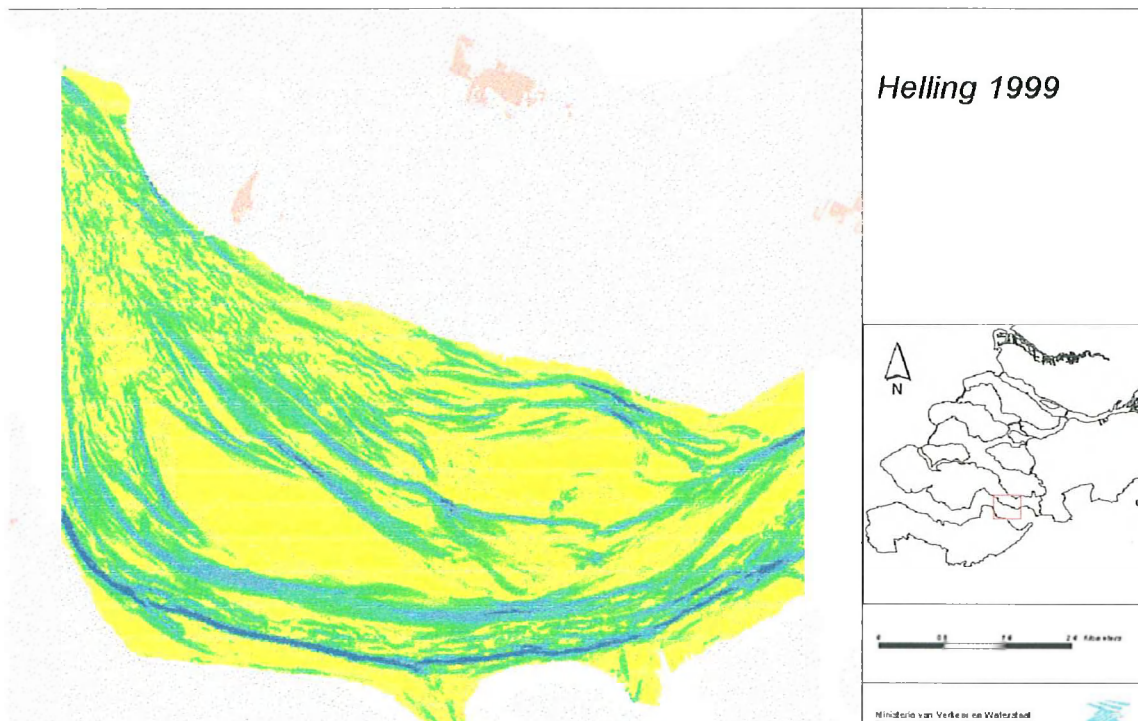
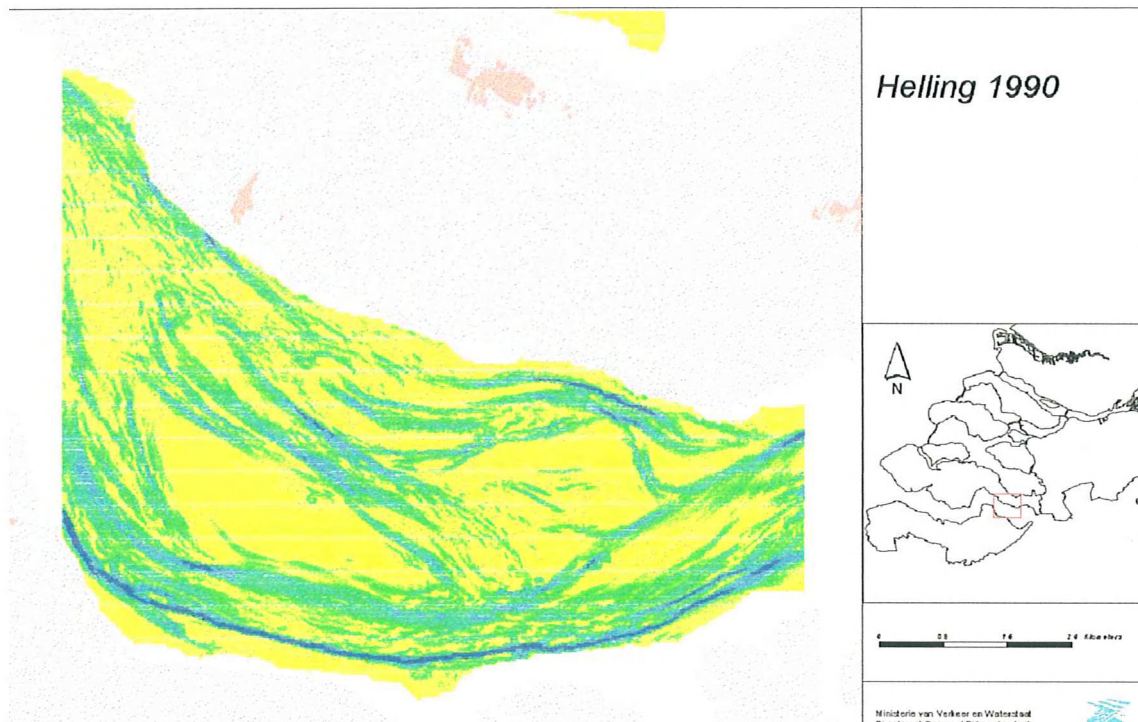
6. Conclusies en aanbevelingen

1. De gemeten geringe toename van het ondiepwatergebied rond de Platen van Valkenisse bij de 1^e evaluatie van de verdieping 48'/43' (periode 1997 - 1998) valt binnen de meetnauwkeurigheid van de lodingen. In de periode 1998 - 1999 is weer een geringe afname van het ondiepwatergebied gemeten.
2. De afnemende trend van het ondiepwaterearaal vanaf 1986 lijkt vanaf 1997 te stabiliseren, wat samenvalt met de omslag van veel minder terugstorten van baggerspecie in het Oostelijk deel. De bestudeerde periode is te kort om te kunnen beoordelen of deze trend te maken heeft met de 18,6 jarige cyclus van het getij.
3. De ontwikkeling van het Schaar van Valkenisse zet zich door. Aanbevolen wordt deze ontwikkeling in relatie tot het Zuidergat en de Zimmermangeul te blijven volgen.
4. Aanbevolen wordt de variatie van het getij nader te analyseren in relatie tot de morfologische veranderingen op de tijdschaal 18,6 jarige cyclus en binnen het jaar.
5. Hypothese is dat de morfologische veranderingen binnen een jaar onder andere te maken heeft met de invloed van de Scheldeafvoer op het getij.

Geraadpleegde literatuur:

1. Mol e.a.,
De toestand van de Westerschelde aan het begin van de verdieping 48'/43' (rapport 1).
Rapport RIKZ-97.049.
2. Arends e.a.,
Monitoring van de effecten van de verruiming 48'/43' (rapport 4).
Rapport RIKZ 99.019
3. Mol,
De fysische toestand van de Westerschelde 1998; kort na de verdieping 48'/43'.
Werkdocument RIKZ/AB-99.826x
4. Bureau Svasek,
Tussentijdse evaluatie 48'/43' verruiming en stortbeleid Westerschelde,
Rapport 99187/1111.
5. Kornman e.a.,
Advies aanleg geulwandverdediging.
Werkdocument RIKZ/AB-98.849x
6. Dekker L.,
MOVE:Trendlijnen en getijsimulaties Scaldis 100
Directie Zeeland, memo van 16 februari 2000
7. Dekker L.,
Resultaten Scaldis 100 met bodem 1999
Directie Zeeland, memo van 31 juni 2000
8. Bureau Svasek, Verklarend onderzoek drempels Westerschelde.
Projekt nr. 940. Januari 1994.
9. Calibratie en verificatie Scaldis100
Werkdocument RIKZ/AB 94.839x
10. Walhout T.
Geulwandverdediging Zuidergar
Werkdocument RIKZ/AB-2000.825x
11. Vroon J.
Lozing van 3 miljoen m3 specie ten gevolge van de werken aan het kanaal door Zuid Beveland in de
Westerschelde
Nota Dienst Getijdewateren, nota GWWWS-87.401
12. Bureau Witteveen en Bos
Getijanalyse Westerschelde
Rapport 74-719, oktober 1999
13. Tienjarig overzicht der waterhoogten, afvoeren en watertemperaturen
Rijkswaterstaat Dienst Getijdewateren 1989

Bijlage 1. Verandering van de hellingen in het Valkenissegebied



Bijlage 2. Jaarlijkse veranderingen van het ondiepwatergebied

