

SEDIMENTONDERZOEK IN ENKELE HAVENS VAN DE
WESTERSCHELDE

L.A. v.d. Kooij
RIZA / OW - DZW
maart 1983

1. INLEIDING

In de maanden september en oktober 1982 zijn door het RIZA, op verzoek van Directie Zeeland, bemonsteringen verricht in enkele havens langs de Westerschelde, gericht op de vaststelling van de kwaliteit van het sediment. Het onderzoek is ingesteld om, ter aanvulling van de gegevens vermeld in de nota "Inventarisatie en geochemisch gedrag van zware metalen in de Schelde en Westerschelde" (lit. 1), uiteindelijk voldoende kwaliteitsgegevens van het sediment te hebben voor een beoordeling van de baggerspecie uit de onderzochte havens.

De bemonsterde havens zijn gelegen bij Hansweert, Terneuzen, Vlissingen en Breskens; in totaal zijn 7 havens onderzocht.

In hoofdstuk 2 wordt nader ingegaan op de bemonsteringslokaties en methode van bemonsteren. In hoofdstuk 3 worden de afzonderlijke meetresultaten gepresenteerd in tabellen en aan de hand van grafieken van gehalten van verontreinigingen in het sediment als functie van het percentage <16 μ m en als functie van het percentage organische stof. In hoofdstuk 4 wordt een vergelijking gemaakt met onder andere de gegevens van lit. 1, terwijl hoofdstuk 5 de konklusies weergeeft.

2. UITVOERING VAN HET ONDERZOEK

In totaal zijn 22 monsters verspreid over 7 havens genomen. Tabel 2.1. geeft het aantal monsters per haven en de ligging van de bemonsteringslokaties in de havens weer.

Tabel 2.1. Overzicht van bemonsterde havens en bemonsteringslokaties tijdens het sedimentonderzoek in september - oktober 1982.

<u>Haven</u>	<u>Lokatiebeschrijving</u>	<u>Codering lokatie</u>
Hansweert	Westsluis	SWS 1
	Middensluis	SWS 2
	Buitenhaven	SWS 3
	Zijhaven	SWS 4
Breskens	Veerhaven	SWS 5 t/m 8
Vlissingen	Buitenhaven	SWS 9 t/m 14
	Sloehaven	SWS 15
	Veerhaven	SWS 16
Terneuzen	Oostbuitenhaven	SWS 17
	Westbuitenhaven	SWS 18 t/m 21
	Braakmanhaven	SWS 22

Ieder geanalyseerd monster was samengesteld uit 3 afzonderlijke monsters. De afzonderlijke monsters zijn genomen vanaf "de Kamps" met een "Van Veen" bodemhapper, zodat in totaal dus 66 happen zijn genomen.

De analyses zijn verricht door het Bedrijfslaboratorium voor Grond- en Gewasonderzoek te Oosterbeek (granulair onderzoek) en het Technisch Adviesbureau van de Unie van Waterschappen te Deventer.

Bij de voorbereiding van dit onderzoek was ook een analyse van fluoride gepland maar naderhand bleek dit niet mogelijk te zijn. Ook een meer nauwkeurige analyse van Sn bleek door de hoge detektielgrens (150 mg/kg) niet mogelijk.

3. RESULTATEN VAN HET ONDERZOEK

De afzonderlijke resultaten van het onderzoek staan vermeld in tabel 3.1., waarbij gebruik is gemaakt van de lokatiecodering als vermeld in tabel 2.1. Daarnaast zijn regressieberekeningen gemaakt van de gevonden verontreinigingen als functie van het percentage sediment $<16 \mu\text{m}$ en als functie van het percentage organische stof, waarvan de resultaten weergegeven zijn in de figuren 3.1. t/m 3.11. Deze figuren zijn gemaakt door de 7 onderzochte havens in een drietal gebieden onder te verdelen; de haven van Hansweert is hierbij aangeduid als "Hansweert", de havens van Terneuzen en de Braakmanhaven als "Terneuzen + Braakman" en de havens van Vlissingen en de veerhaven van Breskens als "Vlissingen + Breskens". Deze methode van gebiedsindeling is gedaan aan de hand van de heersende verhoudingen rivierslib/zeeslib, in navolging van een soortgelijke indeling in lit. 1..

In het hiernavolgende volgt een bespreking van de kwaliteit van het sediment in de 7 bemonsterde havens.

Hansweert

In de haven van Hansweert zijn de hoogste absolute gehalten aan Cd, Cr, Cu, Hg, Pb, Zn, As en Al waargenomen. Dit blijkt ook uit de desbetreffende regressieberekeningen en -grafieken, waarbij deze gehalten zowel als functie van het percentage $<16 \mu\text{m}$ als het percentage organische stof het hoogst zijn in de Westerschelde.

Door het ontbreken van grote lozingen in deze haven, kan dit alleen veroorzaakt zijn door sedimentatie van verontreinigd zwevend-slib vanuit de Westerschelde.

Veerhaven van Terneuzen

In de veerhaven van Terneuzen is 1 mengmonster genomen. Dit monster wijkt qua absolute gehalten nauwelijks af van de absolute gehalten in de buitenhavens van Terneuzen. Opmerkelijk is alleen dat het absolute gehalte aan α -HCH vele malen groter is en er een meetbare hoeveelheid aan diel-drin is waargenomen.

Buitenhavens (oost en west) van Terneuzen

Ondanks de uitmonding van het Kanaal Gent-Terneuzen en de aanwezigheid van grote lozingen is het sediment in de buitenhavens van Terneuzen schoner dan in de haven van Hansweert. Voornaamste oorzaak hiervan is de verdunning met schoner sediment van mariene herkomst; daarnaast spelen sedimentatie en desorptie van aan zwevend slib gehechte verontreinigingen een rol. Deze processen zijn reeds ver stroomopwaarts (omgeving Antwerpen) begonnen. Van organische mikroverontreinigingen zijn meetbare gehalten aan α , β , γ -HCH, ACB en DDD gekonstateerd.

Braakmanhaven

Van de Braakmanhaven is, evenals in de Veerhaven van Terneuzen 1 mengmonster genomen. De resultaten van dit monster wijken nauwelijks af van de resultaten uit de buitenhavens van Terneuzen. Wel zijn verhoogde gehalten aan EOC1, γ -HCH en DDD gekonstateerd.

Uit de figuren 3.1. t/m 3.11. blijkt eveneens dat de gehalten aan verontreinigingen in het algemeen rond Terneuzen lager zijn dan in de haven van Hansweert. Uitzondering hierop vormt het gehalte aan nikkel dat als functie van het percentage kleiner dan 16 μ m boven de lijn van het gehalte in de haven van Hansweert ligt.

Sloehaven

In de Sloehaven is 1 mengmonster genomen. Ten opzichte van de haven van Hansweert komen vergelijkbare absolute gehalten aan EOC1 voor en ten opzichte van de havens rond Terneuzen vergelijkbare gehalten aan Cd, Cr, Cu, Hg, Pb en olie en hogere gehalten aan Ni en EOC1 voor.

Vlissingen buitenhaven

In de buitenhaven van Vlissingen zijn 6 mengmonsters genomen. De absolute gehalten in deze monsters liggen wat de meeste metalen betreft op een lager niveau dan de monsters uit de Sloehaven en uit de havens rond

Terneuzen. Wel komen in de buitenhaven hogere oliegehalten voor dan in de hiervoor besproken havens.

Veerhaven Breskens

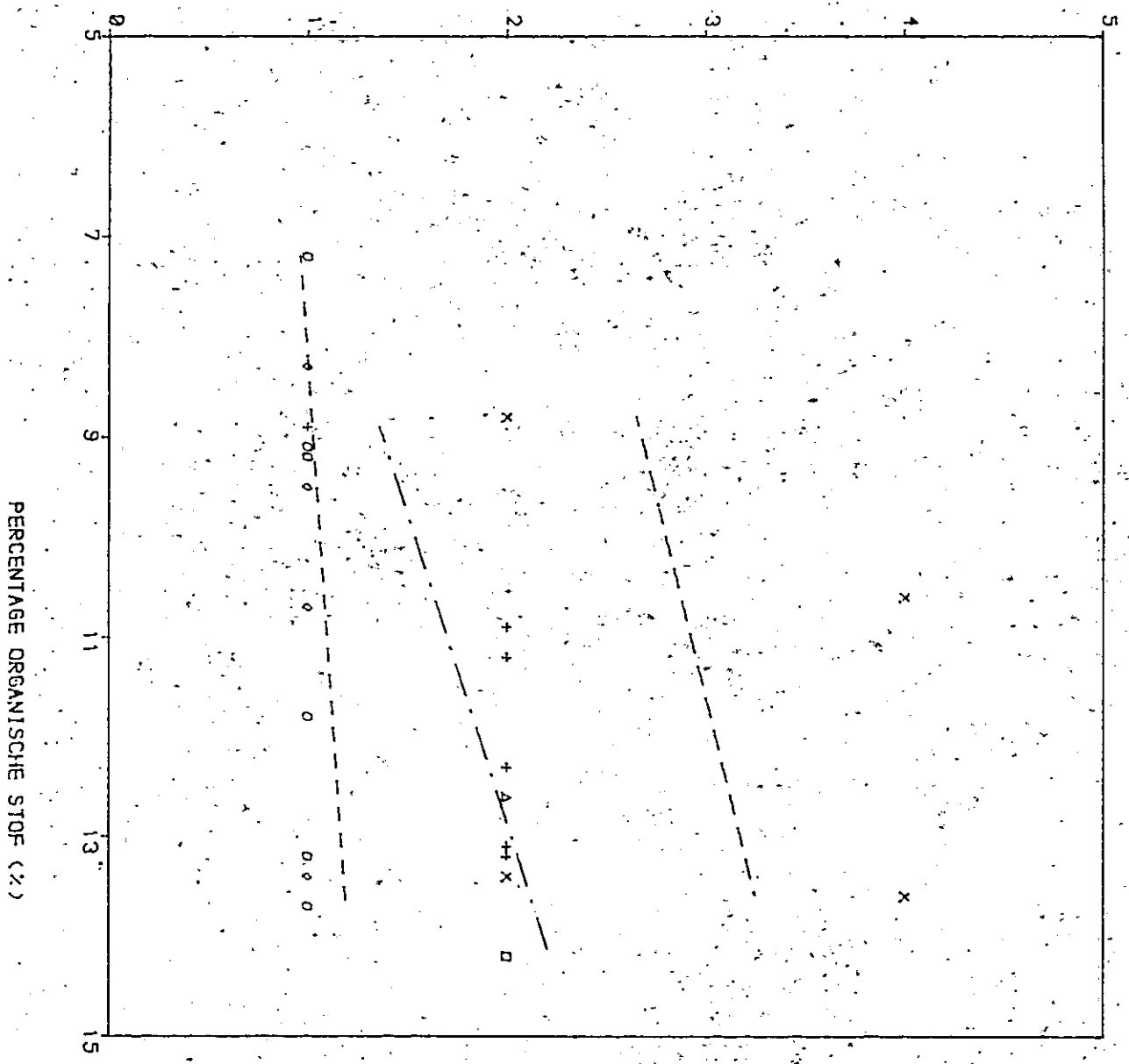
De absolute metaalgehalten van het sediment in de veerhaven zijn vergelijkbaar met die in de buitenhaven van Vlissingen. Ten opzichte van de buitenhaven komen echter hogere gehalten aan EOC1 en lagere gehalten aan olie voor.

Uit de figuren 3.1. t/m 3.11. blijkt eveneens dat in het algemeen de gehalten aan verontreinigingen als functie van het percentage $< 16 \mu\text{m}$ in het meest westelijk deel van de Westerschelde (rond Vlissingen en Breskens) lager zijn dan in meer oostwaarts gelegen gebieden. Van de havens gelegen in dit westelijke deel van de Westerschelde bleek de Sloehaven het meest verontreinigd te zijn. Regelmatig (Cd, Hg, Ni, As, EOC1) veroorzaakte deze haven "uitbijters" in de grafieken.

Voor wat betreft EOC1 bleek er voor "Vlissingen + Breskens" een slechte korrelatie te zijn tussen de gehalten als functie van het percentage kleiner dan $16 \mu\text{m}$ en als functie van het percentage organische stof.

TABEL 3.1.

	SWS 1	SWS 2	SWS 3	SWS 4	SWS 5	SWS 6	SWS 7	SWS 8	SWS 9	SWS 10	SWS 11
pH	7,9	8,1	8,1	8,0	8,3	8,1	8,3	8,3	8,3	8,2	8,2
% org. stof	13,4	10,6	8,8	13,6	9,5	13,4	10,7	8,3	7,2	13,7	13,2
% CaCO ₃	20,8	19,2	16,5	20,5	23,6	24,4	23,3	21,2	14,4	22,7	23,1
% < 16 µm	48,8	39,8	31,8	53,7	27,6	42,6	32,3	23,1	25,4	45,6	43,8
% indamprest	30,5	41,5	44,5	28,9	42,6	31,7	37,4	44,0	46,9	30,9	34,6
% gloeirest v.d. indamprest	84	88	90	87	92	86	89	90	90	89	92
< 2 µm	46,1	35,8	27,4	50,8	26,4	44,3	31,7	21,9	20,2	45,1	43,5
minerale < 16 µm	74,1	56,6	42,6	81,3	41,3	68,6	49,0	32,9	32,4	71,6	68,6
delen in % < 50 µm	92,6	77,4	62,5	96,3	82,9	92,6	81,3	61,0	42,8	93,7	85,2
< 150 µm	99,1	96,5	93,1	99,5	98,0	99,4	98,5	93,4	61,0	97,9	93,5
Cd (mg/kg d.s)	2	4	2	4	1	1	1	1	< 1	1	1
Cr (mg/kg d.s)	74	74	58	86	37	56	46	38	30	60	62
Cu (mg/kg d.s)	40	42	30	47	16	24	18	16	16	32	26
Hg (mg/kg d.s)	1,1	1,1	0,8	1,2	0,4	0,6	0,4	0,4	0,4	0,6	0,6
Ni (mg/kg d.s)	21	20	16	24	10	15	14	10	8	16	14
Pb (mg/kg d.s)	75	75	55	85	40	55	40	30	25	70	50
Zn (mg/kg d.s)	260	275	195	290	115	185	140	115	105	290	160
As (g/kg d.s)	17	19	14	21	9	12	11	10	8	12	13
Al (mg/kg d.s)	18,0	14,5	13,0	19,0	11,5	15,5	12,5	9,4	8,0	16,0	16,5
Sn (mg/kg d.s)											
EOCl (mg/kg d.s)	57	39	25	36	45	32	74	36	28	25	29
Olie (mg/kg d.s)	1020	860	600	1150	610	530	520	400	700	1800	830
CN (mg/kg d.s)											
α-HCH (µg/kg d.s)											
β-HCH (µg/kg d.s)											
γ-HCH (µg/kg d.s)											
HCB (µg/kg d.s)											
Heptachloor (µg/kg d.s)											
Heptachloorpoxide (µg/kg d.s)											
Aldrin (µg/kg d.s)											
Dieldrin (µg/kg d.s)											
Endrin (µg/kg d.s)											
DDE (µg/kg d.s)											
DDD (µg/kg d.s)											
DDT (µg/kg d.s)											
Endosulfan (µg/kg d.s)											
aroclor 1221 (mg/kg d.s)											
PCB aroclor 1242 (mg/kg d.s)											
aroclor 1254 (mg/kg d.s)											



HANSWEERT
TERNEUZEN
BRAAKMANHAVEN
VLISSINGEN BUITENHAVEN
VLISSINGEN SLOEHAVEN
BRESKENS VEERHAVEN

REGRESSIELIJNEN:

HANSWEERT
CORR. COEFF. = .25

TERNEUZEN + BRAAKMAN
CORR. COEFF. = .76

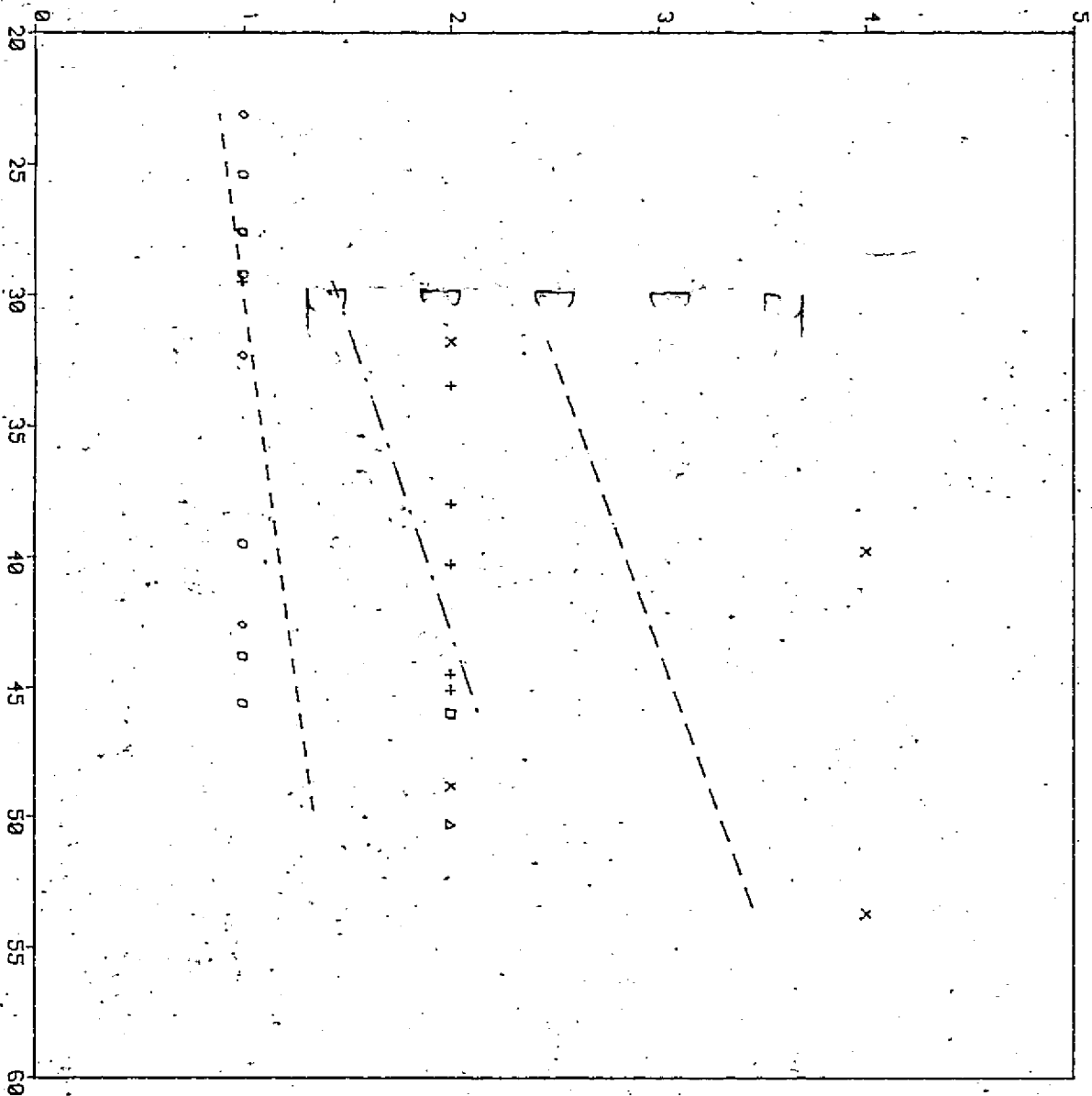
VLISSINGEN + BRESKENS
CORR. COEFF. = .26

PERCENTAGE ORGANISCHE STOF (%)

Fig. 3.1 a

SEDIMENT-ONDERZOEK HAVENS WESTERSCHIED (CADMIUM)

PERCENTAGE < 16 µm (%)



- x HANSWEERT
- + TERNEUZEN
- o BRAAKMANHAVEN
- o VLISSINGEN BUITENHAVEN
- Δ VLISSINGEN SLOEHAVEN
- ◊ BRESKENS VEERHAVEN

REGRESSIELIJNEN:

- HANSWEERT
CORR. COEFF. = .38
- TERNEUZEN + BRAAKMAN
CORR. COEFF. = .70
- VLISSINGEN + BRESKENS
CORR. COEFF. = .53

Fig. 3.1 b

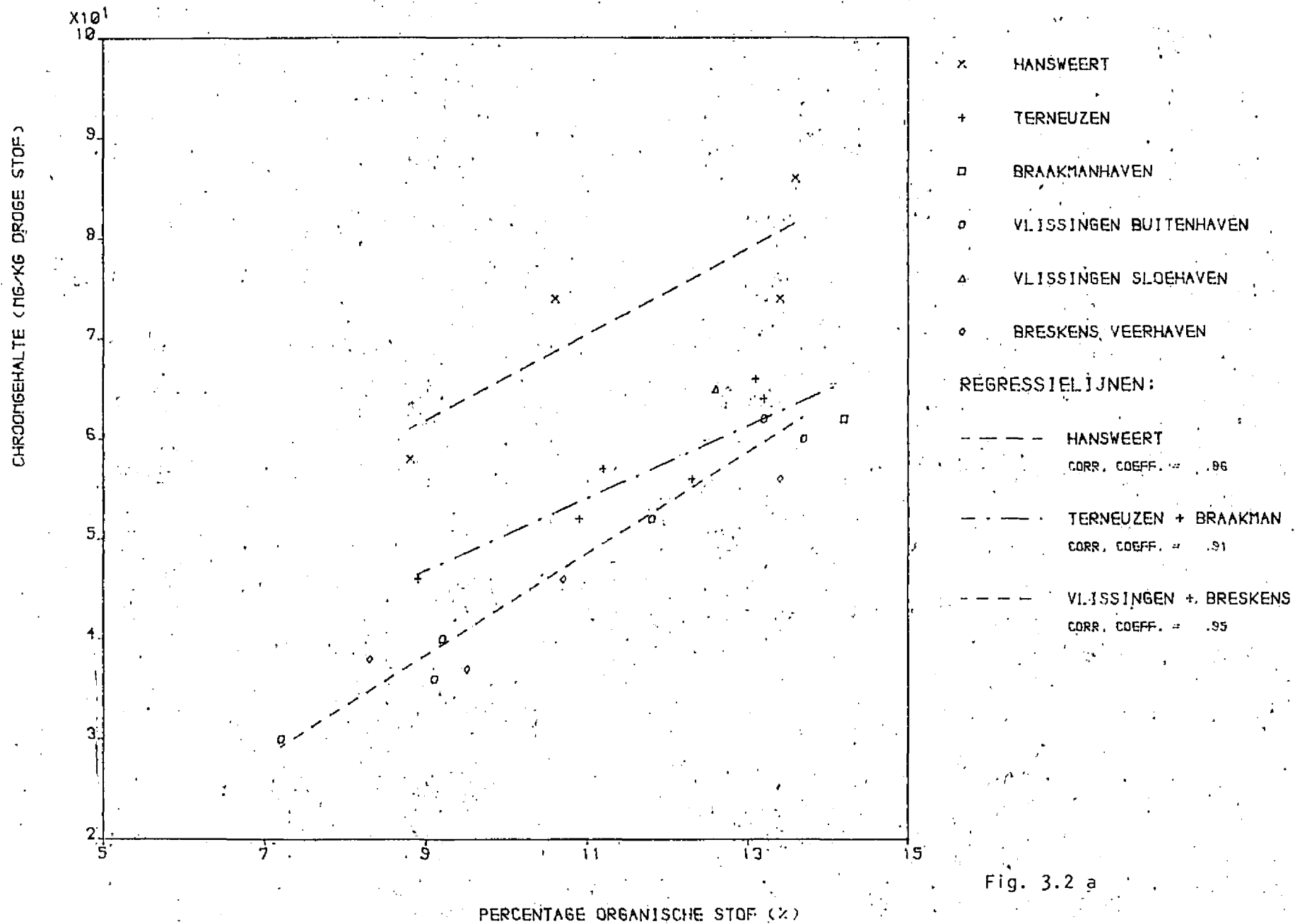
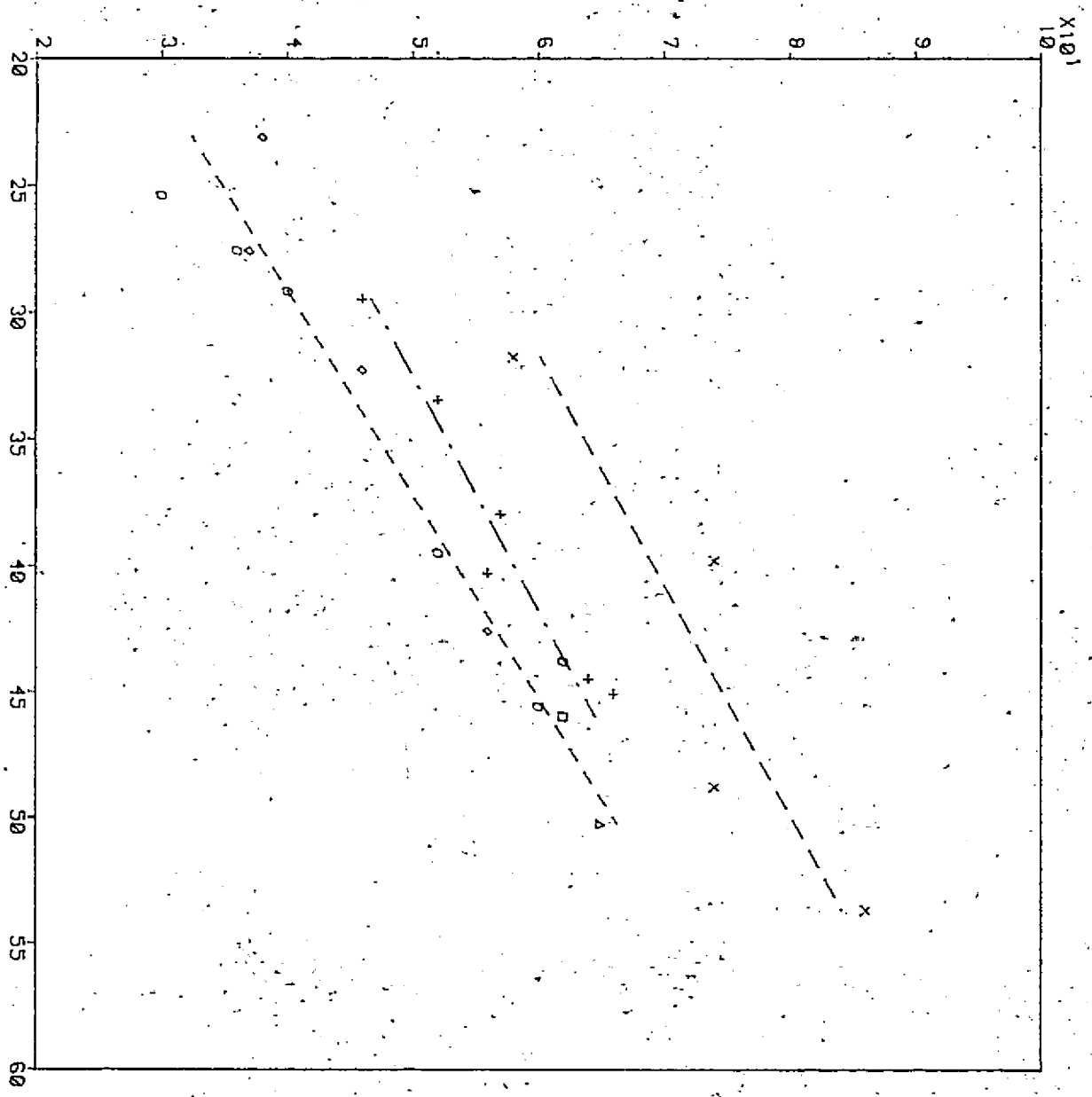


Fig. 3.2 a

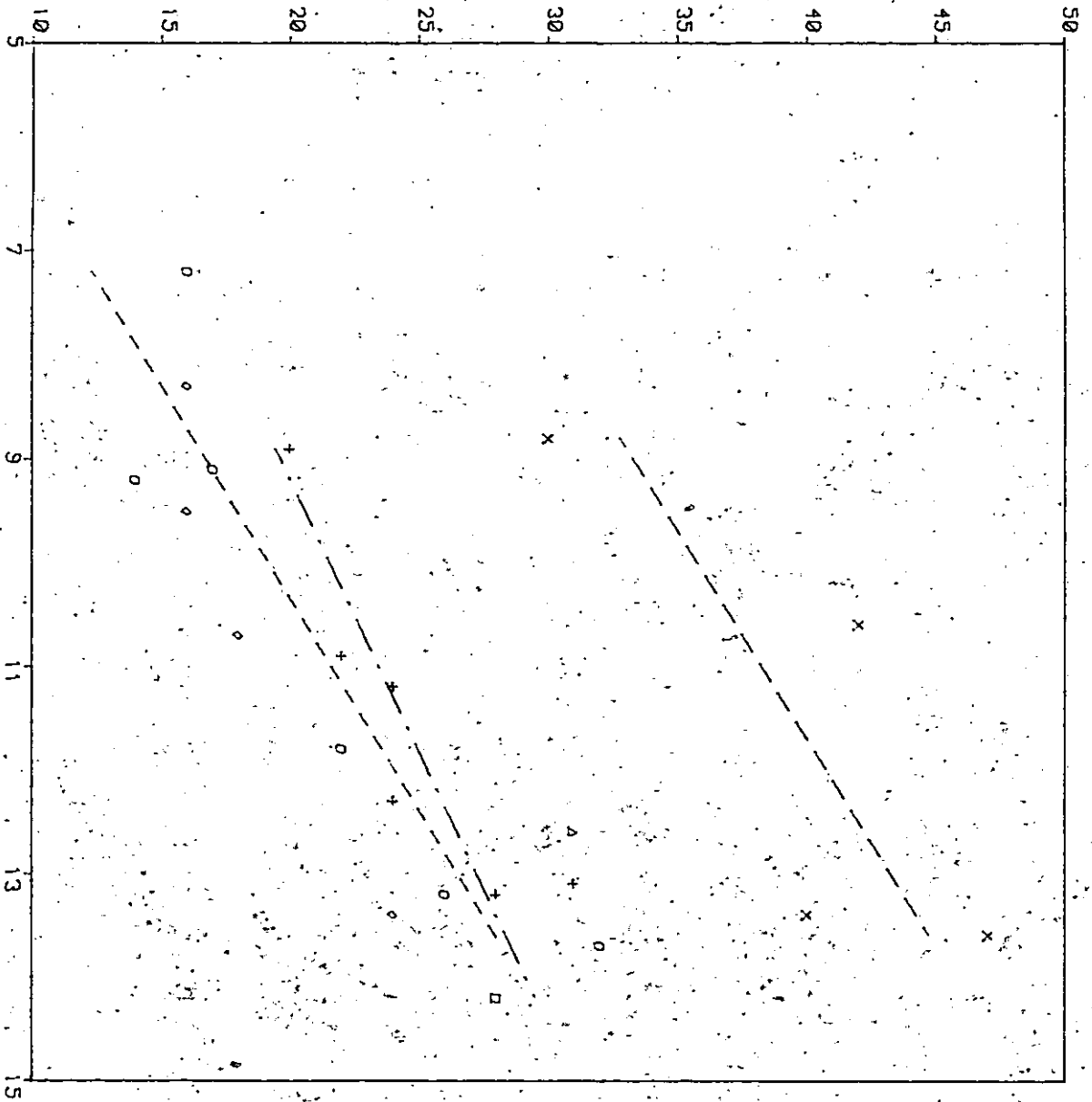
CHROOMGEHALTE (MG/KG DROGE STOF)



SEDIMENT-ONDERZOEK HAVENS WESTERSCHIED (CHROOM)

PERCENTAGE < 16 µm (%)

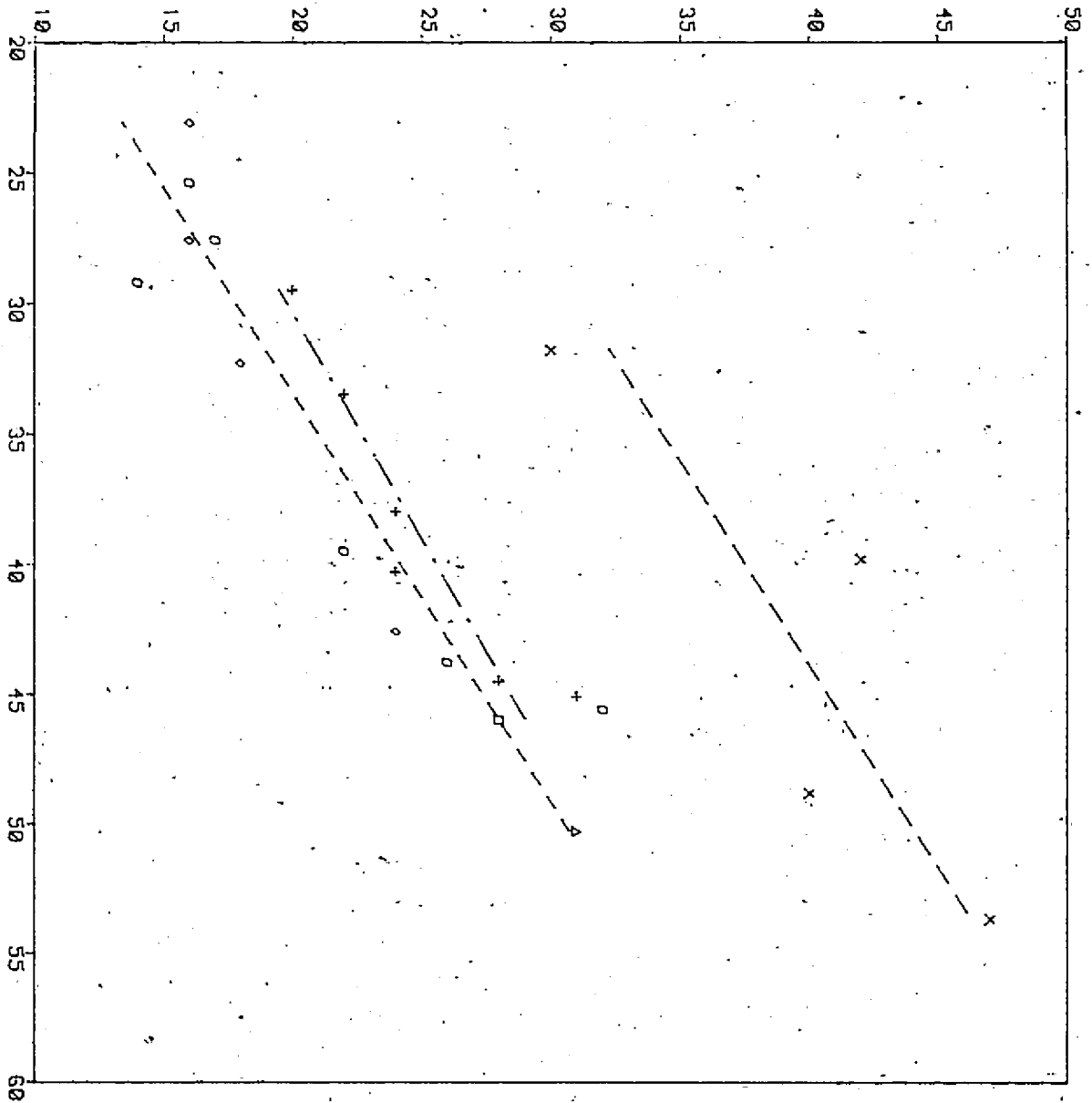
Fig. 3.2 b



x HANSWEERT
+ TERNEUZEN
□ BRAAKMANHAVEN
○ VLISSINGEN BUITENHAVEN
△ VLISSINGEN SLOEHAVEN
◊ BRESKENS VEERHAVEN

REGRESSIELIJNEN:

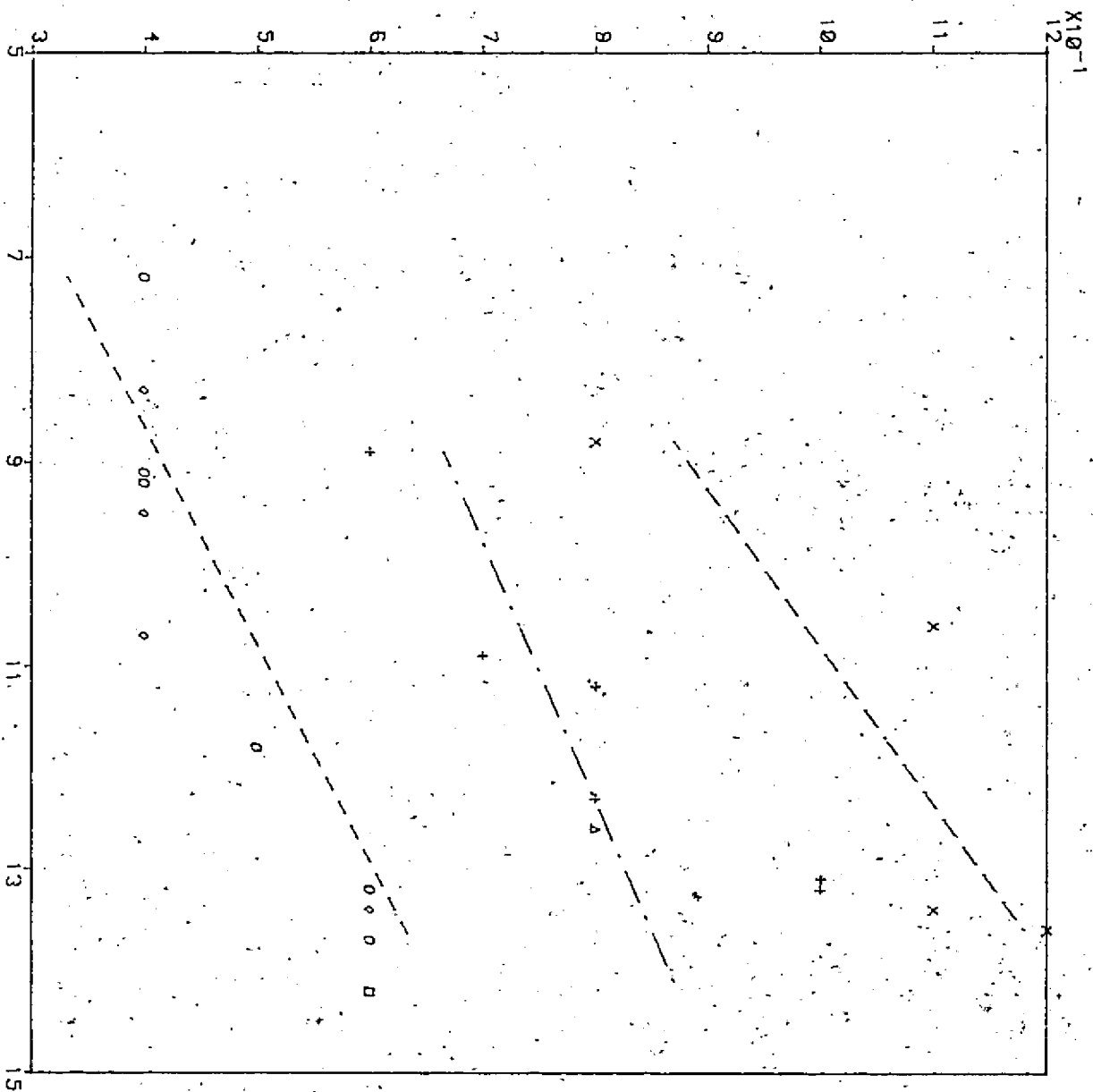
— HANSWEERT
CORR. COEFF. = .81
— TERNEUZEN + BRAAKMAN
CORR. COEFF. = .88
— VLISSINGEN + BRESKENS
CORR. COEFF. = .97



SEDIMENT-ONDERZOEK HAVENS WESTERSCHIEDDE (KOPER)

PERCENTAGE < 16 µm (%)

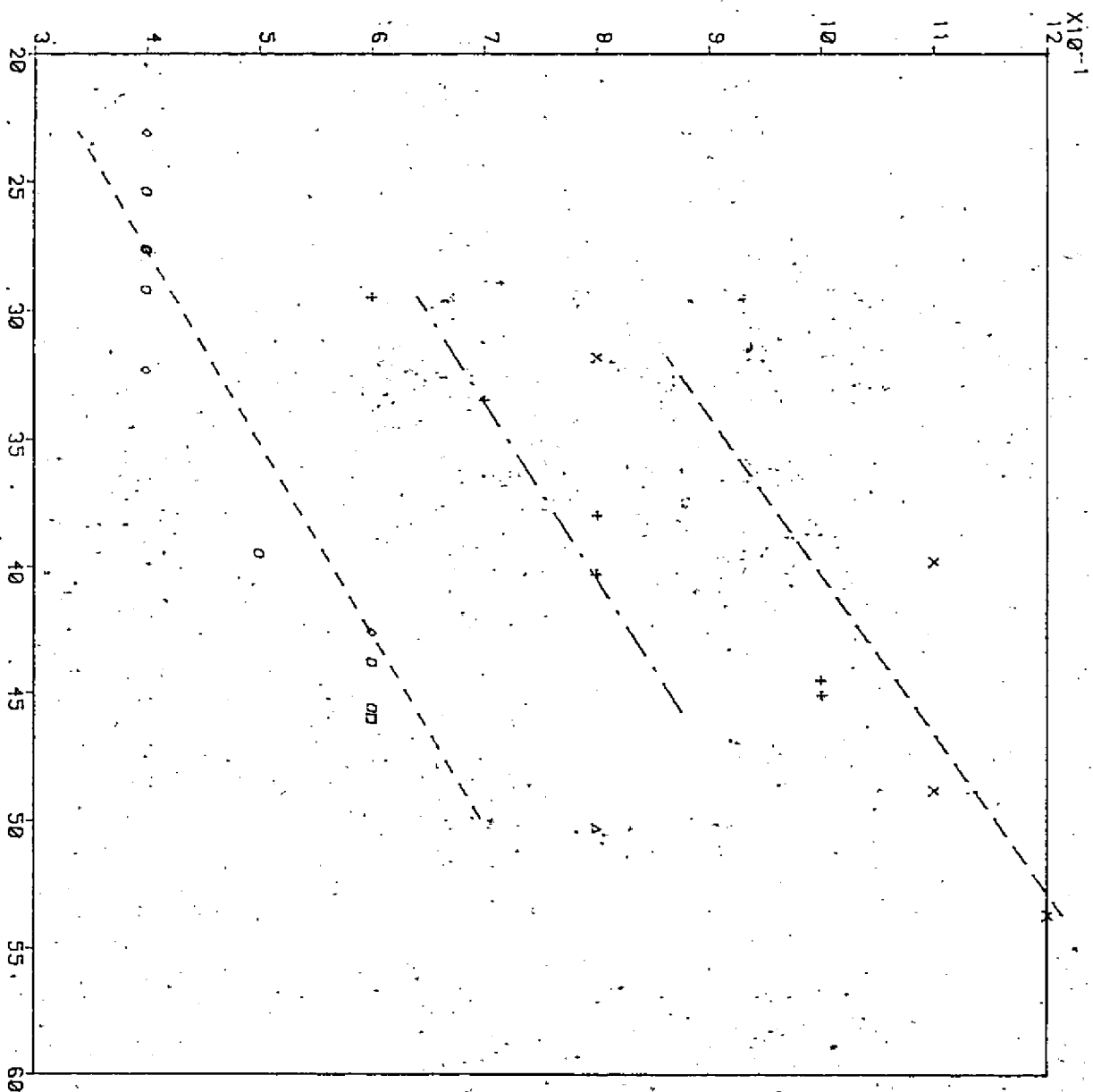
Fig. 3.3 b.



REGRESSIELIJNEN:

- HANSWEERT
CORR. COEFF. " .96
- TERNEUZEN + BRAAKMAN
CORR. COEFF. " .42
- VLISSINGEN + BRESKENS
CORR. COEFF. " .79

KWIKGEHALTE (MG/KG DROGE STOF)



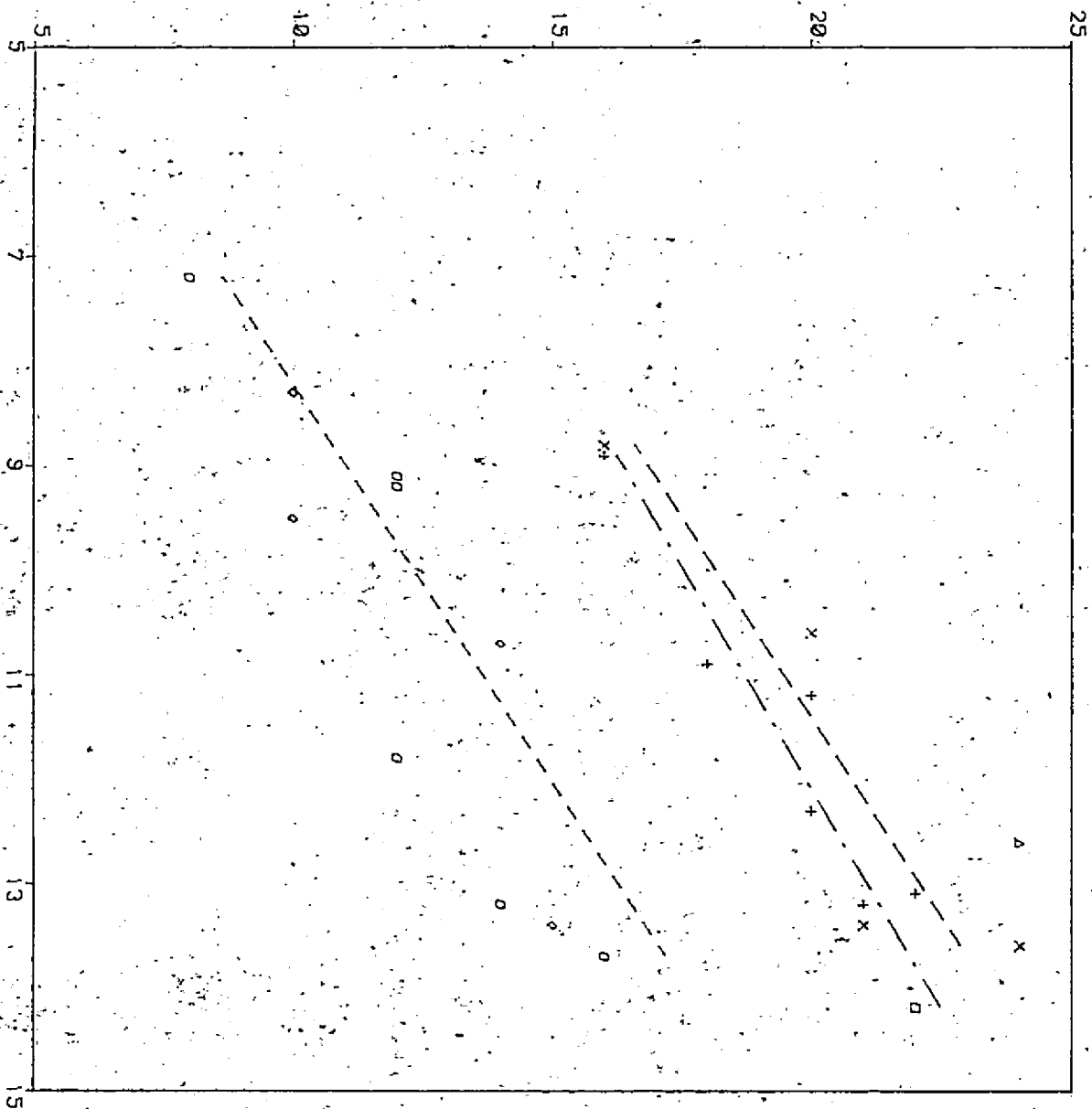
SEDIMENT-ONDERZOEK HAVENS WESTERSCHIEDDE (KWIK)

PERCENTAGE < 16 μ m (%)

Fig. 3.4 b

SEDIMENT-ONDERZOEK HAVENS WESTERSCHIEDE (NIKKEL)

PERCENTAGE ORGANISCHE STOF (%)

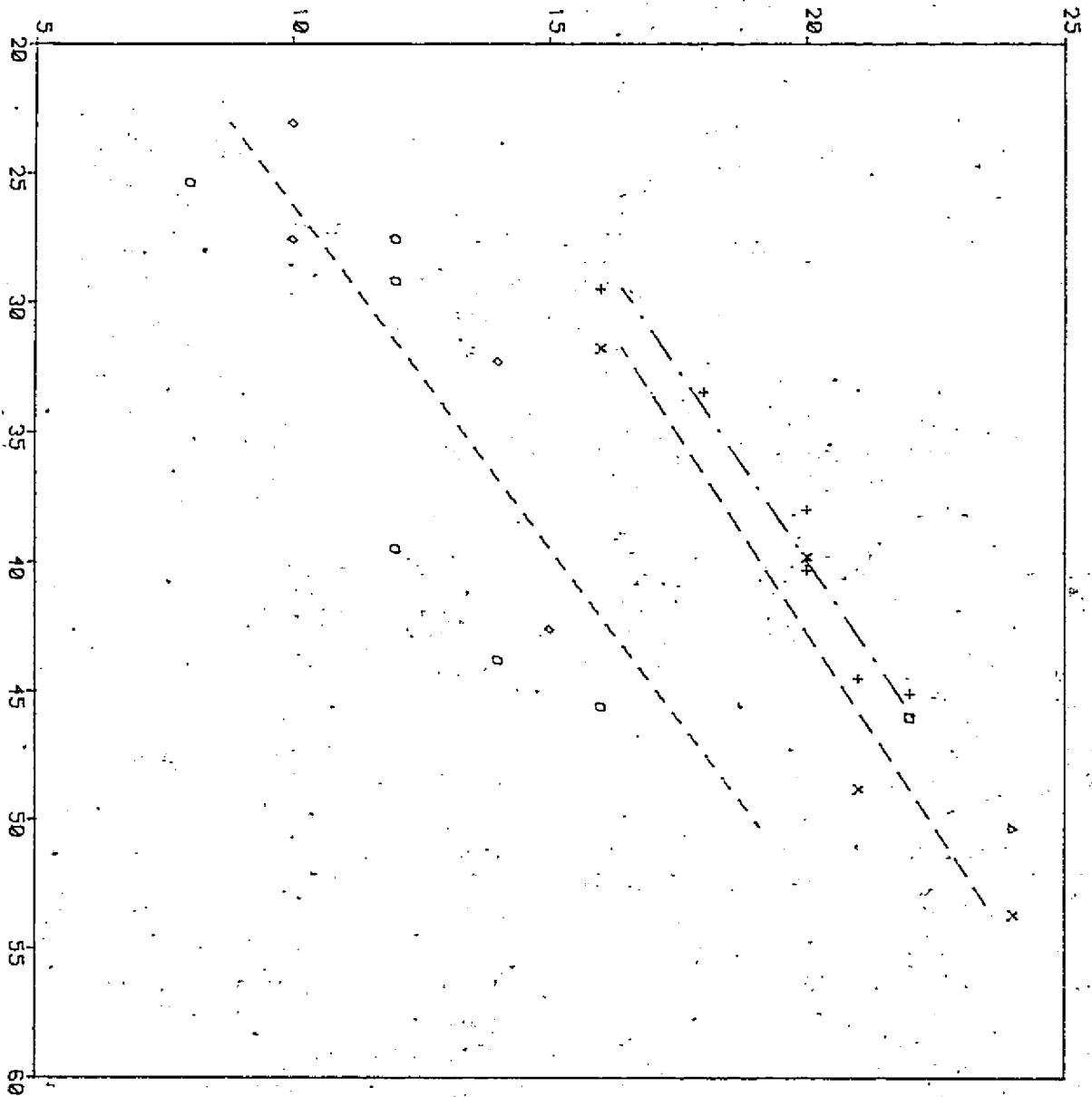


x HANSWEERT
 + TERNEUZEN
 □ BRAKMANHAVEN
 ○ VLISSINGEN BIJTENHAVEN
 △ VLISSINGEN SLOEHAVEN
 ◇ BRESKENS VEERHAVEN

REGRESSIELIJNEN:

- - - HANSWEERT
 CORR. COEFF. = .92
 - . - TERNEUZEN + BRAKMAN
 CORR. COEFF. = .95
 ——— VLISSINGEN + BRESKENS
 CORR. COEFF. = .78

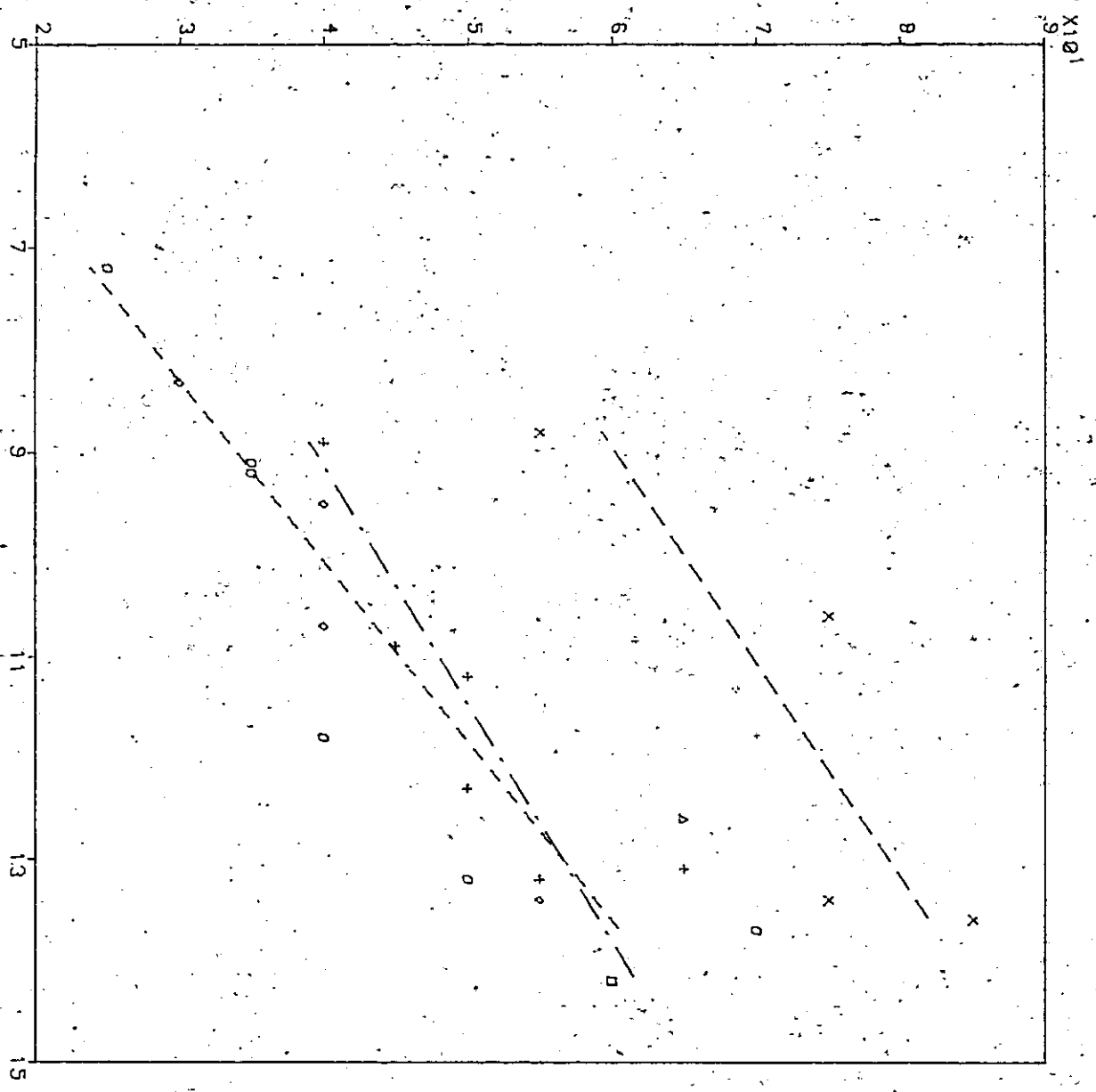
Fig. 3.5 a



LOODGEHALTE (MG/KG DROGE STOF)

SEDIMENT-ONDERZOEK HAVENS WESTERSCHIEDAM (LOOD)

PERCENTAGE ORGANISCHE STOF (%)



REGRESSIELIJNEN:

- x HANSWEERT
CORR. COEFF. = .87
- + TERNEUZEN
- BRAAKMANHAVEN
- VLISSINGEN BUITENHAVEN
- △ VLISSINGEN SLOEHAVEN
- ◇ BRESKENS VEERHAVEN
- · - · - TERNEUZEN + BRAAKMAN
CORR. COEFF. = .89
- VLISSINGEN + BRESKENS
CORR. COEFF. = .92

Fig. 3.6 a

LOODGEHALTE (MG/KG DROGE STOF)

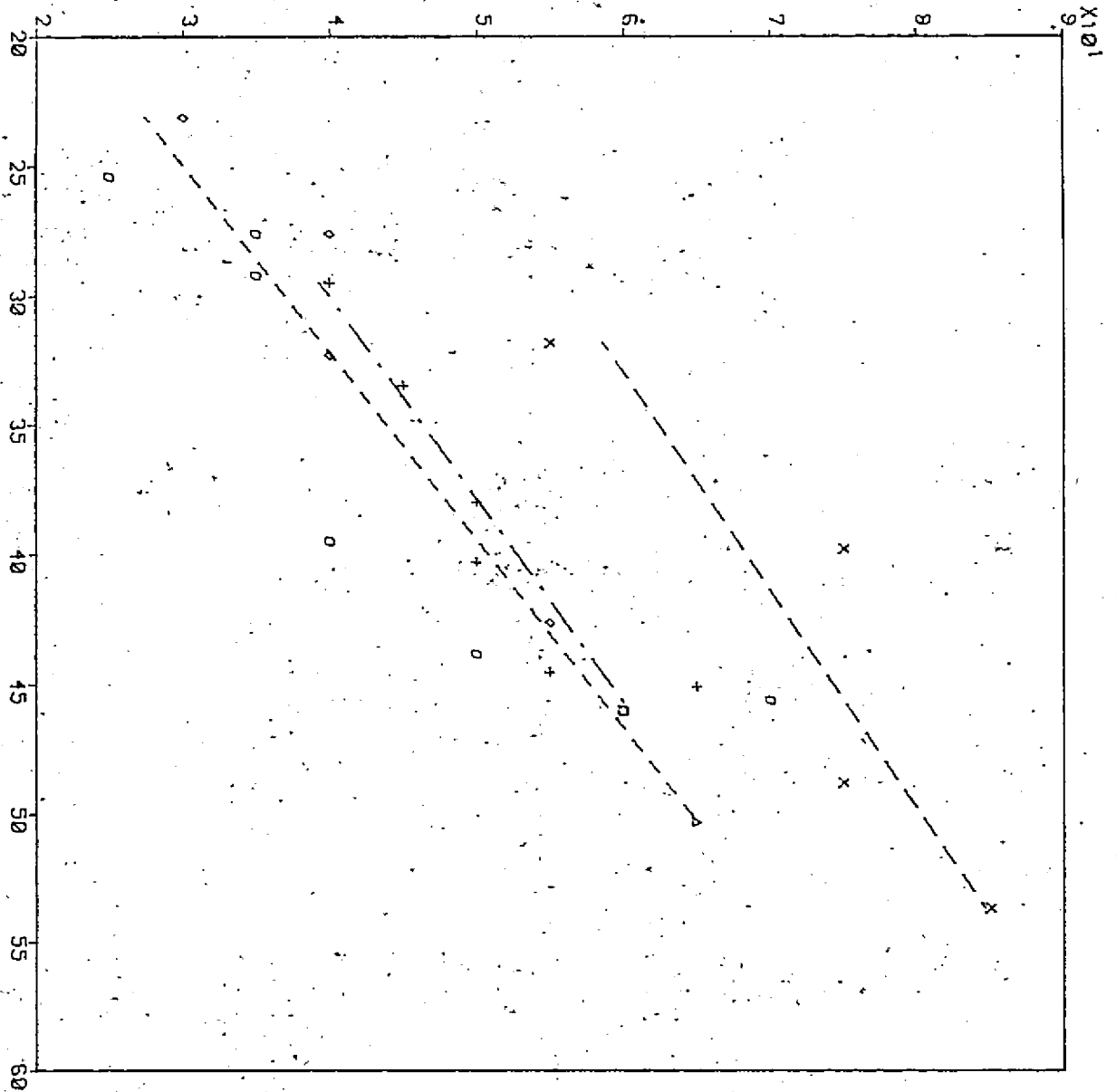
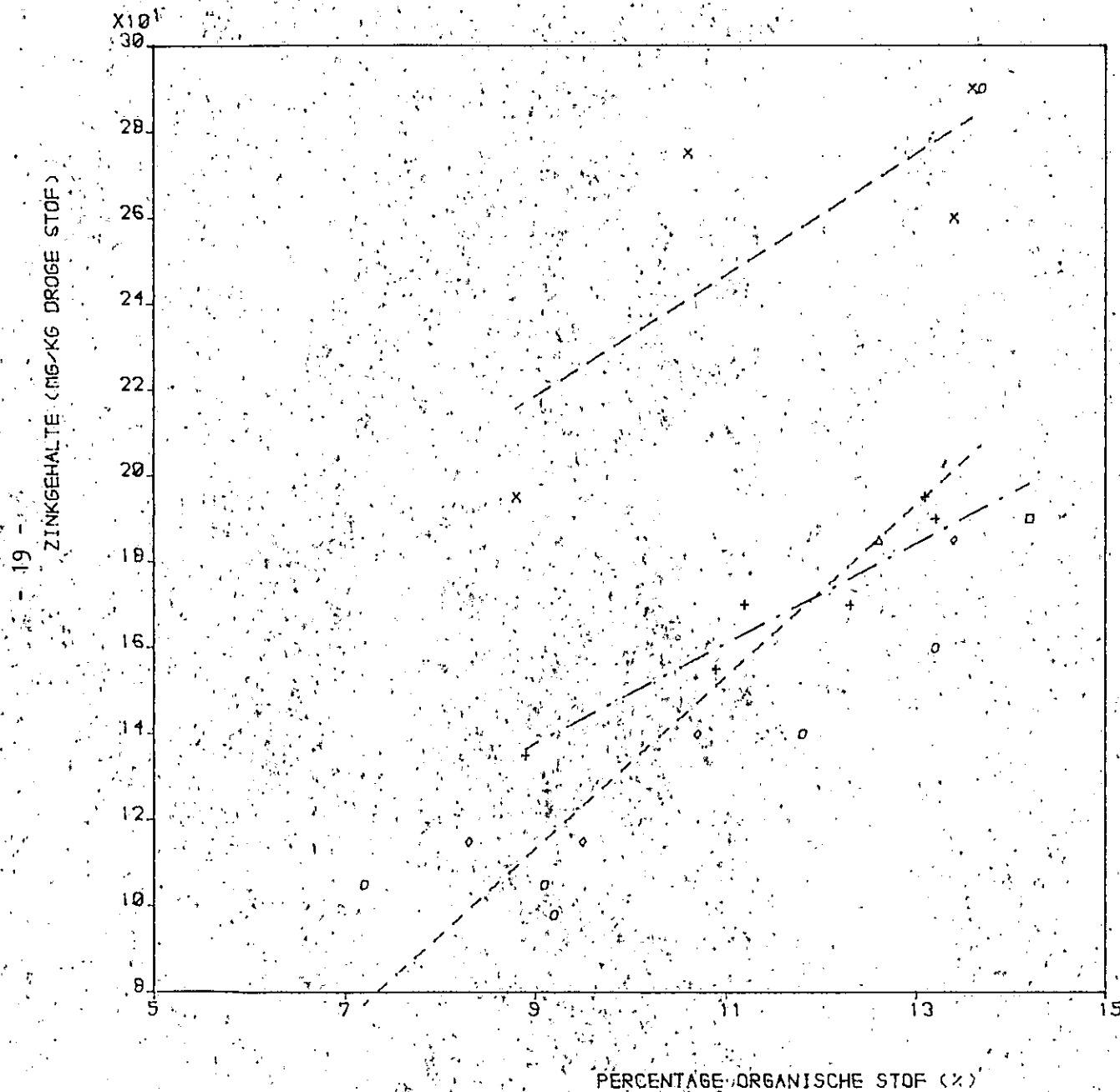


Fig. 3.6 b

SEDIMENT-ONDERZOEK HAVENS WESTERSCHIELSE (LOOD)

PERCENTAGE < 16 µm (%)



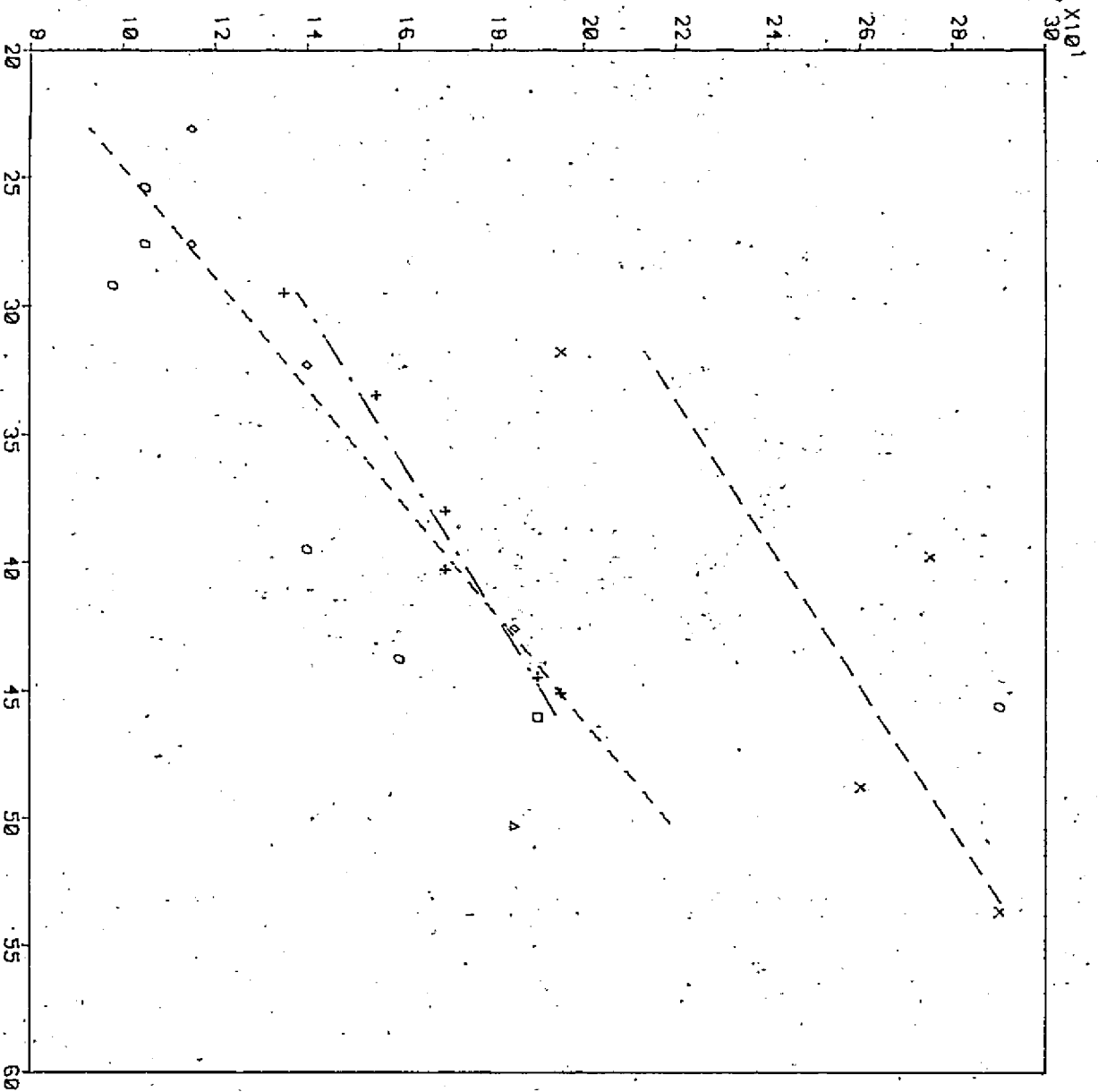
- x HANSWEERT
- + TERNEUZEN
- BRAAKMANHAVEN
- VLISSINGEN BUITENHAVEN
- △ VLISSINGEN SLOEHAVEN
- ◇ BRESKENS VEERHAVEN

REGRESSIELIJNEN:

- HANSWEERT
CORR. COEFF. = .78
- . - - TERNEUZEN + BRAAKMAN
CORR. COEFF. = .95
- ... VLISSINGEN + BRESKENS
CORR. COEFF. = .91

Fig. 3.7 a

ZINKGEHALTE (MG/KG DROGE STOF)

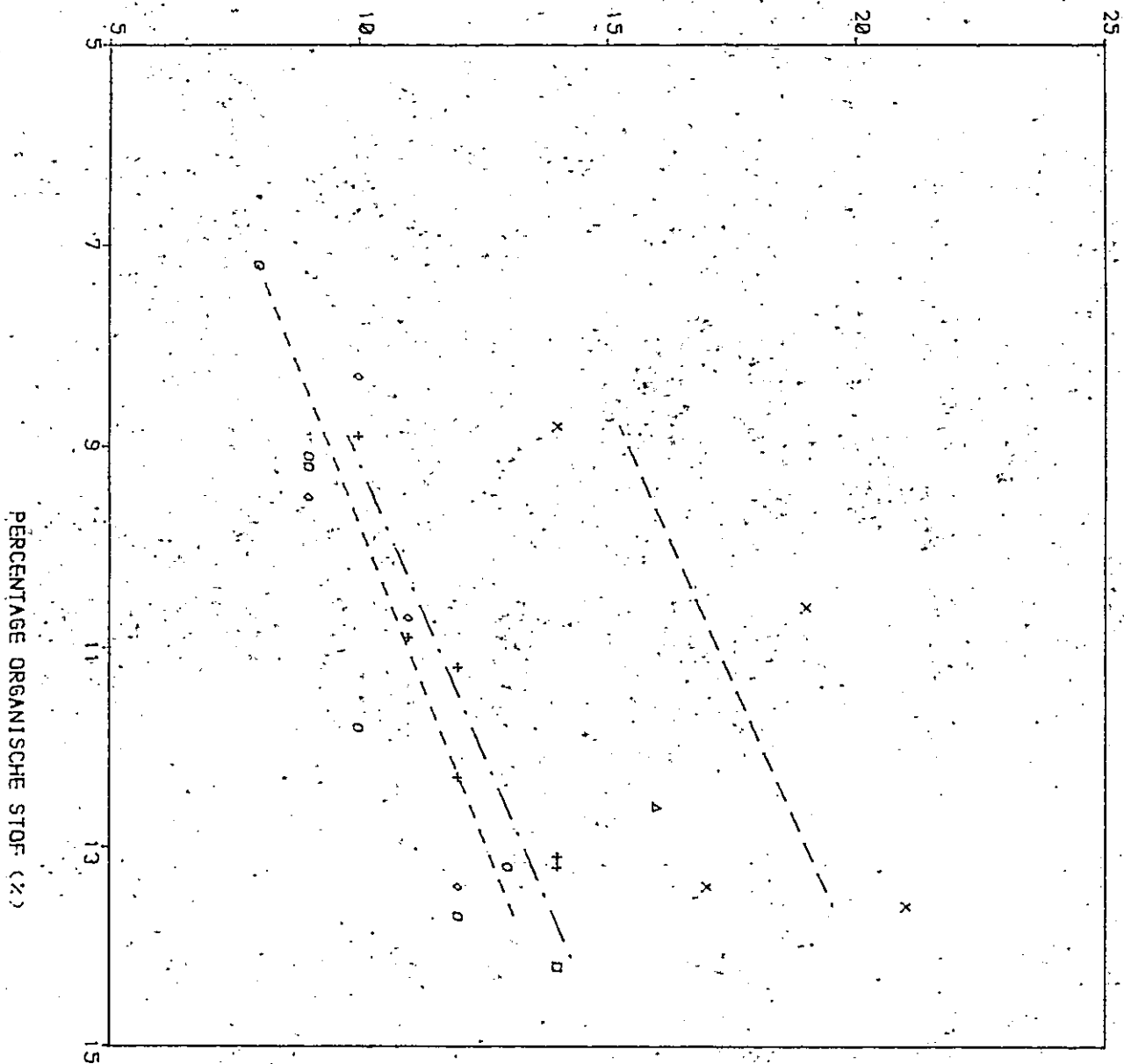


SEDIMENT-ONDERZOEK HAVENS WESTERSCHIELSE (ZINK)

PERCENTAGE < 16 µm (%)

Fig. 3.7 b

ARSEENGEHALTE (MG/KG DROGE STOF)



x HANSWEERT

+ TERNEUZEN

□ BRAAKMANHAVEN

○ VLISSINGEN BUITENHAVEN

△ VLISSINGEN SLOEDHAVEN

◇ BRESKENS VEERHAVEN

REGRESSIELIJNEN:

- - - HANSWEERT

CORR. COEFF. " .69

— TERNEUZEN + BRAAKMAN

CORR. COEFF. " .95

- - - VLISSINGEN + BRESKENS

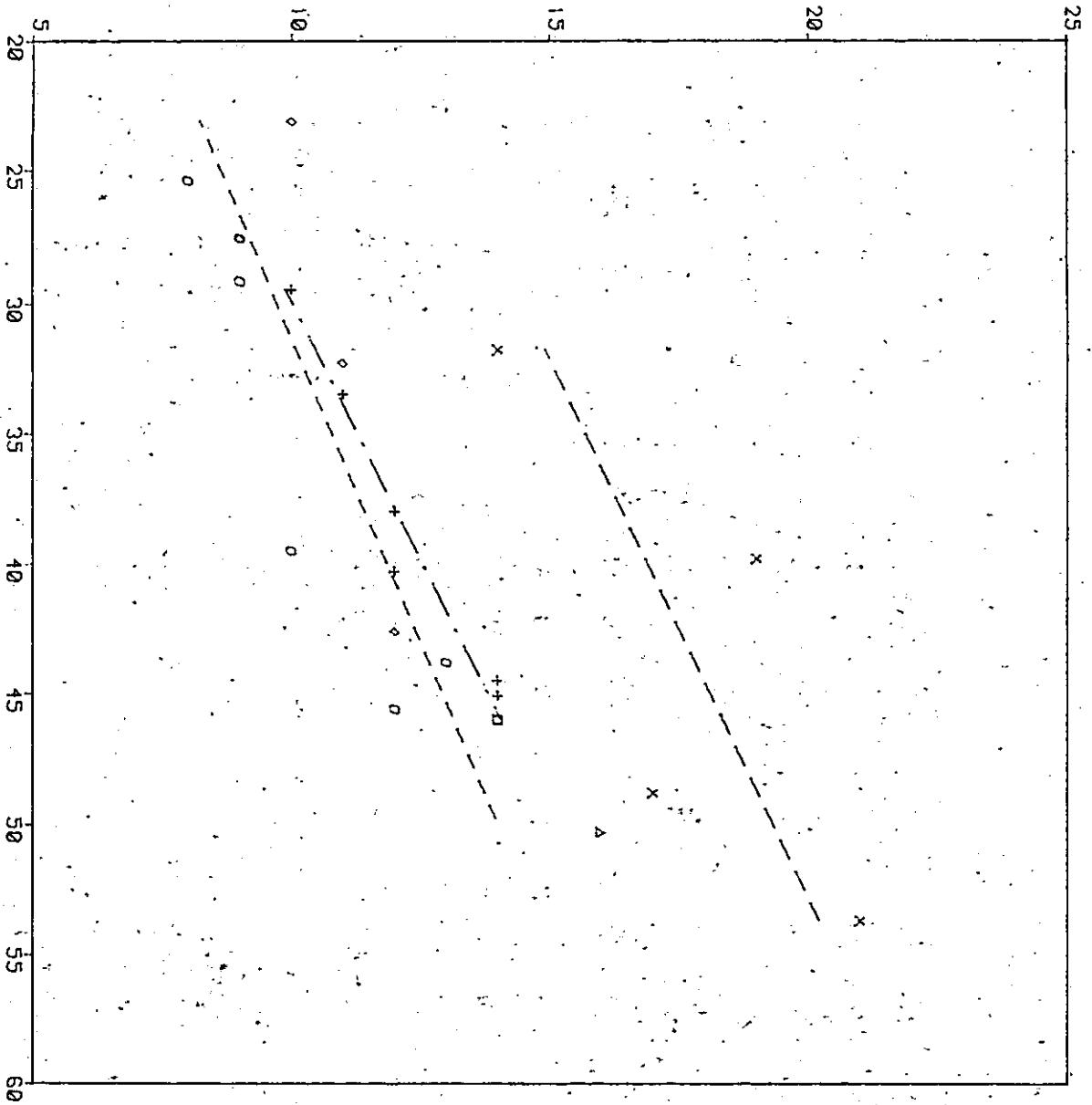
CORR. COEFF. " .78

Fig. 3.8 a

ARSEENGEHALTE (MG/KG DROGE STOF)

SEDIMENT-ONDERZOEK HAVENS WESTERSCHIEL (ARSEEN)

PERCENTAGE < 16 µm (%)



REGRESSIELIJNEN:

— HANSWEERT

CORR. COEFF. = .79

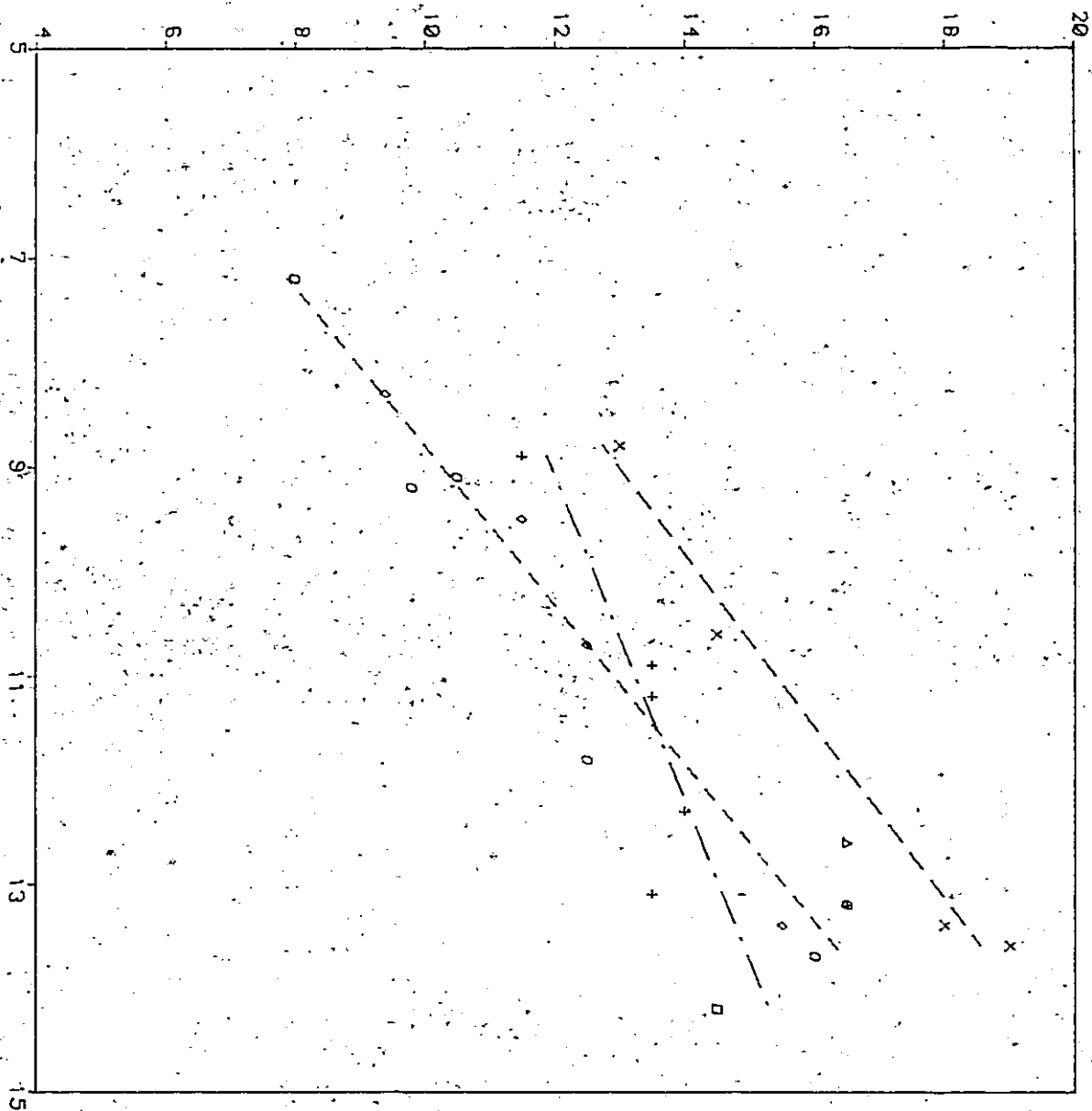
- - - TERNEUZEN + BRAAKMAN

CORR. COEFF. = .98

- . - . - VLISSINGEN + BRESKENS

CORR. COEFF. = .97

Fig. 3.8 b

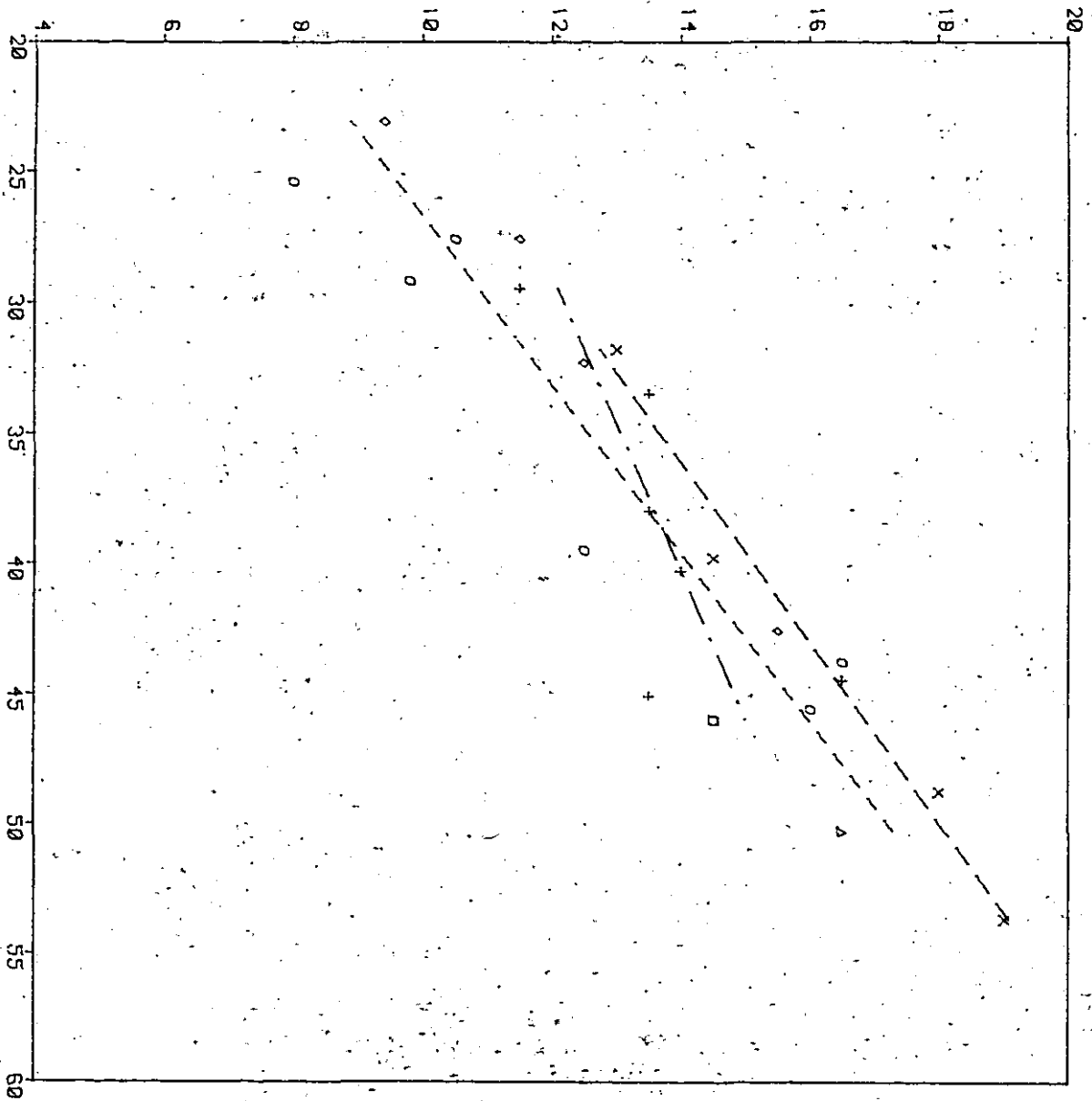


x HANSWEERT
 + TERNEUZEN
 □ BRAAKMANHAVEN
 △ VLISSINGEN BUITENHAVEN
 ◇ VLISSINGEN SLOEHAVEN
 ◇ BRESKENS VEERHAVEN

REGRESSIELIJNEN:

--- HANSWEERT
 CORR. COEFF. = .99
 --- TERNEUZEN + BRAAKMAN
 CORR. COEFF. = .77
 --- VLISSINGEN + BRESKENS
 CORR. COEFF. = .97

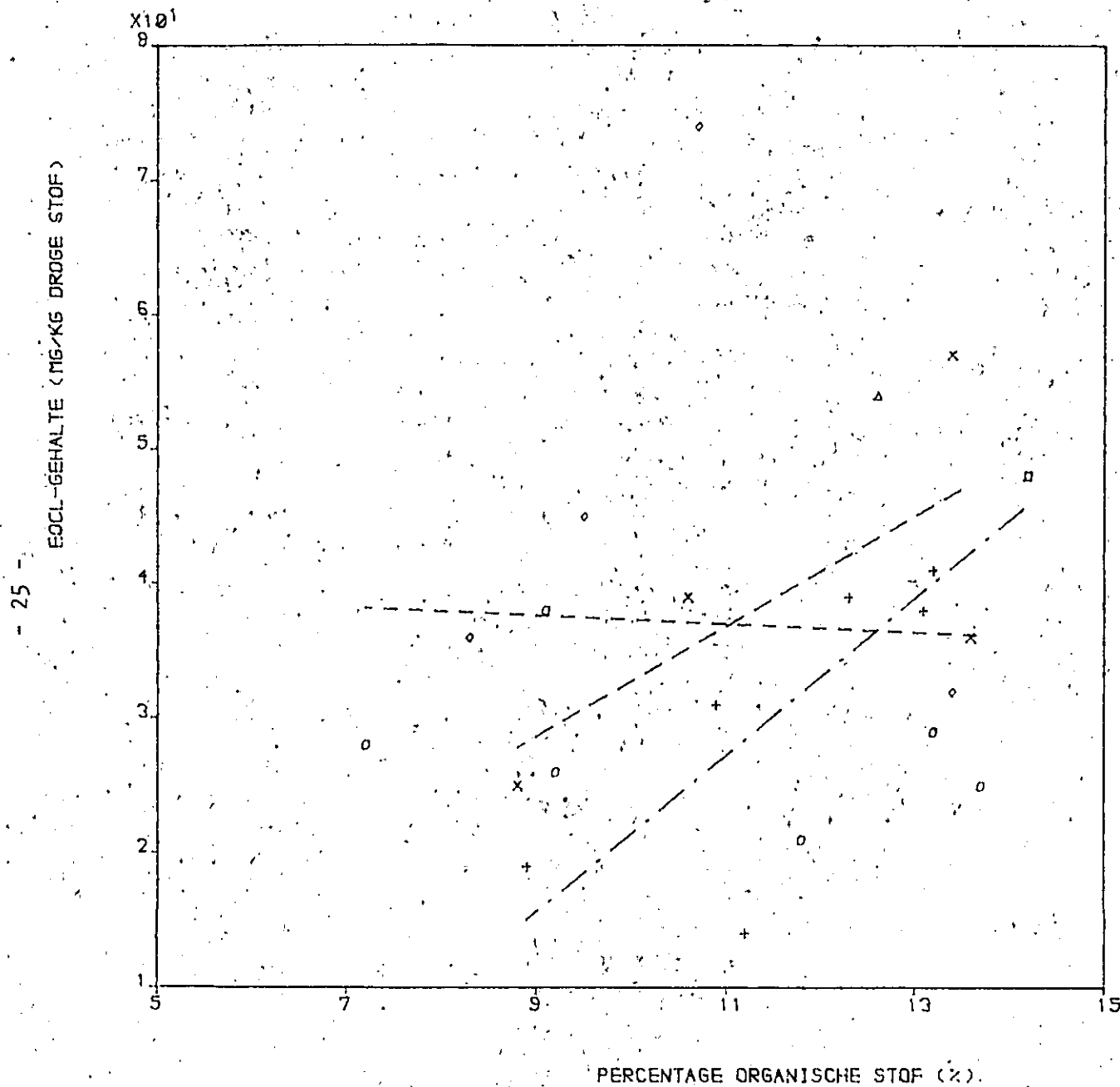
ALUMINIUMGEHALTE (G/KG DROGE STOF)



REGRESSIELIJNEN:

- HANSWEERT
CORR. COEFF. = .99
- - - TERNEUZEN + BRAAKMAN
CORR. COEFF. = .74
- . - - VLISSINGEN + BRESKENS
CORR. COEFF. = .94

Fig. 3.9 b



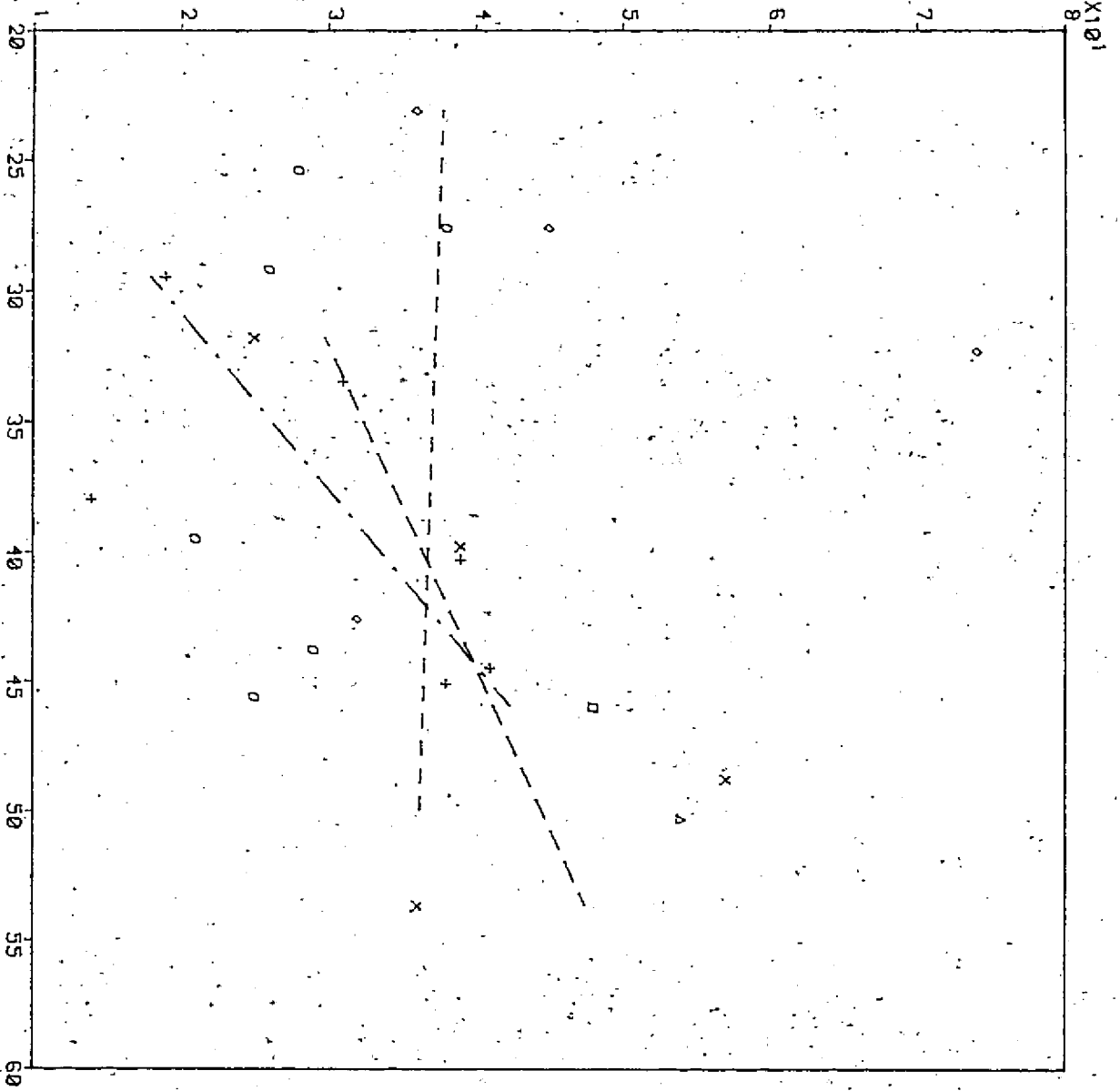
- x HANSWEERT
 - + TERNEUZEN
 - BRAAKMANHAVEN
 - VLISSINGEN BUITENHAVEN
 - △ VLISSINGEN SLOEHAVEN
 - ◇ BRESKENS VEERHAVEN
- REGRESSIELIJNEN:
- - - HANSWEERT
CORR. COEFF. = .71
 - - - TERNEUZEN + BRAAKMAN
CORR. COEFF. = .81
 - . - VLISSINGEN + BRESKENS
CORR. COEFF. = .84

Fig. 3.10 a

EOCL-GEHALTE (MG/KG DROGE STOF)

SEDIMENT-ONDERZOEK HAVENS WESTERSCHIEDDE (EOCL)

PERCENTAGE < 16 UM (%)



REGRESSIELIJNEN:

- x HANSWEERT
CORR. COEFF. = .59
- + TERNEUZEN
CORR. COEFF. = .75
- BRAAKMANHAVEN
- VLISSINGEN BUITENHAVEN
- △ VLISSINGEN SLOEHAVEN
- ◇ BRESKENS VEERHAVEN
- VLISSINGEN + BRESKENS
CORR. COEFF. = .84

Fig. 3.10 b

SEDIMENT-ONDERZOEK HAVENS WESTERSCHIEDDE (OLIE)

PERCENTAGE ORGANISCHE STOF (%)

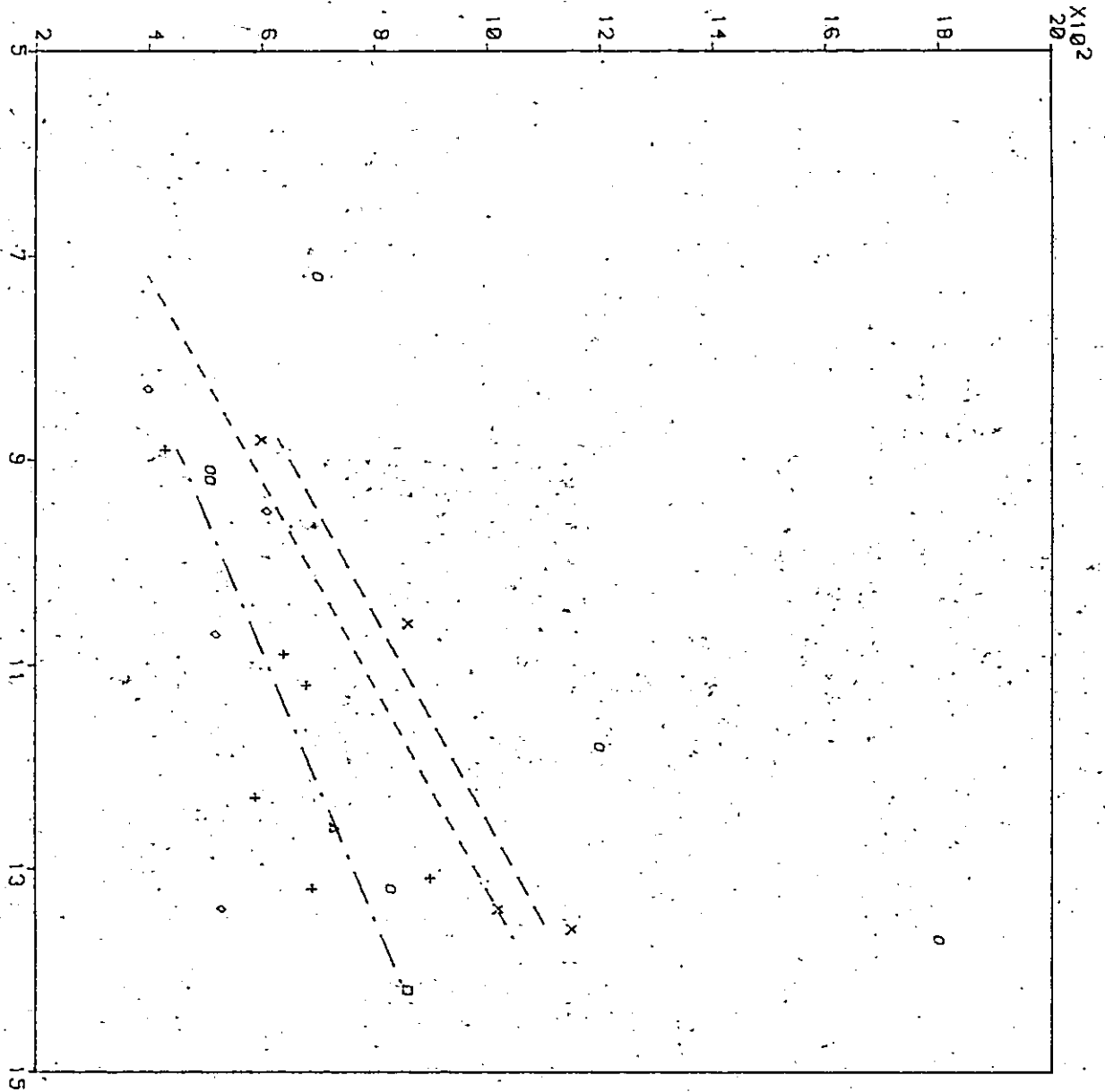
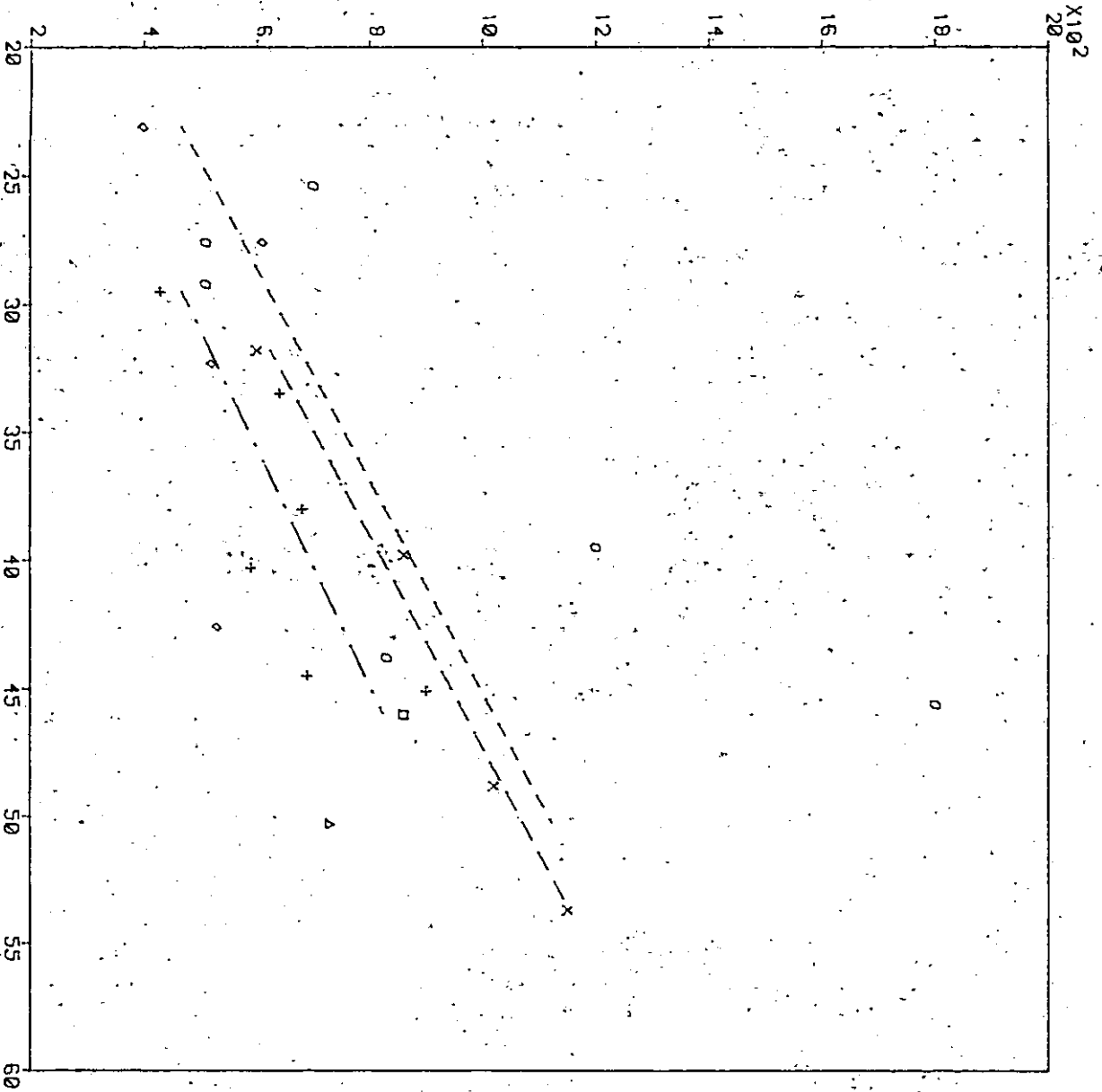


Fig. 3.11 a

REGRESSIELIJNEN:

- HANSWEERT
CORR. COEFF. = .97
- . - - TERNEUZEN + BRAAKMAN
CORR. COEFF. = .95
- VLISSINGEN + BRESKENS
CORR. COEFF. = .55

OLIEGEHALTE (MG/KG DROGE STOF)



REGRESSIELIJNEN:

- HANSWEERT
CORR. COEFF. = .99
- - - TERNEUZEN + BRAAKMAN
CORR. COEFF. = .95
- - - VLISSINGEN + BRESKENS
CORR. COEFF. = .55

Fig. 3.11 b

Gehalten in
mg/kg d.s

Hansweert (RIZA:N=4; IB/WL:N=7-11)

Terneuzen+Braakman (RIZA:N=7; IB/WL:N=17-38)

	Hansweert (RIZA:N=4; IB/WL:N=7-11)								Terneuzen+Braakman (RIZA:N=7; IB/WL:N=17-38)							
	min.		max.		r ²		50% < 16 µm		min.		max.		r ²		50% < 16 µm	
	RIZA	IB/WL	RIZA	IB/WL	RIZA	IB/WL	RIZA	IB/WL	RIZA	IB/WL	RIZA	IB/WL	RIZA	IB/WL	RIZA	IB/WL
Cd	2	0,7	4	6,7	0,38	0,77	3,3	3,9	1	0,1	2	3,8	0,70	0,78	2,3	2,1
Cr	58	40	86	146	0,93	0,96	80	124	46	31	66	146	0,96	0,83	68	110
Cu	30	6	47	53	0,87	0,91	44	36	20	2	31	42	0,94	0,88	31	27
Hg	0,8	0,11	1,2	1,09	0,90	0,98	1,2	0,89	0,6	0,22	1,0	0,89	0,54	0,97	0,9	0,67
Ni	16	5,5	24	36,2	0,97	0,99	22	28,8	16	2,3	22	33,3	0,98	0,97	24	25,8
Pb	55	9	85	109	0,92	0,94	80	74	40	6	65	92	0,93	0,80	65	54
Zn	195	55	290	379	0,83	0,91	279	277	135	14	195	300	0,98	0,93	217	203
As	14	7,4	21	33,7	0,79	0,98	19	29,1	10	9,2	14	36,4	0,98	0,70	15	22,9
Al (g/kg d.s)	13,0	0,74	19,0	4,24	0,99	0,94	18,0	3,27	11,5	0,52	16,5	4,22	0,74	0,94	15,7	3,22
EOCl	25	-	57	-	0,59	-	44	-	14	-	48	-	0,75	-	48	-
Olie	600	-	1150	-	0,99	-	1036	-	430	-	900	-	0,85	-	873	-

Vlissingen+Breskens (RIZA:N=11; IB/WL:N=12, alleen Breskens is bemonsterd)

min.		max.		r ²		50% < 16,um	
RIZA	IB/WL	RIZA	IB/WL	RIZA	IB/WL*	RIZA	IB/WL
<1	1,5	2	1,6	0,53	-	1,4	1,44
30	92	65	111	0,97	-	66	100
14	24	32	30	0,94	-	31	26
0,4	0,45	0,8	0,76	0,93	-	0,7	0,50
10	22,2	16	26,1	0,84	-	19	23,5
30	34	70	52	0,91	-	64	40
98	162	290	178	0,78	-	207	165
8	19,0	16	22,2	0,87	-	14	19,0
8,0	2,87	16,5	3,17	0,94	-	17,3	3,0
21	-	74	-	0,04	-	36	-
510	-	1800	-	0,55	-	1073	-

* Er is te weinig correlatie
gevonden om tot publicatie
over te gaan.

4. VERGELIJKING MET EERDER VERRICHTE ONDERZOEKEN

Het in lit. 1 beschreven onderzoek is qua uitvoering vergelijkbaar met het /
onderzoek uitgevoerd in september-oktober 1982 In dat onderzoek zijn eveneens /
in zeewaartse richting dalingen van verontreinigingen in het sediment
gekonstateerd als functie van het percentage kleiner dan $16\text{ }\mu\text{m}$; helaas
zijn er geen gehalten gepresenteerd als functie van het percentage or-
ganische stof. Teneinde een vergelijk te maken tussen beide onderzoeken
zijn in tabel 4.1. enkele gegevens als korrelatiecoëfficiënten, mini-
maal en maximaal gevonden gehalten en het gehalte bij korrelgrootte-
verdeling van $50\% < 16\text{ }\mu\text{m}$ gepresenteerd.

Tabel 4.1. Overzicht van aantal genomen monsters (N), minimaal gevonden
gehalten (min.), maximaal gevonden gehalten (max.), korrela-
tiecoëfficiënten tussen de gehalten en het percentage sedi-
ment $< 16\text{ }\mu\text{m}$ (r^2) en gehalten bij een korrelgrootteverdeling
van $50\% < 16\text{ }\mu\text{m}$ ($50\% < 16\text{ }\mu\text{m}$) van het onderzoek vermeld in
lit. 1 (IB/WL) en van het onderzoek verricht in september-
oktober 1982 (RIZA).

Bij deze tabel kunnen enkele opmerkingen gemaakt worden:

- lit. 1 beschrijft een onderzoek verricht in 1979, waardoor er een tijdsverschil van ca. 3 jaar is met de andere in deze notitie beschreven monsters
- Bemonsteringslokaties in lit. 1 waren voor Hansweert: de havens van
Hansweert,
Kruiningen en
Perkpolder
voor Terneuzen: de havens van
Terneuzen en
Griete en de
Braakmanhaven
voor Breskens : de veerhaven van
Breskens.

Wordt tabel 4.1. nader beschouwd dan blijkt de spreiding in minima en maxima uit lit. 1 groter. Dit kan deels verklaard worden uit het grotere aantal monsters en deels uit het verschil in bemonsteringslokatie.

Daarom is als maat voor de verontreiniging het metaalgehalte bij 50% < 16 µm een meer bruikbare grootheid. Voor wat betreft de kolom "Hansweert" is het grootste verschil aanwezig voor Al met daarnaast Cr. Voor wat betreft de kolommen "Terneuzen + Braakman" en "Vlissingen + Breskens" geldt hetzelfde: in alle drie de gevallen zijn in lit. 1 duidelijk hogere gehalten aan Cr en duidelijk lagere gehalten aan Al geconstateerd. Dit doet vermoeden, daar dit verschijnsel zich in alle drie de gebieden voordeed, dat deze verschillen eerder veroorzaakt zijn door verschillen in toegepaste analysemethodieken dan dat deze verschillende gehalten in de loop der tijd werkelijk zouden zijn ontstaan (Bij navraag achteraf werd dit vermoeden bevestigd).

Voor de overige parameters geldt dat de resultaten goed overeenkomen. Bij het onderzoek als beschreven in lit. 1 zijn voor het gebied "Terneuzen" de havens van Terneuzen, Griete en de Braakmanhaven bemonsterd. Daar per haven ca. 10 monsters zijn genomen is het mogelijk een vergelijking te maken tussen de havens van Griete (waarin geen verontreinigingen geloosd worden) en de haven van Terneuzen en de Braakmanhaven (waarin wel verontreinigingen geloosd worden). Uit deze vergelijking kan geen uitspraak gedaan worden dat de haven van Terneuzen en de Braakmanhaven meer of minder verontreinigd zou zijn dan de haven van Griete.

Bij het onderzoek in september-oktober 1982 zijn in de Sloehaven uitbijters van Cd, Hg, Ni, As en EOC1 gekonstateerd; in lit. 1 is dit voor wat betreft Cd ook gekonstateerd.

Vergelijking van het in september-oktober 1982 uitgevoerde onderzoek met een onderzoek (lit. 2) uitgevoerd door het Havenschap Vlissingen en analyses verricht door WMZ Terneuzen (april 1981) levert voor wat betreft de Sloehaven ook meer informatie op over verhoogde gehalten. Wordt in de figuren 3.1. t/m 3.11. de lijn "Vlissingen + Breskens" als referentie genomen, dan blijken bij het onderzoek in april 1981 eveneens verhoogde gehalten aan Cd, Hg, Ni, en As voor te komen in het sediment van de Sloehaven. Het gehalte aan EOC1 was echter door WMZ niet detecteerbaar, terwijl de waargenomen gehalten aan Cr veel lager waren (waarschijnlijk een analysekwestie). De overige gehalten (Cu, Pb, Zn, Al en olie) vertonen een goede overeenkomst. Bij het onderzoek in april 1981 werd ook het fluoridegehalte bepaald, waaruit bleek dat op enkele lokaties in de Sloehaven sterk verhoogde absolute gehalten voorkwamen bij een vergelijkbare korrelgrootteverdeling (max. 557,7 mg/kg t.o.v. 20-40 mg/kg elders in de haven). Op grond van de goede overeenkomst tussen de onderzoeken in 1981 en 1982 wordt daarom aangenomen dat de in 1981 waargenomen fluoridegehalten geen grote afwijkingen ten opzichte van de werkelijk voorkomende gehalten zullen geven.

Vergelijking van het in september-oktober 1982 uitgevoerde onderzoek met een monstercampagne uitgevoerd in de Rotterdamse havens in 1981 (lit. 3) levert gehalten aan verontreinigingen in de Zeeuwse havens op die, bij vergelijkbare korrelgrootteverdeling, een faktor 5 à 10 lager zijn dan in de Rotterdamse havens.

5. KONKLUSIES

De belangrijkste konklusie van het sedimentonderzoek in september/oktober 1982 in enkele havens langs de Westerschelde zijn:

- 1) De gradiënt van meer verontreinigd sediment in het oostelijk deel van de Westerschelde naar schoner sediment in westelijke richting als gevonden in lit. 1 is nogmaals bevestigd.
- 2) De haven van Hansweert heeft voor wat betreft Cd, Cr, Cu, Hg, Pb, Zn, As en Al de hoogste gehalten in de onderzochte havens.
- 3) In de havens rond Terneuzen zijn meetbare gehalten aan α -, β -, γ -HCH, HCB, DDD, EOC1 en dieldrin gekonstateerd.

- 4) De Sloehaven heeft ten opzichte van de buitenhaven van Vlissingen en de veerhaven van Breskens verhoogde absolute gehalten aan Cd, Hg, Ni en As. Ook relatief gezien (gecorrigeerd voor de korrelgrootteverdeling) zijn deze gehalten hoger.
- 5) In de veerhaven van Breskens is een verhoogd absoluut gehalte aan EOC1 gekonstateerd ten opzichte van de Sloehaven en de buitenhaven van Vlissingen; ook relatief gezien is dit gehalte sterk verhoogd.
- 6) De buitenhaven van Vlissingen heeft een verhoogd absoluut oliegehalte ten opzichte van de Sloehaven en de veerhaven van Breskens; relatief gezien is dit gehalte ook sterk verhoogd.
- 7) In het algemeen komen hoge korrelaties voor tussen de waargenomen gehalten als functie van het percentage $<16\mu\text{m}$ en als functie van het percentage organische stof. Uitzonderingen hierop vormen Cd (lage gehalten met weinig nauwkeurigheid) en EOC1 (Vlissingen en Breskens).
- 8) Vergeleken met het onderzoek in lit. 1 komen de gehalten in het algemeen goed overeen. Er zijn echter systematische afwijkingen gekonstateerd bij Al en Cr, wat voornamelijk is veroorzaakt door de verschillende toegepaste analysemethoden.
- 9) Vergelijking van het onderzoek in 1982 met een onderzoek uitgevoerd in 1981 door het Havenschap Vlissingen en WMZ Terneuzen in de Sloehaven geeft een goede overeenkomst tussen de waargenomen gehalten aan verontreinigingen, waardoor konklusie 5) nogmaals bevestigd wordt. Op grond van deze overeenkomst kan worden aangenomen dat de in 1981 op enkele punten waargenomen hoge fluoridegehalten geen grote afwijkingen ten opzichte van de in 1982 voorkomende gehalten zullen geven.
- 10) Vergeleken met de baggerspecie in de Rotterdamse havens komen (gecorrigeerd voor korrelgrootteverdeling) in de havens langs de Westerschelde gehalten aan verontreinigingen voor die een faktor 5 à 10 lager zijn.

Geraadpleegde literatuur

1. Inventarisatie en geochemisch gedrag van zware metalen in de Schelde en Westerschelde. Waterloopkundig Laboratorium, december 1981. Verslag onderzoek, M 1640/M 1736.
2. Analyseresultaten van slibonderzoek uit havens Vlissingen-Oost. Havenschap Vlissingen/WMZ Terneuzen, Bedrijfslaboratorium voor Grond- en Gewasonderzoek Oosterbeek. Datum bemonstering: 27 april 1981.
3. Milieu-aspekten onderhoudsbaggerspecie. Gehalten aan olie, bestrijdingsmiddelen en zware metalen. Gemeentewerken Rotterdam/Rijkswaterstaat. Code 110.10-R8221, juni 1982.