



aan
Projectgroep ZEEMOVE

Contactpersoon

Frits Lefèvre

Datum

15 juni 2003

Nummer

RIKZ/AB/2003.802x

Onderwerp

Toetsing van de chemische water- en bodemkwaliteit van de Westerschelde ten behoeve van het Evaluatierapport 2003.

Doorkiesnummer

0118-672314

Bijlage(n)

-

Product

ZEEMOVE

1. Inleiding.

In het kader van het project ZEEMOVE worden de gevolgen van de verruiming van de Westerschelde naar 48'/43' gemonitord en beschreven in het MOVE Evaluatierapport 2003, dat binnenkort verschijnt. De gevolgen voor de Westerschelde van de verruiming daarvan worden in beeld gebracht door toetsing van een groot aantal fysische, chemische en ecologische kenmerken en processen aan hypothesen, die voor dit doel zijn gedefinieerd. Deze zijn in het Plan van aanpak [Jong, J. de, et al., 1997] beschreven. In 2002 is de set hypothesen opnieuw onder de loep genomen. Daarbij zijn enkele hypothesen komen te vervallen en zijn tekstuele aanpassingen van de definities van enkele hypothese en/of van de bijbehorende toelichtingen aangebracht. Deze nieuwe set hypothesen zijn, inclusief de argumentatie bij deze update, vastgelegd in [Liek, G.A, 2002].

De Westerschelde vervult vele (gebruiks)functies, met name die van 'natuur', 'visserij' en 'recreatie'. Een goede chemische water- en bodemkwaliteit is een belangrijke randvoorwaarde voor het gezond functioneren van de Westerschelde. Ook de situering van de chloridegradiënt is voor een goed functioneren van het estuarium van groot belang. Planten en dieren hierin stellen bepaalde minimum eisen aan hun specifieke leefomgeving. Samen met heersende fysische, morfologische en biologische omstandigheden bepalen in de Westerschelde de kwaliteit van het water en de bodem én de ligging van de chloridegradiënt voor een deel de mate van geschiktheid van die leefomgeving.

Het grootste deel van de verontreinigingen die op de Westerschelde terechtkomen, is afkomstig van de Zeeschelde. Hierdoor is er een duidelijke concentratiegradiënt van verontreinigingen in het water en in de bodem van de Westerschelde, met de hoge

concentraties bij de Belgisch-Nederlandse grens en lagere concentraties in de monding van de Westerschelde.

Vorm en ligging van de chloridegradiënt worden bepaald door de menging van het zoute zeewater en het zoete rivierwater, met hoge concentraties in de monding van de Westerschelde en lage(re) bij de Belgisch-Nederlandse grens.

Door de bagger- en stortstrategie, die tijdens de verruiming 48'/43' is gehanteerd, is een groot deel van de relatief verontreinigde baggerspecie uit het oosten van de Westerschelde gestort in het relatief schone westen, waardoor deze mogelijk is verontreinigd. Omdat er uitwisseling plaatsvindt van verontreinigingen in de bodem en de waterkolom, zullen veranderingen in de bodemkwaliteit 'doorwerken' naar de waterkwaliteit. Mogelijk hebben die verruimingswerkzaamheden ook effecten op de chloridegradiënt.

Binnen het project MOVE zijn hypothesen opgesteld om na te gaan in welke mate de chemische kwaliteit van het water en de bodem van de Westerschelde reageert op de bagger- en stortwerkzaamheden tijdens de verruiming 48'/43'. Hierbij wordt ingezoomd op veranderingen in de concentraties van een aantal stoffen in het water en in de bodem van de Westerschelde. Ook is een hypothese opgesteld om na te gaan in welke mate de verruiming invloed heeft op de chlorideconcentraties in de Westerschelde.

Voorliggend document beschrijft de ontwikkelingen in de tijd voor, tijdens en kort na de verruiming van de Westerschelde van de water- en bodemkwaliteit en van de chlorideconcentraties en de mogelijke relaties met die verruiming, die hoofdzakelijk in de periode 1997 – 1998 is uitgevoerd. Deze beschrijving dient als basis voor de betreffende (sub)hoofdstukken van het MOVE- hypothesendocument [Stikvoort et al., 2003] en het binnenkort te verschijnen MOVE-Evaluatierapport 2003.

2. Beschouwde effecten van de verzuiming.

2.1 Effecten van de verzuiming op de waterkwaliteit.

Een goede chemische waterkwaliteit is een belangrijke randvoorwaarde voor het gezond functioneren van een watersysteem, dus ook van de Westerschelde. Organismen stellen bepaalde eisen aan hun omgeving, zoals een goede waterkwaliteit.

De Westerschelde wordt met een groot aantal stoffen belast. Dit is het gevolg van lozingen, die vrij recent in het stroomgebied van de Schelde plaatsvonden. De verontreinigende stoffen komen via de Zeeschelde bij de Belgisch-Nederlandse grens en bij Terneuzen via het Kanaal van Gent naar Terneuzen de Westerschelde binnen. Ook in Nederland vinden lozingen op de Westerschelde plaats. De waterkwaliteit wordt tevens beïnvloed door variaties in de afvoer van de rivieren in het stroomgebied van de Schelde, die het gevolg zijn van steeds wisselende meteorologische omstandigheden, én door het Noordzeewater dat het Schelde-estuarium binnendringt. Menselijke ingrepen in het watersysteem van dit estuarium en in het hydrologisch stroomgebied van de Schelde zijn eveneens van invloed op de natuurlijke afvoer van de rivieren en daarmee op de aanvoer van verontreinigingen. Behalve bovenstaande factoren bepalen fysische, chemische en biologische processen de waterkwaliteit van de Westerschelde. Door de belasting met verontreinigde stoffen en sommige ingrepen in het watersysteem wordt het natuurlijke systeem van de Westerschelde negatief beïnvloed, met gevolgen voor de haar toegedichte functies natuur, visserij en recreatie.

Door het gevoerde bagger- en stortbeleid tijdens de verzuiming, hoofdzakelijk in de periode 1997 – 1998, werd baggerspecie uit het oostelijke deel, in het westelijke deel van de Westerschelde gestort. Omdat de bodem in het oostelijke deel van de Westerschelde hogere gehalten aan verontreinigende stoffen bevat dan in het westen, bestaat de mogelijkheid dat daardoor de gehalten aan verontreinigende stoffen in de bodem in het westen stijgen. Dit heeft ook gevolgen voor de waterkwaliteit omdat er in principe evenwicht ontstaat tussen de concentraties in de bodem en in de waterkolom. Bij het opstellen van de hypothesen is ook aangenomen dat door de baggerwerkzaamheden in het Scheur – overigens geen direct onderdeel van de verzuiming van de Westerschelde – verontreinigingen vanuit de monding de Westerschelde binnen kunnen dringen. Verder is aangenomen dat door de baggerwerkzaamheden het gebied met het troebelheidmaximum, gesitueerd voor de Vlaamse kust ter hoogte van Knokke, mede als gevolg van een mogelijk grotere getijdoordringing in de Westerschelde - een mogelijk gevolg van de verzuiming - in de richting van de Westerschelde zou kunnen opschuiven. Beide processen zouden de waterkwaliteit van de Westerschelde, met name in het westelijke deel, negatief kunnen beïnvloeden.

Om de eventuele gevolgen van genoemde baggeractiviteiten voor de chemische waterkwaliteit van de Westerschelde aan te kunnen geven zijn daartoe twee hypothesen opgesteld. Ontwikkelingen in de waterkwaliteit worden getoetst aan deze hypothesen.

2.2 Effecten van de verzuiming op de bodemkwaliteit.

Een goede chemische bodemkwaliteit is een belangrijke randvoorwaarde voor het gezond functioneren van de Westerschelde. Immers, de Westerschelde vervult vele functies waarbij de bodemkwaliteit van groot belang is. De bodem van de Westerschelde is in de loop van de tijd opgeladen met verontreinigende stoffen, die afkomstig zijn van een groot aantal bronnen in zuidwestelijk Nederland en in het

stroomgebied van de Schelde. Ook menselijke ingrepen in het watersysteem van het Schelde-estuarium en in het hydrologisch systeem van het stroomgebied van de Schelde zijn van invloed (geweest) op de aanvoer van verontreinigingen. De meeste verontreinigingen zijn afkomstig uit het stroomgebied van de Schelde en komen via de Zeeschelde bij de Belgisch-Nederlandse grens en in mindere mate via het Kanaal van Gent naar Terneuzen bij Terneuzen de Westerschelde binnen. Voeg hierbij de invloed van de 'schone' zee, dan is het duidelijk dat in de bodem voor veel verontreinigende stoffen een concentratiegradiënt is ontstaan, met de hoogste concentraties in het oostelijke deel en de laagste in het westelijke deel van de Westerschelde.

Om de gevolgen van de bagger- en stortactiviteiten ten behoeve van de verruiming voor de chemische bodemkwaliteit van het westelijke deel van de Westerschelde aan te kunnen geven zijn twee hypothesen opgesteld. Deze hypothesen worden getoetst aan de gevonden ontwikkelingen van de chemische kwaliteit van de bodem van de Westerschelde. Als gevolg van het gevoerde bagger- en stortbeleid is tijdens de verruiming baggerspecie uit het oostelijke deel van de Westerschelde meer in het westelijke deel teruggestort. Omdat de bodem in het oostelijke deel van de Westerschelde meer verontreinigd is dan in het westelijke deel, zou de bodem in het westelijke deel daardoor meer verontreinigd kunnen worden. Aangenomen wordt dat deze baggerwerkzaamheden niet alleen effecten kunnen hebben op de chemische kwaliteit van de bodem, maar ook op de samenstelling van de bodem en op het bodemleven. De invloed van de baggerwerken zal het grootst zijn op en in de nabije omgeving van de bagger- en stortlocaties.

Belangrijke processen bij het baggeren zijn de verstoring van het bodemleven en het in de waterfase brengen van sediment en poriënwater met vaak hoge concentraties stoffen. Belangrijk op de stortlocaties zelf is de bedekking met sediment van het bodemleven. Ook kunnen stromingspatronen door de baggerwerkzaamheden zijn gewijzigd, met mogelijk gevolgen voor de erosie/sedimentatie van de bodem. Deze processen kunnen eveneens gevolgen hebben voor de samenstelling van de bodem, voor de chemische kwaliteit daarvan en voor het bodemleven. Veranderingen in de samenstelling en de chemische kwaliteit van de bodem kunnen gevolgen hebben voor de waterkwaliteit.

Om de gevolgen van genoemde baggeractiviteiten voor de chemische bodemkwaliteit van het westelijke deel van de Westerschelde aan te kunnen geven zijn twee hypothesen opgesteld. Deze hypothesen worden getoetst aan de gevonden ontwikkelingen van de chemische kwaliteit van de bodem van de Westerschelde.

2.3 Effecten van de verruiming op de chlorideconcentraties.

Een belangrijke karakteristiek van een estuarium, en dus ook van de Westerschelde, is de chloridegradiënt. Vooral voor de natuurwaarden is deze gradiënt van belang. Veel organismen zijn gebonden aan een bepaalde bandbreedte in het chloridegehalte. Indien het zoute(re) zeewater als gevolg van de verruiming verder het estuarium binnendringt, zal dit gevolgen hebben voor de aan de Westerschelde toegedichte functie 'natuur'.

De chloridegradiënt in de Westerschelde is het gevolg van de ontmoeting tussen zoet rivierwater, hoofdzakelijk afkomstig uit het stroomgebied van de Schelde, en het zoute water van de Noordzee. Behalve de variaties hierin bepalen mengingsprocessen in de Westerschelde de vorm en ligging van deze gradiënt. De mate waarin het water in de Westerschelde wordt gemengd, wordt grotendeels bepaald door de geometrie van de Westerschelde. Ingrepen in deze geometrie, zoals de bagger- en stortactiviteiten ten behoeve van de verruiming, kunnen gevolgen hebben voor de mate waarin het zoute zeewater en het zoete rivierwater worden gemengd. De mogelijkheid bestaat dat door

de verruiming het getij verder de Westerschelde binnen kan dringen, waardoor het zoute water verder stroomopwaarts kan komen dan in de situatie vóór de verruiming. Om de gevolgen voor de zoutconcentraties in de Westerschelde van genoemde baggeractiviteiten ten behoeve van de verruiming aan te kunnen geven is één hypothese opgesteld. Deze wordt getoetst aan de gevonden ontwikkelingen van de chlorideconcentraties in de Westerschelde.

2.4 Exogene beïnvloeding van de chemische kwaliteit en de chlorideconcentraties in de Westerschelde.

Lozingen.

De belangrijkste bronnen van verontreiniging van de Westerschelde zijn de toevoer van verontreinigende stoffen via de Schelde bij de Belgisch-Nederlandse grens en via het Kanaal van Gent naar Terneuzen. Deze stoffen zijn afkomstig uit nagenoeg het hele stroomgebied van de Schelde. Deze toevoer is het gevolg van onvoldoende gezuiverde lozingen door de industrie, de huishoudens en de agrarische gebieden. Genoemde lozingen vinden, hoewel kleiner van omvang, ook op Nederlands grondgebied rechtstreeks in de Westerschelde plaats. Verder is de neerslag voor enkele stoffen een substantiële verontreinigingsbron voor de Westerschelde, evenals de scheepvaart. Genoemde verontreinigingsbronnen bepalen al langere tijd voor het overgrote deel het niveau en de variaties in de concentraties van de verontreinigende stoffen in het water en in de bodem.

Menselijke ingrepen.

Ook menselijke ingrepen in het fysische systeem van de Westerschelde en in het hydrologische systeem van het stroomgebied van de Schelde, die - verspreid over een grote periode, maar vooral de laatste decennia - zijn uitgevoerd, hebben invloed op de water- en bodemkwaliteit van de Westerschelde en op de ligging van de chloridegradiënt. Onder menselijke ingrepen worden verstaan de constructies van havens inclusief sluiscomplexen en de aanleg van toegangseu len naar die havens, inpolderingen, verdieping(en) van de vaargeul en de verwijdering van slib uit de Zeeschelde. Onder ingrepen in het hydrologische systeem vallen de kanalisaties van de meeste rivieren en beken in het stroomgebied van de Schelde, het koppelen van het stroomgebied van de Schelde met andere stroomgebieden, de toenemende verharding van de bodem door woning- en wegenbouw, de aanleg van riolering en drainage en de import van gebiedsvreemd (drink)water. Deze factoren hebben in de tijd een steeds onnatuurlijker rivierafvoer veroorzaakt. Daarbij is een steeds meer geëgaliseerd patroon van de rivierafvoer te zien, het oorspronkelijke afvoer karakter van de Schelde - een regenrivier - is drastisch veranderd.

Bovengenoemde ingrepen zorgen én voor een onnatuurlijke aanvoer van zoet water én voor wijzigingen in de mengingsprocessen in de Westerschelde. Beide typen ingrepen zijn dus van invloed op vorm en ligging van de chloridegradiënt.

Meteorologie.

Meteorologische omstandigheden – denk daarbij aan variaties in de neerslag en in de verdamping - in het stroomgebied van de Schelde spelen een belangrijke rol in de grootte en variatie van de rivierafvoeren en daarmee in de aanvoer van verontreinigingen naar de Westerschelde en in de ligging van de chloridegradiënt.

3. Hypothesen

De hypothesen die zijn opgesteld om de gevolgen van de verruiming voor de chemische water- en bodemkwaliteit van de Westerschelde te toetsen, zijn beschreven in het Plan van aanpak [Jong, J. de, et al., 1997]. Bij het definiëren van deze hypothesen is o.a. aangenomen dat de bagger- en stortactiviteiten en de gevolgen daarvan uiteindelijk geen negatieve invloed (zullen) hebben op de chemische kwaliteit van het water en de bodem van de Westerschelde. Ook zal de invloed op de chlorideconcentraties erg klein zijn. Om dit zo objectief mogelijk te kunnen voorspellen zijn twee hypothesen opgesteld om de gevolgen van de verruiming voor de waterkwaliteit te toetsen, twee hypothesen om de gevolgen voor de bodemkwaliteit te toetsen en één hypothese om de gevolgen chlorideconcentraties te toetsen.

3.1 Toetsing waterkwaliteit.

De hypothesen die zijn opgesteld om de gevolgen van de verruiming door de chemische waterkwaliteit van de Westerschelde te toetsen, zijn beschreven in het Plan van aanpak [Jong, J. de, et al., 1997]. De ontwikkelingen van de waterkwaliteit worden gevolgd en getoetst aan de hand van de volgende hypothesen.

Hypothese C3. De waterkwaliteit van de Westerschelde zal rekening houdend met 'natuurlijke' fluctuaties niet verslechteren ten opzichte van de huidige situatie.

Toelichting: In de hypothese wordt ervan uitgegaan dat door de bagger- en stortwerkzaamheden mogelijk verontreinigingen vrijkomen in het Scheur en dat het gebied met het troebelheidmaximum naar de monding van de Westerschelde zou kunnen opschuiven, mede als gevolg van een sterkere getijdoordringing. Hierdoor zou een mogelijke verslechtering van de kwaliteit van het Westerscheldewater kunnen ontstaan. Naar verwachting echter leiden deze processen niet tot een significante verslechtering van de waterkwaliteit van de Westerschelde.

Inmiddels is de toelichting bij deze hypothese opnieuw geformuleerd. Deze luidt nu: *"Oorzaken van mogelijke verslechtering van de waterkwaliteit: vrij komen van verontreinigingen tijdens het baggeren in de Scheur, binnendringen van het troebelheidmaximum in de monding door een sterkere getijdoordringing. Echter deze mogelijke processen leiden naar verwachting niet tot een significante verslechtering van de waterkwaliteit. De kwaliteit wordt conform de normen uit de 4^e Nota Waterhuishouding [Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 1998] getoetst met de gehalten aan zuurstof, zware metalen en PAK's."*

Toetsing van hypothese C3 vindt plaats op basis van deze nieuwe toelichting.

De ontwikkelingen van het zuurstofverbruik in de waterkolom zouden worden getoetst aan de hand van de volgende hypothese:

Hypothese E1: "De verdiepingswerkzaamheden zullen niet op grote schaal leiden tot een verhoogd zuurstofverbruik in de waterkolom van de Westerschelde t.g.v. versnelde mineralisatie van opgebaggerd organisch materiaal; hooguit zeer lokaal zal kortdurend een verlaging van de zuurstofconcentratie optreden".

Door het storten van opgebaggerd materiaal zal er een hoeveelheid organisch materiaal maar ook opgeloste stoffen in gereduceerde vorm in de waterkolom terechtkomen. Deze fractie zal gemineraliseerd worden en heeft dus een zuurstofbehoefte. De

mineralisatiesnelheid blijkt primair af te hangen van de kwaliteit van het organische materiaal. Deze snelheid vertoont in de Westerschelde een significante ruimtelijke variatie, waarbij de snelheid afneemt gaande van oost naar west, en primair wordt bepaald door het materiaal dat wordt aangevoerd door de rivier. De bagger- en stortactiviteiten, die met name zand betreffen met daarin zeer geringe gehalten organisch materiaal, zullen hierin nauwelijks een bijdrage hebben. Ook het zuurstofverbruik van de gereduceerde opgeloste verbindingen die in de waterkolom terecht komen is naar verwachting laag. Gegeven verder het feit dat het zuurstofverbruik in zout water lastig is te bepalen maakt dat **hypothese E1 niet wordt getoetst en vervalst**.

3.2 Toetsing kwaliteit bodem.

De hypothesen C1 en C2, die zijn opgesteld om de gevolgen van de verruiming voor de chemische bodemkwaliteit van de Westerschelde te toetsen, zijn beschreven in het Plan van aanpak [Jong, J. de, et al., 1997]. Aangenomen is dat de hypothesen zijn opgesteld vanuit de zorg om mogelijk negatieve effecten van het bagger- en stortbeleid op de chemische kwaliteit van de bodem nabij de stortlocaties in het westelijke deel van de Westerschelde en van de schorren, platen en slikken in de Westerschelde nabij stortlocaties, alsmede de gevolgen daarvan voor de biologie in die gebieden.

Hypothese C1. In de bodem (beneden NAP -2 m) van het westelijke deel van de Westerschelde zullen de concentraties aan microverontreinigingen niet significant toenemen; de uniforme gehaltetoets zal niet worden overschreden.

Toelichting: Uitgangspunt van deze hypothese is dat de bodemkwaliteit in het westen van de Westerschelde, door het daar storten van baggerspecie ook uit het oostelijk deel, zal verslechteren. Deze verslechtering zal naar verwachting echter klein zijn. Het grootste deel van de daar gestorte baggerspecie is 'klasse I' specie. De beoordeling van de kwaliteit van baggerspecie loopt vanaf 'klasse 0', dit is nagenoeg schoon materiaal, tot en met 'klasse IV', dat uit ernstig verontreinigde specie bestaat. Ecotoxicologische effecten van de klasse I specie zijn niet aangetoond. Ook is aangenomen dat de aanvoer van aan slib geadsorbeerde verontreinigingen uit het stroomgebied van de Schelde zal afnemen als gevolg van de saneringsmaatregelen die in België worden doorgevoerd. Daardoor is een verhoging van de concentraties in de bodem van de gehele Westerschelde niet waarschijnlijk.

Inmiddels is deze hypothese opnieuw geformuleerd en luidt: **in de bodem (beneden NAP -2 m) van het westelijk deel van de Westerschelde zullen de concentraties aan microverontreinigingen, te bepalen aan de hand van de uniforme gehaltetoets uit de 4^e Nota Waterhuishouding [Min. V&W, 1999] niet significant toenemen [Liek, 2002].**

Toetsing van hypothese C1 vindt plaats op basis van de nieuwe formulering.

Hypothese C2. Op platen, slikken en schorren in de omgeving van stortlocaties zullen de concentraties aan microverontreinigingen niet significant toenemen; de uniforme gehaltetoets zal niet worden overschreden.

De gedachte is dat de bodemkwaliteit van de platen, slikken en schorren in de omgeving van de stortlocaties in de Westerschelde door de bagger- en stortactiviteiten zal verslechteren (zie ook de toelichting bij hypothese C1). Deze verslechtering zal naar verwachting echter klein zijn. Tevens zal naar verwachting de aanvoer uit het stroomgebied van de Schelde van aan slib geadsorbeerde verontreinigingen afnemen als gevolg van saneringsmaatregelen in België. Een verhoging van de concentraties verontreinigingen op platen, slikken en schorren in de omgeving van stortlocaties is daardoor niet waarschijnlijk.

Opmerking: de kwaliteit van betreffende schorren, platen en slikken in de omgeving van stortlocaties is in 1999 bepaald. Omdat de eerstvolgende bemonstering van deze gebieden volgens het Plan van aanpak [Jong, J. de, et al., 1997] in juni 2003 plaatsvindt kan deze hypothese momenteel niet worden getoetst. De toetsing vindt plaats zodra analyseresultaten van deze bodemonsters beschikbaar zijn.

3.3 Toetsing chlorideconcentraties.

De hypothese Z1, die is opgesteld om de gevolgen van de verruiming voor de chloridegradiënt in de Westerschelde te toetsen, is beschreven in het Plan van aanpak [Jong, J. de et al, 1997].

Hypothese Z1: de extreme zoutgehalten veranderen niet als gevolg van de verdieping.

Toelichting: De extreme zoutgehalten zijn veel meer afhankelijk van een geringe rivierafvoer van de Westerschelde dan van een grotere getijdoordringing door de verdieping. Deze hypothese zal worden getoetst aan de hand van meetgegevens van de meetstations, eventueel aangevuld met modelberekeningen.

In de oorspronkelijke definitie van deze hypothese en de bijgevoegde toelichting wordt ervan uitgegaan dat de 'extreme' zoutconcentraties (hier is verder met chlorideconcentraties gewerkt) als gevolg van de verruiming niet zullen veranderen. In de toelichting is tevens aangegeven dat het voorkomen van extreme zoutconcentraties veel meer het gevolg is van geringe rivierafvoeren dan van mogelijke gevolgen van de verruiming. Naar de letter zou dit betekenen dat extreem lage concentraties als gevolg van erg hoge rivierafvoeren niet beschouwd zouden moeten worden. Echter, ook extreem lage concentraties kunnen een negatieve invloed hebben op de biologie in de Westerschelde. Aangenomen is dat de hypothese is opgesteld vanuit de zorg om mogelijk negatieve effecten voor de biologie in de Westerschelde door veranderingen in de chlorideconcentraties, die het gevolg kunnen zijn van de bagger- en stort activiteiten, die ten behoeve van de verruiming zijn uitgevoerd. Daarom is niet gekeken naar de extreme zoutconcentraties, die tenslotte slechts incidenteel voorkomen, maar zijn de dekadegemiddelde (=10-daags gemiddelde) chlorideconcentraties beschouwd, die uit beschikbare gegevens zijn berekend. De hypothese is geherformuleerd in:

Hypothese Z1: de decadegemiddelde chlorideconcentraties in de Westerschelde veranderen niet als gevolg van de verruiming.

3.4 Achtergrondinformatie baggerwerkzaamheden Scheur gerelateerd aan hypothese C3 en slibverwijdering uit de Zeeschelde gerelateerd aan hypothese C2.

Invloed van baggeren in het Scheur op de chemische kwaliteit van de Westerschelde [D.C. van Maldegem & J. Vroon, 1995].

Het troebelheidmaximum in de monding van de Westerschelde is, door de heersende hydraulische omstandigheden, in feite een ontmoetingsgebied van residuele sedimenttransporten. Dit maximum bevindt zich in de Paardenmarkt voor de Belgische kust, oostelijk van de haven van Zeebrugge en westelijk van het Zwin. In de Wielingen sedimenteert in die omgeving veel materiaal. Deze geul wordt, evenals de Pas van het Zand en het Scheur, door een aanzienlijke baggerinspanning - jaarlijks ca. vier miljoen ton slibrijke specie - op diepte gehouden. Deze baggerspecie wordt op de Vlakte van de Raan gestort. Hier vindt desondanks geen verondieping plaats, waaruit wordt geconcludeerd dat de gestorte baggerspecie voor een groot deel (85%) snel weer in suspensie gaat en naar de geulen, met name in de Wielingen bij de Paardenmarkt, in de

aanloopgeul naar de haven van Zeebrugge en in de haven zelf, wordt getransporteerd waar het sedimenteert. Hierdoor is a.h.w. een circulatiepatroon ontstaan.

Ook wordt in de Paardenmarkt verontreinigd slib gestort dat is opgebaggerd uit de haven van Zeebrugge. Een deel van dit slib is afkomstig uit het stroomgebied van de Leie dat via afwateringskanalen wordt aangevoerd. Verder wordt het slib in de haven verontreinigd door de lokale industrie en haven- en scheepvaart activiteiten. Dit slib is daardoor sterker verontreinigd dan het mariene slib in de toegangsgeulen. Het havenslib wordt opgebaggerd en op de Paardenmarkt gestort, waarna het vervolgens weer op natuurlijke wijze (stroming en golven) erodeert en opnieuw sedimenteert in de haven van Zeebrugge en in de Wielingen. Hierdoor maakt ook dit slib deel uit van genoemd circulatiepatroon.

In dit patroon zit echter een 'lek'. Ongeveer 0,6 miljoen ton sediment verdwijnt jaarlijks uit dit systeem en komt terecht in het grootschalige zuid-noord transport langs de kust. Een deel hiervan gaat aan de zuidzijde de Westerschelde in, het overige (grootste) deel verdwijnt, samen met slib afkomstig uit de Westerschelde, via het Oostgat in het noordwaarts gerichte grootschalige transport.

Geconcludeerd wordt dat het gestorte fluviale slib uit de haven van Zeebrugge in het gebied met het troebelheidmaximum invloed kan hebben op de water- en bodemkwaliteit van de Westerschelde. Geschat wordt dat 10 à 15% van de belasting van de Westerschelde met enkele zware metalen afkomstig is uit de monding door import van marien slib. Het verder naar de Westerschelde verplaatsen van het gebied met het troebelheidmaximum, als gevolg van een grotere getijdoordringing door de verruiming, zal dus eveneens invloed kunnen hebben op de water- en bodemkwaliteit in de monding van de Westerschelde en mogelijk van de Westerschelde zelf.

Opmerkingen: gelijktijdig met de periode van de uitbouw van de havens van Zeebrugge in 1975 – 1978 en de daarbij gepaard gaande verdieping van het Scheur, de Wielingen en het Pas van het Zand is het sedimentatiegebied ca. 15 km in noordoostelijke richting opgeschoven naar de Paardenmarkt. De ligging van het sedimentatiegebied wordt o.a. bepaald door het vloedoverschot in de inloop van het Scheur. Er is geen vervolgonderzoek gedaan naar eventuele wijzigingen qua grootte en/of ligging van dit gebied.

Slibverwijdering uit de Zeeschelde. [R.M. Salden, juli 1998]

In de negentiger jaren is vrijwel jaarlijks een grote hoeveelheid slib uit het systeem van de Zeeschelde onttrokken. In de WVO-vergunning, afgegeven over de periode 28-11-1991 tot 1-1-1995 voor het onderhoudsbaggerwerk is deze verwijdering uitgevoerd door de Afdeling Maritieme Schelde van het Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap voor het eerst als verplichting vastgelegd. Vanaf 1992 werden tot 2000 vrijwel elk jaar grote maar wisselende hoeveelheden verontreinigde baggerspecie (vooral veel slib) uit de aanloopgeul naar de Kallosluis gehaald en deels geborgen in onderwatercellen in de Waaslandhaven en deels op het land opgespoten. Ook werd slib uit de havendokken achter de Zandvlietsluizen, dat ook afkomstig is uit de Zeeschelde, geborgen of opgespoten op het land. Deze verwijdering betreft gemiddeld genomen ongeveer 300.000 ton droge stof verontreinigde baggerspecie per jaar.

Doel was te komen tot een betere water- en bodemkwaliteit in het Schelde-estuarium. Slib is drager van contaminanten zoals spoormetalen en organische microverontreinigingen. Deze typen verontreiniging hechten zich gedeeltelijk aan het organische materiaal dat in het slib aanwezig is. Er zijn twee soorten slib in de Zeeschelde aanwezig. Het fluviale slib komt voor het grootste deel uit het stroomgebied en is aanzienlijk verontreinigd. Het mariene slib is wat schoner en is afkomstig uit de monding. Ongeveer een derde deel van het door de rivier aangevoerde fluviale slib komt uiteindelijk terecht in de monding. Beide soorten slib zijn dus

'mobiel' en transporteren verontreinigingen door het systeem. Door slib uit het systeem van de Zeeschelde te halen zou het transport naar de monding van vooral fluviatiel slib worden verminderd en daarmee tevens de vracht aan verontreinigingen.

Conclusie is echter dat de hoeveelheid fluviatiel slib dat naar de monding wordt getransporteerd door de ingreep nauwelijks is verminderd. Fluctuaties in het aanbod van fluviatiel slib vanuit het stroomgebied zijn veel meer bepalend voor de variaties in de transporten door het systeem van de Zeeschelde. De 'natuurlijke' aanvulling van het verwijderde materiaal vindt plaats met slib uit de grote voorraad in het systeem en van het aanbod van marien slib, dat door de maatregel juist is toegenomen. Ook vindt lokaal meer erosie van de bodem plaats, waardoor ernstiger verontreinigde slib in het systeem komt, met stijgende concentraties stroomafwaarts van de Zeeschelde tot gevolg. Onduidelijk is in welke mate de kwaliteit van het water en de bodem van de Zeeschelde en haar omgeving is beïnvloed door deze maatregel. De nog steeds overheersende grote aanvoer van verontreinigingen vanuit het stroomgebied én vanaf zowel de linker- als de rechteroever van de Schelde is hiervan de oorzaak.

4. Methode

4.1 De waterkwaliteit

Interpretatie van de hypothesen

Hypothese C3 gaat uit van de mogelijkheid dat na de verruiming door de bagger- en stortwerkzaamheden in het mondingsgebied van de Westerschelde, die voor een groot deel gekoppeld zijn aan de vaarweg naar Zeebrugge, de belasting van de Westerschelde met verontreinigende stoffen zou kunnen toenemen. Deze veronderstelling is op het volgende gebaseerd (zie ook 3.4). Het troebelheidmaximum in de monding van de Westerschelde is gelegen voor de kust van Knokke. De Wielingen, waar veel materiaal sedimenteert, wordt evenals de andere vaargeulen voor de Belgische kust op diepte gehouden. De baggerspecie wordt op de Vlakte van de Raan gestort. Uit onderzoek blijkt dat deze specie voor een groot deel weer in suspensie gaat en vervolgens in de omgeving weer sedimenteert, waardoor a.h.w. een circulatiepatroon is ontstaan. Ook wordt op de Paardenmarkt verontreinigd slib gestort dat is opgebaggerd uit de haven van Zeebrugge. Dit slib erodeert weer en sedimenteert vervolgens in de haven van Zeebrugge en in de Wielingen. Hierdoor maakt ook dit slib deel uit van genoemd circulatiepatroon. In dit patroon zit echter een 'lek', waardoor ongeveer 0,6 miljoen ton in het grootschalige zuid-noord transport langs de kust terecht komt. Omdat is aangenomen dat na de verruiming de getijdoordringing in de Westerschelde mogelijk toeneemt bestaat er dus ook een kans dat meer van het mengsel van marien met wat fluviaal slib uit het mondingsgebied de Westerschelde binnendringt.

Toetsing van de effecten van de verruiming op de waterkwaliteit aan de hypothese is uitgevoerd voor de volgende stoffen:

- opgeloste zuurstof concentratie;
- de zware metalen arseen, cadmium, chroom, koper, kwik, lood, nikkel en zink in het zwevend stof;
- de PAK's antracene, benz(a)antracene, benz(a)pyreen, benzo(ghi)peryleen, benzo(k)fluoranthene, chryseen, fenantreen, fluoranthene en indenopyreen in het zwevend stof.

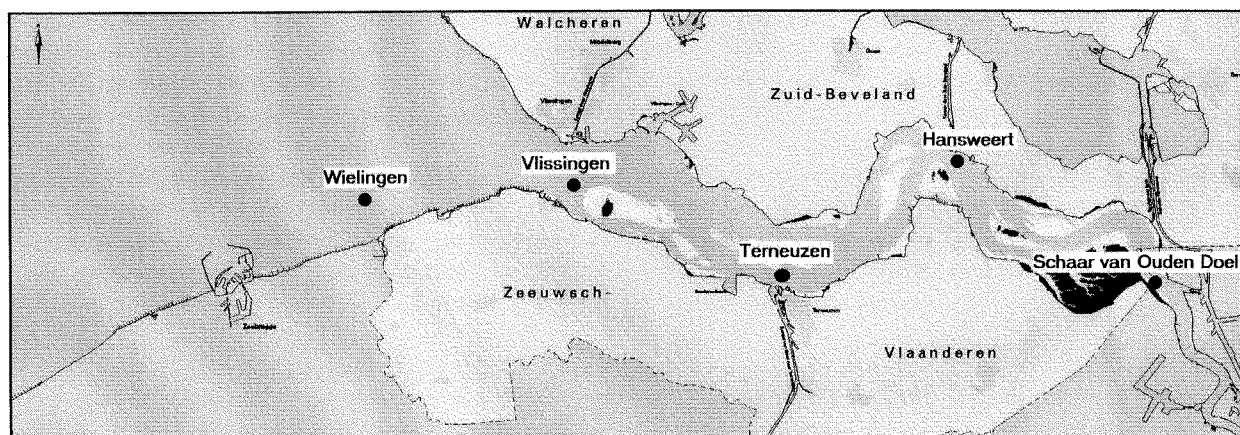
Als referentie voor de toetsing de waterkwaliteit is de periode 1990 t/m 1996 aangehouden. Het jaar 1996 is het laatste jaar waarin de waterkwaliteit niet beïnvloed kan zijn door de bagger- en stortwerkzaamheden t.b.v. de verruiming, die vooral in 1997 en 1998 plaatsvonden. Daarbij moet bedacht worden dat de definitie van de referentie lastig is doordat de lozingen en de meteorologische omstandigheden steeds wijzigen. Daarom is genoemde periode beschouwd als referentie.

Data gebruikt voor de toetsing

De waterkwaliteitsgegevens zijn afkomstig van de reguliere monitoring van de Westerschelde [Milieumeetnet Zoute Rijkswateren, jaarlijkse uitgave] die in het kader van de Monitoring Waterstaatkundige Toestand des Lands (MWTL) worden uitgevoerd. De bemonsteringen vinden tijdens het gehele jaar op vooraf vastgestelde datums, één meter onder het wateroppervlak plaats. De bemonsteringstochten starten op de Westerschelde meestal in Vlissingen, enkele uren na hoogwater. Vervolgens wordt de Westerschelde tot Schaar van Ouden Doel opgevaren, waarbij het gedeelte vanaf Hansweert ongeveer rond laagwater wordt bemonsterd. Deze aanpak betekent dat per locatie in een vrij klein getijvenster wordt gemonsterd. Dit houdt in dat de gegevens per locatie in de tijd onderling goed met elkaar te vergelijken zijn. De gegevens van de

verschillende locaties zijn door de wijze van bemonsteren onderling minder goed met elkaar te vergelijken. Alleen het traject Hansweert tot Schaar van Ouden Doel wordt bemonsterd bij vergelijkbare getijomstandigheden, waardoor deze onderling vergeleken kunnen worden. Bij de toetsing is gebruik gemaakt van gegevens die afkomstig zijn van genoemde bemonsteringen Omdat in de hypothese sprake is van zowel de monding van de Westerschelde als van de Westerschelde zelf is informatie gebruikt, die is verkregen na bemonsteringen in de locaties Wielingen, Vlissingen, Terneuzen, Hansweert (alleen zuurstof) en Schaar van Ouden Doel (zie figuur 1a) Van de andere bemonsteringslocaties op de Westerschelde binnen MWTL zijn onvoldoende gegevens beschikbaar om bij de toetsing te gebruiken.

Figuur 1a. Overzicht beschouwde bemonsteringslocaties.



Voor de toetsing van de hypothese zijn gegevens van de periode 1990 – 2000 gebruikt. Om de concentraties in het water te kunnen toetsen aan de waterkwaliteitsnormen zijn de concentraties zware metalen en organische micro's gestandaardiseerd en is elk jaar voor elke beschouwde stof de toetswaarde (het 90-percentiel) bepaald en getoetst aan de MTR- en de streefwaarden, normen uit de 4^e Nota. Voor zuurstof zijn de 10-percentielen bepaald en getoetst over de periode 1990 - 2001. Gebruikte methode is beschreven in [van Berchum & Stikvoort].

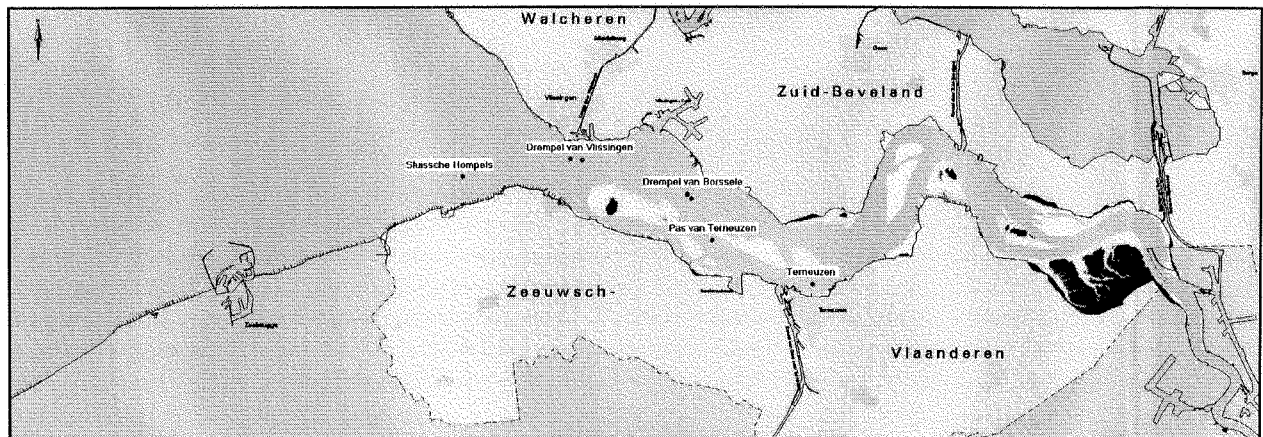
4.2. De bodemkwaliteit.

De kwaliteit van het sediment in de geulen en drempels van de Westerschelde en van de Zeeschelde wordt jaarlijks vastgesteld door Rijkswaterstaat en door de Afdeling Maritieme Zeeschelde van de Administratie Waterwegen en Infrastructuur. Deze bodembemonsteringen vinden in de Westerschelde en in de Zeeschelde plaats vanuit de vergunning voor het terugstorten van baggerspecie op Nederlands grondgebied, verleend aan de Vlaamse Regering op grond van de Wet op de Verontreiniging van Oppervlaktewater (WVO). Deze bemonstering van de bodem van de Westerschelde vindt elk jaar in de maanden januari en februari plaats op 22 locaties in de

Westerschelde. Een bodemonmonster is hier een verzamelmonster van zes deelmonsters per bemonsteringslocatie, en beslaat daardoor een gedeelte van een drempel of een geul. Vanaf 1997 is het aantal locaties in het westen van de Westerschelde uitgebreid met locaties op de drempel van Vlissingen en in de Pas van Terneuzen. Ten behoeve van de toetsing van de hypothese zijn van de periode 1994 – 2001 gegevens beschikbaar van de zeven meest westelijk gelegen bemonsteringslocaties nabij drempels en geulen (zie figuur 1b).

Opmerking. Eerdere onderzoeken - het dwarsraaionderzoek Westerschelde [L.A. van der Kooij, 1985] en het opstellen van de slibbalans van de Westerschelde [D. van Maldegem, 1993] - hebben aangetoond dat locatie Vlissingen niet representatief is voor de concentraties, gehalten en transporten in en door de dwarsdoorsnede van de monding van de Westerschelde. Uitgaan van gegevens die zijn verzameld bij locatie Vlissingen levert een aanzienlijke onderschatting op van de hoeveelheden zwevend stof bij de bodem en aan de linkeroever (bij Breskens). Ook wordt dan de hoeveelheid zwevend stof aan de rechteroever onderschat. Omdat veel van de verontreinigingen aan slib hechten moet rekening worden gehouden met een aanzienlijke onderschatting van de concentraties en vrachten die zich in werkelijkheid zullen voordoen tussen Vlissingen en Breskens. Gegevens ontbreken echter om een betere schatting te maken. Opmerking: ook bij het opstellen van de slibbalans bleek dat aan de linkeroever sprake is van import van marien slib in de Westerschelde en in het noordelijke deel bij Vlissingen is sprake van export van fluviatiel en marien slib. De import van slib loopt via het Scheur, de export via het Oostgat.

Figuur 1b. Overzicht beschouwde locaties bodemkwaliteit



Als referentie voor de toetsing van de kwaliteit van de bodem (de T0-situatie) wordt de situatie in januari/februari 1997 aangehouden. Dit is de laatste periode waarvan de bodemkwaliteit is bepaald, die nog niet is beïnvloed door de bagger- en stortwerkzaamheden.

De samenstelling van het sediment is op de drempels niet overal vergelijkbaar. Voor een goede beoordeling van de kwaliteit van de waterbodem worden daarom de gehalten aan verontreinigen omgerekend naar een standaardbodem. Genoemde standaardisatiemethode is beschreven in de jaarlijkse rapportages van de "Chemische kwaliteit van baggerspecie in de Westerschelde en in de Zeeschelde" [Temmerman, I].

Voor beoordeling van de baggerspecie zijn de bodemcorrecties t.b.v. de standaardisatie en de toetsingscriteria toegepast uit de 4^e Nota Waterhuishouding. In deze toets worden gehalten van de volgende stoffen beschouwd:

- de zware metalen arseen, cadmium, chroom, koper, kwik, lood, nikkel en zink;
- de pcb's met de rugnummers 28, 52, 101, 118, 138, 153 en 180;
- de pak's anthraceen, benz(a)antraceen, benz(a)pyreen, benzo(ghi)peryleen, benzo(k)fluorantheen, chryseen, fluorantheen, fenantreen en indeno(123cd)pyreen;
- de bestrijdingsmiddelen heptachloorbenzeen, DDT+DDE+DDD, dieldrin en lindaan;
- minerale olie en eox.

Op basis van deze standaardisatie wordt aan elke locatie een kwaliteitsklasse toegekend, volgens de uniforme gehaltetoets. In deze toets wordt de volgende stelregel gehanteerd: ten hoogste twee stoffen mogen de toetswaarde met maximaal 50% overschrijden. Voor veel verontreinigende stoffen, zoals cadmium, kwik, benzo(a)pyreen en de PCB's zijn sowieso geen overschrijdingen toegestaan.

Methode van toetsing water- en bodemkwaliteit.

Om de hypothesen te kunnen toetsen zijn zowel de water- als de bodemkwaliteit van de Westerschelde 'vertaald' naar een parameterset. Deze bestrijken een breed spectrum van de water- en bodemkwaliteit. Omdat bij de toetsing gebruik is gemaakt van de 'voorgescreven' set parameters is het aantal bemonsteringslocaties beperkt tot de locaties bij Vlissingen, Terneuzen en Schaar van Ouden Doel. Van andere locaties ontbreekt teveel informatie.

Voor de toetsing van zowel de water- als de bodemkwaliteit is voor elke stof in elke locatie voor elk jaar één toetswaarde bepaald. Omdat de samenstelling van de bodem en het zwevend stof nooit exact dezelfde zal zijn was het nodig de gegevens te standaardiseren, zodat onderling vergelijk mogelijk is. Voor de bodem is dit één gegeven per stof, voor het water is dit gebaseerd op 8 tot 24 gegevens per stof per locatie, afhankelijk van de bemonsteringsfrequentie. De bodemgegevens zijn 'en-groupes' getoetst aan de uniforme gehaltetoets uit NW4, de waterkwaliteitsgegevens individueel aan de normen (de MTR-waarde en de streefwaarde) uit NW4.

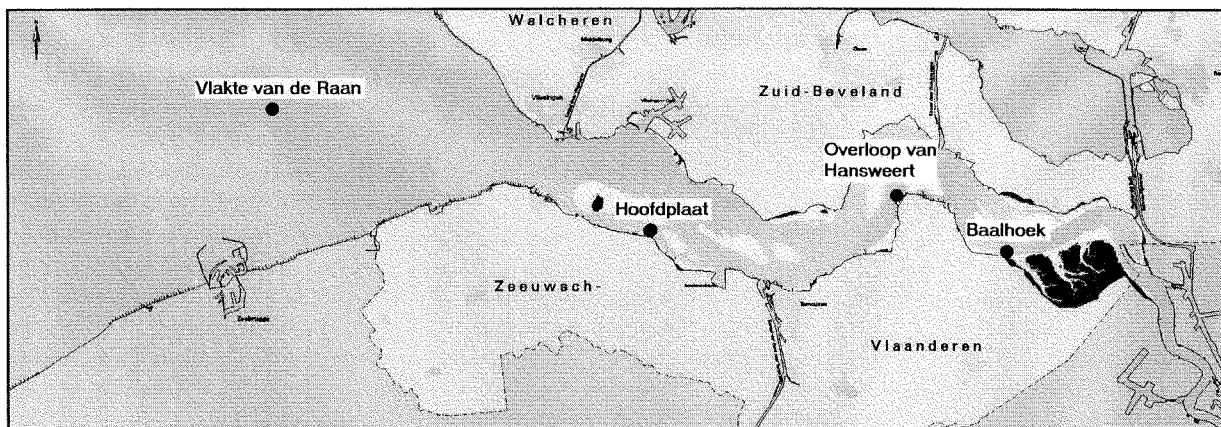
In de omschrijving van de hypothesen wordt namelijk ook aangegeven dat de water- en bodemkwaliteit niet significant mag verslechteren. Dit kan in principe betekenen dat de tendensen toch de verkeerde kant op gaan, zonder dat dit (al) terug is te vinden in de toetsresultaten. Hiertoe zijn voor de waterkwaliteit de toetswaarden van elk jaar in grafiek gezet en per stof de tendens bepaald. Daarna is nagegaan of geconstateerde veranderingen statistisch significant zijn. Voor de bodemkwaliteit zijn uit de gestandaardiseerde waarden de tendensen bepaald van de bemonsteringslocaties in het gebied zeewaarts van Terneuzen. Hierbij is eveneens nagegaan of de veranderingen statistisch significant zijn.

4.3 Chloride.

Als referentie voor de toetsing van de hypothese wordt de situatie tijdens de periode 1988 - 1996 aangehouden. Binnen deze periode is 1996 het meest recente jaar waarin de chlorideconcentraties nog niet door eventuele effecten van de verruiming kunnen zijn beïnvloed. Voor de toetsing zijn chloridegegevens gebruikt van de periode 1988 tot en met 2001. Deze gegevens zijn afkomstig van de meetlocaties op de Vlake van de Raan in de Westerscheldemonding en in de Westerschelde bij Hoofdplaat, de Overloop van Hansweert en Baalhoek (zie figuur 1 c). De toetsing vindt plaats aan de hand van de vergelijking van de tendensen in de chlorideconcentraties in genoemde meetlocaties in de T₀-situatie en in de periode 1997 - 2001. Verder is getracht een statistisch voldoende

betrouwbare relatie te vinden tussen de zoetwateraanvoer en de chlorideconcentraties in genoemde periodes.

Figuur 1c: Meetlocaties chloride in de Westerschelde en de Westerscheldemonding.



4.4 Data gebruikt voor toetsing.

Basisinformatie bodemkwaliteit.

De gegevens van de kwaliteit van de drempels in de Westerschelde zijn beschikbaar gekomen middels de jaarlijkse rapportages, die door de Vlaamse Milieumaatschappij zijn opgesteld. Deze bodembemonsteringen vinden in de Westerschelde en in de Zeeschelde plaats overeenkomstig de Wet op de Verontreiniging van Oppervlaktewateren (WVO), die voorschrijft dat de Vlaamse Regering over een vergunning moet beschikken voor het terugstorten van baggerspecie op Nederlands grondgebied. De kwaliteit van het sediment in de geulen en drempels van de Westerschelde en van de Zeeschelde wordt jaarlijks vastgesteld door Rijkswaterstaat en door de Afdeling Maritieme Zeeschelde van de Administratie Waterwegen en Infrastructuur. In opdracht van het Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Departement Leefmilieu en Infrastructuur zijn de analyses uitgevoerd door het Laboratorium te Gent van de Vlaamse Milieumaatschappij, Afdelingmeetnetten en Onderzoek. De bemonstering van de bodem van de Westerschelde vindt elk jaar in januari/februari op 22 locaties in de Westerschelde plaats. Voor toetsing is gebruik gemaakt van de gegevens over de periode 1994 – 2001 van de zeven meest westelijk gelegen bemonsteringslocaties nabij drempels en geulen. (zie figuur 1b).

De samenstelling van het sediment is ook op de drempels niet overal vergelijkbaar. Voor de beoordeling van de kwaliteit van de waterbodem worden daarom de gehalten aan verontreinigen omgerekend naar de standaardbodem. Op basis hiervan wordt aan elke locatie een kwaliteitsklasse toegekend, volgens de uniforme gehaltetoets uit NW4. Voor beoordeling van de baggerspecie zijn de bodemcorrecties t.b.v. de standaardisatie en de toetsingscriteria toegepast uit NW4. De uniforme gehaltetoets bevatte tijdens de beschouwde periode niet altijd exact dezelfde set verontreinigende stoffen. In het verleden werden meer stoffen getoetst dan tegenwoordig. In de uniforme gehaltetoets wordt de volgende stelregel gehanteerd: ten hoogste twee stoffen mogen de toetswaarde met maximaal 50% overschrijden. Voor veel verontreinigende stoffen,

zoals cadmium, kwik, benzo(a)pyreen, hexachloorbenzeen en de PCB's zijn zo wie zo geen overschrijdingen toegestaan. Genoemde standaardisatiemethode is beschreven in de jaarlijkse rapportages van de "Chemische kwaliteit van baggerspecie in de Westerschelde en in de Zeeschelde" [Temmerman, I].

Basisinformatie waterkwaliteit.

De waterkwaliteitsgegevens zijn afkomstig van de reguliere monitoring van de Westerschelde (MWTL). Deze bemonsteringen vinden daar elk jaar, verspreid over het gehele jaar, één meter onder het wateroppervlak plaats. De bemonsteringstochten starten meestal in Vlissingen enkele uren na hoogwater. Vervolgens wordt de Westerschelde tot Schaar van Ouden Doel opgevaren, waarbij het gedeelte vanaf Hansweert ongeveer rond laagwater wordt bemonsterd. Deze aanpak betekent dat per locatie in een vrij klein getijdenvenster wordt gemonsterd. Dit houdt in dat de gegevens van een locatie in de tijd goed met elkaar te vergelijken zijn. De gegevens van de locaties onderling zijn minder goed met elkaar te vergelijken. Alleen het traject Hansweert tot Schaar van Ouden Doel wordt bemonsterd bij vergelijkbare getijcondities, waardoor deze gegevens wel onderling vergeleken kunnen worden. Door de regelmatige manier van bemonsteren zijn tijdreeksen met een min of meer vaste tijdstap beschikbaar. Voor de toetsing van de hypothese zijn gegevens van de periode 1990 – 2000 gebruikt. Om de concentraties in het water te kunnen toetsen aan de waterkwaliteitsnormen zijn de concentraties zware metalen en organische micro's gestandaardiseerd en is elk jaar voor elke beschouwde stof de toetswaarde (het 90-percentiel) bepaald en getoetst aan de NW4 normen. Het betreft met name de MTR- en de streefwaarden. Ook voor zuurstof zijn de 90-percentielen bepaald en getoetst. Deze methode is beschreven in [van Berchum & Stikvoort]. Voor toetsing zijn gegevens van de periode 1990 – 2000 en voor zuurstof 1990 – 2001 gebruikt.

Basisinformatie chlorideconcentraties

De chloridegegevens worden met een grote frequentie ingewonnen op meetpalen die door de Directie Zeeland 'in de lucht worden gehouden'. Het betreft gegevens die binnen het meetnet ZEGE (Zeeuwse Getijdewateren) worden ingewonnen in het centrale computersysteem van het VCZ (Verwerkings Centrum Zeeland) te Middelburg. In het VCZ worden de gegevens bewerkt en als 10-minuten-waarden in opgeslagen volgens de standaard RMI. (Rijkswaterstaat Meetnet Infrastructuur)

Verwerpen hypothese.

De hypothese betreffende de bodem van de Westerschelde wordt verworpen als niet wordt voldaan aan de normen uit de uniforme gehaltetoets en/of indien sprake is van een significante verslechtering van de bodemkwaliteit. De hypothese betreffende de waterkwaliteit van de Westerschelde wordt verworpen als niet wordt voldaan aan de normen uit de 4^e Nota en/of indien sprake is van een significante verslechtering van de waterkwaliteit. De hypothese betreffende het chloridegehalte wordt verworpen als blijkt dat er sprake is van een veranderingen van het chloridegehalte als gevolg van de verruiming.

5. Resultaten

De waterkwaliteit.

Voor hypothese C3 zijn de gegevens van de waterkwaliteit van de Westerschelde zijn getoetst aan zowel het maximaal toelaatbaar risico als de streefwaarden uit de 4^e Nota Waterhuishouding. De normen voor de microverontreinigingen zijn in tabel 1 samengevat.

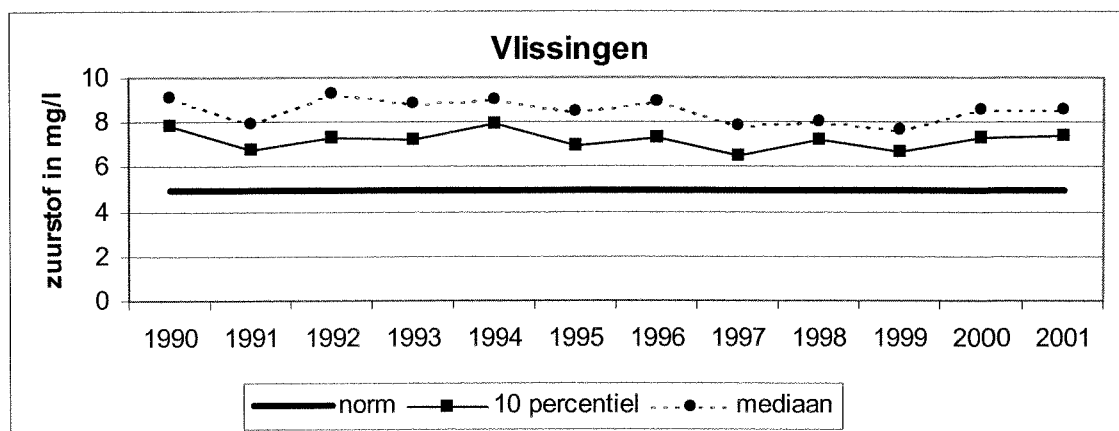
Tabel 1. Overzicht van de bij de toetsing gebruikte normen in mg/kg uit NW4.

	MTR-waarde (maximaal toelaatbaar risico) zwevend stof	Streefwaarde zwevend stof
Arseen	55	29
Cadmium	12	0,8
Chroom	380	100
Koper	73	36
Lood	530	85
Nikkel	44	35
Kwik	10	0,3
Zink	620	140
Antraceen	0,1	0,001
Benz(a)antraceen	0,4	0,003
Benz(a)pyreen	3	0,003
Benzo(ghi)peryleen	8	0,08
Benzo(k)fluorantheen	2	0,02
Chryseen	11	0,1
Fenantreen	0,5	0,005
Fluorantheen	3	0,03
Indenopyreen	6	0,06

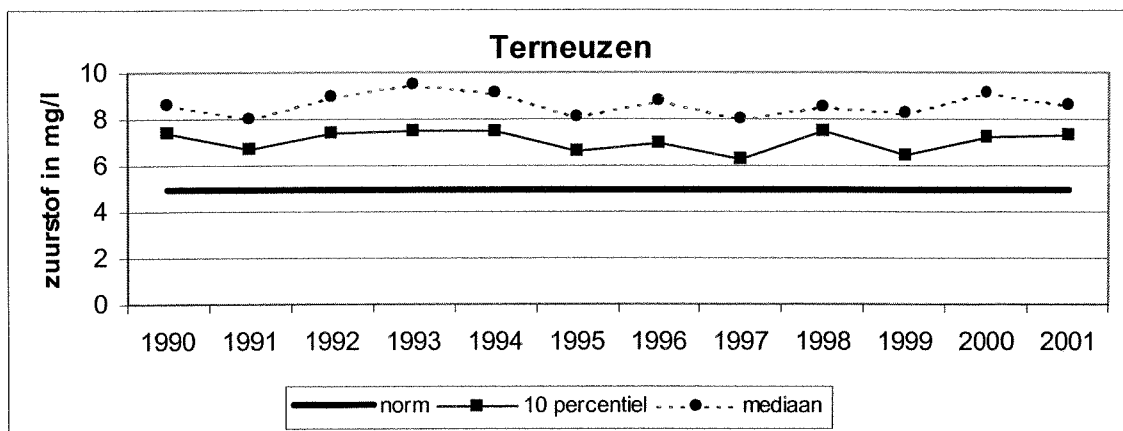
Opgeloste zuurstofconcentratie

Van de zuurstofgegevens is van de periode 1990 – 2001 voor elk jaar het 10-percentiel en de mediaan berekend van de locaties Vlissingen, Terneuzen, Hansweert en Schaar van Ouden Doel. Deze zijn met de norm weergegeven in de figuren 2 tot en met 5.

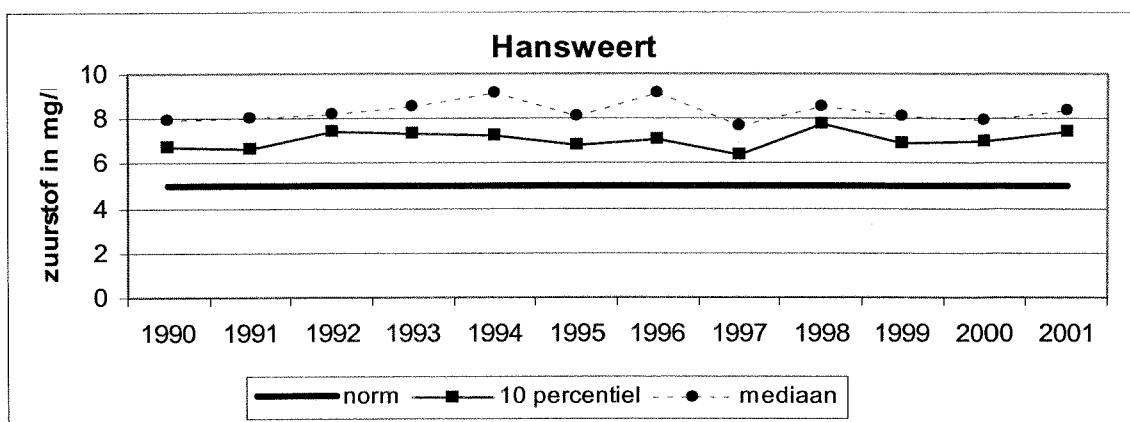
Figuur 2. Zuurstofconcentraties bij Vlissingen.



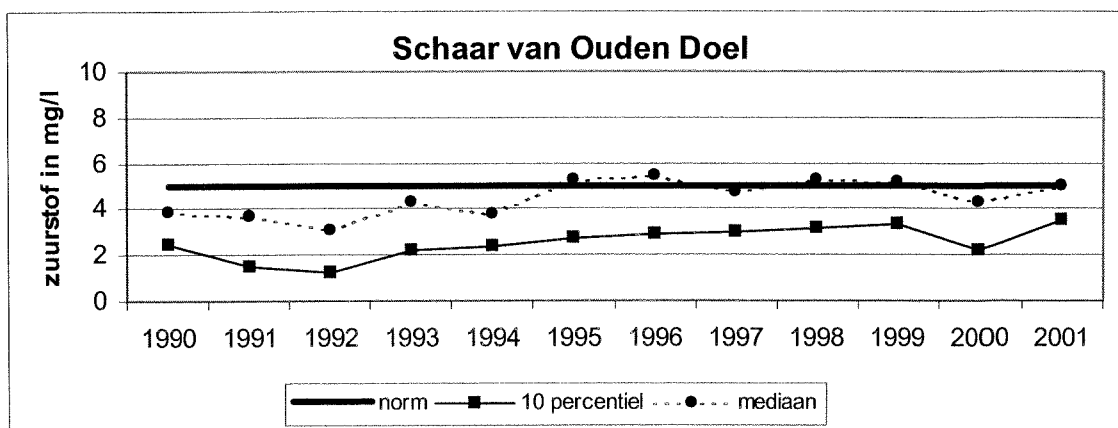
Figuur 3. Zuurstofconcentraties bij Terneuzen.



Figuur 4. Zuurstofconcentraties bij Hansweert.



Figuur 5. Zuurstofconcentraties bij Schaar van Ouden Doel.



Zware metalen

Van de zware metalen in het zwevend stof (mg/kg) is van elke beschouwde stof van elk jaar binnen de periode 1990 – 2000 het 90-percentiel bepaald en deze is daarna getoetst aan betreffende MTR-waarden en streefwaarden uit de 4^e Nota. De resultaten van de locaties Vlissingen, Terneuzen en Schaar van Ouden Doel zijn in de tabellen 2 t/m 4 opgenomen.

Tabel 2. Toetsingsresultaten zware metalen in zwevend stof bij Vlissingen.

	arseen		cadmium		chrom		koper		kwik		nikkel		lood		zink	
	mtr	sw	mtr	sw	mtr	sw	mtr	sw	mtr	sw	mtr	sw	mtr	sw	mtr	sw
1990	+	-	+	-	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-
1991	+	+	+	-	+	-	+	-	+	-	+	+	+	+	+	-
1992	+	+	+	-	+	-	+	-	+	-	+	+	+	-	+	-
1993	+	+	+	-	+	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-
1994	+	-	+	-	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-
1995	+	-	+	-	+	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-
1996	+	+	+	-	+	-	+	-	+	-	+	+	+	+	+	-
1997	+	-	+	-	+	-	+	+	+	-	+	-	+	+	+	-
1998	+	-	+	-	+	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-
1999	+	+	+	-	+	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-
2000	+	-	+	-	+	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-

Tabel 3. Toetsingsresultaten zware metalen in zwevend stof bij Terneuzen.

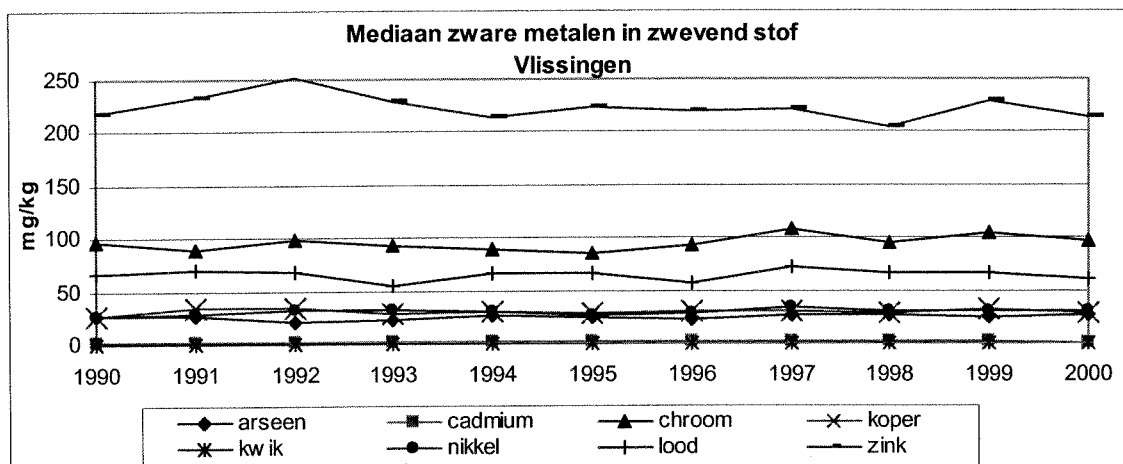
	arseen		cadmium		chrom		koper		kwik		nikkel		lood		zink	
	mtr	sw	mtr	sw	mtr	sw	mtr	sw	mtr	sw	mtr	sw	mtr	sw	mtr	sw
1990	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-
1991	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-
1992	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-
1993	+	+	+	-	+	+	+	-	+	-	+	+	+	+	+	-
1994	+	+	+	-	+	-	+	-	+	-	+	+	+	+	+	-
1995	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-
1996	+	+	+	-	+	-	+	-	+	-	+	+	+	+	+	-
1997	+	+	+	-	+	-	+	-	+	-	+	+	+	+	+	-
1998	+	+	+	-	+	-	+	-	+	-	+	+	+	+	+	-
1999	+	+	+	-	+	-	+	-	+	-	+	+	+	+	+	-
2000	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-

Tabel 4. Toetsingsresultaten zware metalen in zwevend stof bij Schaar van Ouden Doel.

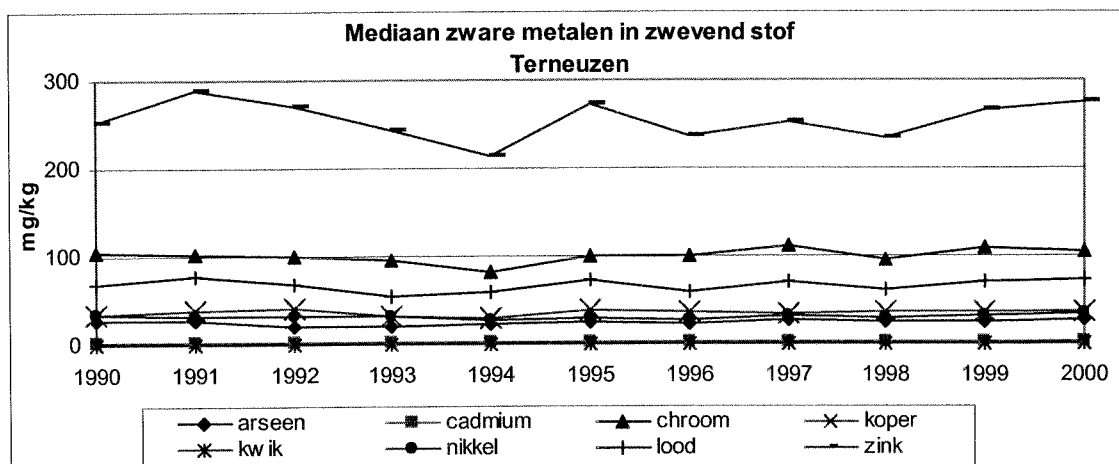
	arseen		cadmium		chrom		koper		kwik		nikkel		lood		zink	
	mtr	sw	mtr	sw	mtr	sw	mtr	sw	mtr	sw	mtr	sw	mtr	sw	mtr	sw
1990	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	+	-	+	-
1991	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	+	-	+	-
1992	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	+	-	+	-
1993	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	+	-	+	-
1994			+	-	+	-	-	-	+	-	-	-	+	-	+	-
1995			+	-	+	-	-	-	+	-	-	-	+	-	+	-
1996			+	-	+	-	-	-	+	-	-	-	+	-	+	-
1997			+	-	+	-	-	-	+	-	-	-	+	-	+	-
1998			+	-	+	-	-	-	+	-	-	-	+	-	+	-
1999			+	-	+	-	-	-	+	-	-	-	+	-	+	-
2000			+	-	+	-	-	-	+	-	-	-	+	-	+	-

In de hypothese staat: "..... de kwaliteit zal niet verslechteren". Dit kan, ondanks het voldoen van de percentielen aan de betreffende normen, toch mogelijk zijn. Daarom is ook naar het verloop van de concentraties in de tijd gekeken. Uit de meetgegevens is voor elke stof van elk jaar de mediaan bepaald en voor de locaties Vlissingen, Terneuzen en Schaar van Ouden Doel in de figuren 6 t/m 8 opgenomen.

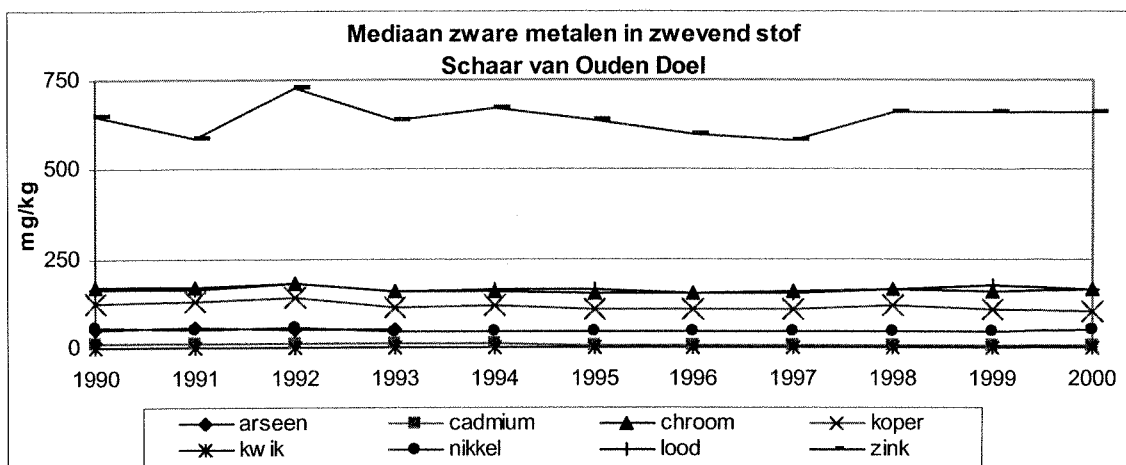
Figuur 6. Mediaanwaarden zware metalen in zwevend stof bij Vlissingen.



Figuur 7. Mediaanwaarden zware metalen in zwevend stof bij Terneuzen.



Figuur 8. Mediaanwaarden zware metalen in zwevend stof bij Schaar van Ouden Doel.



Organische microverontreinigingen

Van de concentraties organische microverontreinigingen in het zwevend stof (mg/kg) is van de locaties Vlissingen, Terneuzen en Schaar van Ouden Doel van elke beschouwde stof voor elk jaar het 90-percentiel bepaald en daarna getoetst aan betreffende MTR-waarden en streefwaarden uit de 4^e Nota. Deze zijn in de tabellen 5 t/m 7 opgenomen.

Tabel 5. Toetsingsresultaten organische microverontreinigingen bij Vlissingen.

	Ant		B(a)A		B(a)P		B(ghi)P		B(k)F		Chr		Fen		Flu		Ind	
	mtr	sw	mtr	sw	mtr	sw	mtr	sw	mtr	sw	mtr	sw	mtr	sw	mtr	sw	mtr	sw
1990	-	-	-	-	+	-	+	-	+	-	+	-	-	-	+	-	+	-
1991	-	-	-	-	+	-	+	-	+	-	+	-	-	-	+	-	+	-
1992	-	-	-	-	+	-	+	-	+	-	+	-	-	-	+	-	+	-
1993	-	-	-	-	+	-	+	-	+	-	+	-	-	-	+	-	+	-
1994	-	-	-	-	+	-	+	-	+	-	+	-	-	-	+	-	+	-
1995	-	-	-	-	+	-	+	-	+	-	+	-	-	-	+	-	+	-
1996	-	-	-	-	+	-	+	-	+	-	+	-	-	-	+	-	+	-
1997	-	-	-	-	+	-	+	-	+	-	+	-	-	-	+	-	+	-
1998	-	-	-	-	+	-	+	-	+	-	+	-	-	-	+	-	+	-
1999	-	-	-	-	+	-	+	-	+	-	+	-	-	-	+	-	+	-
2000	-	-	-	-	+	-	+	-	+	-	+	-	-	-	+	-	+	-

Tabel 6. Toetsingsresultaten organische microverontreinigingen bij Terneuzen.

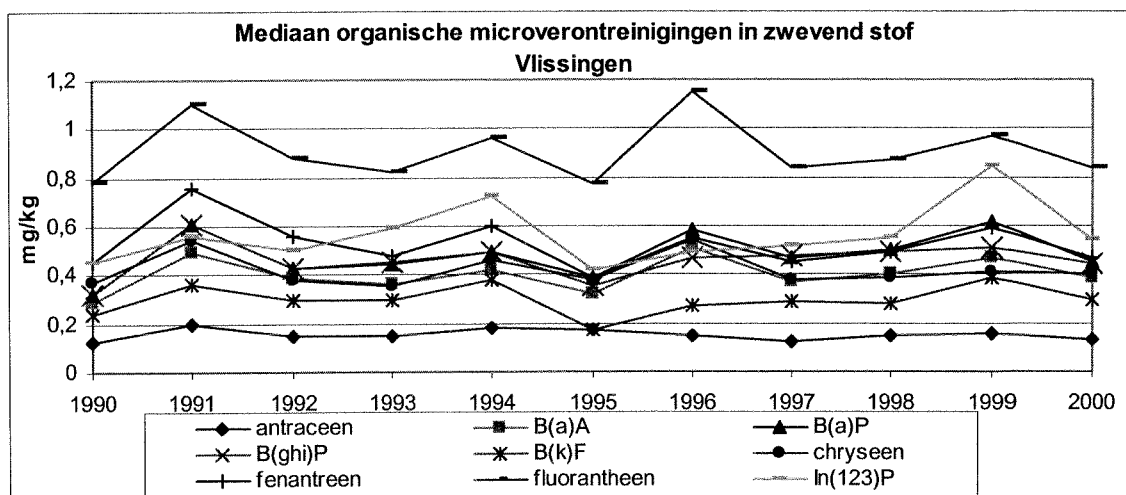
	Ant		B(a)A		B(a)P		B(ghi)P		B(k)F		Chr		Fen		Flu		Ind	
	mtr	sw	mtr	sw	mtr	sw	mtr	sw	mtr	sw	mtr	sw	mtr	sw	mtr	sw	mtr	sw
1990	-	-	-	-	+	-	+	-	+	-	+	-	-	-	+	-	+	-
1991	-	-	-	-	+	-	+	-	+	-	+	-	-	-	+	-	+	-
1992	-	-	-	-	+	-	+	-	+	-	+	-	-	-	+	-	+	-
1993	-	-	-	-	+	-	+	-	+	-	+	-	-	-	+	-	+	-
1994	-	-	-	-	+	-	+	-	+	-	+	-	-	-	+	-	+	-
1995	-	-	-	-	+	-	+	-	+	-	+	-	-	-	+	-	+	-
1996	-	-	-	-	+	-	+	-	+	-	+	-	-	-	+	-	+	-
1997	-	-	-	-	+	-	+	-	+	-	+	-	-	-	+	-	+	-
1998	-	-	-	-	+	-	+	-	+	-	+	-	-	-	+	-	+	-
1999	-	-	-	-	+	-	+	-	+	-	+	-	-	-	+	-	+	-
2000	-	-	-	-	+	-	+	-	+	-	+	-	-	-	+	-	+	-

Tabel 7. Toetsingsresultaten organische microverontreinigingen bij Schaar van Ouden Doel.

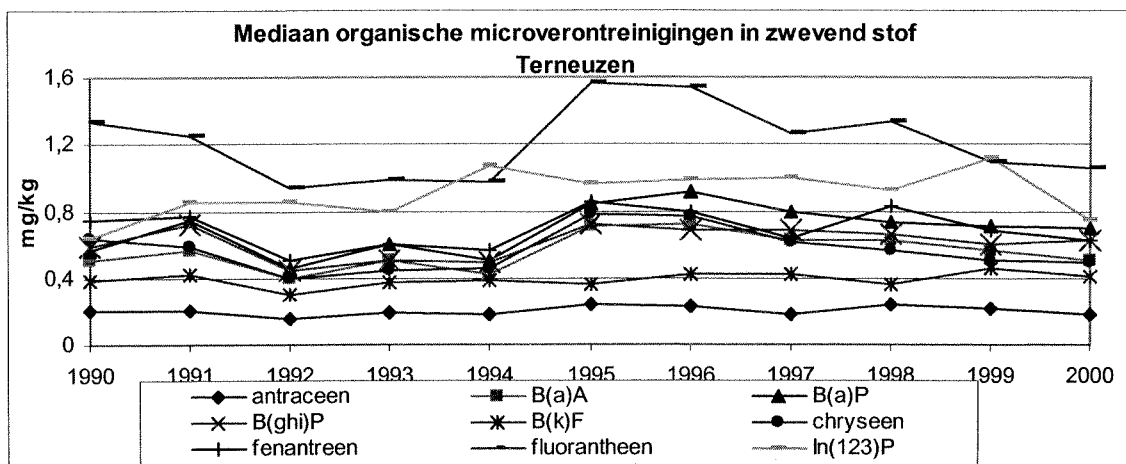
	Ant		B(a)A		B(a)P		B(ghi)P		B(k)F		Chr		Fen		Flu		Ind	
	mtr	sw	mtr	sw	mtr	sw	mtr	sw	mtr	sw	mtr	sw	mtr	sw	mtr	sw	mtr	sw
1990	-	-	-	-	+	-	+	-	+	-	+	-	-	-	-	-	+	-
1991	-	-	-	-	+	-	+	-	+	-	+	-	-	-	-	-	+	-
1992	-	-	-	-	+	-	+	-	+	-	+	-	-	-	-	-	+	-
1993	-	-	-	-	+	-	+	-	+	-	+	-	-	-	-	-	+	-
1994	-	-	-	-	+	-	+	-	+	-	+	-	-	-	-	-	+	-
1995	-	-	-	-	+	-	+	-	+	-	+	-	-	-	-	-	+	-
1996	-	-	-	-	+	-	+	-	+	-	+	-	-	-	+	-	+	-
1997	-	-	-	-	+	-	+	-	+	-	+	-	-	-	+	-	+	-
1998	-	-	-	-	+	-	+	-	+	-	+	-	-	-	+	-	+	-
1999	-	-	-	-	+	-	+	-	+	-	+	-	-	-	+	-	+	-
2000	-	-	-	-	+	-	+	-	+	-	+	-	-	-	+	-	+	-

Ook zijn voor elke beschouwde stof en voor elk jaar binnen de periode 1990 – 2000 de mediaanwaarden berekend en uitgezet om na te kunnen gaan of zich in de tijd een significante verslechtering van de waterkwaliteit heeft voorgedaan, zonder dat normen werden overschreden. Van de locaties Vlissingen, Terneuzen en Schaar van Ouden Doel zijn deze gegevens in de figuren 9 t/m 11 opgenomen.

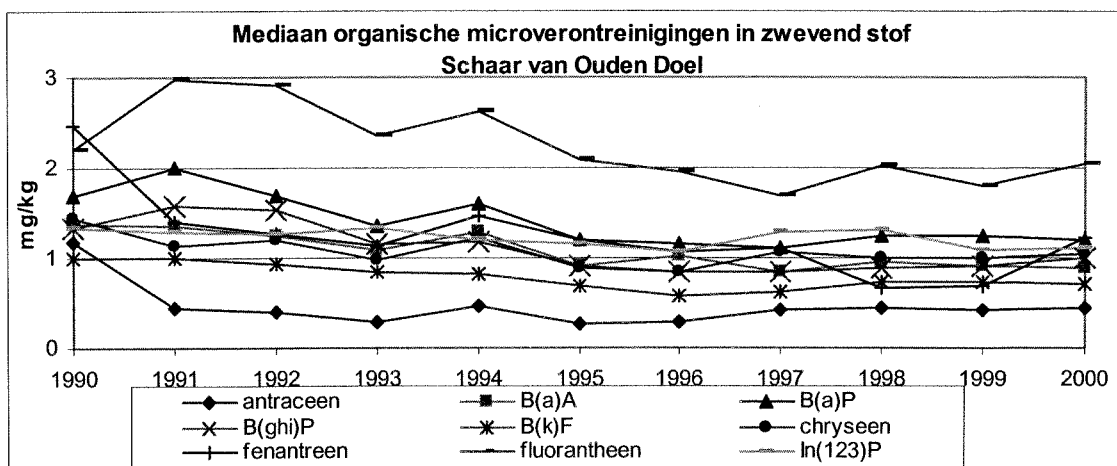
Figuur 9. Mediaanwaarden organische microverontreinigingen in zwevend stof bij Vlissingen.



Figuur 10. Mediaanwaarden organische microverontreinigingen in zwevend stof bij Terneuzen.



Figuur 11. Mediaanwaarden organische microverontreinigingen in zwevend stof bij Schaar van Ouden Doel.



Uit de toelichting op de hypothese C3 blijkt dat rekening gehouden moet worden met het verder opschuiven van het gebied met het troebelheidmaximum naar de monding van de Westerschelde en met de gevolgen van baggerwerkzaamheden in het Scheur. Beide processen zouden de kwaliteit van het Westerscheldewater negatief kunnen beïnvloeden. Hiertoe is van de gegevens, die zijn ingewonnen bij de locaties Wielingen en Vlissingen, ook nog nagegaan of sprake is van een (statistisch) significante verandering van de concentraties binnen de beschouwde periode. De resultaten zijn in tabel 8 opgenomen.

Tabel 8. Resultaten statistische toetsing concentratieverloop zuurstof, zware metalen en organische microverontreinigingen in het water en het zwevend stof.

Toelichting:

“↑” betekent significant stijgend,

“↓” betekent significant dalend,

de afkorting “n.s.” houdt in dan de verandering niet significant is,

het symbool “ - ” betekent geen of te weinig gegevens voor statistische analyse.

Stof (niet gestandaardiseerd)	Gegevens beschikbaar over de periode	Toetsing gehele periode	Toetsing tot eind 1995	Toetsing vanaf 1996
Locatie Wielingen				
Zuurstof Vlissingen	1990 – 2001	(n.s.) dalend	(n.s.) dalend	(n.s.) dalend
Zuurstof Wielingen	1991 – 2001	(n.s.) stijgend	(n.s.) stijgend	(n.s.) stijgend
Arseen particulier Wielingen	1992 – 2001	(n.s.) stijgend	(n.s.) stijgend	(n.s.) stijgend
Arseen opgelost Wielingen	1992 – 1999	(n.s.) dalend	(n.s.) dalend	(n.s.) stijgend
Cadmium particulier Wielingen	1992 – 2001	↓	(n.s.) dalend	(n.s.) dalend
Cadmium opgelost Wielingen	1992 – 1999	↓	(n.s.) dalend	(n.s.) dalend
Koper particulier Wielingen	1992 – 2001	(n.s.) stijgend	(n.s.) stijgend	(n.s.) stijgend
Koper opgelost Wielingen	1992 – 1999	↓	(n.s.) dalend	(n.s.) stijgend
Chroom particulier Wielingen	1992 – 2001	↑	(n.s.) stijgend	(n.s.) stijgend
Chroom opgelost Wielingen	1992 – 1999	detectielimieten	detectielimieten	detectielimieten
Zink particulier Wielingen	1992 – 2001	(n.s.) stijgend	(n.s.) stijgend	(n.s.) stijgend
Zink opgelost (waarde=0,5 dl)	1992 – 1999	(n.s.) stijgend	(n.s.) dalend	(n.s.) stijgend
Lood particulier Wielingen	1992 – 2001	(n.s.) stijgend	(n.s.) stijgend	(n.s.) stijgend
Lood opgelost Wielingen	1992 – 1999	detectielimieten	detectielimieten	detectielimieten
Kwik particulier Wielingen	1992 – 2001	↓	(n.s.) dalend	(n.s.) dalend
Kwik opgelost Wielingen	1992 – 1999	detectielimieten	detectielimieten	detectielimieten
Nikkel particulier Wielingen	1992 – 2001	↑	(n.s.) stijgend	(n.s.) stijgend
Antraceen Wielingen	1988 – 2001	(n.s.) dalend	(n.s.) dalend	(n.s.) dalend
Antraceen Vlissingen	1988 – 2001	↓	(n.s.) dalend	↓
Indenopyreen Wielingen	1992 – 2001	(n.s.) stijgend	(n.s.) stijgend	(n.s.) stijgend
Indenopyreen Vlissingen	1988 – 2001	(n.s.) dalend	(n.s.) dalend	(n.s.) dalend
Fluorantheen Wielingen	1992 – 2001	(n.s.) stijgend	(n.s.) stijgend	↓
Fluorantheen Vlissingen	1988 – 2001	↓	(n.s.) dalend	↓
Benzo(a)antraceen Wielingen	1992 – 2001	(n.s.) stijgend	(n.s.) stijgend	↓
Benzo(a)antraceen Vlissingen	1988 – 2001	(n.s.) dalend	(n.s.) dalend	↓
Benzo(a)pyreen Wielingen	1992 – 2001	(n.s.) stijgend	↑	(n.s.) dalend
Benzo(a)pyreen Vlissingen	1988 – 2001	(n.s.) dalend	(n.s.) stijgend	↓
Benzo(ghi)peryleen Wielingen	1992 – 2001	(n.s.) stijgend	(n.s.) stijgend	(n.s.) dalend
Benzo(ghi)peryleen Vlissingen	1988 – 2001	(n.s.) dalend	(n.s.) dalend	(n.s.) dalend
Benz(k)fluorantheen Wielingen	1992 – 2001	(n.s.) stijgend	(n.s.) stijgend	↓
Benz(k)fluorantheen Vlissingen	1988 – 2001	(n.s.) dalend	(n.s.) dalend	↓

De bodemkwaliteit.

De dataset voldoet om de hypothese in ecotoxicologische zin te toetsen omdat de Nederlandse normen gebaseerd zijn op NOEC (no observed effect concentration) gegevens. Ze zijn echter onvoldoende om de hypothese in ecologische zin te toetsen. Desondanks zijn de toetsingsresultaten in appendix 1 opgenomen.

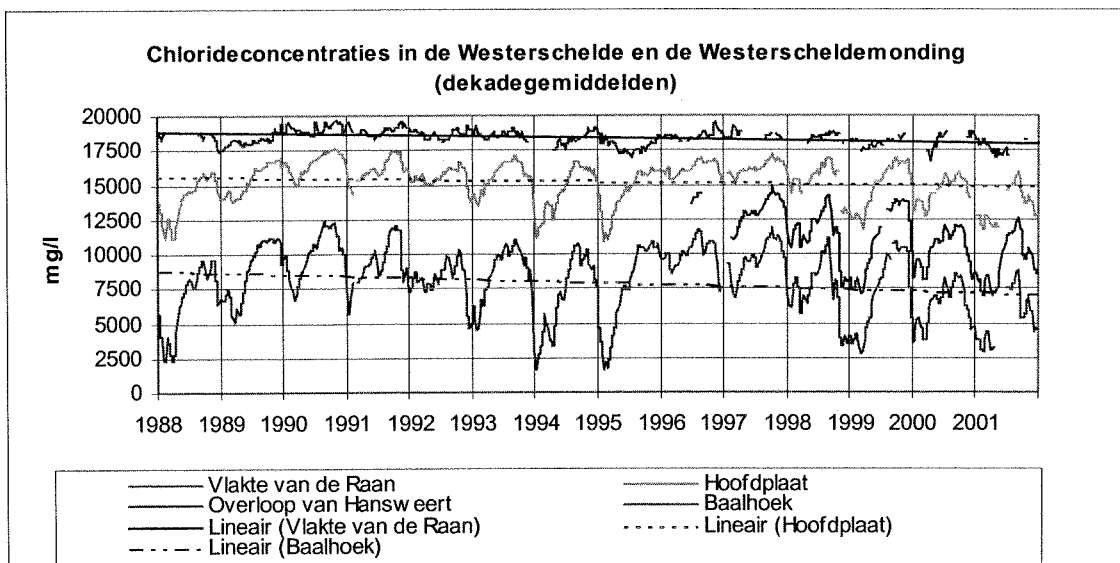
Chloride.

De chlorideconcentraties in de Westerschelde worden voor het grootste deel bepaald door de rivierafvoer. Een poging om deze relatie met behulp van een multiple regressiemodel aan te geven, en daaruit een eventuele invloed van de verruiming op de chlorideconcentraties aan te geven, bleef steken op de onnauwkeurigheid van dit

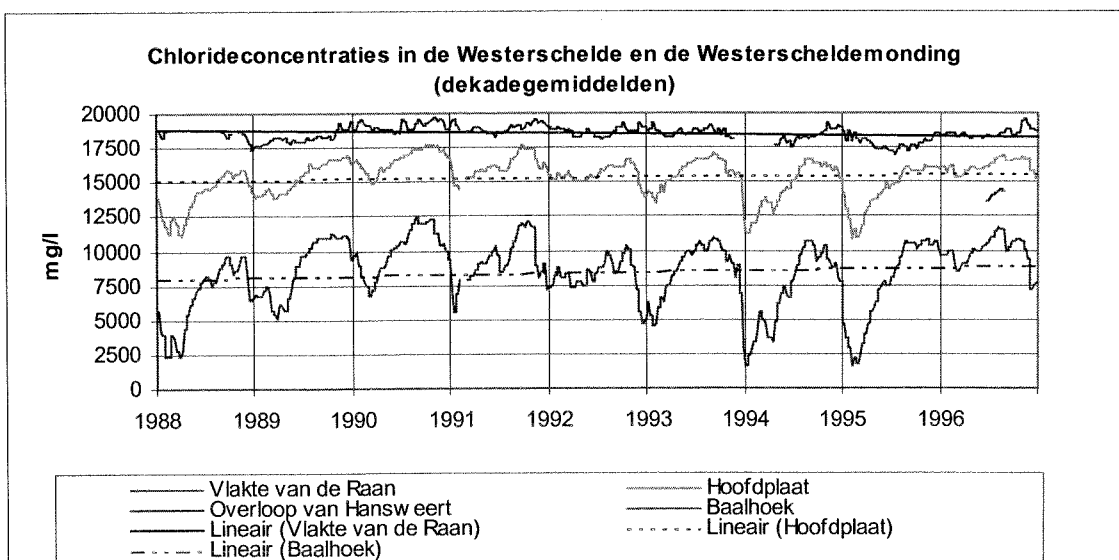
model, mede gezien de waarschijnlijk zeer kleine gevolgen van de verruiming voor de chlorideconcentraties.

De chlorideconcentraties die in de periode 1988 t/m 2001 zijn gemeten in de locaties op de Vlake van de Raan, Hoofdplaat, Overloop van Hansweert en Baalhoek zijn in figuur 12 opgenomen. Figuur 13 geeft een beeld van de chlorideconcentraties in die locaties in de periode 1988 – 1997, figuur 14 geeft een beeld hiervan voor de periode 1997 – 2001.

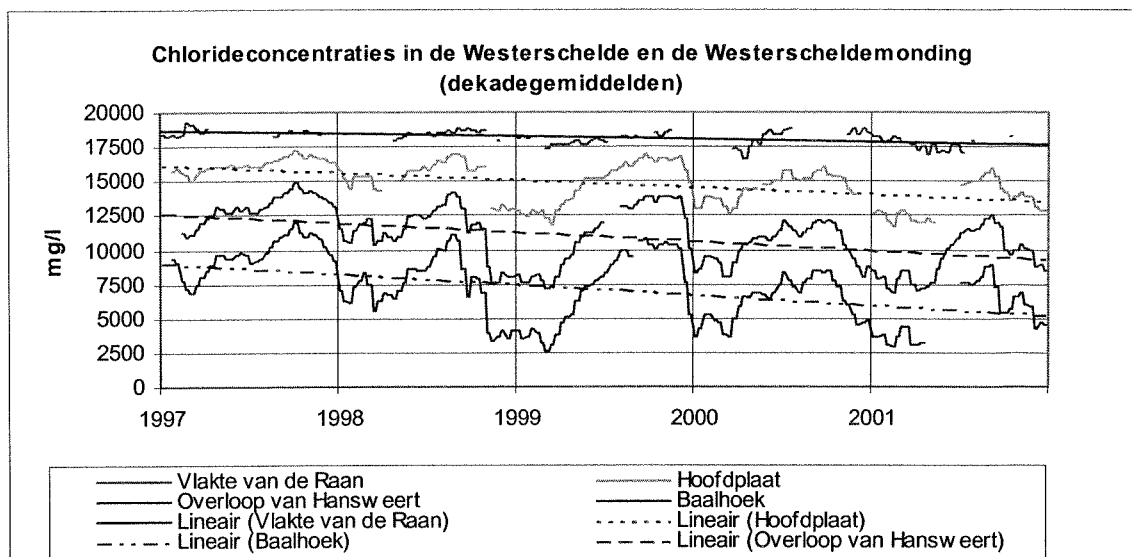
Figuur 12. Decadegemiddelde chlorideconcentraties in de Westerschelde en de Westerscheldemonding in de periode 1988 – 2001.



Figuur 13. Decadegemiddelde chlorideconcentraties in de Westerschelde en de Westerscheldemonding in de periode 1988 – 1996.

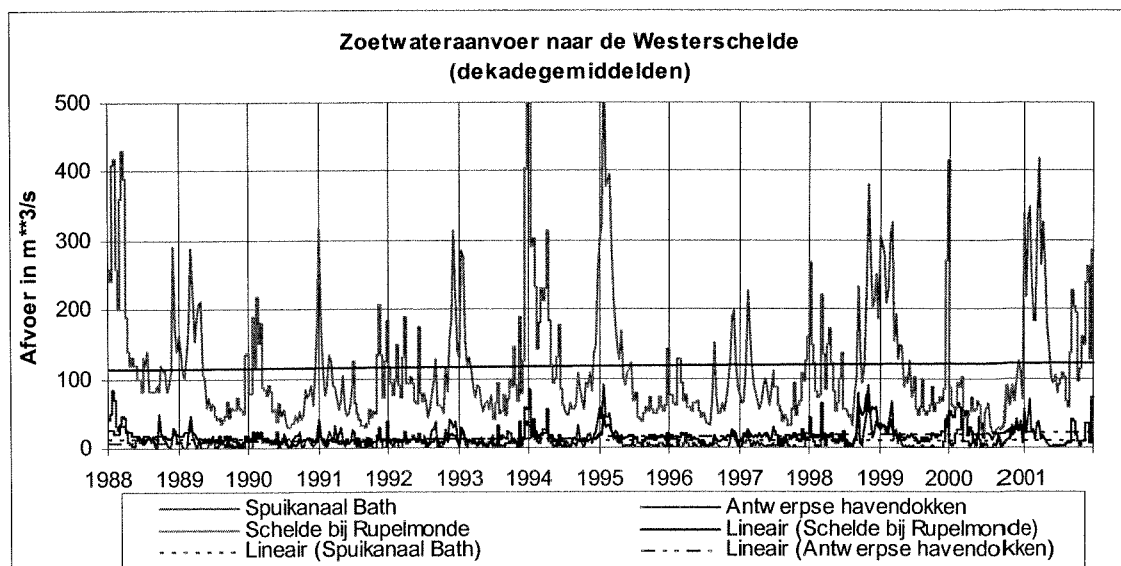


Figuur 14. Decadegemiddelde chlorideconcentraties in de Westerschelde en de Westerscheldemonding in de periode 1997 – 2001.

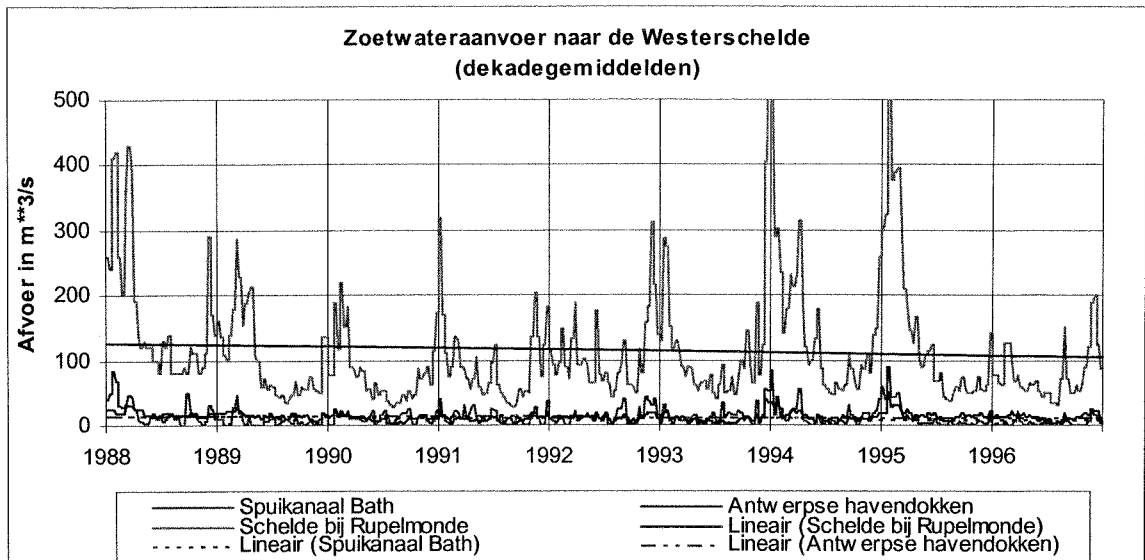


Figuur 15 geeft een beeld van de ontwikkeling van een belangrijk deel van de zoetwatertoevoer uit het stroomgebied van de Schelde in de periode 1988 – 2001, figuur 16 geeft een beeld van de zoetwatertoevoer in de periode 1988 – 1996 en figuur 17 geeft een beeld van de zoetwatertoevoer in de periode 1997 – 2001.

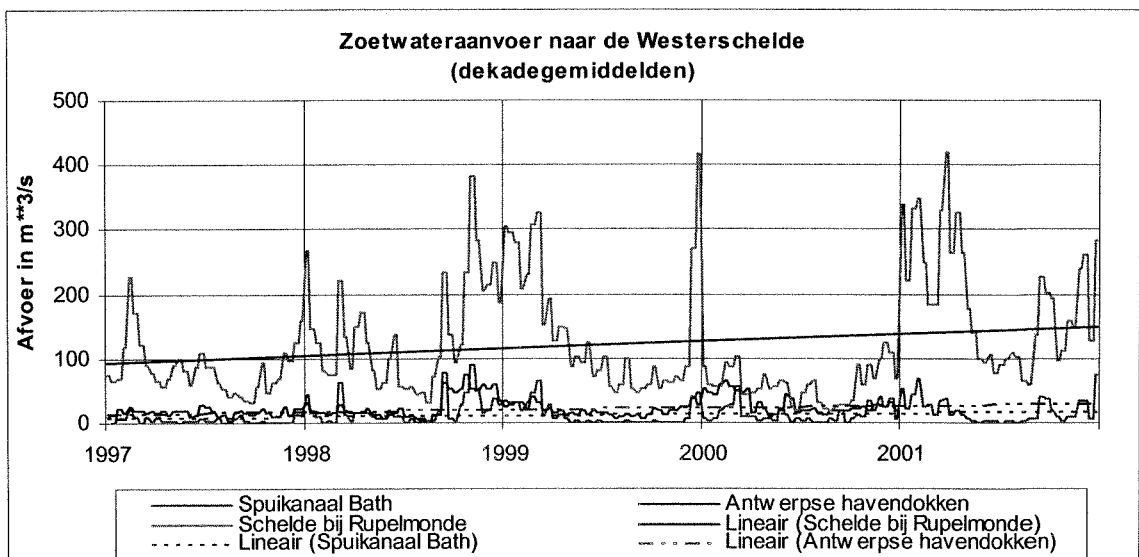
Figuur 15. Zoetwateraanvoer naar de Westerschelde in de periode 1988 – 2001.



Figuur 16. Zoetwateraanvoer naar de Westerschelde in de periode 1988 – 1996.



Figuur 17. Zoetwateraanvoer naar de Westerschelde in de periode 1997 – 2001.



Uit voorgaande figuren blijkt dat de dekadegemiddelde chlorideconcentraties in de Westerschelde in de periode 1998 – 2001 enigszins dalen, in de periode 1988 – 1996 iets stijgen en in de periode na de verruiming dalen. Deze variaties zijn echter in hoofdzaak het gevolg van variaties in de toevoer van zoet rivierwater uit het stroomgebied van de Schelde. De variaties in de aanvoer van zoet water, dalend in de periode 1988 – 1996 en stijgend in de periode 1997 – 2001, zijn voor het grootste deel het gevolg van veranderende meteorologische omstandigheden. Ook variaties in de import in het stroomgebied van de Schelde van gebiedsvreemd zoet water, dat afkomstig is uit het stroomgebied van de Maas - en dat via de Schelde én via de Antwerpse Havendokken op de Westerschelde terechtkomt - en zoet water afkomstig van het stroomgebied van de Rijn - dat via het Spuikanaal Bath op de Westerschelde terechtkomt - dragen daaraan bij.

6. Conclusies

Waterkwaliteit.

Uit de toetsing aan de normen uit de 4^e Nota Waterhuishouding (de MTR-waarden en de streefwaarden) van de periodes voor en na 1996 blijkt dat:

- de zuurstofconcentraties niet dalen na 1996. De norm wordt bij Vlissingen, Terneuzen en Hansweert elk jaar gehaald, bij Schaar van Ouden Doel daarentegen in geen enkel jaar, al treedt hier wel enige verbetering op. De lage zuurstofconcentraties zijn het gevolg van lozingen vanuit het stroomgebied van de Schelde, en niet het gevolg van verruimingswerkzaamheden.
- het toetsen van de gehalten aan zware metalen en organische microverontreinigingen in zwevend stof in de beschouwde periode aan de huidige normen geen essentiële verschillen geeft.

Uit de trendanalyse voor de periode 1997 – 2000 (of 2001) blijkt dat:

- de zuurstofconcentraties niet significant dalen.
- de concentraties zware metalen stijgen, maar over het algemeen niet significant.
- de concentraties van de meeste van de beschouwde organische microverontreinigingen bij Vlissingen en in de Wielingen laten een significante daling zien. De andere organische microverontreinigingen dalen daar over het algemeen, maar niet significant.
- bij Schaar van Ouden Doel sprake is van enige daling van de gehalten zware metalen en organische microverontreinigingen, veroorzaakt door vermindering van lozingen in het stroomgebied.

Er is kortom geen sprake van een significante verslechtering van de waterkwaliteit in de beschouwde periodes. Dit komt overeen met de geformuleerde hypothese.

Verondersteld daarin wordt dat de invloed van de verruiming slechts een gering effect op de waterkwaliteit van de Westerschelde zal hebben.

In het algemeen is de waterkwaliteit van de Westerschelde niet beïnvloed door de verruiming en onderhoudsbaggerwerk van de vaargeul en de havens met uitzondering wellicht van enkele sediment gebonden stoffen.

Geconcludeerd wordt kortom dat hypothese C3 niet wordt verworpen.

Bodemkwaliteit.

Bij het opstellen van hypothese C1 is duidelijk gehinkt op twee gedachten. De eventuele gevolgen voor de kwaliteit van de bodem van het westelijke deel van de Westerschelde, en daarmee voor het bodemleven, werden belangrijk genoeg gevonden om in hypothese C1 te vervatten, zonder dat hiervoor een adequaat bemonsteringsprogramma werd opgesteld. **Hierom kon hypothese C1 niet worden getoetst.**

Er is onvoldoende aandacht besteed aan het opstellen en uitvoeren van een adequaat bemonsteringsprogramma, waarmee eventuele gevolgen van de verruiming voor de concentraties microverontreinigingen in de bodem van het westelijke deel van de Westerschelde ook daadwerkelijk kunnen worden getoetst.

Chloride.

Uit de beschikbare informatie wordt geconcludeerd dat de decadegemiddelde chlorideconcentraties na 1996 in de Westerschelde over het algemeen zijn gedaald. Deze daling strekt zich uit tot de Westerscheldemonding. Deze daling wordt toegeschreven aan de gevolgen van de in die periode sterk toegenomen aanvoer van zoet water uit de stroomgebieden van de Schelde, de Maas en de Rijn. Het getij dringt als gevolg van de verruiming verder de Westerschelde binnen. Omdat de chlorideconcentraties in die periode dalen konden eventuele gevolgen van de verruiming voor de chloirideconcentraties niet worden aangetoond.

De hypothese stelt dat de chlorideconcentraties in beschouwde periode als gevolg van de verruiming niet veranderen. Een eventuele grotere getijdoordringing heeft geen hogere chlorideconcentraties in de Westerschelde tot gevolg heeft gehad. De daling van de chlorideconcentraties wordt verklaard door de grotere toevoer van zoet water naar de Westerschelde. Hieruit wordt geconcludeerd dat de geherformuleerde hypothese **Z1 aanvaard wordt**.

7. Discussie

Waterkwaliteit.

De waterkwaliteit van de Westerschelde wordt voor een groot deel bepaald door de zijdelingse belastingen van stoffen in (zijrivieren van) het Schelde stroomgebied. Via een groot aantal processen in het watersystemen zelf en fluctuerende meteorologische condities en water- en sedimentafvoeren resulteert dit vervolgens in de waterkwaliteit van de Westerschelde zelf. Deze wordt vervolgens nog verder beïnvloed door diverse menselijke ingrepen in het systeem waarvan de ingrepen in de slibhuishouding door met name onderhoudsbaggerwerk van havens - waarin van nature slib accumuleert dat van nature de hoogste gehalten microverontreinigingen heeft - de belangrijkste is. Gegeven dit geheel werd verwacht en vervolgens geformuleerd in hypothese C3, dat de invloed van een verruiming en vervolgens het reguliere onderhoudsbaggerwerk van de vaarweg naar de havens op de waterkwaliteit gering zou zijn. Dit betekent ook dat het niet erg zinvol is om naar de waterkwaliteit van de Westerschelde in algemene zin te kijken als getracht wordt om de invloed van de verruiming op de waterkwaliteit te bepalen. Dit betekent dat in de toekomst ingezoomd moet worden zowel met betrekking tot locaties als stoffen om hypothese C3 adequaat te toetsen. Uitgaande van het gegeven dat het vaargeulonderhoud op dit moment bestaat uit het baggeren van drempels, het met name storten van materiaal naar het westen toe en het gegeven dat verontreinigingen vooral in fijn sediment (slib) aanwezig zijn kan de hypothese C3 in de toekomst het best als volgt worden geoperationaliseerd:

- a) (statistisch) analyseren van verschillen in gehalten in de fijne fractie in drempels in het oosten van de Westerschelde. Het gaat dan met name om de drempels met de grootste baggeractiviteiten en in het gebied met van nature de hoogste concentratiegradiënten van stoffen.
- b) (statistisch) analyseren van de waterkwaliteit op stoffen die met name als gevolg van de vroege-diagenese in hoge concentraties in het poriënwater aanwezig zijn en via baggeractiviteiten in de waterfase komen. Concreet zou het kunnen gaan om het meten van ammonium over de verticaal in een gebied in het oosten met een hoge baggeractiviteit van fijn materiaal.
- c) (statistisch) analyseren van verschillen in gehalten in de fijne fractie in de stortlocaties in het westen.
- d) het bepalen van de hoeveelheid fluviatiel materiaal in de monding van de Westerschelde.

Bodemkwaliteit.

De hypothesen zijn opgesteld vanuit de juiste veronderstelling dat er een gradiënt in de bodemkwaliteit bestaat tussen het oostelijke en het westelijke deel van de Westerschelde, én dat er materiaal wordt gebaggerd in het oosten dat vervolgens meer westwaarts in de Westerschelde wordt teruggestort. In principe resulteert dit in een verslechtering van de bodemkwaliteit in het westen. In de praktijk is deze verslechtering echter slecht of niet vast te stellen. Dit heeft de volgende oorzaken.

- a. Het materiaal dat wordt gebaggerd is vrijwel altijd zandig materiaal. Verschillen in gehalten aan verontreinigende stoffen in zandig materiaal zijn meestal niet groot.
- b. Bij de toetsing wordt de uniforme gehaltetoets gebruikt. De kwaliteit in het oosten van de Westerschelde is inmiddels zodanig dat de gehalten aan verontreinigende stoffen in de baggerspecie in het oosten laag zijn. In het

westen worden vaak nog lagere gehalten gevonden, maar deze kleine verschillen vallen weg door de gekozen toetsmethode. Het resultaat hiervan is dat klasse 1 of zelfs al klasse 0 uit het oosten wordt gestort op bodems met klasse 0 of 1 in het westen. Verschillen zullen zo heel lastig zichtbaar worden. Daarbij komt nog dat door het gehanteerde bagger- en stortbeleid wordt vermeden dat materiaal wordt gestort op een bodem met een betere kwaliteit.

- c. Het gehalte van een verontreinigende stof in de bodem wordt grotendeels bepaald door de hoeveelheid van de stof die al in de bodem zit. Wordt hieraan - via bijvoorbeeld sedimentatie - sediment met heel andere gehalten aan toegevoegd dan verandert het gehalte in de bodem toch maar weinig. Het gehalte in de bodem op een tijdstip T1 wordt daarom sterk bepaald door het gehalte op tijdstip T0. Er is een grote autocorrelatie tussen de gehalten op diverse tijdstippen. Dit maakt dat de bodem als milieucompartiment in het algemeen slechts geschikt is om veranderingen over lange perioden te detecteren.
- d. Het effect van baggeren en storten op de ecologie van een watersysteem is een complex geheel. Zie ook de inleiding. Het is erg lastig om een monitoringprogramma te definiëren dat de mogelijke ecotoxicologische gevolgen goed in beeld brengt. Om een voorbeeld te noemen, nog steeds is onbekend waardoor de troebelheid van de Westerschelde wordt bepaald en wat de invloed van de continue bagger- en stortactiviteiten hierop is. Er is kortom eerst projectmatig onderzoek nodig waaruit een goede monitor aanpak moet volgen. Daarbij moet wel opgemerkt worden dat dit type onderzoek heel complex is.
- e. Uit bovenstaande en uit de toetsing is duidelijk geworden dat de actuele problematiek die de hypothese beschrijft is: het baggeren van klasse 0 of 1 specie en het storten ervan op klasse 0 en 1. Gezien de stortstrategie zal dit zelfs het storten van klasse 1 op klasse 1 en van klasse 0 op klasse 0 zijn. Dit betekent dat de hypothese C1 nog weinig betekenis heeft. Alternatieven zijn om te kijken naar de kwaliteit van het zwevend materiaal en/of te gaan kijken naar de kwaliteit van organismen als het mosselmeetnet.
- f. Het bemonsteringsprogramma voor hypothese C2 kan voorts het best aangepast worden aan de resultaten van de andere hypothesen en met name geconcentreerd worden in die gebieden waar een duidelijke toename van de sedimentatie (door de laatste) verruiming is geconstateerd.

Chloride.

Door de verruiming zal het getij iets verder in de Westerschelde doordringen. Enige stijging van de chlorideconcentraties in de Westerschelde zou hiervan het logische gevolg kunnen zijn. Metingen in de periode vanaf de aanvang van de bagger- en stortwerkzaamheden, die t.b.v. de verruiming plaats vonden, laten een daling van de chlorideconcentraties zien. Deze daling is voor het grootste deel - dat echter niet kon worden gekwantificeerd - het gevolg van de in dezelfde periode toegenomen aanvoer van zoet water naar vooral het oostelijke deel van de Westerschelde. Daardoor is het onduidelijk gebleven wat de 'werkelijke' invloed van de verruiming is op de chlorideconcentraties. Om deze invloed te kunnen kwantificeren en daarmee hypothese Z1 op een adequate manier te kunnen toetsen, is informatie en analyse over langere periode nodig van alle zoetwaterlozingen op de Westerschelde. Ook is informatie nodig van zoetwaterlozingen op de Zeeschelde, omdat de rivierafvoer vanaf het stroomgebied bij Schelle wordt berekend. Deze informatie kan vervolgens als input worden gebruikt in een fysisch model, waarmee berekeningen van de chloridesituaties voor en na de

verruiming kunnen worden uitgevoerd. Vervolgens kan deze output ("chloridevelden") worden gebruikt als input voor het nog verder te ontwikkelen ZES (Zoutwater Ecotopen Stelsel) voor de Westerschelde. Koppeling van de chloridesituaties voor en na de verruiming van de Westerschelde met informatie over (eventuele wijzigingen in) de vegetatie en het voorkomen van bodemdieren (bijvoorbeeld kokkels) is noodzakelijk om aan het uitgangspunt van de hypothese, de zorg over een eventuele effecten van de verruiming voor de biologie, te kunnen voldoen. Pas als hieraan wordt voldaan is toetsing van deze hypothese echt zinvol.

Het is beter de parameter saliniteit te beschouwen in plaats van chloride, omdat deze parameter internationaal meer is geaccepteerd.

8. Literatuur

Temmerman, I. 1996, 1997, 1998, 1999, 2000, 2001.

De chemische kwaliteit van baggerspecie in de Westerschelde en in de Zeeschelde. Campagnes 9 t/m 14. Vlaamse Milieumaatschappij.

Liek, G.A. (2002)

Herziene versie van de hypothesenlijst uit MOVE-rapport 2. Werkdocument RIKZ/AB/2002.802x. Rijksinstituut voor Kust en Zee.

van Berchum A.M. & Stikvoort, E.C. (1999)

Monitoring van de effecten van de verruiming 48'/43'. Werkdocument met betrekking tot chemie en biologie, periode 1997 en 1998. Werkdocument RIKZ/AB-99.811x. Rijksinstituut voor Kust en Zee.

Ministerie van Verkeer en Waterstaat (1998)

Vierde Nota Waterhuishouding. Regeringsbeslissing. Tweede Kamer, 1998 – 2006. Den Haag.

Jong, J. de, G. Krijger, L.Nijse & S. Huis (1997)

Beoordeling van de effecten van de verdieping 48'-43'. MOVE, plan van aanpak – rapport 2. RWS Directie Zeeland, Middelburg 1997.

Beoordeling van de effecten van de verdieping 48'-43'. Plan van aanpak – rapport 2. Directie Zeeland.

D.C. Maldegem & J. Vroon (1995)

Invloed speciéstoringen uit haven van Zeebrugge op water- en bodemkwaliteit Westerschelde. Rapport RIKZ- 94.049, maart 1995.

L.A. van der Kooij (1982)

Dwarsraai onderzoek Westerschelde 1982. RIZA nota 85.06.

R.M. Salden (1998)

Schonere Schelde door slibverwijdering. Rapport RIKZ-98.015, (juli 1998).

B. Dauwe, L. Santbergen & R. Termaat (2002)

Besluitvormingsdocument voor de evaluatie van de MOVE-hypothesen. Werkdocument RIKZ/AB/2002.803x

APPENDIX I

Methode van toetsing.

Om hypothese C1 naar de letter (t.b.v. de bagger- en stortvergunning) te kunnen toetsen is de bodemkwaliteit van de Westerschelde 'vertaald' naar de parameterset die is opgenomen in de uniforme gehaltetoets. Deze bestrijkt een breed spectrum van de bodemkwaliteit. Om de bodemkwaliteit per jaar te kunnen toetsen is, na genoemde standaardisatie, voor elke stof in elke locatie een individuele toetsing uitgevoerd aan de normen uit de uniforme gehaltetoets. Vervolgens zijn de stoffen elk jaar en elke locatie 'en-groupes' getoetst aan de normen uit de uniforme gehaltetoets, waarmee uiteindelijk wordt bepaald of de specie verspreid mag worden of niet.

In de omschrijving van de hypothesen wordt namelijk ook aangegeven dat de bodemkwaliteit niet significant mag verslechteren. Dit kan in principe betekenen dat de tendensen toch de verkeerde kant op gaan, zonder dat dit (al) terug is te vinden in de toetsingsresultaten. Uit de beschikbare gestandaardiseerde gegevens zijn vanaf 1996 tendensen bepaald van beschouwde stoffen in de beschouwde bemonsteringslocaties in het gebied zeewaarts van Terneuzen. Hierbij is eveneens statistisch bepaald of de veranderingen in het verloop van de gehalten significant zijn.

Resultaten.

Na standaardisatie zijn de gegevens van de kwaliteit van de bodem van het westelijke deel van de Westerschelde 'en-groupes' getoetst aan de normen uit de uniforme gehaltetoets. Tabel 1 geeft hiervan de resultaten.

Tabel 1. Resultaten toetsing aan de uniforme gehaltetoets van analyseresultaten van baggerspeciemonsters in de Westerschelde [I. Temmerman, 2001].

Locatie	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Sluissche Hompels	+	+	+	-	+	+	+	+
Drempel van Vlissingen – rode kant				+	+	+	+	+
Drempel van Vlissingen – groene kant		+	+	+	+	+	+	+
Drempel van Borssele – groene kant	+	+	+	+	+	+	+	+
Drempel van Borssele – rode kant	+	+	+	+	+	+	+	+
Pas van Terneuzen				+	+	+	+	+
Terneuzen	+	+	+	+	+	+	+	+

In tabel 2 zijn de resultaten opgenomen van de statistische toetsing van alle beschikbare meetreeksen op significante veranderingen in de periode 1996 – 2001.

Tabel 2. Overzicht significante veranderingen bodemconcentraties westelijke deel Westerschelde.
Periode 1996 – 2001 (en 1997 – 2001 voor locaties Vlissingen en Pas van Terneuzen).

	Sluissche Hompels	Vlissingen Rode kant	Vlissingen Groene kant	Borssele Groene kant	Borssele Rode kant	Pas van Terneuzen	Terneuzen
Cadmium	n.s.	-	-	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Kwik	n.s.	-	-	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Koper	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Nikkel	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Lood	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

Zink	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Chroom	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Arseen	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Minerale olie	n.s.	n.s.	↑	n.s.	n.s.	n.s.	↓
Som pak's	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Antraceen	n.s.	-	-	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
B(a)A	↓	-	-	n.s.	n.s.	-	n.s.
B(a)P	↓	n.s.	-	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
B(ghi)P	n.s.	n.s.	-	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
B(k)F	n.s.	-	-	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Chryseen	n.s.	-	-	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Fluorantheen	n.s.	-	-	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Indenopyreen	n.s.	-	-	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
HCB	-	-	-	-	-	-	-
DDT	-	-	-	-	-	-	-
PCB28	-	-	-	-	-	-	-
PCB52	-	-	-	-	-	-	-
PCB101	-	-	-	-	-	-	-
PCB118	-	-	-	-	-	-	-
PCB138	-	-	-	-	-	-	-
PCB153	-	-	-	-	-	-	-
PCB180	-	-	-	-	-	-	-
SOM PCB's	-	-	-	-	-	-	-
Naftaleen	-	-	-	-	-	-	-
Fenantreen	n.s.	-	-	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
EOX	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

Toelichting: in de tabel betekent "↑" significant stijgend, "↓" betekent significant dalend, de afkorting "n.s." houdt in dan de verandering niet significant is. Het symbool " - " betekent geen of te weinig gegevens voor statistische analyse.

Na toetsing van beschikbare informatie van de kwaliteit van de drempels in het westelijke deel van de Westerschelde aan de uniforme gehaltetoets en na het statistisch toetsen van het concentratieverloop van de individuele stoffen blijkt in de periode 1996 - 2000 het volgende:

- in 1997 wordt in de Sluissche Hompels niet aan de uniforme gehaltetoets voldaan door overschrijding van HCB aan de norm. Daardoor is verspreiding niet toegestaan.
- bij Vlissingen aan de 'groene' kant van het vaarwater stijgt het gehalte minerale olie significant. Bij Terneuzen daalt het gehalte minerale olie significant
- op de Sluissche Hompels dalen de concentraties B(a)A en B(a)P significant.
- het concentratieverloop van de overige stoffen op beschouwde locaties verandert niet significant.

De concentraties van de verontreinigingen op de beschouwde locaties zijn in de periode 1996 - 2000, op één uitzondering na, niet significant toegenomen.