



**Datarapportage fysica en
chemie 2002.**

WERKDOCUMENT RIKZ/AB/2002.820x
september 2002

Auteurs: G.A. Liek en F.O.B. Lefevre

Aan
Projectgroep MOVE

Aanlevering data en teksten
E. Paree (directie Zeeland, AXM)
L. Dekker (directie Zeeland, RWM, HMC)

Van
G.A. Liek
F.O.B. Lefevre

Doorkiesnummer
0118-672313
0118-672314

Datum
augustus 2002

Nummer
RIKZ/AB/2002.820x

Onderwerp
Datarapportage fysica en chemie 2002

Project
ZEEMOVE

Inhoudsopgave

1.	BODEMSAMENSTELLING	3
1.1.	BODEMSAMENSTELLING PLATEN EN SLIKKEN	3
1.2.	BODEMSAMENSTELLING SLIKKEN VAN EVERINGEN	4
1.3.	BODEMSAMENSTELLING HOOGHE PLATEN	6
2.	AREALEN	8
2.1.	AREAAALONTWIKKELING SCHORREN	8
2.2.	AREAAALONTWIKKELING SLIKKEN	9
2.3.	AREAAALONTWIKKELING ONDIEP WATER	10
2.4.	AREAAALONTWIKKELING PLATEN	12
2.5.	AREAAALONTWIKKELING GEULEN	14
3.	INHOUDEN	16
3.1.	INHOUDSONTWIKKELING PLATEN	16
3.2.	INHOUDSONTWIKKELING HOOFDGEULEN	18
3.3.	INHOUDSONTWIKKELING NEVENGEULEN	19
4.	ZANDTRANSPORTEN	22
4.1.	NATUURLIJKE ZANDTRANSPORTEN	22
4.2.	BAGGERWERKEN	24
5.	DYNAMIEK	25
6.	ONTWIKKELING KUST	28
7.	WATERSTANDEN EN GETIJVERSCHILLEN	30
7.1.	GETIJ MONDINGSGEBIED	30
7.2.	GETIJVERSCHIL WESTERSCHELDE	30
8.	GETIJVOLUME EN DEBIETEN	35
9.	STROOMSNELHEDEN	38
10.	ONTWIKKELINGEN GEULWANDVERDEDIGINGEN	40
11.	ZOUT	46

Vestiging Middelburg
Postbus 8039, 4330 EA Middelburg
Bezoekadres Grenadierweg 31

Telefoon 0118 672313
Telefax 0118 651046
Email: g.a.liek@rikz.rws.minvenw.nl

12.	WATER- EN BODEMKWALITEIT WESTERSCHELDE.....	47
12.1.	INLEIDING.....	47
12.2.	BODEMKWALITEIT.....	47
12.3.	WATERKWALITEIT.....	51
12.4.	MINERALISATIE.....	57
12.5.	CONCLUSIE.....	58

1. Bodemsamenstelling

De bodemsamenstelling van de Westerschelde is voornamelijk van belang voor het ecologisch functioneren van de Westerschelde. Het voorkomen van bodemdieren wordt ondermeer bepaald door de bodemsamenstelling (slibgehalte). Deze bodemdiergemeenschap is weer een voedselbron voor veel andere dieren, o.a. steltlopers. Door met name de natuurbeschermingsorganisaties is de vrees geuit dat door stortingen de bodemsamenstelling in bepaalde natuurgebieden grover zal worden. Ook voor de recreatie is de bodemsamenstelling van belang. Een hoog slibgehalte wordt over het algemeen als onprettig ervaren.

De hypothesen B1 t/m B4 gaan inhoudelijk in op verwachte ontwikkelingen in de samenstelling van het bodemsediment van slikken en platen in de Westerschelde. De veranderingen die worden verwacht zullen optreden in een periode van 25 jaar. Deze gegevens worden beheerd bij Directie Zeeland, afdeling AXL. Contactpersoon is Edwin Paré e.

1.1. Bodemsamenstelling platen en slikken

Hypothese B1: De samenstelling van het bodemsediment van platen en slikken in het oostelijk deel van de Westerschelde zal verfijnen.

Toelichting: door het veranderde stortbeleid wordt meer baggerspecie (met een relatief grote korrel-diameter) naar het westen gebracht, in plaats van gestort in het oosten. Hierdoor is in het oosten minder grof materiaal beschikbaar. Deze verfijning zal zich geleidelijk voltrekken (waarschijnlijk lineair). Parameters waarop zal worden getoetst zijn D50 en slibgehalte ($< 63\mu\text{m}$).

Hypothese B2: De samenstelling van het bodemsediment van platen en slikken in het midden en westelijk deel van de Westerschelde verandert niet.

Toelichting: In het midden en westelijk deel is het sediment van nature grover dan in het oosten. Verhoging van de stortingen in het westen zal geen verandering voor de sedimentsamenstelling tot gevolg hebben. Parameters waarop zal worden getoetst zijn D50 en slibgehalte ($< 63\mu\text{m}$).

Hypothesen B1 en B2 zijn beiden vertaald tot een tweetal parameters:

1. D50 van het bodemsediment.
2. slibgehalte (fractie $< 63\mu\text{m}$).

Deze twee parameters zouden d.m.v. de zogenaamde McLaren bemonstering van de gehele Westerschelde, die in 2000 gepland stond, beschikbaar moeten zijn. In 1992/1993 heeft eerder een McLaren bemonstering van de gehele Westerschelde plaatsgevonden. Deze bemonstering dient als TO voor de situatie van de bodemsamenstelling van de Westerschelde voor de verdieping. De geplande McLarenbemonstering van 2000 heeft niet plaatsgevonden. De eerstvolgende McLaren bemonstering is gepland in 2002. De gegevens waren ten tijde van het schrijven van deze rapportage nog niet beschikbaar.

1.2. Bodemsamenstelling Slikken van Everingen

Hypothese B3: De samenstelling van het bodemsediment van de Slikken van Everingen zal grover worden.

Toelichting: door stortingen voor Ellewoutsdijk (vak 20) en in de Ebschaar van de Everingen (vak 13) zal de sedimentsamenstelling van de slikken grover worden. Bij de stortplaats Ebschaar van de Everingen wordt op geringe diepte gestort. Het sediment uit stortvak Ellewoutsdijk zal vanuit de Vloedschaar van de Everingen door de stroom naar de ondiepere delen worden getransporteerd. De vergroving zal vrij snel na de start van de stortingen merkbaar zijn. Na verloop van tijd zal de snelheid van verandering afnemen, totdat er weer een stabiele situatie is ontstaan. Parameters waarop wordt getoetst zijn D50 en slibgehalte ($<63\mu\text{m}$).

Deze hypothese is vertaald tot een tweetal parameters:

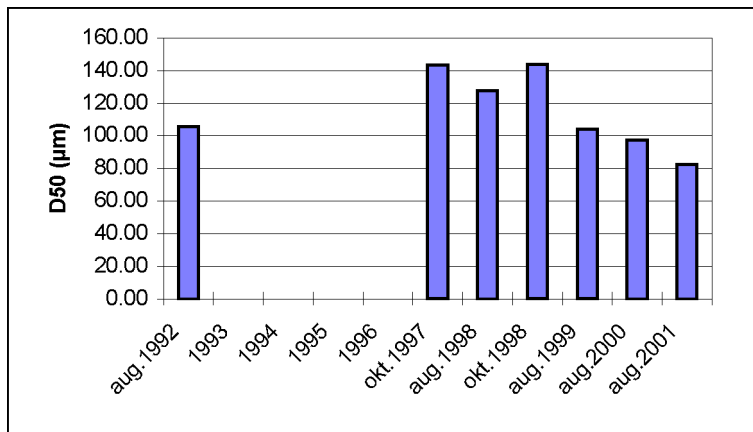
1. D50 van het bodemsediment.
2. slibgehalte (fractie $< 63 \mu\text{m}$).

Voor het volgen van de bodemsamenstelling op de Slikken van Everingen zijn alleen de monsterpunten meegenomen waar een referentie uit 1992 en 1997 van is. De locatie is bemonsterd in 1992 en vervolgens vanaf 1997 jaarlijks. In 1998 hebben twee bemonsteringen (aug. en okt.) plaatsgevonden. Ten behoeve van de hier gepresenteerde grafiek zijn de gegevens van alle monsterpunten gemiddeld. Alle data is verwerkt door E. Paré e, RWS-DZL.

De eerste gebiedsdekkende bodemopname van de Slikken van de Everingen is gemaakt tijdens de McLarenbemonstering van 1992/1993. Deze bemonstering is opgezet door McLaren die de Westerschelde in een raster heeft gedeeld van grids met een afmeting van $500 \times 500\text{m}$. Op sommige plaatsen zijn de grids verkleind tot $250 \times 250\text{m}$. Bij de bemonstering van 1992, waren de grids op de Slikken van de Everingen al $250 \times 250\text{m}$.

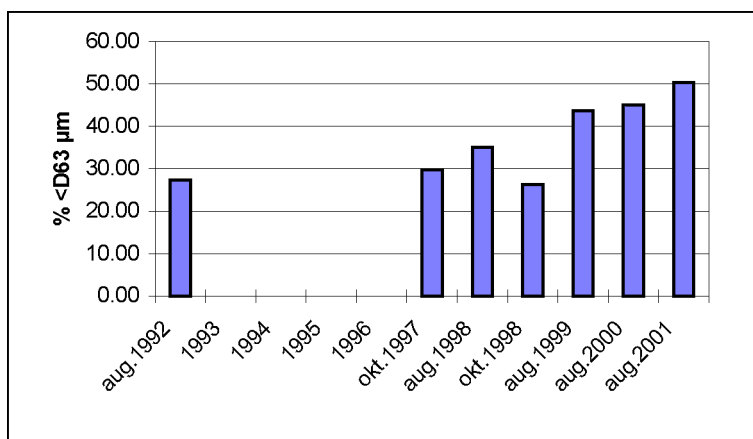
Op beide locaties worden de bodemonsters met een ringsteker genomen. Per locatie wordt drie maal gestoken. Van deze drie steken wordt een mengmonster gemaakt van ca. 0,5 liter van de bovenste vijf cm van de bodem. De monsters worden in het laboratorium, zonder voorbehandeling, op korrelgrootte geanalyseerd.

Met de interpretatie van de gegevens moet wel rekening gehouden worden met seizoensinvloeden. Uit de resultaten bij de Slikken van Everingen komt al duidelijk naar voren dat oktober metingen consequent hoger (D50) en lager ($\%<63\mu\text{m}$) uitvallen dan augustus metingen.



Figuur 1: ontwikkeling van de gemiddelde D50 (µm) op de Slikken van Everingen per jaar in de periode 1992-2001.

Uit de grafiek valt af te leiden dat de gemiddelde D50 op de Slikken van Everingen aan het afnemen is. Deze afname is duidelijk zichtbaar vanaf okt. 1998. Deze afname houdt een verfijning van de bodemsamenstelling in.



Figuur 2: ontwikkeling van het slibgehalte (% < 63 µm) op de Slikken van Everingen per jaar in de periode 1992-2001.

Uit de reeks gemiddelde D50 waarden blijkt dat de bodemsamenstelling op de Slikken van de Everingen verfijnd. De reeks percentage slib (% < 63 µm) geeft hier ook aanleiding toe. Met een zichtbare afname van de gemiddelde D50 is een toename van het gemiddeld percentage slib te zien.

1.3. Bodemsamenstelling Hooge Platen

Hypothese B4: De bodemsamenstelling van de Hooge Platen verandert niet.

Toelichting: De stortingen in de Schaar van de Spijkerplaat zullen geen invloed hebben op de samenstelling van het bodemsediment op de Hooge Platen, omdat de stortplaats in een diepe geul ten noorden van de Hooge Platen ligt. De stroomrichting is west-oost, zodat geen transport richting Hooge Platen wordt verwacht. Parameters waarop wordt getoetst zijn D50 en slibgehalte (<63µm).

Deze hypothese is eveneens vertaald tot een tweetal parameters:

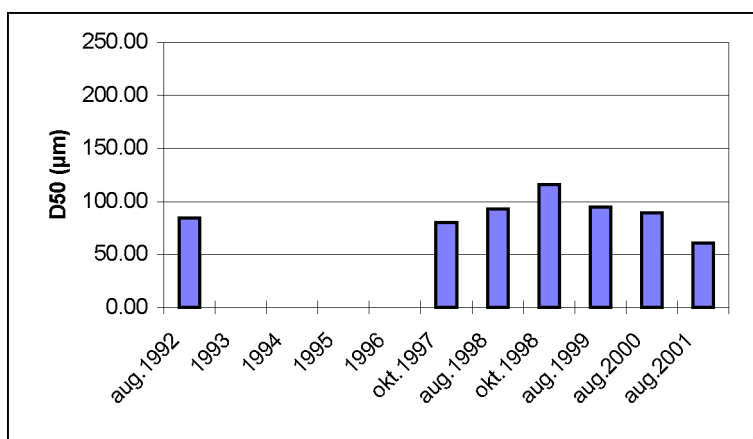
1. D50 van het bodemsediment.
2. slibgehalte (fractie < 63 µm).

Voor het volgen van de bodemsamenstelling op de Hooge Platen zijn alleen de monsterpunten meegenomen waar een referentie uit 1992 en 1997 van is.

De locatie is bemonsterd in 1992 en vervolgens vanaf 1997 jaarlijks. In 1998 hebben twee bemonsteringen (aug. en okt.) plaatsgevonden. Ten behoeve van de hier gepresenteerde grafiek zijn de gegevens van alle monsterpunten gemiddeld. Alle data is verwerkt door E. Paré e, RWS-DZL, afdeling AXL.

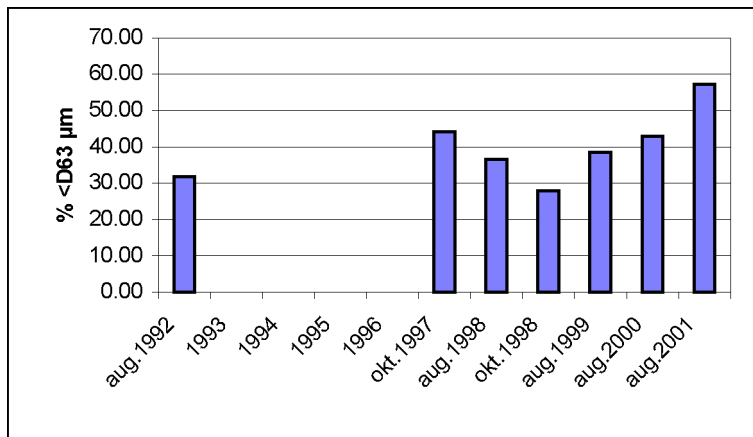
De eerste gebiedsdekkende bodemopname van de Hooge Platen is gemaakt tijdens de McLaren-bemonstering van 1992/1993. Deze bemonstering is opgezet door McLaren die de Westerschelde in een raster heeft gedeeld van grids met een afmeting van 500*500m. Op sommige plaatsen zijn de grids verkleind tot 250*250m. Bij de bemonstering van 1992, waren de grids op de Hooge Platen 500*500m. Nu is de grootte van de grids op de Hooge Platen (evenals bij de Slikken van Everingen) 250*250m.

De bodemonsters worden met een ringsteker genomen. Per locatie wordt drie maal gestoken. Van deze drie steken wordt een mengmonster gemaakt van ca. 0,5 liter van de bovenste vijf cm van de bodem. De monsters worden in het laboratorium, zonder voorbehandeling, geanalyseerd.



Figuur 3: ontwikkeling van de gemiddelde D50 (µm) op de Hooge Platen per jaar in de periode 1992-2001.

Uit de grafiek valt af te leiden dat de gemiddelde D50 op de Hooge Platen, na een toename tot oktober 1998, tijdens de meest recente opname uitkomt onder de referentiewaarden gemeten in 1992 en 1997. Evenals op de Slikken van de Everingen treedt er op de Hooge Platen sinds okt. 1998 dus verfijning van de bodemsamenstelling op.



Figuur 4: ontwikkeling van het slibgehalte (% < 63 µm) op de Hooge Platen per jaar in de periode 1992-2001.

Evenals bij de Slikken van de Everingen loopt de reeks percentage slib omgekeerd evenredig met de reeks gemiddelde D50. Het gemiddeld percentage slib < 63 µm neemt af tot de laagst gemeten waarde in oktober 1998. Vervolgens neemt het percentage slib toe tot waarden hoger dan de referentiewaarden van 1992 en 1997. Sinds oktober 1998 treedt dus ook op de Hooge Platen verfijning van de bodemsamenstelling op.

2. Arealen

De geschiktheid van de Westerschelde ten aanzien van de verschillende in het beleidsplan genoemde functies is afhankelijk van het beschikbare areaal aan platen, slikken, geulen, ondiep water en schorren. Veranderingen in de arealen van deze typen zal effect hebben op het functioneren van de Westerschelde. Ieder type heeft weer zijn eigen functies. Zo zijn platen, schorren en slikken van groot belang voor het ecologisch functioneren, terwijl de scheepvaart gebruik maakt van de diepe geulen en de zandwinning hoofdzakelijk plaatsvindt in het ondiepwatergebied.

De hypothesen A1 t/m A15 gaan inhoudelijk in op verwachte ontwikkelingen in het areaal aan schorren, slikken (gebieden boven N.A.P. -2 m, grenzend aan dijk), ondiep water gebied (gebieden tussen N.A.P. -2m en N.A.P. -5m), platen (gebieden boven N.A.P. -2m, omringd door water) en geulen (gebieden onder N.A.P. -5m) in de Westerschelde. De in de hypothesen genoemde verwachtingen betreffen veranderingen over een periode van 25 jaar. De veranderingen zullen vooral in het begin snel verlopen. Na enkele jaren zal de snelheid van de veranderingen afnemen. De hypothesen zijn geclusterd per morfologische eenheid (fysiotop). De onderliggende gegevens worden beheerd bij Directie Zeeland, afdeling AXL. Contactpersoon aldaar is Edwin Paré e.

2.1. Areaalontwikkeling schorren

Er is een cluster van drie verschillende hypothesen die de ontwikkeling van het areaal aan schorren in de Westerschelde 'verbeeldt':

Hypothese A1: Het areaal schorren in het westelijk deel van de Westerschelde zal afnemen met 15-35 hectare.

Toelichting: Verwacht wordt dat in het westelijk deel geen extra verlies aan schorren op zal treden door de verdieping. Als de huidige trend zich voortzet zal ca. 25 hectare verloren gaan.

Hypothese A2: Het areaal schorren in het middendeel van de Westerschelde zal gelijk blijven.

Toelichting: Het gering aantal schorren in het midden deel ligt op relatief rustige plaatsen, waar weinig erosie optreedt. Door natuurlijke fluctuaties kan een (tijdelijke) toe- of afname van ca 10 ha optreden.

Hypothese A3: Het areaal schorren in het oostelijk deel van de Westerschelde zal afnemen met 25-45 ha.

Toelichting: Verwacht wordt dat er geen extra verlies aan schorren in het oostelijk deel op zal treden t.g.v. de verdieping. Hier gaat, als de huidige trend zich voortzet ca. 35 ha verloren.

Een geo-morfologische luchtfoto-interpretatie vormt de basis van de gegevens. In een GIS zijn deze geomorfologische kaarten verwerkt. Voor de jaren 1959, 1988, 1996 en 2001 waren deze kaarten beschikbaar en konden de schoroppervlakten berekend worden.

De schoroppervlakten (meer dan 50% begroeiing) zijn afkomstig van geomorfologische kaarten en berekend m.b.v. GIS. De kaarten zijn aan de hand van luchtfoto's gedigitaliseerd en door het RIKZ beschikbaar gesteld. De kaart van 1988 was deels onvolledig.

D.m.v. literatuur zijn de ontbrekende oppervlakten aangevuld. Alle data is verwerkt door E. Paré e, RWS-DZL, afdeling AXL.

Schoroppervlak	West	Midden	Oost	Totaal
1959	594	52	2905	3551
1988	111	17	2377	2505
1996	107	18	2267	2392
2001	105	18	2237	2359

Tabel 1: Schoroppervlakten Westerschelde, west, midden en oost (areaal in ha en begroeiingspercentage >50%). 1988 is al inclusief Sieperdaschor.

Verandering	West	Midden	Oost	Totaal
1959/1988	-482 (-16,6)	-36 (-1,2)	-528 (-18,2)	-1046 (-36,1)
1988/1996	-5(-0,6)	1 (0,1)	-109 (-13,6)	-113 (-14,1)
1996/2001	-2(-0,4)	0 (0)	-31 (-6,2)	-33 (-6,6)

Tabel 2: Areaalveranderingen schorren Westerschelde, west, midden en oost: absoluut per periode en gemiddeld per jaar tussen haakjes.

De grootste arealen schor zijn voor 1988 verdwenen waarvan inpolderingen voornamelijk de oorzaak zijn geweest (vanaf 1959 ruim 1000 ha). De ontwikkelingen na 1988 zijn vrijwel autonoom. De arealen in het westelijk en het midden deel van de Westerschelde zijn op enkele ha. na gelijk gebleven. In het oostelijk deel is na 1988 nog bijna 150 ha. schor verdwenen. Tot 1996 verdween er hier gemiddeld bijna 14 ha. per jaar. Na 1996 is deze afnamesnelheid ruim gehalveerd.

Het totale areaal schor blijft afnemen. Op de steeds hoger wordende platen neemt het areaal schor echter toe. In 1988 was er nog geen schor gekarteerd, in 2001 bedroeg het aantal hectare natuurlijk schor 6 ha (meer dan 50% begroeiing) en ruim 100 ha primair schor (beginnend, minder dan 50 % begroeiing).

2.2. Areaalontwikkeling slikken

Er is een cluster van drie verschillende hypothesen dat de ontwikkeling van het areaal aan slikken in de Westerschelde 'verbeeldt':

Hypothese A4: Het areaal slikken in het westelijk deel van de Westerschelde zal afnemen met 40-60 hectare.

Toelichting: Door erosie langs de geulranden gaan aanliggende slikken verloren. Er wordt geen toename van het slikverlies t.g.v. de verdieping verwacht.

Hypothese A5: Het areaal slikken in het middendeel van de Westerschelde zal gelijk blijven.

Toelichting: De erosie van slikken in het midden deel wordt tegengegaan door het aanleggen van geulwandverdedigingen. Door natuurlijke fluctuaties kan op plaatsen waar geen geulwandverdedigingen liggen nog wel enige toe- of afname optreden. Dit zal echter maximaal 10 ha zijn.

Hypothese A6: Het areaal slikken in het oostelijk deel van de Westerschelde zal toenemen met 0-20 ha.

Toelichting: Door het aanleggen van de geulwandverdedigingen zal er weinig erosie van de slikken optreden. De aanliggende schorren zullen echter, als na-ijl effect, nog wel verder eroderen. Dit heeft vergroting van het slik-areaal tot gevolg.

De basis van de gegevens voor het bepalen van de slikoppervlakten vormen de vaklodingen en de geo-morfologische kaarten. Deze gegevens zijn in een GIS verwerkt. De vaklodingen zijn gebruikt voor het bepalen van de ondergrens van het slik (> NAP -2m). De ondergrens van het schor (uit geo-morfologische kaart) en de dijklijn vormen de bovengrens van het slik.

Voor het berekenen van de slikarealen zijn in een GIS de vaklodingen en de geomorfologische kaarten gebruikt. M.b.v. de vaklodingen is de NAP -2m lijn bepaald (ondergrens slik). Het areaal tussen de NAP -2m lijn en de dijklijn is dan het areaal slik en schor. Het areaal slik is vervolgens berekend door het schorareaal in mindering van het totaal slik- en schorareaal te brengen.

De lodingsgegevens van rond 1959 zijn niet compleet waardoor geen arealen slik per systeemdeel berekend konden worden. Het totale slikoppervlak voor de hele Westerschelde is afkomstig uit de literatuur (Rapport: "Ontwikkelingen in de Westerschelde, prognose voor de komende 25 jr").

Slikoppervlak	West	Midden	Oost	Totaal
1959	-	-	-	4260
1988	1229	502	1890	3621
1996	1078	504	1972	3554
2001	1105	512	2083	3700

Tabel 3: Slikoppervlakten Westerschelde, west, midden en oost (areaal in ha. 1988 is al inclusief Sieperdaschor).

Verandering	West	Midden	Oost	Totaal
1988/1996	-150 (-18,8)	2 (0,3)	81 (10,1)	-67 (-8,4)
1996/2001	26 (5,2)	8 (1,6)	112 (20,2)	146 (29,2)

Tabel 4: Areaalveranderingen slikken Westerschelde, west, midden en oost: absoluut per periode en gemiddeld per jaar tussen haakjes.

Het totaal areaal slik is sinds 1959 met ca. 460 ha afgenomen. Evenals bij de schorren is tot 1988 ook bij de slikken het grootste areaal door inpolderingen afgenomen. Na 1988 is er tot 1996 in het westen en midden ca. 150 ha slik verdwenen. In het oosten nam het slikareaal - hoofdzakelijk als gevolg van erosie van het schor - toe. Na 1996 is het slikareaal overal toegenomen met de meeste hectaren weer in het oostelijk deel.

2.3. Areaalontwikkeling ondiep water

Er is een cluster van drie verschillende hypothesen dat de ontwikkeling van het areaal aan ondiep water (gebieden tussen N.A.P. -2m en N.A.P. -5m) in de Westerschelde verbeeldt:

Hypothese A7: Het areaal ondiep water in het westelijk deel van de Westerschelde zal afnemen met 130 tot 230 hectare.

Toelichting: door de toename van de stortingen van baggerspecie zullen in het westen grotere en hogere plaatcomplexen ontstaan. Dit gaat ten koste van het areaal ondiep water.

Hypothese A8: Het areaal ondiep water in het midden - deel van de Westerschelde zal afnemen met 25 tot 125 hectare.

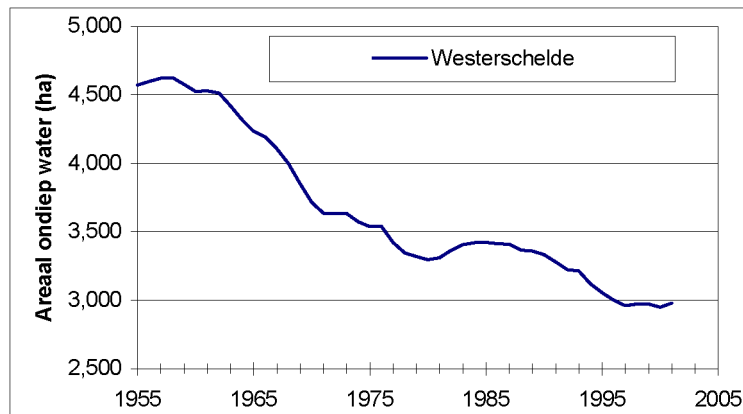
Toelichting: door de toename van de stortingen van baggerspecie zullen in het midden grotere en hogere plaatcomplexen ontstaan. Dit gaat ten koste van het areaal ondiep water

Hypothese A9: Het areaal ondiep water in het oostelijk deel van de Westerschelde zal afnemen met 65 tot 165 hectare.

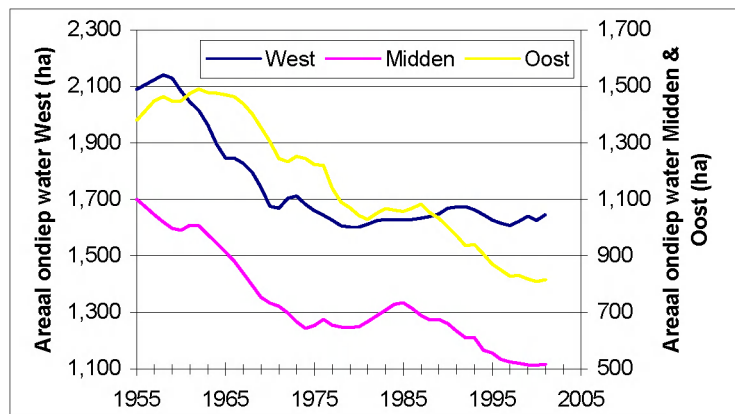
Toelichting: na verruiming van de hoofdgeul zullen door erosie de plaatranden steiler worden en ondiep water verloren gaan.

De arealen ondiep water zijn m.b.v. een GIS-applicatie berekend uit de lodingen van de Westerschelde. Deze arealen behorende bij de verschillende hypothesen zijn geclusterd in twee grafieken.

De arealen ondiep water zijn voor deze grafieken apart vanuit de database met lodingsgevens berekend. Deze zijn berekend door Afdeling AXL van directie Zeeland (Edwin Paré e. Het ondiep water bevindt zich tussen NAP –2m en NAP – 5m.



Figuur 5: areaalveranderingen ondiep water in de Westerschelde vanaf 1955 in ha.



Figuur 6: areaalveranderingen ondiep water in de systeemdelen west, midden en oost vanaf 1955 in ha.

Het areaal ondiep water in het westen vertoont tot ca. 1982 een dalende trend, waarna de arealen een ruime tijd nauwelijks meer aan veranderingen onderhevig zijn. Sinds 1997 neemt het areaal ondiep water in het westen weer toe.

In het midden zien we deze dalende trend in de periode tot 1974 ook terug, waarna de arealen tot 1986 een licht stijgende trend vertonen. In de periode 1986 tot 1996 dalen de arealen weer en vanaf 1998 tot op heden zijn ze constant.

Het areaal ondiep water in het oosten vertoont tot halverwege de jaren '60 een stijgende trend, die daarna omslaat in een dalende trend die tot op heden doorzet.

Van het totale areaal ondiep water in de gehele Westerschelde kan gesteld worden dat deze sinds 1955 een dalende trend vertoont, met uitzondering van de periode 1980-1987, die een lichte stijging te zien geeft. Deze dalende trend lijkt in 1997 om te slaan in een trend waarbij het totale areaal ondiep water in de Westerschelde ongeveer gelijk blijft.

2.4. Areaalontwikkeling platen

Er is een cluster van drie verschillende hypothesen dat de ontwikkeling van het areaal aan platen (gebieden boven N.A.P. -2m, omringd door water) in de Westerschelde 'verbeeldt':

Hypothese A10: Het areaal platen in het westelijk deel van de Westerschelde zal toenemen met 205 tot 305 hectare.

Toelichting: door toename van het storten van baggerspecie in het westelijk deel wordt een toename van plaatareaal verwacht.

Hypothese A11: Het areaal platen in het midden - deel van de Westerschelde zal toenemen met 25 tot 125 hectare.

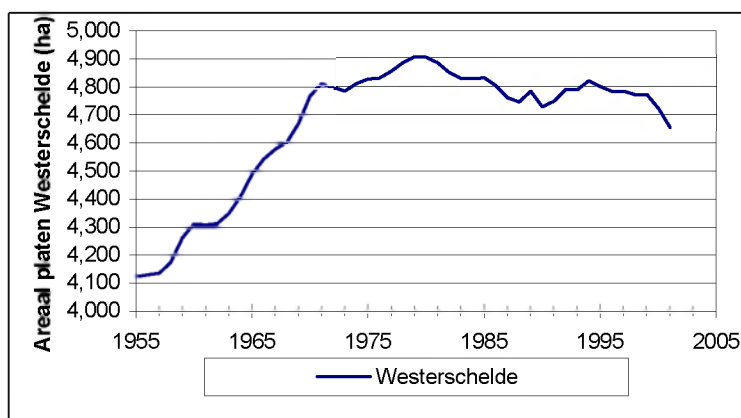
Toelichting: door toename van het storten van baggerspecie in het westelijk deel wordt een toename van plaatareaal verwacht.

Hypothese A12: Het areaal platen in het oostelijk deel van de Westerschelde zal afnemen met 60 tot 160 hectare.

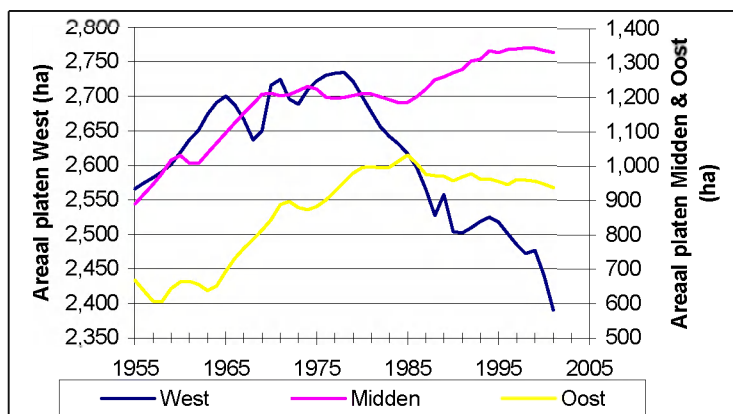
Toelichting: verruiming van de geulen in het oostelijk deel leidt tot grotere erosie van de plaatranden.

De plaatarealen zijn m.b.v. een GIS-applicatie berekend uit de lodingen van de Westerschelde. Deze arealen behorende bij de verschillende hypothesen zijn geclusterd in twee grafieken.

De arealen zijn voor deze grafieken apart vanuit de database met lodingsgegevens berekend. Deze zijn berekend door Afdeling AXL van directie Zeeland (Edwin Paré e). Platen zijn gelegen hoger dan NAP -2m en niet aangrenzend aan oevers.



Figuur 7: areaalveranderingen platen in de Westerschelde vanaf 1955 in ha.



Figuur 8: areaalveranderingen platen in de systeemdelen west, midden en oost vanaf 1955 in ha.

Het plaatareaal vertoont in het westen in de periode tot ca. 1976 een stijgende trend, waarna dezerond 1977 omslaat in een dalende trend tot op heden. Vanaf ca. 1999 neemt het plaatareaal versneld af.

In het midden laat het plaatareaal tot eind jaren '60 een stijgende trend zien, om vervolgens tot ca. 1985 een constante waarde te vertonen. De periode 1986-1994 laat weer een toename in plaatareaal zien. Vanaf 1994 is het plaatareaal in het midden constant.

Het plaatareaal in het oosten laat een stijgende trend zien in de periode 1964 tot 1979, waarna het areaal dan tot 1990 een zeer lichte daling vertoont. Na 1990 is het plaatareaal nauwelijks veranderd.

Voor de Westerschelde in zijn totaal kan in de grafiek gezien worden dat het plaatareaal in de periode 1955-1980 een flinke toename laat zien, waarna tot 1990 een daling inzet. In de periode 1990-1994 is dan weer een lichte toename te zien die weer omslaat in een dalende trend tot op heden. Deze ontwikkeling wordt voornamelijk gestuurd door de afname van het plaatareaal in het westelijk deel van de Westerschelde in diezelfde periode, waarin het plaatareaal in het midden en oosten constant is.

2.5. Areaalontwikkeling geulen

Er is een cluster van drie verschillende hypothesen dat de ontwikkeling van het areaal aan geulen (gebieden onder N.A.P. -5m) in de Westerschelde 'verbeeldt':

Hypothese A13: Het areaal geulen in het westelijk deel van de Westerschelde zal gelijk blijven.

Toelichting: de huidige trend is een verruiming van de geulen in het westen. Deze verruiming zal worden tegengewerkt door stortingen in dit gebied. Verwacht wordt dat er netto geen verandering zal optreden. Door natuurlijke fluctuaties kan wel toe- of afname van 50 ha. optreden.

Hypothese A14: Het areaal geulen in het midden - deel van de Westerschelde zal gelijk blijven.

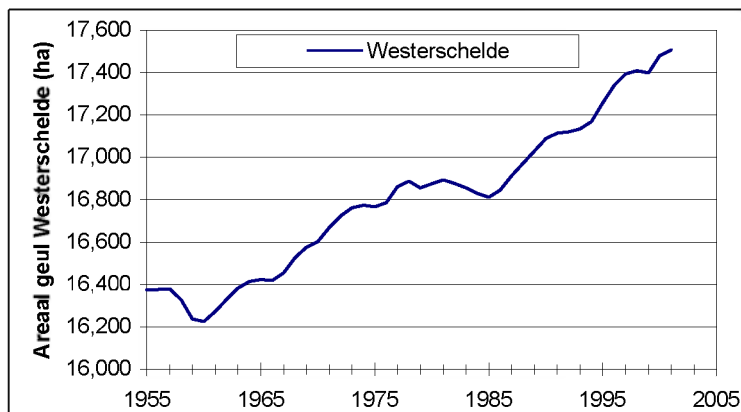
Toelichting: Ook in het midden - deel is in de laatste decennia verruiming opgetreden. Gezien de laatste ontwikkelingen in debietverdeling en debietverandering én de toekomstige hogere stortingen wordt geen verder verruiming verwacht. Door natuurlijke fluctuaties kan wel toe- of afname van 50 ha. optreden.

Hypothese A15: Het areaal geulen in het oostelijk deel van de Westerschelde zal toenemen met 200 tot 300 hectare.

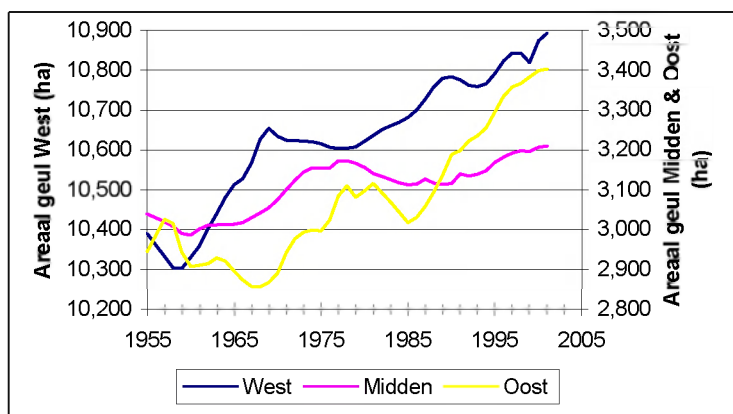
Toelichting: de drempels in het oosten zullen worden verlaagd. Dit zal toto toename van het getijvolume leiden. De geul zal zich gaan verruimen totdat er een nieuw evenwicht wordt bereikt.

De geularealen zijn m.b.v. een GIS-applicatie berekend uit de lodingen van de Westerschelde. Deze arealen behorende bij de verschillende hypothesen zijn geclusterd in twee grafieken.

De arealen zijn voor deze grafieken apart vanuit de database met lodingsgegevens berekend. Deze zijn berekend door de afdeling AXL van directie Zeeland (Edwin Paré e).



Figuur 9: areaalveranderingen geulen (< NAP -5m) in de Westerschelde vanaf 1955 in ha.



Figuur 10: areaalveranderingen geulen (< Nap -5m) in de systeemdelen west, midden en oost vanaf 1955 in ha.

Het areaal geulen in het westelijke deel van de Westerschelde laat van 1958 tot 1968 een stijgende trend zien, welke vervolgens in de periode tot 1976 omslaat in een dalende. Na 1976 vertoont het areaal westelijke geulen, op wat fluctuaties na, tot op heden wederom een stijgende trend.

Het areaal geulen in het midden van de Westerschelde vertoont van 1955 tot 1969 een dalende trend, welke in de periode daaropvolgend tot 1977 omslaat in een stijgende. Tot 1986 blijft het areaal vervolgens constant, om vanaf 1986 tot op heden weer een stijging te vertonen.

Het areaal geulen in het oostelijk deel van de Westerschelde vertoont van 1955 tot 1965 een dalende trend, welke in de periode daaropvolgend tot 1974 omslaat in een stijgende. Tot 1986 blijft het areaal vervolgens constant, om vanaf 1986 tot op heden weer een stijging te vertonen.

Het areaal geul in de hele Westerschelde vertoont vanaf 1985 een sterk stijgende trend. (stijging van bijna 4% in de periode 1985-2001).

3. Inhouden

Voor het beoordelen van de ontwikkelingsrichting van het estuarium is in het verleden veelal uitgegaan van de arealen. Zo is bekend wat de ontwikkeling van de arealen de afgelopen decennia is geweest. Wat echter wetenschappelijk gezien ook van belang is, is de ontwikkeling van de inhouden van de verscheidene gebieden. De platen kunnen namelijk niet alleen in oppervlak toenemen, maar ook in de hoogte. De ontwikkeling van de inhouden is in het verleden niet gevolgd. Om inzicht hierin te krijgen zijn inhouden vanaf de recente verdieping wel gevolgd.

De hypothesen I1 t/m I9 gaan inhoudelijk in op verwachte ontwikkelingen in de inhoud van platen (gebieden boven N.A.P. -2m), hoofd- en nevengeulen (gebieden onder N.A.P. -5m) in de Westerschelde. In de hypothesen worden de verwachtingen voor de komende 15 jaar verwoord, waarbij de grootste veranderingen tijdens en enkele jaren na de verdieping op zullen treden. De hypothesen zijn geclusterd per morfologische eenheid (fysiotop). De onderliggende gegevens worden beheerd bij Directie Zeeland, afdeling AXL. Contactpersoon aldaar is Edwin Paré e.

3.1. Inhoudsontwikkeling platen

Er is een cluster van drie verschillende hypothesen dat de ontwikkeling van de inhoud van de platen (gebieden boven N.A.P. -2m en omringd door water) in de Westerschelde 'verbeeldt':

Hypothese I1: Het plaatvolume (boven N.A.P. -2m) in het westelijk deel van de Westerschelde zal toenemen met 3-7 Mm³.

Toelichting: door toename van de stortingen in het westelijk deel wordt hier een toename van het plaatvolume verwacht.

Hypothese I2: Het plaatvolume (boven N.A.P. -2m) in het midden deel van de Westerschelde zal toenemen met 2-6 Mm³.

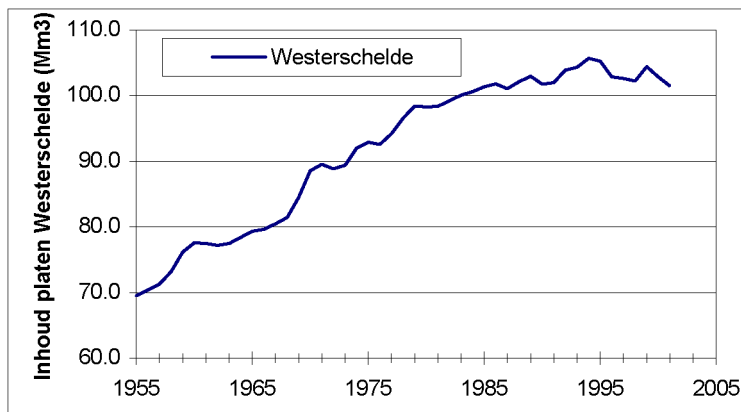
Toelichting: deze toename is het gevolg van verhoogde stortingen in het middendeel.

Hypothese I3: Het plaatvolume (boven N.A.P. -2m) in het oostelijk deel van de Westerschelde zal afnemen met 3-7 Mm³.

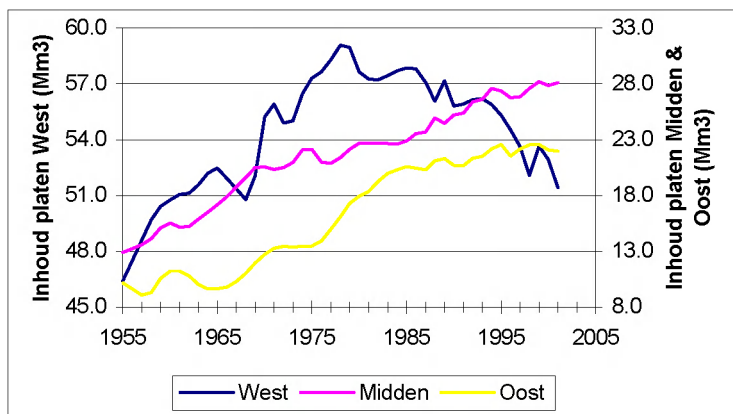
Toelichting: verruiming van de geulen in het oostelijk deel zal leiden tot grotere erosie van de plaatranden.

De plaatinhouden zijn m.b.v. een GIS-applicatie berekend uit de lodingen van de Westerschelde. Deze inhouden behorende bij de verschillende hypothesen zijn geclusterd in twee grafieken.

De inhouden zijn voor deze grafieken apart vanuit de database met lodingsgegevens berekend. Deze zijn berekend door Afdeling AXL van directie Zeeland (Edwin Paré e).



Figuur 11: inhoudsveranderingen platen (>NAP -2m) in Mm³ in de Westerschelde vanaf 1955.



Figuur 12: inhoudsveranderingen platen (>NAP -2m) in Mm³ in de systeemdelen west, midden en oost vanaf 1955.

De inhoud van de platen in het westelijk deel van de Westerschelde neemt, met even een terugval rond 1968, tot 1980 toe. Vervolgens neemt de inhoud tot 1993 matig af, waarna de plaatinhoud nog sterker afneemt.

De plaatinhoud in het midden van de Westerschelde neemt sinds 1955 gestaag toe. In de periode 1975-1985 was deze toename iets minder groot. De inhoud is vanaf 1999 echter nauwelijks nog gewijzigd.

Tot 1975 kent het oostelijk deel van de Westerschelde een lichte toename van de plaatinhoud. In de periode 1975-1985 neemt dan de plaatinhoud sterk toe. Vervolgens neemt de inhoud tot 1999 weer licht toe. Vanaf 1999 neemt de inhoud weer iets af.

De totale inhoud van de platen in de Westerschelde neemt tot ca. 1987 geleidelijk toe. Hierna schommelt de totale inhoud tussen de 100 en 105 Mm³.

3.2. Inhoudsontwikkeling hoofdgeulen

Er is een cluster van drie verschillende hypothesen die de ontwikkeling van de inhoud van de hoofdgeulen (deel van de gebieden onder N.A.P. -5m) in de Westerschelde 'verbeeldt':

Hypothese I4: Het watervolume onder N.A.P. -2m in de hoofdgeul van het westelijk deel van de Westerschelde zal toenemen met 8-28 Mm³.

Toelichting: hoewel geen verandering in areaal geul in het westelijk deel wordt verwacht, wordt door verdieping van de geul (en eventuele verlenging) toch een toename van de inhoud verwacht.

Hypothese I6: Het watervolume onder N.A.P. -2m in de hoofdgeul van het midden deel van de Westerschelde zal gelijk blijven.

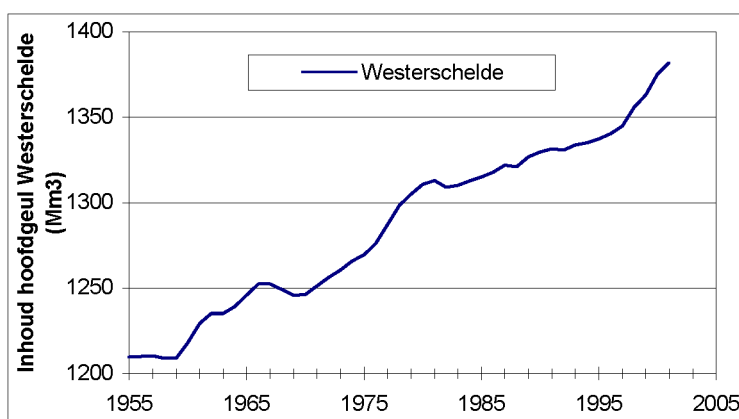
Toelichting: momenteel is er sprake van enige verruiming. Door stortingen in het midden deel zal deze verruiming worden tegengewerkt. Hierdoor wordt geen verdere verruiming verwacht. Door natuurlijke fluctuatie kan nog wel toe- of afname optreden van ca. 7 Mm³.

Hypothese I8: Het watervolume onder N.A.P. -2m in de hoofdgeul van het oostelijk deel van de Westerschelde zal toenemen met 65-95 Mm³.

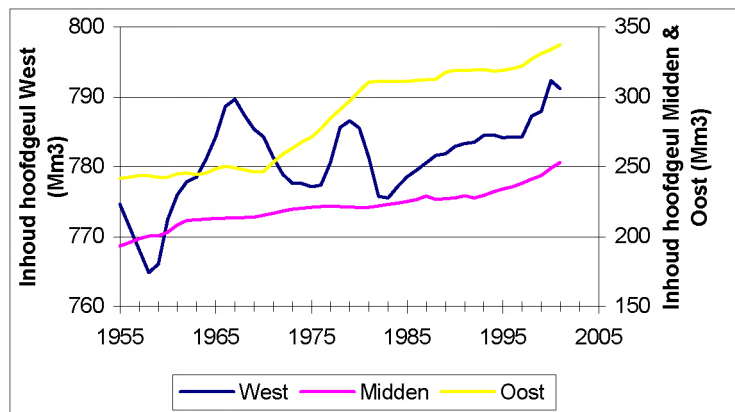
Toelichting: allereerst zullen de drempels worden verdiept. Na het verdiepen zal het getijvolume in het oostelijk deel toenemen. De geulen zullen zich na verloop van tijd aanpassen aan deze grotere hoeveelheden en zich verruimen.

De inhoud van de hoofdgeulen zijn m.b.v. een GIS-applicatie berekend uit de lodingen van de Westerschelde. Deze inhoud behorende bij de verschillende hypothesen zijn geclusterd in twee grafieken.

De gegevens zijn voor deze grafieken apart vanuit de database met lodingsgegevens berekend. De waarden zijn steeds herleid naar 1 januari van het betreffende jaar. Indien voor een jaar geen lodingsgegevens beschikbaar waren, zijn deze m.b.v. interpoleren verkregen. De inhoud is berekend door Afdeling AXL van directie Zeeland (Edwin Paré e).



Figuur 13: inhoudsveranderingen hoofdgeulen (<NAP -2m) in Mm³ in de Westerschelde vanaf 1955.



Figuur 14: inhoudsveranderingen hoofdgeulen (<NAP -2m) in Mm³ in de systeemdelen west, midden en oost vanaf 1955.

De totale waterinhoud van de hoofdgeulen van de Westerschelde blijft gestaag toenemen. Perioden met een relatief snellere toename, als gevolg van een verdieping zijn duidelijk zichtbaar; periode '70/'80 na eerste verdieping en de periode vanaf '97 na de tweede verdieping.

In het westelijk deel van de Westerschelde is het volume van de hoofdgeulen, met periodes van toe- en afnames, t.o.v. 1955 slechts met 2% toegenomen. In het begin van de jaren '80 neemt het volume van de hoofdgeulen weer toe, totdat in 1996 geen toename meer te zien is. Vanaf 1997 neemt het volume weer sterk toe.

Het volume van de hoofdgeulen in het middendeel neemt tot '63 toe, gevold door een lange periode tot 1993 waarbij het volume licht toeneemt. Vanaf 1993 neemt het volume weer sneller toe.

Het oostelijk deel toont de grootste ontwikkelingen, hier wordt dan ook het meest gebaggerd. Na de eerste verdieping neemt het volume snel toe, gevolgd door een periode van stabilisatie ('81/'97). Na de tweede verdieping neemt het volume van de hoofdgeulen weer toe.

3.3. Inhoudsontwikkeling nevengeulen

Er is een cluster van drie verschillende hypothesen dat de ontwikkeling van de inhoud van de nevengeulen (deel van de gebieden onder N.A.P. -5m) in de Westerschelde 'verbeeldt':

Hypothese I5: Het watervolume onder N.A.P. -2m in de nevengeulen in het westelijk deel van de Westerschelde zal afnemen met 22-52 Mm³.

Toelichting: in de kortsluit en nevengeulen in het westelijk deel zal in de toekomst meer worden gestort. Dit zal leiden tot afname van de inhoud.

Hypothese I7: Het watervolume onder N.A.P. -2m in de nevengeulen in het midden deel van de Westerschelde zal afnemen met 3-17 Mm³.

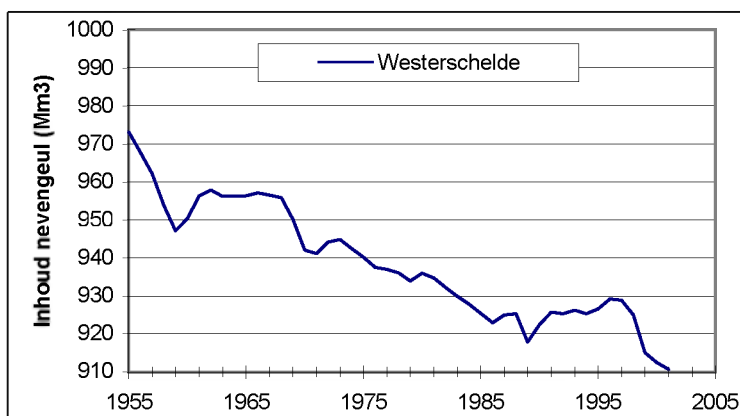
Toelichting: door toename van stortingen in het midden deel zal de inhoud van de nevengeulen afnemen.

Hypothese I9: Het watervolume onder N.A.P. -2m in de nevengeulen in het oostelijk deel van de Westerschelde zal toenemen met 8-22 Mm³.

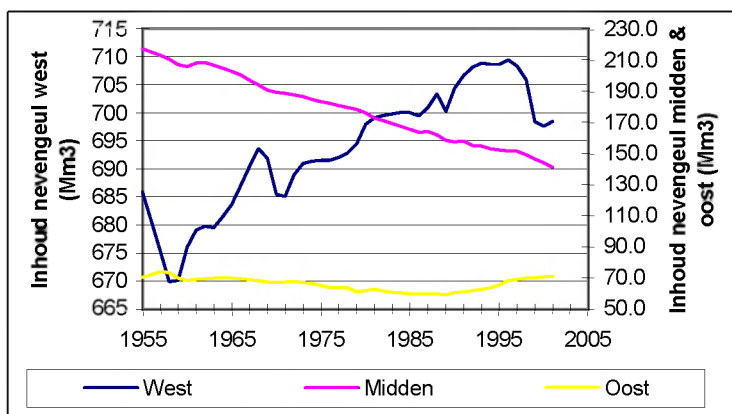
Toelichting: in het oostelijk deel wordt in de toekomst minder gestort. Hierdoor zullen de neven- en kortsluitgeulen zich verruimen.

De inhoud van de nevengeulen zijn m.b.v. een GIS-applicatie berekend uit de lodingen van de Westerschelde. Deze inhoud behorende bij de verschillende hypothesen zijn geclusterd in twee grafieken.

De gegevens zijn voor deze grafieken apart vanuit de database met lodingsgegevens berekend. De waarden zijn steeds herleid naar 1 januari van het betreffende jaar. Indien voor een jaar geen lodingsgegevens beschikbaar waren, zijn deze m.b.v. interpoleren verkregen. De inhoud is berekend door Afdeling AXL van directie Zeeland (Edwin Paré e).



Figuur 15: inhoudsveranderingen nevengeulen (< NAP -2m) in Mm³ in de Westerschelde vanaf 1955.



Figuur 16: inhoudsveranderingen nevengeulen (< NAP -2m) in Mm³ in de systeemdelen west, midden en oost vanaf 1955.

Afgezien van enkele perioden met toename (1959-1968, 1989-1997) blijft de inhoud van de nevengeulen in de Westerschelde afnemen. Ook vanaf 1997 zet de dalende trend sterk voort.

Het westelijk deel kent tot 1997 een toename van de inhoud van de nevengeulen. Door een veranderd stortbeleid (meer storten in het westelijk deel) neemt de inhoud van de nevengeulen hier sinds 1997 af. Sinds 1997 bedraagt deze afname ca. 11 Mm³.

De inhoud van de nevengeulen in het midden deel neemt sinds '55 bijna lineair af. Ten opzichte van de periode 1990-1997 neemt de inhoud van de nevengeulen hier weer sterker af.

Tot eind jaren '80 neemt het volume in het oostelijk deel af. Vanaf 1989 neemt dit volume weer sterk toe. Sinds 1997 zijn er nog nauwelijks veranderingen waarneembaar.

4. Zandtransporten

Van nature komen in estuaria grote zandtransporten voor. In de Westerschelde worden deze zandtransporten beïnvloed door de baggerwerken en speciëstoringen. Het huidige bagger- en stortbeleid leidt tot een kunstmatig transport van sediment. Vanuit de stortplaatsen wordt dit door de waterbeweging teruggebracht naar de baggerplaatsen (de drempels). Deze zandtransporten zijn van belang bij het bepalen van het bagger-, stort- en zandwinbeleid. Het al dan niet aanwezig zijn van grote zandtransporten bepaalt voor een groot deel welke levensgemeenschap er in een bepaald gebied leeft.

De hypothesen T1 t/m T4 gaan inhoudelijk in op verwachte ontwikkelingen in de zandtransporten (door mens en natuur) in de Westerschelde. De onderliggende gegevens worden beheerd bij Directie Zeeland, afdeling AXL. Contactpersoon aldaar is Edwin Paré e.

4.1. Natuurlijke zandtransporten

Er is een cluster van twee verschillende hypothesen dat de ontwikkeling van de natuurlijke sedimenttransporten in de Westerschelde 'verbeeldt':

Hypothese T1: De zandimport vanuit de Noordzee zal gelijk blijven.

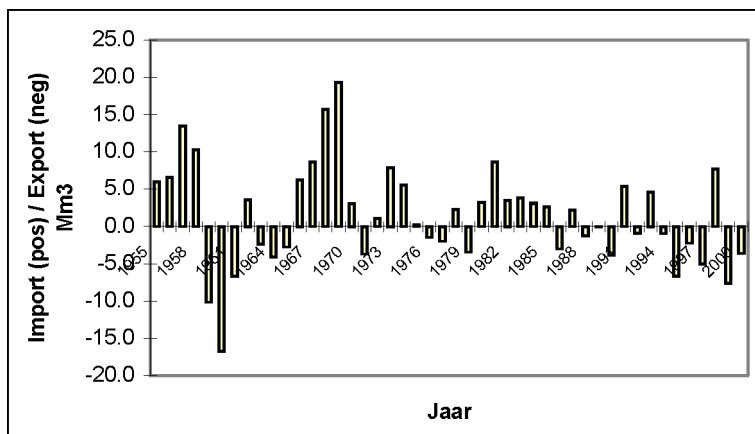
Toelichting: momenteel treedt een geringe import op ($0,3 \text{ Mm}^3/\text{j}$). Door de verdieping zou dit kunnen toenemen. Door sterke toename van de stortingen in het westen wordt dit echter voorkomen. De import varieert tussen de -5 en $+5 \text{ Mm}^3$. Als import wordt de hoeveelheid zand verstaan die de westelijke grens van vak 6 overschrijdt. Deze hoeveelheid wordt bepaald uit de zandbalans.

Hypothese T2: Het netto sedimenttransport (getransporteerd door de natuur) van west naar oost neemt op lange termijn toe tot gemiddeld $4-6 \text{ Mm}^3/\text{j}$.

Toelichting: door het overschot aan sediment in het westelijk deel en een kleinere beschikbaarheid van sediment in het oostelijk deel, zal er transport van west naar oost (van vak 3 naar vak 2) plaatsvinden. Verwacht wordt dat het jaarlijkse zandtransport tussen de 2 en de $8 \text{ Mm}^3/\text{j}$ zal liggen (gemiddeld over langere periode $4-6 \text{ Mm}^3/\text{j}$).

De grootte en richting van de sedimenttransporten zijn berekend aan de hand van gegevens uit de zandbalans. De zandbalans is opgesteld door Jos de Jong, afdeling AXL directie Zeeland. De verdere bewerking van de gegevens uit de zandbalans is gedaan door Edwin Paré e, afdeling AXL directie Zeeland.

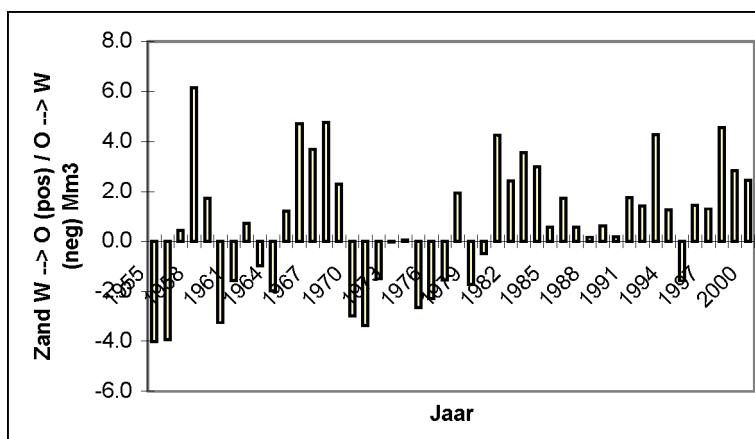
De zandtransporten zijn gehaald uit de zandbalans, opgesteld door Jos de Jong, Afdeling AXL van directie Zeeland. De inhoudsveranderingen zijn apart berekend vanuit de database met lodingsgegevens. Verder zijn alle ingreepgegevens bekend en zijn aannames gedaan voor zandtransport richting België en Saeftinghe. Met deze "ingrediënten" is de zandbalans opgesteld waarmee ook de zandtransporten berekend konden worden. Deze bewerkingen zijn verricht door Edwin Paré e, Afdeling AXL van directie Zeeland.



Figuur 17: Zandtransport in/uit de Westerschelde (pos. = zandimport) in Mm³, periode 1955-2000.

Het zandtransport in de Westerschelde kende in het verleden perioden van import en export richting de Noordzee. De hoeveelheden liepen op tot ruim 15 miljoen m³ welke zowel in als uit de Westerschelde richting de Noordzee verdwenen.

Sinds begin jaren zeventig zijn de getransporteerde hoeveelheden minder groot en ook minder duidelijk als perioden van import of export herkenbaar. Vanaf 1985 varieert de import tussen de -5 en +5 M m³. De jaren voor de verdieping (95/97) was de Westerschelde exporterend. In 1998 was er sprake van zandimport van ruim 7 miljoen m³. De jaren erna zijn weer exporterend.



Figuur 18: Zandtransport van west naar oost (pos. = van west naar oost) Mm³, periode 1955-2000

Tot eind jaren zeventig vond er zandtransport in beide richtingen plaats, maar gepaard in perioden van export en import. Vanaf 1980 vindt er bijna alleen zandtransport van west naar oost plaats. Na de eerste verdieping (1970/1980) is er in het oosten een zandtekort ontstaan en in het westen ten opzichte van het oosten een zandtekort. Dit is in de figuur duidelijk te zien. Het systeem lijkt te herstellen na de verdieping door het geleidelijk afnemen van de getransporteerde hoeveelheden van west naar oost.

In de periode 1990 tot en met 1997 is er over het algemeen zandtransport van west naar oost. Gemiddeld wordt er ca. $1,5 \text{ M m}^3$ in deze periode van west naar oost getransporteerd. In 1998 is het zandtransport van west naar oost gestegen tot bijna 5 M m^3 . Vanaf 1999 wordt er ca. $2,5 \text{ M m}^3$ naar het oosten getransporteerd.

4.2. Baggerwerken

Er is een cluster van twee verschillende hypothesen dat de ontwikkeling van het aanleg- en onderhoudsbaggerwerk in de Westerschelde 'verbeeldt':

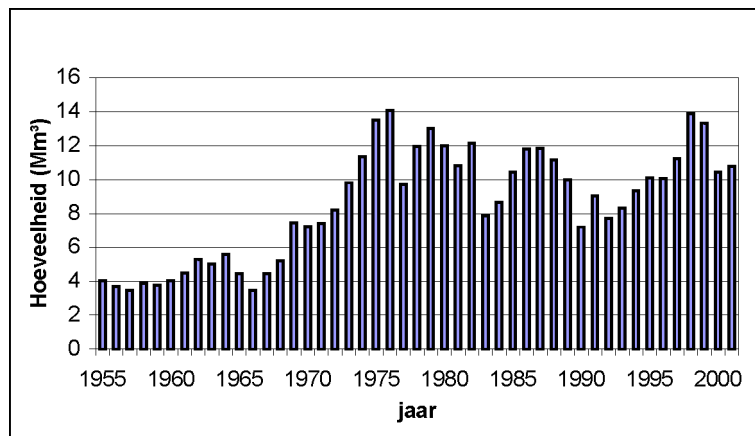
Hypothese T3: Het aanlegbaggerwerk (op Nederlands grondgebied) bedraagt ten westen van Vlissingen maximaal 4 M m^3 (in situ), ten oosten van Vlissingen maximaal 15 M m^3 (in beun gemeten).

Toelichting: deze hoeveelheden zijn berekend uit een theoretisch profiel volgens het verdrag. In de praktijk kan een ander profiel ontstaan.

Hypothese T4: Het jaarlijks onderhoudsbaggerwerk na de verdieping (in beun gemeten) bedraagt ten westen van Vlissingen maximaal 1 M m^3 , ten oosten van Vlissingen maximaal 14 M m^3 .

Toelichting: deze hoeveelheden zijn gebaseerd op ervaringen uit de vorige verdieping.

De baggerhoeveelheden worden verkregen door bewerking van de ruwe meetgegevens, aangeleverd door de Dienstkring Noord en Midden Zeeland. Deze bewerking wordt gedaan afdeling AXL van directie Zeeland.



Figuur 19: baggerhoeveelheden in de Westerschelde in M m^3 vanaf 1955.

Uit de gegevens blijkt dat het aanlegbaggerwerk (het baggerwerk dat nodig was om de vaargeul op diepte te brengen), dat destijds heeft plaatsgevonden tussen 1 juli 1997 en 31 juli 1998, $7,6 \text{ M m}^3$ heeft bedragen. In de figuur is deze waarde niet terug te vinden omdat het aanlegbaggerwerk verdeeld is over twee jaren.

In de figuur is te zien dat het onderhoudsbaggerwerk (het baggerwerk dat nodig is om wanneer de vaargeul op de gewenste diepte is, deze ook op deze diepte te houden) tot op heden nog nooit het maximum van 14 M m^3 heeft overschreden.

5. Dynamiek

De mate van dynamiek zegt iets over de "natuurlijkheid" van het estuarium. Als de dynamiek hoog is (grote zandverplaatsingen) heeft de Westerschelde nog ruimte om zijn geulen te verleggen. Een lage dynamiek duidt op kanalisatie, en uiteindelijk versnelde verlanding van het estuarium. Indien de dynamiek hoog is, is er sprake van een stabiel systeem dat erg veerkrachtig is. Aangezien dynamiek een wezenlijk kenmerk van een estuarium is zijn de functies hierop afgestemd. Veranderingen in dynamiek zullen van invloed zijn op de ontwikkeling van deze functies. Methodieken om kwantitatieve uitspraken over dynamiek te doen zijn nog in ontwikkeling. Toch zal worden getracht de ontwikkeling van de dynamiek te volgen.

De hypothese D1 gaat inhoudelijk in op verwachte ontwikkelingen in de dynamiek van de Westerschelde:

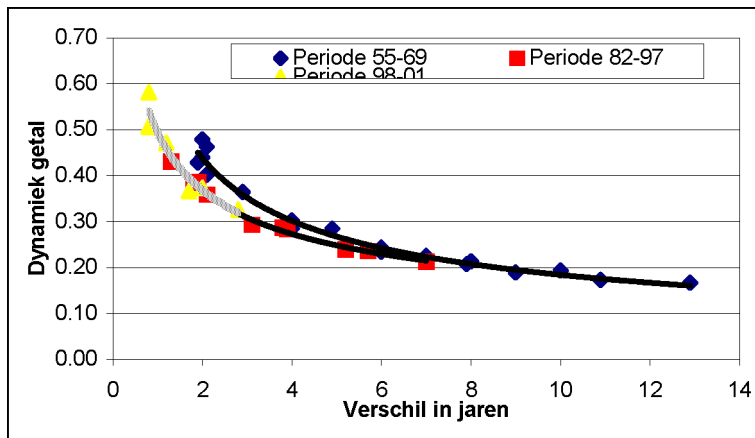
Hypothese D1: De dynamiek in de gehele Westerschelde zal afnemen.

Toelichting: naar verwachting zal de huidige trend in de ontwikkeling van de dynamiek zich voortzetten. Verandering als gevolg van de verdieping (door geulwandverdedigingen en debietsveranderingen) kunnen tot een versnelde afname leiden. Verwacht wordt dat de afname t.g.v. de verruiming miniem zal zijn t.o.v. de trend.

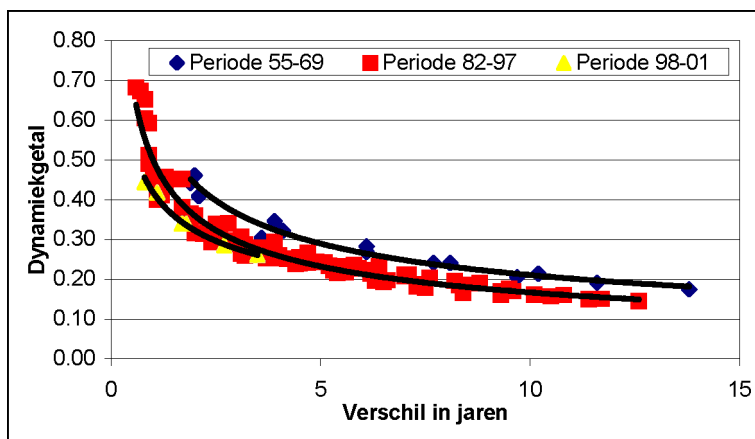
Voor de bepaling van de dynamiek van de Westerschelde is gekozen voor de methode – ontwikkeld door Paul Sistermans - waarbij op basis van de gemiddelde verticale bodemveranderingen een dynamiekgetal bepaald wordt. De basis voor deze gegevens zijn de vaklodingen.

Het aantal jaren dat alle vakken 1 t/m 6 gelood zijn, is te laag om genoeg waarden voor de hele Westerschelde te kunnen berekenen. Daarom is gekozen om ook voor deze hypothese waarden voor west, midden en oost te bepalen. Om basis hiervan kan dan alsnog een uitspraak voor de hele Westerschelde worden gedaan.

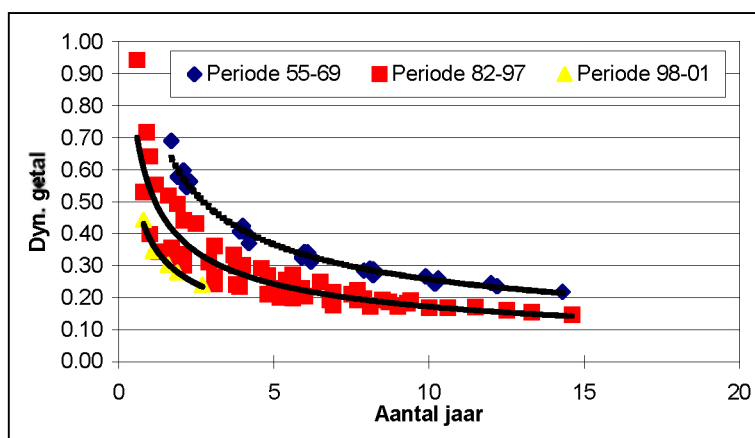
Het dynamiekgetal is gedefinieerd als de gemiddelde verticale bodemverandering per jaar in het beschouwde gebied. Hiervoor wordt de hoeveelheid sedimentatie en erosie tussen twee opnamen (lodingen) berekend, gesommeerd en omgerekend naar gemiddelde verticale bodemverandering per jaar en vervolgens gedeeld door het oppervlak van het beschouwde gebied. Het verkregen getal is geen directe maat voor de dynamiek. Indien dit getal voor verschillende perioden of voor een reeks perioden berekend wordt kan door toe- of afname van het getal wel de verandering van de dynamiek en de snelheid waarmee deze veranderd worden bepaald. Gegevens berekend door E. Paré e, afdeling AXL, directie Zeeland.



Figuur 20: dynamiekgetal systeemdeel west.



Figuur 21: dynamiekgetal systeemdeel midden.



Figuur 22: dynamiekgetal systeemdeel oost.

De dynamiek in het westelijk deel van de Westerschelde is in de periode 82-97 ten opzichte van de periode 55-69 met ca. 19% afgenomen (gebaseerd op vergelijking gemiddelde van de dynamiekgetallen waarbij 1 t/m 3 jaren tussen de lodingen zitten; periode 98-01 is hier maatgevend voor). Tussen de periode 98-01 en 82-97 is nog nauwelijks verandering in de dynamiek waarneembaar.

Het middendeel gaat nog verder achteruit wat de dynamiek betreft. De afname is in de periode 98-01 ten opzichte van 82-97 (11%) minder geweest als 82-97 ten opzichte van 55-69 (18%).

In het oostelijk deel van de Westerschelde neemt de dynamiek nog sterk af. De afname is in de periode 98-01 ten opzichte van 82-97 (29%) wel iets minder geweest als 82-97 ten opzichte van 55-69 (35%).

Totaal gezien blijft de dynamiek afnemen. De mate waarin is minder als voor de laatst uitgevoerde verdieping. Het oostelijk deel van de Westerschelde draagt hier nog het meest in bij.

6. Ontwikkeling kust

De stortplaats Kust Zeeuwsch Vlaanderen ligt pal voor de kust. Het idee is dat dit leidt tot afname van de inspanning die moet worden gedaan om de basiskustlijn te handhaven. Deze storting kan worden gezien als een soort vooroeversuppletie. Omdat er nog weinig bekend is over het effect van vooroeversuppleties is het van belang de ontwikkelingen te volgen.

Er is één hypothese die de ontwikkeling van de kust in Zeeuwsch Vlaanderen 'verbeeldt':

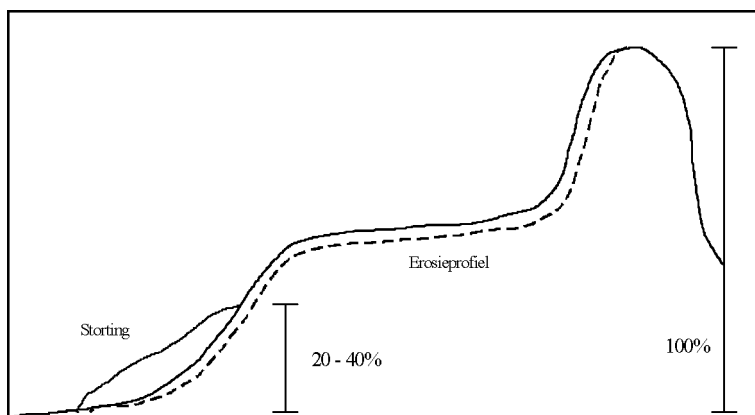
Hypothese K1: De suppletiehoeveelheid op de kust van Zeeuws Vlaanderen tussen de grens en de Verdrongen Zwarte Polder zal tijdelijk afnemen met 20-40%.

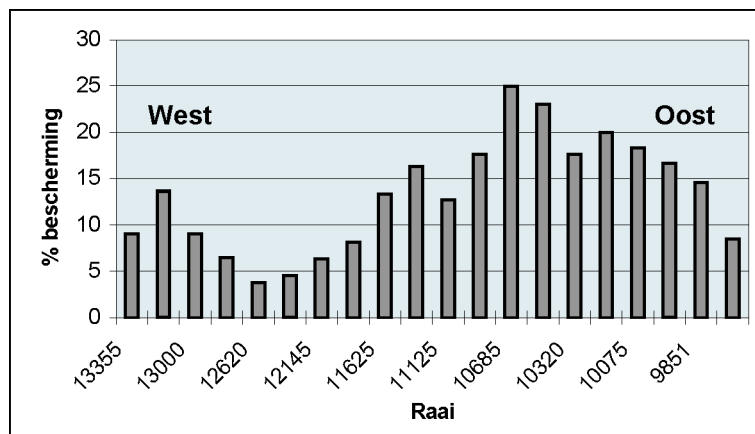
Toelichting: door de speciéstortingen (onderwatersuppletie) op de nieuwe locatie "kust Zeeuws-Vlaanderen" wordt de netto erosie van het betreffende kustgedeelte minder. Aangezien weinig onderhoudsbaggerwerk in de Wielingen wordt verwacht, zullen na de verdieping de stortingen sterk afnemen. De genoemde afname van suppletiehoeveelheid geldt voor de eerste suppletie na de verdieping (verwachting 2003).

Methode

De 20 tot 40 procent besparing op de suppletiehoeveelheid voor de eerste suppletie na de verdieping is gebaseerd op dat deel van het theoretisch erosieprofiel dat door de onderwatersuppletie beschermd wordt. Hierbij is verondersteld dat tot op een hoogte van NAP -5m gestort kon worden. In onderstaand figuur is schematisch weergegeven hoe een onderwatersuppletie het kustprofiel beschermt.

Door na te gaan hoe de storting in de praktijk is uitgevoerd kan een uitspraak gedaan worden over de werkelijke mate waarin een onderwatersuppletie kan bijdragen aan bescherming van het kustprofiel. Een gedeeltelijk beschermd kustprofiel heeft zo een verminderde suppletie-inspanning ten behoeve van het handhaven van de basiskustlijn tot gevolg.





Figuur 23: overzicht van de uitgevoerde vooroeversuppletie (jun. 1999), weergegeven in percentage beschermd profiel per raai.

De in de grafiek gepresenteerde raaien zijn Jarkus-raaien welke jaarlijks gepeild worden om de toestand van de kust te kunnen beoordelen. Met behulp van het programma ZeeKOE zijn deze raaien in beeld gebracht. De dikte van het aangebracht pakket is per raai handmatig bepaald en omgerekend naar percentage verdedigd profiel (= dikte aangebracht pakket / hoogteverschil top duin-geulbodem * 100%).

Uit de grafiek valt af te leiden dat 20 tot 40% bescherming niet wordt gehaald. Dit is grotendeels te wijten aan de manier van storten. Het oostelijk (meest diepe) gedeelte van de stortplaats was voor het bagger/stortschip het meest dichtbij. Hier is dan ook het meest gestort. Meer naar het westen, en tevens minder diepe gedeelte, is steeds minder gestort. De storting is tevens meer als een deken (dikte 2 à 3m) neergelegd, dit in tegenstelling tot een vooroeversuppletie die hoog tegen de vooroever wordt aangebracht. Op deze manier is gem. niet hoger gestort dan NAP -8m. De onderwatersuppletie heeft hiermee geresulteerd in een beschermd profiel van ca. 10 tot 20 procent. Naast het direct verdedigen van het kustprofiel kan een onderwatersuppletie ervoor zorgen dat het suppletiemateriaal boven langer blijft liggen (steunfunctie). Hiervoor is het nu echter te vroeg om analyses voor, en uitspraken over te doen.

De eerstvolgende suppletie na de verdieping heeft reeds plaatsgevonden (2001). De besparing op de initiële hoeveelheden zijn ca. 13% geweest. Wat de werkelijke besparing op de suppletiehoeveelheid in 2001 is geweest kan pas bij het bepalen van de suppletiehoeveelheid van de volgende suppletie (verwachting 2005) worden vastgesteld. Dan pas blijkt hoeveel suppletiezand van de vorige suppletie (2001) is blijven liggen.

7. Waterstanden en getijverschillen

Veranderingen in waterstanden en getijverschillen zijn van invloed op veiligheid van de waterkering en worden dan ook kritisch gevolgd. Ook voor scheepvaart is dit van belang. Indien er veranderingen in getijverschil en voortplantingssnelheid van het getij optreden zal dit leiden tot een ander getijvenster. Dit getijvenster is belangrijk voor de bereikbaarheid van Antwerpen. Ook voor het ecologische functioneren van de Westerschelde zijn waterstanden van groot belang; verandering in overspoelingsduur van slikken en schorren zal gevolgen hebben voor het voorkomen van bepaalde diersoorten.

De hypothesen W1 t/m W6 gaan inhoudelijk in op verwachte ontwikkelingen in de waterstanden en getijverschillen in de Westerschelde. De hypothesen betreffen veranderingen tijdens de komende 15 jaar. Deze hydraulische gegevens worden beheerd bij de Directie Zeeland, afdeling RWM, hydro meteo centrum (HMC). Contactpersoon voor deze gegevens is Leen Dekker.

7.1. Getij mondingsgebied

Hypothese W1: Het getij in het mondingsgebied (westelijk van de lijn Vlissingen-Breskens) verandert niet als gevolg van de verdieping.

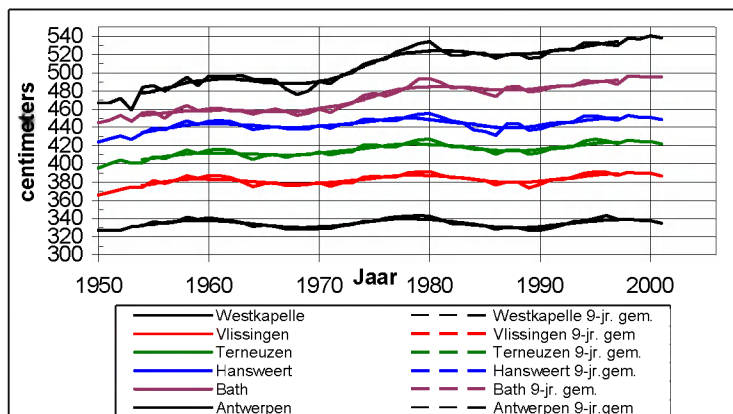
Toelichting: door de nauwkeurigheid van het model kan wel afwijking tot 5 cm optreden.

De veranderingen in waterstanden in het mondingsgebied komen aan de orde onder hypothese W2 t/m W6. De veranderingen in debiet/stroming in het mondingsgebied worden bepaald ahv de OSM-meting bij boei W7 in de Wielingen en de debietmetingen in raai 11, 12 en 14. Mbt debiet/stroming in het mondingsgebied zijn nog geen significante (anders dan lokale) veranderingen vastgesteld. Zie ook de conclusies onder S1 en S2.

7.2. Getijverschil Westerschelde

Hypothese W2: Het getijverschil neemt op de Westerschelde, als gevolg van de verdieping, extra toe met 0 cm ter plaatse van Vlissingen tot 10-20 cm ter plaatse van Bath.

Toelichting: door een snellere getijdoordringing én de vergroting van het getijvolume in het oostelijk deel zullen de hoogwaterstanden in het oostelijk deel van de Westerschelde verhogen en de laagwaterstanden verlagen. De veranderingen zullen lineair in de tijd verlopen.

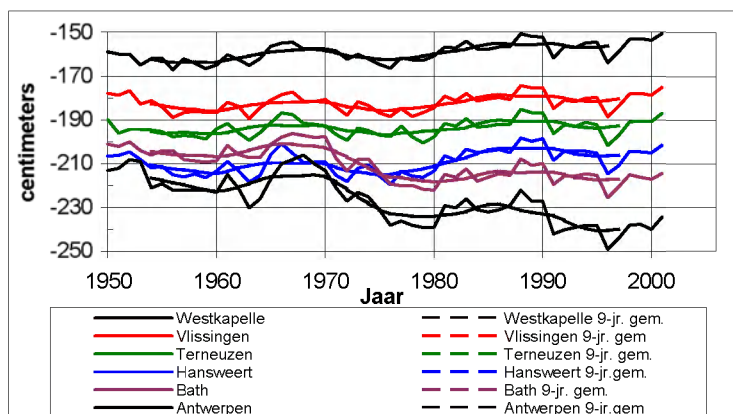


Figuur 24: Jaargemiddelden getijverschil in de Westerschelde.

Sinds 1950 zijn de tijverschillen in Westkapelle nagenoeg gelijk gebleven, in de lokaties Vlissingen t/m Antwerpen is er sprake van een stijgende trend oplopend van ca. 10 cm tot 25 cm. In Bath en Antwerpen is er in de periode 1970-1980 sprake van een extra vergroting van het tijverschil van resp. ca. 20 en 30 cm, hetgeen toe te schrijven is aan de verdieping/consolidatie in die periode. Sinds 1997, de aanvang van de verdieping 48'/43', lijkt er in Bath en Antwerpen opnieuw sprake van een extra vergroting van het tijverschil, hetgeen bevestigd wordt door de Scalwest-resultaten.

Hypothese W3: De laagwaterstanden verlagen, als gevolg van de verdieping, t.o.v. de laagwaterstand bij Vlissingen bij normale getijomstandigheden vanaf Hansweert (0 cm) tot 5-15 cm bij Bath.

Toelichting: zie toelichting W2.



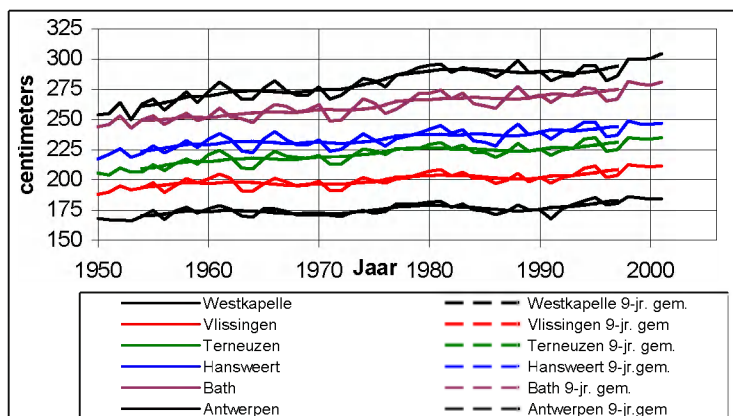
Figuur 25: Jaargemiddelde laagwaterstanden in de Westerschelde.

Sinds 1950 vertonen de laagwaters in de lokaties Westkapelle, Vlissingen, Terneuzen en Hansweert een licht stijgende trend van ca. 5 cm. In Bath en Antwerpen is er in de periode 1950-1970 en 1980-1990 sprake van een nagenoeg stabiel laagwater. In de periode 1970-1980 verlaagt het laagwater in Bath en Antwerpen resp. met ca. 10 en 15 cm. In de periode 1990-2001 lijkt in Bath sinds 1997 weer een verlaging van de (relatieve) laagwaters op te treden, hetgeen bevestigd wordt door de Scalwest-resultaten. In Ant-

werpen is er in 1991 een plotselinge verlaging van het laagwater van ca. 10 cm te zien. Dit laatste zou ook veroorzaakt kunnen zijn door andere meetinstellingen.

Hypothese W4: De hoogwaterstanden nemen, als gevolg van de verdieping, bij normale getijomstandigheden toe vanaf Vlissingen (0 cm) tot 0-10 cm bij Bath.

Toelichting: zie toelichting W2.

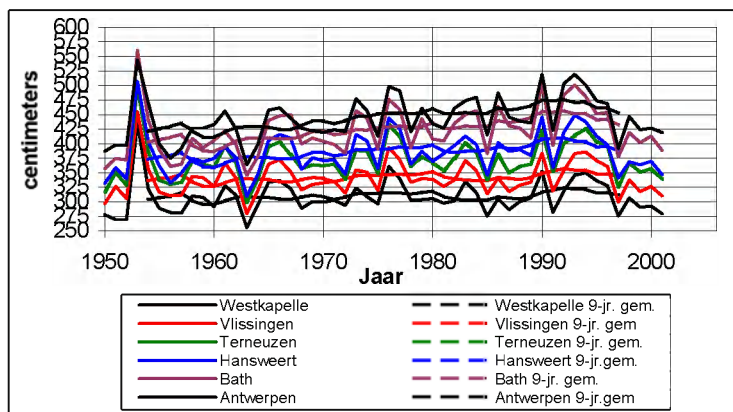


Figuur 26: Jaargemiddelde laagwaterstanden in de Westerschelde.

Sinds 1950 vertonen de hoogwaters in de lokaties Westkapelle t/m Antwerpen een stijgende trend oplopend van ca. 5 tot 15 cm. In Bath en Antwerpen is er in de periode 1970-1980 sprake van een extra verhoging van het hoogwater van resp. ca. 5 en 10 cm, hetgeen toe te schrijven is aan de verdieping/consolidatie in die periode. Sinds 1997, de aanvang van de verdieping 48'/43', lijkt er in Bath en Antwerpen opnieuw sprake van een extra verhoging van het hoogwater, hetgeen bevestigd wordt door de Scalwest-resultaten.

Hypothese W5: De hoogwaterstanden bij extreme stormvloed en nemen, als gevolg van de verdieping, toe vanaf Vlissingen (0 cm) met 0-5 cm bij Terneuzen tot 0-10 cm bij Hansweert en Bath.

Toelichting: zie toelichting W2.

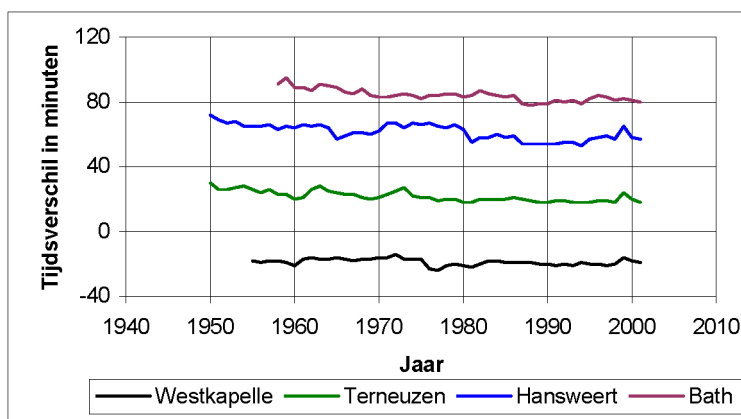


Figuur 27: Jaargemiddelde extreme hoogwaterstanden in de Westerschelde.

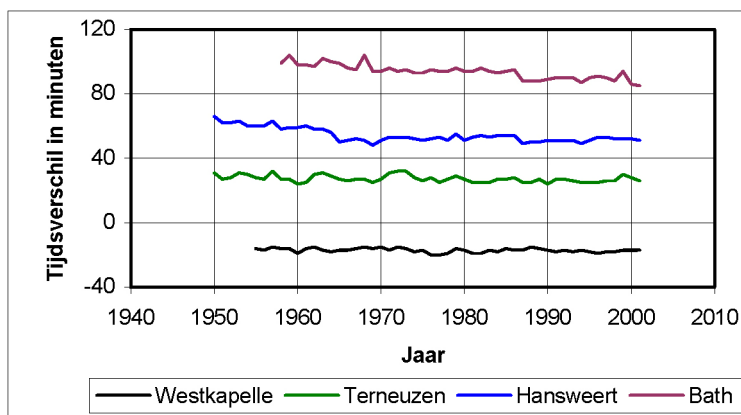
De extreme hoogwaters(stormvloedstanden) worden bepaald door de combinatie van het getij en het windveld. Omdat stormen behoorlijk van elkaar verschillen en er relatief weinig stormen zijn, zijn uit metingen nauwelijks trends te bepalen. Uit modelstudies is gebleken, dat door zeespiegelstijging en ingrepen, de stormvloedstanden in de Westerschelde verhogen. Voor de verdieping 48'/43' is een verhoging van de stormvloedstanden van ca. 5 cm in de lokaties Bath en Antwerpen uitgerekend. Een punt van aandacht hierbij is de relatieve verhoging van de gemeten jaarlijkse hoogste hoogwaters in de lokaties Terneuzen t/m Antwerpen in de periode 1970-1990.

Hypothese W6: Het faseverschil tussen Vlissingen en Bath wordt, als gevolg van de verdieping maximaal 10-20 minuten kleiner.

Toelichting: door de verruiming van de vaargeul zal de weerstand die de getijgolf ondervindt afnemen. Dit resulteert in een snellere voortplanting van de getijgolf.



Figuur 28: Tijdsverschillen optreden hoogwaters Westkapelle, Terneuzen, Hansweert en Bath t.o.v. hoogwaters te Vlissingen.



Figuur 29: Tijdsverschillen optreden laagwaters Westkapelle, Terneuzen, Hansweert en Bath t.o.v. laagwaters te Vlissingen.

Uit de tijdsverschillen tussen de hoog/laagwatertijdstippen tov Vlissingen kan een versnelling van de looptijd van de getijgolf van maximaal ca. 10 minuten in Bath worden afgeleid in de periode 1950-2000.

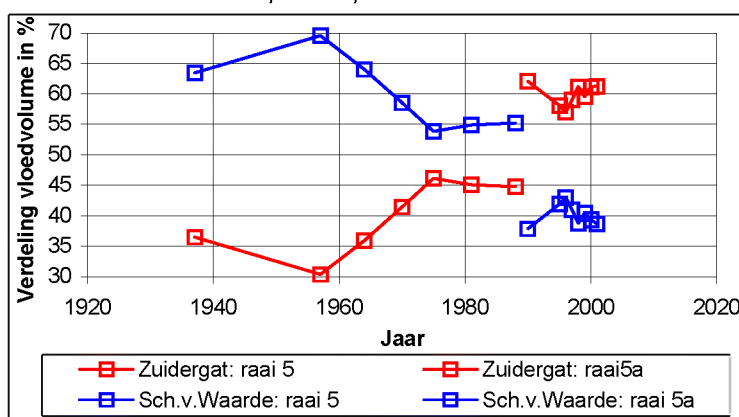
8. Getijvolume en debieten

Getijvolumes en debieten zijn van groot belang voor de ontwikkeling van de Westerschelde. Er is een interactie tussen de morfologische en hydraulische processen. De bodemligging beïnvloedt de waterbeweging en andersom. Gegevens over getijvolumes (en komberging) zeggen iets over het verlandingsstadium van het estuarium. Ontwikkelingen zullen worden gevolgd met debietmetingen, aangevuld met modelberekeningen

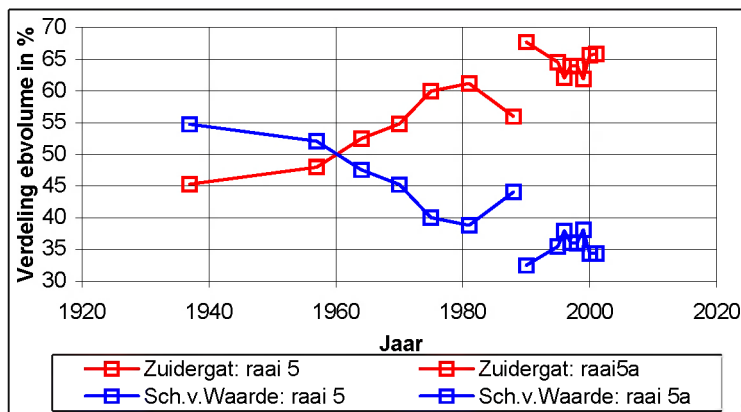
De hypothesen V1 en V2 gaan inhoudelijk in op verwachte ontwikkelingen in de getijvolumina in de Westerschelde. De hypothesen betreffen veranderingen tijdens de komende 15 jaar. Deze hydraulische gegevens worden beheerd bij de Directie Zeeland, afdeling RWM, hydro meteo centrum (HMC).. Contactpersoon voor deze gegevens is Leen Dekker.

Hypothese V1: Het getijvolume in de hoofdgeul zal ten oosten van Hansweert met 5-15% toenemen. Deze toename gaat ten koste van de nevengeulen.

Toelichting: door de verdieping van de drempels wordt de weerstand in de hoofdgeulen minder. Hierdoor gaat er relatief meer water door de hoofdgeulen, ten koste van de nevengeulen. De veranderingen zullen lineair in de tijd verlopen.



Figuur 30: Getijvolumeverdeling vloed raai 5/5a.



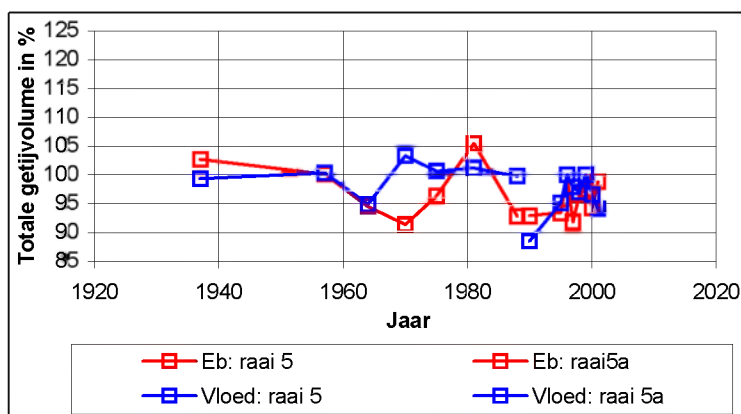
Figuur 31: Getijvolumeverdeling eb raai 5/5a

In de periode 1960 tot medio 1980 heeft in het oostelijk deel van de Westerschelde een verschuiving plaatsgevonden van getijvolumes van nevenvaarwater(vloedgeul) naar hoofdvaarwater(ebgeul) als gevolg van het baggeren en storten. Dit is met name te zien in raai 5. In 1990 is de ligging van de raai 5 enigszins verlegd naar raai 5a (meer loodrecht op de geulas), hierdoor valt over de trend in de periode 1980-1990 niet veel te zeggen. Sinds 1990 is er sprake van een min of meer stabiele verdeling van de getijvolumes tussen Zuidergat en Schaar van Waarde.

Uit Scalwest blijkt in de periode 1996-2000 in het westelijk- en middendeel van de Westerschelde sprake van een verschuiving in de getijvolumeverdeling van nevenvaarwater (vloedschaar) naar hoofdvaarwater(hoofdgeul). In het oostelijk deel is de verschuiving juist omgekeerd met name bij eb, dit in tegenstelling tot de hypothese V1. De orde grootte van de verschuivingen is 5%.

Hypothese V2: Het getijvolume in de raai Schaar van Waarde-Zuidergat (raai 5a) zal 2-5% toenemen.

Toelichting: door verlaging van de platen en vergroting van de getijslag zal de komberging in het oostelijk deel toenemen. Door deze grotere komberging zal het getijvolume in raai 5a toenemen. De veranderingen zullen lineair in de tijd verlopen.



Figuur 32: Totale getijvolume raai 5/5a.

Het getijvolume van 1996 is als 100% gesteld. De getijvolumes in de andere jaren zijn als percentage van dit referentiejaar weergegeven in de grafiek.

Het totale getijvolume in raai 5/5a uit de debietmetingen is sinds 1960 min of meer constant. Ondanks de normering naar een gemiddeld getij, moet er rekening mee worden gehouden, dat wijzigingen van het totale getijvolume kleiner dan 5% à 10%, vanwege de nauwkeurigheid van de debietmetingen, niet uit de metingen bepaald kunnen worden. Uit Scalwest blijkt in de periode 1996-2000 een lichte toename van het totale getijvolume van ca. 1.5% in raai 5a.

9. Stroomsnelheden

De stroomsnelheid is afhankelijk van het doorstroomoppervlak, het getijvolume en de getijperiode. Toename van de stroomsnelheid leidt tot grotere erosie en grotere sedimenttransporten. De stroomsnelheid speelt een grote rol in het aanpassingsproces van de geulen na de verdieping van de drempels. Te grote stroomsnelheden kunnen een bedreiging opleveren voor de veiligheid. Dit betreft de veiligheid van de dijken en een verhoogde kans op aanvaringen.

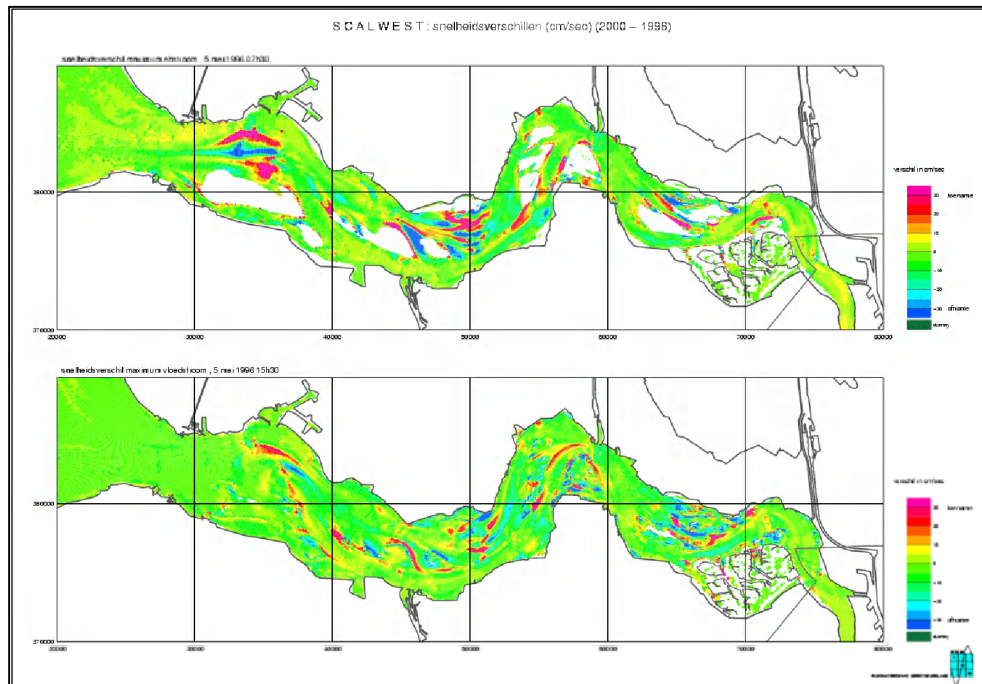
De hypothesen S1 en S2 gaan inhoudelijk in op verwachte ontwikkelingen in de stroomsnelheden in de Westerschelde. De hypothesen betreffen veranderingen tijdens de komende 15 jaar. Deze hydraulische gegevens worden beheerd bij de Directie Zeeland, afdeling RWM, hydro meteo centrum (HMC). Contactpersoon voor deze gegevens is Leen Dekker.

Hypothese S1: De maximum stroomsnelheden in de hoofdgeul oostelijk van Hansweert nemen na de verdieping toe met 10-20%. Na 15 jaar zullen de snelheden weer op het oude niveau zijn teruggekeerd.

Toelichting: de hoofdgeulen zijn nog niet aangepast aan de verhoogde getijvolumes. Hierdoor zullen de stroomsnelheden toenemen met een maximum direct na afloop van de verdieping. Na verloop van tijd heeft de geul zich aangepast aan de nieuwe getijvolumes, waardoor de snelheden na 15 jaar weer teruggekeerd zijn naar het oude niveau. De veranderingen zullen lineair in de tijd verlopen.

Hypothese S2: De maximum stroomsnelheden westelijk van Hansweert nemen niet toe.

Toelichting: in het westen vindt geen grootschalige verruiming van de geulen plaats. Hierdoor zullen het getijvolume en daarmee de stroomsnelheden niet toenemen.



Figuur 33: Snelheidsverschillen tijdens maximale eb (bovenste plaatje) en maximale vloed (onderste plaatje) in de periode 1996-2000.

Uit de met Scalwest berekende stroomsnelheidsverschillen 2000-1996 en 2000-1988 voor max. eb- en vloedstroom bij springtij luidt de conclusie:

- In de hoofd(scheepvaart)geul zijn de stroomsnelheden niet wezenlijk veranderd. Stroommetingen bevestigen dit beeld.
- In de neven(scheepvaartgeulen) is er sprake van grotere stroomsnelheidsveranderingen, deels als gevolg van natuurlijke ontwikkeling/migratie, deels als gevolg van het storten van baggerspecie.

10. Ontwikkelingen geulwandverdedigingen

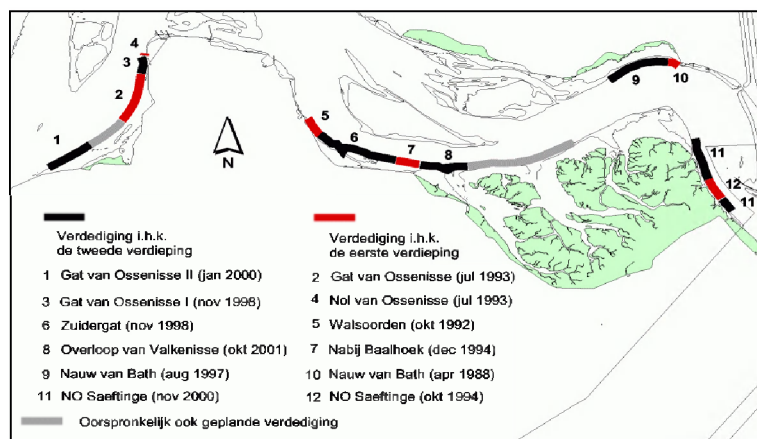
De geulen in de Westerschelde hebben de neiging om uit te bochten. Hierdoor verplaatst de buitenbocht zich richting waterkering. Indien dit proces niet tijdig wordt gestopt kan de waterkering in gevaar komen (veiligheid). De uitbochtiging gaat tevens ten koste van ecologisch waardevolle slikken en schorren. Om de uitbochtiging tot staan te brengen worden geulwandverdedigingen aangelegd.

De hypothesen O1 en O2 gaan inhoudelijk in op verwachte ontwikkelingen i.r.t. de geulwandverdedigingen in de Westerschelde. Deze gegevens worden beheerd bij de Directie Zeeland, afdeling AXL. Contactpersoon voor deze gegevens is Edwin Paré e.

Hypothese O1: De geulen in het oostelijk deel zullen niet verder inscharen.

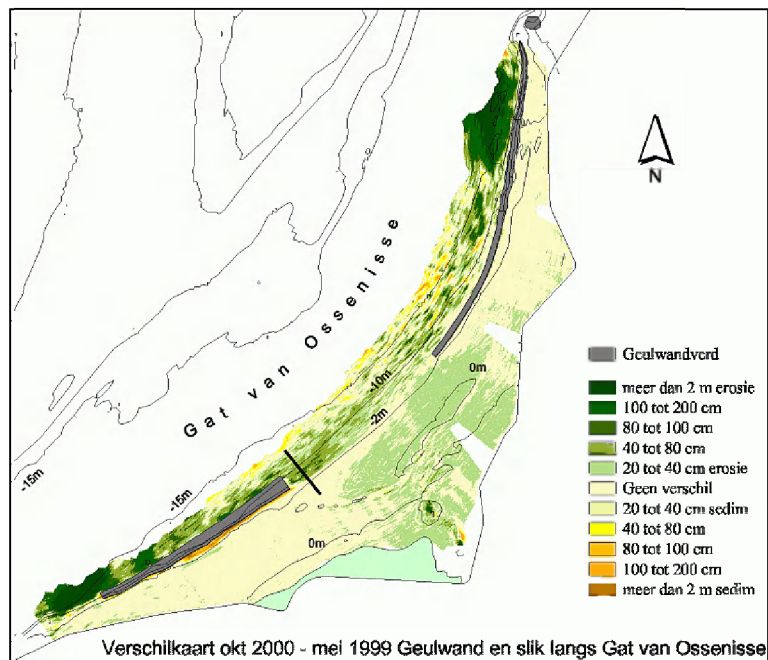
Toelichting: door het aanleggen van geulwandverdedigingen worden alle oevers waar veel inscharing wordt verwacht verdedigd. Er zal met name aandacht worden geschonken aan de einden van de geulwandverdedigingen (in lengterichting).

De ontwikkelingen van de geulwanden ter plaatse en rondom de geulwandverdedigingen zijn in beeld gebracht door de afdeling AXL (Edwin Paré e) van Rijkswaterstaat Directie Zeeland. De basisgegevens vormen de detailleringen welke periodiek in het kader van het project Geulwandverdedigingen Westerschelde worden uitgevoerd. Met behulp van GIS-applicaties zijn verschilkaarten en dwarsprofielen van de situatie rondom de geulwanden gegenereerd (een verschilkaart is een kaart met het hoogteverschil tussen twee lodingen waarop erosie en sedimentatie te zien is). Een overzicht van de ligging van alle geulwandverdediging is hieronder te vinden.

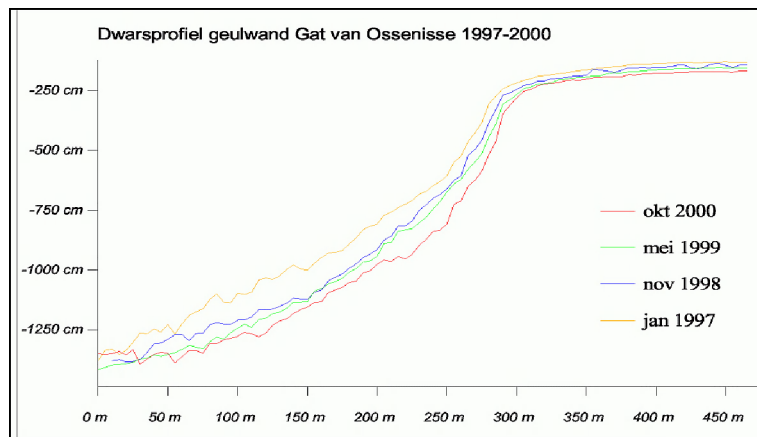


Figuur 34: Overzicht van de geulwandverdedigingen in de Westerschelde.

Gat van Ossensisse: De geulwand is over een lengte van bijna 4000 meter verdedigd. De geulwand ter plaatse van de verdedigingen is stabiel. Tussen de twee verdedigde oeverdelen rest nog een onverdedigd oeverdeel. Op de verschilkaart (zie Figuur 35) is erosie ter plaatse van het onverdedigde oeverdeel te zien, dit duidt op uitbochtiging (inscharing). M.b.v. dwarsprofielen (zie Figuur 36) over dit erosiegebied is deze uitbochtiging gekwantificeerd: sinds 1997 ca. 12 m per jaar. Op dit moment wordt onderzocht of de uitbochtiging tegengegaan kan worden door middel van stortingen van vrijgekomen baggerspecie direct voor dit oeverdeel.

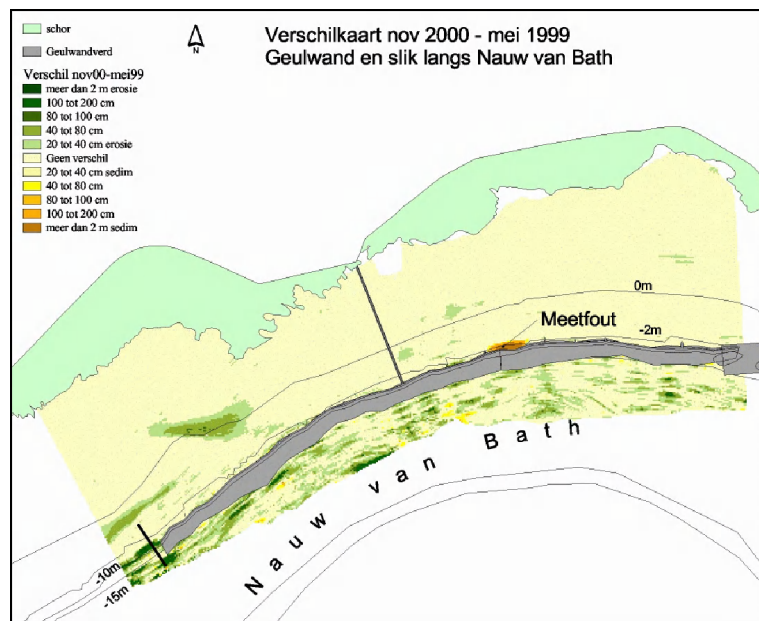


Figuur 35: Verschilkaart oktober 2000-mei 1999 van de geulwand en het slik langs het Gat van Ossensisse.

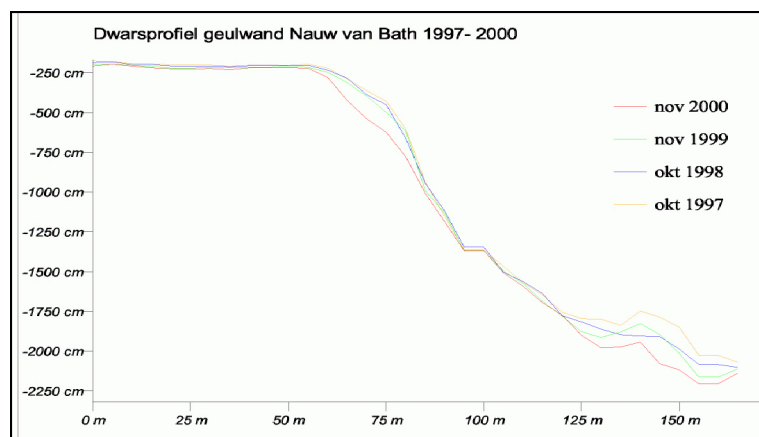


Figuur 36: Dwarsprofielen van de geulwand ter plaatse van het Gat van Ossensisse voor de jaren 1997-2000.

Bath: De geulwand is voor het grootste deel verdedigd en tegen uitbochting beschermd. Op de verschilkaart (zie Figuur 37) is te zien dat ten westen van de westelijke begrenzing van de verdediging erosie plaatsvindt. De dwarsprofielen (zie Figuur 38) laten zien dat deze erosie bovenin de geulwand alleen in 2000 heeft plaatsgevonden. Nieuwe lodingen moeten uitwijzen of dit structurele erosie (uitbochting) is.

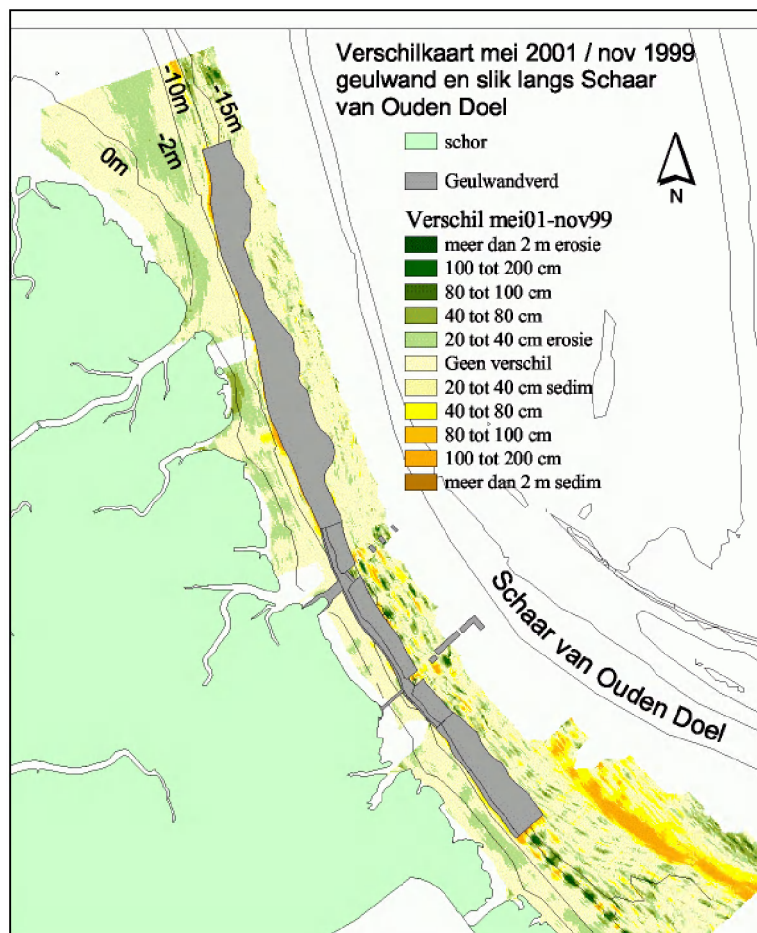


Figuur 37: Verschilkaart november 2000-mei 1999 van de geulwand en het slik langs het Nauw van Bath.



Figuur 38: Dwarsprofielen van de geulwand ter plaatse van het Nauw van Bath voor de jaren 1997-2000.

NO-Saeftinge: Deze geulwandverdediging is pas in november 2000 opgeleverd. Recente lodingen hebben laten zien dat zowel de verdedigde als onverdedigde oeverdelen stabiel zijn (zie Figuur 39).



Figuur 39: Verschilkaart mei 2001-november 1999 van de geulwand en het slik langs de Schaar van Ouden Doel.

Zuidergat: Uitbochting is hier in principe uitgesloten. Het hele oevervak langs het Zuidergat is vanaf Walsoorden tot en met de aanliggende verdediging "Overloop van Valkenisse" verdedigd.

Overloop van Valkenisse: Deze verdediging is oktober 2001 opgeleverd. Lodingen na de oplevering zijn nog niet beschikbaar.

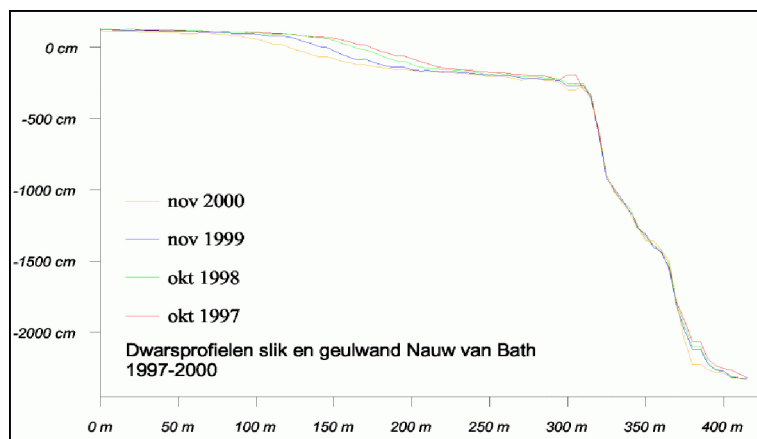
Hypothese O2: De slikken achter de geulwandverdedigingen zullen niet verder verlagen

Toelichting: de geulwandverdedigingen worden aangebracht om de achterliggende slikken en schorren te beschermen. De verlaging van de slikken wordt door deze geulwandverdedigingen tot staan gebracht.

De ontwikkelingen van de slikken achter de geulwandverdedigingen zijn in beeld gebracht door de afdeling AXL (Edwin Paré e) van de Directie Zeeland. De basisgegevens vormen de detaillodingen welke periodiek in het kader van het project Geulwandverdedigingen Westerschelde worden uitgevoerd. Met behulp van GIS-applicaties zijn verschilkaarten en dwarsprofielen van de slikken gegenereerd.

Ossenisse: De invloed van de geulwandverdediging op het achterliggende slik is hier duidelijk te zien (zie Figuur 35). Het slik achter de verdedigde geulwanden is stabiel, over bijna het hele oppervlak achter het onverdedigde gedeelte vindt erosie plaats.

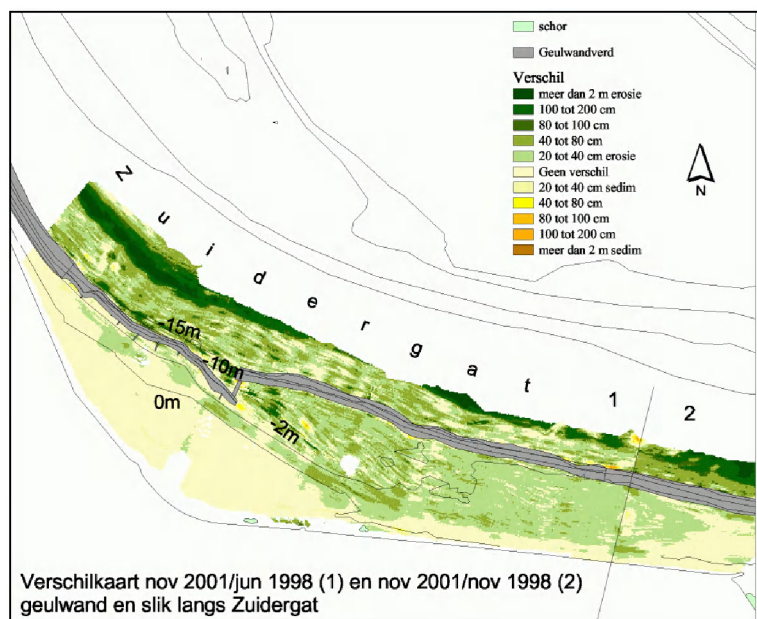
Bath: Ondanks de verdedigde geulwand vindt erosie van het slik plaats. De meeste erosie komt op de westelijke helft van het slik voor (zie Figuur 37). Voor de aanleg van de verdediging was dit ook al het geval. M.b.v dwarsprofielen is dit erosieproces in beeld gebracht (zie Figuur 40). De NAP-lijn verplaatst hier met ca. 15m per jaar richting het land.



Figuur 40: Dwarsprofielen van het slik en de geulwand ter plaatse van het Nauw van Bath voor de jaren 1997-2000.

NO-Saeftinge: Deze geulwandverdediging is pas in november 2000 opgeleverd. Recente lodingen hebben laten zien dat het slik niet verlaagd. Er zijn wel natuurlijke erosieprocessen te zien. Dit is erosie als gevolg van uitschuring door water afkomstig van het schor (zie Figuur 39).

Zuidergat: Het grootste deel van het slik is onderhevig aan erosie (zie Figuur 41). De erosie is het grootst schuin achter de knik in de verdediging. Deze constructie is zo gekozen om contact van de geul met het slik te behouden.



Figuur 41: Verschilkaart mei 2001-november 1999 van de geulwand en het slik langs het Zuidergat.

Overloop van Valkenisse: Deze verdediging is oktober 2001 opgeleverd. Lodingen na de oplevering zijn nog niet beschikbaar.

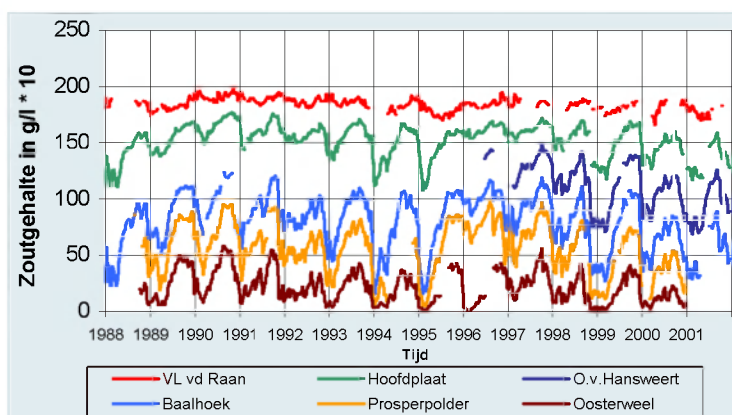
11. Zout

Een belangrijke karakteristiek van een estuarium is de zoutgradiënt. Vooral voor de natuurwaarden is dit van belang. Veel organismen zijn gebonden aan een bepaalde bandbreedte in het zoutgehalte. Indien het zoute(re) zeewater als gevolg van de verdieping verder het estuarium indringt zal dit gevolgen hebben voor de natuur functie.

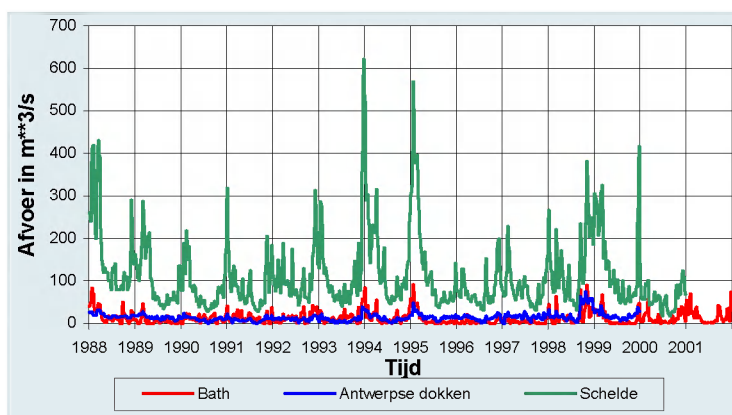
De hypothese Z1 gaat inhoudelijk in op verwachte ontwikkelingen van de extreme zoutgehalten in de Westerschelde. Deze gegevens worden beheerd bij de Directie Zeeland, afdeling RWM, hydro meteo centrum (HMC). Contactpersoon voor deze gegevens is Leen Dekker.

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.



Figuur 42: Decadegemiddelden zoutgehalte.



Figuur 43: Decadegemiddelden zoetwatertoevoer.

De fluctuatie van (extreme) zoutgehalten wordt vooral bepaald door de zoetwatertoevoer, met name de Scheldeafvoer. Op basis van een oppervlakkige analyse van de decadewaarden van zoutgehalte en zoetwatertoevoer zijn sinds 1988 geen wezenlijke veranderingen in de zoutgradiënt vastgesteld.

12. Water- en bodemkwaliteit Westerschelde

12.1. Inleiding

Om de effecten van de verruiming van de Westerschelde te bepalen wordt door Rijkswaterstaat een fysisch, chemisch en biologisch monitoringprogramma uitgevoerd. De resultaten over de periode 1997 en 1998 hiervan zijn in 1999 gerapporteerd [van Berchum & Stikvoort]. Deze rapportage is gebaseerd op een aantal fysische, chemische en biologische hypothesen, die zijn opgenomen in het Plan van aanpak – rapport 2 [de Jong et.al]. Deze zijn opgesteld ten behoeve van de beoordeling van de effecten van de verruiming van de Westerschelde tot 48'-43'.

In voorliggende datarapportage zijn de resultaten van het chemische monitoringprogramma, dat volgens genoemd plan van aanpak in de periode 1999 – 2001 is uitgevoerd, opgenomen. Omdat nog niet alle benodigde basisinformatie van 2001 beschikbaar is, bijvoorbeeld omdat validatie van de benodigde gegevens van 2001 nog niet altijd heeft plaatsgevonden, wordt in een aantal gevallen gerapporteerd tot en met 2000. Ook zijn in deze datarapportage gegevens over de water- en bodemkwaliteit in de periode 1990 – 1998 uit van Berchum & Stikvoort overgenomen en aangevuld met genoemde gegevens. Deze aanpak garandeert continuïteit in de gepresenteerde resultaten en geeft hiervan een integraal overzicht.

In het plan van aanpak zijn een aantal hypothesen opgesteld. Door toetsing van deze hypothesen kunnen veranderingen als gevolg van de verruiming van de Westerschelde in beeld worden gebracht. Deze hypothesen worden getoetst aan de hand van gegevens van een aantal essentiële parameters. Alleen de hypothesen die betrekking hebben op de water- en bodemkwaliteit komen hier aan de orde. De hiertoe ingewonnen gegevens van de chemische water- en bodemkwaliteit van de Westerschelde zijn getoetst aan de vigerende water- en bodemkwaliteitsdoelstellingen. Doel hiervan is de ontwikkelingen van de chemische bodem- en waterkwaliteit op een eenduidige en objectieve manier te kunnen volgen, omdat deze belangrijke randvoorwaarden zijn voor het gezond functioneren van de Westerschelde.

12.2. Bodemkwaliteit

De ontwikkelingen van de bodemkwaliteit worden in dit kader gevolgd en getoetst aan de hand van de volgende twee hypothesen:

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

Toelichting: de bodemkwaliteit in de Westerschelde neemt over het algemeen toe van het oosten naar het westen. Het storten van bodemmateriaal uit het oosten in het westen heeft tot gevolg dat de waterbodemkwaliteit in het westen zal verslechteren. De effecten van deze verslechtering zullen naar verwachting echter klein zijn. Het meeste materiaal is namelijk klasse 1 specie en ecotoxicologische effecten zijn niet aangetoond. Naar verwachting zal de aanvoer van verontreinigingen echter afnemen als gevolg van saneringsmaatregelen in België, waardoor een verhoging van de concentraties in de bodem van de gehele Westerschelde niet waarschijnlijk is.. De toetsing geschiedt m.b.v. kwaliteitsklasse volgens waterbodemonormering regeringsbeslissing Evaluatienota Water (ENW).

Hypothese C1 is inmiddels herformuleerd [Liek, G.A. 2002] in:

"In de bodem (beneden NAP -2m) van het westelijk deel van de Westerschelde zullen de concentraties aan microverontreinigingen, te bepalen aan de hand van de uniforme gehaltetoets (NW4) niet significant toenemen."

Argumentatie: De formulering suggereert dat alle afzonderlijke microverontreinigingen (47 stuks) statistisch getoetst moeten worden op significante veranderingen. Er wordt echter gewerkt met de uniforme gehaltetoets. Uit de toelichting in het metingenplan blijkt dat er geen significante veranderingen zijn te verwachten. Een afzonderlijke toetsing van alle microverontreinigingen lijkt daarmee niet zinvol.

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.

Deze hypothese is inmiddels herformuleerd [Liek, G.A. 2002] in:

"Op platen, slikken en schorren in de omgeving van stortlocaties zullen de concentraties aan microverontreinigingen, te bepalen aan de hand van de uniforme gehaltetoets (NW4), niet significant toenemen."

Argumentatie: De formulering suggereert dat alle afzonderlijke microverontreinigingen (47 stuks) statistisch getoetst moeten worden op significante veranderingen. Er wordt echter gewerkt met de uniforme gehaltetoets. Uit de toelichting in het metingenplan blijkt dat er geen significante veranderingen zijn te verwachten. Een afzonderlijke toetsing van alle microverontreinigingen lijkt daarmee niet zinvol.

Methode

In de hypothesen C1 en C2 worden drie criteria genoemd, op basis waarvan de ontwikkeling van de bodemkwaliteit wordt gevolgd. Dit zijn de concentraties van een aantal afzonderlijke microverontreinigingen in de bodem, de uitkomsten van de uniforme gehaltetoets [RWS, 1998] en van toetsing aan normen uit de Evaluatienota Water [RWS, 1993]. De gegevens van de bodemkwaliteit die hiervoor zijn gebruikt zijn beschikbaar gekomen door de jaarlijkse rapportages van de analyseresultaten van de baggerspeciemonsters, die zijn opgesteld door de Vlaamse Milieumaatschappij. De jaarlijkse bemonsteringen van de bodem zijn in 1985 gestart op een aantal baggerlocaties in de Westerschelde (en in de Zeeschelde). Deze bodembemonsteringen vinden 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. Het metingenplan gaat ten behoeve van hypothese C1 uit van een jaarlijkse monsternamen op 30 locaties in de geulen van de Westerschelde en de Zeeschelde.

De gebruikte methodiek wordt beschreven in de jaarlijkse rapportages van de chemische kwaliteit van baggerspecie in de Westerschelde en in de Zeeschelde door de Vlaamse Milieumaatschappij [I. Temmerman]. Hieronder volgt hieruit een korte samenvatting.

De kwaliteit van het sediment in de geulen en drempels van de Westerschelde en 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, Afdeling meetnetten en Onderzoek.

Voor de beoordeling van de kwaliteit van de waterbodem worden de gehalten aan verontreinigen omgerekend naar een standaardbodem. Op basis van deze omgerekende gehalten wordt aan elke locatie een kwaliteitsklasse toegekend, op basis van zowel de uniforme gehaltetoets als de normstelling in de Evaluatienota Water. De middels de uniforme gehaltetoets toegekende kwaliteitsklasse is bepalend voor verdere toepassing c.q. verspreiding van de baggerspecie. Voor de beoordeling van de baggerspecie zijn in deze datarapportage de bodemcorrecties t.b.v. de standaardisatie en de toetsingscriteria toegepast uit de Evaluatienota Water. Vanaf 2001 is gewerkt volgens criteria uit de 4^e Nota Waterhuishouding.

Omdat in de hypothese wordt gesproken over het westelijke deel van de Westerschelde, zijn de resultaten van de meest westelijke monitoringslocaties, zeewaarts van Terneuzen, geselecteerd.

Het metingenplan gaat ten behoeve van hypothese C2 uit van monsternamen in 1999 en 2003 op 20 locaties in het intergetijdengebied van de Westerschelde. Hypothese C2 zal daardoor na de bemonstering in 2003 in betreffende datarapportage worden getoetst en blijft in deze datarapportage buiten beschouwing.

Resultaten

Alle bodemonsters die in de periode 1999 tot en met 2001 in het westelijke deel van de Westerschelde door de VMM voor dit doel zijn geanalyseerd, voldoen aan de uniforme gehaltetoets. Dit was ook in de periode daarvoor het geval. Zie tabel 5.

Tabel 5. Resultaten toetsing aan de uniforme gehaltetoets van analyseresultaten van baggerspeciemonsters in het westelijke deel van de Westerschelde [I. Temmerman, 2001].

	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	+	+	+	+	+	+	+	+

+ voldoet aan de uniforme gehaltetoets

Toetsing van de bodemonsters, die in de periode 1999 t/m 2001 zijn genomen, aan de normstelling uit de Evaluatienota Water (1999 en 2000) en de 4^e Nota (2001) levert een gevarieerd beeld op. In tabel 6 is de hieruit volgende klassenindeling opgenomen.

Tabel 6. Klassenindeling baggerspeciemonsters westelijk deel Westerschelde na toetsing aan de normen uit de Evaluatienota Water en voor 2001 aan de 4^e Nota Waterhuishouding. [I. Temmerman, 2001].

	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Sluissche Hompels	1	1	0	2	0	0	0	1
Drempel van Vlissingen – rode kant				0	0	0	0	1
Drempel van Vlissingen – groene kant				0	0	0	0	1
Drempel van Borssele – groene kant	1	1	0	0	0	2	0	1
Drempel van Borssele – rode kant	1	1	1	0	2	2	0	1
Pas van Terneuzen				2	0	0	0	1
Terneuzen	1	0	2	0	0	1	0	1

Enkele opmerkingen:

- Sluissche Hompels: In 1999 en in 2000 is de beoordeling klasse 0, zij het dat minerale olie beide jaren in klasse 1 valt. In 2001 is de beoordeling klasse 1, als gevolg van forse overschrijdingen door EOX en minerale olie.
- Drempel van Vlissingen (rode kant): In 2001 klasse 1, het gevolg van overschrijding van de norm door een aantal zware metalen.
- Drempel van Vlissingen (groene kant): In 2001 klasse 1, het gevolg van overschrijding van de norm door een aantal zware metalen.
- Borssele (groene kant): In 2000 klasse 1, het gevolg van overschrijding door SOM PAK's, 2001 klasse 1 door overschrijding door een aantal zware metalen en door minerale olie.
- Borssele (rode kant): In 1999 klasse 2, het gevolg van overschrijding door SOM PAK's en PCB 138, in 2001 klasse 1, het gevolg van overschrijding door een aantal zware metalen en door minerale olie.
- Pas van Terneuzen: In 2001 klasse 1, het gevolg van overschrijding door een aantal zware metalen.
- Terneuzen: In 1999 klasse 1, het gevolg van overschrijding door HCH-b, in 2001 klasse 1 door overschrijding door een aantal zware metalen.

Conclusie:

Alle baggerspeciemonsters, die genomen zijn in het westelijke deel van de Westerschelde voldoen in de beschouwde periode steeds aan de uniforme gehaltetoets. Toetsing van de analyses van de bodemonsters aan de normstellingen uit de Evaluatienota Water en in 2001 de 4^e Nota Waterhuishouding geeft aan dat sprake is van een wisselend kwaliteitsbeeld. Hieruit blijkt echter dat in de beschouwde periode geen sprake is van een significante toename van de concentraties van de bodem van de Westerschelde in genoemde locaties.

12.3. Waterkwaliteit

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

Toelichting: oorzaken van mogelijke verslechtering van de waterkwaliteit: vrij komen van verontreinigingen tijdens het baggeren in de Scheur, binnendringen van het troebelheidsmaximum in de mond door een sterkere getijdoordringing. Echter deze mogelijke processen leiden naar verwachting niet tot een significante verslechtering van de waterkwaliteit. De kwaliteit wordt getoetst met de gehalten aan zuurstof, zware metalen en PAK's.

Hypothese C3 is inmiddels herformuleerd [Liek, G.A. 2002] in:

“Oorzaken van mogelijke verslechtering van de waterkwaliteit: vrij komen van verontreinigingen tijdens het baggeren in de Scheur, binnendringen van het troebelheidsmaximum in de mond door een sterkere getijdoordringing. Echter deze mogelijke processen leiden naar verwachting niet tot een significante verslechtering van de waterkwaliteit. De kwaliteit wordt conform de NW4 normen getoetst met de gehalten aan zuurstof, zware metalen en PAK's.”

Argumentatie: normering is gewijzigd, nu volgens NW4 in plaats van NW3. Vanaf 1996 is het waterkwaliteitsprogramma op onderdelen gewijzigd. De consequentie hiervan is, dat de stoffen en locaties gedeeltelijk afwijken van de T0-rapportage. Het verdient aanbeveling de gehanteerde monitoringlocaties en parameters (situatie 1998) te handhaven, om voldoende complete tijdreeksen te genereren.

Methode

Deze hypothese gaat inhoudelijk in op het uitblijven van negatieve ontwikkelingen van de waterkwaliteit van de Westerschelde als gevolg van de baggerwerkzaamheden die ten behoeve van de verruiming van de Westerschelde tot 48'-43' zijn uitgevoerd en inmiddels afgerond. Volgens de toelichting bij de hypothese is een mogelijke consequentie van het baggeren, dat vrijkomende verontreiniging en het binnendringen van het troebelheidsmaximum in de monding van de Westerschelde de waterkwaliteit verslechteren. De veranderingen zullen echter naar verwachting relatief gering zijn. Om dit te toetsen is in het metingenplan monitoring van de concentraties zuurstof, van een aantal zware metalen en van een aantal PAK's.

Gebruikte basisgegevens zijn beschikbaar gekomen door de routinematige bemonstering van de Westerschelde bij Vlissingen, Terneuzen en Schaar van Ouden Doel in het kader van MWTL. Van de analyseresultaten zijn langjarige consistente meetreeksen beschikbaar, die zijn opgeslagen in DONAR. Jaarlijks vindt in de periode juni/juli validatie van de gegevens plaats, die in het jaar daarvoor zijn ingewonnen en in genoemde database zijn opgeslagen.

De bemonsteringen vinden één meter onder het wateroppervlak plaats. Over het algemeen wordt elke locatie steeds in dezelfde fase van het getij bemonsterd. Slechts in een klein aantal gevallen wijkt de getijfase af. Ook is er geen sprake van wijzigingen in bemonster- en analysetechnieken die onbedoeld trendbreuken kunnen veroorzaken. Dit betekent dat de door MWTL gehanteerde bemonstering- en analysestrategie een zekere continuïteit garandeert. Hierdoor kunnen gevonden trendveranderingen of trendbreuken niet het gevolg zijn van eventuele wijzigingen in die strategie.

Van de concentratie zuurstof in het water is voor de bemonsteringslocaties Vlissingen, Terneuzen en Schaar van Ouden Doel van elk jaar het maximum, het gemiddelde, het 90-percentiel, de mediaan en het minimum bepaald. Van de totaalconcentraties zware metalen in het water zijn alleen gegevens van locatie Schaar van Ouden Doel beschikbaar en bewerkt. De volgende zware metalen worden hier verder beschouwd: arseen, cadmium, chroom, koper, kwik, nikkel, lood en zink.

De gehalten zware metalen in gecentrifugeerd zwevend stof zijn bepaald van de locaties Vlissingen, Terneuzen en Schaar van Ouden Doel. Om de totaalgehalten in water te kunnen toetsen aan de waterkwaliteitsnormen zijn deze concentraties gestandaardiseerd. Hierbij is een standaard gehalte zwevend stof gehanteerd van 30 mg/l. De volgende formule is gebruikt:

$$C_{\text{standaard}} = C_{\text{opgelost}} + ((C_{\text{totaal}} - C_{\text{opgelost}}) * 30) / C_{\text{gemeten zwevend stof gehalte}}$$

De detectielimieten in de gegevensreeksen zijn in deze formule steeds voor de helft als reële waarde meegenomen. Bijvoorbeeld, als de detectielimiet als <0,05 in DONAR is opgenomen is deze als 0,025 in bovenstaande formule als reële waarde ingevoerd. Daarna zijn voor elke onderzochte metaal voor elk jaar en elke bemonsteringslocatie het maximum, het minimum en het 90-percentiel bepaald. Vervolgens zijn de 90-percentielen getoetst aan betreffende normen uit de 4^e Nota Waterhuishouding.

De gehalten zware metalen in zwevend stof zijn gestandaardiseerd volgens de formule:

$$C_{\text{standaard}} = C_{\text{gemeten}} * (A + B * 40 + C * 20) / (A + B * \% \text{ lutum} + C * \% \text{ organische stof})$$

In deze formule zijn correctiefactoren opgenomen (A,B,C), die per metaal worden toegepast om de concentraties te standaardiseren. Zie tabel 7.

Tabel 7. Correctiefactoren standaardisatie metalen in gecentrifugeerd zwevend stof

Metaal	A	B	C
Arseen	15	0,4	0,4
Cadmium	0,4	0,007	0,021
Chroom	50	2	0
Koper	15	0,6	0,6
Kwik	0,2	0,034	0,0017
Nikkel	10	1	0
Lood	50	1	1
Zink	50	3	1,5

Van het percentage lutum zijn geen gegevens beschikbaar, daarom is een constante van 25% aangehouden. Ook van het percentage organische stof zijn geen gegevens beschikbaar; dit is berekend door het percentage organisch koolstof te vermenigvuldigen met 1,72. Vervolgens zijn per jaar de maximum en minimum concentraties en de 90-percentielen bepaald. Dit percentiel is vervolgens getoetst aan de normen uit de 4^e Nota Waterhuishouding.

De concentraties PAK's zijn voor de locaties Vlissingen, Terneuzen en Schaar van Ouden Doel bepaald in gecentrifugeerd zwevend stof. Het betreft de volgende PAK's: antra-

ceen, benzo(a)anthraceen, benzo(a)pyreen, benzo(ghi)pyreleen, benzo(k)fluorantheen, chryseen, fenantreen, fluorantheen en indeno(123cd)pyreen. Voor standaardisatie van deze PAK monsters is gebruik gemaakt van de volgende formule:

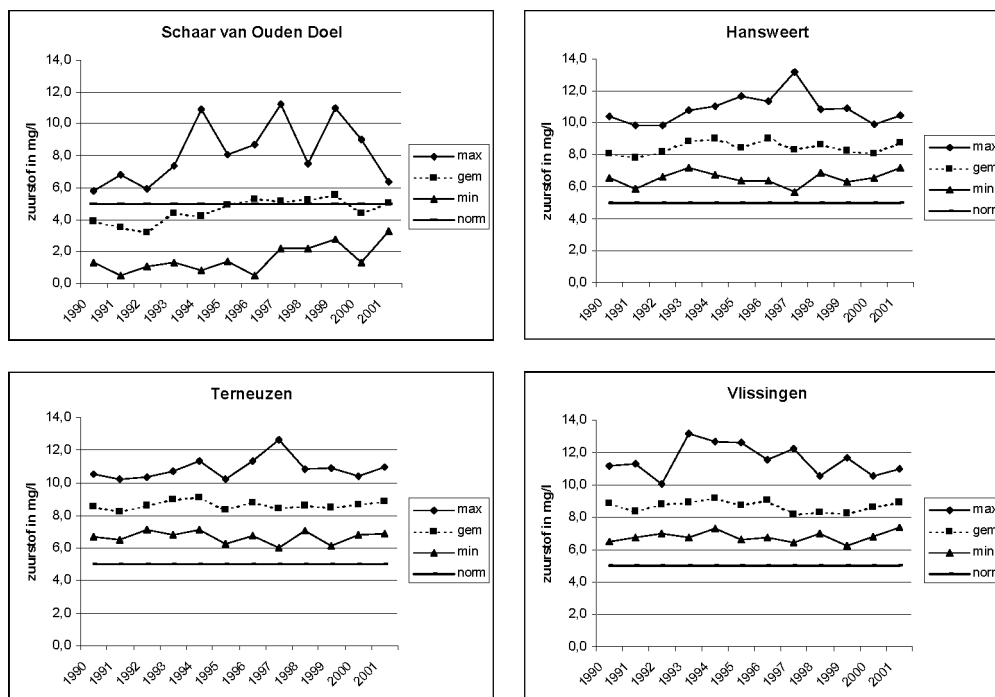
$$C_{\text{standaard}} = 20 / \% \text{ organisch stof} * C_{\text{gemeten}}$$

Ook bij deze standaardisatie is het percentage organische stof berekend door het percentage organisch koolstof te vermenigvuldigen met 1,72. Vervolgens zijn van deze gestandaardiseerde waarde per jaar het maximum, het minimum en het 90 percentiel bepaald. Dit percentiel is vervolgens getoetst aan de normen uit de 4^e Nota Waterhuishouding.

Resultaten

Zuurstof

De concentraties zuurstof worden getoetst aan de norm die is opgenomen in de 4^e Nota Waterhuishouding. Deze bedraagt 5 mg/l (evenals voorheen in NW3). Zuurstof voldoet in het westelijk en in het middendeel van de Westerschelde aan de norm van minimaal 5 mg/l O₂/l. Bij Schaar van Ouden Doel wordt de norm niet gehaald, zie figuur 44. De grens van overschrijding van deze norm ligt iets ten oosten van Lamswaarde bij het Land van Saeftinge. Vanaf 1996 is een licht stijgende tendens bij de minima waar te nemen.

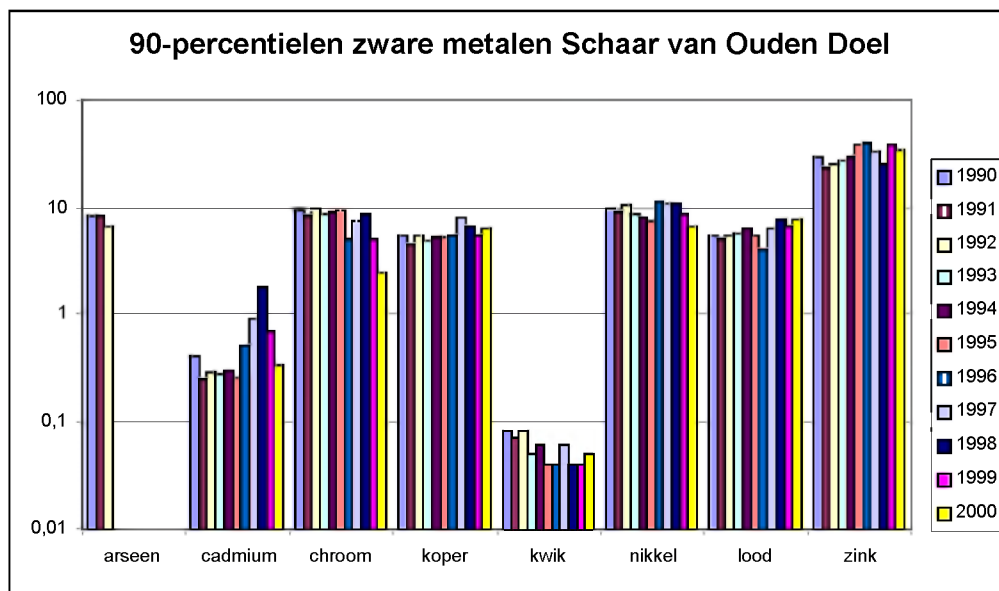


Figuur 44: Zuurstofconcentraties (mg/l); maxima, minima, gemiddelden en de norm.

Metalen in de waterfase

Zoals eerder gesteld is alleen van bemonsteringslocatie Schaar van Ouden Doel vanaf 1990 gegevensreeksen van genoemde zware metalen beschikbaar. Toetsing hiervan levert de volgende conclusies op. Van arseen zijn de laatste jaren geen gegevens beschikbaar. Koper en nikkel voldoen niet aan de MTR-waarde. Nikkel laat na een opvallende stijging in 1996 weer een dalende tendens zien. Chroom zink en lood voldoen wel aan de MTR-waarde, niet aan de streefwaarde. Kwik voldoet aan de streefwaarde,

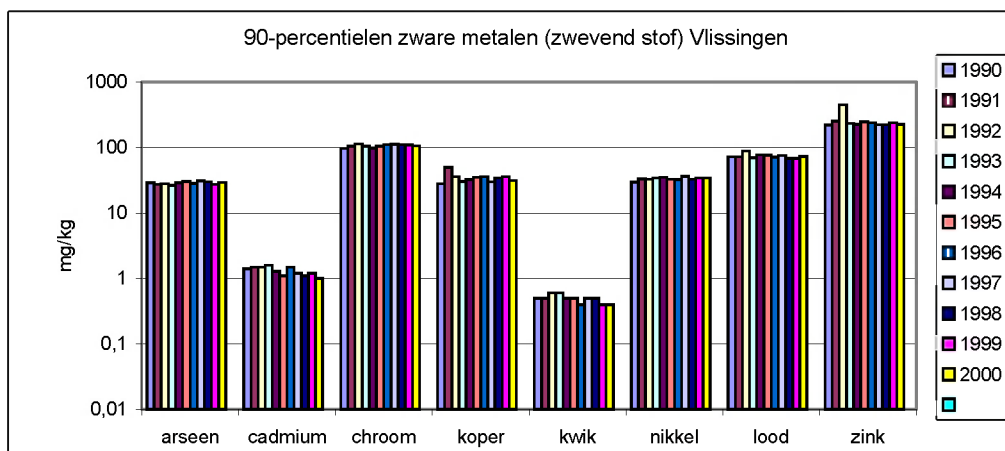
evenals (sinds 2000) cadmium. Bijlage 1 geeft hiervan een overzicht. Figuur 45 geeft een overzicht in de tijd van het verloop van de berekende percentielen.



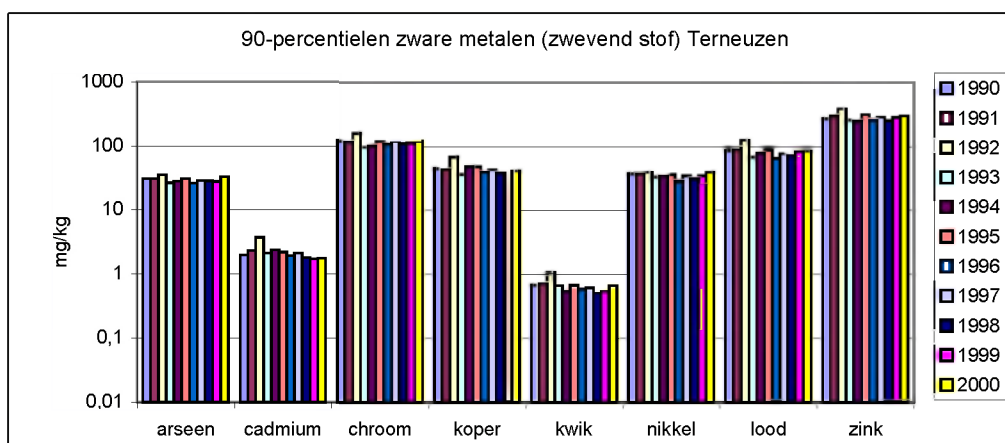
Figuur 45: Verloop van de berekende 90-percentielwaarden van zware metalen (in ug/l) in het water bij Schaar van Ouden Doel.

Metalen in gecentrifugeerd zwevend stof

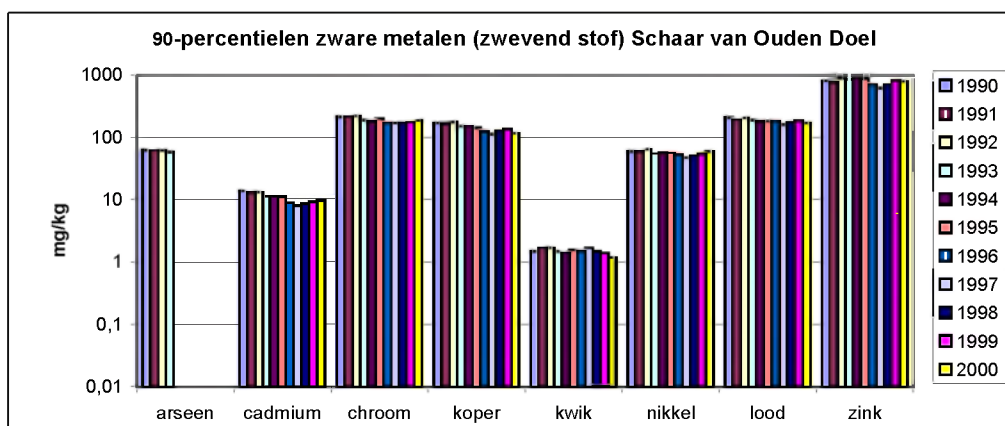
In Vlissingen en Terneuzen voldoen alle onderzochte zware metalen aan de MTR-waarden. In Vlissingen voldoen ook alle zware metalen, op zink na, aan de streefwaarden. Bij Terneuzen voldoen cadmium, kwik en zink niet aan de streefwaarden. Bij Schaar van Ouden Doel voldoen alle onderzochte metalen, behalve koper aan de MTR-waarden. Koper blijft dus een probleemstof. Geen van de onderzochte metalen voldoen daar aan de streefwaarden. Bijlage 2 geeft een overzicht van de resultaten van deze toetsingen. De concentraties bij Vlissingen, Terneuzen en Schaar van Ouden Doel blijven op een stabiel niveau, waardoor geen sprake is van significante veranderingen. Zie figuren 46 a, b en c.



Figuur 46a: zware metalen in zwevend stof bij Vlissingen.



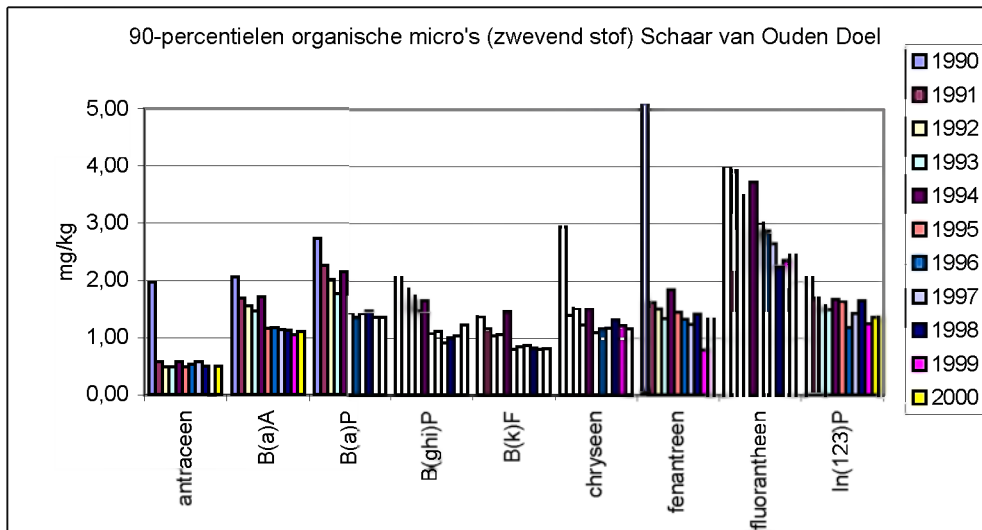
Figuur 46b; zware metalen in zwevend stof bij Terneuzen



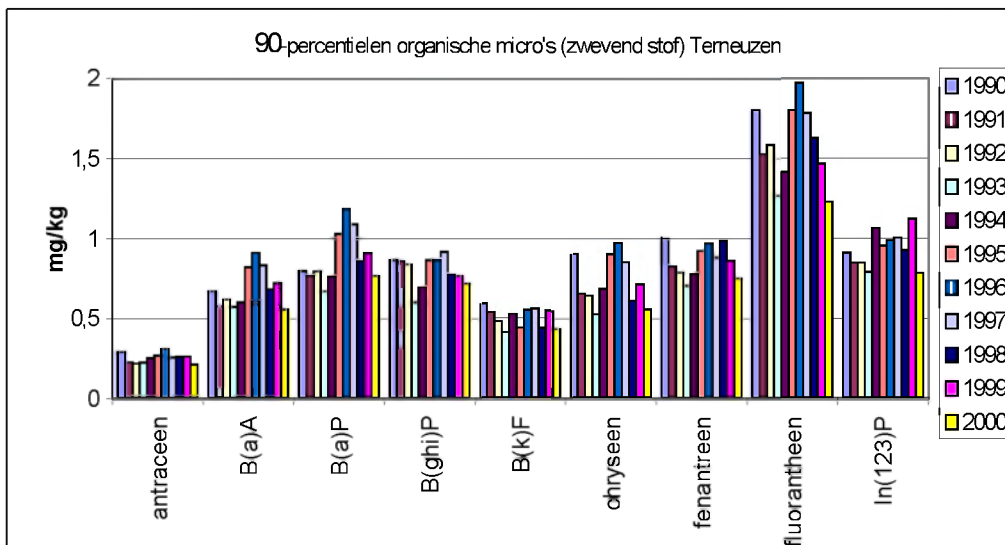
Figuur 46 c; zware metalen in zwevend stof bij Schaar van Ouden Doel

PAK's in zwevend stof

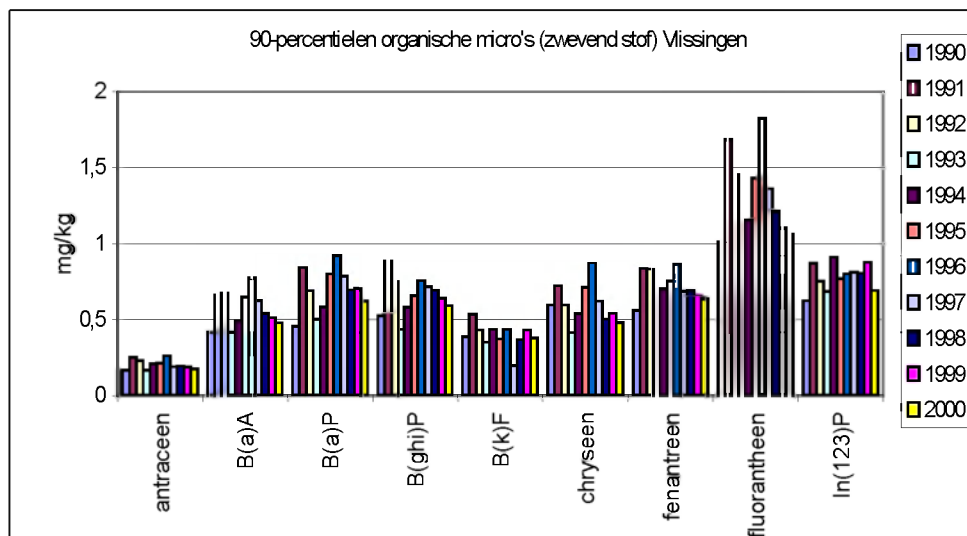
Bij Vlissingen en bij Schaar van Ouden Doel voldoen alle onderzochte PAK's aan de MTR-waarden. De streefwaarden worden er echter niet gehaald. Bij Terneuzen voldoen alle onderzochte PAK's, behalve antracene, aan de MTR-waarden. De streefwaarden worden hier niet gehaald. Bijlage 3 geeft een overzicht van deze toetsingen. De concentraties bij Vlissingen, Terneuzen en Schaar van Ouden Doel blijven op een vrij stabiel niveau, waardoor geen sprake is van significante veranderingen. Zie figuren 47a, b en c.



Figuur 47a; organische micro's in zwevend stof bij Schaar van Ouden Doel



Figuur 47b; organische micro's in zwevend stof bij Terneuzen



Figuur 47c; organische micro's in zwevend stof bij Vlissingen.

12.4. Mineralisatie

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”.

Toelichting: door het storten van opgebaggerd materiaal zal er een hoeveelheid organisch materiaal 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 materiaal. De snelheid vertoont in de Westerschelde een significante ruimtelijke variatie, waarbij de snelheid afneemt van boven naar benedenstrooms en primair wordt bepaald door het materiaal dat wordt aangevoerd door de rivier. De bagger- en stortactiviteiten zullen hierin nauwelijks een bijdrage hebben.

Deze hypothese zal niet worden getoetst en vervalt.

Argumentatie: verhoogde mineralisatie in de waterkolom is niet relevant in MOVE context. Veranderingen in zuurstofgehalte worden niet verwacht en bovendien wordt zuurstof rechtstreeks (één meter onder het wateroppervlak) gemeten tijdens routinebemonsteringen in het kader van MWTL [Liek, 2002].

12.5. Conclusie

Volgens bovengenoemde hypothesen mag c.q. zal de kwaliteit van het water, het zwevend stof en de bodem van de Westerschelde niet verslechteren als gevolg van de verruiming van de Westerschelde naar 48'-43'. De in dit werkdocument uitgevoerde toetsingen laten zien dat de kwaliteit van het water, het zwevend stof en de bodem in de beschouwde locaties in de periode 1990 – 2000 niet significant is veranderd.

Hierbij dient opgemerkt te worden dat kwaliteit van water, zwevend stof en bodem van de Westerschelde wordt bepaald door een groot aantal – vaak exogene – 'bronnen'. De verruiming is in principe ook een bron. Hiervan wordt aangenomen dat deze van geringe invloed zal zijn op de kwaliteit van het water, het zwevend stof en de bodem van de Westerscheldewater. Een eventueel significante verandering van de kwaliteit kan daardoor niet zonder meer worden toegeschreven aan de verruiming en zal nader onderzoek behoeven.

Literatuur

Liek, G.A. (2002)

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

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.

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.

Wattel, G (1998)

Waterkwaliteit Westerschelde 1990 t/m 1998. Werkdocument RIKZ/AB-98.843x. 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.

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

Ministerie van Verkeer en Waterstaat (1993)

Tweede kamer der Staten-generaal, vergaderjaar 1993-1994, 21250 nrs 27-28.

BIJLAGE 1 Zware metalen in water

Schaar van Ouden Doel

Arseen (gestandaardiseerd)

		MTR	streefw.	MTR	streefw.
	90 perc.	NW4	NW4	NW4	NW4
1990	8,29	32	1,3	+	-
1991	8,31	32	1,4	+	-
1992	6,80	32	1,5	+	-
1993					
1994					
1995					
1996					
1997					
1998					
1999					
2000					

Cadmium (gestandaardiseerd)

		MTR	streefw.	MTR	streefw.
	90 perc.	NW4	NW4	NW4	NW4
1990	0,40	2	0,4	+	-
1991	0,24	2	0,4	+	+
1992	0,29	2	0,4	+	+
1993	0,27	2	0,4	+	+
1994	0,30	2	0,4	+	+
1995	0,25	2	0,4	+	+
1996	0,50	2	0,4	+	-
1997	0,88	2	0,4	+	-
1998	1,77	2	0,4	+	-
1999	0,68	2	0,4	+	-
2000	0,33	2	0,4	+	+

Chroom (gestandaardiseerd)

		MTR	streefw.	MTR	streefw.
	90 perc.	NW4	NW4	NW4	NW4
1990	9,48	84	2,4	+	-
1991	6,47	84	2,4	+	-
1992	9,76	84	2,4	+	-
1993	8,91	84	2,4	+	-
1994	8,95	84	2,4	+	-
1995	9,48	84	2,4	+	-
1996	5,09	84	2,4	+	-
1997	7,38	84	2,4	+	-
1998	8,79	84	2,4	+	-
1999	5,20	84	2,4	+	-
2000	2,40	84	2,4	+	-

Koper (gestandaardiseerd)

		MTR	streefw.	MTR	streefw.
	90 perc.	NW4	NW4	NW4	NW4
1990	5,53	3,9	1,10	-	-
1991	4,54	3,9	1,10	-	-
1992	5,52	3,9	1,10	-	-
1993	5,00	3,9	1,10	-	-
1994	5,29	3,9	1,10	-	-
1995	5,25	3,9	1,10	-	-
1996	5,62	3,9	1,10	-	-
1997	8,20	3,9	1,10	-	-
1998	6,66	3,9	1,10	-	-
1999	5,50	3,9	1,10	-	-
2000	6,40	3,9	1,10	-	-

Kwik (gestandaardiseerd)

		MTR	streefw.	MTR	streefw.
	90 perc.	NW4	NW4	NW4	NW4
1990	0,08	1,2	0,07	+	-
1991	0,07	1,2	0,07	+	-
1992	0,08	1,2	0,07	+	-
1993	0,05	1,2	0,07	+	-
1994	0,06	1,2	0,07	+	+
1995	0,04	1,2	0,07	+	+
1996	0,04	1,2	0,07	+	+
1997	0,06	1,2	0,07	+	+
1998	0,04	1,2	0,07	+	+
1999	0,04	1,2	0,07	+	+
2000	0,05	1,2	0,07	+	+

Nikkel (gestandaardiseerd)

		MTR	streefw.	MTR	streefw.
	90 perc.	NW4	NW4	NW4	NW4
1990	9,72	6,3	4,1	-	-
1991	9,26	6,3	4,1	-	-
1992	10,42	6,3	4,1	-	-
1993	8,80	6,3	4,1	-	-
1994	7,96	6,3	4,1	-	-
1995	7,42	6,3	4,1	-	-
1996	11,39	6,3	4,1	-	-
1997	10,96	6,3	4,1	-	-
1998	10,99	6,3	4,1	-	-
1999	8,72	6,3	4,1	-	-
2000	6,78	6,3	4,1	-	-

Lood (gestandaardiseerd)

		MTR	streefw.	MTR	streefw.
	90 perc.	NW4	NW4	NW4	NW4
1990	5,48	220	5,3	+	-
1991	5,06	220	5,3	+	+
1992	5,50	220	5,3	+	-
1993	5,72	220	5,3	+	-
1994	6,36	220	5,3	+	-
1995	5,48	220	5,3	+	-
1996	4,08	220	5,3	+	+
1997	6,37	220	5,3	+	-
1998	7,93	220	5,3	+	-
1999	6,65	220	5,3	+	-
2000	7,92	220	5,3	+	-

Zink (gestandaardiseerd)

		MTR	streefw.	MTR	streefw.
	90 perc.	NW4	NW4	NW4	NW4
1990	29,25	40	12	+	-
1991	23,83	40	12	+	-
1992	25,69	40	12	+	-
1993	27,80	40	12	+	-
1994	29,76	40	12	+	-
1995	39,11	40	12	+	-
1996	39,84	40	12	+	-
1997	33,65	40	12	+	-
1998	25,01	40	12	+	-
1999	38,97	40	12	+	-
2000	34,02	40	12	+	-

BIJLAGE 2 Zware metalen in zwevend stof

Vlissingen

Arseen (gestandaardiseerd)

		MTR	streefw.	MTR	streefw.
	90 perc.	NW4	NW4	NW4	NW4
1990	29,3	82,5	43,5	+	+
1991	27,4	82,5	43,5	+	+
1992	27,9	82,5	43,5	+	+
1993	26,5	82,5	43,5	+	+
1994	29,2	82,5	43,5	+	+
1995	30,3	82,5	43,5	+	+
1996	28,1	82,5	43,5	+	+
1997	31,1	82,5	43,5	+	+
1998	30	82,5	43,5	+	+
1999	27,3	82,5	43,5	+	+
2000	29,5	82,5	43,5	+	+

Cadmium (gestandaardiseerd)

		MTR	streefw.	MTR	streefw.
	90 perc.	NW4	NW4	NW4	NW4
1990	1,4	18,0	1,2	+	-
1991	1,5	18,0	1,2	+	-
1992	1,5	18,0	1,2	+	-
1993	1,6	18,0	1,2	+	-
1994	1,3	18,0	1,2	+	-
1995	1,1	18,0	1,2	+	+
1996	1,5	18,0	1,2	+	-
1997	1,2	18,0	1,2	+	+
1998	1,1	18,0	1,2	+	+
1999	1,2	18,0	1,2	+	+
2000	1,0	18,0	1,2	+	+

Chroom (gestandaardiseerd)

		MTR	streefw.	MTR	streefw.
	90 perc.	NW4	NW4	NW4	NW4
1990	97,2	570	150	+	+
1991	106,0	570	150	+	+
1992	113,6	570	150	+	+
1993	105,6	570	150	+	+
1994	98,0	570	150	+	+
1995	106,1	570	150	+	+
1996	110,8	570	150	+	+
1997	112,8	570	150	+	+
1998	110,8	570	150	+	+
1999	110,4	570	150	+	+
2000	106,3	570	150	+	+

Koper (gestandaardiseerd)

		MTR	streefw.	MTR	streefw.
	90 perc.	NW4	NW4	NW4	NW4
1990	28	109,5	54,0	+	+
1991	49,5	109,5	54,0	+	+
1992	36,2	109,5	54,0	+	+
1993	30,5	109,5	54,0	+	+
1994	32,7	109,5	54,0	+	+
1995	34,9	109,5	54,0	+	+
1996	36,1	109,5	54,0	+	+
1997	30,1	109,5	54,0	+	+
1998	34,2	109,5	54,0	+	+
1999	35,7	109,5	54,0	+	+
2000	31,2	109,5	54,0	+	+

Kwik (gestandaardiseerd)

		MTR	streefw.	MTR	streefw.
	90 perc.	NW4	NW4	NW4	NW4
1990	0,5	15,0	0,45	+	-
1991	0,5	15,0	0,45	+	-
1992	0,6	15,0	0,45	+	-
1993	0,6	15,0	0,45	+	-
1994	0,5	15,0	0,45	+	-
1995	0,5	15,0	0,45	+	-
1996	0,4	15,0	0,45	+	+
1997	0,5	15,0	0,45	+	-
1998	0,5	15,0	0,45	+	-
1999	0,4	15,0	0,45	+	+
2000	0,4	15,0	0,45	+	+

Nikkel (gestandaardiseerd)

		MTR	streefw.	MTR	streefw.
	90 perc.	NW4	NW4	NW4	NW4
1990	29,9	66,0	52,5	+	+
1991	33,4	66,0	52,5	+	+
1992	32,9	66,0	52,5	+	+
1993	34,4	66,0	52,5	+	+
1994	34,9	66,0	52,5	+	+
1995	33,1	66,0	52,5	+	+
1996	32,6	66,0	52,5	+	+
1997	36,6	66,0	52,5	+	+
1998	33,0	66,0	52,5	+	+
1999	34,4	66,0	52,5	+	+
2000	34,3	66,0	52,5	+	+

Lood (gestandaardiseerd)

		MTR	streefw.	MTR	streefw.
	90 perc.	NW4	NW4	NW4	NW4
1990	72,2	795,0	127,5	+	+
1991	72,5	795,0	127,5	+	+
1992	88,4	795,0	127,5	+	+
1993	70,2	795,0	127,5	+	+
1994	78	795,0	127,5	+	+
1995	76,1	795,0	127,5	+	+
1996	71,4	795,0	127,5	+	+
1997	75,1	795,0	127,5	+	+
1998	68,4	795,0	127,5	+	+
1999	69,1	795,0	127,5	+	+
2000	73,5	795,0	127,5	+	+

Zink (gestandaardiseerd)

		MTR	streefw.	MTR	streefw.
	90 perc.	NW4	NW4	NW4	NW4
1990	220,0	930,0	210,0	+	-
1991	253,8	930,0	210,0	+	-
1992	449,9	930,0	210,0	+	-
1993	234,1	930,0	210,0	+	-
1994	227,5	930,0	210,0	+	-
1995	246,1	930,0	210,0	+	-
1996	238,9	930,0	210,0	+	-
1997	225,8	930,0	210,0	+	-
1998	222,7	930,0	210,0	+	-
1999	239,3	930,0	210,0	+	-
2000	228,2	930,0	210,0	+	-

BIJLAGE 2 Zware metalen in zwevend stof

Terneuzen

Arseen (gestandaardiseerd)

		MTR	streefw.	MTR	streefw.
	90 perc.	NW4	NW4	NW4	NW4
1990	31,1	82,5	43,5	+	+
1991	30,6	82,5	43,5	+	+
1992	35,2	82,5	43,5	+	+
1993	26,5	82,5	43,5	+	+
1994	27,9	82,5	43,5	+	+
1995	30,5	82,5	43,5	+	+
1996	26,2	82,5	43,5	+	+
1997	28,9	82,5	43,5	+	+
1998	28,5	82,5	43,5	+	+
1999	27,7	82,5	43,5	+	+
2000	33,0	82,5	43,5	+	+

Cadmium (gestandaardiseerd)

		MTR	streefw.	MTR	streefw.
	90 perc.	NW4	NW4	NW4	NW4
1990	1,97	18,0	1,2	+	-
1991	2,32	18,0	1,2	+	-
1992	3,75	18,0	1,2	+	-
1993	2,12	18,0	1,2	+	-
1994	2,40	18,0	1,2	+	-
1995	2,20	18,0	1,2	+	-
1996	1,94	18,0	1,2	+	-
1997	2,11	18,0	1,2	+	-
1998	1,80	18,0	1,2	+	-
1999	1,73	18,0	1,2	+	-
2000	1,77	18,0	1,2	+	-

Chroom (gestandaardiseerd)

		MTR	streefw.	MTR	streefw.
	90 perc.	NW4	NW4	NW4	NW4
1990	121,9	570	150	+	+
1991	117,3	570	150	+	+
1992	160,0	570	150	+	-
1993	97,5	570	150	+	+
1994	103,0	570	150	+	+
1995	120,1	570	150	+	+
1996	107,6	570	150	+	+
1997	121,6	570	150	+	+
1998	110,8	570	150	+	+
1999	113,8	570	150	+	+
2000	121,7	570	150	+	+

Koper (gestandaardiseerd)

		MTR	streefw.	MTR	streefw.
	90 perc.	NW4	NW4	NW4	NW4
1990	45,3	109,5	54,0	+	+
1991	43,8	109,5	54,0	+	+
1992	68,6	109,5	54,0	+	-
1993	36,8	109,5	54,0	+	+
1994	48,5	109,5	54,0	+	+
1995	48,3	109,5	54,0	+	+
1996	39,9	109,5	54,0	+	+
1997	43,1	109,5	54,0	+	+
1998	38,2	109,5	54,0	+	+
1999	39,2	109,5	54,0	+	+
2000	41,7	109,5	54,0	+	+

Kwik (gestandaardiseerd)

		MTR	streefw.	MTR	streefw.
	90 perc.	NW4	NW4	NW4	NW4
1990	0,68	15,0	0,45	+	-
1991	0,72	15,0	0,45	+	-
1992	1,07	15,0	0,45	+	-
1993	0,67	15,0	0,45	+	-
1994	0,54	15,0	0,45	+	-
1995	0,68	15,0	0,45	+	-
1996	0,59	15,0	0,45	+	-
1997	0,62	15,0	0,45	+	-
1998	0,51	15,0	0,45	+	-
1999	0,54	15,0	0,45	+	-
2000	0,67	15,0	0,45	+	-

Nikkel (gestandaardiseerd)

		MTR	streefw.	MTR	streefw.
	90 perc.	NW4	NW4	NW4	NW4
1990	37,5	66,0	52,5	+	+
1991	37,3	66,0	52,5	+	+
1992	39,9	66,0	52,5	+	+
1993	33,4	66,0	52,5	+	+
1994	34,6	66,0	52,5	+	+
1995	36,7	66,0	52,5	+	+
1996	28,6	66,0	52,5	+	+
1997	34,9	66,0	52,5	+	+
1998	31,4	66,0	52,5	+	+
1999	34,9	66,0	52,5	+	+
2000	40,0	66,0	52,5	+	+

Lood (gestandaardiseerd)

		MTR	streefw.	MTR	streefw.
	90 perc.	NW4	NW4	NW4	NW4
1990	86,3	795,0	127,5	+	+
1991	88,8	795,0	127,5	+	+
1992	126,2	795,0	127,5	+	+
1993	68,6	795,0	127,5	+	+
1994	77,8	795,0	127,5	+	+
1995	88,5	795,0	127,5	+	+
1996	65,2	795,0	127,5	+	+
1997	76,9	795,0	127,5	+	+
1998	72,5	795,0	127,5	+	+
1999	83,0	795,0	127,5	+	+
2000	85,0	795,0	127,5	+	+

Zink (gestandaardiseerd)

		MTR	streefw.	MTR	streefw.
	90 perc.	NW4	NW4	NW4	NW4
1990	273,7	930,0	210,0	+	-
1991	298,3	930,0	210,0	+	-
1992	388,7	930,0	210,0	+	-
1993	259,6	930,0	210,0	+	-
1994	249,7	930,0	210,0	+	-
1995	318,6	930,0	210,0	+	-
1996	256,6	930,0	210,0	+	-
1997	289,2	930,0	210,0	+	-
1998	253,4	930,0	210,0	+	-
1999	284,6	930,0	210,0	+	-
2000	301,6	930,0	210,0	+	-

BIJLAGE 2 Zware metalen in zwevend stof

Schaar van Ouden Doel

Arseen (gestandaardiseerd)

		MTR	streefw.	MTR	streefw.
	90 perc.	NW4	NW4	NW4	NW4
1990	63,2	82,5	43,5	+	-
1991	62,0	82,5	43,5	+	-
1992	61,8	82,5	43,5	+	-
1993	58,9	82,5	43,5	+	-
1994		82,5	43,5		
1995		82,5	43,5		
1996		82,5	43,5		
1997		82,5	43,5		
1998		82,5	43,5		
1999		82,5	43,5		
2000		82,5	43,5		

Cadmium (gestandaardiseerd)

		MTR	streefw.	MTR	streefw.
	90 perc.	NW4	NW4	NW4	NW4
1990	14,0	18	1,2	+	-
1991	13,3	18	1,2	+	-
1992	13,4	18	1,2	+	-
1993	11,2	18	1,2	+	-
1994	11,1	18	1,2	+	-
1995	10,9	18	1,2	+	-
1996	8,7	18	1,2	+	-
1997	7,8	18	1,2	+	-
1998	8,4	18	1,2	+	-
1999	9,0	18	1,2	+	-
2000	9,4	18	1,2	+	-

Chroom (gestandaardiseerd)

		MTR	streefw.	MTR	streefw.
	90 perc.	NW4	NW4	NW4	NW4
1990	214,5	570	150	+	-
1991	217,1	570	150	+	-
1992	221,0	570	150	+	-
1993	191,1	570	150	+	-
1994	182,0	570	150	+	-
1995	202,9	570	150	+	-
1996	173,2	570	150	+	-
1997	170,9	570	150	+	-
1998	172,8	570	150	+	-
1999	176,6	570	150	+	-
2000	188,0	570	150	+	-

Koper (gestandaardiseerd)

		MTR	streefw.	MTR	streefw.
	90 perc.	NW4	NW4	NW4	NW4
1990	170,7	109,5	54,00	-	-
1991	165,6	109,5	54,00	-	-
1992	177,2	109,5	54,00	-	-
1993	153,7	109,5	54,00	-	-
1994	153,0	109,5	54,00	-	-
1995	144,2	109,5	54,00	-	-
1996	125,2	109,5	54,00	-	-
1997	113,4	109,5	54,00	-	-
1998	128,9	109,5	54,00	-	-
1999	137,1	109,5	54,00	-	-
2000	116,6	109,5	54,00	-	-

Kwik (gestandaardiseerd)

		MTR	streefw.	MTR	streefw.
	90 perc.	NW4	NW4	NW4	NW4
1990	1,5	15,0	0,45	+	-
1991	1,7	15,0	0,45	+	-
1992	1,7	15,0	0,45	+	-
1993	1,5	15,0	0,45	+	-
1994	1,4	15,0	0,45	+	-
1995	1,6	15,0	0,45	+	-
1996	1,5	15,0	0,45	+	-
1997	1,7	15,0	0,45	+	-
1998	1,5	15,0	0,45	+	-
1999	1,4	15,0	0,45	+	-
2000	1,2	15,0	0,45	+	-

Nikkel (gestandaardiseerd)

		MTR	streefw.	MTR	streefw.
	90 perc.	NW4	NW4	NW4	NW4
1990	60,0	66,0	52,5	+	-
1991	59,6	66,0	52,5	+	-
1992	65,1	66,0	52,5	+	-
1993	54,3	66,0	52,5	+	-
1994	56,9	66,0	52,5	+	-
1995	58,1	66,0	52,5	+	-
1996	53,0	66,0	52,5	+	-
1997	47,6	66,0	52,5	+	+
1998	51,7	66,0	52,5	+	+
1999	53,9	66,0	52,5	+	-
2000	59,6	66,0	52,5	+	-

Lood (gestandaardiseerd)

		MTR	streefw.	MTR	streefw.
	90 perc.	NW4	NW4	NW4	NW4
1990	209,50	795	127,5	+	-
1991	193,40	795	127,5	+	-
1992	205,60	795	127,5	+	-
1993	190,10	795	127,5	+	-
1994	181,90	795	127,5	+	-
1995	184,70	795	127,5	+	-
1996	182,40	795	127,5	+	-
1997	162,50	795	127,5	+	-
1998	176,10	795	127,5	+	-
1999	187,00	795	127,5	+	-
2000	173,20	795	127,5	+	-

Zink (gestandaardiseerd)

		MTR	streefw.	MTR	streefw.
	90 perc.	NW4	NW4	NW4	NW4
1990	821,30	930	210	+	-
1991	768,50	930	210	+	-
1992	901,70	930	210	+	-
1993	868,80	930	210	+	-
1994	904,00	930	210	+	-
1995	887,40	930	210	+	-
1996	707,00	930	210	+	-
1997	628,50	930	210	+	-
1998	708,50	930	210	+	-
1999	831,20	930	210	+	-
2000	795,60	930	210	+	-

BIJLAGE 3 Organische micro's in zwevend stof

Viissingen

Antraceen (gestandaardiseerd)

		MTR	streefw.	MTR	streefw.
	90 perc.	NW4	NW4	NW4	NW4
1990	0,169	0,2	0,002	+	-
1991	0,254	0,2	0,002	-	-
1992	0,233	0,2	0,002	-	-
1993	0,169	0,2	0,002	+	-
1994	0,212	0,2	0,002	-	-
1995	0,217	0,2	0,002	-	-
1996	0,267	0,2	0,002	-	-
1997	0,195	0,2	0,002	+	-
1998	0,196	0,2	0,002	+	-
1999	0,193	0,2	0,002	+	-
2000	0,178	0,2	0,002	+	-

Benz(a)antraceen (gestandaardiseerd)

		MTR	streefw.	MTR	streefw.
	90 perc.	NW4	NW4	NW4	NW4
1990	0,418	0,8	0,006	+	-
1991	0,665	0,8	0,006	+	-
1992	0,675	0,8	0,006	+	-
1993	0,417	0,8	0,006	+	-
1994	0,496	0,8	0,006	+	-
1995	0,650	0,8	0,006	+	-
1996	0,778	0,8	0,006	+	-
1997	0,625	0,8	0,006	+	-
1998	0,540	0,8	0,006	+	-
1999	0,513	0,8	0,006	+	-
2000	0,480	0,8	0,006	+	-

Benz(a)pyreen (gestandaardiseerd)

		MTR	streefw.	MTR	streefw.
	90 perc.	NW4	NW4	NW4	NW4
1990	0,455	6	0,006	+	-
1991	0,842	6	0,006	+	-
1992	0,691	6	0,006	+	-
1993	0,502	6	0,006	+	-
1994	0,584	6	0,006	+	-
1995	0,080	6	0,006	+	-
1996	0,921	6	0,006	+	-
1997	0,785	6	0,006	+	-
1998	0,696	6	0,006	+	-
1999	0,704	6	0,006	+	-
2000	0,625	6	0,006	+	-

Benzo(ghi)peryleen (gestandaardiseerd)

		MTR	streefw.	MTR	streefw.
	90 perc.	NW4	NW4	NW4	NW4
1990	0,527	16	0,16	+	-
1991	0,888	16	0,16	+	-
1992	0,754	16	0,16	+	-
1993	0,538	16	0,16	+	-
1994	0,584	16	0,16	+	-
1995	0,659	16	0,16	+	-
1996	0,758	16	0,16	+	-
1997	0,718	16	0,16	+	-
1998	0,696	16	0,16	+	-
1999	0,642	16	0,16	+	-
2000	0,594	16	0,16	+	-

Benzo(k)fluorantheen (gestandaardiseerd)

		MTR	streefw.	MTR	streefw.
	90 perc.	NW4	NW4	NW4	NW4
1990	0,388	4,0	0,04	+	-
1991	0,537	4,0	0,04	+	-
1992	0,434	4,0	0,04	+	-
1993	0,352	4,0	0,04	+	-
1994	0,439	4,0	0,04	+	-
1995	0,376	4,0	0,04	+	-
1996	0,439	4,0	0,04	+	-
1997	0,200	4,0	0,04	+	-
1998	0,370	4,0	0,04	+	-
1999	0,434	4,0	0,04	+	-
2000	0,381	4,0	0,04	+	-

Chryseen (gestandaardiseerd)

		MTR	streefw.	MTR	streefw.
	90 perc.	NW4	NW4	NW4	NW4
1990	0,597	22,0	0,2	+	-
1991	0,724	22,0	0,2	+	-
1992	0,597	22,0	0,2	+	-
1993	0,415	22,0	0,2	+	-
1994	0,540	22,0	0,2	+	-
1995	0,712	22,0	0,2	+	-
1996	0,877	22,0	0,2	+	-
1997	0,624	22,0	0,2	+	-
1998	0,506	22,0	0,2	+	-
1999	0,544	22,0	0,2	+	-
2000	0,483	22,0	0,2	+	-

Fenantreen (gestandaardiseerd)

		MTR	streefw.	MTR	streefw.
	90 perc.	NW4	NW4	NW4	NW4
1990	0,561	1	0,01	+	-
1991	0,839	1	0,01	+	-
1992	0,833	1	0,01	+	-
1993	0,553	1	0,01	+	-
1994	0,705	1	0,01	+	-
1995	0,755	1	0,01	+	-
1996	0,867	1	0,01	+	-
1997	0,689	1	0,01	+	-
1998	0,696	1	0,01	+	-
1999	0,656	1	0,01	+	-
2000	0,636	1	0,01	+	-

Fluorantheen (gestandaardiseerd)

		MTR	streefw.	MTR	streefw.
	90 perc.	NW4	NW4	NW4	NW4
1990	1,014	6,0	0,06	+	-
1991	1,688	6,0	0,06	+	-
1992	1,445	6,0	0,06	+	-
1993	0,969	6,0	0,06	+	-
1994	1,157	6,0	0,06	+	-
1995	1,433	6,0	0,06	+	-
1996	1,828	6,0	0,06	+	-
1997	1,364	6,0	0,06	+	-
1998	1,213	6,0	0,06	+	-
1999	1,107	6,0	0,06	+	-
2000	1,066	6,0	0,06	+	-

Indenopyreen (gestandaardiseerd)

		MTR	streefw.	MTR	streefw.
	90 perc.	NW4	NW4	NW4	NW4
1990	0,629	12	0,12	+	-
1991	0,874	12	0,12	+	-
1992	0,756	12	0,12	+	-
1993	0,689	12	0,12	+	-
1994	0,913	12	0,12	+	-
1995	0,774	12	0,12	+	-
1996	0,804	12	0,12	+	-
1997	0,814	12	0,12	+	-
1998	0,809	12	0,12	+	-
1999	0,880	12	0,12	+	-
2000	0,696	12	0,12	+	-

BIJLAGE 3 Organische micro's in zwevend stof

Terneuzen

Antraceen (gestandaardiseerd)

		MTR	streefw.	MTR	streefw.
	90 perc.	NW4	NW4	NW4	NW4
1990	0,294	0,2	0,002	-	-
1991	0,230	0,2	0,002	-	-
1992	0,222	0,2	0,002	-	-
1993	0,229	0,2	0,002	-	-
1994	0,256	0,2	0,002	-	-
1995	0,272	0,2	0,002	-	-
1996	0,314	0,2	0,002	-	-
1997	0,259	0,2	0,002	-	-
1998	0,264	0,2	0,002	-	-
1999	0,266	0,2	0,002	-	-
2000	0,216	0,2	0,002	-	-

Benz(a)antraceen (gestandaardiseerd)

		MTR	streefw.	MTR	streefw.
	90 perc.	NW4	NW4	NW4	NW4
1990	0,674	0,8	0,006	+	-
1991	0,581	0,8	0,006	+	-
1992	0,622	0,8	0,006	+	-
1993	0,576	0,8	0,006	+	-
1994	0,604	0,8	0,006	+	-
1995	0,825	0,8	0,006	-	-
1996	0,914	0,8	0,006	-	-
1997	0,837	0,8	0,006	-	-
1998	0,686	0,8	0,006	+	-
1999	0,724	0,8	0,006	+	-
2000	0,560	0,8	0,006	+	-

Benz(a)pyreen (gestandaardiseerd)

		MTR	streefw.	MTR	streefw.
	90 perc.	NW4	NW4	NW4	NW4
1990	0,799	6	0,006	+	-
1991	0,771	6	0,006	+	-
1992	0,798	6	0,006	+	-
1993	0,675	6	0,006	+	-
1994	0,764	6	0,006	+	-
1995	1,033	6	0,006	+	-
1996	1,188	6	0,006	+	-
1997	1,092	6	0,006	+	-
1998	0,862	6	0,006	+	-
1999	0,911	6	0,006	+	-
2000	0,770	6	0,006	+	-

Benzo(ghi)peryleen (gestandaardiseerd)

		MTR	streefw.	MTR	streefw.
	90 perc.	NW4	NW4	NW4	NW4
1990	0,867	16	0,16	+	-
1991	0,861	16	0,16	+	-
1992	0,842	16	0,16	+	-
1993	0,605	16	0,16	+	-
1994	0,699	16	0,16	+	-
1995	0,869	16	0,16	+	-
1996	0,869	16	0,16	+	-
1997	0,920	16	0,16	+	-
1998	0,778	16	0,16	+	-
1999	0,770	16	0,16	+	-
2000	0,722	16	0,16	+	-

Benzo(k)fluorantheen (gestandaardiseerd)

		MTR	streefw.	MTR	streefw.
	90 perc.	NW4	NW4	NW4	NW4
1990	0,592	4,0	0,04	+	-
1991	0,539	4,0	0,04	+	-
1992	0,482	4,0	0,04	+	-
1993	0,414	4,0	0,04	+	-
1994	0,526	4,0	0,04	+	-
1995	0,441	4,0	0,04	+	-
1996	0,551	4,0	0,04	+	-
1997	0,560	4,0	0,04	+	-
1998	0,440	4,0	0,04	+	-
1999	0,549	4,0	0,04	+	-
2000	0,437	4,0	0,04	+	-

Chryseen (gestandaardiseerd)

		MTR	streefw.	MTR	streefw.
	90 perc.	NW4	NW4	NW4	NW4
1990	0,902	22,0	0,2	+	-
1991	0,655	22,0	0,2	+	-
1992	0,643	22,0	0,2	+	-
1993	0,527	22,0	0,2	+	-
1994	0,684	22,0	0,2	+	-
1995	0,901	22,0	0,2	+	-
1996	0,973	22,0	0,2	+	-
1997	0,815	22,0	0,2	+	-
1998	0,610	22,0	0,2	+	-
1999	0,711	22,0	0,2	+	-
2000	0,556	22,0	0,2	+	-

Fenantreen (gestandaardiseerd)

		MTR	streefw.	MTR	streefw.
	90 perc.	NW4	NW4	NW4	NW4
1990	1,008	1	0,01	-	-
1991	0,827	1	0,01	+	-
1992	0,790	1	0,01	+	-
1993	0,708	1	0,01	+	-
1994	0,779	1	0,01	+	-
1995	0,926	1	0,01	+	-
1996	0,973	1	0,01	+	-
1997	0,884	1	0,01	+	-
1998	0,988	1	0,01	+	-
1999	0,864	1	0,01	+	-
2000	0,754	1	0,01	+	-

Fluorantheen (gestandaardiseerd)

		MTR	streefw.	MTR	streefw.
	90 perc.	NW4	NW4	NW4	NW4
1990	1,807	6,0	0,06	+	-
1991	1,529	6,0	0,06	+	-
1992	1,588	6,0	0,06	+	-
1993	1,269	6,0	0,06	+	-
1994	1,416	6,0	0,06	+	-
1995	1,802	6,0	0,06	+	-
1996	1,972	6,0	0,06	+	-
1997	1,785	6,0	0,06	+	-
1998	1,627	6,0	0,06	+	-
1999	1,468	6,0	0,06	+	-
2000	1,229	6,0	0,06	+	-

Indenopyreen (gestandaardiseerd)

		MTR	streefw.	MTR	streefw.
	90 perc.	NW4	NW4	NW4	NW4
1990	0,911	12	0,12	+	-
1991	0,849	12	0,12	+	-
1992	0,849	12	0,12	+	-
1993	0,792	12	0,12	+	-
1994	1,066	12	0,12	+	-
1995	0,957	12	0,12	+	-
1996	0,990	12	0,12	+	-
1997	1,006	12	0,12	+	-
1998	0,929	12	0,12	+	-
1999	1,124	12	0,12	+	-
2000	0,787	12	0,12	+	-

BIJLAGE 3 Organische micro's in zwevend stof

Schaar van Ouden Doel

Antraceen (gestandaardiseerd)

		MTR	streefw.	MTR	streefw.
	90 perc.	NW4	NW4	NW4	NW4
1990	0,169	0,2	0,002	+	-
1991	0,254	0,2	0,002	-	-
1992	0,233	0,2	0,002	-	-
1993	0,169	0,2	0,002	+	-
1994	0,212	0,2	0,002	-	-
1995	0,217	0,2	0,002	-	-
1996	0,267	0,2	0,002	-	-
1997	0,195	0,2	0,002	+	-
1998	0,196	0,2	0,002	+	-
1999	0,193	0,2	0,002	+	-
2000	0,178	0,2	0,002	+	-

Benz(a)antraceen (gestandaardiseerd)

		MTR	streefw.	MTR	streefw.
	90 perc.	NW4	NW4	NW4	NW4
1990	0,418	0,8	0,006	+	-
1991	0,665	0,8	0,006	+	-
1992	0,675	0,8	0,006	+	-
1993	0,417	0,8	0,006	+	-
1994	0,496	0,8	0,006	+	-
1995	0,650	0,8	0,006	+	-
1996	0,778	0,8	0,006	+	-
1997	0,625	0,8	0,006	+	-
1998	0,540	0,8	0,006	+	-
1999	0,513	0,8	0,006	+	-
2000	0,480	0,8	0,006	+	-

Benz(a)pyreen (gestandaardiseerd)

		MTR	streefw.	MTR	streefw.
	90 perc.	NW4	NW4	NW4	NW4
1990	0,455	6	0,006	+	-
1991	0,842	6	0,006	+	-
1992	0,691	6	0,006	+	-
1993	0,502	6	0,006	+	-
1994	0,584	6	0,006	+	-
1995	0,080	6	0,006	+	-
1996	0,921	6	0,006	+	-
1997	0,785	6	0,006	+	-
1998	0,696	6	0,006	+	-
1999	0,704	6	0,006	+	-
2000	0,625	6	0,006	+	-

Benzo(ghi)peryleen (gestandaardiseerd)

		MTR	streefw.	MTR	streefw.
	90 perc.	NW4	NW4	NW4	NW4
1990	0,527	16	0,16	+	-
1991	0,888	16	0,16	+	-
1992	0,754	16	0,16	+	-
1993	0,538	16	0,16	+	-
1994	0,584	16	0,16	+	-
1995	0,659	16	0,16	+	-
1996	0,758	16	0,16	+	-
1997	0,718	16	0,16	+	-
1998	0,696	16	0,16	+	-
1999	0,642	16	0,16	+	-
2000	0,594	16	0,16	+	-

Benzo(k)fluorantheen (gestandaardiseerd)

		MTR	streefw.	MTR	streefw.
	90 perc.	NW4	NW4	NW4	NW4
1990	0,388	4,0	0,04	+	-
1991	0,537	4,0	0,04	+	-
1992	0,434	4,0	0,04	+	-
1993	0,352	4,0	0,04	+	-
1994	0,439	4,0	0,04	+	-
1995	0,376	4,0	0,04	+	-
1996	0,439	4,0	0,04	+	-
1997	0,200	4,0	0,04	+	-
1998	0,370	4,0	0,04	+	-
1999	0,434	4,0	0,04	+	-
2000	0,381	4,0	0,04	+	-

Chryseen (gestandaardiseerd)

		MTR	streefw.	MTR	streefw.
	90 perc.	NW4	NW4	NW4	NW4
1990	0,597	22,0	0,2	+	-
1991	0,724	22,0	0,2	+	-
1992	0,597	22,0	0,2	+	-
1993	0,415	22,0	0,2	+	-
1994	0,540	22,0	0,2	+	-
1995	0,712	22,0	0,2	+	-
1996	0,877	22,0	0,2	+	-
1997	0,624	22,0	0,2	+	-
1998	0,506	22,0	0,2	+	-
1999	0,544	22,0	0,2	+	-
2000	0,483	22,0	0,2	+	-

Fenantreen (gestandaardiseerd)

		MTR	streefw.	MTR	streefw.
	90 perc.	NW4	NW4	NW4	NW4
1990	0,561	1	0,01	+	-
1991	0,839	1	0,01	+	-
1992	0,833	1	0,01	+	-
1993	0,553	1	0,01	+	-
1994	0,705	1	0,01	+	-
1995	0,755	1	0,01	+	-
1996	0,867	1	0,01	+	-
1997	0,689	1	0,01	+	-
1998	0,696	1	0,01	+	-
1999	0,656	1	0,01	+	-
2000	0,636	1	0,01	+	-

Fluorantheen (gestandaardiseerd)

		MTR	streefw.	MTR	streefw.
	90 perc.	NW4	NW4	NW4	NW4
1990	1,014	6,0	0,06	+	-
1991	1,688	6,0	0,06	+	-
1992	1,445	6,0	0,06	+	-
1993	0,969	6,0	0,06	+	-
1994	1,157	6,0	0,06	+	-
1995	1,433	6,0	0,06	+	-
1996	1,828	6,0	0,06	+	-
1997	1,364	6,0	0,06	+	-
1998	1,213	6,0	0,06	+	-
1999	1,107	6,0	0,06	+	-
2000	1,066	6,0	0,06	+	-

Indenopyreen (gestandaardiseerd)

		MTR	streefw.	MTR	streefw.
	90 perc.	NW4	NW4	NW4	NW4
1990	0,629	12	0,12	+	-
1991	0,874	12	0,12	+	-
1992	0,756	12	0,12	+	-
1993	0,689	12	0,12	+	-
1994	0,913	12	0,12	+	-
1995	0,774	12	0,12	+	-
1996	0,804	12	0,12	+	-
1997	0,814	12	0,12	+	-
1998	0,809	12	0,12	+	-
1999	0,880	12	0,12	+	-
2000	0,696	12	0,12	+	-