



Opdrachtgever:

Rijkswaterstaat, Directie Zeeland

Microverontreinigingen in de waterbodem van enkele havens aan de Westerschelde

Verslag onderzoek

December 1992

Microverontreinigingen in de waterbodem van enkele havens aan de Westerschelde

H.N. Kerdijk



Inhoud

	Samenvatting	i
	Lijst van tabellen en figuren	Lijst — 1
1	Inleiding	1 — 1
2	Opzet van het onderzoek	2 — 1
3	Uitvoering van het onderzoek	3 — 1
3.1	Monstername	3 — 1
3.2	Vorbewerking van de monsters	3 — 1
3.3	Eigenschappen waarop de monsters zijn onderzocht en analysemethoden.	3 — 1
4	Resultaten van het onderzoek	4 — 1
4.1	Granulometrie van het totale monster	4 — 1
4.2	Metalen in de fractie < 63 μm	4 — 1
4.3	Vergelijking metaalgehalten in sediment van de havens met die in sediment van de hoofdader	4 — 2
4.4	Historische ontwikkeling metaalgehalten in de havens tussen 1974 en 1992	4 — 4
4.5	Polychloorbiphenylen (PCBs) in de fractie < 63 μm	4 — 5
4.6	Vergelijking PCBs in de havens met die in de hoofdader	4 — 6
4.7	EOX, olie en organochloorbestrijdingsmiddelen (OCBs) in de fractie < 63 μm	4 — 6
4.8	Vergelijking EOX, olie en OCBs in havens en niet-havens	4 — 7
4.9	Polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAKs) in de fractie < 63 μm	4 — 7

4.10	Vergelijking PAKs in de havens en de hoofdader	4 – 9
5	Conclusies	5 – 1
6	Referenties	6 – 1

Samenvatting

In juni 1992 is in een tiental havens langs de Westerschelde het sediment bemonsterd en is de fractie $< 63 \mu\text{m}$ geanalyseerd op microverontreinigingen. Doel van het onderzoek was na te gaan in hoeverre, als gevolg van menselijke activiteiten, de gehalten van microverontreinigingen in sediment van de havens zijn verhoogd ten opzichte van die in sediment van de Westerschelde zelf.

In het algemeen komen de gehalten van zware metalen in sediment van de havens langs de Westerschelde overeen met die in de Westerschelde zelf. Een geringe verhoging is waargenomen voor koper in sediment van de handelshaven van Breskens en de buitenhaven van Vlissingen. Arseen en kwik komen in iets hogere concentraties voor in sediment van de monding van de Sloehaven. In de havens van Perkpolder en Walsoorden is het gehalte van cadmium relatief hoog.

Ten opzichte van hun omgeving zijn in sediment uit de monding van de Sloe en de Oostbuitenhaven van Terneuzen de concentraties van polychloorbiphenylen (PCBs) licht verhoogd. In het sediment van 7 van de 10 onderzochte havens langs de Westerschelde komen verhoogde gehalten van olie voor. In sediment van 6 havens zijn de gehalten van poly-cyclische aromatische koolwaterstoffen (PAKs) relatief hoog.

In tegenstelling tot de organische microverontreinigingen is reeds vanaf 1974 ongeveer om de vijf jaar het sediment van diverse havens onderzocht op zware metalen. In 1974 of 1979 zijn de hoogste concentraties aangetroffen. Sindsdien zijn de concentraties geleidelijk afgenomen. De verschillen in concentraties in de tijd zijn het grootst voor kwik en cadmium (factor 2 tot 3). Voor de overige metalen is het verschil tussen de hoogste en laagst gevonden concentratie minder dan 50%. Het verloop van de concentraties in de tijd weerspiegelt de tijdsafhankelijke belasting van rivier- en/of zeeslib.

Lijst van tabellen

- 3.1 Nummering, monsterlokaties en data van monsternamen.
- 4.1 Granulometrie van de monsters.
- 4.2 Concentraties van metalen in de fractie $< 63 \mu\text{m}$.
- 4.3 Verhouding zware metalen en aluminium.
- 4.4 Verhouding zware metalen en aluminium in monsters van de havens en de hoofdader.
- 4.5 Veranderingen in metaalbelasting van rivier- en zeeslib tussen 1974 en 1992 aan de hand van metaal/aluminium verhouding.
- 4.6 Concentraties van polychloorbiphenylen.
- 4.7 Verhouding PCBs en organisch koolstof (OC).
- 4.8 Verhouding PCBs en organisch koolstof (OC) in monsters van de havens en de hoofdader.
- 4.9 Concentraties van organochloorbestrijdingsmiddelen, olie en EOX.
- 4.10 Verhouding olie, EOX en OCBs en organisch koolstof (OC).
- 4.11 Verhouding olie, EOX en OCBs en organisch koolstof (OC) in monsters van de havens en de hoofdader.
- 4.12 Concentraties van polycyclische aromatische koolwaterstoffen.
- 4.13 Verhouding van PAKs en organisch koolstof (OC).
- 4.14 Verhouding PAKs en organisch koolstof (OC) in monsters van de havens en de hoofdader.

Lijst van figuren

Figuur 3.1 Overzicht bemonsterde lokaties.

Figuur 3.2 Detailopname Sloegebied.

1 Inleiding

In het voorjaar van 1992 zijn in de hoofdader van de Westerschelde monsters van de waterbodem genomen en zijn zowel het totale monster als de fractie $< 63 \mu\text{m}$ door WL geanalyseerd op microverontreinigingen. De resultaten van dit onderzoek zijn vastgelegd in het verslag T982 (WL 1992b). In havens kunnen als gevolg van menselijke activiteiten de gehalten van microverontreinigingen in de waterbodem zijn verhoogd. Ten behoeve van de vaststelling van de verontreinigingsgraad van de waterbodem in de havens zijn in juni 1992 mengmonsters genomen uit een tiental havens langs de Westerschelde. Van de monsters is de fractie $< 63 \mu\text{m}$ afgescheiden en geanalyseerd. Het onderzoek vond plaats in het kader van de onderbouwing van het speciebergingsbeleid in de Westerschelde.

Op 7 juli 1992 heeft WL van de directie Zeeland van Rijkswaterstaat per brief, kenmerk 6762, opdracht gekregen voor het afscheiden en de analyse van de fractie $< 63 \mu\text{m}$ van de monsters van de havenbodem.

Het onderzoek vond plaats in de maand juli 1992 en is uitgevoerd bij WL. Aan het onderzoek werkten mee Mw. G.A.N. Nummerdor, Mw. W. Sipkema, P. Arkema, B.G. Vrieling en H. Wijkstra. Het onderzoek stond onder leiding van H.N. Kerdijk, die tevens het verslag samenstelde. Vanuit de directie Zeeland van RWS is het onderzoek begeleid door E. Daemen. De kwaliteitscontrole van het rapport is verricht door Mw. M.P.J.M. Kroot. Het onderzoek is uitgevoerd onder nummer T1025.

Het rapport is als volgt ingedeeld:

- De aanpak van het onderzoek staat beschreven in hoofdstuk 2.
- Gegevens betreffende de bemonstering, voorbereiding van de monsters, eigenschappen waarop de monsters zijn geanalyseerd en gehanteerde analysemethoden zijn vermeld in hoofdstuk 3.
- Hoofdstuk 4 bevat de resultaten van de analyses. In dit hoofdstuk is tevens een vergelijking gegeven met vroeger onderzoek in havens van de Westerschelde en met resultaten van analyses in de hoofdader.
- Hoofdstuk 5 geeft de conclusies.

2 Opzet van het onderzoek

In 1974, 1979 en 1984 zijn door WL, veelal in samenwerking met het Instituut voor Bodemvruchtbaarheid (IB), inventarisaties gehouden naar de gehalten van zware metalen in sedimenten van de Schelde en Westerschelde (IB/WL 1975, WL 1981, WL 1986). De monsters van 1974 en 1979 waren alle afkomstig uit slibrijke gebieden, vooral havens. De reden van bemonstering van slibrijke gebieden was de toepassing van de 16 μ m-methode voor vergelijking van gehalten van zware metalen in ruimte en tijd (Salomons and de Groot 1978). Deze methode kan niet worden gehanteerd voor zandige sedimenten, zoals die in de hoofdader voorkomen. In 1984 zijn naast monsters uit havens ook monsters uit de hoofdader genomen, met de aantekening dat toentertijd ook analyses zijn verricht in de fractie < 63 μ m. Toepassing van de < 63 μ m-methode voor vergelijking van gehalten in ruimte en tijd is in beginsel mogelijk voor zowel zandige als slibrijke sedimenten (IB/WL 1980). In 1984 zijn de monsters ook onderzocht op organische microverontreinigingen, met dien verstande dat met betrekking tot deze groep alleen monsters uit de hoofdader zijn geanalyseerd (WL 1986).

Vanaf 1990 zijn in de Westerschelde jaarlijks monsters genomen in de hoofdader en is zowel het totale monster als de fractie < 63 μ m geanalyseerd op microverontreinigingen (WL 1992a, 1992b).

In het kader van de onderbouwing van het speciebergingsbeleid in de Westerschelde zijn in juni 1992 monsters uit een tiental havens langs de Westerschelde genomen en is alleen de fractie < 63 μ m geanalyseerd. De resultaten worden gebruikt om na te gaan of de fractie < 63 μ m van het sediment uit de havens qua verontreinigingsgraad overeenkomt met de fractie < 63 μ m van het sediment uit de hoofdader. Tevens worden de resultaten van de bemonstering van de havens in 1992 vergeleken met die van eerdere bemonsteringen in deze havens.

3 Uitvoering van het onderzoek

3.1 Monstername

Tussen 4 en 15 juni 1992 zijn een tiental door de directie Zeeland geselecteerde havens langs de Westerschelde bemonsterd (Tabel 3.1). De bemonsterde havens zijn aangeduid in Figuur 3.1 met behulp van de lokatiecodes van Tabel 3.1. Figuur 3.2 is een gedetailleerde weergave van de monsterpunten in het Sloegebied. De bemonstering is uitgevoerd met behulp van meetvaartuigen van de meetdienst van RWS-Zeeland. In elke haven zijn relatief dicht bij elkaar 4 steekmonsters genomen met een grijper volgens van Veen. De bemonsterde laagdikte bedroeg circa 25 cm. Aan boord zijn per lokatie de 4 steekmonsters samengevoegd tot één mengmonster. Elk mengmonster is gehomogeniseerd en in twee glazen potten van 1 liter gedaan. Vervolgens zijn de mengmonsters naar het laboratorium van WL in Haren vervoerd.

Tabel 3.1 Nummering, monsterlokatie en data van monstername.

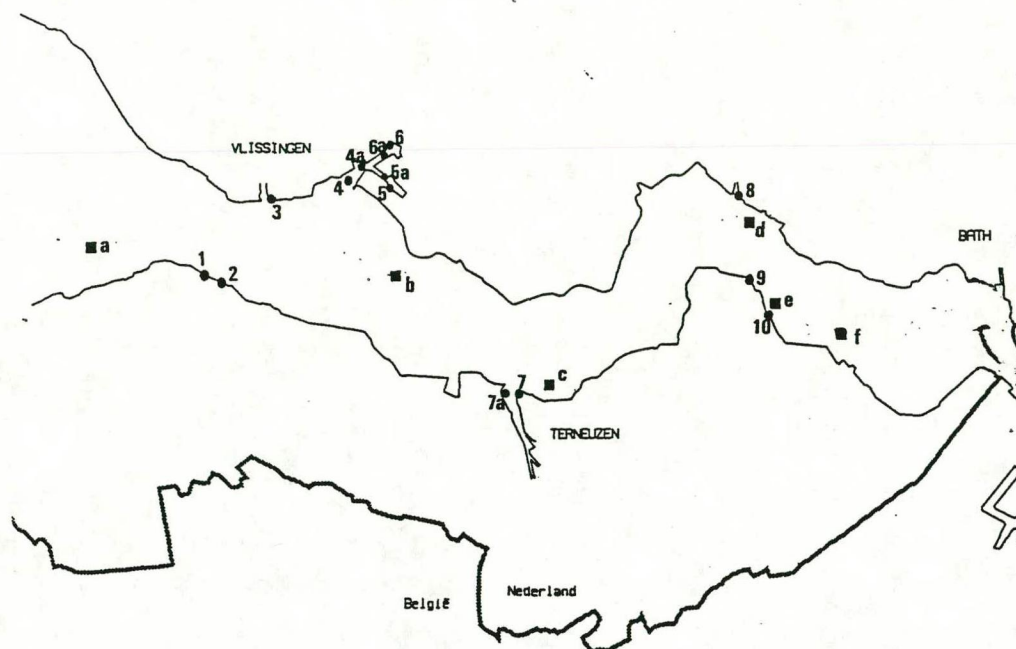
code lok	omschrijving lokaties	datum monster- name	TOTAAL	FRAKTIE
			nr. IB/WL	< 63 µm nr. IB/WL
1	Breskens - Veerhaven	15/06/92	GM2775	GM2785
2	Breskens - Handelshaven	15/06/92	GM2776	GM2786
3	Vlissingen - Buitenhaven	15/06/92	GM2777	GM2787
4	Sloe - monding	11/06/92	GM2778	GM2788
5	Sloe - Bijleveldhaven	11/06/92	GM2779	GM2789
6	Sloe - Kaloothaven	11/06/92	GM2780	GM2790
7	Terneuzen - Oost Buitenhaven	4/06/92	GM2781	GM2791
8	Hansweert - Nieuwe Voorhaven	4/06/92	GM2782	GM2792
9	Perkpolder - Veerhaven	4/06/92	GM2783	GM2793
10	Walsoorden - haven	4/06/92	GM2784	GM2794

3.2 Voorbewerking van de monsters

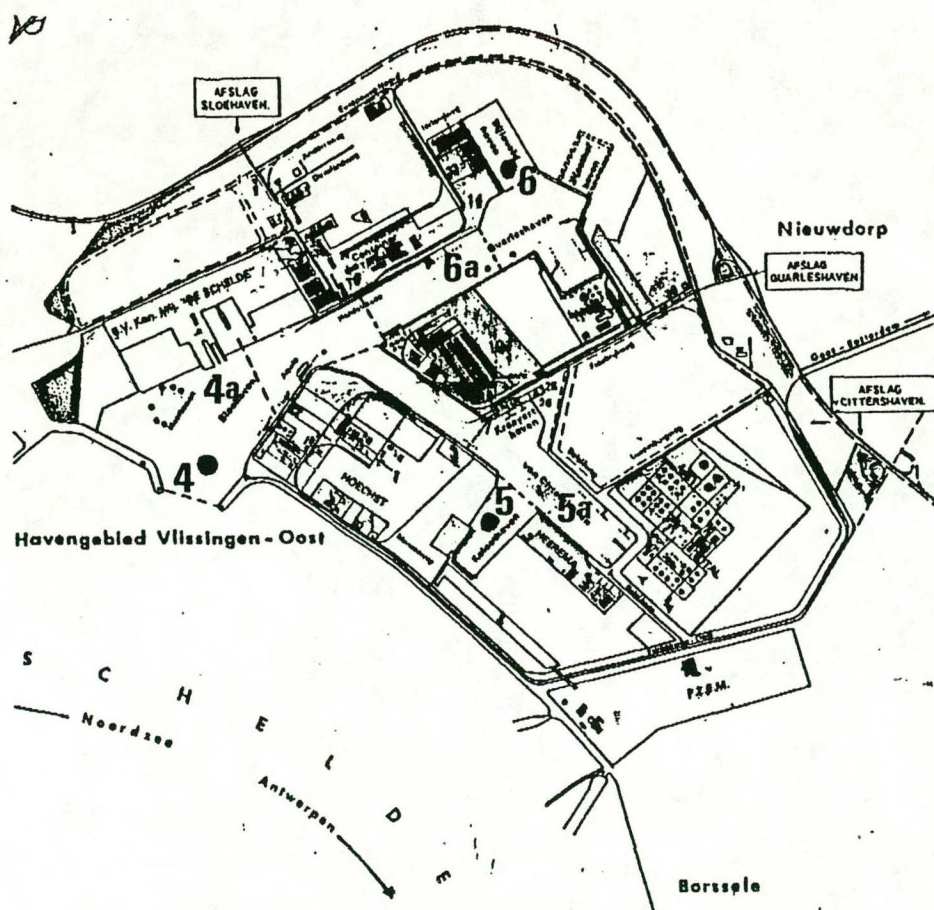
Van het homogene mengmonster is een klein gedeelte afgenomen. Van deze hoeveelheid is kwantitatief de fractie < 63 µm bepaald door middel van nat zeven over een 63 µm Nytril TI filter. Een ander deel van het mengmonster is gebruikt ten behoeve van enkele granulometrische analyses in het totale monster (zie paragraaf 3.3). Van weer een ander deel is de fractie < 63 µm afgescheiden eveneens door middel van nat zeven. Daarvoor is zoveel van het mengmonster genomen dat er voldoende van de fractie < 63 µm afgescheiden kon worden om alle analyses (zie paragraaf 3.3) in deze fractie uit te kunnen voeren.

3.3 Eigenschappen waarop de monsters zijn onderzocht en analysemethoden.

Onderstaand is vermeld op welke eigenschappen de monsters zijn onderzocht en is het principe van de analysemethoden aangegeven. Achter de elementen en verbindingen staan afkortingen, welke in het verdere verslag worden gebruikt.



Figuur 3.1 Overzicht bemonsterde lokaties



Figuur 3.2 Detailopname Sloegebied

Het totale monster is onderzocht op:

- % $< 2\mu\text{m}$ en % $< 16\mu\text{m}$ met behulp van de pipetmethode, na oxidatie van organische stof met waterstofperoxide, verwijdering van CaCO_3 met zoutzuur en toevoeging van het peptisatiemiddel $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$.
- $< 63\mu\text{m}$ door middel van nat zeven (zie paragraaf 3.2).
- Calciumcarbonaat (CaCO_3) door middel van meting van het volume CO_2 dat vrijkomt na schudden van het monster met zoutzuur in het toestel van Schleiber.
- Organische stof door middel van titratie overmaat toegevoegd bichromaat.

De fractie $< 63\mu\text{m}$ is onderzocht op:

- Organische stof door middel van titratie overmaat toegevoegd bichromaat.
- Arseen (As), Chroom (Cr), koper (Cu), nikkel (Ni) en zink (Zn); eerst ontsluiting volgens NEN 6447, meting As met behulp van hydride-AAS (AAS = Atoomabsorptiespectrofotometer), meting Ni met vlam-AAS na complexatie met NaDDC en extractie met MIBK, meting Cr, Cu en Zn met vlam-AAS.
- Cadmium (Cd) en lood (Pb); ontsluiting volgens NEN 6445, complexering met NaDDC, extractie met MIBK en meting met vlam-AAS.
- Kwik (Hg); ontsluiting volgens NEN 6464, reductie met SnCl_2 en meting met kwartscuvet-AAS.
- Aluminium (Al); spectrofotometrisch na destructie volgens NEN 6447.
- Een 8-tal polychloorbiphenyl congenen (PCBs): PCB 28, 52, 101, 118, 138, 153, 170 en 180. Menging monster met azijnzuur en nonaan, toevoeging silica, extractie met benzeen/hexaan (1:2) op een stoombad, ontzwaveling op een kolom gevuld met natriumsulfiet, natriumhydroxide en alumina, fractionering door middel van elutie op een silicakolom met achtereenvolgens hexaan en ether/pentaaan, scheiding van de te meten verbindingen met capillaire gaschromatografie (GC; DB5, 30m, 0.32mm ID kolom van J&W Scientific) en meting met electron capture detector (ECD).
- Een 17-tal organochloorbestrijdingsmiddelen (OCBs): alpha-, beta- en gammahexachloorcyclohexaan (a-HCH, b-HCH en c-HCH), pentachloorbenzeen (QCB), hexachloorbenzeen (HCB), DDT, DDE en DDD, aldrin, dieldrin, endrin, heptachloor (HeptCl) en heptachloorepoxide (Hepo), a-endosulfan (a-Endo); analysemethode als beschreven voor de PCBs.
- Een 13-tal polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAKs): naftaleen (Naft), fluoreen (Flu), fenantreen (Fen), antraceen (Ant), fluorantheen (FluA), pyreen (Pyr), benz(a)antraceen (BaA), chryseen (Chry), benz(b)- en benz(k)fluorantheen (BbF, BkF), benz(a)pyreen (BaP), benz(ghi)peryleen (BgP) en indeno(123,cd)pyreen (IndP); extractie met benzeen/hexaan (1:2), zuivering, fractionering, scheiding met hoge druk vloeistofchromatografie (HPLC; Chromspher-PAH Chromsep 20 cm, 3.0mm ID kolom van Chrompack), en meting met zowel een UV-VIS als fluorescentiedetector.
- Minerale olie (Olie); Soxhletextractie met tetra, zuivering met florisil en meting met infrarood (IR).
- Extraheerbaar organisch halogeen (EOX); extractie met petroleumether en meting met microcolorimeter.

4 Resultaten van het onderzoek

4.1 Granulometrie van het totale monster

De granulometrische samenstelling van de tien mengmonsters is vermeld in Tabel 4.1. Daarin staat tevens het droge stofgehalte. Het lutumgehalte (percentage $< 2 \mu\text{m}$) varieert tussen 12 en 31%, de fractie $< 63 \mu\text{m}$ is een factor 3 tot 4 hoger. De gevonden waarden voor de fractie $< 63 \mu\text{m}$ geven aan dat we, zoals verwacht, te maken hebben met slibrijk materiaal. De monsters van de Oostbuitenhaven van Terneuzen en de Nieuwe Voorhaven van Hansweert bestaat vrijwel volledig uit deeltjes $< 63 \mu\text{m}$. Het droge stofgehalte neemt af naarmate het monster meer fijne delen bevat. Het organische stofgehalte is in de monsters van de havens gelegen in het westelijk deel van de Westerschelde relatief iets lager dan in de oostelijk gelegen havens. Opvallend is het hoge organische stofgehalte in het sediment van de Kalloothaven.

Tabel 4.1 Granulometrie van de monsters. (alle waarden in % van de droge stof)

nr. code IB/WL lok omschr.	droge stof			org. stof	*)		
	$< 63 \mu\text{m}$	CaCO ₃		$< 2 \mu\text{m}$	$< 16 \mu\text{m}$	$< 16 \mu\text{m}$	(Ber)
GM2775 1 Bres.Ve	41.4	78.1	22.9	3.92	18.8	27.1	37.0
GM2776 2 Bres.Ha	42.2	88.1	24.8	4.09	20.5	30.1	42.3
GM2777 3 Vli.B.h	34.5	89.0	22.3	5.13	25.4	38.3	52.8
GM2778 4 Sloe.mo	54.0	61.8	17.6	3.07	18.0	27.2	34.3
GM2779 5 Sloe.Bh	42.2	70.4	17.1	4.34	25.2	37.3	47.5
GM2780 6 Sloe.Kh	55.5	38.8	11.0	6.87	13.3	19.3	23.5
GM2781 7 Ter.OBh	35.1	97.8	23.0	5.62	31.2	46.6	65.3
GM2782 8 Han.NVh	34.3	95.0	21.1	6.05	31.3	45.7	62.7
GM2783 9 Perk.Vh	55.0	47.5	15.2	3.26	12.0	17.4	21.3
GM2784 10 Wals.ha	40.7	81.1	17.7	6.05	25.9	37.9	49.7

*) % < 16 (Ber.) is % $< 16 \mu\text{m}$ in de CaCO₃ vrije minerale bestanddelen.

4.2 Metalen in de fractie $< 63 \mu\text{m}$

De concentraties van organische stof, aluminium en zware metalen in de fractie $< 63 \mu\text{m}$ zijn vermeld in Tabel 4.2. De gehalten in de fractie $< 63 \mu\text{m}$ kunnen niet zonder meer met elkaar worden vergeleken (WL, 1992c). De gehalten hangen ook af van de deeltjesgrootte opbouw binnen de fractie $< 63 \mu\text{m}$. Een goede maat hiervoor is het aluminiumgehalte. Uit Tabel 4.2 blijkt dat het aluminiumgehalte in de fractie $< 63 \mu\text{m}$ varieert tussen 3.3 en 5.2%. De standaardisatie van metaalgehalten in de fractie $< 63 \mu\text{m}$ vindt plaats door de metaalgehalten te delen door het aluminiumgehalte. De metaal/aluminium verhoudingen zijn weergegeven in Tabel 4.3.

Tabel 4.2 Concentraties van metalen in de fractie <63 µm.

nr. IB/WL lokatie	org. stof	Al	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
	<-- % -->	<----- mg/kg ----->								
GM2785 Bres.Vh	4.33	3.27	15.7	1.04	92	21.2	0.22	24.9	44.8	145
GM2786 Bres.Ha	4.36	3.35	16.0	1.22	95	27.7	0.25	26.2	48.9	160
GM2787 Vlis.Bh	5.44	4.02	18.4	1.16	100	34.9	0.25	27.6	53.1	171
GM2788 Sloe.mo	5.02	4.36	35.9	1.38	110	30.5	0.53	31.2	65.6	177
GM2789 Sloe.Bh	5.41	5.18	26.4	1.53	103	40.7	0.35	34.6	73.5	184
GM2790 Sloe.Kh	9.84	5.05	32.2	1.80	128	42.3	0.29	33.6	63.0	163
GM2791 Ter.OBh	5.48	4.32	21.5	1.70	106	35.5	0.42	28.8	71.9	178
GM2792 Han.NVh	5.99	4.55	24.3	2.47	112	38.6	0.57	30.7	77.8	211
GM2793 Perk.Vh	5.60	3.30	19.7	2.35	102	26.5	0.39	24.7	58.6	160
GM2794 Wals.ha	6.51	4.22	24.4	3.66	112	39.9	0.58	30.5	84.6	215

Tabel 4.3 Verhouding zware metalen en aluminium (mg/10g Al)

nr. IB/WL lokatie	As/Al	Cd/Al	Cr/Al	Cu/Al	Hg/Al	Ni/Al	Pb/Al	Zn/Al
GM2785 Bres.Vh.	4.8	0.32	28	6.5	0.07	7.6	14	44
GM2786 Bres.Ha.	4.8	0.37	28	8.3	0.08	7.8	15	48
GM2787 Vlis.Bh	4.6	0.29	25	8.7	0.06	6.9	13	43
GM2788 Sloe.mo	8.2	0.32	25	7.0	0.12	7.1	15	41
GM2789 Sloe.Bh	5.1	0.30	20	7.9	0.07	6.7	14	36
GM2790 Sloe.Kh	6.4	0.36	25	8.4	0.06	6.7	12	32
GM2791 Ter.OBh	5.0	0.39	25	8.2	0.10	6.7	17	41
GM2792 Han.NVh	5.3	0.54	25	8.5	0.12	6.8	17	46
GM2793 Perk.Vh	6.0	0.71	31	8.0	0.12	7.5	18	49
GM2794 Wals.ha	5.8	0.87	27	9.5	0.14	7.2	20	51

Uit Tabel 4.3 blijkt dat gaande van west naar oost de gehalten van Cr en Ni ongeveer gelijk blijven, die van As, Cu, Pb en Zn licht stijgen en het gehalte van Hg met een factor 2 en dat van Cd met een factor van bijna 3 toeneemt.

4.3 Vergelijking metaalgehalten in sediment van de havens met die in sediment van de hoofdader

In Tabel 4.4 zijn de metaal/aluminium verhoudingen weergegeven voor monsters in de havens (voor verschillende jaren tussen 1974 en 1992; hierop wordt in paragraaf 4.4 ingegaan) en voor monsters uit 1992 vandichtbij gelegen lokaties in de hoofdader van de Westerschelde (WL, 1992b). De plaats van de lokaties zijn met de letters a t/m f weergegeven in Tabel 4.4 en Figuur 3.1. Het monster nabij Terneuzen week in 1992 sterk in samenstelling af in vergelijking tot de voorgaande jaren. Daarom zijn ook de gegevens van het monster genomen in 1990 vermeld. Opgemerkt moet worden dat Terneuzen ook in 1991 is bemonsterd, toenertijd is evenwel geen aluminium bepaald. Het sediment van de geul van Walsoorden is in 1992 niet bemonsterd, wel in 1990. Daarom zijn naast de gegevens van het in 1992 dichtstbij de haven van Walsoorden bemonsterde punt in de hoofdader, Plaat van Valkenisse, ook de gegevens vermeld van de geul van Walsoorden uit 1990.

Tabel 4.4 Verhouding zware metalen en aluminium in havens en hoofdader

jaar	lokatie	lok code	aan- tal	org. stof %	Al %	As/Al <-----	Cd/Al	Cr/Al	Cu/Al	Hg/Al	Ni/Al	Pb/Al	Zn/Al ----->
1974	Breskens Veerh.	1	3	4.36	3.00	5.3	0.31	30	9.2	0.20	7.1	19	53
1979	Breskens Veerh.	1	12	4.99	2.99	6.8	0.50	35	9.0	0.18	8.2	14	58
1992	Breskens Veerh.	1	1	4.32	3.27	4.8	0.32	28	6.5	0.07	7.6	14	44
1974	Breskens Handelsh.	2	3	4.49	3.07	5.4	0.35	31	9.0	0.20	6.5	19	54
1992	Breskens Handelsh.	2	1	4.33	3.35	4.8	0.37	28	8.3	0.08	7.8	15	48
1974	Vliss Buitenh.	3	4	5.47	4.28	4.4	0.19	25	8.6	0.18	6.2	16	44
1992	Vliss Buitenh.	3	1	5.36	4.02	4.6	0.29	25	8.7	0.06	6.9	13	43
1992	Sluissche Hompels	a	1	3.52	3.05	6.2	0.26	29	5.5	0.08	7.3	14	44
1974	Sloe monding	4	2	3.54	2.72	5.0	0.31	33	6.8	0.18	6.8	17	50
1974	Sloe rest	4a	3	5.67	4.27	4.8	0.35	27	7.7	0.20	6.7	17	48
1979	Sloehaven	4a	12	4.96	4.00	6.4	0.78	28	8.5	0.15	8.5	17	53
1984	Sloehaven	4a	4	4.61	2.82	5.5	0.48	28	7.2	0.14	7.1	15	51
1992	Sloe monding	4	1	4.96	4.36	8.2	0.32	25	7.0	0.12	7.1	15	41
1974	Citters	5a	1	5.53	4.17	4.8	4.84	26	8.9	0.18	9.0	25	77
1984	Citters	5a	4	5.36	4.51	6.4	0.43	24	6.8	0.12	7.5	14	43
1992	Sloe Kalooth.	5	1	9.69	5.05	6.4	0.36	25	8.4	0.06	6.7	12	32
1974	Quarles	6a	1	7.74	4.31	7.4	0.58	25	9.0	0.17	34.1	22	49
1984	Quarles	6a	1	5.37	4.51	4.8	0.33	23	6.4	0.12	7.8	14	41
1992	Sloe Bijleveldh.	6	1	5.34	5.18	5.1	0.30	20	7.9	0.07	6.7	14	36
1992	Drempel Borssele	b	1	4.14	3.65	6.0	0.37	44	7.0	0.08	7.8	13	51
1979	Tern. WestBuitenh.	7a	12	5.58	3.72	6.6	0.70	33	7.8	0.20	7.8	18	65
1984	Tern. WestBuitenh.	7a	7	4.41	3.17	5.7	0.58	33	8.5	0.15	7.4	17	59
1992	Tern. OostBuitenh.	7	1	5.41	4.32	5.0	0.39	25	8.2	0.10	6.7	17	41
1990	Terneuzen	c	1	3.87	3.50	4.7	0.16	35	8.5	0.13	14.5	12	44
1992	Terneuzen	c	1	8.82	3.16	11.4	0.81	33	12.3	0.15	11.9	32	89
1979	Hansweert	8	4	5.99	3.70	9.1	1.40	36	12.0	0.30	8.5	24	85
1984	Hansweert	8	9	6.56	4.50	6.5	0.58	35	9.5	0.15	7.6	16	54
1992	Hansw. NieuweVoorh	8	1	5.90	4.55	5.3	0.54	25	8.5	0.12	6.8	17	46
1979	PerkpolderVeerh.	9	5	5.21	3.07	9.2	0.98	39	10.1	0.28	9.2	21	86
1984	PerkpolderVeerh.	9	8	5.52	3.39	6.0	0.61	37	9.9	0.15	7.9	18	58
1992	PerkpolderVeerh.	9	1	5.53	3.30	6.0	0.71	31	8.0	0.12	7.5	18	49
1992	Drempel Hansweert	d	1	4.95	3.30	10.6	0.44	41	9.1	0.12	10.4	15	55
1992	Walsoorden H.	10	1	6.43	4.22	5.8	0.87	27	9.5	0.14	7.2	20	51
1990	Walsoorden geul	e	1	3.42	3.98	6.2	0.30	40	15.4	0.08	12.7	10	51
1992	Plaat Valkenisse	f	1	4.20	4.72	7.9	0.23	43	8.3	0.08	6.7	7	52

Ter informatie zijn in Tabel 4.4 ook nog de concentraties van organische stof en aluminium in de fractie <63 μm vermeld.

Opvallend is dat in het algemeen in de hoofdader Cr/Al hoger is dan in de havens. Ten opzichte van de gehalten in de hoofdader worden in enkele havens verhoogde concentraties van metalen aangetroffen:

- Een lichte verhoging van koper in de handelshaven van Breskens en de buitenhaven van Vlissingen;
- Een relatief hoge arseen- en kwikconcentratie in de monding van de Sloe;
- Een verhoogd cadmiumgehalte in de veerhaven van Perkpolder en de haven van Walsoorden.

De overige verschillen in metaal/aluminium verhouding tussen monsters uit de havens en

De overige verschillen in metaal/aluminium verhouding tussen monsters uit de havens en de hoofdader zijn als niet significant te bestempelen. Daarbij moet worden opgemerkt dat soms niet alleen naar het dichtsbij een haven gelegen punt in de hoofdader is gekeken, maar naar het algemene verloop in de hoofdader. Als voorbeeld kan worden gegeven het kwikgehalte in de haven van Walsoorden. Het gehalte lijkt verhoogd ten opzichte van dat uit de geul van Walsoorden en de plaat van Valkenisse, maar niet of nauwelijks ten opzichte van de stroomafwaarts gelegen drempel van Hansweert.

4.4 Historische ontwikkeling metaalgehalten in de havens tussen 1974 en 1992

Sinds 1974 (1974, 1979, 1984 en 1992) zijn metaalgehalten bepaald in sedimenten van havens langs de Westerschelde. Daarbij dient de kanttekening gemaakt te worden dat niet altijd op dezelfde lokaties in de havens is bemonsterd. Tot en met 1984 vonden de analyses plaats in het totale monster, in 1992 echter in de fractie $< 63 \mu\text{m}$. Op basis van de verhouding met aluminium kan de ontwikkeling van de metaalgehalten in de tijd worden vastgesteld. De gegevens zijn opgenomen in Tabel 4.4. Achter de lokatieomschrijving is het aantal monsters gegeven op basis waarvan de metaal/aluminium verhouding is bepaald.

Sinds 1974 is het gehalte van Hg continu afgenomen. De daling bedraagt in totaal een factor 2 tot 3. Het Pb en Zn-gehalte was in 1974 en 1979 nog ongeveer gelijk, en is sindsdien licht gedaald. Het gehalte van Cr is tussen 1974 en 1984 ongeveer gelijk gebleven, waarna een geringe daling heeft plaatsgevonden. Het Cd-gehalte is tussen 1974 en 1979 bijna verdubbeld en is in 1992 ongeveer weer op het niveau van 1974. Arseen en nikkel vertonen eenzelfde trend als cadmium, al is het maximum in 1979 minder uitgesproken. Het verloop van het Cu-gehalte tussen 1974 en 1979 is niet eenduidig. Tussen 1979 en 1992 is het gehalte van Cu in geringe mate afgenomen.

Tabel 4.5 Veranderingen in metaalbelasting van rivier- en zeeslib tussen 1974 en 1992 aan de hand van metaal/aluminium verhouding (mg/kg/%).

	riviërslib				zeeslib				
	1974	1979	1984	1992	1978	1981	1984	1986	1991
As/Al	19	24	10	11	7.2	7.0	5.0		
Cd/Al	4.8	7.2	4.5	2.4	0.26	0.28	0.23	0.25	0.24
Cr/Al	67	61	79	48	34	30	34	28	29
Cu/Al	32	34	39	27	5.7	6.2	5.3	5.6	6.4
Hg/Al	0.80	0.78	0.47	0.25	0.16	0.15	0.10		
Ni/Al	12	12	14	11	7.2	7.1	7.0		
Pb/Al	48	57	55	37	21	19	15	16	15
Zn/Al	186	207	198	140	52	47	43	44	42

Al eerder is geconstateerd dat de gehalten in de havens nauwelijks afwijken van die in de hoofdader. Daarom wordt aangenomen dat de veranderingen in metaalgehalten zijn veroorzaakt door verschil in belasting in de tijd van het door de Schelde afgevoerde slib en/of het vanaf de Noordzee het estuarium binnendringende slib. Om deze aanname te staven is in Tabel 4.5 in de vorm van opnieuw de metaal/aluminium verhouding het verloop van de metaalgehalten in de tijd in rivier- en zeeslib zichtbaar gemaakt.

Karakteristiek voor rivierslib wordt geacht het sediment in de Zeeschelde nabij Krankeloon en de Boudewijnsluizen (WL 1981, WL 1986, WL 1992b) en voor zeeslib het sediment voor de Belgische kust en Zeeuws Vlaanderen (WL 1983, WL 1986, WL 1988, WL 1992d). Uit Tabel 4.5 blijkt dat met name in rivierslib de metaalgehalten in de loop van de tijd zijn gewijzigd zoals in de vorige alinea is beschreven voor de havens. In zeeslib zijn de gehalten van Cd, Cu en Ni sinds 1978/1981 ongeveer gelijkgebleven en die van de overige metalen in geringe mate gedaald.

4.5 Polychloorbiphenylen (PCBs) in de fractie < 63 μm

De resultaten van de analyses op PCBs zijn vermeld in Tabel 4.6. Voor organische microverontreinigingen vindt standaardisatie van gehalten in de fractie < 63 μm plaats door deze te delen door organische stof of organisch koolstof. Bedoelde verhoudingsgetallen zijn voor de PCBs gegeven in Tabel 4.7. Uit deze tabel blijkt een toename van de gehalten van PCBs in de havens van de Westerschelde van west naar oost van ongeveer een factor 2. Het monster genomen in de monding van de Sloe bevat in vergelijking tot de overige monsters in het Sloehaven gebied hogere PCB-gehalten. Ook het sediment uit de Oostbuitenhaven van Terneuzen lijkt enigszins verhoogd te zijn wat betreft PCBs.

Tabel 4.6 Concentraties van polychloorbiphenylen (in $\mu\text{g/kg}$.)

nr. IS/WL lokatie	OC %	PCB 28	PCB 52	PCB 101	PCB 118	PCB 153	PCB 138	PCB 180	PCB 170	som6 PCB
GM2785 Bres.Ve	2.51	1.7	nd	1.7	1.5	1.5	2.4	1.1	0.5	>8.3
GM2786 Bres.Ha	2.53	2.4	4.5	2.5	1.3	2.1	2.9	1.4	0.7	15.8
GM2787 Vlis.Bh	3.16	0.8	4.3	1.7	1.5	2.3	2.6	1.6	0.7	13.3
GM2788 Sloe.mo	2.91	4.5	5.2	4.9	3.4	5.4	7.0	3.7	2.0	30.7
GM2789 Sloe.Bh	3.14	1.7	nd	3.0	2.4	4.2	4.9	3.4	1.6	>17.2
GM2790 Sloe.Kh	5.71	5.8	10.8	5.1	2.2	6.1	6.9	3.8	1.8	38.5
GM2791 Ter.OBh	3.18	4.1	6.6	5.9	4.7	9.4	10.5	9.0	4.2	45.6
GM2792 Han.NVh	3.47	4.4	6.1	7.3	5.4	8.5	10.8	7.3	3.5	44.4
GM2793 Perk.Vh	3.25	3.6	5.3	6.4	4.2	6.5	8.4	5.5	2.6	35.6
GM2794 Wals.ha	3.78	4.0	6.6	7.9	6.2	9.1	11.7	7.5	3.6	46.8
OC = organisch koolstof som6PCB = PCB28+52+101+153+138+180										

Tabel 4.7 Verhouding PCBs en organisch koolstof ($\mu\text{g}/10\text{gOC}$).

nr. IS/WL lokatie	PCB 28	PCB 52	PCB 101	PCB 118	PCB 153	PCB 138	PCB 180	PCB 170	som6 PCB
GM2785 Bres.Ve	0.7		0.7	0.6	0.6	0.9	0.4	0.2	>3.3
GM2786 Bres.Ha	1.0	1.8	1.0	0.5	0.8	1.2	0.6	0.3	6.2
GM2787 Vlis.Bh	0.3	1.4	0.6	0.5	0.7	0.8	0.5	0.2	4.2
GM2788 Sloe.mo	1.6	1.8	1.7	1.2	1.9	2.4	1.3	0.7	10.5
GM2789 Sloe.Bh	0.5		1.0	0.8	1.3	1.6	1.1	0.5	>5.5
GM2790 Sloe.Kh	1.0	1.9	0.9	0.4	1.1	1.2	0.7	0.3	6.7
GM2791 Ter.OBh	1.3	2.1	1.9	1.5	3.0	3.3	2.8	1.3	14.3
GM2792 Han.NVh	1.3	1.8	2.1	1.6	2.5	3.1	2.1	1.0	12.8
GM2793 Perk.Vh	1.1	1.6	2.0	1.3	2.0	2.6	1.7	0.8	11.0
GM2794 Wals.ha	1.1	1.7	2.1	1.6	2.4	3.1	2.0	1.0	12.4
som6PCB = PCB28+52+101+153+138+180									

4.6 Vergelijking PCBs in de havens met die in de hoofdader

Een vergelijking tussen de gehalten van PCBs in sediment uit de havens en die in sediment uit de hoofdader is mogelijk aan de hand van de verhouding van PCBs en organisch koolstof. De verhoudingsgetallen staan in Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Verhouding PCBs en organisch koolstof in monsters van de havens en de hoofdader ($\mu\text{g}/10\text{gOC}$).

jaar	lokatie	PCB 28	PCB 52	PCB 101	PCB 118	PCB 153	PCB 138	PCB 180	PCB 170	som6 PCB
1992	Bres.Ve	2.51	0.7	0.7	0.6	0.6	0.9	0.4	0.2	>3.3
1992	Bres.Ha	2.53	1.0	1.8	1.0	0.5	0.8	1.2	0.6	6.2
1992	Vlis.Bh	3.16	0.3	1.4	0.6	0.5	0.7	0.8	0.5	4.2
1992	Sl.Hom	2.04	0.6	1.3	1.2	0.9	1.8	1.9	0.9	7.6
1992	Sloe.mo	2.91	1.6	1.8	1.7	1.2	1.9	2.4	1.3	10.5
1992	Sloe.Bh	3.14	0.5	1.0	0.8	1.3	1.6	1.1	0.5	>5.5
1992	Sloe.Kh	5.71	1.0	1.9	0.9	0.4	1.1	1.2	0.7	6.7
1992	D Bors	2.40	0.8	3.0	1.3	0.9	1.7	2.0	1.0	9.7
1992	Ter.OBh	3.18	1.3	2.1	1.9	1.5	3.0	3.3	2.8	14.3
1984	Ter.WBh	2.44	1.0	1.7	2.0	2.1	2.6	1.5		10.9
1991	Tern	2.65	0.5	1.1	1.7	1.7	2.7	2.5	0.8	9.9
1992	Tern	5.11	0.5	0.5	1.4	1.0	1.9	2.1	1.4	7.7
1992	Han.NVh	3.47	1.3	1.8	2.1	1.6	2.5	3.1	2.1	12.8
1992	Perk.Vh	3.25	1.1	1.6	2.0	1.3	2.0	2.6	1.7	11.0
1992	D Hans	2.87	0.9	2.0	1.7	1.1	2.0	2.5	1.3	10.4
1992	Wals.ha	3.78	1.1	1.7	2.1	1.6	2.4	3.1	2.0	12.4
1991	Walso	2.54	0.5	1.2	2.1	1.5	3.1	4.8	1.1	13.7
1992	P Valk	2.44	1.4	1.1	2.2	1.5	2.8	3.2	1.7	12.4
som6PCB = PCB28+52+101+153+138+180										

Geconcludeerd wordt dat de Westbuitenhaven van Terneuzen hogere PCB-gehalten bevat dan zijn omgeving. De in paragraaf 4.6 geuite constatering dat het sediment in de monding van de Sloe extra met PCBs is belast wordt niet bevestigd door de gehalten bij de drempel van Borssele.

4.7 EOX, olie en organochloorbestrijdingsmiddelen (OCBs) in de fractie $< 63 \mu\text{m}$

Analoog aan de PCBs zijn de resultaten van de analyses op EOX, olie en OCBs weergegeven in Tabel 4.9 en 4.10. Mede gelet op de relatief grote analysefout bij de bepaling van OCBs, zijn de verschillen tussen de monsters gering te noemen. Het is niet uitgesloten dat het monster uit de Bijleveldhaven in het Sloegebied extra is belast met DDE en DDD. Hierbij moet echter aangetekend worden dat interpretatie van het chromatogram bemoeilijkt werd door verloop van de basislijn. Het verloop van het oliegehalte in de havens van west naar oost is grillig.

Tabel 4.9 Concentraties van organochloorbestrijdingsmiddelen (OCBs) (alle gehalten in $\mu\text{g/kg}$) en olie en EOX (gehalte in mg/kg).

nr. IB/WL lokatie	OC %	olie	EOX	QCB	HCb	al drin	diel drin	en drin	hepta Cl	op. DDE	pp. DDE	op. DDD
GM2785 Bres.Ve	2.51	422	0.8	0.7	0.4	0.2	0.2	<0.3	0.2	<0.3	0.6	<0.3
GM2786 Bres.Ha	2.53	686	0.8	0.2	0.4	0.3	0.6	<0.3	0.2	<0.3	0.8	0.4
GM2787 Vlis.Bh	3.16	454	0.8	0.3	0.7	0.1	0.3	<0.3	<0.1	<0.3	0.7	<0.3
GM2788 Sloe.mo	2.91	452	0.9	0.6	1.0	0.6	0.4	<0.3	0.3	<0.3	1.3	0.3
GM2789 Sloe.Bh	3.14	962	2	0.4	0.8	0.3	0.3	0.6	0.1	2.4	1.5	2.1
GM2790 Sloe.Kh	5.71	804	3	0.3	1.0	0.5	0.6	<0.3	<0.1	<0.3	2.0	0.3
GM2791 Ter.OBh	3.18	594	1	0.3	0.7	0.3	0.4	<0.3	0.1	<0.3	1.9	0.3
GM2792 Han.NVh	3.47	807	2	0.3	0.8	0.4	0.6	<0.3	0.1	<0.3	2.7	0.5
GM2793 Perk.Vh	3.25	690	1	0.2	0.5	0.3	0.5	<0.3	0.1	<0.3	2.3	0.4
GM2794 Wals.ha	3.78	764	2	0.3	1.0	0.4	0.5	<0.3	0.1	<0.3	2.8	0.4

Tabel 4.10 Verhouding van olie, EOX en OCBs en organisch koolstof (OC) (respectievelijk mg/10gOC en $\mu\text{g/10gOC}$).

nr. IB/WL lokatie	olie	EOX	QCB	HCb	al drin	diel drin	en drin	hepta Cl	op. DDE	pp. DDE	op. DDD
GM2785 Bres.Ve	168	0.3	0.29	0.15	0.08	0.07		0.06		0.23	
GM2786 Bres.Ha	271	0.3	0.07	0.15	0.11	0.22		0.07		0.30	0.15
GM2787 Vlis.Bh	144	0.3	0.08	0.21	0.04	0.10				0.23	
GM2788 Sloe.mo	155	0.3	0.19	0.35	0.20	0.15		0.11		0.44	0.10
GM2789 Sloe.Bh	307	0.6	0.12	0.25	0.08	0.11	0.20	0.03	0.77	0.47	0.68
GM2790 Sloe.Kh	141	0.5	0.05	0.17	0.09	0.11				0.36	0.05
GM2791 Ter.OBh	187	0.3	0.09	0.21	0.09	0.11		0.03		0.61	0.11
GM2792 Han.NVh	232	0.6	0.08	0.22	0.10	0.16		0.03		0.77	0.14
GM2793 Perk.Vh	212	0.3	0.06	0.14	0.10	0.15		0.03		0.69	0.11
GM2794 Wals.ha	202	0.5	0.07	0.26	0.10	0.13		0.03		0.73	0.10

4.8 Vergelijking EOX, olie en OCBs in havens en niet-havens

Analoog aan de PCBs zijn in Tabel 4.11 de verhoudingen van olie, EOX, OCBs en organisch koolstof weergegeven voor de monsters uit de havens en de hoofdader. Hieruit blijkt dat verhoogde oliegehalten voorkomen in bijna alle havens met uitzondering van de monding van de Sloe, de Kaloothaven en de haven van Walsoorden.

4.9 Polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAKs) in de fractie $<63 \mu\text{m}$

De resultaten van de analyses op PAKs zijn vermeld in de Tabellen 4.12 en 4.13. Uit de verhoudingen van de PAKs met organisch koolstof blijkt in het algemeen een lichte toename van de PAK-verbindingen in stroomopwaartse richting. Afwijkend hoge gehalten zijn aangetroffen in de handelshaven van Breskens en de Bijleveldhaven.

Tabel 4.11 Verhouding van EOX, olie en OCBs en organisch koolstof in de havens en de hoofdader (resp. mg/10gOC en µg/10gOC).

jaar lokatie	OC %	olie	EOX	OCB	HCb	al drin	diel drin	en drin	hepta Cl	op. DDE	pp. DDE	op. DDD
1992 Bres.Ve	2.51	168	0.3	0.29	0.15	0.08	0.07		0.06		0.23	0.00
1992 Bres.Ha	2.53	271	0.3	0.07	0.15	0.11	0.22		0.07		0.30	0.15
1992 Vlis.Bh	3.16	144	0.3	0.08	0.21	0.04	0.10				0.23	
1992 Sl.Hom	2.04	49	0.2		0.56	0.09	0.21		0.06		0.28	
1992 Sloe.mo	2.91	155	0.3	0.19	0.35	0.20	0.15		0.11		0.44	0.10
1992 Sloe.Bh	3.14	307	0.6	0.12	0.25	0.08	0.11	0.20	0.03	0.77	0.47	0.68
1992 Sloe.Kh	5.71	141	0.5	0.05	0.17	0.09	0.11				0.36	0.05
1992 D Bors	2.40	100	0.3	0.08	0.18	0.11	0.16		0.07		0.34	0.22
1992 Ter.OBh	3.18	187	0.3	0.09	0.21	0.09	0.11		0.03		0.61	0.11
1991 Tern	2.65	106	0.3	0.22					0.07		0.41	0.24
1992 Tern	5.11	72	0.4	0.07	0.14	0.10		0.29	0.05	0.14	0.35	0.19
1992 Han.NVh	3.47	232	0.6	0.08	0.22	0.10	0.16		0.03		0.77	0.14
1992 Perk.Vh	3.25	212	0.3	0.06	0.14	0.10	0.15		0.03		0.69	0.11
1992 D Hans	2.87	31		0.09	0.68	0.13	0.23		0.08		0.45	0.18
1992 Wals.ha	3.78	202	0.5	0.07	0.26	0.10	0.13		0.03		0.73	0.10
1991 Walso	2.54	130		0.07	0.34				0.08		0.36	0.33
1992 P Valk	2.44	448	0.8	0.11	0.29	0.17		0.13	0.11		0.88	1.04

Tabel 4.12 Concentraties van polycyclische aromatische koolwaterstoffen (gehalten in µg/kg.)

nr. IB/WL lokatie	OC %	Naf	Flu	Fen	Ant	FluA	Pyr	BaA	Chry	BbF	BkF	BaP	BgP	IndP	som6 PAK
GM2785 Bres.Ve	2.51	59	13	124	26	359	319	197	91	232	64	90	133	118	996
GM2786 Bres.Ha	2.53	75	35	298	59	949	773	426	230	454	158	255	331	270	2417
GM2787 Vlis.Bh	3.16	63	23	175	35	474	364	212	104	286	90	130	182	177	1339
GM2788 Sloe.mo	2.91	72	30	215	57	477	452	239	118	381	126	193	260	246	1683
GM2789 Sloe.Bh	3.14	122	29	462	88	1317	1415	764	352	838	285	325	533	537	3836
GM2790 Sloe.Kh	5.71	148	39	576	82	1093	933	500	300	666	265	427	564	476	3491
GM2791 Ter.OBh	3.18	60	25	207	53	563	491	269	147	417	140	221	290	268	1900
GM2792 Han.NVh	3.47	87	26	219	58	603	534	294	137	480	157	254	306	306	2105
GM2793 Perk.Vh	3.25	44	19	196	48	556	484	266	137	404	135	223	275	245	1839
GM2794 Wals.ha	3.78	77	45	290	77	754	640	353	264	616	213	359	406	384	2731
som6PAK = FluA+BbF+BkF+BaP+BgP+IndP															

Tabel 4.13 Verhouding van de PAK-verbindingen en organisch koolstof (OC) (µg/10gOC).

nr. IB/WL lokatie	Naf	Flu	Fen	Ant	FluA	Pyr	BaA	Chry	BbF	BkF	BaP	BgP	IndP	som6 PAK
GM2785 Bres.Ve	23	5	49	10	143	127	78	36	92	25	36	53	47	397
GM2786 Bres.Ha	30	14	118	23	375	306	168	91	179	63	101	131	107	956
GM2787 Vlis.Bh	20	7	56	11	150	115	67	33	91	28	41	58	56	424
GM2788 Sloe.mo	25	10	74	19	164	155	82	41	131	43	66	89	85	578
GM2789 Sloe.Bh	39	9	147	28	420	451	243	112	267	91	104	170	171	1222
GM2790 Sloe.Kh	26	7	101	14	192	163	88	53	117	46	75	99	83	612
GM2791 Ter.OBh	19	8	65	17	177	154	85	46	131	44	70	91	84	598
GM2792 Han.NVh	25	7	63	17	174	154	85	40	138	45	73	88	88	606
GM2793 Perk.Vh	13	6	60	15	171	149	82	42	124	42	69	85	76	566
GM2794 Wals.ha	20	12	77	20	200	170	94	70	163	56	95	107	102	723
som6PAK = FluA+BbF+BkF+BaP+BgP+IndP														

4.10 Vergelijking PAKs in de havens en de hoofdader

Op basis van de verhouding van de PAK-verbindingen en organisch koolstof (Tabel 4.14) is een vergelijking mogelijk van de concentraties gevonden in de havens en die in de nabijheid in de hoofdader. Het blijkt dat relatief hoge PAK-gehalten worden aangetroffen in de handelshaven van Breskens, in alle monsters uit de Sloehavens, met name de Bijleveldhaven, in de havens van Hansweert en Perkpolder, en in mindere mate in de haven van Walsoorden. De situatie rond Terneuzen is onduidelijk.

Tabel 4.14 Verhouding van PAKs en organisch koolstof (OC) in monsters van de havens in de hoofdader ($\mu\text{g}/10\text{gOC}$).

jaar lokatie	OC %	Naf	Flu	Fen	Ant	FluA	Pyr	BaA	Chry	BbF	BkF	BaP	BgP	IndP	som6 PAK
1992 Bres.Ve	2.51	23	5	49	10	143	127	78	36	92	25	36	53	47	397
1992 Bres.Ha	2.53	30	14	118	23	375	306	168	91	179	63	101	131	107	956
1992 Vlis.Bh	3.16	20	7	56	11	150	115	67	33	91	28	41	58	56	424
1992 Sl.Hom	2.04	13		37	11	89	44	34	36	71	31	41	39	44	315
1992 Sloe.mo	2.91	25	10	74	19	164	155	82	41	131	43	66	89	85	578
1992 Sloe.Bh	3.14	39	9	147	28	420	451	243	112	267	91	104	170	171	1222
1992 Sloe.Kh	5.71	26	7	101	14	192	163	88	53	117	46	75	99	83	612
1992 D Bors	2.40	18		50	13	108	66	42	35	65	34	41	38	42	328
1992 Ter.OBh	3.18	19	8	65	17	177	154	85	46	131	44	70	91	84	598
1991 Tern	2.65		21	60	12	133	198	77	74	147	41	98	116	96	630
1992 Tern	5.11	31	149	925	195	1747	1158	788	783	750	414	708	478	469	4566
1992 Han.NVh	3.47	25	7	63	17	174	154	85	40	138	45	73	88	88	606
1992 Perk.Vh	3.25	13	6	60	15	171	149	82	42	124	42	69	85	76	566
1992 D Hans	2.87			32	9	83	59	41	43	61	35	49	38	36	301
1992 Wals.ha	3.78	20	12	77	20	200	170	94	70	163	56	95	107	102	723
1991 Walso	2.54		14	46	6	71	95	37	39	115	29	61	66	67	409
1992 P Valk	2.44	34		138	35	287	168	97	69	86	48	55	55	51	582
som6= FluA+BbF+BkF+BaP+BgP+IndP															

5 Conclusies

- a In het algemeen komen de gehalten van zware metalen in sediment van de havens langs de Westerschelde overeen met die in de Westerschelde zelf. Een geringe verhoging is waargenomen voor koper in sediment van de handelshaven van Breskens en de buitenhaven van Vlissingen. Arseen en kwik komen in iets hogere concentraties voor in sediment van de monding van de Sloehaven. In de havens van Perkpolder en Walsoorden is het gehalte van cadmium relatief hoog.
- b In havens langs de Westerschelde zijn de concentraties van metalen in het sediment bepaald in 1974, 1979, 1984 en 1992. Afhankelijk van het metaal zijn in 1974 of 1979 de hoogste gehalten van metalen aangetroffen. Vanaf die tijd zijn de concentraties gedaald. De verschillen in gehalten op de diverse tijdstippen bedragen voor de metalen, met uitzondering van kwik en cadmium, minder dan 50%. Het gehalte van kwik is echter sinds 1974 een factor 2 tot 3 gedaald. Het gehalte van cadmium was in 1979 ongeveer 2 keer zo hoog als in 1974 en 1992. Het verloop van de concentraties in de tijd weer spiegelt de tijdsafhankelijke belasting van rivier- en zeeslib.
- c Ten opzichte van hun omgeving zijn in sediment uit de monding van de Sloe en de Oostbuitenhaven van Terneuzen de concentraties van polychloorbiphenylen licht verhoogd.
- d In het sediment van 7 van de 10 onderzochte havens langs de Westerschelde komen verhoogde gehalten van olie voor.
- e In sediment van 6 havens zijn de gehalten van polycyclische aromatische koolwaterstoffen relatief hoog.

6 Referenties

- IB/WL (1975). Voorkomen en gedrag van zware metalen in slib uit de Schelde. Instituut voor Bodemvruchtbaarheid en Waterloopkundig Laboratorium. Verslag R994.
- IB/WL (1980). Contribution to the standardization of the methods of analysis for heavy metals in sediments. Institute for Soil Fertility and Delft Hydraulics Laboratory. Report R1578.
- Salomons W. and A.J. de Groot (1978). Pollution history of trace metals as affected by the river Rhine. In: Environmental Biogeochemistry and Geomicrobiology (Krumbein W.E. ed.). Volume I, 149-164. Ann Arbor Sci.
- WL (1981). Inventarisatie en geochemisch gedrag van zware metalen in de Schelde en Westerschelde. Waterloopkundig Laboratorium. Verslag M1640.
- WL (1983). Metalen in boorkernen en oppervlaktesedimenten van de Noordzee. Waterloopkundig Laboratorium. Verslag M1676.
- WL (1986). Contaminanten in sedimenten van de Westerschelde. Waterloopkundig Laboratorium. Verslag T62.
- WL (1988). Microverontreinigingen in sedimenten van de Noordzee. Verslag van de bemonstering in 1986. Waterloopkundig Laboratorium. Verslag T307.
- WL (1992a). Belasting waterbodem Westerschelde met microverontreinigingen in 1990 en 1991. Waterloopkundig Laboratorium. Verslag T877.
- WL (1992b). Microverontreinigingen in de waterbodem van de Zeeschelde en Westerschelde in 1992. Waterloopkundig Laboratorium. Verslag T982.
- WL (1992c). Normering van mariene sedimenten. Vertaling concentraties gemeten in fractie $< 63 \mu\text{m}$ naar gehalten gecorrigeerd voor samenstelling standaardbodem. Waterloopkundig Laboratorium. Verslag T537.
- WL (1992d). Microverontreinigingen in sedimenten van de Noordzee. Verslag bodembemonsteringscampagne 1991. Waterloopkundig Laboratorium. Verslag T853.



hoofdkantoor
Rotterdamseweg 185
postbus 177
2600 MH Delft
telefoon (015) 56 93 53
telefax (015) 61 96 74
telex 38176 hydel-nl

locatie 'De Voorst'
Voorsterweg 28, Marknesse
postbus 152
8300 AD Emmeloord
telefoon (05274) 29 22
telefax (05274) 35 73
telex 42290 hylvo-nl

