

33

**VERSLAG VAN DOOR HET NIOZ UITGEVOERDE ^{210}Po EN
 ^{210}Pb METINGEN IN DE NEDERLANDSE KUSTWATEREN,
DE NIEUWE WATERWEG, HET NOORDZEEKANAAL EN
DE WESTERSCHELDE**

G.W. Berger, D. Eisma

Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee

©1988

This report is not to be cited without the consent of:
Netherlands Institute for Sea Research
P.O. Box 59, 1790 AB Den Burg,
Texel, The Netherlands

This is published as NIOZ - RAPPORT 1988 - 13
This series was formerly called:
Interne Verslagen
Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee
Texel

VERSLAG VAN DOOR HET NIOZ UITGEVOERDE ^{210}Po EN ^{210}Pb METINGEN IN DE NEDERLANDSE KUSTWATEREN, DE NIEUWE WATERWEG, HET NOORDZEEKANAAL EN DE WESTERSCHDELDE

G.W. Berger, D. Eisma

Dit onderzoek is gesubsidiëerd door het Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke
Ordening en Milieubeheer.

NEDERLANDS INSTITUUT VOOR ONDERZOEK DER ZEE

VERSLAG VAN DOOR HET NOOD TOEGESCHENDE
HET BETREFFENDE IN DE WEDERL. LANDEN
KUSTWATEREN DE WEDERL. WATERW. HET
NOODTOEGESCHENDE EN DE WEDERL. LANDEN

DE WEDERL. LANDEN

DE WEDERL. LANDEN

DE WEDERL. LANDEN

DE WEDERL. LANDEN

1 INLEIDING

In het kader van een onderzoek naar het voorkomen van ^{210}Po in de Nederlandse kustwateren werden twee monstercampagnes uitgevoerd (in januari en oktober 1986) en werden monsters, beschikbaar gesteld door Gemeentewerken Rotterdam en Rijkswaterstaat, onderzocht. De resultaten van de eerste tocht werden besproken in een voorlopig NIOZ verslag (G.W. Berger en D. Eisma, 1986). De gegevens van die tocht zullen voor de volledigheid in dit verslag nogmaals worden besproken in samenhang met de gegevens die in een later stadium zijn verkregen. Het merendeel van de bodemonsters uit de Rotterdamse haven zijn afkomstig van de Monstercampagne 1986 van de Gemeente Rotterdam, Rijkswaterstaat Directie Benedenrivieren en Rijkswaterstaat Directie Noordzee. Voor het beschikbaar stellen van deze monsters en het gebruik dat we konden maken van de cijfers uit het Rapport "Milieuaspecten Onderhoudsbaggerspecie" zijn de auteurs de bovengenoemde instanties en de heer H. Nijssen van Gemeentewerken Rotterdam zeer erkentelijk. Een deel van de meet- en bemonstersapparatuur werd gefinancierd door het Ministerie van VROM. De monstername werd uitgevoerd met de ISIS van het RIVO te IJmuiden (januari 1986) en de Luctor van het DIHO te Yerseke (oktober 1986). Voor het prettige verblijf aan boord en de assistentie zowel van de bemanningen als van H.T. Kloosterhuis (NIOZ) en van J. Nieuwenhuis (DIHO) zijn de auteurs zeer erkentelijk.

2 METHODEN

Water- en gesuspendeerd materiaal monsters werden genomen met 30 liter Niskin flessen 1 tot 6 meter onder het wateroppervlak. Aan boord werd 20 liter water of meer gefiltreerd over $.45\ \mu\text{m}$ Nuclepore filters met een diameter van 145 mm. De ^{210}Po en ^{210}Pb metingen werden uitgevoerd zoals beschreven door Bacon et al (1976), de ^{226}Ra analyses volgens de methode Moore (1976) en Mathieu et al. (1980). Bodemonsters werden genomen met een 30 kg zware van Veenhapper (inhoud 6 liter). De monsters 1 t/m 31 (Tabel 1, Fig. 1) werden tijdens de eerste monster tocht genomen, 32 t/m 52 (Tabel 1, Fig. 2) tijdens de tweede. De nummers 53 t/m 75 (Tabel 5, Fig. 3 t/m 8) zijn bodemonsters verkregen via Gemeentewerken Rotterdam, Rijkswaterstaat Directie Noordzee en Rijkswaterstaat Directie Beneden rivieren.

3 RESULTATEN

De positie en datum van monstername zijn samengevat in Tabel 1. De meetgegevens zijn samengevat in de Tabellen 2 t/m 5. Zout, temperatuur en gesuspendeerd materiaal gehalten van de januari tocht vertonen een normale verdeling en staan aangegeven in Fig. 9, 10 en 11. De concentraties opgelost ^{210}Po en ^{210}Pb variëren van resp. $.18$ tot $3.23\ \text{Bq.m}^{-3}$ en $.22$ tot $3.5\ \text{Bq.m}^{-3}$ (Tabel 2). In gesuspendeerd materiaal liggen de

concentraties tussen de 16 en 778 voor ^{210}Po en 73 Bq.kg^{-1} tot 710 Bq.kg^{-1} voor ^{210}Pb (Tabel 3). Sediment monsters geven concentraties van 4.68 Bq.kg^{-1} tot 734 Bq.kg^{-1} voor ^{210}Po (Tabel 4 en 5). ^{226}Ra werd alleen bepaald in opgeloste vorm en varieerde van 3.2 tot 37 Bq.m^{-3} (Tabel 2).

3.1 ^{210}Po en ^{210}Pb opgelost in water

Westerschelde: De hoogste concentraties ^{210}Po in opgeloste vorm worden gevonden in de Westerschelde (tot 3.2 Bq.m^{-3}). Ook in het kustwater voor de Westerschelde is het gehalte nog hoger dan 1.7 Bq.m^{-3} . Naar het Noorden neemt de concentratie af: in de Oosterschelde tot minder dan $.7 \text{ Bq.m}^{-3}$. Waddenzee, IJsselmeer en Noordzee: In de Waddenzee liggen de concentraties, evenals in het IJsselmeer, om en nabij de $.3 \text{ Bq.m}^{-3}$. In de Noordzee is dit ongeveer $.5 \text{ Bq.m}^{-3}$. Rivieren: In de Waal en de Maas werden concentraties gemeten van $.26$ resp. $.36 \text{ Bq.m}^{-3}$. In het Amsterdam Rijnkanaal was de concentratie 1.25 Bq.m^{-3} , in het Noordzeekanaal 2.79 Bq.m^{-3} . In de Nieuwe Waterweg liggen de concentraties tussen de $.4$ en 2.87 Bq.m^{-3} . Er is geen verband met het zoutgehalte aan te tonen (Fig. 12). In het algemeen zijn opgelost ^{210}Po en ^{210}Pb in radioactief evenwicht (Fig. 13).

3.2 ^{210}Po en ^{210}Pb in gesuspendeerd materiaal

In de kustwateren variëren de ^{210}Po concentratie in gesuspendeerd materiaal van 21 Bq.kg^{-1} tot 135 Bq.kg^{-1} . In de Waddenzee liggen de concentraties tussen de 55 en 150 Bq.kg^{-1} , in het IJsselmeer om en nabij de 100 Bq.kg^{-1} . In de Westerschelde neemt de concentratie toe van 113 Bq.kg^{-1} voor de Belgische kust tot 255 Bq.kg^{-1} landinwaarts. In de Oosterschelde zien we het omgekeerde: de concentratie neemt landinwaarts af tot een opvallend lage waarde van 33 Bq.kg^{-1} . In het Noordzeekanaal liggen op 1 uitzondering na (674.7 Bq.kg^{-1}) de waarden onder de 100 Bq.kg^{-1} . In het Hoogovenkanaal en de Buitenhaven zijn de waarden een factor twee hoger, oplopend tot 778.6 Bq.kg^{-1} , 200 meter NW van de Noorderpier. Twee metingen in de Maas en de Waal geven resp. 81.79 en 16.14 Bq.kg^{-1} . De hoogste concentraties ^{210}Po in gesuspendeerd materiaal vinden we in de Nieuwe Waterweg. Waarden tussen de 500 en 800 Bq.kg^{-1} zijn daar geen uitzondering. De hoogst gemeten waarde is 1241 Bq.kg^{-1} (Maasmond). Ook hier is de trend dat de er radioactief evenwicht is tussen ^{210}Po en ^{210}Pb (Fig. 14). Er is geen relatie tussen ^{210}Po in gesuspendeerd materiaal en zoutgehalte (Fig. 15) en slibgehalte (Fig. 16).

3.3 ^{210}Po en ^{210}Pb gehalten in sediment

De ^{210}Po concentratie in sediment varieert van 4.68 Bq.kg^{-1} tot ruim 700 Bq.kg^{-1} (Fig. 17 en 18). De concentraties in sediment monsters genomen

in de Lek, het Amsterdam Rijnkanaal, het Noordzee Kanaal, het IJsselmeer en de Waddenzee liggen tussen de 8 en 70 Bq.kg^{-1} . De factor twee verhoging die in gesuspendeerd materiaal in het Hoogovenkanaal werd gevonden ten opzichte van de waarden in het Noordzee Kanaal (zie 3.2) vinden we ook terug in het sediment: hogere waarden in het sediment in het Hoogovenkanaal (177 Bq.kg^{-1}) dan in het Noordzeekanaal. Veel hogere concentraties worden aangetroffen in de Nieuwe Waterweg. Vooral de concentraties in de Botlekhaven en de 1e, 2e en 3e Petroleumhaven zijn hoog (tussen de 150 en ruim 700 Bq.kg^{-1}), evenals enkele monsters uit de Nieuwe Waterweg zelf. ^{210}Pb concentraties liggen in de zelfde orde van grootte al is er niet altijd sprake van radiologies evenwicht (Fig. 19).

3.4 ^{226}Ra opgelost in water

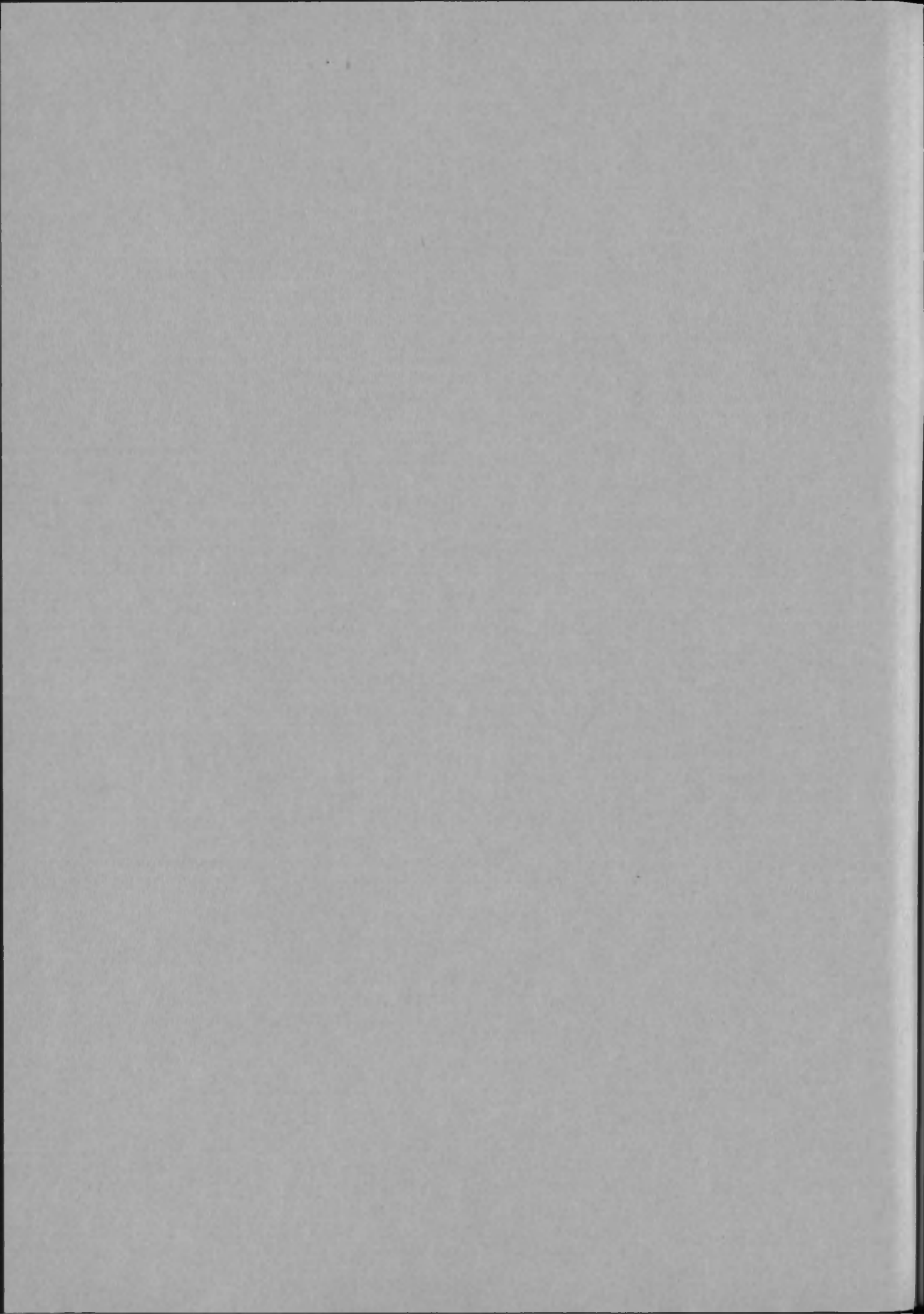
^{226}Ra concentraties liggen tussen de 3.2 en 37.64 Bq.m^{-3} . In het menggebied van zoet Nieuwe Waterweg water en zout Noordzee water lijkt er bij een zoutgehalte van 10 promille desorptie van ^{226}Ra plaats te vinden (Fig. 20). Het daar gevonden ^{226}Ra maximum zou erop duiden dat het grootste deel van de $1600 \text{ GBq } ^{226}\text{Ra}$ die per jaar op de Nieuwe Waterweg wordt geloosd op deze manier de Nieuwe Waterweg verlaat en op de Noordzee in opgeloste vorm verdund wordt.

4 DE TOTALE HOEVEELHEID ^{210}Po GEABSORBEERD AAN SEDIMENT IN HET NIEUWE WATERWEG GEBIED

De ^{210}Po concentraties in het Nieuwe Waterweg gebied zijn uitgezet in Fig. 21. De genoemde ^{210}Po concentraties zijn z.g. ^{210}Po excess concentraties. Dit betekent dat de hoeveelheid ^{210}Po die sediment van nature bevat van de gemeten hoeveelheid is afgetrokken. Deze natuurlijke hoeveelheid is gesteld op 40 Bq.kg^{-1} . Bij de berekening van de totale hoeveelheid ^{210}Po in het Nieuwe Waterweg gebied is uitgegaan van de veronderstelling dat de bovenste 30 cm van het sediment volledig gemengd zijn. De monsters die met de van Veen happer zijn genomen worden representatief geacht voor deze laag. Als we, rekening houdend met het droge stofgehalte en de oppervlakten van de betreffende havenbekkens, de inhoud berekenen van de bovenste 30 cm bodem sediment en dit vermenigvuldigen met de gemeten concentraties ^{210}Po , komen we op een totale hoeveelheid ^{210}Po van ruim 1 TBq, geabsorbeerd aan sediment ter plaatse. 76% oftewel 760 GBq hiervan is te vinden in de Botlek haven, 1e, 2e, 3e Petroleum haven en de Nieuwe Maas (Fig. 22), terwijl de bijdrage van het totale droge stof gehalte van het bodem sediment in dit gebied nog geen 25% is (Fig. 23).

5 SAMENVATTING EN CONCLUSIES

Concentraties ^{210}Po en ^{210}Pb in gesuspendeerd materiaal en sediment monsters die ver boven het natuurlijke niveau liggen treft men voornamelijk aan in de Nieuwe Waterweg, met name in de Botlek en de 1e, 2e en 3e Petroleumhavens. De verspreiding ervan over de havenbekkens is kenmerkend voor een verspreiding vanuit een puntlozingsbron. Volgens gegevens van de Gezondheidsraad (Deeladvies commissie van de gezondheidsraad, 1987) wordt er per jaar 1600 GBq ^{210}Po en 500 GBq ^{210}Pb geloosd in het Nieuwe Waterweg gebied. In het sediment in de Nieuwe Waterweg en in de Rotterdamse havenbekkens ligt totaal 1000 GBq ^{210}Po excess, waarvan 76% in de Botlek haven, de Nieuwe Maas en de 1e-, 2e- en 3e Petroleumhaven. Opvallend is dat de ^{210}Pb concentratie in enkele gevallen (Nieuwe Maas, 1e, 2e en 3e Petr.Haven. Loswal Noord) hoger is dan de gemeten ^{210}Po concentratie. In deze gevallen is er dus geen sprake van radiologies evenwicht. Dit ^{210}Pb is recent aan het sediment geabsorbeerd. Het heeft dus een grotere neiging in dit gebied te accumuleren en aan sediment geabsorbeerd te blijven dan ^{210}Po , dat kennelijk mobieler is. Dit betekent dat de herkomst van ^{210}Po niet uitsluitend het geloosde ^{210}Po is maar dat het ^{210}Pb , dat ter plekke aan sediment geabsorbeerd is, met zijn halfwaarde tijd van 22.4 jaar een duurzame bron voor ^{210}Po vormt. De totale hoeveelheid aan sediment gebonden ^{210}Pb is op zijn minst even groot en zeer waarschijnlijk groter dan de hoeveelheid aan sediment gebonden ^{210}Po . Het monsterpunt 60 (iets noordelijk van Loswal Noord) lijkt ook een gebied te zijn waar geaccumuleerd ^{210}Pb , geabsorbeerd aan sediment, een extra bron van ^{210}Po vormt. Als we uitgaan van $1.7 \cdot 10^9$ kg gesuspendeerd materiaal dat de Nieuwe Waterweg verlaat met een gemiddelde ^{210}Po excess concentratie van 100 Bq.kg^{-1} dan verlaat 170 GBq ^{210}Po (en ongeveer evenveel ^{210}Pb) op deze manier per jaar de Nieuwe Waterweg. ^{210}Po en ^{210}Pb concentraties die duidelijk boven het natuurlijke niveau liggen treft men niet hoger stroomopwaarts aan dan de Merwehaven. Q-mode factor analyse laat zien dat de verspreiding van Lood en $^{210}\text{Pb}/^{210}\text{Po}$ los van elkaar staan, hetgeen Fig. 24 bevestigt. Wel is er een verband tussen de verspreiding van ^{210}Po en PO_4 (Fig. 25).



6 LITERATUUR

1. Bacon, M.P., D.W. Spencer and P.G. Brewer, 1976. $^{210}\text{Pb}/^{226}\text{Ra}$ and $^{210}\text{Po}/^{210}\text{Pb}$ disequilibria in seawater and suspended particulate matter Earth and Plan. Sc. Lett. 32 :277-296.
2. Berger, G.W. en D. Eisma, 1986. ^{210}Po metingen in water en gesuspendeerd materiaal in de Nederlandse kustwateren in januari 1986, voorlopig NIOZ verslag, 1986.
3. Milieuaspecten onderhoudsbaggerspecie, Deel B, Code nr. 87-501, maart 1987.
4. Mathieu, G., A.E. Bainbridge, W.S. Broecker, J.G. Goddard & J.L. Sarmiento, 1980. GEOSECS ^{222}Rn analysis, GEOSECS Oper. Group publ. 199, Scripps Inst. of Oceanogr., La Jolla, Calif.
5. Moore, W.S., 1976. Sampling $^{228}\text{Radium}$ in the deep ocean. Deep Sea Research., 23: 647-651.
6. Deeladvies comm. van de gezondheidsraad "Milieuhygienische aspecten van het lozen of storten van fosforzuurgips", 173/1-169, 1987.

Tabel 1

Water en gesuspendeerd materiaal monsters, positie en datum van monstername.

Monster	Positie		Lokatie		Datum
	NB	OL			jr/m/dg
1	52 16	4	04 22	8 Ned.kust thv. Noordwijk	860107
2	51 31		03 00	Belg.kust	860107
3	51 24	2	03 09	Belg.kust v. Zeebrugge	860108
4	51 27		03 34	Westerschelde v. Vlissingen	860108
5	51 22		03 49	Westerschelde v. Terneuzen	860108
6	51 27		03 57	Westerschelde v. Hansweerd	860108
7	51 25		04 08	Westersch. Zuidergat	860108
8	51 25		04 14	Westersch. v. Bat	860108
9	51 37		03 37	Oostersch. v. Neeltje Jans	860108
10	51 37		03 47	Oostersch. Noord Bevel.	860109
11	51 36		03 57	Oostersch. v. Zeeland brug	860109
12	51 32		04 00	Oostersch. v. Wemeldinge	860109
13	51 44		03 25	kust v. Oostersch.	860109
14	51 54		03 44	kust v. Haringvliet	860109
15	52 30		04 04	kust v. Noordzee kanaal	860109
16	52 28		04 28	voor IJmuiden	860109
17				Noordzeek. thv. Buitenhuizen	860113
18				Noordzeekanaal Velserkom	860113
19				Noordzeekanaal Buitenhaven	860113
20				200 meter NW nrd. pier NZK	860113
21				Nieuwe Waterweg Wilton Feyen.	860114
22				Nieuwe Waterweg Windmill	860114
23				Nieuwe Waterweg Hoek v. Holland	860114
24				200 m. NW Nrd. pier N. Waterweg	860115
25	52 40		04 33	60 Noordzee thv. Bergen aan Zee	860115
26	52 59		04 45	Marsdiep	860116
27	53 05		05 20	Waddenzee v. Kornwerderzand	860116
28	53 19		05 09	Vliestroom	860116
29	53 26		06 09	2.5 mijl WNW v. Lauwersoog	860121
30	53 34		06 30	Huibersgat, Noordzee	860122
31	53 26		06 36	Borndiep	860122
32	51 54	25	04 28	44 Nieuwe Waterweg, Parkkade	861027
33	51 53	79	04 19	33 NWW, Windmill bord 1013	861027
34	51 54	81	04 14	49 NWW Rozenburg	861027
35	51 56	85	04 10	52 NWW, bord 1025, tussen groen4/5	861027
36	51 59	17	04 3	07 Maasmond, 600 m van gr. kustl.	861027
37				Lek bij Vreeswijk	861027
38				A'dam Rijnkan thv. Weesp	861028
39	52 23	89	04 53	59 Noordzeekanaal, Houthaven	861028
40	52 25	51	04 48	06 NZK, ADM haven tussen km 15-16	861028
41	52 26	71	04 41	63 NZK, Kruithaven	861028
42	52 28	07	04 37	54 NZK, binn. z. 1e Rijksbinn. h.	861028
43	52 28	38	04 35	64 Hoogoven kanaal	861028

Vervolg Tabel 1

Monster	Positie				Lokatie	Datum		
	NB		OL				jr/m/dg	
44	52	27	80	04	33	50	Buitenhaven NZK	861028
45	52	24	83	05	5	65	Oost van Uitdam	861028
46	52	44	38	05	20	68	NO van Enkhuizen	861029
47	52	59	95	05	19	00	IJsselmeer, vf9	861029
48	53	2	08	05	6	75	Wadd.z., pd3a/j2, bvn Afsl.dijk	861029
49	53	18	77	05	18	30	Waddenzee, zm 7	861030
50							Maas bij Megen	861028
51							Waal bij Brakel	861028
52	54	20	45	02	20	64	Noordzee	861105

Tabel 2

Concentraties Cl, gesuspenseerd materiaal (SM), ^{226}Ra , ^{210}Po en ^{210}Pb opgelost in water.

Monster	% Cl	SM g.m^{-3}	^{226}Ra Bq.m^{-3}	^{210}Pb Bq.m^{-3}	^{210}Po Bq.m^{-3}
1	3.035	7.85	6.61	0.64	0.57
2	3.382	6.8			
3	3.217	68.3		2.01	2.29
4	2.948	17.7		2.35	2.57
5	2.631	67.1	6.6	1.7	2.91
6	2.253	48.1			3.23
7	1.952	41.69	26.2	3.5	2.33
8	1.59	44.77			2.27
9	3.085	33.71	5.32		1.3
10	2.999	28.23	3.99	0.79	0.74
11	2.735	13.53		0.3	0.37
12	2.84	11.09			1.18
13	3.367	13.92			
14	3.317	19.82	3.6		0.76
15	3.394	1.28	4.2	0.32	0.32
16	2.983	6.49	6.8	0.36	0.24
17	0.522	12.09	15		
18	1.03	2.82		0.37	0.69
19	2.668	32.41	7.93	0.64	0.41
20	2.744	87.82			0.51
21	0.19	21.29	12.99		0.51
22	0.222	10.5			
23	0.901	19.74	37.64		
24	2.704	23.72		0.7	1.15
25	2.908	26.04			0.51
26	2.963	43.71		0.3	0.34
27	2.022	84.02			
28	3.125	40.31	6.5		
29	2.838	26.37			
30	3.231	14.29	4.84		
31	3.043	15.97		0.22	0.18
32	0.022	7.6	3.2		0.41
33	0.037	13.9			1.31
34	0.091	18.9	9.4		0.71
35	0.139	12.6	22.4		2.87
36	0.438	12.3			1.23
37	0.01	92.5			0.24
38	0.01	9.1			1.25
39	0.153	19			0.78
40	0.199	5.37	3.2		0.5
41	0.279	6.67			2.79
42	0.283	3.83	5.6		0.86

Vervolg Tabel 2

Monster	% Cl	SM g.m ⁻³	²²⁶ Ra Bq.m ⁻³	²¹⁰ Pb Bq.m ⁻³	²¹⁰ Po Bq.m ⁻³
43	1.04	6.4	7		0.3
44	1.42	9.1	5.2		0.73
45	0.03	45.5			
46	0.017	36.7			
47	0.02				
48	1.57	23.1			
49	1.59	72			
50	0	40.7			0.26
51	0	140			0.36
52	0.35	0.6			0.28

Tabel 3
Concentraties Al, ^{210}Po en ^{210}Pb in gesuspendeerd materiaal.

Monster	% Al	^{210}Pb Bq.kg $^{-1}$	^{210}Po Bq.kg $^{-1}$	Locatie
1	0.35	178	135.4	Ned. kust thv. Noordwijk
2	0.3	92	113.6	Belg. kust
3				Belg. kust v. Zeebrugge
4	0.46	73	185.4	Westersch. v. Vlissingen
5	1.8	148	113.9	Westersch. v. Terneuzen
6				Westersch. v. Hansweert
7	0.75	114	188	Westersch. Zuidergat
8	1.2	196	255.2	Westersch. v. Bat
9	1.02		67.1	Oostersch. v. Neeltje Jans
10	0.9	77	132.8	Oostersch. v. Noord Bevel.
11	0.45	102	100.7	Oostersch. v. Zeeland brug
12	0.4		26.7	Oostersch. v. Wemeldinge
13	0.43	88	66.8	kust v. Oostersch.
14	0.51		65.1	kust v. Haringvliet
15				
16	0.2		21.7	voor IJmuiden
17	0.08		674.7	NZK. thv. Buitenhuizen
18				
19	0.55		109.4	NZK Buitenhaven
20	0.9		778.6	200 meter NW nrd pier NZK
21	0.25	710	770.1	Nieuwe WW wilton Feyenoord
22	0.3		606.5	Nieuwe WW Windmill
23	0.25		505.2	Nieuwe WW Hoek v. Holl.
24	0.65	138	161.2	200 m NW v. nrd pier NWW
25			88.7	
26	0.85		125.4	Marsdiep
27	0.24		140.8	Wadd.Zee Kornw.Z
28	0.12	93	135.8	Vliestroom
29	0.81	149	138.9	2.5 mijl WNW v. Lauwersoog
30	0.45	151	150.6	Huibersgat, Noordzee
31	0.4	188	137.3	Borndiep
32			80	Nieuwe WW, Parkkade
33			383.39	Nieuwe WW, Windmill 1023
34			330.57	Nieuwe WW, Rozenburg
35			732.36	Nieuwe WW, 1025
36			1241	Maasmond
37			38.63	Lek bij Vreeswijk
38			260	A'dam Rijnk. thv. Weesp
39			76	NZK, Houthaven
40			87	NZK, ADM (15-16)
41			37.19	NZK, Kruithaven
42			117	NZK, binnen 1e Rijksb. H.
43			186.5	Hoogovenkanaal
44			162.7	Buitenh. NZK

Vervolg Tabel 3

Monster	^{210}Pb	^{210}Po	Locatie
% Al	Bq.kg ⁻¹	Bq.kg ⁻¹	
45		79.69	Oost van Uitdam
46			
47		97.04	IJsselmeer, vf9
48		55.63	Waddenz., pd3a/j2 afsl.d.
49		98.98	Waddenz. zm9
50		81.79	Maas bij Megen
51		16.14	Waal bij Brakel
52		110.2	Noordzee

Tabel 4

Concentraties koolstof (C) en ^{210}Po in bodem monsters.

Monster	%C	^{210}Po	
		Bq.kg ⁻¹	
33	1.94		
34	2.52	169.51	NWW, Rozenburg
35	1.84	18.36	NWW 1025
36	0.87	98.15	Maasmond 600 m.gr.l.
37		41	Lek bij Vreeswijk
39	5.71	69.74	A'dam Rijnk. thv. Weesp
40	0.28	8.92	NZK, ADM
41	1.62	20.25	NZK, Kruith.
42	3.53	59.71	NZK 1e Rijksb.H.
43	4.35	177.44	Hoogovenkanaal
45	1.98	20.1	Oost v. Uitdam
46	4.1	52.97	Waddenz. NO v. Enkhuizen

Tabel 5
Concentraties ^{210}Po en ^{210}Pb in bodemonsters genomen door
GWR/RWSNZ/RWSBR (juni 1986).

Monster	Monsterplaats	code	^{210}Po Bq.kg^{-1}	^{210}Pb Bq.kg^{-1}
53	Nieuwe Maas	nm1	193.05	127.3
54	Caland kanaal	c2	30.06	
55	Nieuwe Maas	nm2	264.36	300
56	Loswal Noord	4	4.68	7.85
57	Nieuwe Waterweg	w6	39.25	39.7
58	Nieuwe Maas	nm6	263.86	334
59	Nieuwe Waterweg	w8	59.62	
60	Loswal Noord	9	89.35	137.1
61	Loswal Noord	12	29.23	39.9
62	Maashaven	20	60.79	
63	Merwehaven	a 21	327.99	
64	Waalhaven	25	70.81	
65	Eemhaven	35	90.85	84.3
66	2e Petroleum haven	45	150.97	427.5
67	1e Petroleumhaven	57	577.99	711
68	3e Petroleumhaven	66	301.1	327
69	Botlek	75	734.13	674
70	Hartelkanaal	81	22.38	
71	Brittaniahaven	85	19.71	
72	Calandkanaal	89	123.75	
73	Beerkanaal	117	38.41	
74	Maasmond	511	88.01	73.8
75	Scheur	599	26.55	

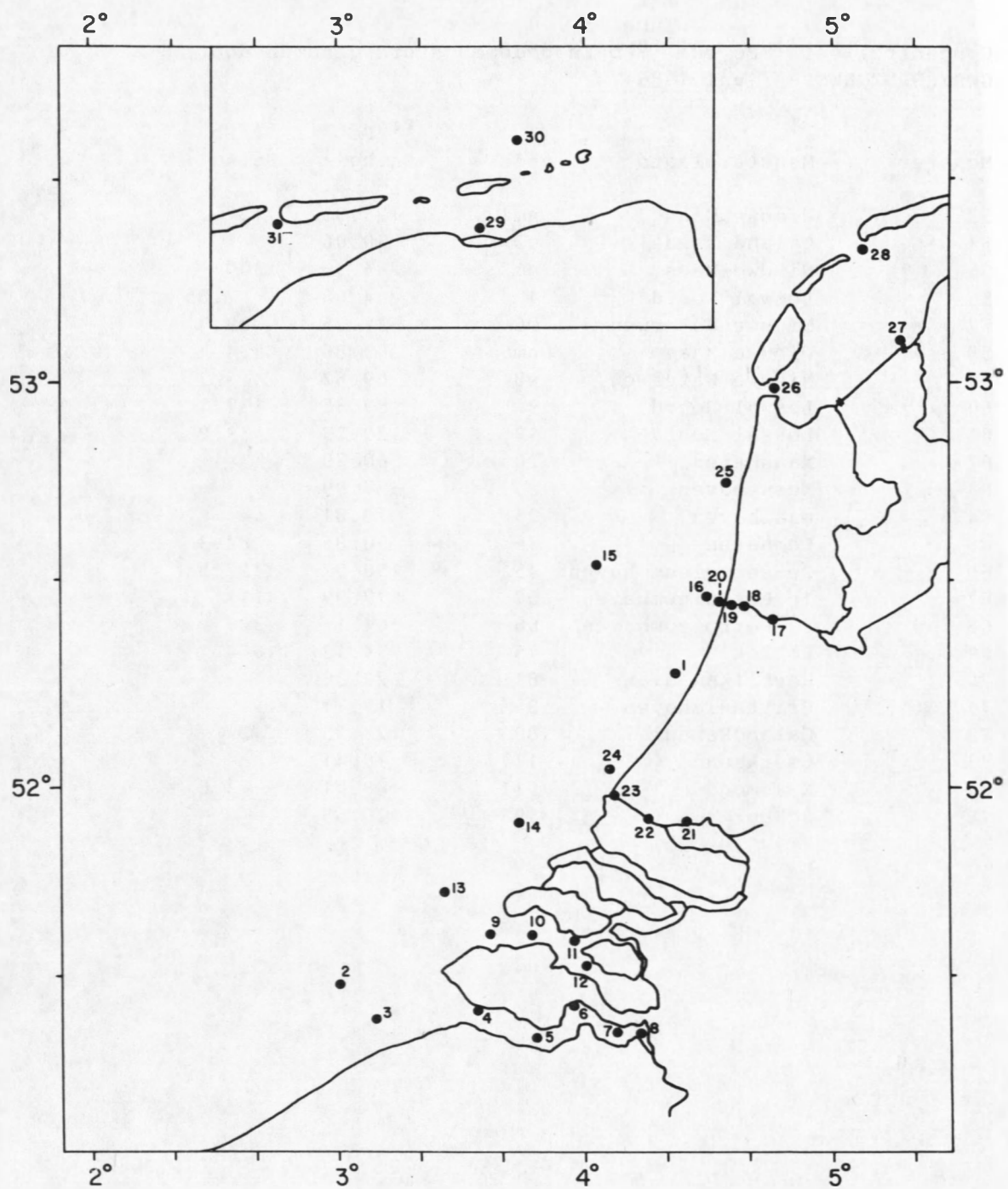


Fig. 1. Monsterlokaties januari 1986.

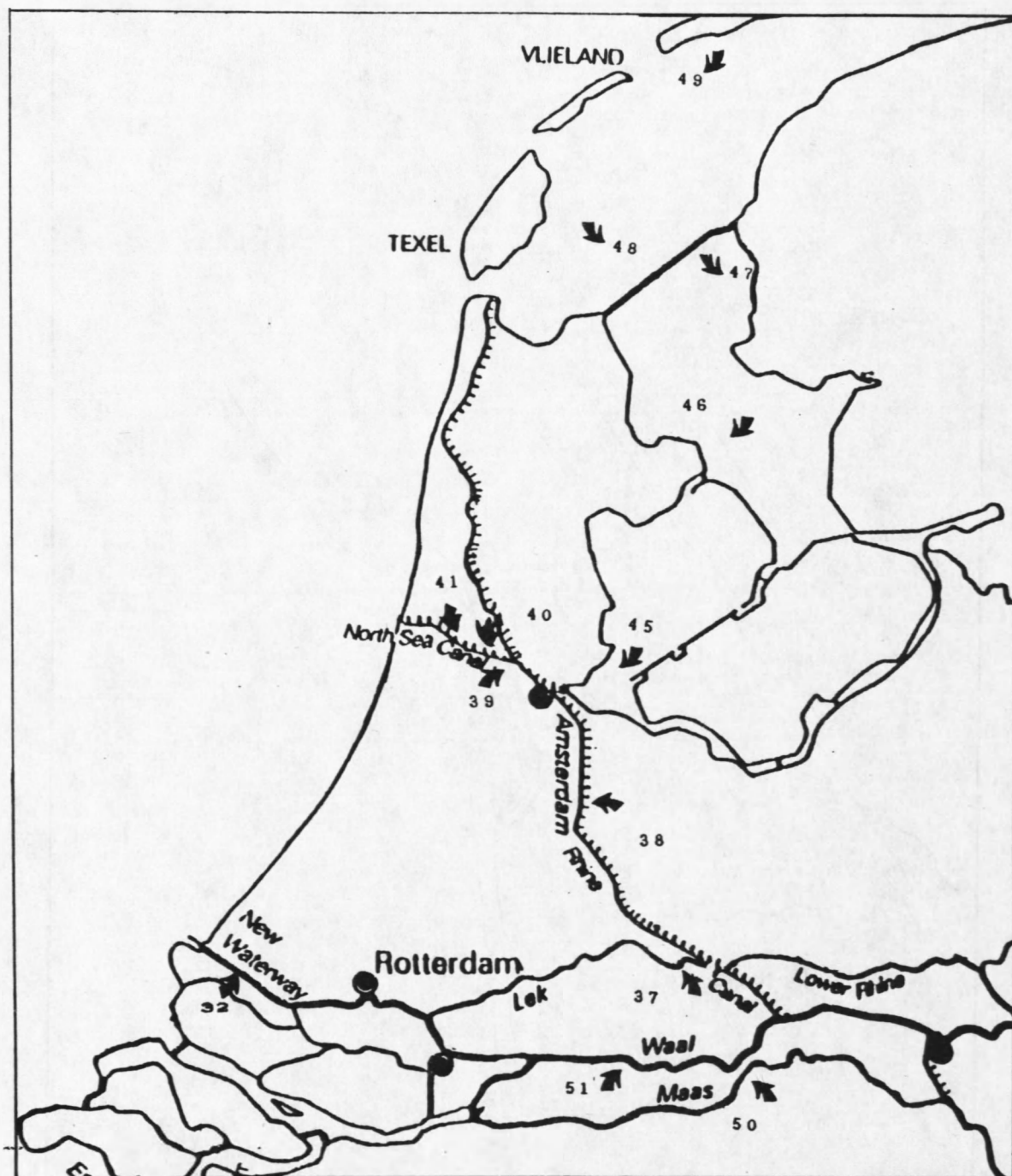


Fig. 2. Rivier-, IJsselmeer- en Waddenzeemonsters 2e monstercampagne, oktober-november 1986.

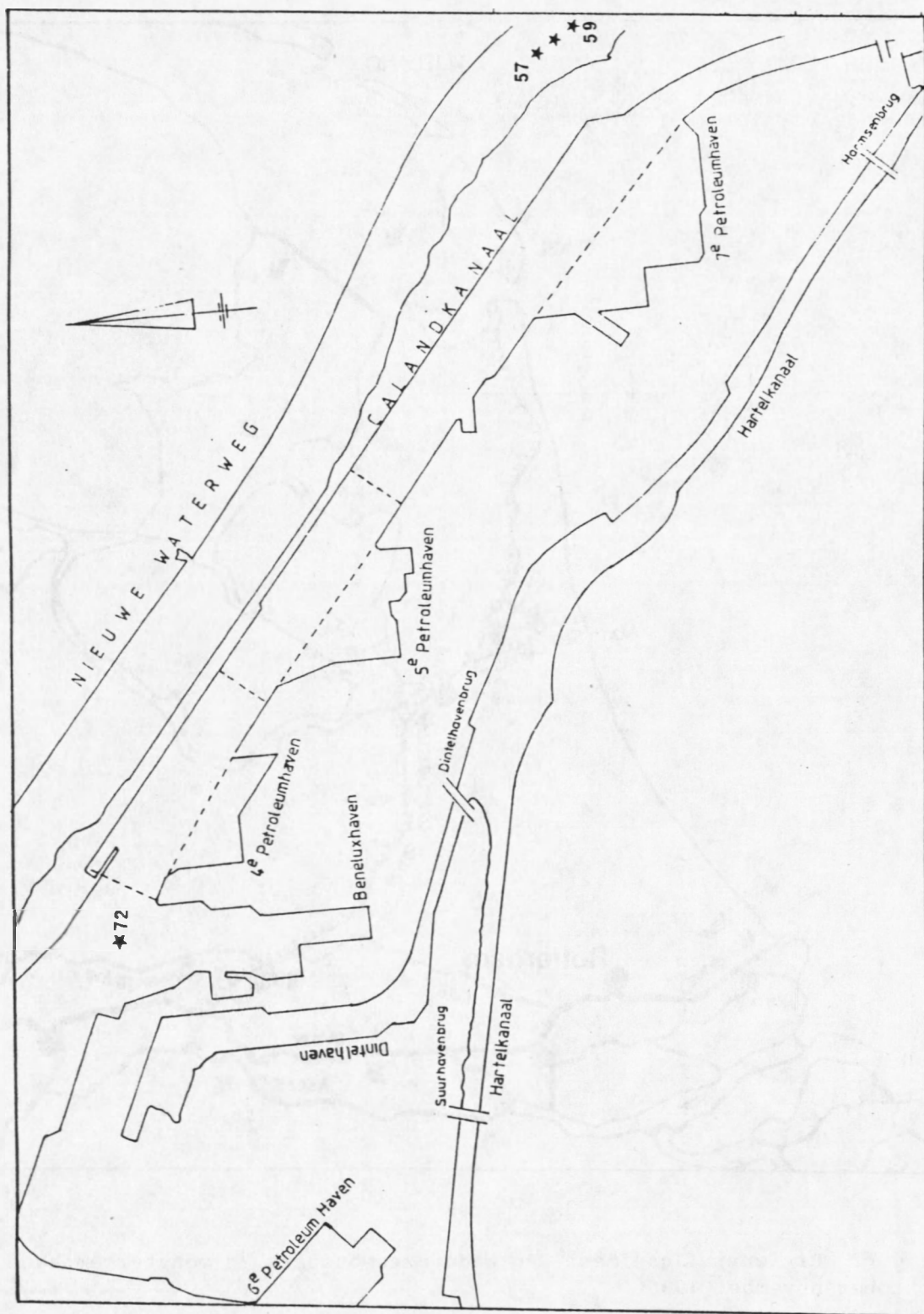


Fig. 3. Sedimentmonster lokaties juni 1986.

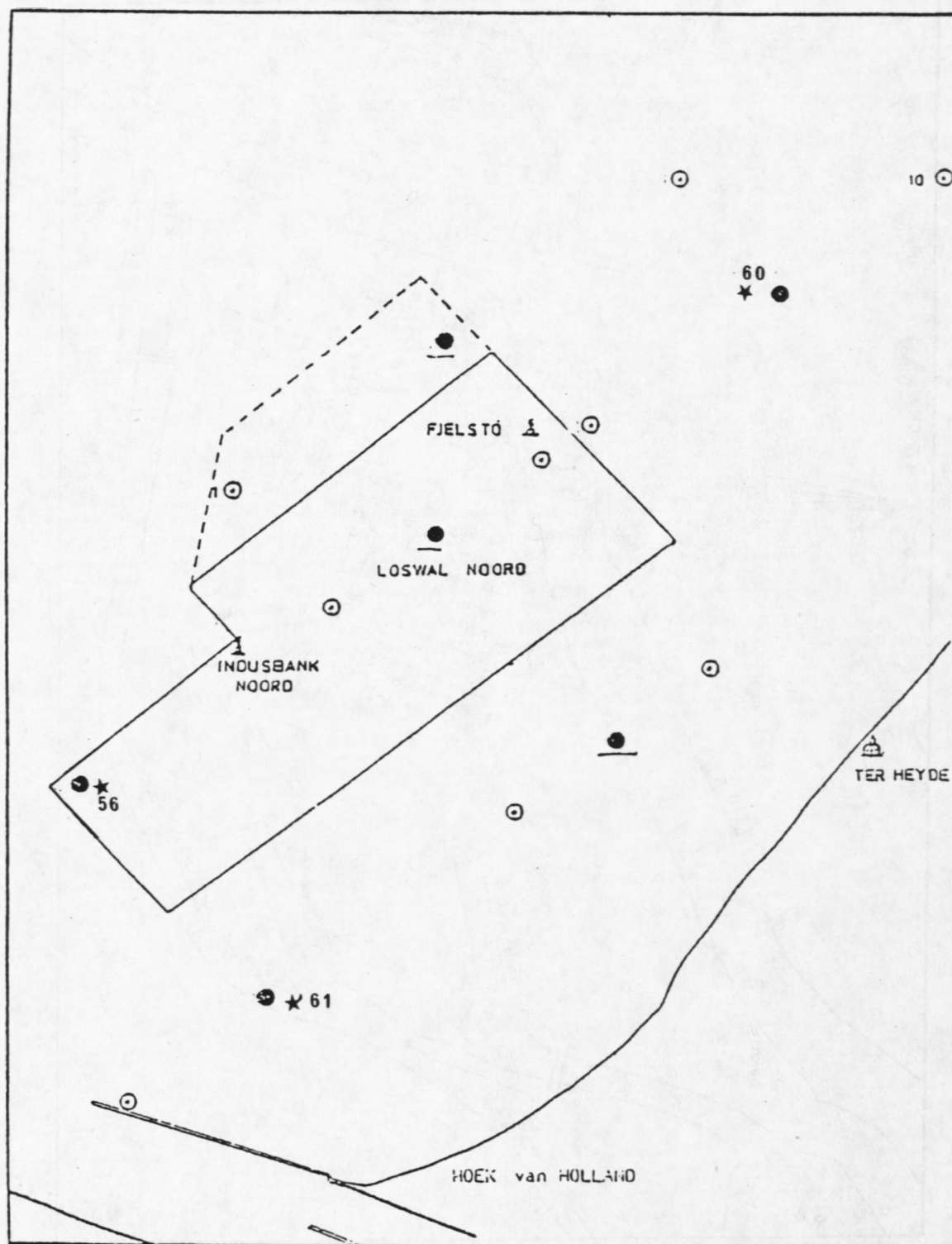


Fig. 4. Sedimentmonster lokaties juni 1986.

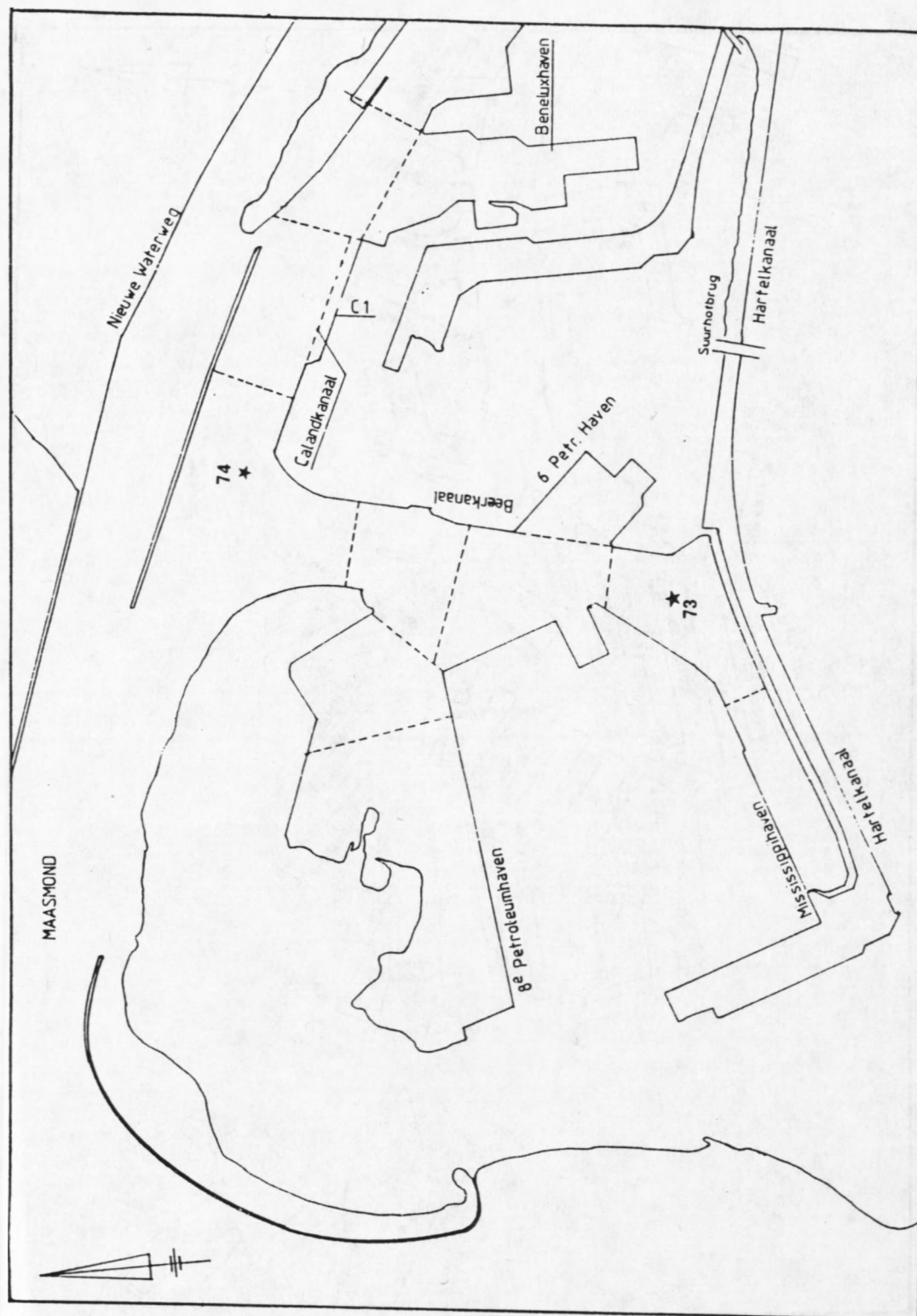


Fig. 6. Sedimentmonster lokaties juni 1986.

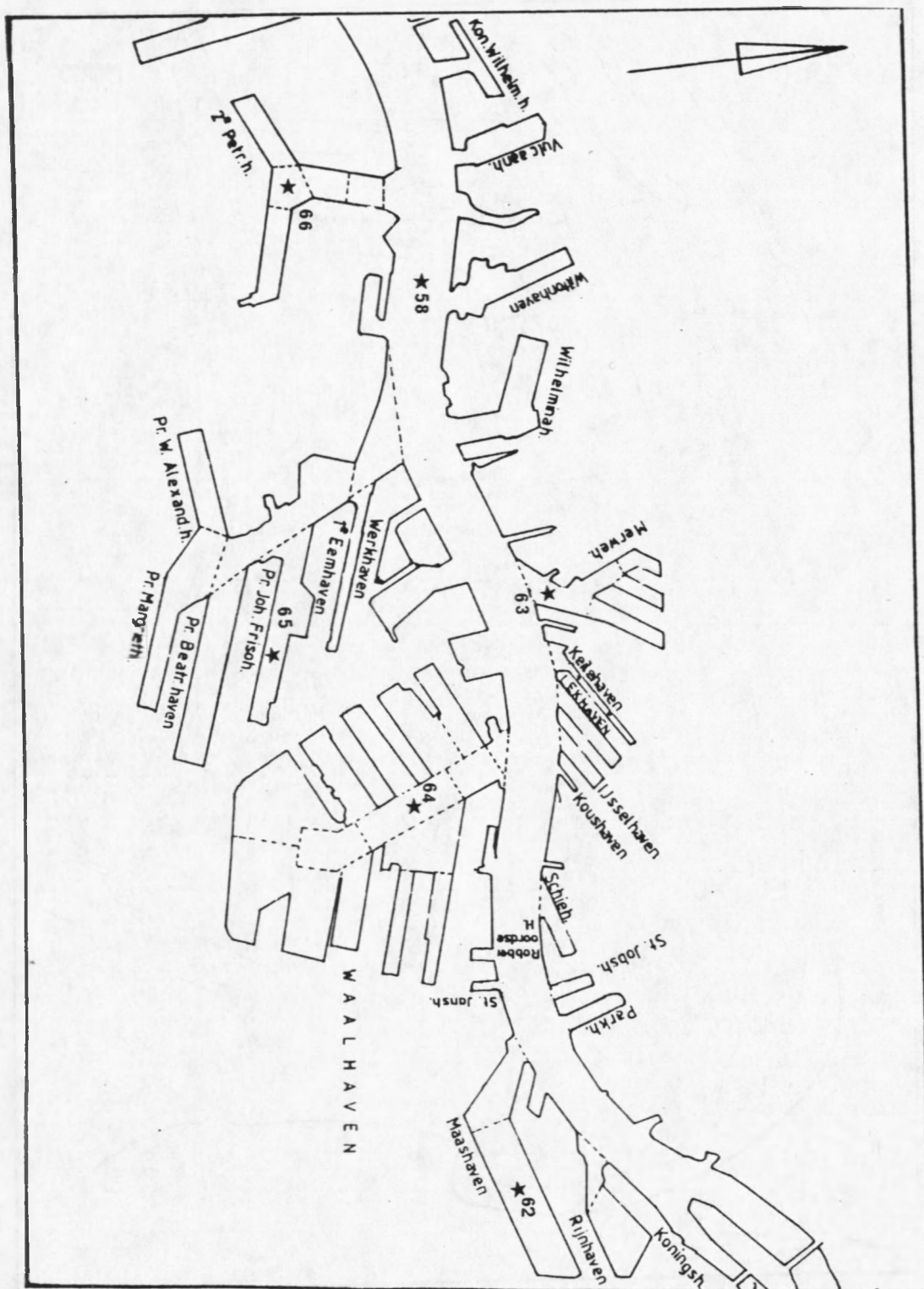


Fig. 7. Sedimentmonster lokaties juni 1986.

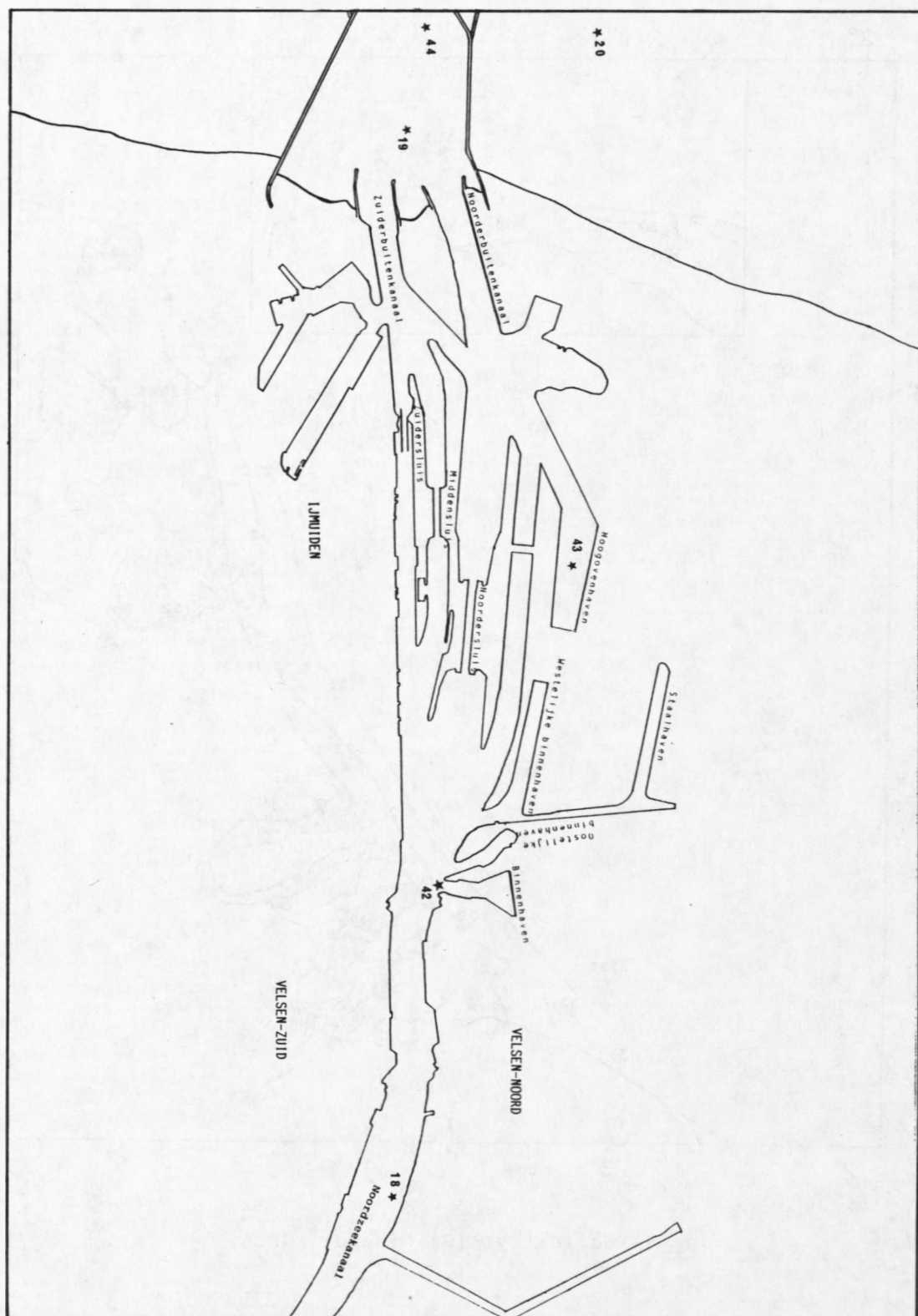
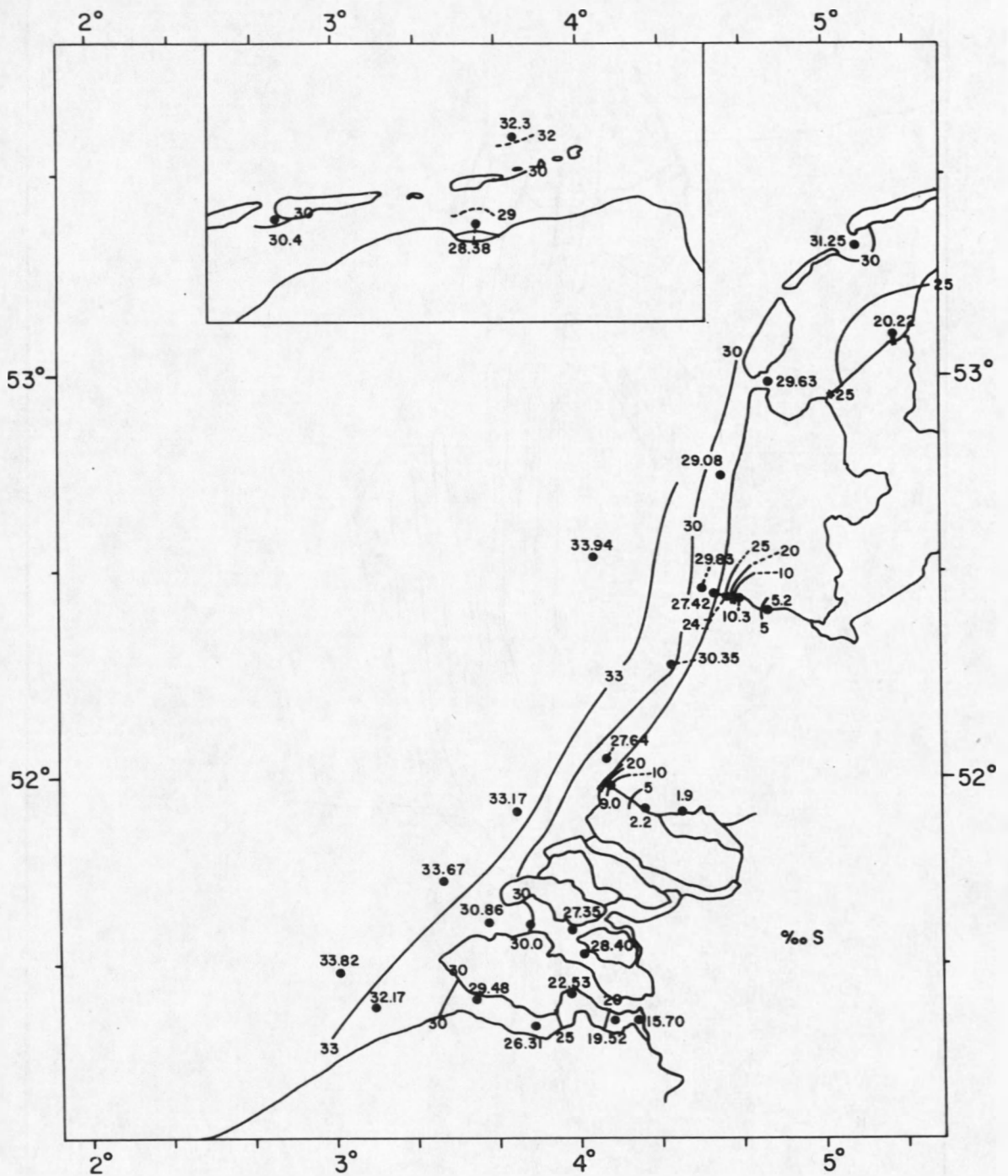


Fig. 8. Sedimentmonster lokaties juni 1986.



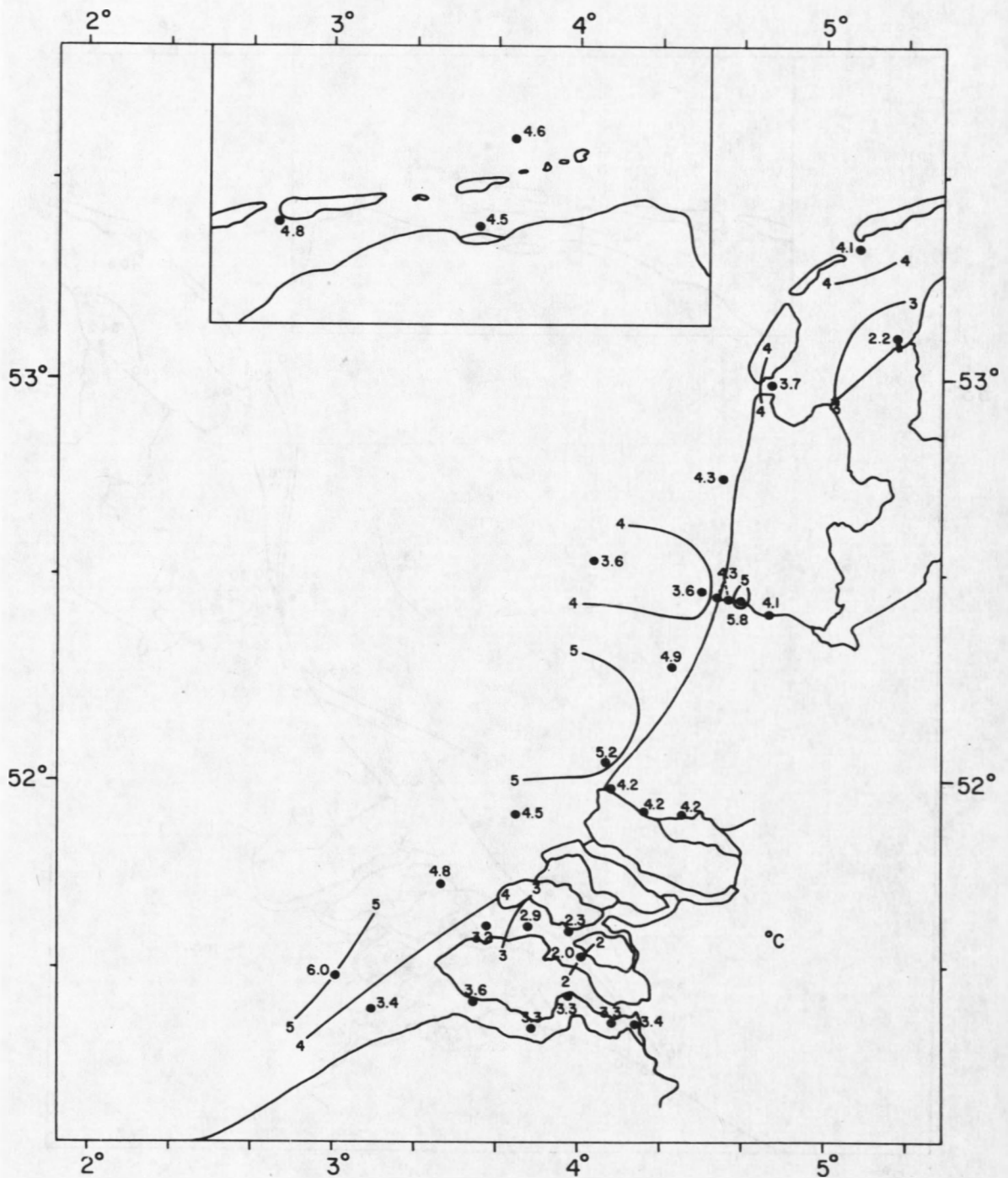


Fig. 10. Temperatuur, ($^{\circ}\text{C}$), januari 1986.

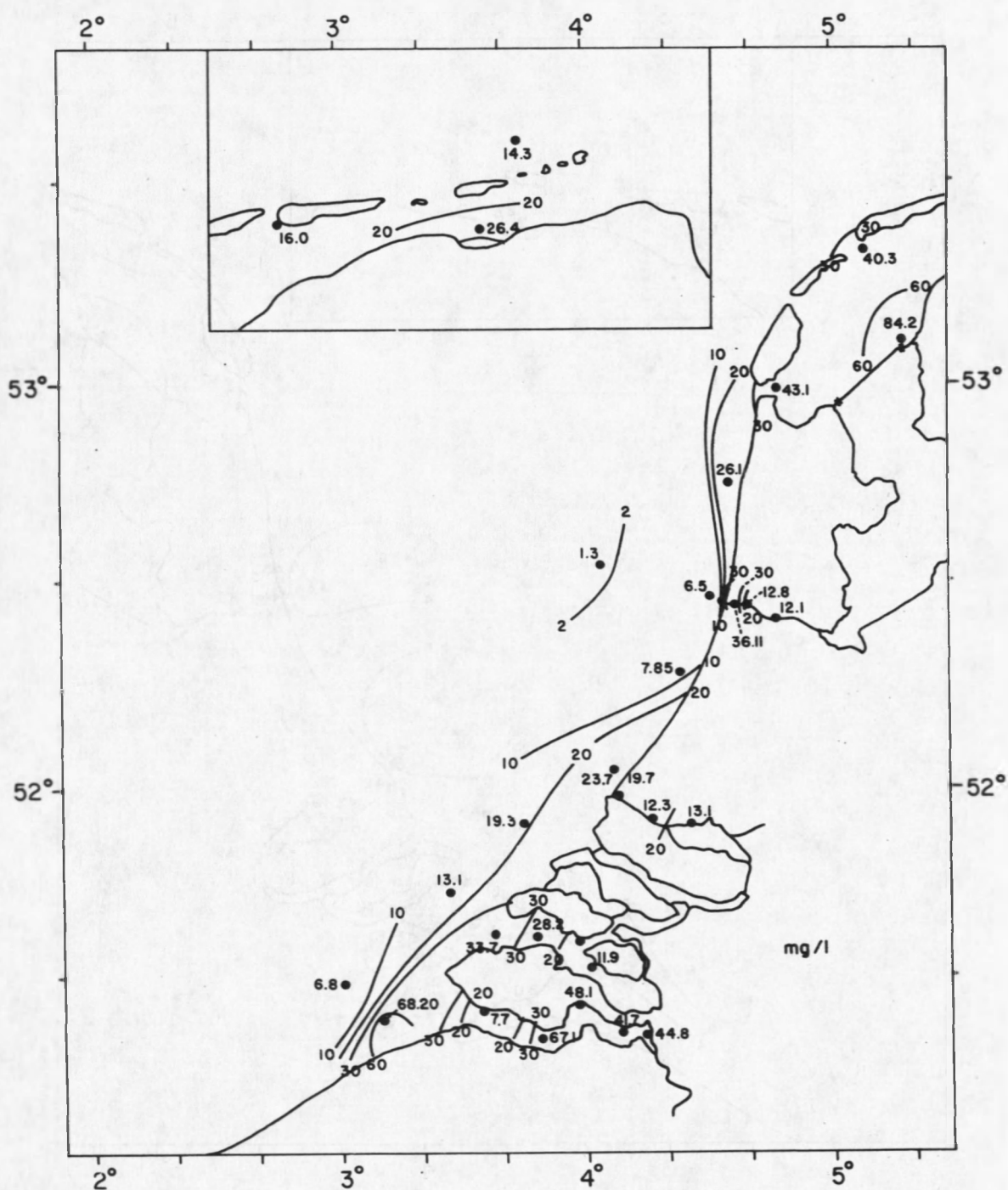


Fig. 11. Gesuspendeerd materiaal (mg.l^{-1}), januari 1986.

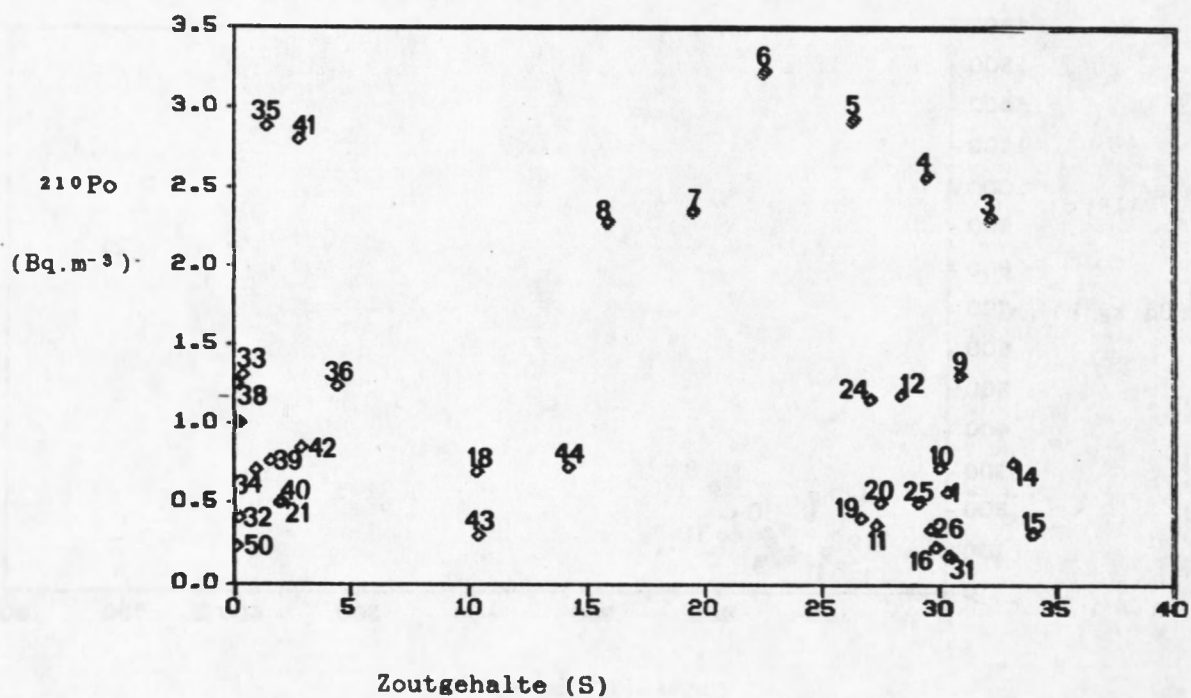


Fig. 12. Het verband tussen opgelost ^{210}Po en zoutgehalte.

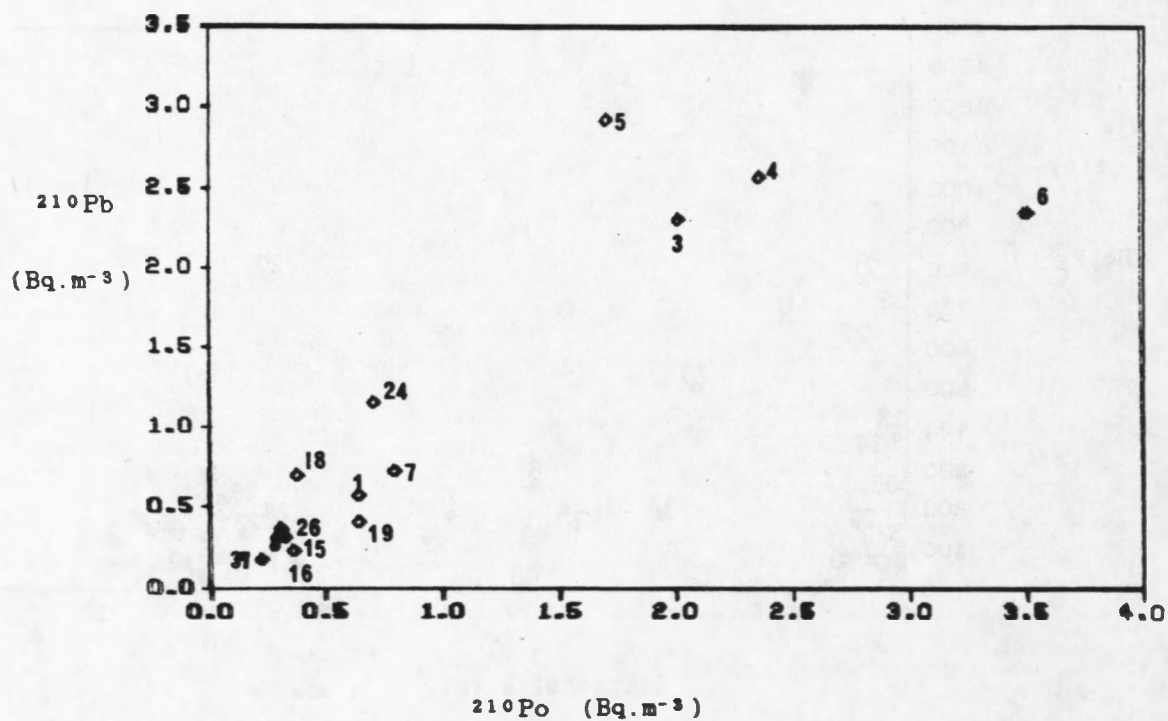


Fig. 13. Het verband tussen in water opgelost ^{210}Po en ^{210}Pb .

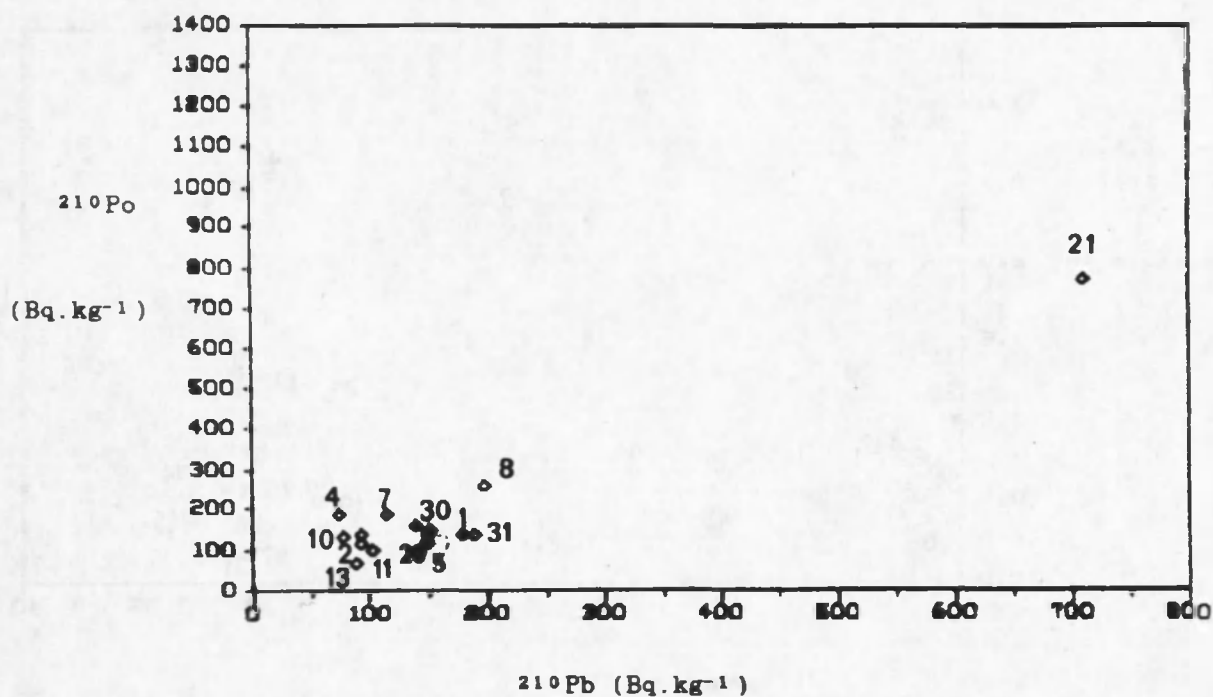


Fig. 14. Het verband tussen ^{210}Po en ^{210}Pb in gesuspendeerd materiaal.

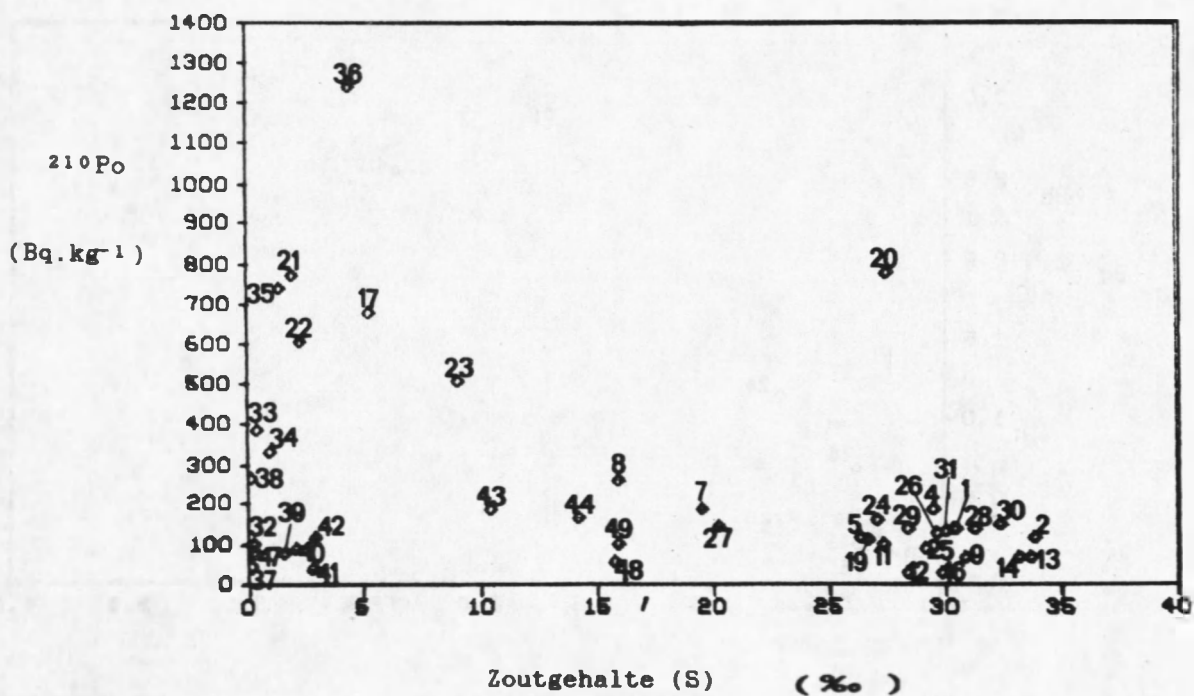


Fig. 15. Verband tussen ^{210}Po in gesuspendeerd materiaal en zoutgehalte.

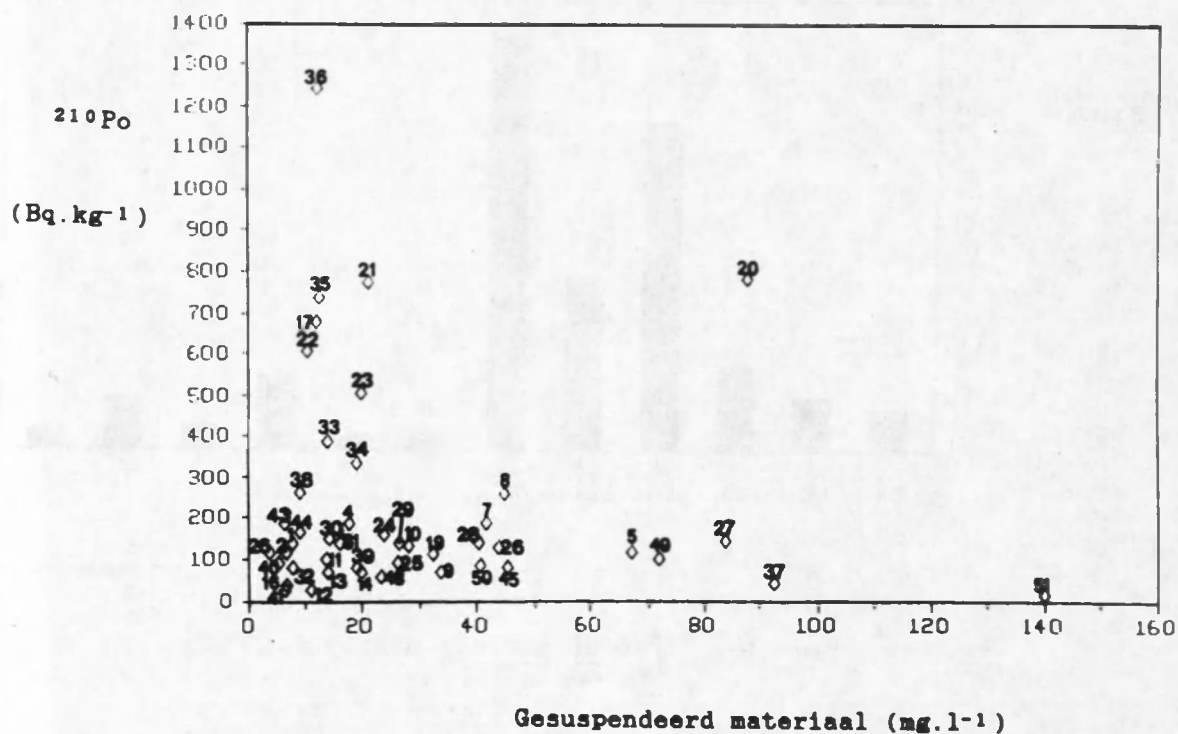


Fig. 16. Het verband tussen ^{210}Po in gesuspendeerd materiaal en het gesuspendeerd materiaal zelf.

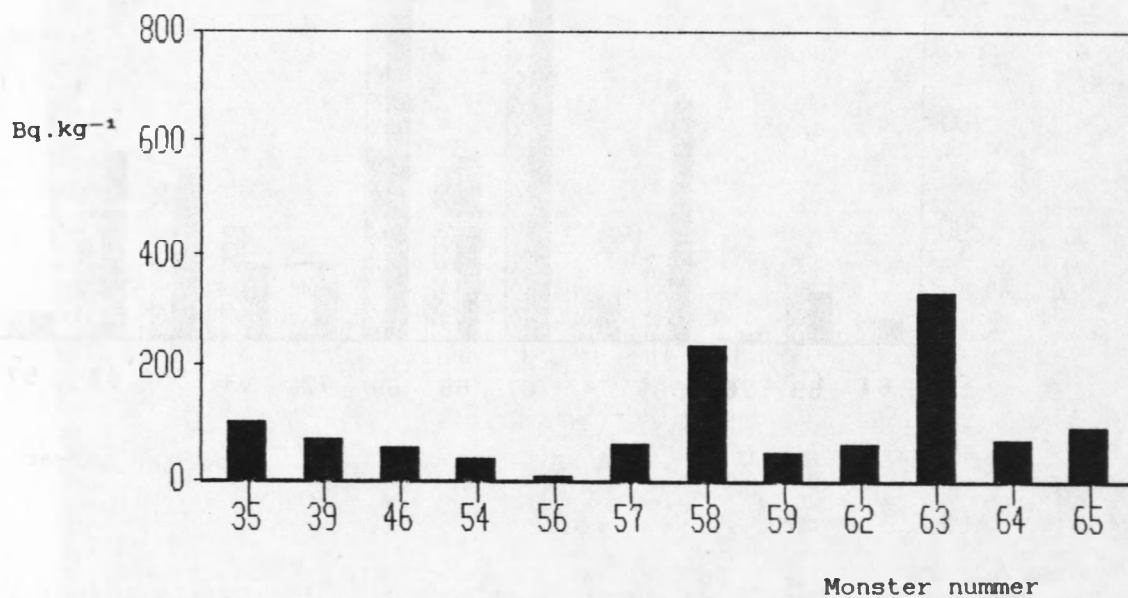


Fig. 17. ^{210}Po gehalte in bodem monsters

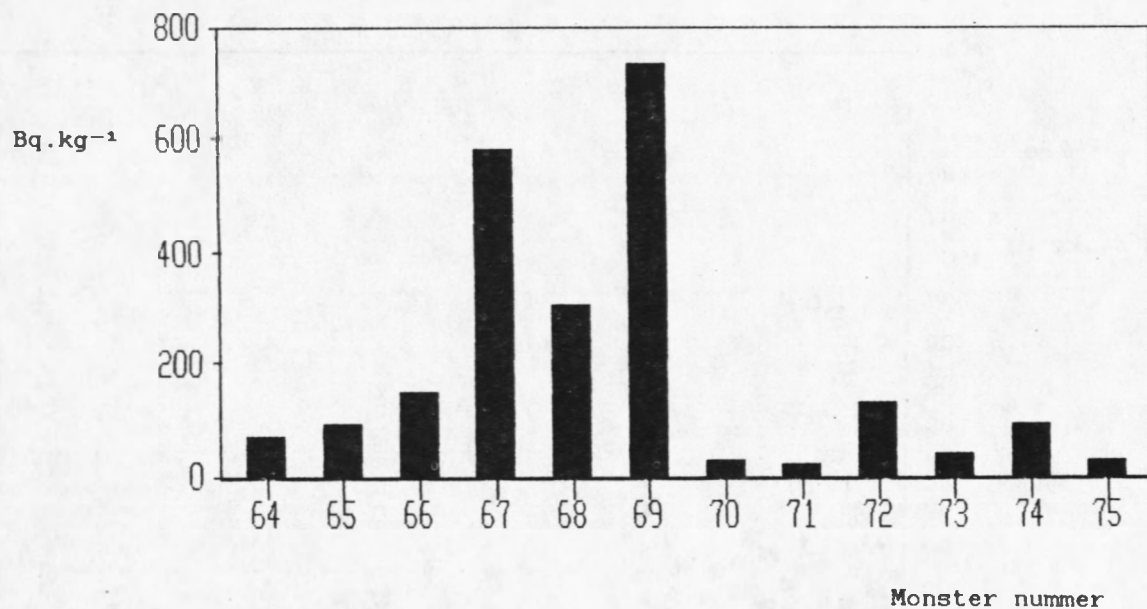


Fig. 18. ^{210}Po in sedimentmonsters.

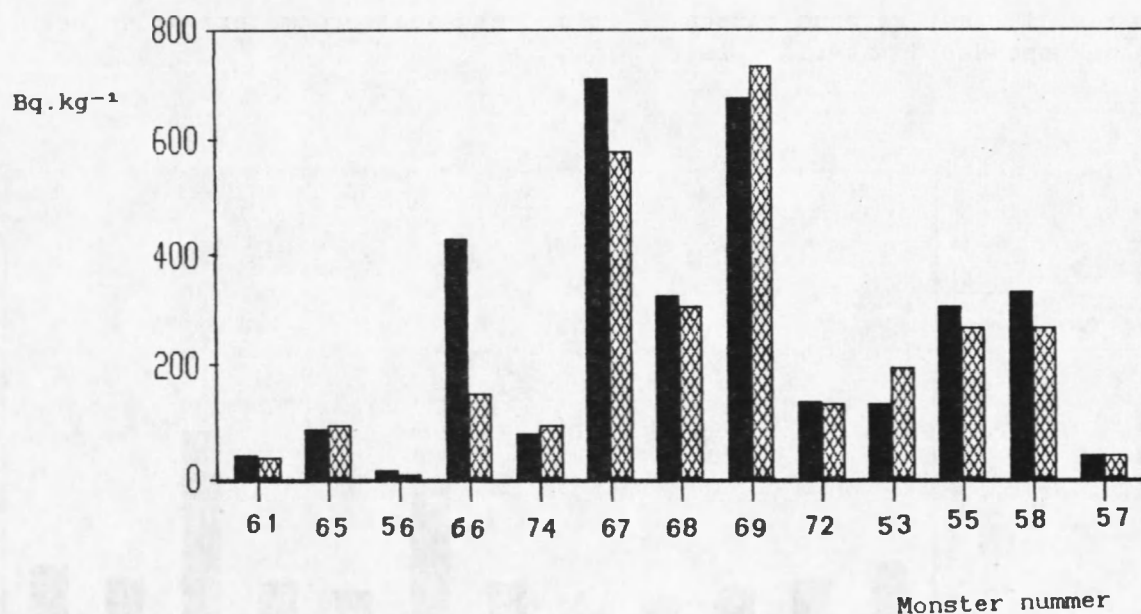


Fig. 19. De gehalten ^{210}Po (geruite kolom) en ^{210}Pb (zwarte kolom) in sediment van een aantal geselecteerde monsters laten de trend in de verhouding tussen deze isotopen zien.

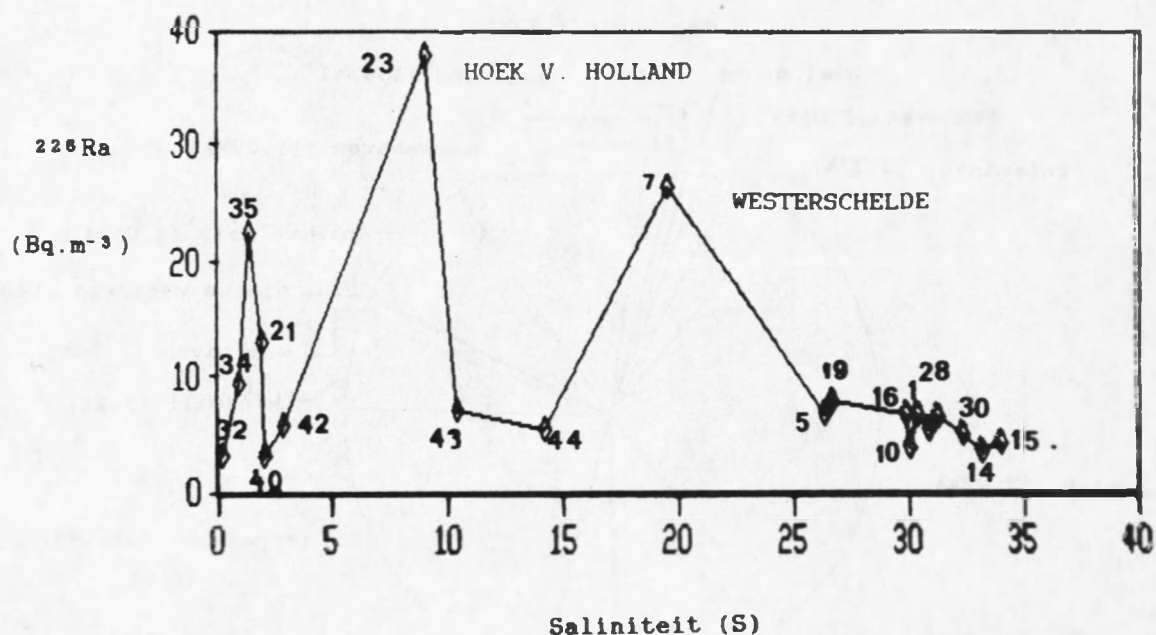


Fig. 20. Het verband tussen de concentratie ^{226}Ra in water en de saliniteit.

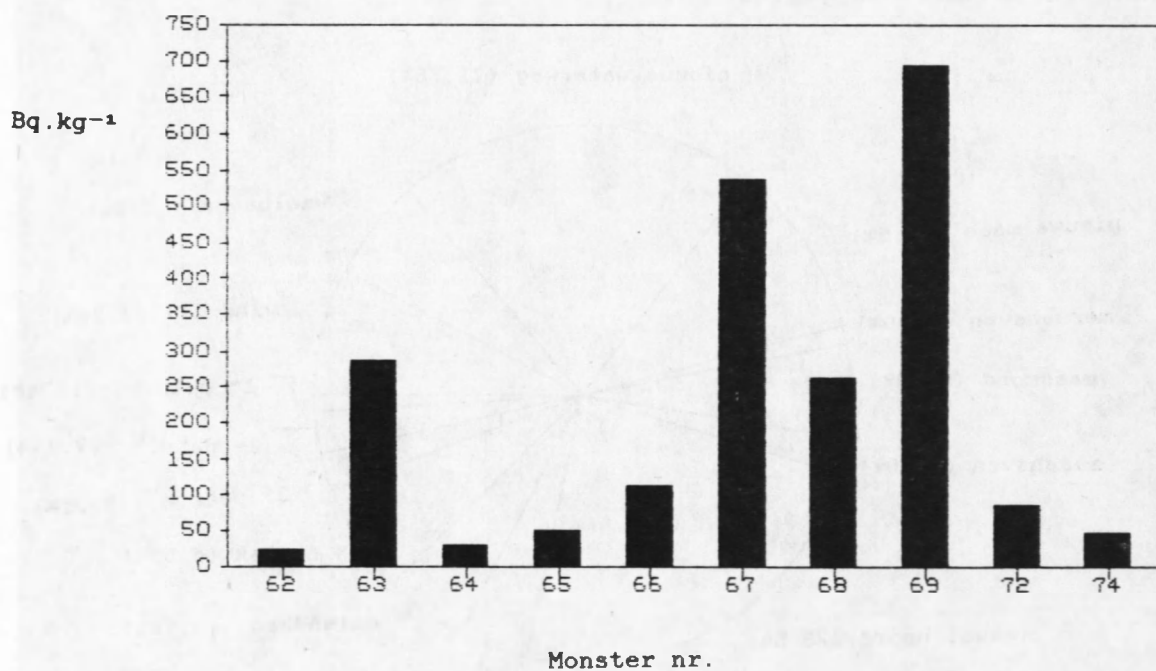


Fig. 21. De ^{210}Po excess concentraties (Bq.kg^{-1}) in het sediment van het Nieuwe Waterweg gebied.

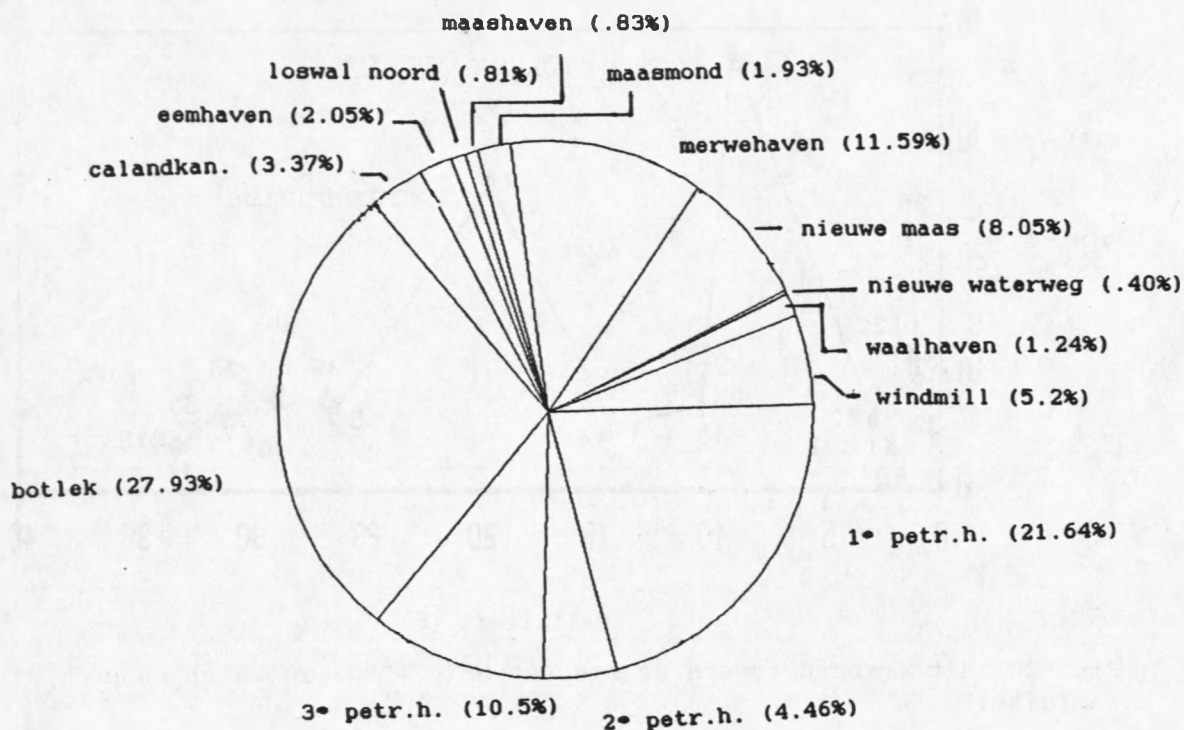


Fig. 22. Procentuele verdeling van de totale hoeveelheid ^{210}Po excess in het Nieuwe Waterweg gebied.

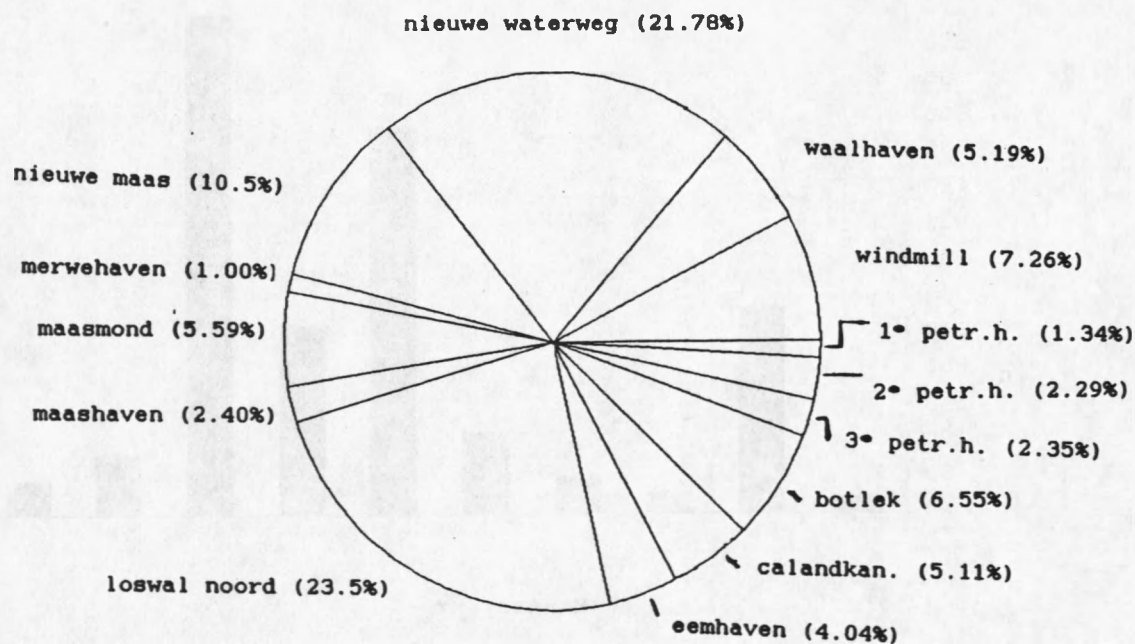


Fig. 23. Procentuele verdeling van het totale drooggewicht sediment in het Nieuwe Waterweg gebied.

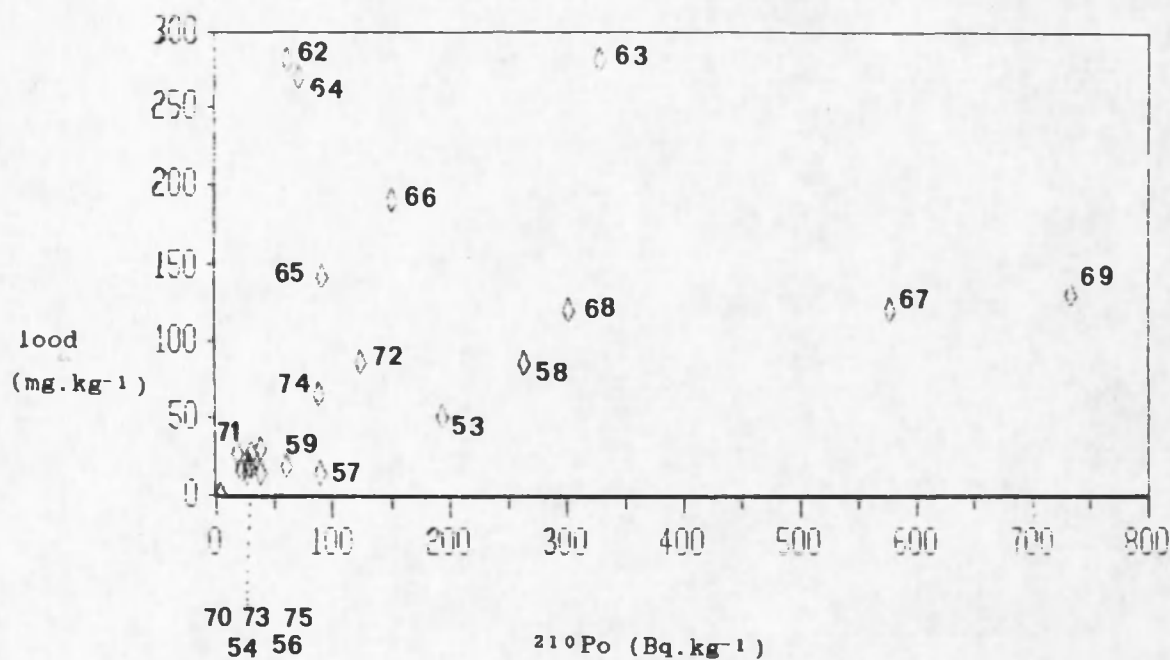


Fig. 24. Het verband tussen het lood gehalte en het ²¹⁰Po gehalte in het sediment op een aantal stations in het Nieuwe Waterweg gebied.

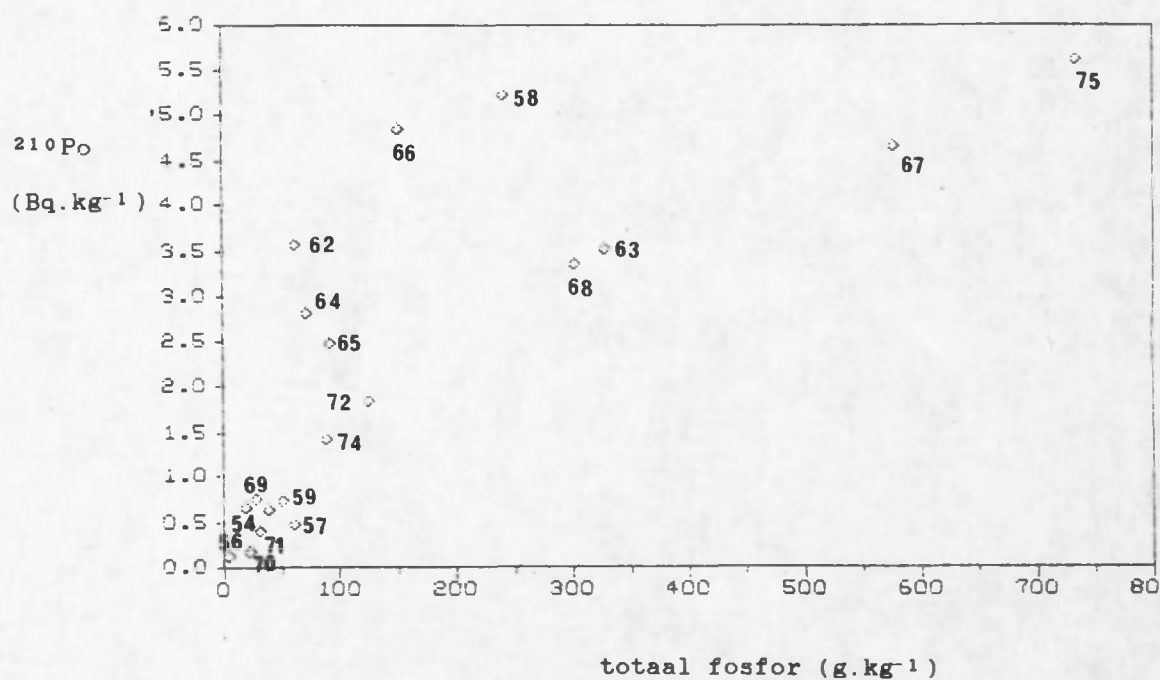


Fig. 25. Het verband tussen fosfor en ²¹⁰Po.

CONTENTS

1. Inleiding	1
2. Methoden	1
3. Resultaten	1
3.1. ^{210}Po en ^{210}Pb opgelost in water	2
3.2. ^{210}Po en ^{210}Pb in gesuspendeerd materiaal	2
3.3. ^{210}Po en ^{210}Pb gehalten in sediment	2
3.4. ^{226}Ra opgelost in water	3
4. De totale hoeveelheid ^{210}Po geabsorbeerd aan sediment in het Nieuwe Waterweg gebied	3
5. Samenvatting en conclusies	5
6. Literatuur	7
Tabellen	9
Figuren	16