





Monitoring verdieping Westerschelde

Globale inschatting van kosten

Nota AX.93-039





Monitoring verdieping Westerschelde

Globale inschatting van kosten

nota AX-93.039

Rijkswaterstaat
Directie Zeeland
drs. R. Postma

december 1993



Inhoudsopgave

0	Samenvatting	3
1	Inleiding	4
2	Beschrijving van ingrepen en effecten	5
2.1	Verdieping van de vaargeul	5
2.2	Wijziging stort- en zandwinstrategie	6
2.3	Aanleg oeververdedigingen	6
2.4	Compenserende maatregelen natuur	6
3	Doel van monitoring	8
3.1	Operationele begeleiding ingrepen	8
3.2	Evaluatie effecten ingrepen	8
3.3	Evaluatie aanvullende maatregelen	9
3.4	Kennis handhaven	9
4	Produkten en planning	10
4.1	Operationele begeleiding ingrepen	10
4.2	Evaluatie effecten ingrepen	10
4.3	Evaluatie aanvullende maatregelen	12
4.4	Kennis handhaven	12
5	Globale inschatting van kosten	13
5.1	Meetinspanning	13
5.2	Analyses en materialen	13
5.3	Uitbesteding aan externe instituten	14
5.4	Totale kosten	14
6	Conclusies en aanbevelingen	15
	Literatuur	16

.....

Bijlagen

1	Voorspelde ontwikkelingen
2	Aanvullende metingen
3	Aantal bootdagen per meting
4	Kosten voor analyses en materialen
5	Kosten voor uitbestedingen



0 Samenvatting

Indien het verdiepingsprogramma 48'/43'/38' in de Westerschelde door-gang vindt, zal de komende jaren een aantal grote ingrepen en maatregelen worden uitgevoerd. Hierdoor zullen veranderingen optreden in fysische, chemische en biologische kenmerken van de Westerschelde. Het is van belang inzicht in deze veranderingen te krijgen, om de ingrepen zonodig tijdig te kunnen bijsturen, de effecten te kunnen evalueren en de kennis van het beheersgebied te kunnen handhaven.

Om voldoende inzicht te verkrijgen is het nodig gedurende een aantal jaren extra metingen en studies uit te voeren. De kosten van de extra metingen en de studies zijn geraamd op circa f10.000.000,- verdeeld over de periode van 1994 tot en met 2001. De kosten zijn gebaseerd op de inzet van boten van de Meetdienst van Directie Zeeland, de uitvoering van laboratoriumanalyses, de aanschaf van materialen en de uitbesteding van rapportages aan externe instituten. De inzet van personeel van Rijkswaterstaat is niet meegerekend. Bij de raming van de kosten is uitgegaan van toepassing van huidige, gebruikelijke meettechnieken. Het is echter niet onwaarschijnlijk dat de kosten en het tijdsbeslag voor de gevraagde grote meetinspanning gereduceerd kunnen worden door invoering van nieuwe technieken.

Evaluatie van de effecten van maatregelen en ingrepen is alleen mogelijk indien de uitgangssituatie wordt vast te leggen. Voor een groot deel is die uitgangssituatie bekend. Essentiële kennis van met name biologische kenmerken ontbreekt echter nog. Voor deze onderdelen dient de uitgangssituatie in 1994 te worden vastgelegd. Voor monitoring in 1994 is een bedrag van circa f1.500.000,- nodig.

Gezien de tijd die nodig is voor het voorbereiden van de metingen is het van belang op zeer korte termijn zicht te hebben in de beschikbare financiën voor monitoring in 1994.

Het onderhavige document biedt inzicht in de kosten die verbonden zijn aan monitoring. Een operationeel monitoringprogramma bestaat nog niet. Het van groot belang op korte termijn te beschikken over een operationeel monitorinprogramma, waarin is vastgelegd op welke wijze en op welke tijdstippen produkten worden verwacht. Tevens dient tijdig capaciteit te worden gereserveerd bij verschillende diensten van Rijkswaterstaat, met name Directie Zeeland, de Meetdienst en de Dienst Getijdewateren.



1 Inleiding

In de komende jaren zal naar alle waarschijnlijkheid de vaargeul in de Westerschelde verdiept worden volgens het programma 48'/43'/38'. Tevens Daarmee samenhangend zullen oeververdedigingen worden aangelegd en worden meer en andere stortlokaties voor baggerspecie ingebruik genomen. Ook zullen maatregelen worden getroffen om het verlies aan natuurwaarden te beperken. Verwacht wordt dat door deze ingrepen en maatregelen veranderingen zullen optreden in de fysische, biologische en chemische kenmerken van de Westerschelde. Inzicht in deze veranderingen is belangrijk, onder meer om tijdig te kunnen bijsturen indien ongewenste effecten optreden. Hiervoor is het nodig om gedurende een aantal jaren extra metingen en studies te verrichten (monitoring) waaraan uiteraard kosten verbonden zijn. Deze notitie geeft een globale inschatting van de kosten voor monitoring.

Om tot een inschatting van de kosten te komen is omschreven wat de doelen van monitoring zijn en welke produkten op welk tijdstip daarvoor gemaakt moeten worden. Vervolgens is uitgezocht welke metingen aanvullend op het bestaande routinematige monitoringprogramma nodig zijn en of interpretatie van de metingen door Rijkswaterstaat of door externe instituten uitgevoerd kunnen worden. De totale kosten zijn uiteindelijk gebaseerd op de kosten van de aanvullende metingen, de kosten voor analyses en verwerking van meetgegevens en de kosten van studies die worden uitbesteed aan externe instituten.

Deze notitie kan niet worden gezien als een draaiboek voor de uitvoering van het monitoringprogramma. Daarvoor zullen de produkten, de tijd- en capaciteitsplanning meer in detail moeten worden uitgewerkt.



2 Beschrijving van ingrepen en effecten

De belangrijkste ingreep die gaat plaatsvinden is de verdieping van de vaargeul volgens het programma 48'/43'/38'. Verwacht wordt dat het programma in 1995 van start kan gaan. Eveneens in 1995 zal een nieuwe baggervergunning verleend worden waarin de plaats en de omvang van stortlokaties voor baggerspecie uit de vaargeul zullen worden gewijzigd. Om inscharing van geulen als gevolg van de verdieping te voorkomen worden op een aantal lokaties oeververdedigingen aangelegd. Tevens zullen maatregelen worden getroffen om het verlies aan natuurwaarden te beperken.

Hieronder worden deze ingrepen en maatregelen nader beschreven en wordt een inschatting van hierdoor optredende effecten gegeven.

.....

2.1 Verdieping van de vaargeul

Volgens het programma 48'/43'/38' wordt de vaargeul zodanig op diepte gebracht dat:

- een schip met een diepgang van 48' in één getij van Vlissingen naar de haven van Antwerpen kan varen;
- een schip met een diepgang van 43' in in één getij van Antwerpen naar Vlissingen kan varen;
- een schip met een diepgang van 38' getij-ongebonden van en naar Antwerpen kan varen.

Om aan deze eisen te kunnen voldoen worden de drempels in de vaargeul eenmalig door baggeren verdiept. Om de nieuwe diepte te handhaven is vervolgens continu extra onderhoudsbaggerwerk noodzakelijk. De toename van het baggerwerk en het ontstaan van een diepere geul zal tot verschillende veranderingen leiden van het morfologische, het hydraulische en het ecologische systeem. In 1984 is een studie uitgevoerd naar effecten van de verdieping (Technische Scheldec commissie, 1984). Recente onderzoeken hebben tot nieuwe inzichten in de te verwachten effecten geleid. Een samenvatting van de in het studierapport voorspelde effecten en de nieuwe inzichten is weergegeven in bijlage 1A. De effecten worden veroorzaakt door toename van debieten en stroomsnelheden in de hoofdvaargeul als gevolg van de grotere diepte en door toename van de zwevend-stofgehalten in het water als gevolg van de grotere bagger- en stortomvang.



.....
2.2 Wijziging stort- en zandwinstrategie

De strategie voor het storten van baggerspecie wordt geregeld in de baggervergunning en de WVO-vergunning. Deze vergunningen worden steeds voor 3 jaar verleend. In de vergunningen die in 1995 ingaan wordt de stortstrategie aangepast: De stortlokaties worden, voor zover de kwaliteit van de baggerspecie het toelaat, in het westelijk en midden deel van de Westerschelde geconcentreerd (van Dam, 1993). Hiermee wordt een afname van de baggeromvang beoogd.

In 1992 is ook een nieuwe trend ingezet met het zandwinbeleid, waarbij de totale omvang van zandwinning gelijk blijft maar de zandwinlokaties geleidelijk verschuiven naar het oostelijk deel van de Westerschelde. Het zandwinbeleid is in 1992 voor een periode van 5 jaar vastgesteld en is eveneens gericht op vermindering van de baggeromvang.

De verwachte effecten van de wijzigingen in de stort- en zandwinstrategie hebben met name betrekking op veranderingen in de zandbalans van de Westerschelde en de morfologische dynamiek en de bodemdierenpopulatie van intergetijde- en ondiepwatergebieden (bijlage 1B).

.....
2.3 Aanleg oeververdedigingen

Verwacht wordt dat als gevolg van de verdieping de stroomsnelheden in de hoofdvaargeul zullen toenemen. Om inscharing van oevers te voorkomen worden tijdens de verdieping op een aantal lokaties oeververdedigingen aangebracht. De oeververdedigingen bestaan uit een bestorting van de geulwand, vanaf de geulbodem tot ongeveer de laagwaterlijn.

Verwacht wordt dat de aanwezigheid van de oeververdedigingen zal leiden tot verhoging en lichte verslibbing van het achterliggende slik.

Mogelijk wordt daardoor de bodemdierengemeenschap rijker en neemt de erosiesnelheid van de schorrand op termijn af (bijlage 1C).

.....
2.4 Compenserende maatregelen natuur

De uitvoering van de verdieping van de vaargeul zal tot verlies aan natuurwaarden van de Westerschelde leiden. Het verlies aan natuurwaarden wordt veroorzaakt veranderingen in het procesklimaat in de Westerschelde, waardoor de randvoorwaarden voor de ontwikkeling van kenmerkende natuur verslechteren. Als gevolg van oevererosie en toenemende stortingen zal tevens areaalverlies van waardevolle gebieden optreden. Om het natuurverlies te beperken is in het studierapport voorgesteld om bedreigde schorren te beschermen tegen versnelde erosie door de aanleg van schorrandverdedigingen. Dergelijke maatregelen passen echter niet meer in de huidige visie op natuurbeheer. Daarom worden alternatieve maatregelen onderzocht, die meer gericht zijn op het herstellen van het procesklimaat. Ontpolderen biedt voor de natuur de beste perspectieven



omdat verwacht wordt dat hierdoor het procesklimaat verbetert, de baggeromvang afneemt en het areaal natuurgebieden wordt uitgebreid (Postma, 1993).



3 Doel van monitoring

De veranderingen die in de Westerschelde zullen optreden als gevolg van de verdieping van de vaargeul, de wijziging van de stort- en zandwinstrategie, de aanleg van oeververdedigingen en de maatregelen tegen natuurverlies zijn slechts ten dele voorspelbaar. Om een aantal redenen is het wenselijk om, door middel van monitoring, beter inzicht in de effecten te krijgen. Doelen voor monitoring zijn:

1. Operationele begeleiding tijdens de uitvoering van ingrepen
2. Evalueren van effecten van ingrepen
3. Evalueren van de effectiviteit van aanvullende maatregelen
4. Handhaven van de kennis van het beheersgebied

.....

3.1 Operationele begeleiding ingrepen

Tijdens de uitvoering van de verdieping kunnen plotselinge, onverwachte effecten optreden die aanpassing van het uitvoeringsplan noodzakelijk maken. Snelle veranderingen kunnen bijvoorbeeld optreden in hydraulische parameters, zoals stroomsnelheden, en in morfologische kenmerken, zoals het ontstaan van kortsluitgeulen of het optreden van oevererosie. Om hierop in te kunnen springen is het nodig een aantal parameters met hoge frequentie te meten en snel te verwerken.

Ook bij de invoering van het gewijzigde stort- en zandwinstrategie is het noodzakelijk om een vinger aan de pols te houden. In kwalitatieve zin kunnen de effecten van de strategie wel voorspeld worden, maar de grenzen aan de capaciteit van stort- en zandwinlokaties zijn moeilijk voorspelbaar. Het storten van grote hoeveelheden specie in nevengeulen heeft in het oostelijk deel van de Westerschelde geleid tot een verhoogde dynamiek van aangrenzend intergetijdegebied. Ontwikkeling van dergelijke effecten in het westelijk deel is ongewenst, en metingen moeten inzicht geven in de bovengrenzen van stortingen op dergelijke lokaties. Tevens moet het mogelijk zijn zandwinning in het oostelijk deel bij te sturen wanneer daar een onacceptabel tekort op de zandbalans dreigt te ontstaan.

.....

3.2 Evaluatie effecten ingrepen

Het is een wens van Vlaanderen om na gereedkomen van de verdieping naar 48'/43'/38' een verdere verdieping van de vaargeul uitvoeren, waarna ook schepen met een diepgang van 50' in één getij de haven van Antwerpen kunnen bereiken. De Nederlandse minister heeft aangekondigd dat voorafgaand aan de verdieping naar 50' een milieu-effectrapportage opgesteld moet worden.



De voorspelde effecten van de verdieping naar 48'/43'/38', zoals beschreven in het studierapport, zijn met grote onzekerheid omgeven. Goed inzicht in de werkelijk effecten van de verdieping naar 48'/43'/-38' is een noodzakelijke basis voor het opstellen van een M.E.R. voor een volgende verdieping.

Het doel van de wijzigingen in de stort- en zandwinstrategie is het verminderen van de baggeromvang en het herstel van ongewenste veranderingen in de natuurlijke dynamiek. Met name door de stortstrategie zullen in eerste instantie de kosten van de baggerwerkzaamheden stijgen. Om deze extra kosten te kunnen verantwoorden is het noodzakelijk inzicht te krijgen in de mate van reductie van het baggerwerk en het herstel van de natuurlijke dynamiek. Tevens moet het bij het opstellen van nieuwe vergunningen mogelijk zijn de stort- en zandwinstrategie bij te stellen en te optimaliseren.

.....
3.3 Evaluatie aanvullende maatregelen

Aanvullende maatregelen worden uitgevoerd om oevererosie en natuurverlies te beperken. Door metingen dient getoetst te worden of dit doel inderdaad bereikt wordt.

.....
3.4 Kennis handhaven

Voor de beheerder van de Westerschelde is het van belang om een bepaalde basiskennis van fysische, chemische en biologische aspecten te handhaven, om snel in te kunnen spelen op vragen en calamiteiten. Als gevolg van de verdieping zal een aantal essentiële parameters veranderen. Door monitoring kan de basiskennis op peil gehouden worden.



4 Produkten en planning

Om een inschatting te kunnen maken van de benodigde metingen en studies, is het nodig globaal te weten wanneer er behoefte is aan welke gegevens voor de verschillende doelen. Hierbij is ervan uitgegaan dat de verdiepingswerkzaamheden in de Westerschelde grotendeels worden uitgevoerd in 1995 en 1996.

..... 4.1 Operationele begeleiding ingrepen

Voor de begeleiding van zowel de verdieping als het storten en het zandwinnen is het nodig steeds te beschikken over recente zandbalansen van de totale Westerschelde en van deelgebieden. Hiertoe dienen jaarlijks vaklodingen van het gehele gebied te worden uitgevoerd, aangevuld met een tweejaarlijkse opname van intergetijdegebieden. Tevens zijn gegevens nodig van baggeren, storten en zandwinnen. Ook de ontwikkeling van oevers en ankerplaatsen kan worden afgeleid uit lodingen.

..... 4.2 Evaluatie effecten ingrepen

Bij de evaluatie van effecten van de verdieping zijn de volgende onderwerpen van belang:

-Zandbalansen

Ook voor evaluatie van de verdieping is inzicht in de ontwikkeling van jaarlijkse zandbalansen belangrijk.

-Hydraulische ontwikkelingen

Het gaat hierbij vooral om ontwikkelingen in het verticale en het horizontale getij. Ontwikkeling van het verticale getij worden afgeleid uit trendanalyse van automatisch ingewonnen waterstandsgegevens en uit modelresultaten (WAQUA). Ontwikkeling van het horizontaal getij wordt afgeleid uit modelresultaten (WAQUA) en 5-jaarlijkse debietmetingen.

-Ontwikkeling van natuurlijke habitats

Effecten van de verdieping op de ontwikkeling van natuurlijke habitats worden beschreven aan de hand van: arealen van hoogtezones, sediment-samenstelling, morfologische dynamiek, bodemdieren en vegetatie. Areaalontwikkelingen worden afgeleid uit de jaarlijkse vaklodingen, 2-jaarlijkse opnamen van intergetijdegebieden en 5-jaarlijkse luchtfoto-opnamen van schorren. Inzicht in de sedimentsamenstelling wordt verkregen door analyse van sedimentmonsters en Landsat-bewerkingen. Dynamiek wordt afgeleid uit ontwikkeling van sedimentatie-erosie plots, de sedimentsamenstelling en de voorkomende bodemdieren- of vegetatiegemeenschappen.



-Veranderingen van biologische processen

Om het effect van de verdieping op de mineralisatie en de primaire produktie (phytoplankton en phytobenthos) te onderzoeken moeten deze parameters regelmatig in situ worden gemeten. Het model MOSES wordt ingezet om te onderzoeken op welke manier de biologische processen worden gestuurd door veranderingen in fysische en chemische randvoorwaarden. Hiervoor is het onder andere nodig om inzicht te hebben in de veranderingen in het zwevend-stofgehalte, de sedimentatiesnelheid van slib, dispersie, verblijftijden van water en de belasting van het systeem met stikstof en organisch stof. Deze invoergegevens worden deels uit monitoring en deels uit modelresultaten verkregen.

-Voorkomen van organismen

Als gevolg van veranderingen in primaire produktie worden effecten verwacht op de biomassa en de produktie van het benthos. Door erosie van schorren en slikken worden veranderingen van de schorvegetatie en in de bodemdierengemeenschap verwacht. Hierdoor zal tevens het voedselaanbod voor vogels veranderen. De ontwikkelingen van soorten en aantallen van verschillende organismen zullen door monitoring worden gevolgd.

-Water- en bodemkwaliteit

Effecten op de gehalten aan chloride, zwevend stof, nutriënten en zuurstof in het water worden onderzocht door bewerking van resultaten van chemische monitoring. Tevens wordt de kwaliteit van het zwevende stof geanalyseerd en wordt onderzocht of eroderende schorren als een substantiële bron voor verontreiniging van de Westerschelde fungeren. Veranderingen in de bodemkwaliteit worden met name op bagger- en stortlokaties verwacht.

-Integrale beschrijving van systeemveranderingen

Door combinatie van bovenstaande onderwerpen dient inzicht te worden verkregen in de oorzaak-gevolg relaties.

Om effecten van de verdieping te kunnen evalueren is het nodig de uitgangssituatie vóór de verdieping te weten, de ontwikkelingen tijdens de uitvoering en de effecten na de uitvoering. Ervan uitgaande dat de verdieping van de Westerschelde in de jaren 1995 en 1996 wordt uitgevoerd, ligt het voor de hand in 1995 te rapporteren over de uitgangssituatie, in 1997 over de periode van uitvoering en in 2000 over de nieuwe situatie. De uitgangssituatie is voor de meeste aspecten bekend. Met name voor het onderdeel biologische processen moet deze echter nog worden vastgelegd in 1994.

Om de gewijzigde stort- en zandwinstrategie te kunnen evalueren en bij te stellen is het nodig jaarlijkse zandbalansen op te stellen.



.....
4.3 Evaluatie aanvullende maatregelen

De effectiviteit van de oeververdedigingen wordt bepaald aan de hand van analyse van slikprofielen, erosie- en sedimentatiegegevens van het slik, samenstelling van sediment en de bodemdierengemeenschap op het slik, de schorrandontwikkeling en de schorvegetatie. Rapportage hierover zal enkele jaren na aanleg van de verdedigingen kunnen plaatsvinden.

Ook de maatregelen tegen het natuurverlies dienen te worden geëvalueerd. Omdat nog geen definitieve keuze is gemaakt over de aard van deze maatregelen, kan ook nog geen inschatting van de benodigde metingen gemaakt worden. Indien gekozen wordt voor ontpolderen zal in ieder geval de ecologische ontwikkeling en de aanslibbingssnelheid in het nieuwe kombergingsgebied moeten worden gemeten en de effecten op hydraulische parameters en de ontwikkeling van drempels. Deze metingen zijn niet verwerkt in het vervolg van deze notitie.

.....
4.4 Kennis handhaven

Aangenomen wordt dat uitvoering van de hierboven genoemde metingen en voortzetting van de huidige routinematige metingen, voldoende mogelijkheden bieden om de fysische, chemische en biologische basiskennis van de Westerschelde te kunnen handhaven.



5 Globale inschatting van kosten

Uitgaande van de produkten die nodig zijn om de ingrepen te begeleiden, de effecten van ingrepen en aanvullende maatregelen te evalueren en de systeemkennis te handhaven is geïnteriseerd wat voor metingen moeten worden uitgevoerd aanvullend op de huidige routinematige metingen. Een overzicht van de aanvullende metingen is opgenomen in bijlage 2. Vervolgens zijn de kosten voor de uitvoering van de aanvullende metingen en de daarmee samenhangende analyses bepaald. Tevens is een inschatting gemaakt van de werkzaamheden die aan externe instituten zal worden uitbesteed en de kosten hiervan. Tenslotte is een overzicht verkregen van de totale kosten die verbonden zijn aan de uitvoering van het monitoringprogramma.

..... 5.1 Meetinspanning

In overleg met de Meetdienst van de Directie Zeeland is per meetonderdeel uit bijlage 2 een inschatting gemaakt van het aantal dagen dat een meetschip moet worden ingezet, de zogenaamde bootdagen (bijlage 3). De kosten van een bootdag bedragen f2500,-. Voor metingen die langer dan acht uur duren zijn twee bootdagen in rekening gebracht. In de periode van 1994 tot en met 2001 zijn in totaal 1689 bootdagen nodig, de kosten hiervoor bedragen f4.222.500,-.

Een aanzienlijk deel van de bootdagen is benodigd voor debietmetingen (m4 en m5). Hoewel deze metingen al jaren lang volgens een vast schema worden uitgevoerd en ook van belang zijn indien de verdieping niet zou doorgaan, zijn debietmetingen tot op heden niet opgenomen in het routinematige monitoringprogramma. Indien dit alsnog gebeurd vallen de kosten voor meetinspanning ruim 1 miljoen gulden lager uit.

..... 5.2 Analyses en materialen

Onder het onderdeel "analyses en materialen" wordt verstaan het verrichten van laboratoriumanalyses van water- en bodemonsters, het analyseren van hoogtegegevens van de Meetkundige Dienst en de aanschaf van materialen zoals luchtfoto's.

In totaal is er in de periode van 1994 tot en met 2001 een bedrag van f920.000,- geraamd voor analyses en materialen (bijlage 4). Een groot deel van deze kosten zit in de analyses van de waterkwaliteit (m14 en m15), die circa f50.000,- per jaar bedragen. Ook de analyse van transportpatronen (m10) is een belangrijke kostenpost, namelijk f250.000,- in het jaar 2000.



.....

5.3 Uitbesteding aan externe instituten

Verwacht wordt dat de interpretatie en rapportage over verschillende meetonderdelen zal moeten worden uitbesteed aan externe instituten. De capaciteit die wordt uitbesteed is uitgedrukt in mensjaren, voor ieder mensjaar is f100.000,- geraamd.

De totale kosten voor uitbestedingen zijn geraamd op f4.400.000,- voor in totaal 44 mensjaren (bijlage 5). Geschat is dat voor rapportage over fysische gegevens jaarlijks een mensjaar aan capaciteit moet worden uitbesteed. Uitbesteding van de rapportage over chemische gegevens is eveneens op een mensjaar per jaar geschat. Interpretatie en rapportage over met name bodemdieren (m12 en m13) is zeer bewerkelijk, hiervoor dienen twee mensjaren per jaar te worden uitbesteed. Ook het onderzoek naar biologische processen (m11) vraagt een grote capaciteit, in totaal negen mensjaren.

.....

5.4 Totale kosten

De totale kosten voor monitoring, berekend als de som van de kosten voor de meetinspanning, de analyses, de aanschaf van materialen en de uitbestedingen aan externe instituten, worden ingeschat op circa f10.000.000,-. De verdeling van de kosten over de verschillende onderdelen en jaren is weergegeven in tabel 5.1. Van belang is met name dat al in 1994 een bedrag van ruim f1.500.000,- nodig is voor het vastleggen van de uitgangssituatie.

jaar	bootdagen	analyses en materialen	uitbesteding	totaal
1994	797.500	105.000	650.000	1.552.500
1995	550.000	75.000	700.000	1.325.000
1996	425.000	50.000	450.000	925.000
1997	460.000	80.000	500.000	1.040.000
1998	637.500	100.000	650.000	1.387.500
1999	445.000	75.000	700.000	1.220.000
2000	697.500	360.000	450.000	1.507.500
2001	210.000	75.000	300.000	585.000
som	4.222.500	920.000	4.400.000	9.942.500

Tabel 5.1 Kosten (x f1,-) voor monitoring in de periode 1994 tot 2001



6 Conclusies en aanbevelingen

Indien het verdiepingsprogramma voor de Westerschelde doorgang vindt, zal de komende jaren een aantal grote ingrepen en maatregelen worden uitgevoerd. Hierdoor zullen veranderingen optreden in fysische, chemische en biologische kenmerken van de Westerschelde. Het is van belang inzicht in deze veranderingen te krijgen, om de ingrepen zonodig tijdig te kunnen bijsturen, de effecten te kunnen evalueren en de kennis van het beheersgebied te kunnen handhaven.

Om voldoende inzicht te verkrijgen in de veranderingen is het nodig gedurende een aantal jaren extra metingen en studies uit te voeren. De kosten van de extra metingen en de studies zijn geraamd op circa f10.000.000,- verdeeld over de periode van 1994 tot en met 2001. De kosten zijn gebaseerd op de inzet van boten van de Meetdienst van Directie Zeeland, de uitvoering van laboratoriumanalyses, de aanschaf van materialen en de uitbesteding van rapportages aan externe instituten. De inzet van personeel van Rijkswaterstaat is niet meegerekend.

Bij de raming van de kosten is uitgegaan van toepassing van huidige, gebruikelijke meettechnieken. Het is echter niet onwaarschijnlijk dat de kosten en het tijdsbeslag voor de gevraagde grote meetinspanning gereduceerd kunnen worden door invoering van nieuwe technieken.

Evaluatie van de effecten van maatregelen en ingrepen is alleen mogelijk indien de uitgangssituatie wordt vast te leggen. Voor een groot deel is die uitgangssituatie bekend. Essentiële kennis van met name biologische kenmerken ontbreekt echter nog. Voor deze onderdelen dient de uitgangssituatie in 1994 te worden vastgelegd. Voor monitoring in 1994 is een bedrag van circa f1.500.000,- nodig. Gezien de tijd die nodig is voor het voorbereiden van de metingen is het van belang op zeer korte termijn zicht te hebben in de beschikbare financiën voor monitoring in 1994.

Het onderhavige document biedt inzicht in de kosten die verbonden zijn aan monitoring. Een operationeel monitoringprogramma bestaat nog niet. Het van groot belang op korte termijn te beschikken over een operationeel monitorinprogramma, waarin is vastgelegd op welke wijze en op welke tijdstippen produkten worden verwacht. Tevens dient tijdig capaciteit te worden gereserveerd bij verschillende diensten van Rijkswaterstaat, met name Directie Zeeland, de Meetdienst en de Dienst Getijdewateren.



Literatuur

Technische Scheldec commissie (1984) Studierapport Verdieping Westerschelde programma 48'/43', deel I en II. Antwerpen/Middelburg, juni 1994.

Postma, R. (1993) Compensatie natuurverlies bij uitvoering van het verdiepingsprogramma 48'/43'. Rijkswaterstaat, Directie Zeeland, nota AX-93.038

Van Dam, D. (1993) Verdieping Westerschelde, programma 48'/43'. Stortplaatsen en hoeveelheden baggerspecie vanaf 1995. Rijkswaterstaat, Directie Zeeland, notitie NWL-93.31



Bijlage 1 Voorspelde ontwikkelingen

1A Effecten verdieping vaargeul

Fysische kenmerken

1. Toename van getijverschillen in stroomopwaartse richting van ca. 0 cm bij Vlissingen tot 10 à 15 cm bij Bath, met name door verlaging van de laagwaters met ca. 10 cm. De gemiddelde hoogwaters stijgen slechts met enkele centimeters.
2. Ten oosten van Terneuzen zullen de hoofdgeulen 5 à 10 % van het totale eb- en vloedvolume méér gaan afvoeren ten koste van de nevengeulen. De totale eb- en vloedvolumina blijven gelijk.
3. Toename van maximale stroomsnelheden in het Gat van Ossensisse en het Zuidergat; Afname op de drempels in het oostelijk deel, de Schaar van Waarde, de platen van Walsoorden en de platen van Valkenisse. Ten westen van Terneuzen geen significante veranderingen in maximale snelheden.
4. Geen verhoging van hoogwaterstanden bij stormomstandigheden en geen directe invloed op de golfhoopte. *Recente inzichten: Als gevolg van de verdieping stijgen de hoogwaters in het westelijk deel van de Westerschelde met 10 cm per eeuw sneller dan het gemiddeld zeeniveau en in het oostelijk deel met 20 cm per eeuw.*
5. Het aanlegbaggerwerk (in de beun gemeten) bedraagt 56 à 64 miljoen m³ ten westen van Vlissingen en 12 à 17 miljoen m³ in de Westerschelde en op de drempel van Zandvliet.
6. Na voltooiing van de verdieping zal het onderhoudsbaggerwerk toemen met ca. 9 miljoen m³ ten westen van Vlissingen en 6,72 miljoen m³ in de Westerschelde en op de drempel van Zandvliet.
7. Als gevolg van de verruiming van de hoofdgeulen stroomopwaarts van Hansweert zal, zonder verdere maatregelen, ca. 125 ha intergetijdegebied en ca. 75 ha schorregebied verloren gaan. De meest bedreigde gebieden liggen in de omgeving van Saeftinge, ten westen van Bath en bij de Platen van Hulst.
8. *Recente inzichten: Als gevolg van de verruiming en de toename van stortingen zullen veranderingen optreden in de oppervlakten van verschillende dieptezones.*

Chemische kenmerken

1. Geringe verhoging van het chloridegehalte in het oostelijk deel van de Westerschelde van ca. 80 mg/l ± 300 mg/l bij Hansweert tot ca. 400 mg/l ± 1250 mg/l bij de grens.
2. Vermoedelijk een toename van zwevend stof in het Scheur als gevolg van baggeren en storten. In de Westerschelde zal het zwevend stof gehalte gemiddeld over meerdere jaren met ca. 10 mg/l (15 à 30 %) stijgen.
3. Geen significante wijzigingen in nutriënten- en zuurstofgehalten in de waterfase van de Westerschelde. In het mondingsgebied geen wijziging van het nutriëntengehalte, het is onbekend of een zuurstofdaling meetbaar zal zijn. *Recente inzichten: Als gevolg van de verruiming neemt het zwevend-stofgehalte en daardoor organisch stofgehalte toe. Hierdoor neemt de bacteriële omzetting van organisch materiaal toe,*



komen nutriënten sneller en in grotere mate beschikbaar en neemt het zuurstof gehalte af.

4. In het algemeen geen stijgingen van de gehalten van organische en anorganische contaminanten als direct gevolg van het toegenomen baggerwerk. In slibrijke gebieden, met name op de drempel van Zandvliet, zal een toename optreden van de gehalten aan zink, koper, chroom, nikkel en lood met 0,2 à 2 $\mu\text{g/l}$, het cadmiumgehalte met 0,02 $\mu\text{g/l}$ en het kwikgehalte met 0,004 $\mu\text{g/l}$ (berekend aan de hand van de te verwachten stijging van zwevend stof).

5. Als gevolg van het toegenomen getijverschil zal de waterkwaliteit in het oostelijk deel van de Westerschelde in geringe mate verbeteren en in het Westelijk deel verslechteren.

6. Verplaatsing van grote hoeveelheden verontreinigde specie uit het oostelijk deel van de Westerschelde naar het westelijk deel zal leiden tot hogere gehalten aan schadelijke stoffen, waaronder met name cadmium in zowel bodem als bodemdieren in het westelijk deel. Ook de gehalten in vissen en vogels kunnen dan toenemen.

7. Als gevolg van de stijging van het chloridegehalte zal uitvlokking van zwevend stof met daaraan geadsorbeerde contaminanten verder stroomopwaarts optreden.

Biologische kenmerken

1. Nabij stortlokaties in vloedgeulen kan, door een afname van debieten over de platen, een vermindering van het voedselaanbod voor organismen op de platen optreden.

2. Als gevolg van verdubbeling van de te storten specie op stortlokatie S1 (tussen Zeebrugge en de grens) zal verhoogde schade aan het bodemleven optreden in een gebied van ca. 30 km^2 . Vermoed wordt dat het effect zeer gering zal zijn in verhouding tot de aanwezigheid van bodemleven in de gehele kustzone.

3. Afname van de primaire produktie als gevolg van de stijging van het zwevend stof. Dit zal negatieve gevolgen hebben voor bodemdieren, vissen en vogels.

4. Als gevolg van de stijging van zwevend stof kunnen de levensomstandigheden en het voedselaanbod voor vislarven en jonge vis verslechteren. Het effect op de kraamkamerfunctie is niet in te schatten.

5. De grotere benodigde oppervlakte aan stortplaatsen betekent een verlies van voedsel- en groeiplaatsen voor jonge vis en garnaal. Dit kan tot geremde groei en een verhoogd percentage zieke dieren leiden.

6. De negatieve invloed van baggeren en storten op bodemdieren zal gering zijn gezien de diepe ligging van de lokaties.

7. Recente inzichten: Toename van de morfologische dynamiek leidt tot een afname van de bodemdiergemeenschappen op intergetijdegebieden en ondiepwatergebieden nabij stortlokaties.



1-B Effecten stort- en zandwinstrategie

Fysische parameters

1. Structurele invoering van nieuw stortbeleid zal op termijn tot een afname van onderhoudsbaggerwerk leiden met 1 à 2 mln. m³ per jaar.
2. Als gevolg van de verdieping, het storten van méér specie in het westelijk deel van de Westerschelde en het concentreren van zandwinning in het oostelijk deel van de Westerschelde zal de zandbalans zich ontwikkelen naar een overschot in het westelijk deel, een geringer overschot in het midden deel en een gering tekort in het oostelijk deel.
3. Als gevolg van vermindering van stortingen en toename van zandwinning in de nevengeulen in het oostelijk deel zal de dynamiek van het intergetijdegebied afnemen.
4. Als gevolg van de wijziging van stort- en zandwinlokaties zullen veranderingen optreden in de verdeling van verschillende dieptezones over het estuarium.

Chemische parameters

-

Biologische parameters

1. Bij het overschrijden van een bepaalde, vooraf niet kwantificeerbare, stortomvang zal rondom stortlokaties in nevengeulen in het westelijk en midden deel van de Westerschelde een vergelijkbare toename in de "dynamiek" van het intergetijdegebied ontstaan als in het platengebied van Valkenisse. Deze toename in "dynamiek" uit zich in het ontstaan van meso-ribbels, een vergroving van de sedimentsamenstelling en een afname van biomassa en aantal soorten bodemdieren en een verschuiving naar soorten met een korte levenscyclus.



1C Effecten van oever- en schorbeschermingen

Fysische parameters

1. Achter de oeververdedigingen zal het slik ophogen door sedimentatie van slibrijk sediment.
2. Afslag van de schorrand achter de oeververdediging zal de eerste jaren na aanleg op het huidige niveau blijven optreden; daarna zal de afslag afnemen.
3. De wateraanvoer vanuit de geul naar slik en schor zal als gevolg van de oeververdediging niet significant veranderen.

Chemische parameters

-

Biologische parameters

1. Als gevolg van de toenemende slibsedimentatie op het slik zal de biomassa en het aantal soorten van bodemdieren toenemen. Er zal een bodendierengemeenschap tot ontwikkeling komen die karakteristiek is voor een slibrijke bodem.
2. De aanwezigheid van de oeververdediging zal geen invloed hebben op het migratiegedrag van jonge vis.



Bijlage 2 Aanvullende metingen

Monitoring verdieping Westerschelde

Aanvullende metingen fysische parameters in de periode 1994-2002

parameter	meet-nummer	lokatie	frequentie	meetmethode	opmerkingen
vaklodingen	m1	blad 4,5,6	2-jaarlijks vanaf 1995	loden (raaiafstand 200m)	met deze aanvulling wordt de gehele Westerschelde jaarlijks gelood
detailloding ankerplaats Everingen	m2	vloedschaar Everin- gen	jaarlijks	loden (raaiafstand 200m)	geeft samen met de vakloding een half- jaarlijks beeld
hoogteopname in- tergetijdegebieden	m3	blad 1 t/m 6	2-jaarlijks vanaf 1994	loden/waterpassen/ DGPS	opname van hoge delen geschiedt nu onregelmatig
debieten in geulen	m4	raai 1 t/m 7, 9, 10,12,13	5-jaarlijks voortzetting meetreeks	stroomsnelheden in raaien	raai 1,5,7,12 in 1997/1998
debieten in geulen	m5	raai 1,5, 7,12	in 1999/2000	stroomsnelheden in raaien	voor deze 4 raaien een extra meting naast de 5-jaar- lijkse reeks
erosie/sedimenta- tie intergetijd- gebieden	m6	5 raaien à 4 plots Middelplaat, Pl. v. Baarland, Pl. vd Hulst, Hoogeplaten	maandelijks vanaf 1994	driehoek-plots	aanvullend op 18 bestaande raaien

Monitoring verdieping Westerschelde

parameter	meet- nummer	lokatie	frequentie	meetmethode	opmerkingen
schorareaal	m7	alle schorren + delen van platen	5-jaarlijks vanaf 1997	luchtfoto's	door Meetkundige Dienst
dynamiek en sedi- mentsamenstelling intergetijdegebied	m8	alle intergetijde- gebieden	2-jaarlijks vanaf 1995	interpretatie Lan- dsat-opnamen	-uitvoerbaarheid afhankelijk van experiment in 1994 -door Meetkundige Dienst
sedimentsamenstel- ling intergetijde- gebied	m9	circa 50 lokaties verspreid over in- tergetijdegebied	2-jaarlijks vanaf 1995	sedimentmonsters	ijkmonsters t.b.v. Landsat-analyse
residuele sedi- menttransporten	m10	circa 1600 lokaties verspreid over hele Westerschelde en Zeeschelde	in 2000	McLaren	

Monitoring verdieping Westerschelde

Aanvullende metingen biologische parameters in de periode 1994-2002

parameter	meet-nummer	lokatie	frequentie	methode	opmerkingen
C, N, O ₂ -flux (mineralisatie)	m11	in waterkolom en intergetijdenzone 15 lokaties	1 x per 14dg (2 dg per keer) in 1994 en 1998	Thymidine metingen	t.b.v. ijking MOSES
fytoplankton (biomassa/soorten)	m11	waterkolom 15 lokaties	1 x per 14dg (2 dg per keer) in 1994 en 1998	chlorofyl-a (HPLC)	
fytoplankton (primaire produk- tie)	m11	waterkolom 15 lokaties	1 x per 14dg (2 dg per keer) in 1994 en 1998	C-flux (¹⁴ C)	
hyperbenthos	m12	schorpreken en nevengeulen in oostelijk deel Westerschelde	1 x per maand (2 dg)	staande netten of sledes	
zoöbenthos (macrofauna)	m13	intergetijdenzone en sublitoraal	2 x per jaar	cores	

Monitoring verdieping Westerschelde

Aanvullende metingen chemische parameters in de periode 1994-2002

kwaliteit waterfase

parameter	meet-nummer	lokatie	frequentie	methode	opmerkingen
chloride	m14	20 lokaties tussen Scheur en Antwerpen	1994: 8 per jaar 95-96: 2 per jaar 1997: 8 per jaar 98-02: 2 per jaar	scanning in één getij met hovercraft, in situ meting om de 5 km	op alle 24 lokaties in dezelfde getijfase bemonsteren
zwevend stof	m15	"	"	"	"

kwaliteit zwevend stof

parameter	meet-nummer	lokatie	frequentie	methode	opmerkingen
organische en anorganische microverontreinigingen	m15	1 lokatie in het Scheur	4 maal per jaar	analyse van centri-fuge-monsters	uitbreiding van de 4 bestaande meetpunten in het ZEGE-meetnet

Monitoring verdieping Westerschelde

bodemkwaliteit

parameter	meet- nummer	lokatie	frequentie	methode	opmerkingen
kwaliteit van bagger- en stortlokalities	m16	-baggerlokalities -stortlokalities	2 opnamen in 1994 en 1997	organische en anorganische micro-verontreinigingen	combineren met bemonstering t.b.v. W.V.O.- vergunning
kwaliteit eroderend schor	m17	schor bij Ossensse 3 monsters	1 opname in 1994 of 1995	standaard meetpakket	
bodemkwaliteit Westerschelde en Zeeschelde	m18	traject Zeebrugge tot Antwerpen 1600 meetpunten op drempels en intergetijdegebieden	1 opname in 2000	zie opname voor residuele sedimenttransporten	selectie uit monsters t.b.v. residuele sedimenttransporten

Monitoring verdieping Westerschelde

Bijlage 3 Aantal boottagen per meting

jaar: meting ¹ :	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	totaal boot- dagen
m1		22		22		22			66
m2	3	3	3	3	3	3	3		21
m3	30		30		30		30		120
m4	126	111	63	69	66				435
m5						69	65		135
m6	36	36	36	36	36	36	36	36	288
m7									
m8									
m9		10		10		10		10	40
m10							53		53
m11	80				80				160
m12/13	24	24	24	24	24	24	24	24	192
m14	8	2	2	8	2	2	2	2	28
m15	4	4	4	4	4	4	4	4	32
m16	8	8	8	8	8	8	8	8	64
m17									
m18							53		53
totaal boottagen	319	220	170	184	255	178	279	84	1689
totaal kosten (x 1000,-)	797.5	550.0	425.0	460.0	637.5	445.0	697.5	210.0	4222.5

¹De meetnummers in de eerste kolom verwijzen naar de metingen in bijlage 2. Voor metingen die langer dan 8 uur duren zijn twee boottagen berekend.

Monitoring verdieping Westerschelde

Bijlage 4 Kosten analyses en materialen

jaar: meting ¹ :	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	Totaal
m1 - 6									
m7				5.000					
m8		20.000		20.000		20.000		20.000	
m9		5.000		5.000		5.000		5.000	
m10							250.000		
m11	50.000				50.000				
m12/13									
m14	40.000	40.000	40.000	40.000	40.000	40.000	40.000	40.000	
m15	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	
m16									
m17	4.500								
m18							60.000		
Totaal									

¹ Kosten van analyses en materialen (x fl,-). De nummers verwijzen naar de metingen in bijlage 2.

Monitoring verdieping Westerschelde

Bijlage 5 Kosten uitbestedingen

kosten (x f1000,-) per meting ¹	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	totaal
m1 t/m 6 m8 t/m 10	100	100	100	100	100	100	100	100	
m7				50					
m11	200	250			200	250		100	
m12	150	150	150	150	150	150	150		
m13	100	100	100	100	100	100	100		
m14 t/m 18	100	100	100	100	100	100	100	100	
Totaal	650	700	450	500	650	700	450	300	

¹ De nummers van de metingen verwijzen naar bijlage 2.