
zware metalen in afgezet sediment
van het Zuid-Westelijk Deltagebied in 1983

verslag onderzoek

M 1950

maart 1985

INHOUD

biz

1	Inleiding	1
1.1	Opdracht	1
1.2	Samenvatting	1
2	Doelstelling	2
3	Uitvoering van het onderzoek	2
3.1	Keuze monsterlokaties	2
3.2	Monstername	3
3.3	Eigenschappen waarop de monsters zijn onderzocht	5
4	Resultaten van het onderzoek	5
5	Discussie van de resultaten van dit onderzoek en vergelijking met eerdere onderzoeken	9
5.1	Hollands Diep en Haringvliet	9
5.2	Volkerak en Oosterschelde	10
6	Referenties	11
Bijlage 1 : Analysemethoden		13
Bijlage 2 : Gehalten aan zware metalen in afgezet sediment van de Amer, de Nieuwe Merwede, het Hollands Diep, het Haringvliet, het Volkerak en de Oosterschelde		15

ZWARE METALEN IN AFGEZET SEDIMENT VAN HET ZUID-WESTELIJK DELTA GEBIED IN 1983

1 Inleiding

1.1 Opdracht

In een brief, kenmerk V519/LV1748/Sal/g, gedateerd 21 januari 1983, is door het Waterloopkundig Laboratorium (WL) aan de Hoofdafdeling Milieu en Inrichting van de Deltadienst (DDMI) van Rijkswaterstaat een voorstel gedaan voor onderzoek naar de gehalten aan zware metalen in afgezette sedimenten van het Hollands Diep/ Haringvliet, het Volkerak en de Oosterschelde. De opdracht tot het uitvoeren van het onderzoek werd gegeven in een brief van 16 februari 1983, kenmerk 20486.

De resultaten van de analyses in de afzonderlijke sedimentmonsters zijn in oktober 1983 gerapporteerd. Het onderzoek stond onder leiding van de heer H. Wijkstra van de vestiging Haren van het WL. Dit verslag werd samengesteld door ir. H.N. Kerdijk, werkzaam bij dezelfde vestiging.

1.2 Samenvatting

Op 5, 6 en 7 april zijn in de Amer, Nieuwe Merwede, Hollands Diep, Haringvliet, Volkerak en Oosterschelde in totaal 120 monsters van de bovenste 2 cm van het afgezette sediment genomen. De monsters zijn geanalyseerd op de zware metalen zink, koper, chroom, lood, cadmium, nikkel, arseen en kwik en ter karakterisering op % < 16 um, CaCO₃ en organische stof.

De gehalten aan zware metalen bij 50 % < 16 um zijn vermeld in tabel 1. Het sediment van de Nieuwe Merwede is meer met Cu, Cr en Hg en minder met Zn belast dan het sediment in de Amer. De overige elementgehalten liggen op een vergelijkbaar niveau.

lokatie	Zn	Cu	Cr	Pb	Cd	Ni	Hg	As
1 Amer	2631	178	380	454	38.5	73.0	3.6	33.6
2 Nieuwe Merwede	1653	290	815	386	34.6	79.0	5.1	35.9
3 Willemstad	943	100	168	167	11.6	50.7	1.4	27.5
4 Haringvlietbrug	1031	133	274	340	17.6	46.0	3.0	24.7
5 Middelharnis	1117	135	333	293	18.1	47.3	3.7	29.1
6 Haringvlietsluizen	1170	118	313	256	15.6	52.5	3.3	26.7
7 Volkerak ZI	334	43	137	103	2.0	31.5	1.5	28.8
8 Monding Dintel	352	47	122	80	1.9	33.9	0.80	24.6
9 Monding Roosendaalse Vliet	232	31	111	76	1.6	29.1	0.57	29.7
10 Stavenisse	168	22	100	54	1.0	23.8	0.41	21.4
11 Kreekraksluizen	134	26	94	43	0.8	27.3	0.25	28.1
12 Colijnsplaat	131	18	98	51	0.7	21.0	0.37	25.1

Tabel 1. Concentraties aan zware metalen in afgezet sediment van een aantal lokaties in het zuid-westelijk Deltagebied (alle gehalten in ug/g bij 50 % < 16 um)

T.o.v. 1977 zijn geen significante verschillen in metaalgehalten aangetroffen (ref. 1). Vanaf de Haringvlietbrug liggen de gehalten in het sediment van het Haringvliet op een vergelijkbaar niveau, welk niveau iets lager is dan bij de bemonstering van 1977 is gevonden. De oplading van het sediment in het Haringvliet als gevolg van de afsluiting van de zee in 1970 heeft niet verder doorgezet. De metaalconcentraties in het sediment van het Haringvliet zijn 45 à 70 % van die welke zijn berekend op basis van de concentraties in het sediment van de Nieuwe Merwede en de Amer. De gehalten gevonden in sediment bemonsterd nabij Willemstad zijn beduidend lager dan die in het Haringvliet en niet representatief voor het in het Hollands Diep afgezette sediment.

In het Volkerak en de Oosterschelde zijn de gehalten veel lager dan in het Haringvliet gebied. De gehalten in het sediment van het Volkerak (lokatie 7 t/m 9 in figuur 1) zijn hoger dan in de Oosterschelde en waarschijnlijk beïnvloed door aanvoer van riviersediment door de Volkeraksluizen, de Dintel en de Roosendaalse Vliet. T.o.v. de concentraties gemeten in 1973 zijn de gehalten in het Volkerak in 1983 lager, t.o.v. 1975 hoger (ref. 4). De gehalten in de Oosterschelde komen overeen met die gemeten in de Westerschelde t.h.v. Vlissingen. De metaalgehalten in het sediment van de Oosterschelde kunnen karakteristiek genoemd worden voor de metaalgehalten in het sediment dat via Het Kanaal vanuit de Atlantische Oceaan langs de Noordzeekust naar het noorden wordt getransporteerd. T.o.v. 1975 zijn de concentraties in het sediment van de Oosterschelde nauwelijks veranderd (ref. 4).

2 Doelstelling

In het zuid-westelijk Deltagebied zijn in het verleden regelmatig bemonsteringen uitgevoerd t.b.v. de vaststelling van de gehalten aan zware metalen in sedimenten. In het Hollands Diep/ Haringvliet is de laatste scanning uitgevoerd in 1977, in het Volkerak in 1975 en in de Oosterschelde eveneens in 1975. Vanwege variaties in zware metaalsamenstelling van het naar deze gebieden getransporteerde en aldaar tot bezinking komende sediment in de tijd werd het zinvol geacht in 1983 een nieuwe scanning te houden.

3 Uitvoering van het onderzoek

3.1 Keuze monsterlokatie

De bemonsterde lokaties zijn vastgesteld in overleg met de heer Holland van DDMI. Bij de keuze van de monsterlokatie is zoveel mogelijk aansluiting gezocht bij de monsterpunten, die in het verleden zijn bemonsterd. Op deze wijze is een vergelijking met in het verleden uitgevoerd onderzoek het best mogelijk. Voor een interpretatie van de gevonden gehalten in het sediment van de beschouwde gebieden is het gewenst de bronnen te kennen. Daarom zijn voor wat betreft het Hollands Diep/ Haringvliet gebied de Nieuwe Merwede en de Amer bemonsterd. In het Volkerak zijn de mondingen van de Dintel en de Roosendaalse Vliet bemonsterd, omdat deze rivieren waarschijnlijk de metaalgehalten in het Volkerak beïnvloeden. Genoemde rivieren zijn zelf niet onderzocht.

In tabel 2 en figuur 1 zijn de op bovenstaande criteria geselecteerde monsterlokaties weergegeven.

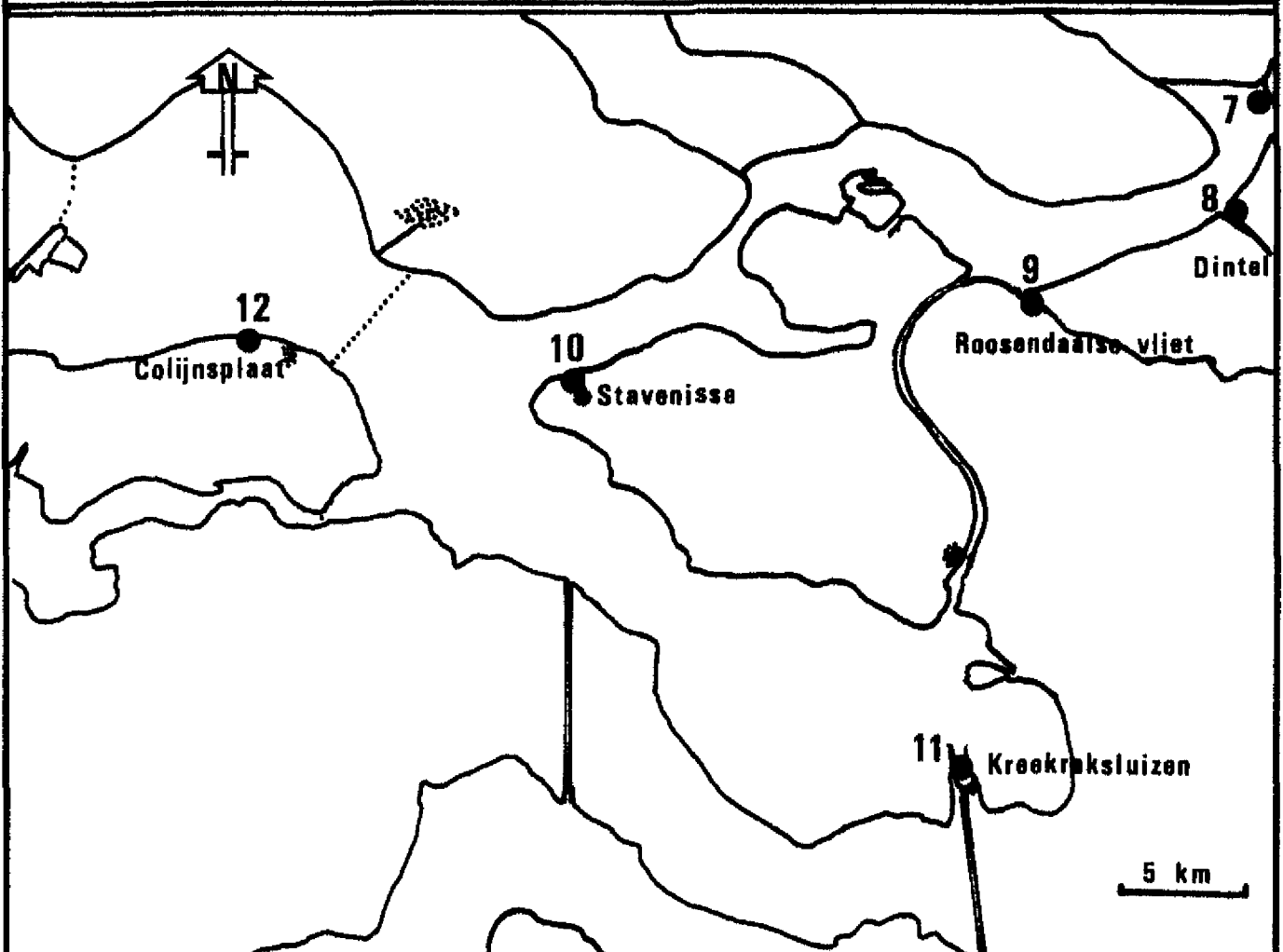
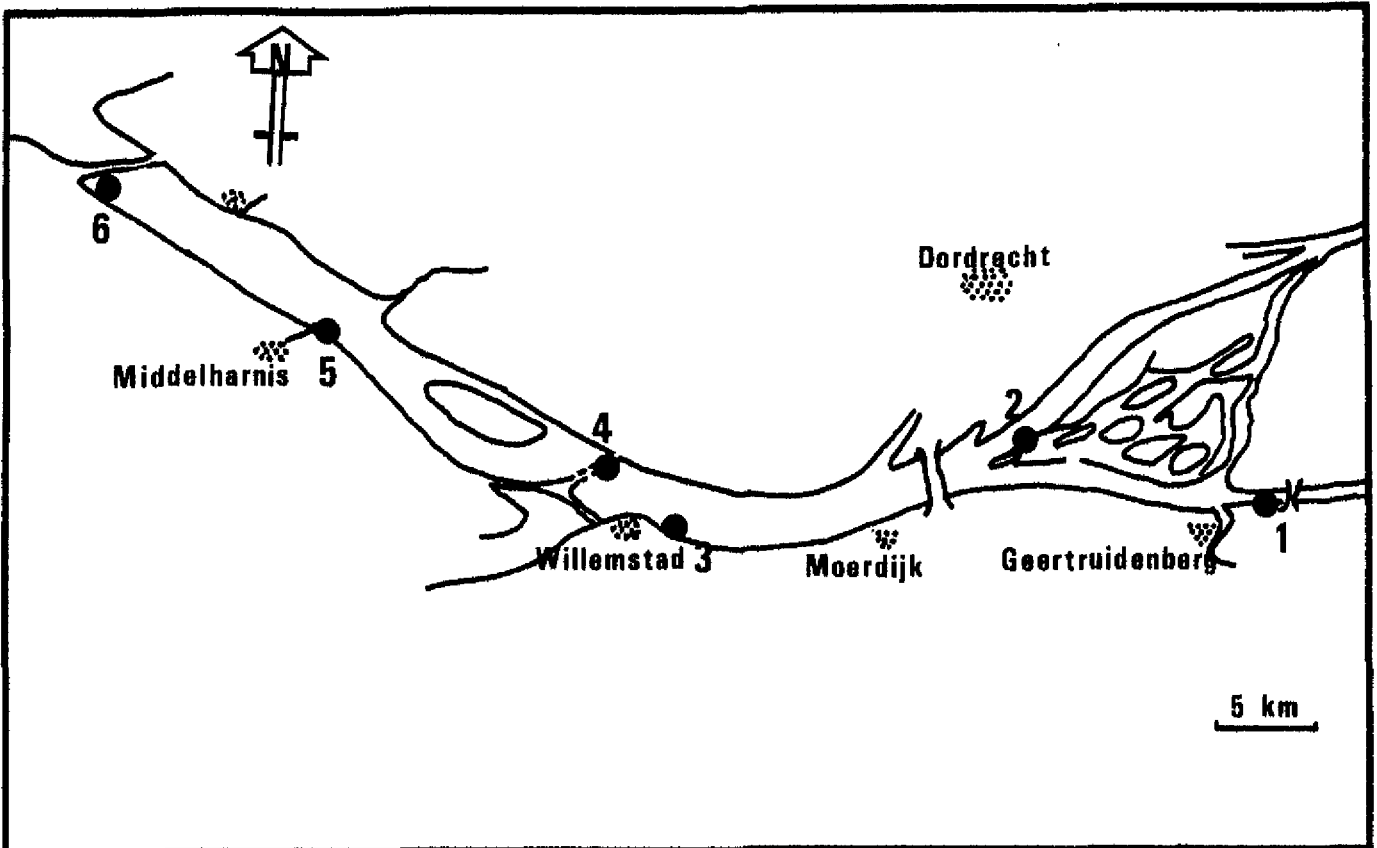
3.2 Monstername

De monstername vond plaats in de eerste week van april 1983. Op 5 april werd lokatie 12, Colijnsplaat, vanaf de wal bemonsterd. Daarbij is de toplaag van het sediment met een plastic lepel afgeschraapt. Op 6 april werden m.b.v. een "van Veen" bodemhapper vanaf het m.s. "Delta" sedimentmonsters genomen van de lokaties 1 t/m 6 en op 7 april vanaf het m.s. "Ventjager" van de lokaties 7 t/m 11. Van alle monsters is steeds de bovenste 2 cm verzameld. Per monsterpunt is een hoeveelheid van ongeveer 500 gram in een plastic pot verzameld.

nr. lokatie	omschrijving	decca posities	
		rood	groen
1	Amer t.h.v. Beertruidenberg nabij KMR 249,7; linker oever	B 0.46	A41.13
2	Nieuwe Merwede punt NM 15 tussen 2e en 3e strekdam vanaf de splitsing	B11.26	B37.31
3	Hollands Diep t.h.v. Willemstad + 500 m. oostelijk van de jachthaven; linker oever	B19.95	C42.45
4	Haringvlietbrug + 50 m. oostelijk van de brug; rechter oever, 3e pijler	C 2.33	C45.50
5	Middelharnis 200 m. oostelijk aanlegsteiger bij ingang haven	C21.62	D41.48
6	Haringvlietsluizen voor de ingang van de haven van Stellendam		
7	Volkerak punt 21		
8	Dintel vanaf de monding links de haven in		
9	Roosendaalse Vliet halverwege uitmonding tot aan de sluis		
10	Stavenisse 3 monsters buiten tegen de mosselbanken en 7 monsters in de voorhaven van Stavenisse		
11	Kreekraksluizen toegang tot de sluisen		
12	Colijnsplaat het schor aan 't haventje 3 km westelijk van Colijnsplaat		

Tabel 2. Lokaties monstername afgezet sediment

Op elke lokatie blijken de gehalten aan zware metalen en andere componenten in sediment van nature te variëren met de samenstelling. De zware metalen zijn bij voorkeur gebonden aan de fijnere bestanddelen van het sediment. Een maat hiervoor is het percentage kleiner dan 16 micron. Om gebieden qua metaalbelasting onderling te vergelijken, danwel variaties in metaalsamenstelling in de tijd vast te stellen worden de metaalgehalten opgegeven bij eenzelfde % < 16 um, i.c. 50 % < 16 um. Dit is niet het % < 16 um zoals zij wordt gemeten, maar het % < 16 um van de koolzure kalkvrije minerale bestanddelen. Het gehalte bij 50 % < 16 um wordt bepaald d.m.v. lineaire regressie. Om deze regressie te kunnen uitvoeren dienen op iedere lokatie meerdere monsters genomen te worden, met een zo groot mogelijke spreiding in % < 16 um. T.b.v. dit onderzoek zijn op alle lokaties 10 monsters verzameld. Op lokatie 6, Haringvlietsluizen, zijn de 10 monsters over een lengte van ongeveer 1 km verzameld. Op de overige lokaties zijn de monsters verzameld binnen een strook van 100 à 200 m, gerekend vanuit de posities opgegeven in tabel 2.



Bemonsteringspunten		
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM	M 1950	FIG. 1

De afgezette sedimentmonsters zijn geanalyseerd op de metalen arseen, cadmium, chroom, koper, kwik, lood, nikkel en zink. T.b.v. de correctie van de metaalgehalten voor verschillen in samenstelling van het sediment (zie paragraaf 3.2), zijn de monsters tevens onderzocht op % < 16 um, CaCO₃ en organische stof. Omdat de metaalgehalten worden uitgedrukt op basis van droog gewicht is een droge stof bepaling uitgevoerd. De analysemethoden zijn vermeld in bijlage 1.

4 Resultaten van het onderzoek

De resultaten van de analyses in de afzonderlijke monsters zijn opgenomen in bijlage 2. In tabel 3 zijn de metaalgehalten bij 50 % < 16 um weergegeven. Deze waarden zijn berekend uit lineaire regressie van de metaalgehalten en het % < 16 um (zie paragraaf

Lokatie	ZINK			KOPER			CHROOM			LOOD		
	50%#)	betr. ^)	r*)	50%	betr.	r	50%	betr.	r	50%	betr.	r
1 Amer	2631	241	0.93	178	13	0.96	380	62	0.85	454	33	0.95
2 Nieuwe Merwede	1653	171	0.95	290	48	0.92	815	132	0.90	386	52	0.94
3 Hollands Diep	943	206	0.93	100	16	0.96	168	58	0.75	167	30	0.94
4 Haringvlietbrug	1031	151	0.94	133	27	0.87	274	114	0.47	340	50	0.43
5 Middelharnis	1117	88	0.91	135	16	0.89	333	21	0.95	293	31	0.89
6 Haringvlietsluizen	1170	145	0.96	118	12	0.98	313	36	0.96	256	38	0.95
7 Volkerak	334	21	0.95	43	3	0.94	137	15	0.77	103	11	0.85
8 Dintel	352	18	0.99	47	2	0.99	122	7	0.97	80	4	0.99
9 Roosendaalse Vliet	232	10	0.98	31	2	0.98	111	5	0.96	76	5	0.98
10 Stavenisse	168	11	0.97	22	2	0.96	100	5	0.96	54	3	0.97
11 Kreekraksluizen	134	5	0.99	26	4	0.87	94	5	0.95	43	1	0.99
12 Colijnsplaat	131	4	0.97	18	1	0.95	98	3	0.94	51	2	0.98

Lokatie	CADMIUM			NIKKEL			ARSEEN			KWIJK		
	50%	betr.	r	50%	betr.	r	50%	betr.	r	50%	betr.	r
1 Amer	38.5	4.4	0.91	73.0	1.8	0.99	33.6	2.9	0.94	3.61	0.21	0.98
2 Nieuwe Merwede	34.6	7.1	0.87	79.0	6.5	0.96	35.9	3.9	0.94	5.07	1.35	0.76
3 Willestad	11.6	2.7	0.92	50.7	11.0	0.92	27.5	9.4	0.79	1.41	0.73	0.70
4 Haringvlietbrug	17.6	6.7	0.83	46.0	3.6	0.99	24.7	2.5	0.95	3.02	1.08	0.38
5 Middelharnis	18.1	0.9	0.97	47.3	1.6	0.98	29.1	1.8	0.87	3.70	0.30	0.93
6 Haringvlietsluizen	15.6	1.1	0.99	52.5	4.0	0.98	26.7	3.9	0.94	3.27	0.50	0.94
7 Volkerak	2.0	0.3	0.76	31.5	1.3	0.95	28.8	1.7	0.89	1.46	0.16	0.80
8 Dintel	1.9	0.1	0.99	33.9	1.0	0.99	24.6	0.2	1.00	0.80	0.05	0.98
9 Roosendaalse Vliet	1.6	0.2	0.91	29.1	1.4	0.98	29.7	3.9	0.90	0.57	0.05	0.97
10 Stavenisse	1.0	0.1	0.94	23.8	1.2	0.98	21.4	1.7	0.94	0.41	0.02	0.98
11 Kreekraksluizen	0.8	0.1	0.95	27.3	1.1	0.99	28.1	4.2	0.82	0.25	0.02	0.96
12 Colijnsplaat	0.7	0.2	0.64	21.0	0.5	0.98	25.1	2.4	0.74	0.37	0.02	0.93

Tabel 3. Gehalten aan zware metalen in afgezet sediment bij 50 % < 16 um, met bijbehorend betrouwbaarheidsinterval (T=5%) en correlatiecoëfficiënt van de regressielijn.

#) 50% = gehalte bij 50 % < 16 um in ug/g

^) betr. = betrouwbaarheidsinterval van het gehalte bij 50 % < 16 um

*) r = correlatiecoëfficiënt van de regressielijn

3.2). In de tabel zijn tevens het betrouwbaarheidsinterval ($T=5\%$) bij $50\% < 16 \mu\text{m}$ en de correlatiecoëfficiënt r van de regressielijn vermeld. De monsternummers 912 (lokatie 2) en 933 en 934 (lokatie 4) zijn voor de berekening van de regressielijnen niet in beschouwing genomen. Met name de Hg- en As-gehalten wijzen erop dat deze monsters uit niet-recent materiaal bestaan.

De correlatiecoëfficiënten r zijn voor locatie 4, Haringvlietbrug lager als voor de overige lokaties. De reden hiervoor is, zoals in bijlage 2 is te zien, dat in de monsters met de nummers 926 t/m 932 sterk wisselende metaalgehalten zijn aangetroffen, hoewel de percentages $< 16 \mu\text{m}$ weinig verschillen. De betrouwbaarheid van de gehalten bij $50\% < 16 \mu\text{m}$ voor de lokaties 1 t/m 4 en 6 is geringer dan voor de overige lokaties. Dit vindt zijn oorzaak in het feit dat voor genoemde lokaties geen monsters met een $\% < 16 \mu\text{m}$ rond de 50% zijn gevonden. Voor deze lokaties zijn de gehalten bij $50\% < 16 \mu\text{m}$ geëxtrapoleerde gehalten; voor de overige lokaties betreft het geïnterpoleerde gehalten, hetgeen de betrouwbaarheid verhoogd.

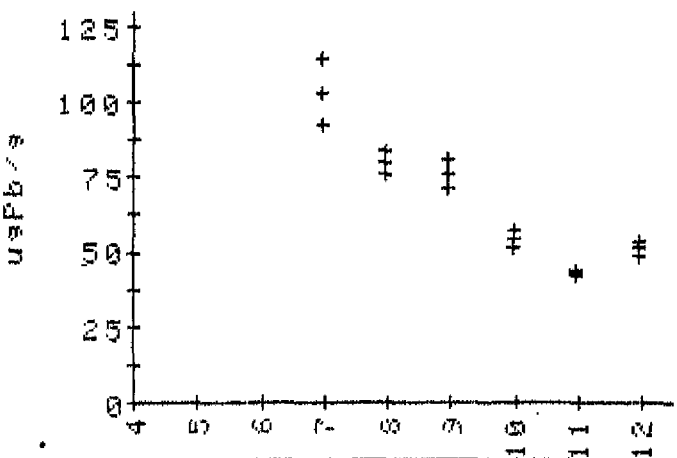
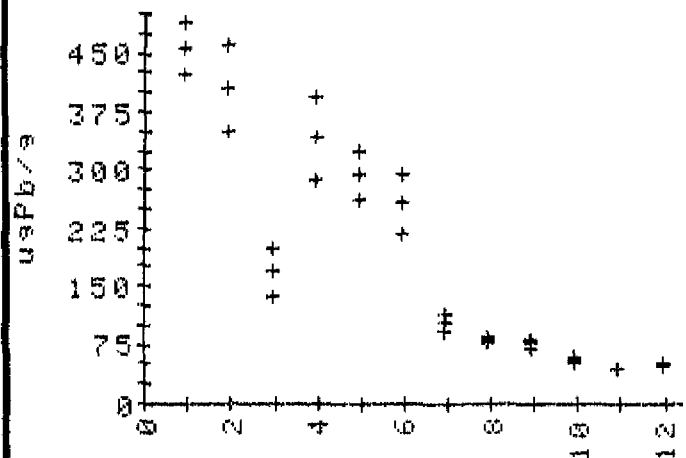
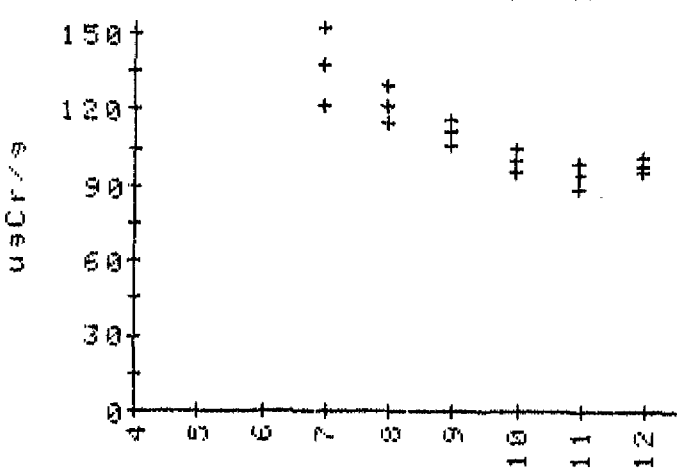
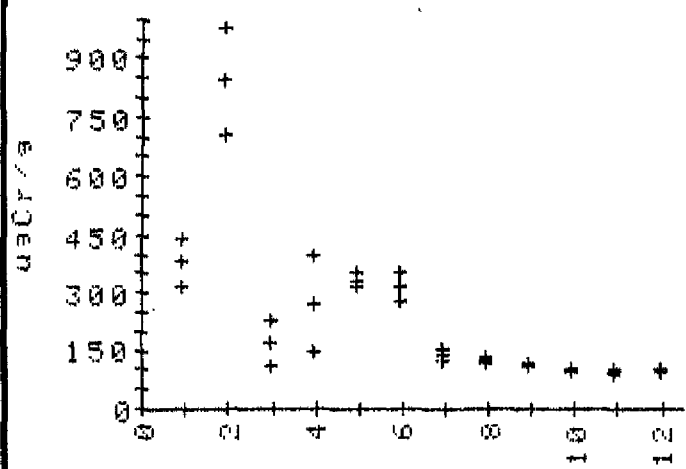
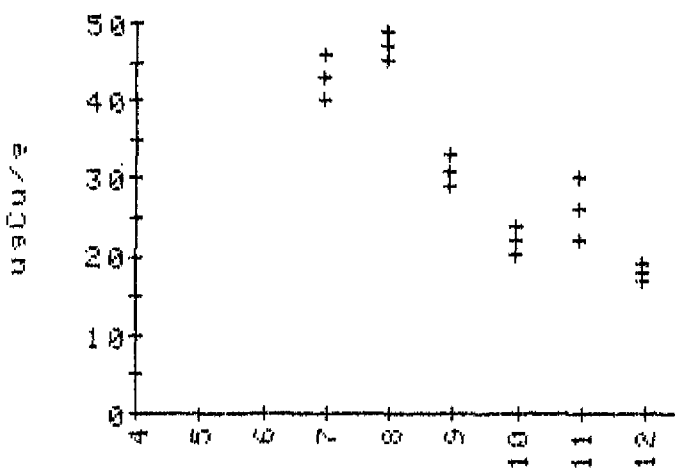
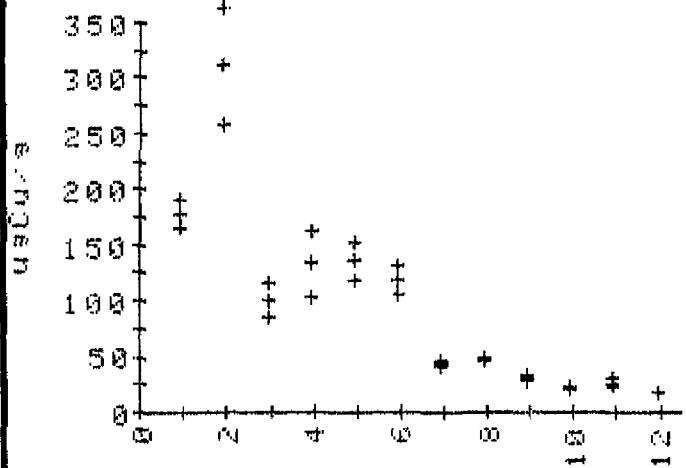
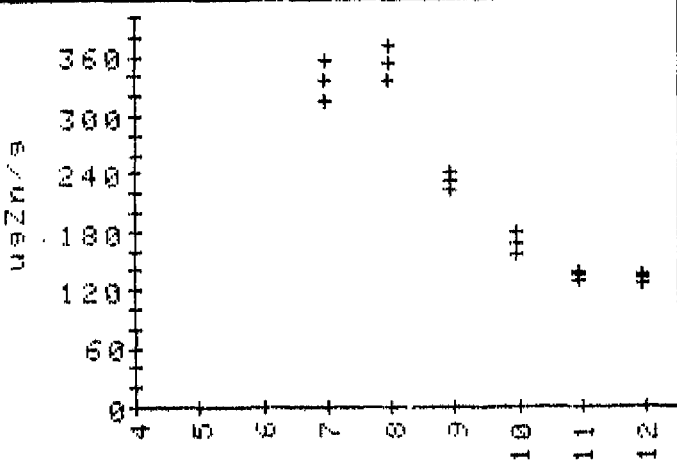
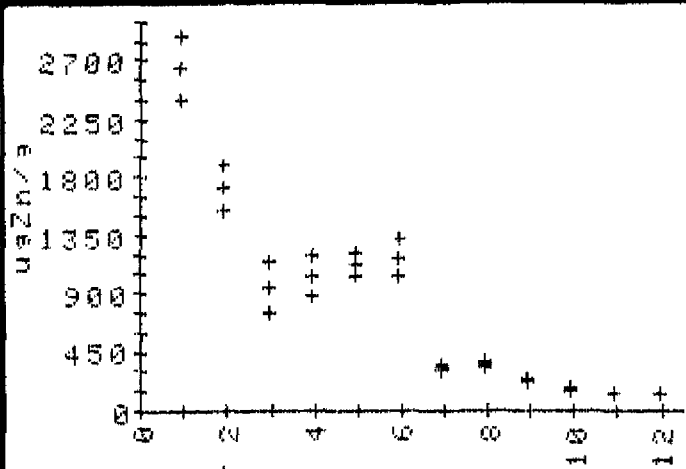
In de figuren 2 en 3 zijn in de linkerkolom de gehalten aan zware metalen in het afgezette sediment bij $50\% < 16 \mu\text{m}$ en hun betrouwbaarheidsintervallen grafisch weergegeven. Op de x-as staat het nummer van de locatie, op de y-as het gehalte aan metaal. In de rechterkolom zijn de resultaten van de monsters van de lokaties 7 t/m 12 op een andere schaal weergegeven.

Uit tabel 3 en de figuren 2 en 3 blijkt dat het sediment aangevoerd door de Rijn (lokatie 2, Nieuwe Merwede) meer met Cu, Cr en Hg en minder met Zn is belast dan het sediment aangevoerd door de Maas (lokatie 1, Amer). Voor de overige metalen zijn geen significante verschillen tussen beide rivieren gevonden.

Het sediment bemonsterd t.h.v. Willemstad (lokatie 3) bevat minder metalen dan het sediment t.h.v. de Haringvlietbrug en het sediment in het Haringvliet. Hierop wordt in paragraaf 5.1 nader ingegaan. Op de overige drie lokaties in het Hollands Diep/ Haringvliet gebied liggen de gehalten op een vergelijkbaar niveau. Dit niveau is lager dan het niveau van de gehalten in het sediment van de Nieuwe Merwede en de Amer.

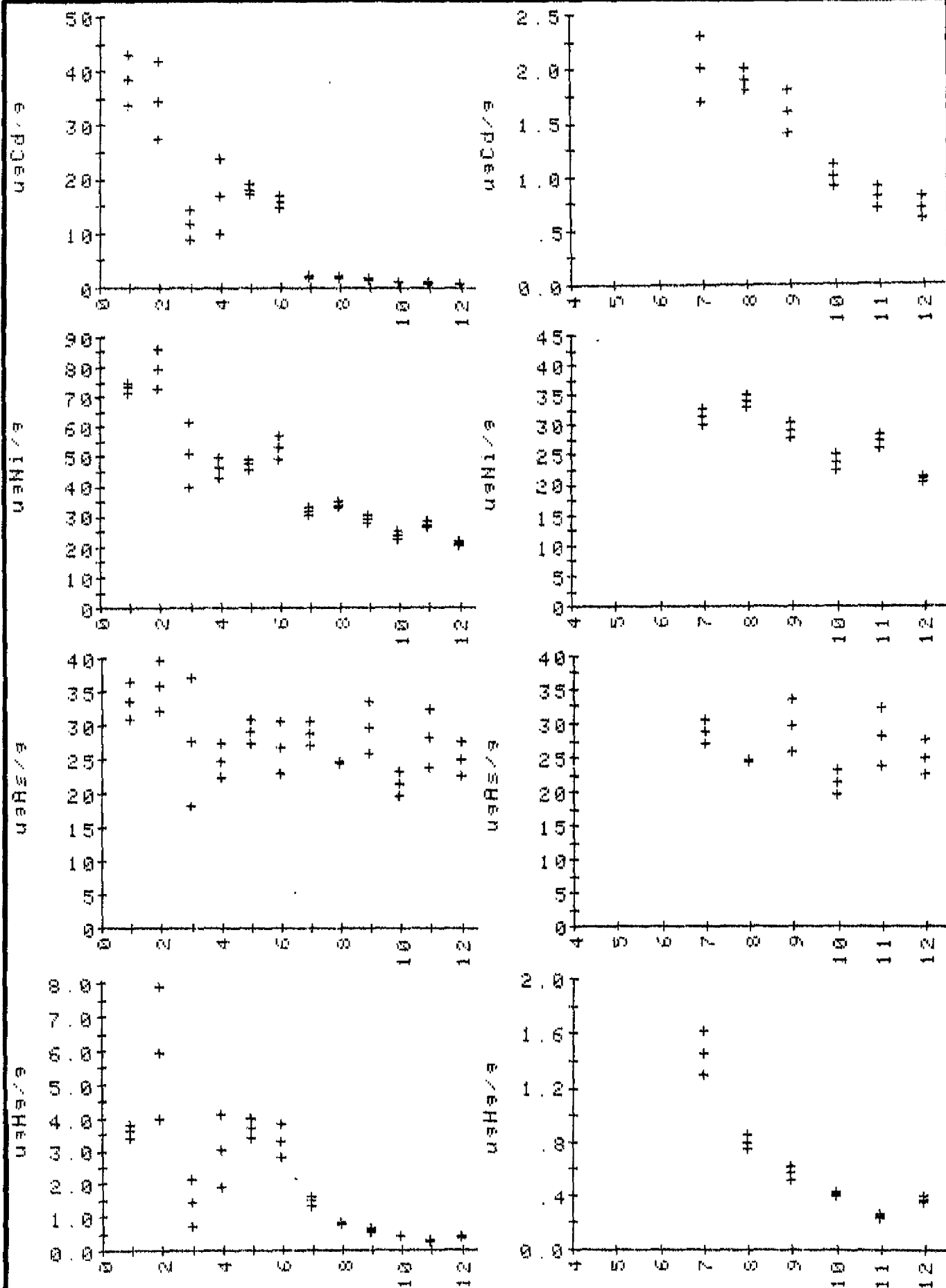
In het Hollands Diep en Haringvliet bestaat het sediment uit sterk verontreinigd materiaal, aangevoerd door de rivieren Rijn en Maas. Het sediment in het Volkerak en de Oosterschelde is voornamelijk van mariene herkomst, welk materiaal veel minder metalen bevat. Het niveau van de gehalten in het Volkerak en de Oosterschelde ligt dan ook beduidend lager dan dat in het Hollands Diep/ Haringvliet gebied.

In het Volkerak verschillen de concentraties in het sediment van punt Z1 en de monding van de Dintel weinig van elkaar m.u.v. kwik. Het Hg-gehalte is op eerstgenoemde locatie hoger. T.h.v. de monding van de Roosendaalse Vliet zijn de gehalten aan metalen lager dan op voornoemde lokaties. In het Volkerak worden de gehalten beïnvloed door de aanvoer van riviersediment door de Volkerak-



METALGEHALTEN BIJ 50 % K_{16} (T=5%)

1=Maas 14=H'vlietbr. 7=Volkerak 10=Stavenisse
 2=NM 15=M'harnis 8=Dintel 11=Kreekr.sl.
 3=M'stad 6=H'vlietel. 9=Roos.vl. 12=Colijnsl.



METALGEHALTEN BIJ 50 % <16µm (T=5%)

1=Mass 14=H'vlietbr 7=Volkerak 10=Stavenisse
 2=NM 15=M'harnis 8=Dintel 11=Kreekr.sl.
 3=M'sted 16=H'vlietsl 9=Roos.vl 12=Colijnspl

In de Oosterschelde zijn geen grote verschillen in gehalten op de drie bemonsterde lokaties aangetroffen. De gehalten zijn er lager dan in het Volkerak.

5 Discussie van de resultaten van dit onderzoek en vergelijking met eerdere onderzoeken

5.1 Hollands Diep en Haringvliet

Tussen 1970 en 1983 zijn verschillende bemonsteringen in het Hollands Diep en Haringvliet uitgevoerd (ref. 1). In tabel 4 zijn een aantal resultaten bijeengebracht. Voor de afsluiting van het Haringvliet in november 1970, werden de gehalten aan metalen in het sediment bepaald door de vermenging van sterk verontreinigd riviersediment en relatief schoon zeesediment. De gehalten namen af in de richting van de Haringvlietssluisen. Nadien zijn de gehalten in het Haringvliet toegenomen tot 1977. In vergelijking tot 1977 zijn de gehalten in 1983 weer lager. Nabij de Haringvlietbrug zijn de gehalten tussen 1971 en 1975 toegenomen en daarna sterk gedaald.

lokatie	jaar	Zn	Cu	Cr	Pb	Cd	Ni	As	Hg
Haringvlietbrug	1971- 6*)	1294	187	567	414	17.5	56.8	59.1	7.9
	1973- 1	1283	147	441	318	13.8	54.9	48.3	7.9
	1975- 7	1869	251	631	549	24.5	69.5	36.6	8.4
	1977- 7	1376	206	489	320	24.4	54.8	-	6.5
	1983- 4	1031	133	274	340	17.6	46.0	24.7	2.5
Haringvlietssluisen	1971- 6	702	82	306	249	6.2	38.7	42.1	4.2
	1973- 1	857	81	266	215	7.5	44.8	38.7	4.2
	1975- 7	1204	127	384	276	13.2	51.2	34.3	5.3
	1977- 7	1358	135	397	301	16.3	50.8	-	5.4
	1983- 4	1170	118	313	256	15.6	52.5	26.7	3.3

Tabel 4. Verloop van de metaalgehalten in afgezet sediment nabij Haringvlietbrug en -sluisen in de tijd. (alle gehalten in ug/g bij 50 % < 16 um).

*) getal achter jaartal geeft maand van monstername aan

Het niveau van de gehalten in het sediment van het Haringvliet is lager dan dat in het sediment van de Nieuwe Merwede en de Amer (zie tabel 5). De in 1983 gemeten concentraties in het sediment van het Haringvliet zijn ongeveer 45 tot 70 % van de uit de gemeten gehalten in de Nieuwe Merwede en de Amer berekende concentraties. Daarbij is een mengverhouding van door de Nieuwe Merwede en Amer aangevoerd sediment gehanteerd van 2:1 (ref.2).

Onderstaand worden verschillende factoren aangegeven waardoor de metaalgehalten in het sediment van het Haringvlietbekken sinds de afsluiting worden bepaald:

1. Uitgangssituatie

Op plaatsen waar de sedimentatiesnelheid laag is bestaat het sediment in het Haringvliet nog voor een deel uit "oud" materiaal

(zeesediment) met lagere metaalgehalten. De metaalgehalten moeten dan nog toegroeien naar de gehalten verder stroomopwaarts. In het oppervlaktesediment van 1971 en 1973 is m.b.v. de stabiele isotopentechniek zeesediment aangetoond (ref. 4). Het is mogelijk dat de relatief lage gehalten in 1983 t.o.v. de midden '70-er jaren een gevolg zijn van een hoger percentage zeesediment in de monsters. Een hernieuwd onderzoek naar de verhouding rivier-/zeesediment is aan te bevelen.

2. Versnelling van de oplading van de gehalten

De pH van het oppervlaktewater neemt toe in de richting van de Haringvlietsluizen van ongeveer 7.5 tot 8. Hierdoor kunnen opgeloste metalen adsorberen aan het zwevende materiaal en kunnen de metaalgehalten van het sedimentarend materiaal in het Haringvliet hoger zijn dan op de rivier.

3. Afzwakking van de oplading - algenproductie

In het Haringvlietbekken vindt productie van organische stof (algen) plaats. De gehalten aan metalen in algen zijn laag vergeleken met die in zwevend materiaal aangevoerd door de rivier. De vermenging van de algendetritus met het door de rivier aangevoerde materiaal leidt dan tot lagere gehalten.

4. Afzwakking van de oplading - afvoereffect

Onderzoek in de Nieuwe Merwede heeft uitgewezen dat de gehalten aan zware metalen in het zwevende sediment afnemen met toenemende afvoer (ref. 3). Tijdens perioden van hoge afvoer kunnen de gehalten een factor 2 à 4 lager zijn dan bij lage afvoer. Het is mogelijk dat mede als gevolg van het lozingsprogramma van de Haringvlietsluizen een onevenredig groot deel van het in het Haringvlietbekken sedimentarend materiaal bij hoge afvoeren van de Nieuwe Merwede (en dus lage metaalgehalten in de zwevende stof) is en wordt aangevoerd.

5. Veranderingen in belasting van het aangevoerde sediment

Door saneringsmaatregelen nemen de gehalten aan metalen in het aangevoerde sediment af. Sinds 1960 is dit het geval voor As, sinds ongeveer 1970 voor Hg en recent (RIZA-kwartaalverslagen) ook voor bijvoorbeeld Cd. In tabel 5 is de sterke afname van de gehalten aan As en Hg in het sediment van de Nieuwe Merwede tussen 1970 en 1983 waar te nemen, hetgeen zijn weerslag heeft gehad op die in het Haringvlietbekken (tabel 4).

5.2 Volkerak en Oosterschelde

In het Volkerak en de Oosterschelde zijn eerder bemonsteringen uitgevoerd in 1973 en 1975. In tabel 6 zijn de resultaten van de verschillende onderzoeken samengevat. In de tabel zijn tevens de gehalten vermeld in sediment van andere zoutwater gebieden in Nederland en in niet verontreinigde sedimenten (voorlopige baselijn voor metalen in sediment, ref.9).

lokatis	jaar	Zn	Cu	Cr	Pb	Cd	Ni	Hg	As
Amer t.h.v.	1970-10*)	1427	164	326	326	24.2	48.4	5.0	44
Geertruidenberg	1971- 6	1500	149	304	382	30.7	54.2	5.0	26.7
	1973-11	2660	188	371	481	47.6	66.2	4.5	32.3
	1975- 7	3048	184	331	473	41.5	66.5	4.1	27.8
	1977- 7	2466	162	253	437	40.4	61.8	5.4	37.0
	1983- 4	2631	178	380	454	38.5	73.0	3.6	33.6
Nieuwe Merwede	1970-10	1855	323	789	447	27.1	61.9	11.5	105
t.h.v. NM 15	1971- 6	1789	384	936	479	27.9	76.7	13.6	80.7
	1973-11	2177	330	917	404	34.8	79.1	15.9	57.9
	1975- 7	2086	342	850	411	30.1	78.0	8.9	40.9
	1977- 7	1659	285	835	382	36.9	76.0	6.5	34.1
	1983- 4	1653	290	815	386	34.6	79.0	5.1	35.9

Tabel 5. Variaties in concentraties aan zware metalen in sediment van de Amer en de Nieuwe Merwede tussen 1970 en 1983 (alle gehalten in $\mu\text{g/g}$ bij $50\% < 16\ \mu\text{m}$).

*) getal achter jaar geeft maand van monstername aan

In het Volkerak op punt Z1 zijn in 1975 lagere metaalconcentraties in het sediment aangetroffen dan in 1973. De resultaten van 1983 liggen hier tussenin. In de Oosterschelde (Kreekraksluizen en Colijnsplaat) zijn geen grote verschillen tussen de verschillende jaren waarneembaar. Er is een lichte tendens dat de gehalten aan Zn en Pb in de loop der jaren zijn gedaald. De gehalten in de Westerschelde bij Brekens liggen op eenzelfde niveau als die in de Oosterschelde. Deze gehalten zijn waarschijnlijk karakteristiek voor de gehalten in het materiaal dat via Het Kanaal vanuit het zuiden langs de Noordzeekust naar het noorden wordt getransporteerd. Vergelijken met het Grevelingenmeer, het Veerse meer en de Waddenzee boven Noord-Friesland zijn de gehalten in de Oosterschelde lager. Vergelijken met de Dollard liggen de gehalten in de Oosterschelde ongeveer op hetzelfde niveau.

4 Referenties

- 1 Waterloopkundig Laboratorium (1982). Metaalbelasting van afgezette sedimenten in het Haringvlietbekken sinds de afsluiting in 1970. Verslag R 1702.
- 2 Salomons, W. and W. Eysink (1981). Pathways of mud and particulate trace metals from rivers to the Southern North Sea. In: "Proceedings Holocene marine Sedimentation in the North Sea Basin". IAS Special Publ. 5, Blackwell.
- 3 Waterloopkundig Laboratorium, Instituut voor Bodemvruchtbaarheid en Maatschappelijke Technologie TNO (1983). Zware metalen in aquatische systemen. Geochemisch en biologisch onderzoek in Rijn en Maas en de daardoor gevoede bekkens. Bijlage 1: Geochemische inventarisatie. Verslag M 1468.
- 4 Waterloopkundig Laboratorium en Instituut voor bodemvruchtbaarheid (1977). Zware metalen in het zuidwestelijk Deltagebied. Verslag R 1051.
- 5 Waterloopkundig Laboratorium (1981). Inventarisatie en geochemisch gedrag van zware metalen in de Scheide en Westerschelde. Verslag M 1640/ M 1736.
- 6 Waterloopkundig Laboratorium (1981). Zware metalen in bodemslib uit het Grevelingenmeer in 1981. Verslag M 1785.
- 7 Waterloopkundig Laboratorium (1980). Zware metalen in bodemslib uit het Veerse Meer. Verslag M 1729.
- 8 Waterloopkundig Laboratorium (1983). Zware metalen in sedimenten van de Waddenzee. Verslag M 1839.

9 Waterloopkundig laboratorium (1982). Voorlopige base-line waarden voor Nederlandse sedimenten. Verslag R 1703.

lokatie	jaar	Zn	Cu	Cr	Pb	Cd	Ni	Hg	As
Volkerak Z1 ref. 4	1973	578	92	251	193	3.8	38		
	1975	139	19	98	38	1.2	28		
	1983	334	43	137	103	2.0	31.5	1.5	28.8
Kreekraksluizen ref.4	1973	174	28	67	54	0.9	26		
	1975	143	29	81	49	1.1	26		
	1983	134	26	94	43	0.8	27.3	0.25	28.1
Colijnsplaat ref.4	1973	169	23	93	62	0.8	22		
	1975	166	23	107	65	0.8	23		
	1983	131	18	98	51	0.7	21.0	0.37	25.1
Westerschelde t.h.v.	1974	175	30	97	62	1.1	22	0.67	17
Breskens ref.5	1979	165	26	100	40	1.4	23.5	0.50	19
Grevelingenmeer ref.6	1973	286	39	117	94	1.9	28		
	1981	280	38	117	84	1.6	29	1.0	23
Vaerse Meer VM8 ref.7	1974	224	124	95	55	0.6	36		
	1980	255	77	79	45	0.5	31		
Waddenzee t.h.v.	1970	247	32		86	0.9	29.4	1.0	22.6
Noord-Friesland ref.8	1981	219	25	118	77	1.4	28.8	0.66	27.0
Dollard ref.8	1975	135	19		45	0.5	27.1	0.85	
	1980	145	20	96	46	0.5	27.8	0.59	
niet-vervuilde sedimenten ref. 9		68	13	72	21	0.25	29		

Tabel 6. Variaties in de metaalsamenstelling van het sediment van het Volkerak en de Oosterschelde in de tijd en vergelijking met andere zout water gebieden en met niet-vervuilde sedimenten (alle gehalten in ug/g bij 50 % < 16 um)

Bijlage 1: Analysemethoden

1 $\frac{1}{2} < 16 \mu\text{m}$

De bepaling berust op de wet van Stokes. Na oxidatie van de organische stof met 30%-ig H_2O_2 wordt gedestilleerd water toegevoegd en 5 minuten gekookt. Het aanwezige CaCO_3 wordt verwijderd met verdund HCl (1 N). Na toevoeging van een peptisatiemiddel, een $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ -oplossing wordt volgens de massa-pipetmethode met inachtneming van de bezinktijd de fractie < 16 micron bepaald.

2 CaCO_3

De bepaling berust op de meting van het volume CO_2 , dat vrijkomt als een bepaalde hoeveelheid sediment in het toestel van Schleiber wordt geschud met een in een proefflesje ingebrachte hoeveelheid HCl . Aangezien het CO_2 -gehalte lager uitvalt door verliezen, die o.a. ontstaan door de oplosbaarheid van CO_2 in de HCl -oplossing is het nodig de bepaling te vergelijken met standaarden van zuiver CaCO_3 .

3 Organische stof

Door koken van het sediment met een bichromaat-zwavelzuur mengsel wordt de organische stof geoxideerd. Het verbruik van bichromaat wordt vastgesteld door de overmaat ervan terug te titreren met een Mohr's zoutoplossing met α -phenantroline als indicator.

4 Zink, chroom en koper (Zn, Cr, Cu)

Het sediment wordt ontsloten door destructie met een mengsel van geconcentreerd zwavelzuur, salpeterzuur en perchloorzuur. Het destruaat wordt met water opgekookt, om de gevormde nitrosilverbindingen te verdrijven en eventueel gevormde pyrosulfaten te hydrolyseren. Pyrosulfaten vormen stabiele verbindingen die aanleiding kunnen geven tot storing tijdens de meting. Het Zn, Cr en Cu wordt daarna rechtstreeks gemeten met de atoomabsorptiespectrofotometer (AAS 5000 van Perkin Elmer) bij golflengten van resp. 213.9, 359.6 en 325.0.

5 Cadmium en lood (Cd, Pb)

Door afroken van het sediment met geconcentreerd salpeterzuur op een waterbad worden Cd en Pb in een oplosbare vorm gebracht. Het destruaat wordt met verdund zoutzuur geëxtraheerd. In het extract worden Cd en Pb gecomplexeed met Na-diethyldithiocarbamaat bij $\text{pH} \approx 7$. De metaal complexen worden met MIBK uitgeschud. Het meegeëxtraheerde ijzercomplex wordt verwijderd door een extractie met acetylaceton-chloroform. In het MIBK-extract worden Cd en Pb gemeten met de AAS 5000 bij een golflengte van resp. 228.8 en 285.2 nm.

6 Nikkel (Ni)

Het sediment wordt gedeutreueerd met een mengsel van geconcentreerd zwavelzuur, salpeterzuur en perchloorzuur. De behandeling van het destruaat verloopt verder als voor Cd en Pb (zie hierboven). De golflengte waarbij Ni met de AAS wordt gemeten bedraagt 232.0 nm.

7 Arseen (As)

Het sediment wordt gedeutreueerd met een mengsel van geconcentreerd zwavelzuur, salpeterzuur en perchloorzuur. Na toevoeging van een HCl/KI/ascorbinezuur mengsel wordt het destruaat gedurende 0.5 uur op een waterbad geplaatst. Na afkoeling wordt door toevoeging van NaBH₄ arseenhydride gevormd, wordt het As m.b.v. het MHS-1 systeem van Perkin Elmer geatomiseerd in een kwartscuvet en gemeten met een AAS 305 bij een golflengte van 193.7 nm.

8 Kwik (Hg)

In het sediment wordt Hg door een krachtige oxidatie met verzadigd kaliumpersulfaat in sterk zuur milieu in ionogene vorm gebracht. Na reductie tot metallisch kwik met tin(II)chloride wordt Hg in een kwartscuvet geatomiseerd volgens de MHS-20 amalgaammethode van Perkin Elmer en gemeten met een AAS 503 bij een golflengte van 253.6 nm.

Bijlage 2: Gehalten aan zware metalen in afgezet sediment van de Amer, de Nieuwe Merwede, het Hollands Diep, het Haringvliet, het Volkerak en de Oosterschelde

Lokatie	Nr. IB/NL BA	CaCO ₃	Org.st.	<16µm (1)	<16µm (2)	Zn	Cu	Cr	Pb	Cd	Ni	Hg	As
		%	%	%	%								
1 Amer t.h.v. Beertruidenberg	895	8.4	9.18	36.1	43.8	2204	171	398	432	37.3	67.0	3.15	27.7
	896	7.5	8.55	33.2	39.5	2029	150	365	373	31.5	61.4	3.02	25.8
	897	7.1	8.63	30.9	36.7	1935	131	292	356	27.9	57.3	2.50	28.2
	898	7.8	9.29	36.6	44.1	2421	147	299	387	30.4	64.3	.03	31.1
	899	8.1	9.58	37.5	45.6	2590	155	283	406	33.6	66.7	3.42	34.7
	900	8.8	8.55	28.7	34.7	2294	141	300	389	34.4	54.3	2.78	24.5
	901	7.5	7.52	21.1	24.8	1607	99	205	261	20.2	43.0	1.93	20.6
	902	5.4	5.37	17.5	19.6	1258	76	162	233	17.1	34.9	1.50	17.8
	903	6.8	7.44	20.8	24.3	1576	95	209	259	19.1	43.3	1.82	21.6
	904	8.3	7.63	23.7	28.2	1817	112	238	315	23.5	45.5	2.22	21.8
2 Nieuwe Merwede punt NM15	905	6.7	2.97	11.0	12.2	487	53	228	83	7.0	22.7	1.10	14.0
	906	9.3	7.16	27.0	32.3	1209	202	564	285	20.7	54.4	4.97	27.7
	907	6.9	4.34	17.1	19.3	642	87	279	119	9.1	35.0	1.80	17.6
	908	7.9	6.26	23.6	27.5	800	109	317	178	13.6	45.2	1.78	21.7
	909	9.2	7.64	29.0	34.9	937	127	332	195	13.7	49.7	2.21	24.2
	910	12.5	14.07	36.6	49.8	1644	269	857	346	36.5	77.0	4.64	33.5
	911	10.9	10.78	35.9	45.8	1526	290	797	395	26.9	76.5	7.36	36.5
	912	8.6	11.88	37.5	47.2	1792	349	860	430	31.7	69.1	14.0	84.3
	913	7.8	9.91	30.1	36.6	1283	243	673	304	32.7	67.9	3.74	31.3
	914	9.1	9.36	27.9	34.2	1294	197	496	271	29.9	62.0	4.62	23.3
3 Hollands Diep t.h.v. Willemsstad	915	9.4	2.09	6.2	7.0	235	23	82	54	2.8	15.0	0.35	9.10
	916	9.9	3.34	14.8	17.1	342	37	101	75	4.6	21.8	0.62	13.3
	917	9.4	2.06	8.8	9.9	198	23	66	49	2.3	13.8	0.32	10.1
	918	10.1	3.63	16.7	19.4	439	45	101	85	4.9	24.1	0.63	14.8
	919	9.7	2.55	12.0	13.7	311	32	82	73	4.2	19.4	0.47	12.0
	920	10.1	3.97	16.5	19.2	418	45	103	83	5.2	25.9	0.67	15.0
	921	9.8	3.05	12.8	14.7	310	32	87	72	4.2	20.2	0.56	11.9
	922	9.8	3.89	10.7	12.4	314	32	93	69	3.7	20.1	0.75	15.2
	923	10.1	2.90	12.2	14.0	311	31	83	70	3.5	18.6	0.53	12.0
	924	9.8	3.04	13.5	15.5	354	35	81	74	4.0	18.9	0.52	12.5
4 Hollands Diep t.h.v. Haringvlietbrug	925	9.0	4.03	19.8	22.8	712	93	232	367	10.1	29.6	2.74	18.2
	926	10.7	9.89	65.7	82.7	1256	166	243	275	21.1	63.6	2.65	29.9
	927	10.6	9.91	66.1	83.2	1343	166	274	285	31.2	62.9	2.80	32.7
	928	10.4	9.69	65.8	82.3	1396	167	270	294	22.3	64.2	2.95	32.1
	929	10.3	9.79	63.2	79.1	1399	171	307	301	23.9	65.3	3.22	31.3
	930	10.9	10.16	67.5	85.5	1532	197	360	315	28.3	67.5	3.58	32.8
	931	11.3	10.76	66.1	84.8	1591	219	482	369	34.3	70.3	4.81	36.1
	932	11.0	10.47	68.1	86.7	1523	216	441	358	32.0	70.7	4.38	35.1
	933	10.6	13.10	58.0	76.0	1704	290	742	653	37.6	76.8	10.4	61.2
	934	10.6	12.28	55.5	72.0	1745	252	713	563	28.8	77.4	12.3	65.8

Lokatie	Nr. IB/NL BA	CaCO ₃	Org.st.	<16µm (1)	<16µm (2)	Zn	Cu	Cr	Pb	Cd	Ni	Hg	As
		%	%	%	%	ug/g							
5 Haringvliet t.h.v. Middelharnis	935	11.6	5.44	33.0	39.8	950	98	261	213	13.9	41.1	2.64	29.7
	936	10.7	8.03	46.6	57.3	1253	132	355	314	20.3	50.7	4.07	30.4
	937	9.2	3.86	22.2	25.5	674	71	198	181	11.4	31.9	2.22	21.2
	938	8.7	3.26	18.9	21.5	613	65	161	131	8.7	24.6	1.61	20.5
	939	10.8	7.03	40.9	49.8	1256	156	385	312	20.8	49.5	4.29	31.6
	940	10.7	7.63	43.6	53.4	1213	144	359	290	18.8	49.8	3.95	29.6
	941	10.8	7.43	42.6	52.1	1214	139	338	299	18.9	47.2	4.02	32.0
	942	9.6	8.45	43.8	53.4	1131	132	361	410	18.6	46.8	3.80	27.3
	943	10.9	9.55	52.0	65.4	1107	218	449	369	22.7	61.1	5.28	34.5
	944	10.1	10.12	53.4	66.9	1515	153	381	339	22.4	59.1	4.09	30.3
6 Haringvliet nabij Haringvlietsluizen	945	7.2	3.09	20.8	23.2	429	47	135	110	7.1	24.0	1.28	11.5
	946	7.4	2.48	15.1	16.8	486	48	127	83	5.3	23.2	1.01	12.0
	947	7.5	2.54	15.7	17.5	410	42	137	101	5.9	21.1	1.20	11.4
	948	6.5	1.73	9.4	10.2	261	25	78	55	3.5	14.0	0.69	7.39
	949	6.5	2.72	15.5	17.1	431	39	117	131	4.7	19.7	0.78	9.75
	950	8.2	3.49	21.3	24.1	570	60	182	132	7.5	27.2	1.74	15.1
	951	8.9	4.15	23.5	27.0	729	72	204	160	9.1	33.0	2.01	18.3
	952	8.6	3.46	20.7	23.5	565	58	156	135	8.2	26.7	1.62	15.9
	953	10.6	5.78	33.6	40.2	946	95	244	200	12.4	42.8	2.33	20.6
	954	9.4	5.43	30.2	35.5	845	82	234	192	11.1	38.7	2.52	20.3
7 Volkerak (punt Z1)	955	11.3	7.29	42.6	52.3	336	44	141	96	2.0	30.8	1.75	28.0
	956	12.2	7.62	46.2	57.6	373	48	149	106	2.3	34.6	1.68	29.3
	957	12.1	9.28	54.6	69.4	471	62	159	134	2.7	39.3	1.86	35.5
	958	12.3	9.49	55.9	71.5	510	68	195	150	3.0	40.7	2.05	36.8
	959	11.9	7.53	44.5	55.2	376	50	139	111	2.1	33.8	1.42	30.5
	960	12.0	8.28	48.0	60.2	412	55	168	125	2.3	36.6	1.66	33.0
	961	11.9	7.41	43.4	53.8	358	46	135	116	2.1	32.3	1.42	30.3
	962	12.3	8.37	50.0	63.0	410	52	156	126	2.2	36.1	1.66	33.6
	963	12.2	7.23	45.4	56.3	400	52	155	123	2.7	35.1	1.62	32.6
	964	12.2	7.01	42.7	52.9	379	48	157	119	2.3	34.2	1.54	31.7
8 Volkerak t.h.v. mondig Dintel	965	8.8	2.35	7.7	8.7	71	9	64	17	0.2	8.2	0.12	8.01
	966	9.2	2.11	11.9	13.4	107	15	63	27	0.3	11.4	0.22	9.62
	967	10.6	3.53	20.1	23.4	181	24	83	38	0.6	19.4	0.42	14.3
	968	11.7	6.21	31.6	38.5	263	36	104	64	1.4	27.1	0.61	20.2
	969	11.1	8.80	43.6	54.4	427	55	144	97	2.4	37.9	1.00	26.3
	970	11.7	8.30	41.0	51.3	350	46	125	82	2.0	36.3	0.76	24.7
	971	11.6	8.12	41.7	51.9	338	46	117	79	1.9	34.5	0.77	25.3
	972	11.8	9.41	50.7	64.3	422	56	130	106	2.8	40.2	1.09	30.6
	973	11.1	9.65	45.7	57.7	422	58	132	84	2.1	38.9	0.86	27.7
	974	11.7	9.01	46.2	58.3	418	57	142	88	2.2	38.4	0.92	27.9

Lokatie	Nr. IB/WL GA	CaCO ₃	Org.st.	<16µm (1)	<16µm (2)	Zn	Cu	Cr	Pb	Cd	Ni	Hg	As
		%	%	%	%								
9 Volkerak t.h.v. monding Ronsendaalse Vliet	975	12.1	4.72	29.9	35.9	206	26	89	64	0.7	21.1	0.31	22.2
	976	8.8	3.08	14.7	16.7	127	14	77	27	0.5	13.1	0.20	12.3
	977	9.6	3.74	18.3	21.1	133	17	77	32	0.6	15.7	0.23	13.5
	978	9.5	3.02	15.4	17.6	126	17	79	27	0.5	15.1	0.20	13.0
	979	11.3	6.22	30.1	36.5	191	26	92	61	1.3	24.8	0.43	23.8
	980	11.7	5.51	29.3	35.4	180	24	95	56	1.2	23.2	0.42	29.8
	981	12.5	8.06	38.6	48.6	227	31	108	72	1.5	28.6	0.56	27.9
	982	11.6	5.74	28.7	34.7	175	23	98	54	1.3	21.0	0.41	21.3
	983	12.2	6.89	34.6	42.8	204	27	106	63	1.3	25.6	0.51	27.0
	984	13.1	7.84	38.5	48.7	226	29	115	70	1.5	28.3	0.57	25.5
10 Oosterschelde t.h.v. Stavenisse	985	9.8	2.28	16.5	18.8	92	10	68	26	0.4	10.7	0.23	9.60
	986	11.4	1.92	14.7	17.0	61	8	54	20	0.3	9.5	0.15	13.0
	987	10.1	2.35	16.3	18.6	76	10	58	21	0.3	11.7	0.17	11.2
	988	16.4	5.92	37.9	48.8	162	23	98	52	0.9	23.5	0.39	23.0
	989	16.6	5.70	38.6	49.7	158	21	98	51	0.9	22.8	0.40	18.9
	990	17.6	6.34	41.8	55.0	175	22	99	56	1.0	24.5	0.42	23.2
	991	16.0	5.60	37.2	47.4	158	20	100	52	1.0	22.4	0.39	19.3
	992	14.2	4.85	30.4	37.6	140	18	89	45	0.9	20.5	0.33	18.0
	993	15.0	5.68	30.1	37.9	153	20	92	49	0.9	21.1	0.35	17.9
	994	15.1	5.04	31.3	39.2	146	20	91	46	0.9	20.1	0.34	19.7
11 Oosterschelde t.h.v. de Kreekraksluizen	995	8.4	4.35	15.7	18.0	64	13	53	18	0.4	12.2	0.11	15.1
	996	10.4	6.49	25.7	30.9	99	17	77	29	0.6	19.0	0.19	18.6
	997	9.7	5.30	20.8	24.5	78	14	67	23	0.5	15.3	0.14	15.8
	998	8.9	4.95	20.5	23.8	79	14	71	22	0.6	15.0	0.13	22.2
	999	10.3	5.67	25.6	30.5	98	22	81	27	0.6	20.6	0.15	22.8
	1000	10.6	7.09	25.1	30.5	89	16	79	27	0.7	19.2	0.14	19.1
	1001	10.6	8.33	33.7	41.6	115	20	88	37	0.8	23.6	0.24	23.1
	1002	12.0	10.47	42.3	54.6	137	22	97	45	0.9	27.7	0.26	24.8
	1003	11.0	11.83	39.0	50.5	140	30	95	46	0.8	28.5	0.25	26.6
	1004	11.2	10.73	43.5	55.7	148	33	95	47	0.9	29.7	0.26	37.9
12 Oosterschelde t.h.v. Colijnsplaat	885	16.5	5.48	38.7	49.6	129	17	100	48	0.6	22.0	0.31	19.9
	886	18.0	4.16	32.2	41.4	114	16	90	46	0.6	18.5	0.29	27.0
	887	20.6	6.92	51.7	71.3	176	23	117	69	0.7	26.0	0.50	33.5
	888	16.5	3.70	30.3	38.0	104	14	89	39	0.5	17.4	0.25	22.4
	889	18.3	3.74	28.9	37.1	112	15	87	39	0.6	16.8	0.28	20.2
	890	21.8	3.78	45.1	60.6	149	22	107	60	0.8	24.5	0.46	30.9
	891	20.0	6.13	34.2	46.3	119	16	100	49	0.7	20.4	0.38	23.7
	892	19.7	4.92	34.1	45.2	114	15	94	43	0.7	20.1	0.36	23.2
	893	19.4	5.86	43.1	57.7	158	22	105	61	0.7	23.1	0.47	22.6
	894	20.3	4.71	39.5	52.7	137	19	92	52	0.8	21.1	0.39	27.2

(1) % <16 micron (bepaald)

(2) % <16 micron (berekend op koolzure kalkvrije minerale bestanddelen).