

WL
WL (1986)

waterloopkundig laboratorium
delft hydraulics laboratory

contaminanten in sedimenten
van de Westerschelde

verslag onderzoek

februari 1986

T 62



contaminanten in sedimenten
van de Westerschelde

verslag onderzoek

februari 1986

T 62

RIJKSWATERSTAAT

Dienst Binnenwateren RIZA
Maerlant 4-6
8224 AC
Postbus 17
8200 AA Lelystad

CONTAMINANTEN IN SEDIMENTEN VAN DE WESTERSCHELDE

INHOUD

1	Inleiding.....	2
1.1	Opdracht.....	2
1.2	Doel van het onderzoek.....	2
1.3	Samenvatting.....	3
2	Opzet van het onderzoek.....	4
2.1	Keuze monsterlokaties.....	4
2.2	Keuze te analyseren parameters.....	5
3	Uitvoering van het onderzoek.....	5
3.1	Monstername.....	5
3.2	Analysemethoden.....	6
3.2.1	Eigenschappen ter karakterisering sediment.....	6
3.2.2	Nutrienten.....	7
3.2.3	Metalen.....	7
3.2.4	Organochloorpesticiden, PCB's en PAK's.....	8
3.2.5	Afscheiding fractie < 63 um.....	9
3.3	Verwerking van de resultaten: correctie voor korrelgrootte-effecten.....	9
3.3.1	Nutrienten en metalen.....	9
3.3.2	Organische microverontreinigingen.....	10
4	Resultaten van het nutrienten- en metalenonderzoek.....	10
4.1	Gehalten in het totale monster: < 16 um methode.....	10
4.1.1	Verband nutrienten en metaalgehalten met het % < 16 um.....	10
4.1.2	Vergelijking van de gehalten bij 50% < 16 um op de verschillende lokaties.....	15
4.1.3	Vergelijking van de resultaten van het onderzoek in 1974 1979 en 1984.....	17
4.2	Gehalten in de fractie < 63 um: < 63 um methode.....	18
4.3	Vergelijking van de < 16 en < 63 um methode.....	18
5	Resultaten onderzoek organochloorpesticiden, PCB's en PAK's.....	22
5.1	Gehalten in het totale monster.....	22
5.1.1	Organochloorpesticiden.....	22
5.1.2	Polychloorbiphenylen.....	25
5.1.3	Polycyclische aromatische koolwaterstoffen.....	27
5.1.4	Verband tussen gehalten aan organische microverontreinigingen en verhouding rivier-:zeeslib.....	30
5.2	Gehalten in de fractie < 63 um.....	31
5.3	Vergelijking van de gehalten in het totale monster met die in de fractie < 63 um.....	31
6	Conclusies en aanbevelingen.....	35
7	Referenties.....	36

CONTAMINANTEN IN SEDIMENTEN VAN DE WESTERSCHELDE

1 Inleiding

1.1 Opdracht

In 1974 en 1979 zijn in opdracht van het Rijksinstituut voor Zuivering van Afvalwater (RIZA) door het Waterloopkundig Laboratorium (WL) in samenwerking met het Instituut voor Bodemvruchtbaarheid (IB) onderzoeken uitgevoerd naar de metaalsamenstelling van het afgezette sediment in de Schelde en Westerschelde. In 1979 is tevens onderzoek gedaan naar het gedrag van de metalen in het estuarium d.m.v. de bepaling van de opgeloste gehalten en die gebonden aan de zwevende stof.

Per brief, kenmerk v.d.k/9466, is in oktober 1983 door het RIZA aan het WL gevraagd een voorstel te maken voor een hernieuwd onderzoek in 1984 naar het voorkomen en gedrag van metalen in het Scheldeestuarium. Tevens werd gevraagd organische microverontreinigingen in het onderzoek op te nemen. Op 17 oktober 1983 werd te Lelystad over het onderzoek overleg gevoerd tussen ir. C. Venema van het RIZA en dr. W. Salomons van het WL. Naar aanleiding daarvan werd op 9 november 1983 door het WL schriftelijk een onderzoekvoorstel aan het RIZA aangeboden (kenmerk brief V9714/LV1875/Sal/gve).

Na telefonisch en schriftelijk gevoerd overleg in juli en augustus 1984 werd op 19 september 1984 door het WL aan het RIZA een aangepast onderzoekvoorstel toegezonden (kenmerk brief V9811/LV1875/Sal/jw). In aansluiting daarop werd op 2 oktober 1984 door het RIZA per brief, kenmerk JS/12533, opdracht gegeven het onderzoek conform bovengenoemd voorstel uit te voeren.

Het onderzoek stond onder leiding van dr. W. Salomons van de vestiging Haren van het WL. Het verslag werd samengesteld door ir. H.N. Kerdijk.

1.2 Doel van het onderzoek

Via de Schelde en haar zijrivieren wordt relatief sterk met metalen belast slib naar de Westerschelde aangevoerd (ref. 1 en 2). In het Scheldeestuarium vindt menging plaats van dit slib met minder met metalen belast slib dat vanuit de Noordzee naar binnen wordt getransporteerd. Als gevolg hiervan nemen de gehalten aan metalen in het sediment af in zeewaartse richting. Doel van het onderzoek was de mogelijke veranderingen in metaalsamenstelling van het sediment, die met name worden veroorzaakt door veranderingen in samenstelling van het door de rivier aangevoerde slib, t.o.v. de situatie in 1979 vast te stellen.

Naast de zware metalen zijn de laatste jaren de organische microverontreinigingen (OMIVE) sterk in de belangstelling komen te staan. Een goed inzicht in de belasting van het sediment in het Scheldeestuarium met OMIVE's ontbrak. Dit onderzoek voorziet in deze leemte.

Bij de onderzoeken naar de belasting van sediment met metalen wordt bij de presentatie van de gehalten gebruik gemaakt van de correlatie tussen de metaalgehalten en het percentage aan deeltjes < 16 μ m. Om de gehalten

op verschillende lokaties met elkaar te vergelijken worden de gehalten opgegeven bij eenzelfde $\% < 16 \text{ um}$, i.c. 50%. Deze methode heeft als nadeel dat per lokatie meerdere monsters in het onderzoek moeten worden opgenomen. In internationaal verband (Joint Monitoring Group) wordt een standaardisatie nagestreefd, waarbij de gehalten worden bepaald in de afgescheiden fractie $< 63 \text{ um}$. Momenteel is het nog niet mogelijk beide methoden met elkaar te vergelijken. Wat betreft de OMIVE's worden ter onderlinge vergelijking van de gehalten, de gehalten gedeeld door het organisch koolstofgehalte. Wellicht is ook voor deze groep van verontreinigingen een standaardisatie volgens de $< 63 \text{ um}$ methode zinvol. In het kader van dit onderzoek is een oriënterend onderzoek opgenomen om inzicht te verkrijgen in:

- Variatie in de gehalten aan microverontreinigingen in de fractie $< 63 \text{ um}$ binnen een lokatie, en
- Samenhang tussen de resultaten na correctie van de metaalgehalten voor verschillen in $< 16 \text{ um}$ en de correctie van OMIVE's voor verschillen in organisch C en de resultaten na afscheiding van de fractie $< 63 \text{ um}$ voor het Scheldeestuarium.

1.3 Samenvatting

Na bemonstering en analyse van het afgezet slib in het Scheldeestuarium op zware metalen in 1974 en 1979, is in 1984/85 een inventarisatie gehouden naar de belasting van het sediment met zware metalen en organische microverontreinigingen (AMIVE en OMIVE). In totaal zijn een 8-tal lokaties tussen Krankeloonpolder en de Vlaamse Banken bemonsterd. De concentraties nemen af in zeewaartse richting, hetgeen de toename in het aandeel relatief onbelast zeeslib in het totale sediment weerspiegelt. T.h.v. Saaftinge wijken de gehalten af t.o.v. die op de overige lokaties: waarschijnlijk is hier minder recent afgezet materiaal bemonsterd. Er zijn aanwijzingen dat in puur rivierslib de gehalten aan Cu, Cr en Ni tussen 1979 en 1984 zijn toegenomen, en die aan Hg en As zijn afgenomen. In zeeslib zijn de concentraties aan Zn, Pb, As en met name Hg lager dan vroeger. Voor OMIVE betrof het de eerste uitgebreide inventarisatie, zodat hieromtrent geen uitspraak kan worden gedaan.

Gewoonlijk worden, om de gehalten op verschillende lokaties met elkaar te vergelijken, deze opgegeven bij $50 \% < 16 \text{ um}$. Aldus weergegeven nemen de gehalten in zeewaartse richting relatief sterker af dan wanneer de gehalten worden gecorrigeerd voor organisch koolstof (ORGC) zoals voor OMIVE gebruikelijk is. Dit wordt veroorzaakt door de afname van het ORGC-gehalte bij $50 \% < 16 \text{ um}$ in zeewaartse richting. Zo verschillen de gehalten aan PAK's in sediment nabij Paal en de Vlaamse Banken, gecorrigeerd voor verschillen in $\% < 16 \text{ um}$, een factor 2.5 tot 5, gecorrigeerd voor ORGC verschillen dezelfde gehalten slechts een factor 1.3 tot 2.

Op basis van metingen van de stabiele isotopen is in de monsters de herkomst van het sediment bepaald (rivier of zee). De resultaten hiervan alsmede de afwezigheid van een goede referentiewaarde voor rivierslib en het ontbreken van gegevens van de gehalten aan microverontreinigingen in puur rivierslib, heeft geen duidelijkheid opgeleverd ten aanzien van het gedrag van de microverontreinigingen in het estuarium.

Onder andere vanwege een internationaal na te streven standaardisatie van bemonstering en analyse van sedimenten, zijn van monsters van een

drietal lokaties de fracties < 63 um afgescheiden en eveneens geanalyseerd. Wanneer de gehalten in deze fractie worden vergeleken met de gehalten bij 50 % < 16 um ontstaat voor de verschillende lokaties en tussen stoffen onderling geen gemakkelijk interpreteerbaar beeld. Worden zowel de gehalten in het totale monster en die in de fractie < 63 um gedeeld door het ORGC-gehalte dan zijn de resultaten beter met elkaar vergelijkbaar.

2 Opzet van het onderzoek

2.1 Keuze monsterlokaties

In 1979 zijn op een 16-tal lokaties monsters van het afgezette sediment genomen (ref. 2). Daarvan lagen een 6-tal op Belgisch gebied. Voor dit onderzoek werd het niet nodig geacht dit gebied dermate uitvoerig te bemonsteren. Alleen t.h.v. de Krankeloonpolder zijn monsters verzameld (figuur 1). De alhier aanwezige gehalten aan contaminanten geven een indruk van de belasting van het sediment dat op de Belgisch-Nederlandse grens aanwezig is. De 10 overige in 1979 bemonsterde lokaties bevonden zich in de Westerschelde tussen de grens en Breskens. Vanwege het ontbreken van grote gradienten in de metaalgehalten in de Westerschelde is het aantal monsterlokaties hier beperkt tot 6. Verder zijn monsters verzameld op de Vlaamse Banken. Het aldaar aanwezige sediment wordt karakteristiek geacht voor het sediment dat het estuarium naar binnen wordt getransporteerd.

T.b.v. het metalenonderzoek werden en zijn zoveel mogelijk slibrijke afzettingen bemonsterd. Deze afzettingen zijn met name in havens aanwezig. T.b.v. het onderzoek op OMIVE's zijn de havens vermeden, omdat aldaar een plaatselijke beïnvloeding van het sediment met organische micro's niet kon worden uitgesloten.

Rekening houdend met voorgaande onderzoeken, het JMG-onderzoek, de advisering inzake baggerwerken en bovenstaande zijn t.b.v. de analyse op metalen de volgende lokaties bemonsterd (figuur 1):

- 1 T.h.v. Krankeloonpolder
- 2 Verdrongen land van Saaftinge
- 3 Paal
- 4A haven Perkpolder
- 5A haven Hansweert
- 6 haven Terneuzen
- 7A haven Vlissingen-Oost
- 8 Vlaamse Banken

De monsters van de lokaties 1, 2, 3, 6 en 8 zijn tevens onderzocht op OMIVE's. Verder zijn voor dit onderzoek gekozen:

- 4B Bath
- 5B Kapellebank
- 7B Hoofdplaat

T.b.v. de vergelijking van de < 16 um respectievelijk organisch C correctiemethode en de < 63 um methode (zie paragraaf 1.2) is op de lokaties 1, 2 en 6 extra materiaal bemonsterd, waarin de fractie < 63 um is afgescheiden.

2.2 Keuze te analyseren parameters

Wat betreft de anorganische componenten zijn de monsters geanalyseerd op stikstof, fosfor, arseen, cadmium, chroom, koper, kwik, nikkel, lood, zink, ijzer en mangaan. M.u.v. stikstof zijn deze elementen in 1979 ook onderzocht. Ook in andere Nederlandse sedimenten worden overwegend de gehalten aan genoemde 8 zware metalen bepaald. Ter karakterisering zijn de monsters onderzocht op % < 16 μm , CaCO_3 en organische stof.

Van de organische micro's worden in Nederlandse sedimenten meestal een 14-tal organochloorpesticiden, een 6-tal polychloorbiphenylen en een 6-tal polycyclische aromaten gemeten. In dit onderzoek zijn opgenomen:

- de 6 meest voorkomende en/of belangrijkste organochloorpesticiden t.w. lindaan (c-HCH), HCB, aldrin, dieldrin, endrin en DDD.
- 6 afzonderlijke PCB-componenten met de IUPAC-nummers: 28, 52, 101, 138, 153 en 180
- 4 afzonderlijke PAK's: fluorantheen, benzo(a)pyreen, benzo(ghi)peryleen en indeno(1,2,3-c,d)pyreen en de som van de twee PAK's benzo(b)- en benzo(k)fluorantheen.

Zoals reeds in paragraaf 1.1 is gezegd worden de gehalten aan microverontreinigingen in sediment uit het Scheldeestuarium voor een groot deel bepaald door de vermenging van rivier- en zeeslib. In een geselecteerd aantal monsters is onderzoek uitgevoerd naar de stabiele isotopen voor de bepaling van de herkomst van het sediment.

3 Uitvoering van het onderzoek

3.1 Monstername

In tabel 1 en figuur 1 zijn de posities van de bemonsterde lokaties weergegeven. De lokaties 2, 3 en 7B zijn vanaf de wal bemonsterd op 12 september 1984. M.b.v. een plastic lepel is het bovenste laagje sediment van 5 cm verzameld. Lokatie 8 is begin oktober 1984 bemonsterd vanaf de "Holland" door medewerkers van de directie Noordzee van RWS. Monsters van de overige lokaties zijn verzameld tussen 24 en 28 september 1984 vanaf het schip de "Wijtvliet". De monstername in open water vond plaats m.b.v. een grijper volgens "van Veen". Steeds is de bovenste laag van 5 cm verzameld. Op elke lokatie zijn een 15-tal monsters genomen. Getracht is monsters te verzamelen met een zo groot mogelijke spreiding in korrelgrootte om met voldoende betrouwbaarheid de metaalgehalten bij 50% < 16 μm te kunnen berekenen (zie paragraaf 3.3) c.q. om de relatie tussen de gehalten aan OMIVE en organisch C te kunnen vaststellen.

De monsters zijn in plastic potten naar het laboratorium gebracht. Aldaar is in alle monsters het % < 16 μm bepaald. Op basis van het % < 16 μm zijn per lokatie van de 15 monsters 9 uitgezocht voor analyse op zware metalen en nutriënten en respectievelijk 6 voor analyse op OMIVE. Van de lokaties 1, 2 en 6 zijn van deze 9 monsters weer 7 geselecteerd, waarin na afscheiding van de fractie < 63 μm eveneens de gehalten aan AMIVE en OMIVE zijn gemeten.

Van een deel van de 9 resp. 6 monsters per lokatie zijn een drietal mengmonsters gemaakt. Deze monsters zijn naar het Natuurkundig laborato-

rium van de RUG gebracht. In deze monsters is de $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ -verhouding van de kalk in het sediment bepaald, welke verhouding een maat is voor de verhouding rivier-:zeeslib.

nr.	omschrijving lokatie	coördinaten		analyses	
		NB(° ' '')	OL(° ' '')	AMIVE	OMIVE
1	T.h.v. Krankeloonpolder	51 15 02	4 12 48	+	+
2	Saaftinge tussen N en Z schaepskooi	van 51 22 15	4 12 48	+	+
		tot 51 22 09	4 12 24		
3	Paal, oostelijk van jachthaven	51 21 10	4 06 15	+	+
4A	Parkpolder, veerhaven	51 24 00	4 01 15	+	
4B	T.h.v. Bath	51 23 45	4 13 25		+
5A	Hansweert, buitenhaven	51 26 32	4 00 50	+	
	en toegang tot sluis	51 26 37	4 00 35	+	
5B	Kapellebank	51 27 23	3 58 00		+
6	Terneuzen, pas van Terneuzen en de Westbuitenhaven	51 20 15	3 48 45	+	+
7A	Haven Vlissingen Oost, Quarleshaven	51 27 54	3 42 09	+	
	Cittershaven	51 27 08	3 42 32	+	
	en Sloehaven	51 27 20	3 40 40	+	
7B	Hoofdplaat	van 51 22 57	3 37 07		+
		tot 51 23 15	3 36 05		
8	Vlaamse Banken	van 51 23 30	3 18 30	+	+
		tot 51 20 28	3 08 48		

Tabel 1 Posities monsterlokaties

3.2 Analysemethoden

3.2.1 Eigenschappen ter karakterisering sediment

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

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 massapipetmethode met inachtneming van de bezinktijd de fractie $< 16 \text{ } \mu\text{m}$ bepaald.

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 HCl . Aangezien het CO_2 -gehalte lager uitvalt door verliezen, die o.a. ontstaan door de oplosbaarheid van CO_2 in HCl , is het nodig de bepaling te vergelijken met standaarden van zuiver CaCO_3 .

Organische stof

Door koken van het monster 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 o-phenantroline als indicator.

3.2.2 Nutrienten

Totaal N

De stikstofverbindingen worden door verhitting met geconcentreerd zwavelzuur omgezet in de ammoniumvorm. Door toevoeging van salicylzuur worden nitraten en nitrieten omgezet in nitroverbindingen, welke weer met natriumthiosulfaat gereduceerd worden tot de ammoniumvorm. De ammoniumvorm geeft met natriumsalicylaat en hypochloriet, in een sterk basisch milieu (pH=13), een groen gekleurd complex, waarvan de intensiteit bij een golflengte van 660 nm wordt gemeten.

Totaal P

Het monster wordt gedestruueerd met een mengsel van geconcentreerd zwavelzuur, salpeterzuur en perchloorzuur. In het destruaat wordt fosfor spectrofotometrisch (882 nm) gemeten volgens de methode van Murphy en Riley. De methode berust op het principe dat orthofosfaat met molybdaat in zuur milieu een complex vormt, dat door ascorbinezuur in aanwezigheid van Sb wordt gereduceerd tot een blauw-violetten verbinding.

3.2.3 Metalen

As, Cr, Cu, Ni, Zn, Fe en Mn

Het monster wordt ontsloten door destructie met geconcentreerd H_2SO_4 , HNO_3 en $HClO_4$. Het destruaat wordt met water opgekookt, om de gevormde nitrosylverbindingen te verdrijven en eventueel gevormde pyrosulfaten te hydrolyseren. Zink, koper, chroom en ijzer worden in de extracten met vlam-AAS bepaald (analyselijnen resp. 213.6; 325.0; 359.6 en 248.3 nm). Nikkel wordt gecomplexeerd met NaDDC (pH 7) en geextraheerd met MIBK. Nikkel wordt met vlam-AAS in het MIBK-extract bepaald (analyselijne 232.0 nm). Mangaan wordt eveneens met vlam-AAS gemeten (analyselijne 279.5 nm). Allereerst wordt echter de storende invloed van fosfaat geelimineerd door aan de te meten vloeistof lanthaannitrat toe te voegen. T.b.v. de analyse op arseen wordt het destruaat gedurende een half uur op een waterbad geplaatst na toevoeging van een HCl/KI /ascorbinezuur mengsel. Na afkoeling wordt door toevoeging van $NaBH_4$ arseenhydride gevormd, wordt het As m.b.v. het MHS-1 systeem in een kwartsuuet geatomiseerd en met AAS gemeten bij 193.7 nm.

Cd en Pb

Lood en cadmium worden vrijgemaakt door destructie met geconcentreerd HNO_3 op een waterbad. Het destruaat wordt vervolgens opgenomen in HCl . Cd en Pb worden gecomplexeerd met Na-DDC (pH 7) en geextraheerd met MIBK. Het meegeextraheerde ijzercomplex wordt verwijderd door een extractie met acetylaceton-chloroform. Pb en Cd worden met vlam-AAS in het MIBK-extract bepaald (analyselijnen resp. 283.3 en 228.8 nm).

Hg

Kwik wordt door een krachtige oxidatie van het monster met verzadigd kaliumpersulfaat in sterk zuur milieu in ionogene vorm gebracht. Na reductie tot metallisch Hg met $SnCl_2$ wordt Hg in een kwartsuuet geatomiseerd volgens de MHS-20 amalgaammethode en gemeten met AAS (analyselijn 253.6 nm).

3.2.4 Organochloorpesticiden, PCB's en PAK's

Voor wat betreft de organische microverontreinigingen zal een meer uitvoerige beschrijving van de analysemethode worden gegeven dan voor de metalen is geschied.

Principe

Het sedimentmonster wordt nat geextraheerd met aceton en hexaan in een zogenaamde warme soxhletextractor. Het extract wordt vervolgens ontzwaamd en ingedampt. Dan vindt een scheiding plaats over silicagel, waarbij twee fracties worden opgevangen. De eerste bevat HCB, aldrin en de PCB's, de tweede de overige contaminanten inclusief de PAK's. De gechlooreerde verbindingen worden volgens de externe standaardmethode met capillaire gaschromatografie en elektroneninvangstdetector geanalyseerd. Voor de analyse van PAK's wordt een massaspectrometer als detector gebruikt.

Apparatuur

De gaschromatograaf is van Carlo Erba en is uitgerust met could-on-column injector, elektroneninvangstdetector en een HP 3390 integrator. Voor de scheiding wordt gebruik gemaakt van een SE 52 0.32 mm i.d., 25 m lange capillaire kolom. De GCMS-combinatie is een Shimadzu QP-1000, waarin een could-on-column injector is ingebouwd.

Monstervoorbewerking

Afhankelijk van het droge stofgehalte en te verwachten concentraties wordt 1 tot 40 gram monster ingewogen in een glazen extractietrechter. Bij elke serie wordt één standaardmonster meegenomen. Dit monster is een mengmonster van sediment uit verschillende Rotterdamse havens. De extractietrechter wordt in een huls geplaatst op een 250 ml platbodemkolf, waarin zich enige glasparels bevinden. Met een 0.5 ml spuit wordt 100 ng OCH toegevoegd. Er wordt 40 ml aceton opgeschonken, er wordt een koeler op geplaatst en vervolgens wordt 4 uur gerefluxed m.b.v. isomantels. Hierna wordt 5 ml ontzwaamingsreagens toegevoegd en 1 uur gerefluxed. Na toevoeging van 40 ml hexaan wordt nog eens 4 uur gerefluxed. Na afkoeling wordt het extract overgespoeld in een scheitrechter met 2 keer 5 ml hexaan. Daarin wordt het extract gewassen met 80 ml van een 25%-ige natriumchloride oplossing. Na indamping wordt het extract over een kolom geleid waarin watten, 2 g aluminiumoxide en 10 g natriumsulfaat zijn ingebracht. Het extract wordt opgevangen in een 150 ml puntkolf. De kolom wordt nagespoeld met 15 ml 10%-ig diethylether in pentaan. Daarna wordt ingedampt op een waterbad tot 1 a 2 ml. Er wordt zoveel isooctaan toegevoegd dat het extract totaal 1.2 ml bevat. M.b.v. stikstof wordt ingedampt tot 1 ml.

Hierna vindt de scheiding van de te analyseren verbindingen plaats. Daartoe wordt een 0.8 cm i.d. kolom gebruikt, welke is gevuld met 4 g silicagel en 2 g natriumsulfaat. Het extract wordt met 1 ml isooctaan en zo weinig mogelijk hexaan in de kolom gespoeld en geelueerd tot 10 ml hexaan is opgevangen in een 25 ml puntkolfje (fractie 1). Vervolgens wordt geelueerd met 25 ml 10%-ig diethylether in pentaan (fractie 2). Deze fractie wordt opgevangen in een 150 ml puntkolf, waaraan 1 ml isooctaan wordt toegevoegd. De fracties worden ingedampt op een waterbad.

Analyse gechloreerde verbindingen

Van fractie 1 resp. 2 wordt 1 µl geïnjecteerd in de Carlo Erba GC. Voor de scheiding wordt een SE52 fused silica capillaire kolom gebruikt. M.b.v. een standaardmengsel wordt in de HP3390 een calibratietabel gemaakt. M.b.v. een vermenigvuldigingsfactor (welke afhankelijk is van droge stofgehalte, ingewogen hoeveelheid monster en volume) kan de uitkomst van de integrator direct in µg/kg verkregen worden.

Analyse polycyclische aromaten

Voor de analyse met de GCMS wordt indeno(1,2,3-cd)fluorantheen toegevoegd. M.b.v. deze interne standaard worden de concentraties berekend. De scheiding in het GC-gedeelte vindt plaats op een 25 m * 0.32 mm i.d. crosslinked 5%-phenylmethylsilicone capillaire kolom. Per dag wordt 1 keer een standaardmengsel geïnjecteerd, en worden 2 tot 3 keer d.m.v. standaardadditie de relatieve responsfactoren bepaald.

3.2.5 Afscheiding fractie < 63 µm

Na mengen wordt het natte monster op een zeef van kunstofgaas (Nytrel TI, 63 µm) gebracht. M.b.v. een penseel en zo weinig mogelijk demi-water wordt het monster gezeefd. De fractie < 63 µm wordt d.m.v. centrifugeren afgescheiden en verzameld. Aan monsters van zoetwaterlokaties, i.c. Krankeloonpolder, is voor centrifugering een weinig NaCl-oplossing toegevoegd.

3.3 Verwerking van de resultaten: correctie voor korrelgrootte-effecten

3.3.1 Nutrienten en metalen

De nutrient- en metaalgehalten van sedimenten en zwevend slib worden in sterke mate bepaald door de deeltjesgrootteopbouw. Teneinde trends in de vervuiling aan te kunnen geven en/of gebieden qua belasting met elkaar te vergelijken is het noodzakelijk hiervoor te corrigeren. Een groot aantal methoden worden gebruikt voor deze correctie. In het verleden is bij het sedimentonderzoek gebruik gemaakt van de lineaire correlatie tussen metaalgehalten en het % < 16 µm in sedimentmonsters van een lokatie. Hierbij worden op een lokatie een 10-15 monsters genomen die alle worden geanalyseerd op metalen en het % aan deeltjes kleiner dan 16 µm. Het % aan deeltjes < 16 µm is voor de Nederlandse sedimenten een vrij goede maat voor de korrelgrootteverdeling, aangezien de verschillende componenten in het sediment nauw correleren met het % < 16 µm. Daartoe wordt overigens het % < 16 µm van de koolzure kalkvrije minerale bestanddelen van het sediment genomen. In formule:

$$\% < 16 \text{ µm gecorrigeerd} = \frac{100 * (\% < 16 \text{ µm gemeten})}{100 - \% \text{ CaCO}_3 - \% \text{ organische stof}}$$

Als voorbeeld van de toepassing van dergelijke correlaties zijn in de figuren 29 en 30 correlaties voor koper (kleine regionale verschillen) en cadmium (grote regionale verschillen) in de Waddenzee weergegeven (ref 3). Worden alle monsters uit het Waddengebied samengenomen, dan wordt een zeer diffuus beeld gevonden voor koper maar nog in sterkere mate voor cadmium. Per gebied worden echter duidelijke verbanden gevon-

den. Dit valt zeer goed af te lezen uit de veranderende hellingshoek voor cadmium.

Om de gebieden onderling te kunnen vergelijken, danwel trends in de tijd te kunnen waarnemen is het gehalte aan metaal bij 50 % < 16 um gebruikt.

3.3.2 Organische microverontreinigingen

Organische microverontreinigingen zijn in het algemeen goed gecorreleerd met het organisch C gehalte, welk gehalte eveneens sterk afhangt van de deeltjesgrootte van het monster en kan worden berekend uit het organische stofgehalte. In formule:

$$\% \text{ organisch C} = \% \text{ organische stof} / 1.724$$

Om gebieden met elkaar te vergelijken wordt de verhouding berekend tussen de gehalten aan OMIVE en het organisch C gehalte. Daar het organisch C gehalte lineair evenredig is met het % < 16 um is het ook mogelijk de gehalten aan OMIVE op te geven bij 50 % < 16 um. In dit verslag zal van deze mogelijkheid gebruik worden gemaakt om het gedrag van OMIVE in het estuarium te vergelijken met het gedrag van de AMIVE.

4 Resultaten van het nutrient- en metalenonderzoek

4.1 Gehalten in het totale monster: < 16 um methode

4.1.1 Verband nutrient- en metaalgehalten met % < 16 um

De resultaten van de analyses in de afzonderlijke monsters zijn vermeld in tabel 2. Per lokatie en per element is de regressielijn, weergevende het verband tussen het elementgehalte en het % < 16 um, berekend. De resultaten hiervan zijn weergegeven in tabel 3. Aangegeven zijn de afsnijding van de Y-as, de helling van de regressielijn, het gehalte bij 50 % < 16 um en het 95%-betrouwbaarheidsinterval van genoemd gehalte (5% LL en 5% UL). Vanwege de sterk afwijkende gehalten in de monsters met de nummers 3297 (Terneuzen) en 3973 (Vlaamse banken) zijn deze monsters niet meegenomen bij de berekening van de regressielijnen. De analyseresultaten en de regressielijnen zijn ingetekend in de figuren 2 t/m 17.

De spreiding in de gehalten aan < 16 um in de monsters van Krankeloonpolder is vrij gering, de waarden variëren tussen 55 en 68 %. Daardoor moet weinig waarde gehecht worden aan de waarde van de helling en de as-afsnede van de regressielijnen. Daardoor is het ook niet verwonderlijk dat de helling van de regressielijn voor Cr negatief is en de as-afsnede voor As sterk negatief. Echter voor een betrouwbare extrapolatie naar de standaardwaarde bij 50 % < 16 um ligt de range in % < 16 um voldoende dicht bij deze waarde. De correlatiecoëfficiënten van de regressielijnen zijn in het algemeen erg laag. Er zijn geen monsters die duidelijk afwijken van de regressielijn, we hebben te maken met een oogenetisch sediment.

De range in % < 16 um in sediment genomen in het verdrongen land van Saaftinge ligt tussen 12 en 35%. De twee monsters met een % < 16 um van 35% hebben sterk verschillende gehalten. Het ene monster heeft gehalten die relatief iets lager liggen dan die in de overige monsters, voor het

Tabel 2 Resultaten van de analyses op nutriënten en zware metalen in de afzonderlijke monsters. %<16µm = percentage <16µm van de kalkvrije minerale bestanddelen.

GB nr.	<16µm %	Zn	Cu	Cr	Pb	Cd	Ni	Fe %	Mn	Hg ug/g	As	org.st	CaCO3	<16µm %	N	P	ORGC
Lokatie: 1 Krankeloospolder																	
3311	67.5	829	169	245	234	19.6	59.9	5.29	1067	2.14	88.9	10.3	14.3	50.9	0.51	0.544	5.98
3312	59.5	810	163	309	223	18.9	57.9	4.82	1029	1.98	48.6	9.26	13.9	45.7	0.47	0.513	5.37
3314	80.0	831	167	321	220	18.9	60.0	5.05	1083	2.10	54.9	9.69	13.8	46.0	0.48	0.515	5.82
3315	62.8	848	177	295	236	20.9	61.3	5.17	1063	2.10	61.9	10.0	13.8	47.8	0.50	0.551	5.82
3316	66.0	866	186	322	230	21.5	59.9	5.24	1067	2.20	68.4	9.55	13.7	49.9	0.54	0.562	5.54
3318	54.6	789	158	245	213	18.7	55.5	4.84	1069	1.91	48.5	9.02	13.8	42.1	0.44	0.534	5.23
3321	58.3	785	154	307	223	17.8	56.0	4.73	1051	1.93	45.9	9.26	14.1	44.7	0.43	0.487	5.37
3322	56.2	763	156	311	217	17.5	55.2	4.74	1015	1.81	50.0	9.25	14.0	43.1	0.45	0.487	5.37
3323	63.2	794	167	285	225	19.2	56.8	4.93	956	1.88	55.1	9.72	13.8	48.3	0.47	0.534	5.64
Lokatie: 2 Saafdings																	
3230	17.9	183	30	88	48	2.29	16.9	2.04	633	0.51	18.1	2.88	8.7	15.9	0.12	0.116	1.88
3231	28.0	256	39	100	45	3.50	22.2	2.52	848	0.75	30.3	4.38	9.5	22.4	0.17	0.153	2.54
3233	12.4	123	17	59	29	1.72	11.3	1.61	384	0.30	15.1	2.16	8.4	11.1	0.08	0.082	1.25
3236	15.5	154	25	83	42	1.94	14.7	1.86	555	0.47	16.8	2.42	7.6	13.9	0.09	0.110	1.40
3237	21.4	210	33	96	55	3.03	19.6	2.27	695	0.65	20.5	3.78	9.8	18.5	0.15	0.130	2.19
3238	35.1	483	62	184	109	8.40	26.7	3.21	530	1.53	50.7	5.51	11.5	29.1	0.17	0.148	3.20
3239	35.3	356	58	130	85	6.29	32.7	3.14	1090	0.90	36.4	8.94	13.2	27.5	0.33	0.203	5.19
3242	22.4	237	37	96	84	3.52	22.2	2.46	741	0.68	28.4	4.45	10.6	19.0	0.17	0.153	2.58
3243	13.0	149	21	85	38	2.35	13.7	1.82	498	0.35	17.5	2.48	9.2	11.5	0.09	0.101	1.44
Lokatie: 3 Paal																	
3216	34.2	241	42	106	63	3.34	28.8	3.06	1230	0.68	31.8	5.59	16.6	26.6	0.21	0.184	3.24
3217	27.2	192	32	104	50	2.40	23.7	2.63	1040	0.54	23.2	4.73	15.4	21.7	0.18	0.142	2.74
3218	24.0	179	29	99	47	2.31	21.4	2.50	917	0.51	24.4	3.82	15.0	19.5	0.14	0.144	2.22
3219	28.5	178	27	95	42	2.37	23.2	2.65	755	0.44	18.4	5.47	16.0	22.4	0.21	0.124	3.17
3220	21.9	161	24	89	40	1.91	20.0	2.28	857	0.42	21.4	3.75	14.5	17.9	0.13	0.119	2.18
3222	40.9	282	46	131	79	4.61	31.2	3.37	1030	0.91	28.8	6.25	15.3	32.1	0.24	0.268	3.63
3224	35.0	240	42	117	63	3.05	28.2	3.09	1520	0.72	28.7	5.53	16.7	27.2	0.21	0.191	3.21
3225	29.7	228	36	100	60	3.04	26.4	2.86	1230	0.66	30.5	5.46	14.1	23.9	0.20	0.188	3.17
3228	25.3	218	32	96	55	2.73	24.2	2.84	1210	0.60	28.3	4.89	13.7	20.6	0.18	0.225	2.84
Lokatie: 4A Parkpolder																	
3341	11.3	71	9	71	19	0.69	10.5	1.39	222	0.11	4.3	1.26	10.0	10.1	0.06	0.060	0.73
3342	60.2	223	39	137	69	2.12	31.8	3.53	1381	0.58	26.6	6.46	18.1	45.4	0.29	0.136	3.75
3343	59.3	225	38	104	75	2.48	32.1	3.55	1316	0.63	21.7	6.33	19.0	44.3	0.29	0.136	3.67
3345	63.4	220	39	141	68	2.14	30.3	3.67	1453	0.57	23.0	8.66	18.1	47.7	0.31	0.144	3.86
3346	35.4	159	28	121	48	1.83	21.6	2.63	877	0.41	18.3	4.48	16.4	28.0	0.20	0.102	2.60
3347	47.9	210	36	138	70	2.26	28.2	3.03	1189	0.51	19.5	6.23	17.5	36.5	0.26	0.122	3.61
3353	23.8	136	21	97	43	1.52	17.3	2.06	614	0.33	13.5	2.68	14.8	19.6	0.13	0.078	1.55
3354	45.8	207	36	130	65	2.28	28.2	2.96	1111	0.51	21.2	6.10	17.4	35.0	0.25	0.114	3.54
3355	41.1	180	32	123	59	1.97	25.7	2.79	1031	0.44	18.9	5.23	16.4	32.2	0.23	0.104	3.03

Tabel 2 (vervolg)

GB nr.	<18um %	Zn	Cu	Cr	Pb	Cd	Ni	Fe	Mn	Hg	As	org.st	CaCO3	<18um %	N	P	ORGC
		ug/g						%		ug/g							
Lokatie: 5A Henswout																	
3371	52.0	204	40	143	64	2.27	29.6	3.23	1248	0.53	23.4	5.80	17.6	38.8	0.26	0.126	3.36
3373	61.6	231	45	159	76	2.54	32.9	3.53	1390	0.62	24.7	6.39	18.3	46.4	0.30	0.138	3.71
3377	71.6	279	46	178	76	2.70	36.4	3.76	1247	0.68	21.3	7.04	19.1	52.9	0.35	0.160	4.08
3378	70.2	263	43	183	73	2.65	36.0	3.68	1212	0.72	27.5	6.91	18.9	52.1	0.34	0.158	4.01
3379	69.2	264	45	156	73	2.60	35.8	3.67	1180	0.69	45.0	6.94	19.0	51.2	0.34	0.154	4.03
3380	72.9	281	49	181	80	3.03	37.0	3.77	1254	0.80	31.3	7.04	19.4	53.6	0.34	0.169	4.08
3382	56.3	219	39	137	63	2.45	31.8	3.29	963	0.56	22.1	6.07	18.5	42.5	0.28	0.137	3.52
3384	63.7	225	41	148	69	2.53	34.1	3.87	1104	0.84	37.2	6.38	18.5	47.9	0.30	0.151	3.69
3385	65.2	241	37	159	70	2.89	33.8	3.68	1132	0.68	31.1	6.47	19.2	48.5	0.31	0.155	3.75
Lokatie: 6 Terneuzen																	
3297	28.7	53	10	77	12	0.18	53.6	7.49	134	0.06	50.8	4.28	5.0	25.6	0.04	0.102	2.48
3298	8.0	52	8	43	15	0.42	7.2	1.36	193	0.08	11.2	0.91	9.8	7.2	0.03	0.147	0.53
3299	60.2	239	37	131	67	2.45	27.8	3.21	1151	0.82	21.8	5.42	22.6	43.3	0.26	0.139	3.14
3300	60.2	232	36	125	76	2.29	28.7	3.20	1086	0.84	19.7	5.24	22.5	43.5	0.26	0.142	3.04
3301	50.2	207	30	118	61	2.14	26.2	2.83	1114	0.51	19.7	5.23	21.0	37.0	0.28	0.128	3.03
3303	51.6	209	30	91	64	2.11	28.8	2.92	1117	0.55	24.8	5.06	21.1	38.1	0.26	0.128	2.94
3305	40.6	179	23	89	47	1.73	21.6	2.54	979	0.48	18.2	4.27	20.3	30.6	0.22	0.106	2.48
3306	35.4	150	20	98	41	1.27	19.0	2.34	837	0.37	14.0	3.55	19.9	27.1	0.18	0.097	2.06
3308	19.5	98	13	83	22	0.79	13.1	1.72	493	0.19	9.5	2.09	16.4	15.9	0.10	0.065	1.21
Lokatie: 7A haveno Vlissingen-Oost																	
3280	66.5	184	29	103	64	1.48	35.2	3.02	700	0.55	21.5	5.37	21.8	48.4	0.28	0.141	3.11
3283	60.0	182	29	105	53	1.85	33.1	3.81	512	0.42	29.8	5.11	17.6	46.4	0.21	0.134	2.96
3284	56.1	176	29	102	56	2.13	31.9	3.29	493	0.50	32.8	4.78	17.8	43.4	0.23	0.146	2.77
3286	75.6	210	32	117	67	1.99	37.1	3.52	666	0.55	28.4	5.79	22.8	54.0	0.31	0.186	3.38
3289	71.8	211	32	112	73	1.84	33.2	3.48	1030	0.82	24.0	5.78	24.3	50.2	0.31	0.174	3.34
3290	53.9	188	26	95	56	1.84	25.4	2.88	772	0.52	20.9	4.76	21.4	39.8	0.26	0.138	2.78
3291	44.2	184	23	84	49	1.84	22.7	2.80	877	0.45	17.3	4.09	20.4	33.4	0.22	0.123	2.37
3294	40.1	149	21	78	48	1.37	20.7	2.46	656	0.41	14.5	3.87	19.9	30.6	0.21	0.117	2.24
3295	18.3	78	11	55	21	0.65	11.2	1.66	356	0.16	9.1	5.70	13.0	15.1	0.09	0.070	3.31
Lokatie: 8 Vlaamse Banken																	
3987	24.0	83	11	88	28	0.59	13.9	1.64	337	0.21	11.0	2.50	20.3	18.5	0.13	0.068	1.45
3988	8.4	47	5	50	16	0.34	7.2	0.96	190	0.09	10.2	1.00	18.0	7.0	0.04	0.047	0.58
3989	16.6	68	8	82	24	0.53	11.2	1.38	296	0.17	13.4	1.97	21.4	12.7	0.09	0.065	1.14
3970	22.3	99	12	76	28	0.61	12.8	1.61	384	0.20	9.8	2.38	23.5	16.5	0.11	0.074	1.38
3971	16.0	77	15	85	22	0.47	10.7	1.29	279	0.15	7.3	1.73	21.3	12.3	0.07	0.061	1.00
3972	24.3	36	5	66	6	0.06	13.8	1.44	255	0.01	7.3	1.65	23.2	18.2	0.08	0.046	0.96
3973	27.6	81	10	67	28	0.32	10.9	1.28	242	0.17	11.0	1.95	20.4	21.5	0.06	0.058	1.13
3974	70.7	132	19	119	60	0.76	27.4	2.92	619	0.40	17.9	5.43	26.5	48.1	0.32	0.115	3.15
3975	7.0	35	4	35	13	0.12	7.1	0.76	172	0.05	3.2	0.77	13.8	6.0	0.03	0.040	0.45

Tabel 3 Aa-afsnede (a), helling (b) en correlatiecoëfficiënt (r^2) van de regressielijnen ($y=a+bx$), die het verband weergeven tussen de gehalten aan organische stof, N, P en metalen en het % < 16 μ m. Gehalten en betrouwbaarheidsinterval bij 50 % < 16 μ m. (N is aantal monsters).

Lokatie: 1 Krankloospolder (N=9)

	org.st. %	N %	P %	Zn	Cu	Cr	Pb	Cd	Ni	Fe %	Mn	Hg ug/g	As ug/g
				ug/g									
a	4.32	0.05	0.266	414	49	327	127	5.85	33.7	2.37	1033	0.80	-67
b	0.086	0.007	0.004	6.57	1.92	-0.56	1.61	0.22	0.40	0.043	0.19	0.023	1.86
r	0.87	0.84	0.66	0.6	0.77	-0.08	0.88	0.70	0.74	0.86	0.02	0.72	0.87
r^2	0.75	0.70	0.44	0.48	0.59	0.01	0.78	0.50	0.54	0.75	0	0.52	0.76
bij 50%<16 μ m	8.63	0.40	0.480	742	145	299	207	16.8	53.7	4.53	1042	1.76	35.6
5% LL	8.12	0.35	0.431	671	129	227	198	14.6	49.9	4.27	946	1.53	24.8
5% UL	9.14	0.45	0.529	813	162	372	216	19.1	57.5	4.78	1139	1.98	48.3

Lokatie: 2 Saeflinge (N=9)

	org.st. %	N %	P %	Zn	Cu	Cr	Pb	Cd	Ni	Fe %	Mn	Hg ug/g	As ug/g
				ug/g									
a	0.83	-0.01	0.051	-40	-3.5	18	-1.0	-1.7	3.2	0.89	312	-0.17	-2.0
b	0.223	0.007	0.004	12.3	1.78	3.87	2.6	0.24	0.76	0.065	14.9	0.038	1.27
r	0.81	0.85	0.88	0.95	0.99	0.87	0.90	0.93	0.97	0.99	0.84	0.90	0.93
r^2	0.82	0.72	0.79	0.90	0.98	0.75	0.82	0.87	0.94	0.99	0.41	0.81	0.86
bij 50%<16 μ m	10.3	0.38	0.238	591	86	212	131	10.4	41.2	4.14	1057	1.76	81.3
5% LL	7.8	0.24	0.187	480	79	153	98	7.9	36.0	3.84	596	1.27	48.2
5% UL	13.1	0.48	0.286	703	92	270	163	12.9	46.4	4.35	1518	2.25	74.4

Lokatie: 3 Paal (N=8)

	org.st. %	N %	P %	Zn	Cu	Cr	Pb	Cd	Ni	Fe %	Mn	Hg ug/g	As ug/g
				ug/g									
a	1.37	0.03	0.004	30	0.01	48	1.6	-0.7	4.5	1.26	580	-0.1	15.8
b	0.124	0.005	0.006	6.21	1.16	1.94	1.81	0.12	0.74	0.052	17.1	0.023	0.34
r	0.90	0.90	0.71	0.92	0.93	0.92	0.90	0.93	0.78	0.94	0.44	0.90	0.47
r^2	0.81	0.81	0.51	0.84	0.87	0.82	0.82	0.86	0.61	0.89	0.20	0.81	0.22
bij 50%<16 μ m	7.59	0.30	0.294	341	58	144	93	5.3	41.3	3.87	1437	1.08	32.9
5% LL	6.43	0.25	0.188	289	50	128	76	4.4	30.1	3.52	780	0.87	20.7
5% UL	8.74	0.34	0.402	392	67	159	108	6.3	52.6	4.21	2093	1.28	45.1

Lokatie: 4A Parkpolder (N=9)

	org.st. %	N %	P %	Zn	Cu	Cr	Pb	Cd	Ni	Fe %	Mn	Hg ug/g	As ug/g
				ug/g									
a	0.52	0.024	0.035	58	6.4	73	15	0.74	7.5	1.0	49	0.08	3.7
b	0.105	0.005	0.002	2.85	0.56	1.05	0.97	0.027	0.41	0.043	22.5	0.009	0.34
r	0.96	0.99	0.99	0.97	0.97	0.79	0.94	0.89	0.98	0.99	0.99	0.97	0.94
r^2	0.93	0.98	0.99	0.93	0.93	0.62	0.89	0.78	0.95	0.99	0.98	0.93	0.88
bij 50%<16 μ m	5.77	0.28	0.121	201	35	125	64	2.11	27.9	3.14	1176	0.51	20.9
5% LL	5.29	0.24	0.118	188	32	112	58	1.88	26.4	3.08	1128	0.48	18.9
5% UL	6.24	0.27	0.125	213	37	138	69	2.34	29.3	3.19	1224	0.55	23.0

Tabel 3 (vervolg)

Lokatie: SA Hanswaert (N=9)

	org.st. %	N %	P %	Zn	Cu	Cr	Pb	Cd	Ni	Fe %	Mn	Hg ug/g	As
				ug/g									
a	2.54	0.04	0.032	4.9	20	53	30	0.98	12	1.88	838	-0.02	3.17
b	0.082	0.004	0.002	3.71	0.35	1.63	0.84	0.025	0.34	0.026	3.92	0.011	0.40
r	0.99	0.98	0.98	0.96	0.66	0.78	0.85	0.86	0.99	0.95	0.24	0.95	0.37
r ²	0.97	0.96	0.92	0.92	0.43	0.61	0.72	0.75	0.99	0.90	0.06	0.89	0.14
bij 50% < 16um	5.84	0.25	0.123	190	38	134	62	2.24	29.2	3.20	1134	0.51	23.3
5% LL	5.48	0.24	0.115	175	32	115	56	2.02	28.8	3.07	899	0.45	8.8
5% UL	5.80	0.26	0.131	208	43	153	68	2.45	29.8	3.33	1369	0.56	38.1

Lokatie: 6 Terneuzen (N=7)

	org.st. %	N %	P %	Zn	Cu	Cr	Pb	Cd	Ni	Fe %	Mn	Hg ug/g	As
				ug/g									
a	0.43	-0.02	0.092	28	1.8	42	2.5	0.06	4.72	1.06	143	0.0	6.8
b	0.087	0.005	0.001	3.51	0.558	1.35	1.14	0.039	0.407	0.036	17.9	0.011	0.26
r	0.99	0.91	0.39	0.99	0.99	0.91	0.99	0.99	0.99	1.00	0.97	0.99	0.88
r ²	0.97	0.84	0.15	0.99	0.99	0.82	0.98	0.98	0.99	1.00	0.94	0.99	0.77
bij 50% < 16um	4.78	0.23	0.122	203	30	110	80	2.0	25.1	2.85	1037	0.53	19.6
5% LL	4.47	0.19	0.097	198	29	97	56	1.9	24.1	2.82	944	0.50	16.8
5% UL	5.09	0.27	0.148	208	31	122	83	2.1	28.0	2.87	1131	0.55	22.4

Lokatie: 7A haven Vlissingen-Oost (N=9)

	org.st. %	N %	P %	Zn	Cu	Cr	Pb	Cd	Ni	Fe %	Mn	Hg ug/g	As
				ug/g									
a	3.04	0.04	0.039	53	6.0	36	10	0.53	2.9	1.17	296	0.10	4.0
b	0.034	0.004	0.002	2.19	0.37	1.08	0.81	0.02	0.46	0.033	6.57	0.007	0.33
r	0.86	0.94	0.96	0.86	0.98	0.99	0.97	0.81	0.97	0.90	0.81	0.91	0.78
r ²	0.74	0.88	0.92	0.91	0.96	0.97	0.94	0.66	0.94	0.81	0.38	0.83	0.61
bij 50% < 16um	4.73	0.22	0.129	162	24	90	51	1.55	28.0	2.83	625	0.44	20.7
5% LL	4.42	0.20	0.121	162	23	87	47	1.33	24.2	2.58	494	0.39	16.5
5% UL	5.04	0.24	0.138	173	28	93	54	1.77	27.7	3.08	756	0.48	24.8

Lokatie: 8 Vlaamse Banken (N=8)

	org.st. %	N %	P %	Zn	Cu	Cr	Pb	Cd	Ni	Fe %	Mn	Hg ug/g	As
				ug/g									
a	0.55	0.00	0.038	38	5.6	48	10	0.29	5.2	0.73	157	0.06	8.5
b	0.07	0.004	0.001	1.83	0.203	1.05	0.714	0.007	0.315	0.032	8.66	0.005	0.17
r	0.99	0.95	0.90	0.96	0.81	0.81	1.00	0.73	0.99	0.97	0.95	0.97	0.80
r ²	0.97	0.91	0.82	0.92	0.66	0.66	0.99	0.54	0.98	0.95	0.89	0.93	0.63
bij 50% < 16um	4.07	0.22	0.091	130	16	102	48	0.68	21.0	2.31	490	0.31	14.9
5% LL	3.88	0.18	0.077	113	11	77	44	0.44	19.4	2.07	416	0.27	10.8
5% UL	4.45	0.26	0.106	147	20	126	48	0.88	22.5	2.56	565	0.35	19.1

andere monster geldt het omgekeerde. Wel moet opgemerkt worden dat beide monsters de gehalten bij $50\% < 16\text{ }\mu\text{m}$ sterk beïnvloeden. De r's zijn relatief hoog; de betrouwbaarheid van de gehalten bij 50% is gering.

De spreiding in $\% < 16\text{ }\mu\text{m}$ in sediment t.h.v. Paal is evenmin groot (22 tot 41%). De range is t.o.v. Saaftinge iets gunstiger voor meer betrouwbare gehalten bij $50\% < 16\text{ }\mu\text{m}$. M.u.v. Mn, As en P liggen de punten redelijk op de regressielijnen. Juist voor genoemde elementen is de r aan de lage kant.

In de veerhaven van Perkpolder ligt het $\% < 16\text{ }\mu\text{m}$ tussen 10 en 60%. De gemeten gehalten liggen redelijk op een lijn, waardoor de r's hoog zijn en er weinig spreiding aanwezig is in de gehalten bij $50\% < 16\text{ }\mu\text{m}$. Wat betreft de spreiding in $\% < 16\text{ }\mu\text{m}$ is de situatie nabij Hansweert vergelijkbaar met die t.h.v. de Krankeloonpolder. Het $\% < 16\text{ }\mu\text{m}$ ligt tussen 52 en 72 %. Er is geen verschil aangetroffen tussen de concentraties aan elementen in de buitenhaven en die in de toegang tot de sluis, die alle m.u.v. Mn en As op een rechte liggen.

Met weglating van monsternr. 3297 liggen de gehalten aan nutriënten en metalen in sediment verzameld nabij Terneuzen op een rechte lijn. In combinatie met de grote variatie in $\% < 16\text{ }\mu\text{m}$ (8 tot 60%) zijn daardoor de gehalten bij $50\% < 16\text{ }\mu\text{m}$ erg betrouwbaar. De regressielijn voor fosfor wordt sterk bepaald door het monster met een $\% < 16\text{ }\mu\text{m}$ van 8%, in welk monster het P-gehalte afwijkt. De regressielijn loopt daardoor vrijwel horizontaal. Dit heeft geen invloed op het P-gehalte bij $50\% < 16\text{ }\mu\text{m}$.

In de monsters uit de havens Vlissingen-oost liggen de gehalten redelijk op een rechte lijn. Het $\% < 16\text{ }\mu\text{m}$ varieert tussen 18 en 76%. Dit resulteerde in een geringe spreiding in de gehalten bij $50\% < 16\text{ }\mu\text{m}$.

T.h.v. de Vlaamse Banken liggen de gehalten aan Cu, Cr, Cd en As op een sterk wisselend niveau. De waarden voor r zijn voor deze metalen dan ook laag. Tevens geldt voor deze metalen dat geen gehalte bij $50\% < 16\text{ }\mu\text{m}$ berekend had kunnen worden, indien niet een monster met een hoog $\% < 16\text{ }\mu\text{m}$ was aangetroffen. Juist dit monster bepaalt in hoge mate de helling van de regressielijnen. Desalniettemin is de spreiding in de gehalten aan genoemde metalen bij $50\% < 16\text{ }\mu\text{m}$ vrij groot.

4.1.2 Vergelijking van de gehalten bij $50\% < 16\text{ }\mu\text{m}$ op de verschillende lokaties

In de figuren 18 en 19 is het verloop weergegeven van de concentraties aan nutriënten en metalen bij $50\% < 16\text{ }\mu\text{m}$ met de afstand gerekend vanaf Antwerpen. De verticale lijntjes geven het betrouwbaarheidsinterval van de gehalten bij $50\% < 16\text{ }\mu\text{m}$ aan. In het algemeen nemen de gehalten in het sediment af in zeewaartse richting als gevolg van de afnemende invloed van riviersediment. Voor mangaan is een maximum in het gehalte vastgesteld in sediment verzameld t.h.v. Paal. Dit wordt veroorzaakt door precipitatie van aanzienlijke hoeveelheden Mn in het estuarium (ref. 2). In het sediment van Saaftinge is het As-gehalte hoger dan in sediment t.h.v. de Krankeloonpolder. Hierop wordt verderop in deze paragraaf ingegaan.

Uit het onderzoek naar het gedrag van metalen in de Schelde en Westerschelde uitgevoerd in 1979 (ref. 2) is komen vast te staan dat de gehalten niet simpelweg bepaald worden door vermenging van rivier- en zeeslib. De gehalten worden tevens bepaald door adsorptie/precipitatie en desorptieprocessen. M.u.v. mangaan vindt adsorptie/precipitatie - en dan alleen voor Fe, P en As- plaats stroomopwaarts van de Krankeloonpolder. Desorptieprocessen echter treden juist vanaf ongeveer Antwerpen op. In een drietal mengmonsters per lokatie is de verhouding $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ (13) van de in het sediment aanwezige kalk bepaald. Deze verhouding, uitgedrukt in $\%$ t.o.v. een internationale standaard, geeft informatie over de verhouding rivier- en zeeslib in het sediment. De 13 in zeeslib wijkt namelijk significant af van de 13 in rivierslib. Voor de vaststelling van de 13 in rivierslib zijn 3 monsters uit het gebied tussen Rupelmonde en Antwerpen op deze parameter geanalyseerd. De per lokatie gemiddelde 13 waarden zijn vermeld in tabel 4.

Lokatie	13 (%)
rivierslib	- 0.58
Krankeloonpolder	- 0.94
Saaftinge	- 0.02
Paal	- 0.08
Perkpolder	0.16
Hansweert	0.12
Terneuzen	0.20
Vlissingen-oost	0.25
Vlaamse banken	0.56

Tabel 4 13 van de kalk in sediment
van de Westerschelde

Uit tabel 4 valt allereerst op dat de 13 -waarde in rivierslib hoger is dan in sediment t.h.v. Krankeloonpolder. Dit rivierslib is derhalve niet representatief voor het slib dat door de Schelde wordt aangevoerd. Omdat een goede 13 -waarde voor rivierslib ontbreekt is het niet mogelijk de verhouding rivier-/zeeslib op de diverse lokaties te berekenen. Toch is het mogelijk vast te stellen in hoeverre de gehalten op het traject Krankeloonpolder- Vlaamse Banken behalve door de vermenging van rivier- en zeeslib door desorptieprocessen worden bepaald. Daartoe is uitgegaan van twee typen sediment, t.w. "Krankeloonslib" en zeeslib met een 13 van respectievelijk -0.94 en 0.56 $\%$. Voor de diverse lokaties is vervolgens de verhouding "Krankeloonslib"/zeeslib berekend. Uit deze verhouding zijn op basis van de elementgehalten bij $50\% < 16 \mu\text{m}$ in sediment t.h.v. Krankeloonpolder en de Vlaamse Banken de gehalten bij $50\% < 16 \mu\text{m}$ op de overige lokaties berekend, aannemende dat de gehalten alleen bepaald worden door de vermenging van beide slibtypen. De resultaten van de berekeningen staan in tabel 5. In deze tabel zijn tevens de gehalten bij $50\% < 16 \mu\text{m}$, berekend uit de gemeten gehalten, vermeld.

Op alle lokaties behalve bij Saaftinge zijn de gemeten gehalten in het algemeen lager dan de berekende gehalten bij $50\% < 16 \mu\text{m}$. Dit is in overeenstemming met de in 1979 vastgestelde desorptie van een aantal metalen en P bij relatief hoge saliniteit (ref 2). Voor Ni liggen de gemeten en berekende gehalten op eenzelfde niveau. Desorptie van Ni

lokatie	% K ^{*)}	% Z	stikstof		fosfor		ijzer		zink		koper	
			ber	gem	ber	gem	ber	gem	ber	gem	ber	gem
Krankeloonpolder	100	0	-	0.40	-	0.48	-	4.53	-	742	-	145
Saaftinge	39	61	0.29	0.36	0.24	0.24	3.2	4.1	364	591	68	85
Peel	43	57	0.30	0.30	0.26	0.29	3.3	3.9	389	341	71	58
Parkpolder	27	73	0.27	0.26	0.20	0.12	2.9	3.1	289	201	50	35
Hanswaert	29	71	0.27	0.25	0.20	0.12	2.9	3.2	302	190	53	38
Terneuzen	24	76	0.26	0.23	0.18	0.12	2.8	3.2	271	198	46	29
Vlissingen	21	79	0.26	0.22	0.17	0.13	2.8	2.8	252	162	42	24
Vlaamse Banken	0	100	-	0.22	-	0.09	-	2.3	-	130	-	18

	chrom		lood		cadmium		nikkel		kwik		arsen	
	ber	gem	ber	gem	ber	gem	ber	gem	ber	gem	ber	gem
Krankeloonpolder	-	299	-	207	-	16.8	-	53.7	-	1.76	-	36
Saaftinge	178	212	107	131	6.9	10.4	33.7	41.2	0.86	1.76	23	61
Peel	185	144	114	93	7.6	5.4	35	41	0.92	1.08	24	33
Parkpolder	154	125	87	64	5.0	2.1	30	28	0.68	0.51	20	21
Hanswaert	160	134	91	62	5.3	2.2	30	29	0.71	0.51	20	23
Terneuzen	148	110	82	58	4.5	1.9	28	28	0.64	0.53	19	22
Vlissingen	127	90	77	51	4.0	1.5	28	26	0.59	0.44	19	21
Vlaamse Banken	-	102	-	46	-	0.7	-	21	-	0.31	-	16

Tabel 5 Vergelijking van berekende en gemeten gehalten bij 50% < 16 um (N, P en Fe in %, overige elementen in ug/g)

ber = berekend uit vermenging "Krankeloonslib" en zeesslib

gem = berekend uit regressielijn van de gemeten gehalten

*) K="Krankeloonslib" Z=zeesslib

treedt bij relatief lage saliniteit op in een gebied stroomopwaarts van Krankeloonpolder, zodat zij in tabel 5 niet zichtbaar wordt. De berekende en gemeten As-gehalten komen eveneens met elkaar overeen. In 1979 was wel sprake van desorptie van As. De relatief grote spreiding in As-gehalte bij 50% < 16 um t.h.v. Krankeloonpolder laat een nauwkeurige berekening van de As-gehalten op de overige lokaties niet toe. Dit is mogelijk de oorzaak dat in 1984 geen desorptie van As kan worden aangetoond. Belangrijk voor As is de adsorptie bij lagere saliniteit (ref 2). De gemeten gehalten aan Fe zijn hoger dan de berekende gehalten. Dit vindt zijn oorzaak in een adsorptie van Fe in het saliniteitsgebied dat rond Krankeloonpolder wordt aangetroffen.

De gemeten gehalten in sediment aangetroffen bij Saaftinge zijn hoger dan de berekende. Mogelijk is de gemeten ¹³-waarde onjuist. Het vermoeden bestaat echter dat het sediment alhier niet van recente datum is. Een aanwijzing hiervoor is het t.o.v. Krankeloonpolder hoge gehalte aan Hg en As (zie volgende paragraaf).

4.1.3 Vergelijking van de resultaten van het onderzoek in 1974, 1979 en 1984

In tabel 6 en de figuren 20, 21 en 22 zijn de concentraties bij 50% < 16 um vermeld zoals die in 1974, 1979 en 1984 in het sediment van verschillende lokaties zijn gevonden. T.h.v. Krankeloonpolder zijn in 1984 een aantal elementen verhoogd t.o.v. 1979 en een aantal verlaagd. Het lagere

gehalte aan Fe en het hogere gehalte aan Mn wijzen erop dat het aandeel zeeslib in het sediment hoger was dan in 1979. Dit verklaart de lagere gehalten aan Zn, Pb, Cd, Hg en As in 1984. De verhoogde gehalten aan Cu, Cr en Ni wijzen op een toename in belasting van het riviersediment met deze metalen. Omdat bij Saaftinge, waar het sediment van oudere datum is (zie vorige paragraaf), de gehalten aan Hg en As gelijk dan wel hoger waren dan die t.h.v. Krankeloonpolder, is het niet uitgesloten dat deze metalen in rivierslib zijn afgenomen. Ook de afname in gehalten aan As en Hg tussen 1979 en 1984 op de overige lokaties wijst in die richting.

Met uitzondering van Hg en As liggen de gehalten t.h.v. Paal in 1979 en 1984 op een gelijk niveau. In sediment aangetroffen in de havens van Perkpolder en Hansweert is de belasting met metalen iets afgenomen, waarschijnlijk als gevolg van een toename in het percentage zeeslib. In de havens van Terneuzen en Vlissingen Oost wijken de gehalten in 1984 nauwelijks af van die in 1979.

De concentraties gevonden in sediment t.h.v. de Vlaamse banken wijzen erop dat de afgelopen jaren de belasting van zeeslib met Zn, Pb, Hg en As is afgenomen. Met name de daling in het Hg-gehalte tussen 1960 en 1984 is opvallend groot. De belasting van het zeeslib met de overige onderzochte elementen kan stabiel worden genoemd.

4.2 Gehalten in de fracties < 63 μ m: < 63 μ m methode

Van een 7-tal monsters van Krankeloonpolder, Saaftinge en Terneuzen is de fractie < 63 μ m afgescheiden, welke fracties op dezelfde elementen zijn onderzocht als de niet-gefractioneerde monsters. De resultaten van de analyses zijn vermeld in tabel 7. Opmerkelijk is dat de monsters die bij de bepaling van het verband tussen het elementgehalte en het % < 16 μ m afwijkende gehalten vertoonden, ook afwijkende gehalten hebben in de fractie < 63 μ m (nr. 3238 Saaftinge en nr. 3297 Terneuzen). Gemiddelden ($\bar{x}$) en standaardafwijkingen (sd) van de concentraties in de fractie < 63 μ m zijn weergegeven in tabel 8. Daarbij zijn de nr.'s 3238 en 3297 buiten beschouwing gelaten. Gesteld kan worden dat de nauwkeurigheid van de gemiddelde gehalten in de fractie < 63 niet minder is dan die van de gehalten bij 50% < 16 μ m. De standaarddeviatie is groter naarmate de variatie in % < 16 μ m in de monsters groter was. Een correlatie tussen het gehalte in de fractie < 63 μ m en het % < 16 μ m is echter niet gevonden.

Uit tabel 8 blijkt eveneens dat de gehalten in sediment van het Schelde-estuarium afnemen in zeewaartse richting. Het verschil in gemiddelde gehalten in de fractie < 63 μ m tussen Krankeloonpolder en Saaftinge is groter dan dat tussen de gehalten bij 50% < 16 μ m op beide lokaties (zie ook paragraaf 4.3).

4.3 Vergelijking van de < 16 en < 63 methode

M.b.v. de regressielijnen, die het verband aangeven tussen de gehalten aan de verschillende elementen in de niet-gefractioneerde monsters en het % < 16 μ m, kan het % < 16 μ m afgelezen worden waarbij het gehalte hetzelfde is als het gemiddelde gehalte in de fracties < 63 μ m. De resultaten hiervan zijn weergegeven in tabel 9. Uit de tabel kan worden opgemaakt dat bedoeld % < 16 μ m zowel tussen de elementen op een lokatie

Lokatie	Jaar	Zn	Cu	Cr	Pb	Cd	Ni	Fe	Mn	Hg	As	P
		ug/g						%		ug/g		%
Rupel/Antwerpen	'74	1534	195	514	285	37.2	70.9	—	—	3.76	84	0.529
Rupel/Antwerpen	'79	993	177	289	259	34.8	59.6	4.45	706	2.96	94	0.485
Royers/Boudewijn sluis	'74	700	120	250	180	18.0	45.1	—	—	3.0	70	—
t.h.v. Krankeloonpolder	'79	778	127	228	215	27.0	46.2	4.91	876	2.94	89	0.480
t.h.v. Krankeloonpolder	'84	742	145	289	207	16.8	53.7	4.53	1042	1.76	36	0.480
Saafdinge	'74	385	79	170	113	7.5	33.6	—	—	1.85	47	0.270
Hedwigepolder	'79	462	77	176	140	12.9	35.2	4.43	1468	1.98	57	0.291
Saafdinge	'84	591	85	212	131	10.4	41.2	4.14	1057	1.76	61	0.236
Paal	'79	366	58	160	116	6.3	36.0	4.20	1728	1.55	56	0.242
Paal	'84	341	58	144	93	5.3	41.3	3.87	1437	1.08	33	0.294
Parkpolder/Hansweert	'79	277	36	124	74	3.9	28.8	3.37	1091	0.89	29	0.147
Parkpolder	'84	201	35	125	64	2.1	27.9	3.14	1176	0.51	21	0.121
Hansweert	'84	190	38	134	62	2.2	29.2	3.20	1134	0.51	23	0.123
Terneuzen	'79	203	27	110	54	2.1	25.8	2.73	937	0.67	23	0.116
Terneuzen	'84	198	29	110	58	2.0	27.6	3.22	1002	0.51	22	0.122
Braskens	'74	175	30	97	62	1.1	22.3	—	—	0.67	17	0.103
Braskens	'79	165	26	100	40	1.4	23.5	2.70	760	0.50	19	0.100
havens Vlissingen-Oost	'84	162	24	90	51	1.5	25.0	2.83	625	0.44	21	0.129
Vlaamse Banken	'80	193	25	91	75	0.7	19.0	—	—	0.85	19	—
Vlaamse Banken	'78	157	17	102	62	0.7	21.7	2.41	596	0.47	22	0.084
Vlaamse Banken	'84	130	16	102	46	0.7	21.0	2.31	490	0.31	15	0.091

Tabel 6 Verloop van de gehalten aan metalen en fosfor bij 50 % < 16 um
tussen 1974 en 1984

Tabel 7 Resultaten analyses nutriënten en metalen in de fractie < 63 µm

Lokatie: 1 Krankeloospolder

monsternr.	org.st.	N	P	Zn	Cu	Cr	Pb	Cd	Ni	Hg	As	Fe	Mn
GB	%	%	%	µg/g								%	µg/g
3311	9,53	0,51	0,526	842	165	410	229	22,4	63,1	2,45	66,7	5,23	1013
3314	9,56	0,51	0,506	1007	212	388	234	23,8	63,6	2,37	60,2	5,21	884
3315	9,74	0,50	0,520	987	215	381	230	23,9	61,8	2,44	81,1	5,19	90
3316	9,78	0,49	0,523	968	206	366	235	24,2	60,3	2,28	51,6	5,21	1016
3318	8,98	0,44	0,512	955	198	367	218	21,5	59,3	2,19	67,6	5,06	1052
3321	9,19	0,46	0,504	950	202	378	221	21,4	59,6	2,12	46,7	5,15	932
3322	9,20	0,47	0,480	928	191	382	213	20,5	57,8	1,94	81,3	5,09	965

Lokatie: 2 Saeflinge

monsternr.	org.st.	N	P	Zn	Cu	Cr	Pb	Cd	Ni	Hg	As	Fe	Mn
GB	%	%	%	µg/g								%	µg/g
3230	6,32	0,29	0,238	484	83	251	62	2,5	40,3	1,61	47,6	4,57	1348
3231	6,16	0,29	0,243	486	84	240	63	3,0	39,1	1,67	43,5	4,63	1204
3233	6,11	0,29	0,222	464	66	211	58	3,0	36,2	1,37	40,4	4,02	1218
3236	6,29	0,29	0,262	436	73	211	61	2,5	38,5	1,61	43,7	4,48	1516
3237	6,36	0,31	0,259	470	67	229	58	3,0	37,8	1,61	37,7	4,34	1479
3238	7,81	0,27	0,226	807	108	393	94	6,8	42,2	3,06	83,4	5,30	889
3242	5,80	0,28	0,219	414	69	229	58	2,9	37,0	1,79	43,4	4,16	1192

Lokatie: 6 Terneuzen

monsternr.	org.st.	N	P	Zn	Cu	Cr	Pb	Cd	Ni	Hg	As	Fe	Mn
GB	%	%	%	µg/g								%	µg/g
3297	3,70	0,08	0,045	98	23	174	8	0,2	44,9	0,26	15,2	4,65	217
3298	5,07	0,28	0,127	236	35	156	33	1,0	35,3	0,77	8,6	3,70	899
3300	5,17	0,30	0,167	260	46	181	81	2,2	33,1	0,76	23,2	3,56	866
3301	5,01	0,28	0,151	236	35	168	65	2,1	30,3	0,68	25,7	3,23	1223
3305	4,16	0,22	0,124	193	26	160	49	1,5	26,4	0,55	20,7	2,94	1005
3306	4,36	0,26	0,113	193	26	174	41	1,3	28,0	0,55	25,6	3,18	1088
3308	4,12	0,24	0,111	163	25	185	54	1,5	27,5	0,51	19,6	3,05	807

verschilt als tussen de lokaties onderling. T.h.v. Krankeloonpolder varieert het % < 16 μ m, waarbij het gehalte in het totale monster gelijk is aan dat in de fractie < 63 μ m, tussen 60 en 80 %. Voor de lokatie Saaftinge ligt deze waarde tussen 20 en 55% en voor Terneuzen tussen 40 en 65% met een uitschieter voor Cr van 95%. Vooralsnog kan geconcludeerd worden dat de presentatie van analyseresultaten volgens de < 16 μ m respectievelijk < 63 μ m methode niet tot eenduidige resultaten leidt.

lokatie		N	P	Fe	Zn	Cu	Cr	Pb	Cd	Ni	Hg	As
		%							μ g/g			
Krankeloonpolder	x	0.48	0.512	5.18	948	198	383	226	22.5	60.8	2.26	62.2
	sd	0.03	0.013	0.07	53	17	15	8	1.4	2.1	0.19	11.3
Saaftinge	x	0.29	0.241	4.37	455	74	228	60	2.8	38.1	1.81	42.7
	sd	0.01	0.018	0.24	28	8	16	3	0.27	1.5	0.14	3.4
Terneuzen	x	0.26	0.132	3.28	214	32	171	54	1.80	30.1	0.83	20.6
	sd	0.03	0.022	0.20	36	8	12	17	0.45	3.5	0.11	6.4

Tabel 8 Gemiddelden (x) en standaarddeviaties (sd) in de fractie < 63 μ m

Lokatie	N	P	Fe	Zn	Cu	Cr	Pb	Cd	Ni	Hg	As
Krankeloonpolder	61	61	65	81	78	—	62	76	68	72	64
Saaftinge	43	51	54	40	43	54	24	19	46	46	35
Terneuzen	67	56	62	53	54	95	45	40	62	57	54

Tabel 9 Percentage < 16 μ m, waarbij gehalte aan metaal of nutriënt op de regressielijn gelijk is aan het gehalte in de fractie < 63 μ m

5 Resultaten onderzoek organochloorpesticiden, PCB's en PAK's

5.1 Gehalten in het totale monster

5.1.1 Organochloorpesticiden

Zoals reeds vermeld in hoofdstuk 2 zijn monsters van een 8-tal lokaties onderzocht op de volgende organochloorpesticiden: HCB, c-HCH, op-DDD, pp-DDD, aldrin, dieldrin en endrin. In geen van de monsters werden de drie laatstgenoemde verbindingen in meetbare hoeveelheden aangetroffen. De bepalingsgrens bedroeg 1 ug/kg. De resultaten van de analyses van de overige stoffen zijn weergegeven in tabel 10. Tevens zijn in deze tabel gemiddelden per lokatie vermeld. Waar geen gehalte is vermeld kon geen betrouwbaar gehalte worden vastgesteld. Per lokatie is een grote spreiding in gehalten aanwezig, ook wanneer rekening wordt gehouden met verschillen in organisch C gehalte. Dit laatste blijkt uit de verhoudingen van de pesticide gehalten en het ORGC-gehalte enerzijds en de correlatiecoëfficiënten (r^2) van de hierna te behandelen regressieberekeningen anderzijds. Vanwege het geringe aantal monsters en de relatief geringe variatie in organisch C gehalte per lokatie is niet per lokatie maar voor een aantal lokaties samen het verband bepaald tussen het gehalte aan pesticide (y) en het organisch koolstof gehalte (x). Voor HCB bedroegen de constanten a en b van de relatie $y=a+bx$ voor de lokaties 1, 2 en 3 respectievelijk 0.075 en 0.478. De waarden van deze constanten voor de overige lokaties samen bedroegen -0.05 en 0.381. De bijbehorende waarden voor r^2 bedroegen 0.43 en 0.62. Voor c-HCH en DDD werden zeer lage waarden voor r^2 gevonden (<0.15).

Lokatie	HCB/ ORGC ug/kg/%	HCB bij 50%<16um ug/kg	c-HCH/ ORGC ug/kg/%	c-HCH bij 50%<16 um ug/kg	op-DDD/ ORGC ug/kg/%	op-DDD bij 50% <16 um ug/kg	pp-DDD/ ORGC ug/kg/%	pp-DDD bij 50% <16 um ug/kg
Krakkelpolder	0.70	3.5	1.0	5.2	1.0	5.2	1.4	7.2
Saafdings	0.57	2.7	1.1	5.1	0.71	3.3	0.81	3.8
Bath	0.34	1.5	2.4	10	0.71	3.0	1.3	5.6
Peel	0.42	1.8	0.77	3.4	0.58	2.6	0.80	3.6
Ternaauzen	0.30	0.83	0.79	2.2	0.53	1.5	0.56	1.8
Hoofdplaat	0.35	0.80	1.8	5.0	0.63	1.7	0.59	1.6
Vlaamse Banken	0.28	0.66	3.6	8.5	0.55	1.3	0.28	0.7

Tabel 11 Verhouding pesticidegehalten en organisch C (ORGC) en pesticidegehalten bij 50 % < 16 um

Tabel 11 laat de gemiddelde verhouding zien van de pesticidegehalten en het gehalte aan organisch C op de diverse lokaties. Tevens zijn de gehalten bij 50 % < 16 um vermeld. Deze waarden zijn berekend door vermenigvuldiging van genoemde verhoudingswaarden met het organisch C gehalte bij 50 % < 16 um. Voor dit laatste is het verband bepaald tussen het organisch C gehalte en het % < 16 um m.b.v. lineaire regressie. In tabel 12 zijn die verbanden weergegeven. Uit tabel 11 kan een indruk worden verkregen van het verloop van de gehalten in het estuarium. Voor HCB, en DDD nemen de gehalten af in zeewaartse richting, hetgeen de voortdurende verdunning van het rivierslib met het zeeslib weerspiegelt. Wat betreft c-HCH is het gehalte in zeeslib mogelijk hoger dan in

	GD-nr.	HCB	c-HCH	PCB28	PCB52	PCB101	PCB138	PCB153	PCB180	somPCB	op-DDD	pp-DDD	ORGC[%]
Lokatie 1	3311	1.2	8.0	8.7	11	23	35	28	20	125	-	<1.0	5.98
Krankeloop-	3314	2.5	1.9	16	18	32	53	40	32	191	8.5	9.6	5.82
polder	3315	8.6	-	35	40	71	120	137	75	478	7.4	12	5.82
	3316	3.0	-	12	19	37	50	48	32	198	-	-	5.54
	3318	4.4	8.0	10	19	41	62	50	36	218	4.3	11	5.23
	3321	3.6	3.3	16	21	33	59	42	36	207	3.0	8.5	5.23
gemiddeld		3.9	4.8	16	21	40	63	58	39	236	5.8	8.0	5.57
Lokatie 2	3230	1.0	6.7	1.4	5.0	6.0	7.0	6.0	4.0	29	1.0	2.7	1.68
Seafthage	3231	0.8	-	1.3	2.2	5.0	9.0	8.0	5.0	31	-	-	2.54
	3233	1.0	1.1	0.7	4.2	4.6	5.4	4.4	3.3	23	1.0	2.9	1.25
	3236	1.9	0.4	1.8	2.0	3.9	6.6	6.0	4.1	24	1.4	0.9	1.40
	3238	0.3	-	4.0	8.0	16	19	15	9.0	71	-	-	3.20
	3242	2.2	1.1	2.7	3.9	6.9	13	9.5	7.6	43	2.4	0.4	2.58
gemiddeld		1.2	2.3	2.0	4.2	7.1	10	8.2	5.5	37	1.5	1.7	2.11
Lokatie 4B	3326	2.0	3.1	6.6	9.0	11	18	21	12	78	3.4	-	1.71
Bath	3327	0.4	5.1	7.5	8.5	19	32	26	16	108	-	-	1.06
	3329	0.1	-	4.2	4.9	7.0	10	8.3	6.1	41	-	-	2.02
	3331	0.5	8.1	5.6	5.6	12	19	15	11	68	1.4	<1.0	2.37
	3333	0.3	-	8.1	8.8	15	22	23	10	87	0.8	2.7	1.86
	3336	0.3	0.6	4.2	3.6	10	18	14	13	63	1.5	3.3	1.45
gemiddeld		0.8	4.2	6.0	6.7	13	20	18	12	72	1.8	2.3	1.74
Lokatie 3	3217	1.2	2.2	2.3	3.0	5.5	11	7.8	5.9	36	1.7	2.5	2.74
Paal	3218	0.8	-	1.7	1.7	3.6	6.4	5.2	4.0	23	-	-	2.22
	3220	1.4	2.1	1.3	5.1	9.8	7.9	8.2	4.7	37	1.7	2.8	2.18
	3222	1.6	3.4	2.0	4.9	12	23	19	6.1	67	3.3	3.4	3.63
	3224	0.8	-	1.6	2.3	3.7	7.4	6.4	4.8	26	-	-	3.21
	3225	1.4	<1.0	2.2	-	-	11	9.0	6.0	-	1.7	0.4	3.17
gemiddeld		1.2	2.2	1.9	3.4	6.9	11	9.2	5.1	36	2.1	2.3	2.88
Lokatie 5B	3357	<0.2	-	0.8	1.2	-	-	1.7	0.5	-	-	-	2.20
Kapellebank	3358	<0.1	6.8	0.4	0.3	0.6	0.4	0.4	0.2	2.3	0.3	-	0.62
	3361	0.4	2.8	1.0	1.2	1.5	1.2	1.2	0.7	6.8	-	0.2	0.56
	3365	<0.1	-	0.3	0.7	1.8	1.8	1.7	0.3	6.7	-	-	0.98
	3367	-	2.1	-	-	-	0.5	-	0.2	-	-	-	1.37
	3370	<0.1	0.7	0.2	-	-	-	-	-	-	0.4	0.2	1.18
gemiddeld		0.2	3.1	0.6	0.9	1.3	1.0	1.3	0.4	5.2	0.4	0.2	1.15
Lokatie 6	3297	0.2	0.3	0.3	0.4	0.9	0.9	0.8	0.4	3.7	0.1	0.2	3.31
Terneuzen	3298	0.1	1.3	0.3	1.0	1.1	1.5	1.2	0.8	5.9	0.3	0.3	0.53
	3300	1.1	-	2.6	3.6	7.2	9.9	7.3	5.6	36	2.3	3.0	3.04
	3301	0.9	1.5	5.1	4.9	4.8	6.8	5.6	4.6	32	1.3	1.9	3.03
	3305	0.6	7.4	1.9	3.7	4.2	6.8	5.7	3.1	26	2.1	2.1	2.48
	3308	1.0	0.8	0.6	4.3	3.0	2.3	1.9	1.2	13	0.9	-	1.21
gemiddeld		0.7	2.3	1.8	3.0	3.6	4.7	3.8	2.6	20	1.2	1.5	2.27
Lokatie 7B	3200	0.8	1.8	0.5	2.9	2.8	2.0	1.7	0.9	11	3.0	1.6	1.38
Hoofdplaat	3204	0.7	2.8	2.7	3.2	2.8	5.6	6.2	1.8	21	1.6	0.8	1.77
	3210	0.3	-	0.5	0.4	1.3	1.6	1.6	0.9	6.3	-	-	1.42
	3211	0.6	2.1	2.1	3.2	2.9	3.4	3.0	2.0	17	0.6	0.6	1.67
	3212	0.4	8.0	0.7	0.7	2.3	2.2	1.9	0.9	8.7	1.0	0.7	1.04
	3214	0.4	0.5	0.7	1.3	1.5	2.3	1.7	1.1	8.6	0.2	0.3	0.88
gemiddeld		0.5	2.6	1.3	2.0	2.3	2.9	2.5	1.3	12	1.3	0.8	1.36
Lokatie 8	3967	0.2	1.0	1.6	1.8	2.4	2.9	2.4	1.7	13	0.9	<0.1	1.45
Vlaamse	3968	0.3	3.1	0.9	-	-	2.1	1.5	1.0	-	0.2	0.2	0.58
Banken	3969	<0.1	10	1.3	1.3	2.1	2.7	2.5	1.0	11	0.8	0.2	1.14
	3970	-	-	<1.0	0.9	1.8	3.0	2.7	1.1	10	-	-	1.38
	3971	0.1	7.2	0.8	2.4	4.1	3.8	2.7	0.8	15	0.5	-	1.00
	3974	1.2	-	2.7	1.9	5.2	6.0	5.7	3.0	25	1.6	0.9	3.16
gemiddeld		0.4	5.3	1.4	1.9	3.2	3.4	2.9	1.4	17	0.8	0.4	1.45

Tabel 10 Gehalten aan organochloorverbindingen in ug/kg in de afzonderlijke monsters

rivierslib. Vanwege de spreiding in gehalten per lokatie zou dit nader moeten worden onderzocht. Ook in zwevend slib, verzameld t.h.v. Vlissingen (RIZA 1984), is een relatief hoog gehalte aan c-HCH van 8 ug/kg gemeten. Het HCB-gehalte bedroeg in dit materiaal 1 ug/kg. Qua niveau komen deze gehalten overeen met die gevonden in sediment van de Vlaamse Banken.

Lokatie	a	b	r ²	organisch C bij 50% < 16 um
Krankeloonpolder	2.51	0.050	0.75	5.01
Saaftinge	0.21	0.0892	0.93	4.67
Paal	0.79	0.0721	0.81	4.40
Bath	0.13	0.0829	0.97	4.27
Perkpolder	0.30	0.0609	0.93	3.35
Hansweert	1.51	0.0352	0.98	3.28
Kapellebank	-0.06	0.0530	0.93	2.59
Terneuzen	0.25	0.0505	0.97	2.77
Sloehaven	0.96	0.0326	0.99	2.59
Hoofdplaat	0.32	0.0468	0.51	2.66
Vlaamse Banken	0.32	0.0407	0.97	2.36

Tabel 12 Verband tussen organisch C en % < 16 um en gehalte bij 50% < 16 um.

a is afgeseden stuk van y-as en b is helling.

Ter vergelijking zijn in tabel 13 de gehalten aan pesticiden in sediment van een aantal andere gebieden in Nederland weergegeven. De gehalten zijn gecorrigeerd voor verschillen in organisch C. Van de belangrijkste rivieren Rijn en Maas zijn onvoldoende gegevens voorhanden. Wat de zoete wateren betreft wordt volstaan met het Hollands Diep/ Haringvliet. Vergeleken met dit gebied is de Schelde meer belast met c-HCH en DDD en minder met HCB. De gehalten in het sediment van de Vlaamse Banken zijn voor wat betreft c-HCH en DDD hoger en voor HCB lager dan die in sediment van de Maasmond en de Waddenzee.

Lokatie	HCB/ORGC	c-HCH/ORGC ug/kg/%	DDD/ORGC
Hollands Diep/Haringvliet	6.4	0.2	1.7
Krankeloonpolder	0.7	1.0	2.5
Waddenzee	0.8	0.1	0.2
Maasmond	4.6	1.1	-
Vlaamse Banken	0.3	3.6	0.8

Tabel 13 Voor verschillen in ORGC gecorrigeerde gehalten aan HCB, c-HCH en DDD in sediment van diverse lokaties.

5.1.2 Polychloorbiphenylen

De resultaten van de afzonderlijke analyses alsmede gemiddelden per lokatie zijn weergegeven in tabel 10. In tabel 14 zijn per lokatie de range en het gemiddelde van de verhouding van de PCB gehalten en het ORGC-gehalte vermeld. Daarbij zijn vanwege afwijkende gehalten drie monsters buiten beschouwing gelaten, te weten het monster met het nummer 3315 van Krankeloonpolder, 3327 van Bath en 3297 van Terneuzen. Uit tabel 14 blijkt dat per lokatie bedoelde verhoudingsgetallen een factor 2 tot 3 kunnen verschillen. In figuur 23 zijn de voor organisch C gecorrigeerde gehalten aan PCB's in zeewaartse richting weergegeven. Per gewichtseenheid ORGC zijn nabij Bath de hoogste gehalten aan PCB's aangetroffen, gevolgd door het verder stroomopwaarts gelegen Krankeloonpolder. T.h.v. Saaftinge zijn de gehalten een stuk lager dan nabij Bath. Tussen Paal en Vlaamse Banken zijn de verschillen in gehalten van de drie laagst gechloreerde PCB's per % ORGC gering. Voor de drie hoogst gechloreerde PCB's zijn de gehalten nabij Paal ietwat hoger dan verder zeewaarts. Verder kan aangetekend worden dat de gehalten nabij Kapellebank relatief het laagst zijn.

Lokatie	PCB28/ORGC		PCB52/ORGC		PCB101/ORGC		PCB138/ORGC		PCB153/ORGC		PCB180/ORGC		SOM6PCB/ORGC	
	ug/kg/%		ug/kg/%		ug/kg/%		ug/kg/%		ug/kg/%		ug/kg/%		ug/kg/%	
	range	gem.	range	gem.	range	gem.	range	gem.	range	gem.	range	gem.	range	gem.
Krankeloonpol.	1.5-3.0	2.3	1.8-4.0	3.1	3.8-7.8	5.9	5.9-12	9.4	4.7-9.6	7.4	3.4-6.9	5.6	21-42	34
Saaftinge	0.5-1.3	0.84	1.0-3.3	2.0	2.0-5.0	3.4	3.5-5.9	4.7	3.2-4.7	3.8	2.0-2.9	2.8	12-22	17
Bath	2.1-4.3	3.5	2.4-5.3	3.8	5.1-8.1	6.6	5.0-12	9.5	4.1-12	9.0	4.5-9.0	6.5	29-47	41
Paal	0.5-0.8	0.88	0.7-2.3	1.2	1.2-4.5	2.5	2.3-6.5	3.8	2.0-5.1	3.2	1.5-2.2	1.9	8.2-17	12
Kapellebank	0.2-0.6	0.37	0.5-2.1	1.0	1.0-2.7	1.9	0.7-2.1	1.3	0.7-2.1	1.3	0.3-1.2	0.46	3.7-10	7.0
Terneuzen	0.5-1.7	0.87	1.2-3.5	1.7	1.8-2.5	2.1	1.9-3.3	2.6	1.8-2.3	2.1	1.0-1.8	1.4	10-12	11
Hoofdpleet	0.4-1.5	0.81	0.7-2.3	1.5	0.9-2.7	1.9	1.1-3.3	2.2	1.1-2.9	2.0	0.8-1.5	1.0	4.5-13	9.2
Vlaamse Banken	0.7-1.5	0.92	0.6-2.4	1.0	1.7-4.1	2.1	1.9-3.8	2.3	1.7-2.7	2.0	0.8-1.7	1.0	6.3-14	9.3

Tabel 14 Range en gemiddelde gehalten aan PCB's gecorrigeerd voor verschillen in organisch C

In figuur 24 zijn als voorbeeld de gehalten aan PCB138 uitgezet tegen het ORGC-gehalte. Dit is gedaan voor de lokaties KRANKeloonpolder en BATH, genoemde lokaties aangevuld met SAAFTinge, de overige lokaties (PAAL etc.) en alle lokaties samen. In het plaatje voor KRANK-BATH hebben de meest rechtse punten betrekking op Krankeloonpolder en de overige op Bath. Duidelijk blijkt uit dit plaatje, evenals uit tabel 14, de spreiding in gehalte met het ORGC-gehalte. Dit gaat ook op voor de overige lokaties. Gevoegd bij het geringe aantal monsters per lokatie laat genoemde spreiding niet toe om per lokatie een regressielijn te berekenen. Dit is wel gedaan voor een aantal lokaties samen, t.w. Krankeloonpolder+Bath en de lokaties vanaf Paal. De resultaten van de regressieberekeningen zijn vermeld in tabel 15.

Ter vergelijking met figuur 24 zijn in figuur 25 de gehalten aan PCB138 uitgezet tegen het % < 16 um, analoog aan de metalen. Uit de figuur moge duidelijk zijn dat het niet zinvol is, ook niet voor meerdere lokaties samen, het lineaire verband tussen de PCB-gehalten en het % < 16 um vast te stellen. Daarom zijn op indirecte wijze, op dezelfde wijze als voor

de pesticiden is gebeurd (paragraaf 5.1.1), voor de PCB's de gehalten bij 50% < 16 um berekend. Tabel 16 geeft de resultaten weer. T.o.v. het verloop van de verhouding PCB/ORG met de afstand (tabel 14) is bij vergelijking van de gehalten bij 50% < 16 um, zoals ook voor de metalen is geconstateerd, wel een afname te zien tussen Paal en Vlaamse Banken. Dit wordt veroorzaakt door het feit dat het ORGC-gehalte bij 50% < 16 um afneemt in zeewaartse richting (zie tabel 12). De gehalten nabij Kapellebank zijn lager dan op de overige lokaties in de Westerschelde, waarvoor geen verklaring is te geven. In paragraaf 5.1.3 zal blijken dat dit niet opgaat voor de PAK's.

verbinding	Krankeloonpolder+Bath			Paal t/m Vlaamse Banken		
	a	b	r ²	a	b	r ²
PCB28	3.47	1.60	0.59	-0.11	0.825	0.52
PCB52	2.58	2.63	0.68	0.66	0.940	0.36
PCB101	3.19	4.72	0.70	-0.80	2.22	0.58
PCB138	8.65	5.28	0.79	-2.2	4.14	0.67
PCB153	6.75	6.47	0.74	-1.46	3.18	0.65
PCB180	5.15	3.38	0.74	-0.97	1.83	0.73
SOM6PCB	29.5	22.4	0.77	-1.2	10.8	0.77

Tabel 15 Verband tussen de gehalten aan PCB's en het ORGC-gehalte
a is afgesneden stuk van y-as, b is helling

Lokatie	PCB28	PCB52	PCB101	PCB138	PCB153	PCB180	SOM6PCB
	ug/kg						
Krankeloonpolder	11	16	30	47	37	28	169
Saaftinge	4.4	9.3	16	22	18	12	82
Bath	15	16	28	48	44	30	176
Paal	2.9	5.2	11	17	14	7.8	54
Kapellebank	0.9	2.1	4.6	2.9	3.1	0.9	7.4
Terneuzen	2.8	4.7	5.4	7.3	5.9	4.1	29
Hoofdplaat	2.0	3.9	4.5	5.7	4.9	2.5	23
Vlaamse Banken	2.2	2.4	4.9	5.5	4.7	2.3	22

Tabel 16 Gehalten aan PCB's bij 50% < 16 um

Op alle lokaties is PCB138 in hogere concentraties aanwezig dan de overige PCB's (tabel 16). De mate van voorkomen van de overige PCB's verschilt voor de verschillende lokaties. Nabij Krankeloonpolder, Bath en Paal, de lokaties met de grootste rivierinvloed, nemen de concentraties af in de volgorde: PCB138 > PCB153 > PCB101 = PCB180 > PCB52 > PCB28. Voor de overige lokaties nemen de concentraties af in de volgorde: PCB138 > PCB101 = PCB153 > PCB52 > PCB180 > PCB28. De volgorde wordt beïnvloed door het relatieve verschil in gehalte van de diverse PCB's in rivierslib t.o.v. dat in zeeslib.

In tabel 17 zijn de PCB-concentraties in sediment van Krankeloonpolder en Vlaamse Banken vergeleken met die in het Hollands Diep/Haringvliet,

Maasmond en Waddenzee. In het HD/HV komen PCB28 en PCB52 in hogere concentraties voor dan in de Schelde, de gehalten aan PCB180 zijn nagenoeg gelijk. De overige PCB's zijn in sediment van het HD/HV juist lager dan die in de Schelde. De PCB-gehalten in sediment van de Vlaamse Banken zijn hoger dan die in de Waddenzee en lager dan die in de Maasmond. Op deze laatste lokatie valt met name het relatief hoge gehalte aan PCB28 op.

Lokatie	PCB28/ORGC	PCB52/ORGC	PCB101/ORGC	PCB138/ORGC	PCB153/ORGC	PCB180/ORGC
	ug/kg/%					
Hollands Diep/HV	9,3	14	5,1	5,5	5,3	5,3
Krunkeloonpolder	2,3	3,1	5,9	9,4	7,4	5,6
Waddenzee	0,5	1	1	1	1	1
Maasmond	4,6	2,3	3,4	6,9	4,2	3,1
Vlaamse Banken	0,9	1,0	2,1	2,3	2,0	1,0

Tabel 17 Gehalten aan PCB's in sediment van een aantal lokaties, gecorrigeerd voor verschillen in organisch C.

5.1.3 Polycyclisch aromatische koolwaterstoffen (PAK's)

De beschrijving van de belasting van het sediment in het Scheldeestuarium met PAK's verloopt analoog aan de beschrijving van de PCB's in de vorige paragraaf. De resultaten van de analyses in de afzonderlijke monsters alsmede de per lokatie gemiddelde gehalten aan PAK's zijn vermeld in tabel 18. In dezelfde tabel zijn de verhoudingsgetallen opgenomen van de PAK/ORGC gehalten. Een aantal monsters vertonen afwijkende gehalten. Het betreft de monsters met de nummers 3238, 3327, 3297, 3204 en 3971. Deze worden verder buiten beschouwing gelaten. In tabel 19 zijn range en gemiddelde waarden van PAK/ORGC vermeld met weglating van bovengenoemde monsters. Op enkele lokaties is de range relatief groot, op andere lokaties veel geringer. Figuur 23 laat het verloop van de voor ORGC gecorrigeerde gehalten in zeewaartse richting zien. Evenals voor de PCB's blijken de voor ORGC gecorrigeerde gehalten in sediment van

Lokatie	FLANT/ORGC		BCKF/ORGC		BAP/ORGC		BGP/ORGC		INDP/ORGC		SOM6PAK/ORGC	
	range	gem	range	gem	range	gem	range	gem	range	gem	range	gem
	ug/kg/%		ug/kg/%		ug/kg/%		ug/kg/%		ug/kg/%		ug/kg/%	
Krunkeloonpolder	244-334	296	309-405	371	126-196	169	109-141	126	112-154	136	928-1225	1099
Saeflinge	99-134	114	175-250	203	55-112	71	63- 86	72	72- 95	81	474- 676	543
Bath	229-338	256	340-435	375	132-175	155	109-138	124	120-151	138	952-1190	1049
Peel	64-157	110	93-228	177	25- 88	65	33- 74	62	40- 86	71	254- 615	485
Kapellebank	25-220	112	51-301	160	8-105	51	17-109	67	25-115	74	126- 850	464
Terneuzen	92-126	123	149-198	178	16- 64	62	59- 71	65	51- 88	68	390- 545	485
Hoofdplaat	78-114	94	100-156	132	24- 66	37	38- 56	46	54- 61	58	294- 433	368
Vlaamse Banken	64-108	92	105-148	131	18- 38	33	41- 59	48	53- 64	61	300- 428	365

Tabel 19 Range en gemiddelde gehalten aan PAK's gecorrigeerd voor verschillen in organisch C

	GB-nr.	FLANT	BEKF	BAP	INDPYR	BGP	somPAK	%ORCC	FLANT/C	BEKF/C	BAP/C	INDPYR/C	BGP/C	somPAK6/C
Lokatie 1	3311	2000	2420	1080	860	820	7180	5.98	334	405	181	144	137	1201
Krankeloon-	3314	1810	2320	1100	868	791	6887	5.62	322	413	196	154	141	1225
polder	3315	1593	2152	970	840	760	6315	5.82	274	370	167	144	131	1086
	3316	1630	2070	1060	738	709	6207	5.54	294	374	191	133	128	1121
	3318	1610	1870	661	666	583	5400	5.23	308	357	126	127	113	1032
	3321	1309	1660	829	603	583	4984	5.37	244	309	154	112	109	928
gemiddeld		1659	2082	950	762	709	6162	5.59	296	371	169	136	126	1099
Lokatie 2	3230	194	358	111	152	130	945	1.68	116	214	66	91	78	564
Saaftinge	3231	306	500	145	183	172	1305	2.54	120	197	57	72	68	514
	3233	132	234	69	94	80	609	1.25	105	187	55	75	64	486
	3236	139	248	91	101	89	666	1.40	99	175	65	72	63	474
	3238	800	1292	431	431	428	3382	3.20	250	404	135	135	134	1058
	3242	345	644	289	248	221	1745	2.58	134	250	112	95	86	676
gemiddeld		319	548	189	201	187	1442	2.11	137	238	82	90	82	629
Lokatie 4B	3326	398	741	298	257	221	1915	1.71	233	435	175	151	130	1123
Bath	3327	619	1041	360	333	310	2663	1.06	583	981	339	314	292	2509
	3329	474	732	304	288	249	2047	2.02	234	362	150	142	123	1011
	3331	541	804	348	311	283	2287	2.37	229	340	147	131	120	966
	3333	460	636	245	223	202	1766	1.86	248	343	132	120	109	852
	3336	491	577	247	211	200	1726	1.45	339	398	170	146	138	1190
gemiddeld		497	755	300	271	244	2067	1.74	311	476	186	167	152	1292
Lokatie 3	3217	302	567	241	216	191	1517	2.74	110	207	88	79	70	553
Peal	3218	170	326	128	127	117	868	2.22	77	147	58	57	53	392
	3220	308	453	140	188	153	1240	2.18	141	208	64	86	70	570
	3222	569	827	264	299	270	2229	3.63	157	228	73	82	74	615
	3224	362	583	263	254	226	1688	3.21	113	182	82	79	70	526
	3225	203	293	79	126	104	805	3.17	64	93	25	40	33	254
gemiddeld		319	508	186	202	177	1391	2.86	110	177	65	71	62	485
Lokatie 5B	3357	484	664	231	254	240	1873	2.20	220	301	105	115	109	850
Kepellebank	3359	28	51	15	29	26	149	0.62	45	83	24	47	43	240
	3361	74	113	43	66	50	336	0.56	133	203	77	101	90	603
	3365	212	247	64	107	104	734	0.98	216	252	65	109	106	749
	3367	48	99	35	62	54	296	1.37	33	72	25	45	39	215
	3370	30	60	10	29	20	148	1.18	25	51	8	25	17	126
gemiddeld		148	206	66	89	82	580	1.15	112	160	51	74	67	464
Lokatie 6	3297	14	27	11	13	12	76	3.31	4	8	3	4	4	23
Terneuzen	3298	30	67	22	27	23	169	0.53	57	127	42	51	44	320
	3300	383	603	186	268	215	1655	3.04	126	198	61	88	71	645
	3301	383	563	195	199	194	1534	3.03	126	186	64	66	64	506
	3305	313	452	146	177	162	1250	2.48	126	183	59	71	65	505
	3308	139	181	19	62	72	473	1.21	116	148	16	51	59	390
gemiddeld		210	315	96	124	113	859	2.27	92	142	41	55	51	381
Lokatie 7B	3200	128	182	46	82	64	502	1.38	93	132	33	59	46	364
Hoofdplaat	3204	563	586	243	243	220	1855	1.77	317	330	137	137	124	1045
	3210	140	214	93	87	79	613	1.42	99	151	66	61	56	433
	3211	191	261	44	98	79	673	1.67	114	156	26	59	47	403
	3212	81	104	25	56	39	305	1.04	78	100	24	54	38	294
	3214	75	106	32	49	38	300	0.86	87	123	37	57	44	347
gemiddeld		196	242	81	103	87	708	1.36	131	165	54	71	59	481
Lokatie 8	3967	149	202	43	82	59	535	1.45	103	139	30	57	41	369
Vlaamse	3968	60	83	30	41	34	248	0.58	103	143	52	71	59	428
Banken	3969	95	140	21	61	53	370	1.14	83	123	18	53	46	324
	3970	149	204	52	84	73	562	1.38	108	148	38	61	53	407
	3971	185	188	32	76	57	538	1.00	184	187	32	76	57	536
gemiddeld	3974	202	331	79	202	131	945	3.15	64	105	25	64	42	300
		140	191	43	91	68	533	1.45	108	141	32	64	49	394

Tabel 18 Gehalten aan PAK's (ug/kg) in de afzonderlijke monsters. Verhouding PAK-gehalten:ORCC (ug/kg/%C).

Krankeloonpolder en Bath weinig te verschillen, terwijl ze aldaar op een veel hoger niveau liggen dan in de rest van het Scheldeestuarium. Het verschil in gecorrigeerd gehalte tussen Paal en Vlaamse Banken is niet groot.

In figuur 26 zijn als voorbeeld de gehalten aan FLANT uitgezet tegen het ORGC-gehalte, analoog aan figuur 24 voor PCB138. Evenals voor de PCB's is het ook nu niet mogelijk per lokatie regressielijnen te berekenen, weergevende het verband tussen de PAK-gehalten en ORGC. Dit is eveneens analoog aan de PCB's wel gedaan voor een aantal lokaties samen. De resultaten van de regressieberekeningen staan in tabel 20.

verbinding	Krankeloonpolder+Bath			Paal t/m Vlaamse Banken		
	a	b	r ²	a	b	r ²
FLANT	-296	346.7	0.94	-16.6	120.8	0.64
BBKF	-223	410.8	0.95	-53	194.7	0.74
BAP	-155	196.9	0.92	-35	71.9	0.66
BGP	- 80	141.1	0.95	-13	66.7	0.74
INDP	- 73	149.0	0.95	-15	77.4	0.80
SOM6PAK	-828	1244	0.95	-134	531.6	0.73

Tabel 20 Verband tussen de gehalten aan PAK's en ORGC
a is afgesneden stuk van y-as, b is helling

In figuur 27 zijn ter vergelijking met figuur 26 de gehalten aan FLANT uitgezet tegen het % < 16 um. Het werd niet zinvol geacht m.b.v. lineaire regressie het verband tussen de PAK-gehalten en het % < 16 um te berekenen. PAK-gehalten bij 50% < 16 um zijn afgeleid uit de combinatie van tabel 12 en 19 door vermenigvuldiging van het voor ORGC gecorrigeerde gehalte met het ORGC-gehalte bij 50 % < 16 um (zie ook paragraaf 5.1.2). De resultaten van deze bewerking zijn in tabel 21 opgenomen. In tegenstelling tot bij de PCB's zijn enerzijds de gehalten aan PAK's bij 50 % < 16 um in sediment nabij Bath lager dan die t.h.v. Krankeloonpolder (voor PCB's gelijk, zie 5.1.2), anderzijds zijn de gehalten nabij Saaftinge nagenoeg gelijk aan die t.h.v. Paal (voor PCB's nabij Saaftinge hoger). Er is sprake van een afname van de concentraties in zeewaartse richting.

Wat betreft het onderlinge concentratieniveau van de PAK-gehalten kan gesteld worden dat op de lokaties Krankeloonpolder en Bath de concentraties afnemen in de volgorde: BBKF > FLANT > BAP > INDP > BGP. Voor de overige lokaties is deze volgorde: BBKF > FLANT > INDP > BGP > BAP. De veranderde volgorde wordt veroorzaakt door het relatieve verschil in gehalte tussen rivierslib en zeeslib. Voor BAP is het gehalte in rivierslib 12 keer zo hoog als in zeeslib, voor de overige PAK's verschillen de gehalten een factor 5 tot 7.

In tabel 22 zijn naast de gehalten in sediment van de twee uiterste lokaties in het Scheldeestuarium de gehalten vermeld in sediment van enkele andere lokaties daarbuiten. In het HD/HV is het gehalte aan fluorantheen hoger en dat aan indenopyreen lager dan t.h.v. Krankeloonpolder. De overige verbindingen ontlopen elkaar op beide lokaties weinig qua concentratie. Dezelfde tendens is aanwezig bij vergelijking van de

PAK-gehalten in sediment van de Waddenzee en van de Vlaamse Banken. T.h.v. de Maasmond zijn de gehalten van alle onderscheiden PAK's ongeveer een factor 2 hoger dan t.h.v. de Vlaamse Banken.

Lokatie	FLANT	BEKF	BAP	BGP	INDP	SOM6PAK
	ug/kg					
Krankeloonpolder	1487	1866	851	635	683	5990
Saaftinge	532	948	331	336	378	2536
Bath	1090	1602	661	529	589	4477
Paal	523	853	321	295	339	2134
Kapellebank	334	466	148	194	210	1202
Terneuzen	340	493	172	180	188	1343
Hoofdplaat	251	351	98	123	153	979
Vlaamse Banken	217	310	77	113	144	861

Tabel 21 Gehalten aan PAK's bij 50% < 16 um

Lokatie	FLANT/ORGC	BEKF/ORGC	BAP/ORGC	BGP/ORGC	INDP/ORGC
	ug/kg/%				
Hollands Diep/HV	412	399	165	149	101
Krankeloonpolder	296	371	169	126	136
Waddenzee	206	111	46	46	28
Maasmond	172	173	77	115	134
Vlaamse Banken	92	131	33	48	61

Tabel 22 Gehalten aan PAK's in sediment van een aantal lokaties, gecorrigeerd voor verschillen in ORGC

5.1.4 Verband tussen de gehalten aan organische microverontreinigingen en de verhouding rivier:zeeslib

In tabel 23 zijn de resultaten vermeld van het stabiele isotopenonderzoek uitgevoerd bij de RUG en bedoeld om de verhouding rivier-/zeeslib te berekenen. Zoals in paragraaf 4.1.2 reeds is vermeld is het niet mogelijk om uit de gegevens in tabel 23 de verhouding rivier-/zeeslib te berekenen. In genoemde paragraaf is voor de metalen getracht door theoretische berekening van de menging van "Krankeloonslib" met zeeslib afwijkingen van de theoretische "mixingcurve" vast te stellen. In figuur 27 zijn voor een drietal PAK's en een drietal PCB's de gehalten bij 50 % < 16 um uitgezet tegen de fractie zeeslib. Ter vergelijking is ook het verloop van de metaalgehalten met de fractie zeeslib ingetekend. Daarbij moet worden opgemerkt dat voor de metalen de gehalten bij 50 % < 16 um op dezelfde wijze zijn berekend als voor de PCB's en de PAK's is geschied (zie paragraaf 5.1.1) en niet volgens de gebruikelijke methode uit lineaire regressie van de metaalgehalten versus het % < 16 um (tabel 3). Voor alle microverontreinigingen liggen de gehalten m.u.v. die t.h.v. Bath beneden de rechte die de gehalten van het "Krankeloonslib" en het slib van de Vlaamse Banken, de theoretische lijn derhalve die alleen de fysische menging van de twee slibsoorten verklaart, met elkaar

verbindt. Ook hier zij erop gewezen (zie paragraaf 4.1.2) dat bij de bestudering van het gedrag van microverontreinigingen het de voorkeur verdient dit gedrag te onderzoeken aan de hand van analyse van het zwevend materiaal.

Lokatie	13 (%)
rivierslib	-0.58
Krankeloonpolder	-0.94
Saaftinge	-0.02
Bath	-0.10
Paal	-0.08
Kapellebank	0.25
Terneuzen	0.20
Hoofdplaat	0.35
Vlaamse Banken	0.56

Tabel 23 13 van de kalk in sediment
van het Scheldeestuarium

5.2 Gehalten in de fractie $\leq 63 \mu\text{m}$

Van een 6-tal monsters van de lokaties Krankeloonpolder, Saaftinge en Terneuzen is de fractie $< 63 \mu\text{m}$ afgescheiden. De monsters zijn op dezelfde stoffen onderzocht als de niet-gefractioneerde monsters. De resultaten van de analyses zijn vermeld in de tabellen 24 en 25 voor enerzijds de gechloreerde verbindingen en anderzijds de PAK's.

Te Krankeloonpolder kan het verschil in PCB-gehalte in de fractie $< 63 \mu\text{m}$ oplopen tot een factor 2 a 3. Wat betreft de PAK's springt 1 monster eruit en wel die met het nummer 4377. In de overige monsters van Krankeloonpolder verschillen de PAK-gehalten maximaal 30 % van elkaar. Voor de monsters verzameld te Saaftinge kan eenzelfde verhaal worden gehouden. Hier valt voor wat betreft de PAK's monster nr. 4365 uit de toon. Te Terneuzen vallen die monsters erbuiten, waarvoor ook de gehalten in het totale monster afwijkende gehalten vertoonden, t.w. de nummers 3297 en 3298. De gehalten in de fractie $< 63 \mu\text{m}$ in deze monsters zijn niet in de tabellen 24 en 25 opgenomen. Tussen de overige monsters kunnen de gehalten tot 50% van elkaar verschillen.

Was een nadeel van de toepassing van de $< 16 \mu\text{m}$ methode dat per lokatie een relatief groot aantal monsters moet worden genomen, ook bij toepassing van de ORGC-correctie methode of de $< 63 \mu\text{m}$ methode kan niet worden volstaan met het analyseren van een enkel monster per lokatie. Nagegaan dient te worden hoeveel monsters er wel moeten worden verzameld en geanalyseerd om tot een betrouwbare uitspraak omtrent de belasting van een sediment met microverontreinigingen te komen.

5.3 Vergelijking van de gehalten in het totale monster met die in de fractie $< 63 \mu\text{m}$

In tabel 26 zijn voor de desbetreffende lokaties vermeld de gehalten in het totale monster, gecorrigeerd voor verschillen in ORGC, (kolom A),

Lokatie: 1 Krankeloospolder

monsternr. GB	HCB	o-HCH	PCB 28	PCB 52	PCB 101	PCB 138	PCB 153	PCB 180	som PCB6	op,DDD	pp,DDD	aldrin	dieldr	endrin	OROC %
—ug/kg—															
4374	0.5	—	10	24	49	80	63	36	262	—	—	1.4	—	—	5.53
4375	1.6	0.5	7.5	12	28	44	36	27	155	—	—	0.4	0.9	0.5	5.54
4376	2.4	2.0	17	29	40	65	51	42	244	—	5.7	5.1	3.0	—	5.65
4377	—	2.1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5.5	1.8	5.67
4378	1.0	1.2	6.2	8.7	27	33	27	18	120	—	—	0.2	3.8	0.2	5.21
4379	1.2	—	12	13	31	48	40	34	178	—	—	0.3	2.2	—	5.33
gemiddeld	1.3	1.5	10.5	17.3	35.0	54.0	43.4	31.4	192	—	—	1.5	3.1	0.8	5.48

Lokatie: 2 Saafdinge

monsternr. GB	HCB	o-HCH	PCB 28	PCB 52	PCB 101	PCB 138	PCB 153	PCB 180	som PCB6	op,DDD	pp,DDD	aldrin	dieldr	endrin	OROC %
—ug/kg—															
4360	1.5	1.1	2.0	5.3	9.0	19	15	10	60	3.6	1.6	0.1	1.5	0.7	3.67
4361	4.2	2.5	4.2	5.4	14	28	21	15	88	2.2	6.3	0.4	2.3	6.3	3.57
4362	0.5	1.8	2.7	5.2	10	17	13	8.8	55	2.3	—	0.6	1.0	0.8	3.54
4363	3.3	2.0	3.5	5.0	19	35	26	18	107	3.5	5.0	—	1.8	0.9	3.65
4365	0.3	0.9	6.5	9.0	19	23	18	3.7	79	1.7	—	0.3	1.1	1.3	4.59
4366	1.2	—	2.0	5.0	12	23	17	15	74	1.5	—	0.2	1.9	0.8	3.38
gemiddeld	1.8	1.7	3.5	5.8	13.8	24.2	18.3	11.4	77	2.5	4.3	0.3	1.6	1.8	3.73

Lokatie: 8 Terneuzen

monsternr. GB	HCB	o-HCH	PCB 28	PCB 52	PCB 101	PCB 138	PCB 153	PCB 180	som PCB6	op,DDD	pp,DDD	aldrin	dieldr	endrin	OROC %
—ug/kg—															
4369	0.5	0.6	3.7	2.6	6.0	10	8.2	4.6	35	1.9	—	—	—	1.4	3.00
4370	0.1	2.7	—	—	10	9.0	7.9	2.8	30	—	2.8	—	2.0	1.5	2.91
4371	—	2.9	—	—	—	13	9.4	5.4	28	2.6	2.4	—	1.2	1.8	2.41
4373	0.5	1.2	2.7	3.0	5.7	8.6	7.2	3.8	31	1.3	—	0.4	0.4	0.6	2.38
gemiddeld	0.4	1.9	3.2	2.8	7.2	10.2	8.2	4.1	31	1.9	2.5	0.4	1.2	1.3	2.68

Tabel 24 Gehalten aan organochloorverbindingen in de fractie < 63 um

Lokatie: 1 Krankeloospolder

monsternr. GB	FLANT	BBKF	BAP	INDPYR	BGP	somPAK6	ORGC	FLANT/C	BBKF/C	BAP/C	INDPYR/C	BGP/C	somPAK6/C
	ug/kg						%	ug/kg/%C					
4374	979	1908	794	703	624	5008	5.53	177	345	144	127	113	906
4375	968	1840	610	622	553	4394	5.54	175	296	110	112	100	793
4376	1307	1921	744	714	656	5342	5.65	231	340	132	126	116	945
4377	1748	3312	1358	1116	1040	8574	5.67	308	584	240	197	183	1512
4378	1182	1681	704	582	519	4678	5.21	227	325	135	112	100	898
4379	1057	1592	648	567	519	4383	5.33	198	299	122	106	97	822
gemiddeld	1207	2011	810	717	652	5396	5.49	219	365	147	130	118	979

Lokatie: 2 Scaftinge

monsternr. GB	FLANT	BBKF	BAP	INDPYR	BGP	somPAK6	ORGC	FLANT/C	BBKF/C	BAP/C	INDPYR/C	BGP/C	somPAK6/C
	ug/kg						%	ug/kg/%C					
4360	379	701	226	287	244	1837	3.67	103	191	62	78	66	501
4361	574	928	262	372	348	2484	3.57	161	260	73	104	97	696
4362	418	708	181	295	243	1845	3.54	118	200	51	83	69	521
4363	529	891	262	372	338	2392	3.65	145	244	72	102	92	655
4365	1151	1740	674	649	590	4804	4.59	251	379	147	141	129	1047
4366	508	872	296	347	305	2328	3.36	151	260	88	103	91	693
gemiddeld	593	973	317	387	345	2615	3.73	165	266	82	102	91	685

Lokatie: 6 Terneuzen

monsternr. GB	FLANT	BBKF	BAP	INDPYR	BGP	somPAK6	ORGC	FLANT/C	BBKF/C	BAP/C	INDPYR/C	BGP/C	somPAK6/C
	ug/kg						%	ug/kg/%C					
4369	414	608	191	243	206	1662	3.00	138	203	64	81	69	554
4370	442	749	239	297	242	1969	2.91	152	257	82	102	83	677
4371	388	570	150	247	219	1575	2.41	161	237	62	102	91	654
4373	306	459	142	187	159	1253	2.39	128	192	59	78	67	524
gemiddeld	388	597	181	244	207	1615	2.68	145	222	67	91	78	602

Tabel 25 Gehalten aan polycyclische aromaten in de fractie < 63 um.
Verhouding PAK-gehalten en organisch koolstof.

die in de fractie < 63 um, eveneens gecorrigeerd voor ORGC, (kolom B), en de verhouding tussen beide gehalten (kolom C). Ter completering zijn niet alleen de organische microverontreinigingen in tabel 26 opgenomen maar ook de zware metalen. In het algemeen zijn de op ORGC genormeerde gehalten aan metalen in het totale monster lager dan die in de fractie < 63 um, resulterende in verhoudingsgetallen tussen 0.7 en 1.0. Tussen de lokaties onderling zijn geen significante verschillen aanwezig. De concentraties aan PCB's in het totale monster verschillen voor de lokatie Krankeloonpolder weinig van die in de fractie < 63 um. Op de ander twee lokaties zijn de gehalten in het totale monster iets lager dan die in de fractie < 63 um. De grootste verschillen zijn gevonden voor de PAK's. In sediment van de Krankeloonpolder zijn de gehalten aan PAK's in het totale monster hoger dan die in de fractie < 63 um, in sediment van Saaftinge en Terneuzen is het omgekeerde het geval.

element	KRANKELOONPOLDER			SAAFTINGE			TERNEUZEN		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
	<16/ORGC	<63/ORGC	A/B	<16/ORGC	<63/ORGC	A/B	<16/ORGC	<63/ORGC	A/B
Zn	146	173	0.84	110	127	0.87	73	79	0.92
Cu	30	32	0.94	16	21	0.79	11	12	0.88
Cr	53	70	0.76	49	64	0.77	41	65	0.74
Pb	40	41	0.99	26	17	-	21	22	0.96
Cd	3.5	4.1	0.84	1.8	0.8	-	0.71	0.65	1.09
Ni	10	11	0.95	9.0	11	0.83	9.1	11	0.83
Hg	0.36	0.41	0.81	0.32	0.46	0.70	0.19	0.23	0.83
As	10	11	0.88	12	12	1.00	7.1	8.7	0.82
PCB28	2.3	1.9	1.18	0.95	0.94	1.01	1.0	1.2	0.83
PCB52	3.1	3.2	0.98	1.94	1.55	1.25	1.7	1.1	1.41
PCB101	5.9	6.4	0.92	3.4	3.7	0.92	1.9	2.2	0.87
PCB138	9.4	9.8	0.96	4.6	5.9	0.80	2.6	3.8	0.70
PCB153	7.4	7.9	0.94	3.8	4.6	0.85	2.1	3.1	0.69
PCB180	5.6	5.7	0.98	2.6	3.0	0.86	1.5	1.6	0.92
FLANT	296	202	1.47	114	135	0.84	123	145	0.85
BBKF	371	321	1.16	203	230	0.88	178	222	0.80
BAP	169	128	1.32	71	69	1.03	63	67	0.93
BGP	136	117	1.16	81	94	0.86	68	91	0.75
INDP	126	105	1.20	72	83	0.87	65	76	0.84

Tabel 26 Vergelijking van de gehalten aan microverontreinigingen in het totale monster en die in de fractie <63 um. Gehalten aan metalen opgegeven in mg/kg/%, de overige in ug/kg/%.

Kolom A: gehalte in totale monster per gewichtseenheid organisch C

Kolom B: gehalte in fractie < 63 um per gewichtseenheid organisch C

Kolom C: kolom A gedeeld door kolom B

Opvallend is dat het gemiddelde ORGC-gehalte in de fractie < 63 um van het sediment te Krankeloonpolder en Terneuzen (tabel 24) vrijwel gelijk is aan het ORGC-gehalte in het totale monster bij 50 % < 16 um (tabel 12). Voor de lokatie Saaftinge is het ORGC-gehalte bij 50 % < 16 um hoger dan dat in de fractie < 63 um. Dit verklaart waarom het % < 16 um, waarbij het gehalte aan metaal gelijk is aan het gehalte in de fractie <

63 um, voor het sediment van Saaftinge zo sterk verschilt van dat in sediment van de overige lokaties (zie tabel 9).

De conclusie uit paragraaf 4.3 dat de vertaling van de 63 um methode in de 16 um methode nog te wensen overlaat kan aangevuld worden met de conclusie dat via een normering op ORGC een betere overeenkomst aanwezig is.

6 Conclusies en aanbevelingen

1. Evenals bij vorige onderzoeken is vastgesteld neemt de belasting van het sediment met metalen, N en P af in zeewaartse richting. De belasting van het sediment met organische microverontreinigingen neemt eveneens af in zeewaartse richting.

2. Door het ontbreken van een referentiewaarde van de isotoopsamenstelling van puur rivierslib en gehalten aan microverontreinigingen in dit slib was het niet mogelijk het verband tussen de gehalten aan microverontreinigingen en de verhouding rivier-:zeeslib met nauwkeurigheid vast te stellen. Er zijn aanwijzingen dat de gehalten beneden de theoretische mengcurve van rivier- en zeeslib liggen, hetgeen desorptie van microverontreinigingen in het estuarium doet vermoeden. In 1979 is voor de metalen deze desorptie vastgesteld.

3. Ook al zouden de onder 2 genoemde gegevens wel bekend zijn, dan nog zou bedoelde relatie moeilijk te achterhalen zijn geweest. Zo zijn op drie lokaties (Saaftinge, Paal en Bath) met vrijwel dezelfde isotoopsamenstelling sterk verschillende gehalten aangetroffen. Om het gedrag van microverontreinigingen vast te stellen verdient analyse van zwevend materiaal de voorkeur boven die van afgezet sediment.

4. De gevonden gehalten wijzen erop dat in rivierslib de gehalten aan Hg en As de afgelopen jaren zijn gedaald en die aan Cu, Cr en Ni zijn gestegen. In zeeslib zijn de gehalten aan Zn, Pb, Hg en As gedaald, de overige zijn gelijk gebleven. T.a.v. organische microverontreinigingen ontbreken de gegevens van vroegere jaren, om hieromtrent een uitspraak te doen. In principe is het mogelijk hiertoe archiefmonsters alsnog op OMIVE te analyseren.

5. Per lokatie is de spreiding in gehalte in de fractie < 63 um gering. Genoemde spreiding wijkt niet af van de spreiding in het gehalte bij 50% < 16 um o.q. de spreiding in het voor ORGC gecorrigeerde gehalte. De resultaten volgens de < 16 um methode en de < 63 um methode zijn moeilijk rechtstreeks met elkaar vergelijkbaar. Wanneer echter de verhoudingsgetallen worden genomen van het gehalte in het totale monster gedeeld door organisch koolstof (ORGC) in het totale monster en die van het gehalte in de fractie < 63 um gedeeld door ORGC in dezelfde fractie, is de overeenkomst beter. In het algemeen is eerstbedoelde verhoudingsgetal iets lager. Mits gecorrigeerd voor ORGC maakt het derhalve weinig verschil of het totale monster danwel de fractie < 63 um wordt geanalyseerd. Nader onderzoek is nodig om na te gaan of bovenstaande ook voor andere gebieden in Nederland geldt.

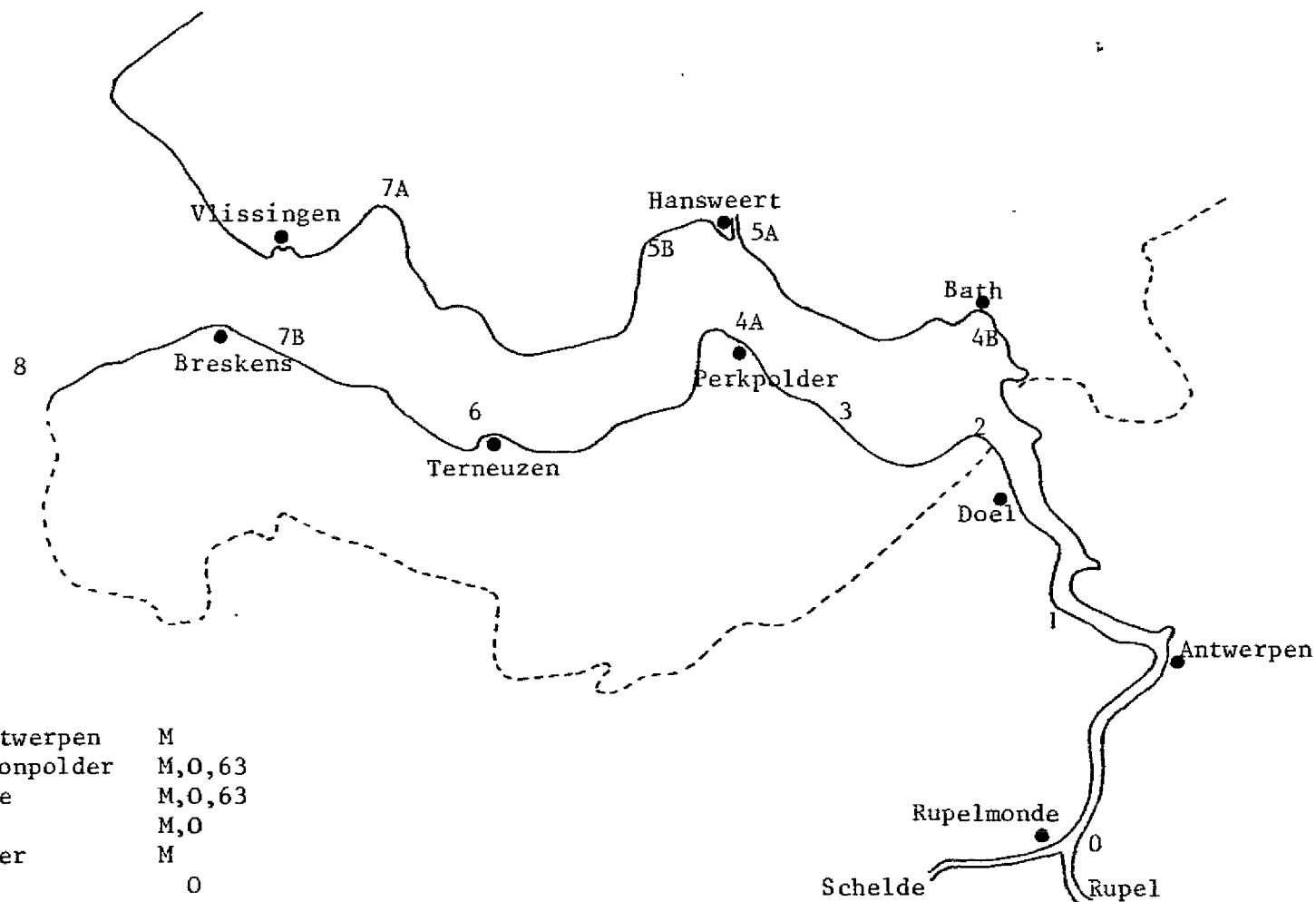
6. N.a.v. punt 5 lijkt het mogelijk het gehalte bij 50 % < 16 um vast te stellen zonder de gehalten in het totale monster te analyseren. Wat no-

dig is is de analyse van ORGC en microverontreinigingen in de fractie < 63 um en het verband tussen ORGC en het % < 16 um in het totale monster.

7 Referenties

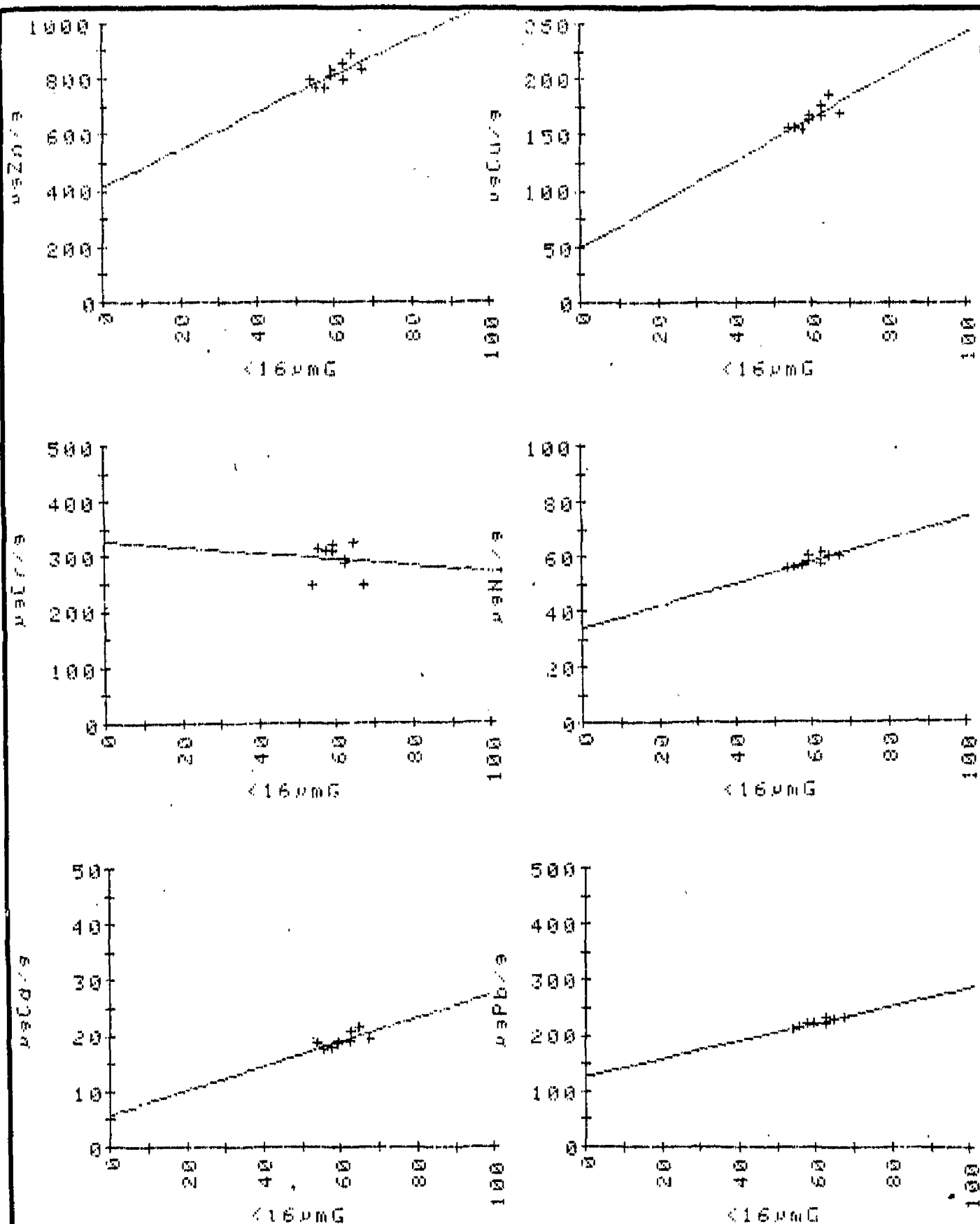
- 1 Waterloopkundig Laboratorium en Instituut voor Bodemvruchtbaarheid (1975). Voorkomen en gedrag van zware metalen in slib uit de Schelde. Verslag R994.
- 2 Waterloopkundig Laboratorium (1981). Inventarisatie en geochemisch gedrag van zware metalen in de Schelde en Westerschelde. Verslag M1640/M1736.
- 3 Waterloopkundig Laboratorium (1983). Zware metalen in sedimenten van de Waddenzee. Verslag M1839.
- X 4 Rijksinstituut voor Zuivering van Afvalwater (1984). De waterkwaliteit van de Noordzee in de periode 1975-1982. RIZA-nota 83-084.
- 5 Rijkswaterstaat, RIZA en DDMI (1984). Onderzoek organische microverontreinigingen.

MONSTERPUNTEN BODEMSLIB (1984)

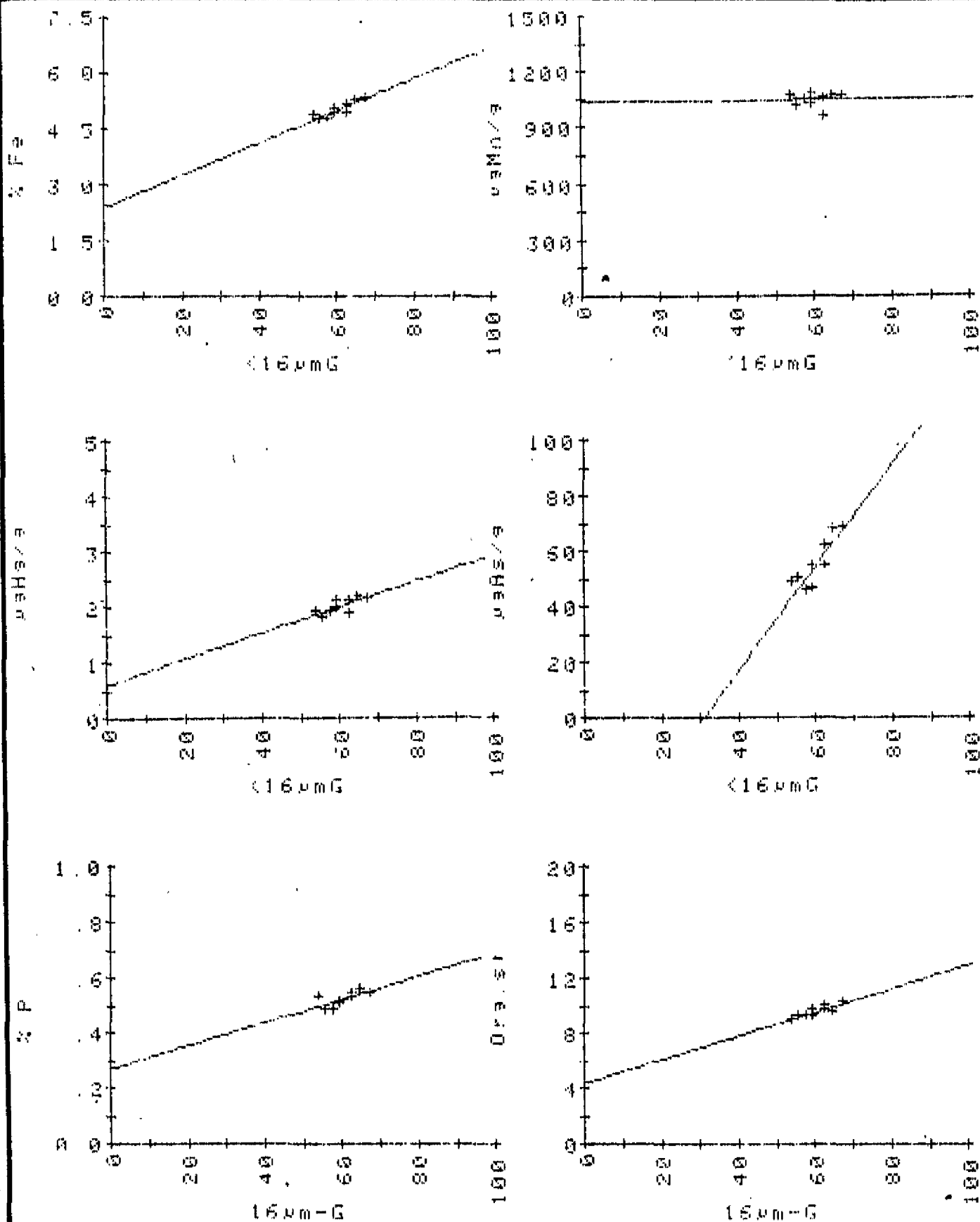


0	Rupel/Antwerpen	M
1	Krankeloonpolder	M,0,63
2	Saaftinge	M,0,63
3	Paal	M,0
4A	Perkpolder	M
4B	Bath	0
5A	Hansweert	M
5B	Kappellebank	0
6	Terneuzen	M,0,63
7A	Sloehaven	M
7B	Hoofdplaat	0
8	Vlaamse Banken	M,0

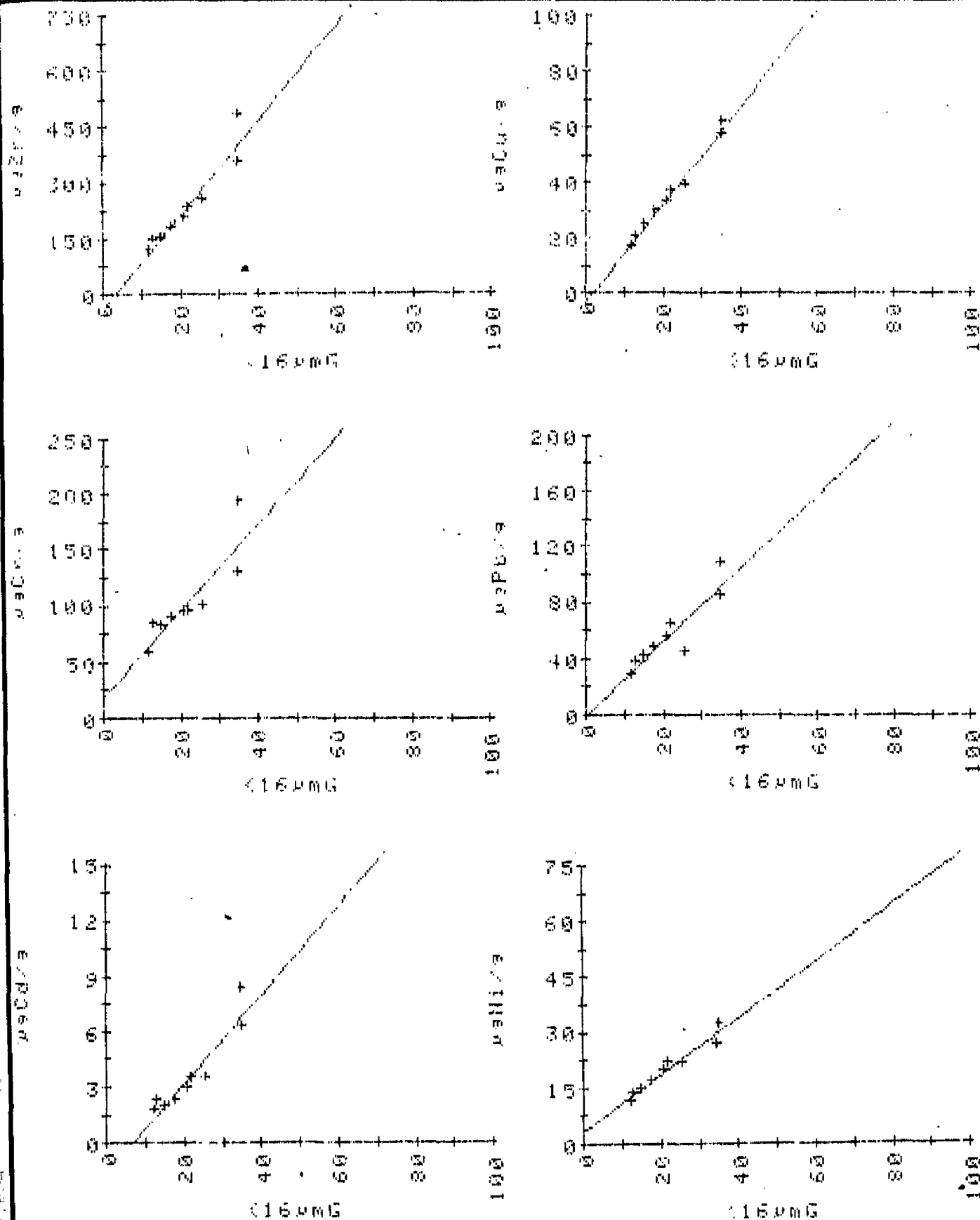
M Metalen
 0 Org. micro's
 63 In <63µm M en 0



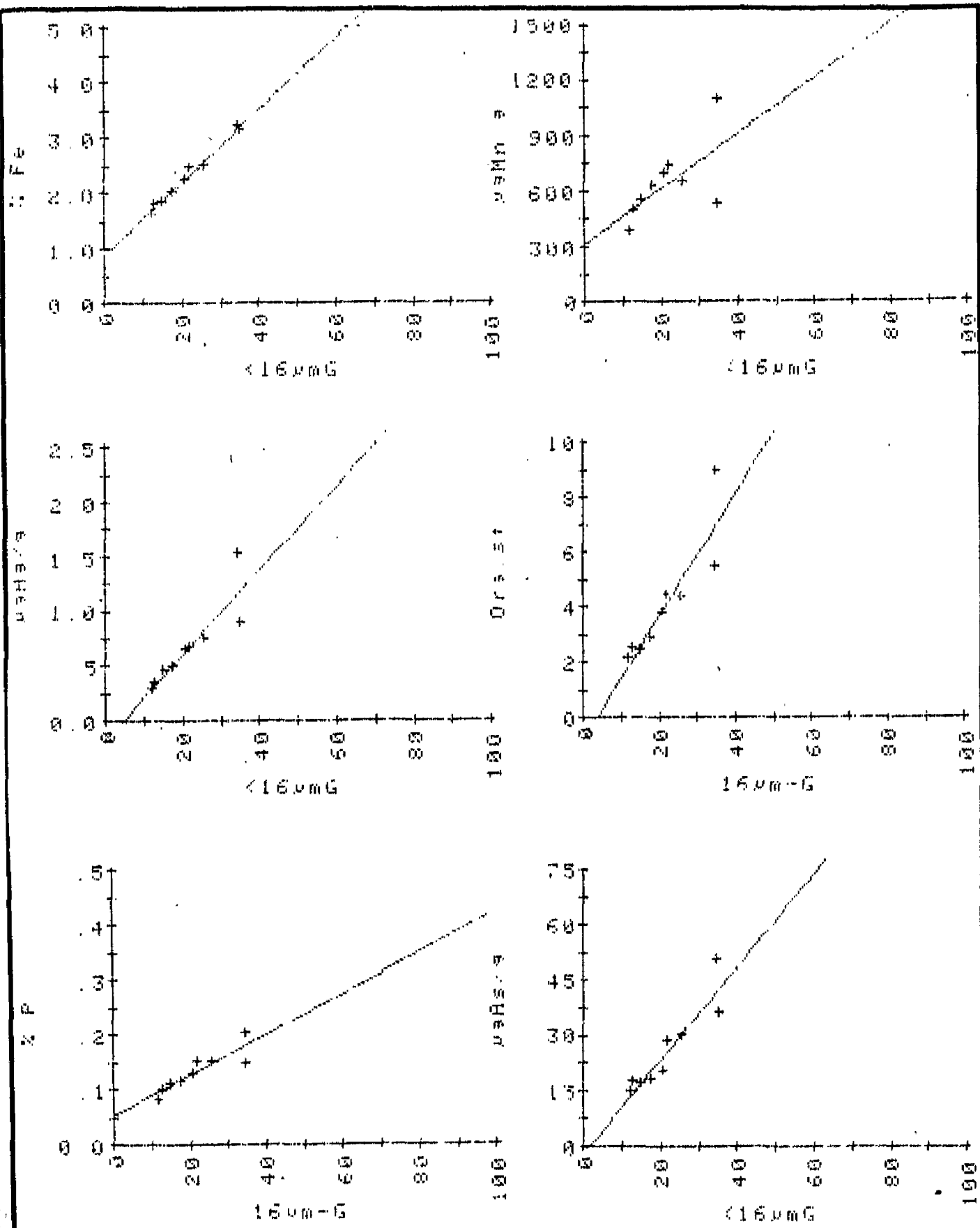
Relatie tussen Zn-, Cu-, Cr-, Ni-, Cd- en Pb-gehalten
en % <16 micron in sedimenten t.h.v. Krankeloospolder



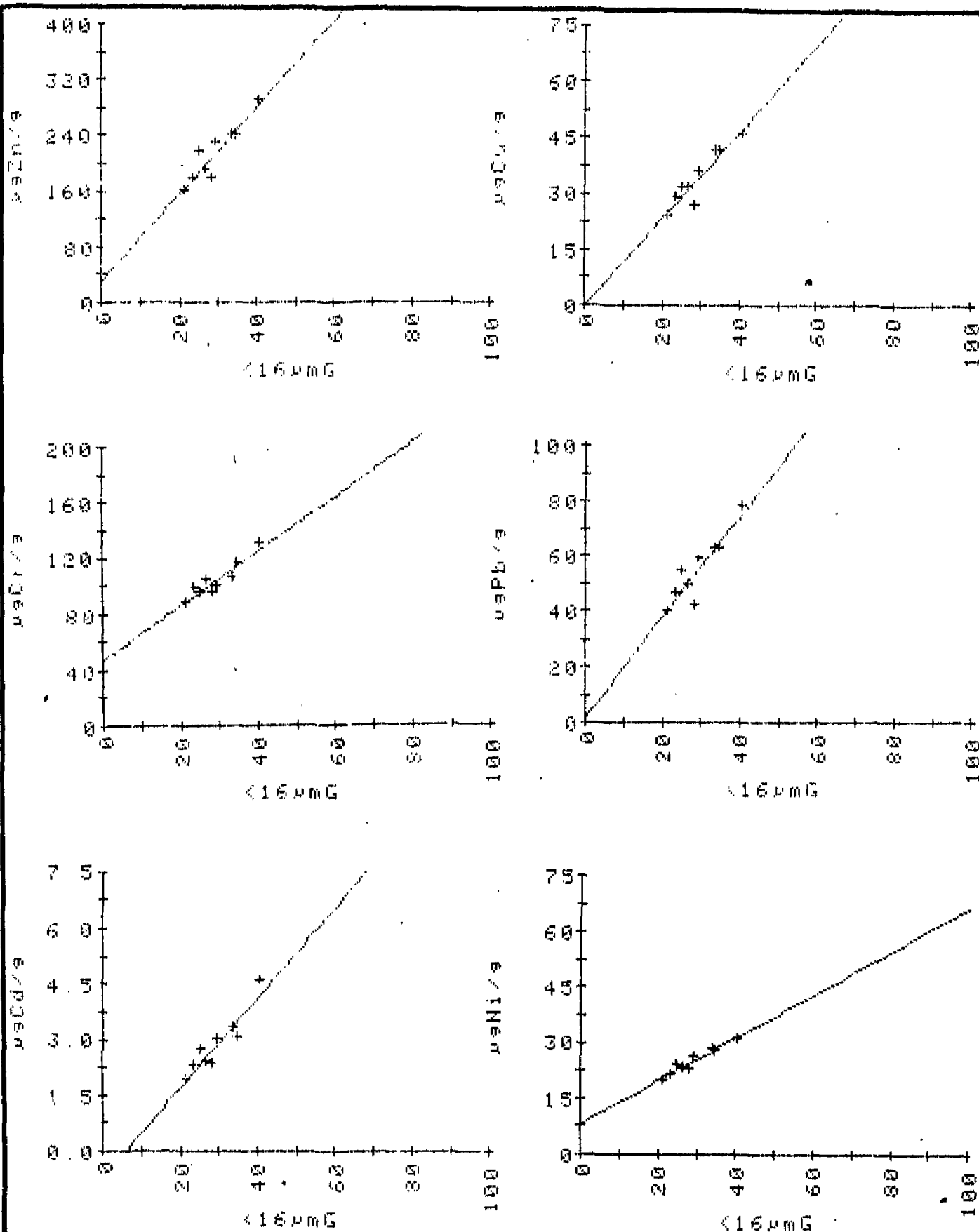
Relatie tussen Fe-, Mn-, Hg-, As-, P-, en org. stof gehalten en % <16 micron in sedimenten t.h.v. Krankelooppolder



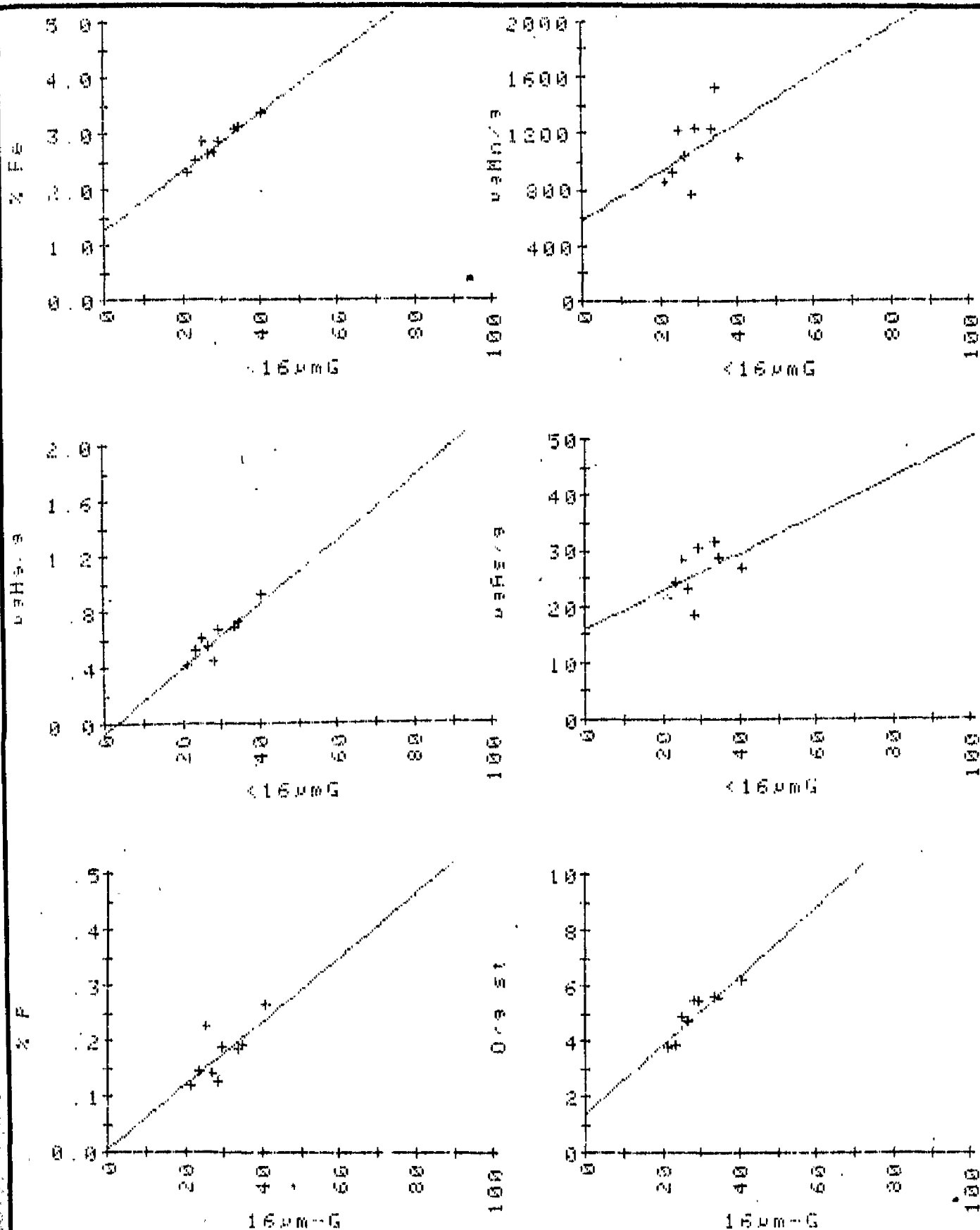
Relatie tussen Zn-, Cu-, Cr-, Pb-, Cd- en Ni-gehalten
en % 16 micron in sedimenten van Saaftinge



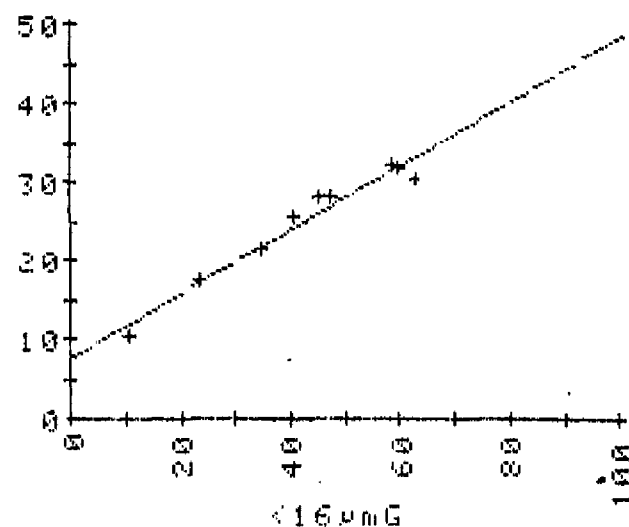
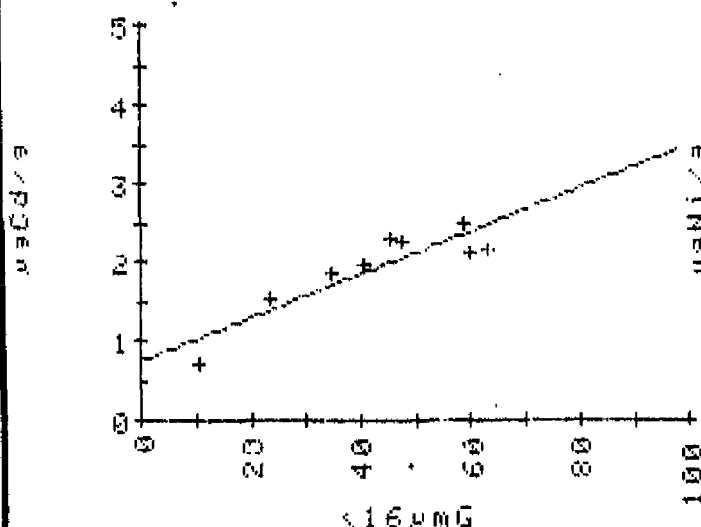
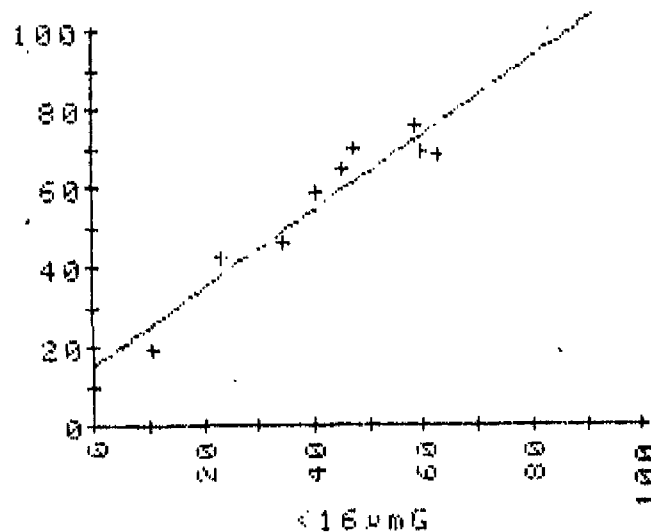
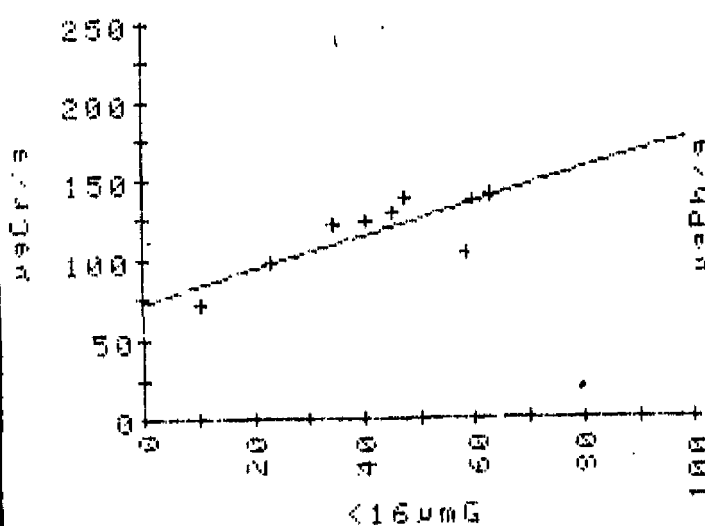
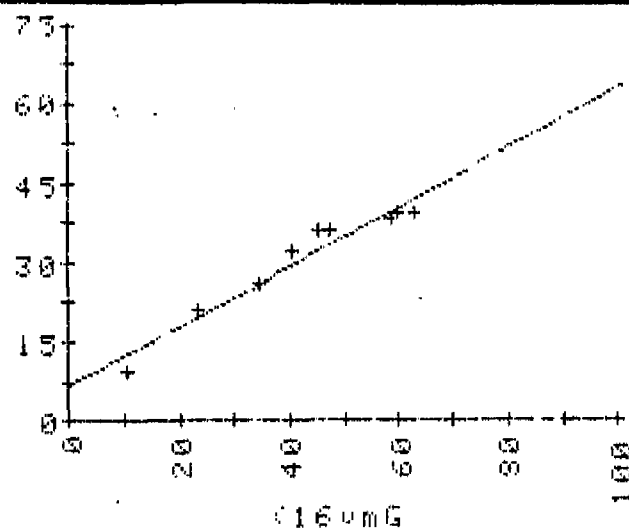
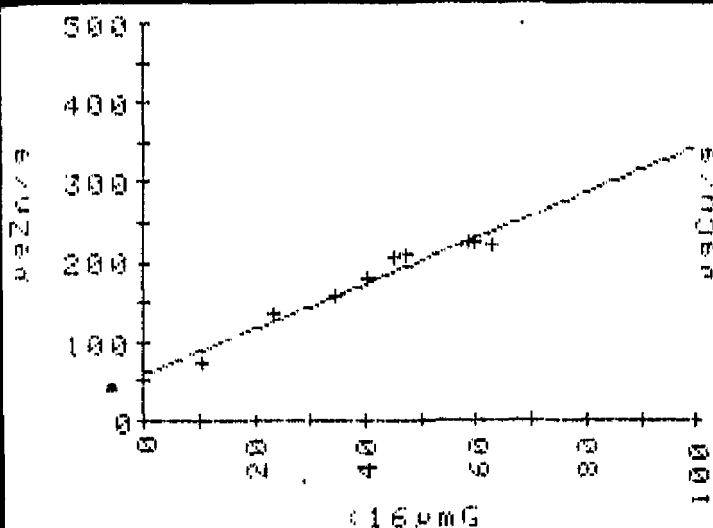
Relatie tussen Fe-, Mn-, Hg-, As-, P- en org. stof gehalten en %<16 micron in sedimenten van Saafdinge



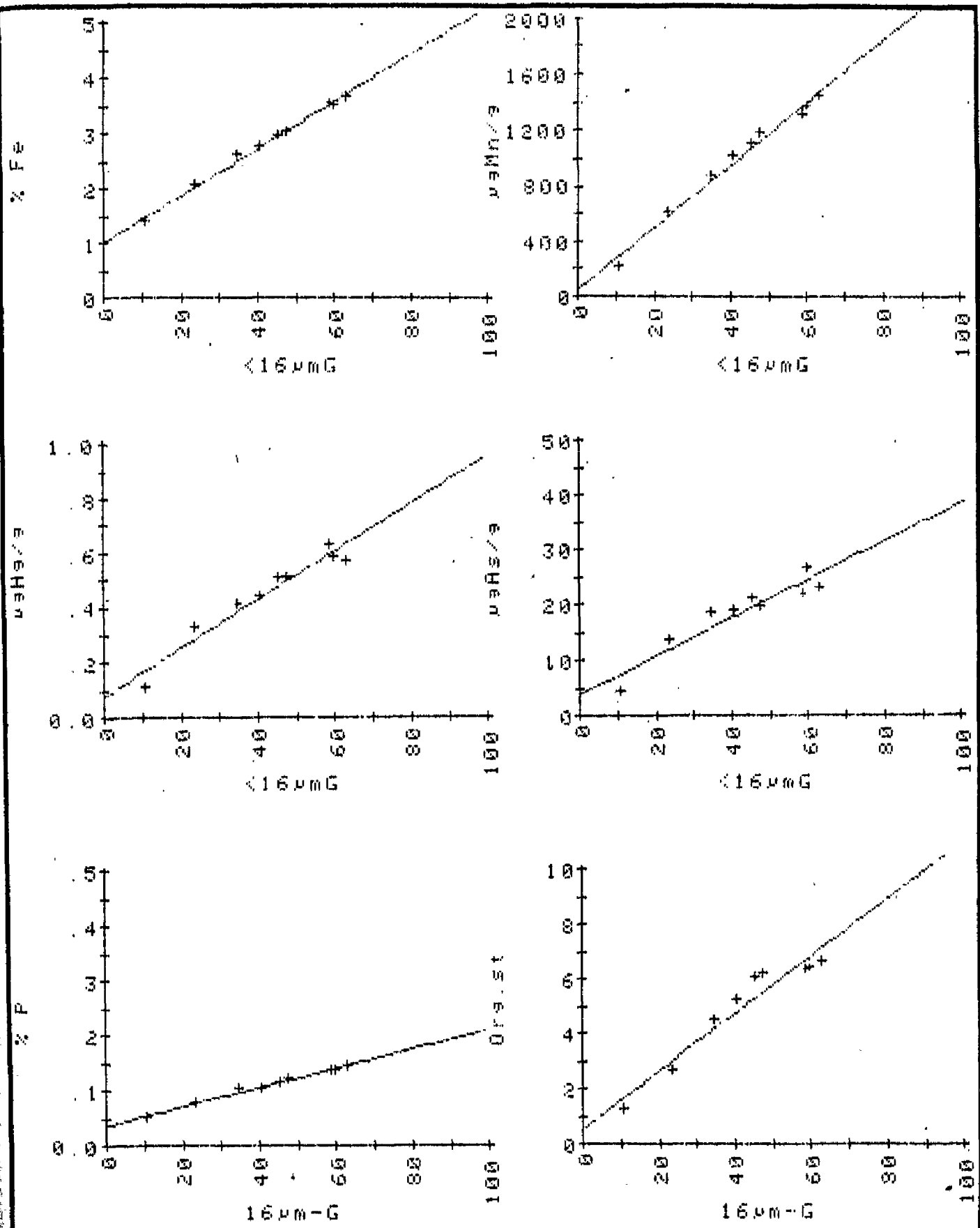
Relatie tussen Zn-, Cu-, Cr-, Pb-, Cd- en Ni-gehalten
en % 16 micron in sedimenten t.h.v. Paal



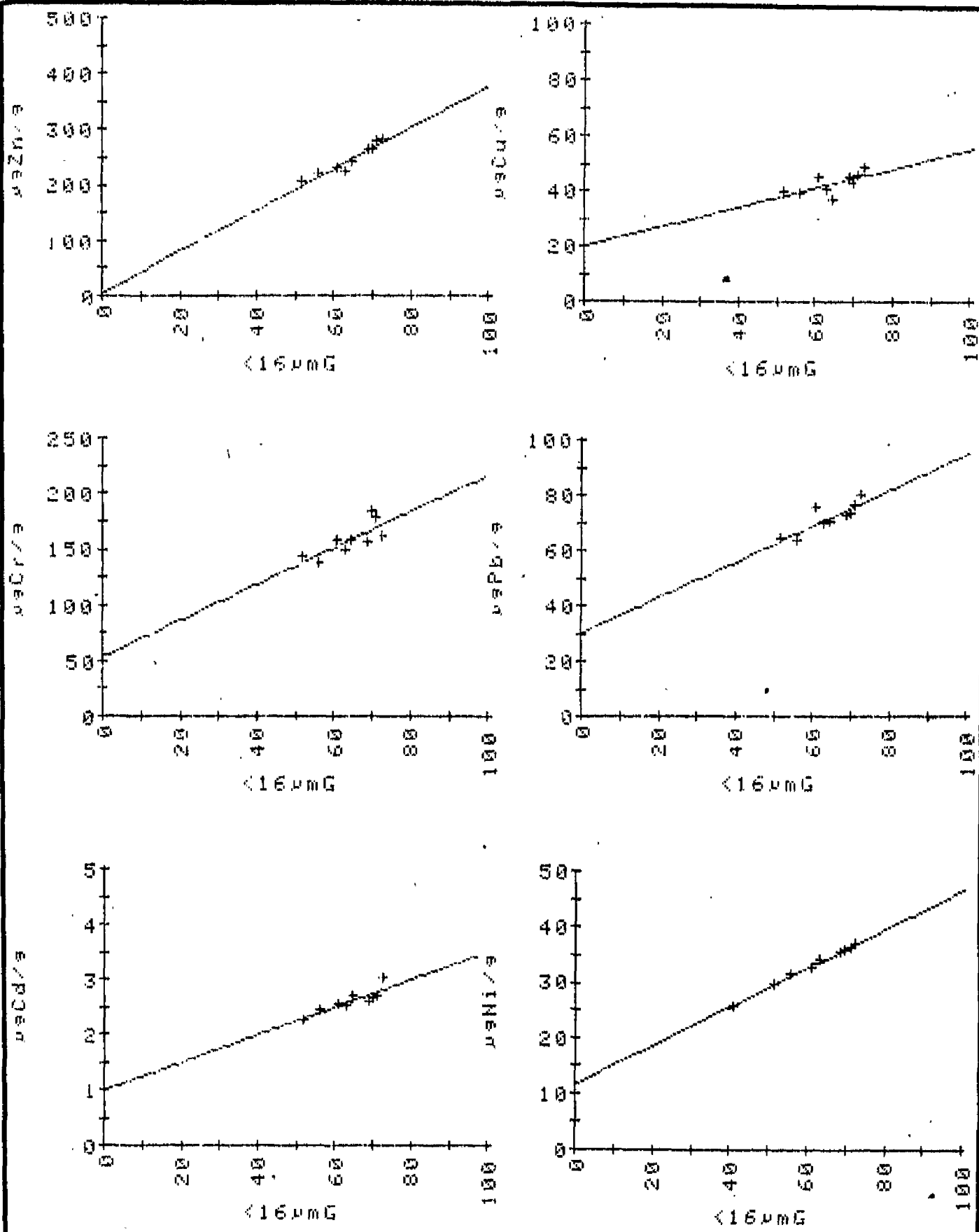
Relatie tussen Fe-, Mn-, Hg-, As-, P- en org. stof gehalten en % <16 micron in sedimenten t.h.v. Paal



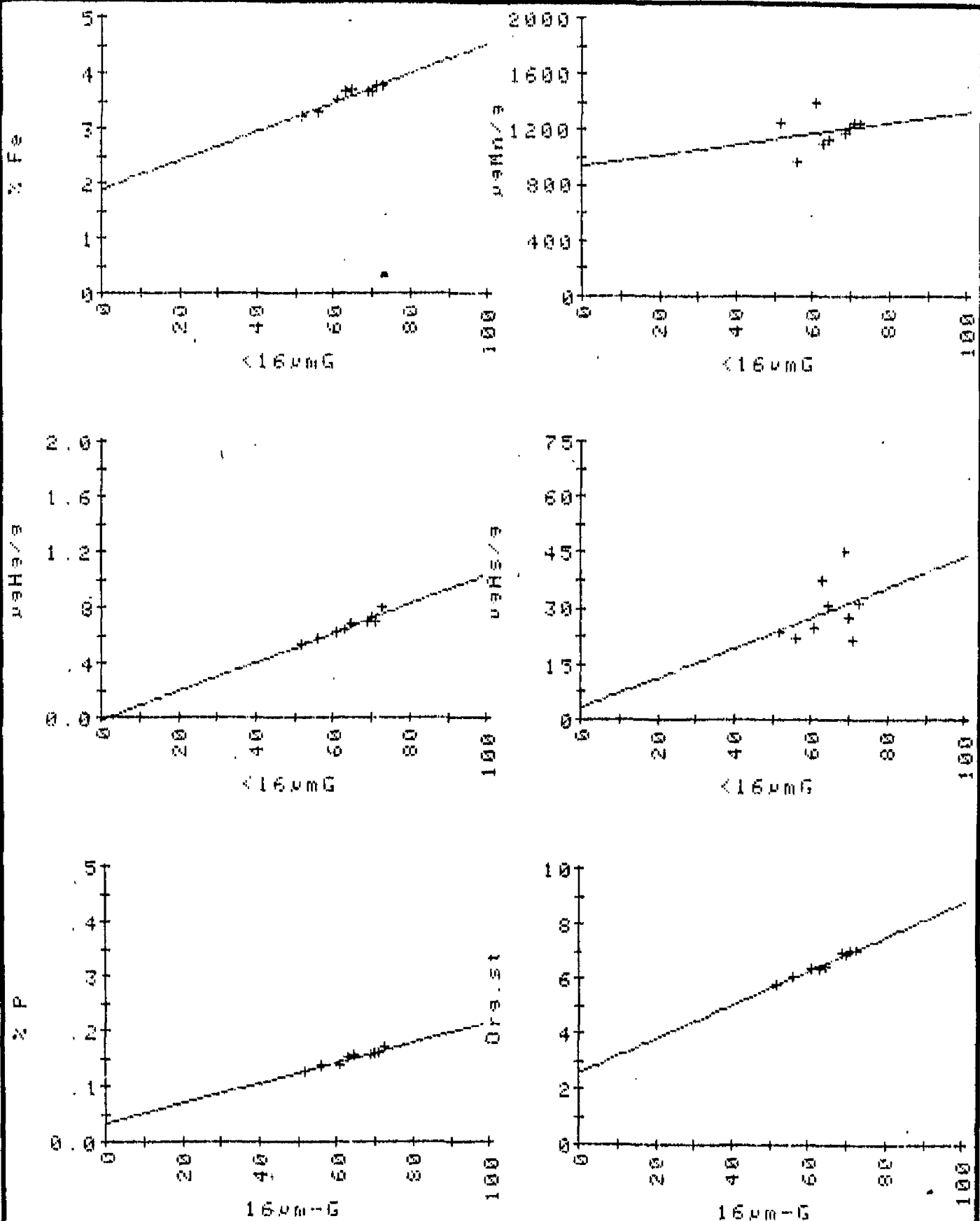
Relatie tussen Zn-, Cu-, Cr-, Pb-, Cd- en Ni-gehalten
en % 16 micron in sedimenten t.h.v. Perkpolder



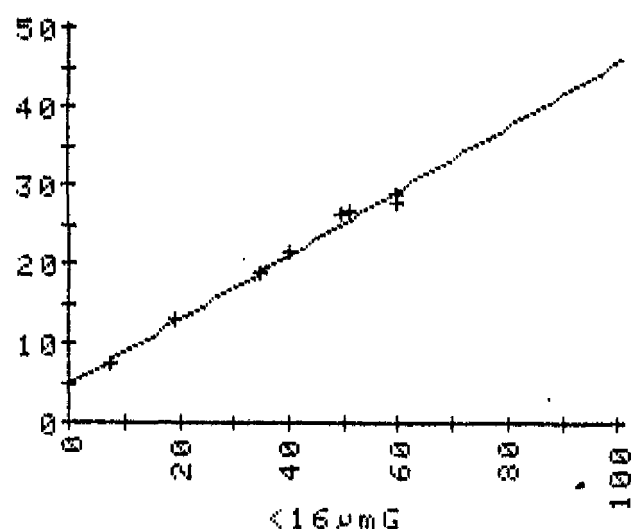
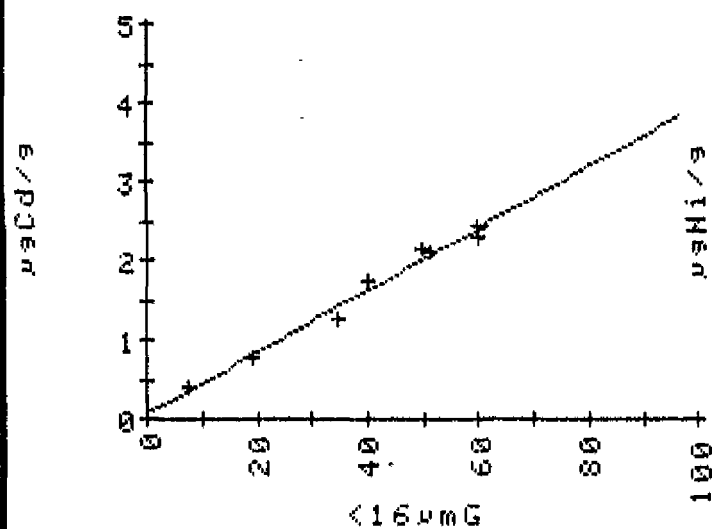
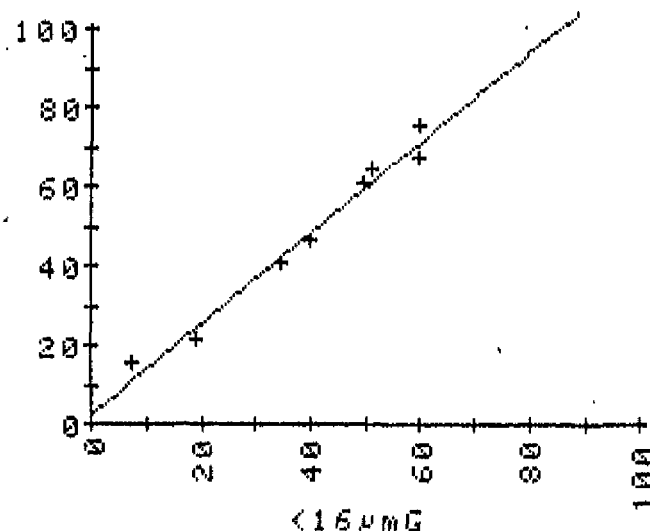
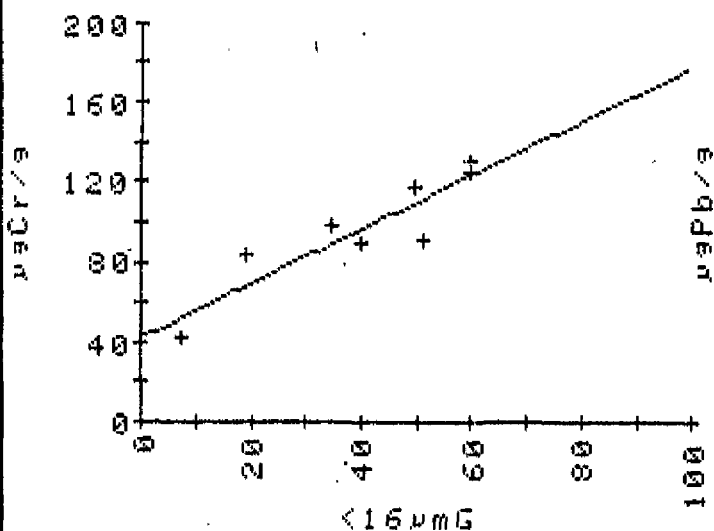
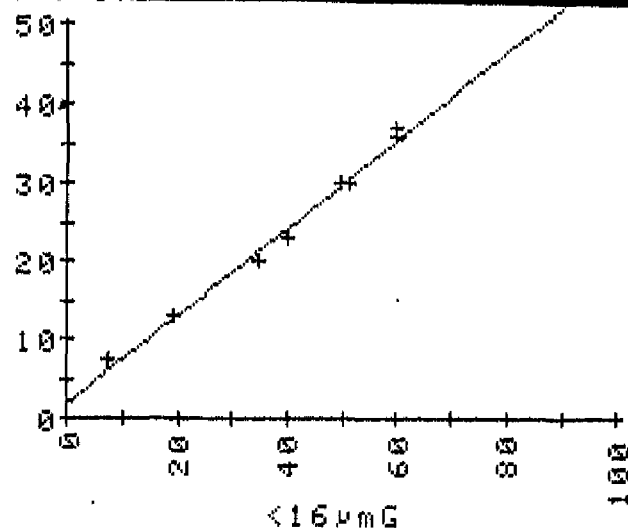
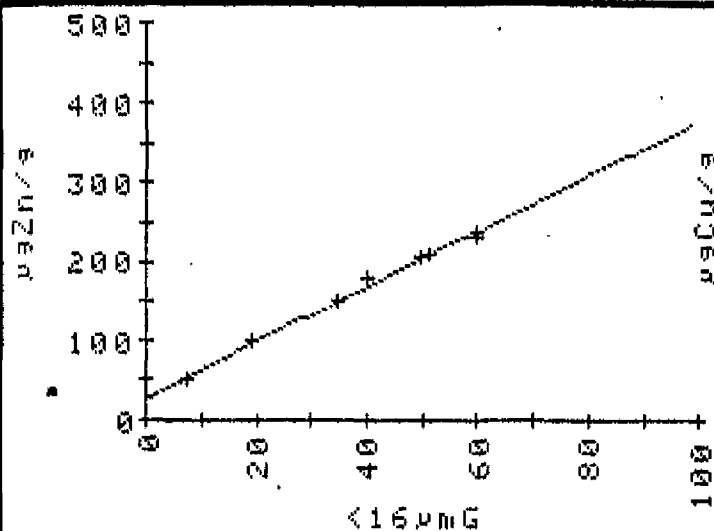
Relatie tussen Fe-, Mn-, Hg-, As-, P- en org. stof gehalten en %<16 micron in sedimenten van Perkpolder



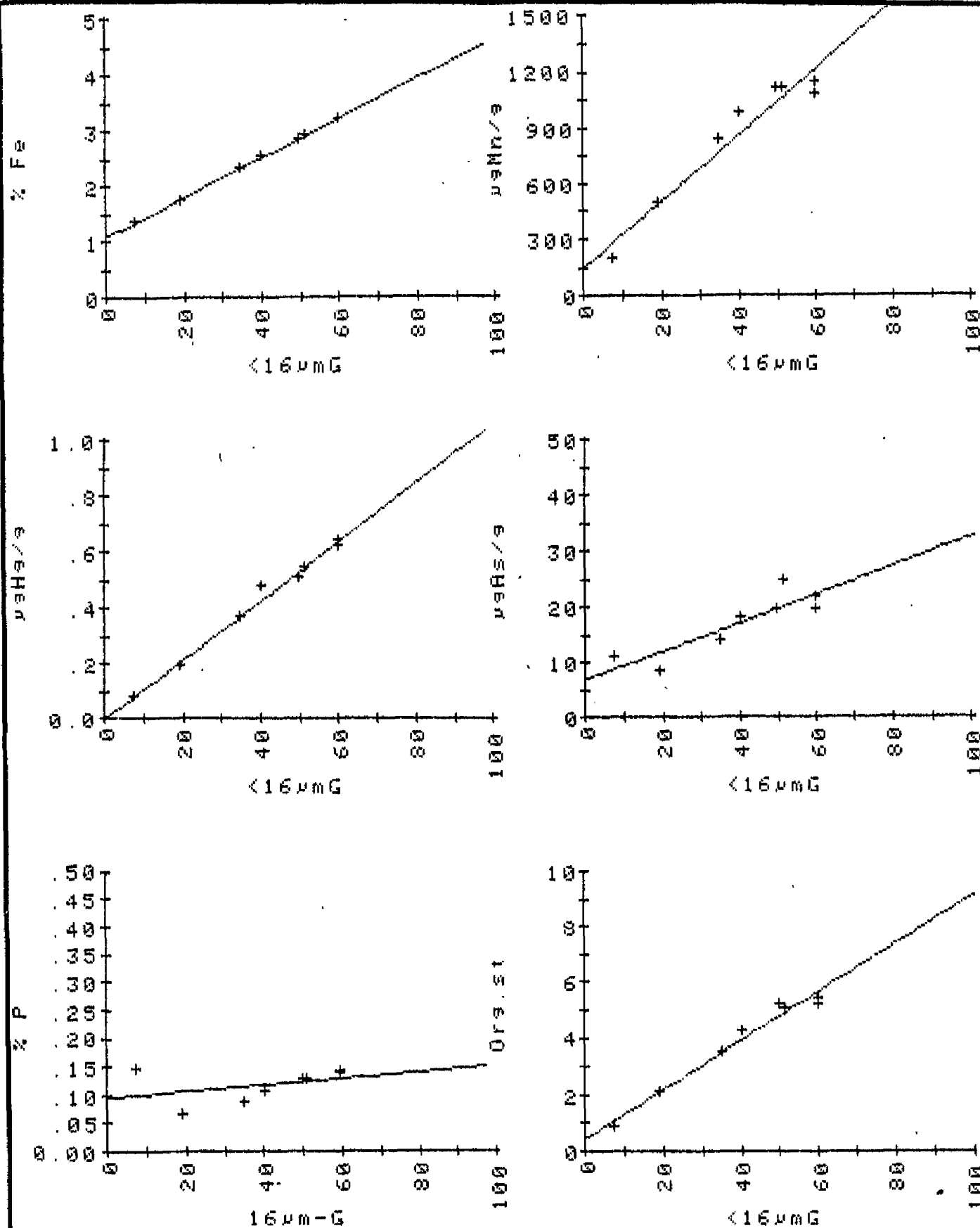
Relatie tussen Zn-, Cu-, Cr-, Pb-, Cd- en Ni-gehalten
en % 16 micron in sedimenten van Hansweert



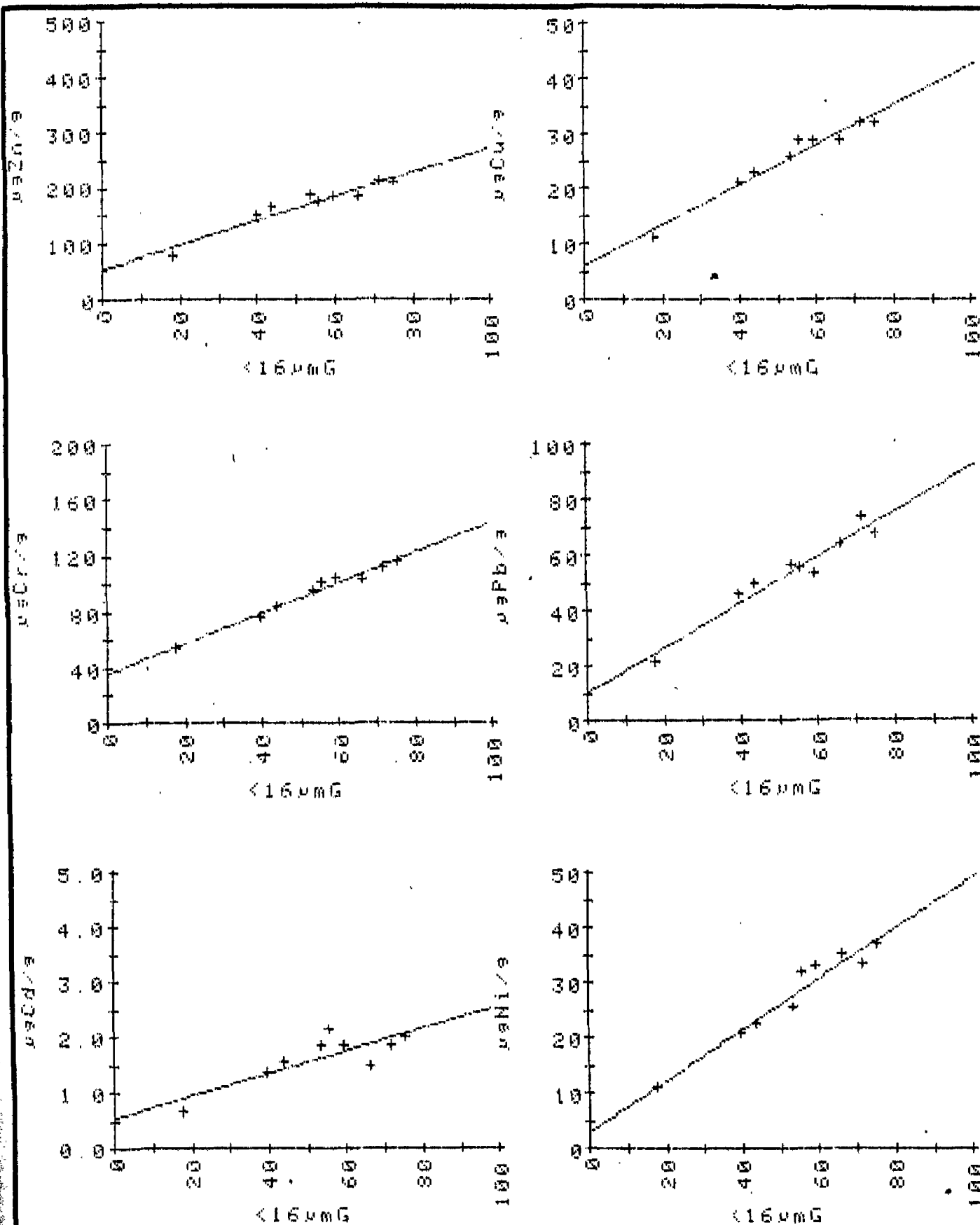
Relatie tussen Fe-, Mn-, Hg-, As-, P- en org. stof gehalten en %<16 micron in sedimenten van Hansweert



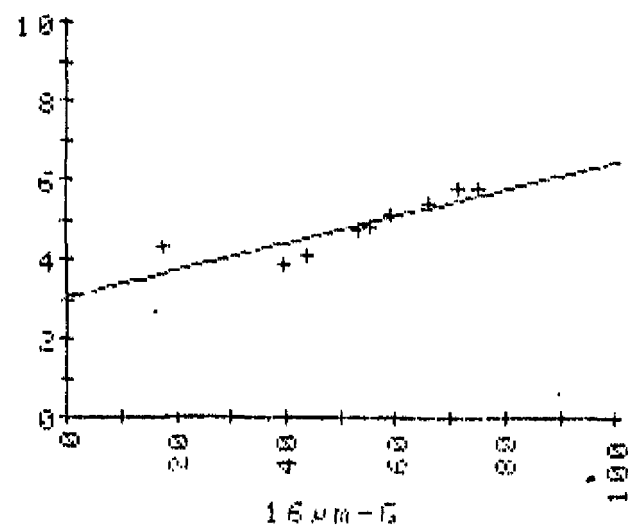
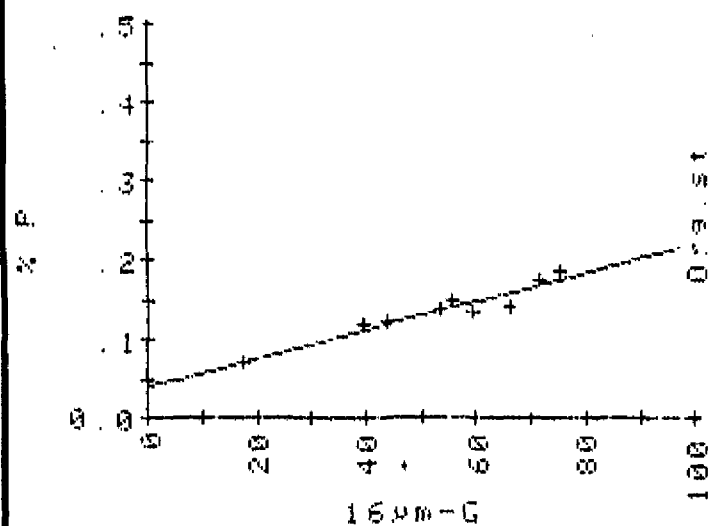
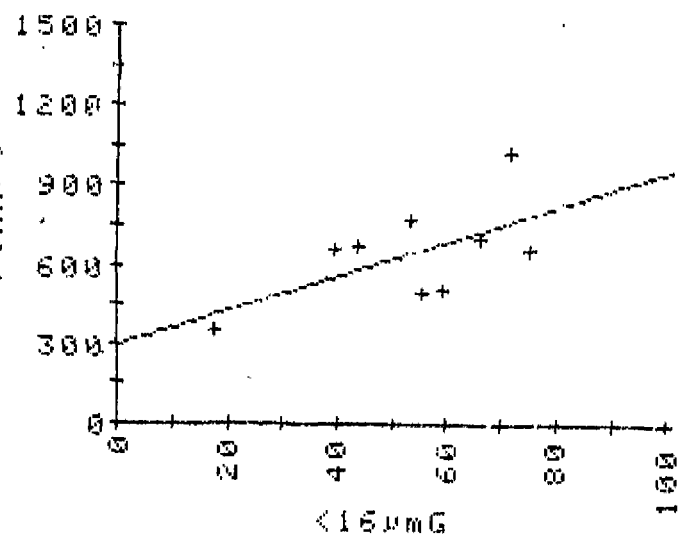
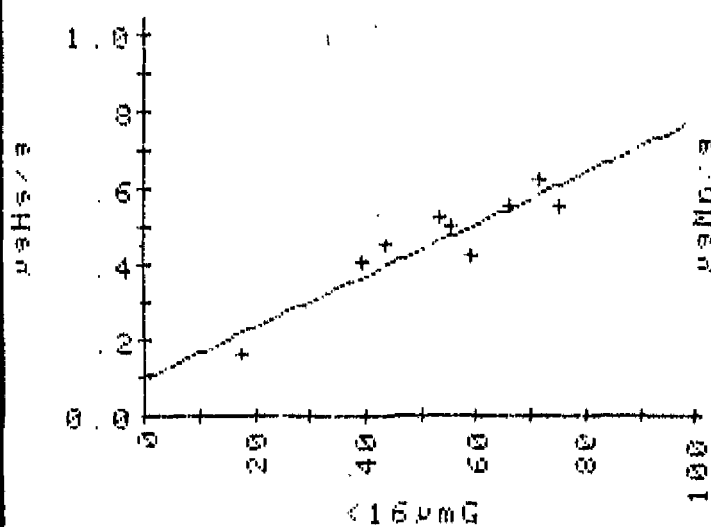
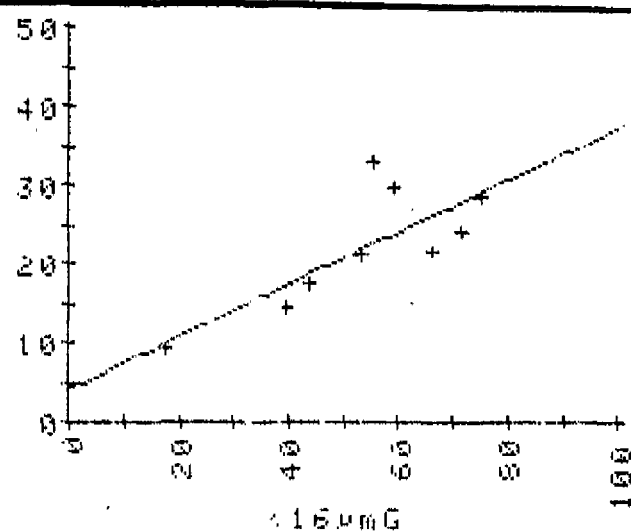
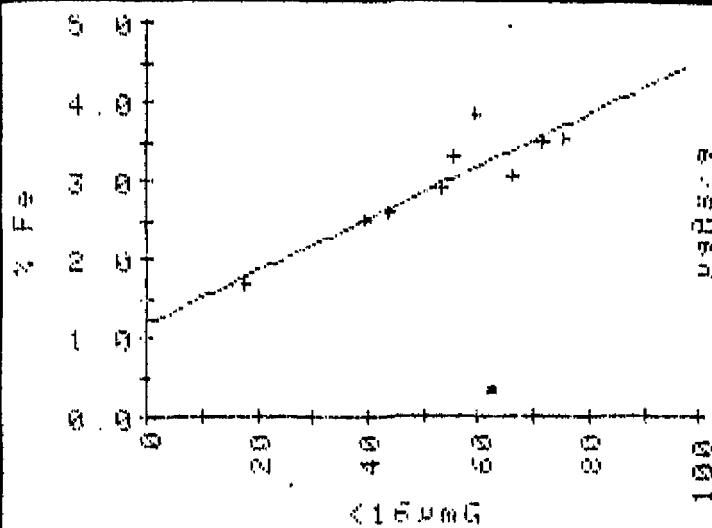
Relatie tussen Zn-, Cu-, Cr-, Pb-, Cd- en Ni-gehalten
en <16 micron in sedimenten van Terneuzen



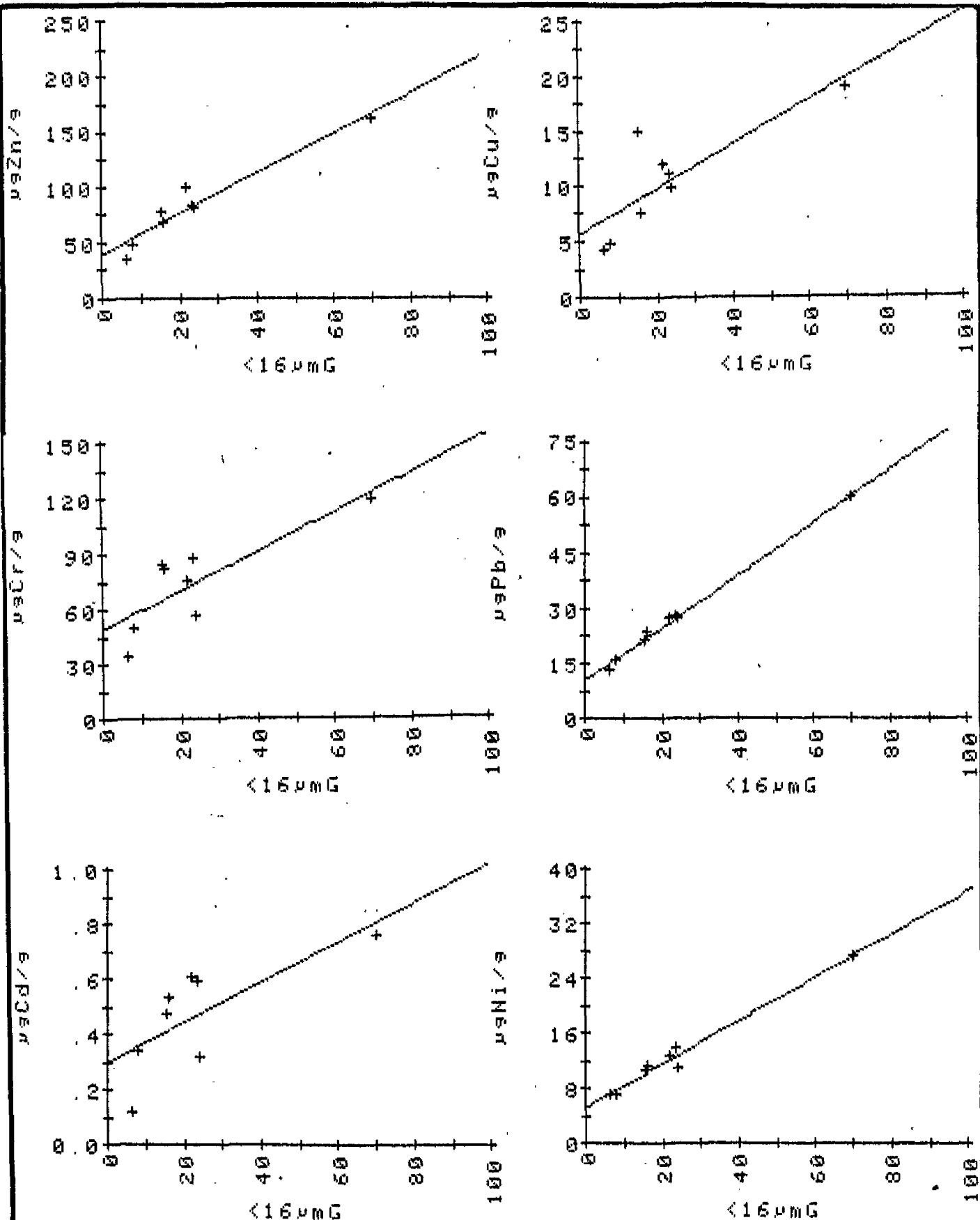
Relatie tussen Fe-, Mn-, Hg-, As-, P- en org. stof gehalten en %<16 micron in sedimenten van Terneuzen



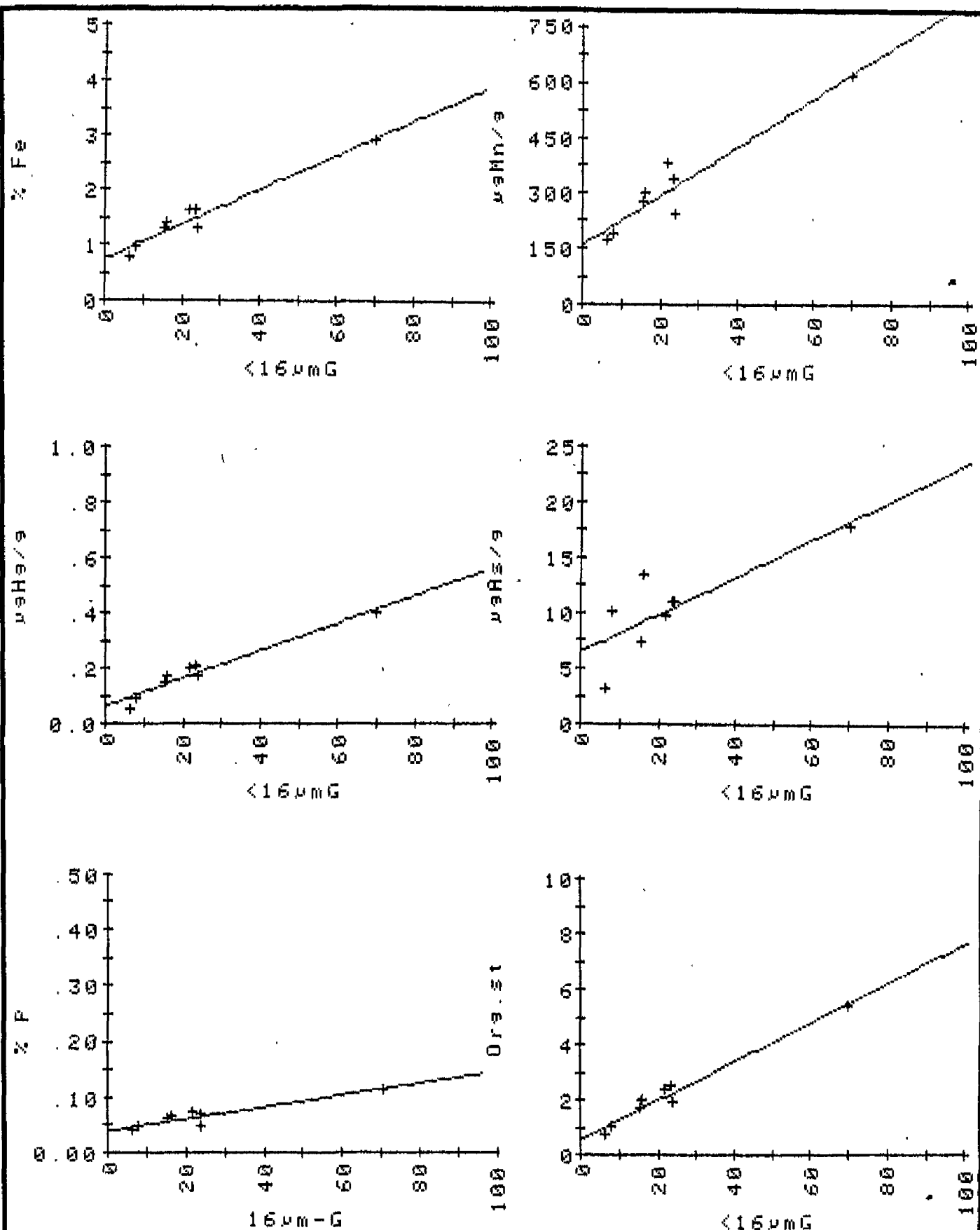
Relatie tussen Zn-, Cu-, Cr-, Pb-, Cd- en Ni-gehalten
en %<16 micron in sedimenten van de Sloehavens



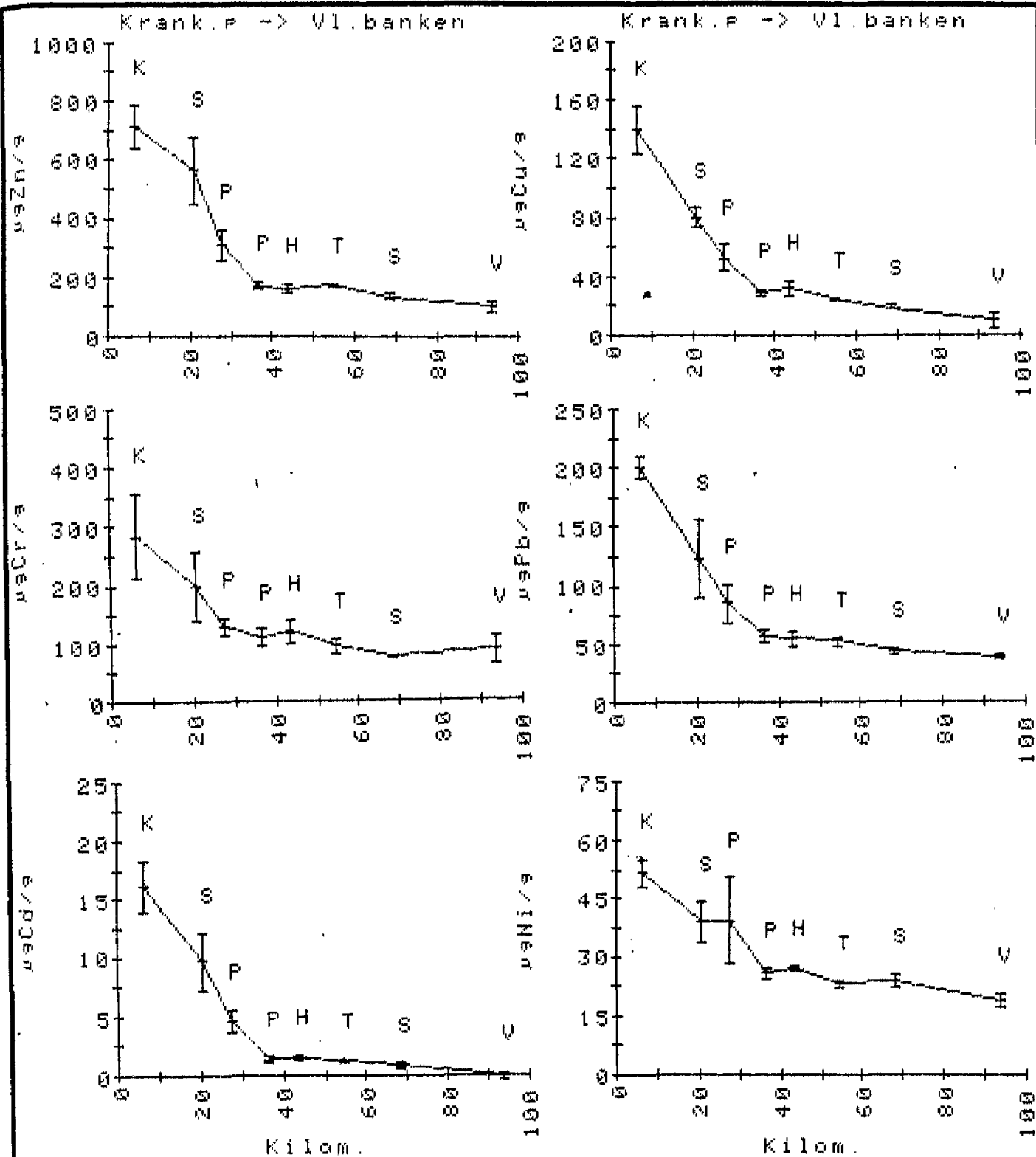
Relatie tussen Fe-, Mn-, Hg-, As-, P- en org. stof gehalten en %<16 micron in sedimenten van de Sloehavens



Relatie tussen Zn-, Cu-, Cr-, Pb-, Cd- en Ni-gehalten
en % < 16 micron in sedimenten van de Vlaamse Banken



Relatie tussen Fe-, Mn-, Hg-, As-, P- en org. stof gehalten
en % <16 micron in sedimenten van de Vlaamse Banken



Kilom. = afstand in km. naar Antwerpen

K = Krankeloonpolder

S = Saafthine

P = Paal

P = Perkepolder

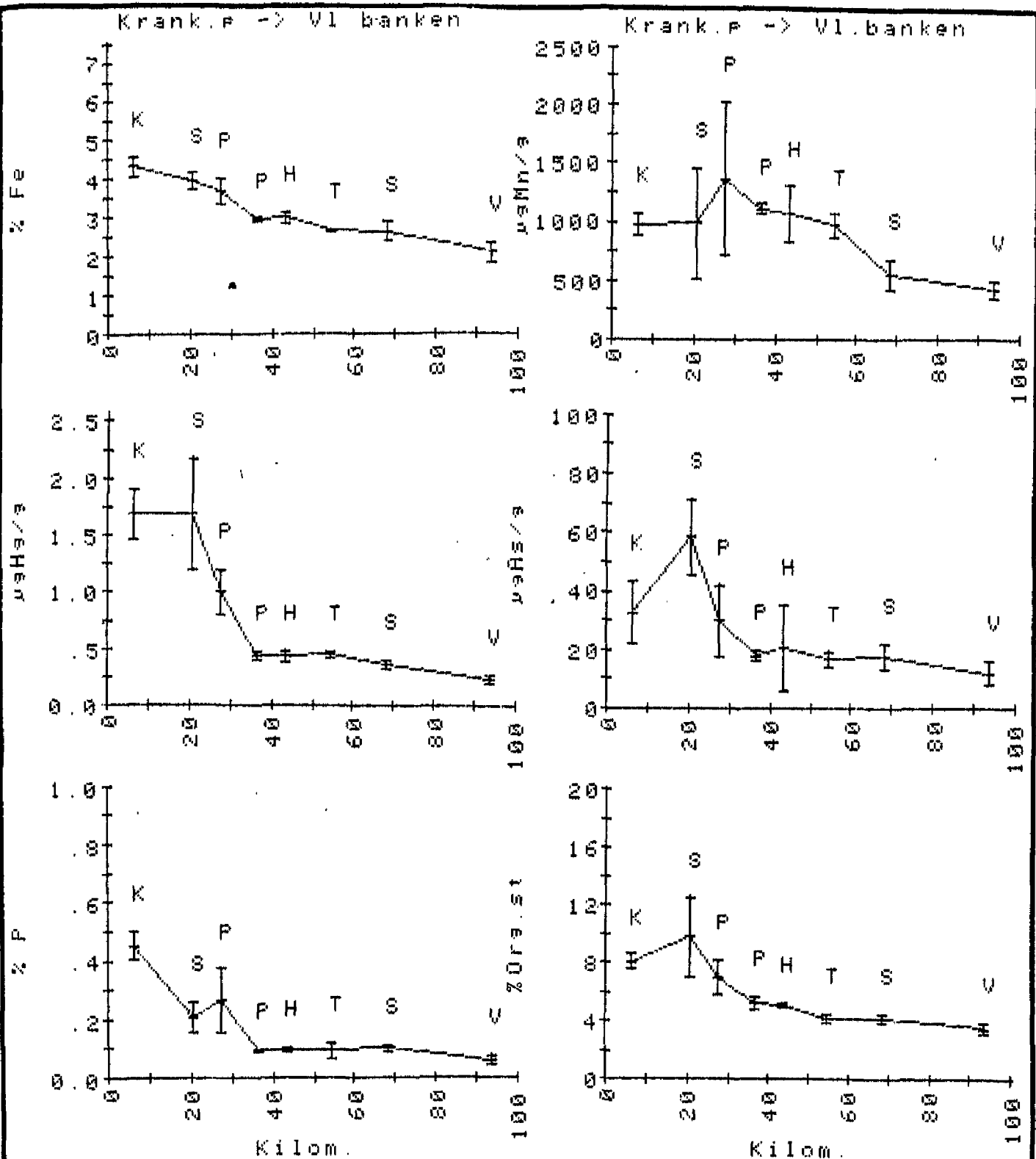
H = Hansweert

T = Terneuzen

S = Sloehaven

V = Vlaamse banken

Zn-, Cu-, Cr-, Pb-, Cd- en Ni-gehalten bij 50 % < 16 micron
in sedimenten tussen Krankeloonpolder en Vlaamse Banken



Kilom. = afstand in km. naar Antwerpen

K = Krankelooipolder

S = Saaftingse

P = Paal

P = Perkpolder

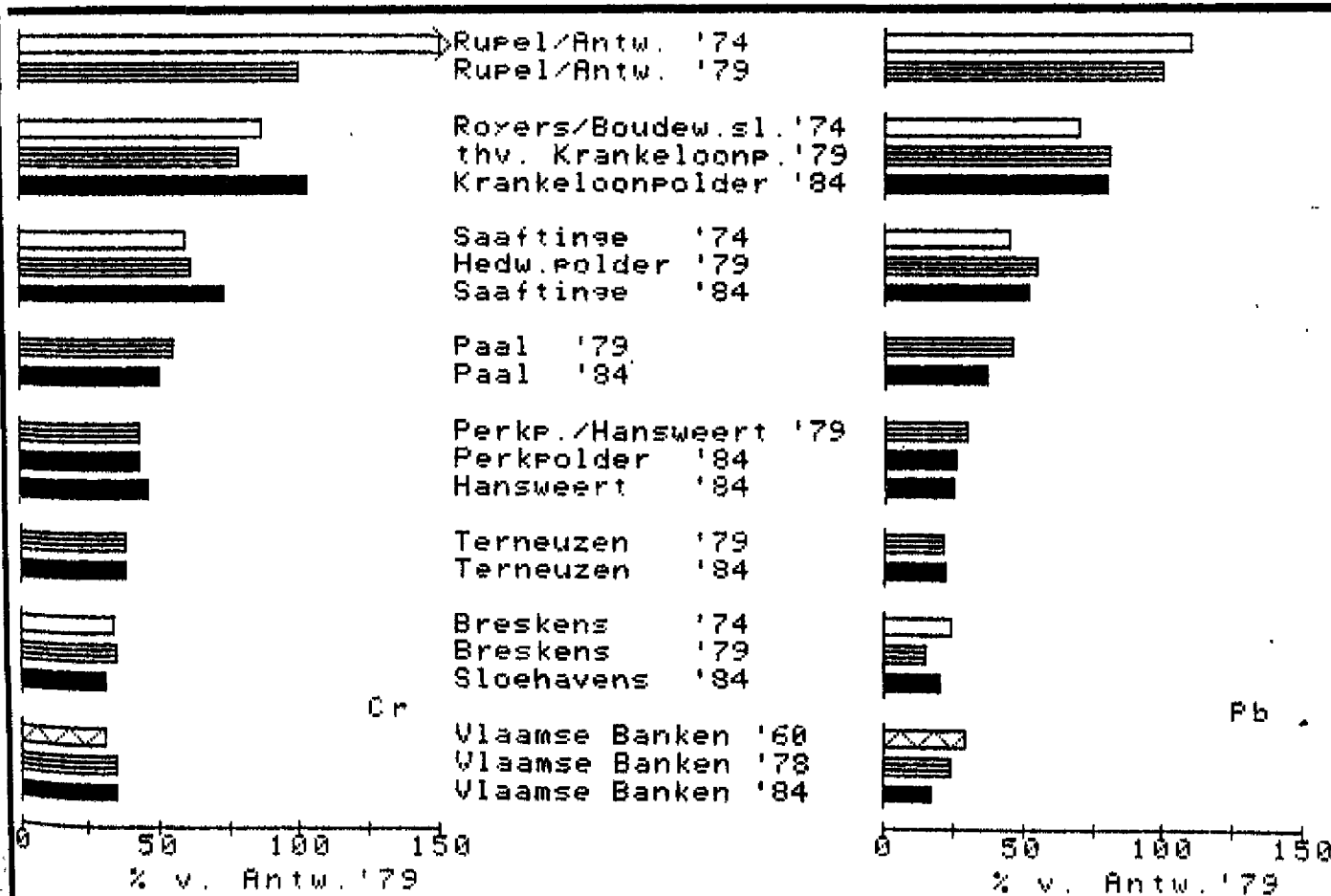
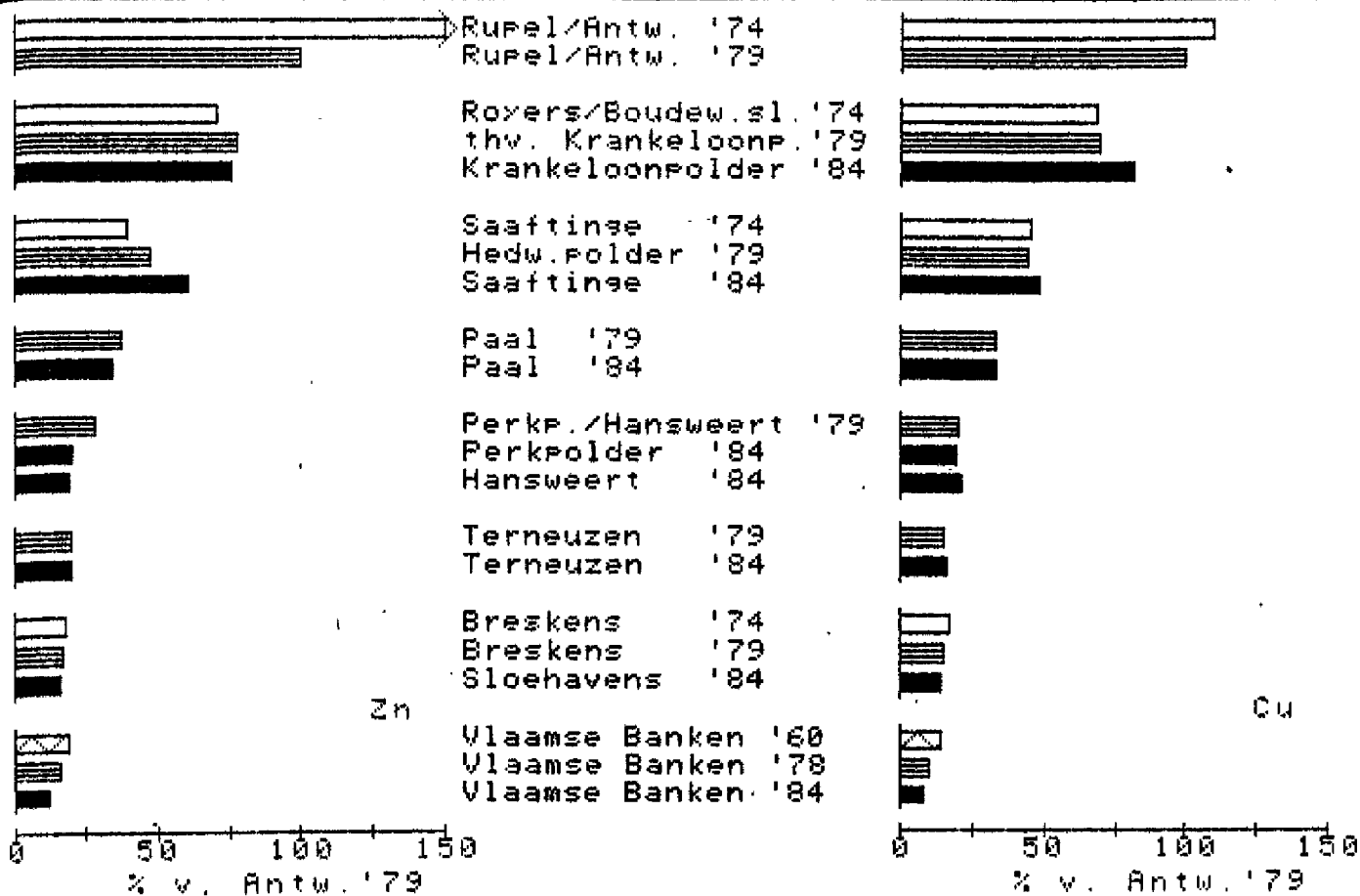
H = Hansweert

T = Terneuzen

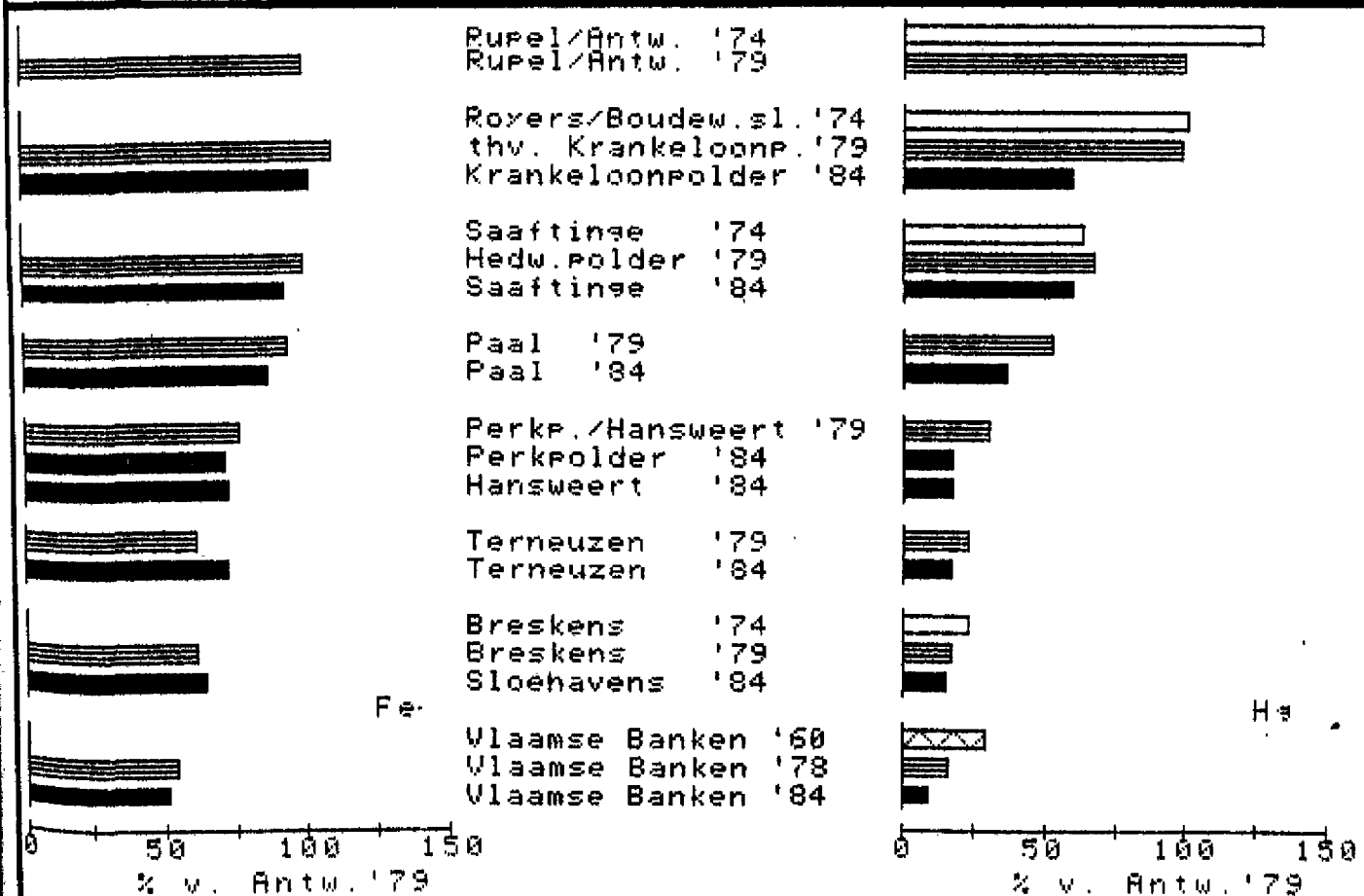
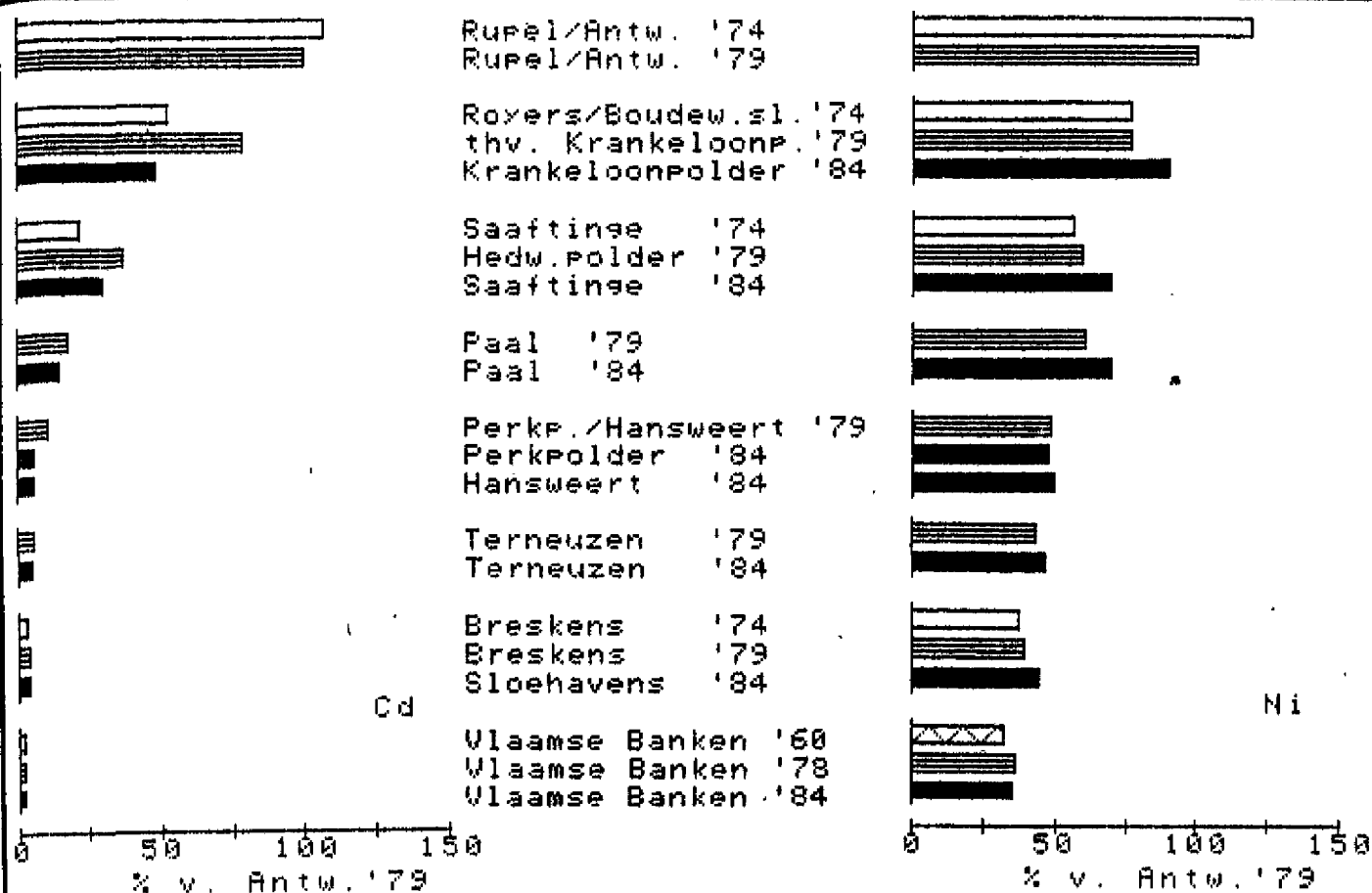
S = Sloehaven

V = Vlaamse banken

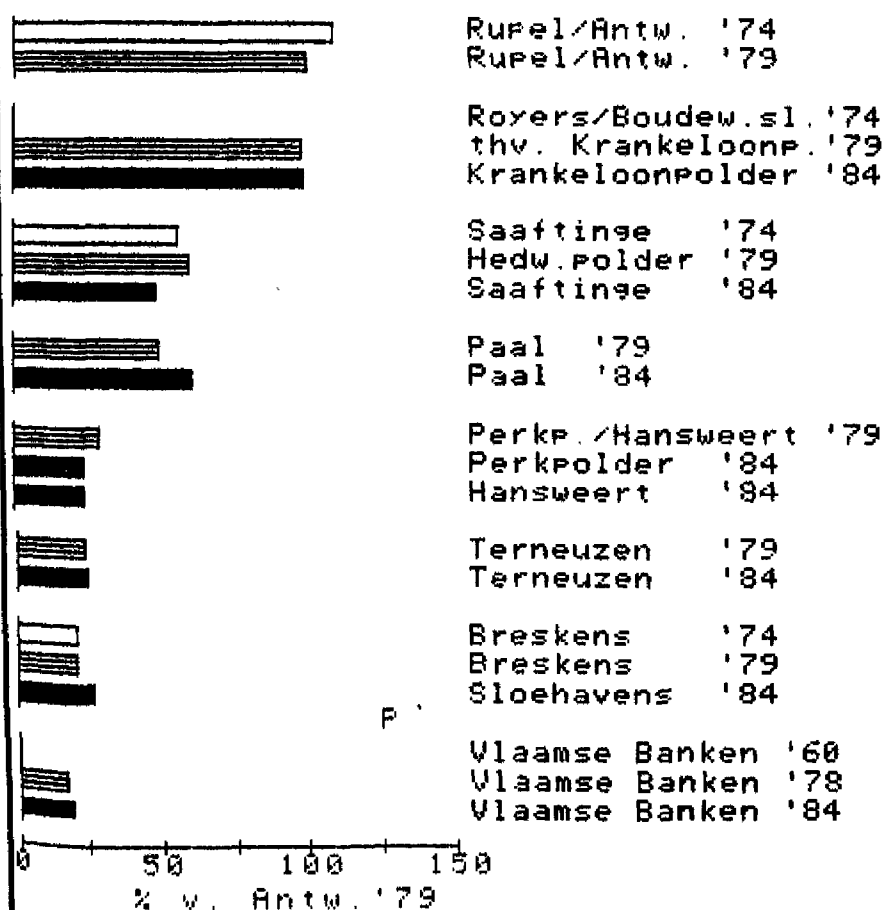
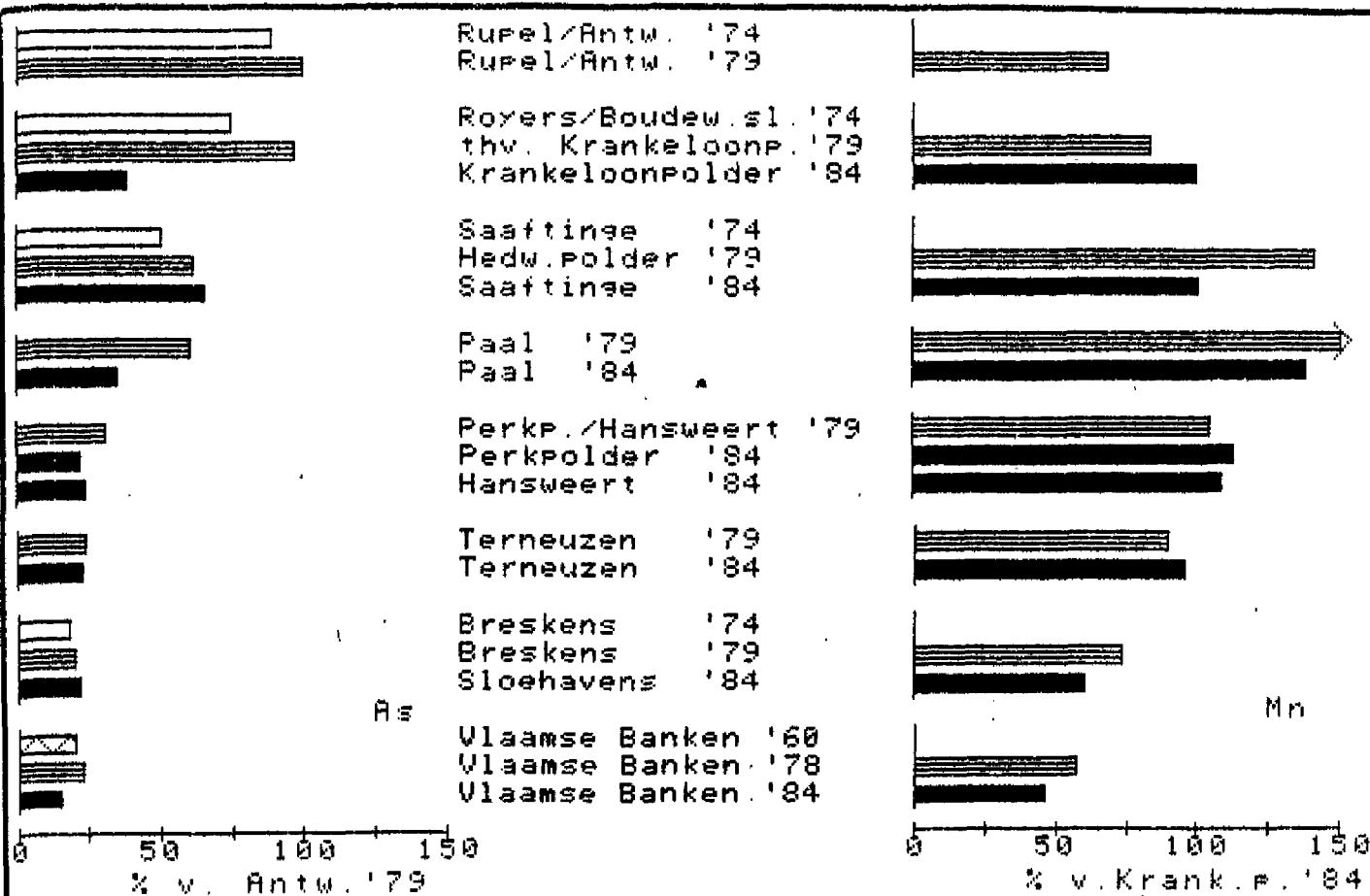
Fe-, Mn-, Hg-, As-, P- en org. stof gehalten bij 50 % < 16 μ m
in sedimenten tussen Krankelooipolder en Vlaamse Banken



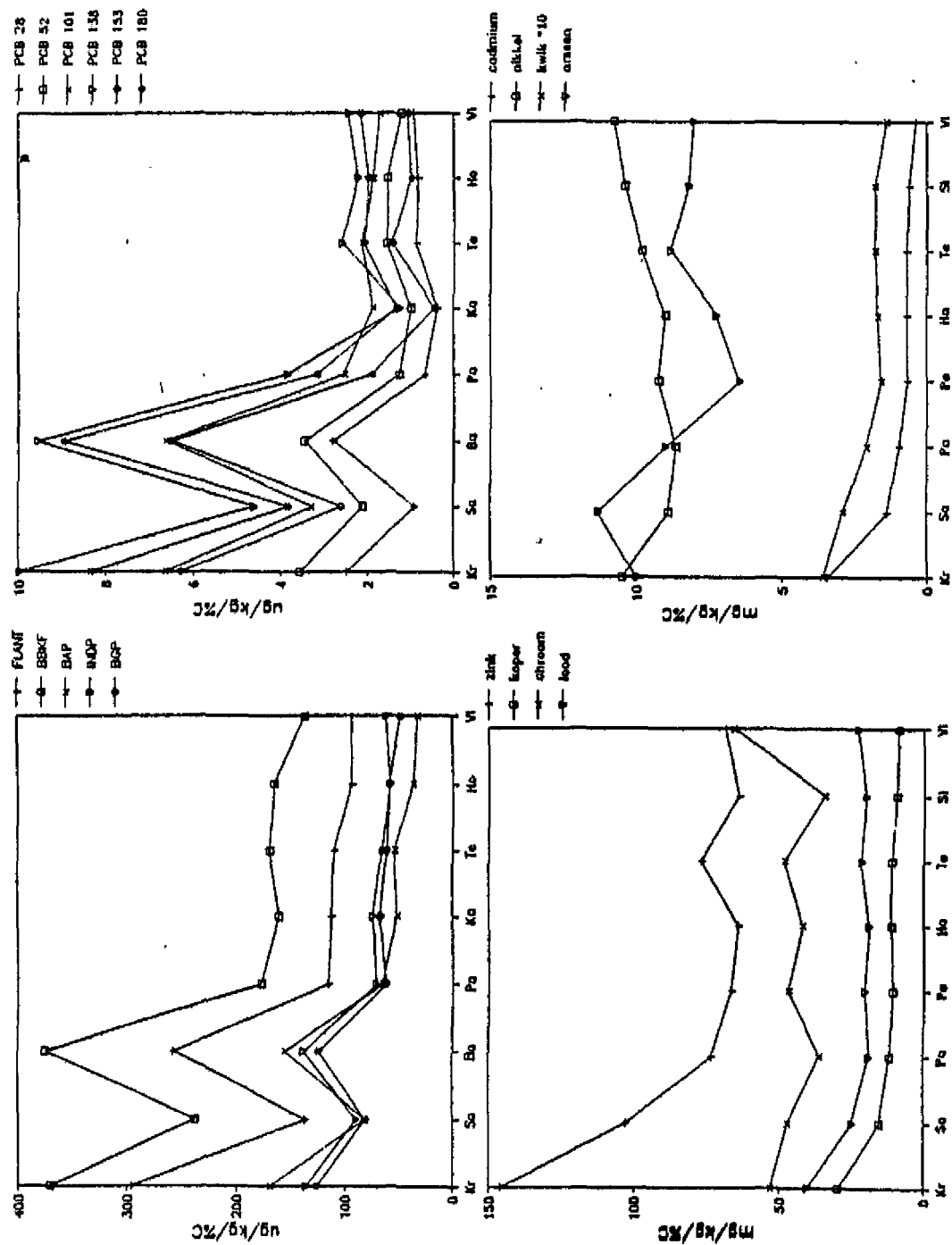
Ontwikkeling van de Zn-, Cu-, Cr- en Pb-gehalten bij
50 % < 16 micron tussen 1974 en 1984



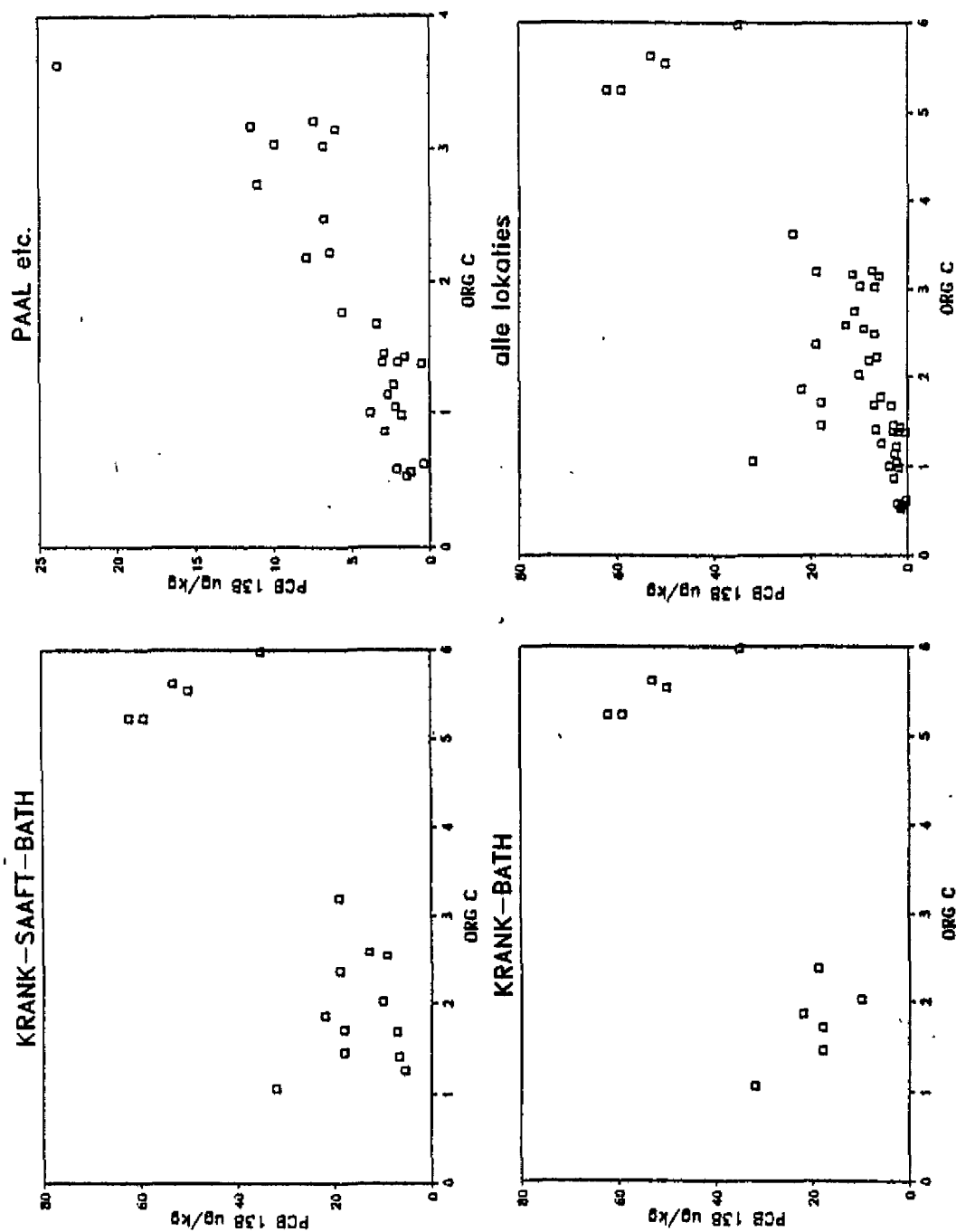
Ontwikkeling van de Cd-, Ni-, Fe- en Hg-gehalten bij
50 % < 16 micron tussen 1974 en 1984



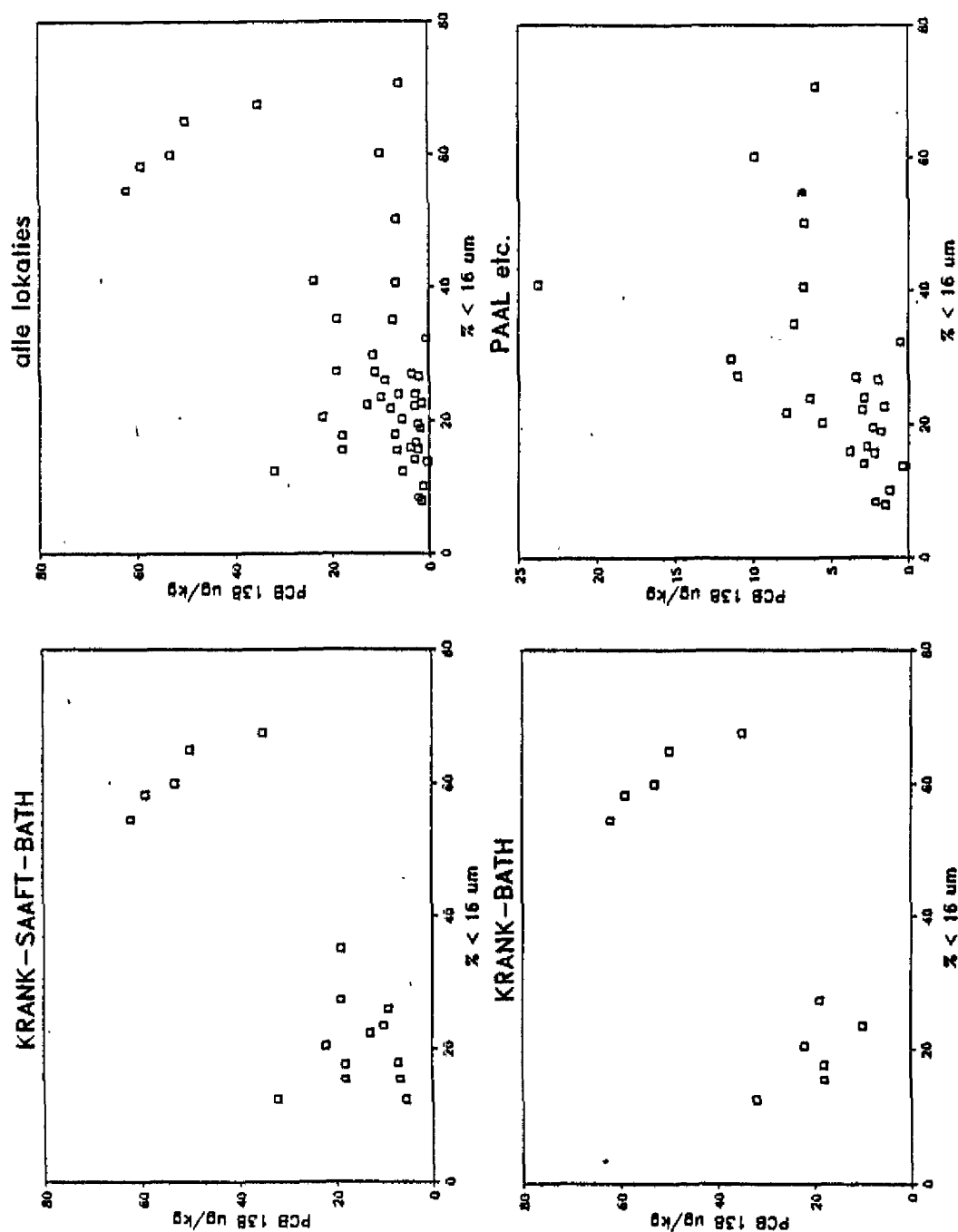
Ontwikkeling van de As-, Mn- en P-gehalten bij
50 % < 16 micron tussen 1974 en 1984



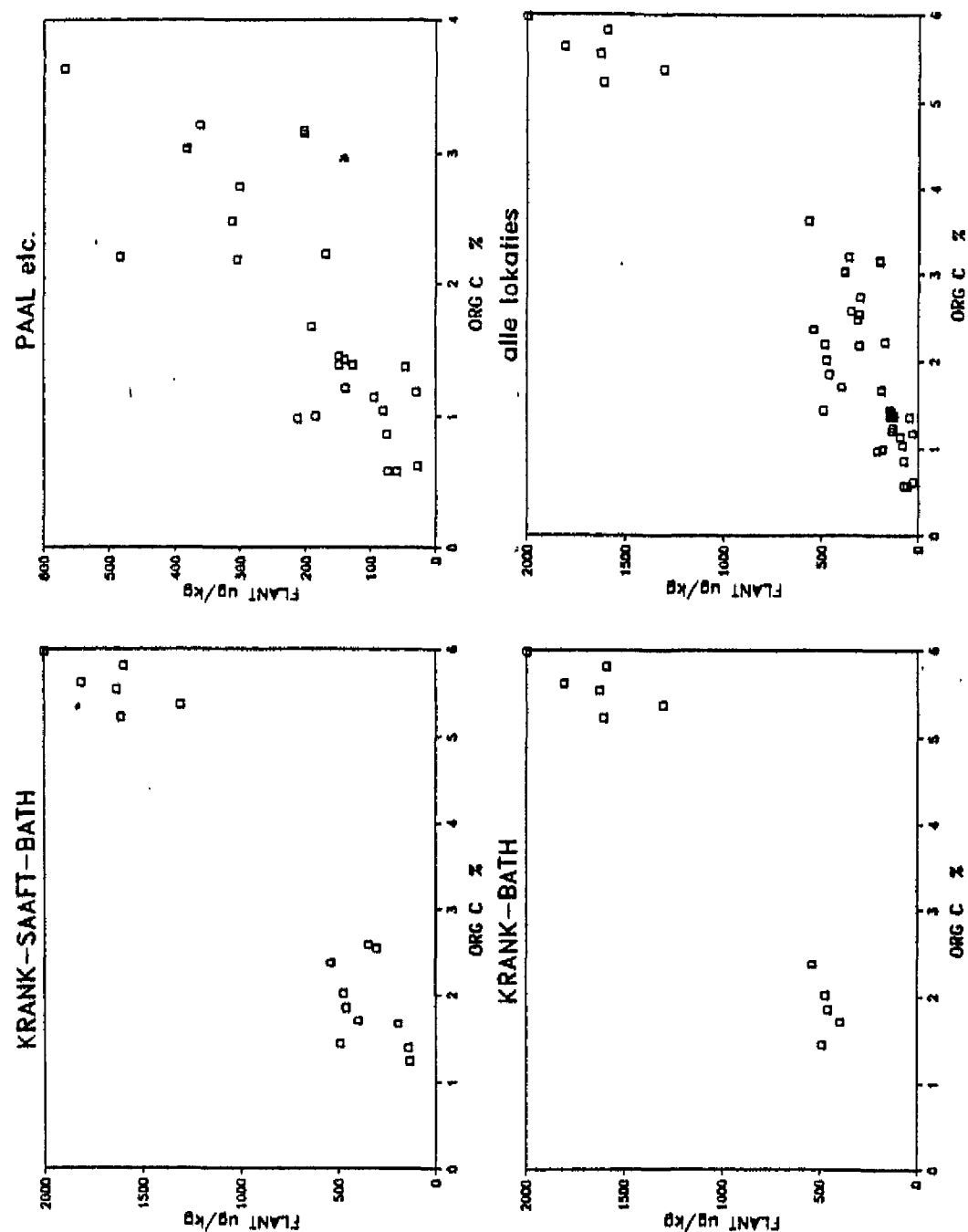
Figuur 23 Verloop van de voor organisch koolstof gecorrigeerde gehalten aan microverontreinigingen in het Scheldeestuarium



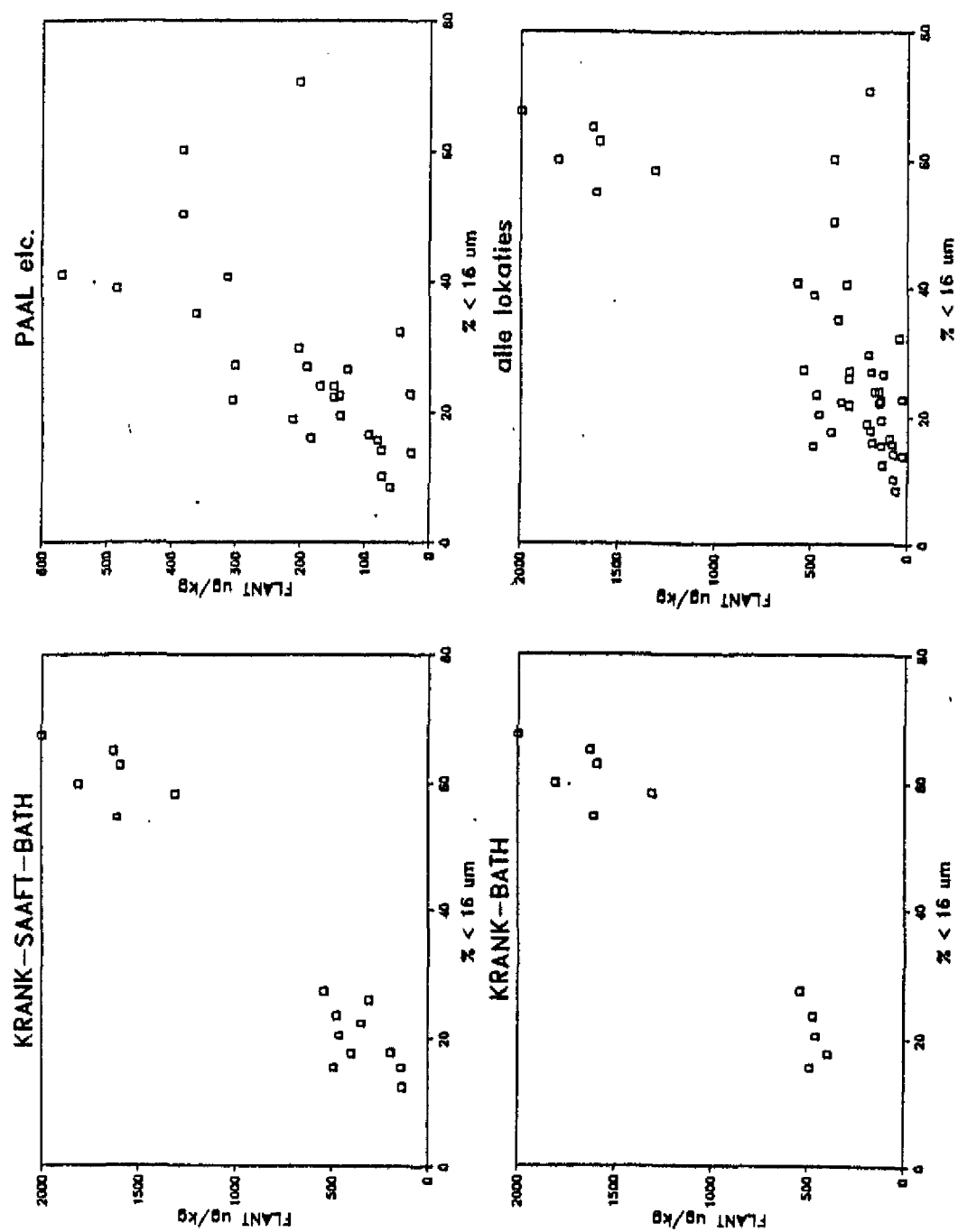
Figuur 24 Verband tussen het gehalte aan PCB138 en organisch koolstof in sediment van het Scheldeestuarium



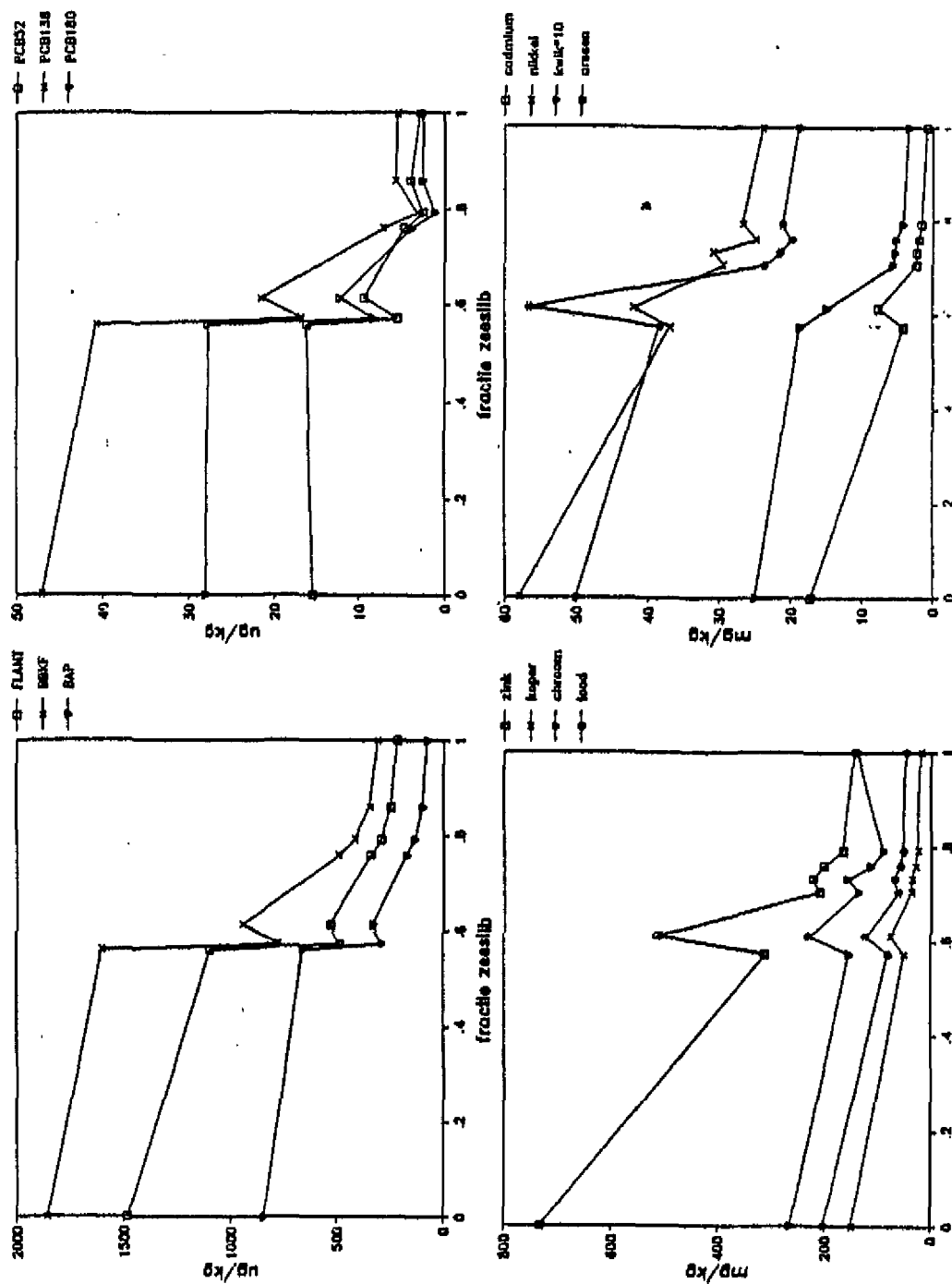
Figuur 25 Verband tussen het gehalte aan PCB138 en het % < 16 um in sediment van het Scheldeestuarium



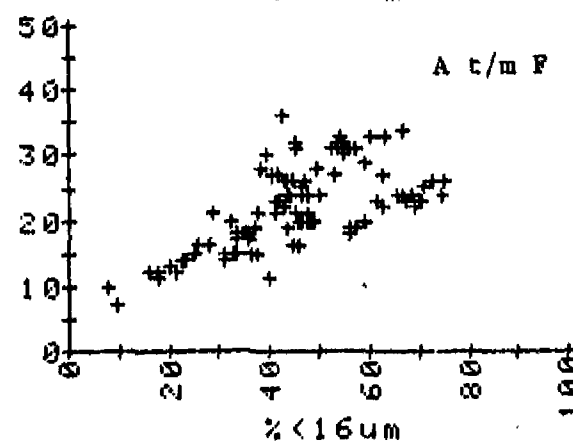
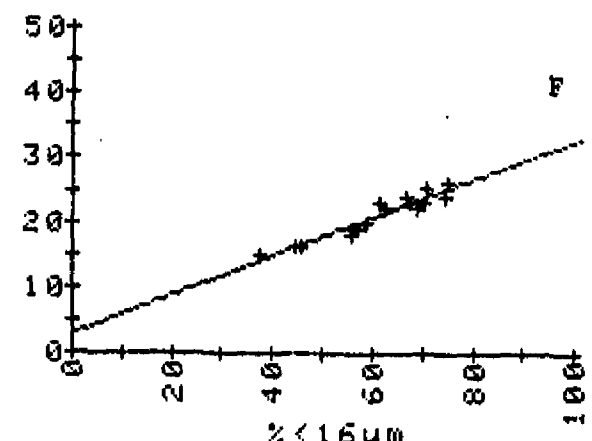
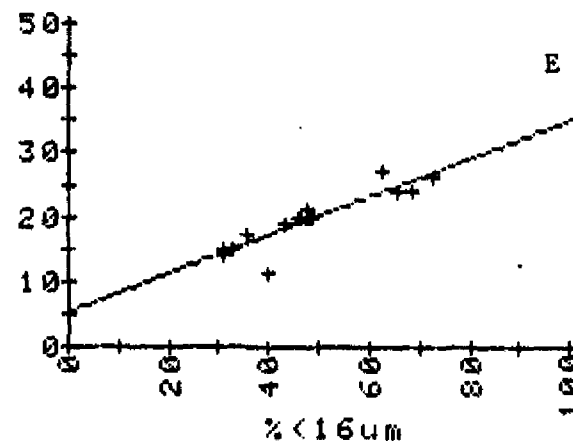
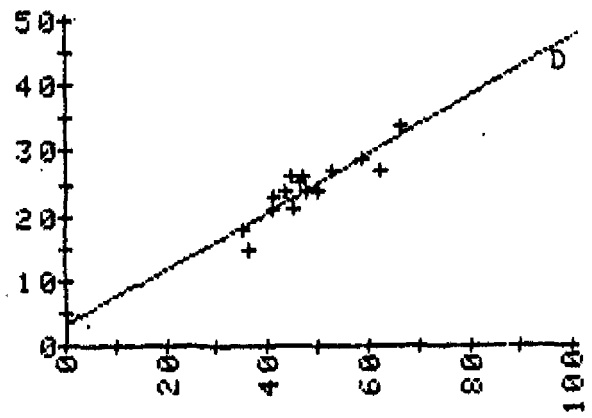
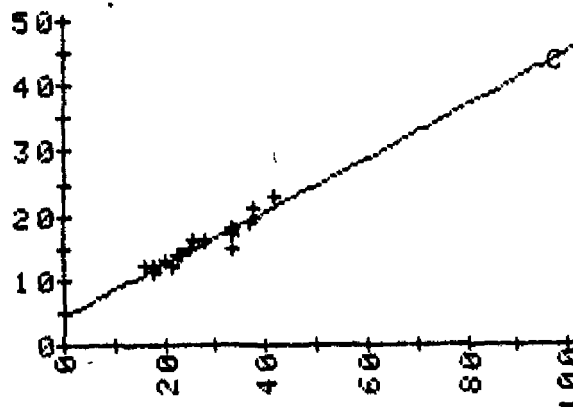
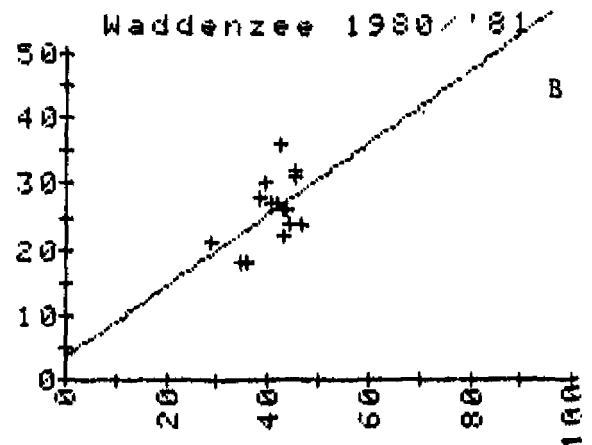
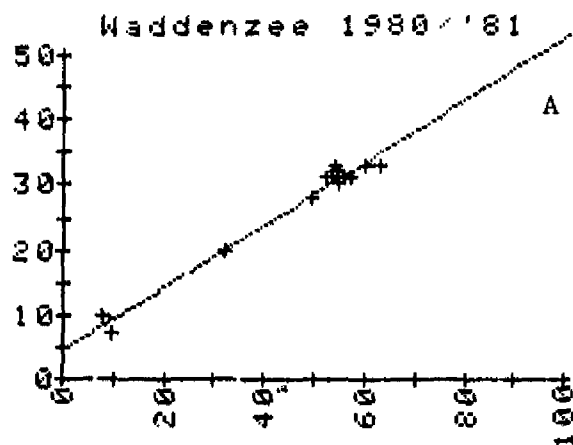
Figuur 26 Verband tussen het gehalte aan fluorantheen en organisch koolstof in sediment van het Scheldeestuarium



Figuur 27 Verband tussen het gehalte aan fluorantheen en het % < 16 um in sediment van het Scheldeestuarium



Figuur 28 Relatie tussen de gehalten aan microverontreinigingen en de fractie zeeslib



Omschrijvingen :

A= Texel haven NIOZ 1980

C= Vlieland 1981

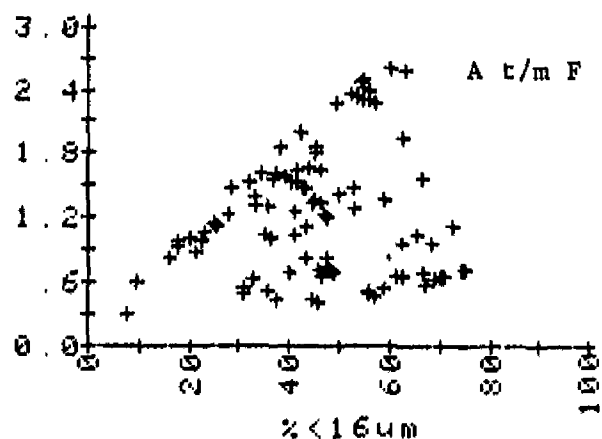
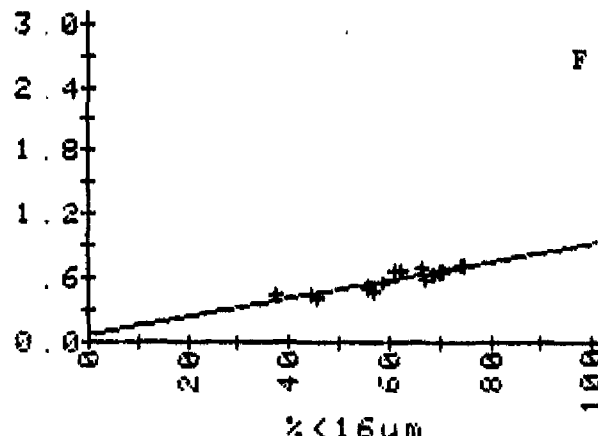
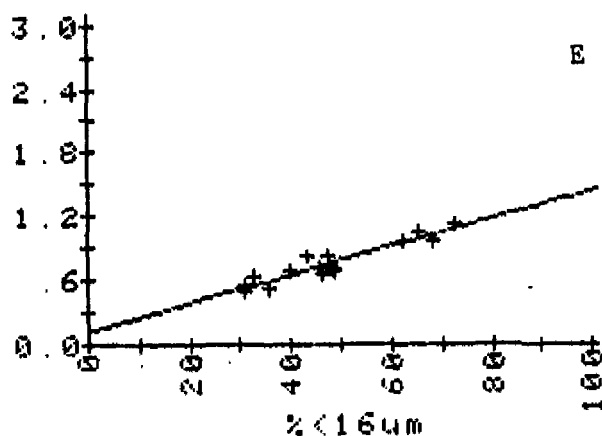
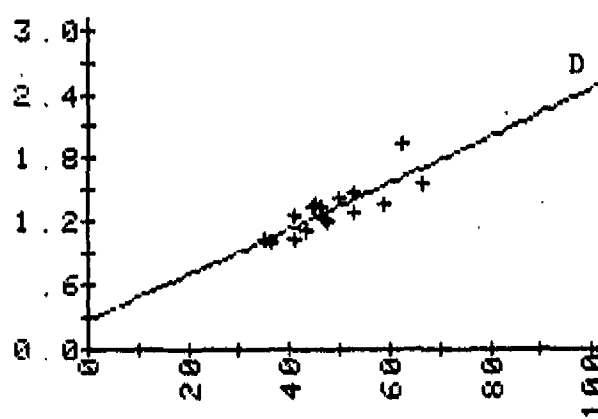
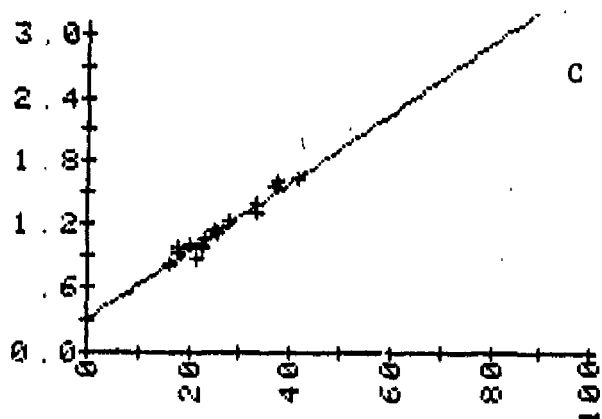
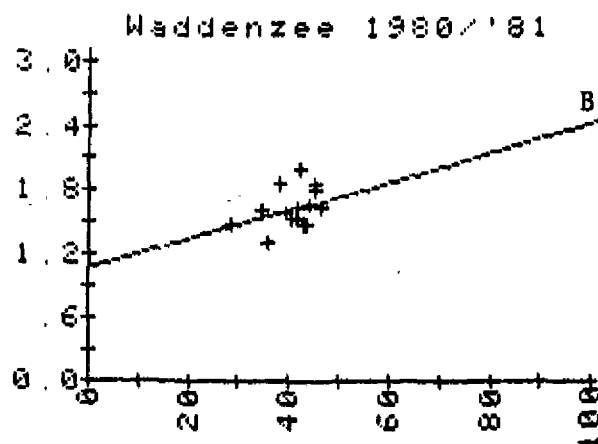
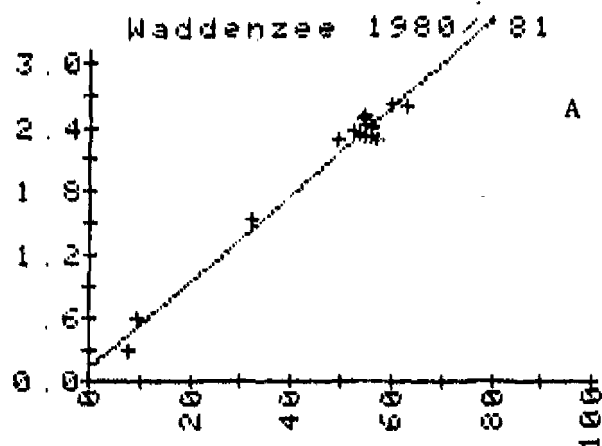
E= Jul. polder 1981

B= Balsezand 1981

D= Noorderlee 1981

F= Ned. Dollard 1981

Figuur 29 Relatie tussen het Cu-gehalte en het % < 16 um in sediment van de Waddenzee



Omschrijvingen :

A= Texel haven NIOZ 1980

C= Vlieland 1981

E= Jul. Polder 1981

B= Balezand 1981

D= Noorderlaag 1981

F= Ned. Dollard 1980

Figuur 30 Relatie tussen het Cd-gehalte en het % < 16 μm in sediment van de Waddenzee

100-177

2500 mm. Clear

100-177-150