

Fysico-chemisch onderzoek van sedimenten in de dumpingsgebieden voor industriële afval voor de Belgische kust

K. Vandamme

Ministerie van Landbouw
Bestuur voor Landbouwkundig Onderzoek
Centrum voor Landbouwkundig Onderzoek-Gent
Rijksstation voor Zeevisserij
Ankerstraat, 1 — B-8400 Oostende

R. Gabriels

Ministerie van Landbouw
Bestuur voor Landbouwkundig Onderzoek
Centrum voor Landbouwkundig Onderzoek-Gent
Rijksstation voor Sierplantenteelt
Caritasstraat, 21 — B-9230 Melle

Instituut voor Zee- en kustonderzoek
Instituut voor Zee- en kustonderzoek
Instituut voor Zee- en kustonderzoek
8401 Bredene - Belgium - Tel. 059/803715

Op de vier lozingsgebieden voor industriële afval, gelegen voor de Belgische kust, werden in de loop van 1981 sedimentstalen genomen. De resultaten van het fysico-chemisch onderzoek worden in dit artikel besproken.

Bijzondere aandacht werd besteed aan de metaalbepaling. Zo werd de extractieprocedure met 5M salpeterzuur («totaal metaalgehalte») vergeleken met een extractie met behulp van 25 % azijnzuur («biologisch beschikbaar» metaalgehalte).

Tevens werd de metaalanalyse zowel op het globale staal als op de slibfractie uitgevoerd. De analyse van de slibfractie is zinvoller omdat dit de invloed van de korrelgroottedistributie beperkt en dus een onderlinge vergelijkbaarheid van de resultaten toelaat.

1. Inleiding

Sinds 1976 zijn de lozingsplaatsen voor industriële afval afkomstig van vijf Belgische bedrijven het voorwerp van een regelmatige monitoring. De resultaten van de sedimentbemonstering (programma 1981) worden in onderhavig rapport besproken. Alle stalen werden granulometrisch geanalyseerd. Speciale aandacht werd ook besteed aan de zware metalen. Twee extractieprocedures werden vergeleken en teneinde de resultaten onderling vergelijkbaar te maken, werden tevens de slibfracties onderzocht. De extractieprocedures met behulp van 5M salpeterzuur en met 25 % azijnzuur werden onderling vergeleken. De salpeterzuur extractie resulteert in een sterke digestie waarvan wordt aangenomen dat zij alle metalen vrijstelt behalve degene die gebonden zijn in de silikaatstructuur (Skei, 1982). De resultaten volgens deze methode verkregen worden in dit rapport als «totaal metaalgehalte» aangeduid. Met azijnzuur wordt een minder agressieve extractie bewerkstelligd die volgens Loring (1981) enkel de metalen vrijstelt die aanwezig zijn onder de vorm van karbonaten, in ionenuitwisselingsplaatsen en in gemakkelijk oplosbare Fe- en Mg-komponenten. Daardoor is zij bruikbaar als maat voor de «biologisch beschikbare» fractie.

De adsorptiecapaciteit van een sediment wordt in hoge mate bepaald door de korrelgrootteverdeling. Deeltjes kleiner dan 63 mikron worden «slibfractie» genoemd. Wegens het groot specifiek oppervlak van deze slibfractie zijn

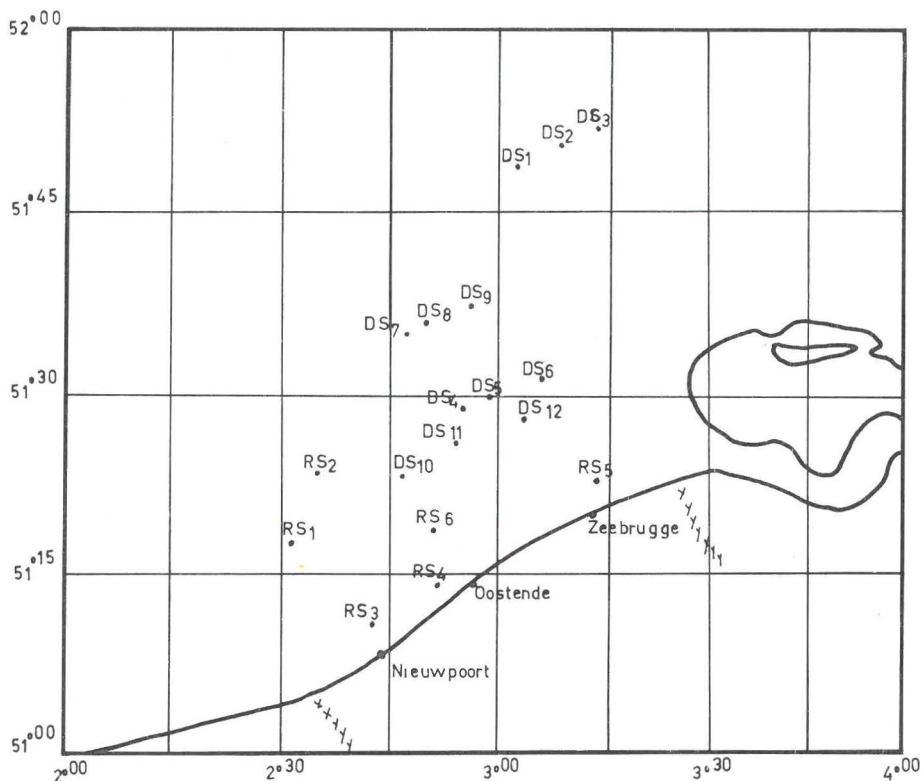
praktisch alle geadsorbeerde metalen hier terug te vinden. Teneinde de invloed van de korrelgrootteverdeling uit te schakelen en de resultaten onderling vergelijkbaar te maken (ICES, 1982), wordt het op internationaal vlak dan ook aangeraden de metaalanalyse op de slibfractie uit te voeren.

2. Materiaal en methoden

Sedimentstalen werden genomen in de vier lozingsgebieden voor industriële afval. Bij de keuze van de bemonsteringsplaatsen werd rekening gehouden met de NO-waarts gerichte zeestroming voor de Belgische kust. Per lozingsgebied werden drie punten bemonsterd: een eerste ZW-waarts van de eigenlijke lozingszone, een tweede centraal in de dumpingszone en tenslotte een derde NO-waarts.

DS1 tot DS6 zijn de bemonsteringsstations met betrekking tot twee dumpingszones voor afval afkomstig van de titaandioxyde-productie (een zwavelzure oplossing die ijzer en sporen zware metalen bevat). DS7, 8 en 9 zijn gelegen in een gebied waar afval wordt geloosd afkomstig van een herbicide fabriek (thiocarbamaten). DS10, 11 en 12 zijn stations gelegen in een gebied waar fenolhoudend afval en de afvalkoeken van de productie van proteolytische enzymen worden gedumpt. Als referentie werden zes punten bemonsterd. Daarvan waren er drie kuststations (RS3, 4 en 5) binnen de drie mijlszone gelegen. Tevens werden drie punten bemonsterd die relatief ver van de invloed van de dumpingsactiviteiten

Figuur 1 Lokalisatie van de dumping- en referentie stations



verwijderd zijn, nl. RS1, RS2 en RS6. De positie van de bemonsteringspunten is weergegeven in figuur 1.

De verschillende punten werden gemiddeld driemaal bemonsterd in de loop van 1981. De staalname gebeurde door middel van een Van Veen grijper. De monsters werden door invriezen bewaard. De korrelgrootteanalyse, het organisch materiaal en het karbonaatgehalte werden bepaald zoals in een vorige publikatie vermeld (Vandamme, 1982).

Metaalanalyses werden uitgevoerd op de stalen afkomstig uit gebieden waar er een input van metalen is (DS1 t/m DS6). Behalve de sedimentstalen van deze stations werden ook deze van de referentiepunten geanalyseerd naar hun metaalgehalte. Al, Fe, Zn, Pb, Ni, Cr, V en Ti werden met behulp van twee specifieke extraktiemiddelen uit het sediment gemobiliseerd, nl. met 5M salpeterzuur (Baeteman, 1978; Andrulewicz, 1975) («totaal metaalgehalte») en met 25 %

azijnzuur (Loring, 1977) («biologisch beschikbare» metaalfractie).

Teneinde een vergelijking met de resultaten van vorige jaren (Baeteman, 1982) mogelijk te maken, werden de metalen zowel op de slibfractie, als op het globale sedimentstaal gedoseerd.

Volgende analysemethoden werden hierbij gebruikt:

Al: spectrofluorimetrie (Gabriels et al., 1981).

Ti: UV-VIS spectrofotometrie (Gabriels et al., 1983).

Cr, Fe, Ni, Pb, V, Zn: atoomabsorptiespectrometrie (Gabriels et al., 1973).

3. Resultaten en bespreking

3.1. Fysisch onderzoek

In tabel 1 worden de drie belangrijkste fysische parameters vermeld, namelijk de mediaanwaarde, de korrelfractie kleiner dan 63 mikron en de fractie groter dan

Tabel 1 Enkele fysico-chemische data van de sedimentstalen

Staal	Mediaanwaarde			Fraktie < 0,063 mm			Fraktie > 2 mm			Organisch materiaal			Karbonaat		
	Md ø			%			%			%			% CaCO ₃		
	min.	max.	gem.	min.	max.	gem.	min.	max.	gem.	min.	max.	gem.	min.	max.	gem.
DS1	1,35	1,50	1,40	0	0,80	0,50	0	9,80	2,90	0,22	0,25	0,24	2,59	4,32	3,50
DS2	1,30	1,50	1,45	0,25	1,10	0,60	0,15	4,90	1,70	0,24	0,34	0,30	4,35	5,30	4,70
DS3	1,35	1,50	1,40	0,60	1,15	0,80	0	0,60	0,20	0,16	0,31	0,24	2,84	3,12	3,00
DS4	1,55	1,65	1,60	1,14	2,40	1,80	0,25	10,60	5,40	0,48	0,56	0,52	8,20	8,60	8,40
DS5	1,65	1,75	1,70	3,10	11,60	6,00	0,20	0,40	0,25	0,70	1,60	1,03	9,55	12,70	10,80
DS6	1,50	1,80	1,65	10,80	32,50	21,50	1,80	9,11	5,45	1,61	3,90	2,75	17,50	24,90	21,20
DS7	0,95	1,55	1,33	0,80	1,00	0,90	0	5,75	2,40	0,15	0,50	0,33	3,90	11,60	7,15
DS8	1,00	1,40	1,20	0,84	1,20	1,10	2,40	10,20	7,60	0,38	0,55	0,45	8,05	14,20	11,80
DS9	1,50	1,50	1,50	0,90	1,05	0,95	0,06	0,18	0,14	0,20	0,28	0,24	3,90	5,90	4,65
DS10	1,35	1,70	1,50	0,96	2,10	1,50	0,40	3,10	1,50	0,45	0,65	0,55	10,60	15,60	13,40
DS11	1,35	1,50	1,45	1,40	4,30	2,50	0,55	24,00	11,30	0,65	0,75	0,70	8,25	18,55	12,45
DS12	-	-	-	83,40	95,45	89,40	0	0	0	9,10	16,20	12,60	25,80	32,10	28,95
RS1	1,50	1,80	1,70	1,00	6,60	2,50	0,15	4,80	0,23	0,27	1,28	0,71	11,55	14,60	13,20
RS2	1,35	1,50	1,40	1,10	1,90	1,50	29,50	36,00	34,00	1,50	2,40	1,85	21,20	23,80	22,10
RS3	2,10	-	-	1,95	65,05	28,00	0	2,70	1,00	0,65	5,85	2,70	10,85	32,30	18,90
RS4	2,00	2,35	2,10	1,40	3,50	2,10	0,03	0,92	0,33	0,47	0,67	0,55	9,20	11,75	10,70
RS5	-	-	-	64,85	86,60	75,50	0	0,26	0,08	5,45	6,15	5,80	24,80	34,90	29,85
RS6	1,60	2,25	1,90	1,30	27,90	9,30	0,08	3,15	1,54	0,33	2,05	1,10	7,45	19,60	14,70

2 mm. Telkens worden minimum, maximum en het gemiddelde vermeld. De mediaan-waarde is uitgedrukt in phi-eenheden en ligt meestal tussen 1 en 2 phi (het gebied van medium zand). Voor DS12, RS3 en RS5 is de slibbijnmenging in minstens 1 staal zo belangrijk dat geen mediaanwaarden kon worden berekend. Het slibgehalte, d.i. de fraktie kleiner dan 63 mikron, kan oplopen tot meer dan 90 % (voor DS12). Slib is wegens zijn groot specifiek oppervlak een belangrijke stockage plaats voor metalen, zoals verder uit dit rapport zal blijken.

De bijmenging aan de fraktie groter dan 2 mm bestaat voornamelijk uit schelpen of schelpfragmenten, behalve dan voor RS2 waar zij uit grint bestaat.

Er moet op gewezen worden dat de sedimentstalen genomen op eenzelfde bemonsteringsplaats granulometrisch sterk kunnen variëren. Als voorbeeld geldt de vijf stalen genomen op RS3, waarvan er twee slibrijk en drie zanderig waren.

3.2. Chemisch onderzoek

3.2.1. Organisch materiaal

Het gehalte aan organisch materiaal was meestal lager dan 1 %. Belangrijke uitschieters zijn de punten DS12 en RS5 met gemiddelde waarden van respectievelijk 12,6 en 5,8 %. Het zijn niet toevallig ook de punten met de hoogste slibfraktie. Er werd inderdaad een zeer goede correlatie ($r=0,95$) gevonden tussen het gehalte aan organisch materiaal en het slibgehalte. Dit is in overeenstemming met Wartel (1972).

3.2.2. Karbonaatgehalte

Het gemiddeld karbonaatgehalte, uitgedrukt in % Ca CO₃, varieerde van 3,5 tot 29,8 %. Deze karbonaten zijn meestal afkomstig van fijne schelpfragmenten met een gelijkaardige grootte als de zandpartikels. Er werden goede correlaties gevonden tussen het karbonaatgehalte en het slibgehalte ($r=0,80$) en tussen het karbonaatgehalte en het gehalte aan organisch materiaal ($r=0,76$).

3.2.3. Gehalte aan zware metalen

Enkel de dumpingsstations met een «metaal-input» werden hiervoor geanalyseerd, namelijk DS1 t/m DS6

gelegen in de zones waar afval van de TiO₂ productie wordt gedumpt. Teneinde de pollutiegraad van de drie kuststations (RS 3, 4 en 5) met die van de drie verder van de kust gelegen punten (RS 1, 2 en 6) te kunnen vergelijken werden tevens de referentiepunten op hun gehalte aan zware metalen onderzocht.

3.2.3.1. Vergelijking van het «totaal» metaalgehalte in het globale staal en in de slibfraktie

Tabel 2 geeft de spreiding en het gemiddelde van het «totaal» metaalgehalte in de globale stalen. De resultaten zijn goed vergelijkbaar met vroegere waarnemingen (Baeteman et al., 1982). Uit de tabellen 1 en 2 kan de invloed van het slibgehalte op het metaalgehalte worden afgeleid: stations met een hoog slibgehalte (DS6, RS3 en RS5) blijken ook de hoogste metaalkoncentraties te bevatten. Behalve misschien voor Fe werd steeds een goede correlatie tussen het slib- en het metaalgehalte vastgesteld. De correlatiecoëfficiënten bedroegen respectievelijk 0,97 voor Al; 0,56 voor Fe; 0,99 voor Zn; 0,97 voor Pb; 0,97 voor Ni; 0,97 voor Cr; 0,91 voor V en 0,89 voor Ti. Hieruit blijkt dat, gezien de dominerende invloed van het slibgehalte de metaalgehalten van de globale sedimentstalen niet onderling vergelijkbaar zijn. De «totaal» bepalingen werden dan ook uitgevoerd op de slibfraktie van de sedimentstalen. Uit tabel 3 blijkt dat de «totaal» metaalgehalten op deze fraktie minder variabel en hoger zijn dan de resultaten van de globale stalen (tabel 2). Ook kan worden vastgesteld dat de slibfraktie van de kuststations RS 3, 4 en 5 geen hogere gehalten bevatten dan de verder van de kust gelegen punten RS 1, 2 en 6, hetgeen wijst op een analoge «pollutiegraad». Bij vergelijking van de gemiddelde metaalgehalten van de dumpingsstations met deze van de referentiepunten is het dan ook niet nodig een onderscheid tussen beide te maken.

3.2.3.2. Vergelijking van het «totaal» metaalgehalte in de dumpingsstations en in de referentiestations

Voor wat de globale stalen betreft kan uit tabel 4 worden afgeleid dat de resultaten met betrekking tot de referentiepunten het

Tabel 2 Spreiding en gemiddelde van het «totaal» metaalgehalte in het sediment, bepaald op het globale monster door extractie met 5 M salpeterzuur (mg/kg)

Staal	Al	Fe	Zn	Pb	Ni	Cr	V	Ti
DS1	690- 855 (743)	1.190- 7.000 (5.160)	4,1- 5,5 (4,4)	1,3- 5,5 (2,7)	3,7- 4,7 (4,1)	2,2- 4,5 (3,4)	3,6- 5,3 (4,3)	31- 45 (38)
DS2	810- 1.000 (874)	1.285- 7.850 (5.395)	5,7- 7,2 (6,2)	1,5- 2,2 (1,9)	4,5- 8,9 (6,7)	3,0- 8,6 (5,1)	3,6- 5,5 (4,8)	38- 51 (43)
DS3	725- 820 (766)	1.330- 7.580 (5.210)	4,3- 5,5 (5,1)	1,0- 2,0 (1,5)	3,1- 4,2 (3,7)	3,5- 3,9 (3,7)	3,6- 5,1 (4,1)	36- 46 (41)
DS4	960- 1.100 (1.030)	3.390- 3.550 (3.465)	14,0- 16,4 (15,2)	5,1- 8,2 (6,6)	2,7- 5,6 (4,2)	5,3- 6,5 (5,9)	9,5-11,2 (10,4)	42- 45 (44)
DS5	1.530- 3.880 (2.420)	3.030- 5.780 (3.990)	14,8- 34,3 (21,7)	7,4-17,0 (11,0)	6,2-11,1 (8,2)	7,0-13,3 (9,2)	8,2-15,3 (11,8)	53-102 (70)
DS6	3.580- 7.960 (5.770)	5.595- 9.000 (7.298)	36,6- 42,5 (39,6)	22,2-33,0 (27,6)	11,1-21,1 (16,1)	12,9-20,0 (16,4)	18,3-25,9 (22,1)	110-177 (143)
RS1	1.440- 2.850 (1.935)	1.990- 2.790 (2.290)	7,4- 14,9 (10,2)	5,1-10,0 (7,1)	3,9-12,3 (7,3)	5,5- 9,0 (7,2)	5,3-10,8 (8,2)	42- 70 (58)
RS2	1.600- 1.750 (1.650)	10.500-12.500 (11.500)	18,6- 21,8 (19,6)	5,8- 7,2 (6,8)	5,8- 7,4 (6,8)	6,9- 7,9 (7,3)	5,6- 6,2 (5,9)	65- 89 (74)
RS3	1.835- 9.790 (4.645)	2.900-11.270 (5.790)	14,5-100 (45,0)	10,5-45,0 (22,3)	8,3-29,0 (15,5)	7,4-26,3 (14,5)	8,0-37,1 (19,0)	60-190 (112)
RS4	1.585- 1.890 (1.720)	2.430-11.540 (5.575)	11,0- 16,1 (13,5)	6,6- 9,1 (8,1)	5,4- 6,8 (6,4)	7,9- 8,0 (8,0)	5,4- 8,8 (7,5)	71- 90 (81)
RS5	9.130-10.780 (9.900)	10.800-11.020 (10.940)	111,0-143 (129)	40,3-58,2 (52,3)	25,6-30,3 (28,0)	26,1-31,1 (28,9)	25,0-33,1 (29,4)	170-180 (175)
RS6	1.020- 3.680 (2.360)	3.560-11.450 (6.370)	12,6- 31,5 (22,8)	6,3-11,3 (10,2)	5,3-11,0 (8,4)	6,5-10,8 (9,0)	5,5-10,6 (8,8)	77- 94 (78)

Tabel 3 Spreiding en gemiddelde van het «totaal» metaalgehalte in het sediment, bepaald op de slijfraktie (fijner dan 63 mikron) door een extractie met 5M salpeterzuur (in mg/kg)

Staal	Al	Fe	Zn	Pb	Ni	Cr	V	Ti
DS1	5.430-11.640 (8045)	7.050-12.790 (10.212)	320-745 (463)	31- 64 (51)	47-99 (77)	41-61 (54)	46-49 (48)	290-550 (406)
DS2	6.410-17.210 (10.203)	9.070-17.200 (12.956)	338-760 (570)	45- 56 (51)	44-57 (50)	41-66 (51)	48-54 (51)	345-450 (401)
DS3	7.170-16.890 (13.580)	10.060-15.080 (12.973)	428-690 (540)	50- 75 (65)	58-63 (61)	45-75 (55)	40-55 (48)	360-490 (445)
DS4	17.840-22.650 (20.240)	20.720-22.720 (21.720)	193-427 (310)	100-119 (110)	54-71 (63)	47-60 (53)	54-57 (56)	270-376 (323)
DS5	14.870-18.770 (16.840)	17.800-20.200 (18.670)	230-580 (361)	78- 86 (82)	50-57 (53)	48-57 (51)	38-56 (46)	236-315 (271)
DS6	13.620-18.200 (15.910)	16.200-17.300 (16.750)	166-193 (179)	70- 84 (77)	44-47 (45)	40-43 (41)	43-44 (43)	210-215 (213)
RS1	15.400-17.150 (16.530)	14.900-15.200 (15.100)	207-621 (345)	60-105 (76)	45-53 (48)	39-45 (41)	32-54 (41)	200-238 (215)
RS2	16.590-18.700 (17.800)	18.700-20.900 (19.800)	310-355 (330)	65- 74 (69)	56-60 (58)	34-38 (36)	46-54 (50)	160-180 (170)
RS3	12.390-15.420 (13.520)	14.900-16.800 (16.110)	180-290 (235)	64- 95 (77)	40-47 (43)	38-44 (40)	30-55 (37)	100-215 (166)
RS4	13.860-23.170 (19.400)	15.370-19.910 (18.060)	260-330 (285)	80-147 (104)	42-53 (47)	42-54 (47)	39-44 (42)	200-261 (228)
RS5	8.710-11.800 (10.730)	10.480-11.960 (11.350)	130-235 (177)	43- 89 (68)	29-42 (36)	27-44 (36)	23-36 (30)	141-169 (155)
RS6	13.320-18.500 (16.760)	16.250-18.100 (17.310)	124-621 (321)	66-126 (90)	46-57 (53)	41-46 (44)	42-54 (49)	200-292 (251)

Tabel 4 Vergelijking van het gemiddeld «totaal» metaalgehalte in de dumpingsstations en in de referentiestationen

Metaal	Globale stalen			Slibfractie (fijner dan 63 mikron)		
	Dum- pingssta- tions (a) ppm	Refe- rentiesta- tions (b) ppm	Ver- hou- ding $\frac{a}{b}$	Dum- pingssta- tions (a') ppm	Refe- rentiesta- tions (b') ppm	Ver- hou- ding $\frac{a'}{b'}$
Al	1.933	3.701	0,52	14.136	15.790	0,90
Fe	5.086	7.077	0,72	15.546	16290	0,95
Zn	15,4	40,0	0,39	403	282	1,43
Pb	8,6	17,8	0,48	73	81	0,90
Ni	7,2	12,1	0,60	58	48	1,21
Cr	7,3	12,5	0,58	51	41	1,24
V	9,5	13,1	0,73	49	42	1,17
Ti	63,0	96,0	0,66	343	198	1,73

hoogst uitvallen. Dit is geenszins een gevolg van een hogere pollutiegraad, doch is enkel te wijten aan het groter aandeel van de slibfractie in de referentiemonsters (gemiddeld 19,8 % tegen 5,2 % voor de dumpingspunten). Zoals reeds werd besproken, kan de variabele «korrelgrootteverdeling» uitgesloten worden door het analyseren van de slibfractie, waardoor een onderlinge vergelijking wel mogelijk wordt (tabel 4, rechtse deel). De meeste metalen zijn in gelijkaardige concentraties aanwezig. T.o.v. de referentiestationen zijn de slibfracties van de dumpingszones rijker aan Zn en Ti (resp. een faktor 1,43 en 1,73 hoger). Dit kan wellicht aan de dumpingsactiviteiten worden toegeschreven. Geochemische en geofysische invloeden zoals de natuurlijke metaalgehalten of de mineraalsamenstelling van de slibfractie op zichzelf zijn echter ook niet uitgesloten. Verder onderzoek is nodig om hiervoor een verklaring te vinden.

3.2.3.3. De «biologisch beschikbare» metaalfractie in vergelijking met het «totaal» gehalte

Het «biologisch beschikbaar» metaalgehalte van het globale staal wordt bekomen na extractie met 25 % azijnzuur. Tabel 5 geeft de spreiding en het gemiddelde van de gevonden waarden. Alle Ti-gehalten waren beneden de detectielimiet en zijn dan ook niet in de tabel vermeld.

In tabel 6 wordt het aandeel van de «biologisch beschikbare» fractie op het «totaal» metaalgehalte berekend. In de dumpingszones varieert dit van 2,7 % (Al) tot 76,4 % (Ni). Davies (1982) bekwam analoge resultaten, behalve voor Ni waarvoor 20 % werd gevonden. Opvallend is dat het aandeel van de «beschikbare» fractie zowel in de dumpingszones, als in de referentiezones en voor elk element vrij analogo is. Dit zou er op wijzen dat de «input» van zware metalen in de dumpingszones geen aanleiding geeft tot het verhogen van de «biologisch beschikbare» metaalfractie.

Besluiten

Uit de korrelgrootteverdeling blijkt dat het medium zand de belangrijkste fractie uitmaakt. Het gehalte aan organische materiaal is goed gekorreleerd ($r=0,95$) met het slibgehalte (fractie kleiner dan 63 mikron). Behalve voor Fe is de slibfractie ook goed gekorreleerd met het metaalgehalte. De

Tabel 5 Spreiding en gemiddelde van het «biologisch beschikbaar» metaalgehalte in het globale sedimentstaal na extractie met 25% azijnzuur (mg/kg)

Staal	Al	Fe	Zn	Pb	Ni	Cr	V
DS1	28- 52 (40)	97- 155 (129)	0,9- 3,3 (1,6)	1,1- 1,6 (1,3)	2,6- 3,9 (3,1)	0,8- 1,4 (1,1)	2,0- 4,5 (2,2)
DS2	36- 58 (48)	122- 190 (158)	0,6- 1,9 (1,4)	1,2- 2,1 (1,6)	3,1- 4,4 (3,7)	0,6- 1,5 (1,1)	2,0- 3,0 (1,5)
DS3	53- 55 (54)	133- 169 (149)	1,6- 1,8 (1,7)	0,8- 1,2 (1,0)	2,9- 9,8 (5,3)	0,9- 1,1 (1,0)	1,5- 3,6 (2,5)
DS4	23- 70 (46)	270- 295 (285)	4,1- 5,7 (4,9)	3,7- 5,9 (4,8)	4,6- 5,5 (5,0)	1,7- 2,3 (2,0)	4,2- 8,4 (6,2)
DS5	31- 58 (42)	320- 725 (460)	4,6-12,6 (7,5)	5,1-11,0 (7,3)	5,4- 6,6 (6,2)	2,8- 4,9 (3,5)	2,6-11,8 (7,5)
DS6	82- 98 (90)	865-1.330 (1.090)	20,0-28,5 (24,2)	16,0-21,8 (18,9)	8,2-11,0 (9,8)	5,5- 9,2 (7,4)	14,1-19,2 (16,6)
RS1	26- 78 (55)	200- 440 (300)	2,0- 5,3 (3,3)	3,6- 7,1 (5,0)	5,1- 8,1 (6,1)	2,6- 4,5 (3,3)	2,5-10,5 (6,5)
RS2	40- 48 (43)	250- 276 (265)	5,1- 6,2 (5,6)	5,1- 6,3 (5,8)	5,6- 6,4 (5,9)	2,4- 3,4 (2,8)	6,5- 9,4 (7,6)
RS3	35-111 (62)	505-1.915 (985)	5,5-39,0 (17,0)	6,8-30,0 (14,9)	6,5-12,6 (8,7)	3,6-12,0 (6,6)	4,1-15,5 (9,0)
RS4	17- 49 (30)	390- 440 (420)	4,0- 4,6 (4,3)	5,1- 6,3 (5,8)	6,3- 6,9 (6,5)	3,1- 3,8 (3,4)	3,3- 8,7 (5,5)
RS5	88-118 (107)	1.895-2.465 (2.100)	44,4-63,8 (57,0)	25,9-40,2 (35,1)	12,0-16,0 (14,0)	11,6-15,3 (14,5)	15,5-20,1 (17,5)
RS6	28- 70 (55)	351- 785 (605)	7,4-12,7 (9,8)	4,6-10,2 (7,6)	5,1- 7,5 (6,5)	2,4- 5,0 (4,0)	3,5-12,0 (7,8)

Tabel 6 Vergelijking tussen de twee extractie procedures en aandeel van het «biologisch beschikbaar» metaalgehalte op het «totaalgehalte»

Metalen	Gemiddelde voor de dumpingstations (globaal staal)			Gemiddelde voor de referentiestations (globaal staal)		
	«totaal»-metaalgehalte ppm (1)	«biologisch beschikbaar»-metaalgehalte ppm (2)	% «biologisch beschikbaar» fraktie (3)	«totaal»-metaalgehalte ppm (1)	«biologisch beschikbaar»-metaalgehalte ppm (2)	% «biologisch beschikbaar» fraktie (3)
Al	1.933	53	2,7	3.701	59	1,6
Fe	5.086	378	7,4	7.077	779	11,0
Zn	15,4	6,9	44,8	40,0	16,2	40,5
Pb	8,6	5,8	67,4	17,8	12,4	69,6
Ni	7,2	5,5	76,4	12,1	7,9	65,3
Cr	7,3	2,7	36,9	12,5	5,8	46,4
V	9,5	6,1	64,2	13,1	8,9	67,9

(1) na extractie met 5M HNO₃

(2) na extractie met 25% HAC

(3) uitgedrukt op het «totaal»metaalgehalte

korrelatiecoëfficiënten bedroegen respectievelijk 0,97 voor Al; 0,56 voor Fe; 0,99 voor Zn; 0,97 voor Pb, Ni en Cr; 0,91 voor V en 0,89 voor Ti. Daaruit blijkt het belang van deze fraktie als adsorbtieplaats voor metalen.

Teneinde de metaalgehalten van verschillende sedimentstalen onderling te vergelijken, dient de slibfraktie geanalyseerd te worden. Op deze manier wordt de invloed van de korrelgroottedistributie uitgesloten. Dit werd gedaan voor de dumpingsplaatsen voor afval van de TiO₂-produktie en voor de referentiepunten. Behalve Zn en Ti waren de andere metaalkoncentraties vrij analoog. In de dumpingszones bedroeg de gemiddelde concentratie 403 ppm voor Zn en 343 voor Ti tegen respectievelijk 282 en 198 ppm in de referentiezones. Het aandeel van de «biologisch beschikbare» metaalfraktie t.o.v. de «totale» varieerde in de dumpingszone van 2,7 % voor Al tot 76,4 % voor Ni. In de referentiezones werden gelijkaardige waarden gevonden, hetgeen er zou op wijzen dat de dumpingsactiviteiten geen aanleiding geven tot een verhoging van de «biologisch beschikbare» metaalfraktie.

Dankbetuiging

De bemonsteringen werden uitgevoerd met vaartuigen ter beschikking gesteld door de Beheerseenheid van het Mathematisch Model van de Noordzee en het Schelde Estuarium (Ministerie van Volksgezondheid).

Summary

During 1981 marine sediments were sampled in the four dumping grounds for industrial waste, situated in the Belgian coastal area. The results of the physico-chemical analyses are discussed in this report.

Special attention was paid to the analysis of heavy metals. The extraction procedure with 5M nitric acid («total» metal content) was compared to the extraction with 25 % acetic acid («bioavailable» metal content). The metal analysis was carried out on both the total sample and the silt fraction. The last being more significant because it limits the influence of the grain size distribution on the result, improving in this way the intercomparability of the results.

Literatuuropgave

ANDRULEWICZ, E., PORTMANN, J. 1975. Determination of metal content of sediments in relation to dumping and discharge control. Fisheries Improvement Committee. ICES CM 1975/E:2.

BAETEMAN, M., GABRIELS, R. 1978. Fysico-chemisch onderzoek van de lozingsgebieden voor afvalstoffen afkomstig van de Belgische TiO_2 — productie in 1976. Mededelingen van het Rijksstation voor Zeevisserij. Publikatie nr 151.

BAETEMAN M., GABRIELS, R., GUNS, M. 1982. Fysico-chemisch onderzoek van de lozingsgebieden voor afvalstoffen afkomstig van de Belgische TiO_2 -productie in de periode 1976-1980. Medelingen van het Rijksstation voor Zeevisserij. Publikatie nr 185.

DAVIES, I. 1982. Measurements of metals in sediments from the Firth of Forth. ICES CM 1982/E:43.

GABRIELS, R. 1973. Analysis of horticultural crops, soil mixes and irrigation waters by flame emission and atomic absorption spectrometry 4th Int. Conf. on Atomic Spectroscopy and 20th Canadian Spectroscopy Symposium. Toronto.

GABRIELS, R., VAN KEIRSBULCK, W., ENGELS, E. 1981. Spectrofluorimetric determination of aluminium in plants, soils and irrigation waters. Laboratory Practice 30 (2) 122-123.

GABRIELS, R., VAN KEIRSBULCK, W., ENGELS, E. 1983. Spectrophotometric determination of titanium in plants, soils and irrigation waters. Laboratory Practice, in print.

ICES 1982. Report of the second meeting of the Working Group on marine sediments in relation to pollution. ICES CM 1982/E:6.

LORING, D., RANTALA, R. 1977. Geochemical Analyses of Marine Sediments and Suspended Particulate Matter. Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences nr 700.

LORING, D. 1981. Potential bioavailability of metals in Eastern Canadian estuarine and coastal sediments. Rapp. P.v. Réun. Cons. Int. Explor. Mer. 181:93 - 101.

SKEI, J. 1982. Pollutants in marine sediments. A review of Norwegian investigations. JMG 8/5/4-E.

VANDAMME, K. 1982. Fysico-chemisch onderzoek van het sediment in de twee zandwinningsgebieden langs de Belgische kust. Mededelingen van het Rijksstation voor Zeevisserij — Publikatie nr 186.

WARTEL, S. 1972. Sedimentologisch onderzoek van de opbouw van het Schelde Estuarium. Proefschrift KUL.